

现场总线系统设计与应用丛书

LonWorks总线系统 设计与应用

张云贵 王丽娜 张声勇 陈娟玲 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

现场总线系统设计与应用丛书

LonWorks总线系统 设计与应用

张云贵 王丽娜 张声勇 陈娟玲 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《现场总线系统设计与应用丛书》之一。

LonWorks 技术为设计、创建、安装、测试和维护现场设备控制网络方面的许多问题提供了快速、简捷、方便、有效的解决方案和工具。本书由一线工程师团队倾力打造。全书共 8 章,分为原理篇和实战篇。原理篇内容包括现场总线概述、LonWorks 总线技术、LonWorks 节点的开发和 LonWorks 部分产品介绍;实战篇内容包括 LonWorks 在楼宇系统中的应用、在工业领域中的应用、在电力系统中的应用以及在市政建设中的应用。

本书理论全面、实例典型,有很强的工程实用性和指导性,特别适合从事 LonWorks 总线系统设计与应用的技术人员以及自动化、计算机、机电一体化等相关专业的师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

LonWorks 总线系统设计与应用 / 张云贵等编著. —北京:
中国电力出版社, 2010.2

(现场总线系统设计与应用丛书)

ISBN 978-7-5083-9768-9

I. ①L… II. ①张… III. ①总线—系统设计 IV. ①TP336

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第214479号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 3 月第一版 2010 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 341 千字

印数 0001—3000 册 定价 29.80 元



敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

Preface

互联网技术的迅猛发展,引发了对物—物联网技术前景的美好联想,因此进入 2009 年后物联网概念得到技术领域和商业领域的极大推崇。探究物联网的技术基础,可以发现自 20 世纪 80 年代末发展起来的现场总线技术最主要的动机正是实现 M2M 的无缝联接,因此对现场总线技术进行梳理,尤其是对近年来现场总线技术应用成果进行归纳整理,成为了一项很有价值的工作。

在众多现场总线技术标准中,由美国 Echelon 公司研制、于 1990 年正式公布的 LonWorks 现场总线具有鲜明的技术特色和市场指向,从实现了 ISO/OSI 七层网络架构的神经元芯片、多介质传输的物理层接口、丰富的上位机接口设备到完备的开发环境,使得 LonWorks 现场总线技术成为在我国最早得到了广泛研发和应用的技术。

LonWorks 技术的核心是它的神经元芯片和控制网络协议 LonTalk。1999 年, LonTalk 协议成为美国国家标准化协会 ANSI/EIA-709.1 标准;2001/2002 年, LonWorks 电力线通道、自由拓扑双绞线信道及基于隧道技术在 IP 网上传送 LonTalk 数据包的规范先后成为 ANSI/EIA-709.2、EIA-709.3 和 EIA-852 标准;2006 年 LonWorks 技术规范成为中国国家标准指导性技术文件 GB/Z 20177—2006 和国家标准 GB/T20299.4—2006。

近年来,有关 LonWorks 技术的书籍极少,并且大多数都是侧重于介绍 LonWorks 技术的工作原理。本书则是从工程应用的角度出发,介绍了 LonWorks 技术在楼宇、工业、电力等方面的应用,使读者可以全面和快速地掌握 LonWorks 的应用技术。

本书共分 8 章。第 1 章介绍了现场总线的基础知识,并简要介绍了 LonWorks 技术。第 2 章重点介绍了 LonWorks 总线技术,包括 LonTalk 协议、神经元芯片、LNS 技术等。第 3 章主要介绍了 LonWorks 相关开发工具的使用,重点介绍了 FPM 程序的开发过程。第 4 章简单介绍了 LonWorks 的部分产品。第 5 章介绍了 LonWorks 技术在楼宇系统中的应用。第 6 章介绍了 LonWorks 技术在工业领域的应用。第 7 章介绍了 LonWorks 在电力系统中的应用。第 8 章介绍了 LonWorks 在市政建设中的应用。

LonWorks 技术此处于不断地发展之中,芯片经过了神经元芯片、智能收发器,到基于 ARM 的 LonWorks 网络控制器的演化,网络管理经过了从 LonManger、LNS,到基于 Web 技术的进化。为了尽可能全面地反映 LonWorks 技术的进展,本书参考了 Echelon 公司的一些相关资料和国内同行的研究成果,在此一并表示感谢。

限于编者水平,加之时间仓促,书中难免存在错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

作者

2009 年 9 月

目 录

Contents

前 言

原 理 篇

1	现场总线概述	2
1.1	现场总线简介	2
1.2	几种典型的现场总线技术	4
1.3	LonWorks 技术概况	7
1.4	LonWorks 技术的可互操作性	9
2	LonWorks 总线技术	13
2.1	神经元芯片	13
2.2	通信收发器	19
2.3	路由器	26
2.4	网络接口	30
2.5	LonTalk 通信协议	33
2.6	面向对象的编程语言——Neuron C	39
2.7	LonWorks 开发工具和 LNS 网络技术	50
3	LonWorks 节点的开发	58
3.1	LonWorks 设备组成	58
3.2	LonWorks 设备开发过程	64
3.3	开发工具的使用	67
3.4	FPM 应用程序的开发	86
3.5	Plug-in 开发实例	129
4	LonWorks 部分产品介绍	134
4.1	ONTOP 的 LonWorks 产品介绍	134
4.2	清华同方 LonWorks 产品	140

