

# 基于拨号网络的农网终端变电站(塔) SCADA 系统

韩学军<sup>1</sup>, 朱英杰<sup>1</sup>, 王清伟<sup>2</sup>

(1. 东北电力学院电力工程系, 吉林 吉林 132012; 2. 国家电网公司农电部, 北京 100031)

**摘要:** 针对目前我国农村电网的实际情况, 提出了一种实现农网终端变电站(塔) SCADA 系统的方案, 详细描述了 RTU 和主站服务器利用 MODEM 通过电话网通信的具体方法和在 Windos 环境下的编程实现。最后对主站服务器和客户端利用 ASP 技术进行网络通信作了简要阐述。

**关键词:** 变电站(塔); RTU; 公共电话网; ASP

**中图分类号:** TM734 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)15-0064-04

## 0 引言

目前,在我国广大的城郊及乡村的二次终端变电站,变电塔,实现远方自动化功能,建立 SCADA 系统的寥寥无几。这些变电站(塔)远离城市,交通不便,有的变电站(塔)一周才去巡视一次,有些则要一个月巡视一次。如果出现了事故跳闸或线路接地故障,农电管理部门只有依靠用户通知才能派人去处理,给农业生产和农民生活造成了极大的不便。由于国内外生产的自动化产品费用昂贵,国内农网系统很难承受,而且分站端设备如控制电缆、接口屏、通道屏、遥控执行屏、变送器屏等在农网变电塔上根本无法安装,再加上这些变电站(塔)的地理位置偏僻,目前生产的自动化产品所需的专用通道也很难实现。所以,如何方便而又经济地实现这些变电站(塔)的 SCADA 功能,是一个需要解决的问题。这里介绍的是用 MODEM 通过公共电话网传输数据,并连接到 Internet,方法简单,经济实用。

## 1 系统构成

整个系统的框图可表示为图 1。

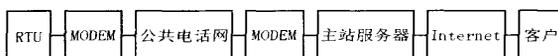


图 1 基于拨号网络的农网终端变电站(塔)系统框图

Fig. 1 System of terminal transformer substation (tower)

in rural power network based on dial-up net

分站端即 RTU 为数据终端采集器,采集遥测、遥信数据,并存储在临时寄存器中。每一个 RTU 都有唯一的地址识别号即与电话网相连的电话号码,主站监控软件通过拨号实现与不同 RTU 的连接。RTU 采用壁挂式结构,结构紧凑,体积小,可以安装在农网变电塔上。变电站(塔)遥测量取自多功能电

度表 RS-485 口,取消交流采样,取消变送器,不涉及现场 CT、PT 回路,实现远程抄表和自动化统一。遥测量取自多功能电度表,技术上有两个问题:一是电能表瞬时量的测量精度,根据电子电能表生产厂家承诺的指标,电能表在测量电流、电压、有功功率时的精度可以达到与电能量计量相同的精度。实际测试表明,除个别电能表的电压值略有超标外,其他均能达到精度指标的要求。从远动系统对遥测值的综合误差应保证在 1.5% 的要求来看,0.5 级的表计误差完全能够满足这一要求。电能表测量无功功率的精度为 2.0 级,从实用的角度已可满足,同时厂家也承诺可在少许增加费用的情况下使之达到 1.0;另外一个瞬时量的实时性有所降低,但这相对于变电站(塔)的重要性而言,实时性矛盾并不突出,却可以大大降低费用。

考虑到系统运行后的日常运行费用,又照顾到农网二次变电所(塔)的地理位置,不可能建设专用的通信通道来传递自动化信息,RTU 采用拨号网络与主站连接,通信双方利用公共电话网为传输媒体,从而可以解决农村电网无专用通道的问题,节约建立专用通道所增加的建设投资。分站端的 MODEM 采用自动应答方式,可以完全不需人工干预,自动拨号,自动响应。对于 MODEM,我们选用可以完全支持 AT 命令的贺氏公司新一代智能型外置 MODEM 产品。

主站服务器采用 Windows NT 4.0 Server 作为操作系统,中心 Web 服务器采用有 ASP 支持能力的 Microsoft IIS 4.0,数据库服务器采用 Microsoft SQL Server。主站服务器承担了应用服务器、数据库服务器和 Web 服务器多重任务,降低了设备的造价。主站主要实现网络通信和数据处理、用户界面、数据库管理、系统管理、报表打印、报警、定值设定,以及数

据查询、各种曲线查询等功能。

主站服务器与客户端采用 Browser/Server 的体系结构,除了调度人员能在主站端使用外,客户可以在任何地点通过拨号或通过代理服务器登录互联网,访问主站服务器,对系统数据进行查询。主站服务器能够对客户端传来的请求进行处理后再转发给 RTU;也可以对 RTU 返回的信息进行处理后回传给客户。

整个系统能够实现分站端数据的采集、监控和对实时、历史数据的处理。具有遥控、遥信、遥测、SOE 等功能。

## 2 RTU 与主站的通讯

### 2.1 通讯协议的规定

主站服务器利用串口经由 MODEM 以标准的 RS-232 串行通讯格式实现与 RTU 的连接,这里 MODEM 起在数字信号和模拟信号之间进行信号转换的作用。为保证数据的正确发送和接收,双方必须按照一定的通讯格式进行传输。我们充分考虑本系统自身的功能特点,并参照国际标准通信规约,制定了如下的通讯协议。

STX	CMDX	数据(64 字节)	校验位	ETX
-----	------	-----------	-----	-----

其中:STX 为单字节数据头标志,启动字符触发通信,本系统约定值为 02H;CMDX 为单字节命令标志;ETX 为单字节数据尾标志,用于标识通信的结束,本系统约定值为 03H;另外还用到了 ACK(肯定回答,约定为 06H)、NAK(否定回答,约定为 15H)特殊字符。校验位是对要传输的数据第一位到最后位的所有数据进行异或,发送方把校验后的数据附加到数据结尾作为校验字符,接收方对数据异或后与该校验字符相比较就可以知道是否出错。CMDX 为单字节命令字段,用于指定具体的操作内容。传输过程由上位机每隔 10 s 发一个“NAK”字符来启动,当单片机检测到一个 NAK 后,会发出第一个数据包,上位机检查数据包,计算出检验和,并与发来的检验和相比较,相同则发送 ACK 字符,对本次接收的数据块进行确认。否则,发送 NAK 字符,通知对方重发数据块,当数据传送完毕后,单片机发出“ETX”字符,通知上位机结束数据传输。部分命令代码及对应的命令操作见表 1。

作为一个完整的通信协议,在拨号连机上要加以时间间隔来限制,否则会使整个系统处于不正常工作状态,或者延迟其它动作的处理。具体的时间间隔可以根据通信内容、CPU 的处理速度,再加上适

当的余量确定。在应用程序中,RTU 在接收到呼叫信号后等待呼叫回答的处理比较简单,所以上位机接到发出呼叫回答时间不宜过长(本系统设为 5 s),而 RTU 在接到读出或写入数据的命令后,数据处理时间较长,应适当放宽时间限制,(本系统设为 10 s)。

表 1 通讯命令字

Tab. 1 Telecommunication code

命令字	具体操作
A(11H)	读取遥测数据
B(12H)	读取遥信数据
E(43H)	发送对时数据
F(44H)	参数设置,如采集间隔时间,通信去抖时间,电表参数等

### 2.2 通讯的实现

上位机的监控程序用 VB 6.0 实现,VB 6.0 的 MSComm 通信控件提供了一系列标准通信命令的接口,它允许建立串口连接,可以连接到其他通信设备(如 MODEM),还可以发送命令、进行数据交换以及监视和响应在通信过程中可能发生的各种错误和事件,从而可以用它创建全双工的、事件驱动的、高效实用的通信程序。MSComm 有两种通信方式,查询方式和事件驱动方式。前者用于简单的、传输数据较少的情况,后者用于大数据量、功能复杂的情况,本系统采用事件驱动方式。MSComm 提供 OnComm() 事件,象接收到数据,DCD 信号状态改变时,都会产生 OnComm() 事件,根据 CommEvent 属性的返回值,给予相应的处理。下面就具体的软件实现作简单的说明(程序清单略)。

首先要在程序的初始化阶段对通信参数进行设置,主要是初始化串口和 MODEM,包括选择通信端口、设置串口波特率、打开串口以及向 MODEM 输出初始化命令等,这些可以通过设置 MSComm 的属性实现。接着呼叫 RTU(即拨号),若呼叫成功,MODEM 的 CD 灯变亮。程序中通过监测 MSComm.CTSHolding 的值判断 MODEM 是否连接成功,当 MSComm.CTSHolding 的值为 TRUE 时表明 MODEM 已有了载波信号,则通信链路已建立,可以与 RTU 进行通信。

上位机与 RTU 建立连接以后,向 RTU 发出命令字,通过公共电话网,该命令帧发送到现场的 RTU 端口,RTU 接到信号立即中断当前操作,通过判断命令字的内容做出响应,比如在接到“A(读取遥测数据)”命令后,RTU 按规定好的协议向计算机发送数据,当在端口接收到一定数据信息后,就产生了端口

触发事件,计算机响应该事件从而接收 RTU 上传的信息。上位机对每帧数据均要作异或校验,如有错误的则回送失败信号,并要求下位机重发;正确的则放入缓冲数组以备存库,并回送成功信号。当有效数据帧发送完毕后,下位机将发一个结束帧,上位机收到该帧结束信号后,发出 AT 命令“+++ATH”以拆链挂机。至此,数据通信过程结束,之后,上位机将缓冲数组里的数据存入数据库,以便进行数据分析。

### 3 客户端与主站服务器的通信

#### 3.1 服务器后台处理

本系统采用 ASP(Active Server Pages)技术来实现 Web 交互式应用界面的开发。ASP 是微软公司开发的一个开放的、可自由编辑的应用环境。利用它可以将 HTML、脚本(Script)及重复利用的 ActiveX 服务器部件组合起来,可产生并执行动态、交互式、高效率的站点服务器应用程序,并将生成的 HTML 动态送给客户端。ASP 提供了一些内建对象和 ActiveX 组件,非常方便程序的开发,尤其是利用 ASP 所提供的 ADO 组件可以非常方便地实现对数据库的访问。本系统 ASP 的作用是接收客户端提交的数据,对它进行处理,把它转换成 RTU 接收的指令放在数据库中,并从数据库中查询 RTU 返回的信息,对其进行处理,转换成客户理解的信息,发到客户端的浏览器。

#### 3.2 安全性考虑

利用网络实现数据服务、代码和信息的安全是至关重要的,本系统客户端不允许控制,只是作为一个监视器。客户端在连接服务器时需输入用户名和口令,这些用户数据保存在服务器中的一个 Access 数据库中,程序通过 DAO 读写数据,用数据库表格中的记录进行用户认证,如有非法登录或者输入过程有误则提供各种报错信息,以协助完成正确的登录和更改。添加用户、删除用户、设置权限可以通过应用软件的用户管理部分来完成。另外,利用 Windows NT 4.0 Server 和 Microsoft IIS 5.0 来构建 Web 服务器,可以方便地设定 Web 服务器上的目录及文件的存取权限。建立 Web 目录时,必须使用虚拟目录,同时取消 Web 服务器的目录浏览权限。将 HTML 和 ASP 文件分放在不同的文件目录下,HTML 文件所在目录权限设置为只读,不可执行,ASP 文件所在目录权限设置为不可读,可执行(或者脚本)。除此之外,为 Web 应用提供的数据库登录账号,也

为数据防护提供了一道防线,这在数据库管理中实现,根据需要对应用所涉及的表单一一限定其查、增、删、改的权限。

整个通讯过程如下:客户端在浏览器上输入服务器的 IP 地址并输入口令,进入主站服务器网站,打开主页,选择所需操作。例如:如果是查询实时数据命令,则该命令通过 Internet 传送到主站服务器,并由主站服务器将命令存放到数据库。然后服务器建立与 MODEM 的通讯联系,待 MODEM 响应后,将数据库中存放的命令送到 MODEM,并经 MODEM 通过公共电话网传送到 RTU,RTU 采集数据经由电话网传回到服务器,服务器将其存放在数据库中。然后服务器建立与客户端的通讯联系,待客户端响应后,再将数据传送到客户端浏览器上,供客户浏览。

### 4 结束语

遥测量取自多功能电度表,使变电站自动化系统结构大大简化,同时大大降低了费用;信息的传输取消了专用通道,连接方便,技术上要求也不高,这些都带来直观的经济效益。另外,本系统的运行费用低,使用简单,将来新增变电站(塔)时,主站端无须改变,只需在新站端增加几万元的硬件设备即可,非常适合在国内农网推广使用。

#### 参考文献:

- [1] 李辛雅,胡容,李南郁(LI Xin-ya, HU Rong, LI Nan-yu). 对农村配电自动化系统的探讨(On Rural Distribution Automation System)[J]. 电网技术(Power System Technology),1998,22(3):77-78.
- [2] 方国才,徐立中(FANG Guo-cai, XU Li-zhong). 用于农网调度管理的 Internet 通信网络设计(Dispatch and Management System of Country Power Network Based on Internet)[J]. 电力系统通信(Telecommunication for Electric Power System),2000,(4):19-21.
- [3] Qiu B, Gao H B, Liu Y L, et al. Internet-based SCADA Display System[J]. IEEE Computer Application in Power System, 2002,15(1).
- [4] Holzner S C. Visual Basic 6 技术内幕(Core Technique of Visual Basic 6)[M]. 北京:机械工业出版社(Beijing:China Machine Press),1999.
- [5] 曹建,等(CAO Jian, et al). ASP 实例教程(ASP Cases)[M]. 北京:电子工业出版社(Beijing:Publishing House of Electronics Industry),2000.

收稿日期: 2003-11-05

**作者简介:**

韩学军(1952-),男,教授,硕士研究生导师,从事电力电子方面的教学和研究工作;  
朱英杰(1975-),男,硕士研究生,研究方向为计算机在

电力系统中的应用,电力电子技术; E-mail: zhu-yjie@sina.com

王清伟(1972-),男,博士研究生,研究方向为电力系统自动化及通信规约、智能控制。

### The SCADA system of terminal transformer substation (tower) in power network based on dial-up net

HAN Xue-jun<sup>1</sup>, ZHU Ying-jie<sup>1</sup>, WANG Qing-wei<sup>2</sup>

(1. Electric Power Engineering Department, Northeast China Institute of Electric Power Engineering, Jilin 132012, China;  
2. Department of Rural Electrification, State Grid Corporation of China, Beijing 100031, China)

**Abstract:** The paper puts forward a project of realizing the SCADA system of terminal transformer substation(tower) in rural power network to the practical situation in our country. It details the concrete ways of communications that RTU and the primary station Server are connected by PSTN with MODEM, and its programming realization is under the Windows. Finally, a brief introduction about the Internet communication between the primary station and client with ASP technology is presented.

**Key words:** transformer substation (tower); RTU; PSTN; ASP

(上接第 63 页 continued from page 63)

无功电压综合控制远动装置适用于常规变电站的改造,在原有 RTU 基础上,进行相应的改造,使原来的远动装置具备 VQC 的功能。也可以在新的远动装置中加入类似功能。

本装置不适用于综合自动化的厂站,对于采用综合自动化的厂站,宜采用与当地监控相配合的软件 VQC。

收稿日期: 2003-12-02; 修回日期: 2004-04-01

**作者简介:**

田庆源(1965-),男,工程师,主要从事电网运行及电力自动化工作; E-mail: hbzwwq@163.com

王向东(1966-),男,硕士,高级工程师,主要从事电网运行及电力自动化工作。

### Realizing substation voltage and reactive power control by using AC sampling RTU

TIAN Qing-yuan<sup>1</sup>, WANG Xiang-dong<sup>2</sup>

(1. Dispatching Center of Yanshan Power Supply Company, Yanshan 061300, China;  
2. Dispatching Center of Cangzhou Power Supply Company, Cangzhou 061001, China)

**Abstract:** To realize substation voltage and reactive power control (VQC) by using AC sampling remote terminal unit(RTU), this paper discusses some clues and technical principles, with a case of practical application. By analyzing the practical operating data, it proves that the method is not only good at realizing performance of VQC, but also at avoiding additional equipment investment.

**Key words:** RTU; VQC; reactive power; voltage

### 许继电气作为行业唯一受邀单位参加上市公司推介会

6月30日,许继电气公司董秘兼副总经理姚武一行在大连参加了申银万国研究所主办的上市公司推介及上市公司高管与基金经理交流会。

许继电气公司是首次通过参加此种活动主动向资本市场进行推介。作为行业唯一受邀参会的上市公司,6月30日下午举行的许继电气专场推介会受到了广泛关注,吸引了几十名基金经理和行业研究人士参会。姚总首先向与会嘉宾介绍了公司的最新发展态势,就基金公司所关心的问题自由提问并一一给予了解答。随后进行的是上市公司高管与基金经理的交流。

本次推介与交流,传播了许继电气公司的良好形象,对公司进行了有效推介,同市场相关人士建立了广泛的沟通联络,为公司再融资打下了良好的基础。