

高等学校电子信息类专业“十二五”规划实践教材

TD-SCDMA移动通信 系统及仿真实验

樊凯 刘乃安 王田甜 韦娟 刘雪芳 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类专业“十二五”规划实践系列

TD-SCDMA 移动通信系统及仿真实验

樊 凯 刘乃安 王田甜 韦 娟 刘雪芳 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

TD-SCDMA 是一种第三代无线通信的技术标准,是由中国首先提出、以我国知识产权为主、被国际上广泛接受和认可的无线通信国际标准。目前该标准已被广泛使用。学习与研究 TD-SCDMA 移动通信系统对推动我国 3G 人才的培养及发展具有非常重要的意义。

本书主要介绍 TD-SCDMA 移动通信技术。全书分为九章,分别为 TD-SCDMA 概述、TD-SCDMA 移动通信系统基本原理、TD-SCDMA 移动通信系统关键技术、TD-SCDMA 移动通信系统接口协议与信令流程、TD-SCDMA RNC 系统结构、TD-SCDMA Node B 系统结构、TD-SCDMA 移动通信系统仿真软件、TD-SCDMA 数据配置及管理实验和 TD-SCDMA 电话互通实验等。本书的特色在于原理讲解透彻,内容循序渐进。

本书是作者教学和研究成果的结晶,重点阐述了 TD-SCDMA 移动通信系统及仿真实验,可作为高等院校或培训机构 TD-SCDMA 移动通信系统教学、研究与实验的教材,也可作为通信工程领域相关人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

TD-SCDMA 移动通信系统及仿真实验/樊凯等编著. —西安:西安电子科技大学出版社, 2013.5

高等学校电子信息类专业“十二五”规划实践教材

ISBN 978-7-5606-2944-5

I. ① T… II. ① 樊… III. ① 码分多址移动通信—通信系统—高等学校—教材 IV. ① TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 254626 号

策 划 云立实

责任编辑 毛红兵 张 媛 刘玉芳

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 17

字 数 400 千字

印 数 1~2000 册

定 价 29.00 元

ISBN 978-7-5606-2944-5/TN

XDUP 3236001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

TD-SCDMA(Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, 时分同步码分多址)是一种第三代无线通信的技术标准,也是 ITU 批准的三个 3G 标准中的一个,是我国具有自主知识产权的 3G 标准。TD-SCDMA 是 TDD 与 CDMA、TDMA 技术的完美结合,它所提供的高性能主要体现在 TD-SCDMA 有最高的频谱利用率上,通过采用时分、频分、码分以及空分等几种多址技术,其频率利用率、系统容量得以大幅度提高,在频谱利用率、频率灵活性、对业务支持的多样性及成本等方面有独特优势。

本书共分为九章,阐述 TD-SCDMA 移动通信系统的相关原理、技术与实验。

第一章“TD-SCDMA 概述”介绍了移动通信发展情况、2G 向 3G 演进和 TD-SCDMA 移动通信系统。

第二章“TD-SCDMA 移动通信系统基本原理”从 TD-SCDMA 移动通信系统的物理层结构开始介绍其基本原理,包括物理层结构、传输信道和物理信道、信道编码与复用、扩频与调制等内容,最后介绍 TD-SCDMA 移动通信系统物理层处理过程。

第三章“TD-SCDMA 移动通信系统关键技术”讲述了 TD-SCDMA 移动通信系统所使用的关键技术,主要包括 TDD 技术、智能天线技术、联合检测技术、动态信道分配技术、接力切换技术和功率控制。

第四章“TD-SCDMA 移动通信系统接口协议与信令流程”一方面讲述了 TD-SCDMA 移动通信系统接口协议中的 UTRAN 基本结构、UTRAN 接口协议模型、Iu 口相关协议、IuB 口相关协议、Uu 口协议结构;另一方面讲述了 TD-SCDMA 移动通信系统信令流程中的小区建立过程、小区搜索过程、上行同步过程、随机接入过程、UE 呼叫过程、CS 域起呼流程、CS 域终呼流程和 CS 域释放流程。

第五章“TD-SCDMA RNC 系统结构”讲述了 RNC 硬件系统、RNC 功能机框、RNC 单板和 RNC 数据流程。

第六章“TD-SCDMA Node B 系统结构”讲述了 TD-SCDMA Node B 系统结构,其中以 B328 和 R04 为例讲述 BBU+RRU 的 Node B 系统,以及各自的硬件结构及单板等。

第七章“TD-SCDMA 移动通信系统仿真软件”讲述了进行 TD-SCDMA 数据配置和管理实验及电话互通实验中所使用的系统仿真软件,并对其系统情况及虚拟系统进行了介绍。

第八章“TD-SCDMA 数据配置及管理实验”讲述了使用仿真软件进行 TD-SCDMA RNC 系统和 Node B 系统数据管理和配置实验的方法和过程。

第九章“TD-SCDMA 电话互通实验”讲述了手机通话测试实验的各种情况、告警管理、告警实例、信令跟踪、动态数据管理、数据备份与恢复和安全管理。

在本书的编写过程中，得到了中兴通讯股份有限公司中兴 NC 教育学院、西安电子科技大学通信与信息工程实验教学中心、西安电子科技大学通信工程学院和西安电子科技大学教务处的大力支持和帮助，在此表示诚挚的感谢。另外，还要感谢西安电子科技大学孙宝华、张大洋、刘衍森为本书所做的校订工作，感谢西安电子科技大学出版社为本书出版所做的细致工作。由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请同行专家和读者批评指正。

