

信息产业部宽带无线通信培训指定教材

普通高等院校

电子信息类系列教材

*Kuandai Wuxian
Tongxin Jishu*

宽带无线 通信技术

© 崔鸿雁 蔡云龙 刘宝玲 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

信息产业部宽带无线通信培训指定教材

普通高等院校电子信息类系列教材

宽带无线通信技术

崔鸿雁 蔡云龙 刘宝玲 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

宽带无线通信技术/崔鸿雁, 蔡云龙, 刘宝玲编著. —北京:
人民邮电出版社, 2008.2
(普通高等院校电子信息类系列教材)
ISBN 978-7-115-17029-3

I. 宽… II. ①崔… ②蔡… ③刘… III. 宽带通信系
统一无线电通信—通信技术—高等学校—教材 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 161692 号

内 容 提 要

本书主要介绍了目前宽带无线通信领域的主流标准和关键技术。全书共分为 5 章, 内容包括 BWA 技术的发展, WLAN 标准和物理层、MAC 层关键技术及其应用, WiMAX 关键技术, HSDPA 物理层、MAC 层、接口协议和应用, WiBro 宽带技术的发展现状, McWiLL 宽带技术的发展现状和解决方案。

本书力求将基本理论知识和实际系统及应用相结合, 简明全面, 深入浅出, 配有大量图表便于读者理解。本书可以作为通信工程、电子信息、计算机等相关专业的本科教材和参考书, 也可以作为宽带无线通信技术研究人员的参考书及通信工程技术人员的培训教材。

信息产业部宽带无线通信培训指定教材

普通高等院校电子信息类系列教材

宽带无线通信技术

-
- ◆ 编 著 崔鸿雁 蔡云龙 刘宝玲
责任编辑 蒋 亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京华正印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.5
字数: 476 千字 2008 年 2 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2008 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17029-3/TN

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

编者的话

近年来, 宽带无线网络技术从 WLAN 向 WiMAX 方向发展; 同时蜂窝移动通信技术从 GSM 向 3G、HSDPA 技术发展。从未来发展来看, 宽带无线网络技术将和 3G 移动通信技术长期并存、共同发展。目前, WiMAX 试验项目在全球已经超过 250 个, 遍及美洲、欧洲、亚洲、非洲、大洋洲, 韩国、日本、美国、英国、法国、意大利、西班牙、巴西、新西兰等国家和地区共有 24 个 WiMAX 网络进入商用阶段。我国已经提出自己的宽带无线通信标准, 并且在湖北、江苏、陕西、广东等地由多个电信运营商参与建立了实验网络。为了满足广大师生学习宽带无线通信技术的迫切需求, 特编写了本教材。

本书体系完整, 内容根据宽带网络技术和成熟的顺序组织。全书理论翔实, 语言通俗易懂, 实例实用性强。其中, 第 1 章主要介绍无线通信技术的发展、宽带无线接入技术概述、分类和发展状况, 重点描述了无线通信技术的原理和发展、宽带无线接入的基础知识、各种不同的宽带无线接入技术的区别与比较; 第 2 章介绍 WLAN 标准体系结构、技术现状及其与 802.16 的比较, 重点介绍了 WLAN 物理层关键技术、MAC 层关键技术、移动性管理关键技术, 以及 WLAN 应用场景, 作为全书的理论铺垫; 第 3 章介绍 WiMAX 技术, 内容包括 WiMAX 协议分析、WiMAX 中的先进技术、WiMAX 网络及应用, 重点讲解了 WiMAX 网络基础结构、特有的先进技术及其相对于目前移动通信技术的优势; 第 4 章介绍 HSDPA 的关键技术, 包括 HSDPA 物理层技术、MAC 层技术、HSDPA 接口协议流程、HSDPA 移动性管理技术, 重点讲解 HSDPA 物理层的编解码过程、HSDPA 物理层特有的信道、MAC 层的结构及接口协议流程, 通过具体 HSDPA 应用案例来与 WiMAX 系统性能进行比较; 第 5 章介绍宽带无线接入相关技术的基础知识, WiBro 技术的相关知识, McWiLL 技术的相关知识, 详细介绍了 WiBro 的网络架构、McWiLL 的技术现状及解决方案。

本书力求理论和实际技术应用相结合, 在讲解每一个宽带无线网络技术的同时, 都给出了目前工程应用的一些实例, 力求向读者全面、系统、深入地介绍宽带无线通信技术的相关知识, 纵观全书, 本书具有如下四个特点。

1. 入门容易

本书介绍了宽带无线网络基本原理, 读者只需具有基本的通信及网络知识即可开始学习本书相关内容。

2. 内容全面

本书从目前普遍应用的 WLAN 技术, 到 WiMAX 技术、HSDPA 技术, 以及目前韩国应用的 WiBro 技术、中国自主研发的 McWiLL 技术, 基本涵盖了目前宽带无线通信领域的所有热点技术及它们的应用。

