

宽带通信前沿技术丛书

固定宽带无线接入技术

吴彦文
刘 方 编著
周光玥



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>

固定宽带无线接入技术

Technology of Fixed Broadband Wireless Access

吴彦文 刘 方 周光玥 编著

北京邮电大学出版社
·北 京·

内 容 简 介

本书系统、全面地介绍了多种固定宽带无线接入系统,如 LMDS 系统、3.5G 固定接入系统、WLAN 系统以及固定卫星接入系统等。书中就这些系统的基本原理、系统结构、关键技术以及组网应用等都做了详细的介绍。本书力求结合当前我国固定宽带无线接入的建设和近期发展进行编写,兼顾了理论性、系统性、实用性和方向性,具有全面和深入的特点。可供从事固定宽带无线接入建设的工程技术人员和管理人员阅读,也可作为大专院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

固定宽带无线接入技术/吴彦文,刘方,周光玥编著. —北京:北京邮电大学出版社,2003
ISBN 7-5635-0725-6

I. 固... II. ①吴...②刘...③周... 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(2003)第 020542 号

书 名: 固定宽带无线接入技术

编 著: 吴彦文 刘 方 周光玥

责任编辑: 张学静

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

电话传真: 010-62282185(发行部) 010-62283578(FAX)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张: 18.25

字 数: 468 千字

印 数: 1—5 000 册

版 次: 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0725-6/TN·289

定 价: 33.00 元

如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系

前言

进入 20 世纪 90 年代,以因特网为代表的新技术革命在深刻改变传统的电信概念和体系。骨干网上业务量的激增表明,传统电话网络将不再只是承载电话业务的载体,数据业务特别是 IP 业务也将融合到下一代电信网之中。宽带化与分组化将逐步成为通信网络发展的主流和趋势。

随着无线通信技术的迅速发展,一种提供容量接近于有线光纤的新型无线通信技术异军突起,这就是固定宽带无线接入技术。由于固定宽带无线接入技术具有更高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,克服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要求,因此是解决通信网接入的利器。

另外,固定宽带无线接入技术采用了灵活的拓扑结构,减少了运营商的初期投资,并能快速占领市场。它所拥有的多址技术,动态带宽分配技术,调制技术等众多技术,不仅有效地为用户和运营商提供了语音、数据和 IP 业务,而且有效地解决了自身频带资源少和频率干扰等问题。所以随着通信的不断发展,固定宽带无线接入技术的采用会愈来愈多,其前景是十分光明的。

本书首先对近几年来接入网及其相关领域中出现的概念和新技术等作了一个简单介绍,然后就有关固定宽带无线接入技术的诸多问题进行了探讨。其主要内容包括:固定无线宽带接入的系统及其相关技术、固定宽带无线接入技术的应用、LMDS 系统和 3.5G 固定宽带无线接入系统、固定卫星接入、WLAN 以及固定宽带无线接入工程建设问题等,最后对固定宽带无线接入的发展前景做了一下展望。

本书可作为通信的决策者、运行者、工程设计者和通信专业学生的参考书,用以了解固定宽带无线接入新技术。为此,在编写过程中注意引入新技术和内容的深入浅出。我们相信该书会是一本很好的参考书。

本书由华中师范大学信息技术系的吴彦文博士编写第1、2、3、4、5、8章,由武汉邮电科学研究院的刘方硕士编写第7章,由武汉邮电科学研究院烽火科技学院的研究生周光玥编写第6章。另外,武汉邮电科学研究院烽火科技学院的裴亚峰、王峥辉、贺秋菊、刘惠英、刘泽宏、华中科技大学自控系的研究生冯燕等人为本书的资料收集与文字输入作了不少工作,在此表示诚挚的感谢。本书是在很短的时间内完成的,有不足之处欢迎指正。

作者

2002年6月

目 录

第 1 章 固定宽带无线接入概述	1
1.1 固定宽带无线接入的发展由来	1
1.1.1 电信网的发展引入了宽带接入技术	1
1.1.2 未来电信网的接入是无线的世界	4
1.1.3 固定宽带无线接入的发展驱动力	6
1.2 固定宽带无线接入的概念	7
1.2.1 固定宽带无线接入的定义	7
1.2.2 固定宽带无线接入在电信网中的位置	8
1.2.3 固定宽带无线接入的组成	9
1.2.4 固定宽带无线接入系统的无线特性	10
1.2.5 固定宽带无线接入系统的分类及其特点	13
1.2.6 固定宽带接入与有线接入的比较	15
1.2.7 固定宽带无线接入的业务	17
1.3 固定宽带无线接入的发展现状	19
1.3.1 国外固定宽带无线接入的发展	19
1.3.2 我国固定宽带无线接入发展现状	20
1.4 本章小结	21
第 2 章 固定宽带无线接入网的基本结构与组成	23
2.1 无线接入网的功能结构	23
2.1.1 无线接入网的定义与定界	23
2.1.2 无线接入网的分层结构	25
2.1.3 无线接入网的功能模型	27
2.2 固定宽带无线接入标准 IEEE 802.16	28
2.2.1 系统概况	29
2.2.2 MAC 层协议	31
2.2.3 物理层	33
2.2.4 汇聚子层(CS)及协议数据单元(PDU)	35
2.3 固定宽带无线接入的拓扑结构	38
2.4 固定宽带无线接入的基本组成及分类	39
2.4.1 固定宽带无线接入系统的基本组成与配置	39
2.4.2 几种固定宽带无线接入系统及其各自的特点	41

