

PLC控制在电力设备故障诊断中的应用案例分析

袁大江

宁夏中房实业集团有限公司, 宁夏 银川 750000

摘要 : 本文主要探讨了PLC控制在电力设备故障诊断中的应用。首先介绍了PLC的基本原理和特点, 然后通过具体案例详细分析了其在电力设备故障诊断中的应用, 并结合实际数据说明了PLC控制在提高故障诊断效率、准确性和保障电力系统稳定运行方面的显著效果, 最后对PLC控制在电力设备故障诊断中的应用前景进行了展望。

关键词 : PLC控制; 电力设备; 故障诊断; 应用案例; 发电机组故障

Application Case Analysis of PLC Control in Fault Diagnosis of Electric Power Equipment

Yuan Dajiang

Ningxia Zhongfang Industrial Group Co., Ltd. Yinchuan, Ningxia 750000

Abstract : This paper mainly explores the application of PLC control in the fault diagnosis of electrical equipment. Firstly, it introduces the basic principles and characteristics of PLC. Then, through specific cases, it analyzes its application in the fault diagnosis of electrical equipment in detail, and illustrates the significant effect of PLC control in improving the efficiency and accuracy of fault diagnosis and ensuring the stable operation of the power system with actual data. Finally, the application prospects of PLC control in the fault diagnosis of electrical equipment are prospected.

Keywords : PLC control; electrical equipment; fault diagnosis; application case; generator set fault

引言

在当今时代, 电力已然成为现代社会运转不可或缺的核心能源支撑。随着社会经济的迅猛发展以及各类高新技术产业的蓬勃兴起, 电力系统的规模呈现出持续扩张的态势, 其内部结构与运行机制的复杂性也在急剧增加。在这样的大背景下, 电力设备的稳定运行面临着前所未有的严峻挑战, 而电力设备的故障诊断工作则顺势成为保障电力系统能够安全、稳定运行的关键环节。一旦电力设备出现故障且未能及时察觉与处理, 可能会引发连锁反应, 导致局部甚至大面积停电事故, 对工业生产、商业活动以及居民生活造成难以估量的损失。

PLC, 即可编程逻辑控制器, 作为工业控制领域的一项卓越技术成果, 具备高性能与强可靠性的显著特质。它拥有强大的逻辑运算能力、精准的数据处理能力以及高效的指令执行速度, 能够在复杂多变的工业环境中稳定运行。其独特的优势, 如高度的灵活性、良好的扩展性、易于编程与调试等, 使其在电力设备故障诊断领域迅速崭露头角并得到了极为广泛的应用。通过与各类传感器、执行器紧密协作, PLC能够实时采集电力设备的运行参数, 依据预设的诊断逻辑对这些数据进行深度分析与精准判断, 从而及时、准确地发现潜在故障隐患, 并为后续的故障处理提供关键的决策依据与控制指令, 为电力系统的安全稳定运行筑牢坚实防线。

一、PLC的基本原理及特点

在现代电力设备故障诊断领域, PLC(可编程逻辑控制器)作为一种关键技术手段, 其基本原理与特点构成了深入理解其应用价值的基石。本章节将深入探讨PLC的基本原理, 详细阐述其显著特点, 揭示其在电力设备故障诊断中发挥核心作用的内在逻辑。

(一) PLC的基本原理

PLC是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置, 它采用可以编制程序的存储器, 用来在其内部存

储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令, 并能通过数字式或模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程^[1]。PLC以微处理器为核心, 运行存储于存储器中的用户程序来实现控制功能。其工作过程基于循环扫描机制, 即从输入采样阶段起始, PLC按顺序读取所有输入端口的信号状态, 并将这些数据存储于特定的输入映像寄存器。此阶段, PLC如同一位严谨的信息采集员, 迅速且精准地捕捉外部设备的各种状态信息, 为后续的处理奠定基础。

