

第三代 移动通信概论

河北通信职业技术学院 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

第三代 移动通信概论

河北通信职业技术学院 编

高等教育出版社

内容提要

本书依据第三代移动通信国际标准,参考了大量中外资料,对第三代移动通信中 WCDMA 网络的技术体制、空中接口、物理层结构、网络规划、关键技术及技术实现等方面做了详细的阐述,突出了实用性和操作性。可作为电信行业从业人员的新技术培训教材使用,也可供大中专院校通信类专业师生和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

第三代移动通信概论/河北通信职业技术学院编.

—北京:高等教育出版社,2004.7

ISBN 7-04-015386-6

I.第... II.河... III.码分多址-宽带通信系统

—技术培训—教材 IV.TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 053621 号

策划编辑 鲍涌 责任编辑 王卫民 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 胡志萍 责任校对 金辉 责任印制 孔源

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京星月印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.25
字 数 390 000

版 次 2004 年 7 月第 1 版
印 次 2004 年 7 月第 1 次印刷
定 价 25.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第三代移动通信职业培训教材

编 委 会

主任：梁黎明

副主任：刘家富 张兰猛

编委：田 苏 易向军

叶 航

主 编：张洪生 王沛宏

副主编：王平安 汪诚楚

张立高

成 员：张 泉 孙 璇

张 泉

民十平4002

前言

会 委 员

近年来,随着信息产业改革的深化,通信行业的重组,以及通信技术的不断进步,中国通信网络发生了很大的变化。当前,数字移动通信系统正逐步完全代替模拟移动通信系统,通信网络正朝着数字化、宽带化、智能化、综合化和个人化方向发展。随着第三代移动通信技术的实现被逐渐提上日程,全球正在迅速向着移动通信新时代迈进。

正是移动通信技术令人炫目的前进速度,推动着移动信息时代的发展,改善了人类社会活动的质量,广大公众对新的通信业务种类的要求越来越多,对通信质量的要求越来越高,促进通信行业的竞争越来越激烈。为了进一步提高通信行业从业人员对通信网络和移动通信新业务的认识,在激烈的市场竞争中增强实力,我们编写了这本书。教材内容的组织与编写着眼于对电信行业从业人员进行职业培训,更新知识,提高从业人员的业务素质。

本书以 WCDMA 为核心,参考了大量国内外资料,对 WCDMA 系统从物理层到空中接口、技术实现等方面做了详尽的描述。编者站在强调 3G 实用性和操作性的角度,尝试将有关第三代移动通信基础理论有意识地整合,在此基础上构建了教材的体系结构。本书既可以作为职业培训教材,也可供大中专院校通信类专业师生及有关工程技术人员参考。

本书由张洪生、王沛宏主编。王平安编写第 1 章,张洪生编写第 2 章、第 3 章、第 4 章,汪诚楚编写第 5 章,张立高编写第 6 章,王沛宏编写第 7 章、第 8 章、第 9 章。

本书的编写,是在教育部职业技术教育中心研究所及河北通信职业技术学院的直接领导和关心指导下完成的,在此衷心地感谢各级领导及支持我们的同仁。

由于时间仓促,水平有限,本书在编写过程中不免存在一些错误,希望大家在使用过程中多提宝贵意见和建议。

编 者

2004 年 4 月

目 录

第 1 章 移动通信的发展与演化	1	6.2 多用户检测	157
1.1 移动通信的发展	1	6.3 联合检测	169
1.2 第三代移动通信技术概述	4	6.4 空时码	171
复习题	10	复习题	178
第 2 章 WCDMA 网络	11	第 7 章 网络规划	179
2.1 UMTS 无线接入网系统	11	7.1 概述	179
2.2 Iub 接口	15	7.2 业务量强度	179
2.3 Iub 无线网络层用户平面协议	21	7.3 性能检测	180
2.4 Iur 接口	26	7.4 无线网络规划过程	182
2.5 Iur 无线网络层用户平面协议	30	7.5 CDMA 中微小区网络规划	190
2.6 Iu 接口无线网络层协议	31	7.6 室内规划	190
复习题	40	7.7 扇形分区和智能天线	191
第 3 章 WCDMA 的空中接口	41	7.8 网络计算	191
3.1 概述	41	7.9 网络共存	193
3.2 Uu 接口协议结构模型	41	7.10 频率共享	195
3.3 物理层	42	复习题	196
3.4 数据链路层	44	第 8 章 实现技术	197
3.5 网络层	64	8.1 优化标准	197
复习题	79	8.2 模块化考虑	199
第 4 章 WCDMA 系统的物理层(FDD)	80	8.3 基带部分	199
4.1 编码技术	80	8.4 软件无线电	211
4.2 物理层的成帧过程	90	8.5 WCDMA 移动终端的结构	212
4.3 业务复用	96	8.6 多模终端	214
4.4 WCDMA 系统的扩频扰码	101	复习题	215
4.5 物理信道的特点及物理层的帧结构	117	第 9 章 3G 系统的 QoS	216
复习题	131	9.1 概述	216
第 5 章 WCDMA/TDD 简介	132	9.2 业务分类	217
5.1 概述	132	9.3 业务属性	219
5.2 WCDMA/TDD 的物理信道	132	9.4 QoS 请求——RSVP 协议	222
5.3 WCDMA/TDD 的信道编码和复用	137	9.5 许可控制	225
5.4 WCDMA/TDD 的扩频与调制	144	9.6 提供所请求的 QoS	228
5.5 WCDMA/TDD 物理层操作流程	146	9.7 区分服务(DiffServ)	229
5.6 WCDMA/TDD 中的干扰	150	9.8 移动系统中的 RSVP	230
复习题	151	复习题	232
第 6 章 WCDMA 系统的关键技术	152	术语中英文对照	233
6.1 智能天线	152	参考文献	253

