



全国高等职业教育规划教材

4G基站建设与维护

姚伟 主编

- 全面介绍4G通信系统基站的相关知识, 淡化理论, 注重实践
- 采用项目教学法, 融“教、学、做”为一体
- 通过勘察、安装、开通、维护等工作过程, 培养学生的职业技能



TGM 254	
GGR 2 N25.4	
25.34	
54.57	
20	3H
GTR 547	
G47	

370.04

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

4G 基站建设与维护

主 编 姚 伟

参 编 张智慧 黄一平



机械工业出版社

本书以4G通信技术TD-LTE (Time Division-Long Term Evolution, 分时分期演进) 为基础, 采用项目教学的方式, 选取了华为和中兴 TD-LTE 的 eNodeB 设备, 通过具体项目, 全面、细致地讲解基站的硬件结构、开通配置、设备维护等内容。本书共分为7个项目, 分别为项目1 4G移动通信基础, 项目2 移动通信工程勘察, 项目3 中兴 TD-LTE 基站设备硬件结构与安装, 项目4 中兴 TD-LTE 基站设备开通配置, 项目5 华为 TD-LTE 基站设备硬件结构, 项目6 华为 TD-LTE 基站设备开通配置, 项目7 基站设备维护。通过完成这7个项目, 读者能够对4G基站设备进行基本配置与维护, 能够掌握移动通信工程勘察, 基站设备硬件结构, 基站设备开通配置与测试, 基站设备维护等内容, 本书旨在培养能够完成4G基站建设与维护的高素质技能型人才, 使其掌握通信基站一线工程与维护的技能, 并符合现场维护规范化要求。

本书内容丰富, 深入浅出地讲解了移动通信理论的基本概念。4G 基站设备介绍与工程建设和维护结合具体设备与企业工程仿真教学软件进行, 基于工作过程和工程实际情况, 实践性较强。

本书可作为高职高专院校的电子、通信及相关专业开展4G通信教学的专业课教材, 也可作为感兴趣的专业人士、工程技术人员的参考书。

本书配有授课电子课件, 需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册, 审核通过后下载, 或联系编辑索取 (QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目 (CIP) 数据

4G 基站建设与维护/姚伟主编. —北京: 机械工业出版社, 2015. 7

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-50749-9

I. ①4… II. ①姚… III. ①无线电通信-移动通信-通信技术-高等职业教育-教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 149540 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王 颖 责任编辑: 王 颖

责任校对: 张艳霞 责任印制: 李 洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2015 年 8 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm · 11.25 印张 · 271 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-50749-9

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

服务咨询热线: (010) 88379833

读者购书热线: (010) 88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

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	程远东	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，今后将更加紧密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

在通信的发展历史上,特别是近 20 年来,移动通信系统的发展及更新换代非常迅速。我国工业和信息化部已经正式发放第四代移动通信(4G)运营牌照,2013 年 12 月 4 日,工业和信息化部向中国移动、中国电信和中国联通发放 TD-LTE 牌照。2015 年 2 月 27 日,工业和信息化部向中国电信和中国联通发放 FDD-LTE(其中,FDD 为 Frequency Division Duplex 的缩写,即频与双工)牌照。4G 在中国的商用日益广泛,4G 产业链日趋成熟。4G 相关的技术人才已经成为我国通信市场紧缺的人才种类之一,人才培养的紧迫性越来越严重。4G 产业的用人单位,如移动通信网络运营商、移动通信网络和终端设备制造商、各地规划设计院、网络规划和优化公司、设计公司、移动通信设备维修公司和数据业务增值服务提供商等都急需大批各层次的 4G 技术人才。

本书在通俗易懂地介绍 4G 技术的基础上,着重介绍 4G 基站系统的建设与维护。4G 技术知识内容以基站建设与维护实操过程中所需理论为度。4G 基站建设与维护的实践操作充分体现任务引导、实践导向的思想,采用项目任务的学习模式,覆盖设备结构、系统开通配置等相关知识,多项任务层层分解进行说明。

