

基于 GPRS 与虚拟仪器的远程电能质量监测系统

孙鹤林¹, 吕元龙², 田跃军¹

(1. 武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072; 2. 小浪底建管局水力发电厂, 河南 济源 454681)

摘要: 从电力监测的实际要求出发, 设计了基于 GPRS 数据传输和远程虚拟仪器技术的电能质量综合监测系统。介绍了系统的工作原理和各组成模块的设计, 所设计的系统不受地理条件的限制, 适于地域跨越大的电网的远程监测, 通过实验验证了系统的可行性。该监测系统的实现为电网的自动化和信息化建设提供一种新思路。

关键词: GPRS; 虚拟仪器; 电能质量监测; LabVIEW

Remote power quality monitoring system based on GPRS and virtual instruments

SUN He-lin¹, Lü Yuan-long, TIAN Yue-jun¹

(1. School of Electric Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China;
2. Xiaolangdi Hydroelectric Power Plant, Jiyuan 454681, China)

Abstract: Through the request of power monitoring, a power quality monitoring system based on GPRS and remote virtual instrument is designed. This paper summarizes the principle of work and design methods of system modules which is suitable for the long-distance monitoring, without the geography condition limit, and its feasibility is confirmed through the experiments. This method provides new mentality for the electrical network automation and information construction.

Key words: GPRS; virtual instruments; power quality monitoring; LabVIEW

中图分类号: TM933 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)01-0059-04

0 引言

电网发展的广域化、复杂化以及电力用户多种负荷的使用, 都对电能质量产生了严重影响。电能质量的下降将引发供电系统一系列安全、经济等相关问题, 影响电网正常稳定的运行。对电能质量的实时监测和有效、准确的分析, 能够为电能质量的改善和供电市场的规范运行提供重要依据。

传统电能质量监测设备多为现场监测分析, 通信能力有限, 无法实现远程监控、数据共享及长期的评估和预测。对于供电网多点电能质量的监测, 传统设备难以满足灵活性、通用性的要求, 受监测地点环境影响大, 不具备可行性。数字信号处理技术使监测设备的测量精度大大提高, 使用范围更广泛。本文将虚拟仪器技术引入到电力系统监测中来, 在 LabVIEW 平台上实现可扩展、多模块化的监测系统, 同时利用 GPRS 数据传输技术, 研制一种全新的综合电能质量远程监测系统, 对配电网系统的电能质量参数进行实时、准确的监测分析。

1 系统结构及工作原理

1.1 系统结构

基于 GPRS 技术的通信链路以无线数据传输的方式将虚拟仪器技术的应用扩展到全部的数据采集单元, 使分散在不同地理位置的采样设备联系在一起, 实现了硬件设备和处理软件的共享^[1]。参数的监测不再受时间和空间限制, 实现了信息采集、传输和处理分析的实时化、自动化, 方便、快捷地实现了对远程多点电能质量的实时监测。



图1 系统结构示意图

Fig.1 Sketch map of system structure

系统由数据采集单元、无线通信链路和远程监测中心三部分组成, 分别完成数据采集、传输和处

理等功能。GPRS 网络作为通信服务提供方连接了数据采集终端和监测中心。图 1 为系统结构示意图。

1.2 工作原理

电能质量监测系统的的设计和对各项参数的分析处理严格依照国家标准电能质量的各项指标要求。系统主要完成以下功能^[2]:

- 1) 电能质量主要参数的波形和数据显示;
- 2) 频率、畸变率、相角等电能参量的计算;
- 3) 统计并分析电压偏差、电网谐波、三相电压不平衡度等。

本系统采用快速傅立叶变换 (FFT) 方法对电能信号进行分析。利用 FFT 蝶形因子 $W_N = e^{-j2\pi n/N}$ 的对称性和周期性将计算逐次分解成较小点数变换, 对于 $N=2^n$ 点的计算都可以基为 2 的 FFT 来实现, 极大地减少运算量, 加快数据处理速度。