编 者

2013 年 3 月

目 录

第一章 TD-SCDMA 概述..... 1	第三章 TD-SCDMA 移动通信系统
1.1 移动通信发展..... 1	关键技术..... 34
1.1.1 第一代——模拟蜂窝移动通信系统..... 1	3.1 TDD 技术..... 34
1.1.2 第二代——数字蜂窝移动通信系统..... 2	3.2 智能天线技术..... 34
1.1.3 第三代——IMT-2000..... 2	3.2.1 概述..... 34
1.1.4 4G 与移动通信的发展趋势..... 5	3.2.2 智能天线的基本概念和原理..... 36
1.2 2G 向 3G 的演进..... 6	3.2.3 智能天线实现示意图..... 36
1.3 TD-SCDMA 移动通信系统..... 8	3.2.4 智能天线的分类..... 37
1.3.1 TD-SCDMA 概述..... 8	3.2.5 天馈系统实物图..... 37
1.3.2 TD-SCDMA 标准发展历程..... 9	3.2.6 智能天线优势..... 37
1.3.3 技术比较..... 11	3.3 联合检测技术..... 38
1.3.4 TD-SCDMA 优势..... 12	3.3.1 联合检测的介绍..... 38
1.3.5 TD-SCDMA 系统未来发展演进..... 13	3.3.2 联合检测的原理..... 39
第二章 TD-SCDMA 移动通信系统	3.3.3 联合检测+智能天线..... 40
基本原理..... 16	3.3.4 关键技术论证..... 41
2.1 物理层结构..... 16	3.4 动态信道分配技术..... 41
2.1.1 物理信道帧结构..... 17	3.4.1 动态信道分配方法..... 41
2.1.2 时隙结构..... 17	3.4.2 慢速 DCA..... 42
2.2 传输信道和物理信道..... 19	3.4.3 快速 DCA..... 43
2.2.1 传输信道..... 20	3.4.4 快速 DCA 之码资源分配..... 43
2.2.2 物理信道及其分类..... 20	3.4.5 快速 DCA 之信道调整..... 45
2.2.3 传输信道到物理信道的映射..... 22	3.4.6 TD-SCDMA 对 DCA 的考虑..... 46
2.3 信道编码与复用..... 22	3.4.7 DCA 小结..... 46
2.4 扩频与调制..... 25	3.5 接力切换技术..... 46
2.4.1 数据调制..... 25	3.5.1 切换方式..... 46
2.4.2 扩频调制..... 26	3.5.2 接力切换过程..... 47
2.4.3 同步码的产生..... 28	3.5.3 三种切换方式比较..... 48
2.5 物理层处理过程..... 29	3.5.4 接力切换优点..... 49
2.5.1 小区搜索过程..... 29	3.6 功率控制..... 49
2.5.2 上行同步过程..... 30	3.6.1 上行功率控制..... 50
2.5.3 基站间同步..... 31	3.6.2 下行功率控制..... 51
2.5.4 随机接入过程..... 31	第四章 TD-SCDMA 移动通信系统
	接口协议与信令流程..... 52
	4.1 TD-SCDMA 移动通信系统接口协议..... 52

4.1.1	UTRAN 基本结构	52
4.1.2	UTRAN 接口协议模型	54
4.1.3	Iu 口相关协议	57
4.1.4	IuB 口相关协议	58
4.1.5	Uu 口协议结构	59
4.2	TD-SCDMA 移动通信系统信令流程	60
4.2.1	小区建立过程	60
4.2.2	UE 呼叫过程	61
4.2.3	CS 域呼叫流程	63
第五章 TD-SCDMA RNC 系统结构 66		
5.1	RNC 系统概述	66
5.1.1	Node B 逻辑操作维护	67
5.1.2	无线资源管理和控制	67
5.2	RNC 硬件系统概述	68
5.2.1	硬件系统设计原则	68
5.2.2	硬件系统框图	69
5.2.3	功能框图	70
5.2.4	系统主备	73
5.2.5	系统内部通信链路设计	74
5.2.6	时钟系统设计	74
5.3	RNC 功能机框	75
5.3.1	机框分类	75
5.3.2	控制框	76
5.3.3	资源框	78
5.3.4	交换框	80
5.4	RNC 单板介绍	81
5.4.1	ROMB 和 RCB 单板	81
5.4.2	CLKG 单板	82
5.4.3	APBE 单板	82
5.4.4	DTB 单板	82
5.4.5	IMAB 单板	82
5.4.6	SDTB 单板	82
5.4.7	UIMU 和 UIMC 单板	83
5.4.8	CHUB 单板	83
5.4.9	PSN 单板	83
5.4.10	GLI 单板	83
5.4.11	RUB 单板	84
5.4.12	RGUB 单板	84

5.4.13	PWRD 单板	84
5.5	RNC 数据流程	84
5.5.1	用户面 CS 域数据流向	84
5.5.2	用户面 PS 域数据流向	85
5.5.3	IuB 口信令数据流向	86
5.5.4	IuR、Iu 口信令数据流向	86
5.5.5	Uu 口信令数据流向	87
5.5.6	Node B 操作维护数据流向	87

第六章 TD-SCDMA Node B 系统结构... 88

6.1	TD-SCDMA Node B 系统	88
6.1.1	BBU+RRU 系统	88
6.1.2	Node B 组网	90
6.2	B328 系统概述	92
6.2.1	B328 移动性管理	93
6.2.2	B328 无线资源管理	93
6.2.3	B328 物理层功能	95
6.3	B328 硬件系统结构	95
6.3.1	机架配置	95
6.3.2	机顶布置	95
6.3.3	机框	96
6.3.4	单板	98
6.4	R04 硬件系统结构	101
6.4.1	R04 功能	101
6.4.2	单板结构	102
6.5	R04 工作原理	104
6.5.1	总体框图	104
6.5.2	单板功能	105
6.5.3	R04 和 BBU 及 RRU 通信	106

