

赵 勇

# LonWorks 技术及其在铁路上的应用

赵 勇

**摘要** 作者在介绍了 LonWorks 控制网络技术在铁路系统上的应用现状的基础上,系统地研究分析了 LonWorks 技术的起源、原理、通讯协议、神经元芯片及实现。

**关键词** LonWorks 应用 原理 通讯协议

## LonWorks Technology and Application of it to Railways

Zhao Yong

(Electronic Computer Center of Shenyang Railway Bureau, Shenyang, 110001)

**Abstract** Writer introduces the application in the railway system of LonWork control network technology emphatically and introduces the origin, the principle, the communication protocol and the realization of the nerve element core piece of lonWorks technology.

**Keywords** LonWorks application, principle, communication protocol

## 1 应用现状

1999 年 8 月 10 日,IEEE 宣布,美国 Echelon 公司的 LonWorks 控制网络技术已经成为在火车通讯方面新的 IEEE1473—1999 标准的一部分。LonWorks 技术在全世界范围应用于制动/刹车、牵引/推进力控制、目的地信号指示、机车控制、错误监视、车箱内温度控制和路旁信号指示。在北美洲:在货运列车、客运列车和轻轨列车的制动和故障监视系统中都使用了采用 PLT 收发器的 LonWorks 技术。PLT—10A 电力线收发器采用了扩频信号传输技术,专门用于铁轨和轻轨的信号传输。根据美国国家科学院交通研究委员会所作的研究表明,IEEE1473—1999 将会节省列车连线、减轻列车重量和改进系统集成度、可靠性和可维护性。每年节省下来的费用估计可达 56 000 000 美元。

纽约市交通厅、新泽西交通局、湾区(旧金山)高速

赵 勇 沈阳铁路局电子计算中心 工程师 110001 沈阳市

铁路交通区、旧金山市政铁路局、Deutsche Bundesbahn(德国)和 RATP 地铁线(法国)都正在采用 LonWorks 技术进行项目改造。

在铁路应用中采用开放的 IEEE 标准将可以保证多厂家产品的互操作性,从而可以帮助促进供应链中每一环节的竞争力。同时,这也将会大大简化铁路的运行和运输当局的管理工作。”

## 2 LonWorks 控制网络技术的特点

Echelon 公司开发出的 LonWorks 技术是世界互操作性控制网络的世界标准。对于楼宇和家庭自动化、工业、交通及公用事业单位的应用领域来讲,LonWorks 系统是一个具有开放性和完成网络化控制的主要解决方案之一。

LonWorks Networks 的技术特点:

a. LonWorks 技术的基本元件——Neuron 芯片,具有通信与控制功能,并且固化了 ISO/OSI 的全部 7 层通信协议 34 种常见的 I/O 控制对象。

b. 改善的 CSMA, 在网络负载很重时, 不会导致网络瘫痪。

c. 网络通信采用了面向对象的设计方法, LonWorks 技术将其称之为“网络变量”。使网络通信的设计简化为参数设置。这样, 不但节省了大量的设计工作量, 同时增加了通信的可靠性。

d. LonWorks 技术的通信的每帧有效字节数可以从 0 到 228 个字节。

e. LonWorks 技术的通信速度可达 1.25Mbps(此时有效距离为 130m)。

f. LonWorks 技术在一个测控网络上的结点数可以达到 32000 个。

g. LonWorks 技术的直接通信距离可以达到 2700m(双绞线, 78kbps)。

h. LonWorks 网络可选用任意形式的网络拓扑结构。网络通讯介质也不受限制, 可以是双绞线、电力线、光纤、无线、红外线等, 可在同一个网络中混合使用。

i. 网络结构由主从式发展到对等式又发展到今天的客户机/服务器方式。

### 3 LonTalk 协议

#### 3.1 LonTalk 协议

LonTalk 协议遵循由国际标准化组织(ISO)定义的开放系统互连(OSI)模型。以 ISO 的术语来说, LonTalk 协议提供 OSI 参考模型所定义的全部 7 层服务。这是 LonWorks 技术的先进性之一。也是 LonTalk 协议区别于其他各种协议的重要特点。

LonTalk 协议支持以不同通信介质(Media)分段的网络。LonTalk 协议支持的介质包括双绞线、电力线、无线、红外线、同轴电缆和光纤。LonWorks 网络可以同时使用上述的各种介质, 这是 LonWorks 技术的先进性之二。

每个 LonWorks 结点都需要物理地连接到信道上: LonWorks 网络由一个或多个信道组成。

不同信道通过路由器(Router)相互连接。路由器是连接两个信道, 并控制两个信道之间数据包传递的器件。路由器有 4 种不同的安装算法: 配置路由器(Configured Router)、自学习路由器(Learning Router)、桥(Bridge)和重复器(Repeater), 用户可以使用任何一种算法来安装路由器。

由桥或路由器连接的通道的集合称为段(Segment), 节点可以看见相同段上的其它节点发送的数据包。而智能路由器—指配置路由器和自学习路由器—根据设置决定是否继续向前传送数据包, 因此可以用来分离段中的网络通信量, 从而增加整个系统的容量和可靠性。

