

458

TN 9.533
C36

现代移动通信技术丛书

第三代移动通信系统与技术

常永宏 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

第三代移动通信系统与技术/常永宏编著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.3

(现代移动通信技术丛书)

ISBN 7-115-10022-5

I. 第... II. 常... III. ①码分多址—移动通信—通信系统②码分多址—移动通信—
通信技术 IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 001372 号

内 容 提 要

本书以 WCDMA 无线接入技术为主线, 对第三代移动通信系统和技术进行了全面的介绍, 包括第三代移动通信系统的发展历程、空中接口上的无线接入技术、UMTS 陆地无线接入网、基带信号处理流程、WCDMA 物理层关键技术、空闲模式下的 UE 过程、无线资源管理 (RRM) 策略、HARQ、业务及 QoS 等方面的内容。选材广泛, 内容新颖、翔实, 全部内容都根据 3GPP 最新的协议规范 (Release 4) 进行了严格的审定, 有较高的参考价值, 实用性强。

本书可作为通信行业的技术人员、管理人员及相关专业本科生和研究生的参考资料。

现代移动通信技术丛书

第三代移动通信系统与技术

◆ 编 著 常永宏

责任编辑 杨 凌

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67180876

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.25

字数: 438 千字

2002 年 3 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2002 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10022-5/TN · 1827

定价: 33.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

序

作为近年来通信领域发展的一个热点，第三代移动通信已经是国际瞩目的，而且是 21 世纪前 10 年最重要的发展方向。面对超过一万亿美元的国际市场规模，第三代移动通信技术和产品开发也早就各电信公司 and 研究单位的主要课题。虽然在 2000、2001 年上半年，由于制造商、运营商和媒体的过分炒作，而从 2001 年下半年起略为变冷，但对其技术和产品的开发进度并没有明显的影响。可以预计，从 2003 年起，各种制式（标准）的第三代移动通信系统将在欧洲和亚洲开始商用，到 2004、2005 年，它将成为通信产业最主要的产品，其销售额将达到整个电信产品市场的三分之二以上。

根据市场的需求和技术的发展，国际电联从 1986 年起就开始研究第三代移动通信技术和标准，但真正的工作是在 20 世纪 90 年代中叶以后才开始的。1997 年，国际电联通过了对第三代移动通信标准和技术的基本要求，即 ITU-R M.1225 建议，并正式向全世界发出征求第三代移动通信无线传输技术(RTT)及标准建议的通函，要求任何 ITU 成员都可以依据上述要求提出建议，截止时间是 1998 年 6 月 30 日。当时，国际电联共收到 10 种地面移动通信 RTT 的建议，其中就有中国提出的 TD-SCDMA 技术建议。此后，国际电联做了大量标准融合的工作，并先后成立了两个国际标准化组织——3GPP 和 3GPP2 来完成制定标准的详细文稿。到 2000 年 5 月，国际电联通过 ITU-R M.1457 建议，即第三代移动通信标准。至此，标准的初型已基本明朗，即第三代移动通信的主流是 CDMA 技术，主要由频分双工的标准 DC-CDMA (WCDMA)和 MC-CDMA (cdma2000)，以及时分双工的标准 CDMA TDD 所构成。然后，3GPP 负责完成 WCDMA 和 CDMA TDD 标准的完善，而 3GPP2 则完成 cdma2000 标准的完善工作。到 2001 年 3 月，所有上述标准都有了比较确定的版本，产品开发也有了比较准确的依据。

特别应当说明的是，在 CDMA TDD 标准中，有两个选项：码片速率为 1.28Mbit/s (TD-SCDMA)和 3.84Mbit/s (UTRA TDD)。通过近年的研究和比较，从 2001 年夏天起，国际上多数从事 CDMA TDD 技术和产品开发的公司都放弃了对 UTRA TDD 的开发。目前，国际电联已通过，在 3GPP 完善的 TD-SCDMA 标准已经成为国际上唯一的 CDMA TDD 标准。这是我国电信百年史上的第一次，是我们应当引以为骄傲和珍惜的。可以预言，我国的民族移动通信产业将可能依靠自己拥有核心知识产权的 TD-SCDMA 标准而获得振兴。

本书以第三代移动通信技术为题，参考国外有关著者和 3GPP 有关标准文本，比较系统地介绍了 WCDMA 的标准，是一本不可多得的好书。其内容将有助于我国大量刚离开大学或研究生学习，进入和从事第三代移动通信技术研究、开发和应用的年轻工程师较快地了解 WCDMA 标准和技术。