本书包括 7 个项目,主要针对中兴通讯股份有限公司和华为通信技术有限公司的基站设备,通过中兴 TD-LTE 基站、华为 TD-LTE 基站等实际设备,全面介绍了 4G 基站建设与维护的过程,并结合了中兴、华为提供的 TD-LTE 实验仿真教学软件进行说明,重点突出了工程勘察、设备结构、开通配置等内容。

通过完成这 7 个项目,读者能够对 4G 基站设备进行基本配置与维护,能完成移动通信工程勘察,设备的全面认识、安装与检测,基站设备的开通配置与测试,基站设备的维护等内容。提高读者对 4G 通信系统的认识以及认识 4G 基站设备和进行基站设备操作维护的能力。7 个项目分别为项目 1 4G 移动通信基础,项目 2 移动通信工程勘察,项目 3 中兴 TD-LTE 基站设备硬件结构与安装,项目 4 中兴 TD-LTE 基站设备开通配置,项目 5 华为 TD-LTE 基站设备硬件结构,项目 6 华为 TD-LTE 基站设备开通配置,项目 7 基站设备维护。

本书由北京信息职业技术学院姚伟任主编,张智慧、黄一平参加编写。其中,项目 1,由张智慧编写,项目 2、3、4、5、6 由姚伟编写,项目 7 由黄一平编写。

本书可作为高职高专院校的电子、通信及相关专业开展 4G 通信教学的专业课教材,也可作为感兴趣的专业人士、工程技术人员的参考书,教学时数建议为 90 学时。

在本书的编写和修订过程中,得到了中兴通讯 NC 学院、金戈大通通信有限公司等多家企业的大力支持,另有一些专家、学者对本书提出了许多宝贵的建议。编者在此向直接或间接为编写本书做出贡献的专家致以最真诚的谢意!

通信行业的技术是不断发展的,本书在内容上难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

项目 1 4G 移动通信基础	1
1.1 移动通信原理	1
1.1.1 移动通信的定义	1
1.1.2 移动通信系统的基本结构和特点	2
1.1.3 移动通信的工作方式和多址技术	3
1.2 移动通信的发展	6
1.2.1 移动通信系统的演变	6
1.2.2 LTE 系统概述	14
1.3 TD-LTE 网络结构	17
1.4 TD-LTE 物理层原理	21
1.4.1 物理层概述	21
1.4.2 时隙结构	26
1.4.3 系统信道	28
1.5 思考与练习	31
项目 2 移动通信工程勘察	32
2.1 引入	32
2.2 任务分析	32
2.2.1 任务实施条件	32
2.2.2 任务实施步骤	32
2.3 勘察知识基础	33
2.3.1 工程勘察定义	33
2.3.2 移动通信工程勘察概述	33
2.3.3 勘察规范	33
2.3.4 环境勘察	34
2.3.5 站点勘察	38
2.3.6 工程勘察设计图	39
2.4 任务实施	40
2.4.1 移动通信工程勘察报告样例	40
2.4.2 工程勘察设计图样例	46
2.5 成果验收	46

2.5.1	验收内容	46
2.5.2	验收标准	52
2.6	思考与练习	52
2.7	附录	52
项目 3	中兴 TD-LTE 基站设备硬件结构与安装	57
3.1	引入	57
3.2	任务分析	58
3.2.1	任务实施条件	58
3.2.2	任务实施步骤	58
3.3	分布式基站的安装	58
3.3.1	概述	58
3.3.2	BBU 安装	60
3.3.3	RRU 安装	65
3.4	中兴 eNodeB 设备 BBU 单元 ZXSDR BS8200 硬件结构	67
3.4.1	BBU 设备概述	67
3.4.2	设备特点	67
3.4.3	设备功能	68
3.4.4	技术指标	69
3.4.5	BBU 系统整体结构	69
3.4.6	模块组成	70
3.4.7	BBU 单板	71
3.5	中兴 eNodeB 设备 RRU 单元 ZXSDR R8962 硬件结构	72
3.5.1	RRU 设备概述	72
3.5.2	RRU 设备功能	73
3.5.3	RRU 设备硬件结构	75
3.6	任务实施	76
3.7	成果验收	76
3.7.1	验收方式	76
3.7.2	验收标准	76
3.8	思考与练习	77
项目 4	中兴 TD-LTE 基站设备开通配置	78
4.1	引入	78
4.2	任务分析	78
4.2.1	任务实施条件	78
4.2.2	任务实施步骤	79
4.3	网络规划	79
4.4	硬件安装	80
4.5	基站开通数据配置	85

