

电气设备在线监测系统的 Modem 通信实现

杨桂芳¹, 陈兴宇², 薛 伟³, 陈 凤⁴

(1. 湖南大唐石门电厂, 湖南 石门 415300;

2. 湖南华电石门发电有限公司, 湖南 石门 415300;

3. 湖南省电力试验研究所, 湖南 长沙 410007; 4. 长沙电业局调度所, 湖南 长沙 410077)

摘要: 将电气设备状态在线监测装置记录的数据远传到检修班组办公室有利于检修人员及时了解设备状况。介绍了利用 Modem 借助系统通信通道或电信局公用电话网实现此类装置点对点远程通信的实现方式, 并对现场安装、调试中出现的问题进行了讨论。实际运行表明: 通信程序运行良好, 达到了远程通信文件传递的要求。

关键词: 通信; 文件传输协议; 在线监测

中图分类号: TM 774

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2005)03-0076-03

本文介绍了在作者开发的变压器局放信号监测系统 and 真空开关真空度监测系统中, 利用 Modem 依靠公共电话网远传在线检测数据的实现方式, 并对现场安装、调试中出现的问题进行了讨论^[1~7]。

1 通信模块设计、分析与实现

由于目前工控机具有了较高的可靠性, 同时拥有良好的可扩充性, 嵌入式的多功能数据采集卡也已发展到比较成熟的阶段, 在模拟量输入/输出通道、数字量输入/输出通道、采样精度、采样频率等方面都达到了较高的水平, 目前在各类电气设备状态在线监测装置中比较通用的是在工控机内安装数据采集卡, 并在 Windows 操作系统下通过编写相应的软件程序, 调用数据采集卡驱动程序驱使数据采集卡采集传感器变换得到的电信号。

1.1 Modem 使用介绍

由于相当一部分的变电站并未联入电力生产网, 本文采用了传统的 Modem 电话拨号进行数据远传。Modem 由调制和解调两个部分组成, Modem 从发送方主机串行接收数据, 经调制将数字信号转换为模拟信号, 然后通过电话网络传送给接收方; 接收方也需要通过 Modem 从电话线将信号解调, 将模拟信号转换为数字信号, 然后串行发送给接收主机, 即 Modem 实现了计算机数据与适合通过电话线传输的数据之间的转换。

1.1.1 Modem 连接

Modem 分为外置、内置和 USB 接口 3 种, 外置 Modem 通过串口与主机相连, 内置 Modem 一般直接连接在系统 PCI 总线上, 而 USB 接口的则通过主机 USB 接口与系统相连。由于 Window 系统会为后 2 种方式虚拟 1 个串口, 故在实际应用时其编程及使用方法与外置 Modem 没有区别。

1.1.2 现有 Modem 控制方式

现有的 Modem 控制方式主要是串口通信 AT (Advanced Technology) 命令、基于 AT 的电话应用程序编程接口 TAPI (Telephony Application Programming Interface) 和远程访问服务 RAS (Remote Access Service), 下面介绍其各自特点。

a. 串口通信 AT 命令。对串口写 AT 命令而不要安装驱动程序即可控制 Modem 操作, 较适用于以单片机控制应用场所, 但不同的 Modem 可能有不同的 AT 命令集。

b. 电话应用程序编程接口 TAPI。TAPI 是微软提供的计算机和电话网相联系的编程接口, 利用其可通过电话线使用多种复杂通信工作。提供的功能主要是: 自动拨号; 以文件、传真、电子邮件方式传送文件; 访问 Internet 或其他形式信息服务、组织会议呼叫、使用主叫识别处理入呼叫、计算机间通过电话线的协作。需要安装 Modem 驱动程序。

c. 远程访问服务 RAS。RAS 建立在 TAPI 基础之上, 属于比较高层的应用, 包含一组以 RAS 开头的函数, 同 TAPI 一样需要安装 Modem 驱动程序。