本书的著者是一位从事第三代移动通信研究开发数年的工程师，在工作的同时完成了本书的编著，付出了大量时间和精力，实属不易。在向他祝贺的同时，也希望我们年轻一代的工程技术人员能尽早地在学术上有所建树，有所发明创造，并有所著述。

李世鹤

2002 年 3 月于北京

前 言

截止到 2001 年 7 月底, 中国的移动电话用户总数已经达到 1.2 亿, 首次超过美国, 雄居世界第一。

2001 年 11 月, 中国正式加入 WTO, 中国移动通信市场作为全球最大的新兴市场, 已成为商家必争之地。而此前, 全球最大的移动运营商 Vodafone 以 25 亿美元的天价购入中国移动 2% 的股权, 则足见其深谋远虑了。

在当今的移动通信领域, 最大的亮点莫过于第三代移动通信系统 (3G)。由于其工作频段在 2 000Hz 左右, 并于 2000 年左右投入商用, 因此又称为 IMT-2000 (国际移动通信-2000), 在欧洲被称为 UMTS (全球移动通信系统)。据估计, 从 2002 年到 2010 年的 9 年间, 第三代移动通信产品的市场总容量大约为 6 000 亿美元, 而中国的 3G 市场容量也将超过 200 亿美元。“山雨欲来风满楼”, 丰厚的市场回报使得各大电信设备制造商和网络运营商不惜血本地将巨额资本投向 3G, 在标准的制定、新技术的研究和设备开发等领域展开了激烈的竞争。而在中国, 这一新兴的技术又成为我们赶超世界先进水平的一个良好契机, 大唐电信代表中国提出的 TD-SCDMA 标准就是一个鲜明的例子。

那么, 3G 何以有如此巨大的魅力呢? 国际电联对 IMT-2000 提出的目标为我们描绘了这样一幅蓝图:

1. 提供室内 2Mbit/s、室外步行 384kbit/s、车辆 144kbit/s、卫星 9.6kbit/s 的移动多媒体通信业务;

2. 高于现有移动系统两倍的频谱效率;

3. 通信质量与固定网络的服务质量相当;

4. 个人移动性, 实现网络的无缝覆盖和终端的全球漫游。

移动通信的最终目标是使得任何人可以在任何时间、任何地点与任何人进行任何方式的通信。第一代移动通信系统是采用 FDMA 技术的模拟蜂窝系统, 如 AMPS、TACS 等, 其缺点是容量小, 不能满足飞速发展的移动通信业务量的要求; 第二代移动通信系统是采用 TDMA 和 CDMA 技术的数字蜂窝系统, 如 GSM / DCS1800、IS-95 等, 其容量和服务质量都比模拟系统有了很大的提高, 但其业务种类主要限于语音和低速数据。随着信息技术的飞速发展, 人们对通信业务种类和数量提出了更高的要求, 因而第二代移动网络所能提供的服务和容量已经远远不能满足现实的需求。

国际电联早在 1986 年就提出了第三代移动通信系统的概念, 当时称为 FPLMTS (未来公共陆地移动通信系统), 后来在 1996 年更名为 IMT-2000。经过全球无数的产业界精英数年的反复论证、融合, 目前 3G 标准的制定工作已经取得了阶段性成果, 3GPP 的 Release 99 和 3GPP2 的 cdma2000-1X 标准已经基本冻结。

日本的 NTT Docomo 已于 2001 年 10 月 1 日开始提供 3G 移动多媒体业务, 欧美各国已经开始第三代网络的建设, 中国也将于 2002 年到 2003 年开始大规模建设第三代移动网络。

3G 移动时代已经来临, 这一宏大的新兴产业呼唤着一批又一批富有才智而又充满激情的

中青年科技专家为之奋斗不息。本书的出版正是顺应了这一历史潮流，在与各位产业界同仁进行深入探讨的同时，也吸引更多的有识之士加入到 3G 的产业化进程中来。

在本书的写作和出版过程中，作者有幸得到了著名的移动通信技术专家、“第三代移动通信之父”李世鹤博士的悉心指导和大力支持，他不仅详细审阅了全部书稿，而且提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。另外，李峰、孙立新、毕海等几位专家也在本书的写作过程中给予了大力的支持和帮助，一并表示感谢。