实 战 篇

5	LonWorks 在楼宇系统中的应用	142
5.1	楼宇自控系统	142
5.2	人防指挥所智能控制系统	158
5.3	机房监控	174
5.4	智能小区三表远传系统	177

6	LonWorks 在工业领域中的应用	182
6.1	在 FFU 控制系统中的应用	182
6.2	在制药厂能源计量系统中的应用	187
6.3	在啤酒厂发酵控制系统中的应用	192
7	LonWorks 在电力系统中的应用	196
7.1	在变电站上的应用	196
7.2	在配电系统的应用	201
8	LonWorks 在市政建设中的应用	207
8.1	市政路灯控制系统	207
8.2	自来水系统	212
	参考文献	218

2.1	神经网络	21
2.2	神经网络	22
2.3	神经网络	23
2.4	神经网络	24
2.5	神经网络	25
2.6	神经网络	26
2.7	神经网络	27
3	LonWorks 节点的开发	38
3.1	LonWorks 设备开发	39
3.2	LonWorks 设备开发	40
3.3	开发工具的使用	41
3.4	PLM 应用系统的开发	42
3.5	PLM-in 开发实例	43
4	LonWorks 产品平台介绍	131
4.1	ONTOP 的 LonWorks 产品	131
4.2	清华同方 LonWorks 产品	132

附录

5	LonWorks 在楼宇自控中的应用	137
5.1	楼宇自控系统	137
5.2	人脸识别门禁系统	138
5.3	视频监控	139
5.4	智能小区三表远传系统	139

现场总线系统设计与应用丛书

LonWorks 总线系统设计与应用

原理篇

第1章 现场总线概述

第2章 LonWorks总线技术

第3章 LonWorks节点的开发

第4章 LonWorks部分产品介绍

现场总线概述

随着控制、计算机、通信等技术的飞速发展,工业控制系统的数字化已经从决策管理层、生产管理层、操作监控层逐渐渗透到现场设备。信息技术的发展,引起了自动化系统结构的变革,产生了现场总线和现场总线仪表,在此基础上产生了全分散、全数字、全开放的新型控制系统——现场总线控制系统(FCS)。



1.1 现场总线简介

现场总线(Field Bus)技术是工业自动化最深刻变革之一,被誉为自动化领域的计算机局域网。它的出现代表了工业自动化领域一个新纪元的开始,促进工业自动化产品的更新和变革,必将对工业自动化领域产生深远的影响。

1.1.1 什么是现场总线

现场总线是应用在生产现场、在微机化测量控制设备之间实现串行、双向的数字通信系统,也被称为开放式、全数字化、多点通信的底层控制网络。目前,现场总线已经在制造自动化、过程自动化、楼宇、交通等领域得到了广泛的应用。

传统的现场控制仪表使用的是模拟信号进行传输。现场总线技术将专用微处理器植入到这些仪表中,使它们具有运算、控制、通信功能,通过一条电缆将这些控制仪表连接,用数字化通信代替4~20mA/24V DC信号,在位于现场的多个控制设备之间以及现场仪表与远程监控计算机之间,实现数据传输与信息交换,形成了各种适应实际需要的自动控制系统。现场总线技术把单个分散的测量控制设备变成了网络节点,具备了输入、输出、运算、控制和通信能力,直接在现场总线上构成分散的控制回路;同时,现场总线技术也使自控系统与设备具有了通信能力,把它们连接到网络系统中,加入到信息网络的队列。现场总线技术给自动化领域带来了巨大的变化,可以说是一个控制技术新时代的开端。

传统的控制系统采用一对一连线,用电压、电流的模拟信号进行测量控制,或采用自封闭式的集散系统,难以实现设备之间以及系统与外界之间的信息交换,是一个“信息孤岛”。为了满足自动控制技术现代化的要求,实现整个企业的信息集成和实施综合自动化,必须设计出一种能在工业现场环境中运行的、性能可靠、造价低廉的通信系统。这个通信系统能完成现场自动化设备之间的多点数字通信,实现底层现场设备之间以及生产现场与外界的信息交换。在这种实际需求的驱动下,现场总线应运而生。

现场总线控制系统既是一个开放通信网络,又是一种全分布控制系统。它作为智能设备的联系纽带,把挂接在总线上、作为网络节点的智能设备连接为网络系统,并进一步构成自动化系统,实现基本控制、补偿计算、参数修改、报警、显示、监控、优化及控管一体化的综合自动化功能。