第 1 章 移动通信的发展与演化

1.1 移动通信的发展

1.1.1 第一代模拟蜂窝移动通信系统

移动通信的发展与科学技术的发展紧密相连。几十年来,人们的追求使得通信技术及其制造业有了很大发展。1946 年,贝尔实验室在圣路易斯城建立了世界上第一个公用移动电话系统。20 世纪 40 年代中期至 60 年代初期,移动电话系统完成了从专用网向公用移动网的过渡,采用人工接续的方式解决了移动电话系统与公用市话网之间的接续问题,但这时的移动通信网的容量较小。

20 世纪 60 年代中期至 70 年代后期,移动通信系统的性能进一步得到改进和完善,包括直接拨号、自动选择无线信道等,同时解决了自动接入公用电话网的问题。这时的系统都采用了大区制,容量较以往有了很大提高。这个时期,美国推出了改进型移动电话系统(IMTS),使用 150 MHz 和 450 MHz 的频段。联邦德国也推出了具有相同技术水平的 B 网。但由于相关设备以及无线资源的制约,当时整个移动通信市场的发展速度并不是很快。20 世纪 70 年代后期,为纽约服务的贝尔移动电话业务只有 12 个频道。

随着大规模集成电路技术和计算机技术的迅猛发展,解决了困扰移动通信的终端小型化和系统设计等关键问题,移动通信系统进入了蓬勃发展阶段。随着用户数量的急剧增加,传统的大区制移动通信系统很快就达到了饱和状态,无法满足服务要求。针对这一情况,美国的贝尔实验室提出了小区制的蜂窝式移动通信系统的解决方案,在 20 世纪 70 年代末,开发了 AMPS(Advanced Mobile Phone Service)系统,这是第一种真正意义上使用具有随时随地通信的大容量的蜂窝移动通信系统,也就是通常所说的第一代模拟移动通信系统。第一代模拟蜂窝系统结合频率复用技术,可以在整个服务覆盖区域内实现自动接入公用电话网,与以前的系统相比具有更大的容量和更好的话音质量,可以说,蜂窝化的系统设计方案解决了当时公用移动通信系统的大容量要求和频谱资源受限的矛盾。

20 世纪 80 年代中期,欧洲和日本也纷纷建立了自己的蜂窝移动通信网,如英国的 ETACS(European Total Access Communication System)系统等。这些系统都是双工的频分多址(Frequency Division Multiple Access, FDMA)模拟制式系统。

尽管模拟蜂窝系统取得了巨大的成功,但实际使用过程中还是暴露出一些问题:频谱效率较低,有限的频谱资源和无限的用户容量的矛盾十分突出;业务种类比较单一,只有话音业务;模拟系统存在同频干扰和互调干扰;模拟系统保密性较差。最主要的问题仍然是容量与日益增长的市场需求之间的矛盾,因此模拟系统发展了一个时期后面临着巨大的压力。

随着大规模集成电路技术、低速话音编码等技术的发展,数字技术得到了广泛的应用,现代移动通信也由模拟方式转向数字处理方式。

1.1.2 第二代数字蜂窝移动通信系统

第二代数字蜂窝移动通信系统在 20 世纪 80 年代末引入,采用数字调制技术,与第一代模拟蜂窝移动通信系统相比,它能提供更高的频谱效率、更好的数据业务以及更先进的漫游等性能,既可以支持话音业务,也可以支持低速数据业务。第二代移动通信系统的典型代表有欧洲的全球移动通信系统(Global System for Mobile Communication, GSM)、美国的先进数字移动电话系统(Digital-AMPS, DAMPS)及 IS-95 等。

GSM 标准最早是欧洲针对欧洲国家之间通信标准多样、兼容性差的状况开发的一个统一标准,后因其标准体制较为完善,技术相对成熟,取得了全球性的成功,在世界各地很多国家得到应用,现在 GSM 的应用频段有 900 MHz、1 800 MHz 和 1 900 MHz。GSM 不能与以前的模拟系统兼容,容量相对来说也没有增加很多,大约是以前模拟系统的两倍左右。

DAMPS 和 IS-95 都是美国提出的,DAMPS 也称 IS-54(北美数字蜂窝),工作在 800 MHz 频段,使用时分多址(Time Division Multiple Access, TDMA)技术。IS-95 是北美另一种数字蜂窝标准,工作在 800 MHz 或 1 900 MHz 频段,使用码分多址(Code Division Multiple Access, CDMA)多址方式。CDMA 技术有抗多径衰落性能,并且具有软容量、软切换、系统容量大等特点,可以运用如话音激活、分集接收等先进的技术,在移动通信领域的应用得到广泛关注。尽管 CDMA 具有很多优点,但由于它推出较晚,所占据的市场份额还无法与拥有成熟网络的 GSM 相提并论。

1.1.3 第二代移动通信系统向第三代移动通信系统的过渡

第二代数字蜂窝移动通信系统只能提供话音和低速数据业务的服务,而在信息时代,图像、话音和数据相结合的多媒体业务和高速数据业务的业务量将会大大增加,人们对通信业务多样化的需求与日俱增。目前的移动通信系统不仅远远不能满足未来用户的业务需求,而且随着用户数迅猛增加,现在的系统也不可能满足未来用户容量的发展需要。所以新一代的移动和个人通信系统的研究和发展成为电信领域一个新的研究热点。

