浅析煤矿掘进技术及安全管理

杜永宾

冀中能源股份公司万年矿开拓区 河北 邯郸 056300

摘要：煤矿掘进技术是煤炭资源开采的核心环节，涵盖机械化掘进、爆破掘进等多种技术方法。本文深入剖析了当前煤矿掘进技术的特点、应用及其发展趋势，同时重点探讨了掘进作业中的安全管理问题，包括顶板安全、通风管理、爆破安全等方面。通过提出针对性的安全管理对策，旨在进一步提升煤矿掘进作业的安全性和效率，为煤矿企业的安全生产提供科学指导和技术支持。

关键词：煤矿掘进技术；安全管理；问题与对策

引言：煤矿掘进技术作为煤炭资源开采的关键环节，其高效与安全直接关系到煤炭产业的可持续发展。随着科技进步，煤矿掘进技术不断更新，机械化、智能化水平显著提升。然而，掘进作业中的安全问题依然严峻，顶板事故、瓦斯爆炸等时有发生，严重威胁着矿工的生命安全。因此，深入探讨煤矿掘进技术及安全管理，对于提升作业效率、保障矿工安全、推动煤炭行业健康发展具有重要意义。

1 煤矿掘进技术概述

1.1 煤巷综合性机械化掘进技术

煤巷综合性机械化掘进技术是现代煤矿掘进的主流技术。悬臂式掘进机在此类技术中应用广泛，具有以下特点：掘进速度快、效率高、适应性强，能在多种地质条件下作业。通过先进的控制系统和液压驱动，悬臂式掘进机实现了自动化和智能化操作，大大降低了人工劳动强度。与国外相比，国内悬臂式掘进机在制造技术和智能化程度上仍存在差距，但近年来通过技术创新和自主研发，国产悬臂式掘进机的性能已得到显著提升。

1.2 锚杆钻车与连续采煤机配套技术

锚杆钻车与连续采煤机的配套使用，极大地提高了煤矿掘进的效率。连续采煤机主要负责煤层的切割和装载，而锚杆钻车则负责巷道的支护作业。这种配套技术的优势在于能够实现掘进与支护的平行作业，缩短工期，降低成本。然而，锚杆钻车在使用中也存在缺点，如设备重量大、移动困难，以及部分产品可靠性和稳定性不足等问题。因此，在选择锚杆钻车时，需综合考虑设备性能、地质条件以及施工需求。

1.3 掘锚机组一体化的掘进技术

掘锚机组一体化技术是现代煤矿掘进技术的发展方向。掘锚一体机集合了掘进和支护两项功能，能够实现掘进与支护的同步作业，大大提高了掘进效率。该技术

主要应用于矩形巷道、梯形巷道及拱形巷道等多种巷道断面，具有结构紧凑、操作简单、动作灵活可靠等特点。然而，掘锚一体机也存在技术运行的不稳定性问题，如对巷道地质条件的适应性差、液压系统复杂易故障等。针对这些问题，未来的改进方向应集中在提高设备的适应性和稳定性上，以满足不同地质条件下的掘进需求。

2 煤矿掘进技术的主要应用

2.1 掘进机掘进技术

(1) 掘进机的选型与作业环境适应性。掘进机的选型是掘进作业成功的关键。不同类型的掘进机适用于不同的煤层条件和作业环境。在选型时，需综合考虑煤层的硬度、厚度、倾角以及巷道断面尺寸、支护方式等因素。例如，硬煤层掘进时，应选择具有强大切割力和耐磨性能的掘进机；而在软煤层中，则需注重掘进机的稳定性和防泥水性能。掘进机的作业环境适应性同样重要。在掘进过程中，掘进机需面对复杂多变的地质条件，如断层、褶曲、夹矸等。因此，掘进机应具备良好的地质适应性，能够灵活调整切割参数和掘进速度，以适应不同的地质变化。同时，掘进机还应具备强大的故障预警和自我保护功能，以确保在恶劣环境下仍能安全稳定地运行^[1]。(2) 掘进过程中的操作流程与注意事项。掘进机掘进作业需严格按照操作流程进行。在启动掘进机前，应检查各部件是否完好，液压系统、电气系统是否工作正常。掘进过程中，需根据煤层条件和作业要求，合理调整切割参数，如切割深度、切割速度、切割角度等。同时，需密切关注掘进机的运行状态和工作面的地质变化，及时调整掘进策略。在掘进过程中，还需注意以下几点：一是保持掘进机的稳定运行，避免产生过大的振动和冲击；二是合理控制掘进速度，避免过快或过慢导致的问题；三是加强掘进机的维护和保养，

