

WCDMA 技术与系统设计

(芬) 哈里·霍尔马 著
安提·托斯卡拉

周胜 等译



WCDMA 技术与系统设计

哈里·霍尔马
(芬) 安提·托斯卡拉 著

周 胜 等译

吴伟陵 周胜 审校



机械工业出版社

本书是专门介绍第三代移动通信系统中 WCDMA 无线传输技术的专著。本书主要内容包括: 第三代移动通信的发展历程, WCDMA 的产生背景及标准化, WCDMA 无线接入网络结构, 物理层和无线接口协议, 无线网络规划与无线资源管理, 分组接入, WCDMA 性能分析, WCDMA TDD 模式以及第三代移动通信中的多载波技术等。

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。

Harri Holma, Antti Toskala: WCDMA FOR UMTS——Radio Access for Third Generation Mobile Communication

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley.
All right reserved.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版。未经出版者书面允许, 本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有, 翻印必究。

图字: 01-2001-2192

图书在版编目 (CIP) 数据

WCDMA 技术与系统设计 / (芬) 霍尔马 (Holma, H.),
(芬) 托斯卡拉 (Toskala, A.) 著; 周胜等译. —北京: 机械工
业出版社, 2002. 1

ISBN 7-111-09668-1

I. W... II. ①霍...②托...③周... III. ①码分多址-宽带
通信系统-通信技术②码分多址-宽带通信系统-系统设计
IV. TN929. 533

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 087859 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 封面设计: 鞠 杨

责任印制: 付方敏

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·17.5 印张·431 千字

0 001—4 000 册

定价: 29.00 元

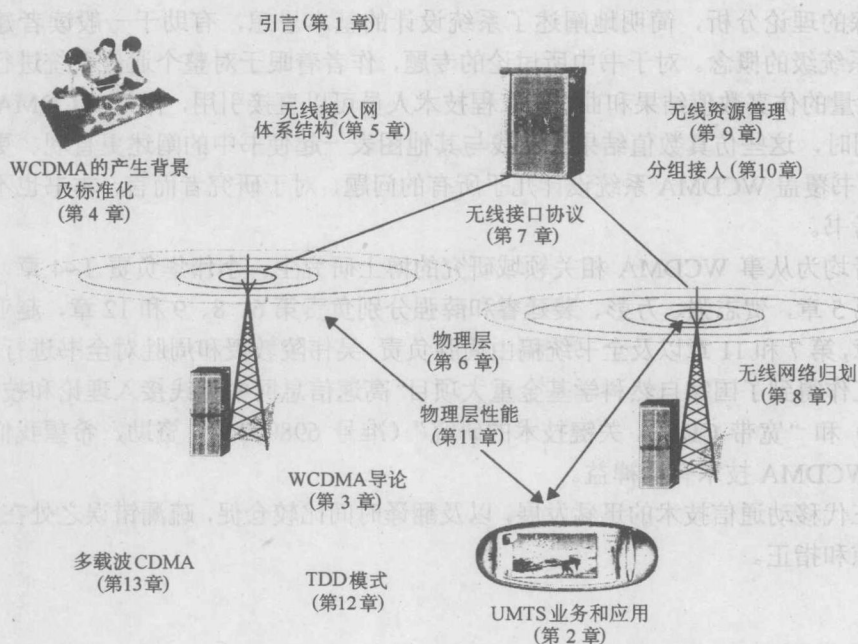
投稿热线: jiling@mail.machineinfo.gov.cn

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、68326677-2527

前言

第二代移动通信系统，如 GSM，促使话音业务走向了无线传输。在一些无线通信市场较发达的国家，移动电话的数量已经超过了固定电话的数量，并且移动电话的用户超过了总人口的 70%。然而，第二代系统的数据处理能力是有限的，这就要求第三代系统能够提供高比特速率业务来传输和接收高质量的图像和视频，并且还能提供高数据速率的网络接入。本书中的第三代移动通信系统是指 UMTS (Universal Mobile Telecommunication System 通用移动通信系统)。WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access 宽带码分多址) 是主要的第三代移动通信空中接口方案，欧洲和包括日本和韩国在内的亚洲地区将会采用该方案，并且都使用相同的大约 2GHz 的频段。WCDMA 的巨大市场及其灵活的支持多媒体业务的能力将为设备制造商，运营商以及业务内容和应用的提供商创造新的商机。本书将对 WCDMA 的空中接口及其应用进行详细的介绍。下图总结了本书的内容。



