

现场总线技术 应用选编

1

(下)

邬宽明 主编



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

现场总线技术 应用选编 (下)

邬宽明 主编

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内容简介

本书选编了近六七年来国内 40 余种科技学术期刊上发表的有关现场总线的论文 300 余篇。这些论文清楚地反映了近几年来现场总线技术在我国研究、开发及应用的发展历程和技术成果。全书分上、下两册,共七章。下册共编入 178 篇文章,内容包括:现场总线 LonWorks、过程现场总线 PROFIBUS、基金会现场总线 FF 和其他多种现场总线。

本书可作为高等院校有关专业学生和研究生在教学实践和课程设计的参考书,也可作为微控制器和现场总线技术研究、开发及应用技术人员使用的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线技术应用选编①. 下/邬宽明主编. —北京:
北京航空航天大学出版社,2004. 1

ISBN 7-81077-254-6

I. 现… II. 邬… III. 总线—技术—应用—文集
IV. TP336-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 105031 号

现场总线技术应用选编①(下)

邬宽明 主编

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail:bhpress@263.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:49.75 字数:1274 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷 印数:4000 册

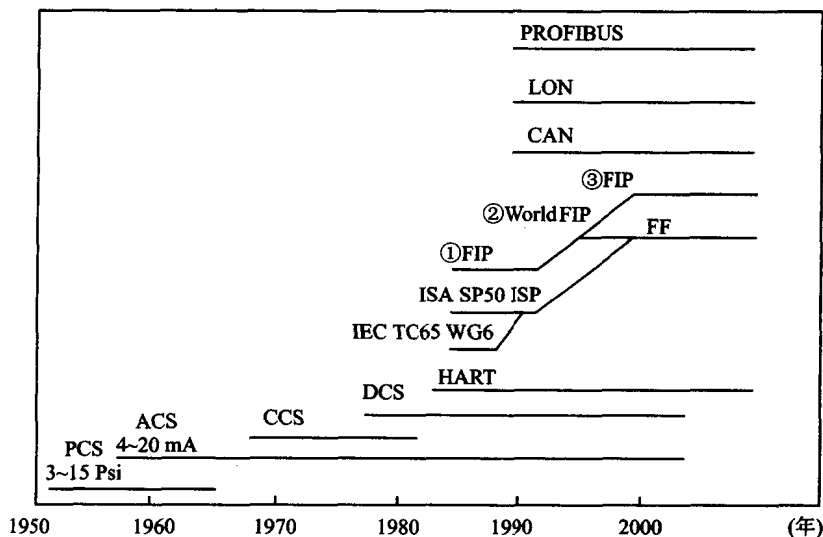
ISBN 7-81077-254-6 定价:69.00 元

前言

伴随着 4C 技术,即计算机(Computer)、控制器(Controller)、通信(Communication)和 CRT 显示器技术的发展,特别是其中的微处理器技术和集成电路技术的飞速发展以及市场竞争和用户需求的呼唤,过程控制系统由 50 多年前的基地式气动控制仪表系统 PCS(Pneumatic Control System)的第一代过程控制系统,经历了电动单元组合式模拟仪表控制系统 ACS(Analogous Control System)的第二代过程控制系统、集中式数字控制系统 CCS(Computer Control System)的第三代过程控制系统和集散式控制系统 DCS(Distributed Control System)的第四代过程控制系统而发展至今天的第五代过程控制系统——现场总线控制系统 FCS(Fieldbus Control System)。对于现场总线控制系统这项跨世纪的自控新技术的出现,赞誉它为自控技术的新纪元,或者 21 世纪自控领域的主题都是不过分的。

自 20 世纪 80 年代末以来,有几种现场总线技术已经逐渐发展成熟,并在一些特定的应用领域显示了自己的影响和优势,它们是:可寻址远程变换器数据链路 HART(Highway Addressable Remote Transducer)、控制器局部网 CAN(Controller Area Network)、局部操作网络 LON(Local Operating Network)、过程现场总线 PROFIBUS(Process Fieldbus)和基金会现场总线 FF(Foundation Fieldbus)。这些现场总线各具特色,对于现场总线技术的发展将继续发挥各自的重要作用。

五代过程控制系统以及现场总线控制系统中以上几种现场总线的历史发展概貌如图 0.1 所示。



- ① FIP—Factory Information Protocol 工厂信息协议;
- ② WorldFIP—Factory Instrumentation Protocol 工厂仪表世界协议;
- ③ FIP—Fieldbus Internet Protocol 现场总线因特网协议。

