

基于 LonWorks 网络的自动抄表系统

王世新^① 张秀彬^②

摘要 针对现有的自动抄表系统的不足之处,本文提出了一种基于 LonWorks 网络的自动抄表系统的设计思想与实现技术。该系统能对脉冲式电能表的脉冲信号进行计数,并在控制中心计算机的命令下控制调制解调器将电表数据通过公共电话网或其它传输媒体传送给控制中心计算机,从而实现成千上万电表数据的自动采集及监控,为供电部门进行科学、有效的管理提供技术支持。

关键词 LonWorks 网络 自动抄表系统 调制解调器 公用电话网

目前,为加强用电管理,提高供电效益,供电部门实现电能表自动抄表和用电的自动监控管理越来越显得必要。就当前国内市场上常用的电能表数据采集方式而言,主要有:有线、低压电力线载波、租用电话线和无线四种或几种的组合。上述几种方式都是在原有普通电度表基础上进行改装或外加采集器通过载波或有线信道将数据传输至数据集中器,实现对一居民区几百户(或者更多)电表的自动抄录。在此基础上再通过租用电话线路或无线信道向上一级传递。这种多层次分布式传输体系,成本高,可靠性较差,网络互连困难,不利于大容量大系统的实时监测。本文介绍的 LonWorks 网络,是一种性能优异的基于现场总线的网络系统,它兼具局域网和测控网两者的特性,可以方便地实现管理网和各种测控网的连接。本文讨论了如何通过由 LonWorks 网络采集模块对几个用户的电表数据进行采集,并把多个如此模块连成 LonWorks 网络构成一个比较大的集中器同时对多达两千个以上电表进行数据采集,并在远程计算机的命令下通过公共电话网传送远程计算机构成的电表数据自动采集系统。

一、系统构成

电力系统远程自动抄表系统是一种高度集成化的,集软硬件为一体的,对各种范围内的不同用户的实时用电量信息,以及各种故障信息数据自动正确采集、存储、传输、统计及综合分析的系统。

系统一般由三级网络,四个部分组成。

第一部分是电度表控制采集部分,安装在电表内,直接连接在采集器的 I/O 输入口上。硬件包括把普通电度表的转数转化为符合一定宽度和幅度的脉冲的电路板。如果电表本身(如电子表)就有脉冲输出端,则这部分可以省略。

第二部分是采集器,它直接管理多台电度表。本系统所采用的 MA2104A 即承担着数据采集作用。该模块最多可以管理 32 乃至 64 台电度表,也就是每个 LonWorks 网络模块有 32 或 64 路脉冲输入口(以下以 32 路为例)。连接电度表控制采集模块,一般安装在每层楼的电表箱内。

第三部分是集中控制器(集中器),它负责与采集器的通讯,搜集电度表的信息,采集数据,并通过 MODEM 传送到主控服务器,在本系统中 LonWorks 网络的 PC 适配卡承担该作用。

第四部分是主控服务器,定期对集中控制器进行采集数据,分析数据,生成各种报告及图形。在第四部分的主控服务器和银行的服务器连接互相传输数据。

系统结构如图 1 所示。

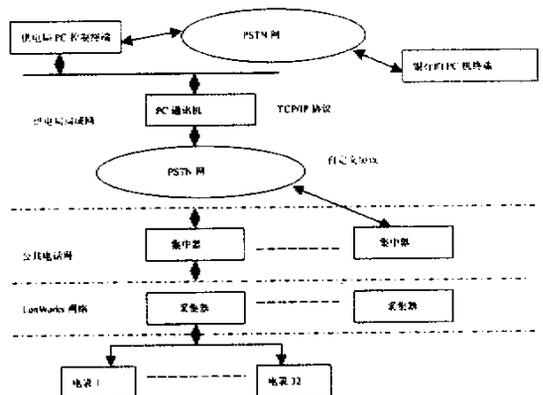


图 1 电力系统远程自动抄表系统构成

二、硬件设计

此类系统中,最重要的就是集中器和采集器的设计。在本系统中,起采集器作用的 MA2104A 模块实际上是一个开关量输入模块,并没有累计脉冲数的功能,但它可以把开关量的闭合情况通过 LonWorks 网络传送到集中器(由单片机和 PC_LON 适配卡构成)的内存上,在集中器中通过扫描开关量的变化并进行累加就可以实现累计脉冲数的功能。