第 1 章介绍第三代移动通信的空中接口，频谱分配，系统标准化和商用的时间表，以及同第二代移动通信空中接口的主要区别。第 2 章介绍 UMTS 的应用实例，概念电话和业务质量等级。第 3 章介绍 WCDMA 空中接口的原理，包括扩频，Rake 接收机，功率控制和切换。第 4 章介绍 WCDMA 的背景，全球的融合进程和标准化过程。第 5~7 章对 WCDMA 标准进行详细的介绍，第 8~11 章讲述标准的应用及其性能。第 5 章讲述无线接入网的结构，无线接入网内部基站和无线网络控制器 (RNC) 之间的接口，以及无线接入网和核心网之间的接

口。第6章介绍物理层(第1层),包括扩频,调制,用户数据和信令的传输,以及功率控制,寻呼,发送分集和切换方法这些主要的物理层过程。第7章介绍无线接入协议,包括数据链路层(第2层)和网络层(第3层)。第8章介绍无线网络测量的准则,给出了容量和覆盖范围规划的实例,还介绍了GSM的协同规划。第9章讲述为确保空中接口资源有效应用和服务质量而采用的无线资源管理算法。这些算法有功率控制,切换,接纳和负载控制。第10章讲述分组接入,并且验证在动态系统仿真中使用的方案。第11章分析比特速率高达2Mbps的WCDMA空中接口的覆盖范围和容量。第12章介绍WCDMA空中接口的时分双工(TDD)模式,以及它同频分双工(FDD)模式的区别。除了WCDMA,也可以利用EDGE和多载波CDMA提供三代业务。EDGE是GSM的演进,它在GSM的载波间隔上实现高数据速率传输。多载波CDMA是IS-95的演进,它使用三个IS-95载波实现高数据速率传输,这些将在第13章介绍。

本书面向的读者为运营商,网络和终端制造商,业务提供商,高校学生和频率管理者。深刻理解WCDMA空中接口及其能力和优化使用是UMTS商业成功的关键。

本书的内容仅代表作者个人的观点和见解,并不代表其所在公司的观点。

译者序

十年前,码分多址(CDMA)技术在无线通信领域还被认为是一项有争议和不成熟的技术,但是在 1995 年 IS-95A 标准发布以来,随着移动业务奇迹般的增长速度,CDMA 成为通信领域的最具发展前途的技术之一。它不仅成为第二代移动通信系统中主要的无线传输技术之一,而且作为第三代移动通信系统中无线传输的首选技术,获得了人们的普遍关注。

为使 GSM 系统顺利发展和演进到使用 CDMA 技术的第三代移动通信系统,欧洲与日本一些公司进行技术融合后提出了 WCDMA 技术,并且最终成为三代标准中唯一的直扩(DS)CDMA 标准。由于 GSM 系统拥有全球最多用户和最大的移动通信市场,同时 CDMA 直扩模式更容易实现,因此可以预见 WCDMA 技术在未来全球,尤其是在中国这个世界最大的 GSM 移动通信市场中将占据重要地位。

