



现代通信网实用丛书

面向宽带无线接入 的光载无线系统

徐坤 李建强 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

现代通信网实用丛书

面向宽带无线接入的光载无线系统

徐 坤 李建强 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书兼顾理论性和实用性,是一本全面介绍光载无线(ROF)系统的专著。全书包括宽带接入网概述、光载无线系统原理篇与光载无线系统应用篇三大部分。第一部分介绍了宽带接入网的技术分类和发展趋势,并引出了光载无线系统的概念;第二部分首先介绍一些预备知识,然后着重介绍了光载无线系统的结构、性能参数、特性限制、关键器件及全光微波信号处理技术,最后总结了光载无线系统对无线通信系统MAC层的影响;第三部分从实际应用的角度,介绍了光载无线系统在智能交通系统、第四代移动通信系统及光纤无线融合网络中的应用,提出了一些解决方案,阐述了光载无线系统在实际应用中的引入策略及需要注意的问题。

本书可供电信运营商和其他研究设计机构中从事光纤无线融合研究、宽带无线接入网络规划建设的技术人员或管理人员阅读,也可作为光载无线系统的入门教材,还可供高校通信与信息系统和电磁场与微波技术等专业的本科生和研究生参考。

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

面向宽带无线接入的光载无线系统 / 徐坤, 李建强编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.1
(现代通信网实用丛书)

ISBN 978-7-121-08082-1

I. 面… II. ①徐…②李… III. 光纤通信—宽带通信系统—接入网 IV. TN915.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 214116 号

策划编辑: 宋 梅

责任编辑: 张 京

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 787×980 1/16 印张: 16 字数: 349 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 39.00 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。

出版前言

通信行业正处在一个新的转折时期,无论是技术、网络、业务,还是运营模式都在经历着一场前所未有的深刻变革。从技术的角度来看,电路交换技术与分组交换技术趋于融合,主要体现为语音技术与数据技术的融合、电路交换与分组交换的融合、传输与交换的融合、电与光的融合。这将不仅使语音、数据和图像这三大基本业务的界限逐渐消失,也将使网络层和业务层的界限在网络边缘处变得模糊,网络边缘的各种业务层和网络层正走向功能上乃至物理上的融合,整个网络将向下一代融合网络演进,终将导致传统电信网、计算机网和有线电视网在技术、业务、市场、终端、网络乃至行业运营管理和政策方面的融合。从市场的角度来看,通信业务的竞争已达到了白热化的程度,各个通信运营商都在互相窥视着对方的传统市场。从用户的角度来看,各种新业务应运而生,从而使用户有了更多、更大的选择空间。但无论从哪个角度,在下一代的网络中,我们将看到三个世界:从服务层面上,看到一个IP的世界;从传送层面上,看到一个光的世界;从接入层面上,看到一个无线的世界。

在IT技术一日千里的信息时代,为了推进中国通信业的快速、健康发展,传播最新通信网络技术,推广通信网络技术与应用实践之经典案例,我们组织了一些当今正站在IT业前沿的通信专家和相关技术人员,以实用技术为主线,注重实际经验的总结与提炼,理论联系实际,策划出版了这套面向21世纪的《现代通信网实用丛书》。该丛书凝聚了他们在理论研究和实践工作中的大量经验和体会,以及电子工业出版社编书人的心血和汗水。丛书立足于现代通信中所涉及的最新技术和成熟技术,以实用性、可读性强为其自身独有特色,注重读者最关心的内容,结合一些源于通信网络技术实践的经典案例,就现行通信网络的结构、技术应用、网络优化及通信网络运营管理方面的问题进行了深入浅出的翔实论述。其宗旨是将通信业最实用的知识、最经典的技术应用案例奉献给业界的广大读者,使读者通过阅读本套丛书得到某种启示,在日常工作中有所借鉴。

本套丛书的读者群定位于IT业的工程技术人员、技术管理人员、高等院校相关专业的高年级学生、研究生,以及所有对通信网络运营感兴趣的人士。

在本套丛书的编辑出版过程中,我们受到了业界许多专家、学者的鼎力相助,丛书的作者们为之付出了大量的心血,对此,我们表示衷心的感谢!同时,也热切欢迎广大读者对本套丛书提出宝贵意见和建议,或推荐其他好的选题(E-mail: mariams@phei.com.cn),以帮助我们在未来的日子里,为广大读者及时推出更多、更好的通信网络技术类图书。

