

21世纪高职高专规划教材——通信

现代移动通信技术与系统

XIANDAI YIDONG TONGXIN JISHU YU
XITONG

廖海洲 主编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高专规划教材——通信

现代移动通信技术与系统

主 编 廖海洲

编 委 宋燕辉 龙林德
欧红玉 张 敏

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

现代移动通信技术与系统 / 廖海洲主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2010.8
21 世纪高职高专规划教材. 通信
ISBN 978-7-5643-0763-9

I. ①现… II. ①廖… III. ①移动通信—通信技术—
高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 149040 号

21 世纪高职高专规划教材——通信

现代移动通信技术与系统

主编 廖海洲

责任编辑	李芳芳
特邀编辑	宋彦博
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	13
字 数	323 千字
版 次	2010 年 8 月第 1 版
印 次	2010 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-0763-9
定 价	22.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

移动通信是当今通信领域发展的热点技术之一,尤其是电信行业的再次重组和 3G 移动通信系统的商用,拓宽了移动通信业务的应用范围,带来了移动用户的快速增长,推进了 2G 移动网络的完善和 3G 移动网络的建设步伐,提高了网络的服务质量。

为了培养适应现代移动通信技术发展的高素质、高技能、应用型专业人才,保证公众移动通信系统技术的优质、高效应用,促进电信行业的高速发展,我们在总结多年教学实践经验的基础上,组织专业教师和专家编写了《现代移动通信技术与系统》一书。

本书为基于工作过程的系统化配套教材,采用模块-任务式的结构,全面介绍了现代移动通信技术与系统应用,全书分为九个模块:模块一简要介绍对移动通信的认知,模块二介绍移动通信编码与调制,模块三重点介绍移动通信组网技术,模块四重点介绍移动通信特有的控制技术,模块五重点介绍 GSM 移动通信网络,模块六重点介绍 CDMA 移动通信网络,模块七重点介绍 WCDMA 移动通信网络,模块八重点介绍 TD-SCDMA 移动通信网络,模块九重点介绍移动通信网络工程技术应用。

本书在编写过程中,坚持“以就业为导向,以能力为本位”的基本思想,以岗位知识技能为基础,引入实践任务,按照信号处理流程与系统商用的编写思路,较好地体现了“理论简化够用,突出能力本位,面向应用性技能型人才培养”的职业教育特色。本书作为信息通信类专业教材,可根据专业需要选择相关模块,建议课时为 60~90 课时。各模块后附有过关训练,便于自学。本书可作为大专院校的教材或教学参考书,也可作为通信企业的职工培训教材。

本书由长沙通信职业技术学院移动通信系廖海洲副教授主编,并由他负责模块一、三、九的编写及全书审阅;高级通信工程师宋燕辉负责模块五、七、八的编写;龙林德编写模块二,并负责全书统稿;模块四由欧红玉编写;模块六由张敏编写。在本书的编写和审稿过程中,得到中国移动长沙公司技术专家们的大力支持和热心帮助,并提出了很多有益的意见。本书的素材来自大量的参考文献和应用经验,特此向相关作者致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 4 月



目 录

模块一 移动通信的认知	1
任务1 移动通信的技术理念	1
任务2 移动通信的发展与服务产业	7
任务3 实践——移动通信系统认知	12
模块二 编码与调制技术	14
任务1 编码技术	14
任务2 实践——卷积码的编码及解码	22
任务3 调制技术	26
任务4 扩频调制与应用	35
任务5 实践——调制与解调	43
模块三 移动通信组网技术	50
任务1 无线组网技术	50
任务2 信道资源的利用	62
任务3 移动业务与信令组网技术	68
任务4 环境噪声和干扰	70
模块四 移动通信特有的控制技术	77
任务1 位置登记	77
任务2 实践——位置更新	79
任务3 切换	83
任务4 漫游	86
模块五 GSM 移动通信网络	89
任务1 GSM 移动通信系统认知	89
任务2 GSM 移动通信网络结构	92
任务3 GSM 信号处理过程	96
任务4 GSM 通信流程	99
任务5 GSM 基站设备及维护	103
模块六 CDMA 移动通信网络	111
任务1 CDMA 移动通信系统认知	111
任务2 CDMA2000 网络系统结构	114
任务3 CDMA2000 业务流程	117
任务4 CDMA 基站操作与维护	123

模块七 WCDMA 移动通信网络	131
任务 1 WCDMA 移动通信系统认知	131
任务 2 WCDMA 移动通信网络结构	133
任务 3 WCDMA 无线资源管理	138
任务 4 WCDMA 主要通信流程	142
任务 5 WCDMA 基站操作与维护	143
模块八 TD-SCDMA 移动通信网络	151
任务 1 TD-SCDMA 移动通信系统认知	151
任务 2 TD-SCDMA 空中接口物理层	154
任务 3 TD-SCDMA 关键技术	160
任务 4 TD-SCDMA 通信流程	165
任务 5 TD-SCDMA 基站操作与维护	168
模块九 移动通信网络工程技术	174
任务 1 天线技术	174
任务 2 实践 —— 天馈线系统	180
任务 3 无线电波的传播技术	182
任务 4 分集技术	186
任务 5 网络覆盖信号增强技术	191
任务 6 基站防雷与接地技术	196
参考文献	201

