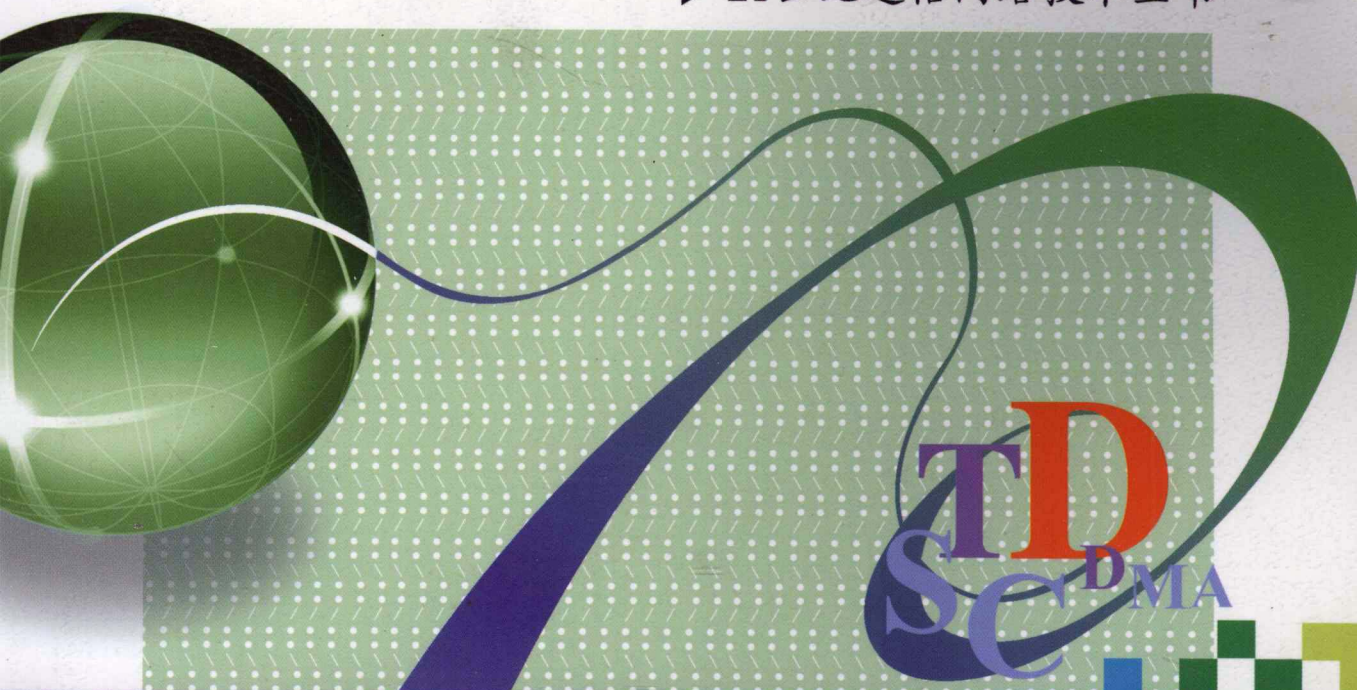


► 21世纪通信网络技术丛书



移动通信前沿技术系列

移动通信系统 演进及3G信令

程方 主编 张治中 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

TN929.5
C742

21 世纪通信网络技术丛书
——移动通信前沿技术系列

-87

移动通信系统演进及 3 G 信令

程 方 主编

张治中 鲍宁海 张 晓 编著
裴二荣 谢金凤 孙远欣

TN929.5
C742

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书首先以 GSM→TD-SCDMA / WCDMA 和 IS-95→cdma2000 移动通信系统发展为主线, 简明扼要地分析了移动通信系统演进过程中网络结构变化及技术功能演进的情况, 包括网络实体、网络接口、主要协议、关键技术及业务等。通过对第二代及第三代移动通信系统各种制式横向及纵向的对比, 较全面地介绍了各种制式的移动通信系统的构成、技术发展及特点。在此基础上, 深入地讲解了第三代移动通信 TD-SCDMA / WCDMA 和 cdma2000 的主要接口及信令流程, 重点关注 TD-SCDMA 移动通信系统结构、接口、协议栈、相关信令编/解码及信令流程等内容, 并针对 TD-SCDMA 移动通信系统信令流程在相关工程方面的应用案例进行了较全面、系统的论述。特别深入研究 3GPP 中相关的 TD-SCDMA 规范, 以协议栈封装层次图的形式, 较详细地解析了 TD-SCDMA 协议的封装过程, 配以重邮东电公司开发的 TD-SCDMA 网络测试仪对获取的信令数据解码过程所作的直观分析, 原理与实例解析相得益彰。

本书的主要对象是希望全面了解移动通信的历史、现状和发展趋势的读者, 以及面向第三代移动通信, 特别是 TD-SCDMA 移动通信系统领域从事 3G 信令系统及其应用的工程技术人员, 亦可作为通信与信息类专业本科生和研究生的教学参考用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信系统演进及 3G 信令/ 程方主编.—北京: 电子工业出版社, 2009.11

(21 世纪通信网络技术丛书·移动通信前沿技术系列)

