

# 湖南煤矿复杂煤层条件下实施综采对策

李青锋

(湖南科技大学 煤矿安全开采技术湖南省重点实验室, 湖南 湘潭 411201)

**摘要:**以湖南煤矿实施综合机械化开采工艺为工程背景,从煤矿开采技术条件、中小型地质构造探测技术、复杂煤层回采巷道布置、巷道快速掘进技术、综采过断层技术、采面快速搬家技术等方面分析了湖南煤矿复杂煤层条件下实施综合机械化采煤工艺存在的问题,并提出了解决这些问题的对策.研究表明,在现已成功实施普通机械化采煤工艺的采煤工作面是完全可以实施综合机械化采煤工艺的,值得从政策、资金等方面予以支持.

**关键词:**复杂煤层;回采巷道优化;综合机械化开采;综采过断层

**中图分类号:**TD823.2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-9102(2014)02-0037-05

## Countermeasure on practicing fully – mechanized mining technology under complicated seam conditions in Hunan coal mines

LI Qingfeng

(Hunan University of Science and Technology, Hunan Key Laboratory of Safe mining Techniques of Coal Mines, Xiangtan 411201, China)

**Abstract:** Taking Hunan coal mines practicing fully – mechanized mining technology as the engineering background, the paper analyzes problems of practicing fully – mechanized mining technology and proposes the countermeasures of solving these problems, which originate from coal mining technology conditions, middle – small geological exploration technology, mining roadways layout of complicated seam, roadways fast driving technology, excavating fully – mechanized mining technology through the fault and fast moving technique of working faces. Results show that the coal faces which are successful practiced conventional machine mining technology can be completely practiced fully – mechanized mining technology, and that it is worthy of support from several aspects such as policy and fund.

**Key words:** complicated seam; mining roadway optimization; fully – mechanized mining; excavating coal through the fault

目前湖南煤矿单井生产规模普遍不大,其生产系统是“五脏俱全”,矿井生产管理的工作量、复杂程度、协调难度并不亚于其他矿井,从煤矿管理效率和安全上考虑都必须提高煤矿单井生产规模,而提高煤矿单井生产规模只能从提高回采工作面和掘进工作面机械化程度上考虑<sup>[1-3]</sup>.同时,国家对推进小煤矿机械化有具体的目标要求,要求小型煤矿采煤机械化和掘进装载机械化程度应逐年提高,

直至全面实现小煤矿机械化,而湖南省煤矿煤层地质条件相对复杂,给综合机械化采煤带来一定困难.对于复杂煤层条件下的综合机械化采煤,国内一些专家在采煤工艺<sup>[4,5]</sup>、构造探测<sup>[6-8]</sup>、工作面过断层<sup>[9-12]</sup>及搬家<sup>[12]</sup>等方面做了一些卓有成效的工作.综上所述,湖南省有条件矿井应积极推行综合机械化采煤工艺,而一般矿井应积极推行普通机械化采煤工艺,下面对湖南煤矿实施综合机械化

收稿日期:2013-11-01

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50274096)

通信作者:李青锋(1970-),男,湖南新宁人,博士,副教授,研究方向:采矿工程. E-mail: liqingfeng0712@163.com

开采工艺进行探讨。

## 1 湖南煤矿开采技术条件分析

煤层稳定性差是湖南煤矿煤层赋存的共同特点,煤层稳定性差主要体现在煤层结构不稳定和地质构造复杂。煤层结构不稳定性是指煤层的赋存状况不稳定,主要表现为煤层走向、厚度、倾角及煤层结构等要素的变化;地质构造复杂主要体现在煤层受褶皱、断层、岩浆岩入侵影响等方面。从不稳定煤层对开采影响来看,主要体现在厚度变化、煤层倾角变化、地质构造等3个方面。煤层的不稳定性是造成湖南煤矿开采技术水平低、机械化程度低的主要原因。

纵观国内外机械化程度较高的采煤工艺主要有长壁式普采、短壁式综采和长壁式综采。长壁式普采的装备费用较综采低,且普采装备对于煤层地质条件的适应性强,工作面设备的搬迁和安装相对容易,适用于推进距离较短、几何形状不规则且地质构造发育的工作面。长壁综采的装备和安装成本比普采高,且长壁综采对煤层埋藏条件和生产管理有很大的依赖。短壁式综采的顺利实施需要实现回采巷道的机械化快速掘进,以及综采工作面上、下端头的快速作业。

