



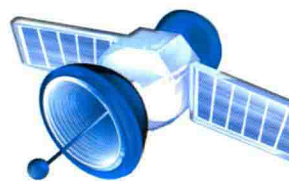
高等职业教育“十二五”规划教材

移动通信

项目化教程

◎ 薛宏甫 张平川 吴保奎 白巧灵 编著

- ☑ 以**项目**为载体、以**能力培养**为主线
- ☑ 由**一线实力教师**和**工程技术人员**编写
- ☑ 阐述现代移动通信的**基本原理、基本技术**和各类**移动通信系统**



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



资源免费下载
cnpqu@163.com
010-88379564

赠

电子课件、项目思考答案、
模拟试卷及答案等

gaodeng zhijye jiaoyu shierwu guihua jiaocai

高等职业教育“十二五”规划教材

移动通信项目化教程

薛宏甫 张平川 吴保奎 白巧灵 编著



机械工业出版社

本书是专为高职高专电子信息专业师生编写的移动通信项目化简明教程,以项目为载体,以提高学生技能为导向,较为全面、系统地阐述了现代移动通信的基本原理、基本技术和当今广泛使用的各类移动通信系统,较为充分地反映了当代移动通信的新技术。

全书共分九个项目,分别是移动通信整体认识、认识移动通信系统关键技术、移动通信系统组网、GSM 系统及终端维修、CDMA 系统及终端检修、单片机温度测试短信系统、GSM 手机典型电路分析、移动通信终端的检修实训、手机电路识图能力拓展。

本书以项目为载体,以情景融合知识与技能,内容丰富、新颖,系统性强,并针对高职高专院校的教学特点,突出了实用性的内容,强化了实际操作技能的训练,可作为广大高职高专院校电子信息工程及通信类相关专业学生学习移动通信专业课程的教材,也可用于从事移动通信工作的工程技术人员和管理人员的参考阅读。

为方便教学,本书配有免费电子课件、项目思考答案、模拟试题及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取,有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信项目化教程/薛宏甫等编著. —北京:机械工业出版社, 2013. 12

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-44913-3

I. ①移… II. ①薛… III. ①移动通信—高等职业教育—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第282976号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 冯睿娟

版式设计:霍永明 责任校对:刘雅娜

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13印张·320千字

0 001—2 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-44913-3

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

自 20 世纪 60 年代末蜂窝式移动通信问世以来,经过近半个世纪的发展,移动通信已成为当代通信领域内发展潜力最大、市场前景最广的热点技术,给社会带来了深刻的信息化变革。移动通信在 21 世纪仍有巨大的发展空间,随着第三代移动通信技术的商用和移动网与互联网的融合,全球已经进入全面移动信息时代。

随着移动通信产业的快速发展,迫切需要大量的掌握通信实用技术的中、高级技术人才,而高职高专院校和行业岗位培训部门担负着移动通信领域内中、高级技术工人的培养任务。

项目化是当今高等职业教育课程改革的根本方向,因此,本教材为适应移动通信原理与技术课程的教学改革需要,根据教学大纲的指导思想,考虑到移动通信原理与技术的深度和广度,结合职业技能培养的特点,建立了以项目为载体、以能力培养为主线的教材体系。全书共组织了九个项目,涉及移动通信系统的基本知识、基本技术和组网技术、移动通信终端设备(手机)的电路原理和检修技能、移动通信系统在智能化控制方面的应用等。

本教材在编写过程中,组织了一批长期从事课程教学且具有丰富实践经验的老师和工程技术人员,经过反复研讨,通过丰富的图表,力图体现教材内容新颖简明、理论表述通俗易懂、电路分析典型实用、结构体系灵活清晰的特点。

本书可作为高职高专院校电子信息工程技术专业、通信技术专业及相近专业的移动通信技术课程的教材,可作为电子工程师继续教育、移动通信技术培训的教材,也可用于从事移动通信工作的工程技术人员和管理人员的参考阅读。

本书项目一、五、八由吴保奎老师编写;项目三、四、六、七由张平川老师编写;项目二、九由薛宏甫高级工程师编写;附录由白巧灵老师编写。

鉴于时间仓促、作者水平有限,加之移动通信技术的发展日新月异,书中难免有疏漏甚至不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