现场总线适应了工业控制系统分散化、网络化、智能化发展的方向,已经成为了全球工业自动化技术的热点,受到全世界的普遍关注。现场总线的出现,导致了传统控制系统

结构的较大变革。同时,现场总线技术的开发带动了整个工业控制、楼宇自动化、仪表制造、自动控制和计算机软硬件等行业的技术更新和产品换代。

1.1.2 控制系统的发展以及现场总线的产生

随着科学技术的快速发展,过程控制领域在过去的两个世纪里发生了巨大的变革。150多年前出现的基于5-13psi的气动信号标准(PCS, Pneumatic Control System, 气动控制系统),标志着控制理论初步形成,但此时尚未有控制室的概念;20世纪50年代,随着基于0~10mA或4~20mA的电流模拟信号的模拟过程控制体系被提出并得到广泛的应用,标志了电气自动控制时代的到来,三大控制论的确立奠定了现代控制的基础,设立控制室、控制功能分离的模式也一直沿用至今;20世纪70年代,随着数字计算机的介入,产生了“集中控制”的中央控制计算机系统,而信号传输系统大部分依然沿用4~20mA的模拟信号,不久人们也发现了伴随着“集中控制”,该系统存在着易失控、可靠性低的缺点,并很快将其发展为分布式控制系统(DCS, Distributed Control System);微处理器的普遍应用和计算机可靠性的提高,使分布式控制系统得到了广泛的应用,由多台计算机和一些智能仪表以及智能部件实现的分布式控制是其最主要的特征,而数字传输信号也在逐步取代模拟传输信号。随着微处理器的快速发展和广泛应用,使数字通信网络延伸到工业过程现场成为可能,产生了以微处理器为核心,使用集成电路代替常规电子线路,实施信息采集、显示、处理、传输以及优化控制等功能的智能设备。设备之间彼此通信、控制,在精度、可操作性以及可靠性、可维护性等方面都有更高的要求。由此,导致了现场总线的产生。

1.1.3 现场总线系统的技术特点

1. 系统开放性

系统的开放性是指它可以与世界上任何地方遵守相同标准的其他设备或系统连接,开放是指对相关标准的一致性、公开性,强调对标准的共识与遵从。为了保证系统的开放性,一方面,现场总线的开发商应严格遵守通信协议标准,保证产品的一致性;另一个方面,现场总线的国际组织应对开发商的产品进行一致性和可操作性测试,严格注册程序,最终发布产品合格证。用户可按自己的需要和考虑,把来自不同供应商的产品组成大小随意的系统。通过现场总线构筑自动化领域的开放互联系统。

2. 互可操作性与互用性

互可操作性,是指实现互联设备间、系统间的信息传送与沟通;而可互用性则意味着不同生产厂家的性能类似的设备可实现互相替换。

3. 现场设备的智能化与功能自治性

现场总线可以将传感测量、补偿计算、工程量处理与控制等功能分散到现场设备中完成,仅依靠现场设备即可完成自动控制系统的基本功能,并可随时诊断设备的运行状态。

4. 系统的高度分散性

现场总线系统将传统的DCS的控制站化整为零,分散分布到各台现场总线仪表之中,在现场总线上构成分散的控制回路,实现彻底的分散控制。从根本上说,现场总线系统改变了传统DCS集中与分散相结合的集散控制系统体系,简化了系统结构,提高了可靠性。

5. 对现场环境的适应性

现场总线控制系统的基础是现场总线及仪表。由于它直接安装在生产现场,工作环境十

分恶劣,对于易燃易爆场所,还必须保证现场总线供电的本质安全。现场总线仪表是专门为这样恶劣环境和苛刻要求而设计的,采用高性能的集成电路芯片和专用的微处理器,具有较强的抗干扰能力,能采用两线制实现供电与通信,并可满足本质安全防爆要求。

1.1.4 现场总线的优点

现场总线系统结构的简化,以及现场总线的特点,使控制系统从设计、安装、投运到正常运行及其检修维护,都体现出优越性。

1. 节省硬件数量与投资

由于现场总线系统中分散在现场的智能设备能直接执行多种传感控制报警和计算功能。因而可减少变送器的数量,不再需要单独的控制器、计算单元等,也不再需要 DCS 系统的信号调理、转换、隔离等功能单元及其复杂接线,从而节省一大笔硬件投资。硬件设备的减少,可以减少控制室的占地面积。

2. 节省安装费用

现场总线系统的接线十分简单,一对双绞线或一条电缆上通常可挂接多个设备,大大减少了电缆、端子、槽盒、桥架的用量,并可以大大减少连接设计与接头校对的工作量。当需要增加现场控制设备时,无须增设新的电缆,可就近连接在原有的电缆上,既节省了投资,又减少了设计、安装的工作量。

3. 节省维护开销

由于现场总线控制设备具有自诊断与简单故障处理的能力,并通过数字通信将相关诊断维护信息送往控制室,用户可以查询所有设备的运行、诊断、维护信息,以便早期分析故障原因并快速排除,缩短维护停工时间。同时,由于系统结构的简化,连线简单,减少了维护工作量。

4. 用户具有高度的系统集成主动权

用户可以自由选择不同厂商所提供的设备来集成系统,避免因选择了某一品牌的产品被“框死”了设备的选择范围,不会为系统集成中不兼容的协议、接口一筹莫展,使系统集成过程中的主动权完全掌握在用户手中。

5. 提高系统的准确性与可靠性

由于现场总线设备的智能化、数字化,而不是使用模拟信号,它从根本上提高了测量与控制的准确度,减少了传送误差。同时,由于系统的结构简化,设备与连线减少,现场设备的内部功能加强,减少了信号的往返传输,提高了系统的工作可靠性。此外,由于它的设备标准化和功能模块化,因而还具有设计简单、易于重构等优点。

