

* 1

极近距离煤层采空区下煤层巷道 合理支护方案选择

刘伟杰

(晋能集团忻州有限公司,山西 忻州 034000)

摘 要:针对某煤矿上覆煤层顶板破碎巷道围岩支护困难的技术问题,结合地质条件以及巷道所处位置的实际情况设计了两种不同支护方案,方案一是采用锚带网+锚索支护,方案二是采用锚带网+注浆锚索+桁架组合支护。通过理论分析和数值模拟比较,确定采用方案二支护方案,并以该矿 13 号煤层胶带运输大巷作为试验巷道。试验表明此巷道围岩得到了有效的控制,确保了矿井的安全高效生产。

关键词:极近距离;采空区;数值模拟;支护方案

中图分类号:TD353

文献标识码:A

Selection of Reasonable Supporting Plan for Coal Roadway under Goaf in Extremely Close Coal Seams

LIU Weijie

(Xinzhou Co., Ltd., Jimeng Group, Xinzhou 034000, China)

Abstract: Aiming at the technical supporting difficulties of surrounding rock in the roadway with broken roof of overlying coal seam, based the geological conditions in the location of the roadway, two supporting plans were proposed: anchor-belt-net and anchor-cable support, and anchor-belt-net, grouting anchor cable, and truss combined support. On the theoretical analysis and numerical simulation comparison, the second plan is adopted and the main transport roadway with belt conveyor of No. 13 coal seam is used as the testing roadway. The test shows that the surrounding rock is effectively controlled, ensuring the safe and efficient production of the mine.

Key words: extremely close coal seam; goaf; numerical simulation; supporting plan

极近距离煤层群由于受上层煤开采后的采动影响,上层煤开采后作用于围岩和煤柱的支撑压力会传递到下边的煤层中,导致下煤层产生应力增高区^[1-2]。由于上下煤层之间距离较小,上煤层开采引起的围岩应力重新分布会对底板产生大的冲击,导致下煤层巷道顶板结构不易形成自稳结构,使巷道围岩强度降低,下煤层巷道顶板的整体性和稳定性发生破坏,从而增加了巷道支护的困难,影响巷道围岩的稳定性^[3-6]。唐山沟煤矿现主采的 12[#] 煤和未采的 13[#] 煤属极近距离煤层群,采用极近距离煤层群下行开采方式。目前,12[#] 煤开采已进入后期阶

段,矿井很快将全面开采 13[#] 煤,在开采下层 13[#] 煤时,会面临上覆煤层顶板破碎巷道围岩支护困难的技术问题,如果不及时采取有效的防治技术,很有可能给矿上带来严重灾害。

1 工程地质条件

该煤矿煤层赋存条件较好,煤质较硬,矿井现主采的 12[#] 煤和未采的 13[#] 煤最小相距 0.37 m,最大 9.7 m,平均 4.85 m,距离上位已采的 11⁻²[#] 煤层最小 0.56 m,最大 15.35 m,平均 10.43 m,属极近距离煤层群,采用极近距离煤层群下行开采方式。13[#]

* 收稿日期:2018-01-25

作者简介:刘伟杰(1989—),男,山西河曲人,硕士,工程师,从事矿山压力与岩层控制方面的技术研究工作。

煤胶带运输大巷位于井田西部未开采的 13# 煤层中,将用于满足煤矿井田西部采区的通风、运煤等生产系统服务,巷道上方为即将开采完毕的 12# 煤层,下方为实体岩层,井田内断裂构造不发育,在井田中部揭露一条落差 5 m~7 m 正断层,走向 NW,倾向 SW,倾角 75°,在井田内延伸 343 m,断层对煤矿生产影响较小^[7-8]。13# 煤胶带运输大巷位置图见图 1。

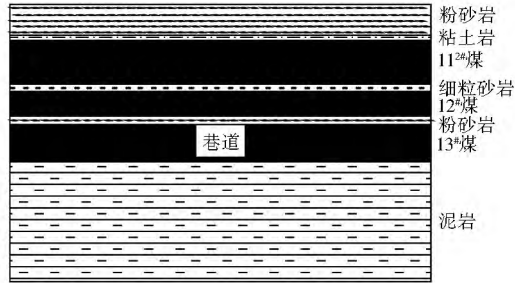


图 1 13 号煤胶带运输大巷位置图
Fig. 1 Position of the main transport roadway with belt conveyor of No. 13 coal seam