ISBN 978-7-121-09531-3

I. 移... II. 程... III. 移动通信—通信系统 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 165287 号

责任编辑: 高买花 特约编辑: 刘 涛

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23 字数: 580 千字

印 次: 2009 年 11 月 第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 56.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

通信网络技术是当今发展最快、应用最广和最前沿的通信领域之一。通信技术发展到今天,已经不是传统意义上充满神秘色彩的深奥技术了,它已经与日常的应用密不可分。可以说,网络的出现,使通信技术得以有了广阔的用武之地。正是由于有了固定电话网、移动通信网和 Internet,使通信技术的应用在这些平台上有了用武之地,渗透到我们日常生活的方方面面。

为了促进和推动我国通信产业的发展,电子工业出版社通信分社特策划了一套《21 世纪通信网络技术丛书》。这套丛书根据不同的层面,又细分为三个系列:《移动通信前沿技术系列》、《3GPP LTE 无线通信新技术系列》和《网络通信与工程应用系列》。

《移动通信前沿技术系列》是从移动通信技术(3G 技术)的应用现状与发展情况出发,全面介绍当今移动通信领域涉及的关键技术与热点技术,例如,软件无线电;移动 IP 技术;移动数据通信;WCDMA;TD-SCDMA;cdma2000;移动通信系统网络规划与优化;智能天线技术;认知无线电技术;WiMAX、WiFi、ZigBee 宽带无线接入技术;UWB 技术;UMTS 技术;Ad Hoc 技术等。

《3GPP LTE 无线通信新技术系列》是以 3GPP 中 LTE 标准的关键技术在无线、宽带、高速、资源中的有效管理和利用,以及在 B3G/4G 无线通信领域中的应用为主。LTE 作为 3G 技术的一个重要的长期演进计划,代表了国际无线通信领域的最新发展需求和解决方案,例如,基于 OFDM 的上、下行(HSxPA)的多址接入技术、随机接入技术、多天线 MIMO 技术、多链路自适应技术、多播技术、功率控制技术、宽带无线网络的安全性、可移动性、可管理性、高效信源与信道编码和调制 MQAM 技术等。

《网络通信与工程应用系列》是以技术为先导,以构建网络的体系结构、标准、协议为目标所开展的对现代无线、移动、宽带通信网络的规划与优化,以及结合工程应用的方向所提出来的。例如,无线网状网、WLAN、无线传感器网络、3G/B3G/4G 通信网工程设计与优化、卫星移动通信网、三网融合技术、网络安全新技术与新策略、RFID 应用网络、下一代基于 SIP 的统一通信、光网络与光通信等。

本套丛书依托各高等院校在通信领域从事科研、教学、工程、管理的具有丰富的理论与实践经验的专家、教授;各科研院所的研究员;国内有一定规模和研发实力的科技公司的研发人员,以及国外知名研究实验室的专家、学者等组成编写和翻译队伍,力求实现内容的先进性、实用性和系统性;力求内容组织循序渐进、深入浅出、理论阐述概念清晰、层次分明;力求很强的可读性和可操作性。

本套丛书的主要读者对象是广大从事通信网络技术工作的各科研院所和公司的广大工程技术人员;各高等院校的专业教师和研究生;刚走上工作岗位的大学毕业生;以及与此相关的其他学科的技术人员。

本套丛书从 2008 年上半年开始陆续推出,希望广大读者能关注它,多对本套丛书提出宝贵意见与建议,欢迎通过电子邮箱 wchn@phei.com.cn 进行探讨、交流和指正,以便今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术类图书。

前 言

随着社会经济的发展和信息技术的进步,移动通信快速地更新换代对通信人才提出了越来越高的技术要求,特别是第三代移动通信系统(3G)中我国百年电信史上第一个具有自主知识产权的 TD-SCDMA 系统的全面建设和商用,使专业技术人才的细化培养更是迫在眉睫。

本书综合国内外大量著作、文献和技术标准,结合作者在实际开发和工程应用中的经验而成,力求做到面向应用,言简意赅,图文并茂,符合阅读习惯,满足读者需要。

较之其他同类书籍,本书主要有以下特色:

特色之一:区别于其他书籍多着重单个制式的介绍,本书从横向和纵向对移动通信系统的演进过程做出系统的对比描述,全面涵盖“2G→3G→后 3G”整个移动通信发展历程、各阶段网络结构以及技术特点,有助于读者对移动通信系统建立全局性和综合性的认识。

特色之二:与 3G 书籍多是从系统结构、调制技术、信道编码等方面对移动通信系统展开全面描述不同,本书更注重对信令系统的描述,对 3G 三种主要制式(TD-SCDMA、WCDMA、cdma2000),特别是 TD-SCDMA 信令协议结构、消息封装模式等,从新业务应用、工程实例的角度进行较深入的剖析,具有较强的实际指导意义。

各章节内容安排如下:

第 1 章,移动通信及信令概述。主要介绍移动通信发展的基本情况,网络体系结构及信令基础、移动通信工程中的网络测试技术基础,同时对未来通信网络及其运维测试技术的发展趋势进行了展望。

第 2~3 章,沿着 3GPP 和 3GPP2 两条不同的演进路线,分别介绍了移动通信系统的演进趋势及演进过程中各种网络版本的主要特点。从纵向和横向对移动通信发展过程中各种版本的网络实体、接口、协议及相关技术的变化情况进行了比较描述。在第 3 章的最后部分系统地介绍了后 3G 时代的移动通信技术发展趋势。

第 4 章,UMTS 结构及接口协议。在简要介绍 UMTS 网络结构、接口及其对应协议的基础上,比较分析了 TD-SCDMA 系统与 WCDMA 系统的异同。重点介绍了 TD-SCDMA 系统接入部分结构、接口和对应协议,并对 WCDMA 有别于 TD-SCDMA 的部分做了说明。

第 5 章,TD-SCDMA 信令消息封装及解码。在深入讲解 TD-SCDMA 信令协议的基础上分析 Iub、Iur 及 Iu 三大接口协议栈消息封装过程,并以实际信令数据为例,选取有代表性的信令流程,对解码过程进行了较详细的分析,同时添加了主要信令流程的工程应用说明。

第 6 章,TD-SCDMA 信令流程。主要介绍 TD-SCDMA 系统在通信过程中各个环节的主要信令流程。对 TD-SCDMA 特有的接力切换、GSM 与 UMTS 不同系统间切换以及电路域呼叫业务信令流程进行了讲解,并比较了语音和视频呼叫两种典型电路域业务。

第 7~8 章,分别介绍 cdma2000 系统结构、接口协议和相关流程。包括 cdma2000 1x 和 cdma2000 1x EV-DO 系统结构和接口,主要介绍空中接口、A 接口等主要信令接口的协议和信令流程。

本书作者来自重庆邮电大学通信网测试技术工程研究中心，具有通信网络设备研发及产业化经验，熟悉移动通信网络结构以及相关信令和协议分析。除了封面和扉页列出的参编人员外，其他重要参与者还有雒江涛、王峰、王坤、易欣。

在此向书中所采用参考文献资料的所有作者表示衷心感谢。

鉴于作者水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

2009年10月

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 移动通信网及信令概述	(1)
1.1 移动通信简述	(1)
1.1.1 3G 前通信发展历程	(1)
1.1.2 3G 移动通信系统	(2)
1.1.3 移动通信发展趋势	(8)
1.2 网络体系结构及信令	(12)
1.2.1 网络体系结构	(12)
1.2.2 网络信令及协议	(14)
1.3 通信网络测试技术	(26)
1.3.1 现有网络信令测试技术	(26)
1.3.2 未来网络测试技术	(30)
第 2 章 基于 GSM 的 3GPP UMTS 系统演进	(34)
2.1 GSM 到 3GPP UMTS 演进路线概述	(34)
2.2 GSM&GPRS 系统	(36)
2.2.1 GSM 系统结构	(36)
2.2.2 GSM 向 GPRS 网络演进	(39)
2.3 3GPP UMTS 网络演进过程	(42)
2.3.1 GSM/GPRS 向 R99 (Release 99) 网络演进	(43)
2.3.2 R99 向 R4 网络演进	(47)
2.3.3 R4 向 R5 网络演进	(49)
2.3.4 R5 向 R6 网络演进	(54)
第 3 章 基于 IS-95 的 3GPP2 系统演进	(55)
3.1 IS-95 到 3GPP2 演进路线概述	(55)
3.2 IS-95 系统与协议	(57)
3.2.1 IS-95 系统结构	(57)
3.2.2 IS-95 系统主要接口协议模型	(59)
3.3 3GPP2 标准版本演进过程	(60)
3.3.1 IS-95 向 cdma2000 演进	(60)
3.3.2 cdma2000 1x 向 1xEV-DO 演进	(62)
3.3.3 cdma2000 1x 向 1xEV-DV 演进	(63)
3.3.4 组网结构的演进	(63)
3.4 B3G&4G 及未来网络演进趋势	(65)

3.4.1	LTE	(66)
3.4.2	移动通信网与固网融合	(69)
3.4.3	NGN 介绍	(69)
3.4.4	未来无线网络	(74)
第 4 章	UMTS 结构及接口协议	(76)
4.1	UMTS 核心网结构及协议	(76)
4.1.1	核心网络结构	(76)
4.1.2	核心网络接口及协议	(78)
4.2	TD-SCDMA 接入网络接口及协议	(84)
4.2.1	TD-SCDMA 接入网结构	(84)
4.2.2	Iub 接口及协议	(86)
4.2.3	Iur 接口及协议	(114)
4.2.4	Iu 接口及协议	(127)
4.3	TD-SCDMA 空中接口	(142)
4.3.1	空中接口结构	(143)
4.3.2	空中接口 MAC 层协议	(144)
4.3.3	RLC 无线链路控制协议	(147)
4.3.4	PDPC 分组数据汇聚协议	(149)
4.3.5	BMC 广播/多播控制协议	(151)
4.3.6	RRC 无线资源控制协议	(153)
4.4	WCDMA 空中接口物理层	(155)
4.4.1	专用上行物理信道	(156)
4.4.2	公共上行物理信道	(156)
第 5 章	TD-SCDMA 信令消息封装及解码	(161)
5.1	Iub 接口	(161)
5.1.1	Iub 接口数据帧封装	(161)
5.1.2	Iub 接口数据帧实例	(163)
5.2	Iu 接口	(175)
5.2.1	Iu 接口数据帧结构	(175)
5.2.2	Iu 接口数据帧实例	(178)
5.3	Iur 接口消息封装格式	(189)
第 6 章	TD-SCDMA 信令流程	(191)
6.1	无线资源管理流程	(191)
6.1.1	RRC 连接建立流程	(191)
6.1.2	RAB 建立流程	(193)
6.1.3	呼叫释放流程	(198)
6.1.4	RNC 迁移	(199)
6.2	移动性管理流程	(203)

