

数字移动通信技术丛书

数字无线本地环路系统

丁 瑾 吴文昱 宋俊德 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书对数字无线本地环路系统的工作原理、网络结构、接口标准和设计应用等做了完整的叙述与讨论,其中有些部分是作者多年科学研究和教学实践的结果。全书共七章;第一章介绍了无线本地环路的基本概念、国内外发展概况及其应用前景;第二章讨论了第二代数字无绳电话 CT2 系统的技术特点、公共空中接口和组网计划,并结合北京实际情况对 CT2 系统的应用进行了实例分析;第三章介绍了 DECT 系统的空中接口标准、业务类型及其应用环境;第四章讨论了个人接入通信系统 PACS 的基本概念、接口标准和服务选项,重点描述了空中接口规范;第五章介绍了个人便携电话系统 PHS 的标准和应用,特别分析了 PHS 系统对亚洲市场的冲击;第六章介绍了 Qualcomm 公司的 CDMA 无线环路系统,对系统的容量、设备、服务类型以及技术特点等做了详细的叙述;第七章讨论了固定无线接续系统 FWA 的基本模型和设计目标,主要介绍了 FWA 工程的设计方法。

本书对从事这方面工作的科研工程技术人员以及电子、系统工程、通信及信息等学科领域有关专业的大学生、研究生是一本有益的参考书。

丛 书:数字移动通信技术丛书

书 名:数字无线本地环路系统

编 著 者:丁瑾 吴文昱 宋俊德

责任编辑:张 欣

排版制作:电子工业出版社排版室

印 刷 者:北京科技大学印刷厂

装 订 者:三河市金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社出版、发行 URL:<http://www.phei.co.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数:330 千字

版 次:1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-3961-3
TN·1039

定 价:17.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

出 版 说 明

二十世纪的最后十年,移动通信特别是数字移动通信发展之快和应用之广,大大超出了人们的预料和专家的预测。移动通信的产品和它向社会提供的各种服务已是家喻户晓。为了满足社会各界和广大通信技术人员系统学习和掌握这些新技术的需要,电子工业出版社通信与网络编辑部约请富有经验的通信专家和技术人员,编写了这套《数字移动通信技术丛书》,相继出版。

这套丛书的特点是力求内容的先进性、实用性和系统性。丛书从我国通信技术应用现状与发展情况出发,以系统与技术为中心,系统地介绍基本原理和系统结构、系统体制和技术指标、协议和信令、接口和组网技术、典型设备和工程设计,以及新技术和新设备。丛书理论性与工程实践性紧密结合,内容丰富、深入浅出、层次清楚、深浅适宜、详简得当。丛书旨在引导读者将移动通信的原理、技术与应用有机结合。

这套丛书的主要读者对象是广大从事通信技术工作的工程技术人员,也适合大专院校通信、计算机等学科各专业在校师生和刚走上工作岗位的毕业生阅读参考。

在编辑出版这套丛书的过程中,参与编写、审定的各位通信专家都付出了大量心血,对此,我们表示衷心感谢。欢迎广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议,以便我们今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术图书。

电子工业出版社

1997年5月

前 言

随着我国人民生活水平的不断提高和通信事业的高速发展,普及电话通信的瓶颈问题:“用户本地环路”日益受到广泛的重视。

用户本地环路分为有线本地环路和无线本地环路。由于有线本地环路存在着需要铺设线缆、维护线路、不能随意移动和用于偏远或人烟稀少的地区不经济等缺点,而无线本地环路正好弥补了上述不足,因此人们越来越重视对无线本地环路的研究、开发和应用。无线本地环路系统不需要耗费大量的人力、财力去铺设线缆,不需要对线路进行维护,省去了线路维护费用,而且能够满足人们在移动中进行通信的要求,实现通信的移动化和个人化,因此使得它近年来得到了巨大的发展。为了完整地介绍与讨论无线本地环路的产生和最新发展,作者特向相关专业的大学生、研究生和工程技术人员奉献此书。

本书重点介绍了当今几大数字无线本地环路系统的工作原理、系统结构、接口标准、工程设计和实际应用。在编写过程中,既强调基本知识、基本概念,又注重工程实践、实际应用;既具有系统性,又不失重点;既有一定的深度,又能深入浅出、便于理解,注重它们的先进性和实用性,其中有些部分是作者多年科研经验和教学实践的结晶。

本书第一章引论介绍了数字无线本地环路系统的基本概念、国内外发展概况及其应用前景;第二章讨论了第二代数字无绳电话 CT2 系统的技术特点、公共空中接口和组网计划,并结合北京实际情况对 CT2 系统的应用进行了实例分析;第三章介绍了泛欧数字无绳电话 DECT 系统的空中接口标准、业务类型及应用环境;第四章讨论了个人接入通信系统 PACS 的基本概念、接口标准和服务选项,重点描述了空中接口规范;第五章介绍了个人便携电话系统 PHS 的标准和应用,特别分析了 PHS 系统对亚洲市场的冲击;第六章介绍了 Qualcomm 公司的码分多址 CDMA 无线环路系统,对系统的容量、设备、服务类型以及技术特点等作了详细的叙述;第七章讨论了固定无线接续系统 FWA 的基本模型和设计目标,主要介绍了 FWA 工程的设计方法。

但由于作者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

本书在编写过程中,得到了北京邮电大学“通信电子研究室”和“CAD&PCN 中心”很多老师与同学们的鼎力帮助,在此表示衷心地感谢!

