

煤矿掘进技术及安全管理研究

陈鹏飞 段振龙

焦作煤业集团赵固（新乡）能源有限责任公司 河南 新乡 453600

摘要：煤矿掘进技术及安全管理研究聚焦于提升掘进效率与保障作业安全。通过创新掘进工艺，如采用智能化、自动化掘进设备，结合高强度支护技术，有效增强了巷道稳定性。同时强化施工人员安全培训，实施严格的安全管理制度，显著提升作业人员的安全意识和应急处理能力。本研究不仅促进了煤矿掘进技术的现代化进程，也为煤矿行业的安全生产提供有力支撑。

关键词：煤矿掘进技术；安全管理；措施

1 煤矿掘进支护的作用与基本现状

1.1 煤矿掘进支护的作用

煤矿掘进支护在煤矿生产过程中起着至关重要的作用，掘进支护的主要目的是确保巷道的安全与稳定。由于煤矿巷道是开采过程中重要的运输通道，其安全性直接关系到整个煤矿开采作业的正常进行。掘进支护通过加固巷道围岩，提高巷道的力学性能和稳定性，有效防止了巷道坍塌、冒顶等安全事故的发生，从而保障了作业人员的生命安全。掘进支护有助于提升开采效率，在掘进过程中，合理的支护技术可以保持巷道的畅通无阻，为采煤设备提供足够的作业空间，减少因巷道受损而导致的停工时间，从而提高了开采效率。掘进支护还能保护开采设备免受地质条件变化的影响，降低设备损坏率，进一步提高了开采的经济效益。掘进支护还关系到煤矿开采的长期稳定发展，随着煤矿开采深度的增加，地质条件越来越复杂，掘进支护技术的不断改进和创新，能够适应各种高难度矿井的开采需求，维护巷道的稳固，为煤矿的可持续发展提供有力保障。

1.2 煤矿掘进支护的应用现状

当前，煤矿掘进支护技术在煤矿开采中得到了广泛应用，并取得了显著成效。以下是我国煤矿掘进支护的应用现状；（1）支护技术多样化：煤矿掘进支护技术种类繁多，包括锚杆支护、锚索支护、钢带支护、金属网支护等。这些技术各有特点，可根据巷道围岩的具体条件进行选择 and 组合使用，以达到最佳的支护效果。（2）支护材料不断创新：随着科技的发展，支护材料也在不断创新。传统的支护材料如木材、砌碛等已逐渐被高强度、高预应力的锚杆、锚索等材料所取代。这些新型材料具有更好的力学性能和稳定性，能够更有效地加固巷道围岩^[1]。（3）支护工艺不断优化：在掘进支护过程中，支护工艺也在不断优化。例如，采用机械化、自

动化程度较高的支护设备，可以显著提高支护效率和质量；通过注浆加固等联合支护技术，可以进一步增强支护效果，提高巷道的整体稳定性。（4）支护理念不断创新：在支护技术不断发展的同时，支护理念也在不断创新。现代煤矿开采更加注重“三高一低”的支护理念，即高刚度、高强度、高可靠性和低支护密度。这一理念的实施，不仅提高支护效果，还降低支护成本，促进煤矿开采的可持续发展。（5）尽管煤矿掘进支护技术取得显著进展，但在实际应用中仍存在一些问題。例如，部分煤矿企业过于重视眼前利益，不能及时更新支护设备和技术；部分巷道地质条件复杂，支护难度较大；部分作业人员技术水平不高，难以充分发挥支护技术的作用等，煤矿企业需继续加强掘进支护技术的研究和应用，提高支护效果和安全水平，为煤矿开采的顺利进行提供有力保障。

2 现代煤矿掘进技术的发展趋势

现代煤矿掘进技术的发展趋势呈现出几个显著特点；第一、智能化与自动化：随着人工智能、物联网、大数据等技术的飞速发展，煤矿掘进技术正逐步向智能化、自动化方向迈进。智能掘进装备如智能掘进机、自动支护系统等研发与应用，将大幅减少人工操作，提高掘进效率与安全性，实现掘进过程的精准控制与远程监控。第二、高效化与精准化：为了提高煤矿开采效率，现代掘进技术更加注重高效化与精准化。通过优化掘进工艺、提升设备性能、加强地质勘探与预测等手段，实现掘进速度与质量的双重提升，利用先进的导航与定位技术，确保掘进路径的精准无误，减少资源浪费与环境破坏。第三、绿色化与环保化：在可持续发展的背景下，绿色化与环保化成为现代煤矿掘进技术的重要发展方向。通过采用低能耗、低排放的掘进设备，优化掘进过程中的水资源管理、粉尘控制等措施，减少对环