项目一 移动通信整体认识 1

情景一 认识移动通信 1

情景二 认识主要移动通信系统 6

情景三 认识移动通信的特征及类型 12

情景四 认识移动通信的工作方式 14

项目思考 16

项目二 认识移动通信系统关键技术 17

情景一 认识多址技术 17

情景二 移动通信中的调制解调技术 19

情景三 移动通信信号环境 21

情景四 认识自适应均衡技术 24

情景五 认识编码技术 24

情景六 认识跳频技术 27

情景七 认识扩频通信技术 27

情景八 认识交织技术 31

情景九 认识分集接收技术 32

情景十 移动通信系统频率资源规划 33

项目思考 35

项目三 移动通信系统组网 36

情景一 移动通信系统的区制 36

情景二 服务区的划分方法 38

情景三 认识移动通信网的结构 43

情景四 移动通信网接入公众电话网的方式 47

情景五 移动通信网路由及接续技术 48

情景六 多信道共用技术 52

项目思考 54

项目四 GSM 系统及终端维修 55

情景一 数字移动通信系统的组成 55

情景二 数字移动通信系统参数 58

情景三 GSM 信令系统 65

情景四 GSM 数字手机原理与维护 67

项目思考 102

项目五 CDMA 系统及终端检修 103

情景一 CDMA 系统概况 103

情景二 CDMA 系统组网 105

情景三 CDMA 终端的原理及检修 112

项目思考 129

项目六 单片机温度测试短信系统 130

情景一 系统方案设计 130

情景二 系统工作机制实现 130

情景三 程序的设计 133

情景四 系统硬件设计 134

情景五 SMS 的体系 134

情景六 系统源程序 135

项目思考 138

项目七 GSM 手机典型电路分析 139

情景一 GSM 手机工作流程 139

情景二 GSM 手机基本单元电路 140

情景三 接收机与发射机 142

情景四 频率合成器 144

情景五 逻辑/音频电路与 I/O 接口 145

情景六 手机电源电路及供电电路 147

项目思考 148

项目八 移动通信终端的检修实训 149

情景一 手机检修基本知识 149

情景二 手机检修仪器与工具 152

情景三 软件处理 154

项目思考 157

项目九 手机电路识图能力拓展 158

情景一 诺基亚 8210/8850 型手机电路分析 158

情景二 摩托罗拉 V60 型手机电路分析 161

情景三 三星 T108 型手机电路分析 174

情景四 CDMA 型手机芯片组合与系统简介 177

项目思考 179

附录 移动通信常用专业英语词汇 180

参考文献 203

项目一 移动通信整体认识

情景一 认识移动通信

随着社会的发展、科学技术的不断进步,人们希望能够随时随地、迅速可靠地与通信的另一方进行信息交流。这里所说的“信息交流”,不仅指通信双方的通话,还包括数据、传真、影音图像等通信业务。当代通信主要有微波中继通信、光纤通信、卫星通信和移动通信等几种方式,其中,移动通信是现代通信中发展最为迅速的一种通信方式。它不仅是固定通信的延伸,也是实现人类理想通信必不可少的手段。移动通信系统已发展成为一种有线通信与无线通信融为一体、固定通信与移动通信相互连通的通信系统。

所谓移动通信是指通信的一方或双方在移动状态中,或临时停留在某一预定位置上进行信息传递和交换的方式。这里所说的“信息传递和交换”,不仅指语音,还包括数据、传真、影音图像等通信业务。移动通信不受时间和空间的限制,其信息交流机动、灵活、迅速、可靠,是达到个人通信的必经阶段。

移动通信技术是一门融合了当代微电子技术、计算机技术、无线通信技术、有线通信技术以及交换和网络技术的综合性技术。由于大规模集成电路和微处理器、声表面波器件、数字信号处理、程控交换技术的进步,使移动通信技术趋于完善,同时大大促进了移动通信设备的小型化、自动化,并使移动通信系统向大容量和多功能方向发展,因此,移动通信业务必将有更大发展,在整个通信业务中将占据重要地位。

移动通信涉及的范围很广,凡是固定体与移动体,或移动体之间通过无线电波进行通信,都属于移动通信的范畴。移动通信系统形式多样,本书主要介绍代表移动通信发展方向、体现移动通信主流技术的公用数字蜂窝移动通信的技术和系统,并分析了数字移动电话的故障特点、维修方法等内容。

一、认识移动通信的发展历史

1. 世界移动通信的发展历史

移动通信的历史可以追溯到 19 世纪末 20 世纪初。在 1895 年无线电发明之后,摩尔斯电报首先用于船舶通信,1899 年 11 月,美国“圣保罗”号邮船在向东行驶时,收到了从 150km 外的怀特岛发来的无线电报,向世人宣告了移动通信的诞生。1900 年 1 月,在波罗的海一群遇难渔民通过无线电呼叫而得救,这也是移动通信第一次在海上证明了它对人类的价值。紧接着 1901 年英国蒸汽机车装载了第一部陆地移动电台。1903 年底莱特驾驶自己的飞行器,开创了航空新的领域,飞机更需要通信来保证飞行安全。于是移动通信这个 20 世纪的新生事物便相继在海、陆、空三大领域起步了。

回顾移动通信的 100 年发展历程,大致经历了以下五个发展阶段。

第一阶段:19 世纪末至 20 世纪 40 年代初,移动通信主要应用于船舶、飞机和汽车等专用无线通信系统及军事通信系统,其使用频率主要是短波,设备采用电子管,并采用人工

交换和人工切换频率的控制和接续方式。使用工作频率最初为 2MHz, 到 20 世纪 40 年代提高到 30 ~ 40MHz。

第二阶段: 20 世纪 40 年代中期至 60 年代, 在此期间, 公用移动通信业务问世, 移动通信所使用的频率开始向更高的频段发展。1946 年, 美国在圣路易斯城建立起世界上第一个公用汽车电话网, 称为“城市系统”。此后, 法国(1956 年)、英国(1959 年)等一些国家也相继组建了公用汽车电话系统, 开通了汽车电话业务。同时, 专用移动无线电话系统大量涌现, 广泛应用于公安、消防、出租汽车、新闻和调度等方面。

但是, 在此期间的电话接续为人工操作, 主要使用 150MHz 和 450MHz 频段, 通信方式为单工。网络体制采用大区制, 可用信道数很少, 网络容量也比较小。特别值得一提的是, 1947 年 Bell 实验室提出了蜂窝的概念。1964 年美国开始研制更先进的移动电话系统 IMTS (Improved Mobile Telephone System)。这一阶段是移动通信系统改进与完善的阶段。

第三阶段: 20 世纪 70 年代至 80 年代中期, 随着集成电路技术、微型计算机和微处理器的发展, 以及由美国贝尔实验室推出的蜂窝系统的概念和理论的应用, 美国和日本等国家纷纷研制出陆地移动通信系统。这些陆地移动通信系统有美国的 AMPS (Advanced Mobile Phone Service)、英国的 TACS (Total Access Communications System)、北欧的 NMT (Nordic Mobile Telephone) 等, 其中, AMPS 成为我国主要系统之一。这个时期, 系统中的主要技术是模拟调频、频分多址, 使用频段为 800MHz 或 900MHz (早期使用 450MHz), 信道间隔为 12.5 ~ 30kHz。这一阶段是移动通信系统不断完善和成熟的阶段, 进入 80 年代后, 许多无线系统已经在全世界范围内发展起来, 寻呼系统和无绳电话系统不断扩大服务范围, 很多相应的标准也应运而生。这一时期的系统通常称为第一代移动通信系统, 也称模拟移动通信系统。这一阶段, 各个国家和地区都选择与之国情相适应的系统进行研究, 并对无线网络进行配置, 这是产生系统标准繁多的主要原因。模拟移动通信系统制式复杂, 不易实现国际漫游, 不能提供综合业务数字网 ISDN (Integrated Service Digital Network) 业务, 而通信网的发展趋势最终将向 ISDN 过渡。因此, 随着非话业务的发展, 综合业务数字网逐步投入使用, 对移动通信领域数字化要求越来越迫切。模拟移动通信系统设备价格高, 手机体积大, 电池充电后有效工作时间短, 只能持续工作 8h, 给用户带来不便。模拟移动通信系统用户容量受限制, 在人口密度很大的城市, 系统扩容困难。解决上述问题的最有效办法就是采用一种新技术, 即移动通信的数字化, 对应的系统称为数字移动通信系统。