由于时间比较仓促，而且 3G 的标准和技术还在不断地发展和完善之中，加上作者水平有限，文中错误和疏漏之处在所难免，恳请各位专家、读者批评指正。

常永宏

2002 年 2 月于北京

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 移动通信发展简史	1
1.2 第三代移动通信系统的发展历程	4
1.3 IMT-2000 系统结构	5
1.4 第三代移动通信系统标准化现状	6
1.4.1 3GPP 的标准化进展	6
1.4.2 3GPP2 的标准化进展	7
第 2 章 UMTS 空中接口协议结构	8
2.1 UMTS 总体结构	8
2.2 无线接口协议结构	10
2.3 物理层服务和功能	11
2.4 MAC 服务和功能	12
2.5 RLC 服务和功能	14
2.6 PDCP 服务和功能	15
2.7 BMC 服务和功能	15
2.8 层 2 数据流	16
2.9 RRC 服务和功能	17
2.10 无线接口上的 UE 标识	19
2.11 UE-UTRAN 连接	19
2.12 UE 模式	19
第 3 章 UMTS 陆地无线接入网	21
3.1 UTRAN 概述	21
3.2 UTRAN 功能	22
3.2.1 系统接入控制	22
3.2.2 移动性处理	22
3.2.3 无线资源管理与控制	23
3.2.4 射频功率控制	24
3.2.5 无线信道编/解码	25
3.3 移动性管理	26
3.3.1 信令连接	26
3.3.2 移动性处理的结果	26
3.4 同步	26

3.5	UTRAN 接口总体协议模型	27
第 4 章	UTRAN I_u 接口	29
4.1	I _u 接口概述	29
4.1.1	I _u 接口结构与功能	29
4.1.2	I _u 接口协议结构	30
4.1.3	RANAP 信令承载	31
4.1.4	I _u 接口上的数据传输和传输信令	32
4.2	无线接入网应用部分协议 RANAP	33
4.2.1	RANAP 业务	33
4.2.2	RANAP 功能	33
4.2.3	RANAP 基本过程	34
4.3	I _u 接口用户平面协议 I _u UP	44
4.3.1	I _u UP 概述	44
4.3.2	透明模式	45
4.3.3	支持模式	46
4.3.4	支持模式下的 I _u UP 功能	47
4.3.5	I _u UP 基本过程	49
4.3.6	支持模式下的 I _u UP 对等层通信单元	53
4.4	服务区域广播协议 SABP	58
4.4.1	写替换过程	58
4.4.2	KILL 过程	58
4.4.3	负载状态查询过程	59
4.4.4	消息状态查询过程	59
4.4.5	复位过程	60
4.4.6	重启指示过程	61
4.4.7	失败指示过程	61
4.4.8	错误指示过程	61
第 5 章	UTRAN I_{ur} 接口	63
5.1	I _{ur} 接口概述	63
5.2	无线网络子系统应用协议 RNSAP	64
5.2.1	RNSAP 基本移动性过程	64
5.2.2	RNSAP DCH 过程	66
5.2.3	RNSAP 公共传输信道过程	73
5.2.4	RNSAP 全局过程	75
5.3	I _{ur} 接口用户平面帧协议 I _{ur} FP	77
5.3.1	数据传输	77
5.3.2	流量控制	78

第 6 章 UTRAN I_{ub} 接口	81
6.1 I _{ub} 接口概述	81
6.1.1 Node B 逻辑模型	82
6.1.2 NBAP 信令承载	86
6.1.3 公共传输信道数据传输及传输信令	86
6.1.4 DCH 数据传输及传输信令	87
6.2 Node B 应用部分协议 NBAP	88
6.2.1 NBAP 概述	88
6.2.2 NBAP 基本过程	89
6.2.3 NBAP 公共过程	89
6.2.4 NBAP 专用过程	98
6.3 I _{ub} 接口用户平面公共传输信道数据流	105
6.3.1 公共传输信道帧协议过程	105
6.3.2 数据帧结构和编码	109
6.3.3 控制帧结构	114
6.4 I _{ub} /I _{ur} 接口用户平面 DCH 数据流	118
6.4.1 DCH 帧协议过程	118
6.4.2 数据帧结构和编码	122
6.4.3 控制帧结构	123
第 7 章 UE-UTRAN 接口	129
7.1 媒体接入控制协议 MAC	129
7.1.1 MAC 子层概述	129
7.1.2 MAC-b 实体	130
7.1.3 与业务有关的 MAC 结构	130
7.1.4 逻辑信道与传输信道之间的映射	136
7.2 无线链路控制协议 RLC	137
7.2.1 RLC 子层概述	137
7.2.2 RLC 实体	138
7.2.3 RLC 协议状态	140
7.2.4 RLC 基本过程	143
7.2.5 加密	148
7.2.6 HARQ 技术	149
7.3 分组数据集中协议 PDCP	151
7.3.1 PDCP 子层概述	151
7.3.2 PDCP 子层结构	151
7.3.3 PDCP 功能	151
7.4 广播/多播控制协议 BMC	155
7.4.1 BMC 子层概述	155

