

“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^①

吴 健 张海戈

(中国矿业大学北京研究生部 北京 100083)

摘要 “三软”厚煤层在我国有数以亿吨计的储量,“三软”厚煤层的机械化开采是煤矿生产长期存在的难题.目前,大多数“三软”厚煤层综采工作面还有许多问题未能得到解决.本文阐明了解决“三软”厚煤层普遍存在的问题,并提出了解决“三软”厚煤层工作面顶板控制的主要措施和方法.实践证明,该方法效果显著,有助于使“三软”厚煤层综采高产,高效迈上新台阶.

关键词: “三软”厚煤层,放顶煤,架前冒顶.

一、概述

“三软”煤层工作面是指顶板不稳定,易冒落,煤层松软,坚固性系数 $f < 1.0$,易片帮和底板抗压入强度低,支架底座易陷底的长壁工作面.长期以来“三软”煤层工作面的机械化开采受工作面地质条件限制,一直处于低产(工作面月产低于 $3 \times 10^4 \text{t}$)水平,效率低,成本高,特别是“三软”厚煤层分层开采时,工作面及巷道底板均为软煤,支架陷底(或支柱插底),端面顶板(支架前方顶板)及煤壁片帮均很严重,上下顺槽的顶底板移近量和两帮移近量大以及端头支护不合理(需替棚子^②),上下出口顶板破碎,维护困难,严重影响工作面正常和安全生产.改用放煤开采后,由于采用了强力过渡支架,上下端头及顺槽尾端状况有所改善,但工作面支架前方端面易冒顶现象仍然存在,特别是放顶煤开采后,松软煤层成为工作面顶板后,架前冒顶极易发生,处理费工费时,工作面推进速度降低,冒顶会随之继续扩大和发展,导致恶性循环,严重影响工作面生产.“三软”煤层在我国厚煤层储量中占有较大比重,解决“三软”煤层工作面支护问题,对我国合理开采数以亿吨的煤炭储量有重大的现实意义,但在此领域有见地的研究工作却很少.1992年以来,中国矿大北京研究生部在郑州矿务局米村矿以及其他矿井对“三软”煤层放顶煤工作面控制架前冒顶的机理及解决的措施进行研究和实践,取得了初步成果,得到一些认识.

^①1993年6月23日收到初稿,1993年12月3日收到修改稿.

^②在工作面前方用木棚子替换巷道金属棚子.

2 理论分析

控制端面顶煤冒落必须对工作面液压支架和顶板之间的相互作用关系及支架的控顶效果有一个正确的认识. 观测表明: 放顶煤开采时, 顶煤在煤壁前方 3~10m 即开始移动, 如果顶煤强度很低, 到煤壁前后顶板会发展为严重破坏. 影响顶煤破坏程度的基本因素有三: 一是顶煤煤体的强度, 二是煤壁前方支撑压力的强弱, 三是支架的支撑特性.

