



本书赠送电子教案



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校通信与信息专业规划教材

移动多媒体 技术基础

THE FOUNDATION OF
MOBILE MULTIMEDIA TECHNOLOGY



王波涛 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校通信与信息专业规划教材

移动多媒体技术基础

王波涛 编著



机械工业出版社

本书主要论述移动多媒体技术的基本原理,介绍移动多媒体技术采用的语音/音频/图像/视频等编解码技术、联合编码技术及传输协议、移动多媒体的开发平台以及移动多媒体技术的应用系统等,并参考目前国际上不断发展的技术 3GPP 和 3GPP2 移动通信标准,介绍了目前国内外最新成果。

本书的体系结构采用从介绍核心技术到开发平台再到应用系统的模式,结构比较合理。章节安排上注重基本原理的讲述,分析通俗易懂。理论与实际相结合,既有基本原理分析,又有实际系统应用实例介绍。

图书在版编目(CIP)数据

移动多媒体技术基础/王波涛编著. —北京:机械工业出版社, 2011.1
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等院校通信与信息专业规划教材

ISBN 978-7-111-32343-3

I. ①移… II. ①王… III. ①多媒体技术—应用—移动通信—高等学校—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 208271 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:李馨馨

责任编辑:李馨馨 赵东旭

责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.75 印张·456 千字

0001—3500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-32343-3

定价:33.00 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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

移动通信技术是在 20 世纪 80 年代开始发展起来的,是电子信息产业支柱之一。移动通信的发展速度远超过固定网络,已得到广泛的普及。至今移动通信走过了三代的历程,即 20 世纪 80 年代的第一代模拟技术(1G)和 90 年代的第二代窄带数字技术(2G)以及目前的以 CDMA 和 WCDMA 技术为基础,以宽带化通信为特征的第三代移动通信技术(3G)。第一代移动通信系统主要采用模拟技术,随着用户数的剧增,模拟系统逐渐暴露出许多不足之处。第二代移动通信系统是在克服模拟系统不足之处的基础上发展起来的,已成熟。它主要采用数字技术,但它通常只提供低速率的语音服务。第三代移动通信系统可以提供较为丰富的多媒体服务。

多媒体技术是通信、广播电视和计算机技术经过长期发展,相互融合、相互渗透而形成的三位一体的一门崭新的技术,并从 20 世纪 90 年代开始迅速发展起来。多媒体服务作为时代发展的潮流和信息化建设的重要领域,在社会发展和信息化建设的过程中占有十分重要的地位,现已成为各国信息基础设施的重要组成部分。多媒体数据是由内容上相互关联的文本、图形、图像、声音、动画、活动图像等媒体的数据所形成的复合数据。

移动多媒体技术是移动通信技术与多媒体技术相结合的很有发展前途的一门新技术,它目前已经得到了各国政府以及产业界越来越多的重视。国际上 3GPP/3GPP2 移动通信产业联盟制定了开展多媒体业务的技术规范。我国政府在制定信息产业发展规划中也将与移动多媒体技术相关的数字化音视频技术和新一代移动通信平台作为发展的重点之一。国家科技重大专项“新一代宽带无线移动通信网”已经启动了第四代移动通信技术标准(4G)的研究。由工信部电信研究院、中国移动、中国电信、中国联通、中国普天、华为、中兴、中星微电子等单位成立的移动多媒体技术联盟,围绕移动多媒体产业进行标准的制定、推进与完善。

2009 年 1 月,第三代移动通信技术标准的三种技术制式 TD-SCDMA、CDMA2000、WCDMA 的 3G 牌照在我国分别“花落”中国移动、中国电信和中国联通公司。标志中国电信业由此步入 3G 时代。3G 系统开展的主要服务内容是移动多媒体服务。这表明移动多媒体技术迎来了大发展的时代,需要大量的相关专业人才,据工信部人才交流中心预计 3G 人才需求缺口达百万。移动多媒体技术对通信带宽有较高的要求,它是伴随移动通信技术的发展而得到发展。目前的 3G 时代是移动多媒体技术开始成长的阶段,在后续的 4G 及后 4G 时代移动多媒体技术将得到更大的发展。

本人从做博士后开始对移动多媒体技术进行了研究,并搜集、积累了一些相关资料,并在北京工业大学开设了“移动多媒体技术基础”的相关课程,在教学与科研过程中发现目前介绍这方面知识的书籍非常少,因此,萌发了写一本介绍该方面知识的教材的想法,得到机械工业出版社的大力支持,并被教育部列为“十一五”规划教材。

本书系统地介绍了移动多媒体技术的基本知识。主要涉及移动多媒体技术的基本概念、移动多媒体技术的语音/音频/图像/视频等编解码技术、移动多媒体技术的信源与信道联合编码技术、移动多媒体技术的通信协议、移动多媒体技术的开发平台、移动多媒体

体技术的应用6个方面。全书分为8章,其中第1~2章介绍移动多媒体技术的基本概念和相关的理论基础,第3~4章介绍移动多媒体技术的音/视频等编解码技术,第5~6章介绍移动媒体技术的联合编码与通信协议,第7~8章介绍移动多媒体技术的开发平台以及应用发展等内容。

在本书的写作过程中得到了北京工业大学的大力支持和帮助,深表感谢!

