



全国高等职业教育规划教材

移动通信基站工程与测试

主编 卢敦陆 高 健

- 工学结合 校企合作 对接行业最新发展
- 项目导向 任务驱动 基于典型工作岗位
- 完整精炼 通俗易懂 涵盖各种移动制式



电子课件下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

移动通信基站工程与测试

主编 卢敦陆 高 健

参编 邱小群 文 海



机械工业出版社

本书采用基于工作过程的方式编写。根据移动通信技术典型岗位的工作过程,全书通过8个学习情境,重点介绍2G、3G、4G移动通信技术、基站配置及测试优化的基本知识和技能,内容由浅入深,图文并茂,同时结合通信企业工程案例,引入行业规范。

本书可以作为通信类高职高专院校的教材,也可供相关通信领域技术培训及工程技术人员学习参考。

本书配套授课电子课件、习题答案等资料,需要的教师可以登录 www.cmpedu.com 下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信基站工程与测试/卢敦陆,高健主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 12

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-48604-6

I. ①移… II. ①卢…②高… III. ①移动通信—通信设备—高等教育—教材 IV. ①TN929. 5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第269391号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王颖 责任校对:张艳霞

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·13.75印张·328千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-48604-6

定价:29.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010) 88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

全国高等职业教育规划教材

电子类专业编委会成员名单

主 任 曹建林

副 主 任 张中洲 张福强 董维佳 俞 宁 杨元挺 任德齐
华永平 吴元凯 蒋蒙安 祖 炬 梁永生

委 员 （按姓氏笔画排序）

于宝明	尹立贤	王用伦	王树忠	王新新	任艳君
刘 松	刘 勇	华天京	吉雪峰	孙学耕	孙津平
孙 萍	朱咏梅	朱晓红	齐 虹	张静之	李菊芳
杨打生	杨国华	汪赵强	陈子聪	陈必群	陈晓文
季顺宁	罗厚军	胡克满	姚建永	钮文良	聂开俊
夏西泉	袁启昌	郭 勇	郭 兵	郭雄艺	高 健
曹 毅	章大钧	黄永定	曾晓宏	谭克清	戴红霞

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 蔡建军

出版说明

《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》指出：到 2020 年，形成适应发展需求、产教深度融合、中职高职衔接、职业教育与普通教育相互沟通，体现终身教育理念，具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系，推进人才培养模式创新，坚持校企合作、工学结合，强化教学、学习、实训相融合的教育教学活动，推行项目教学、案例教学、工作过程导向教学等教学模式，引导社会力量参与教学过程，共同开发课程和教材等教育资源。机械工业出版社组织全国 60 余所职业院校（其中大部分是示范性院校和骨干院校）的骨干教师共同策划、编写并出版的“全国高等职业教育规划教材”系列丛书，已历经十余年的积淀和发展，今后将更加结合国家职业教育文件精神，致力于建设符合现代职业教育教学需求的教材体系，打造充分适应现代职业教育教学模式的、体现工学结合特点的新型精品化教材。

“全国高等职业教育规划教材”涵盖计算机、电子和机电三个专业，目前在销教材 300 余种，其中“十五”“十一五”“十二五”累计获奖教材 60 余种，更有 4 种获得国家级精品教材。该系列教材依托于高职高专计算机、电子、机电三个专业编委会，充分体现职业院校教学改革和课程改革的需要，其内容和质量颇受授课教师的认可。

在系列教材策划和编写的过程中，主编院校通过编委会平台充分调研相关院校的课程体系，认真讨论课程教学大纲，积极听取相关专家意见，并融合教学中的实践经验，吸收职业教育改革成果，寻求企业合作，针对不同的课程性质采取差异化的编写策略。其中，核心基础课程的教材在保持扎实的理论基础的同时，增加实训和习题以及相关的多媒体配套资源；实践性较强的课程则强调理论与实训紧密结合，采用理实一体的编写模式；涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法，同时重视企业参与，吸纳来自企业的真实案例。此外，根据实际教学的需要对部分课程进行了整合和优化。

