

船舶柴油机故障诊断技术研究

丁 聪

中海石油(中国)有限公司天津分公司 天津 300450

摘要: 船舶柴油机作为船舶的核心动力系统,其运行状态直接关系到船舶的安全和运营效率。故障诊断在船舶柴油机维护和管理中扮演着至关重要的角色;本文旨在全面探讨船舶柴油机故障诊断的意义、主要机械故障的诊断分析以及传统和现代故障诊断技术的应用。通过深入研究和分析,本文期望为船舶柴油机的故障诊断提供一套全面、系统的理论和方法,以确保船舶的安全、高效运行。

关键词: 船舶柴油机;故障诊断;诊断技术

引言: 柴油机是船舶系统中的动力装置,是保障船舶的正常运转的核心部件,本文全面探讨了船舶柴油机故障诊断的意义、主要机械故障(如轴承烧熔磨损、变形和活塞磨损)的诊断分析,以及传统(包括观察法、听诊法、比较法和断缸法)和现代(共振解调技术、油液分析法、热力参数分析法、振动分析法和智能诊断技术)故障诊断技术的应用与优势。现代技术为故障诊断提供了更准确、高效的手段,有助于保障船舶的安全稳定运行。

1 船舶柴油机故障诊断的意义

船舶柴油机故障诊断在船舶运营中扮演着至关重要的角色,其意义深远且多维:(1)准确的故障诊断是确保船舶安全运行的基石,船舶作为水上交通工具,其运行状态与航行安全息息相关。柴油机作为船舶的核心动力系统,一旦出现故障,可能导致船舶动力丧失,甚至引发严重事故,对船员和货物构成巨大威胁;因此,通过故障诊断,我们可以及时发现并解决潜在问题,确保船舶在航行过程中的安全稳定^[1]。(2)故障诊断对于提高船舶的运营效率至关重要,柴油机故障可能导致船舶动力下降、油耗增加等问题,严重影响船舶的正常运营,而通过故障诊断,我们可以迅速定位并解决故障,确保柴油机处于最佳工作状态,从而提升船舶的运营效率和经济性。(3)故障诊断还有助于优化船舶的维护策略。通过对柴油机故障的诊断和分析,我们可以深入了解故障的发生规律和原因,为制定合理的维护计划提供有力依据。

2 船舶柴油机主要机械故障诊断分析

2.1 轴承烧熔磨损分析

轴承在运行过程中常会出现烧熔磨损现象,这主要是由于部分轴承在运转时表面合金脱落,导致轴承在运行过程中温度持续上升,针对轴承烧熔磨损问题,我们

需要综合考虑多方面因素:(1)应对整个润滑油系统进行全面的清洁和维护,确保润滑油的质量和流通性。

(2)轮机员应定期对轴承设备进行润滑处理,以减少摩擦和磨损,降低轴承温度;还应加强对轴承的监测和检查,及时发现并处理异常情况。(3)对于已经出现烧熔磨损的轴承,应及时更换,以避免故障扩大,影响整个柴油机的运行。

2.2 轴承变形分析

船舶柴油机是一种复杂的综合性设备,其内部结构零件种类非常多,如果活动轴承与单轴连接不好,在一定程度上会影响整个船舶柴油机的正常运转。另外,这种现象的发生主要是由于整个设备加工过程中的某些关键细致程度没有做到位,进而造成轴承在运转过程中温度一直呈现上升趋势,严重的将会造成轴承变形。

2.3 活塞出现磨损分析

活塞是整个船舶柴油机设备中的重要部件,并且对整个船舶柴油机的正常运行起着至关重要的作用。然而,由于长时间运行活塞在一定程度上会发生严重摩擦。另外,在运行过程中如果润滑油质量太差在一定程度上也会影响活塞的正常运转,严重者气缸间的整体摩擦度将会一直扩大,最终导致活塞大范围摩擦。除此之外,柴油机中燃烧不完的某些固体颗粒物也会和金属部件发生严重摩擦,这些外部因素将会进一步加大活塞磨损程度。

3 船舶柴油机传统故障诊断技术

3.1 观察法

观察法在船舶柴油机传统故障诊断中占据着基础且直接的地位,技术人员凭借丰富的经验和敏锐的观察力,通过细致观察柴油机的排烟颜色、油液状态等直观现象,能够初步判断柴油机的故障情况。排烟颜色的异常往往是柴油机故障的明显标志,例如黑烟可能表示燃

油燃烧不完全,这可能是由于喷油器喷射不良或燃油质量不佳导致的;而蓝烟则可能意味着机油窜入了燃烧室,这可能是由于活塞环磨损或气缸壁磨损引起的。此外,油液状态的观察也同样重要,润滑油的颜色、杂质含量以及油液的粘度等都能反映柴油机的运行状态;通过观察这些直观现象,技术人员可以快速定位故障,为后续的维修工作提供有力的依据,从而提高维修效率和准确性。

