

基于大数据分析的配电设备故障预测模型构建

陶永泽

巴彦淖尔供电公司农垦供电分公司西三供电所 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘要: 面对现代化电网高效、安全、稳定的要求,采用常规的检修和管理手段已显得力不从心。科学技术的飞速发展,给变电站的操作和维修带来了新的挑战。依靠以数据为中心的方法,可以实时追踪变压器的情况,预测故障,进行状态维修,从而提高运行管理的效率,减少故障发生的几率,保证电力系统的持续稳定性。

关键词: 大数据技术;变电运维;故障预测;智能化管理

大数据时代的到来为智慧电网的发展提供了全新的机遇,在构建涵盖电网全流程的实时监控体系的前提下,还需要向内部提供安全可靠的电网全景图和实时数据,从而实现数据的处理。因此,智慧电网的构建本身也是一种基于网络的大数据的实践。运用大数据对各类电网数据进行有效管理,既是实现其自身价值的关键环节,又是推进我国电力体制变革的关键技术,具有广泛的研究前景。

1 概述

大数据时代的到来为智慧电网的发展提供了全新的机遇,在构建涵盖电网全流程的实时监控体系的前提下,还需要向内部提供安全可靠的电网全景图和实时数据,从而实现数据的处理。因此,智慧电网的构建本身也是一种基于网络的大数据的实践。运用大数据对各类电网数据进行有效管理,既是实现其自身价值的关键环节,又是推进我国电力体制变革的关键技术,具有广泛的研究前景。针对当前我国电力系统大数据的实际使用情况,在已有的对电力系统数据的挖掘研究中,大多依赖于某一种数据来源或某一种业务数据,而跨部门、跨业务、跨平台的数据融合、分析和查询处理的研究和实践,并没有得到普遍的推广。本项目以电网大数据为基础,以电网大数据为基础,融合营销、配网、调度等多链数据,研究结果将为电网故障诊断、电网调度、负荷预测、安全评估等具有重要的理论意义和应用价值。

2 设备故障诊断与预测中存在的问题

电力网络向大容量、特高压和远程供电的快速发展,对电力设备的安全和可靠性提出了更高的要求。所以,对电力系统中有关的电力系统进行故障诊断和预报的研究和应用具有十分重大的实际意义。而预报式故障是指通过对以往的故障数据,运用大数据技术,对其进行全面的分析,在出现故障前,能够对最有可能出现故障的位置和设备进行预警,并采取相应的预防维修措

施,能够极大地减少事故的发生率,减少事故的次数,提升电力系统的供电可靠性。现有的 EMS 配电网络故障辅助诊断方法无法对多个设备的信息进行准确的故障诊断,并对其成因进行剖析,从而引导故障修复,或防止同类故障重演。我国各大电力公司尚未实现对电力系统的故障预报,因此,如何有效地提升电力系统的运行水平,是保障电力系统安全运行的重要保障。从当前电力大数据的分析与应用现状来看,当前我国电网企业对数据的处理主要集中在指标的计算与报告上,而在经营决策上则主要依赖于依靠传统的信息化手段进行的手工评判。企业经营管理中,IT 只是为企业的经营管理提供了大量的商业数据,而企业的经营管理则依赖于人的认识与经验。尽管目前已意识到以大数据为基础进行辅助决策与预测将成为今后信息科技发展的一个主要趋势,也是对企业最大的贡献,但目前还没有一个很好的方法来处理这一问题。为此,本项目拟从分析、测试、优化等方面入手,结合电网大数据的特征,构建符合电力行业大数据特征的数据平台与应用平台,并根据所提的技术构建测试运行环境,并将其运用到实际的电力负荷数据处理、存储和检索查询中。对电力系统的故障诊断和预警进行深入研究和验证,最终实现基于电力系统的电力系统大数据平台的有效支持,为电力系统的经营决策提供有效的支持。

3 设备故障诊断与预测分析及其应用

设备是电网企业最宝贵的资产,也是电网安全、可靠运行的关键,其故障的检测与预报对提升电网企业的装备与生产管理水平具有十分重要的意义,然而,常规的失效分析方法仅限于对装备寿命进行的分析,并且仅限于对运行时间的统计,由此导致了周期性规划维修的工作方式。本项目以前期构建的大数据平台体系结构为基础,将收集到的设备故障记录数据、设备故障时刻数据以及设备故障时刻数据等数据进行融合,通过大数据

平台的数据处理流程对数据进行处理与建模。

3.1 设备故障相关信息采集与分析。通过对能源管理系统(EMS)、PMS、OMS、ERP、地理信息系统、用电收集、市场营销等方面的数据进行采集和整理,并与气象数据进行整合,将其引入到电网大数据平台中,对数据进行净化、转换和修改,并将其存入电力大数据的储存系统中。针对目前电网企业对装备故障的分析与预报能力存在的问题,提出了一种基于神经网络的装备故障诊断与预报方法,并给出了具体的实施实例。该方法包含了故障信息的智能关联和线路故障的智能解析等功能,并且将其解析的结果以图表的形式呈现出来,并且还能够将故障信息显示在了地理信息视图中,并且还能够将分析的结果以报告的形式输出出来。(1)基于大数据的工作流程,通过对数据进行处理,实现了对设备进行故障诊断。(2)将清洗、修改后的管理系统、管理系统和OMS系统的数据表格导入到工作流程中。(3)以EMS故障断点作为指标,将PMS与OMS的遥信分位作为指标,对PMS与OMS进行了智能化的相关分析。(4)以四元组中头三个符合且事故发生时间在一定时间窗(5秒)之内为前提,构建区县名、厂站名、断路器调度号、事故时间四要素集,并与之相对应。(5)智能化的断路器型号辨识,以递推搜索和深度优先搜索为核心的方法。对开关进行分类是实现故障诊断与预报智能分析的前提。(6)以大数据为基础,通过对故障点附近的电流、电压、负荷、运行工况、气象(温湿度、风速、闪电、飓风)、重大活动及节假日等内外因素的综合,采用K-means聚类方法,对气象要素进行分析,得出高温、降雨、雷击等因素对故障产生显著的影响。运用功率 priori 相关分析方法,对线路负荷度,电流,电压,设备出厂时间,检修后运行时间,设备生产厂家,设备检修人员,设备维修人员,天气等多个方面进行全面的关联,找出运行数据、外部环境 and 故障之间的内在联系,从而建立起能够对故障进行预警的数学模型。

3.2 设备故障大数据分析结论及其管理价值。通过大数据的统计分析,可以从中挖掘出若干装备的故障机理和知识,有助于提升电网装备的运行效率。(1)装备的故障与周围的环境因素密切相关,尤其是在雨雪天气,更要强化装备的管理与维修。(2)设备的失效还与工厂的出厂和维修后的工作时间有很大的关联,为此,本项目拟将该关联图画出来,并将其与工厂时间、维修后的工作时间进行比较,以此来对装备的更新时刻、装备的维修周期等进行科学的设置,为企业的生产管理提供一定的参考。(3)该设备的失效与制造厂商有某种相关性。通

过对同类产品进行失效概率与失效概率的比较,可以为电网企业的装备购置及供应商的选择提供一定的参考。(4)设备检修人员和设备维护人员和设备故障之间的关系。由于人员与装备的相关数目不大,且存在大量的数据丢失,因此,装备维修与与装备故障的相关性比较薄弱,目前的研究还无法发现明显的关联规律。

3.3 设备故障预测算法及其改进研究。通过大数据的方法,可以有效地提高企业的运行效率,提高企业的经济效益,提高企业的经济效益。这样才能有针对性地对设备进行维护、维修或更换,从而确保供电的持续、可靠,从而提高供电企业的经营效率。在此基础上,通过对已有的两万多次的失效历史数据,提取引起失效的相关因子,并对其归一化,再对其进行建模,使其能够依据实际情况对其进行预报。(1)将EMS、PMS、OMS等多个系统的实时同步数据导入到工作流程中。(2)通过建立的故障预报模型,对各个开关设备的失效概率进行了分析。(3)按照可能性大小对其进行分类,得到一个预报结果,其中一个预报结果为该时刻的一个断路器失效的可能性,并突出表示该设备的可能性。结合电网企业所完成的工程实例,基于大数据的方法,对所需的服务信息进行采集、汇总、修正和关联,构建基于多源信息的故障诊断流程,实现各类影响因子与故障之间的关联。在此基础上,构建了基于此的故障预报工作流程,实现了对系统运行状态的预报,并对系统中出现的故障进行了预警。在实际应用中,通过对失效预报的历史资料进行了培训,并采用最新的资料对其进行了正确度和召回率的测试:

