



电信新技术实用丛书

无线接入网

朱洪波 傅海阳
吴志忠 唐宝民 编著



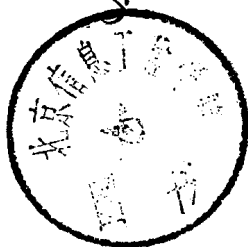
人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

712.13
1

电信新技术实用丛书

无线接入网

朱洪波 傅海阳 吴志忠 唐宝民 编著



人民邮电出版社



Z089372

内 容 提 要

本书是一本专门介绍无线接入网的图书,主要包括:无线接入网的基本概念、无线接入网的基本结构与组成、无线本地环路结构与系统、无线接入信道与电波传播特性、无线接入的基本技术、目前一些实用的无线接入系统、无线接入网的维护管理与性能要求、无线接入网规划与工程设计的基本概念和方法。

本书内容新颖,实用性强,可供从事电信工作的技术人员、管理人员以及相关院校的师生阅读参考。

ZF76/05
01

电信新技术实用丛书

无线接入网

- ◆ 编 著 朱洪波 傅海阳 吴志忠 唐宝民
责任编辑 王晓明
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义向阳胶印厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:17
字数:421千字
印数:1-5 000册
- 2000年1月第1版
2000年1月北京第1次印刷

ISBN 7-115-08446-7/TN·1584

定价:28.00元

丛书前言

信息技术是当今世界科技领域中最有活力、发展最快的高新技术,它时时刻刻都在影响着世界经济的发展和科学技术进步的速度,并不断改变着人类的生活方式和生活质量。近年来,作为信息技术的主要支柱之一的现代电信技术,其发展、应用和普及尤其令人瞩目,受到世界各国的广泛重视。

随着我国改革开放的不断深入,我国通信网的规模容量、技术层次和服务水平都有了质的飞跃。电信网的装备目前也已达到国际先进水平,大量的新业务不断地投入使用。在这种情况下,对从事电信工作的技术人员和管理人员的相应要求也在不断变化和提高。为了帮助广大电信工作者能够及时了解电信技术的发展,掌握新技术的应用方法,我社组织编写了这套《电信新技术实用丛书》,供大家学习使用。

这套丛书紧密结合电信部门的实际,重点介绍近些年来迅速出现并发展起来的新技术、新设备及新业务。丛书的特点是结合发展,全面介绍新技术、新概念,突出实用性。书中内容深浅适宜,条理清楚。丛书的主要读者对象是电信部门的技术人员、管理人员和业务人员,也可作为相关院校电信专业的教学参考书。

殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵意见和建议,以便这套丛书日臻完善。

人民邮电出版社

前 言

近几年随着技术的进步,电信网正朝着数字化、宽带化、智能化和综合化方向发展,程控交换、光缆、卫星、数字微波、SDH、ATM 等大量新技术的采用已使得电信网发生了质的变化,电信业务种类越来越多,信道带宽越来越大,质量和可靠性越来越高。但是,约占整个通信网投资 50% 以上的本地用户网的发展却滞后于核心网,已明显不能满足整个电信网的发展要求。近几年来,各种接入网的新技术开发和应用十分活跃,特别是无线接入网,由于其具有应用灵活、安装快捷以及某些应用方面的价格优势,目前已经成为接入技术中最热门的话题,受到各国尤其是亟待普及电话业务的发展中国家的重视。通信网络的发展决定了无线接入技术的发展方向,无线接入技术在本地网中的重要性正在日益增长,人们正在越来越多地考虑利用无线通信技术将用户终端接入通信网路。与此同时,无线接入技术为 PSTN 固定电信网的发展建设带来了新的机会,越来越多的通信厂商和电信运营部门正在积极地提出和使用各种各样的无线接入方案,目前无线通信市场上的各种蜂窝移动通信、无绳电话、移动卫星通信等技术纷纷被开发用于无线接入网。本书就是专门介绍无线接入网的有关技术和应用方法等知识的。

全书共分八章:第一章介绍无线接入网的基本概念,第二章介绍无线接入网的基本结构与组成,第三章介绍无线本地环路结构与系统,第四章介绍无线接入信道与电波传播特性,第五章介绍无线接入的基本技术,第六章介绍目前一些实用的无线接入系统,第七章介绍无线接入网的维护管理与性能要求,第八章介绍了无线接入网规划与工程设计的基本概念和方法。

