

Practice of the Composite Support Technology in the High-pressure Soft Rock Roadway

Yuqiang Liu

Sanhui First Mining Production Department, Chongqing Tianfu Mining Co., Ltd., Chongqing, 401535, China

Abstract

By analyzing the influencing factors of roadway stability in high-pressure stope, this paper studies the deformation characteristics, failure process and principle of high-pressure soft rock roadway. According to the mine work practice, a composite support method with anchor mesh ladder beam as the primary support and I-beam as the secondary rigid support is proposed.

Keywords

high rock soft rock roadway; composite support; horizontal pressure; deformation ground pressure

复合支护技术在高压软岩巷道的实践

刘渝强

重庆天府矿业有限责任公司三汇一矿生产科, 中国·重庆 401535

摘要

论文通过对高压采场巷道稳定性的影响因素的分析,研究了高压软岩巷道的变形特点及破坏过程和原理,根据矿山工作实践,提出了以锚网梯梁为初次支护,工字钢为二次刚性支护的复合支护手段。

关键词

高岩软岩巷道;复合支护;水平压力;变形地压

1 引言

目前矿产资源大部分已进入深部开采,由于水平应力大、地压大,特别是受采动影响,导致高压软岩巷道掘进和支护困难,很多巷道在掘进后,随后需返修,给矿井带来很大生产困难,特别是返修过程中顶板的不安全因素让工程举步维艰^[1]。

根据在三汇一矿工作实践,该矿回采煤层有 K1 厚煤层平均 2.6m 和 K4 薄煤层平均 0.7m, K4 煤层为该矿保护层。

矿井开拓系统为同水平分阶段跨石门回采。

为减少掘进及石门揭煤费用,在上阶段回采后,其进风石门用作下阶段回风石门时,根据以往局段采用锚网梯梁,局段采用工字钢架棚的支护形式,往往需对石门进行修复。

该修复工程量和难度可想而知,因此寻找新的支护手段,降低巷道的变形量,减少该类软岩巷道的修复次数已迫在眉睫。

【作者简介】刘渝强(1985-),男,中国重庆人,本科,采矿工程师,主要从事矿山采矿技术研究。

2 高压软岩巷道的地质特点及应力分析

2.1 地质概述

K1 煤层地板土主要为深灰色、灰白色铝土泥岩,中下部富含黄铁矿结核及细晶, K1 煤层至 K3 煤层段 K2 和 K3 煤层不可采,岩石主要为深灰色页岩和细泥砂岩及砂质页岩,该类岩石具有强度低,空隙度大,胶结程度差,受构造面切割及风化影响显著,或者含有大量膨胀性黏土矿物。

2.2 应力分析

2.2.1 高岩软岩巷道开掘上覆煤层未采应力状态

未经采动的岩体在巷道开掘以前通常处于弹性变形状态,岩体的原始铅直应力 p 等于上部覆盖煤岩层的重量 rH (r —体积力, H —深度)。巷道开掘后原岩应力重新分布,巷道围岩内出现应力集中。通常情况下软岩巷道开掘后其围岩应力大于岩体强度,巷道围岩产生塑性变形,从巷道周边向围岩深处扩展到一定范围,出现塑性变形区为弹塑性介质。根据极限平衡理论,巷道围岩应力分布如图 1 所示。当围岩应力达到极限强度后,围岩强度并没有完全丧失,而是随着变形的增加逐渐降低,直至降到残余强度为止^[2]。

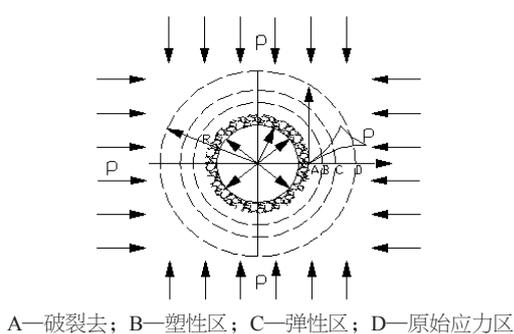
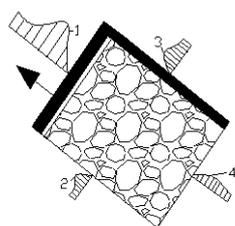