对数据采集单元得到的电压和电流时间连续信号进行采样, 得到的是有限长的离散时间序列, 以此为基础构造周期性时间序列, 使其在每个周期内都和有限长的离散序列相同。取离散时间序列中的一个周期序列, 利用 FFT 进行谐波分析, 求出各次谐波频率, 得到各次谐波下的电压、电流幅值和相角频谱等参数; 再逐项进行分析计算, 得出各次谐波的有功功率、无功功率和功率因数; 采样分析计算得到的基波电压可以求出电压波动率等^[3]。

2 数据采集单元的构成

数据采集单元的基本硬件电路主要包括传感器、信号调理电路、GPRS 模块、单片机及其外围电路等, 如图 2 所示。

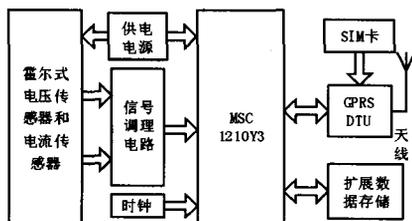


图 2 数据采集单元组成框图

Fig.2 Composition diagram of data acquisition unit

电网信号经霍尔式电压传感器和闭环电流传感器转换为低电压、小电流信号, 该传感器与被测回路绝缘, 可以最小失真转换原始信号, 具有精度高、线性度好、响应快及过载能力强等特点。信号调理电路对传感信号进行放大、滤波和线性化补偿, 将信号转换为适于模数转换电路的信号范围。

单片机模数转换电路将模拟信号转换为数字信号并传入 GPRS 模块, 控制其向远程监测中心传输数据, 从而完成相应的数据采集功能。

单片机采用德州仪器公司推出的基于 8051 内核的 MSC1210Y3。该芯片内置 8 路 24 位高精度 $\Sigma-\Delta$ 模数转换器, 时钟频率为 33 MHz, 具有很强的数据处理能力。8 通道输入复用可以通过程序选择模拟输入通道, 可编程增益放大器有效地提高了模数转换灵敏度^[4]。单片机通过 74HC573 作为地址锁存器, 扩展外部存储作为监测数据存储。同时设计了供电电路、时钟芯片等外围电路, 与单片机 MSC1210Y3 共同构成完整的片上应用系统。

GPRS (General Packet Radio Service) 是通用分组无线业务的简称, 提供比现有 GSM 网 9.6 Kb/s 更高的数据率。在引入 SGSN 和 GGSN 节点的基础上, 采用与 GSM 相同的频段、无线调制标准和传送帧结构。Sony Ericsson 的 GR47 模块内嵌控制器方便集成客户的应用, 减少了外部控制器的需求。GR47 内置 TCP/IP 协议栈, 单片机 MSC1210Y3 通过 AT 指令进行访问。GPRS 模块登陆网络后, 自动连接至远程监测中心, 向其报告 IP 地址, 并保持和维护数据链路的正常连接。如果监测链路的连接状态发生异常, GPRS 模块自动重新建立链路, 数据中心和 GPRS 模块之间就可以通过协议进行双向通信, 实现数据传输, 软件流程图如图 3。

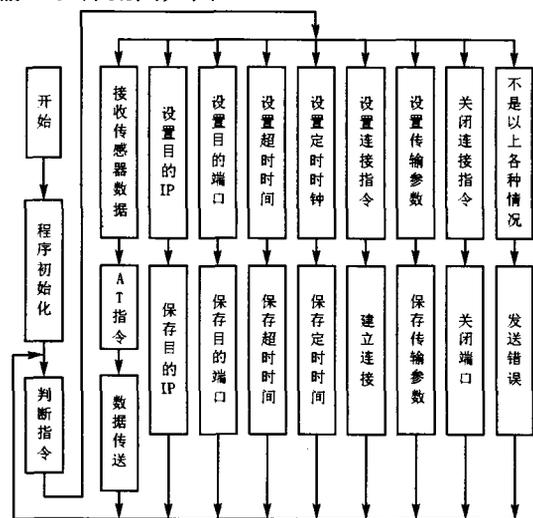


图 3 单片机程序流程图

Fig.3 Flow chart of MCU procedure

3 监测中心的实现与仿真实验

3.1 监测中心的软件实现

LabVIEW 是一种基于图形化语言的集开发、调

试、运行等功能的虚拟仪器平台。它针对测试系统开发的需要将数据的采集、处理、存储和输出等一些常用的功能模块化。通过对程序模块的调用,提高其复用度和软件的开发效率^[5]。

