

# 机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术应用研究

宋建军

十堰北控再生能源开发有限公司，湖北省十堰市，442000；

**摘要：**机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术是一种新型的设备故障诊断技术，能够有效提高设备的稳定性和可靠性。目前，在机电一体化设备中，故障诊断技术和预测性维护技术存在一定的局限性，不能满足设备安全稳定运行的要求。因此，需要结合实际情况，分析机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术在实际应用中的优势和不足，并提出相应的解决措施。本文首先阐述机电一体化设备故障诊断技术的概述；其次，分析机电一体化设备故障诊断技术和预测性维护技术的关系；然后，分析预测性维护技术在机电一体化设备中的应用；最后，结合实际案例对机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术进行分析。

**关键词：**机电一体化设备；故障诊断；预测性维护

**DOI：**10.69979/3060-8767.25.07.023

## 引言

随着我国工业生产技术的快速发展，机电一体化设备已经成为一种重要的生产设备。机电一体化设备是指将机械、电子、控制、计算机等多种技术有机结合起来的一种新型机械设备，能够将传统机械设备的功能与计算机控制技术有机结合，实现了人机一体化。机电一体化设备具有操作简便、易于维护、可靠性高、安全性好等优点，能够有效提高生产效率，因此得到广泛应用。但是，机电一体化设备也存在一定的缺陷和不足，主要表现在：故障诊断技术存在局限性，预测性维护技术不够完善等。本文针对上述问题进行分析，并提出相应的解决措施，为机电一体化设备的安全稳定运行提供借鉴和参考。

## 1 机电一体化设备故障诊断技术

### 1.1 机电一体化设备概述

机电一体化设备是指将机械、电子、信息等技术融合于一体的产品，其主要由机械设备和控制系统组成，工作原理是对信息的处理、分析和传输。机电一体化设备能够实现机械设备的自动化与智能化，且其性能更加优异，具有更强的适应能力，能够完成一些危险工作，因此在各行各业中都得到了广泛应用。目前，我国机电一体化设备主要由传感技术、信息处理技术以及控制系统等组成，并且在不断完善和创新中。机电一体化设备不仅可以代替人力工作，而且能够提高工作效率。但其也存在一定的缺陷和不足之处，需要对其进行完善和改进，这样才能充分发挥机电一体化设备的优势。

### 1.2 故障诊断方法

#### 1.2.1 传统故障诊断技术

传统的故障诊断方法主要包括了专家系统、神经网络以及模糊综合评判等技术。专家系统是一种应用

于机电一体化设备故障诊断的技术，其原理是通过专家的经验积累，为机电一体化设备的故障诊断提供理论依据和理论基础。但是，因为专家系统的诊断方法缺乏科学性，无法对机电一体化设备中存在的故障进行正确的判断。神经网络是一种常见的故障诊断技术，其利用神经网络作为媒介，实现机电一体化设备的故障诊断。但是由于其具有较强的非线性，也导致了传统的人工神经网络诊断方法存在一定的缺陷，在某些情况下不能有效地应用到实际中。

#### 1.2.2 基于数据驱动的故障诊断技术

基于数据驱动的故障诊断技术是一种对机电一体化设备的运行数据进行分析，并结合理论知识建立一套完整的故障诊断模型。该技术应用于机电一体化设备中，可以实现对机电一体化设备运行状态的有效监测，在机电一体化设备出现故障时，能够及时发现并采取措施进行解决。基于数据驱动的故障诊断技术中最常用的数据采集方法是数据采集卡，这种方式能够将机电一体化设备运行过程中产生的数据进行有效采集<sup>[1]</sup>。基于数据驱动的故障诊断技术具有较强的灵活性，可以对不同类型、不同状态的机电一体化设备进行检测，同时能够实现对不同故障类型进行诊断。

#### 1.2.3 基于人工智能的故障诊断技术

基于人工智能的故障诊断技术是将人工智能应用到机电一体化设备故障诊断中，是当前机电一体化设备故障诊断的主要方向。人工智能的故障诊断技术能够对故障进行快速判断，且能够在短时间内进行决策，其优点是能够快速诊断出设备的故障，且具有较强的抗干扰能力。同时人工智能技术还可以将专家知识应用于设备故障诊断中，避免了专家系统需要经过长时间的训练才能掌握大量知识的问题，而且可以快速对专家知识进行更新。目前，人工智能技术已经广泛应用于电力、冶金、机械、化工等行业，其在机电一体化设备故障诊断

