



全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

网络化控制系统

—— 现场总线技术（第2版）

Networked Control Systems
—— Fieldbus Technology
(Second Edition)

阳宪惠 主编
Yang Xianhui



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

清华大学出版社

全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材



网络化控制系统

—— 现场总线技术 (第2版)

Networked Control Systems
—— Fieldbus Technology
(Second Edition)

阳宪惠 主编
Yang Xianhui

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

现场总线技术是近年来测量控制领域十分活跃的一项新技术。本书从介绍与现场总线技术相关的基本术语、基础知识开始,较为详细地阐述了基金会现场总线 FF、PROFIBUS、工业以太网、LonWorks 现场总线技术的概貌,并简要讨论了 Modbus、CAN、DeviceNet 以及 ZigBee 无线短程数据通信技术。全书围绕解决现场总线控制网络在开放性、实时性、互操作性、环境适应性等方面面临的问题,讨论多种现场总线在通信参考模型、介质访问控制方式等方面的特点,以及构成现场总线节点与控制网络的应用技术。

本书是全国工程硕士研究生的核心教材,也适合大专院校自动化、仪表专业的师生作为教学参考,还可作为现场总线系统设计、产品开发与应用系统技术人员的培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

网络化控制系统——现场总线技术/阳宪惠主编. —2 版. —北京:清华大学出版社,2014

全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

ISBN 978-7-302-35805-3

I. ①网… II. ①阳… III. ①总线—技术—研究生—教材 IV. ①TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 060889 号

责任编辑:王一玲

封面设计:何凤霞

责任校对:白蕾

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:17.75 字 数:376 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版 2014 年 6 月第 2 版 印 次:2014 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00 元

产品编号:059315-01

第2版前言



20 世纪末兴起的基于现场总线的控制网络技术,在历经早期的标准大战与喧嚣繁华之后,今天已进入平稳发展期。控制网络已经成为许多企业网络不可或缺的重要组成部分。

作为工程硕士研究生教材的《网络化控制系统——现场总线技术》一书再版,一方面得益于我国工程硕士专业学位教育的发展;另一方面也得益于控制网络历经约 20 年实际应用与市场竞争的历练后,其核心技术的积淀。工程硕士的主要培养对象为企业的技术和管理骨干,培养环节主要围绕知识更新、提高创新能力和解决实际问题的能力。本书力图汇集通信、网络、控制领域的主要知识点,有助于读者理解、掌握、运用和开发控制网络的核心技术,在新产品开发与应用系统设计维护中提高解决实际问题的能力。教学中如能与相关实验环节配合,则效果更佳。

感谢清华大学出版社与王一玲编辑等为本书再版付出的辛勤努力。

阳宪惠

2014 年 4 月于芝加哥

Foreword

第1版前言

现场总线技术是在测量控制领域随着信息技术的发展而出现的一项新技术,是生产现场的数据通信与控制网络技术。现场总线控制网络与管理经营层的信息网络结合在一起,构成了完整的企业信息系统,丰富了企业网络的信息内容,为实现企业管理控制一体化创造了条件。

现场总线技术近年来已经赢得了广泛关注,许多高校都为此开设了专门课程。本书是在清华大学自动化系相关课程教学工作的基础上编写的,编写过程得到了全国工程硕士研究生教育核心教材建设工程工作组的关心与支持。

本书从分析现场总线控制网络在开放性、互操作性、实时性、环境适应性方面面临的问题入手,讨论了多种现场总线在通信参考模型、介质访问控制方式等方面的特点,以及构成现场总线系统的应用技术。重点阐述了基金会现场总线 FF、PROFIBUS、工业以太网、LonWorks 几种现场总线的技术概貌,并简要介绍了 Modbus、CAN、DeviceNet 以及 ZigBee 等。尽管不同类别的现场总线各有特色,但其核心技术是相通的。作者期望以这几种有影响力的现场总线为典型代表,让读者通过本书能领略到现场总线百花园的技术精华。

全书共分 8 章。第 1~5 章、第 8 章由阳宪惠编写;第 6 章初稿由郑州大学侯维岩老师编写;第 7 章初稿由航天金穗高技术公司徐琳华等编写。本书是上述编著者在有关现场总线的科研与教学中多年来工作总结的成果积累。