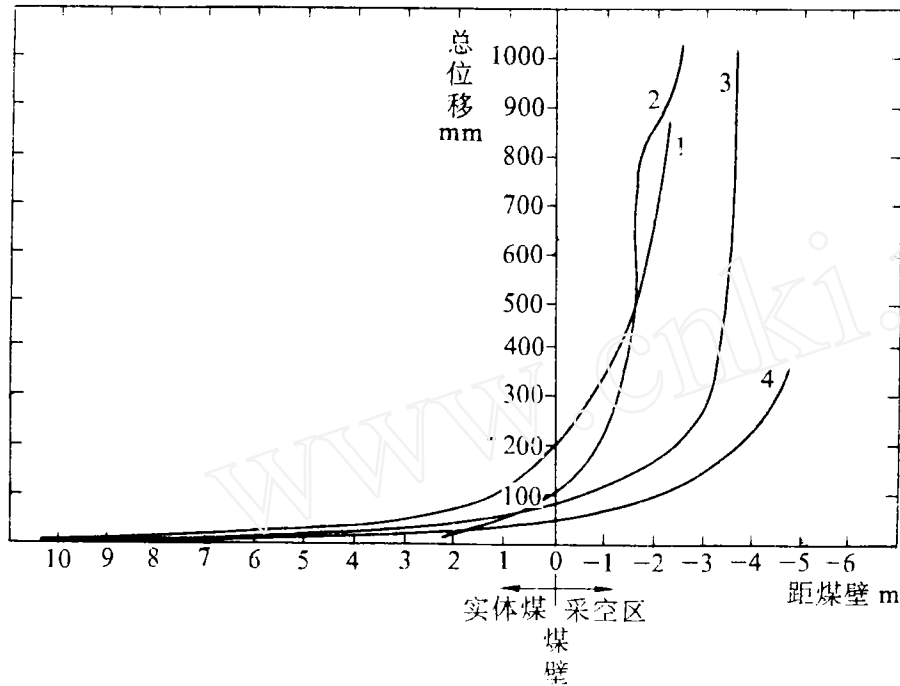


图 1 顶煤位移曲线

Fig. 1. The Curve of roof coal movement

1-米村矿 15011 工作面; 2-道清矿工作面; 3-唐山矿 5188 工作面; 4-阳泉一矿 8603 工作

图 1 是我们在郑州矿务局米村矿, 通化矿务局道清矿, 阳泉矿务局一矿, 开滦矿务局唐山矿^①对放顶煤工作面顶煤移动进行深基点(6~40m)观测的结果. 米村矿为近水平煤层, $f=0.3-0.7$, 长壁开采, 道清矿为大倾角煤层($\Phi=38^{\circ}-45^{\circ}$), $f<1$, 水平分段开采, 阳泉一矿为近水平中硬煤层, $f=1.5-2.0$, 长壁开采. 分析图中曲线可以看出: 不管工作面什么条件, 顶煤移动在工作前方即行开始, 临近工作面煤壁, 位移量加快, 当总位移量超过 200mm, 移动速度加快, 表明顶煤已严重破坏. 对比曲线 1、2 可以看出, 同是软煤, 米村矿为缓倾斜, 整层开采, 支撑压力大, 顶煤移动开始得早, 发生严重破坏的时间也早. 道清

^①唐山矿的观测工作是由该矿单独进行的.

矿急倾斜水平分段开采, 移动开始晚, 严重破坏也晚. 对比曲线 1、3、4 可以看出, 同是缓倾斜煤层, 工作面前方 10m 左右就会出现可见的移动, 开始移动的位置基本上不受煤体强度大小所影响, 但煤体强度越低, 严重破坏出现越早, 阳泉一矿煤层较硬, 严重破坏出现在支架切顶线前后, 米村矿则出现在支架前方, 这些表明三软缓斜厚煤层支架前方冒顶是一种客观规律.

表 1

测点与煤帮距离(m)		0	1.2	1.8	2.4	3.0
非周期来压	累计下沉量(mm)	11	78	101	126	152
	循环下沉量(mm)		33.5	23	25	26
周期来压	累计下沉量(mm)	3	87	119	158	180
	循环下沉量(mm)		42	32	39	22
不及时移架 加大控顶距	累计下沉量(mm)	7.6	111	141	170	198
	循环下沉量(mm)		52	30	29	28