6.2.1	前向切换流程	(203)
6.2.2	接力切换	(207)
6.2.3	接入技术之间的切换	(210)
6.3	呼叫控制	(215)
6.3.1	移动起始呼叫建立	(215)
6.3.2	移动终止呼叫的建立	(216)
6.3.3	RAB 流程	(217)
6.3.4	寻呼流程	(223)
6.3.5	呼叫释放过程	(225)
6.4	电路域呼叫建立流程	(225)
6.4.1	移动用户主叫 (MOC) 流程	(225)
6.4.2	移动用户被叫 (MTC) 呼叫流程	(229)
6.4.3	视频呼叫与语音呼叫相关参数对比	(231)
第 7 章	cdma2000 系统结构及接口协议	(232)
7.1	cdma2000 1x 系统结构及接口协议	(232)
7.1.1	cdma2000 1x 系统结构	(232)
7.1.2	cdma2000 1x 空中接口模型	(234)
7.1.3	cdma2000 1x 系统 A 接口模型	(237)
7.2	cdma2000 1x EV-DO 系统结构及接口协议	(239)
7.2.1	cdma2000 1x EV-DO 系统结构	(239)
7.2.2	cdma2000 1x EV-DO 空中接口	(244)
7.2.3	cdma2000 1x EV-DO 系统 A 接口模型	(251)
7.3	混合网络模型	(252)
第 8 章	cdma2000 接口消息及流程	(254)
8.1	cdma2000 空中接口消息及流程	(254)
8.1.1	空中接口消息	(254)
8.1.2	空中接口信令流程	(262)
8.2	cdma2000 A 接口消息及流程	(268)
8.2.1	信息单元概述	(269)
8.2.2	cdma2000 1x A 接口信令流程	(311)
8.2.3	1x EV-DO A 接口信令流程	(333)
缩略语		(347)
参考文献		(354)

第1章 移动通信网及信令概述

近年来,随着集成电路、软件工程、通信抗干扰等技术的发展和市场需求的推动,移动通信在技术革新以及市场拓展方面取得了长足的发展,在成为业界研究和建设热点的同时也为用户提供了层出不穷的通信业务,不断满足大众越来越高的移动信息服务要求。移动通信系统也因此成为应用最广、用户最多、潜力最大、效益最优的通信系统。

1.1 移动通信简述

移动通信是指相互通信的双方至少有一方处于移动状态的通信,从其产生到现在已有100多年的历史了。采用无线电波作为信息传播的媒介,使得通信终端可以自由活动,位置相对不受束缚,从而实现移动状态下通信,但由于无线传播环境恶劣,噪声、阴影效应、多径效应以及多普勒效应等多种因素都会影响传输质量。为了降低干扰对通信所带来的影响,需采用复杂的无线传输技术(Radio Transfer Technology, RTT),以保证处于移动状态的用户可进行无中断、高质量的通信。

1.1.1 3G 前通信发展历程

移动通信最早应用于军事和某些特殊领域,由于战场机动性强、通信基础设备容易遭到破坏,军用移动通信系统多为自组织的无线网络。第二次世界大战期间,具有一定规模的作战单位之间均通过无线电台的方式进行联络,此时的移动通信技术简单、发射功率大且容易被窃听。军用移动通信系统因其不需要标准化、受建设成本制约少、保密和健壮性要求高等特点,一直是先进技术的“试验田”。随着技术的发展,各方面通信性能得到了很大的提高,并逐渐向民用普及,成为移动通信迅猛发展的开端。

20世纪70年代中期,随着民用移动通信用户数量的增加、业务量的增大,美国贝尔实验室提出了在移动通信发展史上具有里程碑意义的小区制、蜂窝组网理论,成功研制了AMPS(Advance Mobile Phone Service),建成了蜂窝状移动通信网,大大提高了系统的容量。随后,欧洲各国和日本都开发了自己的蜂窝移动通信网络,具有代表性的有欧洲的TACS(Total Access Communication System)系统、北欧的NMT系统(Nordic Mobile Telephone System)和日本的NTT(Nippon Telegraph and Telephone)系统等。

以AMPS和TACS为代表的第一代蜂窝移动通信网络属于模拟系统,虽然取得了很大的技术突破,但仍存在频谱利用率低、移动设备复杂、费用较高、业务种类受限及通话安全性低等缺陷。随着微电子技术的发展,利用微处理器技术和改进的快速算法相结合的新一代数字蜂窝移动通信系统诞生了。欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网(Global System for Mobile Communications, GSM)体系。随后,美国和日本也制定了各自的数字移动通信体制,这些通信体制主要采用数字的时分多址(Time Division Multiple Access, TDMA)技术和码分多址