① 王世新 上海交通大学信息与控制工程系 硕士研究生 上海 200240
② 张秀彬 上海交通大学信息与控制工程系 博士生导师 上海 200030

参见图 2 ,MA2104A 是一种基于 LonWorks 现场总线的 32 路开关量输入模块 ,其上内嵌了由 Echelon 公司开发的 Neuron 神经元芯片。在 Neuron 芯片中有三个 CPU ,用以承担国际标准化组织 (ISO)规定的计算机网络通信七层协议的功能。其中一个 CPU 承担了第七层即应用层的功能 ,另外两个则承担了其余六层的功能。用户只需对应用层进行编程 ,其余六层都有软件固化在内部 ROM 中。每个模块都有一个唯一的地址 ,通过模块上的 K1 - K6 跳线开关进行设置 ,K6 是最高位 ,K1 是最低位 ,闭合为 1 ,打开为 0 ,构成了六位二进制编码 ,编码范围为 0 - 63。模块之间通过双绞线进行互连 ,构成了 LonWorks 局域网络。

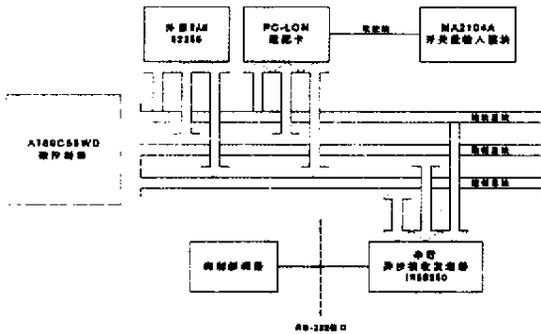


图 2 集中器的硬件结构图

另外 ,PC_LON 适配卡是 LonWorks 网络与 PC 机的 8 位 ISA 适配卡 ,共有 20 根地址线引脚。其上有一块 4K 的内存 ,地址是 0xd8000 - 0xd8fff ,但是 MCS - 51 单片机只用总共 16 根地址线 ,因此将其高 4 位地址线固定接成 0DH (1101) ,再将剩下的 16 根地址线分别接至 A0A15。由于其存储空间为 4K ,所以编址为 8000H8FFFH。此处 ,单片机对适配卡的操作使用存储器读写方式 ,故将 RD、WR 引脚分别连接卡上的 MEMR 和 MEMW 引脚 ,即可直接访问卡中的存储空间。内存中每两个字节代表某个模块某一通道的开关状态 ,开关闭合时 ,值为 0x5505 ,断开时值为 0x0000 ,这样通过函数扫描内存芯片上的数据就可以得到开关量的状态。在单片机中每隔 50ms 定时中断一次 ,检查内存情况 ,当发现数值由 0x0000 变为 0x5505 时 ,脉冲记数值加 1 ,从而实现脉冲式电能表的电量计量。

带后备电池保护的外部扩展数据存储器 62256 共 28 根引脚。A0 - A14 接 15 位的地址总线 ,D0 - D7 接 8 位数据总线 ,选片端 CE 接地址线 A15 (单片机的 P2.7 脚) 。这样当单片机 P2.7 脚输出为低电平时选中该片 ,因此将其 32K 存储空间编址为 0000H7FFFH。

在硬件系统设计时 ,选择了 ATMEL 公司 MCS - 51 系列中内含 20K 闪存的 AT89C55WD 微控制器。该芯片兼容标准 80C52 系统的所有指令 ,内部资源齐全。由于自带闪速程序存储器 ,因而无需扩充外部程序存储器 ROM。但由于片内可用 RAM 空间只有 256 字节 ,无法满足系统的消耗需求 ,因此使用一片 32K 字节的外部数据存储器 HY62256 对系统进行扩展。