1.2 几种典型的现场总线技术

虽然早在 1984 年国际电工技术委员会/国际标准协议 (IEC/ISA) 就着手开始制定现场总线的国际标准,但是由于国际上各个公司之间的利益之争,到目前为止统一的标准还难以实现。目前,国际上大约有四十余种现场总线,并且有些现场总线已经形成其影响且在一些特定的应用领域显示了自己的优势。下面简单介绍几种常用的现场总线。

1.2.1 基金会现场总线

基金会现场总线 (Foundation FieldBus, 简称 FF) 是在过程自动化领域得到广泛支持

和具有良好发展前景的技术。它是以美国 Fisher-Rousemount 公司为首,联合了横河、ABB、西门子等 80 家公司制定的 ISP 协议,以及以 Honeywell 公司为首,联合欧洲等 150 余家公司制定的 World FIP 协议,于 1994 年 9 月合并组建的,专门致力于开发国际上统一的现场总线协议。它采用了 ISO/OSI 开放系统互联模型,取其物理层、数据链路层、应用层为 FF 通信模型的相应层次,并在应用层上增加了用户层。

FF 分低速 H1 和高速 H2 两种通信速率。H1 的传输速率为 31.25Kb/s,通信距离可达 1900m,支持总线供电,支持本质安全防爆环境。H2 的传输速率可为 1Mb/s 和 2.5Mb/s 两种,其通信距离分别为 750m 和 500m,支持双绞线、光缆和无线发射,协议符合 IEC1158-2 标准。

基金会现场总线的技术内容,包括 FF 通信协议、用于完成开放互连模型中第 2~7 层通信协议的通信栈,用于描述设备特征、参数、属性及操作接口的 DDL 设备描述语言、设备描述字典、用于实现测量、控制、工程量转换等应用功能的功能块、实现系统组态、调度、管理等功能的系统软件技术以及构筑集成自动化系统、网络系统的系统集成技术。

1.2.2 LonWorks

LonWorks 是由美国 Echelon 公司推出并由它与摩托罗拉、东芝公司共同倡导,于 1990 年正式公布而形成的。它采用了 ISO/OSI 模型完整的七层通信协议,采用面向对象的设计方向,通过网络变量把网络通信设计简化成为参数设置。其通信速率最高可达 1.25Mb/s (有效通信距离为 130m),通信距离最远为 2700m (通信速率为 78kb/s,双绞线),节点总数可达 32 000 个。它支持双绞线、同轴电缆、光纤、红外线、电力线等多种通信介质,并针对不同的通信介质开发了不同的收发器和路由器。

LonWorks 技术的核心元件是神经元芯片 (Neuron Chip),它封装了 LonWorks 技术所采用的 LonTalk 协议,集成了三个 8 位 CPU,同时具备了通信与控制功能,提供 34 种常见的 I/O 控制对象。三个 8 位 CPU,一个用于完成开放互连模型中的第 1 层和第 2 层的功能,称为媒体访问控制处理器,实现介质访问的控制与处理;第二个用于完成第 3~6 层的功能,称为网络处理器,进行网络变量的寻址、处理、背景诊断、路径选择、软件计时、网络管理,并负责网络通信控制,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代码。LonWorks 采用了可预测的 CSMA,即 Predictive P-Persistent CSMA,当网络负载很重时,不会导致网络瘫痪。

LonWorks 是一个开放的标准,它使得 OEM 厂商可以开发和生产自己的产品,系统集成商可以借此来创建基于多厂商产品的系统,最终为规范制定人员和业主提供更高的可选择性。目前,LonWorks 技术被广泛用于楼宇自动化、工业过程控制、家电自动化、电力监控、交通运输等领域。

1.2.3 Profibus

Profibus (Process FieldBus,过程现场总线)是作为德国国家标准 DIN 19245、欧洲标准 DIN 50170 和中国国家标准 GB/T20540—2006 的现场总线。它含有 3 个互相兼容的协议:Profibus-FMS (Field Bus Message Specification)、Profibus-DP (Decentralized Periphery)和 Profibus-PA (Process Automation)。Profibus-FMS 用于车间级的自动化,构成主站—主站通信系统,主站为监控站,进行监控操作和管理。Profibus-DP 用于装置级

和现场级的自动化,构成主站—从站通信系统,主站为控制站,从站为现场设备或现场仪表。Profibus-PA 用于现场级的过程自动化,通信速率为 31.25Kb/s。

1.2.4 BACnet

BACnet (A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Network) 由美国供热、制冷与空调工程师协会组织的标准项目委员会 135P 于 1995 年 6 月正式通过制定,2003 年 1 月被国际标准化组织采纳为正式标准,即 ISO 16484-5。它的目标是使不同生产厂家、不同功能的产品集成在一个系统中,并实现各厂家设备的互操作。该标准采用先进的面向对象的分析和设计,将基本功能单元进行抽象分类形成了只有属性项的“对象 (Object)”概念,并以对象组合的方式对各种楼宇自控设备进行表示。

BACnet 是一个标准通信和数据交换协议。各厂家按照这一协议标准开发与楼宇自控网络兼容的控制器与接口,最终达到不同厂家生产的控制器都可以相互交换数据,实现互操作性。换言之,它确立了在不考虑生产厂家,不依赖任何专用芯片组的情况下,各种兼容系统实现开放性与互操作性的基本规则。

