

# 开放式电能质量管理软件的研制与开发

张 巍<sup>1</sup>, 马文营<sup>1</sup>, 杨洪耕<sup>1</sup>, 叶茂青<sup>2</sup>

(1. 四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065; 2. 四川电力试验研究所, 四川 成都 610072)

**摘要:** 电能质量问题越来越显示其重要性, 电力部门和用户对电能质量的关注也日益增加。针对目前国内外电能质量监测软件的不足, 结合最新技术重新设计开发开放式电能质量管理软件。通过总结软件的开发工作, 介绍了开放式电能质量管理软件的技术特点、基本功能以及程序模块的设计, 并在最后对其应用前景进行了预测。

**关键词:** 电能质量; 监测系统; 数据文件管理; 报表

**中图分类号:** TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2003)01-0047-04

## 1 引言

随着我国电力建设的迅速发展, 大量非线性特性的电力设备投入电网运行, 谐波污染日益严重。国外发达国家对电力谐波污染相当重视, 相应的分析和管理手段也十分先进, 在我国加入 WTO 后, 经贸法逐步和国际接轨, 由于谐波污染的电能质量问题所引起的纠纷日益突显。如何提高电力系统电能质量的监测与管理水平, 抑制电网谐波带来的影响, 减小电力系统受到的危害, 已成为当前急待解决的问题<sup>[1]</sup>。

近年来, 国内国外都进行了一些卓有成效的电能质量监测分析软件的开发工作, 我国各电力局也都设有谐波监测站, 但是依照中国电力发展的现状, 现有的电能质量监测分析软件都不同程度存在功能单一、操作复杂、对操作人员素质要求较高等缺点, 因此难以在基层供电局推广应用。例如: 国外公司的软件汉化; 国内软件界面繁复, 不易掌握; 以及大部分软件普遍存在的对长期数据文件缺乏有效组织管理、结合网络进行谐波综合分析、不能打印符合地方电业局要求报表或是预览打印报表操作较为复杂等问题。通过总结现有谐波分析软件的优缺点、用户反馈意见, 重新改进设计开发了开放式电能质量管理系统, 本系统的技术特点:

(1) 数据库方式的谐波源数学模型(电弧炉、6脉冲及 12 脉冲整流器, 阻抗平衡变压器电铁模型)。

(2) 谐波分析中采用图形编辑, 并附带电网主接线的图形编辑器。

(3) 使用开放式电能质量平台。

(4) 使用 Monte-Carlo 原理计算随机分布谐波问题, 并按随机求和原理给出模型变换。

(5) 在国内首次使用图形信息化多重数据查询方式, 并依“流程式向导”建立组合报表, 使技术监督考核内容一目了然。

(6) 友好、新颖的图形化人机界面。(除电网主接线编辑) 常规操作几乎可以全部通过鼠标点击来完成。

(7) 简单易学性。能满足电力管理部门和基层供电局对谐波及其它电能质量指标技术监督的需要, 特别适于基层电业局、供电局推广。

该平台的开发解决了随机分布多谐波源对电网影响的计算分析和统计参数的多方查询问题, 并把谐波分析、谐波及其它电能质量参数的监测、统计和管理功能紧密结合, 形成了多功能的电能质量技术监督平台。

## 2 开放式电能质量管理系统的 basic 功能

(1) 电能质量参数的采集与初步统计功能

采用终端计量化技术, 通过安装在电能质量监测点的监测仪按照事先设定的抽样率及采样起始、结束时间, 对电压、电流信号的实时测量值进行预处理, 获得初步的统计结果并保存于硬盘。

(2) 电能质量监测网的图形编辑显示功能

除支持基本的网络图绘制和监测点定位, 同时通过导入、导出的功能, 还支持电网图描述文件(监测网.hip)和监测点描述文件(监测网.ini)的数据共享。

(3) 数据的查询与管理功能

按“地区监测网—变电所—监测点”的层次组织历史数据文件。可以分各次谐波、电压偏差、负序和频率等电能质量参数, 通过“K线图”的方式浏览每个监测点的历史数据相对国家标准限值随时间(天)

