

[配电]

低压配电台区网络拓扑和相别自动辨识技术研究

文/北京中电普华信息技术有限公司 李明维 张传远 马晓昆 梁 薇

在低压网络拓扑和相别自动辨识方面，提出了基于通信物理链路、帧同步技术等方式的低压配电台区网络拓扑和相别自动辨识技术，实现了低压网络拓扑和相别分析与辨识，台区及低压配网停电影响范围研判至“户”，提高了供电部门对低压配网的精益化管理能力，全面提升客户服务和配网运营管理水平。

智能电网发展战略对配网精益化管理提出更高要求。配电台区是智能配电网的重要组成，对配电台区内电能质量、供电可靠性、经济运行等方面带来了新的挑战。目前，相对于输电和中压配电网智能化建设水平，低压配网自动化和智能化建设水平落后，是电网智能化建设的薄弱环节，管理手段比较单一，缺乏一种智能化手段对低压配网进行整体的、有效的、精准的管理。因此，本公司整体的低压运维管理迫切需要一种能实现低压配电台区可观可测、能支撑整体运维管理需求的技术。

低压配电台区网络拓扑和相别自动辨识技术研究主要内容

低压网络拓扑和相别自动辨识分析技术的研究主要从基于载波通信的配电台区拓扑识别和基于帧同步技术的相别自动辨别技术这两方面展开。

其中，低压台区监测设备定期发送载波信号至变压器，载波信号经变压器一、二次绕组耦合性分析，再调节变压器频率、功耗，得到用户节点与配变台区的所属关系。基于载波通信的配电台区拓扑识别经分析低压宽带载波通信模块的路

由算法特征，研究载波模块通信组网拓扑转换成一次电网拓扑并多次迭代的方法，实现“配变—低压线路—用户”的拓扑网络关系识别。在基于帧同步技术的相别自动辨别技术方面分析研究不同通信方式的相位辨别和时序分析方法，以及基于报文通信抑制物理层信号识别时干扰导致误判的技术，实现低压网络相别自动辨识分析。

低压网络拓扑和相别自动辨识分析技术路线如图1所示。

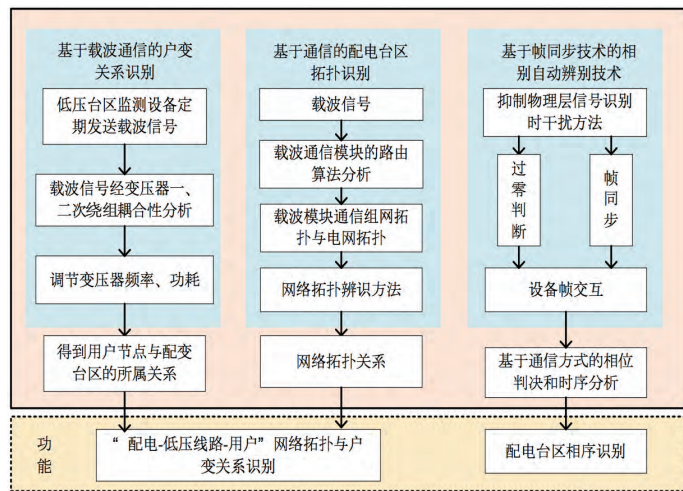


图1 低压网络拓扑和相别自动辨识分析技术路线

低压配电台区网络拓扑和相别自动辨识关键技术方案

配电网中实现台区分布智能化监控的前提是已知台区拓扑结构,目前台区电气拓扑辨识主要目标为用户与配变所属关系准确性核查、台区下的负载用户网络拓扑关系识别、用户所在相别自动分析。为此提出了基于载波通信的配电台区拓扑识别技术和基于帧同步技术的相别自动辨别技术,得到准确的户变对应关系、完整的台区拓扑网络以及精确的配电台区相序关系。

