

远程电能表校准系统服务器端管理软件的设计与实现

宋少群¹, 徐和平², 班福厚³, 禹成七¹

(1. 华北电力大学电力系统保护与动态安全监控教育部重点实验室, 河北省保定市 071003)

(2. 甘肃省电力公司, 甘肃省兰州市 730001; 3. 保定新云达电力设备有限责任公司, 河北省保定市 071003)

摘要:介绍了一套已投入试运行的远程电能表校准系统的服务器端管理软件。管理软件采用组件对象模型(COM)技术实现图形交互系统的可重用性,采用多线程技术实现了多方式通信功能,并采用线程池技术实现通信控制系统高效而稳定的控制功能。远程电能校准系统采用 IEC 60870-5-104 通信协议制定通信数据包的帧格式以及通信传输规则,实现了远程电能校准功能,采用 ASP 技术实现数据共享系统的 Web 数据共享功能。

关键词:电能表校准装置; COM; 线程池; ASP

中图分类号: TM933.4

0 引言

电能计量管理技术一直是电能供需双方关注的一个重要课题^[1,2]。但是,针对在线运行电能表的远程校准系统还鲜见报道。

国家技术监督局于 1997 年 11 月发布了“JJF 1055—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/T 48—2000 电能计量装置技术管理规范”与“DL/T 826—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。

我们根据远程电能表校准系统的工程需求,开发了本管理软件。其设计要求具有以下特点:系统的人机界面友好,可操作性强;图形模块可重用性好;适应于多种通信控制方式,通信控制能力高效而稳定;数据共享程度高。

1 管理软件的框架

图 1 是管理软件的结构图,从中可以比较清晰地看出管理软件的功能和这些功能模块之间的相互关系。

本管理软件的功能模块主要包括图形交互系统、通信控制系统以及数据共享系统。其编程思路 and 具体实现方法如下:

1)采用组件对象模型(COM)技术,开发了一套标准化图形交互系统。应用图形-数据库一体化编

程思想,实现图形界面与系统数据库之间的交互。

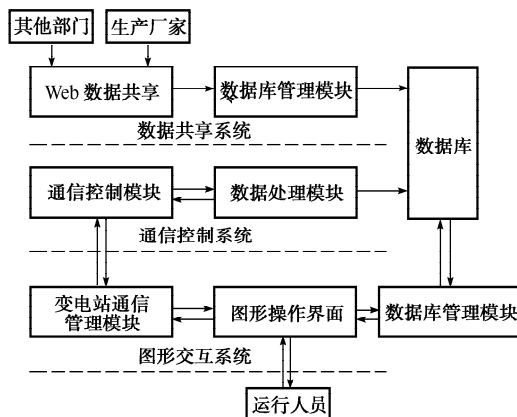


图 1 管理软件的结构

Fig. 1 Structure of the management software

2)采用线程池技术实现管理软件的通信控制系统。通过通信控制系统,管理软件能够同时以多种通信方式与多个用电端建立通信连接,实现各种远程电能表校准操作,并通过数据处理模块把电能表校准数据存入数据库。

3)采用 ASP(Active Server Pages)技术实现电能表数据 Web 共享系统,使得生产厂家和其他相关电力部门通过 Internet/Intranet 也可以查询数据库中的电能表数据,了解电能表现场运行状况。

2 管理软件的图形交互系统

2.1 图形操作界面的设计

考虑到大多数运行人员已经习惯了调度自动化 SCADA 界面,即以一次系统接线图为主题的图形界面。因此,在设计管理软件的图形操作平台时,也

以一次系统接线图作为运行主界面,并重点突出各种电能表设备,方便运行人员的操作。

管理软件的图形交互系统分成设计和运行 2 种状态。处于设计状态下,操作人员可以在绘图区进行各个图形元件的绘制,并对已绘制的图形元件进行选择、移动、旋转、删除、复制、粘贴等操作,方便地进行一次电气图的绘制。而处于运行状态下,通过闭锁绘图区上的各个图形元件的图形选择功能,使操作人员不能对设备元件进行选择、删除、移动等操作,有效防止了由于操作人员的误操作对电气图造成破坏。

2.2 绘图模块可重用性设计与实现

COM 是一种平台独立、面向对象的二进制软件组件系统^[3]。由于组件技术具备良好的灵活性、可扩充性、可重用性和可维护性,得到了软件开发人员越来越多的重视和采用。在电力系统网络统计图形软件、配电网信息管理软件以及潮流计算软件中已有成功应用的例子^[4~6]。

在管理软件中,我们把每个被 COM 技术封装过的绘图元件以类似搭积木的方式,组成了一个功能强大的图形设计系统,使得管理软件的图形模块具有良好的可重用性和可扩展性,可以非常方便地嵌入到其他系统的设计中。这也是现代软件工程所提倡的开发模式。

管理软件选用微软基本类库(MFC)的嵌套类复合策略来进行各个绘图元件组件的开发。以图 2 所示变压器组件为例,我们定义了变压器组件的一组功能接口,主要包括: IYjInit 接口进行元件的初始化; IYjDraw 接口进行元件的绘制; IYjGetRect 接口得到元件的绘图区域,在需要进行元件绘图刷新时调用; 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、刷新和旋转等功能。

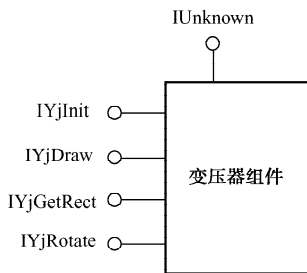


图 2 变压器组件
Fig. 2 Transformer component

这些功能接口的具体实现过程为:首先定义一个功能聚集类 IBaseFunc,它包括了各个具体的功能接口。IBaseFunc 派生于 COM 组件通用的接口

IUnknown,继承了 IUnknown 接口的 3 个成员函数: QueryInterface, Release 和 AddRef。其中 QueryInterface 函数提供指向 COM 接口的指针, AddRef 和 Release 函数通过控制访问次数来管理 COM 对象的生存周期,具体实现代码为:

```
class IBaseFunc: public IUnknown
{
    virtual void STDMETHODCALLTYPE IYjInit();
    //初始化绘图元件
    virtual CRect STDMETHODCALLTYPE IYjGetRect();
    //得到元件的绘图区域
    ... //定义组件的其他接口函数
}
```

接着定义变压器组件类 CYjBianyq。在类的定义文件中,利用接口映射表把几个功能接口定义在一组宏 BEGIN_INTERFACE_PART 和 END_INTERFACE_PART 中,具体实现代码为:

```
class CYjBianyq: public CCmdTarget
{
    BEGIN_INTERFACE_PART(CYjBianyq, IBaseFunc)
        STDMETHOD_(void, IYjInit)()
        STDMETHOD_(CRect, IYjGetRect)()
        ...
    END_INTERFACE_PART(CYjBianyq)
    ... //具体功能接口的实现
}
```

最后把 CYjBianyq 编译成 DLL 文件,经过注册后,就可以实现一个变压器绘图组件。使用变压器绘图组件时,先创建一个组件对象,通过接口类的指针就可调用组件对象相应的各项功能函数。

在管理软件中,实现绘图的各项鼠标、键盘操作和绘图的各项功能的实现是分离的,因此只要保持元件组件的接口不变,通过重新编写相应的接口功能程序,就可以实现功能的升级和更新,以适应生产运行的新要求。

2.3 图形数据的管理与存储

管理软件采用图形-数据库一体化编程思想^[7],分析各个绘图元件的模型,创建了一个关系型数据库。每个元件的数据表都包括元件的端点坐标、颜色、旋转状态、元件的识别号(ID)等字段。

由于管理软件的图形元件数据涉及众多绘图参数,在本系统中,我们用链表方式管理各个图形元件数据。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。

3 管理软件的通信控制系统

3.1 通信控制模块的设计

考虑到目前各省电网通信网络具备电话拨号、

数据网络连接共存的现状,调度端管理软件采用多线程技术实现按 2 种方式同时与多个用电端建立通信连接的功能,并采用线程池技术有效管理服务器中的线程,保证调度端管理软件稳定、高效运行^[8]。

管理软件的通信控制模块见图 3,从中可以比较清晰地看出通信控制模块的功能和各个功能模块之间的相互作用。

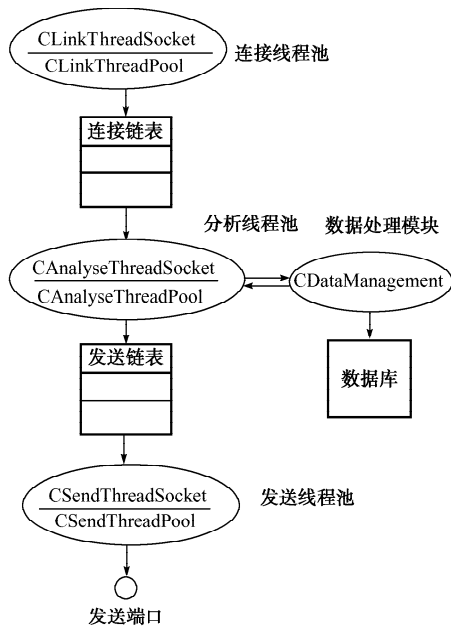


图 3 通信控制模块

Fig. 3 Communication control module

通信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。连接线程池负责侦听、响应用电端的连接请求,并用连接链表管理各个连接线程。分析线程池负责从连接链表中读取连接线程中的数据包,并对通信数据包进行解析处理。如果是电能表数据,通过数据处理模块存入数据库;如果是用电端发送的命令,则根据通信协议进行相应的响应。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信连接。通过这样的设计,使得管理软件的通信控制系统运行高效同时不失可靠性。

连接线程池工作流程见图 4。在服务器端管理软件启动时,创建一定数量的线程放入一个线程队列(即线程池)中,当服务器端侦听到用电端连接请求时,首先判断该用电端的通信方式,并建立相应的 Socket 结构体,然后查询线程队列中是否有空闲线程。如果有,则分配线程,并把用户 Socket 与线程绑定后,加入连接链表;如果没有空闲线程,则进一步判断线程队列是否已满。如果未满,则创建一个

线程,并把用户 Socket 与线程绑定后,加入连接链表;如果线程队列已满,则等待数秒之后,重新判断是否有空闲线程。

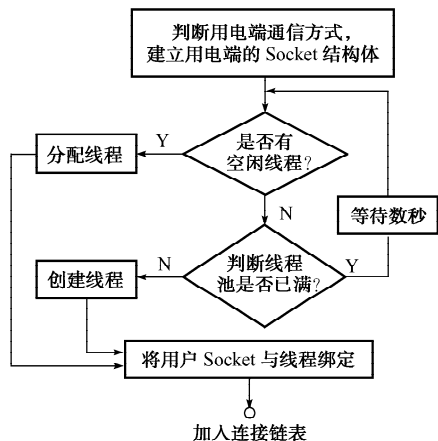


图 4 连接线程池工作流程

Fig. 4 Work flow of linking thread pool

3.2 不同通信方式的处理

对于采用数据网直接连接的用电端,遵循的是 TCP/IP 协议,可以根据该用电端的 IP 地址和通信端口,建立 Socket 结构体,实现 Socket 通信连接。

对于拨号方式,用电端管理机和调度端服务器在安装了拨号网络组件拨号网络服务器组件后,便可配置为一套拨号网络服务系统。调度端操作系统的拨号服务器给每个拨入的用电端管理机分配一个独立的 IP 地址,同时也给自身分配一个 IP 地址,这些 IP 地址具有相同的网络编号,同属于一个通信子网。把该通信子网的通信协议设为 TCP/IP 协议后,拨号客户端就可以与拨号服务器端建立远程访问服务(RAS)连接。通信连接建立起来后,通过 RasGetProjectionInfo 函数可以获取服务器端分配给拨号客户端的 IP 地址,解析该地址可得到拨号服务器端的 IP 地址,结合通信双方默认的端口地址,就可以建立相应的 Socket 结构体,通过该方法可以方便地在拨号方式下实现 Socket 通信连接。

3.3 通信数据包的帧格式

管理软件的通信数据包类型既有各种远程电能表校准操作指令等固定数据帧长度的数据包,也有用电端向调度端传送的各个电能表的精度误差数据等不固定数据帧长度的数据包。为了在兼容的电能表远程校准系统之间达到互换的目的,管理软件采用 IEC 60870-5-104 协议制定了数据包的帧格式和通信传输规则^[9,10]。这样,不同厂家的设备经调试后,就可以实现互联,使系统具备良好的互换性。

3.4 远程校准功能的实现

操作人员通过图形操作界面进行远程电能表校

准操作时,管理软件先通过数据库管理模块查询到该电能表的各项参数属性,然后通过变电站通信管理模块查询到该电能表所在变电站的通信属性,并配置相应的通信 Socket 结构体,通过通信控制模块与变电站的管理机建立起通信连接。当通信连接建立之后,管理软件采用 IEC 60870-5-104 协议定义各项远程操作的数据帧格式以及传输规则。

变电站管理机接收到服务器端各种远程校表操作指令后,通过多路切换开关,选择启动相应的校验终端,校验终端通过同时采集与被校验电能表相同的电气量参数和被校验电能表的计量脉冲信号,计算被校验电能表的各项参数误差,最后把处理数据按 IEC 60870-5-104 协议定义的数据帧格式,通过网络传回服务器端,实现各项远程电能表校准功能。

4 管理软件的 Web 数据共享系统

调度端服务器与用电端管理机之间建立的是客户/服务器(C/S)模式,而系统的电能表数据 Web 共享系统则采用浏览器/服务器(B/S)模式。ASP 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,从而加快客户端的浏览速度,并提高服务器端的数据安全性。

管理软件采用 ASP 内置的 DatabaseAccess 组件,实现了以活动数据对象(ADO)方式访问服务器端的系统数据库。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。

管理软件根据不同的用户权限对系统数据库设立不同的用户账号和访问密码,并用 Permission Checker 组件检测用户访问网页的账号,控制用户所能访问的资源,有效保证服务器端数据的安全性。

5 结语

本文介绍的远程电能表校准系统的服务器端管理软件具有以下特点:

1)图形界面易于操作,绘图模块具备良好的可重用性。采用 COM 技术实现了标准化图形交互系统,工作人员可以通过系统提供的绘图元件进行标准化图形界面设计,而系统的绘图模块可以嵌入到其他管理软件的设计中。

2)通信控制能力强,系统的互用性好。采用线程池技术管理系统的通信工作线程,实现了服务器端高效而稳定的运行。而采用 IEC 60870-5-104 协议制定了通信数据包的帧格式和通信传输规则,使系统具备良好的互用性。

3)数据共享性好。采用 ASP 技术既实现了电

能表数据的 Web 数据共享,同时也保证了服务器端数据的安全性。

参考文献

- [1] 陈耀武,余露,汪乐宇.基于以太网或 GSM 网的嵌入式电能量遥测系统.电力系统自动化,2003,27(15):80—83.
CHEN Yao-wu, YU Lu, WANG Le-yu. An Embedded Remote Energy Measuring System Based on Ethernet or GSM Network. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(15): 80—83.
- [2] 赵文韬,王树民,朱桂萍,等.基于 Internet 的电能质量监测与分析系统的研制.电力系统自动化,2002,26(6):69—72.
ZHAO Wen-tao, WANG Shu-min, ZHU Gui-ping et al. Internet-based Power Quality Monitoring and Analyzing System. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(6): 69—72.
- [3] ROGERSON D. COM 技术内幕.杨秀章,译.北京:清华大学出版社,1999.
ROGERSON D. Inside COM. YANG Xiu-zhang, Trans. Beijing: Tsinghua University Press, 1999.
- [4] 李胜利,任军,赖菲.基于组件技术动态生成 Web 服务统计图形.电力系统自动化,2003,27(14):79—82.
LI Sheng-li, REN Jun, LAI Fei. Development of Web Service Dynamic Statistic Graphics Based on Component Technology. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(14): 79—82.
- [5] 吴建中,葛少云,余贻鑫,等.配电网信息管理系统组件化设计与实现.电力系统自动化,2001,25(11):49—55.
WU Jian-zhong, GE Shao-yun, YU Yi-xin, et al. Component-based Design and Implementation of Distribution Network Information Management System. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(11): 49—55.
- [6] 杨镜非,黄家裕,李维.电力系统潮流计算组件的实现.电网技术,2000,24(4):57—59.
YANG Jing-fei, HUANG Jia-yu, Li Wei. Realization of Power Flow Calculation Component. Power System Technology, 2000, 24(4): 57—59.
- [7] 陈建春. Visual C++ 开发 GIS 系统.北京:电子工业出版社,2000.
CHEN Jian-chun. Visual C++ Develop GIS System. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2000.
- [8] BEVERIDGE J, WIENER R. Win32 多线程程序设计.侯捷,译.武汉:华中科技大学出版社,2001.
BEVERIDGE J, WIENER R. Multithreading Application in Win32. HOU Jie, Trans. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2001.
- [9] 远动设备及系统第 5-104 部分传输规约.北京:中国电力出版社,2000.
Telecontrol equipment and Systems Part 5-104 Transmission Protocols. Beijing: Chinese Electric Power Press, 2000.
- [10] 谭文想.关于配电自动化系统的传输规约.电力系统自动化,1999,23(16):37—40.
TAN Wen-shu. The Transmission Protocol of Distribution Automation System. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(16): 37—40.

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。E-mail: blackducks@sina.

com

徐和平(1957—),男,高级工程师,全国电工仪器仪表标准化技术委员会委员,主要从事供电企业电能计量管理及研

究工作。

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。

Design and Implementation of Server Management Software in Remote Electric Power Meter Calibration System

SONG Shao-qun¹, XU He-ping², BAN Fu-hou³, YU Cheng-qi¹

(1. North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

(2. Gansu Electric Power Company, Lanzhou 730001, China)

(3. Baoding Xinyunda Electric Power Equipment Co Ltd, Baoding 071003, China)

Abstract: A set of server management software in the remote electric power meter calibration system in the field test stage is described. The management software adopts the COM technique to realize the reusability of the graphic user interface, while using multi-thread technique to perform the multi-mode communication function. And the thread pool technique is also adopted to achieve the efficient and steady effect of the communication control system. The data frames and communication rules are designed in accordance with the IEC 60870-5-104 transmission protocols to realize the remote electric power meter calibration function. The data-shared function is performed using the ASP technique.

Key words: electric power meter calibration device; COM; thread pool; ASP