



WUXIAN TONGXIN DAOLUN

无线通信导论

彭木根 游思晴
胡春静 王文博

编 著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

无线通信导论

彭木根 游思晴 胡春静 王文博 编 著

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本课程属于通信与信息系统类专业的专业课,其目的与任务是使学生熟悉业界广泛采用的各种无线通信系统,掌握现代无线通信的基本概念、系统组成、技术原理、协议组成、典型应用和未来发展形势等,为将来从事无线通信工程技术工作奠定理论和技术基础,同时把握行业发展方向。

本书适合作为通信工程和电子信息类相关专业高年级本科生、研究生和实践工程师的教材,更可作为无线通信工程技术人员和科研人员案头必备的参考书。本书既可以作为无线通信、蜂窝移动通信、宽带无线接入等课程的教材,也可以作为相关的教辅和参考书籍,同时也是无线通信和无线信息领域研究者的技术参考书籍之一。

图书在版编目(CIP)数据

无线通信导论/彭木根等编著.--北京:北京邮电大学出版社,2011.4
ISBN 978-7-5635-2602-4

I. ①无… II. ①彭… III. ①无线电通信—高等学校—教材 IV. ①TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 034509 号

书 名: 无线通信导论
作 者: 彭木根 游思晴 胡春静 王文博
责任编辑: 何芯逸
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编: 100876)
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京源海印刷有限责任公司
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 24
字 数: 613 千字
印 数: 1—3 000 册
版 次: 2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2602-4

定 价: 44.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

无线通信是利用电磁波信号可以在自由空间中传播的特性进行信息交换的一种通信方式。随着人类社会的不断进步,人们对各种宽带数据业务的要求越来越丰富,质量也越来越高,同时信息与通信理论、半导体技术也在快速发展。近些年信息通信领域中,发展最快、应用最广的就是无线通信技术。无线通信将最终实现任何地方、任何时候、任何人之间的快捷、方便、动态的自由通信。

无线通信在短短的 20 多年时间中,已经朝传输宽带化、移动高速化、接入灵活化等方向发展,根据使用场景和支撑业务不同,衍生出了多种多样的应用系统,例如 IMT-Advanced 宽带移动通信系统、宽带无线接入系统、数字集群系统、微波中继系统、卫星通信系统和物联传感系统等。这些不同类型的无线通信系统虽然使用了相似的无线传输技术,但在系统架构、组网策略和控制管理机制等方面千差万别。另外,泛在异构技术越来越成熟,不仅陆地上的不同的无线通信模式需要融合,海陆空三维无线通信系统也需要协同工作,这就要求人们从无线通信的范畴去理解各无线通信制式和相应的传输机制设计,从而有效地促进异构无线制式和网络的融合。

考虑到目前市面上的教材和书籍大都只涉及蜂窝移动通信系统的范畴,对宽带无线接入技术和系统的描述还不是很充分,但实际上宽带无线接入技术和系统在我们的日常生活中应用广泛。此外,大部分教材和书籍只是立足于各单一接入系统及其技术本身,而没法给读者一个无线通信系统的整体概念,没有把宽带无线接入和宽带蜂窝移动技术结合在一起描述。尤其值得注意的是,很多移动通信教材的内容偏旧,对新的无线技术基本没有讲解,仍旧侧重 GSM 和 3G 等蜂窝移动通信系统的关键技术,特别是对 3G 增强演进系统和 IMT-Advanced 系统采用的先进技术的原理很少涉及,对无线信息理论和多天线技术的讲解不够。

在教学和科研过程中,经常发现研究了多年无线通信技术的研究生甚至博士生都没有建立无线通信网络的概念,对实际运行的各种无线网络的组成架构和核心原理都不甚理解。另外一点,由于有多种无线网络可供选择,很多读者不明白这些无线网络的区别,很困惑如何选择合适的无线网络接入,对不同无线制式的特征更是完全不了解。

