

# 基于故障机理分析的故障诊断技术的应用研究

蔡军钊

中国船舶集团有限公司第七一三研究所 河南 郑州 450015

**摘要:** 随着现代工业的发展,设备的安全性和可靠性越来越受到人们的关注。故障不仅会影响设备的正常运行,还可能导致严重的后果,甚至危及人员的生命安全。因此,及时准确地诊断设备的故障对于保障工业生产的顺利进行具有重要意义。基于故障机理分析的故障诊断技术作为一种先进的故障诊断方法,通过深入研究设备的故障机理,结合先进的信号处理和数据分析技术,为故障诊断提供了更加准确和可靠的手段。

**关键词:** 故障机理; 故障诊断; 技术应用; 研究

引言: 基于故障机理分析的故障诊断技术是现代工业领域中的一重要技术,它通过深入研究设备或系统的故障机理,结合先进的信号处理和数据分析方法,实现对故障的早期预警和精确诊断。本文介绍了故障机理分析的基本概念和原理,然后详细阐述了基于故障机理分析的故障诊断技术的应用研究,包括其在机械、电气、液压等领域的具体应用。最后,总结了该技术的优势和发展前景,并指出了在实际应用中需要注意的问题和挑战。

## 1 船舶故障的基本概述

船舶故障是一个普遍存在的问题,它不仅影响船舶的正常运行,还可能对船舶的安全和人员生命财产造成威胁。船舶故障的原因多种多样,可能是设计缺陷、制造问题、使用不当、维护不足,也可能是受到环境因素的影响。例如,船舶的机械系统可能会出现故障,导致发动机无法正常运转;电气系统可能会出现短路或断路,导致设备无法正常工作;液压和气动系统可能会出现泄漏,导致压力不足或无法正常运转<sup>[1]</sup>。为了保障船舶的安全和正常运行,必须采取一系列措施来预防和应对船舶故障。首先,要定期检查和维护船舶设备,包括对船舶的各个系统进行定期检查和维修,及时发现并修复潜在的故障。其次,要提高船员的操作技能和应急处理能力,使他们能够正确地操作船舶设备,并在出现故障时能够及时采取应急措施。此外,要加强船舶设计和制造的规范性,从源头上减少故障的发生。当船舶出现故障时,需要及时诊断和修复。这要求船员和维修人员具备专业的知识和技能,能够迅速准确地识别和处理各种故障。例如,对于机械系统出现的故障,需要检查机械部件的磨损和损坏情况,及时更换损坏的部件;对于电气系统出现的故障,需要检查电路和电器元件的连接和运行情况,及时修复或更换损坏的元件。

## 2 船舶故障的机理分析

### 2.1 磨损

磨损是船舶设备长时间运行过程中不可避免的问题。首先,摩擦是磨损的主要原因。在船舶设备中,许多部件之间存在相互接触和相对运动,如轴承、齿轮等。这些部件在摩擦过程中会产生热量和磨损颗粒,导致部件表面材料的逐渐损失,进而影响设备的精度和性能。其次,振动也是导致船舶设备磨损的重要因素。船舶在运行过程中会受到各种外部激励,如海浪、风等,这些激励会引起船舶设备的振动。长时间的振动会导致部件之间的松动和磨损,加速设备的老化和失效。最后,磨损还与船舶设备的使用环境和维护保养状况密切相关。恶劣的使用环境,如高温、高湿、腐蚀等,会加速设备部件的磨损。同时,如果船舶设备缺乏定期的维护和保养,磨损问题会更为严重,甚至可能导致设备提前失效。

### 2.2 疲劳

疲劳是船舶结构中一个复杂且关键的问题,其涉及多个方面的因素。首先,船舶在运行过程中,特别是在海洋环境中,会受到多种动态载荷的作用,如波浪、风力、水流等。这些动态载荷导致船舶结构上的应力不断变化,形成交变应力。长时间在这种应力环境下工作,即使应力水平低于材料的静态强度极限,也会导致结构疲劳。其次,船舶结构的疲劳裂纹扩展是一个逐步的过程,初期裂纹往往难以检测<sup>[2]</sup>。但随着裂纹的扩展,其会导致结构刚度的降低和应力的重新分布,进一步加速裂纹的扩展。这种“裂纹-应力-裂纹”的恶性循环最终可能导致结构的突然失效。再者,船舶结构的疲劳性能不仅与材料本身的疲劳强度有关,还与结构的设计、制造工艺以及使用环境等因素密切相关。例如,不合理的结构设计可能导致应力集中,从而加速疲劳裂纹的产生和扩