第四阶段: 20 世纪 80 年代到 90 年代初期, 随着数字技术的发展, 通信、信息领域的很多方面都面临着向数字化、综合化、宽带化方向发展的问題。数字移动通信以数字传输、时分多址和码分多址为主体技术, 主要业务包括电话和数据等窄带综合数字业务, 可与窄带综合业务数字网 N-ISDN (Narrow Integrated Service Digital Network) 相兼容。开始进入商用的数字蜂窝系统有欧洲的 GSM (Global System for Mobile Communication)、美国的 DAMPS (Digital Advanced Mobile Phone System)、日本的 PDC (Personal Digital Cellular) 等。通常将第二代移动通信系统称为数字移动通信系统。

第五阶段: 20 世纪 90 年代中期至今, 由于技术的发展和用户对系统传输能力的要求越来越高, 几千比特每秒的数据传输能力已经不能满足一些用户对于高速率数据传输的需要, 新的技术如 IP 等不能有效地实现, 这些需要是高速率移动通信系统发展的市场动力。在此情况下, 开始出现了传输速率为 9 ~ 150kbit/s 的通用分组无线业务 GPRS (General Packet

Radio Service) 系统和其他系统, 成为向第三代移动通信过渡的系统。

随着社会经济的发展以及信息个人化、业务多样化、综合化的趋向, 第三代移动通信系统进入了研制阶段。国际电信联盟 ITU (International Telecommunications Union) 提出的第三代移动通信系统 IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000) 的克服了第二代移动通信系统因技术局限而无法提供宽带移动通信业务的缺陷。IMT-2000 的目标是全球统一频段, 统一标准, 全球无缝覆盖; 实现高质量服务、高保密性能、高频谱效率; 提供从低速率的语音业务到高达 2Mbit/s 的多媒体业务。三代移动通信比较见表 1-1。

表 1-1 三代移动通信比较

第一 代	第二 代	第三 代
模拟 (蜂窝)	数字 (双模式、双频)	多模式、多频
语音通信	语音和数据通信	当前通信业务 (语音, 中速数据) 之外的新业务
仅为宏小区	宏/微小区	卫星/宏/微/微微小区
主要用于户外覆盖	户内/户外覆盖	无缝全球漫游, 供户内外使用
与固定 PSTN 完全不同	是固定 PSTN 的补充	与 PSTN 综合, 作为信息技术业务数据网、因特网、专用虚拟网的补充
以企业用户为中心	企事业和消费者	通信用户
主要接入技术: FDMA	主要接入技术: TDMA	主要接入技术; CDMA
主要标准: 北欧移动电话 (NMT)、先进移动电话系统 (AMPS)、全接入通信系统 (TACS)	主要标准: GSM、IS-136 (或 D-AMPS)、PDC	主要标准: 三模式宽带 CDMA (W-CDMA)、直扩序列 (DS)、多载波 (MC) 和时分双工 (TDD)

2002 年初, IMT-2000 已经开始了后 3G 的研究计划, 目前后 3G 在高速移动环境支持 20Mbit/s 还是 100Mbit/s, 静止环境最高速率是 100Mbit/s 还是 2Gbit/s 等, 都处于探讨阶段。事实上, 虽然对于后 3G 还没有形成清晰、一致的概念, 但新一轮的技术之争已经拉开了序幕。

2. 我国移动通信的发展历史

(1) 我国移动通信发展阶段和历程 我国移动通信是从军事移动通信即战术通信起步的。民用移动通信发展较晚, 大致分为早期、74 系列、80 系列三个阶段。

20 世纪 50 年代末到 70 年代中, 移动通信主要用作公安、邮电、交通、渔业等少数部门的专网。1974 年才开放了四个民用波段, 制定了通用技术条件, 开始研制频道间隔为 50kHz 和 100kHz 的 74 系列产品。

1980 年制定了频道间隔为 25kHz 的性能指标、测试方法和环境要求等部颁标准, 开展了 80 系列设备的研制。

我国公众移动通信起步于 20 世纪 80 年代, 其主要历程如下:

1987 年在广州、上海率先采用 900MHz TACS 标准的模拟蜂窝移动通信系统, 开通了蜂窝移动通信业务。至 1996 年, 已基本建成一个覆盖全国大部分地区的全国移动通信网。该

网采用的设备主要由摩托罗拉系统（称 A 网）和爱立信系统（称 B 网）组成。1995 年 1 月 1 日实现了 A 网和 B 网两系统内的分别联网自动漫游。

1996 年 1 月 1 日实现了 A 网、B 网两系统的互联自动漫游，从而真正实现了“一机在手，信步神州”。随着数字移动通信系统的发展与普及，模拟蜂窝移动通信系统于 2000 年起开始封网，逐步退出中国电信发展的历史舞台，并将频段让给数字蜂窝移动通信系统。

（2）我国移动通信现状及前景 1994 年 4 月中国联通的成立，打破了邮电“一统天下”的局面。联通决定采用技术先进、设备成熟、具有国际自动漫游功能的 GSM 数字移动通信技术，组建全国第二个公众移动通信网。

1994 年 9 月中国电信也采用 GSM 数字移动通信技术，组建中国电信全国公众数字移动通信网。从 1994 年 9 月至 1995 年底短短一年多时间，中国电信就在 15 个省、直辖市、自治区开通了 GSM 数字移动电话业务，并采用中国七号信令完成联网自动漫游。

