

基于 LON 总线技术的智能节点研究与开发

颜廷勇, 邵如平, 林锦国, 刘定球

(南京工业大学自动化学院 江苏 南京 210003)

摘 要:介绍了现场总线技术及其应用较为广泛 LON 总线技术。国内的 LON 总线技术还处于应用阶段,一般直接使用国外公司的一些固件模块,很少有自己开发的基于 LON 总线技术的产品。结合工程应用,提出了解决关于 LONWORKS 智能节点的开发方面的技术方案、采用手段及相应的 LON 的组网过程。

关键词:现场总线;LONWORKS 技术;LONTALK 协议;智能节点

中图分类号:TP336 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7961(2002)05-0052-05

1 引 言

自动控制系统发展至今,先后经历了基地式气动仪表控制系统、电动单元组合式模拟仪表控制系统、直接数字控制系统和集散控制系统(DCS)等不同阶段,它们被统称为传统控制系统。而现场总线技术的产生促成了一种全新的网络集成式全分布控制系统——现场总线控制系统 FCS(Fieldbus Control System),它将成为继传统控制系统之后的新一代自动控制系统^[1]。

现场总线是在生产现场、微机化测量控制设备之间实现双向串行多节点数字通信的系统,是开放的、数字化、多点通信的底层控制网络。现场总线智能仪表在传统的测量控制仪表的基础上,使用微处理器,从而具备了数字通信的能力。现场总线同时还是一个全分布式控制系统,把控制功能下放到现场,依靠现场设备就可以完成最基本的控制功能。智能仪表具有自己的 CPU,通过各种接口和软件开发可以实现基本控制、参数补偿、参数修改、报警、显示等功能,适应了分布式的要求^[2]。

LON 总线是当前最流行的现场总线之一。为支持 LON 总线,Echelon 公司开发研制了 Lonworks 技术,它为 LON 总线设计、成品化提供了一套完整的开发平台。Lonworks 技术的通讯协议称为 LonTalk 通讯协议,LonTalk 通讯协议包含 ISO/OSI 中所有七层网络协议,并固化在 Lonworks 产品中(即 Smart I/O 模块中的神经元芯片中)。Lonworks

技术使互操作性变成即插即用的具体手段。Lonworks 技术被设计用于实时控制应用,涉及领域很宽,包括工业过程控制、工厂自动化、交通运输及建筑自动化,使得未来的控制进一步分散化,实现现场总线的联网控制^[3]。

本文结合某高档豪华住宅小区的自动抄表系统,提出开发符合 LONTALK 协议的 LONWORKS 智能节点,在实现智能节点开发的基础之上,利用 LNS、NODEBUILDER 等开发工具进行组网,开发出网络监控系统,利用 LNS 中提供 DDE 数据源,用 VB 开发出实时数据库系统及相应的管理系统,便构成了一个 LONWORKS 现场总线系统,实现小区的抄表、数据库管理和网络管理。

2 系统的硬件开发

本系统硬件部分开发,主要侧重于用户表的信号采集部分和智能节点部分硬件设计,其它的收发器模块、路由器及其它接口卡均使用 Echelons 公司和第三方的具有互操作性的产品。

2.1 信号采集电路

系统计算能源值是通过计数脉冲个数的形式加以实现的,即需要输入的信号为脉冲信号,所以必须将电能值转变成相应的数字量。在外部安装施工时,对于老式居民楼,电度表大多是转盘表,可采用在普通电表内加装磁感应探头的方法进行信号转换,将表盘所转圈数转换为电脉冲输出;对于新建居民小区,可直接采用安装带脉冲信号的电子式单相电度表,这种电度表外接 5V 电源后,通过光耦即可产生符合智能节点要求的波形稳定的脉冲信号。由于本系统是新建小区,均采用新式的电子式单相电度表,电度表的二次开发主要集中在信号安全处理、

基金项目:江苏省教育厅自然科学基金资助项目(99KB510004)

收稿日期:2002-08-10;修改日期:2002-09-13

作者简介:颜廷勇(1973-),男,江苏淮安人,南京工业大学自动化学院在读硕士。

费用不足报警和断电、液晶显示等方面,每户电表模块能记录输出的脉冲,并在一段时间之后和智能节点通信,由于电表已全部出户,通信直接采用 232 通信协议标准进行单机和多机通信即可,这给工程施工带来很大的便利。