(Code Division Multiple Access, CDMA) 技术, 提供数字化语音业务及低速率数据业务等。由于数字通信技术克服了模拟移动通信技术的壁垒, 其语音质量、保密性能得到大幅度的提高, 并可实现省际、国际间的自动漫游。

与第一代模拟蜂窝移动通信系统相比, 第二代移动通信系统增强了安全性, 具有抗干扰能力强、频谱利用率高、通信系统容量大、能提供更丰富的业务、标准化程度高等优点, 移动通信系统得到了空前的发展, 毋庸置疑地占据了通信的主导地位。

在全球范围内成功商用的第二代数字蜂窝移动通信系统包括 GSM、PDC(Personal Digital Cellular)、DAMPS(Digital AMPS)、IS-95(窄带 CDMA) 等。我国商用移动通信网络主要以 GSM 和 IS-95 为主。GSM 包括 900 MHz、1 800 MHz 及 1 900 MHz 3 个频段, 是使用最为广泛的 2G 系统。GSM 在原有 FDMA 基础上采用 TDMA 方式, 将每个载频分为 8 个时隙。在理论上, FDMA 和 TDMA 具有相同的容量, 但考虑到多普勒效应及非理想滤波, FDMA 每个载频间须留出保护频段, 使得系统容量小于理想值。IS-95 系统基于码分多址(CDMA) 技术, 为每个用户分配特定的相互正交的地址码加以区分, 使得信号传送在时间、空间和频率上都可以重叠。采用扩频技术对需传送的数据信号进行调制, 使原有的数据信号带宽被扩展, 在接收端须进行相应的解扩, 增强了信号的抗干扰能力。

在第二代向第三代演进的过程中, 出现了 GPRS(General Packet Radio Service)、EDGE(Enhanced Data Rate for GSM Evolution) 等过渡技术。在 GPRS 系统中首次引入分组交换技术, 开始支持较低速率数据业务。

由于第二代移动通信标准不同制式网络间互通性较差, 用户只能在同一制式覆盖的范围内漫游, 无法进行真正的全球漫游。同时, 第二代数字移动通信系统仍无法满足人们对高速率数据业务的需求。在这种情况下, 人们开始着手于第三代移动通信系统的研究。

1.1.2 3G 移动通信系统

第三代移动通信系统是一种能提供多种类型、高质量的多媒体业务, 可实现全球无缝覆盖, 具有全球漫游的能力, 与固定网络相兼容, 用小型便携式的终端可以在任何时候、任何地点进行任何种类通信的移动通信系统, 主要基于 CDMA 多址方式。其区别于第一代和第二代移动通信系统的主要特点可概括为:

① 采用全新 RTT。移动通信系统演进的显著特征之一就是 RTT 技术的提高, 第三代移动通信中全新的 RTT 技术包括智能天线、软件无线电、联合检测等, 随着系统版本的演进还会有更多可提高系统性能的 RTT 技术出现。

② 更高的数据速率。ITU 规定的第三代移动通信无线传输技术须满足三个环境下的速率要求, 即快速移动环境, 最高速率达 144 kb/s; 室外到室内或步行环境, 最高速率达 384 kb/s; 室内环境, 最高速率达 2 Mb/s。

③ 支持更多样化的业务。除了第二代移动通信系统可提供的语音、低速率数据业务外, 第三代移动通信系统还可以提供视频通话、手机电视、视频点播等流媒体业务和高速 Internet 接入、在线游戏等数据业务。

④ 前后向兼容性更强。由于在第三代移动通信引入时, 第二代网络已具有相当规模, 所以第三代网络一定要在兼容第二代网络的基础上逐渐演进而成, 并与固定网兼容。

此外还具有高频谱利用率、高服务质量、低成本、高保密性等特点。

1. IMT-2000 标准化组织

IMT-2000 是国际电信联盟（ITU）提出的第三代移动通信系统，最早称为未来公众陆地移动通信系统。目的在全球已形成统一的标准，实现全球漫游和提供多种业务。

IMT-2000 标准化的研究工作由 ITU 负责和领导。ITU-R 的 SG8-TG8/1 工作组负责制定 RTT 部分的标准，ITU-T 的 SG11 WP3 工作组负责制定网络部分的标准。此外，ITU 还专门成立了中间协调组（ICG），协调 ITU-R 与 ITU-T 之间的研究工作。ITU 内部与 IMT-2000 标准化研究有关的组织结构如图 1.1 所示。

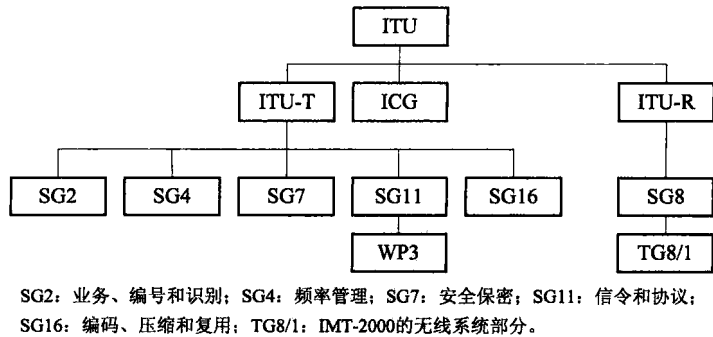


图1.1 ITU内部与IMT-2000标准研究相关组织结构

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两大互不兼容的通信体制，即 GSM 和 IS-95，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 T1、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。这两个组织的内部组成结构分别如图 1.2 和图 1.3 所示。

