

全国煤矿 复杂难采煤层 开采技术

QUANGUO MEIKUANG
FUZA NANCAI MEICENG KAICAI JISHU

• 中国煤炭工业协会 编



煤炭工业出版社

全国煤矿复杂难采煤层开采技术

中国煤炭工业协会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

全国煤矿复杂难采煤层开采技术 / 中国煤炭工业协会编. -- 北京:
煤炭工业出版社, 2012

ISBN 978-7-5020-4102-1

I. ①全… II. ①中… III. ①复杂煤层-难采煤层-煤矿开采-研究
IV. ①TD823.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 196657 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 889mm × 1194mm^{1/16} 印张 27^{1/2}
字数 795 千字 印数 1—3 200
2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷
社内编号 6925 定价 126.00 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

前 言

我国是世界第一产煤大国,2011年全国原煤产量为 3.52×10^9 t,同比增长8.7%,约占全世界煤炭产量的50%。在近年来煤炭产量持续大幅度增长的情况下,2011年全国煤矿共发生事故1200起、死亡1950人,同比分别下降14.5%和19.9%。

我国多数矿区自然灾害严重,地质构造复杂,开采条件与世界主要采煤国家相比,属于中等偏下。在全国原煤产量中,井工矿产量占90%,露天矿产量仅占10%。高瓦斯和煤与瓦斯突出矿井数量达到3000多处,煤矿开采深度平均达400 m以上,开采深度超过千米的生产(在建)矿井达到47处。随着矿井开采深度的增加,冲击地压、地温对煤矿安全生产和职工劳动强度的影响逐年加大,煤矿复杂难采煤层不断增多,制约着企业的安全生产和经济效益的提高。

为贯彻落实煤炭产业政策和《煤炭工业发展“十二五”规划》,提高资源回收率和采掘机械化水平,实现煤矿安全高效开采和清洁利用,中国煤炭工业协会向各煤炭生产企业和科研部门发出通知,广泛征集全国煤矿复杂难采煤层开采技术论文。主要内容包括:在当前开采技术条件下需要特殊的、附加的安全技术措施方能顺利回采的煤层,如高瓦斯、煤与瓦斯突出、高地温、富含水、具有冲击地压危险、易自然发火等煤层开采技术;以及赋存条件差的煤层,如薄、不稳定、倾斜与急倾斜、“三软”、“三下”、深井等煤层开采技术。

各生产企业对此次论文征集工作十分重视,认真组织编写了复杂难采煤层开采技术经验交流材料,论文作者大多数是在煤炭生产一线从事生产和技术管理工作多年的总工程师,具有丰富的理论与实践经验。中国煤炭工业协会从各地报来的论文中,筛选出76篇优秀论文,其中薄煤层开采技术8篇、倾斜与急倾斜煤层开采技术10篇、厚煤层开采技术10篇、“三软”煤层开采技术10篇、“三下”开采技术15篇、煤矿瓦斯治理与防灭火技术16篇、其他相关技术研究与实践7篇。

这批来自生产一线的优秀论文内容丰富,数据翔实,资料可靠,结论比较客观,具有重要的参考价值和现实意义。现将其编纂成《全国煤矿复杂难采煤层开采技术》一书,提供给各煤炭生产企业、科研部门和煤机制造企业的广大工程技术人员作为参考资料,相信定会大有裨益。

本书的编写汇总工作,得到众多科研部门和煤炭企业有关专家的大力支持和帮助。在此,谨向所有为本书编写工作给予热情支持和帮助的有关单位和专家深表感谢!

编 者

2012年9月1日

目次

一、薄煤层开采技术

大同“两硬”条件薄煤层刨煤机综采技术探讨	于斌	杨智文	赵军	(3)
韩城矿极不稳定薄煤层综合机械化煤岩同采技术研究	侯育道	陈武选		(7)
螺旋钻机在刘桥一矿薄煤层开采中的应用	王立功			(10)
李子垭矿近距离再生顶板极薄煤层综采实践	卢运海			(15)
新郑煤电“三软”薄煤层回采技术实践	蔡九阳			(19)
尚庄煤矿薄煤层长综采工作面开采实践	颜雪文	杨建平		(28)
兴隆煤矿大倾角薄煤层采煤机的应用与分析	丁念波	顾胜龙		(31)
三一重装 400B 系列薄煤层采煤机关键技术研究	尹力	Knorr		(34)