基于LabVIEW平台设计组成的电能质量监测与分析系统从GPRS Modem经串口接收数据,实时地显示三相电压、电流,并经分析计算后以图形和列表的方式显示:频率、电压有效值、电压偏差、三相电压不平衡、谐波电压含有率、电压波动等多项指标。编制了监测与分析系统程序的界面以及采集、计算、统计分析、存储等功能模块,实现了电能质量指标的监测与分析功能。设计流程如图4所示,通过对采集点数据的实时监控,从而方便地掌握供电网络多点的电能质量状况,并可以通过相应软件对历史数据管理和实现远期预测。

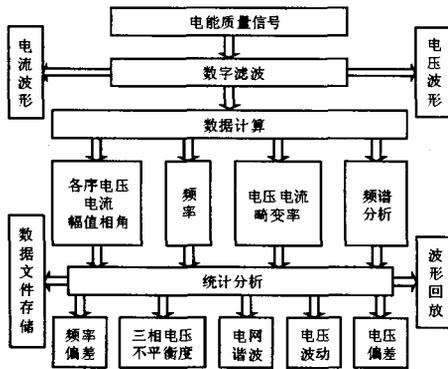


图4 LabVIEW软件设计流程
Fig.4 Flow chart of LabVIEW soft

GPRS Modem集成MC35模块,与监测计算机采用串口通信方式,协商机制用有限状态机的模型来实现。一旦协商完成,则创建链路,分配IP地址,按照协商标准进行IP报文的传输。数据采集单元向GGSN发送的所有包含IP报文的PPP报文都会被传送给GPRS网中相应的IP地址,从而完成数据采集端与远程监测中心的数据传输。LabVIEW中的VISA控件可以实现串口直接数据通信,VISA控件的使用与动态链接库等方式相比,不仅提高了数据传输的实时性而且简化了编程难度,通信双方通过软件匹配通信协议。VISA Configure Serial Port控件设置串口的波特率、数据位数、奇偶校验位等串口通讯参数,而读写串口则使用VISA Read和VISA Write来实现^[6]。图5即为串口通信模块源程序。

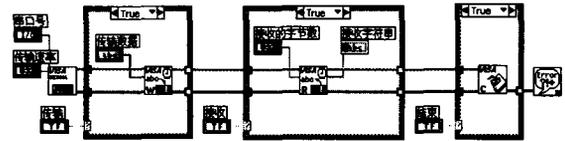


图5 串口通信程序

Fig.5 Serial port communication procedure

3.2 仿真实验

选取包含20次谐波的信号做仿真实验,其各次谐波的频率、幅值、初始相位数据如表1所示。

表1 谐波数据

Tab.1 Harmonic data

谐波次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
谐波频率	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
幅值	100	8.3	1.4	3.2	0.5	0.8	4.9	0.2	0.4	2.8
初始相位	30	60	45	22.5	10	75	0	60	69	0
谐波次数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
谐波频率	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
幅值	0.72	0.207	2E-3	0.28	0.12	0.76	0.34	9E-3	0.27	3E-2
初始相位	88	60	0	20	10	60	5	50	15	50

