



高等院校信息与通信工程系列教材

移动通信原理、系统及技术

曹达仲 侯春萍 编著

清华大学出版社



高等院校信息与通信工程系列教材

移动通信原理、系统及技术

曹达仲 侯春萍 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了数字移动通信的基本原理、主要应用系统 2G、2.5G 及 3G 的关键技术。主要内容包括概论、移动通信的电波传播及电磁环境、系统外部噪声和干扰、移动通信组网技术、数字调制与解调技术、语音编码技术、GSM 系统、IS-95 CDMA 系统、专用(集群)移动通信系统、3G 系统及其发展以及移动通信的各种关键技术。

本书可作为高等学校通信工程、信息工程以及电子工程专业的本科生和研究生专业课教材,亦可作为通信工程技术人员和科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信原理、系统及技术 / 曹达仲,侯春萍编著. —北京:清华大学出版社,2004

(高等院校信息与通信工程系列教材)

ISBN 7-302-08034-8

I. 移… II. ①曹… ②侯… III. 移动通信—高等学校—教材 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 006286 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:陈国新

文稿编辑:陈 力

封面设计:傅瑞学

版式设计:刘伟森

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:22.75 字数:520 千字

版 次:2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-08034-8/TN·172

印 数:1~4000

定 价:34.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、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)62770175-3103 或(010)62795704

前言

近年来,蜂窝移动通信系统的发展经历了从模拟网到数字网、从频分多址(FDMA)到时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)的过程。移动通信系统从第一代(1G)模拟方式(在我国已停止了运营的历史),发展到全面应用第二代(2G)数字方式的 GSM(TDMA)和 IS-95(CDMA),以及以它们为基础的第三代(3G)的 GPRS、DEGE 等,目前正积极准备向第三代(3G)系统过渡。

鉴于这种情况,我们将移动通信原理、系统及技术设为通信工程、信息工程及电子工程专业本科生的专业课和研究生的专业选修课,并在多年教学实践的基础上编写了本书。本书分为三大部分:第一部分(1~6章)内容为数字移动通信概述、基本原理、组网技术、抗衰落技术、信源编码技术;第二部分(7~10章)内容为数字移动通信系统,以数字蜂窝公网系统为典型,重点介绍以 GSM 和 IS-95(CDMA)为代表的 2G 系统和 2.5G 系统、国际电联 ITU 采纳的 3G 系统,以及专用(集群)移动通信系统;第三部分(11章)内容为移动通信的关键技术(以 3G 为重点)。

针对移动通信发展变化快、技术复杂全面,新技术研究空间尚很大,且关键技术研究的内容大多又属通信领域的前沿课题和热点技术的特点,编写本书时既介绍了基础知识和理论;又介绍了当前的实际应用系统,以及未来的研究发展;此外还兼顾了本科生教学和研究生教学的要求。本科生侧重第一、二部分,研究生侧重第二、三部分,其间内容有适当交叉(其中画*部分,可放入研究生教学中考虑)。

本书由曹达仲教授主编,侯春萍教授编写了第5章和第8章,其余章节由曹达仲教授编写,并负责统编定稿。在此,作者要感谢在本书写作过程中提供帮助的研究生,特别是陈静、徐晶、侯方西、王劲松、贾蕾、杨嘉琛、郑淦、王跃华、顾宇等提出了很多有建设性的意见,打印了部分文稿并进行了部分校对工作。另外,还要感谢清华大学出版社的支持和帮助。

本书既可作为高等学校通信工程、电子工程、信息工程专业高年级本科生教材和研究生教材,也可作为通信工程技术人员和科研人员的参考书。

由于移动通信是在迅速发展中的新技术,有些技术与系统尚处在研究、试验和投入试运营阶段,因此,笔者只能对目前的情况进行介绍。随着时间的推移,系统和技术可能会有新的变化,书中有些提法也可能会不够恰当。另外,由于作者学识有限,书中难免有些错误及疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