本书的系统结构由朱洪波教授负责设计,并编写了第一、二、三、八章;傅海阳副教授编写了第五、六章;吴志忠教授编写了第四章;唐宝民教授编写了第七章;全书由朱洪波教授进行统编。研究生万燕、周文胜、杨征、刘晓华、宋威和梁斌等为本书的编写做了许多辅助性工作。由于作者水平有限以及编写时间仓促,书中难免有不足和错误之处,敬请读者批评指正。

作 者

1999 年 12 月

目 录

第一章 无线接入网概述	1
第一节 接入网的基本概念	1
一、概述	1
二、电信网与本地网	1
三、用户网与用户环路	3
四、用户接入网	3
五、用户驻地网的概念	3
六、接入网的发展现状与特点	4
第二节 电信网的无线接入	7
一、无线接入技术	7
二、无线接入的特点	9
三、无线接入的业务需求	11
四、无线接入技术的作用和影响	12
第三节 无线接入与因特网	13
一、概述	13
二、无线通信与因特网的发展关系	14
三、无线通信和因特网的有机结合	14
四、因特网的无线接入	15
第四节 无线接入网的发展趋势	18
一、接入网建设的技术发展策略	18
二、接入网向宽带方向的发展	19
三、无线接入网进入 IP 时代	20
四、无线接入技术的农村市场	21
五、无线接入的技术展望	22
第二章 无线接入网的基本结构与组成	23
第一节 接入网的功能结构	23
一、接入网定义与定界	23
二、通用协议参考模型	23
三、接入网的主要功能	24
第二节 接入网的分层结构	25
一、传送层模型	25
二、物理参考模型	26
第三节 无线接入网的拓扑结构与基本组成	27
一、无线接入网的基本拓扑结构	27
二、蜂窝式无线接入网的拓扑结构	27

三、蜂窝无线接入的系统组成与网路结构	29
第四节 无线接入网的接口	29
一、用户网络接口(UNI)	30
二、业务节点接口(SNI)及其要求	30
三、管理接口(Q)	36
第五节 无线接入网的 ATM 技术	36
一、无线接入中的 ATM 原理	36
二、无线接入网的 ATM 传输方案	39
三、无线接入网的 ATM 协议	41
四、无线接入网的 ATM 参考模型	49
五、ATM 无线接入(AWA)系统	51
第三章 无线本地环路结构与系统	53
第一节 无线本地环路	53
一、标准无线本地环结构	53
二、有线和无线接入结构比较	53
三、无线本地环路系统	54
四、无线本地环路的发展应用	56
第二节 固定无线接入	58
一、系统配置	58
二、业务和功能	58
三、频率配置	59
四、服务质量	60
五、同步	60
六、接口	60
七、设备基本进网要求	61
八、操作维护系统	63
九、固定无线接入的基本方案	63
第三节 移动无线接入	67
第四节 SCDMA 无线用户环路	68
一、概述	68
二、SCDMA 系统结构	69
三、SCDMA 的关键技术	70
四、SCDMA 无线接入系统设备与接口	72
第五节 无线本地环路的系统与技术应用	73
一、基于卫星通信的系统	73
二、一点多址微波系统	74
三、基于蜂窝移动通信的接入系统	75
四、基于无绳电话技术的接入系统	76
五、专用无线本地环路系统	76
六、我国无线接入系统的市场与技术应用	77

第四章 无线接入信道与电波传播	80
第一节 无线接入信道的基本特性	80
一、衰落和多径特性	80
二、多径信道	82
三、迟延扩展	82
四、相关带宽	83
五、多普勒扩展	85
六、码间干扰(ISI)	86
第二节 无线接入信道的电波传播特性	86
一、短期衰落	87
二、衰落深度和衰落速率	88
三、电平通过率	88
四、衰落持续时间	89
五、莱斯衰落	89
六、长期衰落	90
七、自由空间路径损耗	90
八、惠更斯-菲涅耳原理和菲涅耳区	91
九、平地反射面上的路径损耗和菲涅耳区	92
十、衰落储备	93
第三节 无线传播损耗预测	94
一、无线接入环境	94
二、路径损耗和传播模式	95
三、IMT-2000 模式	100
第五章 无线接入的基本技术	103
第一节 概述	103
第二节 无线接入信源编码	104
一、波形编码	105
二、参量编码	106
三、混合编码	108
四、半速率和变速率语音编码器	110
第三节 差错控制编码	110
一、差错控制编码的分类	111
二、分组码	111
三、循环码	114
四、BCH 码	116
五、交织码	118
六、卷积码	118
七、检错编码	122
第四节 数字调制和扩频调制技术	123
一、QPSK 调制	123