第七章 TD-SCDMA 移动通信系统

仿真软件..... 107

7.1	认识仿真软件	107
7.2	进入各种虚拟系统	108
7.2.1	进入仿真实验室	108
7.2.2	虚拟天面	109
7.2.3	虚拟机房	110
7.2.4	虚拟后台	114

第八章 TD-SCDMA 数据配置及管理实验	118
8.1 RNC 数据配置	118
8.1.1 RNC 配置管理概述	118
8.1.2 公共资源配置	120
8.1.3 RNC 物理设备配置	130
8.1.4 ATM 通信端口配置	145
8.1.5 局向配置	150
8.1.6 无线参数相关配置	175
8.1.7 动态数据管理	181
8.2 Node B 数据配置	185
8.2.1 B328 基站配置	186
8.2.2 Node B 动态数据管理	221
第九章 TD-SCDMA 电话互通实验	223
9.1 手机通话测试	223
9.1.1 使用虚拟电话	223
9.1.2 虚拟手机在不同状态下的显示	224
9.1.3 虚拟电话在各种状态下各个按键的操作和作用	226
9.2 告警管理	228
9.3 告警实例	230
9.4 信令跟踪	231
9.4.1 建立特定 UE 的信令跟踪	231
9.4.2 建立公共部分跟踪	233
9.4.3 建立全局信令跟踪	236
9.4.4 信令跟踪中的故障查看说明	243
9.5 动态数据管理	250
9.5.1 服务小区管理	251
9.5.2 AAL2 通道管理	252
9.5.3 七号管理	253
9.5.4 局向管理	254
9.5.5 Node B 机架图	256
9.6 数据备份与恢复	257
9.6.1 数据备份	257
9.6.2 数据恢复	258
9.7 安全管理	259
参考文献	263

第一章 TD-SCDMA 概述

1.1 移动通信发展

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。

移动通信的发展始于 20 世纪 20 年代在军事及某些特殊领域的使用，到 20 世纪 40 年代才逐步向民用扩展，而最近十多年来才是移动通信真正蓬勃发展的时期。移动通信的发展过程大致可分为三个阶段，这三阶段对应的技术也被相应划分为三代，如图 1-1 所示。

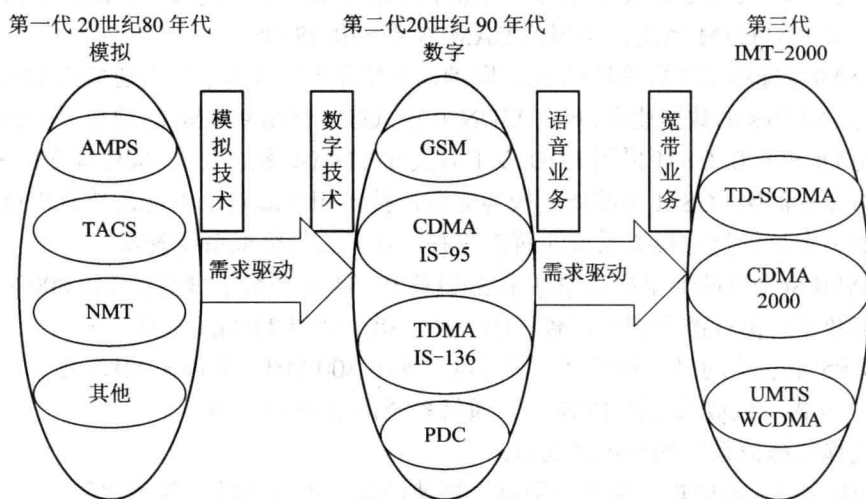


图 1-1 移动通信发展史

1.1.1 第一代——模拟蜂窝移动通信系统

第一代移动通信系统(1G)采用了蜂窝组网技术。1G 系统出现在 20 世纪 70 年代中期，采用模拟调制技术，以 FDMA 技术为基础，主要提供语音业务。

第一代移动电话系统的主要标准有：

(1) AMPS(先进移动电话系统)：使用模拟蜂窝传输的 800 MHz 频带，在美洲和部分环太平洋国家广泛使用。

(2) NMT-450/900(北欧移动电话)：北欧部分国家开通了 NMT 系统。

(3) TACS(全向入网通信系统)：20 世纪 80 年代欧洲的模拟移动通信的制式，也是我国 80 年代采用的模拟移动通信制式，使用 900 MHz 频带。

第一代移动通信系统的弱点主要有:

- (1) 存在多种移动通信制式, 相互之间不能兼容, 无法实现全球漫游;
- (2) 无法与固网迅速向数字化推进相适应, 数字承载业务很难开展;
- (3) 频率性低, 无法适应大容量的要求;
- (4) 安全利用率低, 易于被窃听。

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被数字蜂窝移动通信所替代。

1.1.2 第二代——数字蜂窝移动通信系统

为了解决模拟系统中存在的技术缺陷, 数字移动通信技术应运而生并且发展起来, 这就是以 GSM 和 IS-95 为代表的第二代移动通信系统(2G)。从 20 世纪 80 年代中期至 90 年代初期开始, 欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网(GSM)的体系, 随后美国和日本也制定了各自的数字移动通信体制。数字移动通信相对于模拟移动通信而言, 提高了频谱利用率, 支持多种业务服务, 并与 ISDN 等兼容。2G 除提供语音通信服务外, 还可提供低速数据服务和短消息服务, 因此 2G 又被称为窄带数字通信系统。第二代数字蜂窝移动通信系统的典型代表是欧洲的 GSM 系统、美国的 DAMPS 系统和 IS-95。