2003 年 10 月于天津大学

目 录

前言	I
第 1 章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 移动通信的使用频段、工作方式、分类与系统组成	3
1.3 移动通信的特点	5
1.4 主要关键技术和发展趋势	6
复习题	8
第 2 章 移动通信的电波传播和电磁环境	9
2.1 概述	9
2.2 移动通信的电波传播	19
2.3 隧道中的电磁波传播	23
2.4 建筑物内的电磁波传播	25
2.5 微小区中的电磁波传播	27
* 2.6 传播损耗的预测模型	30
复习题	36
第 3 章 噪声和干扰	37
3.1 外部噪声	37
3.2 各种无线电干扰	38
复习题	42
第 4 章 移动通信的组网技术	43
4.1 移动通信系统业务区域的组成	43
4.2 多信道指配	49
4.3 移动通信系统控制、交换、接入、入网方式	50

4.4	数字移动通信网络结构	53
4.5	信令系统	58
4.6	数字移动通信中的位置登记与漫游	62
	复习题	68
第5章	数字调制与解调	69
5.1	概述	69
5.2	数字调制技术	69
*5.3	跳频技术及其在军事通信中的应用	83
*5.4	移相键控扩频调制系列	90
	复习题	92
第6章	语音编码技术	94
6.1	概述	94
6.2	语音信号的特性	96
6.3	车载电台对话音编码器的要求及编码方式	98
6.4	线性预测编码	100
6.5	话音编码方法标准化	102
6.6	RPE-LTP 编码	104
6.7	CELP 编码	107
6.8	矢量量化话音编码	109
6.9	VSELP 编码	110
6.10	半速率化	113
6.11	IS-95 CDMA 话音编码	114
*6.12	视频图像的压缩	117
*6.13	用于第三代移动通信系统的自适应多速率语音编码	119
	复习题	124
第7章	TDMA 数字蜂窝移动通信系统	125
7.1	概述	125
7.2	GSM 系统的主要技术指标	126
7.3	GSM 系统结构	127
7.4	GSM 系统接口	128
7.5	GSM 系统信道	129
*7.6	综合业务数字网(ISDN)概述	130
7.7	GSM 系统承担业务及接入方式	137

7.8 GSM 帧结构	141
7.9 GSM 系统的收发信机与数据传输	142
7.10 GSM 系统的保密功能	142
7.11 GSM 体制的不足	145
* 7.12 GSM 网中的移动数据通信	145
复习题	154
第 8 章 码分多址技术与 IS-95 CDMA 移动通信系统	156
8.1 码分多址技术基本原理	156
8.2 扩频通信系统	157
8.3 码分多址的分类与设计的要求	162
8.4 IS-95 码分多址蜂窝移动通信系统	168
* 8.5 CDMA 网络无线设计举例	196
复习题	201
* 第 9 章 专用移动通信系统	202
9.1 概述	202
9.2 集群方式与控制方式	203
9.3 集群系统的信令协议	206
9.4 集群系统的设计	214
9.5 全数字集群移动通信系统	219
复习题	222
第 10 章 第三代移动通信技术	223
10.1 概述	223
10.2 IMT-2000 无线接口技术规范协议	227
10.3 WCDMA 系统	229
10.4 cdma 2000 技术	245
10.5 TD-SCDMA 技术	248
10.6 3G 的关键技术	249
10.7 3G 标准的问题与局限性	250
* 10.8 IMT-2000 无线传输技术评估指南简介	251
* 10.9 IMT-2000 RTT 评估环境基本设想	258
复习题	259
第 11 章 数字移动通信的关键技术	261
11.1 数字移动通信中的自适应均衡技术	261

11.2	CDMA 中功率控制及 WCDMA 中功率控制与功率分配技术	269
11.3	Rake 接收与发送分集	275
11.4	CDMA 系统中的多用户检测技术	284
11.5	多载波传输技术	291
11.6	智能天线	300
11.7	信道分配与管理	306
11.8	越区切换	319
11.9	信道编码技术	326
11.10	无线局域网技术及应用	333
11.11	空时编码技术	337
11.12	软件无线电技术	343
11.13	后 3G 及 4G 的研究与展望	348
附录 国际电联电信标准化部门		351
参考文献		354