展；制造工艺的缺陷也可能在结构中引入初始裂纹或降低材料的疲劳性能。

### 2.3 腐蚀

腐蚀是船舶长期运营中不可避免的问题，对船体结构和设备的完整性与性能构成严重威胁。首先，船舶长期暴露在海洋环境中，海水是最主要的腐蚀介质。海水中含有高浓度的盐分和多种腐蚀性物质，这些物质会与船体金属发生化学反应，导致金属表面的氧化和腐蚀。此外，海水温度、流速以及海洋生物附着等因素也会影响腐蚀的速率和程度。其次，海风中的盐分和湿气也会对船舶结构造成腐蚀。海风中的盐分会在金属表面形成一层电解质膜，加速金属的腐蚀过程。同时，海风中的湿气会促进金属表面的氧化反应，进一步加剧腐蚀。腐蚀不仅会降低船体结构的强度和耐久性，还会影响船舶设备的正常运行。例如，腐蚀可能导致管道泄漏、阀门失效、电气设备短路等问题，严重威胁船舶的安全和运营效率。

### 2.4 电气故障

电气故障是船舶运行过程中常见的故障，其可能对船舶的正常运行和安全造成严重影响。首先，电气系统中的绝缘老化是导致电气故障的主要原因。船舶电气系统中的绝缘材料，如电缆、绝缘子等，在长时间运行过程中会逐渐老化，失去绝缘性能。这可能导致电路短路、漏电等故障，严重时甚至可能引发火灾。其次，接触不良也是导致电气故障的重要原因。船舶电气系统中的连接部位，如插头、插座、开关等，如果接触不良，会导致电流不稳定的传导，从而产生电火花和热量。长期下去，这些部位会逐渐磨损和松动，最终导致电路故障。此外，船舶电气系统还可能受到其他因素的影响，如环境湿度、盐雾、振动等。这些因素会导致电气系统的部件出现腐蚀、松动等问题，进一步加剧电气故障的发生<sup>[3]</sup>。

## 3 船舶故障的诊断技术应用研究

### 3.1 基于传感器与仪器、仪表的监测技术的应用

基于传感器与仪器、仪表的监测技术在船舶故障诊断中的应用具有广泛而重要的意义。这种技术通过实时采集船机设备的各项性能参数，为故障诊断和预测提供了准确、及时的数据支持。传感器和仪器、仪表作为监测技术的核心组成部分，能够实时感知船机设备的运行状态。它们将船机设备的物理量，如温度、压力、流量、振动等，转化为可测量的电信号。这些信号经过数据采集系统的实时采集和处理后，可以与预设的正常范围进行比对和分析。一旦发现某个性能参数超出了正常

范围，就意味着船机设备可能出现了故障或异常。这种实时监测的能力使得船员和维修人员能够迅速响应并采取相应的措施，以防止故障的进一步扩大和对船舶运行的影响。除了实时监测外，基于传感器与仪器、仪表的监测技术还具有预测能力。通过对历史数据的分析，可以发现船机设备的运行趋势和潜在故障。此外，这种监测技术还具有实时性、准确性和可预测性的优点。它能够提供即时的故障诊断结果，避免了传统故障诊断方法中可能存在的延迟和误判。

### 3.2 振动诊断技术的应用

振动诊断技术的应用在船舶故障诊断中扮演着至关重要的角色。船舶动力机械在运转过程中会产生振动，这些振动与其运行状态密切相关。通过对振动信号的检测和分析，可以准确地判断船舶动力机械的健康状态和潜在故障。振动诊断技术利用高精度的振动传感器来监测船舶动力机械的振动情况。这些传感器能够实时采集振动信号，并将其转换为可处理的电信号。随后，通过对振动信号进行频谱分析、时域分析等处理手段，可以提取出反映机器内部状态的特征信息。一旦检测到异常振动信号，就意味着船舶动力机械可能存在故障或异常。通过对振动信号的进一步分析，可以确定故障的类型、位置和严重程度。这种诊断方法不仅具有高度的敏感性和准确性，而且可以在早期阶段发现潜在的故障，避免故障的进一步发展和扩大。振动诊断技术的优势在于其非侵入性和实时性。它可以在不干扰船舶动力机械正常运行的情况下进行故障诊断，同时提供即时的故障诊断结果。这为船员和维修人员提供了有力的支持，使他们能够及时采取必要的维修措施，确保船舶的安全和稳定运行。

### 3.3 噪声监测技术的应用

噪声监测技术在各个领域中都发挥着重要的作用。首先，在环境保护方面，噪声监测技术是评估和管理环境噪声的关键工具。通过在城市和工业区等关键地点设置噪声监测站，可以实时监测噪声水平，确保符合国家和地方的噪声标准。这有助于保护人们的听力健康，减少噪声对生活和工作干扰，同时也有助于推动相关政策和措施的制定和实施。其次，在交通管理领域，噪声监测技术对于评估交通噪声的影响至关重要。通过在道路、铁路和航空等交通线路沿线设置噪声监测点，可以实时监测交通噪声的水平，并为交通规划和管理提供科学依据。这有助于优化交通布局，减少交通拥堵和噪声污染，提高人们的出行体验和生活质量。此外，在工业生产中，噪声监测技术也发挥着重要的作用。通过在工

