

现代  通信技术丛书

WiMAX

技术与应用详解

刘 波 安 娜 黄旭林 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

现代移动通信技术丛书

WiMAX 技术与应用详解

刘 波 安 娜 黄旭林 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

WiMAX 技术与应用详解 / 刘波, 安娜, 黄旭林编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.8
(现代移动通信技术丛书)

ISBN 978-7-115-16124-6

I. W... II. ①刘...②安...③黄... III. 宽带通信系统—接入网 IV. TN915.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 055877 号

内 容 提 要

本书紧紧围绕宽带无线接入技术发展的前沿和热点, 依据国内外最新发布的 WiMAX 技术标准和规范, 重点探讨了新一代宽带无线接入技术——WiMAX 技术。本书以技术原理与系统案例为核心, 全面系统地介绍了 WiMAX 技术的基本理论、网络标准和应用实践的最新成果, 主要内容包括宽带无线接入技术的概述、无线局域网技术、无线城域网技术、WiMAX 技术主要标准、WiMAX 网络架构、WiMAX 网络规划、WiMAX 系统组成、WiMAX 网络工程实践、WiMAX 技术产品的认证测试以及 WiMAX 与 3G 的相互关系。本书做到了知识性、系统性、可读性、实用性和指导性兼备, 技术理论与应用实践紧密结合。

本书材料丰富、内容翔实、覆盖面广、可读性强, 可作为从事 WiMAX 技术研究、技术跟踪、网络规划与建设、业务开发人员以及其他相关工程技术人员在高新技术条件下做好工作、提高业务水平必备的实用工具书, 也可作为 WiMAX 技术领域相关人员的培训教材。同时本书也可供高等院校通信、电子、信息类专业的师生阅读参考。

现代移动通信技术丛书

WiMAX 技术与应用详解

- ◆ 编 著 刘 波 安 娜 黄旭林
责任编辑 刘 洋
- ◆ 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>
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.5
字数: 565 千字 2007 年 8 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2007 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16124-6/TN

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

伴随着全球通信发展的宽带化、无线化、个人化、分组化的大势所趋，同有线接入系统一样，无线接入系统经历了由窄带到宽带，由面向话音业务到面向数据、多媒体业务的转变，宽带接入技术已经成为当前信息通信技术领域的热点。以 WiMAX 技术为代表的无线城域网技术，覆盖半径达几十千米，传输速率高，提供灵活、经济、高效的组网方式，支持固定（IEEE 802.16-2004）和移动（IEEE 802.16e-2005）宽带无线接入，解决有线方式无法覆盖到的地区的宽带接入问题，有较为完备的 QoS 机制，可以根据业务需要提供实时、非实时不同速率要求的数据传输服务，为宽带数据接入提供了新的方案。本书是为了适应 WiMAX 技术发展的需要而编写的，从 WiMAX 的基本概念、主要特点、应用模式、主要技术标准、网络规划、认证测试等方面全方位出发，让读者宏观而全面地掌握 WiMAX 技术。

全书共分 11 章。第 1 章介绍了宽带无线接入（BWA）技术的基本概念、主要特点、应用模式，分析了宽带无线接入技术的由来，给出了宽带无线接入技术的基本定义、发展过程、主要种类。第 2 章介绍了无线局域网（WLAN）技术的基本概念、主要特点和结构，分析了无线局域网技术与 3G、Bluetooth 技术的关系。第 3 章介绍了无线城域网（WMAN）技术的基本概念、主要特点，引出了作为本书重点的 WiMAX 技术的基本概况、相关组织并分析了 WiMAX 技术在宽带无线接入技术方面的独特优势。第 4 章阐述了 WiMAX 技术的主要应用模式和关键技术。第 5 章详细阐述了作为 WiMAX 技术的主要标准之一的 IEEE 802.16-2004 标准。第 6 章详细阐述了作为 WiMAX 技术的主要标准之一的 IEEE 802.16e-2005 标准。第 7 章介绍了 WiMAX 技术的重要组成部分——WiMAX 网络架构。第 8 章介绍了 WiMAX 网络的规划和系统演进策略。第 9 章详细介绍了 WiMAX 系统组成，阐述了 WiMAX 产品的认证测试工作。第 10 章从 NGN 的角度分析了 WiMAX 与 3G 的相互关系。第 11 章从市场和技术的角度阐述了 WiMAX 技术的应用前景，并探讨了 WiMAX 技术在中国的发展机遇。

本书由刘波主持编写，安娜、黄旭林参与编写。感谢在本书编写过程中给予过指导的华为 3Com 公司的赵钱兵工程师、南京海脉科技有限公司的吴学智总经理、杭州世导科技有限公司的钟俊平项目经理、华中科技大学的郎为民博士、邓鹏、吴耀文、焦寨军，感谢为本书做了大量插图和表格工作的肖文、沈斌、徐昶、丁飞。在此还要感谢人民邮电出版社的刘洋编辑为本书的出版所做的大量细致耐心的工作，感谢本书中所有参考和引用的诸多资料的原相关机构和作者。

由于时间仓促，作者水平有限，书中难免有不妥或错误之处，恳请广大读者批评指正。

本书责任编辑的联系方式为：liuyang@ptpress.com.cn。

作 者
2007 年 3 月

目 录

第1章 宽带无线接入 (BWA) 技术概述	1
1.1 宽带无线接入技术的概念	1
1.1.1 什么是宽带无线接入	1
1.1.2 宽带无线接入技术的范畴	2
1.2 宽带无线接入的特点	2
1.3 宽带无线接入的技术分类	4
1.4 宽带无线接入技术的系统组成及应用	5
1.4.1 宽带无线接入技术的系统组成	5
1.4.2 宽带无线接入技术的应用	5
1.5 宽带无线接入技术的演进与发展	6
1.5.1 传统 BWA 技术	6
1.5.2 IEEE 802.1x 系列标准	8
1.6 小结	11
1.7 思考题	11
第2章 无线局域网 (WLAN) 技术	13
2.1 无线局域网的概念	13
2.1.1 无线局域网的定义	13
2.1.2 无线局域网产生的背景	14
2.1.3 无线局域网发展现状	14
2.2 无线局域网概况	15
2.2.1 WLAN 的优势	15
2.2.2 WLAN 的拓扑结构	15
2.3 无线局域网技术标准	17
2.3.1 IEEE 802.11 系列	17
2.3.2 HiperLAN	17
2.3.3 HomeRF	17
2.3.4 蓝牙 (Bluetooth)	18
2.3.5 红外线 (IrDA)	18
2.3.6 3G、WLAN、Bluetooth 之间的比较	19
2.4 IEEE 802.11b 标准体系结构	19
2.4.1 参考模型	20
2.4.2 网络结构	21

2.4.3	接口要求	21
2.4.4	认证、切换和计费	23
2.4.5	网络管理总体要求	24
2.5	无线局域网关键技术	25
2.5.1	WLAN 的物理层关键技术	25
2.5.2	WLAN 的切换与漫游	27
2.5.3	WLAN 安全机制	28
2.5.4	WLAN 的优化	29
2.6	无线局域网的应用	31
2.6.1	市场分析	31
2.6.2	WLAN 应用环境	32
2.7	WLAN 的未来发展与思考	34
2.7.1	标准问题	34
2.7.2	射频干扰问题	34
2.7.3	安全性问题	35
2.7.4	应用模式问题	35
2.8	小结	36
2.9	思考题	36
第 3 章	无线城域网 (WMAN) 技术	37
3.1	无线城域网定义	37
3.2	无线城域网概况	38
3.3	IEEE 802.16 系列标准	38
3.3.1	IEEE 802.16 标准体系	38
3.3.2	IEEE 802.16 主要标准	39
3.3.3	IEEE 802.16 标准简介	42
3.3.4	IEEE 802.16 主要应用	43
3.3.5	IEEE 802.16 发展特征	44
3.3.6	与现有固定无线接入技术和蜂窝移动通信系统的关系	45
3.4	WiMAX 简介	45
3.4.1	WiMAX 论坛	45
3.4.2	WiMAX 技术定位	47
3.4.3	WiMAX 技术发展动态	48
3.5	WiMAX 技术的优势	49
3.5.1	有效降低网络运营成本	49
3.5.2	突出的应用与业务	49
3.5.3	长距离下的高容量	50
3.5.4	系统容量的可升级性	50
3.5.5	有效的服务质量控制	50

