

## 基于智能制造新模式的电机在线检测装备研制

杨军明

宁波强生电机有限公司, 浙江 宁波 315400

[摘要] 随着智能制造技术的不断进步, 电机在线检测装备在工业生产和家用设备中的应用变得愈加重要。电机作为众多机械设备的核心部件, 其稳定运行直接影响到设备的整体性能和使用寿命。本论文致力于研究基于智能制造的电机在线检测装备的设计与应用, 通过深入分析其关键技术和实际效果, 探讨其在提升电机检测效率和设备可靠性方面的潜力。

[关键词] 智能制造; 电机在线检测; 增压泵; 噪音控制

DOI: 10.33142/sca.v7i10.13659

中图分类号: TM306

文献标识码: A

### Development of Motor Online Detection Equipment Based on Intelligent Manufacturing New Mode

YANG Junming

Ningbo Qiangsheng Motor Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315400, China

**Abstract:** With the continuous advancement of intelligent manufacturing technology, the application of motor online detection equipment in industrial production and household equipment has become increasingly important. As the core component of many mechanical equipment, the stable operation of the motor directly affects the overall performance and service life of the equipment. This paper is dedicated to researching the design and application of online motor detection equipment based on intelligent manufacturing. Through in-depth analysis of its key technologies and practical effects, it explores its potential in improving motor detection efficiency and equipment reliability.

**Keywords:** intelligent manufacturing; motor online detection; boosting pump; noise control

#### 引言

在现代工业和家庭设备中, 电机作为关键组件, 广泛应用于各种机械设备的驱动系统中。随着工业自动化和智能制造的快速发展, 对电机的性能和可靠性提出了更高的要求。传统的电机检测方法多依赖于定期检查和人工维护, 这种方法不仅耗时且容易导致故障发现滞后, 影响设备的稳定运行和生产效率。智能制造技术的兴起为电机在线检测提供了新的机遇, 通过集成先进的传感器技术、数据采集与处理技术以及智能算法, 电机在线检测装备能够实时监测电机的运行状态, 及时识别潜在的故障并提供预警。

#### 1 智能制造新模式概述

智能制造是指通过将现代信息技术与制造技术相结合, 实现生产过程的智能化和自动化。它涵盖了大数据、物联网、人工智能、云计算等前沿技术, 通过实时监测、分析和控制生产过程, 提高生产效率、产品质量和灵活性。智能制造不仅仅是技术的进步, 更是一种全新的生产模式, 它能够自我学习、自我优化和自我修复, 从而实现高效、灵活、绿色的制造体系。许多工业领域已经开始采用智能制造技术来提升生产效率和产品质量。例如, 汽车制造业利用机器人和自动化装配线来提高生产效率和降低成本; 电子制造业通过物联网技术实现设备和系统的互联互通, 优化生产流程; 医疗设备制造业利用大数据和人工智能技术进行精准医疗设备的生产。通过智能制造技术, 可以实

现电机检测的自动化和智能化, 从而提高检测效率和精度。例如, 利用传感器和数据采集系统, 可以实时监测电机的运行状态; 通过大数据分析和人工智能技术, 可以对电机运行数据进行深度分析, 及时发现潜在问题并进行预警; 利用云计算技术, 可以实现电机检测数据的远程传输和集中管理。

#### 2 电机在线检测技术综述

人工检查通常需要经验丰富的技术人员, 通过目测、听音、触摸等方法对电机进行检测, 这种方法不仅效率低下, 而且检测结果容易受到主观因素的影响。离线测试则是通过将电机从设备上拆卸下来, 利用专用检测设备进行测试, 这种方法虽然可以提供较为准确的检测结果, 但操作复杂、耗时长, 且需要停机进行检测, 影响生产效率<sup>[1]</sup>。此外, 传统检测方法难以实现对电机运行状态的实时监测和连续监控, 无法及时发现和处理电机运行中的故障。电机在线检测技术能够实时监测电机的运行状态, 及时发现并处理故障, 提高设备的可靠性和使用寿命。在线检测技术可以通过安装在电机上的传感器, 实时采集电机的温度、振动、噪音、电流等运行参数, 利用数据采集和处理系统, 对这些参数进行分析和处理, 及时发现异常情况并进行预警。此外, 在线检测技术还可以通过大数据分析和机器学习技术, 对电机运行数据进行深度分析, 发现潜在故障并进行预测性维护, 从而避免电机故障引起的停机和生产损

