

现代控制实用新技术丛书

现场总线控制系统的 设计和开发

邹益仁 马增良 蒲维 编著

The Design and Development
of Fieldbus Control System

国防工业出版社

现代控制实用新技术丛书

TP336

2

现场总线控制系统 的设计和开发

邹益仁 马增良 蒲维 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

现场总线控制系统的设计和开发 / 邹益仁等编著.
北京: 国防工业出版社, 2003. 1

(现代控制实用新技术丛书)

ISBN 7-118-02998-X

I. 现... II. 邹... III. 总线—控制系统
IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 089206 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经营

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 433 千字
2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷
印数: 1-4000 册 定价: 29.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

前 言

“现场总线”自 20 世纪 90 年代初出现以来,引起了国内外业界人士的广泛注意和高度重视,并已成为世界范围内的自动化技术发展的热点之一,有人称之为“自动化仪表与控制系统的一次变革”。现场总线的工业过程智能自动化仪表和现场总线的开放自动化系统构成了新一代全开放式自动化控制系统的体系结构。为实现企业“综合自动化”奠定了现场级的过程自动化基础。

目前国际上公认的“现场总线”有 12 种之多,各有其特点,并在一定范围内得到应用。我们将注重于如何利用现场总线智能仪表进行具体工程应用,如何设计一个基于现场总线的控制系统,以及基于现场总线的控制系统的体系结构等方面进行论述,并且以具体实例加以说明。

全书共分 10 章,第 1 章主要介绍几种主流总线如现场总线基金会总线(FF)、过程现场总线(PROFIBUS)、高速可寻址的远程传感器(HART)通信协议、控制局域网(CAN)及局部操作网络(LonWorks)等现场总线的发展及应用概况。第 2 章以 FF 总线、PROFIBUS 总线为主,比较详细地介绍了协议结构,现场总线控制系统 FCS 结构与特点及设备控制组态方法等。第 3 章主要介绍 OPC 的一般特征,OPC 的对象和接口设计,C/S 结构模式程序设计,OPC 警报和事件标准及 OPC 编程实例等。第 4 章介绍多现场总线控制系统软件总体结构,包括多现场总线控制系统软件的框架结构,OPC 通信服务器,实时数据库,现场设备管理,监控组态软件,远程监控组态及其他应用,先进控制选件,多媒体监控软件选件以及与第三方软件的接口等系统的主要功能和性能。第 5 章主要介绍实时数据库(简称 RTDB)的功能及程序设计方法,包括 RTDB 点组态,输入/输出处理,实时数据管理、归档,维护和报警生成、事件记录、时间同步,并为其他应用提供访问接口(OPC DA 接口和 OPC AE 接口)等。第 6 章介绍现场总线设备管理的主要任务,它负责 HART 仪表的设备管理和维护,通过 OPC 接口把仪表的过程数据和设备信息传送到 RTDB 中,介绍解决现场总线特殊设备专有属性的组态问题等。第 7 章主要介绍过程监控组态系统的功能及程序设计。主要包括支持 ActiveX 控件技术,面向对象的动态图形功能以及丰富的图形库设计,支持语音识别和语音控制程序设计,支持图像监控程序设计,内嵌高级控制软件包程序设计,报警和报警的管理,报告与报表生成功能,内嵌 VBA 程序设计等。第 8 章主要介绍基于 Internet 的远程监控系统的程序设计,包括系统运行环境,软件的功能,通信服务的结构及程序设计,客户端的 Java Applet 的结构及程序设计等。第 9 章主要介绍有一定的代表性的西门子 TI505 系列 PLC 可编程控制器连接到基于多现场总线的综合自动化系统的集成编程方法。第 10 章主要对现场总线的今后发展方向做一些探讨。

