

普通高等教育“物联网工程专业”规划教材

移动通信 技术及应用

邹铁刚 孟庆斌 丛红侠 赵云红 孔曦 编著

李维祥 审

清华大学出版社



普通高等教育“物联网工程专业”规划教材

移动通信技术及应用

邹铁刚 孟庆斌 丛红侠 赵云红 孔曦 编著



清华大学出版社
北京

内 容 提 要

本书详细介绍第二代移动通信系统、第三代移动通信系统以及第四代移动通信系统的网络结构、基本功能、关键技术等,阐述移动通信业务的分类、特点和发展趋势,简要介绍移动互联网的结构、关键技术和业务应用。

本书侧重于工程实践,对移动通信网络规划、优化所需的空中接口技术,如多址技术、切换技术、移动性管理、无线资源管理等知识做了重点介绍,旨在为读者今后从事移动通信网络规划、工程建设、网络优化等工作打下坚实的基础。

本书可作为高等院校的教材以及从事移动通信技术工作人员的参考书。

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

移动通信技术及应用 / 邹铁刚等编著. —北京:清华大学出版社, 2013

普通高等教育“物联网工程专业”规划教材

ISBN 978-7-302-32925-1

I. ①移… II. ①邹… III. ①移动通信—通信技术—高等学校—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 136258 号

责任编辑:白立军 徐跃进

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.25 字 数:409 千字

版 次:2013 年 8 月第 1 版 印 次:2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00 元

产品编号:049464-01

自从1995年中国移动和中国联通的GSM移动通信网络投入运营之后,由于市场竞争机制的引入,移动通信产业呈现快速发展的趋势。一方面,移动用户数逐年大幅上升,手机成为人们日常生活中不可缺少的通信工具;另一方面,移动通信技术的发展日新月异。

GPRS、EDGE技术的引入,使得GSM从仅能提供单纯的语音业务升级到可以提供丰富多彩的多媒体业务。2001年,中国联通开通了IS95 CDMA网络,为用户提供了电磁辐射小、语音质量更高的一种新的选择。2009年,中国移动、中国联通和中国电信几乎同时开通3G移动通信网,TD-SCDMA、WCDMA和CDMA 2000 1X EVDO 3种制式的3G网络为用户提供了种类繁多的高速移动数据业务。

在3G网络发展方兴未艾的时候,4G移动通信技术已经逐渐成熟。中国移动从2010年开始建设TD-LTE试验网,计划到2013年TD-LTE试验基站数量将超过20万。4G运营牌照的发放也在酝酿之中。

目前我国2G、3G、4G 3代网络并存,GSM、GPRS、EDGE、CDMA 2000 1X、WCDMA、EVDO、TD-SCDMA、TD-LTE 8种标准制式分足鼎立。对于从事或者有志于从事移动通信的人们来说,移动通信产业的发展为就业和个人发展提供了广阔的空间。但与此同时,移动通信技术的快速发展和更新换代,也要求移动通信的技术人员要不断地学习新的知识,才能跟上技术的发展,不被时代所淘汰。

本书正是基于这样的需求,从实际应用的角度出发,对2G、3G和4G移动通信网络技术进行了较为详细的阐述,并尽量避免繁杂的理论推导和原理论证,侧重于网络规划、优化和工程建设所需技术知识的讲解,便于广大学生和工程技术人员全面地了解和掌握各类制式的移动通信技术,为从事移动通信技术工作打下坚实的基础。

本书有两大特色:一是内容新。2013年初,国际电信联盟(ITU)确定了第四代移动通信技术的3种标准:TD-LTE-A、FDD-LTE-A和802.16m。本书对这三种技术标准进行了较为详细的讲述。在业务应用方面,也对近年来兴起的移动互联网业务进行了较为系统的介绍。二是应用性强。在编写过程中,编者根据自己多年从事网络规划和优化的经验,有意避免一些实际应用中用处不大的理论性较强的内容,而对于网络工程中常用的技术知识如无线信道的结构、小区切换、无线资源管理等进行了较为详细的阐述。

全书共分为7章。第1章简要介绍移动通信的发展史以及移动通信的各类典型应用系统;第2~5章详细阐述第二代移动通信系统(GSM和IS95 CDMA)、2.5G移动通信系统(GPRS和CDMA 2000 1X)、第三代移动通信系统(CDMA 2000 1X EVDO、WCDMA和TD-SCDMA)以及第四代移动通信系统(LTE和WIMAX系统)的网络结构、信道结构、无线资源管理、移动性能管理等内容;第6章介绍移动通信业务,重点讲解目前发展迅猛的3G业务以及移动智能网业务;第7章简要介绍移动互联网的产生、发展、体系结构、关键技