图 0.1 五代过程控制系统和几种现场总线的历史发展

现场总线技术的发展在我国刚刚起步。根据我国国民经济发展的需要和市场需求,结合现场总线技术本身的特点及我国国情,现场总线专业委员会(CFFC)确定了我国现场总线技术发展的 32 字方针,即“市场牵引,面向专业;引进消化,开发创新;总体规划,突出重点;内外结合,推进行业。”可以预期,现场总线技术在我国的发展前景令人鼓舞。

由于现场总线属于发展中的新技术,热情投入其中的我国不少单位和广大科技人员在工作中一方面深感技术资料的缺乏,另一方面又特别需要实践经验的借鉴,因此渴望得到及时的帮助。由我编著的《CAN 总线原理和应用系统设计》一书于 1996 年底问世后,我就不断收到全国各地各类读者不计其数的来函和来电,对 CAN 总线及其技术的应用表现出极大的兴趣,并且热切希望我继续能为大家提供一些实用设计和工程应用的有关信息、资料和方法。广大读者的厚望我一直记在心里,也是推动我主编本书的重要动力之一。实践出真知,实践是一所大学校,让大家教大家,是我主编本书的主旨。

在本选编与广大读者、同行见面时,关于本书的出版应作如下一些说明:

● 本书内容选自近六七年来,国内 40 余种电脑和电子技术应用类学术刊物,特别是一些行业自动化类刊物,采取拉网式检索的办法,经过初选和复选,组稿编辑成书。它基本上可以反映近六七年,特别是近 2~3 年来现场总线技术在我国研究、开发和应用的发展历程和技术成果。几年来,现场总线已成为我国工业数据总线领域中最活跃的一个领域。各类现场总线的研究、开发与应用已成为工业数据总线领域的热点。现场总线的研究、开发与应用正经历着由起步的普及阶段向着以提高应用水平和促进规模化、实现产业化为标志的更高层次发展的新阶段。面对这一重要时刻,将过去几年的优秀应用技术成果作一个较为全面的回顾,承上启下,促进现场总线技术在我国为进一步推广,使其结出更多、更高水平的应用硕果,迎接现场总线技术在我国全面、深入应用的新高潮。这确实是一件具有重要学术价值和实际意义的事情;对于我,也是回报广大读者厚望的实际行动。

● “有用、有序、有机”是本选编的指导原则。本书定名为应用选编,因此,文章入选的第一标准是有无应用价值,要求入选文章尽可能地具有较强的针对性、较高的透明度和实用价值。为了编排有序,让同行读起来清晰、舒服,全书分为七章。第一章为现场总线总论,主要阐述现场总线概念、现场总线发展、系统集成及几种主要现场总线的特点的比较和选择,并概要介绍了现场总线在我国的发展以及相关政策的思考,力图在一开始给大家一个关于现场总线的准确、全面而清晰的概念。第二章至第六章分别介绍了影响较大的五类现场总线(HART, CAN, LonWorks, PROFIBUS 和 FF)。在各章的开始,安排了少量概述性介绍文章,然后按应用开发与应用设计和实现,收集了现场总线在冶金、石油、化工、汽车、机械制造、机器人、输变电、交通、通信控制、物业管理和公共安全管理等诸多领域中的大量应用设计和实现实例。这样做既是为了方便阅读,也是为了节省篇幅,后续所有文章中的有关概述性介绍部分均可略去。这些论文都具有很强的针对性、较高的透明度和实用价值,可对现场总线的研究、应用及开发提供一些极有价值的帮助。至于内容上如何达到浑然一体,本人只有尽力而为,做得不当之处,敬请读者、同行见谅。

● 在上述选编原则指导下,编者对入选文章不得不忍痛进行一些文字上(不涉及观点)的删减。从尊重作者考虑,凡删减较多处,均在文末以“节选”标明。另外,为使全书标题不重复,也更加突出本文主题,对个别文章标题做了局部修改,恳切希望作者予以理解和谅解。同时,为了尊重作者的观点,本书对入选文章中作者对同一问题的不同理解、注释及相关

