

基于 LonWorks 技术的智能型列车火灾报警控制器

艾 丽,余祖俊

(北方交通大学 机电学院,北京 100044)

摘要:介绍了 LonWorks 现场总线技术,并利用该技术设计了列车火灾报警控制网络,同时成功地解决了神经元芯片与 PC 机以及单片机之间的串行通信,从而为在传统的测控系统中运用 LonWorks 技术开辟了一条途径。

关键词: LonWorks;神经元节点;火灾报警;串行通信

中图分类号: TN915.04 **文献标识码**: B

近年来,现场总线技术迅猛发展,取代传统的集中式控制系统已成必然趋势。LonWorks 技术是美国 ECHELON 公司在 20 世纪 90 年代初开发的现场控制网络产品,它以其优秀的分布处理能力、开放性、互操作性、多媒介适应能力以及多网络拓扑结构等特性适应了未来发展对测控网络的要求,成为众多现场总线中的佼佼者。

LonWorks 将计算机技术、网络技术、远程控制技术集成在一片神经元芯片(Neuron Chip)中,并在芯片内固化了 LonTalk 通信协议,该协议遵循 ISO 的 OSI 标准,可用多种媒介进行通信,包括双绞线、电力线、光纤、同轴电缆、无线电波、红外等。另外, LonTalk 协议采用可预测“载波监听多路访问”(CSMA)来解决网络通信的瓶颈问题,通信速度可达到 1.25 Mb/s,通信长度可达 2 700 m。在 LonWorks 技术中,网络通信采用面向对象的设计方法,并称之为“网络变量”,使网络通信的设计简化为参数设计。LonWorks 还具有真正的互操作性。目前,采用 LonWorks 技术的产品广泛地应用在工业、楼宇、家庭、能源、交通等自动化领域。

近几年,国内机车车辆工业发展迅速,相继开发成功了 200 km/h 高速列车、内燃摆式动车组及城市轨道车等。这些新型机车车辆需要对列车的运行状态和故障信息作出快速准确的判断和处理,而传统的机车车辆控制技术已完全不能满足这方面的要求。智能型列车火灾报警控制器就是应这种要求而

研制的。

1 系统功能

智能型列车火灾报警控制系统采用 LonWorks 技术,实行标准的总线设计,既可作为火灾报警控制器用于列车、机车或车厢的防火控制,又可作为标准的采集模块用于多通道模拟量或开关量采集系统中,它还是一个标准的通信模块,用于将传统的测控系统连接到 LonWorks 总线上。该系统功能如下:

1.1 列车火灾报警控制功能

可同时监视多达 8 个工位的温度和烟度状态,具有报火警、报预警、报传感器故障、报电源故障等功能。在报警时,蜂鸣器会以一定频率鸣响,指明报警类型,同时数码管和发光二极管也会显示报警的类别以及发生报警的位置。此外,火灾报警控制器还具有复位、自检、消音等功能,并且在报火警时还可提供外控开关量,驱动灭火器等一些紧急救火装置。

列车火灾报警控制系统的性能最突出的性能是它采用了 LonWorks 总线技术,可将所有的报警器连成网络,每个报警器作为网络的一个节点。所以,系统除了具有一般单个火灾报警控制器的功能外,还具有网络通信的功能:即一个车厢的报警控制器在监视本车厢的同时,还能够与其他车厢的报警控制器进行通信,获取其他车厢的报警信息。这样,任何一个单一的报警控制器就具有了报内警和报外警

收稿日期:2001-09-03

作者联系电话:010-63240384 63225741; E-mail: lxnal@263.net

2 种功能。

1.2 通用的采集模块

系统在硬件和软件都采用标准化设计：具有 16 通道模拟量的采集能力；能驱动 16 个数码管或 128 个发光二级管进行显示；模块还可提供 10 个 I/O 口，可用于控制或进行开关量采集。所以 列车火灾报警控制器除了能进行火车的火灾报警及控制，还可作为通用的模块用于采集控制系统中。

1.3 标准的通信模块

系统控制节点还可作为通信模块，提供 4 种常用的串行通信方式，包括标准的 RS-232 接口、半双工 485 接口、全双工 485 接口及 TTL 接口。控制器中的神经元芯片是充当通信控制器，主要功能是将上位机(PC 或单片机)连接到 LonWorks 总线上，而控制器和上位机之间又是通过串行口来实现信息交换。这样，就可以在不改变原有测控系统的情况下，将 LonWorks 技术应用进来，由上位机和控制器共同构成一个网络节点，节点的结构如图 1 所示。