归纳起来，本系列教材具有以下特点：

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
 - 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度，强调专业技术应用能力的训练，适当增加实训环节。
 - 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁，多用图表来表达信息；增加相关技术在生产中的应用实例，引导学生主动学习。
 - 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新，及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念，并积极支持新专业的教材建设。
 - 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合，提高教学服务水平，为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。
- 由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快，加之我们的水平和经验有限，因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和疏漏。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息，以利于我们今后不断提高教材的出版质量，为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

自从 20 世纪 80 年代第 1 代移动通信系统开始在我国国内运营,经过 30 多年的发展,我国移动用户的数量和业务有了巨大的飞跃。当前 3G 和 4G 网络建设如火如荼地进行,已经形成了第 2 代、第 3 代、第 4 代移动通信系统并存,三大运营商互相竞争的格局。

随着移动通信技术和网络的发展,我国需要大量熟悉网络维护、测试优化的高技能人才。本书采用基于工作过程的方式编写,根据移动通信技术典型岗位的工作过程,全书分为 8 个学习情境,内容由浅入深,图文并茂,同时结合通信企业工程案例,引入行业规范。通过学习情景 1,读者可以初步认识和了解移动通信网络的结构和基本技术;通过学习情景 2~4,读者可以掌握现有 2G、3G、4G 移动网络的构成、原理以及配置维护技能;通过学习情境 5,读者可以掌握移动通信基站的工程建设过程和规范;通过学习情境 6,读者可以掌握无线网络测试和优化技能;通过学习情境 7,读者可以掌握直放站的特性和室内分布设计技能;通过学习情境 8,读者可以掌握天馈线的选用和安装技能。

本书可以作为通信类高职高专院校的教材,也可供相关通信领域技术培训及工程技术人员学习参考。

本书学习情境 2、3、7 由卢敦陆编写,学习情境 4、5 由高健编写,学习情境 1、8 由邱小群编写,学习情境 6 由文海编写。卢敦陆负责全书的统稿工作。在本书的编写过程中,编者得到了中兴通讯学院、中国移动珠海分公司、珠海市天晟信息技术有限公司、珠海世纪鼎利通信科技股份有限公司等多家企业的大力支持,在此深表感谢。同时也感谢吴清海、张华提供的帮助。

由于编者水平有限,本书内容难免存在疏漏之处,期待广大读者及时提出宝贵的改进意见,以便今后进一步完善。

编 者

目 录

出版说明

前言

学习情境 1 移动通信网络的构成	1
1.1 移动通信的特点和分类	1
1.1.1 移动通信的特点	1
1.1.2 移动通信的分类	2
1.2 移动通信的发展历程	3
1.2.1 第 1 代移动通信系统	4
1.2.2 第 2 代移动通信系统	4
1.2.3 第 3 代移动通信系统	5
1.2.4 第 4 代移动通信系统	5
1.3 移动通信系统的组成	6
1.4 多址接入技术	6
1.4.1 频分多址	7
1.4.2 时分多址	7
1.4.3 码分多址	8
1.5 组网技术	9
1.5.1 频率管理与有效利用技术	9
1.5.2 网络结构	11
1.6 蜂窝网的应用	12
1.6.1 小区形状	12
1.6.2 区群的组成	13
1.6.3 小区分裂	13
1.7 移动性管理	14
1.7.1 位置管理	15
1.7.2 越区切换	15
1.7.3 漫游服务	17
1.8 实训 基站信号的测试	17
1.9 习题	19
学习情境 2 2G 系统组成与基站配置	20
2.1 GSM 系统组成与基站设备	20
2.1.1 GSM 系统组成	20
2.1.2 GSM 网络接口及信道类型	22
2.1.3 爱立信 BTS 设备结构	25