细节的处理未作统一,希望读者予以谅解。

● 有些勤于思考的读者可能会提出这样的问题:入选文章的所有内容都正确无疑吗?我是赞成这样提出问题的。工程实践问题从来都不是只有惟一解的,况且我们对于现场总线的认识和应用实践正经历着从低级到高级、从简单到复杂的过程,有可能10年、20年后再来看这本选编,会发现原来仍处于“初级阶段”。还是那句话,实践是最好的、也是最公正的老师,让大家用亲身的实践来回答前面提出的问题。

● 本书入选文章在定稿前我尽量与作者取得联系,征求意见;但由于部分作者地址不详或有变化至今仍未联系上,希望未取得联系的作者能迅速和我们联系,并领取应得的稿酬。另外,根据出版规定和本书取材特点,《选编》作者只领取一次性稿酬,再版时出版社不另付稿酬。特此说明。

本书主编负责本《选编》的整体结构设计及文稿的收集、筛选和整理修改。编务室王海云负责与作者联系和信函管理。

由于选编时间仓促,加之本人水平所限,选编中的不尽如人意之处,希望广大读者不吝赐教、指正。

请未取得联系的作者迅速联系如下地址:

编辑部地址:北京市海淀区学院路37号北京航空航天大学出版社编辑部

邮政编码:100083

联系电话:(010)82317034

E-mail: pressc@public3.bta.net.cn

联系人:王海云

主编 邬宽明

2002年中于北航

目 录

第四章 现场总线 LON 和 LonWorks 技术

LON 总线和 LonWorks 技术综述	3
4.1 LonWorks 网络——一种功能全面的测控网络	3
4.2 LonWorks 技术与现场总线	12
4.3 以 LonWorks 技术为核心的现场控制系统	18
4.4 LonWorks 网络型单片机及其网络元件	27
4.5 远程 LonWorks 网络遥控装置	30
4.6 LonWorks 技术及其在 FlexNet 系统中的应用	34
4.7 DDE 技术在 LON 总线中的应用	39
4.8 PROCOMI——一种基于 LonWorks 的 CIPS 系统	42
4.9 基于 LonWorks 的 CIPS 计算机网络	47
4.10 基于 LonWorks 的分散智能控制系统研究	52
4.11 LON 现场总线与以太网的互联研究	56
4.12 基于 LonWorks 的 FCS.EIC 2000 的设计	59
4.13 EIC 2000 开放控制系统——LON 总线控制系统的软硬件方案	65
4.14 LonWorks 现场总线的本安技术	70
4.15 国产 LON 智能控制网络发展的几个问题	75
LON 总线和 LonWorks 技术开发和开发支持	80
4.16 基于 LON 技术开发 FCS 的几个问题	80
4.17 LonWorks 网络产品的开发与应用	92
4.18 LonWorks 技术及其在化工控制上的应用	96
4.19 LonWorks 系统应用现状分析	101
4.20 LonWorks 总线控制模块的开发	104
4.21 基于 LonWorks 的多通道数据采集系统设计	107
4.22 隔离多通道 LonWorks 数据采集节点的设计	109
4.23 MIPCARD——实现单片机开发向 LonWorks 开发的简单过渡	113
4.24 基于 LonWorks 的 PID 控制节点的开发	116
4.25 LON 总线节点的即装即用	121
4.26 I ² C 总线在 LON 总线节点上的应用	126
4.27 串行 LonWorks 网络接口设计	129
4.28 可实现全双工异步串行通信的 LON 节点	133
4.29 LonWorks 控制模块与 MCS-51 单片机的并行通信	136

