

机电设备故障诊断与预测性维护系统开发

陈蔚桂

赣州国鼎建材有限公司，江西省赣州市，341413；

摘要：机电设备故障诊断与预测性维护系统，是机电设备可靠运行的重要保障。该系统的主要功能是通过采集设备状态数据，建立状态预测模型，从而对设备健康状况进行评估，并根据评估结果指导维护策略的制定和实施。针对机电设备故障诊断与预测性维护过程中面临的问题，提出了基于大数据与人工智能技术的故障诊断与预测性维护系统方案，并重点论述了其系统架构、关键技术和应用案例。本系统可实现机电设备状态监测与故障诊断、健康评估、维护策略优化、预测性维护等功能，能够提高机电设备运行的可靠性和安全性，降低维修成本，具有广阔的应用前景。

关键词：机电设备；故障诊断；预测性；维护系统开发

DOI：10.69979/3029-2727.25.11.103

引言

机电设备是工业生产中重要的生产要素，其可靠性和安全性直接关系到企业的生产效率、经济效益和社会效益。在实际工作中，机电设备通常由于内部故障、外部干扰等原因，导致其运行效率低下，甚至出现停机或非正常运行等严重问题。因此，如何提高机电设备的可靠性与安全性，确保其安全可靠运行成为人们关注的热点问题。随着工业生产和技术的不断进步，机电设备在生产中发挥着越来越重要的作用，为实现机电设备的可靠性与安全性提供了新的机遇。因此，开发基于大数据与人工智能技术的机电设备故障诊断与预测性维护系统具有重要意义。

1 传统维护模式及其局限性

在传统的机电设备维护模式中，其维护内容主要包括定期保养、故障维修、更换部件等，其中定期保养和故障维修是常规的维护模式，而更换部件则属于非常规维护模式。由于设备维护的周期较长，且由于设备故障因素的多样性，导致机电设备的可靠性降低，同时维修人员工作量大、效率低、安全性差。因此，为了提高机电设备运行效率和可靠性，降低维修成本，需要对机电设备进行故障诊断和预防性维护。而实现机电设备故障诊断与预测性维护的关键是对机电设备状态数据进行采集和处理。本文提出基于大数据与人工智能技术的机电设备故障诊断与预测性维护系统方案。

2 预测性维护的基本原理与优势

预测性维护是一种主动的设备维护方法，其基本原理是通过对设备状态数据的分析，建立设备健康评估模

型，并根据评估结果指导维护策略的制定和实施，从而实现了对设备健康状况的实时监控与预警，确保设备在计划时间内完成运行任务。预测性维护技术具有以下优势：①能准确判断设备未来可能出现的故障类型和故障部位，为制定合理的维护策略提供依据；②通过对机电设备运行数据的分析，能够发现机电设备异常状态和潜在故障，有助于提前预防和避免故障的发生；③能够根据预测性维护结果，指导设备进行检修，提高维修效率；④能够对机电设备进行优化维护，降低维修成本。

3 机电设备故障诊断关键技术

3.1 传感技术与数据采集

机电设备健康状态监测与故障诊断需要以机电设备状态数据为基础，通过传感器等设备对机电设备状态数据进行实时采集。因此，机电设备健康状态监测与故障诊断需要解决两个关键问题：①机电设备健康状态监测与故障诊断系统的传感技术；②机电设备健康状态监测与故障诊断系统的数据采集技术。目前，传感技术主要包括无线传感器网络、射频识别（RFID）、智能传感器、红外热成像、光纤传感等。机电设备健康状态监测与故障诊断系统的数据采集技术主要包括传感器网络技术、无线通信技术、射频识别技术（RFID）、智能传感器技术等。

3.2 故障信号处理与特征提取方法

机电设备故障信号处理与特征提取方法主要包括两个方面：①对机电设备故障信号进行处理，提取设备故障特征信息；②对处理后的机电设备故障特征信息进行分析，建立故障诊断模型。机电设备故障信号处理与

特征提取方法的选择,既要考虑设备性能参数对振动信号的影响,又要考虑机电设备状态参数对振动信号的影响,同时还要考虑机电设备运行环境、工况条件、使用条件等对振动信号的影响。机电设备健康状态监测与故障诊断系统中,既有基于传统方法的处理,又有基于现代信息技术方法的处理,需要根据具体情况选择合适的方法。

3.3 故障识别与诊断算法(如机器学习、专家系统等)

