

[AI技术]

HPLC同步采集和AI技术在台区线损治理中的应用

文/于航舰 李刚刚
国网新疆电力有限公司哈密供电公司

近年来，电力行业对大数据和边缘AI技术及应用进行了广泛的研究与探索，因其具有本地化、低时延等特征，缓解了台区数据日益增长所导致的存储难、管理难、分析应用难等压力。基于HPLC时钟同步采集和边缘AI技术在新疆哈密供电台区线损治理中的应用研究，给出根据AI智能诊断快速排查、定位、解决线损问题的实际应用案例，为低压台区线损治理提供了可行的方案。

电网管理不规范是造成线路损耗最重要的人为原因，出现高损的主要原因有档案错误、用户电能表采集异常、用户电能表计量设备故障及长期窃电等。

常规的线损分析和评估通常是在云服务器等后台数据中心完成，并且需要在达到结算周期时由云服务器针对海量数据进行综合分析处理完成。这种管理方法的数据处理过程繁复，且高度依赖云端，同时还存在监控滞后的缺陷。

由于缺乏对用户用电信息数据的精准分析，传统的降损工作缺乏针对性，现场工作人员在用电检查过程中所花费的时间成本较大。如线损点故障处理的速度赶不上线损点故障发生的速度，必将对公司线损指标造成一定程度的影响。

目前已经出现了一些基于边缘AI技术的在线监测装置用于反窃查违的实例文献。但也存在监测装置外置、数据采集不同步和数据传输延迟等问题。基于上述现状，本文对边缘AI技术在台区智能化管理方面的应用进行探索，搭载边缘AI技术的智能模组部署在集中器的HPLC载波模块（CCO）内，打造线损计算、异损监测和诱因追溯等应用场景，促进供电台区的线损治理手段现代化升级，提升台区管理效率与企业经营效益。

研究思路

随着电网低压台区HPLC通信模块的普及，台区内通信带宽得到极大提高，在不影响主站常规采集任务的条件下，边缘侧能够获取到的台区内各种设备数据种类和采集频次能力均有很大提升，因此，基于边缘计算的台区线损监测成为可能。

基于AI大数据分析实现台区线损诊断能力的提升，核心前提是“数据需求可满足”和“数据质量有保障”，这是当前困扰数据分析的两个关键问题。

（1）数据需求如何满足

AI大数据分析有多种方法，不同的分析方法对数据种类、采集频次和采集时长的要求也不尽相同。如果按适应所有数据分析方法的数据要求进行统一的采集配置任务，会产生巨大的采集数据量，缺乏可实施性；如果基于电网当前数据采集架构，在主站按需进行快速、灵活的采集任务配置，受采集系统目前众多采集任务的限制而无法有效实现。所以现有用电信息采集系统数据采集业务无法满足专业应用（如线损实时核查、反窃电等功能）和大数据分析方法的数据需求，极大地限制了大数据分析方法的落地。

（2）解决数据采集质量问题

AI大数据分析应首先保障小数据质量，通过数

据治理和筛选可以提升部分数据质量，但会减少有效数据量。同时，仍有部分数据问题无法通过数据筛选方法得以解决，例如：台区时钟问题导致的数据无法完全匹配和对齐，以及数据不完整、数据缺失等导致的对大数据分析的极大限制等问题。

实施方案

1. 硬件改造

台区智能管理单元如图1所示。通过串口连接集中器来获取集中器采集的用户电能表的数据。目前，居民电能表的采样间隔一般为15 min，即一个节点每天采集96个点。如果按照典型台区需采集300个数据点计算，则一天可产生0.978 3 GB的数据，串口的最大速率为11.52 KB/s，传输一天的数据需要24 h左右，对于更大的台区，传输的速度根本赶不上新抄数据的速度，严重影响数据分析的效果，限制了其应用效率和范围。

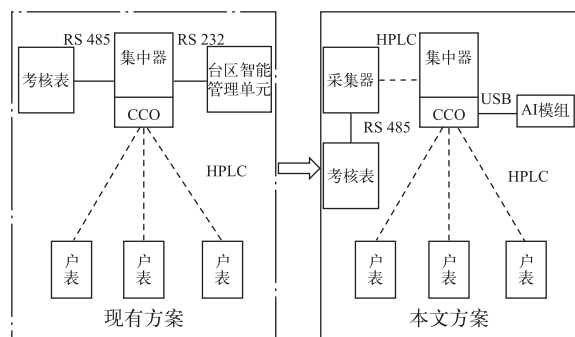


图1 AI模组改造对比示意图

图1中，本文提出在集中器的HPLC载波模块（CCO）中部署一个边缘技术AI模组，该AI模组与CCO的数据通过USB接口连接，传输速度可达60 MB/s，而台区HPLC载波的传输速度在1 MB/s左右，传输速度均突破了集中器和CCO之间串口连接的速度限制。同时，AI模组未直接与集中器进行数据交互，AI模组自行侦听HPLC信道，只有在信道空闲时才会进行数据采集，不会对原有业务产生影响。另外，运算主要在AI模组中实现，可以灵活地按需进行数据采集配置的方案，保证分析所需的数据需求问题。同时，台区考核总表需通过RS 485连接抄读，接入AI边缘计算模块的全HPLC载波采集范围。

