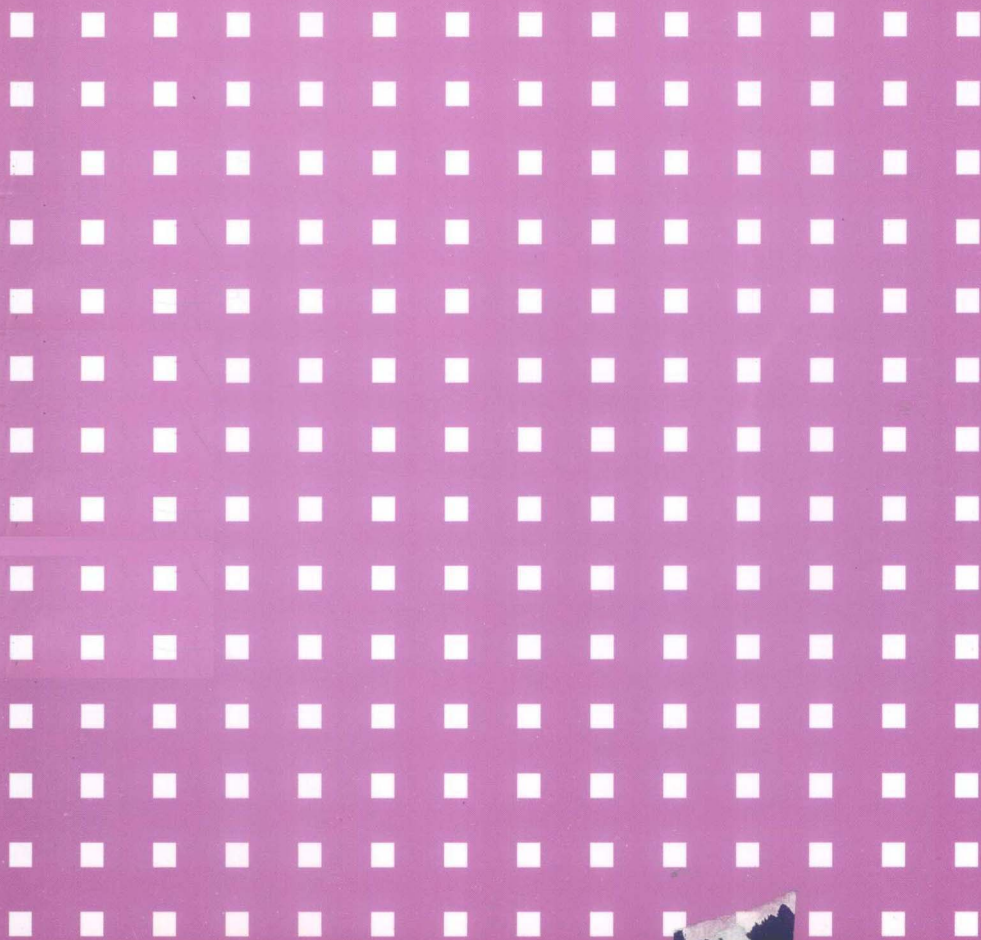


高等学校计算机专业教材精选·网络与通信技术

# 无线通信与移动通信技术

阎毅 贺鹏飞 李爱华 胡国英 段中华 编著  
裴昌幸 审



清华大学出版社

高等学校计算机专业教材精选·网络与通信技术

# 无线通信与移动通信技术

阎毅 贺鹏飞 李爱华 胡国英 段中华 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书比较系统详细地介绍了无线通信和移动通信的基本概念和基本技术。全书共分7章,内容包括无线通信与移动通信概论、无线通信基础、信道技术、数字调制解调技术、组网技术、移动通信系统与标准、手机原理。

