

大数据在新能源智慧场站故障诊断中的应用研究

成存福

摘要: 本文深入探讨了大数据在新能源智慧场站故障诊断中的应用。首先阐述了大数据技术、新能源场站技术以及故障诊断技术的基础理论,为后续研究奠定基础。接着详细分析了大数据在新能源场站故障诊断中的关键技术,包括数据采集与预处理、智能算法应用、边缘计算与实时诊断以及故障诊断系统架构设计。通过研究,旨在提高新能源智慧场站故障诊断的准确性和效率,保障场站的稳定运行,推动新能源产业的健康发展。

关键词: 大数据; 新能源智慧场站; 故障诊断; 关键技术

引言

随着全球对清洁能源需求的不断增长,新能源产业得到了迅猛发展。新能源智慧场站作为新能源发电的核心设施,其稳定运行对于保障能源供应至关重要。然而,由于新能源场站设备众多、运行环境复杂,故障时有发生,传统的故障诊断方法已难以满足实际需求。大数据技术的出现为新能源智慧场站故障诊断提供了新的思路和方法。通过收集、存储和分析海量的设备运行数据,能够及时发现潜在的故障隐患,提前采取措施进行维修,从而降低故障发生率,提高场站的可靠性和经济性。因此,研究大数据在新能源智慧场站故障诊断中的应用具有重要的现实意义。

一、理论基础与技术概述

1. 大数据技术基础

大数据技术基础是大数据在新能源智慧场站故障诊断中发挥作用的重要支撑。它是一套综合性的技术体系,旨在从海量、复杂的数据中挖掘出有价值的信息。在数据采集环节,如同在新能源场站布下一张“数据大网”,通过各类传感器、监测设备实时收集设备运行数据,就像用无数双眼睛盯着设备的每一个细微变化。数据存储方面,分布式文件系统和数据库如同巨大的“数据仓库”,能轻松容纳海量数据,确保数据的安全与稳定。数据管理则像是一位严谨的“数据管家”,对数据进行清洗、转换和集成,让数据变得规范、可用。数据分析是

核心,机器学习、深度学习等算法如同智慧的“大脑”,能从数据中找出潜在规律和模式。而数据可视化则像是一位“翻译官”,将复杂的数据分析结果以直观的图表、报表等形式呈现,让用户一目了然,为新能源智慧场站故障诊断提供有力依据。

2. 新能源场站技术概述

当前主流的新能源场站涵盖风电场与光伏电站。风电场由风力发电机组、升压站、输电线路等构成,风力发电机组将风能转化为电能,其叶片设计、齿轮箱传动效率等直接影响发电量,而升压站负责将低电压电能升高后输送至电网,输电线路则承担着电能传输任务,各环节紧密协作。光伏电站主要由太阳能电池板、逆变器、汇流箱等设备组成,太阳能电池板吸收太阳光并产生直流电,逆变器将直流电转换为交流电以供使用,汇流箱则对多路电池板输出电流进行汇集。新能源场站运行环境复杂,面临风速风向多变、光照强度波动等挑战,设备分布广泛且数量众多,不同设备间协同工作复杂度高,这对场站的监控、管理以及故障诊断技术提出了极高要求,需不断优化技术以提升场站运行效能。

3. 故障诊断技术概述

传统故障诊断技术历经多年发展,积累了丰富的经验。基于信号处理的方法,通过采集设备运行时的振动、声音、温度等信号,运用傅里叶变换、小波分析等技术,提取信号特征,以此判断设备是否存在异常。例如,对旋转机械的振动信号进行分析,可发现轴承磨损、齿轮故障等问题。基于模型的方法则是依据设备的物理原理和数学模型,将实际运行数据与模型预测数据进行对比,从而识别故障。像在电力系统中,通过建立发电机、变压器等设备的数学模型,实时监测其运行参数,一旦出

