

# Research on Fault Diagnosis and Maintenance Techniques for Mechatronic Equipment Based on PLC

Deyu Lu

National Energy Group Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Washing and Processing Center, Lingwu City, Yinchuan, Ningxia, 750411, China

## Abstract

With the acceleration of Industry 4.0, mechatronic equipment has become a key driver for the development of modern manufacturing. The stability of its operation directly affects production efficiency and product quality. PLCs (Programmable Logic Controllers) serve as the control centers of mechatronic systems, enabling real-time data collection, logical processing, and command execution. This makes them an effective tool for fault diagnosis and maintenance. This paper focuses on the techniques related to fault diagnosis and maintenance of mechatronic equipment using PLCs. It aims to provide technical support for the stable operation of such equipment, which is of great significance for advancing the intelligent transformation of manufacturing industries.

## Keywords

PLC mechatronics; equipment fault diagnosis; maintenance technology

# 基于 PLC 的机电一体化设备故障诊断与维护技术研究

路德煜

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司洗选中心, 中国·宁夏 银川 750411

## 摘要

伴随着工业4.0进程的加快, 机电一体化设备已经成为现代制造业发展的主要支撑力量, 而它的运行稳定与否又直接影响到生产效率以及产品质量。PLC(可编程逻辑控制器)是机电一体化设备的控制中枢, 具有实时数据采集、逻辑运算、指令执行等优点, 给故障诊断和保养赋予了可信的技术载体。本文以基于PLC的机电一体化设备故障诊断与维护技术作为研究对象, 希望给机电一体化设备稳定运转赋予技术支持, 就推进制造业智能化升级而言有着重要意义。

## 关键词

PLC机电一体化; 设备故障诊断; 维护技术

## 1 引言

目前, 机电一体化设备正朝着集成化、智能化、高精度的方向发展, 其内部结构也越来越复杂, 故障原因越来越多样化、隐蔽化, 传统的故障诊断方式已经无法满足现代工业生产对时效性、准确性的需求。据工业统计数据显示, 生产中断的60%以上是由于设备故障引起的, 而其中由于诊断不及时、维护不力导致的故障占40%以上。PLC是机电一体化设备的大脑, 可以利用I/O模块实时采集设备运行参数, 例如温度、压力、转速等, 配合内置程序进行故障的即时监测以及初步的判定。因此开展基于PLC的故障诊断与维护技术研究, 旨在突破传统技术瓶颈, 构建高效、精准的设备保障体系, 对提高企业生产稳定性、降低运维成本、增强市场竞争力有重要的现实意义, 同时为工业智能化运维提

供理论和技术的参考。

## 2 基于 PLC 的机电一体化设备故障诊断与维护技术研究意义

### 2.1 提升设备运行可靠性, 保障生产连续性

传统的机电一体化设备故障诊断大多采取事后维修模式, 也就是在设备停止运转之后才开展故障排查工作, 这样的方式很容易造成长时间的生产中断, 带来严重的经济损失。基于PLC的故障诊断技术可以24小时对设备的运行状态进行监测, 通过设置参数阈值, 当设备出现异常的时候, PLC可以第一时间捕捉到故障信号并发出报警, 也可以判断故障的大致范围。拿汽车焊接生产线来说, PLC能随时跟踪焊接机器人电流, 电压和机械臂运行速度, 参数要是超出正常范围, 立刻就发出警报并且储存故障数据, 维修人员按照这些数据就能很快找到问题所在, 把设备停机时间从以前的几小时缩减到几分钟, 明显改善设备的运作可靠程度, 保证了生产过程的连续性<sup>[1]</sup>。

【作者简介】路德煜(1988-), 男, 中国山东济南人, 硕士, 工程师, 从事信息化、电气业务研究。

## 2.2 降低运维成本，优化资源配置

在机电一体化设备运维当中，传统的定期维护模式存在许多不足之处，过度维护造成零部件浪费，维护不及时引发设备故障扩大等等。基于 PLC 的故障诊断与维护技术可以实现按需维护，可以实时检测设备零部件的运行状态，准确判断零部件损耗的程度，只有在零部件到达更换阈值的时候才进行更换。PLC 可以对设备运行数据做统计分析来制订维修计划，避免盲目维修。对纺织行业纺纱机来讲，用 PLC 可以实时监控纺纱锭的磨损情况，轴承的温度等信息，准确预估出各个零部件的使用周期，使维修费用下降 30% 以上，并且减少闲置的维修资源，从而达到优化维护资源的目的<sup>[2]</sup>。