2.4.3 固定宽带无线接入与移动宽带无线接入的比较	44
2.5 固定宽带无线接入网接口	48
2.5.1 业务节点接口	48
2.5.2 用户网络接口	50
2.5.3 电信管理网接口 Q3	52
2.5.4 V5 接口	55
2.5.5 VB5 接口	58
2.5.6 固定宽带无线接入网的内部接口	61
2.6 本章小结	62
第 3 章 LMDS 系统	64
3.1 LMDS 系统概述	64
3.1.1 什么是 LMDS	64
3.1.2 LMDS 系统结构	65
3.1.3 LMDS 的基本特点	68
3.1.4 LMDS 系统支持的业务	71
3.2 LMDS 设备工作原理	72
3.2.1 LMDS 设备的物理结构	72
3.2.2 LMDS 系统的接口	75
3.2.3 网管系统	76
3.2.4 LMDS 设备的组网	77
3.2.5 LMDS 设备产品现状	78
3.3 LMDS 系统的关键技术	79
3.3.1 细化扇区技术	80
3.3.2 正交极化技术	80
3.3.3 调制解调技术	82
3.3.4 多址复用技术	85
3.3.5 动态带宽分配	86
3.3.6 高速传输技术	86
3.4 LMDS 的无线特性	95
3.4.1 传输性能	95
3.4.2 天气对 LMDS 系统的影响	96
3.4.3 视距传输特性	97
3.5 LMDS 的成功应用	97
3.5.1 用 LMDS 构建宽带城域接入网	97
3.5.2 用 LMDS 实现小区的宽带接入	101
3.5.3 LMDS 的其他应用	102
3.6 本章小结	102
第 4 章 3.5 G 固定宽带无线接入系统	104
4.1 3.5 G 固定宽带无线接入系统概述	104

4.1.1	什么是 MMDS?	104
4.1.2	3.5 G 固定宽带无线接入系统结构	106
4.1.3	3.5 G 固定宽带无线接入系统的基本特点	108
4.1.4	3.5 G 固定宽带无线接入系统支持的业务	109
4.2	3.5 G 设备工作原理	109
4.2.1	无线基站设备	110
4.2.2	无线用户端设备	111
4.2.3	3.5 G 系统的接口	113
4.2.4	网络管理系统	114
4.2.5	3.5 G 设备的组网	115
4.2.6	3.5 G 产品的现状	116
4.3	3.5 G 系统的关键技术	117
4.3.1	多扇区分割技术	117
4.3.2	系统容量的提升	118
4.3.3	多址技术	119
4.3.4	双工方式	121
4.3.5	网络安全技术	121
4.4	3.5 G 系统的无线特性	122
4.4.1	无线接入系统指标	122
4.4.2	3.5 GHz 固定无线接入性能要求	123
4.4.3	无线特性	124
4.4.4	用于 3.5 G 的 DOCSIS 的改进	124
4.5	3.5 G 的成功应用	128
4.5.1	用 3.5 G 构建宽带城域接入网	128
4.5.2	用 3.5 G 实现小区的宽带接入	130
4.5.3	3.5 G 的其他应用	132
4.5.4	LMDS/3.5 G 混合型宽带无线接入解决方案	133
4.6	本章小结	135
第 5 章	无线局域网 WLAN	136
5.1	WLAN 简介	136
5.1.1	什么是 WLAN	136
5.1.2	WLAN 系统结构	137
5.1.3	WLAN 的基本特点	139
5.1.4	WLAN 系统支持的业务	146
5.2	WLAN 设备工作原理	146
5.2.1	无线局域网的技术要求	146
5.2.2	WLAN 设备的介绍	147
5.2.3	WLAN 的组网	153
5.2.4	WLAN 现状	154

