

# 基于3G技术组建电能质量监测系统的研究

汪茂盛<sup>1</sup>, 师 魁<sup>2</sup>, 王 巍<sup>2</sup>

(1. 西昌供电公司生技部, 四川 西昌 615000; 2. 南京灿能电气自动化有限公司, 江苏 南京 211100)

**摘 要:**结合西昌地区的实际情况,给出了一种借助于3G技术和虚拟专用网(VPN)技术组建区域电能质量监测系统的方案,实用表明该方案是可行的,可供光纤以太通信网不具备或不可靠的电网电能质量监测网的构建参考。

**关键词:**电能质量监测;3G技术;虚拟专用网(VPN)

**中图分类号:**TM930.9

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2012)01-0064-03

近年来,随着电网负荷结构和类型的复杂化,以及太阳能、光伏发电等分布式电源并网容量的增加,电网电能质量污染问题,特别是局部电网电能质量严重恶化状况<sup>[1]</sup>,日益引起各级电力部门的重视。开展电能质量在线监测,建设覆盖全网的电能质量监测系统已成为目前掌握电网电能质量状况的重要手段,也是各级电力部门电能质量工作的重点和目标<sup>[2]</sup>。部分省区电力公司借助于发达的电力信息广域网,已经组建了各种类型的电能质量监测系统,有些还颇具规模;但国内尚有不少地区,由于地域状况和地理环境的特殊性,电力系统 Ethernet 有线光纤网络建设欠发达,已经成为制约这些地区组建电能质量监测系统的关键因素。此外,众多针对企业用户自备变电站电网接入点进行电能质量监测而安装的监测终端装置,将其纳入供电部门电能质量监测管理的范围,一直是供电公司电能质量管理部门工作的目标,同时也为广大企业用户更加有效地使用好监测终端装置提供了可能。但这项工作在很多地方久未开展或者开展不成功,究其原因,没有通信信道无法组网当属关键。

无线网络通信技术的发展为这个问题的解决提供了很好的途径,特别是近年来飞速发展的3G技术以其高信号覆盖率、稳定的通道保证、成熟的技术应用提供了一种全新的无线高速通信方式。文中结合西昌地区实际应用案例,阐述了在光纤以太通信网不具备或不可靠的电网区域,借助于3G技术和3G网络运营商(中国电信)所提供的服务,以及虚拟专用网(VPN)技术,组建区域电能质量监测系统的综合解决方案,并介绍了系统实际建立后的运行情况。

## 1 研究背景

西昌地处四川省西南部,区内多山,地理状况尤为复杂,电力系统信息广域网络建设相对欠发

达。根据国网公司已颁布的《电力二次系统安全防护方案》文件规定,并且参考其他省区电能质量监测工作的要求和实施情况,电能质量监测系统通信网一般部署在安全区Ⅲ,而西昌境内很多110 kV及以上电压等级变电站在安全Ⅲ区没有通信信道,或者信道资源非常紧张,需要另外铺设专用光纤;即使有些变电站在电力信息广域网安全区Ⅲ有可供电能质量监测装置使用的通信资源,由于网络构架相对薄弱,人为、天气等多种因素也常常导致通信中断,并且很多中断现象是永久性的,必须依靠现场检修才能恢复通信,复杂的地理状况又为检修工作带来诸多不便。

西昌供电公司的电能质量监测工作起步在国内是较早的,上个世纪末,由于西昌卫星发射中心对供电质量的高要求,供电公司就开展了有针对性的电网电能质量监测。2005年以后,在四川省电力试验研究院的支持和帮助下,实施了西昌供电公司“区域电网电能质量在线监测系统”研究项目,但最终未能取得预期成果,主要原因就是无法保证监测系统网络的正常建立和运行。

## 2 研究依据

3G技术的发展和3G网络及服务的普及,为西昌这样电力系统通信网络欠发达地区开展电网电能质量监测工作提供了可靠的通信保障基础。

3G是指第三代移动通信技术,是将无线通信与国际互联网等多媒体通信结合的新一代移动通信系统<sup>[3]</sup>。与GPRS无线通信技术不同,3G无线通信的速度和可靠性有了质的飞跃,能更好地在全球范围内实现无缝漫游,满足建立电能质量监测系统海量数据实时、稳定传输的需要。

经过近年来的快速发展,3G技术以其高信号覆盖率、稳定的通道保证、成熟的技术应用为电力系统提供了一种全新的无线高速通信方式,并且已经在远程抄表、实时视频监控、智能配电系统监控等专业

领域得以应用,为大流量的数据传输提供稳定可靠、高带宽高通信速率的通信保障。利用 3G 无线通信技术实现电力系统中的数据传输,将是智能电网的重要发展方向。

VPN 定义为通过一个公用网络(通常是因特网)建立一个临时的、安全的连接,是一条穿过混乱的公用网络的安全、稳定的隧道<sup>[4]</sup>。VPN 依靠 Internet 服务提供商(ISP)和其他网络服务提供商(NSP),在公用网络中建立专用的数据通信网络<sup>[5]</sup>。所谓虚拟,是指用户不再需要拥有实际的长途数据线路,而是使用 Internet 公众数据网络的长途数据线路;所谓专用网络,是指用户可以为自己制定一个最符合自己需求的网络。