本书是基于欧洲标准的 WCDMA 技术的综合性专著。与其他相关的学术著作相比,本书不仅给出了 WCDMA 发展历程和包括无线接入网、物理层与无线接口的最新标准,而且还对于如何理解该标准以及 WCDMA 系统的工程设计与优化问题进行了深入的讨论。作者尽量避免进行艰深的理论分析,简明地阐述了系统设计的基本思想,有助于一般读者建立关于 WCDMA 的系统级的概念。对于书中所讨论的专题,作者着眼于对整个通信系统进行全局优化,给出了大量的仿真数值结果和曲线,工程技术人员可以直接引用,作为 WCDMA 系统设计的指南。同时,这些仿真数值结果、曲线与其他图表一起使书中的阐述更直观、更容易理解。另外,本书覆盖 WCDMA 系统设计几乎所有的问题,对于研究者而言,本书也不失为一本有用的参考书。

本书译者均为从事 WCDMA 相关领域研究的博士研究生。李伟华负责 1~4 章,高路和李文宇负责第 5 章,贺志强、万彭、裴廷睿和薛强分别负责第 6、8、9 和 12 章,赵亚红负责第 10 和 13 章,第 7 和 11 章以及全书统稿由周胜负责,吴伟陵教授和周胜对全书进行了审校。本书的翻译工作得到了国家自然科学基金重大项目“高速信息网中无线接入理论和技术”(准号 69896243)和“宽带 CDMA 关键技术的研究”(准号 69896240)资助,希望我们的工作对读者了解 WCDMA 技术有所裨益。

由于第三代移动通信技术的迅猛发展,以及翻译时间比较仓促,疏漏错误之处在所难免,敬请读者原谅和指正。

译者

2001 年 7 月

目 录

译者序

前言

第 1 章 引言	1
1.1 第三代系统中的 WCDMA	1
1.2 第三代系统的空中接口和频谱分配	1
1.3 第三代系统的时间表	4
1.4 WCDMA 与第二代空中接口的区别	4
1.5 核心网	6
参考文献	7
第 2 章 UMTS 业务和应用	8
2.1 引言	8
2.2 UMTS 承载业务	9
2.3 UMTS QoS 类型	10
2.3.1 会话类型业务	10
2.3.2 数据流类型	16
2.3.3 互动类型	17
2.3.4 后台类型	18
2.4 不同终端类型的业务能力	18
2.5 结束语	19
参考文献	19
第 3 章 WCDMA 导论	21
3.1 引言	21
3.2 WCDMA 主要参数汇总	21
3.3 扩频和解扩	23
3.4 多径无线信道和 Rake 接收机	25
3.5 功率控制	28
3.6 软切换和更软切换	30
参考文献	32
第 4 章 WCDMA 的产生背景及标准化	33
4.1 引言	33
4.2 欧洲的背景情况	33
4.2.1 宽带 CDMA	34
4.2.2 宽带 TDMA	34
4.2.3 宽带 TDMA/CDMA	35

4.2.4	OFDMA	35
4.2.5	ODMA	35
4.2.6	ETSI 的选择	36
4.3	日本的背景情况	36
4.4	韩国的背景情况	37
4.5	美国的背景情况	37
4.5.1	W-CDMA N/A	37
4.5.2	UWC-136	37
4.5.3	cdma2000	38
4.5.4	TR46.1	38
4.5.5	WP-CDMA	38
4.6	3GPP 的建立	38
4.7	3GPP2 的建立	39
4.8	协调一致阶段	40
4.9	ITU 中的 IMT2000 进程	40
4.10	3GPP 99 年发布版之后的工作	41
	参考文献	42
第 5 章	无线接入网结构	44
5.1	系统结构	44
5.2	UTRAN 结构	46
5.2.1	无线网络控制器	47
5.2.2	B 节点 (基站)	47
5.3	UTRAN 地面接口的通用协议模型	48
5.3.1	概述	48
5.3.2	水平层	49
5.3.3	垂直平面	49
5.4	Iu, UTRAN-CN 的接口	50
5.4.1	Iu CS 的协议结构	50
5.4.2	Iu PS 协议结构	51
5.4.3	RANAP 协议	52
5.4.4	Iu 用户平面协议	53
5.5	UTRAN 内部接口	54
5.5.1	RNC-RNC 接口 (Iur 接口) 和 RNSAP 信令	54
5.5.2	RNC-B 节点接口和 NBAP 信令	56
	参考文献	58
第 6 章	物理层	60
6.1	引言	60
6.2	传输信道及其到物理信道的映射	60

