

卓越工程师培养计划系列教材
高等学校自动化专业教材

现场总线控制网络技术 (第2版)

雷霖 主编
唐毅谦 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

卓越工程师培养计划系列教材
高等学校自动化专业教材

现场总线控制网络技术

(第2版)

雷霖 主编
唐毅谦 副主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

现场总线技术是计算机数字通信技术向工业自动化的延伸。现场总线控制系统既是工业设备自动控制的一种开放的计算机局域网系统，又是一种全分布式控制网络系统。本书从实际应用角度出发，将目前控制领域中三大技术热点——现场总线、物联网和网络技术有机结合，形成现场总线控制网络。本书重点介绍计算机网络与通信、企业网及建网、现场总线、控制网络集成等相关技术内容、技术要点、应用设计等知识。

本书技术新，应用实例多、图文并茂，系统性和实用性较强。并继续保持了上版内容全面系统、简明易懂、循序渐进、原理与应用紧密结合的特色，修改了部分章节，增加了一些新内容，如第2章增加物联网的相关知识及应用，第4、5、6、7章增加相关技术的应用实例及设计方案等。

本书可供高等院校的相关专业的本科生、研究生作为教材或教学参考书，也可以供有关工程技术人员参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线控制网络技术/雷霖主编. —2版. —北京：电子工业出版社，2015.1.

ISBN 978-7-121-23933-5

I. ① 现… II. ① 雷… III. ① 总线—自动控制系统—高等学校—教材 IV. ① TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 173069 号

策划编辑：章海涛

责任编辑：郝黎明

印 刷：北京京师印务有限公司

装 订：北京京师印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：27.25 字数：697.6 千字

版 次：2014 年 4 月第 1 版

2015 年 1 月第 2 版

印 次：2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价：49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

本书第一版自 2004 年由电子工业出版社出版以来,受到国内多所高校教师、同行、同学及读者的关心和支持。为了适应新技术的发展,我们在追踪国际上工业企业网、物联网及现场总线技术发展和从事相关技术研发、研究工作的过程中,收集整理了一些技术资料,并加以总结、整理和修订。

本次修订是在第一版的基础上并结合教育部卓越工程师培养计划的要求,对内容重新进行的梳理,共分为 7 章,继续保持了上版内容全面系统、简明易懂、循序渐进、原理与应用紧密结合的特色,修改了部分章节,并增加了一些新内容。比如,第 2 章增加物联网的相关知识及应用等,第 4、5、6、7 章增加相关技术的应用实例及设计方案等。

第 1 章介绍企业有关的技术;第 2 章介绍物联网与控制网络相关知识;第 3 章介绍现场总线、现场总线控制网络及其相关技术,给读者一个现场总线控制网络的总体概貌;第 4 章至第 7 章分别介绍 4 种具有一定市场占有率和良好应用前景的现场总线技术及应用实例——控制器局域网总线(CAN)、过程现场总线(Profibus)、基金会现场总线(FF)和 LonWorks 总线技术,并介绍了总线技术在汽车电子领域相关技术的应用实例及设计方案。

本书由雷霆博士、教授担任主编,负责整个教材编写的统筹安排,并负责第 1 章、第 4 章内容编撰;唐毅谦博士、教授担任副主编,并负责第 2 章、第 3 章编写;喻晓红副教授负责第 6 章;陈二阳负责内容简介、前言、第 5 章及最后的校正工作等;罗竣溢博士负责第 7 章编写。

作者对学习、编作过程中参考过的文献资料的作者深表谢意。

由于现场总线技术内容十分丰富,技术应用发展也日新月异,因此书中内容难以反映这一技术领域的全貌,不妥之处在所难免,诚请指正。

作 者

2014 年 6 月于成都

目 录

第 1 章 企业信息网络技术	1
1.1 企业信息网络	1
1.2 企业网技术	4
1.2.1 企业网技术的需求背景	4
1.2.2 企业网技术背景	4
1.2.3 企业网的特性	5
1.2.4 企业网的发展历程	5
1.2.5 企业信息化与自动化的层次模型	5
1.3 企业网的体系结构	6
1.3.1 IT 企业网的功能体系结构	6
1.3.2 网络控制系统与企业网的关系	8
1.3.3 企业网的一般实现结构	9
1.3.4 以现场总线与企业内部网为基础的企业网结构	11
1.4 企业网的实现	11
1.4.1 建立企业网的策略	11
1.4.2 分布式控制网络平台	13
1.4.3 分布式控制网络平台	14
1.5 企业网的应用	15
1.5.1 CIMS 的产生与发展	15
1.5.2 CIMS 的概念	16
1.5.3 CIMS 的构成	16
1.5.4 CIMS 中的数据集成技术	18
1.5.5 CIMS 的实施与经济效益	21
1.6 企业内联网 (Intranet) 技术	21
1.6.1 Intranet 的基本概念	21
1.6.2 Intranet 在企业中的应用	23
1.6.3 Intranet 与 Internet 的关系	25
1.6.4 企业 Intranet 计算模式及其相关技术	25
1.6.5 企业 Intranet 系统的安全技术	28
1.6.6 企业 Intranet 的建立	30
1.6.7 Intranet 管理	34
1.6.8 基于现场总线的 Intranet 体系	37
第 2 章 物联网与控制网络技术	40
2.1 物联网基础	40
2.1.1 物联网的本质	40
2.1.2 物联网的概念	41

2.1.3	物联网应用	42
2.1.4	物联网应用的发展	44
2.2	物联网与下一代网络	47
2.2.1	物联网与 CPS	47
2.2.2	物联网与无线传感器网络	48
2.3	物联网与现场控制网络	48
2.3.1	物联网与现场控制网络的关系	48
2.3.2	物联网与无线传感器网络的连接	49
2.4	网络的信息通信基础	51
2.4.1	数据传输技术	51
2.4.2	两台相邻设备之间的数据通信	52
2.4.3	多台相邻设备之间的数据通信	53
2.4.4	信号的传输方式	54
2.4.5	网络中不同计算机之间的数据交换	55
2.4.6	差错检测与控制	58
2.5	开放式系统互联参考模型	58
2.5.1	OSI 参考模型	58
2.5.2	OSI 参考模型各层的基本功能	59
2.5.3	OSI 参考模型的数据传输	61
2.6	网络协议	62
2.6.1	IP 协议	63
2.6.2	传输控制协议	66
2.6.3	TCP/IP 之上的网络服务和高层协议	67
2.6.4	NetBEUI/NetBIOS 协议	69
2.6.5	IPX/SPX 协议	70
2.6.6	ATM 协议	70
2.7	局域网技术	73
2.7.1	局域网的特点与基本组成	73
2.7.2	局域网协议	74
2.7.3	媒体访问控制方法	74
2.8	局域网的网络互联	78
2.8.1	传统以太网技术	79
2.8.2	快速以太网技术	82
2.8.3	光纤分布式数据接口	84
2.8.4	ATM 网络技术	89
2.8.5	千兆位以太网	94
2.9	网络连接设备	100
2.9.1	网络连接的基本概念	100
2.9.2	网络互联设备的选择	100
2.9.3	无线局域网连接产品	110

2.10	控制网络与信息网络	112
2.10.1	控制网络与信息网络的区别	112
2.10.2	控制网络与信息网络的互联	113
2.10.3	控制网络与信息网络互联技术在控制领域的应用	114
2.10.4	控制网络的规划设计	114
2.11	控制网络与信息网络的集成	116
2.11.1	控制网络与信息网络集成的目标	116
2.11.2	控制网络与信息网络集成技术	117
2.11.3	控制网络技术的展望	117
第3章	现场总线控制网络	118
3.1	现场总线技术	118
3.1.1	现场总线的产生和发展	118
3.1.2	现场总线的技术特点	120
3.1.3	几种有影响的现场总线	121
3.2	现场总线控制网络技术	123
3.2.1	现场总线控制系统	123
3.2.2	现场总线控制系统的组成	124
3.2.3	现场总线控制系统的体系结构	126
3.2.4	现场总线与网络的差异	129
3.3	现场总线设备	130
3.3.1	设备类型	130
3.3.2	设备管理	130
3.4	现场总线控制网络的体系结构	131
3.4.1	现场总线控制网络的模型	131
3.4.2	FCS 的拓扑结构	132
3.5	通信模型与协议	134
3.5.1	基金会现场总线通信模型	136
3.5.2	LonWorks 通信模型	136
3.5.3	Profibus 通信模型	137
3.5.4	CAN 通信模型	137
3.6	现场总线控制系统的软件结构	137
3.6.1	软件设计的基本原则	137
3.6.2	数据采集工作站及现场总线通信服务器	138
3.6.3	实时数据库	138
3.6.4	控制策略组态	140
3.6.5	监控组态系统	142
3.6.6	远程应用	143
3.7	现场总线控制系统的集成	144
3.7.1	控制系统的集成	144
3.7.2	现场总线控制网络与信息网络的集成	146

3.7.3	现场总线控制系统建立时注意的技术问题	147
3.8	现场总线控制系统的功能块及组态	149
3.8.1	功能块组态概述	149
3.8.2	功能块库	155
3.8.3	功能块的内部结构与功能块连接	157
3.8.4	功能块的应用进程	158
3.9	现场总线控制系统的网络布线与安装	158
3.9.1	现场总线系统的网络部件	158
3.9.2	网络布线和安装	160
3.10	现场总线的发展趋势	163
3.10.1	现场总线与计算机通信技术的关系	163
3.10.2	国内现场总线的发展趋势	165
3.10.3	现场总线应用工程的发展趋势	165
第4章	Profibus 总线技术	167
4.1	Profibus 基本特性	168
4.2	Profibus 总线	172
4.2.1	Profibus-PA	172
4.2.2	Profibus-DP	174
4.2.3	Profibus-FMS	179
4.3	Profibus 通信协议	181
4.3.1	Profibus 与 OSI 参考模型	181
4.3.2	Profibus 设备配置	183
4.3.3	面向连接的数据交换	185
4.4	Profibus 控制系统的集成技术	186
4.4.1	Profibus 控制系统的组成	186
4.4.2	Profibus 控制系统的配置	186
4.4.3	Profibus 系统配置中的设备选型	187
4.5	Profibus 通信接口与从站的实现	195
4.5.1	Profibus 协议专用 ASICS 芯片	195
4.5.2	DP 从站单片实现	196
4.5.3	智能化 FMS 和 DP 从站的实现	196
4.5.4	复杂的 FMS 和 DP 主站的实现	196
4.5.5	PA 现场设备的实现	196
4.6	Profibus 控制器 ASPC2	197
4.6.1	ASPC2 功能	197
4.6.2	ASPC 2 引脚	198
4.6.3	ASIC 接口	199
4.6.4	处理器接口	201
4.7	Profibus 总线技术应用	205

第 5 章 基金会现场总线技术	215
5.1 基金会现场总线的核心技术	215
5.1.1 基金会现场总线的主要技术	215
5.1.2 通信系统的结构及其相互关系	216
5.1.3 协议数据的构成与层次	217
5.1.4 基金会现场总线的网络拓扑结构	218
5.1.5 应用进程及其网络可视对象	218
5.1.6 FF 总线网络通信中的虚拟通信关系 (VCR)	222
5.2 FF 总线的物理层及其网络连接	224
5.2.1 物理层的功能	224
5.2.2 物理层的结构	225
5.2.3 传输介质	225
5.2.4 FF 总线的物理信号波形	226
5.2.5 基金会现场总线的信号编码	227
5.2.6 现场设备	228
5.3 数据链路层	228
5.3.1 链路活动调度器 (LAS) 及其功能	228
5.3.2 通信设备类型	229
5.3.3 数据链路协议数据单元 (DLPDU)	229
5.3.4 链路活动调度器的工作	230
5.3.5 数据传输方式	231
5.3.6 数据链路时间的同步	232
5.4 现场总线访问子层 (FAS)	232
5.4.1 FF 总线的访问子层 FAS 的协议机制	233
5.4.2 应用关系端点角色	233
5.4.3 传输路径与策略	234
5.4.4 建立应用关系的方式	235
5.4.5 应用关系端点分类	235
5.4.6 总线访问子层 FAS 的服务及其参数	236
5.4.7 总线访问子层 FAS 协议数据单元 (FAS-PDU)	237
5.4.8 数据链路层映射协议机构 (DMPM)	237
5.5 现场总线报文规范层 (FMS)	237
5.5.1 虚拟现场设备 (VFD)	238
5.5.2 联络关系管理	239
5.5.3 变量访问对象及其服务	239
5.5.4 事件服务	240
5.5.5 “域” (Domain) 上载/下载服务	240
5.5.6 程序调用服务	241
5.5.7 FMS 协议数据单元及其编码	241
5.5.8 FMS 的信息格式	242

5.5.9	FMS 的启动	243
5.6	网络管理	243
5.6.1	网络管理者与网络管理代理	243
5.6.2	网络管理代理的虚拟现场设备	244
5.6.3	NMA 对象与相应的对象服务	245
5.6.4	通信实体	245
5.7	系统管理	247
5.7.1	系统管理概述	247
5.7.2	系统管理的作用	249
5.7.3	系统管理信息库 (SMIB) 及其访问	249
5.7.4	系统管理内核 (SMK) 状态	251
5.7.5	系统管理服务和作用过程	251
5.7.6	关于地址与地址分配	253
5.7.7	基金会现场总线通信控制器	254
5.8	基金会现场总线系统的组态与运行	254
5.8.1	基金会现场总线系统的组态	254
5.8.2	系统的组态	257
5.8.3	网段与系统的启动	258
5.8.4	装载 LAS 调度表与修改组态	258
5.9	设备描述与 FF 的产品开发	258
5.9.1	设备描述	258
5.9.2	设备描述的开发步骤	259
5.9.3	基金会现场总线的系列产品与产品开发	260
5.9.4	通信行规与设备行规	260
5.10	基金会现场总线技术应用实例	261
5.10.1	基于 FF 协议智能变送器的设计与开发	261
5.10.2	基金会现场总线技术在丁二烯生产控制系统中的应用	262
5.10.3	基金会现场总线技术在油田注水泵中的应用研究	265
5.10.4	基于基金会现场总线技术的压力测量系统设计	267
第 6 章	控制器局域网总线	270
6.1	CAN 的性能特点	270
6.2	CAN2.0 的技术规范	271
6.2.1	CAN 的基本概念	271
6.2.2	CAN 节点的分层结构	274
6.2.3	报文传送及其帧结构	274
6.2.4	错误类型和界定	280
6.2.5	位定时与同步	281
6.2.6	CAN 协议帧格式	282
6.2.7	CAN 高层协议	283
6.2.8	CAN 总线媒体装置特性	286

6.3	CAN 总线相关器件介绍	288
6.3.1	CAN 独立通信控制器 SJA1000	290
6.3.2	带有 CAN 总线接口的微控制器及 I/O 器件	324
6.4	CAN 总线的应用	329
6.4.1	CAN 总线的主要应用领域	329
6.4.2	CAN 总线的应用	330
6.5	CAN 总线与汽车电子系统	332
6.5.1	CAN 总线汽车电子系统	332
6.5.2	CAN 总线在汽车电子中的应用实例	335
第 7 章	LonWorks 总线技术	343
7.1	LonWorks 技术	343
7.1.1	LonWorks 的开放性 & 互操作性	343
7.1.2	LonWorks 网络特性	343
7.1.3	LonWorks 的本质安全性	344
7.1.4	LonWorks 技术的未来	345
7.1.5	LonWorks 技术的特点	345
7.2	LON 网络控制技术	346
7.2.1	Neuron 芯片	346
7.2.2	网络管理	346
7.2.3	LonWorks 产品	347
7.2.4	Lonpoint (Lonpoint System)	350
7.3	LonWorks 应用技术	352
7.3.1	LON 节点	352
7.3.2	I/O 设备	354
7.3.3	网络变量及显式消息	354
7.4	Neuron 芯片	355
7.4.1	Neuron 芯片家族	355
7.4.2	Neuron 芯片内部总体结构	356
7.4.3	时钟信号产生	357
7.4.4	休眠/唤醒电路	358
7.4.5	看门狗定时器	358
7.4.6	复位	358
7.4.7	Neuron 芯片存储器配置	359
7.4.8	专用开发语言 Neuron C	360
7.5	Neuron 芯片内部网络通信端口及服务引脚	360
7.5.1	通信	360
7.5.2	通信端口	360
7.5.3	收发器	364
7.5.4	服务引脚	366
7.5.5	定时器/计数器	366

7.5.6	Neuron 芯片的电气特性	367
7.5.7	存储映像	368
7.5.8	Neuron 芯片的数据结构	372
7.6	Neuron 芯片的 I/O 对象	373
7.6.1	Neuron 芯片 I/O 对象类别	373
7.6.2	I/O 定时问题	375
7.6.3	I/O 对象	375
7.7	LonTalk 协议	379
7.7.1	LonTalk 协议物理层	380
7.7.2	命名、寻址以及路由	381
7.7.3	网络管理及地址的生成	383
7.7.4	LonTalk 协议的 MAC 子层	386
7.7.5	LonTalk 协议的链路层	387
7.7.6	LonTalk 协议的网络层	387
7.7.7	LonTalk 协议的传输层和会话层	387
7.7.8	LonTalk 协议的表示层和应用层	387
7.7.9	LonTalk 协议的网络管理和网络诊断	388
7.7.10	LonTalk 协议的报文服务	388
7.7.11	LonTalk 协议的网络认证	388
7.7.12	LonTalk 协议定时器	388
7.7.13	网络消息 (管理、诊断消息服务)	389
7.7.14	其他	397
7.7.15	Neuron 芯片的网络映像	399
7.8	LonWorks 开发工具	399
7.8.1	基于网络的开发工具 LonBuilder	400
7.8.2	LonBuilder 软、硬件	400
7.8.3	基于节点的 NodeBuilder 开发工具	401
7.8.4	LonWorks 开发应用	402
7.8.5	LNS 技术	403
7.9	LonWorks 总线系统应用举例	407
7.9.1	基于 LonWorks 总线的工业企业网	407
7.9.2	LonWorks 技术在楼宇自动化系统中的应用	409
7.9.3	用 LonWorks 构筑全分散智能控制网络系统	412
7.9.4	基于 LonWorks 总线的城市水环境实时监测系统	415
7.9.5	LonWorks 总线在电梯监控系统中的应用	417
	参考文献	420

第 1 章 企业信息技术

企业的管理者，总是希望把企业的生产过程、环境、安全、保卫、告警过程、动力分配、给水控制、资产、库房、人力资源、原材料等所有管理功能都监视并控制起来。为此，企业的组织和管理模式经过长时间的演变，从“分层递阶式”向“分布化”、“扁平化”的发展过程，并进一步向“网络化”、“动态重构化”和“柔性化”的方向发展。企业的组织模式和管理模式发生具体的变化，体现在“虚拟企业”、“敏捷制造”、“分散网络化制造”、“企业集成”等概念出现及实现，而企业信息网络是这些新的企业组织模式的基础。如今，管理者更希望能用一个“通用的控制网络”把企业有关的资源网连接在一起，并尽可能降低成本。这就要依靠企业信息网络来实现。目前，企业信息网络一般包含处理企业管理与决策信息的信息网络和处理企业现场实时测控信息的控制网络两部分。信息网络一般处于企业中上层，处理大量的、变化的、多样的信息，具有高速、综合的特征。控制网络主要位于企业中下层，处理实时的、现场的信息，具有协议简单、容错性强、安全可靠、成本低廉等特征。

1.1 企业信息网络

企业网（Enterprise Network），一般是指在一个企业范围内将信号检测、数据传输、处理、存储、计算、控制等设备或系统连接在一起，以实现企业内部的资源共享、信息管理、过程控制、经营决策，并能够访问企业外部的信息资源，使得企业的各项事务协调运作，从而实现企业集成管理和控制的一种网络环境。

企业网是一个企业的信息基础设施。企业网涉及局域网、广域网、现场总线以及网络互联等技术，是计算机技术、信息技术、分布式计算和控制技术在企业管理与控制中的有机的统一。网络技术与应用的热点和重心向企业网技术的转移，是网络技术发展及应用的一个重要方向。企业网作为一种网络技术，其特点就是要适应各行各业企业的不同应用需求，并确定相应的技术实现方案。

人类进入信息社会后，意识到信息已经成为一项重要的生产力要素，而且信息已成了一项至关重要的资源要素，在社会各行各业的生存和发展中发挥着越来越大的作用。特别是在市场经济条件下，企业要实现管理现代化，要在激烈的市场竞争中求得生存和发展，就必须善于收集信息、处理信息、利用信息，并开发信息资源。全球各国的大企业都把加强信息基础设施建设放在了企业经营发展战略的重要位置，以加快企业自身的信息化建设步伐。信息经济是以信息为主导的全面经济活动，而企业信息化就是企业用信息化的功能去推动企业的管理、生产、销售和决策。因此，企业信息化是企业在 21 世纪取得信息经济成功的必由之路。

企业网是指将企业范围内的网络、计算、存储等资源链接在一起，提供企业内的信息共享、员工间的便捷通信、企业外部的信息访问，提供面向客户的企业信息查询及业务伙伴间的信息交流等多方面能力的一个计算机网络。企业网应该具有如下几个基本特性。

（1）企业网中的“企业”是一个广义的概念，泛指制造业、服务业、行政机关、社会团体等社会单位。因此，不同领域的企业网既有共性，又有特性。

（2）企业网是指在企业或与企业相关的范围内通过系统集成的途径建立的网络环境，它不

仅涵盖企业本部，而且连通其合作伙伴、贸易渠道等。

(3) 企业网的建立要以实现企业资源共享、优化调度以及辅助管理决策为目的，是企业的信息基础设施。它要有利于员工间的便利通信，保证数据的一致性和完整性。

(4) 企业网的目标是实现企业各项事务运作的协同 (Collaboration)、协作 (Cooperation) 和协调 (Coordination) —— 3Co，是网络化企业组织的管理理念的体现。

(5) 企业网是多种学科 (如计算机、控制、通信和管理等) 的交叉，是多种技术 (如计算机技术、数据库技术、系统集成技术、网络通信技术、多媒体技术、现场总线技术和 CSCW 技术等) 的融合，体现了系统集成的多重含义。

(6) 企业网具有高度的安全性。企业网是作为相对独立的某个企业的网络环境，是相对开放的系统，即在高度安全性措施保障下的开放的系统，这对企业网的安全提出了更高的要求，确保企业既能通过企业网获取外部信息和发布内部公开信息，又能相对独立和安全地处理内部事务而不受外部干涉。

(7) 企业网应用需求的多样性决定了相应技术实现方案的多样性。不同的应用 表现为在结构、组成和实现等方面的差异上。在工业自动化应用环境中，企业网技术将集成信息技术和控制技术，支持企业从决策、管理、经营、设计、调度到控制等各种功能和行为。

企业网应该具有高效率、高效益、高柔性的特点，高效率是指从产品的市场预测、设计开发、制造加工到市场销售的各个环节是高效的；高效益是指产出投入比要高；高柔性是指能针对市场变化灵活迅速地调整经营战略和产品设计，确保跟踪市场的前沿需求。

相应地，现代企业系统构成及运行机制可抽象为图 1-1 所示的模型。

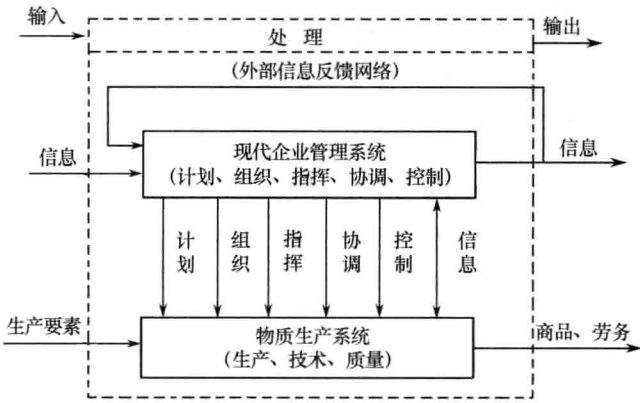


图 1-1 现代企业系统构成及运行机制

企业网是适应 21 世纪企业的新特点、现代企业系统构成及运行机制的形象化体现，它既具备企业网的基本特性，又有适合于工业领域的特点。

(1) 企业除了具有管理和办公系统外，还有物质生产系统，相应地，企业网在体系结构上可分为信息网和控制网两个层次。其中，信息网位于上层，是企业级数据共享和传输的载体；控制网位于下层，与信息网紧密地集成在一起，服从信息网络的操作，同时又具有独立性和完整性。

(2) 集中管理、分散控制是工业企业网的指导思想。

(3) 管理—控制一体化 (或称为信息—控制一体化) 是企业网要达到的目标，也是它的发展方向。

在企业中，控制技术和控制系统应该与企业的商业战略相联系，不仅需要将控制系统的各

部分集成到一起,而且需要将控制系统(硬件和软件)集成到整个企业系统之中,其中包括商业集成、垂直集成和水平集成3种类型的集成。

- (1) 商业集成: 把技术用于商业战略的制定之中, 相当于信息系统间的集成。
- (2) 垂直集成: 控制系统和信息系统的集成。
- (3) 水平集成: 控制系统各部分之间的集成。

企业网逻辑集成框架的结构如图 1-2 所示。

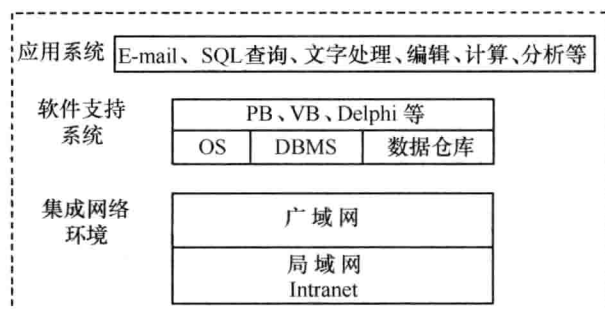


图 1-2 企业网逻辑集成框架的结构

企业网是众多新技术的综合应用的结果。企业网在技术上涉及其组成和实现,在应用上要考虑企业网本身,而且要考虑企业网周围的环境。企业网组成技术和企业网实现技术是支撑构成企业网应用的基础。企业网的框架如图 1-3 所示。

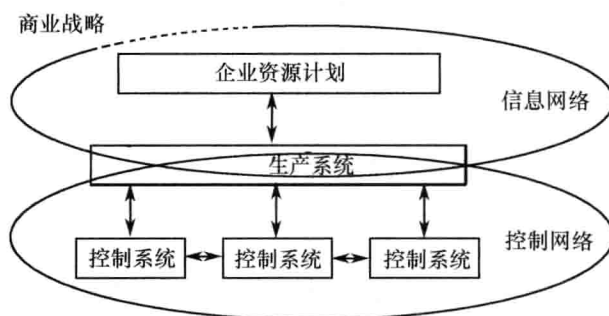


图 1-3 企业网框架

企业网组成技术包括计算机技术、数据库技术、网络与通信技术、控制技术、现场总线技术、多媒体技术和管理技术。

企业网实现技术包括局域网、广域网、网络互联、系统集成、Internet、Intranet 和 Extranet。

企业网支持下的应用包括管理信息系统 MIS（基于 Web 的现代管理信息系统 WMIS）、办公自动化（OA）系统、计算机支持的协同工作 CSCW 系统、计算机集成制造系统 CIMS、制造资源计划 MRP-II、客户关系管理系统 CRM。

其中，企业网支持下的应用具有如图 1-2 所示的逻辑框架。

由于企业网技术是多种学科的交叉、多种技术的融合,因此对企业网的研究要采取分解整合的方法;另外,企业网又是一个动态的概念,其原理、组成技术和实现技术是随着相关技术的发展而不断发展变化的,在对企业网的研究的过程中,还需要分清其支撑技术、核心技术和相关技术。

1.2 企业网技术

1.2.1 企业网技术的需求背景

目前,企业网已渗透到国民经济的各个领域,它的发展和应用,对企业的产业结构、产品结构、经营管理和服务方式带来了革命性的影响,并成为衡量一个企业科技水平和综合力量的重要标志。企业网络的应用不仅可以改造传统产业,提高产品的附加值,而且对推动企业的发展,促进产业经济信息化也将起到关键性的作用。因此,在各类企业中应用企业网技术将是我国应该长期坚持的方针,企业网在企业的生存和发展中占有重要的战略地位。从需求上来说,作为企业信息基础设施的企业网越来越被企业所重视。

在一个企业的管理过程中,信息是企业预测的基础,预测必须以信息为起点和终点,才能进行分析、演绎和逻辑推理,并进而得到有用的信息;信息又是企业决策的前提,要使决策者做出正确并切实可行的决策,就必须及时掌握全面可靠的信息,否则,将导致决策的失误。可以说,在现代经济社会里,谁先掌握了正确的信息,谁就有可能做出正确的决策,谁就掌握了经营的主动权。同时,信息也是指挥和控制生产经营活动的依据,从一定意义上说,企业生产经营活动的好坏在于管理者驾驭信息能力的强弱。可见,信息是一项重要的资源,在现代社会,充分有效地利用信息资源是一个组织取得成功的重要条件。而企业网作为企业的信息基础设施恰恰适应了这种需要,能够满足企业对信息的获取、分析和决策的要求。

此外,企业要想在激烈的市场竞争中求得生存和发展,必须改善其过程控制和产品制造模式,依靠虚拟制造、虚拟企业和大大提高自动化水平来实现规模经营和灵活经营,从而降低产品成本,提高企业经营效益。而企业网实现了企业各部门之间以及企业与外界之间的有效联系,实现了现场控制网络与管理信息网络之间的有效联系,为虚拟制造和虚拟企业的建立创造了条件。以现场总线为基础的现场控制网络使过程控制满足了准确性、可靠性、开放性的要求,大大提高了其自动化水平。因此,企业需要企业网。

1.2.2 企业网技术背景

从技术上来说,计算机技术、网络技术与通信技术和控制技术的飞速发展,推动着企业网技术的产生和发展。企业网正是这三种技术在企业中的融合和应用。

(1) 计算机技术。计算机技术特别是微型计算机技术在最近几年获得了突飞猛进的发展,其运算速度越来越快,存储容量越来越大,软件资源越来越丰富,应用领域越来越广泛,同时伴随着多媒体技术的发展,它已被用于教育、科研、生产、商业、娱乐等各个领域,走进了人们生活的每个角落。同时,计算机作为信息处理的工具,它不是孤立存在的,按照某种规则和要求建立起来的计算机网络更显示了其强大的功能。

(2) 网络与通信技术。高速宽带网的出现大大提高了通信效率,交换以太网、快速以太网、千兆位以太网、FDDI 和 ATM 等网络技术逐渐成熟和完善,使得人们可以传输数据、文本、声音、图像、视频等多媒体信息。更重要的是,飞速发展的 Internet 对人们的生活观念、生活方式、工作方式产生了革命性的影响,人们已经越来越离不开网络。

(3) 控制技术。20 世纪 80 年代问世的现场总线是过程控制技术、仪表技术和计算机网络技术结合的产物。由于通信协议参照了 ISO/OSI 七层参考模型,使得现场总线可以与上层办公信息网络集成到一起,从而使过程自动化、楼宇自动化、家庭自动化等成为可能。现场总线作为 21 世纪现场控制系统的基础,代表着今后测量与控制领域技术发展的方向,它将产生的影

响和将发挥的作用是难以估计的。目前,国际上有关现场总线的争议已经演变为一场无形的市场争夺战。现场总线技术的研究、开发和应用成为一个十分复杂的课题。

因此,企业网的产生和发展是需求拉动与技术推动的结果。随着企业对企业网需求的产生,对企业网技术的研究已经成为一个时代的课题,其研究的成功对企业的生存和发展,对国民经济发展都具有重大意义。

1.2.3 企业网的特性

企业网具有如下特性。

(1) 范围确定性。企业网是在有关企业范围内为了实现企业的集成管理和控制而建成的网络环境,具有特定的地域和服务范围,并能实现从现场实时控制到管理决策支持的功能。

(2) 集成性。企业网通过对计算机技术、信息与通信技术和控制技术等技术的集成达到了现场信号监测、数据处理、实时控制到信息管理、经营决策等功能上的集成,从而构成了企业信息基础设施的基本骨架。

(3) 安全性。区别于 Internet 和其他网络,企业网是作为相对独立单位的某个企业的内部网络,在企业信息保密和防止外部入侵方面要求高度的安全性,要确保企业能通过企业网获取外部信息和发布内部公开信息,但又相对独立和安全地处理内部事务不受外部干涉。

(4) 相对开放性。企业网是连接企业各部门的桥梁和纽带,它是一个广域网,并与 Internet 连通,以实现企业对外联系的职能,也就是说,企业网是作为 Internet 的一个组成部分出现的,它具有开放性,但这种开放性是在高度安全措施保障下的相对的开放性。

1.2.4 企业网的发展历程

企业网的发展大体可分为以下三个阶段。

第一阶段从 20 世纪 70 年代中期开始,那时的企业网是指企业中传统的分时共享中心主机及其各终端所构成的网络,基本上只限于作业处理,其功能和应用是有限的。

企业网发展的第二阶段:随着局域网技术的发展,企业内各种类型的计算机都能接入网络共享信息与资源,其功能有了很大的扩展,而且由于工业以太网、集散控制系统(DCS)以及可编程控制器 PLC 的产生和发展,工业企业内的现场控制设备也被集成到一起。

第三阶段从 20 世纪 90 年代开始,由于 Internet 技术的成熟和迅速推广,出现了 Intranet 的概念,进而在 Intranet 的基础上又出现了 Extranet 和 Infranet 的概念,而且现场总线技术也越来越为人们所接受,并被普遍用于过程自动化、制造自动化、楼宇自动化等系统之中,于是便分别以 Intranet/Extranet 技术和现场总线技术(或工业以太网)为信息网和控制网的依托,形成了当前意义上的企业网概念。

1.2.5 企业信息化与自动化的层次模型

企业信息化与自动化的层次模型如图 1-4 所示。

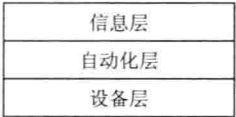


图 1-4 企业信息化与自动化的层次模型