

基于嵌入式技术的电能质量监测分析系统研究

张洪涛, 叶 荧, 安 庆

(河南省电力公司 周口供电公司, 河南 周口 466000)

摘 要: 针对电力行业实际问题, 综合采用嵌入式软硬件平台技术、GIS (Geographic Information System) 信息技术和 Internet 技术, 建立了电能质量在线监测系统, 并利用时域、频域和混合域分析方法对监测数据进行检测评估和分析, 实现对电网可靠性指标的评估, 从而不断提高电网的可靠性, 进而为河南地区电网电能质量水平的进一步提升起到积极作用。

关键词: 电能质量; 监测分析系统; 嵌入式; 谐波; GIS

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2009)05-0048-04

Study of Power Quality Monitoring System Based on Embedded Technology

Zhang Hongtao, Ye Ying, An Qing

(Zhoukou Power Supply Company, Henan Electric Power Company, Zhoukou Henan 466000, China)

Abstract: Aiming at practical problems in power industry, adopts embedded technology, GIS information technology and Internet technology to set up a power quality monitoring system. Uses the analysis of time field, frequent field and mixed field to detect and evaluate the monitoring data and realizes the assessment of grid reliability. Thus continuously increases the grid reliability and furtherly improves the power quality in Henan province.

Keywords: power quality; monitor system; embedded technology; flicker; GIS

0 引言

随着电力系统新型负荷及非线性负荷的大量增加, 电力系统的电压和电流波形会发生严重畸变, 从而给电力系统带来很大的“电网污染”。特别是用户内部短路以及开关操作、变压器或电容器组投切时的短时中断均会引起暂态、瞬时过电压以及电压凹陷、凸起或短时供电中断等电能质量扰动问题, 以及电网系统中的谐波成份也越来越复杂等, 造成了严重的电力“污染”, 已经对某些行业(如医院的精密仪器、微计算机系统以及智能电子、工业过程控制中的微处理器等)构成了巨大的威胁, 甚至造成“瀑布”式的连锁反映, 从而引发电网崩溃事件。电能质量问题不仅影响电力系统的运行安全稳定, 也给用户带来重大的经济损失。因此, 对电网电能质量进行有效合理监测

与分析以及提高, 已成为电网正常运行的焦点^[1-3]。

1 电能质量监测系统需求分析

电能质量监测系统在总体上应具有 3 层体系架构, 由变电所现场监测客户终端、地区电网电能质量监测中心服务器、以及通信网络组成。在系统功能上要求实现以下需求^[1]:

1) 终端能同时监测电压偏差、频率偏差、谐波、电压波动与闪变、三相不平衡 5 项电能质量指标, 在装置面板上显示结果, 能存储部分数据。

2) 监控中心软件平台能完成对 N 个终端装置的管理, 能根据需要添加或删除监测站点。

3) 软件平台对客户终端上传的数据和信息进行分析计算, 实现曲线显示、合格统计、报表打印等功能。

收稿日期: 2009-07-18

作者简介: 张洪涛 (1967-), 男, 河南宁陵人, 河南省电力公司周口供电公司高级工程师, 硕士, 主要从事电气自动化研究,

E-mail: zhtdyj@sina.com

4) 通过以太网, 客户终端能对监控中心实现数据上传, 监控中心软件平台能对客户终端进行硬件初始化、数据读取、命令传送等功能。

2 系统总体实现

2.1 系统组成

电能质量监测与分析系统由变电所现场监测客户终端、地区电网电能质量监测中心服务器、以及通信网络组成, 其整体框图如图 1 所示。

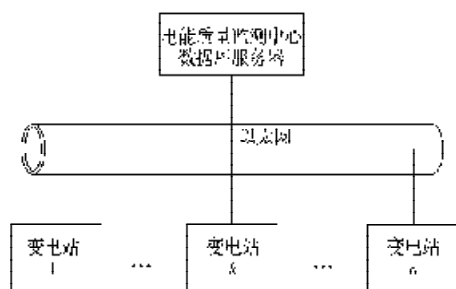


图 1 电能质量监测系统整体框图

Fig. 1 Block diagram of power quality monitoring system

客户终端在变电所实现电能质量指标的实时监测和数据上传, 客户终端安装在变电站或用户端, 根据对电网电能质量监督管理的实际需要确定数量。客户终端装置由采集器和计算机系统构成, 即由信号板(包括传感器、接线端子等)、背光及键盘接口板、信号调理板、闪变测量板和工控机系统组成。采集器以我国制定的电能质量 5 项标准要求为基础, 完成对电压、电流、频率等电能质量相关数据的采集和处理; 通讯网络部分采用 Internet 网络系统。

