

机械设备状态检测与故障诊断技术分析

刘 强

京粮（天津）粮油工业有限公司 天津 300452

摘 要：机械设备状态检测与故障诊断技术集多学科知识，可实时精准监测设备关键参数，识别早期故障隐患。其重要性体现在推动设备管理革新、保障生产安全、优化经济成本。主要检测方法有振动检测、油液分析、温度监测与无损检测等。故障诊断面临信号处理、模式识别、状态评估等关键问题。实施策略包括设计优化检测方案、多源信息融合诊断、系统集成与运维管理，可提升诊断准确性，降低风险，为设备稳定运行提供有力保障。

关键词：机械设备；状态检测；故障诊断；技术分析

引言：在现代工业生产中，机械设备的稳定运行至关重要。机械设备状态检测与故障诊断技术作为保障设备健康的关键手段，集多学科知识，可实时精准监测设备关键参数，识别早期故障隐患。它革新了设备管理模式，保障生产安全，优化经济成本，成为现代设备管理核心支撑。本文将深入剖析主要状态检测技术方法，探讨故障诊断中的关键技术问题，并提出状态检测与故障诊断系统的实施策略，为设备稳定运行提供理论参考。

1 机械设备状态检测与故障诊断的重要性

机械设备状态检测与故障诊断技术，是一项集多学科知识于一体的综合性技术。它借助先进的传感器技术、高效的数据采集系统以及强大的数据分析算法，对设备运行过程中的各类关键参数，如振动、温度、压力、转速等，进行实时、精准且全面的监测。并依据监测所获取的数据，深入剖析设备状态的变化趋势，精准识别设备早期存在的故障隐患，为设备的稳定运行提供坚实保障。（1）该技术的重要性体现在多个关键层面。首先，它有力推动了设备管理模式的深刻革新。传统设备管理主要采用定期维修的方式，这种方式缺乏对设备实际状态的精准把握。过度维修不仅会造成人力、物力和财力的浪费，还可能因频繁拆装设备而引入新的故障隐患；维修不足则会使设备带病运行，加速设备劣化，埋下严重的安全隐患。而状态检测与故障诊断技术能够实时掌握设备的健康状况，依据设备的实际需求安排维修工作，实现从传统定期维修向精准状态维修的转变，使维修决策更加科学、合理、有针对性。（2）在保障生产安全方面，该技术发挥着不可替代的关键作用。通过持续、不间断地监测设备运行参数，能够在故障发生的初期及时发出预警信号，为维修人员争取足够的时间采取有效的应对措施，防止设备性能进一步恶化，避免因突发故障引发的生产中断、设备损坏以及人员伤亡等严重后果，为生产

的稳定、安全运行筑牢坚实的防线。（3）从经济层面分析，该技术可显著优化维修资源的配置。依据设备实际状态合理安排维修工作，避免了不必要的维修投入，同时，通过及时发现并处理故障隐患，有效延长设备的使用寿命，减少设备的更换频率，从而大幅降低设备全生命周期的运维成本，提升企业的经济效益。正因如此，机械设备状态检测与故障诊断技术已成为现代设备管理的核心支撑^[1]。

2 主要状态检测技术方法分析

2.1 振动检测分析技术

振动检测分析技术堪称当前应用范围最为广泛的状态检测手段之一。其基本原理是借助高精度的传感器，对设备运行过程中产生的振动信号进行全面采集，进而通过对这些信号的深入剖析来精准识别设备的异常状态。（1）该技术的核心环节丰富且关键，涵盖振动参数测量、频谱分析以及时域分析等多个方面。振动参数测量能获取设备振动的关键指标；频谱分析可将复杂的振动信号分解为不同频率成分，明确故障特征频率；时域分析则聚焦于振动信号随时间的变化规律。凭借这些分析手段，能够有效诊断转子不平衡、不对中，轴承出现磨损、裂纹等损坏情况，以及齿轮断齿、点蚀等典型机械故障。（2）振动检测分析技术优势显著，监测灵敏度高，能在故障初期捕捉到细微变化；诊断准确性良好。不过，其应用也存在一定局限性，需要专业分析人员具备丰富的经验，同时要构建完善的基线数据作为对比参考，才能充分发挥该技术的效能^[2]。

2.2 油液分析技术

油液分析技术作为一种关键的设备状态检测手段，其核心原理是围绕润滑油展开全面检测，通过对润滑油中磨损颗粒的形态、数量、成分，污染物的种类与浓度，以及油品自身性能指标的精准测定，进而综合评估设备的磨

