

[WCDMA 技术丛书]

在这里，读懂WCDMA空中接口！

从R99到R9的技术特色

业务与控制信息的完整处理过程

各个逻辑、传输、物理信道的整体展示

WCDMA空中接口运行机制的深入剖析

现网中相关配置参数的详细阐述

WCDMA 空中接口技术

孙宇彤 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

【 WCDMA 技术丛书 】

WCDMA

空中接口技术

孙宇彤 编著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

WCDMA空中接口技术 / 孙宇彤编著. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 1
(WCDMA技术丛书)
ISBN 978-7-115-23648-7

I. ①W… II. ①孙… III. ①码分多址—宽带通信系统—通信技术 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第173741号

内 容 提 要

本书主要讲述 3G 核心标准之一 WCDMA 的空中接口技术, 内容分为 9 章, 第 1 章和第 2 章主要介绍了与移动通信系统和 WCDMA 空中接口技术相关的基础知识; 第 3 章到第 6 章详细阐述了 R99 下 WCDMA 空中接口的架构、信息处理过程以及主要的运作机制; 第 7 章和第 8 章详细阐述了 HSPA 的信息处理过程以及主要的运作机制; 第 9 章简要介绍了 HSPA+ 技术的技术特点。

本书适合移动通信系统运营、研发、设备制造等从业人员阅读, 也适合各类院校作为移动通信课程的参考资料。

WCDMA 空中接口技术

- ◆ 编 著 孙宇彤
责任编辑 梁 凝
- ◆ 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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 459 千字 2011 年 1 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2011 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23648-7

定价: 58.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

鸣 谢

在本书的写作过程中，作者参阅了大量的移动通信技术书籍以及文献，尤其是与 WCDMA 技术相关的书籍以及各个厂家的技术文档，特别是爱立信公司的技术文档，借鉴了前作的精华，在此谨向各位作者表示感谢。

本书作者近年来一直在从事与 WCDMA 网络设计、建设以及运行相关的一线工作，参与了大量的方案设计、技术交流以及技术培训工作，与现网设备、现网网络有不少的亲密接触，也从运营商相关人员处得到启发，在此谨向张炯、刘明杰、王建平、于长松以及汤滢琪表示感谢。

本书作者也要感谢何侃、杨晓健、常骏、孙洁、张勇、宫涛等同事的大力支持和帮助；本书作者还要感谢在现网实施中一起努力打拼的洪波、王东、王旭光、王际敏和徐毅力等同仁的密切合作与交流。

最后，本书作者非常感谢父母、妻子和孩子的支持和配合，这本书能够顺利编写完成离不开你们在这段时间的理解、支持和付出。

孙宇彤

2010 年初春

致 读 者

亲爱的读者：

感谢你选择阅读本书。

在翻开这本书之前，我想你已经看过一些有关通信技术乃至 WCDMA 技术的书了，但是再仔细想一想，是不是还有一些有关 WCDMA 空中接口问题萦绕在心头？这里就请你不妨花上 5 分钟，考虑一下，拿出笔来，列出有关 WCDMA 空中接口的三个问题。

问题 1:	_____?
问题 2:	_____?
问题 3:	_____?

如果列不出问题，提醒你，你不需要阅读此书。如果列出问题了，恭喜你，常言道：“开卷有益”，作为作者，我非常期待你能在这里，读懂 WCDMA。

在写这本书之前，我与读者一样，也是对 WCDMA 空中接口有太多的疑问。尽管我参加过 WCDMA 的培训，阅读过许多关于 WCDMA 无线技术的书籍，甚至之前我本人也贡献了几本，如《CDMA 空中接口技术》以及《WCDMA 无线网络设计》，书中已经涉及了不少 WCDMA 空中接口技术的内容。但是在我动笔写这本书之前，WCDMA 空中接口对我来说依旧是雾里看花，不甚明了，诸如 HSDPA/HSUPA 速率是怎么来的等问题都很难找到答案。

问题出在哪里呢？大量的文献资料中详细介绍了规范中 WCDMA 空中接口的各种定义，但是落实到实际系统是怎么实现的，却少有人问津。读者们看到了大量的“水中花”、“镜中月”，却无法与实际系统联系起来。就好像一个二维的人，怎么也看不到 WCDMA 空中接口立体的一面、丰满的一面。