电子工业出版社

2005年1月

序

通信终端设备,电话也好,电脑也好,如果是通过导线来连接的,那么该设备只属于一个房间、一张书桌或一个电话亭、一个网吧桌。只有剪断通信终端的这根“辫子”,采用无线/移动接入的手段,才能使此终端设备“真正”属于个人。

从某种意义上讲,电信技术的进步历程就是一部不断剪“辫子”的历史,是一部地址通信向个人通信进化的历史。昨天的非对称数字用户环技术(ADSL)提供下行 10 Mbps、20 Mbps 接入速率,今天的无线/移动通信技术也已经能做到;今天的光纤到户(FTTH)技术能够提供 100 Mbps, 200 Mbps 接入速率,明天的无线/移动通信技术一定也要实现这一目标。

信息论的基本原理告诉我们,用无线电波转载信息,电波频率越高,可传信息带宽就越大。第一代的模拟移动通信多采用 800 MHz 电磁波作为载波,提供 9.6 kbps 通信带宽;第二代的数字移动通信采用 900 MHz/1800 MHz/1900 MHz 的射频载波转载信息,可以提供 9.6~28.8 kbps 的传输速率;第三代移动通信,占用 2 GHz 频段,可以对不同应用环境提供 9.6 kbps、2 Mbps 直到 10 Mbps 以上的峰值速率;而处于标准制定阶段的第四代移动通信,已经初步承诺将在 3 GHz 的频段上提供 100 Mbps 的通信速率。

问题是,当明天的 FTTH 技术向用户提供 1 Gbps 以上的接入带宽时,无线通信技术怎样才能剪断这根“辫子”?很显然,频率在 3 GHz 的载波无线电很难担此重任。一种实用且有效的思路便是提高射频载波频率以提高通信带宽。光载无线(Radio over Fiber)概念的提出为这一思路提供了一种成本有效的解决方案,也是实现下一代超宽带无线接入的重要手段。

在全球范围内,光载无线技术越来越受到人们的重视。现在,徐坤博士以及李建强等博士生及时地整理完成了这一本系统介绍光载无线技术的书籍。我相信,它的出版发行必定有利于推动光载无线技术在中国的发展。我希望有更多的工程师、博士生、硕士生在光载无线技术尚未形成产业市场之前,就能够深入了解这一技术,洞察这一技术的光明前景。



北京邮电大学 教授
中国通信学会 副理事长
2008 年 12 月 11 日于北京

前 言

如果 20 世纪表明一个国家信息化程度的是电话和计算机的拥有量,那么,21 世纪衡量一个国家信息化水平的标准将是网络的带宽。在通信领域,带宽是指信号可使用的最高频率和最低频率之差,或者说是“频带的宽度”、“信道带宽”。根据信息论鼻祖香农(C.E.Shannon)在信息论研究中总结出的信道容量公式,即香农公式: $C = B \times \log_2(1+S/N)$, 式中, C ——信息的传输速率; S ——有用信号功率; B ——信道宽度; N ——噪声功率。可知通信系统中也可以用信息的传输速率表示带宽。就接入网而言,其带宽已经从 14.4 kbps、33.6 kbps、56 kbps 到 2 Mbps,有些接入方式已经达到几十到几百兆以上,而且这个数值还在不断提高。

宽带意味着什么?多大的带宽才可称为宽带呢?从用户角度来看,宽带意味着他们自身享有的优质的业务体验。视频点播、交互式多媒体游戏、视频监控、HDTV 和高速无线数据接入(大于 1 Gbps),特别是高速移动通信(飞机、高速列车上的宽带接入)等个人和行业应用中,用户关心的是自己的业务能不能顺畅进行,自己能否从日新月异的宽带接入技术升级中获益。总之,从应用角度来说,满足人们能感受到的与多媒体业务相匹配的带宽,才会是经济、合理的宽带。