作者简介: 成存福(1993.01——)男,汉族,本科学历,中级工程师,主要从事风力发电集中监控运行调度方面的研究工作。

现偏差即可判定故障。基于知识的方法借助专家经验、故障案例库等知识资源，运用规则推理、案例推理等技术进行故障诊断。

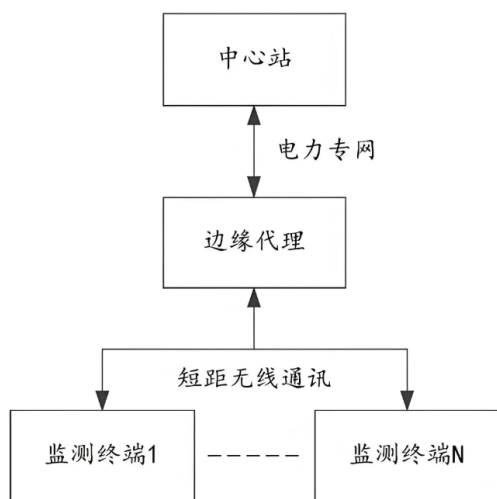


图1 一种适用于电力物联网的输电线路分布式故障诊断系统的制作方法

但随着新能源场站等复杂系统的出现，传统方法面临挑战。大数据技术为故障诊断带来新契机。基于大数据的故障诊断技术能整合海量设备运行数据，利用机器学习算法挖掘数据中的潜在规律，构建更精准的故障诊断模型。它可处理多源异构数据，捕捉设备运行状态的细微变化，提前预测故障发生，实现从被动维修到主动预防的转变。这种融合大数据的故障诊断技术，正逐渐成为解决复杂系统故障诊断难题的有效途径。

二、大数据在新能源场站故障诊断中的关键技术

1. 数据采集与预处理

在数据采集环节，需依据新能源场站设备特性，在关键部位精准部署各类传感器，如针对风力发电机组的齿轮箱、轴承等易损部件，安装振动传感器和温度传感器，实时捕捉设备运行时的振动幅度、频率以及温度变化；对于光伏电站的太阳能电池板，布置光照强度传感器和电流电压传感器，获取光照条件及电能输出数据。采集过程中，要确保传感器稳定运行，定期校准以维持数据准确性，同时选择合适的采样频率，既避免数据冗余又保证能捕捉到关键信息。

采集到的原始数据往往存在噪声、缺失值和异常值等问题，这就需要数据预处理来“净化”数据。数据清洗阶段，运用滤波算法去除噪声干扰，像采用移动平均滤波法平滑振动信号中的高频噪声；对于缺失值，根据数据特点选择合适填充方式，若数据呈时间序列特性，

可用前后相邻数据均值填充。数据转换时，对不同量纲数据进行归一化处理，使其处于同一数量级，便于后续分析。数据集成则将来自不同传感器、不同时间段的分散数据整合，形成完整、统一的数据集，为后续利用大数据技术进行故障诊断提供高质量的数据基础。

2. 智能算法应用

智能算法应用为新能源智慧场站故障诊断带来了高效精准的解决方案。机器学习算法在故障诊断中发挥着重要作用，支持向量机（SVM）凭借其强大的分类能力，能够对新能源设备的运行数据进行有效划分。在风电场中，通过收集风力发电机组在不同运行状态下的振动、温度等数据，SVM算法可以学习正常状态与故障状态数据的特征差异，当新的运行数据输入时，快速判断机组是否出现故障以及故障所属类别，如齿轮箱故障、叶片故障等。决策树算法则以直观的树状结构展示决策过程，在光伏电站故障诊断里，它可以依据太阳能电池板的电流、电压、光照强度等数据，逐步分析判断电池板是否存在老化、短路等故障，运维人员能通过决策树的分支清晰了解故障判断的依据。

深度学习算法更是展现出卓越的性能，卷积神经网络（CNN）在处理图像和序列数据方面优势明显。对于新能源设备运行产生的振动信号、温度分布图像等数据，CNN可以自动提取其中的特征。例如在分析风力发电机组的振动图像时，CNN的多层卷积和池化操作能够捕捉到微小的故障特征，实现对早期故障的准确识别。循环神经网络（RNN）及其变体长短期记忆网络（LSTM）擅长处理具有时间序列特性的数据，在新能源场站中，设备的运行状态随时间不断变化，RNN和LSTM可以记住历史数据信息，对当前运行状态进行更准确的预测和诊断。通过对设备长时间运行数据的分析，它们能够发现潜在故障趋势，提前发出预警，帮助运维人员及时采取措施，避免故障扩大，保障新能源智慧场站的稳定运行。

