

柴油机机械传动系统故障诊断方法综述

朱万泥

广西玉柴机器股份有限公司服务与后市场事业部 广西玉林 537000

摘要: 柴油机充当重型机械关键动力源,其机械传动系统的稳定性直接决定设备的安全运行与工作效能。为处理持久运用之中的故障问题,国内外研究人员于故障诊断技术领域进行许多研究。本文详尽归纳并且深入研究了机械传动系统故障诊断方法的发展情况,包括故障成因、振动和声音特征提取方式、即时监控做法等方面。借助比较差异诊断策略,说明它们的适用场景与特别优势,并且强调现阶段方法于故障察觉速度、精确度及成本之中的缺陷。运用多样监测方式融合的方法,能明显提高故障提早察觉能力,给维修计划提供有价值的信息。此研究为柴油机机械传动系统故障诊断技术的改进健全和现实应用给予可信理论依据,亦给设备智慧化检测和防范性维护指引方向与路径。

关键词: 柴油机;机械传动系统;故障诊断;振动声学特征;实时监测

引言

柴油机属于重型机械里面非常重要的动力来源,机械传动系统的正常运转对于设备性能表现、生产过程安全以及运转效率具有重要作用。工业自动化和智能检测技术不断发展进步,导致设备故障的即时监测和准确预警告发出来更加严格的要求。机械传动系统出现故障造成设备停机和安全事故经常发生,带来大量经济损失和安全隐患,促进国内外研究人员深入探索故障诊断技术。传统诊断方法虽然能够完成故障原因分析和信号特点提取工作,但是故障识别速度慢、诊断准确性低以及经济效益差这些缺点仍然存在,某些研究尝试把信号处理、模式识别和机器学习技术结合起来,提高故障检测的及时性和可靠性水平,但是各种方法适应能力和实际效果还需要开展更全面的评估和优化。文章内容详细归纳总结柴油机机械传动系统故障诊断方法,比较各种策略之间的优缺点,指出未来研究重点方向,给设备智能化检测和预防性维护提供理论基础和具体指导建议。

一、柴油机机械传动系统机理与故障诱因

(一) 系统构成与运转原理

柴油机的机械传动系统为整机运行的核心,其构成

与运转原理直观作用于设备正常工作及使用寿命。该系统首要功能是把柴油机内部化学能转变成机械动能,并传递到工作设备,推动整机运转。系统一般涵盖发动机、离合器、传动轴、齿轮箱及最终驱动装置等部件。燃料燃烧之后,发动机借助活塞和曲轴生成持续转动运动,机械功率通过离合器和传动轴传送到齿轮箱。齿轮箱内繁杂的轮系结构能调整传动比,适应差异工作状态下的速度和扭矩需求,保证设备平稳运转。

动力转换和传递必须精确配合,每个环节的故障都会导致整个系统失灵。长时间使用过程中,摩擦、磨损、振动这些物理问题会破坏系统的稳定状态。部件之间的协作和匹配非常重要,如果调整方式不正确或者保养工作做得不够好,就会引发各种故障。设计和维护机械传动系统的时候,一定要重视部件材料的坚固程度、运行时承受的负荷大小以及润滑的效果如何,尽量把故障发生的概率降到最低,同时让系统的稳定性和安全性得到更好的保障。认真研究系统的结构和工作原理,就能为故障诊断技术的进步提供非常扎实的理论支持和可靠的技术依据。

(二) 故障触发因素与演变机理

掌握柴油机机械传动系统故障产生的原因以及变化的过程,能够帮助准确发现和修理故障问题。如果柴油机长时间处于高负荷状态工作,就会出现震动、磨损、热应力等很多情况,这些情况会让传动系统里面的零件受到非常严重的物理冲击,从而引发故障出现。震动造

作者简介: 朱万泥(1981.09-),男,汉族,湖北枝江,硕士,工程师,主任,研究方向:为发动机产品提供售后技术支持,确保故障问题能得到及时、高效的处理。

成的疲劳破坏属于一种常见的诱因，如果负荷发生变化或者出现持续不断的震动，材料内部就会形成微小的裂纹，裂纹会一点点扩大到齿轮或者轴承出现断裂。磨损的原因往往是因为润滑油不够充足或者有杂物进入，润滑油的质量不好或者供应量不足，就会让零件表面的磨损速度变得更快，最终破坏掉正常的功能。热应力过大也会导致材料热膨胀分布不均匀，零部件的形状会发生改变，这样就会影响到配合关系。传动系统故障往往是从很小的损伤开始积累，最终演变成无法使用，充分掌握每个环节的特点，可以有效预防并做好保养工作。故障判断因为多种因素共同作用，所以显得相当复杂，深入研究故障产生的原因以及变化的过程，能够显著提高预测故障的能力。