(1) GSM(全球移动通信系统)发源于欧洲, 它是作为全球数字蜂窝通信的 DMA 标准而设计的, 支持 64 kb/s 的数据速率, 可与 ISDN 互连。GSM 使用 900 MHz 频带, 使用 1800 MHz 频带的称为 DCS1800。GSM 采用 FDD 双工方式和 TDMA 多址方式, 每载频支持 8 个信道, 信号带宽为 200 kHz。GSM 标准体制较为完善, 技术相对成熟, 不足之处是相对于模拟系统容量增加不多, 仅仅为模拟系统的两倍以上, 且无法与模拟系统兼容。

(2) DAMPS(先进的数字移动电话系统)也称 IS-54(北美数字蜂窝), 使用 800 MHz 频带, 是两种北美数字蜂窝标准中推出得较早的一种, 指定使用 TDMA 多址方式。

(3) IS-95 是北美的另一种数字蜂窝标准, 使用 800 MHz 或 1900 MHz 频带, 指定使用 CDMA 多址方式, 已成为美国 PCS(个人通信系统)网的首选技术。

第二代移动通信系统的不足之处有:

- (1) 频带太窄, 不能提供如高速数据、慢速图像、电视图像等各种宽带信息业务;
- (2) 无线频率资源紧张, 抗干扰、抗衰落能力不强, 系统容量不能满足需要;
- (3) 频率利用率低, 切换容易掉话;
- (4) 不同系统彼此间不能兼容, 使用的频率也不一样, 全球漫游比较困难。

由于第二代移动通信以传输话音和低速数据业务为目的, 从 1996 年开始, 为了解决中速数据传输问题, 又出现了 2.5 代移动通信系统, 如 GPRS 和 IS-95B。这时期移动通信主要提供的服务仍然是语音服务和低速率数据服务。

1.1.3 第三代——IMT-2000

由于网络的发展, 数据和多媒体通信的发展势头很快, 所以, 第三代移动通信的目标就是移动宽带多媒体通信。从发展前景看, 由于自身的技术优势, CDMA 技术已经成为第三代移动通信的核心技术。为实现移动宽带多媒体通信, 对第三代移动通信技术(3G)的无线传输技术(RTT, Radio Transmission Technology)提出了以下要求:

(1) 高速传输以支持多媒体业务。室内环境下传输速率至少为 2 Mb/s; 室内外步行环境下传输速率至少为 384 kb/s; 室外车辆运动中传输速率至少为 144 kb/s; 卫星移动环境下传输速率至少为 9.6 kb/s。

(2) 传输速率能够按需分配。

(3) 上、下行链路能适应不对称需求。

第三代移动通信技术的理论研究、技术开发和标准制定工作起始于 20 世纪 80 年代中期, 国际电信联盟(ITU)将该系统正式命名为国际移动通信 2000(IMT-2000, International Mobile Telecommunications in the year 2000), 即系统是工作在 2000 MHz 频段, 最高业务速率可达 2000 kb/s, 在 2000 年左右实现商用。欧洲电信标准协会(ETSI)称其为通用移动通信系统(UMTS, Universal Mobile Telecommunication System)。1999 年 11 月 5 日, 国际电联 ITU-R TG8/1 第 18 次会议通过了“IMT-2000 无线接口技术规范”建议, 其中我国提出的 TD-SCDMA 技术写在了第三代无线接口规范建议的 IMT-2000 CDMA TDD 部分中。

IMT-2000 是一个全球无缝覆盖、全球漫游, 包括卫星移动通信、陆地移动通信和无绳电话等蜂窝移动通信的大系统。它可以向公众提供前两代产品所不能提供的各种宽带信息业务, 如图像、音乐、网页浏览、视频会议等。

IMT-2000 系统的主要目标与特性有:

- (1) 具有全球无缝覆盖和漫游能力;
- (2) 高服务质量, 高速率传输, 提供窄带和宽带多媒体业务;
- (3) 与固定网络各种业务的相互兼容;
- (4) 无缝业务传递;
- (5) 支持系统平滑升级和现有系统的演进;
- (6) 适应多种运行环境;
- (7) 支持多媒体功能及广泛的业务终端等。

1. IMT-2000 无线传输技术

IMT-2000 无线传输技术标准如图 1-2 所示。

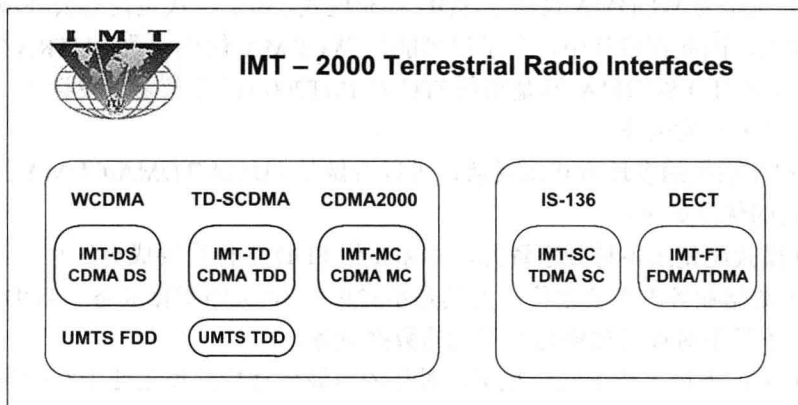


图 1-2 IMT-2000 RTT 标准

1999 年 11 月召开的国际电联芬兰会议确定了第三代移动通信无线接口技术标准, 并于 2000 年 5 月举行的 ITU-R 2000 年全会上最终批准通过, 此标准包括码分多址(CDMA)