5.3 无线局域网的关键技术	157
5.3.1 无线局域网频道分配与调制技术	157
5.3.2 改进的 CSMA/CA 算法	158
5.3.3 无缝切换	159
5.3.4 传输技术	162
5.3.5 安全性问题	164
5.3.6 无线局域网的工作过程	167
5.4 无线局域网的标准	168
5.4.1 HIPERLAN/2	169
5.4.2 IEEE 802.11	172
5.5 WLAN 的组网应用	179
5.4.1 宽带小区无线局域网接入解决方案	180
5.4.2 中小型企业的无线局域网应用	182
5.4.3 无线局域网的其他应用	183
5.5 本章小结	184
第 6 章 宽带固定卫星接入	187
6.1 固定卫星接入概述	187
6.1.1 什么是固定卫星接入	187
6.1.2 固定卫星接入系统的结构	189
6.1.3 固定卫星接入的基本特点	193
6.1.4 固定卫星接入支持的业务	193
6.2 固定卫星接入系统设备工作原理	194
6.2.1 VSAT 固定卫星接入的结构	195
6.2.2 VSAT 固定卫星接入网络的数据通信协议和用户接口	199
6.2.3 VSAT 固定卫星接入的网管系统	200
6.2.4 VSAT 网的拓扑结构	202
6.2.5 固定宽带卫星接入发展现状	202
6.3 固定卫星宽带接入系统的关键技术	205
6.3.1 现代编码调制技术	205
6.3.2 多址技术	206
6.3.3 星上处理技术	208
6.3.4 天线技术	208
6.3.5 卫星 ATM 网络	210
6.3.6 传输技术	213
6.4 固定卫星接入的传输损耗和空间噪声	220
6.5 固定宽带卫星接入的应用	221
6.5.1 用固定宽带卫星实现家庭因特网接入	222
6.5.2 固定宽带卫星接入在互连 LAN 中的应用	225
6.5.3 固定宽带卫星接入的其他应用	226

6.6 本章小结	227
第7章 固定宽带无线接入工程的建设	230
7.1 建设固定宽带无线接入工程的考虑	230
7.1.1 市场因素的考虑	230
7.1.2 技术因素的考虑	231
7.1.3 业务种类和业务量的估计	231
7.1.4 经济因素的考虑	233
7.2 固定宽带无线接入网络的规划与设计	234
7.2.1 固定宽带无线接入工程设计与开通流程	234
7.2.2 初步规划	235
7.2.3 话务设计	236
7.2.4 无线覆盖区(RF)设计	241
7.3 工程实施与开通	244
7.3.1 施工设计	244
7.3.2 工程施工安装	247
7.3.3 系统配置	248
7.3.4 模拟开通	249
7.3.5 工程验收	250
7.4 本章小结	253
第8章 固定宽带无线接入的展望	255
8.1 未来接入市场与技术发展的分析	255
8.1.1 接入市场的热点	255
8.1.2 接入技术的现状	256
8.1.3 固定宽带无线接入的发展前景	258
8.2 固定宽带无线接入的展望	260
8.2.1 固定宽带无线接入的技术发展趋势	260
8.2.2 其他无线接入技术的发展	264
8.3 未来个人通信中的固定宽带无线接入	268
8.3.1 未来个人通信中的固定无线接入	268
8.3.2 宽带移动通信系统的发展	270
8.3.3 IMT-2000 中的固定宽带无线接入	274
8.3.4 固定宽带无线接入的增值业务	278
8.4 发展我国固定宽带无线接入	279

固定宽带无线接入概述

无线接入是指从交换节点到用户终端部分或全部采用无线手段的接入技术。无线接入系统具有建网费用低、扩容可按需而定、运行成本低等优点,所以在发达地区可以作为有线网的补充,能迅速及时替代有故障的有线系统或提供短期临时业务;在发展中或边远地区可广泛用来替换有线用户环路,节省时间和投资。无线接入技术常分为移动接入和固定接入两大类。移动接入又可分为高速接入和低速接入两类,高速移动接入一般可用蜂窝系统、卫星移动通信系统、集群系统等来实现,而低速接入系统可用 PCN(个人通信)系统,如 CDMA(码分多址)本地环路、PACS(个人接入通信系统)、PHS(个人手持电话系统)等来实现。固定接入是从交换节点到固定用户终端采用无线接入,它实际上是 PSTN/ISDN 网(公共交换电话网/综合数字业务网)的无线延伸,主要的固定无线接入有三类,即已经投入使用的多路多点分配业务(MMDS)和固定卫星接入,以及刚刚兴起并正成为热点的新兴宽带接入技术本地多点分配业务(LMDS)。目前无线接入技术已成为通信界备受关注的热点,并且由于无线接入因特网的兴起,无线局域网技术也日渐成为固定无线接入的新宠。据美国权威机构预测:到 2010 年无线本地环路将占到整个本地环路增量的 40% ~ 50%。