二、振动声学信号的特征展示

（一）振动现象及其特性

柴油机机械传动系统运行时可能会发出复杂振动现象，这些振动属于故障关键预警信号，包含设备运作状态和健康状况，属于故障诊断和预测的主要依据。振动信号特点能够通过时域和频域分析来展现出来。时域分析里面，常用幅值、均方根值、峰值因子这些参数来描述振动信号强弱、能量分布以及变化情况，其中均方根值代表信号整体能量，峰值因子能够突出突然出现的异常情况。频域分析使用傅里叶变换来显示振动信号频谱特点，各种故障类型会在特定频率区间内表现出不正常频谱特征，例如谐波成分、边带特性等等，这些特征有利于判断故障种类并且估计严重水平。时频联合分析方法，例如小波变换和希尔伯特黄变换，可以捕捉振动信号瞬时特点，弥补传统分析方法不足，对于突然出现故障或者非平稳信号实现更加准确的辨识和判断。多角度研究振动信号特点，给柴油机机械传动系统故障诊断提供牢固基础，提高诊断准确性和可靠性。

（二）声学表现与指标提取

声音信号转变成柴油机机械传动系统故障诊断关键信息来源，借助深入研究声音信号特点以及提取具体数据，就能迅速察觉隐藏故障问题。声音信号采集完全依赖性能很高传感器，这些传感器能够连续存储机器运转时候产生的声学特性。频谱分析归于辨别故障类型和位置最关键技术手段，频谱里面具备某些显著峰点以及频带变动情况一般映射特定故障问题。功率谱密度也归于一种常被使用方式，经由测算声音信号各个频率段功率分布情况，展现信号能量集聚区域，如此协助评估产生

不正常声学变动。信号时间频率域转换结合短时傅里叶变换还有小波变换，供给更为准确时间局部化信息，让整个诊断过程变成更加精确可靠。指标提取方面，依靠统计特征获得参数包含均值、方差还有偏度，给予故障识别极其关键参考依据。以上声音信号特点跟诊断技术整合起来，形成一套完备方法体系，给机械传动系统健康监测给予严谨可信依据支撑。

三、实时监控技术与数据集成

（一）在线监控设备及手段

在线监控设备用在柴油机机械传动系统的故障诊断工作上极其关键。科学技术持续朝前进步，面向多样化的故障呈现状况，专责用来检测故障问题的在线检测设备获得了显著进步，详细设备存在加速度计、速度传感器和声传感器等多种类型。加速度计能够十分敏感地感知振动信号，具备极高的精确度和宽广的频率范围，十分适应用来探查细微的振动状况。速度传感器专门用于测定中低频范围内的振动，能够体现较大位移变动的系统状况，格外适应用来检验传动轴和齿轮等部件的运转状况。声传感器凭借感知到机械运转中产生的异常声音来尽早察觉故障问题，这类传感器可以优效地处理各种嘈杂的环境，联合信号过滤和处理技术方法，可以有效地拾取到故障特征的声音信息。

在线监控手段不只依赖硬件设备的精确度，还应当结合前沿的数据处理算法。模态分析、时频分析以及人工智能这些方法被大量使用，从传感数据中提取出关键的故障信息，这样就能提高发现异常状态的能力。采用神经网络和深度学习这些技术能够实现非线性故障特征的自主学习，大幅提升了诊断的速度和精确度。

实时监控系统通常和控制网络结合，实现了24小时连续不中断的数据采集和传输，保证快速的故障诊断与预警。依靠物联网技术搭建的系统平台，可以将各设备监测信息集成，利用云端分析技术实现多点、多源数据的整体评估，提高监测的完整性和智慧化程度。于设备运转期间保障实时性、一致性和可靠性，对于提升柴油机机械传动系统的整体运作效能具有重要意义。

（二）多维数据融合与预警机制

多维数据融合和预警机制对于柴油机机械传动系统故障诊断发挥十分关键的作用。借助将振动、声学、温度以及扭矩等多样来源的数据整合起来，能够完整掌握传动系统的运行情况。融合技术融合了前沿的信号处理方法与人工智能算法，使评估故障特征的准确性与诊断