和时分多址(TDMA)两大类五种技术。它们分别是: WCDMA、CDMA2000、CDMA TDD、UWC-136 和 EP-DECT。其中, 前三种基于 CDMA 技术的标准是目前所公认的主流技术, 它又分成频分双工(FDD)和时分双工(TDD)两种方式。CDMA TDD 包括欧洲的 UTRA TDD 和我国提出的 TD-SCDMA 技术。

(1) CDMA2000。由北美最早提出, 其核心网采用演进的 IS-95 CDMA 核心网(ANSI-41), 能与现有的 IS-95 CDMA 向后兼容。CDMA 技术得到 IS-95 CDMA 运营商的支持, 主要分布在北美和亚太地区。

CDMA2000 采用 MC-CDMA(多载波 CDMA)方式, 基本带宽为 1.25 MHz, 码片速率是 1.2288 Mc/s, 可支持语音、分组和数据等业务, 并可实现 QoS 的协商。其无线单载波 CDMA2000 1x 采用与 IS-95 相同的带宽, 容量提高了一倍, 第一阶段支持 144 kb/s 业务速率, 第二阶段支持 614 kb/s, 3GPP2 已完成这部分的标准化工作。目前增强型单载波 CDMA2000 1x EV 在技术发展中较受重视, 极具商用潜力。

(2) WCDMA。最早由欧洲和日本提出, 其核心网是基于演进的 GSM/GPRS 网络技术, 空中接口采用 DS-CDMA(直接序列扩频的宽带 CDMA)。由于与 GSM 系统反向兼容, 便于由 GSM 平滑过渡到第三代, 故受到很多 GSM 供应商的支持。

WCDMA 载波带宽为 5 MHz, 码片速率为 3.84 Mc/s, 不同基站可选择同步和不同步两种方式, 可以不采用 GPS 精确定时, 摆脱了美国 GPS 的控制。

3GPP WCDMA 技术的标准化工作十分规范, 目前全球 3GPP R99 标准的商用化程度最高, 全球绝大多数 3G 试验系统和设备研发都基于该技术标准规范。今后 3GPP R99 的发展方向将是基于全 IP 方式的网络架构, 并将演进为 R4、R5 两个阶段的序列标准。2001 年 3 月的第一个 R4 版本初步确定了未来发展的框架, 部分功能进一步增强, 并启动部分全 IP 演进内容。R5 为全 IP 方式的第一个版本, 其核心网的传输、控制和业务分离、IP 化将从核心网(CN)逐步延伸到无线接入部分(RAN)和终端(UE)。

(3) TD-SCDMA。在 IMT-2000 中, 空中接口技术规范分别是 UTRA-TDD(通用地面无线接入时分双工)和时分同步码分多址(TD-SCDMA)。两种标准的设计出发点不同, UTRA-TDD 系统是为 WCDMA 设计的 TDD 补充模式, 用于解决室内办公环境和“热点”地区的通信需求, 因此在设计中, 为了尽可能与 WCDMA 保持一致, UTRA-TDD 牺牲了部分技术特性; 而 TD-SCDMA 则是根据 ITU 对 IMT2000 的全部要求设计的, 它本身就可以组成一个完整的蜂窝网络。

TD-SCDMA 系统的多址方式很灵活, 可以看做是 FDMA/TDMA/CDMA 的有机结合。TDD 传输模式的优点如下:

① TDD 模式能使用各种频率资源, 不需要像 FDD 那样需要成对的频率。

② 3G 中数据业务占主要地位, 尤其是不对称的 IP 分组数据业务。TDD 方式特别适用于传输上、下行不对称且传输速率不同的数据业务。

③ TDD 上、下行工作于同一频率, 对称的电波传播特性使之便于利用智能天线等新技术, 从而达到提高性能、降低成本的目的。

④ TDD 系统设备成本低, 便于频谱分配。

虽然 TDD 具有上述优点, 但是也存在一些不足, 主要体现在终端的移动速率和覆盖距离上。尽管如此, 移动通信以 FDD 为主流的传统观点已受到挑战, TDD 系统在 3G 中的位