2008 年中国电信重组成为业内和老百姓关注最多的话题,整个重组的目的是重建电信业市场结构,实现各运营商全业务经营。国家对电信运营商实施全业务发展战略,目的是为了整合存量资源,强化增量市场的发展。因此,固网与移动网之间的业务融合、技术融合、服务融合就成为电信重组的实质内容,这就必然导致重组后的各大运营商重视固网和无线网在各个层面上的融合。其实,固网和无线网的融合不仅是国家政策层面上的,更重要的是技术发展层面上的大势所趋。

最初,光网络(固定网络)与无线网络是为了不同的目的而设计开发的。光网络是为了实现长距离、高速率的传输而设计的,而无线网络则是为了在局域网或蜂窝系统中的灵活通信而设计的,但是传输速率要求并不高。在最近 20 年中,Internet 业务量的飞速发展和人类通信方式的改变使用户对带宽的需求越来越大,为了满足用户的这种对带宽和业务的需求,许多光通信和无线通信技术已经逐渐被应用到接入网。接入网不断朝着融合的方向加速发展,如何在宽带规模化发展的过程中挖掘、利用网络优势产生最大效益,已经变成一个非常突出的问题。因此,中国宽带运营商必须根据用户类型、规模、结构、偏好及区域网络部署现状等特征提出有针对性的方案,对现有网络资源进行优化及合理有效的整合和扩建,必要时可提供多种解决方案,以最优质、最完善的宽带种类服务客户,才能充分保证降低成本、提高资源利用率。事实上,很多宽带接入网络的优化升级工作已经在进行,我们需要的是更加长远的眼光,必须协调好短期利益与长远发展的关系,实现可持续的宽带发展战略。把握宽带接入的基本技术和最新发展趋势,对已经进入高速增长接入

网建设至关重要。宽带化、分组化、灵活多样化和光纤化（宽带化）及多业务网络平台化无疑是接入网发展的大趋势。

无线化和宽带化是当今通信业乃至整个信息业的热点。无线通信使得在任何时候、任何地方与任何人之间的通信成为可能。而宽带通信可以将数据、语音、视频和多媒体等各种业务信息快速地传送到企业和家庭个人用户，丰富了人们的工作及生活。所以，这两者的结合无疑是未来通信的发展方向。基于此，本书定位于对现有主流宽带接入技术进行全面的总结和阐述，并对各种新的宽带无线接入技术——光载无线系统的网络结构、关键技术及其在宽带无线接入网中的应用做重点介绍。该技术利用光纤和高频无线电波各自的优点，能实现大容量、低成本的射频信号有线传输和超宽带无线接入，具有低损耗、高带宽、不受无线频率的干扰、便于安装和维护、功率消耗小及操作更灵活等优点，是未来宽带接入发展的必然趋势。

本书兼顾理论和实用性，是一本全面介绍光载无线（ROF）系统的专著。全书包括宽带接入网概述、光载无线系统原理篇与光载无线系统应用篇三大部分。第一部分介绍了宽带接入网的技术分类和发展趋势，并引出了光载无线系统的概念；第二部分首先介绍一些预备知识，然后着重介绍了光载无线系统的结构、性能参数、特性限制、关键器件及全光微波信号处理技术，最后总结了光载无线系统对无线通信系统 MAC 层的影响；第三部分从实际应用的角度，介绍了光载无线系统在智能交通系统、第四代移动通信系统及光纤无线融合网络中的应用，提出了一些解决方案，阐述了光载无线系统在实际应用中的引入策略及需要注意的问题。

本书是北京邮电大学光通信与光波技术教育部重点实验室光网络与光信息处理研究组全体人员多年研究成果的体现和总结。研究工作先后得到国家 863 项目、自然科学基金重点项目、科技部国际合作项目、教育部新世纪人才项目及“111”创新引智项目等多个国家级项目的支持。本书主要由徐坤和李建强编著，孟照丽、殷杰、裴寅清、孙小强、黄皓、赵荣、张晔、王占硕、涂远刚等博士生和硕士生也参与了部分章节的编写工作。林金桐教授、伍剑副教授对本书内容提出了很多宝贵意见，在此表示感谢。另外，还要感谢本书所参考引用的诸多文献的有关机构和作者。