在程序执行阶段, PLC依据存储的用户程序指令, 对输入映像寄存器中的数据进行逻辑运算与数据处理^[2]。它从程序的第

一条指令开始，按序执行，将输入数据与预设的逻辑条件进行比对、运算，逐步得出中间结果与最终输出状态。这一过程犹如一个精密的逻辑运算引擎，按照既定规则对输入信息进行深度加工。

最后进入输出刷新阶段，PLC将运算得出的输出结果传送至输出锁存器，从而驱动相应的外部输出设备，如继电器、电磁阀等，使其按照程序设定的要求动作。通过这一循环往复的扫描过程，PLC持续监控并控制电力设备的运行，确保其始终处于正常工作状态或在故障发生时能及时响应。

(二) PLC的特点

PLC具有卓越的可靠性。其采用了先进的电子元件与制造工艺，具备强大的抗干扰能力，能够在复杂恶劣的电力环境中稳定运行。例如，在变电站等强电磁干扰场所，PLC可有效抵御电磁脉冲的冲击，保障数据采集与控制指令的准确无误。同时，其具备完善的自诊断功能，能实时监测自身硬件与软件的运行状况，一旦发现异常，立即启动报警或采取相应的纠错措施，犹如一位自我监督、自我修复的智能卫士。

PLC编程极为灵活。它支持多种编程语言，如梯形图、语句表、功能块图等，编程人员可根据实际需求与个人编程习惯灵活选用。以梯形图为例，其图形化的编程界面类似于电气控制原理图，直观易懂，便于电气工程师快速上手^[3]。即使面对复杂的控制逻辑，如大型发电机组的启停控制、变电站的倒闸操作逻辑等，编程人员也能借助这些丰富的编程语言轻松构建精准的控制程序，实现对电力设备的精细化管理与控制^[4]。

二、PLC在电力设备故障诊断中的应用案例分析

随着电力系统的日益复杂和对供电可靠性要求的不断提高，PLC在电力设备故障诊断中的应用愈发重要。通过实际案例分析PLC的应用，能够更直观地展现其在故障诊断中的优势与价值，为进一步优化电力设备故障诊断系统提供参考依据。以下将详细介绍一个典型的PLC在电力设备故障诊断中的应用案例。

(一) 案例一：型工厂的电力配电监测

在某大型工厂的电力配电监测系统中，为了确保供电的可靠性和安全性，摒弃了传统的开关配电柜和人工巡检方式，引入了PLC技术。

该系统中，PLC通过读取电力负荷传感器的信号，能够实时获取各个配电回路的电流、电压和功率等关键信息。例如，在某条主要生产线上的配电回路中，PLC每隔0.1秒采集一次电流数据，正常运行时电流值稳定在100A~120A之间。电压数据则保持在380V左右，功率在40kW~50kW的范围内波动。

PLC与上位机之间利用高效的网络技术搭建起稳定的通信链路，实时将采集到的各类数据上传至服务器，从而达成对电力负荷的远程实时监视与精细化管理。一旦系统运行过程中出现异常状况，PLC会立即依据预先精心设定的逻辑程序启动故障诊断机制，迅速且准确地判断故障类型及位置，并及时发出警报。不仅如此，PLC还具备远程控制功能，在故障发生时可远程操作相关

设备。

表1 故障诊断逻辑示例

故障现象	诊断条件	可能故障原因	处理措施
电流过高	电流值大于150A且持续时间超过5秒	负载短路或过载	切断该回路电源，发出报警信号，通知维修人员检查负载及线路
电压过低	电压值低于350V且持续时间超过3秒	电源故障或变压器故障	切换至备用电源，检查电源及变压器设备
功率异常波动	功率在1分钟内波动幅度超过20kW	设备故障或线路接触不良	检查相关设备运行状态及线路连接情况