二、倾斜与急倾斜煤层开采技术

羊场湾煤矿大采高综采大倾角仰斜开采技术研究	贾川	何维胜		(41)
周源山矿急倾斜煤层采煤技术研究与实践	刘文斯			(45)
洪山殿矿急倾斜中厚不稳定煤层采煤方法研究	尹红球			(49)
潞安整合矿区急倾斜煤层开采工艺技术研究	张文平	李运宏	李会玲	(53)
夹河煤矿深井复杂综采大倾角俯采技术研究	张雷			(59)
石炭井矿大倾角复杂条件下综采技术应用与实践	纵永海			(62)
几种急倾斜难采煤层的采煤方法	樊运策			(66)
垞城煤矿综采工作面大倾角俯采技术研究	孙益建			(71)
株柏煤矿急倾斜煤层单体柔掩采煤法	侯善可			(75)
枣泉煤矿大倾角综采设备选型及开采关键技术研究与应用	王文新	赵伟		(88)

三、厚煤层开采技术

枣泉矿大采高工作面过大断层关键技术研究与应用	马万祥	杨 德	王文新	(97)		
大同“两硬”条件下大采高综采技术研究	杨智文	石永奎	刘 文	(102)		
长平公司大采高工作面过断层和陷落柱技术研究			胡红伟	(109)		
寺河矿大采高综采工作面安全高效回采实践			韩建锋	(115)		
龙东煤矿坚硬顶板下综采放顶煤开采强制放顶方案优化与施工			冯胜利	(122)		
塔山煤矿特厚复杂煤层开采技术实践			王爱国	(134)		
同忻矿特厚煤层综放工作面沿空巷道变形破坏控制研究			刘锦荣	(139)		
铁法矿区大倾角综放工作面开采技术实践	韩复生	赖增春	赵明江	聂宏喆	杨清城	(143)
红山煤业总厂急倾斜单一煤层水平分段放顶煤采煤方法试验				黄 彦	(151)	
沙尔崆煤矿大倾角综采放顶煤开采技术难点分析及对策				吴燕飞	(157)	

四、“三软”煤层开采技术

金能煤业“三软”煤层综放开采实践	徐建伏	尹发忠 (163)
许疃煤矿“三软”大采高综采工作面跨采区开采实践	周拥军	李加海 (168)
鹤煤“三软”煤层组合悬移支架放顶煤开采技术研究与应用		葛付东 (175)
百善煤矿复采技术研究与实践	祁明峰 韩昌强	辛东京 (181)
许疃煤矿“三软”煤层破碎顶板条件下综采工作面大倾角仰采 实践	李加海 钱四发	赵长红 (186)
清水营煤矿“三软”煤层综采技术研究		靳 华 (189)
新陶阳公司冒落松散再生顶板条件下采煤面支护技术与实践	刘国兴	王 东 (194)
王石凹煤矿5号煤下分层再生顶板开采技术探讨		郭龙煊 (198)
彬长矿区软底巷道变形特征及治理方案	蔡克海 刘会彬 胡少博	尹润生 (201)
新驿煤矿多断层偏复杂煤层综合机械化开采实践		孙瑜春 (207)

五、“三下”开采技术

我国煤矿特殊地质采矿条件下的顶板水害及其防治技术		康永华 (213)
曹庄煤矿受底板承压水威胁坚硬顶板含坚硬夹矸中厚煤层安全 高效综采技术研究	崔国强 崔建忠	李洪刚 (223)
牛马司矿短壁小块交替采煤法在铁路桥下采煤中的应用	吴先拥	周俭保 (229)
新桥煤矿大水开采期间的水害综合治理技术实践		牛建春 (234)
灵东煤矿承压含水层下综放开采顶板水害防治措施	陈文涛 王绍坤	韩振国 (238)
灵新煤矿采空区积水立体综合集成探放水技术研究与应用	武书泉	孔军峰 (247)
龙口海下煤炭安全开采保障关键技术	常 颖 柳玉兴 王文波	李恭健 (255)
祁东煤矿工作面压架突水灾害防治技术	刘 瑜	王晓振 (262)
神东锦界煤矿浅埋深薄基岩极复杂水文地质条件下煤矿开采实践	神东煤炭集团锦界煤矿	(267)
青山煤矿用比拟法测算急倾斜煤层深部水平涌水量的方法与效果		彭先林 (277)
石槽村煤矿复杂煤层顶板水害疏放技术研究	岳鹏超	蒋学明 (281)
巨源煤业公司急倾斜近距离煤层群水体下开采的实践		肖存明 (286)
郓城煤矿矿建二期工程防治水技术方案的探索与 研究	仇海辉 郑学军 朱旭光 李永春	姜常让 (290)
张双楼煤矿西四采区带压开采防治水技术研究		李南骏 (295)
周源山煤矿“三下”压煤开采方案的选择		刘文斯 (302)

六、煤矿瓦斯治理与防灭火技术

朱集西大采深矿井煤与瓦斯突出防治方法	张长风	刘玉锋 (307)
下沟煤矿自燃煤层“孤岛”工作面下分层综放开采防灭火 技术实践	张建营 李万仕	蒲拴云 (314)
孟庄煤矿复杂难采煤层瓦斯抽排治理对策		王 武 (318)
建新煤矿高瓦斯区域防突技术	韩丽敏	雷洪华 (323)
寺河矿高瓦斯条件下大采高开采技术应用		任海强 (329)