作 者

一九九六年十二月于北京邮电大学

目 录

第一章 引 论	(1)
第一节 基本概念	(1)
一、无线本地环路与无线接入系统	(1)
二、无线本地环路的特点与应用范围	(1)
三、无线本地环路的种类	(2)
四、CDMA 无线本地环路	(4)
第二节 国内外通信及 WLL 发展概况	(4)
一、国际上的发展情况	(4)
二、蓬勃发展的中国通信业	(6)
三、中国的移动通信事业	(7)
第三节 几大通信技术与 WLL	(10)
一、光纤通信技术	(10)
二、数字程控交换系统	(11)
三、卫星通信系统	(11)
四、数字微波通信	(13)
第四节 WLL 的应用和发展前景	(13)
第二章 第二代数字无绳电话系统	(19)
第一节 CT2 的发展过程和现状	(19)
第二节 CT2 的主要技术特点	(21)
第三节 公共空中接口(CAI)	(22)
一、CAI(Common Air Interface)的由来	(22)
二、无线接口	(23)
三、信令层及信道复用形式	(25)
四、语声编码及传输计划	(29)
五、手机和基站之间的链路建立过程	(29)
第四节 CT2 系统的组网结构	(32)
一、美国 MOTOROLA 公司的公用 CT2 组网结构	(32)
二、英国 GPT 公用 CT2 系统组网结构	(36)
三、法国 Bi - Bop 公用 CT2 系统组网结构	(43)
第五节 CT2 手机	(46)
第六节 系统设计的几个问题	(55)
第七节 一个 CT2 网的设计实例	(61)
第三章 DECT 系统	(66)
第一节 DECT 的发展历史	(66)
第二节 DECT 空中接口(CAI)标准	(68)

第三节	DECT 提供的业务类型	(89)
第四节	DECT 的应用	(93)
第四章	个人接入通信系统	(95)
第一节	PACS 的概念	(95)
一、	服务和应用	(95)
二、	系统和结构	(95)
三、	PACS 和相关接口	(96)
四、	技术特征	(96)
五、	基本无线系统计划	(97)
六、	PACS 元件的功能	(97)
第二节	PACS 接口标准	(100)
一、	第一层接口	(100)
二、	第二层接口	(103)
三、	第三层接口	(109)
第三节	服务选项	(115)
一、	语音服务选项	(115)
二、	服务选项的消息编码	(117)
三、	电路模式数据服务选项	(121)
四、	分组式数据业务选项	(126)
五、	语音/数据交错业务选项	(130)
六、	运行中的测试业务选项	(131)
第五章	个人便携电话系统	(132)
第一节	PHS 系统概念	(132)
一、	PHS 的兴起	(132)
二、	开拓市场	(132)
三、	技术支持	(133)
四、	PHS 系统组成	(134)
第二节	PHS 标准规范	(135)
一、	数字化无绳电话机特征	(135)
二、	新一代电话机结构	(136)
三、	需要综合技术支持	(139)
第三节	PHS 的应用	(144)
一、	PHS 模式办公室	(145)
二、	家庭与公众场合应用	(146)
三、	PHS 冲击波	(147)
四、	PHS 应用前景	(147)
第六章	CDMA 无线环路系统	(149)
第一节	引言	(149)
第二节	系统说明	(150)
一、	容量	(150)

二、扩容	(150)
第三节 无线环路设备	(151)
一、基站设备	(151)
二、用户设备	(155)
三、室内分布系统	(157)
第四节 CDMA 服务的发展	(158)
一、固定用户站	(159)
二、有限移动性	(159)
三、全移动性	(159)
第五节 技术提要	(160)
一、基站	(160)
二、关于空中接口	(160)
三、工作环境	(161)
四、射频	(161)
五、容量	(161)
六、可靠性	(161)
七、接口	(161)
八、用户终端	(162)
第六节 CDMA 系统一览	(162)
一、CDMA 用于 WLL 对其蜂窝系统的简化与改进	(162)
二、Motorola 的 CDMA WLL 系统 WILL	(163)
三、AT&T 的无线本地环路系统 Air Loo	(163)
四、CDMA 无线本地环路的应用前景	(163)
第七章 固定无线接续系统	(164)
第一节 FWA 系统的概念和基本模型	(164)
第二节 FWA 的应用	(166)
一、FWA 在电话网中的应用	(166)
二、FWA 在移动通信中的应用	(174)
三、FWA 的其它应用	(179)
第三节 无线接续的设计目标	(183)
一、无线接续工程介绍	(183)
二、无线接续系统的设计目标	(188)
第四节 无线接续工程的设计方法	(193)
一、无线电频段的工程预算	(193)
二、路径分析	(195)
三、无线覆盖区域	(196)
四、用户段工程	(196)
参考文献	(198)

第一章 引 论

第一节 基本概念

一、无线本地环路与无线接入系统

在市内电话网中,一般把从交换机到用户电话机之间的连接线路称为用户环路或本地环路。通常,用户环路都采用双绞线或电缆线路的有线连接。虽然这段线路不长,有人称其为从交换机到电话机的最后一英里,但它在整个市话网的基础设施中有时占到 50% 的投资,采用电缆时它的运营维护费用甚至高达整个运营费用的 70%。在市话需求量急剧增长的情况下,市话局交换机的扩容有时还比较容易办到,而用户环路的建设却可能难于实现。如铺设电缆或架设电线,不仅投资大,施工不易,费时也多。因此,用户环路就成了发展市话的瓶颈问题。如何解决这一难题?在无线通信技术日新月异和应用范围日益扩大的今天,自然而然提出了用无线来代替有线,迅速解决用户装机难的问题。人们把用无线通信技术来连接市话交换机至用户电话机的设施称为无线本地环路(Wireless Local Loop——WLL)。当前,无线本地环路受到越来越多的厂家和运营者的重视。各厂家纷纷推出各种各样的无线本地环路产品,运营部门也在考虑用无线本地环路来迅速解决日益增长的用户装机的要求。由此可见,正是由于需求的牵引和无线通信新技术发展,促使了无线本地环路受到人们的青睐。现在,有人还把无线本地环路的概念进一步扩大,对采用无线通信把用户接入市话网的系统,统称为无线接入系统。这样一来,现在通用的蜂房移动通信、无绳电话、移动卫星通信等都纳入了无线接入系统的范畴。但本书仅讨论固定用户采用无线接入市话交换机的无线本地环路。这样,在概念上比较明确。同时,在讨论中也可避免许多误解。下面扼要探讨有关无线本地环路的几个基本问题。

