

文章编号: 1006-2475(2009)04-0099-04

电能质量在线分析系统的设计与实现

陈明金, 陆 达, 牛媛媛

(厦门大学计算机科学与技术系, 福建 厦门 361005)

摘要: 为实现对电能质量实时监测与管理, 提高电力企业信息化水平, 同时也为电能质量的控制奠定基础, 本文设计并研发了一种电能质量在线分析系统。该系统基于 .NET 技术分三个层次构建, 采用 ADO.NET 与 GDI+ 等技术实现, 支持电能质量指标查询、报表打印、设备管理等功能。本系统具有多指标分析的完善性, 自定义生成报表的灵活性, 使用方便, 界面友好等特点。

关键词: 电能质量; 设计与实现; .NET

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A

Design and Development of Power Quality On-line Analyzing System

CHEN Ming-jin, LU Da, NIU Yuan-yuan

(College of Computer Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract In order to achieve real time supervision and management of power quality, enhance informationize level of power enterprises, meanwhile lay the foundation for power quality controlling, this paper designs and develops a kind of power quality on-line analyzing system. Employing technologies such as ADO.NET and GDI+, the system is fundamentally based on the .NET three-layer framework, supports many functions such as inquiry of power quality index, report printing, device management, etc. The system has characteristics of perfection in multi-index analyzing, flexibility in custom report generating, easy to maintain and user friendly.

Key words power quality; design and development; .NET

0 引言

随着我国国民经济和工业技术的快速发展, 在电力系统中电网与负荷出现新的变化, 由此带来的电能质量问题越发引起电力部门和电力用户的重视。一方面, 冲击性负荷、非线性负荷使电网出现诸如波形畸变、电压暂降、电压闪变等较为严重的电能质量问题; 另一方面, 用户使用越来越多的精密复杂的电子设备, 它们对电能质量敏感, 要求高质量、高可靠性的电能。如今, 发电方、供电方和电力用户都对电能质量给以越来越多的关注。由此, 探讨电能质量领域的相关理论及控制技术, 对电能质量指标进行实时监测、统计和分析, 实现对电能的全面质量管理显得十分重要。

电能质量监测是解决电能质量问题的重要环节, 是实现电能质量分析的基础。为了能全面而准确地反映出电力系统的电能质量信息, 国内外已经开始广泛地实施在线监测的方法来更有效地对电能质量进行监控, 对测量数据进行在线或离线的分析和统计, 这是传统的离线测量方式难以实现的。根据数据采集方式的实现不同, 当前电能质量在线监测主要有基于信号处理器 (DSP) 的监测系统和基于虚拟仪器的监测系统^[2]。本文阐述了一种电能质量在线监测分析系统的设计和实现方案, 重点介绍数据分析端应用软件的开发。

1 系统简介

本电能质量在线分析系统由数据监测 (下位

收稿日期: 2008-12-05

作者简介: 陈明金 (1984-), 男, 福建闽清人, 厦门大学计算机科学与技术系硕士研究生, 研究方向: 电能质量; 陆达, 男, 教授, 研究方向: 电力电子, 电力系统仿真; 牛媛媛, 女, 硕士研究生, 研究方向: 电能质量。

机)、通信系统和数据评估(监控中心/上位机)三部分组成。前端电能质量数据采集使用的监测仪以DSP为核心,进行各类电能质量原始数据的高速采集,并高效实时地计算电能质量各指标结果,数据通过电力部门内建的局域网或互联网周期性地上传到数据中心,由数据评估系统进行分析、统计等操作,并将结果友好、直观、丰富地提供给用户查看。此系统的目标就是建立起一套完整的电能质量远程采集、集中监测的系统,通过对区域内多测点的连续跟踪监测,提供对电能质量的全面控制。

电能质量监测终端利用基于32位DSP(数字信号处理器)的三相电能质量监测装置的高速计算能力,完成电能质量的数据采集和实时的处理分析,具有本地数据存储功能,用于存放短期实时数据,生成的数据格式与中心数据库保持一致。测量的同时与数据中心进行通讯,通过预建的网络将数据压缩上传至中心数据库,同时支持本地数据浏览功能,为电力工作人员提供实时精确的电能质量信息。

监测仪与数据中心的连接采用多种通信方式,如RS232、RS485 Modem、TCP/IP等多种通信方式,以满足不同情况下监测点得以接入该系统由监测中心统一分析控制。

监测中心由数据中心和分析系统组成,实现对区域内电能质量数据的网络化综合管理。数据中心采用SQL Server 2005服务器,它与各监测点进行通信,接收各测点上传来的数据,将数据集中保存在中心数据库。同时数据库服务器需及时、有效地管理数据,并提供访问接口。综合分析评估系统可以根据应用环境的需求不同采用C/S架构或B/S架构来实现。本系统采用C/S架构实现,通过系统可以向各监测终端发出控制消息,同时提供各类分析评估功能。

