[控制系统]

用户侧电能质量在线监测系统的应用和管理

文/安阳供电公司　舒逸石　管　霄　段少辉

电网企业构建基于互联网“云模式”的用户侧电能质量在线监测系统，系统由数据中心层、主站层和设备层三层体系构成。利用安装在用户侧的电能质量在线监测终端采集用户侧电能质量数据，发送至系统主站，将非线性负荷纳入电网企业建设的电能质量在线监测系统进行统一管理，提升电网企业对用户侧电能质量的管理水平。

随着电网企业对电能质量的日益重视，各地市供电公司已陆续建立了电能质量监测网，主要是在各级系统侧变电站安装电能质量在线监测装置，利用变电站已建成的电力通信专网，实现变电站侧电能质量在线监测。实际上，电能质量管理重点应在用户端，诸如大量非线性负荷引起的电能质量问题正在大范围地污染电网设备。非线性负荷主要种类有：①换流和整流装置，包括电气化铁路、电车整流装置及动力蓄电池用的充电设备等。②冶金部门的轧钢机、感应电炉和电弧炉。③电解槽和电解化工设备。④大容量电弧焊机。⑤大容量、高密度变频装置。⑥其他大容量冲击设备的非线性负荷。非线性负荷污染电网的同时，对供电电能质量要求较高的新型敏感性负荷不断涌现，对电网的电能质量提出了更高的要求。随着这两方面矛盾的日益突出，电网企业急需提升电网的电能质量管理水平，加强用户侧电能质量管理的课题逐步提到了日程。

目前，各种类型非线性用户并网时，均按电网企业技术要求安装了电能质量在线监测装置，但受投资限制，有些用户无力自建电力通信专网，造成电能质量在线监测设备无法接入电网企业的监测系统，成为一个个“信息孤点”。如何能够将数量庞大、分散的企业用户纳入电网企业电能质量监测系统，且能高效、灵活，安全、低成本运行与管理，是一个迫切需要解决的课题。设立基于互联网“云模式”电能质量监测系统，通过无线通信方式实现对用户侧电能质量在线监测装置进行管理，是一种行之有效的技术管理手段。

基于互联网“云模式”的用户侧电能质量在线监测系统构建原理

依照“云模式”（主站仅具备基本数据、图形处理功能；强化数据中心的核心地位，实现主站与数据中心通信互交，形成云系统）的理念，基于公共互联网技术平台，建设成一个分层分布式的系统。如图1所示。

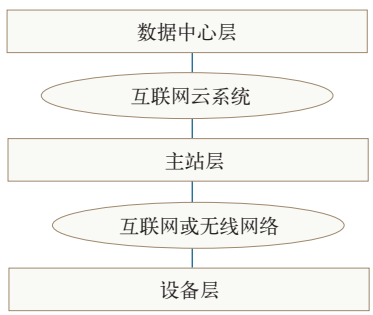

图1　分层分布式的系统

用户侧电能质量在线监测系统网络构架

系统构架由一个数据中心层、主站层和设备层组成。数据中心层由一个数据服务中心构成，主站层由若干个主站（考虑备灾）构成、设备层由安装在用户侧的监测终端构成，系统运行的基础网络是互联网。数据服务中心与主站由云网关互联，若考虑备灾因素设立多个主站，任意一个主站出现异常或崩溃不会影响整个系统的正常运行。用户侧电能质量在线监测设备，通过GPRS、3G、4G等多种技术模式以无线方式灵活接入主站，可靠采集相关数据。整体系统构架如图2所示。

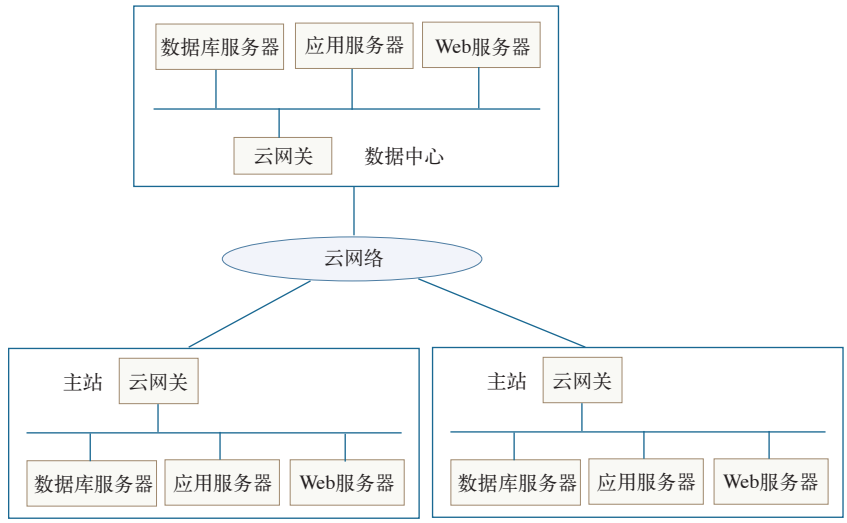

图2　整体系统构架

数据中心层

数据中心层是构建在主站层设备基础上的一个高级应用层。数据中心层硬件设备由服务器及通信设备构成。数据中心层设备通过云网关进行互联网VPN拨号连接主站，将主站层系统与数据中心层系统连接在一个“局域网”内，完成两层间的互联。云网关由一系列运行在服务器上的软件和网络硬件组成。网络硬件维护主站和数据服务中心的互联网网络连接。软件负责维护各主站的数据传输接口、安全加密算法、数据优化算法等。通过云网关将主站和数据服务中心接入到一个云网络中。主站层负责采集电能质量在线监测设备数据，并纳入本地数据库，定期将数据库中存储的数据发送至数据中心层，由数据中心层完成数据整理、分析、深度挖掘等高级应用，实现数据“增值”功能。数据中心层还可定时自动巡检主站运行状态及下发控制命令，实现对主站的自动远程监视和维护，大大降低电网企业技术人员运行维护主站的工作量；电网企业还可定制个性化数据发布服务，通过邮件或微信订阅的方式定时自动推送用户负荷的日/周/月/季/年报表；并可及时推送暂态事件记录信息。