7.4.2	BMC 过程	155
7.5	无线资源控制协议 RRC	157
7.5.1	RRC 概述	157
7.5.2	RRC 协议结构	157
7.5.3	RRC 协议状态	157
7.5.4	RRC 过程	160
7.5.5	UE 测量	185
第 8 章	WCDMA 空中接口物理层技术	196
8.1	物理信道与传输信道	196
8.1.1	传输信道	196
8.1.2	指示	196
8.1.3	物理信道	196
8.1.4	上行物理信道	197
8.1.5	下行物理信道	200
8.1.6	传输信道到物理信道的映射	207
8.2	编码与复用	208
8.2.1	编码与复用概述	208
8.2.2	CRC 校验	208
8.2.3	传输块级联和码块分割	209
8.2.4	信道编码	211
8.2.5	无线帧尺寸均衡	216
8.2.6	第一次交织	216
8.2.7	无线帧分割	217
8.2.8	速率匹配	217
8.2.9	传输信道的复用	220
8.2.10	物理信道的分割	220
8.2.11	第二次交织	221
8.2.12	物理信道映射	221
8.3	扩频与调制	222
8.3.1	信道化码	222
8.3.2	扰码	223
8.3.3	同步码	229
8.3.4	上行链路扩频与调制	232
8.3.5	下行链路扩频与调制	236
8.4	UE 侧物理层模型	238
8.4.1	上行链路模型	238
8.4.2	下行链路模型	239
8.5	小区搜索与随机接入	241

8.5.1	小区搜索过程	241
8.5.2	随机接入过程	241
8.6	功率控制技术	243
8.6.1	开环功率控制	244
8.6.2	快速闭环功率控制	245
8.6.3	外环功率控制	245
8.7	发射分集技术	245
8.7.1	开环发射分集	245
8.7.2	闭环发射分集	246
第 9 章	空闲模式下的 UE 过程	247
9.1	空闲模式概述	247
9.2	PLMN 选择和重选择过程	248
9.3	小区选择和重选择过程	248
9.4	寻呼与非连续接收	250
第 10 章	无线资源管理 (RRM) 策略	252
10.1	RRM 概述	252
10.2	接纳控制	253
10.3	包调度	254
10.3.1	分组数据业务	254
10.3.2	分组数据的信道选择	255
10.3.3	包调度算法	256
10.4	功率控制	257
10.5	切换	257
10.5.1	软切换定义	257
10.5.2	软切换过程	258
10.5.3	软切换算法举例	258
10.6	负载控制	260
第 11 章	UMTS 业务&QoS	261
11.1	UMTS 业务	261
11.1.1	端到端业务 (End-to-End Service) 与 UMTS 承载业务 (UMTS Bearer Service)	261
11.1.2	无线接入承载业务 (Radio Access Bearer Service) 与核心网承载业务 (CN Bearer Service)	262
11.1.3	无线承载业务 (Radio Bearer Service) 与 I _u 承载业务 (I _u Bearer Service)	262
11.2	UMTS 的 QoS 分类	263

11.2.1	会话类	263
11.2.2	流类	264
11.2.3	交互类	264
11.2.4	后台类	264
11.3	自适应多速率语音业务	264
11.3.1	AMR 编解码特性	265
11.3.2	AMR 编解码模式控制	266
附录	缩略语	269
参考文献		278

第1章 绪 论

1.1 移动通信发展简史

移动通信从诞生到现在已经有 100 多年的历史了。1897 年，马可尼在赫兹实验的基础上完成了一个固定站与一艘拖船之间的无线通信实验，证明了在移动体之间以无线方式进行通信的可行性。但在此后相当长的一段时间内，移动通信的发展一直相当缓慢，只在短波的几个频段上开发出了专用移动通信系统，而且一般只用于军队和政府部门，其典型代表是 20 世纪 20 年代美国底特律警察使用的车载无线电系统。

第二次世界大战期间，军事上的需求促进了无线电通信技术及其制造业的长足发展，同时也出现了许多新的理论和技术。二战结束后，移动通信技术逐渐从军用转向民用，美国人在这个过程中发挥了巨大的作用。1946 年，按照联邦通信委员会（FCC）的计划，贝尔实验室在圣路易斯建立了世界上第一个公用汽车电话网，称为“城市系统”。该系统使用了 3 个频道，间隔为 120kHz，通信方式为单工。随后，原西德（1950 年）、法国（1956 年）和英国（1959 年）等国相继研制出各自的公用移动电话系统，贝尔实验室又完成了人工交换系统的接续问题。这一阶段的特点是从专用移动通信网向公用移动通信网过渡，采用人工接续的方式，网络容量小。