为了满足更多更高速率的业务以及更高频谱效率的要求,同时减少目前存在的各大网络之间的不兼容性,国际电信联盟于 20 世纪 90 年代研究制定了未来公共陆地移动通信系统 FPLMTS(Future Public Land Mobile Telephone System)标准,后又更名为 IMT-2000(International Mobile Telecommunication)。IMT-2000 支持的网络被称为第三代移动通信系统,简称 3G,它将支持速率高达 2 Mb/s 的业务,而且业务种类将涉及话音、数据、图像以及多媒体等业务。为了在未来的全球化标准中占据一席之地,各个国家、组织和公司纷纷提出自己的建议和标准。其中,欧洲提出的 WCDMA、北美提出的 cdma2000 以及中国的 TD-SCDMA 得到了通信业界的广泛关注。

因为第二代移动通信系统网络规模已经发展得比较完善,第三代移动通信系统网络部分要与第二代兼容,即第三代的网络是基于第二代的网络逐步发展演进的。第二代网络向第三代网络演进过程中,为了解决中速数据传输问题,出现了过渡网络,即 2.5G 系统。2.5G 在已经部署

的现有 2G 系统和将来的 3G 系统间起一个桥梁作用。下面介绍 2.5 G 的主要技术平台:

① 通用分组无线业务 GPRS (General Packet Radio Service)/高速电路交换数据 HSCSD (High-Speed Circuit Switched Data);

② GSM 演进增强型数据率 (EDGE, Enhanced Data Rates for GSM Evolution);

③ cdma2000-1X。

其中, GPRS 和 EDGE 是大家比较关心的技术, 它们将在 2.5G 和将来的系统中得到应用。GPRS 给移动用户提供了一个连接数据网络的无线接入。GPRS 的最重要应用是和 World Wide Web 浏览、E-mail、Telnet 等应用连接。GPRS 的空中接口也是基于目前的 GSM 系统的原理。此外, 新的无线链路控制 RLC (Radio Link Control) 层和媒体接入控制 MAC (Media Access Control) 层功能允许为分组接入提供灵活的重发能力。根据不同的信道编码技术, GPRS 在每个时隙提供了 4 种不同的码速率: 9.06 Kb/s、13.4 Kb/s、15.6 Kb/s 和 21.4 Kb/s。根据信道和干扰的情况, 链路自适应技术从这 4 种可能的速率中选择一种能够有最大数据吞吐量的速率。GPRS 标准在 1998 年完成, 商用在 1999 年开始。

GSM 系统向更高速率演变的方案是由 EDGE 进一步推动的。EDGE 是在 1997 年首先由欧洲电信标准协会 (ETSI) 提出的作为 GSM 的过渡产品。同年, 可行性研究完成并得到 ETSI 的认可。尽管 EDGE 又使用了 GSM 的载波宽带和时隙结构, 但它绝不是仅局限于在 GSM 蜂窝系统内使用。它可以被看作一个可高效提供高速率业务的通用空中接口, 可以推进现今的蜂窝系统向第三代的进化。美国的全球无线通信合作组织 (UWCC) 在 1998 年 1 月采纳了 EDGE 方案。欧洲和美国在 EDGE 上取得了一致。EDGE 支持的室外业务速率可达 384 Kb/s。EDGE 是为了增强两个新的数据业务 GPRS 和 HSCSD 而提出的新的物理层。以后, 它们将演变为 EGPRS (Enhance GPRS) 和 ECSD (Enhanced Circuit Switched Data)。

cdma2000-1X 实现了 IMT-2000 规范中 cdma2000 设想的一部分, 它以窄带 IS-95 CDMA 技术为基础, 兼容 IS-95 CDMA, 与 IS-95 基础设施和用户单元完全后向兼容, 支持 IS-95 所有的现有业务。与 IS-95 相比, 它能提供更大容量和高速数据速率 (144 Kb/s), 支持突发模式并增加新的补充信道, 提供改进的服务质量。

1.1.4 第三代数字移动通信系统

第三代移动通信系统要将各种业务结合起来, 用一个单一的全功能网络来实现, 与现有的第一代和第二代移动通信系统相比, 其主要特点可以概括为: 全球普及和全球无缝漫游。第二代移动通信系统一般为区域或国家标准, 而第三代移动通信系统将是一个在全球范围内覆盖和使用的系统, 它将使用共同的频段, 全球统一标准。

第三代移动通信标准具有支持多媒体业务的能力, 特别是支持 Internet 业务。现有的移动通信系统主要以提供话音业务为主, 随着发展, 一般也仅提供 100~200 Kb/s 的数据业务, GSM 演进到最高阶段的速率能力为 384 Kb/s。而第三代移动通信的业务能力将比第二代有明显的改进, 它能根据需要, 提供相应的带宽, 支持从话音到分组数据到多媒体业务。国际电信联盟 (ITU) 规定的第三代移动通信无线传输技术的最低要求必须满足:

① 快速移动环境下, 最高速率为 144 Kb/s;

② 室内到室外、步行环境中, 最高速率达 384 Kb/s;

③ 室内环境最高速率达 2 Mb/s。

由于第三代通信技术引入时,第二代网络已经具有了相当的规模,所以第三代网络要在第二代网络基础上逐渐灵活演进,并应与固定网兼容。同时还要将综合宽带网的业务延伸到移动环境中,传送高达 2 Mb/s 的高质量的图像,真正实现“任何人在任何地点、任何时间”与任何人都能便利地通信。