郭家河矿特厚煤层综放工作面上隅角瓦斯治理技术 高宗飞 林来彬 狄存绪 (335)

卧龙湖煤矿瓦斯综合治理技术与应用 刘延俊 孙玉锋 赵先凯 张昌虎 (339)

黄陵矿业公司一号煤矿回采工作面瓦斯防治技术 陈泽雄 李龙国 (342)

综合防突技术在永辉矿的应用 雷 荻 (347)

黄陵二号煤矿复杂厚煤层瓦斯防治技术应用 马功社 (349)

大倾角“三软”易燃厚煤层综放工作面火区综合治理技术 狄存绪 高宗飞 (355)

潘西煤矿大倾角煤层综采工作面采空区自燃综合治理
技术 赵庆刚 赵 鹏 吴化新 王兴华 郭洪杰 (362)

香山矿急倾斜易燃厚煤层开采技术的研究 新纯峰 (367)

坪湖矿采煤工作面沿断层缩采方案与防火
管理 万林水 朱智凯 龚建军 刘国华 段军华 罗社生 汪华新 (372)

浅析越南庆和煤矿急倾斜放顶煤防灭火的方法 李 臣 刘玉锋 (378)

建新煤矿易自燃煤层综采放顶煤工作面防灭火技术实践与应用 华 毅 (383)

七、其他相关技术研究与实践

张双楼煤矿深部冲击危险工作面防范措施 杨 瀚 (389)

凤凰山矿坚硬顶板条件下沿空留巷无煤柱回采的试验 李永浚 张鸿斌 李建卫 (394)

神东短壁机械化开采技术的应用 杨俊哲 (400)

中煤平朔井工二矿破碎顶板条件下短壁机械化开采
技术应用 张刚波 姜玉连 张立海 潘 军 贺永强 张龙哲 (414)

王楼矿回采工作面高温热害防治技术研究 任智德 林相亮 张假妮 (420)

综采工作面过断层深孔松动控制爆破 孙德宝 徐海峰 耿宏银 (423)

南梁矿综采工作面深孔爆破强制放顶的应用 付二军 (427)

一、薄煤层开采技术



浙江出版集团

大同“两硬”条件薄煤层刨煤机综采技术探讨

于 斌 杨智文 赵 军

(大同煤矿集团公司)

摘 要 大同矿区煤层开采难度极大,煤层坚硬难以切割或刨削,一般滚筒式采煤机或刨煤机无法满足开采需要;顶板坚硬,经常出现大面积来压或瞬间冲击性压力,威胁设备和人员安全。针对上述特殊条件下的综采开采问题,结合大同煤矿集团公司多年来的开采实践,本文对“两硬”煤层刨煤机综采开采的顶板运动规律与控制、开采工艺及设备选型等进行了探讨。

关键词 大同“两硬”条件 刨煤机 综采技术

0 前言

据不完全统计,国内薄煤层的可采储量约为 60 多亿吨,约占全国煤炭总储量的 19%。自 20 世纪 80 年代特别是 90 年代以来,中厚煤层一次采全高以及特厚煤层的放顶煤开采有了长足的进步。但是,由于薄煤层开采的经济效益相对较低,很少有企业和科研机构将研发重点放在开采薄煤层上,从而限制了薄煤层开采工艺和技术装备水平的提高。通过多年的探索,刨煤机在薄煤层及中厚偏低煤层的应用已取得了较高的生产效率、良好的经济性和安全性。由于大同矿区煤层坚硬难以切割或刨削,一般刨煤机无法满足开采需要;顶板坚硬,经常出现大面积来压或瞬间冲击性压力,威胁设备和人员安全,且顶板弱化处理的难度更大。适用于普通地质条件的薄煤层刨煤机综采开采的原有设备和技术远远不能满足大同“两硬”条件的开采要求。同煤集团通过多年的实践,摸索出了适合大同两硬薄煤层特点的顶板控制技术和刨煤机开采技术,取得了很好的效果。

1 薄煤层综采工作面坚硬顶板的运动规律与控制

结合大同两硬条件的具体情况,提出适合大同两硬薄煤层的压力迁移理论。首先建立了如下力学模型,设定工作面顶板被许多节理或断层切割成有限个薄板块,相互之间铰接连接,板的尺寸可能大小不一,如图 1 所示。在工作面长度方向上,围岩被简化为一系列相互铰接的薄板,工作面两端和煤壁被固定支承。随着工作面的不断推进,薄板的悬空面积越来越大,薄板弯曲挠度也越来越大,而薄板内部的应力也随之不断增大,当薄板内部的应力满足岩石破坏准则时,薄板发生破断。显然强度较低的薄板,首先要发生破断。在工作面长度方向上,临近的薄板就变一侧悬空。现在分析薄板 A、B、C 在薄板 A 破断前后边界支承情况变化。薄板在破断前,薄板 A、B、C 都是两边简支,一边固定,一边悬空自由。在薄板 A 破断后,薄板 B 右侧失去了支承,变成了自由边,而薄板 C 的左侧变成了自由边。