地区电网电能质量监测中心服务器可实现多个客户终端的监控和管理。通过 Web 服务器发布电能质量状况, 向客户终端发布操作控制命令, 完成对电网各节点(变电所)的电能质量指标的实时监督和管理。

2.2 系统功能实现

电能质量监测系统功能如图 2 所示^[4]。

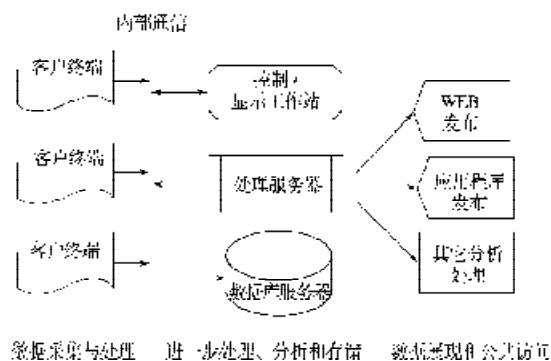


图 2 电能质量监测系统功能框图

Fig. 2 Function diagram of power quality monitoring system

从图 2 可以看出, 监测任务分为 3 段: 数据采集、数据处理和分析、结果发布。本质上, 电能质量监测就是信息采集处理, 首先要捕获干扰, 然后将其分类。根据它们的特点和相应的参数, 如用总谐波畸变率 THD (total harmonic distortion) 描述谐波干扰、用有效值描述电压变化来判断干扰的程度, 这些数据也可用来判断干扰的原因和位置。

监测期间, 由前端设备电能质量监测仪检测并捕获干扰, 送到中心服务器, 中心服务器对数据进行进一步的处理并保存起来, 这就需要内部通信, 可用以太网实现内部通信。

3 客户终端设计实现

电能质量监测与分析系统的客户终端采用嵌入式软硬件技术实现。整个客户终端的功能结构主要分为 1) 数据采集、处理、显示和存储; 2) 数据分析统计和报表生成, 其功能结构框图如图 3 所示。第一部分程序在整个监测过程中始终处于运行状态, 数据采集卡不间断地采集数据, 数据处理模块定时处理一次从缓存区出来的数据, 经过分析计算得到各个指标的数值。数据显示模块判断各个指标的数值是否超标, 并在界面上提供相应的显示, 在显示的同时各个指标的数据存入数据库, 通过这个过程客户终端实现对监测点的实时监测^[3-4]。

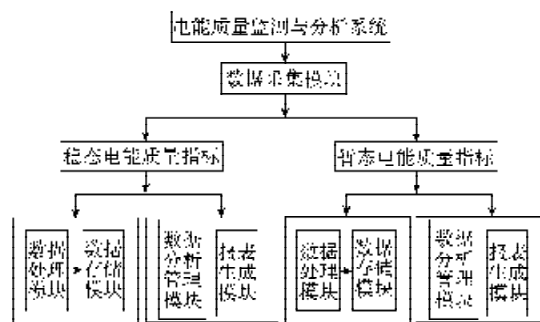


图 3 客户端系统功能结构框图

Fig. 3 Block diagram of the client system functions

3.1 数据采集模块

数据采集模块使用循环缓存技术进行编程, 这种技术的优势在于, 它能使采集卡在设定的采样速率下不间断地采集数据。使用循环缓存技术时, 每次只在缓存区的一部分放进数据。当到达缓存区的底部时, 它转回到缓存区顶部再次填充同一个。为了保证电能质量检测的实时性, 将提出的电能质量检测算法加载到运算速度很高的数字信号处理器芯片 DSP (digital signal processor) 中。

3.2 数据处理模块

数据处理模块的作用主要是对数据采集卡采集的数据进行相应的数学运算, 它由 2 个子模块组成

(见图4), 分别完成对稳态和暂态电能质量指标的测量计算。

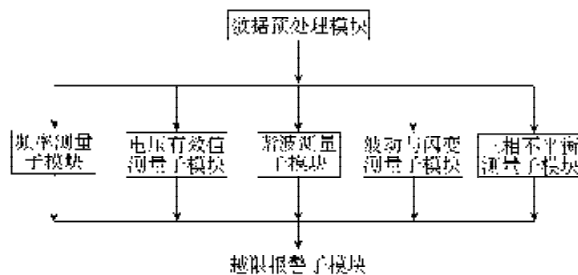


图4 数据处理模块

Fig. 4 Data processing module

3.3 数据存储、分析统计和报表生成模块

数据存储模块的主要功能是对数据库进行表生成、写数据、读数据、删除记录等操作。采用SQL语言进行编程, 利用该语言可以生成各种数据库操作语句, 使得用户能根据各自的要求灵活地操作数据, 在程序中通过数据存储模块将数据分别写入稳态电能质量和暂态电能质量数据表中。数据分析统计模块的功能是对数据库中的数据进行统计分析, 让运行人员从统计学的角度更好地了解电能质量状况。报表生成模块可以生成Word报表或HTML网页型报表。报表以数据、表格和图形的方式, 显示电能质量状况, 它可以根据用户的需要来设置报表中希望显示的统计数据, 能方便地打印, 保存备份。