自 3GPP 和 3GPP2 成立起，IMT-2000 的标准化研究工作就主要由这两个组织承担，而 ITU 则负责标准的正式制定和发布方面的管理工作。鉴于 3GPP 与 3GPP2 的研究成果实际上已经成为 ITU IMT-2000 空中无线接口标准的主要组成部分，并且 RTT 的标准化工作已经完成，ITU-R 结束了 TG8/1 组的工作，将重点放在 IMT-2000 网络标准的研究上。TG8/1 组的位置由新成立的 WP8A/B/D/F 工作组取代。

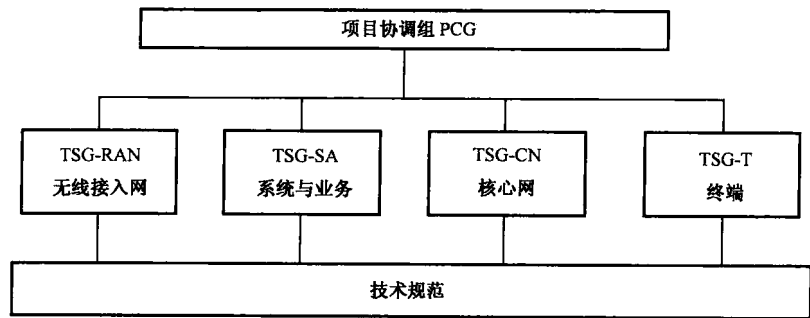


图1.2 3GPP内部组织结构

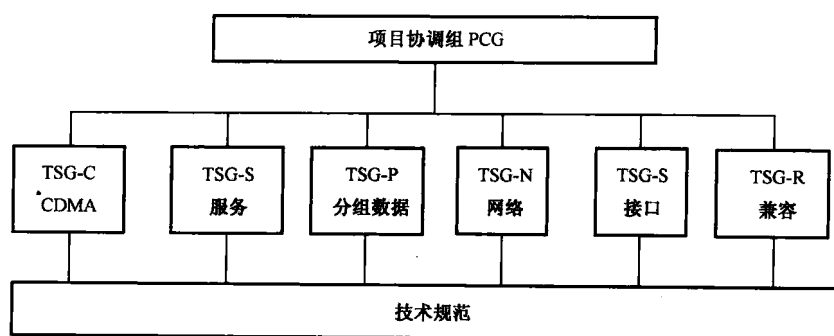


图1.3 3GPP2内部组织结构

2. IMT-2000 三大主流标准体系

IMT-2000 第三代移动通信系统无线接入技术包括 1 个 TDMA(时分多址)和 3 个 CDMA(码分多址)标准。CDMA 是第三代无线接入技术的主流, 3 个 CDMA 标准是 TDD-CDMA、DS-CDMA 和 MC-CDMA, 分别对应 TD-SCDMA、WCDMA 和 cdma2000 三大标准体系。

(1) TD-SCDMA (IMT-2000 CDMA TDD)

TD-SCDMA 是由 CWTS (中国无线通信标准化组织) 提出并通过 ITU 的 3G 无线通信标准, 在 3GPP 内部, 相较于 3.84 MHz 的 UTRA TDD, 被称为低码片速率 TDD 工作方式, 系统的无线接口参数如表 1.1 所示。

表 1.1 TD-SCDMA 空中接口参数

空中接口规范参数	参 数 内 容
双工方式	TDD
基本带宽	1.6 MHz
每载波时隙数	10 (其中 7 个时隙被用作业务时隙)
无线帧长	10 ms (每个 10 ms 的无线帧被分为 2 个 5 ms 的子帧)
码片速率	1.28 Mchip/s
信道编码	卷积编码、Turbo 码等
调制方式	QPSK 和 8PSK (高速 2 Mb/s 业务)
扩频方式	反向: OVSF 码 (信道化) + PN 序列 (区分小区) 前向: OVSF 码 (信道化) + PM 序列 (区分用户)
功率控制	开环+闭环功率控制, 控制步长 1、2 或 3 dB
功率控制速率	200/s
智能天线	基站端由 8/6/4 个天线组成天线阵
基站间同步关系	同步
多用户检测	使用
业务特性	对称和非对称
支持的核心网	GSM-MAP

TD-SCDMA 系统的主要技术有智能天线+联合检测、多时隙 CDMA+DS-CDMA、同步 CDMA、信道编译码和交织 (与 3GPP 相同)、软件无线电、接力切换等。详细描述如下:

① 时分双工 (Time Division Duplex, TDD)。TD-SCDMA 系统工作在 TDD 模式下。系统可变时隙比例配置的灵活性可满足非对称数据业务的需求。在传输对称业务 (如语音、交互式实时数据业务等) 时, 可选用对称的转换点; 在传输非对称业务 (如互联网相关业务) 时, 可选择在位置范围内的非对称转换点, 以优化频谱利用率和业务容量。

② 智能天线。智能天线 (Smart Antenna) 技术是在微波技术、自动控制理论、自适应天线技术、数字信号处理 (DSP) 技术和软件无线电技术等多学科基础上综合发展而成的一门新技术。TD-SCDMA 系统上下行信道使用同一载频, 信道完全对称的特性有利于智能天线的使用。

优点: 智能天线系统由一组天线阵及相连的收发信机和先进的数字信号处理算法构成。在发送端, 智能天线根据接收到的终端到达信号在天线阵产生的相位差, 利用先进的数字信号处理算法提取出终端的位置信息, 根据终端的位置信息, 有效地产生多波束赋形, 每个波束指向一个特定终端并自动地跟随终端移动, 有效地减少了同信道干扰, 提高了下行容量。在接收端, 智能天线通过空间分集技术, 大大降低了 SIR, 减少了不同位置同信道用户干扰, 有效合并多径分量, 抵消多径衰落, 提高了上行容量。同时, 智能天线还增加了接收灵敏度和发射 EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)。

缺点: 智能天线并不能解决时延超过码片宽度的多径干扰和高速移动时多普勒效应造成的信道恶化问题。在多径干扰严重的高速移动环境下, 智能天线必须和其他抗干扰的数字信号处理技术结合使用, 才可能达到最佳效果, 如联合检测、干扰抵消等。

③ 联合检测。TD-SCDMA 系统是干扰受限系统, 系统的干扰包括多径干扰、小区内多用户干扰和小区间干扰。这些干扰破坏各个信道的正交性, 降低 CDMA 系统的频谱利用率。传统的 Rake 接收机技术把小区内的多用户干扰当做噪声处理, 而没有利用该干扰不同于噪声干扰的独有特性。联合检测技术, 即“多用户干扰”抑制技术, 把所有用户的信号都当做有用信号处理, 充分利用用户信号的扩频码、幅度、延迟、定时等信息, 大幅度降低多径干扰。

优点: 降低干扰, 扩大容量, 降低功耗要求, 削弱远近效应。

缺点: 联合检测多码道处理过于复杂, 大大增加系统复杂度; 无法完全解决多址干扰; 增加系统处理时延; 需要消耗一定的资源。

将联合检测技术与智能天线技术相结合, 可获得较为理想的效果。

④ 同步 CDMA。同步 CDMA 指上行链路各终端信号在基站解调器完全同步, 它通过软件及物理层设计来实现, 这样可使正交扩频码的各个码道在解扩时完全正交, 相互间不会产生多址干扰, 克服异步 CDMA 多址技术由于每个移动终端发射的码道信号到达基站的时间不同造成码道非正交所带来的干扰, 可以提高 TD-SCDMA 系统的容量和频谱利用率, 能有效简化硬件电路, 降低成本。

⑤ 接力切换。接力切换适用于同步 CDMA 移动通信系统, 是 TD-SCDMA 移动通信系统的核心技术之一。当用户终端从一个小区或扇区移动到另一个小区或扇区时, 利用智能天线和上行同步等技术对 UE 的距离和方位进行定位, 把 UE 方位和距离信息作为切换的辅助信息, 如果 UE 进入切换区, 则 RNC 通知另一基站做好切换的准备, 从而达到快速、可靠和高效切换的目的。这个过程就像田径比赛中的接力赛跑传递接力棒一样, 因而形象地称为接力切换。

优点：将软切换的高成功率和硬切换的高信道利用率综合到接力切换中，使用该方法可以在使用不同载频的 TD-CDMA 基站之间，甚至在 TD-CDMA 系统与其他移动通信系统，如 GSM、IS-95 的基站之间实现不中断通信、不丢失信息的越区切换。

⑥ 动态信道分配。动态信道分配的引入基于 TD-SCDMA 采用的多址方式（如 CDMA、TDMA、FDMA 及 SDMA），其原理是当同小区或相邻小区间用户发生干扰时可以将其中一方移至干扰小的其他无线单元（不同的载波或不同的时隙）上，以达到减少相互间干扰的目的。动态信道分配（DCA）包括慢速 DCA 和快速 DCA 两部分。

慢速 DCA 对小区中的载频、时隙进行排序，排序结果供接纳控制算法参考。设备支持静态和动态两种排序方法，其中静态排序方法可以起到负荷集中的效果，动态排序方法可以起到负荷均衡的效果。可由运营商定制具体排序方法的选择。

快速 DCA 对用户链路进行调整。在 N 频点小区中，当载波拥塞时，通过快速 DCA 可以实现载波间负荷均衡。当用户链路质量发生恶化时，也会触发用户进行时隙或者载波调整，从而改善用户的链路质量。

⑦ N 频点技术。单个 TD-SCDMA 载频所能提供的用户数量有限，要提高热点地区的系统容量覆盖，必须增加系统的载频数量。在 TD-SCDMA 系统中，多载频系统是指一个小区可以配置多于一个载波频段的系统，并称这样的小区为多载频小区。通常多载频系统将相同地理覆盖区域的多个小区（假设每个载频为一个小区）合并到一起，共享同一套公共信道资源，从而构成一个多载频小区，称这种技术为 N 频点技术。

⑧ 软件无线电。软件无线电是利用数字信号处理软件实现传统上由硬件电路来完成的无线功能的技术，通过加载不同的软件，可实现不同的硬件功能。在 TD-SCDMA 系统中，软件无线电可用来实现智能天线、同步检测、载波恢复和各种基带信号处理等功能模块。

优点：能通过软件方式，灵活地完成硬件功能；具有良好的灵活性及可编程性；可代替昂贵的硬件电路，实现复杂的功能；对环境的适应性好，不会老化；便于系统升级，降低用户设备费用。

除以上所述外，TD-SCDMA 还有许多其他的特点，比如能实现在市区等人口密集区提供高密度大容量语音、数据和多媒体业务，不但可以单独运营以满足 ETSI/UMTS 和 ITU/IMT-2000 要求，也可与其他无线接入技术配合，这里就不再一一叙述。

(2) WCDMA (IMT-2000 CDMA DS)

WCDMA 由欧洲 ETSI 和日本 ARIB 提出，其核心网基于 GSM，可通过网络扩展方式提供基于 ANSI-41 的运行能力。WCDMA 系统能同时支持电路交换业务（如 PSTN、ISDN 网业务）和分组交换业务（如 IP 网业务）。灵活的无线协议可在一个载波内同时支持语音、数据和多媒体业务，通过透明或非透明的传输来支持实时、非实时业务。WCDMA 无线空中接口参数如表 1.2 所示。

表 1.2 WCDMA 空中接口参数

空中接口规范参数	参 数 内 容
双工方式	FDD
每载波时隙数	15
基本带宽	5 MHz
帧长	10 ms

(续表)

空中接口规范参数	参 数 内 容
码片速率	3.84 Mchip/s
空中接口规范参数	参数内容
语音编码	AMR 语音编码 (固定速率)
信道编码	卷积编码、Turbo 编码等
数据调制	QPSK (下行链路), BPSK (上行链路)
扩频方式	反向: OVSF 码 (信道化) + Gold 序列 2^{18} (区分小区) 前向: OVSF 码 (信道化) + Gold 序列 $2^{25}-1$ (区分用户)
扩频因子	4~512
功率控制	开环+闭环功率控制,控制步长为 1、2 或 3 dB
分集接收方式	Rake 接收技术
基站间同步关系	同步或非同步
核心网	GSM-MAP

WCDMA 系统关键技术有智能天线、多用户检测、联合检测、空时码和 HDR (High Data Rate) 等。智能天线、联合检测技术在前面讲过, 此处不再赘述。

① 多用户检测。多用户检测思想是由 Verdu 于 1986 年提出的, 利用多址干扰中具有一定结构的有效信息的特点, 采用最大似然序列检测 (MLSD) 技术逼近单用户接收性能, 克服远近效应, 从而提高系统容量。CDMA 为自干扰系统, 用户数增多会造成噪声功率的上升。多用户检测基本思想在于将其与用户信号看做有用信号而不是干扰噪声, 这样就可以充分利用各用户信号的地址码、幅度、时钟和延迟等信息, 从而大幅度的降低多址干扰。

② 空时码。空时码由空间分集演化, 将多输入多输出 (Multiple-Input Multiple-Output) 系统理论模型运用于实际的系统。空时码按功能来分可分为分集和复用, 分集的作用是通过消除多径干扰降低误码率, 复用的作用是利用空间不相关性增加信道容量。实现分集作用的空时码的代表是 Alamouti 于 1998 年提出的空时分组码 (Space-Time Block Coding, STBC), 实现复用的空时码包括贝尔实验室 Foschini 的垂直分层空时码 (Vertical Bell Library Layered Space Time, V-BLAST)、对角分层空时码 (Diagonal Bell Library Layered Space Time, D-BLAST)、Turbo 分层空时码 (Turbo Bell Library Layered Space Time, T-BLAST)。空时码发展尚不完善, 足够优化的编码方案尚未出现。

③ HDR。高速速率传输 (High Data Rate, HDR) 包括自适应调制编码 (Adaptive Modulation Coding) 和自动重传请求 (ARQ)。自适应调制编码技术根据时变无线信道瞬时状态采用自适应的基带信号和中频信号处理, 尽可能达到无线信道可传输的最大速率; ARQ 通过接收方请求发送方重传出错的数据报文来恢复出错的报文, 是通信中用于处理信道所带来差错的方法之一。

(3) cdma2000 (IMT-2000 CDMA MC)

cdma2000 是从 CDMA one 演进而来的, 为现有的 IS-95 运营商提供到 3G 的平滑升级。cdma2000 与现有的 TIA/EIA-95-B 标准向后兼容, 并可与 IS-95B 系统的频段共享或重叠, 这样使运营商可以在 IS-95B 系统基础上平滑过渡, 提高资源利用率, 节约成本。cdma2000 核心网基于 ANSI-41, 通过网络扩展方式可提供基于 GSM-MAP 核心网运行的能力。cdma2000 空中接口参数如表 1.3 所示。