ISSN 1671 - 2900
CN 43 - 1347/TD

采矿技术 第9卷 第3期
Mining Technology, Vol. 9, No. 3

2009年5月
May 2009

大倾角薄煤层回采巷道支护技术研究

吴然宏，李琰庆

（淮南矿业集团 望峰岗矿井， 安徽 淮南市 232046）

摘 要：望峰岗矿井1211(0)工作面机巷属于大倾角薄煤层巷道，围岩变形破坏具有非对称性。在对机巷围岩赋存特征及变形破坏特征分析的基础上，提出加强顶板、高帮侧、顶底四角等薄弱部位的支护，用锚带网索联合支护形成一个整体的承载结构。实践证明，联合支护改变了岩层的受力状态，提高了岩层的自身承载能力和巷道支护的可靠性，为类似条件下回采巷道支护设计提供了理论指导和借鉴经验。

关键词：大倾角薄煤层；回采巷道；变形破坏；承载结构；联合支护

回采巷道是直接服务于煤矿生产的巷道，一般布置在煤层中，具有围岩性质软、服务年限短、受采动影响大等特点，如果支护不当，不仅造成巷道返修率高、维护费用大，且大大影响煤矿的正常安全生产和矿井技术经济指标[1,2]。

望峰岗矿井位于淮南老区谢李生产矿井的深部（-660 ~ -1200 m），采用综采回采工艺进行开采，回采巷道不仅断面大、距离长，而且煤层倾角大而薄。在此情形下，如何设计合理的巷道支护形式，使巷道既能大断面的快速掘进和支护，最大限度地回收优质煤炭资源，又能保证巷道的安全可靠使用，避免重复返修，则是望峰岗矿井广大工程技术人员急待解决的一个关键技术问题。为此，本文以1211(0)工作面机巷为例，对巷道围岩的赋存条件及支护特点进行了分析，提出了一套支护方案，以期为该矿类似条件回采巷道的支护提供一定的参考和经验借鉴。

1 回采巷道地质概况

1211(0)工作面位于望峰岗矿井51采区，掘进范围北起-660 m中央石门，南至F13-4断层，上限标高-660 m，下限标高-780 m，上阶段南北两翼的工作面B10煤层已回采，下伏5121B9b工作面，目前正在回采。工作面走向长1500 m，倾斜长290 ~370 m，平均长约330 m。开采煤层为B10煤，煤层总厚0.6 ~2.0 m，平均厚1.0 m，煤层倾角15° ~ 26°，平均22°。根据上阶段B10工作面、5121B9b工作面以及一些石门资料推断，块段内中小型断裂构造较为发育。

1211(0)工作面机巷为梯形巷道，宽4.6 m，高帮高3.8 m，低帮高2.0 m，采用综掘机施工。巷道的直接顶、老顶分别为泥质胶结和硅质胶结的细砂岩，直接底和老底分别为砂质泥岩和细砂岩。煤层赋存情况见图1。

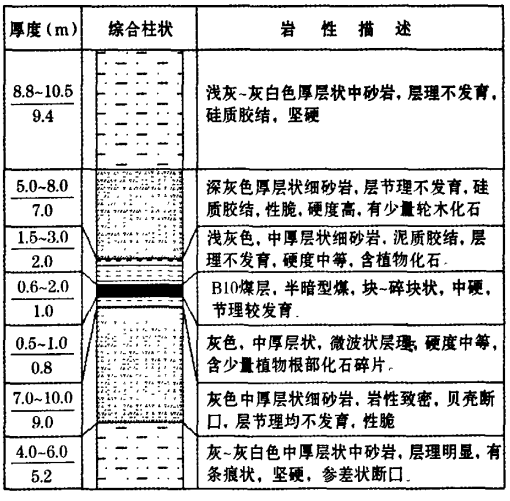


图1 煤层综合柱状

2 回采巷道围岩的变形破坏特征

通常情况下，矿山开采中把倾角大于35°的煤层称为大倾角煤层，但从支护的角度倾角大于25°的煤层就应该定为大倾角煤层。因为在这个角度以上，巷道围岩的变形和破坏特征就已完全不同于小角度煤层（水平煤层和缓斜煤层），需要针对两帮高差选择不同的支护方案及加固形式。

大倾角薄煤层巷道围岩变形和破坏具有明显的

万方数据

非对称或非均衡性[3],一方面是围岩受到了周边非对称荷载作用,另一方面是支护体特性与围岩变形不协调而造成的。一般来说,大倾角薄煤层巷道的这种非对称性在采动影响期表现得更为突出。因为煤岩层倾角大,高帮稳定性差,煤岩体两种介质组成的高帮整体性差,易引起煤岩体间软弱层面滑移,松软煤层和岩体的剧烈滑动又进一步对帮部锚杆和钢带产生剪切作用,导致帮部支护破坏、甚至整体支护结构失效,高帮变形失控[4]。