针对湖南的煤层地质条件,回采工作面布置时很难做到工作面长度在推进方向等长,且因断层、倾角和厚度变化大等原因常使支架选型、移动和搬迁困难,从而影响综合机械化采煤工艺的实施。但从湖南目前的机械化水平来看,除一些薄煤层因割煤机械选型困难外,绝大多数的中厚、缓倾斜(或倾斜)、中等稳定煤层基本上都能采用长壁式普通机械化采煤工艺。故在现已成功实施普通机械化采煤工艺的基础上进行复杂、不稳定煤层的综合机械化采煤工艺研究,继而在湖南省50%以上国有煤矿实施该综合机械化采煤工艺是可能的。同时,随着劳动力成本的提高,采掘工招工越来越难,必须提高采煤机械化程度,降低工人劳动强度,最终实现采掘工体面工作。

## 2 复杂、不稳定煤层综合机械化采煤工艺的先决技术条件

煤层结构不稳定性和地质构造复杂性使回采巷道定向和掘进困难,进而导致后期工作面回采时

补掘巷道较多和工作面搬迁次数多,必须很好地解决煤层结构和地质构造属性的预见性,否则很难有效地实现不稳定煤层的综合机械化采煤。同时,由于多年来人们认为不稳定煤层开采只能因陋就简,难以实现机械化的思维定式,更增加了不稳定煤层实施综合机械化采煤的难度,故必须先实现不稳定煤层综合机械化采煤工艺的先决技术的突破。复杂、不稳定煤层综合机械化采煤工艺的先决技术包括中小型地质构造探测技术、回采巷道优化布置技术和巷道快速掘进技术。

### 2.1 中、小型构造探测技术

矿井构造是控制煤层走向、倾角和结构稳定性的首要地质因素,随着机械化程度和综合开采技术水平的提高,矿井生产对地质构造的勘查精度提出了更高的要求。矿井中的大型构造和规模较大的中型构造在采区准备前基本上查明,而中小型构造在回采巷道准备和回采过程才揭露,它往往使煤矿采掘生产陷入被动局面。而不稳定煤层的一个最大特点就是煤层的地质构造复杂,更加影响煤矿的采掘生产,这也是目前湖南煤矿难以实施综合机械化采煤工艺的主要原因。

矿井构造探测是利用含煤岩层固有的物理性质及其差异在地球物理场的响应来判别的技术方法。矿井地质构造预测方法主要分为2类,一类是地质方法,即借助常规地质工具进行井下地质观测素描,并依据地质规律进行构造参数处理来评价构造的方法;另一类是物探方法,即借助物探设备来获得地球物理探测数据,通过成像和图像的数字解译来解释地质构造的方法。由于矿井构造在形成和发展过程中具有典型的非线性、离散性、偶然性和突变性等特点,且地质方法难以对其发现和解释,即采用地质方法进行的构造预测和探测不能很好满足煤矿机械化开采的要求,也就要求物探方法成为担负矿井中小型构造探测工作的主要方法。目前,用于煤矿地质构造探测的物探方法各种各样,主要有直流电法、震波勘探法、地质雷达法、瑞利波法、无线电波透视、槽波地震勘探技术,上述每一种探测手段都有与之相适应的条件和探测精度,在矿井中小型构造探测中应综合应用多种探测手段,以便提高中小型地质构造探测精度。

若采区上山中未掘进煤层上山,首先在回采巷道掘进前先掘出探煤上山,摸清回采工作面在倾向

上的倾角厚度变化情况;然后在掘进回采巷道时采用地质雷达、震波勘探仪和槽波仪等设备对回采巷道前方的地质构造进行探测,分析地质构造对掘进和回采的影响,并进行巷道方向和坡度的修正.在工作面圈定完成后,在其运输平巷、回风平巷采用综合物探手段,探测工作面内部隐伏断层等地质构造,对一些影响回采工作面正常回采的地质构造,提前对这些地质构造进行诸如预掘巷道等措施来消除回采期间影响.