在发展 GSM 的同时，我国积极跟踪 CDMA 技术的发展。CDMA 数字蜂窝试验网率先由长城电信在北京、上海、广州、西安四大城市建成并开通，使用效果不错。该网络采用美国 TIA 的 IS-95 双模式 CDMA 标准，该标准以高通公司（Qualcomm）的方案为基础，系统带宽为 1.25MHz。随着电信改革的深入，1999 年 4 月，原信息产业部确定由中国联通在全国范围内经营 CDMA 数字蜂窝系统。2000 年，中国联通在移动通信上投资 289 亿，主要用于 CDMA 网络建设，逐步使 CDMA 网络的系统总容量达到 1130 万户，覆盖国内大部分的重要城市并开通运营。目前，中国国内最主要的移动运营商是中国移动和中国联通，未来潜在的第三代移动运营商可能还包括固定电话公司和若干家新增的电信运营商。

为了改变我国以往在制定技术标准方面跟着国外标准跑的局面，我国政府主管部门高度重视第三代移动通信的发展，积极制定具有我国自己知识产权的 3G 标准。1998 年 6 月 30 日，在国际电信联盟 ITU 规定的提交无线传输技术 RTT 建议的最后期限里，共有 10 个组织向 ITU 提交了候选 RTT 方案，原信息产业部电信科学技术研究院代表中国也提交了自己的候选方案 TD-SCDMA。1999 年 11 月，在芬兰召开的 ITU 第 18 次会议上，TD-SCDMA 技术正式作为 IMT-2000 的三种主流标准之一，我国迎来移动通信发展的新高潮。

二、认识移动通信的发展趋势

21 世纪的通信技术正进入关键的转折期，未来几年将是技术发展最为活跃的时期。单靠现有的技术和频段，移动通信发展很难满足大量用户的增长和多业务的需求，故向更高频段发展、进一步提高频率利用率以及采用各种新型通信技术是移动通信发展必然趋势。

1. 移动通信未来的发展动向

移动通信未来的发展动向主要有以下几个方面：

（1）提高频谱利用率，开拓更高频带 随着移动通信用户的不断增长，无线电频谱将越来越拥挤，如何提高现有频谱的利用率并进一步开拓新频带显得越来越迫切。为了更有效地利用频谱，正在研究采用以下措施：

1) 采用宽带通信系统，如 CDMA 系统。

2) 采用微蜂窝（Microcell）或微微蜂窝（Picocell）系统。

3) 频带方面，把 800 ~ 900MHz 频段用于移动通信业务。现在，世界各国不仅已建成和大量使用 800 ~ 900MHz、1800MHz（DCS1800）和 1.9GHz（PHS）频段的蜂窝公用移动通

信系统，而且已经应用 29GHz 及更高频段的技术。

(2) 新体制的研究 目前，第二代数字移动通信系统主要分成两个派别，即窄带的 TDMA 和宽带的 CDMA。窄带的 TDMA 又分为欧洲的 GSM 和美国的 DAMPS。我国现在主要引进的蜂窝技术体制有 GSM 和 CDMA。与 CDMA 相比，GSM 以其完整、严格的技术体系享誉全球，但 GSM 较模拟系统容量增加不大，只是模拟系统的两倍左右，而且与模拟系统没有兼容性，只能单独建网。CDMA 容量大，是模拟系统的 10 倍，与模拟系统的兼容性好，并以其新颖的技术显示了巨大的发展潜力，但在技术上还不如 GSM 成熟，部分标准还不够完善。目前，两者都还在不断地发展，如 GSM 已经同时使用了 900MHz 和 DCS1800 频段系统及可连接因特网浏览信息的 2.5 代系统 GPRS，中国联通的 CDMA 系统也商业化运行了 2.5 代 (CDMA 1x) 的网络。

(3) 开发卫星移动通信系统 卫星移动通信系统近年来发展迅速，并随着通信业务量的增长和业务种类的扩展，出现了高、中、低三种轨道并存的卫星移动通信系统。卫星移动通信系统具有覆盖面积大、信号稳定、不受地形地貌影响、不受距离限制等特点，此外，它还可以把陆上、海上和空间三种通信对象有机地综合到一个统一的通信网中，最终实现个人通信的目标。值得一提的是，小卫星通信具有成本低、重量轻、体积小、性能高和研制周期短等特点，它在个人通信、全球移动通信方面的应用十分引人注目。

(4) 个人通信 (Personal Communications) 个人通信是指无论任何人 (Whoever)，在任何地方 (Wherever)，在任何时候 (Whenever)，能向任何人 (Whomever) 提供任何方式 (Whatever) 的信息通信服务，是人类无约束自由通信的理想目标。个人通信与现有各种通信的主要区别是：用户量极大；用户跟踪管理能力极高；个人终端的功耗和体积极小；不仅提供语音和低速数据业务，而且向用户提供语音、数据和图像多媒体综合业务。因此，个人通信充分体现了当代通信技术的发展方向：数字化、综合化、智能化、宽带化、移动化和个人化。在另一方面，个人通信强调的是服务，不强调单独建立自己的通信网，而是充分利用和改造现有各种通信网络为其所用。事实上，现有各种通信手段都在向个人通信目标努力。

1985 年末，在国际电信联盟 (ITU) 召开的讨论移动通信的 CCIRSG-8 会议上，提出了未来公共陆地移动通信系统 (FPLMTS)，1994 年改名为国际移动通信系统 2000 (International Mobile Telecommunications 2000，简称 IMT-2000)，其无线传输技术 RTT 的标准化工作主要由 ITU-R 完成，而 ITU-T 负责网络部分。IMT-2000 的目标是试图建立一个具有全球性、综合性的个人通信网，包括寻呼系统、无绳电话、蜂窝系统和移动卫星通信系统等，为全球用户提供多媒体通信业务。

现在，IMT-2000 已成为第三代 (3G) 移动通信系统标准。在 1999 年 11 月芬兰召开的 ITUTG8/1 第 18 次会议上，正式确定了 IMT-2000 的三种主流标准：TD-SCDMA、CDMA2000 和 W-CDMA。其中 TD-SCDMA 首批成员为中国华为、中兴、中国电子、大唐电信、南方高科、华立、联想、中国普天等 8 家知名通信企业。

