

巷道工程

倾斜煤层回采巷道布置方式与支护技术

宋垠珠^{1,2}

(1. 汾西新峪煤业公司, 山西 孝义 032300; 2. 中国矿业大学(北京), 北京 100083)

[摘要] 针对新峪矿曙光西区开采煤层受到地质构造影响, 矿压显现极其明显的问题, 重点从巷道断面选型、支护方案, 特别是对右侧帮的控制等方面进行了阐述。井下工业性试验表明, 采取支护方式能够解决右帮突出变形的支护难题, 满足工作面安全回采的使用要求。

[关键词] 倾斜煤层; 侧压; 支护技术; 安全回采

[中图分类号] TD353.6 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225(2010)06-0042-02

Mining Roadway Layout and Supporting Technology of Inclined Coal Seam

新峪矿曙光西区是新拓展采区, 主采 2 号煤层, 平均厚度约 2.5m, 煤层倾角平均 15°。D1201 工作面是西区的首采面, 已经完成回采, 后续工作面采用跳采方式, 护巷煤柱为 20m, 现阶段正在回采 D1203 工作面。从 D1201 首采面两巷支护状况来看, 巷道断面呈矩形布置, 掘进过程右帮矿压显现非常明显, 多数地段煤体破碎, 而且鼓出非常明显, 巷道断面收缩严重。为了安全回采, 采取了扩帮和加固右帮的措施, 勉强维持工作面推进。

煤层倾角达 15°, 与巷道布置方向倾斜相交, 巷道右侧帮为煤岩相间面, 煤层受到地质构造影响, 引发巷道右帮变形突出。固然与煤层所处地质环境有关, 但也与巷道支护方式有直接关系。分析原有支护方案, 主要存在以下不足:

(1) 巷道整体支护强度不够, 没能及时控制巷道围岩变形, 致使围岩浅部出现离层松动, 压力显现强烈, 现有巷道支护强度无法控制围岩变形。

(2) 巷道两帮的支护强度偏低, 特别是右侧煤帮支护强度远远没有达到控制围岩变形的要求, 巷道右帮整体外移。

(3) 巷道顶板锚索长度较短, 没有发挥锚索锚固深度大, 锚固强度高的优势。

1 巷道断面选择

由于煤层倾角较大, 巷道断面的形状对控制围岩的稳定非常关键。为了解决曙光西区回采巷道支护难题, 首先对巷道断面形状进行了优化。

1.1 矩形布置

工作面两巷采用矩形断面, 巷道沿煤层倾向布置, 沿煤层底板掘进。由于煤层厚度掘进需要破部

分顶板。该种布置方式具有以下优点:

(1) 巷道沿煤层倾向布置, 巷道成型好, 受力状态适应围岩应力变化。

(2) 工作面开切眼布置方式比较方便, 两巷端部与开切眼开口衔接比较容易; 另外工作面回采过程中, 上下两巷端头维护比较容易。

(3) 巷道沿煤层底板掘进, 没有破坏到煤层底板, 对巷道预防底鼓有很大益处。

工作面两巷采用矩形断面, 具有以下弊端:

(1) 两巷开口处与煤层衔接存在问题, 开口需要与煤层倾向一致。

(2) 掘进破坏了 500mm 厚的顶板, 顶板如果出现破碎地段, 可能出现漏顶, 造成顶板岩层不平整, 钢带接顶难度大, 支护效果降低。

1.2 斜矩形布置

工作面两巷采用斜矩形断面, 沿煤层顶板掘进, 破坏部分底板。该种布置方式具有以下优点:

(1) 两巷开口易于煤层衔接, 巷道掘进方式简单。

(2) 巷道掘进对煤层顶板的破坏较小, 顶板的完整性比较好, 对于钢带的接顶比较容易, 巷道支护现场施工方便可行, 支护相对容易。

工作面两巷采用斜矩形断面, 具有以下弊端:

(1) 巷道成型不太好, 巷道左帮低, 右帮高, 巷道受力状态差, 右帮控制难度增大。

(2) 巷道掘进破坏了底板, 底板的强度降低和厚度减少, 容易发生底鼓。

(3) 工作面开切眼开口与两巷衔接难度增大, 而且工作面回采时, 两巷端头维护困难。

综合对比分析 2 种巷道布置的优缺点, 宜采用

[收稿日期] 2010-08-11

[作者简介] 宋垠珠 (1965-), 男, 山西灵石人, 工程师, 中国矿业大学(北京)在读硕士研究生, 长期从事煤矿开采技术方面的工作。

斜矩形断面布置方式。

2 巷道支护

曙光西区开采山西组的2号煤层，平均采高2.5m，煤层中有0.6m的夹矸。煤层倾角 $9\sim 16^\circ$ ，平均 15° 。煤层存在0.3m厚的伪顶；直接顶为砂质泥岩，层厚1.6m，性脆，节理裂隙发育，基本顶为中砂岩，层厚6.1m，厚层状，比较坚硬；直接底为0.9m厚的泥岩，性脆，层理发育，老底为3.5m的砂质泥岩，层厚状，性脆。

