



WCDMA

原理及工程实现

陈良萍 等编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



WCDMA 原理及工程实现

陈良萍 等编著



机械工业出版社

本书不但根据 3GPP 规范对 WCDMA 系统的原理做了详尽的描述, 还根据工程实践经验对 WCDMA 系统的工程实现相关问题也做了深入的探讨。全书共有 9 章, 主要内容包括: WCDMA 系统结构, 全 IP 的 WCDMA 网络, WCDMA 关键技术, WCDMA UE 的实现, 网络管理与计费, 影响 WCDMA 的工程实现的相关问题, WCDMA 系统的网络规划和 WCDMA 系统测试等。

本书可供从事电信工作, 特别是从事移动通信工作的工程技术人员和管理人员阅读, 也可作为高等院校相关专业或从事相关课题研究的本科生、研究生的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

WCDMA 原理及工程实现/陈良萍等编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.2

ISBN 7-111-13875-9

I . W . . . II . 陈 . . . III . 码分多址—宽带通信系统
IV . TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 004345 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: 吉 玲 徐明煜

封面设计: 陈 沛 责任印制: 路 琳

北京蓝海印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2004 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 14.5 印张 · 357 千字

0001—4000 册

定价: 24.00 元

编辑信箱: jiling@mail.machineinfo.gov.cn

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

Http://www.machineinfo.gov.cn/book/

封面无防伪标均为盗版

前 言

WCDMA 系统, 又称 UMTS、IMT-DS, 继承了第二代移动通信体制 GSM 标准化程度高和开放性好的特点, 标准化进展顺利; 网络运营商可以通过在 GSM 网络上引入 GPRS 网络设备和新业务, 培育数据业务消费群体; WCDMA 在标准化过程中充分考虑到从第二代过渡到第三代的问题, 最终用户将因此能以比较低廉的价格享受第三代移动通信业务。WCDMA 系统可实现 GSM 系统向 3G 的平滑过渡, 而 GSM 系统在全球移动通信市场中占绝对优势, 以中国市场为例, GSM 网络建设投入了巨大的人力和财力, 现有 GSM 用户超过 7000 万, 蜂窝基站超过 10 万个, 信道超过 400 万个, 网络规模庞大, 采用基于 GSM 系统演进 3G 技术是大势所趋。

基于 GSM 系统演进的 3G 标准, 从技术成熟度讲, WCDMA 具有较强的优势。WCDMA 在大规模覆盖、远距离通信等领域有优势。WCDMA 不需要小区间同步, 可适应室内、室外, 甚至地铁等不同的环境的应用。WCDMA 对移动性有较好支持, 适合宏蜂窝、蜂窝、微蜂窝组网。截止 2002 年 10 月, 全球的 3G 试验系统, 90% 以上采用 WCDMA, 而且分布在全世界主要的通信技术发达的国家和地区。

我国 3G 的发展基本上是与国际同步的, 也基本上完成了 3G 标准的规范工作, 目前正处在 3G 网络的试验阶段。在标准选择上, 各种迹象表明, 中国移动很可能会选择 WCDMA 技术。因为中国移动拥有世界上最大的 GSM 网络, GPRS 的建设也基本完成, 而 WCDMA 是基于 GSM 网络平台的 3G 标准, 如果选择该项标准在网络演进上就会相对比较平滑, 能够方便地实现国际漫游。而且, 目前在三种国际标准中, WCDMA 的技术、设备相对最为成熟, 采用该标准风险较小。

对于可能获得 3G 牌照的中国电信、中国网通来说, 由于它们没有现成的 2G 移动网, 在政府还没有明确 3G 标准时, 他们对 3G 的发展将会持观望态度, WCDMA 是发展比较成熟且支持者较多的标准, 有可能成为中国电信、中国网通未来 3G 的标准。

中国电信和中国网通已经在北京和上海开始了 3G 试验网的建设, 而这两家电信运营商都不约而同地选用了 WCDMA 这一标准。我国政府对 3G 的态度是“积极推进、跟踪试验, 市场成熟再上”。从全球移动通信发展的趋势来看, 虽然 3G 目前在欧洲的发展遇到一些困难, 但是 3G 时代的到来是必然的, 到时人们将能够享受到多媒体、语音、图像等多种方便、快捷的个性化服务。我国估计将会在一两年内发放 3G 牌照, 并在两年左右的时间将 WCDMA 投入商用, 到时技术和市场将会更加明朗, 而且随着我国加入 WTO 后国外竞争力量的逐步进入, 到 2008 年奥运会时, 我国的移动通信市场将会出现竞争激烈、市场有序的繁荣景象。

