

计算机系列教材

计算机网络 与通信技术

张少军 谭志 主编

清华大学出版社

计算机系列教材

张少军 谭志 主编

计算机网络 与通信技术

第1章 绪论
1.1 计算机网络的组成
1.2 计算机网络的分类
1.3 计算机网络的拓扑结构
1.4 计算机网络的协议
1.5 计算机网络的性能指标

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书的内容主要包括：数据通信基础知识；计算机网络基础；计算机网络中硬件设备选型；局域网的组网与配置；综合布线系统；现代建筑的多种通信及网络系统；楼宇自动化技术中的控制网络技术；网络系统的安全及管理；计算机网络规划与设计；网络编程；下一代互联网技术。

本书取材内容较新颖、先进，贴近工程实际，并有一定的理论深度；具有鲜明的建筑行业特点，对在楼宇自控系统中有着深入应用的控制网络技术给予了较深入的展开性叙述，这样做的目的是为建筑类高校电气工程及其自动化、自动化、建筑电气与智能化专业的本科生进一步深入学习和研究建筑智能化技术信息化技术提供相关的知识基础。

本书可作为建筑类高等院校电气工程及其自动化、自动化、建筑电气与智能化等电类专业的计算机网络和通信技术的教材，也可作为建筑行业的相关专业和涉及建筑智能化技术、建筑弱电系统技术、楼宇自控系统等工程技术的技术人员、建筑弱电工程师、设计人员和管理人员学习“计算机网络与通信技术”相关知识的参考书。

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

计算机网络与通信技术/张少军,谭志主编. —北京: 清华大学出版社. 2012.3

(计算机系列教材)

ISBN 978-7-302-27821-4

I. ①计… II. ①张… ②谭… III. ①计算机网络—高等学校—教材 ②计算机通信—高等学校—教材 IV. ①TP393 ②TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 282613 号

责任编辑：张瑞庆 薛 阳

封面设计：常雪影

责任校对：梁 毅

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

印 刷 者：清华大学印刷厂

装 订 者：三河市新茂装订有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：25.75 字 数：610 千字

版 次：2012 年 3 月第 1 版 印 次：2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

定 价：39.50 元

产品编号：034104-01

“计算机网络与通信技术”的内容发展非常迅速,并且在整个工业领域和社会生活领域都得到了非常深入和广泛的应用。在许多领域,“计算机网络技术”是许多重要专业分支课程的专业基础课程,这就要求在不同的行业和领域,在应用“计算机网络与通信技术”的理论和实验体系时兼顾行业、领域的特点。

迄今,建筑类高等院校电气工程及其自动化、自动化、建筑电气与智能化等电类专业缺乏一本和行业紧密结合的“计算机网络和通信技术”教材,尤其是在楼宇自控系统中用到的许多控制网络技术的内容,在大多数现有的“计算机网络和通信技术”教材中较少见到。

几所建筑类高校的电气工程及其自动化、自动化、建筑电气与智能化等电类专业使用了笔者撰写的一本具有建筑业行业特色的计算机网络与通信技术教材,但该教材已经出版了将近7年时间了,内容上与现代最新的技术有了较大的脱节,因此撰写这样一本适合建筑类高校的电气工程及其自动化、自动化、建筑电气与智能化等电类专业本科生使用的“计算机网络与通信技术”新教材,满足教学需求和市场需求,是非常必要的。该教材的内容为上述专业的学习提供了计算机网络必需的知识和技能,同时也提供了进一步深入学习和研究建筑智能化和信息化技术紧密关联而必需掌握的网络知识。

该书的工程实践性较强,在学习理论的同时,需要完成部分较重要的实验,由于受教学大纲制约,经过精心组织的实验内容课时大约为10个学时。

本书的以下内容:数据通信基础知识;计算机网络基础;计算机网络中硬件设备选型;局域网的组网与配置;网络系统的安全及管理;计算机网络规划与设计;网络编程;下一代互联网技术覆盖了计算机网络与通信技术学习的主干部分。本书的另外一部分内容:综合布线系统;现代建筑的多种通信及网络系统;楼宇自动化技术中的控制网络技术,是本书具有行业特色的部分,内容丰富,具有一定的理论深度。