故障设备召回率(Recall) = 系统预测到发生的故障/所有发生的故障总数

故障设备预测准确率(Precision) = 系统预测到发生的故障/系统预测到的故障总数

在对企业进行了深入的探讨与分析之后,专业人士觉得,召回率比较准确,也就是尽可能地将错误的预报做到最好,这一点期望能够实现80%,同时也要尽可能地提高准确度,因为一旦少于60%,那么对于企业的生产管理来说,就没有任何的作用了。在进行了多次的调整之后,我们得到了一个正确的预测结果,召回率在80%以上,正确率在65%左右。该方法能较好地解决实际问题,对设备的故障诊断与维护具有一定的指导意义。在超过80%的情况下,依靠预报的准确性比较困难,针对生产的现实需要,对其进行了相应的优化,对原始的分析进行了改善,从而形成了对设备失效的时刻及失效的可能性的预报判定。通过对现有的维修方案的分析,提出了一

种新的方法,即将原有的定期维修方案转化为动态的维修方案,使其能够在较大的失效几率下,实现设备的维修与维修,乃至替换。因此,通过一段时期的运行,我们可以看出,总体来说,整个设备的故障发生率较上年同期均有降低。该方法以大数据为基础,在电网企业中得到了广泛的应用。

4 基于大数据分析的配电设备故障预测模型构建框架设计与实现

4.1 数据采集与预处理。多源数据整合。采集参数包括:配电网设备的电参数(电流、电压)、设备状态(温度、振动)、气象(温湿度、风速)、电网运行状态(负荷波动、拓扑)和历史事故日志等。在对资料进行预处理时,需要进行净化(去噪,填补缺失值),归一化(去除因次尺度不同),以及离散化(对连续的属性进行分割)。时间序列与空间数据融合。综合考虑终端的实际操作信息和电力网络的拓扑,建立时间-空间相关的数据集合,为失效扩散的途径解析提供支撑。

4.2 特征工程与模型输入优化。特征提取与降维。提取关键特征:故障电流峰值,谐波分量,设备健康指数(根据历史劣化资料)。利用PCA、ID3等技术对高关联的特征进行过滤,并对其进行降维处理。动态特征权重分配。利用信息熵对特性的重要度进行评价,并根据设备的工作情况,对加权进行动态调节(比如,在极端气候条件下,增加气象数据的权值)。

4.3 预测模型构建与算法选择。核心算法设计。融合模型驱动:结合数据驱动(XGBoost、随机森林)与物理模型(设备老化规律、热力学方程),提升预测可靠性。深度学习扩展:利用卷积神经网络(CNN)对设备影像(例如:红外热像仪)进行检测,利用环形神经网络(RNN)对时序失效趋势进行预测。数字孪生技术集

成。建立配电网装备的数字化双生子模型;通过整体模拟,对失效情景进行仿真,以最优的预报门限(例如超载警告阈值)。

4.4 模型评估与部署。性能评估指标。采用准确率、召回率、F1值评估分类性能,均方误差(MSE)评估回归性能,并引入混淆矩阵分析误报/漏报原因。云边协同部署。在云计算中对模式进行培训,在边沿进行实时预报,减少了反应时间;对动态的模型升级(例如在输入新错误模式之后进行渐进式的学习)。预警与决策支持。输出失效概率,故障类型(短路,过载等)和维修推荐(例如零件的替换),并与维修管理系统连接产生工作单。

4.5 技术趋势与优化方向。多源异构数据融合:集成了卫星遥感(灾害预警)、社交媒体(突然断电)等外在信息,提高预报的综合性。自适应模型优化:引入强化学习动态调整算法参数,适应电网拓扑变化和老化。可信AI增强:结合因果推理技术,提高模型可解释性,降低误报风险。

总之,当前我国电网企业对大数据的研究主要集中在大数据的基础平台与应用平台的设计与研发上,而对大数据的实际运用尚未得到充分利用。在此基础上,选取了一个业务点,即“设备失效预报”。研究成果显示,与以往的数据分析相比,大数据在处理能力、性能以及算法支撑上均取得了巨大的进步,将会是提升企业效率与商业革新的一个重要动力。

参考文献

- [1]王红,智能配用电大数据关键技术研究.2021.
- [2]刘东平,基于大数据分析的配电设备故障预测模型构建探讨.2023.