第 1 章 概 述

1.1 引言

所谓移动通信,是指通信双方或至少有一方处于运动中进行信息交换的通信方式。显然,这是一种在人们生活和工作中非常方便、实用的通信方式。移动通信的发展已经经历了两代,第一代(1G)采用模拟技术的语音移动通信,第二代(2G)采用数字技术的移动通信(语音为主,低速数据)。目前,各国的蜂窝移动通信技术正在进行系统的演进,演进后的系统称为 2.5 代(2.5G),并继续朝着第三代(3G)和第四代(4G)方向发展。

1. 1G

20 世纪 70 年代末、80 年代初,1G 发展起来并大规模投入商用。第一代移动通信最重要的技术特征是采用模拟技术,即功能模块用模拟电路单元实现,采用频分多址(FDMA)、模拟调制(FM)方式和蜂窝结构(同频复用和小区切换——提高了频率资源的利用率)等技术。其代表系统有美国的 AMPS、英国和欧洲的 TACS、北欧的 NMT 等。

1G 系统的主要缺点是频谱利用率低,系统容量有限,抗干扰能力差,业务质量比有线电话差,因当时国际标准化落后于应用而有多种系统标准,跨国漫游很难,不能发送数字信息,不能与综合业务数字网(ISDN)兼容等,已逐步被各国淘汰。

2. 2G

2G 出现在 20 世纪 80 年代末 90 年代初,采用了当时条件下最新的调制与信号处理技术:

- (1) 语音为低比特编码(13kbps~6kbps)。
- (2) 射频为 GMSK 和 QPSK 数字调制,加上自适应均衡技术。
- (3) 多址方法有两类:时分 TDMA、码分 CDMA;双工方式仍为 FDD。
- (4) TDMA 方式(GSM)可与窄带 ISDN 兼容。

TDMA 体制主要有三种:欧洲的全球移动通信系统(GSM)、美国

数-模兼容系统(D-AMPS, 又称 TDMA/136 方式)和日本 PDC 系统。

CDMA 体制: 美国的 CDMA 标准(IS-95), 又称 cdma one。

2G 系统除了传送语音外, 还可传送数据业务, 如传真和分组的数据业务等。

2G 系统的缺点是系统带宽有限, 限制了数据业务的发展, 也无法实现移动的多媒体业务, 由于各国标准不统一, 无法实现(各种体制间)全球漫游。

3. 3G

3G 出现在 1985 年, 1997 年国际电联(ITU)标准制定工作进入高潮, 称为 IMT-2000。2001 年, 标准化工作已告一段落。

3G 的目标如下:

(1) 全球化: 适应多种环境、多种技术、统一频率、统一标准, 实现全球无缝覆盖, 全球范围漫游, 以活动的混合小区(宏小区、微小区和微微小区)方式工作。

(2) 综合化: 提供多种业务服务, 如话音、宽带数据、压缩视频、宽带多媒体业务, 提供高质量服务(与长话相当), 以适应信息化社会需求。

(3) 个人化: 有足够的容量管理能力。

尽管由于应用需求和市场培育、开发以及近年来全球经济处于不景气的状况, 3G 的商业化进程姗姗来迟, 然而 3G 这种宽带移动技术的发展, 人们对它的追求及技术创新, 使它能提供更美好的服务, 这是丝毫不容怀疑的。我们要积极进行实验、研究, 使其不断完善, 促进 3G 商业服务在全国的逐步开展。让我们关注其发展态势, 迎接它的到来。

在 3G 商业化到来之前, 运营商强调 2.5G 的 GSM 解决方案, 如通用分组无线数据业务(GPRS)和 GSM 演进增强型的数据业务(EDGE), 而 CDMA 运营商把 2.5G 系统称为 3G 1X。

3G 标准的局限性主要是 IMT-2000 中最关键的无线传输技术(RTT)以及核心网制式均未统一, 因此很难达到原 IMT-2000 全球通用的标准。此外, 3G 系统带宽对宽带多媒体业务的传输而言不够宽, 不适应互联网发展的要求, 因此, 世界各国开展了新一代(4G)的框架、标准及关键技术的研究。