模块一 移动通信的认知

【问题引入】

移动通信是我国目前大众化的通信手段。那么何谓移动通信？移动通信与固定通信有哪些区别？移动通信系统由哪些结构组成？移动通信系统信号如何处理和传输？移动通信技术发展及配套产业链有哪些？这些都是本模块需要涉及与解决的问题。

【内容简介】

本模块介绍了移动通信的概念及特点、移动通信系统的基本组成、移动通信收/发信号处理及传输环节、移动通信技术的发展、移动用户的发展和移动通信服务产业链等内容。其中移动通信系统的基本组成和移动通信收/发信号处理及传输环节为重要内容。

【学习要求】

识记：移动通信的定义及特点，衰落、多普勒频移等概念。

领会：衰落与多普勒频移的现象、移动通信的发展历程及发展趋势。

应用：数字移动通信系统的基本结构、移动通信收/发信号主要处理及传输环节。

任务1 移动通信的技术理念

随着社会的发展，人们对通信的需求日益增加，对通信的要求也越来越高。人们希望能随时、随地、可靠地进行各种信息的交换，就必须采用无线、移动的模式实施信息的传递；完成通信技术发展的理想目标——“个人通信”，移动通信发挥了基础性的作用。

一、移动通信的含义及特点

（一）移动通信的含义

移动通信是指在通信中一方或双方处于移动状态的通信方式，包括移动体（车辆、船舶、飞机或行人）和移动体之间的通信，移动体和固定点（固定无线电台或有线用户）之间的通信；通信含有语音、数据、多媒体等业务。

（二）移动通信技术的特点

现代移动通信技术是现代通信技术、微电子技术和计算机技术的完美结合。在无线通信的基础上引入用户的移动性，是一种有线与无线相结合的通信网络融合，因此，移动通信与固定通信相比具有以下特点：

1. 采用无线传输方式

移动通信与固定通信相比,不再利用有线传输方式进行,而采用无线传输方式实现,使用无线电波传输信息。否则,无法实现移动台的移动。

2. 电波传播环境复杂

移动通信工作在甚高频(VHF)和特高频(UHF)两个频段(30~3000 MHz),电波的传播以直接波和反射波为主。因此,地形、地物、地质以及地球的曲率半径等都会对电波的传播产生反射、折射、绕射等不同程度的影响,主要反映为衰落与多普勒频移的现象。

(1) 衰落。衰落是移动通信的基本特征之一,是指信号随时间的变化由强变弱的过程。衰落又有快衰落和慢衰落之分。

① 快衰落:在移动通信系统中,由于电波受到高大建筑物的反射、阻挡以及电离层的散射,移动台所收到的信号是从许多路径来的电波的组合,这种现象称为“多径效应”。由于合成信号的幅度、相位和到达时间随机变化,从而严重影响通信质量。这就是所谓的“多径衰落”现象,又称为“瑞利衰落”或“快衰落”,如图 1.1.1 所示。由于各种不同路径反射矢量合成的结果,使信号场强随地点不同而呈驻波分布;接收点场强包络的变化服从瑞利分布,如图 1.1.2 所示,衰落的深度可达 20~30 dB。

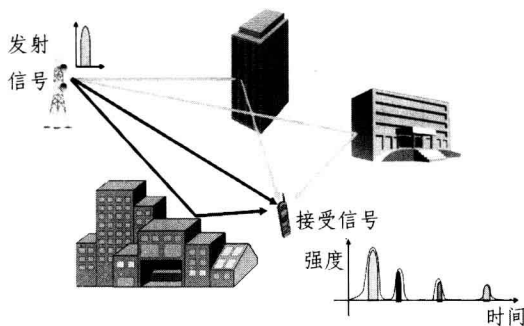


图 1.1.1 快衰落现象

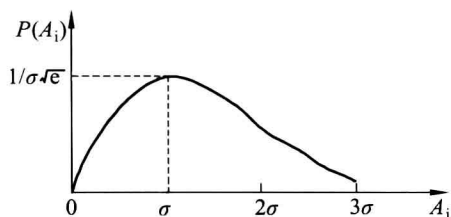


图 1.1.2 瑞利分布概率密度函数

② 慢衰落:在移动通信中,场强中值随着地理位置变化呈现慢变化,称为“慢衰落”或“地形衰落”。产生慢衰落的原因是高大建筑物的阻挡及地形变化,移动台进入某些特定区域,因电波被吸收或反射而收不到信号,将这些区域称为阴影区,从而形成电磁场阴影效应,如图 1.1.3 所示。慢衰落变化服从对数正态分布,如图 1.1.4 所示。所谓对数正态分布,是指以分贝数表示的信号强度服从正态分布。