#### 3.2 LonTalk 的寻址方式和地址分配

LonTalk 地址唯一地确定了 LonTalk 数据包的源节点和目的节点(可以是一个或几个节点)同时, 路由器也使用这些地址来选择如何在两个通道间传输数据包。为了简化路由, LonTalk 协议定义了一种使用域、子网、节点地址的分层式逻辑寻址方式。这种寻址方式可以用来寻址整个域、一个单独的子网或者一个单独的节点。为了便于进一步对多个分散的节点寻址, LonTalk 协议定义了另外一类使用域和组地址的寻址方式。

使用逻辑寻址同时也简化了在一个功能网络中替换节点的过程。

对于一对多的网络变量和报文标签的连接, 组是利用网络带宽的一种有效的方法。组由一个字节的组号来标识。所以, 一个区最多可以包括 256 个组。

#### 3.3 冲突检测(Collision Detection)

LonTalk 协议使用其独有的冲突避免算法, 该算法具有在过载的情况下信道仍然能负载接近最大能力的通过量, 而不是由于过多的冲突而使通过量降低。

#### 3.4 证实

LonTalk 协议支持证实服务; 由证实报文的接收者来决定是否发送者被批准分送该报文。这可以防止对节点及它们的应用的非证实访问。证实的使用配置给每个单独的网络变量。网络管理事务也可以选择为证实的。

证实由在安装时分配给节点的 48 位密钥来实现。证实报文的发送者和接收者都对该密钥进行处理。当一证实报文被发送, 接收者要求发送者提供证实, 每次使用不同的随机数查问。然后, 发送者使用该证实密钥和来自原始包的数据实现查问和响应的传输。接收者将这个对查问的答复与它自己对查问的转换作比较。如果匹配, 该事务成功。使用的转换法解密, 要推导出密钥将是非常困难的。

#### 3.5 网络界面

LonTalk 协议包括一个可选的网络接口协议, 该协议可以用来支持在任何主处理器(Host Processor)上运行 LonWorks 应用。主处理器可以是任何微控制器、微处理器或计算机。主处理器管理 LonTalk 协议



的第六层和第七层并且使用 LonWorks 网络接口来管理第一到第五层。LonTalk 网络接口协议定义网络接口和主处理器之间交换的数据包的格式。

每种网络接口定义不同的网络接口协议。网络接口可以是一个交钥匙(Turn-key)设备。如 Echelon 公司的串行 LonTalk 适配器或者是一个基于 LonBuilder 微处理器接口程序(MIP)的定做设备。MIP 扩展 Neuron 芯片固件使 Neuron 芯片转化为创建 Lon-Works 网络接口的通信处理器。

在主处理器上运行的主应用通过网络驱动程序与网络接口通信。LonTalk 网络驱动程序协议在应用系统和网络驱动程序之间定义标准报文格式。

## 4 神经元(Neuron)芯片

神经元芯片是 LonWorks 技术的核心。使用 CMOS CLSI 技术的神经元芯片使实现低成本的控制网络成为可能。所有接收和处理信息、作出决定、生成输出和传播控制信息、标准协议、使用不同的通信介质所需要的功能都包括在每个神经元芯片中。神经元芯片是高度集成的，使用它所需要的外部器件是最少的。在这种芯片中有 3 个 8 位的 CPU。第一个 CPU 为介质访问控制处理器，它处理 LonTalk 协议的第一和第二层。包括驱动通信子系统硬件和执行冲突避免算法。处理器 1 与处理器 2 使用位于共享存储区的网络缓冲区进行通信。正确地对在网络上传播的报文进行编码和解码。第二个 CPU 为网络处理器。它实现 LonTalk 协议的第三层到第六层。它进行网络变量的处理、寻址、事务处理、证实、背景诊断、软件计时器、网络管理、函数路径选择等。控制网络通信口，物理地发送和接收数据包。该处理器使用共享存储区中的网络缓冲区与处理器通信。使用应用缓冲区与处理器 3 通信。第三个处理器是应用处理器。它执行由用户编写的代码及用户的代码所调用的操作系统服务。Neuron 芯片的编

程语言为 Neuron C。它是从 ANSI C 中派生出来的，并对 ANSI C 进行了删减和增补。

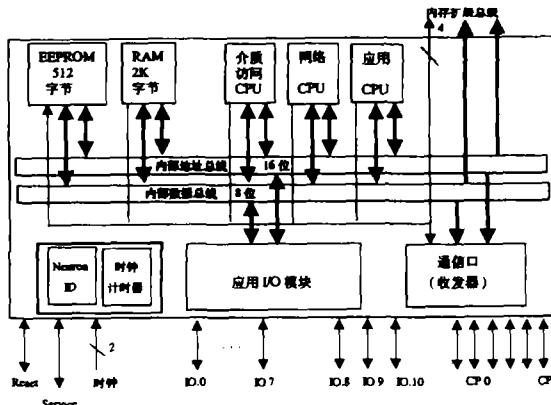


图 2 Neuron 3150 芯片示意图

Neuron 芯片有一个通用的通信口。它由五个管脚组成。这 5 个管脚可以配置为与各种通信介质接口（网络收发器），并且可以覆盖广泛的数据速率。通信口可以配置为下列三种模式：单端、微分或特殊目的三种模式。