我国移动通信发展开始于 1987 年, 在上海首次开通了 900MHz 模拟蜂窝移动电话系统, 属 TACS 制式; 同年 11 月广东省建成并开通了珠江三角洲的 900MHz 蜂窝移动电话网。1994 年 9 月广东首先建成数字移动电话网, 初期容量为 5 万用户, 于同年 10 月试运营。1994 年 10 月我国原邮电部公布了我国 TDMA 蜂窝移动电话的(暂行)标准为 GSM 制式。1996 年, 研制出我国自己的 GSM 数字蜂窝移动通信系统全套样机, 完成了公众网的运行试验, 并逐步实现了产业化开发。经过几年的发展, 到 2002 年底我国 GSM 网已成为世界第一大网, GSM 用户超过 1.6 亿。另外, 1996 年 12 月在广州建起我国第一个 CDMA 试验网。1997 年 10 月广州、北京、上海、西安四个城市的 CDMA 实验网通过了漫游测试, 同年 11 月, 北京试验点向社会开放。2002 年 CDMA 网已覆盖全国各大、中以上城市, 用户超过 5000 万户。

经过十几年的发展, 我国已建成了覆盖全国的移动通信网。2002 年底用户数已超过

2 亿,建成了世界第一大移动通信网,是拥有用户数最多的国家。但由于普及率不很高,还有很大发展空间。移动通信业务从初期的单纯话音业务开始逐步发展成包括短消息业务、数据业务(含 GPRS 业务)预付费和 VPN 等智能业务在内的多元化结构。2001 年底模拟蜂窝网已在我国停止运营。

我国积极参与了 3G 标准化工作,并于 1998 年 6 月向国际电联(ITU)提出了中国的 RTT 建议,即时分/同步码分多址(TD-SCDMA)方案,并被国际电联吸纳,成为目前国际三个 RTT 建议之一。目前中国一些高校、科研院所和企业正在积极开展 3G 的关键技术研究,产品开发,样机试验和商业化试验工作,争取在我国逐步建立 3G 系统。

移动通信系统还有其他一些应用方式,比如,无线寻呼业务,公用无绳电话业务,调度集群系统,以及各种无线专用网、军用网,在我国都得到了不同程度的发展。

1.2 移动通信的使用频段、工作方式、分类与系统组成

1.2.1 使用频段

频谱是宝贵的资源,为了有效使用有限频率资源,对频率的分配与使用必须服从国际标准化组织和国内有关部门的统一管理,否则将会造成互相干扰或频率资源的浪费。

国际电信联盟组织(CCIR)规定,陆地上移动通信的主要频段(MHz)划分为 29.7~47、47~50、54~68、68~78.88、72.5~87、90~100、138~144、148~149.9、150.5~156.7625、156.8375~174、174~233、223~328.6、335.4~339.9、406.1~430、444~470、470~960、1427~1525、1668.4~1690、1700~2690、3500~4200、4400~5000。

根据国际标准,1980 年,我国规定了移动通信的频段(MHz),具体为 29.7~48.5、64.3~72.5、72.5~74.6、75.4~76、138~149.5、150.05~156.7625、156.8375~167、223~235、335.4~399.9、406~420、450~470、550~606、798~960、1429~1535、1668.4~2690、4400~4990。

原邮电部根据国家无线电委员会规定现阶段取 160MHz 频段、450MHz 频段、900MHz 频段、1800MHz 频段为移动通信工作频段:

160MHz 频段: 138MHz~149.9MHz

150.05MHz~167MHz

450MHz 频段: 403MHz~420MHz

450MHz~470MHz

900MHz 频段: 890MHz~915MHz(移动台发,基站收) } GSM 系统
935MHz~960MHz(基站发,移动台收) }

1800MHz 频段: 1710MHz~1755MHz(移动台发,基站收) } GSM 系统
1805MHz~1850MHz(基站发,移动台收) }

800MHz 频段: 825MHz~835MHz(基站发,移动台收) } CDMA(IS-95 系统)
870MHz~880MHz(移动台发,基站收) }

1900MHz 频段: 1865MHz~1880MHz(基站发,移动台收)

