

文章编号:1673-9469(2009)04-0079-04

煤巷锚网索支护矿压显现规律数值模拟研究

赵俊楼¹,张香玲¹,张立华²,崔延昆³

(1.河北工程大学,河北邯郸 056038;2.邯郸市盛达建筑有限公司,河北邯郸 056002;
3.邯郸市建筑业管理办公室,河北邯郸 056000)

摘要:本文结合观台矿实际情况,采用数值模拟方法对煤巷锚网索支护进行分析研究,得出了不同支护参数条件下巷道围岩变形规律,以及高水平应力是导致巷道加剧变形直至破坏的主要原因,既验证了支护参数合理性,又对支护效果进行预测,为优化支护参数提供理论依据。

关键词:锚网索支护;数值模拟;煤巷

中图分类号:

文献标识码:A

Numerical simulation study of strata behavior regularity in coal roadway with bolt - mesh - anchor support

ZHAO jun-lou¹,ZHANG xiang-ling¹,ZHANG li-hua²,CUI yan-kun³

(1. Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 2. Handan Shengda Construction Co. LTD, Hebei Handan 056034, China; 3. Handan City Construction Management Office, Hebei Handan 056003, China)

Abstract: Based on the practical situation of Guantai mine, this research used numerical simulation method to analyze and studied the coal roadway with bolt - mesh - anchor support. The transforming rule of roadway under different support parameters was gained. The results show that the high level stress is the main factor to intensify roadway to deformation, which not only verifies reasonability of support parameters, but also predicts support effect. Therefore, theory evidence will be provided for optimizing support parameters.

Key words: bolt - mesh - anchor support; numerical simulation; coal roadway

巷道掘进采用锚网索支护在观台矿已有十几年的历史,经过不断发展与改进,锚网索支护技术已经日趋完善,并积累了许多成功的经验。由于其使用方便、支护效果明显、材料成本低以及易实现机械化作业等优点,其应用范围愈来愈广。但对锚网索支护的计算,以及锚网索支护参数选择方面仍存在不少问题。现针对磁县六和工业有限公司观台矿的实际情况并结合本人在该矿多年的工作实践浅谈锚网索煤巷支护中矿压显现规律数值模拟研究。

1 试验巷道概况

1.1 地质生产条件

观台矿 2506 工作面所采 2[#] 煤层,平均厚 4.5 m,倾角 7°~9°。煤层顶底板岩性如表 1 所示。

2506 回风巷道埋深为 -750m,巷道为矩形断面,沿 2504 工作面采空区边缘留 3~5m 小煤柱跟底掘进,高 3.5m,宽 4.5m。

1.2 开采技术条件

1)锚网索支护初始设计参数及矿压显现:采用锚杆配合锚索支护,锚杆材质为螺纹钢,支护形式、参数如表 2 所示,其中顶板锚索沿巷道走向按一排一根锚索、一排两根锚索相间布置,间距为 2 400mm。

为判断锚网索支护参数设计的合理性,在巷道服务期内对其进行了支护效果监测。现场监测结果表明,2506 回风巷在整个服务期间变形很大,两帮移近量最大达 668mm,巷道底鼓严重,最大达 810mm,断面收敛率最大达 65.48%,严重影响了正常使用,说明锚网索初始支护参数需要加以改进。

收稿日期:2009-10-09

作者简介:赵俊楼(1963-),男,工程师,河北元氏人,从事采矿工程方面的研究。

表 1 2# 煤顶底板岩性
Tab. 1 Roof and floor lithologic of 2# coal

厚度/m	岩层名称	岩性描述
5.2	砂质泥岩	含砂量分布均匀,断层面见植物化石,底部见植物化石。
4.3	细砂岩	以石英长石为主,钙泥质胶结见泥质条带组成水平层理。
2.3	砂质泥岩	含砂自上而下逐渐减少,近底部见植物化石和黄铁矿斑块。
0.2	泥岩	灰黑色,松软,见植物化石。
4.5	2# 煤	柱块状,油脂光泽,块内裂隙发育,局部有夹矸。
0.32	泥岩	灰黑色,疏松,见植物根化石。
4.6	砂质泥岩	含砂自上而下逐增,见植物化石,微波状层理,不平整断面。

表 2 初始设计参数
Tab. 2 Initial design parameters

类别	锚 杆 / mm					梁、网	锚 索		
	长度	直径	间距	排距	锚固		长度/mm	倾斜角/ $^{\circ}$	排距/m
顶板	1800	20	800	800	300	W 钢带焊接钢筋梁	6000	75 $^{\circ}$	≤ 2.4
上帮	1800	20	700	800	300	W 钢带菱			
下帮	1800	20	700	800	300	形金属网			

表 3 优化设计参数
Tab. 3 Optimization design parameters

类别	锚 杆					梁、网	锚 索			
	长度	直径	间距	排距	锚固		长度/mm	倾斜角/ $^{\circ}$	间距/m	排距/m
顶板	2200	20	700	700	900	W 钢带焊接钢筋梁	7000	70 $^{\circ}$	≤ 1.8	≤ 2.3
上帮	2000	18	700	700	500	W 钢带菱				
下帮	2200	18	600	700	1000	形金属网				

2) 锚网索支护优化设计参数: 进行了锚网索支护参数设计, 优化设计的锚网索支护参数如表 3 所示。

2 数值模拟计算与分析研究

在进行数值模拟时, 分别就初始支护参数和优化支护参数条件下巷道进行数值模拟, 以此进行对比。

2.1 计算模型的建立

构建两个计算模型: 走向模型和倾向模型。其中, 走向模型的尺寸中煤层顶板以上 145m 作为上边界, 煤层底板以下 50m 作为下边界, 自测站布

置点和开切眼各向外扩展 75m 作为模型的左右边界, 整个模型划分成 $46 \times 36 = 1656$ 个单元。倾向模型的尺寸为上、下边界同走向模型, 以运输巷和回风巷各向外扩展 80m 作为模型的左右边界, 模型煤层倾角因素取煤层实际倾角为 8° , 整个模型划分成 $44 \times 35 = 1540$ 个单元。

2.2 模拟结果与分析

1) 数值模拟巷道围岩应力分布规律如图 1 和图 2 所示, 可得出以下应力分布规律:

两种支护参数情况下, 均表现为水平应力比垂直应力大, 高水平应力集中是导致巷道围岩移近量持续增加直至破坏的主要原因。

支护参数优化后, 巷道周边最大水平应力由

19MPa 减小为 14MPa,最大垂直应力由 13MPa 减小为 8MPa,围岩的受力状况得到改善,最终减少巷道围岩位移,保证巷道的正常使用。

巷道下帮(采空区小煤柱侧)的围岩应力均比上帮(实体煤柱侧)的围岩应力大,说明巷道沿空侧受采动影响的矿压显现比实体侧明显。现场实测结果也证实了这一现象。

2)巷道围岩位移分布规律如表 4、图 3、图 4 所示。初始支护参数和优化支护参数两种情况下,底鼓量占顶底累计移近量分别为 71% 和 68%,且下帮(小煤柱侧)的位移量比上帮的位移量都大。说明控制巷道底鼓和下帮的位移是保证该巷道稳定的关键。

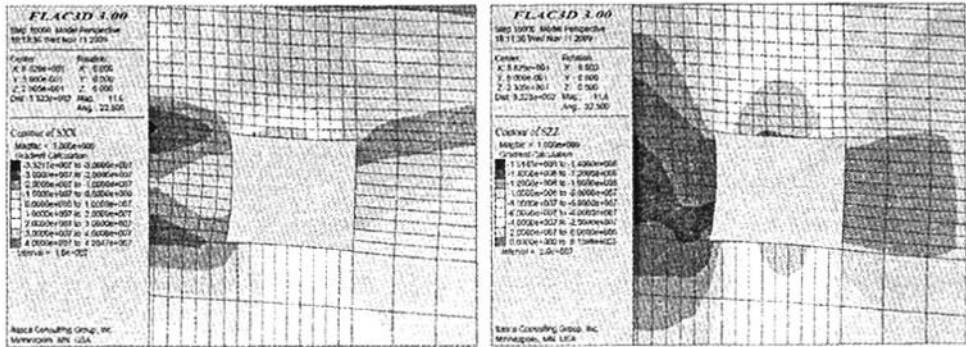
支护参数优化后,巷道围岩位移量很大地减

小,两帮移近减少 41.7%,其中下帮移近减少 38.4%;顶底移近减少 46.89%,其中底鼓量减少 48.6%;断面收敛率由平均 50%减小为 29%。

表 4 巷道围岩表面位移

Tab.4 Displacement on the surface of roadway surrounding rock

位移 /mm	方式	初始参数现场监测		数值模拟	优化参数数值模拟
		掘进期间	回采期间		
水平位移	上帮	178	361	477	262
	下帮	99	343	490	302
	两帮	377	668		
垂直位移	顶板	147	162	288	165
	底板	582	810	694	357

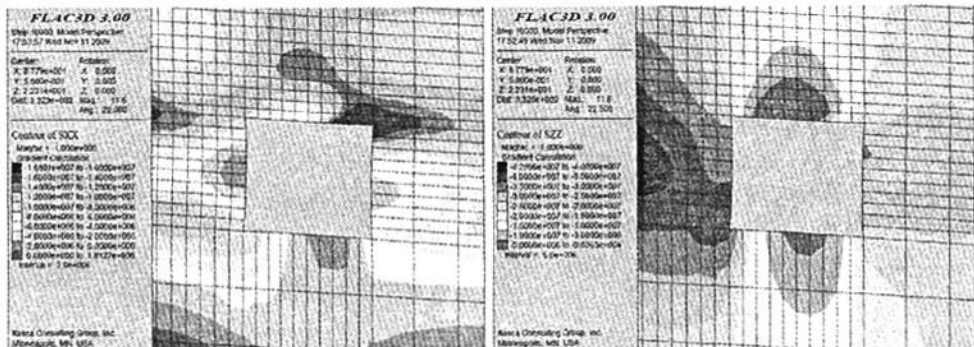


(a) 水平应力

(b) 垂直应力

图 1 初始支护参数的巷道围岩应力图

Fig.1 Stresses in roadway surrounding rock of initial design parameters



(a) 水平应力

(b) 垂直应力

图 2 优化支护参数的巷道围岩应力图

Fig.2 Stresses in roadway surrounding rock of optimization design parameters

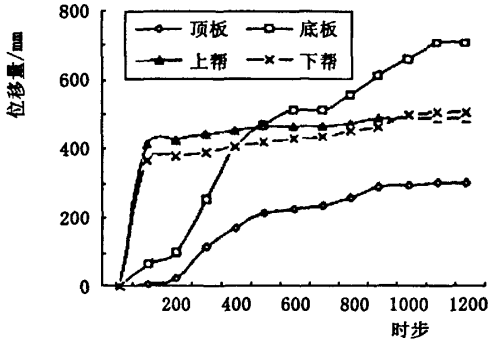


图3 初始支护参数巷道表面位移变化曲线

Fig.3 Initial support parameters roadway surface displacement curve

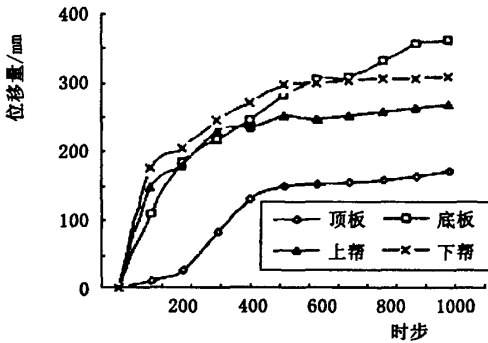


图4 优化支护参数巷道表面位移变化曲线

Fig.4 Optimize support parameters roadway surface displacement curve

3 结论

1) 支护参数优化后, 巷道围岩位移显著减少,

提高了围岩的整体稳定性。

2) 采动影响后巷道围岩应力分布以水平应力为主, 高水平应力是导致巷道加剧变形直至破坏的主要原因。


3) 底鼓量大于顶板下沉量, 下帮移近量大于上帮移近量, 说明控制巷道底鼓和下帮的位移是保证该巷道稳定的关键。

参考文献:

- [1] 刘新河, 张香玲, 李瑞敬, 等. 向斜轴部巷道综合支护工程应用[J]. 煤炭工程, 2007, 4(11): 19-22.
- [2] 钱鸣高. 岩层控制中的关键层理论研究[J]. 煤炭学报, 1996, 6(3): 21-23.
- [3] 程秀芝. 煤巷锚杆支护质量的应力波检测技术[J]. 黑龙江科技学院学报, 2009, 19(5): 391-393.
- [4] 徐则民, 黄润秋, 范柱国. 长大隧道岩爆灾害研究进展[J]. 自然灾害学报, 2004(2): 16-23.
- [5] ZUBELEWICE A, MROZ Z. Numerical simulation of rock-burst process treated as problems of dynamic instability[J]. Rock Mechanics and Rock Engineering, 1983(16): 253-274.
- [6] MUELLER W. Numerical simulation of rock burst[J]. Mining Science & Technology, 1991(12): 27-42.
- [7] 张晓春, 杨挺青, 缪协兴. 冲击矿压的模拟试验研究[J]. 岩土工程学报, 1999, 21(1): 66-70.
- [8] 张晓春, 缪协兴, 杨挺青. 冲击矿压的层裂板模型及实验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 1999, 18(5): 497-502.
- [9] 张晓春, 缪协兴. 层状岩体中洞室围岩层裂及破坏的数值模拟研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(11): 1645-1650.

(责任编辑 马立)

煤巷锚网索支护矿压显现规律数值模拟研究

作者: [赵俊楼](#), [张香玲](#), [张立华](#), [崔延昆](#), [ZHAO jun-lou](#), [ZHANG xiang-ling](#), [ZHANG li-hua](#), [CUI yan-kun](#)
作者单位: [赵俊楼,张香玲,ZHAO jun-lou,ZHANG xiang-ling\(河北工程大学,河北,邯郸,056038\)](#), [张立华,ZHANG li-hua\(邯郸市盛达建筑有限公司,河北,邯郸,056002\)](#), [崔延昆,CUI yan-kun\(邯郸市建筑业管理办公室,河北,邯郸,056000\)](#)
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年,卷(期): 2009,26(4)
被引用次数: 6次

参考文献(9条)

1. 刘新河;张香玲;李瑞敬 [向斜轴部巷道综合支护工程应用](#)[期刊论文]-[煤炭工程](#) 2007(11)
2. 钱鸣高 [岩层控制中的关键层理论研究](#)[期刊论文]-[煤炭学报](#) 1996(03)
3. 程秀芝 [煤巷锚杆支护质量的应力波检测技术](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2009(05)
4. 徐则民;黄润秋;范柱国 [长大隧道岩爆灾害研究进展](#)[期刊论文]-[自然灾害学报](#) 2004(02)
5. ZUBELEWICZ A;MROZ Z [Numerical simulation of rockburst process treated as problem of dynamic instability](#)[期刊论文]-[Rock Mechanics and Rock Engineering](#) 1983(16)
6. MUELLER W [Numerical simulation of rock burst](#)[期刊论文]-[Mining Science & Technology](#) 1991(12)
7. 张晓春;杨挺青;缪协兴 [冲击矿压的模拟试验研究](#)[期刊论文]-[岩土工程学报](#) 1999(01)
8. 张晓春;缪协兴;杨挺青 [冲击矿压的层裂板模型及实验研究](#)[期刊论文]-[岩石力学与工程学报](#) 1999(05)
9. 张晓春;缪协兴 [层状岩体中洞室围岩层裂及破坏的数值模拟研究](#)[期刊论文]-[岩石力学与工程学报](#) 2002(11)

引证文献(6条)

1. 孙广义 [矿井围岩与支护系统复杂性研究](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2010(2)
2. 黄洁 潘三矿13槽大断面复合顶板锚索网支护初探[期刊论文]-[山西建筑](#) 2010(25)
3. 沈丽惠;齐俊启;赵志艾;徐飞;乔军 [煤层气生成及含气量控制因素](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2010(1)
4. 武文越;孙德宁;刘洪学;马垄翔 [特厚煤层大断面矩形煤巷围岩力学特征及控制](#)[期刊论文]-[陕西煤炭](#) 2013(4)
5. 常聚才;谢广祥 [深井巷道围岩滞后注浆加固的合理时间](#)[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2011(5)
6. 吕瑞;陈培元;田佳丽 [煤层气成藏机理、开采技术及研究方向](#)[期刊论文]-[石油化工应用](#) 2013(7)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200904020.aspx