本书的内容共分 9 章。

在第 1 章概述中, 叙述了 3G 的体制种类及区别、3G 频谱使用情况和 WCDMA 系统的新进展。

第 2 章讲述 WCDMA 系统结构, 包括 UTRAN 的基本结构、核心网络基本结构。

第 3 章介绍了全 IP 的无线接入网络 (UTRAN) 和全 IP 的核心网的电路交换子系统、IP

多媒体子系统和业务子系统。

第 4 章讲述了 WCDMA 系统中的关键技术和一些新技术, 如无线接口、HSDPA、Rake 接收机、分集接收、信道编码、多用户检测、智能天线等。

第 5 章介绍了 WCDMA 终端 (UE) 的发射机和接收机的性能、UE 的状态与寻呼流程、空闲模式下的 UE、UE 的多径搜索算法的实现和 UE 测量算法的实现, 最后介绍了 WCDMA UE 所支持的业务和 UE 的功能。

第 6 章讲述 WCDMA 的网络管理与计费, 包括 3G 网管与 2G 网管的不同点、3G 网管的参考模型和接口、3G 电信网络管理的组网方式、3G 计费的体系结构和各种情况下的计费方式。最后简单介绍 WCDMA 系统的测试问题。

第 7 章简要介绍 WCDMA 系统实现的相关问题, 包括 DSP 与 FPGA 技术的应用、RRM 的算法及其仿真方法、专用通信用 CPU 的测试及应用等。

第 8 章介绍 WCDMA 系统网络规划, 内容包括网络规划的过程、初始网络布局、详细规划、链路预算、3G 无线网络天线的规划、3G 切换的规划、WCDMA 功控规划和 WCDMA 无线网络结构和资源规划。

最后, 第 9 章介绍了 WCDMA 系统的测试标准、测试环境、K1297 协议分析仪的使用, 并简略的叙述了系统的所有测试项目, 最后给出几个测试步骤的例子。

本书引用的部分资料及图片是书中所讲述内容所需, 无侵权意图, 特此声明。

本书是面向广大从事电信工作, 特别是从事移动通信工作的工程技术人员和管理人员, 本书也可作为高等院校相关专业或从事相关课题研究的本科生、研究生的参考资料。

参加本书编写及制作的人员还有罗国安、廖克芬、李建军、苏震、张淑兰、李艳、杨金、刘红岩、胡佳、姜勇、时磊、赵铁、张红等人。另外, 特别感谢罗仁舟、黄定爱、张秋雨、潘俊等老师多年的循循善诱和亲切指导。

由于水平有限, 书中不可避免地会产生一些错误, 请各界同仁不吝赐教。

作 者

目 录

前言

第 1 章 概 述	1
1.1 3G 的体制种类及区别	1
1.1.1 多种体制的由来	1
1.1.2 技术融合	1
1.1.3 三种主要技术体制比较	2
1.2 3G 频谱情况	4
1.3 WCDMA 系统的新进展	7
1.3.1 WCDMA 新业务	7
1.3.2 当前 WCDMA 的技术进展	8
1.3.3 第四代移动通信的展望	10
第 2 章 WCDMA 系统结构	13
2.1 概述	13
2.1.1 UMTS 系统网络构成	13
2.1.2 系统接口	15
2.2 UTRAN 的基本结构	16
2.2.1 RNC	17
2.2.2 节点 B (Node B)	20
2.2.3 UTRAN 各接口的基本协议结构	22
2.2.4 UTRAN 完成的功能	23
2.2.5 UTRAN 主要接口协议	23
2.3 核心网络基本结构	24
2.3.1 R99 网络结构及接口	24
2.3.2 R4 网络结构及接口	30
2.3.3 R5 网络结构及接口	33
第 3 章 全 IP 的 WCDMA 网络	35
3.1 全 IP 的无线接入网络 (UTRAN)	35
3.1.1 全 IP 无线网络原则	35
3.1.2 UTRAN 全 IP 演进过程	35
3.1.3 Iu 参考点	44
3.1.4 ITU-T 对 R5 之后网络的研究	44
3.2 电路交换子系统	45
3.2.1 主要功能实体	46
3.2.2 主要接口和协议栈	47
3.2.3 典型呼叫处理信令流程	52

3.3	IP 多媒体子系统	57
3.3.1	主要功能实体	57
3.3.2	主要接口和协议栈	61
3.3.3	典型呼叫处理信令流程	65
第 4 章	WCDMA 关键技术	69
4.1	空中接口	69
4.1.1	无线接口模型	69
4.1.2	无线接口协议结构	69
4.1.3	层间通信原语	70
4.1.4	各层实现功能	71
4.2	高速下行分组接入技术 (HSDPA)	71
4.2.1	物理层技术	72
4.2.2	层二和层三的技术	73
4.2.3	移动过程	75
4.2.4	HSDPA 中其他的关键技术	75
4.3	Rake 接收机	76
4.4	CDMA 射频和中频设计原理	78
4.4.1	CDMA 射频和中频的总体结构	78
4.4.2	CDMA 的射频设计性能和考虑	79
4.5	分集接收原理	79
4.6	信道编码	81
4.6.1	卷积码	82
4.6.2	Turbo 码	83
4.7	多用户检测技术	84
4.8	智能天线	87
4.9	软件无线电	88
第 5 章	WCDMA UE 的实现	91
5.1	概述	91
5.1.1	当前的多媒体移动终端市场	91
5.1.2	WCDMA UE 概况	92
5.2	发射机性能	93
5.2.1	输出功率	93
5.2.2	开/关发射机的发射功率	94
5.2.3	RF 的输出频谱	96
5.2.4	发射交调特性	97
5.2.5	发射调制特性	97
5.3	接收机性能	98
5.3.1	参考灵敏度	98
5.3.2	最大输入电平	98
5.3.3	阻塞特性	98

5.3.4	杂散响应	99
5.3.5	交调特性	99
5.4	UE 的状态与寻呼流程	100
5.4.1	UE 状态	100
5.4.2	寻呼流程	101
5.5	空闲模式下的 UE	103
5.5.1	概述	103
5.5.2	PLMN 选择和重选	104
5.5.3	小区选择和重选	107
5.6	UE 支持的业务和功能	110
5.6.1	UE 支持的业务	110
5.6.2	UE 的功能	111
第 6 章	3G 网管与计费	113
6.1	网络管理	113
6.1.1	概述	113
6.1.2	3G 网管与 2G 网管的思路的不同点	113
6.1.3	3G 电信网络管理特点	114
6.1.4	3G 网管的参考模型和接口	115
6.1.5	3G 电信网络管理的组网方式	117
6.1.6	网管的功能	118
6.2	3G 计费	120
6.2.1	3G 计费的体系结构	120
6.2.2	各种情况下的计费方式	123
第 7 章	WCDMA 系统实现相关问题	126
7.1	DSP 与 FPGA 技术的应用	126
7.1.1	DSP 技术	126
7.1.2	FPGA 技术	126
7.2	RRM 的算法及其仿真方法	127
7.2.1	RRM 主要算法研究方案	127
7.2.2	RRM 算法仿真方案	127
7.3	专用通信用 CPU 的测试及应用	130
7.4	HA 技术	130
7.5	专用实时操作系统	131
7.5.1	VxWorks	132
7.5.2	对操作系统封装技术的应用	132
7.5.3	VxWorks 在 WCDMA Node B 平台软件开发中的应用	134
第 8 章	WCDMA 系统网络规划	139
8.1	概述	139
8.1.1	网络规划比较	139
8.1.2	3G 网络规划内容	141

8.2	网络规划过程	143
8.2.1	网络规划有关的概念	143
8.2.2	假定的 UE 性能	144
8.2.3	假定的基站性能	145
8.2.4	UMTS 标准的定义	145
8.2.5	SIR 、 E_b/N_0 、 E_c/N_0	147
8.3	初始网络布局	147
8.3.1	覆盖分析	148
8.3.2	容量估计	151
8.3.3	其他估计	159
8.3.4	初始布局的后期	160
8.4	详细规划	161
8.4.1	码规划	161
8.4.2	RAN 规划	162
8.4.3	CN 规划	162
8.5	链路预算的原理	163
8.5.1	下行链路预算	163
8.5.2	上行链路预算	164
8.6	3G 无线网络天线	165
8.6.1	3G 网络结构	165
8.6.2	3G 无线网络典型天线	166
8.7	3G 切换规划	166
8.7.1	切换原理	166
8.7.2	测量控制	168
8.7.3	切换判决	175
8.7.4	切换规划	178
8.8	WCDMA 功控规划	179
8.8.1	功控实现原理	179
8.8.2	功控参数的规划	187
8.9	WCDMA 无线网络结构和资源规划	188
8.9.1	基本的网络结构	188
8.9.2	分层网络结构	192
8.9.3	移动性管理	193
8.9.4	影响网络结构的因素	194
8.9.5	无线资源规划	195
第 9 章	WCDMA 系统测试	196
9.1	WCDMA 系统测试标准	196
9.1.1	中国信息产业部 MTNet 测试	196
9.1.2	中国电信试验网测试	196
9.1.3	中国网通试验网测试	197

9.1.4	中国移动试验网测试	198
9.2	测试环境	199
9.2.1	UTRAN 测试环境	199
9.2.2	核心网测试环境	200
9.2.3	Iur 接口测试设备和连接图	200
9.2.4	Iub 接口测试环境	201
9.2.5	Uu 接口测试环境	202
9.2.6	MAP 接口测试环境	202
9.2.7	GTP 协议测试环境	203
9.3	K1297 协议分析仪的使用	204
9.3.1	功能介绍	204
9.3.2	K1297 协议分析仪的配置	206
9.3.3	K1297 协议分析仪在 WCDMA 系统测试中的主要应用方式	207
9.4	测试内容	209
9.4.1	单系统设备测试	209
9.4.2	单系统网络测试	214
9.4.3	兼容性测试	218
9.5	测试步骤示例	219
9.5.1	UTRAN 的测试步骤示例	219
9.5.2	核心网的测试步骤示例	221

第1章 概述

1.1 3G 的体制种类及区别

1.1.1 多种体制的由来

对于 3G, 国际电信联盟 (ITU) 的目标是建立 ITM-2000 系统家族, 求同存异, 实现不同 3G 系统上的全球漫游。

1. 网络部分

在 1997 年 3 月 ITU-T SG11 的一次中间会议上, 通过了欧洲提出的 “ITM-2000 家族概念”。此概念是基于现有网络, 已有至少两种主要标准, 即 GSM MAP 和 IS-41。

2. 无线接口

在 1997 年 9 月 ITU-R TG8/1 会议上, 开始讨论无线接口的家族概念。在 1998 年 1 月 TG8/1 特别会议上, 提出并开始采用 “套” 的概念, 不再使用 “家族概念”。其含义是无线接口标准可能多于一个, 但并没有承认可以多于一个, 而是希望最终能统一成一个标准。

造成技术不同的原因主要有以下两点:

(1) 与第二代的关系。网络部分一定要与第二代兼容, 即第三代的网络是基于第二代的网络逐步发展演进的。第二代网络有两大核心网: GSM MAP 和 IS-41。在无线接口方面, 美国的 IS-95 CDMA 和 IS-136 TDMA 运营者强调后向兼容 (演进型); 欧洲的 GSM、日本 PDC 运营者无线接口不后向兼容 (革命型)。

(2) 频谱对技术的选用起着重要的作用。在频谱方面, 其中关键的问题是 ITU 分配的 IMT-2000 频率在美国已用于个人通信系统 (PCS) 业务; 由于美国要与第二代共用频谱, 所以特别强调无线接口的后向兼容, 技术上强调逐步演进。而其他大多数国家有新的 IMT-2000 频段, 新频段有很大的灵活性。

(3) 知识产权和竞争。知识产权起着非常重要的作用, 高通 (Qualcomm) 等公司都有自己的专利声明; 此外, 竞争也是一个造成技术不同的主要因素。

1.1.2 技术融合

IMT-2000 既包括地面移动通信业务 (TMS), 又包括卫星移动通信业务 (MSS)。建议一个全球统一、融合得更好的第三代移动通信标准, 对运营商、制造商、用户及政策规划管理部门均更有利, 也为世界各国所欢迎。

目前, IMT-2000 的 RTT 标准的制定工作已进入最后的实质性阶段, 就 16 个 RTT 候选方案来看, 地面移动通信融合的最终结果对于 FDD 模式, 以欧洲 ETSI 的 WCDMA (DS) 与美国 TTA 的 cdma2000 最具竞争力; 而对于 TDD 模式, 欧洲的 ETSI UTRA 提出的 TD-CDMA 与中国无线通信标准组织 (CWTS) 提出的 TD-SCDMA 是进一步融合的主要对象。1999 年 3 月底, 爱立信和高通公司就 IPR 达成的一系列协议, 为推广全球 CDMA 标准扫除了知识

产权方面的重大障碍。1999 年 5 月底, 运营者协调集团 (OHG, 全球 31 个主要操作运营者与 11 个重要制造商) 提出的涉及 IMT-2000 的融合提案对促进其主要参数 (码片速率、导频结构及核心网协议以 GSM-MAP、ANSI-41 为基础) 统一起到了积极作用, 参与者一致统一码片速率对 FDD-DS-CDMA 取 3.84Mchip/s, 对 FDD-MC-CDMA 即 FDD-cdma2000- (MC) 取 3.6864Mchip/s。1999 年 6 月于北京召开的 TG8/1 第 17 次会议就 IMT-2000 的无线接口技术规范建议 Rec、IMT、RSPC 达成了框架协议, 并鼓励 3GPP、3GPP2 及各标准开发组织 SDOS 支持上述 OHG 提案, 由工作组对 MSS 提案进行更细节化的工作。

1999 年 11 月, 在芬兰赫尔辛基召开的 TG8/I 第 18 次会议上, 通过了“IMT-2000 无线接口技术规范”建议, 该建议的通过表明 TG8/1 在制定第三代移动通信系统无线接口技术规范方面的工作已基本完成。第三代移动通信系统的开发和应用将进入实质阶段。

到目前, 主要的技术体制有 UTRA FDD、UTRA TDD 和 cdma2000、UTRA FDD 采用 WCDMA; UTRA TDD 采用 TD-CDMA; 将 TD-SCDMA 和 UTRA 进行融合, 分别将 TD-CDMA 和 TD-SCDMA 称为 3.84Mchip/s TDD 和 1.28Mchip/s TDD。WCDMA、cdma2000 和 TD-SCDMA 已经成为最主要的三种技术体制。

1.1.3 三种主要技术体制比较

1.1.3.1 WCDMA 技术体制

总体上, WCDMA 技术体制具有如下特点:

- 1) 核心网基于 GSM/GPRS 网络的演进, 保持与 GSM/GPRS 网络的兼容性。
- 2) 核心网络可以基于 TDM、ATM 和 IP 技术, 并向全 IP 的网络结构演进。
- 3) 核心网络在逻辑上分为电路域和分组域两部分, 分别完成电路型业务和分组型业务。
- 4) UTRAN 基于 ATM 技术, 统一处理语音和分组业务, 并向 IP 方向发展。
- 5) MAP 技术和 GPRS 隧道技术是 WCDMA 体制移动性管理机制的核心。

WCDMA 空中接口特性如下:

- 1) 空中接口采用 WCDMA。
- 2) 信号带宽为 5MHz。
- 3) 码片速率为 3.84Mchip/s。
- 4) 语音编码采用 AMR 语音编码。
- 5) 支持同步/异步基站运营模式。
- 6) 上下行闭环加外环功率控制方式。
- 7) 下行包括开环发射分集和闭环发射分集, 提高 UE 的接收性能; 开环发射分集又包括空时发射分集 (STTD, Space Time Transmit Diversity) 和时分发射分集 (TSTD, Time Switched Transmit Diversity); 而闭环发射分集也包括两种模式; 发射分集是可选项。
- 8) 采用导频辅助的相干解调方式, 提高解调性能。
- 9) 采用卷积码和 Turbo 码的编码方式。
- 10) 采用上行 BPSK 和下行 QPSK 调制方式。

1.1.3.2 cdma2000 技术体制

cdma2000 体制是基于 IS-95 的标准基础上提出的 3G 标准, 目前其标准化工作由 3GPP2 来完成。

总体上, cdma2000 技术体制具有如下特点:

1) 电路域继承 2G IS-95 CDMA 网络, 引入以 WIN 为基本架构的业务平台。

2) 分组域是基于 Mobile IP 技术的分组网络。

3) 无线接入网以 ATM 交换机为平台, 提供丰富的适配层接口。

cdma2000 空中接口特性如下:

1) 空中接口采用 cdma2000, 兼容 IS-95。

2) 信号带宽为 $N \times 1.25\text{MHz}$ ($N=1, 3, 6, 9, 12$)。

3) 码片速率为 $N \times 1.2288\text{Mchip/s}$ 。

4) 采用 8k/13k QCELP 或 8k EVRC 语音编码。

5) 基站需要 GPS/GLONASS 同步方式运行。

6) 采用上下行闭环加外环功率控制方式。

7) 下行可以采用正交发射分集 (OTD, Orthogonal Transmit Diversity) 和空时扩展分集 (STS, Space Time Spreading), 提高信道的抗衰落能力, 改善了下行信道的信号质量。

8) 上行采用导频辅助的相干解调方式, 提高了解调性能。

9) 采用卷积码和 Turbo 码的编码方式。

10) 采用上行 BPSK 和下行 QPSK 调制方式。

1.1.3.3 TD-SCDMA 技术体制

TD-SCDMA 标准由中国无线通信标准组织 (CWTS) 提出, 目前已经融合到了 3GPP 关于 WCDMA-TDD 的相关规范中。

TD-SCDMA 具有“3S”特点, 即智能天线 (Smart Antenna)、同步 CDMA (Synchronous CDMA) 和软件无线电 (Software Radio)。

TD-SCDMA 采用的关键技术有智能天线+联合检测、多时隙 CDMA+DS-SS-CDMA、同步 CDMA、信道编译码和交织 (与 3GPP 相同)、接力切换等。

三种主要技术体制的对比情况如表 1-1 所示。

表 1-1 三种主要技术体制比较

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
预计试用期	日本 2001 年	韩国 2000 年底	
同步方式	异步	同步	异步
码片速率/(Mchip/s)	3.84	$N \times 1.2288$	1.28
信号带宽/MHz	5	$N \times 1.25$	1.6
空中接口	WCDMA	cdma2000 兼容 IS-95	TD-SCDMA
核心网	GSM MAP	ANSI-41	GSM MAP
信道带宽/MHz	5/10/20	1.25/5/10/15/20	1.2
多址方式	DS-SS-CDMA	DS-SS-CDMA 和 MC-SS-CDMA	TD-SS-CDMA
双工方式	FDD/TDD	FDD	TDD
多速率概念	可变扩频因子和多码 RI 检测; 高速率业务; 盲检测; 低速率业务	可变扩频因子和多码盲检测; 低速率业务; 或事先预定好, 需高层信令参与	可变扩频因子多时隙、多码 RI 检测
FEC 编码	卷积码 ($R=1/2, 1/3, K=9$); RS 码 (数据)	卷积码 ($R=1/2, 1/3, 3/4, K=9$); Turbo 码	卷积码 ($R=1/4 \sim 1, K=9$); RS 码 (数据)

(续)

制式	WCDMA	cdma2000	TD-SCDMA
交织	卷积码：帧内交织 RS 码：帧间交织	块交织（20ms）	卷积码：帧内交织 RS 码：帧间交织
扩频	前向：Walsh（信道化）+Gold 序列 218（区分小区） 反向：Walsh（信道化）+Gold 序列 241（区分用户）	前向：Walsh（信道化）+M 序列 215（区分小区） 反向：Walsh（信道化）+M 序列 241-1（区分用户）	前向：Walsh（信道化）+PN 序列（区分小区） 反向：Walsh（信道化）+PN 序列（区分用户）
调制	数据调制：QPSK/BPSK； 扩频调制：QPSK	数据调制：QPSK/BPSK； 扩频调制：QPSK/OQPSK	接入信道： DQPSK/16QAM
相干解调	前向：专用导频信道（TDM） 反向：专用导频信道（TDM）	前向：公共导频信道 反向：专用导频信道（CDM）	前向和反向都采用专用导频信道（TDM）
功率控制	FDD：开环+快速闭环（1.6kHz） TDD：开环+慢速闭环	开环+快速闭环（800Hz）	开环+快速闭环（200Hz）
基站间同步	异步，同步（可选）	同步（GPS）	同步（GPS 或其他方式）

1.2 3G 频谱情况

国际电信联盟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，主要考虑可使用双频 FDD 方式和单频 TDD 方式。此规划在 WRC92 上得到通过，如图 1-1 所示。

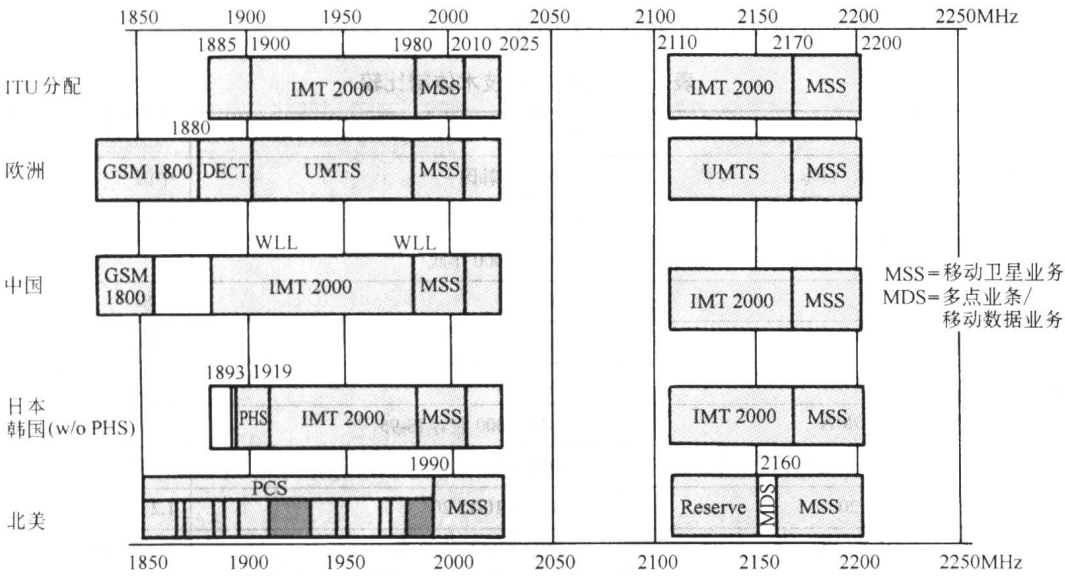


图 1-1 WRC-92 的频谱分配

欧盟对第三代移动通信的问题亦十分重视，欧洲电信标准化协会早在 10 多年前就开始了第三代移动通信标准化的研究工作，成立了一个由运营商、设备制造商和电信管制机构的

代表组成的“通用移动通信系统（UMTS）论坛”，1995 年正式向 ITU 提交了频谱划分的建议方案。

在欧洲，陆地通信为 1900~1980MHz、2010~2025MHz 和 2110~2170MHz，共计 155MHz。

北美的情况比较复杂。在 3G 低频段的 1850~1990MHz 处，实际已经划给 PCS 使用，且已划成 $2 \times 15\text{MHz}$ 和 $2 \times 5\text{MHz}$ 的多个频段。PCS 业务已经占用的 IMT-2000 的频谱，虽然经过调整，但调整后 IMT-2000 的上行与 PCS 的下行频段仍需共用。这种安排不大符合一般基站发高收低的配置。

日本 1893.5~1919.6MHz 已用于 PHS 频段，还可以提供 $2 \times 60\text{MHz} + 15\text{MHz} = 135\text{MHz}$ 的 3G 频段（1920~1980MHz、2110~2170MHz、2010~2025MHz）。目前，日本正在致力于清除与第三代移动通信频率有冲突的问题。

韩国和 ITU 建议一样，共计 170MHz。

WRC-92 划分的频谱，已经得到各标准化组织的支持，如 3GPP 和 3GPP2 分别在 WCDMA 和 cdma2000 的标准中给出了 IMT-2000 WRC1992 频谱的使用方法。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 1-2 所示。

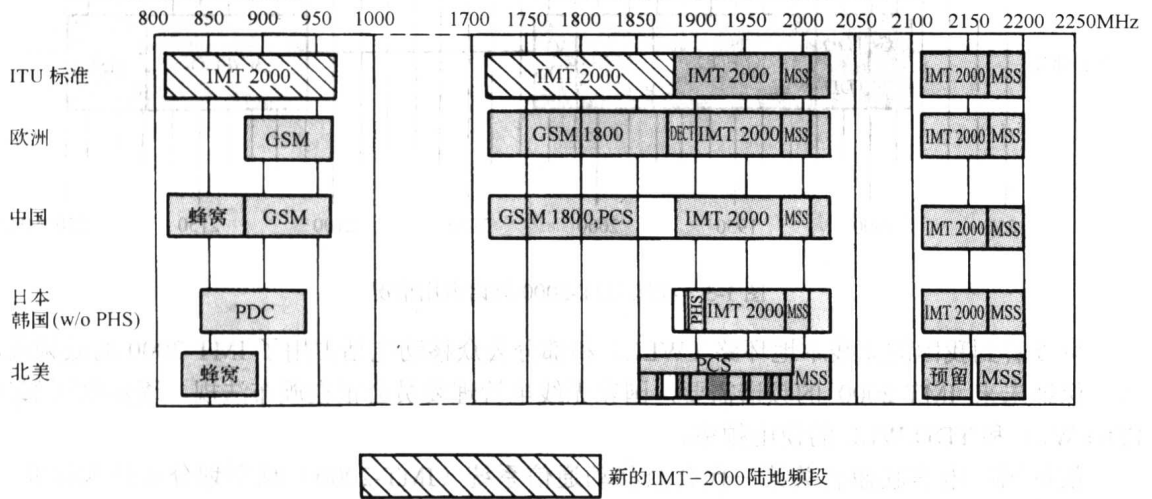


图 1-2 WRC2000 对 IMT-2000 的频谱安排

WCDMA FDD 模式使用频谱（3GPP 并不排斥使用其他频段）上行为 1920~1980MHz，下行为 2110~2170MHz。而在美洲地区，上行为 1850~1910MHz，下行为 1930~1990MHz。

WCDMA TDD 包括高比特率（High bit rate）和低比特率（Low bit rate）模式使用频谱（3GPP 并不排斥使用其他频段）为：

- 1) 上下行 1900~1920MHz 和 2010~2025MHz。
- 2) 美洲地区：上下行 1850~1910MHz 和 1930~1990MHz。
- 3) 美洲地区：上下行 1910~1930MHz。

特殊情况下（如两国边界地区）可能会出现 TDD 和 FDD 在同一个频带内共存的情况，3GPP TSG RAN WG4 正在进行这方面的研究。

cdma2000 中只有 FDD 模式，目前共有 7 个频段（Band class），其中 Band Class 6 为

IMT-2000 规定的 1920~1980MHz/2110~2180MHz 的频段。

在我国,根据目前的无线电频率划分,1700~2300MHz 频段有移动业务、固定业务和空间业务,该频段内有大量的微波通信系统和一定数量的无线电定位设备正在使用。1996 年 12 月,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。

因此,第三代移动通信必须与现有的各种无线通信系统共享有限的频率资源。为了促使运营、科研、生产等部门积极发展第三代移动通信系统,满足我国移动通信发展的近期频谱需求和长远频谱需求,必须随着技术、业务的发展,做好 IMT-2000 频段的规划调整工作。

考虑到实际应用的业务,我国 IMT-2000 频谱使用情况如图 1-3 所示。

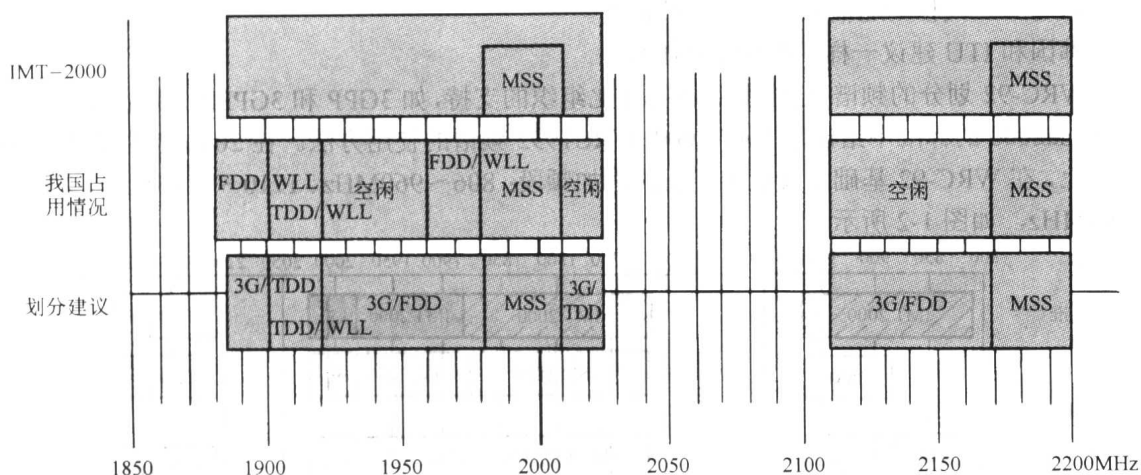


图 1-3 我国 IMT-2000 频谱占用情况

可以看到我国的无线本地环路(WLL)和部分公众移动电话占用了 IMT-2000 的低频段,为了保证未来 IMT-2000 的频谱需要,国家无线电管理委员会正在颁布法规,逐步收回部分 FDD/WLL 和 TDD/WLL 的使用频率。

依据国际电信联盟有关第三代公众移动通信系统(IMT-2000)频率划分和技术标准,按照我国无线电频率划分规定,结合我国无线电频谱使用的实际情况,国家信息产业部于 2002 年 10 月正式通过了中国 3G 频谱规划方案,规定如下:

1. 第三代公众移动通信系统的工作频段为:

(1) 主要工作频段

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

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

(2) 补充工作频段

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

2) 时分双工(TDD)方式: 2300~2400MHz, 与无线电定位业务共用, 均为主要业务。

(3) 卫星移动通信系统工作频段: 1980~2010MHz/2170~2200MHz

2. 目前已规划给公众移动通信系统的 825~835MHz/870~880MHz、885~915MHz/930~960MHz 和 1710~1755MHz/1805~1850MHz 频段, 同时规划为第三代公众移动通信

系统 FDD 方式的扩展频段, 上、下行频率使用方式不变。已分配给中国移动通信集团公司、中国联合通信有限公司的频段可继续用于 GSM 或 CDMA 公众移动通信系统。

可见, 在我国 3G 频谱规划方案中, TD-SCDMA 被预留了 155MHz 的频段, 而 WCDMA 标准和 cdma2000 标准一共预留了 60MHz 的对称频段(即四段 $15 \times 2\text{MHz}$ FDD 模式的频率)。

1.3 WCDMA 系统的新进展

提供业务是第三代移动通信发展的主要推动力。目前中国的移动用户已经超过 1.4 亿户, 预计到 2005 年, 将达到 2.9 亿户, 但随着市场的竞争加剧, 全国移动用户的每用户平均收入 (ARPU, Average Revenue Per User) 将会持续下降。不断地推出新的移动业务, 是运营商保持 ARPU 稳定的关键。在国内移动互联业务、基于 GPRS 和 WCDMA 的 WAP 业务、LCS 业务正相继投入商业运行, EMS、PUSH、PRESENCE、MMS 等新业务也在进行标准的制订。

1.3.1 WCDMA 新业务

1.3.1.1 推 (PUSH) 业务

推是指把信息 (数据/多媒体) 从网络节点传递到用户设备。推业务是基于服务器的应用, 利用推代理服务器 (Push Proxy) 将内容送到或者推到手机设备中。这种推的功能实际上是将诸如短消息、股票价格、交通信息之类的实时信息发送给用户。没有这种推功能时, 需要这种实时应用的用户要去轮询应用服务器, 以得到最新的消息。在无线环境里, 这种轮询操作效率低下, 同时也浪费了无线网络的资源。推的功能可以控制所推消息的实时性, 支持在推代理服务器端的存储转发能力, 能够控制选择传输时的承载链路。

1.3.1.2 呈现 (PRESENCE) 业务

呈现业务是指观察方访问、呈现方提供呈现信息的机制, 呈现信息尽量详细地描写呈现方的各种特征和当前状态, 以便观察方能够随时精确地了解呈现方的现状; 为了保护呈现信息的私密性, 呈现方还可以提供呈现信息的接入规则, 以规定不同观察方的接入权限 (如全权访问权限、部分访问权限、禁止访问等)。呈现信息可以包括如下内容:

- 1) 通信方式, 采用的业务类型 (例如电话、SMS)、媒体类型 (例如音频、视频、文本、多媒体)、实时性 (立即消息业务、非实时消息传递)。
- 2) 联系地址, 例如 E.164、URI、立即输入信箱地址等。
- 3) 连接状态, 例如开机、关机、在线、离线、繁忙、无打扰等。
- 4) 位置信息, 当前所处的地理位置, 例如纬度信息、经度信息等。

呈现业务对于随时了解呈现方的状态信息以及预知状态的通信非常有用, 例如呈现方正在开会, 不能接听电话, 呈现信息中包含的状态显示 busy-in a meeting、unavailable for voice, 此时观察方可以通过文本方式与呈现方进行联系。

1.3.1.3 多媒体消息业务 (MMS)

多媒体消息业务是一种被 3GPP 和 WAP 组织定义为标准的移动信息业务, 是当前移动业务研究的热点。对于最终用户而言, MMS 与短信业务非常类似, 它能够自动快速传送用户创建的内容。MMS 主要以接收者的电话号码进行寻址定位, 这样通信可以在终端之间进行; 同时 MMS 也支持 email 寻址, 因此信息可以在终端和 email 地址之间传递。除了 SMS 的文本内容以外, MMS 信息还可以包含图片、声音、视频剪辑。一条多媒体信息由发送者