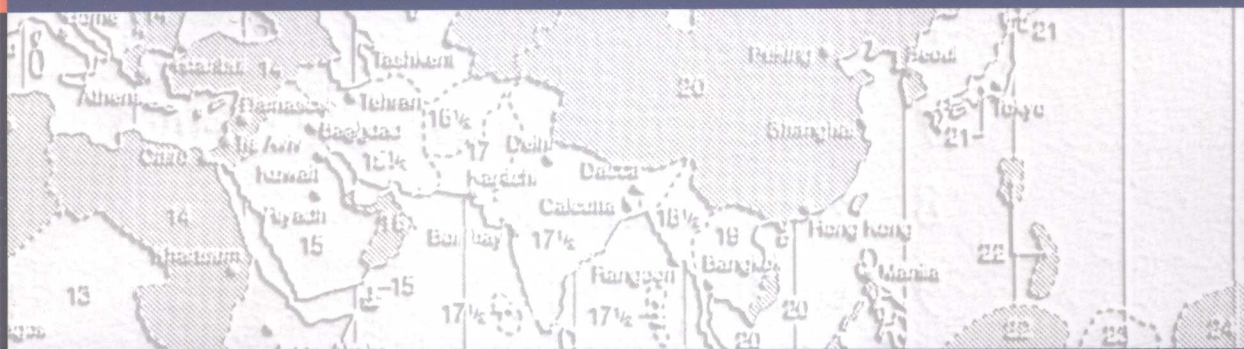




卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材



现场总线技术

FIELDBUS TECHNOLOGY

主 编 唐继英



肇庆分校建校二十周年纪念册

CHINA CORRESPONDENCE UNIVERSITY OF PAINTING AND CALLIGRAPHY

2003.10

卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材

现场总线技术

Fieldbus Technology

主 编 唐继英
副主编 刘 畅 李光兰

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

现场总线技术应用于工业自动化领域,现场总线控制系统也已成为现代企业信息化建设的典型实现模式。本书以网络与数据通信基础做铺垫,介绍了 PROFIBUS、FF、LonWorks、CAN 这四种有影响的现场总线。本书重点讲述 PROFIBUS 现场总线技术的特点、技术规范及其在 Siemens PLC 系统中的应用。同时还介绍了 SIMATIC S7 系统基础知识、STEP7 组态编程软件、WinCC 等监控软件。最后通过一套柔性生产实训系统展现了 PROFIBUS-DP 的应用概貌。

本书可作为高职高专院校自动化类专业教材,也可作为相关工程技术人员现场总线系统集成、组态以及产品开发的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线技术/唐继英主编. —天津:天津大学出版社,
2008.7

ISBN 978 - 7 - 5618 - 2702 - 4

I. 现… II. 唐… III. 总线 - 技术 IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 094479 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

印 刷 天津泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 169mm × 239mm

印 张 14.25

字 数 304 千

版 次 2008 年 7 月第 1 版

印 次 2008 年 7 月第 1 次

印 数 1 - 3 000

定 价 23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

网络技术的发展导致自动化领域发生了深刻变革,产生了自动化领域的开放系统互联通信网络,形成了全分布式网络集成自动化系统,即现场总线控制系统。

现场总线控制技术是目前应用十分广泛的一项网络控制技术,是当今自动控制技术的发展热点,代表了工业控制领域的一种发展方向。由现场总线构成的控制系统已经成为现代企业信息化建设的典型实现模式。此项技术尽管在我国应用的时间还不长,但已产生了巨大的经济效益和社会效益,它的广泛应用已成为工业发展的必然趋势。

随着现场总线技术在各领域的广泛应用,各工厂企业对现场总线技术的应用型人才的需求不断扩大,这就要求各高职高专院校积极培养熟悉现场总线技术并能熟练使用该技术的实际应用型人才,从而适应工厂企业在生产现场的需求。