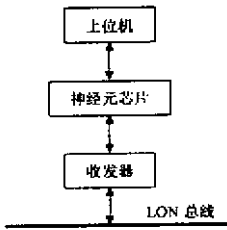


图 1 节点结构

2 系统网络结构

本系统借助 LonBuilder 开发平台、1 个控制处理器及其 2 个仿真器，实现了网络的集成与调试，系统网络结构图如图 2 所示。

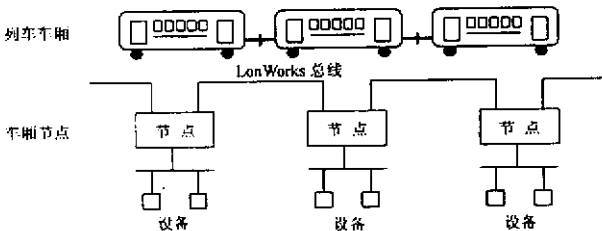


图 2 系统网络结构图

2.1 网络通信协议

LonWorks 技术所使用的通信协议称为 LonTalk 协议。LonTalk 协议是一个分层的以数据包为基础

的对等的通信协议，符合控制系统而不是数据处理系统的特定的要求。每个包由可变数目的字节构成，长度不定，并且包含应用层（第 7 层）的信息以及寻址和其他信息。信道上的每个装置监视在信道上传输的每个包以确定自己是否是收信人，如果是，它要处理该包以判明其是否包含节点应用程序所需的信息或者是个网络管理包。应用包中的数据是提供给应用程序的，如果合适，要发一个确认报文给发送装置。为了处理网上报文冲突，LonTalk 使用类似以太网所用的“载波监听多路访问”（CSMA）算法，在 CSMA 基础上提供介质访问协议，根据预测网络业务量发送优先级报文和动态调整时间槽的数目；通过动态调整网络带宽，预测性 P-persistent CSMA 协议的算法使网络能在极高业务量出现时继续运行，而在业务量较小时期也不降低网络速度。

LonTalk 协议支持由不同通信介质分段组成的网络，其支持的介质包括双绞线、电力线、光纤、无线、红外线和同轴电缆。

2.2 数据传输格式 - 网络变量

LonTalk 协议表示层中的数据称为网络变量。网络变量可以是任何单个数据项，也可以是数据结构，每个网络变量有一个应用程序说明的数据类型。对于基于 Neuron 芯片的节点，除了利用 Network 关键字外，网络变量的说明类似于 C 的局部变量。利用 Network 关键字，网络上的其他节点可以使用该网络变量。在应用程序中，当通过应用程序的赋值操作改变输出网络变量的值时，Neuron 芯片固件使用 LonTalk 协议服务自动在网络上传播网络变量的新值。网络变量作为 LonTalk 报文被传送，Neuron 芯片自动负责缓冲区的管理，进行报文初始化、报文语法分析和错误处理。网络变量的概念大大简化了编程工作。

2.3 网络通信和管理

LonWorks 技术提供了网络开发的基本工具和网络协议分析工具，可以分析和检测网络通信上的通信包及网络变量的状态，包括通信量的分析、数据包的误码率及内容检测等。在使用面向对象的设计后，（网络变量）底层结构对设计者来说是透明的，设计者可以集中精力在网络通信的优化上。同时，LonWorks 技术对网络管理作了精确定义，包括安装、监控、检测及网络维护。

3 防火报警控制器节点硬件设计

3.1 CPU

节点的 CPU(见图 3)选用 Neuron Chip 3150。神经元芯片(Neuron Chip)是 LonWorks 技术的核心,基本上是一个“芯片上的系统”,由多个微处理器、读写存储器和只读存储器(RAM 和 ROM)通信和 I/O 接口组成。

