

基于大数据分析的配网运检故障预测与精准定位策略

韩 强

国网甘肃省电力公司临泽县供电公司 甘肃张掖 734200

摘 要: 随着电力需求增长,配电网规模持续扩张且结构愈发复杂,故障频发影响供电可靠性。本文聚焦基于大数据分析的配网运检故障预测与精准定位策略研究。通过对配电网各类运行数据的收集、整合与深度挖掘,利用大数据技术构建故障预测模型,可提前预判潜在故障风险。同时,借助先进算法实现故障的精准定位。经实际案例验证,该策略有效提升了配网故障处理效率,大幅缩短停电时间,对保障配电网安全、稳定、高效运行具有重要意义,为电力行业智能化发展提供有力支撑。

关键词: 大数据分析;配网运检;故障预测;精准定位

引言

在现今社会环境,电力供应的稳定程度与可靠程度对各行各业发展以及大众日常生活起到重要作用。配电网作为电力系统与用户联结的“最后一步”,运行情况直接关乎供电的质量,配电网规模急剧增大,线路长度呈现不断增长态势,且结构逐渐变得极为错综,单T接、多T接以及架空电缆混架等复杂的线路组合日益普遍化。既往的配网运检方式在面对这类变化的过程中,显现出大量弊端,故障预判能力欠佳,故障显现后定位有偏差,耗费的时间久,引起停电的时长被延长,对社会经济造成显著损害。因此,急切需引入高端技术,增进配网运检的智能水平,做到故障的精准预估与找准,大数据分析技术为处理这些问题提供了别样的思考方式与实施路径。

1 基于大数据分析的配网运检故障预测与精准定位的意义

1.1 提高供电可靠性

通过大数据分析实现故障的预判,可预先发现配电网设备潜在的故障隐忧,在故障未现端倪前部署检修维护行动,预防突发故障造成的停电灾害,精准故障定位可让维修人员迅速赶赴故障现场,压缩故障处置时长,从而有效强化供电可靠性,降低停电为用户造成的不便与经济损失。处于商业发达地带,倘若提前预测到并规避一次配网故障,能保障大量商户的经营业务正常开展,经济损失的减少量可达数十万元甚至更高量级。

1.2 降低运维成本

传统配网运维多数时候采用定期巡检方式,消耗巨量

人力、物力及财力,且实际运维效率较差。通过大数据研判,可促成状态检修的实施,按照设备实际运转情形安排检修日程,避免实施多余的检修工作^[1]。准确的故障定位削减了查找故障点所需时间与人力投入,自采用大数据分析技术起,地区配网运维成本减少了约20%,有效推动了电力企业的经济增收。

1.3 提升电力系统智能化水平

大数据分析技术得以应用,是电力系统智能化发展的显著标志,其与物联网、人工智能等技术相融合,建立起智能配电网运维格局,实现对配电网全领域、实时性监测与智能运维,促进电力行业技术进阶,更好地贴合未来能源发展需求形势。

2 当前配网运检故障预测与定位存在的问题和局限性

2.1 数据采集方面

配电网中部分核心设备关键位置还未配备必要监测装置,这直接造成运维人员获取的基础运行参数有限。比如变压器油温此类能直接体现设备散热状态的指标,高压开关柜振动所揭示的内部部件连接状态等关键内容,皆难以做到实时获取,这造成运维人员难以全面把握设备真正的运行情形。倘若设备出现潜在故障苗头,多半无法提前觉察,仅能待故障发生后再去做处理,极大加剧了故障排查的难度与停电维修的时间成本支出。

目前,高效、覆盖范围广的数据传输网络尚未建成,传感器采集到的数据不能及时、完整地集中到数据中心,各区域、各类设备的数据呈孤立态势,达成有效整合和共享并

非易事^[2]。尤为关键的是，数据传输过程中，其安全缺乏可靠保障情况凸显，存在数据泄露、被篡改这类风险，这对数据分析的准确程度产生干扰，同样为配电网稳定运行埋下潜在隐患。

