

《通信系统原理与实践》系列讲义（一）

GSM 移动通信系统

原理与实践

中兴通讯实验室 编写

南昌大学教务处印

第二版说明

中兴通讯实验室编写的通信系统原理与实践系列讲义，主要介绍了现代通信系统的基本原理，并且以中兴通讯产品为对象。

原书第一版为整册共六部分，在两年多的使用中，随着技术的不断发展和实验内容的更新，讲义内容不断丰富，因此，讲义现分成六个分册，分别是：GSM 移动通信系统原理与实践，CDMA 移动通信原理与实践，PCS 个人通信系统原理与实践，光纤通信系统原理与实践，视频通信系统原理与实践，以及数字程控交换原理与实践。

参加系列实验讲义编写的有（按拼音顺序排列）：陈桢，陈利民，陈其伦，陈荣伶，陈燕彬，丁杰，段荣行，方安安，干学仁，洪向共，赖青梧，雷向东，李安，李迟生，李春泉，李建华，梁音，刘晔，刘云来，龙承志，卢金平，卢新发，罗斌，罗晓梅，沈志勤，史秀艳，孙丽华，陶凌，万国金，王平，王艳庆，王玉喙，魏庆国，吴毅强，夏瑞华，熊楠，熊殷，徐立兵，许凯，薛侠，杨文玲，叶小丽，虞礼贞，喻嵘，张文全，张焯，赵安，赵庆敏，周南润，周辉林等。全部系列讲义由李迟生负责统稿。

讲义中错误之处请读者批评指正。

中兴通讯实验讲义编写组
2007年5月于南昌

第一章 移动通信概述

1.1 移动通信的发展

随着社会的进步、经济和科技的发展，特别是计算机、程控交换、数字通信的发展，近些年来，移动通信系统以其显著的特点和优越性能得以迅猛发展，应用在社会的各个方面，到目前为止，全球移动用户超过 1 亿，预计到本世纪末用户数将达到 2 亿。无线通信的发展潜力大于有线通信的发展，它不仅提供普通的电话业务功能，并能提供或即将提供丰富的多种业务，满足用户的需求。

移动通信的主要目的是实现任何时间、任何地点和任何通信对象之间的通信。

从通信网的角度看，移动网可以看成是有线通信网的延伸，它由无线和有线两部分组成。无线部分提供用户终端的接入，利用有限的频率资源在空中可靠地传送语音和数据；有线部分完成网络功能，包括交换、用户管理、漫游、鉴权等，构成公众陆地移动通信网 PLMN。从陆地移动通信的具体实现形式来分主要有模拟移动通信和数字移动通信这两部种。

移动通信系统从 40 年代发展至今，根据其发展历程和发展方向，可以划分为三个阶段：

1.1.1 模拟蜂窝通信系统

第一代移动电话系统采用了蜂窝组网技术，蜂窝概念由贝尔实验室提出，70 年代在世界许多地方得到研究，。当第一个试运行网络在芝加哥开通时，美国第一个蜂窝系统 AMPS（高级移动电话业务）在 1979 年成为现实。

现在存在于世界各地比较实用的、容量较大的系统主要有：

- (1) 北美的 AMPS；
- (2) 北欧的 NMT-450/900；
- (3) 英国的 TACS；其工作频带都在 450MHz 和 900MHz 附近，载频间隔在 30kHz 以下。

鉴于移动通信用户的特点：一个移动通信系统不仅要满足区内，越区及越局自动转接信道的功能，还应具有处理漫游用户呼叫（包括主被叫）的功能。因此移动通信系统不仅希望有一个与公众网之间开放的标准接口，还需要一个开放的开发接口。由于移动通信是基于固定电话网的，因此由于各个模拟通信移动网的构成方式有很大差异，所以总的容量受着很大的限制。

鉴于模拟移动通信的局限性，因此尽管模拟蜂窝移动通信系统还会以一定的增长率在近几年内继续发展，但是它有着下列致命的弱点：

- A) 各系统间没有公共接口。
- B) 无法与固定网迅速向数字化推进相适应，数字承载业务很难开展。
- C) 频率利用率低，无法适应大容量的要求。
- D) 安全.利用率低，易于被窃听，易做“假机”。

这些致命的弱点将妨碍其进一步发展，因此模拟蜂窝移动通信将逐步被数字蜂窝移动通信所替代。然而，在模拟系统中的组网技术仍将在数字系统中应用。

1.1.2 数字蜂窝移动通信系统

由于 TACS 等模拟制式存在的各种缺点，90 年代开发出了以数字传输、时分多址和窄带码分多址为主体的移动电话系统，称之为第二代移动电话系统。代表产品分为两类：

1.1.2.1 TDMA 系统

TDMA 系列中比较成熟和最有代表性的制式有：泛欧 GSM、美国 D-AMPS 和日本 PDC。

(1) D-AMPS 是在 1989 年由美国电子工业协会 EIA 完成技术标准制定工作，1993 年正式投入商用。它是在 AMPS 的基础上改造成的，数模兼容，基站和移动台比较复杂。