2 电能质量数据分析系统

2.1 系统功能

2.1.1 数据支持

系统具有安全可靠的数据接口,通过ADO.NET技术对中心数据库中的电能质量数据进行高效地读取,同时应支持IEEE 1159制定的电能质量标准数据交换格式PQDIF,以提高监测中心的数据标准化水平,对电能数据提供广泛的支持,充分地进行电能质量的分析评估工作。支持PQDIF文件与文本文件及数据库文件的互换功能,便于数据的异地存储和移动。

2.1.2 用户管理和权限管理

提供系统安全控制功能,让不同类别的用户拥有不同的使用权限,用户的权限根据其所在的组获得,系统根据用户的权限决定对某一模块的访问,由此避免了越权操作。组权限管理可以由系统管理员进行操作,包括增加、删除、修改、授权和设置等。

2.1.3 监测测点管理

以系统主接线图或区域地图为背景,由区域内监测点形成可视化的电网拓扑图,将监测测点放置于相应的位置上,使用户能够清晰明确地了解测点的分布并查看基本信息、查找测点等,同时提供测点分组功能,方便用户管理测点。

更为重要的是向用户提供测点的设备管理,包括新建、删除、修改测点,及时了解设备运行状态等。对测点进行参数设置,以保证数据能及时有效地上传到数据中心。提供对时操作,来保证数据的正确性与精确性。

2.1.4 事件管理

为提高系统操作的完整性和透明性,对系统各类事件进行分类,以事件的方式或日志的方式进行详细记录。事件包括对设备进行的修改,测点的事件,全局的事件等,记录信息有起止时间、事件类型、事件原因等。提供对事件的自定义设置,让用户更有效地捕获区域内发生的一切应注意的报警事件。所有事件通过起止时间进行标记,方便用户进行关联性分析。

2.1.5 电能质量指标查询

这是此系统最重要内容之一。综合国内电能质量的现有各类标准,电力系统中所需要进行分析的电能质量问题,主要可分为稳态和暂态两类。稳态电能质量问题以波形畸变为特征,相关指标主要有:谐波(谐波电压、谐波电压含有率、谐波电流、谐波功率、总畸变率)、电压偏差、频率偏差、三相不平衡度、闪变等,同时提供电流、功率等信息分析。暂态电能质量问题以暂态持续时间为特征,相关指标有电压凹陷、凸起和瞬变。

系统不仅支持稳态电能质量问题和暂态电能质量问题的分析,而且提供自定义两类不同的指标进行同时分析,如同时对电压偏差与谐波电压进行对比分析,这增强了系统分析能力,使用户更全面地进行电能质量监控。

电能质量的详细分析模块如图1所示。用户通过自定义需查询的测点和时间段及参数指标等,多角度对历史数据进行查询,系统以图形(曲线图、锯齿

图、描点图、柱状图等)、表格等形式快速、友好地显示结果, 由此作为监测和评价电能质量的重要依据。

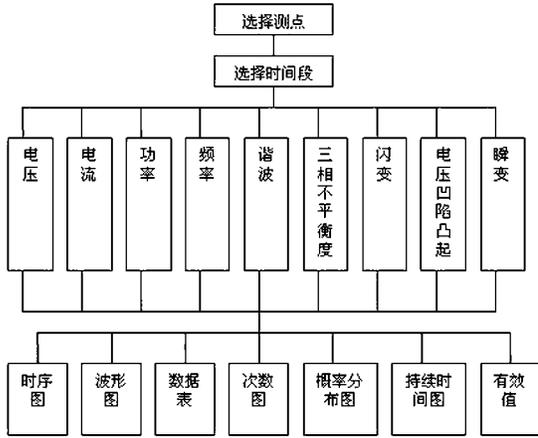


图 1 电能质量指标分析模块

2.1.6 报表打印

系统内置了中国国家电能质量的现行标准, 用户也可通过可自定义的标准对电能质量做出合适的整体评估, 评估主要以报表的方式呈现, 以图表形式展示综合电能质量信息, 提供报表预览、打印等功能。

报表可选表格有各参数综合测试统计结果表, 包括各相电压、电流、总畸变率、功率等可选信息, 以及 1~50 次谐波电压测试结果表、1~50 次谐波电流测试结果表, 表格内容包括最大值、最小值、平均值和 95% 概率大值等。可选曲线图包括各相电压、电流、不平衡度、有功功率、无功功率、功率因数、谐波电压和谐波电流及其各自总畸变率。用户通过对数据库中历史数据或独立文件数据进行报表定制来生成所需的综合报表。对数据库中的数据进行报表生成可以采用设定任务的方式, 有日报表、月报表、季度报表等。

