

液压系统故障诊断与维修技术

黄增 耿协东 余智伟
武汉港集装箱有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i6.5506

[摘要] 液压机械故障识别技术是现代工业中不可或缺的一部分,它对于确保设备的正常运行和提高生产效率具有重要意义。随着科技的不断进步,这一领域的技术也在不断发展和完善。本文详细探讨了多种液压系统故障诊断的技术,包括基于信号处理的方法和智能诊断策略。文章还为这些技术提供了相应的维护措施。最后,展望未来,随着技术的进步,液压系统的故障诊断将变得更加精确和高效。这将使工业领域能够更好地预防故障,提高生产效率和安全性。

[关键词] 故障诊断方法; 智能传感器; 维修策略; 信息技术
中图分类号: TP732 **文献标识码:** A

Hydraulic system fault diagnosis and maintenance technology

Zeng Huang Xiedong Geng Zhiwei Yu
Wuhan Port Container Co., LTD

[Abstract] Hydraulic machinery fault identification technology is an indispensable part of modern industry, it is of great significance to ensure the normal operation of equipment and improve production efficiency. With the continuous progress of science and technology, the technology in this field is also constantly developing and improving. In this paper, a variety of fault diagnosis techniques for hydraulic systems are discussed in detail, including the method based on signal processing and the intelligent diagnosis strategy. The article also provides the corresponding maintenance measures for these technologies. Finally, looking to the future, as technology advances, fault diagnosis of hydraulic systems will become more accurate and efficient. This will enable the industrial sector to better prevent failures and improve production efficiency and safety.

[Key words] fault diagnosis method; Intelligent sensor; Maintenance strategy; Information technology

引文

本文概述了液压机械故障识别技术的发展轨迹,从传统经验方法向高科技智能诊断的显著转变,逐步从被动应对向主动预防转型。接着,讨论了通用化故障诊断系统、智能传感器技术、信息技术与人工智能融合等研究热点,强调了自动检测技术在提升安全性和可靠性方面的重要性。

1 液压系统故障诊断技术的发展

1.1 发展过程

液压系统故障诊断技术经历了从传统的依靠人工观察和经验判断到融合现代高科技检测手段的发展历程。在早期,液压系统的故障诊断主要依靠个人经验和一些基本的检测设备,但效率低下和准确性不足,为了解决这些问题,研究人员开始探索基于故障特征的诊断方法,这标志着液压系统故障诊断技术进入了一个新的阶段。

迈进新时代,我们见证了人工智能和机器学习算法在液压系统故障诊断中的广泛应用,引发了这一技术领域的巨大变革。

未来,液压系统故障诊断技术将继续沿着智能化和自动化的道路前进。数据驱动的故障诊断将成为主流,通过对大数据的深度挖掘和分析,能够发现更加细微和复杂的故障模式。同时,在线监测与维护技术的发展,使得液压系统能够在不停机的情况下进行实时监控和故障预警,极大地提高了系统的可靠性和稳定性^[1]。

1.2 研究热点

液压系统故障诊断技术的研究重点包括:开发通用故障诊断系统、应用智能传感器技术、整合信息技术和人工智能,以及实施自动检测技术。这些研究方向不仅反映了当前技术的发展动态,也指示了未来技术的进步方向。

通用化故障诊断系统:在液压系统故障诊断技术的发展过程中,通用化故障诊断系统成为了一个重要的研究方向^[2]。这种系统旨在通过集成多种技术和方法,实现对不同类型液压系统故障的广泛适用性和高效诊断。

智能传感器技术:智能传感器技术的应用是实现通用化故

障诊断系统的关键途径之一。智能传感器能够提供实时、高精度的数据采集,这对于监测液压系统的运行状态、及时发现潜在的故障具有重要意义。通过在液压系统中部署多种类型的智能传感器,如压力传感器、位移传感器等,可以实现对系统性能的全面监控,从而提前发现并解决可能的问题^[2]。

信息技术与人工智能: 信息技术和人工智能技术的融合为液压系统故障诊断带来了革命性的变革。利用大数据、云计算等信息技术,可以高效地处理和来自液压系统的巨大数据量。结合人工智能算法,可以实现对故障模式的自动识别和分类,提高故障诊断的准确性和效率。

自动检测技术: 自动检测技术的应用是提高液压系统安全性和可靠性的另一重要研究方向。尤其在诸如煤矿等恶劣环境中,自动检测技术对于液压支架的应用极为关键,它确保了作业的安全性和连续性。该技术利用电液控制系统内的传感器进行即时监测,并通过分析控制信号来快速识别故障的位置和原因,以便迅速解决问题。

综合管理技术: 随着液压系统变得越来越复杂,单一的故障诊断技术往往难以满足实际需求。因此,研究如何将不同的诊断技术综合应用,形成一个协同工作的综合管理体系,成为了新的研究热点。这包括故障预测、健康管理和维修决策等多个方面,旨在实现对液压系统全生命周期的管理。

总的来说,液压系统故障诊断技术的研究热点体现了该领域向智能化、自动化发展的大趋势。通过深入研究通用化故障诊断系统、智能传感器技术、信息技术和人工智能的融合应用,以及自动检测技术的实施,不仅可以提高液压系统故障诊断的效率和准确性,还能进一步提升系统的可靠性和安全性。随着这些技术的不断发展和完善,预期未来的液压系统将更加智能、稳定,更好地服务于现代工业生产的需求。

2 液压系统故障诊断方法

2.1 简单的人工观察和经验判断(主观诊断法)

(1) 视觉检查是最基本也是最直接的故障诊断方法,它依赖于维修人员的观察力和经验。通过直接观察液压系统的各个组件,可以发现一些显而易见的故障迹象,检查液压管线、接头、泵、阀体等部位是否有油迹或湿斑,这通常表明存在泄露。

(2) 听觉检查主要是通过耳朵监听液压系统运行时发出的声音,异常声音往往预示着特定的故障,如果液压泵发出尖锐的高频声音,可能是因为吸入空气形成气穴,或是泵内部磨损严重,如轴承损坏。电磁换向阀工作时发出的异常“咔哒”声,可能是因为电磁铁吸力不足,或者是阀芯卡滞,需要检查电磁铁线圈和阀体。

(3) 触觉检查利用手指或手掌去感知液压元件的温度和振动情况,触摸液压泵、液压缸或阀体,如果某个区域异常发热,可能意味着内部磨损加剧或油液循环不畅。轻触运行中的液压马达或泵,异常的振动可能指示着轴不对称、不平衡或轴承损坏等问题。

2.2 基于信号的方法

基于信号的故障诊断技术在液压系统中广泛应用,该方法通过分析液压系统运行过程中产生的各种物理信号(如压力、流量、振动、声音等),来识别和定位故障。这种方法通常涉及数据采集、信号处理和模式识别等步骤。

(1) 压力信号分析。液压系统中压力的变化能反映泵、阀、管路等部件的性能状况。通过安装压力传感器,在系统运行时持续监测压力波动,分析压力曲线的形状、振幅和频率特性来分析液压油动力元件是否有损坏。

(2) 流量信号分析。流量传感器用于监测液压油流动的变化,异常的流量波动可能是由于阻塞、泄漏或执行元件故障引起的。液压缸动作缓慢,通过流量计测得流向缸的流量低于设计值,结合压力测试发现压力正常,这可能意味着油路中有节流现象或液压缸内部泄漏。

(3) 振动信号分析。液压系统元件的不正常振动往往预示着机械故障。通过振动传感器监测关键部件的振动信号,分析其频谱特征。液压泵振动增大,通过振动分析发现某一特定频率的振动幅值显著增加,这与泵内部某部件(如轴承)的自然频率一致,表明该部件可能损坏或磨损。

(4) 温度信号监测。温度传感器用于监测液压油和关键部件的温度变化,异常高温往往是过载、摩擦增加或冷却系统故障的标志。液压油温持续升高,虽然系统负载未明显增加,通过温度监测发现泵壳体温度异常高,可能是由于磨损导致的内部泄漏和功耗增加。

2.3 智能诊断方法

智能诊断方法在液压系统故障诊断中的应用,通过结合先进的传感器技术、信号处理、数据分析和人工智能算法,能够实现系统状态的实时监控、故障的早期识别和精确诊断。这些方法显著提高了故障诊断的效率和准确性,减少了系统停机时间。

(1) 基于物联网(IoT)的远程监控。通过在液压系统中部署各种智能传感器,实时采集压力、流量、温度、振动等关键参数,并借助无线通信技术将数据传输至云端服务器。利用大数据分析和云计算能力,远程监控系统状态,及时发现异常。

(2) 机器学习算法故障预测。利用历史故障数据训练机器学习模型,如支持向量机(SVM)、神经网络(NN)或随机森林(RF),模型可以学习到不同故障状态下的数据特征,对新采集的数据进行分类或回归预测,实现故障的早期预警。

(3) 模式识别与故障分类。通过信号处理技术(如时域分析、频谱分析)提取特征,并利用模式识别算法(如聚类分析、主成分分析PCA)对特征进行分类,将故障模式与已知的故障类型数据库进行匹配,实现故障的精确定位。

(4) 自适应阈值报警系统。不同于固定阈值的报警机制,自适应阈值根据系统的历史运行数据动态调整,能够更好地适应工况变化。结合统计分析或机器学习算法,自动调整报警界限,减少误报和漏报。

3 液压系统故障类型及维修策略

3.1 液压泵和马达的故障排除与维修

液压泵和马达作为液压系统中的关键组件,其性能直接影响到整个系统的效率和可靠性。下面将分别介绍齿轮泵以及液压马达的常见故障及其维修方法,并提供实例加以说明:

1	常见故障	故障分析	维修方法
齿轮泵	流量不足	可能是泵间隙增大、齿轮磨损或泵体内有空气	对泵进行解体检查,更换磨损的齿轮或轴承
	压力波动	齿轮泵内有空气、油液粘度过高或吸油管路漏气	检查并修复吸油管路的密封性,排空系统内的空气
	噪音和振动	齿轮或轴承磨损,泵体与电机同轴度差	确保泵与电机正确对中,必要时重新调整
某齿轮泵在运行中噪音增大,检查发现泵内有异物磨损了齿轮,维修时取出异物,更换损坏的齿轮,并清理泵体			
2	常见故障	故障分析	维修方法
液压马达	转速慢或无力	液压泵供油不足,或马达内部泄漏	检查液压泵供油情况,调整或维修泵
	噪音大	轴承磨损或异物进入马达内部	解体检查马达,更换磨损的轴承,清除异物
	过热	油液循环不畅或马达负载过大	检查油路,确保冷却系统正常工作
液压马达驱动的机械运转缓慢,检查发现油箱油位低,补充油液并检查泵的性能后,马达转速恢复正常			

3.2 液压缸和液压阀的故障排除与维修

3.2.1 液压缸故障排除与维修

(1) 泄漏。故障现象: 液压缸套与缸盖密封部位漏油, 活塞杆与导向套相对运动处漏油。

维修方法: 更换O型圈或活塞杆油封, 活塞杆损伤时先清洁损伤处后用金属胶修补, 必要时更换导向套^[3]。

(2) 动作异常或不动作。故障现象: 液压缸无法动作或动作迟缓, 可能伴有压力不足。

维修方法: 检查油路是否堵塞, 液压泵、压力阀是否故障, 液压缸内部是否有卡死或磨损。

(3) 内泄。故障现象: 液压缸在无负载情况下仍缓慢缩回。

维修方法: 检查活塞与缸筒的间隙, 活塞密封圈是否损坏, 必要时更换活塞组件。

3.2.2 液压阀故障排除与维修

(1) 单向阀: 故障现象: 油液逆流或阀芯卡死导致系统功能失效。

维修方法: 检查阀芯与阀座的磨损情况, 清洗阀芯与阀座, 更换损坏的弹簧或阀芯。

(2) 换向阀: 故障现象: 阀芯卡滞, 阀动作不准确或不动作。

维修方法: 检查油液污染情况, 清洗阀体, 检查阀芯导向面和阀座是否磨损, 必要时更换阀芯或阀体。

(3) 溢流阀: 故障现象: 系统压力不稳定或无法建立预定压力。

维修方法: 检查锥阀与阀座密封性, 清洗阀体, 调整弹簧预紧力, 检查是否有外部泄漏。

4 结论

综上所述, 液压系统故障诊断技术的发展呈现出明显的智能化、自动化趋势。随着相关技术的不断进步和应用, 未来的液压系统将具备更高的故障诊断效率和准确性, 更好地适应复杂多变的工作环境和需求, 为工业自动化和智能制造提供坚实的技术支撑。

【参考文献】

[1]张二岩,宋磊,杜明燕.液压系统维修和故障诊断的一些误区[J]液压气动与密封,2019,39(01):87-89.

[2]陈映良.液压系统故障诊断与维修[J]现代制造技术与装备,2020(05):154-156.

[3]苗旭.液压系统压力在设备维修中的应用分析[J]中国机械,2023(16):75-78.

作者简介:

黄增(1989-),男,汉族,湖北武汉人,本科,助理工程师,从事液压系统故障处理。