

# 基于大数据技术的电气自动化故障诊断系统设计

莫纶民

国电电力内蒙古新能源开发有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19215

**[摘要]** 本文聚焦基于大数据技术的电气自动化故障诊断系统设计。先阐述电气自动化故障诊断的重要性,剖析系统结构功能、常见故障类型及传统诊断方法局限。接着介绍大数据技术应用原理,包括技术简介、在故障诊断中的优势、数据采集预处理及分析挖掘技术。随后进行系统设计,涵盖总体架构、硬件、软件及故障诊断模型构建。最后探讨系统性能评估与优化,为保障电气自动化系统稳定运行提供全面方案。

**[关键词]** 大数据技术; 电气自动化; 故障诊断系统

中图分类号: TM76 文献标识码: A

## Design of Electrical Automation Fault Diagnosis System Based on Big Data Technology

Lunmin Mo

GD Power Inner Mongolia New Energy Development Co., Ltd.

**[Abstract]** This paper focuses on the design of electrical automation fault diagnosis system based on big data technology. It first expounds the importance of electrical automation fault diagnosis, analyzes the system structure and functions, common fault types, and limitations of traditional diagnostic methods. Then it introduces the application principles of big data technology, including technology overview, advantages in fault diagnosis, data collection and preprocessing, and analysis and mining techniques. Subsequently, it carries out system design, covering overall architecture, hardware, software, and fault diagnosis model construction. Finally, it discusses system performance evaluation and optimization, providing a comprehensive solution for ensuring the stable operation of electrical automation systems.

**[Key words]** big data technology; electrical automation; fault diagnosis system

### 1 电气自动化故障诊断概述

电气自动化在现代工业生产中至关重要,它融合多学科知识,实现生产自动化控制与监测,提升了生产效率、质量及安全性。但运行中系统难免出现故障,若不能及时准确处理,会导致生产中断、设备损坏甚至安全事故,造成经济损失。所以,电气自动化故障诊断技术研究应用意义重大,能定位故障、分析原因,保障系统稳定运行。

#### 1.1 电气自动化系统结构与功能

电气自动化系统由多个子系统构成。传感器与执行器子系统是“感知器官”和“行动器官”,传感器采集生产中的物理量并转为信号,执行器依控制指令操作设备。控制子系统是核心,接收传感器信号,经分析处理后向执行器发指令,实现精确控制。通信子系统负责各子系统及与外部设备间的数据传输,保障协同工作。人机界面子系统为操作人员提供交互平台,可监控运行、设置参数、发出指令。其功能强大,能实现生产过程自动化控制,依需求调整参数,保证稳定性和一致性;具备实时监测功

能,及时发现异常并报警;还能数据记录与分析,为生产管理提供依据,优化流程,提高效率与质量。

#### 1.2 常见故障类型及原因分析

电气自动化系统中故障类型多样。按部位分,有传感器、执行器、控制器及通信故障等。传感器故障如测量不准、无输出等,原因有质量问题、性能下降、外界干扰及安装不当。执行器故障如动作异常,由机械磨损、电气元件损坏等因素引起<sup>[1]</sup>。控制器故障或致控制失灵,源于硬件或软件问题。通信故障表现为数据传输问题,由线路、协议、设备故障及电磁干扰等导致。按性质分,硬件故障是物理设备损坏或性能下降;软件故障是程序错误或异常,如控制算法错误、软件冲突等,影响系统正常运行。

#### 1.3 传统故障诊断方法局限性

传统电气自动化故障诊断方法有基于信号处理、解析模型及经验的方法等。基于信号处理的方法,通过分析系统输出信号判断故障,处理线性与稳态信号有效,但对非线性、非稳态信号

处理能力有限,且易受噪声干扰,降低诊断准确性与可靠性。基于解析模型的方法,需建立系统数学模型,通过比较实际与预测输出诊断故障,但电气系统非线性复杂,建模难,系统参数变化或不确定时模型准确性受影响,限制诊断效果。基于经验的方法靠维修人员经验判断,处理常见故障有优势,但对复杂或新故障诊断难,受主观因素影响大,缺乏科学客观性,且多为事后诊断,无法早期预警预防。

## 2 大数据技术在故障诊断中的应用原理

### 2.1 大数据技术简介

大数据技术是指对大规模数据集合进行采集、存储、管理和分析的技术体系。随着信息技术的飞速发展,数据量呈现出爆炸式增长的趋势,这些数据不仅规模巨大,而且具有多样性、高速性和价值密度低等特点。大数据技术涵盖了多个方面的内容,包括数据采集技术、数据存储技术、数据管理技术、数据分析与挖掘技术以及数据可视化技术等。数据采集技术负责从各种数据源中收集数据,如传感器、数据库、网络等;数据存储技术则将采集到的数据进行高效、可靠的存储,以满足大规模数据的存储需求;数据管理技术对存储的数据进行组织、管理和维护,确保数据的完整性和一致性;数据分析与挖掘技术是大数据技术的核心,它通过对海量数据进行深入分析,挖掘数据中隐藏的价值信息和知识模式;数据可视化技术则将分析结果以直观的图形、图表等形式展示出来,方便用户理解和决策。

