

基于大数据的电力系统故障诊断与预测技术研究

邓鹏

国网蕲春县供电公司, 湖北 蕲春 435300

摘要： 当今电力供应对社会生产生活意义重大，保障系统稳定运行是关键，本文集中探讨了基于大数据的电力系统故障诊断及预测策略。论述了基于大数据的电力系统故障诊断与预测技术的特点和必要性。然而，目前面临的数据品质欠佳与模型适用性不足等问题亟需解决。为解决这些问题，建议采取优化数据收集与处理流程等策略。基于对该技术的深入探究，目标在于显著提升电力系统故障诊断及预测效能，以保障电力系统的安全、高效与稳定运作。

关键词： 大数据；电力系统；故障诊断；故障预测

Research on Fault Diagnosis and Prediction Technology of Power System Based on Big Data

Deng Peng

State Grid Qichun County Power Supply, Qichun, Hubei 435300

Abstract： Nowadays, power supply is of great significance to social production and life, and ensuring the stable operation of the system is crucial. This article focuses on exploring fault diagnosis and prediction strategies for power systems based on big data. It discusses the characteristics and necessity of fault diagnosis and prediction technology for power systems based on big data. However, there are urgent issues to be addressed, such as poor data quality and inadequate model applicability. To address these issues, it is suggested to adopt strategies such as optimizing data collection and processing procedures. Based on in-depth exploration of this technology, the goal is to significantly improve the efficiency of fault diagnosis and prediction in power systems, ensuring the safe, efficient, and stable operation of power systems.

Keywords： big data; power system; fault diagnosis; fault prediction

引言

伴随社会经济的迅猛增长，电力系统作为支撑现代社会的关键基础设施，确保其稳定与高效运作显得尤为关键。随着电力系统的规模持续扩张与结构日趋复杂，故障的出现不仅会引发电力供应的断续，对民众的生活与生产活动构成干扰，而且还可能引发严重的经济损失。传统故障诊断及预测技术，在应对动态复杂的电力系统时，日益显现出其效能的不足。通过大数据技术对电力系统生成的庞大数据集进行解析与发掘，能够更为精确地识别故障根源，预估故障出现的概率，进而增强电力系统的可靠性与稳定性。因此，基于大数据的电力系统故障诊断与预测技术的应用具备显著的实践价值。

一、基于大数据的电力系统故障诊断与预测技术的特点

（一）数据处理量大

在电力系统的运作中，会生成大量的数据，涵盖设备的操作参数、电网的拓扑配置、以及气候与环境信息等。依托大数据背景下的故障诊断与预测技术能够实现庞大数据集的高效管理和存储。举例而言，借助分布式存储与并行计算技术，能够高效处理高达 TB 乃至 PB 级的数据量，从而为故障诊断与预测活动提供充裕的数据资源。

（二）诊断预测精准

通过应用大数据分析技术，包括但不限于机器学习与深度学习等方法，能够对电力系统的过往数据及当前数据进行精细剖析，以揭示隐藏于数据间的内在联系与模式。借助精确的故障诊断与预测模型的构建，可以更为精确地识别故障种类、定位故障所在位置并评估其严重等级，同时预估故障的出现时点及其演变轨迹。举例而言，通过在电力设备振动数据中应用深度学习的卷积神经网络技术，能够精确辨识设备的故障类别^[1]。

（三）实时性强

借助大数据技术，电力系统中的数据得以实现实时收集与处

理，从而能即时识别异常状态并发出警报。借助实时监控电力系统的运作情况，一旦识别出数据偏离或故障信号，即刻触发警报，提醒维护团队及时响应，以降低故障带来的损害。举例而言，对电网的电压、电流等指标进行连续监控，一旦检测到这些指标偏离正常水平，即刻触发警报机制。