## 2.2 复杂、不稳定煤层工作面回采巷道优化布置

目前,湖南煤矿一个回采工作面的回采巷道基本上是2条,即1条运输顺槽和1条回风顺槽,掘进时一般按腰线先掘回风顺槽摸清煤层在走向方向上走向、倾角和厚度变化情况,然后按中线掘进运输顺槽,通常使得回采工作面在走向上长度不是等长,给回采工作面带来增加和减少液压支架数的麻烦.为此,对于复杂、不稳定煤层综采工作面回采巷道的布置,首先在回采巷道条数上应增加到3条,除1条运输顺槽和1条回风顺槽外,还应在运输顺槽下侧增加1条泄水巷,该泄水巷的作用一是作为运输顺槽和工作面的泄水池,减轻工作面涌水和用水对生产和运输的影响;二是作为该工作面运输顺槽和回风顺槽的先掘巷道,上一区段泄水巷为回风顺槽的先掘巷,本区段泄水巷为运输顺槽的先掘巷.一般先按腰线施工泄水巷,后按中线施工运输顺槽和回风顺槽.如图1所示.

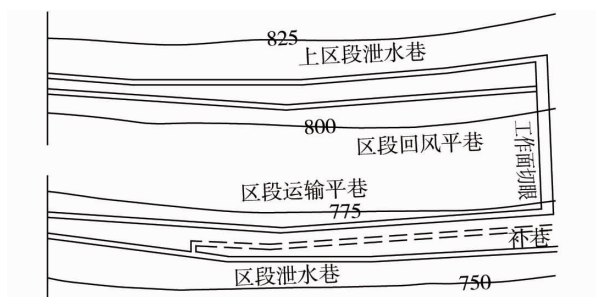


图1 工作面区段巷道布置

## 2.3 巷道快速掘进技术

当采用普采时,回采工作面为“一面两巷”布置;而当采用综采时,按上述回采巷道优化布置方式,回采工作面为“一面三巷”布置.同时,因受煤层倾角、厚度和断层等影响,当采用综采时的工作面长度不可能增长,故复杂、不稳定煤层工作面综采的万吨煤掘进率增加.另外,综采的推进速度比

普采高1倍以上,必须提高巷道掘进速度以适应正常综采的接替要求,也即实施巷道快速掘进技术.目前,巷道快速掘进技术主要体现在掘煤(岩)和支护的快速化、装、运矸石的连续化.对于炮掘,掘、破煤(岩)的快速化主要是提高钻眼速度和炮眼利用率;而对于综掘,掘、破煤(岩)的快速化主要是提高掘进机的切割速度.支护的快速化体现在推行预应力锚-网-索支护技术方面.综上所述,湖南煤矿的巷道快速掘进主要从以下3方面进行:

1)首先在运输顺槽和泄水巷中坚决推行使用预应力锚-网-索支护技术,在回风顺槽中积极推行预应力锚-网-索支护技术;

2)积极推行中厚煤层煤巷综掘技术,对于硬底采取中深孔预裂爆破技术实施松动爆破;

3)改造矸石外运条件,巷道掘进矸石实现连续运输.

## 3 复杂、不稳定煤层综合机械化采煤技术

与稳定煤层的综合机械化采煤技术相比较,复杂、不稳定煤层的综合机械化采煤技术具有如下特点:

1)工作面因煤层厚度、倾角变化和过断层造成破顶、卧底工作量大;

2)工作面因煤层走向变化大所需要调斜的次数多;

3)工作面因过断层造成支架拉抬、下移次数多;

4)工作面过老巷、搬家次数多.

综合以上特点,复杂、不稳定煤层综合机械化采煤技术顺利进行的关键是在采、准优化配置、综采面过断层技术和采面快速搬家技术等方面进行技术革新.

### 3.1 采、准优化配置

复杂、不稳定煤层综采成功与否的关键是确保矿井产量并增产,而该问题的关键是确定备、采比.当正常回采的工作面遇到较大的断层无法顺利采煤时,常需搬家并安装新的回采工作面,而且正常的工作面安装、回收也需要一定的时间,保持矿井运输、提升量的均衡是发挥矿井产能的关键.因此,综采工作面必须配备专门的准备队,该准备队负责综采工作面的安装、初采、收尾和回撤,以及综采工

作面过断层(断层落差大于 $1/2$ 煤层厚度)采煤,闲时安排采煤任务,一般准备队与采煤队之比为 $1:2$ ,也可以一个矿成立一个准备队。

准备队职工一般应是本矿综采队的骨干人员,而且应是技术多面手,既能负责综采设备的安装与回撤,又能完成工作面的初采、采煤和收尾。同时,准备队也应是全矿综采队的培训队组,一个矿有一个好的准备队就表示该矿综采成功了一半。

