

回采巷道支护参数优化与实践效果分析

侯晓峰

(山西霍尔辛赫煤业有限责任公司, 山西长治 046600)

摘要:以某煤矿5#煤层为研究对象,在具体设计中根据5#煤层条件及特点,合理介绍两种巷道支护参数优化设计方案,并通过数值模拟分析对两种巷道支护参数优化设计方案进行应力分布及巷道模拟实验。对比分析后,选出最优方案,将最优方案应用于工程实践,确认最优方案的工程应用实践效果。

关键词:回采巷道;支护参数;优化设计;工程实践效果

1 回采巷道支护参数优化设计

某煤矿工作面长约301m,采高为3.5m,矿井年生产能力约8Mt。煤矿地层走向和倾向分别为北西、南西,倾角约 1° 。该煤矿5#煤层直接顶岩性以粉砂岩和细粒砂岩为主,厚度约3.27m;老顶岩性以细粒砂岩为主,厚度约15.95m;直接底板岩性以中粒长石、石英砂岩为主,厚度约14.23m。51103工作面长度和开采高度分别为301m、3.5m,运输巷和辅运巷宽度分别为5.6m和5.4m,巷道围岩松动范围为顶板1.4m,左帮1.24m,右帮1.23m。巷道内无明显片帮、冒顶情况,根据工作面巷道地质及条件及特点,提出以下两种回采巷道支护参数优化设计方案。

A3圆钢锚杆支护方案:巷道支护方式采用“锚杆+锚网”支护。顶板锚杆采用A3圆钢,直径16mm,长度为1.6m、间距和排距均为1.0m;工作面侧锚杆采用玻璃钢,直径16mm,长度为1.7m,间距和排距均为1.0m;煤柱侧锚杆采用A3圆钢,长度为1.8m,间距和排距均为1.2m。树脂锚固剂采用K2335。顶板锚网选用直径为3~4mm,网孔为30mm×30mm的菱形钢锚网;两帮锚网选用网孔为30mm×30mm的塑料锚网,锚固区域为邻近顶板2m范围。

左旋无纵筋支护方案:巷道支护方式采用“锚杆+锚网”支护。顶板锚杆采用左旋无纵筋螺纹钢,直径18mm,长度为1.8m、间距和排距均为1.2m;工作面侧锚杆采用玻璃钢,直径16mm,长度为1.7m,间距和排距均为1.2m;煤柱侧锚杆采用左旋无纵筋螺纹钢,直径16mm,长度为1.7m,间距和排距均为1.2m。树脂锚固剂选用K2335。顶板锚网选用直径为3~4mm,网孔为30mm×30mm的菱形钢锚网;两帮锚网选用网孔为

30mm×30mm的塑料锚网,锚固区域为邻近顶板2m范围。

2 回采巷道应力分布及巷道模拟实验

2.1 数字仿真模型构建

为能够获取支护后巷道松动范围分布情况,采用UDEC数值模拟分析软件构建巷道数值仿真模拟,此模型中巷道断面为5.4m×3.6m。根据以上两种巷道支护参数优化设计方案对模型进行支护处理,锚固方式设置为端锚。模型构建完成后,对模型进行网格划分及参数配置,其中网格划分采用自由网格划分,参数配置中除了为模型配置以上支护参数外,还需要为锚杆设置配置材料参数^[1]。所涉及的锚杆材料分别为A3圆钢、玻璃钢、左旋无纵筋螺纹钢,不同锚杆材料对应的屈服强度、极限强度以及延伸率分别为240MPa、380MPa、25%;335MPa、420MPa、1.5%;400MPa、490MPa、25%。

2.2 回采巷道应力分布及巷道模拟实验

2.2.1 A3圆钢锚杆支护方案

按照A3圆钢锚杆支护方案对回采巷道进行支护后,获取到相应的数值仿真分析结果。可知,采用A3圆钢锚杆支护方案对回采巷道支护后,巷道围岩应力将会重新分布,并且在巷道两侧1.3~3.7m范围内出现应力增高区域,该区域为巷道侧向支撑压力;巷道顶底板0~1.36m范围内出现主卸压区。支护后巷道水平方向和垂直方向的围岩压力值均不超过原岩应力的35%,并且巷道整体塑性区域分布减小,两帮完整性良好,说明A3圆钢锚杆支护方案具有较好的巷道支护效果。

2.2.2 左旋无纵筋支护方案

左旋无纵筋支护方案数值仿真分析过程与A3圆钢锚杆支护方案数值仿真分析过程基本一致,以下直接说

明仿真结果。采用左旋无纵筋支护方案对回采巷道支护后,巷道围岩应力将会重新分布,并且在巷道两侧1.5~4.0m范围内出现应力增高区域,该区域为巷道侧向支撑压力;巷道顶底板0~1.39m、两帮0~1.26m范围内出现主卸压区。支护后巷道水平方向和垂直方向的围岩压力值均不超过原岩应力的35%,并且巷道整体塑性区域分布减小,两帮完整性良好,说明左旋无纵筋支护方案具有较好的巷道支护效果。