3.5.6	提供无线形式的“最后一公里”宽带接入	50
3.5.7	宽带移动化	51
3.5.8	频谱利用率高	51
3.5.9	与下一代网络的融合	51
3.6	WiMAX 技术的特点及应用	51
3.6.1	WiMAX 技术的特点	51
3.6.2	WiMAX 技术的应用简介	52
3.6.3	“最后一公里”应用	53
3.7	小结	53
3.8	思考题	53
第 4 章	WiMAX 应用模式及关键技术分析	55
4.1	WiMAX 的应用模式	55
4.1.1	PMP 应用模式	55
4.1.2	Mesh 应用模式	56
4.1.3	热点回传模式	56
4.1.4	终端接入模式	57
4.1.5	驻地网接入模式	57
4.1.6	无线桥接模式	58
4.2	WiMAX 应用场景	58
4.2.1	固定模式	58
4.2.2	游牧/便携模式	59
4.2.3	全移动模式	59
4.3	WiMAX 关键技术分析	60
4.3.1	MAC 层协议	60
4.3.2	带宽动态分配	60
4.3.3	OFDM/OFDMA	61
4.3.4	混合自动重传 (H-ARQ)	64
4.3.5	自适应编码调制 (AMC)	65
4.3.6	多进多出阵列 (MIMO)	65
4.3.7	空时编码 (STC)	66
4.3.8	QoS 机制	66
4.3.9	睡眠模式	67
4.3.10	切换技术	67
4.3.11	自适应参数调整	67
4.3.12	天线分集技术	68
4.4	WiMAX 与其他接入技术的比较分析	68
4.4.1	WiMAX 之于 Wi-Fi	69
4.4.2	WiMAX 之于 xDSL	69

4.4.3	WiMAX 之于 Cable	70
4.5	小结	71
4.6	思考题	71
第 5 章	WiMAX 主要技术标准: IEEE 802.16-2004	72
5.1	WiMAX 相关标准	72
5.1.1	IEEE 802.16 的标准化现状	72
5.1.2	WiMAX 与 802.16 系列标准的关系	73
5.2	IEEE 802.16-2004 标准概述	73
5.2.1	参考模型	73
5.2.2	各层简介	74
5.2.3	技术要求	76
5.3	Wireless MAN-OFDM 物理层	84
5.3.1	概述	84
5.3.2	OFDM 符号参数和发送信号	85
5.3.3	信道编码	86
5.3.4	帧结构	92
5.3.5	控制机制	96
5.3.6	接收机要求	98
5.3.7	频率和定时要求	99
5.4	MAC 安全子层	100
5.4.1	架构	100
5.4.2	PKM 协议	102
5.4.3	动态 SA 的创建和映射	109
5.4.4	密钥的使用	110
5.4.5	加密方法	112
5.5	MAC 公共部分子层	113
5.5.1	点对多点拓扑结构	113
5.5.2	寻址和连接	114
5.5.3	MAC PDU 格式	115
5.5.4	MAC PDU 构建和传输	123
5.5.5	带宽分配和请求机制	129
5.5.6	物理层对 MAC 层的支持	132
5.5.7	竞争解决方案	134
5.5.8	网络接入和初始化	136
5.5.9	测距	142
5.5.10	信道描述符更新	146
5.5.11	建立多播和广播连接	147
5.5.12	QoS	148

5.5.13	使用共享频段的流程	155
5.6	MAC 服务汇聚子层	157
5.6.1	分组汇聚子层	158
5.6.2	ATM 汇聚子层	163
5.7	小结	163
5.8	思考题	164
第 6 章	WiMAX 主要技术标准: IEEE 802.16e-2005	165
6.1	IEEE 802.16e-2005 标准概述	165
6.1.1	参考模型	165
6.1.2	各层简介	165
6.1.3	总体技术要求	169
6.1.4	网络拓扑分析	177
6.2	物理层	177
6.2.1	概述	178
6.2.2	OFDMA 符号参数	179
6.2.3	OFDMA 基本术语定义	179
6.2.4	帧结构	180
6.2.5	OFDMA 子信道分配	185
6.2.6	OFDMA 测距	189
6.2.7	发射分集和空时编码	191
6.2.8	信道编码	193
6.2.9	控制机制	197
6.2.10	信道质量测量	197
6.2.11	发射机要求	198
6.2.12	接收机要求	199
6.2.13	频率和定时要求	199
6.3	MAC 安全子层	200
6.3.1	架构	200
6.3.2	PKM 协议	202
6.3.3	动态 SA 创建和映射	211
6.3.4	密钥使用	211
6.3.5	加密方法	211
6.3.6	认证文件	212
6.3.7	预认证	213
6.4	MAC 公共部分子层	213
6.4.1	寻址和连接	213
6.4.2	MAC PDU 格式	214
6.4.3	MAC PDU 构建和传输	220