## 2.3 推动制造业智能化升级，提升行业竞争力

工业 4.0 的核心就是智能制造，设备智能化运维是智能制造的重要部分。基于 PLC 的机电一体化设备故障诊断及维护技术，把 PLC 同物联网、大数据技术融合起来，创建起智能化运维平台，从而达成对设备故障的远程诊断以及预测性维护，并且可以集中管理运维数据。这种智能化运维模式不仅可以提高单台设备的运维水平，还可以实现整个生产车间甚至整个企业的设备集群运维管理。在机械加工工厂里，通过 PLC 采集所有的加工设备运转数据，上传到云端运维平台，平台经由大数据分析达到故障预警、维护计划自动化生成和维护资源调度的目标，促使工厂由传统生产模式进入到智能化生产模式当中。企业在使用该技术以后，生产效率与产品质量均有所提高，进而加强了企业于市场中的竞争实力，促使整个制造业达成智能化升级<sup>[3]</sup>。

## 2.4 完善故障诊断理论体系，提供技术参考

机电一体化设备越来越复杂，传统的故障诊断理论已经不能解决复杂的故障问题。基于 PLC 的故障诊断与维护技术，利用控制理论、信号处理技术和计算机技术，建立了一套适合于复杂的机电一体化设备的故障诊断模型。研究过程中通过对各类设备故障案例进行分析，改进故障诊断算法，完善故障诊断指标体系，丰富机电一体化设备故障诊断的理论内涵。以 PLC 采集的多维运行数据为例，研究人员提出基于模糊逻辑与神经网络的故障诊断算法，提高了隐蔽性故障的诊断准确率。

## 3 PLC 在机电一体化设备故障诊断中的应用

### 3.1 基于 PLC 的实时数据采集与故障监测应用

实时数据采集是故障诊断的基础，PLC 具有很强的 I/O 扩展能力，可以利用模拟量输入模块、数字量输入模块等采集机电一体化设备的各种运行参数，温度、压力、流量、转速、位移等。PLC 用高速扫描的方式来实时更新数据，扫描周期可以低至毫秒级，保证数据的时效性。中央空调冷水机组的 PLC 用温度传感器获取冷冻水供回水温差、冷却水温度，用压力传感器检测系统压力，用流量传感器测量水流量来实

时监视机组运转情况。当某一参数超出行程阈值的时候，PLC 马上就会发出本地报警的同时把故障信息传输给监控中心。另外 PLC 也可以采集设备的开关量信号，电机运行电流等数字量信号来对设备的重要部件的运行状况进行监控<sup>[4]</sup>。

### 3.2 基于 PLC 的故障定位与报警应用

故障定位以及报警属于 PLC 故障诊断应用的主要功能，PLC 依靠内部逻辑运算程序来对运行过程中所获取的数据加以分析处理，进而确定故障的种类和故障发生的具体位置。技术人员按照设备的结构原理以及常见的故障案例，在程序设计阶段就设定好各种故障的判断条件，比如电机运行电流如果连续大于额定电流 1.2 倍，持续时间大于 5 秒，就判定为电机过载故障，定位到该电机及控制回路。另外 PLC 可以使用报警模块来发出声光报警，在发生故障的时候现场工人能够及时发现并处理故障问题，并通过通信接口把故障信息传给上层监控系统，该系统能显示故障代码、故障位置以及故障出现的时间等等参数以供管理者查询统计使用。如自动化生产线当中，当某一条输送皮带出现卡顿故障的时候，PLC 会立刻将位置锁定在这条皮带的驱动电机上，发出声光报警，并且在上位机显示出故障代码“E001- 输送皮带卡顿”<sup>[5]</sup>。

### 3.3 基于 PLC 的故障自诊断与容错控制应用

PLC 技术发展以后，现代 PLC 具有故障自诊断功能，可以对 PLC 自身硬件故障（CPU 故障、I/O 模块故障、电源故障等）和软件故障（程序错误、数据丢失等）进行自动诊断。PLC 检测到自己的故障后立即发出报警，将故障信息储存到 PLC 内部存储器里供维修人员使用。同时为了减少故障对生产的影响，PLC 还有容错控制的功能，即当检测到设备的某个非关键部件出现故障时，可以利用预先设置好的备用程序或者冗余回路，使得设备能够处于降负荷运行的状态，或者能够部分功能正常。在化工生产中的反应釜控制系统中，当其中一个温度传感器出现故障的时候，PLC 可以自动切换到备用温度传感器，保证反应釜的温度控制精度，避免由于传感器故障造成生产事故。另外，PLC 还可以用故障诊断程序对设备的重要部件做预测性诊断，在故障发生之前就发出警告。

## 4 基于 PLC 的机电一体化设备维护技术

### 4.1 基于 PLC 的预测性维护技术

预测性维护就是通过对设备运行数据的持续监测与分析，来预测设备何时会出故障，并事先安排好维修计划，防止故障突然发生。基于 PLC 的预测性维护技术是把 PLC 当作数据采集中心，结合传感器技术与数据分析算法来实现对设备故障精确预报。PLC 实时采集设备的关键部件运行参数，轴承振动频率、电机绕组温度、液压系统压力等，通过内置程序或者上传至上位机进行数据分析，建立设备运行状态模型。当模型检测到参数变化趋势符合故障前兆特征的时候，