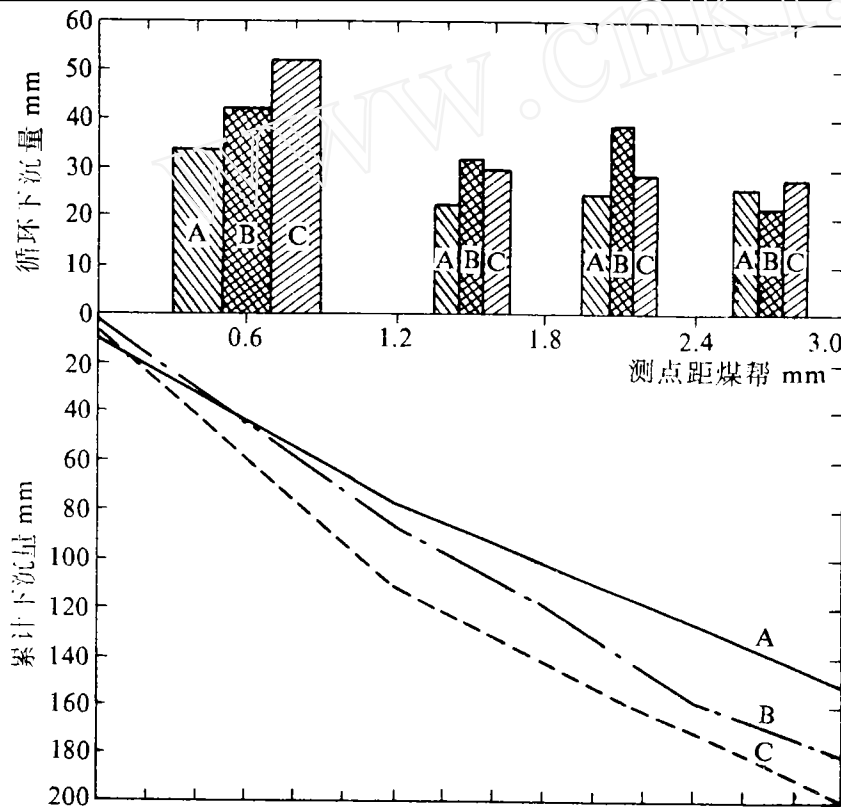


图 2 阳泉一矿 4223 工作面顶板下沉图

Fig. 2. Roof convergence record in Yangquan No.1 Mine 4223 face

A-无立柱空间为 1.8m 非周期来压时; B-无立柱空间为 1.8m 周期来压时; C-无立柱空间为 2.4m 时

随着工作面机械化水平的提高,长壁工作面机道的无立柱空间宽度日渐加大,无立柱空间顶板的挠曲也急速增长,图 2 是我们在阳泉四矿 4223 工作面对无立柱空间顶板挠曲的观测结果.图中可以明显看出,由于综采工作面无立柱空间较宽,无立柱空间顶板挠曲是不可避免的,图中 A、B 曲线反映了这个规律,如果机道再加宽 0.6m,图中 C 挠曲度将从 1.31-1.38 急增至 1.82.

机道的直接顶挠曲必然会使无立柱空间直接顶板内出现一个拉应力区.图 3 是用有限单元法计算出的直接顶范围内的等应力图.阴影线区域表示拉应力区.在无立柱空间上方顶板内的拉应力区对端面冒顶有直接影响,计算表明,对该拉应力区应力值大小有影响的参数主要有 4 个:一是端面距 b ;二是水平支撑力 P_H ;三是垂直支撑力 P_V ;四是合力作用点与煤壁之间的距离 l .这四个参数中端面距 b 的影响是首位的,其他一些参数的交互作用影响也是十分明显的.

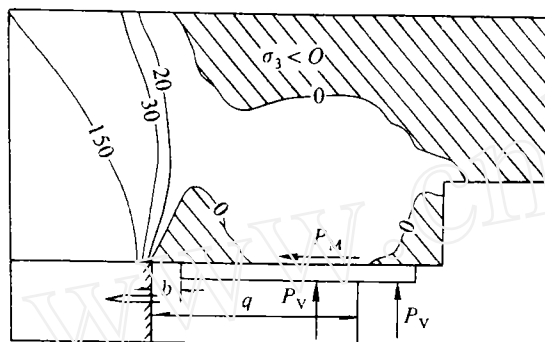


图 3 支架上方等应力线图

Fig. 3. The iso-stress chart on powered supports

还可以从顶板破碎的统计观察资料看出端面距对控制顶板的作用.端面顶板破碎度(%)是随着端面距的增加呈非线性函数增加的,当端面距较小,对顶板的影响较小,端面距增至一定距离后,破碎度将急速增加,不同顶板有不同的相关函数,相同顶板,不同的支护情况也会得到不同相关函数.图 4 所示为米村矿及阳泉一矿两个工作面顶板破碎度观察的曲线.

阳泉一矿 1103 工作面直接顶板岩层稳定性属中等偏下,当端面距为 0.5m 时,端面顶板破碎度为 2.5%,米村矿 15011 工作面的平均端面距如果同为 0.5m,端面顶板平均破碎度高达 32.4%,要想改善端面顶板状况,使破碎度为 3%,端面距必须控制在 143mm 左右,这只能采取及时移架,全封闭顶板的措施才能做到.

以上观察和计算给我们的启示是:

1. 松软顶板(或顶煤)架前冒顶是有其必然性的;
2. 改善控制顶板的措施,应改善支护性能以增加无立柱空间顶板的稳定性,改善措施必须从图 3 所示 4 个参数入手;