选取系统部分波形如图6所示。

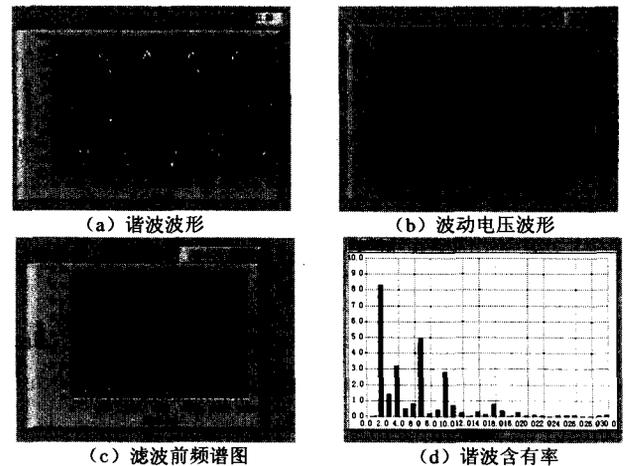


图6 系统部分波形

Fig.6 Partial waveform of system

电能质量监测系统通过对实验谐波的计算分析,得到波形总谐波畸变率为11.24%,谐波、电压和谐波含有率直方图也都直观地显示出来。比对表1中的实际数据,可知电能质量监测系统的测试的最终结果是准确、可靠的。

4 结语

本文设计的监测系统使用灵活,功能可扩展。仿真实验验证了该系统对电能质量监测的有效性

和可行性。建立在通信服务商基础上的信息传输稳定性有待提高,在此基础上不断改进,这种技术将会得到更广泛的应用。

参考文献

- [1] 韩绍甫,杜树新.电能质量监测系统设计及实现[J].电力自动化设备,2006,26(4):80-84.
HAN Shao-fu, DU Shu-xin. Design and Realization of Power Quality Monitoring System [J]. Electric Power Automation Equipment, 2006,26(4):80-84.
- [2] 肖湘宁.电能质量分析与控制[M].北京:中国电力出版社,2004.54-121.
XIAO Xiang-ning. Analysis and Control of Power Quality Monitoring[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.54-121.
- [3] 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,2004,28(1):60-63.
DUAN Cheng-gang,OUYANG Sen,SONG Zheng-xiang,et

al.Design of a New Online and Real-time Power Quality Monitor[J].Power System Technology,2004,28(1):60-63.

- [4] Technical Documents for MSC1210Y5[Z]. Texas Instruments,2004.
- [5] The Measurement and Automation Catalog 2000[Z]. Texas (USA): National Instrument Corporation, 2000.
- [6] 邓焱,王磊.LabVIEW7.1 测试技术与仪器应用[M].北京:机械工业出版社,2004.296-317.
DENG Yan, WANG Lei.LabVIEW7.1 Test Technology and Instrument Application[M].Beijing:China Machine Press,2004.296-317.

收稿日期:2006-08-04; 修回日期:2006-11-16

作者简介:

孙鹤林(1981-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统在线监测技术; E-mail:helin_sun@126.com

(上接第 53 页 continued from page 53)

参考文献

- [1] 林功平.配电网馈线自动化技术及应用[J].电力系统自动化,1998,22(4):64-68.
LIN Gong-ping.Distribution Network Feeder Automation Technology and Its Application[J].Automation of Electric Power Systems, 1998,22(4):64-68.
- [2] 陆俊,李军,吴涛.华北东北联网后华北主网安全稳定性的研究[J].华北电力技术,2000,29(1):3-4,7.
LU Jun,LI JUN,WU Tao.Study on Stability of North China Main Power Network When North and Northeast

Power Network Interconnected[J].Technology of North China, 2000,29(1):3-4,7.

收稿日期:2006-07-17; 修回日期:2006-09-22

作者简介:

曾院辉(1968-),男,硕士,从事电力系统综合自动化领域的研究与技术开发; E-mail:zengyh@sznari.com
徐成斌(1972-),男,硕士,从事电力系统综合自动化领域的研究与技术开发。

(上接第 58 页 continued from page 58)

- [10] Ooi B T, Joos G, HUANG Xiao-gang. Operating Principle of Shunt STATCOM Based on 3-level Diode-clamped Converter[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1999,14(4):1504-1510.

云平平(1980-),男,硕士研究生,研究方向为电力电子技术及其应用; E-mail:yppinverter@sina.com

刘永和(1953-),博士,男,教授,研究生导师,研究方向为大功率静止变换装置及其控制技术;

杨宝峰(1976-),男,博士研究生,研究方向为电力电子技术及其应用。

收稿日期:2005-12-31; 修回日期:2006-01-24

作者简介: