

基于 VB.NET 的变电所数据通信

刘承绪¹, 孙巍²

(1. 北京交通大学电气工程学院, 北京 100044; 2. 中国石化胜利油田供电公司, 山东 东营 257015)

摘要: 为方便变电所维护, 实现变电所运行远程监控, 提出了一套监控系统。应用西门子 S7-200 型 PLC 采集变电所数据, 并与本地微机建立通讯。微机利用 VB.NET 接收、处理数据, 并与远端微机建立了局域网。最终在本地微机与远端微机均实现了变电所运行的实时监控。

关键词: 可编程控制器; 数据采集; 串口通讯; VB.NET; 网络数据传输

Substation data communication based on VB.NET

LIU Cheng-xu¹, SUN Wei²

(1. Electrical Engineering Institute, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. Shengli Oil Field Grid Company, Sinopec, Dongying 257015, China)

Abstract: To maintain the substation easily and monitor the substation remotely, a kind of monitor system is put forward. It detects substation data by the Siemens S7-200 PLC and communicates with the computers. The computer receives, processes data with VB.NET and makes a foundation of LAN with far-end microcomputer. At last, both of the two computers carries out real-time monitoring of substation.

Key words: PLC; data acquisition; series port communication; VB.NET; network data transmission

中图分类号: TM63 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)01-0079-04

0 引言

随着计算机、网络通信等技术的发展, 变电站的自动化运行水平不断提高, 大大减少了人为操作事故, 使变电站运行远程监控成为可能, 并已成为电力系统的发展趋势。本文提出一种方案, 利用 PLC (可编程控制器, Programmable Logic Controller) 采集变电所中的相关模拟、开关信号, 并将数据利用串口上传至微机。微机通过 VB.NET 程序进行数据处理、存储, 并将信息输出, 进行实时监控; 同时, 本地微机可与远端微机建立局域网, 将变电所数据通过网络数据流传至远端, 并在远端微机显示相关信息, 实现了远程监控、报警。该方案使用户在本地微机和远端微机上均可实时获悉变电所运行状态, 实现了变电站运行远程监控。

本系统中, PLC 使用型号为西门子的 S7-200, 并带有 EM235 扩展模块, 具有抗干扰性强、体积小、易于组装等优点。微机编程均使用 VB.NET, 因对于 VB.NET, 存取网络与存取磁盘的数据, 除了数据源的差异之外, 其处理模式是一致的, VB.NET 易实现

网络数据传输。这进一步提高了系统的运行速度, 提高了监测的精确性。PLC 每 0.5 s 向上位机发送一次数据, 而串行通讯和网络通讯的传输周期均远小于 0.5 s, 因此监控延时最大为 0.5 s。

1 变电所信号的采集

1.1 PLC 的数据采集

本系统选用的 S7-200 型 PLC 及其扩展模块 EM-235 可采集多路数字、模拟信号, 并通过模数转换器将模拟信号转化为数字信号^[1]。

其中, 变电所中需要监测开关信号可通过隔离电路直接连接至 PLC 的数字输入端口, PLC 将数字量存储在内部寄存器 IB0 中。同时, 电流、电压等模拟信号可通过电流、电压互感器以及电平转换电路转化为 0~5 V、4~20 mA 的标准直流模拟信号, 这些模拟信号可输入至扩展模块 EM-235^[2]。扩展模块中的模数转换器将模拟信号转化为数字信号并存储在 PLC 的内部双字节寄存器 AIW 中, 以备进一步处理。PLC 采集数据示意图如图 1。

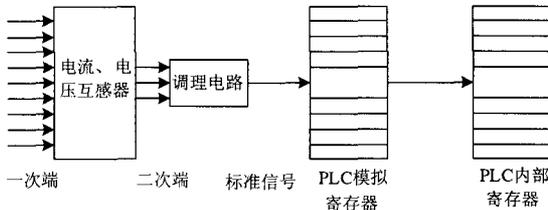


图 1 PLC 采集数据示意图
Fig.1 PLC data acquisition

1.2 PLC 与微机的串口通讯

1.2.1 硬件连接

PLC 和微机之间采用 PC/PPI 电缆连接。此电缆的 RS-232 端接微机串口，RS-485 端接 PLC 串口。因 PLC 串口总线采取 RS-485 标准，而微机串口总线采取 RS-232 标准，故需要 PC/PPI 电缆进行转化。设置 PC/PPI 电缆上的 DIP 开关，可设置其传输速率，此速率必须与以后 PLC 和微机程序中的设置相同。这样，仅利用电缆，不需要搭建外围电路，PLC 和微机通讯的硬件部分工作即完成。

1.2.2 PLC 软件设计

S7-200 系列 PLC 指令系统提供了专门的指令“XMT”，用来将 PLC 内部数据发送到外部。发送之前，要对 PLC 特殊寄存器初始化，设置基本通信协议。同时，因设定数据以字符形式传递，须在 PLC 内将整形数据转化为 ASCII 码，运用“ITA”指令。随后，采用定时传数，每隔 0.5 s 发送一次数据。另外，程序中定义了起始字符，与微机中的 VB.NET 程序配合以检验传输顺序。

1.3 上位机监控系统

上位微机用 VB.NET 编程，主要实现的功能是接收 PLC 数据和处理数据，并实时显示。

1.3.1 数据接收

对于 VB6.0 语言，系统提供了专门用于微机与外部串口通讯的控件 Mscomm，但在 VB.NET 中并没有此控件，需要手动加载该控件。合理配置 Mscomm 控件的属性值，与 PLC 建立对应的通讯协议，才能实现 PLC 与微机之间正确的数据传输。

Mscomm 有 2 种不同的方式处理和解决各类通讯软件的开发和设计问题：

- (1) 事件驱动方式，通过 OnComm 事件实现。
- (2) 程序通过检查属性的 CommEvent 值来轮巡事件和错误。

这里采用两种事件驱动的综合，触发 OnComm 事件后仍检查 CommEvent 属性值，提高接收可靠性。

此外，为防止传输错误，变成中设置了检验语句。规定一个默认字符，PLC 在发送有用数据之前

首先发送该字符，上位机接收到字符串后首先检验首字符是否为该默认字符。如果是，则照常处理数据；如果不是，证明传输不正确，则关闭通讯口，隔一段时间重新开通讯口，直到传输字符正确。上位机采集数据部分的程序流程图如图 2。

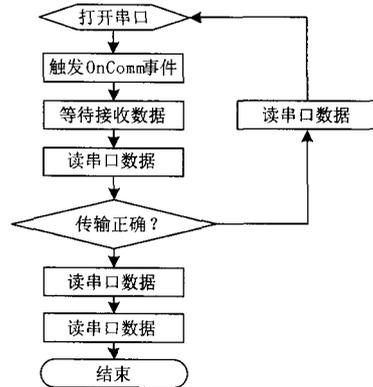


图 2 上位机采集数据部分流程图
Fig.2 Diagram of host computer data acquisition

1.3.2 数据处理

在上位机接收到数据后，即可进行数据处理。具体步骤如下：

- (1) 利用 VB.NET 的 Substring 方法将整体字符串分割^[3]。其中每个模拟量对应一个字符串，所有开关量对应一个字符串。
- (2) 利用 VB.NET 的数据类型转换函数将字符串转换为数值变量。对模拟量，根据电压、电流互感器，电平转换电路及模数转换器的转换倍数计算，得到实际电压、电流值。对数字量，根据其数值判断每个开关的状态。

(3) 根据处理得到的模拟量、开关量，在监控界面上输出相应值，并在变量值异常时发出报警信号。

(4) 将采集到的数据存储到数据库。

其中，采集量在 VB.NET、PLC 中对应的变量见表 1。对应的监控界面如图 3。

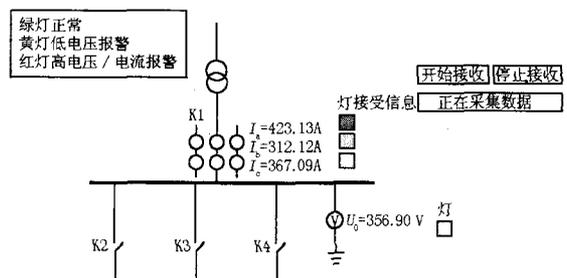


图 3 典型的监控界面
Fig.3 Typical monitor interface

2 变电所信号的远程传输

2.1 网络联机原理

系统采用服务机/客户机模式建立连接, 即直接接收 PLC 数据的微机作为服务机, 负责远端监测的微机作为客户机。双方采用普通的网络传输线进行

连接。当远端需要数据时, 即刻向服务机发出联机请求, 此时如果服务机已经启动了监听, 并且双方设定了相同的通信端口, 则会建立连接。这相当于双方建立了通信桥梁。随后, 利用已建立的桥梁, 服务机和客户机之间进行数据交流, 达到数据通讯的目的。

表 1 采集量对应的变量表

Tab.1 Corresponding variables with acquisition data

变量	PLC 输入寄存器	PLC 内部寄存器	VB.NET 对应属性	附注说明
K1	I0.0	VB100	PictureBox1.visible	一位
K2	I0.1	VB100	PictureBox2.visible	一位
K3	I0.2	VB100	PictureBox3.visible	一位
K4	I0.3	VB100	PictureBox4.visible	一位
I_a	AIW0	VB104	TextBoxa.text	有报警灯
I_b	AIW2	VB106	TextBoxib.text	有报警灯
I_c	AIW4	VB108	TextBoxic.text	有报警灯
U_0	AIW6	VB110	TextBoxuo.text	有报警灯

目前较常用的传输层通信协议是 TCP 协议和 UDP 协议。UDP 是一个简单的面向数据报的传输层协议: 进程的每个输出操作刚好产生一个 UDP 数据报, 该数据报导致一个 IP 数据报的发送, 但 UDP 不提供可靠性: 它发送应用程序数据到 IP 层数据报, 但不保证这些数据报到达其目的地。而 TCP 是一种专门用以提供数据传输的联机通讯协议, 它能够确认数据被完整正确地跨网络传送^[4]。

这里使用 Socket 设计网络联机的服务程序, 利用 TCP 协议。TCP 提供了一种可靠的面向连接的字节流传输层服务, 将用户数据打包形成报文段。它发送数据后启动一个定时器; 通信的另一端对收到的数据进行确认, 对乱序的数据重新排序, 丢弃重复数据; 而且 TCP 提供端到流的流量控制, 并计算和验证一个强制性的端到端的检查和。TCP 协议在 Socket 网络程序的应用相当广泛。如前述, VB.NET 中 System.Net.Sockets 命名空间包含两个运用 TCP 协议的类, TcpListener 和 TcpClient, 提供程序开发人员设计 TCP 协议的 Socket 功能^[5]。整个应用程序的运作过程大致如下:

(1) 连接到指定端点: 服务器连接到一个指定的端点(端口号), 监听客户端; 客户端对此服务器的 Socket 端点进行联机操作。

(2) 完成服务器联机: 建立与主机服务器的联机。

(3) 传送数据以及 Socket: 客户端应用程序将指定的程序传送至 Socket 端点。

(4) 从 Socket 读取数据: 步骤(3)的反向操作, 在 Socket 端读取所需的数据。

(5) 关闭 Socket: 停止客户端与服务器的

Socket 联机操作。

此过程的图示如图 4。

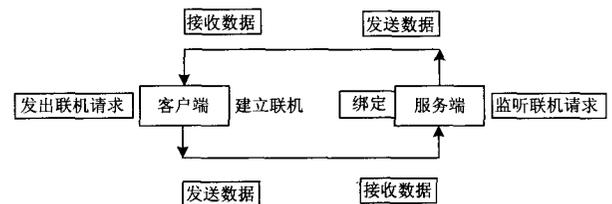


图 4 网络数据传送过程示意图

Fig.4 Diagram of network data transferring

2.2 建立联机

2.2.1 服务机软件设计

对服务机程序, 首先, 要定义一个 TcpListener 变量和一个 NetworkStream 变量。TcpListener 封装了 TCP 传输协议, 在本程序中用于建立连接; NetworkStream 即网络数据流, 用于在网络传输时寄存有用信息。其次, 要注意端口号, 此号在运行时由用户设定, 其意义是程序传送数据的 Socket 端点。通过将此端口号赋给 TcpListener, 即可启动监听。当监听有响应, 即网络连接成功, 就要给根据连接所得的客户信息为网络数据流赋值。这样, 服务机联机工作才算完成。此过程的源代码如下:

```
Dim myTcpListener As TcpListener
Dim myNetworkStream As NetworkStream
inPort = Integer.Parse(TextBoxport.Text)
myTcpListener = New TcpListener(inPort)
myTcpListener.Start()
.....
Dim tcpClient As TcpClient = myTcpListener.AcceptTcpClient()
```

```
myNetworkStream = tcpClient.GetStream()
```

2.2.2 客户机软件设计

客户机中要定义 TcpClient 变量和 NetworkStream 变量, TcpClient 变量和 TcpListener 变量配合使用。同时, 用户要设定 TcpClient 变量中的端口号和服务机名, 端口号与服务机的端口号一致, 服务机名使用服务机 IP。此两值都在程序运行时由用户输入。将此两值赋给 TcpClient 变量。TcpClient 变量发出联机请求, 当联机成功, 为客户机的 NetworkStream 变量赋值, 以备下一步实际接收信息时使用。此过程的源代码如下:

```
Dim strHostName As String = TextBoxhostname.Text
Dim inPort As Integer = Integer.Parse(TextBoxport.Text)
myTcpclient.Connect(strHostName, inPort)
.....
myNetworkStream = myTcpclient.GetStream()
```

2.3 数据传送

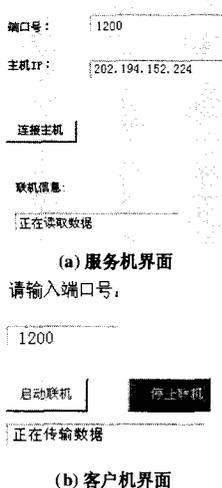


图5 网络传输部分服务机及客户机界面

Fig.5 Interface of network transferring

建立联机后, 服务机以网络数据流为载体, 将打包好的数据定时自动传送出去; 相应地, 客户机通过网络数据流不断接收数据, 并将数据分割、处理、显示, 分割、处理、显示的方法与 1.3.2 所述相同。需要注意, 数据传送是以字节为单位, 服务

机传输前需要对数据进行相应转化; 同样, 客户机接收到数据后也要进行相应转化。

网络传输部分服务机、客户机界面分别如图 5(a)、5(b)。客户机的监控界面与图 3 相同。

3 结论

本系统通过 VB.NET 编程, 将串口通讯及局域网通讯结合在了一起。应用西门子 S7-200 型 PLC 作为下位机, 采集变电所数据并通过串行通讯传递至上位微机。上位机与远端建立局域网连接, 作为服务机将变电所数据传送至远端, 实现了变电所运行远程监控。所选 PLC 体积小, 抗干扰能力强, 可采集多路信号, 在现场有广泛的应用。网络传输速度快, 传送距离远, 硬件简单, 成本低, 可扩展性强。系统在较简单的硬件连接方式下实现了数据的远程精确监控。

参考文献

- [1] 胡学林. 可编程控制器教程(基础篇)[M]. 第一版. 北京: 电子工业出版社, 2003: 86-147.
- [2] 郭春春, 贺贵明, 陈明榜, 等. 基于 VB6.0 的西门子 PLC 与 PC 的通信实现微机监控[J]. PLC 控制与工厂自动化, 2004, 19(8): 71-74.
- [3] GUO Chun-chun, HE Gui-ming, CHEN Ming-bang, et al. Supervision Function of Computerized of Communication Between SIEMENS PLC and PC Based on VB6.0[J]. PLC&FA. 2004, 19(8): 71-74.
- [4] 鲁俊生, 张昕. Visual Basic.NET 程序设计实用教程[M]. 第一版. 北京: 科学出版社, 2003: 42-162.
- [5] 吕文达. 精通 Visual Basic.NET 网络与输入/输出技术[M]. 第一版. 北京: 清华大学出版社, 2005: 199-219.
- [6] 徐高潮, 胡亮, 付晓东. 计算机网络(第一版)[M]. 长春: 吉林大学出版社, 2002: 292-297.

收稿日期: 2008-03-09; 修回日期: 2008-04-10
作者简介:

刘承绪(1985-), 男, 硕士, 研究方向为数据监控与通讯; E-mail: 13811623987@139.com

孙巍(1983-), 男, 学士, 研究方向为变电所监控技术。

(上接第 75 页 continued from page 75)

收稿日期: 2008-02-29; 修回日期: 2008-04-11

作者简介:

谢大鹏(1980-), 男, 硕士研究生, 从事电力系统频率稳定控制方面的研究; E-mail: dpxie@mars.swjtu.edu.cn

王晓茹(1962-), 女, 教授, 博士生导师, 主要从事电力系统保护与安全稳定控制, 变电站自动化技术方面的研究;

张薇(1981-), 女, 硕士研究生, 从事电力系统频率稳定控制方面的研究。