的变化趋势。

(4) 图形化的统计分析功能

以图形化的界面对测量的各项电能质量参数进行详细地统计分析,操作更加明晰。

(5) 统计报表的向导及打印功能

按向导自动生成符合当地电力管理部门要求格式的统计参数报表,并能设置系统每日定时自动打印。报表封面能够根据用户设置自动形成。

(6) 电能质量国家标准的管理功能

依照一定的权限,专职(兼职)工程师可以按当地采用的电能质量标准限值进行设置,使得评估标准更能适应时代的发展要求。

(7) 系统网络的 Monte-Carlo 模拟分析功能

根据绘制的电网主接线结构图,系统可以对网络进行 Monte-Carlo 模拟分析,即可以针对某个网络,预测运行时可能出现的电能质量问题,对新网络的建设、旧网络的改造都有相当意义。在西昌电气化铁道治理方案的提出过程中,由该系统进行了技术分析。

3 电能质量监测系统的软件设计

该系统的软件开发平台为 Visual Basic 6.0。按照模块化程序设计方法,分三大基本模块开发完成,并严格控制模块间的数据接口,使各自功能相互独立<sup>[2]</sup>,系统框图如图 1。

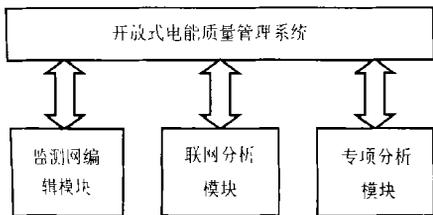


图 1 系统软件框图

Fig. 1 Block diagram of software

3.1 监测网编辑模块

监测网编辑模块提供基本电网主接线绘图工具,实现对电网图形信息的编辑(如图 4 上图),其中包含了节点、支路参数,主要元件(联络线、母线、变压器、谐波源等)以及相关标识的坐标。系统的网络图可以序列化并以后缀名为“.hip”的电网图描述文件形式进行保存,使得使用该系统的用户都可以对其进行导入和导出操作,从而实现了图形信息的共享,节省了大量人力和时间。

3.2 联网分析模块

该模块结构如图 2 所示。

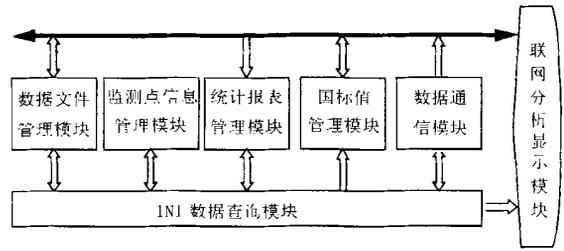


图 2 联网分析模块结构

Fig. 2 The configuration of network analysis block

数据通信模块主要管理系统监测数据的传输。为增强系统对现有数据传输方式扩展的需要以及对国内已安装监测硬件的兼容性,采用了中间文件数据交换的方式。目前除自身的监测设备,已能够与其它一些监测仪器对接。监测系统现有的数据传输方式采用 RS232 和 Modem,按照用户设置,可以实现每日定时自动传输或由用户手动控制。系统下载监测数据文件(\*.dla)后会调用数据文件管理子模块中的统计分析过程,对数据文件进行统计处理,生成硬盘开销较小的日统计分析结果文件(\*.DLF)。

数据文件管理模块包含对初步统计数据进一步统计处理的功能单元,同时也负责在系统中将两种数据文件分类成文件库进行管理。统计报表管理、联网分析显示和国标值管理模块经公共数据通道向该模块提出读数据申请,由其进行相关逻辑处理。数据文档的组织按照国内一般习惯,框架如图 3 所示。由于设计时采用时间构成数据文件名称,因而软件可以提供更加图形化、简捷的分层次自动排序数据浏览及管理界面,使得数据文件的管理操作可完全在该软件内部完成,避免直接在 Windows 资源管理器下对大量数据文件进行分类管理。

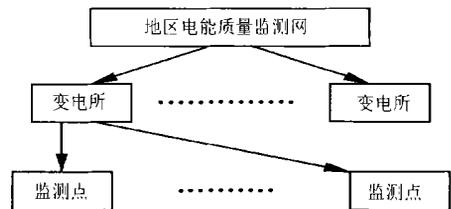


图 3 统计文档目录框架

Fig. 3 The framework of statistical archives directory

INI 数据查询模块为各子模块内部以及子模块间获得控制信息以及其余非电能质量监测数据的公共通道。其余子模块通过向该模块提交检索信息,返回值供子模块内部数据处理、逻辑判断或是子模