定期更换磨损部件, 确保掘进机的长期稳定运行。

2.2 爆破掘进技术

(1) 爆破方法的选择与应用。爆破掘进技术通过炸药的爆炸能量破碎煤层, 实现巷道的快速掘进。在爆破方法的选择上, 需根据煤层的硬度、厚度、节理发育程度以及巷道断面尺寸等因素综合考虑。常用的爆破方法包括掏槽爆破、光面爆破、预裂爆破等。掏槽爆破适用于硬煤层中, 通过形成掏槽孔, 利用炸药爆炸产生的能量集中破碎煤层; 光面爆破则注重保持巷道的平整度, 通过合理布置炮孔和装药量, 实现巷道的规则开挖; 预裂爆破则用于软煤层或复杂地质条件下, 通过预先破裂煤层, 降低掘进难度。(2) 爆破安全管理的关键措施。爆破作业具有极高的危险性, 因此安全管理至关重要。在爆破前, 需对作业区域进行全面检查, 确保无人员滞留和设备损坏。同时, 需严格按照爆破设计进行施工, 确保炮孔布置、装药量、起爆顺序等符合设计要求。在爆破过程中, 需加强现场监控和安全防护, 确保人员安全撤离至安全区域。爆破后, 需等待足够的时间让炮烟散去, 并进行全面的安全检查, 确认无安全隐患后方可进入作业区域。此外, 还需加强爆破器材的管理和维护, 确保器材的完好性和可靠性^[2]。

3 煤矿掘进中的安全管理

3.1 顶板安全管理

顶板安全是煤矿掘进作业中的首要关注点。顶板事故往往具有突发性, 一旦发生, 后果往往极其严重。因此, 加强顶板安全管理, 确保顶板稳定, 是掘进作业安全的基础。

3.1.1 锚网、架棚临时支护的重要性

在掘进过程中, 巷道顶板往往受到地压和采动应力的影响, 容易发生松动甚至垮落。为了保障掘进作业的安全, 必须采取有效的临时支护措施。锚网和架棚作为两种常用的临时支护方式, 在煤矿掘进中发挥着重要作用。锚网支护通过锚杆和金属网将顶板岩石与巷道壁紧密连接在一起, 形成一个整体结构, 提高了顶板的承载能力。这种方式不仅施工简便, 而且支护效果持久, 广泛应用于各种地质条件下的巷道掘进。架棚支护则是利用钢架或木架搭建起一个临时性的支撑结构, 用于支撑顶板岩石的重量。架棚支护具有适应性强、支护效果明显的优点, 特别适用于顶板破碎、松散等复杂地质条件下的巷道掘进。临时支护的重要性在于, 它能够为掘进作业提供安全保障, 防止顶板岩石因受力不均而垮落, 同时也为后续永久支护的施工赢得了宝贵的时间^[3]。

3.1.2 动态敲帮问顶制度与空顶作业的禁止

为了及时发现并处理顶板安全隐患, 煤矿掘进中实行了动态敲帮问顶制度。该制度要求矿工在掘进过程中, 经常用工具敲击巷道顶板和两帮, 以检查其是否存在裂缝、松动等异常情况。一旦发现隐患, 应立即采取措施进行处理, 防止事故的发生。空顶作业是掘进作业中的一大禁忌。在顶板未得到有效支护的情况下进行掘进作业, 极易发生顶板垮落事故。因此, 必须严禁空顶作业, 确保顶板岩石在掘进过程中始终处于稳定状态。

3.2 通风安全管理

通风是煤矿掘进作业中保障矿工生命安全的重要措施。良好的通风条件能够有效地稀释和排除巷道内的有害气体, 防止瓦斯爆炸等事故的发生。

3.2.1 通风设备的选型与风量计算

通风设备的选型应根据巷道的长度、断面大小、瓦斯涌出量以及所需风量等因素综合考虑。选型不当可能导致通风效果不佳, 无法满足掘进作业的安全需求。风量计算是通风安全管理的重要环节。通过科学的风量计算, 可以确定巷道内所需的风量大小, 从而合理布置通风设备, 确保通风效果。风量过小可能导致有害气体浓度超标, 而风量过大则可能浪费资源并增加能耗。

3.2.2 瓦斯涌出量大时的应对措施

当巷道内瓦斯涌出量较大时, 应采取有效的应对措施以防止瓦斯积聚和爆炸事故的发生。常见的应对措施包括增加通风设备数量、提高通风效率、加强瓦斯监测和报警等。同时, 还应根据巷道内瓦斯涌出的实际情况, 及时调整通风方案, 确保通风效果^[4]。

3.3 爆破安全管理

爆破作业是煤矿掘进中不可或缺的一环, 但其危险性也极高。因此, 加强爆破安全管理至关重要。

3.3.1 爆破作业的安全制度与执行

在爆破作业前, 应制定详细的安全制度和操作规程, 并严格按照制度执行。这包括爆破器材的管理、爆破参数的设定、起爆顺序的控制以及人员的撤离等方面。同时, 还应加强对爆破作业人员的培训和考核, 确保其具备必要的专业知识和操作技能。