术和比较受用户欢迎的业务应用。

本书由邹铁刚主编,孟庆斌、丛红侠、赵云红、孔曦参与编写,南开大学李维祥教授审稿。本书在编写过程中得到了天津大学沈宝锁教授的大力支持和悉心指导,在此一并致谢。由于作者水平有限、时间仓促,书中难免有不当和疏漏之处,请各位读者不吝赐教。

编者

2013年7月

第 1 章 移动通信概述	1
1.1 移动通信发展简史	1
1.2 中国移动通信发展现状	6
1.3 各类移动通信系统概述	7
1.3.1 无绳电话系统	7
1.3.2 无线寻呼系统	8
1.3.3 集群移动通信系统	9
1.3.4 无线局域网	10
1.3.5 卫星移动通信系统	12
1.3.6 蜂窝移动通信系统	14
1.4 移动通信系统的工作频段	16
习题	18
第 2 章 第二代移动通信系统	19
2.1 GSM 移动通信系统	19
2.1.1 GSM 系统的网络结构	19
2.1.2 GSM 服务区域的划分	21
2.1.3 GSM 的编号计划	22
2.1.4 GSM 系统的接口	24
2.1.5 GSM 的语音编码	26
2.1.6 GSM 系统的业务	27
2.1.7 GSM 的无线接口	28
2.1.8 GSM 系统的移动性管理	34
2.2 IS-95CDMA 系统	39
2.2.1 扩频通信技术	39
2.2.2 IS-95CDMA 的关键技术	41
2.2.3 IS-95 CDMA 系统的无线接口	46
习题	49
第 3 章 2.5G 移动通信系统	51
3.1 GPRS 系统	51
3.1.1 概述	51
3.1.2 GPRS 基本原理	53

3.1.3	GPRS 基本功能和业务	58
3.1.4	GPRS 的基本概念	64
3.1.5	GPRS 业务流程	69
3.2	CDMA 2000—1X 系统	81
3.2.1	CDMA 技术的演进与标准	81
3.2.2	CDMA 2000—1X 系统结构	81
3.2.3	CDMA 2000—1X 关键技术	82
3.2.4	CDMA 2000—1X 工程组网简介	85
3.2.5	CDMA 2000—1X 的语音和数据信道	88
	习题	89
第 4 章	第三代移动通信系统	90
4.1	CDMA 2000 1x EV-DO 系统	90
4.1.1	概述	90
4.1.2	1x EV-DO 的网络结构	94
4.1.3	EV-DO Rev A 信道	95
4.1.4	EV-DO Rev A 关键技术	97
4.2	WCDMA 系统	104
4.2.1	概述	104
4.2.2	WCDMA 标准的演进	106
4.2.3	WCDMA 的空中接口	113
4.3	TD-SCDMA 系统	135
4.3.1	概述	135
4.3.2	TD-SCDMA 的网络结构	135
4.3.3	TD-SCDMA 系统的关键技术	143
	习题	155
第 5 章	第四代移动通信系统	157
5.1	概述	157
5.1.1	第四代移动通信系统的关键特性要求	157
5.1.2	第四代移动通信系统标准的确定	159
5.1.3	准 4G 网络在全球的应用情况	160
5.2	第四代移动通信系统的关键技术	161
5.2.1	OFDM 技术	161
5.2.2	MIMO 技术	163
5.3	LTE 系统	165
5.3.1	LTE 的技术特点	165
5.3.2	LTE 的网络结构	166
5.3.3	E-UTRAN 接口的通用协议模型	168
5.3.4	LTE 的无线信道	171