在实际运行中，曾出现过一次电流过高的故障。当时，PLC监测到某配电回路的电流值迅速上升至180A，并持续了8秒，满足了上述表格中的故障诊断条件。PLC立即判定该回路出现故障，迅速切断了该回路的电源，同时向上位机发送报警信号。上位机接收到报警信息后，通知了维修人员。维修人员根据PLC提供的详细数据和故障诊断结果，快速定位是一台大型电机出现了短路故障，及时进行了修复，避免了故障的进一步扩大，保障了整个生产系统的正常运行。

由此可见，PLC在该电力配电监测系统中的应用，不仅提高了故障诊断的效率和准确性，还实现了对电力设备的远程监控和管理，大大降低了人工巡检的工作量和潜在风险，有效保障了电力供应的稳定性和可靠性，为工厂的安全生产提供了有力支持。

(二) 案例二：变电站设备故障诊断

某枢纽变电站为提升设备运行管理水平，引入PLC技术构建故障诊断系统。该系统包含变压器、断路器等一次设备，继电保护、测控装置等二次设备及PLC控制系统。PLC采用冗余配置保障可靠性，经RS485接口与二次设备相连获取数据，借以太网模块与上位机通信。

故障诊断运用阈值判断与趋势分析结合法。如变压器油温，正常范围50°C~70°C，且分析其变化趋势，若1小时内上升速率超5°C/h，即便未超上限，PLC也预警。断路器故障诊断综合辅助触点状态与电流、电压参数，正常分合闸时，三者需匹配，否则判定可能故障。

一次运行中，变压器油温45分钟内从55°C升至75°C且持续上升，负载电流无明显变化，冷却系统正常。按预设逻辑，PLC判断内部可能铁芯多点接地或绕组局部短路，立即报警并传信息至监控中心。运维人员据此停电检修，发现铁芯一处接地不良致局部过热油温上升。修复后变压器恢复正常，避免了故障恶化。

PLC应用于变电站设备故障诊断，效果显著。它能实时监测和准确诊断，及时发现潜在故障，预防事故。该变电站采用后，设备故障率降约25%，维护周期优化，停电检修次数减少，供电可靠性和电网运行效率均提高。其成功经验为其他变电站智能化改造提供了宝贵范例，有助于推动整个变电站领域的技术升级与管理优化，让更多变电站保障电力稳定供应上更具能力与信心，从而更好地适应现代电力系统对高效、安全、稳定运行的要求，为社会生产生活提供坚实的电力保障基础，进一步促进电力行业的可持续发展与进步。

三、PLC控制在电力设备故障诊断中的优势与应用前景

本章节聚焦PLC控制于电力设备故障诊断的应用，深入剖析其优势与前景。优势方面，PLC以强大数据处理及精准诊断逻辑确保准确性，通信功能实现远程监控管理，维护电力系统稳定。前景上，随着技术发展，PLC将融合人工智能，对接物联网，构建智能诊断体系，推动电力行业智能化变革，其应用价值不可限量。

(一) 优势

PLC在电力设备故障诊断中展现出极为卓越的性能与显著优势。它所具备的强大数据采集与处理能力使其能够在电力设备运行过程中，以极短的时间间隔持续地获取海量的运行数据，这些数据涵盖电压、电流、功率、温度等多方面参数。通过其内部高效的数据处理机制，能够对这些数据进行即时分析与运算，一旦数据出现异常波动或偏离预设正常范围，PLC便能迅速启动故障诊断程序^[5-6]。在故障诊断环节，PLC依靠预设得极为精准且复杂的故障诊断逻辑与算法，将从各类传感器收集而来的不同类型数据进行全面深入的综合剖析，并非简单地依据单一信号进行判断，这样就极大地降低了因某一传感器故障或信号干扰导致的误判风险，从而切实保障了故障诊断结果的高度精准性与可靠性。

