

LonWorks 总线电力数据采集模块的设计

■ 广东工业大学 李桂桦

■ 烟台大学 张春萍

■ 广东欧宇信息控制技术有限公司 熊勇

摘要

介绍 LonWorks 总线电力数据采集模块的功能与实现、电力参数的计算方法、软件设计以及微处理器与 LonWorks 总线主控制模块的通信方法。

关键词

LonWorks 总线 智能节点 复杂可编程逻辑器件

引言

LonWorks 总线是用于现场仪表、控制器与监控中心之间的一种全分散、全数字化的, 智能、双向、多变量、多点、多站的分布式通信系统。它具有开放性和互操作性、安装及维护简便等特点, 使其在控制领域得到飞速发展。

LonWorks 总线是由美国 Echelon 公司推出的网络控制系统。与当前的几种现场总线技术相比, LonWorks 总线以其特有的突出优点——多介质、开放性和互操作性, 成为实际上的现场总线推荐标准。近年来, LonWorks 总线技术在我国已经得到了广泛的应用, 如工业过程控制、智能化楼宇、安全防范、环境检测、电力系统自动化等。

1 LonWorks 网络节点

LonWorks 总线具有很大的灵活性, 可以支持各种类型的网络拓扑结构, 如总线型、星型、环型、混合型等, 还可以通过多种收发器支持不同的通信介质。不同的通道之间网络信息以路由器作为通信桥梁。使用路由器不但可以实现不同通信介质之间的数据传输, 还能改善网络的响应时间和安全性能。

LonWorks 总线上的每一个测控单元称为 LonWorks 智能节点。每一个智能节点使用 1 块 LonWorks 主控制模块。LonWorks 主控制模块是智能节点的基本构成单元, 以 Neuron 芯片为核心, 同时包括收发器、地址译码电路、复位电路、晶振电路及存储器等。主控制模块通过固件完成 LonTalk 协议的数据传输, 并通过事件调度完成用户定义的各种计算、I/O 事件处理及网络报文处理等功能。LonWorks 节点的方框图如图 1 所示。主控制模块用于通信及网络事件的处理。微处理器单元实现 AI、AO、DI、DO 等功能的驱动及各种复杂的运算, 并

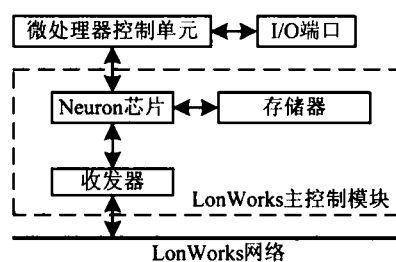


图 1 LonWorks 节点结构框图

完成与主控制模块的数据交换。主控制模块中的收发器负责将节点连入 LonWorks 网络。

2 电力数据采集模块概述

在电力监控系统、工业自动化、楼宇智能化等很多应用领域, 都需要对电网的运行状态进行实时监控。以前, 往往使用 RS422/485 总线技术实现电力数据的采集与控制, 但是由于应用环境的复杂性, 很容易造成通信中断, 甚至完全失败。将 LonWorks 技术应用于这一领域, 可以很好地解决数据的传输问题, 大大提高系统的可靠性。使用 LonWorks 技术开发的智能节点——电力数据采集模块, 可以支持双绞线、同轴电缆、电力线、无线射频, 甚至光纤等实时传输测量数据。

该模块直接采集三相四线制供电线路的线电压 U_A 、 U_B 、 U_C 和线电流 I_A 、 I_B 、 I_C , 并利用交流算法计算出各相线的有功功率、无功功率、有功电度、无功电度、功率因数、频率等近 30 个电力参数, 同时可以采集 8 路遥信量、4 路脉冲量, 并执行 4 路遥控命令。各项实时参数通过 LonWorks 总线传送给上位机或 SCADA 系统。

3 模块硬件设计

该模块的硬件电路结构如图 2 所示。模块中选用了 16 位单片机——80C196 作为主处理器, 以提高数据处理能力, 并使用了 2 片复杂可编程逻辑器件

(CPLD) —— MAX7128, 作为处理器单元的 I/O 口扩展。MAX7128 为 84 脚 PLCC 封装, 除电源、地线外, 可用 I/O 引脚为 64 根, 这样大大简化了电路结构, 增强了可靠性, 并降低了功耗。

