



新经典书系

基于WCDMA系统的 无线网络测试与优化

主 编 徐觉元 胡晓光 王力男
副主编 苗 雨 杨 薇 张 瑞



JIYU WCDMA XITONGDE
WUXIAN WANGLUO CESHY YU YOUHUA



Wuhan University Press
武汉大学出版社

基于 WCDMA 系统的 无线网络测试与优化

主 编 徐觉元 胡晓光 王力男
副主编 苗 雨 杨 薇 张 瑞



Wuhan University Press
武汉大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基于 WCDMA 系统的无线网络测试与优化 / 徐觉元等主编. —武汉 :
武汉大学出版社, 2014. 3

ISBN 978 - 7 - 307 - 12875 - 0

I. ①基… II. ①徐… III. ①码分多址移动通信 - 通信网 - 测试
②码分多址移动通信 - 通信网 - 最佳化 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 036153 号

责任编辑: 刘延姣

责任校对: 何 玲

版式设计: 三山科普

出版: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

发行: 武汉大学出版社北京图书策划中心

印刷: 北京京华虎彩印刷有限公司

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 17 字数: 420 千字

版次: 2014 年 3 月第 1 版 印次: 2014 年 3 月第 1 次印刷

INSB 978 - 7 - 307 - 12875 - 0 定价: 36.00 元

版权所有, 不得翻印: 凡购我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系
调换。

前 言

从2001年世界上第一个WCDMA网络实现商用至今，WCDMA已成为当前世界上采用的国家及地区最广泛、终端种类最丰富的一种3G标准。目前，已有538个WCDMA运营商在246个国家和地区开通了WCDMA网络，3G商用市场份额超过80%，WCDMA用户数已超过6亿。在覆盖了现有庞大用户的基础之上，WCDMA网络同时还保持了良好的向后演进的能力，目前，作为中国三大电信运营商的联通公司已在全国范围开通了WCDMA商用网络，为国内超过50%的移动业务用户群提供服务；2013年，中国联通在全国主要大中城市开通了HSPA+业务，使数据业务最大理论下行速率达到了21.6Mbps，大大提升了网络服务的能力。不难看出，WCDMA作为3G技术中最重要、最成熟的一种标准，已深入到我们的生活中。

本书尝试通过作者对WCDMA网络的理解及在工作中积累的经验，形象的介绍和分析WCDMA系统的基本原理与基础优化技术，使读者在学习完相关章节后，能够对WCDMA网络有一个全面认识，并具备相对应的基础优化能力。本书由天津中德职业技术学院以徐觉元老师为专业带头人的教师团队完成，包括徐觉元、胡晓光、苗雨、张瑞四位老师。

本书第1章先对移动通信发展史进行了简单介绍，而后介绍了3G标准的发展及频段划分等内容。

第2章内容重点介绍了WCDMA系统结构，并通过介绍R99、R4、R5网络结构及组成，让读者对WCDMA网络的整体构架及网络中各网元的主要作用有一个全面的认识。

第3章内容就WCDMA的关键技术进行了讲解。通过本章，读者将对RAKE接收机、功率控制、软切换等技术有初步了解，为其后章节的学习打下基础。

第4章内容对WCDMA系统中使用的扩频技术进行讲解，随后进一步介绍WCDMA系统中信道的分层结构、各层信道的分类及其映射关系，并对WCDMA网络中使用的切换算法进行详细介绍。

第5章内容就WCDMA系统各种常见信令流程进行了讲解。排查流程问题最简单的方法，就是将异常流程与正常流程进行对比，以发现异常流程最根本的错误，因此本章的内容对优化工作意义重大。

第6章内容对WCDMA网络中重要的数据业务技术HSPA技术进行了讲解。

第7章开始，本书开始介绍网络优化的相关工作内容。鉴于无线环境优化在网络优化中的重要性，我们首先对无线传播理论及天线系统原理进行介绍，随后针对无线通信中的重要部件——天线进行介绍。通过本章的学习，读者将对无线传播理论、各种无线损耗及天馈系统的各种指标有较全面的认识，为日后优化工作中的外场部分打下坚实的基础。