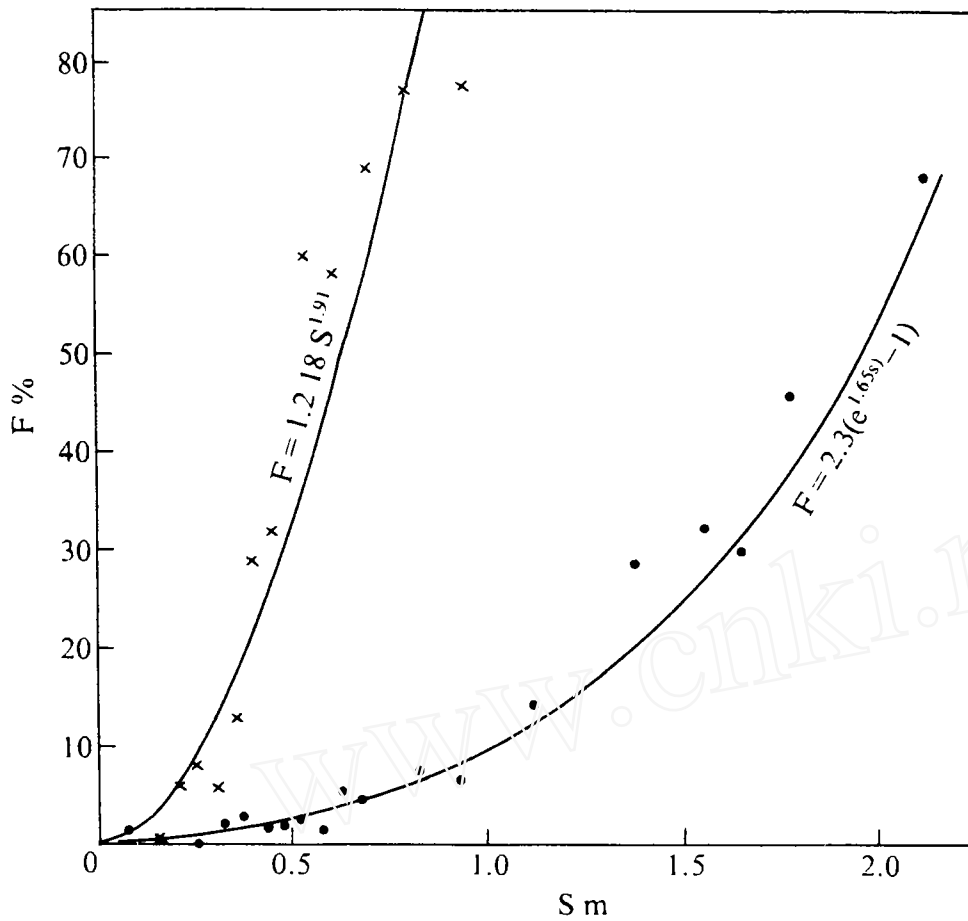


图 4 顶板破碎度与端面距关系曲线

Fig. 4. The curve of roof fragmentation degree and support end-face distance

1-米村矿 15011 工作面; 2-阳泉一矿 1103 工作面

3. 改善 4 个支护参数首先考虑缩小端面距. 缩小端面距不仅取决于改善支架结构, 同时也和采煤机前滚筒割煤后立即移架等生产工艺的改善有关.

3 控制方法

改善支架对顶板控制的能力是“三软”煤层工作面岩层控制的主要任务. 我国目前长壁工作面液压支架的支撑能力一般都很高, 每架支架支撑能力(支护宽度为 1.5m)时很少低于 3200KN, 支护强度在 0.5-0.75MPa 之间, 根据经验, 垂直支撑有足够的力量, 只是往往因顶板破碎不能正常发挥作用. 为此, 改善支撑主要应从改善支架性能和充分发挥支撑能力两个方面着手.

图 5 是一种经过改进的新架型, 在米村矿“三软”煤层放顶煤工作面使用获得基本成功, 这种架型在“三软”煤层工作面有控制顶板所必须具有的以下一些性能:

1. 支架能及时前移(即先移支架后推输送机), 保持无立柱空间宽度基本不变和支撑合力作用点与煤壁距离基本不变以保持对端面顶板的支撑力基本不变;