4.5.1	LMT 配置	85
4.5.2	EMS 配置	90
4.6	设备调试	97
4.7	任务实施	99
4.8	成果验收	99
4.8.1	验收方式	99
4.8.2	验收标准	100
4.9	思考与练习	100
项目 5	华为 TD-LTE 基站设备硬件结构	101
5.1	引入	101
5.2	任务分析	101
5.2.1	任务实施条件	101
5.2.2	任务实施步骤	101
5.3	LTE 设备介绍	102
5.3.1	BBU3900	102
5.3.2	RRU3832	103
5.3.3	RRU3838	103
5.3.4	RFUd	104
5.3.5	APM30	104
5.3.6	室内宏机柜	105
5.3.7	室外射频柜	105
5.4	基站建设方案	106
5.5	任务实施	108
5.6	成果验收	108
5.6.1	验收方式	108
5.6.2	验收标准	108
5.7	思考与练习	109
项目 6	华为 TD-LTE 基站设备开通配置	110
6.1	引入	110
6.2	任务分析	110
6.2.1	任务实施条件	110
6.2.2	任务实施步骤	110
6.3	MML 命令	111
6.4	LTEStar 软件设备配置开通	112
6.4.1	LTEStar 软件环境准备	112
6.4.2	软件登录	113
6.4.3	工程操作	114
6.4.4	LTE 全网通信参数配置	116

6.4.5	LTE 网络拓扑及硬件配置	117
6.4.6	UE 界面操作	128
6.4.7	LTE 基本单站配置	130
6.4.8	LTEstar 两基站配置	134
6.4.9	信令跟踪与软件管理	138
6.4.10	切换环境配置	141
6.4.11	站内切换与站间切换信令跟踪	147
6.5	任务实施	152
6.6	成果验收	153
6.6.1	验收方式	153
6.6.2	验收标准	153
6.7	思考与练习	154
项目 7	基站设备维护	155
7.1	情境引入	155
7.2	任务分析	155
7.2.1	任务实施条件	155
7.2.2	任务实施步骤	155
7.3	知识基础	156
7.3.1	例行维护	156
7.3.2	应急故障维护	162
7.4	任务实施	164
7.5	成果验收	164
7.5.1	验收方式	164
7.5.2	验收标准	165
7.6	思考与练习	165
参考文献		167

项目 1 4G 移动通信基础

[背景]

在通信技术的发展历史上,移动通信的发展速度非常迅猛,特别是近几十年来,移动通信系统的发展及更新换代让人眼花缭乱。移动通信的最终目标是实现任何人在任何地点、任何时间与其他任何人进行任何方式的通信,只有移动通信才能最大限度满足人们日益增长的随时随地进行信息交流的需求。紧接第 3 代移动通信系统(3G)之后,第 4 代移动通信系统(4G)也已经投入商用。在介绍第 4 代移动通信系统的建设和维护之前,先让我们来简单回顾一下移动通信系统的基本原理和发展历程。

[目标]

- 1) 了解移动通信的发展和分类。
- 2) 掌握移动通信基础知识。
- 3) 了解 3G、4G 主流国际标准。
- 4) 熟悉 TD-LTE 通信系统的网络结构。
- 5) 掌握 TD-LTE 通信系统物理层技术的特点。
- 6) 了解 FFD-LTE 通信系统的基本原理。

1.1 移动通信原理

1.1.1 移动通信的定义

随着信息时代的来临,人们对通信方式、通信业务类型及通信效率都提出了更多的要求。数字电话、无线电话、手机和互联网等通信手段的日益丰富多样化,标志着通信技术正在向数字化、宽带化、智能化、综合化及个性化方向发展,标志着通信技术正在深刻地影响和改变人类的工作与生活方式。

