

大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中的应用

邓仁奇

(国网江西省电力有限公司宜黄县供电分公司, 江西 抚州 344400)

摘要 输配电工程是电力系统的重要组成部分, 其运行稳定关系到电力供应是否安全可靠。由于电力系统规模的不断增大, 输配电工程运行过程中产生的各种数据呈指数级增长, 传统的故障诊断和预警方法已经不能满足精准化、高效化的需求。大数据技术凭借其海量数据的处理能力以及深入分析挖掘的功能, 为输配电工程的故障诊断与预警提供了新的解决办法。本文以大数据技术在输配电工程故障诊断、预警中的应用为研究对象, 从大数据技术应用的意义入手, 分析大数据技术应用中存在的问题, 并提出针对性的对策, 以期为提高输配电工程故障诊断和预警的能力、保证电力系统的安全稳定运行提供有益参考。

关键词 大数据技术; 输配电工程; 故障诊断; 故障预警

中图分类号: TP3; TM72

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.05.009

0 引言

电力行业是国民经济发展的基础性行业, 输配电工程作为电力传输和分配的关键载体, 其运行状态直接影响电力系统的供电质量和安全性能。随着智能电网建设的推进, 输配电工程的智能化水平不断提升, 运行过程中积累的设备参数运行数据、环境感知数据、故障记录数据等各类数据日益增多。这些数据中蕴含着输配电工程运行状态的丰富信息, 是实现故障诊断和预警的重要基础。传统的输配电工程故障诊断和预警主要依赖人工巡检和常规监测设备, 存在诊断效率低、预警滞后性强、故障定位不准确等问题, 难以适应复杂多变的输配电网络运行需求。大数据技术能够对海量异构数据进行快速处理和深度分析, 从中挖掘出隐藏的故障特征和运行规律, 为故障的早期识别和提前预警提供有力支撑。基于此, 深入探讨大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中的应用, 梳理其应用意义, 剖析存在的问题并提出优化策略, 对于推动输配电工程智能化发展, 提升电力系统安全稳定运行能力具有重要的现实价值。

1 大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中的应用意义

1.1 提升故障诊断精准度, 保障抢修效率

提高故障诊断的准确度是大数据技术应用的主要意义之一。传统故障诊断方法大多依靠少量的监测数

据和人工经验, 很容易受到主观因素的影响, 造成故障误判、漏判。尤其是在复杂的输配电网络当中, 单一的故障会引起诸多关联信号的异常状况出现, 人工诊断很难理清这些信号之间存在的内在联系, 常常要花费很多时间进行排查。大数据技术可以整合输配电工程全生命周期的各种数据, 包括设备出厂参数、日常运行数据、历史故障记录、环境监测数据等, 对数据进行多维度分析、关联挖掘, 准确识别故障类型、特征, 确定故障发生的具体位置。利用数据挖掘技术对大量的数据进行深入的梳理, 可以建立故障特征与数据信号的对应关系, 有效地将故障信号与干扰信号区分开来, 减少诊断过程中人为的误差。准确的故障诊断结果可以给故障抢修提供明确的方向, 使运维人员快速调配资源进行抢修工作, 从而大大降低故障处理的时间成本和经济成本, 减少因故障停电造成的损失。

1.2 强化故障预警前瞻性, 实现主动预防

强化故障预警的前瞻性是大数据技术应用的价值之一。输配电工程故障发生时常常伴随着一系列前兆特征, 这些特征信号比较微弱, 时间跨度较大, 传统预警方法由于数据处理能力的限制, 很难捕捉到这些微弱的特征信号, 造成预警滞后于故障的发展, 不能给运维处置预留充足的时间。大数据技术可以对输配电工程运行数据实施实时监测并展开动态分析, 通过构建实时数据采集与分析链路, 实现数据从采集、传

作者简介: 邓仁奇 (1996-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 输配电工程。

输到分析的全过程快速流转。根据历史故障数据以及实时的运行数据,能够挖掘设备运行状态变化规律,在故障发生前就能从设备运行的异常趋势中察觉并及时发出警报。这种前瞻性预警系统把输配电工程运维从被动抢修转变为主动预防,运维人员依照预警信息实施设备检修和隐患排查,降低了故障出现的概率,提高了输配电工程的运行稳定性和可靠性。

