

基于虚拟仪器和 CORBA 的分布式 电能质量监测系统

张 霖,关根志,张 凯,周志宇

(武汉大学 电气工程学院,湖北 武汉 430072)

摘要: 提出了一种基于虚拟仪器和公共对象请求代理体系结构(CORBA)技术的分布式电能质量监测系统实现的框架结构,实现对电能质量指标的测量和监控。系统由在线监测模块、数据传输、中心监控站和远程诊断中心等组成,实现了数据采集、分析处理、诊断和报警等功能。数字测量仪器采用实验室虚拟仪器开发平台 LabVIEW 软件开发,实现硬件测量功能。网络通信中采用 CORBA 技术实现异构环境下中心控制站与各监测仪之间的远程访问和控制。系统仿真和现场测试均表明该系统能够基本实现电能质量各项指标的监测和分析功能,并具有实时性好、可靠性高、开发成本低等特点。

关键词: 电能质量; 数据采集; 虚拟仪器; CORBA

中图分类号: TM 933;TM 935 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-6047(2006)02-0083-03

公共电网的电能质量已成为电力供应市场的核心问题,并受到电力公司和电力用户的普遍重视。由于电能质量的好坏直接影响电力系统的安全、可靠、经济运行和电力用户自身的合法权益,因此如何快速准确地监控、分析和改善电力系统的电能质量成为当前迫切需要解决的重点。电能质量监测作为电能质量监控的一个关键环节,在系统运行管理和技术监督中起重要作用。

电能质量监测实现方法有基于模拟技术的监测系统;基于 DSP 的数字式监测系统;基于虚拟仪器的数字式监测系统。采用虚拟仪器技术具有开发费用少、开发周期短和技术更新周期短等特点,有高质量的硬件支持,灵活性和集成性较强,并有友好的用户界面^[1]。因此,本文特采用了虚拟仪器技术实现电能质量各项指标的监测和分析功能,并采用分布式公共对象请求代理体系结构(CORBA)技术实现不同现场监测设备数据采集和传输,将各监测点统一成网络,由中心监测站及时掌握和控制全系统电能质量状况,并通过全球定位系统(GPS)将数据定标,实现各监测点监测数据的时间同步。

1 系统构成^[2-4]

分布式电能质量监测系统主要由在线监测模块、数据传输、中心监控站和远方诊断中心 4 部分组成。分布在现场各个角落的电能质量在线监测仪负责信号采集与数据处理,并由 GPS 同步时钟实现多测量点的同步测量。系统结构如图 1 所示。

1.1 监测仪

在线监测模块由若干个电能质量监测仪组成,

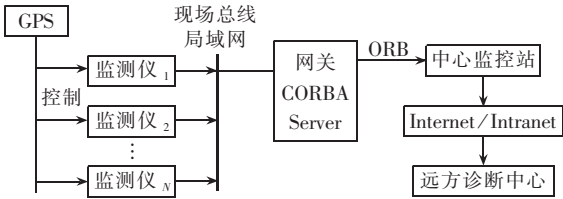


图 1 分布式电能质量监测系统结构图

Fig.1 Structure of distributed power quality monitoring system

每个监测仪都由信号调理单元、数据采集卡(DAQ)和备有虚拟仪器(LabVIEW)程序的个人计算机组成工作站,如图 2 所示。



图 2 监测仪原理结构图

Fig.2 Principle diagram of monitoring instrument

每个在线监测仪作为整个系统的前置采集单元,一方面负责采集现场数据进行分析处理并向中心监控站上传数据,另一方面又可以作为一个独立系统,具有综合测量和管理功能,并提供显示和存储数据。

传感器选择采用霍尔原理的闭环补偿电压传感器(TV)和电流传感器(TA),可以传送几百兆频率的各种电流信号,并且具有精度高、线性度良好、响应快、频率宽及过载能力强等特点。

信号调理模块将传感器变换的电压、电流信号转换成适合数据采集卡采集的电压信号(-5~+5 V),并对其进行低通滤波以消除频谱分析时高频信号可能引起的频率混淆现象。通常可通过提高采样率削弱采样过程中的频谱混叠效应,或采用数字滤波(或前置抗混叠滤波器)的方法实现。在 LabVIEW

软件平台下设计数字滤波器方便简单,且精度高、滤波特性好,因此本文将 2 种方法进行了综合。

所采用的 NI 公司 PCI-6024E 型数据采集卡有 16 路模拟量输入通道,采样频率最高可达 200 kHz, A/D 转换分辨率可达 12 位,数据经 A/D 转换后通过 PCI 与个人计算机相连。安装 LabVIEW 软件的个人计算机(或者 Laptop)负责对采样数据进行快速傅里叶变换(FFT),同时采用小波理论的加窗函数抑制频谱泄露,并计算电能质量的 5 项指标。