本书从应用和实施角度,根据实际需要不同层次介绍了 PROFIBUS、基金会 FF、LonWorks 和 CAN 四种现场总线,以及 STEP7 组态编程软件和 WinCC 等监控软件。本书以计算机网络、通信、开放系统互联参考模型等知识为基础,较为全面地介绍了 PROFIBUS 现场总线技术的特点和技术规范以及它在 Siemens PLC 系统中的应用。结合 STEP7 详细地论述了 PROFIBUS - DP 实验室建设的全过程。并通过亚龙科技集团有限公司开发的柔性生产线这一具体实例向读者展现了 PROFIBUS - DP 的应用总体概貌,该生产线综合了 PROFIBUS - DP、STEP7、WinCC 的相关知识,并把它们有机地结合在一起。书中还介绍了 FF、LonWorks 和 CAN 总线的基础知识和应用实例。

本书可作为高职高专院校自动化类专业教材,也可作为相关工程技术人员现场总线系统集成、组态以及产品开发的参考资料。本书突出了与实际开发相关的内容,书中提供了大量与实际开发有关的宝贵技术资料,具有一定的技术参考价值。

本书共分九章。第一章为现场总线的简要概述。第二章介绍了有关网络与数据通信的基础知识,结合现场总线的数据通信,对网络结构、传输介质、协议模型、差错控制作了分析。第三章讲述了 PROFIBUS 总线网络的组成、通信模型和协议结构,传输技术以及总线存取控制机制,并讨论了 PROFIBUS - DP、PROFIBUS - PA、PROFIBUS - FMS 三个兼容版本,最后结合实例介绍了 PROFIBUS 的应用。第四章讲述了 SIMATIC S7 系统组成及接口设备和 STEP7 组态编程软件,并结合实例阐述了 PROFIBUS - DP 实验室建设的全过程。第五章介绍了 WinCC 等监控组态软件基础知识。第六章介绍了基金会现场总线(FF),对 FF 的主要技术、通信模型、物理层、通信栈、功能块、设备描述、组态技术等内容作了论述。第七章论述了 LON 和 LonWorks 技术

及其应用。第八章论述了 CAN 总线性能特点、技术规范及 CAN 总线的有关器件与应用。第九章介绍了亚龙科技集团有限公司开发的柔性生产线的基本情况。

书后给出了三个附录。附录一为“现场仪表系统常见故障的分析步骤”。为了提倡“双语”教学,附录二收录了“现场总线常用英文术语”。附录三收录了某些常用的 WinCC 标准函数。

本书第一、三、四、五、九章由唐继英编写,第二、六、七章及附录由刘畅编写,第八章由唐继英、李光兰编写。全书由唐继英担任主编负责统稿,由刘畅、李光兰担任副主编。本书在编写中,得到了天津大学出版社的热心帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,况且现场总线技术是一门新兴的技术,还在不断发展和完善之中,编者掌握的资料有限,缺点和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2008年3月

目 录

第一章 现场总线技术概述	1
第一节 现场总线的发展背景	1
第二节 现场总线控制系统	2
第三节 几种有影响的现场总线	6
第四节 现场总线技术的现状及其发展趋势	9
第二章 网络与数据通信基础	12
第一节 总线的基本概念与操作	12
第二节 通信系统简介	13
第三节 网络结构及传输介质	18
第四节 通信系统的协议模型	24
第五节 差错控制	35
第三章 PROFIBUS 总线	41
第一节 PROFIBUS 总线的组成	41
第二节 PROFIBUS 的通信模型和协议结构	42
第三节 PROFIBUS 的传输技术	43
第四节 PROFIBUS 的总线存取控制机制	47
第五节 PROFIBUS - DP 技术简介	48
第六节 PROFIBUS - PA 技术简介	53
第七节 PROFIBUS - FMS 技术简介	54
第八节 PROFIBUS 的应用	55
第四章 SIMATIC S7 系统及其组态软件	62
第一节 SIMATIC S7 系统基础	62
第二节 SIMATIC S7 系统设备	64
第三节 STEP7 软件介绍	68
第四节 简单 PROFIBUS - DP 实验系统的组建	73
第五章 监控组态软件的功能和使用	96
第一节 监控软件概述	96
第二节 工业监控组态软件——WinCC	99
第三节 工业监控组态软件——MCGS	109
第四节 其他监控软件介绍	111
第五节 常用四种监控组态软件的性能比较	114