3. 实用性强

本书紧密结合应用, 对各种宽带无线通信技术的实际应用和组网案例进行了较详细的介绍。

4. 技术新颖

目前市面上缺少全面介绍最新宽带无线通信技术及其实际应用的教材。本书正是从最新的宽带无线通信技术入手，详细阐述了它们的关键技术和应用案例，从新颖实用的角度讲述宽带无线通信的热点技术。

本书可作为高等院校通信工程、电子信息、计算机等专业高年级本科生或研究生宽带无线通信技术等相关课程的教材，同时也可作为电信运营企业、增值服务企业、通信设备制造企业、通信设计施工企业和电信网络服务企业从事宽带网络建设、规划、维护相关的技术人员和管理人员、希望系统了解宽带无线接入技术的人员、运营商决策和管理人员、设备制造商的管理和研发人员以及其他相关的工程技术人员的培训教材和参考书。

我们在编写此书的过程中，能深刻感受到宽带无线通信技术的发展和更新是如此的迅速。对于在校学生和研究人员来说，在这样一个不断发展的领域，会有更多的机遇；对于无线技术的应用者来说，使得我们要不断跟上技术发展的步伐。这本书是近年来我们在宽带无线通信技术领域研究和教学的一点经验总结，借此与读者分享，由于作者水平有限，加之时间仓促，且宽带无线通信技术正在快速发展中，书中难免存在不当之处，敬请读者见谅指正。

编 者

2007年11月于北京

目 录

第 1 章 宽带无线通信技术概述	1
1.1 无线通信技术的发展	1
1.2 宽带无线接入概述	2
1.2.1 接入网的定义	2
1.2.2 宽带无线接入技术基本概念和基本特点	3
1.3 宽带无线接入的技术分类	4
1.3.1 移动宽带接入技术	4
1.3.2 固定宽带接入技术	5
1.4 BWA 技术的发展状况	6
1.4.1 传统 BWA 技术	6
1.4.2 IEEE 802.11 技术	15
1.4.3 IEEE 802.16 技术	28
1.4.4 IEEE 802.20 技术	32
1.4.5 HSDPA 技术	34
第 2 章 WLAN 技术	40
2.1 WLAN 发展史	40
2.2 WLAN 标准体系结构	42
2.2.1 IEEE 802.11 标准	42
2.2.2 HiperLAN 标准	48
2.3 WLAN 物理层关键技术	51
2.3.1 物理层概述	51
2.3.2 物理层关键技术	52
2.3.3 IEEE 802.11、802.11a/b/g 物理层	59
2.4 WLAN MAC 层关键技术	65
2.4.1 MAC 层帧结构	66
2.4.2 MAC 层关键技术	67
2.5 WLAN 移动性管理	72
2.5.1 WLAN 安全系统	72
2.5.2 WLAN 漫游与切换 (IEEE 802.11f)	77
2.5.3 WLAN 与 3G 的融合	79
2.6 WLAN 应用场景	90
2.6.1 无线网络在校园网的应用	90
2.6.2 无线网络在家庭的应用	91

2.6.3	无线网络在医院系统的应用	94
2.6.4	无线网络在油田的应用	95
2.6.5	无线网络在电力系统的应用	96
2.6.6	无线网络在交通系统的应用	97
2.6.7	无线网络在铁路系统的应用	97
2.6.8	无线网络在邮政电子化业务中的应用	98
2.7	WLAN 技术现状及与 802.16 的比较	100
2.7.1	WLAN 技术现状	100
2.7.2	802.11 与 802.16 的比较	102
第 3 章	WiMAX 技术	104
3.1	WiMAX 技术概况	104
3.1.1	什么是 WiMAX	104
3.1.2	WiMAX 接入技术特点	107
3.1.3	WiMAX 网络	108
3.2	WiMAX 协议分析	110
3.2.1	WiMAX 物理层技术概述	111
3.2.2	OFDM 基础	112
3.2.3	WiMAX 空中接口	115
3.2.4	TDD 帧结构	117
3.2.5	WiMAX 物理层特性	118
3.2.6	WiMAX MAC 层	120
3.2.7	MAC 层结构分析	122
3.3	WiMAX 中的先进技术	124
3.3.1	自适应调制	124
3.3.2	WiMAX 中的 HARQ	126
3.3.3	MAC 对 QoS 的支持	129
3.3.4	WiMAX 中的组播	136
3.4	WiMAX 网络	139
3.4.1	WiMAX 系统网络结构	139
3.4.2	WiMAX 网络参考模型	140
3.4.3	WiMAX 产品	142
3.4.4	WiMAX 网络建设中的问题	143
3.4.5	WiMAX 与其他接入技术比较	144
3.5	WiMAX 的应用	156
3.5.1	WiMAX 应用解决方案	156
3.5.2	WiMAX 应用模式	159
3.5.3	WiMAX 的市场定位与前景	161
3.6	总结	165

