

Condition Monitoring and Early Warning System for High-voltage Power Transmission and Distribution Equipment Based on Big Data Analysis

Juanjuan Wang

Ningxia Hui Autonomous Region Electric Power Design Institute Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract

With the intellectualization and complexity of the power system, it is particularly important to build a condition monitoring and early warning system for high-voltage transmission and distribution equipment based on big data analysis. The system integrates real-time data collection, information processing, and intelligent fault prediction functions of equipment to ensure continuous tracking and prediction of operating conditions. The study points out that the monitoring and early warning mechanism based on big data analysis not only improves the intelligence of equipment management, but also ensures the stable operation of the power system. With the increase in global power demand and the continuous expansion of power systems, high-voltage transmission and distribution equipment plays a vital role in power transmission and distribution.

Keywords

big data analysis; high voltage transmission and distribution; status monitoring; early warning system; equipment management

基于大数据分析的高压输变配电设备状态监测与预警系统

王娟娟

宁夏回族自治区电力设计院有限公司, 中国·宁夏 银川 750000

摘要

随着电力系统规模的智能化和复杂化, 构建一套依托大数据分析的高压输变配电设备状态监测与预警体系变得尤为重要。该系统整合了设备的实时数据收集、信息处理以及智能故障预测功能, 确保对运行状况进行连续跟踪与预判。研究指出, 依托大数据分析, 构建的监测预警机制, 不但提高了设备管理的智能化程度, 而且确保了电力系统的稳定运作。随着全球电力需求的增加和电力系统的不断扩展, 高压输变配电设备在电力传输和分配中发挥着至关重要的作用。

关键词

大数据分析; 高压输变配电; 状态监测; 预警系统; 设备管理

1 引言

电力系统的稳定性可能因设备的运行环境复杂及负荷变化而受到影响, 从而易于引发故障。在现代电力系统中, 传统的依赖定期审查和经验推断的设备维护及故障诊断方法, 已难以达到对实时性能和精确度的高标准需求。本研究致力于分析高压输变配电设备状态监测与预警系统的设计与实现, 该系统以大数据分析为基础, 并对其在实际应用中的表现进行评估。

2 大数据分析在设备状态监测中的应用

设备状态监测领域借助大数据分析技术, 实现了对海量数据即时处理与深度解析, 从而为设备健康管理及故障提前预警提供了创新性的助力。在现代电力系统中, 传统依赖定期检查和人工判定的设备状态监测手段, 已不能满足对监测数据实时性和精确度的高标准需求。引入大数据技术后, 设备状态的监测工作得以实现向智能化与效率的提升转型, 集成传感器技术、数据采集系统及数据处理平台, 可以对设备运行状况进行全面监控。设备的运行情况, 如温度、电流、压力、振动、油位、噪声等信息, 被传感器持续地收集起来, 通过高频次的数据搜集, 该系统能够全面了解设备的详细工作状况。这些数据随后通过高速网络传输至中央处理系统, 在那里经过数据清洗、整合和存储。

【作者简介】王娟娟(1985-), 女, 回族, 中国宁夏吴忠人, 本科, 助理工程师, 从事高压输变配电设施建设及设备运维研究。

采用大数据分析技术, 尤其是机器学习和数据挖掘算法, 可以从大量数据中提炼出有价值的信息, 通过分析得出的数据, 可以洞察机器设备可能隐藏的缺陷和频繁出现的故障类型, 进而实现对潜在故障的提前预防和警示^[1]。利用大

数据分析方法,可以构建设备历史运行数据的模型,进而对设备当前状态与历史数据的差异进行比较,并预测出设备未来的运行走势。

3 系统设计与架构

3.1 数据采集模块

设备状态监测系统的关键环节是数据采集模块,其职能是实时搜集设备运行各阶段的各类数据,构建全面且精确的数据基础。模块内含有众多传感器和数据采集设备,其职能是监测设备运行的各项指标,包括电流、电压、温度、压力、振动等。高精度及低延迟的传感器普遍安装于现代装置之中,这样的配置是为了保障数据捕获的精确性与时效性,物理量通过传感器被转化为电信号,随后,这些信号经过信号转换器处理,最终由数据采集设备完成数据的读取和初步加工。设备用于实时追踪、保存及传递所收集的数据,保障了数据在时间和内容上的连贯性与完整性,模块负责数据的收集,应能配合多种传感器,并处理各类数据格式,以满足设备多样化的需求^[1]。在数据处理与分析阶段之前,必须重视数据采集模块的设计,其间的传感器选择、布局及数据抓取频率等要素,对所获取数据的完整性及真实性起着决定性作用。原始数据的高效收集与传递至处理中心,是此系统设计中不可或缺的一环,需确保数据在传输过程中不发生丢失,并减少延时,设备状态监测系统的根基在于数据采集模块^[2]。该模块通过实时、精确的数据搜集,为数据处理和故障预兆分析提供了可靠的数据基础,是系统运转无误及设备管理效率提升的核心环节。