本书由具有多年从事计算机网络与通信技术教学和建筑智能化信息化技术教学,有着丰富教学经验的老师撰写。本书的作者有:北京建筑工程学院电信学院的张少军教授、谭志博士、李蓬副教授和周渡海高级工程师。

张少军教授撰写的部分有:第4章局域网的组网与配置;第6章现代建筑的多种通信及网络系统;第7章楼宇自动化技术中的控制网络技术;第9章计算机网络规划与设计;第10章网络编程;第11章下一代互联网技术(和李蓬副教授共同撰写)。

谭志博士撰写的部分有：第1章数据通信基础知识；第2章计算机网络基础；第8章网络系统的安全及管理的一部分(8.1网络安全防护技术~8.4入侵检测系统)。

李蓬副教授撰写的部分有：第3章计算机网络中硬件设备选型；第8章网络系统的安全及管理的一部分(8.5网络硬件的安全防护)。

周渡海高级工程师撰写了：第5章综合布线系统。

本书在编写过程中,由于时间仓促,难免有一些疏漏和不足,恳请广大读者批评指正。

未经许可,不得复制或抄袭本书部分或全部内容。违者必究。

编 者

2011年8月10日

F O R E W O R D

第 1 章 数据通信基础知识 /1

- 1.1 现代通信概述 /1
- 1.2 现代通信的基本概念 /3
- 1.3 通信方式 /7
- 1.4 数据编码 /8
- 1.5 数据交换技术 /10
- 1.6 信道复用与多址方式 /12
- 1.7 差错控制 /14
- 1.8 带宽和数据传输速率 /17
 - 1.8.1 信道带宽 /17
 - 1.8.2 误码率与信道延迟 /18
- 1.9 现代通信网简介 /19
 - 1.9.1 电信网 /19
 - 1.9.2 计算机网络和广播电视网 /20
 - 1.9.3 传送网 /20
 - 1.9.4 电话网 /23
 - 1.9.5 智能网概述 /24
- 习题 /24

第 2 章 计算机网络基础 /26

- 2.1 计算机网络系统概论 /26
 - 2.1.1 计算机网络系统的定义 /26
 - 2.1.2 计算机网络的作用 /26
 - 2.1.3 计算机网络系统的分类 /27
- 2.2 网络体系结构和协议 /28
 - 2.2.1 标准化组织和协议 /29
 - 2.2.2 ISO/OSI 参考模型 /31
 - 2.2.3 TCP/IP 模型 /38
- 2.3 局域网的基本概念 /43
 - 2.3.1 局域网的特点 /43

2.3.2	媒体访问控制技术	/44
2.3.3	局域网协议	/45
2.3.4	常用局域网介绍	/47
2.4	高速局域网技术	/50
2.4.1	发展高速局域网的原因	/50
2.4.2	高速局域网技术	/51
2.5	广域网	/53
2.6	网络的互连技术	/56
2.6.1	网络互连设备	/56
2.6.2	网络互连的应用	/58
2.7	网络管理	/60
2.7.1	网络管理的发展过程和现状	/61
2.7.2	网络管理的功能模型	/62
2.7.3	网络管理的系统构成	/65
2.8	网络工程设计	/66
2.8.1	网络工程设计的基本原则	/67
2.8.2	网络工程设计的步骤	/68
2.8.3	网络工程设计实施后的测试与验收	/69
2.9	网络操作系统	/72
2.9.1	网络操作系统的分类	/74
2.9.2	Windows 类网络操作系统	/74
2.9.3	Linux 网络操作系统	/74
2.9.4	UNIX 网络操作系统	/75
2.9.5	NetWare 网络操作系统	/75
	习题	/76