由于编者水平有限，以及相关技术和器件发展日新月异，谬误和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 著 者

目 录

第一部分 宽带接入网概述

第 1 章 宽带接入网	3
1.1 理解宽带	4
1.1.1 宽带的概念	4
1.1.2 宽带接入能带给我们什么	5
1.2 宽带接入技术	6
1.2.1 xDSL	6
1.2.2 有线电视接入	8
1.2.3 基于 LAN 的以太网接入	9
1.2.4 蜂窝移动通信系统	10
1.2.5 宽带无线接入	13
1.2.6 光纤接入	16
1.2.7 电力线载波宽带接入	19
1.3 接入技术的发展	20
1.3.1 无线接入技术的应用和发展	21
1.3.2 有线接入技术的应用和发展	22
1.3.3 接入网的融合演进	26
1.4 光载无线系统	26
结束语	28

第二部分 光载无线系统原理篇

第 2 章 基础知识	31
2.1 光纤通信系统	32
2.1.1 光纤	32
2.1.2 光发送机	35
2.1.3 光接收机	36
2.2 毫米波通信系统	37

2.2.1 毫米波通信系统的组成	37
2.2.2 关键技术	38
2.2.3 毫米波通信系统遇到的挑战	40
结束语	41
第3章 光载无线系统	43
3.1 光载无线系统概述	44
3.1.1 光载无线系统的构造	44
3.1.2 光载无线系统的基本原理	45
3.1.3 光载无线系统与数字光通信系统的比较	47
3.1.4 光载无线系统的特点与优势	49
3.2 系统性能指标	49
3.2.1 链路增益	49
3.2.2 噪声指数	50
3.2.3 系统带宽	52
3.2.4 非线性失真与动态范围	52
3.3 系统的特性限制	57
3.3.1 激光器	57
3.3.2 调制器	58
3.3.3 光电探测器	59
3.3.4 系统设计	60
3.4 模拟调制方式	60
3.4.1 光载无线系统中的色散	61
3.4.2 光纤色散对双边带调制格式的影响	62
3.4.3 新型调制方式	64
结束语	66
第4章 关键器件介绍与研究进展	67
4.1 概述	68
4.2 半导体激光器	69
4.2.1 发展历程	69
4.2.2 基本原理与动态调制特性	70
4.2.3 直调激光器	76
4.2.4 外调激光器	81
4.3 光调制器	82

4.3.1	铌酸锂调制器	83
4.3.2	半导体电吸收调制器	93
4.3.3	聚合物调制器	94
4.4	光电探测器	95
4.4.1	基本概念及主要类型	95
4.4.2	ROF 用探测器的性能分析	98
4.4.3	高饱和功率探测器	100
4.4.4	探测器与天线的集成	103
4.5	集成型多功能收发机	104
	结束语	105
第 5 章 光载无线系统中的全光微波信号处理技术与系统设计		111
5.1	光生毫米波技术	108
5.1.1	基于外调制器的光生毫米波技术	109
5.1.2	基于双波长激光器的光生毫米波技术	113
5.1.3	基于不同激光器外差的光生毫米波技术	113
5.2	全光频率变换技术	114
5.2.1	全光上变频技术	114
5.2.2	全光下变频技术	121
5.3	全光矢量调制技术	124
5.4	全光超宽带脉冲波形产生技术	126
5.4.1	基于线性和二阶非线性滤波的 UWB 脉冲产生技术	128
5.4.2	基于高斯脉冲组合的 UWB 脉冲产生技术	129
5.4.3	基于 SOA 的载流子恢复特性	133
5.4.4	基于 MZM 调制非线性	133
5.5	微波光子滤波器	134
5.5.1	微波光子滤波器概述	134
5.5.2	微波光子滤波器的性能指标和技术难点	135
5.5.3	典型的微波光子滤波器设计举例	136
5.6	复用技术	138
5.6.1	偏振复用	138
5.6.2	频率间插复用	139
5.7	光载无线系统的综合设计	140
5.7.1	基于 FBG 滤波的双工系统	141
5.7.2	基于混合调制的双工系统	142

