

# 基于大数据全息感知台区智能监测及变户关系识别技术的研究

范明 孙娅晴 张棋

(广东电网有限责任公司广州供电局 510000)

**摘要:** 台区治理工作过程中存在台区变户关系混乱、维护成本高,手工绘图效率低,线损异常率高,窃电情况严重、查处成本高,数据质量不高、无法获取停复电数据,客户服务被动等问题。因此完善设备、用户信息,理清户变关系工作、窃电查处对于降低台区线损工作极为重要。为进一步提高台区智能化管理水平,促进企业对客户的精细化服务,降低企业自身营销服务成本,极大助力企业增供扩销、降损增效工作,文章就大数据全息感知台区智能检测及变户关系识别技术进行研究。

**关键词:** 大数据;全息感知;台区智能监测;变户关系

## 一、技术研究思路与技术路线

### 1.1 研究思路

产品的模块化、微型化设计可有效提高项目的适应能力,模块应设计为热插拔模式。计划设计为主机、从机模块、主站网络框架运行模式,该框架模式具有结构清晰、维护方便、升级方便,节约硬件资源等特点。

### 1.2 项目技术路线

在不影响现有计量采集任务执行的前提下,通过宽带载波实时通讯,建立 NTB 时钟管理,并区分过零载波信号及信噪比大数据分析,同时实现工频畸变信号分析、掉电数据识别分析多方式相结合,实现低压台区相位识别、变户关系、档案梳理等;挖掘采集数据,采用双通道主站连接,实现变户识别、异常用电、超容、窃电、错误接线、线路负荷分析及管理。

## 二、技术方案及其实现步骤

### 2.1 技术方案

技术方案所涉及的技术整体包含:基于工频过零信号及信噪比大数据分析、工频畸变信号分析、掉电数据识别分析多方式相结合实现低压台区变户关系及相位识别技术,异常用电、表计故障、窃电、错误接线、超容、时钟错误、异常事件监听识别分析技术,双通道双主站无缝融合无干扰在线运行技术,基于台区户表 96 点曲线数据快速读取、实时主动上报技术,基于多线程主站大数据综合分析技术,异常数据预警技术,损失电量估算技术及其它辅助融合技术等。

### 2.2 技术实现步骤

户表嵌入模块的设计。融合 NTB 全网时钟同步技术、工频过零时刻检测技术、工频畸变信号识别技术为一体的户变识别采集模块;宽带载波通讯模块。

总表嵌入路由模块的设计。主机设计为:融合 NTB 全网时钟同步技术、工频过零时刻检测技术、工频畸变信号识别技术为一体的户变识别采集模块;能够实现双 4G 无缝无干扰的双通道切换模块;能够实现自主上传主站数据的通讯管理模块,并配置 1 个 RJ45 接口;下行配置宽带载波、RS-485 总线、微功率无线等通讯模块;配置显示/按键人机交互模块;配置 IrDA 红外接口模块。

主站模块的设计与开发。用户信息管理控制模块;终端远程控制模块;大数据异常用电分析检测模块;掉电数据识别分析模块;窃电损失电量估算模块;异常数据预警模块;户表 96 点曲线实时数据展示及报表统计模块;异常用电数据展示、报表统计模块;损失电量报表生成模块;错误接线学习模块等。

## 三、技术难点及其实现措施

### 3.1 基于载波通讯原理信号强度和噪声的比值分析原理

在信号强度和噪声影响下的高识别率的研究是本项目变户识别研究中的难点。信噪比在电子设备及电子系统中十分较长,以信号与背景噪声的比例所呈现,从信噪比存在特点来讲,信

噪比与采集质量呈现正比例关系。影响信噪比的因素较多,文章结合载波通信原理进行介绍。信噪比与 FOV、层间距、平均次数、重复时间、回波时间、反转时间、发射电感等均具有相关性。不同的影响因素下信噪比与各类影响因素比值的关系各不相同,例如,FOV 的平方与信噪比呈现出正比相关;回波时间延长, Tz 衰减,回波信号减弱,信噪比随之减弱。由上述内容可知,载波通讯原理信号强度与噪声产生的信噪比,比值存在可变性,且根据影响因素的类型不断变化。

### 3.2 疑似窃电准确率分析原理

在数据分析中,我们通过不同的维度(角度)去观察同一组数据,从而可以洞察数据波动背后的原因。而在实际数据处理应用中,需要分析数据和目标要求之间的内在关系,汇总出目标数据的维度结构表和基础数据表。(该基础数据表应包含不同阶段性、不同地域性、可变性环境等数据特征)然后在此基础上做降维处理,来满足数据处理的要求,常用的方法为多维度拆解法。多维度拆解法的运作原理:指标或者是业务流程按照多维度拆分,来观察数据的变动,从而找出问题的原因。多维分析操作包含:上卷、下钻、切片、切块、旋转等。通过操作可以从多个角度、多个侧面观察数据库中的数据,从而深入了解包含在数据中的信息和内涵,以最简洁的方式得到最佳的数据匹配及结论。

因此采用构建基础数据维度模型、提取数据特征、维度分解操作,采用异常用电分析算法、窃电智能识别算法、智能综合算法等融合算法,可以排除诸多干扰,提升判别能力,提高疑似窃电准确率,可实现常规窃电识别排查、错误接线排查、超容排查等线损辅助管理。

### 3.3 工频畸变技术和电力线载波信号法

通过户表的单相、三相采集模块,采用电流脉冲法原理(工频畸变技术)在工频过零点利用电力线载波信号法发送脉冲信号,建立大数据分析模型,由台区总表模块分相接收该信号,通过数字滤波剔除干扰信号后,通过工频畸变信号分析技术、SNR 信号强度分析技术,实现精准相位过零分析识别、台区识别、相位识别。

实现方法如下:模块内置基于工频通信(TWACS)的台区识别技术封装成专用芯片,采用电流脉冲法原理(工频畸变技术)和电力线载波信号法实现,确保台区和相位识别信号不跨台区,台区内点对点通信无死角,保证台区识别准确率优于 99.99%;先由智能计量管理主终端发出带有台区标识,通过电力线上数据电流脉冲的方式,由于脉冲电流信号不会受共高压穿线、共地串线、共电缆沟串线等情况的干扰而传输到其他线路上,保证信号不会跨越台区,并且传输距离较远,使整个台区的电力线上无死角的都会接收到识别信号,可以准确可靠的识别台区中的所有用户和相位,不会发生误判;此时,针对整

个台区的分支箱和表箱侧的子终端都会收集到台区发出的脉冲电流信号,此时计量管理终端子终端检测到此脉冲电流信号后,信号中的台区编号和相序数据经过电力载波耦合到末端的通讯信道,经过调制解调后以数据形式保存到计量管理终端子终端的存储区域中,主终端通过宽带载波读取各个节点计量终端的台区和相位标记,从而实现对台区内的台区和相位的识别,实现对档案信息的梳理。

针对以上技术难点,首先制定严格的研发流程与指标要求,然后根据流程和要求制定严谨的实施方案以及布置管理节点、应急预案等,对于难以攻克的技术关卡在经招标方许可以及签订保密协议情况下寻求合作高校及专家的协助;最后功能模块需经严格的验证、模拟正常后,方可进入最后的搭接、组合流程,必要时需经过72小时以上极限动态模拟测试。

四、相关的技术指标实现的可能性

4.1 建立 NTB 时钟,实现全网时钟同步等要求

采用预制对时时间戳技术的方式实现高精度的广播对时。在区块链系统中,每一个新区块生成时,都会被打上时间戳,最终依照区块生成时间的先后顺序相连成区块链,每个独立节点又通过 P2P 网络建立联系,这样就为信息数据的记录形成了一个去中心化的分布式时间戳服务系统。

每个区块都由区块头和区块体构成,区块体中记录着该区块被创建这段时间内的所有交换数据,这些记录通过 merkle 树组织起来,merkle 树根的哈希值作为本区块中所有交换记录的总结、类型、户号被放入区块头当中。区块头中不光有 merkle 树根,还有前一个区块头的类型(也就是前一区块的 merkle 树根)、本区块的时间戳、高度(从第一个区块开始数,本区块是第几个区块)等等信息。采用预制对时时间戳技术的方式实现高精度的广播对,有效避免表计冻结、延迟、错误、被恶意修改等问题,同时实现高精度对时。

4.2 梳理拓扑关系识别和台户关系

我们计划采用有扰和无扰多方式结合下的实现低压台区变户关系及相位识别,工频畸变技术的应用被证实能够达到一次性抄表率 98%;抄表准确率 100%;抄表同期率 100%;负荷监测率 100%的良好效果,因此采用该技术理论上能够达到技术指标要求。

4.3 嫌疑窃电预警等级不低于三级等要求

我们计划采用窃电嫌疑严重等级四级预警(红 I 黄 II 蓝 III 绿 IV)重点提醒功能,我们目前所采用的相关产品软件已经实现了四级嫌疑窃电预警功能,证明如下:



4.4 对远程在线监测,符合监控时间≥365×24小时等要求  
我们有着类似的项目经验和技術经验,我们提供的技术方

案能够达到本次项目连续不间断监测的需求。

4.5 电量追补计算符合误差 5% 以内的要求

电表精度满足情况:老式电能表一般是 0.5 级,现在的电子式电能表一般可达 0.2 级,即误差在 0.2% 以内,我们采用抄表方案,抄取电表数据,所以采集的电表历史数据精度能够满足项目要求。

传感器精度满足情况:实时采集,我们计划采用柔性线圈或卡钳方案,柔性线圈方案采集精度至少可以达到 1% 以内,卡钳方案则至少能到 0.5 级以上,证明见下附图,采集数据精度能够满足项目精度要求。

核心芯片数据处理满足情况:我们采用 ARM9 芯片处理数据,数据位数为 32 位,设计量电流为 1-100A,则误差 5% 情况下,电流分辨率为 50mA,则至少需要数据 2000 梯级,二进制为 111, 1101, 0000, 十六进制为 7D0; 32 位最大值 16 进制为 FFFF,所以采集装置数字精度完全满足项目精度要求。

后台系统数据处理满足情况:后台系统硬件数据位数至少为 64 位,所以,数据处理计算精度上完全满足本次项目要求。

4.6 符合对多台区同步在线监控、多线程数据异步传输功能等要求

项目拟计划采用分布式多线程云分析大数据综合分析处理技术可满足多台区同步在线监控、多线程数据异步传输功能等要求。

4.7 符合对技术规范中未提到的产品的电磁安全要求

若设计方案采用微功率无线射频传输技术,需要符合国家对无线电通信的要求,而这一点是开发单位所不熟悉的,为了规避这个风险,我们计划采用成熟的射频通信模块作为数据传输的前端,这样就可以避免产生以上的风险。

4.8 符合对技术规范中未提到的产品的符合标准问题

目前项目所涉及到的技术、规范没有专门的产品应用标准相对应,如反窃电等,产品属于新技术在现有领域的使用,可以借鉴正在使用的标准对产品进行设计,关于这款产品所涉及到的标准主要有:Q\_CSG\_11109005-2013\_中国南方电网有限责任公司\_低压电力用户集中抄表系统采集器技术规范;LTE-Advanced 技术标准;Q/GDW1376.1-2013 电力用户用电信息采集系统通信协议:主站和采集终端通信协议;我们的产品会综合考虑以上标准的要求,使产品能够复合两个技术标准核心技术指标,并逐步形成产品的专用标准。

4.9 对技术规范中未提到的产品试验实施问题

我们计划把产品试验纳入本次产品研发的组成部分,涉及到现场试验部分,可以依赖本单位所建设的动模实验室以及所需试验设备进行试验,必要时通过第三方试验设备进行性能、参数验证,本次产品测试对试品无任何损害,因此开展产品实验没有问题。

参考文献:

[1]郝伟琦,王贤辉,肖德勇,鄒其鑫.基于特征电流检测的户变关系识别终端设计与实现[J/OL].电力信息与通信技术:1-8  
[2]崔雪原,刘晟源,金伟超,林振智,宣玉华,王海波.基于 APAA 和改进 DBSCAN 算法的户变关系及相位识别方法[J].电网技术,2021,45(08):3034-3043.  
[3]李熊,王伟峰,葛玉磊,姚力,陆春光.基于特征电流的户变关系识别方法[J].电测与仪表,2021,58(09):115-121.