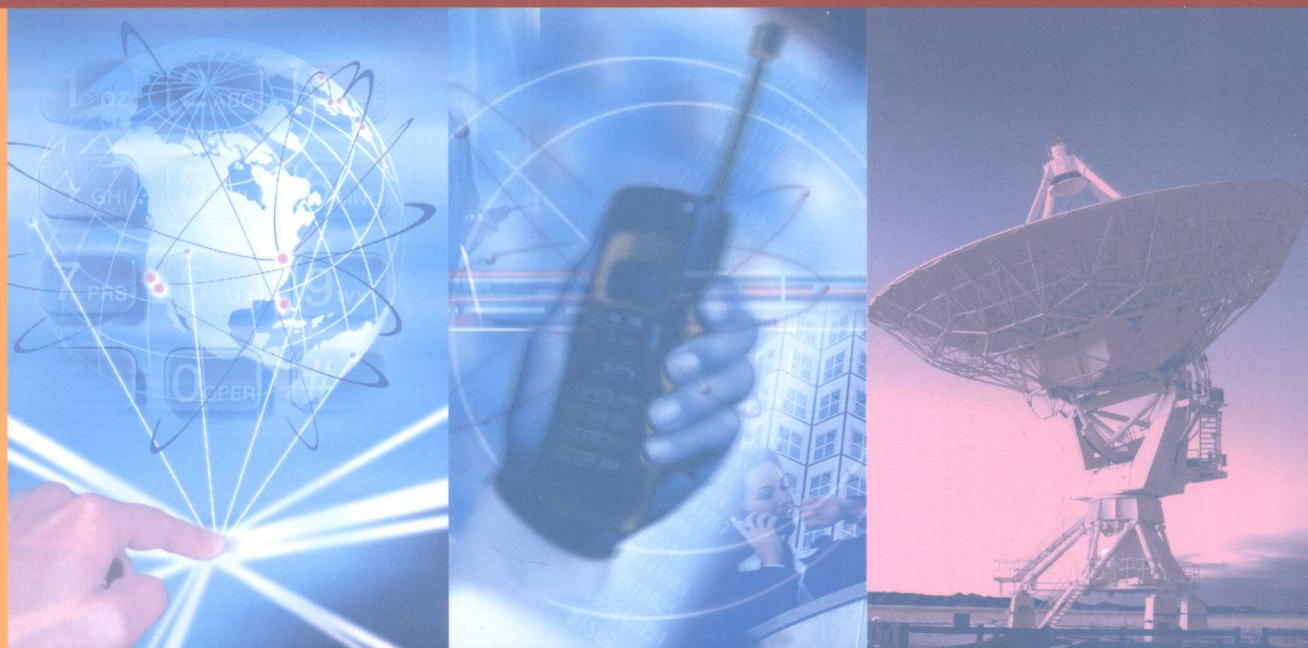


高等院校信息与通信工程系列教材

WCDMA系统原理 与无线网络优化



窦中兆 雷 湘 编著



清华大学出版社

高等院校信息与通信工程系列教材

WCDMA系统原理 与无线网络优化

窦中兆 雷 湘 编著

清华大学出版社
北京

内 容 提 要

本书从 WCDMA 的基本原理入手,全面深入地介绍 WCDMA 系统的信令流程、关键算法和典型参数设置,继而就无线网络优化方法进行详细阐述,并对 WCDMA 无线网络优化方法分专题进行细致分析,最后描述 HSDPA 的基本原理、优化方法以及 WCDMA 演进技术(HSUPA 和 LTE)。

全书按照循序渐进的原则编排内容,尽可能详细地将 WCDMA 网络优化涉及的基本技能和数据分析方法全面展示给读者。书中引用了大量的海外商用网络优化案例并进行讨论,以便更进一步贴近实际网络,强化读者对具体问题的分析和理解。

全书分五部分、共 11 章:第 1~3 章属于 WCDMA 基础部分,主要描述 WCDMA 基本原理和信令流程;第 4~6 章是 WCDMA 算法和参数部分,分别描述小区选择与重选、切换、功率控制、接纳控制和拥塞控制等关键算法及参数设置;第 7~9 章是 WCDMA 网络优化和问题分析方法部分,对网络优化方法进行系统和全面的描述,对路测数据和话统数据分析方法展开讨论;第 10 章是对 HSDPA 原理和网优方法的描述;第 11 章是关于 3GPP 的 WCDMA 技术演进部分,分别讨论了 HSUPA、LTE 技术。