（四）多源数据融合

在电力系统中，故障诊断与预测的实现需整合多元考量要素，而大数据技术的优势在于其能集成并整合自多渠道的数据资源，涵盖传感器信息、监控平台资料以及气象数据等。通过整合多种来源的数据进行综合分析，能够更为深入地洞察电力系统的运作状况，进而提升故障识别与预估的精确度。举例而言，通过整合气象数据与电力设施的操作数据，探讨气候条件对设备故障发生率的关联性。

（五）自学习和自适应能力

基于大数据的故障诊断及预测模型具备自我学习与自我适应性。伴随电力系统运行数据的持续累积，模型能够实现自我更新与优化，以顺应电力系统运行状况的演变。举例而言，若电力系统的配置或运作模式有所变动，该模型能够依据新获取的数据进行适时调整，从而维持其诊断与预测效能的稳定性。

二、基于大数据的电力系统故障诊断与预测技术应用的必要性

（一）保障电力系统稳定运行

电力系统的平稳运作对于社会的有序运行至关重要。借助于大数据驱动的故障诊断与预测技术，能够实现对电力系统故障及潜在问题的即时识别，从而采取针对性措施予以解决，有效遏制故障的进一步扩散与恶化，确保电力系统的安全与持续运作。例如，当电网遭遇短路事故时，能高效且精确地识别故障源，迅速断开故障区域，确保电力系统的正常运行^[2]。

（二）提升供电可靠性

提升供电稳定性构成了电力企业核心的战略目标之一。借助大数据技术对电力系统的故障诊断与预测，能够前瞻识别设备的隐含故障，科学制定设备的检修及维护日程，有效缩减因设备故障引发的停电工时，进而增强供电的稳定性与可靠性。举例而言，利用预测技术评估变压器发生故障的可能性，从而提前安排维修工作，以预防因变压器突然故障导致的断电情况^[3]。

（三）降低运维成本

传统电力系统的维护工作主要依赖于周期性的巡查与故障后的紧急修复，此类方法不仅执行效率欠佳，且运营成本相对高昂。基于大数据的故障诊断及预报技术能够实现对电力设备的实时监控与状态评价，依据设备的实际运作状态提供精准的维护策略，有效减少非必要的检修频率，从而降低运营与维护的费用。

（四）适应智能电网发展需求

智能电网代表了电力系统未来的演进路径，其显著特征在于高度的信息化、自动化与智能化。基于大数据的故障诊断及预报技术是确保智能电网实现智能化运作的基石。通过深入分析与处理智能电网内庞大数据集，能够实现对该系统的智能化监控、调控及管理，从而显著提升智能电网的运营效能与稳定性^[4]。

（五）应对电力系统复杂性增加

伴随电力系统规模的持续扩大与架构的愈发复杂，故障的种类与起因亦呈现出多元化特征。传统的方法在处理这类复杂性时显得力不从心。大数据技术有能力处理庞大的、复杂的数据集，深挖隐藏于数据之中的潜在知识，从而为应对电力系统中复杂的故障问题提供了行之有效的方法。以新能源并网后的电力系统为例，其运作属性出现了显著转变，大数据技术能够剖析新能源发电的不可预测性对电力系统故障的潜在影响。

（六）满足用户对电力质量的要求

随着时代的发展，公众对电能品质的期待日益提升，电力系统的异常状况，诸如电压不稳定和频率偏离，会干扰用户电气设备的正常运作。借助于大数据驱动的故障诊断及预测手段，能够实现对电力问题的即时识别与处置，从而提升电力品质，以契合用户的期望。举例而言，借助对电网电压及频率数据的监控，能够即时识别出异常情况，并据此采取相应措施进行必要的调整^[5]。

（七）促进电力行业可持续发展

借助大数据驱动的故障检测与预测技术，能够显著提升电力系统的运作效能与稳定性，同时降低能源损耗并减轻环境负担。为推动电力行业的持续进步，通过改良电力系统的运营策略，减少发电与输送环节的能耗，以确保其长期稳定与高效运作。举例而言，借助于预测电力需求，精心规划发电调度，避免非必需的发电机组启停，从而有效减少能源损耗。

