[农网监控]

农网TTU在线监测与状态综合评估方法研究与应用

文/镇江农电公司　储　凯

目前现代化农业的建设工作正在大力推进，不确定属性符合接入农村配电网的比例也越来越高。为了确保农业现代化作业的有序发展，就需要对TTU加以优化，搭建TTU在线监测系统，实现对农网运作中电能质量数据的良好采集和分析。

TTU在线监测设计

TTU在线监测设计是指通过以网络设备为基础，搭建多通道，具备高准确度和性能的在线配电变压器监测终端。TTU的主要部分由数据采集、数据传输和数据分析组成，具体实现方式是在配电变压器上安装监测终端，设置网络系统，以网络平台对农网日常运行进行监测，实现对基础电气信息的同步采集，帮助工作者了解农村配电网日常运作中产生的三相电流、三相电压、无功和有功等参数信息，及时上传到终端数据库，实现对配电网运行的良好监控。

传统的TTU设计因为配电变压器的安装位置过于分散，导致监测终端在传输所采集的电气信息时，传输阻碍问题比较突出，传输难度较大。比如在农网TTU的常规数据传输模式上，一般设置有线网络进行数据共享，导致TTU的建设成本特别高。因为采用有效网络使得数据信号容易在远距离传输中出现衰减问题，导致发生信号延迟、数据接收不及时，无法迅速掌握配电变压器的运作情况。在TTU在线监测设计中，需要重新进行架构搭建，TTU在线监测系统包含终端设备层、通信层和监控层三个模块，架构如图1所示。

根据图1展现的TTU框架，在线配电变压器监测终端的运作原理是通过4G或者5G通信模块将TTU所采集到的配电变压器数据同步传送到计算机中。

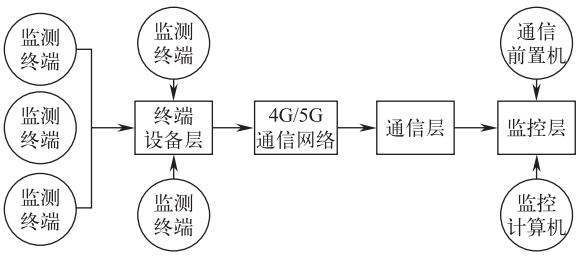

图1　TTU系统设计框架

通过硬件设备提供的人机界面，运维人员能够直观了解配电变压器的运作情况，借助后台终端的强大数据过滤和筛查能力进行历史记录查询，更有效地对农网配电变压器运行过程和问题原因进行分析总结，找出根源所在，更好地保障电能质量。

在搭建在线TTU监控系统时，基于服务端作为核心，完成所有的信息交互。同时节点端和管理端作为客户端，能够主动发起同固定IP地质的服务端，实现网络方面的连接。利用管理端对节点端进行操作和控制，依靠服务端进行相关的桥接处理，通过B/S架构之中的管理端软件界面开展操作任务，基于中心机房进行管理端处理，实现整体功能性的关联处理。基于中心服务器架构的处理，对于资源池的划分要顾及景观照明本身具有业务属性，在应用实践中进行科学合理的分层部署和处理，包括：①MQTT服务，对于节点端连接的测控设备，

应直接发起和服务端之间的会话处理；②Web服务。在管理端进行操作，可以直接发起会话处理；③数据库服务，在系统内部应当做好相关参数设置、录像文件以及历史记录等的存储操作；④视频流服务，针对网络摄像机并发接入的管理处理，还有视频流管理处理；⑤网络管理服务，在网络呈现、性能监控、设备故障和配置变更监视等方面加大管理力度。

为了满足上述需求，设计人员要在远程测控单元模组设备里实现对4G无线通信模块的直接设置。对于设备测量中的实际交流电源进线及其功率、电压电流和有功功率都可以直接按照对应的设置超限值实现判断与记录处理，并将其直接进行上报。对于测控模块实施测量，还需要按照对应的超限值，满足对于超限事件本身的记录与判断，做好对应的上报处理。针对测控模块，实现回路开关的控制处理。设置需要按照预约设置，做好配电变压器的自动控制。同时设备能够朝着服务端上报其对应的状态变化、测控设备故障以及超限事件信息。

评估方法

TTU对农网配电变压器的监测主要集中于三相平衡、供电电压偏差和电压波动等几个方面。在监测过程中，需要针对这几项内容进行重点评估。

1. 三相不平衡评估

因为三相变压器的构造属性问题，如果发生一相负荷大于该相额定电流的情况，会引发三相不平衡问题，这时配电变压器工作让荷载较大的一组绕组发热，三相不平衡问题给电力体系带来深远的损害，造成配电变压器的应用寿命缩减，对现代化农业生产带来负面性的影响。发生三相不平衡问题时，负序电流效果令电动机轴的外输合成转矩缩减，电动机因过热产生功率损耗，使输出功率达不到额定标准，引发电动机振动以及附件发热，应用负序电流开启器件出现多类维护设施错误运行现象，半导体变流设施发生负加谐波电流。可采取依照对称分量法对三相变压器进行评估，三相体系中，电路解构为正序、负序和零序三个对称分量，可以借助空间矢量法对诸相电压的相位和大小进行检测，并依据对称分量算出三个序的实际分量，使用公式求出实际的三相不平衡度。此处以I_1表示电流正序分量有效值，以I_2表示电流负序分量有效值，ε表示三相电流不平衡度，得到计算三相电流不平衡度的公式为

$$\varepsilon_i = \frac{I_2}{I_1} \times 100\% \tag{1}$$

U_1表示电流正序分量有效值，U_2表示电流负序分量有效值，ε_u表示三相电压不平衡度，得到计算三相电压不平衡度的公式为

$$\varepsilon_u = \frac{U_2}{U_1} \times 100\% \tag{2}$$

根据公式计算的结果，即可对配电变压器的三相不平衡度进行评估。

2. 供电电压偏差

供电电压偏差是评价和权衡供电体系是否正常运转的标准，运维人员在运用TTU对农网进行监测时，根据标准电压数据和实测电压数据的差值，获得标准电压数据具体比值的百分数，即可对电能质量进行评估，以δU、U_{re}和U_N代表偏差的百分比、实测电压数据和标准电压数据，可得到如下公式

$$\delta U = \frac{U_{re} - U_N}{U_N} \times 100\% \tag{3}$$

农村地区由于线路原因，电压容易在输电线路上发生损耗，需要对电压偏差进行检测以保障农网的安全运行。

3. 电压波动

随着农业科技的进步，各种现代化农业设备广泛应用于农网中，使得农网荷载迅速改变，并让电压发生了闪变和起伏，各种电气设施因此受到制约，以U_N、U_{max}和U_{min}分别表示系统标称电压、电压最大值和电压最小值，可得到如下公式

$$d = \frac{\Delta U}{U_N} \times 100\% = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_N} \times 100\% \tag{4}$$

根据式（4）计算电压波动，可减少电动机转速不稳定、设施照明闪烁等问题发生。

结束语

为了实现良好的农网监控，运维人员需要合理构建TTU线上监控框架，并运用对应的评估方法对配电变压器运行现状加以了解，根据评估结果对农网进行正确维护，确保农网的稳定运转。**EA**

（收稿日期：2021.07.09）