



全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

网络化控制系统

—— 现场总线技术

Networked Control Systems
—— Fieldbus Technology

阳宪惠 主编
Yang Xianhui

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



清华大学出版社

全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

ISBN 978-7-302-20447-3



9 787302 204473 >

定价：29.00元

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,其内容也适合大专院校自动化、仪表专业的师生作为教学参考书,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. —北京:清华大学出版社,2009.9

(全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-20447-3

I. 网… II. 阳… III. 总线—技术 IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 106474 号

责任编辑:王一玲

责任校对:梁毅

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.25 字 数:401 千字

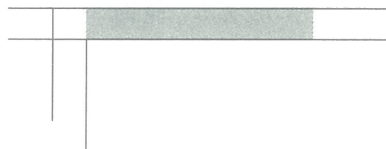
版 次:2009 年 9 月第 1 版 印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系
调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027974-01

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	4
1.1.5 全分布式控制系统	5
1.1.6 现场总线系统在企业网络中的地位与作用	6
1.2 相关名词术语	7
1.2.1 总线与总线操作	7
1.2.2 通信设备	9
1.2.3 报文与协议	10
1.2.4 通信术语	11
1.3 现场总线的技术发展	13
1.3.1 早期的现场总线技术	13
1.3.2 现场总线技术的标准化	14
1.3.3 现场总线系统的特点	15
1.3.4 现场总线网络与上层网络的连接	17
练习题	18
第 2 章 串行通信与串行通信接口	/19
2.1 通信编码	19
2.1.1 数字编码与编码波形	19
2.1.2 曼彻斯特编码与差分曼彻斯特编码	20
2.1.3 模拟数据编码	21
2.2 串行通信中的几个环节	22
2.2.1 数据的串行化与串行传输	22
2.2.2 单字节数据的报文帧	22
2.2.3 通信连接与确认	23

2.2.4	串行通信的中断请求与处理	23
2.2.5	轮询	24
2.2.6	出错处理	24
2.3	串行通信接口	25
2.3.1	EIA-232	25
2.3.2	EIA-485	27
2.3.3	通用串行总线 USB	30
2.3.4	IEEE 1394	30
2.4	通信传输的差错检测	31
2.4.1	传输错误的类型	31
2.4.2	差错检测	32
2.4.3	循环冗余校验的原理与实现	33
2.5	传输错误的校正	35
2.5.1	纠错	35
2.5.2	自动重传	35
2.5.3	前向差错纠正	36
2.5.4	海明码的编码	37
2.5.5	海明码的错误检测与纠正	38
2.5.6	多比特错误的纠正	39
	练习题	40

第3章 控制网络与网络互连 /41

3.1	控制网络	41
3.1.1	现场总线控制网络与计算机网络	41
3.1.2	现场总线控制网络的节点	41
3.1.3	现场总线控制网络的任务与工作环境	42
3.1.4	现场总线控制网络的实时性要求	43
3.2	网络互连	43
3.2.1	网络互连的通信参考模型	43
3.2.2	通信参考模型的分层功能	44
3.2.3	现场总线对 OSI 通信参考模型的简化	46
3.2.4	几种现场总线网络的通信参考模型	47
3.2.5	网络互连设备	48
3.3	网络传输介质的种类	51
3.3.1	双绞线	51
3.3.2	屏蔽电缆	51
3.3.3	同轴电缆	52
3.3.4	光缆	52
3.3.5	无线传输	53

3.4	网络传输介质的性能	54
3.4.1	传输介质的频率特性	54
3.4.2	介质带宽	54
3.4.3	信噪比对信道容量的影响	56
3.4.4	导线传输介质的性能参数	56
3.5	网络拓扑	57
3.5.1	环形拓扑	57
3.5.2	星形拓扑	57
3.5.3	总线拓扑	58
3.5.4	树形拓扑	58
3.6	网络传输介质的访问控制	59
3.6.1	主从通信	59
3.6.2	载波监听多路访问/冲突检测	60
3.6.3	载波监听多路访问/逐位仲裁	60
3.6.4	令牌	61
3.6.5	时分复用	63
3.6.6	几种访问控制方式的综合	63
3.7	网络操作系统	64
3.7.1	局域网操作系统	64
3.7.2	Netware 与 NetBEUI	65
3.7.3	Windows 操作系统系列	65
3.7.4	UNIX	66
3.7.5	Linux	66
3.7.6	嵌入式操作系统	67
	练习题	68

第4章 基金会现场总线 FF /69

4.1	H1 的通信模型与编码	69
4.1.1	H1 的通信模型	69
4.1.2	H1 的数据组织	73
4.1.3	H1 的通信编码	73
4.1.4	H1 的信号波形	74
4.2	H1 的通信调度	76
4.2.1	现场设备的类型	76
4.2.2	链路活动调度器 LAS	77
4.2.3	通信调度的工作过程	77
4.2.4	总线上的时间	79
4.2.5	通信控制器	79
4.3	网络与系统管理	81

4.3.1	网络管理	81
4.3.2	设备标识与工作状态	82
4.3.3	系统管理的功能与服务	83
4.3.4	系统管理信息库 SMIB	86
4.4	功能块	87
4.4.1	功能块的内部结构与功能块连接	87
4.4.2	功能块中的用户应用块	90
4.4.3	功能块的块参数	91
4.4.4	功能块应用	95
4.5	FF 的应用系统	96
4.5.1	H1 网段的基本组成	96
4.5.2	H1 网段的传输介质	97
4.5.3	H1 网段的拓扑结构	98
4.5.4	网段的连线长度	99
4.5.5	H1 网段的接地与屏蔽	101
4.5.6	应用系统的设计与运行	102
	练习题	103

第 5 章 工业以太网 /104

5.1	工业以太网简介	104
5.1.1	工业以太网与以太网	104
5.1.2	以太网的工业级产品	106
5.1.3	以太网通信的非确定性问题	107
5.1.4	工业以太网应用层的控制功能	108
5.1.5	以太网的嵌入式控制节点	109
5.2	以太网的物理连接与数据封装	110
5.2.1	以太网的物理连接	110
5.2.2	以太网的帧格式	111
5.2.3	以太网的数据封装	112
5.3	TCP/IP 协议组	113
5.3.1	TCP/IP 协议组的构成	113
5.3.2	IP 协议	114
5.3.3	用户数据报协议	117
5.3.4	传输控制协议 TCP	117
5.4	实时以太网	119
5.4.1	实时以太网及其通信参考模型	119
5.4.2	实时以太网的介质访问控制	120
5.4.3	IEEE 1588 精确时间同步协议	121
5.5	PROFINET	124

5.5.1	PROFINET 的网络连接	124
5.5.2	IO 设备模型及其数据交换	124
5.5.3	组件模型及其数据交换	130
5.5.4	PROFINET 通信的实时性	132
5.5.5	PROFINET 与其他现场总线系统的集成	134
5.5.6	PROFINET 的 IP 地址管理与数据集成	135
5.6	高速以太网 HSE	137
5.6.1	HSE 的系统结构	137
5.6.2	HSE 与现场设备间的通信	138
5.6.3	HSE 的柔性功能块	139
5.6.4	HSE 的链接设备	139
	练习题	140

第 6 章 PROFIBUS /141

6.1	PROFIBUS 概述	141
6.1.1	PROFIBUS 的三个子集	141
6.1.2	PROFIBUS-DP 的三个版本	143
6.1.3	PROFIBUS 的通信参考模型	144
6.1.4	PROFIBUS 的主站与从站	145
6.1.5	PROFIBUS 总线访问控制的特点	145
6.2	PROFIBUS 的通信协议	146
6.2.1	PROFIBUS 的物理层及其网络连接	146
6.2.2	PROFIBUS 的数据链路层协议	150
6.2.3	PROFIBUS 的 MAC 协议	153
6.3	PROFIBUS-DP	155
6.3.1	PROFIBUS-DP-V0	155
6.3.2	PROFIBUS-DP 的 GSD 文件	158
6.3.3	PROFIBUS-DP-V1	159
6.3.4	PROFIBUS-DP-V2 介绍	161
6.4	PROFIBUS 站点的开发与实现	165
6.4.1	PROFIBUS 的站点实现	165
6.4.2	从站的实现方案	169
6.4.3	主站的实现方案	171
6.4.4	PROFIBUS 的网络监听器	172
6.5	PROFIBUS-PA	172
6.5.1	PROFIBUS-PA 的基本特点	172
6.5.2	DP/PA 的连接	173
	练习题	175

第 7 章 LonWorks 总线 /176

7.1	LonWorks 总线的技术概述	176
7.1.1	LonWorks 总线的技术组成	176
7.1.2	LonWorks 节点	177
7.1.3	路由器(router)	179
7.1.4	LonWorks 的 Internet 连接设备	180
7.1.5	网络管理	180
7.1.6	通信端口	181
7.2	LonTalk 通信协议	184
7.2.1	LonTalk 协议概述	184
7.2.2	LonTalk 的物理层	184
7.2.3	LonTalk 的网络地址	185
7.2.4	LonTalk 的 MAC 子层	186
7.2.5	LonTalk 协议的网络层	188
7.2.6	LonTalk 协议的传输层和会话层	188
7.2.7	LonTalk 协议的表示层和应用层	189
7.2.8	LonTalk 协议的网络管理和网络诊断	189
7.2.9	LonTalk 协议的报文服务	189
7.3	收发器与路由器	190
7.3.1	双绞线收发器	190
7.3.2	电力线收发器	194
7.3.3	其他类型介质	196
7.3.4	路由器	196
7.4	LonMark 对象与网络变量	197
7.4.1	LonMark 对象和功能模式	197
7.4.2	配置属性	199
7.4.3	网络变量	199
7.4.4	LonMark 程序 ID	201
7.5	LonWorks 节点开发工具	201
7.5.1	LonBuilder 多节点开发工具	201
7.5.2	NodeBuilder 节点开发工具	202
7.6	LNS 网络操作系统与网络工具	203
7.6.1	网络操作系统 LNS	203
7.6.2	LNS 网络工具	205
	练习题	206

第 8 章 几种现场总线技术简介 /207

8.1	Modbus	207
-----	--------------	-----

8.1.1	Modbus 通信参考模型	207
8.1.2	串行链路的主从通信	208
8.1.3	站点状态与时序	209
8.1.4	RTU 传输模式	210
8.1.5	ASCII 串行传输模式	213
8.1.6	Modbus TCP/IP 应用数据单元	214
8.2	CAN 总线	216
8.2.1	CAN 总线的特点	216
8.2.2	CAN 的通信参考模型	217
8.2.3	CAN 总线报文帧的类型与结构	218
8.2.4	CAN 的通信控制器与相关芯片	223
8.3	DeviceNet	227
8.3.1	DeviceNet 技术简介	227
8.3.2	DeviceNet 的物理层和物理媒体	228
8.3.3	DeviceNet 的对象模型	228
8.3.4	DeviceNet 的连接与连接标识	229
8.3.5	DeviceNet 的通信方式	230
8.3.6	DeviceNet 的设备描述	231
8.4	无线短程、低速数据通信技术 ZigBee	232
8.4.1	ZigBee 的技术特点	232
8.4.2	ZigBee 的通信参考模型	233
8.4.3	ZigBee 的设备类型	236
8.4.4	ZigBee 的网络拓扑结构	237
8.4.5	ZigBee 的设备地址、寻址与路由	238
8.4.6	ZigBee 的应用系统	241
8.5	现场总线的选择	242
	练习题	243