由于 VPN 是在 Internet 上临时建立的安全专用虚拟网络,用户就节省了租用专线的费用,在运行的资金支出上,除了购买 VPN 设备,用户所付出的仅仅是支付一定的上网费用。

### 3 解决方案

该研究项目拟采用 3G 无线网络服务商提供的网络资源和通信服务来实现构建电能质量监测网络,在具体实施上拟使用 VPN 方案来实现电能质量监测数据通过 3G 网络进行传输。根据目前 NSP 提供的网络服务和 VPN 服务,构建系统可采用以下 2 种方案。

方案一: NSP 提供网络及 VPN 服务(如图 1 所示)。

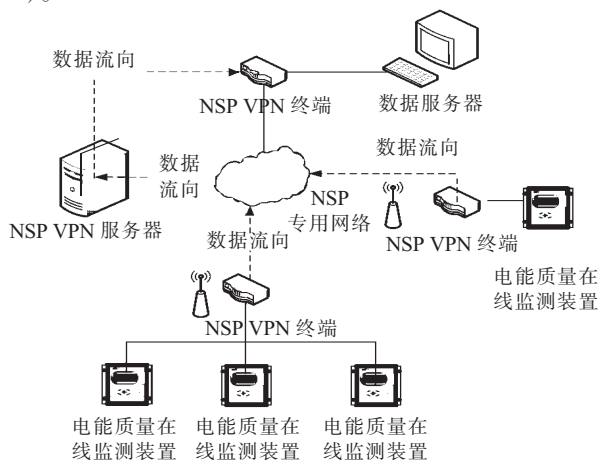


图 1 方案一示意图

该方案下 NSP 不仅提供 Internet 网络资源和服务,而且提供实现 VPN 解析的服务器设备、终端设备用于建立 VPN 网络。NSP 提供的整套 VPN 方案能够很好地保证网络的可靠性和数据传输的稳定性,并且通过技术手段保证用户只能访问 VPN 中的设备和服务器,而不能访问 Internet 资源,这就大大减少了网络上的数据传输和带宽占用。

该方案的费用主要来自 NSP 的 VPN 服务器设备及 VPN 终端的租用费用。

方案二: NSP 负责提供网络服务,第三方负责 VPN 解析服务(如图 2 所示)。

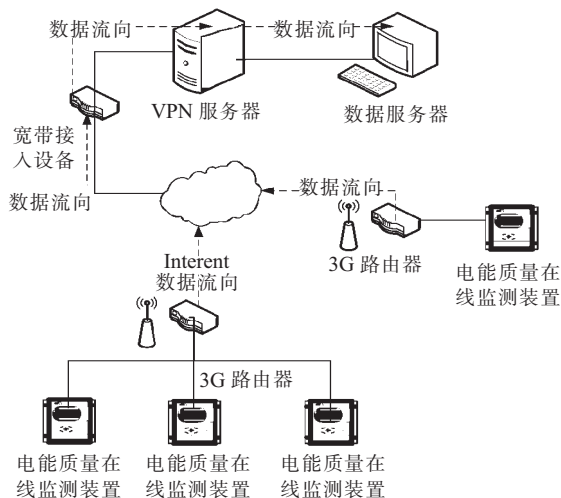


图 2 方案二示意图

该方案下 NSP 仅提供 Internet 网络接入。VPN 服务器以及 VPN 终端设备由用户自己提供和负责维护,另外由第三方借助 NSP 的 Internet 接入服务,提供 VPN 解析服务将 Internet 上的 VPN 服务器、VPN 终端设备组成 VPN。第三方是指提供 VPN 解析服务的专业网站,而不再是 NSP 本身。该方案下,VPN 的稳定性主要由第三方保证。用户自己管理 VPN 服务器,可以灵活自主地控制接入 VPN 的用户身份和数量。

该方案的费用主要来自 VPN 服务器和 3G 路由器的采购费用、VPN 服务器的网络租用费用以及 VPN 终端的上网费用。

### 4 实施应用

西昌供电公司在电能质量监测产品厂家的配合下,选择方案二,组建了完全基于 3G 技术的西昌电网电能质量监测系统。监测系统围绕西昌卫星发射中心供电网及西昌地区电铁牵引站供电网,设置 8 个电能质量监测点,目前 8 个监测点已经全部投入运行。监测系统数据中心服务器及 VPN 服务器均设置在四川省电力科学研究院谐波监测站,西昌供电公司工作人员外网计算机连接上 Internet 后,通过 VPN 服务器与数据中心服务器建立连接,浏览和读取变电站监测装置监测数据。安装在变电站侧的电能质量监测终端装置,通过 3G 网络终端设备及 3G 网络服务器连接上 Internet,通过 VPN 服务器接入监测系统数据中心服务器。