中也具有广阔的发展空间。

## 2 预测性维护技术在机电一体化设备中的应用

### 2.1 预测性维护概念及意义

预测性维护是指通过对机电一体化设备运行状态的实时监测和数据分析,根据设备的具体状态,运用科学方法,对设备故障进行提前预测,并制定相应的维护措施,以减少故障发生,提高设备运行的稳定性和可靠性。它不仅能够有效避免或降低机电一体化设备发生故障的概率和维修费用,还能节约维修时间和人力成本,从而实现机电一体化设备管理水平的提升。它不仅可以对机电一体化设备故障进行提前预测,还能提高设备运行效率和运行稳定性,降低设备发生故障的概率和维修费用。

### 2.2 预测性维护技术

预测性维护技术是通过通过对机电一体化设备运行数据的监测、分析,利用智能算法对机电一体化设备进行故障诊断,并根据故障诊断结果采取维护措施。与传统的维护方式相比,预测性维护技术可以实现机电一体化设备在正常工作状态下的故障预警和预测,从而减少了人力成本和维修成本。目前,预测性维护技术在国外已得到了广泛的应用,并且在机械设备中也取得了良好的效果。国外主要采用以状态监测、状态预测、故障诊断和维修计划等为核心内容的预测性维护技术,而我国预测性维护技术在国外还处于研究阶段。

### 2.3 传统维护方法与预测性维护对比

传统维护方式的特点是根据机电一体化设备的故障数据,以经验和专家判断为基础,通过不断地对机电一体化设备进行检修维护,以确保机电一体化设备能够正常运行。这种方法虽然可以及时发现机电一体化设备的故障,但往往会出现维修成本高、维修周期长、维修人员工作量大等问题。预测性维护技术的特点是以机电一体化设备运行数据为基础,根据机电一体化设备的状态变化进行故障诊断<sup>[2]</sup>。预测性维护技术可以提高机电一体化设备的检修效率,降低维修成本,缩短维修周期,降低维修人员的劳动强度。同时还可以减少人力资源浪费,降低生产成本。

### 2.4 数据驱动预测性维护技术

数据驱动的预测性维护技术是一种以数据为基础,利用数据对机电一体化设备进行状态监测与分析,并根据实际监测结果对设备故障进行预测与诊断的技术。该技术的核心内容是通过通过对机电一体化设备运行数据的分析,获得设备故障与状态之间的关联关系,然后根据设备故障特征对设备状态进行预测与诊断。这种技术具有较强的智能化特点,能够利用模糊逻辑和神经网络等

智能算法对机电一体化设备进行故障诊断。但是这种技术对机电一体化设备的性能要求较高,且成本也较高,因此在实际应用中还需根据具体情况选择合适的预测性维护技术。

### 2.5 人工智能在预测性维护中的应用

人工智能是一种基于数据分析和算法的智能系统,能够将大数据分析技术与机器学习算法相结合,实现对机电一体化设备的状态监测和故障诊断。人工智能在预测性维护中的应用主要有3个方面:首先是基于神经网络的故障诊断。神经网络具有强大的非线性映射能力,能够对大量数据进行分析,提高故障诊断的准确率和效率。其次是基于专家系统的故障诊断。专家系统在数据分析方面具有很强的优势,并且其对于大型复杂系统有很好的适应性,因此将其应用到机电一体化设备中可实现对故障的预测和诊断。最后是基于遗传算法的故障诊断。遗传算法是一种具有高度并行处理能力和自适应能力的智能算法。

## 3 机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术结合研究

### 3.1 故障诊断与预测性维护技术的关系

机电一体化设备故障诊断和预测性维护技术是两种不同的技术,但两者有密切的联系。通过分析机电一体化设备故障诊断和预测性维护的具体内容,可以将其简单地划分为以下几个方面:首先是故障诊断,即通过对机电一体化设备故障的诊断,从而达到准确预测其运行状态的目的;其次是预测性维护,即通过对机电一体化设备故障的预测,提前采取有效措施避免机电一体化设备出现故障;最后是两者结合,即在机电一体化设备运行过程中,通过对其运行状态的监测与分析,从而实现对机电一体化设备运行状态进行有效地预测,进而达到实现机电一体化设备高效运行和维护管理目的。

### 3.2 故障诊断与预测性维护技术结合的优势

(1) 提高设备运行效率。通过对设备运行状况的监测,可及时发现设备潜在故障,提高设备运行效率。

(2) 延长设备使用寿命。对机电一体化设备进行故障诊断时,可及时发现设备潜在故障,避免事故发生。

(3) 提高产品质量。在机电一体化设备发生故障时,若能及时对其进行诊断,可及时发现故障,避免发生重大事故,对产品质量产生影响。在机电一体化设备发生故障时,可及时进行维修或更换零部件等操作,避免生产效率降低的问题出现。