1.1 固定宽带无线接入的发展由来

1.1.1 电信网的发展引入了宽带接入技术

固定宽带无线接入是怎样发展而来的呢?这还要从电信网的发展谈起。我们知道,电信是信息化社会的重要支柱。无论是在人类的社会、经济活动中,还是在人们日常生活的方方面面,都离不开电信这个高效、可靠的手段。“电信”是什么?国际电联的定义是:“使用有线电、无线电、光或其他电磁系统的通信”。按照这个定义。凡是发信者利用任何电磁系统,包括有线电信系统、无线电信系统、光学通信系统以及其他电磁系统;采用任何表示形式,包括符号、文字、声音、图像以及由这些形式组合而成的各种可视、可听或可用的信号;向一个或多个确定的接收者发送信息的过程,都称为电信。它不仅包括电报、电话等传统电信媒体,也包括光纤通信、数据通信、卫星通信等现代电信媒体;不仅包括上述双向传送信息的媒体,也包括广播、电视等单向信息传播媒体。

与电信相关的一个概念就是电信网,由于电信通过传递信息去产生效用,它的生产过程就是用户的使用过程,而这个过程必须是在统一的电信网中进行全程全网的联合作业来完成。因此电信网就是按用户的需要传递和交流信息,以实现用户之间的远距离通信的网络。同时,

电信网是由多个电信系统相互连接而构成的通信体系,它由终端设备(如电话机、移动电话机、计算机、传真机、电视机等)、传输设备(如有线的明线、电缆、光缆,无线的短波、微波收发设备以及卫星通信线路等)和交换设备(如电话交换机、数据交换机、移动通信交换机、分组交换机等)三要素构成,运行时还必须要信令系统、通信协议以及相应的运行支撑系统。电信网按业务性质分,可分为电话网、电报网、数据通信网、传真网、电视传输网等等;按服务区域分,可分为本地通信网、长途通信网、农村通信网、局域网(LAN)、城域网(MAN)等;按传输介质分,可分为明线通信网、电缆通信网、光缆通信网、微波通信网、卫星通信网等等;按信号形式分,有模拟通信网、数字通信网等。此外,还有一些其他的分类方法。随着电信技术、计算机技术和微电子技术的飞速发展,电信网正在迅速地向着数字化、宽带化、智能化、综合化和个人化的方向发展,一百多年来,电信网以电话为主要业务的局面正在发生改变。

电话网是开放电话业务为广大用户服务的通信网络。最早的电话通信形式只是两部电话机中间用导线连接起来便可通话,但当某一地区电话用户增多时要想使众多用户相互间都能两两通话,便需设一部电话交换机,由交换机完成任意两个用户的连接,这时便形成了一个以交换机为中心的单局制电话网。在某一地区(或城市)随着用户数继续增多,便需建立多个电话局,然后由局间中继线路将各局连接起来,这样便形成了多局制电话网。应当指出,在电话网中增加少量设备还可以传送传真、中速数据等非话业务,这样电话网的概念就慢慢为电信网的概念所代替了。随着电信网建设的不断扩大,电信网便衍生出了本地电信网、国内长途电话网和国际长途电话网。本地电信网是指在一个统一号码长度的编号区内,由端局、汇接局、局间中继线、长市中继线,以及用户线、电话机组成的电话网。例如北京市本地电信网的服务范围包括市区部分、郊区部分和所属 10 个县城及其农村部分,因此北京市本地电信网是一个大型本地网。国内长途电话网是指全国各城市间用户进行长途通话的电话网,网中各城市都设一个或多个长途电话局,各长途局间由各级长途电路连接起来。国际长途电话网是指将世界各国的电话网相互连接起来进行国际通话的电话网。为此,每个国家都需设一个或几个国际电话局进行国际去话和来话的连接。一个国际长途通话实际上是由发话国的国内网部分、发话国的国际局、国际电路和受话国的国际局以及受话国的国内网等几部分组成的。

本地电信网又简称本地网,它通常被划分为局间中继网和用户网两个部分。其中,局间中继网由市话交换局和市话汇接局、上述局间的市话中继传输线路与设备,以及长途交换端局与市话局之间的长市中继线路与设备组成;而用户网则是指从市话交换端局到用户终端之间的网路设备所组成。由于过去的用户网中,将用户终端设备连接到所属端局交换机,通常采用单频带二线制的线对,所以用户网又被称为用户线路(或用户环路)。该用户环路主要由主干电缆、配线电缆、用户引入线及其附属设备等组成。随着用户环路的不断发展,国际电信联盟标准部(ITU-T)在 G.902 标准中,便正式引入了用户接入网的概念。