置被广泛接受。

2. 中国 3G 频谱分配

中国 3G 频谱分配如图 1-3 所示。

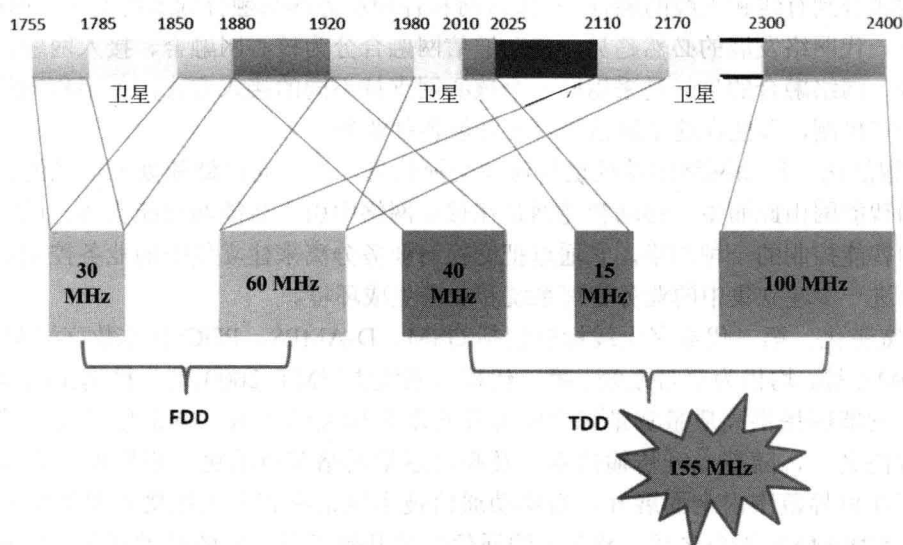


图 1-3 中国 3G 频谱分配

2002 年 10 月,国家信息产业部下发文件中规定了主要工作频段(FDD 方式:1920 MHz~1980 MHz/2110 MHz~2170 MHz;TDD 方式:1880 MHz~1920 MHz、2010 MHz~2025 MHz)和补充工作频段(FDD 方式:1755 MHz~1785 MHz/1850 MHz~1880 MHz;TDD 方式:2300 MHz~2400 MHz,与无线电定位业务共用)。从图 1-3 中可以看到,TD-SCDMA 标准得到了 155 MHz 的频段,而 FDD(包括 WCDMA FDD 和 CDMA2000)共得到了 2×90 MHz 的频段。

1.1.4 4G 与移动通信的发展趋势

1. 4G 简介

第四代移动通信(4G)可称为宽带(Broadband)接入和分布网络,是多功能集成的宽带移动通信系统,其关键技术是正交频分复用(OFDM)、智能天线、多入多出天线(MIMO)、软件无线电等技术。4G 在业务上、功能上、频带上都与第三代系统不同,将在不同的固定平台和无线平台及跨越不同频带的网络中提供无线服务,比第三代移动通信更接近于个人通信。

4G 的技术特点主要有:

(1) 通信速度更快,网络频谱更宽,通信更加灵活。数据速率从 2 Mb/s 提高到 20 Mb/s,甚至更高可以达到 100 Mb/s,移动速率从步行到车速;每个 4G 信道将占用 100 MHz 的频谱,相当于 WCDMA 的 20 倍;未来的 4G 终端将可以和小型电脑媲美,使我们不仅可以随时随地通信,而且可以双向下载/上传资料、图画、影像。

(2) 智能性更高,兼容性能更平滑,提供多种增值服务。

(3) 实现更高质量的多媒体通信, 频率使用效率更高, 通信费用更加低廉。

2. 移动通信的发展趋势

(1) 网络融合。随着技术条件的成熟, 网络的融合正成为电信发展的大趋势。从话音和数据的融合到有线和无线的融合, 从传送网和各种业务网的融合到最终实现三网的融合, 将成为下一代网络发展的必然趋势。移动通信网融合分为核心网融合、接入网融合和移动终端融合。网络融合的目的是采用同一个核心网支持不同的接入方式, 使用相同的鉴权、认证和计费机制, 并能在这个通信平台上开展各种业务。

(2) 智能化。移动网络由单纯地传递和交换信息, 逐步向存储和处理信息的智能化发展, 移动智能网由此而生。移动智能网是在移动网络中引入智能网功能实体, 以完成对移动呼叫的智能控制的一种网络, 它通过把交换与业务分离来建立集中的业务控制点和数据库, 进而进一步建立集中的业务管理系统和业务生成环境。

(3) 宽带化。第二代数字无线标准包括 GSM、D-AMPS、PDC(日本数字蜂窝系统)和 IS-95CDMA 等, 均仍为窄带系统。第三代移动系统(即 IMT-2000)是一种真正的宽带多媒体系统, 它能够提供高质量宽带综合业务并实现全球无缝覆盖。宽带化是通信技术发展的重要方向之一, 随着光纤传输技术以及高通透量网络节点的进一步发展, 有线网络的宽带化正在世界范围内全面展开, 而移动通信技术也正在朝着无线接入宽带化的方向演进。802.16/WiMAX 提出之后, 整个无线通信领域开始了新一轮的技术竞争, 加速了蜂窝移动通信技术演进的步伐。3GPP 和 3GPP2 已经开始了 3G 演进技术 E3G 的标准化工作。WiMAX 的提出和推进以及 E3G 标准化的启动和加速, 使得无线移动通信领域呈现明显的宽带化和移动化发展趋势, 即宽带无线接入向着增加移动性方向发展, 而移动通信则向着宽带化方向发展。

(4) 承载 IP 化。过去的十年, IP 应用取得了爆炸式增长, 它充斥着网络的每一个角落并悄然改变着我们的生活。不久的将来, 我们可以为家里的灯具、空调、冰箱、电视、手机、汽车分配一个 IP 地址, 通过有线、无线方式访问和控制, 从而真正进入崭新的数字化家庭、数字化生活。

参考 3GPP 对 WCDMA 系统所作的标准化工作可以看出移动网络的 IP 化发展趋势: 移动通信网络无论是在接入网、核心网, 还是信令网、接口、传输、控制都在向 IP 化发展和演进, 最终实现全 IP 移动网络, 达到降低成本、提高网络和业务的灵活性以及可扩展性的目标。