5.3.5	无线资源管理	173
5.3.6	移动性管理	176
5.3.7	LTE-A 的性能增强	181
5.3.8	TD-LTE 与 LTE FDD 的对比	183
5.4	WiMAX 系统	185
5.4.1	WiMAX 的产生和发展	185
5.4.2	移动 WiMAX——IEEE 802.16e	186
5.4.3	4G 技术——IEEE 802.16m	188
	习题	189
第 6 章	移动通信业务	190
6.1	2G 移动通信业务	190
6.1.1	基本业务	190
6.1.2	补充业务	191
6.2	3G 移动通信业务	196
6.2.1	3G 业务的特点及发展趋势	196
6.2.2	3G 业务的分类	197
6.2.3	典型的 3G 业务	199
6.3	移动智能网业务	203
6.3.1	智能网基础	203
6.3.2	移动智能网	203
6.3.3	移动智能网业务	205
	习题	208
第 7 章	移动互联网——移动通信网与互联网的融合	209
7.1	互联网简介	209
7.1.1	互联网的产生和发展	209
7.1.2	互联网在中国的发展	210
7.1.3	OSI 参考模型	211
7.1.4	TCP/IP 协议模型	214
7.2	移动互联网的产生及发展	217
7.2.1	移动互联网简介	217
7.2.2	移动互联网的特点	218
7.2.3	移动互联网的发展现状	220
7.3	移动互联网的体系结构及关键技术	223
7.3.1	终端技术	223
7.3.2	网络平台技术	223
7.3.3	应用平台技术	224
7.4	典型的移动互联网业务应用	225
7.4.1	移动电子商务	225

7.4.2 移动定位业务	228
7.4.3 移动搜索业务	233
7.4.4 移动浏览业务	239
7.4.5 移动支付业务	242
7.4.6 移动广告业务	245
7.4.7 移动音乐业务	249
习题	251
参考文献	252

第 1 章 移动通信概述

1.1 移动通信发展简史

在移动通信的早期发展史上,有三位科学家曾经做出了杰出的贡献。他们分别是英国物理学家詹姆斯·克拉克·麦克斯韦、德国物理学家海因里希·鲁道夫·赫兹和意大利物理学家伽利尔摩·马可尼。

麦克斯韦在前人成就的基础上,对电磁现象做了系统、全面的研究,凭借他高深的数学造诣和丰富的想象力接连发表了电磁场理论的三篇论文:《论法拉第的力线》(1855年12月至1856年2月)、《论物理的力线》(1861—1862年)、《电磁场的动力学理论》(1864年12月8日)。他将电磁场理论用简洁、对称、完美的数学形式表示出来,经后人整理和改写,成为经典电动力学的主要基础——麦克斯韦方程组。1865年,麦克斯韦预言了电磁波的存在,并且指出电磁波只可能是横波,而且计算出了电磁波的传播速度等于光速。同时得出结论:光是电磁波的一种形式,揭示了光现象和电磁现象之间的联系。

麦克斯韦于1873年出版了科学名著《电磁理论》,系统、全面、完美地阐述了电磁场理论,这一理论成为经典物理学的重要支柱之一。然而在当时,麦克斯韦的理论并未得到广泛的认可,甚至遭到嘲讽。

海因里希·鲁道夫·赫兹是一位实验物理学家,他出生在德国汉堡一个改信基督教的犹太家庭。赫兹在柏林大学随赫尔姆霍兹学习物理时,在赫尔姆霍兹的鼓励下,开始研究麦克斯韦电磁理论。当时德国物理界深信韦伯的电力与磁力可瞬时传送的理论,因此赫兹就决定以实验来证实韦伯与麦克斯韦理论谁的正确。赫兹的实验最终证明麦克斯韦的电磁理论是正确的,直到此时,麦克斯韦理论才获得科学界的认可。

1894年,马可尼了解到赫兹几年前所做的实验,这些实验清楚地表明了不可见的电磁波是存在的,这种电磁波以光速在空中传播。

马可尼很快就想到可以利用这种波向远处发送信号而又不需要线路,这就使很多环境下电报完成不了的通信有了可能。例如,利用这种手段可以把信息传送到海上航行的船只。

马可尼经过一年的努力,于1895年成功地发明了第一台无线电设备。1898年第一次发射了无线电,第二年他发送的无线电信号穿过了英吉利海峡。1901年,他发射的无线电信号成功地穿越了大西洋,从英格兰传到加拿大的纽芬兰省。

这项发明的重要性在一次事故中戏剧性地显示了出来。1909年,共和国号轮船由于碰撞遭到毁坏而沉没,这时无线电设备起到了巨大的作用,除六个人外所有的人员全部得救。同年马可尼因其发明而获得诺贝尔奖。第二年他发射的无线电信号成功地穿越六千英里的距离,从爱尔兰传到了阿根廷。

除了这三位科学家之外,当然还有许许多多的科学家、工程师为无线电和移动通信的发展做出了不可磨灭的贡献。随着人们对电磁波的特性和应用研究得越来越深入,无线通信

在人们生活中得到了越来越广泛的应用。而现代移动通信的产生则是从 20 世纪早期开始的。

现代移动通信从诞生至今,大致经历了 6 个发展阶段。

第一阶段:从 20 世纪 20 年代至 20 世纪 40 年代,为早期发展阶段。

在此期间,首先在短波的几个频段上开发出专用移动通信系统。其典型系统是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。该系统工作频率为 2MHz,到 20 世纪 40 年代提高到 30~40MHz。这个阶段是现代移动通信的起步阶段,其特点是专用系统开发,工作频段较低。