6.2.1	专用传输信道	61
6.2.2	公共传输信道	62
6.2.3	传输信道到物理信道的映射	63
6.2.4	传输信道的帧结构	64
6.3	扩频与调制	64
6.3.1	扰码	64
6.3.2	信道化码	64
6.3.3	上行链路扩频与调制	66
6.3.4	下行链路扩频与调制	69
6.3.5	发射机特性	71
6.4	用户数据传输	72
6.4.1	上行链路专用信道	72
6.4.2	上行链路复用	74
6.4.3	随机接入信道的用户数据传输	76
6.4.4	上行链路公共分组信道	76
6.4.5	下行链路专用信道	76
6.4.6	下行链路复用	78
6.4.7	下行共享信道	80
6.4.8	前向接入信道的数据传输	80
6.4.9	用户数据的信道编码	81
6.4.10	TFCI 信息的编码	82
6.5	信令	82
6.5.1	公共导频信道 (CPICH)	82
6.5.2	同步信道 (SCH)	83
6.5.3	主公共控制物理信道 (主 CCPCH)	83
6.5.4	辅公共控制物理信道 (辅 CCPCH)	84
6.5.5	随机接入信道 (RACH) 的信令传输	85
6.5.6	捕获指示信道 (AICH)	85
6.5.7	寻呼指示信道 (PICH)	85
6.5.8	物理信道的 CPCH 接入过程	86
6.6	物理层过程	87
6.6.1	快速闭环功率控制过程	87
6.6.2	开环功率控制	87
6.6.3	寻呼过程	88
6.6.4	RACH 过程	88
6.6.5	CPCH 操作	89
6.6.6	小区搜索过程	90
6.6.7	发分集过程	91

6.6.8 切换测量过程	91
6.6.9 压缩模式的测量过程	93
6.6.10 其他测量	94
6.6.11 使用自适应天线的操作	95
6.7 终端无线接入能力	95
参考文献	97
第7章 无线接口协议	98
7.1 概述	98
7.2 无线接口协议结构	98
7.3 媒体接入控制协议	99
7.3.1 MAC 层结构	99
7.3.2 MAC 层功能	100
7.3.3 逻辑信道	101
7.3.4 逻辑信道和传输信道之间的映射	102
7.3.5 通过 MAC 层的数据流实例	102
7.4 无线链路控制协议	103
7.4.1 RLC 层结构	103
7.4.2 RLC 层功能	104
7.4.3 通过 RLC 层的数据流实例	105
7.5 分组数据汇聚协议	107
7.5.1 PDCP 层结构	107
7.5.2 PDCP 层功能	107
7.6 广播/组播控制协议	108
7.6.1 BMC 层结构	108
7.6.2 BMC 功能	108
7.7 无线资源控制协议	109
7.7.1 RRC 层逻辑结构	109
7.7.2 RRC 层业务状态	110
7.7.3 RRC 功能和信令过程	111
参考文献	123
第8章 无线网络规划	125
8.1 引言	125
8.2 初始布局	125
8.2.1 无线链路预算和覆盖效率	126
8.2.2 负载因子和频谱效率	130
8.2.3 负载因子计算举例	135
8.2.4 扩容方案	137
8.2.5 每平方公里的容量	138