在网络容量方面，第二代移动通信系统仍然能够满足用户的需要。但如果从发展的角度来看，随着移动用户普及率的提高和各类新型多媒体业务，特别是因特网业务需求的大量增加，各电信运营商之间竞争的加剧，移动通信市场由第二代向第三代过渡是历史发展的必然趋势。

2. 我国第三代移动通信发展前景

我国现在已经拥有世界上最大的移动通信网，不论是用户总量，还是每年净增用户量都位居全球之首，是世界上移动通信发展最快的国家之一。在第一代和第二代移动通信系统发展进程中，由于多方面的因素，我们未能形成真正自己的移动通信产业。现在，第三代移动通信给移动通信业界提供了一个不可多得的机遇。

(1) 我国发展 3G 的有利条件

1) 大中城市频率资源逐渐短缺，要求 3G 来扩大用户容量。

2) 对高速移动数据业务、多媒体业务的要求逐年增加。

3) 第二代 GSM 网络已积累了营运的管理经验。

4) 通过引进国外技术、技术合作以及近 10 年的研究开发，已对移动通信各类关键技术有所认识、有所掌握、有所创新。交换机及移动台开发及生产能力有明显提高。

(2) 3G 在中国的市场前景 现在 3G 已经投入运行，国内许多知名通信企业纷纷进驻 3G 市场，例如，中兴通讯对 W-CDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 三种标准的 3G 都有研发。日前，中兴通讯和诺基亚 Nokia 合作，在北京已完成了基于 3GPP R99（2002 年 3 月版本）的 W-CDMA 系统的互联互通测试，通过 Nokia 无线基站和网络控制器设备、中兴 UMTS 核心网络设备和 Nokia 6650——全球首款符合 3GPP 标准的 W-CDMA/GSM 双模终端，完成 UMTS 语音和包数据呼叫，进一步加强了中兴通讯和 Nokia 在中国 3G 领域的领先地位。

3. 第四代移动通信

在第三代积极推进的同时，第四代移动通信 4G 标准也初显端倪，第四代移动通信 4G 标准比第三代标准具有更多的功能。第四代移动通信可以在不同的固定、无线平台和跨越不同频带的网络中提供无线服务，可以在任何地方宽带接入互联网（包括卫星通信），能够提供信息通信之外的定位定时、数据采集、远程控制等综合功能。同时，第四代移动通信系统还是多功能集成宽带移动通信系统或多媒体移动通信系统，是宽带接入 IP 系统。

总之，第四代移动通信比第三代移动通信更接近个人通信，在技术上应该比第三代有更高的台阶，手机和终端的应用也更为广泛，人们可以尽可能多地展望第四代移动通信的发展前景。

情景二 认识主要移动通信系统

典型移动通信系统有以下几种，此处做简要介绍。

一、认识无线寻呼系统

无线寻呼系统是一种单向传递信息的个人选择呼叫系统，只能做被叫，不能做主叫，而且它只能获得数字信息或简单的文字信息。它既可公用，也可专用，只是规模大小稍有差异。无线寻呼系统传输的是数字或文字信息，现在也有少量的语言传输（但未普及使用）。与全部传输语音信息的无线电话通信相比，其无线信道的容量要大得多，频谱的利用率也高许多。无线寻呼系统虽属个人单向选择呼叫、传输简单消息的移动通信系统，但它以其价格低廉、体积小、使用方便和经济实惠的特点，解决了有线固定通信不能解决的紧急移动通信问题，曾得到广泛的应用。

1. 无线寻呼系统的构成

无线寻呼系统是一种传送简单信息的单向呼叫系统。它由寻呼控制中心、基站和无线寻呼机（俗称 BP 机、BB 机）三部分组成，如图 1-1 所示。

2. 无线寻呼信号和系统容量

无线寻呼信号由一个选户信号加上简单的寻呼信息组成。对选户信号的要求是容量大、传递速度快和抗干扰能力强。由于采用数字编码方式能够满足这些要求，因此，除了早期寻呼系统采用简单的模拟信号作为寻呼信号以外，现代无线寻呼系统几乎都采用二进制数字编码信号，无论寻呼接收机是数字显示还是汉字显示，在无线信道上传输的都是经过编码和调制的二进制数字信号。无线寻呼信号的编码格式广泛使用的是 POCSAG（Post Office Code Standardization Advisory Group）码，它是由英国邮政代码标准化组织制定的，后来被推荐为无线寻呼国际 1 号码，其传输速率有 512bit/s 和 1200bit/s 两种。后来在高速无线寻呼系统中，FLEX 码使用较多，其速率可达 6400bit/s。无线寻呼信号的编码和调制这里不再赘述，请参阅有关书籍。

无线寻呼的系统容量主要指每频道可以服务的用户数量。每一个频道所能服务的用户数量由数据传输速率、编码效率、忙时寻呼率、允许的发送延迟、数字机与汉字机的比例，以及当地寻呼用户呼叫习惯等因素决定的。对于人工接续方式，用户数量还与话务员座席数量和话务员操作熟练程度等因素有关。

随着蜂窝移动电话系统的大量普及，无线寻呼系统已经退出市场。

二、认识蜂窝移动电话系统

蜂窝移动电话系统是一种实现移动用户与市话用户、移动用户与移动用户，以及移动用户与长途用户之间在运动中通信的系统。该系统必须具备无线传输、有线传输以及信息的收集、处理和存储等功能，使用的主要设备有无线收发信机、交换控制设备和移动终端设备等。通常蜂窝移动电话系统自己组成一个通信网络，在几个节点与公众电话交换网相连接。为了扩大移动电话系统的覆盖面积，增加信道容量，把一个移动电话服务区划分为若干个小区，以正六边形来近似每一个小区，多个正六边形拼接在一起，形状类似蜂窝，如图 1-2 所示。一般采用频分多址（FD-MA）成倍增加无线信道数。

