

# 工业自动化产线的电气设备智能维护系统构建

李乐

山东欧德利电气设备有限公司, 山东 潍坊 261000

**摘 要：** 随着工业自动化的快速发展, 电气设备的智能维护系统变得越来越关键。本深入探讨围绕这一重点, 对工业自动化产线电气设备具有复杂多变, 高负荷运转和高度集成的显著特点进行详细分析, 全面阐述建设智能维护系统对于保证生产连续性和提高生产效率的必要性。正视目前系统中存在的数据采集精准度差, 故障诊断手段落后等难以解决的问题进行探讨, 努力从各方面增强产线运行稳定性和可靠性, 帮助工业企业削减成本, 倍增收益, 在激烈的市场竞争中稳

**关 键 词：** 工业自动化; 电气设备; 智能维护系统; 故障诊断

## Construction of Electrical Equipment Intelligent Maintenance System of Industrial Automation Production Line

Li Le

Shandong Oudeli Electrical Equipment Co., LTD. Weifang, Shandong 261000

**Abstract：** With the rapid development of industrial automation, the intelligent maintenance system of electrical equipment is becoming more and more critical. This in-depth discussion around this key point, the industrial automation production line electrical equipment has a complex and changeable, high load operation and high integration of the remarkable characteristics of detailed analysis, comprehensively elaborated the construction of intelligent maintenance system to ensure the continuity of production and improve production efficiency. Face up to the difficult problems existing in the current system, such as poor data collection accuracy and backward fault diagnosis means, and strive to enhance the stability and reliability of production line operation from all aspects, help industrial enterprises reduce costs, double profits, and stabilize the trend in the fierce market competition.

**Keywords：** industrial automation; electrical equipment; intelligent maintenance system; fault diagnosis

### 引言

在当前的工业环境中, 自动化生产线已逐渐成为主导的生产方式, 而电气设备的稳定运作对企业的生产效果有着直接的影响。传统的维护方式很难及时的发现可能出现的故障, 往往会造成停工停产的现象, 带来巨大的损失。智能维护系统在先进技术的支持下, 对设备状态进行实时监控, 并对故障进行提前报警, 从而为工业自动化产线连续高效生产提供了强有力的保障。建设这一体系既符合科技发展的趋势, 也是企业增强竞争力和实现可持续发展所急需的。

### 一、工业自动化产线电气设备的特点

#### (一) 复杂性高

在工业自动化生产线中, 多种电气设备如可编程逻辑控制器(PLC)、传感器、变频器和伺服电机等都被整合在一起, 这些设备之间存在着紧密的合作和联系。以汽车制造自动化生产线为例, 车身焊接环节需要大量高精度的焊接机器人, 机器人的控制系统涉及到复杂的编程和精密的传感反馈, 任何设备和环节的故障均会引起连锁反应并影响到整个产线的运转, 需要维护人员掌握跨领域的知识来精准地找出故障根源<sup>[1]</sup>。

#### (二) 高精度运行需求

自动化产线中的电气设备需要保持极高的精度以保证产品质量的稳定性。电子芯片封装生产线上的贴片机要求微小芯片准确地贴装于电路板上的规定位置上, 定位精度达到微米级。这有赖于高精度运动控制电气系统的设计, 它对于电压稳定性, 信号传输精准度和电机控制精度有着苛刻的要求, 细微的电气参数起伏就会导致芯片贴装偏差而导致产品报废。

#### (三) 连续运行时长

为了适应大规模生产的需要, 自动化产线一般都是长期持续运转的, 电气设备没有间歇的工作。和食品饮料灌装生产线一

作者简介: 李乐(1993.11-), 男, 汉族, 甘肃省武威市民勤县人, 本科, 初级工程师, 研究方向: 工业自动化。

样，在旺季的时候也可能是一天24小时不停地生产。长期运行使得电气元件的老化速度加快，散热系统的负担增加，例如不中断工作的电机其绕组绝缘容易发热老化，当绝缘失效触发短路时，会造成产线急停，检修难度及费用急剧上升。

#### （四）实时数据交互

各个电气设备之间进行海量数据的实时交互，从而达到生产流程的协同控制。在3C产品装配自动化产线中，不同工位的设备需要对产品的装配进度，质量检测结果和其他数据进行即时共享；PLC依据反馈的数据对物料配送和装配工序的节奏进行调节。如果数据交互发生延迟或者差错，将造成物料堆积和装配差错，所以需要电气设备通信网络的高速运行和稳定运行以及数据传输的准确。

#### （五）易受环境干扰

工业现场环境恶劣，电气设备所面临的温湿度变化，粉尘和电磁干扰等多种不利因素影响。例如在钢铁冶炼车间中，温度高，粉尘大的环境容易使电气控制柜内部积灰，从而影响散热和电气元件的接触性能，导致短路和接触不良等故障；强烈的电磁干扰可能会干扰传感器的信号，导致设备误操作，从而威胁到产线的安全稳定运行，因此，设备的防护和抗干扰措施变得尤为重要。