厂车间和设备周围设置噪声监测点,可以实时监测生产过程中的噪声水平,及时发现并解决潜在的噪声问题。这有助于保护工人的听力健康,提高工作效率和生产安全<sup>[4]</sup>。最后,在建筑和城市规划中,噪声监测技术可以为设计师和规划者提供有关环境噪声的详细信息。这有助于在建筑设计中考虑噪声控制因素,如隔音材料和结构布局等,以创造更宜居的室内环境。

### 3.4 油液监测技术的应用

油液监测技术的应用在船舶故障诊断中扮演着关键的角色。这种技术通过对机器润滑油进行采样和分析,提供了对船舶设备磨损状态和潜在故障深入了解的方法。首先,从船舶的关键部位采集润滑油样本是关键的第一步。这些样本随后会经过一系列精密的测试和分析。其中包括对油样的物理和化学性能进行检测,如粘度、酸度、水分含量等,这些参数能够反映润滑油的质量和性能变化,从而间接反映设备的运行状况。更为重要的是,通过对油样中的磨粒和污染物进行详细分析,可以获得关于设备磨损状态的第一手资料。磨粒的数量、形状、尺寸和成分等信息都能为判断设备磨损部位、类型和严重程度提供有力依据。例如,不同形状和成分的磨粒可能代表着不同的磨损机制,如疲劳磨损、磨料磨损等。此外,油液中的污染物也是不容忽视的分析对象。污染物可能是外部侵入的杂质,也可能是设备内部产生的金属屑或其他颗粒。它们的存在不仅影响润滑油的性能,还可能加速设备的磨损和故障。通过综合分析油样的各项性能指标以及磨粒和污染物的信息,技术人员可以定性或定量地评估设备的磨损状态,并预测其可能的发展趋势。这为船舶的维修和保养计划提供了科学依据,有助于延长设备的使用寿命和提高船舶的运行安全性。

### 3.5 红外监测技术的应用

红外监测是一种非接触式在线监测的高科技技术,它集光电成像、计算机、图像处理等技术于一体,通过接收物体发射的红外线,将其温度分布以图像的方式显示于屏幕,从而使检测者能够准确判断物体表面的温度分布状况。具有实时、准确、快速、灵敏度高等优点。它能够检测出设备细微的热状态变化,准确反应设备

内、外部的发热状况。对发现设备的早期缺陷及隐患非常有效。在医疗领域,红外探测技术被用于医学成像和诊断中。红外热成像技术可以通过感知人体发射的红外辐射,实现对人体表面温度的高精度测量,用于早期疾病诊断和体温监测。红外探测技术还可以应用于光学相干成像等高级医学成像技术中,提供更准确和详细的图像信息。在工业领域,红外探测技术被广泛应用于测温、热成像和红外检测等领域。红外测温技术可以通过感知物体发射的红外辐射,实现对物体表面温度的快速、准确测量<sup>[5]</sup>。在电力、钢铁、石化等行业中,红外热像仪被广泛应用于设备故障诊断和安全性检查。例如,在电力行业中,可以利用红外热像仪检测电力设备的发热部位,及时发现并解决潜在的安全隐患。此外,红外监测技术还被广泛应用于军事领域。红外制导、红外雷达、红外侦查等技术在军事领域中具有广泛的应用价值。例如,红外制导导弹可以利用目标与背景之间的温差来锁定目标,提高打击精度。

结语:基于故障机理分析的故障诊断技术是一种有效的故障诊断方法,具有广泛的应用前景。通过深入研究设备的故障机理,结合先进的技术手段,可以实现对设备故障的早期预警和精确诊断。该技术的应用对于提高设备运行效率、减少故障停机时间、降低维修成本具有重要意义。未来,随着技术的不断进步和创新,相信这种基于故障机理分析的故障诊断技术将在工业领域发挥更加重要的作用。

### 参考文献

- [1] 乔镜辉.船舶机械设备中的常见故障及处理方法分析[J].价值工程, 2020,39(14):231-232.
- [2] 黎铨.船舶设备故障诊断技术及其应用研究[J].内燃机与配件, 2020(08):169-171.
- [3] 朱佳然,周欣花.船舶电气自动化技术应用及发展趋势探讨[J].科技资讯, 2021,19(4):32-34.
- [4] 许鹏飞.电气工程自动化技术在船舶机械设备的应用[J].船舶物资与市场, 2020,(8):40-41.
- [5] 付强.船舶轮机设备故障的排除思路[J].内燃机与配件,2021,(7):144-145.