限于作者水平,书中不当之处,请读者批评指正。

编 者

2010年6月

目 录

前言

第 1 章 移动多媒体技术概述	1
1.1 移动通信技术的发展	1
1.1.1 移动通信技术的演进	1
1.1.2 不同制式的 3G 系统的比较	7
1.1.3 已开通的 3G 网络介绍	8
1.1.4 第三代移动通信技术的演进	9
1.1.5 移动通信中数据业务的发展	11
1.2 多媒体技术与移动多媒体技术的概念	12
1.2.1 多媒体技术	12
1.2.2 移动多媒体技术	13
1.3 移动多媒体技术的特点与分类	18
1.4 移动多媒体的关键技术	19
1.5 移动多媒体的系统架构	23
1.6 移动多媒体技术的应用实例	25
1.7 未来前景	25
1.8 全球性的移动通信标准化组织——OMA	26
1.9 本书内容安排	27
第 2 章 移动多媒体的信源编码与信道编码	28
2.1 信源编码的理论依据	28
2.1.1 离散信源的信息熵	28
2.1.2 信源的概率分布与信息熵的关系	29
2.1.3 信源的相关性与序列熵的关系	29
2.1.4 无失真信源编码定理（香农第一定理）	31
2.1.5 信息率 - 失真理论简述	31
2.1.6 信源编码的性能评价	33
2.2 信道编码的理论依据	38
2.3 取样频率的转换	40
2.4 多媒体数据的转码	43
2.5 移动多媒体数据格式简介	45
第 3 章 移动多媒体的语音/音频编解码技术	46
3.1 语音编码概述	46
3.1.1 语音编码的分类	46
3.1.2 语音编码标准的发展	47
3.1.3 语音编码标准的研究现状	49

3.2	语音信号的数学模型	50
3.3	移动多媒体中的语音编码基本技术简介	51
3.3.1	线性预测技术	51
3.3.2	线谱对分析	52
3.3.3	矢量量化技术	52
3.3.4	基音周期估计	53
3.3.5	合成分析	53
3.3.6	感知加权滤波器	53
3.3.7	码激励线性预测	54
3.3.8	变速率编码	54
3.4	第三代移动通信系统中的语音/音频编解码技术	55
3.4.1	QCELP-13k 编解码技术	55
3.4.2	EVRC 编解码技术	61
3.4.3	SMV 编解码技术	70
3.4.4	VMR-WB 编解码技术	72
3.4.5	AMR 编解码技术	74
3.4.6	AMR-WB 编解码技术	78
3.5	音频编解码技术	83
3.5.1	MPEG-1 Audio Layer III 编解码技术	83
3.5.2	MPEG-4 AAC 编解码技术	88
3.5.3	MIDI 文件格式简介	93
3.5.4	WAVE 音频文件格式简介	96
第4章	移动多媒体的图像/视频编解码技术	97
4.1	移动多媒体的图像编码概述	97
4.1.1	图像概念	97
4.1.2	图像编码基本原理	99
4.1.3	图像编码中的信道抗误码技术	99
4.2	JPEG (静止图像) 编解码技术	100
4.2.1	概述	100
4.2.2	基本模式 DCT 编解码	105
4.2.3	渐进模式 DCT 编解码	108
4.3	视频编解码技术	108
4.3.1	H.263 编解码技术	108
4.3.2	MPEG-4 编解码技术	117
4.3.3	H.264 编解码技术	129
4.3.4	AVS 编解码技术	133
4.4	图形编解码技术	136
4.4.1	WBMP 编解码技术	136
4.4.2	GIF 编解码技术	140

