

机电系统故障诊断与预测维护的自动化技术研究

马春艳

张家口市市政公用热力有限责任公司 河北 张家口 075000

摘要: 在现代工业飞速发展的今天,机电系统复杂程度越来越高,重要性也越来越大,故障诊断及预测维护是保障系统平稳运行的关键技术之一,提高系统自动化,智能化程度已成为人们关注的焦点。文章以讨论机电系统故障诊断和预测维护自动化技术为目的,对故障诊断技术发展综述,预测维护技术研究状况进行分析、将故障跟踪估计器应用于非线性时滞系统,并给出了智能诊断系统应用于机械设备的一个例子。通过运用自动化技术,能够有效地提升机电系统故障诊断准确率以及预测维护工作效率,减少维护成本、延长设备使用寿命、提升生产效率。今后的研究应该进一步探讨智能化和自适应故障诊断和预测维护技术来适应不断发展的工业需求。

关键词: 机电系统;故障诊断;预测维护;自动化技术;智能化诊断

引言

现代工业领域中,机电系统这一核心部分的稳定性和可靠性直接影响着整个生产流程是否流畅和安全。随着科技的进步,机电系统规模越来越大,复杂程度越来越高,对于故障诊断和预测维护提出了越来越迫切的要求。将自动化技术运用到该领域中,不但可以提高故障检测精度与效率,而且可以有效地减少维护成本、延长设备使用寿命、继而促进整体生产效率的提高。但目前自动化故障诊断和预测维护技术还存在许多缺陷,如对复杂系统适应性差,诊断精度亟待提高,这类问题的出现,制约着机电系统性能进一步提高。本论文的研究目的在于为机电系统稳定性及可靠性的提升提供理论支持及技术指导,促进机电系统故障诊断及预测维护技术在机电系统中的开发及应用。

1 机电系统故障诊断与预测维护的重要性

1.1 机电系统在现代工业中的作用

现代工业生产离不开机电系统这一关键技术,机电系统将机械,电子和控制等众多学科领域先进技术有机结合在一起,对机械设备进行自动化和智能化控制。^[1]机电系统对现代工业的影响有以下几点:一是机电系统使生产更加高效。通过自动化控制技术使机电系统对生产过程各参数进行准确控制,降低人为因素对生产过程造成的影响,以达到提高生产效率及产品质量;二是机电系统使生产成本下降。自动化生产线能够减少人工操作和劳动力成本。同时精确控制技术能够减少原料浪费、提高原料利用率、进一步降低生产成本;三是机电系统增加生产安全。通过实时监控与故障诊断技术使机电系统在生产过程中能够及时发现异常,并采取适当措施避免安全事故;四是机电系统推动工业生产可持续发展。

通过生产流程优化和能源利用效率提升,机电系统有利于工业生产绿色化和低碳化发展,推动工业生产可持续发展。

1.2 故障诊断与预测维护的必要性

机电系统是现代工业中的核心部分,它的稳定性与可靠性直接影响着生产效率与安全性。机电系统出现故障,不但会使生产中断,而且还会诱发安全事故,带来重大经济损失与社会影响。所以,机电系统故障诊断和预测维护以及发现和处理可能出现的故障对保障系统稳定运行有着十分重要的作用。

故障诊断就是通过对机电系统运行状态的监测与分析来辨识系统中出现的各种异常,并判断其种类,部位及成因。故障诊断是否准确,及时,直接关系着故障处理是否高效,有效。预测维护的核心思想是基于对系统运行状况的持续监控和深入分析,预见系统在未来可能遇到的问题,并提前进行必要的维护和修复,以预防潜在的故障。

在机电系统日趋复杂化的今天,人工进行故障诊断与定期维护的传统模式已很难适应现代工业对机电系统诊断的要求。运用自动化技术能够提高故障诊断精度与效率并做到早期发现与报警。同时预测维护能够减少无谓的维修工作、降低维修成本、增强维修针对性与有效性。

1.3 自动化技术在故障诊断中的应用

将自动化技术运用于机电系统故障诊断有以下几点:一是自动化技术能够提升故障诊断精度。该自动化诊断系统通过对系统运行数据进行实时采集与分析,能够迅速地辨识系统存在的异常并准确地判断故障类型及部位。相较于传统的手工诊断方法,自动化诊断系统展现出了更高的诊断准确性和稳定性;二是自动化技术能