5.7.3 单片集成 SOA-EAM 的双工系统	142
5.7.4 基于 RSOA 的双工系统	144
5.7.5 新型多功能电吸收调制器的全双工系统设计	144
结束语	146
第 6 章 光载无线系统对无线通信系统 MAC 层的影响	149
6.1 媒体接入控制层	150
6.1.1 MAC 层的作用及性能指标	150
6.1.2 传统无线通信系统 MAC 层的特点	151
6.2 ROF 系统对无线通信系统 MAC 层的影响	155
6.2.1 概述	155
6.2.2 蜂窝移动通信系统	157
6.2.3 无线局域网	157
6.2.4 宽带无线接入技术 IEEE 802.16	159
6.2.5 总结	160
6.3 基于 ROF 的 MAC 层设计举例	160
6.3.1 系统结构	160
6.3.2 MAC 层协议	162
结束语	165

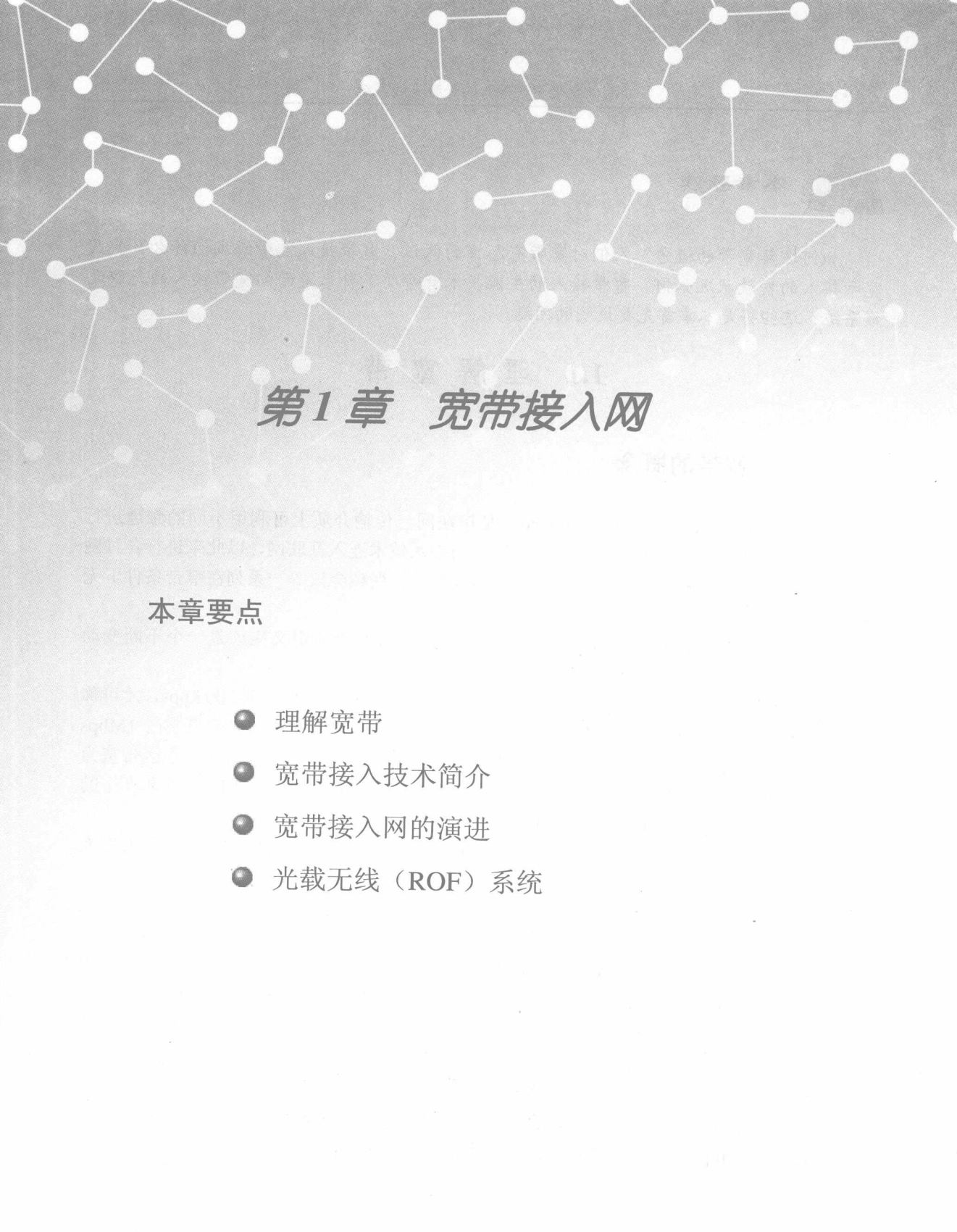
第三部分 光载无线系统应用篇

第 7 章 光载无线技术在智能交通系统中的应用	169
7.1 智能交通系统	170
7.1.1 智能交通系统概述	170
7.1.2 智能交通系统的研究领域	170
7.1.3 通信技术在智能交通系统中的应用	172
7.1.4 车路通信系统的应用领域	173
7.1.5 通信技术推动智能交通系统的发展	174
7.2 光载无线技术在智能交通系统中的应用	176
7.2.1 基本结构	176
7.2.2 覆盖范围分析	178
7.2.3 调制格式的选择	180
7.2.4 多普勒效应的影响	181

7.2.5 基于保护帧结构 ALOHA 的 MAC 协议	182
7.2.6 基于动态 TDMA 的 MAC 协议	184
结束语	189
第 8 章 光载无线系统在第四代移动通信系统中的应用	191
8.1 第四代移动通信系统概述及其关键技术	192
8.1.1 移动通信基本知识	192
8.1.2 第四代移动通信系统概述	194
8.1.3 4G 的网络体系和层次结构	196
8.1.4 第四代移动通信系统关键技术	198
8.1.5 第四代移动通信系统面临的问题	201
8.2 光载无线系统在第四代移动通信系统中的应用	202
8.2.1 基于 ROF 的移动通信系统结构	203