失。通过电机在线检测技术，可以实现电机运行状态的全面监控和管理，提高电机的运行效率和可靠性，延长设备的使用寿命，降低维护成本。

### 3 电机在线检测装备的设计

#### 3.1 装备的总体设计思路

电机在线检测装备的总体设计思路是基于智能制造新模式，结合先进的传感器技术、数据采集与处理技术、故障诊断技术和信息传输技术，实现对电机运行状态的实时监测和分析。在电机关键部位安装多种传感器，包括振动传感器、温度传感器、噪声传感器和电流传感器，确保能够全面采集电机的运行数据。采用高性能的数据采集模块，保证数据的实时性和准确性。利用先进的信号处理算法，对采集到的数据进行滤波、去噪、特征提取等处理。通过大数据分析和机器学习技术，对电机运行数据进行分析，识别潜在故障并提供预警，确保电机在出现故障前能够及时得到维护。利用无线通信技术，实现检测数据的远程传输和集中存储，便于管理和分析。设计友好的人机交互界面，提供实时监控、电机状态显示和故障报警等功能，方便用户操作和维护。

#### 3.2 关键部件的设计与选型

电机在线检测装备的关键部件包括传感器、数据采集模块、处理器、通信模块和电源模块。选择高灵敏度、宽频带的加速度计，能够准确捕捉电机运行中的振动信号。选择精度高、响应快的热电偶或热电阻，实时监测电机的温度变化。选择灵敏度高、噪声低的麦克风，检测电机运行中的噪声水平。选择高精度、宽量程的霍尔效应电流传感器，监测电机的电流变化。选用多通道、高速数据采集卡，支持同步采集多种传感器信号，具备高分辨率和高采样率。选择高性能的嵌入式处理器或工业计算机，具备强大的数据处理和分析能力，支持复杂的算法运行。选用支持无线通信（如 Wi-Fi、蓝牙或 ZigBee）的通信模块，实现检测数据的实时传输。选用稳定可靠的电源模块，确保整个系统的持续运行，并具备过压、过流保护功能。

#### 3.3 系统集成与硬件配置

电机在线检测装备的系统集成和硬件配置是确保设备正常运行的关键环节。根据电机的结构特点和检测要求，合理布置传感器的位置，确保能够全面覆盖电机的关键部位。传感器的布线要简洁、可靠，避免干扰和信号衰减。将各传感器的输出信号接入数据采集模块，通过高速数据总线与处理器连接，确保数据的实时传输和处理。根据实际应用环境，选择合适的通信方式和协议，配置通信模块的参数，确保检测数据的稳定传输。根据整个系统的功耗需求，选择合适的电源模块，配置电源保护电路，确保系统的安全运行。设计友好直观的人机交互界面，提供实时监控、电机状态显示和故障报警等功能，方便用户操作和维护。在装备完成集成后，进行全面的系统测试与调试，

验证各部件的功能和系统的整体性能，确保装备能够在实际应用中稳定运行。

### 4 电机在线检测装备的关键技术

#### 4.1 数据采集与处理技术

数据采集系统主要由各种传感器、数据采集卡和数据传输模块组成。传感器实时采集电机的振动、温度、噪声和电流等参数，通过数据采集卡将模拟信号转换为数字信号，并传输到数据处理模块。信号处理主要是对采集到的数据进行预处理，如滤波、去噪和特征提取等。常用的滤波方法有低通滤波、高通滤波和带通滤波，旨在去除干扰信号，提取有效信息。数据分析技术则依赖于大数据和人工智能技术，通过建立电机运行的正常状态模型，实时比较当前数据与正常状态数据的差异，识别异常情况<sup>[2]</sup>。数据分析还可以利用机器学习算法进行模式识别和故障预测，如通过训练神经网络模型，实现对电机故障类型的自动识别和预警。