2 提出支护方案

结合地质条件以及巷道所处位置的实际情况设计以下两种不同支护方案,方案一是采用锚带网+锚索支护,方案二是采用锚带网+注浆锚索+桁架组合支护。

2.1 方案一

图 2 是方案一巷道掘进断面支护图。

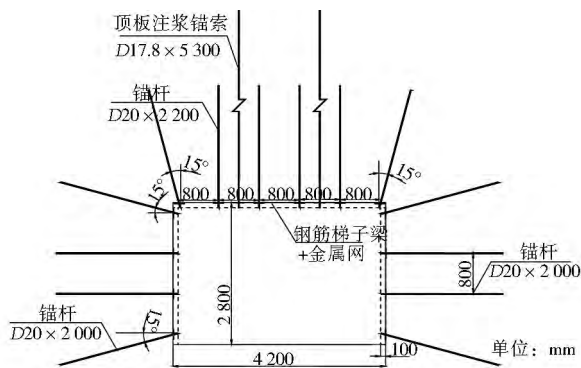


图 2 方案一巷道掘进断面支护图
Fig. 2 Cross-sectional supporting diagram in roadway tunneling of Plan 1

1)顶板锚杆支护:从顶板起始 100 mm 处开始依次布置 6 根锚杆(800 mm×800 mm,允许偏差均为±100 mm),锚杆长度为 2 200 mm,直径为 20 mm,锚杆托盘采用长宽高分别为 200 mm×200 mm×10 mm 的正方形托盘,使用直径为 6.5 mm、长宽为 70 mm×70 mm 的正方形金属网配合锚杆联合支护。每根锚杆采用的树脂锚固剂为 2 卷 Msck2360 型树脂药卷

(药卷的原始累加长度不少于 1.0 m)。顶板左右边上两根锚杆在安装的时候要倾斜 15°左右安装,锚杆的预紧力和锚固力分别不能低于 50 kN 和 200 kN。

2)顶板锚索支护:巷道顶板采用 2 根预应力钢绞线锚索支护,锚索采用双托盘支护,大托盘的长宽高分别为 400 mm×400 mm×12 mm,小托盘的长宽高分别为 200 mm×200 mm×10 mm,钢绞线直径为 17.8 mm,长度为 5 300 mm,每孔采用 4 卷 Msck2360 型树脂药卷锚固,每两排锚杆之间打两根注浆锚索,锚索间排距分别为 2 000 mm 和 800 mm,锚索的预紧力和锚固力分别不低于 100 kN 和 250 kN。

3)两帮支护:帮锚杆为 4 根直径 20 mm,长度 2 m 的高强锚杆配合钢筋梯子梁联合支护,锚杆托盘采用长宽高分别为 200 mm×200 mm×10 mm 的正方形托盘。每根锚杆采用的树脂锚固剂为 2 卷 Msck3535 型树脂药卷(药卷原始累加长度不少于 1.0 m),梯子梁长度 2.6 m,选用 16 号圆钢,锚杆间排距 800 mm×800 mm,巷帮上下边上两根锚杆在安装的时候要倾斜 15°左右安装。

4)顶、帮各网之间互相搭接,搭接长度不少于 100 mm,并用 14 号铁丝绑扎牢固,绑扎间距不大于 200 mm。

2.2 方案二

图 3 是方案二巷道掘进断面支护图。

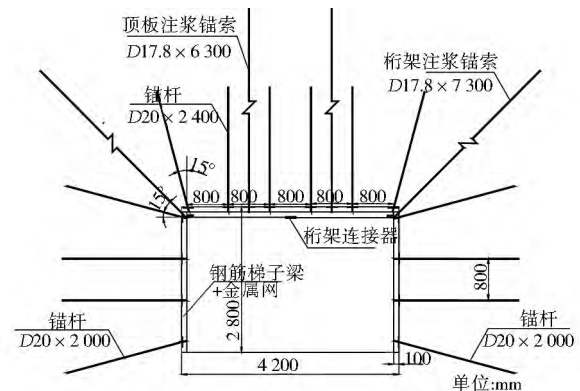


图 3 方案二巷道掘进断面支护图
Fig. 3 Cross-sectional Supporting diagram in roadway tunneling of plan 2

1)顶板锚杆支护:从顶板起始 100 mm 处开始依次布置 6 根锚杆(800 mm×800 mm,允许偏差均为±100 mm),锚杆长度为 2 400 mm,直径为 20 mm,锚杆托盘采用长宽高分别为 200 mm×200 mm×10 mm 的正方形托盘,使用直径为 6.5 mm、长宽为 70 mm×70 mm 的正方形金属网和长度为 2.6 m 的钢筋梯子梁配合锚杆联合支护。每根锚杆采用的树脂锚

固剂为2卷Msck2360型树脂药卷(药卷的原始累加长度不少于1.0m)。顶板左右边上两根锚杆在安装的时候要倾斜 15° 左右安装,锚杆的预紧力和锚固力分别不能低于50kN和200kN。