8.2.2 ROF 在“FuTURE 计划”中的应用	204
8.2.3 ROF 在无线移动通信系统的应用中需要解决的问题	205
结束语	206
第 9 章 融合光载无线系统的无源光网络的发展与演进	207
9.1 无源光网络基础	208
9.1.1 概述	208
9.1.2 无源光网络的概念和组成	209
9.1.3 无源光网络的国际标准	211
9.1.4 无源光网络的技术分类	213
9.2 固定移动融合	216
9.2.1 概述	216
9.2.2 光纤无线融合	217
9.2.3 光纤无线融合技术举例	219
9.3 融合光载无线系统的无源光网络的发展与演进	222
9.3.1 无源光网络的现状与发展趋势	222
9.3.2 波长资源配置	224
9.3.3 共存性问题	227
结束语	227
附录 缩略语	229
参考文献	236

第一部分

宽带接入网概述



第1章 宽带接入网

本章要点

- 理解宽带
- 宽带接入技术简介
- 宽带接入网的演进
- 光载无线（ROF）系统



本章导读

如何理解宽带的概念？人们对宽带有怎样的认识？宽带接入能带给我们什么？我国宽带接入的发展状况如何？宽带接入的主流技术有哪些？什么是面向宽带接入的光载无线系统？这些将是本章首先要说明的问题。

1.1 理解宽带

1.1.1 宽带的概念

什么是宽带接入？宽带（Broadband）是指在同一传输介质上可利用不同的频道进行多重的传输。而宽带接入就是利用各种高速率的接入技术连入互联网，以此来进行各种网上交互式活动，包括视频点播、网上广播、远程教学、视频会议等一系列在窄带条件下无法实现的互联网应用。

带宽多宽才算宽带呢？其实并没有很严格的定义，宽带的定义应该是一个不断变动的、相对的概念。

美国 FCC（联邦通信委员会）的定义是双向数据传输速率至少达到 200 kbps，才可称为宽带。DSL 和 Cable MODEM 设备商及其支持者认为，宽带的传输速率应该在 1Mbps 左右。网通北京通信公司目前提供的 ADSL 接入，其实际速率只有 512 kbps，小区带宽为 10 Mbps，这也同样算是宽带。而英特尔的 CEO Craig Barrett 则认为几百 kbps 并非真正的宽带，真正的宽带的数据传输速率应该高达 100 Mbps。

