

超前支护技术在采矿工程中的应用探讨

丁克荣

宁夏王洼煤业有限公司

摘要: 矿产资源是工业生产和社会生产的重要物质基础之一,也与国家的战略资源和国防资源有着密切的关系。因此采矿工程对我国的经济的发展而言有着非常重要的意义,另一方面采矿工程的工作环境相对比较特殊,采矿工程安全也是国家和社会长期关注的重点问题之一。本文将在这一背景下重点介绍超前支护技术在采矿工程中的应用,以供相关从业人员参考和讨论。

关键词: 超前支护; 采矿工程; 应用探讨

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.10.206

支护技术对于采矿工程而言意义重大,他们有助于保障采矿工程的安全生产、提高采矿工程的效率、同时也能够节约资源和保护环境,从而提升采矿工程的整体效益。而超前支护是支护技术的一种,它是指在隧道或巷道的开挖工作面之前,对前方的围岩进行加固和稳定,其本身与采矿工程有着良好的匹配性,是有着良好应用价值和探索价值的支护技术之一。

一、超前支护技术概述

1. 超前支护的基本原理

严格来说,超前支护技术是一种隧道工程中的辅助措施,其目的是在开挖工作面之前,对前方的围岩进行加固和稳定,从而形成一个支撑和约束体系,提高围岩的自承能力,从而防止围岩的变形和冒落,保证工作面的安全和畅通。超前支护的作用机制可以分为以下几种:一是锚固作用,通过在围岩中打入锚杆或小导管,使其与围岩形成一个整体,提高围岩的抗剪强度和抗拉强度,防止围岩的开裂和滑移。二是支撑作用,通过在围岩外设置管棚或钢架,对围岩施加一个向内的支撑力,抵抗围岩的向外的变形力,防止围岩的下沉和坍塌。三是注浆作用,通过在围岩中或围岩外注入水泥浆或其他浆液,填充围岩的孔隙和裂隙,增加围岩的密实度和强度,防止围岩的渗水和松散。四是隔水作用,通过在围岩中或围岩外设置隔水层或隔水帷幕,阻断围岩的水流通道,降低围岩的含水率和渗透性,防止围岩的软化和破坏。

2. 超前支护技术的常见类型

超前支护技术的方式有多种,常见的有以下几种:

第一是超前锚杆。是指在围岩中打入一定长度和直径的钢筋或钢管,形成一个锚固体系,提高围岩的稳定性。超前锚杆的优点是施工简单、快速、经济,适用于各种围岩条件。缺点是不能有效防止围岩的渗水和下沉,适用于围岩变形量较小的情况。

第二是超前小导管,是指沿开挖外轮廓线向前以一定角度打入管壁带有小孔的导管,且以一定压力向管内

压注起胶结作用的浆液,待其硬化后岩体得到预加固。超前小导管的优点是能够有效地加固围岩,封堵水源,改善围岩的物理力学性能。缺点是施工复杂、耗时、成本高,适用于围岩条件较差的情况。

第三是超前管棚,是指在围岩外设置一定长度和直径的钢管,形成一个支撑体系,对围岩施加一个向内的支撑力。超前管棚的优点是能够有效地支撑围岩,防止围岩的下沉和坍塌,适用于围岩条件极差的情况。其施工难度大、占用空间大、影响开挖进度,需要通常需要与其他支护方式配合使用。

第四是超前深孔注浆,是指在围岩中打入一定深度和直径的钻孔,从钻孔内向围岩注入水泥浆或其他浆液,形成一个注浆体系,增加围岩的密实度和强度。超前深孔注浆的优点是能够有效地加固围岩,封堵水源,改善围岩的物理力学性能。超前深孔注浆的缺点是施工复杂、耗时、成本高,适用于围岩条件较差的情况。