采集模块 CPU 选择 80C196KC 单片机,根据采集模块的尺寸设计了大小合适的中心接口,使用时只需将模块对号插入相应的接口,接通电源即可。电路中通过二极管的闪亮来指示信号送入模块的运行情况。在设计过程中,为了检测采集信号是否正确,同时将脉冲信号送入自行设计的计数器中,计数器通过液晶显示器来显示,与计算机中接收到的数据比较,确保信号采集准确无误。

对于老式居民楼,除还应该考虑到信号的获得即前文所说的信号转换问题外,还要解决信号传信道的问题。由于老式居民楼电表在室内,所以用户电表与智能节点之间的距离就可能有 10 米甚至 20 米以上,此时用户表信号与智能节点的通信就需建立通信信道,以保证信号能准确地发送给智能节点。对于这一点,尽管本系统不存在这个问题,但考虑道系统的通用性,系统设计时也加以处理。系统选择 EIA485 通信协议标准,在用户电表端二次开发时,留有 485 通信模块和 485 通信接口,以保证较远距离信号传递。

2.2 智能节点硬件设计

由电表采集的脉冲信号经信号采集电路处理之后,本系统规定每隔 12 小时将信号发送给智能节点,智能节点可将该用户数据保存,然后将数据通过 LON 总线发送给主控机。智能节点主要负责将信号藕合到 LON 总线网络。

智能节点部分结构图如图 1 所示:

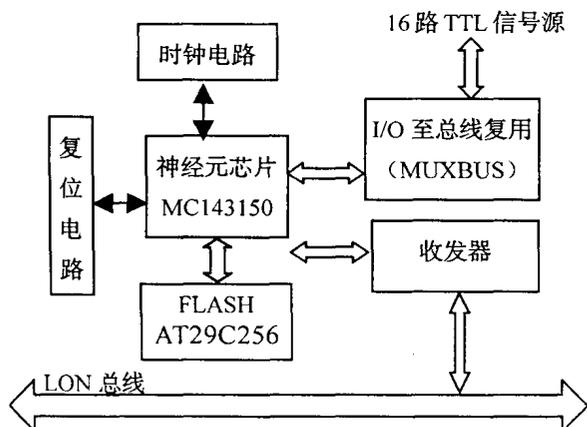


图 1 智能节点的结构框图

智能节点模块采用 MIP 节点的结构形式,神经元芯片采用 MC143150,外挂 32KFLASH 芯片 AT29c256 作为存储单元。3150 系列神经元芯片无片内 ROM,但具有访问外部存储器的接口,寻址空间可达 64K,所以,29C256 一方面作为程序存储器,存放智能节点软件;同时,作为数据存储器,可动态存取智能节点的运算结果。

在 Neuron 芯片 MC143150 中有三个 CPU 单元,每个 CPU 各自分工不同。CPU - 1 是介质处理器,CPU - 2 是网络处理器,用于处理网络事务,并控制网络通信端口,物理地发送和接收数据包,CPU - 3 是应用处理器,它执行用户编写的代码及执行用户代码调用的操作系统命令。三个 CPU 协调工作,CPU - 1 和 CPU - 2 共享存储区中的网络缓冲区进行通信,CPU - 2 和 CPU - 3 共享应用缓冲区进行通信。在本系统中,MC143150 可以完成数据处理、系统控制、网络通信的功能,作为固件(FIRM),其系统是典型的嵌入式系统。

本系统采集到的现场信号和神经元芯片 3150 相连,3150 芯片具有 11 个 I/O 口,智能节点实现和用户电表采集模块的通信依靠神经元芯片 I/O8 + I/O9 + I/O10 + I/O0 ~ I/O7,采用全双工同步串行通信机制进行数据的发送和接收,其中使用 I/O8 ~ I/O10 进行三线制的串行通信,I/O0 ~ I/O7 作为地址片选信号^[3],所以从理论上将本系统低层用户点可达 255 个,但实际使用时为保证通信信号性能,规定每个智能节点最多采集 16 路电表信号。为了更有效地避免通信信号冲突,系统采用轮循编码,并将各个用户与智能节点通信的时间有效地分隔,使用多通路采样开关进行信号隔离,保证通信能得以准确安全可靠快速地进行。