为了揭开 WCDMA 系统的迷雾，同时也是作为《PHS 空中接口纵横谈》、《TDMA 空中接口技术》以及《CDMA 空中接口技术》的延续，我开始了本书的写作历程。套用一句俗语，写这本书就是要：“发掘 WCDMA 空中接口的真相，揭露 WCDMA 空中接口的本质。”

这本书不是为了阐述 WCDMA 空中接口技术而写的，这本书也不想成为一本 WCDMA 空中接口技术的百科全书。这本书是为学习 WCDMA 空中接口技术的读者而写的，这本书的目标就是使读者能够了解以及理解 WCDMA 空中接口。

写作这本书的过程是我重温 WCDMA 空中接口技术的过程，也是一个艰难探索的过程。一路走来，许多次都觉得仿佛置身泥潭，无法前行；但是总有一种力量推动着我继续这个旅程，这也许是一种坚定的信念，但更多的是来自读者的期待，尤其是来自空中接口学园（www.pch.com.cn）上网友的期待。

对于 WCDMA 空中接口技术的博大精深，我叹为观止，就好像在看地球脉动（Planet of Earth）一样，被感动，被震撼，不断感受 WCDMA 空中接口技术之美。我也期待这本书能带给大家同样的感受，帮助大家领略 WCDMA 空中接口技术的精妙之处，乘兴而来，尽兴而归，不虚此行。

下面，就让我们正式展开 WCDMA 空中接口技术的学习之旅吧。

本书导读

在正式开始本书内容之前，先交代一下本书的写作方式以及阅读方法。

众所周知，通信技术的主流是移动通信，2G 移动通信的主流是 GSM，3G 移动通信的主流之一是 WCDMA，后 3G 移动通信的主流是 LTE。随着中国联通选用 WCDMA 制式，WCDMA 技术在中国通信界的影响力将逐步得到强化。

WCDMA 的技术地位非常重要，上接 GSM、下启 LTE，而 WCDMA 技术的核心就是其空中接口技术。WCDMA 空中接口技术涉及的内容非常丰富，又历经 R99 到 R9 多个版本，既有传承又有发展。WCDMA 空中接口技术是从众多的 3GPP 规范而来，可谓博大精深，理解起来非常不容易。

从这些年来 WCDMA 相关的技术培训、交流经历中，我深切地感到大家需要结合现网的实际情况，来学习 WCDMA 空中接口技术，而不是结合 3GPP 规范来学习 WCDMA 空中接口技术。为此本书特别结合联通的 WCDMA 系统，提供了大量的现网配置实例，务求使读者看得明白，还能对号入座。

另外，从多年来 TTTT（技术讲师培训）的经历看，学习的最好方式只能是“循序渐进、层层深入”，不用奢求一步到位。例如，WCDMA 空中接口协议栈的整体结构图非常复杂，初学者看到这里就会一头雾水。为此，我在本书中先讲了分层结构的原理以及 WCDMA 无线网络的整体架构，然后再讲 WCDMA 空中接口的整体结构图，由浅入深，初学者接受起来就容易一些。

从内容的组织上也是如此，以前很多书籍之所以让人看不明白，是因为其内容以 3GPP 的规范为蓝本，每个规范作为一部分，割裂了 WCDMA 空中接口内在的联系。而本书的内容是按照认识事物的逻辑来组织的，注重各个部分内在的联系。

就好像参观一个大型的工厂，讲解人员肯定会首先介绍一下工厂的历史沿革，现在的运行情况以及未来的发展蓝图。WCDMA 空中接口技术的内容介绍也是如此，首先应该介绍 WCDMA 空中接口的由来，现在的应用情况以及未来的发展趋势，也就是从主流而来，往主流而去的路线。这部分内容将在第 1 章中体现。

接下来，讲解人员会领着大家参观宏伟的厂房以及各种机器设备，介绍生产原料以及各个环节的半成品乃至最后的产成品，让大家对工厂的生产有一个初步的印象。同样，WCDMA 空中接口也需要介绍其组成以及各个部分的主要功能，并介绍数据的主要处理过程以及处理结果。当然，在介绍这些内容之前，为了方便理解 WCDMA 空中接口，本书还简要介绍了 WCDMA 空中接口的无线特性以及 CDMA 技术的特点，这些内容集中反映在第 2 章中。

