


21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



通信原理与技术
简明教程

张卫钢 张维峰 编著

清华大学出版社

013063842

TN91
173

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息

内容简介

本书全面系统地介绍了通信原理的基本概念、基本理论和基本分析方法。全书共分五章。第一章介绍通信系统的组成、性能指标、调制解调、信道编码、差错控制、多址接入、数字调制、数字传输、数字复用、数字交换、数字交换网、数字交换机的组成、数字交换机的控制、数字交换机的性能指标、数字交换机的应用。第二章介绍通信系统的组成、性能指标、调制解调、信道编码、差错控制、多址接入、数字调制、数字传输、数字复用、数字交换、数字交换网、数字交换机的组成、数字交换机的控制、数字交换机的性能指标、数字交换机的应用。第三章介绍通信系统的组成、性能指标、调制解调、信道编码、差错控制、多址接入、数字调制、数字传输、数字复用、数字交换、数字交换网、数字交换机的组成、数字交换机的控制、数字交换机的性能指标、数字交换机的应用。第四章介绍通信系统的组成、性能指标、调制解调、信道编码、差错控制、多址接入、数字调制、数字传输、数字复用、数字交换、数字交换网、数字交换机的组成、数字交换机的控制、数字交换机的性能指标、数字交换机的应用。第五章介绍通信系统的组成、性能指标、调制解调、信道编码、差错控制、多址接入、数字调制、数字传输、数字复用、数字交换、数字交换网、数字交换机的组成、数字交换机的控制、数字交换机的性能指标、数字交换机的应用。



通信原理与技术 简明教程

张卫钢 张维峰 编著



清华大学出版社
北京

责任编辑：张卫钢
封面设计：张卫钢
责任校对：张卫钢
责任印制：张卫钢
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
邮编：100084
社总机：010-62770175
社发行部：010-62770175
社邮购部：010-62770175
社读者服务部：010-62770175
社网上书店：http://www.tup.com.cn/010-62770175
社网址：http://www.tup.com.cn/010-62770175

TN91
173

内容简介

本书全面、系统地介绍了现代通信原理和相关的通信技术。全书分为两篇,共 17 章,内容包括:通信与通信系统的基本概念、模拟调制、PCM 调制、增量调制、数字复接与 SDH、数字信号的基带传输、数字调制传输、差错控制编码、数据通信与通信网、通信终端;接入网技术、无线个人区域网络技术、IP 电话技术、光纤通信技术、微波中继通信技术、卫星通信技术和移动通信技术。

为了顺应通信技术和计算机网络技术的飞速发展,使学生能在较短的时间内全面系统地掌握通信和计算机网络等方面的知识,本书将通信原理和通信技术两大内容编写在一起,不但结合大量的插图深入浅出地讲述了理论知识,还有针对性地介绍了一些实用的通信技术,避免了纯理论学习的枯燥乏味,使学生在在学习过程中能够理论联系实际,既掌握了理论知识,又了解了理论在实际中的应用,从而提高学生的学习兴趣,加强对知识的掌握和理解。

本书是专为普通高校和职业学校计算机科学与技术、软件工程、电子信息、自动化控制、机电一体化、网络工程和物联网工程等非通信专业而编写的大学教材,参考学时为 40 左右。在编写方法上不但满足教学要求,同时也适合自学,因此,本书也可作为有志青年的自学教材和有关工程技术人员的参考书。

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

通信原理与技术简明教程/张卫钢等编著. —北京:清华大学出版社,2013.8
21 世纪高等学校规划教材·电子信息
ISBN 978-7-302-30693-1

I. ①通… II. ①张… III. ①通信原理—高等学校—教材 ②通信技术—高等学校—教材
IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 278448 号

责任编辑:郑寅堃 薛 阳
封面设计:傅瑞学
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

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

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:18.5

字 数:462 千字

版 次:2013 年 8 月第 1 版

印 次:2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50 元

产品编号:046892-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

当今社会是一个信息社会。如果说 20 世纪是计算机的时代,那么 21 世纪将由计算机网络主宰世界。计算机网络作为一门科学技术、一种新兴文化、一种通信方式将全面改变人类的精神与物质生活,并将对科学技术的全面发展产生巨大的推动作用,这主要表现在以下几个方面。

(1) 电子交流:人与人之间的信息与情感交流方式由于生活和工作节奏的加快,将从传统的面对面谈话、登门拜访、信函通信向电子交流方式发展,比如,普通电话、可视电话、E-mail 等。网上聊天、网上交友将成为年轻人的新时尚。