第4章 HSDPA 技术	166
4.1 HSDPA 概述	166
4.1.1 WCDMA 网络结构	167
4.1.2 WCDMA 的下一步演进: HSDPA	168
4.2 HSDPA 关键技术	169
4.2.1 自适应调制编码 (AMC)	169
4.2.2 混合自动重传请求 (HARQ)	172
4.2.3 快速小区切换 (FCS)	174
4.2.4 分组调度算法 (PS)	176
4.3 HSDPA 物理层技术	178
4.3.1 高速下行共享信道 (HS-DSCH) 的概述	178
4.3.2 高速物理下行链路共享信道 (HS-PDSCH)	184
4.3.3 高速共享控制信道 (HS-SCCH)	192
4.3.4 上行链路高速专用物理控制信道 (HS-DPCCH)	198
4.3.5 HSDPA 物理层工作过程	203
4.4 HSDPA 的 MAC 层技术	204
4.4.1 MAC 层介绍	204
4.4.2 UE 侧的 HS-DSCH MAC 结构	207
4.4.3 UTRAN 侧的 HS-DSCH MAC 结构	211
4.4.4 HARQ 协议	215
4.5 HSDPA 接口协议流程	222
4.5.1 接口消息过程简介	222
4.5.2 UE 侧起呼的呼叫流程	232
4.5.3 释放呼叫流程	236
4.6 HSDPA 移动性管理	237
4.6.1 切换的触发事件	237
4.6.2 Node B 内 HS-DSCH 到 HS-DSCH 的切换	239
4.6.3 Node B 间 HS-DSCH 到 HS-DSCH 的切换	240
4.6.4 RNC 间 HS-DSCH 到 HS-DSCH 的切换	241
4.6.5 HS-DSCH 到 R99 DCH 的切换	242
4.6.6 HSDPA 的移动性管理性能分析	243
4.7 HSDPA 应用	244
4.7.1 HSDPA 应用场景分析和引入策略	244
4.7.2 HSDPA 运营前景	246
4.7.3 HSDPA 解决方案及商用状况	249
4.8 HSDPA 与 WiMAX 的系统性能比较	255
4.8.1 HSDPA 与 WiMAX 的性能分析和比较	255
4.8.2 HSDPA 与 WiMAX 的应用前景比较	264

4.9 小结	265
第5章 宽带无线接入相关技术	267
5.1 WiBro 技术概述	267
5.1.1 WiBro 的发展历程	267
5.1.2 WiBro 的网络架构	268
5.1.3 WiBro 的技术现状	269
5.2 WiBro 的业务需求和网络需求	271
5.2.1 业务需求	271
5.2.2 接入网络需求	272
5.2.3 核心网需求	273
5.2.4 PSS 终端需求	273
5.3 McWiLL 技术概述	273
5.4 SCDMA 无线接入系统	274
5.4.1 SCDMA 核心技术和通信体制	274
5.4.2 设备和网络	277
5.5 McWiLL 技术现状	279
5.5.1 技术现状	279
5.5.2 技术特点	280
5.5.3 技术路径	283
5.5.4 McWiLL 和 WiMAX 的比较	284
5.6 McWiLL 的解决方案	286
5.6.1 McWiLL 宽带无线接入解决方案	286
5.6.2 McWiLL 军队信息化解决方案	289
5.6.3 McWiLL 交通系统解决方案	291
5.6.4 McWiLL 公安系统解决方案	293
5.6.5 McWiLL 电力系统解决方案	294
附录 缩略语英汉对照表	296
参考文献	301

第 1 章 宽带无线通信技术概述

本章内容

- 无线通信技术的发展
- 宽带无线接入技术概述
- 宽带无线接入技术分类
- 宽带无线接入技术的发展状况

本章重点

- 无线通信技术的发展
- 宽带无线接入的基础知识
- 各种不同的宽带接入技术

学习本章目的和要求

- 了解无线通信技术的原理和基础知识
- 了解宽带无线接入技术的基本原理
- 初步认识各种宽带接入技术

1.1 无线通信技术的发展

过去的 10 多年是通信技术、电信基础设施建设及电信服务水平飞速发展的黄金十年，高新技术不断涌现，基础设施日益完善，服务模式推陈出新，形成了一个欣欣向荣的巨大产业，涌现了一些具有代表性的通信技术。

