

机械设备液压系统维护保养

陈国伟

中昊晨光化工研究院有限公司 四川 自贡 643200

摘要: 机械设备液压系统作为工业设备的核心动力传输单元,其运行稳定性直接影响设备效能与生产安全。本文聚焦液压系统维护保养主题,首先剖析系统基本构成,继而针对压力异常、速度异常、动作异常等常见故障,从液压油污染、元件磨损、泄漏及操作不当等方面深入分析成因。在此基础上,提出定期检查、清洁管理、液压油与滤芯更换、泄漏修复及温度控制等关键维护技术,并从制度建立、人员培训、智能监测应用及系统设计优化四个维度,阐述提升维护保养效率的策略,为液压系统的长效可靠运行提供理论与实践参考。

关键词: 机械设备; 液压系统; 维护保养

引言: 在现代工业领域,机械设备液压系统凭借传动效率高、控制精度强等特性,广泛应用于工程机械、冶金设备、机床制造等场景。然而,受液压油劣化、元件损耗、工况复杂等因素影响,系统易出现压力波动、动作失灵等故障,不仅导致设备停机损失,更可能引发安全隐患。因此,科学规范的维护保养是保障液压系统性能的关键。本文以机械设备液压系统为研究对象,通过分析常见故障成因,梳理维护保养技术要点,探索优化策略,旨在为工业生产中液压系统的可靠性管理提供系统性解决方案。

1 机械设备液压系统概述

1.1 液压系统的基本构成

机械设备液压系统主要由动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件和工作介质五大部分组成。动力元件以液压泵为核心,将机械能转化为液压能,为系统提供稳定压力油;执行元件如液压缸、液压马达,负责将液压能转换为机械能,驱动设备完成直线或旋转运动;控制元件包含各类阀件,通过调节压力、流量和方向,实现系统的精准操控;油箱、油管、过滤器等辅助元件则保障系统的正常运行;液压油作为工作介质,兼具能量传递、润滑、冷却和清洁作用。各部件协同运作,形成完整的液压动力传输体系,是机械设备实现复杂动作的基础。

1.2 液压系统在机械设备中的重要性

液压系统是机械设备的“动力心脏”,其性能直接决定设备的运行效率与可靠性。在工程机械中,液压系统支撑起挖掘、吊装等重载作业;机床设备依靠液压系统实现高精度的进给与定位;冶金机械则借助液压系统完成高温、高压环境下的复杂操作。相较于机械传动和电气传动,液压系统具备功率密度大、响应速度快、控

制灵活等优势,能在狭小空间内实现大功率传递,且可通过闭环控制达到微米级精度。此外,液压系统的过载保护特性与自润滑功能,有效延长设备使用寿命。一旦液压系统故障,设备将面临停机、精度下降甚至安全事故风险,因此其稳定运行是保障工业生产连续性与高效性的关键^[1]。

2 机械设备液压系统常见故障及成因分析

2.1 常见故障类型

2.1.1 压力异常故障

压力异常故障表现为系统压力无法达到设定值或压力波动剧烈。压力不足时,设备负载能力下降,如挖掘机无法正常挖掘重物;压力过高则会加剧元件磨损,甚至引发管道爆裂。导致压力异常的原因包括液压泵磨损、溢流阀失效、管路堵塞或液压油泄漏,严重影响设备的动力输出稳定性与安全性。

2.1.2 速度异常故障

速度异常故障主要体现为执行元件运行速度不稳定或达不到预定速度。在机床加工中,液压缸进给速度忽快忽慢会导致工件精度下降;在起重机作业时,液压马达转速不足则影响吊装效率。此类故障多由流量控制阀调节失灵、液压油黏度过高或系统存在气穴现象所致,干扰设备的精准运行与生产节拍。

2.1.3 动作异常故障

动作异常故障指液压系统执行元件出现卡顿、爬行或误动作等现象。例如,注塑机液压手臂在开合模过程中抖动,导致模具损伤;工程机械液压缸伸缩时出现爬行,影响操作流畅性。其根源通常是液压油污染导致阀芯卡死、密封件老化引起泄漏,或控制信号紊乱,直接威胁设备运行的可靠性与作业质量。

2.2 故障成因分析

2.2.1 液压油污染

液压油污染是引发系统故障的主要诱因之一。污染物包括固体颗粒、水分及氧化变质产生的胶状物等。固体颗粒可能源于油箱未清理干净、密封件磨损脱落,或外界侵入,会加剧液压泵、阀件的磨损;水分混入则导致液压油乳化,降低润滑性能;氧化产物会堵塞过滤器和节流孔,破坏油液黏度与化学稳定性,进而引发压力不稳、元件卡滞等问题。