第8章内容包括优化工作对移动通信网络的意义、优化工作的分类及单站、全网测试的大致流程。

第9章以目前国内最普遍的移动通信网络测试软件——鼎利软件为例，讲解了前后测试软件的使用方法。

第10章通过对网络优化中常见的问题的分析及案例讲解，让读者掌握各项问题的分析方法。

最后附录部分整理的了一些行业内优化工作相关的知识与概念讲解，供读者参考。

本书第1~3章内容由苗雨老师、王力男工程师完成；第4章由张瑞老师完成；第5章由杨薇老师完成；第6~8章内容由胡晓光老师完成，第9~10章由徐觉元老师完成。本书的编写受到了天津中德职业技术学院领导的大力支持，在此对本书编写中提供无私帮助的各位同事、老师以及通信行业的企业同僚表示感谢。

因作者水平有限，书中难免出现错误纰漏，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第 1 章 移动通信系统简介	1
1.1 移动通信的发展与演进	1
1.1.1 移动通信的发展	1
1.1.2 近代移动通信技术的演进	2
1.2 3G 标准的制定	4
1.3 UMTS 系统在全球的发展概述	5
1.4 IMT-2000 的频谱划分	6
1.5 课后练习	6
第 2 章 WCDMA 系统结构	7
2.1 概述	7
2.2 UMTS 系统网络结构	8
2.2.1 UE (User Equipment)	8
2.2.2 UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network)	8
2.2.3 CN (Core Network)	9
2.3 UTRAN 的基本结构	9
2.3.1 系统接口	10
2.3.2 UTRAN 接口的基本协议结构	10
2.3.3 UTRAN 完成的功能	12
2.3.4 RNC (Radio Network Controller)	12
2.3.5 Node B	14
2.4 核心网网络结构	15
2.4.1 R99 网络结构及接口	15
2.4.2 R4 网络结构及接口	18
2.4.3 R5 网络结构及接口	20
2.5 课后练习	23
第 3 章 WCDMA 关键技术	24
3.1 RAKE 接收机	24
3.2 功率控制	26
3.2.1 功率控制的目的	27
3.2.2 开环功率控制	27
3.2.3 闭环功率控制	28
3.3 软切换	30
3.4 分集技术	30

3.5 信道编码.....	32
3.5.1 卷积码	33
3.5.2 Turbo 码	33
3.6 课后练习.....	33
第4章 WCDMA 无线原理	35
4.1 码分多址与扩频通信原理.....	35
4.1.1 码分多址技术简介	35
4.1.2 扩频通信简介	36
4.1.3 扩频通信原理	37
4.1.4 扩频和解扩过程	37
4.1.5 扩频通信的主要优点	39
4.2 WCDMA 无线接口概述	39
4.2.1 无线接口的协议结构	39
4.2.2 扩频与加扰	41
4.3 逻辑信道.....	43
4.3.1 控制信道	43
4.3.2 业务信道	43
4.4 传输信道.....	43
4.4.1 传输信道分类	43
4.4.2 专用传输信道	44
4.4.3 公共传输信道	44
4.4.4 逻辑信道到传输信道的映射	45
4.5 物理信道.....	45
4.5.1 物理信道的相关概念	45
4.5.2 上行物理信道结构	45
4.5.3 下行物理信道结构	47
4.5.4 传输信道到物理信道的映射	52
4.6 物理层过程.....	52
4.6.1 同步过程	52
4.6.2 寻呼过程	53
4.6.3 随机接入过程	53
4.6.4 下行发射分集	54
4.7 小区选择与重选.....	56
4.7.1 概述	56
4.7.2 小区选择	56
4.7.3 小区重选	58
4.8 测量与切换.....	60
4.8.1 切换简介	60
4.8.2 切换算法分析	61