最后，讲解人员应该详细介绍工厂产品的设计思路，根据怎样的需求得到这样的产品。而在本书中，相当于讲解 WCDMA 空中接口的处理机制。由于 WCDMA 空中接口的版本很多，本书采用“花开几朵，各表一枝”的方式，对各主要版本进行介绍。R99 的内容通过第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章，R5 的内容通过第 7 章，R6 的内容通过第 8 章，R7、R8、R9 的内容通过第 9 章分别进行阐述。阅读完全书后，读者还可以通过后记对全书内容进行回顾和总结。

目 录

第1章 导言	1
本章导读	1
1.1 移动通信	1
1.1.1 移动通信及其特点	1
1.1.2 大趋势：移动为王	2
1.1.3 大趋势：3G 当道	3
1.2 3G 技术	5
1.2.1 3G 标准的发展历程	5
1.2.2 UMTS 技术体系	6
1.2.3 UMTS 各版本的技术特点	7
1.2.4 WCDMA 无线技术的特点	9
1.2.5 大趋势：LTE 一统江湖	10
1.3 WCDMA 技术的部署	11
1.3.1 全球	11
1.3.2 中国	14
1.4 WCDMA 无线网络架构	15
1.4.1 WCDMA 系统架构	15
1.4.2 WCDMA 无线网络架构	17
1.5 全书内容概述	17
第2章 WCDMA 空中接口	19
本章导读	19
2.1 WCDMA 空中接口的无线特性	19
2.1.1 载波的频率	19
2.1.2 载波的强度与传播损耗	20
2.1.3 载波与干扰	22
2.2 WCDMA 空中接口的技术特点	23
2.2.1 扩频技术与加扰技术	23
2.2.2 码分多址	25
2.2.3 信号处理与调制	26
2.2.4 扩频码与扰码	27
2.2.5 功率控制	29
2.2.6 分集接收	30
2.2.7 软切换	31
2.3 WCDMA 空中接口的业务与承载	32
2.3.1 UMTS 的业务与承载	32

2.3.2 UMTS 的业务类型	33
2.3.3 无线接入承载 (RAB)	34
2.4 WCDMA 空中接口的架构	35
2.4.1 分层服务原理	35
2.4.2 WCDMA 空中接口的总体架构	37
2.4.3 WCDMA 无线网络的分层结构	39
2.5 WCDMA 空中接口的结构与组成	40
2.5.1 WCDMA 空中接口结构	40
2.5.2 WCDMA 空中接口各个部分的组成与功能	41
2.5.3 WCDMA 空中接口的分层结构与设备	44
2.6 WCDMA 空中接口的状态	46
2.6.1 RRC 连接状态	46
2.6.2 无线网络标识 (RNTI)	49
2.7 小结	50
第 3 章 R99: 信道与信息处理	51
本章导读	51
3.1 WCDMA 空中接口的信道	51
3.1.1 信道与空中接口架构	51
3.1.2 信道类型与信道映射	52
3.2 WCDMA 空中接口的信息处理	56
3.2.1 信息处理流程	56
3.2.2 信息分段过程	57
3.2.3 信息复用过程	59
3.2.4 信道编码流程	60
3.2.5 WCDMA 空中接口的码	63
3.2.6 扩频、加扰处理流程	66
3.2.7 调制流程	68
3.3 专用信道上的编码过程	68
3.3.1 信令的编码过程	69
3.3.2 话音业务的编码过程	75
3.3.3 视频电话业务编码过程	78
3.3.4 分组数据业务编码过程	81
3.3.5 组合业务的编码过程	83
3.4 公共信道上的编码过程	84
3.4.1 系统信息的编码过程	85
3.4.2 寻呼信息的编码过程	86
3.4.3 单独信令的编码过程	89
3.4.4 复用信令的编码过程	91
3.4.5 分组数据的编码过程	93
3.5 小结	95

