

高等院校信息与通信工程系列教材

交换技术

糜正琨 杨国民 编著

清华大学出版社



高等院校信息与通信工程系列教材

交换技术

糜正琨 杨国民 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书系统介绍了交换技术的基本概念和工作原理,着重讨论当前通信网各种基本的交换技术,以循序渐进的方式和比较分析的观点阐述了交换原理、方法和系统结构及其相互之间的有机联系,并以一定篇幅介绍下一代网络中的交换新技术。

全书共分10章,分别介绍交换技术概论、同步时分交换网络、数字程控电话交换、7号信令系统、窄带综合业务数字交换、移动交换、智能网业务交换、ATM交换、软交换和光交换技术。本书可作为通信和电子类专业的本科教材或教学参考书,也可作为通信工程技术人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

交换技术/糜正琨,杨国民编著. —北京:清华大学出版社,2006.7

(高等院校信息与通信工程系列教材)

ISBN 7-302-12712-3

I. 交… II. ①糜… ②杨… III. 通信交换—高等学校—教材 IV. TN91

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第021028号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 陈国新

印 装 者: 北京国马印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 24.5 字数: 590千字

版 次: 2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

书 号: ISBN 7-302-12712-3/TN·316

印 数: 1~4000

定 价: 32.00元

教师反馈表

感谢您购买本书！清华大学出版社计算机与信息分社专心致力于为广大院校电子信息类及相关专业师生提供优质的教学用书及辅助教学资源。

我们十分重视对广大教师的服务，如果您确认将本书作为指定教材，请您务必填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回我们的联系地址，我们将免费向您提供本书的相关教学资源。

您需要教辅的教材：			
姓名：			
院系：			
院/校：			
您所教的课程名称：			
学生人数/学期：	_____人/	_____年级	学时：
您目前采用的教材：	作者：_____		
	书名：_____		
您准备何时用此书授课：			
联系地址：			
邮政编码：		联系电话	
E-mail：			
您对本书的建议：			系主任签字
			盖章

我们的联系地址：

清华大学出版社 学研大厦 A602, A604 室

邮编：100084

Tel: 010-62770175-4409, 3208

Fax: 010-62770278

E-mail: liuli@tup.tsinghua.edu.cn; hanbh@tup.tsinghua.edu.cn

高等院校信息与通信工程系列教材编委会

主 编：陈俊亮

副 主 编：李乐民 张乃通 邬江兴

编 委（排名不分先后）：

王 京 韦 岗 朱近康 朱世华

邬江兴 李乐民 李建东 张乃通

张中兆 张思东 严国萍 刘兴钊

陈俊亮 郑宝玉 范平志 孟洛明

袁东风 程时昕 雷维礼 谢希仁

责任编辑：陈国新

出版说明

信息与通信工程学科是信息科学与技术的重要组成部分。改革开放以来,我国在发展通信系统与信息系统方面取得了长足的进步,形成了巨大的产业与市场,如我国的电话网络规模已占世界首位,同时该领域的一些分支学科出现了为国际认可的技术创新,得到了迅猛的发展。为满足国家对高层次人才的迫切需求,当前国内大量高等学校设有信息与通信工程学科的院系或专业,培养大量的本科生与研究生。为适应学科知识不断更新的发展态势,他们迫切需要内容新颖又符合教改要求的教材和教学参考书。此外,大量的科研人员与工程技术人员也迫切需要学习、了解、掌握信息与通信工程学科领域的基础理论与较为系统的前沿专业知识。为了满足这些读者对高质量图书的渴求,清华大学出版社组织国内信息与通信工程国家级重点学科的教学与科研骨干以及本领域的一些知名学者、学术带头人编写了这套高等院校信息与通信工程系列教材。

该套教材以本科电子信息工程、通信工程专业的专业必修课程教材为主,同时包含一些反映学科发展前沿的本科选修课程教材和研究生教学用书。为了保证教材的出版质量,清华大学出版社不仅约请国内一流专家参与了丛书的选题规划,而且每本书在出版前都组织全国重点高校的骨干教师对作者的编写大纲和书稿进行了认真审核。

祝愿《高等院校信息与通信工程系列教材》为我国培养与造就信息与通信工程领域的高素质科技人才,推动信息科学的发展与进步做出贡献。

北京邮电大学

陈俊亮

2004年9月

前言

笔者和陈锡生教授曾于 1998 年合作编写了一本电子类专业的本科教材《现代电信交换》，该书在国内第一次将电信交换课程的内容由单一的程控交换技术扩展为包括电路交换和分组交换、固定网交换和移动网交换、窄带交换和宽带交换、呼叫接续交换和智能业务交换在内的广义的交换技术，这一课程改革方向受到许多学校的认同。因此，本书的编写继续沿用这一思路，系统介绍各类交换技术原理及其相互间的有机联系。