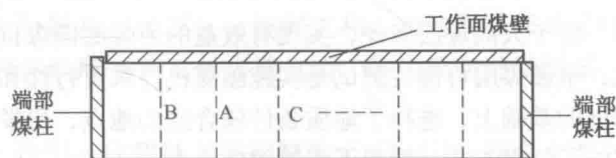


图 1 铰接薄板结构模型

根据弹性力学薄板弯曲理论计算支承薄板最大挠度、最大应力可以发现：一边简支、一边固定薄板的最大应力是两边简支、一边固定薄板最大应力的 3.3 倍，一边简支、一边固定薄板的最大挠度是两边简支、一边固定薄板最大挠度的 2 倍，如图 2、图 3 所示。发生的最大挠度和内部最大应力要成倍大于薄板 A 破断前临近薄板 B、C 发生的最大挠度和内部最大应力。此时很容易造成薄板 B、C 的破断。以此类推，薄板 B、C 的破断也很容易造成临近薄板的破断。这样薄板的破断就向两侧推进直至工作面的两个端头，这也就是综采开采中经常会出现端头悬板的原因。

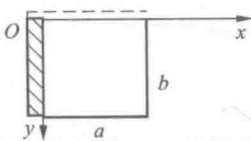


图 2 一边固定、一边简支的薄板计算模型

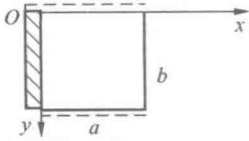


图 3 一边固定、两边简支的薄板计算模型

根据以上研究分析，为了防止和减弱顶板大面积来压时产生的冲击截荷和暴风时对工作面形成危害，该工作面必须实施顶板弱化技术，主要包括初次放顶，步距放顶，中部停产放顶及局部处理。放顶爆破孔布置示意图如图 4 所示。炮眼特征参数见表 1。

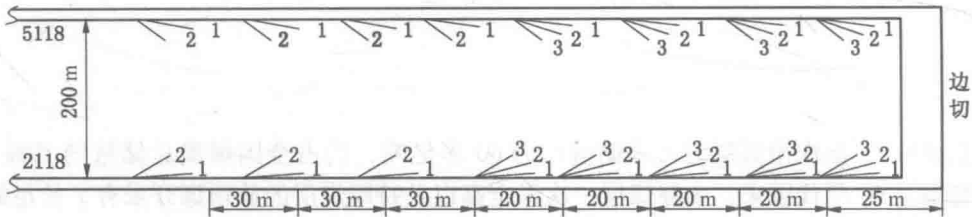


图 4 放顶爆破孔布置示意图

表 1 炮 眼 特 征 参 数

孔 号	孔长/m	仰角/(°)	与巷道中线夹角/(°)	装药量/kg	充填长度/m
1	20	21	5	66.67	6.7
2	20	31	37	66.67	6.7
3	20	21	55	66.67	6.7

2 “两硬”条件薄煤层刨煤机综采工作面开采技术

由于大同煤层坚硬，实现有效益的薄煤层刨煤机开采，技术难度很大，国内外没有开采先例，因此，坚硬煤层可刨性测试是实施刨煤机开采可行性和设计方案的基础，是决策的重要依据。在可刨性测试的基础上，选择了地质条件较合适的地点，研发了相应的刨煤机并进行了其他设备配套，制定并实施了刨煤工艺，取得了不错的效果。

2.1 大同薄煤层的可刨性试验研究

同煤集团公司于 2002 年 10 月和 2003 年 12 月在晋华宫矿井下不同煤层、不同地点进行了两次可刨性测试，第一次测试的结果表明，用当时的刨煤机很难对大同坚硬煤层进行有效的刨削，开采效果不理想。同煤集团提出了参数优化方案，并经 DBT 公司修改刨煤机参数后，进行了第二次测试，结果表明，改造后的设备满足开采要求。即使煤层中含有夹石层，该煤层的工作面仍然可以使用刨煤机进行生产。