按照 G.902 的定义,接入网(AN, Access Net)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(如线路设施和传输设施)所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。其目标是建立一种标准化的接口方式,以一个可监控的接入网络,使用户能够获得语音、租用线业务、数据多媒体、有线电视等综合业务。

目前用户接入网无论从实现业务接入还是占整个通信投资比重(约占通信网投资额的三分之一)方面都占重要地位。由于过去电信网所提供的业务主要是比较单一的电话通信,其用

户网多为铜线结构,这样的线路受传输损耗、传输带宽及噪声等的限制,已越来越难以满足宽带数据业务、视频点播、高速上网等电信新业务发展的需求,逐渐成为整个电信网发展的瓶颈所在,被人们称为“信息高速公路最后一公里”问题。因此接入网的数字化、宽带化理所当然被提到议事日程,成为当前电信网发展的焦点之一。

同诸多如过眼烟云的热点相比,接入网具有不可比拟的巨大潜力。这种巨大潜力的背后将是个庞大的市场,如何将这种潜力进行市场资源的转化是广大运营商必须面对的问题。巨大的市场需要与之相对应的技术支持,技术的发展不断推动着接入网市场的发展,而市场的需求又反过来促进了技术的发展。随着技术的发展现在的接入技术多种多样,现阶段已经商用的接入技术手段主要有 ISDN、xDSL、HFC、卫星接入、移动无线接入、无线本地环路、光纤接入等。

ISDN 是一种通用的接入数字网,可以使用有限的几种标准接口和网络连接类型来提供很宽范围的通信业务。ISDN 有 BRA 基本速率接入($2B + D$)和 PRA 基群速率($30B + D$)两种接入方式。在 ISDN 接入中一个基本 B 通道的速率是 64 kbps,而 D 通道是用来传送信令,它的速率是 16 kbps。所以在 ISDN 接入中可实现的基本速率是 128 kbps,而且最高可实现约 2 Mbps 的基群速率接入。

xDSL 技术是在传统电信网基础上发展而来的一种有线接入技术。xDSL 技术主要包括 ADSL、HDSL 和 VDSL 三种技术,它们都是利用现有的电话线路中的高频部分传输信号。但由于采用技术的不同,其具体特点不太相同。ADSL 技术是最先出现的铜线宽带接入技术,它利用在普通电话线上高于 20 kHz 的频谱资源实现非对称的数据传输,在 3 ~ 4 km 的距离上最高可实现下行 8M,上行约 1M 的接入。而 HDSL 技术是在铜线上实现上下行对称的宽带接入,最高可实现上下行约 2M 的数据接入。而 VDSL 技术是以上两种技术的进一步发展,它采用了更先进的信号处理和传输技术,可以实现更高速率的接入。它在 1.5 km 的距离上可实现 13M 下行,1.5M 上行的高速率接入。在实际应用上现阶段的 xDSL 接入技术还主要是 ADSL,它占了有线宽带接入市场的主要部分。

HFC(混合光纤同轴系统)是从光纤 CATV 系统发展而来的。传统的有线电视(CATV)网络采用同轴电缆作为传输介质,用放大器来延长传输距离,是一种单向广播树型结构。HFC 网的干线部分以光纤为传输介质,配线网部分保留了原有的树形-分支型模拟同轴电缆网。这种光电混合传输方式即 HFC 接入技术。最终用户的终端通过 Cable Modem 与有线电视的线路进行连接,实现数据接入。在接入上由于是多用户共享带宽,在速度上最高可达约 10 Mbps 的接入。HFC 这种接入技术适用于有线电视网络发达的地区,在国外它的市场份额比 ADSL 技术要大。在我国由于网络建设的原因,现在在有线接入市场中这种接入技术的应用还不是很普遍。

卫星接入是一种无线接入手段,它利用通信卫星作为中继,实现大范围的通信接入。但是由于传输手段的限制,传输速率较低。卫星接入现阶段实现的主要业务还是话音服务,数据业务还没有多大的发展。

现在国内主要的移动通信系统是 GSM 和 CDMA,移动无线接入是在这两种通信系统上实现语音和数据接入服务。在 GSM 系统中的数据接入速度是 9.6 kbps,而在 GSM 系统上发展而来的 GPRS 上可提供的最高接入速率可达 170 kbps。而在第三代移动通信系统中接入速率可以达到 2 Mbps。

光纤接入以及 FTTH(光纤到户)显然是未来宽带接入的理想形式,目前已开始稳步发展。2000 年光纤接入网在经济发达地区的小区建设中得到了一定程度的应用,但就当前中国经济状况来说,由于光纤接入前期投资高、施工困难,维护也较复杂,因此相对而言,成本较高,近期不可能大量应用。

