

中硬煤层放顶煤时的顶煤运动与放煤步距分析

职强军

职强军

河南省三门峡市煤炭管理局 河南 三门峡 472000

摘要：中硬煤层放顶煤开采时的顶煤运动规律，是水平位移与垂直位移的一个复合运动。本文对其进行了初步分析，并由此提出了确定中硬煤层放煤步距的基本思路。

关键词：中硬煤层 综采放顶煤 顶煤位移 放煤步距

0. 引言

综采放顶煤工作面具有生产能力大、效率高、设备投资少等优越性，已在全国许多矿得到广泛应用。实践证明，对放顶煤过程及其生产工艺主要参数的研究，是指导其生产实践的理论基础，对这些基础理论的认识有利于提高放顶煤回采率及增加设备的利用率。因此，从理论上研究综采放顶煤过程及其主要参数对回采的影响，对于完善和发展综采放顶煤技术有着十分重要的意义。

本文主要对中硬煤层（硬度系数2~3）进行放顶煤开采时，顶部煤层的运动形态做出分析，从而推导选择出合理的放煤步距等参数。

1. 顶煤运动状态分析

在中硬煤层综采放顶煤工作面进行开采时，顶煤的动态运动过程主要是顶煤的开裂移动、破碎和放出，而顶煤的移动和破碎又是顶煤全部有效放出的基本环节。中硬煤层与松软煤层的运动区别在于，前者具有分块运动的特征，且以原生裂隙为分块断裂面。

1.1 顶煤的移动

在中硬煤层条件下进行综采放顶煤开采时，顶煤在上覆岩层作用下以原生裂隙面开始产生分块沉降效应，从而引起顶煤的移动。根据现场观测及有关资料分析，中硬煤层顶煤沉降效应带来的顶煤移动状态如图1所示：

安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

[更多>>](#)

专家答疑

- ◆ 煤矿启封密闭的安全技术措施
- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算
- ◆ 证件
- ◆ 皮带断带的问题
- ◆ 抽出式局部风机的用途
- ◆ 为什么挖煤前要请测量人员测

[更多>>](#)

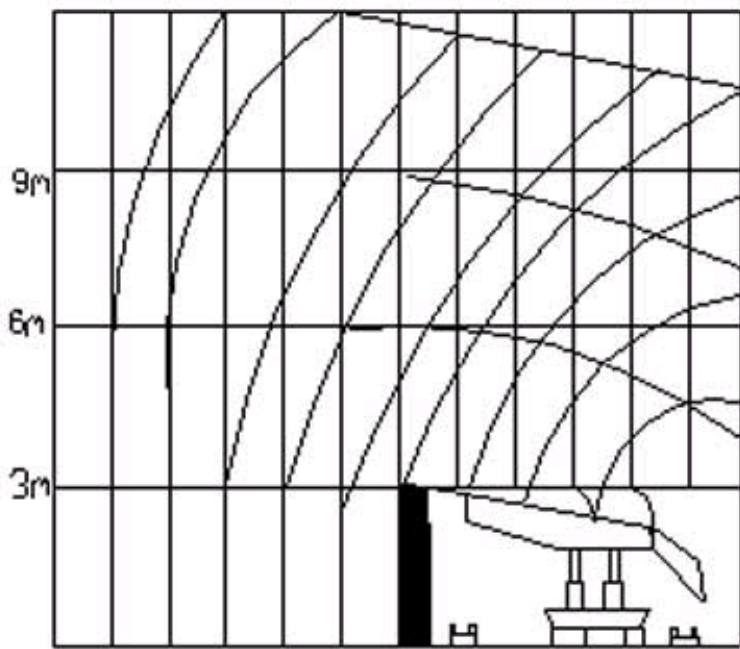


图1 顶煤移动状态图

由图1中可以看出，顶煤从工作面前方一定距离开始至采空区侧的行态发生了变化，即顶煤产生朝着采空区方向做水平运动和垂直方向做下沉运动。水平运动和下沉运动是在开采时矿山压力作用下同时进行的，因此，顶煤运动的结果是煤体向二者的合成方向做复合整体移动。根据实测，顶煤移动一般在距煤壁前方3-10 m处开始，直至采空区侧。

在中硬煤层综采放顶煤工作面，顶煤前方的一侧是原生煤体，后方一侧是冒落区的自由面，顶煤在矿山压力的作用下，由于前、后方约束力不同将失去平衡，顶煤将向采空区的自由面方向做水平位移，而水平位移又是将顶煤中大量的原生裂隙面连贯起来，出现大体平行于煤壁的垂直裂隙。垂直位移主要是由顶煤自重引起的，越靠采空区侧，垂直位移越大，由于垂直位移的作用，使顶煤产生离层。