4.4.3	PNG 编解码技术	142
4.4.4	SVG 编码技术	146
第5章	移动多媒体的信源信道联合编码技术	148
5.1	概述	148
5.2	信源编码	150
5.2.1	经典压缩编码方法	150
5.2.2	现代压缩编码方法	151
5.3	信道编码	151
5.3.1	里德—所罗门码	152
5.3.2	卷积码 (Convolution Code)	152
5.3.3	Turbo 码	152
5.3.4	低密度校验码 (Low-Density Parity Check, LDPC)	153
5.3.5	空时码 (Space-Time Code)	153
5.4	信源信道联合编码的基本原理	153
5.5	信源信道联合编码的系统框架	155
5.6	信源信道联合编码的目标函数与研究分类	156
5.7	信源信道联合编码的研究进展	158
5.7.1	信源信道联合编码基本理论的研究	158
5.7.2	信源信道联合编码的具体设计方法	158
5.7.3	编码器结构	159
5.7.4	信源信道联合编码在实际中的应用	159
5.7.5	信源信道联合编码在近年来的研究热点	159
5.8	信源信道联合编码的应用范围	161
5.9	信源信道联合编码的率失真优化问题	162
第6章	移动多媒体的通信协议	165
6.1	概述	165
6.2	移动多媒体非实时业务的实现方式	165
6.2.1	MMS 体系结构	166
6.2.2	多媒体消息业务环境	166
6.2.3	MMS 的实现	169
6.2.4	MMS 的工作流程	173
6.3	移动多媒体实时业务的实现方式	173
6.3.1	移动流媒体的概念与分类	173
6.3.2	移动流媒体的体系结构	174
6.3.3	移动流媒体的技术特征	176
6.3.4	移动流媒体的业务特征	177
6.3.5	移动流媒体的实现	177
6.3.6	移动流媒体的内容分发网络	179
6.3.7	移动流媒体的工作过程	179

6.3.8 移动流媒体的 QoS	180
6.4 移动多媒体技术的应用层协议	180
6.4.1 HTTP	180
6.4.2 SMTP	184
6.4.3 POP3	185
6.4.4 IMAP4	186
6.5 移动多媒体技术的 WSP 无线会话协议	187
6.5.1 WSP 概述	187
6.5.2 无连接的会话服务过程	191
6.5.3 面向连接的会话服务过程	191
6.6 移动多媒体技术的传输层协议	197
6.6.1 TCP	197
6.6.2 UDP	203
6.6.3 实时传输协议 (RTP)	203
6.6.4 实时传输控制协议 (RTCP)	206
6.6.5 实时流协议 (RTSP)	212
6.6.6 资源预订协议 (RSVP)	215
6.7 移动多媒体技术的 IP	220
6.8 移动多媒体通信协议的优化	221
第7章 移动多媒体技术的开发平台	223
7.1 移动多媒体技术的开发平台概述	223
7.2 CDMA 2000 开发平台	223
7.2.1 CDMA 移动通信系统的概况	223
7.2.2 CDMA 标准的演变	224
7.2.3 CDMA 移动通信系统的优点	224
7.2.4 CDMA 移动通信系统中的多址方式	225
7.2.5 CDMA 移动通信系统的基本扩频原理	227
7.2.6 CDMA 移动通信系统的组成	228
7.2.7 CDMA 移动通信系统的关键技术	231
7.2.8 CDMA 移动通信系统存在的问题	233
7.3 WCDMA 开发平台	234
7.3.1 UMTS 的网络构成	234
7.3.2 UMTS 接口	238
7.3.3 接口协议	241
7.4 GPRS 开发平台	247
7.4.1 GPRS 概述	247
7.4.2 GPRS 的主要特点	248
7.4.3 GPRS 的优势及存在的问题	249
7.4.4 GPRS 网络总体结构	250

7.4.5	GPRS 逻辑体系结构	252
7.4.6	GPRS 网络主要元素	253
7.4.7	GPRS 的主要接口	254
7.5	时分同步的码分多址技术开发平台	260
7.5.1	时分同步的码分多址技术系统简介	260
7.5.2	TD-SCDMA 的联合检测与智能天线	260
7.5.3	TD-SCDMA 的物理层与物理信道	261
7.5.4	TD-SCDMA 的传输信道	263
7.5.5	TD-SCDMA 的传输信道与物理信道之间的映射	264
7.5.6	TD-SCDMA 系统对多媒体业务的支持	265
第 8 章	移动多媒体技术的应用	266
8.1	移动多媒体实现系统介绍	266
8.1.1	移动多媒体消息系统 (MMS) 的组网方案	266
8.1.2	几家著名通信公司的 MMS 解决方案分析	267
8.1.3	移动流媒体组网方案	270
8.2	移动多媒体业务终端的现状和发展	271
8.3	移动多媒体技术的业务发展	277
8.3.1	移动通信 MMS 增值业务产业链	277
8.3.2	中国移动的业务措施和发展策略	279
8.3.3	中国联通的业务措施和发展策略	280
附录		283
参考文献		286

第1章 移动多媒体技术概述

1.1 移动通信技术的发展

1.1.1 移动通信技术的演进

移动通信技术是在20世纪80年代发展起来的，其发展速度远远超过固定网络。目前，全球移动通信用户数已经超过4亿。人们对移动通信的需求推动了移动通信的发展。移动通信的发展经历了两个阶段，即20世纪80年代的第一代模拟技术阶段和20世纪90年代的第二代窄带数字技术阶段。第一代移动通信系统主要采用模拟技术，随着用户数的迅速增加，模拟系统逐渐暴露出许多不足之处。第二代移动通信系统发展至今已趋于成熟，它是在弥补模拟系统不足之处的基础上发展起来的，主要采用数字通信技术，其多址方式采用时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA），但它通常只提供低速率的话音服务。近些年来，随着无线通信宽带化技术的突破性发展，移动通信正在向着以CDMA和WCDMA为基础、以宽带化通信为特征的第三代移动通信技术（3G）阶段发展。如图1-1所示为移动通信技术的演进过程。