本书内容翔实,很多案例取自海外运营商的实际网络,适合从事 WCDMA 网络优化的工程技术人员阅读,也可作为高等院校通信专业高年级本科或研究生的教学参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

WCDMA 系统原理与无线网络优化/窦中兆,雷湘编著. —北京:清华大学出版社,2009.5
(高等院校信息与通信工程系列教材)

ISBN 978-7-302-19306-7

I. W… II. ①窦… ②雷… III. 码分多址—宽带通信系统—高等学校—教材
IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 008772 号

责任编辑:王一玲

责任校对:李建庄

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18 字 数:421 千字

版 次:2009 年 5 月第 1 版 印 次:2009 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:030781-01

高等院校信息与通信工程系列教材编委会

主 编：陈俊亮

副 主 编：李乐民 张乃通 邬江兴

编 委 （排名不分先后）：

王 京 韦 岗 朱近康 朱世华

邬江兴 李乐民 李建东 张乃通

张中兆 张思东 严国萍 刘兴钊

陈俊亮 郑宝玉 范平志 孟洛明

袁东风 程时昕 雷维礼 谢希仁

责任编辑：陈国新

出版说明

信息与通信工程学科是信息科学与技术的重要组成部分。改革开放以来,我国在发展通信系统与信息系统方面取得了长足的进步,形成了巨大的产业与市场,如我国的电话网络规模已位居世界首位,同时该领域的一些分支学科出现了为国际认可的技术创新,得到了迅猛的发展。为满足国家对高层次人才的迫切需求,当前国内大量高等学校设有信息与通信工程学科的院系或专业,培养大量的本科生与研究生。为适应学科知识不断更新的发展态势,他们迫切需要内容新颖又符合教改要求的教材和教学参考书。此外,大量的科研人员与工程技术人员也迫切需要学习、了解、掌握信息与通信工程学科领域的基础理论与较为系统的前沿专业知识。为了满足这些读者对高质量图书的渴求,清华大学出版社组织国内信息与通信工程国家级重点学科的教学与科研骨干以及本领域的一些知名学者、学术带头人编写了这套高等院校信息与通信工程系列教材。

该套教材以本科电子信息工程、通信工程专业的专业必修课程教材为主,同时包含一些反映学科发展前沿的本科选修课程教材和研究生教学用书。为了保证教材的出版质量,清华大学出版社不仅约请国内一流专家参与了丛书的选题规划,而且每本书在出版前都组织全国重点高校的骨干教师对作者的编写大纲和书稿进行了认真审核。

祝愿《高等院校信息与通信工程系列教材》为我国培养与造就信息与通信工程领域的高素质科技人才,推动信息科学的发展与进步做出贡献。

北京邮电大学

陈俊亮

2004年9月

前 言

随着电信重组方案的公布,国内的 3G 建设正式拉开了序幕,作为 3G 主流标准之一的 WCDMA 标准势必将在国内的 3G 建设中占有一席之地。自 2001 年 10 月日本 NTT DoCoMo 推出第一个 WCDMA 商用网络以来,截至 2008 年 1 月,全球已有超过 182 个 WCDMA 网络。但对国内运营商而言,WCDMA 是作为一个新事物出现的。国内目前尚未有 WCDMA 商用网络出现,之前的试验网也停留在较小规模的层面,所以 WCDMA 网络优化对国内整个产业界来说是一个新课题,需要在不断研究和实践中进行验证、总结、补充和完善。面对这一新技术的挑战,网络优化工程师需要在熟悉掌握关键技术的基础上,开拓新思路,结合现有的 GSM 和 cdma2000 以及 WCDMA 系统的运行维护优化经验,探索和总结 WCDMA 的网络优化方法。他山之石,可以攻玉,本书正是基于这样一个出发点,将国外 WCDMA 商用网络和国内 WCDMA 试验网的经验进行了总结,就 WCDMA 网络优化的相关问题尽可能详尽地进行分析和阐述。