1.2 中心监控站

中心监控站由计算机系统构成,现场各个监测仪利用远程通信网络技术通过公共网关接口(CGI)网络接口,经网关(CORBA Server)实现与中心监控站之间通信。其监控软件在 Windows 环境下采用 Visual C++ 语言编程,具有全中文操作、人机界面友好等特点。软件功能包括:实时调用各监测点采集的数据,并对监测仪参数进行远程设定和修改;对监测的各项电能指标数据进行统计、分析、存储和打印;具有诊断功能,包括事件趋势诊断、随机诊断、事件鉴定、标定电能质量指数等;自动生成监测报告,打印显示。

1.3 远方诊断中心

远方诊断中心为电力系统调度及企业决策者提供信息平台,通过互连网或企业网内部互连网(Internet/Intranet)访问中心监控站,获取有关数据进行分析、预测、统计和生成报表。对于电能质量的扰动问题,本文提出可利用人工智能技术建立模糊专家系统,对扰动进行检测、分类和预测。

2 系统软件设计^[5]

电能质量监测系统采用 LabVIEW 软件开发实现硬件功能,由前面板和后面图 2 部分组成。前面板包含电能质量各项指标显示和报警。电能质量指标主要包括稳态指标和暂态扰动。稳态指标包含频率偏差、电压偏差、电压波动与闪变、电网谐波含量、三相电压不平衡度等。暂态扰动包括暂态过电压、瞬态过电压及电压凹陷和短时中断等。后面图程序设计包括信号采集、信号处理、数据分析和远程通信模块 4 部分。程序流程见图 3。

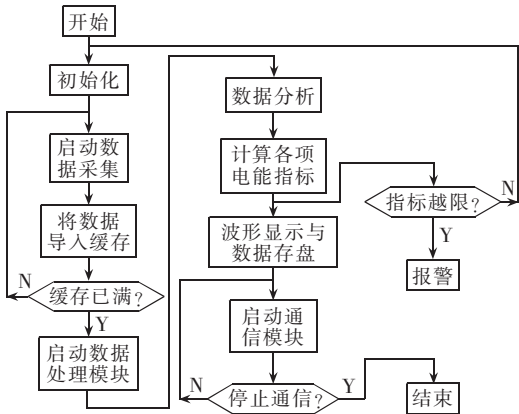


图 3 监测系统程序流程图

Fig.3 Flowchart of monitoring system program

2.1 数据处理

在数据处理模块中采用 FFT 将采集的数字信号中各次谐波分离,分析计算各次谐波的有功功率、无功功率、视在功率、功率因数等,并计算出其他相关指标。因 FFT 算法要求采样点数是 2 的整数幂,故本文采用基 2 FFT 算法。为抑制频谱泄露,对信号加 Hanning 窗处理,利用插值算法减少栅栏效应。

2.2 用户界面

监测点软件用户界面由频率偏差、电压允许偏差、电压谐波含量、三相不平衡度、电压波动与闪变等 5 部分组成。具有良好的人机交互能力,可修改采集通道各项基本参数,具备实时信号波形显示、数据存储和越限报警功能。

2.3 通信模块

采用 C/S 模式,将现场监测仪和中心监控站分别作为客户机和服务器,采用 CORBA 协议管理通信网络中所有信息流动。利用 CORBA 技术可实现在异构环境中不同操作平台的远程监测和控制,可在服务器端打开并操作远程客户机的 VI 前面板。

3 CORBA 技术^[6-8]

CORBA 支持异构分布应用程序间的互操作性,具有平台独立性和编程语言独立性。对于各监测点可能存在于不同局域网或不同操作系统平台,采用 CORBA 技术就具有很好的跨平台性,可成为这种异构环境下分布式计算理想的解决方案。

CORBA 提出基于不同平台、不同编程语言、不同网络协议的异质系统间互操作的“软件总线”概念,并支持分布式和面向对象,把监测点和中心监控站抽象为对象,所有功能都封装在对象内部,只向外提供简单的接口。对象间的通信由 CORBA 代理,通过软件总线机制对象请求代理实现,对象不必关心通信对方的实现细节。CORBA 的核心是对象请求代理(ORB),它负责将客户的请求传递给服务器并将结果返还客户。CORBA 原理如图 4 所示。

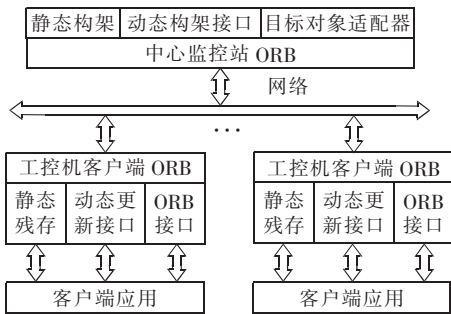


图 4 CORBA 原理图

Fig.4 Principle diagram of CORBA

中心监控站与各监测点间的通信功能由各监测点上的程序运行实现,只需在中心监控站将相关信息接收和发送到各监测点。网关接口的 set_var 方法和 get_var 方法的实现代码封装了与监测仪的通信功能。例如要从监测仪获得采集的数据,则要