第六章 基金会现场总线	119
第一节 基金会现场总线简介.....	119
第二节 FF 通信模型	120
第三节 FF 物理层	122
第四节 FF 通信栈	125
第五节 FF 现场仪表的功能模块	130
第六节 FF 设备描述	131
第七节 FF 组态技术	133
第八节 应用实例.....	138
第七章 LON 和 LonWorks 技术	142
第一节 概述.....	142
第二节 LonTalk 协议	145
第三节 神经元芯片.....	152
第四节 Neuron C 编程	156
第五节 LonWorks 收发器技术.....	157
第六节 LonWorks 网络的管理.....	158
第七节 LonWorks 应用案例.....	159
第八章 CAN 总线	161
第一节 CAN 总线的性能特点.....	161
第二节 CAN 的技术规范.....	162
第三节 CAN 总线的节点组成.....	173
第四节 CAN 总线应用.....	185
第九章 综合应用	189
第一节 简介.....	189
第二节 系统总站.....	191
第三节 落料单元.....	192
第四节 喷涂烘干单元.....	194
第五节 加盖单元.....	196
第六节 顶销单元.....	198
第七节 检测及链条传送单元.....	200
第八节 成、废品分拣及废品输送单元	202
第九节 提升及高架仓库单元.....	204
附录一 现场仪表系统常见故障的分析步骤	209
附录二 现场总线常用英文术语	212
附录三 WinCC 标准函数	219
参考文献	221

第一章 现场总线技术概述

现场总线(Fieldbus)是连接智能现场设备和自动化系统的全数字、双向、多站的通信系统。主要解决工业现场的智能化仪器仪表、控制器、执行机构等现场设备间的数字通信以及这些现场控制设备和高级控制系统之间的信息传递问题。

现场总线是当今自动化领域技术发展的热点之一,被誉为自动化领域的现场局域网。它的出现,标志着自动化系统开始步入一个新的时代,并将对该领域的发展产生重大影响。

本章主要介绍了自动控制系统的发展及其体系结构、现场总线控制系统、几种有影响的现场总线、现场总线技术的现状及其发展趋势等几项内容。在学习的过程中要注意掌握现场总线的基本概念及其特点。

第一节 现场总线的发展背景

现场总线(Fieldbus)是20世纪80年代末、90年代初国际上发展形成的,用于过程自动化、制造自动化、楼宇自动化等领域的现场智能设备互联通信网络。作为工厂数字通信网络的基础,现场总线沟通了生产过程现场与控制设备之间及其与更高控制管理层次之间的联系。它不仅是一个基层网络,而且还是一种开放式、新型全分布控制系统。这项以智能传感、控制、计算机、数字通信等技术为主要内容的综合技术,已经受到世界范围的关注,成为自动化技术发展的热点,并将导致自动化系统结构与设备的深刻变革。

一般把现场总线系统称为第五代控制系统,也称做FCS——现场总线控制系统。它是继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、集中式数字控制系统、集散控制系统(DCS)后的新一代控制系统。

1. 基地式气动仪表控制系统

20世纪50年代以前,由于生产规模小,检测控制仪表尚处于发展的初级阶段。安装在生产设备现场,仅具备简单测控功能的基地式气动仪表,其信号只能在本仪表内起作用,一般不能传给别的仪表或系统,即各测控点只能成为封闭状态,无法与外界沟通信息。操作人员只能通过生产现场的巡视,了解生产过程的状况。

2. 电动单元组合式模拟仪表控制系统

随着生产规模的扩大,操作人员需要综合掌握多点的运行参数与信息,需要同时按多点的信息对生产过程实行操作控制,于是出现了气动、电动系列的单元组合式仪表。这些仪表采用统一的模拟信号,如0.02~0.1 MPa的气压信号,0~10 mA、4~

20 mA的直流电流信号,1~5 V的直流电压信号等,将生产现场各处的参数送往集中控制室。操作人员可以坐在控制室纵观生产流程各处的状况,实现对工艺生产的操作和控制。

3. 集中式数字控制系统

20世纪60年代初,由于生产流程向大型化、连续化发展,工业过程呈现出非线性、耦合性和时变性等特点,原有的简单控制系统已不能满足要求,模拟PID控制器要完成复杂的控制运算显得力不从心。此外,模拟信号的传递需要一对一的物理连接,信号变化缓慢,提高计算速度与精度的难度较大,信号传输的抗干扰能力也较差,人们开始寻求用数字信号取代模拟信号。与此同时,数字计算机的发展与普及也为实现直接数字控制提供了十分重要的技术手段,于是出现了集中式数字控制系统。它在提高系统的控制精度和控制灵活性的同时也集中了危险,一旦计算机出现故障,便造成所有控制回路瘫痪以致停产的严重局面。此外,由于只有一个CPU在工作,实时性差。系统越大,此缺点越突出。