1945MHz~1960MHz(移动台发,基站收)

另外,800MHz 频段中的 806MHz~821MHz 和 851MHz~866MHz 分配给集群移动通信。

1.2.2 工作方式

在移动通信中,通话方式分为键控单工和全双工,而键控单工式又分为同频单工和异频单工。

1. 同频单工

同频单工指收发使用同一频率的按键通信方式。通信双方设备交替地进行收和发。即发射时不能接收,接收时不能发射。该方式优点为:因收发共用一个频率,不需要天线共用装置;组网方便,第三者也能插入通话;设备简单,耗电较小,造价便宜。缺点是容易造成强干扰;初次使用时,操作上的不习惯往往造成通话人为地断断续续,听不到整句话。

2. 异频单工(半双工)

异频单工指收发信机分别使用两个不同频率的按键通话制。通信双方,有一方使用双工方式,即收发信机同时工作,且使用两个不同的频率,而另一方则采用单频单工方式,即收发信机交替工作。其优点是设备简单,功耗小,受邻台干扰小,克服了通话断断续续的缺点,但操作仍不够方便。主要用于专用(如调度、集群)移动通信系统中。

3. 双工(全双工)

全双工指通信双方收发信机均同时工作,即任一方讲话时,同时可以听到对方的话音,不用按“讲”开关,公用通信都采用这种制式。它分为同频双工和异频双工。目前组网多用异频双工,即收发用两个不同的频率(有一定频率间隔要求)的频分双工(FDD)工作方式。该种方式虽然耗电量大,移动台间不能互相直接通话,但使用方便,抗干扰能力强,因而在移动通信系统中获得了广泛的应用。

上述3种工作方式各有其优缺点,采用哪种工作方式要根据某一特定系统的具体条件而选定。另外,为了增加通信距离,可以设中继站,采用移动中继方式。

1.2.3 移动通信分类及系统组成

移动通信有多种分类方法,包括

- (1) 按工作环境可划分为陆地通信、海上通信和空中通信。
- (2) 按使用对象可分为民用通信和军用通信。
- (3) 按工作方式可分为单工、半双工和全双工。
- (4) 按多址方式可分为频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址

(CDMA)等。

(5) 按规模(用户数)大小可分为大容量、中容量、小容量三类。

(6) 按信号形式可分为模拟网和数字网。

(7) 按服务范围可分为公用网和专用网。

(8) 按业务类型可分为电话网、数据网、传真网、综合业务网。

移动通信按照系统应用不同可分为公用移动通信系统、专业局部通信系统、无线(调度)集群系统、无线寻呼系统、无绳电话系统、无中心移动通信系统、蜂窝移动通信系统、卫星移动通信系统、无线接入系统、无线本地环系统、宽带多媒体移动通信系统、无线局域网(WLAN)、蓝牙(blue tooth)技术、移动IP技术等。各类系统的组成均具有其各自的特点。本书将以陆地公众移动通信蜂窝系统为重点介绍数字移动通信的原理、系统和各种相关的关键技术。与其他的通信技术与系统相比,移动通信技术所涉及的技术比较全面、新颖,应用最为广泛,几乎集中了通信领域中所有的技术难点,发展最为迅速,因此在通信技术中颇具代表性。

1.3 移动通信的特点

与其他通信方式相比,移动通信的主要特点如下:

(1) 无线电波传播模式的复杂性、开放性。移动通信系统的移动台和基地台所发射的无线电波,在传播中不仅存在大气(自由空间)传播损耗,还有经多条不同路径来的众多反射波合成的多径信号产生的多径衰落。例如,由于移动台在不断运动,且安装的天线很低,故电波传播受地形轮廓的影响很大。地形构造、粗糙程度和各种建筑物的阻挡、屏蔽作用以及散射和多径反射等的影响都将使信号发生衰落,其中包括瑞利衰落(又称快衰落)和阴影衰落(也称慢衰落)。多径衰落使接收信号电平起伏不平,严重时将影响通信质量,由于移动用户的移动具有随机性,尤其是移动通信传输速率愈来愈高,且移动速度越来越快,所以要克服这些影响,就要求在设计移动通信系统时,必须采取必要的抗衰落技术,而这些技术又往往比较复杂。