2)顶板锚索支护:巷道顶板采用2根预应力钢绞线注浆锚索配合桁架联合支护,锚索采用双托盘支护,大托盘的长宽高分别为 $400\text{ mm}\times 400\text{ mm}\times 12\text{ mm}$,小托盘的长宽高分别为 $200\text{ mm}\times 200\text{ mm}\times 10\text{ mm}$,钢绞线直径为17.8mm,长度为6300mm。每孔采用4卷Msck2360型树脂药卷锚固,每两排锚杆之间打两根注浆锚索,锚索间排距分别为2000mm和800mm,桁架2根锚索规格 $D17.8\text{ mm}\times 7\text{ 300 mm}$,分别和顶板成正负 45° 左右,每隔一排锚杆打一组桁架系统。锚索的预紧力和锚固力分别不低于100kN和250kN。

3)两帮支护:帮锚杆为4根直径20mm,长度2m的高强锚杆配合钢筋梯子梁联合支护,锚杆托盘采用长宽高分别为 $200\text{ mm}\times 200\text{ mm}\times 10\text{ mm}$ 的正方形托盘。每根锚杆采用的树脂锚固剂为2卷Msck3535型树脂药卷(药卷原始累加长度不少于1.0m),梯子梁长度2.6m,选用16号圆钢,锚杆间排距 $800\text{ mm}\times 800\text{ mm}$,巷帮上下边上两根锚杆在安装的时候要倾斜 15° 左右安装。

4)顶、帮各网之间互相搭接,搭接长度不少于100mm,并用14号铁丝绑扎牢固,绑扎间距不大于200mm。

5)顶板注浆:先用树脂药卷进行端部锚固,施加一定的预紧力,然后利用中空注浆锚索进行注浆,最后进行张拉钢绞线,施加预紧力达到要求。注浆压力、渗透范围和注浆量应根据注浆实际情况现场确定。

6)喷浆封闭:喷射混凝土封闭围岩,喷层厚度 $100\text{ mm}\sim 120\text{ mm}$ 。

2.3 支护方案数值模拟比较

通过以上两方案的数值分析比较得到以下结论:

1)方案一的水平应力、切向应力集中区域比方案二大,垂直应力集中区域较小,总体比较两方案的应力集中程度相当,方案二巷道周围应力较小,约为2MPa,方案一巷道周围应力较大,约为4MPa。