现场总线技术还在不断发展之中,本书中缺点和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

阳宪惠

2008 年 7 月于清华园

Foreword

目 录

第 1 章 绪论 /1

1.1 现场总线技术简介	1
1.1.1 现场总线技术与现场总线系统	1
1.1.2 现场总线数据通信系统	3
1.1.3 现场总线控制网络	4
1.1.4 现场总线网络化控制系统	5
1.1.5 全分布式控制系统	6
1.1.6 现场总线系统在企业网络中的地位与作用	7
1.2 相关名词术语	8
1.2.1 总线与总线操作	8
1.2.2 通信设备	9
1.2.3 报文与协议	11
1.2.4 通信术语	12
1.3 现场总线的技术发展	14
1.3.1 早期的现场总线技术	14
1.3.2 现场总线技术的标准化	16
1.3.3 现场总线系统的特点	17
1.3.4 现场总线网络与上层网络的连接	19
练习题	20

第 2 章 串行通信与串行通信接口 /21

2.1 通信编码	21
2.1.1 数字编码与编码波形	21
2.1.2 曼彻斯特编码与差分曼彻斯特编码	22
2.1.3 模拟数据编码	23

2.2	串行通信中的几个环节	24
2.2.1	数据的串行化与串行传输	24
2.2.2	单字节数据的报文帧	24
2.2.3	通信连接与确认	25
2.2.4	串行通信的中断请求与处理	26
2.2.5	轮询	26
2.2.6	出错处理	27
2.3	串行通信接口	27
2.3.1	EIA-232	27
2.3.2	EIA-485	30
2.3.3	通用串行总线 USB	32
2.3.4	IEEE 1394	33
2.4	通信传输的差错检测	34
2.4.1	传输差错的类型	34
2.4.2	差错检测	35
2.4.3	循环冗余校验的原理与实现	36
2.5	传输差错的校正	39
2.5.1	纠错	39
2.5.2	自动重传	39
2.5.3	前向差错纠正	40
2.5.4	海明码的编码	40
2.5.5	海明码的错误检测与纠正	42
2.5.6	多比特错误的纠正	43
	练习题	44

第3章 控制网络与网络互连

/45

3.1	控制网络	45
3.1.1	现场总线控制网络与计算机网络	45
3.1.2	现场总线控制网络的节点	46
3.1.3	现场总线控制网络的任务与工作环境	46
3.1.4	现场总线控制网络的实时性要求	47
3.2	网络互连	48
3.2.1	网络互连的通信参考模型	48
3.2.2	通信参考模型的分层功能	49
3.2.3	现场总线对 OSI 通信参考模型的简化	51

3.2.4	几种现场总线网络的通信参考模型	52
3.2.5	网络互连设备	53
3.3	网络传输介质的种类	56
3.3.1	双绞线	56
3.3.2	屏蔽电缆	57
3.3.3	同轴电缆	57
3.3.4	光缆	57
3.3.5	无线传输	58
3.4	网络传输介质的性能	59
3.4.1	传输介质的频率特性	59
3.4.2	介质带宽	60
3.4.3	信噪比对信道容量的影响	61
3.4.4	导线传输介质的性能参数	62
3.5	网络拓扑	62
3.5.1	环形拓扑	63
3.5.2	星形拓扑	63
3.5.3	总线拓扑	64
3.5.4	树形拓扑	64
3.6	网络传输介质的访问控制	65
3.6.1	主从通信	65
3.6.2	载波监听多路访问/冲突检测	66
3.6.3	载波监听多路访问/逐位仲裁	67
3.6.4	令牌	67
3.6.5	时分复用	69
3.6.6	几种访问控制方式的综合	70
3.7	网络操作系统	71
3.7.1	局域网操作系统	71
3.7.2	Netware 与 NetBEUI	71
3.7.3	Windows 操作系统系列	72
3.7.4	UNIX	73
3.7.5	Linux	73
3.7.6	嵌入式操作系统	74
	练习题	75

