

# 远程电能表监测系统的设计与实现

宋少群<sup>1</sup>, 王海东<sup>1</sup>, 班福厚<sup>2</sup>, 禹成七<sup>1</sup>

(1. 华北电力大学电气工程学院, 河北 保定 071003; 2. 保定新云达电力设备有限责任公司, 河北 保定 071003)

**摘要:** 介绍了一个远程电能表监测系统的 3 个子系统: 服务器端系统、通信网络系统以及下位机系统。通过监测系统的用户交互界面、远程电能表监测操作、通讯控制、数据库管理等多项功能模块的协调合作, 可以实现电能表的远程监测以及电能表数据库管理等功能, 能很好地满足远程电能表监测系统的各种工程需求。

**关键词:** 远程电能表监测系统; 图形用户界面; 通讯控制; 数据库管理

**中图分类号:** TM764 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)15-0077-05

## 0 引言

电能表现场监测技术一直是电能供需双方关注的重要课题。国家技术监督局于 1997 年 11 月发布了“JJF1055 - 1997 交流电能表现场监测技术规范”, 国家经济贸易委员会于 2000 年 11 月、2002 年 9 月先后发布了“DL/T48 - 2000 电能计量装置技术管理规程”与“DL/T826 - 2002 交流电能表现场测试仪”, 规范了电能表现场监测工作及监测设备的设计、制造、检定标准, 进一步推动了我国电能表现场校验技术的发展。

但是, 目前国内在线运行的电能表的监测工作手段远远落后于当前网络化技术的应用水平, 仍然停留在传统的操作人员携带便携式电能表现场校验仪到现场在线监测电能表的巡回工作模式。

据调查, 中等以上城市供电公司为了按照规程要求完成在线运行电能表的定期监测任务, 均设有外校班, 每一外校班配置 3~5 台机动车, 3~5 台便携式电能表现场校验仪, 每一外校人员的年现场工作日达到 260 天以上。

本文的目的旨在开发基于通信网络、数据采集技术及数据库管理技术的远程电能表监测系统, 推进我国在线运行计量装置及电能表技术管理水平的现代化, 提高工作效率, 降低管理成本, 提高工作过程的安全性及可靠性。

远程电能表监测系统的结构图见图 1。它由服务器端系统、通信网络系统、下位机系统等 3 部分组成。

服务器端系统实现远程电能表监测的图形化操作、电能表数据的管理、远程通讯控制等功能。针对目前各省电网既有采用电话拨号方式, 又有采用数据网直接连接方式通信的现状, 通信网络系统具备

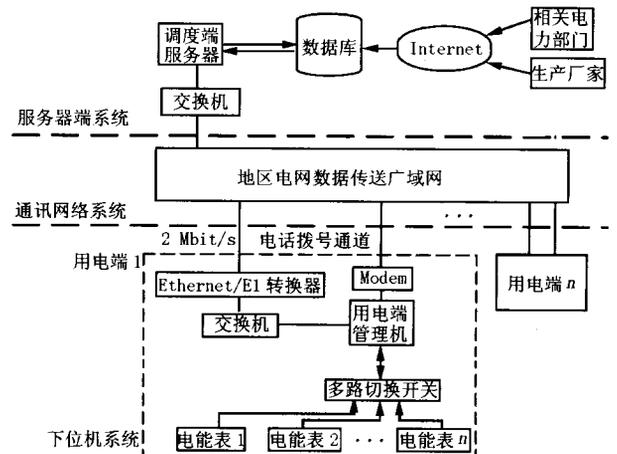


图 1 远程电能表监测系统的结构图

Fig 1 Architecture of the remote power meter monitoring system structure

按照上述两种方式同时与多个用电端建立通讯连接的功能。下位机系统可以根据服务器端系统发送的各种远程电能表监测操作指令, 通过多路切换开关启动相应的监测终端, 进行数据采集、计算, 并通过通信网络系统把处理结果传送回服务器端系统, 实现计量装置及电能表的远程监测功能。

## 1 远程监测系统的服务器端系统

图 2 是服务器端系统的结构图, 从中可以看出服务器端系统各个子系统之间的相互关系。服务器的主要子系统包括: 图形交互系统、通讯控制系统以及数据共享系统。运行人员通过图形交互系统, 可以实现电能表数据管理、远程电能表监测等功能。通过通讯控制系统与下位机系统通信。其他部门和生产厂家可以通过 Web 数据共享系统, 访问电能表数据库, 及时了解电能表运行状况。

