综采工作面超前支护液压支架的应用及优化

李 奥 王帅杰

郑州煤机综机设备有限公司 河南 郑州 450100

摘 要：综采工作面超前支护液压支架作为煤矿开采的关键设备，其重要性不言而喻。文章探讨了超前支护液压支架在特定地质条件下的应用实践，以及与采煤工艺的协同作业和应对突发情况的能力。同时，提出了结构设计优化、液压系统升级、自动化与智能化控制优化及与周边设备适配性优化等策略，旨在提升支架性能，确保综采工作面的安全高效运行。

关键词：超前支护；液压支架；实践；优化

引言

随着煤矿开采技术的不断进步，综采工作面的安全高效运行成为煤矿企业追求的目标。超前支护液压支架作为综采工作面的重要支护设备，其性能直接影响开采效率和安全性。本文深入探讨了超前支护液压支架在实际煤矿开采中的应用实践与优化策略，旨在为煤矿企业提升安全生产水平、实现可持续发展提供一套具有实践指导意义的参考方案。

1 超前支护液压支架在综采工作面的重要性

超前支护液压支架在综采工作面中有着重要作用，其重要性体现在多个方面，对煤矿开采的安全性及效率有着关键影响。从安全角度而言，超前支架作为巷道支护的关键设备，满足煤矿安全规程中关于加强采煤工作面出口与巷道连接处超前压力影响范围内支护的要求，为煤壁提供了可靠的防护屏障。这保障了作业人员的生命安全，减少了因事故导致的设备损坏和停产时间，提高了整体作业的安全性和连续性。在提升开采效率方面，超前支护液压支架能在保证安全的前提下，实现快速支护和推进，有效缩短了综采工作面的循环作业时间。同时，它的自动化和智能化程度较高，可根据实际情况灵活调整，提高了支护作业的精确度和效率，为煤矿开采的连续性和高效性提供了有力保障。超前支护液压支架还具备良好的适应性和稳定性。它能适应不同地质条件和煤层厚度的变化，确保支护效果；其稳定的支护性能能够减少煤壁的压力释放和变形，保持工作面的稳定状态，为煤矿开采的长期可持续发展奠定基础。总的来说，超前支护液压支架在综采工作面中扮演着重要角色，其重要性不言而喻。它是确保煤矿开采作业安全、防止顶板垮落等安全事故发生的关键设备，也是提升开采效率、推动煤矿企业实现可持续发展的重要支撑。

2 超前支护液压支架的应用实践

2.1 在特定地质条件下的应用

在某煤矿综采工作面所面临的复杂地质状况下，超前支护液压支架彰显出卓越效能。该工作面顶板呈现破碎特性且煤层伴有一定倾角，这对支护作业提出了严峻挑战。而液压支架凭借其强大的初撑力特性，在回采起始阶段便迅速介入，主要作用是维护巷道空间，与锚杆锚索配合防止巷道变形，为后续开采作业筑牢安全根基。其高度可调的设计作为支架的基本功能要求，能够很好地适应煤层厚度多变的特点，无论是煤层厚度的渐增还是渐减，支架均能灵活适配，始终维持着稳定且高效的支护状态。针对煤层倾角带来的挑战，特别是当综采工作面延伸至巷道（顺槽）区域时，超前支架展现出其对巷道支护的独特适应性。为确保巷道在倾斜煤层中的稳定性，超前支架不仅具备强大的支撑能力，还特别设计了防滑、防倒机制。这些机制融合了精密的机械构造与先进的力学原理，使得超前支架在倾斜巷道环境中能够牢固站立，有效抵抗煤层倾斜引发的侧向压力和下滑趋势。通过这一设计，超前支架全方位保障了巷道支护结构的整体稳固性，为煤矿综采工作面的顺利推进提供了坚实的基础，特别是在应对复杂地质条件和煤层倾角变化时，超前支架的适应性显得尤为关键和重要。尤为值得一提的是，先进的压力监测系统与液压支架紧密融合，构建起一套智能动态监测与调控机制。在开采进程中，该系统实时捕捉顶板压力的细微变化，并将数据即时反馈至液压支架的控制系统。支架依据这些精准数据，内部精密的液压调节装置，自动且精准地调整支护阻力，确保顶板压力始终被限定在安全阈值范围内。这种智能化的自适应调节能力，提升了作业空间的安全性，使矿工得以在稳定可靠的环境中开展作业，同时有效规避了因顶板事故引发的停工停产风险，减少了生产中断时间，