那么，宽带到底应有多宽？一旦深究这个问题，就会发现，宽带的定义几乎是人言人异，莫衷一是。

众所周之，现代的通信网络是由骨干网、城域网、接入网组成的，由于各个网络汇聚的业务流量不同，不同的网络有不同的带宽需求。即使是同一种网络，随着时间的发展，人们对带宽的需求也会越来越高。现在对带宽的定义一般以目前拨号上网速率的上限 56 kbps 为分界，将 56 kbps 及其以下的接入称为“窄带”，之上的接入方式则归类于“宽带”。宽带目前还没有一个公认的定义，从一般的角度理解，它是能够满足人们感观所能感受到的各种媒体在网络上传输所需要的带宽，因此它也是一个动态的、发展的概念。目前的宽带对家庭用户而言是指传输速率超过 1 Mbps，可以满足语音、图像等大量信息传输的需求；从网络业务来看，如远程教育、远程医疗、电影下载及在线观看等，在接入网部分，要选择 10 Mbps 作为带宽的底限；如果为了应付将来的网络高清晰度电视广播、视频

监控、交互式多媒体游戏和高速无线数据接入，特别是高速移动通信（飞机、高速列车上的宽带接入）等应用，所需的带宽当然要上百兆位每秒了。由此可见，今日的宽带必将成为明日的窄带。因此，宽带是一个动态的、发展的概念。

未来的接入网络肯定是宽带网络，而且未来的接入网络将无处不在，它将渗透到空间的各个角落。

1.1.2 宽带接入能带给我们什么

宽带通信为在同一个网络上同时传送更为复杂互动的信息奠定了基础。除了传统的电话和高速互联网接入之外，宽带网络使运营公司能够提供支持互动多媒体、视频流和音频流的业务。下一代的移动互联网业务也将成为未来宽带基础设施的一部分。

最早采用住宅宽带业务的一般都是高级的互联网用户，他们需要高速接入和高质量的视频服务。宽带技术以固定的价格提供“永远在线”的高速互联网接入，节省了窄带拨号接入的呼叫建立和下载时间。

但是，更快地接入互联网只是宽带技术潜力开发的开始。随着宽带技术的日益普及，它将带来电信、信息、媒体和娱乐业的融合，由此产生巨大的、新的业务机遇。

宽带通信将使运营商能够为消费者提供先进的服务，如在线游戏、全球广播和电视的接入服务、互动电视、视频点播、购物及其他电子商务应用。终端用户可以在任何时间、任何地点通过宽带网络便捷地接入他们想要的各种服务，如电子医疗、电子学习、电子娱乐、电子商务等。

随着更先进的网络接入设备不断地被开发出来，宽带通信将为人们带来“数字化家庭”和“智能化家庭”。个人计算机、家电、信息设备、娱乐设备、自动化设备、安全系统等相互连接，组成一个家庭内部的网络，并与广域网相连，在家庭内部及家庭与公网之间共享多种数字多媒体内容，接受多种信息服务。

对商业用户而言，宽带能使更先进的 ASP（应用服务提供商）服务成为可能，即通过网络提供各种办公应用。宽带的其他商业应用包括电子商务、网络托管、高质量的视频和音频会议及“虚拟的”多媒体客户联络中心。宽带网络的广泛部署还将意味着上述服务不仅能为大型的跨国公司所用，而且即使是最小型的企业也可以享用。

有线宽带的发展已经为人们提供了丰富多样且高质量的互联网应用，无线宽带的崛起则可以让人们摆脱线缆的羁绊，随时随地地享受高速便捷的互联网应用。例如，人们可以通过无线网络把手机、游戏机、数码相机等各种消费电子产品的移动终端接入计算机，人们也可以自由自在地在办公室、家庭、机场、咖啡店、酒吧等地办公。

宽带接入给人们的生活带来美好的愿景：未来，无论在家中、车里、办公室……任何环境下都能随时随地享受高质量、低成本的多媒体通信所带来的便捷与乐趣。