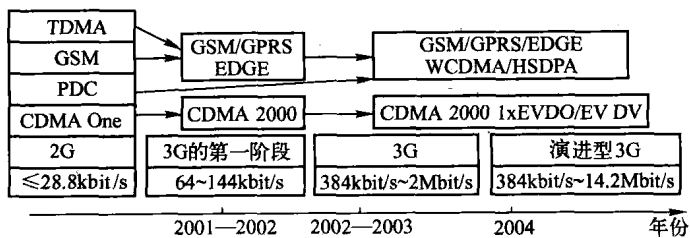


图 1-1 移动通信技术的演进过程

1. 第一代模拟系统

第一代模拟系统对应的接入技术是频分多址（Frequency Division Multiple Access/Address, FDMA）技术，它仅能提供9.6 kbit/s的通信带宽。其典型系统有美国的模拟电话系统AMPS、北欧的移动电话系统NMT、英国的全接入通信系统TACS等。

D-AMPS是AMPS模拟移动通信系统的升级模式。在模拟蜂窝通信系统中，每个用户被一次性地分配到30 kHz的信道。D-AMPS将30 kHz的信道分成三个信道，允许三个用户共享一个无线频道，并且每个用户使用不同的时隙，使AMPS和D-AMPS能够共存。最近的发展表明，D-AMPS正在向GSM靠近。

2. 第二代窄带数字系统

第二代窄带数字系统的接入技术主要有TDMA技术和CDMA技术两种，可以提供9.6~28.8 kbit/s的通信带宽。其典型系统有欧洲的全球移动通信系统GSM，北美的数字增强型系

统 IS - 136、CDMA One、IS - 95A 和 IS - 95B、日本的个人数字蜂窝系统 PDC 等。其中，GSM 应用最为广泛，它在中国占据了绝对的市场优势。不过，其他几项技术也各自占有一定的市场空间，并且在网络的演进中起着非常重要的作用。

CDMA 引入了扩频技术。扩频技术在军事上应用了很长的时间，在 20 世纪 80 年代中期，美国解密了这项技术，并开始测试它在蜂窝移动通信中的应用。基于 CDMA 移动通信系统的标准于 1993 年 7 月被美国电信工业协会（TIA）批准。CDMA 商用网络在 1995 年开通，到 1998 年底就已经吸引了 900 万用户，此后 CDMA 用户数持续上升。窄带 CDMA 现在被称做 CDMA One，以区别于 3G CDMA 系统。在 CDMA One 系统中，多个用户共享 1.25 MHz 带宽，通过分配给每个用户一个伪随机码来区分不同的用户。CDMA 工作在 850 MHz 和 1900 MHz 频段上。

PDC 是日本基于时分多址技术的移动通信标准，工作在 800 MHz 和 1500 MHz 频段上。PDC 拥有目前世界上最成功的无线互联网服务 i - mode。PDC 系统的拥塞促使 NTT DoCoMo 通信公司迅速用 3G 系统替代 PDC，由此带动了日本的 3G 产业相对较早地发展起来。

与第一代模拟蜂窝移动通信相比，第二代移动通信系统具有保密性强、频谱利用率高、能提供丰富的业务、标准化程度高等特点。但无论是第一代通信系统还是第二代通信系统，仍是主要针对话音通信设计的，话音仍是当前和未来一段时间内移动通信市场的基石和主阵地，数字话音移动通信仍是移动通信的主流市场。特别是对发展中国家而言，人们对通信的需求还主要集中在话音领域，所以在未来几年中，第二代数字话音通信仍然是这些国家移动通信市场的重点和支柱。

3. CDMA 2000 1x 与 GPRS

随着全球范围的 Internet 用户数爆炸式的增长，目前移动数据业务的上升势头也非常迅猛。在移动通信中，数据通信量也将在某一天超过话音通信量。但要完成专门针对未来多媒体通信的第三代系统建设还需时日，所以利用现有的第二代数字系统实现数据通信，是填补市场需求空间的必然选择。分析家认为，实际上 3G 技术所具备的功能其实绝大部分完全可以在第二代无线技术的基础上实现，特别是随着移动通信和因特网服务快速发展而产生的移动数据通信。其方法有两种：一是在以电话为主的蜂窝移动通信系统中增加传送数据的能力；二是移动通信与互联网的结合。

由此产生了几种相关技术，如通用分组无线服务（GPRS）技术、增强数据速率改进（Enhanced Data Rate for GSM Evolution, EDGE）技术、IS - 95B 利用码聚集技术、CDMA 2000 1x 技术、无线应用协议（WAP）技术、蓝牙（Bluetooth）技术等。其中，GPRS 和 CDMA 2000 1x，特别是基于 GSM 分组交换技术的 GPRS，格外引人注目。

GPRS 是为了迎合 GSM 移动通信市场以及全球因特网的迅猛发展和日益融合而推出的一种通信技术，它为 GSM 运营商由仅提供话音业务向提供综合信息服务业务领域拓展提供了重要的网络平台，并为 GSM 向第三代移动通信的过渡打下基础，被喻为“未来 3G 市场的助推器”。GPRS 有如下特点：

- 1) 为从无线部分到有线部分的过渡提供端到端的分组数据传输，无线部分可按需动态分配话音和分组信道，从而更为有效地利用频率资源。

- 2) 向用户提供更高的接入速率（115 kbit/s）和更短的接入时间。

- 3) 可更为有效地提供短消息、WAP 等原有数据业务。

- 4) 底层基于 TCP/IP，可与互联网进行无缝连接。

- 5) 可提供按时间、流量、内容等更加灵活的计费方式。
- 6) 依靠 GSM 广阔的覆盖范围,可随时随地提供数据接入。
- 7) 对原有 GSM 设备无需进行大的改动。

专家普遍认为, GPRS 是 GSM 向第三代系统过渡,同时又兼顾现有第二代系统的“2.5G”系统。在 GPRS 后,如果 GSM 运营商没有第三代的频谱,则可以通过 EDGE 技术把速率提高到 384 kbit/s,接近第三代移动通信系统的水平。如果运营商拥有第三代的频谱,则可以从 GPRS 直接过渡到第三代移动通信系统。

与 GPRS 的过渡作用相似, CDMA 2000 1x 则是为了窄带 IS-95 系统向第三代系统平缓过渡制定的标准。它可以提供速率 144 kbit/s 以上的数据业务,而且增加了辅助信道等,可以使一个用户同时承载多个数据流和多种业务,为支持未来的各种多媒体分组业务打下了基础。另外,随着移动通信的发展,运营商和用户对业务拓展的需求不断增强,从通信技术发展的角度看,未来的通信网络必将是一个宽带化、智能化、个性化的网络。作为第二代移动通信技术的 GSM 和 CDMA 系统,网络体系结构逐步由移动网向智能化方向发展。在移动网络中引入智能网的概念,增加智能网的相关功能模块,可以使移动网络能够很容易地提供更多的新业务以进一步满足客户不断增长和变化的需求。

4. 第三代移动通信技术

第三代移动通信系统在国际上统称为 IMT-2000,简称 3G,是国际电信联盟 (ITU) 在 1985 年提出的工作在 2000 MHz 频段,在 2000 年商用的系统。当时称为未来陆地移动通信系统,即 FPLMTS,于 1996 年正式更名为 IMT-2000。

与第一代模拟移动通信系统 (如 TACS 和 AMPS 等) 和第二代数字移动通信系统 (如 GSM 和 IS-95 CDMA One 等) 相比,第三代移动通信系统的最主要特征是可以提供移动多媒体业务。其设计目标是为了提供比第二代系统更大的系统容量、更好的通信质量,且要能在全球范围内更好地实现无缝漫游及为用户提供语音、数据及多媒体等多种业务,同时也要考虑与已有第二代系统的良好兼容性。

3G 被认为是世界上最具发展潜力的产业,关于 3G 的发展策略、标准化工作进展、最新技术与产品、市场运营等情况备受瞩目。现在,电信业正面临 3G 进入市场的前期。对更大容量、更高传输速率需求的持续增长,推动了 3G 系统标准的制定进程。

第三代移动通信技术的发展动力主要来自以下三个方面:

1) 原有的第二代移动通信系统使用的频率资源较少 (不到 100 MHz),且其频谱利用率相对较低,加上新的数据业务的不断推出,使得目前在一些国家和城市的中心地带的通信容量严重不足。而第三代移动通信系统的频谱资源在 230 MHz 以上,且频谱利用率较高,覆盖范围更广,性能更好,从而可以很好地解决现有业务的开展问题。

2) 随着社会信息化进程的加快,人们对移动数据业务的需求越来越高,尽管目前第二代系统也可以开展一些数据业务,但由于受到带宽的限制,无法满足开展诸如 Internet、电子商务、高速数据、运动图像和 VOD 等数据/多媒体业务的需要。而第三代系统可以针对不同的业务应用,提供从 9.6 kbit/s ~ 2 Mbit/s 的接入速率,从而很好地满足人们的需要。

3) 全球一体化的进程迫切需要一个全球统一的移动通信设备,以实现全球漫游。但第二代移动通信系统的多制式的空中接口和网络设备,难以实现这个要求,因此,一种新的有望实现全球统一的移动通信系统被寄予厚望。

ITU 于 2000 年 5 月最终确定了 5 种 3G 技术:

1) IMT-2000 CDMA-DS (IMT-2000 直接扩频 CDMA), 即 WCDMA, 它可以在一个 5 MB 的频带内直接对信号进行扩频。

2) IMT-2000 CDMA-MC (IMT-2000 多载波 CDMA), 即 CDMA 2000, 这是美国提出的技术, 它是由一个或多个 1.25 MB 的窄带直接扩频系统组成的一个宽带系统。

3) IMT-2000 CDMA TDD (IMT-2000 时分双工 CDMA), 包括 TD-SCDMA (又称为低码片速率 TDD), LCR TDD 和 HCR TDD。

上述三种技术是主流的 3G 技术的标准。

4) 北美提出的 UWC-136, 目前已经全面转向 GSM EDGE 和 WCDMA。

5) 欧洲的 DECT, 完全是由于频谱原因才作为 3G 标准的。

随着技术的不断发展, 出现了 3G 的增强型技术, 其技术能力已经远远超过了当初定义的最高 2 Mbit/s 的数据速率。这些技术包括在 CDMA 2000 1x 基础上演进的 1x EV DO (只支持数据业务, 最高速率为 2.4 Mbit/s) 和 1x EV DV (同时支持语音和数据业务, 最高速率为 3.1 Mbit/s) 以及在 WCDMA 基础上演进的 HSDPA (高速下行分组接入, 支持 10 Mbit/s)。上述几种技术目前均已被 ITU 纳入国际标准。业界所说的 3G 技术, 实际上就是指在 ITU 被接受为 3G 标准的技术。3G 的目标是实现一个真正的国际标准, 但直到今天, 这一目标仍没有被实现。

目前, 国际电联接受的第三代移动通信系统标准主要有三个, 即美国提出的 CDMA 2000 (CDMA 2000 1x 及演进的 1x EV-DO、1x EV DV), 欧洲和日本提出的 WCDMA (及演进的 HSDPA) 和我国提出的 TD-SCDMA。它们除了具有频谱利用率高、覆盖范围广、性能好、可以适应宽带多媒体通信要求等共同特点外, 还有自身的技术特点。

WCDMA 系统的核心网是 GSM-MAP, 同时通过网络扩展方式提供在基于 ANSI-41 的核心网上运行的能力, 可以从第二代 GSM 系统逐步演进, WCDMA 系统支持一条连线上传输多条并行业务, 支持高速率的分组接入。它采用更加灵活的系统操作, 包括支持基站间的异步操作、支持自适应天线阵技术与多用户检测的技术、支持非平衡频带下的采用时分双工的模式、采用单信元频率复用等。

TD-SCDMA 系统基于 GSM 系统, 采用智能天线和低码率技术, 频谱利用率很高, 能够解决人口密度大的地区频率资源紧张的问题, 并在互联网浏览等非对称移动数据和视频点播等多媒体业务方面有突出优势。系统的基站天线是一个智能化的天线阵, 能够自动确定并跟踪手机的方位, 发射波束始终对准手机的方向, 可以降低基站的发射功率。上行同步 CDMA 技术可使上行信号与基站解调器完全同步, 降低了码首间的干扰, 使硬件得到简化, 成本得到降低。TD-SCDMA 技术采用软件无线电技术, 使运营商在增加业务时, 可在同一硬件平台上利用软件处理基带信号, 通过加载不同的软件就可实现不同的业务。同时, 系统基站采用了高集成度、低成本的设计方法。此外, TD-SCDMA 系统可与第二代移动通信系统 GSM 兼容。

CDMA 2000 系统的核心网是 ANSI-41, 采用了直接扩频码分多址技术的无线接口, 符合甚至超过了 ITU 的全部规范要求。它具备先进的媒体接入控制能力, 从而有效地支持高速分组数据业务; 具有先进的多媒体业务质量控制能力, 支持对不同业务的不同质量要求的控制, 处理竞争业务间的优先权问题等; 可以根据环境需要灵活地选择语音、语音/数据和数据模式, 支持分布式和集中式的分组数据业务, 可选择采用独立的分组控制与信令传送语音; 支持频分数字双工 (FDD) 和时分数字双工 (TDD); 支持前向多载波结构和正交直接

扩频；具有较好的灵活性与可伸缩性，可非常容易地从现有的 CDMA One 平缓过渡，还可采用辅助导频、正交分集、多载波分集等技术来提高系统的性能。CDMA 2000 的技术规范由 3GPP2 负责，分三个阶段完成：首先，CDMA 2000 1x 是 CDMA One 的演进形式，它支持 144 kbit/s 的数据业务；随后，CDMA 2000 1x EV DO 引入了新的空中接口，它支持下行高速数据业务，也被称为高速分组数据业务（HRPD），其技术规范在 2001 年完成，需要另外的 1.25 MHz 的带宽来实现数据传输业务，1x EVDO 在下行链路中能提供 2.4 Mbit/s 的数据传输业务，但在上行链路中只能提供 153 kbit/s 的数据传输业务；最后，CDMA 2000 1x EV DV 在无线接入和核心网中引入新的无线技术和全 IP 网络结构，技术规范在 2003 年完成，能达到 3 Mbit/s 的数据传输速率。

由此可见，经过多年的研究，第三代移动通信系统已进入商用阶段。3G 标准的一个重要特点就是强调演化。为了保证运营商的利益，源于欧洲的 GSM 先是从二代的窄带话音系统演化到数据通信系统，也就是 2.5 代 GPRS，再演化到宽带数据通信系统。在这一演化过程中电信技术在飞速进步。例如，前几年所谓的宽带网就是指基于 ATM 协议的宽带 ISDN，而现在的宽带网已经是基于全 IP 技术了。而由于 3G 还是基于 ATM 协议，所以，欧洲 3G - WCDMA 的标准化组织 3GPP 又制定了进一步的演化标准，向全 IP 网演化。WCDMA 标准 Release 99（1999 年版），不基于 IP 技术；演化到 Release 2000（2000 年版）；后来发现 Release 2000 太复杂，又分两步走，先是演化到 Release 4（版本 4），再演化到 Release 5（版本 5），然后才能演化为全 IP 网。这样的标准演化过程，需要 3~5 年的时间。由于标准的制定有问题，电信运营商都谨慎地把 3G 移动通信投入商业化运营。即使 3G 的上述技术问题得到解决，在普及应用方面也还存在一些必须逾越的障碍。

1) 消费者使用手机的最主要目的是通话方便，尽管 3G 系统具有提供各种业务的能力，但消费者对这些业务的需求程度、兴趣和习惯还是一个未知数。

2) 3G 系统投资非常巨大，这些投资必然转加到消费者的服务收费上，再加上集众多功能于一身的 3G 手机价格昂贵，因此能否被消费者接受也是一个未知数。

3) 虽然从理论上说，3G 手机的数据传输速率能达到 384 kbit/s 或更高，但手机的数据传输速率将受到通信系统容量的限制，系统容量有限，手机用户越多，速率就越低。据有关专家分析，3G 手机将很难达到其理论速率。

第三代移动通信有如下关键技术：高效信道编译码技术、智能天线技术、初始同步与 Rake 多径分集接收技术、多用户检测技术、功率控制技术。

第三代移动通信系统的出现将使人类的通信方式出现革命性的改变，在任何地方以任何方式进行通信将成为现实。

5. 超三代移动通信技术

3G 移动通信使人们的日常生活发生了重大变化。自从 GSM 商用以来，西欧移动电话的普及率达到了 70%。随着 3G 服务的发展，移动电话的普及率还将继续扩大，UMTS 和它的演进方式将提供更高的传输速率。同时从 2G 到 3G 的演进促进了技术的融合，促进了全球统一标准的形成。近期，第四代移动通信技术标准的制定已经开始，正朝着高速率的方向发展。同时，无线局域网（WLAN）也已经得到了广泛的应用。可以预想，移动通信系统将朝着高传输速率的方向发展；移动网络在经历从电路交换到分组交换的发展以后，将朝着实现不同接入技术互联的趋势发展。

未来几代移动通信系统最明显的发展趋势是高数据速率、高机动性和无缝隙漫游。实现这些要求在技术上将面临更大的挑战。此外，系统性能的好坏（如蜂窝规模和传输速率）在很大程度上取决于频率的高低。目前，随着互联网的广泛使用，移动通信用户也迫切地希望能接入互联网，以获得高速数据服务，如多媒体业务。这种需求推动了4G移动通信系统的研制。第四代移动通信的概念可称为广带（Broadband）接入和分布网络，它具有非对称的超过2 Mbit/s的数据传输能力。它包括广带无线固定接入、广带无线局域网、移动广带系统和互操作的广播网络（基于地面和卫星系统）。对于4G核心网络，具有电信级QoS的IPv6将是未来的主要发展趋势。

有人认为，4G技术指标和应用范围各方面如果没有“革命性”的变革，则不能够称为“4G”。4G移动通信的数据传输速率应该比3G高一个数量级。4G移动通信系统须要达到2~20 Mbit/s的数据传输速率。现在普遍倾向于采用OFDM技术、智能天线技术、发射分集技术、联合检测技术相结合的方式来实现高速数据传输的目的。作为第四代移动通信技术，其主要的要求是：

1) 数据传输率要超过UMTS，即从2 Mbit/s提高到100 Mbit/s，移动速度要从步行提高到车速。

2) 满足第三代移动通信尚不能达到的在覆盖、质量、造价上支持的高速数据和高分辨率多媒体服务的需要。广带无线局域网应能与B-ISDN和ATM兼容，实现广带多媒体通信，并形成综合广带通信网（IBCN）。

