

电能质量在线监测系统的设计和实现

孙毅, 唐良瑞, 龚钢军

(华北电力大学信息工程系, 北京 102206)

摘要: 随着社会的发展, 电能质量问题越来越受到社会的关注, 其取决于发电、输电、供电和用电方, 关系到各方的利益, 电能质量在线监测的网络化是一种必然趋势。该文给出一种电能质量在线监测系统的设计实现方案, 使得电力部门可以及时、详细、精确地掌握电力系统电网的电能质量状况, 正确、合理地评估电网的电能质量水平。

关键词: 电能质量; 虚拟仪器; 在线监测

中图分类号: TM764 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)17-0060-04

0 引言

随着社会的快速发展, 电能的使用面临着一种新的问题: 一方面是电能需求量在不断增加; 另一方面是社会对电能质量的要求也越来越高, 要求在电能使用中实现质和量的统一。电能质量的问题, 取决于发电、输电、供电和用电方, 要保证电力系统电网的电能质量, 必须由电力部门和接入电网的广大电力用户来共同维护, 因此为了切实维护电力部门和用户的合法利益, 保证电网的安全运行, 净化电气环境, 必须加强对电力系统电网电能质量的监测和管理。

目前, 电能质量的监测方式主要有三种: 设备入网前的专门检测、设备使用中的定期或不定期检测和在线监测。由于电能质量问题的特殊性, 前两种监测方式的监测数据不能全面和准确地反映出电力系统电网的电能质量信息, 因此电能质量监测应该采用在线监测。电能质量在线监测技术是严格按照《电能质量 供电电压允许偏差》、《电能质量 公用电网谐波》、《电能质量 电压波动和闪变》、《电能质量 三相允许不平衡度》、《电能质量 电力系统频率偏差》和《电能质量 暂时过电压和瞬时过电压》等六项电能质量国家标准, 通过利用电能质量在线监测设备对电力系统电网进行在线监测, 从而连续收集、记录和存储电力系统电网的频率偏差、电压偏差、电压波动与闪变、谐波、三相不平衡等稳态信息, 以及电压跌落、电压骤升和电压中断等暂态信息。

随着对电能质量问题的日益重视, 电力部门希望通过在电力系统电网中的各等级变电站和特殊点安装专门的电能质量在线监测装置, 并且组建电能质量在线监测系统, 力求实时、精确地测量电力系

统电网的电能质量, 分析电能质量问题产生的原因, 及时采取技术措施来改善电力系统电网的电能质量。为了适应电力部门的需求, 本文给出一种电能质量在线监测系统的设计和实现方案, 以供参考。

1 基于虚拟仪器技术的电能质量在线监测系统

1.1 系统简介

本电能质量在线监测系统为分层分布式系统, 以计算机技术、虚拟仪器技术和网络通信技术为依托, 通过将电网中的各监测站点连成整体, 实现了电能质量在线监测的网络化。电能质量在线监测系统提供给电力部门大量实时、精确的电能质量数据信息, 为电力部门的安全生产提供了保证^[1]。由于目前大量变电站已经接入本地局域网, 而且通过局域网通信可以保证数据传输的实时性、可靠性, 本系统利用现有的局域网来组建电能质量在线监测系统, 当然, 也可选用串口或调制解调器的方式组建监测系统。

电能质量在线监测系统由数据监测子系统、通信子系统、服务器子系统三部分构成。系统结构如图1所示。

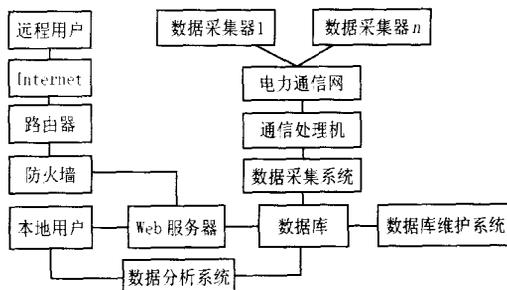


图1 电能质量在线监测系统

Fig. 1 On-line monitoring system of power quality

1.2 数据监测子系统

数据监测子系统的核心是采用虚拟仪器技术开发的电能质量在线监测仪(或数据采集器)。虚拟仪器技术是伴随着计算机技术的发展而发展起来的,是具有比普通仪器更为强大功能的计算机系统。虚拟仪器技术是将传统的硬件实现的数据分析处理、显示和存储功能,改由功能强大的计算机来完成,同时配备获取测量信号的调理电路和基于虚拟仪器技术编写的监测软件,对输入的测量信号进行分析处理和显示^[2]。在线监测仪结构如图2所示。