WCDMA 网络优化涉及的知识是非常广博的,本书难以囊括网络优化涉及的所有方面,但尽可能全面地概括了网络优化必备的基础,继而侧重对实际网络优化技能的提升。本书从 WCDMA 的基本原理入手,进而向读者全面介绍 WCDMA 的信令流程、关键算法和参数设置,然后就网络优化方法进行详细讨论,并对 WCDMA 网络优化分专题进行分析,最后描述了 HSDPA 的基本原理、优化方法以及 LTE 技术。全书总的指导思想是遵照循序渐进和由易到难的原则进行相关内容的编排。书中引用了大量的商用网络优化案例并进行讨论,以便贴近实际网络,强化对具体问题的分析和解决能力。

按照上面的思路,全书分五部分、共 11 章:第 1~3 章属于 WCDMA 基础部分,重点描述 WCDMA 基本原理和信令流程,熟悉基础的读者可略过这三章的内容;第 4~6 章是 WCDMA 算法和参数设置部分,对具体算法和参数的合理设置进行了详细讨论,是本书的重点之一;第 7~9 章是 WCDMA 网络优化和问题分析方法部分,对网络优化方法进行系统和全面的描述,对路测数据和话统数据分析方法分别展开讨论,并采用了具体的案例加以说明;第 10 章是对 HSDPA 原理和网优方法的描述;第 11 章是关于 3GPP 的 WCDMA 技术演进部分,分别讨论了 HSUPA 和 LTE 技术。

在此特别感谢北京邮电大学杨大成教授、张欣及王公仆博士,他们为本书的面世提供了极其宝贵的帮助。同时,感谢广东省电信规划设计院有限公司邓耀强院长、曾沂繁总工和黄海艺副总工的支持,衷心感谢他们对本书的贡献。

本书有幸邀请到关建明同志担任主审,感谢他百忙之中对本书的审阅和倾力相助。此外,张昕、迁金、杨森、宋雅、邓明毛、阮丹、卓熹、车晓、马敏、庄志端、张勤、张德君、吴迪、李建军等同志为本书的编写工作提供了热忱支持和大力帮助,在此谨致诚挚的感谢。

鉴于 WCDMA 技术正处于不断演进和发展过程中, WCDMA 网络优化技能的总结有赖于各位专家、学者和读者经验的积累和不断完善, 也恳请各位指正本书的疏漏之处。

窦中兆 雷湘

2009 年 3 月于广东省电信规划设计院有限公司

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 WCDMA 在全球的商用发展现状	1
1.2 WCDMA 关键技术	3
1.2.1 WCDMA 系统的技术特点	3
1.2.2 RAKE 接收技术	4
1.2.3 无线资源管理技术	5
1.2.4 多用户检测技术	10
1.2.5 智能天线技术	11
1.3 WCDMA 无线网络优化	12
1.3.1 WCDMA 网络优化概述	12
1.3.2 WCDMA 网络优化必备知识分类	14
1.4 本书的结构和内容安排	14
第 2 章 WCDMA 基本原理	17
2.1 WCDMA 系统结构及协议分层	18
2.1.1 无线接入网(UTRAN)	19
2.1.2 核心网(CN)	27
2.1.3 R4 网络结构	30
2.1.4 R5 网络结构	31
2.2 WCDMA 信道结构及复用	33
2.2.1 WCDMA 信道划分	33
2.2.2 WCDMA 信道映射关系	37
2.2.3 WCDMA 信道编码与复用	38
2.3 WCDMA 物理层信号处理	46
2.3.1 上行链路信号处理过程	47
2.3.2 下行链路信号处理过程	50
第 3 章 WCDMA 关键信令流程	52
3.1 基本概念	52
3.1.1 接入层流程和非接入层流程	52
3.1.2 RNC 相关概念	52

3.1.3	RAB、RB 与 RL	54
3.1.4	UE 的工作模式和工作状态	56
3.2	CS 呼叫流程	58
3.2.1	CS 起呼流程	58
3.2.2	CS 被呼流程	71
3.3	PS 呼叫流程	72
3.3.1	PS 起呼流程	73
3.3.2	PS 被呼流程	81
3.4	切换流程	81
3.4.1	软切换流程	81
3.4.2	系统内硬切换流程	84
3.4.3	系统间硬切换流程	87
第 4 章	WCDMA 关键算法和参数设置：重选与切换	91
4.1	小区选择和重选	91
4.1.1	PLMN 选择	92
4.1.2	小区选择	93
4.1.3	小区重选	97
4.1.4	小区选择与重选参数设置讨论	103
4.1.5	小区选择与重选案例	104
4.2	切换控制技术	106
4.2.1	切换基本概念	107
4.2.2	软切换算法和参数	108
4.2.3	系统内频间硬切换	117
4.2.4	系统间切换	120
4.2.5	切换案例	124
第 5 章	WCDMA 关键算法和参数设置：功率控制	128
5.1	下行公共信道功率控制	130
5.2	开环功率控制	131
5.2.1	上行开环功率控制	131
5.2.2	下行开环功率控制	133
5.3	内环功率控制	134
5.3.1	上行内环功率控制	134
5.3.2	下行内环功率控制	138
5.3.3	功率平衡	141
5.4	外环功率控制	142
5.5	功率控制性能的评估	144