4. 集散控制系统

随着大规模集成电路研制成功和微处理器的问世,计算机可靠性大为提高,价格大幅度下降。20世纪70年代中期出现了数字调节器、PLC以及多个计算机递阶构成的集中与分散相结合的集散控制系统。这是针对大规模工业生产过程多参数和多控制回路特点而建立的一种分散型控制系统,即DCS系统。这种系统在功能、性能上较模拟仪表、集中式数字控制系统有了很大进步,可在此基础上实现装置级、车间级的优化控制。但是,由于各厂家的产品自成系统,不同厂家的设备不能互联在一起,难以实现互换与互操作,组成更大范围信息共享的网络系统存在很多困难。

5. 现场总线控制系统

现场总线控制系统FCS作为新一代控制系统,一方面,突破了DCS系统采用通信专用网络的局限,采用了基于公开化、标准化的解决方案,克服了封闭系统所造成的缺陷;另一方面把DCS的集中与分散相结合的集散系统结构,变成了新型全分布式结构,把控制功能彻底下放到现场。可以说,开放性、分散性与数字通信是现场总线系统最显著的特征。

第二节 现场总线控制系统

一、现场总线的基本概念

1. 总线

总线就是各部件间进行信息传输的公共通道,它是各种信号线(包括数据总线、地址总线、控制总线、电源线等)的集合。

2. 现场总线

国际电工委员会 IEC61158 对现场总线的定义是：现场总线是安装在制造或过程区域的现场设备与控制室内的自动化控制装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线。

现场总线是开放式、数字化、多点通信的底层控制网络。它在制造业、流程工业、交通、楼宇等方面的自动化系统中具有广泛的应用前景。

现场总线技术将通用或专用微处理器置入传统的测量控制仪表,使它们具有数字计算和数字通信能力;采用一定的通信介质作为总线,按照公开、规范的通信协议,在位于现场的多个微机化测量控制设备之间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,形成适应实际需要的自动控制系统。简而言之,它把分散的测量控制设备变成网络节点,以现场总线为纽带,把它们连接成可以相互沟通信息、共同完成自控任务的网络系统与控制系统。

它给自动化领域带来的变化,如同计算机网络给计算机的功能、作用带来的变化。如果说,计算机网络把人类引入到信息时代,那么现场总线则使自控系统与设备加入到信息网络的行列,成为企业信息网络的底层,使企业信息沟通的覆盖范围一直延伸到生产现场。因此把现场总线技术说成一个控制技术新时代的开端并不过分。

现场总线是综合运用微处理器技术、网络技术、通信技术和自动控制技术的产物。它把微处理器置入现场自控设备,使设备具有数字计算和数字通信能力,这一方面提高了信号的测量、控制和传输精度,为实现基本控制、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提供可能;同时丰富了控制信息的内容,提供传统仪表所不能提供的信息,如阀门开关动作次数、故障诊断等,便于操作管理人员更好、更深入地了解生产现场和自控设备的运行状态。在现场总线的环境下,借助现场总线网段以及与之有通信连接的其他网段,实现异地远程自动控制,如操作远在数千米之外的电气开关等。

由于现场总线适应了工业控制系统向分散化、网络化、智能化发展的方向,它一经产生便成为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,导致了目前生产的自动化仪表、DCS、PLC 在产品的体系结构、功能结构方面的较大变革,使自动化设备面临更新换代的挑战。传统的模拟仪表逐步让位于数字仪表,出现了一批集检测、运算、控制功能于一体的变送控制器;出现了可集检测温度、压力、流量于一身的多变量变送器;出现了带控制模块和具有故障诊断信息的执行器,并由此大大改变了现有的设备维护管理方法。

二、现场总线控制系统的结构特点

现场总线系统打破了传统控制系统的结构形式。传统模拟控制系统采用一对一的设备连线,按控制回路分别进行连接。位于现场的测量变送器与位于控制室的控制器之间,控制器与位于现场的执行器、开关、马达之间,均为一对一的物理连接。