(2) 多普勒频移产生调制噪声。移动台(如超高速列车、超音速飞机等)的运动达到一定速度时,固定点接收到的载波频率将随运动速度 V 的不同而产生不同的频移,即产生多普勒效应,使接收点的信号场强、振幅、相位随时间、地点而不断地变化。

多普勒频移 f_D 与移动体的运动速度 V 、接收信号载波的波长 λ 、电波到达的入射角 θ 有关,即

$$f_D = \frac{V}{\lambda} \cos \theta \quad (1-1)$$

可以看出,工作频率越高,则频移越大,移动速度越快,对信号传播的影响也越大,在高速移动电话系统中,多普勒频移可影响300Hz左右的语音,产生附加调频噪声,出现失真。一般在地面设备接收机中,采用锁相技术以防止多普勒效应。

(3) 干扰比较严重。移动台在运动中进行通话时,有时离基站近,有时离基站远,距

离远的信号场强变弱,距离近的则相反,即存在“远近效应”。此外,还存在邻道、互调和其他系统的干扰。CDMA 系统中还有多址干扰,这些都严重影响移动台的接收效果。人为噪声干扰特别是汽车发动机打火噪声、微波炉干扰噪声等的影响,在设计中也应给予足够重视。

(4) 移动工作环境恶劣,设备的可靠性和工作条件要求高。

(5) 频率资源珍贵。由于适用于移动通信的频段资源有限,因而随着用户数迅速增加,只能在有限的频段内采取有效措施,提高频率资源利用率。

(6) 信令、入网方式和计费方式比较复杂。

可以看出,与其他通信方式相比,造成移动通信(尤其是数字方式)发展较晚的重要原因因为其技术难度很大,需要采用多种技术措施来解决上述的相关问题。

与模拟通信相比,数字移动通信有其独特的优点:

(1) 容量大,例如,数字蜂窝移动通信与模拟蜂窝系统相比,可增加容量 3 倍~20 倍。

(2) 可提供多种业务,可与 ISDN 以及局域网互联。

(3) 可有多种加密措施,容易确保通信的安全。

(4) 利用窄带调制和低比特率的语音编码技术,可得到较高的频谱利用率(比模拟系统提高 2 倍~4 倍)。

(5) 利用高效的差错控制技术,可恢复质量较高的信号。

(6) 小区制中,缩短了频率重复使用距离,提高了信道利用率,利用信道分配等技术,可以提高频率资源的有效利用。

(7) 便于与固定网、ISDN 的兼容,较易于实现非话业务传输。

(8) 便于网络智能化、设备集成化与降低系统成本。

其缺点是:

(1) 设备较复杂。

(2) 采用小区制、微小区制后,增加了位置登记和越区切换的次数,若再考虑不同体制、系统、网间的漫游、切换(多模式、多频),会更增加技术上实现的难度。

1.4 主要关键技术和发展趋势

由于移动通信必须依靠复杂的无线环境进行信号的传播,因而需要针对无线电波传播条件的恶劣性和复杂性,采用很多相关技术消除各种干扰和衰落的影响。因此,移动通信在技术上往往体现了整个通信(尤其是无线)技术的发展水平。

移动通信从第二代向第三代、第四代发展的进程中,要解决的课题有:使用更高的频段,研究新频段下电波传播的特点及相关的器件、部件,更有效地利用频率。

无线电频率是一种宝贵的资源,随着移动通信的飞速发展,频谱资源有限和移动用户急速增加的矛盾越来越突出,出现了频率严重短缺的现象,解决问题的出路除了开发新频

段外,当前移动通信研究中,主要靠各种有效的提高频率资源利用的技术。涉及的关键技术有:

- (1) 自适应均衡技术;
- (2) Rake 接收与发送分集;
- (3) CDMA(WCDMA)系统中功率控制、干扰相消和多用户检测技术;
- (4) 多载波传输技术,多媒体同步技术;
- (5) 智能天线;
- (6) 信道分配与管理;
- (7) 切换技术,定位技术;
- (8) 高性能的信道编码技术;
- (9) 空时编码;
- (10) 软件无线电技术;
- (11) 4G 框架、体制、协议、网络结构、模型、安全技术。

上述这些关键技术,将在第 11 章中讨论。

从前面的分析可以看出,当前移动通信的发展趋势:

(1) 网络业务数据化、分组化,移动互联网逐步形成。当前移动数据通信发展迅速,被认为是移动通信发展的一个主要方向,在由 2G 向 3G 演进过程中的 2.5G,主要有基于 GSM 的通用分组无线业务(GPRS),高速电路交换数据业务(HSCSD),基于 AMPS 的蜂窝数字分组数据系统(cellular digital packet data, CDPD),以及采用最优化调制的(如 8PSK)增强的数据传输方式(enhanced data rates for GSM evolution, EDGE)。

随着无线数据业务市场需求不断增加及来自 Internet 网用户业务的驱动,今后移动数据业务将会持续高速发展。

(2) 网络技术的数字化、宽带化。第三代移动通信系统(IMT-2000)是一种真正的宽带多媒体系统,提供多样性业务和多种业务的完整融合,它能够提供高质量宽带综合业务,并实现全球无缝的覆盖。

(3) 网络设备的智能化、小型化,各种用户设备便捷入网。

(4) 应用于更高的频率,更有效地利用频率。

(5) 高速率,高质量,灵活性强,低费用。

(6) 移动网络的综合化、全球化、个人化,新一代移动网框架、体制。

蜂窝、无绳、寻呼和集群、无线局域网等各种移动通信系统将在第三代中以全球通用、系统综合作为基本出发点,并逐步融合,力图建立一个全球性移动综合业务数字网,各种低、中、高轨道卫星移动通信系统纷纷推出,借以解决全球覆盖、三维空间的个人移动通信。中、低轨道卫星移动通信的全球通等系统和中轨道卫星移动 ELLPSO 系统、CCI 系统均将陆续投入运行,全球卫星移动个人通信(GPCS)成了 ITU 的热门话题。移动通信网作为一种理想的智能接入网,未来必然要与固定通信网综合成全球一网,为达到个人化通信的理想奠定基础。

未来网络的物理模型,如图 1-1 所示。

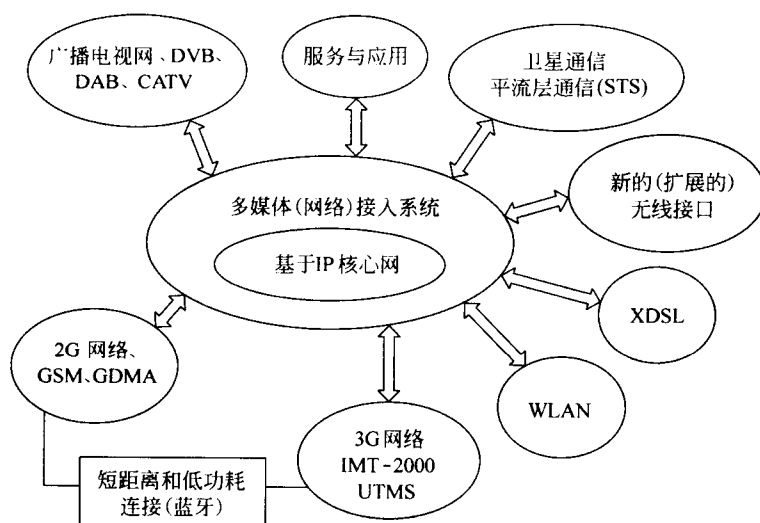


图 1-1 未来网络的物理模型

复 习 题

1. 什么是移动通信？其主要特点是什么？
2. 数字移动通信的特点是什么？目前应用的有哪几种体制？它们之间的主要差别是什么？
3. 简述移动通信的工作方式与分类。
4. 试述移动通信的发展趋势和方向。
5. 移动通信系统的主要技术指标是什么？