

电气工程自动化系统的故障诊断与维护策略分析

朱飞虎

国家电投集团贵州金元威宁能源股份有限公司，贵州 毕节 553100

摘要：在当今工业自动化领域，电气工程自动化系统的设计、维护与优化成为企业提高生产效率、降低成本以及保障生产安全的关键。随着技术的不断进步和应用范围的扩展，自动化系统已经从简单的控制和监测功能发展为复杂的集成系统，涵盖了从传感器到执行器的各个层面。本文深入分析电气工程自动化系统中故障诊断与维护策略的方法，结合电气工程自动化系统的功能需求，分析了电气工程自动化系统的故障诊断与维护策略的实施路径，为全面推动电气工程自动化技术的发展提供参考性意见。

关键词：电气工程；自动化系统；故障诊断；维护策略

Analysis of Fault Diagnosis and Maintenance Strategies for Electrical Engineering Automation Systems

Zhu Feihu

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Weining Energy Co., Ltd., Bijie, Guizhou 553100

Abstract: In the field of industrial automation today, the design, maintenance, and optimization of electrical engineering automation systems have become the key to improving production efficiency, reducing costs, and ensuring production safety for enterprises. With the continuous advancement of technology and the expansion of application scope, automation systems have evolved from simple control and monitoring functions to complex integrated systems, covering various levels from sensors to actuators. This article deeply analyzes the methods of fault diagnosis and maintenance strategies in electrical engineering automation systems, combined with the functional requirements of electrical engineering automation systems, and analyzes the implementation path of fault diagnosis and maintenance strategies in electrical engineering automation systems, providing reference opinions for comprehensively promoting the development of electrical engineering automation technology.

Keywords: electrical engineering; automation system; fault diagnosis; maintenance strategy

前言：

电气工程自动化系统的构成要素包括传感器拓扑布局、中央控制器和通信中继节点，在工作的过程中，传感器所采集的历史数据可以作为正常运行的标准，结合人为设定的异常阈值，系统可以根据不同工况下工作状态实现故障的精准判断^[1]。相比于传统的巡检与诊断方法而言，现代自动化系统越来越多地采用数据化自动故障诊断方法，通过实时数据采集和高级数据分析技术，如机器学习和人工智能，快速准确地识别和预测潜在的设备故障，实现了对系统故障的及早响应和有效管理。这种基于历史数据训练的故障诊断模型，不仅提高了故障诊断的智能化和预测性，还为预防性维护和设备管理提供了重要支持。

一、电气工程自动化系统的构成与技术框架

（一）传感器拓扑布局

在电气工程自动化系统中，传感器的拓扑布局至关重要，直接影响到系统的数据采集能力和实时监测效果。实际的传感器的选择基于所需监测的物理量类型和精度要求。常见的传感器包括温度传感器、压力传感器、流量传感器等，它们能够将现场的物理量转换为电信号，供控制系统进一步处理^[2]。在布局方面，传

感器的位置应根据实际生产过程中物理量分布和变化的特点进行合理安排，且合理的间距和位置选择能够减少信号交叉和噪声干扰，提高数据采集的精度和可靠性^[3]。针对大规模和复杂的工业自动化系统，通常采用分布式布局的传感器网络。这种网络结构通过将传感器分散安装在不同的位置，然后通过数据总线或网络将数据集中传输到中央控制器，实现集中管理和监控。这种方式不仅提高了系统的灵活性和扩展性，还能够有效减少布线成本和维护难度。

* 作者简介：姓名：朱飞虎，出生年月：1986年9月，性别：男，民族：汉，籍贯：江苏省东海县，学历或者职称：大学本科，工程师，从事的研究方向或工作领域：新能源项目开发与工程建设管理

（二）中央控制器

中央控制器在电气工程自动化系统中扮演着关键角色，它负责接收和处理来自各个传感器和执行器的数据和信号，进行实时的逻辑控制和决策^[4]。中央控制器通常采用工业级计算机或者专用的可编程逻辑控制器（PLC）或可编程自动化控制器（PAC）。这些控制器具有高性能的处理能力和稳定的工作环境，能够适应工业生产中的恶劣条件和长时间运行的需求。

从技术角度而言，中央控制器能够通过各种接口和通信协议，接收来自传感器和其他外部设备的数据，所涉及的数据可以是实时监测的物理量，也可以是生产过程中的状态信息和报警信号，并且中央控制器利用内置的逻辑控制算法和程序，根据预设的控制策略和工艺要求，对接收到的数据进行处理，生成相应的控制指令，相关的控制指令可以是开启或关闭某个设备，调整某个参数，或者发送警报通知。