无论是从市场相关教材缺乏还是从读者知识结构角度来看,都迫切需要有一本教材能够对上面所述及的专业研发人员和普通读者的各种困惑进行解疑。本教材首先给读者建立了无线通信网络的概念,理解不同无线传输系统的差别;然后系统的介绍了无线通信的原理、系统组成、关键技术、组网特征等;最后还描述了下一代宽带无线通信技术的演进路线等。无线通信导论课程主要介绍无线通信技术的演变历史、无线通信网络组成、无线通信协议、无线通信技术等方面的内容,使学生了解日益普及的无线通信技术和网络的基本原理和使用方法,了解

无线通信技术发展的前沿动态,掌握无线通信应用开发所必需的基础知识。

本教材是根据作者多年的教学经验,由多名奋斗在教学和科研第一线的老师撰写。本书系统介绍了无线通信系统的历史和组成、技术特征和应用系统、无线传播原理、天线理论、无线通信原理、无线传输技术和系统设计所涉及的各个方面,重点论述当前各种无线通信系统中具有普遍性和代表性的基本知识,包括基本的理论、技术问题、设计思路和分析方法。全书内容包括无线通信发展的历史、无线电磁波传输理论、天线理论、无线传输理论、各种抗衰落和干扰技术、无线通信网络架构、具体无线通信系统组成和组网性能、无线通信技术演进等。书中每部分内容的讲述都有全新的视角和独特的处理方法,并配有丰富的图示、例题和习题。本书语言流畅、内容丰富,基本理论和实际系统紧密结合,书中的讲解以及给出的大量例题和习题取自当前主流无线通信系统和标准的实际案例。

本书适合作为通信工程和电子信息类相关专业高年级本科生、研究生和实践工程师的教材,更可作为无线通信工程技术人员和科研人员案头必备的参考书。本书既可以作为无线通信、蜂窝移动通信、宽带无线接入等课程的教材,也可以作为相关的教辅和参考书籍,同时也是无线通信和无线信息领域研究者的技术参考书籍之一。

由于无线通信技术和网络的增强及演进还在进一步深入,具有自主知识产权的演进技术还在进一步讨论和标准化,特别是基于 IMT-Advanced 的标准化工作刚刚开始,所以本书的内容希望能起到抛砖引玉的作用,有些内容可能会过时甚至和实际系统的应用相悖。再加上作者水平有限,谬误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。根据大家反馈的意见以及技术的增强和演进,本书将会陆续修改部分章节内容,欢迎读者来信讨论其中的技术问题:pmg@bupt.edu.cn。

编 著 者

目 录

第 1 章 无线通信概述	1
1.1 无线通信技术原理	1
1.1.1 无线通信组成	1
1.1.2 无线通信特征	5
1.1.3 无线通信用语	6
1.2 无线通信的起源	7
1.2.1 赫兹与无线电波	8
1.2.2 波波夫与无线天线	8
1.2.3 马可尼与无线通信	9
1.3 无线通信系统的分类	9
1.3.1 移动通信系统.....	10
1.3.2 固定宽带无线接入系统.....	12
1.3.3 微波中继通信系统.....	13
1.3.4 卫星通信系统.....	15
1.4 蜂窝移动通信技术的发展.....	17
1.4.1 第一代蜂窝移动通信系统.....	18
1.4.2 第二代蜂窝移动通信系统.....	19
1.4.3 第三代蜂窝移动通信系统.....	20
1.4.4 后三代蜂窝移动通信系统.....	22
1.5 无线通信电磁波的工作频率.....	24
1.5.1 宽带无线接入频率规划管理.....	24
1.5.2 公众移动通信频率规划管理.....	25
1.5.3 我国移动通信系统频率规划.....	26
1.5.4 无线通信频率紧缺.....	27
习题	28
第 2 章 无线电磁场与天线技术	29
2.1 无线电磁场理论.....	29
2.1.1 电磁感应现象.....	29
2.1.2 电磁感应定律.....	31
2.1.3 磁场的能量.....	31

