

煤矿掘进支护技术探析

王 锦

河北冀中邯峰矿业有限公司万年矿 河北 邯郸 056300

摘 要：煤矿掘进支护技术是确保煤矿安全生产的关键环节。本文深入探讨了煤矿掘进支护技术的多个方面，包括传统支护技术的局限性、新材料与新技术的应用、支护技术的综合优化与系统集成等。通过分析锚杆支护、矿用支护型钢等支护技术的特点和应用效果，揭示了支护技术在提高巷道稳定性、降低事故风险方面的重要作用。同时，还展望了智能化支护技术的发展前景，为煤矿掘进支护技术的持续创新与发展提供了有益参考。

关键词：煤矿；掘进支护；技术

引言：支护技术在煤矿掘进工作中最主要的作用在于加固煤矿工程，通过提高煤矿工程的稳定性来加强煤矿开采工作的安全。不同情况下所适合的支护措施不同，面对不同的煤矿工程，必须要根据煤矿工程的特点来选择最有效的支护技术。在煤矿掘进工作中，许多因素会影响到支护技术的作用，因此，对煤矿掘进支护技术进行深入的探析，探索新材料、新技术以及综合优化方法的应用，具有重要的理论和实践意义。通过对煤矿掘进支护技术的全面分析，为煤矿安全生产提供技术支撑，推动煤矿掘进支护技术的不断创新与发展。

1 煤矿掘进支护技术的重要性

煤矿掘进支护技术在煤矿开采中扮演着至关重要的角色，其重要性不容忽视。第一，煤矿掘进支护技术是确保煤矿开采安全的重要保障。在煤矿开采过程中，巷道掘进和支护是不可或缺的一环。随着开采深度的增加，巷道的地质条件变得越来越复杂，巷道顶板、侧壁等围岩的稳定性问题日益突出。如果缺乏有效的支护措施，巷道很容易发生冒顶、片帮等安全事故，给矿工的生命安全带来严重威胁。因此，采用先进的掘进支护技术，能够有效地提高巷道的稳定性，降低安全事故的发生率，确保煤矿开采的安全进行。第二，煤矿掘进支护技术对于提高煤矿开采效率也具有重要意义。在巷道掘进过程中，如果支护技术不到位，巷道变形、垮塌等问题频繁发生，将导致掘进速度减慢，甚至影响整个煤矿的生产进度。而采用高效的掘进支护技术，能够保持巷道的稳定性，减少因巷道变形、垮塌等问题导致的停工时间，从而提高煤矿开采效率^[1]。第三，煤矿掘进支护技术还有助于降低煤矿开采成本。虽然支护技术的投入会增加一定的成本，但长期来看，有效的支护措施能够减少巷道维修和重建的费用，降低生产成本。同时支护技术的应用还能够提高巷道的利用率，增加煤矿的开采量，从而

进一步提高经济效益。因此，在煤矿开采过程中，应高度重视掘进支护技术的应用和发展，不断推动技术创新和进步，为煤矿行业的可持续发展提供有力支撑。

2 煤矿掘进支护技术的关键要点

2.1 地质条件分析与支护策略选择

在煤矿掘进前，必须对巷道所在区域的地质条件进行全面、深入的分析。这包括了解煤层的厚度、倾角、硬度等物理性质，以及顶板、底板和侧壁的岩性、节理、裂隙等地质构造特征。同时，还需要评估地下水的分布和流动情况，以及可能存在的瓦斯、煤尘等危险因素。基于地质条件分析的结果，支护策略的选择变得至关重要。对于不同的地质条件，需要采用不同的支护方式和材料。例如，在软弱岩层中，可能需要采用高强度的锚杆支护或钢架支护来增强巷道的稳定性；而在坚硬岩层中，则可能更多地依赖于喷射混凝土等柔性支护方式。此外，支护策略还需要考虑掘进速度、巷道断面尺寸、开采深度等因素，以确保支护效果与掘进作业的高效协同。在选择支护策略时，还需要特别注意地质构造复杂区域的处理。这些区域往往存在断层、褶皱等地质异常体，对巷道的稳定性构成严重威胁。因此，需要采用更为复杂和精细的支护方案，如增加支护密度、采用特殊支护材料等，以应对这些地质异常体带来的挑战。

2.2 锚杆支护技术的应用与优化

锚杆支护作为煤矿掘进中最为常见的支护方式之一，其通过锚入围岩内部的锚杆，克服了岩石抗拉强度小的弱点，充分利用围岩本身抗压强度大的特点，从而在巷道周围形成了一个整体而又稳固的岩支撑带，这对于维护巷道稳定性至关重要。在锚杆支护技术的应用过程中，关键在于锚杆的选择、安装以及预应力施加等环节。首先，锚杆的材质、长度、直径等参数需根据巷道地质条件、断面尺寸以及开采深度等因素进行科学合理