二、超前支护在采矿工程中应用的优势

超前支护在采矿工程中应用的优势体现在四个方面:首先是能够提高巷道的质量和寿命。超前支护可以在巷道掘进前对岩体进行加固和预应力,防止岩体的变形和破坏,保持巷道的截面形状和尺寸,减少后期的维修和补强,延长巷道的使用寿命。其次是能够降低巷道的成本和风险。超前支护可以减少巷道的支护材料和人工的消耗,节约支护的时间和费用,提高支护的效率和质量。同时,超前支护可以避免巷道的坍塌和冒顶,保护巷道的设备和人员的安全,降低巷道的施工风险和事故损失。再次是能够适应复杂的地质条件。超前支护可以根据不同的地质条件和巷道类型,选择合适的支护方式和参数,如锚杆、管棚、注浆等,实现巷道的定向控制和岩体的动态调整,适应复杂的地质环境和开采条件。最后是可以促进采矿的高效和可持续,超前支护可以保证巷道的通畅和安全,为采矿的运输和通风提供便利,为采矿的生产和管理提供保障,为采矿的技术创新

和发展提供条件,促进采矿的高效和可持续。

三、超前支护在采矿工程中应用

1. 超前支护在石门揭煤中的应用

石门揭煤工作是指在建设新的矿井时,利用掘进机或其他设备将底板岩柱穿过突出的煤层,形成一个通风、排水、采放的空间。而石门揭煤工作本身面临着比较严重的落井事故风险,想要良好地应对这些风险,超前支护则是比较有效的措施之一。在具体的应用上,超前支护技术的具体运用步骤如下:首先,在巷道中见矿石前,要对巷道进行适当地处理工作,以便于后续的超前支护工作。具体地说,就是在距离见矿石的地方2m处打眼,打眼的目的是为了插入管道,用于注入水泥浆,从而加固巷道顶板。打眼的参数要严格控制,孔眼间的距离要控制在300mm以内,孔眼深度要控制在1.8m以内,同时施工人员要对孔眼间的距离和深浅都要严密把握,避免出现打眼不均匀或过深过浅的情况;其次,在打好眼后,要将孔眼部位均匀分布于巷道周边,这样可以保证巷道顶板的均匀加固。然后,在每一个孔眼中插入一条管道,管道的作用是用于注入水泥浆,水泥浆是一种具有很强黏结力和硬度的材料,可以有效地固定巷道顶板的岩层,防止其松动或移动。由于不同的矿井巷道的具体状况不同,所以管道的直径、长度和厚度也要根据实际情况进行调整,工作人员要选择合适的管道,以保证管道的质量和效果。再次在完成上述工作后,就可以进行提前护顶的预防措施,这是为了在实施炮击采矿之前,提前对巷道顶板进行加固,以防止炮击时产生的冲击波或振动导致巷道顶板的破坏或下沉。提前护顶的预防措施要严格执行,要限制炮眼深入小于支护眼深入,这样可以避免炮击时对支护眼的损坏,同时要严密把控钢材品质和管材强度,选择合格的钢材和管材,以保证其承受力和耐久性,还要合理调节管材间隙,使其既不过大也不过小,以保证水泥浆的充分注入和分布。另外,在每个炮击前,都要仔细核对钢材状况,排除问题钢材并及时替换正常钢材,核对管材间隙,并针对不合理间隙的钢材集中分类并进行处理或相应调节钢管间距,以保证提前护顶的效果。

2. 超前支护在巷道掘进中的应用

一般来说,随着采矿深度的增加,巷道掘进的难度也会同时增加,因为围岩强度越高,掘进和支护的难度越大。同时如果矿石混入废石或有害气体,也会增加切割和爆破的复杂性和危险性。因此在巷道掘进过程中应用超前支护,同样也是非常重要的。而在具体的应用上,超前支护在巷道掘进中的主要核心目的是提高其掘进效率,而为了实现这一目的,往往需要通过机械化的临时支护方式,搭配悬臂式纵轴掘进机和超前滞后