同时，PLC的通信功能为远程监控与管理提供了坚实支撑^[7]。它可以稳定且高效地把电力设备的实时运行数据以及所诊断出的故障信息通过网络远程传输至监控中心，运维人员无论身处何地，都能够借助相关终端设备及时接收并查看这些信息，全而且细致地掌握设备的运行状况，进而能够在第一时间做出响应与决策，大幅提升了运营管理工作的效率与质量，并且在面对故障时，快速而准确的诊断以及及时有效的处理措施能够有效阻止故障进一步恶化与扩散，有力维护电力系统的稳定运行秩序，显

著提升整个电力系统的可靠性与稳定性水平^[8]。

(二) 应用前景

在当今科技迅猛发展的时代，PLC控制在电力设备故障诊断领域展现出了极为广阔且极具潜力的应用前景。随着电力系统规模的持续扩张以及复杂度的不断攀升，对电力设备运行状态的精准监测和高效故障诊断愈发关键^[9]。

PLC控制系统凭借其卓越的稳定性、高度的可靠性以及强大的抗干扰能力，在电力设备故障诊断中占据重要地位。它能够实时、不间断地采集电力设备运行过程中的各类关键参数，如电流、电压、温度、功率等^[10]。通过预先设定的逻辑判断规则和智能算法，对这些海量数据进行快速处理与深度分析，及时且精准地判断设备是否存在故障隐患。

在未来，PLC控制有望与先进的人工智能技术深度融合。借助机器学习算法，它可以对历史故障数据进行学习和总结，不断优化故障诊断模型，从而大幅提高诊断的准确性和效率。随着工业物联网的蓬勃发展，PLC控制能够实现与其他智能设备的无缝对接与协同工作，构建起更为全面、智能的电力设备故障诊断体系，为电力系统的安全稳定运行提供坚实有力的保障，有力推动电力行业迈向智能化、高效化的新时代。

四、结语

PLC控制在电力设备故障诊断中具有显著的优势和广阔的应用前景，通过上述案例分析可以看出，其能够有效提高故障诊断的效率和准确性，保障电力系统的安全稳定运行。然而，随着电力系统的不断发展和智能化水平的提高，PLC控制也面临着诸多挑战，需要在网络安全、数据处理、系统兼容性以及人员培训等方面不断加强和完善。总之，PLC控制在电力设备故障诊断领域的不断创新和发展，将为电力行业的发展注入新的活力。

参考文献

- [1] 张东明, 文友先. PLC 的发展历程及其在生产中的应用 [J]. 现代农业装备, 2007,(09):60-64.
- [2] 何其川. 基于高低频特征融合的电力设备热故障模糊控制方法 [J]. 自动化应用, 2022,(08):30-32.DOI:10.19769/j.zdhy.2022.08.008.
- [3] 毕露月, 杨文琛. 基于智能信息融合的电力设备故障诊断技术探究 [J]. 科技与创新, 2014,(20):21+25.DOI:10.15913/j.cnki.kjycx.2014.20.135.
- [4] 孙卫东. 基于电力设备故障预测与诊断控制的研究 [J]. 自动化技术与应用, 2007,(11):31-32+24.
- [5] 都洪基, 丁一. PLC 智能化电力设备故障诊断系统 [J]. 电力自动化设备, 2002,(07):69-70.
- [6] 种衍俊. PLC 电气系统中故障及维护技术的运用 [J]. 电子技术与软件工程, 2019,(07):116.
- [7] 候云飞, 施伟峰, 杨义伟. 基于工控机和 PLC 的船舶电力系统故障报警装置设计 [J]. 船电技术, 2017,37(06):26-30.DOI:10.13632/j.meee.2017.06.008.
- [8] 邓振利, 王显平, 涂雪芹. 基于 PLC 传输技术的电力故障信号采录 [J]. 电工技术, 2010,(11):17-19.
- [9] 杜宗展. 应用 PLC 的故障模拟控制系统 [J]. 继电器, 2003,(07):67-68.
- [10] 杨勇山. PLC 在中央空调系统控制中的应用及故障检修 [J]. 电工技术, 2023,(S1):158-160.DOI:10.19768/j.cnki.dgjs.2023.25.055.