第三代数字移动通信系统 IMT-2000 主要采用宽带 CDMA 技术,这一点各国已达成共识。我国也积极参与了第三代移动通信技术的研究和标准的制定,成立了无线通信标准研究组(CWTS),专门负责标准的研究和制定,并已向 ITU 提交了中国自己的标准 TD-SCDMA。欧洲提出的 WCDMA、北美提出的 cdma2000 和 UWC-136 将是第三代移动通信系统的主要技术,宽带 CDMA 技术将是主流。

1.2 第三代移动通信技术概述

1.2.1 第三代移动通信标准的构成

第三代移动通信标准分为核心网和空中接口两大部分。

1. 核心网标准

第三代移动通信的核心网主要有基于 GSM MAP 演进的核心网和基于 ANSI-41 演进的核心网两种。前者对应于 WCDMA 和 TD-SCDMA 标准,后者对应于 cdma2000 标准。

2. 空中接口标准

2000 年 5 月 5 日,在土耳其举行的 ITU-R 全会上,通过了包括中国提案在内的五种无线传输技术的规范,其中三种基于 CDMA 技术,两种基于 TDMA 技术。(1)基于 CDMA 的技术规范有 IMT-2000 CDMA DS(WCDMA、cdma2000 DS)、IMT-2000 CDMA# MC(cdma2000MC)及 IMT-2000 CDMA TDD(TD-SCDMA、TD-CDMA)。(2)基于 TDMA 技术的技术规范有 IMT-2000 TDMA SC(uwc 136)和 IMT-2000 TDMA MC(DECT)。由于 TDMA 技术不是第三代移动通信的主流技术,所以 TDMA SC 和 TDMA MC 只作为区域性标准,用于 IS-136 和 DECT 系统的升级。基于 CDMA 技术的 3 种 RTT 技术规范是第三代移动通信的主流技术,也称为一个家庭,3 个成员。CDMA DS 和 CDMA MC 是频分双工模式(FDD),CDMA TDD 是时分双工模式(TDD),ITU-R 为 3G 的 FDD 模式和 TDD 模式划分了独立的频段,在将来的组网上,TDD 模式和 FDD 模式将共存于 3G 网络。

1.2.2 3G 新技术发展和应用

第三代移动通信系统 WCDMA 由于其强大的多媒体通信能力、高速的数据传输速率和高效的频谱利用率等许多优点而备受青睐,并成为未来移动通信的发展目标。然而,技术的发展是无止境的,迅速上升的移动多媒体通信需求和越来越紧张的无线资源也对 WCDMA 系统的性能提出了越来越高的要求。为此,不断研究新技术并将之应用到 WCDMA 系统中,以期进一步提高 WCDMA 的各方面性能便成为业界关注的热点。而各方人士也在此方面进行了大量工作,并提出了许多行之有效的技术和方法。

1.2.3 3G 系统特点

第三代移动通信系统具有如下特点:

- (1) 具备支持从话音到多媒体业务的能力,特别是支持 Internet 业务;
- (2) 全球无缝覆盖;
- (3) 高频谱利用率;
- (4) 高服务质量;
- (5) 高保密性;
- (6) 低成本。

1.2.4 3G 关键技术

1. 智能天线

智能天线利用数字信号处理技术,产生空间定向波束,使天线主波束对准用户信号到达方向,旁瓣或零陷对准干扰信号到达方向,达到充分利用移动用户信号并删除或抑制干扰信号的目的。使用智能天线将在以下方面提高第三代移动通信系统的性能:

- (1) 扩大系统的覆盖区域;
- (2) 提高系统容量;
- (3) 提高数据传输速率;
- (4) 降低基站发射功率,节省系统成本,减少信号间干扰与电磁环境污染;
- (5) 提高频谱利用率;
- (6) 提高信号干扰比,改善通信质量。

目前,各国向 3G 标准化组织 3GPP 和国际电联 ITU 提交的建议中,都提出将智能天线列为主要后备发展技术之一。

2. 软件无线电

软件无线电是一种实现无线通信的新概念。它的核心是将宽带 A/D 和 D/A 转换器尽可能地靠近天线。软件无线电把硬件作为无线通信的基本平台,而对于无线电通信功能则尽可能用软件来实现。这样,无线通信系统具有很好的通用性、灵活性,使系统互联和升级非常方便。同时,由于各种标准下 TDD、FDD 制式的不同以及 2G 和 3G 的共存和平滑过渡,将来 3G 的基站和终端都将存在多频段、多体制、多制式和多业务的问题。软件无线电利用统一的硬件平台,不同的软件来实现不同的功能,是解决此问题的好方法。数字硬件平台是基础,软件可编程、可重用是核心,实现多模通用式接收才是目的。软件无线电技术在第三代移动通信系统中的应用体现在以下几个方面:(1)为第三代移动通信终端和基站提供了一个开放的、模块化的系统结构;(2)智能天线结构的实现,包括空间特征矢量的获得、射频通道权值的计算和天线波束赋形等;(3)各种信号处理软件的实现,包括无线信令规范与处理软件、信号流变换软件、调制解调算法软件、信道编码及信源编码软件等。软件无线电在第三代移动通信系统中的应用越来越成为研究的热点。国际电联 ITU 下负责 IMT-2000 的工作组 WP 8F 已成立一个专门的小组对软件无线电进行研究,国内外的通信设备制造厂商和科研机构也对软件无线电进行了大量的研发工作,有望在不久的将来于第三代通信系统中得到应用。