第 6 章 WCDMA 关键算法和参数设置：接纳控制和拥塞控制	147
6.1 接纳控制算法	147
6.1.1 上行接纳控制	148
6.1.2 下行接纳控制	150
6.1.3 接纳控制参数	151
6.1.4 其他接纳控制算法简介	153
6.1.5 接纳控制算法验证举例	155
6.2 拥塞控制算法	157
第 7 章 WCDMA 网络优化方法和流程	159
7.1 网络优化项目准备和启动	160
7.1.1 运营商需求分析	160
7.1.2 资料收集	161
7.1.3 区域划分和项目组织架构	161
7.1.4 网络优化工具和软件准备	163
7.2 单站验证和优化	163
7.2.1 数据准备	163
7.2.2 小区状态检查	165
7.2.3 单站路测	165
7.3 RF 优化	166
7.4 性能参数优化	167
第 8 章 WCDMA 路测数据分析方法	169
8.1 路测数据采集	169
8.2 路测数据分析方法	170
8.2.1 良好的 RF 环境定义	171
8.2.2 下行覆盖分析	171
8.2.3 上行覆盖分析	173
8.2.4 路测网络评估的 KPI 定义	173
8.3 常见问题分析	176
8.3.1 弱覆盖	176
8.3.2 越区覆盖	178
8.3.3 邻区优化	179
8.3.4 导频污染	182
8.3.5 上下行不平衡	186
8.3.6 切换问题	187
8.3.7 掉话问题	189

8.4 与覆盖相关的参数	190
第9章 WCDMA 话统数据分析方法	192
9.1 话统关键性能指标定义	192
9.1.1 呼叫建立类	193
9.1.2 呼叫保持类	195
9.1.3 移动性管理类	195
9.1.4 系统资源类	197
9.2 关键定时器参数	201
9.2.1 UE 空闲模式定时器参数	201
9.2.2 UE 连接模式定时器参数	202
9.2.3 Iub 定时器参数	204
9.3 话统分析方法	204
9.3.1 话统分析流程	205
9.3.2 告警数据分析	206
9.3.3 投诉数据分析	207
9.3.4 信令跟踪	207
9.4 各种失败原因分析	207
9.4.1 掉话原因及优化	208
9.4.2 呼叫建立失败原因及优化	209
9.4.3 软切换失败原因及优化	213
9.4.4 系统间切换失败原因及优化	213
9.5 影响各 KPI 共性原因分析	214
第10章 HSDPA 基本原理与网络优化	215
10.1 HSDPA 协议结构	216
10.1.1 UE 侧的 MAC 结构	217
10.1.2 UTRAN 侧的 MAC 结构	219
10.2 HSDPA 信道结构	220
10.2.1 HS-PDSCH 的子帧结构	221
10.2.2 HS-SCCH 的子帧结构	222
10.2.3 HS-DPCCH 的子帧结构	222
10.2.4 HS-DSCH 时分和码分复用结构	223
10.3 UE 能力分类	223
10.4 CQI 定义与映射	224
10.5 HSDPA 关键技术	229
10.5.1 AMC	230
10.5.2 HARQ	230

10.5.3	调度算法	232
10.6	HSDPA 关键算法	234
10.6.1	功率分配	234
10.6.2	码资源分配	236
第 11 章	WCDMA 技术演进: HSUPA 及 LTE 技术	238
11.1	HSUPA 概述	238
11.2	HSUPA 协议结构	239
11.2.1	UE 侧的 MAC 结构	240
11.2.2	UTRAN 侧的 MAC 结构	241
11.3	HSUPA 新增物理信道	243
11.4	HSUPA 的 UE 能力分类	244
11.5	HSUPA 关键技术	244
11.5.1	HARQ 技术	244
11.5.2	调度算法	246
11.5.3	短帧技术(2ms TTI)	248
11.6	LTE 概述	249
11.7	LTE 无线接口协议及体系结构	251
11.7.1	E-UTRAN 接入网体系结构	251
11.7.2	E-UTRAN 空中接口协议结构	252
11.7.3	E-UTRAN S1 接口协议结构	253
11.8	LTE 信道映射关系	254
11.9	LTE 关键技术	255
11.9.1	LTE 帧结构(FDD)	255
11.9.2	OFDMA 和 SC-FDMA 技术	256
11.9.3	MIMO 技术	258
缩略语		262
参考文献		271

