

Delphi 环境中介损在线检测串口通信的实现

江寒林

(中国化工建设总公司 山东化工规划设计院,山东 济南 250013)

摘要:为实现分布式高压容性介损在线检测(包括电流互感器、套管、耦合电容器、电容式电压互感器等),介绍了基于 RS-485 总线方式建立的分布式数据采集系统的上下位机之间与 RS-485 的多点总线式主从应答方式通信,说明了通信格式和串行通信程序流程图。在 Windows-NT 环境中使用 Delphi 6.0 采用 COMPORT 控件实现串口通信。对传送信息的校验和错误处理有 4 种方法(均值、极大值、均方差、位累加冗余等校验)以提高数据传输的可靠性;并提出串口通信需要考虑的问题,包括计算机端口隔离保护、通信速率与距离的关系等。

关键词: Delphi 编程; 介质损耗; 在线检测; 串口通信

中图分类号: TP 311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6047(2005)05-0085-03

高压容性设备介损在线检测是反映高压容性设备绝缘状况的主要手段之一。其检测对象主要包括电流互感器、套管、耦合电容器、电容式电压互感器等。在现场分布较为分散,考虑到信号需要远距离传输等问题,故采用分布式数据采集系统^[1-3]。它由若干个数据采集站和一上位机及通信线路组成。数据采集站由单片机系统组成,位于生产设备附近,可独立完成数据采集和预处理任务^[4,5];上位机为微型计算机,主要承担对各数据采集站所得数据集中存储并作相应处理,同时对各数据采集站进行管理。上位机通过通信线路与下位机相连。

1 RS-485 通信网络

本文通过 RS-485 总线建立通信网络,实现分布式采样,如图 1 所示。



图 1 容性设备介损在线检测通信网络

Fig.1 The communication network for on-line dielectric loss monitoring

串行通信是在单根导线上将二进制数按位顺序传送。其中,RS-232C 串口接口标准是目前数据终端设备(DTE)和数据通信设备(DCE)最常用的标准之一^[2]。但是,RS-232C 的通信距离不大于 15 m,常数速率不超过 20 kbit/s;RS-232C 的信号地是直接相连的,若长距离传输采用此方式,会有电气危险,所以 RS-232C 不具备长距离传输的能力。RS-485 正好弥补了这种不足,规定了双端(平衡式)电气接口特性,传输速率超过 20 kbit/s,传输距离可达 1.2 km。

本系统采用了半双工方式的串行异步通信协

议,以 8 位字符传送数据。多个下位机之间通过 RS-485 的通信电缆连接,下位机与上位机之间通过 RS-485/232 转换模块 ADAM 4520 连接,上下位机之间采用与 RS-485 的多点总线式主从应答通信方式。其通信格式如表 1 所示。其中传送长度为从命令码到校验码(含校验码)所包含的字节数,校验码为所有信息的十六进制代码的低八位和,当信息段内容为空时,校验码为零。

表 1 通信格式

Tab.1 The communication format						Byte
起始符	下位机号	传送长度	命令码	信息	校验码	结束符
2	1	2	1	...	1	2

具体的通信过程为:首先由上位机向下位机发出 A/D 启动广播命令 A0,A0 中下位机号为 00,表示所有的下位机都可以接收并执行该命令。下位机接收到 A0 命令以后,准备 A/D 启动,然后等待来自上位机的采样触发脉冲,A/D 在每个脉冲的上升沿启动采样,采样结束后下位机自动屏蔽 A/D,转入通信。接着由上位机向下位机发送取数准备命令 A1,各下位机根据该命令中的下位机号选择接收,执行以后上传给上位机一个反馈信息;上位机根据该反馈信息决定下发取数命令还是重新发送 A/D 启动命令。最后,由上位机向下位机发送取数命令 A2,各下位机按顺序分别将所采集的数据上传。串口通信程序流程图如图 2 所示。

2 Delphi 中串口通信的实现

Delphi 中并没有直接针对串口通信的控件,这使得在 Delphi 中实现串口通信具有一定的难度。在 Windows-NT 环境中使用 Delphi 6.0 实现串行通信主要有 3 种方法^[6,7]:

- a. 使用第三方控件;
- b. 调用 Windows 下的 API 函数或者使用行间汇编语言;

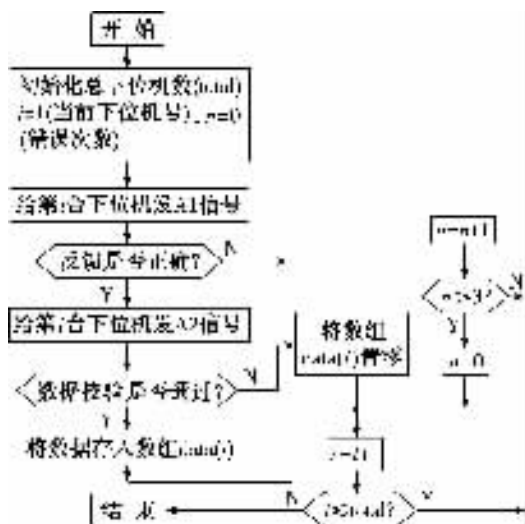


图2 串口通信程序流程图

Fig.2 The flowchart of serial communication program

c. 可以用其他语言编写出串口通信的可执行程序并将之编译成动态连接库 (DLL), Delphi 直接调用 DLL 中的可执行程序即可。

本文采用 a 方法,即使用第三控件。这类控件较多,如 MSCOMM, SPCOMM, CPORT, COMPORT 等。本文使用了 COMPORT 控件。该控件有 5 个主要属性。

a. Connected:判断及设定串口的连接状态。

b. BaudRate:设定数据传输波特率,可动态更改。

c. Parity:是否进行奇偶校验。

d. DataBits:设定通信时每个字节的位数,如数据位长度,是否包括起始位和停止位等。

e. Port:设定串口通信通过计算机的哪一个串口。

使用 ShowSetupDialog 用于弹出设置窗口,可以在该窗口中设置通信采用的端口、波特率、是否奇偶校验及传送时的字节位数等属性。Write 方法用于信息写入指定的输出缓冲区,而 Read 方法用于读取传送到输入缓冲区的数据。利用这两种方法就可以很简单的实现上下位机之间数据和信息的传送。

例如通过串口发送 A1 命令并接收下位机返回信息的主要代码为:

```
comport1. Write( send1, 11 ); //发送 A1 命令;
```

```
comport1. Read( receivedata, m ); //接收下位机的反馈信息并将之放在数组 receivedata 里面。
```

3 信息的校验和错误处理

计算机接收的数据能否真实地反映被测信号的特征,需要通过信息校验来验证。信息校验要从采集到的数据误差是否在容许范围内;数据在传送过程是否丢失两方面进行。由于受到的干扰较大,或者连接线脱落,A/D 所采集到的某组数据有可能和真实值之间存在较大差异,在进行数据处理之前,有必要将这类数据剔除。可以采用 4 种方法对信息校验和错误处理。

a. 均值校验。求取该组数据的平均值,看它是否接近于零。这种校验方法对于接线脱落造成的误差比较有效。如果出现了这种采集错误,只能将该组数据舍弃。

b. 极大值校验。分析该组数据,看其中越过限值的数据个数是否较多,如果较多,可以认为在采样时受到的干扰比较大。这类越过限值的点叫做“野点”,野点的处理,可以是将该组数据舍弃,也可以采用诸如一阶差分法、53H 法等方法剔除^[3]。

c. 均方差校验。由于容性设备介损在线检测的信号主要是工频电压信号,稳定的工频电压信号的均方差是一个波动很小的固定值,通过均方差校验可以反映 A/D 波形的畸变等。

d. 位累加冗余校验。由于可能在传送过程中出现数据块丢失等现象,为了检测是否发生了这类错误,有必要在数据块的末尾加上校验码进行校验。这类的校验方式比较多,有奇偶校验、CRC 循环冗余校验等^[8]。这里采用了位累加冗余校验,其原理是在数据传送之前,将信息里面的所有数据以十六进制的形式从左到右按位累加,取其第八位作为校验码,同数据一起传送给上位机;上位机在收到数据以后,再进行一次累加,并将累加结果和校验码作比较,如果一样,说明出错的概率很小;如果不一样,说明出错的概率很大,可以要求重新传送该组数据。

4 串口通信中需要考虑的问题

4.1 计算机端口的隔离保护

在一个计算机系统中,各部分的相互连接是产生噪声的主要来源。在计算机与外部设备通过串口传送数据的过程中,因为计算机机壳是接地的,它会与外设的接地点构成一个闭合回路。如果再考虑到有传输交流电的电缆穿过这条环路,那么由这条电缆产生的交变磁场又会在环路两端(两个接地点之间)产生一个电势,该电势也会引起一个环路电流。由于环路阻抗很低,这个电流可能比较大,从而有可能烧毁计算机内额定电流比较低的电气元件。在严重的情况下,甚至有可能烧毁电缆并损坏电器接口。

为解决此问题,选取 RS-485/232 转换模块 ADAM 4520 连接系统内的上下位机。这主要是考虑到该产品带有最小可达 3 kV(直流)的光电隔离保护功能,可有效地对计算机及其端口隔离保护。

4.2 通信速度和通信距离

通常的标准串口接口电器特性都列有满足可靠传输时的最高通信速度和最大传输距离指标,但此两个指标之间具有相关性,适当的降低通信速度可以提高通信距离;反之亦然。另外,线路上所接驱动器的数量也会影响一定通信速度下的通信距离。一般而言,驱动器越多,一定通信速度下的通信距离越短。