在进行远程通信中, 利用 AT 命令进行 Modem 参数的设置以优化通信质量, 并采用远程访问服务 RAS 实现 Modem 拨号通信, 用到的 RAS 远程访问服务函数主要是:

a. RasDial 执行拨号指令, 自动调用协议栈, 建立两个节点之间的物理连接;

b. RasHangUp 终止两节点之间的物理连接。

1.1.3 具体实现

为实现变电站内状态在线监测系统与检修班组计算机的通信, 需要在两处均配置 Modem 并安装驱动程序。正常时, 两处 Modem 均处于未拨号状态。在线状态监测系统经一定时段将进行一次状态量采集并启动 Modem, 拨打检修班组计算机 Modem 所连线路电话号码, 由检修班组侧计算机发现接入信

号时启动其 Modem,从而实现通过 Modem 建立 2 台计算机之间的物理连接。为了检测拨入连接,检修班组侧计算机还应新建一个接受传入的连接,并设置允许通过该连接接入的用户名、密码。

在常用的编程语言里,如 VC 或 BC 中可直接调用以上两函数进行 Modem 的控制,而 VB 中则可以通过将以上两函数作为系统 API 引进之后使用。

当用 RAS 指令控制 Modem 时,Modem 会返回结果码,可根据返回码进行各种情况的判断,以下是拨号连接时常见返回码的含义及相关分析。

- a. 0:连接成功,可开始登录 FTP 服务器。
- b. 678:没有应答,对方 Modem 挂断后需一定时间重置 Modem 状态,重置前拨号出现此错误。
- c. 676:电话线忙,占线。
- d. 668:拨通后断线,如持续接收到该消息,应降低 Modem 的通信速度。

e. 633:Modem 正在使用,本机挂机后需要一定时间重置 Modem 状态,未重置前再拨号出现此错误。

1.2 文件传输

FTP 是一种建立在 TCP 协议基础之上的、用来描述和控制计算机间传送文件过程的通信协议。它规定了通信双方如何识别对方发送的数据流的开始、结束以及如何保证数据文件的有效性和正确性。作者在开发的系统中均选用了 FTP 作为文件传输协议。

利用 FTP 进行文件传输,文件所在计算机,即状态在线监测系统中需要安装 FTP 服务器,并进行用户名称、密码、访问权限的配置,将指定的数据文件存放目录作为 FTP 文件目录。

在常用的编程语言里,如 VC 或 BC 中可将已联通的 Modem 连接作为设备无关的流媒体进行操作,通过写入用户名、密码等信息登录远端 FTP 服务器,再将数据文件以流文件的形式写到远端 FTP 服务器;在 VC、BC 和 VB 里进行 FTP 文件传输的另一种方式是调用微软提供的 Internet Transfer 控件,利用该控件可以方便地进行 FTP 服务器登录的用户、密码设置以及文件上下载操作。

1.3 通信模块框架

在线状态监测系统定时采集状态量并拨号联通检修班组计算机,登录 FTP 服务器后上载测量数据文件,其程序流程图如图 1 所示。

因 Modem 的拨号通信是对于慢速设备的操作,且通信过程中存在掉线、对端死机等多种复杂情况,而状态在线监测系统一般要求常年在线运行,对于系统稳定性要求比较高,故为了维持状态在线监测系统的性能,适宜将通信模块做得相对独立于在线监测主体程序,如可以将其做成线程(VC 和 BC 中可以用过调用 API 或通过线程类 CWinThread 实现,在 VB 中可通过类的实例化实现)或直接将其做成应用程序,在需要启动通信时创建实例化之或启动应用程序,完成后关闭线程或应用程序并释放资源即可,这对于系统长期稳定运行有帮助。

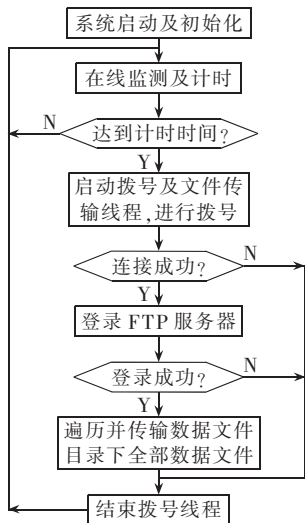


图 1 通信模块流程

Fig.1 The flowchart of communication module

2 调试分析

通信模块在程序编写上通过调用函数或控件即可实现,相对较为简单。但电力系统中对通信通道的干扰来源复杂(变电站侧电话引线往往需要铺设在电缆沟道或电缆夹层,易引入干扰,站点间可能通过微波通信等),在现场安装调试过程中经常出现拨号联通后频繁掉线的情况,为解决此问题,必须从掉线的机理和 Modem 的控制机理分析着手,寻找解决措施。