4.30	给 LonWorks 节点加装日历时钟	142
4.31	新型串行 E ² PROM 24LC65 在 LonWorks 节点中的应用	149
4.32	LON 神经元芯片 MC 143150 与 16 位 MCU MC68HC16Z1 接口技术	154
4.33	一种基于 LonWorks 的通用模糊控制器的设计应用	158
4.34	基于 Internet 的 LonWorks 网络控制	163
4.35	基于 ActiveX 技术的 LonWorks 网络管理系统软件的设计与实现	168
4.36	基于 LON 神经元芯片智能节点的开发	172
4.37	一种应用 LonWorks 控制模块的现场智能节点设计	177
4.38	现场总线 LON 与 CAN 的智能协议转换器	181
4.39	基于 LonWorks 的自整定 PID 控制系统	186
4.40	LonWorks FCS 的组态监控平台设计与应用	192
4.41	LonWorks 网络监控的简单实现	197
4.42	基于 LonWorks 总线的监控系统设计	201
4.43	基于 LonWorks 技术的远程监控系统的设计与实现	204
4.44	基于 LonWorks 网络监控管理系统的开发方法	208
4.45	LonWorks 网络的进展及研发 LonWorks 产品的体会	213
LON 总线和 LonWorks 技术应用与实现		217
4.46	LonWorks 在生产监控系统的应用	217
4.47	智能小区和家庭自动化系统的通信实现	223
4.48	LonWorks 技术用于开发家庭智能化系统	228
4.49	基于 LON 技术的“三表户外远传计量”系统设计	232
4.50	楼宇自动化系统与 LonWorks 网络	234
4.51	LonWorks 技术在智能建筑中的应用	239
4.52	LonWorks 技术在变电站自动化系统中的应用	242
4.53	基于 LonWorks 技术的变电站自动化系统	246
4.54	基于 LonWorks 技术的智能化电量计量系统	249
4.55	LonWorks 网络在电力系统测控中的应用	253
4.56	基于 LonWorks 的电能检测系统设计与实现	255
4.57	基于 LonWorks 技术的智能低压配电系统设计	260
4.58	LonWorks 技术用于提高智能低压配电系统可靠性	264
4.59	LonWorks 技术在公共汽车运行调度中的应用	267
4.60	LonWorks 技术在船舶监控系统中的应用	269
4.61	LonWorks 技术在电气化铁道监控系统中的应用研究	272
4.62	基于 LonWorks 技术的列车通信网络	276
4.63	采用 LonWorks 技术的车库控制系统设计与实现	281
4.64	基于 LonWorks 的油罐测控系统	286
4.65	LonWorks 技术在工业锅炉自控系统中的应用	291
4.66	采用 LonWorks 网络的啤酒发酵控制系统	294
4.67	LonWorks 技术在橡胶工业的应用	300

4.68 LonWorks 技术用于 SBR 水处理装置	303
4.69 一种基于 LON 总线的暖通空调控制系统	308
4.70 LonWorks 技术在氯化苯装置上的应用	313
4.71 基于 LonWorks 的造纸厂负荷监测调度系统	317
4.72 基于 LonWorks 技术的纸厂控制系统开发	321
4.73 LonWorks 技术在水泥制造业的应用	324
4.74 基于 LonWorks 技术的 FCS 系统在爆炸性环境中的应用	327
4.75 LonWorks 总线式有毒气体智能仪表的研制	330

第五章 过程现场总线 PROFIBUS

PROFIBUS 技术综述和应用开发	337
5.1 PROFIBUS 总线技术及其发展前景	337
5.2 PROFIBUS - DP 概述	341
5.3 PROFIBUS - FMS 特性、功能及其应用	348
5.4 PROCESS-PLC——面向运动过程控制的可编程控制器技术	352
5.5 开放系统及其在 PROFIBUS 中的实现	357
5.6 德国 PROFIBUS 现场总线技术概况	360
5.7 Windows 环境下 PROFIBUS - FMS 通信程序的开发与实现	366
5.8 MC68340 用于 PROFIBUS 通信协议管理	371
5.9 PROFIBUS - DP 通信接口的开发	375
5.10 RS 232 与 PROFIBUS 接口单元的开发	379
5.11 PROFIBUS - DP 从站开发研究	382
5.12 PROFIBUS 智能化 DP 从站设计	384
5.13 SIMATIC PLC 子网中的 PROFIBUS - FDL 服务的应用	388
5.14 PROFIBUS 混合系统通信技术应用研究	392
5.15 一种工业现场局域网 SINEC L2	397
5.16 SINEC L2 网络及其在高炉测控系统中的应用	401
5.17 SINEC L2 在平板荫罩生产线监控系统中的应用	404
5.18 SINEC L2 及其在中密度纤维板生产中的应用	407
PROFIBUS 应用设计和实现	410
5.19 变频器在 PROFIBUS - DP 网络中的应用	410
5.20 基于 PROFIBUS - DP 的变频器控制系统	413
5.21 PROFIBUS 在数控车间柔性制造系统控制中的应用	418
5.22 PROFIBUS 和 AS - I 总线在汽车生产线中的应用	424
5.23 PROFIBUS 和 AS - I 总线在气动加载系统中的应用	430
5.24 PROFIBUS 在汽车检测监控系统中的应用	433
5.25 基于 PROFIBUS 的发电机组监测系统	439
5.26 基于 PROFIBUS - DP 网络电力仪表在智能配电系统中的应用	443