2.1.4	麦克斯韦方程组	33
2.1.5	边界条件	34
2.2	天线原理	35
2.2.1	天线辐射电磁波的基本原理	35
2.2.2	发射天线的阻抗和辐射效率	36
2.2.3	方向性系数和增益	38
2.2.4	有效长度	39
2.2.5	天线系数	40
2.2.6	接收天线的噪声温度	41
2.3	极化天线	42
2.3.1	电磁波的极化	43
2.3.2	极化效率	43
2.3.3	交叉极化隔离度和交叉极化鉴别率	43
2.3.4	极化方式对比	44
2.4	天线安装	45
2.4.1	传输线安装	45
2.4.2	天线下倾	47
2.4.3	天线高度	48
2.4.4	天线方向图	49
2.4.5	天线间隔距离	50
2.4.6	天线选择	51
2.5	三种基本的传播机制	56
2.5.1	反射	56
2.5.2	绕射	58
2.5.3	散射	61
	习题	61
第3章	无线电波传播与小尺度衰落	63
3.1	自由空间传播模型	64
3.2	室外路径损耗传播经验模型	66
3.2.1	Okumura 模型	67
3.2.2	Hata 模型	68
3.2.3	Hata 模型的 PCS 扩展	70
3.2.4	Walfish 和 Bertoni 模型	70
3.2.5	无线传播模型校正	71
3.3	室内路径损耗传播经验模型	73
3.3.1	同楼层分隔损耗	73
3.3.2	楼层间分隔损耗	73
3.3.3	对数距离路径损耗模型	74

3.3.4 Ericsson 多重断点模型	75
3.4 小尺度多径传播和参数	75
3.4.1 影响小尺度衰落的因素	76
3.4.2 多普勒频移	76
3.4.3 菲涅耳区	77
3.4.4 多径信道的参数	78
3.5 小尺度衰落类型和几种分布	80
3.5.1 多径时延扩展产生的衰落效应	80
3.5.2 多普勒扩展产生的衰落效应	81
3.5.3 瑞利、莱斯以及 Nakagami-m 分布	82
习题	85
第 4 章 无线信源与信道编码	87
4.1 信源编码	87
4.1.1 信源编码的原理	87
4.1.2 信源编码的应用	91
4.2 分组码	93
4.2.1 线性分组码	93
4.2.2 循环码	95
4.2.3 检错码	97
4.3 卷积码	97
4.3.1 编码器的结构	97
4.3.2 卷积码的描述	98
4.3.3 维特比译码	102
4.4 网格编码	104
4.4.1 网格编码调制原理	105
4.4.2 网格编码的译码	108
4.4.3 网格编码的发展趋势	110
4.5 Turbo 码	111
4.5.1 Turbo 码的编码原理	111
4.5.2 Turbo 码的译码器结构	112
4.5.3 Turbo 码的主要特性	112
4.5.4 Turbo 码发展前景	113
4.6 LDPC 编码	113
4.6.1 低密度码的 Tanner 图表示	114
4.6.2 低密度码的构造与编码	114
4.7 移动通信系统的信道编码举例	119
4.7.1 GSM 系统中的信道编码	119
4.7.2 cdma 2000 系统中的信道编码	122

4.7.3 WCDMA 系统的信道编码	126
习题	131
第 5 章 无线调制技术	133
5.1 数字调制	133
5.1.1 振幅键控	135
5.1.2 移频键控	137
5.1.3 移相键控	139
5.1.4 正交幅度调制	141
5.2 OFDM 调制	142
5.2.1 OFDM 调制原理	143
5.2.2 OFDM 存在的问题和热点研究	146
5.2.3 OFDM 应用	149
习题	149
第 6 章 无线分集和多天线技术	151
6.1 分集技术概述	151
6.1.1 宏观分集	151
6.1.2 微观分集	152
6.2 分集合并技术	152
6.2.1 选择合并	153
6.2.2 最大比合并	155
6.2.3 等增益合并	156
6.2.4 不同合并方式的性能比较	158
6.3 时域分集技术	158
6.3.1 自动请求重传技术	159
6.3.2 Rake 技术	160
6.4 频域分集技术	162
6.4.1 扩频技术	162
6.4.2 直接序列扩频	163
6.4.3 跳频扩频	164
6.5 多天线空时处理技术	165
6.5.1 MIMO 技术	166
6.5.2 多天线信息理论	167
6.5.3 空时块编码	170
6.5.4 空时分组编码	173
6.5.5 空时格码	176
习题	178