（三）通信中继节点

在电气工程自动化系统中，通信中继节点起到连接和协调各个子系统之间通信的重要角色，通信中继节点通常位于自动化系统中的关键位置，它们负责收集和转发来自分布式设备和控制单元的数据和信号。

通信中继节点能够接收来自不同协议和接口的数据，并进行统一的格式转换和数据集成，并且通信中继节点的布置需要根据系统的网络拓扑结构进行合理设计，一般采用星型、环型或者树型结构，确保各个节点之间能够稳定可靠地进行通信和数据传输^[5]。除此之外，通信中继节点在数据传输过程中，需要确保数据的安全性和完整性，实际采用加密和安全认证技术，防止数据在传输过程中遭到未经授权的访问或篡改。与此同时，通信中继节点需要具备高度的实时性和稳定性，保证在复杂工业环境中长时间稳定运行，通常采用工业级硬件和可靠的通信协议，支持大量数据的高速传输和处理。

二、电气工程自动化系统的故障诊断方法

（一）传统巡检与诊断

传统的巡检与诊断方法在电气工程自动化系统中扮演着重要角色，尽管在现代技术发展的影响下逐渐被自动化和数据化方法取代，但仍然具有其独特的应用和优势，且传统巡检依赖于工程师或技术人员定期对自动化系统的各个部件进行目视检查和功能测试，所涉及的巡检根据预定的计划进行，通常是按照时间间隔或生产周期来安排，在此基础上通过定期检查设备的外观、接线、运行状态等，发现和预防潜在问题，避免设备长时间运行过程中的意外故障。

巡检过程中，工程师根据自己的经验和知识判断设备是否正常运行或存在问题，其本身依赖于经验的方法能够快速发现一些显而易见的问题，如设备的异响、震动、异味等^[6]。实际操作的过程中，根据巡检中发现的异常现象或指示灯提示，工程师进一步定位的故障区域，并进行初步分析，并在初步确定问题之后，可以通过手动测试设备的关键部件或电路，逐步排除的故障原因，

确认具体的故障点，一旦确认故障点，工程师采取相应的维修措施或更换受损部件，恢复设备正常运行。

（二）数据化自动故障诊断

随着信息技术的迅速发展，数据化自动故障诊断作为现代电气工程自动化系统的关键技术，已经成为提高系统可靠性和生产效率的重要手段，可以通过各类传感器和数据采集设备实时获取自动化系统中各个部件的运行数据，包括温度、压力、电流、振动等物理量，以及设备状态信息，实际采集的大量数据通过云端或本地数据库进行存储和管理，保证数据的完整性和可访问性，所涉及的数据成为后续故障诊断分析的基础。

此外，可以利用数据分析技术，如统计分析、机器学习和人工智能算法，对采集的数据进行深入分析和模式识别，可以结合实际情况建立设备正常运行的模型和故障特征的对比，识别出潜在的异常和故障模式，并在此基础上基于分析结果，系统能够实现潜在故障的预测和提前警示。一旦发现异常或预测到的故障，系统能够自动发出警报通知相关人员或系统，提供详细的故障诊断信息和处理建议。

相比于传统的手工检测方法，基于数据模型分析的处理形式可以实时监测和分析大量数据，迅速捕捉设备运行中的微弱信号和异常变化，提高故障诊断的精确性和及时性，并且系统能够自动化地进行故障诊断和分析，减少人为因素对诊断结果的影响，提高工作效率和一致性^[7]。在大部分应用场景下，还可以通过提前识别潜在的故障模式和趋势，能够实施预防性维护措施，减少设备停机时间和维修成本，提升生产系统的可靠性和稳定性。

三、电气工程自动化系统的故障的维护策略

（一）定期检查与预防性维护

定期检查与预防性维护是电气工程自动化系统中保障设备稳定运行和延长使用寿命的重要策略，所应用的措施不仅有助于及时发现潜在问题，还能在故障发生之前预防和减少的停机时间，从而提高生产效率和系统可靠性。

技术人员在维护的过程中，可以对系统中的机械部件进行视觉检查，包括传动装置、轴承、联轴器等，确保其安装稳固、无松动现象，并检查润滑情况，预防由于摩擦、振动等引起的机械故障，并进一步检查电气部件的接线是否紧固良好，观察电缆、接头是否有老化、磨损或损坏现象，确保电路通畅，防止因电气连接故障引起的设备停机。