支护试验巷道为D1203工作面材料巷，断面为斜矩形，巷道宽4100mm，左帮高2500mm，右帮高3600mm，掘进断面为 12.5m^2 。

顶板布置5根 $\phi 22\text{mm}$ ，长度2.2m的高强锚杆，间排距 $900\text{mm}\times 900\text{mm}$ ，采用1支K2355和1支Z2355进行树脂加长锚固。采用厚3.0mm，宽度280mm，长度3.8m的W钢带护顶。锚杆托板规格为 $130\text{mm}\times 130\text{mm}\times 10\text{mm}$ ，采用12号铁丝编织的菱形金属网护顶。

顶板布置2根 $\phi 15.24\text{mm}$ ，长度6.3m的锚索加强支护，间排距 $1400\text{mm}\times 1800\text{mm}$ ，托板规格为 $300\text{mm}\times 300\text{mm}\times 16\text{mm}$ 。

右帮布置4根 $\phi 20\text{mm}$ ，长度2.0m的高强锚杆，间排距 $900\text{mm}\times 900\text{mm}$ ；采用1支Z2355锚固剂锚固，采用厚3.0mm，宽280mm，长2.9m的W钢带护帮；采用12号铁丝网护帮。右帮另外布置2根 $\phi 15.24\text{mm}$ ，长4.0m的短锚索加强支护，排距1.8m；下帮锚索距离底板1.0m，上帮锚索距离顶板0.8m，托板规格为 $300\text{mm}\times 300\text{mm}\times 16\text{mm}$ 。

左帮布置3根 $\phi 18\text{mm}$ ，长度1.8m的圆钢锚杆，采用1支Z2355锚固，12号铁丝金属网护帮。两巷支护设计见图1。

3 支护效果

图2为D1203工作面材料巷表面位移观测曲线，从观测曲线可以看出，巷道顶底板的变形随着掘进逐渐增大，刚开始增加的幅度比较大，但是逐渐远离掘进影响区后顶底板变形趋于稳定。顶板、左帮、右帮的最大变形量分别为114mm，40mm，59mm。巷道的表面位移较小，表明采用的支护方案有效地控制了顶板和两帮的变形。而且，从现场实地观测来看，材料巷的成型非常好，顶板没有出现掉渣和鼓包现象，两帮也没有出现片帮现象。试验工作面D1203在回采期间，现场实地观察发现，巷道经受住了强烈动压的影响，表面位移没有明显

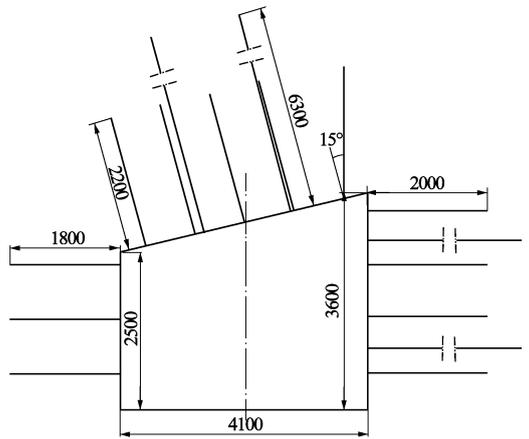


图1 两巷支护设计

的变化，确保了工作面安全回采。

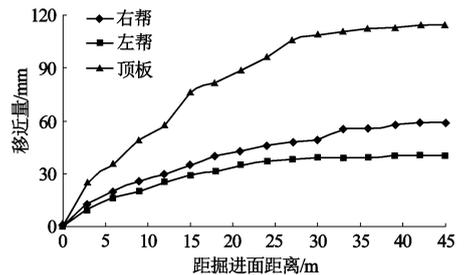


图2 工作面材料巷表面位移

图3为D1203工作面材料巷顶板离层曲线，锚固区最大离层量为17mm，锚固区外最大离层量为15mm，巷道顶板的离层量比较小，表明锚杆对控制锚固区围岩的离层和滑动起到了决定性的作用，锚杆提供的作用力有效地阻止了锚固区内围岩原有裂隙的扩散，并且防止了新的裂隙的形成和贯通。锚索很好地把锚固区内围岩与深部稳定围岩结合起来，改善了锚固区内围岩的受力状态，同时也发挥了深部围岩的承载能力，使得锚固区外围岩的变形和离层比较小，巷道支护效果良好，支护质量得到了保障。从回采过程来看，顶板离层略有增大的趋势，但增幅很小，满足了工作面安全回采的使用要求。

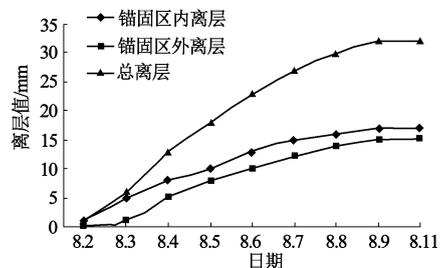


图3 工作面材料巷顶板离层

(下转 60页)

