

矿山机械液压支架存在的故障及改进

杨 栋

国能神东煤炭集团有限责任公司 陕西 榆林 719315

摘要：矿山机械液压支架作为矿山开采的关键设备，其稳定性和可靠性直接关系到采矿作业的安全与效率。本文综述了矿山机械液压支架常见的故障类型，包括液压系统泄漏、结构件开裂、操作控制系统失灵等，并针对这些故障提出相应的改进措施。通过优化液压系统设计、加强结构件强度、提升操作控制智能化水平等策略，旨在提高液压支架的可靠性和使用寿命，为矿山安全生产提供有力保障。

关键词：矿山机械；液压支架；故障分析；改进措施

引言：矿山机械液压支架在矿山开采中扮演着至关重要的角色，其性能直接影响到采矿作业的安全和效率。在实际应用中，液压支架常常面临各种故障，如液压系统泄漏、结构件损坏、操作控制失灵等，这些问题不仅影响了支架的正常运行，还可能对矿山生产带来安全隐患。因此对液压支架的故障进行深入研究并提出改进措施具有重要意义。

1 矿山机械液压支架的结构与工作原理

1.1 液压支架的基本结构组成

液压支架是矿山机械中用于支护工作面顶板的关键设备，其基本结构组成复杂且精密，主要包括以下几个部分：（1）承载结构件。这是液压支架的主体部分，包括顶梁、掩护梁和底座等。顶梁直接与顶板接触，共同承担顶板上因面岩石带来的压力；掩护梁的作用是阻止落石进入工作面，并承受所有压力及顶板水平推力；底座则提供稳定的支撑基础。（2）液压缸（立柱、千斤顶）。立柱是液压支架最重要的动力性元件，它支撑顶梁和底座，直接或间接承受顶板负载。千斤顶则用于完成推移、护帮和调架等功能，确保支架能够灵活移动和调整。（3）推移装置。推移装置是液压支架中实现支架移动的重要部件，它通过与巷道或硐室的乳化液泵站供液，驱动支架沿工作面移动。（4）控制系统。控制系统是液压支架的“大脑”，它通过各种控制阀对油液的压力、流量和方向进行控制和调节，确保液压支架可以准确地执行预定动作^[1]。（5）其他辅助装置。除了上述提到的部件外，液压支架还包含一些辅助装置，如复制装置、防盗装置等，它们协助支架完成更多复杂的动作和功能。

1.2 液压支架的工作原理

液压支架的工作原理基于液压系统的精确控制。当压力乳化液通过控制系统进入立柱后，支架就升起初撑

顶板。随着顶板下沉，支架对顶板的支撑阻力增高，由安全阀来限定立柱内闭锁液体的压力，实现恒阻支撑。在实际操作中，液压支架通过一系列协同动作完成支护任务。例如，当需要移动支架时，控制系统会指令液压泵向相关油缸输送压力油，推动支架移动。立柱和千斤顶的伸缩动作需要同步进行，以确保支架整体的稳定性。液压支架的工作循环通常包括主架和副架的交替移动。主架降架后，利用移架千斤顶以副架为支点将主架前移一个步距；然后主架支撑顶板，副架降架，以主架为支点将副架移进一个步距再支撑顶板，从而完成一个工作循环。

2 矿山机械液压支架常见故障分析

2.1 液压系统故障

液压系统是矿山机械液压支架的核心部件，其故障往往直接影响支架的正常运行。泄漏是液压系统最常见的故障之一，由于液压元件的密封件老化、磨损或安装不当，以及管路连接处的松动或损坏，都可能导致液压油泄漏。泄漏不仅会降低液压系统的效率，还可能引发系统压力下降、油温升高等问题，严重时甚至会导致支架无法正常工作。液压系统的压力异常通常表现为压力过高或过低，压力过高可能是由于安全阀失效、溢流阀设置不当或系统负载过大等原因引起的，而压力过低则可能是由于泵的输出功率不足、吸油不畅或泄漏严重等造成的。压力异常会直接影响支架的支撑力和稳定性，对采矿作业造成安全隐患。油温过高是液压系统另一个常见的问题，过高的油温会导致液压油变质，降低其润滑性能和密封性能，从而加速元件的磨损和老化。高温还会使系统内的橡胶密封件变形，导致泄漏加剧。油温过高的原因可能包括系统设计不合理、散热不良、油液污染严重等。液压系统在运行过程中产生的噪声和振动也是常见的故障现象，噪声和振动可能是由于泵的不平