在电气工程自动化系统中，各类布局的传感器功能复杂，且相互之间的关联性极为密切，通过定期对传感器进行校准，确保其测量精度和响应速度符合要求。对执行器进行功能测试和调整，保证其能够准确执行控制指令，在此基础上还需要检查系统的控制软件是否运行稳定，是否存在程序逻辑错误或过载现象，确保控制系统的稳定性和可靠性。

为了提升系统的冗余度与可控性，预防性维护是通过定期检查和维修，预防设备发生的故障或性能下降，设计通过定期检查，可以及早发现设备运行中的小问题或异常迹象，防止其演变

成大的故障，避免生产中断和损失，且实施的定期维护和保养可以有效延长设备的使用寿命，减少设备更换和大修的频率，节约维护成本，在此基础上开展的预防性维护措施能够确保设备长期稳定运行，提高自动化系统的可靠性和生产效率，符合工业生产对稳定性和连续性的要求^[8]。

（二）基于历史数据训练的故障诊断模型

随着信息技术的发展，基于历史数据训练的故障诊断模型成为提高自动化系统故障诊断效率和精度的重要手段，该方法利用大数据和机器学习技术，从历史数据中学习设备运行的正常模式和异常模式，能够快速准确地识别和预测故障，实现故障预防和智能化维护^[9]。在采集大量的历史数据中，通过传感器和数据采集系统实时获取设备运行过程中的各种参数和状态数据，包括温度、压力、电流、振动等，可以对采集到的数据进行清洗、去噪和预处理，确保数据质量和准确性，为后续分析建立可靠的数据基础，并且进一步将清洗后的数据存储到可访问的数据库或云端平台，建立历史数据的存档和管理机制，以备后续分析和训练使用^[10]。

从历史数据中提取能够反映设备状态和运行特征的关键特征，如频谱分析、时序模式、异常行为等，选择适合问题特性的

机器学习算法或深度学习模型，并利用历史数据对选定的模型进行训练和优化，使其能够有效地识别和分类设备的正常运行状态和不同类型的故障。

结语：

综上所述，电气工程自动化系统的构成和技术框架包括传感器拓扑布局、中央控制器和通信中继节点，构建了系统稳定性和运行效率的基础。在故障诊断与维护策略方面，传统巡检与诊断通过定期检查和手动测试，确保设备的基本运行状态，尽管其实时性和精确性有所限制。相比之下，数据化自动故障诊断利用实时数据采集和机器学习模型建立，提升了故障诊断的智能化和预测性，能够快速准确地识别和预测潜在故障，从而实现了对系统故障的及早响应和有效管理。维护策略上，定期检查与预防性维护通过有效的机械、电气和软件检查，延长了设备的使用寿命和稳定性；而基于历史数据训练的故障诊断模型则为实现预测性维护提供了重要支持，通过优化设备管理和维护计划，最大程度地减少了故障对生产和设备正常运行的影响，为工业自动化系统的可靠性和效率提升奠定了坚实基础。

参考文献：

- [1] 冯凌霄, 姜东兵. 电气工程自动化控制中 PLC 技术实施探究 [J]. 数字化用户, 2024(36):39-40.
- [2] 张大海, 张晓炜, 孙浩, 等. 基于卷积神经网络的交直流输电系统故障诊断 [J]. 电力系统自动化, 2022, 46(5):132-140.
- [3] 张梦瑶, 党瑞鹤. 暖通空调系统故障检测诊断与电气自动化技术现状分析与阐述 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2023.
- [4] 王星, 毛庆川, 陈锋. 冶金电气自动化设备故障诊断及维护 [J]. 工程建设 (维泽科技), 2023, 6(11):142-144.
- [5] 刘自然, 王煜轩. 基于深度卷积 GRU 的转子系统故障诊断 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2023(1):101-104.
- [6] 胡庆军, 曹鑫辉, 冯宇, 等. 某带钢镀锌生产线自动化故障诊断的实现 [J]. 电气传动, 2024, 54(1):92-96.
- [7] 马曙光. 故障诊断及监测方法在建筑电气系统上的应用 [J]. 科学技术创新, 2022(15):4.
- [8] 华长春, 陈树宗, 李旭, 等. 轧制全流程质量智能建模故障诊断与协同稳健控制的研究现状与展望 [J]. 冶金自动化, 2022, 46(6):38-47.
- [9] 王兆生. 基于电气自动化控制技术的水泵故障诊断与智能维护研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2024(002):000.
- [10] 贾俊青, 武文丽, 蔡文超, 等. 基于 PSO 的电气设备绝缘故障诊断系统设计 [J]. 电子设计工程, 2024, 32(1):77-81.