

采矿工程中的巷道掘进及支护探究

安瑞学

郑煤集团杨河煤业 河南 郑州 450000

摘要：采矿工程作为国家经济发展的重要支柱，其中的巷道掘进与支护技术是确保工程安全与高效的核心环节。本文深入细致地探讨了这两项关键技术，详细分析了掘进流程中的各个环节、技术手段的选择以及所面临的挑战。同时，文章还全面阐述了支护技术的重要性、应用现状及未来发展趋势。通过对这些内容的系统阐述，旨在为采矿工程的实践提供全面的理论指导和技术支持。

关键词：采矿工程；巷道掘进；支护技术；安全保障

引言

随着矿井开采深度和服务年限的增加，杨河煤业同时面临着采掘接替紧张的局面，研究掘进技术和支护技术，是保证巷道快速掘进的重要安全技术保障之一。巷道掘进与支护技术作为采矿工程的两大关键技术，其重要性日益凸显。掘进技术的高效与否直接影响到矿山的开采效率和成本，而支护技术的可靠性则是保障矿工生命安全的关键。因此，对这两项技术进行深入的研究和探讨，对于提升采矿工程的整体水平具有重大意义。

1 巷道掘进技术

1.1 巷道掘进的基本流程

巷道掘进是从选址开始，经过勘探、设计、施工到最后的检查验收等一系列复杂的过程。选址需综合考虑地质条件、矿体分布和开采需求；勘探旨在获取详细的地质资料，为设计提供准确数据；设计则需根据勘探结果，结合工程要求，制定出合理的掘进方案；施工是掘进过程的具体实施阶段，要求严格按照设计方案进行；最后的检查验收则是对整个掘进工程质量的全面把控。

1.2 巷道掘进的主要技术手段

1.2.1 钻爆法

钻爆法核心原理是通过钻孔和爆破的方式破碎岩石，从而形成所需的巷道空间。这一方法因其成本相对较低、适应性广，在采矿工程中占有重要地位。在实施钻爆法时，首先需要进行精确的钻孔作业。钻孔的位置、深度和角度都必须根据巷道的设计要求和地质条件来精确确定。钻孔设备通常采用专业的岩钻机械，这些机械配备有高强度的钻头，能够在岩石上快速准确地打出孔洞。钻孔过程中，操作人员需要严格控制钻孔的各项参数，确保每个孔洞都符合爆破的要求。完成钻孔后，接下来是爆破作业。爆破作业需要使用特制的炸药，这些炸药被精确地放置在每个孔洞中。炸药的种

类、数量和引爆方式都是根据岩石的硬度、巷道的尺寸以及周围环境的安全要求来确定的。在爆破过程中，必须严格遵守安全操作规程，确保人员和设备的安全。爆破完成后，需要对爆破效果进行评估。评估的内容包括巷道的形状、尺寸是否符合设计要求，以及周围岩石的稳定性等。如果爆破效果不理想，可能需要进行二次爆破或其他补救措施^[1]。虽然钻爆法具有成本较低的优点，但它也存在一些明显的缺点。首先，钻爆法产生的噪音和震动较大，这不仅可能对周围环境造成破坏，还可能影响附近居民的生活和工作。其次，钻爆法产生的粉尘和有害气体可能对操作人员的健康造成危害。

1.2.2 液压钻爆法

液压技术的应用是液压钻爆法的核心。在钻孔阶段，液压钻机利用高压液压油驱动钻头旋转，同时推进钻头深入岩层。与传统的电动或气动钻机相比，液压钻机具有更高的功率密度和更好的控制性能，能够在更短的时间内完成钻孔作业，且钻孔质量更高。在爆破设备方面，液压技术同样发挥着重要作用。液压爆破设备能够精确控制炸药的装载、引爆和爆破过程，确保爆破的准确性和安全性。此外，液压爆破设备还具有自动化程度高、操作简便等优点，能够减轻操作人员的劳动强度，提高爆破作业的效率。液压钻爆法的优点不仅仅体现在效率的提升上。由于液压技术的引入，整个掘进过程的振动和噪音得到了有效控制，对周围环境的影响也相应减小。同时，液压钻爆法还能够更好地适应复杂多变的地质条件，提高巷道的稳定性和安全性。然而，液压钻爆法也存在一定的局限性，主要体现在设备成本方面。由于液压钻机和爆破设备的技术含量较高，制造成本也相应增加。因此，在选择液压钻爆法时，需要综合考虑工程预算、经济效益等因素。