4.8.3 切换测量	61
4.8.4 同频测量	62
4.8.5 异频测量	66
4.8.6 异系统测量	68
4.8.7 UE 内部测量	69
4.9 课后练习	69
第 5 章 WCDMA 基本信令流程	71
5.1 信令流程的分类	71
5.2 基本信令流程简介	71
5.3 UE 的状态	73
5.4 RRC 连接建立流程	75
5.4.1 RRC 连接建立在专用信道上	76
5.4.2 RRC 连接建立在公共信道上	77
5.5 NAS 信令连接建立	77
5.6 直传流程	78
5.6.1 上行直传流程	78
5.6.2 下行直传流程	79
5.7 RAB 建立流程	79
5.7.1 DCH-DCH Establishment-Synchronised	80
5.7.2 DCH-DCH Establishment-Unsynchronised	81
5.7.3 RACH/FACH-DCH Establishment	83
5.7.4 RACH/FACH-RACH/FACH Establishment	84
5.8 寻呼流程	85
5.9 RRC 连接释放流程	86
5.9.1 释放 DCH 信道上的 RRC 连接	86
5.9.2 释放公共传输信道上的 RRC 连接	87
5.10 CS 域位置更新	88
5.11 PS 域附着	90
5.12 PS 域去附着	90
5.13 CS 域主叫	91
5.14 CS 域被叫	92
5.15 PS 域 PDP 激活	93
5.16 并发业务	93
5.17 软切换	95
5.17.1 无线链路增加	95
5.17.2 无线链路删除	96
5.18 硬切换	97
5.19 前向切换	100
5.19.1 带 SRNS 重定位的小区更新	100

5.19.2 经过 Iur 接口不带 SRNS 重定位的小区更新	101
5.20 系统间切换	102
5.20.1 CS 域 3G 到 2G	102
5.20.2 CS 域 2G 到 3G	103
5.20.3 PS 域 3G 到 2G	104
5.20.4 PS 域 2G 到 3G	105
5.21 课后练习	105
第 6 章 HSPA 原理简介	106
6.1 HSDPA 系统构架	106
6.2 HSDPA 新引入的物理信道	108
6.2.1 高速下行共享物理信道	108
6.2.2 高速共享控制信道	111
6.2.3 高速专用物理控制信道	113
6.2.4 伴随专用物理控制信道	114
6.3 自适应调制编码 (AMC) 技术	115
6.4 混合自动请求重传 (HARQ) 技术	116
6.4.1 HARQ 的原理	116
6.4.2 HARQ 多进程处理	118
6.5 HSDPA 系统优势与不足	119
6.6 HSUPA 协议架构	119
6.7 HSUPA 关键特性	120
6.8 HSUPA 主要技术	120
6.8.1 快速 HARQ	120
6.8.2 快速分组调度	122
6.8.3 传输时间间隔	125
6.9 HSUPA 在 3GPP 中的状况	125
6.10 HSUPA 与其他技术的比较	126
6.11 课后练习	128
第 7 章 无线传播理论简介	129
7.1 无线传播理论	129
7.1.1 电磁传播的分析	131
7.1.2 经典传播模型简介	131
7.2 天馈系统原理	135
7.2.1 概述	135
7.2.2 天线分类	135
7.2.3 天线的主要技术性能	135
7.2.4 天线增益	135
7.2.5 天线方向图	135
7.2.6 波束宽度与增益之间的关系	136

7.2.7 天线的其他参数简介	138
7.3 课后练习	140
第8章 无线网络优化及测试基础	141
8.1 WCDMA 网络优化基础	141
8.1.1 无线网络优化工作的意义及目的	141
8.1.2 无线网络优化的分类	141
8.2 单站优化简述	142
8.2.1 单站优化的主要内容	142
8.2.2 单站优化的工作流程	142
8.2.3 单站优化工具检查	143
8.2.4 基站数据核查	144
8.2.5 单站优化测试内容和方法	145
8.2.6 单站优化实例说明	145
8.2.7 测试路段、测试时间及测试速率的选取	146
8.2.8 测试工具要求	146
8.2.9 全网测试优化的主要工作内容	146
8.2.10 DT 测试步骤	148
8.3 课后练习	150
第9章 WCDMA 测试分析软件简介	151
9.1 测试中常见参数说明	151
9.2 前台软件的基本使用方法	152
9.2.1 工程创建	152
9.2.2 设备连接	153
9.2.3 地图数据的导入与删除	156
9.2.4 基站数据库的创建及导入	161
9.3 常用测试模板的创建及业务测试方法	163
9.3.1 语音业务测试模板的创建	163
9.3.2 数据业务测试模板的创建	166
9.3.3 业务测试方法简介	169
9.4 前台测试软件常用窗口简介	174
9.4.1 Map 窗口	175
9.4.2 Graph 窗口	180
9.4.3 Information 窗口	182
9.4.4 Message 窗口	183
9.4.5 Event 窗口	185
9.4.6 Serving/Neighbour 窗口	186
9.4.7 Radio 窗口	187
9.4.8 其他窗口简介	188
9.5 后台软件的基本使用方法	188