大幅提升了煤炭开采的整体效率，为煤矿企业的高效稳定生产运营提供了坚实的技术保障与有力支撑^[1]。

2.2 与采煤工艺协同作业

(1) 超前支护液压支架（特指巷道超前支护）与采煤机的协同作业至关重要。虽然超前支架本身不直接参与采煤过程，但它在巷道中的稳定支护为采煤机提供了安全的作业环境。与此同时，在工作面内部，工作面支架能够迅速响应采煤机的割煤作业，按照预设的步距依次向前移动，及时对新暴露的顶板进行支护。这一过程中，支架的移动速度与采煤机的割煤速度保持高度一致，确保了采煤作业的连续性和稳定性。(2) 超前支护液压支架（巷道超前支护）与转载机的协同作业也是其应用实践中的关键环节。在综采工作面，转载机负责将采煤机割下的煤炭从工作面运送到顺槽中。超前支架通过其稳定的支护作用，确保了转载机作业区域的顶板安全，为转载机的顺畅运行提供了有力保障。(3) 超前支护液压支架（巷道超前支护）与整个采煤系统的协同作业还体现在其对生产流程的优化上。通过精确的支护设计和高效的支护作业，超前支架能够减少因顶板事故导致的生产中断，保障生产计划的顺利实施；它还能通过优化支护效率和资源调配，提高整个综采工作面的生产效率与资源利用率，减少浪费和损耗^[2]。

2.3 应对突发情况的表现

开采进程阶段，诸如顶板突如其来地强烈来压以及断层这类不可预见的地质构造变动等突发情况时有发生，而液压支架却能从容应对，展现出卓越的适应性与可靠性。当顶板瞬间承受巨大压力来袭时，液压支架所配备的大流量安全阀即刻启动，其精密的压力感应与释放机制瞬间生效，以高效的速度释放掉超出支架承受范围的过高压，而液压支架却能机智地在避免支架因过载而遭受结构性损坏的同时，依然稳稳地维持着对顶板的有效且稳固的支撑力，确保了开采作业空间的基本安全架构不被破坏。而当遭遇断层这一极具挑战性的地质状况时，液压支架凭借其灵活可调的特性，充分发挥优势。通过专业技术人员对支护参数的精准调整，包括合理加大支护强度以抗衡断层处显著增强的应力，以及巧妙改变支护角度来契合顶板破碎且不规则的形态，实现对断层区域的有效应对。就如曾经在某工作面推进期间遭遇小型断层的实例，现场操作人员依据丰富经验与精确的技术判断，迅速对超前支护液压支架进行针对性调试。在有条不紊的操作之下，液压支架成功跨越了断层复杂区域，使得工作面的正常生产得以持续进行，降低了因地质异常状况而导致的生产进度延误，充分展现了

超前支护液压支架在复杂多变、充满不确定性的开采环境中所具有的高度可靠性与卓越灵活性，为煤矿开采作业的连续性与稳定性提供了不可或缺的坚实保障^[3]。

3 超前支护液压支架的优化策略

3.1 结构设计优化

(1) 针对顶梁结构的优化至关重要的一步。通过采用高强度合金钢材料，并结合合理的截面形状设计，如箱型结构或拱形结构，可以增强顶梁的承载能力和抗变形能力。这种设计能更好地适应复杂顶板压力分布，确保支架在承受巨大压力时依然保持稳定，有效防止顶板事故的发生。(2) 底座设计的改进也极为重要。增大底座与底板的接触面积，并设置防滑筋，显著提高支架在松软底板条件下的稳定性。这一设计能够有效防止支架下陷或滑移，确保支架在工作过程中的可靠支撑，为综采工作面的安全生产提供有力保障。(3) 对于立柱和千斤顶等关键部件的优化也至关重要。通过优化其连接方式和密封结构，减少液压油泄漏的风险，确保支架动作的可靠性和稳定性。通过实施一系列优化措施，如选用高品质材料、改进结构设计以及加强维护保养等，可以提升超前支护液压支架各部件的耐久性和抗磨损能力，有效延长其使用寿命，大幅度降低设备维护和更换的成本支出。这些优化措施能够确保综采工作面生产的连续性和稳定性，极大提升煤矿企业的运营效率，为可持续发展奠定坚实基础。这增强了企业的市场竞争力，还助力企业在激烈的市场环境中保持领先地位，实现长远稳健的发展。