在有线通信方面，随着 20 世纪 90 年代中期 ATM、FR、DDN 网络的大面积建设，电信数据网络市场彻底告别了 X.25 时代，开启了一个宽带数据网络发展与应用的春天。ATM、FR、DDN 在网络带宽、可靠性、灵活性方面克服了 X.25 技术的诸多缺陷，获得了市场的强烈认同。而在 ATM、DDN 为代表的专线网络彻底颠覆 X.25 的数据时代之际，ADSL 的诞生也迅速结束了电话拨号上网的使命，将个人数据服务推向了另一个高潮。ADSL 以上行 1Mbit/s、下行 8Mbit/s 的优秀表现拯救了全球 7 亿条电话铜线，让在其之前造势多时的 ISDN 业务几乎胎死腹中。ADSL 的物美价廉不但深受个人用户追捧，也获得了不少企业用户的青睐。SDH 原本是用于构建电信骨干传输网的底层光纤物理网络，20 世纪 90 年代中后期完成了国内所谓八纵八横的网络大布局。SDH 技术是大容量广域传输技术的代表，从早期的 155M、2.5G 到后来的 10G、80G 的快速成长，为电信骨干网络提供了源源不断的动力。DWDM

(密集波分复用)技术是在同一个光纤上同时传输多个光路,成倍增加了原有的传输容量,形成单个光纤上传输 320Gbit/s 的巨大带宽。DWDM 的出现以及电信部门短短几十年内过度铺设大量地下光缆,使得原本紧张而昂贵的长途骨干带宽一夜之间身价暴跌,为其后企业宽带组网铺平了道路。

在公众服务领域,无线和移动通信技术及服务相对有线通信而言可谓是更加轰轰烈烈,后来居上。20 世纪 80 年代末的无线寻呼技术及服务的出现,首次将普通百姓带入了一个移动通信的时代。

第一代移动通信系统是以美国的 AMPS 标准和欧洲的 TACS 标准为代表的移动通信系统,它是模拟体制的移动通信技术。20 世纪 80 年代末 90 年代初在国内由当时的中国电信推出的第一代移动通信服务真正开启了中国电信市场的个人移动通信时代,为一部分先富起来的人群提供值得炫耀的移动话音服务。

第二代移动通信系统的出现迅速将公众个人移动通信服务推进了高速发展的黄金时期。以 GSM 和 CDMA IS95 标准为代表的第二代移动通信系统,以高质量的通信品质和平民化的服务价格彻底结束了曾经轰轰烈烈的无线寻呼和第一代移动通信技术的历史使命。第二代移动通信网络覆盖率极高,也导致了传统卫星电话小站数量的急剧减少,对传统卫星通信造成了现实的冲击。据统计,目前国内 32 591 个 VSAT 小站总量中,语音小站的比例仅仅为 0.4%,并且呈逐年减少之势。此外,国内运营商在第二代移动通信系统的基础上进行升级改造后使得网络成为可以提供 30kbit/s~100kbit/s 数据服务的 2.5 代通信系统(GPRS 和 CDMA2000 1x),开始迈进前景广阔的移动数据服务领域。

第三代移动通信系统(简称 3G)向人们描绘的是一个空前眼花缭乱的移动通信服务世界。以 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 为代表的第三代移动通信网络除了支持传统的话音业务以外,还通过提供大量的宽带数据服务来吸引眼球。从技术上说,3G 系统的上下行速率理论上可以达到 2Mbit/s 左右的水平,可以提供包括视频在内的各种多媒体宽带应用服务。简单地说,3G 系统强大的数据功能,将把移动增值服务带进一个极富想象力的空间,视频通话、手机炒股、手机上网、手机看电影、手机定位、手机付费等名目繁多的应用将成为运营商与 SP 们竞相淘金的欢乐谷。

而与此同时,以 IEEE 802.11a/b/g 为代表的 WLAN 技术,以及以 IEEE 802.16 为代表的 WiMAX 下一代宽带无线接入技术,甚至还包括以 DVB-T、DVB-H 为代表的数字电视地面无线广播技术,如此众多的成熟和即将成熟的无线通信技术,在不久的将来将共同组成一个高效、灵活和可靠的无线通信网络和移动通信网络。

1.2 宽带无线接入概述

1.2.1 接入网的定义

接入网(AN)是由业务节点接口(SNI)和相关用户网络接口(UNI)之间的一系列传送实体(例如线路设施和传输设施)组成的、为传送电信业务提供所需传送承载能力的实施系统,可经由 Q3 接口进行配置和管理。通常,接入网对用户信令是透明的,不作解释和处

理。换句话说,接入网就是介于网络侧 V 或参考点 Z 和用户侧 T 或参考点 Z 之间的所有有线设施的总和。其重要功能是交叉连接、复用和传输功能,一般不包括交换功能,而且应独立于交换机。