1. 蜂窝移动电话系统的基本构成

蜂窝移动电话系统一般由移动台 MS、基站 BS 及移动业务交换中心 MSC 组成，它与公

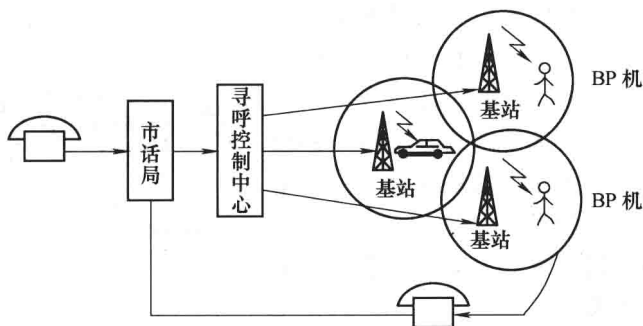


图 1-1 无线寻呼系统的基本构成

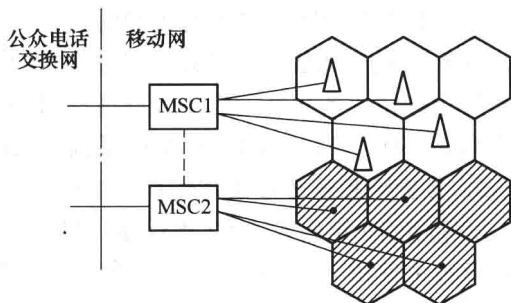


图 1-2 蜂窝的模型

众电话交换网 PSTN 通过中继线相连接，如图 1-3 所示。

(1) 移动台 移动台 MS (Mobile Station) 是蜂窝移动电话系统不可缺少的组成部分，有车载式、手持式和便携式三种形式。车载式主要用在商业和军事上，而大量使用的是手持式移动台。本书介绍的移动台（移动电话）是指手持式的（手机）。移动电话是蜂窝移动电话系统的最小终端。

移动台应包括移动台物理设备和智能部件两部分。移动台物理设备由收发信机、频率合成器、数字逻辑单元、拨号按钮和送/受话器等组成。它可以自动扫描基站载频、响应寻呼、自动更换频率和自动调整发射功率等。当移动用户与市话用户建立呼叫时，移动台与最近的基站之间确定一个无线信道，并通过 MSC 与市话通话。任何两个移动用户间的通话也是通过 MSC 建立的。

(2) 基站 基站 BS (Base Station) 和移动台均设有收发信机和天线馈线等设备。每个基站都有一个可靠通信的服务范围，称为无线小区。无线小区的大小，主要由发射功率和基站天线的高度决定。服务面积可分为大区制、中区制和小区制三种。大区制是指一个城市由一个无线区覆盖，此时基站发射功率很大，无线区覆盖半径可达 25km 以上。小区制一般是指覆盖半径为 2~10km 的区域，由多个无线区链合而成整个服务区的制式，此时，基站发射功率很小。目前发展方向是将小区划小，成为微区、宏区和毫区，其覆盖半径降至 100m 左右。中区制则是介于大区制和小区制之间的一种过渡制式。

(3) 移动业务交换中心 移动业务交换中心 MSC (Mobile Service Switching Center) 主要是提供路由进行信息处理和对整个系统的集中控制管理。MSC 对位于其服务区的 MS 进行交换和控制，同时提供移动网与固定电话公众网的接口。MSC 是移动网的核心，作为交换设备，它具有完成呼叫接续与控制的功能，这一点与固定网交换中心相同。作为移动交换中心，MSC 又具备无线资源管理和移动性管理等功能，例如移动台的位置登记与更新、越区切换等。移动业务交换中心还因系统不同而有几种名称，如在 AMPS 系统中被称为移动电话交换局 MTSO，而在 NMT-450/900 系统中又被称为移动电话交换机 MTX。

2. 典型蜂窝移动电话系统基本指标

20 世纪 70 年代末至 80 年代初，模拟蜂窝移动电话系统在美国、英国、瑞典和日本等国陆续投入使用。表 1-2 列出了几种典型模拟蜂窝移动电话系统以及它们的主要技术指标。

模拟蜂窝移动电话系统容量小，不能提供非通话业务，语音传输质量、保密性差，难以和综合业务数字网互接，而且设备不能实现小型化，制式不统一，因此自 1982 年以来，人们着手制定数字移动通信系统标准。表 1-3 列出了典型数字蜂窝移动电话系统主要技术指标。

大容量蜂窝移动电话系统可以由多个基站构成一个移动通信网。不难看出，通过基站、

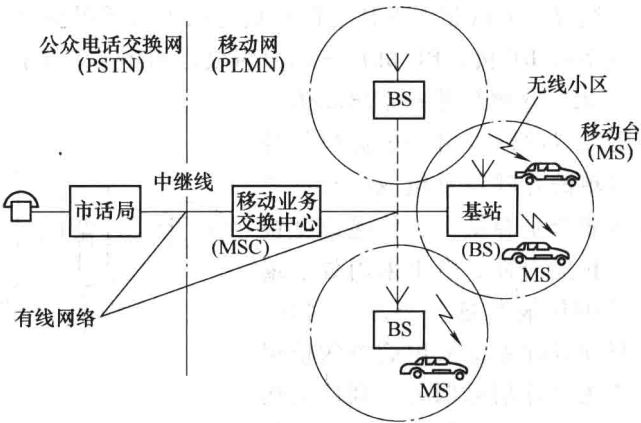


图 1-3 蜂窝移动电话系统的基本构成

移动业务交换中心就可以实现在整个服务区内的任意两个移动客户之间的通信，也可以经过中继线与公众电话局进行连接，实现移动客户与有线电话客户之间的通信，从而构成一个有线、无线相结合的蜂窝移动通信系统。现在，蜂窝移动通信系统已经进入发展的顶峰阶段。