2. 数据同步采集

在高速载波通信（HPLC）网络中，所有通信

单元由网络协议要求已经同步到一个共用的网络基准时间（NTB），同时电能表通信模块都具备存储内存，只需在通信模块增加暂时存储数据的功能，即可使全网通信模块周期性同一时刻采集所属电能表实时数据，存储形成曲线数据，AI模组可直接从电能表端HPLC模块（STA）中获取历史曲线数据，该方式可有效提高曲线数据同步性和完整性，为后续线损分析提供可靠的数据支撑。

各电能表HPLC模块（STA）根据NTB，按照预设的15 min间隔采集频率，每天定时同步采集用户电能表的96点实时用电数据，包括电压、电流、有功功率、无功功率、冻结电量及功率因数等信息。考虑现有HPLC模块的内存大小、信道条件，HPLC通信单元至少同时存储3天内的负荷曲线数据，之后向前循环覆盖。采用HPLC时钟同步和基于HPLC信道的数据同步采集能够很好地解决数据质量问题。

线损智能诊断应用实例

台区AI边缘计算模块对HPLC采集的高精度电能表数据曲线、开盖、状态字及事件记录等，建立台区诊断数据库，通过AI算法训练诊断参数模型，结合周边电能表用电特征相似度，综合分析电流异常计量情况，通过时钟异常、疑似窃电、户变异常和计量异常四个维度进行智能诊断和定位，实现多种接线类型覆盖。台区诊断分类示意图如图2所示。

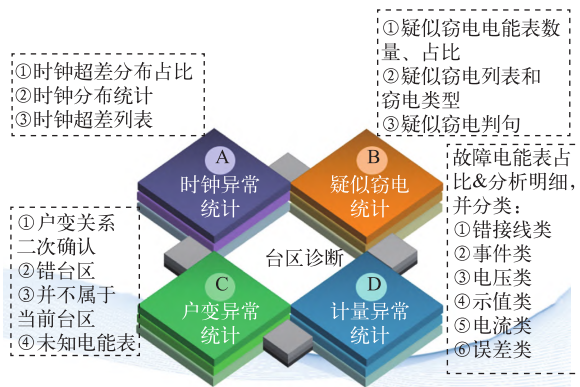


图2 台区诊断分类示意图

实例一：某高损台区AI智能诊断如图3所示，疑似窃电11户，户变异常6户，计量异常18户。经现场核实分析如下：

1) 根据AI零火线短接电流显示，疑似窃电11

户,其中10户属于零线共用问题,导致零线电流大于火线电流;1户现场表计短接窃电。

2)户变异常6户,经与采集主站档案核实对比,其中4户属于未同步更新的过时档案,需请参重新下发处理;2户表计为采集失败表计:表计000034934698现场零线进出线烧坏,导致表计闪屏无法采集。表计000031542512现场表计未通电,导致表计黑屏无法采集;

3)计量异常18户,经过AI查看,基本原因为电压逆向序、电流不平衡和失电流等问题,对计量影响不是很大。

经过上述AI分析及现场处理,该配变线损率下降2.4%。



图3 台区AI智能诊断展示图

实例二:某高损台区AI智能诊断如图4所示,该台区疑似窃电1户,经过现场表计稽查情况如下:通过现场表计核查,该表计电流高出火线电流10倍,且表计从开关前端,零火线电流接反,疑存在漏电问题。经调整零火线电流,表计零火线电流误差恢复正常,线损率由原来的最高13.15%下降至4.20%。



图4 实例二台区AI智能诊断展示图

实例三:某高损台区AI智能诊断如图5所示,该台区计量异常1户。现场表计稽查情况如下:表计B相进线1根火线直接到用户家,属于未经计量窃电。经处理调整后,该表计日电电量由每天固定的0.12 kW·h 增加至最高18 kW·h,台区线损率也由原来的最高11.81%下降至2.91%。



图5 实例三台区AI智能诊断展示图

结束语

本文将基于HPLC同步采集的边缘AI技术的研究成果在台区线损智能诊断和窃电稽查方面开展了一系列探索,为线损管理人员排查异常台区提供了一种可行方案,能够有效打击违法用电,极大降低了人工排查耗时,帮助台区管理人员提高线损治理效率。特别是针对不定期窃电等违法行为实现了常态化监控。但由于实际台区线损异常,原因复杂多变,本文仍具有一定的局限性,后续将继续进行实践探索。EA

(收稿日期:2022-09-15)

参考文献

- [1] 王月强,王璐,黄尚渊,等.综合多系统的线损异常诊断方法研究[J].电气应用,2021,40(3):49-52.
- [2] 李清涛,任宇驰,王远,等.基于人工神经网络全连接层优化的线损异常诊断方法研究[J].电气应用,2020,39(4):82-88.
- [3] 冯小飞,王强,李东玲.一种直流变换器线损补偿电路的设计[J].电气应用,2020,39(11):49-53.