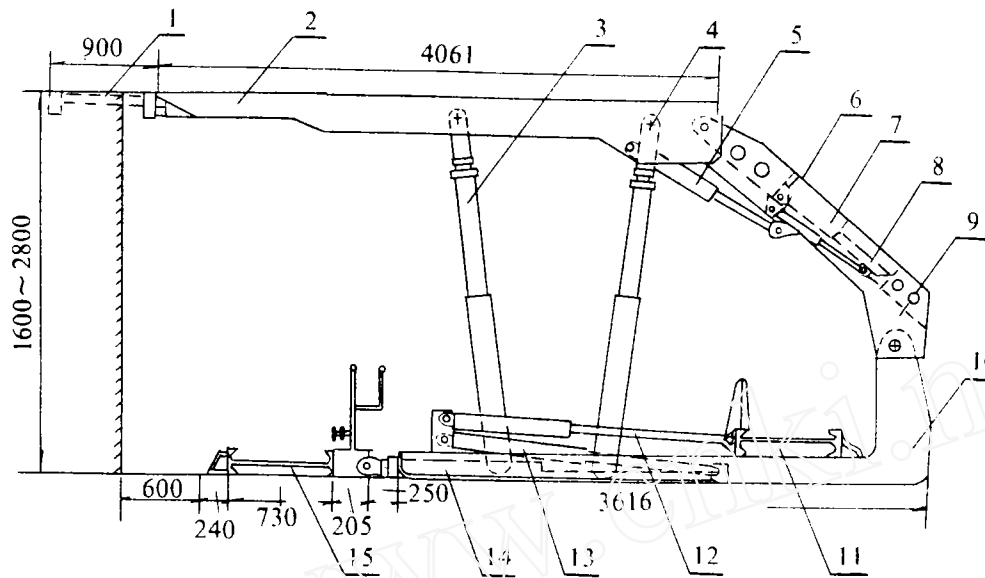


图 5 2FS3600-16/28 型放顶煤支架

Fig. 5. The powered support of top-coal caving 2FS2600-16/28 type

2. 采用整体顶梁、长侧护板、内伸缩梁的无立柱空间支护方式, 整体顶梁不仅结构简单, 重量轻, 更重要的是可以保证支架对端面顶板有较强的支撑能力和可以配备长侧护板. 长侧护板可基本伸至顶梁前端, 能有效防止架间漏煤, 移架后伸出伸缩梁可全封闭端面顶板, 采煤机经过时伸梁可顺利缩回, 伸缩动作时顶梁也不需卸载. 整体顶梁为擦顶移架创造了有利条件; 片帮深度不大时, 伸缩梁可继续伸出, 全封闭顶板;

3. 前柱应向前倾斜, 支架有较高的指向煤壁的水平工作阻力, 以降低无立柱空间下位顶板内的拉应力;

4. 后柱(可支撑在顶梁上, 亦可支撑在掩护梁上)应具有抗压和抗拉的双重作用, 以保证和增加对端面顶板的支撑力, 减少无立柱空间的挠曲, 同时也避免后柱出现自由拉伸损坏销轴现象.

4 结论

我们认为“三软”煤层工作面下位岩层控制的根本原则是在支架保证的支撑力基础上,

在时间和空间上尽量对顶板进行封闭。经过一年多在郑州矿务局米村矿 15011 工作面的实践,从采煤工艺和支架结构两方面大体上实现了这一原则,基本上控制了下位顶煤的架前冒顶,片帮明显减少,工作面生产的各个方面有了重大突破,月产由原来的 2×10^4 t 左右提高至 7×10^4 t 以上,劳动生产率大幅度提高,成本大幅度降低,为数以亿吨计的三软煤层机械化开采闯出了一条成功之路。

5 参考文献

- 1 <<“三软”不稳定厚煤层放顶煤综采矿压显现及顶煤活动规律研究>>课题报告,中国矿业大学北京研究生部,郑州矿务局,河南煤科所,1992.7.
- 2 阳泉一矿15号煤层综放开采工作面顶煤活动基本规律观测及研究报告,中国矿业大学北京研究生部、阳泉一矿,1990.6.
- 3 开滦唐山矿5188s综放工作面顶煤活动基本规律及矿压观测报告,开滦矿务局唐山矿,1992.5.
- 4 伍建业,支架与围岩关系,硕士学位论文,中国矿业大学北京研究生部,1981

THEORY AND PRACTICE OF CONTROLLING THE ROOF-FALLING IN FRONT OF POWERED SUPPORTS AT FULLY MECHANIZED TOP-COAL CAVING FACE IN “THREE-SOFT” THICK SEAMS

Wu Jian Zhang Haige

(Beijing Graduate School China University of Mining and Technology, Beijing 100083)

Abstract

In China, there are billions of coal reserves in “three-soft” thick seams. The extraction of them has long been a challenge to mining production. Although there are a number of mines using fully-mechanized methods to attack the “three-soft” thick seams, there are still some technical problems remaining unsolved. In this paper, common problems related to the “three-soft” thick seams faces are put forward. The practice has proved it effective and it can help fully mechanized extraction raise production and productivity.

Key words: “three-soft” thick seams, top-coal caving, roof-falling in front of the powered supports