第 1 章

概 述

国内目前 3G(第三代移动通信)的现状正是山雨欲来风满楼。随着全球 3G 商用网络的不断增加以及移动互联网的面世,移动通信正逐渐成为人们的一种生活方式,移动电话所扮演的绝不仅仅是在移动时与他人通话的角色。作为 3G 三大主流标准之一的 WCDMA(宽带码分多址)技术标准,是在 GSM(全球移动通信系统)网络的基础上进行演进的,目前其在全球的商用进程已全面展开。本书将结合国外商用 WCDMA 网络优化的经验对其网优方法进行总结和描述,以期对国内即将到来的网络建设和优化提供有益的参考。

1.1 WCDMA 在全球的商用发展现状

在 3G 三大主流标准中,支持 WCDMA 标准的企业最多,包括大多数世界著名的移动通信设备厂商,如华为、中兴、爱立信、诺基亚、西门子、阿尔卡特、摩托罗拉、北电网络以及三星、NEC、富士通等。截至 2007 年 6 月,已有 78 个国家部署 174 个 WCDMA 网络,约占全球 3G 商用网络的 69%,其中有 73.5% 的 WCDMA 网络都已升级为 HSDPA,共计 63 个国家推出 128 个 HSDPA 商用网络。其中欧洲的脚步最快,共有 29 个国家部署了 31 个 HSDPA 商用网络,而奥地利与德国已经推出了 HSUPA 服务。截至 2007 年 6 月,全球 WCDMA 网络分布如图 1.1-1 所示。

全球 WCDMA 商用网数量

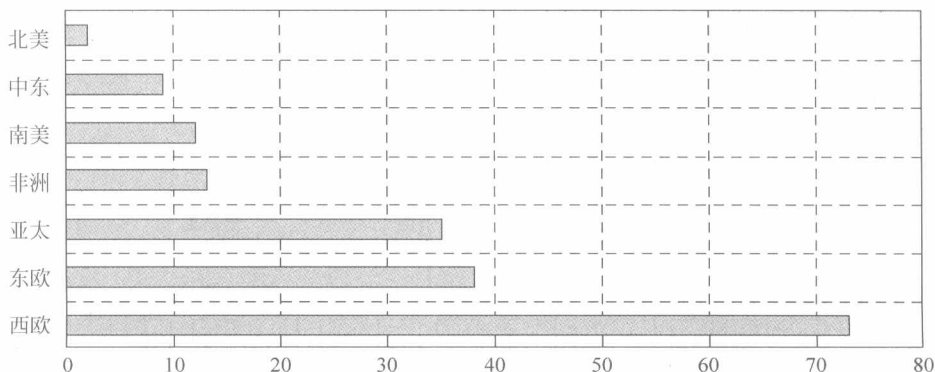


图 1.1-1 全球 WCDMA 商用网络分布(数据来自 GSA)

根据 GSA(全球移动供应商联盟)的统计,截至 2007 年 6 月底,全球 GSM/EDGE/WCDMA/HSDPA 用户总数达 25.4 亿,占全球移动用户的 85.4%,2006 年同期这一数

字为 82.2%，其中，WCDMA/HSDPA 用户达到 1.37 亿。UMTS 论坛的数据显示，截至 2008 年 3 月底，WCDMA 用户数已经突破 2.34 亿，其中 HSDPA 用户超过 3200 万。很多新近部署 WCDMA 网络的运营商都出现了用户的强劲增长，例如马来西亚运营商 DIGI.COM 在 2008 年一季度的 WCDMA 用户增长率高达 83.4%，T-Mobile 挪威分公司、斯洛文尼亚 Si. Mobil 和沃达丰捷克分公司 2008 年一季度的 WCDMA 用户增长率也都超过了 100%。以上数字表明，近年来 WCDMA 商用网络的建设进展迅速，目前在 3G 网络中已占据主导地位，其用户数也已渐成迅猛增长之势。