参加编写的人员有邹益仁、马增良、蒲维、林红权、姚益圣、康勋、苏俊及兰斌等同志。

145/9/25

IV

在编写的过程中,我们参考了大量的国内外有关资料,应该说,本书是多个单位在现场总线开发应用的成果体现。在此,我们特别向为本书提供支持的安燮南教授、陈良怀高级工程师以及谭剑斌、林健锋、蒋圣平、李荣等同志表示感谢,还向为本书编写提供资料的单位和个人表示深深的谢意。

由于编者水平有限,时间仓促,现场总线的开发应用正在不断地深入,我们掌握的资料有限,书中的缺点和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 现场总线的产生和发展	1
1.1.1 控制系统的发展	1
1.1.2 现场总线的发展过程	2
1.1.3 现场总线的发展趋势	4
1.1.4 几种有影响的现场总线技术	5
1.2 现场总线的特点与优点	8
1.2.1 现场总线系统的技术特点	8
1.2.2 现场总线的优点	9
1.3 现场总线网络模型.....	10
1.3.1 过程控制层.....	11
1.3.2 制造执行层.....	11
1.3.3 企业资源规划层.....	12
1.3.4 现场总线与局域网的区别.....	12
1.4 现场总线系统的集成.....	13
1.4.1 控制系统的集成.....	14
1.4.2 现场总线控制网络与 DCS 网络的集成	15
1.4.3 现场总线控制网络与信息网络的集成.....	15
1.4.4 网络集成的一些考虑.....	16
第 2 章 现场总线技术	17
2.1 基金会现场总线技术.....	17
2.1.1 通信系统的组成及其相互关系.....	17
2.1.2 网络拓扑.....	20
2.1.3 基金会现场总线与 ISO/OSI 参考模型的关系	22
2.1.4 物理层.....	23
2.1.5 数据链路层.....	24
2.1.6 现场总线访问子层.....	26
2.1.7 现场总线报文规范层.....	31
2.1.8 网络管理.....	34
2.1.9 系统管理.....	35
2.2 基金会现场总线的功能块.....	37

2.2.1	功能模块	38
2.2.2	现场总线智能仪表和设备的定义	40
2.2.3	功能块的内部结构与功能块连接	41
2.2.4	功能块在现场总线智能仪表中配置	42
2.2.5	功能块的组合	43
2.2.6	功能模块应用进程块对象的块参数	43
2.2.7	功能块应用进程	45
2.2.8	功能块的调度	46
2.2.9	功能块的应用	47
2.2.10	功能块参数状态和模式转换	49
2.3	基金会现场总线的组态	52
2.3.1	组态的定义	52
2.3.2	系统组态和启动	55
2.3.3	组态实例	56
2.4	现场总线系统的网络布线和安装	62
2.4.1	现场总线系统网络的拓扑结构	62
2.4.2	现场总线系统的网络部件	63
2.4.3	网络布线和安装	66
2.5	PROFIBUS 现场总线技术	70
2.5.1	PROFIBUS 概貌	70
2.5.2	PROFIBUS 协议结构	70
2.5.3	PROFIBUS 传输技术	70
2.5.4	PROFIBUS 总线存取协议	73
2.5.5	PROFIBUS - DP	74
2.5.6	PROFIBUS - PA	77
2.5.7	PROFIBUS - FMS	78
2.5.8	PROFIBUS 在工厂自动化系统中的位置	79
2.5.9	PROFIBUS 控制系统组成	79
2.5.10	PROFIBUS 控制系统配置的几种形式	80
第 3 章	OPC 接口技术	82
3.1	OPC 的基本知识	82
3.1.1	OPC 简介	82
3.1.2	OPC 的目的	82
3.1.3	OPC 的特点	83
3.1.4	OPC 的对象与接口概述	84
3.1.5	OPC 的过程数据构造	86
3.1.6	OPC 的适用场合	87
3.1.7	OPC 基金会概况	87
3.2	OPC 的数据访问接口标准	88