编译接口定义文件,生成服务器框架文件,在其框架编写实现代码。get_var 方法的实现代码为

```
get_var(long device_no,long port)
```

```
{int number=128;CAN_PTrans(device_no,number,&port);...}
```

其中 CAN_PTrans(device_no,number,&port)是调用相关监测仪自带发送数据的函数。

4 结语

本文提出了一种利用虚拟仪器和 CORBA 技术实现分布式电能质量监测系统框架,利用虚拟仪器技术开发和研制的分布式电能质量监测系统具有功能强大、开发周期短、实时性和可靠性高等特点。采用 CORBA 技术可以更方便地实现监测系统中各分布式应用对象之间的相互访问,有效地实现分布式数据采集系统,并通过 CGI 技术使现场设备能够进行远程监控,使得电能质量监测系统网络化,并为将来的电能质量模糊专家系统的研究提供了方向。

参考文献:

- [1] 周求湛,钱志鸿,刘萍萍,等. 虚拟仪器与 LabVIEW™ 7 Express 程序设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [2] 肖湘宁. 电能质量分析与控制[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [3] CHEN S. Open design of networked power quality monitoring systems[J]. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*,2004,53(2):597-601.
- [4] 陈庆祺,何志伟. 基于虚拟仪器的分布式电能质量在线监测系统[J]. *电工技术杂志*,2004(10):54-57.
CHEN Qing-qi,HE Zhi-wei. A distributed on-line monitoring system of power quality based on virtual instrument technique[J]. *Electrotechnical Journal*,2004(10):54-57.
- [5] 姜本刚,刘永清,吴今培. 虚拟仪器在电力系统谐波测量中的应用[J]. *计算机自动测量与控制*,2000,8(5):26-27,30.
LOU Ben-gang,LIU Yong-qing,WU Jin-pei. Application of virtual instrument in harmonic measurement in power system[J]. *Computer Automation Measurement & Control*,2000,8(5):26-27,30.
- [6] 赵国华,王雪,谢歆. 基于 CORBA 和智能代理的远程虚拟测试状态监测诊断系统[J]. *振动、测试与诊断*,2001(6):95-99.
ZHAO Guo-hua,WANG Xue,XIE Xin. Remote virtual test condition monitoring and fault diagnosis system based on CORBA and smart agent[J]. *Journal of Vibration, Measurement & Diagnosis*,2001(6):95-99.
- [7] 曾素华,黎亚元,蒋建春,等. CORBA 技术在分布式测控系统中的应用[J]. *黑龙江工程学院学报:自然科学版*,2004(3):42-45.
ZENG Su-hua,LI Ya-yuan,JIANG Jian-chun,et al. Application of CORBA technology in distributed measure-control system[J]. *Journal of Heilongjiang Institute of Technology:Natural Edition*,2004(3):42-45.
- [8] 王海峰,徐金梧,杨德斌,等. 基于 CORBA 的分布式远程故障诊断体系[J]. *北京科技大学学报*,2004,26(2):192-196.
WANG Hai-feng,XU Jin-wu,YANG De-bin,et al. Architecture of a distributed remote diagnosis system based on CORBA[J]. *Journal of University of Science and Technology Beijing*,2004,26(2):192-196.

(责任编辑:李育燕)

作者简介:

张霖(1976-),男,江西新余人,硕士研究生,研究方向为电能质量监测(E-mail: baboocat@163.com);

关根志(1946-),男,河南许昌人,教授,博士研究生导师,主要从事绝缘在线监测方面的工作。



张霖

Distributed power quality monitoring system based on virtual instrument and CORBA

ZHANG Lin, GUAN Gen-zhi, ZHANG Kai, ZHOU Zhi-yu

(School of Electric Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: A framework of distributed power quality monitoring system based on virtual instrument and CORBA(Common Object Request Broker Architecture) technique is brought forward for the measuring and monitoring of power quality indices. The monitoring system consists of on-line monitoring instrument, data transmission, central monitoring station and remote diagnosis center, which realizes the functions of data acquisition, processing, diagnosis, alarm and so on. The digital monitoring instrument is developed by LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) software to realize the functions of hardware measurement. CORBA technique is used in network communication for remote access and control between central control station and monitoring instrument in isomeric environment. Simulations and field tests show that the proposed system can monitor and analyze power quality index, and is also real-time, reliable and cheap.

Key words: power quality; data acquisition; virtual instrument; CORBA