1. 户变对应关系与网络拓扑关系识别

低压量测终端和分支箱智能监测终端长时间、高频的发送载波信号至配电变压器。各分支节点之间通过自动组网技术主动组建通信网络,自主协商通信信道类型和频点等,实现智能配变终端与低压台区监测设备(台区电能表、智能传感器、分支箱智能监测单元、表端智能监测单元)的互联,实现信息自动中继和传输。利用特定频率的载波信号不能穿过变压器绕组耦合至10 kV线路,台区之间载波信号相互隔离,能够相互通信的节点必然属于同一台变的特点,得到部分用户节点与台区变压器的从属关系。再通过所组建的通信网络实现路由中继,利用智能识别算法,得到整个台区的各个用户节点与台区变压器间的对应关系,进而自动建立准确的“台区配变—智能电能表”的户变对应关系,完成对“台区配变—低压线路—智能电能表(用户)”中户变关系的识别。

充分利用载波通信信道与低压网络拓扑的物理对应关系,通过分别提取载波信号在“台区配变终端—智能分支箱监测单元—低压量测终端”传输节点的信号强度、信噪比等载波特征,判断相邻通信节点、上下级支路的通信节点、旁支路的通信节点,并产生链接表。各分支通信节点通过通信网络上传连接表等信息,主通信节点汇总连接表库等信息,通过逐级逻辑判断,生成台区物理连接总表。台区物理连接总表反映了各通信节点之间的物理连接关系,包括物理连接节点的位置、各通信节点的层级关系等,结合通信节点相别信息,实现识别纠错和物理连接分支路相别标定,生成载波的组网拓扑,自动生成低压配电台区网络拓扑关系,并辅助研判“台区配变—低压线路—智能电能表(用户)”的户变对应关系的正确性。

2. 相别自动辨识

在网络相别辨识分析方面,由于我国的工频三相电力供电系统,三相的相位差是 120° ,在时间上三相交流电信号的正向过零点(或反向过零点)相差6.67 ms,如图2所示。

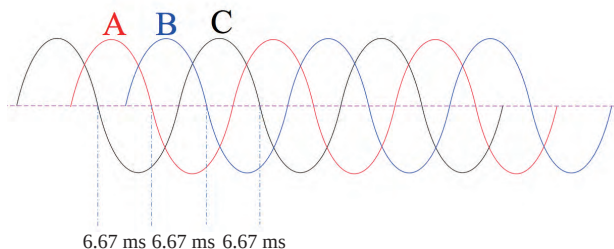


图2 三相过零时序图

正确区分每个计量点(智能电能表)供电相位,只需要识别出计量点的工频供电电压过零点与台区集中器参考相线工频过零点的相位时间差值,即可区分相对相位信息。

将通过过零检测电路捕获电压的过零发生时间点的技术称为过零识别技术。过零识别的前提是保证各个装置间的时钟同步,需在通信技术中使用帧同步技术,获取帧同步的发生时间点。

为了进行设备自监测线路的相别的判断,首先需要智能配变台区终端和停电监测设备对三相过零点进行检测判断,提取每相过零点时的时间标签,然后依靠智能配变台区终端与停电监测设备之间可靠的载波+无线双模通信方式,由智能配变台区终端下发每相过零点时间标签,由停电监测设备进行比对判断。

发送端发送相位识别命令启动相位识别,相位识别帧中携带帧发送时刻与A相过零时刻的时间差信息,接收端在接收到相位识别帧时,首先计算帧同步时刻与过零时刻的时间差,再使用此时间差和帧信息中的时间差计算出本地过零时刻与A相过零时刻的时间差,通过时间差值可判别本地所在相位。因此,使用过零识别技术和通信帧同步识别技术,获取已知相位设备的帧同步发送时间,可识别出本地供电电压过零点与A相过零点的时间差,从而判别本地供电相位。

此种相别自动辨别技术识别速度快且正确率高,避免了物理层信号识别时干扰很大导致误判的问题。EA

(收稿日期:2018.05.21)

(编辑:白文亭)