8.2.6	软容量	139
8.3	容量和覆盖规划	141
8.3.1	容量和覆盖的迭代预测	141
8.3.2	规划工具	142
8.3.3	研究实例	143
8.3.4	网络优化	146
8.4	与 GSM 共同规划	147
8.5	多运营者间干扰	148
8.5.1	简介	148
8.5.2	最坏情况下的上行链路计算	149
8.5.3	下行链路阻塞	150
8.5.4	上行链路仿真	150
8.5.5	仿真结果	151
8.5.6	考虑邻道干扰的网络规划	151
	参考文献	152
第 9 章	无线资源管理	154
9.1	基于干扰的无线资源管理	154
9.2	功率控制	155
9.2.1	快速功率控制	155
9.2.2	外环功率控制	161
9.3	切换	165
9.3.1	频率内切换	165
9.3.2	WCDMA 和 GSM 系统间的切换	171
9.3.3	WCDMA 内的频率间切换	172
9.3.4	切换总结	173
9.4	空中接口负载的测量	173
9.4.1	上行链路负载	173
9.4.2	下行链路负载	175
9.5	接纳控制	176
9.5.1	接纳控制概念	176
9.5.2	基于宽带功率的接纳控制策略	177
9.5.3	基于吞吐量的接纳控制策略	179
9.6	负载控制(拥塞控制)	179
	参考文献	180
第 10 章	分组接入	182
10.1	分组数据业务	182
10.2	WCDMA 分组接入概述	183
10.3	分组数据的传输信道	184

10.3.1	公共信道	184
10.3.2	专用信道	184
10.3.3	共享信道	184
10.3.4	公共分组信道	185
10.3.5	信道类型选择	185
10.4	分组调度算法示例	185
10.4.1	引言	185
10.4.2	时分调度	186
10.4.3	码分调度	187
10.4.4	基于发送功率的调度	188
10.5	分组调度器和其他 RRM 算法之间的交互	189
10.5.1	分组调度器和切换控制	189
10.5.2	分组调度器和负载控制（拥塞控制）	189
10.5.3	分组调度器和接纳控制	189
10.6	分组数据性能	189
10.6.1	链路级性能	189
10.6.2	系统级性能	191
	参考文献	197
第 11 章	物理层性能	199
11.1	概述	199
11.2	覆盖	199
11.2.1	上行链路覆盖	200
11.2.2	随机接入信道覆盖	207
11.2.3	下行链路覆盖	208
11.2.4	覆盖提高方法	209
11.3	容量	209
11.3.1	下行链路正交码	209
11.3.2	下行链路发分集	213
11.3.3	容量提高方法	215
11.4	高比特速率	216
11.4.1	路径间干扰	217
11.4.2	多径分集增益	219
11.4.3	高比特速率的可行性	219
11.5	性能增强	220
11.5.1	天线解决方案	221
11.5.2	多用户检测	223
	参考文献	228
第 12 章	UTRA TDD 模式	232

12.1	概述	232
12.2	UTRA TDD 物理层	233
12.2.1	传输和物理信道	234
12.2.2	调制和扩频	234
12.2.3	物理信道结构, 时隙和帧格式	235
12.2.4	UTRA TDD 物理层	239
12.3	UTRA TDD 干扰估计	242
12.3.1	TDD-TDD 干扰	242
12.3.2	TDD 和 FDD 共存	244
12.3.3	无执照的 TDD 运营	246
12.3.4	关于 UTRA TDD 干扰的结论	246
12.4	UTRA TDD 结束语	247
	参考文献	247
第 13 章	IMT-2000 中的多载波 CDMA	249
13.1	引言	249
13.2	逻辑信道	250
13.3	多载波模式的扩频和调制	251
13.3.1	上行链路扩频和调制	251
13.3.2	下行链路扩频和调制	251
13.4	用户数据传输	252
13.4.1	上行链路数据传输	252
13.4.2	下行链路数据传输	253
13.4.3	用户数据的信道编码	254
13.5	信令	255
13.5.1	导频信道	255
13.5.2	同步信道	255
13.5.3	广播信道	255
13.5.4	快速寻呼信道	255
13.5.5	公共功率控制信道	256
13.5.6	公共和专用控制信道	256
13.5.7	用于信令传输的随机接入信道 (RACH)	256
13.6	物理层过程	256
13.6.1	功率控制过程	256
13.6.2	小区搜索过程	257
13.6.3	随机接入过程	257
13.6.4	切换测量过程	257
	参考文献	258
	缩略语	259