现场总线控制系统由于采用了现场总线设备,能够把原先 DCS 系统中处于控制室的控制模块、输入输出模块置入现场总线设备,加上现场总线设备具有通信能力,现场的测量变送仪表可以与阀门等执行器直接传送信号,因而控制系统功能能够不依赖控制室的计算机或控制仪表,直接在现场完成,实现了彻底的分散控制。图 1-1 为现场总线控制系统与传统控制系统结构的比较。

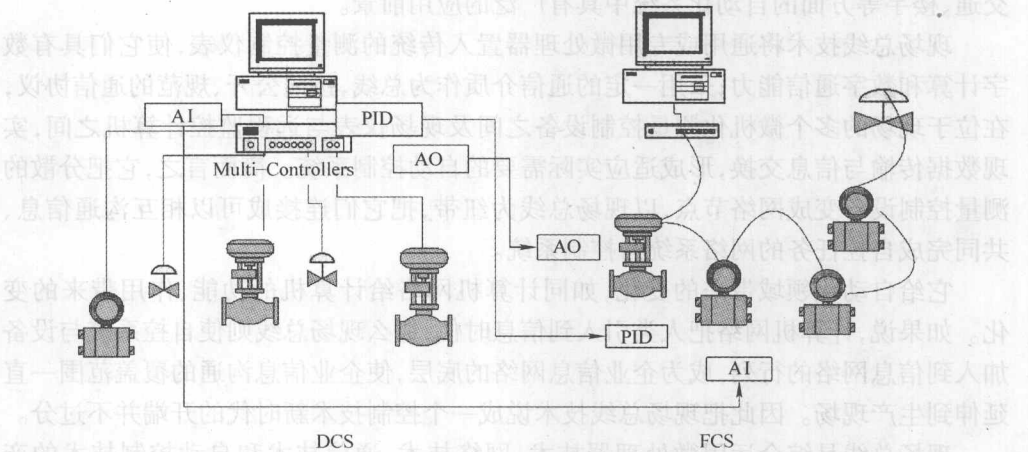


图 1-1 现场总线控制系统与传统控制系统结构的比较

由于采用数字信号替代模拟信号,因而可实现一对电线上传输多个信号(包括多个运行参数值、多个设备状态、故障信息),同时又为多个现场总线设备提供电源;现场总线设备以外不再需要 A/D、D/A 转换部件。这样就为简化系统结构,节约硬件设备、连接电缆与各种安装维护费用创造了条件。

三、现场总线的优点

现场总线的以上特点,特别是现场总线系统结构的简化,使控制系统从设计、安装、投运到正常生产运行及其检修维护,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设备前端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室、计算单元等,也不再需要 DCS 系统的信号调理、转换、隔离技术等功能单元及其复杂接线,还可以用工控 PC 机作为操作站,从而节省了一大笔硬件投资。由于控制设备的减少,还可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。由于一对双绞线或一条电缆上通常可挂接多个设备,因而电缆、端子、槽盒、桥架的用量大大减少,连线设计与接头校对的工作量也大大减少。当需要增加现场控制设备时,无需增设新的电缆,可就近连接在原有的电

缆上,既节省了投资,也减少了设计、安装的工作量。据有关典型试验工程的测算资料,可节约安装费用 60%以上。

3. 节省维护开销

由于现场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的诊断维护信息送往控制室,用户可以查询所有设备的运行及诊断维护信息,以便分析早期故障原因并快速排除。不仅缩短了维护停工时间,而且由于系统结构简化、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、接口而一筹莫展,使系统集成过程中的主动权完全掌握在用户手中。

5. 提高了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,与模拟信号相比,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,现场仪表内部功能加强,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。

四、现场总线控制系统的技术特点

现场总线控制系统技术上具有以下几个特点。

1. 系统的开放性

开放系统指通信协议公开,各不同厂家的设备之间可进行互联并实现信息交换。一个具有开放性的系统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. 互操作性与互用性

这里的互操作性,是指实现互联设备间、系统间的信息传送与沟通,可实行点对点、一对多点的数字通信。而互用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互用。