境的影响,加强对煤矿废弃物的处理与利用,推动煤矿开采与环境保护的协调发展^[2]。第四、综合化与集成化:现代煤矿掘进技术趋向于综合化与集成化,即将多种掘进技术、支护技术、监测技术等有机结合起来,形成一个完整的掘进系统。通过系统集成与信息共享,实现掘进过程的全面监控与高效管理,提高整体作业效率与安全性。第五、人才培养与技术创新:人才是技术发展的核心驱动力。现代煤矿掘进技术的发展离不开高素质的专业人才与持续的技术创新。加强人才培养与引进,推动产学研用深度融合,加速新技术、新工艺的研发与应用,将是未来煤矿掘进技术发展的重要保障。

3 煤矿巷道掘进施工与支护技术的应用

3.1 对锚杆支护技术的应用

在煤矿巷道掘进施工中,锚杆支护技术因其高效、经济、安全的特点而被广泛应用。锚杆支护的基本原理是通过将锚杆打入巷道围岩内部,利用锚杆与围岩之间的相互作用力,将围岩加固成一个整体,从而提高巷道的稳定性和承载能力。这种支护方式不仅能够有效控制巷道的变形和破坏,还能显著降低支护成本,提高掘进效率。锚杆支护技术的关键在于锚杆的选择、安装以及锚固剂的使用。首先,锚杆的材质和规格应根据巷道围岩的性质、应力状态及掘进工艺要求来确定,以确保锚杆具有足够的强度和刚度。其次,锚杆的安装应确保其与围岩的紧密接触,并通过施加预应力来增强支护效果。最后,锚固剂的选择和使用也至关重要,它直接影响到锚杆与围岩之间的粘结强度和耐久性。在实际应用中,锚杆支护技术常与金属网、钢带等辅助支护材料结合使用,形成复合支护结构。这种复合支护结构能够进一步提高巷道的稳定性和安全性,特别是在地质条件复杂、应力集中等不利工况下,更能发挥出其独特的优势。

3.2 临时支护工艺的应用

在煤矿巷道掘进过程中,由于掘进速度与支护速度之间存在时间差,因此常常需要采用临时支护工艺来确保巷道的临时稳定。临时支护的主要目的是在永久支护完成之前,为掘进工作面提供足够的支护强度,防止巷道发生坍塌或冒顶等安全事故。临时支护工艺多种多样,常见的有前探梁支护、单体液压支柱支护、木垛支护等。前探梁支护是一种简单易行的临时支护方式,它通过在前方安装可伸缩的前探梁,利用顶板岩石的自重和锚固力来支撑顶板,为掘进工作面提供临时支护。单体液压支柱支护则是一种更为可靠的临时支护方式,它利用液压支柱的升降功能,能够灵活调节支护高度和支护力,适应不同地质条件下的支护需求。木垛支护则是

一种传统的临时支护方式,虽然支护强度相对较低,但在特定条件下仍具有一定的应用价值。临时支护工艺的选择应根据巷道围岩的实际情况、掘进工艺要求以及安全生产需要来确定。在支护过程中,应确保临时支护结构的稳定性和可靠性,同时加强支护结构的监测和维护,及时发现并处理支护失效或损坏的情况^[3]。

3.3 对卸压增阻弱结构补强支护技术的应用

在煤矿巷道掘进过程中,由于地质条件复杂多变,部分巷道区域可能存在弱结构或应力集中区,这些区域往往成为巷道支护的难点和易发事故点。为了有效解决这些问题,卸压增阻弱结构补强支护技术应运而生。该技术的基本原理是通过在弱结构或应力集中区采取卸压措施,降低该区域的应力水平,同时采用增阻材料对弱结构进行补强加固,提高其承载能力和稳定性。卸压措施通常包括钻孔卸压、爆破卸压等,而增阻材料则可以是注浆材料、高强度锚杆等。在实际应用中,卸压增阻弱结构补强支护技术需要综合考虑巷道围岩的力学性质、应力状态以及掘进工艺要求等因素。通过合理的卸压设计和增阻材料选择,可以实现对弱结构或应力集中区的有效控制和补强加固,从而提高巷道的整体稳定性和安全性。

3.4 棚式支护技术与综合机械掘进模式的应用

棚式支护技术是一种传统的巷道支护方式,它通过在巷道内架设棚架来支撑顶板和两帮,形成一个稳定的支护结构。棚架材料可以是木材、金属或混凝土等,具体选择应根据巷道围岩的性质和支护要求来确定。棚式支护技术具有结构简单、施工方便、适应性强等优点,在煤矿巷道掘进中得到了广泛应用。随着煤矿开采技术的不断进步和机械化程度的提高,传统的棚式支护技术已经难以满足高效、安全、环保的掘进需求,综合机械掘进模式应运而生。该模式将掘进、支护、运输等工序有机结合起来,通过采用先进的掘进设备和支护技术,实现掘进过程的连续化、自动化和智能化。在综合机械掘进模式下,棚式支护技术也得到了进一步的改进和创新。例如,采用机械化棚架安装技术可以显著提高支护效率和质量;采用高强度、耐腐蚀的棚架材料可以延长支护结构的使用寿命;结合锚杆支护等先进技术可以形成复合支护结构,进一步提高巷道的稳定性和安全性^[4]。煤矿巷道掘进施工与支护技术的应用是一个复杂而系统的工程,在实际操作中,应根据巷道围岩的实际情况、掘进工艺要求以及安全生产需要来选择合适的支护技术和掘进模式,确保巷道的稳定性和安全性,还应加强技术创新和人才培养,推动煤矿掘进技术的不断进步和发展。