与此同时，进入 21 世纪以来，随着通信网向下一代网络(NGN)的演进和发展，交换技术发生了很大的变化，交换和网络的关系越来越密不可分。电路交换向分组交换的转型已成为不可逆转的趋势，面向分组网络的软交换技术正成为重要的交换新技术；综合 ATM 交换和 IP 路由的多协议标记交换(MPLS)技术是未来承载网络的重要技术；面向全光网络的光交换技术正受到业界的高度关注；低速分组交换技术逐渐淡出应用；数字移动网技术和移动智能网技术则是当前通信网的主要赢利技术。因此，本书根据这些技术发展方向，增加了软交换、光交换、移动智能网等内容，增强了交换技术和网络技术的结合，并根据这几年教学所积累的经验，调整了章节结构及对材料进行了取舍，力图使教材能更好地反映主流的交换技术，更贴近学生的需求。

全书共分 10 章。第 1 章为交换技术概论，系统概述各种交换方式和电信交换网的发展历程，给出交换技术最基本的知识。后续各章围绕第 1 章展开。

第 2~4 章系统介绍当前固定电话网和移动电话网所广泛采用的数字程控交换基本技术。其中，第 2 章是连接技术，介绍各种形式的同步时分交换网络及必要的话务工程计算方法；第 3 章是控制技术，介绍程控交换呼叫控制软件技术；第 4 章是信令技术，介绍作为当前通信网重要支撑技术的 7 号共路信令；在此基础上，第 5~6 章介绍窄带综合业务数字交换技术和移动交换技术，通过和上述程控交换基本技术的比较分析来阐述其原理和结构；第 7 章专门讨论基于智能网的增值业务交换技术，重点介绍智能网体系思想、网络结构、业务交换点和业务控制点的功能结构，并介绍了移动智能网技术；第 8 章介绍 ATM 交换技术，重点阐述信元交换原理、ATM 交换结构和 ATM 网络信令，并介绍了综合 ATM 交换技术和 IP 路由技术的 MPLS 技术；第 9 章和第 10 章则分别介绍最新的软交换技术和光交换技术，包括软交换网络和自动交换光网络的基本概念。

从本书的体系结构看，第 1~7 章是当前电信交换的基础技术，为课程的必修内容，第 8~10 章属于宽带和 NGN 的交换新技术，可以根据需要选学。

本书的第 1、4、7、8、9、10 章由糜正琨编写，第 2、3、5、6 章由杨国民编写，成际镇参与了第 8 章部分内容的编写。特别需要指出的是，本书编写得到了陈锡生教授的真诚指导和热情鼓励，并提供了许多宝贵的资料，在此表示衷心的感谢。

包括交换技术在内的网络技术发展迅速,并呈现各种技术融合的趋势,限于篇幅,本书不可能全面反映各种未来的新技术。由于编者水平有限,书中难免还会存在一些不妥之处,希望广大读者不吝批评指正。

编 者

2006 年 5 月

mizk@njupt.edu.cn

高等院校信息与通信工程系列教材

• 已出版书目

信息论与编码	曹雪虹 张宗橙
综合电子设计与实践	王振红
语音信号处理	韩纪庆 张 磊 郑铁然
光波导理论(第2版)	吴重庆
信号处理新方法导论	余英林 谢胜利 蔡汉添
电子设计自动化技术基础	马建国 孟宪元等
专用集成电路设计与电子设计自动化	路而红
通信系统概论	吴诗其 朱立东
移动通信原理、系统及技术	曹达仲 侯春萍
现代通信网技术	许 辉 等
光纤通信与光纤信息网	董天临
信息理论基础习题集	陈 杰
通信电子电路	于洪珍
信号检测与估计理论	赵树杰 赵建勋
编码调制原理与技术	袁东风
计算机通信信息安全技术	王景中 徐小青
通信原理	王福昌
计算电磁学的数值方法	吕英华
通信网的安全理论与技术	戴逸民 王培康 陈 巍
图像编码(第三版)	姚庆栋等
交换技术	糜正琨