衡、阀的节流或换向冲击、管路中的气泡等原因引起的。这些故障不仅会影响操作人员的舒适度，还可能对支架的结构件造成损害。

2.2 结构件故障

结构件是液压支架的支撑和承载部件，其故障通常表现为变形、开裂或断裂等。结构件的材质如果选择不当或质量不达标，就可能在承受重载或长期应力作用下发生变形或开裂。材质中的夹杂物、气孔等缺陷也可能导致结构件强度降低，从而引发故障^[2]。液压支架的结构件通常采用焊接方式连接，如果焊接过程中存在夹渣、未焊透、气孔等缺陷，就可能导致结构件在受力时开裂或断裂。在长期的采矿作业中，液压支架的结构件会受到反复的载荷作用，从而产生疲劳损伤。当疲劳损伤积累到一定程度时，结构件就可能发生断裂等严重故障。

2.3 操作及控制故障

操作及控制故障通常是由于人为因素或控制系统本身的问题引起的。这些故障可能导致支架无法按预期进行动作，从而影响采矿作业的效率和安全。操作人员在操作过程中可能因注意力不集中、操作不熟练或误操作等原因导致支架无法正常工作。例如，误按控制按钮、调整参数不当等都可能引发故障。控制系统中的传感器、控制器和执行器等元件如果发生故障，就可能导致支架无法接收正确的指令或无法执行预期的动作，控制系统的软件程序如果存在漏洞或错误，也可能引发故障。

2.4 其他故障

除了上述提到的液压系统故障、结构件故障和操作及控制故障外，液压支架还可能遇到其他类型的故障。电气系统故障：液压支架通常配备有电气控制系统，用于监测和控制支架的运行状态。如果电气系统中的元件发生故障或线路连接不良，就可能导致支架无法正常工作。润滑系统故障：液压支架的某些部件需要定期润滑以确保其正常运转。如果润滑系统出现故障，如润滑脂不足、润滑管路堵塞等，就可能导致部件磨损加剧，从而引发故障。环境因素：矿山环境通常较为恶劣，如高温、潮湿、粉尘等。这些环境因素可能对液压支架的元件造成腐蚀、磨损或堵塞等损害，从而引发故障。

3 矿山机械液压支架故障改进方法

3.1 液压系统改进

针对矿山机械液压支架液压系统的故障，可以从几个方面进行改进；提高密封性能：密封件的损坏是导致液压系统泄漏的主要原因之一。应选用高质量的密封材料，如耐磨、耐高温、耐油腐蚀的橡胶或塑料，以提高密封件的耐久性。同时优化密封结构，如采用双唇密

封、组合密封等，以增强密封效果，还应定期检查和维护密封件，及时更换老化或损坏的密封件，防止泄漏发生^[3]。优化压力控制系统：针对液压系统压力异常的问题，可以优化压力控制系统。例如，采用先进的压力传感器和控制器，实时监测液压系统的压力变化，并根据需要自动调节安全阀和溢流阀的设定值，以保持系统压力的稳定。还可以引入智能诊断系统，对液压系统的压力异常进行预警和诊断，及时排除故障。改善散热条件：针对油温过高的问题，可以改进液压系统的散热条件。例如，增加散热器的面积和数量，提高散热效率；优化油箱的结构，增加油箱的容量和散热面积；采用强制风冷或水冷等方式，对液压油进行冷却。应定期清洗油箱和散热器，防止油液污染和堵塞，保持散热系统的畅通。降低噪声与振动：为了减少液压系统的噪声和振动，可以优化泵和阀的设计，如采用低噪声、低振动的泵和阀；在管路中设置消声器和减震器，降低噪声和振动的传播；对液压元件进行动平衡和静平衡测试，确保其在运行过程中保持平稳。

3.2 结构件改进

为了提高结构件的强度和耐久性，应选用高质量的钢材或合金材料，如高强度低合金钢、不锈钢等。这些材料具有优异的力学性能和抗腐蚀性能，能够承受重载和长期应力作用。应对材质进行严格的质量检测和筛选，确保材质的质量符合设计要求。焊接是连接结构件的主要方式之一，为了提高焊接质量，应优化焊接工艺，如采用先进的焊接方法和设备，如气体保护焊、激光焊等；对焊接过程进行严格控制，如预热、保温、后热等，以减少焊接缺陷的产生；对焊接接头进行无损检测，如X射线检测、超声波检测等，确保焊接接头的质量符合标准。为了抵抗长期载荷作用下的疲劳损伤，应对结构件进行疲劳强度设计。例如，采用有限元分析等方法，对结构件进行应力分析和疲劳寿命预测；根据分析结果，对结构件进行结构优化和加固处理，如增加加强筋、改变截面形状等；对关键部位进行疲劳试验，验证其疲劳强度是否符合要求^[4]。