20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期，美国推出了改进型移动电话系统（IMTS），使用 150MHz 和 450MHz 两个频段，采用大区制，网络容量有所增加，实现了无线频道自动选择并能够自动接续到公用电话网的功能。德国也推出了具有相当技术水平的 B 网。这一阶段是移动通信系统改进与完善的阶段，其特点是采用大区制、中小容量，使用了 450MHz 频段，实现了自动选频与自动接续。

但是，由于设备及无线资源的制约，当时整个移动通信市场发展缓慢，尚未形成规模。

随着半导体技术的成熟、大规模集成电路器件和微处理器技术的发展以及表面贴装工艺的广泛应用，移动通信系统的设备小型化问题才逐步得以解决，为蜂窝移动通信的实现提供了技术基础，移动通信技术由此进入蓬勃发展的时期。但随着市场规模的不断扩大，用户数量迅速增加，传统的大区制系统很快达到饱和，已无法满足用户的服务要求。针对这一情况，贝尔实验室又提出了小区制蜂窝移动通信系统的解决方案，并于 1978 年底推出 AMPS（先进移动电话业务）系统，这是第一个真正意义上的具有随时随地通信功能的大容量蜂窝移动通信系统。1983 年，AMPS 系统首次在芝加哥投入商用。同年 12 月，华盛顿也开始启用。之后，AMPS 系统的服务区域在美国逐渐扩大，其他工业化国家也相继开发出蜂窝式公用移动通信网：日本于 1979 年推出 800MHz 汽车电话系统（HAMTS），在东京、大阪和神户等地投入商用；原西德于 1984 年完成 C 网，频段为 450MHz；英国于 1985 年开发出全地址通信系统（TACS），并首先在伦敦投入使用，频段为 900MHz；法国开发出 450MHz 系统；加拿大推出 450MHz 移动电话系统（MTS）；瑞典等北欧四国于 1980 年开发出 NMT-450 移动通信网，并投入使用，频段为 450MHz。表 1.1 示出了 1991 年欧洲各国使用的主要蜂窝系统。

表 1.1

1991 年欧洲主要蜂窝系统

国 家	系 统	频段 (MHz)	建 立 时 间	用户数 (千)
英国	TACS	900	1985 年	1 200
瑞典、挪威、 芬兰、丹麦	NMT	450	1981 年	1 300
		900	1986 年	
法国	Radiocom2000	450, 900	1985 年	300
	NMT	450	1989 年	90
意大利	RTMS	450	1985 年	60
	TACS	900	1990 年	560
德国	C-450	450	1985 年	600
瑞士	NMT	900	1987 年	180
荷兰	NMT	450	1985 年	130
		900	1989 年	
奥地利	NMT	450	1984 年	60
	TACS	900	1990 年	60
西班牙	NMT	450	1982 年	60
	TACS	900	1990 年	60

我国的公用移动通信网为了能与其他国家和地区的 TACS 系统兼容工作，基本上采用了 TACS 标准，并于 1987 年建成开通。

这一阶段最重要的突破是贝尔实验室在 70 年代提出的蜂窝网的概念。蜂窝网，即所谓的小区制，由于实现了频率资源的复用，因此大大提高了系统容量。可以说，蜂窝网的概念真正解决了公用移动通信系统的要求容量大与频率资源有限两者之间的矛盾。

以 AMPS 和 TACS 为代表的第一代蜂窝移动通信网是模拟系统。模拟蜂窝网虽然取得了很大成功，但也暴露了一些问题，例如频谱利用率低、移动设备复杂、费用较贵、业务种类受限以及通话易被窃听等，而其中最主要的问题是其容量已不能满足日益增长的移动用户的需求。

随着超大规模集成电路和低速话音编码技术的出现，数字通信技术表现出比模拟技术更突出的优越性，此时在移动通信领域也出现了数字技术取代模拟技术的趋势。数字无线传输技术的频谱利用率高，可大大提高系统容量；而且数字通信网能够提供语音、数据等多种业务，并可与 ISDN 兼容。

20 世纪 80 年代可以说是移动通信发展的重要时期，因为这个时期几乎同时出现了两种重要的移动通信体制：一种是 TDMA 体制，另一种是 CDMA 体制。TDMA 体制的典型代表是欧洲的 GSM 系统，CDMA 体制的典型代表是美国的 IS-95 系统。