2.2 试验工作面技术特征、设备配套与开采工艺

该项目工业性试验选定在同煤集团晋华宫矿 10 号煤层 301 盘区 8118 工作面，工作面采用双巷布置，即 2118 机轨合一巷，和 5118 轨道回风巷，工作面平巷走向长度 1070 m，可采走向长 1050 m，工作倾斜长 200 m，两巷均采用沿底挑顶式掘进，盘区巷道煤柱宽均为 20 m，工作面地质构造简单，巷口往里 800 m 处有一条落差为 0.4 m 的正断层，对正常开采有一定的影响。煤层厚度为 1.12 ~ 1.5 m，平均 1.31 m；直接顶为平均厚度为 20.87 m 的粉细砂及砂页岩，直接底为灰色细砂岩，顶底板均较硬，对刨煤工作有较大影响。

自动化刨煤机工作面设备主要有刨煤机、刨头运行轨道（刮板输送机）、液压支架及工作面平巷运输设备、支架电液控制系统和全工作面电气自动化控制系统等。现场可刨性测试 results 和 DBT 公司开发的适合“两硬”煤层的刨煤机及刨头运行轨道参数见表 2、表 3。

表2 刨煤机主要参数

型 号	电机功率/kW	生产能力/(t·h ⁻¹)	刨 链	刨速/(m·s ⁻¹)	刨体高度/mm
GH9-38ve/5.7	2×200/400	700	φ38×137	1.47/2.94	880~1645

表3 刨头运行轨道主要参数

型 号	功率/kW	生产能力/(t·h ⁻¹)	刨 链	刨速/(m·s ⁻¹)	中部槽长度/mm
PF3/822	2×200/400	1602	2×φ34×126	0.66/1.32	1505

选择适用于两硬条件薄煤层开采的两柱掩护式液压支架，基本架为 ZY4600/7.5/16.5 型液压支架，端头支架为 ZZ5800/16/30 型液压支架；SZZ800/200 型交叉侧卸式转载机，泵站型号为 BRW-400/31.5 MPa，供液流量为 400 L/min，压力为 31.5 MPa，电压为 1140 kV。

生产工艺过程如下：

刨煤机刨煤、装煤→可弯曲刮板输送机运煤→推移运行轨道→电液控制阀控制拉移支架。

(1) 刨煤。采用往返双向刨煤，刨头在主控的微机（MCU）控制下，沿工作面全长往返式自动运行，把厚 30 mm 的煤壁成条刨削下来。为适应工作面顶底板的变化，采用调斜千斤顶和改变刨头档位进行飘刀啃底。刨头由机尾向机头刨煤为下行，刨速为 1.47 m/s；从刨煤机头部向机尾刨煤为上行，刨速为 2.94 m/s，上行与下行时刨深一样，一般情况下均为 30 mm，两端头进刀时，刨速为 1.47 m/s。

(2) 进刀方式。端部特殊刨深刨煤，即刨头由刨煤机头（尾）部向刨煤机尾（头）部方向运行，刨头通过后，液压支架按 MCU 设定的推移步距进行推移运行轨道，工作面中部推移步距为上（下）行刨深，机头（尾）部推移步距为下（上）行和上（下）行刨深之和，当刨头运行至运行轨道机尾（头）处弯曲段时逐渐斜切进入煤壁直到将机尾（头）处煤壁刨通，然后反向进行刨煤。刨煤机进刀方式如图 5 所示。

(3) 推移运行轨道和拉架。工作面每 3 架上使用一台 PM4 支架控制单元（SCU），每个支架上配备有电控阀、压力传感器、测控杆，用以实现自动推移运行轨道，降架，拉架和升架的工作，当刨煤机通过当前支架 5 个架后，PM4 电液控制支架进行各种动作，当推移千斤顶剩余行程小于下次刨深时，液压支架会以随机组合方式前移，拉架步距为 600 mm（工作面所有支架完成拉架动作一次为一个循环），每次运行轨道推移量为下次刨深。

2005 年 6 月 18 日刨煤机首采面试产，并一次试采成功。2005 年 7 月 2 日达到设计产量，达产后共生产 64 d，取得了平均日产 5060 t，最高日产 6815 t，平均月产 1.518×10⁵ t 的较好水平，达到了设计的要求，共生产原煤 3.58×10⁵ t。2005 年 9 月 4 日 8818 工作面开始停采搬家，截至 2005 年 10

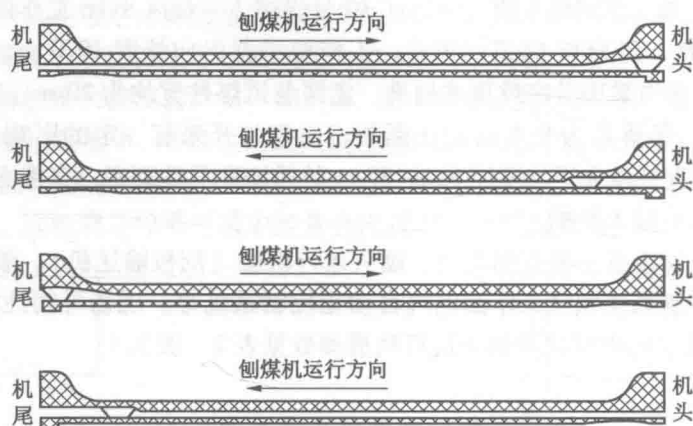


图5 刨煤机进刀方式

月10日,接替工作面8120工作面开始生产。刨煤机工作面提高了生产效率和经济效益,并实现了工作面无人开采,保证了安全生产,经济和社会效益巨大。

3 结论

“两硬”条件薄煤层刨煤机综采开采技术,具有一定的优越性,也有一定的局限性,通过现场验证,得出以下主要结论:

(1) “两硬”条件薄煤层刨煤机无人工作面综采开采技术,为薄煤层安全高效高采出率开采开创了新的技术途径。

(2) 在进行刨煤机开采前,需做大量的测试工作,没有这些基础工作,很难取得好的效果。通过现场测试数据的分析,提出的刨煤机参数优化方案,并进行的适合两硬薄煤层条件的设备配套设计。使国外先进刨煤机设备技术性能得到改进并与国内设备成功配套,解决了两硬条件薄煤层开采的装备问题,生产试验证明其整体配套结构科学、技术参数合理,在工作中显示了良好的性能。

(3) 实施的薄煤层坚硬顶板控制技术,改善了顶板的力学性质,减小了基本顶的来压步距,降低了来压强度,减弱了顶板对支架的冲击作用,使刨煤机工作面的坚硬顶板得到了安全有效控制。

(4) 不足的地方是刨煤机设备对地质条件要求较高,选择工作面时要充分考虑地质条件的限制,地质勘探的技术手段要逐步提高。

作者简介

于斌,1962年生,教授级高级工程师,大同煤矿集团公司总工程师。主要从事矿井安全、坚硬顶板控制、煤矿开采技术方面的研究,曾担任国家自然科学基金项目的首席专家和多个科技支撑项目的主要完成人。

韩城矿极不稳定薄煤层综合机械化煤岩同采 技 术 研 究

侯育道¹ 陈武选²

(1. 陕煤韩城矿业生产技术部; 2. 陕煤韩城矿业机电动力部)

摘 要 韩城矿业公司北区2号煤煤层厚度小, 且极不稳定, 通过采用针对性的个性设计及配套, 成功解决了2号煤机械化开采技术难题, 取得了较好的经济效益, 为快速解放主采的3号煤层, 消除煤与瓦斯突出提供了技术保障。

关键词 极薄不稳定煤层 综采开采 设备研发及配套

0 前言

韩城矿业公司北区两矿属煤与瓦斯突出矿井, 是全国45家重点监控对象之一。瓦斯灾害问题是制约韩城矿业公司生产和发展的主要问题。北区两矿主采的3号煤层属煤与瓦斯突出煤层, 防治煤与瓦斯突出目前最有效的办法就是开采保护层区域性防突措施。2号煤层作为主采的3号煤保护层, 煤层赋存极不稳定, 回采中经常遇到无煤区。过去2号煤一直沿用爆破开采, 推采速度慢, 事故频发。如何实现2号煤快速开采, 成为韩城矿区加快调整步伐的当务之急, 对赋存极不稳定的2号煤薄煤层采用综合机械化实施煤岩同采, 展开技术攻关研究。

1 2号煤层机械化工作面地质条件

4218工作面位于韩城矿业桑树坪煤矿北一采区下山的北翼, 工作面倾斜长度970 m。工作面走向宽145 m, 两巷为矩形断面, 锚网梁支护形式, 运输平巷断面为4.4 m×2.7 m, 回风平巷断面3.6 m×2.7 m, 2号煤层厚度为0~1.0 m, 平均厚度为0.7 m。2号煤层的基本构造形态为走向北北东, 倾向北北西, 沿走向和倾向有波状起伏及中小型断裂的单斜构造, 煤层倾角为2°~8°, 平均5°, 煤层直接顶以粉砂岩为主, 厚度为8.7 m, 普氏系数为6.5。煤层底板为一般泥岩, 沙质泥岩, 厚度为4.2 m, 基本底为细砂岩, 厚度为8~12 m, 普氏系数为5.2~6.2。

2 2号极不稳定薄煤层煤岩同采解决的技术难题及设备配套原则

2.1 解决的技术难题

- (1) 采煤机的破岩能力和稳定性问题。
- (2) 狭小的开采空间对配套设备的外形尺寸, 重量和技术性能要求。

2.2 实施综合机械化煤岩同采配套的总体原则

- (1) 由于薄煤层工作面采高较低, 尽量少采岩石, 要求设备外形尺寸小、体积小, 还要满足通风和过人空间, 操作空间等条件。
- (2) 构造断层多, 要截割装运岩石, 配套设备必须具备功率大、强度大、自重大、稳定性好、耐磨性能好、可靠性高等特点和功能。