1.2 2G 向 3G 的演进

IMT-2000 标准化的研究工作由 ITU 负责和领导, 3G 组织如图 1-4 所示。

由于 ITU 要求第三代移动通信的实现应易于从第二代系统逐步演进, 而第二代系统又存在 GSM 和 CDMA 两大互不兼容的通信体制, 所以 IMT-2000 的标准化研究实际上出现了两种不同的主流演进趋势: 一种是以由欧洲 ETSI、日本 ARIB/TTC、美国 TI、韩国 TTA 和中国 CWTS 为核心发起成立的 3GPP 组织, 专门研究如何从 GSM 系统向 IMT-2000 演进; 另一种是以美国 TTA、日本 ARIB/TTC、韩国 TTA 和中国 CWTS 为首成立的 3GPP2 组织, 专门研究如何从 CDMA 系统向 IMT-2000 演进。自从 3GPP 和 3GPP2 成立之后, IMT-2000

的标准化研究工作就主要由这两个组织承担，而 ITU 则负责标准的制定和正式发布方面的管理工作。

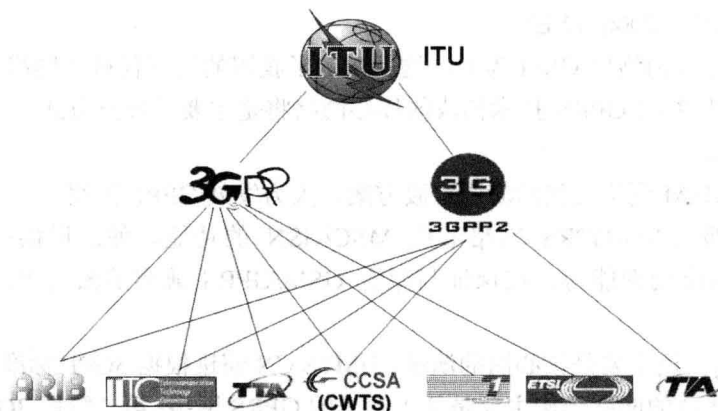


图 1-4 3G 组织

由于 3G 在无线接入网络上发生了质的变化，因此在考虑演进方案时，针对已拥有 2G 和没有 2G 网络，但获 3G 牌照的运营商，分别会出现两类演进情况。

对于新的网络运营商来说，由于没有 2G 网络的负担，可以尽量采用较新的技术，建设全新的网络。这样可以越过 GSM 网络，直接增加 3G 的网络节点来构建 3G 的核心网络，提供 3G 业务，从而满足运营商的需求。对于这种情况，3G 演进方案采用直接建设 3G 的核心网 CN 和接入网 UTRAN 的方式。

然而在大多数情况下，采用的是从第二代移动通信网络为基础发展第三代移动通信的演进策略，即尽量与 2G 系统兼容，实现 2G 到 3G 的平滑过渡，以解决 3G 建设初期的漫游问题和第三代网络建设的庞大投入问题。由于目前存在两大主要制式 GSM 和 IS-95 CDMA，所以从 2G 向 3G 的演进分为从 GSM 向 3G 的演进和从 IS-95 CDMA 向 3G 的演进。

两种制式向 3G 演进的路径如图 1-5 所示。

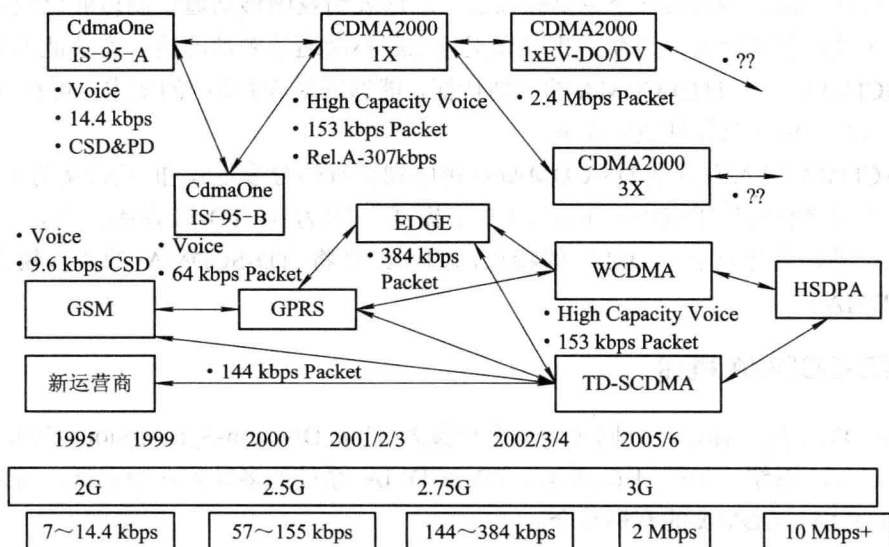


图 1-5 2G 向 3G 的演进路径

GSM 向 3G 演进一般需经过 GPRS(2.5G)阶段,然后演进到 WCDMA。IS-95 CDMA 向 3G 的演进是先发展到 CDMA2000-1X(单载波,速率最高为 384 kb/s),再从 CDMA2000-1X 演进到增强型 CDMA2000-1XEV。

目前国内的 2G 网络以 GSM 为主,这就决定了我国的第三代核心网络必须由 GSM 网络演进而来,因此采用 GPRS 技术构成的核心网络将是主要的过渡方式。国内 GSM 向第三代演进步骤是:

(1) 研究从 GSM 到第三代的演进过渡方案,大力发展 GPRS 网络。

(2) 通过升级 GSM/GPRS 网络节点 MSC/GSN 的功能,使之提供 Iu 接口并增加 WCDMA 系统协议处理能力。在保证与原有 GSM/GPRS 兼容的条件下,实现 UTRAN 接入。