3.2.1	DA的目的	88
3.2.2	DA的机能	88
3.2.3	DA的对象与接口	93
3.3	OPC的报警和事件接口标准	96
3.3.1	AE的目的	96
3.3.2	AE的机能	97
3.3.3	AE的对象与接口	99
3.4	OPC编程实例	101
3.4.1	编程实例的结构	101
3.4.2	HART仪表参数和OPC项的连接	102
3.4.3	OPC数据传输的实现	103
第4章	多现场总线控制系统软件结构	105
4.1	现场总线控制系统的概念	105
4.2	现场总线控制系统的组成	106
4.2.1	可编程序逻辑控制器控制系统	106
4.2.2	集散式控制系统	106
4.2.3	现场总线控制系统	107
4.3	现场总线控制系统的体系结构	108
4.4	多现场总线控制系统软件结构	113
4.4.1	概述	113
4.4.2	现场总线控制系统的软件结构	113
4.4.3	数据采集工作站及现场总线通信服务器	114
4.4.4	实时数据库	115
4.4.5	现场设备管理	116
4.4.6	控制策略组态	117
4.4.7	监控组态系统	120
4.4.8	远程应用	121
第5章	现场总线控制系统实时数据库设计	124
5.1	实时数据库简介	124
5.1.1	实时数据库发展背景	125
5.1.2	实时数据库的应用	125
5.2	实时数据库的特征	126
5.2.1	实时数据库的时间相关性	127
5.2.2	实时数据库的实时事务	127
5.2.3	数据开放性	129
5.2.4	数据的高速处理、网络传输	130
5.3	实时数据库中的数据组织	130
5.4	实时数据库的系统结构	131
5.4.1	实时数据库的体系结构	132

5.4.2	实时数据库组态工具	132
5.4.3	实时数据库	133
5.5	实时数据库开发策略	133
5.5.1	确定实时数据库的功能	134
5.5.2	确定实时数据库的基本架构	134
5.5.3	开发实时数据库的技术准则	134
5.6	实时数据库开发实例	135
5.6.1	实时数据库的数据组织	135
5.6.2	实时数据库 OPC 接口设计	137
5.6.3	实时数据库的界面设计	138
5.6.4	实时数据库数据处理	139
第 6 章	现场总线设备管理	142
6.1	设备管理概述	142
6.1.1	设备管理的产生	142
6.1.2	设备管理的功能	143
6.2	HART 协议介绍	145
6.2.1	HART 协议物理层规范	145
6.2.2	HART 协议数据链路层规范	146
6.2.3	HART 协议的应用层规范	150
6.3	HART 仪表设备管理系统 HDMS 总体结构	153
6.3.1	HDMS 需要实现的功能	153
6.3.2	HDMS 总体结构	153
6.4	HDMS 设备管理模块	154
6.4.1	HART 仪表对象	155
6.4.2	HART 仪表的管理	157
6.4.3	按“工厂管理”方式管理 HART 仪表	158
6.4.4	按“设备连接”方式管理 HART 仪表	161
6.4.5	按“厂商分类”方式管理 HART 仪表	161
6.4.6	HART 仪表的操作和 HART 扩展命令的处理	162
6.4.7	HART 内部参数的显示和保存	168
6.5	HDMS 通信模块	169
6.5.1	串口的初始化和设置	169
6.5.2	HART 帧的发送和接收	170
6.5.3	通信状态的显示	170
6.6	OPC 接口模块	171
6.6.1	HDMS 中 OPC 部分的结构	171
6.6.2	HART 仪表参数和 OPC 项的连接	172
6.6.3	OPC 数据传输的实现	173
6.7	设备描述语言	175

6.7.1	设备描述语言简介	175
6.7.2	DDL 的结构描述	175
第 7 章	过程监控组态软件设计	177
7.1	监控组态软件的发展	177
7.1.1	监控组态软件的历史	177
7.1.2	监控组态软件的特点	178
7.2	监控组态软件的系统设计	178
7.2.1	监控组态软件应具备的基本功能	178
7.2.2	功能模块的划分	179
7.2.3	开发环境及工具	182
7.3	图形界面设计	182
7.3.1	图形界面简介	182
7.3.2	图形对象分类	184
7.3.3	图形对象抽象化设计	185
7.3.4	图形对象的操作设计	185
7.3.5	图形对象的属性设计	187
7.3.6	数据对象的分类	190
7.3.7	变量分类	191
7.3.8	数据对象的抽象化设计	191
7.4	OPC 集成设计	192
7.4.1	OPC DA Client 集成	192
7.4.2	OPC AE Client 集成	197
7.5	VBA 集成设计	200
7.5.1	VBA 简介	200
7.5.2	APC 对象模型简介	202
7.5.3	集成 VBA 的一般方法	204
7.5.4	ActiveX 控件集成	207
7.5.5	脚本的处理	210
7.5.6	宏录制	215
第 8 章	远程监控与组态软件的设计	219
8.1	远程监控与组态系统简介	219
8.1.1	软件的功能	219
8.1.2	系统的性能要求	219
8.1.3	运行环境	220
8.2	基本概念与基本理论	221
8.2.1	现有几种 Internet 应用实现模型简介	221
8.2.2	采用的 Internet 应用实现技术	227
8.2.3	TCP/IP 协议族	227
8.2.4	信息系统安全理论	231

8.3	实时问题的解决方案	235
8.3.1	网络吞吐量与监控信源特性	235
8.3.2	字节流与比特流的差别	236
8.3.3	UDP与TCP	237
8.4	安全问题的解决方案	237
8.5	远程监控与组态系统的设计	239
8.5.1	应用服务器的结构设计	240
8.5.2	WWW服务的结构设计	242
8.5.3	客户端的结构设计	242
第9章	现场总线控制系统与PLC系统的集成	247
9.1	FCS与PLC的共存	247
9.2	PLC简介	247
9.2.1	PLC的定义	247
9.2.2	PLC的硬件组成	248
9.2.3	PLC的特点及应用	248
9.2.4	PLC、DCS与FCS	249
9.3	TI505系列PLC通信协议	249
9.3.1	TI505系列PLC简介	249
9.3.2	TI505系列PLC串行数据传输规范	250
9.4	TI505系列PLC OPC服务器设计	253
9.4.1	PLC OPC数据服务器软件功能要求	253
9.4.2	PLC OPC数据服务器软件结构	255
9.4.3	PLC设备管理模块	256
9.4.4	OPC接口模块(服务器端)	263
9.5	PLC服务器在综合自动化系统中的集成	267
9.6	PLC服务器系统基于以太网的扩展	268
9.6.1	银河YH-UDS-10以太网设备服务器	268
9.6.2	串行PLC设备通过YH-UDS-10连接至网络	269
9.6.3	对于TI505系列PLC服务器的改进	270
第10章	现场总线发展	273
10.1	当前现场总线存在的问题	273
10.2	工业以太网技术	275
10.2.1	封装	276
10.2.2	代理服务器	280
10.2.3	实时通信系统	281
10.2.4	嵌入以太网的I/O	281
10.2.5	网络控制器	282
10.2.6	以太网应用于工业现场的难点	282
10.3	OPC技术	285

10.4 Internet 技术	287
参考文献	290

第 1 章 概 述

1.1 现场总线的产生和发展

纵观控制系统的发展史,不难发现,每一代新的控制系统的推出都是针对老一代控制系统存在的不足而给出的更完善的解决方案,最终在用户需求和市场竞争两大因素的推动下占领市场的主导地位,现场总线和现场总线控制系统的产生也不例外。

1.1.1 控制系统的发展

控制系统可分为以下 4 个阶段。

1. 模拟仪表控制系统

模拟仪表控制系统于 20 世纪六、七十年代占主导地位。其显著缺点是:模拟信号精度低,易受干扰。

2. 集中式数字控制系统

集中式数字控制系统(DDC, Direct Digital Control)于 20 世纪七八十年代占主导地位。它采用单片机、可编程序逻辑控制器(PLC)、顺序逻辑控制器(SLC, Sequence Logical Controller)或微机作为控制器,在控制器内部传输的是数字信号,因此克服了模拟仪表控制系统中模拟信号精度低的缺陷,提高了系统的抗干扰能力。集中式数字控制系统的优点是易于根据全局情况进行控制计算和判断,在控制方式、控制时间的选择上可以统一调度和安排。不足的是,对控制器本身要求很高,必须具有足够的处理能力和极高的可靠性,当系统任务增加时,控制器的效率和可靠性将急剧下降。

3. 集散控制系统

集散控制系统(DCS, Distributed Control System)在 20 世纪八九十年代占主导地位。其核心思想是集中管理、分散控制,即管理与控制相分离,上位机用于集中监视管理功能,若干台下位机下放分散到现场实现分布式控制,上下位机之间用控制网络互连以实现相互之间的信息传递。因此,这种分布式的控制系统体系结构有力地克服了集中式数字控制系统中对控制器处理能力和可靠性要求高的缺陷。在集散控制系统中,分布式控制思想的实现正是得益于网络技术的发展和运用,遗憾的是,不同的 DCS 厂家为达到垄断经营的目的而对其控制通信网络采用各自专用的封闭形式,不同厂家的 DCS 系统之间以及 DCS 与上层 Intranet、Internet 信息网络之间难以实现网络互连和信息共享,因此从该角度而言,集散控制系统是一种封闭专用的、不具有可互操作性的分布式控制系统,并且 DCS 造价昂贵。在这种情况下,用户对网络控制系统提出了开放性和降低成本的迫切要求。

4. 现场总线控制系统

现场总线控制系统(FCS, Fieldbus Control System)正是顺应以上潮流而诞生,它用现场总线这一开放的、具有互操作性的网络将现场各控制器及仪表设备互连,构成现场总线控制系统,同时控制功能彻底下放到现场,降低了安装成本和维护费用。因此,FCS实质是一种开放的、具有互操作性的、彻底分散的分布式控制系统,有望成为21世纪控制系统的主流产品。

现场总线(Fieldbus)是应用在生产现场的,在测量控制设备之间实现双向、串行、多点通信的数字通信系统。基于现场总线的控制系统被称为现场总线控制系统。

现场总线把通用或专用的微处理器置入传统的测量控制仪表,使之具有数字计算和数字通信能力,采用一定的介质(例如双绞线、同轴电缆、光纤、无线、红外等)作为通信总线,按照公开、规范的通信协议,在位于现场的多个设备之间以及现场设备与远程监控计算机之间,实现数据传输和信息交换,形成各种适应实际需要的自动化控制系统。图1-1比较了各系统的测控能力。

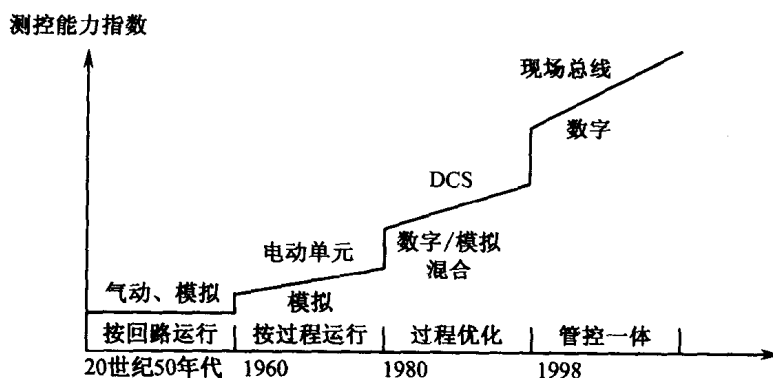


图 1-1 各系统测控能力的对比

1.1.2 现场总线的发展过程

现场总线是20世纪80年代中期在国际上发展起来的。随着微处理器与计算机功能的增强和价格的降低,计算机网络系统得到迅速发展,而处于生产过程底层的测控自动化系统仍采用一对一连线,用电压、电流的模拟信号进行测量和控制,难以实现设备与设备之间以及系统与外界之间的信息交换,使自动化系统成为“信息孤岛”。要实现整个企业的信息集成和综合自动化,就必须设计出一种能在工业现场环境运行的、性能可靠的、造价低廉的通信系统,形成现场的底层网络,完成现场自动化设备之间的多点数字通信,实现底层设备之间以及生产现场与外界之间的信息交换。现场总线就是在这种实际需要的驱动下应运而生的。

基于现场总线的现场总线控制系统既是一个开放的通信网络,又是一个全分布控制系统,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成网络系统,并通过组态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、优化以及测、控、管一体化的综合自动化功能。现场总线控制系统是一个以智能传感器、自动控制、计算机、通信、网络等技术为主要内容的多学科交叉的新兴技术,在过

程自动化、制造自动化、楼宇自动化、交通、电力等领域都有广泛的应用前景,被誉为 21 世纪最有希望的自动化技术。

1. 现场总线的国际标准

从 1984 年 IEC(国际电工委员会)开始制定现场总线国际标准至今,争夺现场总线国际标准的大战持续了 16 年之久。先后经过 9 次投票表决,最后通过协商、妥协,于 1999 年底 IEC TC65(负责工业测量和控制的第 65 标准化技术委员会)通过了 8 种类型的现场总线作为 IEC61158 国际标准。

- (1) 类型 1 IEC 技术报告(即 FF 的 H1);
- (2) 类型 2 ControlNet(美国 Rockwell 公司支持);
- (3) 类型 3 Profibus(德国 Siemens 公司支持);
- (4) 类型 4 P-Net(丹麦 Process Data 公司支持);
- (5) 类型 5 FF HSE(即原 FF 的 H2, Fisher-Rosemount 等公司支持);
- (6) 类型 6 Swift Net(美国波音公司支持);
- (7) 类型 7 World FIP(法国 Alstom 公司支持);
- (8) 类型 8 Interbus(德国 Phoenix Contact 公司支持)。

加上 IEC TC17B 通过的 3 种现场总线国际标准,即 SDS(Smart Distributed System)、ASI(Actuator Sensor Interface)和 DeviceNet,此外,ISO 还有一个 ISO 11898 的 CAN(Control Area Network),所以一共有 12 种之多。现场总线的国际标准虽然制定出来了,但它与 IEC(国际电工委员会)于 1984 年开始制定现场总线标准时的初衷是相违背的。

2. 现场总线的发展现状

在现场总线的发展中以下现状值得注意。

(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。总线是为了满足自动化发展的需求而产生的,由于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这一特定的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的实际额为: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) 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) 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,同时也想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) 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 个~4 个总线组织。道理很简单,装置是要挂在系统上的。

(6) 每种总线大多将自己作为国家或地区标准,以加强自己的竞争地位。现在的情况是:P-Net 已成为丹麦标准,Profibus 已成为德国标准,WorldFIP 已成为法国标准。上述 3 种总线于 1994 年成为并列的欧洲标准 EN50170,其他总线也都形成了各组织的技术规范。

(7) 在激烈的竞争中出现了协调共存的前景。这种现象在欧洲标准制定时就出现过,欧洲标准 EN50170 在制定时,将德、法、丹麦 3 个标准并列于一卷之中,形成了欧洲的多总线的标准体系,后又将 ControlNet 和 FF 加入欧洲标准的体系。各重要企业,除了力推自己的总线产品之外,也都力图开发接口技术,将自己的总线产品与其他总线相连接,如施耐德公司开发的设备能与多种总线相连接。在国际标准中,也出现了协调共存的局面。

(8) 以太网的引入成为新的热点。以太网正在工业自动化和过程控制市场上迅速增长,几乎所有远程 I/O 接口技术的供应商均提供一个支持 TCP/IP 协议的以太网接口,如 Siemens、Rockwell、GE Fanuc 等,他们销售各自的 PLC 产品,但同时提供与远程 I/O 和基于 PC 的控制系统相连接的接口。从美国 VDC 公司调查结果也可以看出,在今后 3 年,以太网的市场占有率将达到 20% 以上。FF 现场总线正在开发高速以太网,这无疑大大加强了以太网在工业领域的地位。

1.1.3 现场总线的发展趋势

虽然现场总线的标准统一还有种种问题,但现场总线控制系统的发展却已经是一个不争的事实。随着现场总线思想的日益深入人心,以及基于现场总线的产品和应用的不断增多,这种新一代控制系统正逐渐浮出水面,现场总线控制系统体系结构日益清晰,具体发展趋势表现在以下几个方面。

1. 现场总线控制系统是全面数字化、网络化的控制系统

这体现在位于现场的传感器/执行器一级也全部实现数字化、智能化,它们彼此之间以及与控制器之间通过现场总线构成工业现场的局域网络,进而连接到上层控制网、管理网甚至互连网,形成一个无所不在的网络系统,信息可以在现场、车间、工厂、公司总部之间自由流动。

2. 现场总线控制系统的网络结构向简单的方向发展

早期的 MAP 模型由 7 层组成,现在 Rockwell 公司提出了 3 层结构自动化,Fisher-Rosemount 公司提出了 2 层自动化,还有的公司甚至提出 1 层结构,由以太网一通到底。目前比较达成共识的是 3 层设备、2 层网络的 3+2 结构:3 层设备是位于底层的现场设备,如传感器/执行器,以及各种分布式 I/O 设备等;位于中间的控制设备,如 PLC、工业

控制计算机、专用控制器等;位于上层的是操作设备,如操作站、工程师站、数据服务器、一般工作站等。2层网络是现场设备与控制设备之间的控制网,以及控制设备与操作设备之间的管理网。

3. 现场总线控制系统大量采用成熟的、开放的、通用的技术

如在管理网的通信协议上,越来越多的企业采用最流行的 TCP/IP 协议加以太网,操作设备一般采用工业 PC 机甚至普通 PC 机,控制设备一般采用标准的 PLC 或者是工业控制计算机等,而控制网络就是各种现场总线的应用领域。

由此可见,新型的现场总线控制系统与传统的控制系统(如 DCS、PLC)之间并不是完全取而代之的关系,而是继承、融合、提高的关系。例如现场总线控制系统与 DCS 之间结构有相似之处,但在底层用现场总线取代了传统的(4~20)mA 信号,就使功能上发生重大变化。现场总线控制系统常常采用标准的 PC 做操作站,PLC 做控制站,在控制站上装有现场总线的通信模块,可与现场总线的智能设备相连,从而减低了系统的成本,提高了系统的开放性。

1.1.4 几种有影响的现场总线技术

1. FF

基金会现场总线(FF, Foundation Fieldbus)是目前最具发展前景,最具竞争力的现场总线之一,它的前身是以 Fisher-Rosemount 公司为首,联合 80 家公司制定的 ISP 协议和以 Honeywell 公司为首,联合欧洲 150 家公司制定的 WorldFIP 协议,两大集团于 1994 年合并,成立现场总线基金会,致力于开发统一的现场总线标准。FF 目前拥有 120 多个成员,这包括世界上最主要的自动化设备供应商:AB、ABB、Foxboro、Honeywell、Smar、FUJI Electric 等。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 很有可能胎死腹中,HSE 将取而代之。H1 的传输速率为 31.25kb/s,传输距离可达 1900m,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 10Mb/s,更高速的以太网正在研制中。FF 可采用总线型、树型、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 IEC1158-2 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(DDL, Device Description Language)使得现场节点之间能准确、可靠地实现信息互通。目前 FF 有 29 个功能块,其中包括 10 个基本功能块和 19 个先进功能块。用户还可以开发自己的功能块,这些功能块之间通过标准的 DDL 实现互操作。德国的 Fraunhofer 实验室担任一致性和互操作性测试。

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 模型的全部 7 层通信协议,采用了面向对