

锚喷支护技术用于巷道底鼓治理的应用研究

李四忠

(山西兰花科技创业股份有限公司唐安煤矿分公司)

摘要: 软岩巷道的支护重点就是巷道的底板,底鼓是巷道破坏的主要形式。本文针对唐安煤矿爆破材料库松软破碎围岩条件巷道底鼓难以控制的问题,提出为增加底板的连续性,在底板表面铺设金属网、浇注混凝土。增加整体抗变形强度以及隔绝巷道上部淋水渗入底板的方法。

关键词: 底板鼓起; 巷道收缩; 墙体破裂

一、破坏状况及原因分析

1、唐安煤矿爆破材料库的破坏状况

唐安煤矿的爆破材料库为料石砌碛巷,从开口 30 米处开始,在巷道的基础出现一层泥质页岩,黑色、极软。随施工进展,此软岩层逐渐上升至距巷道底板 2 米左右高度。此段施工时间内,工作面巷道质量合格无异常,但工作面退后四十几米的巷道,逐渐出现巷道收缩变窄、墙面裂缝、料石砌体损坏等现象。此种现象随工作面掘进依次出现。特别是在爆破库施工中断停工密闭后。再次施工开启密闭时,爆破库底板有不同程度的明显底板鼓起现象。特别是在火药、雷管设计存放区,底板鼓起高度 40 厘米,巷道收缩达 10 厘米,墙体破裂严重。

2、破坏原因

根据对原始施工记录及岩层性质分析。认为爆破库变形破坏原因主要在于:

(1) 巷道开挖后,围岩应力重新分布。巷道两帮受力。巷道两帮中下部的泥质岩完整性很差,在上部压力作用下两帮因铅垂应力达到极限而发生压缩破碎从侧向挤出,把压力传向墙体,墙体收缩造成破坏。

(2) 此泥质页岩具有吸水膨胀性。巷道顶时有少量淋水。泥岩吸水从底板鼓起,巷道两帮下沉两帮支撑减弱,碛体断裂破坏。巷道支护整体性被破坏,导致局部变形严重。

二、锚杆悬吊理论、挤压加固(组合梁)理论在治理底鼓时的灵活运用

1、利用锚杆的抗拉能力将松软底板固定于其下稳定岩层上。

悬吊理论认为,巷道开挖后,由于应力状态的改变,围岩中一定区域内将可能发生岩石的松动现象,此时锚杆的作用就是利用其抗拉能力将松软岩层悬吊于稳定岩层之上。该理论适用于锚杆长度范围内有稳定岩层的条件。

此工程中底板 1.2 米的松软岩层下为稳定砂岩层，底板受压，遇水膨胀使底板松动向上产生力，可使用锚杆利用其抗拉能力将松软底板固定于其下的稳定砂岩岩层上。

2、在底板布置一定密度锚杆形成组合梁增加底版的抗弯强度。

在相同的弯曲载荷条件下岩层形成组合梁后的最大拉应力为仅为叠合梁状态下的 $1/n$ ，从而使其抗弯能力得到明显提高。

未锚固的顶板岩层发生弯曲时变形时，由于各分层间粘结力及摩擦系数往往较小，因此，在下沉变形过程中多表现为叠合梁特性，即各分层发生相对独立的弯曲变形，此时，顶板岩层中的最大拉应力为

$$(\sigma)_{\text{叠}} = (6 / nh^2) M_{\text{max}}$$

锚固后的顶板岩层发生弯曲变形时，由于各分层间抗滑能力的提高，顶板在下沉变形过程中呈组合梁特性，即发生整体弯曲变形，此时其中产生的最大拉应力为

$$(\sigma)_{\text{组}} = [6 / (nh)^2] M_{\text{max}}$$

两式相比可得

$$(\sigma_{\text{max}})_{\text{叠}} / (\sigma_{\text{max}})_{\text{组}} = n$$

以上各式中，

$(\sigma_{\text{max}})_{\text{叠}}$ ——以叠合梁方式弯曲时岩层中的最大拉应力，

$(\sigma_{\text{max}})_{\text{组}}$ ——以组合梁方式弯曲时岩层中的最大拉应力，

M_{max} ——顶板岩层所受的最大弯矩，

n ——顶板岩层的分层数，

h ——顶板岩层的分层厚度。

对于平顶巷道的层状连续性顶板而言，挤压加固理论等同于组合梁理论，此时，锚杆的挤压加固作用既可使层状顶板形成组合梁，提高其抗弯强度，又可改善岩层应力状态使岩层平行于层理方向的抗压强度得到提高。

此工程中用一定密度的锚杆将底板形成组合梁结构，让底板岩层发生整体弯曲变形。其不同之处仅在于相对顶板是向下的弯曲变形，相对底板是向上的弯曲变形。

3、因底板已出现破坏，为增加底板的连续性，在底板表面铺设金属网、浇注混凝土。增加整体抗变形强度以及隔绝巷道上部淋水渗入底板。

4、底板锚杆、混凝土参数确定

(1) 支护方案

锚+混凝土联合支护

(2) 参数确定

①锚杆长度： $L=b+a' a+L$ 。

式中： b ——加固拱厚度，取 1.1—1.2

a' ——锚杆间距，取 0.6 米

a ——锚杆支护控制角，取 45°

L ——锚杆外露长度，取-0.05 米

计算可得：

$L=1.65—1.75$ ，取锚杆长度 1.8 米。

②锚杆间距、排距

间距：按锚杆长度的 $1/3—2/5$ 选取，取 0.6 米。

排距：取 1.0 米。

③锚固力与预紧力

锚固力：10t

预紧力：3t

④锚固长度

依据锚杆设计锚固力和井下锚固性能试验，锚固长度 0.9 米

⑤混凝土参数

混凝土厚度：200 毫米

混凝土强度：C20

5、为控制两帮下部变形，采取拆除原有墙体，在壁后打锚杆，重新砌墙的治理方案。两帮各打 2 根锚杆。锚杆参数同上述底板锚杆参数。

三、工程实施治理方案

(1) 在底板上布置间距 60 厘米、排距 100 厘米的锚杆。锚杆长 1.8 米，锚杆打入泥质岩下的坚硬砂岩上，锚杆尾部上露 20 厘米。

(2) 在底板上铺金属网，用锚杆托板把网固定。

(3) 在网上浇注 20 厘米厚 C20 混凝土。

四、工程效果

爆破库底鼓经治理后，历时六个月的前期变形观察，治理前后的底板变形量为+20mm，巷道净宽变形量为-10mm。并且趋于稳定。经一年多使用正常。底鼓得到完全彻底的治理。

五、结 论

爆破材料库底鼓治理效果显著，而且治理方法简单，便于施工，节省材料，比常规方法浇注混凝土每米节约材料费 1200 元。这种锚杆技术用于治理巷道底鼓的方法，可适用于各种料石砌碛、锚网、锚喷等各种巷道。