4 服务器端设计实现

服务器端首先要能接收来自各个客户终端的数据, 能够将接收的数据按不同的来源写入服务器端数据库中相应的数据表, 并在主界面上显示, 同时要具有对整个地区电网数据的全局性的分析统计功能, 能实现对各个客户终端的有效管理, 能发布各种命令, 使得客户终端执行相应的各种操作。因此服务器的任务主要分成2个部分, 第一部分主要包括接收数据、数据分类存储和显示; 第二部分主要包括各种数据统计、查询功能, 可用Web方式发布整个电网电能质量的总体信息, 提供各种电能质量数据的下载, 供用户使用。这些功能的实现采用动态配置技术, 使系统的实现灵活, 扩展方便^[4-5]。

电能质量监测与分析系统的服务器端主界面设计也可采用类似Windows窗口的人机交互方式。在客户终端界面人机交互方式的基础上, 更加强调对地区电网全局性的电能质量指标的监测评估和管理。

5 通信网络及WebGIS技术实现

系统采用嵌入式TCP/IP协议单片机技术, 负责采

集部分与远程管理部分之间的通讯, 将采集的数据及统计的结果及时传送到主站管理机, 可实现多个不同供电系统的集中监测。

WebGIS的支撑技术主要包括公共网关接口CGI、ActiveX、Java等技术。基于这些技术建立的WebGIS系统具有更清晰的功能层次, 更规范的模块接口, 且易于扩充以及更适于分布处理。系统包括数据表示层、应用服务层和数据服务层, 是典型的3层结构^[3-5]。

5.1 数据服务层的实现

数据服务层设于专门的数据服务器中, 数据库用于存储原始数据、中间处理数据、返回给终端的结果数据、系统运行及维护数据, 为整个系统的运行提供一切必需的数据存储服务。采用大型关系数据库Oracle9i, 主要存储地图属性数据、电网电气元件参数及运行状态参数、电能质量指标实时数据、历史数据及必要的辅助数据表。提供应用服务层和数据表示层所需要的原始数据, 也保存它们提交的或处理过的数据, 原始数据由数据采集系统提供。

5.2 应用服务层的实现

应用服务层主要包括Web服务模块、GIS应用服务模块和数据服务模块。GIS应用服务模块采用MapInfo公司的MAPXTREME地图应用服务器, 将信息和资源在地图上以多种可视化方式展现出来。当用户在客户终端进行相应的地图操作后, 客户终端浏览器向Web服务模块发出1个HTTP请求; 递交表单以及Javascript、VB/Script等脚本语言根据当前工具号、用户鼠标操作等信息构建的请求字符串。Javascript脚本语言应用程序则根据提交表单的信息判断用户的地图操作请求类型, 并对MAPXTREME的Map引擎进行访问。Map引擎如有需要则通过数据服务模块取得必需的数据, 然后进行相应的空间分析和处理, 再将处理结果以矢量图的形式传递给Web服务模块, Web服务模块再将这些信息以数据流的形式传输给客户终端的浏览器, 接收的数据流在浏览器上形成所需要的JPG或者GIF图形。

5.3 数据表示层的原理和实现

数据表示层主要提供用户数据查询、地图表现等。客户终端通过Web浏览器访问前端代理服务器。客户终端浏览器向Web服务模块发出1个HTTP请求, 以远程方法(remote method invocation, RMI)调用应用服务器提供的类服务, 使得用户可以在本地实施放大、缩小、漫游、查询等基本业务操作。对于专题地图等复杂业务操作, 用户终端通过与地图应用服务器(MapInfo MAPXTREME)建立会话, 提供所需要的参数给服务器, 由服务器处理。这种实现方式既保证了普通用户应用WebGIS, 又简化了前端插件, 便于前端软件的更新和管理, 特别适合信息发布和查询。

6 结语

本系统已在河南省电力公司周口供电公司成功应用, 提高了电网的供电质量和可靠性, 为河南地区电网电能质量水平的进一步提升起到了积极作用。

参考文献:

- [1] 徐遐龄, 查晓明. 电能质量监测评估系统的研究[J]. 高电压技术, 2008, 34(1): 158-162.
Xu Xialing, Zha Xiaoming. Study on Power Quality Monitoring and Evaluating System[J]. High Voltage Engineering, 2008, 34(1): 158-162.
- [2] 姚建刚, 李继光, 李唐兵, 等. 新型电能质量监测评估系统设计及应用[J]. 电力系统及其自动化学报, 2009, 21(2): 76-80.
Yao Jiangang, Li Jiguang, Li Tangbing, et al. Design and Application of Novel Power Quality Monitoring and Evaluation System[J]. The Chinese Society of Universities for Electric Power System and Automation, 2009, 21(2):

76-80.