6.4.4	带宽分配和请求机制	220
6.4.5	物理层对 MAC 的支持	220
6.4.6	竞争解决方案	220
6.4.7	网络接入和初始化	220
6.4.8	测距	223
6.4.9	信道描述符更新	224
6.4.10	建立多播和广播连接	224
6.4.11	QoS	224
6.4.12	共享频段的动态频率选择	227
6.4.13	MAC 对 H-ARQ 的支持	228
6.4.14	DL CINR 报告	229
6.4.15	移动网络的数据转发业务	231
6.4.16	休眠模式	232
6.4.17	MAC 层切换流程	236
6.4.18	多播和广播业务	247
6.4.19	空闲模式	249
6.5	MAC 服务汇聚子层	255
6.5.1	分组汇聚子层	255
6.5.2	ATM 汇聚子层	256
6.6	小结	256
6.7	思考题	256

第 7 章	WiMAX 网络架构	257
7.1	WiMAX 网络架构概述	257
7.2	网络参考模型	258
7.2.1	各种模式	258
7.2.2	网络元素	258
7.2.3	网络参考点	261
7.3	WiMAX 网络系统需求分析	261
7.3.1	设计基本原则	261
7.3.2	业务要求	262
7.3.3	安全保密要求	263
7.3.4	移动性与切换要求	263
7.3.5	QoS 要求	264
7.3.6	系统灵活性、可扩展性和覆盖要求	264
7.3.7	互联互通要求	265
7.3.8	网络管理要求	265
7.3.9	性能要求	265
7.3.10	互操作性需求	265

7.4	WiMAX 网络关键性问题分析	266
7.4.1	移动性	266
7.4.2	QoS 机制	266
7.4.3	无线资源管理	268
7.4.4	安全性	269
7.5	WiMAX 网络优化	273
7.5.1	网络优化原则	273
7.5.2	网络优化工具	274
7.5.3	网络优化的 KPI	274
7.5.4	网络优化流程	275
7.5.5	网络优化报告	276
7.6	小结	276
7.7	思考题	276
第 8 章	WiMAX 网络规划及系统演进	277
8.1	WiMAX 网络建设	277
8.1.1	WiMAX 网络建设原则	277
8.1.2	WiMAX 网络建设步骤	277
8.2	WiMAX 网络规划	278
8.2.1	WiMAX 网络规划原则	278
8.2.2	WiMAX 网络规划流程	278
8.2.3	WiMAX 网络系统设计	280
8.2.4	WiMAX 网络规划个案分析	281
8.3	WiMAX 工程实践	283
8.3.1	概述	283
8.3.2	工程准备	284
8.3.3	容量估算	284
8.3.4	无线链路预算	284
8.3.5	基站规划	284
8.3.6	传播模型	285
8.3.7	设计目标	285
8.3.8	工程实施要点	285
8.4	固定无线接入方案	286
8.4.1	网络参考模型	286
8.4.2	物理层技术	287
8.4.3	MAC 层技术	288
8.5	车速移动接入方案	288
8.5.1	网络架构	288
8.5.2	接入系统描述	288

8.5.3	演进步骤及策略	290
8.6	小结	290
8.7	思考题	290
第9章	WiMAX 系统及设备研发	291
9.1	WiMAX 的系统组成	292
9.1.1	多技术整合	292
9.1.2	基站设备	293
9.1.3	WiMAX 用户终端	295
9.1.4	WiMAX 运营支撑系统	296
9.2	WiMAX 产业链发展的现状	296
9.2.1	芯片开发	296
9.2.2	系统产品开发	297
9.3	WiMAX 的产品认证测试	297
9.3.1	WiMAX 认证术语解释	297
9.3.2	认证测试流程	298
9.3.3	典型配置文件说明	299
9.3.4	运营角度系统测试	299
9.3.5	应用中的测试问题	304
9.3.6	国内 WiMAX 相关测试工作的进展	304
9.4	WiMAX 系统测试个案分析	305
9.4.1	概述	305
9.4.2	实验网结构	306
9.4.3	测试内容及步骤	307
9.5	WiMAX 系统的发展方向	318
9.5.1	IEEE 802.16e 造就移动 WiMAX	318
9.5.2	WiMAX+Wi-Fi+WPAN 的结合	319
9.5.3	MIMO 及智能天线的运用	319
9.6	小结	319
9.7	思考题	319
第10章	WiMAX 与 3G	320
10.1	WiMAX 与 3G 技术比较	320
10.1.1	定位不同	320
10.1.2	标准化程度不同	321
10.1.3	关键技术的差异	321
10.1.4	覆盖范围	321
10.1.5	频谱资源	321
10.1.6	系统建设成本	322