第4章 基金会现场总线 FF

/76

4.1	H1 的通信参考模型与数据编码	76
4.1.1	H1 的通信参考模型	76
4.1.2	H1 报文帧的结构	80
4.1.3	H1 报文帧中的数据编码	81
4.1.4	H1 的通信信号	82
4.2	H1 的通信调度	83
4.2.1	现场设备的类型	83
4.2.2	链路活动调度器 LAS	85
4.2.3	通信调度的工作过程	85
4.2.4	总线上的时间	87
4.2.5	通信控制器	87
4.3	网络与系统管理	89
4.3.1	网络管理	89
4.3.2	设备标识与工作状态	90
4.3.3	系统管理的功能与服务	91
4.3.4	系统管理信息库 SMIB	95
4.4	功能块	96
4.4.1	功能块的内部结构与功能块连接	96
4.4.2	功能块中的用户应用块	99
4.4.3	功能块的块参数	100
4.4.4	功能块应用	104
4.5	FF 的应用系统	105
4.5.1	H1 网段的基本组成	105
4.5.2	H1 网段的传输介质	107
4.5.3	H1 网段的拓扑结构	107
4.5.4	网段的连线长度	108
4.5.5	H1 网段的接地与屏蔽	110
4.5.6	应用系统的设计与运行	111
	练习题	113

第5章 工业以太网

/114

5.1	工业以太网简介	114
-----	---------------	-----

5.1.1	工业以太网与以太网	114
5.1.2	以太网的工业级产品	116
5.1.3	以太网通信的非确定性问题	118
5.1.4	工业以太网应用层的控制功能	119
5.1.5	以太网的嵌入式控制节点	120
5.2	以太网的物理连接与数据封装	120
5.2.1	以太网的物理连接	120
5.2.2	以太网的帧格式	121
5.2.3	以太网的数据封装	122
5.3	TCP/IP 协议组	124
5.3.1	TCP/IP 协议组的构成	124
5.3.2	IP 协议	124
5.3.3	用户数据报协议	128
5.3.4	传输控制协议 TCP	129
5.4	实时以太网	130
5.4.1	实时以太网及其通信参考模型	130
5.4.2	实时以太网的介质访问控制	132
5.4.3	IEEE 1588 精确时间同步协议	133
5.5	PROFINET	135
5.5.1	PROFINET 的网络连接	136
5.5.2	IO 设备模型及其数据交换	136
5.5.3	组件模型及其数据交换	142
5.5.4	PROFINET 通信的实时性	144
5.5.5	PROFINET 与其他现场总线系统的集成	147
5.5.6	PROFINET 的 IP 地址管理与数据集成	148
5.6	高速以太网 HSE	150
5.6.1	HSE 的系统结构	150
5.6.2	HSE 与现场设备间的通信	151
5.6.3	HSE 的柔性功能块	152
5.6.4	HSE 的链接设备	152
	练习题	153

第 6 章 PROFIBUS

/154

6.1	PROFIBUS 概述	154
6.1.1	PROFIBUS 的三个子集	154

6.1.2	PROFIBUS-DP 的相关版本与行规	156
6.1.3	PROFIBUS 的通信参考模型	157
6.1.4	PROFIBUS 的主站与从站	158
6.1.5	PROFIBUS 总线访问控制的特点	159
6.2	PROFIBUS 的通信协议	160
6.2.1	PROFIBUS 的物理层及其网络连接	160
6.2.2	PROFIBUS 的数据链路层协议	164
6.2.3	PROFIBUS 的令牌环	167
6.3	PROFIBUS-DP	169
6.3.1	PROFIBUS-DP-V0	170
6.3.2	PROFIBUS-DP 的 GSD 文件	174
6.3.3	PROFIBUS-DP-V1	175
6.3.4	PROFIBUS-DP-V2 介绍	177
6.4	PROFIBUS 站点的开发与实现	181
6.4.1	PROFIBUS 的站点实现	181
6.4.2	从站的实现方案	185
6.4.3	主站的实现方案	187
6.4.4	PROFIBUS 的网络监听器	188
6.5	PROFIBUS-PA	188
6.5.1	PROFIBUS-PA 的基本特点	188
6.5.2	DP/PA 的连接	189
	练习题	191

第7章 LonWorks 总线 /193

7.1	LonWorks 总线的技术概述	193
7.1.1	LonWorks 总线的技术组成	193
7.1.2	LonWorks 节点	195
7.1.3	路由器(router)	196
7.1.4	LonWorks 的 Internet 连接设备	197
7.1.5	网络管理	197
7.1.6	通信端口	199
7.2	LonTalk 通信协议	202
7.2.1	LonTalk 协议概述	202
7.2.2	LonTalk 的物理层	202
7.2.3	LonTalk 的地址命名	203