的精确性均获得了显著改善。将多种传感器获取到的数据开展整合分析，能够高效处理单独依赖单一数据源或许出现的误判问题，并且使预警系统的响应速度与评估的准确性均有所加强。构建一套健全的预警机制，可以提前察觉故障萌芽的迹象，为设备维护制定科学决策给予可信的依据，进而降低由于故障造成的设备停机造成的各类损失，终极令整个运行过程的效率获得明显增进。

四、智慧升级及持续进化

(一) 技术革新与智能应用转型

技术革新一直都在促进，早已给柴油机机械传动系统故障诊断奠定稳固基础。很多新方法现实运用当中，将智能平台融入传统故障诊断过程变为最为关键变化点。依赖前沿数据处理算法和传感器网络融合于一体，便能实现迅速察觉故障并且自遥远执行诊断，如此诊断速度变为更迅速、准确程度同样更优。智能平台升级格外重视数据即时采集起来即时进行分析，如此不干扰机器常规运行从而达成潜在故障检查工作。上述技术变化不仅令系统反应速度变得极快，而且使信息处理过程更为流畅高能，给作出更好维护决策以及迅速处理故障给予巨大帮助。

智能传感器融合加上分布预测模型的整合，成为了完成精确监测的一个重要组成部分。人工智能和机器学习技术能够帮助模型从过去的大量数据中找到故障的模式，并且预测未来可能会出现异常情况。智能应用平台具备自我优化学习的功能，可以提高设备面对环境变化时的适应能力，从而减少误报和漏报的风险。依靠全新的接口设计和机电系统的深度结合，确保机械传动系统能够保持平稳的运行状态，推动设备即使处于复杂的工作环境中也能表现得十分出色。技术的进步和智能化的应用给传动系统的故障诊断带来了深远的影响，同时也让设备的长期可靠性和维修策略的改进打开了全新的可能性。

(二) 持续进化与运行效益提升

柴油机机械传动系统的提升和效果增强，依赖前沿的技术革新和现实应用的实践。故障检测方法一直都在优化，智能化监控手段同样获得普及，令设备于启动之际便可察觉隐含的问题，降低突发停工的时间和维修的

费用。依赖人工智能和大数据分析工具，能精确识别机械传动系统内的异常表现，提供详尽的分析报告。依赖物联网技术，使设备联结起来构建起一个整体，便利数据融合和共享，凭借全面的数据研究，能优化资源分配和保养方案，提升整体工作效率。促进预防性保养措施的实施，目的为让设备用得久，亦是为让系统更能应对各种工作环境，保障设备在各异条件下都可稳定运作。智能技术的应用让故障预测成为精确，同时亦给设备管理带来崭新的思考方式。随着智能化和自动化的程度持续增强，柴油机机械传动系统将面向避免故障、节约能源和提升性能完成更佳贡献，为工业设备的高效和可靠运作奠定稳固的基础。

结束语

文章全面研究柴油机机械传动系统故障诊断方法各个部分，从系统原理跟故障原因开始，仔细分析振动声学信号特点，并且介绍实时监控方法跟多维度数据融合预警方式。依靠技术进步跟智能应用转变，故障诊断精确程度跟响应速度得到很大提高。继续研究跟效率提升章节展示先进方法实际使用效果，突出预防性维护重要性。随着物联网跟人工智能这些技术不断发展，柴油机机械传动系统故障诊断会变得更加智能而且准确，给工业设备稳定运行提供可靠支持。文章研究成果给相关领域研究人员提供宝贵参考，推动故障诊断技术不断前进跟发展。

参考文献

- [1] 王雪峰. 船舶柴油机故障诊断系统设计[J]. 舰船科学技术, 2022, 44(04): 112-115.
- [2] 陶启稳. 船舶柴油机故障诊断方法分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022, (05): 0062-0064.
- [3] 杨磊. 基于信号分析的机械液压传动系统故障诊断方法[J]. 工程机械文摘, 2023, (02): 10-13.
- [4] 吕克明, 杜晓萍. 齿轮传动系统故障诊断方法研究[J]. 内燃机与配件, 2021, (03): 127-128.
- [5] 阮金刚. 柴油机故障诊断技术[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023, (01): 0055-0058.