3. IP 技术

IP 技术本身并非新技术,它的迅猛发展已经使传统的电信网在网络形态和网络容量方面都处于剧烈的变革之中。新一代宽带信息网的核心架构也已形成,三网融合大势已定,其核心技术非 TCP/IP 技术莫属。核心网的 IP 化主要在于核心网的演进策略问题,主要考虑对原有核心网结构改动的程度,改造成本,网络结构的先进性、前向后向兼容性等因素。无线接入部分 IP 化的技术难度比核心网的要大。如果无线接入部分能很好实现 IP 化,形成融合多种业务为一体的“综合接入”,对整个通信网的发展将有重要意义,另外 IP 是基于“台式”终端的技术,采用 IP 技术可以将大量的应用和业务直接移植到移动网络中。目前国内外均对 WCDMA 的 IP 化投入了巨大的热情。3GPP 已经将 CN 和 RAN 的 IP 化列入标准制定的计划和日程中,在标准的 Rel4 版本中已经启动了部分 IP 化工作,而标准的 Rel5 版本的目标则是要达到全 IP 化。

IP 技术最具活力的特点是它的开放式接入、自由式管理,考虑到移动通信网的其他一些因素,将 IP 技术应用到第三代移动通信系统中需要解决如下一些主要问题:

- (1) 各种业务的 QoS 保证;
- (2) 传输带宽的有效利用和控制;
- (3) IP 与 ATM 的共存,必须考虑两种传输选项的交互方式;
- (4) 各个接口上的协议栈不应依赖于 IP 网络的拓扑结构;
- (5) 信令传输协议应允许一个节点同时支持不同传输技术的多个信令承载;
- (6) 只宜有传输网络层(TNL)的改变,对无线网络层的影响应减至最小;
- (7) 产业化成本的考虑以及扩展性和业务增长性的问题;
- (8) 前后向兼容问题;
- (9) 安全技术等。

4. 多用户检测

在第三代移动通信系统中,由于采用的是码分多址的多址方案,因此,多用户间将互相产生多址干扰。当同时通信用户数较多时,多址干扰成为最主要的干扰。鉴于码分多址是一种干扰受限系统,多址干扰不仅严重影响系统的抗干扰性,还严重限制了系统容量的提高。传统接收机的缺点是在对一个用户解调时没有利用已知的其他用户的信息,更好的接收算法应该是对多个用户的联合检测。多用户检测接收机正是充分考虑到多址干扰实质上是一种有着强烈结构性的伪随机序列信号,对多个用户同时进行解调并通过联合检测算法同时对多个用户输出判决结果的一种高性能接收机。

由于最佳的多用户检测复杂度太高,难以实用,因此,一般是在接收机的复杂度和性能之间寻找一个比较好的平衡点,这样便衍生出了许多种次优的多用户检测方案。这些方案基本上可以分成两大类:线性多用户检测和干扰抵消多用户检测。组合优化技术也是第三代移动通信新技术发展的一个趋势。

5. 高速下行分组接入技术

将来的第三代移动通信系统的业务将会呈现出很大的上下行不对称性。对 FDD 来说,则非常需要有一种技术能比较有效地支持不对称业务。高速下行分组接入(HSDPA)技术便是一种对多用户提供高速下行数据业务的技术。此技术特别适合于多媒体、Internet 等大量下载信息的业务。研究表明,采用若干新技术可使空中下行速率达到 8 Mb/s 以上,若成功采用 MIMO(多

入多出)等技术还可达到 20 Mb/s 以上。

6. 自适应调制和编码方案(AMC)

AMC 能提供可变化的调制编码方案以适应每一个用户的信道质量,可提供高速率传输和高频谱利用率。AMC 技术利用下行共享信道 DSCH 所提供的多用户调度技术并和时域调度相结合,可以利用 UE 衰落包络的短时变化而使 UE 能在较低的衰落上享受服务。但 AMC 技术对信道情况测量的错误和时延十分敏感。解调高次调制和需要的测量报告功能对 UE 提出了更高的要求。高次调制另需一些如干扰消除器、更高的调制平衡器等新技术。

7. 混合 ARQ 协议(H-ARQ)

H-ARQ 是 ARQ 和 FEC 相结合的纠错方法。ARQ 的控制机制有选择重传(Selective Repeat)和停止等待重传(Stop and Wait)两种。SR 方法由于其复杂性和对手机容量的要求较高而不作为主要的方案,双(多)信道 SAH H-ARQ 由于控制开销小、机制简单,对手机容量要求低和信道利用率高等优点而成为主要选择。

8. 快速小区选择(FCS)

FCS 只在 DSCH 信道激活时起作用,是以帧为单位的快速选择。在 Node B 间使用 FCS 时,由于有多个可选小区,因此,传输队列的管理和同步就显得十分重要。队列管理分为基于无线接口的管理和基于网络的管理两种。无线接口更新又分为以帧为单位更新和基于事件的更新。

9. 多人多出天线(MIMO)

MIMO(Multiple Input Multiple Output)技术是在发送和接收方都有多个(N)天线,使用编码重用(Code re-use)技术将一个信道化码和扰码对调制成 N 个不同的数据流,原则上可以将峰值容量提高 N 倍,还可将编码重用和小的调制星座图相结合得到其他中间速率。MIMO 会造成 UE 和 Node B 复杂性的增加。在 2G 频段下,UE 上 4 个天线排列的线性距离需 7.5 cm 以获得非相关性,研究认为带 4 个天线的 UE 的复杂度是单天线的 2 倍。MIMO 是一种能使 HSDPA 增加容量和提高峰值速率的技术,但受限于物理信道模型,会增加射频的复杂性,是 HSDPA 进一步发展的技术。