图1 圆形巷道围岩塑性变形区及应力分布示意图

2.2.2 高压软岩巷道上覆煤层已采应力状态

煤层开采引起回采空间周围岩层应力重新分布,不仅在回采空间煤体上造成应力集中如图2所示,还会向底板深部传递,在底板岩层一定范围内重新分布应力,成为影响底板巷道难以维护的重要因素。采动引起底板岩层应力分布所示^[3]。



1—工作面超前应力; 2、3—工作面倾斜方向参与应力;
4—工作面后方参与应力

图2 采空区应力重新分布示意图

3 高压软岩巷道稳定性的影响因素分析

3.1 地质因素

矿山地质条件包括矿岩体性质、节理裂隙发育程度、产状、剪切破坏带、矿岩接触带以及地下水等。地质条件是矿体在成矿过程中以及成矿后的多次地质构造运动的产物,与成矿构造运动后期作用密切相关。

3.2 岩体赋存因素

巷道工程赋存环境主要包括应力环境和地下水环境。采场巷道赋存环境主要是考虑应力环境,与其他隧道等地下工程不同,巷道围岩的应力场不仅取决于原岩应力,而且还与采场应力环境密切相关,即巷道的应力环境与采动应力叠加后的应力环境^[4]。

4 高压软岩巷道的变形特点及围岩的破坏过程和原理

由于岩体本身的强度、结构、胶结程度等内部因素影响软岩巷道的围岩变形,其在自重应力、残余构造应力等高压环境的作用下,特别是诸应力在叠加情况下其巷道围岩的结构效应大大降低,造成巷道的挤压变形,剪切滑移的塑性屈

服剪裂破胀,从而导致巷道底鼓,断面收缩^[5]。当变形发展到一定程度,就会发生片帮或垮冒等现象,另外对扰动敏感是软岩的显著特点。最初变形地压与阻止围岩的位移成正比,即支护结构刚性越大,变形地压也越大。随着围岩变形的增加,其地压也随之减小,同时,围岩变形释放的过程也是围岩本身强度降低的过程。当围岩变形发展到一定量值时,围岩强度发生恶化,不能自稳,从而发展为松脱地压,即顶板松脱岩体在自重的作用下发生垮冒,底板鼓出,两帮挤进,巷道断面发生变形。

5 复合支护技术的实施

5.1 高压软岩巷道支护技术特点

软岩巷道支护和硬岩巷道支护原理截然不同,这是由它们的结构关系决定的。硬岩巷道支护不允许硬岩进入塑性,因为硬岩进入塑性状态意味着丧失了承载能力。软岩巷道支护时软岩进入塑性状态是不可避免的,应以达到其最大塑性能力为最佳。根据岩石力学理论和工程实际表明,巷道开掘后,原岩应力状态被破坏,切向应力增加的同时,径向应力减小,并在巷壁达到极限,导致围岩本身的裂隙发生扩容和扩展,力学性质不断恶化,该区域岩石屈服而进入塑性工作状态。塑性区的出现使应力集中区向纵深偏移,当应力集中的强度超出围岩的屈服强度时,又将出现新的塑性区,如此逐层推进,使塑性区不断向纵深发展,围岩变形逐渐增加。

5.2 复合支护的初次支护

5.2.1 初次支护的目的

①软岩巷道围岩本身结构强度低,随时掉矸垮落,及时的初次支护能保证人员在巷道施工的安全。

②及时提供支护力,改变巷道围岩的受力状态,提高围岩的自承能力。

③支护提供了径向应力,使围岩从双向应力状态改变为三向应力状态。

5.2.2 锚网梯梁的初次支护

根据高压软岩巷道的地质资料、压力情况以及破坏机理选取初次支护材料为锚网梯梁支护。锚杆支护具有快速主动的优点,在巷道表面围岩内施工锚杆,使巷道表面围岩的两向应力状态转变为三向应力状态,在其内部形成支护结构。在巷道围岩变形和应力调整过程中,锚杆与巷道围岩产生作用与反作用,锚杆的支护阻力随之增大。锚杆是在其长度范围内的岩体内部形成具有一定强度和厚度的“压力拱”来承受低压,从而大幅降低围岩的变形量,使巷道处于稳定状态。

