

浅析煤矿机械中液压支架故障

王帅杰 李 奥

郑州煤机综机设备有限公司 河南 郑州 450100

摘要：本文围绕煤矿机械中的液压支架故障展开深入探讨。详细阐述了液压支架的常见故障类型，深入分析了故障发生的原因，包括液压系统问题、机械结构损坏、密封件失效等多个方面。同时，提出了一系列具有针对性的故障预防措施以及实用的维修方法，旨在提升液压支架的可靠性与稳定性，保障煤矿开采工作的安全、高效进行，为煤矿企业的机械设备管理提供有益参考。

关键词：煤矿机械；液压支架；故障分析；预防措施

引言：在现代化的煤矿开采作业中，液压支架作为关键的支护设备，起着举足轻重的作用。它不仅要承受顶板巨大的压力，维持巷道的稳定，还要随着采煤机的推进而灵活移动，为矿工创造安全的作业空间。然而，由于煤矿井下环境恶劣，液压支架长期处于高负荷、高湿度、强粉尘等极端条件下，极易出现各类故障，严重影响煤炭开采的连续性与安全性。因此，深入剖析液压支架的故障成因，并探寻有效的解决之道，成为煤矿企业保障生产效率、降低安全风险的迫切需求。

1 液压支架常见故障类型

1.1 液压系统故障

1.1.1 液压泄漏

液压泄漏是液压支架最为常见的故障之一。泄漏点多集中在管路接头、液压阀、油缸密封处等部位。轻微泄漏会导致系统压力下降，影响支架的支护力，使顶板支护效果大打折扣；严重泄漏则可能使支架完全失去作用，引发顶板垮塌事故。例如，在某煤矿综采工作面，由于一处高压管路接头的O形圈老化磨损，出现了喷射状泄漏，短时间内液压系统压力骤降，附近几架液压支架迅速下沉，顶板出现明显裂隙，所幸发现及时未造成人员伤亡，但生产被迫中断数小时进行抢修。

1.1.2 液压泵故障

液压泵作为液压系统的动力源，一旦出现故障，整个系统将陷入瘫痪。常见的液压泵故障包括泵体磨损、叶片断裂、油封损坏等。泵体磨损会使泵的输出流量和压力不稳定，导致支架动作迟缓或无法达到额定支护高度；叶片断裂则直接致使泵无法正常工作，造成液压系统无压力供给。如某矿使用的一台柱塞式液压泵，因长期在含杂质较多的液压油中运行，柱塞与缸体间严重磨损，不仅泵的效率大幅降低，而且频繁引发系统压力波动，致使该工作面液压支架频繁误动作，严重干扰正常

开采秩序^[1]。

1.1.3 液压阀故障

液压阀负责控制液压系统中液体的流向、压力和流量，其故障表现形式多样。电磁换向阀易出现阀芯卡滞，致使支架动作失控，无法按指令完成升、降、移等动作；安全阀若失效，无法在系统超压时及时开启泄压，会引发管路爆裂、油缸损坏等严重后果；节流阀堵塞会使支架动作速度异常，影响整个工作面支架的协同作业。像某煤矿的一个采煤工作面，部分液压支架的安全阀因长期未校验，弹簧疲劳变形，压力设定值偏差过大，当顶板来压瞬间，支架压力远超安全阀开启压力却未能泄压，最终导致多根油缸缸筒胀裂，修复成本高昂且延误生产进度。

1.2 机械结构故障

1.2.1 连接销轴损坏

液压支架各部件间通过大量连接销轴实现活动连接，销轴在承受反复冲击与剪切力的过程中，极易出现磨损、断裂现象。销轴磨损会导致连接部位间隙增大，支架整体稳定性变差，在顶板压力作用下易发生偏斜、扭转；销轴断裂则直接造成部件分离，使支架失去支护功能。在某深部开采矿井，因地质条件复杂，地压较大，液压支架连接顶梁与掩护梁的销轴频繁承受高强度剪切力，加之日常润滑维护不到位，销轴磨损严重并最终断裂，致使顶梁瞬间垮落，所幸当时工作面人员已提前撤离，未引发伤亡，但设备损坏严重，维修耗时费力^[2]。

1.2.2 结构件变形

液压支架的顶梁、掩护梁、底座等结构件长期承载顶板重压，若超出其承载极限或受到不均匀受力，就会发生变形。顶梁变形会影响与顶板的贴合度，降低支护效果，造成顶板局部冒落；掩护梁变形可能阻碍支架正常移架，甚至损坏其他关联部件；底座变形则破坏支架

整体稳定性,导致支架下沉、歪斜。例如,某煤矿在过断层期间,由于断层带顶板破碎、压力分布极不均衡,多个液压支架顶梁出现严重弯曲变形,顶板矸石大量涌入工作面,清理困难,生产进度受到极大阻碍,同时为修复变形结构件耗费了巨额资金与大量人力。