本书兼顾无线通信与移动通信的基本概念、基本原理、基本技术和主要系统,力求内容准确、讲解详细、例题丰富,并配有电子教案和习题解答,便于教师讲授和学生学习。

本书可以作为普通高等学校信息与通信工程专业本科生的专业课程教材,也可以作为从事无线通信和移动通信领域的研究、开发和维护的专业技术人员的技术参考书。

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

无线通信与移动通信技术/阎毅等编著.--北京:清华大学出版社,2014

高等学校计算机专业教材精选.网络与通信技术

ISBN 978-7-302-34137-6

I. ①无… II. ①阎… III. ①无线电通信—高等学校—教材 ②移动通信—高等学校—教材  
IV. ①TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第243496号

责任编辑:白立军 顾 冰

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:王静怡



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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto: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:14.5

字 数:355千字

版 次:2014年1月第1版

印 次:2014年1月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:25.00元

产品编号:044296-01

# 前 言

无线通信和移动通信技术是普通高等学校信息与通信工程专业学生必须掌握的一门重要的专业技术。许多学校开设了“无线通信”、“移动通信”、“无线通信和移动通信”等相关课程。

无线通信和移动通信技术是目前通信技术中发展最快的技术之一,对人们的生活和社会的发展产生了巨大的影响。进入 21 世纪以来,随着 3G 移动通信网络的全面使用,特别是物联网技术的发展,对无线通信和移动通信技术提出了更高的要求 and 更多的需求。因此,广大信息与通信工程领域的从业人员,迫切需要熟悉和掌握无线通信和移动通信技术。

本书主要面向普通高等学校信息与通信工程专业本科生。为了使广大读者能够比较容易理解和掌握无线通信和移动通信的基本概念和基本技术,本书作者在近二十年课程教学经验与教训的基础上,参考了经典教材,试图写出一本易读、易教的普通院校无线通信和移动通信技术教材。

本书比较系统详细地介绍了无线通信和移动通信的基本概念和基本技术。内容包括无线通信与移动通信概论、无线通信基础、信道技术、数字调制解调技术、组网技术、移动通信系统与标准、手机原理。

本书的特点是:力求兼顾无线通信与移动通信的基本概念、基本原理、基本技术和主要系统。写作上不求全面、深入,力争详尽、实用。考虑到普通高等学校信息与通信工程类专业的课程设置,特别编写了无线通信基础和手机原理两章,便于读者学习和理解无线通信与移动通信基本原理与基本技术。每章开始有教学重点和主要内容提示,最后有本章小结以及为进一步深入学习推荐的参考书目和习题。力求内容准确、讲解详细、例题丰富,并配有电子教案和习题解答,便于教师讲授和学生学习。

本书以作者长期教学使用的讲义为基础编写。分工如下:阎毅编写第 1~3 章,贺鹏飞编写第 4 章,胡国英编写第 5 章,李爱华编写第 6 章,段中华编写第 7 章。最后,由贺鹏飞统稿。特别邀请西安电子科技大学通信学院裴昌幸教授审阅了稿件,在此表示衷心感谢!

作者在编写过程中参考了许多已经出版的相关教材,特别是西安电子科技大学出版社的《移动通信》,都列在了参考文献和为进一步深入学习推荐的参考书目中。在此向有关教材的作者和出版社表示衷心感谢!

本书得到国家级特色专业“电子信息科学与技术”和国家自然科学基金(NO:61202399)资助。

由于作者水平有限,书中难免存在这样那样的不足与错误,欢迎广大读者提出宝贵意见和批评指正。

编著者

联系邮箱: yanyiyt@163.com

2013 年 5 月



# 目 录

第 1 章 无线通信与移动通信概论	1
1.1 无线通信与移动通信的基本概念	1
1.1.1 通信系统模型	1
1.1.2 无线通信的概念	2
1.1.3 移动通信的概念	3
1.1.4 无线通信与移动通信的发展历史	3
1.2 无线通信与移动通信的主要特点	5
1.2.1 传播条件	5
1.2.2 噪声与干扰	5
1.2.3 网络结构	5
1.2.4 综合多种技术	6
1.2.5 频谱资源	6
1.3 无线通信与移动通信的基本技术	7
1.3.1 信道技术	7
1.3.2 扩频技术	8
1.3.3 调制技术	9
1.3.4 编码技术	10
1.3.5 控制技术	11
1.3.6 收发技术	11
1.3.7 组网技术	13
1.4 无线通信与移动通信系统的分类	14
1.4.1 移动通信系统的分类	14
1.4.2 移动通信系统的工作方式	15
1.5 常用的无线通信与移动通信系统	16
1.5.1 微波中继通信系统	16
1.5.2 卫星通信系统	18
1.5.3 散射通信系统	20
1.5.4 无线寻呼系统	21
1.5.5 无绳电话系统	21
1.5.6 小灵通系统	21
1.5.7 蜂窝移动通信系统	22
1.5.8 集群移动通信系统	25
1.5.9 自由空间量子通信系统	26

1.5.10	物联网无线通信系统	28
1.6	本章小结	29
1.7	为进一步深入学习推荐的参考书目	30
1.8	习题	31
<b>第2章</b>	<b>无线通信基础</b>	<b>32</b>
2.1	无线电基础	32
2.1.1	自由空间中的麦克斯韦方程组	32
2.1.2	波动方程	33
2.1.3	电磁波	33
2.1.4	电磁波频谱	34
2.1.5	边界条件	35
2.1.6	电磁波的极化	35
2.1.7	坡印廷定理	36
2.2	微波技术	37
2.2.1	常用微波频段	37
2.2.2	微波技术的特点	38
2.2.3	微波铁三角	38
2.2.4	微波传输线	39
2.2.5	传输线方程	40
2.2.6	波导	40
2.3	天线技术	41
2.3.1	天线在无线通信与移动通信系统中的作用	42
2.3.2	天线的分类	42
2.3.3	电基本振子	43
2.3.4	天线的主要参数	45
2.3.5	无线通信系统常用天线	49
2.3.6	天线阵	53
2.4	电波传播	55
2.4.1	各种介质中的波	55
2.4.2	视距传播	57
2.4.3	空间波传播	58
2.4.4	地面波传播	59
2.5	本章小结	61
2.6	为进一步深入学习推荐的参考书目	61
2.7	习题	62
<b>第3章</b>	<b>信道技术</b>	<b>63</b>
3.1	无线信道传播特性	63

3.1.1	信道模型 .....	63
3.1.2	微波中继信道 .....	64
3.1.3	卫星通信信道 .....	64
3.1.4	移动通信信道 .....	64
3.1.5	短波电离层反射信道 .....	65
3.2	无线信道特征 .....	65
3.2.1	信号传播方式 .....	66
3.2.2	信号的衰落 .....	67
3.2.3	衰落的分类 .....	68
3.2.4	衰落的仿真分析 .....	69
3.3	无线信道传输模型 .....	70
3.3.1	自由空间模型 .....	70
3.3.2	常用传播模型 .....	71
3.4	无线信道传输损耗 .....	71
3.4.1	视距传播的极限距离 .....	72
3.4.2	障碍物的绕射 .....	72
3.4.3	传播损耗的计算 .....	73
3.5	信道编码技术 .....	78
3.5.1	扩频码和地址码 .....	78
3.5.2	信道编码 .....	81
3.6	分集接收技术 .....	92
3.6.1	分集接收的概念 .....	92
3.6.2	分集的分类 .....	93
3.6.3	合并的方式 .....	94
3.7	本章小结 .....	95
3.8	为进一步深入学习推荐的参考书目 .....	96
3.9	习题 .....	96
<b>第4章</b>	<b>数字调制解调技术 .....</b>	<b>98</b>
4.1	数字调制概述 .....	98
4.1.1	调制的基本概念 .....	98
4.1.2	数字调制的特点 .....	99
4.1.3	数字调制的分类 .....	99
4.1.4	数字调制的性能指标 .....	100
4.1.5	数字调制信号的星座图 .....	101
4.2	线性调制 .....	102
4.2.1	二进制相移调制 .....	103
4.2.2	差分相移调制 .....	105
4.2.3	正交相移键控 .....	107

4.2.4	交错正交相移键控(OQPSK)	110
4.2.5	$\pi/4$ DQPSK	111
4.3	恒包络调制	115
4.3.1	最小频移键控	115
4.3.2	高斯最小频移键控(GMSK)	119
4.4	正交振幅调制	122
4.4.1	QAM 信号产生	122
4.4.2	QAM 信号功率谱	123
4.4.3	QAM 信号的解调	123
4.4.4	QAM 误码性能	124
4.5	多载波调制	125
4.5.1	OFDM 基本原理	125
4.5.2	OFDM 的实现	127
4.5.3	OFDM 的特点	130
4.5.4	OFDM 的应用	132
4.6	扩频调制技术	134
4.6.1	扩频调制基本原理	134
4.6.2	扩频调制的分类	135
4.6.3	扩频码序列	138
4.6.4	扩频调制的性能	138
4.7	本章小结	141
4.8	为进一步深入学习推荐的参考书目	141
4.9	习题	141
<b>第 5 章</b>	<b>组网技术</b>	<b>143</b>
5.1	移动通信网络概述	143
5.1.1	移动通信网的基本概念	143
5.1.2	移动通信组网的技术问题	143
5.1.3	移动通信网的组成	143
5.2	网络结构	144
5.2.1	基本网络结构	144
5.2.2	数字蜂窝移动通信网的网络结构	145
5.2.3	第三代移动通信网的网络结构	147
5.3	蜂窝技术	148
5.3.1	蜂窝小区的概念	148
5.3.2	频率复用	149
5.3.3	信道容量和同频干扰	150
5.4	多址技术	152
5.4.1	多路复用与多址接入	152



5.4.2	频分多址	153
5.4.3	时分多址	155
5.4.4	码分多址	157
5.4.5	不同多址接入系统的系统容量	159
5.5	越区切换技术	161
5.5.1	越区切换准则	162
5.5.2	越区切换的控制策略和信道分配	163
5.5.3	位置管理	163
5.6	网络安全技术	164
5.6.1	移动通信面临的攻击	164
5.6.2	保密通信系统简介	165
5.6.3	GSM 系统的鉴权与加密	167
5.6.4	3G 系统的信息安全	169
5.7	本章小结	171
5.8	为进一步深入学习推荐的参考书目	171
5.9	习题	172
<b>第 6 章</b>	<b>移动通信系统与标准</b>	<b>173</b>
6.1	第一代移动通信	173
6.2	第二代移动通信——GSM 和 IS-95	173
6.2.1	GSM	174
6.2.2	IS-95	176
6.3	第三代移动通信——WCDMA、CDMA 2000、TD-SCDMA 和 Wimax	178
6.3.1	IMT-2000 简介	179
6.3.2	第三代移动通信系统的标准和网络结构	180
6.3.3	CDMA 2000	181
6.3.4	WCDMA	183
6.3.5	TD-SCDMA	185
6.3.6	Wimax	187
6.3.7	第三代移动通信的局限性	190
6.4	第四代移动通信	190
6.4.1	第四代移动通信的主要指标	191
6.4.2	第四代移动通信需研究和解决的技术问题	191
6.5	宽带无线接入	193
6.5.1	无线个人域网	193
6.5.2	无线局域网	194
6.5.3	无线城域网	194
6.5.4	无线广域网	195
6.6	移动自组织网络	195

6.6.1	移动自组织网络的特点	196
6.6.2	Ad Hoc 网络的体系结构	196
6.6.3	Ad Hoc 网络中的关键技术	198
6.6.4	Ad Hoc 网络信道接入协议	198
6.6.5	Ad Hoc 网络的路由协议	200
6.6.6	自组织网络应用领域	202
6.7	本章小结	203
6.8	为进一步深入学习推荐的参考书目	204
6.9	习题	204
<b>第 7 章</b>	<b>手机原理</b>	<b>205</b>
7.1	手机原理概述	205
7.1.1	手机通信技术的发展过程	205
7.1.2	手机通信的步骤	207
7.1.3	手机原理框图	207
7.2	手机典型电路	208
7.2.1	射频部分	208
7.2.2	基带部分	211
7.2.3	外围部分	212
7.3	手机发展趋势	213
7.3.1	功能机到智能机的演变	213
7.3.2	智能手机的发展趋势	214
7.4	本章小结	216
7.5	为进一步深入学习推荐的参考书目	216
7.6	习题	216
<b>附录 A</b>	<b>英汉术语对照</b>	<b>217</b>
	<b>参考文献</b>	<b>221</b>