立刻发出预警信号,预测故障发生的时间以及可能的故障部位。在风力发电机组中,PLC采集风轮转速、发电机轴承温度、齿轮箱振动等数据,经由振动分析算法来判定齿轮箱的磨损状况,当磨损量达到预警值时,就会发出维护预警,通知工作人员提前替换齿轮箱零件,避免因齿轮箱损坏造成发电机组停机故障<sup>[6]</sup>。

#### 4.2 基于 PLC 的定期维护优化技术

定期维护属于机电一体化设备运维的常规手段,不过,传统的定期维护周期大多依靠经验来确定,缺乏科学依据。通过对 PLC 设备的运行数据进行统计分析得出定期的维护方案,并对维护的周期以及维护的内容进行优化。PLC 记录每次设备的运行时间、负荷率、故障发生的时间、原因等信息,采用统计分析的方法得出各个部件的使用寿命规律,然后根据设备的工作环境和负荷制定出适合设备的定期保养计划。运行负荷高的电机按照 PLC 统计的运行时间、故障情况把维修周期由 6 个月延长为 4 个月,重点检查绕组绝缘、轴承磨损状况;运行负荷低的电机延时维修周期减少不必要维护工作。同时,通过上位机系统可以生成维护提醒来保证维护工作按期完成。

#### 4.3 基于 PLC 的故障修复指导技术

故障修复指导技术是利用 PLC 以及上位机系统为维修人员提供故障修复步骤和方法的。当设备出现故障时,PLC 会把故障代码和故障数据传给上位机,上位机系统根据故障代码调出事先设定的故障修复知识库,显示故障原因、修复步骤、需要工具和零部件等。维修人员按照系统提示一步一步的进行故障的排除,对于比较复杂的故障,系统还会给出维修的视频或者示意图。当数控机床定位精度偏差出现故障的时候,上位机系统显示的故障原因可能是滚珠丝杠磨损、伺服电机参数漂移等,修复步骤需要拆卸工作台、更换滚珠丝杠、重新校准伺服电机参数等,提示所需工具有扭矩扳手、百分表。除此之外,PLC 还可以在故障修复的过程中对设备的参数进行实时的监测,保证修复符合要求。

#### 4.4 基于 PLC 的维护数据管理技术

维护数据管理技术就是利用 PLC 以及数据管理系统对

设备维护过程中产生的各种数据进行采集、存储、分析并加以利用,从而给设备运维优化提供数据支持。PLC 对设备的运行数据、故障数据、维护记录(维护时间、维护内容、更换零部件型号及数量、维修人员等)进行记录,并将记录的数据上传至数据库进行存储。管理人员通过数据管理软件对数据进行查询、统计、分析,生成设备运行报表、故障统计报表、维护成本报表等,掌握设备运行情况和维护工作效果。通过分析故障统计报表可以找出某一型号电机故障率较高,及时与供应商商量更换电机型号;分析维护成本报表可以优化维护资源配置降低维护成本。同时,维护数据还是设备进行升级改造、新产品研发的重要参考依据。

## 5 结语

综上所述,本文以 PLC 在机电一体化设备故障诊断和维护中的应用为核心,对相关技术进行研究,阐述该技术研究的意义,分析 PLC 在故障诊断中具体的应用,并提出其核心维护技术。以 PLC 为载体的故障诊断及维护技术有利于提高设备的可靠性,能降低运维成本,促进制造业智能化,也对完善故障诊断理论有所帮助。从实时数据采集、故障定位报警到远程诊断全流程覆盖;从预测性维护、定期维护优化、故障修复指导、维护数据管理等各个技术环节来实现维护。

### 参考文献

- [1] 吴俊华. 机电一体化设备故障诊断技术研究[J]. 中国高新科技, 2024, (24): 79-81.
- [2] 范梅林. 机电一体化设备故障智能诊断技术探讨[J]. 模具制造, 2024, 24(12): 230-232.
- [3] 王娜娜, 马飞, 樊龙. 基于 PLC 技术的机电一体化设备智能控制探究[J]. 产业创新研究, 2024, (22): 121-123.
- [4] 孙庆宏, 郎曼廷, 赵冰天. 机电一体化在农业机械化方面的发展分析[J]. 南方农机, 2024, 55(19): 175-177.
- [5] 高理鹏, 侯成科, 李浩田. 煤矿发展中采掘机电一体化的作用分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2024, (17): 29-31.
- [6] 高玉林. 基于机电一体化技术的化工设备振动故障检测方法[J]. 化工管理, 2024, (25): 126-129.