

Research on Bolt Support Technology for Rock Impact Roadway Excavation Through Fault

Shiwen Dou¹ Weidong Jia² Wenqi Zhao² Mancang Zhang² Ruozhou Dai²

1.Xinjiang Coal Design Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

2.School of Mines, Liaoning Technical University, Fuxin, Liaoning, 123000, China

Abstract

The fully mechanized working face often meets the fault zone when working. The stress and mining stress caused by the geological structure lead to the roof damage and cracking, the occurrence of spalling, the increase of end face distance and the roof cracking. When the hydraulic support is used to support and reinforce the fracture zone, there is no way to form resistance to the roof in the damaged area. At the same time, roof falling and collapse are easy to occur in the process of removing the support, which leads to the low support efficiency and the failure of safe mining in the working face. When the fully mechanized working face meets the fracture, it should adopt the appropriate fracture zone suppression method according to the real situation. This paper puts forward some suggestions on the roof control measures when the fully mechanized working face passes through the fault, for the reference of relevant practitioners.

Keywords

impact ground pressure; anchor rod; tunnel tunneling; support technology

冲击地压巷道掘进过断层锚杆支护技术研究

窦世文¹ 贾伟东² 赵文琪² 张满仓² 戴若州²

1. 新疆煤炭设计研究院有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

2. 辽宁工程技术大学矿业学院, 中国·辽宁 阜新 123000

摘要

综采工作面在工作时经常会遇到断裂带, 由于地质构造作用引起的应力和回采应力导致工作面发生顶板破损裂开、出现片帮情况、端面距增加和工作面顶板开裂等情况。在采用液压支架对断裂带进行支挡、加固措施时, 没有办法对破损区域的顶板形成阻力, 同时将支架移开过程中易出现顶板掉落、倒塌等事件, 导致支护效率较低, 工作面安全回采不能有效进行。综采工作面遇到断裂时, 应该依照真实状况采用恰当的断裂带抑制方法。论文对综采工作面过断层时的顶板控制措施提出了一些建议, 以供相关从业人员参考。

关键词

冲击地压; 锚杆; 巷道掘进; 支护技术

1 引言

煤炭是中国最主要的一次能源之一, 中国煤矿生产的主要形式是地下开采。近年来, 随着综采技术的不断发展, 煤矿开采深度以及开采强度不断提高, 所面临的开采环境、地质问题也越来越复杂。在煤矿井下回采过程中需要挖掘大量的巷道, 巷道的通畅以及围岩的稳定性关系着煤矿的生产稳定及安全, 为了保障煤矿生产稳定安全, 需要安全可靠的巷道支护技术。同时, 随着综掘机的发展与应用, 掘进以

及开采工作的效率提高, 也需要更为规范高效、安全可靠的支护技术。

2 锚杆支理论

锚杆支护促使围岩由载荷体转化为承载体。尽管锚杆在不同地质条件下作用机理有所不同, 但都是在巷道周边围岩内部对围岩加固, 形成围岩承载体, 有利于围岩的稳定。中国与其他国家现场对比试验表明, 在同一条件下锚杆支护与刚性金属支架支护比较, 巷道围岩移近量减少一半左右。传统的锚杆支理论都是以一定假说为基础, 各自从不同角度、不同条件阐述锚杆支护的作用机理, 其力学模型简单, 计算方法简捷, 适用于不同的围岩条件。近年来, 锚杆支理论有了进一步发展, 提出了巷道锚杆支护围岩强度强化理

【作者简介】 窦世文 (1982-), 男, 中国新疆呼图壁人, 硕士, 任职新疆煤炭设计研究院有限责任公司部门经理, 从事矿山压力与岩层控制研究。

论,并且把锚固技术作为一个系统进行整体研究,进一步揭示了锚杆支护的实质。

2.1 悬吊理论

悬吊理论认为,锚杆支护的作用是将巷道顶板较软弱岩层悬吊在上部稳定岩层上,增强较软弱岩层的稳定性。如果巷道浅部围岩松软破碎,顶板出现松动破裂区,锚杆的悬吊作用是将这部分易冒落岩体锚固定在深部未松动的岩层上。

2.2 组合梁理论

如果顶板岩层中存在若干分层,锚杆的作用一方面提供锚固力增加各岩层间的摩擦力,阻止岩层沿层面继续滑动,免出现离层现象。另一方面锚杆杆体可增加岩层间的抗剪强度,阻止岩层间的水平错动,从而将巷道顶板锚固范围内的几个薄岩层锁成一个较厚的岩层。

2.3 组合拱理论

组合拱理论认为,在拱形巷道围岩的破裂区中安装预应力杆,从杆体两端起形成圆锥形分布的压应力区。

如果锚杆间距足够小,各个锚杆形成的压应力圆锥体相互交带在岩体中形成一个均匀的压缩带,即压缩拱。压缩拱内岩石径向、切向均受压,处于三向应力状态,围岩强度得到提高,支承能力相应增大。

2.4 最大水平应力理论

该理论由澳大利亚学者 WJ·Gale 提出,他认为矿井岩层的水平应力通常大于铅直应力,巷道顶底板的稳定性主要受水平应力的影响;围岩层状特征比较突出的回采巷道开挖后引起应力重新分布时,铅直应力向两帮转移,水平应力向顶底板转移;铅直应力的影响主要显现于两帮而导致两帮的破坏,水平应力的影响主要显现于顶底板岩层。锚杆的作用是沿锚杆轴向约束岩层膨胀和在垂直锚杆轴向方向约束岩层剪切错动^[1]。

3 锚杆支护设计原则

锚杆支护设计一般有四个步骤,分别是初始设计、实施设计、矿压观测、修改初始。各个步骤设计原则分别为:

初始设计:要根据巷道生产技术条件和地质条件、相似条件下矿压显现的规律和围岩变形特点,围岩的岩性、节理和层理的发育程度等,采用工程类比法、数值模拟法或理论计算法,提出巷道基本支护形式、确定主要支护参数,并根据有关规定进行校核,形成初始设计^[2]。

实施设计:根据初始设计编制掘进作业规程,严格按初始设计及作业规程进行施工。

矿压观测:在前期施工过程中要进行质量监测和矿压观测,验证支护参数的合理性、支护设计的正确性,并及时反馈支护信息,为修改初始设计提供科学依据。

修改设计:根据反馈的支护信息,对初始设计进行修改。根据修改完善后的支护设计补充技术措施,保证施工安全和支护效果。

4 锚杆支护施工方法

预应力锚索加固岩体或土层的实质,就是通过锚索对被加固的岩体或土层预先施加压应力,限制有害变形的发展,从而保持围岩的稳定。对于矿山井巷工程的锚索支护设计,目前采用的主要有以下三种方法。

4.1 工程类比法

工程类比法发展较早,也是当前应用最广的方法。目前中国有关的支护规范仍以此法为主,现在的工程类比法主要在围岩分类的基础上,根据拟建工程的围岩等级和工程尺寸等,参照已建工程的经验,直接确定支护参数与施工方法。

4.2 理论计算法

理论计算方法是在测得岩体和支护力学参数的前提下,根据围岩地质特征建立数学模型,通过计算来确定支护参数的方法。因围岩地质条件复杂多变,其力学模型和岩体力学参数不易准确测定,在计算方法中很难全面反映施工方法和支护时机等因素,所以,理论计算法只作为设计参考。

4.3 现场监控法

现场监控法又叫信息设计法,是新近发展起来的一种以现场量测为手段的设计方法。这一方法以现场监测的信息为依据,边施工边量测,不断把量测结果反馈到设计和施工中去,从而不断修改设计。

在具体设计中,应根据矿山井巷的工程地质条件,三种方法结合应用。矿山井巷工程的地质条件一般比较复杂,外荷载不明确,所以设计锚索加固方法多以工程类比法为主,有时也用一些经验公式。近年来矿山井巷支护工作推行新奥法施工,即判定准则。工程地质调查,是设计的重要依据。设计方法是:按工程特点和施工条件选择合适的锚索形式;锚索布置密度,按工程类比法或经验估计,一般控制在每帮间距 5m,对于松软夹层局部补强,也可根据具体情况确定;锚索安设方向原则上应正交于结构或层面,一般也可按巷道径向均匀布置,设计系统锚索应充分适应这一条件^[3]。

5 掘进巷道锚杆支护的应用

5.1 悬臂支护方式

当前,煤矿行业的不断发展促进了开采技术与设备的发展,在整个开采过程中,通过合理的支护方式对其进行保障。一般来说,锚杆支护技术的应用,能够有效提升巷道安全,而悬臂式技术应用较多,常应用于一些大型煤矿的开采。锚杆支护与传统支护相比,通过悬臂技术的应用,有效提升了煤矿的稳定性与开采效率。在开采过程中,使用较多的机械设备,包括能够伸缩的输送机、悬臂掘进机等,通过此技术的应用,大大提升了开采效率。随着开采技术的发展,当前,中国引入新的掘进设备,不仅提升了开采效率,还有效提升了掘进的安全性^[4]。

5.2 采掘一体方式

煤矿掘进工作开展过程中,把开采与掘进融为一体的方法得到有效应用,在提升了开采质量与效率同时,也有效确保了开采安全性,促进中国煤矿企业经济效益和社会效率的提升。通过此技术的应用,实现双向掘进与开采,并通过采取间歇性与连续性的方式,提升了开采效率。间歇性重点是近段式与连续性两种运输方式,结合铲车等设备进行操作,而连续性操作则采取的是连续性运输系统。