3. 边缘计算与实时诊断

边缘计算与实时诊断在新能源智慧场站故障诊断中紧密相连，是保障场站高效稳定运行的关键。新能源场站设备众多、分布广泛，传统集中式数据处理模式面临数据传输延迟大、带宽占用高的问题，而边缘计算将计算和数据存储靠近数据源，在新能源场站的本地设备或边缘节点上直接处理数据，有效解决了这些问题。

在新能源智慧场站中，边缘计算节点可实时收集设备运行数据，如风力发电机组的转速、功率、振动数据，

光伏电站的电流、电压、温度数据等。这些节点运行着轻量级的智能算法，能对数据进行快速分析。例如，当监测到风力发电机组的振动数据超出正常范围时，边缘计算节点可立即启动故障诊断程序，结合历史数据和预设规则，判断是否出现故障以及故障类型。一旦确定故障，能迅速发出警报，通知运维人员及时处理，大大缩短了故障响应时间。同时，边缘计算节点还可对数据进行初步筛选和压缩，只将关键信息和异常数据上传至云端，减少了数据传输量，降低了网络负担，提高了整体系统的运行效率，实现了新能源智慧场站的实时故障诊断与高效运维。

4. 故障诊断系统架构设计

故障诊断系统架构设计是构建高效新能源智慧场站故障诊断体系的核心。该架构通常涵盖数据采集层、数据传输层、数据处理层与应用层。

数据采集层作为系统的“触角”，广泛分布于新能源场站的各个关键设备处，像风力发电机组的齿轮箱、发电机，光伏电站的太阳能电池板、逆变器等，通过各类传感器实时收集设备的运行数据，包括振动、温度、电流、电压等，确保数据全面且准确。

数据传输层如同“信息高速公路”，采用稳定可靠的通信协议，如5G、LoRa等，将采集到的数据快速、安全地传输至数据处理中心。它要应对新能源场站分布广、环境复杂等挑战，保障数据传输的实时性和完整性。

数据处理层是系统的“智慧大脑”，运用大数据分析、机器学习等先进技术，对海量数据进行存储、管理和深度挖掘。通过构建故障诊断模型，识别设备运行状态，判断是否存在故障及故障类型。

应用层则面向运维人员和管理者，提供直观的界面

和便捷的操作方式。运维人员可实时查看设备运行状态和故障信息，及时采取措施；管理者能依据系统提供的数据分析报告，制定科学的运维策略，优化场站运行管理，实现新能源智慧场站的智能化故障诊断与高效运维。

结论

大数据技术在新能源智慧场站故障诊断中具有重要的应用价值。通过数据采集与预处理、智能算法应用、边缘计算与实时诊断以及故障诊断系统架构设计等关键技术，能够实现对新能源场站设备故障的准确诊断和及时预警。然而，目前大数据在新能源智慧场站故障诊断中的应用还面临一些挑战，如数据安全性与隐私保护、算法的可解释性等。未来的研究应该进一步探索解决这些问题的方法，不断完善大数据在新能源智慧场站故障诊断中的应用，为新能源产业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 李壮, 张嗣勇, 程龙胜, 等. 新能源升压站智慧运维技术研究与实践[J]. 电力系统装备, 2024(6): 99-102.
- [2] 李宁, 关蓉. 基于大数据平台的分布式新能源场站数据接入的研究与应用[J]. 智慧中国, 2024(1).
- [3] 刘永刚. 新能源场站运维中的智能化监测与故障诊断[J]. 2024.
- [4] 奚春平, 徐斌. 人工智能、物联网技术应用在新能源场站的探索[J]. 百科论坛电子杂志, 2018, 000(016): 552-553.
- [5] 秦世昊. 基于大数据的新能源汽车动力电池故障诊断与预警研究[D]. 长安大学, 2024.