BACnet 采用了面向对象的技术,它定义了一组具有属性的对象 (Object) 来表示任意的楼宇自控设备的功能,从而提供了一种标准的表示楼宇自控设备的方式。同时 BACnet 定义了四种服务用语来传递某些特定的服务参数。目前 BACnet 共定义了 18 个对象、123 个属性和 35 个服务。由于一个楼宇自控系统中并不是所有的设备都有必要支持 BACnet 所有的功能,BACnet 协议还定义了 6 个性能级别和 13 个功能组。

目前世界上已有数百家国际知名的厂家支持 BACnet,其中包括楼宇自控系统厂家、消防系统厂家、冷冻机厂家、配电照明系统厂家和安保系统厂家等。

1.2.5 CAN

CAN (Control Area Network, 控制局域网络) 总线可用于汽车、交通、机械工业等领域的自动化,最早是由德国 BOSCH 公司推出的。其总线规范已被 ISO 国际标准化组织制订为国际标准。由于得到了 Motorola、Intel、Philip、NEC 等公司的支持,它广泛应用于离散控制领域。CAN 协议也是建立在国际标准组织的开放系统互联模型基础上的,不过,其模型结构只有三层,即只取 OSI 底层的物理层、数据链路层和顶层的应用层。其信号传输介质是双绞线。通信速率最高可达 (1Mb/s) / 40m,直接传输距离最远可达 10km/ (5Kb/s)。可挂接设备数最多可达 110 个。

CAN 的信号传输采用短帧结构,每一帧的有效字节数为 8 个,因而传输时间短,受干扰的概率低。当节点严重错误时,具有自动关闭的功能,以切断该节点与总线的联系,使总线上的其他节点及其通信不受影响,具有较强的抗干扰能力。

1.2.6 HART

HART 是 Highway Addressable Remote Transducer 的缩写。最早由 RoseMount 公司开发并得到八十多家著名仪表公司的支持,于 1993 年成立了 HART 通信基金会。这种被称为可寻址远程传感器高速通道的开放通信协议,其特点是在现有模拟信号传输线上实现数字信号通信,属于模拟系统向数字系统转变过程中的过渡性产品,因而在当前的过渡时期具有较强的市场竞争能力,得到了较快发展。

它规定了一系列命令,按命令方式工作。它有三类命令,第一类称为通用命令,这是所有设备都理解、执行的命令;第二类称为一般行为命令,所提供的功能可以在许多现场设备(尽管不是全部)中实现,这类命令包括最常用的现场设备的功能库;第三类称为特殊设备命令,以便在某些设备中实现特殊功能,这类命令既可以在基金会现场总线中开放使用,又可以为开发此命令的公司所独有。在一个现场设备中通常可发现同时存在这三类命令。

HART 采用统一的设备描述语言 DDL。现场生产开发商采用这种标准语言来描述设备特性,由 HART 基金会负责登记管理这些设备描述并把它们编为设备描述字典,主设备运用 DDL 技术来理解这些设备的特性参数而不必为这些设备开发专用接口。但由于这种模拟数字混合信号制,导致难以开发出一种能满足各公司要求的通信接口芯片。

HART 能利用总线供电,可满足本质安全防爆要求,并可组成由手持编程器与管理系统主机作为主设备的双主设备系统。

1.3 LonWorks 技术概况

LonWorks 控制网络是当前最为流行、通信能力较强的一种现场总线,它由美国 Echelon 公司推出并与 Motorola、Toshiba 公司共同倡导而形成。该技术包括 Echelon 公司设计的神经元芯片(内嵌装有 LonTalk 协议的固件)及相应的收发器、路由器、网络管理工具及开发系统等。由这一套产品设计的各控制器件完全可进行互联、组网及维护,十分方便。

LonWorks 的核心神经元芯片实现了 LonTalk 协议,同时具有通信和控制功能,提供了 34 种常见的 I/O 控制对象,工作温度范围宽($-40\sim 85^{\circ}\text{C}$);LonWorks 控制网络的信号传输媒体可为双绞线、电力线、无线、红外线、光缆,支持总线型、环型、自由拓扑等网络拓扑形式,网络收发器有直接驱动、EIA-485 型、变压器耦合接口三种形式,满足了不同要求;同时传输信号采用曼彻斯特编码,使网络具有很强的抗干扰能力。在采用双绞线、波特率为 78Kb/s 的通信网络中,直接通信距离可达到 2700m,加上功能强大的硬件支持,很容易在一定的空间范围内构成功能复杂的智能网络系统。LonWorks 控制网络的媒体访问控制(MAC)采用了可预测 P-坚持 CSMA(Predictive P-Persistent CSMA)技术,使得在网络超载时仍能保持很高的吞吐量;网络结构采用对等式,具有配套的节点、路由器、网关等设备的开发、调试和安装,集成化的开发环境使得系统的开发调试简单易行,可实现网络的离线、在线设计、在线调试或通过 IP 网的远程调试。LonWorks 控制网络采用了面向对象的设计方法,应用编程时不用花时间考虑通信部分的繁琐编程,使网络通信的设计简化为参数设置;加上 Echelon 推出的 LNS/LCA 技术,可使用户在其基础上很容易开发出自己的网络管理工具和网络接口,这样极大地减少了网络设计的工作量,而且它具有集成化的开发环境,易于开发、安装和调试,开放式的系统设计易于实现网络的扩展和升级。同时 LonTalk 协议解决了网络过载的冲突及响应问题,采用的报文鉴别服务增加了通信的可靠程度。