### 3.2 过断层技术

对能够采用普采的回采工作面改成综采工作面后,其机组落煤方式无较大差异,不同的是综采工作面移架,也即是过断层时支架的拉抬和下移问题。为确保综采工作面的平稳、安全、快速移架,综采工作面过断层时必须做好以下几点:

1)首先根据工作面上下巷、上山、切眼等巷道揭露的断层落差,以及煤层顶、底板岩性情况确定过断层方式。若断层处岩体普氏系数大于等于4,则采取断层预掘巷、快速通过技术;若断层处岩体普氏系数小于4,且断层落差小于或等于1倍采高,则采取平推硬过的方法;若断层落差大于1倍采高则采取工作面搬家的办法。

2)当工作面突遇断层时应采用诸如探地雷达等物探方法探明断层倾角走向、落差变化和断层的延展范围,调整工作面与断层线的夹角,预测破岩高度的缩减值,为生产及过断层提供技术支持。一般情况下,工作面与断层线的夹角越小,通过断层带的时间越短,断层在工作面暴露的范围越大,顶板维护越困难,必须选择一个合适的线夹角使顶板维护简单,工作面过断层带时间适中。对中等、稳定以上顶板,其线夹角以 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 为适合;不稳定顶板其夹角可选 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。如图2所示。

3)过断层的顶板管理:(1)在采面出现断层后,如图2a所示,工作面采取破上盘底板和托顶煤(上盘)的办法过断层;如图2b所示,工作面采取同时破下盘底板和上盘顶板的方法过断层,也可以采用破下盘底板和托下盘顶煤的方法过断层;如图2c所示,工作面采取破上盘底板和破下盘顶板的办法过断层,同时尽量减少顶板破岩量,断层上盘以托顶煤的方式管理顶板;如图2d所示,工作面采取破下盘底板和托顶煤(下盘)的办法过断层。(2)在断层影响区域顶板破碎带,煤机后滚筒割煤应留约 $0.5\text{ m}$ 厚的顶煤护顶,并及时伸出支架前护

板;等煤机后滚筒割过后及时追机移架。(3)每循环必须保证支架的顶梁抬起,支架前柱支撑有力,特殊情况可在煤壁采取木(或竹)锚杆、注浆和支靠帮柱的方法加强煤壁管理。

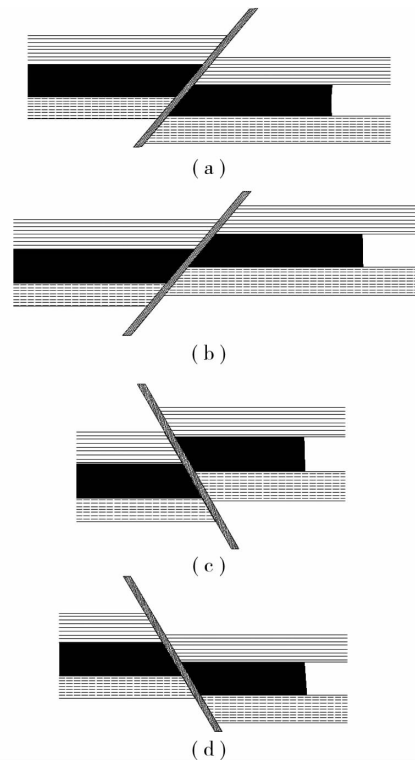


图2 工作面遇断层情况

4)处理断层处岩石。处理断层处岩石有2种方法:一是在断层岩石硬度属中硬偏软(或软弱)时,采用采煤机直接截割,且适当控制采煤机的牵引速度;二是在断层岩石硬度属中硬及以上时,应采用打浅眼、少装药、放小炮的方法超前挑顶或卧底。爆破破岩时,如果破岩厚度为小于 $0.8\text{ m}$ ,打单排眼,大于 $0.8\text{ m}$ 时打双排,超过 $1.2\text{ m}$ 时打三排眼。施工时沿工作面方向布置炮眼,并向推进方向打眼,保证底眼向下有 $5^{\circ}$ 左右的俯角。