二、无线本地环路的特点与应用范围

与有线本地环路比较,无线本地环路有如下特点:

(1) 建设速度快

对于无线系统,只需要安装基站和架设天线,用户设备也很简单,从而建设周期短(而有线本地环路,则需要挖沟埋缆,或竖杆架线,建设周期长)。对扩容的用户,甚至可以做到上午申请,下午即可装好通话。

(2) 安装方便灵活

除了上述设备简单,不需特别的房屋设施外,对于用户,只要在覆盖区内,不需要特别定位和精确的规划。对于临时性的紧急需要,更可以迅速投入使用。同时,对于不宜架线铺缆的地形地物环境,采用无线本地环路更能显出其优点。

(3) 造价低廉

无线终端收发信机,比起铜缆和施工费用来讲要低廉得多。何况挖沟架线有时还要付通

过费用。而长期的维护费用也大为减少。无论对用户和运营商都可节省大量费用和投资。

(4) 安全性好, 抗灾能力强

有线电缆和明线容易发生故障, 且查找困难。对于地震、风灾、水害等, 无线系统的抗灾能力强。同时, 易于及时恢复通信联系, 减轻灾害造成的损失。

(5) 易于实现宽带综合服务

无线本地环路, 目前有的产品已能做到传输 64Kbps ~ 2Mbps 速率的数据信息, 可满足 ISDN 的要求。更宽频带的系统也在研究开发之中。

(6) 适应于今后个人通信与信息高速公路的发展

无线接入可以使用户随时随地和世界上任何人进行通信, 不受时间、地点和电话线的约束。无线本地环路是未来个人通信的不可缺少的组成部分。不言而喻, 当然也是国家和全球信息基础结构的组成部分。

无线本地环路的应用范围主要是以下三类情况:

(1) 人口稀疏的农村及边远地区

在这类地区如果采用有线来把用户接入市话网, 则无论是埋电缆或架明线, 都是投资大而效益低。采用无线本地环路是一种比较好的解决办法。初期无线本地环路的发展正是为了解决农村电话网的问题而促成的。

(2) 城市新兴商业区和居民区

在这类地区, 电话的需求量是很大的。原有的市话已不能满足要求, 而新建市话网, 则投资大、时间长。采用无线本地环路, 则可以在短时间内迅速满足其经济发展的需要。

(3) 在难于架设有线的地区

在这类受到地理或气候条件的限制, 埋设电缆有困难, 或架设明线也不易的情况下, 唯一的解决办法就是采用无线本地环路。

综上所述, 无线本地环路既不是用来代替现在的市话网, 也不是用来代替现在的移动通信网。它只是用来作为二者的延伸和补充, 在一些特殊情况下加以应用。从而也就确定了它所应具有的功能和应采用技术。只有这样理解, 我们才能恰如其份地评价各种无线本地环路的优劣, 并能发挥其固有的优势, 利用它去解决一些其他办法难于解决的问题。

三、无线本地环路的种类

前面我们强调了无线本地环路的功能和应用范围与移动通信、卫星通信和微波通信都是有区别的。因此, 不能简单地把现有的蜂房移动通信、无绳电话等用作无线本地环路。一般说来, 都要经过一定的改造, 以适应无线本地环路的使用要求和技术特点。归纳起来, 现有的无线本地环路可大致分为五类。

1. 基于蜂房移动通信的系统

在希望迅速建立用户网络, 而又没有本地交换局的情况下, 可以直接把蜂房移动通信系统用作无线本地环路, 称为固定式蜂房系统, 即用户终端(SRT)是固定的蜂房系统。它由移动交换中心(MSC)、基站(MS)及用户无线电终端(SRT)组成。MS通过无线与单线路SRT(住宅用)或多线路SRT(办公楼)相连, 并用2Mbps PCM线路与MSC连接, MSC直接与PSTN(公共交换电话网)相连。此系统对用户的服 务是透明的, 即PSTN提供的所有服务都可提供给无线本地环路用户。但这种直接用蜂房移动通信系统作为无线本地环路存在一些缺点。因为它本来是

为移动用户使用设计的。因此有些功能,如过区切换、漫游、驻地及访问地登记等对固定用户来说都是多余的。同时,它也是为端对端定位设计的,而不便于接入 PSTN。因此,可以简化系统不必要的功能,降低造价,重新设计以符合本地无线环路的使用要求。这种系统称为基于蜂房通信技术的系统。它由交换接口组件(SIM)用 2Mbps 的 PCM 链路 with 公共交换网(PSTN)的本地交换局连接,并将电话通信通过交换接口组件(TIM)馈送给无线基站(BS)。BS 再通过无线电与固定的用户无线电终端(SRT)通信。SIM 可以控制 90 条信道,与 1000 个用户连接。在 450MHz 频段能覆盖长达 46 公里的距离,这种系统比较符合农村的情况。而 800MHz 频段则适于市区范围使用。