第二阶段:从 20 世纪 40 年代中期至 20 世纪 60 年代初期。

在此期间,公用移动通信业务开始问世。1946 年,根据美国联邦通讯委员会(Federal Communications Commission,FCC)的计划,美国贝尔公司在美国圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网,称为“城市系统”。当时使用 3 个频道,间隔 120kHz,通信方式为单工。随后,前西德(1950 年)、法国(1956 年)、英国(1959 年)等国相继研制了公用移动电话系统。在此期间,美国贝尔实验室解决了人工交换系统的接续问题。这一阶段的特点是从专用移动网向公用移动网过渡,接续方式为人工,网络的容量较小。

第三阶段:从 20 世纪 60 年代中期至 20 世纪 70 年代中期。

在此期间,美国推出了改进型移动电话系统(Improved Mobile Telephone Service,IMTS)。该系统使用 150MHz 和 450MHz 频段,网络容量较以前的系统有较大提高,并实现了无线频道自动选择以及到公用电话网的自动接续。前西德也推出了具有相同技术水平的 B 网。可以说,这一阶段是移动通信系统的改进和完善阶段,其特点是采用大区制,中小容量,使用 450MHz 频段,实现了自动选频与自动接续。

第四阶段:从 20 世纪 70 年代中期至 20 世纪 80 年代中期。

这段时间是移动通信蓬勃发展的时期。1978 年底,美国贝尔实验室研制成功高级移动电话系统(Advanced Mobile Phone System,AMPS),并建成了蜂窝移动通信网,系统容量得到极大的提升。1983 年,该系统首次在美国芝加哥市投入商用并于同年 12 月,在华盛顿市也开始启用。之后,服务区域在美国逐渐扩大。到 1985 年 3 月已扩展到全美的 47 个地区,约 10 万移动用户。其他工业化国家也相继建成蜂窝式公用移动通信网。日本于 1979 年开通 800MHz 汽车电话系统(HAMTS),在东京、大阪、神户等地投入商用。前西德于 1984 年建成 C 网,频段为 450MHz。英国在 1985 年建成 TACS(Total Access Communications System,全地址通信系统),首先在伦敦投入使用,之后覆盖了英国全国,频段为 900MHz。加拿大建成 450MHz 移动电话系统(MTS)。瑞典等北欧四国于 1980 年建成 NMT-450 移动通信网,并投入使用,频段为 450MHz。

紧跟美国、日本和欧洲各国之后,其他国家的移动通信也很快发展起来,从而使移动通信业务在全球范围内迅速拓展开来。

第一代移动通信系统取得了很大的成功,但也暴露出一些普遍存在的问题:

- (1) 采用模拟制式,系统抗干扰能力较差,语音质量不高;
- (2) 技术标准不统一,使用的频段也不同,使得用户无法在不同国家之间漫游;
- (3) 功能简单,带宽较窄,只能传输语音业务;
- (4) 采用简单的频分多址技术,频谱利用率低;
- (5) 通信保密性差;

(6) 网络容量小,不能满足用户的需求。

第五阶段:从20世纪80年代中期至21世纪初。

这是第二代移动通信系统的发展和成熟时期。

为了克服第一代移动通信系统的局限性以及满足移动通信网对大容量、高质量、智能化和综合化等的要求,北美、欧洲和日本自20世纪80年代中期起相继为第二代移动通信系统制定了3种不同的数字蜂窝移动通信的标准,即北美的 DAMPS、欧洲的 GSM 和美国 Qualcomm(高通)公司推出的 IS-95 CDMA。

这些系统于20世纪90年代相继在世界各地问世并投入商用,它标志着移动通信跨入了第二代。

1. GSM

欧洲各国在第一代移动通信系统的基础上,联合推动了新一代数字移动通信系统的研发。1982年,欧洲邮电会议(Conference of European Posts and Telecommunications, CEPT)成立了一个小组,称为 GSM(Group Special Mobile)小组,该小组负责规划新的数字移动通信系统所涉及的各项技术工作。

1989年,新成立的欧洲电信标准协会(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)接替了 GSM 小组的工作。在 ETSI 的管理下,最终确定了一套技术规范,这一套技术规范以最初研究它的小组的名字命名,称之为 GSM。