5.27 基于 PROFIBUS 的能量管理系统及有通信功能的 SIVACON 低压开关柜	448
5.28 PROFIBUS-DP 在轧钢系统中的应用	451
5.29 基于 PROFIBUS 的机场供油网络控制系统设计	454
5.30 基于现场总线 CAN 和 PROFIBUS 的卷接机组控制系统	458
5.31 现场总线技术在油库监控中的应用	462
5.32 基于 PROFIBUS 的钻-60 集装箱检查控制系统	464
5.33 基于 PROFIBUS 的高水头水利机械试验台控制系统	467
5.34 PROFIBUS 在风洞动力系统网络中的应用	470
5.35 工业网络技术在自动化冲压线上的应用	475
5.36 基于 PROFIBUS 的造纸厂负荷监测调度系统	479

第六章 基金会现场总线 FF

6.1 基金会现场总线综述	485
6.2 基金会现场总线体系结构	491
6.3 基金会现场总线控制系统	498
6.4 基金会现场总线功能块及网络通信分析	504
6.5 基金会现场总线高级功能块	509
6.6 基金会现场总线中的资源块	515
6.7 基金会现场总线功能块应用进程分析	519
6.8 FF 的网络管理功能分析	524
6.9 基金会现场总线通信协议栈一致性测试	527
6.10 基于 FF 的 FCS 的质量要求及其实现技术	530
6.11 基金会现场总线实现可互操作的技术手段	540
6.12 基金会现场总线互操作性测试系统分析	546
6.13 基金会现场总线的测试技术	550
6.14 基金会现场总线的本质安全技术	554
6.15 基金会现场总线产品开发	559
6.16 FF 用户层高级接口的设计与实现	562
6.17 FF 总线 PC 接口卡设计	567
6.18 基金会现场总线通信接口设计	572
6.19 FF 协议 ISA 总线通信卡 Windows NT 驱动程序设计	576
6.20 基金会现场总线的工程应用	580
6.21 OPC 技术在 FF 中的应用	585
6.22 滑动窗口协议在基金会现场总线中的应用	589
6.23 基金会现场总线在中原石油化工总厂锅炉上的应用	593
6.24 基金会现场总线在中小型水厂自动化中的应用	597
6.25 FF 在环氧丙烷装置上的应用	602
6.26 现场总线 FF 在硝酸装置中的应用	605

第七章 其他现场总线及其应用

7.1	WorldFIP 现场总线技术	613
7.2	现场总线 WorldFIP 的主要特点	617
7.3	认识 WorldFIP 现场总线	621
7.4	法国 WorldFIP 现场总线技术概况	625
7.5	P-NET 现场总线技术分析	631
7.6	一种用于啤酒、奶品、饲养及农业领域的现场总线 P-NET	636
7.7	自动化网络系统家族的新成员——ControlNet	643
7.8	新一代实时控制网络平台 ControlNet	646
7.9	INTERBUS 的基于 PC 的控制方案	651
7.10	INTERBUS 在玉溪红塔烟草制丝线的成功应用	655
7.11	DeviceNet 总线应用层协议的实现	658
7.12	带 DeviceNet 总线的 IntelliCENTER 智能型电动机控制中心	662
7.13	DeviceNet 总线控制变频器的应用	665
7.14	ARCNET 原理、设计及应用	668
7.15	基于 ARCNET 网卡的通信编程	673
7.16	以太网和现场总线在工业网络中的应用	677
7.17	Ethernet 与现场总线的混合网络设计	680
7.18	基于 Ethernet 的全开放工业控制网络	685
7.19	基于 NetLinx 技术的变电站自动化系统	690
7.20	一种新型过程控制系统 JX-300X	694
7.21	Smar 现场总线控制系统在乙腈精制装置上的应用	697
7.22	Smar 公司现场总线控制系统的应用	700
7.23	符合现场总线协议的智能执行器	704
7.24	基于现场总线的智能 PID 调节器	707
7.25	现场总线智能变送器温度自补偿功能的实现研究	713
7.26	Smar 现场总线仪表的本机调整方法	717
7.27	FCS 选型及其与 DCS 的集成	720
7.28	基于现场总线的变电站监测监控系统设计	725
7.29	在 FCS 中实现控制回路切换	728
7.30	基于现场总线的复杂控制实现	733
7.31	基于现场总线的分布式闸门监控系统	737
7.32	基于现场总线的通用工业控制器的设计与实现	741
7.33	现场总线技术在遥视警戒系统的应用	744
7.34	现场总线在电力调度自动化中的应用	749
7.35	现场总线型企业网在纤维缠绕控制系统中的应用	752
7.36	低成本无线式现场总线控制系统的设计与研究	755
7.37	三冗余现场总线控制系统的实现	759

