

深井软岩煤巷两种不同参数下的支护效果比较

赵一鸣, 张农, 李桂臣, 阚甲广

(中国矿业大学矿业工程学院, 江苏徐州 221008)

摘要: 随着煤矿开采深度的进一步加深, 深井软岩煤巷支护问题日益突出, 已成为制约矿井安全高效生产的一个难题。原有适合浅部的普通锚梁网支护形式, 无论在支护强度上还是在支护产品本身的性能特征上, 都已不适应深井软岩煤巷变形, 深部软岩煤巷围岩变形特征具有明显的流变特性。本文针对某矿 1262 (1) 深井软岩煤巷具体条件, 比较分析其在两种不同支护参数下的支护效果, 提出了通过升级支护产品, 提高单位面积支护强度, 施加超高强预应力, 充分利用围岩自身形成整体支护机构的支护思想, 实践证明这种超高强预应力组合锚杆支护可以实现深井软岩巷道支护的长期稳定。

关键词: 采矿工程; 深井; 软岩; 煤巷; 支护效果

中图分类号: TD825.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-2850(2008)00-0692-4

Comparison of the supporting effects of soft coal roadway under two different supporting parameters in deep mine

ZHAO Yiming, ZHANG Nong, LI Guichen, KAN Jiaguang

(School of Mining Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008)

Abstract: As mining depth increases, the supporting problem of soft coal roadway in deepmine becomes increasingly acute. It has set a big obstacle to safe and high-efficient mining. The conventional bolting support method can not meet the difficult geological conditions to protect the surrounding rock from being deformed. The deformation bears evident rheological properties. In this paper, the supporting effects of 1262(1) soft coal roadway under two different supporting parameters in deep mine were compared and analyzed. The results showed that, by upgrading the supporting productions, strengthening supporting intensity on unit area, exerting super high strength prestress and full use of the rock's self-loading capacity, long-term stability of the soft coal roadway could be achieved.

Key words: mining engineering; deep mine; soft rocks; coal roadway; supporting effect

0 引言

随着国内资源需求量的不断增长, 矿井开采不断向深度发展, 深井软岩煤巷支护问题日益突出, 已成为制约现代化矿井安全高效生产的一个难题。原有的支护方式及支护强度已很难适应深井软岩煤巷的变形特征^[1~2], 也无法有效控制巷道围岩的变形破坏, 大多数深井软岩煤巷只有通过多次修复才能满足生产, 而重复修复无形中大大增加了矿井的生产成本。因此深入研究安全经济且适合深井软岩煤巷的支护方式已刻不容缓。本文针对某矿 1262 (1) 深井软岩煤巷两种支护参数下的支护效果进行分析研究, 初步提出深井软岩煤巷的支护方向。

1 工程背景

埋深—900 m 左右, 地面标高平均+40 m, 走向长 2 677 m, 倾斜长 253 m, 1262 (1) 煤巷所在

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划 (NCET-06-0478); 中国矿业大学科技基金 (2006B002)

作者简介: 赵一鸣 (1981—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 深井软岩巷道围岩控制

通信联系人: 张农, 博士生导师, 主要研究方向: 巷道支护、围岩控制及采煤方法, E-mail: zhangnong@126.com

工作面主采煤层为 11—2 煤，其平均厚度 2.6 m，平均倾角 3°左右，由东北向西南煤层有增厚趋势，煤层自身强度较低，单轴抗压强度为 0.91 MPa。巷道顶底板为泥岩和砂质泥岩，其单轴抗压强度为 7.9 MPa 和 13.8 MPa，且各发育有一煤线。1262 (1) 煤巷顶底板综合柱状图，如图 1 所示。

2 两种不同支护参数

两种支护参数下巷道都紧跟 11—3 煤层顶板施工，巷道采用矩形断面，断面尺寸为：净宽×净高=5.0 m×3.0 m。方案一中参数为矿方简单采用经验及简单的工程类比法所得，方案二中参数是运用理论分析、数值计算等所得。

2.1 方案一

1) 巷道顶板采用 7 根 $\Phi 20$ mm×2 500 mm 的 20 MnSi 左旋无纵筋螺纹钢高强锚杆加 4.8 m 长的平钢带，锚杆间排距：750 mm×800 mm；

2) 巷道两帮采用 4 根 $\Phi 18$ mm×2 200 mm 专用螺纹钢左旋超锚杆加 2.8 m 长平钢带支护，锚杆间排距：920 mm×800 mm；

3) 每 2 排锚杆布置一套 $\Phi 18$ mm×7 300 mm 的锚索梁，锚索间排距：2 000 mm×800 mm；

4) 巷道采用铁丝菱形金属网护表；

5) 每根锚杆采用 1 支 K2360 和 1 支 Z2380 药卷加长锚固，预紧力不低于 50 kN，锚固力不低于 100 kN；锚索采用 1 支 K2360 和 2 支 Z2380 树脂药卷加长锚固，预紧力不低于 80 kN，锚固力不低于 200 kN。

具体支护参数如图 2 所示。

2.2 方案二

1) 巷道顶板采用 7 根 $\Phi 22$ -M24-2 800 mm IV 级左旋锚杆专用螺纹钢超高强预拉力锚杆加 4.8 m 长的 M5 型钢带，锚杆间排距：750 mm×800 mm；

2) 巷道两帮采用 5 根 $\Phi 20$ -M22-2 500 mm 左旋锚杆专用螺纹钢高强预拉力锚杆加 2.8 m 长 M4 型钢带支护，锚杆间排距：650 mm×800 mm；

3) 每 2 排锚杆之间偏相邻的工作面煤体侧位置布置一套高预应力锚索梁，距回采工作面煤体侧布置一套走向高预应力锚索梁锚索钻孔，锚索规格 $\Phi 17.8$ m×7.3 m；

4) 巷道采用钢塑复合网护表；

5) 顶帮破碎处，加强施工 3~4 根单体锚杆，采用加长锚固方式；

6) 点柱：每两排锚杆在巷道顶板中间位置；

7) 每根锚杆采用两节 Z2360 型中速树脂药卷加长锚固，预紧力不低于 60 kN，锚固力不低于 120 kN；锚索采用三节 Z2360 中速树脂药卷加长锚固，预紧力不低于 80 kN，锚固力不低于 200 kN。

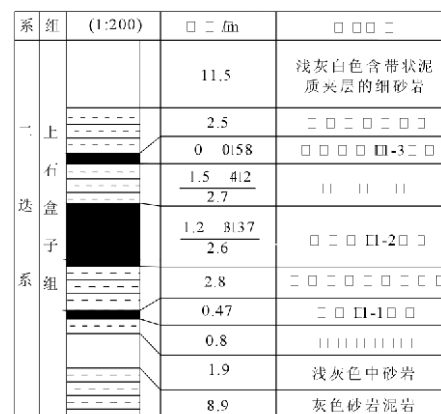


图 1 1262 (1) 煤巷顶底板地层综合柱状图

Fig.1 Stratigraphic column diagram of 1262 (1) coal roadway

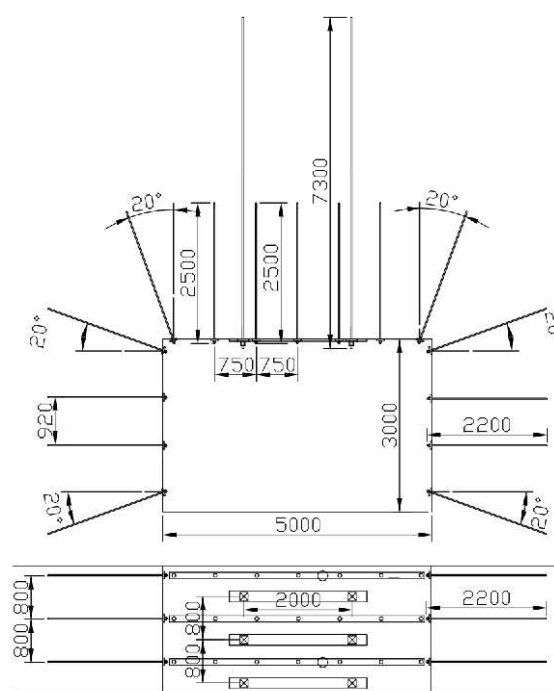


图 2 方案一：巷道锚杆锚索支护参数示意图

Fig.2 The supporting map of bolt and cable anchor of the roadway in scheme 1

具体支护参数如图3所示。

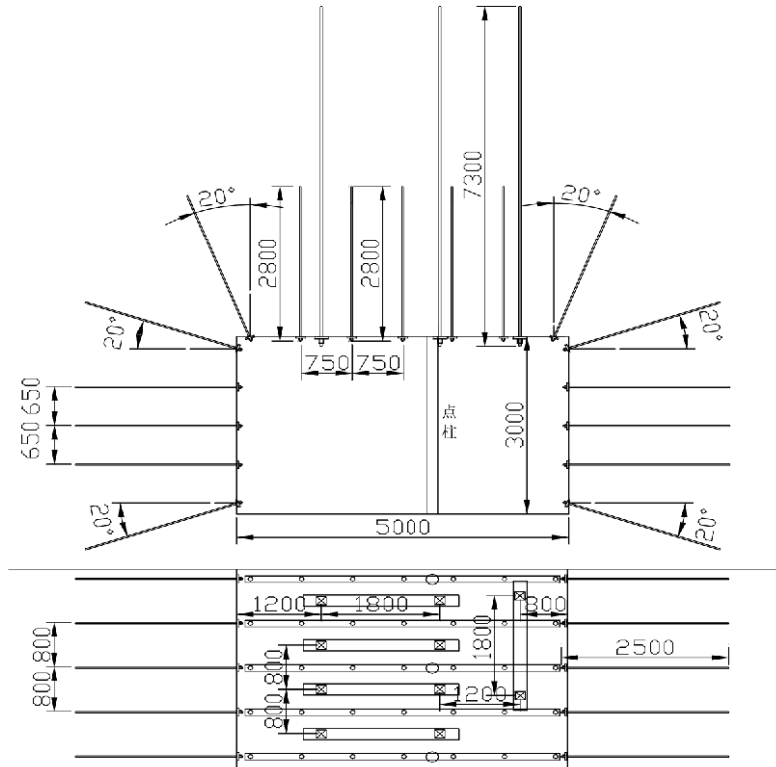


图3 方案二：巷道锚杆锚索支护参数示意图

Fig. 3 The supporting map of bolt and cable anchor of the roadway in scheme 2

3 支护效果对比分析

采取方案一中参数进行支护时，巷道四周变形剧烈，三天之内两帮相对位移达到1.3 m左右，顶底板相对位移量1.6 m，其中顶板下层量达到了0.41 m，无法保障施工安全，考虑到后期的使用安全，巷道按方案一只施工约30 m左右就改为加棚支护。

后期按照方案二中参数进行施工，巷道变形得到了有效控制，顶底板及两帮相对位移大约经过20 d左右趋于稳定，其变形曲线如图4、图5所示。巷道顶板在超高强预应力锚杆锚索约束条件下其下沉量为50 mm，两帮相对位移约为225 mm，巷道变形主要表现为底鼓，底鼓量约为230 mm，其巷道完全可以在不用修复的情况下满足安全使用要求。

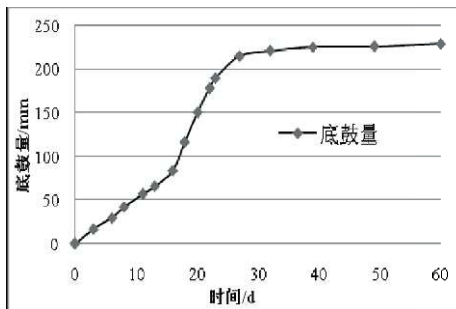


图4 巷道底鼓量变化曲线图

Fig. 4 The change curve of floor heave

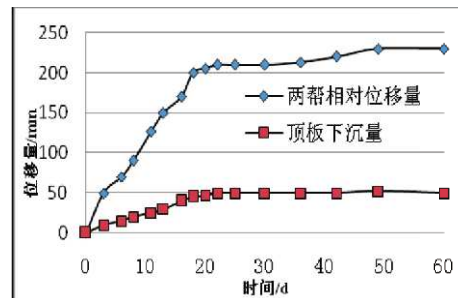


图5 巷道两帮位移量及顶板下沉量变化曲线图

Fig. 5 The change curve of relative displacement of roof and bottom and that of the walls of roadway

两种支护参数下巷道支护效果相差如此之大，具体分析，主要有三个原因：

1) 从支护材料上讲，方案一采用的是 20 MnSi 左旋无纵筋螺纹钢高锚杆和平钢带，方案二中采用的是 IV 级左旋锚杆专用螺纹钢超高强预拉力锚杆和 M 型钢带。方案二中的支护材料是煤巷锚杆支护的升级产品，刚度、强度和延伸率都高于一般的支护材料，能更好地适应深井高地压软岩巷道的变形。

2) 方案一的锚杆长度小于方案二中所采用的锚杆长度，而实测巷道松动圈^[3~4]为 2.3 m 左右，因此方案一中锚杆有效的锚固范围在巷道开挖引起的围岩破碎带内，且施工时要求的预紧力较低，虽然能够在巷道周边利用围岩本身形成较小范围内的承载结构，但无法有效约束深部巷道围岩由弹性区向破碎区转变，因此无法有效约束巷道整体变形。

3) 两种支护参数提供的支护强度不同。方案一采用的是普通锚梁索网支护，方案二采用的是超高强预应力组合锚杆支护^[5~6]。不论从钢带的强度和刚度上，还是从锚杆锚索提供的约束力上，方案二都远高于方案一。同时相关研究表明，对于深井软岩煤巷，超高强预应力组合锚杆支护能够及时提供更高的支护强度，使围岩本身更容易形成承载结构，从而达到有效限制巷道围岩变形的目的。

4 结论

通过以上对比分析可知，对于深井软岩煤巷支护，普通的锚梁网支护已不能有效控制深井软岩煤巷的变形，只有通过升级支护产品，提高单位面积内的支护强度，利用超高强预应力组合锚杆支护，同时采用超高强预应力锚索梁来强化顶板，降低两帮应力集中程度，充分调动围岩自身承载能力形成承载结构，才能够实现深井软岩煤巷的长期稳定。

[参考文献] (References)

- [1] 姚裕春. 高水平应力软岩巷道围岩变形机理及支护对策[D]. 西安: 西安科技学院, 2002.
YAO Y C. Mechanism of deformation of soft rock roadway with high horizontal geo-stress and its supporting measures[D]. Xi-an: Xi-an of Science and Technodgy University, 2002. (in Chinese)
- [2] 杜计平, 苏景春. 煤矿深井开采的矿压显现及控制[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000.
DU J P, SU J C. Pressure appearing and control of mining in deep[M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 2000. (in Chinese)
- [3] 董方庭. 巷道围岩松动圈支护理论及应用技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
DONG F T. The supporting theory based on broken zone and its application technology[M]. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2001. (in Chinese)
- [4] 靖洪文. 深部巷道大松动圈围岩位移分析及应用[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
JING H W. Displacement analysis of the big broken rock zone and its application in deep mine[M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 2001. (in Chinese)
- [5] 侯朝炯, 勾攀峰. 巷道锚杆支护围岩强度强化机理研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2000 (19): 342~345.
HOU C J, GOU P F. Mechanism study on strength enhancement for the rocks supporting roadway supported by bolt [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2000(19): 342~345. (in Chinese)
- [6] 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 (9): 524~527.
ZHANG N, GAO M S. High-strength and pretension bolting support of coal roadway and its application[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2004(9): 524~527. (in Chinese)