(3) 向 3G 的演进主要是核心网的演进。UMTS CN 演进根据 3GPP 标准分为两个阶段:第一阶段 3GPP R99 的网络结构主要是基于演进的 GPRS 网络;第二阶段 3GPP 演进目标是基于全 IP 网络,目前 ITU 按照 R4、R5 版本进行研究。

通过 TD-SCDMA 制式来建设 3G 移动通信网络,可采取以下两个步骤:

第一步: GSM 网络与 3G 网络并存时期。建设 UMSC(3G 核心网),并且将新建的 TD-SCDMA 基站子系统通过 Iu 接口连接到 UMSC,提供第三代业务。

第二步:建设基于全 IP 概念的第三代移动通信核心网,从 RNC 或 Node B 直接接入 IP 网络。在扩建 TD-SCDMA 基站的同时对第一阶段建设的 TD-SCDMA 基站进行软件升级,接入全 IP 核心网,平滑过渡到完全的第三代 TD-SCDMA 系统。

1.3 TD-SCDMA 移动通信系统

2001 年 3 月,3GPP 通过 R4 版本,由我国大唐电信公司提出的 TD-SCDMA 被接纳为世界第三代移动通信(3G)的三个主要标准之一。这表明我国移动通信制造业已经开始从技术跟踪进入技术创新阶段,为今后我国真正建立起移动通信领域的核心竞争能力奠定了基础。TD-SCDMA 具备 TDD-CDMA 的一切特征,能够满足 3G 系统的要求,可在室内/外环境下进行语音、传真及各种数据业务。

TD-SCDMA 接入方案是 DS-CDMA(直接序列扩频码分多址),扩频带宽为 1.6 MHz,采用不需配对频率的 TDD(时分双工)工作模式。因为在 TD-SCDMA 中,除了采用 DS-CDMA 外,它还具有 TDMA 的特点,因此经常将 TD-SCDMA 的接入模式表示为 TDMA/CDMA。

1.3.1 TD-SCDMA 概述

TD-SCDMA 的全称是时分同步码分多址接入(Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access)系统,如图 1-6 所示。TD-SCDMA 系统的多址方式很灵活,可以看做是 FDMA、TDMA、CDMA 的有机结合。

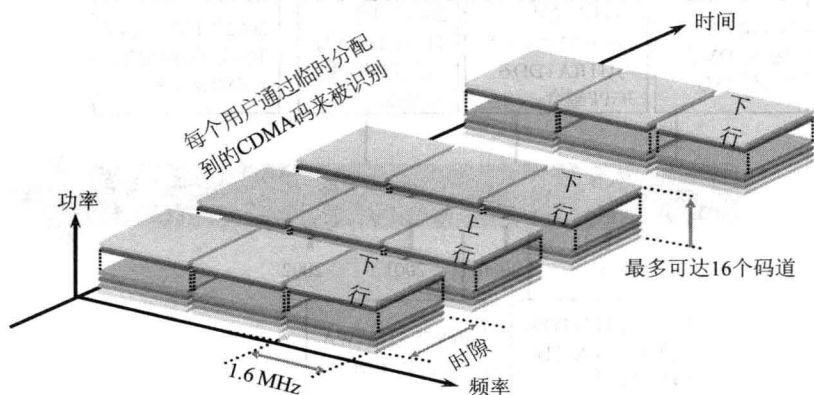


图 1-6 TD-SCDMA 多址技术

TD-SCDMA 的技术特点主要有：

(1) 系统采用时分双工(TDD)、TDMA/CDMA 多址方式工作，基于同步 CDMA、智能天线、多用户检测(JD)、正交可变扩频系数、Turbo 编码技术、CDMA 等新技术，工作于 2010 MHz 到 2025 MHz 之间。

(2) 系统基于 GSM 网络，使用现有的 MSC，对 BSC 只进行软件修改，使用 GPRS 技术。系统可以通过 A 接口直接连接到现有的 GSM 移动交换机上，支持基本业务并通过 Gb 接口支持数据包交换业务。

(3) 系统基站采用高集成度、低成本设计，采用 TD-SCDMA 的物理层和基于修改后的 GSM 二、三层，并支持基本的 GPRS 业务。

(4) 采用双频双模(GSM 900 和 TD-SCDMA)终端，支持 TD-SCDMA 系统内切换，并支持 TD-SCDMA 到 GSM 系统的切换。在 TD-SCDMA 系统覆盖范围内优先选用 TD-SCDMA 系统，在 TD-SCDMA 系统覆盖范围以外采用现有的 GSM 系统。

TD-SCDMA 的主要优势有：

(1) 上下行对称，使用智能天线、多用户检测、CDMA 等新技术；

(2) 可高效率地满足不对称业务的需要；

(3) 简化硬件，可降低产品成本和价格；

(4) 便于利用不对称的频谱资源，频谱利用率大大提高；

(5) 可与第二代移动通信系统兼容。

1.3.2 TD-SCDMA 标准发展历程

TD-SCDMA 标准发展历程如图 1-7 所示。

1998 年 11 月，国际电联标准化组织在伦敦召开第 15 次会议，确定要在日、韩、美、欧、中等提出的 10 项方案中淘汰若干项。当时国际电联内代表美国利益的 CDMA2000 和代表欧洲利益的 WCDMA 正斗得激烈，对来自中国的 TDS 更是排斥有加。原邮电部科技司司长周寰向信息产业部领导求助，随后，中国信息产业部致函各外企驻中国机构，提醒他们注意“对 TDS 封杀可能造成的后果”。在巨大的中国市场诱惑下，最年轻、实力最弱的 TDS 得以保留。