第3章 计算机网络中硬件设备选型 /78

3.1	集线器的使用及选型	/78
3.2	交换机的使用及选型	/79
3.2.1	交换机概述	/79
3.2.2	交换机的使用	/82

3.2.3	交换机的主要性能指标	/84
3.2.4	交换机的选购	/86
3.3	路由器的使用及选型	/89
3.3.1	路由器概述	/89
3.3.2	路由器的使用	/91
3.3.3	路由器的主要性能指标	/95
3.3.4	路由器的选购	/96
3.4	其他网络硬件设备选型及维护	/98
3.4.1	网络服务器的选型	/98
3.4.2	网络工作站(客户机)的选型	/101
3.4.3	网络存储设备的选型	/102
3.5	网络传输介质的选择	/105
3.5.1	双绞线	/105
3.5.2	同轴电缆	/107
3.5.3	光纤	/108
3.5.4	非导向传输介质	/109
	习题	/110

第4章 局域网的组网与配置 /111

4.1	局域网组网时通信协议的选择	/111
4.1.1	网络通信协议	/111
4.1.2	选择网络通信协议	/112
4.2	IP地址、子网掩码及子网划分	/112
4.2.1	IP地址	/113
4.2.2	子网分割和子网掩码	/115
4.3	域名和DHCP动态主机分配协议	/118
4.3.1	域名	/118
4.3.2	DHCP服务器	/118
4.4	基于Windows XP组建对等网	/118
4.4.1	10Base-T网络的组网	/118
4.4.2	组建Windows XP下的双机互连对等网络	/119

- 4.5 测试计算机是否连通的几种常用方法 /127
 - 4.5.1 使用“ping”命令测试计算机是否连通 /127
 - 4.5.2 使用“网上邻居”进行测试 /129
 - 4.5.3 使用“搜索”的方法测试网络的连通性 /129
 - 4.5.4 网络没有连通的故障分析 /129
- 4.6 组建客户-服务器局域网 /131
 - 4.6.1 客户-服务器局域网的几个概念 /131
 - 4.6.2 配置 Windows 2000 Server 服务器 /133
 - 4.6.3 配置 DHCP 服务器 /148
- 4.7 配置客户机 /158
 - 4.7.1 配置 Windows XP 客户机 /158
 - 4.7.2 创建用户账户 /159
 - 4.7.3 客户机登录域 /163
- 习题 /168

第5章 综合布线系统 /170

- 5.1 综合布线系统概述 /170
 - 5.1.1 综合布线系统及子系统 /170
 - 5.1.2 综合布线、接入网和信息高速公路之间的关系 /173
- 5.2 各子系统间的接续关系和综合布线系统的拓扑结构 /175
 - 5.2.1 各子系统间的接续关系 /175
 - 5.2.2 综合布线系统的拓扑结构 /176
- 5.3 综合布线的传输线缆和配线架 /176
 - 5.3.1 综合布线的传输线缆 /176
 - 5.3.2 配线架 /178

- 5.3.3 信息插座和跳线 /179
- 5.3.4 缆线长度划分 /180
- 5.4 水平子系统及工作区子系统的设计 /181
 - 5.4.1 水平子系统的设计 /181
 - 5.4.2 工作区子系统的设计 /183
- 5.5 T568B/A 标准与对绞线缆的使用 /184
 - 5.5.1 T568B 标准和 T568 标准 /184
 - 5.5.2 连接不同设备使用不同制式的
线缆 /185
- 5.6 光纤接入网 /186
 - 5.6.1 光纤接入网的基本结构和参考
配置 /186
 - 5.6.2 光网络单元 ODN 的位置 /186
 - 5.6.3 一个千兆光纤主干网络解决
方案 /188
 - 5.6.4 全光纤信道的布线和楼层光纤信道
连接举例 /188
- 5.7 电话系统连接 /189
- 习题 /190

第 6 章 现代建筑的多种通信及网络系统 /192

- 6.1 程控数字用户交换机系统 /192
 - 6.1.1 程控数字用户交换机系统的作用
和特点 /192
 - 6.1.2 程控交换机基本构成 /194
- 6.2 接入网技术 /196
 - 6.2.1 接入网 /196
 - 6.2.2 接入网的接口 /197
 - 6.2.3 接入网的技术类型 /198
 - 6.2.4 IP 接入网 /200
- 6.3 宽带接入网 /202
 - 6.3.1 Internet 的接入方式 /202

6.3.2	数字用户线接入	/203
6.3.3	以太网接入方式	/206
6.3.4	有线宽带网 HFC	/207
6.3.5	无线网络与无线宽带接入	/208
6.4	移动无线网络及通信系统	/209
6.4.1	移动通信的发展及系统组成	/209
6.4.2	GPRS 通信系统	/210
6.4.3	CDMA 通信系统	/211
6.4.4	第三代移动通信系统	/213
6.5	短距离无线网络技术	/216
6.5.1	短距无线网络	/216
6.5.2	ZigBee 网络技术	/216
6.5.3	蓝牙网络技术	/218
6.5.4	NFC 技术	/219
6.5.5	短距无线网络的互连互通	/220
6.6	卫星通信系统	/223
6.6.1	我国卫星通信发展情况	/223
6.6.2	VSAT 卫星通信技术	/224
6.7	建筑物室地下空间及高层建筑的无线网络覆盖	/228
6.7.1	建筑内部分区域无线网络的补充覆盖	/228
6.7.2	常用室内分布系统的组成及特点	/228
6.7.3	室内无线通信信号覆盖系统的设计	/229
6.7.4	信号源的选取	/231
	习题	/231

第7章 楼宇自动化技术中的控制网络技术 /233

7.1	控制网络技术的发展	/233
7.1.1	控制网络概述	/233
7.1.2	控制网络技术的发展	/234

- 7.2 楼宇自控系统中的现场总线与控制网络技术 /236
 - 7.2.1 建筑智能化控制中的控制网络 /236
 - 7.2.2 控制网络与信息域中管理网络的连接 /237
- 7.3 LonWorks 总线技术 /241
 - 7.3.1 LonWorks 技术概述 /241
 - 7.3.2 LonWorks 总线技术在楼宇自控系统中的应用 /241
 - 7.3.3 LonWorks 总线网络与 Internet 的互连 /244
 - 7.3.4 计算机网络与 LonWorks 控制网络的比较 /246
 - 7.3.5 LonWorks 网络控制技术系统开发实例 /247
- 7.4 EIB 总线 /251
 - 7.4.1 EIB 总线概述 /251
 - 7.4.2 EIB 网络的拓扑 /252
 - 7.4.3 EIB 通信协议和系统性能 /252
 - 7.4.4 EIB 总线传输介质 /253
 - 7.4.5 应用实例 /253
- 7.5 CEBus 总线 /254
 - 7.5.1 CEBus 总线的标准和通信协议 /254
 - 7.5.2 CEBus 总线在智能建筑中的应用 /256
- 7.6 Modbus 总线 /256
 - 7.6.1 Modbus 总线技术概述 /256
 - 7.6.2 Modbus 总线技术在楼宇自控系统中的应用 /257
- 7.7 PROFIBUS /259
 - 7.7.1 PROFIBUS 现场总线的结构 /259
 - 7.7.2 PROFIBUS 通信参考模型 /260
 - 7.7.3 总线存取技术 /262

7.7.4	PROFIBUS 在楼宇自控系统中的 应用	/263
7.8	RS-232 总线和 RS-485 总线	/266
7.8.1	RS-232 总线	/266
7.8.2	RS-485 总线	/269
7.9	BACnet 标准支持的控制网络	/271
7.9.1	BACnet 支持的网络种类	/271
7.9.2	MS/TP 子网	/271
7.9.3	LonWorks 控制网络	/273
7.9.4	以太网	/273
7.9.5	PTP 点对点网络和 ARCnet	/274
7.9.6	BACnet 系统设计中控制网络 的选择	/274
7.10	工业以太网与实时以太网	/274
7.10.1	工业以太网与实时以太网的 概念	/274
7.10.2	关于现场总线和实时以太网的 IEC 61158 标准	/278
7.10.3	关于实时以太网的 IEC 61784-2 标准	/279
7.10.4	关于工业以太网和实时以太网技术 的几个问题	/280
7.10.5	Ethernet/IP	/282
7.10.6	PROFINET	/285
7.10.7	MODBUS/TCP	/290
7.10.8	工业以太网监控系统的结构	/292
7.11	楼宇自控系统中常用控制网络和底层控制 网络的选择	/295
	习题	/296

第 8 章 网络系统的安全及管理 /298

8.1	网络安全防护技术	/298
8.1.1	网络系统网络接口层的安全性	/298

8.1.2	网络系统网络层面的安全解决方案	/299
8.1.3	网络系统传输层面的安全解决方案	/299
8.1.4	网络系统应用层面的安全解决方案	/300
8.1.5	管理和使用层面的安全解决方案	/301
8.2	网络计算机病毒及防护	/302
8.2.1	网络计算机病毒	/303
8.2.2	防病毒解决方案	/306
8.3	防火墙技术	/308
8.3.1	防火墙的概念	/308
8.3.2	防火墙的基本类型	/309
8.3.3	防火墙的设计	/310
8.3.4	防火墙的功能和网络拓扑结构	/310
8.3.5	防火墙的管理	/311
8.4	入侵检测系统	/313
8.4.1	入侵检测系统的构成	/313
8.4.2	入侵检测分析原理	/314
8.4.3	入侵检测系统的部署	/315
8.4.4	入侵检测系统的发展方向	/316
8.5	网络硬件的安全防护	/317
8.5.1	计算机房场地环境的安全防护	/317
8.5.2	机房的供电系统	/318
8.5.3	机房环境监控系统	/320
8.5.4	机房环境要求与空调系统	/322
8.5.5	机房的防静电措施	/329
8.5.6	接地与防雷	/331
8.5.7	电磁防护	/335
习题		/337

第9章 计算机网络规划与设计 /338

- 9.1 计算机网络规划设计与任务 /338
 - 9.1.1 什么是计算机网络规划设计 /338
 - 9.1.2 网络规划中的部分重要内容 /338
 - 9.1.3 网络系统规划与设计中的系统集成 /340
- 9.2 网络拓扑结构设计和网络安全系统设计 /340
 - 9.2.1 网络拓扑结构设计 /341
 - 9.2.2 网络安全系统设计 /342
- 9.3 某高校新校区校园网建设的总体方案 /343
 - 9.3.1 新校区校园网建设目标 /343
 - 9.3.2 基本性能要求 /343
 - 9.3.3 网络主干拓扑结构 /343
 - 9.3.4 网络布线系统设计 /345
- 9.4 某大学校园网规划设计和系统集成案例分析 /349
 - 9.4.1 网络通信需求分析 /349
 - 9.4.2 校园主干网 /350
 - 9.4.3 校园网各部分的设计和分析 /350
- 习题 /352

第10章 网络编程 /353

- 10.1 网络编程与进程通信 /353
 - 10.1.1 进程与网络操作系统 /353
 - 10.1.2 网络编程的分类 /353
- 10.2 Socket 网络通信编程 /355
 - 10.2.1 套接字 Socket /355
 - 10.2.2 Socket 网络通信程序设计 /358
 - 10.2.3 端口与通信协议 /362
 - 10.2.4 网络应用程序的运行环境 /363
- 10.3 基于 Web 的网络编程 /366
 - 10.3.1 超文本标识语言 HTML /366