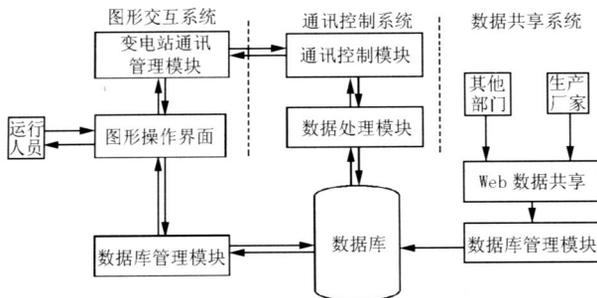


图 2 服务器端系统的结构图

Fig 2 Architecture diagram of the server system

## 1.1 服务器端图形交互系统

### 1.1.1 绘图操作界面的设计

考虑到大多数运行人员已经习惯了调度自动化 SCADA 界面,在设计服务器端的图形操作平台时,也是以一次系统接线图作为运行主界面,并突出了各类电能计量设备,方便了运行人员的操作。

图形交互系统分成运行和设计两种状态。图 3 为处于运行状态时图形操作界面。在该画面上操作人员不能对图形界面上的设备元件进行选择、删除、复制等操作,以防程序运行中由于操作人员的误操作而破坏电气接线图。

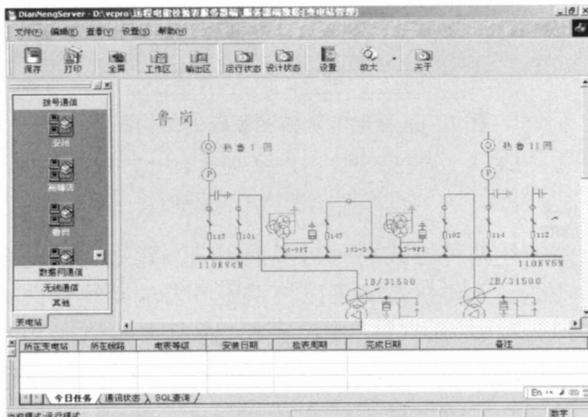


图 3 图形交互系统的运行状态

Fig 3 Graphic interaction system in running state

图 4 为当图形交互系统处于设计状态时的运行界面,有一个浮动的元件工具条提供电气图绘制所需的 19 种元件图标。点击这些元件图标,操作人员就可以在绘图区里进行相应的设备元件的绘制。并可以进行元件的选择、旋转、移动、复制、张贴等操作。此时,绘图界面有一个网格背景,当鼠标在绘图区移动的时候,程序通过计算鼠标坐标点与周围四个网格点的距离,取距离最近的网格点作为鼠标的坐标点所对应的网格点,从而使得鼠标具备了“自动吸附”功能。当操作人员进行各项鼠标操作(移

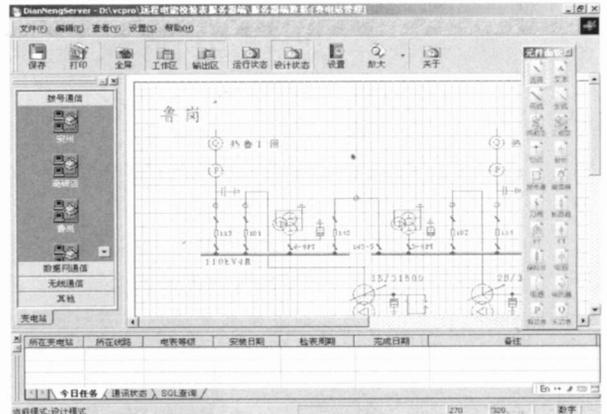


图 4 图形交互系统的设计状态

Fig 4 Graphic interaction system in designing state

动、点击、拖拉等)的时候,都能使得鼠标的坐标点落在网格上。该设计方法有两个优点:

1) 绘制出的电气图同一水平方向的元件  $y$  坐标相同;同一垂直方向的元件  $x$  坐标相同,从而使得整张电气图美观、大方。

2) 在元件数据库中,如果有元件在电气图上是相连接的,则它们的连接点确认为同一网格点,以便建立电气图元件的拓扑结构,为扩充其他功能打下基础。

### 1.1.2 绘图元件的设计

管理软件选用 COM 技术来进行 19 种绘图元件组件对象的开发,利用 MFC 提供的宏定义可方便地为各个元件组件增加接口支持。通过 MFC 提供的聚合模型实现各个具体元件组件,编译成 DLL 文件,经过注册后,就可实现组件的动态链接。管理软件通过访问组件所提供的各个功能接口,实现各项功能。