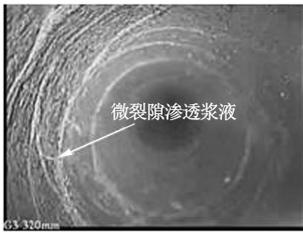


图 5 45号支架距顶 1.5m 处浆液扩散效果

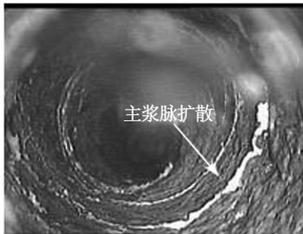


图 6 98号支架距顶 2m 处浆液扩散效果

(2) 割煤后, 浆液扩散区域煤壁齿痕明显, 并能观察到马丽散浆脉扩散后胶结煤体的情况。在煤壁加固后, 整体性、强度等都有明显提高, 基本上有效避免了大面积片冒, 安全性大大提高。

(3) 通过注浆维护, 整个工作面基本稳定, 片帮冒顶显现明显减少, 仅为 2~3 架宽度的小范围片帮, 无冒顶显现, 基本不影响割煤。

(4) 由于机尾段比较特殊, 滑移区域存在初期稳定, 割煤进刀滑移煤块整体错动失稳片帮现象, 因此, 在第 1 循环注浆后割煤进尺 2 刀, 再次插花进行打孔注浆, 利用新的注浆钻孔将上一循环注浆的固结煤体串联起来。这样, 采用此迈步式注浆方式基本可以解决机尾煤壁的滑移片帮问题。

5 结束语

通过本次极软较厚不稳定煤层大采高综采片帮冒顶化学注浆控制实践, 得出以下结论:

(1) 提出化学注浆控制煤壁和顶板, 保障回采安全及综合分步实施的围岩强化控制技术方案证

明: 马丽散化学注浆加固技术应用于极软较厚不稳定煤层大采高综采片帮冒顶化学注浆控制效果显著。加固材料在破碎煤岩体内部形成网状整体, 能够有效提高破碎煤岩体的完整性。并用动态过程控制技术指导施工, 顺利解决了片帮冒顶问题。

(2) 针对不同的片冒形式, 结合化学注浆理论及工程经验, 合理确定注浆加固方案、施工工艺及技术参数, 为今后类似困难条件下频繁片冒的不稳定煤层开采积累了技术经验。

(3) 化学注浆加固材料反应性能优异, 固化时间快, 设备简单, 操作快捷, 可满足快速施工, 快速处理, 安全高效的生产需要。

(4) 通过化学注浆对工作面煤壁和顶板发生破坏后, 对其破坏程度的继续发展起到控制作用, 为下一循环割煤起到预防治理。简化了煤壁和顶板管理工序, 为加快推进速度, 实现高产高效创造了有利条件。

[参考文献]

- [1] 钱鸣高, 刘听成. 矿山压力及其控制 (修订本) [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1991.
- [2] 陈炎光, 钱鸣高. 中国煤矿采场围岩控制 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1994.
- [3] 王建树, 黄炳香. 极软突出厚煤层大采高综采片帮冒顶防治技术 [J]. 煤炭科学技术, 2007 (11).
- [4] 冯志强, 康红普, 杨景贺. 裂隙岩体注浆技术探讨 [J]. 煤炭科学技术, 2005 (4).
- [5] 张普田. 开滦矿区深部矿井软岩巷道支护技术研究 [J]. 煤矿开采, 2010, 15 (4): 65-67.
- [6] 杨永强, 樊 鸿. 马丽散注浆材料在东庞煤矿加固破碎顶板中的应用 [J]. 煤炭工程, 2005 (9).
- [7] 王天明, 方 瑜. 马丽散 N 注浆材料在综放面端头维护中的应用 [J]. 煤, 2002 (5).
- [8] 王汉鹏, 高延法, 李术才. 岩石峰后注浆加固前后力学特性单轴试验研究 [J]. 地下空间与工程学报, 2007 (1).

[责任编辑: 王兴库]

(上接 43 页)

4 结束语

(1) D1203 工作面材料巷两帮移近量不超过 100mm, 顶板下沉量不超过 120mm, 断面收缩率控制在 10% 以内, 采用的支护方案有效地控制了巷道围岩变形, 而且经受了回采动压的考验, 满足了工作面安全回采的使用要求。

(2) 井下试验表明, 支护设计参数合理, 通过本次井下工业性试验, 将对新峪矿曙光西区后续

工作面支护设计, 以及锚杆支护技术的提高和改进起到积极作用。

[参考文献]

- [1] 康红普. 深部煤巷锚杆支护技术的研究与实践 [J]. 煤矿开采, 2008, 13 (1): 1-5.
- [2] 康红普. 煤巷锚杆支护成套技术研究与实践 [J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24 (21): 3959-3964.
- [3] 康红普, 林 健, 张冰川. 小孔径预应力锚索加固困难巷道的研究与实践 [J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22 (3).

[责任编辑: 林 健]