LonWorks 是一个开放的标准,它使得 OEM 厂商可以生产出更好的产品,系统集成商可以借此来创建基于多个厂商产品的系统,最终为规范制定人员和业主提供更高的可选择性。LonWorks 网络系统的规模,可以从只有几个节点构成的微小单元到集成成千上万节点涵盖全球的庞大网络体系。在全世界,目前有 4500 多家厂商生产开发基于 LonWorks 技术的产品,来帮助客户开发基于 LonWorks 的产品和集成基于 LonWorks 的系统。它们包括开发工具、收发器和智能收发器、模块、网卡、路由器、互联网服务器、LNS 软件和企业级

的平台软件 Panaromix。目前,各系统集成商为在技术上支持 LonWorks 总线标准,也成立了独立于制造商、非盈利、国际性的行业协议 LonMark (总部设在美国加州)。

在目前现场总线技术尚未形成统一标准的情况下, LonWorks 技术十分出色,已被欧美许多厂商使用。它是一套开放式架构,各 LonWorks 产品可直接互联,易于扩展。

LonWorks 网络控制技术在网络系统中引入了网络的概念,在该技术的基础上,可以方便地实现分布式的网络控制系统,并使得系统更高效、更灵活、更易于维护和扩展。具体有以下显著特点:

(1) 系统的开发性。开放系统是通信协议公开,各不同厂家的设备之间可进行互联并实现信息交换,网络协议完整,任何制造商的产品都可以实现互操作。该技术提供的 MIP (微处理接口程序) 软件允许开发各种低成本网关,方便了不同系统的互联,也使得系统具有更高的可靠性。现场总线开发者就是要致力于建立统一的工厂底层网络开放系统。这里的开放是指对相关标准的一致、公开性,强调对标准的共识与遵从。一个开放系统,它可以与任何遵守相同标准的其他设备或系统相连。一个具有总线功能的现场总线网络系统必须是开放的、开放系统把系统集成的权利交给了用户,用户可按自己的需要和对象把来自不同供应商的产品组成大小随意的系统。

(2) 可互操作性与可互换性。这里的可互操作性,是指实现互联设备间、系统间的信息传送和沟通。而可互换性则意味着不同生产厂家的性能类似的设备可进行互换而实现可用。

(3) 对现场环境的适应性。工作在现场设备的前端、作为工厂网络底层的现场总线,是专为在现场环境工作而设计的,可支持双绞线、同轴电缆、光缆、射频、红外线、电力线等,具有较强的抗干扰能力,能采用两线制实现送电与通信,并可满足本质安全防爆要求等。

(4) 分布式处理。网络上的每个设备都不依赖于其他设备,都是独立地接收、发送和处理网络信息。这意味着 LonWorks 控制网络上的每个设备都可以进行决策和信息处理,而不依赖于计算机、PLC 或其他形式的中央处理器。消除中央处理器意味着减少 LonWorks 控制网络的总成本。由于个别设备的故障并不会影响网络中其他部分的工作,也使得 LonWorks 控制网络更加可靠,但如果是 PLC 或中央处理器出现故障就会造成控制网络的其他部分不能正常工作。

除上述特点外, LonWorks 控制网络本身就是一个局域网,和 LAN 具有最好的互补性,又可方便地实现互联,易于实现更加强大的功能。LonWorks 以其独特的技术优势,将计算机技术、网络技术和控制技术融为一体,实现测控和组网的统一,而其在此基础上开发出的 LonWorks/IP 功能将进一步使得 LonWorks 网络与以太网更为方便地互联。

LNS (LonWorks Network Service) 是用于 LonWorks 技术开发和应用的功能强大的网络操作系统。它基于 Client/Server 结构,采用面向对象的方法管理网络设备,为网络管理和 HMI 建立提供了有效的手段。

为严格保证各 LonWorks 产品的互操作性, LonMark 可互操作协会致力于推行 LonMark 互操作性标准。LonMark 互操作协会是由 Echelon 和一些致力于建立互操作产品的 LonWorks 用户在 1994 年建立的。互操作性是指来自同一个或不同制造商的多个设备能够集成在一个控制网络内,而不需要进行任何用户节点或网络工具的开发。LonMark 协议致力于制定互操作标准、对产品是否符合标准进行认证以及提高互操作系统的功能。用户遵照 LonMark 可互操作设计指南,采用符合 LonMark 可互操作规范的器件 (通信媒体、收发器以及相关的信道参数

等),经过可互操作测试,便可开发出基于 LonWorks 的可互操作产品。

与其他现场总线相比, LonWorks 总线技术还具有下列明显的独特优势:

(1) 使得控制网络结构简单、布线容易、更改方便,并可灵活地采用自由拓扑结构,选择双绞线、电力线或其他通信媒体混合使用,在许多场合可以避免重新布线。

(2) 容易对各种监控系统,如设备和设施监控系统、环境监控系统、安防系统、火灾报警系统等,按照应用要求进行互联,实现系统总集成,使各系统之间按要求实现联动和信息共享。