在采集到某一用户的数据信号后,智能节点将信号保存到 29C256,作为历史数据,并将数据发送给上位机。智能节点与上位机的通信是通过 LON 总线作为通信信道,通信功能的完成是利用 MC143150 的多功能通信端口,采用差分工作方式,使用差分曼彻斯特编码所提供的数据格式使得数据在信道中传输。由 MC143150 的 CP0、CP1、CP2、CP3 四个引脚,配合收发器,将数据流送到 LON 总线或从总线上获得相应的数据信息。

本系统的收发器选用双绞线收发器 FTT - 10A,FTT - 10A 属于变压器耦合型的收发器,其包含一个隔离变压器,一个曼切斯特编码器,集成在一个芯片中,适合于高性能、高隔离度和高抗干扰

场合,并且支持无极性、自由拓扑的互连方式。

3 智能节点的软件模块开发

LONWorks 总线的核心部分是实现现场总线信号的数字通信。LonTalk 协议是 ISO 组织制定的 OSI 开放系统互连参考模型的七层协议的一个子集。它包容 LON 总线的所有网络通信的功能,提供了一个固化在神经元芯片的功能强大的网络操作系统,LONTALK 协议支持 OSI 的全部七层协议,从而使得 LON 总线能够直接面向对象通信,采用网络变量的形式,使用 Neuron C 编程语言,可使通信数据在各种介质中可靠地传输。

3.1 LON 总线技术软件特性

LonTalk 协议的网络地址结构有域 (Domain)、子网 (Subnet)、节点 (Node) 这三层结构^[2]。LonTalk 中,通道(物理上能独立发送报文的一段介质)不影响网络的地址结构,域、子网和组都可以跨越多个通道,一个网络可以由一个或多个通道组成。通道之间通过桥接器 (Bridge) 来连接。

Lon Talk 协议 MAC 子层采用带预测的 P- 坚持 CSMA 协议。带预测的 P- 坚持 CSMA 协议对所有节点都根据网络积压参数等待随机时间片来访问介质,有效地避免了网络频繁碰撞。每一个节点发送前随机插入 0 到 W 个随机时间片,W 则根据网络积压参数 (BL) 进行动态调整。BL 值是对当前网络繁忙程度的估计,每一个节点都有一个 BL 值。带预测的 P- 坚持 CSMA 允许网络在轻负载的情况下,插入的随机时间片较少,节点发送速度快,而在重负载的情况下,BL 值增加,插入的随机时间片较多,则可以有效避免碰撞。

MAC 层中提供一个可选择的优先级机制^[2]。该机制允许用户在一个特定的通道上为有优先级的节点指定时间片,在一个通道上的优先级时间片为每一个报文的传输增加时间,因此具有优先级的节点的反应时间比没有优先级的节点短。

Lon Talk 协议提供四种报文服务:确认服务、请求/应答方式、非确认重发方式和非确认方式。

网络变量是 LonTalk 协议中的数据项,用关键字 Network 定义,网络变量对在同一个网络中的其他节点是透明的,对输出网络变量进行赋值操作时,就可引发发送事件,定义了相同网络变量的其他节点均可收到。LonTalk 协议定义标准网络变量类型 (SNVT) 来实现应用之间的兼容,标准网络变量类型定义了变量的单位、数值、范围和分辨率。

本系统为了支持 LONMARK 对象,编程时全部采用标准网络变量的形式^[4]。

3.2 NEURON C 程序设计

结合硬件资源分配、功能划分,规划智能节点的软件功能模块。

3.2.1 系统流程

智能节点软件部分的流程框图如图 2 所示:

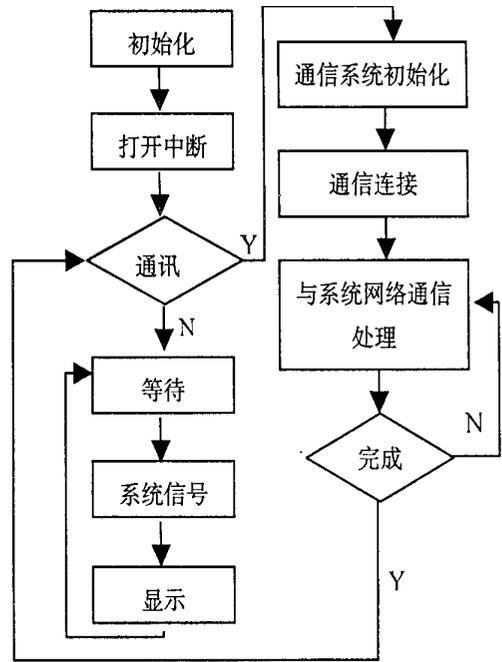


图 2 本系统智能节点软件流程图

3.2.2 系统说明

本系统的采样周期为 80 ms。每隔 12 小时系统产生一次中断,在中断程序里进行各户的数据进行采集处理,每个用户分配的通信时间为 1 分钟,接收到数据进行运算,并将运算结果送至 29C256 的数据区保存。通过对系统进行编程,形成软件定时器。

系统上电复位后,初始化系统,然后等待定时中断。在中断程序执行时,首先判断系统是否要和上位机通信,智能节点通过识别通信标志位进行判别。系统规定智能节点每隔 24 小时发起一次通信请求(将通信标志位置 1),执行对应的通信子程序,将累积的电能数据发送给上位机,同时智能节点自动保存相应的结果,清除通信标志位,返回主控程序段。

程序若不产生通信请求或在通信完成后返回,系统进行按键扫描识别,执行相应的程序功能,最后显示,循环往复。主程序段采用事件循环的形式循环往复。

3.2.3 Neuron C 程序实现

Neuron C 是一种面向对象程序设计语言,它是从 ANSI C 中派生而出。本系统主要利用 LONTALK 协议提供标准网络变量 (SNVT) 报文服务实现 LON 网络的通信。限于篇幅,此处不在写出具体的 Neuron C 程序段。

4 网络管理和数据库管理

LON 总线中,当单个节点建成后(系统中智能节点),节点与节点、节点与上位机之间需要通信,就需要一个网络工具为网络上的节点分配逻辑地址,同时需把网络变量和显示报文连接起来,构成 LON 总线网络。Echelon 公司推出一套集网络安装、维护和监控于一体的网管工具 LNS,其在 WINDOWS 的环境之下全 32 位编程,采用 C/S 方式,网络上的任意一个智能节点都可以通过它对网络进行网络管理,使网络具有很好的灵活性。

LNS 网络操作系统为用户提供了紧凑的、面向对象的编程模型,以减少开发与程序代码。LNS 将 LONWORKS 网络表现为对象的层次结构,相应于网络设备、特性和操作。这些对象提供了一整套方法、属性和事件,以实现网络/应用程序接口。通过对象引用,用户程序可以实现过去网管工具才能实现的组网、配置等任务。LNS 的编程模型包括 4 个关键组件:网络应用程序,LNS 对象服务器 COM 组件(LNS Object Server Com Component),LNS 服务器(LNS Server)和数据服务器(DATA Server)。所有的网络应用程序与 LNS 对象服务器相交互,LNS 对象服务器 COM 组件提供程序访问 LNS 服务器和数据服务器的接口,这一接口独立于编程语言。LNS 将网络表现为网络对象的形式,LNS 提供两种系统级别的监控方式:单点监控与集合监控。这两种监控方式都使用监控点。一个监控点就是一个可被应用程序读写的网络变量或应用程序消息。

系统网络管理主要功能包括以下三个方面:网络安装、网络维护和网络监控。

系统所设计的软件在 VB 环境下实现了实时监控方式。用户可以监控任何网络变量,也可以动

态建立各监控点。LNS 为网络程序的完整性与正确性提供了很好的基础,但在程序设计中必须着重考虑与实际操作过程相关的安全性,如在生产过程中意外情况下的出错处理。本系统利用 VB 环境下的出错处理机制,根据 LNS 对象的状态返回信息对所有未能成功完成的操作都进行了处理,保证了操作的安全性。