技术,从而构建高效的临时支护装置。这一装置通常具备卓越的安全性,而且能够有效地安装和拆卸支护钢架,从而极大地提高采矿工程的决定效率。在设备运转过程中,综掘机原站通过供油工作,三位三通工作阀门打开支护油路与原站相连,实现油路的互联互通。在设备运转过程中,综掘机原站通过供油工作,三位三通工作阀门打开支护油路与原站相连,从而实现油路的互联互通。而在进行超前支护的工作时,需要着重注意,以下几个要点。首先,执行综掘机油路的关闭操作,同时展开顶架和伸出侧架。通过推动液压控制手柄操纵顶梁架和支护顶架,迅速在顶梁架上安装钢网和支护钢架。其次,在完成双向锁对油量的控制后,顶梁架和主架得以打开,使主架升高,将钢网和钢带紧紧压在巷道顶板与主架之间。再次,紧接着进行打眼和锚杆的迅速安装工作,安装完成后降低主架到最低位置并折叠,最终将顶梁架巧妙拢伏于综掘机上。最终,执行支护油路的关闭,并停止支护控制阀的运作,圆满完成整个超前支护工作流程。

3. 超前支护在矿区回采中的应用

超前支护同样可以应用在矿区回采上,通常来说,具体的应用方式有两种:第一种是漏斗间不断掘进的方法,这种方法要求巷道间距维持在5米左右,尽管这种方式能够实现高效的遗漏煤层开采,却伴随着较大的坍塌率,相对来说危险性较高。第二种方式是沿废弃矿场之间的连接柱进行回采,这种方式对支架链接提出了较高的要求,但却能有效地结合超前支护技术,提升安全性,缺点则是开采盲点相对较多。而在实际的应用中,回采工程的安全性往往是首要考虑事项,因此当前在矿区回采中应用超前支护,都倾向于采用第二种回采方式。在具体的应用方式上:这种方法利用两个支架作为底部支撑,并将左右支架合并为一个支架,通过千斤顶将两个支架的顶梁连接到底座,实现良好的支撑效果。需要特别注意的是,支架被分为前后两节,前节的顶梁后部与后节的伸缩梁进行连接。此外,前后节的座通过移架千斤顶相互链接,采用这种连接方式可提高支架的稳定性,从而更好地发挥超前支护技术的价值。

四、超前支护在采矿工程中的应用路径

1. 超前支护的设计与施工

超前支护的设计与施工主要包括以下几个方面,首先是超前支护的方式选择。根据地质条件、开挖方法、开挖进度、支护材料等因素,合理选择超前支护的方式,如锚杆、管棚、注浆锚杆、水平旋喷桩等。不同的超前支护方式有不同的加固机理、施工工艺、成本效益和适用范围,应综合考虑各种因素,选择最优的超前支护方式。一般来说,锚杆适用于围岩完整度较高、破碎

带较窄的情况，管棚适用于围岩完整度较低、破碎带较宽的情况，注浆锚杆适用于围岩完整度较差、破碎带较深的情况。其次是超前支护的参数确定，如超前距离、支护强度、支护结构、支护间距等。超前支护的参数应根据围岩的应力、变形、裂缝等指标，以及超前支护的安全性和有效性进行计算或试验确定，不能一概而论，应根据具体情况灵活调整。一般来说，超前距离应大于超前支承压力的影响范围，支护强度应大于围岩的破坏强度，支护结构应符合围岩的变形特征，支护间距应保证支护结构的连续性和完整性。在施工时则要严格按照施工工艺和设计，保证超前支护的质量和效果，避免出现质量问题和安全事故，保证超前支护的及时性和连续性。

2. 超前支护的检测与管理

在超前支护构建完成后，要定期对超前支护的结构进行检测，监测围岩的应力、变形、裂缝等指标，评估超前支护的安全性和有效性，常用的方法有钻孔、斜测、测量、声波、电磁波等。检测完成后，要根据检测结果对超前支护的效果进行评价，以及时发现其问题和隐患并作出针对性处理。而在超前支护的管理方面，要根据超前支护的设计方案和技术措施，对超前支护的施工实施、检测评价、维护维修等进行有效的管理，加强超前支护的质量控制和安全生产监督，保证超前支护的规范性和合规性。