3 回采巷道参数优化设计方案比选

3.1 回采巷道支护参数比较

该煤矿5#煤层51103工作面原支护方案采用“锚杆+锚索”支护。顶板锚杆采用A3圆钢,直径18mm,长度为2.1m、间距和排距均为1.0m;工作面侧锚杆采用玻璃钢,直径16mm,长度为1.6m,间距和排距均为0.9m;煤柱侧锚杆采用A3圆钢,直径16mm,长度为1.6m,间距和排距均为1.0m。顶板锚索横向间距为2m,纵向间距为3m。

综合对比原支护方案、A3圆钢锚杆支护方案、左旋无纵筋支护方案后确认。相较于原支护方案,A3圆钢锚杆支护方案分别减少顶部锚杆直径和长度,增加工作面侧锚杆间排距;左旋无纵筋支护方案增大巷道支护间排距的同时,适当缩减顶板锚杆长度,增加工作面侧和煤柱侧锚杆长度;对比A3圆钢锚杆支护方案和左旋无纵筋支护方案后确认,左旋无纵筋支护方案间排距更大,而A3圆钢锚杆支护方案顶板支护锚杆长度和直接更小^[1]。

总体来说,相较于原支护方案,A3圆钢锚杆支护方案和左旋无纵筋支护方案均去除顶部锚索支护,并且根据松动范围可知,两种支护方案均较为安全可靠。

3.2 回采巷道经济性比较

原支护方案:原支护方案中回采巷道顶板、工作面侧以及煤柱侧单排所需要锚杆数量分别为6个、3个、3个;百米排数分别为100排、111排、100排;锚杆单价分别为12元/根、9元/根、8.5元/根。锚索每排2根,每排间距为3m、百米设置33排,单根价格为23元。所有支护打孔费用为50元,预计总额为79212元。

A3圆钢锚杆支护方案:A3圆钢锚杆支护方案中回采巷道顶板、工作面侧以及煤柱侧单排所需要锚杆数量分别为6个、3个、3个;百米排数分别为100排、100排、100排;锚杆单价分别为10.8元/根、9元/根、8.5元/根。所有支护打孔费用为50元,预计总额为71730元。

左旋无纵筋支护方案:左旋无纵筋支护方案中回采巷道顶板、工作面侧以及煤柱侧单排所需要锚杆数量分别为5个、2个、2个;百米排数分别为83排、83排、83排;锚杆单价分别为10.8元/根、9元/根、8.5元/根。所有支护打孔费用为50元,预计总额为4475元。

总体来说,相较于原支护方案和A3圆钢锚杆支护方案,左旋无纵筋支护方案的经济效益更高,所以在回采巷道支护中应优先选用左旋无纵筋支护方案。

4 回采巷道优化设计的工程应用实践效果分析

综合上述分析过程可知,三种回采巷道支护方案中,最佳支护方案为左旋无纵筋支护方案。将支护方案应用于51103工作面。在工程应用实践中,为获取更为全面的数据信息,保障巷道围岩失稳等安全风险的及时发现和处理,在应用过程中分别采用顶板离层仪、锚杆受力计对巷道顶板历程情况以及锚杆受力情况进行监测分析。其中顶板离层仪更设置2个测站,分别布设在距离工作面50m和100m区域,每个测站布置两个2观测断面,断面间距为2m,每个断面布置1个顶板离层仪;锚杆受力计测站布设距离与顶板离层仪相同,每个测站同样布设两个断面,断面间距为2m,每个断面设置6个锚杆受力计,分别布设在围岩顶板及两帮。

分析回采巷道围岩监测结果,发现巷道顶板离层现象较不明显,最大离层位移为4mm,并且随着工作面的持续推进,顶板离层位移也逐步趋于稳定;支护后巷道围岩支撑压力分布呈现出近场区域快速增加,远场区域缓慢降低的态势,并且随着工作面的持续推进,工作面前方支撑压力峰值呈现出先增大后减小的特征,但该应力峰未超过锚杆破坏载荷,说明支护后对巷道变形的影响较小,可保障巷道围岩稳定性。

5 结束语

以某煤矿5#煤层51103工作面为研究对象,介绍一种回采巷道支护最优参数设计方案,此方案为左旋无纵筋支护方案。结合数值模拟分析与工程应用分析可知,左旋无纵筋支护方案在经济性、围岩控制等方面均有着一定优势,可有效保障巷道掘进安全性的同时,降低巷道支护成本。

参考文献

- [1] 周江东. 厚层灰岩顶板回采巷道支护参数优化数值模拟分析[J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(8): 82-85.