为了研究方便，将图1中中硬煤层顶煤运动形态简化成如图2所示。

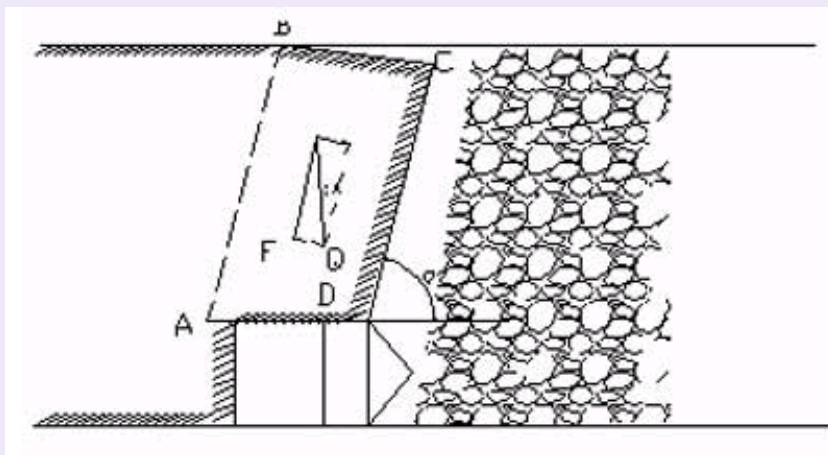


图2 中硬煤层顶煤的运动简化图

在图2中，中硬状态的顶煤基本处于完整块状形态。随着工作面的开采，顶煤在矿山压力的作用下沿AB线向采空区侧滑移，位于AB线左侧的顶煤在煤壁及顶板的约束下，虽受到一些采动影响，但能保持顶煤的整体延续性。而AB线右侧的煤体位于工作面煤壁及放顶支架之上，支架受压而产生收缩，煤体移动沿原生裂隙面切割成不连续体。就顶煤内部压缩应力值来说，AB线左侧接近最大应力值，而右侧趋近于零。这就是说，由于应力差值变化很大，AB线实际为受压煤体的压缩边界线。

整个顶煤以AB线为分界线分为两个部分。AB滑移线右侧即工作面煤壁放顶煤支架上的煤体之所以有向采空区方向水平运动和垂直方向下沉运动的趋势，最主要原因是顶煤在AB滑移线产生剪切载荷。当滑移角与顶煤跨落角相同时，支架上方的顶煤重力将分成两个力，即：

$$F = Q \times \sin \alpha \quad (1)$$

$$N = Q \times \cos \alpha \quad (2)$$

式中：Q——滑移线右侧顶煤的重力；

α ——顶煤跨落角；

F——剪切力；

N——侧压力。

在式(1)中及式(2)中，当工作面地质条件确定时，中硬煤层的跨落角 α 一般为定值，所以剪切力F及侧压力N主要与顶煤的重量有关。如果顶煤破裂面凹凸不平的咬合及剩余的微弱结组合为残余抗剪力，用 $[\tau]$ 表示，则当顶煤残余抗剪能力 $[\tau]$ 大于剪切力F时，顶煤状况表现为趋于完整，此时不利于放煤；当残余抗剪力 $[\tau]$ 小于剪切力F时，顶煤状况表现为偏移错位，即向采空区水平运动和垂直方向下沉运动，此时顶煤出现沟裂状况，利于放煤。

1.2 顶煤的破碎

在综采放顶煤工作面向前推进时，顶煤的整体性发生一系列的变化。首先沿原生裂隙面微裂发展，然后形成大的裂隙。在矿山压力的作用下，中硬煤层内部的剪力或拉应力超过其中硬的强度极限而逐渐破裂，形成不规则的破碎体被放出。

实验室的模拟实验证明，在综放工作面，由于煤层的采出，煤壁前方将产生应力集中，形成支承压力的。在中硬煤层条件下，应力集中系数K值可达2~3，而水平应力的集中相对较小，因此，产生的剪应力，使顶煤强度降低。

在支承压力的作用下，顶煤中形成了大量的裂隙，这些裂隙随着工作面的推进逐渐发育。由于裂隙发育，煤体内摩擦力降低，约束被解除，顶煤发生垮落。顶煤从最初的整体连续状态到放出的松散块体结构，是一个裂隙产生和发展过程。随着工作面的逐渐推进，顶煤将依次由完整连续状态转变为裂隙发育和破碎状态，最后再被放出。完成这样一个完整过程所经过的距离叫做顶煤的冒落步距。

1.3 顶煤的放出

模拟试验表明,原来处于中硬状态的顶煤经移动和破碎后,位于支架掩护梁上的顶煤可视为松散体,这些顶煤在放出时,需要一次松散和二次松动过程。一次松散过程是移架后顶煤冒落形成的松散煤体,而二次松动过程则是顶煤从放煤口放出周围所发生的松动,亦即顶煤先形成放煤椭球体,随着顶煤的放出又形成松动椭球体,松动椭球体范围内的煤岩随着放煤的进行将发生移动,形成放煤漏斗。

松散煤体经放煤口放出后,散体内瞬时形成一椭球体,内层椭球体表面颗粒冒落后,外围椭球体表面颗粒立即充填形成新的松动空间,即放煤椭球体。如图3所示。

3. 放煤步距的确定

影响中硬煤层顶煤回收率的因素较多,除采矿地质条件、煤层赋存状态、支架类型外,放顶步距也十分重要。放顶步距的合理与否,直接影响顶煤回收率。放顶步距与中硬煤层松散冒落过程有关,在确定放煤步距时,必须考虑支架的结构,放煤口位置和顶煤冒落角及松散体的活动规律(参见图3)。理论及生产实践证明,合理的放煤步距应大于2倍的放煤椭球体短轴半径(图3中的 b_1)并小于2倍的松动椭球体短轴半径(图3中的 b_2)。过大或过小都不利于放顶煤。放煤步距大,混矸少,但两放煤口脊背间损失大,回采率低,放煤步距过小,两放煤口间脊背损失少,但混矸多,影响煤质。放煤步距一般与移架步距相同或成整数倍关系。对于截深为0.6米的工作面,一刀一放,两刀一放或三刀一放的放煤步距分别是0.6米、1.2米和1.8米。

放煤步距的大小一般受顶煤冒落步距的制约。当放煤步距与顶煤冒落步距相等时,放煤与顶煤冒落同时进行,有利于提高顶煤回采率;当放煤步距大于顶煤冒落步距时,不利于顶煤回采率的提高,因为此时支架放煤口提前进入下一循环顶煤冒落体内,即在冒落步距分界线前方的煤体不易冒落,而后方的煤体超前冒落,易混入放煤口后方采空区侧的矸石中,从而降低回采率。

当放煤步距小于顶煤冒落步距时亦不利于顶煤回采率的提高。其原因是初始时支架放煤口后方的顶煤超前冒落,亦混入采空区侧矸石中,放煤口前方的顶煤滞后至下一循环中,当支架放煤口进入下一循环时,与顶煤步距大于顶煤冒落步距情况相同,并且如此循环下去。

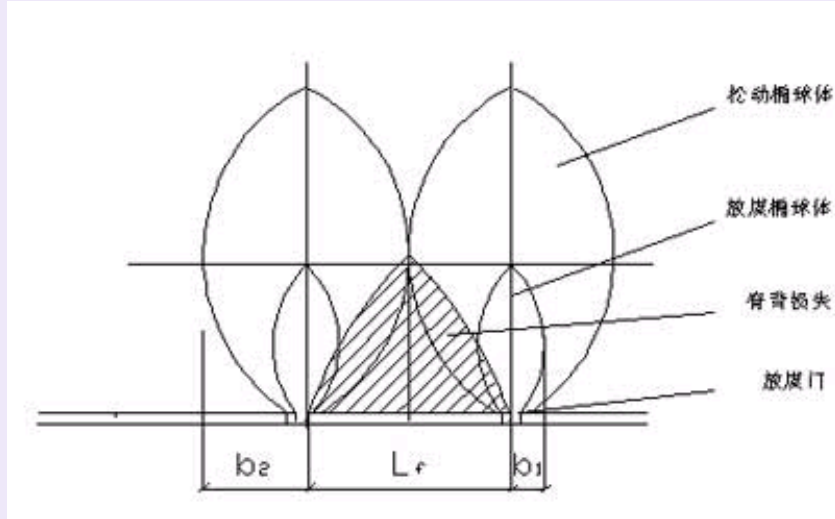


图3放煤步距图

由上述分析可知，放煤步距与顶煤冒落步距的关系对顶煤回采率影响较大。顶煤冒落步距主要取决于矿山压力的大小、煤的物理力学性质及结构面特征。其值大小可根据矿压观测数据及顶煤内的裂隙观测数据来确定，对于中硬煤层来说一般在0.5~2.0m，多数在1.0m左右。当煤体较坚硬、节理裂隙不太发育时，冒落步距较大；反之，则冒落步距较小。如果设 L_f 为放煤步距， L_m 为顶煤冒落步距，按上述分析可有如下判别式存在：

当 $L_f=L_m$ 时，利于顶煤回采率的提高；

当 $L_f>L_m$ 或 $L_f<L_m$ 时，不利于顶煤回采率的提高。

参考文献：

[1] 张顶立 综合机械化放顶煤采场矿山压力控制 北京：煤炭工业出版社，1999

[2] 吴健 我国放顶煤开采的理论研究与实践 北京：煤炭学报，第16卷第三期，1981

[3] 徐永圻 煤矿开采学 徐州：中国矿业大学出版社，1999

作者简介：职强军(1957年生)，男，1981年毕业于焦作矿业学院，工程师，从事煤炭生产单位的管理及科研工作。

Email:smxmt.jzqj@163.com

版权声明 商铺介绍 理事会章程 广告招商 CCE网站联盟 友情链接 帮助中心

主办单位：煤矿与煤炭城市发展工作委员会

协办单位：北京嘉诚禾力广告有限公司

联系地址：北京市海淀区恩济庄18号院4号楼 邮政编码：100036

电话：010-88124838 88127046 传真：010-88127046

E-mail: master@mtsbxxn.com mtsbxxn@163.com

网站备案号：京ICP备05035317号