### 2.2 大数据在故障诊断中的优势

大数据技术为电气自动化故障诊断带来显著优势。其一,它具备强大的海量数据处理能力。电气自动化系统运行中会产生海量数据,如传感器实时采集数据与设备历史运行数据等,传统方法处理困难,大数据技术却能轻松应对,全面分析数据,精准发现故障特征与规律。其二,大数据技术数据分析与挖掘能力出众。能从复杂数据中挖掘有价值信息,不仅能识别已知故障模式,还能发现潜在隐患与未知模式,实现故障早期预警与预防<sup>[2]</sup>。其三,可实现多源数据融合分析。电气自动化系统数据来源多样,包括不同传感器及子系统数据,大数据技术能将其有效融合、综合分析,提升故障诊断准确性与可靠性。另外,还能推动故障诊断智能化与自动化,减少人工干预,提高诊断效率。

### 2.3 数据采集与预处理

数据采集是大数据故障诊断的基石,其质量关乎后续分析与诊断结果准确性。在电气自动化系统里,主要靠各类传感器采集数据,传感器把运行中的物理量转为电信号,经数据采集设备传输。为保证数据完整准确,要合理布置传感器,选好采样频率与精度,同时考虑数据传输的可靠性与实时性,采用稳定通信协议和传输方式,防止数据丢失延迟。采集到的原始数据常存在噪声、缺失值、异常值等问题,需预处理提升质量。数据预处理涵盖多个步骤,数据清洗可去除噪声、重复和错误数据,填补缺失值、处理异常值;数据集成分并不同数据源数据,解决不一致问题;数据变换对数据进行规范化、标准化处理,转换为适合分析

的形式;数据规约通过聚类、抽样等方法减少数据量,提高分析效率。

### 2.4 数据分析与挖掘技术

数据分析与挖掘是大数据故障诊断的核心环节,通过运用各种算法和技术对预处理后的数据进行深入分析,挖掘数据中隐藏的故障信息。常用的数据分析与挖掘技术包括关联规则挖掘、分类算法、聚类算法、时间序列分析等。关联规则挖掘可以发现数据中不同特征之间的关联关系。分类算法可以将数据按照故障类型进行分类,通过训练分类模型,对新的数据进行分类预测,判断其所属的故障类型。聚类算法则是将相似的数据聚集在一起,形成不同的簇,通过分析簇的特征来发现故障模式。时间序列分析适用于分析随时间变化的数据,通过对历史数据的时间序列分析,可以预测系统未来的运行趋势,提前发现潜在的故障隐患。

## 3 基于大数据的电气自动化故障诊断系统设计

### 3.1 系统总体架构设计

基于大数据的电气自动化故障诊断系统总体架构通常采用分层架构设计,主要包括数据采集层、数据存储层、数据分析层和应用层。数据采集层负责从电气自动化系统的各个传感器和设备中采集实时数据,并将数据传输到数据存储层。数据存储层采用分布式存储技术,如Hadoop分布式文件系统(HDFS)等,对采集到的大量数据进行高效、可靠的存储和管理。数据分析层是系统的核心,运用大数据分析与挖掘技术对存储的数据进行深入分析,提取故障特征,构建故障诊断模型。应用层则将分析结果以直观的方式展示给用户,并提供故障预警、故障诊断报告生成等功能,同时还可以与电气自动化系统的控制子系统集成,实现故障的自动处理和策略的调整。

### 3.2 硬件设计

硬件设计是系统实现的基础,主要包括数据采集设备、服务器、存储设备以及网络设备等。数据采集设备需要根据电气自动化系统的特点和需求选择合适的传感器和数据采集卡,确保能够准确、实时地采集系统运行数据<sup>[3]</sup>。服务器是系统的计算核心,负责运行数据分析算法和故障诊断模型,需要具备强大的计算能力和存储能力,可采用高性能的服务器集群来满足大规模数据处理的需求。存储设备用于存储海量的系统数据,可选择大容量的磁盘阵列或分布式存储系统,确保数据的安全性和可靠性。网络设备则负责数据在各层之间的传输,需要保证数据传输的稳定性和高速性,可采用高速以太网交换机等设备构建网络环境。

### 3.3 软件设计

软件设计包括操作系统、数据库管理系统、数据分析与挖掘软件以及用户界面软件等。操作系统选择稳定、可靠的服务器操作系统,如Linux操作系统,为系统的运行提供基础平台。数据库管理系统用于管理存储的数据,可选择适合大数据处理的数据库,如HBase、MongoDB等非关系型数据库,它们具有高可扩展性和灵活性,能够满足大规模数据的存储和管理需求。数据分