(3) 容易与管理微机局域网实现联网和信息共享。

(4) 可通过互联网在全世界的任何角落实现设备的远程配置、监控和管理,有助于全局的集中管控,包括设备的远程检测、远程控制和网络诊断。

(5) LonWorks 的互操作性保证总体和分布实施能顺利实现。系统设计和实施的各个阶段采用统一的平台、统一的协议、统一的工具,而分步实施过程中的各个系统设备可以根据市场情况及性能价格比灵活选择。

(6) 遥信、遥测、遥控、遥调、设备监控与设施监控可以采用同一控制网络平台,有利于系统的实施、管理和维护。

(7) LonWorks 的通信协议(LonTalk 协议)已成为许多国家和国际标准化组织采纳的控制网络通信协议的标准。

(8) LonWorks 功能强大的网络管理服务体系,使网络配置、管理、监控、维护非常方便,适用于各种不同类型的应用和不同规模的控制网络。

(9) LonWorks 完备的开发工具适合各种不同的开发要求,使开发者很容易掌握和使用,以最快的速度开发出产品。

(10) LonWorks 备有成套的培训教材和课程设置体系,内容涉及各种技术层面,可对教师和学生以及广大用户进行有针对性的、系统的培训。

LonWorks 网络系统由智能节点组成,每个智能节点可具有多种形式的 I/O 功能,节点之间可通过不同的传输媒体进行通信,并遵守 ISO/OSI 的 7 层模型。LonWorks 技术是诸多现场总线中唯一涵盖 Sensor Bus、Device Bus 和 Field Bus 三种应用层次的总线技术;是目前各种总线技术中技术最完整、应用领域最广的一种技术。LonWorks 作为一个完整的控制网络平台,包括网络的设计、开发、安装和调试、监控等一整套工具,以及神经元芯片、智能收发器、网络接口、路由器、中继器、IP 网络连接设备、网络操作系统等一整套完整的端到端解决方案,其核心技术是神经元芯片通信控制微处理器芯片和 LonTalk 通信协议。

综上所述, LonWorks 技术是支持完全分布式的网络控制技术,是开放的、可互操作的控制系统的一个技术平台。近年来, LonWorks 的用户、系统集成商和 OEM 产品生产商的队伍迅速扩大,其中包括世界上许多著名的自动化厂商,如 Honeywell、ABB、Philips、HP 等。LonWorks 最大的应用领域在楼宇自动化,它包括建筑物监控系统的所有领域,即入口控制、电梯和能源管理、消防/救生/安全、照明、保暖通风、测量、保安等。在工业控制领域, LonWorks 在半导体制造厂、石油、印刷、造纸等应用领域都占有重要的地位。



1.4 LonWorks技术的可互操作性

1.4.1 简介

LonWorks 技术产生出新一代智能现场设备,这些产品组合在一起就能形成一个复杂的

测控网络。LonWorks 技术使得人们有了设计出增强型控制体系的可能性，这些体系是以多服务器为构架的产品组成的。神经元芯片上固件所执行的协议为 LonWorks 互操作性提供了基础。

在神经元芯片上运行的 LonWorks 应用程序使用的是 Neuron C，但对网络上的其他节点来说应用程序是不“可见”的。从网络的观点来看，一个节点应用程序的接口是由共享数据提供的，这些共享数据称为网络变量。接口提供了与 LonWorks 总线上其他节点的逻辑连接。对多服务器网络来说，将接口设计成具有互操作性且易于集成化是至关重要的。节点之间逻辑连接的标准化是使设计具有互操作性的重要因素。

1.4.2 应用层接口

LonTalk 协议使用一个面向数据的应用层，应用层支持 LonWorks 网络上节点之间的数据传送，而不支持命令传送。以这种方式应用物理量，如温度、压力、状态、报文字符串或其他数据都被送到多个节点，每个节点对这些数据进行不同的处理，在 LonTalk 协议中这些数据称为网络变量和结构参数。通过规定单位、值的范围和精度，标准网络变量类型 (SNVTs) 和标准结构参数类型 (SCPTs)，为各种数据量提供了一个公共平台。

在应用层，使用特定 LonMark 对象（由功能块来描述）、普通 LonMark 对象和标准网络变量类型 (SNVTs) 能使基于 LonWorks 的产品的互操作性变得简单易行，LonMark 对象建立在网络变量的基础上，并结合特定应用功能的语意提供了一个简明的应用层接口。LonMark 对象不仅定义了使用哪一种标准网络变量类型和标准结构参数类型传递数据，而且提供了通信信息的语意。

对于节点之间数据文件的通信，有一个可互操作性文件传送机制。使用开放协议以显式报文进行数据传送，并通过网络变量来管理该机制。

1.4.3 应用层端口

可互操作 LonWorks 的设备，它的应用层端口由如图 1-1 所示的几部分组成，它们是可互操作 LonWorks 节点的外部端口。可互操作端口由以下几个主要部分组成：节点对象（对