按传输媒质的不同,通信可分为有线通信和无线通信。有线通信的传输媒质为电缆、光缆等。无线通信的传输媒质是看不见、摸不着的电磁波。无线通信系统基本结构如图 1-1 所示。信源提供需要传送的信息,变换器实现要传送的信息(如语音、图像、视频和数据等)与电信号之间的相互转换,发射机把电信号转换成高频振荡信号并由天线发射出去,无线信息传输的通道为无线信道,接收机从无线信道接收到高频振荡信号,变换器将该信号转换为原始电信号给信息的最终接收者——信宿。

常见无线通信形式有微波通信、短波通信、移动通信以及卫星通信等。移动通信无疑是通信领域中最具活力、最具发展前途的一种无线通信方式。

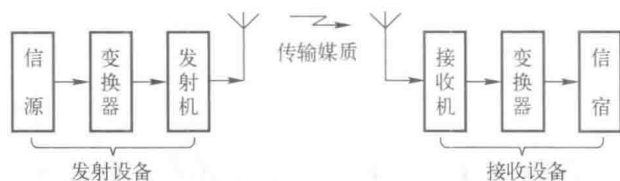


图 1-1 无线通信系统基本结构

移动通信指通信双方或至少一方可以在运动中进行信息交换的通信方式。例如：固定点与移动物体（车辆、船舶和飞机）之间、移动物体之间、移动的人与人之间以及人与移动体之间的通信，都属于移动通信范畴。

移动通信的应用系统包括：蜂窝式公用移动通信系统、集群调度移动通信系统、无绳电话系统、无线电寻呼系统、卫星移动通信系统和无线局域网/广域网。

按照不同的分类方式，移动通信有多种分类。

- 按使用环境分为：陆地通信、海上通信、空中通信。
- 按多址方式分为：频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）、码分多址（CDMA）。
- 按业务类型分为：电话网、数据网、综合业务网。
- 按工作方式分为：同频单工、双频单工、双频双工和半双工。
- 按信号形式分为：模拟网和数字网。
- 按服务范围分为：专用网和公用网。

1.1.2 移动通信系统的基本结构和特点

一个典型移动通信系统的基本结构如图 1-2 所示。一个典型的移动通信系统包括移动台（UE）、无线接入网和核心网三部分。

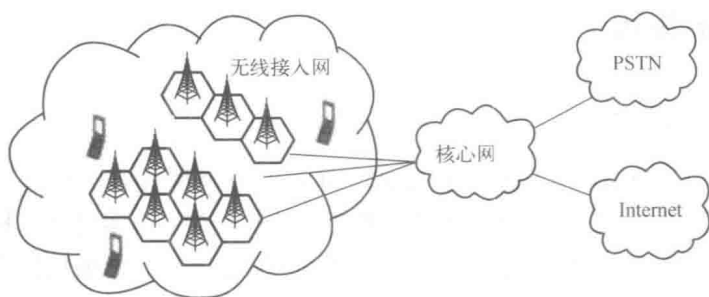


图 1-2 一个典型移动通信系统的基本结构

移动台即为 UE（User Equipment），通常所讲的手机用户就属于 UE。

无线接入网主要由基站和基站控制器组成。通常，UE 到基站部分是通过无线传输的，基站到控制器是通过光纤传输的。

核心网也称 CN（Core Network）可以控制和检测控制器下发给基站和 UE 的广播信息，控制器到核心网以光纤传输为主的（也有用同轴电缆）。

基站以典型的蜂窝式组网形成无线接入系统，移动用户终端通过无线接入的方式与基站之间完成信息的接收与发送。无线接入网与核心网通过中继线连接，从而实现整个服务区内

任意两个移动用户之间的通信联系。核心网通过中继线与公众电话网、互联网等连接,提供更丰富的通信业务。

与传统电话网相比,移动通信具有以下特点:

1) 移动性。要保持物体在移动状态中的通信,移动通信系统中用户与基站之间必须是无线通信,移动通信系统多为无线通信与有线通信的结合。

2) 电波传输条件复杂。由于移动物体可能在各种环境中运动,电磁波在传播时会产生反射、折射、绕射和多普勒效应等现象,产生多径干扰、信号传播延迟和展宽等效应。

3) 噪声与干扰严重。移动台所受到的噪声影响主要来自于城市噪声、各种车辆发动机点火噪声、微波炉干扰噪声以及各种工业噪声等。移动通信网是多频段、多移动台同时工作的通信系统,移动用户会受到互调干扰、邻道干扰、同频干扰等。