二、高斯滤波最小移频键控(GMSK)调制	127
三、扩频调制	130
第五节 固定和无线接入电话交换及其接口	136
一、交换原理	136
二、无线接入系统与 PSTN/ISDN 互联	139
三、接口中的信令协议	146
第六节 双工多址通信技术	153
一、双工通信	153
二、多址通信技术	155
第七节 多信道共用技术	159
一、话务量与呼损率	159
二、信道自动选择方式	160
第八节 用户鉴权和数据加密	161
一、用户鉴权技术	162
二、信息加密技术	163
第九节 无线接口和信令	164
第六章 无线接入系统	169
第一节 窄带码分多址无线接入系统	169
一、N-CDMA 扩频通信 IS-95 标准	169
二、CDMA 数字移动通信系统的结构	170
三、CDMA 收发信机工作原理	171
四、WiLL 无线接入系统	176
第二节 宽带 CDMA 无线接入系统	181
一、IS-665 宽带 CDMA 标准	181
二、朗讯公司的 AirLoop 无线本地环路	183
第三节 数字无绳电话(DCT)	184
一、数字无绳电话(DCT)的应用	185
二、DECT、PHS 和 PACS 标准的系统结构和无线接口	187
第四节 新西兰 Falcon 无线/有线接入系统	192
第五节 加拿大北方电信公司的无线接入系统	196
一、IONICA 系统	196
二、Proximity 系列无线接入系统	197
第六节 卫星移动通信无线接入系统	199
一、“铱”(Iridium)系统	200
二、全球星(GlobalStar)系统	205
第七章 接入网的维护管理与性能要求	208
第一节 接入网管理的结构	208
第二节 Q3 接口及其协议	208
一、Q3 接口的低层协议	209
二、Q3 接口的高层协议	213

第三节 接入网的管理信息模型	218
一、接入网的功能结构	218
二、接入网的被管对象类及信息模型的建立	220
第四节 接入网的管理功能	222
一、接入网管理功能的概述	222
二、对接入网各功能块的管理	224
三、对 V5 接口的管理功能要求	228
第五节 实际的接入网管理系统	228
一、接入网元管理	228
二、接入网络管理	229
第六节 网络性能要求	230
一、误码性能要求	230
二、抖动性能	231
三、可用性	234
四、传输衰耗	234
第八章 无线接入网的规划与工程设计	235
第一节 无线接入网的工程经济分析	235
一、概述	235
二、无线接入工程经济分析的基本方法	235
三、无线接入中的工程经济问题	241
第二节 无线接入的网路规划	244
一、新技术和网络规划	244
二、发展规划	245
三、业务需求和业务量预测	246
四、设备选择	247
五、网络规划的新概念	248
六、总结	249
第三节 无线电频谱资源的规划原理	250
一、无线通信中的蜂窝思想	250
二、关于无线电频谱资源的概念	250
三、无线接入网的频谱规划	252
四、无线接入网的电磁兼容性	254
第四节 无线接入工程设计	257
一、概述	257
二、无线电频段的工程预算	258
三、无线传播路径分析	260
四、无线覆盖区域	261
五、用户段工程	261
参考文献	262

第一章 无线接入网概述

第一节 接入网的基本概念

一、概述

接入网是近几年在电信技术领域中出现的一个新概念。过去电信网所提供的业务主要是比较单一的电话通信,由连接市话交换机与用户终端的普通二线制双绞铜缆线对(又称用户环路)及其传输设备所构成的网络部分通常称为本地用户网,其技术比较简单。随着技术的进步,电信网正朝着数字化、宽带化、智能化和综合化方向发展,程控交换、光缆、卫星、数字微波、SDH、ATM 等大量新技术的采用已使得电信网发生了质的变化,电信业务种类越来越多、信道带宽越来越大、质量和可靠性越来越高;而约占整个通信网投资 50% 以上的本地用户网的发展却滞后于核心网,它已明显不能满足电信网的发展要求。用户网中以双绞铜缆线对占主导地位的传输设施现状,直接影响了电信网所提供业务的容量、质量、速率、成本以及网络资源的开发利用,从而成为制约全电信网发展的“瓶颈”。

为此,国际电信联盟标准部(ITU-T)正式提出了用户接入网(简称接入网)的概念,并在 G.902 中对接入网的结构、功能、接入类型、管理等方面进行了阐述。接入网是一个适用于各种业务和技术、有严格规定并以较高的功能角度描述的网络概念,可以将其看作为市话端局或远端交换模块(RSU)与用户之间的部分,主要完成交叉连接、复用和传输功能,但一般不含交换功能。接入网已经从功能和概念上替代用户网,而成为电信网中的重要组成部分,它将直接影响着未来信息产业的发展与建设。