第 7 章 无线抗衰落和抗干扰技术	180
7.1 无线交织技术	180
7.1.1 交织原理	180
7.1.2 分组周期交织器	181
7.1.3 卷积交织器	182
7.2 信道均衡技术	182
7.2.1 时域均衡	184
7.2.2 频域均衡	190
7.3 多用户检测技术	191
7.3.1 多用户检测器的基本原理	191
7.3.2 多用户检测器的性能测度	192
7.3.3 多用户检测器的分类	193
习题	199
第 8 章 蜂窝移动多址接入技术	201
8.1 频率复用和蜂窝小区	201
8.1.1 蜂窝小区	201
8.1.2 频率复用	204
8.2 话务量和呼损简介	206
8.3 多址接入技术	207
8.3.1 FDMA 技术	208
8.3.2 TDMA 技术	209
8.3.3 CDMA 技术	211
8.3.4 SDMA 技术	213
8.3.5 OFDMA 技术	213
8.4 系统容量	214
8.4.1 CDMA 系统的容量	215
8.4.2 FDMA 系统和 TDMA 系统的容量	216
8.4.3 3 种系统容量的比较	216
8.5 CDMA 原理和关键技术	217
8.5.1 扩频通信原理	217
8.5.2 关键技术	224
习题	228
第 9 章 蜂窝移动通信系统的架构和组成	230
9.1 移动区域定义与识别号	230
9.1.1 区域定义	230
9.1.2 移动识别号	231

9.2 蜂窝移动通信系统的接入网	235
9.2.1 移动台	236
9.2.2 基站子系统	237
9.3 移动通信网络的核心网	238
9.3.1 移动业务交换中心	240
9.3.2 访问用户位置寄存器	240
9.3.3 归属用户位置寄存器	240
9.3.4 鉴权中心	241
9.3.5 移动设备识别寄存器	241
9.4 网管系统	241
9.5 无线通信信令	241
9.5.1 接入信令	242
9.5.2 网络信令	243
9.5.3 信令应用	245
9.6 移动性管理	246
9.6.1 位置管理	247
9.6.2 越区切换	248
9.7 无线资源管理	248
9.7.1 无线资源管理原理性结构	249
9.7.2 接入控制	250
9.7.3 分组调度、分配算法	252
9.7.4 GSM 系统的无线资源管理机制	256
习题	260
第 10 章 蜂窝移动通信系统	261
10.1 第一代模拟移动通信系统	261
10.1.1 AMPS 和 ETACS	262
10.1.2 第一代模拟移动通信的关键技术	263
10.1.3 模拟移动通信系统的特点	263
10.2 第二代数字 GSM 移动通信系统	264
10.2.1 GSM 关键技术	264
10.2.2 GSM 系统特点	266
10.3 第二代窄带 CDMA 移动通信系统	267
10.3.1 IS-95 关键技术	268
10.3.2 IS-95 系统特点	268
10.4 第三代宽带 WCDMA 移动通信系统	269
10.4.1 WCDMA 系统架构	270
10.4.2 WCDMA 关键技术	271
10.4.3 WCDMA 系统特点	272