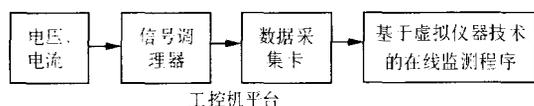


图2 基于虚拟仪器技术的电能质量在线监测仪

Fig.2 On-line monitoring instrument of power quality based on virtual instrument technique

基于虚拟仪器技术开发的电能质量在线监测仪有以下优点:

通信能力强,方式多,提供计算机系统所支持的以太网、调制解调器和串行接口。

多种形式的大容量存储介质,提供计算机系统所支持的硬盘、软盘和闪盘,监测数据存储时间长。

线路监测和数据处理功能强,可同时监测多条线路,减少设备的投资。

数据就地显示功能强、图形化程度高,虚拟仪器技术提供强大的图形显示的示波器功能。

软件升级快捷、方便,“软件就是仪器”是虚拟仪器技术的主要特点,通过软件的不断开发和升级实现在线监测仪功能的改进^[2]。

另外,基于虚拟仪器技术开发的电能质量在线监测仪的性能优异、测量精度高、技术指标完全满足国标要求,其中,电流测量范围为AC 0~5 A,电压测量范围为AC 0~400 V,测量精度都为0.2级;功率及功率因数测量精度为0.5级;三相电压不平衡度测量误差小于1.5%;频率测量误差小于0.005 Hz;电压波动和闪变测量误差小于1%;测量谐波范围为2~50次。

1.3 通信子系统

由于基于虚拟仪器技术的电能质量在线监测仪具有强大的通信能力,支持以太网接口、调制解调器接口和串口等通信方式,因此在组建电能质量在线监测系统时,可以灵活选用。在本系统中采用现有的局域网方式进行通信,通信协议为TCP/IP。通

信子系统一方面负责各个站点电能质量在线监测仪的监测数据实时、准确地上传到数据库服务器的实时数据库中,然后再由数据库服务器的分析处理程序进行相关的统计分析,结果存入历史数据库中,供以后查询、显示;另一方面,接受管理中心通过服务器发布的检索信息和配置等命令信息,对监测系统进行设置。结构如图3所示。

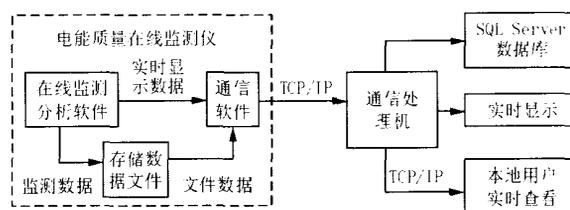


图3 通信子系统

Fig.3 Communications subsystem

通信子系统的程序构成分为三部分:

电能质量在线监测仪端通信程序:实现与基于虚拟仪器技术编写的电能质量监测分析软件的实时数据之间的通信,以及定时读指定存储目录下的文件中的最新记录,并按照不同的数据内容(实时数据、文件数据)进行打包,将数据包转发给通信服务器。

通信服务器端程序:接收来自电能质量在线监测仪端通信处理程序的实时数据和文件数据,并对文件数据和实时数据中的报警数据进行入库操作,实时数据转发给本地用户(本地用户是相对于远程用户而言的,本地用户是指局域网内能通过实时显示软件来实时查看电能质量在线监测数据的用户,本地用户也可通过浏览器从Web服务器上获取信息,而远程用户指是只能通过IE浏览器从Web服务器上获取信息的用户)。此外,通信服务器程序还负责接收本地用户下发的命令并将命令转发给电能质量在线监测仪端通信处理程序。

本地用户端程序:向用户提供良好的人机界面,对通信服务器端转发过来的实时数据进行分析和处理后将结果显示给用户,供用户查看各个重要参数的实时值和实时曲线,并可以根据实时显示内容需要向电能质量在线监测仪端通信处理程序发送命令控制其是否上传数据。

1.4 服务器子系统

电能质量在线监测系统的服务器安装于电能质量监测管理中心,从功能上又分为数据库服务器和Web服务器,主要提供中心数据库、监测数据的统计分析和存储检索、Web数据网络页面、系统报警