(2) 日本的 JDC（现已更名为 PDC）技术标准在 1990 年制定，93 年使用，只限于本国使用。

(3) 欧洲邮电联合会 CEPT 的移动通信特别小组（SMG）在 88 年制定了 GSM 第一阶段标准 phase1，工作频带为 900MHz 左右，90 年投入商用；同年，应英国要求，工作频带为 1800MHz 的 GSM 规范产生。

上述三种产品的共同点是数字化，时分多址、话音质量比第一代好，保密性好、可传送数据、能自动漫游等。

三种不同制式各有其优点，PDC 系统频谱利用率很高，而 D-AMPS 系统容量最大，但 GSM 技术最成熟，而且它以 OSI 为基础，技术标准公开，发展规模最大。

1.1.2.2 N-CDMA 系统

N-CDMA（码分多址）系列主要是以高通公司为首研制的基于 IS-95 的 N-CDMA（窄带 CDMA）。北美数字蜂窝系统的规范是由美国电信工业协会制定的，1987 年开始系统研究，1990 年被美国电子工业协会接受，由于北美地区已经有统一的 AMPS 模拟系统，该系统按双模式设计。随后频带扩展到 1900MHz，即基于 N-CDMA 的 PCS1900。

1.1.3 IMT-2000

随着用户的不断增长和数字通信的发展，第二代移动电话系统逐渐显示出它的不足之处。首先是频带太窄，不能提供如高速数据、慢速图像与电视图像等的各种宽带信息业务；其次是 GSM 虽然号称“全球通”，实际未能实现真正的全球漫游，尤其是在移动电话用户较多的国家如美国，日本均未得到大规模的应用。而随着科学技术和通信业务的发展，需要的将是一个综合现有移动电话系统功能和提供多种服务的综合业务系统，所以国际电联要求在 2000 年实现商用化的第三代移动通信系统，即 IMT-2000，它的关键特性有：

- (1) 包含多种系统；
- (2) 世界范围设计的高度一致性；
- (3) IMT-2000 内业务与固定网络的兼容；
- (4) 高质量；
- (5) 世界范围内使用小型便携式终端。

具有代表性的第三代移动通信系统技术主要存在两个标准：

1.1.3.1 以 Qualcomm 公司为代表提出的与 IS-95 系统反向兼容的宽带 cdmaOne 建议。

建议采用多级 DS-CDMA，射频信道带宽 1.25/10/20MHz，PN 码片率为 1.288/3.6864/7.3728/14.7456Mbps。采用多级的目的在于将 5MHz 分为 3 个 1.25MHz 带宽的信道，以便于 IS-95 后向兼容，可以共享或重叠。

美国考虑在 IMT-2000 网络发展目标上，支持宽带分组交换网为核心，将当前的从功能上分层的网络模式演变成端到端的客户-服务器模式。

1.1.3.2 专门开发与 GSM 系统反向兼容的 UMTS 标准，包括两个子方案：

(1) 日本的 W-CDMA

日本最大的移动电话运营商 NTT DoCoMo 提出的建议为相干多码率宽带 CDMA (W-CDMA)。由于日本的第二代移动电话系统并没有成为全球化标准，而在第三代 IMT-2000 网络技术方案上，日本决心走全球化合作的道路。在支持 ITU 的 IMT-2000 家族及接口概念基础上，有意参照无线传输技术的合作方式，支持欧洲的 GSM UMTS 的网络概念。现在爱立信等公司以与 NTT DoCoMo 公司合作，共同提出无线传输技术采用 W-CDMA，而核心网路则沿用 GSM 网络平台，其目的在于能从 GSM 演进到第三代 IMT-2000。

(2) 欧洲的 TD-CDMA

欧洲西门子和阿尔卡特等公司提出了一种 TD-CDMA。该方案将 FDMA/TDMA/CDMA 组合在一起。其特点是信道间隔扩展为 1.6MHz，但它的帧结构和时隙结构与 GSM 相同，扩展因子为 16，可支持每时隙 8 个用户。由于每时隙仅 8 个用户（码分），故可采用联合检测（Joint Detection）从而不需快速功率控制和减少码间干扰，另外还可采用时分双工（TDD）。移动台将采用双模手机，以便在网络、信令层与 GSM 兼容。

此方案便于由 GSM 平滑过渡到第三代，故受到很多 GSM 供应商支持。

1.2 移动通信的特点

移动通信：对于通话的双方，只要有一方处于移动状态，即构成移动通信方式。移动通信是有线通信的延伸，与有线通信相比具有以下特点：

1. 终端用户的移动性：

移动通信的主要特点在于用户的移动性，需要随时知道用户当前位置，以完成呼叫、接续等功能；用户在通话时的移动性，还涉及到频道的切换问题等。

2. 无线接入方式：

移动用户与基站系统之间采用无线接入方式，频率资源的有限性、用户与基站系统之间信号的干扰（频率利用、建筑物的影响、信号的衰减等）、信息（信令、数据、话路等）的安全保护（鉴权、加密）等。

3. 漫游功能：

移动通信网之间的自动漫游，移动通信网与其他网络的互通（公用电话网、综合业务数字网、数据网、专网、现有移动通信网等），各种业务功能的实现等（电话业务、数据业务、短消息业务、智能业务等）