(2) 电子商务:电子商务就是可以通过网络进行的所有人类经济活动的总和。有了电子商务,人们不用再为进货销售东奔西跑,不用再为生意合同频频会面,不用再为付款催账而成为银行的常客,人们足不出户即可在分秒之间全部完成这些昔日耗费大量精力和物力的商务活动。尤其是在对外贸易活动中,电子商务扮演着极为重要的角色。同样,对于喜欢上街购物而又没有时间的女士来说,到网上浏览各种网络商店,随心所欲地选购自己喜爱的商品,再通过网络付款,然后坐等送货上门,不仅满足了生活所需,而且免去了腿脚之劳,这将成为一种购物时尚。由电子订单、电子合同、电子货币、电子支票、网络银行、网络商店等基本要素构成的电子商务被认为是现代化的一个标志,是人们经济活动方式上的一次飞跃。

(3) 电视会议:传统的聚众开会将成为历史,不同地区甚至不同国家的人们将利用网络的多媒体功能,召开身临其境般的电视会议,不仅节省了大量的差旅费,而且更迅速、更方便。

(4) 远程教育:远程教育不仅将为那些远离学校和难以入校的人们带来福音,极大地拓宽了受教育面,同时也改变了传统的课堂教育模式,配合视频点播功能可使受教育者随时随地自由选择学校和课程并进行学习。

(5) 远程医疗:到医院看病治疗一直是人们比较头疼的问题,尤其是缺医少药的偏远地区。有了远程医疗,人们在家中通过网络不仅可寻医问药,还能遍邀世界各地的名医专家会诊治病。从而大大提高了人类健康水平和预防与治疗疾病的水平。

(6) 网上娱乐:你想打桥牌吗?你想找人纹秤对弈吗?网络时代的很多娱乐活动将不再需要人们共聚一室,你可通过网络与世界各地的爱好者同享此乐。

(7) 视频点播:现在虽然电视节目有很多,但人们仍觉得可看(自己喜欢)的节目太少。视频点播将结束人们的这种烦恼,人们在家中可随意到自己热衷的电视台点播自己喜欢的各类电视节目。

凡此种种,不胜枚举。

通过上述实例我们可以看到,尽管计算机网络作用非常巨大,但它的主要功能就是信息的传输与交换,其核心技术就是通信技术,计算机网络实质上就是一种通信网络。

目前,很多高等院校和职业学校的非通信专业,比如计算机科学与技术、软件工程、电子

信息、机电一体化、自动化控制、网络工程、物联网工程等专业都开设了“计算机网络”课程,但从当前社会的需求和学生的实际能力,尤其是在网络技术方面的知识掌握和应用能力上看,我们认为这些专业的学生还缺乏对通信技术的整体把握和相关知识的学习与了解。

虽然不少计算机网络教材都介绍一些有关数据通信的基本知识,但广度和深度远远不够,这使得学生在计算机网络及相关通信领域进行更深入的探索与研究时显得力不从心。显然,学习和掌握通信原理和通信技术方面的知识,是学习和掌握计算机网络的基础与核心。另外,当前人们的生活处处都有信息的影子,而完成各种信息传输的通信技术更是无处不在,学习和了解一些通信知识已成为当代年轻人的共识。因此,我们根据自己长期的教学经验和实践,参考部分大学的教学大纲,本着“易学易教”的原则,编著了这本观点独到、语句精练、论述清楚、内容丰富,适合非通信专业的大学教材,以期对 21 世纪的科学技术发展和人才培养贡献绵薄之力。