- [3] 成蓬勃, 刘灿萍, 梁晓剑. 基于 MapXtreme 的 WebGIS 电能质量监测系统研究[J]. 电力系统通信, 2006, 27(167): 63-65.
Cheng Pengbo, Liu Canping, Liang Xiaojian. Research of WebGIS Power Quality Monitoring System Based on MapXtreme[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2006, 27(167): 63-65.
- [4] 段成刚, 欧阳森, 宋政湘, 等. 新型在线实时电能质量监测设备的设计[J]. 电网技术, 2003, 28(2): 60-63.
Duan Chenggang, Ou Yangsen, Song Zhengxiang, et al. Design of a New Online and Real-Time Power Quality Monitor[J]. Power System Technology, 2003, 28(2): 60-63.
- [5] 孙才新, 孙周源, 刘理峰, 等. 电力地理信息系统及其在配电网中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
Sun Caixin, Sun Zhouyuan, Liu Lifeng, et al. Power Geographic Information System and Its Application in Power Distribution System[M]. Beijing: Science Press, 2003.

(责任编辑: 罗立宇)

(上接第 21 页)

- Ethnopharmacology and Bioinformatic Combination for Leads Discovery: Application to Phospholipase A(2)Inhibitors[J]. Phytochemistry, 2001, 58(6): 865-874.
- [25] Ismaili H, Sosa S, Brkic D, et al. Topical Anti-Inflammatory Activity of Extracts and Compounds from *Thymus Broussonetii*[J]. Journal of Pharmacology, 2002, 54(8): 1137-1140.
- [26] 田丽婷, 马 龙, 堵年生. 齐墩果酸的药理作用研究概况[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(12): 884-886.
Tian Liting, Ma Long, Du Niansheng. Survey of Pharmacology of Aleanolic Acid[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2002, 27(12): 884-886.
- [27] Qu  r  Luc, Wenger Traudl, Schramm Hans J. Triterpenes as Potential Dimerization Inhibitors of HIV-1 Protease[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 1996, 227(2): 484-488.
- [28] Kashiwada Y, Nagao T, Hashimoto A, et al. Anti-AIDS Agents 38 Anti-HIV Activity of 3-O-acyl Ursolic Acid Derivatives[J]. Journal of Natural Products, 2002, 63(12): 1619-1622.
- [29] Chen Ke, Shi Qian, Yoshiki Kashiwada. Anti-AIDS Agents, 61. Salaspermic Acid, An Anti-HIV Principle from *Tripterygium Wilfordii*, and the Structure-Activity Correlation with Its Related Compounds[J]. Journal of Natural Products, 1992, 55(3): 340-346.
- [30] Raphael T J, Kuttan G. Effect of Naturally Occurring Triterpenoids Glycyrrhizic acid, Ursolic Acid, Oleanolic Acid and Nomilin on the Immunesystem[J]. Phytomedicine, 2003, 10(6-7): 483-489.
- [31] 谭仁祥, 罗 兰, 蒋京广, 等. 一种治疗抑郁症的药物: 中国, CN1307869[P]. 2001-08-15.
Tan Renxiang, Luo Lan, Jiang Jingguang, et al. A Drug to Treat Depression: China, CN1307869[P]. 2001-08-15.
- [32] 刘锦业, 刘远军, 罗 智, 等. 2-羟丙基 β -环糊精对女贞叶提取物的增溶作用[J]. 中成药, 2001, 23(12): 918-919.
Liu Jinye, Liu Yuanjun, Luo Zhi, et al. The Solubilization of 2-Hydroxypropyl- β -Cyclodextrin to the Extracts from Leaves of *Fructus Ligustri Lucidi*[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2001, 23(12): 918-919.
- [33] 胡幼圃. 抗病毒药阿昔洛韦经皮吸收制剂: 中国, CN1129-573[P]. 1996-08-28.
Hu Youpu. Antiviral Percutaneous Absorption Preparation of Acyclovir: China, CN1129573[P]. 1996-08-28.

(责任编辑: 李玉珍)