7.2.4	LonTalk 的数据链层	204
7.2.5	LonTalk 协议的网络层	206
7.2.6	LonTalk 协议的传输层和会话层	207
7.2.7	LonTalk 协议的表示层和应用层	207
7.2.8	LonTalk 协议的网络管理和网络诊断	207
7.2.9	LonTalk 协议的报文服务	208
7.3	收发器与路由器	208
7.3.1	双绞线收发器	208
7.3.2	电力线收发器	212
7.3.3	其他类型介质	215
7.3.4	路由器	215
7.4	LonMark 对象与网络变量	216
7.4.1	LonMark 对象和功能模式	216
7.4.2	配置属性	218
7.4.3	网络变量	218
7.4.4	LonMark 程序 ID	220
7.5	LonWorks 节点开发工具	221
7.5.1	LonBuilder 多节点开发工具	221
7.5.2	NodeBuilder 节点开发工具	222
7.6	LNS 网络操作系统与网络工具	223
7.6.1	网络操作系统 LNS	223
7.6.2	LNS 网络工具	225
	练习题	226

第 8 章 几种现场总线技术简介

/227

8.1	Modbus	227
8.1.1	Modbus 通信参考模型	227
8.1.2	串行链路的主从通信	228
8.1.3	站点状态与时序	230
8.1.4	RTU 传输模式	232
8.1.5	ASCII 串行传输模式	234
8.1.6	Modbus TCP/IP 应用数据单元	235
8.1.7	Modbus 通信网络的体系结构	237
8.2	CAN 总线	237
8.2.1	CAN 总线的特点	237

8.2.2	CAN 的通信参考模型	239
8.2.3	CAN 总线报文帧的类型与结构	240
8.2.4	CAN 的通信控制器与相关芯片	245
8.3	DeviceNet	249
8.3.1	DeviceNet 技术简介	249
8.3.2	DeviceNet 的物理层和物理媒体	250
8.3.3	DeviceNet 的对象模型	251
8.3.4	DeviceNet 的连接与连接标识	252
8.3.5	DeviceNet 的通信方式	253
8.3.6	DeviceNet 的设备描述	254
8.4	无线短程低速数据通信技术 ZigBee	255
8.4.1	ZigBee 的技术特点	255
8.4.2	ZigBee 的通信参考模型	256
8.4.3	ZigBee 的设备类型	259
8.4.4	ZigBee 的网络拓扑结构	260
8.4.5	ZigBee 的设备地址、寻址与路由	262
8.4.6	ZigBee 的应用系统	265
8.5	现场总线的选择	266
	练习题	267

第1章

绪 论

现场总线(fieldbus)技术是用于测量控制领域的通信、网络与控制技术。本章作为现场总线技术概述,主要讨论基于现场总线的数据通信、控制网络、网络化控制系统的技术特点,现场总线技术的发展历程与基本名词术语。

1.1 现场总线技术简介

1.1.1 现场总线技术与现场总线系统

现场总线原本是指生产现场多个测量控制设备之间公用的信号传输线,也曾被称为设备电话线,是在生产现场多个测量控制设备之间实现双向串行数字通信的传输介质。随着近年来信息技术的不断发展和更新,现场总线已经成为控制设备之间数据通信、控制网络等技术的代名词,成为生产过程自动化领域中数据通信、网络与控制技术的总称。

现场总线技术从 20 世纪 80 年代起开始得到快速发展。当时,计算机、通信以及互联网技术的迅速发展,使构建信息社会、信息高速公路的需求日渐高涨。而处于企业生产过程底层的测控自动化系统,由于控制设备之间采用传统的一对一连线,利用电压、电流等模拟信号在设备之间传输信息,难以实现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。为实现企业的信息集成,实施综合自动化,就要构建运行在生产现场、性能可靠、造价低廉的设备层网络,实现底层现场设备之间的信息交换,实现现场控制层与生产管理、调度、经营层的信息交换。现场总线技术正是在这种实际需求的驱动下应运而生的,它为彻底打破自动化系统信息孤岛的处境创造了条件。今天这种以数字通信为基础的现场总线技术已经在离散制造业、流程工业、交通、楼宇、国防、环境保护以及农林牧等行业的自动化领域得到了广泛应用。