9.5.1 主界面介绍	188
9.5.2 测试 LOG 的导入及解码	189
9.5.3 常用统计方法	192
9.5.4 LOG 的合并与分割	196
9.6 课后练习	199
第 10 章 WCDMA 优化测试分析及案例	200
10.1 覆盖问题分析	200
10.1.1 覆盖类问题的分类及调整措施	200
10.1.2 覆盖类问题分析流程	202
10.1.3 覆盖类案例分析	203
10.2 切换问题优化分析	205
10.2.1 切换问题的定义	205
10.2.2 切换问题分析	206
10.2.3 切换问题常用调整措施	206
10.2.4 切换失败案例分析	207
10.3 掉话问题分析	209
10.3.1 掉话定义	209
10.3.2 掉话产生的常见原因	209
10.3.3 掉话分析流程图	211
10.3.4 掉话案例分析	211
附录	215
附录 A 单站优化案例	215
附录 B 系统广播级语音业务信令简析	222
附录 C 天线在不同下倾角情况下的覆盖变化	247
附录 D 3G 事件汇总	252
附录 E WCDMA 系统常见名词解释	254
参考文献	259

第 1 章

移动通信系统简介



要点提示

1. 移动通信的发展与演进。
2. 2G 及 3G 系统的发展概述。
3. UMTS 系统简介。

1.1 移动通信的发展与演进

1.1.1 移动通信的发展

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、飞机等在移动状态中的物体。

移动通信的发展可以从 1897 年马可尼所做的移动体和固定体之间无线通信的试验开始算起。1920 年美国开始使用警察车载无线电系统。它是工作于 2MHz 的专用移动系统，不能与公众网连接。1940 年美国的公用汽车电话网开始工作，实现了人工交换与公众电话网的接续。1960 年，150MHz 和 450MHz 移动通信系统实现了无线频道的自动选择和公众电话网的自动拨号接续。

与固定物体之间的通信相比，移动通信具有下列特点：

1) 移动性。移动性即要保持物体在移动状态中的通信，因而它必须是无线通信，或无线与有线通信的结合。

2) 电波传播条件复杂。因移动体可能在各种环境中运动，故电磁波在传播时会产生反射、折射、绕射及多普勒效应等现象，从而产生多径干扰、信号传播延迟和展宽等效应。

3) 噪声和干扰严重。在城市环境中的汽车火花噪声、各种工业噪声、移动用户之间的互调干扰、邻道干扰、同频干扰等都会对移动通信产生影响。

4) 系统和网络结构复杂。它是一个多用户通信系统和网络，必须使用户之间互不干扰，能协调一致地工作。此外，移动通信系统还应与市话网、卫星通信网、数据网等互连。整个网络结构是很复杂的，要求频带利用率高、设备性能好。

移动通信的种类繁多，按使用要求和工作场合不同可以分为：

1) 集群移动通信。也称大区制移动通信。它的特点是只有一个基站, 天线高度为几十米至百余米, 覆盖半径为 30 ~ 50km, 发射机功率可高达 200W, 用户数约为几十到几百, 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。基站与市站用有线网连接。

2) 蜂窝移动通信。也称小区制移动通信。它的特点是把整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, 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星座卫星较为有利。

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

移动通信的发展从早期的大区制移动通信系统发展到后来的小区制蜂窝移动通信系统, 主要是由大区制下覆盖半径、系统容量的局限性所决定的, 而小区制蜂窝通信具有小覆盖、小发射功率和资源重用等优点, 从而决定了它在现代移动通信中的重要作用。蜂窝系统的概念和理论在 20 世纪 60 年代就由美国贝尔实验室等单位提出, 但其复杂的控制系统, 尤其是实现移动台的控制, 直到 20 世纪 70 年代, 半导体技术的成熟、大规模集成电路器件和微处理器技术的发展以及表面贴装工艺的广泛应用, 才为实现蜂窝移动通信提供了技术基础。

1.1.2 近代移动通信技术的演进

1. 第一代及第二代通信系统简介

移动通信技术具有移动性、自由性、不受时间与地点限制等特点, 正深刻改变着人们的生活和行为方式。近年来, 互联网对通信产生了巨大影响, 也同样影响和带动了移动通信领域的发展, 移动互联网、移动多媒体等将成为移动业务发展的方向, 丰富的数据业务需要有一个高数据带宽和服务质量 (Quality of Service, QoS) 保证的平台。移动网络开始向提供无线宽带业务的新一代移动通信系统演进。

第一代移动通信系统是基于频分多址 (FDMA) 技术的模拟通信系统, 典型代表是美国 AMPS 系统和后来的改进型系统 TACS, 以及 NMT 和 NTT 等。AMPS 使用模拟蜂窝传输的 800MHz 频带, 在美洲和部分环太平洋国家广泛使用; TACS 是 20 世纪 80 年代欧洲模拟移动通信的制式, 也是我国 20 世纪 80 年代采用的模拟移动通信制式, 使用 900MHz 的频带。第一代移动通信系统有很多不足之处, 比如容量有限、制式太多、互不兼容、保密性差、通话质量不高、不能提供数据业务、系统间不能提供漫游等。

第二代移动通信系统主要采用时分多址 (TDMA) 和码分多址 (CDMA) 的数字通信技术, 全球主要有 GSM 和 CDMA IS-95 两大体制。GSM 技术标准是 ETSI 提出的, 目前全球绝大多数国家使用这一标准。第二代移动通信系统的核心业务是语音业务, 核心网基于电路交换技术, 由 TDM 线路承载语音与低速数据业务。两种网络制式之间难以实现漫游, 不能满足全球通信的需求。同时, 数据通信技术的进步特别是互联网的普及, 使多媒体移动通信成为大众可望享受的服务, 并成为现代通信发展的主要目标之一。提供全球化漫游和移动多媒

体业务成为第二代移动通信面临的主要挑战。

以 GPRS 为代表的 2.5G 技术能够提供理论峰值为 171.2 kbit/s 的无线数据带宽,其实现方法是在现有基于电路交换的网络中增加一个平行的分组网络。2.5G 只是在原有无线技术和通信平台上进行改进,因此在业务速率的提高及提供业务的灵活性等方面都受到很大限制,不能从根本上改变第二代移动通信系统以语音业务和低速数据业务为主的局面。

2. 第三代通信系统简介

据相关报告显示,全球移动用户数到 2004 年就已超过固定电话的用户数,目前无线数据业务在整个移动通信业务中将占据 70% 的份额。第三代移动通信就是为了满足数据业务在无线通信接口上的实现而诞生的。

IMT-2000 是 ITU (International Telecommunication Union) 对第三代移动通信标准的总称,其中,欧洲选择的标准称为 UMTS,北美选择的标准称为 CDMA2000。二者最主要的区别在于它们在无线接口上标准的不同,核心网技术没有太大的变化。IMT-2000 的基本要求称为 3A,即 Anytime、Anywhere、Anything。保证通信的 3A 也就是要求通信系统能够实现全球化、多媒体化、综合化、智能化和个人化。所谓全球化,是指系统能够真正实现全球兼容,业务实现全球漫游。多媒体化是指在宽带上能够传送多媒体业务,各种多媒体业务能够在统一的无线接口上传送,并满足不同业务类型不同 QoS 的要求,如话音业务、视频业务、普通数据流业务、E-mail 业务、WAP Browser 业务等对 QoS 的要求都是不同的。如何在统一的无线接口上满足不同 QoS 的要求,就是 3G 的一个关键。综合化是针对 UTRAN 网络来说的。UMTS 规范规定了统一的上层应用协议,对于底层的接入来说却可以随着接入的不同类型而替换,如陆地无线接入网络、卫星接入网络、无绳电话接入网络、WLAN 等都可以作为它不同类型的接入,所以它的接入类型是可变的,但它的上层应用是不变的。智能化是指在智能网平台上提供各种智能业务,如最典型的代表 VHE (Virtual Home Environment)。个人化方面,从目前的发展状况来看是不可能实现了,它的基本含义是指用户只要有一个个人的号码,就可以实现在不同网络中的通信,对不同网络来说,个人号码是唯一的。

从营运商和用户的角度来看,3G 能够提供用户高速的多媒体、虚拟居家环境等业务。营运商希望能提供标准开放的接口、减少投资、提供统一平台增强网络和管理工具和业务质量的区分。因此,UMTS = 数据 + 话音 + 附加业务 + QoS + 低花费 + 高容量 + ……。

目前对整个网络来说,比较复杂的也就是 QoS 的实现。规范把数据业务按 QoS 分为四大类,分别是会话类业务(包括话音、可视电话、视频游戏等)、交互式业务、数据流业务和后台业务。四类业务的区别,就在于 QoS 参数的要求是不同的。最典型的 QoS 参数有 BLER (块差错率和块丢失率)、Delay (传输时延、可变时延及可变时延的累计)等。从用户的角度实现 QoS,就是将用户分成三大类,如金、银、铜卡类用户。三种用户在系统中可能获得的资源是不一样的,如金卡用户,可能的保证速率 128 kbit/s,峰值速率满足 384 kbit/s 或更高。不同用户的业务要求根据不同的种类系统提供不同的资源。另外从小区负荷来考虑,随小区负荷的变化,能够满足各类用户的各类业务要求的速率是不一样的。所以从三个方面,根据 QoS 可以实现资源的动态分配,由 RNC 根据移动交换中心或其他部分提出的 RNB 分配请求消息,来分配各种适合无线接口的信道资源。所以在 UMTS 中引入了 QoS 的概念,以及 QoS 的实现方案。QoS 对 UMTS 非常重要,它保证了各种业务在无线接口上畅通无阻的基本要求,但由于还没有完善的规范,所以对于它的实现各厂家有不同的方案。

对 3G 业务需求的问卷调查显示, 用户希望 3G 能够提供的前十类业务, 具有三个特点: 分别是个性化、快速和 LBS (基于位置的服务)。所谓个性化, 就是在用户的分组网上, 如何实现数据的安全性传递, 这种安全性传递不仅包括空中接口, 还包括网络内部各个接口的安全性。快速是 3G 网络最主要的特点, 提供高速数据速率的传递是 3G 网络的基本要求。LBS 是指用户在不同的位置获得相应的服务, 它是基于智能网平台来实现的。

1.2 3G 标准的制定

3G 标准是由两个组织来制定的, 分别是 3GPP 和 3GPP2。3GPP 的含义是指第三代合作伙伴计划。3GPP2 是针对 CDMA2000 来制定相应规范的, 而 3GPP 是针对 UMTS 来制定规范的。3GPP 规范涉及两部分内容, 空中接口上选择的是 WCDMA 标准, 核心网选择的是 MAP 标准。3GPP2 选择的则分别是 CDMA2000 和 IS-41 标准。这两个组织, 中国都已加入并参与了标准的制定。3GPP 的技术规范可以从网上下载, 与 GSM 规范相对应, UMTS 规范的编号 = GSM 规范编号 + 20。如 GSM 中关于层三消息的规范编号是 GSM 4.08, 对应的 UMTS 无线接口规范是 3GPP2 4.008。目前 3GPP 常用的规范, 无线部分主要是 24、25、26 三个系列, 包括了所有关于无线方面的接口及通信流程。33、34、35 系列主要作为测试用规范。

目前, 国际电信联盟 (ITU) 在确定 W-CDMA、CDMA2000、TD-SCDMA 以及 WiMAX 四大主流无线接口标准, 写入 3G 技术指导性文件《2000 年国际移动通信计划》(简称 IMT-2000)。CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址) 是第三代移动通信系统的技术基础。第一代移动通信系统采用频分多址 (FDMA) 的模拟调制方式, 这种系统的主要缺点是频谱利用率低, 信令干扰话音业务。第二代移动通信系统主要采用时分多址 (TDMA) 的数字调制方式, 提高了系统容量, 并采用独立信道传送信令, 使系统性能大为改善, 但 TDMA 的系统容量仍然有限, 越区切换性能仍不完善。CDMA 系统以其频率规划简单、系统容量大、频率复用系数高、抗多径能力强、通信质量好、软容量、软切换等特点显示出巨大的发展潜力。下面分别介绍 3G 的几种标准。

W-CDMA 也称为 WCDMA, 全称为 Wideband CDMA, 也称为 CDMA Direct Spread, 意为宽频码分多址复用。这是基于 GSM 网发展出来的 3G 技术规范, 是欧洲提出的宽带 CDMA 技术, 与日本提出的宽带 CDMA 技术基本相同, 目前正在进一步融合。其支持者主要是以 GSM 系统为主的欧洲厂商, 日本公司也或多或少参与其中, 包括欧美的爱立信、阿尔卡特 (目前已经与朗讯合并)、诺基亚 (目前与原西门子通讯成立了合资子公司, 简称诺西)、朗讯 (已与阿尔卡特合并)、北电 (目前已经破产), 以及日本的 NTT、富士通、夏普等厂商。该标准提出了 GSM (2G)—GPRS—EDGE—WCDMA (3G) 的演进策略。这套系统能够架设在现有的 GSM 网络上, 对于系统提供商而言可以较轻易地过渡, 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 W-CDMA 具有先天的市场优势。目前在全球 3G 网络中, 采用 WCDMA 技术的占到了近 3/4。目前, 中国联通 3G 标准采用的就是 WCDMA。

CDMA2000 是由窄带 CDMA (CDMA IS-95) 技术发展而来的宽带 CDMA 技术, 也称为 CDMA Multi-Carrier, 由美国高通北美公司为主导提出, 摩托罗拉、Lucent 和后来加入的韩国三星都有参与, 韩国现在成为该标准的主导者。这套系统是从窄频 CDMAOne 数字标准衍生出来的, 可以从原有的 CDMAOne 结构直接升级到 3G, 建设成本低廉。但目前使用 CDMA

的国家和地区只有日、韩和北美，所以 CDMA2000 的支持者不如 W-CDMA 多。不过 CDMA2000 的研发技术却是目前各标准中进度最快的，许多 3G 手机已经率先面世。该标准提出了从 CDMA IS-95 (2G)—CDMA20001x—CDMA20003x (3G) 的演进策略。CDMA20001x 被称为 2.5 代移动通信技术。CDMA20003x 与 CDMA20001x 的主要区别在于应用了多路载波技术，通过采用三载波使带宽提高。目前中国电信正在采用这一方案向 3G 过渡，并已建成了 CDMA IS-95 网络。

TD-SCDMA 全称为 Time Division-Synchronous CDMA (时分同步 CDMA)。该标准是由我国大陆独自制定的 3G 标准，1999 年 6 月 29 日，由我国原邮电部电信科学技术研究院（大唐电信）向 ITU 提出。该标准将智能无线、同步 CDMA 和软件无线电等当今国际领先技术融于其中，在频谱利用率、对业务支持具有灵活性、频率灵活性及成本等方面的独特优势。另外，由于国内庞大的市场，该标准受到各大主要电信设备厂商的重视，全球一半以上的设备厂商都宣布可以支持 TD-SCDMA 标准。该标准提出不经过 2.5 代的中间环节，直接向 3G 过渡，非常适用于 GSM 系统向 3G 升级。中国移动 3G 标准采用的就是 TD-SCDMA。

WiMAX 的全名是微波存取全球互通 (Worldwide Interoperability for Microwave Access)，又称为 802.16 无线城域网，是又一种为企业和家庭用户提供“最后一英里”宽带无线连接的方案。将此技术与需要授权或免授权的微波设备相结合之后，由于成本较低，将扩大宽带无线市场，改善企业与服务供应商的认知度。2007 年 10 月 19 日，国际电信联盟在日内瓦举行的无线通信全体会议 (World Radiocommunication Conferences) 上，经过多数国家投票通过，WiMAX 正式被批准成为继 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 之后的第 4 个全球 3G 标准。

1.3 UMTS 系统在全球的发展概述

世界上第一个 UMTS 网络于 2001 年在马恩岛由 Manx Telecom 投入运营。

运营商 3，于 2003 年在英国启动其第一个 UMTS 网络。运营商 3 是一个从 3G 网络成长起来的原属于和记黄埔（现在是合作伙伴）的运营商。

2003 年 12 月，T-Mobile 启动了其奥地利的 UMTS 网络，英国和德国的网络也在随后进行建设。

2004 年 2 月，沃达丰开始在包括英国、德国、荷兰、瑞典在内的几个欧洲市场大范围部署 UMTS。

非洲第一个 UMTS 网络于 2004 年 11 月在毛里求斯投入运行，由中国的华为提供全网设备，紧随其后，Vodacom 于 2004 年 12 月在南非推出 3G 服务。

2004 年 7 月，AT&T Wireless（现在属于 Cingular）在西雅图（华盛顿）、旧金山（加利福尼亚）、底特律（密歇根）、菲尼克斯（亚里桑那）、圣地亚哥（加利福尼亚）和达拉斯（得克萨斯）成功启动 UMTS 服务。

2005 年第一季度德国移动运营商沃达丰 D2，O2-de 相继推出 UMTS 服务。

与 AT&T Wireless 合并之后，Cingular 已经于 2005 年使用 HSDPA 技术的 UMTS 网络。区别于 AT&T 建设的 UMTS 网络，Cingular 的 UMTS 网络使用 1900MHz 和 850MHz 两个频段。

T-Mobile USA 于 2007 年开始部署 UMTS。

2009 年 5 月 17 日, 中国联通开始在全国大中型城市试商用其建设的 WCDMA 网络, 于 10 月 1 日在国内 285 个城市正式提供 UMTS 服务, 虽然建设时间较晚, 但中国联通的网络直接支持 HSUPA 技术, 建设规格较高。

在香港, CSL 于 2010 年推出使用 UMTS 900MHz 频段的 HSPA 网络。

1.4 IMT-2000 的频谱划分

由世界无线协会分配的 3G 频段, 是全世界通用的。世界无线协会 (WARC-92) 为 3G 分配了上、下行链路上共 230MHz 带宽, 包括了所有陆地接入、卫星接入、TDD 接入、DECT 等方式所需的带宽。230MHz 带宽的定义范围 (以欧洲为例):

1. 对称性频谱 UMTS (FDD 接入, 我国的联通即采用此频段)

上行 1920 ~ 1980MHz;

下行 2110 ~ 2170MHz;

两个 60MHz 共 120MHz 带宽, 用于陆地无线接入网络的频谱划分。

2. 对称性频谱 (MSS 卫星接入频谱)

上行 1980 ~ 2010MHz;

下行 2170 ~ 2200MHz;

两个 30MHz 共 60MHz 带宽, 用于移动卫星接入网络的频谱划分。

3. 非对称性频谱 (TDD 接入)

1885 ~ 1920MHz 和 2010 ~ 2025MHz 共 50MHz 带宽, 用于 TDD 方式。

所以, 综上所述, $(120 + 60 + 50) \text{ MHz} = 230 \text{ MHz}$ 带宽。

除上述的频段以外, UMTS 系统还可使用 850MHz、900MHz、1900MHz 频段 (与国家及地区有关)。目前, 我国除 900MHz 频段计划用于 WCDMA 系统外, 其余两个频段, 暂无计划, 这里对 UMTS 900 (简称 U900) 做简单说明: 由于 UMTS 在 900MHz 频段上的优势, 越来越多的国家开始制定在 900MHz 频段上部署 3G 网络的电信监管政策。2009 年 7 月 27 日, 欧盟部长会议通过新的决议, 批准了 900MHz 频率重用立法提案, 要求其他成员国在 6 个月内实施, 以推动 3G 移动通信产业的发展。这意味着拥有 900MHz 频率的运营商可以自行决定该频段采用哪种移动通信技术 (之前该频段只被允许运行 GSM), 不再有牌照的限制。

1.5 课后练习

1. _____ 和 _____ 负责了 3G 标准的制定, 其中 WCDMA 由 _____ 负责制定。
2. 目前, 获得国际认可的 3G 标准有 _____、_____、_____ 和 _____。
3. 世界无线协会最初为 WCDMA 系统分配的上、下行频率分为 _____ 和 _____, 随着 WCDMA 网络的不断发展, 随后又增加了 850MHz、900MHz 及 1900MHz 频段。