根据传输方式细分,可以将接入网分为有线接入网和无线接入网两种方式。其中,按照传输介质分类,有线接入网可以包括光纤接入网、铜缆接入网和混合光纤/同轴电缆网等;无线接入网可以包括集群通信网、蜂窝移动网、微波通信网和卫星通信网等多种形式。对于无线接入网,按照空中接口承载业务带宽的大小,又可以将其分为宽带无线接入网和窄带无线接入网。

1.2.2 宽带无线接入技术基本概念和基本特点

在信息通信领域,发展速度最快,对人们影响最大的两大技术就是宽带网络技术和无线移动通信技术。这两大技术的结合,即为宽带无线接入技术。宽带无线接入技术指从用户终端到业务交换点之间通信链路采用无线链路的宽带接入技术,它实际上是核心网络的无线延伸。

与传统的有线接入方式相比,宽带无线接入具有如下特点。

(1) 覆盖范围灵活,单基站(或接入点)的覆盖范围通常从几十米到几公里数量级不等,可以使 BWA 技术灵活地应用于从局域网到城域网的整个区域。

(2) 工作频带宽,可提供宽带接入。较大的可选择空间使得 BWA 技术可以灵活地应用于不同频率划分的地区。需要说明的是,实际应用频率的下限还可以低于 2GHz 的频率,但由于频率划分的原因,现在很少有适合 BWA 技术应用的足够带宽,所以,在这里的频率下限是 2GHz。

(3) 启动资金较小,不需要进行大量的基础设施建设,初期投入少,仅在增加用户(即有业务收入)时才需增加资金投入。因此,即使在用户数较少的运营初期,运营商也能维系发展,在最大程度上降低了风险。

(4) 提供服务速度快,无线系统安装调试容易。系统建设周期大大缩短,可迅速为用户提供服务。

(5) 频率复用度高,系统容量大。当前主流的 BWA 系统物理层普遍采用 OFDM/OFDMA 等调制多址技术,使得从交换节点到用户终端的空中接口链路无线频谱的利用率较之 GSM、CDMA 和 PHS 等无线接入系统有了显著的提高。同时,由于 BWA 技术普遍用于 2GHz 以上的频段,其可用信道带宽比较宽(大于 10MHz,最大可以达到 GHz 数量级),这两方面的因素就会导致实际承载业务带宽大,能够满足高吞吐量宽带数据业务的需求。

(6) 灵活的链路自适应技术。通常, BWA 系统能够支持从 BPSK、QPSK 到 QAM 等多种调制类型,并且系统能够根据链路状态动态、灵活地调整上、下行链路中的调制类型,并与 OFDM/OFDMA 相结合,最大限度地提高系统的频谱利用率。

(7) MAC 层具备调制机制。空中接口的 MAC 层能通过不同典型业务的带宽请求进行调度,使 BWA 系统实现端到端的 QoS 成为可能,也有效地保证了 BWA 系统对多业务的支持能力。

(8) 动态带宽分配能力。BWA 系统能支持同一扇区内不同终端之间的动态带宽分配和同一终端不同接口之间的动态带宽分配,一方面提高了系统的频率使用效率,改善了频谱效率;另一方面也配合了 MAC 层的调度机制,从而更好地支持多业务并发机制。

(9) 安全性。通过数据包加密封装和密钥管理等手段实现空中接口数据的加密传输；通过网络管理上的防火墙、地址/协议过滤和 MAC 地址锁定等一系列策略，可以最大限度保证系统不同级别的安全性要求。

(10) 在发展方面极具灵活性。无线系统具有良好的可扩充性，可根据用户需求进行系统设计或动态分配系统资源，因而不会造成资金或设备的浪费。

(11) 提供优质价廉的多种业务。可同时向用户提供语音、数据、视频等综合业务，符合三网合一的发展趋势，还提供各类承载业务（如无线基站与控制器的连接），不必使用光纤和光端机。

(12) 运营维护成本低。由于系统无线的特点，可省去大量的线路维护人员，降低运维成本。

1.3 宽带无线接入的技术分类

宽带无线接入技术从覆盖范围上可以分为个域网无线宽带接入、局域网无线接入、城域网无线接入和广域网无线接入技术四类，它们的主要区别如下。

(1) 个域网覆盖范围从几厘米到几米，为不同设备间提供双向短程通信，以蓝牙技术为代表。

(2) 局域网覆盖范围从几米到几百米，可以为一定范围内的用户提供共享的、无线接入带宽，WLAN 是其代名词。

(3) 城域网覆盖范围为几公里数量级（3km~5km 是典型值，点对点链路的覆盖可以高达几十公里），可以提供支持 QoS 能力和一定范围移动性的共享接入能力，MMDS、LMDS 和 WiMAX 等技术属于城域网范畴。

(4) 广域网覆盖范围更广，最主要的是可以支持全球范围内的广泛的移动性，属于 B3G 和 4G 的范畴，IEEE 802.20 中的 iBurst 和 Flash OFDM 等技术是该类技术的前身。