析与挖掘软件可采用开源的大数据处理框架,如Apache Spark等,利用其丰富的算法库和强大的计算能力实现数据分析与挖掘任务。用户界面软件则采用图形化界面设计,方便用户操作和查看系统运行状态、故障诊断结果等信息,可采用Web开发技术实现跨平台的访问。

### 3.4 故障诊断模型构建

故障诊断模型的构建是基于大数据的故障诊断系统的关键环节。首先需要收集大量的电气自动化系统正常运行和故障状态下的数据,对这些数据进行标注,明确数据对应的故障类型。然后运用数据分析与挖掘技术,如分类算法中的支持向量机(SVM)、决策树、神经网络等,对标注好的数据进行训练,构建故障诊断模型。在模型训练过程中,需要不断调整模型参数,优化模型性能,提高模型的准确性和泛化能力。训练好的模型可以用于对新采集的数据进行故障诊断,通过将新数据输入模型,输出诊断结果,判断系统是否存在故障以及故障类型。同时,为了适应电气自动化系统的动态变化和不断出现的新故障模式,需要定期对故障诊断模型进行更新和优化,利用新的数据重新训练模型,保持模型的准确性和有效性。

## 4 系统性能评估与优化

### 4.1 系统性能评估指标与方法

系统性能评估是衡量基于大数据的电气自动化故障诊断系统优劣的关键,常用评估指标有准确率、召回率、F1值、误报率、漏报率和诊断时间。准确率是系统正确诊断故障样本数占总诊断样本数的比例,反映诊断正确性;召回率是正确诊断故障样本数占实际故障样本数的比例,体现发现故障能力;F1值是准确率和召回率的调和平均数,兼顾两者;误报率是正常样本被误诊为故障样本的比例;漏报率是故障样本被误诊为正常样本的比例;诊断时间指系统从接收数据到输出结果所需时间,反映实时性。评估方法主要有实验测试法和模拟仿真法。实验测试法在实际电气自动化系统环境中测试,收集运行数据诊断后依指标计算性能,能真实反映实际应用性能,但成本高且可能影响生产。模拟仿真法通过建立仿真模型,模拟运行和故障情况来测试评估,成本低、可重复性强,能方便调整参数和故障模式,不过仿真模型与实际系统有差异,评估结果准确性可能受影响。

### 4.2 系统性能测试结果分析

对系统进行性能测试并获取各项评估指标结果后,需深入分析测试结果。若准确率、召回率和F1值高,误报率和漏报率低,表明系统故障诊断能力强,能精准有效发现故障;若诊断时间在可接受范围,说明系统实时性好,可满足实际生产需求。不过,

实际测试中可能出现指标不理想的情况。准确率低,可能是故障诊断模型对某些故障模式识别能力欠佳,或数据存在噪声干扰;召回率低,或许是模型对某些故障敏感度不够,未正确诊断出所有故障样本;误报率和漏报率高,要分析是模型训练数据不足、数据质量差,还是模型算法有缺陷;诊断时间过长,则可能是数据处理算法复杂度高、硬件性能不足或数据传输延迟等原因造成。

### 4.3 系统优化策略

针对系统性能测试结果分析中发现的问题,需要采取相应的优化策略。如果故障诊断模型性能不佳,可以尝试采用更先进的算法或对现有算法进行改进,优化模型结构和参数,提高模型对故障的识别能力和泛化能力。同时,增加训练数据的多样性和数量,确保模型能够学习到更全面的故障特征。对于数据质量问题,进一步加强数据采集和预处理环节,提高数据质量,减少噪声和异常值对模型的影响<sup>[4]</sup>。如果诊断时间过长,可以优化数据处理算法,采用更高效的计算方法,减少计算量;升级硬件设备,提高服务器的计算能力和存储设备的读写速度;优化网络配置,减少数据传输延迟。另外,还可以建立系统性能监测机制,实时监测系统运行状态和性能指标,及时发现潜在问题并进行调整和优化,确保系统始终保持良好的性能状态,为电气自动化系统的稳定可靠运行提供有力保障。

## 5 结束语

基于大数据技术的电气自动化故障诊断系统设计,为解决传统故障诊断难题提供了新路径。通过大数据的强大能力,实现多源数据融合、故障早期预警与智能化诊断。系统设计涵盖架构、硬件、软件及模型构建等多方面,性能评估与优化确保系统可靠运行。未来,随着技术发展,该系统将不断完善,在电气自动化领域发挥更大作用,推动工业生产向更高效、安全、智能的方向迈进。

### [参考文献]

- [1]张永进.电力系统电气工程自动化的智能化应用[J].产品可靠性报告,2024,(12):89-90.
- [2]莫亚欣.电气工程及其自动化的智能化技术应用探讨[J].中国设备工程,2024,(24):185-187.
- [3]陈刚.电气自动化设备故障诊断与预测维护技术进展探究[J].仪器仪表用户,2024,31(11):93-95.
- [4]亢婉君.大数据时代人工智能在计算机网络技术中的应用[J].现代工业经济和信息化,2022,12(04):153-154+236.