从技术角度来看，WCDMA 的 R99 版本采用 5MHz 的带宽可以支持速率在 8kb/s 到 2Mb/s 之间的混合业务，能够同时为用户提供接入多种不同业务的能力。WCDMA 的增强型技术 HSDPA 将能够在下行链路实现高达 14.4Mb/s 的数据速率。WCDMA 的业务影响将体现在两个方面：一是移动业务的性能和经济高效性将进一步提高；二是 WCDMA 将继续借助更全面的内容促进新业务的开发。例如，音乐和影视的下载业务、资讯类业务以及移动互联网业务，可以提供永远在线功能和同时接入多种业务的功能，处理特性丰富的音频、图像和视频业务并满足比当前网络数量更多的移动用户的需求。

关于 WCDMA 业务，从不同的角度（例如用户、商业模式、技术实现）出发有不同的分类方式，但业务的最终消费者是用户，从用户需求的角度来看，主要业务模式如图 1.1-2 所示。从目前各国运营商的业务推广和市场发展情况来看，日本和韩国是全球 3G 发展最为成熟、市场规模也最大的国家。日本和韩国是以娱乐类业务为主；欧洲则主推视频业务和数据业务，交易业务和音乐类业务的使用也大幅提升，此外，手机电视业务也被普遍看好；美国 3G 业务发展情况相对落后，缺乏全国范围的 3G 网络，因此 3G 业务还没有流行；港台方面，基础语音业务仍然是广泛流行的业务，目前 3G 的业务方面略显单调，用户对于 3G 业务的兴趣尚有待激发。

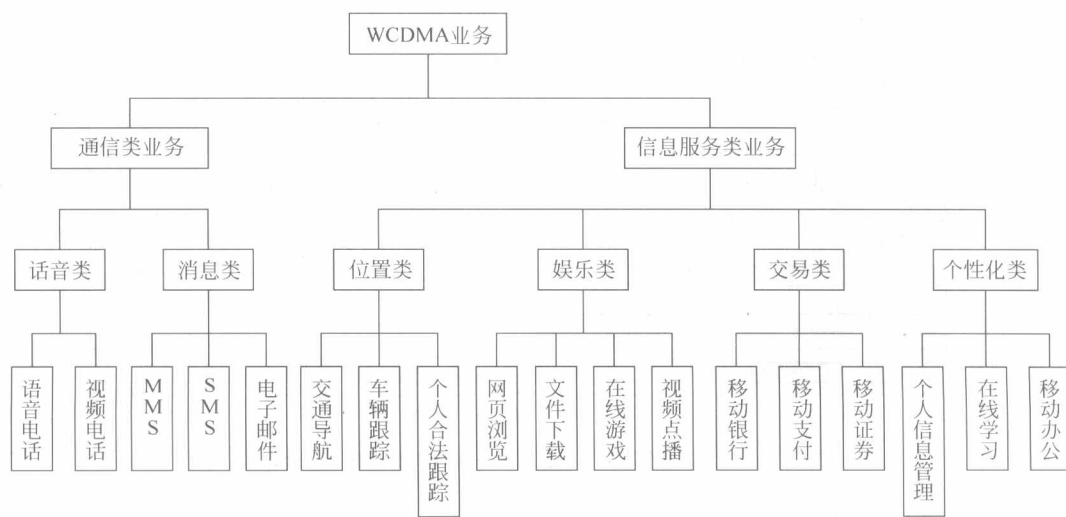


图 1.1-2 WCDMA 业务分类

1.2 WCDMA 关键技术

WCDMA 技术的设计目标是不仅能够提供比第二代移动通信系统更大的容量和更好的通信质量,而且要能在全球范围内更好地实现无缝漫游并为用户提供语音、数据和移动多媒体等业务。与第二代移动通信相比,WCDMA 系统采用直扩序列码分多址技术(DS-CDMA),信息被扩展成 3.84Mchips/s 后在 5MHz 带宽内传送,同时采用了多种关键技术保证业务质量(QoS)。概括来说,WCDMA 关键技术主要包括 RAKE 接收技术、无线资源管理技术、多用户检测技术和智能天线技术,本节将对 WCDMA 的关键技术进行简要介绍,以使读者能够明确其概念。在 WCDMA 日常网络优化过程中需重点掌握的关键技术以及具体流程、算法和参数将在后续章节中做进一步详细描述。

