

基础篇

移动通信基础知识及发展概述

第 1 章 引 言

1.1 移动通信概述

随着社会的进步、科技的发展，特别是计算机和数字通信技术的发展，近年来，移动通信系统以其显著的优越性能得以迅猛发展。

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两种。

移动通信系统从 20 世纪 40 年代发展至今，根据其发展历程和发展方向，可分为三个阶段：

1.1.1 第一代——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，20 世纪 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 450 MHz

和 900 MHz 附近，载频间隔在 30 kHz 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，所以总的容量受到很大的限制。

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：

- (1) 各系统间没有公共接口。
- (2) 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。
- (3) 频率利用率低，无法适应大容量的要求。
- (4) 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 第二代——数字蜂窝移动通信系统

由于 TACS 等模拟制式存在各种缺点，20 世纪 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：

1.1.1.1 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，1993 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 1988 年制定了 GSM 第一阶段标准 phase1，工作频带为 900 MHz 左右，1990 年投入商用；同年，应英国要求，工作频带为 1 800 MHz 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 1 900 MHz，即基于 N-CDMA 的 PCS1900。

1.1.3 第三代——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) 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 1.25/10/20 MHz，PN 码片率为 1.288/3.6864/7.3728/14.7456 Mb/s。采用多级的目的在于将 5 MHz 分为 3 个 1.25 MHz 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。

- (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 网络技术方案的道路上，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 1.6 MHz，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。

1992 年世界无线电管制大会的规定，IMT-2000 频谱分配如下：

上行频段：1 885 ~ 2 025 MHz；下行频段：2 110 ~ 2 200 MHz；

移动卫星业务频段：1 980 ~ 2 010 MHz；2 170 ~ 2 200 MHz。

从上面的分配可以看出，其上、下行频段是不对称的，因此有的系统提出利用不对称的频段以 TDD 方式提供业务。但是在 IMT-2000 频谱分配上，各国家和地区的考虑并不相同，不可能完全遵照这样的频谱安排。

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）。

第 2 章 GSM 通信系统

2.1 GSM 的发展

GSM 数字移动通信系统源于欧洲。早在 20 世纪 80 年代初，欧洲已有几大模拟蜂窝移动系统在运营，例如北欧的 NMT (北欧移动电话) 和英国的 TACS (全接入通信系统)，西欧其他国家也提供移动业务。但是模拟系统有一些限制：第一，尽管在 80 年代初的过低估计下，移动业务的潜在需求也远远超过当时模拟蜂窝网的预计容量；第二，运营中的不同系统不能向用户提供兼容性：一个 TACS 终端不能进入 NMT 网，一个 NMT 终端也不能进入 TACS 网。为了方便全欧洲统一使用移动电话，需要一种公共的系统。

1982 年，在欧洲邮电行政大会 (CEPT) 上成立“移动特别小组”(Group Special Mobile) 简称“GSM”，开始制定使用于泛欧各国的一种数字移动通信系统的技术规范。1990 年完成了 GSM900 的规范，产生一套 12 章规范系列。随着设备的开发和数字蜂窝移动通信网的建立，GSM 逐渐演变为“全球移动通信系统”(Global System for Mobile Communication) 的简称。

2.2 GSM 系统的技术规范及其主要性能

2.2.1 GSM 标准

01 系列：概述；

02 系列：业务方面；

03 系列：网络方面；

04 系列：MS-BS 接口和规约（空中接口第 2、3 层）；

05 系列：无线路径上的物理层（空中接口第 1 层）；

06 系列：话音编码规范；

07 系列：对移动台的终端适配；

08 系列：BS 到 MSC 接口（A 和 Abis 接口）；

09 系列：网络互连；

10 系列：暂缺；

11 系列：设备和型号批准规范；

12 系列：操作和维护。

2.2.2 GSM 的主要特点

(1) 频谱效率。由于采用了高效调制器、信道编码、交织、均衡和语音编码技术，使系统具有高频谱效率。

(2) 容量。由于每个信道传输带宽增加，使同频复用载干比要求降低至 9 dB，故 GSM 系统的同频复用模式可以缩小到 4/12 或 3/9 甚至更小（模拟系统为 7/21）；加上半速率语音编码的引入和自动话务分配以减少越区切换的次数，使 GSM 系统的容量效率（每兆赫每小区的信道数）比 TACS 系统高 3~5 倍。

(3) 话音质量。鉴于数字传输技术的特点以及 GSM 规范中有关空中接口和语音编码的定义，在门限值以上时，话音质量总是达到相同的水平而与无线传输质量无关。

(4) 开放的接口。GSM 标准所提供的开放性接口，不仅限于空中接口，而且报刊网络直接以及网络中各设备实体之间，例如 A 接口和 Abis 接口。

(5) 安全性。通过鉴权、加密和 TMSI 号码的使用，保证安全。鉴权用来验证用户的入网权利。加密用于空中接口，由 SIM 卡和网络 AUC 的密钥决定。TMSI 是一个由业务网络给用户指定的临时识别号，以防止有人跟踪而泄漏其地理位置。

(6) 与 ISDN、PSTN 等的互联。与其他网络的互联通常利用现有的接口，如 ISUP 或 TUP 等。

(7) 在 SIM 卡基础上实现漫游。漫游是移动通信的重要特征，它标志着用户可以从一个网络自动进入另一个网络。GSM 系统可以提供全球漫游，当然也需要网络运营者之间的某些协议，例如计费。

在 GSM 系统中，漫游是在 SIM 卡识别号以及被称为 IMSI 的国际移动用户识别号的基础上实现的。这意味着用户不必带着终端设备而只需带其 SIM 卡进入其他国家即可。终端设备可以租借，仍可达到用户号码不变，计费账号不变的目的。

2.3 GSM 系统关键技术

2.3.1 工作频段的分配

1. 工作频段

我国陆地公用蜂窝数字移动通信网 GSM 通信系统采用 900 MHz 频段：

890~915 (移动台发、基站收)；

935~960 (基站发、移动台收)。

双工间隔为 45 MHz，工作带宽为 25 MHz，载频间隔为 200 kHz。