表 1-2 典型模拟蜂窝移动电话系统主要技术指标

系统特征		美国	英国	北欧		日本
系统名称		AMPS	TACS	NMT-450	NMT-900	NTT
频率/MHz	基站发	870 ~ 880	935 ~ 960	463 ~ 467.5	935 ~ 960	915 ~ 940
	移动台发	825 ~ 845	890 ~ 915	453 ~ 457.5	890 ~ 915	860 ~ 885
频道间隔/MHz		30	25	25	12.5	25
收发频率间隔/MHz		45	45	10	45	55
基站发射功率/W		100	100	50	100	25
移动台发射功率/W		3	7	15	6	5
小区半径/km		2 ~ 20	3 ~ 20	1 ~ 40	0.5 ~ 20	2 ~ 20
区群小区数 N/个		7/12	7/12	7/12	9/12	9/12
语音	调制方式	FM	FM	FM	FM	FM
	频偏/kHz	±12	±9.5	±5	±5	±5
信令	调制方式	FSK	FSK	FFSK	FFSK	FSK
	频偏/kHz	±8	±6.4	±3.5	±3.5	±4.5
	速率/ (kbit/s)	10	8	1.2	1.2	0.3

表 1-3 典型数字蜂窝移动电话系统主要技术指标

系 统		GSM/DCS	ADC (IS-54)	JDC	CDMA (IS-95)
频率/MHz	基站发	935 ~ 960/ 1805 ~ 1880	869 ~ 894	810 ~ 826/ 1429 ~ 1453	869 ~ 894
	移动台发	890 ~ 915/ 1710 ~ 1785	824 ~ 849	940 ~ 956/ 1477 ~ 1501	824 ~ 849
频道带宽/kHz		200	30	25	1250
收发频率间隔/MHz		45/95	45	130/48	45
小区最小半径/km		0.5	0.5	0.5	不定
越区切换方式		移动台辅助	移动台辅助	移动台辅助	移动台辅助
调制方式		GMDK	DQPSK	DQPSK	QPSK (下行)、 OQPSK (上行)
多址方式		TDMA/FDMA	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA	CDMA/FDMA

三、认识无绳电话系统

无绳电话系统就是把有线电话的一部分户内布线换成无线链路，这样可使用户在一定的范围内持无绳电话自由地在移动状态下进行个人通信。因此，无绳电话系统可以认为是一个微型无线覆盖区内由无线终端、基站以及公众电话交换网（包括公众分组交换数据网）组成的具有更广意义的无线通信系统。该系统适用于企业内部、一般家庭和公众场所等特定的

大楼和区段的小范围内使用，它重点解决人口稠密、人员流动量大、信息流量也大的地区的通信。它的成本比蜂窝移动电话系统要便宜一半多。

1. 无绳电话系统发展历程

20 世纪 80 年代初推出的模拟无绳电话，组成了第一代无绳电话系统。

1989 年，欧洲推出了第一个数字无绳电话标准，以数字技术为基础的第二代无绳电话系统（CT-2）在英国投入商用。

1992 年，欧洲电信标准协会又推出了新的数字无绳电话标准：欧洲数字无绳电话系统 DECT，它是继 CT-2 后的又一种用于低功率、微小区、高密度用户环境下的第三代无绳电话系统，该系统覆盖了整个欧洲。

1993 年年底，日本颁布了个人便携电话系统 PHS（Personal Handy-phone System）标准。PHS 是日本开发的数字无绳电话系统，1994 年推出 PHS 的实验网，1995 年 7 月正式商用。

1994 年 9 月，美国联邦通信委员会的联合技术委员会推出了个人接入通信系统 PACS（Personal Access Communication System）。PACS 是美国推出的用于 1.9GHz 频段的美国国家标准协会公共空中接口标准。

2. 无绳电话系统构成和特点

无绳电话系统是一种公众电话交换网延伸的无线电双工通信系统，它由基站、手机以及公众电话交换网组成，如图 1-4 所示。

手机与基站之间采用单频时分双工方式。目前，国际上常用的公用无绳电话系统使用的无线频段为 864.1 ~ 868.1MHz，我国原国家无线电管理委员会分配的是 798 ~ 960MHz，共 40 个信道，采用动态信道分配方式。由于手机与基站内均装有接收无线信号的强度指示装置，故可以在 40 个无线信道中选择一个干扰最小的作为通话信道。一般公用无绳电话系统在

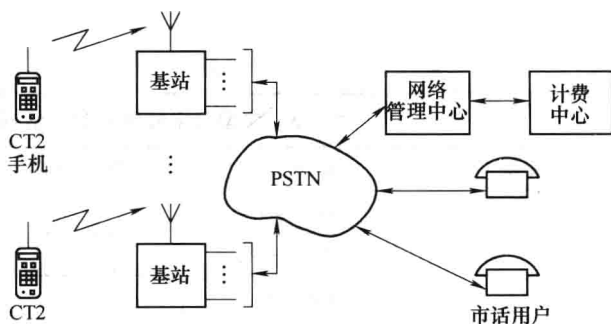


图 1-4 无绳电话系统的基本构成

室外的无线基站服务半径约 300m，在楼群内约 200m，在大楼内约 50m。只要经过注册登记，手机既可以在注册登记的基站服务区内实现双向通信（可以呼入与呼出），也可以在公用无绳电话系统服务范围内的其他基站实现单向通信（只能呼出，不能呼入）。

无绳电话系统的主要特点是：采用 32kbit/s ADPCM 语音编解码器和 TDMA/FDMA 的多址接入方式，每个或每对载波上可传输 1 ~ 12 路语音，大多采用时分双工（TDD）的工作方式，调制方式为 GFSK 或 $\pi/4$ -QPSK，手机发射功率的平均值为 5 ~ 25mW。

四、认识集群移动通信系统

集群移动通信系统又称集群调度系统，简称集群系统，是专用于调度的新体制无线通信系统，也是专用移动通信系统的高级发展阶段。从一对一的单机对讲到单信道一呼百应的调度系统，后来又出现了带选呼功能的自动拨号无线调度网。随着微电子技术及微型计算机技术在移动通信领域的大量应用，出现多信道、多用户共享的高级无线调度系统，即集群移动

通信系统。

1. 集群移动通信系统的构成

集群移动通信系统一般由控制交换中心、基站 BS、用户调度台 CP、移动台 MS 以及与公众电话交换网相连接的若干中继线等组成,如图 1-5 所示。

(1) 移动台 移动台 MS 有车载台、手持机和固定台等类型,它们是由收发信机和控制单元等部分组成。

(2) 用户调度台 用户调度台 CP 通常分无线调度台和有线调度台两类,无线调度台由收发信机、控制单元、天馈线、操作台等组成;有线调度台可以是一部电话机或带显示器的操作台。