1.2.1 WCDMA 系统的技术特点

与 GSM 移动通信方式相比,WCDMA 在技术上的先进性体现在多个方面,具有以下技术特点。

(1) 高系统容量

WCDMA 属于宽带系统,抗衰落性能好,同时 WCDMA 中采用快速功率控制技术,使发射机的发射功率总是处于最小水平,能够较好地克服衰落等不利因素对无线信道的影响,保证信道传输质量,从而减少多址干扰。此外,当下行链路使用自适应天线时,还可进一步减少小区的多用户干扰。这些技术都大大提高了系统容量。

(2) 高数据速率

现有的第二代移动通信系统(以 GSM 和 IS-95 为代表)主要以提供语音业务为主,即使演进到 2.5 代,即 GSM 演进到 GPRS 或者 IS-95 演进到 cdma2000 1x 后,也只能提供有限的数据传输速率($<307.2\text{kb/s}$)。而 WCDMA 的数据速率将比第二代有大幅度的改进,支持话音、分组数据和多媒体业务,能够满足最高速率达 2Mb/s 的数据吞吐量,当演进到 HSDPA 之后,其峰值速率能够达到 14.4Mb/s。

(3) 多业务种类

与第二代移动通信系统相比,WCDMA 系统可以依托高速数据传输提供和开展更加丰富的业务种类。从技术实现的角度将主要业务可分为两大类:电路域业务(CS)和分组域业务(PS)。其中,电路域业务主要包括普通语音业务和增强型语音业务(如视频电话、VOIP 等);分组域业务主要包括移动互联网业务(如网页浏览、文件下载等)、移动消费类业务(如多媒体邮件、移动 QQ、多媒体短消息(MMS)等)、基于位置类的业务(如交通导航和合法跟踪等)和个人服务类业务(如音视频点播、移动支付、股票信息等)。

(4) 更可靠的无线传输

无线传播环境是复杂的,无线信道也是较恶劣的通信介质。由于它的特性难以预测,一般根据实际测量的数据以统计的方法来表征无线信道模型。通常认为无线信道具有莱斯或瑞利特性,其中瑞利衰落信道是最恶劣的无线信道。同时,频率选择性衰落和多径也

是无线传输过程中面临的一种普遍现象。由于 WCDMA 是宽带信号(信号带宽是 5MHz),WCDMA 宽带信号可以更好地抗频率选择性衰落,保证传输性能。另外,由于 WCDMA 发射信号带宽比信道的相干带宽更宽,可以采用 RAKE 接收机对多径分量进行分离和合并,使得 WCDMA 具有更好的多径接收处理能力。此外,WCDMA 通过采用发射分集技术,可以更有效地保证无线传输质量。

(5) 更高的语音质量

WCDMA 采用 AMR(自适应多速率)语音编码技术,语音传输速率最高达到 12.2kb/s。WCDMA 的带宽达到 5MHz,使得其具有更大的扩频因子,从而带来更高的处理增益。同时宽带使其具有更强的多径分辨能力,改善 RAKE 接收机性能,通过交织和卷积编码技术也可有效克服传输误码。通过采用这些技术,使得 WCDMA 网络语音质量可接近固定网络的语音质量。

(6) 更低的传送功率

WCDMA 系统具有更高的接收灵敏度,终端需要的发射功率可以降到很低。另外,通过采用快速功率控制技术,可以有效降低发射功率。软切换性能也能提高上行信道的处理增益,同时进一步降低对终端发射功率的要求。一般地,WCDMA 语音终端的最大发射功率为 21dBm(毫瓦分贝),在信道较好的条件下进行实测,其发射功率一般小于 0dBm(1mW),而 GSM900 的终端最大发射功率则为 33dBm(约为 2W)。可见,与 GSM 终端相比,WCDMA 终端的电磁辐射少,对人体影响很小,是真正意义上的绿色手机。同时由于发射功率低,使得其待机时间更长。

1.2.2 RAKE 接收技术

无线信号在传输过程中遇到障碍物阻挡反射后,接收机就会接收到多个不同时延的多径信号,如图 1.2-1 所示,接收端接收到来自四个不同路径的信号,每径信号的幅度、时延均发生了变化。在 TDMA(时分多址)系统中信道带宽小于信道的平坦衰落宽度,所以采用传统的调制技术需要用均衡器来消除码间干扰。而在 WCDMA 系统中,多径信号的时延超过一个码片,接收机可以分别对它们进行解调,然后分别处理进行合成。如果仅仅是信号的一部分受到衰落的影响,由于在多径信号中含有可以利用的信息,经 RAKE 接收机合并多径信号后可以改善接收信号的信噪比。

