

Research on the Technology of Hydraulic Support to Control the Roof and the Anti-sliding of the Working Face in a Large Inclined Coal Mining Face

Shigang Peng

Chongqing Tianfu Mining Co., Ltd. Sanhui Second Mine, Chongqing, 400700, China

Abstract

This paper analyzes the stress of the underground surrounding rock, especially the stress size and distribution of it, aiming to better control the top plate and maintain the stability of the supporting equipment on the working surface. However, the mining conditions of the large inclination coal seam are complex and changeable. Through the combination of theory and practice, this paper studies the causes of sliding and falling of hydraulic support and other equipment in large dip mining face, and puts forward the solutions.

Keywords

large inclination; control; anti falling; anti-skid

大倾角采煤工作面液压支架控制顶板及工作面防倒防滑的技术研究

彭世刚

重庆天府矿业有限责任公司三汇二矿, 中国·重庆 400700

摘要

论文对井下围岩的应力情况,特别是受采动影响的围岩应力大小和分布进行了分析,旨在煤炭的开采中能够更好地控制顶板,维护工作面配套设备的稳定。然而大倾角煤层的开采条件复杂,情况多变。论文通过理论与实践的结合,研究了大倾角采煤工作面液压支架等设备滑、倒的原因,提出了解决办法。

关键词

大倾角;控制;防倒;防滑

1 引言

大倾角煤层的形成是地壳不均衡沉降和冲蚀的作用,以及后期构造运动数度褶皱和断裂运动的结果,因而大倾角煤层赋存和开采条件要比缓斜煤层复杂。

三汇二矿 21201 工作面煤层平均倾角为 36° ,地质构造复杂,构造带多,煤厚变化频繁,瓦斯涌出量大属突出煤层,因而生产能力受到限制。

维护大倾角工作面液压支架的稳定是一个基本问题,研究工作面设备滑、倒的原因,做到工作面设备的稳定,对于保证工人的安全和提高工作面的生产能力都至关重要。

【作者简介】彭世刚(1979-),男,中国四川宜宾人,本科,采矿工程师,从事矿山采矿技术的相关研究。

2 围岩应力大小和分布情况

2.1 回采工作面周围支承压力的分布

煤层开采过程中破坏了原岩应力的平衡状态,引起应力重新分布。采动影响是维护巷道的主要因素。煤层开采以后,采空区上部岩层重量将向采空区周围新的支承点转移,从而在采空区四周形成支撑压力带。工作面前方形成超前支承压力,它随着工作面推进而向前移动,称为移动性支承压力。

2.2 采动引起底板岩层的应力分布

煤层开采引起回采空间周围岩层应力重新分布,不仅在回采空间周围煤体(柱)上造成应力集中,还会向底板深部传递,在底板岩层一定范围内应力重新分布,成为影响底板巷道布置和维护的重要因素。底板岩层内任一点的应力,主要取决于上部煤体的载荷与煤柱(体)的垂直距离及该点与煤柱(体)边缘或中心线的水平距离。它们具有以下规律:

①一侧采空煤体及两侧采空,宽度较大的煤柱,作用于

煤层上的支承压力的影响深度约为超前支承压力的影响范围的1.5~2倍；两侧采空，宽度较小的煤柱，作用于煤柱上的支承压力的影响深度为前支承压力的影响范围的3~4倍^[1]。

②两侧采空，宽度较小的煤柱，底板岩层内同一水平面垂直应力以煤柱中心线处最大。一侧采空煤体，底板岩层内同一水平面上垂直应力最大值在煤体下方，距采空区边缘数米处。两侧已采，宽度较大的煤柱下，底板岩层内同一水平面上以煤柱中心线最小，靠近煤壁边缘出现峰值。

3 选择合理的液压支架控制顶板

支撑掩护式支架具有支撑式支架工作空间宽裕、通风断面大、行人方便和掩护式支架在破碎顶板条件下受力状态较好、挡矸性能好等优点。而且顶梁较一般支架长，从而增加了支撑能力，加大了掩护梁坡度，同时改善了支架底座与底板的受力情况，因此应选择支撑掩护式液压支架^[2]。

3.1 液压支架

①液压支架高度选择。

液压支架的高度必须适应工作面推进方向煤层厚度的变化。其关系：

$$H_{\max} = M_{\max} - S_1$$

$$H_{\min} = M_{\min} - S_2 - a$$

其中， H_{\max} 、 H_{\min} 为支架的最大和最小高度；

M_{\max} 、 M_{\min} 为煤层的最大和最小厚度；

S_1 为支架在最大采高时，前柱处的顶板下沉量；

S_2 为支架在最小采高时，后柱处的顶板下沉量；

a 为支柱的卸载高度，一般取50mm。

②初撑力是液压支架的一个重要参数。提高支架的初撑力可以减少直接顶的离层，增加顶板的稳定性；提高支架对机道顶板的支撑能力，减少工作面顶板破碎度及煤壁上帮；压实顶梁上和底座下的浮矸，提高支撑系统刚度；充分利用支架额定支撑能力，减少顶、底板相对移近量；提高初撑力要求使用高压乳化液泵、高压软管及与其相适应的液压系统和阀件。

③确定合理的工作阻力。

确定支架合理工作阻力的方法主要有4种：载荷估算法、实测统计法、临界阻力法以及理论分析法。合理的工作阻力对于维护支架的受力平衡防止支架滑倒及煤壁片帮都有很重要的作用，在实际工作中应认真观察和分析。

3.2 移架方式对顶板管理的影响

选择移架方式不仅要考虑移架速度，还要考虑对顶板管理的影响。一般来说，单架依次顺序移架虽然速度慢，但卸载面积小，顶板下沉量小，适用于稳定性差的顶板。移架方式可考虑以下几种方式：

①在某些特定条件下，尽管设备和顶板条件相同。依次顺序移架需要经过较长时间支架才能达到额定工作阻力，而

分组间隔交错式移架则能较快地达到额定工作阻力，矿压显现比较缓和^[3]。

②采用分段依次顺序式移架时，由于段与段之间的接合部位在时间上与空间上交叉，导致顶板下沉量叠加，容易造成顶板破碎，煤壁片帮和倒架。

③依次顺序移架。在采煤机工作范围的移架，虽可防止伪顶垮落，但割煤和移架同时进行，悬顶面积剧增，下沉速度快，有可能出现顶板失控事故。

4 大倾角煤层工作面机械设备滑、倒原因分析

综采工作面设备主要有采煤机、刮板输送机和支架，当设备所受的摩擦力大于滑力时设备就不会下滑。对于刮板输送机不下滑的条件是： $fG \cos \alpha \geq G \sin \alpha$ 。其中， G 为设备机械重量； α 为煤层倾角； f 为摩擦因数；即 $\alpha \leq \arctan f$ 。

查有关资料，金属与煤岩的摩擦因数一般在0.35~0.4，如果不考虑其他因素，可以计算出输送机不下滑的煤层倾角应小于19~22°，当煤层倾角大于19~22°时，刮板输送机将产生下滑^[4]。

同理，对于液压支架，当支架与顶板接触不严密时，支架不下滑的条件与刮板输送机相同；当支架与顶板接触严密时，其下滑力由自重和顶板在支架上的力组成 $(G+Q) \sin \alpha$ 。支架摩擦力有两部分组成，分别是顶板对支架和底板对支架底座的摩擦力，即 $f \times (G+2Q \cos \alpha)$ ，则 $\tan \alpha \leq (1 + \frac{Q}{G}) \times f$ 。其中， G 为支架重量； Q 为顶板压力； α 为煤层倾角； f 为摩擦因数。

5 大倾角煤层工作面防倒、防滑的技术措施

5.1 工作面液压支架的防倒措施

①排头支架的防倒：在支架前梁设计防倒装置，3架1组，连成一体，形成组架，用大链和千斤顶连接。

②工作面中部液压支架设置斜拉装置防倒。工作面中部隔几架使用防倒千斤顶与大链使其软连接，解决中部支架倒架问题。

③减少支架顶梁间隙，促使支架侧护板千斤顶、侧推弹簧使支架顶梁相互靠近，始终保持足够扶正力，防止倒架。

④采用单体液压支柱辅助支撑防倒。把单体支柱下部支在下架的底座上，采用注液枪注液，使上端支在向下倾倒支架顶梁预留的柱窝上，阻止液压支架在移动过程的倒架。

5.2 工作面刮板输送机的防滑措施

①在刮板输送机的倾斜方向间隔适当的距离放置1根单体支柱，其一端支撑在输送机的推移板下侧，另一端支在下部支架的底座上。

②机头限位支柱。第一，用2根单体支柱直接顶住刮板

(下转第55页)

注双液浆的管片上浮量为52~81mm,前后对比明显。常规浆液与同步注双液浆的最大区别之处在于随着盾构的掘进,同步注入开挖面与管片之间空隙的浆液形态由流体变为塑性体的时间缩短,极大地降低了浆液对管片的浮力。

3.2 多重注浆控制成型管片质量

通过同步注双液浆,缩短了同步浆液的初凝时间,减小了同步浆液被水稀释的概率,管片背部的同步双液浆塑性体大大增强了同步浆液稳定管片的能力,减小了管片的上浮,同步注浆为第一道抑制管片上浮和控制管片质量的防护。在同步注双液浆的基础上,为了有效弥补首次填充浆液的部分空隙,采取了在脱出盾尾管片上方二次注单液、水泥和水玻璃浆的方式,通过第二道浆液填充,管片背部基本处于饱和状态,通过在管片上方开孔观察浆液填充的饱满度可知,通过两道浆液的注入,管片背部基本饱和。此外,复合地层同步浆液的注入量为在理论注浆量的基础上考虑注浆系数,取1.3~1.4,1.8m幅宽的管片理论注浆量约为9m³,实际注入12~13m³,隧道掘进下坡段,为了减少注入管片背部的同步浆液向土仓内流窜,避免造成浆液损失量较大的情况,在中盾位置注入流塑状的膨润土膏状体,一方面可减小浆液的流窜,另外对局部地层损失也起到了一定的填充作用,抑制了地表

沉降。通过以上多重交互式注浆模式的应用效果来看,本区间成型管片的渗漏水率控制在2%以下、错台率在3%以下、破损率在2%以下,相较常规注浆方式,成型管片的质量控制得到了很大提升,取得了良好的实践效果。

4 结语

此类大直径盾构在富水砂卵石与泥岩交互地层施工多重注浆控制管片质量在成都还属少例,尚没有系统的总结和广泛应用。论文根据实际工程实践,总结了此类施工中不同于其他类似工程的一些施工新思路、新技术、新工艺,保证了施工的安全可靠,减少了隧道质量通病的发生,取得了良好的经济效益和社会效益,具有推广运用的实际意义。

参考文献

- [1] 成都轨道交通19号线土建5工区盾构施工组织设计[Z].
- [2] 王成,王国义.盾构隧道同步注浆新型双液注浆材料的研究与应用[J].隧道建设,2017(4):416-420.
- [3] 陈馈,洪开荣,吴学松.盾构施工技术[M].北京:人民交通出版社,2009.
- [4] GB50446—2017盾构法隧道施工与验收规范[S].
- [5] 杨书江,孙谋,洪开荣.富水砂卵石地层盾构施工技术[M].北京:人民交通出版社,2011.

(上接第50页)

输送机。单体前端加板木打在机头大壳上,后端打在正对机头的巷道下帮实体煤上,直接控制输送机的下滑。第二在过渡槽紧靠机头的销轨上打1根倒头钎柱。由于过渡槽与机头之间为固定连接,这样就直接控制了机头。

5.3 工作面回采过程中的管理措施

①下端头的排头支架作为其他支架的锚固和导向支点,必须保证处于良好的受力状态,防止因冒顶使排头支架丧失锚固和导向作用。先移第二架,然后移第一架,最后移第三架,并且移架时注意要少降快拉,采用带压移架,防止排头支架向下滑移。

②要随时间调整围岩运动带来的支架偏离正确位置的移动量,保持支架正确的空间位置和良好的支护状态。

③支架推杆同输送机槽帮在倾斜方向的夹角取87°为宜,这样既对支架的工作状态无太大影响,又能较好地阻止输送机下滑,同时做好工作面防滚矸措施。

6 结语

综上所述,实现大倾角工作面机械化开采,必须采取一系列措施,才可以保证大倾角工作面配套设备的稳定,实现

安全高效回采。

①大倾角煤层受采动影响后围岩应力大小改变,分布范围移动,选择合理的液压支架控制顶板。

②大倾角采煤工作面工艺情况复杂,各种因素都可能影响支架的稳定性,所以要及时掌握支架的平衡状态。因此,在工作面的开采过程中,应做好工作面管理与护顶工作,保持支架接顶有力,从而保证支架的稳定性。

参考文献

- [1] 胡耀伟.大采高综采工作面矿压显现规律研究[J].能源与节能,2019(12):31-32.
- [2] 周海丰,黄庆享.大采高工作面过空巷群顶板破断及矿压规律研究[J].煤炭科学技术,2020,48(2):70-79.
- [3] 席冰冰.综采工作面矿压监测方法与应用[J].煤矿现代化,2017(2):70-72.
- [4] 朱涛,常云博,田春阳.深埋坚硬煤岩大采高长壁工作面矿压观测及显现规律[J].中国矿业,2020,29(2):124-128.