服务器初期由设备厂家在 Internet 上通过远程桌面的方式登录服务器维护整个系统,此外,

Internet 上的任何一台计算机使用经过 VPN 服务器授权的身份远程连接 VPN 服务器后,均可以通过 IE 浏览器访问数据中心服务器,浏览和调取各监测点电能质量监测数据。

结合目前所使用的电能质量监测装置情况,统计数据按照 1MIN 为统计间隔,另外考虑足够的事件波形数据等其他数据的容量,经过统计计算,1 个电能质量监测点与主站进行数据传输,24 h 产生的流量总和不超过 25 M,1 个月的数据总流量就不超过 750 M,选择四川电信公司 800 M/月的 3G 上网套餐较为合适,这样一个电能质量监测点全年的 3G 网络使用费用只有 600 元,并且随着 3G 网络的发展和各 NSP 之间的竞争,3G 网络使用方面的费用还会降低。

2010 年 9 月底,系统开始投入试运行,西昌供电公司正好承担“嫦娥二号”卫星发射期间保供电的任务。以往卫星发射之前,为保障西昌卫星发射中心供电的电能质量,都要请四川省电力试验研究院谐波监测站的工作人员携带便携式电能质量分析仪到变电站现场进行测试,既浪费了人力财力,又无法保证测试的连续性,在现场接线进行测试还对卫星发射期间的供电保障带来一定不安全因素。这次基于 3G 无线网络的电能质量在线监测系统建立后,从根本上改变了以往的工作方式,大大提高了工作效率,也保证了西昌卫星发射中心电网电能质量的全天候实时监测。“嫦娥二号”卫星成功发射后,将系统根据现场装置监测数据生成的电能质量指标参数趋势图和综合分析报表与西昌卫星发射中心监测数据进行综合对比,几个主要参数的结果完全一致,证实了数据的有效性。

几个月以来的连续运行表明,四川地区中国电信 3G 无线网络的可靠性比较高,即使是在地理位置相对偏远的川西地区,偶尔出现 3G 网络信号变弱导致网络通信速率变低或网络中断的问题,通过

调整系统主站平台与监测终端装置之间的数据传输方式,也未对系统正常运行造成太大的影响。基于 3G 无线网络的电能质量在线监测系统数据中心服务器中的监测数据非常完整,证明了该方案的有效性和可行性。

## 5 结束语

基于 3G 技术组建电能质量监测系统,是 3G 技术应用于电力行业的一种有益尝试,不同地区在建立电能质量监测系统时,可根据实际情况,结合现有电力有线通信网络和 3G 无线网络两方面,建设电力系统电能质量监测网通信体系。另外,3G 技术应用于组建电能质量监测系统的尝试,也为目前条件下电力系统有线通信网络欠发达地区的其他各种类型智能系统的建设指明了一条切实可行的途径,电力行业要在 3G 通信方面开展广泛的研究,积累经验,为电力系统 3G 通信时代做好准备。

### 参考文献:

- [1] 肖湘宁.电能质量分析与控制[M].北京:中国电力出版社,2004.
- [2] 徐永海,肖湘宁.电力市场环境下的电能质量问题[J].电网技术,2004(22):16-18.
- [3] 廖晓滨,赵 熙.第三代移动通信网络系统技术的应用及演进[M].北京:人民邮电出版社,2008.
- [4] 金汉均.VPN 虚拟专用网安全实践教程[M].北京:清华大学出版社,2010.
- [5] 迪波斯.防火墙与 VPN 原理与实践[M].北京:清华大学出版社,2008.

### 作者简介:

- 汪茂盛(1982),男,重庆荣昌人,工程师,从事电力系统电网电压无功管理和电网谐波分析工作;
- 师 魁(1980),男,河南周口人,工程师,从事电力系统自动化产品的市场营销和技术支持工作;
- 王 巍(1981),男,江苏南京人,硕士,从事电能质量监测系统软件的研究与开发。

## Research on the Construction of Power Quality Monitoring System Based on 3G Technology

WANG Maosheng<sup>1</sup>, SHI Kui<sup>2</sup>, WANG Wei<sup>2</sup>

(1. Xichang Power Supply Company, Xichang 615000, China;

2. Nanjing Shining Electric Automation Co.Ltd., Nanjing 211100, China)

**Abstract:** Based on the actual situation of Xichang, a construction framework of area power quality monitoring system is proposed, which is combined with the 3G technology and virtual private network (VPN). The feasibility of the monitoring system is demonstrated by its application, which can be a useful reference when there is lack of fiber ethernet communication network or reliable power quality monitoring system.

**Key words:** power quality monitoring; 3G technology; virtual private network (VPN)