#### 4.2 噪音与共振的检测与控制

噪音与共振是电机运行中的常见问题，可能导致设备的损坏和使用寿命的缩短。因此，噪音与共振的检测与控制是电机在线检测装备的关键技术之一。噪音检测主要通过高灵敏度麦克风采集电机运行中的噪声信号，通过频谱分析技术，对噪声信号进行分析，识别噪音源及其频率特性。共振检测则通过安装在电机上的振动传感器，实时监测电机的振动情况，通过频谱分析和时频分析方法，识别电机运行中的共振现象。噪音与共振的控制技术包括结构优化和主动控制两方面。结构优化是通过改进电机的设计和制造工艺，减少噪音源和共振点，如优化电机的支撑结构、减震设计和隔音材料的应用。主动控制则是通过反馈控制系统，实时调整电机运行参数，抑制噪音和共振。例如，通过安装在电机上的主动减振器，利用反馈信号实时调整减振力，达到降低振动和噪音的目的。

#### 4.3 故障诊断与预警技术

故障诊断与预警技术是电机在线检测装备的核心功能，旨在通过实时监测和分析电机运行数据，及时发现潜在故障并进行预警。故障诊断技术包括信号分析、模式识别和机器学习等多种方法。信号分析方法如时域分析、频域分析和小波变换等，主要用于提取故障特征信号，识别故障类型和位置。模式识别方法通过建立故障模式库，将当前检测到的信号特征与模式库中的故障特征进行比对，确定故障类型。机器学习技术在故障诊断中的应用越来越广泛，通过训练机器学习模型，可以实现复杂故障的自动识别和分类。例如，利用支持向量机（SVM）、决策树和神经网络等算法，对电机运行数据进行分类和预测，识别出故障类型和严重程度。预警技术则是在故障诊断的基础上，通过设定阈值和预警规则，当检测到的运行参数超出预设范围时，系统自动发出预警信号，提醒操作人员及时采取措施，避免故障进一步恶化。

## 5 电机在线检测装备的实现与应用

### 5.1 设备的制造与装配

电机在线检测设备的制造与装配是实现系统功能的基础。设备的制造包括关键部件的生产、加工和组装。根据设计图纸和技术要求，制造或采购各类传感器（如振动传感器、温度传感器、噪声传感器和电流传感器）、数据采集卡、处理器、通信模块和电源模块。确保各部件符合设计要求和质量标准。部件准备好后，进入装配阶段。装配过程中，需要将各传感器安装在电机的关键部位，确保能够全面覆盖电机的运行状态。传感器的安装位置和固定方式要严格按照设计方案进行，避免传感器松动或信号干扰。数据采集卡、处理器和通信模块等部件要按照系统集成方案进行连接和布线，确保信号传输的稳定性和可靠性。最后，将所有部件安装在设备外壳内，进行整体的检查和测试，确保各部件正常工作和系统运行稳定。

### 5.2 试验与调试

试验与调试是确保设备性能和功能正常的重要步骤，对设备进行基本功能测试，检查各传感器的工作状态，确保数据采集卡、处理器和通信模块正常运行。验证设备的基本功能是否符合设计要求，如数据采集、信号处理、数据传输和故障预警等功能是否正常。将设备安装到电机上，进行系统联调测试。通过模拟电机的运行状态，验证设备对电机各运行参数的实时监测能力。检查设备的数据采集精度、信号处理效果和故障诊断准确性。设备在不同环境条件下的适应性是确保其长期稳定运行的重要因素。进行高温、低温、湿度和振动等环境适应性测试，验证设备在各种恶劣环境下的工作性能。确保设备在不同环境条件下能够正常工作，数据采集和处理功能不受影响。对设备进行长时间的连续运行测试，模拟电机在实际生产中的运行状态。观察设备在长时间运行中的稳定性和可靠性，检查是否存在数据丢失、信号干扰或系统崩溃等问题。通过长时间运行测试，验证设备的耐用性和故障容忍度。将设备安装在实际应用场景中，进行真实工况下的测试。通过与传统检测方法的对比，验证设备的检测精度和故障预警效果。收集实际应用中的运行数据，进行详细分析和总结，为设备的进一步优化和改进提供依据。