3.2 听诊法

听诊法在船舶柴油机传统故障诊断中占据着举足轻重的地位,这一方法的核心在于依赖技术人员的听觉经验,通过细致入微地辨别柴油机运行时所发出的各种异常声音,来精准地判断故障的部位及其性质^[2]。不同的故障类型往往伴随着独特的声音特征,例如,敲击声可能预示着活塞与气缸壁之间的间隙过大,而摩擦声则可能意味着轴承或齿轮出现了磨损。这就要求技术人员不仅需要具备丰富的实践经验,还需要拥有敏锐的听觉,能够准确无误地识别出各种声音,并据此判断出对应的故障类型。听诊法的优势在于其简洁而高效,在实际应用中,技术人员通过听诊法可以快速定位故障部位,为后续的维修工作提供精确的指导。这种方法不仅节省了时间,还提高了故障诊断的准确率,是技术人员在船舶柴油机故障诊断中常用的重要手段。

3.3 比较法

比较法是一种直接且行之有效的船舶柴油机传统故障诊断方法,当技术人员对某个部件是否出现故障存在疑虑时,他们通常会选择采用比较法来验证。具体操作步骤是:(1)替换掉怀疑有问题的部件,然后密切观察柴油机的运行状态是否有所改善或故障是否彻底消失。

(2)如果替换部件后,柴油机的运行状态出现了明显的改善或故障完全消失,那么就可以确信故障确实源自该部件。(3)比较法也并非毫无瑕疵。它可能会增加维修的成本和时间,因为需要替换部件并进行对比测试;在使用比较法时,技术人员需要全面权衡利弊,并做出合理的决策,以确保故障诊断的准确性和经济性达到最佳平衡。

3.4 断缸法

断缸法是一种别具一格的船舶柴油机传统故障诊断方法,它的核心原理是通过停止某缸的工作,来观察柴油机的整体运行状态是否发生变化,从而判断故障是否出现在该缸。这种方法对于缩小故障范围、提高故障诊断的准确性具有显著效果;在实施断缸法时,技术人员需要格外谨慎,以避免损坏其他部件或影响柴油机的

整体性能。他们通常会按照一定的顺序,逐个停止各缸的工作,并密切观察柴油机的反应,如果停止某缸工作后,柴油机的运行状态发生了明显的变化或故障消失,那么就可以确定故障确实出现在该缸上。尽管断缸法的操作相对复杂,但在处理多缸柴油机故障时,它展现出了独特的优势。

4 现代船舶柴油机故障诊断技术

4.1 共振解调技术

共振解调技术,作为故障诊断领域的一项先进技术,在船舶柴油机的故障诊断中展现出了其独特的魅力和价值。该技术巧妙地利用频谱的变化与特点,对运行中的船舶柴油机进行故障检测与精确定位,从而为船舶的安全航行提供了有力的技术保障,共振解调技术的核心在于精准捕捉柴油机运行过程中的特定振动信号。这些信号如同柴油机的“声音”,蕴含着丰富的运行状态信息;通过高精度的传感器,我们能够实时采集到这些振动信号,并将其转化为可供深入分析和处理的数字信号^[3]。随后,利用频谱分析等先进方法对这些数字信号进行细致处理,提取出反映柴油机运行状态的关键特征参数,如振动频率、振幅等;这些参数如同柴油机的“健康指标”,能够准确揭示其运行状态和潜在问题。在实际应用中,共振解调技术展现出了其卓越的诊断能力,无论是轴承的磨损、齿轮的啮合问题,还是其他机械部件的故障,该技术都能给出准确的诊断结果;其确定性强、可靠性强的特点,使得它在船舶柴油机故障诊断中得到了广泛的应用和认可。

4.2 油液分析法

油液分析法,作为船舶柴油机故障诊断中的常用手段,扮演着“血液”检测的角色。这一方法深入探究柴油机润滑油中的金属微粒、油质变化等关键指标,以此揭示柴油机的整体磨损状态和潜在故障。润滑油在柴油机中不仅是润滑的媒介,还承担着冷却、清洁等多重任务;然而,在长时间的使用和磨损过程中,润滑油中会逐渐累积金属微粒、磨损碎片等杂质,油质也会发生显著变化。这些微妙的变化正是柴油机运行状态的重要“信使”;通过光谱分析、铁谱分析等高精度方法,我们可以对润滑油中的金属微粒进行精准检测和分析。不同金属元素的含量和分布如同一张“地图”,能够清晰指示出柴油机不同部件的磨损程度和故障类型。例如,铁元素的含量骤增可能意味着轴承或齿轮的磨损正在加剧;而铜元素的异常增多则可能预示着冷却系统或电气系统存在隐患。油液分析法的最大优势在于其能够实现实时监测和无损检测;定期对润滑油进行检测和分析,