够提升故障诊断效率。自动化诊断系统能够对系统运行状态进行实时监控,对故障进行及时检测和处理,从而避免故障继续扩展。同时自动化诊断系统能够自动地记录故障信息并提供数据支持进行故障分析与处理,从而提高故障处理效率;另外,自动化技术也能对故障进行预警。自动化诊断系统通过对系统运行数据不断的分析,能够预测出系统在将来可能发生的各种故障并提前做出预警与处理。^[2]有利于避免失效和降低失效所造成的危害;将自动化技术应用于故障诊断,也涉及故障诊断知识自动获取,故障诊断过程自动控制,故障诊断结果自动判读。自动化诊断系统通过将机器学习,数据挖掘与模式识别有机地结合在一起,实现了故障诊断知识自动学习与更新以及故障诊断智能化。

2 故障诊断与预测维护技术的研究进展

2.1 故障诊断技术的发展概述

故障诊断技术为机电系统的平稳运行提供了重要的保证。早期故障诊断以人工经验为主,而随着计算机技术的进步,以模型为基础的故障诊断技术也逐渐出现。以参数估计为基础的故障诊断方法在70年代得到了广泛的研究。在20世纪80年代,人工智能技术的进步为故障诊断领域带来了创新性的突破,其中包括专家系统和神经网络等多种方法在故障诊断中的应用。21世纪大数据和云计算的运用使得数据驱动故障诊断方法渐成热点。

故障诊断技术发展历经由依靠人工经验向以模型为基础向以数据为驱动过渡。随着科技的进步,故障诊断准确性与实时性明显提高。但现有故障诊断方法仍然具有模型依赖性强,数据质量需求高的局限性。在今后的研究中,还需进一步探讨更多适应复杂机电系统故障诊断的稳定方法。^[3]

2.2 预测维护技术现状的研究

预测维护技术通过实时监测与分析机电系统状态,预测出可能发生的故障及性能退化情况,以达到提前维护、避免非计划停机的目的。20世纪90年代开始对预测维护技术进行研究,伴随着传感器技术,数据处理技术等方面的进步,预测维护技术也逐步由理论研究向实际应用迈进。现有的预测维护技术有如下几种:以统计为基础的技术:通过对历史数据进行分析来建立失效概率模型并对失效时间进行预报;基于物理模型方法:采用机电系统物理模型与实时监测数据相结合对系统性能退化趋势进行预测;以数据为驱动:利用机器学习,深度学习从历史数据中学到故障出现的规律与模式,从而对故障进行预测。

2.3 故障跟踪估计器在非线性时滞系统中的应用

故障跟踪估计器是一种高级故障诊断技术,将它应用于非线性时滞系统显得非常重要。非线性时滞系统具有复杂的动态特性,常规故障诊断方法通常很难满足需要。故障跟踪估计器采用预测控制与迭代学习控制相结合的思路,能在最优时域长度下,利用迭代算法进行调整,从而对系统进行有效的故障检测与估计。这一方法不仅提高了故障诊断的准确性,而且增强了系统的稳定性。在实践中,故障跟踪估计器已经在化工,航空航天和电力系统等诸多领域得到了验证。^[4]

故障跟踪估计器的关键功能是能够对系统的动态行为进行精确的预测,并能迅速地识别出故障的特征。该估计器通过对系统状态进行实时监控与分析,可以及时发现系统的异常行为并对故障发展趋势进行预测。以此为基础,采用迭代算法调整估计器,使其适应系统动态特性改变,从而提高了故障诊断精度与可靠性。另外,该故障跟踪估计器自适应性强,能处理系统参数变化及外部环境干扰等问题。

2.4 智能诊断系统在机械设备中的应用实例

智能诊断系统是现代机械设备故障诊断中的一种重要方法,它在实践中显示出明显的优越性。随着人工智能技术的发展,智能诊断系统越来越多地应用于机械设备,涉及工程机械,数控机床和电力系统等众多领域。智能诊断系统将机器学习,数据挖掘和模式识别有机地结合在一起,从而实现机械设备故障快速而准确的诊断。

在工程机械领域中,智能诊断系统对液压系统和传动系统等关键部件进行实时监控,可以及时发现可能存在的故障隐患并发出警告。该智能诊断系统通过故障数据分析与挖掘,可以确定故障模式并向维修人员提供精确故障诊断信息。另外该智能诊断系统可以根据设备使用情况以及故障历史对故障出现的可能性进行预测,从而达到预测性维护的目的。

在数控机床领域中,智能诊断系统可以通过实时监控机床切削力,振动和温度来实现实时状态评估。通过切削过程异常信号分析,智能诊断系统可以迅速识别出刀具磨损和机床故障。另外该智能诊断系统可以依据机床运行数据对切削参数进行优化以提高加工效率及产品质量。