2.2 系统实现

虽然目前基于浏览器的 B/S 架构应用系统得到越来越多用户的接受, 其在配置、管理、升级等方面显得方便灵活, 服务器端的功能相对独立, 然而考虑到此电能质量系统使用用户数量有限及系统安全性, 且主要应用于电网部门等实际问题, 本系统以 C/S 架构设计实现, 通过 .NET 平台进行设计开发。

在开发过程中同样使用软件的分层思想, 如图 2 所示, 将其主要划分为数据层、业务逻辑层、表示层, 其每一个层次实现整体解决方案中的一个方面, 并尽量降低各层间耦合。考虑到基于 B/S 架构的系统与基于 C/S 架构的系统主要差别就在于用户交互的方式不同, 而在系统后台则使用一致的代码框架。所以此设计是基于 C/S 架构的系统, 在今后的使用发展

中可以较容易地转换成 B/S 架构的系统, 以支持数量更多、分布更广的用户群体。

数据层主要负责对数据库的访问、数据的读取、管理信息的保存等, 通过 ADO.NET 技术高效地实现数据库访问操作。在此技术中, DataSet 对象是支持 ADO.NET 的断开式、分布式数据方案的核心对象, 系统将数据通过 DataSet 进行处理, 由其来处理独立于任何数据源的数据。

业务逻辑层实现系统的主要功能模块, 主要包括数据格式的转换、用户的管理、监测点的管理、事件的管理等, 以及各类指标的分析。通过泛型和集合等数据对象对数据进行内部变化、数据集的计算、统计、分析等过程。业务层为上层提供通用访问接口, 为表示层的用户交互提供支持。

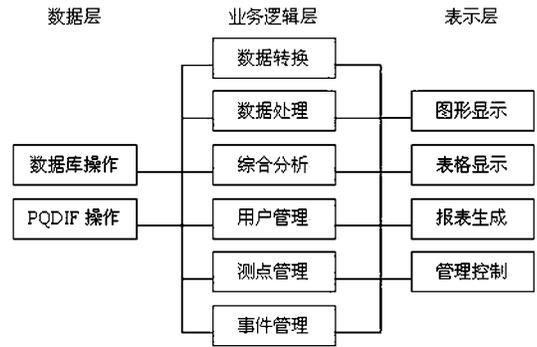


图 2 系统开发三层结构图

在表示层, 监测中心软件平台需要将查询分析等结果以图表等方式友好地呈现给用户。所以在表示层中, 需要特别考虑用户的使用感受。在图形的布局、颜色的搭配、数据表示的有效性、指标的可比性等方面均要进行合理考虑。GDI+ 由 .NET 基类集组成, 这些基类可用于在屏幕上完成定制绘图, 将合适的指令发送到图形设备的驱动程序上, 确保在屏幕上显示正确的输出。通过 GDI+ 绘制出友好的图表, 并向用户提供图形的缩放、导出、打印等功能。图 3 为电能质量指标分析系统界面图。

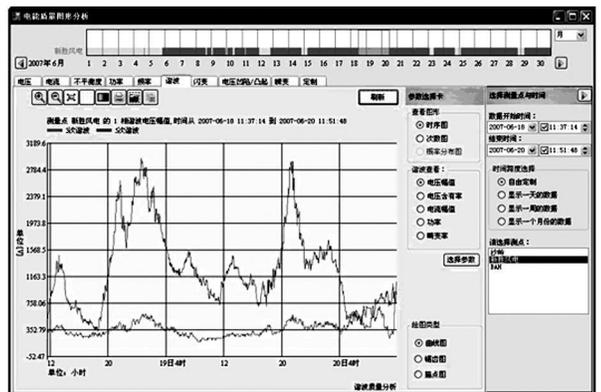


图 3 电能质量指标分析系统

3 结束语

本系统基于 .NET 技术构架,设计并实现了电能质量在线分析系统,支持电能质量参数指标查询、报表打印、设备管理、事件查看等多种功能,具有运行稳定、界面友好等特点,同时通过基于 .NET 的三层开发方案也易于进行二次开发和移植。

系统对电能质量稳态指标和暂态指标实行单独和定制的方式进行多方位分析,利用多指标统一进行对比分析,增强用户对电网的综合分析能力,同时,对电能质量数据进行统计分析和生成报表的功能十分灵活,用户通过自定义报表内容来得到符合要求的报表信息。系统经测试运行效果良好,对提高电网的运行水平产生积极的作用。