3) 对全速移动用户能够提供150 Mbit/s的高质量影像服务。

此外，4G还应该包含以下4个主要特点：

1) 自适应的资源分配，能够处理变化的业务流，适应信道条件不同的环境，有很强的自组织性和灵活性。

2) 能综合固定移动广播网络或其他的一些规则，实现对这些功能体积分布的控制。

3) 能根据网络的动态和自行变化的信道条件，使低码与高码的用户能够共存。这些方面都要比2G、3G先进。

4) 主要发展以数字广带为基础的概念。在带宽减小的过程中，传播条件相对困难，蜂窝小区也会相应小很多，这会引起一系列技术上的难题。相比4G，5G移动通信系统也将在未来实现。表1-1给出了移动通信系统的发展历程。

表 1-1 移动通信系统的发展历程

年 代	通信系统	技 术	业 务
20 世纪 80 年代	1G	模拟	模拟蜂窝电话、模拟无绳电话
20 世纪 90 年代	2G	数字	数字蜂窝：GSM、IS-54、PDC 数字无绳：DECT、PHS 移动卫星
2000 年	3G	全球标准	IMT-2000(3G 蜂窝)最大数据率为 2 Mbit/s
2010 年	4G	高数据率、高机动性、基于 IP	4G 蜂窝、宽带接入、ITS、HAPS 最低数据率为 2~20 Mbit/s；最大数据率为 156 Mbit/s
2020 年	5G	高数据率、高机动性、基于 IP	5G 蜂窝、宽带接入、ITS、HAPS 最低数据率为 2~20 Mbit/s；最大数据率：600 Mbit/s

注：4G、5G 系统的年代为粗略估计。

1.1.2 不同制式的 3G 系统的比较

1. 概述

3G 的主要特征是可提供移动多媒体业务。其中, 高速移动环境支持 144 kbit/s 的速率, 步行、慢速移动环境支持速率达 384 kbit/s, 在室内支持 2 Mbit/s 的数据传输速率。其设计目标是为了提供比第二代通信系统更大的系统容量和更好的通信质量, 而且要能在全球范围内更好地实现无缝漫游以及为用户提供包括话音、数据及多媒体等在内的多种业务, 同时也要考虑与已有第二代系统的良好兼容性。除了话音、可视电话、视频会议电话及多媒体业务外, E-mail、WWW 浏览、电子商务、电子贺卡等业务也将能与移动网络相结合。移动办公业务、教育类业务、股票信息、交通信息、气象信息、位置服务、网上教室、网上游戏等移动应用将极大地丰富人们的生活。可以说, 3G 是为了满足容量及业务的需求, 在综合考虑现有技术的基础上新生成的一代系统。

3G 业务运营与 2G 业务运营有很大的不同, 数据业务特别是 Internet 业务在 3G 业务运营中占据相当大的份额, 使更多的 ICP 和 ISP 来开发用户关心的内容将充分发挥第三代移动通信网络功能的优点, 并极大地吸引客户。因此, 3G 的发展将改变 2G 发展的市场价值链, 其业务模式将由运营商、信息服务商、终端和用户共同建立。

3G 数据业务模式有以下三种。

1) 在移动门户平台上由运营商自己经营内容。其优点是: 便于经营管理, 收入和盈利规模大, 与用户联系紧密。其缺点是: 信息资源有限, 不利于 3G 业务的发展。通常, 运营商只做部分信息服务。

2) 在移动门户平台上建立“网上商场”, 让内容供应商进入经营。其优点是: 信息资源丰富, 充分发挥信息供应商和应用服务商针对移动用户的个性化服务特点。其缺点是: 运营商要分利给信息供应商, 不便于管理。这种方式将可能是最普遍采用的方式。

3) 将移动门户平台出租, 由接入(应用)服务商经营。其优点是: 通过专业化服务, 充分发挥移动应用服务商的市场开拓积极性, 有利于 3G 业务的快速发展。其缺点是: 利用网络平台组建虚拟接入网, 运营商的收入和效益将减少。这种方式适于网络运营商在建网初期无暇顾及业务开展, 而请第三方经营移动门户平台, 以抢占市场的情况。

究竟是市场的发展带动了技术的更新, 还是新技术的飞跃刺激了市场的发展, 目前尚难定论, 而性能价格比高、实用性强的新技术的成熟却无一例外地刺激了新业务的发展。第三代移动通信是移动通信技术上的巨大进步, 也是移动通信发展的必经之路, 它所具有的技术优势则是 3G 市场得以开拓并渐成热潮的重要基础。同时, 它所提供的网络承载能力为更多的应用带来了更大的发展空间。

2. 3G 的主要目标

3G 要达到的主要目标如下:

1) 全球漫游。低成本的多模手机可以在全球漫游。

2) 适应多环境。3G 采用多层小区结构, 即微微蜂窝、微蜂窝、蜂窝、宏窝, 并与卫星移动通信系统结合在一起。

3) 可以灵活地引入新的业务。3G 能够提供高质量的话音和高速率的数据(图像)传输等业务。