近几年来,各种接入网的新技术开发和应用十分活跃。随着接入网在电信网中所占投资比重的不断加大,世界各国的电信公司普遍将发展接入网作为主要的经营策略之一,倾注了很大的力量,已经开发出各种各样的接入网产品。无线接入网则由于具有应用灵活、安装快捷以及某些应用方面的价格优势,目前已经成为接入技术中最热门的话题,受到各国尤其是亟待普及电话业务的发展中国家的重视。

二、电信网与本地网

ITU-T 的前身——CCITT 将电信定义为:“利用金属、无线、光纤或其它电磁系统对符号、文字、图像和声音或任何一种自然智能的信号进行的传输或者发送与接收”。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,电信产业的主体是电信网。

电信网就是利用各种通信手段和一定的方式将所有的终端设备、传输设备和交换设备等硬件设备有机地连接起来的通信整体,它是完成各项通信任务的物质基础;此外,还需要有一整套的规定和标准以及整套电信网的管理规程,才能使由设备组成的静态网变成一个运转良好的动

态体系。电信网作为现代国家与社会的神经系统,已经与运输、能源、给排水等大型网路体系一起构成了人类现代社会与经济不可或缺的基本设施和重要基础结构。电信网不仅担负着人类的社会、经济活动信息的传递与交流任务,而且还为其它的网路体系提供联络、调度和控制作用。

将电信网按照不同的通信范围和通信设备来分类,可以分为长途网和本地网(如图 1.1 所示)。长途网由各级长途交换局与所有长途交换局间的长途中继传输线路及设备所组成,它作为纽带把分散在各地的本地网用户连接起来,成为一个完整的全国电信网。本地网作为电信网的起点和终点,是电信网至关重要的基础。

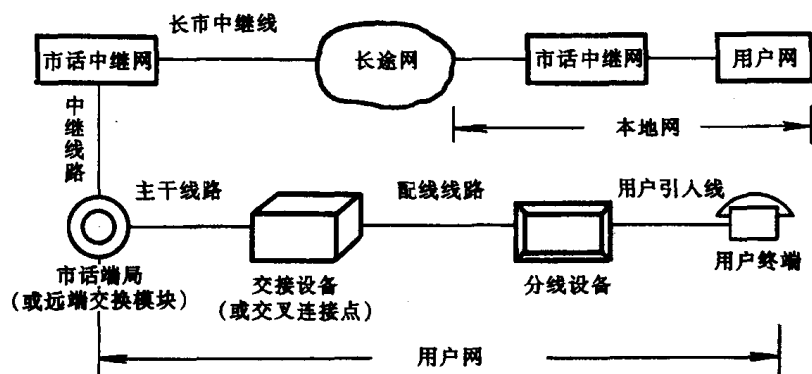


图 1.1 全国电信网的基本结构

所谓本地网是由在同一个长途编号区域范围内的若干个端局或者若干个端局与汇接局、以及本地交换机及其电话用户之间的通信设施所构成的通信网路。本地网的服务范围可以是一个或若干个市区及其所辖的卫星城镇、郊县县城和农村,也可以仅限于市区,还可以是一个县城或若干个县城及其农村。它的服务区域允许为十几 km,几十 km,甚至几百 km 以上。我国的本地网类型通常有以下五种:特大城市本地网、大城市本地网、中等城市本地网、小城市本地网、县本地网。

本地电话网自从 1876 年电话发明以来,已有 100 多年的历史。1887 年人们提出了纸绝缘铜线对绞电缆的设计并将其标准化,19 世纪 90 年代早期发明了主配线架,与此同时集中式电池供电的发明限制了本地网的形式,并一直保持至今。本地网的创新曾主要局限在铜缆质量的改善和成本优化的手段方面,这些完善一方面有效地减少了本地网的成本,而另一方面也造成了多年来对网路技术更新的阻碍。

在本世纪 20 年代,电子学的进展允许在长途中继传输中引入放大器,紧接着一个重大步骤是调幅载波系统的引入。然而这些创新技术对本地网来说仍然是太昂贵以致不能采用。本世纪 50 年代曾做过一些将载波系统应用在农话长环路的尝试,但是这些早期系统的成本对于实际广泛部署来说还是太昂贵。本世纪 60 年代引入了多路载波电缆系统,并一直在农村长环路中得到使用。本世纪 60 年代早期,数字传输技术的发展是一个重大的转折点,它潜在地导致了电缆成本的降低。本世纪 70 年代引入了 PCM 技术,但基群速率系统对小于 20~25km 的线路来说在当时并不经济;而本世纪 80 年代早期电子学的进一步发展,允许将这一距离缩短为 6~8km,使得在本地网中的某些应用成为可能。