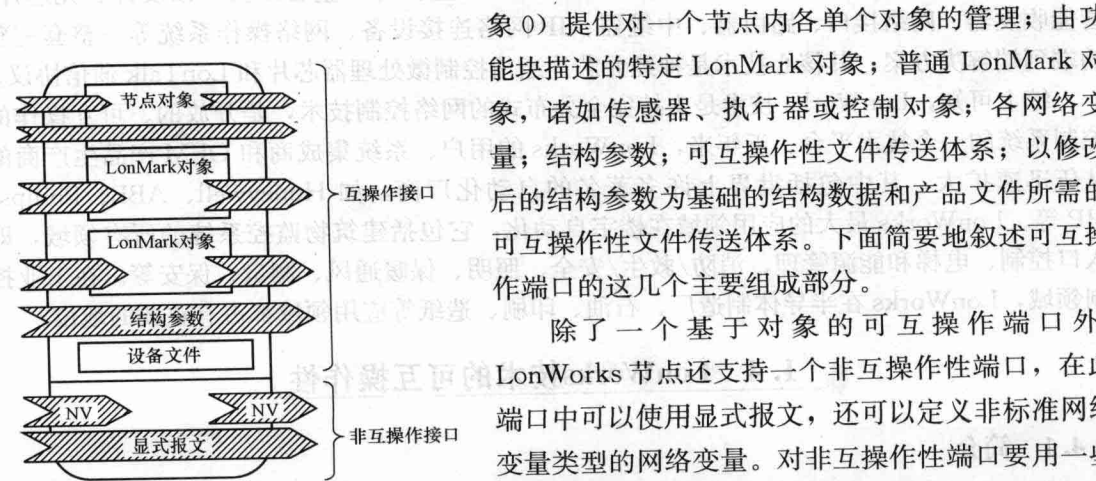


图 1-1 LonWorks 应用层端口框图

象 0) 提供对一个节点内各单个对象的管理；由功能块描述的特定 LonMark 对象；普通 LonMark 对象，诸如传感器、执行器或控制对象；各网络变量；结构参数；可互操作性文件传送体系；以修改后的结构参数为基础的结构数据和产品文件所需的可互操作性文件传送体系。下面简要地叙述可互操作端口的这几个主要组成部分。

除了一个基于对象的可互操作端口外，LonWorks 节点还支持一个非互操作性端口，在此端口中可以使用显式报文，还可以定义非标准网络变量类型的网络变量。对非互操作性端口要用一些强制措施（主要用报文长度加以限制），来确保与

可互操作端口的工作没有关联。

1.4.4 节点对象

在一个节点内,节点对象用于对询问对象方式、报告对象状态提供支持。节点对象包括与节点关联的网络变量和结构参数。

1.4.5 LonMark 对象

LonMark 对象为应用层提供了可互操作性的基础。LonMark 对象描述了信息如何输入节点、如何从节点输出、如何与网络上其他节点共享信息的标准格式。LonMark 对象定义为一套网络变量输入和输出(一套中可有一个或多个网络变量输入和输出),它由标准网络变量类型(SNVTs)组成,且带有对象行为与网络变量值相关联的语义定义。虽然, LonMark 对象的主要目的是发送信息给网络上的其他节点,但是使用回转网络变量, LonMark 对象能把信息发送给自身。为了将来能扩展且将不同的制造商区分开来, LonMark 对象的定义包括强制型及非强制型网络变量和一个结构片段。

1.4.6 标准网络变量类型

使用标准网络变量类型(SNVT)能使不同制造商的产品通过建立标准数据传送模式正确地翻译、传送数据。当原始测量被适当地线性化、校准、过滤后,使用标准网络变量类型,设备内的数据则会转变为标准网络变量类型特定的数据形式,这样,硬件特性就会从网络中隐去。例如,一个以热敏电阻为基础的温度传感器可以与一个以热电偶为基础的温度传感器互换,如果它们都能产生经过校准的、类型为 SNVT-temp 的温度值的话。

1.4.7 数据传送

LonTalk 文件传送协议只适用于数据文件的通信。数据文件必须以 32 字节的报文传送(不包括协议头),窗口尺寸为 6。

数据记录和监视应用程序可以要求在网络节点之间传递数据文件,而且,以主机处理为基础的应用程序与一些以神经元芯片处理为基础的应用程序将结构信息作为文件接收。所有这些文件是使用 LonTalk 文件传送协议传送的, LonTalk 文件传送协议将数据文件划分成报文,每个报文包含 32 字节的数据,并将这些报文按顺序发送。

使用透明的协议,用网络变量建立文件传送的模式从而意义明确地执行实际的发送。

报文码 0x3E 保留,用作结构模板文件和结构参数文件的传送。报文码 0x4E 保留,用作 BAC 网 NPDU 帧的传送。报文码 0x4F 保留,备用。

1.4.8 结构参数

应用开发者在安装过程中可以选择结构参数。结构类型的网络变量能用于相对少量的结构信息,这样做具有网络变量的长处,例如:可以自我识别、自我记录、外接口文件的支持,并有发送、接收数据的简化方法。对于大量的结构信息,配置节点更简单的方法是使用结构参数,结构参数是用 LonMark 文件传送协议装入节点或由网络管理读/写指定存储器来实现,结构参数的使用能释放网络变量和以神经元芯片作为主处理器的应用程序所占用的 E²PROM。

网络变量可以是用户自定义的类型,也可以是标准网络变量类型(SNVT);结构参数