10.5	第三代 cdma 2000 移动通信系统	273
10.5.1	cdma 2000 系统架构	273
10.5.2	cdma 2000 关键技术	274
10.5.3	cdma 2000 系统特点	276
10.6	第三代 TD-SCDMA 移动通信系统	276
10.6.1	TD-SCDMA 系统架构	276
10.6.2	TD-SCDMA 系统关键技术	277
10.6.3	TD-SCDMA 系统特点	280
10.7	3GPP HSPA 通信系统	281
10.7.1	HSDPA 系统	281
10.7.2	HSUPA 系统	282
10.7.3	3GPP HSPA+ 系统	283
10.8	LTE 通信系统	285
10.8.1	LTE 系统架构	285
10.8.2	LTE 关键技术	286
10.8.3	LTE 系统特点	288
10.9	LTE-Advanced 通信系统	288
10.9.1	LTE-Advanced 关键技术	289
10.9.2	LTE-A 需求发展趋势	291
	习题	292
第 11 章	宽带无线接入技术和应用	294
11.1	蓝牙	294
11.1.1	蓝牙技术版本与特征	294
11.1.2	蓝牙技术协议	296
11.1.3	蓝牙技术应用	297
11.2	超宽带	299
11.2.1	超宽带的定义和特点	299
11.2.2	超宽带技术的标准	300
11.2.3	超宽带技术的应用	301
11.3	无线局域网	302
11.3.1	WLAN 技术标准	303
11.3.2	WLAN 拓扑结构	305
11.3.3	WLAN MAC 层协议	306
11.3.4	IEEE 802.11n 的关键技术	309
11.3.5	60 GHz 超高速 WLAN	310
11.4	无线城域网	311
11.4.1	IEEE 802.16 系列标准介绍	312
11.4.2	WiMAX 的优势和劣势	316

11.4.3 WiMAX 的关键技术	316
11.5 无线广域网	318
11.5.1 数据链路层	319
11.5.2 物理层	319
11.5.3 运行模式	320
11.5.4 移动性管理和切换模型	320
11.6 ZigBee 短距离无线通信技术	320
11.6.1 技术特点	322
11.6.2 应用与解决方案	323
11.6.3 应用方案示例	325
11.7 近距离无线通信技术	328
11.7.1 技术特点	329
11.7.2 国内外标准状况	330
11.8 射频识别技术	331
11.8.1 ISO/IEC 相关 RFID 标准	332
11.8.2 技术特征	333
习题	335
第 12 章 下一代无线通信技术展望	337
12.1 协同通信	337
12.1.1 协同信息理论发展概述	337
12.1.2 协同信息模型	338
12.1.3 放大转发中继	339
12.1.4 解码转发中继	340
12.1.5 编码协同方案	341
12.1.6 协同通信技术	342
12.2 无线协同网络编码	343
12.2.1 网络编码发展概述	343
12.2.2 网络编码基本原理	344
12.2.3 线性网络编码	345
12.2.4 网络编码的优缺点	346
12.2.5 网络编码在无线网络中的应用	346
12.3 认知无线电	350
12.3.1 认知无线电的基本原理	351
12.3.2 认知无线电的主要技术内容	352
12.3.3 认知无线电的组网架构	353
12.4 Ad Hoc 和无线 Mesh	355
12.4.1 Ad Hoc 技术概述	355
12.4.2 无线 Mesh 技术概述	357

12.5 家庭基站.....	360
12.5.1 毫微微蜂窝式基站.....	360
12.5.2 Femtocell 的应用	361
12.5.3 家庭基站关键技术.....	362
12.5.4 家庭基站面临的问题.....	363
12.6 异构泛在无线网络融合.....	363
12.6.1 异构无线网络融合的背景.....	364
12.6.2 泛在无线网络的互联和融合.....	365
12.6.3 异构无线资源管理技术.....	366
习题.....	369

第 1 章 无线通信概述

当今社会已经全面进入信息化时代,没有信息的传递和交流,人们就无法适应现代化、快节奏的生活和工作。以电话、网络为代表的通信技术正在快速改变着广大人民群众的生产生活方式。按照传输媒介分类,通信可以分为有线通信和无线通信两大类,蜂窝移动、宽带无线接入、微波中继、卫星等都属于无线通信的范畴,它们均通过无线电磁波在空气中或者太空中进行信息传播,具有信道不可预见性大、使用灵活和方便等特点。