(3) 基站 基站主要负责提供若干条共用的无线信道,每条信道有一部收发信机和一个由微处理器构成的控制单元,也称信道机。能提供多少条无线信道,在基站就有多少部信道机。每个基站都有一个可靠通信的服务范围,称为覆盖区,其大小主要由信道机发射功率和基站天线的高度决定。

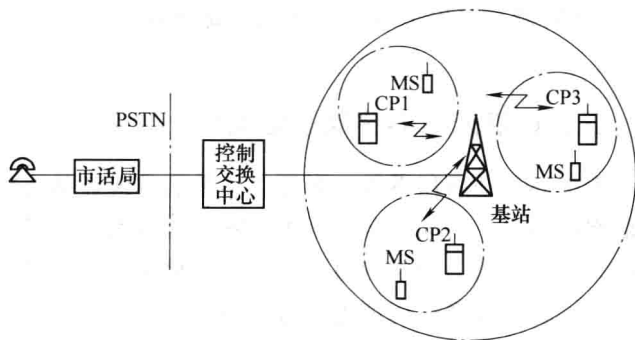


图 1-5 集群移动通信系统组成

2. 集群移动通信系统的主要特点

与其他移动电话系统相比,集群移动通信系统主要有以下特点:

(1) 多用户共享 由于集群系统是若干部门或单位共享的高度智能化的调度系统,所以其用户是指共享系统的部门或单位,而不是移动台。这里所说的共享,是指在通信上的共用,如共用无线信道、覆盖区,共同承担费用等。而在业务上可能无共同利益,有时甚至是对手。

(2) 采用排队制 在集群系统内部,多采用排队制,即在一次呼叫,因信道被占用而没能接通时,由储存主、被叫号码的排队设备自动记录下来,一旦有空闲信道时,按先后顺序接通。而蜂窝移动电话系统则是呼损制,一次呼叫如无空闲信道时,听到的是忙音,需挂机后,等一会儿进行重拨。

(3) 具有调度功能 集群移动通信系统是一种专用的无线调度通信系统。这里所谓的调度移动通信系统,是指由一台无线调度控制台来控制一组移动通信台工作。

(4) 具有录音功能 为了在发生差错时便于分析责任,重要的调度通话,一般情况下要通过录音机自动记录通话时间、双方号码和通话内容,并存入数据库。

(5) 可以连接市话 集群移动通信系统的通信主要在本系统内进行,其通信方式应以无线通信为主,为了开展与市话用户的通信,也可通过适当方式进入公众电话交换网,称之为市话互联功能。但仅有为数不多的移动台有权进入公众电话网,即有市话互联功能,而大多数移动台仅能在系统内部进行无线通信。

在一些大中城市及油田、铁路、矿山等大型企业,150MHz 频段早已分配完,450MHz 频段也已十分拥挤,而要求建网的用户有增无减。另一方面,根据各级无线电管理委员会对空中电波监测,分配出去的频率,其利用率很低,空中负荷量很小,话务量也不大,频率资

源浪费非常严重。面对这种十分矛盾的现实,单单靠改进传统无线通信网是无法解决的,只能大力发展频率利用率高的无线通信系统。对大中城市和大型企业而言,发展集群移动通信系统,逐步淘汰传统的专用调度网是最可靠、最有效的办法。目前原国家无线电管理委员会又开放 800MHz 频段作为我国集群通信频段,还准备将集群系统的频段推广到 450MHz 和 300MHz 频段,以逐步取代传统无线调度网。不少大型企业的无线专用网已开始做这方面的工作。

五、认识无中心移动通信系统

无中心移动通信系统也叫无中心多信道选址移动通信系统,该系统不设中心控制台,将选取空闲信道、自动拨号选呼等功能分散到每个移动台,例如 79 个移动台共用 80 条信道,其中有一条信道为控制信道,用以传送数字信令,其他 79 条为通话信道。任何移动台发起呼叫时,自动选择空闲信道进行通话。

由于不设置中心控制台,故可以节约建网投资,并且频率利用率最高。系统采用数字选呼方式,共用信道传送信令,接续速度快。由于系统没有蜂窝移动电话系统和集群系统等那样复杂,建网简易,投资低,性能价格比最高,适用于个人业务和小企业的单区组网分散小系统。

情景三 认识移动通信的特征及类型

一、认识移动通信的特征

移动通信是通信条件比较差的一种通信方式,在陆地上受地形、地物和环境干扰等因素的影响较严重,其主要特征如下:

1. 电波传播环境恶劣

在移动通信特别是陆地移动通信中,由于移动台的不断运动导致接收信号强度和相位随时间、地点而不断变化,电波传播条件十分恶劣。移动台处于快速运动中,多径传播造成瑞利衰落,使接收场强的振幅和相位快速变化。移动台还经常处于建筑物与障碍物之间,局部场强值随地形环境而变动,气象条件的变化同样会使场强中值随时间变动。另外,多径传播产生的多径时延扩展,等效为移动信道传输特性的畸变,对数字移动通信影响较大。移动通信电波传播的基本理论模型是超短波在平面大地上的直射波与反射波的矢量合成。

2. 具有多普勒频移效应

移动使电波传播产生多普勒效应,如图 1-6 所示。由于移动台处于运动状态中,接收信号有附加频率变化,即多普勒频移 f_D , f_D 与移动体的移动速度有关。若电波方向与移动方向之间的夹角为 θ ,则有

$$f_D = \frac{v}{\lambda} \cos \theta \quad (1-1)$$

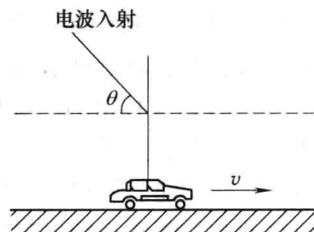


图 1-6 多普勒效应模拟图

其中, v 为移动台运动速度。运动方向面向基站时, f_D 为正值;反之, f_D 为负值。当运动速度较高时,必须考虑多普勒频移的影响,而且工作频率越