10. 独立的下行共享信道 DSCH

独立的 DSCH 信道技术是指将 DSCH 或 HS-DSCH 映射到与伴随 DPCH 的共享信道不同载波的下行信道中,用于传输用户数据的方法。引入独立 DSCH 将改变物理层结构及物理信道特性。在 UE 中需要单独做一个接收机来接收这个载波上的高速数据流,但此接收机可以用于中频测量,从而减少压缩模式的带宽需要。

11. FDD 模式和 TDD 模式

(1) FDD 模式

FDD 模式的特点是在分离(上下行频率间隔 190 MHz)的两个对称频率信道上,系统进行接收和传送,用保证频段来分离接收和传送信道。采用包交换等技术,可突破二代发展的瓶颈,实现高速数据业务,并可提高频谱利用率,增加系统容量。但 FDD 必须采用成对的频率,即在每 2×5 MHz 的带宽内提供第三代业务。该方式在支持对称业务时,能充分利用上下行的频谱,但在非对称的分组交换(互联网)工作时,频谱利用率则大大降低(由于低上行负载,造成频谱利用率降低约 40%),在这点上,TDD 模式有着 FDD 无法比拟的优势。

FDMA 在本方案中,将可用的频谱分成许多较小的等带宽频段。把每个频段分配给不同的

用户,用于其呼叫过程。为了使系统能满意运行,在任何两个相邻的频段或所说的“信道”之间都有保护频段,如图 1.1 所示。图 1.1 表示出了使用 FDMA 技术的发射机工作原理。FDMA 系统实际上由许多这样的发射机组成,每个发射机都使用不同的载频。接收数据的脉冲成形滤波器通常在基带起作用。这种接入机制的一个例子是蜂窝系统 TIA-553,其每条信道的带宽为 30 kHz,用于上行链路和下行链路的信道是分开的。

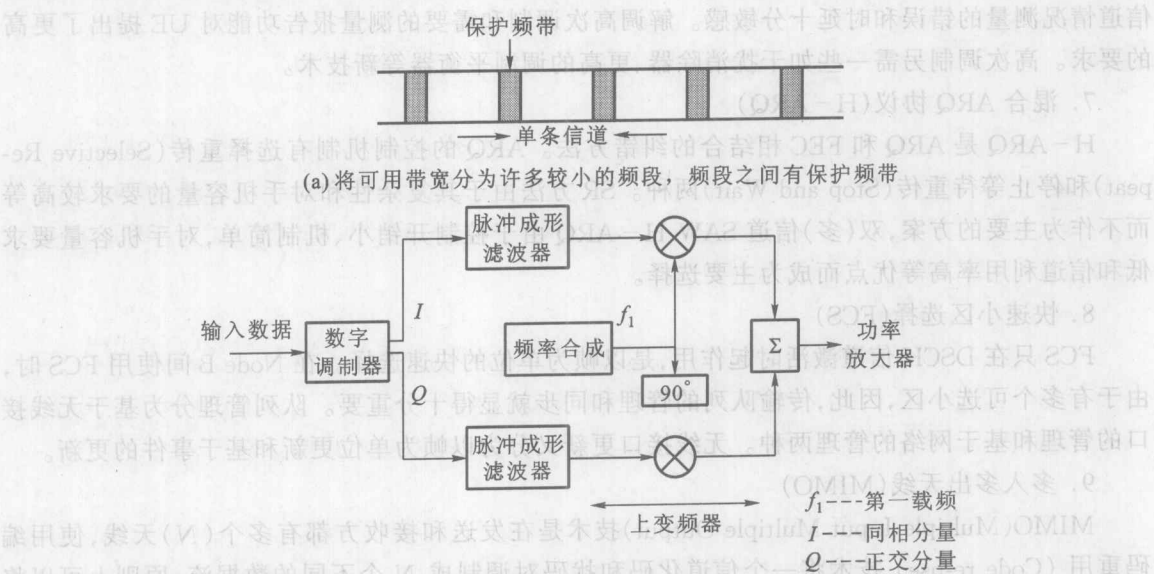


图 1.1 FDMA 系统

(2) TDD 模式

在 TDD 模式的移动通信系统中,接收和传送在同一频率信道(即载波)的不同时隙,用保证时间来分离接收和传送信道。该模式在不对称业务中有着不可比拟的灵活性,TD-SCDMA 只需一个不对称频段的频率分配,其每载波为 1.6 MHz。由于每 RC 内时域上下行切换的切换点可灵活变动,所以对于对称业务(语音和多媒体等)和不对称业务(包交换和因特网等),可充分利用无线频谱。

在 TDMA 中,将来自多用户的信息以固定尺寸的帧发送,每个帧由相等时间的时隙组成。为任何给定的用户分配这些时隙的一个或多个,并且只允许在每个帧中所分配到的时隙内传输信息,但使用信道的全部带宽(不要把这个带宽与可用频谱混淆。TDMA 是将可用频谱分成许多分离的信道来使用的)。必须在任何两个相邻的时隙之间提供保护时间,以便来自不同用户的传输信息不会发生交叠,该接入方案如图 1.2 所示。