5.3 锚杆支护方式

煤矿进行开采的过程中,怎样提升锚杆支护与掘进技术之间的配合,是相关单位需重视的关键点。目前,在应用锚杆支护技术方式下,通过两种方式的结合,有效提升了煤矿的开采率。另外,通过将杠杆转车以及传统采煤机的衔接,有效发挥出其效能,把钢结构进行固定,提升了巷道的自固性。此方式的应用,其应用流程简便,消耗能源小,通过有效应用各类设备与方式,为煤矿掘进巷道提供一个良好的支护环境。

6 综采工作面过断层时的顶板控制措施

6.1 煤层深孔爆破预裂

预裂爆破是指进行石方开挖时,在主爆区爆破之前沿设计轮廓线先爆出一条具有一定宽度的贯穿裂缝。以缓冲、反射开挖爆破的振动波,控制其对保留岩体的破坏影响,使之获得较平整的开挖轮廓。预裂爆破不仅在垂直、倾斜开挖壁面上得到了广泛应用,在规则的曲面、扭曲面以及水平建基面等也得到了广泛应用。预裂爆破适用于稳定性差而又要求控制开挖轮廓的软弱岩层。在过断层时可以结合爆破机理,爆破炸药参数,设置合理的爆破孔间距并且预裂爆破孔布置方案,使顶板松软破裂岩石垮落且不破坏岩层整体结构^[5]。

6.2 注浆加固施工

综采工作面回采经过断裂带时,会出现顶板破损、片帮、端面距增加和工作面顶板开裂等现象,因此,需要对煤层周围和顶板采取注浆施工,使其更加坚固。根据巷道的实际情况,需选用强度高,能快速凝固及塑性好的注浆材料,并要求材料与围岩的充分黏结。井下注浆主要有单液注浆和双液注浆,根据各自工艺的优缺点及实际注浆环境,选用合适的工艺。最后计算总的注浆量之后对施工方案进行设计并施工。

6.3 超前支护

对岩石和金属网注浆只能对顶层板起到暂时的支护,时

间长了就会失效,作用力会使顶板遭到损坏,因此,用插板支护法对顶板进行支护是一种比较可行的方法。它是一种适用与松软破碎岩层中的方法。在巷道即将掘进到松软岩层时,先紧贴工作面架好支架,再从顶板上部及两侧打入一排前端尖形的木板(或木桩、钢管等),超前插入围岩起加固作用,然后挖一段,再打入一段,使插板前端始终保持超前工作面插在岩层内,以防止冒顶、片帮。待挖入一架棚的空间后立即架好一架棚,并用拉杆、扒钉钉牢。如此循环,使巷道穿过松软岩层。

7 结语

随着煤矿开采技术的不断进步,煤矿企业安全管理意识也随之增强。煤矿巷道掘进期间所用的支护技术是确保掘进作业安全的关键所在。为此,工作人员必须全面勘察煤矿地质构造,结合实际选取合理的掘进技术与掘进设备,制定出合理的支护结构构建方案,有效保障巷道掘进质量安全,这样才能在复杂地质条件下全面保障煤矿开采工作效率与安全,促进煤矿产业的健康持续发展。通过对断层带处顶板厚煤层采取深孔爆破预裂后,工作面在后期回采中断层带上盘厚煤层充分垮落,解决了厚煤层放煤不充分,导致采空区遗煤量大等难题。大大改善了端面顶板破碎以及煤壁片帮现象,端面距减小,工作面在移架时保证了支架顶梁与顶板充分接触,增加了液压支架工作阻力,提高了支护效果。在工作面煤体布置超前钢针支护后,高了超前应力区顶板稳定性,削弱了超前集中应力对顶板破坏作用,保证了工作面安全高效回采。

参考文献

- [1] 刘建君.中孔注浆锚索在破碎顶板支护中应用分析[J].山东煤炭科技,2021,39(4):12-13+16.
- [2] 赵素强.采前顶板预裂在坚硬顶板综采工作面中的应用[J].石化技术,2020,27(9):180-181.
- [3] 赵仁乐,张国朋,段会玲,等.断层破碎带冒顶巷道支护技术研究[J].煤炭工程,2018,50(3):42-46.
- [4] 余亚峰,杨奚,符必昌.穿越断层隧道围岩稳定性分析[J].中国水运(下半月),2021,21(4):124-126.
- [5] 苑雷达.超前支护在煤巷掘进中的应用[J].当代化工研究,2021(9):61-62.