2.2.2 液压元件磨损

长期高负荷运行或缺乏有效润滑,会导致液压元件磨损。液压泵的柱塞与缸体、叶片与定子之间,因摩擦产生间隙增大,导致容积效率下降,压力无法维持;换向阀阀芯频繁动作,与阀孔配合面磨损后,易出现内泄漏,影响流量控制精度。元件磨损不仅降低系统效率,还可能引发振动、噪声等次生故障,缩短设备使用寿命。

2.2.3 泄漏问题

液压系统泄漏分为内泄漏和外泄漏。内泄漏主要发生在液压泵、液压缸内部密封件失效处,导致压力损失,系统效率降低;外泄漏则表现为管路接头松动、密封件老化,液压油渗漏到外界,不仅造成油品浪费,还可能引发火灾隐患。泄漏问题若不及时处理,会使系统压力不足,甚至因空气进入形成气穴,加剧元件损坏。

2.2.4 操作不当

操作人员违规操作是故障的重要成因。如未按规定流程启动设备,冷机状态下直接加载导致液压油黏度高、元件冲击大;频繁超压、超速运行,超出系统设计参数,加速元件疲劳损坏;长期不按要求更换液压油和滤芯,使污染物累积。这些不当操作行为破坏系统正常工况,大幅增加故障发生概率,影响设备安全稳定运行^[2]。

3 机械设备液压系统维护保养关键技术

3.1 定期检查

定期检查是预防液压系统故障的关键手段。首先,需建立科学的检查周期,依据设备使用频率与工况,对系统压力、流量、温度等参数进行实时监测,通过对比标准值,及时发现压力波动、流量异常等潜在问题。其次,针对液压泵、液压缸、阀组等核心元件,采用听、摸、看的方法,判断元件是否存在异常振动、过热或渗漏现象。例如,通过听诊器检测液压泵运转时的异响,可提前发现内部零件磨损;触摸管道温度,能感知是否存在节流或堵塞。此外,还需检查电气控制部分与液压系统的协同性,包括传感器信号传输、电磁阀动作响应等。

3.2 清洁管理

清洁管理贯穿液压系统全生命周期,是维持系统性

能的基础。在设备安装阶段,应对油箱、管路、液压缸等部件进行严格清洗,采用专用清洗剂去除内部残留的铁屑、焊渣等杂质,并用洁净氮气吹干,防止水分残留。运行过程中,保持工作环境清洁,避免粉尘、碎屑进入系统,可在油箱呼吸口加装高效空气滤清器,阻止外界污染物侵入。同时,定期清理散热器表面灰尘,确保散热效率,防止因温度过高加速液压油氧化。对于液压油,需通过在线过滤或离线净化设备,去除油液中的颗粒污染物和胶质,维持油液清洁度等级。

3.3 液压油与滤芯更换

液压油与滤芯的及时更换是保障系统稳定运行的核心措施。液压油在使用过程中,会因氧化、污染和添加剂消耗而性能下降,因此需严格遵循油品制造商的建议,结合设备运行小时数或油液检测结果,定期更换液压油。在换油前,应彻底排空油箱和管路中的旧油,避免新旧油混合影响性能;换油时,选择符合系统规格的高质量液压油,确保其黏度、抗氧化性和抗磨性达标。同时,滤芯作为液压系统的“肾脏”,承担着过滤杂质的关键作用,需根据系统清洁度要求和滤芯额定流量,定期更换吸油滤芯、回油滤芯和高压滤芯。若滤芯堵塞未及时更换,会导致系统压力损失增大、流量不足,甚至因滤芯破裂使污染物进入系统。

3.4 泄漏修复

泄漏修复是液压系统维护的紧急且必要工作。发现泄漏后,首先需精准定位泄漏点,可采用荧光检漏剂或压力测试法,快速锁定管路接头、密封件、焊缝等泄漏部位。对于外泄漏,若因接头松动引起,需使用扭矩扳手按规定力矩拧紧;若密封件老化破损,则需更换同规格的高质量密封件,并确保安装时无划伤、扭曲。内泄漏修复相对复杂,如液压泵内部间隙过大导致容积效率下降,需拆解检查柱塞、配流盘等零件磨损情况,必要时研磨修复或更换新件;换向阀阀芯与阀孔磨损,可通过电镀、研磨等工艺恢复配合精度。修复完成后,需对系统进行压力测试,确保泄漏问题彻底解决。

3.5 温度控制

温度控制对液压系统性能和寿命至关重要。液压系统正常工作温度一般控制在30℃-60℃,温度过高会导致液压油黏度下降、润滑性能变差,加速元件磨损和密封件老化;温度过低则使油液黏度过高,系统响应迟缓,能耗增加。为实现温度控制,可在系统中加装温控装置,如温度传感器实时监测油温,当温度超过设定阈值时,自动启动冷却风扇或水冷散热器,强制散热。对于环境温度较低的工况,可采用电加热装置对油箱预热,