2.3 煤岩同采设备配套技术研究

2.3.1 采煤机基本技术性能要求及参数

经过大量的考察、调研,最后方案确定为双方共同研发,由西安煤机厂生产制造,规格为MG2×160/710-AWD型变频调速电牵引薄煤层滚筒采煤机。该机在薄煤层综采设备配套范围内,机面高度低、装机功率最大。要求煤机具有以下特性:①采煤机要截割岩石,功率要足够大;②尽可能降低机身高度;③煤机摇臂必须实现体积小、强度高、耐磨性好;④重点研究滚筒的结构形式实现煤岩同采,且装煤效果要好;⑤尽可能增大过煤空间;⑥具有数字化接口及智能化监控技术;⑦要求采煤机喷雾效果要好,雾化效果好。

最终确定,采煤机技术参数如下:总装机功率为710 kW,滚筒直径为1.1 m,采高范围为1.1~1.8 m,适应倾角 $\leq 40^\circ$,截割硬度 $f \leq 7$,截深为630 mm,摇臂摆动中心距为6450 mm,牵引速度为0~7.6~12.6 m/min,滚筒转速为47~57 r/min。

2.3.2 液压支架基本技术性能要求及参数确定

针对极不稳定薄煤层及煤岩同采特殊条件要求,经过多次全国各地实地考察,并结合韩城矿区2号煤层实际比较分析,与薄煤层液压支架制造业绩较好的山东矿机科研人员进行细致的技术沟通,最后确定采用两柱掩护式薄煤层液压支架。该支架的特点是立柱采用双伸缩结构,可以实现大调高比,对煤层变化适应性强、支架结构简单,千斤顶少,操作简便,稳定性能好。要求支架具有以下特点:①支架工作阻力为3600 kN,支护强度大于0.46 MPa;②支架采高最小0.7 m,最大1.5 m;③立柱必须采用双伸缩结构形式;④合理设计四连杆位置和尺寸,力争做到梁端距变化最小;⑤合理设计平衡千斤顶参数和立柱在顶梁的位置;⑥采用液控先导新技术,解决好过架管占用支架空间的关键难题;⑦合理布置支架部件,尽可能增大支架活动空间;⑧支架要求采用整体刚性顶梁结构、厚度要薄、重量要轻、强度要高。

最终确定液压支架技术参数为:采用两柱掩护式ZY3600/07/15型薄煤层支架,工作阻力为3600 kN,支撑高度为0.7~1.5 m,宽度为1500 mm,支护强度 > 0.46 MPa。底座前端最大比压 < 2.6 MPa,最大推移步距为900 mm,通风断面积 > 2.5 m²。

2.3.3 刮板输送机基本性能要求及参数确定

针对2号煤层存条件要求配备刮板输送机具有以下特性:①槽帮高度要低;②铠装强度要高;③耐磨性能要好;④驱动功率要大;⑤结构性能基本实现免维护。

最终确定刮板输送机参数如下:装机功率为320 kW、运输能力为500 t/h,链速为1 m/s,中部槽尺寸为1500 mm×690 mm×220 mm,电机为YBS160(风冷),减速机为JS200型行星减速器。刮板输送机整体采用槽宽730中双链高强度铸焊封底结构,槽帮高度设计为220 mm,刮板链也采用扁平链结构形式。

2.3.4 设备配套关系

支架与煤壁的端面距为294 mm,满足煤机上仰5°时滚筒后端与支架的距离,当支架正常高度为1.2 m时,下方过人空间高度为860 mm,宽度为450 mm,十字推移头上平面与刮板输送机电缆槽底面间距为95 mm,完全满足刮板输送机上仰时的安全距离要求;支架顶梁下面与煤机机面间距为180 mm左右。

煤机滚筒后端与刮板输送机的铲煤板间距为245 mm,保证了采煤机下俯卧底或采煤时不割铲煤板。采煤机机身与刮板输送机之间过煤高度为260 mm,满足了大块煤的通行。采煤机与刮板输送机配套后的机面高度为860 mm,与支架顶梁下平面留有73 mm的过机空间,保证了最低高度1.1 m时的配套要求。中部下切底量为226 mm,机头下切卧底为38 mm,保证了刮板输送机平稳推移,不上飘,在工作面两端头能够割通割透,无需人工开缺口。

3 综采面实际生产中解决的几个核心问题

- (1) 加强一线职工操作培训和检修维修保养培训、全面了解三机内部结构及维修保养要点。
- (2) 完善综采面管理制度,建立奖惩机制,严格考核兑现。
- (3) 改采煤机滚筒外旋割煤为内旋割煤,解决了采煤机机身的稳定问题。
- (4) 严格控制采高,工作面最大采高不能超过 1.4 m,减少截割矸石厚度,达到提速减震目的。
- (5) 在煤机摇臂下安装活动式梨型装煤装置,提高了装煤效果。
- (6) 提高滚筒转速来减小滚筒截割时截齿截削厚度,从而达到提高牵引速度减小煤机震动的目的。