就如同为柴油机进行“体检”，能够及时发现并处理潜在故障，确保柴油机的健康运行，为船舶的安全航行提供坚实保障。

4.3 热力参数分析法

热力参数分析法，作为船舶柴油机故障诊断的又一重要手段，扮演着“温度计”的角色，通过精密监测和分析柴油机运行过程中的一系列热力参数，来准确判断其性能状态和故障情况。在船舶柴油机的运行过程中，会产生一系列关键的热力参数，包括冷却水排放温度、进出水口温度、滑油温度、排气温度以及气缸压力等；这些参数如同柴油机的“体温表”，其变化能够实时反映出柴油机的运行状态和性能动态。通过专门的监测设备，我们可以实时采集到这些热力参数的数据，并对其进行深入的处理和分析；例如，冷却水排放温度的监测就如同对柴油机冷却系统的“体检”，能够准确判断其是否存在问题。而滑油温度的监测则如同对润滑系统的“窥视”，能够清晰了解其运行状态，热力参数分析法的优势在于其全面性和准确性；通过对多个热力参数的综合分析，我们可以更加精确地判断柴油机的故障类型和程度，为故障诊断提供有力的数据支持。此外，该方法还为柴油机的维护和管理提供了宝贵的“健康档案”，帮助技术人员制定更加科学合理的维护计划和故障处理方案，确保柴油机的长期稳定运行。

4.4 振动分析法

振动分析法是一种先进的船舶柴油机故障诊断技术，其核心在于利用安装在柴油机上的振动传感器实时采集振动信号。这些信号蕴含了柴油机运行状态的丰富信息，通过频谱分析等方法，我们可以提取出反映柴油机运行状态的特征参数，如振动频率、振幅以及振动模式等。频谱分析作为一种将信号从时域转换到频域的数学工具，在振动分析法中发挥着关键作用，它能够帮助我们分析振动信号的频率成分和分布，从而揭示出柴油机是否存在异常振动。通过对比正常状态与异常状态下的振动频谱，我们可以准确判断柴油机的运行状态和故障情况。振动分析法具有诸多优点，使其在船舶柴油机故障诊断中得到了广泛应用：（1）振动分析法是一种在线诊断技术，能够在柴油机运行过程中实时监测其振动状态，及时发现潜在故障。（2）振动分析法的准确率高，通过提取和分析振动信号的特征参数，我们能够准

确判断柴油机的故障类型和程度^[4]。（3）振动分析法的速度快，能够在短时间内完成故障诊断，为及时维修和恢复柴油机正常运行提供有力支持。

4.5 智能诊断技术

智能诊断技术是船舶柴油机故障诊断领域中的一颗璀璨新星，代表着未来的发展方向，这一技术涵盖了基于规则的专家系统、模型基础诊断方法以及先进的机器学习算法，它们共同构成了智能诊断技术的核心。基于规则的专家系统，通过整合行业专家的知识和经验，形成了一套全面且完善的故障诊断规则库，当柴油机出现故障时，系统能够迅速根据规则库中的知识进行推理和判断，从而快速准确地定位故障源，为维修工作提供有力支持。模型基础诊断方法则通过建立柴油机的精确数学模型，模拟其各种运行状态和故障模式；通过与实际运行数据的对比，我们可以发现任何偏差，并据此诊断出潜在的故障，确保柴油机的稳定运行。而机器学习算法，则通过大量历史数据的训练和学习，不断优化故障诊断模型的准确性和效率，它能够从海量数据中自动提取关键特征，并学习各种故障模式，实现故障的自动识别和分类，为船舶柴油机的故障诊断带来了前所未有的智能化和自动化水平。

结语：综上所述，船舶柴油机故障诊断对于保障船舶安全运行、提升运营效率及优化维护策略至关重要。本文深入分析了主要机械故障的原因与解决方案，并探讨了传统与现代故障诊断技术的应用及其优势。随着科技进步和应用场景的拓宽，现代故障诊断技术，包括共振解调、油液分析、热力参数分析、振动分析及智能诊断技术，在船舶柴油机故障诊断中将扮演更加重要的角色；未来，应持续研发新技术，以提升故障诊断水平与效率，保障船舶安全稳定运行。

参考文献

- [1]王坚.船舶柴油机监测与故障诊断技术研究[J].内燃机与配件,2021(1):152-153.
- [2]吴建强.浅析船舶柴油机主要机械故障诊断和排除[J].科技创新与应用,2020(13):121.
- [3]喻步贤,刘俊.船舶柴油机机械磨损故障诊断的模式识别[J].舰船科学技术,2019,41(10):70-72.
- [4]张大勇,许振波.船舶柴油机主要机械故障诊断和解决方法探析[J].中国高新科技,2019(02):39-41.