三、基于大数据的电力系统故障诊断与预测技术现存问题

（一）数据质量问题

在电力系统的收集过程中，可能出现诸如噪音、遗漏、误报等数据质量问题。干扰故障诊断与预测模型训练及分析的噪声数据会引发结果的准确性问题。缺失数据会损害模型的全面性和可信度，而错误数据则可能引发误诊与预测失误^[6]。例如，传感器失效可能会导致收集的数据失真，从而影响对电力设备运作状况的评估。

（二）数据安全问题

电力系统的海量数据蕴藏丰富且敏感的内容，包括但不限于电网的拓扑配置以及用户的用电详情。在大数据时代背景下，数据在存储、传输及处理过程中遭遇安全风险，包括数据泄露与篡改等问题。若数据安全发生故障，不仅会干扰电力系统的平稳运作，还可能引发用户资料外泄及财务损失。

（三）模型适应性问题

电力系统的运作状况受多重变量制约，包括但不限于气候变迁与负载变动。当前的故障诊断及预测模型，在应对复杂且不断变化的操作环境方面，表现出较低的适应性。在电力系统运行状况变动的情况下，模型效能可能受损，从而引发诊断与预测结果的失真。例如，在异常气候情形下，当前的模型可能难以精确估算电力设施的故障机率。

（四）算法效率问题

在大数据分析领域，算法的计算复杂度显著，特别是在应对海量数据集时，算法的效率成为决定其实用性的核心因素。某些

复杂的机器学习与深度学习技术，在执行训练与预测任务时，往往耗费显著的时间与计算资源，这使其难以适应电力系统的即时需求^[7]。

（五）专业人才短缺问题

基于大数据的电力系统故障检测与预报技术融合了电气工程、计算机科学、统计学等多学科的知识体系。当前，具备电力系统知识与大数据技术专长的专业人才较为匮乏，这一情况制约了该技术的应用与进步。企业和研究机构面临专业人才短缺的问题，难以有效开展数据处理、模型构建以及算法调优等相关工作。

（六）标准规范缺失问题

在当前的大数据驱动的电力系统故障诊断与预测技术应用中，尚未形成统一的标准规范体系。各企业与研究机构在数据收集、加工、模型构建及评测环节展现异质性特征，由此引发的数据与模型之间的兼容性与互操作性问题显著。此举妨碍了技术的普及与使用，同时也制约了科研成果的传播与互动。

（七）投资成本较高问题

采用以大数据为支撑的故障诊断与预测策略，涉及显著的资金投入，涵盖数据获取设施的购买、数据储存及处理系统的构建、算法创新以及专业人才培养等环节。对于部分中型和小型电力企业而言，较高的资本投入可能构成其采纳该项技术的制约因素^[8]。

四、基于大数据的电力系统故障诊断与预测技术的发展策略

（一）优化数据采集与处理

强化数据采集设备的保养与管控，以保障数据的精确度与全面性。采用数据清洗、利用填充等技术对收集的数据进行预处理，旨在消除噪音与错误记录，并填补遗漏的数据。此外，相关人员构建了数据质量评价体系，实现了对数据质量的即时监控与评价，有效识别并应对数据质量问题。

（二）加强数据安全保障

构建全面的数据安全保护机制，运用加密、权限管理、数据备份等技术策略，确保数据在存储、传输及处理过程中的安全性。强化数据安全管理体系，建立严谨的数据安全管理体系，明确数据应用与共享流程，以预防数据泄露与篡改事件的发生。

（三）改进模型算法

持续探索与提升故障诊断及预测模型的算法技术，以增强模型的适用范围与精确度。鉴于电力系统的特性，设计并开发了适用于多种运行情境的模型与算法。例如，通过集成学习策略，将多个模型整合在一起，以增强模型的泛化性能。此外，本研究着重探索前沿算法技术，包括强化学习和迁移学习等，旨在将其有效应用于电力系统的故障诊断与预测工作。