现场总线系统是指以测量控制设备作为网络节点,以双绞线、屏蔽电缆、光纤、无线等传输介质为纽带,连接位于生产现场、具备数字计算和数字通信能力的测量控制设备而组成的

开放式网络系统与控制系统。它在多个测量控制设备之间以及现场设备与远程监控计算机之间,按公开、规范的通信协议,实现数据传输与信息交换,为企业信息系统提供生产过程的运行信息。现场总线系统把挂接在总线上的控制设备连接成可完成各种测量控制功能的自动化系统,实现 PID 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,形成适应各种应用需要的自动控制系统。因此,现场总线系统是以现场总线为联系纽带组成的、基于现场总线技术的网络系统与控制系统。

现场总线系统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。现场总线系统中的**现场总线仪表**是具有数字通信能力的新型测量控制仪表。

20 世纪 50 年代以前,由于当时的生产规模较小,检测控制仪表尚处于发展初期,测控设备是直接安装在生产设备上,只具备简单测控功能的**基地式仪表**,其信号仅在本仪表内起作用,一般不能传送给别的仪表或系统,各测控点独立封闭,无法与外界沟通信息,操作人员只能通过对生产设备的现场巡视,了解生产过程的状况。

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实行操作控制,于是出现了气动、电动系列的**单元组合式模拟仪表**,出现了集中控制室。生产现场各处的参数通过统一的模拟信号,如 $0.02\sim 0.1\text{MPa}$ 的气压信号, $0\sim 10\text{mA}$ 、 $4\sim 20\text{mA}$ 的直流电流信号, $1\sim 5\text{V}$ 直流电压信号等,送往集中控制室,在控制盘上连接成系统。操作人员可以坐在控制室综观生产流程各处的状况,可以把各单元仪表的信号按需要组合成复杂控制系统。

由于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开销、难度都较大,信号传输的抗干扰能力较差,人们开始寻求用数字信号取代模拟信号,出现了直接数字控制。当时的数字计算机技术尚不发达,价格昂贵,人们企图用一台计算机取代控制室的几乎所有仪表盘,出现了集中式数字控制系统。且由于当时数字计算机的可靠性较差,一旦计算机出现某种故障,就会造成所有控制回路瘫痪、生产停产的严重局面,这种危险集中的系统结构很难为生产过程所接受。

随着计算机可靠性的提高,价格大幅度下降,出现了数字调节器、可编程控制器 PLC 等**数字式仪表**,以及由多个计算机、控制器递阶构成的集中分散相结合的集散控制系统 DCS。在 DCS 系统中,测量变送仪表一般为模拟仪表,因而它是一种模拟数字混合系统。这种系统在功能、性能上较模拟仪表系统、集中式数字控制系统有了很大的进步,可在此基础上实现装置级、车间级的优化控制。但是,在 DCS 系统形成的过程中,由于各厂家的产品自成系统,不同厂家的设备难以实现设备间的互换与互操作,给大范围系统信息共享带来很多困难。

具有数字通信能力的**现场总线仪表**,在设备间采用数字通信与网络式连接,以替代传统测控系统中(一对一物理连接)的模拟信号传递。采用开放式、标准化的连接解决方案,把不同厂商提供的遵守同一协议规范的自动化设备,借助现场总线连接成网络系统,以实现综合

自动化的各种功能,实现设备间的互换与互操作。因而现场总线技术的出现,使 DCS 的模拟数字混合结构变成了全数字、全分布式的网络系统结构。

现场总线仪表一般具有较强的数字计算和数字通信能力,有利于提高信号的测量、控制和传输精度;一对总线传输介质能满足多个设备、多种参数的数据传输需求,能提供传统仪表所不能提供的阀门开关动作次数、设备资源、仪表调校、故障诊断等信息,丰富了控制信息的内容,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;还可在现场进行多种复杂的控制计算,便于把控制功能彻底下放到现场设备,形成真正分散在现场的全分布式控制系统,以提高控制系统运行的可靠性。现场总线系统通过与信息网络、Internet 的连接,还可拓展自动化系统的跨越地域,实现远程自动化,操作远在千里之外的电气开关、阀门等。

1.1.2 现场总线数据通信系统

传统的测量控制系统中,从参数测量设备,控制器到执行器,各设备间均采用一对一的连线,即点到点布线,通过电压、电流等模拟信号在两个模拟仪表之间传送单一参数值。

现场总线系统不必为每对通信节点一一建立直达线路,而是采用总线式网络连接,通过串行数据通信方式构建数据通道,实现众多节点之间的数据通信。基于现场总线的数据通信系统在—对屏蔽双绞线上挂接多个传感器、执行器,具有安装简便的优点。这两根实现串行数据通信的导线就称为总线。总线上除了传输测量控制的状态与数值信息外,还可提供模拟仪表接线所不能提供的参数调整、故障诊断、阀门开关的动作次数等信息,即一对总线可在多个现场设备之间承担多种通信数据的传输任务。