从是否支持终端移动性上，宽带无线接入技术可以分为移动宽带无线接入技术和固定宽带无线接入技术。

1.3.1 移动宽带接入技术

根据 ITU-R 的 M.1034-1 建议，无线接入可以分为静止、步行、典型车速和高速车速四类。移动宽带无线接入（MBWA）就是能够为在典型车速和高速车速状态下提供无线宽带接入的系统，即上述分类中的后两类的系统。与此相反，固定和游牧无线接入要求用户终端使用的时候保持静止，也成为便携式系统。

除了移动性分类的区别，移动无线和固定无线还有其他很多的区别，例如，使用的载波、技术支持、频谱分配、数据传输速率、应用业务、用户服务类别和设备等。移动无线应用的典型频谱是为移动性分配的 3.5GHz 以下专用标准与技术追踪许可频段，而固定无线系统典型应用的是非许可频段或分配给固定无线服务的许可频段。

移动宽带接入技术的关键技术在空中接口部分需要解决的有：在高速数据传输方面主要有多天线、分集和波束成形技术、多用户检测和干扰抵消技术、自适应调制等；在高频传输

的可靠性方面主要有纠错编码（Turbo 编码或 LDPC 编码等）、自适应编码、重传机制；在非对称的多址接入和双工方面，由于其存在非对称性问题，可以考虑的双工方式主要有频分双工和时分双工两种模式；业务量和 QoS 的 MAC 层设计方面主要有业务量设计与 QoS 保障的结合。

网络协议方面需要考虑和解决的问题有：水平/垂直切换和快速 IP 切换、广义移动性、服务质量和安全性等。

由于移动宽带接入的技术特点，它需要在以下方面做出技术上的折衷考虑：移动性对宽带、调制方式对多址接入方式、业务量对复杂性、公平性对服务质量、L3 路由对 L2 路由等。

移动宽带无线接入技术主要是指第三代移动通信技术，如 WCDMA、CDMA2000 等。这类移动通信技术支持终端移动性，可以实现终端移动状态下的宽带无线接入，但是在不同移动速度下，接入带宽可能不同。

以 IEEE 802.16—2005 和 IEEE 802.20 标准为代表；其覆盖范围在几公里以内，有移动通信网络小区规划特点，其目标是提供在 120km/h（IEEE 802.16e—2005）和 250km/h（IEEE 802.20）的典型移动速率下的超高带宽接入，最大限度地满足用户未来对高带宽数据传输的需求。

1.3.2 固定宽带接入技术

固定宽带无线接入技术带宽高，双向传输数据，可提供宽带交互式数据及媒体业务，克服了传统的本地环路的瓶颈，能满足用户对高速率数据和图像通信日益增长的需求。在各种接入技术中，固定宽带无线接入凭借其组网快速灵活、运营维护方便及良好的成本竞争力，已迅速成为市场热点。尤其对新的电信运营商，能够以无线技术快速低成本地建设自己的接入网，与传统的电信运营商竞争，这是一个至关重要的手段，也是迅速切入市场的有效途径。

固定宽带无线接入系统的工作频率在 3GHz~40GHz，属于微波频段。无线电信号主要是直线传播，传播距离和无线信号的频率关系密切，属视距或准视距传播，波长短，极易受到建筑物、地形地貌、雨、雾、雪等自然因素的影响。目前投入商用的固定宽带无线接入技术主要有高频段的 26G LMDS（Local Multipoint Distribution System，本地多点分布系统）、低频段的 3.5G MMDS（Multi-channel Microwave Distribution System，多信道多点分布系统）以及公用频段的 5.8G 无线接入产品。

不同频段固定无线接入技术的组网均采用一种类似蜂窝的服务区结构，将一个需要提供业务的地区划分为若干服务区，每个服务区内设基站，基站设备经点到多点无线链路与服务区内的远端站通信。固定宽带无线接入系统一般由三部分组成：中心站（基站）、远端站、网管系统。中心站（基站）由多扇区组成，一般常用 900 或 600 扇区天线。相邻扇区之间的载波中心频率可以相同也可不同。如果相同，可采用不同极化方式增强隔离度，目前主要设备有水平极化和垂直极化两种，但也有圆极化的。小区之间的干扰，可用频率、极化和发射功率大小来统一控制，采用最少的波道实现最多的接入。根据无线基站发射功率的不同，覆盖范围可以从几百米到几公里、十几公里不等，各部分功能如下。

1. 中心站

主要汇聚中心站不同扇区设备上的业务与信令数据，实现与核心网络相连。中心站可以

根据上联的网络和业务需求,配置不同的接口,例如 ATM 接口、2 048kbit/s 接口、10/100Base-T 接口和 V5 接口等。中心站设备通过划分的扇区以无线点对多点方式负责远端站覆盖,并提供与核心网络的接口。中心站设备包括室内单元和室外单元两部分。室内单元由与核心网络相连的接口、调制与解调模块以及中频混合器组成。室外单元由射频收发模块和天线组成。中心站可分为 4~8 个扇区,应使用在一定角度范围内聚焦的扇区天线覆盖远端站。