第 4 章 R99: 待机过程	96
本章导读	96
4.1 待机状态概述	96
4.2 基站发现之多区技术	96
4.2.1 多区技术概述	97
4.2.2 SDMC: 空分多区	98
4.2.3 TDMC: 时分多区	99
4.2.4 CDMC: 码分多区	99
4.3 基站发现之小区广播	100
4.3.1 小区广播的内容	100
4.3.2 系统信息的发送过程	101
4.3.3 小区广播的调度	101
4.3.4 小区广播的调度信息实例	104
4.4 基站发现之终端任务	107
4.4.1 终端的空闲模式	107
4.4.2 小区搜索	109
4.4.3 时隙同步	110
4.4.4 帧同步和扰码组识别	111
4.4.5 主扰码识别	113
4.4.6 获取系统信息	114
4.4.7 小区选择	115
4.4.8 小区重选	115
4.4.9 从 GSM 重选到 WCDMA	118
4.5 终端发现之位置更新	120
4.6 终端发现之寻呼	121
4.6.1 寻呼信息的接收过程	121
4.6.2 寻呼信息的发送过程	124
4.7 系统安全之鉴权	125
4.8 小结	126
第 5 章 R99: 业务过程	127
本章导读	127
5.1 业务状态概述	127
5.2 呼叫建立过程	128
5.2.1 随机接入过程	128
5.2.2 建立 RRC 连接	134
5.2.3 信令连接的建立过程	138
5.2.4 电路域主叫过程	138
5.2.5 电路域被叫过程	141
5.2.6 分组域呼叫过程	143

5.2.7 完整性检查	144
5.3 业务进行过程	145
5.3.1 功率控制机制	145
5.3.2 软切换控制机制	148
5.4 呼叫释放过程	154
5.4.1 主动释放过程	154
5.4.2 被动释放过程	155
5.5 2G/3G 互操作	155
5.5.1 U2G 切换	155
5.5.2 U2G 小区更新	158
5.5.3 G2U 切换	160
5.6 小结	160
第 6 章 R99: 信道与信道解码	161
本章导读	161
6.1 WCDMA 空中接口的信道	161
6.1.1 上行方向	161
6.1.2 下行方向	163
6.1.3 信道的定时	166
6.2 WCDMA 空中接口的功率	168
6.2.1 上行方向	168
6.2.2 下行方向	171
6.3 WCDMA 空中接口的信道码	172
6.3.1 码树	172
6.3.2 上行方向	173
6.3.3 下行方向	174
6.4 信道的解码过程	177
6.4.1 获取编码参数	177
6.4.2 系统信息 (BCH)	178
6.4.3 寻呼信息 (PCH)	178
6.4.4 前向接入 (FACH)	180
6.4.5 随机接入 (RACH)	181
6.4.6 话音业务	183
6.4.7 视频电话业务	185
6.4.8 分组数据业务	188
第 7 章 R5: HSDPA 技术	191
本章导读	191
7.1 HSDPA 技术概述	191
7.1.1 技术背景	191
7.1.2 技术特点	192

7.1.3 新增物理信道概述	195
7.2 HSDPA 的数据处理过程	195
7.2.1 HSDPA 功能实体	196
7.2.2 链路层的编码过程	197
7.2.3 物理层的编码过程	198
7.2.4 传输数据的物理信道: HS-PDSCH 信道	199
7.2.5 用于控制的物理信道: HS-SCCH 信道	201
7.2.6 编码过程案例	203
7.2.7 扩频、加扰以及调制	205
7.3 HSDPA 的差错控制机制——HARQ 技术	205
7.3.1 R99 的差错控制机制	205
7.3.2 HARQ 技术概述	206
7.3.3 承载 HARQ 接收状况的信道: HS-DPCCH 信道	207
7.3.4 HSDPA 相关信道的定时	208
7.4 HSDPA 的调度机制	209
7.4.1 调度流程	209
7.4.2 获取用户信息	210
7.4.3 获取小区信息	212
7.4.4 调度过程	214
7.4.5 接收过程	218
7.5 HSDPA 的信令流程	220
7.6 小结	221
第 8 章 R6: HSUPA 技术	223
本章导读	223
8.1 HSUPA 技术简介	223
8.1.1 技术背景	223
8.1.2 技术特点	224
8.1.3 新增物理信道概述	224
8.2 HSUPA 的数据处理过程	225
8.2.1 HSUPA 功能实体	225
8.2.2 链路层的处理过程	226
8.2.3 物理层的编码过程	229
8.2.4 承载数据的物理信道: E-DPDCH 信道	230
8.2.5 用于控制的物理信道: E-DPCCH 信道	232
8.2.6 编码过程的案例	235
8.2.7 HSUPA 上行信道的扩频	238
8.2.8 HSUPA 上行信道的功率设置	239
8.2.9 HSUPA 上行信道的定时	242
8.3 HSUPA 的差错控制机制	243
8.3.1 HARQ 概述	243
8.3.2 用于 HARQ 的 E-HICH 信道	246

8.4	HSUPA 的调度机制	247
8.4.1	调度机制概述	247
8.4.2	调度过程	248
8.4.3	E-AGCH 信道	250
8.4.4	E-RGCH 信道	252
8.4.5	非调度发送	254
8.4.6	调度总结	254
8.4.7	业务分析案例	255
8.5	HSPA 的信道	256
8.5.1	信道处理过程	256
8.5.2	信道的定时	260
8.5.3	下行公共信道的码树	261
8.5.4	下行公共信道的功率	262
8.6	HSUPA 的信令流程	263
8.7	HSPA 的移动性	263
8.8	小结	264
第 9 章	R7、R8、R9: HSPA+技术	266
	本章导读	266
9.1	R6 相关技术	266
9.1.1	F-DPCH	266
9.1.2	AMR 多速率	267
9.1.3	CBS	268
9.1.4	MBMS	268
9.2	HSPA+技术	270
9.2.1	概述	270
9.2.2	提高数据业务速率	271
9.2.3	增强数据业务性能	274
9.2.4	对多媒体广播的支持	276
9.2.5	终端类型	277
9.3	小结	278
附录 1	缩略语表	279
附录 2	物理信道索引表	285
附录 3	R99 参数索引表	286
	参考文献	288
	后记	290

第 1 章 导 言

本章导读

本章是全书内容的背景说明，主要介绍了移动通信技术的发展历程，移动通信技术的特点，第三代移动通信技术的发展历程，UMTS 技术体系及其发展方向，基于 WCDMA 技术的第三代移动通信系统的部署情况，以及 WCDMA 无线网络架构等内容。

1.1 移动通信

1.1.1 移动通信及其特点

就像未来学家阿尔温·托夫勒在《第三次浪潮》一书中预言的那样，人类社会已经进入了信息化社会，通信、广播和信息处理成为信息社会的三大支柱，而打电话、看电视以及用计算机成为大众日常生活的一部分。

移动通信是现代通信技术的重要组成部分。自 1876 年电话发明以来，现代通信技术已经有了 100 多年的历史，而移动通信的历史从 20 世纪 70 年代末才正式开始，足足晚了 100 年。移动通信之所以如此晚的出现，是由于为移动用户提供通信服务是件非常复杂的工作。

与固定通信系统相比，为了实现给端到端的用户提供业务接续的要求，移动通信系统至少面临如下一些技术挑战。

(1) 移动用户如何与通信网络联系

移动通信终端是通过无线电波与通信网络相联系的，由于终端位置不断变化，并不固定，因此终端如何找到通信网络成为移动通信的首要问题。这个问题将通过移动通信系统的“基站发现”机制来解决。

(2) 通信网络如何找到移动用户

另一方面，通信网络也需要找到用户，比如通信网络呼叫用户的时候，如果找不到用户，也就无法为用户提供相应的服务。这个问题将通过移动通信系统的“终端发现”机制来解决。

(3) 通信网络如何为移动用户提供恰当的服务

在固定通信系统中，用户都有固定的位置，确定用户的身份非常简单。在移动通信系统中情况就大不相同了，由于用户位置的可移动性，确定用户的身份相当麻烦。而确定用户的身份，则是为用户提供恰当服务的前提。这个问题将通过移动通信系统的“用户识别”机制来解决。

(4) 通信网络如何保证移动用户通信的可靠性

无线电波是开放的，容易被监听，因此移动通信系统需要保证用户通信的可靠性，即安全性。这个问题将通过移动通信系统的“安全”机制来解决。

(5) 通信网络如何保证移动用户通信的连续性

移动用户在通话过程中位置会不断地变动，通话环境也随之变化，在这种情况下，保证用户通话连续不中断也是一项艰巨的任务。这个问题将通过移动通信系统的“切换”机制来解决。

以上这些处理机制，必然需要移动通信系统增加额外的处理能力。正是因为移动通信如此复杂，直到 20 世纪 70 年代末，随着半导体、集成电路和计算机技术的飞速发展，才实现了人们移动通信的理想。

尽管移动通信是通信技术的后起之秀，但其影响力却远远超过以前的各种通信系统，从来没有一种通信方式像移动通信那样深刻地影响着普通大众，成为人们工作和生活须臾不可或缺的一部分。移动通信已经不是一种简简单单的通信方式，而成为一种生活方式。

1.1.2 大趋势：移动为王

移动通信对社会生活的巨大影响力来源于移动通信对人们生活的渗透。从图 1.1（引自联合国《2008 年千年发展目标报告》）中可以看出，全球移动通信用户一直呈现快速增长的趋势。与此相对比，全球固定电话用户增长非常缓慢，2002 年就已经被移动通信用户数量迎头赶上，而且在 2006 年其数量也与互联网用户数量相当。

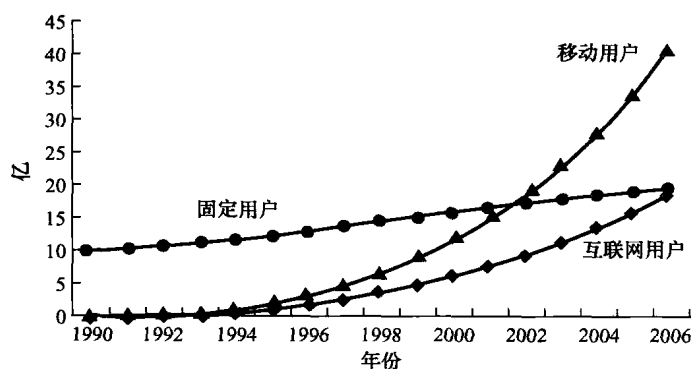


图 1.1 全球电信用户数量示意图

据统计，到 2008 年年底，全球移动用户数量已经接近 40 亿，普及率近 60%。中国也不例外，移动通信用户数量从 2001 年 5 月的 8 240 万增加到 2008 年年底的 7 亿（含小灵通用户数），不但远远超过了固定电话用户的数量，而且中国也已经成为世界上移动通信用户数量最多的国家。

无论是从世界上，还是从中国的通信业务发展趋势来看，都展现出移动通信取代固定通信的趋势，移动通信已成为人们通信的首选方式。在中国，无论是在业务收入还是业务增长量上，移动通信都更胜固定通信一筹。

移动通信的普及得益于其与人们需求的匹配。多少年来,人们就渴望有一种不受约束、自由自在的通信方式。而移动通信正是摆脱了电话线的束缚,满足了人们随时随地进行沟通的愿望。

移动通信还具有个性化、人性化的特点,与人们的生活和工作结合得更加紧密。比如人们可以对手机的外观、铃声乃至回铃音等进行设置,以凸现自己的个性;又如人们习惯将电话号码存储在手机内,一旦手机丢失,失主担心的并不仅仅是财物的损失,而是可能与一些人失去联系。

正是由于以上这些特点,移动通信才会变得如此普及。移动通信已经成为通信技术发展和应用的主流,其地位已经不可撼动。

1.1.3 大趋势: 3G 当道

到目前为止,移动通信技术的发展历程可以划分为 1G、2G、3G 和 4G 等阶段,当前我们正处于 3G 阶段。从 1G 到 4G 各阶段用户的数量如图 1.2 所示,以下就分别介绍各个阶段的发展情况。

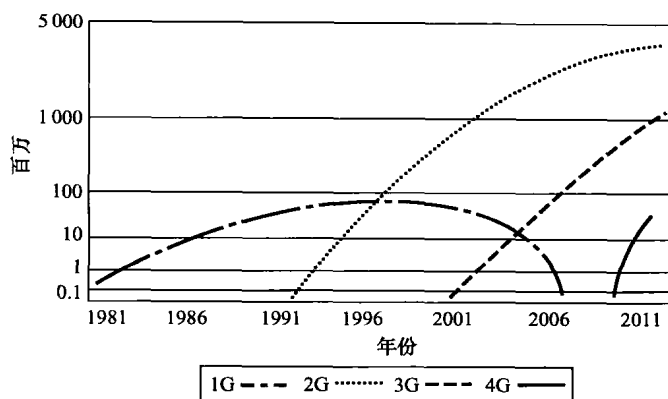


图 1.2 各个阶段移动通信用户数量示意图

1. 第一阶段: 从无到有

20 世纪 70 年代末模拟移动通信系统在美国起步,开创了移动通信的先河。模拟移动通信系统是第一代的移动通信技术,简称 1G (G 是 generation 的缩写)。模拟移动通信系统基本实现了移动用户之间的通信,具有划时代的意义。但模拟移动通信系统在功能上有明显的缺点,比如安全保密性差、系统容量小、终端功能弱等,因此被后续的移动通信技术取代,目前已经从市场中消失。

2. 第二阶段: 从少到多

1G 移动通信系统表明移动通信能用,接下来就是怎样让移动通信好用,从而赢得更多的用户。于是人们开始研究下一代移动通信系统——数字移动通信系统。

欧洲行动最为迅速,在 20 世纪 90 年代初完成了 GSM 的标准,并于 1991 年开始实施,从此,移动通信进入了第二代,简称 2G。同属于第二代移动通信系统的还有由日本发展的

PHS 和美国发展的窄带 CDMA (空中接口 IS-95A) 等移动通信系统。GSM、PHS 和窄带 CDMA 系统互不兼容, 因此彼此的终端不能在对方的系统中使用。

第二代移动通信系统是非常成功的通信系统, 比较完美地实现了移动中的话音通信, 是普及移动通信的主力军, 例如 18 年来 GSM 就在全球发展了 30 多亿用户。除了话音通信外, 第二代移动通信系统还提供了一些增值服务, 如眼下如日中天的短消息、彩铃和 WAP 等。2G 是目前主流的移动通信技术, 带动了移动通信的普及, 并使得移动通信在话音通信领域逐步取代了固定通信。

2G 的手持终端也有了极大的进步, 从“大哥大”的笨重发展到了如今手机的小巧轻便, 至于录音、电话号码簿、游戏和拍照等附加功能就更不在话下了。手持终端也从价格高高在上变成价廉物美, 极大地推动了移动通信业务的普及。

2G 的缺点是数据业务的速率比较低, 例如 GSM 的数据业务速率只有几十 kbit/s, 类似于以前固定通信上使用的 Modem, 在数据业务空前活跃的今天, 无疑是一大遗憾。21 世纪人们不但需要随时随地进行沟通, 还需要能无时无刻地获取和传送信息, 而过低的速率无疑是实现这个愿望的巨大障碍。

3. 第三阶段: 从多到好

为了满足人们的期望, 数据业务宽带化成为移动通信系统发展的下一个方向, 这就是第三代移动通信系统, 简称 3G。移动通信宽带化后, 就可以实现端到端的移动多媒体业务, 也就是允许通信的双方随时随地相互传送语音、文字、图像和视频等多媒体信息, 这将大大扩展了人们的通信形式。

为了保证 3G 数据业务的效果, 3G 对数据业务的传输速率提出了一定的要求, 比如静止状态下速率不低于 2Mbit/s。这样, 在 2G 阶段低速的数据业务基础上速率能得以大幅度的提升, 用户的移动多媒体业务感知将得到极大的满足。

采用 3G 以后, 还将引入丰富多采的移动多媒体业务, 包括视频电话、在线音乐、手机电视、视频游戏等业务, 当 3G 广泛应用后, 数据业务将会超过话音业务, 成为移动通信业务的主流。据爱立信公司的分析, 在 2009 年年底, 全球移动数据业务量已经超过了移动话音业务量, 实现了历史性的跨越。

3G 一直是通信技术的热点, 其发展过程跌宕起伏, 吸引了通信业界和大众的关注。与第二代移动通信系统类似, 3G 也分为 WCDMA、cdma2000 和 TD-SCDMA 三大制式, 值得一提的是, 其中 TD-SCDMA 是由中国提出的技术方案。

2000 年, 当世界进入新千年的时候, 也正式开始了 3G 的元年。3G 移动通信网络从日本发轫, 在欧洲、美洲发展, 已经在全球各地全面开花。

经过多年的等待, 2009 年在运营商重组后, 中国的 3G 牌照终于发放了, 中国也正式进入 3G 元年。中国移动获得了 TD-SCDMA 牌照, 中国电信获得了 cdma2000 牌照, 中国联通获得了 WCDMA 牌照, 并随即展开 3G 网络的建设。随着三大运营商 3G 网络建设的完成, 中国实现了 3G 业务的全面覆盖, 用户将实现移动通信宽带化, 进入移动多媒体的新境界。

值得注意的是, 引入 3G 业务并不代表 2G 业务的消亡, 2G 网络将与 3G 网络协同工作, 一起为用户提供更广泛、更丰富的服务。

4. 第四阶段：从好到优

3G 也不是移动通信技术发展的终点，虽然 3G 技术本身还在发展，但是人们已经在研究后 3G 的技术乃至 4G 的技术了，继续提升数据业务的速率。

目前后 3G(B3G)和 4G 的技术以全 IP 网络(AIPN, All IP Network)、长期演进标准(LTE, Long Term Evolution)和系统架构演进(SAE, System Architecture Evolution)等技术的研究为代表，技术体系的构筑已经完成，将在近几年内实施。

当后 3G 和 4G 真正普及时，用户端到端数据业务的速率将再上一个台阶，移动数据业务最终超越固定数据业务的局面将成为现实。

1.2 3G 技术

1.2.1 3G 标准的发展历程

3G 技术经历了一个长期的发展过程，ITU（国际电信联盟）早在 1985 年就提出了 3G 的概念，当时称为 FPLMTS（未来公众陆地移动通信系统）。1996 年 FPLMTS 更名为 IMT-2000（国际移动通信—2000），据说这个命名有三层含义：系统工作在 2 000MHz 频段、最高业务速率可达 2 000kbit/s、预期在 2000 年左右得到商用。

IMT-2000 的标准化工作在 1997 年年初开始，最重要的工作是确定第三代移动通信系统的空中接口。1997 年 ITU-R 向世界各国征集 RTT（无线传输技术，也就是空中接口）方案，到 1998 年年中，全球共提出了 15 种第三代移动通信空中接口的候选技术方案，1999 年最终确定了其中 5 种技术方案在第三代移动通信系统中使用，这 5 种技术方案分别是 WCDMA、cdma2000、TD-SCDMA、SC-TDMA 和 MC-TDMA。

根据这 5 种技术方案，3G 技术发展出了五大流派，其中 WCDMA、cdma2000 和 TD-SCDMA 三大流派采用了 CDMA 技术，是 3G 的主流，代表 3G 应用的三大制式；SC-TDMA 和 MC-TDMA 采用了 TDMA 技术，与中国没有什么关系，属于 3G 的支流，以下的介绍将集中于主流技术。

现有的第二代移动通信系统都会发展到第三代移动通信系统：GSM 将演进为 WCDMA，窄带 CDMA 将演进为 cdma2000。在系统演进的过程中，会经历一些中间阶段，即所谓的 2.5G/2.75G 技术。例如，GPRS 就是 GSM 的 2.5G 系统，采用 EDGE 技术的 EGPRS 就是 GSM 的 2.75G 系统。

在 3G 各个流派的标准化过程中，逐渐形成了 3G 伙伴项目（3GPP, 3rd Generation Partnership Project）和 3GPP2 两大组织。3GPP 组织成立于 1998 年年底，主要担负 GSM 演进为 WCDMA 过程中的标准研究工作，TD-SCDMA 也于 2001 年被 3GPP 组织接纳。3GPP2 组织是 3GPP 组织的并行组织，主要担负 CDMA 演进为 cdma2000 过程中的标准研究工作。

目前，3GPP 已经将高速分组接入（HSPA, High Speed Packet Access）技术作为 WCDMA 的后续技术，也有人将 HSPA 称为 3.5G 的技术，而前面提到的 LTE 也是由 3GPP 主导的后 3G 技术。3GPP2 则将针对数据业务的演进升级（1x EV-DO, Evolution, Data Optimized）作为 cdma2000 的后续技术。

2008 年，一直作为 3G 技术竞争者的全球微波接入互操作性（WiMax, World Interopera