3.2 数据传输与存储

在依赖大数据分析的设备状态监控体系中,数据传输与储存承担着不可或缺的职责,其核心使命在于,保障从数据采集单元接收的信息能够被有效地、安全地送达数据处理中心,并实现长期稳定地存储,以供将来分析之用。实时数据的传输涉及大量信息从现场迁移至中央数据库,此过程对网络通信技术提出了高带宽、低延迟及高可靠性的要求。数据传输方式通常分为有线(例如光纤、以太网)和无线(例如 Wi-Fi、4G/5G 网络)两种,具体选择何者,需视乎实际应用的需求、数据的大小和传输的距离等条件而定,为确保信息在传输环节不被篡改或遗失,必须采用加密手段与完整性验证机制。

在现代,存储系统一般由分布式数据库和云存储解决方案构成,这些系统能够保证高可用性和可扩展性,有效地应对数据量的持续增长。数据存储系统应提供数据备份与恢复机制,以保障系统故障或数据丢失时,能迅速恢复信息。存储系统应具备高效的数据管理功能,如数据压缩、归档及清理,目的是优化存储空间,提升数据存取效率,确保数据在传输与保存过程中的准确无误和防护安全是至关重要的,这为后续的高品质数据分析提供了坚实的信息支撑^[3]。

3.3 数据分析与处理

在设备状态监测系统中,数据分析与处理扮演着关键角色,其工作原理是从众多原始数据中筛选出关键信息,并对其进行详尽分析,从而为决策制定与故障预兆提供数据支撑。在数据分析环节,数据清洗扮演着关键角色,它涉及消除噪声、填充或删除缺失数据、处置异常数据,以此来保障数据的准确性与统一性。在此阶段中,对数据执行必要的转换操作,纠正其中存在的错误,并补全缺失部分,以确保后续分析工作的顺利进行,并获得准确可靠的数据支持。随后,通过汇总及融合来自不同传感器和数据源的信息,构建起涵盖广泛的数据综合视角。在执行此流程时,必须对结构不一且重复的数据进行加工,以保障各类数据间的协调性与相互间的可度量性。

借助数学模型和算法,可以辨识设备的正常运作状态及其可能出现的故障模式,进而执行风险评估和预测分析。利用时间序列分析和回归模型对设备运行状态的发展趋势进行预测,以便及时识别潜在的故障隐患。利用图形化的方式呈现数据,能够使用户迅速辨认出数据中的异常点、趋势的变迁以及重要的性能指标,进而实施必要的行动。通过精准的数据分析与处理技术,不仅可以提高设备状态监测的准确性,而且能够实现实时故障诊断与预警,有效缩短停电时间,并显著降低维护成本。系统化的数据清洗、整合、建模和可视化过程,为设备运行状态的监控提供了科学且精确的决策支持,这对于确保设备运行的高效性与安全性至关重要。

3.4 预警机制设计

在依赖大数据分析的设备状态监测系统中,预警机制的设计至关重要,它的作用是在设备出现潜在问题之初便及时发出警报,目的是降低设备故障发生的可能性,并提高设备运行的可靠性与安全性。预警机制的设计涵盖了制定规则、配置警报系统以及执行预警响应等多个关键环节,制定预警规则是构建预警机制的基础,此过程涉及分析设备运行数据、历史故障记录及行业标准,从而确立一系列触发预警的条件和阈值。规则涵盖了从数据中提取的统计属性,例如温度、压力等参数的显著变化,同样也涉及由机器学习模型所产生的预测数据,深入分析数据,鉴定指标变动,预测设备故障,设定预警阈值,为实现设备运行状态的实时监控及故障预兆的准确判定。

相关人员能够在第一时间接收到预警信息,得益于警报系统的及时准确设置。例如,为了在各种不同的状况下都能够传递出警示信息,现代警报体系融合了多种传讯手段,这些手段包含短信、电子邮件、电话语音以及实时的监控面板等,灵活的配置功能是警报系统的一个必要特性,它使得系统能够针对不同的预警级别和类型。在接收到预警信息之后,迅速而有效地采取相应措施,这是预警响应的关键所在,制定周密的应急措施,如现场勘查、参数调整以及设备维护,