在这种芯片中有 3 个 CPU,即介质访问控制处理器、网络处理器、应用处理器,它们分别负责 OSI 的七层。Neuron 芯片有一个非常通用的通信口,它由 5 个管脚组成。为了适合不同的通信介质,可以将 5 个通信管脚配置 3 种不同的接口模式:单端、差分 and 专用模式,以适合不同的编码方案和不同的波特率。另外,神经元芯片还拥有 11 个管脚的 I/O 口,这些管脚可以根据不同外部设备 I/O 的要求,灵活地配置多达 34 种的输入输出方式,能很方便地实现测量、计时和控制等功能。

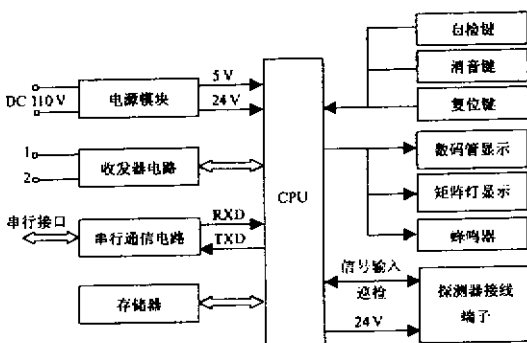


图 3 防火报警控制器节点硬件结构框图

Neuron 的编程语言是 Neuron C,它是从 ANSI C 中派生出来的,专门为神经元芯片而设计,同时进行了扩展。它允许以自然的方式来表达逻辑事件驱动的任务,同时控制这些任务的优先级的执行。它建立了一个 RUN-TIME 函数库,调用它可以实现事件检查及 I/O 活动的管理。通过网络接收和发送报文以及控制 Neuron 芯片的各种功能。

3.2 I/O 对象的定义

节点 I/O 口定义如下:IO-2,IO-3 作为直接 I/O 对象分别连接自检键和消音键,而复位键直接连接至 CPU 的 RESET 脚;IO-8 采用 Neurowire 全同步串行数据格式输入/输出方式,以驱动 MAX186 A/D 转换器和 MAX7219 数码管显示器以及矩阵灯显示器;IO-1 驱动蜂鸣器,它和数码管及矩阵灯一

起来共同完成声光报警功能;IO-6,IO-7 共同驱动继电器,提供探测器工作电压 24 V;IO-4,IO-5 驱动一外控继电器,当报火警时,它提供一开关量,以控制一些应急设备,如灭火器等;当节点作为标准通信模块时,IO-8 和 IO-10 采用异步串行数据格式的输入/输出方式,以连接 MAX232、MAX485 和 MAX483。

3.3 存储器

选用 EPROM 27C256 和 RAM 6264,使节点的功能具有很好的可扩充性。

3.4 收发器

选用 FTT-10A,网络采用自由拓扑结构,传输介质为双绞线,通信模式为差分曼彻斯特编码(Differential Manchester Coded Communication)。

4 节点功能的软件实现

系统的所有软件采用 Neuron C 语言编程实现,它包括一个内部多任务调度程序,并采用事件驱动编程结构。所以,节点功能的软件实现实质上就是由若干个事件驱动完成的:即计时器终止事件,完成 50 ms 的定时循环采集,当存在多个外警信息时,进行外警信息的循环显示;输入网络变量更新事件,获取其他节点的报警信息;处理 I/O 事件,接收按键信息,完成按键的功能;RESET 事件,完成系统的一切初始化工作。其中,RESET 事件的优先级别最高。

此外,模块化编程也是这套系统软件部分的一个特点,它能够增强程序的可读性、可扩充性及通用性。整套软件由 5 个模块组成:主程序模块,完成事件的调度;自检模块,实现系统硬件部分的自检功能;采集模块,完成模拟量的采集和 A/D 变换;显示模块,实现 MAX7219 初始化以及数码管和矩阵灯的显示;串行口通信模块,完成串行通信功能,以实现和其他系统的连接,这一部分作为备用保留,在需要时,可下载至应用程序中。其中,采集模块和显示模块都具有通用性,给用户提供了友好的接口,例如,使用采集模块时,只需提供通道号即可,而对于显示模块,只需提供所要显示的数据,所以它们适用于任何其他需要模拟量采集和显示的测控系统中。

4.1 网络变量的定义及绑定

每个节点定义一个输入型网络变量和一个输出型网络变量,它们采用相同的数据结构,其中输入型网络变量为数组,可分别与其他节点的输出型网络

变量绑定。当节点检测有火警发生时,就将该节点所在的车厢号和发生火警的工位号赋予输出型网络变量,从而使其他节点获取这一报警信息。网络变量的数据结构为:

```
typedef struct wajing_struct {
    unsigned int chexiang;
    unsigned int gongwei[3];
}wajing_type;
```