10.2	业务应用上的竞争与互补	322
10.2.1	运营系统	322
10.2.2	无线应用	322
10.2.3	业务能力	322
10.3	WiMAX 与 3G 融合	323
10.3.1	从 NGN 角度分析 WiMAX 与 3G 和谐发展策略	324
10.3.2	业务上的融合	326
10.3.3	网络上的融合	326
10.3.4	技术上的融合	327
10.3.5	WiMAX 与 TD-SCDMA 的混合组网	328
10.4	小结	333
10.5	思考题	333
第 11 章	WiMAX 应用方案及未来发展	334
11.1	市场需求分析	334
11.2	全球应用现状	335
11.3	国内外典型应用方案	336
11.3.1	Alvarion 公司方案	336
11.3.2	Alcatel 公司方案	342
11.3.3	韩国电信 (KT) WiBro 方案	343
11.3.4	国内 WiMAX 进展	347
11.4	WiMAX 发展前瞻	347
11.4.1	与其他技术的关系	347
11.4.2	需要解决的问题	349
11.4.3	WiMAX 在中国的发展机遇	349
11.4.4	WiMAX 发展展望	350
11.5	小结	350
11.6	思考题	351
	缩略语	352
	参考文献	359

第1章 宽带无线接入(BWA)技术概述

1.1 宽带无线接入技术的概念

伴随着全球通信发展的宽带化、无线化、个人化、分组化的大势所趋,同有线接入系统一样,无线接入系统经历了由窄带到宽带,由面向话音业务到面向数据、多媒体业务的转变。国际上,欧美许多国家在接入网上引入竞争,并已经在多个频段(如欧盟建议各成员国在3.5GHz和26GHz频段)开放点对多点接入许可证。在国内,随着电话在家庭的普及,广大居民和社会对通信的需求,已从传统的话音通信、传真、数据等业务逐渐向高速数据、可视电话、视频点播(Video on Demand, VoD)以及多媒体应用等宽带业务领域延伸,尤其是随着新运营商的加入和对“最后一公里”网络建设的重视,以及越来越多的数据业务,现有的有线接入系统已远远不能满足人们对宽带业务的需求,导致目前在宽带无线接入上呈现了极大的市场空缺。上述这些动向都为可提供大容量数据业务的宽带无线接入方式创造了快速发展的大好时机。

1.1.1 什么是宽带无线接入

宽带无线接入(Broadband Wireless Access, BWA)是目前通信与信息技术领域发展最快的技术之一,它是指在宽带业务接口与宽带业务用户之间,以无线通信的方式实现宽带业务的接入,为用户提供语音、视频、数据以及多媒体等应用的服务,如图1-1所示。



图 1-1 宽带无线接入

1.1.2 宽带无线接入技术的范畴

宽带无线接入技术既属于无线通信技术的范畴,也属于接入网的技术范畴。作为无线通信技术,宽带无线接入技术在系统的底层结构中,采用了无线通信中的调制、多址技术,使得从宽带业务提供商到宽带业务用户之间的空中接口链路、无线频谱的利用率比目前的 GSM、CDMA 和 PHS 等无线接入系统有明显的提高。作为接入网技术,宽带无线接入系统接入点的覆盖半径通常从几十米到几十千米不等,使得宽带无线接入技术可以轻松实现从局域网到城域网整个不间断区域里电信核心网络与用户之间的连接。因此,宽带无线接入技术以强大的空中接口业务承载能力和跨区域无线连接的特点扮演了无线通信技术和接入网技术完美结合的双重角色。