当然,对于电能质量监测的发展,还有许多工作要做。如随着数据的累积,系统在保证稳定性和扩展性的基础上,对数据进行深入挖掘和负荷建模等应当成为今后的研究重点,对于此类工作,应多借鉴国外较成熟的相关成果。此外,虽然本系统所关注的电能质量指标已经相当全面,但在暂态事件的捕获、电网用户的评估等方面应进行更为深入的监测与统计,同时根据国家对于电能质量要求的变化继续增强系统的功能。

参考文献:

[1] 全国电压电流等级和频率标准技术委员会. 电压电流频

率和电能质量国家标准应用手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001

[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] 和巍, 林涛, 崔一铂. 电能质量分析与控制策略综述[J]. 科技综述, 2008, 36(3): 41-45

[4] 汪秀丽. 浅论电能质量[J]. 水利电力科技, 2006, 32(2): 17-28

[5] 肖湘宁, 徐永海. 电能质量问题剖析[J]. 电网技术, 2001, 25(3): 66-69

[6] 杨进, 肖湘宁. 电能质量监测技术发展新趋势[J]. 电力自动化设备, 2004, 24(11): 82-86

[7] 占勇, 程浩忠, 丁屹峰, 等. 电能质量监测分析系统的设计与开发[J]. 华东电力, 2004, 32(10): 11-14

[8] 孙毅, 唐良瑞, 龚钢军. 电能质量在线监测系统的设计和实现[J]. 继电器, 2004, 32(17): 60-63

[9] 蒋浩, 黄小庆. 电能质量在线监测系统软件平台的设计与开发[J]. 福建电脑, 2006(11): 136-137

[10] 聂晶晶, 许晓芳, 夏安邦, 等. 电能质量监测及管理系统[J]. 2005, 25(10): 75-77

[11] 徐燕伟, 杜树新. J2EE构架下电能质量监控系统的设计与实现[J]. 中国电力, 2006, 39(12): 72-75

[12] 聂晶晶. 电能质量监测系统及 PQDIF 数据存储格式的研究[D]. 江苏: 东南大学硕士学位论文, 2006

[13] 张正书. Web 技术的电能质量监测系统的设计与实现[D]. 四川: 四川大学硕士学位论文, 2004

(上接第 98 页)

本系统的帮助功能,学生们自己就能解决很多问题,从而减少了教师的工作量。

3 结束语

通过网络化实验教学,实现了学生与学生之间,学生与老师之间一对一的交流和沟通,实现了真正意义上的“以人为本,学生为主”的教育教学理念。三个子系统的配合使用,给学生提供了全地域、全天候的学习及测试环境,任务驱动的方式使学生实训目标更加明确,激发了学生的学习积极性和主动性,提高了学生的实践操作能力。

参考文献:

[1] 黄赛平. 高校计算机基础教学的改革与思考[J]. 南京工程学院学报(社会科学版), 2005, 5(3): 53-55

[2] 陈莉, 黄荣怀, 等. 从精品课程看我国高校的实践教学[J]. 开放教育研究, 2008, 14(1): 28-33

[3] 刘细发, 钟元生. 江西省基础教育信息化建设现状及应用效益的调查分析[J]. 电化教育研究, 2005, 12(3): 45-48

[4] 李颖, 陈兴瑞, 等. 网络环境下实验教学模式研究[J]. 中

国成人教育, 2007(9): 129-130

[5] 马桂峰, 王金才, 等. 基于 ASP 技术的网络化实验教学系统的研究与实现[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(7): 129-130

[6] 陈文冠. 论高校基于网络 CAI 教学的发展及定位[J]. 高教探索, 2006(5): 56-58

[7] 刘洪锦, 董超, 等. 通用网络题库系统设计与实现[J]. 天津理工学院学报, 2002(12): 123-125

[8] 张永岗. 基于网络的计算机考试系统的研究[J]. 科技咨询, 2006(4): 98-99

[9] 卢银泉, 赖国明. 基于 C/S 的智能实验室管理系统的分析与设计[J]. 电脑知识与技术, 2006(5): 149-151

[10] 宣小平, 但正刚, 等. ASP 数据库系统开发实例导航[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003: 295-340

[11] 万利梅. 基于 B/S 的实验室管理信息系统的研究与设计[J]. 新西部, 2008, 5(6): 197-199

[12] 罗家国, 杨竣辉, 等. 基于 B/S 与 C/S 结构高校实验管理信息系统的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2008, 39(2): 291-294

[13] 张松, 陈志刚, 等. 开放实验室管理系统设计方案比较及实现[J]. 计算机工程与应用, 2004, 3(2): 229-131

[14] 陈宛, 曹元大. 开放实验室数据安全传输系统设计与实现[J]. 计算机应用研究, 2005, 13(5): 159-161