# 第 1 章 无线通信与移动通信概论

**教学提示：**“无线通信与移动通信”是信息与通信类专业的主要专业课。本章简单介绍无线通信与移动通信的基本概念、主要特点、基本技术、系统分类、常用系统和本课程的学习方法等。

**教学要求：**本章要求学生了解无线通信与移动通信的基本概念、主要特点、基本技术、系统分类、常用系统等。应重点掌握无线通信与移动通信的主要特点、基本技术、系统分类和常用系统。

## 1.1 无线通信与移动通信的基本概念

在信息时代，人们需要获得信息、处理信息和传输信息，这就是信息技术的三个主要分支：感测技术、计算技术和通信技术。

所谓通信，就是信息的传递。这里所说的“传递”，可以认为是一种信息传输的过程或方式。本书所讨论的，是特指利用各种电信号和光信号作为通信信号的电通信与光通信。

### 1.1.1 通信系统模型

通信是从一地向另一地传递和交换信息。实现信息传递所需的一切技术设备和传输媒体的总和称为通信系统。

#### 1. 点与点之间通信系统模型

基于点对点之间的通信系统的一般模型可用图 1-1 来描述。

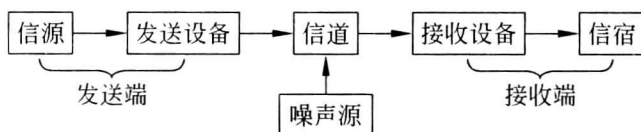


图 1-1 通信系统的一般模型

通信系统主要包括以下三部分：

- (1) 发送端；
- (2) 信道；
- (3) 接收端。

#### 2. 通信系统的组成

通信系统的发送端包括：

- (1) 信源；
- (2) 发送设备。

信源是消息的产生地，其作用是把各种消息转换成原始电信号，称之为消息信号或基带信号。如电话机、手机和计算机等终端设备就包括信源。

发送设备的基本功能是将信源和信道匹配起来,即将信源产生的消息信号变换成适合在信道中传输的信号。

变换方式是多种多样的,调制是最常见的变换方式。对数字通信系统来说,发送设备常常还包括信源编码、信道编码和加密编码。

信道是指传输信号的物理通道。可以分为:

- (1) 无线信道;
- (2) 有线信道。

在无线通信和移动通信系统中,信道是无线的,例如,信道可以是大气层(自由空间)。

在有线通信中,信道是有线的,例如,信道可以是明线、电缆或光纤。

噪声源不是人为加入的,而是通信系统中各种设备以及信道中所固有的。噪声的来源是多种多样的,它可分为:

- (1) 内部噪声;
- (2) 外部噪声。

外部噪声往往是从信道引入的。

通信系统的接收端包括:

- (1) 接收设备;
- (2) 信宿。

接收设备的基本功能是完成发送设备的反变换,即进行解调、解码等。它的任务是从带有干扰的接收信号中正确恢复出相应的原始基带信号来。

信宿是信息传输的归宿点,其作用是将复原的原始信号转换成相应的消息。

图 1-1 描述了一个通信系统的基本组成,它反映了通信系统的共性,因此称之为通信系统的一般模型。

根据研究的对象以及所关注的问题不同,图 1-1 模型中的各小方框的内容和作用将有所不同,因而相应有不同形式的、更为具体的通信模型。

例如,电话通信系统就包括送话器、电话线、交换机、载波机、受话器等。广播通信系统则包括麦克风、放大器、发送设备、无线电波、收音机等。

### 1.1.2 无线通信的概念

无线通信是指图 1-1 模型中信息传输信道为无线信道的通信系统。例如,卫星通信系统的信道是卫星与地面站之间的自由空间、手机通信系统的信道是手机与小区基站天线之间的自由空间等。