80 年代产生了另一个重要的转折点。光纤开始被引入本地电信网,首先是多模光纤,然后是单模光纤。有时为了特殊应用(如电缆电视 CATV)也在本地网中采用了光缆,主要是在现场试验中。这些试验展示了在本地网部分和相关问题中光缆使用的奇特性能。光纤可提供巨大的带宽,如果与数字传输系统联系在一起,则可提供范围广泛的多种业务。这两种技术造

就了品种繁多的用户业务。对网路运行部门而言,它们也提供了更廉价、更便于操作和维护的新网路配置的可能性。

三、用户网与用户环路

本地网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所组成;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。如果把整个电信通信网看作为一个国家的神经系统,则用户网就是这个系统的神经末梢,网路中传递的所有信息都全部始发和终止于这个用户末梢。

在传统的模拟用户网中,用于连接市话交换端局与用户终端之间的用户传输线路,由于通常采用单频带二线制的准双工传输方式,而在习惯上被称为用户环路。用户环路是本地网的重要组成部分,是把用户终端连接到距离最近的交换局的那一部分用户线路设备。其中,从市话交换端局(或远端交换模块 RSU)到交接设备或交叉连接点之间的传输线路为馈线线路,又称为主干线路;从交接设备或交叉连接点到分线设备之间的传输线为分配线路,又称为配线线路;从分线设备到用户终端之间的连接线路,称为用户引入线。用户环路可以采用有线电视(包括双绞线铜缆和同轴电缆)、光缆和无线传输方式。

四、用户接入网

近些年来,国际电信联盟标准部(ITU-T)已经正式采用了用户接入网(简称接入网)的概念。根据传统的用户网概念,所谓用户接入网一般就是指市话端局或远端交换模块(RSU)与用户终端之间的网路部分(通常不含市话端局与 RSU 之间的部分),它主要完成交叉连接、复用和传输功能,一般不含交换功能;它可适用于所有的业务和技术,独立于交换机并不限于电话网。这是一个适用于各种业务和技术、有严格规定并以较高的功能角度描述的网络概念。然而有时从维护的角度将端局至用户间的部分都统称为接入网,而不再计较是否包含 RSU。

从整个电信网的角度,还可以将全网划分为公用电信网和用户驻地网(CPN)两大块,其中 CPN 属用户所有;而公用电信网部分就是通常所指的电信网,从上述的网路概念中可以看出,公用电信网由长途网、市话局间中继网和用户接入网(即端局至用户之间的部分)三部分组成。

目前国际上的另一种网路划分方法是将公用电信网中的长途网和局间中继网合在一起称为核心网(Core Network)或转接网(Transit Network),也就是将市话端局以上的部分称为核心网或转接网;而相对于核心网而言,将其余的市话端局或远端模块以下的网路部分称作为用户接入网,它主要完成使用户接入到核心网的任务。由此可见,接入网是相对核心网而言的,由于两者的环境、业务量密度以及技术手段有很大的差别,因而有些文献只把核心网部分称为网路,而将用户接入网称作接入环路。图 1.2 给出了上述公用电信网的组成示意图。



图 1.2 公用电信网组成示意图

五、用户驻地网的概念

所谓用户驻地网(Customer Premises Network, CPN)是指用户终端至用户与网路的接口(对

ISDN 而言,即为 T 参考点)之间所包含的机线设备(通常在一个建筑物内),由完成通信和控制功能的用户驻地布线系统组成,使用户终端可以灵活方便地接入接入网。从图 1.2 给出的 CPN 在公用电信网中的位置可以看出,CPN 并不属于接入网的范畴,但却和接入网有着非常密切的关系。

通常 CPN 属于用户所拥有的网路,其规模、终端数量及业务需求的差异极大,CPN 既可以是大公司、工厂或大学校园中的内部网路,也可以是由普通居民住宅中的一部电话机和一对双绞线组成。从业务需求来看,CPN 的传输速率可以是 64kbit/s、窄带 ISDN 的 144kbit/s 或 2Mbit/s,也可以高至几十个 Mbit/s 的局域网,甚至 155Mbit/s 的城域网和 B-ISDN 的速率。CPN 必须能够灵活地适应这样范围广阔的应用需要。CPN 的布线通常比较简易,要求很短的投资回收期。与公用用户接入网相比,CPN 通常不考虑为保证未来安全而进行投资,因而能否保证与未来网路和终端的兼容性是 CPN 设计的重要考虑因素。这一基本状况促使人们设法将接口划分为依赖于媒质的部分和独立于媒质的部分,从而可以在依赖于媒质的部分采用成熟的技术(传输媒质、耦合器、接收机和发送机等)。

