超千米埋深高地压掘进工作面新型支护技术研究与应用

惠纪永

山东能源肥矿集团梁宝寺煤矿

DOI:10.32629/gmsm.v3i3.719

[摘要] 梁宝寺煤矿-1020水平3507轨道顺槽掘进工作面属于超千米埋深高地压条件下支护巷道,煤层具有冲击倾向性,巷道托顶煤施工,煤层破碎,在分析原支护方式存在问题的基础上,研究提出释能吸能抗冲耦合让均压支护系统设计,引进使用释能高吸收功应力显示锚杆和“鸟窝”抗剪切锚索等新型支护材料,巷道支护效果有了较大改观,实践表明,新型支护方式为超千米埋深高地压掘进工作面提供了有效的支护手段,在同类巷道中具有较大推广应用价值。

[关键词] 大埋深; 高地压; 新型支护

前言

现有的锚杆支护设计方法很多,如基于以往经验和围岩分类的经验设计法,基于某种假说和解析计算的理论设计法,以现场监测数据为基础的监控设计法等,大量实践经验证明,单独采用任何一种方法都不符合巷道围岩复杂性和多变性的特点,因而达不到理想的设计效果,为解决超千米埋深高地压条件下巷道支护问题,提高掘进效率和支护效果,进行本新型支护技术研究。

1 原支护方式存在问题

梁宝寺煤矿3507工作面位于-1020水平3500采区北部,工作面标高-1110~-990m;3507轨道顺槽走向长度为860m,平均坡度为 -5° ,采用矩形断面,锚网索联合支护,存在问题如下:

3507轨道顺槽埋深大,超过1000m,属于超千米埋深高地压条件下巷道支护,煤层具有冲击倾向性,巷道托顶煤施工,煤层破碎,因此,巷道支护难度大。全锚索支护巷道顶板煤层支护时间长,围岩及时支护、主动承载的支护理念没有得到发挥。巷道护表强度、刚度不足,使用厚度2.75mm的W钢带和 $\Phi 6$ mm的焊接钢筋网护表,锚索受力后钢带易撕裂、焊接钢筋网焊点易开裂。锚索锁具退锚造成支护失效,全锚索支护在“煤炮”频发的冲击地压条件下,锚索延伸率低,冲击吸收功小,抗冲击能力弱,极易发生退锚。锚杆、锚索安装载荷不足或者不均匀,部分锚杆应力显示环没有压平;锚索安装载荷规定达到40Mpa,实际很难达到一致。锚杆让压环制造质量差不起作用,让压环没能起到释能让压的作用,锚杆破断后让压环没有动作,制造的让压环让压点、让压距离参数不清楚,制造单位仅是仿照。让压环和垫圈的安装顺序倒置。W钢带和 $\Phi 6$ mm焊接钢筋网强度低,W钢带挤压折曲,钢筋网受压开裂漏冒。锚索大托盘和T型钢带配合使用护表不匹配,顶板锚索托盘使用锚杆托盘强度不匹配,锚索大托盘没有发挥作用,锚杆托盘强度低。

2 释能吸能抗冲耦合让均压支护系统设计

2.1 耦合让均压和耦合让均压抗冲支护

在理论和科研界,有许多传统锚杆支护理论,不同的理论会给锚杆不同的支护机理。典型的支护理论有梁理论、弹塑性松动圈理论、楔体加固理论、拱理论、悬吊理论等。在实际顶板控制实践中,锚杆的支护机理是几种理论综合作用的结果。然而,无论那种理论,和其他支护相比,锚杆支护的最基本点是在一定范围的围岩中,通过锚杆支护系统对围岩施加主动力量实现主动早期支护以增加围岩的强度和自撑能力。

根据弹塑性力学基本原理,所谓耦合的概念对一个单独的支护体相对围岩来讲就是在保证围岩稳定的条件下,支护体(锚杆或索)和围岩间必须达到围岩应力-锚杆载荷平衡(应力-耦合),围岩位移-锚杆变形协调(变形

耦合)。为了保证围岩稳定性和防止锚杆(索)破断,锚杆(索)支护设计必须满足下列条件:

(1) 足够的安装载荷以保证及时主动支护。(2) 适当的支护强度以保证锚杆(索)和围岩间的应力载荷平衡(应力-载荷耦合)。(3) 围岩表面位移满足围岩稳定性要求。(4) 足够的延伸距离以保证锚杆(索)和围岩间的变形协调(变形耦合)。(5) 合理的锚杆(索)的有效支护长度。

因此,作为一个完善的锚杆支护系统必须对下列参数进行合理的设计:(1) 锚杆(索)的安装载荷。(2) 巷道的支护强度。(3) 支护产品(锚杆)的可变形距离。(4) 锚杆的长度。(5) 锚杆支护系统四维工况点:锚杆系统的支护强度,锚杆长度,可变性距和安装载荷统称为四维工况点。各参数之间是相互影响的,改变其中任何一个参数,其他参数将随之变化。

对于冲击地压矿井,支护系统的抗冲能力尤为重要,所以,抗冲击性作为另外一个参数形成了耦合高位让均压抗冲支护系统的五维工况点。

2.2 释能吸能抗冲支护系统

巷道锚杆(索)支护是按一定设计的间排距由数根锚杆(索)组成。为了达到充分发挥每根个体锚杆(索)的作用,防止锚杆(索)早期破断,达到共同支护围岩的作用,个体支护体间也必须达到变形和受力耦合(均压)。整体耦合定义为:个体支护体和围岩间的耦合(让均压)和支护体和支护体之间的耦合(均压)。所以整体耦合包括以下几方面的内容:锚杆系统和围岩耦合、锚索系统和围岩耦合、锚杆间的耦合、锚杆和锚索的耦合。