4) 移动系统结构复杂。移动通信网络不仅要使用户之间互不干扰,能协调一致地工作。移动通信系统还应与市话网、卫星通信网及数据网等互联,故整个网络结构是很复杂的。

由于移动台在通信区域内随时运动,需要随机选用无线信道,进行频率和功率控制,地址登记、越区切换及漫游存取等跟踪技术。这就使其信令种类比固定网要复杂得多。在入网和计费方式上也有特殊的要求,所以移动通信系统是比较复杂的。

5) 要求频带利用率高。由于移动通信可利用的频率资源有限,如何在有效的资源下提高通信系统的通信容量,始终是移动通信发展中的焦点。为了解决这一矛盾,一方面要开辟和启用新的频段;另一方面,要研究各种新技术和新措施,以压缩信号所占的频带宽度和提高频率利用率。

6) 要求设备性能好。移动台长期处于不固定位置状态,外界的影响很难预料,如尘土、振动、碰撞和日晒雨淋,这就要求移动台具有很强的适应能力。此外,还要求移动台性能稳定可靠,携带方便、小型、低功耗及能耐高、低温等。同时,要尽量使用户操作方便,适应新业务、新技术的发展,以满足不同人群的使用。这给移动台的设计和制造带来很大困难。

7) 提供业务种类丰富。目前移动业务逐步走向数据化和分组化,未来移动通信网络将是全 IP 网络,都需要使用移动 IP 技术支持。

1.1.3 移动通信的工作方式和多址技术

按照信息传输的方向,通信可分为单向通信和双向通信。单向通信中,信息的传送方向是单向的,即接收的只能接收,发送的只能发送,例如:广播、电视、无线寻呼等。双向通信中,信息双向传送,即通信双方都可以收、发信息。移动通信采用双向通信。

1. 移动通信的工作方式

按照用户的通话状态和频率使用方法,移动通信的工作方式分为单工、半双工、全双工通信三种类型。

(1) 单工方式

单工方式指消息只能单方向传输的工作方式。通信双方电台需要交替地进行收信和发信,即发送时不接收,接收时不发送。通信双方采用“按一讲”(Push To Talk, PTT)方式进行,属于点到点的通信,单工通信方式示意图如图 1-3 所示。根据收发频率的异同,单工通信可分为同频通信和异频通信。

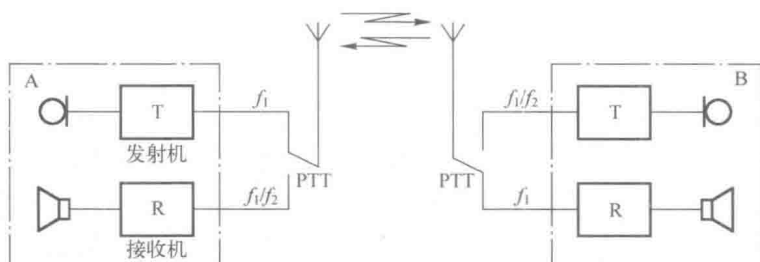


图 1-3 单工通信方式示意图

同频单工方式为通信 A、B 双方采用相同的工作频率 f_1 。平时双方的接收机都处于守听状态，当 A 按下〈PTT〉键发起会话时，A 的发射机开始工作，同时 A 的接收机关闭，由于 B 处于守听状态，从而实现 A 对 B 的通信。同理，也可实现 B 对 A 的通信。

异频单工方式为通信 A、B 双方接收和发送采用不同的工作频率，A 发送和 B 接收采用工作频率 f_1 ，B 发送和 A 接收采用工作频率 f_2 ，即 A、B 接收和发送都使用不同的频率。

同频单工和异频单工相同之处在于，无论哪一方的发射机和接收机都是轮换工作。

(2) 半双工方式

半双工方式指一方采用“按——讲”工作方式，另一方采用收发同时进行的通信方式。A 方采用单工方式，B 方采用双工方式，收发使用不同频率。半双工方式主要用于专业移动通信系统中，半双工通信方式示意图如图 1-4 所示。