Modem 掉线的最直接原因应该是由线路信噪比低,导致在线路上传送的各种信号或数据包(如载波信号)丢失或者淹没在噪声中,当信号丢失一定时间时,Modem 认为无数据连接,从而自动掉线。由此,解决 Modem 频繁掉线的方法有 3 种。

2.1 提高信噪比

具体措施包括检查电话线的各连接插头等是否接触良好,在变电站侧采用有屏蔽层的电话引线,并尽可能减少电话引线与电缆之间的耦合。

2.2 降低通信速度

Modem 传输数据时,所有数据要按一定协议打包,如某数据包传输错误,只需重传该数据包而不用重发整个文件以节省时间。传输速率越大,误码率越高,而出错的数据包还是需要重新发送,因此在干扰严重的线路上采用高速的数据传输会降低实际数据传输速率并导致掉线。降低 Modem 通信速度,可改善连接的速率和稳定性。

2.3 设置 Modem 各功能寄存器

由于线路干扰引起的数据掉包、载波丢失等最终是由 Modem 进行判断,而这些参数最终由 Modem 的各功能寄存器决定,因此,设置 Modem 各功能寄存器同样有助于解决掉线问题,其总体思路是提高 Modem 的容错能力,增加等待时间以及增加检测时间等。

a. 夭折计时器(拨号后等待载波信号出现的时间)由寄存器 S7 控制,其作用是在呼叫建立连接过程中,本地 Modem 拨号后等待对端 Modem 载波信号的时长。如在 S7 规定时间内没收到载波信号则挂起。寄存器设置范围是 1~255,单位是 s,可根据线路状况设为 50~90 或更大为宜。

b. 载波检测响应时间由寄存器 S9 控制,寄存器的值是载波信号需要保持的时长,时间越长,因电话线路噪声而错误地识别载波信号的概率就越小。寄存器设置范围是 1~255,单位为 0.1 s,寄存器的值需要根据线路质量的好坏反复进行设置比较才行,一般情况下设置为 9 较好。

c. 丢失载波至挂起延时由寄存器 S10 控制,其作用是设置从 Modem 丢失一个载波信号起直到挂起这段时间的延时。S10 和 S9 的关系十分密切,互有影响。如 S10 小于 S9,在 Modem 识别出一个载波信号之前,连接就中断了,即 S10 必须大于 S9。S10 设置范围是 0~255,单位为 0.1 s。如载波丢失持续时间超过该时间设置值,Modem 就会认为是远端 Modem 中断了连接,因而也就随之掉线。将该时间间隔值设置长一些,可避免暂时载波丢失引起的掉线。在实际应用中,可把 S10 置成 S9 的两倍或更多。

d. 数据终端就绪(DTR)信号的时间延迟由寄存器 S25 控制,其作用是确定 Modem 在丢失 DTR 信号后多长时间断开。S25 的设置范围是 0~255,单位为 0.1 s,一般可设为 6,只要该时间间隔值设置得长一些,就可以避免意外的干扰引起 DTR 信号暂时无效而引发的掉线。

e. 异常数据包重发次数由寄存器 S70 确定,设置范围是 0~255。

现场调试经验表明,多数变电站采用以上措施能实现可靠通信。如以上方式均不能解决掉线问题,可考虑改用电信局提供的电话线路,由于其通信线路不经过微波通道,线路干扰相对较少,也有助于系统可靠通信。

3 结论

利用 Modem 借助系统通信通道或电信局公用电话网实现电网内部点对点远程实时通信,具有造价低、传输效率高的特点。本文对状态在线监测系统的通信模块进行了归纳,对于其通信系统在安装、调试中存在的问题进行了分析,并提出了解决措施。所开发的在线状态监测系统已在多个变电站投入了实际运行,通信程序运行良好,能够达到远程通信文件传递要求。

参考文献:

[1] 李卫国,邓本再,罗日成,等.真空灭弧室内部气体压力的

在线诊断系统[J].高压电器,2004,40(3):213-217.