10.3.2	HTML 文件中的常用标签	/368
10.3.3	交互式网页和表单	/370
10.3.4	HTML 文件中的 VB 脚本	/371
10.3.5	其他脚本语言	/376
10.3.6	XHTML 和 XML	/377
10.3.7	网络安全与入侵对抗中的 Web 网络编程	/379
习题		/380
第 11 章	下一代互联网技术	/381
11.1	概述	/381
11.2	关于 NGI 的支持业务	/382
11.2.1	IPv6 业务应用现状和优势	/383
11.2.2	NGI 业务平台的其他关键技术 和电信级 IP 网络	/384
11.3	IPv6 协议	/384
11.3.1	IPv6 的地址结构和地址配置	/385
11.3.2	IPv6 的基本首部和 IPv6 的扩展 首部	/386
11.4	IPv6 地址体系结构	/389
11.4.1	IPv6 的地址结构和类型	/389
11.4.2	IPv6 地址的表示方法	/389
11.4.3	地址空间的分配	/390
11.5	IPv4 向 IPv6 的过渡	/391
11.5.1	使用双协议栈过渡	/391
11.5.2	隧道技术	/392
11.6	物联网与 IPv6	/393
11.6.1	物联网	/393
11.6.2	新技术对网络地址资源的需求 和 IPv6	/393
习题		/394
参考文献		/395

第 1 章 数据通信基础知识

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。计算机网络是信息收集、分配、存储、处理、消费的最重要载体,是网络经济的核心,深刻地影响着经济、社会、文化、科技,是人们工作和生活中最重要的工具之一。计算机网络采用数据通信方式传输数据。数据通信有其自身的规律和特点。本章主要讲述数据通信的基本理论和基础知识,为学习以后各章内容做好准备。

1.1 现代通信概述

通信技术和通信产业是 20 世纪 80 年代以来发展最快的领域之一。不论在国际上还是在国内都是如此,只是在层次上和内涵上由于发展水平不同而有所不同。这是人类进入信息社会的重要标志之一。

信息是一个古老的概念,但直到 20 世纪中叶,香农(C. Shannon)在概率论的基础上定义了信息熵,才有了定量的意义。以后由此建立了新的学科信息论,对于信息技术的发展起到奠基作用。但是这种信息的定义是有特定限制条件的。一般来说,它是从不知到确知的过程中的内涵实体,也可认为信息就是一种知识。信息是一种资源,它不同于物质资源和能量资源,是可以共享和重复使用的,而且可不受空间和时间的限制而广泛地传播。所以它对物质生产和能量生产可起到极大的促进作用。

关于信息技术,一般认为有三大类:电信技术,计算机技术,遥测、遥感、遥控技术。电信技术是克服空间限制的主要手段,几乎可以瞬间把大量信息传送到遥远的各处。计算机技术可以把大量信息存储起来并加以处理,从而克服时间限制,使共享和重复使用成为可能。遥控、遥测和遥感等技术又使信息的提取和利用扩展到更大的范围和更深的层次。这些技术都与通信和通信网有关,因此通信技术的发展加快了信息社会的形成,而信息社会的形成又加速了通信产业的发展。

人们对此进行了许多研究工作,其成果表现在 1971 年投入使用的阿帕网(ARPA-NET)。这是美国国防部资助建立的,采用了分组交换方式,这又促进了数据通信的发展。于是计算机之间的通信从局域网向广域网发展,以至因特网。20 世纪 90 年代因特网的用户大量增加,业务不断扩大,甚至传统的电话业务也能以低价在因特网上传送。在这期间还有移动通信领域中的 GSM 系统的引入。它是一种时分多址接入的数字通信系统,正在逐步替代原来广泛使用的模拟调频方式。由此可见,通信系统中的信息传输已基本数字化。在广播系统中当前还是以模拟方式为主,但数字化的趋向也已明显,为了改进质量,数字声频广播和数字电视广播都已提到日程上来,预计 21 世纪初会逐步替代现有的模拟系统,设备的数字化更是日新月异。近年来提出的软件无线电技术,试图在射频方面进行模数(A/D)变换,把调制解调和锁相等模拟运算全部数字化,这将使设备超小型化