CPN 的布线系统必须能够按照需求的变化容易地改变或扩展,通常希望网路的扩展可以在不变更现存网路配置的前提下进行,而且鉴于 CPN 环境面临频繁的终端变化,因此,希望终端的接入和拆除不影响网路的正常运行。

CPN 的环境历来就是一个开放的市场,而且其趋势将会更加开放,因而成本对任何技术来说都将是关键因素。在传统的电话网路中,CPN 比较简单,其成本仅占网路总成本的 5% 以下。然而,随着各种新业务特别是宽带新业务的出现,CPN 的结构与技术将面临着很大的变化,其成本正在逐渐上升。B-ISDN 情况下的 CPN 成本将可能上升到全网的 20% 左右,在全网的地位和作用都将有很大的提高,这就对网路拓扑结构及其实现技术提出了很高的技术经济性要求。

六、接入网的发展现状与特点

如前所述,目前我国电信网已初具规模,长途网和本地网都已获得了令人瞩目的发展,实现了骨干网的传输和交换、本地网的中继传输以及交换的数字化。但用户接入网仍以模拟传输方式的对绞铜线为主要传送媒体,从而成为现代电信网的“瓶颈”。所谓用户接入大多是通过专门的一对双绞线,将用户与端局本地交换机相连。其存在的主要问题包括:大中城市郊区的电话电路少,质量低,加上提供的电路数量又比较少,使打电话比较困难;城市内的电缆管道扩建和新建有困难,难以及时满足急剧增加的用户装机要求;用户小交换机畸形发展,造成小交换机用户与市话网不成比例,因提供给小交换机的中继线严重不足而使电话阻塞率上升,引起市话网的混乱;在城郊尤其是在农村,在草原、牧区、山地林区等我国一些边远地区,用户离市话局较远,通信业务量低,用户线过长,用户分散,使敷设有线电缆施工有困难,成本太高,而且维护极为不便。用户线路一般比较短,但数量大,而且每个电话用户要占用一对线路,据统计用户环路的投资要占整个通信网投资的 25% ~ 30% 左右。在大城市里,用户比较密集,话务量较大,因此用户环路利用率已经较高,随着社会的发展以及电话用户数的不断增加,电缆管道拥挤而难以再敷设新的电缆。上述现状与广大用户不断增长的需求以及现代电信网的要求已经极不相适应。因此,接入网的数字化、宽带化和智能化,已经成为当前我国电信网发展建设的重要任务。

我国的电信用户接入网建设是从试验开始的。经过两年的试验,中国电信制定了一系列

的技术体制、标准、规范及技术政策等,从试验中选出的十多种接入网正在网上试用,预计近些年内接入网建设将会有有一个较大的发展。首先,发展建设接入网是网路优化和发展的需要。当前我国的电信网结构正在演变之中,由于接入网的引入,将给交换网及局间中继网的建设带来观念上的重大变革。接入网的发展建设和准备水平的提高,为电信网的优化创造了条件。其次,发展建设接入网也是满足用户需求的必然。随着经济的发展,用户的需求已经开始由传统的电话业务向多种数据业务的方向发展,因特网的发展对电信业务网的接入能力提出了强有力的挑战。第三是电信市场的竞争也要求接入网加快发展。随着改革的深化以及世界电信市场逐步开放的环境影响,电信业即将面临着十分激烈的竞争和挑战,其焦点将直接反映在接入网的发展水平和速度上。因此,电信运营商出于竞争的目的也必然要加快接入网的建设进程。

我国的电信用户接入网建设将紧密结合我国通信网的实际现状,而尽可能地采用高科技、新技术和新设备,即以新型多功能大容量交换设备,包括 ATM 设备,配以开放的 V5 接口,坚持以大芯数光纤为主要传输媒体,以 SDH 和无源光网络(PON)为主要传输方式去尽量靠近用户,最终实现光纤到户。在发展建设上将分两步走:第一步是从现在起到 2000 年初,重点发展 FTTC、FTTB、FTTO,在省会城市和沿海开放城市基本实现光纤到办公楼,在经济开发区、商业区和成片发展的小区,积极创造条件以便根据用户的需求提供光纤入户的能力。第二步是到 2010 年,根据用户的需求基本实现光纤到户。

从目前的情况看,我国加快接入网的建设有着十分有利的条件。这是因为:(1) 在接入网概念提出后,ITU 就先后提出了接入网的 V5 接口建议 G.964 和 G.965,我国也及时地制定了接入网的技术体制、标准和测试范围等;(2) 几年来的试验工作为我国今后的发展积累了许多宝贵的经验;(3) 我国接入网设备的研制、开发和生产已与发达国家处在相同的水平上,研制并生产出了具有一定水准的接入网设备,其中一些技术还处于领先地位。

用户接入网与核心网相比,有以下一些不同的特点。

(1) 业务量密度低

核心网是高度互连的网络,可以应付很高密度的业务量需求。通常,一条高密度业务量的中继电路每天可能需要传送数百次至上千次的呼叫,电路占用率达 90% 以上。而一条处于住宅用户和本地交换机之间的用户接入电路,可能每天只要传送几次呼叫而已。绝大部分时间是闲置不用的,业务量密度极低。统计结果显示核心网中继电路的占用率通常达 50% 以上,而住宅用户电路的占用率仅 1% 以下,形成强烈的对比。其结果造成网络的这一部分经济效益很差,使人们不太愿意轻易往这一领域投资。

(2) 缺乏规模经济,成本高

核心网成本至少由成千上万个用户来分担,即便采用复杂昂贵的设备也能达到规模经济。例如,核心网采用大型程控数字交换机和高速大容量光缆系统,也只需几年就能收回投资。而接入网的情况相反,用户接入线往往由个别用户专用,对成本十分敏感,难以由很多用户共享。即便是目前正在蓬勃发展的光纤用户环路系统(FTTL)也只能作到有限程度的共享,经济上难以与核心网相比。

从成本趋势看,核心网不断在采用新的共享复用传输技术(高速光纤通信和微波通信)和智能技术(程控数字交换机、数字交叉连接设备和分插复用器),按用户数计算的 network 经济性在不断改进。而接入网的情况相反,传统用户接入网的分散的、专用的和重复的特性使经济性难以驾驭,改进很慢。

(3) 成本差异大

因为接入网需要覆盖所有类型的用户,这就造成了成本上的极大差异。例如,居住在市中心的居民可能只需要1~2km长的接入线,而偏远地区的用户有可能需要十几公里长的接入线。因而一个偏远地区用户的成本很可能比市区用户的成本高出10倍以上。核心网的情况相反,每个用户需要分担的网络设施的成本十分接近。同一交换区用户需要分担的网络设施成本是一样的,不同交换区之间的差别最多也只有3~4倍。小型交换机每线成本高些,大型交换机每线成本低些,总的网络成本分配差异远比接入网要小。

(4) 成本与业务量无关

核心网的总成本对业务量很敏感,对一定的业务量预测需求,网络可以进行最佳配置。而用户接入网只工作在很低的业务量密度下,而且一个每天只用几分钟的住宅用户与一个每天可能用几小时的企业用户(例如商店)的成本是一样的。因而尽管用户接入电路的业务量变化很大,但对于接入网设施的成本却没有明显的影响,即其成本与业务量基本无关。

(5) 运行环境恶劣

核心网的主要设备,诸如交换机和复用传输设备多半装和环境可控的机房内,保持在一定的温度和湿度条件下。而接入网设备通常必须安装在室外不可控环境下(例如路边),要遭受风吹、雨淋、日晒、雷击、冰雹、虫鼠咬以及很多人人为的破坏,所以在技术上和机械保护上需要有很多特殊措施。据美国贝尔通信研究中心估计,由于电子元器件和光元器件的性能恶化随温度的指数关系而变化,所以接入网设备中的元器件性能恶化的速度比一般设备快10倍,这就对元器件的性能、极限工作温度和可靠性都提出了相当高的要求。例如,对激光器的高温工作要求是85℃,这对于本来就对温度十分敏感的激光器提出了更高的要求,需要十分严格的筛选才行。

(6) 技术变化慢

核心网的技术变化周期很短,在过去几十年间,无论是交换设备还是传输设备都经历了几代的更新。然而,传统的接入网技术已经稳定地使用了约一个世纪,现在刚刚开始变化。预计光纤接入技术和无线接入技术在接入网中的应用会迅速增长,但绝大多数国家和地区的接入网仍将在相当长的时间内保持以双绞线铜缆技术为主的局面。

即使同属接入网,不同类型用户的情况又有所不同。一个典型网络运营公司的用户线中仅有20%左右供企事业单位使用,80%左右为居民住宅使用,然而收入比例正好相反,80%来自企事业单位用户,仅20%来自居民用户。这一巨大的反差导致同在接入网环境,新技术往往首先用于企事业单位用户,而居民用户线总是保留着最落后的状态。