神经元芯片既可以从具有 5 个管脚的通信口,也可以从具有 11 个管脚的 I/O 口发送和接收信息。这些管脚可以用在不同的配置下,以便为外部硬件提供灵活的接口和访问芯片内部计时器。应用处理器可以读取输出管脚的电平。管脚 IO0 到 IO3 具有高电流源能力(20mA@0.8V),其它管脚具有标准接收能力(1.4mA@0.4V)。所有管脚(IO0 到 IO10)具有含有磁滞的 TTL 电平输入。管脚 IO0 到 IO7 还具有低电平检测锁定。

I/O 口有 34 个预编程的实现有效的测量、计时和控制应用的操作模式(即 I/O 对象)。

5 结束语

LonWorks 技术自从在 1990 年推出后,发展很快。到 1997 年已经有 3000 多家生产商(包括 Honeywell, Johnson Control, IBM, AT&T, DENTG )使用并且已经安装了五百多万个节点。远远超过了任何其他测控现场总线。其应用范围包括工业控制、楼宇自动化、数据采集、SCADA 等。

LonWorks 技术的一个很重要的特点是具有一套强有力 的开发工具平台 LonBuilder 与 NodeBuilderTM。它不但提供了网络开发的基本工具。如

Editor、Debugger 等。并且提供了网络协议分析工具。这个工具可以分析与检测网络通信上的节点间的通信包、网络变量等的通信状况,包括通信量的分析、数据包的误码率、内容检测等。这套开发平台工具在美国曾多次获奖,是 LonWorks 技术在应用中能很快从设计到完成的一个基本因素。

LonTalk 通信协议使用面向对象的设计后(网络变量)低层结构对设计者来说是透明的。这样既保证了网络通信的可靠性,设计者也可以将精力完全集中在网络通信的优化上。

同时,LonWorks 技术对网络管理作了很准确的定义,包括安装、监控、错误检测及网络维护等。不仅在开发工具平台内 LonWorks 技术有全部的工具,同时也为现场提供了完整的工具,它可以用在任何操作系统平台上。

最初的 LonWorks 技术尚受到 Neuron 芯片本身  
·信息·

## 研华工作站在铁路列车监控系统中的应用

为了适应我国铁路列车整体技术发展的需要,考虑到当今微机网络操作系统的技术潮流和发展方向,常州剑湖客车厂在多年成功研制、开发生产列车专用电器控制系统的路上,研制开发列车微机综合监控系统,该项目的研制成功使我国列车的电器控制提高到了当今世界先进水平。

列车微机监控系统,必须对所有车厢的电源系统和各种设备进行实时监控。测量并记录诸项参数,建立相应的数据库,及时对现场状况进行分析,才能保证整个列车的稳定运行和安全性。

列车微机监控系统是一种典型的集中分布式控制系统,采用两级监控,即车厢级和列车级。每节车厢作为一个现场控制单元,设立一个现场控制站,对本车厢的所有电源系统和各种设备进行实时监控,各车厢的现场控制站和列车级的中央控制站都挂接在列车总线上,组成列车级监控网络。中央控制站可对各现场控制站进行集中监视及控制。该系统由列车中央控制站、车厢现场控制站、列车总线、车厢现场总线、现场 I/O 站组成。

根据以上要求,该厂选用了研华工作站 AWS-825PB/DC24V(配置是 PCA-6159L、MMX233、4.3G、32MB EDO)作为列车级监控设备,MIPC-50CT/DC24V(配置是 PCA-6154L、MMX233、4.3G、32MEDO)作为车厢级监控设备。工作站的扩展槽中插入带隔离的 RS485 通讯卡(PCL-745B)和 CAN 总线通讯卡(PCL-841),PCL-745B 完成对本车厢的西门子 PLC 控制器及空调控制器与轴温报警系统的通讯、采集,PCL-841 完成对列车级的通讯,以完成整个列车的监控。

这种控制方案大大提高了列车的速度,使整个列车系统的稳定性和安全性达到了国内先进水平,填补了国内空白。

(常州剑湖客车厂)

的限制(10MHz 的时钟及只有 8 位的数据线)。现在 Neuron 芯片的生产商 Motorola 和 Toshiba 已推出 20MHz 时钟的 Neuron 芯片。Echelon 公司于 1997 年宣布开发商可以把 LonTalk 通信协议固化到任何一种微处理器中,并已将 LonTalk 通信协议注入到 M68360 处理器上,为 LonWorks 技术开拓了广阔的前景。

## 6 参考文献

- 1 郑文波. Internet 与 Intranet 集成技术. 工业控制计算机, 1999
- 2 张云贵. Lonworks 现场总线控制系统的软硬件全面解决方案. 测控技术, 1998
- 3 李万周, 潘军. Lonworks 网络的新技术. 测控技术, 1996

(责任编辑:徐荣华 收稿日期:2000-04-12)