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 交换的一般概念	1
1.2 交换技术	2
1.2.1 电路交换.....	2
1.2.2 分组交换.....	4
1.3 电信交换网	8
1.3.1 电话交换网.....	8
1.3.2 X.25 公用数据网.....	10
1.3.3 ISDN 网	11
1.3.4 帧中继网	12
1.3.5 B-ISDN 网	12
1.3.6 光交换网	13
1.4 电信交换基本技术.....	14
1.4.1 互连技术	15
1.4.2 接口技术	18
1.4.3 信令技术	18
1.4.4 控制技术	20
1.5 交换和路由.....	21
1.6 NGN 和软交换	23
1.6.1 NGN 的提出	23
1.6.2 软交换技术	25
小结	27
习题	27
参考文献	28
第 2 章 同步时分交换网络	29
2.1 基本交换单元.....	29
2.1.1 时间交换单元	29
2.1.2 空间交换单元	30
2.1.3 时/空结合交换单元.....	32

2.1.4 基本交换单元的扩展	34
2.2 多级交换网络结构	35
2.2.1 T-S 组合型	35
2.2.2 T/S 结合型	40
2.3 无阻塞网络	47
2.3.1 无阻塞网络的条件	47
2.3.2 无阻塞数字交换网络	49
2.4 同步时分交换网络的设计	50
2.4.1 交换网络设计的基本要求	50
2.4.2 交换网络设计的主要内容	51
2.4.3 阻塞率计算方法	53
小结	61
习题	61
参考文献	62
第3章 数字程控电话交换	63
3.1 数字程控交换系统功能结构	63
3.1.1 硬件功能结构	63
3.1.2 软件功能结构	65
3.2 处理机控制结构	68
3.2.1 处理机冗余配置方式	68
3.2.2 分级分散控制结构	70
3.2.3 分布式分散控制结构	70
3.3 数据管理	71
3.3.1 数据类型	71
3.3.2 查表方法	71
3.4 呼叫处理程序	73
3.4.1 用户扫描	73
3.4.2 拨号收集	75
3.4.3 中继扫描	75
3.4.4 数字分析	76
3.4.5 路由选择	77
3.4.6 通路选择	79
3.4.7 输出驱动	81
3.4.8 有限状态机	81
3.5 任务调度	85
3.5.1 任务调度简介	85
3.5.2 时钟级调度	86

3.5.3 基本级调度	88
3.6 性能分析.....	90
3.6.1 基本性能和指标	90
3.6.2 话务负荷能力	90
3.6.3 接续时延	91
3.6.4 BHCA	91
小结	91
习题	92
参考文献	93
第4章 7号共路信令	94
4.1 7号信令基本概念	94
4.1.1 分层协议结构	94
4.1.2 信令传送方式	97
4.1.3 7号信令网	98
4.1.4 7号信令消息格式	101
4.2 消息传递部分	103
4.2.1 信令链路功能.....	103
4.2.2 信令消息处理功能.....	107
4.2.3 信令网管理功能.....	109
4.3 电话用户部分	113
4.3.1 TUP 消息结构和类型	113
4.3.2 消息示例.....	115
4.3.3 主要信令过程.....	117
4.3.4 双向中继同抢处理.....	119
4.4 信令连接控制部分	120
4.4.1 SCCP 的提出	120
4.4.2 SCCP 功能	121
4.4.3 SCCP 消息结构和类型	124
4.4.4 SCCP 寻址和选路	128
4.5 事务处理能力部分	130
4.5.1 通信过程的事务抽象.....	130
4.5.2 TCAP 的子层功能.....	130
4.5.3 TCAP 消息结构.....	132
小结.....	134
习题.....	134
参考文献.....	135

第 5 章 窄带综合业务数字交换	137
5.1 ISDN 基本概念	137
5.1.1 ISDN 的引入	137
5.1.2 ISDN 基本特征	137
5.1.3 ISDN 业务	138
5.1.4 用户-网络接口	140
5.1.5 ISDN 编号和寻址	142
5.2 数字用户接口	143
5.2.1 数字用户线技术	143
5.2.2 U 接口标准	145
5.2.3 数字用户电路	149
5.3 ISDN 信令	150
5.3.1 信令分类	150
5.3.2 LAPD	151
5.3.3 Q.931	156
5.3.4 ISUP	160
5.4 ISDN 交换机结构和示例	162
5.4.1 ISDN 交换机一般结构	162
5.4.2 S-1240 ISDN 交换机	164
小结	165
习题	166
参考文献	166
第 6 章 移动交换	167
6.1 移动通信系统基本概念	167
6.1.1 移动通信	167
6.1.2 PLMN 结构	167
6.1.3 波道指配和信道划分	170
6.1.4 编号计划	171
6.1.5 GSM 系统的业务功能	173
6.1.6 语音编码	173
6.2 移动交换基本技术	173
6.2.1 移动呼叫一般过程	173
6.2.2 网络安全技术	176
6.2.3 漫游	178
6.2.4 切换	180
6.2.5 短消息业务(SMS)处理	182