## 二、构建工业自动化产线电气设备智能维护系统的必要性

### （一）提升生产效率

智能维护系统对设备的状态进行实时监测，对故障隐患进行提前报警，可以使停机的时间大大缩短。以纺织印染自动化生产线为例，在传统的维护方式下，当设备突然出现故障时，通常会暂停工作4-6小时进行维修，但在引入智能维护技术后，会对印染机电机进行调整、温控系统及其他关键设备的实时监控、问题的提前检测和处理、一次停机的时间限制在一小时内、有效地提高整体的生产效率和市场对订单交付及时性的要求<sup>[2]</sup>。

### （二）保障产品质量

准确地维护电气设备，是产品质量稳定的基石。精密机械加工自动化生产线中，对刀具进行精确控制主要依靠电气驱动系统和智能维护系统对刀具切削力和电机扭矩进行实时监控，发现异常情况立即进行调整，以免由于刀具磨损和设备振动等原因导致工件的超差。例如，某航空零部件制造企业在引进智能维护技术后，其产品的次品率从3%下降到不超过1%，而关键零部件的加工精度合格率也稳定维持在99%以上，这大大增强了该企业在市场上的竞争力。

### （三）降低维护成本

传统的定期维护往往是过多的修理或者修理不到位，浪费了人力物力。智能维护系统是根据设备的实际情况根据需要进行检修，水泥生产自动化产线上，过去根据经验每个月都要进行一次大型风机的停机检修，消耗了很多的人力，大部分的时候风机都没有出现严重的问题；在引入智能系统之后，我们根据风机的振

动、轴承的温度等实时数据来确定最合适的维修时间，这使得每年的维修次数减少了3-4次，从而节省了近30%的人工和备件费用。

### （四）增强安全生产保障

电气故障会导致火灾，爆炸等重大安全事故的发生，特别是化工，油气等高危行业的自动化产线。该智能维护系统对电气设备的漏电，过热和短路故障隐患进行实时监控和报警，从而为安全运行提供了保证。在某石化炼油自动化装置区，安装了智能维护系统后，成功地提前预警并处理了多个电气隐患，从而将事故发生的概率降低了80%，确保了员工的生命安全和企业的财产安全<sup>[3]</sup>。

### （五）助力企业智能化升级

智能维护系统的建设是企业走向智能制造的关键步骤，其累积的大量设备运行数据支持了生产优化和管理决策等。在家电生产企业中，通过利用智能维护系统的数据，我们分析了不同产品型号的生产线设备在能耗和效率上的差异，并对生产工艺参数进行了优化，从而实现了单位产品能耗下降10%的目标，并且对企业智能排产，设备投资规划等提供准确的依据，加快了企业智能化转型的进程。

## 三、工业自动化产线电气设备智能维护系统的现存问题

### （一）数据采集不精准

一方面工业现场的传感器受到环境的干扰而产生较大的数据偏差。例如在矿井下的自动化采煤设备中，粉尘和潮湿的环境使得瓦斯传感器和压力传感器的测量误差加大，不能真实地反映设备的工作条件；另一方面多源数据整合难度大，不同牌号和型号电气设备的数据格式和界面也不相同，就钢铁冷轧的自动化产线而言，源于德国、日本和其他不同厂家的轧机和卷取机在数据采集之后很难进行统一的处理和分析，从而影响了智能维护系统对设备总体状态判断的精度。

### （二）故障诊断准确率低

现有的故障诊断模型大多是根据历史数据和典型案例建立的，在面临复杂多变的工况时适应性较差。风电设备智能维护过程中风机受到不同风速，温度和地形的影响，其运行情况比较复杂，而传统的基于固定规则故障诊断算法往往会出现误判现象，如果把正常风速突然变化造成功率波动错误地判断为发电机故障而造成不必要停机大修，加大了运维成本和发电损失。

### （三）实时性不足

有的智能维护系统数据传输和处理时延显著，难以达到自动化产线即时维护的要求。高速包装自动化生产线上，产品的包装速度高达上百件/分钟，当电气设备发生故障时，如果维护系统无法在几秒钟内做出反应和定位，会导致大量包装次品的产生，同时现有的网络带宽有限，算法运算效率较低，妨碍实时维护功能的实现<sup>[4]</sup>。

### （四）系统集成难度大

自动化产线涉及机械、电气、软件等多领域技术，智能维护

系统需与企业现有生产管理系统（如 ERP、MES）集成，实现信息共享与协同工作。但是不同的系统架构，通信协议千差万别，例如离散制造企业在导入智能维护系统时应与现有订单管理和库存管理模块进行整合，由于接口的不兼容和数据交互规则的不统一，往往需要花费大量的人力和时间来二次开发，工程的执行周期长<sup>[5]</sup>。