和通告信息的发布、远程系统维护管理和软件升级、数据实时访问等功能。服务器的软硬件的配置应能满足系统负荷需求,并可根据需要适当地扩展。结构如图4所示。

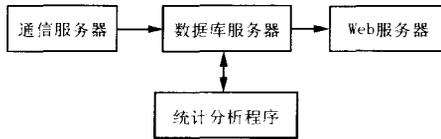


图4 服务器子系统

Fig.4 Server subsystem

1) 数据库服务器

数据库用来存储和管理电能质量在线监测系统中各个站点监测仪上传的监测数据、数据库统计分析程序处理后的数据,以及系统的配置信息,并为系统中的Web服务器、本地显示等模块提供数据检索等数据支持。系统采用SQL Server 2000数据库,数据库分为实时数据库和历史数据库,支持国际公认的电能质量数据交换格式(PQDIF格式),系统数据可同时写入两个或多个数据库,并可扩充。

数据库服务器程序主要分为三部分:

数据库内部处理程序:主要实现实时数据表与统计数据表的同步,查询出满足查询条件的数据集。设计时利用SQL Server2000提供的触发器,在实时数据表中创建触发器,触发事件为“插入”,当实时数据表中有数据插入则触发器运行,根据实时数据表中的数据计算出基波和各次谐波的功率因数、有功功率、无功功率、视在功率等参数,并将计算完的数据插入统计数据表中。

统计分析程序:主要实现根据实时数据表提供的数据计算出其他后期分析、绘图所需数据,并对所有数据进行最大值、最小值、平均值、95%概率值的统计与计算。设计时从实时数据表、统计数据表中获取数据,对这些数据进行统计及计算。

数据库管理程序:主要实现数据库管理,运行维护,数据备份,事故恢复以及数据优化等功能。数据库采用了自动备份的技术,事故恢复时候,首先恢复数据库备份文件,然后恢复数据日志记录备份,这样可以恢复故障前的数据记录。

2) Web 服务器

为了更好地实现系统的远程管理和控制,电能质量在线监测系统采用Web技术,建立了Web服务器。用户可在任意地点、任意时间通过Web浏览器浏览网页,访问Web服务器发布的基于Web形式的数据查询、数据分析、报表展示、曲线展示、报警信息、

设备状态、站点分布、国标查询、记录查询等信息,了解指定日期的电能质量状况,并且可以随时下载Word、Excel和文本等形式的报表统计资料。作为系统信息发布平台的Web服务器接收来自浏览器的请求,并根据请求从数据库中提取数据、生成新的页面发送给Web浏览器,实现信息的网络化共享。但是相对于本地用户处监测数据的实时显示,由于Web服务器检索的信息来源于数据库服务器,数据信息统计性强、实时性不高,主要完成信息查询和发布的功能。

Web服务器的Web访问服务程序提供报表浏览、各种数据的曲线趋势图查询、闪变查询、采集器状态查询、用户管理、告警管理、用户消息等功能。用户必须经过授权才能访问Web服务器,系统设置了一个超级管理员,通过该超级管理员权限可以遍历子系统的所有流程,以对系统的各模块和函数进行管理和检查,同时源程序里预留了一些用于调试的语句,它们可以用于系统维护和升级。Web服务器处理流程如图5所示。

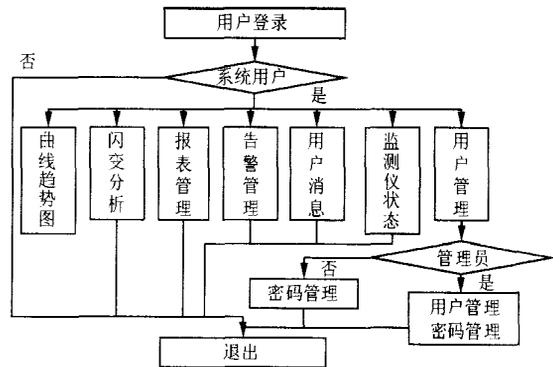


图5 Web服务器处理流程

Fig.5 Flow chart of Web server processing

2 结论

本套电能质量在线监测系统是结合实际开发的,系统严格按照电能质量国家标准的要求,实现了电能质量在线监测的网络化管理。系统通过基于虚拟仪器技术的电能质量监测仪对各变电站中指定线路的在线监测,获取电能质量信息,并且可通过数据的实时显示、本地显示和Web显示,使电力部门实时、详细、精确地了解电网的电能质量状况,及时发现电能质量问题,并采取技术措施来改善电能质量。