1.2.3 掘进机法

掘进机法是使用专门设计的掘进机进行连续挖掘作业，特别适用于硬岩巷道的开拓。这种方法的主要特点是机械化程度高、挖掘效率高，因此在大型矿山项目中得到了广泛应用。掘进机通常由截割部、装载部、运输部以及行走部等多个功能部分组成。其工作原理是通过截割部的旋转刀具对岩石进行破碎，然后由装载部将破碎的岩石收集并传输到运输部，最后由运输部将岩石运出巷道。整个过程中，掘进机能够实现连续、稳定的挖掘作业，大大提高了巷道的掘进速度。掘进机法的显著优势在于其高效性和机械化程度。由于掘进机能够实现自动化和连续化作业，大大减少了人工操作的环节，因此挖掘效率得到了显著提升。同时，掘进机具有较强的适应性和灵活性，能够根据不同地质条件进行调整和优化，从而更好地满足工程需求。然而，掘进机法也对操作人员的技能提出了更高的要求。操作掘进机需要具备专业的知识和技能，包括了解掘进机的结构和工作原理、熟练掌握操作技术、具备应对突发情况的能力等^[2]。因此，在使用掘进机进行巷道掘进时，必须加强对操作人员的培训和管理，确保他们具备足够的技能和经验。此外，掘进机的维护和保养也是一项重要的工作。掘进机作为一种大型机械设备，需要定期进行检查、维修和保养，以确保其正常运转和延长使用寿命。

1.3 巷道掘进中的困难与挑战

在巷道掘进作业中，所遭遇的困难和挑战多种多样，且往往与地质条件密切相关。复杂多变的地质构造，如断层、破碎带及软弱夹层，是掘进过程中常见的难题。这些不良地质体导致岩层稳定性差，掘进时易发生坍塌、冒顶等安全事故。同时，地下水的渗透和流动也是掘进中需要重点关注的问题。它不仅会软化岩石，降低巷道的承载力和稳定性，还会对掘进机械设备造成腐蚀和损坏，增加维修成本。为了有效应对这些挑战，工程技术人员需不断探索和创新，研发更适应恶劣地质环境的掘进设备和技术。同时，加强现场地质勘察和监测工作，建立完善的预警系统，对可能出现的风险进行及时预测和评估，从而确保掘进作业的安全性和效率。

2 巷道支护技术

2.1 支护的必要性

巷道掘进完成后，为了确保其长期的稳定性和安全性，必须进行及时有效的支护。支护结构能够抵抗地层的压力和水的作用力，防止巷道的变形和坍塌。同时，支护还能保护巷道壁面免受风化、剥落等自然因素的破坏，延长巷道的使用寿命。因此，支护技术是采矿工程中不可或缺的一环^[3]。

2.2 主要的支护方式

2.2.1 木支护

木支护主要利用木材来构建巷道的支撑结构。这种支护方式在地质条件相对较好的巷道中得到了广泛应用，特别是在那些岩层稳定、地压不大的区域。木支护的主要优点在于其成本较低。木材作为一种常见的自然资源，获取相对容易，且加工制作支护结构的工艺简单，不需要复杂的机械设备。这使得木支护在经济效益上具有较大的优势，特别适用于一些预算有限的采矿项目。在实施木支护时，通常选择具有一定强度和耐久性的木材，如松木、杉木等。这些木材经过干燥处理后，能够有效地抵抗腐蚀和虫蛀，从而延长支护结构的使用寿命。同时，木材还具有一定的柔韧性和可塑性，能够适应巷道壁面的微小变形，保持支护结构的稳定性。然而，木支护也存在一些明显的缺点。首先，其承载能力相对有限。木材虽然具有一定的强度，但与钢材、混凝土等材料相比，其承载能力明显较弱。因此，在地质条件较差、地压较大的区域，木支护可能难以满足巷道的稳定性要求。其次，木支护易燃易爆。木材在遇到明火或潮湿环境时容易发生燃烧或腐烂，这不仅会破坏支护结构，还可能对矿山安全构成威胁。为了克服木支护的缺点，近年来一些研究者开始探索改进方法。例如，通过采用新型的防腐处理技术来提高木材的耐久性；或者将木材与其他材料（如钢材、复合材料等）相结合，形成复合支护结构，以提高其承载能力。

2.2.2 U型钢支护

U型钢支护是利用U型钢的可塑性和高强特性，构建一种能够适应巷道变形并具有较高承载能力的支护结构。这种支护方式在采矿工程和地下工程中得到了广泛应用，特别是在地质条件复杂、巷道稳定性要求高的场合。U型钢支护的关键在于其独特的型钢设计和安装方式。通过选用适当型号的U型钢，并依据巷道的形状和尺寸进行定制，可以形成紧密贴合巷道壁面的支护结构。这种支护结构不仅具有较高的强度和稳定性，而且能够在一定程度上适应巷道的变形，保持巷道的整体稳定性。在施工过程中，U型钢支护需要经过精确的测量、型钢的切割和焊接，以及安装和固定等多个环节。这些环节都需要严格控制质量，确保支护结构的精确性和稳固性。例如，型钢的切割和焊接需要遵循精确的工艺要求，以保证支护结构的整体性和承载能力。然而，U型钢支护也存在一些局限性。首先，其成本相对较高，因为需要使用特种钢材，并经过精细的加工和安装。其次，虽然U型钢支护能够适应一定的巷道变形，但在极端地质