1.2 宽带无线接入的特点

传统的宽带无线接入系统的网络结构和功能比较简单,网络通常由路由器和认证、授权、计费(Authentication Authorization and Accounting, AAA)服务器组成,进行简单的认证和计费,用户通过接入点直接连接到互联网。随着宽带无线接入技术在移动性、业务服务质量(Quality of Service, QoS)和大规模组网等方面要求的不断提高,以及网络架构的发展和演进,宽带无线接入系统在网络规划、控制机制、无线资源利用、移动性以及安全认证等一系列功能的管理和控制方面实现了突破和发展,宽带无线接入技术逐渐凸现出了其自身的许多优势和特点。

1. 距离长、速率高、覆盖能力强

基于先进的调制模式,宽带无线接入技术不仅具有长距离、高速率信号传输能力(高达 50km、70Mbit/s)和穿越树木、建筑物等障碍物的非视距传输能力,覆盖半径也从几十米扩展到几十千米,而且具有较强的信号反射容错能力。例如,若某一基站无法基于 64 相正交振幅调制(64 Quadrature Amplitude Modulation, 64QAM)模式建立连接时,可以切换为 16QAM 或正交相移键控调制(Quadrature Phase Shift Keying, QPSK)模式,通过牺牲带宽的手段提高有效传输距离,扩大服务范围。

2. 应用频率范围广、频谱利用率高

宽带无线接入技术可选择的无线频率范围从 2GHz 到几十 GHz。BWA 采用了先进的空中接口物理层技术,使频谱利用率大大提高。以本书重点介绍的 WiMAX(Worldwide Inter-operability for Microwave Access, 全球微波接入互操作性)技术为例,WiMAX 技术工作频段可从 2GHz 至 66GHz(对于 IEEE 802.16 标准为 2~11GHz;对于 IEEE 802.16a 标准为 10~66GHz),物理层采用 OFDM、OFDMA 技术,信道带宽可在 1.5MHz 至 20MHz 范围内灵活调整,有利于在所分配的信道带宽内充分利用频谱资源。

3. 先进的物理层机制

物理层采用正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)、收/发分集、自适应调制等多种先进技术实现非视距(No Line Of Sight, NLOS)和阻挡视距(Obstruct Line Of Sight, OLOS)传输,有效提高了城域网内无线传输的性能。物理层支持

时分双工 (Time Division Duplex, TDD) /时分多址 (Time Division Multiple Access, TDMA) 和频分双工 (Frequency Division Duplex, FDD) /时分多址 (TDMA) 两种无线双工多址方式, 以适应不同地区电信体制的要求。物理层支持单载波 (Single Carrier, SC)、正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplex, OFDM) (256 点)、正交频分多址 (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA) (2048 点) 3 种调制方式, 可根据需要灵活选择。物理层可以根据传输信道性能变化, 动态调整调制方式和物理层参数, 以保证更好的传输质量。

4. 灵活的 MAC 层机制

媒体接入控制 (Media Access Control, MAC) 层支持 QoS 管理, 能满足对不同业务质量的要求。MAC 层根据业务 QoS 要求和业务参数, 以轮询方式请求连接带宽或进行带宽调整, 以保证话音和视频等实时业务的低时延要求。同时, 针对无线信道环境下较高的误码率和丢包率, MAC 层定义了基于每个应用流的自动请求重复 (Automatic Repeat reQuest, ARQ) 机制, 以保证 MAC 层业务数据单元的自动重发, 确保端到端数据包的传输质量。

MAC 层同时支持异步转移模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 业务和分组业务, 能方便地实现以 ATM 业务或 IP 业务为特征的网络应用。同时, MAC 层具有安全子层, 支持 MAC 层安全机制, 实现认证、加密等安全管理。

5. 安全性高

宽带无线接入系统多采用点到多点结构, 在下行方向上各用户终端共享无线传输介质。因此, 必须有效地实现不同用户之间信息的隔离, 解决用户信息安全性的问题。

宽带无线接入系统通过各种策略和技术手段实现空中接口数据的加密传输, 最大限度地保障系统不同级别的安全性需求。宽带无线接入系统主要采用以下方式来保护用户信息, 提高安全性。

(1) 用户认证 (Authentication): 在用户登录系统时, 采用安全校验机制, 对用户身份进行验证, 防止未注册用户接入系统。如果在通信过程中链路中断, 则在恢复过程中, 还要对用户进行权限鉴定。