参考文献:

- [1] 贺建闽,黄治清(HE Jiann min, HUANG Zhi-qing). 电能

- 质量远程在线实时监测系统研究 (Study on the On-line and Real-time Power Quality Remote Monitoring System) [J]. 铁道学报 (Journal of the China Railway Society), 2003, 25 (4): 42-47.
- [2] 刘君华, 贾惠芹, 丁晖, 等 (LIU Jun-hua, JIA Hui-qin, DING Hui, et al). 虚拟仪器图形化编程语言 Labview 教程 (A Course of Virtual Graphics Language Labview) [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社 (Xi'an: Xidian University Press), 2001.
- [3] 李永臣, 艾欣 (LI Yong-chen, AI Xin). 基于虚拟仪器技术的电能质量在线监测系统 (On-line Monitoring System of Power Quality Based on Virtual Instrument Technique) [J]. 现代电力 (Modern Electric Power), 2002, 19(1): 50-54.
- [4] 张鹏展, 艾欣 (ZHANG Peng-zhan, AI Xin). 应用 PcAnywhere 的电能质量在线监测 (On-line Power Quality Monitoring Based on PcAnywhere Technique) [J]. 华北电力大学学报 (Journal of North China Electric Power University), 2003, 30(3): 9-12.
- [5] 全国电压电流等级和频率标准技术委员会 (National Standardization Technical Committees of Standard Voltages, Current Ratings and Frequencies). 电压电流频率和电能质量国家标准应用手册 (The National Standard Application Manual of Voltages, Current, Frequencies and Power Quality) [M]. 北京: 中国电力出版社 (Beijing: China Electric Power Press), 2001.

收稿日期: 2004-06-29; 修回日期: 2004-07-26

作者简介:

孙毅 (1972 -), 男, 讲师, 长期从事电力系统通信方面的研究工作;

唐良瑞 (1966 -), 男, 博士, 副教授, 研究方向为多媒体通信、电力系统通信、图像处理等; E-mail: tangliangrui@163.com

龚钢军 (1974 -), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统通信。

Design and realization of on-line monitoring system of power quality

SUN Yi, TANG Liang-rui, GONG Gang-jun

(Dept of Information Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: To the tendency of on-line monitoring, this paper puts forward a design scheme of the on-line monitoring system of power quality. The characteristics of the data monitoring subsystem, communication subsystem and Server subsystem of the proposed system are detailed. With its employment, electric power departments can master power quality timely and accurately and assess the power quality of power grid properly.

Key words: power quality; virtual instrument; on-line monitoring

(上接第 59 页 continued from page 59)

- [3] 西安交通大学 (Xi'an Jiaotong University). 电力系统计算 (Calculation of Electric Power System) [M]. 北京: 水利电力出版社 (Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1981.
- [4] 刘钦圣, 等 (LIU Qin-sheng, et al). 最小二乘问题计算方法 (The Calculation Method of Problem About the Least Square) [M]. 北京: 北京工业大学出版社 (Beijing: Beijing

University of Technology Press), 1996.

收稿日期: 2004-02-09; 修回日期: 2004-04-14

作者简介:

孙怡 (1960 -), 女, 本科, 工程师, 主要从事电气技术应用; E-mail: lsanzh@sdu.edu.cn

姚广平 (1968 -), 男, 硕士, 工程师, 主要从事信息通讯和工业控制的开发及应用。

Ground impedance assistant measuring based on computer

SUN Yi¹, YAO Guang-ping²

(1. School of Electrical Engineering, Shandong University, Jinan 250061;

2. Shandong University WIT Science and Technology Co., Ltd, Jinan 250061, China)

Abstract: This paper presents a PC based instrument for ground impedance measurement. The instrument injects a transient current between the ground point under measurement and an auxiliary ground point, and measures ground potential differences (GPDs) around the ground under measurement. The GPDs measurements are processed with software which rejects external noise using correction methods. Subsequently, estimation methods are used to extract the ground potential rise and ground impedance and to overcome the shortcomings in traditional voltage drop measurement.

Key words: ground impedance; noise filtering; error correction; ground potential difference