旨在最大限度减少生产过程中可能出现的设备故障。实施预警响应,须建立在明晰的工作流程和高效的沟通机制之上,旨在保障各部门在接收到预警信号时,能快速进行协调与合作,进而执行有效的应对策略。设计精准的预警机制,通过确立合理的预警准则、构建多元的警报体系以及采取高效的应对手段,极大地增强了对于设备运行状态监控的支持,从而显著提高了设备的运行稳定性与安全性。

4 实施与应用

4.1 系统部署与配置

在构建基于大数据分析的设备状态监测与预警系统过程中,关键步骤包括对系统硬件和软件的选择、安装、配置,以及网络环境的调整优化等。在进行系统部署的过程中,关键在于挑选适宜的硬件和软件平台,在构建系统中,精选具备高效处理能力的硬件组件,旨在支持大规模实时数据处理与持久化存储需求。在软件领域,涉及的关键要素包括安装在各类设备上的操作系统、负责处理海量数据的分析平台、存储重要信息的数据库系统,以及用于实时监控设备状态并提前发出警报的应用程序。为了保障系统的运行效率,这些部件必须具备优秀的兼容性和高度的稳定性,对硬件与软件的参数进行配置,是实现设备状态监测需求的关键环节。服务器硬件的组合包括对处理性能、数据存储空间及网络传输速率的设定,这些硬件的综合搭配旨在满足预计的数据处理需求。

软件的设置工作涉及构建包含多个集群节点的数据分析平台、优化数据库的运行效率、确定数据采集的周期以及定义分析的算法等环节,必须对预警系统的触发条件和报警阈值等参数进行细致设定,保障系统准确识别并响应可能出现的故障情况。系统部署过程中,网络环境的优化是关键环节之一,为了确保从终端设备到监控系统的数据传输过程中既不失真也不滞后,必须构建一个带宽宽、延迟低且稳定的网络环境。在保障信息安全领域,须着重规划防火墙、入侵检测系统等安全措施,以抵御数据外泄及网络攻击的风险。在系统部署与配置过程中,须预先规划和设计其未来的可扩展性与可维护性,确保当系统规模扩大或技术迭代时,能够无缝适应变化。

4.2 系统性能评估

为了保障依赖大数据分析的设备状态监测与预警系统

的顺畅运作,必须对其系统性能进行全面深入的评估,系统性能评价着重考量处理数据的能力,这包括数据处理的速度以及响应时间的长短。为了验证系统在真实环境下的数据处理能力,必须进行大规模实时数据流的处理测试,以保证系统能及时分析数据,且不出现显著延迟现象。系统处理数据的能力,通常以单位时间内处理数据量来衡量,此为评估其性能的关键指标之一。在系统性能评价中,高吞吐量是指单位时间内数据处理能力的量度,提升此性能直接促进了设备状态监测的精准与迅速。在系统性能评价中,稳定性和可靠性是两个至关重要的考量指标,通过模拟不同负载和压力情境下系统的运行状况,稳定性测试旨在评价系统在高负荷下的稳定性,以验证系统在长时间运行中能否保持稳定,防止崩溃或故障的发生。对系统长期运行的稳定性进行评估,涉及故障发生概率及系统恢复的能力,系统若具备高可靠性,则其在遭遇故障时,能够迅速恢复运作,从而缩短停机时长,确保设备监测活动不间断。在性能评价过程中,系统的安全性是一个不容忽视的关键要素。评估系统安全时,需考察其对外来侵袭的抵御机制、对数据的防护效果,以及管控用户接入的级别,通过构建多样的安全威胁和攻击场景,对系统的防护能力进行评估,以确保在真实应用场景中,系统能够有效地对敏感数据进行保护,并阻止非法入侵。

5 结语

针对高压输变配电设备,构建了一套基于大数据分析的状态监测与预警系统。通过对数据的系统化采集、处理和分析,有效支持了电力系统的运行,该技术的应用,不仅增强了电力设备的监控效能和故障预测精确度,还提升了维护管理的效率,促进了电力系统向智能化方向的进步。运用此系统,预计将大幅增进电力设备的运行效率及稳定性,从而为电力行业的持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 王元峰,王林波,王冕,等.基于大数据的配电设备运行状态监控与故障预警系统设计[J].自动化与仪器仪表,2021(6).
- [2] 董兴海,姚笛,夏永章,等.基于物联网的免维护配网漏电监测警示装置的研究[J].电力系统装备,2021(5):12-13.
- [3] 许可.基于大数据与机器学习的配电网电压质量异常预测技术研究[D].扬州:扬州大学,2021.