无线接入将是宽带接入市场的生力军。无线接入具有有线接入不可取代的便利优势,用户通过无线接入可以在几乎任何地方方便地访问 Internet,而不受地域、位置的限制。运营商投入的启动资金较小,后期扩容能力强,投资回收快。宽带无线接入系统具有良好的可扩展性,使容量扩充和新业务提供都很容易,服务商可以随时根据用户需求进行系统设计或动态分配系统资源,添加所需的设备,提供新的服务,也不会因用户变化而造成资金或设备的浪费。固定宽带无线接入系统的宽带特性决定了它几乎可以承载任何业务,包括话音、数据和图像等业务。

自 20 世纪 80 年代以来,各种各样的接入新技术层出不穷,在这一领域里呈现出百家争鸣的局面。事实上,之所以在网络的核心层呈现出 IP 一统天下,而在接入层呈现出多样化的技术趋势,其根源在于接入层是最接近用户的一层,用户需求的多样性和不同网络的不同接入方式决定了接入方式的多样性。特别是在信息网络化的趋势下,用户对网络的需求空前膨胀,为了满足用户多样化的需求,接入技术必然呈现出多样化的趋势。

从整体上看,现在无论是市场需求,还是在技术、业务,接入网市场都将长期保持多元化的格局,但其总的趋势是向着宽带化方向发展,因此电信网的发展带来许多宽带接入技术的发展。

1.1.2 未来电信网的接入是无线的世界

进入 20 世纪 90 年代,以因特网为代表的新技术革命在深刻改变传统的电信概念和体系。骨干网上业务量的激增表明,传统电话网络将不再只是承载电话业务的载体,数据业务特别是 IP 业务也将融合到下一代电信网之中。宽带化与分组化将逐步成为通信网络发展的主流和趋势。

当前,电信骨干网的建设已具备了相当的规模,然而接入网的建设还比较滞后而且市场竞争不够充分,成为信息化建设的“瓶颈”。因此如何尽快妥善地解决网络“最后一公里”的“瓶颈”问题,全面满足商业用户和住宅用户宽带接入的需求,已成为传统电信运营商和新兴电信运营商所面临的共同问题。随着网络宽带化进程的不断加快,电信竞争的焦点已由长途骨干转为本地接入,市场竞争要求接入手段多元化。在各种接入技术中,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,已迅速地成为市场的热点。

在中国高密度城区,由于过去的城市规划不尽合理且发展速度难以预测,想再挖沟铺设光缆往往很不现实,铺设难度大且费用相当高。所以,像上海、广州等大城市对宽带无线接入的需求显得十分迫切。宽带无线接入的应用将大大改进城市中现有“光纤-铜缆”有线通信系统的传输能力,成为极为重要的补充和应急备份。对于通信比较落后的乡村或人口分散地区,如西部的青海、新疆、西藏等高原复杂地形,布缆不现实,恶劣的自然环境会损坏有线基础设施,而宽带无线接入技术可覆盖十分广阔的地理区域,因此宽带无线解决方案对这种地区是十分经济、高效、快速、理想的。

因特网的快速发展使得 IP 技术发展成为网络主导技术,大量信息在网络上运行,网上应

用日益丰富,原有的通信网络结构和经营模式将发生变化,这一切,对现有的以电路交换为基础的、窄带的、模式单一的接入网提出了严峻挑战。

1. 对接入网带宽的挑战。

从核心网来看,近几年,随着波分复用技术的应用,网络链路容量又有了新的突破性进展。另一方面,用户侧终端的速率也在突飞猛进,其 CPU 的性能每 18 个月就翻一番。因特网业务正成为普通居民用户心中日益重要的接入业务,从电子邮件到 Web 浏览乃至视频业务,带宽需求正以几倍、几十倍、上百倍的速度增长。而因特网的业务内容已从话音、文件和图片扩展到数据、活动图像和多媒体。这一切,对现有的夹在宽带核心网与有大量信息需求的用户终端之间的窄带接入网提出了严峻的挑战,这就如同两条高速公路中间却只有一条羊肠小道。可见,为了适应信息量对网络带宽的需求,现有接入网必须应用宽带技术。

2. 对接入方式的挑战。

从企事业单位使用的数据通信协议看,在 1998 年年底发达国家数据通信网络中使用 IP 通信协议的已达 70%~80%。IP 已明显成为主导的数据通信协议。目前,IP 通信协议迅速向话音和图像领域渗透,未来核心网的 IP 化已是不争的事实。从用户端来看,全球网民正在以指数级的增长速度急速攀升,因特网业务正成为普通居民用户日益关注的接入业务。而且,有专家预测,数据业务的业务量将在不久的将来超过话音的业务量。而原来的以电路交换为基础的接入网显然不能适应多样化的 IP 业务的接入。因此,这就迫使未来的接入网必须是能够适应大量的 IP 业务接入,现有接入网必须 IP 化。