块间进行通信的需要。通过检索,可以获得监测点在电网图中所处坐标、监测点名称、所属变电所名、最小短路容量、测量点电压等级、主变型号、主变最小短路容量、监测点电话号码、用户协议容量、用户设备容量以及所在线路是否为谐波专用线路、数据文档路径等电网信息供相关子模块调用。INI文件是Windows操作系统中一种专门用来保存应用程序初始化信息和运行环境信息的文本文件。该文件的文本数据具有一定查询功能的段(Section)的结构,每个段结构为若干的关键字(keyword)及相应的值(Value)列表组成,利用Windows操作系统提供的API函数可对此结构进行快速的格式化读写<sup>[31]</sup>。同时其文本文件的属性也使得所建立的查询信息结构可以通过多种文本编辑器进行编辑、查看,面向用户更加开放。监测点数据信息的查询、生成以及删除功能就是通过对INI文件的读写实现。

监测点信息管理模块由监测点的新建、修正以及删除功能组成。对监测点的操作与监测网编辑类似。由于系统网络图形与电能质量监测点数据的分离,用户间可以共享两种文件。

国标值管理模块根据INI数据查询模块提供的相关监测点的查询信息提取或计算出相应的国标限值。国标值数据存储在用户国标值以及缺省国标值文件中,前者为只读,作为基本标准及后者的缺省值,可以在系统中进行浏览;后者为系统实际提取国标限值的文档,各项谐波限值以此为基准。国标值依照电压等级进行组织、显示。

统计报表管理模块依据各电压等级的电能质量性能指标的国家标准值,利用其它模块通过INI数据查询模块提供的相关监测点的查询信息列表对数据文件库进行检索,通过对二进制文件的快速定位读写获得用户预览所需的结果。数据提交该部分后,将按照用户在“流程式向导”中的个性化设置自动排版。该报表的设计完全按电能质量监测要求量身定制,不仅向导预览同步,而且表格形式更为灵活,最多可显示80多种报表格式。

联网分析显示模块维护主界面(地区电网主接线图(如图4上图))、“K线图”窗口(如图5)以及详细统计数据的图形化显示。监测网的色彩显示可以通过选择“显示色彩”分背景、网络图形和监测点进行个性化设置。当鼠标移动到某一监测点,状态栏将动态显示该点的监测点名称、所属变电所名、最小短路容量等信息。“K线图”窗口(如图5)以类似股票市场K线图的方式描述电能质量参数(最大值、

95%概率统计值、平均值)在一定时间内的变化趋势,使枯燥的数据更加生动。K线能响应用户的鼠标点击,根据左侧工具栏按钮状态实现数据列表窗口和详细参数统计图形化窗口(如图4下图)显示的跳转。详细参数统计图形化窗口以曲线、柱状图等方式显示分析结果。