在数据输入通道一侧 ,线路板需要接插一块 LonWorks 现场总线的 PC - LON 适配卡 ,此卡为 PC/XT 机中所用插卡 ,所以系统板使用 8 位 ISA 总线 (即 IBM PC 总线)与其连接。该适配卡直接与 32 通道开关量采集模块 MA2104A 相连 ,用以获取前端采集的开关量数据。

在通信端一侧 ,系统板需要驱动调制解调器与远端计算机进行通信 ,因此处理器需与串行异步接收发送器 INS8250 接口 ,再通过 8250 的调制解调器控制线路经由 TTL < - > RS - 232 电平转换芯片驱动和控制连接在系统板 RS - 232 接口上的外置式调制解调器。此外将 8250 的中断线 INTRPT 过反相器接至单片机 INTO 脚 ,作为单片机的外部中断源。INS8250 的 MODEM 控制信号线输入输出均为 TTL 电平。由于需要通过 RS - 232 端口驱动外置式调制解调器 ,须将这些控制线电平进行转换。常见转换芯片如 MAXIM 公司的 MAX232 等。在此使用 MAXIM 公司的 MAX235CPG。MAX235 是一片含有 5 入 5 出的 RS - 232 电平转换芯片 ,因为封装为双列直插形式 ,易于实验 ,而且无需外接电容 ,使用非常方便。

异步串行接收发送器 INS8250 共有 3 个片选端。在此将 CS0、CS1 固定接高电平 ,而将单片机输出地址线的 A15 和 A12 经逻辑与非门 74LS00 后接至 CS2 ,因此当 A15 和 A12 同时为高电平时选中 INS8250。此外将该片地址输入 A0、A1、A2 分别接至相应的地址线上 ,因此 INS8250 内部的 9 个寄存器即从 9000H 开始连续编址。

三、软件的设计

软件系统主要实现对 PC - LON 适配卡数据的获取和调制解调器进行串行远程通信的控制。

由于该系统需要实现的功能比较复杂 ,因此软件程序使用 C51 编写。C 语言是一种编译型程序设计语言 ,兼顾了多种高级语言的特点 ,并具备汇编语言的功能。它具有丰富的函数库 ,运算速度快、编译效率高、有良好的可移植性。此外 C 是一种结构化的程序语言 ,支持由顶向下结构化程序设计技术 ,并具有完善的模块程序结构 ,从而为软件开发中使用模块化程序设计方法提供了有力的保障。

1. 电表脉冲计数模块

以 62256 内存地址 0x0000 开始 ,开辟 8K 字节的内存单元 ,用于储存电表数据。每 4 个字节对应一个开关量输入模块的一路通道 ,其结构 :

是否启动抄表标志位	上次端口状态	电表脉冲数的低位	电表脉冲数的高位
-----------	--------	----------	----------

程序 :

```
void check_memory( )
{
  unsigned char xdata * check_addr ;
  unsigned char xdata * memory_addr ;
  unsigned char xdata * memory_data ;
  unsigned char ModuleNum ,ChannelNum ,last_data ,now_data ,IsStarted ;
```

```

fof( ModuleNum = 0 ; ModuleNum < ModuleConst ; ModuleNum + + ) / / ModuleConst < 64
fof( ChannelNum = 0 ; ChannelNum < 32 ; ChannelNum + + )
{
check_ addr = ModuleNum * 64 + ChannelNum * 2 + 0x8000 ; //取端口地址
memory_ addr = ( ModuleNum * 32 + ChannelNum ) * 4 + 0x1000 ; //取数据存储地址
IsStarted = * ( memory_ addr ) ; //取是否启动抄表标志位
Last_ data = * ( memory_ addr + 1 ) ; //取上次读表端口状态
Now_ data = * ( check_ addr + 1 ) ; //取本次端口状态数据的高位
Memory_ addr = memory_ addr + 2 ;
Memory_ data = ( unsigned int * ) memory_ addr )
If ( IsStarted ! = 0x00 ) //如果已经启动抄表
{
if ( last_ data = = 0x00 )
{
if ( now_ data = = 0x55 )
{
memory_ data = * memory_ data + 1 ; //当从 0 变到 1 时 , 计数器加 1
* ( memory_ addr - 1 ) = now_ data ; //修改端口状态记录
}
}
}
else
* ( memory_ addr - 1 ) = now_ data ; //修改端口状态记录
}
}
}

```

设立 50ms 的中断 , 在中断服务程序中调用此函数 , 就作到了对脉冲式电能表的脉冲自动计数。

2. 调制解调器驱动

如前所述 , 调制解调器的控制是通过 UART INS8250 向 MODEM 发送 AT 指令来实现的。在控制 MODEM 进行通信前 , 首先需要对 UART 进行初始化。通过对 8250 内部寄存器的操作 , 可以设置调制解调器工作的参数。在初始化函数内部 , 先通过将线路控制寄存器 LCR 的第七位 DLAB 置 1 来访问波特率因子寄存器 , 分别将其高位 BDH 和低位 BDL 设为 00H 和 0CH。这样通信的波特率被设置成为 9600。随后设置线路数据格式为 8 位 , 无奇偶检验位以及 1 位停止位。再设置调制解调器控制寄存器 MCR 为 0BH , 表示 DTR 和 RTS 线已就绪 , 允许调制解调器中断。

在此对调制解调器的通信可以使用查询或者中断的编程方法。接收操作无法预测下一字符的到来时刻 , 因此采用中断的方法 , 即开放 8250 的接收器数据就绪中断。同时开放单片机的外部中断 INTO , 每当 8250 接受到一个字符时 , 就会产生中断同时在管脚 INTRPT 上发生高电平信号 , 触发单片机的外部中断 0。这时可以通过中断服务程序从 8250 的接收器保持寄存器 RBR 中读取所接收到的数据 , 同时中断标记被清

除。对发送操作则使用查询的方法 , 即发送时不断查询 8250 的线路状态寄存器来检测是否可以发送 , 如果可以则输出新的字符到其发送器保持寄存器 THR。

为了保证接收中断服务的效率 , 对所接收的数据 \ 命令的处理应该放在主程序中。因此 , 我采取了设立接收缓冲区队列的方法。每接收到一个字符 , 首先判断是否是一帧的头部 (采用接连两个 0xFF 字符) , 如果是 , 则剩余固定个数的字符被接收到一个完整的数据帧或命令帧中 , 然后将帧插入到接收缓冲区队列中 , 主程序不断地循环判断接收缓冲区是否为空 , 如果不为空 , 则取出一完整的命令帧或数据帧进行解析 , 以判断随后要采取的动作。

3. PC 端应用程序的编写

PC 端的管理软件用 VB 编写 , 后台采用 ACCESS 数据库。在数据库中 can 可以设置电表的脉冲常数 (每度电的输出脉冲数) , 收费类型等参数 , 这样当通过 MODEM 向采集器发送取数据命令时得到脉冲累计值 , 再与上次得到的数据相减并根据其脉冲常数就可以得到这段时间内用户的累计用电量 , 在此基础上可以实现用户的用电计费 , 打印报表 , 用电分析等附加功能 , 非常方便。

四、结论

由于 LonWorks 现场总线网络具有强大的通信功能和极高的可靠性 , 因此在工业监控场合的应用越来越多。在本系统中 , 各个采集器模块之间可以简单地通过双绞线连接成 LonWorks 局域网 , 网络结构可以采用自由拓扑 , 极大地方便了用户布线 , 使得本系统的工程施工非常简单 , 成本低廉。由于采集器端负责的只是脉冲的累计和传输 , 具体的分析 , 计算都放在 PC 端 , 因此本系统可以很容易地扩展成电表、水表、煤气表的三表抄收系统 , 只要水表、煤气表具有脉冲输出功能就可以了。另外 , 在本系统中单片机通过 MODEM 将电表数据传送给远方计算机的实现方法可以很容易地推广应用到其他类型的数字远程监控系统中去。

参考文献

- [1] 陈坚、孙志月《MODEM 通信编程技术》。西安电子科技大学出版社 , 1998
- [2] 张友德、赵志英、涂时亮《单片微型机原理、应用与实验》。复旦大学出版社 , 1992
- [3] 马忠梅、籍顺心、张凯、马岩《单片机的 C 语言应用程序设计》北京航空航天大学出版社 , 2001

(收稿日期 : 2001 年 12 月 10 日)