条件下,可能仍需要额外的加固措施。为了降低成本和提高支护效果,研究者们正在不断探索新型的U型钢材料和支护技术。例如,研发更经济、性能更优异的U型钢材料,以及探索更高效、更精确的加工和安装技术,都是当前研究的热点。同时,结合其他支护方式,如锚杆支护或喷射混凝土支护,也可以进一步提高U型钢支护的稳定性和经济性。

2.2.3 锚杆支护

锚杆支护原理是通过在巷道周围的岩体内钻设孔洞,然后植入锚杆,再利用锚固剂或机械装置将锚杆固定于岩体中,从而形成一个将周围岩体紧密连接在一起的稳定支护体系。这种支护方式在多种地质条件下均表现出色,特别是对于那些节理发育、破碎或松软的岩层,其支护效果尤为显著。锚杆支护的主要优势在于其施工简便性和效果显著性。相较于其他支护方式,锚杆支护所需的施工设备和工艺相对简单,能够快速地完成支护作业,从而有效地缩短工程周期。同时,由于锚杆能够深入岩体内部,充分利用岩体的自承能力,因此可以大幅减少支护材料的用量,降低工程成本。在实际应用中,锚杆支护的设计和施工都需要根据具体的工程条件和地质情况进行详细的规划和设计。例如,锚杆的长度、直径和布置间距等参数都需要根据岩体的强度、稳定性和巷道的尺寸等因素进行精确的计算和选择。此外,锚杆的锚固方式也是影响支护效果的关键因素之一,常用的锚固方式包括机械锚固、树脂锚固和水泥砂浆锚固等,选择何种锚固方式需要根据实际情况进行综合考虑。

2.2.4 喷浆支护

喷浆支护主要是利用专门的喷射设备,将预先配制好的水泥砂浆以高速喷射到巷道壁面上,从而迅速形成一层均匀、致密的保护层。喷浆支护技术的实施过程相对简单,但其中涉及的细节却不容忽视。首先,喷射前需要对巷道壁面进行清理,确保壁面无杂物、无浮尘,以保证水泥砂浆能够与壁面牢固粘结。其次,水泥砂浆的配比也是关键,必须根据巷道的地质条件和工程要求进行精确计算,以确保喷射出的浆料既具有良好的流动性,又能在短时间内达到所需的强度。在喷射过程中,操作人员的技能水平同样至关重要。他们需要熟练掌握喷射设备的操作方法,确保浆料能够均匀、连续地喷射到巷道壁面上,避免出现漏喷、过喷等质量问题^[4]。同

时,喷射速度、喷射角度以及喷射距离等参数也需要根据实际情况进行灵活调整,以达到最佳的支护效果。喷浆支护技术的优点显而易见。它不仅能够快速有效地封闭岩体裂隙,防止水、气渗透,还能够增强巷道的承载能力,提高巷道的整体稳定性。此外,喷浆支护还具有施工简便、成本较低、适应性广等特点。然而,喷浆支护也存在一些局限性。例如,在地质条件极为复杂或巷道变形严重的区域,单一的喷浆支护可能难以满足稳定性要求,此时需要与其他支护方式相结合,形成综合支护体系。

2.3 支护技术的发展趋势

随着科技日新月异,采矿工程的巷道支护技术正迎来前所未有的发展机遇。智能化和自动化的趋势日益明显,这得益于先进的传感器技术、信息技术以及智能算法的融合应用。通过这些技术手段,我们能够实现对支护结构状态的实时、精准监测,及时预警潜在的安全隐患,从而显著提升矿山生产的安全性和效率。同时,环保化也已成为支护技术发展不可或缺的一部分。在追求经济效益的同时,我们必须高度重视环境保护,推动绿色采矿的实践。这意味着在未来的支护技术研发中,我们将更加注重材料的环保性、施工过程的减排以及废弃物的回收利用,力求在保障矿山安全的同时,也保护我们赖以生存的地球环境。

结语

本文通过对采矿工程中巷道掘进与支护技术的详细探究和分析揭示了这两大关键技术 in 保障矿山安全生产中的重要作用和价值所在。随着技术的不断进步和创新,我们有理由相信未来的采矿工程将更加高效、安全和可持续发展。同时我们也应该认识到任何技术的应用都需要结合实际情况进行科学合理的选择和设计才能充分发挥其优势和作用为矿山生产带来真正的效益。

参考文献

- [1]宋金锋.采矿工程中的巷道掘进及支护探究[J].内蒙古煤炭经济,2022(6):3.
- [2]张学杰.采矿工程中的巷道掘进及支护探究[J].2020.
- [3]韩文元.快速掘进技术在刘庄煤矿胶带顺槽巷中的应用[J].河南科技,2021(12):55-57.
- [4]张斌.大断面锚网支护巷道综掘快速成巷技术研究[J].当代化工研究,2021(17):57-58.