第1章 引言

Harri Holma, Antti Toskala and Ukko Lappalainen

1.1 第三代系统中的 WCDMA

通常把模拟蜂窝系统称为第一代移动通信系统，现今正在使用的数字系统例如 GSM、PDC、cdmaOne(IS-95) 和 US-TDMA(IS-136)都是第二代系统。这些系统已经使得语音通信在众多世界主要市场中能够无线化，而消费者不仅逐渐发现移动话音通信不可替代的重要作用，同时也日益认识到诸如文本消息传送、数据网的接入等正在迅速成长的其他业务的价值所在。

第三代系统是为多媒体通信设计的：通过该系统提供的高质量图像和视频，人与人之间的通信能力进一步增强；而第三代系统所带来的更新更灵活的通信能力和更高的数据速率使得公用网和专用网上的信息与业务的接入能力大大增强。所有这一切，连同第二代系统向第三代系统的平滑连续过渡，都将为设备制造商、运营商及使用网络的应用提供商创造新的商机。

在标准化论坛中，WCDMA 技术已经成为了被广泛采纳的第三代空中接口，其规范已在 3GPP(the 3rd Generation Partnership Project) 中制定。3GPP 是集合欧洲、日本、韩国、美国和中国的一个联合标准化方案。在 3GPP 中，WCDMA 被称作 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access) FDD(Frequency Division Duplex)和 UTRA TDD(Time Division Duplex)，WCDMA 这个名字涵盖了 FDD 和 TDD 两种操作模式。

本书中，涉及到规范的章节采用 3GPP 术语 UTRA FDD 和 UTRA TDD，其余的则采用术语 WCDMA。我们将主要介绍 WCDMA FDD 技术。WCDMA TDD 模式及其与 WCDMA FDD 的区别将在第 12 章中阐述。

1.2 第三代系统的空中接口和频谱分配

开发第三代移动通信系统的工作开始于 ITU(International Telecommunications Union)下的世界无线电管理大会(WARC)1992 年会议，在此次会议中，2GHz 附近的频率被指定给未来的第三代移动系统(包括地面系统和卫星系统)使用。在 ITU 中，第三代系统被称为“IMT-2000(International Mobile Telephony 2000)”。在 IMT-2000 的体系结构中，基于 CDMA 或 TDMA 技术，为第三代系统定义了几种不同的空中接口，这些接口将在第 3 章介绍。在第三代进程中，最初的目标是建立一个单一的、通用的、全球性的 IMT-2000 空中接口。第三代系统比第二代系统要更接近这一目标。相同的空中接口——WCDMA 用于欧洲、亚洲(包括日本和韩国)，而且它们都使用相同的 2GHz 左右 WARC-92 分配给第三代 IMT-2000 系统的频带。但在北美，这部分频谱已经拍卖给了第二代系统的运营商，并且没有新频谱可用于

IMT-2000。因此,就必须通过将部分频谱替换为第三代系统来实现在已用频带内的第三代业务。这种方式被称为“重植(refarming)”。在那些采用 US PCS 频谱分配方案的国家中,全球性的 IMT-2000 频谱也无法使用。

除了 WCDMA 以外还有一些空中接口也能够用来提供第三代业务,它们是 EDGE 和多载波 CDMA (cdma2000)。EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) 在一个 200kHz 的 GSM 载波间隔内能提供比特率最高可达 500kps 的第三代业务[1]。EDGE 具有一些 GSM 所没有的先进特性,它能提高频谱利用率及支持新业务。多载波 CDMA 可以作为现有 IS-95 运营商的升级解决方案,这将在第 13 章中详细介绍。

图 1-1 显示了这些不同的空中接口可能将在哪些地理区域中被采用,以及采用时的期望频带。在图中,各区域的局部可能存在一些例外地区,在这些地区中已经使用着多种技术。

图 1-2 是欧洲、日本、韩国和美国的频谱分配情况。在欧洲和亚洲的大多数地区,为 WCDMA FDD 分配的 2×60 MHz (1920~1980 MHz 和 2110~2170 MHz) 的 IMT-2000 频带是可用的。TDD 的可用频带有所不同:在欧洲,预计 1900~1920 MHz 和 2020-2025 MHz 这 25 MHz 要被用于已发执照的 TDD 业务。这个不成对频谱的剩余部分——在 2010~2020 MHz 中的部分,预计将用于无执照的 TDD 应用 (SPA: Self Provided Applications)。在 FDD 系统中上、下行链路使用不同的频率,依靠双工方式分隔,而 TDD 系统中上、下行链路使用相同的频率。



图 1-1 提供第三代服务的期望空中接口和频谱

在日本和韩国, IMT-2000 FDD 的频带与亚洲其他地区及欧洲是一样的。日本的第二代系统采用的是 PDC, 而在韩国, 在蜂窝系统和 PCS 系统中都使用 IS-95 标准。韩国的 PCS 频谱分配和 US PCS 频谱分配不同, IMT-2000 的频谱被完整地保留下来。在日本, IMT-2000 TDD 的频谱已经被 PHS (无绳电话系统) 使用。

在中国, IMT-2000 频谱的一部分已被预留给 PCS 或 WLL (无线本地环路) 使用, 尽管这部分频谱并没有分配给任何运营商。根据规范的相关条款, 用于 WCDMA FDD 的 2×60 MHz 的 IMT-2000 频谱在中国可用。TDD 频谱在中国同样可用。

在美国, 第三代系统没有新的频谱可用。可以把第三代系统重植到现有的 PCS 频谱中去, 从而实现第三代业务。这要求把部分现存的第二代频谱替换给第三代系统使用。对于 US PCS,

可以选择使用前面所述的第三代空中接口中的任意一种，但是相对来说，EDGE 比较有优势，因为它是一个窄带系统。如果采用 EDGE，则要被清除并部署第三代业务的频谱会少一些。多载波 CDMA 和 WCDMA 也都可以作为第三代系统进行重植。

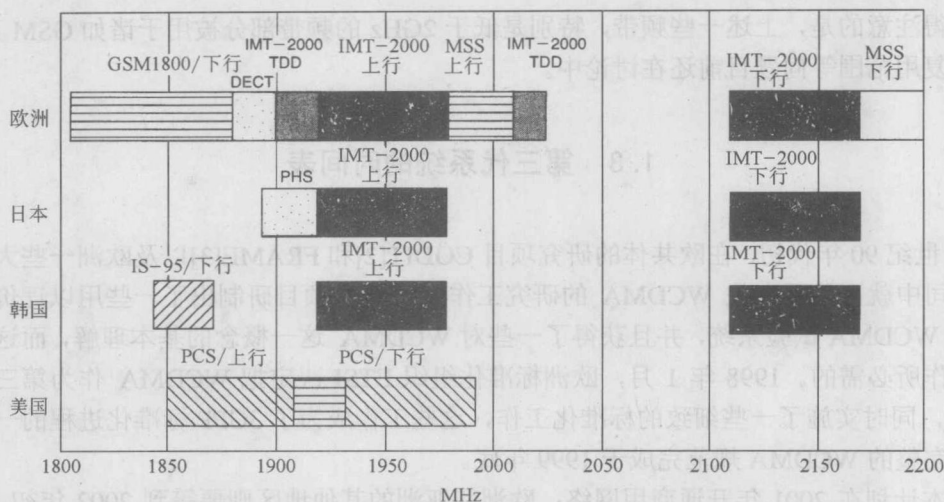


图 1-2 欧洲、日本、韩国和美国的频谱分配

EDGE 可以应用在现在已经被用于 GSM 900 和 GSM 1800 的频谱上。在日本和韩国，上述这两个频谱没有使用 GSM。GSM900 的总共可用频带是 2×25 MHz 加上 EGSM 2×10 MHz；GSM1800 的总共可用带宽是 2×75 MHz。EGSM 指的是 GSM 900 频带的扩展。在所有使用 GSM 系统的国家中都没有使用全部的 GSM 带宽。将来可以把 WCDMA 重植到 GSM 频带内，然而，EDGE 可以在开始的一段时期内作为在 GSM 频带内提供三代业务的一种解决方案。

IMT-2000 频谱的执照发放正在进行之中。第一个 IMT-2000 执照已经于 1999 年 3 月在芬兰被授予。芬兰和西班牙并没有进行频谱的拍卖。预计一些国家将会走相似的执照发放路线，当初 GSM 在欧洲就是这样。然而在其他国家，例如英国、德国和意大利，将采用类似于拍卖 US PCS 频谱的途径。

表 1-1 为日本和上述欧洲国家截至 2000 年 12 月 UMTS 执照发放情况。每个国家的 UMTS 运营商的个数在 4 到 6 个之间。

表 1-1 截至 2000 年 12 月的 UMTS 执照发放情况

国 家	运营商个数	每个运营商的 FDD 载波 (2×5 MHz) 数	每个运营商的 TDD 载波 (1×5 MHz) 数
芬兰	4	3	1
日本	3	4	0
西班牙	4	3	1
英国	5	2~3	0~1
德国	6	2	0~1
荷兰	5	2~3	0~1
意大利	5	2	1
奥地利	6	2	0~2
瑞典	4	3	1
挪威	4	3	1

除了上述频率外，预计今后还会为 IMT-2000 分配更多的频率。在 ITU 的 2000 年 5 月 WARC-2000 会议上，下列频带被确认为 IMT-2000 使用：

- 1710~1885 MHz;
- 2500~2690 MHz;
- 806~960 MHz。

值得注意的是,上述一些频带,特别是低于 2GHz 的频带部分被用于诸如 GSM 系统中。确切的复用范围等问题目前还在讨论中。

1.3 第三代系统的时间表

20 世纪 90 年代初,在欧共体的研究项目 CODIT[2]和 FRAME[3]以及欧洲一些大的无线通信公司中就开始了有关 WCDMA 的研究工作[4]。这些项目研制出了一些用以评价链路性能[5]的 WCDMA 试验系统,并且获得了一些对 WCDMA 这一概念的基本理解,而这正是标准化工作所必需的。1998 年 1 月,欧洲标准化组织 ETSI 决定把 WCDMA 作为第三代空中接口[6],同时实施了一些细致的标准化工作,这些工作成为了 3GPP 标准化进程的一部分。第一个完整的 WCDMA 规范完成于 1999 年底。

日本计划在 2001 年开通商用网络;欧洲和亚洲的其他地区则要等到 2002 年初。图 1-3 所示的是期望的时间进程表,这是关于 FDD 操作模式的时间表。TDD 模式的进程预计会稍慢一些,第一个 TDD 网有可能是基于 3GPP 规范的 2000 年发布版本。在日本,由于 TDD 频谱无法使用,TDD 模式的时间进程表同样也不十分清晰。

回顾一下 GSM 的历史,我们可以注意到,自从 1991 年 7 月第一个 GSM 商用网(芬兰的 Radiolinja)开通以来,某些国家蜂窝电话的比例已经突破 50%,还有些国家甚至达到 70%。第二代系统已经使话音业务无线化;现在第三代系统面临的挑战就是使一系列新的数据业务也无线化。



图 1-3 WCDMA 标准及商业运营时间进程表

1.4 WCDMA 与第二代空中接口的区别

这一部分将介绍第三代空中接口与第二代的不同之处。这里将考虑第二代空中接口中的 GSM 和 IS-95 (cdmaOne 系统的标准)。其他第二代空中接口还有日本的 PDC 和主要应用在美洲地区的 US-TDMA;这两个接口是基于 TDMA (时分多址)的,与 IS-95 和 GSM 相比,它们与后者有更多的相似之处。业已建成的第二代系统主要用在宏小区中提供话音业务。为了更好地理解第二、三代系统之间不同的背景原因,让我们首先看一下第三代系统有哪些新