(2) 数据加密 (Data Encryption): 在数据传输过程中, 通过数据传输专利号来防止数据被第三方截取。系统通过高层协议对数据进行加密, 通常建议采用较常见的加密算法, 密钥的分配和传输应保证足够的可靠性。

(3) 授权 (Authorization): 系统可以授权不同等级的用户。根据授权等级, 用户具有不同的网络资源访问权限。

6. 强大的业务能力和动态带宽分配能力

随着网络的不断演进, 宽带无线接入系统除了可以承载 TDM 业务, 还可以向用户提供具有 QoS 保证的 IP 话音 (VoIP)、视频和数据等 IP 业务。在 IEEE 802.16 系列标准中, MAC 层定义了较为完整的 QoS 机制, 根据业务的实际需要来动态分配带宽, 具有较大的灵活性。因此, 宽带无线接入可为不同业务提供不同等级的服务质量。

7. 应用模式全面

宽带无线接入已经从传统的点对点应用模式逐渐发展成点对多点的综合应用模式, 包括: 固定宽带无线接入、移动宽带无线接入以及漫游加广域移动这 3 种不同类型的应用模式。

1.3 宽带无线接入的技术分类

宽带无线接入技术的应用领域非常广，因此对它的分类方式也不尽相同。根据目前宽带无线接入技术的发展和应用情况，可以按照以下两种方式进行分类。

1. 按照覆盖范围划分

按照覆盖范围的划分如图 1-2 所示。

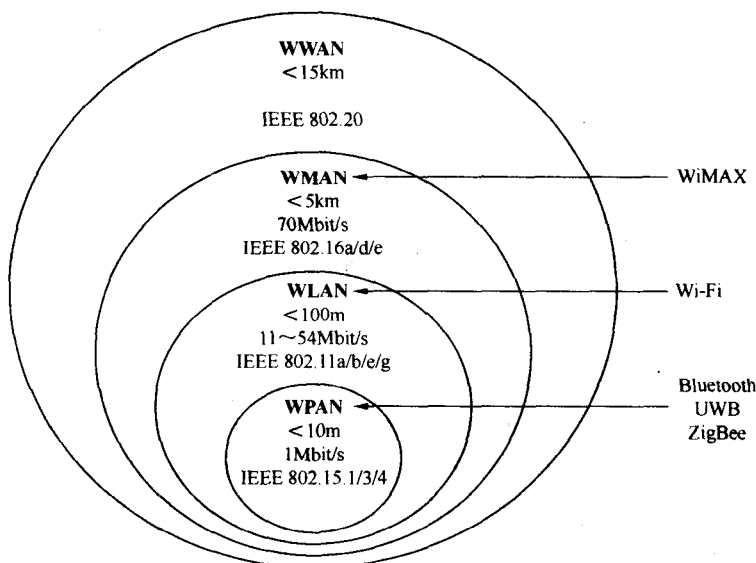


图 1-2 BWA 技术按照覆盖范围分类

(1) 无线个域网（Wireless Personal Area Network, WPAN）技术。

覆盖半径从几厘米至几米，主要提供无线终端间的短程通信，包括蓝牙（Bluetooth）、IEEE 802.15 和 UWB 技术。

(2) 无线局域网（Wireless Local Area Network, WLAN）技术。

覆盖半径从几米至上百米，主要为特定区域内的无线终端用户提供共享的无线接入业务，包括 IEEE 802.11b/a 和 Wi-Fi（Wireless Fidelity）技术。

(3) 无线城域网（Wireless Metropolitan Area Network, WMAN）技术。

覆盖半径为几千米，除提供固定的无线接入外，还具有移动性的接入能力，包括多路多点分配系统（Multichannel Multipoint Distribution System, MMDS）、本地多点分配系统（Local Multipoint Distribution System, LMDS）、IEEE 802.16 和 WiMAX 技术。

(4) 无线广域网（Wireless Wide Area Network, WWAN）技术。

支持全球性的覆盖范围，业务能力主要以移动性为主，包括 IEEE 802.20 技术。

2. 按照业务应用需求划分

(1) 无线局域网（WLAN）技术。

以 IEEE 802.11 系列标准为代表，覆盖范围从几米至上百米，通过无线技术实现有线局