1.3 密封件故障

液压支架密封件老化、磨损是导致密封失效的主因。密封失效后,液压油泄漏,不仅污染工作环境,还使支架动作因缺油而失常,加速设备磨损。O形圈、蕾型圈等密封件在高温、高压及化学腐蚀环境下,材质性能衰退迅速。某矿井下湿度大、温度偏高,液压支架活塞杆处的密封件使用不久便出现硬化、开裂,致使活塞杆带油频繁伸缩,周边积聚大量油污,既增大了工人滑倒受伤风险,又因频繁补油增加了生产成本,还因密封不严频繁维修影响开采效率^[3]。

2 液压支架故障原因分析

2.1 恶劣的工作环境

煤矿井下充斥着大量粉尘、湿度通常在90%以上,且温度波动剧烈,部分深部矿井温度甚至超40℃。高浓度粉尘侵入液压系统,会加剧各部件磨损,像细微砂粒嵌入密封件与配合面间,快速划破密封导致泄漏;潮湿环境加速金属锈蚀,使销轴、结构件强度降低,易断裂变形;高温促使液压油氧化变质、粘度改变,影响液压元件润滑与密封性能,削弱系统整体稳定性,大幅缩减设备正常使用寿命。

2.2 高强度的工作负荷

随着煤矿开采规模与深度递增,液压支架承受顶板压力持续攀升,尤其在坚硬顶板、深部高地压及复杂地质构造区域,支架频繁处于极限或超载工况。长期超荷运行致使结构件疲劳裂纹萌生、扩展,销轴剪切变形,液压元件内应力集中引发密封失效、阀芯磨损等,远超设计疲劳寿命的负荷冲击,让设备故障频发,严重威胁开采安全与效率。

2.3 设备维护管理不善

日常巡检走过场,未及时察觉液压支架初期隐患;定期维护计划执行不力,液压油长期未换、滤芯堵塞未清,杂质在系统内循环,磨损元件;维修人员专业素养欠缺,故障判断不准、维修工艺粗糙,如更换密封件操作不当致二次损伤;备品备件管理混乱,关键件储备不足、型号不匹配,设备故障停机后难以及时修复,耽误生产进程^[4]。

2.4 设备质量参差不齐

部分煤矿为控成本,采购低价劣质液压支架,其钢

材材质不达标,结构件强度韧性低,初撑力、工作阻力等关键性能指标不符国标;液压元件加工精度差,阀芯与阀套配合间隙超公差,内泄漏大;密封件选材劣质,耐高温、耐压、耐磨性能欠佳,新设备投用不久便故障不断,先天不足埋下诸多安全隐患。

3 液压支架故障预防措施

3.1 优化设备选型与设计

煤矿企业应基于自身独特的地质条件、开采工艺特点以及煤层的赋存状态,进行精确的设备选型。这要求在选择液压支架时,必须充分考虑其工作阻力、支护高度、移架步距等核心参数,确保这些参数能够完美匹配实际的开采需求。此外,与设备制造商的合作中,应强调采用先进的CAD(计算机辅助设计)/CAE(计算机辅助工程)软件进行模拟分析,通过虚拟环境下的测试与优化,进一步改进支架结构,特别是在高应力区域的设计上,需进行特别强化。选用高强度、耐磨且耐腐蚀的钢材材料,不仅能提升支架的整体强度和耐久性,还能有效抵抗复杂地质环境下的各种挑战。同时,增设必要的防护装置,如防尘罩、防水套和抗冲击缓冲块等,可以有效降低恶劣作业环境对液压支架的侵蚀和冲击损害,延长设备使用寿命。

3.2 强化设备日常维护

建立健全的日常维护体系是预防液压支架故障的基础。首先,需制定详尽的日常巡检清单,该清单应覆盖液压、机械、电气等所有关键系统及其部件,确保每一名操作人员都能按照清单要求,在每班工作中逐一进行检查,并如实记录检查结果。这种制度化的巡检流程有助于及时发现并处理潜在问题,防止小问题演变成大故障。除日常巡检外,还应定期(如每周或每月)进行深度维护作业,包括更换液压油、清洗液压系统的滤芯、检查销轴及连接件的磨损情况、测试安全阀的性能等,确保液压支架的每一个细节都处于最佳工作状态。随着智能化技术的发展,利用智能监测系统对液压支架进行实时在线监测已成为可能。该系统能够实时监测支架的工作压力、位移情况以及液压参数,一旦发现异常,立即自动发出预警信号,维修团队能够迅速响应,及时采取措施排除故障,避免事故扩大。

3.3 提升操作人员与维修人员素质

在煤矿开采作业中,操作人员与维修人员的素质直接关系到液压支架的安全运行与故障预防效果。因此,提升这两类人员的专业素养和技术能力显得尤为重要。对于操作人员,企业应在新员工入职时组织系统的岗前理论实操培训。培训内容应包括液压支架的基本结构原