本书参考学时为 40,其中第一篇 30 学时,第二篇 10 学时。

本书主要有以下几个特点。

(1) 内容安排独具匠心。首次将传统的通信原理和当前主要的通信应用技术编排在一起,使学生通过本书的学习对当代各种通信技术有一个全面的认识与了解。

(2) 知识层次深浅得当。根据学生通信知识薄弱的情况,对学科知识进行了恰当取舍,突出定性分析减少数学推导。

(3) 文笔通俗亲和力强。作者力求以通俗易懂的语言将枯燥的理论知识像讲故事一样娓娓道来,以提高学生的阅读兴趣和阅读效率。

(4) 引入人们熟悉的交通系统概念与通信系统类比,不但提高了人们对通信系统的兴趣,更加深了对通信系统的理解。

(5) 插图丰富。本教材的插图大部分由作者绘制,不但丰富美观,而且对概念诠释准确。

(6) 在每章后面附了一节反映通信技术发展历程和相关历史名人事迹的“小资料”。以使学生在了解历史知识的同时,体会到投身科学技术研究与发明的酸甜苦辣,认识到那些科学巨匠、历史名人,不管是出身豪门还是家境贫寒,不管是受过良好教育还是自学成才,都有一些共同的特点,那就是勤于思考、勇于探索、善于发现、甘于寂寞、乐于奉献、坚韧不拔、吃苦耐劳、淡泊名利,从而培养他们良好的科研素质和科研能力。

本教材由张卫钢教授和张维峰博士共同编著。刘锐锐、马红艳、魏玉晶、杨龙和迟云飞也为本书的出版付出了劳动,在此向他们表示感谢。

本书是在参阅大量参考文献的基础上,结合作者多年教学心得和体会编写而成的。

在此对本书选用参考文献的各位译、作者表示衷心的感谢和崇高的敬意。

对于书中出现的错误与不足恳请读者斧正。

作者邮箱 E-mail: wgzhang@chd.edu.cn

张卫钢,张维峰

2012年10月

目 录

第一篇 通信原理

第 1 章 通信与通信系统的基本概念	3
1.1 通信的概念	3
1.2 通信系统	4
1.2.1 通信系统的定义与组成	4
1.2.2 通信系统的分类	5
1.3 通信方式	8
1.4 信道和传输介质	9
1.4.1 信道的概念	9
1.4.2 传输介质	10
1.5 信号与噪声	14
1.5.1 信号的定义与分类	14
1.5.2 噪声的定义与分类	17
1.6 信号频谱与信道通频带	19
1.6.1 周期信号的频谱	19
1.6.2 非周期信号的频谱	22
1.6.3 信道通频带	24
1.7 信息的量度与香农公式	26
1.7.1 信息的量度	26
1.7.2 信道容量与香农公式	28
1.7.3 信道带宽与信道容量的关系	30
1.8 多路复用的基本概念	32
1.9 通信系统的性能评价	34
1.9.1 模拟通信系统的性能指标	34
1.9.2 数字通信系统的性能指标	34
1.10 通信技术发展史	37
1.11 小资料——莫尔斯	38
1.12 思考题与习题	39
第 2 章 模拟调制	41
2.1 调制的概念	41

2.2	抑制载波的双边带调幅	43
2.2.1	DSB 信号的调制	43
2.2.2	DSB 信号的解调	44
2.3	常规双边带调幅	45
2.3.1	AM 信号的调制	45
2.3.2	AM 信号的解调	46
2.4	AM 和 DSB 的性能比较	48
2.5	单边带调制	48
2.6	残留边带调制	50
2.7	插入载波的包络检波	52
2.8	频分复用	53
2.9	角调制	54
2.9.1	角调制的基本概念	54
2.9.2	窄带角调制和宽带角调制	56
2.9.3	调频信号的产生与解调	57
2.9.4	频率调制的特点	59
2.9.5	输出信噪比与信道带宽的关系	60
2.10	调制的功能与分类	61
2.10.1	调制的功能	61
2.10.2	调制的分类	61
2.11	小资料——麦克斯韦	62
2.12	思考题与习题	63
第 3 章	脉冲编码调制	65
3.1	模拟脉冲调制	65
3.1.1	脉冲幅度调制	65
3.1.2	脉冲宽度调制	65
3.1.3	脉冲相位调制	66
3.2	PCM 基本概念	66
3.3	抽样	67
3.4	量化	69
3.5	编码	72
3.6	抽样定理	73
3.6.1	低通抽样定理	73
3.6.2	带通抽样定理	76
3.7	时分复用	77
3.8	小资料——赫兹	79
3.9	思考题与习题	80