对于 MAX7128 的逻辑功能设计, 采用 MAX+PLUSII 开发系统工具完成设计输入、编译、验证及

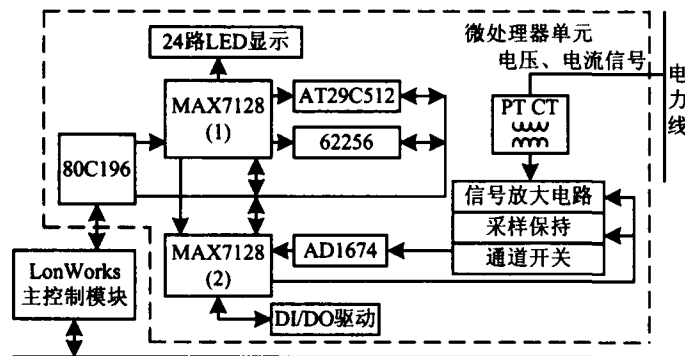


图2 电力数据采集模块硬件结构

编程, 大大减少了开发工作。

MAX7128 (1) 用于从微处理器的数据/地址复总线上分离出数据总线和地址总线, 并驱动 24 路发光二极管 (LED)。这组发光二极管用于指示数字量输入/输出状态、通信状态、电源状态, 自检错误代码。该模块的数据存储器采用 62256, 它具有 32 KB 存储空间。程序存储器采用 AT29C512 —— E²PROM (电擦除数据存储器), 该芯片具有 64KB 的存储空间。

MAX7128 (2) 用于读取 A/D 转换信号和数字量输入 (DI) 信号, 驱动光电隔离数字量输出 (DO) 信号, 同时控制采样保持和通道选择。电流和电压信号分别经过电流互感器 (CT) 和电压互感器 (PT), 变换成弱电信号后再经过放大电路、采样保持电路和通道开关输入到 A/D 转换器。这里, 我们采用了 AD1674 A/D 转换芯片。它的转换周期为 10 μ s, 并且带有内置的采样保持器, 进一步提高了该模块的数据采集速度。

80C196 与 LonWorks 总线主控制模块的通信采用 RS232 半双工异步串行 I/O。Neuron 芯片的 I/O8 引脚配置为异步串行输入线, I/O10 引脚配置为异步串行输出线。在时钟为 10 MHz 时, 两引脚的输入输出速率可各自独立地指定为 600、1200、2400、4800 b/s。80C196 采用查询方式传输数据, 并在协议帧中加入校验码, 以保证数据通信的正确性。实时电力数据将通过 LonWorks 总线主控制模块向网络传送。

4 数据采集及电力参数计算

在系统中, 采用了交流采样及傅氏算法。傅氏算法本身具有一定的滤波作用, 在不需要计算谐波时, 能完全滤掉高次谐波和纯直流分量, 对非高次谐波分量和非周期低频分量也有一定的抑制作用。其计算工作量不大, 是一种很常用的算法。同时, 傅氏算法还可以算出基波向量的实部和虚部, 为其它电力参数的计算提供了很大的便利。

为了准确地测量电力参数, 交流采样及傅氏算法的关键在于采集的电压和电流信号的同时性。若二者有时间差, 则相当于改变了功率因数角 ϕ , 从而造成测量误差。这里采用同步起动的采样保持器 (S/H), 在微处理器的指令下, 将某一时刻三相电压和三相电流的瞬时值保持在相应的采样保持器中, 再按一定的顺序传输到 A/D 转换器转换成数字量, 供微处理器进行处理。

对于 50 Hz 的正弦交流电流、电压来说, 理论上只要每个周波采样几个点就可以表示其波形的特点了。但是为了保证计算的准确度, 通常需要有更高的采样频率。在模块中, 取每周波采样 20 次, 即

周期采样的电流值: $i_1, i_2, i_3, \dots, i_{20}$;

周期采样的电压值: $u_1, u_2, u_3, \dots, u_{20}$ 。

根据傅氏算法的理论公式, 可以得出每一相电流或电压向量的实部 (用 r 表示) 与虚部 (用 i 表示) 分量。如电流分量为 (电压分量与电流分量相同):

$$I_r = \frac{1}{10} [0.951(i_1 + i_9 - i_9 - i_{11}) + 0.809(i_2 + i_8 - i_8 - i_{12}) + 0.588(i_3 + i_7 - i_7 - i_{13}) + 0.309(i_4 + i_6 - i_6 - i_{14}) + (i_{20} - i_{10})]$$

$$I_i = \frac{1}{10} [0.309(i_1 + i_9 - i_{11} - i_9) + 0.588(i_2 + i_8 - i_{12} - i_8) + 0.809(i_3 + i_7 - i_{13} - i_7) + 0.951(i_4 + i_6 - i_{14} - i_6) + (i_5 - i_{15})]$$

电流、电压有效值以及初始相位角为:

$$I = \sqrt{I_r^2 + I_i^2} \quad \tan \phi_i = \frac{I_i}{I_r}$$

$$U = \sqrt{U_r^2 + U_i^2} \quad \tan \phi_u = \frac{U_i}{U_r}$$

任一相有功功率、无功功率和功率因数角 ϕ 为

$$P = U_r \cdot I_r + U_i \cdot I_i$$

$$Q = U_i \cdot I_r - U_r \cdot I_i$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{Q}{P}$$