2. 远端站

包括室外单元(含定向天线、射频单元)和室内单元(调制与解调单元以及与用户室内设备相连的业务接口单元)。系统可提供多种类型的用户接口,目前常见的业务都可直接接入。与远端站相接的用户(通过 UNI)可以是单个的用户终端(TE),也可以是一个用户驻地网(CPN)。根据不同的需求,远端站可以有不同的配置,例如提供不同的用户侧业务接口(2 048kbit/s 接口, POTS 接口, 10/100Base-T 接口等),为用户提供语音、数据等业务,也可以为用户提供宽带数据接入服务。

3. 网管系统

主要与中心站相连,有带内、带外和串口连接三种方式。网管系统应完成设备基本的配置、故障、性能、安全管理以及计费信息的采集。软件工作平台一般为 Windows NT、UNIX 等。

26G LMDS、3.5G MMDS 和 5.8G 点对多点固定宽带无线接入系统的组网模式相同,均由中心站、远端站和网管这三部分组成。不同点是 5.8G 纯 IP 设备国家无委要求采用一体化天线,即室内单元、室外单元合一,集成在室外天线上,室内部分只有一个电源盒,与天线之间用 5 类电缆连接,故中心站无需机房。而 26G 和 3.5G 设备有室内单元,与天线之间用射频电缆连接,中心站有设备机房和机柜。

1.4 BWA 技术的发展状况

1.4.1 传统 BWA 技术

1. 传统 BWA 技术概况

传统的 BWA (Broadband Wireless Access, 宽带无线接入) 技术是指以固定宽带为技术特征,空中接口立足于各设备制造商私有技术实现的无线接入技术,主要目的是解决网络接入部分带宽不足和有线接入网络铺设困难等瓶颈问题,属于典型的“最后一公里”技术。

传统 BWA 技术从所使用的频带上看可以分为两类:高频段的 LMDS 系统和低频段的 MMDS 系统。目前,各国对此都有不同的频段划分,前者一般占有 26GHz、28GHz、36GHz 和 38GHz 等高频段,后者一般占用 2.5GHz、3.5GHz、5.8GHz 和 10.5GHz 等较低频段。LMDS 系统的特色在于可用带宽较大,但是全天候可靠覆盖范围一般在 5km 以内,适合商务热点地区的使用;MMDS 系统的特色在于受雨雪等天气影响小,全天候可靠覆盖范围一般在 10km

以上,但是带宽较小,适合中小企业(SME)和SOHO用户使用。

2. LMDS 技术概述

(1) LMDS 的概念

LMDS (Local Multipoint Distribute Service) 是点对多点的固定无线通信方式,具有非常高的带宽和双向数据传输的特点,可提供多种宽带交互式数据及多媒体业务,满足用户对高速数据和图像通信日益增长的要求。其工作频率通常为 $10\text{GHz}\sim 43\text{GHz}$,在 26GHz 频段附近可用的频谱带宽最大可达 1GHz 以上。LMDS 采用一种类似蜂窝的服务区结构,将一个需要提供业务的地区划分为若干服务区,并可互相重叠,还可将服务区分为不同的扇区,根据需要在不同的扇区内提供特定业务或服务。每个服务区内的基站在一定小区范围的服务区管理用户群,每个基站经点对多点无线链路与服务区的固定用户通信。每个基站的覆盖区约 5km 。LMDS 下行主要采用时分复用(TDM)方式将信号向覆盖区发射,各个用户终端在特定的频段内接收属于自给的信号。上行多址方式为时分多址接入(TDMA)或频分多址接入(FDMA)。基站室外单元包括射频收发器和射频天线两部分。射频收发器对来自室内单元的中频信号进行上变频,调制到射频频带,进行发射,同时将接收到的射频信号下变频传送到室内单元,从而在中心站与终端站之间建立双向信道。中心站室外单元与终端站的空中接口常采用 26GHz 以上的频带,这决定了 LMDS 中心站与终端站之间只能采用视距传输。

(2) LMDS 的技术参数

① 工作频段

不同国家或地区的电信管理部门分配给 LMDS 的具体工作频段及频带宽度有所不同,其中大约有 80% 的国家将 $27.5\text{GHz}\sim 29.5\text{GHz}$ 定为 LMDS 频段。我国为满足宽带无线接入业务发展的需求,规划的 LMDS 工作频段和主要技术参数暂定为:中心站发射频段 $24.507\text{GHz}\sim 25.515\text{GHz}$;远端站发射频段 $25.757\text{GHz}\sim 26.765\text{GHz}$;收发频率间隔为 1250MHz ,基本频道带宽为 3.5MHz 、 7MHz 、 14MHz 和 28MHz ,可根据具体业务需求将基本信道合并使用,传输容量 $\geq 4 \times 2.048\text{Mbit/s}/7\text{MHz}$ 。