2.5 自动化技术在机电系统故障诊断与预测维护中的应用前景

将自动化技术应用于机电系统故障诊断和预测维护,具有广阔的发展前景。工业4.0背景下,智能制造蓬勃发展,自动化技术对提高机电系统运行效率,降低维护成本,增强系统可靠性等起到了日益显著的促进作用。

用。未来自动化技术会更强调智能化, 自适应性以及集成化来适应越来越复杂的工业需要。

一是自动化技术会更智能化, 借助深度学习, 强化学习等先进技术实现机电系统故障自主学习与智能诊断。这样就会极大地提高故障诊断的精度与效率, 降低了对人工干预工作的依赖性。二是自动化技术会更具有自适应的特点, 可以根据机电系统运行状态以及外部环境变化情况对故障诊断与预测维护策略进行实时调整, 增强系统稳定性。三是自动化技术会更集成化, 借助物联网和大数据实现机电系统故障诊断和预测维护综合一体化, 给企业带来综合解决方案。

3 自动化技术在机电系统故障诊断与预测维护中的应用

3.1 基于数据挖掘的电力系统故障自动诊断方法

将数据挖掘技术应用于电力系统故障自动诊断, 为故障诊断精度与效率的提高提供一种新途径。通过收集电力系统运行数据并运用数据挖掘算法进行分析处理, 能够有效提取出故障特征并自动识别与诊断。^[1]如基于关联规则发掘的故障诊断方法通过对故障数据间关联关系的分析能够迅速定位出故障原因; 基于机器学习的故障诊断方法通过对故障数据集进行训练来构造故障诊断模型并自动进行分类识别。另外, 将各种数据挖掘技术混合在一起, 能够进一步提升故障诊断准确性与稳定性。

3.2 故障诊断专家系统在工程化设计领域的应用

故障诊断专家系统是工程化设计领域中普遍采用的智能化故障诊断工具。专家系统模拟专家诊断思维与经验并将知识库与推理机相结合来实现复杂系统故障诊断。工程化设计领域中, 专家系统能够协助设计人员对故障进行分析与诊断, 从而提高故障处理效率与精度。以船舶动力系统及飞航导弹控制系统故障诊断为例, 专家系统能够依据系统运行状态及故障特征迅速地给出故障诊断结果及维修建议。另外, 专家系统通过对新故障案例的研究, 能够不断地对知识库进行优化与更新, 从而提高故障诊断智能化程度。

3.3 混合动态系统故障诊断的研究进展

混合动态系统作为一类离散与连续特性复杂的系统, 故障诊断问题极具困难与挑战。最近几年, 对于混合动态系统故障的诊断, 学者们已经做了很多研究, 并且也有了一些发展。在故障诊断方法上, 给出了模型驱动故障诊断方法, 数据驱动故障诊断方法和混合方法故障诊断技术。这几种方法都是从不同角度, 根据混合动态系统特性, 对故障进行检测, 分离与诊断。在故障诊断理论中, 本文对混合动态系统故障诊断进行深入分析与讨论, 构建故障诊断数学模型与理论框架。

4 结束语

文章对机电系统故障诊断及预测维护自动化技术进行深入探究, 并运用对比分析、逻辑推理等方法揭示出影响系统稳定可靠运行的诸多因素。国内外学者的研究表明, 将自动化技术运用到故障诊断和预测维护中, 不但使故障诊断精度得到提高, 而且使预测维护效率得到显著改善。

研究结论表明: 采用自动化技术能够有效地减少维护成本、增加设备使用寿命、提高生产效率。尤其在电力系统, 工程化设计领域及混合动态系统等领域, 自动化的提出为故障诊断及预测维护等方面提供了一种全新的解决方案及思路。

参考文献

- [1]刘将伟.基于机器学习的自动化机械系统故障诊断与预测研究[J].家电维修,2024(3):80-82.
- [2]李想.基于深度学习的自动化控制系统故障诊断与预测分析[J].集成电路应用,2024(2):194-195.
- [3]王国祥.基于物联网的电力系统故障自动化诊断技术研究[J].通信电源技术,2024(7):85-87.
- [4]罗毅,黄毅文.电气自动化系统中状态监测与故障诊断的实现方法研究[J].中国新技术新产品,2024(6):31-34.
- [5]陈文环.暖通空调系统故障检测诊断技术与电气自动化技术研究[J].今日自动化,2023(4):94-96.