#### （五）专业人才短缺

智能维护需要维护人员同时具备电气专业知识，信息技术和数据分析等方面的能力，目前复合型人才缺乏。半导体制造企业中的智能维护系统涉及高端光刻机，刻蚀机以及其他复杂电气设备的检修，技术人员对传统的电气维修比较熟悉，但是面临大数据分析的问题、智能算法应用这样的新需求捉襟见肘，企业内部培训体系不够健全，外部招聘也很难找到合适的人，限制了系统的推广和应用<sup>[6]</sup>。

### 四、工业自动化产线电气设备智能维护系统的构建策略

#### （一）优化数据采集

利用高精度和抗干扰的传感器与自适应滤波和数据校准算法相结合增强了数据的精度。以高温锻造自动化产线为例，为了对锻压设备的受力情况进行准确监控，选择耐高温抗冲击的压电式传感器并采用动态校准补偿算法进行补偿，对热应力和机械振动等因素引起的测量误差进行实时校正，以保证采集到的压力数据是设备工况的真实写照；同时搭建了统一的数据采集平台并研发了通用的数据接口转换模块以兼容不同厂家的设备来实现多源数据的有效聚合<sup>[7]</sup>。

#### （二）改进故障诊断模型

引入机器学习，深度学习算法并根据大量的历史数据和实时工况训练自适应故障诊断模型。例如在轨道交通列车电气设备的智能维护方面，采用深度神经网络对列车运行时的电机电流，轴

承温度和车厢供电电压进行了多参数的规律分析，该模型综合线路坡度和行驶速度两种工况信息对不同的故障特征模式进行自动学习，并对故障类型及严重程度进行实时精确的判断，从而有效地减少了误判率和增强了诊断的及时性<sup>[8]</sup>。

#### （三）强化实时性保障

对工业网络进行了改造，使用 5G、工业以太网和其他高速通信技术来保证数据的低延迟传输；对数据处理算法进行了优化，采用边缘计算的方法对设备端的实时性较高数据进行就近处理。以港口集装箱自动化装卸生产线为研究对象，基于 5G 网络将岸桥和场桥电气设备的运行数据以毫秒级的速度传递给中控，而设备的电控柜中内置有边缘计算网关，将紧急故障信号进行即时分析和处理，引发本地报警及应急停机，确保了作业的连续性，降低了故障损失<sup>[9]</sup>。

#### （四）推进系统集成优化

遵照行业标准规范制定统一的系统集成架构和接口协议，利用中间件技术将智能维护系统和生产管理系统进行无缝连接。例如，汽车整车制造企业可以基于制造执行系统（MES）的标准接口扩展，开发智能维护系统插件，从而实现设备故障信息的自动推送到 MES 工单管理模块，维修进度的实时反馈实现了生产，维修过程的密切协同，促进了企业运营管理效率的提高<sup>[10]</sup>。

### 五、结语

工业自动化生产线上的电气设备智能维护系统面临许多挑战，但通过准确理解电气设备的特性，我们可以正视当前存在的问题，采用有针对性的策略，由优化数据采集向加强人才培养和增强安全防护的方向协同发展，定能使系统功能逐步趋于完善。这既是筑牢企业稳定生产和提质增效之本，也是助推工业向智能化、高端化迈进的关键动力，在今后的技术创新和实践积累中，智能维护系统在工业领域会释放出更大的潜力，促进行业的变革升级。

### 参考文献

- [1] 侯晓音. 工业自动化中 PLC 实时监测技术与故障诊断方法的研究 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(11): 121-123.
- [2] 文波. 智能制造技术在工业自动化中的应用分析 [J]. 河南科技, 2021, 40(28): 58-60.
- [3] 孙锐. 面向工业自动化应用的时间敏感网络调度机制研究 [D]. 重庆邮电大学, 2020.
- [4] 张春香, 耿丽艳, 刘芳义. 智能技术在低压配电自动化系统中的应用 [J]. 电子技术, 2023, 52(12): 286-287.
- [5] 李琳莉. 新形势下探讨智能视觉物联网在工业自动化中的实际应用 [J]. 电子测试, 2022, (16): 58-60.
- [6] 文晓. 华北工控: 嵌入式系统是工业自动化应用的重要支撑 [J]. 自动化博览, 2023, 40(11): 12-13.
- [7] 马晓东. PLC 在工业自动化控制领域中的应用及发展 [J]. 模具制造, 2023, 23(11): 166-168.
- [8] 李森. 变电站设备的电气调试与优化管理方法 [J]. 智能城市, 2023, 9(12): 58-60.
- [9] 叶体俊. 智能配电网电力设备在电力工业工程营销的重要性分析 [J]. 现代制造技术与装备, 2023, (S1): 88-90.
- [10] 韩立军. 电力设备状态的智能诊断研究 [J]. 电气技术与经济, 2023, (10): 377-379.