祁南煤矿复杂难支护巷道底臌防治技术

□ 孙 夏[1] 陈 中[2]

([1]淮北矿业集团公司安全监察局 安徽·淮北 235100;
[2]淮北矿业集团公司祁南煤矿 安徽·淮北 235100)

摘要:针对祁南矿软岩高应力巷道和动压影响剧烈巷道底臌变形量大,不能满足安全生产需要的实际状况,制定了防治巷道底臌的反底拱与锚注联合支护方案。采用该方案后,提高了支架的抵抗底臌的能力,减小了底臌量,满足了安全生产的需要,并获得较好的技术经济效益。

关键词: 软岩 锚注支护 底臌 反底拱

中图分类号:TM **文献标识码**:A **文章编号**:1007-3973(2007)10-013-2

祁南煤矿地压大、岩石软,巷道底臌现象较为严重。由于底臌巷道断面缩小,通风风速提高,轨道阴阳道,运输安全间距小,不能满足使用要求,危及安全生产。另外因底臌水沟挤坏,不能正常排水,水泡底板造成底臌进一步加剧。每月新掘进的巷道在当月都有不同程度的底臌,为保证工程质量和安全生产,每月都要对后路进行卧底整治。巷修工作占用大量的劳动用工,降低了矿井单进水平,浪费了大量的人力、物力、财力。由此可见,巷道的底臌已经严重制约矿井发展,底臌防治问题已经成为矿井亟待解决的难题。

1 巷道底臌原因分析

巷道底臌的机理包括以下几个方面:软岩弹塑性变形引起的底臌、软岩扩容引起的底臌、软弱岩层遇水膨胀引起的底臌、软岩流变引起的底臌、软岩弯曲引起的底臌。根据对祁南煤矿已掘巷道的破坏情况的深入调查,并对已掌握的地质及技术资料进行分析,认为祁南煤矿的巷道破坏因素是多方面的,下面就主要的几个因素做一分析。

1.1 上覆岩层压力大

原岩应力是巷道围岩变形破坏的根源。矿井巷道是在原岩应力作用下开挖的,在巷道开挖的整个过程中,原岩应力一直对开挖起作用。原始地应力包括上覆岩层产生的重力场应力及地质构造应力两大部分,对于重力场产生的地应力仅与上覆岩层及其采深有关。上覆岩层压力大,从而作用在支护结构上的荷载亦较大,当支护结构承受不了该荷载作用时,必然产生变形,逐渐造成巷道支护结构的破坏。

1.2 构造应力大

构造应力则是由长期的地质构造运动产生的,矿井的地质构造越复杂、越活跃则构造应力越大。构造应力对巷道稳定性影响极大,构造应力方向通常受构造方向的影响,在多数情况下,构造应力要比重力大1~1.5倍,与重力场比,构造应力很不稳定,它的参数在时间和空间上有很大差异,它的存在直接决定着巷道的稳定性。

1.3 受动压影响

受工作面回采引起的强烈支承压力作用,使围岩应力值数倍原岩应力,当支护结构承受不了该荷载作用时,必然产生变形,造成巷道支护结构的破坏。

1.4 支护方式与围岩条件不相适应

祁南煤矿巷道曾采用锚喷网、U型钢可缩性支架支护方式。因为巷道围岩变形量大,变形持续时间长,锚喷网支护提供的支护强度小,不能及时有效地控制巷道围岩变形,往往导致支护失效破坏,难以使围岩处于受压状态而形成组合拱结构。U型钢可缩性支架是有一定变形能力的被动支护方式,当巷道断面不大时,U型钢可缩性支架具有一定的支护强度,但当断面较大,巷道变形量大,虽然采用29U型钢可缩性支架支护,但往往导致可缩性能失效,其支护强度也很有限,因此在井下,大量采用U型钢可缩性支架的巷道在围岩压力作用下,产生失稳性变形、扭曲、弯曲和背板压碎断裂,使巷道不能满足使用要求。

1.5 巷道底板稳定性差

祁南煤矿巷道的底角和底板普遍没有采取有效的支护措施,因此当巷道的顶帮压力较大时,造成巷道底板中的应力出现集中现象,从而使巷道的底板产生塑性变形、出现底臌,进而直接影响巷道顶帮的稳定,产生顶板下沉、两帮内挤,造成巷道支护结构的全面破坏。

2 底臌防治措施

对于防治巷道底臌一般有"让"和"抗"两种。所谓"让",就是通过人工开切卸压槽,预留卸压空间,减少对支护体的破坏,典型的做法有巷中挖沟。另外,所谓的底角深孔爆破切断应力的传播介质降低巷道底板压力,也是因在围岩深部爆破形成空间等于开切了卸压槽,在卸压槽被压实之间巷道底板的压力小,从而降低底臌量。对于让的策略,不适用于松软、破碎围岩及具有扩容性和遇水膨胀的软岩条件,因为该类条件的岩石即使开切卸压槽也很快会被岩石的扩容和膨胀挤压密实,起不到卸压的作用,祁南矿的围岩即为此类。所谓"抗",就是提高底板及巷道围岩的抗变形能力,它通过改善围岩结构、提高围岩的自稳性和增加支护体两个方面来实现。我们常见的封闭支架、反底拱、底板注浆加固即属此类。

通过以上分析,我们看到大断面软岩巷道发挥锚杆支护的优势要从提高围岩的强度和弹性模量,改变围岩的变形规律入手,而我们对祁南煤矿复杂难支护巷道底臌防治采用反底拱与锚注联合支护体系正是基于这一思路提出来的。

3 锚注支护机理分析

由内注浆锚杆为核心所形成的锚注支护体系,其实质是

万方数据

采用注浆锚杆兼作注浆管使用,一方面通过注浆改变围岩的力学性能,另一方面为锚杆提供了可靠的着力基础,提高了锚杆的支护效果。其支护机理主要包括以下几个方面:

(1)采用注浆锚杆注浆,可以利用浆液封堵围岩裂隙,隔绝空气,防止围岩风化,且能防止围岩被水浸湿而降低围岩的本身强度。

(2)注浆后浆液将松散破碎的围岩胶结成整体,提高了岩体强度,实现利用围岩本身作为支护结构的一部分;且与原岩形成一个整体,使巷道保持稳定而不易产生破坏。

(3)注浆后使得喷层壁后充填密实,保证荷载能均匀地作用在喷层和支护上,避免出现应力集中点而首先破坏。

(4)利用注浆锚杆注浆充填围岩裂隙,配合锚喷支护,可以形成一个多层有效组合拱,即锚杆压缩区组合拱及浆液扩散加固拱,从而扩大了支护结构的有效承载范围,提高了支护结构的整体性和承载能力。

(5)注浆后使得作用在顶板上的压力能有效地传递到两帮,通过对帮的加固,又能把荷载传递到底板;同时由于组合拱厚度的加大,这样又能减小作用在底板上的荷载集中度,从而减小底板岩石中的应力,减弱底板的塑性变形,减轻底臌;且底板的稳定,有助于两帮的稳定,在底板及两帮稳定的情况下,又能保持顶板的稳定。

(6)注浆加固后能使普通端锚锚杆实现全长锚固,从而提高了锚杆的锚固力和可靠性,保证了支护结构的稳定,且注浆锚杆的本身亦为全长锚固锚杆,它们共同将多层组合拱连成一体,共同承载,提高了支护结构的整体性。

(7)注浆使支护结构的断面尺寸加大,这样围岩作用在支护结构上的荷载所产生的弯矩较小,这降低了支护结构中产生的拉应力和压应力,因此能承受更大的荷载,从而提高了支护结构的承载能力,扩大了支护结构的适应性。

4 工程实例

34下水仓标高-650~-675m,位于3煤层底板下15~20m,岩层倾角6~13°,平均7°,巷道基本顺岩层布置,所穿岩性以灰白色中厚层状中粒砂岩和灰~灰黑色粉细砂岩为主。其中中粒砂岩为硅质胶结,坚硬,致密;粉细砂岩为薄~中厚层状,裂隙较为发育,胶结中等。34下水仓断面为半圆拱形,净宽3.4m,净高3.1m,原设计采用锚绳喷支护,锚杆间排距800×800mm,纵横挂绳,喷层厚100 mm。该巷道2005年完成施工并投入使用,后由于受动压影响等原因,曾采用U型钢或锚喷支护,现巷道破坏依然比较严重,破坏主要表现为顶板下沉、两帮内挤和底臌,底臌量最大值达750~1000m。为了保证34下水仓的正常使用,必须对水仓进行治理。