LI Wei-guo,DENG Ben-zai,LUO Ri-cheng,et al. On-line diagnosis system of internal gas pressure of vacuum interrupter[J]. **High Voltage Apparatus**,2004,40(3):213-217.

[2] 黄建华,全零三.变电站高压电气设备状态检修的现状及其发展[J].电力系统自动化,2001,25(16):56-61.

HUANG Jian-hua,QUAN Ling-san. Current status and development of condition-based maintenance of high-voltage electric power equipment in substation[J]. **Automation of Electric Power Systems**,2001,25(16):56-61.

[3] 王海吉,贺家李,段玉倩.基于 PC 工控机的 35 kV/10 kV 变电站微机保护及自动化系统[J].继电器,2002,30(4):38-42.

WANG Hai-ji,HE Jia-li,DUAN Yu-qian. Study on computerized relay protection and integrated automation system of the 35 kV/10 kV electric power substation based on PC industrial controlling computer[J]. **Relay**,2002,30(4):38-42.

[4] 王海吉,贺家李,陈超英,等.基于工控机的微机保护智能同步数据采集卡[J].电力系统自动化,2002,26(6):65-68.

WANG Hai-ji,HE Jia-li,CHEN Chao-ying,et al. Intelligent and synchronized data sampling card for micro-computer-based protection based on the industrial computer [J]. **Automation of Electric Power Systems**,2002,26(6):65-68.

[5] 唐忠,樊韶胜,王小华,等.汽轮发电机多功能在线监控装置的研制[J].华北电力技术,1999,(5):4-7.

TANG Zhong,FAN Shao-sheng,WANG Xiao-hua,et al. Development of multifunction on-line monitoring equipment for steam turbine generator[J]. **North China Electric Power**,1999,(5):4-7.

[6] SU Sheng,ZENG Xiang-jun,LI K K,et al. Predictive maintenance of vacuum switchgear[A]. **IEEE / IAS 39th Industry Applications Conference**[C]. [s.l.]:IEEE,2004. 1737-1740.

[7] 苏盛,李欣然,陈元新,等.电力负荷特性记录装置的开发与应用[J].长沙电力学院学报,2002,17(1):28-30.

SU Sheng,LI Xin-ran,CHEN Yuan-xin,et al. Application of power system load recorder[J]. **Journal of Changsha University of Electric Power**,2002,17(1):28-30.

(责任编辑:柏英武)

作者简介:

杨桂芳(1974-),女,湖南石门人,工程师,研究方向为配电系统运行分析与控制;

陈兴宇(1974-),男,湖南长沙人,工程师,研究方向为配电系统运行分析与控制;

薛伟(1974-),男,湖南长沙人,工程师,硕士,主要研究领域为高压电气设备状态监测;

陈凤(1978-),女,湖南长沙人,工程师,硕士,研究方向为配电系统运行分析控制。

Implementation of modem communication for online electrical equipment monitoring

YANG Gui-fang¹, CHEN Xing-yu², XUE Wei³, CHEN Feng⁴

- (1. Shimen Power Plant of Datang International Power Generation Corporation, Shimen 415300, China; 2. Shimen Power Plant of China Huadian Corporation, Shimen 415300, China; 3. Research Institute of Hunan Electric Power Corporation, Changsha 410007, China; 4. Dispatching Center of Changsha Electric Power Corporation, Changsha 410077, China)

Abstract: It is preferable for maintainers to master the status of remote substation by transferring the online data of electrical equipment to maintenance crew. The implementation of modem communication from point to point via system communication channel or common telephone network is introduced. Techniques in installation and commissioning are discussed. The practical operation shows that the communication program runs well and meets the requirements of remote file transfer.

Key words: communication; file transfer protocol; online monitoring