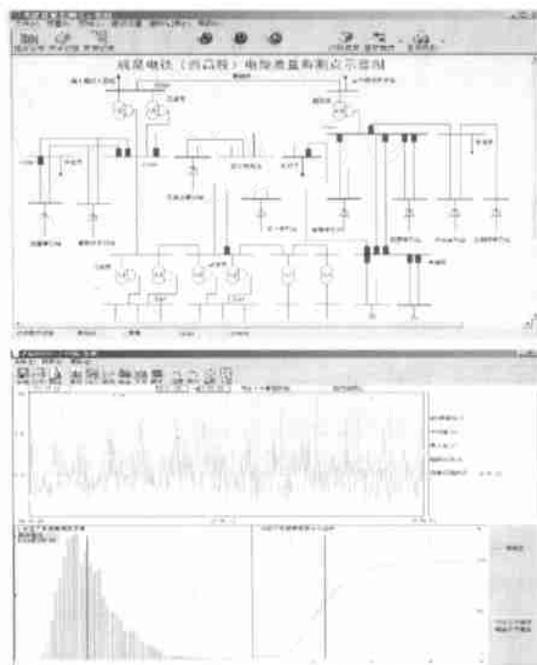


图4 监测网主接线、详细参数统计界面

Fig. 4 Interfaces of monitoring network and particular data analysis

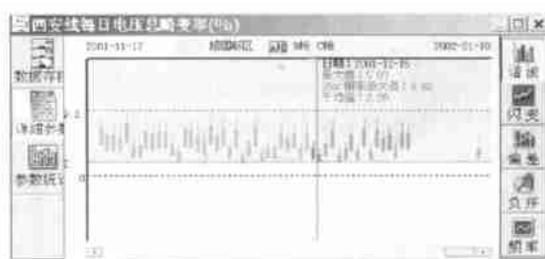


图5 “K线图”界面

Fig. 5 Interfaces of K line

### 3.3 常规分析模块

实现供电系统随机谐波潮流计算(谐波电压电流分布计算、电容器投入的谐波放大等);不同运行方式下随机谐波发射水平的估计。采用基于电流注入法的Monte-Carlo随机分布模拟。考虑两种基本的分布方式:正态分布和均匀分布,调谐波参数为均值与方差。使用Monte-Carlo模拟的最大优点是它能给出随机变化谐波多重迭加后的综合水平。使用Monte-Carlo模拟避免了在谐波分析过程中由于计算

参数分散性产生的巨大误差。

通过将系统功能进行模块划分,降低了内部隐患,各功能模块更易于扩充升级,实现了软件的通用性,同时也增强了对其它同类产品硬件接口的兼容能力。

#### 4 结束语

该软件的完成,对电能质量参数的监督管理创造了十分有利的条件,其社会效益和间接的经济效益十分显著:

(1) 整理谐波等电能质量参数的测量结果,作为电网的安全经济运行的依据,发生事故时作为分析事故的有利工具。

(2) 及时提供与用户的公共联接点的电能质量参数过程记录与超标情况,在督促谐波源用户进行谐波治理,以及由电能质量引发的法律纠纷或分清事故责任是十分关键的。

(3) 一些重要用户、外资与合资企业对电能质量提出很高要求,但它们本身也可能是谐波源,通过对测量数据的统计管理,在发生纠纷时,用数据说明问题,这对电力部门是非常有帮助的。

#### 参考文献:

- [1] 吴竞昌. 供电系统谐波(第一版)[M]. 北京:中国电力出版社,1998.
- [2] 郑人杰,殷人昆,陶永雷. 实用软件工程(第二版)[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [3] 张昆生,晓黄. API for Windows 详解[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [4] Gbke T, E handschin, W H Wellssow. Monte-Carlo Simulation of Voltage Harmonics in MV Systems Caused by Dispersed LV Customer[C]. Proceedings of the 3rd International Conference in Power Quality, PQA 1994, Amsterdam, Netherlands, A-2. 01.

收稿日期: 2002-06-05; 修回日期: 2002-09-29

#### 作者简介:

张 巍(1978-),男,硕士研究生,从事电能质量监测治理及电力系统计算机应用研究;

马文营(1977-),男,硕士研究生,从事电能质量监测治理及电力系统计算机应用研究;

杨洪耕(1949-),男,教授,从事电能质量监测治理及电力系统计算机应用研究。

### The research and development of open power quality management system

ZHANG Wei<sup>1</sup>, MA Weir ying<sup>1</sup>, YANG Hong-geng<sup>1</sup>, YE Mao-qing<sup>2</sup>

(1. College of Electrical and Information, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Sichuan Electric Power Testing and Research Institute, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** The power quality becomes more and more important and close attention is gradually paid to power quality by electric industry and consumers. At present the domestic and foreign power quality monitoring instruments have some disadvantages to implementation in China. This paper describes the technical features and basic functions of Open Power Quality Management System newly developed and the design of program modules. In the end, it predicts the vista of the application.

**Key words:** power quality; monitoring system; data file management; report forms

(上接第 44 页)

### Uniting databases in power system based on DTS

FAN Xi-hui<sup>1</sup>, CHEN Fang<sup>2</sup>

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** Multifarious databases were used in power system. These databases should be made full use for developing new system and data warehouse. By DTS multifarious databases can be united easily and it can reduce expense and difficulty for new system. Abundance function make DTS more practicality.

**Key words:** DTS; database; data transfer