GSM 数字移动通信系统源于欧洲。1982 年，北欧国家向 CEPT（欧洲邮电管理会议）提

交了一份建议书，要求制定 900MHz 频段的欧洲公共电信业务规范。在这次会议上成立了一个移动特别小组（Group Special Mobile），简称“GSM”，它隶属于欧洲电信标准学会（ETSI），主要负责制定有关的标准和建议。

1986 年，该小组在巴黎对欧洲各国及各公司经大量研究和实验之后提出的 8 个建议系统进行了现场试验。

1990 年，该小组完成了 GSM900 的规范，共产生了大约 130 项全面建议，这些建议分为 12 个系列。

1991 年，欧洲第一个 GSM 系统开通，并将 GSM 正式更名为“全球移动通信系统”（Global System for Mobile communications）。同年，移动特别小组还完成了 1 800MHz 频段欧洲公共电信业务规范的制定工作，定名为 DCS1800 系统。该系统与 GSM900 具有同样的基本功能特性，因而这部分规范只占 GSM 建议的一小部分，在此仅对 DCS1800 与 GSM900 之间的差别加以描述，而其余绝大部分二者是通用的。GSM900 与 DCS1800 统称 GSM 系统。

1992 年，欧洲大部分 GSM 运营商开始提供商用业务。到 1994 年 5 月为止，全球已有 50 个 GSM 网开始运营。

1993 年，欧洲第一个 DCS1800 系统投入运营。

1993 年，我国第一个 GSM 系统建成开通。

1987 年，欧洲确定下一代移动通信体制将以 TDMA 技术为主，而谈到 CDMA 时则认为是几乎无法实现的体制，国内的技术评论和分析也大致给出了相似的结论。与此同时，一家美国公司 Qualcomm（高通）则一直坚定地研究 CDMA 技术，并于 1989 年进行了首次 CDMA 现场试验，证明 CDMA 用于蜂窝移动通信的大容量特性，经理论推导为 AMPS 容量的 20 倍。这一振奋人心的结果很快使 CDMA 成为全球的热门课题。1995 年，香港和美国的 CDMA 公用网开始投入商用。1996 年，韩国用自己开发的 CDMA 系统开展大规模商用，头一年就发展了 150 万用户。到 1999 年底，全球 CDMA 用户已达 5 000 多万，CDMA 的研究和商用进入高潮。

中国 CDMA 的发展也有相当长的历史。1993 年，国家 863 计划已开展 CDMA 蜂窝技术的研究。1994 年，Qualcomm 公司首先在天津建立技术试验网。1998 年，具有 14 万容量的长城 CDMA 商用试验网在北京、广州、上海和西安建成，并开始小部分商用。目前，联通首期 300 个城市 1 500 万用户的 IS-95B CDMA 网已基本建成，不久就要开通。

移动通信经历了第二代的蓬勃发展，用户数量急剧增加，在某些地区如我国的北京、上海、广州等地已经出现了频率资源紧张、系统容量饱和的局面。而与此同时，信息技术的飞速发展对移动通信提出了更多新的业务需求，如图像、语音与数据相结合的多媒体业务和高速数据业务，而第二代移动通信系统因只能提供话音业务和低速数据业务，已不能适应新业务发展的要求。所以新一代移动通信系统的研究和发展就成为移动通信领域的一个新热点。

第三代移动通信系统最初的研究工作始于 1985 年，当时 ITU-R（CCIR）成立临时工作组，提出了未来公共陆地移动通信系统（FPLMTS），其目的是形成全球统一的频率与统一的标准、实现全球无缝漫游，并提供多种业务。1996 年，FPLMTS 正式更名为 IMT-2000。IMT-2000 支持的网络称为第三代移动通信系统，它可以支持高达 2Mbit/s 的传输速率，并可提供多媒体业务和高速数据业务。

目前，第三代移动通信系统的标准化工作已接近尾声，形成了 WCDMA、cdma2000、

TD-SCDMA 三大主流标准三足鼎立的局面，其中欧洲的 WCDMA 和美国的 cdma2000 分别是在 GSM 和 IS-95 CDMA 的基础上发展起来的。而大唐电信代表中国提出的 TD-SCDMA 标准由于采用了 TDD 模式，支持不对称业务，又有中国政府和产业界的支持，再加上国内巨大的市场潜力，因此格外引人注目，必将成为未来移动通信市场上的一个新的亮点。