以图 5 所示断路器组件为例,我们定义了变压器组件的一组接口,主要接口包括:  $IYjInit$  接口进行元件的初始化,  $IYjDraw$  接口进行元件的绘制,  $IYjRotate$  接口进行元件的旋转操作。通过访问这些接口函数,可以实现变压器元件的绘制、刷新、旋转等功能。



图 5 断路器组件

Fig 5 Breaker components

### 1.1.3 图形数据的管理与存储

采用图形数据库一体化编程思想<sup>[1]</sup>,分析各个

绘图元件的模型,创建了一个关系型数据库。对于每个元件的数据表都包括元件的端点坐标、颜色、旋转状态、元件的 D号等字段。根据一次系统接线图的结构特点,设定了各数据表的关键字,使各数据库表之间关联起来。

由于管理软件的图形元件数据涉及众多绘图参数,有效、合理地在内存中存储这些数据,将有利于实现程序的简便、快速访问,并减少内存空间的需求。在本系统中,我们用链表方式管理各个图形元件数据,对于每个图形元件类,都对应着两个链表,一个是管理链表,一个是选择链表。管理链表负责图形元件的添加、删除等操作;而当图形元件被选择后,则在该图形元件类的选择链表里添加该元件,以备其他绘图操作(如图形的移动、复制等)使用。使用链表可以方便地存储图形数据,并提高管理软件的运行速度。

### 1.2 服务器端数据共享系统

ASP(Active Server Pages)技术,是一种服务器端的脚本编译环境。它可以将我们设计的网页通过服务器端编译执行后的结果直接送至客户端,从而加快了客户端的浏览速度,并提高了服务器端的数据安全性。

服务器端系统采用 ASP内置的 DatabaseAccess 组件,实现了以 ADO 方式访问电能表的共享数据库。这样,相关的电力部门,甚至生产厂家通过访问服务器端的网页,就能查询各个电能表的数据,了解电能表的现场运行状况。图 6所示为通过 Intranet 访问服务器端系统的电能表数据共享数据库。

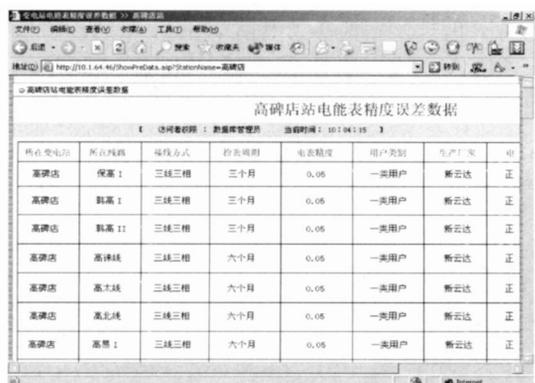


图 6 通过 Intranet访问共享数据库

Fig 6 Accessing the data-shared database via Intranet

为了保证服务器端的数据安全性,服务器端系统根据不同的用户权限,对电能表数据库设立了不同的用户帐号和访问密码。并用 Permission Checker 组件检测用户访问网页的帐号,控制用户所能访问

的资源。

## 2 远程监测系统的通信网络系统

目前各省电网都在进行通讯线路的改造,光纤通信和微波通信得到越来越广泛的应用,而仍有相当数量的厂站使用传统的拨号通信方式。对于那些已完成通讯线路改造的厂站,也通常把原来的拨号通讯方式作为后备的通讯方式。

考虑到通讯网络的现状,远程电能表监测系统应具备按照电话拨号、数据网连接两种方式进行远程通讯的功能。采用多线程技术来设计通信控制模块无疑是实现这一功能的最好选择。同时,通信控制模块采用线程池技术有效地管理服务器中的线程<sup>[2,3]</sup>,保证通信网络系统的稳定、高效运行。