损状态和润滑条件。(1) 该技术涵盖多种具体方法。理化指标分析可检测油品的黏度、酸值、水分等,判断油品是否劣化;污染度检测能明确油液中固体颗粒污染物的含量与尺寸分布;磨损颗粒分析则借助铁谱分析、光谱分析等技术,识别磨损颗粒的来源与磨损类型。(2) 借助这些方法,油液分析技术能够在故障早期阶段敏锐察觉异常磨损、油品劣化等潜在问题。尤其对于齿轮箱、液压系统等封闭传动系统,由于这些系统内部状态难以直接观测,油液分析技术凭借其独特的检测方式,可提前发出预警,为设备的预防性维护提供有力依据,展现出超前的预警特性,在保障设备稳定运行方面发挥着重要作用。

2.3 温度监测与无损检测技术

温度监测与无损检测技术是设备状态检测领域中两类重要且互补的技术手段。(1) 温度监测主要借助红外测温、热成像等先进技术。红外测温能够快速、精准地获取设备表面特定点的温度数值;热成像技术则可将设备表面的温度分布以直观的图像形式呈现出来。通过这些技术手段,可以敏锐地检测到设备在运行过程中出现的异常温升现象。一旦发现温度异常,便可据此诊断出诸如过热故障,这可能是由于设备局部摩擦增大、散热不良等原因导致;还能发现保温缺陷,避免热量无端散失,保障设备运行效率与安全。(2) 无损检测技术则是利用超声波、射线、涡流等物理方法,在不破坏设备构件的前提下,深入检测其内部缺陷以及材料性能的变化情况。这些方法各有优势,能精准定位构件内部的裂纹、气孔等缺陷,评估材料的强度、韧性等性能指标。(3) 温度监测与无损检测技术相互配合、互为补充,共同构建起了一套完整的设备状态检测体系,为设备的稳定运行提供了坚实保障^[3]。

3 故障诊断中的关键技术问题

3.1 信号处理与特征提取

在故障诊断工作中,精准提取复杂信号中的特征信息是保障诊断结果有效的核心前提。实际采集的信号成分复杂,其中大量背景噪声会严重干扰故障特征的识别,导致诊断出现偏差。为解决这一问题,需借助时频分析、小波变换、经验模态分解等先进信号处理方法。时频分析可同时呈现信号在时域和频域的特性;小波变换能根据信号不同频率成分自动调整分析窗口;经验模态分解则可将复杂信号分解为多个本征模态函数。这些方法从不同维度对信号进行处理,有效分离噪声与故障特征。此外,所选特征参数必须具备明确的物理意义,且对故障变化高度敏感,这样才能为后续准确判断故障类型、定

位故障位置提供坚实可靠的数据支撑。

3.2 故障模式识别与诊断推理

在故障诊断的完整流程中,基于特征参数的故障模式识别是关键核心环节。(1) 要达成精准的故障模式识别,首要任务是构建全面且完备的故障模式库。该库需详尽地界定每一类故障所对应的特征表现,同时制定清晰、准确的判别准则,以此为后续的诊断工作构建坚实可靠的参照体系。(2) 为进一步提高故障诊断的自动化水平与可靠性,需积极引入模糊推理、神经网络、专家系统等智能诊断方法。这些先进的智能诊断方法具备强大的数据处理与分析能力,能够对提取到的特征参数进行深度挖掘与智能分析,实现从特征参数到故障类型的精准、快速映射,从而为故障诊断工作提供科学合理、高效可行的决策支持,确保故障诊断结果的准确性和及时性^[4]。

3.3 状态评估与趋势预测

设备状态评估作为故障诊断的关键环节,复杂程度高且意义重大。(1) 设备运行过程中,振动、温度、压力、转速等多参数处于动态变化状态,它们相互交织,共同反映设备的健康状况。(2) 构建科学的评估模型是首要任务,该模型需融合多学科理论,运用先进算法,对多参数进行综合分析处理。同时,制定清晰合理、层次分明的分级标准,明确设备处于正常、预警、故障等不同状态等级的判定依据。(3) 基于历史数据的趋势预测分析不可或缺。通过挖掘历史数据中的规律,能精准预测设备性能劣化进程,合理估算剩余使用寿命,为维修决策提供关键时间参考,确保在合适时机开展维修,实现状态维修经济性与有效性的高度统一。

4 状态检测与故障诊断系统实施策略

4.1 检测方案设计与优化

在构建状态检测与故障诊断系统时,检测方案的设计与优化是首要且关键的环节。需依据设备的重要性程度、故障可能引发的后果以及监测所需成本等多方面因素,量身定制差异化的检测方案。(1) 对于关键设备,其一旦出现故障往往会对整个生产流程造成严重影响,甚至引发安全事故,因此要实施在线连续监测。通过实时采集设备的运行数据,及时捕捉任何细微的异常变化,以便在故障萌发阶段就采取措施。重要设备则可采用定期检测的方式,按照预定的时间间隔进行全面检查,既能保障设备的稳定运行,又能合理控制监测成本。而对于一般设备,进行简易诊断即可,通过一些基础的检测手段初步判断设备状态。(2) 要科学合理地布置测点,确保能够准确获取设备的关键运行信息。同时,精确确定检测参数和周期,避免过度检测造成资源浪费,或检测不

足无法及时发现潜在问题,从而保证监测方案在技术上可靠、经济上合理,为后续的故障诊断和设备维护提供有力支撑。

4.2 多源信息融合诊断

在复杂设备的状态检测与故障诊断工作中,单一检测方法存在显著不足,只能获取设备状态的局部信息,难以全面、精准地反映设备整体状况。例如,振动检测虽能精确呈现设备的机械振动特性,可对于因润滑油变质引发的故障缺乏敏感性;油液分析可清晰呈现设备内部磨损颗粒与油品性能变化情况,但难以直接关联设备的动力学参数;温度监测能及时察觉设备过热异常,但对一些早期微小故障的预警能力欠佳。为解决这些问题,需整合振动、油液、温度等多源信息进行综合诊断。(1)搭建统一的数据平台,对不同检测手段获取的海量数据进行标准化处理与集中存储,保证数据的一致性和完整性,为后续分析提供可靠基础。(2)构建科学的信息融合模型,运用先进算法对多参数进行深度关联分析,挖掘数据间的内在联系,从多个维度全面评估设备状态。多源信息融合诊断方式能充分发挥各检测方法的优点,通过相互印证、补充,有效剔除干扰信息,大幅提升诊断准确性,降低误诊和漏诊风险,为复杂设备的稳定运行和精准维护提供坚实可靠的技术保障^[5]。

4.3 诊断系统集成与运维管理

构建一套完备的设备状态监测与故障诊断系统,需全面涵盖数据采集、传输、存储、分析及诊断等核心功能模块。(1)数据采集模块要依据设备特性与监测需求,合理选型传感器,精准获取设备运行的关键参数,如振动、温度、压力等。数据传输模块需保障数据传输的稳定性与实时性,采用可靠的网络通信协议,避免数据丢失或延迟。数据存储模块应具备大容量、高安全性的特点,对海量数据进行分类存储与备份,方便后续查询与调用。(2)数据分析模块要运用先进的算法和模型,对

采集到的数据进行深度挖掘,提取有价值的信息。诊断模块则根据分析结果,结合预设的故障规则和经验知识,准确判断设备故障类型与程度。(3)建立标准化的诊断流程和知识管理体系,明确各环节的操作规范和质量标准。加强诊断人员的专业培训,提升其技术水平和故障诊断能力。定期对系统进行评估与优化,根据实际运行情况调整参数和策略,确保系统始终处于最佳运行状态,实现持续改进,为设备的稳定运行提供有力保障。

结束语

机械设备状态检测与故障诊断技术,从重要性阐释到检测方法剖析,再到故障诊断关键问题探讨与系统实施策略制定,形成了一套完整且严密的技术体系。多源信息融合诊断突破单一检测局限,提升诊断精准度;科学合理的检测方案设计为后续工作筑牢根基;完备的系统集成与运维管理保障系统稳定运行。随着科技持续进步,该技术将不断优化升级。未来,我们应紧跟技术发展趋势,积极应用新技术、新方法,持续提升设备状态检测与故障诊断水平,为保障设备稳定运行、提升企业生产效益、推动工业高质量发展提供更为坚实有力的技术支持。

参考文献

- [1]陈钢.传动系统状态监测与故障诊断的探讨[J].现代工业经济和信息化,2021,11(5):2.
- [2]李世开.浅述机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展趋势[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(4):4.
- [3]沈保明,陈保家,赵春华,等.深度学习在机械设备故障预测与健康管理中研究综述[J].机床与液压,2021(049-019).
- [4]唐海燕,陈潮宇.机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展趋势[J].内燃机与配件,2021(15):122-124.
- [5]张伟华,韩庆飞.浅谈机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展趋势[J].中国设备工程,2021(09):192-193.