地面无线信道的一般模型如图 1-2 所示。

地波是沿地球表面传播的一种电磁波,也称为表面波。

空间波包括直射波和大地反射波。直射波在发送端的发射天线与接收端的接收天线之间以直线传播。

以直射波传播的空间波一般称为视距传输波。大地反射波在发射机和接收机之间、靠地球表面对波的反射进行传播。

天波是朝着天空辐射、并凭借电离层反射或散射回地面的。天波传播有时也称为电离层传播。

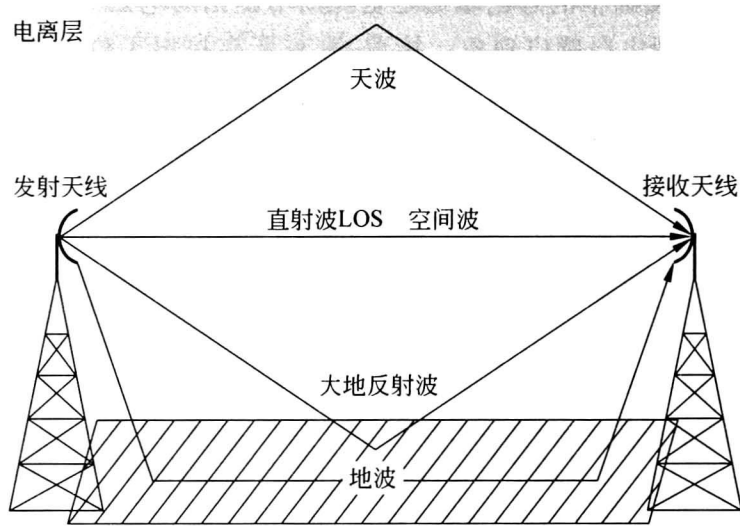


图 1-2 地面无线信道的一般模型

显然,无线信道比有线信道复杂许多。无线通信系统涉及的技术问题大大多于有线通信系统。

无线通信的理论基础是电磁场与电磁波理论,无线通信的技术基础是无线电技术。现在,我们已经进入了无线时代,电磁场与电磁波理论是所有信息与通信工程专业学生必须掌握的一门专业基本理论。

### 1.1.3 移动通信的概念

现代通信技术的三个主要分支是:光纤通信、卫星通信和移动通信。移动通信已经进入了每个人的生活,几乎人人一部手机,每天都在进行移动通信。

移动通信是指在图 1-1 模型中,信源或信宿在移动中进行的通信。它包括移动用户之间,或移动用户与固定用户之间进行的通信。

它也包括通信用户的位置存在变化,但通信过程中,用户不处于运动状态的情况。当然,通信双方都不移动时进行的通信,可以作为移动通信的特例。

移动通信的前提是无线通信,只有无线通信系统才能移动。有线通信系统只能做极为有限的移动,不能实现我们现在意义上的移动通信。

“移动通信”是信息与通信工程类专业的一门重要的专业课程。其任务是为该专业的本科高年级学生讲授现代移动通信系统的基本理论、关键技术、体系结构,以及组网技术的基本原理,为学生以后从事涉及无线与移动通信领域的工作打下坚实的基础。

移动通信涉及比较多的物理学、数学和电子学知识,包括电磁学、电磁场与电磁波、微波技术、电波传播、天线、工程数学、数字电路等方面的基础。

现代移动通信技术是一门复杂的前沿技术,它包括了无线通信和有线通信的最新技术成果,以及网络技术和计算机技术的许多成果。

### 1.1.4 无线通信与移动通信的发展历史

我国东周时期著名的“周幽王烽火戏诸侯”的故事,可以视为有文字记载的无线光通信的早期事例。我们智慧的先人很早就知道使用烽火台接力进行无线光通信了。



现代无线通信与移动通信的理论基础是麦克斯韦提出的电磁场与电磁波理论。

1831年,法拉第发现电磁感应现象。接着,麦克斯韦提出了位移电流的概念。麦克斯韦在致力于解释法拉第的研究结果以后,着手从数学上阐述电和磁的理论。

1873年,麦克斯韦提出了完整描述电磁场本质的麦克斯韦方程组,预言了电磁波的存在。

1888年,赫兹通过实验验证了电磁波的存在。

1898年,马可尼首次完成了无线通信实验,从此开创了现代无线通信和移动通信的新时代。

1920年,无线通信与移动通信进入早期发展阶段。首先开发出在短波专用移动通信系统。如美国底特律市警察使用的警车无线电调度电话系统,调制方式为AM调幅,使用频率为2MHz。