主站层

在供电公司设置用户侧电能质量在线监测主站系统。主站层的数据库服务器、应用服务器、Web服务器和通信设备等共同构成的一个相对独立、完整的系统，系统具备独立运行的能力（不依赖数据中心即可独立运行）。主站以无线网络（4G、3G、GPRS）和互联网络作为载体，通过VPN（虚拟局域网）技术将电能质量在线监测设备和主站服务器连接在同一局域网中，实现数据传输和交互。主站具有电能质量在线监测设备的数据传输、电能质量在线监测设备的状态监测、电能质量暂态和稳态数据存储、事件统计、报表制作等功能。主站通过云网关可以向数据服务中心提供关键分析数据、响应数据服务中心的控制命令等功能。考虑到系统的容灾需求，可在供电区范围内选择合适地点另建备灾中心，即选择合适地点设立主站2，两主站并列运行。

设备层

在用户侧安装电能质量在线监测装置，采用网络服务商提供的因特网接入服务。电网企业为接入互联网的主站层系统申请一个固定域

名（免费域名），IP地址由网络服务商动态提供，路由器将IP地址发送到域名解析服务器保存。电能质量在线监测设备通过以太网口与路由器连接，路由器内置4G/3G/GPRS无线通信模块可接入因特网，设置路由器通过固定域名VPN拨号，经域名解析服务器返回主站系统IP地址建立VPN连接，在因特网上组成VPN虚拟局域网。配置每个路由器间的静态路由路径，就能够实现主站与用户侧电能质量在线监测终端的连接，实现数据采集。

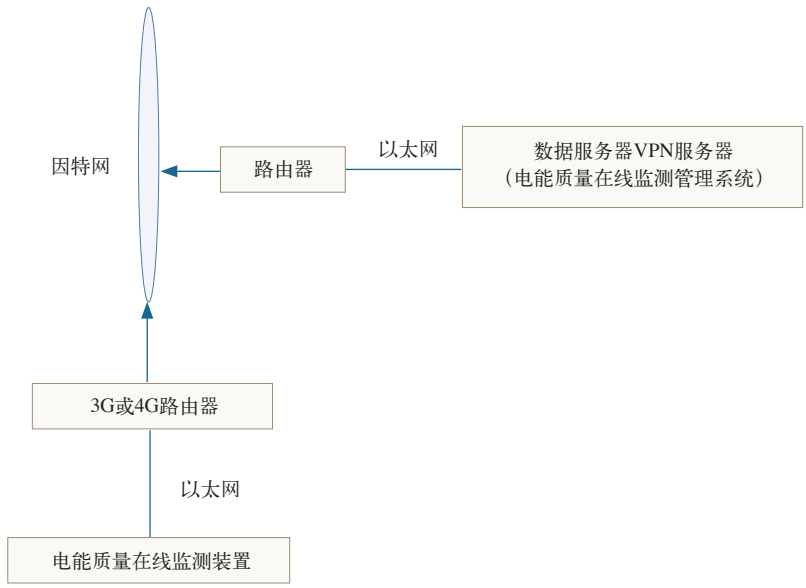

图3

用户侧电能质量在线监测系统应用实践分析

1．用户侧电能质量在线监测系统构建方式

电网企业可通过招标方式，经经济、技术综合分析，最终确定装备制造厂家，依托设备厂家构建基于互联网“云模式”的用户侧电能质量在线监测系统。在电网企业内部自建主站，向设备供应商购买数据中心层服务，采用“云模式”的技术手段，对主站进行日常专业维护。

2．针对用户负荷性质安装电能质量在线监测终端

应优先选择在大型污染源接入点（如电气化铁路、电弧炉、轧机、电气试验站、中频炉、整流设备、变频调速设备、电焊机、轨道交通、调压调功的电热炉）、冲击性污染源接入点（电弧炉、轧机）、新能源接入点（如风电、光伏发电、电动汽车充电站等）及敏感用户接入点（微电子制造、汽车制造、机场、医院等）设置A级电能质量监测点；在非冲击性的小型污染源接入点（中频炉、整流设备、变频调速设备、电焊机、调压调功的电热炉、集中商业用户）、380 V及以下的用户侧（如开关电源、节能灯、电焊机、变频调速设备等）可设置B级电能质量监测点。

3．用户侧电能质量在线监测系统的运行管理

电网企业管理人员针对具体的用户负荷性质，在主站制订对应的监控指标，建立告警标尺，当非线性用户注入电网的电能质量指标超标时，由主站系统发出告警信息，并通过短信、微信等方式自动推送至管理人员。管理人员对非线性用户分类分析处理后（如：某大型冶炼用户，经监控每月谐波超标指标不超过三次，可酌情视为符合运行规范），将电能质量监测结果和整改建议反馈用户。

结束语

电网企业通过构建基于互联网“云模式”的电能质量在线监测系统，将大幅提高电网企业对用户侧电能质量管理工作的水平，并针对非线性负荷对电网的污染采取技术措施，为各类用户提供安全、可靠的用电环境。**EA**

（收稿日期：2016.04.08）
（编辑：杨得润）