锚杆加固虽然提高软岩巷道围岩极限强度没有明显效果,但对提高围岩破坏后的残余强度有显著作用。在巷道周围锚杆与锚固范围内的岩体构成锚固体,当这个锚固体中的岩体在围岩集中应力作用下发生破坏时,其承载能力降低,并产生变形,同时围岩的集中应力向深部转移,在此过程中,锚固体通过锚杆的约束作用,使塑性破坏后易于松动的岩石

构成具有一定承载能力和适应自身变形的锚固平衡拱。

5.3 复合支护的二次支护

5.3.1 二次支护的目的

在保证初次支护没有被破坏的情况下及时进行二次支护。初次支护对巷道围岩已进行了适当的变形释放和让压,但必须采取二次支护阻止围岩塑性区继续向深部转移。

5.3.2 工字钢的二次刚性支护

刚性支护本身没有可缩性或可缩性比较小。锚网梯梁的初次支护让巷道围岩变形得到了适当的释放,对围岩压力也进行了适当的让压。在此基础上不阻止巷道围岩的继续变形,巷道就会遭到破坏。在高压软岩巷道初次支护改变了围岩的应力状态,二次支护阻止了围岩的继续变形,该复合支护具有显著的生产效益。

6 结语

综上所述可得出以下结论:

①高压软岩巷道围岩稳定性的影响因素,主要与巷道所

处地质条件,巷道围岩所处应力环境以及巷道的施工工艺和支护形式密切相关。

②巷道开掘后原岩应力遭到破坏使巷道围岩应力重新分布,在上覆煤层回采过程中煤壁超前应力以及采空区残余应力,特别是各应力叠加应力的反复扰动,而软岩巷道具有对扰动的敏感性,因此论文所述软岩巷道处于高应力环境,从而导致巷道易变形破坏。

③通过高压软岩巷道破坏过程及原理的分析,提出了以锚网梯梁的初次支护形式,以工字钢的二次刚性支护形式支护高压软岩巷道。

参考文献

- [1] 余伟健,高谦.高应力巷道围岩综合控制技术及应用研究[J].煤炭科学技术,2010,38(2):1-5.
- [2] 钱鸣高,石平五.矿山压力及其控制[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [3] 徐永圻.采矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003.

(上接第59页)

理的重要对象,建筑单位要认识到提高施工人员安全意识对开展施工现场安全管理工作的的重要性,加大对施工人员的安全教育培训。在这一过程中可以采用 BIM 技术,由于 BIM 技术具有可视化特征,可以通过模型对建筑施工现场的变化进行了解,实时掌握施工现场的动态信息。通过定期开展安全教育培训讲座,强化安全生产责任意识。相关部门要施工过程的安全监管,实施安全生产责任制,将安全事故的职责落实到专门的负责人身上,加大对施工现场的监管力度。

5 结语

应用好 BIM 技术,构建安全生产责任制度,对现场施工

不规范操作的行为进行惩处。以往对施工不规范、不合法操作行为的惩处力度不够,用先进的数据来加强安全内容数据的监控,及时解决安全生产问题,提高安全生产的有效性。

参考文献

- [1] 叶昊.BIM技术在建筑施工安全管理中应用的思考[J].建筑工程技术与设计,2018(17):3918.
- [2] 马行耀,齐琳.风险控制技术在建筑施工安全管理中的应用[J].中小企业管理与科技,2020(9):209-211.
- [3] 祝锋辉.BIM技术在建筑施工安全管理中应用的思考[J].建筑工程技术与设计,2020(9):723.