理、操作流程规范以及安全注意事项等。通过理论讲解与实际操作演练相结合的方式,使新员工全面了解液压支架的运行原理和操作技巧。培训结束后,应组织严格的考核,确保每位操作人员都具备上岗资格,严禁未经培训或考核不合格的人员上岗操作。同时,企业还应加强日常的安全教育,提醒操作人员严格遵守操作规程,严禁违规操作,确保液压支架的安全运行。对于维修人员,企业应定期组织他们参加厂家售后培训、行业技术研讨会等学习活动。这些活动不仅能让维修人员及时掌握最新的维修技能和故障诊断方法,还能让他们了解行业内的最新技术和发展趋势。此外,企业还应建立内部经验分享平台,鼓励维修人员交流疑难故障处理心得,共同提升团队整体技术水平^[5]。

3.4 改善井下工作环境

井下工作环境对液压支架的运行状态有着重要影响。为了降低液压支架的故障率,企业应积极采取措施改善井下工作环境。首先,应在采煤工作面合理布局喷雾降尘装置。这些装置可以有效抑制粉尘飞扬,减少颗粒进入液压支架内部的可能性,从而降低因粉尘污染导致的设备故障。同时,喷雾降尘装置还能改善井下作业人员的劳动条件,保障他们的身体健康。其次,应安装通风除湿设备,调控井下的温湿度。适宜的温湿度环境可以防止液压支架因结露而锈蚀,延长设备的使用寿命。此外,通风除湿设备还能保持井下空气的新鲜和流通,为作业人员提供良好的工作环境。最后,企业应优化开采工艺,减少煤壁片帮、顶板冒落等事故的发生。这些事故不仅会对液压支架造成冲击和损坏,还会对作业人员的安全构成威胁。因此,企业应通过改进开采工艺、加强顶板支护等措施,降低煤壁片帮、顶板冒落等事故的发生率,为液压支架的运行提供相对稳定的环境。同时,企业还应定期清理支架周边的浮煤矸石,拓展设备维护空间,确保维修人员能够顺利地进行日常维护和检修工作。通过这些措施的实施,可以营造相对优良的井下工作环境,为液压支架的安全运行提供有力保障。

4 液压支架故障维修方法

4.1 现场快速维修法

针对液压泄漏,携带齐全密封件、管接头、扳手等工具,现场迅速定位漏点,更换受损密封或紧固接头;对阀芯轻微卡滞液压阀,拆解清洁,用煤油冲洗阀芯阀

套,去除杂质后复装调试;对于销轴轻度磨损,采用堆焊、打磨工艺修复尺寸,及时加注润滑脂,保障设备应急运行,减少停机时长。

4.2 部件更换维修法

当液压泵严重磨损、电机烧毁、结构件断裂变形超限时,采用更换整机或关键部件策略。储备常用泵、阀、油缸、销轴及标准结构件,故障确认后迅速拆除旧件换新,新件安装遵循标准工艺,调试合格再投入使用,此方法高效但成本较高,适用于关键部位重大故障抢修。

4.3 专业修复再制造法

针对损坏但尚有修复价值的昂贵液压元件或大型结构件,委托专业再制造企业。运用激光熔覆修复液压杆拉伤、镀铬层脱落;采用数控加工矫正变形结构件,恢复精度后经探伤、热处理强化性能;再制造产品经严格质量检测,性能可达新品80%以上,成本仅为新品50%-60%,实现资源循环利用与成本管控双赢。

结束语:液压支架作为煤矿开采核心支护设备,其运行状况直接关联煤矿生产安全与效益。通过精准剖析液压泄漏、泵阀故障、机械结构损坏、密封失效等常见故障及成因,针对性实施优化选型设计、强化维护管理、提升人员素质、改善井下环境等预防举措,并灵活运用现场快修、部件更换、专业再制造修复等维修手段,方能有效降低液压支架故障率,增强设备稳定性与可靠性,保障煤矿开采持续、高效、安全推进,助力煤炭产业稳健发展。未来,伴随科技进步,应大力引入智能诊断、远程运维、新材料新工艺,推动液压支架向更智能、耐用、免维护方向迈进。

参考文献

- [1]赵强,王辉.基于智能化监测的液压支架故障预警与诊断技术[J].煤炭科学技术,2024,52(5):120-126.
- [2]刘刚,李明.复杂地质条件下液压支架可靠性提升策略[J].煤矿机械,2023,44(11):173-176.
- [3]张鑫,陈亮.煤矿液压支架液压系统精细化维护及故障应对[J].机械工程师,2023,(12):161-163.
- [4]马杰,黄凯.新型材料在液压支架结构件中的应用及故障优化[J].矿山机械,2024,52(3):88-92.
- [5]宋阳,吴鹏.液压支架故障维修的数字化管理模式探究[J].煤炭工程,2023,55(10):150-153.