3. 现场设备的智能化与功能自治性

它将传感测量、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,仅靠现场设备即可完成自动控制的基本功能,并可随时诊断设备的运行状态。

4. 系统结构的高度分散性

由于现场设备本身可完成自动控制的基本功能,现场总线已构成一种新的全分布式控制系统的体系结构,从根本上改变了现有 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

现场总线是专为现场环境而设计的,支持各种通信介质,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等。

第三节 几种有影响的现场总线

现场总线技术至今尚未形成完整统一的国际标准,其中有较强实力和影响的是 PROFIBUS、Foundation Fieldbus (FF)、LonWorks、CAN 等。它们具有各自的特色,在不同应用领域形成了自己的优势。

一、PROFIBUS 总线

PROFIBUS 是 Process Field Bus 的缩写,它是 1989 年由以 Siemens 为首的 13 家公司和 5 家科研机构在联合开发的项目中制定的标准化规范。1996 年 PROFIBUS 成为德国国家标准 DIN1945,同时又是欧洲标准 EN50170。PROFIBUS 在实际应用中业绩斐然,在众多总线中居于前列,广泛应用于各种行业,是最具竞争力的现场总线之一。

目前的 PROFIBUS 有三种系列:PROFIBUS - DP、PROFIBUS - PA 和 PROFIBUS - FMS。PROFIBUS - DP 的最大传输速率为 12 Mbps,应用于现场级,高速、廉价的传输形式适于自控系统与现场设备之间的实时通信。PROFIBUS - FMS 用于车间级,即中、下层,要求面向对象,提供较大数据量的通信服务。PROFIBUS - PA 专为过程自动化设计,它采用 IEC1157-2 传输技术,可用于有爆炸危险的环境中。PROFIBUS - DP 和 PROFIBUS - FMS 使用同样的传输技术和总线访问协议,它们可以在同一根电缆上同时操作,而 PROFIBUS - PA 设备通过分段耦合器也可方便地集成到 PROFIBUS - DP 网络。DP、FMS、PA 中,PROFIBUS - DP 的应用最为广泛。

PROFIBUS 参考模型遵循 ISO/OSI 模型,同 FF 一样也省略了第 3~6 层,增加了用户层。PROFIBUS - DP 使用第 1 层、第 2 层和用户接口。PROFIBUS - FMS 对第 1 层、第 2 层和第 7 层均加以定义。PROFIBUS - PA 的数据传输沿用 PROFIBUS - DP 的协议,只是在上层增加了描述现场设备行为的 PA 行规。PROFIBUS (DP、PA、FMS) 均使用一致的总线存取控制机制,其总线访问方式为主站之间通信采用令牌传输,主站和从站之间采用主从方式。PROFIBUS 可以采用总线形、树形、星形等网络拓扑,总线上最多可挂接 127 个站点。PROFIBUS 行规的制定为遵循 PROFIBUS 协议的设备之间的互操作奠定了基础。通过对设备指定符合 PROFIBUS 行规的过程参数、工作参数、厂家特定参数,设备之间就可以实现互操作。

PROFIBUS 自 1984 年开始研制现场总线产品,现已成为欧洲首屈一指的开放式现场总线系统,在欧洲的市场占有率大于 40%,广泛应用于加工自动化、楼宇自动化、过程自动化、发电与输配电等领域。1996 年 6 月 PROFIBUS 被采纳为欧洲标准 EN50170 第 2 卷。PNO 为其用户组织,核心公司有 Siemens 公司、E + H 公司、Samson

公司和 Softing 公司等。

二、基金会现场总线 (FF)

基金会现场总线 (Foundation Fieldbus, 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。其前身是以美国 Fisher-Rousemount 公司为首, 联合 Foxboro、横河、ABB、西门子等 80 家公司制定的 ISP (Interoperable System Protocol) 协议和以 Honeywell 公司为首, 联合欧洲等地的 150 家公司制定的 WorldFIP (World Factory Instrumentation Protocol) 协议——基于法国的 FIP 标准。屈于用户的压力, 这两大集团于 1994 年 9 月合并, 成立了现场总线基金会, 致力于开发出国际上统一的现场总线协议。

FF 的通信模型以 ISO/OSI 开放系统模型为基础, 采用了物理层、数据链路层、应用层, 并在其上增加了用户层, 各厂家的产品在用户层的基础上实现。FF 总线采用的是令牌总线通信方式, 可分为周期通信和非周期通信。FF 目前有高速和低速两种通信速率, 其中低速总线协议 H1 已于 1996 年发表, 现在已应用于工作现场; 高速协议原定为 H2 协议, 但目前 H2 很有可能被 HSE 取代。H1 的传输速率为 31.25 kbps, 传输距离达 1 900 m, 还可采用中继器延长传输距离, 并可支持总线供电, 支持本质安全防爆环境; HSE 目前的通信速率为 10 Mbps, 更高速的以太网正在研制中。FF 可采用总线形、树形、菊花链等网络拓扑结构, 网络中的设备数量取决于总线带宽、通信段数、供电能力和通信介质的规格等因素。FF 支持双绞线、同轴电缆、光缆和无线发射等传输介质, 物理传输协议符合 IEC1157—2 标准, 编码采用曼彻斯特编码。FF 总线拥有非常出色的互操作性, 这在于 FF 采用了功能模块和设备描述语言 (Device Description Language, DDL), 使现场节点之间能准确、可靠地实现信息互通。DDL 是一种解释语言, 用于描述应用进程对象的行为和操作接口, 故而使众多 FF 成员生产厂家的设备描述方法标准化, 由此使与生产厂家无关的设备互操作成为可能。

FF 从自控系统的设计、安装、开车运行和维护的整个过程中都体现了优越性。FF 系统结构简化, 节省了控制设备; FF 高度分散性与现场设备的自治性, 使系统运行性能提高; 对现场设备的诊断可随时进行, 使系统可靠性大大改善; FF 系统的开放性与互操作性, 把从多个厂商处购买部件而集成系统的权利交给用户。1996 年 10 月, 在芝加哥举行的 ISA96 展览会上, 由现场总线基金会组织实施, 向世界展示了来自 40 多家厂商的 70 多种符合 FF 协议的产品, 并将这些分布在不同楼层展览大厅不同展台上的 FF 展品, 用醒目的橙红色电缆, 互联为七段现场总线演示系统。各展台现场设备之间可实地进行现场互操作, 展现了基金会现场总线的基本概貌。

三、LonWorks 总线

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 模型的全部 7 层通信协议, 采用了面向对象的设计方法, 通过网络变量把网络通信设计简化为参数设置。其通信速率从

300 bps 至 1.5 Mbps 不等,直接通信距离可达 2 700 m(78 kbps,双绞线)。支持双绞线、同轴电缆、光纤、射频、红外线、电力线等多种通信介质,并开发了相应的本质安全防爆产品,被誉为通用控制网络。

LonWorks 技术所采用的 LonTalk 协议被封装在称为 Neuron 的神经元芯片中得以实现。集成芯片中有 3 个 8 位 CPU,第 1 个用于完成 OSI 模型中第 1 层和第 2 层的功能,称为介质访问控制处理器,实现介质访问的控制与处理;第 2 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 3 个是应用处理器,执行操作系统服务与用户代码。芯片中还具有存储信息缓冲区,以实现 CPU 之间的信息传递,并作为网络缓冲区和应用缓冲区。

Echelon 公司的技术策略是鼓励各原始设备制造商(OEM)运用 LonWorks 技术和神经元芯片,开发应用自己的产品。据称目前已有 2 600 多家公司在不同程度上采用了 LonWorks 技术,1 000 多家公司已经推出了 LonWorks 产品,180 家重要厂商组成了 LonMark 互操作协会,开发推广 LonWorks 技术与产品,进行 LonMark 认证。它已被广泛应用在楼宇自动化、家庭自动化、保安系统、办公设备、交通运输、工业过程控制等行业。另外,在开发智能通信接口、智能传感器方面,LonWorks 神经元芯片也具有独特的优势。