1940年,出现了人工接续的移动电话,调制方式为FM调频,单工工作方式,使用频段为150MHz与450MHz。1947年Bell实验室提出了蜂窝系统结构的概念。

1960年,出现了自动拨号移动电话,全双工工作方式,使用频段为150MHz与450MHz。1964年美国开始研究更先进的移动电话系统(IMTS)。

1970年,进入1G时代,AMPS、TACS移动通信系统分别在美国、英国投入使用。使用频段为800MHz及900MHz,全自动拨号,全双工工作,具有越区频道转换,自动漫游通信功能。

频谱利用率、系统容量和话音质量都有明显的提高。移动通信网络为蜂窝状移动通信系统,形成了第一代移动通信系统(1G),即模拟移动通信系统。

1980年,进入2G时代,GSM数字移动通信系统、窄带CDMA(IS-95A)数字移动通信系统及卫星移动通信投入使用。

数字移动通信系统进入发展与成熟的时期,通常称之为第二代移动通信系统(2G),即数字移动通信系统。

2000年,第三代移动通信系统(3G)开始在全球范围广泛使用。CDMA 2000、WCDMA和由我国自主提出的时分同步CDMA(TD-SCDMA)被国际电信联盟ITU批准为第三代移动通信系统(IMT-2000)的三大主流标准。

2005年,超3G和4G系统研究取得进展。随着物联网技术的发展,为无线通信与移动通信技术提供了更广泛的应用空间。图1-3为ITU物联网示意图。

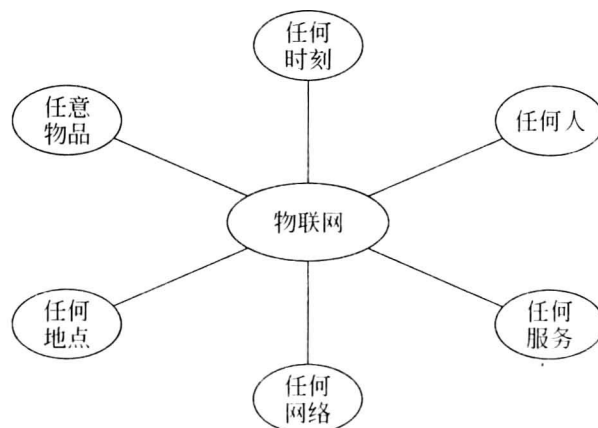


图 1-3 ITU 物联网示意图

在物联网中,无线射频识别技术和无线传感网作为物联网的关键技术,受到人们的广泛重视。无线通信与移动通信的地位更加重要。

## 1.2 无线通信与移动通信的主要特点

无线通信与移动通信,由于其信道是无线的,甚至是不可以选择的,属于随机变参信道,因此与其他通信方式相比,具有以下主要特点:

- (1) 传播条件恶劣;
- (2) 噪声干扰严重;
- (3) 网络结构复杂;
- (4) 综合多种技术;
- (5) 频谱资源有限。

### 1.2.1 传播条件

由于在通信过程中,用户可以在一定范围内自由活动,并且其位置不受束缚,因此,无线电波的传播特性一般都很差。

(1) 移动通信的运行环境十分复杂,电波不仅会随着传播距离的增加而发生弥散损耗,并且会受到地形、地物的遮蔽而发生“阴影效应”。

(2) 信号经过多点反射,会从多条路径到达接收地点,这种多径信号的幅度、相位和到达时间都不一样,它们相互叠加会产生电平衰落和时延扩展,形成“多径效应”。

(3) 由于移动通信常常在快速移动中进行,这会引引起多普勒(Doppler)频移,产生随机调频,导致附加调频噪声。而且会使得电波传播特性发生快速的随机起伏,严重影响通信质量。