2.2 故障预测方面

目前故障预测多依赖简单数学统计方式，但面对配电网海量运行数据（含设备参数、负荷变化等）时能力不足，仅能浅层次归纳数据，难探究各层面关联，无法精准把握运行规律与故障特征。在复杂环境，如极端天气或设备老化时，故障模式多样，简单统计法预测准确性大幅降低，难为运维提供可靠依据。此外，现有故障预测模型仅以设备运行数据为支撑，未考虑气象、地理、用户用电行为等外部因素，这些因素变动会显著改变故障概率，导致预测结果与实际差距大，无法满足运维实际需求。

2.3 故障定位方面

在电力系统方面，传统故障定位手段一般会受线路拓扑结构明显制约，尤其是面对具有多分支以及环网特征的复杂线路时，此种制约呈现出极强的明显性。此类线路的特征表现为节点数量极多，线路走向盘根错节，当故障降临，生成的信号极易在分支处出现反射与叠加现象，传统故障定位方法精确识别信号来源变得困难，因而无法确切锁定故障点方位。基于目前的情形，运维人员往往得对大区域线路逐个检查，这既需耗费庞大的人力还需耗费大量物力，还会造成故障查找时间大幅延长，对抢修进度造成直接干扰，进一步增添停电造成的损失量。

目前在电力系统当中，尚未建立起一个成体系的故障特征库，这让故障出现的后续阶段，没办法将实时采集到的数据与历史故障数据快速对照，以此确定故障的类型以及具体方位^[3]。由于缺少直观呈现位置的有效手段，当运维人员进行故障定位，只能靠自身经验及纸质图纸进行判别，在应对线路分布错综复杂的区域之际，极易出现判断上的差错，诸多问题共同引发故障定位耗时长，无法契合迅速恢复电力供应的要求。

3 基于大数据分析的配网运检故障预测与精准定位策略方法

3.1 完善数据采集体系

在配电网系统中，设备稳定运行影响电力供应可靠性，对设备关键部位开展状态监测很关键。通过大规模部署各类

传感器构建“感知大网”：温度传感器察觉电缆接头等设备温度波动，异常时预警；振动传感器记录高压开关柜等转动部件振动变化，辅助判断机械部件磨损；湿度传感器监测配电箱等封闭空间湿度，防绝缘故障。各传感器协同采集海量数据，为故障预判与定位打基础。

物联网技术支撑的配电网数据采集网络，连接前端感知与后端分析，高速传输、覆盖面广，能迅速汇总分散的传感器数据，几秒内传至数据中心^[4]，助运维人员掌握设备状态，支持设备健康模型建立。

数据传输时，安全性与完整性很重要。传输系统采用多种保障手段，除优化通信协议，还引入数据加密技术，对传输数据加密，只有授权数据中心可解密读取，并实时核实校验，异常时自动重传，为配电网智能化运维筑牢根基。

3.2 优化故障预测模型

处于配电网智能化运维的阶段，采用深度学习算法为数据处理给予强大支撑。通过卷积神经网络（CNN）和循环神经网络（RNN）组合方式应用，可充分发挥各方的长处。CNN 凭借多层卷积做运算，可自杂乱监测数据中提取空间关联特征，例如识别不同设备异常数据分布的特定规律；RNN 借助自身的时序记忆特性，针对连续收集的设备运行数据实施纵向剖析，找出长期运行阶段的趋势改变迹象。以十年以上的历史故障数据实施训练，模型可持续调节参数，逐步提升对细微故障特征的辨别能力。由部分地区配电网的实践可知，自引入此类模型起，不仅使故障预测准确率显著提升，还能做到提前 24 小时预判潜在的故障，为抢修队伍赢得了足够的准备时长。

单一类型的数据难以完整地反映配电网运行面貌，基于此多源数据融合成为增强预测精准度的核心要素。气象数据能够给出环境影响方面的参考，高温天气可能造成变压器负载能力下滑，雷雨气候易造成线路短路故障；地理信息数据可标示设备所处位置的地形特征要点，与平原线路相较，山区线路受滑坡、树障影响的程度更深；用户用电行为数据可体现出用电高峰冲击设备的态势，当这些数据跟设备运行数据结合在一起后，模型可构建更立体化的分析维度，例如台风来临前夕，模型可把风速数据、线路走向的具体信息与历史故障记录进行整合，精确识别容易出现倒杆、断线现象的高危范围。多源数据深度聚合让故障预测模型脱离单一数据的局限困境。依靠设定跨维度的数据关联准则，模型能在