图 1.1 为现场总线数据通信系统的一个简单示例。该系统中可编程控制器 PLC,温度、压力、流量变送器、阀门、开关等现场设备作为通信终端或网络节点,相互之间采用现场总线连接,构成现场自控设备之间的数据通信系统。图中各现场设备既可作为数据通信的发送者,也可作为数据通信的接收者。例如在某次数据通信中作为发送者的 PLC 在另一次通信中也许会充当数据通信的接收者。屏蔽双绞线则作为承载通信信号的传输介质,在各个节点之间按规定的通信协议传输通信报文。

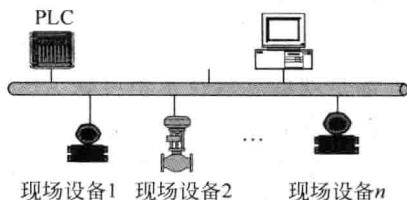


图 1.1 现场总线数据通信系统示例

以总线为连接纽带的现场总线数据通信系统,为生产过程的测量控制提供丰富信息。这里所传输的数据大都是与生产过程密切相关的运行参数的数值、状态、指令等。如表示温度、压力、流量、液位等的数值,控制系统的给定值, PID 参数,管道中阀门的开启或关闭状态,生产过程的某个参数是否处于报警状态等。

现场总线系统中,人们通常按通信帧的长短,把数据传输总线分为传感器总线、设备总线和现场总线。传感器总线通信帧的长度一般只有几个或十几个数据位,属于位级数据总线,IEC 62026 国际标准的 ASI(actuator sensor interface)总线就属于传感器总线。设备总线的通信帧长度一般为几个到几十字节,属于字节级总线。ISO 11898 国际标准中的 CAN(control area network)总线就属于设备总线。现场总线一般指数据块级的总线。其通信帧的数据长度为几百到上千个字节。当需要传输的数据包更长时,可支持分包传送。IEC 61158 国际标准的 Foundation Fieldbus、Controlnet、PROFIBUS 等都是典型的现场总线。不过,在许多应用场合,人们还是习惯于把工作在现场设备层的这几种总线统称为现场总线。

1.1.3 现场总线控制网络

现场总线控制网络是指由多个分散在生产现场、具有数字通信能力的测量控制仪表作为网络节点,以现场总线作为网络传输介质,多个网络节点借助网络连接共同完成控制任务的网络系统。数据通信系统的任务是数据传输,而控制网络的任务则是要在数据传输的基础上进一步把各节点的控制功能组织成为能完成各种控制任务的自动化系统。它不同于普通的计算机网络,也不同于传统的控制系统。

控制网络属于一种特殊类型的计算机网络,是位于生产现场的网络系统。该网络系统的基本任务是完成各种自动化功能。现场总线控制网络可以由两三个现场设备节点组成,也可达到成千上万台现场设备的网络规模。一个汽车组装生产线可能有多达 25 万个 I/O 节点,石油炼制过程中的一个普通装置也会有上千台测量控制设备。这些控制网络的总体规模相当可观,但一个总线段上的节点数目会受到规范的严格限制。实际应用中的现场总线网段往往只允许挂接几个、十几个、几十个节点。现场总线控制网络的网络管理、系统管理等都是现场总线技术不可缺少的组成部分。

相对普通计算机网络系统而言,控制网络的组成成员种类比较复杂。除了作为普通计算机网络系统节点的各类计算机、工作站、打印机、显示终端之外,大量的网络节点是各种可编程控制器、开关、马达、变送器、阀门、按钮等,其中大部分节点的智能程度远不及普通计算机。有的现场控制设备只是内嵌有简单的 CPU、单片机或其他专用通信芯片,有的只是功能相当单一的非智能设备。

控制网络的出现,打破了自动化系统原有的信息孤岛的僵局,为工业数据的集中管理与远程传送,为自动化系统与其他信息系统的沟通创造了条件。控制网络与由计算机组成的信息网络的连通,控制网络与 Internet 的结合,拓宽了控制系统的视野与作用范围,为实现企业的管理控制一体化,实现远程监视与操作,为在某些特殊条件下建立无人值守机站等提供了基础条件。