4 煤矿掘进安全管理措施

4.1 优化采煤工艺,提升掘进安全管理水平

煤矿掘进安全管理的首要任务之一是不不断优化采煤工艺,以适应复杂多变的地质条件,提高掘进作业的安全性和效率。优化采煤工艺不仅意味着采用先进的掘进设备和技术,更包括对整个掘进流程的精细化管理和持续改进。加大对先进掘进设备的投入,如高效能掘进机、自动化支护系统等,这些设备能够显著提高掘进速度,减少人工操作,从而降低事故风险,定期对设备进行维护保养,确保其处于良好运行状态,避免因设备故障引发安全事故。要不断优化掘进工艺流程,通过科学合理的组织设计和工序安排,减少无效作业时间,提高掘进效率。在掘进过程中,应密切关注地质条件的变化,及时调整掘进方案,确保掘进作业的安全顺利进行。还应加强掘进过程中的监测与预警系统建设,利用现代信息技术手段对掘进过程中的关键参数进行实时监测,如巷道变形、支护状态、瓦斯浓度等,一旦发现异常情况立即采取相应措施,防止事故发生。

4.2 应用高强度支护技术,增强巷道稳定性

支护技术是煤矿掘进安全管理中至关重要的一环。应用高强度支护技术,可以有效增强巷道的稳定性,减少巷道变形和破坏,为掘进作业提供安全保障。高强度支护技术包括多种类型,如锚杆支护、锚索支护、注浆加固等,在选择支护技术时,应根据巷道围岩的实际情况和掘进工艺要求来确定。例如,在软弱破碎的岩层中,可采用注浆加固技术来提高岩层的整体强度;在应力集中区域,可采用锚杆支护或锚索支护来增强巷道的支护效果^[5]。在应用高强度支护技术时,应注重支护参数的合理设计,包括支护材料的选择、支护结构的布置、支护力的施加等。加强支护效果的监测与评估,确保支护技术达到预期效果,还应加强支护技术的创新研发,不断引进新技术、新材料和新工艺,提高支护技术的适应性和可靠性,为煤矿掘进安全管理提供更加坚实的支撑。

4.3 加强施工人员管理,提升安全意识和技能水平

施工人员是煤矿掘进作业的直接参与者,他们的安全意识和技能水平直接影响到掘进作业的安全性和效

率,加强施工人员管理是煤矿掘进安全管理的重要措施之一。首先,应建立健全施工人员安全教育培训制度,定期对施工人员进行安全知识、操作规程和应急处理等方面的培训,提高他们的安全意识和自我保护能力。同时加强对新入职员工的安全教育,确保他们掌握基本的安全知识和技能。其次,应建立严格的施工纪律和操作规程,明确各岗位的职责和权限,确保施工人员按照规程操作,避免违章作业和冒险蛮干。加强对施工过程的监督检查,及时发现并纠正违规行为,防止事故发生。还应关注施工人员的身心健康状况,合理安排工作时间和休息时间,避免长时间连续作业导致的疲劳和注意力不集中。同时为施工人员提供良好的劳动保护用品和工作环境,减少职业病和工伤事故的发生。煤矿掘进安全管理需要从多个方面入手,包括优化采煤工艺、应用高强度支护技术、加强施工人员管理等。只有全面提升掘进作业的安全性和效率,才能确保煤矿生产的顺利进行和可持续发展。

结束语

煤矿掘进技术及安全管理研究是保障煤矿高效、安全开采的关键。随着技术的不断进步和管理制度的日益完善,煤矿掘进作业的安全性和效率将得到进一步提升。未来,需要继续深化技术研究,推动技术创新,同时加强安全管理,确保煤矿掘进作业在保障安全的前提下实现高效发展,为煤矿行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]孟文彪.煤矿掘进支护问题及应对措施分析[J].内蒙古煤炭经济,2019(24):190+192.
- [2]张瑞鹏.煤矿高效掘进施工实践分析[J].石化技术,2019,26(12):105+95.
- [3]赵鹏飞.煤矿掘进支护技术在复杂地质条件下的应用分析[J].石化技术,2019,26(12):113+133.
- [4]关龙彪.煤矿巷道掘进施工与支护技术探讨[J].矿业装备,2021(2):74-75.
- [5]孙汝华.煤矿巷道掘进施工与支护技术探讨[J].科学与财富,2021(18):47+186.