

双色印刷



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定
高职高专通信类专业核心课程系列教材

3G移动通信接入网运行维护 (WCDMA接入网技术原理)

第2版

孙秀英 主编

- ▶ 全面介绍了3G移动通信接入网运行维护相关技术理论及实务
- ▶ 注重操作技能培养，将WCDMA现网运行维护案例融入教材
- ▶ 以WCDMA接入网运行与维护为主线，分为技术篇、设备篇和操作维护篇三部分



cmpqu@163.com
010-88379564

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠 电子课件、习题答案
模拟试卷及答案等



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

高职高专通信类专业核心课程系列教材

3G 移动通信接入 网运行维护

(WCDMA 接入网技术原理)

第 2 版

主 编 孙秀英
参 编 许鹏飞 于正永 徐 彤
韩金燕 丁胜高 史红彦
郭 诚



机械工业出版社

本书以 WCDMA 接入网运行维护原理为主线,详细介绍了 3G 移动通信接入网运行维护相关技术理论及实务,内容设计为技术篇、设备篇和操作维护篇,共 8 章。其中,技术篇包括第 1 章移动通信技术与发展、第 2 章 WCDMA 技术和第 3 章 WCDMA 网络结构与接口;设备篇包括第 4 章 RNC 设备、第 5 章 NodeB 设备;操作维护篇包括第 6 章 WCDMA 接入网操作维护、第 7 章 RNC 数据配置和第 8 章 NodeB 数据配置。本书增加了附录通信相关缩略语中英文对照,方便教师授课使用和学习者学习。

使用建议:使用本教材授课学时为 90 学时。本教材包含大量 WCDMA 网络运行维护案例,采用了与现网一致的网络结构、设备插图和原理框图,通俗易懂。如果没有 WCDMA 设备,也可以使用本教材中的真实设备插图和原理框图进行授课;有设备,则可进行理实一体化授课。

本书可作为高职高专或本科通信技术、移动通信技术等专业的授课教材,也可作为电信机务员的岗前培训教材和 3G 基站建设工程技术人员的学习参考用书。

为方便教学,本书配有免费电子课件、习题答案、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取,有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

3G 移动通信接入网运行维护:WCDMA 接入网技术原理/孙秀英主编. — 2 版. — 北京:机械工业出版社,2014.12

“十二五”职业教育国家规划教材 高职高专通信类专业核心课程系列教材

ISBN 978-7-111-48881-1

I. ①3… II. ①孙… III. ①码分多址移动通信-通信网-高等职业教育-教材 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 304305 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 冯睿娟

版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11.75 印张·284 千字

0 001—2 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-48881-1

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

服务咨询热线:(010)88379833

读者购书热线:(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

移动通信技术经历了第一代、第二代、第三代和 LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 技术的发展演进, 随着移动基站建设规模的不断壮大, 移动通信接入网运行维护工作越来越重要。本书全面介绍了 3G 移动通信接入网运行维护相关技术理论及实务。本书编写团队承担完成了中央财政支持的通信技术国家重点专业建设项目, 新版教材内容在专业建设和课程建设过程中得到了完善。本书和后续将出版的《WCDMA 无线网络规划与优化》、《GSM 移动通信系统与维护》及《LTE 组网与维护技术》组成了移动通信技术专业核心课程系列教材。

本书第 1 版是在 3G 牌照发展初期编写出版, 包含了 3G 技术的三个标准, 内容偏多, 授课实施有一定难度。自从 2010 年出版以来, 编者总结教材使用过程中发现的问题, 完善了教材结构和内容。首先, 在编写结构上做了优化设计, 分为《3G 移动通信接入网运行维护 (WCDMA 接入网技术原理) 第 2 版》和《3G 移动通信接入网运行维护 (WCDMA 基站数据配置) 第 2 版》两册; 其次, 在内容选取方面, 注重操作技能培养, 将 WCDMA 现网运行维护案例融入教材。

本书以 WCDMA 技术为主线, 从技术篇、设备篇和操作维护篇三部分设计 WCDMA 接入网运行维护理实一体化内容。本书编排结构清晰, 在每章开始部分设计了学习导航和内容解读, 每章结束部分设计了知识梳理与总结, 并配有习题。本书采用了与现网一致的设备结构图和关键技术模型图, 将抽象的原理形象化, 将复杂技术简单化, 内容通俗易懂。

本书由孙秀英教授主编, 许鹏飞、于正永、徐彤、韩金燕、丁胜高、史红彦和郭诚参与编写。本书的编写得到了华为技术有限公司、南京嘉环科技有限公司、深圳市讯方通信技术有限公司以及江苏省通信管理局通信行业职业技能鉴定中心领导的大力支持, 在此一并表示诚挚的谢意。书中如有疏漏之处, 恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 篇 技 术 篇

第 1 章 移动通信技术与发展	1
学习导航	1
内容解读	1
1.1 无线电波通信	1
1.1.1 无线电频谱	1
1.1.2 无线电波传播方式及应用	3
1.2 陆地移动通信中的无线信号传播方式	4
1.3 3G 技术发展演进	5
1.3.1 3G 标准化组织	5
1.3.2 3G 技术制式	6
1.4 WCDMA 技术演进过程	7
1.5 3G 频谱划分	8
梳理与总结	11
习题	12
第 2 章 WCDMA 技术	14
学习导航	14
内容解读	14
2.1 WCDMA 通信原理	14
2.1.1 信源编码	15
2.1.2 信道编码与交织	16
2.1.3 扩展频谱通信技术	18
2.1.4 加扰	22
2.1.5 调制技术	23

2.2 其他技术	25
2.2.1 频分双工	25
2.2.2 多址接入技术	25
2.2.3 RAKE 接收机	27
2.2.4 快速功率控制	27
2.2.5 软切换	30
梳理与总结	32
习题	34
第 3 章 WCDMA 网络结构与接口	35
学习导航	35
内容解读	35
3.1 WCDMA 网络结构	35
3.1.1 UMTS 系统构成	35
3.1.2 UMTS 设计原则	38
3.2 WCDMA 空中接口	39
3.2.1 UTRAN 结构与功能	39
3.2.2 UTRAN 地面接口协议的通用模型	41
3.2.3 空中接口 (Uu 接口) 协议结构	42
3.3 WCDMA 空中接口与信道	44
梳理与总结	47
习题	48

第 2 篇 设 备 篇

第 4 章 RNC 设备	49
学习导航	49
内容解读	49
4.1 RNC 设备系统结构	49
4.1.1 RNC 在 UMTS 网络中的位置	49
4.1.2 BSC6810 系统主要特性	50
4.1.3 BSC6810 容量指标	51
4.1.4 RNC 最小配置与最大配置	52

4.2 RNC 总体结构	52
4.2.1 RNC 物理结构	52
4.2.2 RNC 逻辑结构	52
4.2.3 RNC 软件结构	54
4.3 RNC 逻辑子系统	55
4.3.1 RNC 交换子系统	55
4.3.2 RNC 业务处理子系统	56
4.3.3 RNC 传输子系统	58



4.3.4 RNC 操作维护子系统.....	59	学习导航	83
4.3.5 RNC 时钟同步子系统.....	60	内容解读	83
4.3.6 RNC 供电子系统.....	62	5.1 NodeB 产品	83
4.3.7 RNC 环境监控子系统.....	63	5.2 NodeB 系统架构	85
4.4 RNC 硬件.....	63	5.2.1 BBU3900 外形.....	85
4.4.1 RNC 机柜.....	63	5.2.2 BBU3900 功能.....	85
4.4.2 RNC 机柜组成.....	63	5.2.3 BBU3900 槽位及单板	86
4.4.3 RNC 机柜工程指标.....	65	5.2.4 BBU3900 系统设计.....	88
4.4.4 RNC 插框.....	65	5.2.5 RRU 外形	90
4.4.5 RNC 常用单板.....	68	5.2.6 RRU 功能	91
4.5 RNC 系统信号流.....	71	5.2.7 RRU 系统设计	91
4.5.1 RNC 控制面信号流.....	71	5.3 DBS3900 典型配置	92
4.5.2 RNC 用户面信号流.....	73	5.4 NodeB Iub 接口组网	93
4.5.3 RNC IP 传输组网	75	5.5 NodeB CPRI 接口组网	95
梳理与总结	81	梳理与总结	95
习题	82	习题	96
第 5 章 NodeB 设备	83		

第 3 篇 操作维护篇

第 6 章 WCDMA 接入网操作维护	97	第 7 章 RNC 数据配置	112
学习导航	97	学习导航.....	112
内容解读	97	内容解读.....	112
6.1 LMT 的介绍.....	97	7.1 RNC 配置概述	112
6.1.1 LMT 组成.....	98	7.1.1 配置命令	112
6.1.2 MML 命令执行	99	7.1.2 配置流程	113
6.2 LMT 的使用	103	7.2 RNC 全局数据配置	113
6.2.1 连通 RNC LMT 和 BAM	103	7.3 RNC 设备数据配置	116
6.2.2 启动 RNC LMT	103	7.4 RNC Iub 接口数据配置	119
6.3 RNC 告警管理	104	7.4.1 Iub 接口协议栈.....	119
6.3.1 配置告警浏览窗口显示属性	104	7.4.2 Iub 接口配置流程.....	120
6.3.2 设置 RNC 告警终端发声提示	106	7.4.3 Iub 接口配置命令及含义.....	120
6.3.3 浏览告警	106	7.5 RNC Iu 接口数据配置	127
6.3.4 查询 RNC 告警日志	106	7.5.1 Iu 接口协议栈	128
6.3.5 查询 RNC 告警处理建议	106	7.5.2 Iu-CS 接口数据配置.....	128
6.4 RNC 设备管理	108	7.5.3 Iu-PS 接口数据配置.....	133
6.4.1 登录 RNC 设备面板	108	7.6 RNC 侧无线小区数据配置	138
6.4.2 显示 RNC 设备面板指示色 图例	109	7.6.1 在 RNC 上快速新建小区	138
6.4.3 查询 RNC 单板状态信息	109	7.6.2 在 RNC 上增加邻区配置	140
6.4.4 查询 RNC 单板 CPU/DSP 占用率	110	7.7 RNC 典型配置案例	141
梳理与总结	110	7.7.1 RNC 开局配置的协商数据	141
习题.....	110	7.7.2 MML 脚本	145
		梳理与总结.....	149
		习题.....	150



第8章 NodeB 数据配置	151	8.4 NodeB 无线层数据配置	158
学习导航	151	8.5 NodeB 典型配置案例	160
内容解读	151	梳理与总结	161
8.1 NodeB 初始配置概述	151	习题	162
8.2 NodeB 设备数据配置	152	附录 通信相关缩略语中英文对照	163
8.3 NodeB 传输层数据配置	154	参考文献	182

第 1 篇 技 术 篇

第 1 章 移动通信技术与发展



学习导航

知识点拨	重点	<ol style="list-style-type: none">1. 无线电频谱2. 无线电波传播方式及应用3. 陆地移动通信中的无线信号传播方式4. 3G 技术发展演进5. 3G 标准化组织和制式6. WCDMA 技术演进过程7. 3G 频谱划分8. 中国联通 WCDMA 频率使用	学习建议：学习 3G 移动通信技术课程前先了解无线电频谱相关知识和移动通信技术发展过程。推荐阅读丁奇的《大话移动通信》
	难点	<ol style="list-style-type: none">1. 无线电波传播方式及应用2. WCDMA 技术演进过程3. 中国联通 WCDMA 频率使用	学习建议：难点学习时要深刻理解相关技术术语，阅读相关技术资料，拓展知识视野，推荐阅读高鹏的《3G 技术问答》
建议学时	6 课时		教学建议：教学前，学习者到移动基站和机房体验 3G 移动通信网络运行环境



内容解读

1.1 无线电波通信

1.1.1 无线电频谱

频谱这个词的英文为 Spectrum，原含义只限于光。物理学家在 17 ~ 19 世纪首先认识到



白色光实际上是由红色到紫色各种不同颜色的光组成的,因此,白色光包含不同颜色光的频谱。光像水池中的水波纹一样表现出波的特性,波峰之间的距离就称为波长。单位时间内通过某一点的波峰数就称为频率。因此光具有波长和频率,红色光的波长最长,频率最低;紫色光的波长最短,频率最高。

当电流流过导线时,其周围空间存在着电场和磁场,磁场的变化会产生电场,电场的变化也会产生磁场。交变的电磁场不仅存在于导体的周围,而且能够脱离产生其的波源向远方传播,这种以相同的频率向周围空间辐射传播的交变电磁场就称为电磁波。电磁波在空中以光速传播,即 30 万 km/s。

为了更好地说明频谱的概念,引入频率、传输距离和波长三个概念。若用 f 表示频率,用 v 表示电磁波每秒钟传播的距离 (m),用 λ 表示波长 (m),则三者之间的关系为

$$f = v/\lambda$$

频率的单位是赫兹或周/s,还可用千赫 (kHz)、兆赫 (MHz)、吉赫 (GHz) 表示。

$$1 \text{ kHz} = 1000 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ MHz} = 1000 \text{ kHz}$$

$$1 \text{ GHz} = 1000 \text{ MHz}$$

无线电波分布于 3Hz ~ 3000GHz 之间,在这个频谱内划分了 12 个频段,在不同频段内的频率具有不同的传播特性。目前人类对 3000GHz 以上频段还不能有效地开发利用,所以在相对一定的条件下,无线电频谱资源又是有限的、稀缺的自然资源。

无线电频谱是指国际电信联盟规定的,可以用于无线电电子设备或者高频设备操作的无线电频率组合。无线电频谱可用于来传送话音、数据、气象服务、雷达、导航以及卫星通信等信息。频率越低,传播损耗越小,覆盖距离越远;而且频率越低,绕射能力越强。但是,低频段频率资源紧张,系统容量有限,因此主要应用于广播、电视、寻呼等系统。高频段频率资源丰富,系统容量大;但是频率越高,传播损耗越大,覆盖距离越近;而且频率越高,绕射能力越弱。另外,频率越高,技术难度越大,系统的成本也相应提高。移动通信系统选择所用频段要综合考虑覆盖效果和容量。UHF 频段与其他频段相比,在覆盖效果和容量之间折中得比较好,因此被广泛应用于移动通信领域。当然,随着人们对移动通信的需求越来越多,需要的容量越来越大,移动通信系统必然要向高频段发展。无线通信是利用电磁波信号可以在自由空间中传播的特性进行信息交换的一种通信方式。信息通信领域中发展最快、应用最广的就是无线通信技术。移动通信是在移动中实现的无线通信。移动通信系统由移动台、基站、移动交换局组成,采用的频段遍及低频、中频、高频、甚高频和特高频。

目前已开发使用的频段有:

极低频 ELF (Extremely Low Frequency): 3 ~ 30Hz

超低频 SLF (Super Low Frequency): 30 ~ 300Hz

特低频 ULF (Ultra Low Frequency): 300 ~ 3000Hz

甚低频 VLF (Very Low Frequency): 3 ~ 30kHz

低频 LF (Low Frequency): 30 ~ 300kHz

中频 MF (Medium Frequency): 0.3 ~ 3MHz

高频 HF (High Frequency): 3 ~ 30MHz

甚高频 VHF (Very High Frequency): 30 ~ 300MHz

特高频 UHF (Ultra High Frequency): 300 ~ 3000MHz

超高频 SHF (Super High Frequency): 3 ~ 30GHz

极高频 EHF (Extremely High Frequency): 30 ~ 300GHz

无线电频段和波段的命名如图 1-1 所示。

频率	Hz			kHz			MHz			GHz			1000GHz			10 ⁶ GHz		
	3	30	300	3	30	300	3	30	300	3	30	300	3	30	300	3	30	300
频段	极低频	超低频	特低频	甚低频	低频	中频	高频	甚高频	特高频	超高频	极高频	至高频	红外线	紫外线	X射线	Y射线		
波段	无线电波											可见光						
波段	微波																	
波段	极长波	超长波	特长波	甚长波	长波	中波	短波	米波	分米波	厘米波	毫米波	丝米波						
波长	1000km			km			m			mm			μm			nm		

图 1-1 无线电频段和波段

1.1.2 无线电波传播方式及应用

由于无线电波的传播存在着各种各样的影响,如反射、折射、散射和波导等,所以无线电传播模型通常是很复杂的。为保证用户的通信质量,需要详细地估算发射的覆盖范围和电波传播的可靠程度。军事领域的通信使用长波通信,频率是 30 ~ 300kHz;移动通信使用特高频 UHF 分米波波段,频率为 300 ~ 3000MHz;我国广播电视也使用 UHF 波段,频段使用范围为 470 ~ 806MHz。无线电波传播特点与应用见表 1-1。

表 1-1 无线电波传播特点与应用

序号	频段名称	频段范围 (含上限)	传播方式	传播距离	可用带宽	干扰量	应用
1	甚低频 (VLF)	3 ~ 30kHz	波导	数千千米	极有限	宽扩展	世界范围长距离无线电导航
2	低频 (LF)	30 ~ 300kHz	地波 空间波	数千千米	很有限	宽扩展	长距离无线电导航战略通信



(续)

序号	频段名称	频段范围 (含上限)	传播方式	传播距离	可用带宽	干扰量	应用
3	中频 (MF)	300 ~ 3000kHz	地波 空间波	几千千米	适中	宽扩展	中等距离点到点广播和水上移动
4	高频 (HF)	3 ~ 30MHz	空间波	几千千米	宽	有限	长和短距离点到点全球广播和移动通信
5	甚高频 (VHF)	30 ~ 300MHz	空间波对 流层散射 绕射	几百千米 以内	很宽	有限	短和中距离点到点移动通信, LAN、声音、视频广播及个人通信
6	特高频 (UHF)	300 ~ 3000MHz	空间波对 流层散射 绕射视距	100km 以内	很宽	有限	短和中距离点到点移动, LAN、声音和视频广播、个人通信、卫星通信
7	超高频 (SHF)	3 ~ 30GHz	视距	30km 左右	很宽	有限	短距离点到点移动, LAN、声音和视频广播移动、个人通信、卫星通信
8	极高频 (EHF)	30 ~ 300GHz	视距	20km	很宽	有限	短距离点到点移动, LAN、个人通信、卫星通信

1.2 陆地移动通信中的无线信号传播方式

移动通信采用无线通信方式,因此系统性能主要受无线信道的制约。无线传播环境中传播路径非常复杂,从简单的视距传播到遭遇各种复杂地物干扰的非视距传播,无线通信传播方式多种多样,主要分为直射、反射、绕射和散射几种形式。

1. 直射

直射指在视距覆盖范围内无遮拦的传播,它是超短波、微波的主要传播方式。经直射波传播的信号最强,直射主要用于卫星和外空间通信以及视距通信。

2. 反射

反射指从不同建筑物或其他反射物后到达接收点的传播信号,其信号强度次于直射。中波、短波等靠围绕地球的电离层与地面的反射而传播。当电磁波遇到比自身波长大的物体时,发生反射。反射发生在地球表面、建筑物和墙壁表面。

3. 绕射

当发射机和接收机之间的传播路由被尖锐的边缘阻挡时,电磁波发生绕射。如从较大的建筑物或山丘绕射后到达接收点的传播信号,其强度与反射波相当。当波长与障碍物的高度可比时,电磁波具有绕射的能力。只有长波、中波以及短波的部分波段能绕过地球表面大部分的障碍,到达几百公里内较远的地方。

4. 散射

当传播路径上存在小于波长的物体,并且单位体积内这种障碍物体的数目非常巨大时,电磁波发生散射,其信号强度最弱。散射发生在粗糙表面、小物体或其他不规则物体,如树



叶、灯柱等。无线电移动通信环境中，载波波长远小于周围建筑物的尺寸，故电波以视距内的直射、反射和散射为主要传播方式，无线信号传播的大部分情况是多径传播，即从一个发射天线发射的无线电波，经过两个或更多的不同途径到达一个接收天线的传播现象。无线电波的多径传播如图 1-2 所示。

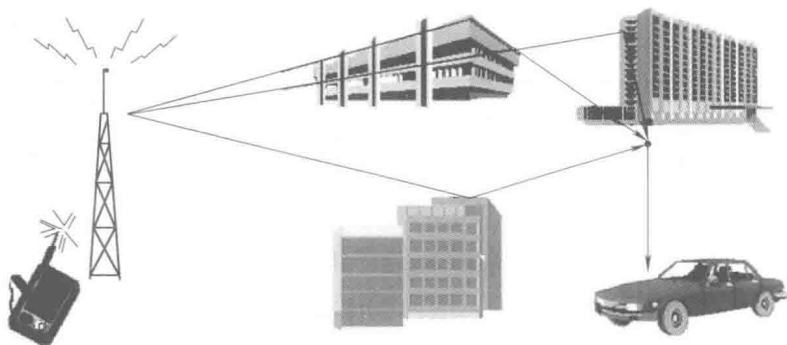


图 1-2 无线电波的多径传播

比较以上 4 种电波传播形式，直射波信号强度最强，反射波和绕射波次之，散射波最弱。在移动通信中，无线电波主要以直射、反射和绕射的形式传播，而绕射波随着频率的升高，其衰减增大，故传播距离有限，所以分析移动通信信道时，主要考虑直射波和反射波的影响。

1.3 3G 技术发展演进

3G 是第三代移动通信技术的简称 (3rd-generation)，特指能支持高速数据传输的一种蜂窝移动通信技术。第三代移动通信系统是历经第一代、第二代移动通信系统发展而来，最早由 ITU 于 1985 年提出，称为未来公众陆地移动通信系统 (Future Public Land Mobile Telecommunication System, FPLMTS)，1996 年更名为 IMT-2000，意即该系统工作在 2000MHz 频段，最高业务速率可达 2000kbit/s，2000 年商用。3G 能够同时传送声音 (通话) 及数据信息 (电子邮件、即时通信等)，提供高速数据业务。

3G 标准化进程：

- 1985 年：FPLMTS，1996 更名为 IMT-2000。
- 1992 年：WRC92 大会分配频谱 230MHz。
- 1999 年 3 月：完成 IMT-2000 RTT 关键参数。
- 1999 年 11 月：完成 IMT-2000 RTT 技术规范。
- 2000 年：完成 IMT-2000 全部网络标准，标准化组织有 3GPP 和 3GPP2。

1.3.1 3G 标准化组织

3G 标准化组织有 3GPP 和 3GPP2，如图 1-3 所示。

3G 的标准化工作是由 3GPP (3th Generation Partner Project，第三代伙伴关系计划) 和 3GPP2 两个标准化组织来推动和实施的。

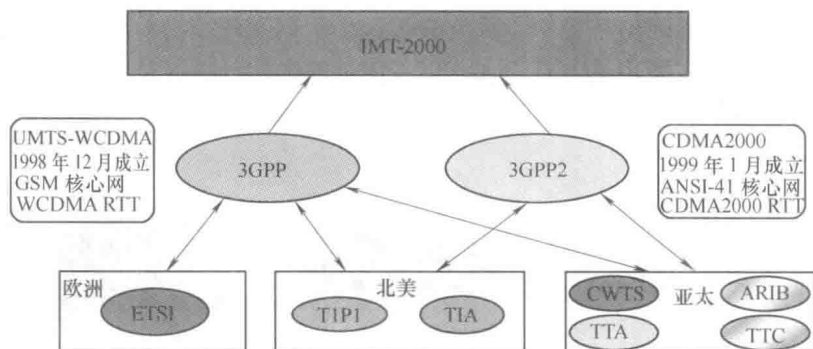


图 1-3 3G 标准化组织

3GPP 成立于 1998 年 12 月, 由欧洲的 ETSI、日本的 ARIB、韩国的 TTA 和美国的 TI 等组成。采用欧洲和日本的 WCDMA 技术, 构筑新的无线接入网络, 在核心交换侧则在现有的 GSM 移动交换网络基础上平滑演进, 提供更加多样化的业务。UTRA (Universal Terrestrial Radio Access) 为空中接口的标准。

1999 年的 1 月, 3GPP2 也正式成立, 由美国的 TIA、日本的 ARIB、韩国的 TTA 等组成。无线接入技术采用 CDMA2000 和 UWC-136 为标准, CDMA2000 这一技术在很大程度上采用了高通公司的专利。核心网采用 ANSI/IS-41。

我国的无线通信标准研究组 (CWTS) 是这两个标准化组织的正式组织成员。

1.3.2 3G 技术制式

3GPP 和 3GPP2 组织定义了 3G 分为三种制式: 欧洲的 WCDMA、北美的 CDMA2000 和中国的 TD-SCDMA。3G 诞生于 2000 年 5 月, 它是由国际电信联盟 (ITU) 统一制定的结果, 一是欧洲和日本流行的 WCDMA, 二是美国流行的 CDMA2000, 这两种制式分别由第二代制式 GSM 和 CDMAIS-95 发展而来, 三是我国自主提出的一种新制式 TD-SCDMA。2009 年 1 月 7 日, 工业和信息化部批准发放第三代移动通信牌照, 此举标志着我国正式进入了 3G 时代。中国移动使用 TD-SCDMA 制式, 中国联通使用 WCDMA 制式, 中国电信使用 CDMA2000 制式。三种 3G 制式技术比较见表 1-2。

表 1-2 三种 3G 制式技术比较

制 式	WCDMA	CDMA2000	TD-SCDMA
采用国家	欧洲、日本	美国、韩国	中国
继承基础	GSM	窄带 CDMA	GSM
同步方式	异步/同步	同步	同步
码片速率	3.84Mchip/s	$N \times 1.2288$ Mchip/s	1.28Mchip/s
信号带宽	5MHz	$N \times 1.25$ MHz	1.6MHz
空中接口	WCDMA	CDMA 2000 兼容 IS-95	TD-SCDMA
核心网	GSM MAP	ANSI-41	GSM MAP



1.4 WCDMA 技术演进过程

WCDMA 是宽带码分多址 (Wideband Code Division Multiple Access) 的简称, 是一种第三代无线通信技术, 是由 3GPP 具体制定的。3GPP 关于 WCDMA 网络技术标准的演进主要分为 R99、R4、R5、R6 和 R7 等几个主要阶段。无线网络的演进是通过采用高阶调制方式和各种有效的纠错机制等技术来增强空中接口的数据吞吐能力的, 核心网络演进是利用控制与承载、业务与应用相分离的思路, 逐步从传统的 TDM 组网方式向全 IP 组网方式演进, 最终使无线网络和核心网络全部走向 IP 化, 在整个技术演进过程中保证了业务的连续性、完善的 QoS 机制和网络的安全性。

1. R99

WCDMA R99 在新的工作频段上引入了基于每载频 5MHz 带宽的 CDMA 无线接入网络, 无线接入网络主要由 NodeB (负责基带处理、扩频处理) 和 RNC (负责接入系统控制与管理) 组成, 同时引入了适于分组数据传输的协议和机制, 数据速率可支持 144kbit/s、384kbit/s, 理论上其数据传输速率可达 2Mbit/s。

WCDMA R99 核心网络在网络结构上与 GSM 保持一致, 其电路域 (CS) 仍采用 TDM 技术, 分组域 (PS) 则基于 IP 技术来组网。WCDMA R99 的 3GMSC/VLR 与无线接入网络 (RAN) 的接口 Iu-cs 采用 ATM 技术承载信令和语音, 分组域 R99 SGSN 与 RAN 通过 ATM 进行信令交互, 媒体流使用 AAL5 承载 IP 分组包。另外, 为满足 RNC 之间的软切换功能, RNC 之间还定义了 Iur 接口。而 GSM 的 A 接口采用基于传统 E1 的七号信令协议, BSC/PCU 与 SGSN 之间的 Gb 接口采用帧中继承载信令和业务。因此, R99 与 GSM/GPRS 的主要差别体现在传输模式和软件协议的不同。

在用户的安全机制上, GSM 由 AuC 提供鉴权三元组, 采用 A3/A8 算法对用户进行鉴权及业务加密; R99 由 AuC 提供鉴权五元组, 定义了新的用户加密算法 (UEA), 并采用 Authentication Token 机制增强用户鉴权机制的安全性。

2. R4

WCDMA R4 与 R99 相比, 无线接入网的网络结构没有改变, 其区别主要在于引入了 TD-SCDMA 技术, 同时对一些接口协议的特性和功能进行了增强。

在电路域核心网中主要引入了基于软交换架构的分层架构, 将呼叫控制与承载层相分离, 通过 MSC Server、MGW 将语音和控制信令分组化, 使电路交换域和分组交换域可以承载在一个公共的分组骨干网上。R4 主要实现了语音、数据、信令承载统一, 这样可以有效降低承载网络的运营和维护成本, 而在核心网中采用压缩语音的分组传送方式, 可以节省传输带宽, 降低传输建设成本; 另外, 由于控制和承载分离, 使得 MGW 和 MSC Server 可以灵活放置, 提高了组网的灵活性, 集中放置的 MSC Server 可以使业务的开展更快捷。当然, 由于 R4 网络主要是基于软交换结构的网络, 为向 R5 的顺利演变奠定了基础。

3. R5

WCDMA R5 在无线网络中主要引入基于 IP 的 RAN 和 HSDPA 功能, 尤其引人关注的是 HSDPA 支持高速下行分组数据接入, 理论峰值数据速率可高达 14.4Mbit/s。

在核心网, R5 协议引入了 IP 多媒体子系统, 简称 IMS。IMS 叠加在分组域网络之



上, 由 CSCF (呼叫状态控制功能)、MGCF (媒体网关控制功能)、MRF (媒体资源功能) 和 HSS (归属签约用户服务器) 等功能实体组成。IMS 的引入, 为开展基于 IP 技术的多媒体业务创造了条件。目前, 基于 SIP 协议的业务主要有: VoIP、PoC、即时消息、MMS、在线游戏以及多媒体邮件等。全球运营商正在进行基于 SIP 协议的系统和业务测试, 尤其是不同运营商的互通测试成为一个业界关注的焦点, 它代表了未来业务的发展方向。

4. R6

WCDMA R6 在无线网络中主要引入 HSUPA 的功能。

HSUPA 是上行链路方向 (从移动终端到无线接入网络的方向) 针对分组业务的优化和演进。利用 HSUPA 技术, 上行用户的峰值传输速率可以提高 2 ~ 5 倍, 达到 5.76Mbit/s。HSUPA 还可以使小区上行的吞吐量比 R99 的 WCDMA 多出 20% ~ 50%。

5. R7 之后的演进

从 WCDMA R7 开始, HSPA 技术进一步演进到 HSPA+, 引入了更高阶的调制方式和 MIMO。同时, 基于 OFDM 和 MIMO 的 LTE 技术也逐渐完成了标准化。在 R8 对应 LTE 的第一版本, 上行只是支持单用户的 MIMO, 理想状态支持 2 天线。R9 和 R10 对应 LTE-A 版本, LTE-A 是在 LTE 的基础上演进的, 就是 LTE 版本的增强, 在 LTE-A 中允许上行 4 天线, 下行 8 天线。

LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 项目是 3G 的演进, LTE 是 3G 与 4G 技术之间的一个过渡, 它改进并增强了 3G 的空中接入技术, 采用 OFDM 和 MIMO 技术。在 20MHz 频谱带宽下能够提供下行 100Mbit/s 与上行 50Mbit/s 的峰值速率。改善了小区边缘用户的性能, 提高小区容量和降低系统延迟。

HSPA+ 技术的宗旨是要保持和 UMTS 第 6 版本 (R6) 的后向兼容性, 同时在 5MHz 带宽下要达到和 LTE 相仿的性能。这样, 希望在近期内以较小的代价改进系统、提高系统性能的 HSPA 运营商就可以采用 HSPA+ 技术进行演进。

HSPA+ 系统的峰值速率可由原来的 14Mbit/s 提高到 25Mbit/s。另外, 通过对 HSPA+ 进一步改进, 可以将系统峰值速率提高到 42Mbit/s 左右。

WCDMA 网络技术标准的演进主要阶段的技术特点和上行/下行速率见表 1-3。

表 1-3 WCDMA 网络技术标准的演进主要阶段

版本/特性	R99	R4	R5	R6	R7	R8
技术特点	UTRAN 引入关键技术	控制与承载分离、软交换技术	HSDPA 高速下行分组技术	HSUPA 高速上行分组技术及 MBMS	HSPA 增强技术	OFDM 引入、向 LTE 演进
上行/下行速率	384kbit/s、 2Mbit/s	384kbit/s、 2Mbit/s	384kbit/s、 14.4Mbit/s	5.76Mbit/s、 14.4Mbit/s	11Mbit/s、 28Mbit/s	50Mbit/s、 100Mbit/s

1.5 3G 频谱划分

国际电联对第三代移动通信系统 IMT-2000 划分了 230MHz 频率, 即上行 1885 ~

2025MHz、下行 2110 ~ 2200MHz，共 230MHz。其中，1980 ~ 2010MHz（地对空）和 2170 ~ 2200MHz（空对地）用于移动卫星业务。上下行频带不对称，主要考虑使用双频 FDD 方式和单频 TDD 方式。此规划在 WRC 92 上得到通过，在 2000 年的 WRC2000 大会上，在 WRC 92 基础上又批准了新的附加频段：806 ~ 960MHz、1710 ~ 1885MHz、2500 ~ 2690MHz，如图 1-4 所示。

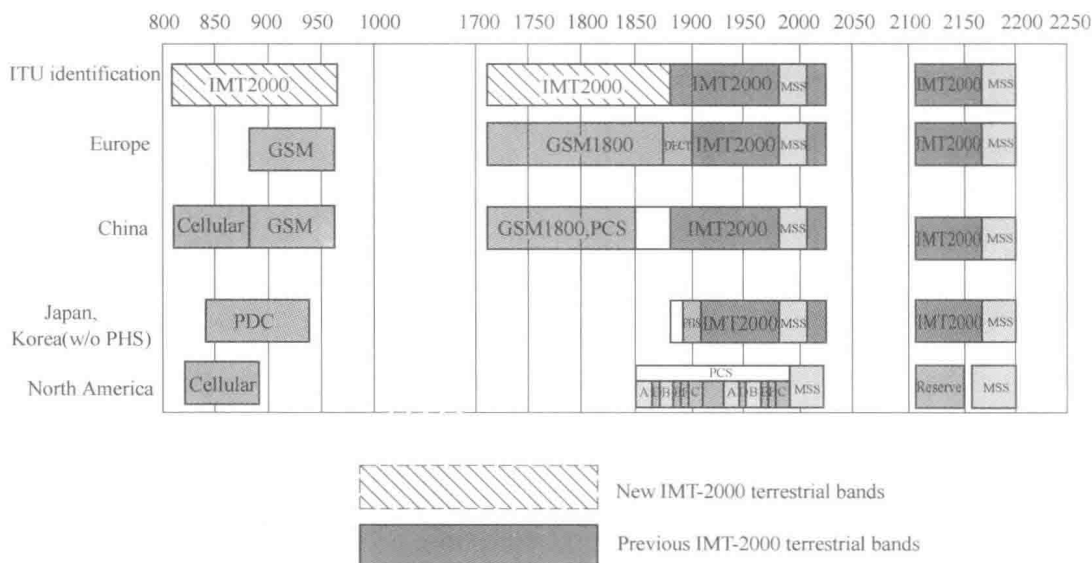


图 1-4 WRC 2000 的频谱分配

WCDMA FDD 模式使用频谱为 (3GPP 并不排斥使用其他频段): 上行, 1920 ~ 1980MHz; 下行, 2110 ~ 2170MHz。每个载频的带宽为 5MHz, 双工间隔: 190MHz。而美洲地区: 上行, 1850 ~ 1910MHz; 下行, 1930 ~ 1990MHz; 双工间隔: 80MHz。

目前我国无线电频率 1700 ~ 2300MHz 频段划分给移动业务、固定业务和空间业务，该频段已被大量的微波通信系统和一定数量的无线电定位设备使用。1996 年 12 月，原国家无线电管理委员会为了发展蜂窝移动通信和无线接入的需要，对 2GHz 的部分地面无线电业务频率进行了重新规划和调整。但还与第三代移动有冲突，即公众蜂窝移动通信 1.9MHz 的频段和无线接入的频段均占用了 IMT-2000 的频段中的一部分。我国的 IMT-2000 频谱占用情况如图 1-5 所示。

IMT-2000 在我国的频段分配如下：

1. 主要工作频段

频分双工 (FDD) 方式：1920 ~ 1980MHz、2110 ~ 2170MHz；

时分双工 (TDD) 方式：1880 ~ 1920MHz、2010 ~ 2025MHz。

2. 补充工作频率

频分双工 (FDD) 方式：1755 ~ 1785MHz、1850 ~ 1880MHz；

时分双工 (TDD) 方式：2300 ~ 2400MHz，此频段与无线电定位业务共用，均为主要业务，共用标准另行制定。

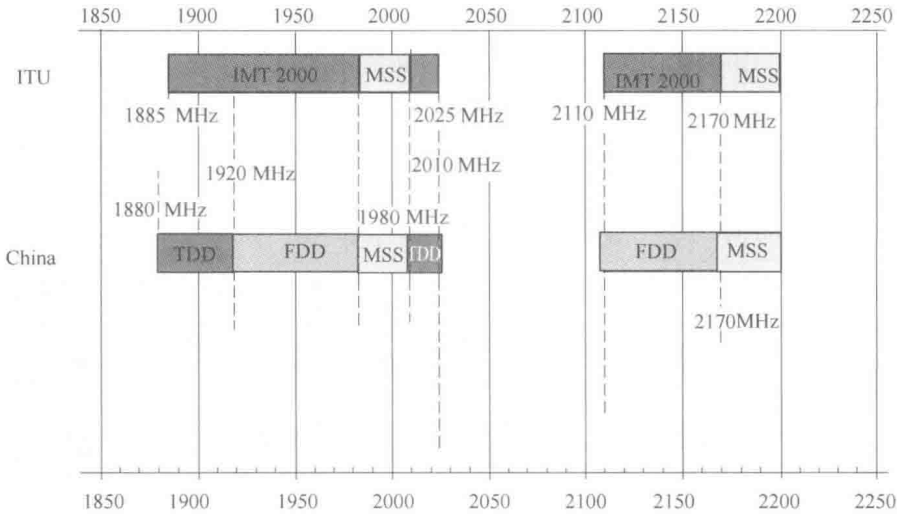


图 1-5 我国 IMT-2000 频谱占用情况

3. 卫星移动通信系统工作频段

1980 ~ 2010MHz、2170 ~ 2200MHz。

WCDMA 空中接口使用的载波频段遵循严格的规定。在规范 TS25.101 中规定 WCDMA 空中接口可以使用 6 个频段，见表 1-4。

表 1-4 WCDMA 空中接口频段表

频段	地区/扩充	上行/MHz	下行/MHz	上下行频率差/MHz
I	欧洲、亚洲	1920 ~ 1980	2110 ~ 2170	190
II	美洲	1850 ~ 1910	1930 ~ 1990	80
III	扩充	1710 ~ 1785	1805 ~ 1880	95
IV	扩充	1710 ~ 1755	2110 ~ 2155	400
V	扩充	824 ~ 849	869 ~ 894	45
VI	扩充	830 ~ 840	875 ~ 885	45

其中，第 I、II 个频段是 WCDMA 空中接口早期使用的频段，第 III ~ VI 个频段是后来根据运营商的要求追加的，主要是满足拥有这些频段的 2G 运营商顺利过渡到 3G 的运营。例如，考虑到拥有 GSM 系统的运营商的平滑过渡，3GPP 扩展了 WCDMA 空中接口使用频段，延伸到 900MHz 频段。目前世界各国还是以使用第一频段为主，而且各个国家也有各自的频率规划策略。

在一个频段内可以设置多个 WCDMA 载波，WCDMA 空中接口每个载波的宽度为 5MHz，称为一个频点。WCDMA 空中接口的频点称为绝对频点，第一频段的上行频点为 9612 ~ 9888，下行频点为 10562 ~ 10838，频点除以 5 就可以得到频点对应的中心频率值（以 MHz 为单位），注意频点是给固定频率的编号，没有单位。