北美标准 IS-54 及较新版本 IS-136 和“全球移动通信系统”(GSM)这样的数字系统,都是基于 TDMA 和 FDD 的。在 IS-54 和 IS-136 系统中,每条语音信道的带宽为 30 kHz,由 6 个时隙组成。对于全速率语音方式,3 个用户以一定的方式使用这 6 个时隙。例如,用户 1 使用时隙 1 和 4,用户 2 使用时隙 2 和 5,用户 3 使用 3 和 6。对于半速率语音方式,将 6 个时隙中的每一时隙分配给不同用户。因为在相同的带宽上由 3 个和 6 个用户共享资源,所以系统容量增加

到原来的 3~6 倍。

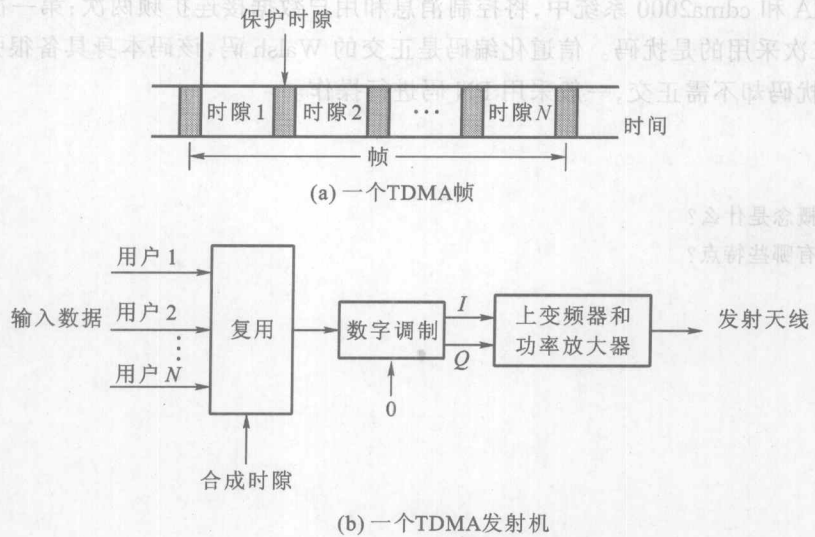


图 1.2 TDMA 系统

另一方面在 GSM 中,每条物理信道的带宽为 200 kHz。每个帧由 8 个时隙组成。这样,该系统每条信道能支持多达 8 个全速率语音用户。每个 TDMA 帧为 4.615 ms。每个时隙为 0.577 ms,其中保护时间为 0.034 62 ms。在这些 TDMA 系统中,物理信道使用与 FDMA 不同的频率。因此,从本质上讲,它们结合了 TDMA 和 FDMA 技术。

(3) TDD 系统有如下特点

- ① 不需要成对的频率,能使用各种频率资源,适用于不对称的上下行数据传输速率,特别适用于 IP 型的数据业务;
- ② 上下行工作于同一频率,电波传播的对称特性使之便于使用智能天线等新技术,达到提高性能、降低成本的目的;
- ③ 设备成本较低,比 FDD 系统低 20%~50%。ITU 要求 TDD 系统移动速度达到 120 km/h,要求 FDD 系统移动速度达到 500 km/h。FDD 是连续控制的系统,TDD 是时间分隔控制的系统。在高速移动时,多普勒效应会导致快衰落,速度越高,衰落变换频率越高,衰落深度越深。在目前芯片处理速度和算法的基础上,当数据率为 144 Kb/s 时,TDD 的最大移动速度可达 250 km/h,与 FDD 系统相比,还有一定差距。

(4) FDD 与 TDD 各有所长

TDD 与 FDD 两种模式各具相互无法替代的优点,FDD 适用于大区制的国际间和国家范围内的覆盖及对称业务(如语音、交互式实时数据业务等)。TDD 适用于高密度用户地区(城市及近郊区)的局部覆盖和对称及不对称的数据业务(如语音、实时数据业务,特别是互联网方式的业务)。与 FDD 相比,TDD 可大幅度节省频率资源,提供成本低廉的设备。基于各标准设计的出发点及其技术特点,得出以下结论:在未来的 3G 网络中,将依靠卫星通信实现全球覆盖,依靠 FDD 模式实现全国范围内或国际间的通信,而在广大的城镇、郊区等人口密集地区,CDMA TDD 将发挥巨大作用。与此同时,为了实现全球漫游,必须为用户提供多模、多频的用户终端设备。

12. 扩频

图 12-3 扩频原理

在 WCDMA 和 cdma2000 系统中,将控制消息和用户数据接连扩频两次:第一次采用的是信道化编码,第二次采用的是扰码。信道化编码是正交的 Walsh 码,该码本身具备很强的抗多用户干扰能力。但扰码却不需正交,一般采用 PN 码进行操作。

复习题

1-1 3G 概念是什么?

1-2 3G 有哪些特点?

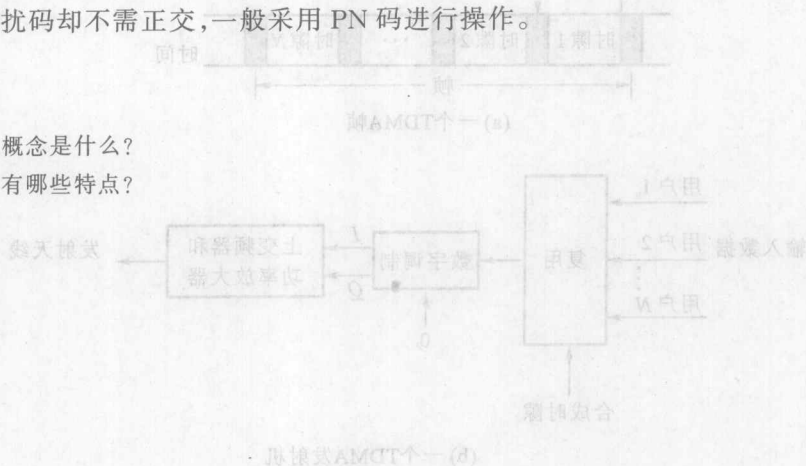


图 12-1 TDD-SS 系统

另一方面在 GSM 中,每条物理信道的带宽为 300 KHz,每个帧由 8 个时隙组成。每个时隙为 4.612 ms。每个 TDD-SS 帧为 4.612 ms。每个 TDD-SS 帧支持 8 个全速率语音用户。在这些 TDD-SS 帧中,物理信道使用与 FDMA 不同的速率。因此,从本质上讲,它结合了 TDD 和 FDMA 技术。