6.3 移动交换信令	183
6.3.1 无线接口信令	183
6.3.2 A-bis 接口信令	187
6.3.3 A 接口信令	189
6.3.4 网络接口信令	190
6.3.5 移动交换信令示例	192
6.4 移动交换系统	193
6.4.1 移动交换机结构和特点	193
6.4.2 移动呼叫处理	196
6.4.3 移动交换机示例	198
小结	199
习题	199
参考文献	200
第7章 智能网业务交换	201
7.1 智能网概述	201
7.1.1 智能网提出背景	201
7.1.2 智能网技术特征	202
7.1.3 智能网典型业务	203
7.1.4 智能网标准	205
7.2 智能网概念模型	206
7.2.1 四平面结构模型	206
7.2.2 业务平面	207
7.2.3 全局功能平面	208
7.2.4 分布功能平面	210
7.2.5 物理平面	214
7.3 业务交换点	218
7.3.1 功能模型	218
7.3.2 基本呼叫状态模型	220
7.3.3 检测点	224
7.4 业务控制点	226
7.4.1 主要功能	226
7.4.2 功能模型	228
7.5 智能网应用协议	228
7.5.1 INAP 体系结构	228
7.5.2 INAP 操作	231
7.5.3 INAP 流程示例	233
7.6 移动智能网	235

7.6.1 移动智能网概述	235
7.6.2 CAMEL 典型业务	236
7.6.3 CAMEL 主要技术	237
7.6.4 业务流程示例	241
小结	244
习题	245
参考文献	245
第 8 章 ATM 交换	247
8.1 ATM 基本概念	247
8.1.1 VC 和 VP 交换	247
8.1.2 ATM 信元结构	247
8.1.3 ATM 信元定界	250
8.1.4 ATM 适配层	251
8.1.5 ATM 系统分层结构	256
8.2 ATM 交换结构	257
8.2.1 ATM 交换结构基本功能	257
8.2.2 ATM 交换结构分类	259
8.2.3 时分交换结构	260
8.2.4 基于 crossbar 的交换结构	261
8.2.5 基于 banyan 的交换结构	262
8.2.6 基于 banyan 的多通路交换结构	266
8.2.7 缓冲策略	268
8.2.8 选路控制	271
8.3 ATM 网络信令	273
8.3.1 信令协议栈结构	273
8.3.2 UNI 信令	275
8.3.3 NNI 信令	277
8.4 ATM 交换系统	281
8.4.1 ATM 交换系统基本功能	281
8.4.2 ATM 交换系统基本结构	282
8.4.3 ATM 交换系统示例	284
8.5 IP/ATM 集成交换	286
8.5.1 IP/ATM 结合技术演进	286
8.5.2 标记交换基本概念	288
8.5.3 MPLS	291
小结	294
习题	294

参考文献	296
第 9 章 软交换	297
9.1 软交换基本技术	297
9.1.1 会话控制技术	297
9.1.2 网关控制技术	297
9.1.3 业务控制技术	300
9.2 软交换网络	301
9.2.1 分层网络结构	301
9.2.2 网络接口和协议	302
9.3 软交换机功能	306
9.4 软交换控制信令	309
9.4.1 SIP	310
9.4.2 H.248	315
9.5 软交换开放业务技术	325
9.5.1 Parlay 组织及标准	325
9.5.2 Parlay 系统结构	326
9.5.3 Parlay API 接口	329
9.5.4 Parlay 业务控制流程示例	333
小结	335
习题	336
参考文献	337
第 10 章 光交换	338
10.1 概述	338
10.1.1 光传送技术的发展	338
10.1.2 光交换技术	339
10.1.3 自动交换光网络	340
10.2 光路交换技术	341
10.2.1 空分光交换结构	341
10.2.2 时分光交换结构	343
10.2.3 码分光交换结构	346
10.2.4 波分光交换结构	347
10.2.5 自由空间光交换结构	348
10.2.6 微电子机械系统	350
10.3 光分组交换技术	351
10.3.1 光分组交换	351
10.3.2 光突发交换	352

10.4 多粒度光交换技术	354
10.4.1 GMPLS	354
10.4.2 交换节点功能结构	357
小结	358
习题	359
参考文献	359
缩略语	360