3. 对接入手段的挑战

传统的接入手段主要是以有线电缆为主的有线接入。有线接入网的长时间发展,现在已经建立起了很完备的网络,有线网络是一种基础资源,但也是一种制约,所有的有线接入都必须在网络覆盖的区域内。但是由于网络覆盖的原因,有线接入手段在某些特定的地区是无法进行的,如山区等不好铺设线缆的地区。此外,随着社会的发展,网络接入的要求也越来越高,接入要实现与任何人、任何地点、任何时间、任何种类的通信,显然有线通信是无法满足此要求的。无线接入的优势是先天摆脱了线缆的制约,没有了这些制约,才可能真正实现自由的通信。由于无线通信技术的相对复杂性,在很长一段时间制约了它的发展。现在随着技术的发展,各种新技术的出现使无线通信技术不断成熟,利用无线通信技术的无线接入完全可以提供有线接入提供的所有业务,在无线通信条件下还可以实现高速的实时数据语音接入,满足人们多种多样的自由信息交流,而且在速度质量上也毫不逊色。其中最重要的一点是无线接入具有高度的灵活性,它可以实现真正的即时自由通信,这正是未来通信的发展方向,而有线接入则无法满足这种要求,将来的接入方式中,无线接入将变得越来越重要,综合宽带无线接入将是未来接入网的发展方向。

综上所述,由于光纤的大量采用骨干网的带宽相对充足,限制带宽需求的主要瓶颈在接入段。光接入网是发展宽带接入的长远解决方案,但目前这种方式还存在工程造价高、建设速度慢等缺点,而且对于部分网络运行企业来说,不具备本地网络资源,在这种情况下,要进入和占领接入市场,采用宽带无线接入技术是一个比较合适的切入点。

而对于新兴的电信运营商来说,能够以宽带无线接入技术快速低成本地建设自己的接入网,与传统的电信网竞争,这是一个至关重要的手段,也是迅速切入市场的有效途径;对于传统的电信运营商来说,为了不在市场竞争中落伍,和以更好的手段巩固和进一步扩充自己的业

务,也需要使用宽带无线接入技术来丰富现有的网络。因此宽带无线接入技术,不仅是对当前宽带接入技术的一个补充,而且还是一种极具竞争力的新型接入技术,已经成为市场关注的焦点。

无线接入相对于有线接入所具有的先天优势决定了无线接入技术发展的巨大潜力,将来的接入网中无线接入将占有很重要的地位,无线接入将是接入网技术未来发展的必然趋势,宽带的无线接入将是未来接入网的主流。可以这么说,未来的网络是“三国鼎立”,即传输是光的世界、交换是 IP 的世界、而接入是无线的世界。

1.1.3 固定宽带无线接入的发展驱动力

现阶段随着技术的发展,无线接入技术也不断更新,更高速率的无线接入方式将会满足现在和将来人们日益增长的需求,现在出现的 LMDS 技术的单基站容量可达数 G,无论是对于服务商还是对于最终用户而言,建设网络简单快速。例如对于终端用户,如果采用无线接入技术中的 LMDS 接入,可以根据自己的需求选择接入速率,在几兆到几十兆之间变化,而且接入速率可根据具体业务种类灵活变化,这就大大提高了带宽的利用效率。这还不是所有的,随着更新技术的应用,更高的接入速率将会出现,这就意味着用户可以以更高的速度和效率接入网络。

总的来说,固定宽带无线接入技术的发展主要有以下几个驱动力:

(1) 有线接入的各种制约,从某种程度上推动了无线接入技术的发展。在通信网中,现在的主要接入方式是有线接入,但是有线接入是受到网络条件的限制的。有线接入在某些条件下在某些地区无法进行网络的正常覆盖建设。而无线接入,特别是固定无线接入,作为有线接入的一种方便的延伸与有益的补充,已是一种成熟的接入技术,在这种条件下就成为了必然的选择。市场的需求是技术发展的最大动力,从而推动着技术的不断发展。

(2) 接入方式的宽带化是提高社会生产力的客观要求。信息使社会生产力活动更趋于合理,信息流交换大大减少了物流交换,节约了社会生产活动的冗余消耗。信息是现代社会发展的原动力。宽带通信在提高社会生产力方面,比窄带通信又向前跨了一大步,因此宽带通信是社会发展的需求,这种需求不断地推动着接入技术的发展,固定无线接入技术作为一种接入技术必然会受到这种力量的影响,也必会向着固定无线接入宽带化的方向发展。