变电站内一般有高压容性被监测设备数十台,多分布在 300 m 左右的半径范围之内。考虑到这个实际情况,在数据传输时,选择了 9.6 kbit/s 的速率;

在控制采样时,为满足采样需求、提高采样效率,设置采样的速率为 19.2 kbit/s。速率之间的变动通过程序控制。现场运行表明,这样的设置能够很好地满足运行需要。

4.3 采样同时性问题

在线监测中必须要保证数据采集的实时性和同时性,如果误差太大,那么采集到的数据没有处理的意义。实时性的实现可以通过 GPS 时钟装置,当下位机比较多时,必须考虑到如何保持各下位机之间同步采样,通过采用比较好的通信协议达到这个目标。当上位机控制下位机采样时,发出一条可以让所有下位机都收到并执行的命令;而且每采样一次,都由上位机再发送采样命令。那么采样过程与下位机的时钟并没有关系,考虑到采样命令是以脉冲形式发出,速度快而且距离短,以 300 m 计算,2 台下位机采样的最大时间时差是 7 ~ 10 s,完全可以满足在线监测的需要。

5 总结

本文通过 RS-485 总线建立通信网络,实现分布式采样,只需一根双绞屏蔽信号电缆,大大减少了以往的电缆开支,同时,系统的扩展灵活、维护简单。同时,对串口通信的信息进行校验和错误处理,提高了数据传输的可靠性。

参考文献

- [1] 王楠,律方成,陈志业. 电容设备绝缘在线检测与诊断技术综述[J]. 电网技术,2003,27(8):72-76.
WANG Nan, LÜ Fang-cheng, CHEN Zhi-ye. Overview on on-line monitoring and diagnosis for capacitive equipment[J]. *Power System Technology*, 2003, 27(8):72-76.
- [2] 黄建华,金园,何青. 电容型设备绝缘在线监测系统及其选用原则[J]. 高电压技术,2001,27(5):13-19.
HUANG Jian-hua, JIN Yuan, HE Qing. Analysis and selec-

tion principle of on-line monitoring system for capacitive equipment[J]. *High Voltage Engineering*, 2001, 27(5):13-19.

- [3] WANG Nan, LÜ Fang-cheng, LIU Yun-peng, *et al.* Application of Internet-based fieldbus to on-line insulation monitoring system[A]. *ICMEP & ACEID 2003* [C]. 成都:四川科技出版社,2003. 242-245.
- [4] 张柯,律方成,王永强. 基于 MAX125/126 的电气设备在线检测数据采集单元设计[J]. 电力自动化设备,2003,23(4):49-50.
ZHANG Ke, LÜ Fang-cheng, WANG Yong-qiang. Design of MAX125/126 based data acquisition unit for on-line monitoring system electrical equipment[J]. *Electric Power Automation Equipment*, 2003, 23(4):49-50.
- [5] 刘云鹏,律方成,李成榕. 基于电容分压的电力变压器套管绝缘在线检测的研究[J]. 高压电器,2004,40(2):121-123.
LIU Yun-peng, LÜ Fang-cheng, LI Cheng-rong. On-line monitoring transformer bushing insulation based on its tap capacity divider[J]. *High Voltage Apparatus*, 2004, 40(2):121-123.
- [6] 黄军. Delphi 中串口编程[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.
- [7] 王楠,律方成,王昕,等. 应用 Delphi 开发介损在线监测系统[J]. 计算机自动测量与控制,2001,9(10):31-32.
WANG NAN, LÜ Fang-cheng, WANG Xin, *et al.* Application of Delphi in development of dielectric loss on-line monitoring system[J]. *Computer Automation Measurement & Control*, 2001, 9(10):31-32.
- [8] 王承发,刘岩. 微型机接口技术[M]. 北京:高等教育出版社,1996.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

江寒林(1962-),男,山东青岛人,高级工程师,主要从事化工、化肥、热电等工程电气控制,保护部分的设计和开发工作(E-mail:jhl-sdhg@126.com)。

Serial communication implementation on Delphi platform for $\tan \delta$ monitoring

JIANG Han-lin

(Shandong Chemical Planning & Design Institute, China National Chemical Construction Corporation, Ji'nan 250013, China)

Abstract: To realize the distributed on-line monitoring of high-voltage capacitive dielectric loss for current transformers, bushings, coupling capacitors, capacitive voltage transformers and so on, a distributed data acquisition system is established based on RS-485 bus, in which the multi-point master-slave communication mode via RS-485 bus is adopted between the superordinate computer and the subordinate computers. The communication format and the flow chart of serial communication are illuminated. The serial communication is implemented with COMPORT of Delphi 6.0 in Windows-NT. There are four methods to enhance the reliability of data transmission: the mean value check, the maximum check, the mean square difference check and the sum redundancy check. Some techniques of serial communication are presented, including isolation protection of computer port, relationship between communication speed and distance, and so on.

Key words: Delphi programming; dielectric loss; on-line monitoring; serial communication