4.2 软件编程要点

(1)节点在每次复位时,都要调用 poll() 函数对输入网络变量进行垂询,请求其他节点给它发送最近的报警信息。需要注意,在调用 poll() 函数之后,由垂询得到的新值并不是立即可以使用的,要在 when 语句中使用限定的 nv_update_occurs 事件,才可得到垂询到的值。

(2)输入、输出网络变量的绑定要在同类型之间进行。另外,要注意节点能说明的网络变量的数量是有限的,最多为 62 个,并且一个网络变量的长度不能超过 31 个字节。

(3)对输出网络变量的赋值不能过于频繁,否则将导致系统忙于处理输入网络变量更新事件而影响其他事件的触发。所以,在本系统的软件中,设立了赋值标志,只有发生火警时才对输出网络变量赋值,且每个工位只赋值一次,这样就解决了任务调度中的“瓶颈”问题。

(4)由于 Neuron Chip 没有串行口中断事件,为了在进行串行口通信时不丢失数据,且不影响其他事件的触发,程序将通信的主动权交给 Neuron Chip,只有当它发出通信请求并提供握手信号时,其他的系统才进行响应。

(5)为了防止由于外部的干扰而造成错误报警,在软件编程中采取了数字滤波技术。

5 结束语

目前,单节点 8 工位的火灾报警控制器已应用于火车动车组,效果良好;多节点的火灾网络报警控制器也已经在现场调试成功,即将在列车车厢上试用,作为标准的通信模块,火灾报警控制器成功地实现了与现有的列车轴温报警器的挂接,使实现列车轴温的网络监控已成为可能。智能型列车火灾报警控制器是运用 LonWorks 现场总线技术在铁路机车车辆通信网络中进行通信和控制的一种尝试,达到了预期的目的。在现有的各种现场总线中,LonWorks 技术以其特有的性能正在被越来越多的铁路科技人员所接受,其在列车通信和控制中具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] Neuron Chip Data Book[Z]. ECHELON, 1995.
- [2] LonBuilder User's Guide[Z]. ECHELON, 1994.
- [3] Neuron C Programmer's Guide[Z]. ECHELON, 1995. ■

企业风采

天津市工业自动化仪表研究所

——自动化与仪表杂志主管单位

天津市工业自动化仪表研究所创建于 1966 年,是天津市自动化仪表行业的技术开发中心、天津市自动化学会的挂靠单位,曾被国家经委和国家科委授予“应用微电子技术改造传统产业先进单位”称号,编辑出版经国家新闻总署批准的技术类自然科学期刊《自动化与仪表》。

天津市工业自动化仪表研究所拥有一批学识渊博、经验丰富的高素质、多专业、老中青相互衔接的复合型科技人才队伍,技术人员占现有职工的 75%。该所以系统工程与自动化技术的开发、研究和工程应用为重点,开展

自动化控制系统的设计与实施;新型自动化仪表和机电一体化产品的研制;分散型控制系统及控制软件开发;自动化控制系统工程承包;承接“交钥匙工程”。该所具有严格的管理和质量保证体系,并经过了 ISO 9001 国际标准认证。

天津市工业自动化仪表研究所所以雄厚的技术实力、诚挚的服务和丰硕的科研成果,在国民经济的各个领域赢得了很高的社会声誉。先后在石油、化工、机械、冶金、电力、轻工、纺织、食品、制药、交通、自来水、煤气、环保、城市公用事业等众多领域完成了各类科

研及应用工程项目 400 余项,其中有 90 余项获奖(获得国家级新产品和省、市、部级科学技术进步奖及科技成果奖等占 40%)。在已完成的项目中,有 20 多项是国家和省市级重点工程项目,以及“七五”、“八五”、“九五”的科技攻关项目。

天津市工业自动化仪表研究所是国内率先开展 DCS 和 PLC 研究、开发和工程应用的单位,并与国外许多著名的自动化公司有着密切的交流和协作,同国内众多的科研院所、大专院校、行业协会及企业有着广泛的联系与密切的合作。