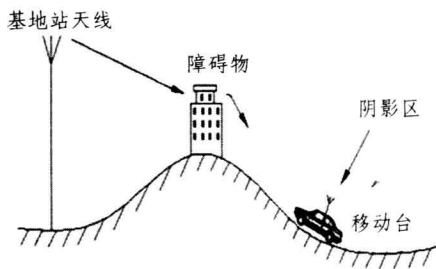


图 1.1.3 慢衰落现象

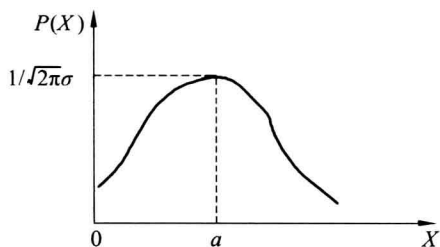


图 1.1.4 正态分布概率密度函数

此外,还有一种随时间变化的慢衰落,它也服从对数正态分布。这是由于大气折射率的平缓变化,使得多径信号相对时延变化,造成同一地点收到的场强中值电平随时间作慢变化,但这种变化远小于地形因素的影响,因此,一般忽略不计。

(2) 多普勒频偏效应。在移动通信中,接收机接收到的信号频率与发射机发出的信号频率之间会产生一个差值。这是由于到达接收端的多径信号的相位是不断变化的,会使工作频率发生偏移,将这种由于移动台移动而产生的频率偏移现象称为多普勒频偏效应。

若工作频率越高,运动速度越快,那么多普勒频偏(Δf)就越大。频偏大小可通过表达式(1.1.1)确定。

$$\Delta f = \pm \frac{vf}{c} \cos \theta \quad (1.1.1)$$

式中, v 是移动台运动速度; f 是工作频率; c 是电磁波传播速度; θ 是到达接收点时的入射角。

当 $\theta=0$ 时, Δf 称为最大多普勒频移,即

$$\Delta f_{\max} = \pm vf/c$$

例如,当车速为 60 km/h,工作频率为 900 MHz 时,由公式可以计算出最大多普勒频移为 50 Hz。这就要求移动台具有良好的抗衰落能力。

3. 频率是移动通信最宝贵的资源

无线通信频率是非常有限的,而移动通信属于无线通信的范畴,在移动通信中,基站与移动台之间占用无线频率实现通信。由于移动台的发射功率、天线等因素限制,能用于陆地移动通信的频段就更少了,随着移动通信的飞速发展,特别是用户数量的快速增长,都使有限的频率资源显得越来越珍贵。目前,常见的频段有 800 MHz、900 MHz、1800 MHz 和 2000 MHz 等。

4. 在强干扰条件下工作

在移动通信中,同时通信者成千上万,他们之间会产生许多干扰信号,还有各种工业干扰、人为干扰、天气变化产生的干扰以及同频电台的干扰等,归纳起来主要有互调干扰、邻道干扰、同频干扰、码间干扰等。这些干扰将严重影响通信的质量,这就要求移动通信系统具有强抗干扰和抗噪声能力。

5. 移动通信组网技术复杂

现代移动通信系统采用蜂窝式结构进行无线组网,移动台在服务区域内任意移动,要实现可靠的呼叫与通信,必须具有位置登记、信道分配、信道切换和漫游等跟踪交换技术。因此,移动通信系统要比一般的市内电话系统复杂得多,设备造价要高得多。

6. 移动台的性能要求高

由于移动台是用户随身携带的通信终端,因此要求具有适应移动的特点:性能好、体积小、重量轻、抗振动,操作使用简便,防水、成本低等。

二、数字移动通信系统的框架结构

移动通信技术已转入数字移动通信时代,系统结构完善,网络功能增强,信号处理环节数字化,获得了广泛的商用。2G 移动通信系统在我国甚至全球都是规模最大的,具体有 GSM

系统和 IS-95CDMA 系统。

2G 数字移动通信系统是一种双向双工通信系统。该系统一般由移动台 (MS)、基站子系统 (BSS)、移动交换子系统 (NSS)、操作支持子系统 (OSS) 等组成,如图 1.1.5 所示。

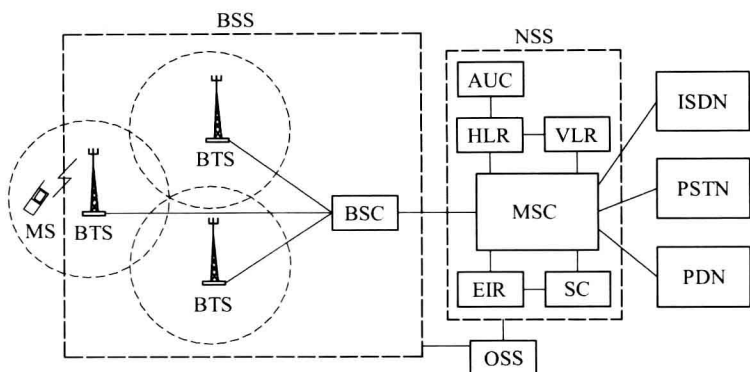


图 1.1.5 2G 数字移动通信系统的组成结构

1. 移动台 (MS)