② 多址方式

多址方式是指基站设备正确接收来自本扇区多个远端用户的信号所采用的方式。LMDS 无线收发大多选用频分双工(FDD),下行链路一般通过时分复用(TDM),将信号向相应扇区广播,每个用户终端在特定的频段内接收属于自己的信号,上行链路可通过频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)等多址方式与基站进行通信。FDMA 较适用于大量的连续非突发性数据接入,其相同扇区中不同远端在不同频段上向基站发射信号,彼此互不干扰,由于这种方式远端需长期占用频率资源,因而对于租用线业务比较有利;TDMA 则适用于支持多个突发性或低速率数据用户的接入,可实现若干远端站在相同频段的不同“时间片”向基站发射信号,对支持突发性的数据业务,如 Internet 接入应用比较有优势。

③ 调制方式

LMDS 系统可采用的调制方式有相移键控 PSK (包括 BPSK, DQPSK, QPSK) 和正交幅度调制 QAM (包括 4QAM, 16QAM, 64QAM), 具体应用时将根据实际情况选定。

④ 拓扑结构

LMDS 系统的拓扑结构与局域网类似,可有星形和环形两种主要结构形式。目前绝大多

数设备厂家都支持星形结构,也有些厂家推出了环形结构的解决方案。星形结构是指基站采用全向或扇区天线与采用定向天线的远端用户终端直接进行微波通信。环形结构是指相邻服务节点之间采用定向天线彼此进行微波通信,中央节点处于网络枢纽位置,负责微波环路上业务量的汇聚和转接,环形 LMDS 可以方便地实现链路自愈 (Self-Healing) 功能。同时由于采用点点相连方式,如果环路组织合适,有可能部分解决星形 LMDS 中覆盖盲区问题。比较而言,星形拓扑结构比较适合于用户分布比较确定集中的环境;环形拓扑更适合于用户比较稀少,地理环境比较复杂的环境。究竟采用何种方式建立网络,需要综合考虑业务需求以及各种解决方案的性能价格比来决定。

(3) LMDS 系统的组成

一个完善的 LMDS 网络由基础骨干网络、基站、用户端设备 (CPE)、网管系统组成。各个基站的数据送入骨干网络,完成话音交换、ATM 交换、IP 交换等,并连入 Internet 国际出口。为管理服务区的设备和用户,系统往往设立网管系统。LMDS 系统的组成示意图如图 1-1 所示。

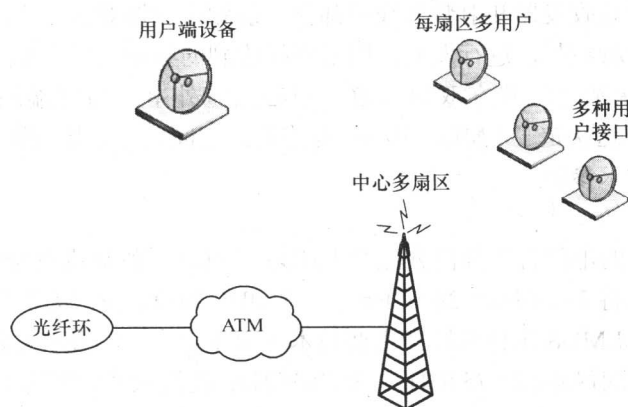


图 1-1 LMDS 系统组成示意图

① 基础骨干网络

基础骨干网络又称为核心网络。为了使 LMDS 系统能够提供多样化的综合业务,该核心网络可以由光纤传输网、ATM 或 IP 交换网、IP+ATM 架构而成的核心交换平台以及与 Internet、公共电话网 (PSTN) 的互连模块等组成。

② 基站

基站位于服务区中心,直接与骨干网络相联。LMDS 支持无线 ATM 协议,可以使链路效率得到提高。

基站实现信号在基础骨干网络网络业务节点和无线传输之间的转换,它覆盖的服务区一般分为多个扇区,可以对一个或多个用户端提供服务,并提供丰富的业务节点接口 (SNI) 类型,包括 PSTN, Internet, ATM, Frame Relay, ISDN 等,为远端用户接入业务节点提供服务。

基站设备分为室内单元 (IDU) 和室外单元 (ODU) 两部分。室内单元是与提供业务相关的部分,负责业务的适配和汇聚,包括与基础骨干网络相连的接口、调制与解调模块;室外单元包括通常置于楼顶或塔顶的微波收发模块,提供基站和用户端之间的射频传输功能。