目前这类系统已有多家产品供应市场应用。采用模拟移动通信系统的有美国 Telular 公司的固定蜂房系统。该系统可与 NMT900、TACS、AMPS 等制式的系统相连。另外爱立信公司的 RAS1000 系统和摩托罗拉的 WILL 系统则是基于模拟蜂房技术的无线本地环路系统,它们可以直接接入市话网。此外,尚有 Nokia 公司的无线用户环路系统 WLL、新西兰 Exicom 公司的有线无线交换系统和加拿大 NOVATEL 公司的 WACS 系统等。

2. 基于无绳电话技术的系统

欧洲无绳电话(DECT)标准原设计是适于通信密度高、城市人口稠密地区,提供微微蜂房慢速移动通信。DECT 采用 32kbps 数字话音编码。无线接口采用时分多址(TDMA),可以支持 $2B + D$ 基本速率的 ISDN(140kbps)。传输距离最大为 5km,而在建筑物密集地区只有 500m 至 1km。来自市话交换网的信息通过中央控制固定部分(CCFP)转发至各 DECT 接入节点(DAN),然后由 DAN 用无线电传送给远端固定接入装置(FAU)。DAN 含有 6 个 DECT 收发信机,每个能同时提供最多 12 条话音信道,而且每个连接多个定向天线,天线一般间隔 60 度角,以便提供全向覆盖。这种 DECT 型的无线本地环路适于用户密度高、覆盖距离短的地区。但这种系统也可用无线中继站(WRS)将传输范围扩展,或用于覆盖受遮挡地区。此外 WRS 也可装设一个朝基地站的定向天线和另一个全向天线以便成为微微蜂房小区,用于支持 100m ~ 300m 半径频距范围内的无绳终端。DECT 型无线本地环路的一个特点是容易接纳多线路设备。一部收发信机、一套天线、一个电源再加上 12 条模拟线路可组成适用于大楼或办公楼的低成本无线本地环路。

与 DECT 相似的其他无绳电话系统,如 PACS、PHS 等都可构成类似的无线本地环路。

3. 基于集群通信系统的无线本地环路

对于中小城市和乡镇地区,由于话务量小,可以利用建成的集群移动通信系统的多余话务量供固定用户使用。这种方式简单易行,且收效也快。

4. 采用一点对多点微波通信系统的本地环路

采用时分多址(TDMA)的一点对多点微波系统是农村通信的较理想的方案。这种系统能使用低成本、低功耗中继器覆盖大面积的农村地区。用户可分组连接到终端站或中继站,然后通过干线中继站连接到中心站。中心站直接与中心交换局连接并发送控制信息。站与站之间的典型跨距为 5 到 50km。若采用中继器,则微波通信系统的距离可延长到几百公里以上。基于一点对多点微波通信系统的无线本地环路,如有 120 个可用话音信道时,能够支持 2000 个用户。

5. 基于移动卫星通信系统的无线本地环路

在遥远的边疆地区、沙漠和海中小岛等,要进行通信联系,采用卫星通信是唯一可行的方案。但制造费用的昂贵和两排卫星中继所引起的传输延迟使这种系统实际很难应用。近来发展十分迅速的中低轨道移动卫星通信的出现,可望解决这一难题。但这种通信系统已经属于广义的无线接入系统,而不应看成是无线本地环路了。

四、CDMA 无线本地环路

自进入 90 年代以来,除上述模拟蜂房移动通信外,数字蜂房移动通信已大量应用。例如欧洲的 GSM 系统和北美的 IS-54 双模制式系统。它们都是采用时分多址(TDMA)技术。将其用来作为无线本地环路,在容量上和覆盖范围上都达不到农村边远地区的要求。采用扩频通信技术的码分多址(CDMA)系统已越来越受到人们的重视。它已成功地应用于数字蜂房移动通信中,成为美国 IS-95 标准。扩频 CDMA 蜂房移动通信系统比模拟蜂房系统在容量上大 8—10 倍之多,且运营者可以在发射功率、距离和容量上全面折衷地考虑选择。后面将分出一章专门介绍 CDMA 无线本地环路的主要情况。

第二节 国内外通信及 WLL 发展概况

一、国际上的发展情况

当前通信发展的热门话题主要有两个,即信息高速公路和个人通信。

信息高速公路(The information high-way)的名称来源于美国。当前美国正在进行一场被称作“信息高速公路”的巨大的技术革命,美国总统把这一举措看成是振兴美国经济的主要策略之一,并认为它的意义远超过五十年代在美国兴建州际高速公路(High-way)。同时相信,今天正在建设的“信息高速公路”会直接促进各项事业的发展。正因如此,提出了建设“国家信息基础设施(NII:National information infrastructure)”的正式计划。

当美国提出这一计划之后,各工业化发达国家也纷纷制订规划,以建设自己的“信息高速公路”,目的在于刺激本国经济,增加就业机会,增强在国际上的竞争力。

个人通信业务(PCS)是现在通讯领域的又一热门话题。人们对 PCS 的概念有各种提法,但大多数专家习惯上采用下述概念,即从概念和业务内容出发,PCS 的业务和内容应是让任何人(Whoever)在任何时间(Whenever)与任何地点(Wherever)的任何人(Whomever)进行任何内容(Whatever)的通讯(如数据、语音、图象等)。这一概念简称“5W”,它为人类未来通信勾画出了蓝图。由上可知其服务对象应是需要这种通信的任何人,服务范围应包括世界上每一个角落。随着人类对宇宙空间的征服,空间通信也包括在内。PCS 不仅要求发达国家和地区,而且也要求当前还十分贫穷的一些地区,具有同等水平的通信网,这个网是一个统一的规模十分庞大的网络。因此,全面实现上述目标是一个综合性的长期的任务。从技术角度看,它必须是一个高速的、宽带的、智能化的高于其它通信系统的综合网络。因为它是若干现代的通信网集成的。另一方面,现在很多的研究机构和公司已宣布即将或已研究出用于 PCS 的系统。这是否与前面讨论的内容相矛盾呢?不矛盾,这是因为各人对 PCS 的概念理解不同。有人提出,PCS 指的是一种通信服务体系,它将不直接涉及具体的通信设备与手段,它可能是当代全部或部分

的通信系统网络的集成。PCS 是一种实现个人到个人的通信方式,它与现在的电话机到电话机、计算机到计算机的点到点的通信方式不同,因此 PCS 还有一种简单的定义方式,即 PCS 是一种采用类似个人身份证号码的人与人的直接通信,只要做到全世界每个人拥有唯一的一个号码,则 PCS 能直接实现无论在任何地方(空中、陆地或运动中),只要被呼者身旁至少有一种通信接收器,任何呼叫通过 PCS 都会自动地找到你。这种通信终端工具类似于现在的“大哥大”、CT2 系统的手机、有线的电话机、多功能寻呼机、个人数字接收器(PDAS),但一般应包括数据的通信,未来还要包括图象服务。

现在已有一些公司正在研究和开发 PCS 系统,它们的主要工作是研究了一批智能化的软件和一些硬件(如接口设备)。它的基础设备仍是现在已有的各种通信设备和系统(PSTN、Cellular、CT2、CT2+、Pager、Satellite 等),通过它们新开发的软件和加上必要的接口设备等,初步实现了 PCS 功能。

当然要全面实现这一长远目标,必须解决一些关键的技术问题,如:高速、大容量的信息传输技术、存储技术、信息处理技术、VLSI 技术、现代通信网的集成技术及其控制和管理技术。

目前各国都非常重视对 PCS 的开发研究,美国为了发展 PCS,对它使用的频率作了统一规定,并以拍卖形式刺激几个大公司竞争和发展。各大通信公司围绕着 PCS 开发了不少新的通信系统及产品,如 PACS 等。此外,还有欧洲 RACE 的移动通信计划和 UMTS 系统以及日本的 PHS 系统等。当然 PCS 的需求会刺激“信息高速公路”的发展,因为只有成千上万的用户和他们所需传输的信息才会使“信息高速公路”有用武之地。

下面我们再介绍一下当前各国的一些基本通信工具的发展情况。众所周知,世界各国都在加快发展自己的电信建设,全世界通信网络的电话线路门数在 1993 年已超过 6 亿门,1995 年达到 6 亿 6 千 7 百万门。

就区域情况来看,欧洲仍是全球通信网络电话线路门数最多的地区,亚洲由于经济蓬勃发展,电话线路门数也已直追北美洲。1991~1994 年,亚太地区是电话线路门数增加最快的地区(其中仅中国就超过二千六百万门),其次是西欧(28.021 百万门),第三则是北美洲(21.287 百万门)。

从国外看,美国仍为拥有电话线路门数最多的国家,其次是日本、德国、法国、英国和俄罗斯等。

欧、美、日等国家仍是主要新兴通信产品的发展地区,由于其电信基础建设完善,信息化程度高,而且世界前 50 大通信厂商几乎都在欧、美、日三地(除韩国的 Sum-Sung、Goldstar 外),使得欧美日各国的通信大集团可充分利用其地域及文化优势,以其本国及邻近国家电信建设的市场需求发展通信产业。而欧美等国家对新兴的电信建设仍需求旺盛,其对交换系统及传输设备仍有很大的需求,而终端设备更是主要需求市场。

亚太地区近年来由于经济的蓬勃发展,电信建设飞快增长,每年增长率都较欧美高。对于世界前 50 大通信厂商而言,亚太市场的兴起是维持未来公司高速成长的主要源动力,尤其是对生产交换机及传输设备的大厂而言。亚太地区未来主要市场机会是在电信服务需求的基础建设,其次是传统的有线通信不易于短时间速成而需由无线通信服务来应急的无线电通信,其次才是有线通信建设。

整体而言,未来电信建设的主要市场仍在美国、欧洲、日本及亚洲等地区,而欧、美、日因其目前电话线路累积门数已相当高,虽然未来成长缓慢,但整个市场需求量仍相当大,而相对这些市场的竞争也较为激烈。这些市场的主要竞争者都是世界级的通信大集团。至于中南美

洲、非洲及中东地区,电话线路门数的增长率虽高,但其因累积装置门数少,相对需求量并不大,而且这些市场已被欧、美大企业集团所垄断。未来 10 年,亚洲仍是全世界电信建设需求量最大的地区。

二、蓬勃发展的中国通信业

中国通信事业的发展之快令世界各国注目,它的高速发展直接促进国民经济持续高速度发展。下面首先介绍一下我国在“信息高速公路”方面的研究动向和部分成果,然后再介绍通信事业在其他方面的发展情况。

中国也提出了自己的“信息高速公路”计划:中国国家信息基础设施(CNII; China National Information Infrastructure)。中国是一个发展中国家,尽管改革开放以来取得了令人瞩目的成果,但与发达国家相比工业水平不高,农业也比较落后,信息化程度较低。但我们已处在信息时代,应该不失时机的以信息化促进四个现代化的发展,从科学技术发展规律看,信息化是历史的必然。

而中国公用通信网正是国家要发展的信息高速公路的基础结构,经过几年来的发展,已拥有 1700 亿的固定资产。该网已具备有线和无线多种手段相结合、覆盖全国、连通世界的国家公用通信网,可以为国民经济信息化提供良好的网络环境。到本世纪末,它将建成一个规模容量居世界前列,技术水平先进,网络运行高效,服务质量优良,适用社会多层次需求的现代化的国家公用通信网。

为此,邮电部在八五期间重点建设了光纤干线,数字微波干线和卫星通信的国家通信干路,为未来的中国 CNII 提供了最基本的平台,而这一平台本身所能提供的能力正在增长。例如,邮电部最近又提出了光纤干线,要实现“八纵八横”(见图 1.1),为加速高速信息公路建设再作贡献。

关于中国通信各个领域的发展情况,可用一组数字来说明。1978 年底我国电话仅为 534 万部,电话普及率低于印度,仅为 0.389%。从 1979 年开始,我国通信业年增长率成倍提高。到第六个五年计划(1981~1985)期间平均增长为 18.8%,第七个五年计划上升到 24.4%,目前电话普及率已上升到 3.2%,省会以上城市达到 17%,大大超过了印度。我国电话网去年净增容将近 1800 万门。按这一速度发展下去,到本世纪末,我国电话网容量将拥有 1.2 亿门以上,成为世界上最大的电话网之一。1994 年全年完成固定资产投资 683 亿元,固定资产总值达到 1704 亿元,邮电业务总量完成 693 亿元,业务收入完成 675 亿元,分别比上年增长 50.2% 和 53.2%(见图 1.2 和图 1.3)。局用电话交换机净增 1894 万门,达到 4878 万门,加上与公用网相连的用户交换机,全国城乡电话总体容量达到 6162 万门。移动通信发展迅速,模拟网两大系统分别实现全国联网、自动漫游。数字试验网(GSM)在广东、北京、上海投入试运行,公用分组交换网、公用数字数据网不断扩大,分别达到 6 万个端口和 3360 个端口,已具备现阶段国民经济信息化所需要的通信能力。全网技术层次明显提高,市话交换程控化比重达到 97%。全国实现县以上电话交换程控化、长途传输数字化的省市已达 15 个。数字同步网、7 号信令网、监控网的建设速度加快,广东至香港 2.4Gb/s 同步数字系统的顺利开通,标志着我国干线通信技术上了一个新的台阶。

全年新发展城乡电话用户首次突破 1000 万户,其中新增居民住宅电话 793 万户,移动电话 93 万户。全国城乡电话主线总数达到 2880 万户,其中移动电话用户达到 157 万户,总数达 300 万户,电话机总数达到 3900 万部;城市电话普及率达到 13%,北京、海口、杭州、广州、福州

的市话普及率超过 25%。公用数据通信网已开放电子信箱、电子数据交换、可视图文、帧中继等多种业务。财税、金融、贸易、海关、科教部门利用公用网组成各类计算机信息网和实时交易网。公用网已成为国家“金字”工程的主要通信平台,正在为国民经济信息化发挥重要的骨干作用。

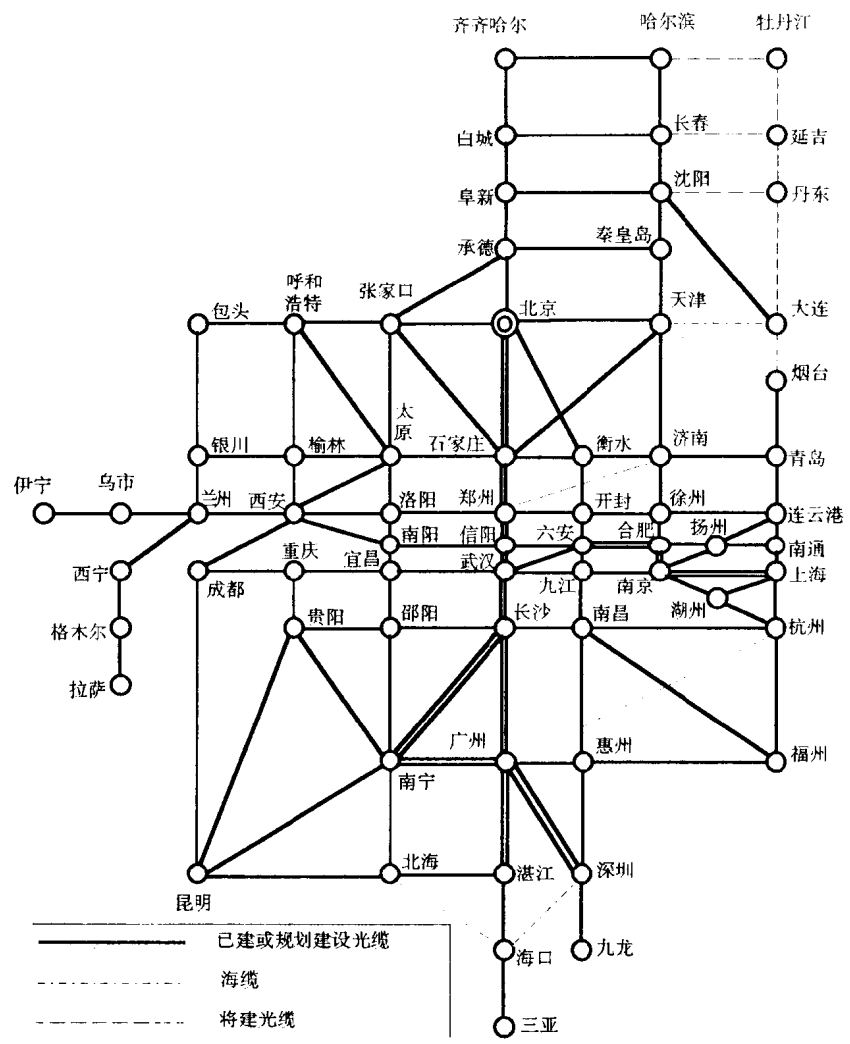


图 1.1 全国光缆干线“八纵八横”示意图

三、中国的移动通信事业

本小节将讨论我国移动通信事业的发展,并从中来看一看我国的 WLL 的现状和未来发展。

所谓移动通信就是指通信的双方至少一方处在运动中所进行的通信。由于至少有一方处于运动之中,所以它只能使用无线电进行通信。它是由定点到定点的无线电通信发展起来的,后来发展到双方均处于运动或至少一方在运动之中。到了 80 年代,模拟“大哥大”发展迅速,它与有线电话的程控交换机相连,实现了移动用户间、移动与固定用户间的通信。到 1987 年,又出现了数字蜂窝移动电话,电话质量功能明显比模拟“大哥大”有了很大提高,但它的服务内

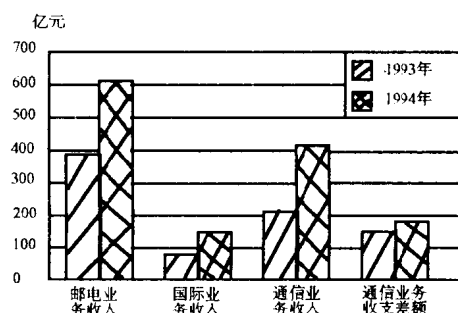


图 1.2 1994 年邮电业务收入概况

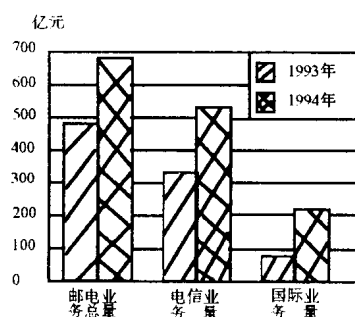


图 1.3 1994 年邮电业务量

容和工作方式没有变。到了 90 年代,个人通信(PCS)的概念提出后,微微区通信发展很快,这种系统不仅能解决成千上万的在一定范围内移动中的用户,而且也可以解决固定用户的通信。因此,新的通信系统 WLL 也应运而生。它直接面对通信中的两大难题:人口过于密集区的通信和山区、农村、边远地区等人口稀少地区的通信。

目前,电信的主要业务是无线蜂窝移动电话和无线寻呼业务,微波中继和 CT2 及其它无线业务。

1984 年,公共无线寻呼业务投入运营。在珠江三角洲、辽宁、河北、河南省已经建成了自动寻呼漫游业务,不久将实现全国漫游。其它省也正在发展各种寻呼业务。例如,数字和汉字显示,有英语文字和语音信箱的系统已经开通。1340 个寻呼系统已经建成,中国的无线寻呼业务正在成为世界上最大的系统之一。无线寻呼发展情况如图 1.4 所示。

第一个 900MHz 无线蜂窝系统于 1987 年 11 月投入运营,1994 年 12 月底用户已达 157 万,年增长率大约为 223%。800MHz 中继无线系统 1990 年 5 月已在上海、天津和其它几个城市投入使用。截止到 1993 年底,有 60 个系统分别在各省建成。

同时,低容量 450MHz 无线自动拨号系统有一定的发展。南京和昆明周围大多数县用上了这种系统。

近 10 个城市建立了 CT2,目前仍有增长。

900MHz 蜂窝模拟系统我们选用的是 TACS 标准,供货商是摩托罗拉、爱立信、NEC(包括在中国两个合营公司)。西北 5 省持特别许可证使用 800MHz AMPS 系统。无线蜂窝的发展情况如图 1.5 所示。

根据电信发展规划,从 1991~2000 年期间,移动电话是电信发展最快的分支。下一步主要任务是发展陆地基站数字蜂窝系统和卫星移动通信系统。紧接着第一个 GSM 试运行系统

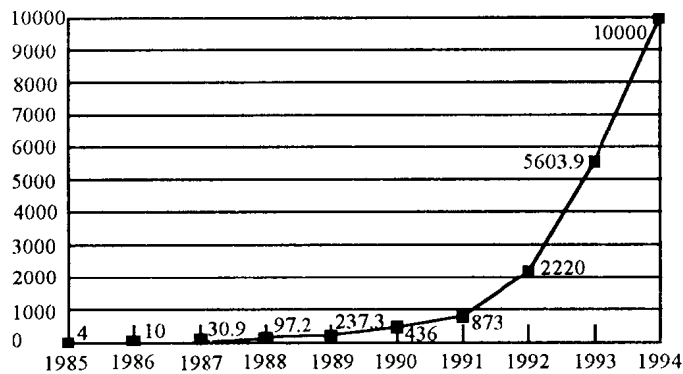


图 1.4 无线寻呼用户数(单位:千户)

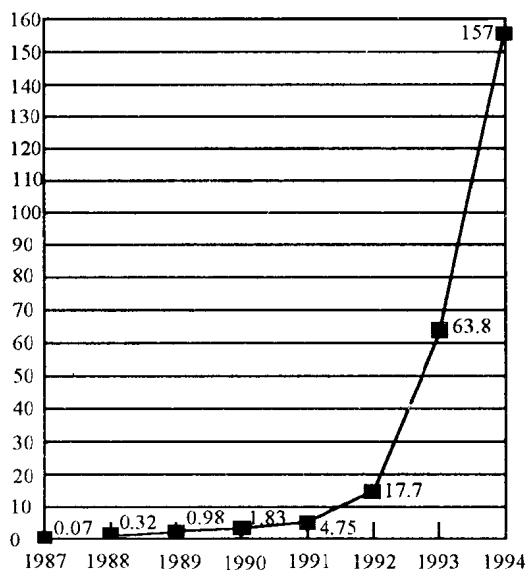


图 1.5 无线蜂窝电话用户数(单位:万户)

在浙江开通后,广东、北京、上海、天津等四城市也相继开通运行。另外在天津对 CDMA 系统还进行了测试。目前,我们的绝大部分是大区制(一些大城市例外),一般覆盖半径为 15 至 20 公里,有些较高的基站覆盖半径达 40 公里。随着用户数量的增加,无线覆盖区逐渐缩小,进展最快的是广东省,目前正在进行第 11 期扩容工程。广州市无线区覆盖半径已减至 0.5 公里,成为微区,而且每个基站由三个扇形区的设备组成。每个扇区内约为 23 个话音信道。如果忙时话务量按 0.03Erl 计,则用户密度可达

$$18.08 (0.05 \text{ 呼损}) \div 0.03 \times 3 = 1808 \text{ 户}$$

对于信道分配,邮电部自 1990 年到 1992 年,前后发表了两个体制。第二次发表的体制规定 900MHz 频段蜂窝式电话的信道分配如下:

上行:890MHz ~ 915MHz,其中:890 MHz ~ 905MHz (600 信道)	模拟
905MHz ~ 915MHz	数字
下行:935MHz ~ 960MHz,其中:935MHz ~ 950MHz (600 信道)	模拟
950MHz ~ 960MHz	数字

从前面分析可以看出,中国移动通信市场发展上表现出如下一些特点:

- 移动通信发展速度最迅猛,每年增长均在 200% ~ 300%,在国际上也是空前的;
- 市场竞争日趋激烈,特别是作为第二家电信经营公司:中国联通公司的成立,使中国通信事业由邮电部独家经营逐步进入政企分开和全面竞争的局面,也为中国通信事业大发展创造了条件;
- 中国努力争取使移动通信产品国产化。邮电部、电子部均采取一定措施,努力争取使移动通信产品在国内占领更大的市场。从目前情况看,经营是由中国人全部掌握,但中国自产的通信产品仅占中国总市场的 5% 左右。从品种看,主要是 BP 机系统、光端机和程控交换机等,一些通信设备主要还靠从国外引进。

从国际上看各大通信公司均涉足中国,而且把最新技术带到中国来。例如,AT&T 把 2.4Gb/s 的光纤通信系统首先在广州至香港间开通。Qualcomm 把 CDMA 技术在天津试验,而且 AT&T 还在广州同样开始 CDMA 试验工作。各大公司的通信产品在中国市场竞争也变得十分激烈。对于 WLL 的产品同样如此。目前已有 NT、Motorola、Ericsson、Exicom 和以色列的两家公司将向中国提供 WLL 的产品。因此,我们必须对这一系统作认真地研究和分析。

第三节 几大通信技术与 WLL

一、光纤通信技术

1966 年华裔科学家高锟博士在英国 Hockham 曾预言,如果光纤衰耗能降低到 20dB/km,即可被通信业所采用,并可替代昂贵的铜线电缆。四年后美国的 Kapron 博士在 Corning 公司实现了这一预言,从而产生了以光代电,以光纤代替铜缆作为传输手段的新时代。随着科学技术的进步,目前光纤系统工作波长在 1300nm 附近,光纤衰耗系数已降低到 0.3 ~ 0.4dB/km。如果进一步把波长移到 1550nm,则光纤衰耗系数将降到 0.18 ~ 0.25dB/km,可在长达几百公里范围内不加任何放大、复原设备,为大通路、远距离传输提供了十分可靠的廉价的传输工具。可以说光纤系统是廉价的,主要因为用光纤传输信息速率快、容量大、路数多,因此分摊到每个用户的费用将十分低廉。

目前,光纤采用了时分复用技术(TDMA)的方式,它能服务的用户数与速率成正比。每当传输速率提高两倍,传输成本将随之降低 $1/3 \sim 1/2$,现在我国已研制成功并逐步采用 556Mb/s 和 622Mb/s 的两种较高的传输速率,而一些发达国家商用系统的速率已达到 10Gb/s 的水平。我国在八五期间计划建设 22 条光缆干线,这些干线将把绝大部分省会城市和北京连在一起,也为我国的高速大通路信息传输奠定了坚实的基础。在美国截止到 1994 年估计铺设光缆 2 万 2 千公里,这正是美国信息高速公路的基础。但是目前最难实现光纤化的部分是用户网部分,特别是配线和引入线部分,也就是说如何把大通路的大量信息,经过切换分送到成千上万的办公室和家庭中去,成了大通路的“瓶颈”。近年来,人们在这方面作了大量的研究和开发工作,因为人们知道,如果这个“瓶颈”问题不解决,未来的信息高速公路不可能建成。现在已提出和正试验着的一些解决办法有:

- 用同轴电缆与光纤结合的办法。长途大通路由光缆解决,而最后 0.5 ~ 3km 范围以内的传输任务由电缆来解决,以便把几百路的电视再加上电话和数据信号传送到各个用户。但是,如果距离再长,中间就要加上一些放大器,成本会变得十分昂贵;