(3) TDD 系统有以下特点

- ① 不需要成对的频率,能使用各种频率资源,适用于不对称的上、下行数据业务,特别适用于 IP 业务的数据业务;
- ② 上下行工作于同一频率,电磁传播的特性往往使之便于使用智能天线等技术,达到提高性能、降低成本的目的;
- ③ 设备成本较低,比 FDD 系统低 30%~50%。ITU 要求 TDD 系统移动速度达到 120 km/h,要求 FDD 系统移动速度达到 200 km/h。FDD 是连续控制的系统,而 TDD 是时分控制的系统。在高速移动时,多普勒效应会导致频率漂移,速度越高,频率漂移越严重,系统性能越差。目前芯片处理速度和算法的基础上,当数据速率为 144 Kbps 时, TDD 的最大移动速度可达到 250 km/h,与 FDD 系统相比,还有一定差距。

(4) FDD 与 TDD 各有长短

TDD 与 FDD 两种制式各具相互不可替代的优点。FDD 适用于大区制和全国范围覆盖,而 TDD 适用于小范围覆盖(如语音、交互实时数据业务等)。TDD 适用于高密度用户地区(城市及近郊区)的局部覆盖和不对称的数据业务(如语音、实时数据业务),特别是其频谱利用率高。与 FDD 相比, TDD 可大幅度节省频率资源,降低系统成本。基于各种设计出的优点及其技术特点,得出以下结论:在未来的 3G 网络中,将依靠正交频分复用技术,实现宽带、高速、大容量、低成本的通信,而在广大的农村、郊区等人口密集地区, CDMA TDD 模式实现全国范围内或国际间的通信,而在人口密集地区, CDMA TDD 模式实现全国范围内或国际间的通信,而在人口密集地区, CDMA TDD 模式实现全国范围内或国际间的通信,而在人口密集地区, CDMA TDD 模式实现全国范围内或国际间的通信。

第 2 章 WCDMA 网络

2.1 UMTS 无线接入网系统

2.1.1 UMTS 系统

IMT-2000 系统分为终端侧和网络侧。终端侧包括用户识别模块(UIM)和移动终端(MT),网络侧设备分为无线接入网(RAN)和核心网(CN)。这几个实体就形成了以下几个接口,如图 2.1 所示。

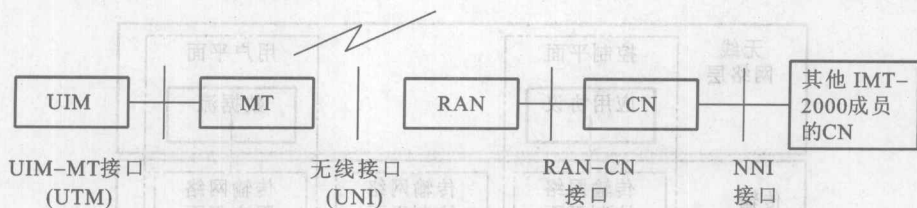


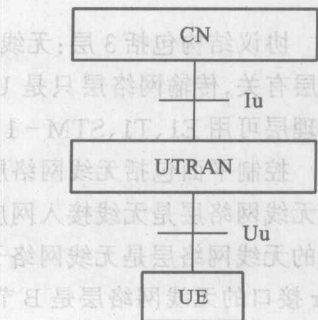
图 2.1 IMT-2000 网络及接口示意图

- (1) IMT-2000 网络成员之间互通的网络-网络接口(NNI);
- (2) 用户与网络之间的接口 UNI(无线接口);
- (3) 用户识别模块接口(UIM-MT);
- (4) 无线接入网络与核心网之间的接口(RAN-CN)。

通用移动通信系统(Universal Mobile Telecommunication System, UMTS)是采用 WCDMA 空中接口技术的第三代移动通信系统,通常也把 UMTS 系统称为 WCDMA 系统。UMTS 系统由核心网络(Core Network, CN)、无线接入网络(Radio Access Network, RAN)和用户装置(User Equipment, UE)组成。UMTS 的陆地无线接入网络称为 UTRAN (UMTS Terrestrial RAN)。CN 和 UTRAN 的接口定义为 Iu 接口,UTRAN 和 UE 定义的接口为 Uu 接口,如图 2.2 所示。

UTRAN 包括许多通过 Iu 接口连接到 CN 的 RNS。一个 RNS 包括一个 RNC 和一个或多个 Node B。Node B 通过 Iub 接口连接到 RNC 上,它支持 FDD 模式、TDD 模式和双模。Node B 包括一个或多个小区。

UTRAN 内部,RNSs 中的 RNCs 能通过 Iur 接口交互信息,Iu



UTRAN: UMTS 陆地无线接入网
CN: 核心网
UE: 用户装置

图 2.2 UMTS 系统
结构示意图