机电设备故障识别与诊断的关键在于通过分析机电设备故障特征,建立机电设备故障诊断模型,实现机电设备的故障识别和诊断。机电设备故障识别与诊断算法主要包括:①机器学习算法,如支持向量机、神经网络、决策树、随机森林等;②专家系统算法,如专家系统、规则引擎等;③深度学习算法,如卷积神经网络、循环神经网络等。机电设备故障识别与诊断模型的建立,主要包括机电设备特征提取、特征选择、特征降维、建立机电设备故障诊断模型等过程。目前,基于机器学习的故障识别与诊断算法已经得到广泛应用,且已成为机电设备故障识别与诊断的主流方法。

3.4 故障诊断系统架构设计

根据机电设备的结构特点和运行环境,将机电设备的故障诊断系统划分为以下四个模块:数据采集模块、数据处理模块、故障诊断模块和人机交互界面。数据采集模块用于采集机电设备的实时运行参数,将采集到的数据传输至数据处理模块,由数据处理模块进行特征提取、信号分析、故障判断,最终得到机电设备的运行状态信息。数据处理模块通过对特征提取、信号分析等方法,将机电设备的运行状态信息转变为可视化信息。故障诊断模块通过对机电设备的运行状态进行分析和判断,利用机器学习和专家系统等方法识别出机电设备中存在的故障,并通过人机交互界面实时显示出机电设备的运行状态。

4 预测性维护系统开发与实现

4.1 预测性维护系统总体架构

基于大数据和人工智能技术的预测性维护系统,首先需要将机电设备状态数据进行采集和处理,将处理后的机电设备状态数据进行分析和判断,建立机电设备状态预测模型,然后根据预测结果制定合理的维护策略。其中,机电设备状态预测模型是预测性维护系统的核心技术,需要将机电设备状态数据采集和处理、机电设备

状态预测模型建立、机电设备健康评估、维护策略优化以及系统集成等关键技术有机融合。因此,为了确保机电设备健康状态监测与故障诊断系统的顺利开发与应用,需要对机电设备健康状态监测与故障诊断、维护策略优化、系统集成等关键技术进行深入研究。

4.2 设备状态监测与健康评估

机电设备健康状态监测与健康评估是预测性维护系统的核心技术,主要包括机电设备健康状态监测与健康评估的基本原理、方法和步骤。其中,机电设备健康状态监测与健康评估的基本原理是:根据机电设备的实际运行数据,将机电设备的运行状态划分为正常、故障、异常等3种状态,并对这些状态进行分析和判断,从而建立机电设备健康状态预测模型。机电设备健康状态预测模型建立后,需要对机电设备的健康状况进行评估,确定机电设备未来可能存在的故障类型和故障部位,为后续维修方案的制定提供依据。同时,为了提高维护效率和安全性,需要对机电设备进行优化维护。

4.3 预测性算法与寿命预测模型

机电设备健康状态预测与寿命预测模型建立,是预测性维护系统的核心技术之一。其中,机电设备健康状态预测模型的建立,需要以机电设备运行数据为基础,通过分析机电设备在不同运行工况下的运行数据,建立机电设备运行数据特征提取与特征降维模型,从而建立机电设备健康状态预测模型。同时,为了提高机电设备的故障诊断精度,需要对机电设备故障类型进行识别,从而建立机电设备健康状态预测模型。机电设备健康状态预测模型建立后,需要对机电设备的剩余寿命进行预测。目前,常用的剩余寿命预测模型包括马尔可夫链+神经网络、深度学习等。

4.4 维护策略优化与执行机制

机电设备健康状态预测模型建立后,需要对机电设备未来可能存在的故障类型和故障部位进行预测,并根据预测结果制定合理的维护策略。在制定维护策略时,需要结合机电设备的结构特点和运行环境等因素进行考虑,如维护周期、维护频次、维护范围等。同时,为了提高维护效率和安全性,需要对机电设备进行优化维护,如对机电设备进行定期维修、故障维修等。在维护策略实施过程中,需要建立科学的执行机制。

4.5 系统集成与平台开发关键技术

在机电设备的健康状态预测模型建立后,需要对预测结果进行分析,并将其转化为可执行的数据文件,以

此实现机电设备健康状态的预测。为保证数据传输过程中数据的安全性和完整性,需要采用 TCP/IP 协议对数据进行传输。为了提高系统集成和平台开发效率,需要采用 Spring 框架对系统进行开发和实现。Spring 框架能够提高系统的灵活性和可扩展性,提高系统集成和平台开发效率,确保系统可持续发展。在 Spring 框架中,需要实现数据层、业务层、应用层之间的数据交互与集成,提高数据传输效率和质量,保证机电设备健康状态预测模型的准确性。

5 系统应用与案例分析

5.1 系统部署与应用流程

系统部署主要包括服务器部署和软件部署两部分。服务器部署采用 web 服务器+数据库+应用程序开发包方式,并将应用程序开发包部署在 Windows 服务器上。软件部署采用 C#语言编写,通过 ODBC 获取数据库中的数据,并将数据传输至应用程序开发包中。应用程序开发包的运行环境为 Windows 平台,集成了 C#、Java 和 SQL Server 数据库。通过 Web 服务器与应用程序开发包进行交互,实现数据的采集、存储和处理等功能,并将结果呈现给用户。

5.2 典型机电设备案例分析(行业应用、效果对比等)

基于大数据和人工智能技术的机电设备健康状态监测与预测性维护系统在航天某单位进行了应用,并取得了良好的应用效果。该单位采用预测性维护系统对某型号火箭发动机进行了监测,有效提升了该型号火箭发动机的可靠性和安全性,降低了维护成本。以某型号火箭发动机为例,通过系统实时监测到该型号火箭发动机的运行状态,并对故障类型进行判断。根据判断结果,确定该型号火箭发动机的故障类型为“增压器故障”。通过制定合理的维护策略,如定期维护、定期更换或更换增压器等,实现了对该型号火箭发动机的优化维护,确保了该型号火箭发动机的安全可靠运行。

5.3 故障诊断与预测性维护的经济效益评估

基于大数据和人工智能技术的机电设备健康状态监测与预测性维护系统,可以有效提高机电设备的安全性和可靠性,降低机电设备的维护成本,从而提高企业的经济效益。因此,为了确保预测性维护系统的顺利推广应用,需要对系统的经济效益进行评估。从经济效益

方面看,预测性维护系统可以有效降低企业的维护成本,提高机电设备的安全可靠性。同时,通过对设备进行优化维护,可以降低生产成本,提升企业经济效益。

5.4 推广应用中存在的主要问题与解决对策

在设备故障诊断与预测性维护技术推广应用中,由于该技术涉及较多领域的专业知识,需要相应的行业专家给予指导。同时,该技术在我国国内才刚刚起步,国外成熟的经验也不多,需要学习与借鉴的地方还有很多,因此在该技术推广应用中也存在一定的困难。但是,通过对国内外大量相关文献和科研报告分析与总结,该技术具有较大的发展空间。在国内,针对机电设备故障诊断与预测性维护系统应用推广存在的问题,应从以下几个方面着手解决:一是建立基于大数据技术的机电设备故障诊断与预测性维护系统;二是加强人员培训与管理;三是制定行业标准;四是制定技术标准。

6 结语

本系统通过大数据和人工智能技术,对机电设备状态进行监测、分析、评估,从而对机电设备进行健康评估,并根据评估结果制定维护策略,指导设备的维护工作,以确保机电设备的可靠性与安全性,提高工业生产效率。本系统为机电设备故障诊断与预测性维护提供了一种新的解决方案,在实际应用中取得了良好效果。随着工业生产的不断发展,对机电设备的可靠性和安全性要求也在不断提高。因此,本系统为机电设备的可靠性与安全性提供了一种新的解决方案。本系统的成功开发和应用,为今后开展基于大数据与人工智能技术的机电设备故障诊断与预测性维护研究提供了新的思路和方法。

参考文献

- [1] 秦涛,杨兴洲. 基于领域适应方法的煤矿机电设备故障诊断研究[J]. 煤炭技术, 2025, 44(11): 1-6.
- [2] 杨文彬. 港口机电设备故障诊断技术及应用探讨[J]. 中国设备工程, 2025, (21): 201-203.
- [3] 张志飞. 基于物联网的矿井采掘机电设备故障诊断方法研究[J]. 能源与节能, 2025, (10): 197-199+203.
- [4] 王珏琚. 井下金属矿电气设备智能化检测研究[J]. 电气技术与经济, 2025, (10): 182-185.
- [5] 马磊,李梦旭. 基于 PLC 技术的煤矿机电设备智能化改造技术研究[J]. 电气技术与经济, 2025, (10): 17-20.