(3) 多种业务的发展对无线环路性能提出了新的要求。电信网的数字化,多媒体交互式业务的出现和增长,INTERNET 的普及以及计算机网络互连等,使得用户环路不再只限于提供基本的语音业务,要求必须数字化和宽带化,并且支持高速数据和视频业务需求。传统的无线本地环路在这种条件下是远远无法满足要求的,对无线环路的多种新要求极大的促进了各种无线接入新技术的不断发展和应用,固定宽带无线接入技术便这样应运而生了。

(4) 直接面向消费者的信息服务带给了人类美好的生活,特别是在娱乐、虚拟现实等方面的应用,极大地刺激了人们对信息的需求欲望,无线接入这种高度自由的接入方式为人们随时随地享受信息服务带来了方便。特别是随着“移动信息化社会”概念的提出,“移动办公”族的不断扩充等等,人们对宽带无线接入的需求也日益增长,因此社会发展也是固定宽带无线接入的发展驱动力。

(5) 电信市场的开放发展,电信市场的竞争推动了固定宽带接入技术的发展。电信市场,尤其在我国的电信市场,往往是一个或几个运营商市场垄断经营。由于传统的电信运营商掌

握着绝对优势的有线网络资源和客户资源,新兴的运营商要进入电信市场,如果再进行大规模的网络建设是不现实的。而无线接入的先天优势:网络建设先期投资少,建设速度快,使得运营商可以快速建设网络,给用户提供服务。在有线的宽带接入方案中,网络基础设施的投入占了所有资金投入的很大一部分,而宽带无线接入却不需要挖沟布线。因此,能够在较短的时间内提供服务。同样,不同于有线宽带接入方式的是,一个有线网络必须在所有网络完备的情况下,才能向用户提供服务。而宽带无线接入的主要资金是用在用户端网络(CPE)上,而用户端网络的费用只有在用户注册使用宽带服务后才发生。这种根据需求决定建设规模的方案,在一定程度上保证了运营商在资金短缺的情况下也能很好的生存。电信运营商的需求使得各个设备开发厂商不断的将各种新技术应用到无线接入系统中,从而推动了无线接入的发展。电信运营商和设备制造商双方的互相影响无形中拉动了无线接入市场的发展等等。

可见,传统的接入网已无法满足社会对信息交流的迫切需要,社会的发展带来了对现代接入手段要求的不断提高,从而促使接入技术不断的发展前进。无线接入技术作为一种接入手段理所当然地受到这种推动力的推动,不断地向前发展。固定宽带无线接入的未来被业界看好,对于通信能力不足的地区,无线接入可算是它们的福音。而对新兴的电信运营商来说,能够用宽带无线接入技术,高速度、低成本地建设自己的接入网,与传统的电信网竞争,这也是一个至关重要的手段。因此说,固定宽带无线接入技术,不但是对当前宽带接入技术的一个补充,而且具有很强的生命活力。

1.2 固定宽带无线接入的概念

1.2.1 固定宽带无线接入的定义

无线接入网是用无线通信系统全部或部分替代传统的本地环路,所以,无线接入网又称为无线本地环路 WLL(Wireless Local Loop)或无线用户系统 WSS(Wireless Subscriber System)。无线接入网按用户终端分为固定无线接入网 FWA(Fixed Wireless Access)和移动无线接入网 MWA(Mobile Wireless Access)。在固定无线接入网中,用户终端固定或只是在办公室、会议室或家中等场所作有限移动。相反,在移动无线接入网中,用户终端是移动的。固定无线接入不需要移动性管理和越区切换等功能,从而节省投资。现有通信网中大量地使用了固定无线接入网。

固定无线接入是从交换节点到固定用户终端采用无线接入,它实际上是 PSTN/ISDN 网的无线延伸。其目标是为用户提供透明的 PSTN/ISDN 业务,固定无线接入系统的终端不含或仅含有限的移动性。

无线接入网按传输速率可分为窄带无线接入网(数据速率低于 64 kbps),中宽带无线接入网(数据速率大于 64 kbps 而小于 2 Mbps)和宽带无线接入网(数据速率大于 2 Mbps)。窄带和中宽带无线接入是基于电路交换的,它们的系统结构很类似,而宽带无线接入是基于分组交换的,是一点到多点的结构。目前主要有以下几种宽带无线接入技术:MMDS(多信道多点分配业务)、LMDS(本地多点分配业务)、直播卫星系统(DBS)、WLAN(无线局域网)和不可见光纤无线系统。固定宽带无线接入在国外又称为 FBWA(Finite Broad Wireless Access),固定宽带无线接入这种接入方式在技术上是采用无线接入技术(Wireless Access Technology)(如微波、蜂窝移