7.38 变频调速技术在现场总线控制系统中的应用.....	764
7.39 IEC/ISA 现场总线在汽车自动控制系统中的应用研究	769
7.40 KJ 2000 煤矿综合监控系统设计	775
7.41 现场总线在气象信息服务系统中的应用研究.....	779
编后记.....	782

第四章

现场总线 LON 和

LonWorks 技术

LON 总线和 LonWorks 技术综述

4.1 LonWorks 网络——一种功能全面的测控网络

北京威通电脑技术有限公司(100873) 赵肇方 王春雨 周天海

[摘 要] 简要介绍 LonWorks 网络中最核心部分:LonTalk 协议的主要内容、功能和优点以及 Neuron 芯片的 I/O 功能。

引 言

谈到测控网络,首先应当回顾一下计算机网络的发展史。众所周知,个人计算机网络在短的十几年中,已经根本改变了现代社会的结构。计算机网络能够飞速发展,主要原因可以归纳为:开放型的结构,打破了大公司的垄断,促进了市场发展的良性循环;网络结构可大可小,极大地增加了网络构成的灵活性;集成电路的飞速发展,增强了计算能力;网络结构由主从式发展到对等式(peer-to-peer),又发展到今天的客户/服务式(client/server)结构;软件工具的发展,面向对象的设计思想使其重用性增强,如 OLE,DDE 等工具大大减少了设计工作量。

相比之下,测控网络的发展则要慢得多。造成这种情况的原因有两个:

① 大公司的垄断和控制,如 Honeywell,Johnson Control 和日本横河等采取封闭式结构。这正如 IBM 公司当初想封闭大型计算机一样。

② 因为工业控制的控制对象的复杂性及可靠性要求较高,因而比较保守。

但是,测控技术向网络发展是历史的潮流。未来的工控发展走向网络是毋庸置疑的。

因为工业控制的连续性较强,决策错误会对以后的发展带来灾难性的瓶颈式后果,所以对测控网络的选择应该慎重考虑。适应未来发展的测控网络必须具有下列条件:

① 开放性 网络协议必须是开放的,并且对任何用户都是平等的。

② 互操作性 网络协议需要完整到任何制造商的产品都可以实现互操作。

③ 通信介质 不受通信介质的限制,可在任何通信介质下通信,包括双绞线、电力线、光纤、同轴电缆、射频电缆和红外线,并且多种介质应该能够在同一个网络中混合使用。

④ 网络操作系统结构 应该能够使用现在所有已有的网络结构,如主从式、对等式以及客户/服务式结构。

⑤ 网络拓扑 应该不受总线式网络拓扑单一形式的限制。网络拓扑应该可以自由组合,也就是说,除了总线式结构之外,用户还可以选择任意形式的网络拓扑。

目前较流行的现场总线,如 FF(Foundation Fieldbus),CAN 等,都达不到上述要求。然而,美国 Echelon 公司推出的 LonWorks 技术却可以完全满足上述这些基本要求。除此之外,LonWorks 尚有下列特点:

① LonWorks 技术的基本元件——神经元(neuron)芯片同时具备了通信和控制功能,并且固化了 ISO/OSI 的全部 7 层通信协议,以及 34 种常见的 I/O 控制对象。

② 改善了 CSMA, LonWorks 将其称为 Predictive P-persistent CSMA。这样,在网络负载很重时,不会导致网络瘫痪。

③ 网络通信采用了面向对象的设计方法。LonWorks 技术将其称为“网络变量”,使网络通信的设计简化成为参数设置。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。

④ 通信的每帧有效字节数可以为 0~228 个字节。

⑤ 通信速度可达 1.25 Mbps(此时有效距离为 130 m)。

⑥ LonWorks 技术的一个测控网络上的节点数可以达到 32 000 个。

⑦ 直接通信距离可以达到 2 700 m(双绞线, 78 Kbps)。

LonTalk 协议

LonWorks 技术所使用的通信协议称为 LonTalk 协议。

LonTalk 协议遵循由国际标准化组织(ISO)定义的开放系统互联(OSI)模型。以 ISO 的术语来说, LonTalk 协议提供了 OSI 参考模型所定义的全部 7 层服务。除了 LonTalk 协议以外,还没有哪一个协议宣称它能够提供 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分段的网络。它支持的介质包括双绞线、电力线、射频线、红外线、同轴电缆和光纤。其他的许多网络只能选用某种专用的介质,而 LonWorks 网络可以同时使用上述的各种介质。这是 LonWorks 技术的另一个先进性。

每个 LonWorks 节点都需要物理地连接到信道上。信道是数据包的物理传输介质。LonWorks 网络由一个或多个信道组成。

不同信道通过路由器相互连接。路由器是连接两个信道并控制它们之间数据包传送的器件。路由器有 4 种不同的安装算法:配置路由器、自学习路由器、网桥和重复器。可以使用任何一种算法来安装路由器。

由网桥或重复器连接的信道的集合称为段。节点可以看见相同段上的其他节点发送的数据包。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交通,从而增加整个系统的容量和可靠性。

1. 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确定如何在两个信道间传输数据包。

为了简化路由, LonTalk 协议定义了一种使用区、子网和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区、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区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。这是因为替换节点被赋予了与被替换节点相同的逻辑地址。因此,网络上任何引用这个节点的应用都不需要加以改变。

(1) 区地址的组成

区是一个或者多个信道上节点的逻辑集合。通信只能在配置于同一个区中的节点之间进行,因此,区形成了一个虚网络。多个区可以使用相同的信道,所以区可以用来防止不同网络上节点间的互相干扰。

例如,在两个相邻的建筑物中,在相同的频率上使用 RF 收发器的所有节点,都位于相同的信道上。为防止各个节点上应用程序之间的干扰,每个建筑物的所有节点将被配置为属于各自不同的区。

作为 LonWorks 技术基础的神经元芯片,可以配置为属于一个区,也可以配置为同时属于两个区。同时作为两个区的成员的一个节点,可以用做两个区之间的网关(gateway)。因此,虽然 LonTalk 协议不支持两个区之间的通信,但是通过属于两个区的节点上的应用程序可以实现两个区之间数据包的传输。

区是通过区 ID 来标志的。可以将区 ID 配置为 0,1,3 或 6 个字节。长度为 6 个字节的区 ID 可以保证区 ID 是惟一的。然而,6 个字节的区 ID 为每个数据包增加了 6 个字节的开销,使用较短的区 ID 可以减少这个开销。这可以根据实际需要的不同由系统安装者决定。

(2) 子网地址的组成

一个子网是一个区内节点的逻辑集合,最多可以包括 127 个节点。在一个区中最多可以定义 255 个子网。在一个子网内的所有节点必须位于相同的段上。子网不能跨越智能路由器。如果将一个节点配置为同时属于两个区,那么它必须同时属于每个区上的一个子网。

除下列情况外,可以将一个区中的所有节点都配置在一个子网内:

① 节点位于由智能路由器分隔的不同段内。这是由于子网不能跨越智能路由器,因此智能路由器两端的节点必须属于不同的子网。

② 网络的节点数目超过了 127。如果将所有节点配置为属于同一个子网就超过了一个子网能够允许的最大节点数。可以将多个子网配置在一个段上,以便增加段的容量。例如,具有两个子网的一个段可能包含 254 个节点。具有 3 个子网的一个段最多可以包含 381 个节点。

(3) 节点地址的组成

子网内的每一个节点被赋予一个在该子网内惟一的节点号。这个节点号为 7 位,所以每个子网最多可以有 127 个节点。这样,在一个区中最多可以有 32 385 个节点(255 个子网 $\times$ 127 节点/子网)。到目前为止,这是测控网络能够提供的最大节点数。

另外,LonTalk 还提供了组地址。组是一个区内的节点的逻辑集合。与子网不同的是,组内的节点不在乎它们在区内的物理位置。神经元芯片允许将同一个节点分别配置为属于 15 个不同的组。

对于一个节点对多个节点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志。一个区最多可以包含 256 个组。

2. 4 种基本类型的报文服务

LonTalk 协议提供 4 种基本类型的报文服务:确认、请求/响应、重复或非确认重复以及非确认。

(1) 确 认

最可靠的服务是确认,或称之为端-端确认服务,即一个报文被发送给一个或一组节点,发送者将等待来自每个接收者的确认。如果没有接收到来自所有目标的确认,并且发送者的时