1.3 优化运维管理模式,降低运行成本

优化输配电工程运维管理模式是大数据技术应用的延伸意义。传统的输配电工程运维大多采取定期巡检的方式,这种模式存在明显的缺陷,一方面不能覆盖所有的设备和环节,容易造成巡检盲区;另一方面可能会出现过度维护或者维护不足的情况,有些设备还没有到检修时间就进行检修,增加运维成本;而有些存在潜在隐患的设备没有及时被发现问题。利用大数据技术对输配电工程运行数据进行持续的分析,可以全方位掌握设备运行状态、性能变化以及老化趋势,为设备全生命周期管理提供精准的数据支持^[1]。运维人员根据数据分析结果制定个性化的运维方案,根据不同的设备运行状况合理安排巡检时间、检修内容,实现精准运维。大数据技术可以优化运维资源的分配,按各地区、各环节故障出现频率和运维需求的不同来合理调配人力物力资源,避免盲目运维、过度运维,提高运维管理精细化水平,降低运维成本,保证输配电工程长期稳定运行。

2 大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中应用存在的问题

2.1 数据整合效率低下影响故障诊断预警基础

输配电工程涉及多个环节、多个设备类型,不同环节、不同设备产生的数据来源分散格式各异,且数据标准不统一。当前,在大数据技术应用过程中缺乏有效的数据整合机制,难以实现各类数据的高效汇聚和规范处理。大量异构数据无法被充分整合利用,导致数据资源浪费,同时也使得故障诊断和预警所依赖的数据基础不够全面准确。

2.2 数据处理分析能力不足制约诊断预警效能发挥

输配电工程运行产生的数据具有海量性、高维性、动态性的特点,对数据处理分析的速度和深度提出了较高要求。当前大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中的应用,存在数据处理分析能力不足的问题^[2]。一方面,数据处理速度滞后,无法实现对实时运行数据的快速处理,导致故障发生后无法及时完成数据解析,影响故障诊断的及时性;另一方面,数据深度分

析能力欠缺,难以从海量数据中挖掘出有价值的故障特征和运行规律,多停留在数据的表面统计层面,无法为故障预警提供深层次的数据支撑,制约了大数据技术在故障诊断和预警中效能的充分发挥。

2.3 技术应用适配性不足导致诊断预警针对性欠缺

输配电工程的运行环境复杂多变,不同区域、不同类型的输配电工程在设备配置运行工况等方面存在较大差异,对故障诊断和预警的需求也具有个性化特点。当前大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中的应用缺乏对不同输配电工程个性化需求的充分考量,技术应用方案较为单一固化。所采用的数据分析模型和预警指标体系通用性较强,无法精准适配不同输配电工程的运行特点,导致故障诊断和预警缺乏针对性。

3 大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中应用的策略

3.1 构建高效数据整合体系,提升故障诊断预警数据基础质量

依托数据关联整合的核心思路,通过构建统一的数据汇聚平台,实现输配电工程各环节各类数据的集中收纳。输配电工程数据来源广泛,涵盖发电侧、输电侧、配电侧等多个环节,涉及变压器、断路器、电缆等多种设备,不同来源的数据格式差异较大,包括结构化数据(如设备参数)、非结构化数据(如故障图像)、半结构化数据(如运行日志)等^[3]。统一的数据汇聚平台需具备强大的兼容能力,支持多种数据格式的接入,同时建立标准化的数据处理流程,对异构数据进行规范化转换,消除数据格式差异带来的整合障碍。在数据整合过程中,需重点开展数据清洗工作,通过过滤、修正、剔除等方式,去除无效数据、冗余数据和错误数据,保留有价值的核心数据,提升数据质量。

建立分层级的数据整合管理机制,明确各层级数据整合的责任主体和工作要求。在设备层面,优化数据采集终端的配置,根据不同设备的运行特点和监测需求,合理布置传感器、智能监测终端等设备,确保数据采集的全面性和实时性,同时提升数据采集终端的稳定性和抗干扰能力,保障数据传输的可靠性。在平台层面,加强数据整合系统技术升级,采用分布式存储和计算技术来提升数据存储容量和处理效率以满足海量数据的存储分析需求;创建数据质量评价体系,定期对整合后数据质量做检查,根据数据缺失、数据偏差等问题采取相应办法持续提高数据质量。在管理层,健全数据整合相关的制度规范,明确数据采集、存储、传输、使用等各个方面的流程和安全要求,防