## 6 电机在线检测装备在净水器增压泵中的应用

### 6.1 增压泵噪声与共振问题的分析

增压泵是家用净水器中的关键组件，其运行过程中常会产生噪声与共振问题。噪声通常来源于电机和水泵的机械振动、流体动力学效应以及电机运行时的电磁噪声。共振问题则主要由增压泵系统中的固有频率与电机或水泵的运行频率相匹配时引起。噪声和共振不仅会影响用户的使用体验，还可能导致设备的损坏和使用寿命的缩短。增压泵在高转速运行时，机械振动会引起组件之间的摩擦和碰撞，产生高频噪声。而水泵在加压过程中，流体的涡流和湍流效应也会产生低频噪声。电机的电磁噪声主要由电

磁力作用下的定子和转子振动引起。共振问题则是由于系统设计不合理，某些组件的固有频率与电机或水泵的工作频率接近，导致共振现象加剧，进一步放大噪声和振动。

### 6.2 在线检测技术在增压泵中的应用效果

电机在线检测技术在增压泵中的应用可以有效解决噪声和共振问题，提高设备的运行稳定性和使用寿命。通过在增压泵系统中安装振动传感器、噪声传感器和电流传感器，实时监测泵的运行状态，采集振动、噪声和电流等参数，利用数据采集与处理系统，对这些数据进行分析 and 处理，及时发现异常情况并进行预警。通过实时监测振动和噪声数据，识别出噪声和共振的主要来源，并采取相应的控制措施<sup>[3]</sup>。例如，通过调整电机的运行参数，优化水泵的设计，增加减振和隔音措施，降低噪声和共振的影响。通过对运行数据的分析，识别出潜在的故障和异常情况，如电机过热、轴承磨损、叶轮不平衡等。系统可以及时发出预警信号，提醒用户进行维护和检修，避免故障进一步恶化，导致设备损坏。通过在线检测数据的分析，优化增压泵的运行参数，提高泵的运行效率。例如，通过调整电机的转速和电流，优化水泵的流量和压力，实现节能降耗，提高设备的整体运行效率。通过有效的噪声和共振控制、故障诊断和预警，减少增压泵的故障率和维修次数，延长设备的使用寿命，降低维护成本。

## 7 结语

随着智能制造技术的快速发展，电机在线检测装备正在成为提升电机运行效率和可靠性的关键工具。本论文详细探讨了基于智能制造的新模式下电机在线检测装备的设计、关键技术及其在实际应用中的效果。在增压泵的应用案例中，我们验证了在线检测技术在实际运行中的效果，不仅有效解决了噪声与共振问题，还优化了设备的运行效率，减少了维护成本。未来，电机在线检测装备将继续向智能化、多功能化和集成化方向发展。随着物联网、大数据和人工智能技术的不断进步，未来的检测装备将更加智能，能够实时、准确地监测设备状态，提供更加全面的故障诊断和预测服务。

### [参考文献]

- [1] 孟凡生, 赵艳, 冯耀辉, 等. 人工智能专利网络对企业智能化发展的影响[J]. 科研管理, 2024, 45(7): 118-126.
  - [2] 程广斌, 李祎, 赵川. 信息基础设施建设与企业智能制造——基于“宽带中国”试点的证据[J]. 经济体制改革, 2024, 11(2): 193-200.
  - [3] 贺正楚, 李玉洁, 任宇新. 从生产力到新质生产力——基于新中国经济发展进程的考察[J]. 湖南科技大学学报(社会科学版), 2024, 27(3): 94-103.
- 作者简介: 杨军明(1976.1—), 毕业院校: 国家开放大学, 所学专业: 机械设计制造及其自动化, 当前就职单位: 宁波强生电机有限公司, 职务: 技术副总, 职称级别: 中高级工程师。