### 1.2.2 噪声与干扰

移动信道的噪声与干扰严重。除去一些常见的外部干扰,如天电干扰、工业干扰和信道噪声外,移动通信系统本身和不同系统之间,还会产生这样或那样的干扰。

(1) 因为在移动通信系统中,常常有多部用户电台在同一地区工作,基站还会有多部收发信机在同一地点上工作,这些电台之间会产生干扰。移动通信系统常见的有同道干扰、邻道干扰等。

(2) 由于蜂窝移动通信系统采用频率复用技术,在小区频率分配上,有可能产生互调干扰等。

### 1.2.3 网络结构

通信的移动性,带来了移动通信系统网络的复杂性。

#### 1. 网络结构复杂

移动信道的网络结构复杂。移动通信系统的网络结构多种多样,网络管理和控制必须有效。根据通信地区的不同需要,移动通信网络不同。

(1) 可以组成带状(如铁路公路沿线)、面状(如覆盖一城市或地区)或立体状(如地面通

信设施与中、低轨道卫星通信网络的综合系统)等。

(2) 各种网络可以单网运行,也可以多网并行并实现互连互通。

## 2. 网络管理多样

移动通信的网络管理复杂。由于用户的位置是移动的,需要采用多种移动性网络管理技术,包括:

- (1) 用户认证;
- (2) 身份鉴别;
- (3) 位置登记;
- (4) 过境切换等。

### 1.2.4 综合多种技术

移动通信是使用新技术最多的通信方式。

#### 1. 涉及技术

移动通信需要采用多种技术,主要涉及的技术有:

- (1) 无线信道抗衰落技术;
- (2) 抗干扰技术;
- (3) 调制解调技术;
- (4) 语音编码技术;
- (5) 纠错编码技术;
- (6) 组网技术;
- (7) 软件无线电技术;
- (8) 智能天线技术等。

#### 2. 智能手机

移动通信对设备要求苛刻。移动通信设备(主要是移动台,即手机)必须适于在移动环境中使用。

对手机的主要要求是体积小、重量轻、省电、操作简单和携带方便。车载台和机载台除要求操作简单和维修方便外,还应保证在震动、冲击、高低温变化等恶劣环境中正常工作。

随着无线通信与移动通信的发展,手机已经不仅仅是一个手持移动电话了,而是具有多种功能的软件无线电平台,具有以下功能:

- (1) 语音通话;
- (2) 收发短信;
- (3) 无线上网;
- (4) 手机电视;
- (5) 移动支付;
- (6) 移动控制等。

### 1.2.5 频谱资源

通信发展的基本矛盾是:有限的频谱资源,与日益增长的用户需求之间的矛盾。为此,通信技术的发展经历了以下过程:

- (1) 从低频到高频；
- (2) 从长波到短波；
- (3) 从有线到无线；
- (4) 从模拟无线电到数字无线电；
- (5) 从硬件无线电到软件无线电。

根据国际电信联盟频率管理委员会的分配,移动通信可以利用的频谱资源是有限的,而移动通信业务量的需求却与日俱增。

如何提高通信系统的通信容量,始终是移动通信发展中的焦点。

## 1.3 无线通信与移动通信的基本技术

由于无线通信与移动通信系统的信息传输是在无线信道中完成的,因此,无线通信与移动通信系统中的各种新技术,都是针对无线信道的特点,以便提高通信系统的3个主要指标:

- (1) 有效性;
- (2) 可靠性;
- (3) 安全性。

### 1.3.1 信道技术

在无线通信与移动通信系统的信道中,主要存在以下4种波:

- (1) 直接波;
- (2) 反射波;
- (3) 绕射波;
- (4) 散射波。

#### 1. 信道特点

移动信道具有以下3个主要特点:

- (1) 信号传播的开放性;
- (2) 接收点地理环境的复杂性和多样性;
- (3) 通信用户的随机移动性。

无线电波有3种主要传播形式:直射波、反射波和绕射波。在这3种传播形式的共同作用下,接收信号具有以下4种主要效应:

- (1) 阴影效应;
- (2) 远近效应;
- (3) 多径效应;
- (4) 多普勒效应。

#### 2. 损耗与干扰

移动接收信号具有3类不同层次的损耗:

- (1) 路径传播损耗;
- (2) 大尺度衰落损耗;