第 4 章 增量调制	81
4.1 简单增量调制	81
4.1.1 增量调制的基本概念	81
4.1.2 ΔM 的调制原理	82
4.1.3 ΔM 的解调原理	84
4.1.4 ΔM 调制存在的问题	84
4.2 增量总和调制	85
4.2.1 $\Delta-\Sigma$ 的调制原理	86
4.2.2 $\Delta-\Sigma$ 的解调原理	87
4.3 小资料——贝尔	87
4.4 思考题与习题	88
第 5 章 数字复接与 SDH	89
5.1 PCM 复用与数字复接	89
5.1.1 基本概念	89
5.1.2 数字比特系列与复接等级	89
5.1.3 PCM 基群帧结构	91
5.1.4 数字复接的原理与分类	91
5.2 同步数字序列 SDH 简介	93
5.2.1 SDH 基本概念	93
5.2.2 SDH 的帧结构	95
5.2.3 SDH 的复用结构	96
5.3 小资料——马可尼	97
5.4 思考题与习题	98
第 6 章 数字信号的基带传输	99
6.1 基带信号的概念	99
6.2 数字基带信号的码型	100
6.2.1 码型及码型变换	100
6.2.2 二元码	101
6.2.3 三元码	103
6.2.4 多元码	106
6.3 无码间串扰的传输波形	106
6.3.1 码间串扰的概念	106
6.3.2 第一无失真条件及传输波形	107
6.4 小资料——真空管的发明	110
6.5 思考题与习题	111

第 7 章	数字信号的调制传输	112
7.1	二进制幅移键控	112
7.1.1	2ASK 的基本原理	112
7.1.2	2ASK 的频域特性	113
7.1.3	2ASK 的调制与解调	113
7.2	二进制频移键控	114
7.2.1	2FSK 的基本原理	114
7.2.2	2FSK 的频域特性	114
7.2.3	2FSK 的调制与解调	115
7.3	二进制相移键控	116
7.3.1	2PSK 的基本原理	116
7.3.2	2PSK 的频域特性	117
7.3.3	2PSK 的调制与解调	117
7.4	二进制差分相移键控	119
7.4.1	2DPSK 的调制	119
7.4.2	2DPSK 的解调	119
7.5	多进制数字调制	120
7.5.1	多进制幅度键控	120
7.5.2	多进制相移键控	121
7.5.3	多进制频移键控	125
7.6	小资料——晶体管的发明	126
7.7	思考题与习题	127
第 8 章	差错控制编码	128
8.1	差错控制编码的基本概念	128
8.2	差错控制方式	130
8.3	差错控制编码分类	132
8.4	检错和纠错原理	132
8.5	几种常用的检错码	136
8.5.1	奇偶校验码	136
8.5.2	水平奇偶校验码	136
8.5.3	二维奇偶校验码	137
8.5.4	群计数码	137
8.5.5	恒比码	138
8.6	线性分组码	139
8.7	循环码	144
8.8	小资料——香农	146
8.9	思考题与习题	147

第 9 章 数据通信与通信网	148
9.1 数据通信与数据通信系统	148
9.1.1 数据通信的概念	148
9.1.2 数据、模拟和数字通信的异同点	149
9.1.3 数据通信的特点	151
9.1.4 数据通信系统的组成	151
9.1.5 数据通信的主要性能指标	152
9.1.6 数据通信方式	154
9.2 通信网	157
9.2.1 通信网及其结构	157
9.2.2 通信网拓扑结构	159
9.2.3 通信网服务质量	159
9.2.4 网络的服务性能保障机制	160
9.3 现代通信网的支撑技术	161
9.3.1 应用层技术	161
9.3.2 业务网技术	162
9.3.3 传输网技术	163
9.3.4 支撑网技术	163
9.4 几种“信道”概念的理解	164
9.5 小资料——收音机的发明	165
9.6 思考题与习题	166
第 10 章 通信终端	167
10.1 电话机	167
10.1.1 磁石式电话机	167
10.1.2 拨号盘式电话机	169
10.1.3 按键式电话机	170
10.1.4 电话通信中的通信原理知识	172
10.2 收音机	172
10.2.1 收音机分类及原理框图	172
10.2.2 输入电路	172
10.2.3 变频电路	174
10.2.4 中放电路	175
10.2.5 检波电路	176
10.2.6 低频放大和功率放大电路	176
10.2.7 广播通信中的通信原理知识	176
10.3 电视机	178
10.3.1 电视机信号传输原理	178

10.3.2	电视机原理	180
10.3.3	广播电视中的通信原理知识	182
10.4	数据终端	182
10.5	小资料——雷达的发明	184
10.6	思考题与习题	185