3 回采巷道支护对策

3.1 支护特点

根据1211(0)工作面机巷的围岩赋存情况,以及变形破坏特征,机巷的支护具有如下4方面特点:

(1) 两帮为煤岩混合体,割岩体过程中煤体受到反复震动,易片落,需研究帮部锚杆的布置方式;

(2) 巷道埋深超过700 m,同时中小型断裂构造较为发育,因此巷道的绝对围岩应力大,底鼓和两帮变形都很强烈;

(3) 煤层倾角大,平均为22°,最高达到26°,高帮高度较高,接近3.4 m,剪应力效应明显,煤岩界面易滑移错动,易片帮溃帮形成空帮,造成锚固支护部分或全部失去作用,给支护带来了很大困难;

(4) 煤层顶部为厚层砂质泥岩或细砂岩直接顶,较稳定,但断层较多,掘进过程中应注意加强顶板控制。

3.2 支护原则

(1) 加强顶板构建预应力承载梁[5],确保安全。

(2) 加强高帮侧支护强度,限制整体推进[6]。

(3) 加强底脚控制,控制底臌[7,8]。

(4) 强化初始支护强度,控制围岩松动变形。

3.3 支护方案

(1) 顶板采用锚杆锚索组合支护技术,即在锚带网基本支护的基础上,用锚索强化顶部中间岩体承载性能,抑制顶板弯曲变形下沉。

(2) 高帮侧采用锚带网支护,抑制高帮上部变形位移,保证高帮的有效支护。

(3)顶底板四角处锚杆适当加长,并倾斜一定角度,以避免该处锚杆发生破坏,保证煤、岩网、不脱落。

3.4 锚带网索支护参数

(1) 巷道顶板采用5根预拉力锚杆加4.8 m长M4型钢带、菱形金属网联合支护。锚杆规格为Φ20 mm×2000 mm,间排距为900 mm×800 mm。

(2) 巷道高帮用5根预拉力螺纹钢锚杆加3.4 m长M3型钢带、菱形金属网联合支护,锚杆规格与顶板锚杆规格相同,但锚杆间排距为800 mm×800 mm。

(3) 巷道低帮采用3根预拉力锚杆(Φ20 mm×2000 mm)加1.8 m长M3型钢带、菱形金属网联合支护,间排距为800 mm×800 mm。

(4) 在顶板中间位置每隔2.4 m垂直顶板向上带5度迎山布置一套高预应力锚索,距离两帮分别为1300 mm,钢绞线规格为Φ15.24 mm×5.3 m,眼孔深度5.0 m,每孔采用1节K2550快速树脂药卷和3节Z2550中速树脂药卷加长锚固,以保证锚固效果。

(5) 顶底板的四角布置6根带有一定角度的预应力锚杆,规格为Φ20 mm×2000 mm,以便于施工和有效控制围岩。

(6) 帮顶破碎处,应及时施工2~4根预拉力锚杆加强,锚杆长度为2000 mm,直径为18 mm,采用全长锚固方式,每根锚杆采用2节Z2550型中速树脂药卷锚固,或采用短锚杆(1.4~1.8 m)超前支护控制顶板。

巷道的支护结构见图2。

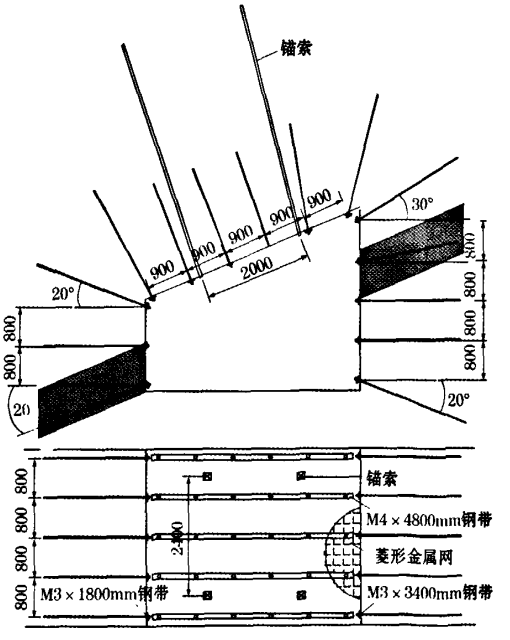


图2 巷道支护结构

3.5 施工工艺及要求

施工工艺对支护质量起着重要作用,若施工工

万方数据

艺没有保证,再好的支护方案,也不可能取得预期效果。所以,锚杆、锚索支护必须严格按照掘进工作面规程及支护设计有关规定进行施工,从打眼角度、深度、树脂药卷的数量、质量、钻机输出扭矩等各个环节落实到位,方能保证锚杆、锚索的支护质量,确保巷道支护的可靠性。