5)液压支架通过断层。过断层时液压支架一般以俯斜(或仰斜)的方式移动,其角度 $12^{\circ}$ 左右,若断层处煤层在推进方向的上方,用采煤机减速截割(或爆破)的方法切顶或卧底,使支架按 $12^{\circ}$ 左右的仰角度过断层;若断层在推进方向的下方,可以用采煤机减速截割(或爆破)的方法卧底,但应尽可能少挑顶,使支架按 $12^{\circ}$ 左右的俯角度过断层。液压支架过断层时要采取防倒措施。

6)创新使用复合型员工。加强职工操作技能培训,使职工掌握设备使用、检修、保养的“一条龙”操作技能,实现采面设备日检修时间不超过

4 h,最终相应地增加开机率。

### 3.3 采面快速搬家技术

综采工作面效能的发挥依赖于综采工作面的搬家、倒面的速度,在同样的搬家、倒面速度情况下,断层越多,综采的综合工效越低,而当其综合工效低于普采时,综合机械化采煤工艺则丧失优越性。针对南方煤矿断层多的特点,大力提高采面搬家速度是南方煤矿全面推行综合机械化采煤的关键。综采工作面的搬家、倒面速度的提高依赖于综采设备的折、装和运的速度提高,而且搬运速度的提高是关键。辅助运输方式有绞车运输、无极绳运输、单轨吊运输和卡(齿)轨车运输等,目前南方煤矿回采工作面的轨道巷为绞车运输,有些在平巷则采用人力推车,这种辅助运输方式费力费时。为实现采面的快速搬家必须做好以下几点:

1)在回采期间始终保持回采工作面轨道巷断面满足综采支架整体搬运要求,实现液压支架的无(或少)折、装搬运;

2)轨道巷坡度不能超过无极绳和单轨吊的允许最大值,也即使轨道巷的辅助运输能实现连续运输;

3)在工作面运输、安装液压支架时采用回柱绞车稳、拉液压支架;

4)对于遇断层时的工作面搬家,可在工作面与新切眼之间分段掘进联络巷,联络巷的断面满足液压支架的整体搬运要求,联络巷采用锚-网-索支护。

## 4 结论

1)应在现已成功实施普通机械化采煤工艺的回采工作面进行湖南煤矿综合机械化采煤工艺试点,然后再推广应用。

2)综合探巷、物探等在采区和回采工作面准备过程摸清回采工作面的中小型地质构造。

3)改变回采布置方式,增加按腰线施工的泄

水巷,运输巷和回风巷均应按中线施工便于保证工作面等长。

4)改进采区及回采工作面的辅助运输方式,逐步实现辅助运输的连续运输,最终实现回采工作面的快速搬家。

### 参考文献:

- [1] 来永宝.南方小型矿井安全生产的几点思考——以龙岩市地方煤矿为例[J].嘉应学院学报(哲学社会科学),2011,29(7):52-55.
- [2] 赵铁桥.湖南煤矿采掘机械化的现状分析及思考[J].湖南安全与防灾,2011(9):56-57.
- [3] 宋振骥,梁盛开,汤建泉,等.综采工作面煤壁片帮影响因素研究[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2011,26(1):1-4.
- [4] 曹树刚,张遵国,彭勇,等.急倾斜煤层走向长壁综采工艺技术[J].煤炭科学技术,2010,38(10):23-26.
- [5] 陈志,朱川曲,谢东海,等.老鹰山煤矿综采面液压支架支护阻力分析[J].矿业工程研究,2012,27(1):8-12.
- [6] 杨瑞召,王媛媛,王兴元,等.煤田三维地震采区小断层解释方法及应用[J].矿业工程研究,2010,25(1):12-16.
- [7] 张平松,刘盛东,李培根.井巷煤岩体内构造特征反射波探测技术与应用[J].矿业安全与环保,2006,33(6):43-46.
- [8] 李丹,韩德品,石亚丁,等.采煤工作面顺煤层透视的电法探测方法[J].煤炭学报,2010,35(8):1336-1340.
- [9] 张光文.综采工作面快速过断层技术的推广及应用[J].山西焦煤科技,2009(1):7-8.
- [10] 解贵仁.综采过断层工作面形态控制原则研究[J].山西焦煤科技,2009(2):22-24.
- [11] 李井坤,张亮,龚邦军,等.综采工作面过断层方法[J].煤炭技术,2011,30(2):75-76.
- [12] 乔贵堂.综采面快速搬家的几点做法[J].河北煤炭,2001(1):39-40.