系统数据库管理主要实现网络节点的状态监视、住户表使用情况的实时查询、历史查询及实现自动收费和人事管理功能。

系统的上位机端数据库管理采用 VB6.0 开发,由于 LNS 中提供 DDE 接口,所以实时数据的获得在 VB 环境下显得非常容易。

5 结束语

(1) 采用现场总线技术将使原先单独分散的测控设备转变成为网络节点,把它们连接成网络系统后便可加入到企业信息网络的行列中,从而沟通了生产过程的现场设备之间及它们与更高层的控制管理网络之间的联系,为彻底打破自动化系统的信息孤岛创造了条件。

(2) 由于开发周期短,相对投入较少,通信的效率、可靠行较高,LON 总线技术已经成为当前最流行的现场总线之一,基于 LON 总线技术的智能节点的开发必将迎来新兴的时期。可以预见,LON 总线技术的产品必将极为广泛地应用在工业、楼宇、家庭、能源等自动化领域。

参考文献:

- [1] Hodson W R. Field bus to change DCS role, but death report greatly exaggerated [J]. InTech. 1997 (11): 36 - 39.
- [2] 阳宪惠主编. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999:1 - 2,4 - 9,189 - 237
- [3] 李华,孙小民,李红青,徐平,张新宇. MCS - 51 系列单片机实用接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000:75 - 76
- [4] 杨育红,涂敏,李滨. LON 网络程序设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社:1,58 - 88
- [5] 王亚刚,郑德忠,戴自祥,邵惠鹤. 基于 Lon Works 现场总线的自整定 PID 控制系统[J]. 化工自动化及仪表,2000(3):32 ~ 36

Design and development of intelligence node based on LON Bus technology

YAN Ting - yong ,SHAO Ru - ping ,LIN Jin - guo ,LIU Ding - qiu

(College of Automatization , NanJing University of Industry ,Nanjing ,Jiangsu ,210003 ,China)

Abstract : The article introduces Field Bus technology and LON Bus technology which are applied widely. Our cour

try 's LON Bus technology is still in application level , and we realize this technology by using directly a few firmware modules of some overseas companies because we almost have not products based on LON Bus technology developed by ourselves. Combining project application , we mainly resolve developing aspect 's technology scheme and adopted means about LONWORKS intelligence node , and resolve relevant procession of LON 's net - construction.

Key words field Bus ;LONWORKS technology ; LONTALK protocol ; intelligence node ;

(责任编辑:周广宏)

(上接第 19 页)

3.1 显示子程序

系统通过单片机的 P1 口和 P3.5 ~ P3.7,实现给定电阻值的显示。

4 应用情况

本仪器在保护器产品的调试工序已使用二年多,使用的反馈是:(1)仪器安全可靠,精度高;(2)操作简便,大大地提高了该工序的劳动效率;(3)在面板上加上转换开关,经过软件处理,能将两种或两种以上不同规格的产品实行同台分时调试工作,一机多用,既降低了仪器的制作成本,又提高了仪

器的利用率。

在该仪器中利用 MCS - 51 单片机的控制技术,对调试电阻的阻值根据需要进行修改,并对不同规格的产品切换进行控制处理,设计满足了生产厂家在不同时期对保护器产品剩余电流参数调试的实际需要,仪器操作简单,安装调试容易,维护十分方便,具有经济实用价值。

参考文献:

[1] 张毅刚,修林成,胡振亚. MCS - 51 单片机技术. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1992.

[2] GB6829 - 95,剩余电流保护器的一般要求[S].

The Application of single chip microcomputer in the residual current parameter debugging instrument

JIA Jian - hua¹, XU Jiang - hai²

(1. Huaiyin Suyi Electric Appliance CO. LTD, Huaian Jiangsu 223001, China ;

2. Huaian Institute of Communication Vocation Technology, Huaian Jiangsu 223001, China)

Abstract :This paper presents a hardware and software solution of the residual current parameter debugging instrument in which the single chip microcomputer is a key part. It is approved that the solution possesses characteristics of veracity and feasibility.

Key words : Single chip microcomputer ; Hardware structure ; Program flow chart

(责任编辑:周广宏)