(1) 锚孔应采用专用设备进行钻眼,眼孔要直,避免安装药卷未达到锚固端而发生破裂,从而降低锚杆及锚索的有效支护范围。

(2) 锚杆和锚索安装前应将锚孔冲洗干净,确保杆体的锚固端与孔壁充分黏结,提高锚固效果。

(3) 锚杆和锚索在施加预紧力之前,应严格遵循锚固剂的凝固时间,待锚固剂凝固之后,再施加预紧力。

(4) 为实现锚杆和锚索的主动支护能力,安装锚杆或锚索时应施加一定的预紧力。锚杆的预紧力不小于 20 kN,锚固力不低于 80 kN;锚索的预紧力不小于 60 kN。

4 回采巷道支护效果

(1) 有效地控制了松软煤层的顶、帮。锚、网、带支护充分发挥了悬吊加固作用,将松软煤层联合形成一个整体,并形成了煤体自稳圈,加上锚索的悬吊补强作用,使巷道顶帮保持稳定。

(2) 巷道变形量小,断面利用率高。根据矿压观测可知,采用传统架棚支护后,顶板下沉量为 400 ~600 mm,而采用联合支护后,顶板下沉量仅为 20 ~50 mm,断面利用率相当高。

(3) 有效地解决了断层破碎带顶板支护难题。联合支护解决了断层破碎带顶板支护的难题,消除了传统架棚支护边掘边维护的弊端。

(4) 提高了掘进单进效率和工人劳动效率。采用联合支护实现了综掘快速掘进,单进由过去 150 m 提高到 250 m,提高了 66.7%,劳动效率也大大提高。

(5) 提高了经济效益。联合支护成本为 2966.15元/m,其中支护材料费用 2318.75 元/m,人工费用 457.70 元/m,机械费用 189.70 元/m。架棚支护成本为 5498.00 元/m,其中支护材料费用 4556.00 元/m,人工费用 557.00 元/m,机械费用 385.00 元/m。联合支护比架棚支护成本降低 2531.85 元/m,大大降低了成本,经济效益显著。

5 结 论

(1) 大倾角薄煤层回采巷道受力复杂,围岩变形与破坏表现出明显的非对称性,巷道的支护形式应适应这一特征,方能取得良好的支护效果。

(2) 巷道的顶部、高帮侧及顶底板四角处是巷道的薄弱处,要注意加强支护,防止支护结构从薄弱部位失效,进而导致整个支护结构失效。

(3) 预应力锚杆(索)在巷道的支护初期就对围岩施加一个强大的主动支护抗力,充分发挥出围岩的自承能力,符合现代巷道支护理论。

(4) 锚带网索联合支护使锚固岩层形成一个整体承载结构,改变了岩层的受力状态,提高了岩层自承和承载能力,有效地控制了巷道围岩的变形与破坏,提高了巷道支护的可靠性。

(5) 加强巷道支护的施工质量管理,方可保证锚杆、锚索的支护效果,从而确保巷道支护的可靠性。

参考文献:

[1] 宋选民,窦江海. 浅埋煤层间采巷道合理煤柱宽度的实测研究[J]. 矿山压力与顶板管理,2003,(3):31 ~33.

[2] 薛业东,张世平,康天合. 回采巷道锚杆动载响应的数值分析[J]. 岩石力学与工程学报,2003,22(11):1903 ~1906.

[3] 冯俊伟,冯光明,郑保才. 大倾角煤层回采巷道锚杆支护的数值模拟分析[J]. 煤炭工程,2007,(2):73 ~75.

[4] 李 冬. 大倾角煤层回采巷道破坏机理及锚杆支护分析[D]. 西安:西安科技大学,2005.

[5] 杨广祥,朱焕然,吕玉芝. 复杂地质条件下的回采巷道联合支护[J]. 煤矿支护,2006,(2):17 ~18.

[6] 王卫军,侯朝炯. 回采巷道帮部锚杆支护可靠性分析[J]. 岩石力学与工程学报,2001,20(6):813 ~816.

[7] 康红普. 软岩巷道底臌的机理及防治[M]. 北京:煤炭工业出版社,1993.

[8] 孔德森,蒋金泉. 深部巷道围岩稳定性预测与锚杆支护优化[J]. 矿山压力与顶板管理,2002,(2):29 ~33.

(收稿日期:2008 - 11 - 18)

作者简介:吴然宏(1979 -),男,安徽淮南人,助理工程师,主要从事深井巷道支护及地压治理等方面的研究及管理工作。

万方数据