3.3 操作及控制改进

操作人员的素质和技能水平是影响支架正常运行的重要因素之一。应加强对操作人员的培训和教育，提高其操作技能和安全意识；制定详细的操作规程和应急预案，确保操作人员在遇到问题时能够迅速、准确地做出反应。为了提高控制系统的可靠性和稳定性，可以优化控制系统的设计。例如，采用冗余设计和容错技术，确保控制系统在部分元件失效时仍能正常工作；引入先进

的控制算法和人工智能技术，如模糊控制、神经网络控制等，提高控制系统的智能化水平和自适应能力。为了及时发现和排除故障，可以加强故障诊断与预警系统的建设。例如，采用传感器网络和数据采集技术，实时监测支架的运行状态和参数变化；建立故障诊断模型和预警机制，对潜在故障进行预警和诊断；提供远程监控和故障诊断服务，为现场操作人员提供技术支持和决策依据。

3.4 稳定性改进

为了提高矿山机械液压支架的稳定性，可以从几个方面进行改进；（1）增强底座稳定性：底座是液压支架的支撑基础，其稳定性直接影响支架的整体稳定性。因此可以优化底座的结构设计，如增加底座的底面积和重量，提高底座的抗倾覆能力；采用可调节底座，根据工作面的实际情况调整底座的高度和倾斜角度，保持支架的稳定姿态。（2）优化顶梁结构：顶梁是液压支架与顶板直接接触的部分，其结构稳定性和承载能力对支架的稳定性至关重要。可以优化顶梁的结构设计，如采用高强度材料、增加加强筋等；对顶梁进行预应力处理，提高其抗变形能力；引入智能监测技术，实时监测顶梁的变形和受力情况，为操作人员提供及时、准确的反馈信息^[5]。（3）加强整体结构设计：为了提高液压支架的整体稳定性，可以加强整体结构设计。例如，采用模块化设计思想，将支架分解成多个独立的模块，便于安装、拆卸和维护；对支架的整体结构进行力学分析和优化设计，确保其在各种工况下都能保持稳定；引入智能控制技术和传感器网络，实时监测支架的整体状态和运行参数，为操作人员提供全面的监控和诊断信息。

4 矿山机械液压支架故障改进的未来研究方向与趋势

矿山机械液压支架故障改进的未来研究方向与趋势主要集中在智能化、高效化、绿色化和模块化四个方面。第一智能化方面，未来的研究将更加注重液压支架的自动化和智能化水平提升。通过引入先进的传感器技术、物联网技术和人工智能技术，实现对液压支架运行状态的实时监测和智能诊断。利用大数据分析，可以预

测液压支架可能出现的故障，提前采取措施进行预防，从而提高设备的可靠性和稳定性。第二高效化方面，研究将致力于提高液压支架的工作效率和使用寿命。通过优化设计液压系统和结构件，降低能耗和故障率，提高设备的运行效率。研发新型的高强度、耐磨、耐腐蚀材料，延长液压支架的使用寿命，减少维修和更换成本。第三绿色化方面，未来的研究将更加注重环保和可持续发展。通过改进液压支架的制造工艺和材料选择，降低生产过程中的能耗和排放，减少对环境的污染。研发可回收、可再生的材料，推动液压支架的循环利用和绿色发展。第四模块化方面，研究将推动液压支架的模块化和标准化设计。通过模块化设计，可以将液压支架分解成多个独立的模块，便于安装、拆卸和维护。标准化设计可以降低生产成本，提高设备的通用性和互换性，方便用户进行设备升级和改造。

结束语

通过本次对矿山机械液压支架存在故障及改进措施的探讨，深刻认识到提高液压支架稳定性和可靠性的重要性。未来，随着技术的不断进步和创新，应持续优化液压系统设计、强化结构件强度、提升智能化操作控制水平，以应对更加复杂多变的矿山开采环境。同时加强故障预警与诊断系统的建设，确保液压支架的安全高效运行，为矿山企业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]赵晓宇.综采面液压支架故障诊断及检测技术探究[J].机械管理开发,2022,37(04):148-149+160.
- [2]李晓敏.煤矿液压支架常见故障及其维护策略[J].机械管理开发,2022,37(04):328-330.
- [3]王苍劲.液压支架可靠性优化设计[J].机械管理开发,2022,37(04):47-49.
- [4]陈振恒.矿山机械设备液压故障处理[J].中国设备工程,2022(23):156-158.
- [5]孙俊杰.煤矿机械常见液压故障及其处理[J].矿业装备,2022(06):247-249.