的选择, 以确保锚杆支护的承载能力和稳定性。其次, 锚杆的安装过程需要严格控制钻孔的孔径、孔深以及锚杆的插入深度等参数, 同时保证锚杆与围岩的紧密结合, 避免锚杆松动或脱落。最后, 预应力的施加是锚杆支护技术中的关键环节, 通过施加适当的预应力, 可以进一步提高锚杆支护的承载能力和稳定性, 有效防止巷道围岩的变形和破坏^[2]。在锚杆支护技术的优化方面, 主要包括支护参数优化、支护材料改进以及支护方式创新等方面。支护参数的优化可以根据巷道地质条件和开采需求进行灵活调整, 以提高支护效果。支护材料的改进可以通过研发新型高强度、高韧性材料, 提高锚杆支护的承载能力和耐久性。支护方式的创新可以通过引入新的支护技术和设备, 如全长锚固技术、锚杆预紧力施加装置等, 进一步提升锚杆支护的效率和效果。

2.3 临时支护与永久支护的结合

临时支护通常在掘进作业初期或地质条件复杂、围岩稳定性较差的区域使用。它的主要作用是迅速为巷道提供临时支撑, 防止围岩因应力释放而发生垮塌或变形。常见的临时支护方式包括木质支柱、液压支柱、前探梁等。这些支护设施具有安装简便、拆卸灵活的特点, 能够根据掘进作业的进展及时进行调整和补充。随着掘进作业的深入和围岩稳定性的逐渐提高, 临时支护需要逐步被永久支护所取代。永久支护的主要作用是长期保持巷道的稳定性和安全性。常见的永久支护方式包括锚杆支护、喷射混凝土支护、钢架支护等。这些支护方式具有承载能力强、稳定性好的特点, 能够有效地抵抗围岩的变形和破坏。在临时支护与永久支护的结合过程中, 需要特别注意支护措施的衔接和过渡。一方面, 临时支护应能够为永久支护的施工提供足够的支撑和保护; 另一方面, 永久支护的施工应能够及时跟进, 避免临时支护因长时间承载而发生损坏或失效。通过合理选择和运用不同的支护方式, 并根据掘进作业的进展和地质条件的变化进行适时调整, 可以确保巷道掘进作业的安全、稳定进行, 为煤矿的可持续开采提供有力保障。

2.4 支护效果的监测与评估

支护效果的监测主要包括对巷道围岩的变形、压力分布以及支护结构的受力状态进行实时或定期的观测和记录。通过采用专业的监测仪器和设备, 如位移计、压力传感器等, 可以精确地测量出巷道围岩的位移量、变形速率以及支护结构所承受的压力等关键参数。这些参数是评估支护效果的重要依据, 也是指导后续支护措施调整和优化的基础。在支护效果的评估过程中, 需要综合考虑多个方面的因素。除了上述监测数据外, 还

要考虑巷道的地质条件、掘进作业的方式和进度、支护材料的性能和参数等因素^[3]。通过对这些因素的综合分析, 可以对支护效果进行客观、全面的评估。评估结果不仅可以反映出当前支护措施的有效性和不足, 还可以为后续的支护设计和优化提供有益的参考。基于支护效果的监测与评估结果, 可以及时发现支护措施中存在的问题和不足, 并采取相应的补救措施进行调整和优化。例如, 当发现巷道围岩变形量过大或支护结构受力不均时, 可以及时调整支护参数、增加支护数量或改变支护方式等措施, 以提高支护效果并保障巷道稳定性。

3 煤矿掘进支护技术创新与发展

3.1 智能化支护技术的研发与应用

智能化支护技术是煤矿掘进支护领域的一项重要创新, 它通过引入先进的信息技术、自动化技术和人工智能技术, 实现了支护过程的智能化、自动化和高效化。

3.1.1 智能监测与预警系统

智能监测与预警系统是智能化支护技术的核心之一。该系统通过布置在巷道周围的传感器, 实时监测巷道围岩的变形、应力分布等关键参数。当监测数据超过预设的安全阈值时, 系统会自动发出预警, 提醒操作人员及时采取措施, 防止巷道失稳和事故的发生。

3.1.2 智能支护决策支持系统

智能支护决策支持系统利用大数据分析和人工智能技术, 对监测数据进行深度挖掘和分析, 为支护设计提供科学依据。该系统能够根据巷道地质条件、掘进进度和支护需求, 自动生成最优支护方案, 提高支护效率和支护质量。