MS 是移动用户使用的终端设备,也是整个系统中用户能够直接接触的唯一设备,可以分为车载型、便携型和手持型,其中手持型占整个用户的绝大部分。移动台由移动终端和用户识别卡 (SIM 卡) 组成。当用户使用移动台时,必须在移动终端中插入一张 SIM 卡才可以使用, SIM 卡上存储有与用户有关的所有身份特征信息和安全认证、加密信息等。SIM 卡外形如图 1.1.6 所示,其引脚功能如图 1.1.7 所示。



图 1.1.6 SIM 卡外形图

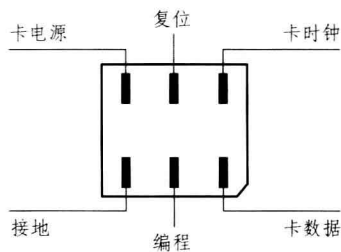


图 1.1.7 SIM 卡引脚功能图

2. 基站子系统 (BSS)

BSS 是实现无线通信的关键组成部分,它通过无线接口直接与移动台通信,负责无线发送接收和无线资源管理,通过有线接口与移动交换子系统 (NSS) 中的移动业务交换中心 (MSC) 相连,实现移动台与固定网用户之间的通信连接,传送系统信号和用户信息。此外,还受操作支持子系统 (OSS) 的控制。基站子系统由基站收发信机 (BTS) 和基站控制器 (BSC) 两个实体组成,实体功能如下:

(1) 基站收发信机 (BTS): 为无线接口设备,它完全由 BSC 控制,主要负责无线传输,完成无线与有线的转换、无线分集、无线信道加密、扩频等功能,实现与移动台之间的可靠通信。基站覆盖范围的大小主要取决于基站的发射功率、天线高度等因素。

(2) 基站控制器 (BSC): 具有对一个或多个 BTS 进行控制的功能,它主要负责无线网路资源的管理、小区配置数据管理、功率控制、定位和切换等,是个很强的业务控制点。

3. 移动交换子系统 (NSS)

NSS 也称为网络子系统, 主要完成交换功能和用于用户数据管理、移动性管理、安全性管理所需的数据库功能, 它对移动用户之间以及移动用户与其他通信网用户之间的通信起着管理作用。NSS 由移动业务交换中心 (MSC)、归属位置寄存器 (HLR)、访问位置寄存器 (VLR)、鉴权中心 (AUC)、设备识别寄存器 (EIR) 和短消息中心 (SC) 等实体组成, 各实体功能如下:

(1) 移动业务交换中心 (MSC): 是移动通信系统的核心, 对位于它所覆盖区域中的移动台进行控制和完成话路交换, 也是移动通信系统与其他公用通信网之间的接口。它可以完成网路接口、公共信道信令系统和计费等功能, 还可完成 BSS、MSC 之间的切换和辅助性的无线资源管理、移动性管理等。另外, 为了建立至移动台的呼叫路由, 每个 MSC 还应能完成关口 MSC (GMSC) 的功能, 即查询位置信息的功能。

(2) 归属位置寄存器 (HLR): 是一个数据库, 用于存储移动用户管理的数据。每个移动用户都应在其归属位置寄存器 (HLR) 注册登记, 它主要存储两类信息: 一类是有关用户的参数; 另一类是有关用户目前所处位置的信息, 以便建立至移动台的呼叫路由, 例如 MSC、VLR 地址等。

(3) 访问位置寄存器 (VLR): 是一个数据库, 用于存储 MSC 为了处理所管辖区域中 MS (统称拜访用户) 的来话、去话呼叫所需检索的信息, 例如用户的号码、所处位置区域的识别、向用户提供的服务等参数。

(4) 鉴权中心 (AUC): 用于产生为确定移动用户的身份和对呼叫保密所需鉴权、加密的三参数 (随机号码 RAND、符号响应 SRES、密钥 Kc) 的功能实体。

(5) 设备识别寄存器 (EIR): 是一个数据库, 用于存储有关移动台设备参数。主要完成对移动设备的识别、监视、闭锁等功能, 以防止非法移动台的使用。

(6) 短消息中心 (SC): 主要用于中继、存储和转发短信, 并证实短信是否发送成功。

4. 操作支持子系统 (OSS)

OSS 用于对基站子系统 (BSS) 和移动交换子系统 (NSS) 的设备进行操作与维护。

三、移动通信系统信号传输环节描述

根据移动通信系统提供的业务不同, 常见的信号传输环节有两种形式: 一种是移动用户与移动用户之间的信号传输; 另一种是移动用户与固定用户之间的信号传输, 分别如图 1.1.8 和图 1.1.9 所示。

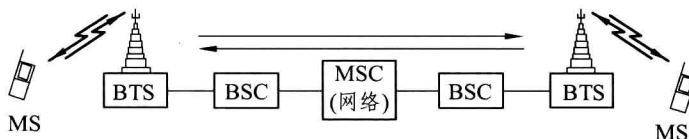


图 1.1.8 移动用户与移动用户之间的信号传输

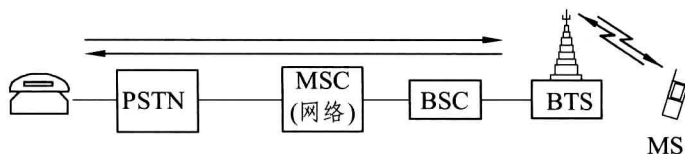


图 1.1.9 移动用户与固定用户之间的信号传输

1. 移动台信息收/发处理传输环节

移动台包括一套无线收发信机，由射频信号处理单元、基带信号处理单元、电源处理单元、外设四部分组成，如图 1.1.10 所示。

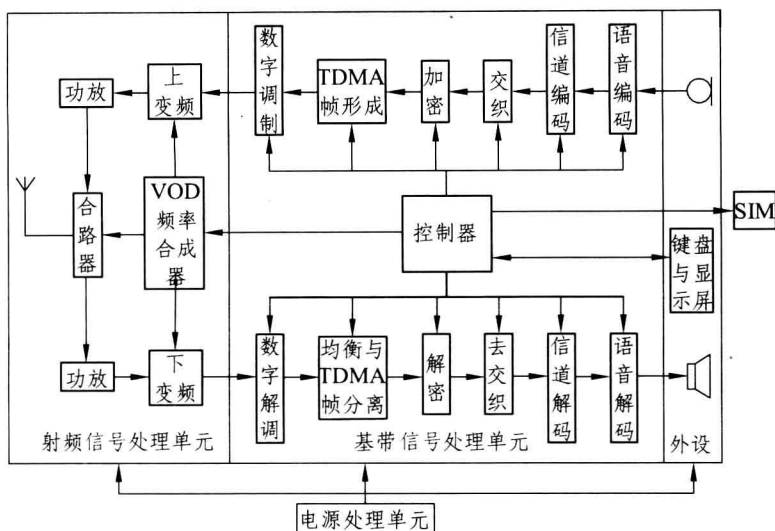


图 1.1.10 数字移动通信系统的信号处理传输原理图

射频信号处理单元包括天线、合路器、发射功放/接收功放、上变频/下变频、VCO 频率合成器几个部分。

基带处理单元主要包括数字调制/解调、均衡、TDMA 帧分离/形成、加密与解密、信道解码/编码及语音解码/编码几个部分。

电源处理单元包括射频部分电源和基带部分电源，两者各自独立，但多是由移动电话机电池提供，电池电压在移动电话机内部需要转换为多路不同电压值的电压供给移动电话机的不同部分。

外设主要包括话筒、扬声器、键盘、显示屏等，用于实现人机对话。

移动台发送信息时，语音通过话筒完成声电转换；然后进行语音编码，主要作用是将信源送出的模拟信号优化和压缩，去掉信源的冗余信息，降低数据率，提高信息量效率，缩小信号带宽，从而提高通信的有效性；接着进行信道编码，主要包括纠错编码和交织等，使信号能够在传输环境恶劣的移动信道中传输，主要目的是提高通信的可靠性；再经过加密和 TDMA 帧的形成，构成数字基带信号；最后经过数字调制、上变频和功率放大，将数字基带信号搬到合适的频段进行传输，通过天线以电磁波的形式发送到空中进行传输。数字调制在实现时可分两步：首先是将含有信息的基带信号调制到某一载波上，再通过上变频搬到适合某信道传输的射频段。上述两步亦可一步完成。

移动台接收信息的处理传输过程是上述过程的逆过程。

2. 基站信息收/发处理传输环节

无线基站属于中转站，实现有线信号与无线信号的转接，完成与移动台之间的无线通信。与移动台的信息收/发处理传输处理相类似，BTS 主要包含发信机和收信机，且每个基站含有多套收发信机，完成基带信号和频带信号处理任务，信号处理传输环节如图 1.1.11 所示。

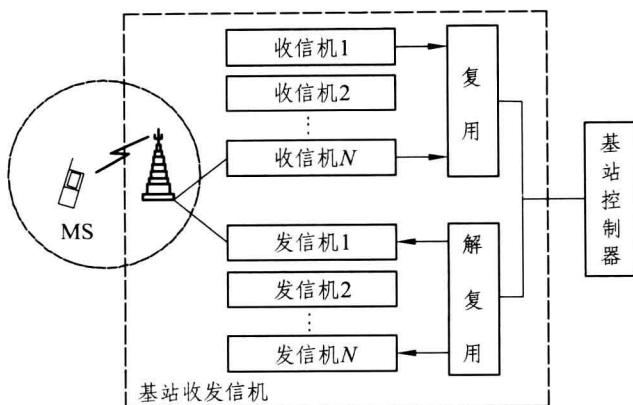


图 1.1.11 基站信息收/发处理传输

CDMA 基站与 GSM 基站信息收/发处理传输类似，但 CDMA 基站发端多了扩频调制，接收端多了扩频解调环节。

任务 2 移动通信的发展与服务产业

移动通信已成为人们工作与生活需要的重要组成部分。在不到一百年的时间里，随着计算机技术和通信技术的发展，移动通信技术得到了巨大的发展，成为国民经济发展的积极产业，令人惊叹。

一、移动通信技术的发展

(一) 早期移动通信技术的发展

传统的移动通信技术发展从 20 世纪 20 年代初开始至 70 年代中期，分为三个阶段，其特点见表 1.2.1。

表 1.2.1 早期移动通信技术发展过程

时 期	阶 段	特 点
20 年代初期至 40 年代	移动通信的起步阶段	专用网，工作频率较低
40 年代至 60 年代初期	专用移动网向公用移动网过渡阶段	实现人工交换与公众电话网的连接，大区制，网络容量较小
60 年代中期至 70 年代中期	移动通信系统改进与完善阶段	采用大区制、中小容量，使用 450 MHz 频段，实现了自动选频与自动接续；出现了频率合成器，信道间隔缩小，信道数目增加，系统容量增大

(二) 现代移动通信技术的发展

现代移动通信技术的发展始于 20 世纪 70 年代末，人们开始对移动通信技术体制进行重

新论证, 蜂窝式移动通信技术出现并获得了快速发展。其发展过程可分为三个阶段: 第一代模拟蜂窝移动通信系统阶段, 第二代数字蜂窝移动通信系统阶段, 第三代数字蜂窝移动通信系统阶段, 如图 1.2.1 所示。

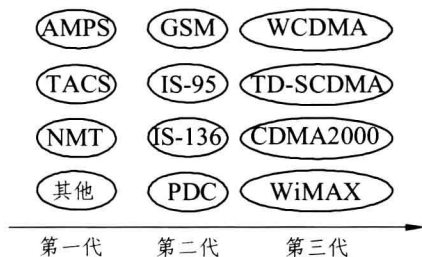


图 1.2.1 移动通信系统技术发展过程

1. 第一代模拟蜂窝移动通信系统 (1G)

人们把 20 世纪 70 年代发展起来的模拟蜂窝移动电话系统称为第一代移动通信系统, 这是一种将微型计算机和移动通信相结合, 以频率复用、多信道共用技术为核心技术, 能全自动接入公共电话网的大区制、小容量蜂窝式移动通信系统。其主要技术是模拟调频、频分多址, 主要业务是语音。第一代模拟蜂窝移动通信系统主要有:

(1) AMPS (Advanced Mobile Phone Service), 称为先进的移动电话系统, 由美国贝尔实验室研制并投入使用。

(2) TACS (Total Access Communications System), 称为全向接续通信系统, 由英国研制并投入使用, 属于 AMPS 系统的改进型。

(3) NMT (Nordic Mobile Telephone), 称为北欧移动电话, 该系统由丹麦、芬兰、挪威、瑞典等研制并投入使用。

模拟蜂窝移动通信系统的主要特点是: 频谱利用率低, 容量有限, 系统扩容困难; 制式太多, 互不兼容, 不利于用户实现国际漫游, 限制了用户覆盖面; 不能与 ISDN 兼容, 提供的业务种类受限制, 不能传输数据信息; 保密性差等。基于这些原因, 需要对移动通信技术数字化。

2. 第二代数字蜂窝移动通信系统 (2G)

第二代移动通信系统以数字信号传输、时分多址 (TDMA)、码分多址 (CDMA) 为主体技术, 频谱利用率提高, 系统容量增大, 易于实现数字保密, 通信设备的小型化、智能化, 标准化程度大大提高。第二代移动通信系统制定了更加完善的呼叫处理和网络管理功能, 克服了第一代移动通信系统的不足之处, 可与窄带综合业务数字网兼容, 除了传送语音外, 还可以传送数据业务, 如传真和分组的数据业务等。

(1) 时分多址 (TDMA) 数字蜂窝移动通信系统。

为了克服第一代模拟蜂窝移动通信系统的局限性, 北美、欧洲和日本自 20 世纪 80 年代中期起相继开发第二代数字蜂窝移动通信系统。各国根据自己的技术条件和特点确定了各自开发目标和任务, 制定了各自不同的标准, 包括欧洲的全球移动通信系统 GSM, 北美的 D-AMPS 和日本的个人数字蜂窝系统 PDC。由于各国采用的制式不同, 所以网络不能相互兼容, 从而限制了国际联网和漫游的范围。

(2) 码分多址 (CDMA) 数字蜂窝移动通信系统。

CDMA 蜂窝移动通信系统自问世以来,一方面受到许多人的支持与赞扬,另一方面也受到许多人的怀疑。目前,CDMA 蜂窝移动通信系统的发展非常迅速,已成功地应用于第二代和第三代移动通信系统中,其优势已成为人们的共识。

1992 年,Qualcomm(高通)公司向 CTIA 提出了码分多址的数字移动通信系统的建议 and 标准,该建议于 1993 年 7 月被 CTIA 和 TIA 采纳为北美数字蜂窝标准,定名为 IS-95。IS-95 的载波频带宽度为 1.25 MHz,信道承载能力有限,仅能支持声码器话音和话带内的数据传输,被人们称为窄带码分多址(N-CDMA)蜂窝移动通信系统。IS-95 兼容 AMPS 模拟制式的双模标准。1996 年,CDMA 系统投入运营。

3. 第三代数字蜂窝移动通信系统(3G)

随着信息技术的高速发展,语音、数据及图像相结合的多媒体业务和高速率数据业务大大增加。国际电信联盟(ITU)于 1985 年提出了第三代移动通信方式。当时的命名为未来公众陆地移动通信系统(FPLMTS, Future Public Land Mobile Telecommunication System),又于 1996 年正式将第三代移动通信命名为 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000),简称 3G。

第三代移动通信系统(IMT-2000)为国际移动通信系统,工作在 2 000 MHz 频段,最高业务速率可达 2 000 Kb/s,是多功能、多业务和多用途的数字移动通信系统,是在全球范围内覆盖和使用的。ITU 规定,第三代移动通信无线传输技术的最低要求中,速率必须满足以下要求:快速移动环境,最高速率应达到 144 Kb/s;步行环境,最高速率应达到 384 Kb/s;室内静止环境最高速率应达到 2 Mb/s。

第三代移动通信系统(IMT-2000)主流制式有 WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA 和 WiMAX 四种。其中,WCDMA(Wideband CDMA)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;CDMA2000 是由窄带 CDMA(CDMA IS-95)技术发展而来的宽带 CDMA 技术,是以北美为主体提出的 3G 标准;TD-SCDMA(Time Division-Synchronous CDMA(时分同步 CDMA))是由中国独自制定的 3G 标准;WiMAX 是继 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 之后于 2007 年 10 月被 ITU 通过的第四个全球 3G 标准。

(三) 未来移动通信系统的发展

未来移动通信系统标准比第三代标准具有更多的功能。将可以在不同的固定、无线平台和跨越不同频带的网络中提供无线服务,可以在任何地方宽带接入互联网(包括卫星通信),能够提供除信息通信之外的定位定时、数据采集、远程控制等综合功能,是多功能集成的宽带移动通信系统或多媒体移动通信系统。未来移动通信系统将比第三代移动通信系统更接近个人通信。

二、移动通信用户的发展

(一) 世界移动通信用户的发展

蜂窝移动通信是人类社会发展中的一大奇迹。世界蜂窝移动通信于 20 世纪 80 年代初开始商用,经过近 30 年的发展,目前已有 100 多个国家和地区使用,截至 2004 年 12 月,全球(蜂窝)移动通信用户总数已达 17 亿,超过已有百年发展历史的固定通信用户数。截至 2009 年 7 月,整个全球移动用户数约 44 亿,普及率达到了 65%;截至 2009 年 12 月,全球移动用户已突破 46 亿。

（二）我国移动通信用户的发展

回顾我国移动电话 20 多年的发展历程，我国移动通信市场的发展速度和规模令世人瞩目，中国的移动电话发展史是超常规、成倍数、跳跃式的发展史。

我国于 1987 年引进第一套移动通信设备，当年我国的移动通信用户只有 700 多户。1987—1993 年，用户增长速度均在 200% 以上，1994 年移动用户数突破百万大关。10 年之后的 1997 年 8 月，我国移动电话第 1 000 万个用户在江苏南京诞生，它标志着我国移动通信又上了一个台阶，也意味着中国移动电话用不到 10 年时间所发展的用户数超过了固定电话 110 年所发展的用户数。此后的 3 年时间，即到 2001 年 4 月，我国又迅速扩展到了 1 亿用户，并于 2001 年 7 月超过美国，成为全球移动通信用户最多的国家。2002 年，我国移动通信用户又突破了 2 亿户。截至 2003 年 6 月，我国的 GSM 用户已经占到全球总用户的 1/3，全国移动电话用户总数已达 2.344 7 亿户，普及率为 18.3%。截至 2007 年 6 月，中国移动电话用户已超过了 4.87 亿户，是全球移动电话用户最多的国家。截至 2008 年 4 月底，我国移动用户数已接近 6 亿（5.835 亿）。截至 2009 年 12 月底，我国移动用户数已接近 7 亿。从上述数据可以看出，20 多年来我国移动通信用户的发展取得了惊人的成绩，移动电话成为人们通信的主要工具。

三、移动通信产业链

移动通信服务的运营离不开移动通信产业的各类参与者，移动通信产业的参与者涉及技术、施工、运营、市场和产品服务等各个方面。各类参与者之间的协作关系就构成了移动通信产业链。通过对移动通信产业链的了解，我们可以知道移动通信领域有哪些工作岗位，从而提高学习的兴趣。移动通信的产业链如图 1.2.2 所示。

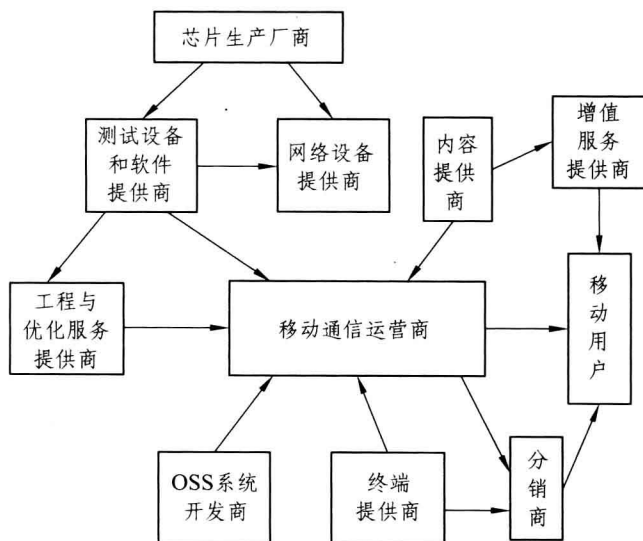


图 1.2.2 移动通信服务产业链示意图

1. 移动通信运营商

运营商是移动通信产业链的核心，工程建设中通常是甲方。在国际移动通信运营商中，规模较大、影响力较强的包括沃达丰（Vodafone）、T-Mobile、Verizon、日本的 NIT DoCoMo

和韩国的 SKT。

我国移动通信行业于 2009 年经过重组之后,移动通信运营商有三家:中国移动(GSM 网络、TD-SCDMA 网络)、中国联通(GSM 网络、WCDMA 网络)、中国电信(IS-95 CDMA 网络、CDMA2000 1x EV-DO 网络)。

我国移动通信网络投入商业服务以来,经历了 20 多年的发展,形成了拥有近 7 亿用户的巨大市场。但是近年来,随着大量低端用户的涌入,运营商的利润不断下降,收入增长趋缓。为此运营商一方面要加大力度开发新业务,另一方面要进一步细分用户需要,提供更贴近用户需求的服务产品。

2. 网络设备提供商

网络设备提供商是指为移动通信运营商提供通信网络设备的生产商,在这个领域的公司包括诺基亚-西门子、朗讯-阿尔卡特、爱立信、北电、摩托罗拉、华为、中兴、大唐、鼎桥、普天等。这些公司每年都是吸纳人才的主力,主要生产基站、核心网主设备。我国 1G 和 2G 的移动通信设备主要靠国外引进,而我国 3G 移动通信设备的市场,中兴、华为占了比较大的份额。

3. 工程和优化服务提供商

工程和优化服务提供商可以分成工程服务和优化服务,但是部分公司往往同时提供这两项服务。

工程服务包括基站、机房和室内分布系统等的建设,一般的工程公司都和运营商保持密切的合作关系。

网络优化服务有一块很大的市场,在国外,运营商的网络维护、优化和管理往往是外包的;但国内运营商因为重视网络质量,所以经常更愿意由自己来负责。网络优化服务的另外一个市场是直放站、塔顶放大器、干线放大器等无线辅助设备的生产、销售和工程施工。

4. 测试设备和软件提供商

测试设备和软件提供商主要生产专业的测试设备、测试软件、网络规划软件、优化软件等,为运营商、网络设备商、工程和优化服务商提供产品。生产测试设备的佼佼者包括安捷伦、思博伦、泰克、安立等,网络规划软件有 Aircom、ATOLL 等公司,其他主要的网络设备商一般也推出自己的网络规划软件,目前比较知名的有 Actix 公司。

5. 芯片生产商

芯片生产商为各网络设备商和专业设备商生产芯片,这个领域比较著名的厂商有高通(QUALCOMM)公司。

6. OSS 系统开发商

OSS 全称是业务运营支撑系统(Operational Support System)。各大电信运营商都建设有自己的 OSS 系统,例如中国移动的 BOSS(业务运营支撑系统)、中国联通的综合营账系统、中国电信的 MBOSS(管理/运营支撑系统)等。OSS 系统主要为运营商完成联机采集、计费、结算、业务、综合账务、客服、系统管理等功能。

OSS 系统开发商的任务就是为电信运营商开发这些软件系统,他们实际上从事的工作与系统集成商和软件开发商有些接近。这些厂家对员工的素质要求更接近软件企业,但同时也要求员工对移动通信有所了解。业内比较知名的公司有亚信(Asianinfo)、神州数码、亿阳信通、创智、联创、IBM、微软、CA、惠普等。