3.2 液压系统升级

作为支架的动力源泉，液压系统的优化举措直接关系到开采作业的速度、精度与安全性。大流量、高效率液压泵的选用成为关键一步，这类液压泵能够在极短时间内提供充足且稳定的液压油流，使支架的升架、降架以及移架等关键动作得以迅速完成。如快速采煤作业中，液压泵的强大动力输出可确保支架能在采煤机割煤后瞬间跟进支护，压缩了工序衔接时间，有效提升了开采效率。与此同时，对液压管路布局的精心优化亦不可或缺。通过减少管路的迂回与长度，可有效降低液压油在传输过程中的压力损耗，减轻管路因摩擦而产生的磨损，延长其使用寿命并保障系统运行的稳定性。采用高压胶管和便捷的快速接头，更是强化了管路的耐压能力与连接的便捷性，降低了维护成本与难度，还减少了因管路故障导致的停机风险。尤为重要的是，先进液压控制阀组的配备为支架赋予了智能化的操控能力。以电液比例控制阀为例，其能依据预设程序以及来自顶板压力

传感器的实时反馈,精确调控支架的支护力与动作速度。顶板压力波动之际,控制阀组敏捷响应,自动微调支护力,让支架稳守最佳态。既防支护不力致顶板险象,亦避过度支护引能源耗损,护工作面安全高效,夯煤矿开采技术根基^[4]。

3.3 自动化与智能化控制优化

(1) 引入先进的传感器技术是优化的基础。通过安装压力传感器、位移传感器和倾角传感器等,能实时监测支架的工作状态、顶板压力变化、支架位置和姿态等关键信息。这些数据的精准获取,为后续的智能控制提供了有力的数据支撑。(2) 建立智能控制算法和模型是关键。基于实时监测数据,通过算法分析处理,实现支架的自动跟机移架、自动调整支护参数等功能。当采煤机完成割煤作业后,支架能根据预设的程序自动前移,并精确调整支护力,无需人工干预,大大提高了工作效率和安全性。(3) 远程监控系统的建立也是优化策略的重要组成部分。通过该系统,操作人员在地面调度中心实时掌握支架的运行情况,并进行远程操作和调整。这实现了智能化无人或少人开采,降低了工人的劳动强度,还提高了管理效率,为煤矿企业的智能化转型提供了有力支持。超前支护液压支架的自动化与智能化控制优化,是煤矿智能化发展的重要方向,也是提升开采效率和安全性关键所在;引入先进的传感器技术和数据分析方法,实现对超前支护液压支架工作状态的实时监控和故障预警,提高煤矿作业的自动化水平和智能化程度。

3.4 与周边设备适配性优化

综采工作面的复杂作业体系中,超前支护液压支架(特指巷道超前支护)与采煤机、刮板输送机等周边设备的适配性优化具有深远意义。这一适配性就像精密机械中的齿轮组,各部件的紧密配合是整体流畅高效运转的基础。从尺寸设计层面来看,需要运用精确的工程计算与模拟分析技术,细致确定支架的外形轮廓与布局参数。以采煤机的截割半径为基准,精心规划支架的宽度,确保其既不会因宽度过大而干扰采煤机的截割作

业,也不会因宽度不足而削弱巷道的支护效果。在推移行程的设定上,超前支架(巷道超前支护)虽不直接参与支护新暴露顶板的任务,但其与刮板输送机的协同作业同样关键。需结合刮板输送机的结构与输送能力,确保超前支架在巷道中的布置与移动能平稳配合输送机的运行,实现煤炭的高效运输,避免卡顿或过载现象的发生。而在动作时序的优化上,建立智能化的联动控制程序是核心所在。通过深入研究各设备的工作特性与工艺要求,构建起采煤机割煤、刮板输送机运煤以及巷道超前支架稳定支护之间科学合理的时间与动作逻辑关系。采煤机完成一次割煤行程后,巷道超前支架能依据预设的延迟时间或条件,适时调整支护状态,确保巷道的稳定性;同时,刮板输送机在支架的稳定支护下有序运输煤炭。这种无缝衔接的作业流程,避免了设备的空转等待与相互冲突,还提升了整个综采工作面的生产效率,最大化地利用了各设备的潜能,减少了设备的闲置损耗,延长了设备的使用寿命。

结束语

综上所述,超前支护液压支架在综采工作面的应用及优化对于提升开采效率和安全性具有重要意义。通过持续深入的研究与广泛的实践应用,我们能够不断精进超前支护液压支架的设计与技术性能,确保其能够灵活适应各类复杂多变的地质条件与开采作业需求,从而为煤矿企业的安全生产筑起坚实防线,并有力推动其实现高效、稳定的生产运营。

参考文献

- [1] 邹雁斌.综采工作面超前支护液压支架设计[J].机械管理开发,2021,36(9):24-25.
- [2] 王晓光.超前支护液压支架系统在综采工作面的应用[J].山西冶金,2021,44(4):300-302.
- [3] 崔拥军.综采工作面机尾顺槽超前支护液压支架研究[J].能源与节能,2021(8):61-76.
- [4] 袁磊磊.自移式大采高综采工作面超前支护液压支架的分析[J].机械管理开发,2019,34(1):106-107.