2)方案一巷道顶、底板和两帮变形显著,方案二巷道变形量相对较小。方案一、方案二的巷道变形量如表1所示。

表1 巷道变形量

Table 1 Roadway deformation

方案	顶板下沉量 /mm	底臃量 /mm	左帮移近量 /mm	右帮移近量 /mm
方案一	516	467	352	326
方案二	365	353	245	233

综合考虑巷道应力分布特征和巷道变形量,最终选择方案二支护参数,即采用锚带网+注浆锚索+桁架组合支护。方案二支护设计俯视图见图4。

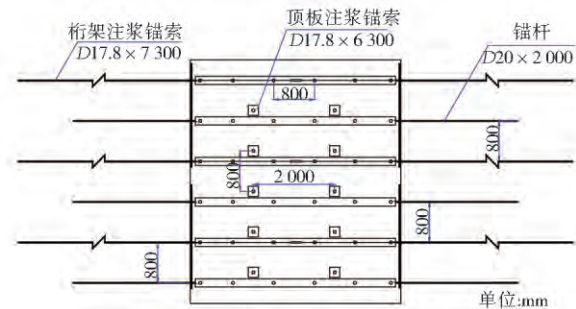


图4 方案二巷道掘进支护断面俯视图

Fig. 4 Cross-sectional diagram of supporting in roadway tunneling

3 矿压观测结果与分析

通过在巷道中设置的多个矿压观测测站,对掘进期间的巷道围岩变形情况进行了观测,观测结果见图5和图6。

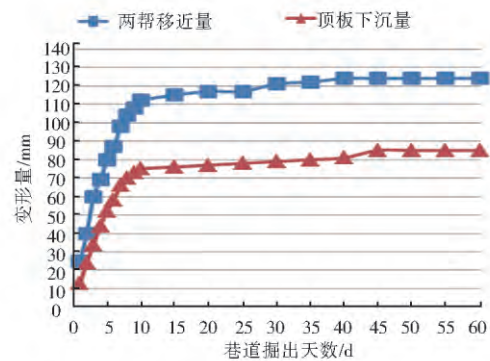


图5 巷道表面位移曲线

Fig. 5 Surface displacement curves of roadways

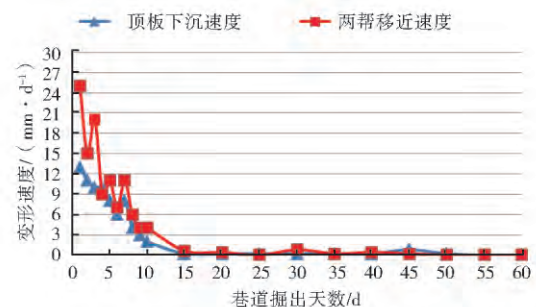


图6 巷道表面变形速度曲线

Fig. 6 Surface deformation speed curve of roadways

由图5、图6可知,巷道在掘进10d后,巷道表面变形急剧,顶板最大下沉量达到了75mm,两帮最大移近量达到112mm,顶板下沉速度也比较大,其中最大值达到了13mm/d,两帮移近速度最大值达到了25mm/d;巷道掘进后10d~35d,巷道表面位移逐渐缓慢的增加,顶板和两帮的变形速度也开始减缓;巷道掘进35d后,巷道顶板和两帮变形速度基本稳定,但是巷道表面位移仍然还有很小的变形,这是巷道煤体的蠕变特性所导致的,巷道掘进稳定后两帮最大移近量为124mm,顶板最大下沉量为85mm。

4 结论

1)极近距离煤层上、下煤层开采过程中相互扰

动、相互影响,造成上覆煤层采空区贯通顶板破碎情况下巷道围岩支护困难,严重影响了巷道围岩的稳定性。

2)结合地质条件以及巷道所处位置的实际情况提出了两套支护方案,通过数值模拟比较和理论分析确定了最终支护方案,即采用锚带网+注浆锚索+桁架组合支护,最大程度的发挥主动作用。

3)13号煤胶带运输大巷采用锚带网+注浆锚索+桁架组合的支护技术,有效抑制了巷道变形,确保了矿井的安全高效生产,以后可在类似近距离煤层开采采空区下煤层巷道中推广应用。

参考文献:

- [1] 高明仕,郭春生,李江峰,等.厚层松软复合顶板煤巷梯次支护力学原理及应用[J].中国矿业大学学报,2011(3):333-338.
GAO Mingshi, GUO Chunsheng, LI Jiangfeng, *et al.* Mechanical Principles and Application of a Multi-length Support Technology to a Coal Roadway with Thick Soft Combined Roof During Deep Mining[J]. Journal of China University of Mining Technology, 2011(3):333-338.
- [2] 张农,高明仕.煤巷高强预应力锚杆支护技术与应用[J].中国矿业大学学报,2004(5):524-527.
ZHANG Nong, GAO Mingshi. High-Strength and Pretension Bolting Support of Coal Roadway and Its Application[J]. Journal of China University of Mining Technology, 2004(5):524-527.
- [3] 高明仕,张农,郭春生,等.三维锚索与巷帮卸压组合支护技术原理及工程实践[J].岩土工程学报,2005(5):587-590.
GAO Mingshi, ZHANG Nong, GUO Chunsheng, *et al.* Mechanics and Practice of Combined Supporting Technology of 3D Anchor-cable and Unloading Technology of Wall of Roadway[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2005(5):587-590.
- [4] 刘波涛,高明仕,闫高峰,等.锚杆(索)让压装置作用原理及力学特性实验研究[J].金属矿山,2011(6):127-129.
LIU Botao, GAO Mingshi, YAN Gaofeng, *et al.* Experimental Research on Functional Principle of the Yielding Anchor Bolts (Cables) and Its Mechanical Property[J]. Metal Mine, 2011(6):127-129.
- [5] 高明仕,张农,窦林名,等.我国煤巷锚杆支护技术的“两朵乌云”[J].能源技术与管理,2004(5):1-4.
GAO Mingshi, ZHANG Nong, DOU lingming, *et al.* Two Big Problems of the Roadway Bolt-supporting Technique in China [J]. Energy Technology and Management, 2004(5):1-4.
- [6] 张宏伟,韩军,海立鑫,等.近距煤层群上行开采技术研究[J].采矿与安全工程学报,2013(1):63-67.
ZHANG Hongwei, HAN Jun, HAI Lixin, *et al.* Study on Closed Multiple-seam in the Ascending Mining Technology[J]. Journal of Mining and Safety Engineering, 2013(1):63-67.
- [7] 侯朝炯,柏建彪,张农,等.困难复杂条件下的煤巷锚杆支护[J].岩土工程学报,2001,23(1):84-88.
HOU Chaojiong, BAI Jianbiao, ZHANG Nong, *et al.* Coal Roadway Bolting under Difficult and Complex Conditions[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2001, 23(1):84-88.
- [8] 方新秋,郭敏江,吕志强.近距离煤层群回采巷道失稳机制及其防治[J].岩石力学与工程学报,2009(10):2059-2067.
FANG Xinqiu, GUO Minjiang, LV Zhiqiang. Instability Mechanism and Prevention of Roadway under Close-distance Seam Group Mining [J]. Chinese Journal of rockmechanics and Engineering, 2009(10):2059-2067.

(编辑:樊敏)