### 2.1 通讯控制模块的设计

通信网络系统的通讯控制模块见图 7,从中可以比较清晰地看出通讯控制模块的功能和各个功能模块之间的相互作用。

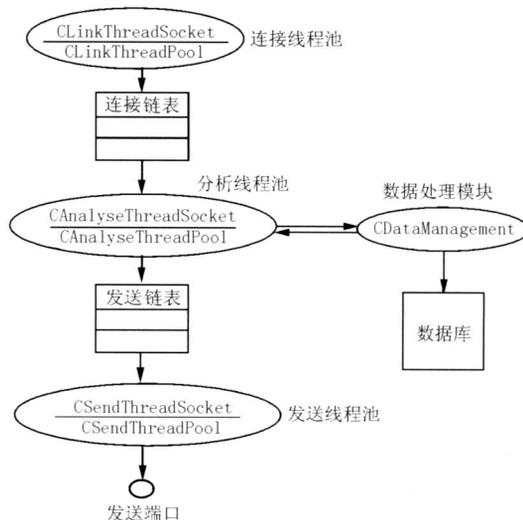


图 7 通讯控制模块

Fig 7 Communication control module

通讯控制模块主要包括:连接线程池、分析线程池、发送线程池和数据处理模块。其中,连接线程池负责侦听、响应用电端的连接请求,管理各个连接线程。对于不同的通讯方式,如果采用数据网直接连接方式,则根据通信双方的 IP地址和通信端口,构造 Socket结构体。如果采用拨号连接方式,则需配置相应的拨号服务器/客户端系统,并通过解析拨号服务器端的 IP地址,结合预先设定的通信端口,构造相应的 Socket结构体,把连接线程放入连接链表。

分析线程池负责从连接链表中读取连接线程里的数据包,并对通讯数据包进行分析处理,把电能表数据通过数据处理模块存入数据库。分析线程池还负责把要发送的数据包放入发送链表。

发送线程池从发送链表中读入数据包,并协调各个发送线程,通过发送端口与相应的用电端建立通讯连接。通过本设计方法使得远程监测系统的通讯网络系统运行高效且不失稳定性。

## 2.2 通讯数据包的帧格式

通信网络系统的通讯数据包类型中,既有各种远程电能表监测操作指令以及对指令的确认等固定长度的数据包,也有用电端向调度端传送的电能表精度误差数据等不固定长度的数据包。

为了在兼容的电能表监测设备之间达到互换的目的,远程电能表监测系统采用 IEC60870-5-104 规约制定了数据包的帧格式以及通讯传输规则<sup>[4,5]</sup>。

IEC60870-5-104 规约制定了可变帧长帧和不可变帧长帧两种帧格式,可变帧长帧格式用于传送数据,不可变帧长帧格式用于传送各种确认、询问等报文。

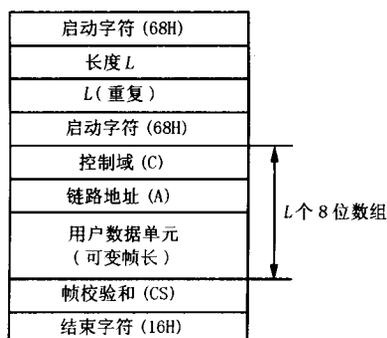


图 8 可变帧长数据帧格式

Fig 8 Formats of alterable frame

以可变帧长数据帧为例,其帧构造见图 8。其各个模块的功能如下:

1) 长度  $L$  包括控制域、地址域、用户数据区 8 位位组的个数。

2) 控制域 (C) 表示数据帧的传送方向、计位数、有效位以及数据帧相应的功能。

3) 地址域 (A) 为数据帧中子站的链路地址,取值为 0 至 255。

用户数据单元由数据单元的标识和信息体组成,见图 9。其中,类型标识表示信息体的结构、类型和格式。可变结构限定词表示信息体是顺序的,还是非顺序的,并表示信息体的个数。传送原因表示的是周期传送、突变传送、总询问,还是分组询问

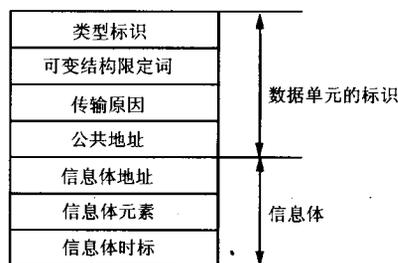


图 9 用户数据单元

Fig 9 Architecture of user data unit

等。公共地址通常情况下与报文的地址域 (A) 是同一个值。信息体地址为两个 8 位位组,可表示 1 ~ 65 535 个信息量,和公共地址一起,可以区分全部信息元素集。

帧校验和 (CS) 是控制域、地址域、用户数据区 8 位位组的算术和 (256 模和)。

当采用 IEC60870-5-104 规约定义了通讯数据包的帧格式以及通讯传输规则之后,不同厂家的设备经过调试,做适当的修改之后就可以实现互联,使系统具备良好的互换性。

## 3 远程监测系统的下位机系统

下位机系统由高精度的电流电压互感器、用于执行多路切换的 I/O 板、用于交流模拟信号的数据采集卡和用于控制、显示、通信的用电端管理机构组成。

当用电端管理机在接收到服务器端各种远程监测操作指令后,通过多路切换开关,选择启动相应的终端,该终端通过采集与被监测电能表相同的电压、电流瞬时值,采集被监测电能表的脉冲信号,计算各项电参数及误差,把处理结果按照 IEC60870-5-104 规约定义的数据帧格式,通过网络传回服务器端,实现计量装置及电能表的远程监测功能。

## 4 结论

本文介绍了远程电能表监测系统的 3 个子系统的设计思路及实现方法。通过系统的用户交互界面、远程电能表监测操作、通讯控制、数据库管理等多项功能模块的协调合作,可以满足远程电能表监测系统的各种工程需求,具有很好的应用前景。

## 参考文献:

[1] 陈建春. Visual C++ 开发 GIS 系统 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.

CHEN Jian-chun Developing GIS System with Visual C++

- + [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2000.
- [2] Beveridge J, Wiener R. Win32多线程程序设计 [M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2001.  
Beveridge J, Wiener R. Multi-threading Application in Win32 [M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2001.
- [3] 陈坚,陈伟. Visual C++网络高级编程 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2001.  
CHEN Jian, CHEN Wei Advanced Net Programming with Visual C++ [M]. Beijing: People's Posts and Telecoms Press, 2001.
- [4] 远动设备及系统第5\_104部分传输规约 [M]. 北京:中国电力出版社, 2000.  
Telecontrol Equipment and Systems Part 5\_104 Transmission Protocols [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.
- [5] 谭文恕. 关于配电自动化系统的传输规约 [J]. 电力

系统自动化, 1999, 23 (16): 37-40.

TAN Wen-shu The Transmission Protocol of Distribution Automation System [J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23 (16): 37-40.

收稿日期: 2004-11-29; 修回日期: 2005-02-10

作者简介:

宋少群 (1979 -), 男, 博士研究生, 研究方向为智能技术在电力系统继电保护中的应用; Email: blackducks@sina.com

王海东 (1978 -), 男, 硕士研究生, 研究方向为智能化仪表的研究与开发;

班福厚 (1967 -), 男, 高级工程师, 主要从事智能化仪表及电能表检定装置的开发研究工作;

禹成七 (1943 -), 男, 教授, 全国电工仪器仪表标准化技术委员会委员, 主要从事电力系统继电保护教学科研与智能化仪表的研究开发工作。

## Design and implementation of remote electric power meter supervisory system

SONG Shao-qun<sup>1</sup>, WANG Hai-dong<sup>1</sup>, BAN Fu-hou<sup>2</sup>, YU Cheng-qi<sup>1</sup>

(1. School of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China;

2. Baoding Xinyunda Electric Power Equipment Ltd, Baoding 071003, China)

**Abstract:** This paper presents a remote electric power meter supervisory system. The three sub-systems of the supervisor system are server management system, communication control system and field monitoring system. With the cooperation of the sub-systems, the supervisory system could realize functions such as remote electric power meter supervisory and the database management, etc. This system could meet the engineering requirements of remote electric power meter supervisory.

**Key words:** remote electric power meter supervisory system; graphic user interface; communication control; database management

(上接第 40 页 continued from page 40)

## Reactive power optimization of power system based on improved genetic algorithm

WAN Sheng-bin, CHEN Ming-jun

(College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China)

**Abstract:** Genetic algorithm is a evolution simulating optimal algorithm to solve complicated optimal problem with discrete variables. This paper presents a new approach to optimal reactive power based on an improved genetic algorithm. This algorithm improves the method of coding, genetic operations and termination conditions. The proposed approach is applied to the IEEE 6 and IEEE 30 bus system. The simulation results show the improved genetic algorithm is reasonable and feasible.

**Key words:** genetic algorithm; reactive power optimization; power loss; mathematic model

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告