第一个 GSM 网络建立于1991年。随后,1992年又建立了几个 GSM 网络,并且很快在不同的国家之间实现了国际漫游。GSM 获得了巨大的成功,因而欧洲大部分国家也很快地开通了 GSM 业务。进而 GSM 又开始向欧洲以外的国家扩展,成为一个全球性的新一代数字移动通信系统。因而,GSM 这个词在后来也就具有了新的含义,即全球移动通信系统(Global System for Mobile communication)。

在 GSM 系统提出之初,它的工作频段为 900MHz,绝大多数提供服务的 GSM 系统都工作在这个频段。但是,GSM 技术也使用了其他频段。

1993年,英国部署了世界上第一个工作于 1800MHz 频段的 GSM 系统,称为 DCS1800,也称为 GSM1800。GSM 被引进到美国后,工作在位于 1900MHz 的 PCS 频段。

目前 GSM 网络是世界上最大的移动通信运营网络体系,拥有全球超过 50% 的市场份额,用户人数已经超过十亿。

数字制式的特点是基带信号采用离散数字信号,采用了数字编码器、调制器,尤其采用数字调制器,可以很方便地提高系统容量。同时信号的处理能力和系统的性能都有了很大提高。GSM 系统由于采用了数字处理技术,它的频谱利用率要高于第一代模拟制式移动通信系统。GSM 网络采用了时分多址技术。在一帧中有 8 个时隙,即在一个可独立使用频点上最多可接入 8 个用户。在频率规划中,仍然采用频率复用技术实现资源的重复利用。

2. DAMPS

DAMPS 是在对模拟的 AMPS 系统进行改造的基础上产生的。

AMPS 系统是一个频分复用(FDMA)的模拟系统,属于第一代移动通信系统,该系统的每个信道占用 30kHz 的带宽。在 AMPS 系统的信道中,有些信道专门用于传输控制信令,称为控制信道,还有一些信道则专门用于传输实际的话音,称为话音信道。

采用数字技术改造 AMPS 系统的第一步是引入话音信道数字化。包括对话音信道运用时分复用技术,以便每个话音信道被分为几个时隙,使得同一个射频信道可以同时传输 3 路以上的会话。与模拟的 AMPS 系统相比,数字 AMPS 系统的容量有了明显的提高。

对 AMPS 系统的话音信道进行数字化改造之后形成的标准称为 IS—54B,该标准形成于 1990 年;其控制信道数字化的改造工作则完成于 1994 年,相应地称为 IS—136。

DAMPS 系统既可以工作于 800MHz 频段,也可以工作于 1900MHz 频段。在北美,1900MHz 频段被分配给了个人通信业务(Personal Communication Service,PCS)使用,PCS 系统可以被看成是一组第二代移动通信业务。

3. IS—95A CDMA

GSM 和 DAMPS 虽然有一定的区别,但是它们都使用了 FDMA/TDMA 技术。采用了 TDMA 技术之后可以扩大系统的容量。但 TDMA 技术并不是实现多个用户共享单独一个无线电信道的唯一的技术。

采用码分多址的 CDMA(Code Division Multiple Access)系统具有更大的容量。采用 CDMA 技术的通信系统所有的用户都在相同的时间使用相同的频率。很显然,既然所有的用户都同时使用相同的频率,他们之间就不可避免地会互相干扰。所以,问题的关键就在于从相同频率的许多信号中检测出某个用户发出的信号。如果来自不同用户的信号都被不同的码序列调制,就可以从相同频率的许多信号中检测出各个用户发出的信号。

1989 年,美国高通(Qualcomm)公司将 CDMA 技术引入到蜂窝移动通信系统中。1993 年 7 月,美国公布了由高通公司提出并获得 TIA/EIA 通过的 IS—95 标准,该标准定义的 CDMA 系统是具有双模(CDMA 和 DAMPS)运行能力的窄带码分多址数字蜂窝移动通信系统。

IS—95 CDMA 系统较之 DAMPS 系统取得了更大的成功,该系统在美国、韩国、中国以及东南亚等国家和地区得到了迅速的部署和发展。

4. 增强的数字移动通信系统

在向第三代移动通信演进的过程中,存在一些增强的数字移动通信系统,这些移动通信系统也被称为 2.5G 移动通信系统。开发 2.5G 移动通信系统的目的是提高数字移动通信系统的数据传输能力。

在 2G 移动通信系统的设计中,传输语音是其首要目标。但随着整个产业的发展,尤其是以短信为代表的业务的成功,人们逐渐意识到数据业务以及互联网对于移动通信系统的价值。但是,2G 移动通信系统的数据传输能力实在有限。例如 GSM 只能传输不超过 9.6kb/s 的业务,这个速度甚至比使用电话拨号上网(64kb/s)还要慢许多,无法满足用户的需求。因此,各个 2G 移动通信系统开始着手推出自己的基于分组传输的解决方案。GPRS 是为了提高 GSM 系统的数据传输能力而出现的。

1) 通用分组无线业务(General Packet Radio Services,GPRS)

GPRS 是 GSM 的数据传输解决方案,它采用分组交换技术,可以让多个用户共享某些固定的信道资源。在引入 GPRS 之后,GSM 空中接口的信道资源既可以被话音占用,也可以被 GPRS 数据业务占用。当然在信道充足的条件下,可以把一些信道定义为 GPRS 专用信道。

理论上,如果把空中接口上的 TDMA 帧中的 8 个时隙都用来传送数据,那么数据速率最高可达 171kb/s。在实际网络中,由于 GSM 的网络资源比较紧张,语音用户的信道必须优先得到保障,因而 GPRS 的速率往往远远低于理论值。尽管如此,GPRS 的速率还是比 GSM 要快得多,能够满足人们最低的上网需求,如浏览页面、下载铃声等低速数据业务。

要实现 GPRS 网络,需要在传统的 GSM 网络中引入新的网络接口、通信协议以及分组交换设备。

2) 增强型数据速率 GSM 演进技术(Enhanced Data rate for GSM Evolution,EDGE)

EDGE 技术在 GSM 系统中采用了一种新的调制方法,即 8PSK 调制技术,从而使每个符号所携带的信息达到了原来的 3 倍,从而大大提高了现有 GSM 网络的数据服务速率。EDGE 同时支持分组交换和电路交换两种数据传输方式。它支持的分组数据服务可以实现每时隙高达 11.2~69.2kb/s 的速率,单用户最高速率可以达到 384kb/s。EDGE 可以 28.8kb/s 的速率支持电路交换服务。

EDGE 不改变 GSM 或 GPRS 网的结构,也不引入新的网络单元,但是需要 BTS 对进行软硬件升级。EDGE 的空中信道分配方式、TDMA 的帧结构等空中接口特性与 GSM 相同。

3) IS-95B 与 CDMA 2000 1X

IS-95 的第一个版本称为 IS-95A。IS-95B 是 IS-95A 的进一步发展,由美国 TIA 于 1998 年发布。IS-95B 的主要目的是能满足中等速率业务的需求,可以提供最大 64kb/s 的速率。

CDMA 2000 1X 将数据传输速率提高到 153.6kb/s,由国际电信联盟(International Telecommunications Union,ITU)于 2001 年发布。虽然 CDMA 2000 系列是 3G 技术的标准,但由于 CDMA 2000 1X 的速率并未达到 3G 的要求,因此有些国家将 CDMA 2000 1X 视为 2.5G 的产品。

第六阶段:从本世纪初至今。

这一阶段的特点是移动通信系统从以提供语音业务为主,向提供中高速数据业务发展,移动通信网与互联网业务逐步融合,业务发展呈现多元化趋势,第三代移动通信系统在全球得到迅速发展。

第三代移动通信系统(3G)最早由 ITU 于 1985 年提出,当时称为未来公共陆地移动通信系统(Future Public Land Mobile Telecommunication System,FPLMTS)。后来由于 ITU 预计该系统在 2002 年左右投入商用,而且该系统的一期主频段位于 2GHz 频段附近,所以将其正式命名为 IMT-2000。IMT-2000 系统包括地面系统和卫星系统。

3G 标准分为核心网和无线接口两部分。ITU 最初的愿望是制定一个统一的无线接口标准和一个公共的网络标准,但因种种原因无法实现。所以 ITU 提出了一个家族概念。核心网分别基于现有的第二代两大网络,即 GSM MAP 和 IS-41 核心网来实现,而无线接口部分最终确定了 3 个无线技术标准,即 WCDMA、CDMA 2000 和 TD-SCDMA。

WCDMA 是英文 Wideband Code Division Multiple Access(宽带码分多址)的英文简称。W-CDMA 由 3GPP 具体制定,基于 GSM MAP 核心网,无线接入网标准为陆地无线接入网(UMTS Terrestrial Radio Access Network,UTRAN)。目前 WCDMA 有 Release 99、Release 4、Release 5、Release 6、Release 7 等版本。

CDMA 2000 由窄带 CDMA(IS-95 CDMA)技术发展而来,以美国高通公司为主提出,摩托罗拉、朗讯和韩国三星都有参与。

TD-SCDMA 全称为 Time Division Synchronous CDMA(时分同步 CDMA),由大唐电信(原邮电部电信科学技术研究院)向 ITU 提出。TD-SCDMA 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、对业务支持的灵活性、频率使用灵活性等方面具有独特优势。另外,由于中国内地庞大的市场,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。

1.2 中国移动通信发展现状

1987 年,我国引进了第一代模拟蜂窝移动通信系统,采用 TACS 制式。在第一代移动通信系统发展期间,手机终端的费用和通信费比较高,手机一直是少数富裕阶层才能拥有的高端通信产品。

1994 年,我国进行了电信体制改革,成立了中国联通公司,打破了邮电系统的独家垄断局面。1995 年,原邮电部和中国联通公司先后建成了第二代移动通信网,采用 GSM 制式。由于竞争机制的引入,电信资费大幅下降,手机才逐渐走进普通老百姓的日常生活,成为大众化的通信手段。

2000 年,中国联通公司与美国高通公司签署了 CDMA 知识产权框架协议。2001 年,中国联通建成 IS-95 CDMA 网络并开通运营。

在第三代移动通信标准研究的过程中,我国的大唐电信公司提出了拥有自主知识产权的 TD-SCDMA 标准,并为 ITU 所接受,成为第三代移动通信的三种标准之一。2009 年 1 月,我国正式向刚刚完成重组的中国电信、中国移动和中国联通颁发了 3G 运营牌照,其中中国电信获得 CDMA 2000 网络的营运牌照,中国移动获得 TD-SCDMA 网络的营运牌照,中国联通获得 WCDMA 网络的营运牌照。由于早已经做好充分准备,三家运营商都于同年开通了 3G 移动通信网。

近年来,移动通信产业在我国发展迅速。2011 年,我国移动电话用户净增 12 725 万户,总数达到 98 625 万户。其中,3G 用户净增 8137 万户,达到 12 842 万户。移动电话普及率达到 73.6 部/百人。

2011 年,全国电信业务收入累计完成 9880 亿元,同比增长 10.0%(全国 GDP 增长率 9.2%)。其中,移动通信业务收入 7162 亿元,增长 13.8%,占电信业务收入的比重上升到 72.5%;固定通信业务收入 2718 亿元,增长 1.0%。

电信业务收入中,非话音业务收入 4598 亿元,增长 17.9%,占电信业务收入的比重上升到 46.5%;话音业务收入 5282 亿元,增长 3.9%。话音业务收入中,移动话音业务收入 4591 亿元,增长 8.4%;固定话音业务收入 691 亿元,下降 18.3%。

在通信运营方面,历经多次改革,形成了中国移动、中国电信、中国联通三家大型国有通信运营公司。其中中国移动公司 2011 年列《财富》杂志世界 500 强 87 位,品牌价值位列全球电信品牌前列,成为全球最具创新力企业 50 强。

在通信设备制造业方面,已经形成了以华为、中兴、上海贝尔、大唐电信等大型企业为龙头,众多中小型企业紧随其后的繁荣局面。其中华为技术有限公司是一家总部位于中国广东省深圳市的生产销售电信设备的民营科技公司,于 1987 年成立,主要营业范围是交换、传输、无线和数据通信类电信产品,是全球最大的电信网络解决方案提供商,全球第二大移动

通信设备供应商,全球第六大手机生产厂商。在2011年11月8日公布的2011年中国民营500强企业榜单中,华为技术有限公司名列第一。根据美国《财富》杂志公布的数据,华为2010年的销售额达218.21亿美元(1491亿元人民币),净利润达26.72亿美元(183亿元人民币),成为继联想集团之后,成功闯入世界500强的第二家中国民营科技企业,排名第397位。

1.3 各类移动通信系统概述

除了前面提到的蜂窝移动通信系统外,人们还开发出了多种移动通信系统。迄今为止主要的移动通信系统有:

- (1) 无绳电话系统;
- (2) 无线寻呼系统;
- (3) 集群移动通信系统;
- (4) 无线局域网;
- (5) 卫星移动通信系统;
- (6) 蜂窝移动通信系统。

下面分别予以简要介绍。

1.3.1 无绳电话系统

无绳电话系统是指以无线传输代替传统的电话线,在一定的范围内为用户提供移动或者固定电话服务的通信网络。

早期的无绳电话非常简单,只是把电话机分为座机与无线手持机两部分,手持机可在50~200m的范围内,通过无线传输手段与座机相连,从而方便用户在一个小范围内接听和拨打电话。目前这种无绳电话仍然在家庭和办公环境中普遍应用。

以后,无绳电话逐步向网络化和数字化方向发展,并从室内应用扩展到室外应用,从专用系统扩展到公用系统,形成了以PSTN网为依托的多种网络结构。迄今为止,无绳电话可以分为三个发展阶段:分别是第一代无绳电话系统、第二代无绳电话系统和第三代无绳电话系统。

第一代无绳电话系统采用模拟通信技术,使用FM调制方式。当手机放在基站的机座上时,收发信机均不工作,基站对手机电池进行充电,相当于一台普通的电话机。手机从机座上取下时,基站与手机的收发信机就进入工作状态。

用户主叫:可用手机或基站拨发,拨出号码由基站接收并送入市话网。

用户被叫:基站向手机发出呼入信号,使手机和基站一起振铃,用户可任选一个进行通话。

第二代无绳电话系统在1987年由英国最先推出,采用数字通信技术,工作于864~868MHz,通话质量较高,保密性强,抗干扰好,价格便宜。但在室外只能提供单向业务(即只能去话,不能来话),也不能越区切换。

第二代无绳电话系统可用于公用通信系统。比如,在车站、机场、码头、商场、闹市区等

人们活动频繁的地方,采用和市话网设立电话亭相似的方式,分散设置若干个公用基站(Telepoint),这些公用基站均与市话网相连。携带手机的用户只要处于公用基站的周围,即可向任一有线用户拨电话。如果这种公用基站在街道旁边每隔 400~500m 就设置一个,则携带手机的用户在沿街行走时,能随时随地与有线用户通话。

第二代无绳电话系统用于公用通信系统时,除设置基站之外,还需要设置网络管理中心、计费中心及其他设施。

20 世纪 90 年代,一些国家推出了第三代无绳电话系统。主要的制式有 1989 年欧洲邮电委员会(CEPT)推出的泛欧标准 DECT(Digital European Cordless Telephone)、1993 年日本推出的 PHS(Personal Handyphone System)数字无绳电话系统以及 1992 年美国推出的 PACS(Personal Communication System)。

这些系统的主要特点是:

- (1) 采用 32kb/s ADPCM 语音编解码器;
- (2) 采用 TDMA/FDMA 多址方式;
- (3) 每载频传输 1~12 路话音;
- (4) 采用 TDD 双工模式;
- (5) 采用 GFSK 或 $\pi/4$ -QPSK 调制;
- (6) 手机发射功率为 5~25mw;
- (7) 工作频率为 900MHz 或 1800MHz。

前些年在我国发展得非常迅速的“小灵通”,即是由日本的 PHS 无绳电话系统改造而来。

1.3.2 无线寻呼系统

无线寻呼系统是一种单向的移动通信系统,它以程控电话网为依托,采用单向的无线呼叫方式将主叫用户的信息传送给持机用户。

寻呼的发展开始于 1948 年,后来逐步有小规模、小范围的应用,发展缓慢的主要原因是寻呼机体积大,当时用的是话音呼叫。一直到 20 世纪 70 年代,出现了大规模集成电路才解决了体积的问题,逐步形成了中、大规模的寻呼系统。20 世纪 80 年代,电子技术日趋成熟,寻呼机功能增加,加上市内电话的日益普及,寻呼通信才以异军突起的面目出现在公众面前。

无线寻呼是通过公用电话网和无线电寻呼系统来实现的。无线寻呼系统通常由一个控制中心、一个或数个无线发射基站以及无线电寻呼接收机组成。

其中控制中心由计算机系统、电话接续设备和话务人员构成。控制中心的任务是从电话网接入寻呼人送来的信息,并进行核对、编码处理和存储。

无线发射基站的任务是将寻呼控制部分处理变换的信号转变为无线电信号向空中发送,传送给寻呼接收机。

寻呼接收机负责接收空中的无线电信号,将它转变成人们可以读懂的信息。

从寻呼系统服务对象的角度来看,无线寻呼系统可分为公用寻呼网和专用寻呼网。公用寻呼网通常是由电信部门经营的,为整个社会提供无线寻呼服务;而专用寻呼网则是指由非电信部门经营的寻呼系统。