2.3 新型支护材料

(1) 释能高吸收功应力显示锚杆

释能高吸收功应力显示锚杆特点:释能性、让压性、均载性、高吸能性、高锚固性、安装载荷可视性。

(2) “鸟窝”抗剪切锚索

“鸟窝”抗剪切锚索技术特点:解决了“三径”比不合理、造成拉力不足、树脂搅拌不均匀、锚索偏心不对中等问题,解决了锚索因围岩错动加强的问题。

(3) 护表构件

合理的表面控制措施要求护表构件不仅要有合理的刚度和护表面积,而且要求其抗弯性能要好,保证在巷道围岩压力和变形较大的情况下护表构件不被撕裂及拉断。梁宝寺煤矿3507工作面轨道顺槽这种地质和采矿条件,采用钢带护板配合 $\phi 6$ 钢筋编织网进行护表支护。锚杆系统采用锚杆盘和钢带护板作为护表措施。锚索系统采用M锚索梁与M托盘作为护表措施。M高强度锚索梁具体参数:厚度:6mm米重:18.7kg每米护顶面积:330×1000mm²抗弯截面模量:8981,最大承载能力(1500mm间排距)2775kg。配套的锚索梁托盘规格为:200×200×14mm。 $\phi 8$ mm钢筋编织网, $\phi 8$ mm钢筋编织网的网兜强度为20吨。

3 3507工作面轨道顺槽新型支护方式

3.1 顶板锚杆

锚杆类型: 高强高吸收功应力显示让压锚杆; 间排距: 900×1000mm; 杆体直径: 22mm; 锚杆的长度: 2800mm; 杆体材料: HY500高吸收功杆体; 冲击吸收功120~150J, 杆体材料指标: 屈服强度>21t, 抗拉强度>26t, 延伸率>25%; 安装载荷: 6~8t, 施工安装扭矩不小于300N·m; 托盘: 150×150×10mm高强球型托盘+钢带, 承载力大于33吨; 表面支护: 采用 $\phi 6$, 80×80网格的编织网; 释能让压装置: 释能让压点15~17t, 载荷显示6~8t。顶板锚杆总支护强度: 总屈服支护强度: 126t/m、最大支护强度: 156t/m。

3.2 顶板锚索

锚索类型: 释能防冲锚索; 锚索直径: 22mm; 锚索长度: 正常段锚索长度8000mm; 锚索安装载荷: ≥ 15 t; 高强托盘: 220×200×14mm, 与M锚索梁配套使用; M锚索梁: 3400×330×6mm; 锚索布置: 三三布置, 锚索排距为1000mm, 在巷道中心和中心两侧1500mm打设3根锚索配合M锚索梁配套使用。为提高迎头掘进速度, 掘进期间锚索隔排布置, 排距为2000mm; 受超

前支撑压力影响前打设剩余锚索。顶板锚索支护强度: 168t/m。

3.3 帮部锚杆

锚杆类型: 高强高吸收功应力显示让压蛇形锚杆; 间排距: 800×1000mm; 杆体直径: 22mm; 锚杆的长度: 2800mm; 杆体材料: HY500高吸收功杆体; 冲击吸收功120~150J, 杆体材料指标: 屈服强度>21t, 抗拉强度>26t, 延伸率>25%; 安装载荷: 6~8t, 施工安装扭矩不小于300N·m; 托盘: 150×150×10mm高强球型托盘+280×450×4mm的钢护板, 承载力大于33吨; 表面支护: 采用 $\phi 6$, 80×80网格的编织网; 释能让压装置: 释能让压点15~17t, 载荷显示6~8t。顶板锚杆总支护强度: 总屈服支护强度: 105t/m; 最大支护强度: 130t/m。

3.4 帮锚索

锚索类型: 释能防冲锚索; 锚索直径: 22mm; 锚索长度: 正常段锚索长度4300mm; 锚索安装载荷: ≥ 15 t; 高强M托盘: 220×200×14mm, 与M锚索梁配套使用; M锚索梁: 1900×330×6mm; 锚索布置: 二二布置, 锚索排距为2000mm, 打设2根锚索配合M锚索梁配套使用。帮锚索支护强度: 56t/m。

4 结语

3507轨道顺槽实行新型支护后, 通过对后部巷道围岩综合监测分析, 新型支护方式支护效果明显改善, 经现场实测数据分析, 原支护巷道两帮位移量达150~200mm, 采用新型支护方式后巷道位移量为30~50mm, 两帮变形量得到有效控制, 顶板断锚杆、锚索现象减少, 顶板平整度提高, 避免了锚索支护独立单元对锚网、钢带的剪切破坏, 帮部支护及时有效, 控制了帮部溜帮, 提高了巷道成型质量, 同时防冲能量事件发生频次较之前也有所下降, 为超千米埋深高地压掘进工作面支护技术提供了可靠的参照依据, 在同类巷道中具有较大推广应用价值。

参考文献

- [1]侯志凯, 陈湘宁, 孙帅, 等. 超千米强冲击厚煤层深井支护技术的研究与应用[J]. 山东工业技术, 2019, 22(2): 49.
- [2]荣维俊. 锚杆(锚索)支护整体耦合高位让均压支护技术研究[J]. 山东工业技术, 2014, 11(5): 67.
- [3]陈海瑞. 巷道整体耦合让均压支护技术在沿空巷道优化设计的应用[J]. 煤矿支护, 2018, (04): 73.

作者简介:

惠纪永(1971—), 男, 山东临沂平邑县人, 汉族, 本科, 中级采矿工程师, 从事矿山开采方面研究。