2.1.4	编号方式	30
2.2	GPRS 技术与应用	32
2.2.1	GPRS 背景与特点	32
2.2.2	GPRS 网络结构	33
2.2.3	主要网络接口	35
2.3	EDGE 技术与应用	36
2.3.1	EDGE 出现的背景	37
2.3.2	EDGE 的技术特点	37
2.3.3	EDGE 对网络结构的影响	38
2.4	CDMA 系统组成与工作原理	39
2.4.1	CDMA 基本原理	39
2.4.2	CDMA 的无线逻辑信道	44
2.4.3	CDMA 系统结构	45
2.5	实训 基站设备的现场认知和现场勘测	48
2.6	习题	50
学习情境 3	3G 系统组成与基站配置	51
3.1	3G 标准的发展	51
3.1.1	WCDMA 标准	52
3.1.2	TD-SCDMA 标准	53
3.1.3	CDMA2000 标准	55
3.1.4	3 种标准的性能比较	56
3.2	3G 涉及的若干技术	57
3.2.1	信道编码和交织	57
3.2.2	智能天线	58
3.2.3	软件无线电	59
3.2.4	多用户检测技术	59
3.2.5	动态信道分配	60
3.2.6	高速下行分组接入技术	61
3.3	WCDMA 系统组成与基站设备	61
3.3.1	UMTS 系统的网络单元	62
3.3.2	UTRAN 的基本结构	64
3.3.3	爱立信 WCDMA 基站设备结构	66
3.4	TD-SCDMA 系统组成与基站设备	67
3.4.1	TD-SCDMA 的网络体系结构	67
3.4.2	TD-SCDMA 的物理层	68
3.4.3	中兴 TD-SCDMA 基站设备结构	73
3.5	CDMA2000 系统组成与基站设备	78
3.5.1	CDMA2000 的网络结构	79
3.5.2	华为 DBS3900 基站设备	81

3.5.3 华为 BSC6680 基站控制器	86
3.6 实训 3G 无线侧设备仿真配置	92
3.7 习题	99
学习情境 4 4G 系统组成与基站配置	100
4.1 LTE 基本原理	100
4.1.1 LTE 概述	100
4.1.2 LTE 网络架构	102
4.1.3 LTE 关键技术	104
4.1.4 LTE 物理层概要	107
4.2 LTE TDD 基站设备组成	111
4.2.1 华为 LTE TDD 基站	111
4.2.2 中兴 LTE TDD 基站	117
4.3 实训 4G 基站的仿真维护	119
4.4 习题	120
学习情境 5 移动通信基站工程建设	121
5.1 站址选择及机房建设	121
5.1.1 站址选择	121
5.1.2 机房要求与建设	122
5.1.3 基站土建要求	127
5.2 基站防雷与接地	130
5.2.1 机房地网	130
5.2.2 铁塔的防雷与接地	132
5.2.3 基站的防雷系统	132
5.3 交流引入与电源系统	134
5.3.1 交流引入	134
5.3.2 电源系统	135
5.4 设备安装与工程优化	135
5.4.1 开工前准备	135
5.4.2 工艺要求	136
5.4.3 设备安装	137
5.4.4 工程优化	138
5.5 实训 基站防雷性能测试	139
5.6 习题	139
学习情境 6 无线网络测试与优化	141
6.1 无线网络规划	141
6.1.1 网络规划简介	141
6.1.2 网络规划流程	142
6.2 无线网络优化	148
6.2.1 网络优化简介	148

6.2.2	网络优化流程	149
6.2.3	网络运营分析流程	158
6.3	无线网络测试技术	158
6.3.1	路测目的	159
6.3.2	路测设备	159
6.3.3	路测步骤	159
6.3.4	路测内容与要求	160
6.3.5	CQT 测试	162
6.4	实训 无线网络信号测试	163
6.5	习题	165
学习情境 7	直放站与室内覆盖系统	166
7.1	直放站原理与应用	166
7.1.1	直放站原理	166
7.1.2	直放站的类型	167
7.1.3	直放站的应用	168
7.2	直放站的调试与优化	169
7.2.1	直放站的技术指标	169
7.2.2	直放站的干扰	171
7.2.3	直放站的优化	172
7.3	直放站的集中监控	173
7.3.1	总体要求	173
7.3.2	网管系统平台特点	173
7.3.3	系统整体方案	174
7.3.4	软件功能	175
7.4	室内覆盖系统	177
7.4.1	概述	177
7.4.2	信号源	178
7.4.3	信号分布系统	180
7.4.4	功率分配设计	181
7.5	实训 直放站现场认知和室内分布系统设计	186
7.6	习题	187
学习情境 8	天线馈线结构与应用	188
8.1	天线结构与应用	188
8.1.1	天线的基本概念	188
8.1.2	天线的性能参数	191
8.1.3	天线类型	195
8.1.4	天线的选择方法	197
8.1.5	天线的安装与调整	198
8.2	馈线结构与应用	202

8.2.1	馈线的种类	203
8.2.2	馈线的工作参数	203
8.2.3	馈线选取	203
8.3	射频传输器件	204
8.3.1	功分器	204
8.3.2	耦合器	206
8.3.3	合路器和电桥	207
8.4	实训 射频传输器件指标测量	208
8.5	习题	209
参考文献		210

学习情境 1 移动通信网络的构成

移动通信是现代通信技术中不可缺少的部分。顾名思义，移动通信就是通信双方至少有一方在运动状态中进行信息交换。例如，移动物体（车辆、船舶、飞机或行人）与固定点之间，或者移动物体之间的通信都属于移动通信范畴。

现代移动通信技术是一门复杂的高新技术，不但集中了无线通信和有线通信的最新技术成就，而且集中了计算机技术和网络技术的许多成果。移动通信技术诞生于 20 世纪初，但自从 20 世纪 80 年代以来得到了飞速发展，1G、2G 和 3G 一代接一代，令人目不暇接。3G 刚刚走进我们的生活不久，4G 又接踵而至。移动通信为社会生活带来众多新变化，满足了人们随时随地通话、上网的需求。未来移动通信的目标是，能在任何时间、任何地点、为任何人提供任何方式的通信服务。

1.1 移动通信的特点和分类

移动通信是在移动中进行通信，它与传统的固定通信有着截然不同的特点，其分类也是种类繁多。

1.1.1 移动通信的特点

移动通信采用无线通信方式，可以应用于任何条件下，特别是常用在有线通信不可及的情况（如无法架线或埋电缆等）。由于是无线方式，而且是在移动中进行通信，所以形成了它的许多特点。

1. 电波衰落现象

由于电波受到城市高大建筑物的阻挡等原因，移动台接收到的是多径信号，即同一信号通过多种途径到达接收天线，如图 1-1a 所示。这种信号的幅度和相位都是随机的，其幅度是呈瑞利分布的，相位在 $0\sim 2\pi$ 内均匀分布，如图 1-1b 所示。当出现严重的衰落现象时，其衰落深度可达 30dB，因此要求移动台要具有良好的抗衰落性能。

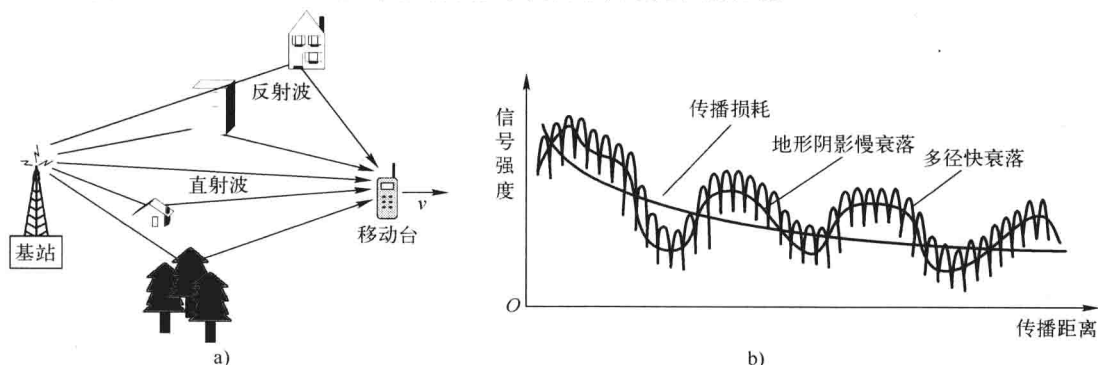


图 1-1 电波衰落现象

a) 多径传播 b) 电波衰落曲线

2. 远近效应

当基站同时接收两个距离不同的移动台发来的信号时，距基站近的移动台 B 到达基站的功率明显要大于距离基站远的移动台 A 的到达功率，若二者频率相近，则移动台 B 的信号就会对移动台 A 的信号产生干扰或抑制，甚至将移动台 A 的有用信号淹没，这种现象称为远近效应，如图 1-2 所示。克服远近效应的措施主要有两个：一是使两个移动台所用频道拉开一定间隔；二是移动台增加自动功率控制（APC）功能，使所有移动台到达基站的功率基本一致。由于频率资源紧张，几乎所有的移动通信系统对基站和移动台都采用 APC 工作方式。



图 1-2 远近效应

3. 干扰大

移动台通信环境变化是很大的，经常处于强噪声和强干扰区进行通信。噪声主要是由电磁设备引起的，如附近工厂的高频热合机、高频炉等电磁设备，汽车的点火系统等；干扰主要来自移动台附近的发射机，主要有同频干扰、邻道干扰和互调干扰。

4. 多普勒效应

高速行进中的移动台所接收到的载频将随运动速度的变化而变化，产生不同的频移，这种物理现象称为“多普勒效应”。频移大小的变化将会引发移动台接收信号强度的不断变化，其变化范围可达 20~30dB。

5. 环境条件差

移动台长期处于移动环境中，尘土、振动和潮湿的情况时常遇到，这就要求它必须有防振、防尘、防潮和抗冲击等能力。此外，还要求性能稳定可靠、携带方便以及低功耗等。同时，为便于用户使用，要求操作方便、坚固耐用，这就给移动台的设计和制造带来很多困难。

1.1.2 移动通信的分类

随着移动通信的应用范围不断扩大，移动通信系统的类型越来越多，其分类方法也多种多样。

1. 按设备的使用环境分类

按设备的使用环境分类，主要有 3 种类型：陆地移动通信、海上移动通信和航空移动通

信。作为特殊使用环境，还有地下隧道矿井、水下潜艇和航空航天等移动通信。

2. 按服务对象分类

按服务对象分类有公用移动通信和专用移动通信两类。在公用移动通信中，目前我国有中国移动、中国联通和中国电信三大运营商在经营移动电话业务。由于它是面向社会公众的，所以称为公网。专用移动通信是为了保证某些特殊部门的通信所建立的专用通信系统。由于各个部门的性质和环境有很大区别，因而各个部门使用的移动通信网的技术要求有很大差异，例如：公安、消防、急救、防汛、交通管理和机场调度等。

3. 按系统组成结构分类

按系统组成结构分类可分为蜂窝系统、集群系统和无中心系统。蜂窝系统由蜂窝状小区组网构成，是移动通信的主体，具有全球性的用户容量。集群系统是将各个部门所需的无线调度业务进行统一规划建设，集中管理，每个部门都可建立自己的调度中心台。它的特点是共享频率资源，共享通信设施，共享通信业务，共同分担费用。无中心系统没有中心控制设备，这是与蜂窝系统和集群系统的主要区别。它将中心集中控制转化为电台分散控制。由于不设置中心控制，故可以节约建网投资，并且频率利用率最高。

本书将着重介绍公共陆地移动通信系统，简称为 PLMN。

1.2 移动通信的发展历程

现代意义上的移动通信开始于 20 世纪 20 年代初期。1928 年，美国 Purdue 大学学生发明了工作于 2MHz 的超外差式无线电接收机，并很快在底特律警察局投入使用，这是世界上第一种可以有效工作的移动通信系统。20 世纪 30 年代初，第一部调幅制式的双向移动通信系统在美国新泽西警察局投入使用；20 世纪 30 年代末，第一部调频制式的移动通信系统诞生，试验表明调频制式的移动通信系统比调幅制式的移动通信系统更加有效。

在 20 世纪 40 年代，调频制式的移动通信系统逐渐占据主流地位，这个时期主要完成通信实验和电磁波传输的实验工作，在短波段上实现了小容量专用移动通信系统。这种移动通信系统的工作频率较低、语音质量差和自动化程度低，难以与公众网络互通。在第二次世界大战期间，军事上的需求促使技术快速进步，同时导致移动通信的巨大发展。战后，军事移动通信技术逐渐被应用于民用领域，到 20 世纪 50 年代，美国和欧洲部分国家相继成功研制了公用移动电话系统，在技术上实现了移动电话系统与公众电话网络的互通，并得到了广泛的使用。遗憾的是，这种公用移动电话系统仍然采用人工接入方式，系统容量小。

1978 年，美国贝尔实验室开发了先进移动电话业务系统（AMPS），这是第一种真正意义上的具有随时随地通信能力的大容量的蜂窝移动通信系统。AMPS 采用频率复用技术，可以保证移动终端在整个服务覆盖区域内自动接入公用电话网，具有更大的容量和更好的语音质量，很好地解决了公用移动通信系统所面临的大容量要求与频谱资源限制的矛盾。20 世纪 70 年代末，美国开始大规模部署 AMPS 系统。AMPS 以优异的网络性能和服务质量获得了广大用户的一致好评。AMPS 在美国的迅速发展促进了在全球范围内对蜂窝移动通信技术的研究。到 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络，主要包括英国的 ETACS 系统、北欧的 NMT 系统和日本的 NTT 系统等。这些系统被称为第 1 代蜂窝移动通信系统。

1.2.1 第1代移动通信系统

第1代移动通信系统（1G）是在20世纪80年代初提出的，主要基于蜂窝结构组网，直接使用模拟语音调制技术，传输速率约为2.4kbit/s，不同国家采用不同的工作系统。

1G主要采用频分多址技术（FDMA），这种技术是最古老也是最简单的。但是，由于模拟系统的系统容量小，还有FDMA技术在信道之间必须有保护频段来使站点之间相互分开，这样在保护频段就会造成很大的带宽浪费。而且，模拟系统的安全性能很差，任何有全波段无线电接收机的人都可以收听到一个单元里的所有通话。模拟系统主要以语音业务为主，基本上很难开展数据业务。

由于1G有很多不足之处，比如容量有限、制式太多、互不兼容、保密性差、通话质量不高、不能提供数据业务、不能提供自动漫游、频谱利用率低、移动设备复杂、费用较贵、通话易被窃听和号码易被盗用等，尤其是其容量已不能满足日益增长的移动用户需求。到20世纪90年代中期，1G完全退出历史舞台。

1.2.2 第2代移动通信系统

第2代移动通信系统（2G）开始于20世纪80年代末，至20世纪90年代末在世界范围内普及。2G是基于数字传输的，主要采用数字TDMA技术和CDMA技术，与之对应，全球主要有GSM和CDMA两种体制。2G一出现就产生了竞争，就是以美国技术为代表的的一个利益集团和以欧洲技术为代表的另一个利益集团的竞争。欧洲提出的TDMA技术后来发展成了今天的GSM标准，这是大家都熟悉的；而由美国QUALCOMM公司提出的CDMA技术后来成了IS-95标准，其市场基本限于美国。

GSM是目前使用最普遍的一种2G标准，使用900MHz和1800MHz两个频带，采用数字传输技术并利用用户识别模块（SIM）来鉴别用户，通过对数据加密来防止偷听。GSM使用频分多址（FDMA）和时分多址（TDMA）技术来增加网络容量，允许一个载频同时进行8组通话。GSM于1991年开始投入使用，到1997年底，已经在100多个国家运营，成为欧洲和亚洲实际上的标准。GSM具有较强的保密性和抗干扰性、音质清晰、通话稳定，并具备容量大、频率资源利用率高、接口开放、功能强大等优点。

中国移动和中国联通的大部分网络都采用的是GSM标准。由于采用了TDMA技术，大大地提高了系统的容量，同时，由于采用数字通信，也大大提高了通信质量。美国和欧洲竞争的结果，最终是欧洲的GSM标准完全占了上风，就连美国本土的电信运营商都在向GSM及其后续的3G方向发展。

值得一提的是，2G中的CDMA技术在美国和亚洲也取得了一定成功。原中国联通CDMA网络用的就是这种技术。CDMA的意思就是码分多址，这种通信系统的容量大、通信质量高、抗干扰性好，但是技术上稍微复杂些。可是，技术领先不等于市场领先，GSM在中国经营了这么多年，网络部署已经很完善，手机品牌也多，这就是CDMA网络始终处于相对弱势的原因之一。

针对GSM数据通信的不足，人们在2000年又推出了一种新的通信技术——GPRS，该技术是在GSM基础上的一种过渡技术，故被称为2.5G。GPRS的推出标志着人们在GSM的发展史上迈出了意义最重大的一步，GPRS在移动用户和数据网络之间提供一种连接，给

移动用户提供无线 IP 连接和 X.25 分组数据接入服务。

在这之后，通信运营商们又推出了 EDGE 技术，它提高了 GPRS 信道编码效率的高速移动数据标准，允许高达 384kbit/s 的数据传输速率，可以满足无线多媒体应用的带宽需求。EDGE 提供了一个从 GPRS 到第 3 代移动通信的过渡性方案（因此也有人称它为“2.75G”技术），从而使现有的网络运营商可以最大限度地利用现有的无线网络设备，传输速率虽然没有 3G 快，但实际应用基本可以达到拨号上网的速度，因此可以发送图片、收发电子邮件等，同时，还可以广泛应用于生产领域，在第 3 代移动网络商业化之前提前为用户提供个人多媒体通信业务。

1.2.3 第 3 代移动通信系统

第 3 代移动通信系统（3G）开始于 20 世纪 90 年代末，2003 年首先在英国投入运营，目前已经在世界范围广泛运营。3G 主要特点是无缝全球漫游、高速率、高频谱利用率、高服务质量、低成本和高保密性等。

3G 基本是以 CDMA 为技术核心，最初只有美国和欧洲两大阵营的较量。美国的 3G 标准（CDMA2000）就是在 QUALCOMM 公司的 2G CDMA 基础上发展而来的，欧洲的 3G 标准（WCDMA）是在其 GSM 网络的基础上结合宽带 CDMA 技术而形成。后来，西门子和中国的大唐公司提出了中国的 3G 标准（TD-SCDMA）。

与之前的 1G 和 2G 相比较，3G 拥有更宽的信道带宽和传输速率，信道带宽可达 5MHz，传输速率可达 2Mbit/s，不仅能传输话音，还能快速传输数据，从而提供快捷、方便的无线应用，如无线接入互联网。能够实现高速数据传输和宽带多媒体服务是 3G 通信的一个主要特点，3G 网络能将高速移动接入和基于互联网协议的服务结合起来，提高无线频率利用效率，满足多媒体业务的需求，从而为用户提供更经济、内容更丰富的无线通信服务。

1.2.4 第 4 代移动通信系统

近几年，第 4 代移动通信系统（4G）开始浮出水面。4G 可以提供更高的传输速率，满足 3G 尚不能支持的高速数据和高分辨率多媒体服务的需要。4G 是集 3G 与 WLAN 于一体，能够高速接入互联网，并能够传输高质量视频图像，传输质量与高清晰度电视不相上下。4G 系统能够以 100Mbit/s 的速度下载，上传的速度也能达到 50Mbit/s，并能够满足几乎所有用户对于无线服务的要求。而在用户最为关注的价格方面，4G 与固定宽带网络在价格方面不相上下，而且计费方式更加灵活机动，用户完全可以根据自身的需求确定所需的服务。很明显，4G 有着不可比拟的优越性。

4G 通信技术并没有脱离以前的通信技术，而是以传统通信技术为基础，利用了一些新的通信技术来不断提高无线通信的网络效率和功能。如果说 3G 能为人们提供一个高速传输的无线通信环境的话，那么 4G 通信会是一种超高速无线网络，一种不需要电缆的信息超级高速公路。与传统通信技术相比，4G 通信技术最明显的优势在于数据通信速度及可靠性。然而，在通话品质方面却有所下降，但移动电话消费者还是能接受的。随着技术的发展与应用，4G 网络中手机的通话质量还会进一步提高。

1.3 移动通信系统的组成

简单来说，公共陆地移动通信系统（PLMN）的网络结构一般由移动台、基站和移动交换中心组成，如图 1-3 所示。

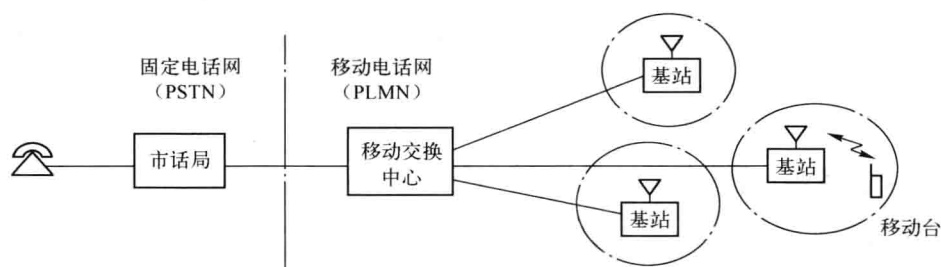


图 1-3 公共陆地移动通信系统的网络结构

移动交换中心主要用来处理信息的交换和整个系统的集中控制管理，负责交换移动台各种类型的呼叫，如本地呼叫、长途呼叫和国际呼叫，提供连接维护管理中心的接口，还可以通过标准接口与基站或其他移动交换中心相连。

图 1-3 中基站包括基站控制器（BSC）和基站收发信台（BTS），它负责管理无线资源，实现移动交换中心与移动台之间的通信连接，传送系统控制信号和用户通话信号。基站和移动交换中心之间采用光纤中继电路传输信号，有时也可采用微波中继方式。

移动台是移动通信系统不可缺少的一部分，其数量巨大。它有手持机、车载台和便携台等类型。在数字蜂窝移动通信系统中，移动台除基本的电话业务以外，还可为用户提供各种非话音业务。

基站收发信台和移动台都有收发信机和天馈线等设备。每个基站收发信台都有一个可靠通信服务范围，称为无线小区。无线小区的大小，主要由基站收发信台的发射功率和天线的高度以及接收机的接收灵敏度等条件决定。

大容量的移动通信系统可以由多个基站构成一个移动通信网。由图 1-3 可以看出，通过基站和移动交换中心就可以实现在整个服务区内任意两个移动用户之间的通信，也可以通过中继线与固定电话网（PSTN）连接，实现移动用户和市话用户之间的通话，从而形成一个有线、无线相结合的移动通信网络。

1.4 多址接入技术

多址接入技术是指把处于不同地点的多个用户接入一个公共传输媒质（如无线信道），实现各用户之间通信的技术，多应用于无线通信。

使用多址接入技术旨在使许多移动用户同时分享有限的无线信道资源，即将可用的资源（如可用的信道数）同时分配给众多的用户共同使用，以达到较高的系统容量。在移动通信系统中，常用的多址接入技术有以下 3 种：频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）。