3.1.3 智能支护设备

智能支护设备是智能化支护技术的又一重要组成部分。这些设备通过内置的智能控制器和传感器, 能够实时监测支护结构的受力状态和变形情况, 并根据监测结果自动调整支护参数, 确保支护结构的稳定性和安全性。同时, 智能支护设备还具有远程控制和自动化操作的功能, 大大降低了操作人员的劳动强度和安全风险。

3.1.4 智能协同控制系统

智能协同控制系统将监测、决策、执行等环节紧密联系在一起, 形成了一个高度协同、反应灵敏的支护系统。该系统能够根据巷道掘进进度和支护需求, 自动调整支护设备的运行状态和支护参数, 实现支护过程的智能化和自动化。同时, 智能协同控制系统还能够对支护效果进行实时监测和评估, 为后续的支护优化提供数据支持。

3.2 新材料与新技术的应用

随着煤矿开采深度的增加,巷道围岩的应力状态变得更加复杂,对支护材料的强度和稳定性提出了更高的要求。因此,高强度支护材料的研发与应用成为了一个重要的方向。这些材料,如高强度锚杆、高性能混凝土等,具有更高的承载能力和更好的稳定性,能够更有效地抵抗巷道围岩的变形和破坏。除了材料方面的创新,支护结构的优化也是提升支护效果的关键。新型支护结构,如组合锚杆支护、预应力锚杆支护等,通过改变支护方式的组合和排列,提高了支护系统的整体承载能力和稳定性。这些新型支护结构能够更好地适应复杂的地质条件,确保巷道掘进的安全和稳定^[4]。另外,自动化与智能化技术的应用为煤矿掘进支护带来了革命性的变化。通过引入传感器、无线通信、自动控制等技术,可以实现对支护过程的实时监测和自动控制。这不仅提高了支护的效率和精度,还大大降低了操作人员的劳动强度和安全风险。在煤矿掘进支护技术的创新中,环保与可持续发展技术也受到了越来越多的关注。例如,采用可回收或可降解的支护材料,减少对环境的影响;优化支护设计,降低材料消耗和能源消耗,实现资源的合理利用和可持续发展。

3.3 支护技术的综合优化与系统集成

在煤矿掘进支护技术的创新与发展中,支护技术的综合优化与系统集成是一个重要的方向。这一方向旨在通过整合各种支护技术、材料和设备,形成一个高效、稳定、智能的支护系统,以提升巷道掘进的安全性和效率。支护技术的综合优化首先需要对各种支护技术进行深入研究和比较,找出它们的优缺点和适用范围。然后,根据巷道地质条件、掘进方式和进度等因素,将这些技术进行整合和协同,形成一个最优的支护方案。这种整合和协同不仅提高了支护效果,还降低了支护成本,实现了经济效益的最大化。在支护技术的综合优化中,设备与材料的优化选择也是一个重要的环节。通过

对比不同设备和材料的性能、价格和使用寿命等因素,选择最适合当前掘进环境和支护需求的设备和材料。这种优化选择不仅提高了支护效率,还降低了设备和材料的消耗,减少了资源浪费。随着信息技术的不断发展,智能监控与自动化控制在支护技术中的应用也越来越广泛。通过在巷道周围布置传感器和监控设备,实时监测巷道围岩的变形和应力状态,然后将这些数据传输到控制中心进行分析和处理。根据分析结果,控制中心可以自动调整支护设备的运行状态和支护参数,实现支护过程的智能化和自动化。这种智能监控与自动化控制不仅提高了支护的精度和效率,还降低了操作人员的劳动强度和安全风险。

结语

总之,煤矿掘进支护技术的创新与发展对于保障煤矿安全生产、提高开采效率具有重要意义。通过不断探索新材料、新技术以及综合优化方法的应用,能够有效提升支护效果,降低事故风险,为煤矿的可持续发展奠定坚实基础。未来,随着智能化、自动化技术的不断进步,煤矿掘进支护技术将迎来更加广阔的发展前景。我们期待在科技创新的引领下,煤矿掘进支护技术能够不断取得新的突破,为煤矿行业的安全、高效、绿色发展贡献力量。

参考文献

- [1]段金红.探析采矿工程巷道掘进和支护应用[J].中国设备工程,2019(11):224-226.
- [2]张进佩.煤炭采矿工程巷道掘进和支护技术的应用[J].石化技术,2019,26(4):181-182.
- [3]甄向宇.煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术的应用研究[J].科技视界,2019(10):177-178.
- [4]赵寿.煤矿采矿工程巷道掘进和支护技术的应用分析[J].山东工业技术,2020(17):98-99.