宏观地看,核心网和接入网在物理上、技术上和经济上都处于完全不同的网络应用环境。一方面,核心网正在越来越频繁地更换和应用各种令人眼花缭乱的现代新技术,不久将成为全数字化的、软件主宰和控制的、高度集成和智能化的大系统。而另一方面,现存的接入网仍然是被双绞线铜缆主宰的(90%以上)原始落后的模拟系统。两者在技术上的巨大反差说明接入网已经成为制约全网进一步发展的瓶颈,接入网的革新乃至革命已经势在必行。

综上所述,接入网已成为电信网中的最难点。尽管其资产往往占整个电信网的30%~60%,是最大的一部分,交换设备大约占25%~35%,但在电信网中用于设备投资的比例却相反,用于交换设备的投资大约比接入网投资多60%左右。而另一方面,从上述经济特点看,其经济效益、投资效益如此之低也确实令人却步,其所需技术更新总投资更令人生畏。按照美国贝尔通信研究所的估计,美国一个国家拥有1.3亿条用户接入线,如果全部改造为光纤,大约

需要 2500 亿美元。然而,如果将全部交换机更新为 B-ISDN 交换机,大约需要 400 亿至 500 亿美元,可见接入网更新之艰难。也正因为接入网的这些经济上的致命弱点,导致了长期以来停滞不前的落后局面,构成了整个电信网的最大瓶颈。进入 90 年代以来,新的政策法规、新的业务需求,以及一系列新的技术手段提供了解决接入网问题的最好机遇,长期遭受冷落的领域正变得十分活跃,各种新老技术方案层出不穷,令人目不暇接。可以相信,接入网将成为 90 年代电信网研究开发和建设的热点,有人称之为“接入时代”的到来也许并不过分。

第二节 电信网的无线接入

一、无线接入技术

1. 概述

无线通信技术将是 21 世纪全球信息技术发展的重要标志之一。随着社会的发展,人们期望能随时随地、不受时空限制地进行信息交流和通信,或需要通过无线方案扩展其通信网路的功能,而只有无线移动通信才能满足这种需求。用户利用无线通信技术,便可随时随地完成普通的通信业务、阅读电子邮件、漫游 Internet 网、接入国家或公司的各级数据库,以及享受通信网路所能提供的各种服务。近 10 年来无线通信技术已成为当今发展最迅速、应用最广泛,也是最引人瞩目的通信技术。作为无线通信领域中发展最快的蜂窝移动通信,已从早期的调幅(AM)、调频(FM)发展到现在的频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)以及码分多址(CDMA),每个话音信道的带宽从早期的 100kHz、50kHz 发展到现在的 25kHz、12.5kHz,甚至 6.25kHz,频谱的利用率提高了 100 倍。无线通信的发展正在日新月异,新业务和新技术将层出不穷。

根据上述接入网的有关概念,无线接入是指从公用电信网的交换节点到用户驻地网或用户终端之间的全部或部分传输设施,采用无线手段的接入技术,即用无线传输代替接入网的全部或部分,向用户终端提供电话和数据服务。只要是采用无线通信技术将用户终端接入到公用电信网的核心网的系统,或者是在市话端局或远端交换模块以下的用户网路部分,采用无线通信技术的系统就称作为无线接入系统;将用户终端与核心网路进行连接的无线传输设备,就称为无线本地环路(WLL);由无线接入系统所构成的用户接入网就称为无线接入网。

无线接入技术在本地区网中的重要性正在日益增长。尤其是在遇到各种障碍物(如山脉、河流、湖泊),或难以与被隔离的居住地用户相连接,或在需要进行移动通信以及市话用户装机困难的情况下,人们正在越来越多地考虑利用无线通信技术将用户终端接入通信网路。与此同时,越来越多的通信厂商和电信运营部门,也在积极地提出和使用各种各样的无线接入产品。目前无线通信市场上的各种蜂窝移动通信、无绳电话、移动卫星通信等技术,也在纷纷被开发用于无线接入网。

传统的接入手段是采用双绞线铜缆或同轴电缆;新兴的接入手段则是采用光纤和无线。光纤接入尽管前途无量,但概念上仍属于有线接入手段。无线接入技术则是近些年迅速发展起来的新技术领域,它从概念上产生了一个重要的飞跃,即不需要缆线类物理传输媒质而采用无线传播手段来代替部分接入网甚至接入网的全部,从而达到降低成本、提高灵活性和扩展传输距离的目的。由此可见,无线接入是一个涵义十分广泛的概念,只要能将无线技术用于接入网的一部分,无论是固定接入还是移动接入,也无论服务半径多大和服务用户数多少,皆可归入无线接入技术的范畴。