四、CAN 总线

CAN 是控制器局域网(Controller Area Network)的简称。它是德国 Bosch 公司及几个半导体集成电路制造商开发出来的,起初是专门为汽车工业设计的,目的是为了节省接线的工作量,后来由于自身的特点被广泛地应用于各行各业。它的芯片由摩托罗拉、Intel 等公司生产。国际 CAN 的用户及制造商组织(简称 CIA)于 1992 年在欧洲成立,现全球共有 517 个会员。长期以来 CIA 组织为 CAN 总线的推广和发展做了大量的工作。CAN 正在向更多的应用领域渗透,CIA 支持不同的行业开发基于 CAN 总线网络的标准化更高层的协议,其中 CANopen 应用层协议已被列入欧洲标准(即 EN50325—4),广泛应用于自动化机器设备、医疗设备、汽车电子等各个领域,并迅速地抢占新兴的 RFID 读写器、太阳能光伏发电等领域,显示出强大的生命力。

CAN 协议也遵循 ISO/OSI 模型,采用了其中的物理层、数据链路层与应用层。CAN 采用多主工作方式,节点之间不分主从,但节点之间有优先级之分;通信方式灵活,可实现点对点、一点对多点及广播方式传输数据,无需调度。CAN 采用的是非破坏性总线仲裁技术,按优先级发送,可以大大节省总线冲突仲裁时间,在重负荷下表现出良好的性能。CAN 采用短帧结构传输,每帧有效字节为 8 个,传输时间短,受干扰的概率低;而且每帧信息都有 CRC 校验和其他检错措施,保证数据出错率极低。当节点严重错误时,具有自动关闭功能,使总线上其他节点不受影响,所以 CAN 是所有总线中最为可靠的。CAN 总线可采用双绞线、同轴电缆或光纤作为传输介质。它

的直接通信距离最远可达 10 km,通信速率最高达 1 Mbps(通信距离为 40 m 时),总线上可挂设备数主要取决于总线驱动电路,最多可达 110 个。但 CAN 不能用于防爆区。

第四节 现场总线技术的现状及其发展趋势

一、现场总线技术的现状

1. 多种总线共存

现场总线国际标准 IEC61158 中采用了 8 种协议类型,以及其他一些现场总线。每种总线都有其产生的背景和应用领域。不同领域的自动化需求各有其特点,因此在某个领域中产生的总线技术一般对本领域的满足度高一些,应用多一些,适用性好一些。据美国 ARC 公司的市场调查,世界市场对各种现场总线的需求为过程自动化 15%(FF、PROFIBUS - PA、WorldFIP),医药领域 18%(FF、PROFIBUS - PA、WorldFIP),加工制造 15%(PROFIBUS - DP、DeviceNet),交通运输 15%(PROFIBUS - DP、DeviceNet),航空、国防 34%(PROFIBUS - FMS、LonWorks、ControlNet、DeviceNet),农业未统计(P - NET、CAN、PROFIBUS - PA/DP、DeviceNet、ControlNet),楼宇未统计(LonWorks、PROFIBUS - FMS、DeviceNet)。由此可见,随着时间的推移,占有市场 80%左右的总线将只有六七种,而且其应用领域比较明确,如 FF、PROFIBUS - PA 适用于冶金、石油、化工、医药等流程行业的过程控制,PROFIBUS - DP、DeviceNet 适用于加工制造业,LonWorks、PROFIBUS - FMS、DeviceNet 适用于楼宇、交通运输、农业。但这种划分又不是绝对的,相互之间又互有渗透。

2. 总线应用领域不断拓展

每种总线都力图拓展其应用领域,以扩张其势力范围。在一定应用领域中已取得良好业绩的总线,往往会进一步根据需要向其他领域发展。如 PROFIBUS 在 DP 的基础上又开发出 PA,以适用于流程工业。

3. 不断成立总线国际组织

大多数总线都成立了相应的国际组织,力图在制造商和用户中创造影响,以取得更多方面的支持,同时也显示出其技术是开放的。如 WorldFIP 国际用户组织、FF 基金会、PROFIBUS 国际用户组织、P - Net 国际用户组织及 ControlNet 国际用户组织等。

4. 每种总线都以企业为支撑

各种总线都以一个或几个大型跨国公司为背景,公司的利益与总线的发展息息相关,如 PROFIBUS 以 Siemens 公司为主要支持,ControlNet 以 Rockwell 公司为主要背景,WorldFIP 以 ALSTOM 公司为主要后台。

5. 一个设备制造商参加多个总线组织

大多数设备制造商都积极参加不止一个总线组织,有些公司甚至参加 2~4 个总线组织。道理很简单,装置是要挂在系统上的。