4 极薄复杂煤层煤岩同采取得的效果

- (1) 人员大量减少,综采队人员由过去的炮采 245 人减少到 140 人。
- (2) 工人劳动强度大大降低。
- (3) 月产由过去的炮采每月 7392 t,增加到每月 1.5×10^4 t。
- (4) 2 号煤剥离速度由过去的每月 50 m 提高到 120 m,为快速解放 3 号煤、消除煤与瓦斯突出奠定了基础。
- (5) 安全程度大大提高,改善了职工作业环境。

5 结束语

复杂地质条件下极不稳定薄煤层综合机械化煤岩同采技术在韩城矿业公司 4218 综采面应用成功后,目前已在北区两矿的 2 号煤装备了 4 个薄煤层机械化工作面。与国内同行相比,在这种复杂地质条件下我们的煤岩同采技术是领先的。工作面平均月推进度均在 100 m 以上,加快了 2 号煤剥离速度,为 3 号煤安全高效开采提供了安全保障和技术支撑。

作者简介

侯育道,1987年毕业于西安矿业学院煤矿地下开采专业。一直在从事煤矿生产和技术的管理工作,先后担任技术员、副科长、科长、总工等职,现任韩城矿业副总兼生产技术部部长。

螺旋钻机在刘桥一矿薄煤层开采中的应用

王立功

(皖北煤电集团刘桥一矿)

摘要 我国 1.3 m 以下的薄煤层储量约占煤炭总储量的 20%，薄煤层开采难度极大，多数矿井一直没有开采薄煤层，浪费了大量的煤炭资源，以致部分矿区过早衰竭。本文阐述了 BSHK-2DM 型螺旋钻机在开采皖北煤电集团刘桥一矿 II 362 薄煤层工作面时的操作方法及采煤工艺，为开采薄和极薄煤层开辟了广阔的前景，在开采厚度小的煤层中获得了较好的技术经济效益。

关键词 薄煤层 螺旋钻 钻采工作面 采煤工艺

0 前言

刘桥一矿位于安徽省濉溪县境内，煤系地层为华北晚生古生界二叠下石盒子组及山西组地层，下石盒子组的 4 煤和山西组的 6 煤，为刘桥一矿主采煤层，3 煤位于下石盒子组下部，上距 K_3 砂岩平均 183.5 m，煤层结构简单，以单一薄煤层为主，煤层厚度为 0~1.75 m，平均厚度为 0.82 m，可采性指数为 0.59，变异系数为 80%，平均倾角为 14° ，局部可采，为极不稳定煤层。3 煤储量主要分布在 II 46 上山采区东翼及六采区，可采储量合计为 148.8×10^4 t。3 煤的特殊性在于 3、4 煤层间距过小，在 0~9.23 m，平均 3.97 m。由于 3、4 煤层间距过小，并且变化不均，如 3 煤采用走向长壁全部冒落法回采，将对主采煤层 4 煤产生严重影响。为此采用了螺旋钻采煤，加大煤炭资源回收，延长矿井寿命。

1 螺旋钻机及操作

1.1 用途

BSHK-2DM 型螺旋钻机是解决薄煤层开采、提高煤炭资源回收率的一种新型的采煤设备，是目前解决薄煤层开采的最好方法之一。该机采用独头钻采的工艺，即螺旋钻机布置在运输巷中，向一帮煤层钻孔，钻头割煤，螺旋钻杆掏煤，煤直接落在运输巷的刮板输送机上运出。该机的应用实现了无人工作面独头采煤。采宽为 1.905~2.105 m，采深可达 85 m。

1.2 适用条件及系统配置

螺旋钻机适用于非自燃、无瓦斯和煤尘爆炸危险的煤层，其厚度为 0.65~0.9 m，煤层倾角为 $-15^\circ \sim +15^\circ$ ，在减小采深的情况下，可应用在煤层倾角为 $-25^\circ \sim +25^\circ$ 的工作面，煤层走向倾角小于 8° ，巷道净断面不小于 11.2 m，挖底量不小于 0.6 m。当开采不规则煤层及保安煤柱时，其煤层厚度可达 1.5 m。螺旋钻机不允许应用在有煤与瓦斯突出危险和自燃的煤层，当岩石夹层硬度 $f > 6$ 时不能应用。螺旋钻机的通风、供水、运输依赖于全矿井的通风、供水、运输系统。与螺旋钻机配套的设备有：工作面刮板输送机、单轨吊、局部通风机和各类控制开关。

1.3 螺旋钻机的结构及工作原理