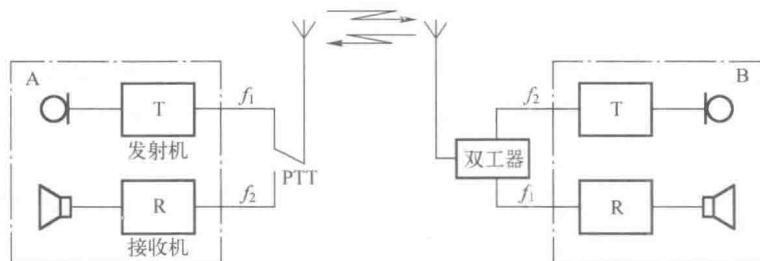


图 1-4 半双工通信方式示意图

(3) 全双工方式

全双工方式指通信双方能够同时进行双向传送消息，即在通信的任意时刻，线路上可以同时存在 A 到 B 和 B 到 A 的双向信号传输。双工制包含频分双工 (Frequency Division Duplexing, FDD) 和时分双工 (Time Division Duplexing, TDD) 两种方式。

频分双工 FDD 中通信双方的收发频率分开，双方的收、发信机同时工作，接收设备通过滤波器分离各路信号，频分双工方式示意图如图 1-5 所示。

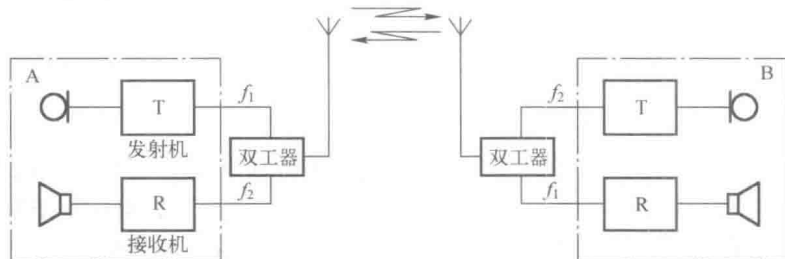


图 1-5 频分双工方式示意图

在时分双工 TDD 技术中收、发双方共用一个频率，但收、发采用不同时隙进行，收发信号通过开关来控制。

2. 多址技术

在移动通信系统中，基站要和多个移动台同时通信，这就决定了基站需要多个信道，而每个移动台需要使用单独的信道，在移动台和基站间的大量的无线信号中如何识别每个用户的信息就必须使用多址技术，给每个用户不同的标识地址，以达到多个用户共享信道、动态分配网络资源的目的。

为了在接收端将不同路的信号区分开来，必须使不同路的信号具有不同的特征，常见的多址技术有频分多址（Frequency Division Multiple Access, FDMA），时分多址（Time Division Multiple Access, TDMA），码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）等。

频分多址（Frequency Division Multiple Access, FDMA）指不同的用户分配频率不同的信道，在通信的过程中，其他用户不能共享信道。FDMA 的信道表现为频段，如图 1-6 所示。为请求服务的每个用户指定一个特定的信道，即一对的频段，一个频段用作下行信道（或称为前向信道），用于基站向移动台方向；另一个频段用作上行信道（或称为反向信道），用于移动台向基站方向。FDMA 要求基站同时发射接收多个频率不同的信号。一般，下行信道占用较高的频带，上行信道占用较低的频带，中间是保护频带。

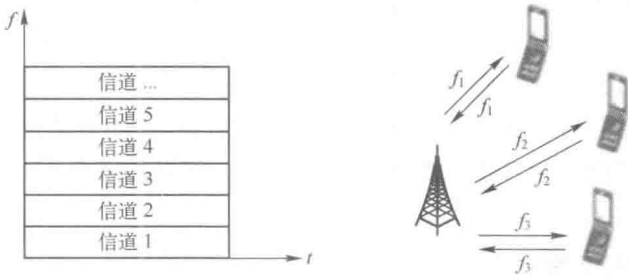


图 1-6 FDMA 示意图

时分多址（Time Division Multiple Access, TDMA）指一个无线载波上，把时间分成周期性的帧，每一帧再分割成若干个时隙，每个时隙就是一个信道，分配给用户，每个用户在每帧指定的时隙向基站发送信号，基站在各个时隙接收到多个用户的信号。基站按顺序在不同的时隙发送给各个用户的信号，用户在指定时隙接收。TDMA 的信道表现为时隙，不同的用户分配时隙不同的信道，TDMA 示意图如图 1-7 所示。

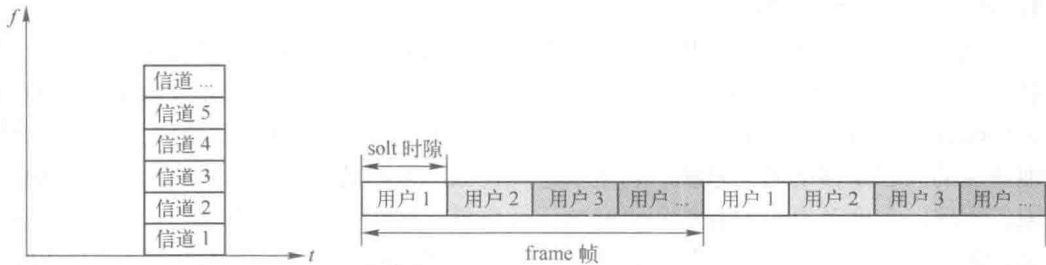


图 1-7 TDMA 示意图

码分多址 (Code Division Multiple Access, CDMA) 指不同的用户分配特定的地址码且这些地址码相互正交, 利用公共信道传输信息, 即传输的信息在频率、时间上可能重叠, 要求接收端必须有完全一致的本地地址码来进行相关检测, 其他使用不同码型的信号。因为和接收机本地产生的码型不同而不能被解调, 它们的存在表现为背景噪声。CDMA 的信道表现为码型, 如图 1-8 所示。

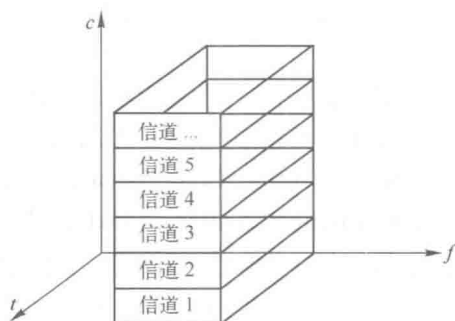


图 1-8 CDMA 示意图

空分多址 (Space Division Multiple Access, SDMA) 实现的核心技术是智能天线的应用, 要求天线给每个用户分配一个点波束, 这样可以根据用户的空间位置区分每个用户的无线信号。或者说, 处于不同位置的用户在同一时间使用同一频率和码型而互不干扰。但 SCDMA 是一种辅助方式, 一般会结合其他多址方式使用。

在实际的移动通信系统中会统一考虑双工方式和多址方式的选择使用。例如: FDMA/FDD、TDMA/FDD、TDMA/TDD、CDMA/FDD 等多种组合。

1.2 移动通信的发展

1.2.1 移动通信系统的演变

无线通信的概念最早出现于在 20 世纪 40 年代。无线电台在第二次世界大战中的广泛应用开创了移动通信的第一步。20 世纪 70 年代, 美国贝尔实验室最早提出蜂窝的概念, 解决了频率复用的问题。20 世纪 80 年代大规模集成电路技术及计算机技术突飞猛进的发展, 长期困扰移动通信的终端小型化的问题得到了初步解决, 给移动通信的发展打下了基础。

1. 第一代移动通信系统

第一代移动通信系统的发展集中在 20 世纪 70~80 年代。美国为了满足用户增长的需求, 提出了建立在小区制上的第一个蜂窝通信系统先进移动电话业务 (Advance Mobile Phone Service, AMPS) 系统, 这也是世界上第一个现代意义的, 可以商用的, 能够满足随时随地通信的大容量移动通信系统。它主要建立在频率复用的技术上, 较好地解决了频谱资源受限的问题, 并拥有更大的容量和更好的话音质量。这在移动通信发展历史上具有里程碑的意义。随后, 欧洲各国和日本都开发了自己的蜂窝移动通信网络, 具有代表性的有欧洲的全接入通信系统 (Total Access Communication System, TACS) 系统、北欧的移动电话系统 (Nordic Mobile Telephone System, NMT) 系统和日本的电信电话 (Nippon Telegraph and

Telephone, NTT) 系统等。这些系统都是基于频分多址 FDMA 的模拟制式的系统, 统称为第一代蜂窝移动通信系统。

第一代模拟系统主要建立在频分多址接入和蜂窝频率复用的理论基础上, 在商业上取得了巨大的成功, 但随着技术和时间的发展, 问题也逐渐暴露出来: 所支持的业务(主要是话音)单一、业务质量较差、频谱效率太低、系统容量有限、系统保密性差、通信设备成本高以及移动终端体积重量大等。由于当时存在多种系统标准, 跨过漫游很难, 不能发送数字信息, 不能与综合业务数字网(Integrated Services Digital Network, ISDN)兼容, 模拟移动通信系统经过 10 余年的发展后, 终于在 20 世纪 90 年代初逐步被更先进的数字蜂窝移动通信系统所代替。

1G 跨入 2G 的分野则是从模拟调制进入到数字调制, 相比于第 1 代移动通信, 第二代移动通信具备高度的保密性, 系统的容量也在增加, 同时从这一代开始手机也可以上网了。

2. 第二代移动通信系统

推动第二代移动通信发展的主要动力在欧洲。欧洲从 20 世纪 80 年代初就开始研究数字蜂窝移动通信系统, 一般称其为第二代移动通信系统。20 世纪 80 年代, 欧洲各国提出了多种技术方案, 并在 20 世纪 80 年代中、后期进行了这些方案的现场实验比较, 最后集中到时分多址 TDMA 的数字移动通信系统, 即全球移动通信系统(Global System for Mobile Communications, GSM) 系统。由于其技术上的先进性和优越的性能迅速成为当时世界上最大的蜂窝移动通信网络。GSM 空中接口的基本原则包括: 每载波 8 个时隙, 200kHz/载波带宽, 慢跳频。

与欧洲相比较, 美国在第二代数字蜂窝移动系统方面的起步要迟一些。1988 年, 美国制定了基于 TDMA 技术的 IS-54/IS-136 标准, IS-136 是一种模拟/数字双模标准, 可以兼容 AMPS。更值得一提的是, 美国 Qualcomm 公司在 20 世纪 90 年代初提出的 CDMA(码分多址) 技术, 并在 1993 年由美国电子工业协会(TIA) 完成 CDMA 技术的标准化成为 IS-95 标准。IS-95 引入了直接序列扩谱的概念。CDMA 技术有其固有的很多优点, 例如, 比 FDMA 及 TDMA 系统高得多的容量(频谱效率)、良好的话音质量及保密性等, 使其在移动通信领域备受瞩目。IS-95 技术也在北美和韩国等地得到了大规模商用。

GSM 通信系统包括 3 部分: BSS 基站子系统、NSS 网络子系统、OSS 操作支持子系统, GSM 系统网络结构示意图如图 1-9 所示。

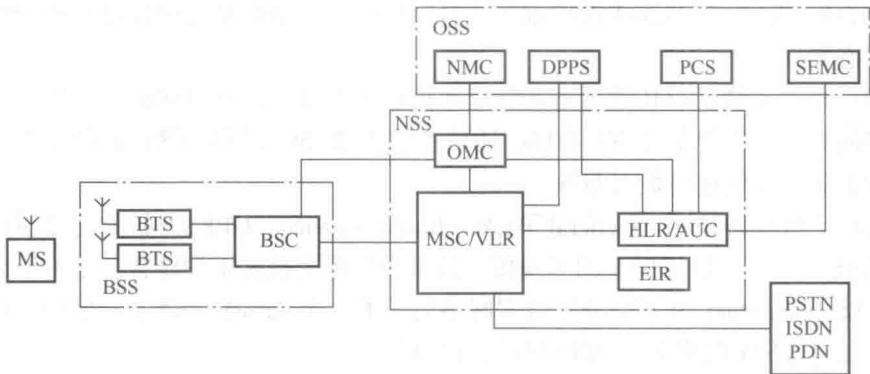


图 1-9 GSM 系统网络结构示意图