第二篇 通信技术

第 11 章	无线个人区域网络技术	189
---------------	-------------------	------------

11.1	无线个人区域网络概述	189
11.2	蓝牙技术	190
11.2.1	“蓝牙”的由来	190
11.2.2	蓝牙技术概述	190
11.2.3	蓝牙技术的特点	192
11.2.4	蓝牙系统组成	193
11.2.5	蓝牙技术的应用	194
11.3	ZigBee 技术	195
11.3.1	ZigBee 技术概述	195
11.3.2	ZigBee 系统组成	195
11.3.3	ZigBee 的应用	196
11.3.4	ZigBee 和蓝牙性能参数比较	197
11.4	NFC 技术	197
11.4.1	NFC 技术概述	197
11.4.2	NFC 原理和组成	198
11.4.3	NFC 技术的应用	199
11.4.4	NFC 与蓝牙技术的比较	200
11.5	UWB 技术	200
11.5.1	UWB 技术概述	200
11.5.2	UWB 技术原理	200
11.5.3	UWB 技术特点及应用	201
11.6	小资料——计算机的发明	202
11.7	思考题与习题	203

第 12 章	IP 电话技术	204
---------------	----------------	------------

12.1	IP 电话概述	204
12.2	IP 电话基本工作原理	204
12.2.1	IP 电话的系统组成	205
12.2.2	IP 电话的实现方式	207

12.3	IP 电话的相关技术标准	208
12.3.1	国际标准化组织	208
12.3.2	IP 电话技术的协议和标准	208
12.4	IP 电话的服务质量及发展前景	209
12.5	小资料——传真机的发明	210
12.6	思考题与习题	210
第 13 章	接入网技术	211
13.1	接入网的概念	211
13.2	接入网的接口技术	214
13.2.1	接入网的界定与功能模型	214
13.2.2	V5 接口	215
13.3	接入网的分类	215
13.4	小资料——集成电路的发明	216
13.5	思考题与习题	217
第 14 章	光纤通信技术	218
14.1	光纤通信概述	218
14.1.1	光纤通信的概念	218
14.1.2	光纤通信使用的波长	218
14.1.3	光纤通信的特点	219
14.2	光纤通信原理	220
14.3	光纤通信系统的组成	220
14.3.1	光端机	221
14.3.2	中继器	223
14.4	几种光纤通信技术	223
14.5	小资料——光纤之父高锟	225
14.6	思考题与习题	226
第 15 章	微波中继通信技术	227
15.1	微波中继通信的概念	227
15.2	微波中继通信的频率范围	228
15.3	微波中继通信的特点	228
15.4	微波中继通信系统的组成	229
15.5	数字微波的收发信设备	230
15.6	小资料——莫尔斯电码	232
15.7	思考题与习题	232

第 16 章 卫星通信技术	233
16.1 卫星通信概述	233
16.1.1 卫星通信的概念	233
16.1.2 卫星通信的工作频段	234
16.1.3 卫星通信的特点	234
16.2 卫星通信系统	235
16.2.1 卫星通信系统的分类	235
16.2.2 卫星通信系统的组成	236
16.2.3 卫星通信系统的工作过程	236
16.3 通信卫星	238
16.3.1 通信卫星的分类	238
16.3.2 同步卫星中继的通信范围	238
16.3.3 通信卫星的组成	239
16.4 卫星通信地面站	240
16.4.1 地面站的分类	240
16.4.2 地面站的组成	240
16.5 卫星通信的多址技术	241
16.6 卫星通信的新技术	244
16.7 GPS 系统	246
16.7.1 GPS 概述	246
16.7.2 GPS 系统组成	246
16.7.3 GPS 定位原理	247
16.8 小资料——人造卫星史话	248
16.9 思考题与习题	249
第 17 章 移动通信技术	250
17.1 移动通信概述	250
17.1.1 移动通信的概念及特点	250
17.1.2 移动通信系统的分类	251
17.1.3 移动通信系统的组成	252
17.1.4 移动通信中的多址技术	253
17.1.5 移动通信使用的频段	254
17.2 第一代移动通信系统	254
17.3 第二代数字移动通信系统	255
17.3.1 GSM 移动通信系统	255
17.3.2 CDMA 移动通信系统	256
17.4 第三代移动通信系统	258
17.4.1 第三代移动通信系统的特点	259

17.4.2 第三代移动通信系统提供的业务	260
17.4.3 第三代移动通信系统的关键技术	260
17.5 小资料——手机的发明	261
17.6 思考题与习题	262
附录 A 部分思考题与习题参考答案	263
参考文献	278

第一篇

通信原理