3.3.2 爆破后的安全恢复工作

爆破作业后, 应立即进行安全恢复工作。这包括检查巷道内是否存在残炮、哑炮等安全隐患, 以及清理巷道内的碎石和杂物等。同时, 还应加强通风和瓦斯监测工作, 确保巷道内空气新鲜、有害气体浓度符合要求。在确认巷道内安全无隐患后, 方可允许矿工进入作业。

4 煤矿掘进中面临的安全问题与对策

4.1 顶板事故的预防与处理

顶板事故是煤矿掘进中最常见的灾害之一，其发生往往伴随着严重的人员伤亡和财产损失。为了有效预防和顶板事故，必须采取以下措施：（1）顶板压力的监测与预警。顶板压力的监测是预防顶板事故的重要手段。通过安装顶板压力传感器，实时监测巷道顶板的压力变化，可以及时发现潜在的顶板垮落风险。同时，利用数据分析技术，对监测数据进行深度挖掘，可以建立顶板压力预警模型，实现顶板垮落的早期预警。这样，就可以在顶板事故发生前，采取针对性的加固措施，降低事故发生的可能性。（2）顶板事故发生后的应急处理。尽管采取了预防措施，但顶板事故仍有可能发生。因此，必须制定详细的应急处理预案，确保在事故发生后能够迅速、有效地进行救援和处理。预案应包括事故报告流程、救援队伍的组织与调度、救援设备的准备与使用等。同时，还应定期组织应急演练，提高作业人员的应急反应能力和自救互救能力。

4.2 瓦斯事故的安全防范

瓦斯事故是煤矿掘进中的另一大安全隐患。瓦斯浓度过高不仅会影响矿井的通风效果，还可能引发爆炸事故，造成严重后果。为了有效防范瓦斯事故，必须采取以下措施：（1）瓦斯浓度的监测与控制。瓦斯浓度的监测是防范瓦斯事故的基础。通过在矿井内安装瓦斯传感器，实时监测瓦斯浓度的变化，可以及时发现潜在的瓦斯积聚风险。同时，应根据矿井的实际情况，制定合理的瓦斯抽放方案，通过抽放设备将积聚的瓦斯排出矿井，降低瓦斯浓度。此外，还应加强矿井通风管理，确保矿井内的空气流通顺畅，减少瓦斯积聚的可能性。（2）瓦斯爆炸事故的应急处置。瓦斯爆炸事故一旦发生，其破坏力巨大。因此，必须制定详细的应急处置预案，确保在事故发生后能够迅速、有效地进行救援和处理。预案应包括事故报告流程、救援队伍的组织与调度、爆炸现场的封锁与警戒、救援设备的准备与使用等。同时，还应加强救援队伍的培训与演练，提高其在复杂环境下的应急处置能力。

4.3 其他安全管理问题

除了顶板事故和瓦斯事故外，煤矿掘进作业还面临着诸多其他安全管理问题。为了保障矿井的安全运营，必须采取以下措施：（1）机电设备的监察与维护。机电设备是煤矿掘进作业中的重要组成部分。为了确保其正常运行并减少故障率，必须加强对机电设备的监察与维护。这包括定期对设备进行检查与测试、及时更换磨损严重的部件、对设备进行保养与清洁等。同时，还应建立完善的设备管理制度，明确设备的责任人与维护周期，确保设备的稳定可靠运行。（2）作业人员的安全培训与意识提升。作业人员的安全素质直接关系到矿井的安全生产。因此，必须加强对作业人员的安全培训与意识提升。这包括定期进行安全知识教育、组织安全技能培训、开展安全演练等。通过培训与教育，提高作业人员的安全意识和操作技能，使其能够自觉遵守安全规章制度，降低事故发生的可能性。同时，还应建立激励机制，鼓励作业人员积极参与安全管理与监督，共同营造安全、稳定的作业环境。

结束语

综上所述，煤矿掘进技术及安全管理是煤炭开采中不可或缺的重要组成部分。通过不断优化掘进技术，提高机械化、智能化水平，可以显著提升作业效率。同时，加强安全管理，健全安全制度，强化教育培训，是保障矿工生命安全、实现企业稳定发展的关键。未来，随着科技的不断进步，煤矿掘进技术及安全管理将迎来更多创新与发展，为煤炭行业的可持续发展注入新的活力。

参考文献

- [1]白日.煤矿高效掘进技术现状与发展趋势[J].能源与节能,2023,(12):158-159.
- [2]董旭东,陈泽.煤矿掘进技术及安全管理探讨[J].内蒙古煤炭经济,2022,(09):94-95.
- [3]张聪.关于煤矿掘进技术及安全管理的研究[J].当代化工研究,2022,(07):89-90.
- [4]王凯乐.煤矿掘进技术及安全管理研究[J].建筑理论,2023,(10):104-105.