作为 RAKE 接收机来说,一个 RAKE 接收机对应一路通信,它可以同时处理空中接口上的多路信号。每个 RAKE 接收机可以由多个相关器组成,在接收时接收多个路径(finger)的信号,也就是一路通信上的多径信号,通过解扩、解扰、时延调整之后进行叠加,最终合并为一,进行基带信号的逆处理过程。RAKE 接收机所带来的优势就是多径分集,RAKE 接收机配置的最大相关器数决定了基站同时能够处理的多径数量。一般上行链路可处理的多径数最大是 4 个,下行链路最大是 6 个,每径都将接收来自不同路径的一路信号。在多径合并时需要对不同路径信号的时延进行补偿,通过 RAKE 接收机所配置的搜索窗来控制,调整搜索窗相关点的大小,根据相关点大小来估算时延。经多径分离处理后的信号要实现多径合并。通常合并技术有三类:选择性合并、最大比合并和等增益合并。

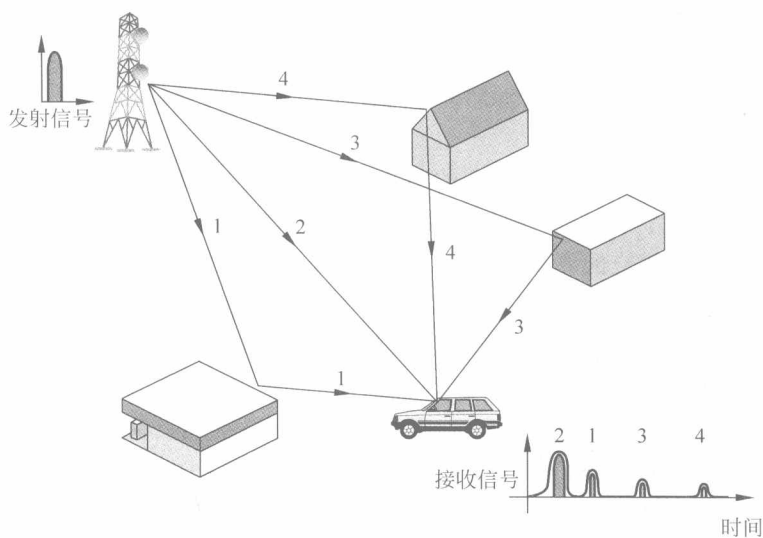


图 1.2-1 多径信号传播示意图

(1) 选择性合并

所有的接收信号送入选择逻辑,选择逻辑从所有接收信号中选择具有最高基带信噪比的基带信号作为输出。

(2) 最大比合并

最大比合并是对 M 路信号进行加权再进行同相合并,其输出信噪比等于各路信噪比之和。当各路信号都很差的情况下,即使没有一路信号可以被单独解调时,最大比方法仍有可能合成出一个达到解调所需信噪比要求的信号。在所有已知的线性分集合并方法中,最大比合并的抗衰落性能是最佳的。

(3) 等增益合并

在某些情况下最大比合并需要产生可变的加权因子,这并不方便,因而出现了等增益合并。这种合并方法也是把各支路信号进行同相后再相加,只不过加权时各路的加权因子相同。接收机仍然可以利用同时接收到的各路信号,并且接收机从大量不能够正确解调的信号中合成一个可以正确解调信号的概率仍很大。其性能比最大比合并略差但比选择性合并要好。

1.2.3 无线资源管理技术

对于 WCDMA 系统来说,无线资源使用功率、码资源和带宽进行定义。由于 WCDMA 系统是自干扰系统,WCDMA 能够提供的容量与网络中的干扰水平直接相关,存在的干扰越少,系统可以提供的容量越大。无线资源管理(RRM)的过程就是一个控制系统内干扰的过程,其目标是保证最有效地利用网络容量。总的来说,无线资源管理的任务是优化可用的物理资源和逻辑资源的利用率,以便为用户提供尽可能多的容量,这些任务是通过大量相互交织的无线资源管理算法的共同努力来实现的。无线资源管理的任务包括以下四个方面: