

基于 LonWorks 现场总线的电能检测系统设计及实现

江苏理工大学材料科学与工程学院(212013) 卢世超 罗新民
江苏理工大学电气工程学院(212013) 刘国海

摘要：详细介绍了基于 LonWorks 现场总线的电能检测系统的硬件与软件设计，在软件设计中采用了面向对象方法，并给出了其问题描述与主题层。

关键词：LonWorks 现场总线 OOA 电能检测

电力系统是一类特殊的系统，安全性和可靠性要求很高。达到这个目标的关键是要保证现场设备之间可靠通信，实现配电网综合自动化。基于 LonWorks 现场总线的电能检测系统是配电网综合自动化的一个子集，它完成电网数据的采集与监控。LonWorks 网络是将控制系统接入局域网(LAN)，用网络节点代替 LAN 中的工作站，每个节点可以实现点到点的信息传送，具有极其良好的互操作性，从而使整个网络实现了无中心的真正的分布式控制模式。因此采用 LonWorks 总线技术可以把整个复杂配电网综合自动化系统分解为相对简单的多个子系统。LonWorks 网络采用 ISO/OSI 模型的全部 7 层协议和面向对象的设计方法。通过网络变量将网络通信设计简化为参数设置，其通信速率为 78.125kbps 或 1.25Mbps，直接通信距离可达 2700m。LonWorks 网络支持双绞线、通轴电缆、光纤、无线射频、红外线、电力线等多种通信介质，被誉为通用控制网络。目前已经有 2600 多家公司不同程度地介入了 LonWorks 技术，1000 多家公司已经推出了 LonWorks 产品，并进一步组织起 LonMark 互操作协会。它已被广泛应用于楼宇自动化、家庭自动化、保安系统、办公设备、工业过程控制等行业。

1 基于 LonWorks 现场总线的电能检测系统的硬件设计

LonWorks 网络系统由智能节点组成，每个智能节点可具有多种功能的 I/O 功能。在本系统中，基于 LonWorks 总线的网络模型如图 1 所示。图中，神经元芯片和通信协议是 LonWorks 网络的技术核心。LonWorks 网络采用 LonTalk 通信协议，该协议可由 Neuron 芯片自带，也可固化在外部存储器中。神经元芯片采用 3120。它有 3 个 8 位 CPU，第一个用于完成 LonTalk 协议的第一层和第二层功能，成为介质访问控制处理器，实现介质访问的控制与处理；第二个用于完成第三层至第六层的功能，成为网络处理器，实现网络的寻址、处理、背景诊断、路径选择、软件计时和网络管

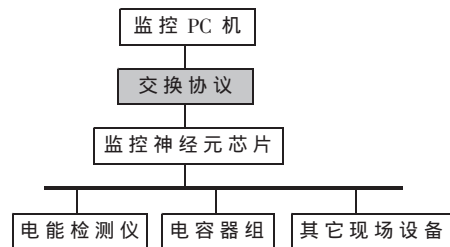


图 1 电能监控系统拓扑结构

理，并实现网络通信控制、收发数据包等；第三个是应用处理器，执行操作系统服务与用户程序。芯片中还具有存储信息缓冲区，用以实现 CPU 之间的数据传输，并作为网络缓冲区和应用缓冲区。图中，电能检测仪负责检测电网的电能参数，负责采集电网上的电压、电流、频率等变量，并能在仪表掉电时长期（时间由用户的要求和系统存储容量确定）保存数据。其具体要求为：(1)实时检测三线电压 V_a 、 V_b 、 V_c 和四线电流 I_a 、 I_b 、 I_c 和 I_o ；(2)实时检测 A、B、C 三相电压、电流的频率；(3)检测 A、B、C 三相有功、无功功率；(4)支持两种通信模式：LonWorks 总线方式和 RS232 串行方式；(5)保存整点时刻的电压、电流等数据；(6)从仪表第一次工作时开始累计总的正常运行时间和停电时间；(7)保存月统计数据；(8)保存一个月的电能运行数据；(9)用数码管显示和键盘输入实现与用户的交互，用户可以在现场察看和设置仪表的运行参数和历史记录。图中，电容器组用于对电网的无功补偿，其它现场设备为电网自动化的其它智能节点。由于系统主要是实现其电能检测功能，因此本系统需要完成上位监控计算机的软件编制、上位监控 PC 机与神经元芯片 3120 的接口设计以及电能检测仪的设计。下面对这几个方面进行介绍。

1.1 电能检测仪的硬件设计

电能检测仪实质上是本系统的一个智能节点，它主要完成现场电能数据的采集与处理并能根据上位监控机的要求把数据传送到上位监控机，同时它也能

根据用户要求设置其工作参数。在本系统中,根据具体的设计要求,电能检测仪可分为电压电流检测模块、频率检测模块、数据存储模块、多路转换模块、互感器模块、LonWorks 通信模块、RS232 通信模块和键盘与显示接口,其原理如图 2 所示。电压、电流检测模块负责实时检测三线电压、四线电流;频率检测模块负责实时检测 A、B、C 三相电压和电流的频率;RS232 通信模块负责电能检测仪与外部 RS232 网络和单片机的通信;EEPROM 负责长期保存用户所需的电压、电流等历史数据;LonWorks 通信模块负责神经元芯片与 LonWorks 网络和单片机通信。RS232 通信模块、键盘与显示模块、多路转换模块等技术已经非常成熟,本文不再详述。本文着重介绍 LonWorks 通信模块和电压电流检测模块。

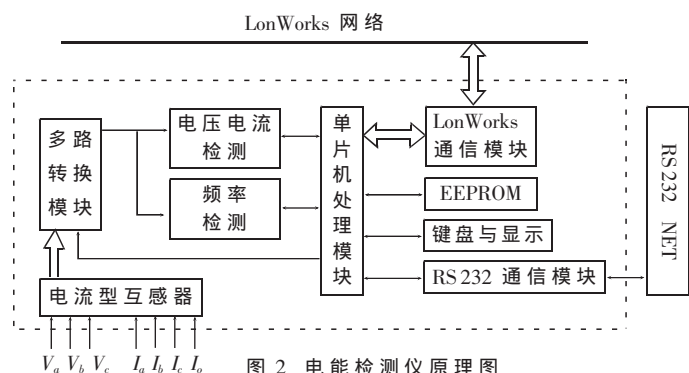


图 2 电能检测仪原理图

普通数字电压、电流表只能测量直流电压、电流。如果要测量交流电压、电流,必须增加交流/直流(AC/DC)转换器。它一般有两种转换方式:平均值转换和真有效值转换。本系统采用真有效值方法检测电压、电流。其核心是 TRMS/DC 转换器,这类电路现已实现单片集成化。本系统中真有效转换芯片采用 AD 公司的 AD536,它是一种低功耗、精密的 TRMS/DC 转换器;AD 转换芯片采用 TI 公司生产的 TLC1543,它是 10 位的 ADC,最大采样速率 66kbps。电压电流采样原理框图如图 3 所示。图中,MC14052 是双四选一多路模拟开关。89C52 的 P1.5、P1.6 用于选通 MC14052 的模拟通道。在任一时刻,只有一相电压和电流输入通道被

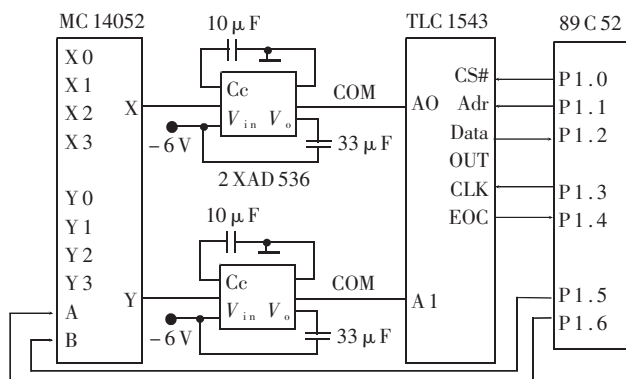


图 3 电压电流采样原理图

选通。两片 AD536 分别对交流电压、交流电流进行真有效值转换,转换结果送到串行 A/D 芯片 TLC1543 进行模/数转换。89C52 的 P1.0~P1.4 对 TLC1543 进行控制,完成采样过程。

LonWorks 通信模块的功能是实现神经元芯片 3120 与 89C52 单片机的通信以及神经元芯片 3120 与 LonWorks 总线的通信。神经元芯片支持串行操作和并行操作。对于串行操作,它用得最多的是 I²C 总线方式。在这种总线方式下,其 IO8、IO9 端口可被定义成 I²C 总线接口(此时 IO8 为串形时钟线 SCA,IO9 为串行数据线 SDA)。在软件编写上,要首先将 IO8、IO9 定义为 I²C 总线方式,定义格式为:IO_8 i2c io_object_name。

io_object_name 为对该 I/O 对象的命名。由于 IO8、IO9 成对使用,故只需要定义 IO8。在本系统中,选用的是并行方式。神经元芯片提供了专门的并行口通信协议,共有三种并行口通信模式,即 master、slave A、slave B 模式。master 模式是一种智能的并行 I/O 对象模式,在这种模式下,神经元芯片 master 对从 CPU 发起并建立同步操作。从 CPU 必须是工作于 slave A 模式或模拟的 slave A 模式的神经元芯片。工作于 slave A 模式的神经元芯片使用了握手信号线 HS,HS 和数据出现在同一个时钟周期内。虽然这种模式主要用于与 master 模式的神经元芯片接口,但是它同样适用于外部 CPU(非神经元芯片)。slave B 模式与 slave A 模式相似。它们不同之处在于:前者的握手信号出现在不同的时钟周期内,而后者出现在同一个时钟周期。在这种模式下,主 CPU 必须是外部 CPU。外部 CPU 与神经元芯片的接口可以使用 slave A,也可以使用 slave B。在本系统中,89C52 与神经元芯片 3120 的通信方式采用并行方式,3120 的工作模式为 slave A。因为神经元芯片 3120 的握手信号是集电极开路,因此需要接一个上拉电阻。89C52 与 3120 的硬件接口如图 4 所示。神经元芯片 3120 并行 I/O 接口包含 8 个 I/O 数据线和 3 个控制线。在 slave A 模式下,IO0~IO7 为数据信号端,IO8 为 CS# 信号端,IO9 为 R/W# 信号端,IO10 为 HS 信号端,CS# 信号由 80C52 驱动,有效表示正在进行数据传输,脉冲下沿将数据写入 80C52 或 3120 中。R/W# 信号在 CS# 有效时控制数据的读写,它由 80C52 控制。HS 信号由 3120 驱动,它通知 80C52、3120 正处于忙状态。当 HS 为高电平,表示 3120 正在读写数据;当 HS 为低电平,表示 3120 数据已经处理完毕,可以进行下一次通信了。

神经元芯片使用令牌心会协议实现多种设备共享总线,在任何时刻只能有一个设备将数据送到总线上。虚拟写令牌在 80C52 与 3120 间进行巡回。获得虚拟令牌的 CPU 拥有向总线发送数据的权力,否则只

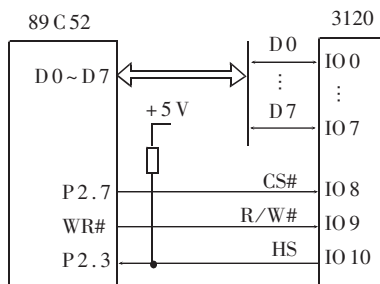


图4 89C52与3120的接口

能从总线上读取数据。其过程如下:如果3120具有虚拟令牌,在向总线发送完一个字节后HS变为高电平,80C52从总线上取走数据后,HS自动变为低(由神经元芯片固件完成);如果89C52拥有写令牌,在它使得CS#和R/W#变为低电平、3120取走数据之前,一直查询IO10,如果为低,表示3120已经取走数据,可以发送下一个字节了。

1.2 LonWorks与PC机硬件接口设计

在本系统中,上位监控PC机与神经元芯片的接口是通过ISA扩展槽完成的,其原理图如图5所示。图中,GAL16V8将ISA总线的地址线A0、A1和写信号线IOW#进行译码,共有两路输出。一路用于选通神经元芯片,另一路用于控制地址锁存器74245。当74245选通时,D0和HS形成直通,PC端程序读取数据线内容,屏蔽掉D0之外的位后,获取神经元芯片的握手信号HS状态;当74245未被选通时,进行正常的传输。

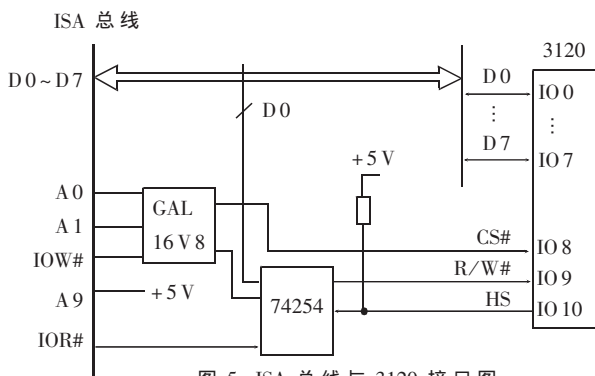


图5 ISA总线与3120接口图

PC机中仅使用A0~A9地址位来表示I/O口地址,即有1024个口地址。前512个提供给系统电路板使用,后512个供扩充插槽使用。当A9=0时,表示为系统板上的I/O口地址;当A9=1时,表示为扩充槽接口卡上的口地址。因此在制作接口电路卡时,其口地址要保证A9=1。在1024个口地址中,有很多已被IBM或其他厂商制作的与主机配套的接口卡占用,有些保留有待今后继续开发。因此一般用户可以使用的口地址范围是:200~03FF。在本系统中,经GAV片译码后,神经元芯片和地址锁存器74245的口

地址分别为200H和201H。

2 基于LonWorks现场总线的电能检测系统的软件设计

本系统的软件设计主要包括两部分。第一部分为下位机的软件设计,它主要完成现场数据收集、处理与存储;配置3120的工作模式;80C52与3120进行通信,把数据传输到3120并进而传输到上位监控机等。在本系统中使用了Neuron C编程语言,现以并行口读写为例说明其特点,对并行口读写首先要用下面的语句声明并行口对象:

```
IO_0 parallel_slave/slave_b/master_io_object_name
```

Io_in和io_out分别用于对并行口进行读写。为了使用并行口对象,io_in和io_out需要定义parallel_io_interface结构,如下所示:

```
Struct parallel_io_interface{
    Unsigned length;//length of data field
    Unsigned data[maxlength]);//data field
}pio_name;
```

Neuron C内部还有许多函数和事件很容易访问神经元芯片并行I/O对象,如io_in_ready,io_out_request,io_out_ready等。

第二部分为上位监控机的软件设计,在本系统的软件设计采用了面向对象的软件设计方法。由于本系统是整个配电自动化系统的一部分,因此,它有效地提高了系统的可维护性与可扩充性。面向对象的分析是针对问题域和系统的,它分为5个层次,即对象——类层、属性层、服务层、结构层和主题层。本文将对本系统的问题域和主题层进行描述。

其问题域描述为:(1)拥有一个用户登记界面,用户需要输入现场子站的基本属性,包括配电名称、仪表号、检测容量和线路号等;(2)用户可以远程查询现场仪表的运行参数,包括量程、输入回路数、无功投入门限、投入延时、电压上下限等;(3)用户可以远程查询子站月数据、整点数据;(4)用户可以远程设置子站的运行参数;(5)允许在通信中,用户随时中断通信;(6)根据用户的查询条件可以输出报表,并提供打印功能;(7)能够维护数据库,如导入导出数据;(8)要求保存用户的最新参数设置,在每次运行程序时能够调入。

根据问题域的描述及其对象层、属性层和服务层的分析,将其主题层分为用户界面、文件系统、报表输出和通信。我们将注册表和数据库归于文件系统是由于两者都涉及文件的存储,其中CRegisterTable封装了与注册表相关的API函数如RegCreateKey、RegOpenKey、RegQueryValue等,CDatabase采用动态生成技术,以方便数据库的组态。主题层的描述如图6所示。对系统进行了面向对象分析与设计之后,即可进入软件的具体实现。本系统用Visual C++6.0开发。由于

高速旋转状态下电池性能的红外遥测系统

武汉华中科技大学控制科学与工程系(430074) 杨宝强 李昌禧

摘要: 介绍了一种红外遥测系统,该系统可以对高速旋转状态下的供电电压和噪声值进行精确测量和记录。它为高速旋转机上激活的热电池、化学电池的测试提供了一种抗干扰能力强、测量精度高的技术手段。

关键词: 红外遥测 电池 高速旋转机 抗干扰

高速旋转状态下工作的电池(如化学电池、热电池及固体电池等)的供电特性的精确测量是一项非常重要但又困难的事情。目前,根据信号传输形式的不同,检测方法有电刷接触有线测量、水银集流环有线测量和无线电遥测等。但这些方法适用的测试范围有限,对于速度很高且具有强电磁干扰的新型高速旋转机的情况不能适用。为了满足新型高速旋转机上的电池高精度测试的要求,我们开发了电池供电特性红外遥测系统,取得了很好的效果。

1 遥测系统结构

由于高速旋转机在工作时产生极其强大的电磁干扰,抗干扰设计成为系统设计的关键所在。试验表明,电磁感应耦合方式和无线电传输方式都受到严重干扰而不能正常应用。我们最终选择了红外遥测的方法,成功解决了强电磁场干扰的问题。

遥测系统由测量与调制发射电路、前置接收放大电路、解调电路三部分组成,如图1所示。测量与发射电路和被测电池一起装在高速旋转机上随机高速运动,发射管处于旋转轴线上,可连续发射输出信号。接收电路固定在旋转机外适宜接收信号的位置。

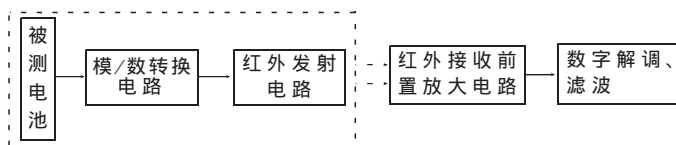


图1 遥测系统原理框图

2 遥测系统的硬件设计

2.1 电池信号测量转换电路

此电路安装在旋转机和被测电池一起旋转,电路由被测电池供电;电路板用发泡材料密封。电路原理如图2所示。

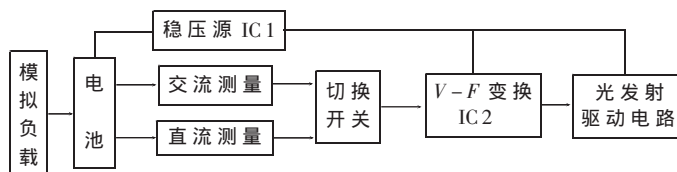


图2 红外发射电路原理图

由于直流电压最高可达32V,而交流噪声信号的电压值 V_{pp} 仅为25mV,幅值相差很悬殊,不宜在一种范围里进行转换。因此,分别采用交、直流测量电路,这样可以按转换关系对直流电压进行衰减,对交流信号适当放大。

(接上页)

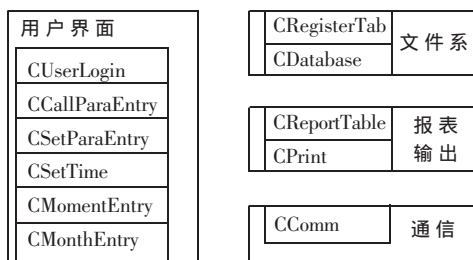


图6 检测系统主题层描述

关于VC++编程的资料非常多,本文不再对数据库组态、界面组态以及上位机与下位机通信协议进行详述。

本系统是我们为广东一家公司开发的电能检测系统,已经交付使用。作为整个电网自动化的一个子集,本系统由于采用了LonWorks总线和面向对象技

术,因而容易进行扩展和维护。以上较详细地介绍了基于LonWorks的电能监控系统的软硬件设计,虽然有一定的特殊性,但对于其它的LonWorks总线系统设计仍具有一定的参考意义。

参考文献

- 1 Echelon Corporation.LonMaker for Windows user's guide. Version 1.0,1998
- 2 Echelon Corporation.Neuron C Reference Guide,1995
- 3 阳宪惠.现场总线技术及其应用.北京:清华大学出版社,1999
- 4 郑章,陈刚,张勇等.Visual C++6.0数据库开发技术.北京:北京机械工业出版社,1999
- 5 David J.Kruglinski.Visual C++技术内幕(第四版).北京:清华大学出版社,1999

(收稿日期:20010-07-18)