1.2 第三代移动通信系统的发展历程

当 1985 年开始第三代移动通信系统最初的研究工作时，人们还在使用第一代的模拟移动通信网络，对第三代移动通信系统提出的目标主要定位于实现全球的无缝漫游。

1991 年，国际电联正式成立 TG8/1 任务组，负责 FPLMTS 标准的制定工作。

1992 年，国际电联召开世界无线通信系统会议（WARC），对 FPLMTS 的频率进行了划分。这次会议成为第三代移动通信标准制定进程中的一个重要里程碑。

1994 年，ITU-T 与 ITU-R 正式携手研究 FPLMTS。

1996 年，FPLMTS 正式更名为 IMT-2000，即国际移动通信系统，工作于 2000MHz 频段，定于 2000 年左右投入商用。

1997 年初，ITU 发出通函，要求世界各国在 1998 年 6 月之前提交 IMT-2000 无线接口技术方案。

1998 年 6 月，ITU 共收到了 15 个有关第三代移动通信无线接口的候选技术方案。

1999 年 3 月，ITU-R TG8/1 第 16 次会议在巴西召开，确定了第三代移动通信技术的大格局。IMT-2000 地面无线接口被分为两大组，即 CDMA 与 TDMA。这次会议的结果虽然表明第三代标准将是多技术的，但同时也为各技术标准的融合提供了机会。

1999 年 3 月至 6 月间，一些国家和地区的标准化组织以及国际运营商组织召开了一系列技术融合会议，在 CDMA FDD、TDD 技术融合方面取得了重大进展。特别是 5 月的多伦多会议，三十多家世界主要无线运营商以及十多家设备厂商针对 CDMA FDD 技术达成了融合协议，使两种宽带 CDMA 技术（WCDMA 与 cdma2000）实现了标准的统一。

1999 年 6 月，ITU-R TG8/1 第 17 次会议在北京召开。这次会议不仅全面确定了第三代移动通信系统无线接口最终规范的详细框架，而且在进一步推进 CDMA 技术融合方面取得了重大成果，使技术融合前景更加光明。

1999 年 10 月 25 日至 11 月 5 日在芬兰赫尔辛基召开的 ITU TG8/1 第 18 次会议最终通过了 IMT-2000 无线接口技术规范建议（IMT-RSPC），确立了 IMT-2000 所包含的无线接口技术标准，将无线接口标准明确为以下 5 个标准：

- | | |
|----------|---|
| CDMA 技术： | IMT-2000 CDMA DS，对应于 WCDMA |
| | IMT-2000 CDMA MC，对应于 cdma2000 |
| | IMT-2000 CDMA TDD，对应于 TD-SCDMA 和 UTRA TDD |
| TDMA 技术： | IMT-2000 TDMA SC，对应于 UWC-136 |
| | IMT-2000 FDMA/TDMA，对应于 DECT |

ITU 又对上述 5 个名称进一步简化为 IMT-DS、IMT-MC、IMT-TD、IMT-SC 和 IMT-FT，如图 1.1 所示。

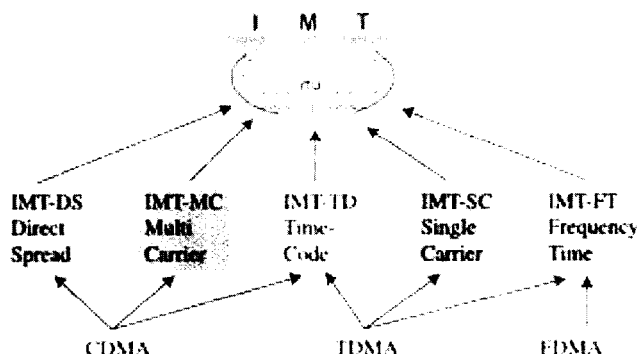


图 1.1 IMT-2000 地面无线接口标准

下面对 3 个 CDMA 技术做一点简要的说明：

IMT-2000 CDMA DS (IMT-DS):

IMT-2000 CDMA DS 是 3GPP (第三代伙伴计划) 的 WCDMA 技术与 3GPP2 (第三代伙伴计划 2) 的 cdma2000 技术直接扩频部分 (DS) 融合后的技术，仍称为 WCDMA。此标准将同时支持 GSM MAP 和 ANSI-41 两个核心网络。

IMT-2000 CDMA MC (IMT-MC):

IMT-2000 CDMA MC 即 cdma2000，在融合之后只含多载波方式，即 1X、3X、6X、9X 等。此标准也将同时支持 ANSI-41 和 GSM MAP 两大核心网。

IMT-2000 CDMA TDD (IMT-TD):

IMT-2000 CDMA TDD 实际上包括低码片速率的 TD-SCDMA 和高码片速率的 UTRA TDD (TD-CDMA) 两种技术。目前这两种技术的物理层完全分开，分别采用我国 CWTS 和 3GPP 的两套技术规范，层 2 和层 3 基本相同。这两种技术已经进行了部分关键内容的融合，包括以下两个方面：

(1) 码片速率分别为 3.84Mchip/s 和 1.28Mchip/s (3.84Mchip/s 的 1/3)；

(2) 层 2 和层 3 基本一致，采用 3GPP 的技术规范，并定义了部分兼容点，以便针对 TD-SCDMA 进行兼容扩展。

2001 年 3 月 16 日，TD-SCDMA 标准被正式写入 3GPP Release 4，这是 TD-SCDMA 发展史上的一个重要里程碑。

1.3 IMT-2000 系统结构

图 1.2 所示为 ITU 定义的 IMT-2000 功能子系统和接口。从图中可以看出，IMT-2000 系统主要由终端 (UIM+MT)、无线接入网 (RAN) 和核心网 (CN) 三部分组成。

根据 ITU 在 1997 年提出的“家族”概念，无线接入网和核心网两部分的标准化工作主要在“家族成员”内部进行。目前的家族主要有两个：一个是基于 GSM MAP 核心网的家族，另一个是基于 ANSI-41 核心网的家族，分别由 3GPP 和 3GPP2 进行标准化。两个“家族”网络之间的互联互通将通过网络—网络接口 (NNI) 来进行，ITU 正在制订该接口的技术规范。

GSM MAP 和 ANSI-41 两类核心网与 IMT-2000 的三种主流 CDMA 无线接入技术之间的

对应关系如图 1.3 所示。从图中可以看出，虽然一般情况下 WCDMA 和 CDMA TDD 对应于 GSM MAP 核心网，cdma2000 对应于 ANSI-41 核心网，但由于目前的标准允许任何无线接口能够同时兼容两个核心网，这样就可以通过在无线接口上定义相应的兼容协议（即符合各系统标准的 RAN-CN 接口）来接入不同的核心网。

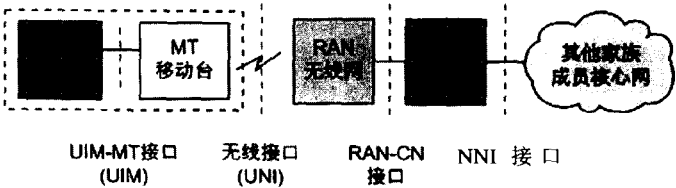


图 1.2 IMT-2000 功能子系统和接口

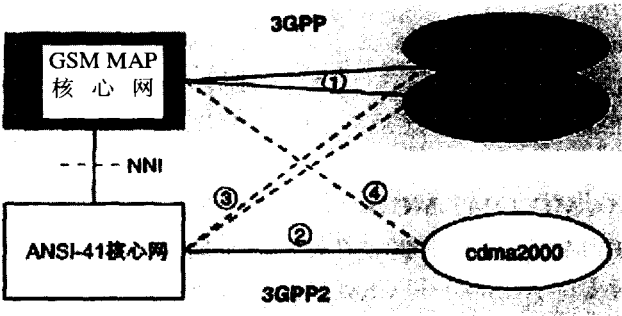


图 1.3 IMT-2000 无线接入技术与核心网之间的关系

1.4 第三代移动通信系统标准化现状

1.4.1 3GPP 的标准化进展

3GPP 主要负责制定基于 GSM MAP 核心网、以 WCDMA 和 CDMA TDD 为无线接口的标准，称为 UTRA，同时也负责在无线接口上定义与 ANSI-41 核心网兼容的协议。

3GPP 标准目前分为 Release 99、Release 4 及 Release 5 三个版本。Release 99 标准已基本冻结，其核心网将在第二代 MSC+GPRS 的网络基础上演进，而无线接入网（RAN）则是全新的，如图 1.4 所示。

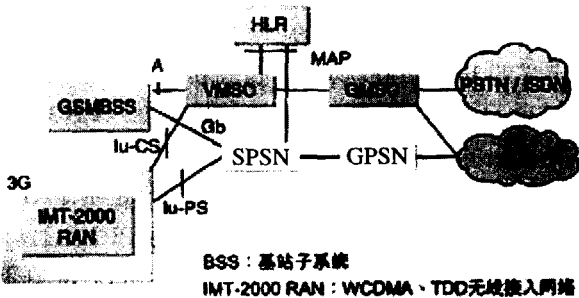


图 1.4 基于演进的 GSM MAP 核心网的第三代移动通信系统