使油液达到合适黏度后再启动设备。此外,优化液压系统设计,减少管路弯折和节流,降低系统发热;合理选择液压油,根据环境温度选用合适黏度等级的油品。

4 机械设备液压系统维护保养优化策略

4.1 建立完善的维护保养制度

建立完善的维护保养制度是保障液压系统稳定运行的基石。首先,需制定标准化的维护流程,明确从日常巡检、定期保养到深度检修的全周期操作规范,涵盖液压油更换周期、滤芯清洁标准、元件紧固力矩等细节,确保维护工作有章可循。其次,推行分级维护责任制,划分操作人员、维护人员和技术主管的职责范围,例如操作人员负责日常点检与简单故障上报,维护人员执行定期保养与常规维修,技术主管统筹复杂故障诊断与制度优化,形成权责清晰的管理体系。同时,引入信息化管理平台,通过设备管理系统记录维护时间、更换配件、故障处理等数据,实现维护工作的可追溯性,并利用大数据分析设备运行趋势,预测潜在故障,提前制定维护计划。此外,建立维护效果评估机制,定期对制度执行情况和设备运行状态进行考核,根据评估结果动态调整维护策略,确保制度持续优化。

4.2 加强人员培训

人员素质直接影响液压系统维护保养的质量,加强培训是提升维护水平的关键。一方面,针对操作人员,开展基础理论与实操培训,使其掌握液压系统的基本原理、操作规范和常见故障的初步判断方法,如通过观察压力表波动、倾听异常声响识别早期故障信号,避免因操作不当引发设备损坏。另一方面,对专业维护人员进行进阶技术培训,涵盖液压元件拆装、精密检测仪器使用、故障诊断流程优化等内容,定期组织案例研讨和技术交流,分享复杂故障处理经验,提升其维修技能和应急响应能力。此外,引入外部专家授课、行业技术培训等资源,拓宽维护人员的技术视野,使其及时了解液压领域的新技术、新工艺。同时,建立培训考核与激励机制,将培训成果与绩效考核、职业晋升挂钩,激发人员学习积极性。

4.3 采用智能监测技术

智能监测技术是实现液压系统维护保养智能化、高效化的重要手段。利用物联网、传感器和大数据分析技术,在液压系统关键部位部署压力、流量、温度、振动等传感器,实时采集设备运行数据,并通过无线网络

传输至监控中心。借助人工智能算法对数据进行深度分析,构建设备健康模型,实现故障的早期预警与精准诊断。例如,当系统压力波动超过阈值时,智能系统可快速定位故障点,判断是液压泵磨损、管路泄漏还是阀件故障,并推送维修建议。此外,智能监测技术还可实现维护保养的智能化管理,根据设备实际运行状态自动生成维护计划,提醒工作人员进行液压油更换、滤芯清洗等操作,避免过度维护或维护滞后。同时,通过远程监控功能,技术专家可实时指导现场维修,提高故障处理效率。

4.4 优化液压系统设计

优化液压系统设计是从源头提升系统可靠性、降低维护成本的核心策略。在结构设计方面,简化管理布局,减少不必要的弯折和接头,降低油液流动阻力与泄漏风险;采用模块化设计理念,将复杂的液压系统拆分为独立功能模块,便于故障定位与维修更换。在元件选型上,优先选用密封性好、耐磨性强、抗污染能力高的液压元件,如高性能密封件、高精度滤芯和长寿命液压泵,提高系统整体可靠性。同时,引入节能设计,采用变量泵、负载敏感系统等技术,根据实际工况自动调节流量和压力,降低系统发热,减少能耗。此外,在设计阶段融入故障诊断功能,预留传感器安装接口和测试点,便于后期监测与故障排查;优化冷却系统设计,确保在高温工况下液压油温度稳定^[1]。

结束语

机械设备液压系统的维护保养是一项系统性、持续性的工作,贯穿设备全生命周期。从基础的定期检查、清洁管理,到智能监测技术的应用与系统设计优化,每项策略都紧密关联、相辅相成。只有将技术措施与管理制度深度融合,不断提升人员专业素养,才能最大限度降低故障风险,保障液压系统高效、稳定运行。未来,随着工业智能化发展,液压系统维护将更注重预防性、智能化与精细化,持续为工业生产筑牢可靠的动力基石。

参考文献

- [1]吴义珍.金属矿山液压机械设备的维护与保养探析[J].世界有色金属,2018(15):182-183.
- [2]高紫文.冶金设备液压系统维护与保养策略[J].中国设备工程,2017(14):154-155.
- [3]吴世圣,徐勤庆,陈国宝,于舟.机械液压系统的维护与保养分析[J].化工管理,2016(08):122-123