4.1 支护方案

修复加固方案为反底拱与锚注联合支护方案,即刷大顶帮至要求尺寸(巷道高度较设计值加大100mm,宽度较设计值加大200mm)后,初喷一层砼,布置普通树脂锚杆,纵、横挂钢丝绳(或钢筋带)并用托盘压紧,在顶、帮布置注浆锚杆注浆加固后,再对顶板实施锚索加固,使锚注加固圈和原岩体紧密结合,在更大范围内形成有效的支护结构,然后复喷,最后砌混凝土反底拱,再布置注浆锚杆注浆加固后,用碎石填平。

4.2 支护参数

普通锚杆采用φ20×2000mm的等强左旋螺纹钢树脂锚杆,布置间排距800×800mm,每根锚杆使用2卷树脂锚固剂锚固,锚固力不小于7.0t。锚索采用φ15.24×5000mm的树脂锚索,由4卷树脂锚固剂锚固。在巷道拱部与竖直线夹角45°位置左右各打一根锚索,排距3.2m。顶帮及底角注浆锚杆均采用无缝钢管制作,顶帮注浆锚杆规格φ22×2050mm,顶、帮注浆株排距为1600×1600mm;底板注浆锚杆规格φ22×1500mm,株排距为1200×1200mm。喷射混凝土强度等级为C20,初喷层厚70mm,复喷层厚50mm。

注浆材料采用普通硅酸盐水泥加添加剂,水泥采用525#普通硅酸盐水泥,添加剂用量为水泥重量的4%~6%。浆液水灰比为0.7:1~1:1;注浆压力为2.0~3.0Mpa,最大注浆压力为3.0Mpa。

4.3 支护效果分析

为验证巷道修复方案的支护效果,选择新掘巷道一般支护段的底臌量进行观测比较,观测结果见图1和图2。从两图中可以清楚看到:

(1)采用锚注修复加固后巷道的底臌量明显减小,成功改变了巷道底板围岩的力学性质,使巷道被动支护变成了主动支护。

(2)采用锚注修复加固后巷道的变形速率大幅降低,减缓了巷道的变形,延长了巷道的修复间期,提高生产效率的同时还节约了成本。

(3)从图2中我们看到一般支护下巷道底板位移速率在掘进大约20天和90天时底板变形速率出现峰值,可以看出祁南煤矿34下水仓巷道围岩的破坏规律:巷道刚掘后围岩没有完全破坏,十几天的释压使得巷道围岩较充分破坏,出现第一个变形速率峰值;破坏后的巷道围岩在一般支护下应力重新分布,重新具有承载能力,在近两月的风化和水的侵蚀的作用下围岩再次严重破坏,导致第二次变形速率高峰出现。

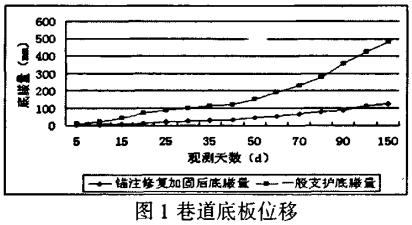


图1 巷道底板位移

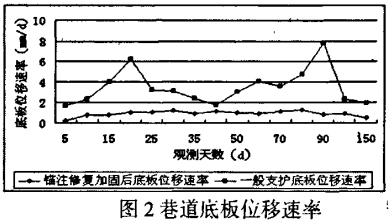


图2 巷道底板位移速率

5 经济效益分析

通过采用反底拱与锚注联合支护方案,增大了巷道支护体的强度,减少了巷道的破坏现象。虽然采用该方案,一次性修复投入成本较普通修复方案有所增加(主要是增加了注浆及反底拱的材料费用),但是降低了巷道的失修率,减少了修复次数,避免了短期内反复修复的现象,从而仍然大大降低了修复成本。

以34下水仓修复为例,经计算采用普通方案进行全断面修复,平均每米修复成本3800元,采用反底拱与锚注联合支护方案每米修复成本5100元,按照年修复减少一次,可节约资金1300元/米。从理论上说,按照34下水仓的条件,普通支护根本达不到保证支护强度的要求,减少一次全断面修复完全是有可能的,基于此假设,按照矿年修复巷道2000米计算(实际上2006年预计全年修复9千余米),这样修复巷道每年节约资金约260万元。

另外,从安全的角度来说,消除巷道的安全隐患,保证安全环境,避免事故发生,保证了安全生产;从生产的角度来说,巷道变形破坏减少,能够满足使用要求,生产正常有序,经济效益巨大。

万方数据