止数据的泄漏或者被滥用；构建跨部门协同工作的机制，明晰各部门在数据整合过程中所承担的责任以及具体的分工，加强部门间的相互配合，促进数据整合工作有序地开展。

3.2 强化数据处理分析能力，充分释放诊断预警效能

依靠数据高效处理和深度挖掘的基本逻辑，改进数据处理算法，加快数据处理的速度与效率，从而实现输配电工程实时运行数据的迅速分析、处理。输配电工程运行数据具有海量性、高维性、动态性等特点，传统的数据处理算法不能满足实时性、准确性要求^[4]。需要引进并行计算、流式计算等先进的数据处理技术，创建高效的水处理技术数据处理体系，对大量的实时数据实施快速处理和分析。从数据深层次挖掘上看，创建分层次、分类别进行剖析的多维数据分析框架。由设备运行参数、环境影响因素、故障历史记录等各部分入手，寻找数据间的关系，精准地抽取故障特征信息以及运行异常趋势信号。

增加数据处理分析技术的研发投入，设立专项研发资金，支持数据处理分析技术的研究与创新，促进企业与科研机构合作，共同攻克数据处理分析环节的关键技术。采用先进的数据分析工具和技术手段，人工智能分析平台、大数据挖掘软件等来提高数据处理分析的智能化程度。创建动态的数据分析模型优化机制，按照输配电工程运行状况的变动以及故障类型的变化，及时对分析模型的参数加以调整，从而提升模型的适应能力与分析精确度。当增加新的设备类型或者出现新型故障的时候，及时增加相应的数据样本，对模型进行训练和优化，使模型可以识别出新型故障的特征。同时，加强运维人员的数据分析能力的培养，制定系统性的培训计划，定期组织运维人员参加数据分析技术培训和交流活动，提高运维人员使用数据分析工具的能力以及对数据分析结果的解读、应用能力。

3.3 打造个性化应用方案，增强诊断预警针对性

根据不同的输配电工程运行特点的精准掌握，工程的设备配置、运行工况、环境条件等实际情况来创建不同的数据分析指标体系以及预警阈值标准。不同的输配电工程，高压输电工程、低压配电工程，其设备种类、运行参数范围、故障类型不同；同一类型的输配电工程，在高温高湿地区、高寒地区、多雷区等不同的环境条件下，其运行状况和故障发生的规律也不同^[5]。因此，个性化的应用方案必须考虑这些差异，不能使用统一的标准和模型。根据不同的故障类型来

创建个性化的故障诊断算法以及预警模型，如针对输电线路雷击故障，可以将雷电监测数据与线路运行参数相结合，建立专门的雷击故障诊断和预警模型，针对变压器绝缘老化故障，主要分析变压器油中溶解气体含量、绕组温度等参数，创建绝缘老化故障预警模型。

在技术应用前进行全面输配电工程调研，组建专业的调研团队，深入现场了解各工程设备配置、运行工况、环境条件、历史故障情况、运维需求等，建立详细的工程信息档案，为个性化应用方案制定提供充分依据。方案制定时要召集运维人员、技术专家等各方人员，充分听取各方的意见，保证方案的合理性与针对性。建立应用方案动态调整机制，定时对技术应用成效加以评定，评定指标涵盖故障诊断准确率，预警提前时间、运维成本削减幅度等，依照评定结果及工程运行状况的变动及时对方案加以优化调整。工程新增设备或者运行环境发生变化的时候，及时调整数据分析指标和预警模型参数，保证方案可以持续满足工程运行需求。加强技术应用过程中现场指导和反馈，派遣专业技术人员驻场指导方案实施，及时解决实施过程中出现的问题；建立现场反馈渠道，鼓励运维人员及时反馈方案实施过程中的问题和改进建议，对方案进行动态优化。

4 结束语

大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中的应用，是智能电网建设的重要组成部分，对提升输配电工程运行管理水平，保障电力系统安全稳定运行具有重要意义。当前大数据技术在应用过程中仍存在数据整合效率低下、数据处理分析能力不足、技术应用适配性不足等问题，制约了其应用效能的充分发挥。通过构建高效数据整合体系、强化数据处理分析能力、打造个性化应用方案等针对性策略，能够有效解决上述问题，提升故障诊断和预警的精准度、前瞻性和针对性。

参考文献：

- [1] 常峰,刘超.在输配电与用电工程中自动化技术的应用[J].中国科技信息,2025(23):55-57.
- [2] 冯敏.输配电工程管理风险评估与控制策略研究[J].电力设备管理,2025(22):263-265.
- [3] 李炜,邢王锋,赵娜.大数据技术在输配电工程故障诊断和预警中的应用[J].能源新观察,2025(09):35-36.
- [4] 张欣.信息化平台在输配电工程运维管理中的集成与应用[J].信息与电脑,2025,37(16):115-117.
- [5] 谭宏亮,马剑,马明,等.输配电及用电工程线路安全运行技术[J].电工技术,2025(S1):592-594.