用相同的方法计算出各相的有功功率和无功功率后, 可以计算出三相电路的总功率:

$$P = P_A + P_B + P_C = U_{Ar}I_{Ar} + U_{Ai}I_{Ai} + U_{Br}I_{Br} + U_{Bi}I_{Bi} + U_{Cr}I_{Cr} + U_{Ci}I_{Ci}$$

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = U_{Ai}I_{Ar} - U_{Ar}I_{Ai} + U_{Bi}I_{Br} - U_{Br}I_{Bi} + U_{Ci}I_{Cr} - U_{Cr}I_{Ci}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

对于功率因数的计算, 为了方便软件编程的实现, 利用下面的计算公式:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

有功电度的计算可以采取有功功率对时间的积分实现, 在实际计算时取 $dt=1\text{ s}$, 即:

$$W = \int_0^T P dt = \sum_{i=0}^{T-1} P$$

5 软件设计

程序流程分为主流程和定时器中断子流程。在程序主流程中, 计算各个电力参数实时值, 同时根据数据传送命令字, 通过串行口把实测数据传送给 LonWorks 主控制模块; 在定时器中断子流程中, 定时采样各相电流、电压, 同时查询命令字, 设置数据发送标志字。

程序流程如图 3 所示, 其中各部分又分别调用了多个子程序。例如, 计算电力参数值部分又调用了计算电流(电压)、有功功率、无功功率等子程序; 命令处理部分又调用了查询命令字、数据发送等子程序。

结束语

在产品设计中, 采用了精密微型交流电压/电流互感器, 克服了常规变送器温漂大、小电流信号误

(上接第 58 页)

```
begin
  MyStream := TMemoryStream.Create;
  try
    UDP.ReadStream(MyStream); //MyStream 中存储的就是
    //SX52 发送的数据
    .....
  finally
    MyStream.Free;
  end;
end;
```

结束语

用 SX52 实现 UART 和 UDP 数据互译, 使普通的测控系统具备了以太网的接口功能。用 SX52 还可实现其它多种协议的解析和互译, 而且成本低

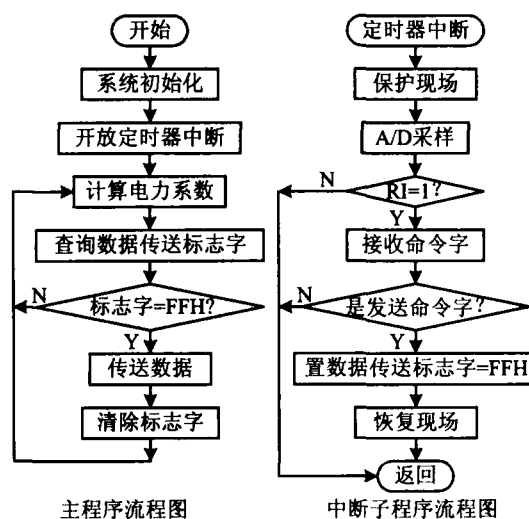


图 3 软件流程图

差大以及变压器、变压器的非线性与相角失真引起的可靠性和精度低的不足。同时采用了高密度电路设计技术及 SMT 技术, 进一步降低了功耗。系统采用 LonWorks 总线传输实测数据, 大大提高了系统的抗干扰能力及稳定性, 保证了长期运行的可靠性。

参考文献

- 1 杨育红编著. LON 网络控制技术及应用. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999
- 2 黄益庄编著. 变电站综合自动化技术. 北京: 中国电力出版社, 1999
- 3 刘健, 等编著. 配电自动化系统. 北京: 中国水利水电出版社, 1999
- 4 Echelon 公司. Neuron Chip DataBook. 1995
- 5 Echelon 公司. Neuron C Programmer Guide. 1995

廉, 可方便地将测控系统网络化, 非常适合于嵌入式应用系统。相比较而言, 采用网页浏览/控制的方式比较直观, 但不灵活, 不易于系统的维护和升级; 采用 Email 协议收发信息可以方便地汇总数据, 但数据不安全, 不能保证数据传递的实时性; 考虑到系统的维护和升级, 将 SX52 做成通用的协议转换模块, 安全性和其它功能均由测控系统自身 CPU 完成是一种比较可取的方法。需要注意的是, SX52 可作为 MCU 独立地完成测量和控制, 但由于程序存储空间比较紧张, 若要完成的功能比较复杂, 再加上网络通信, 就需要额外的 CPU。可考虑使用 UBICOM 公司的 IP2022 芯片。

参考文献

- 1 http://www.ubicom.com/pdf_files/processors/sx-dds-sx4852bd-14.pdf