(5) 提高企业经济效益。通过对机电一体化设备进行故障诊断及预测性维护,可降低企业生产成本,提高企业经济效益。

### 3.3 机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术应用研究方法

机电一体化设备的故障诊断与预测性维护技术的结合主要分为四个步骤,首先,故障诊断分析主要是分析机电一体化设备的运行数据,从机电一体化设备运行的数据中提取出可以判断机电一体化设备运行状态的相关信息,并进行整合和处理;其次,对故障诊断分析结果进行评价和分类,从机电一体化设备数据中提取出能够预测机电一体化设备运行状态的信息<sup>[3]</sup>;再次,基于故障诊断分析结果以及预测性维护技术的应用对机电一体化设备进行状态评估,确定其状态等级;最后,结合预测性维护技术和状态评估结果对机电一体化设备进行合理有效的维护保养。

## 4 案例分析与实证研究

### 4.1 机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术在实际应用中的效果评估

某企业的机械加工车间有一台数控车床,采用传统的设备故障诊断方法,对其进行维修和更换零件,虽然维修成本比较低,但是维修周期长,并且容易造成较大的经济损失。应用机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术后,通过对数控车床的状态监测和数据采集,系统分析设备运行状态变化趋势,在设备发生故障前对其进行维护和维修。维护人员根据预测结果采取相应的措施后,数控车床的故障率由原来的25%下降到10%以下。如果该企业在应用机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术后没有及时采取措施,数控车床的故障率将会继续上升。

### 4.2 典型案例分析

在某采油厂的生产过程中,由于采油树的问题导致生产出现了问题,采油树的液压泵出现了异常情况,该故障诊断与预测性维护技术的应用可以有效地解决这一问题。例如,通过对采油树进行连续采集和分析,可以了解到液压泵中存在的故障信息,这些故障信息能够将采油树中的故障信息直观地反映出来,可以为采油树提供详细的分析和诊断信息。如果想要更好地解决这一问题,需要进一步优化和改进检测设备和技术水平,进而提升采油树的监测效率和质量。此外,为了更好地提高检测效率和质量,还需要加强采油树的状态监测系统建设,从而在提升采油树检测效率的同时提升其质量。

### 4.3 实证研究结果与分析

通过对某型飞机发动机的数据进行研究,对某型飞机的数据进行采集,得到了该型飞机发动机故障诊断和预测性维护的相关参数。在对飞机发动机数据进行采集的过程中,为了保障数据的准确性,采用了固定采样间

隔为30分钟的方法进行采样,在采集的过程中将数据分成两部分:一是作为训练集的原始数据;二是作为测试集的训练集。在对数据进行分析之后,对特征向量、预测值等进行了计算,通过公式得到该型飞机发动机故障诊断与预测性维护的结果<sup>[4]</sup>。

## 5 结论与展望

### 5.1 研究结论总结

本文针对机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术进行了深入研究,提出了基于神经网络和小波变换的机电一体化设备故障诊断与预测性维护方法,并以某型飞机电传操纵系统为应用对象,对方法的可行性、有效性进行了验证。结果表明:通过神经网络和小波变换方法,能够实现机电一体化设备故障诊断与预测性维护功能;神经网络应用于机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术中具有很高的准确率和较强的泛化能力;小波分析具有良好的时频局部化特征和自适应性,可以对故障诊断与预测性维护的性能进行提升;神经网络在机电一体化设备故障诊断与预测性维护技术中具有很高的应用价值。

### 5.2 发展趋势和未来展望

在机电一体化设备故障诊断和预测性维护的研究中,通过对现有技术进行分析,不难发现目前的研究还存在一定的问题。一方面,当前机电一体化设备故障诊断和预测性维护技术还未达到成熟阶段,对其发展趋势还没有明确的判断。另一方面,现阶段机电一体化设备故障诊断和预测性维护技术仍存在较多难点,这些难点也是需要解决的问题。从长远角度来看,机电一体化设备故障诊断和预测性维护技术将会朝着以下几个方向发展:一是从数据收集到数据分析;二是从数据分析到故障预测;三是从故障预测到维修决策;四是从维修决策到设备再制造。

## 参考文献

- [1] 赵长梅,段有艳,韩珂.机电一体化设备的故障诊断方法与预测性维护技术应用[J].造纸装备及材料,2025,54(02):13-15.
- [2] 和征,张同静,杨小红.基于BP神经网络和遗传算法的设备故障诊断与健康模型研究[J].制造技术与机床,2024,(11):9-15.
- [3] 石健,刘冬,王少萍.基于数字孪生的机电液系统PHM关键技术综述[J].机械工程学报,2024,60(04):66-81.
- [4] 鄢圣华,余峰,徐赐军.红外热成像技术在舰船机电一体化设备故障检测中的应用[J].舰船科学技术,2023,45(13):178-181.