（四）提高算法效率

通过优化大数据分析算法，引入分布式计算与并行计算等策略，以增强算法的计算性能。通过优化与改进算法，有效降低了计算需求与执行时间。例如，采取逼近算法、降维算法等策略，在确保足够精确度的基础上，优化算法执行效率，以契合电力系统的实时性需求^[9]。

（五）加强专业人才培养

高等学府与职业学院需优化专业设置，致力于造就兼具电力系统知识与大数据技能的综合性专业人才。企业与研究机构应着重加强在职员工的大数据技术培训，以提升其应用能力。此外，构建人才激励体系，旨在吸引并保留卓越的专业人才，从而为技术进步奠定坚实的人力资源基础。

（六）建立标准规范

有关政府部门及行业协会应协同制定针对大数据驱动的电力系统故障检测与预判的技术标准，确保数据收集、加工、模型构建以及评价等环节的一致性。借助确立的标准规程，提升了数据与模型间的兼容性与互操作性，加速了技术的普及与实施，进而促进了行业的持续繁荣与发展^[10]。

（七）合理控制投资成本

电力企业需依据其具体条件，明智部署基于大数据的故障检测与预报系统的财务投入。采取分阶段增长策略，分期分配资金，以减少一次性大额投资所伴随的风险。此外，积极寻求政府与社会的支援，力求获取相应的政策与资金援助，以期减轻企业的投资负担。

五、结语

基于大数据的电力系统故障诊断及预测技术为确保电力系统的安全、稳定以及高效运作提供了坚实的基础。鉴于当前技术实施中面临的一些挑战，通过优化数据获取与处理流程、强化数据安全防护、升级模型算法设计、提升计算效能、加大专业人才培养力度、制定行业标准并合理规划投资策略等措施的采纳，预期上述问题将能够得到妥善解决。展望未来，持续深入的研究与探索至关重要，旨在促进该技术的革新与实践应用，从而为打造更为智能与稳健的电力系统贡献更大力量。

参考文献

- [1] 刘立石,徐承森,汪健,等.基于大数据技术的电力系统故障预测与诊断方法分析[J].电子技术,2023,52(10):392-393.
- [2] 顾云汉.基于多源异构数据融合的电网故障诊断系统的设计与实现[D].东南大学,2022.DOI:10.27014/d.cnki.gdnau.2022.000955.
- [3] 杨硕,范军太,卫伟,等.基于大数据分析的电力系统远程运维及故障诊断[J].电力学报,2021,36(01):84-89.DOI:10.13357/j.dlxb.2021.012.
- [4] 徐卫东,刘勤锋,郑贵元,等.基于电力大数据应用的故障诊断研究分析[J].电工电气,2020,(02):31-34.
- [5] 刘津铭.机器学习在电力系统故障中的运用[J].通信电源技术,2019,36(09):147-148.DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2019.09.057.
- [6] 张宇航,邱才明,杨帆,等.深度学习在电网图像数据及时空数据中的应用综述[J].电网技术,2019,43(06):1865-1873.
- [7] 耿俊成,张小斐,郭志民,等.电力通信网大数据应用场景开发及试点应用[J].电力大数据,2019,22(02):88-92.
- [8] 朱永利,石鑫,王刘旺.人工智能在电力系统中应用的近期研究热点介绍[J].发电技术,2018,39(03):204-212.
- [9] 胡红钱,施伟峰,兰莹,等.基于以太网的船舶电力系统动态电能质量监测与故障诊断系统设计[J].中国舰船研究,2018,13(01):120-126.
- [10] 程志南,屈可庆.新能源主体下新型电力系统中数字化技术的应用[J].光源与照明,2023,(12):234-236.