复杂的环境中让预测能力稳定下来，若配电网遇到用电高峰与极端天气重合的情况，融合分析可杜绝基于单一因素的误判情况，保证预测结果与实际运行情况更贴合，为配电网主动运维提供科学支撑。相关数据融合效果对比情况如表 1 所示：

表 1 多源数据融合对故障预测准确率的影响

数据类型	融合前故障预测准确率	融合后故障预测准确率
仅设备运行数据	65%	78%
设备运行数据 + 气象数据	70%	82%
设备运行数据 + 气象数据 + 地理信息数据	75%	85%
设备运行数据 + 气象数据 + 地理信息数据 + 用户用电行为数据	80%	88%

3.3 实现精准故障定位

从配电网安全运行的角度看，实现快速且精准的故障定位意义重大。行波测距技术依靠它独特的长处，成为故障定位不可或缺的手段。若配电网发生故障，故障点处瞬间产生行波，行波会向线路两端传播，工作人员在配电网线路关键节点安装行波监测装置，此装置可精准捕捉行波到达时刻，通过测量行波抵达不同监测点的时间差值，结合线路阻抗、长度等参数，即可准确算出故障点的实际位置。此种技术不受线路拓扑形式的牵制，哪怕是基础的放射式线路，抑或繁复的环网线路，皆可实现定位，它可迅速且精准地锁定故障位置，切实提高故障定位的精确性。在一条 10kV 规格的架空线路当中，过去采用的传统故障定位方式误差较大，采用行波测距技术后，故障定位精度可达 ± 50 米的范围内，大幅缩小故障查找的范围，让维修人员无需进行大范围的故障排查，极大提高了抢修效率。

大数据分析在配电网故障定位方面具有重要作用。通过大数据分析，对配电网历史上的故障数据、设备运行的各类数据以及故障出现时的实时监测数据进行整合分析，能构

建全面的故障特征库，该特征库包含不同故障类型的电流、电压变化规律，并且有各类设备故障状态下的表现信息^[5]。当新的故障发生，系统会针对实时采集的故障数据与故障特征库开展比对分析，迅速判定故障类别与潜在故障点。结合运用地理信息系统（GIS）技术，能以直观方式展现故障位置及周边线路情况，包含周边变压器与杆塔的分布情况等，为维修人员提供精准无误的故障定位信息。以南方城市配电网为例，早前采用传统人工排查联合简单仪器的方法，故障定位平均耗费 2 小时，依靠大数据分析辅助开展故障定位后，用时缩减至半小时以内，为迅速恢复供电赢得宝贵时间。

4 结论

基于大数据分析的配网运行检修故障预测及精准定位方法，通过完善数据采集流程、优化故障预测模型以及采用先进的故障定位技术，有力解决当下配网运检中故障预测不精准、定位困难等困境，该策略实施应用，显著提高配电网供电的可靠性，降低了运维成本，推动电力系统向智能化发展，伴随大数据技术、人工智能技术等持续发展及创新，更有力促进这些技术在配网运检的应用，有望达成更高效、智能化的配电网运维管理，为社会经济发展提供更可靠的电力保障。

参考文献：

- [1] 劳永钊, 许健, 黄奕俊, 等. 基于大数据分析的配电网低压故障定位研究 [J]. 微型电脑应用, 2024, 40(5):49-52.
- [2] 张浩琛, 任高天. 基于大数据分析的配网运维故障预测研究 [J]. 张江科技评论, 2024(9):49-51.
- [3] 乔靖博. 基于大数据分析的高比例分布式电源配电网故障定位方法 [J]. 通信电源技术, 2023, 40(21):104-106.
- [4] 张莹. 基于大数据分析的配电网线损监测与预测模型研究 [J]. 今日制造与升级, 2023(12):43-45.
- [5] 肖月. 基于大数据分析的配电网实时故障定位技术 [J]. 电气时代, 2025(2):96-98.