

3G 系统组成 与业务

刘劲松 编著

- 自成体系，涵盖除手机终端外的3G系统的所有主要部分
- 主要参照TD-SCDMA系统，同时兼顾WCDMA和CDMA2000系统
- 涉猎了3G技术各分支的最新进展，从技术角度做到了承前启后
- 针对3G技术涉及的主流业务平台，逐一进行剖析和解读



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪移动通信技术丛书

3G 系统组成与业务

刘劲松 编著



机械工业出版社

第三代移动通信(3G)技术是目前通信行业的焦点与热点之一。本书介绍了3G系统的组成和各部分结构的原理,内容包括移动通信系统概述,无线网络控制器,基站的组成和架构,核心网概述及其中的电路域、分组域,以及3G技术涉及的主流业务和业务平台(如多媒体消息、WAP、PoC、流媒体等)。

本书结构安排合理、逻辑性强,强调业内术语的同时,兼顾初级读者,通俗易懂。

本书既可作为高等院校通信类或计算机类相关技术课程的参考教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

3G系统组成与业务/刘劲松编著. —北京:机械工业出版社,2011.2

(21世纪移动通信技术丛书)

ISBN 978-7-111-33314-2

I. ①3… II. ①刘… III. ①码分多址-移动通信-通信系统
IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第017663号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:郝建伟

责任印制:乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2011年4月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·12.75印张·314千字

0001-3500册

标准书号:ISBN 978-7-111-33314-2

定价:28.00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

2009 年,国内三大运营商陆续开始 3G 业务商用,因此 2009 年被公认为是中国 3G 商用元年。3G 商用在电信业务增长、移动宽带发展、TD 完善、运营市场均衡和共建共享 5 个方面全面推进。其中,电信业务增长居于首位,在 3G 时代,业务起到提纲挈领的作用。

本书以 3G 系统的整体架构为蓝图,从整体到部分,由浅入深,逐步剖析当前 3G 系统各部分的结构原理,全书主要参照 TD-SCDMA 系统,同时兼顾 WCDMA 和 CDMA2000 系统,从无线网络控制器到基站、核心网,再到各类业务平台,逐一展开进行剖析和解读。作者的出发点是通过循序渐进的过程,满足读者对 3G 系统理解的需求。

本书参照第三代移动通信系统的实际构成来组织目录架构,分别从接入网、核心网及平台系统 3 大部分进行介绍,重点放在各平台系统部分,从而在保证结构清晰的前提下,有所侧重,突出各平台业务的介绍。

本书具有下述特点:

1) 自成体系,涵盖除手机终端外的 3G 系统的所有主要部分,读者可从本书获得对系统的整体认识。

2) 内容领先,书中不仅包含 3G 技术的各种成熟理论,更涉猎了各分支的最新进展,从技术角度做到了承前启后。

3) 适用面广,本书既可供在移动通信领域工作的专业技术人员、管理人员,特别是从事 3G 研究、3G 网络规划、优化与维护人员参考,亦可作为大专院校相关专业的参考教材。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免存在缺点和不足之处,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 移动通信系统概述	1	4.4 核心网和IP多媒体 子系统 (IMS)	50
1.1 移动通信系统及其分类	1	4.4.1 IMS的定义和架构	50
1.2 移动通信系统发展历史	2	4.4.2 A-IMS	54
1.3 第三代移动通信 (3G)	4	第5章 电路域	58
1.3.1 3G的标准化进程	4	5.1 电路域的业务管理	58
1.3.2 TD-SCDMA技术	5	5.2 电路域的组成及功能	59
1.3.3 WCDMA技术	9	5.2.1 MSC服务器 (MSCS)	59
1.3.4 CDMA2000技术	13	5.2.2 媒体网关 (MGW)	62
1.3.5 三种3G制式的比较	14	5.3 电路域的主要接口	64
第2章 无线网络控制器	17	第6章 分组域	68
2.1 无线网络控制器的主要功能	18	6.1 服务GPRS支持节点 (SGSN)	68
2.2 无线网络控制器支持的业务	23	6.1.1 SGSN的位置及功能	68
2.3 无线网络控制器外部接口	27	6.1.2 业务流程和典型组网方式	70
2.3.1 Iub接口	27	6.1.3 SGSN外部接口	71
2.3.2 Iu-CS接口	28	6.2 网关GPRS支持节点 (GGSN)	75
2.3.3 Iu-PS接口	29	6.2.1 GGSN的结构和基本原理	76
2.3.4 Uu接口	29	6.2.2 业务流程和典型组网方式	77
2.3.5 O接口	31	6.2.3 GGSN外部接口	77
第3章 基站	33	6.2.4 GGSN信令协议	81
3.1 基站的组成	33	第7章 3G业务平台简述	86
3.1.1 传输子系统	33	7.1 3G业务平台发展现状	86
3.1.2 基带子系统	34	7.2 3G业务平台的发展趋势	88
3.1.3 控制子系统	35	7.2.1 目标业务平台架构	88
3.1.4 射频子系统	35	7.2.2 对目标业务平台的能力要求	91
3.1.5 天馈子系统	36	7.2.3 向目标业务平台的逐步演进	93
3.2 外部接口	40	第8章 多媒体短消息业务 (MMS)	95
3.3 基站的组网	41	8.1 业务综述及分类	95
3.4 2G和3G基站共传输	43	8.2 业务模型	96
第4章 核心网概述	45	8.3 MMS功能特征	100
4.1 核心网的概念	45		
4.2 核心网基本结构	46		
4.3 UMTS各版本及特征	48		

8.4 MMS 业务流程	104	11.6 业务的发展和问题	150
8.4.1 终端到终端的业务流程	104	第12章 视频类业务	151
8.4.2 终端到应用的业务流程	105	12.1 可视电话业务	151
8.4.3 应用到终端的业务流程	106	12.1.1 业务简介	151
8.4.4 点对多点的业务流程	107	12.1.2 业务特征	151
8.5 非 MMS 终端业务	109	12.1.3 业务流程	152
8.6 从终端用户的角度看 MMS 业务流程	110	12.2 视频留言业务	162
第9章 WAP 业务	111	12.3 视频会议业务	163
9.1 业务简介	111	12.4 多媒体彩铃业务	165
9.2 WAP 网关的功能	111	12.5 视频业务协议	166
9.3 网关协议	115	12.5.1 终端总体协议架构	166
9.3.1 WAP1.x 网关协议栈	115	12.5.2 多路复用协议	166
9.3.2 WAP2.0 代理/网关协议栈	118	12.5.3 控制信道协议	167
9.4 PUSH 功能	120	12.5.4 媒体格式协议	167
9.5 UAProf 功能	123	12.6 业务面临的问题与挑战	168
9.6 业务发展展望	125	第13章 流媒体业务	169
第10章 终端管理 (DM) 业务	126	13.1 业务简介	169
10.1 DM 系统的功能与特征	126	13.2 流媒体的业务发现	170
10.2 DM 业务实现的基本架构	127	13.3 流媒体业务平台组网	170
10.2.1 配置管理	128	13.4 流媒体业务平台的功能	171
10.2.2 终端固件更新管理	130	13.5 移动流媒体的编解码类型	174
10.2.3 DM 相关协议及关键技术	131	13.6 实现移动流媒体业务的 相关协议	175
10.3 DM 实现方法探讨	132	13.6.1 会话建立	176
10.3.1 需求	132	13.6.2 实时流媒体协议 (RTSP)	176
10.3.2 实现方法描述	133	13.6.3 会话描述协议 (SDP)	176
10.4 业务发展趋势	135	13.6.4 数据传输协议 (RTP 与 RTCP)	178
第11章 PoC 业务	137	13.6.5 终端能力协商协议	179
11.1 业务简介	137	13.7 移动流媒体标准进展	179
11.2 PoC 系统的体系结构	137	第14章 二维码识别业务	180
11.2.1 PoC 逻辑功能实体	137	14.1 概念、定义及应用	180
11.2.2 PoC 体系结构	140	14.2 QR 码定义及特征	181
11.3 PoC 业务的特性	145	14.3 QR 码应用	183
11.4 PoC 会话的过程	146	14.4 QR 码业务流程	184
11.4.1 一对一和一对多的通话	146	14.4.1 基本业务流程	184
11.4.2 多会话并发	149	14.4.2 名片应用业务流程	185
11.4.3 会话的更新	149	14.4.3 发送短信应用业务流程	185
11.5 PoC 业务的其他特性	149		

14.4.4 发送邮件应用业务流程	186	14.6 终端异常处理要求	190
14.4.5 内容显示应用业务流程	186	14.7 QR 码及识读环境要求	191
14.5 终端功能要求	186	附录 缩略语	192
14.5.1 QR 码在终端的采集及解码	186	参考文献	197
14.5.2 终端业务应用要求	187		
15.1 业务应用	192		
15.2 终端应用	192		
15.3 终端应用	192		
15.4 终端应用	192		
15.5 终端应用	192		
15.6 终端应用	192		
15.7 终端应用	192		
15.8 终端应用	192		
15.9 终端应用	192		
15.10 终端应用	192		
15.11 终端应用	192		
15.12 终端应用	192		
15.13 终端应用	192		
15.14 终端应用	192		
15.15 终端应用	192		
15.16 终端应用	192		
15.17 终端应用	192		
15.18 终端应用	192		
15.19 终端应用	192		
15.20 终端应用	192		
15.21 终端应用	192		
15.22 终端应用	192		
15.23 终端应用	192		
15.24 终端应用	192		
15.25 终端应用	192		
15.26 终端应用	192		
15.27 终端应用	192		
15.28 终端应用	192		
15.29 终端应用	192		
15.30 终端应用	192		
15.31 终端应用	192		
15.32 终端应用	192		
15.33 终端应用	192		
15.34 终端应用	192		
15.35 终端应用	192		
15.36 终端应用	192		
15.37 终端应用	192		
15.38 终端应用	192		
15.39 终端应用	192		
15.40 终端应用	192		
15.41 终端应用	192		
15.42 终端应用	192		
15.43 终端应用	192		
15.44 终端应用	192		
15.45 终端应用	192		
15.46 终端应用	192		
15.47 终端应用	192		
15.48 终端应用	192		
15.49 终端应用	192		
15.50 终端应用	192		
15.51 终端应用	192		
15.52 终端应用	192		
15.53 终端应用	192		
15.54 终端应用	192		
15.55 终端应用	192		
15.56 终端应用	192		
15.57 终端应用	192		
15.58 终端应用	192		
15.59 终端应用	192		
15.60 终端应用	192		
15.61 终端应用	192		
15.62 终端应用	192		
15.63 终端应用	192		
15.64 终端应用	192		
15.65 终端应用	192		
15.66 终端应用	192		
15.67 终端应用	192		
15.68 终端应用	192		
15.69 终端应用	192		
15.70 终端应用	192		
15.71 终端应用	192		
15.72 终端应用	192		
15.73 终端应用	192		
15.74 终端应用	192		
15.75 终端应用	192		
15.76 终端应用	192		
15.77 终端应用	192		
15.78 终端应用	192		
15.79 终端应用	192		
15.80 终端应用	192		
15.81 终端应用	192		
15.82 终端应用	192		
15.83 终端应用	192		
15.84 终端应用	192		
15.85 终端应用	192		
15.86 终端应用	192		
15.87 终端应用	192		
15.88 终端应用	192		
15.89 终端应用	192		
15.90 终端应用	192		
15.91 终端应用	192		
15.92 终端应用	192		
15.93 终端应用	192		
15.94 终端应用	192		
15.95 终端应用	192		
15.96 终端应用	192		
15.97 终端应用	192		
15.98 终端应用	192		
15.99 终端应用	192		
16.00 终端应用	192		

第1章 移动通信系统概述

1.1 移动通信系统及其分类

移动通信是指移动体之间的通信,或移动体与固定体之间的通信。移动体可以是人,也可以是汽车、火车、轮船等在移动状态中的物体,简单地说,就是通信双方有一方或两方处于运动中的通信。其采用的频段可以是低频、中频、高频、甚高频和特高频。移动通信不仅可以传送语音信息,还可以随时随地、快速可靠地进行多种信息交换,已广泛应用于多个领域,对社会及经济发展发挥着重大作用。移动通信是当前发展最迅速的产业之一,其系统类型越来越丰富,正逐渐发展成为以公众电信网为基础的全球统一的个人通信网。

通常,移动通信系统由两部分组成:

- 空间系统。
- 地面系统。包括卫星移动无线电台和天线,关口站和基站。

从用户角度看,可以使用的移动通信系统包括:蜂窝移动无线系统,如本书讨论的3G系统;无绳系统,如欧洲数字无绳电话(Digital European Cordless Telephone, DECT);近距离通信系统,如蓝牙;无线局域网(Wireless Local Area Network, WLAN)系统;固定无线接入或无线本地环系统;卫星系统;广播系统,如数字声音广播(Digital Audio Broadcasting, DAB)和地面数字电视广播(Digital Video Broadcasting-Terrestrial, DVB-T)系统等。

根据使用要求和工作场合的不同,可以将移动通信系统分为:

(1) 集群移动通信

集群移动通信系统如图1-1所示,也称大区制移动通信。它的特点是只有一个基站,天

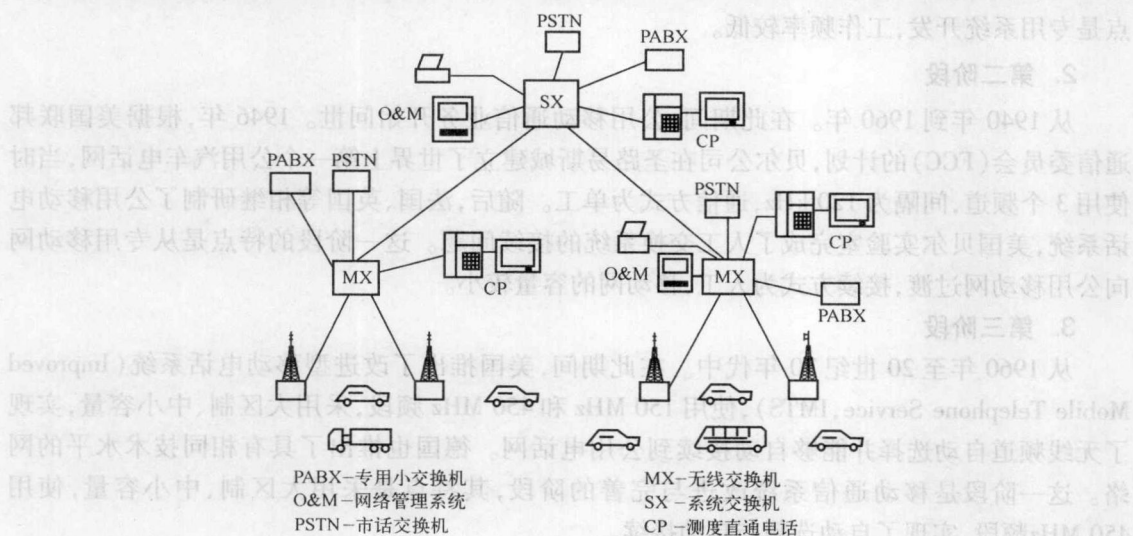


图 1-1 集群移动通信系统

线高度为几十米至百余米,覆盖半径为 30 km,发射机功率可高达 200 W。用户数约为几十至几百,可以是车载台,也可以是手持台,它们可以与基站通信,也可通过基站与其他移动台及市话用户通信,基站与市话有线网连接。

(2) 蜂窝移动通信

蜂窝移动通信也称小区制移动通信。它的特点是把一个大范围的服务区划分成许多小区,每个小区设置一个基站,负责本小区各个移动台的联络与控制,各个基站通过移动交换中心相互联系,并与市话局连接。其利用超短波电波传播距离有限的特点,离开一定距离的小区可以重复使用频率,使频率资源可以充分利用。每个小区的用户在 1000 以上,全部覆盖区最终的容量可达 100 万用户。

(3) 卫星移动通信

利用卫星转发信号也可实现移动通信,对于车载移动通信可采用赤道固定卫星,而对手持终端,采用中低轨道的多颗星座卫星较为有利。

(4) 无绳电话

对于室内外慢速移动的手持终端的移动通信,则采用小功率、通信距离近、轻便的无绳电话。它们可以经过通信点与市话用户进行单向或双向的通信。

1.2 移动通信系统发展历史

移动通信的历史可以追溯到 1897 年马可尼所完成的无线通信试验。现代移动通信技术的发展则始于 1920 年后,大致经历了 6 个发展阶段。

1. 第一阶段

从 1920 年到 1940 年,为早期发展阶段。在此期间,首先在短波几个频段上开发出专用移动通信系统,其代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。该系统工作频率为 2 MHz,到 20 世纪 40 年代提高到 30 ~ 40 MHz。可以认为这个阶段是现代移动通信的起步阶段,其特点是专用系统开发,工作频率较低。

2. 第二阶段

从 1940 年到 1960 年。在此期间,公用移动通信业务开始问世。1946 年,根据美国联邦通信委员会(FCC)的计划,贝尔公司在圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网,当时使用 3 个频道,间隔为 120 kHz,通信方式为单工。随后,法国、英国等相继研制了公用移动电话系统,美国贝尔实验室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网向公用移动网过渡,接续方式为人工,移动网的容量较小。

3. 第三阶段

从 1960 年至 20 世纪 70 年代中。在此期间,美国推出了改进型移动电话系统(Improved Mobile Telephone Service, IMTS),使用 150 MHz 和 450 MHz 频段,采用大区制、中小容量,实现了无线频道自动选择并能够自动接续到公用电话网。德国也推出了具有相同技术水平的网络。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 450 MHz 频段,实现了自动选频与自动接续。

4. 第四阶段

从20世纪70年代中至20世纪80年代中,这是移动通信蓬勃发展的时期。1978年底,美国贝尔实验室研制出先进移动电话系统(Advanced Mobile Phone System, AMPS),建成了蜂窝状移动通信网,大大提高了系统容量。1983年,该系统首次在芝加哥投入商用。同年12月,在华盛顿也开始启用。之后,服务区域在美国逐渐扩大。到1985年3月,已扩展到47个地区,约10万移动用户。其他国家也相继开发出蜂窝式公用移动通信网。英国在1985年开发出全地址通信系统(Total Access Communication System, TACS),首先在伦敦投入使用,以后覆盖了全国,频段为900 MHz;法国开发出450系统;加拿大推出450 MHz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450 MHz。

第四阶段的特点是蜂窝状移动通信网成为实用系统,并在世界各地迅速发展。移动通信大发展的原因,除了用户要求迅猛增加这一主要推动力之外,还有几方面的技术进展所提供的条件。首先,微电子技术在这一时期得到长足发展,使得通信设备的小型化、微型化有了可能,各种轻便电台被不断地推出;其次,提出并形成了移动通信新体制。随着用户数量增加,大区制所能提供的容量很快饱和,这就必须探索新体制。在这方面最重要的突破是美国贝尔实验室在20世纪70年代提出的蜂窝网的概念。蜂窝网,即所谓小区制,由于实现了频率再用,大大提高了系统容量。可以说,蜂窝概念真正解决了公用移动通信系统要求容量大与频率资源有限的矛盾;最后,随着大规模集成电路的发展而出现的微处理器技术日趋成熟,以及计算机技术的迅猛发展,从而为大型通信网的管理与控制提供了技术手段。

5. 第五阶段

从20世纪80年代中开始,这是数字移动通信系统发展和成熟时期,也即第二代移动通信阶段。以AMPS和TACS为代表的第一代蜂窝移动通信网是模拟系统。模拟蜂窝系统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、业务种类受限制以及通话易被窃听等,最主要的问题是其容量已不能满足日益增长的移动用户需求。解决这些问题的方法是开发新一代数字蜂窝移动通信系统。数字无线传输的频谱利用率高,可大大提高系统容量。另外,数字网能提供语音、数据多种业务服务,并与ISDN等兼容。实际上,早在20世纪70年代末期,当模拟蜂窝系统还处于开发阶段时,一些发达国家就着手数字蜂窝系统的研究。到20世纪80年代中期,欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网(Global System for Mobile Communication, 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。GSM于1991年7月开始投入商用,目前仍然是陆地公用移动通信的主要系统之一。

6. 第六阶段

这一阶段可以以IMT-2000(International Mobile Telecommunications - 2000)正式成立为标志。这一阶段也即第三代移动通信阶段。第三代移动通信系统,在第二代移动通信技术基础上进一步演进,以宽带CDMA技术为主,并能同时提供语音和数据业务的移动通信系统。第三代移动通信系统的一个突出特色就是要在未来移动通信系统中实现个人终端用户能够在全世界范围内的任何时间、任何地点,与任何人,用任意方式、高质量地完成任何信息之间的移动通信与传输。为了实现上述目标,对第三代无线传输技术(Radio Transmission Technology, RTT)提出了支持高速多媒体业务(高速移动环境:144 Kbps,室外步行环境:384 Kbps,室内环境:2 Mbps, bps为位/秒)、比现有系统有更高的频谱效率等基本要求。

1.3 第三代移动通信(3G)

1.3.1 3G 的标准化进程

第三代移动通信的标准化主要包括无线传输(RTT)技术和核心网(Core Network, CN)技术的标准化。第三代移动通信 RTT 标准化的进程大致如下:1985 年提出 FPLMTS 概念,1996 年更名为 IMT-2000。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订进程中的重要里程碑。1994 年,ITU-T 与 ITU-R 正式携手研究 FPLMTS。1997 年 3 月在世界范围内征求 RTT 技术候选方案,1998 年 6 月提交截止。1998 年 9 月完成对已提交的 RTT 技术候选方案的技术性能评估。1999 年 3 月,ITU-R TG8/1 第 16 次会议在巴西召开,此次会议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。

1998 年 9 月,RTT 技术候选提案包括 MSS(移动卫星业务)在内多达 16 个,它们基本来自 IMT-2000 的 16 个 RTT 评估组成员,包括美国 TTA 及 TIPI 的 CDMA2000、UWC-136、WIMS WCDMA 及 WCDMA/NA,日本 ARIB 的 WCDMA,中国 CATT 的 TD-SCDMA,韩国 TTA 的 Global CDMA(同步)、Global CDMA(异步)及 LEO 卫星系统 SAT-CDMA,ESA 的宽带卫星系统 SWCDMA 及混合宽带 CDMA/TDMA 卫星系统 SW-C-TDMA 等。

纵观此 10 种地面 RTT 候选技术,除 UWC-136 及 SW-C-TDMA 外,其余 8 种均为 CDMA 技术,可见宽带 CDMA 无疑是 IMT-2000 的主流技术,而且在这 8 种 CDMA 技术中,有 5 种属 WCDMA 范畴,仅两种属 CDMA2000 范畴,因此 WCDMA 在这方面亦处于有利的地位。而中国 CATT 的 TD-SCDMA 获得了欧洲原先有关 TD/CDMA 提案者的支持,将智能天线、软件无线电及多用户检测等先进技术有机组合在一起,构成一种较有效的 CDMA-TDD 方式。CDMA2000-1x 系统的下一个发展阶段被称作 1xEV-DO,与 IS-95/CDMA2000-1x 相比,1xEV-DO 技术能够提供高达十几倍的高速分组数据业务,它能在 1.25 MHz(同 CDMA2000-1x 带宽)内提供高达 2.4 Mbit/s 的数据业务,是 CDMA2000-1x 的增强性技术。1xEV-DO 的诸多技术与 CDMA2000-1x 相同,组网简单,并能利用现有投资进行平滑升级。第三代移动通信系统的发展路线如图 1-2 所示。

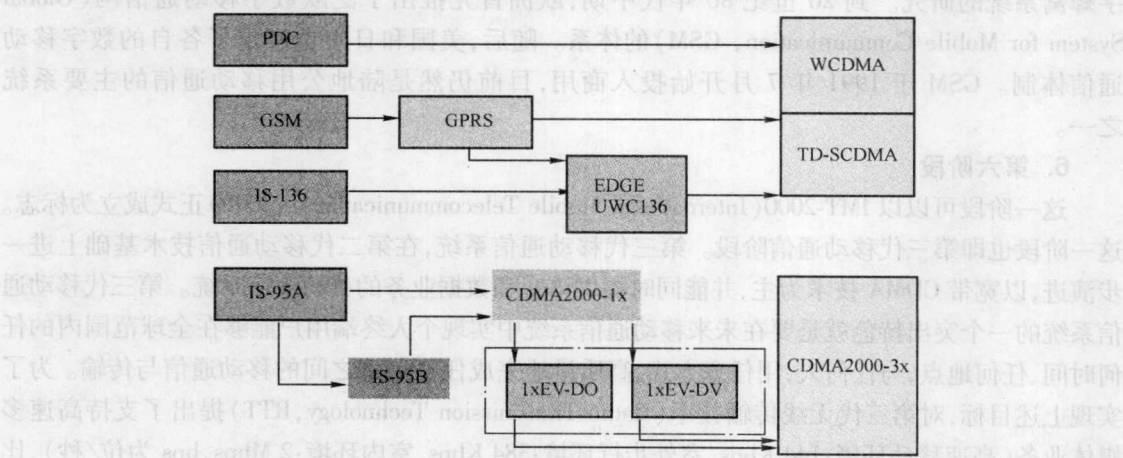


图 1-2 第三代移动通信发展路线

经过各国各大运营商和设备提供商的共同努力,目前主流的第三代移动通信技术包括3类,即 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA。目前这3类在中国均有运营商在提供服务。

WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 同属 3G 的主流技术标准,但在技术上,CDMA2000 和 WCDMA 是频分双工(Frequency Devision Duplex, FDD)的标准,而 TD-SCDMA 则是一个时分双工(Time Division Duplex, TDD)标准。

WCDMA 和 CDMA2000 都满足 IMT-2000 提出的全部技术要求,包括支持高比特率多媒体业务、分组数据和 IP 接入等。这两种系统的无线传输技术均基于 DS-CDMA 作为多用户接入技术,单就技术来说,WCDMA 和 CDMA2000 在技术先进性和发展成熟度上各具优势,但总体来看,WCDMA 更趋于成熟稳定,各家电信企业也因此更加倾向于采用该标准。另外,在传统网络基础和市场推广上,WCDMA 占据着更大的优势。由于全球移动通信系统有 85% 都在用 GSM 系统,而 GSM 向 3G 过渡的最佳途径就是历经 GPRS 演进到 WCDMA,所以传统网络上的绝对优势使得 CDMA2000 难以对 WCDMA 形成真正的挑战。

TD-SCDMA 技术的优点是能够为运营商提供从第二代网络向通过现有的传输连接提供第三代网络的渐进、无缝的转换,频谱的利用率可能会比普通 GSM 高出 3 到 5 倍,这些技术优势将会给运营商和终端 OEM 带来较以往更连贯的经营模式,并能够缩短类似 3G 业务的面市时间,促进应用和内容的开发,后者是实现平均每月用户收入(Average Revenue Per User, ARPU)增长的关键因素。作为 ITU-T 接受的低码片率 TDD 世界级标准,能够在一个移动连接过程中大幅度地调节分配给上行链路和下行链路通信的时间比例,是 TD-SCDMA 的一个独一无二的性能。这种特性最大限度地提高了频谱的利用率,对于在亚太区呈现增长态势的移动互联网应用,频谱是一个紧缺的宝贵资源。下面分别阐述 3 类技术的特点及发展。

1.3.2 TD-SCDMA 技术

TD-SCDMA (Time Division-Synchronization Code Division Multiple Access) 即时分同步码分多址接入。TD-SCDMA 在 2001 年 3 月正式写入 3GPP 的 Release 4 版本(目前已有 Release 4、Release 5、Release 6 等成熟版本,更新的版本也在不断制定更新中)。TD-SCDMA 采用不需成对频率的 TDD 双工模式以及 FDMA/TDMA/CDMA 相结合的多址接入方式,使用 1.28Mcps(兆码片/秒)的低码片速率,扩频带宽为 1.6 MHz,同时采用了智能天线、联合检测、上行同步、接力切换、动态信道分配等先进技术。TD-SCDMA 技术与标准的演进可以分为若干阶段。

第一阶段可以分为 TD-SCDMA 基本版本阶段及 TD-SCDMA 增强型版本阶段。TD-SCDMA 基本版本即 3GPP R4 版本,TD-SCDMA 可在 1.6 MHz 的带宽内,提供最高 384 Kbps 的用户数据传输速率。TD-SCDMA 增强型版本是指 TD-SCDMA 的 3GPP R5/R6/R7 版本。TD-SCDMA 增强技术是在 TD-SCDMA 现有技术的基础上,通过引入局部的先进技术,如 HARQ、AMC、高阶调制、快速调度机制、MIMO 等技术,取得明显的性能提升,来满足 TD-SCDMA 现有网络的快速升级和部署。基本技术以 CDMA 技术为基础,没有技术体制上的更新换代,TD-SCDMA 增强技术以 HSDPA、HSUPA、MBMS(包括优化的 MBMS)、HSPA+ 为代表。

第二阶段可以称为 TD-LTE 长期演进阶段,TD-LTE 在基本多址接入技术上引入正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)技术,替代 CDMA,在智能天线(Smart Antenna, SA)基础上进一步引入 MIMO 技术,形成 SA + MIMO 的先进多天线技术,同时保持了特殊时隙和同步以及联合检测等原有技术优势和技术特点,在性能上获得巨大提升(5~6 倍

于3GPP R6 版本)的同时,还尽量保证 TD-SCDMA 及 TD-SCDMA增强网络向 TD-LTE 网络的平滑演进。

第三阶段称为 4G 或 ITM-Advanced 阶段。ITM-Advanced 是 ITU 为满足未来 10~15 年全球移动通信需求而启动的,根据 ITU 规划,将在 2012 年前后发布 4G 技术标准方案。在技术上,ITM-Advanced 将基于 OFDM,在 LTE 技术的基础上,作进一步增强。

TD-SCDMA 其主要技术特点包括:信号带宽为 1.6 MHz;码片速率为 1.28Mcps;采用智能天线技术,提高了频谱效率;采用同步 CDMA 技术,降低上行用户间的干扰和保持时隙宽度;接收机和发射机采用软件无线电技术;采用联合检测技术,降低多址干扰;多时隙,具有上、下行不对称信道分配能力,适应数据业务;采用接力切换,降低掉话率,提高切换的效率;核心网络基于 GSM/GPRS 网络的演进,并保持与它们的兼容性;基站间采用 GPS 或者网络同步方式,降低基站间干扰。

1. TD-SCDMA HSDPA 技术

虽然 3G 技术已经针对 2G 系统的不足,在加强分组数据传输性能方面做了很大的增强,但市场需求的快速增长将使得 3G 定义的 2Mbps 峰值传输速率显得不足。对此,在第三代移动通信技术的发展过程中,3GPP 在 R5 和 R6 版本规范中分别引入了重要的增强技术,即 HSDPA(高速下行分组接入)和 HSUPA(高速上行分组接入)技术。

HSDPA 是一些无线增强技术的集合,利用 HSDPA 技术可以在现有技术的基础上,使下行数据峰值速率有很大的提高。HSDPA 技术同时适用于 FDD 和 TDD 无线传输模式,在不同系统中的实现方式是十分相似的。

HSDPA 采取的主要技术为:

(1) 自适应调制与编码技术

链路适配是 HSDPA 改善数据吞吐量的一种重要途径。采用的技术是自适应调制编码(Adaptive Modulation and Coding,AMC)。在每个用户传输过程中,把系统的调制编码方案与平均信道条件相匹配。传输的信号功率在子帧周期期间保持不变,它改变调制和编码格式,以与当前收到的信号质量或信号条件相匹配。在这种情况下,基站(Node B)附近地区的用户一般会配置速率较高的高阶调制(例如,有效码速率为 0.89 的 16QAM),但随着距 Node B 的距离增大,调制阶和码速率将下降。如前所述,可以采用 1/3 码速增强编码,通过各种速率匹配参数获得不同的有效码速率。

(2) 混合自动重传请求技术

混合自动重传请求技术(HARQ)将前向纠错(Forward Error Correction,FEC)技术同自动重传请求(Automatic Repeat reQuest,ARQ)技术相结合,利用 FEC 技术的纠错能力以提高系统的传输效率,并通过 ARQ 技术来提高系统传输的可靠性。快速混合自动重传也是一种链路自适应的技术,它采用了 FEC 原理,是指接收方在解码失败的情况下,保存接收到的数据,并要求发送方重传一定的数据。在 HARQ 中,链路层的信息用于进行重传判决,HARQ 能够自动地适应信道条件的变化并且对测量误差和时延不敏感。AMC 和 HARQ 两者结合起来可以得到最好的效果:AMC 提供粗略的数据速率选择,而 HARQ 可以根据数据信道条件对数据速率进行较精细的调整。FEC 原理包括了递增冗余(每次重传包括了更多的奇偶校验位)和跟踪组合(同样的数据块将被完全重传),可以根据系统的存储空间和系统性能对二者进行选择。

(3) 调度算法

调度算法控制着共享资源的分配,在很大程度上决定了整个系统的行为。调度时应主要基于信道条件,同时考虑等待发射的数据量以及业务的优先等级等情况,并充分发挥 AMC 和 HARQ 的能力。调度算法应向瞬间具有最好信道条件的用户发射数据,这样在每个瞬间都可以达到最高的用户数据速率和最大的数据吞吐量,但同时还要兼顾每个用户的等级和公平性。HSDPA 技术为了更好地适应信道的快速变化,将调度功能单元放在 Node B 而不是无线网络控制器(Radio Network Controller,RNC),同时也将传输时间间隔(Transmission Time Interval,TTI)缩短到 2ms。

从本质上说 HSDPA 实际上是无线增强技术的集合,利用 HSDPA 技术可以在 3G 现有技术的基础上使下行数据峰值速率有很大的提高。与 R4 版本 TD-SCDMA 系统相比较,引入 HSDPA 技术主要是通过修改空中接口来增强系统性能,主要操作在用户体验(UE)、Node B 的物理层和 MAC 层,而无线链路控制(Radio Link Control,RLC)和分组数据汇聚协议(Packet Data Convergence Protocol,PDPC)不作任何改动。

2. TD-SCDMA HSUPA 技术

为了提高下行峰值速率,3GPP R5 引入了 HSDPA 技术,然而伴随着数据业务对上行链路容量需求的不断增大,特别是一些新的应用,如互动游戏、视频共享的不断普及,引入 HSUPA 成为必然趋势,因此从 R6 版本开始,各大公司对上行增强技术即 HSUPA 进行了研究,从 R7 版本开始将 TD-SCDMA HSUPA 写入协议。

TD-SCDMA HSUPA 采用 Node B 快速调度、混合自动重传请求(HARQ)、自适应调制编码(AMC)等增强技术,提高上行链路的速率和吞吐量,降低时延,改善用户体验的满意度。TD-SCDMA HSUPA 关键技术包括:

(1) AMC 和 PC

在 HSUPA 技术中,针对上行增强数据信道 E-DCH,采用了 AMC 和功率控制(Power Control,PC)相结合的链路自适应技术。与 HSDPA 技术不同的是,为了控制上行链路的干扰水平,HSUPA 中上行功率资源由 Node B 分配,Node B 根据用户设备(User Equipment,UE)的信道环境、可用功率资源等信息,为 UE 分配一个合适的功率资源许可,UE 使用该许可来确定调制编码方式,最终带来的上行干扰变化控制在 Node B 预期范围内。HSUPA 中的 AMC 相对于 HSDPA 中的 AMC,是一个更加慢速的过程,反映的是一段时间内信道环境的平均情况。

(2) HARQ

HARQ 是自动重传请求(ARQ)和前向纠错(FEC)技术相结合的一种纠错方法,通过发送附加冗余信息,改变编码速率来自适应信道条件,是一种基于链路层(媒质访问层)的隐含的链路自适应技术。

为了提高资源分配的灵活性,TD-SCDMA 系统的 HSUPA 技术中主要采用了异步 HARQ 机制,根据网络侧的资源配置,HARQ 重传时刻不固定。这样不但提升了系统资源分配的灵活性,也能够适应信道环境的变化,获得更高的多用户分集增益,提升系统性能。

(3) 快速调度

HSUPA 中的分组快速调度以最大化系统吞吐量为目标,尽量保证用户间的公平性,以确保不同业务流的服务质量要求。通过快速地自适应调度以适应用户信道变化,从而提高用户的平均传输速率。调度算法控制着共享资源的分配,在很大程度上决定了整个系统的性能。调度时应主要基于用户信道条件、干扰控制,同时考虑等待发送的数据量以及业务的优先等级

等情况,并充分发挥 AMC 和 HARQ 的能力。

相对于 HSDPA 调度,HSUPA 调度的资源还包括功率资源,目的是控制 UE 对本小区和相邻小区的干扰,控制系统上行干扰水平,调度算法有 RR、MAX C/I、PF、基于业务 QoS 的调度等。

(4) 高阶调制

由于系统带宽的限制,为了进一步提高频带利用率和峰值数据速率,HSUPA 系统中引入了 16QAM 调制方式。引入 16QAM 之后,理论峰值数据速率是四相移频键控(Quaternary Phase Shift Keying, QPSK)调制方式的两倍。采用高阶调制技术,必然对信道条件要求更为苛刻,但在 AMC、HARQ、PC 等关键技术的配合下,可以使高阶调制技术在合适的环境下充分体现优势。

(5) 资源分配和传输方式

HSUPA 中存在两种物理资源分配和传输方式:调度传输和非调度传输。调度传输是指基于 Node B 通过 E-AGCH 进行资源调度的 E-DCH 传输方式;资源完全由 Node B 决定分配,在多 UE 之间实现资源共享,在一定公平性的要求下,尽量获得更大的多用户分集增益。非调度传输指 UE 进行 E-DCH 传输使用的物理资源由服务无线网络控制器(SRNC)配置,不需要 E-AGCH 信道传递调度信息,明显节省了信令开销和调度时延,可以更好地支持 SRB 等时延要求较高的业务。

HSUPA 的引入将进一步增强 TD-SCDMA 系统的无线数据吞吐能力,全面满足未来 3G 业务的运营需求。

3. TD-LTE 技术

为了保持 3G 技术的竞争力和其在移动通信领域的领导地位,3GPP 和 3GPP2 相应启动了 3G 技术长期演进(LTE-Long Term Evolution)的研究工作。3GPP LTE 的技术需求目标可概括为:更高的数据传输速率和频谱利用效率,要求下行速率达到 50 ~ 100 Mbps,上行速率达到 30 ~ 50 Mbps,而频谱利用效率达到 3GPP R6 规划值的 2 ~ 4 倍。TD-LTE 是移动通信标准在技术上的一次大的飞跃,同时 TD-LTE 还是联系 3G 增强性技术和 4G 技术的纽带,在 TD-SCDMA 标准的发展中起到承上启下的作用,因此,TD-LTE 的地位十分重要。

LTE 的关键技术包括网络架构、基本的传输技术和多址技术以及物理层技术。其中,物理层是关键,LTE 在物理层采用了 OFDM 和 MIMO 等技术,大大提高了系统的系统吞吐量。

(1) 网络架构

3GPP LTE 接入网在能够有效支持新的物理层传输技术的同时,还需要满足低时延、低复杂度、低成本的要求。因此,3GPP 引入了 E-UTRAN 的结构,接入网主要由演进型 eNode B (eNB)和接入网关(aGW)构成,其结构类似 IP 宽带网络结构。eNode B 是在 Node B 原有功能基础上,增加了 RNC 的物理层、MAC 层、RRC、调度、接入控制、承载控制、移动性管理和 inter-cell RRM 等功能;aGW 则可以看做是一个边界节点,作为核心网的一部分。

(2) 基本的传输技术和多址技术

即 OFDM(正交频分复用)技术。其中有两个关键点,一是 OFDM 技术和 MIMO(多输入多输出)技术如何结合,使移动通信系统性能进一步提升;二是 OFDM 技术在蜂窝移动通信组网的条件下,如何克服同频组网带来的问题。OFDM 有自身的优势,例如抗多径传播和频率选择性衰落能力强,动态信道分配技术使系统达到最大传输速率,对脉冲干扰的抵抗能力比单载波

系统强,频谱效率高于串行系统。OFDM 中小区内的干扰问题,以现有无线接入、有线接入的成熟技术,可以比较轻松地消除或者避免。

(3) 物理层技术

基于 MIMO/SA 的多天线技术。智能天线技术是通过赋形,提供覆盖和干扰协调能力的技术;MIMO 技术通过多天线提供不同的传输能力,提供空间复用的增益,这两种技术在 LTE 以及 LTE 的后续演进系统中是非常重要的。同时,也很关注 MIMO 技术和智能天线技术在后续演进上的结合。采用多天线技术,一方面是性能的需要,另一方面是后续标准演进的需要。多天线技术提出了一些指标,在多天线运用上可以提供空间复用和传输分级。在 LTE 中多天线的配置,下行可以支持单天线、两天线、四天线的发送,同时支持智能天线的应用,可以超过四个天线,例如八天线的应用;上行是单天线发送,后续不排除多天线应用。在 LTE 里面多天线应用的标准化过程中,3GPP 标准组织最后接受智能天线的应用作为 TDD 模式的特征之一。

TD-LTE 在帧结构、智能天线、MIMO、同步技术、随机接入、数据复用、自适应和干扰控制等主体技术标准的制订方面目前已基本完成,TD-SCDMA 基本技术特征得到保留和优化发展。基于已验证先进成熟的 TD 关键技术,对 LTE 进行了系统的优化设计,为 TD-SCDMA 长期演进和长远发展创造了有利条件和优势,包括基站设备复用性好,射频单元基本相同,基站平台可以复用,主要是进行基带处理升级;设备开发时间短,成本低,利于快速升级和快速部署。

4. TD-SCDMA 技术的优劣

TD-SCDMA 所用的时分双工(TDD)技术是 3G 标准中唯一的 TDD 技术(WCDMA 和 CDMA2000 采用频分双工模式),TD-SCDMA 组网可以采用 TSM 和 LCR 两种方式。这使 TD-SCDMA 在某程度上具有不可替代的优越性,它不是其他制式的补充。

TD-SCDMA 无线接入网可部署在现有的 GSM 核心网基础上,这种方式已由 CWTS 制订为 TSM 标准。TSM 可以采用混合组网和独立组网两种方式。TSM 混合组网时,其核心网设备使用现有的 GSM 核心网设备,无线子系统以 A/Gb 接口接入核心网设备;TSM 独立组网时,则需要新建 TSM 核心网设备,一般是 GSM 核心网设备。

TD-SCDMA 的缺点包括,在对 CDMA 技术的利用方面,TD-SCDMA 因需要与 GSM 的小区兼容,而小区复用系数导致频谱利用率降低。同时 TD-SCDMA 频带宽度窄,不能充分利用多径,降低了系统效率,实现软切换和软容量能力较困难。另外,TD-SCDMA 系统要精确定时,小区间保持同步,对定时系统要求高。

1.3.3 WCDMA 技术

WCDMA(Wideband CDMA),即宽带码分多址,可支持 384 Kbps 到 2 Mbps 不等的数据传输速率,在高速移动的状态下,可提供 384 Kbps 的传输速率,在低速或是室内环境下,则可提供高达 2 Mbps 的传输速率。

此外,在同一些传输通道中,WCDMA 还可以提供电路交换和分包交换的服务,因此,用户可以同时利用电路交换方式接听电话,然后以分包交换方式访问因特网,这样的技术可以提高移动电话的使用效率,从而在同一时间同时进行语音或数据传输。

WCDMA 的支持者主要是以 GSM 系统为主的欧洲厂商,日本公司也或多或少参与其中,包括当年欧美的爱立信、阿尔卡特、诺基亚、朗讯、北电,以及日本的 NTT、富士通、夏普等厂商。这套系统能够基于现有的 GSM 网络上,可以较轻易地过渡到 3G,而 GSM 系统相当普及的亚

洲对这套新技术的接受度预料会相当高。因此 WCDMA 具有先天的市场优势。

从功能上,WCDMA 系统由 3 部分组成:CN(核心网)、UTRAN(UMTS 地面接入网)和 UE(用户设备)。CN 负责处理与外部网络之间的呼叫和数据连接的交换和路由选择,UTRAN 处理所有与无线接入相关的功能,UE 则是与用户的接口。

以下版本的 WCDMA 技术比较成熟:

1. Release 99(R99)

R99 版本的接入部分定义了全新的 5 MHz 宽度载频的宽带码分多址接入网,采纳了功率控制、软切换及更软切换等 CDMA 关键技术,基站只作基带处理和扩频,接入系统智能集中于 RNC 统一管理,引入了适于分组数据传输的协议和机制,数据速率可支持 144 Kbit/s、384 Kbit/s,理论上可达 2 Mbit/s。基站和 RNC 之间采用基于 ATM 的 Iub 接口,RNC 分别通过基于 ATM AAL2 的 Iu-CS 和 ATM AAL5 的 Iu-PS,分别与核心网的 CS 域和 PS 域相连。

在核心网定义的过程中,R99 充分考虑到了向下兼容 GPRS,其电路域与 GSM 完全兼容,通过编解码转换器实现话音由 ATM AAL2 至 64K 电路的转换,以便与 GSM MSC 互通;分组域仍然采用了 GPRS SGSN 和 GGSN 的网络结构,相对于 GPRS,增加了服务级别的概念,分组域的业务质量保证能力提高,带宽增加。

从系统角度来看,系统仍然采用分组域和电路域分别承载与处理的方式,分别接入 PSTN 和公用数据网。从一般观点来看,R99 比较成熟,较适用于需要立即部署网络的新运营商,同时也适用于拥有 GSM/GPRS 网络的既有网络运营商,因其充分考虑了对现有产品的向下兼容及投资保护,商业部署基本上都采用 R99 版本,如图 1-3 所示。

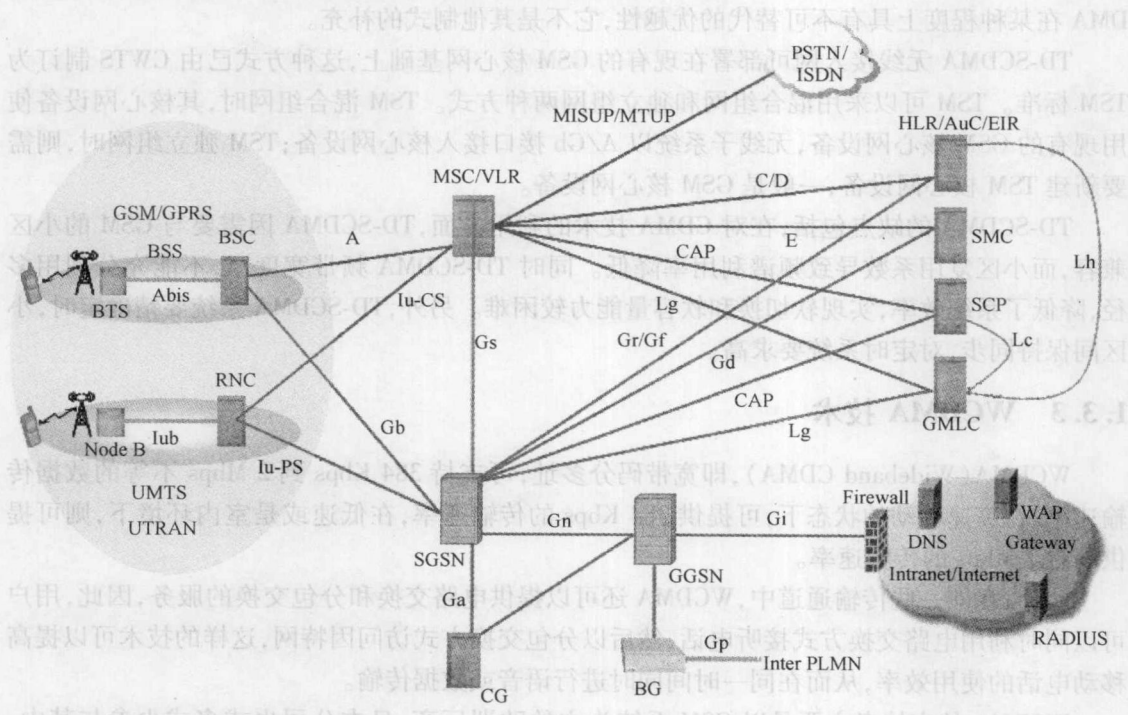


图 1-3 WCDMA R99 拓扑图