五、超前支护在采矿工程应用中的创新路径

1. 进一步提升超前支护的范围

在现有的支护装置基础上，可以在液压顶篷前端较接两个临时支护顶板，以进一步优化施工安全性。这一新设计不仅有效地扩大了临时支护的覆盖面积，同时通过连接在临时支护顶板下方的圆钢和木板，形成了一个全新的迎头支护装置，从而确保了对迎头部位的高效支护。这种系统性的改进不仅提升了支护面积，还在实际应用中展现了其卓越的支护效果。

2. 推进超前支护的机电一体化

超前支护技术的机电一体化是一种有利的发展方向，它可以提高超前支护的效率、质量和安全性，降低人力成本和风险，适应不同的地质条件和施工需求。机电一体化是指将机械、电气、控制等多个领域的技术和设备相结合，形成一个整体的系统，实现自动化、智能化和网络化的目标。在超前支护技术的机电一体化方面，已经有一些研究和实践的成果，例如超前支护装置的自动化，通过采用液压、电气、传感器等技术，实现超前支护装置的自动控制、调节和检测，提高其稳定性、可靠性和适应性。但当前，超前支护技术的机电一体化也面临一些挑战和难题，如技术复杂度高、成本投

入大、标准规范缺乏、人员培训不足等。仍然需要一段时间的探索。

3. 强化超前支护在采矿工程中的灵活性

要确保超前支护在采矿工程中良好的应用，提高超前支护的适应性和灵活性，需要着重考虑以下几个方面：第一是超前支护的类型和选择。根据岩体的性质、断面形状、掘进方式等因素，选择合适的超前支护类型，如锚杆、管棚、液压支架等。不同类型的超前支护有不同的优缺点和适用范围，需要综合考虑其经济性、可靠性、施工难度等因素。第二是超前支护的位置和参数。根据岩体的变形特征、掘进进度、回采需求等因素，确定合理的超前支护位置和参数，如锚杆长度、管棚宽度、液压支架高度等。超前支护位置和参数应该能够有效地加固岩体，防止坍塌或滑移，并且能够保证工作面出口畅通无阻。第三是制定合理的超前支护施工和维护计划，如锚杆安装、管棚拼装、液压支架调整等。有必要时需要充分将超前支护和其他手段相结合，以创新性的思维和方法更进一步地拓展超前支护的应用场景。

结语

综上所述，超前支护本身在采矿工程中有着良好的利用价值和利用空间，能够在石门揭煤、矿道掘进以及矿区回采等多方面充分发挥作用。而要确保超前支护的良好应用，还要根据实际情况做好超前支护的设计与施工以及监测与管理。除此之外，相关企业还要加强超前支护在采矿工程中应用的创新，不断提高超前支护应用的实际效益，从而确保超前支护在采矿工程中能够发挥更多更重要的作用。

参考文献

- [1] 高奇强等. “超前支护在采矿工程中的应用探析.” 能源与节能 11 (2017): 2.
- [2] 韩永生. “超前支护在采矿工程中的应用研究.” 世界有色金属 000.006 (2021): 35-36.
- [3] 孙启明. 探析超前支护在采矿工程中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021 (10): 2.
- [4] 李启光. 超前支护在采矿工程中的应用研究[J]. 经济技术协作信息, 2018 (24): 1.
- [5] 刘智育, 任辉. “超前支护在采矿工程中的应用.” 商品与质量 000.003 (2016): 144-144, 145.
- [6] 王新乔, 万鹏. 超前支护在采矿工程中的应用探究[J]. 中国金属通报, 2020 (4): 2.
- [7] 傅本福. 超前支护在采矿工程中的应用[J]. 经济与社会发展研究, 2019 (14): 1.