实际上,人们期望随时随地、及时可靠、不受时空限制地进行信息交流,提高工作的效率和经济效益。无线通信正是满足了人们随时随地进行信息交流的需求,在最近 20 年间取得了巨大的发展。无线通信可以说从无线电波发明之日就产生了,1897 年马可尼所完成的在固定站与一艘拖船之间进行无线信息传输的无线通信实验标志着无线通信的新纪元。作为无线通信技术中目前最受大家所熟知的蜂窝移动无线通信技术,它的发展是在 20 世纪 70 年代中期以后的事。

本章系统的介绍了无线通信的历史和目前热门的蜂窝移动通信系统的技术发展,同时也将讲述无线通信系统的分类以及组成,还将叙述无线通信和无线频率的关系,让读者能够对无线通信有一个大概的理解和认识。

1.1 无线通信技术原理

无线通信的传输媒介无线电波是指在自由空间(包括空气和真空)传播的电磁波,其频率要求在 300 GHz 以下(频率下限目前还没有统一,在各种射频规范中常见的有三种定义,3 kHz~300 GHz,9 kHz~300 GHz,10 kHz~300 GHz)。无线通信技术就是指通过无线电波传播信号的一种技术。它的原理在于通过模拟调制将待传输信息加载于无线电波上并通过天线发送出去,当电波通过空间传播到达收信端,通过解调将信息恢复出来,就达到了信息传递的目的。

1.1.1 无线通信组成

无线通信可以简单分为单条和多条链路的无线传输。单条链路传输是指信源把要传输的消息通过无线电磁波发送给信宿,而多条链路的无线传输是指同时有多个信源要把自己的信息发送给一个或者多个信宿。实际上,如果考虑要传输的业务以及通信控制等,多条链路的无线传输就形成一个无线通信网络。下面把单条无线链路传输称为无线通信传输,而把多条链路的无线传输及其控制管理和业务应用等合称为无线通信网络。

1. 无线通信传输

要实现无线通信传输,一般需要发射设备、接收设备和传输媒体,如图 1-1 所示。发射设备一般由下列 3 种器件组成。

- 变换器(换能器):将被发送的信息变换为电信号。例如话筒将声音变为电信号。
- 发射机:将换能器输出的电信号变为强度足够的高频电振荡信号。
- 发射天线:将高频电振荡信号变成电磁波信号向传输媒质辐射。

接收设备是发送设备的逆过程,其组成器件包括以下 3 种。

- 接收天线:将空间传播到其上的电磁波信号变成高频电振荡信号。
- 接收机:将高频电振荡信号变成电信号。
- 变换器(换能器):将电信号恢复成所传送信息。

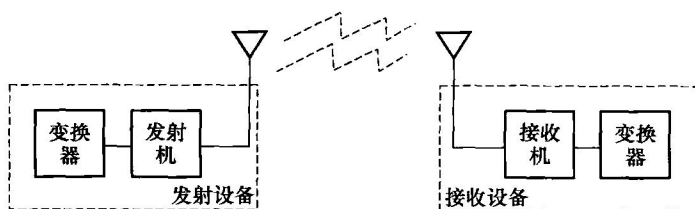


图 1-1 无线通信链路传输示意图

传输媒体专指代无线电电磁波,电磁波从发射机天线辐射后,不仅电波的能量会扩散,接收机只能收到其中极小的一部分,而且在传播过程中,电波的能量会被地面、建筑物或高空的电离层吸收或反射;或在大气层中产生折射或散射,从而造成很强的衰减。实际上,由收音机收到的无线电广播信号,由电视机收到的高频电视信号,医院里物理治疗用的红外线,消毒和杀菌用的紫外线,透视照相用的 X 射线,以及各种可见光,都属于无线电电磁波范畴。

(1) 无线终端

一提到无线通信,往往首先想到的是手机,其实手机仅仅是一种特殊的无线通信系统(即蜂窝移动通信系统)中的移动台。移动台的概念包括手机、呼机等具有移动特性的无线终端。无线终端,顾名思义,它既可以是接收无线信号的接收机,也可以是发送无线信号的发射设备。它以各种不同的形式出现,包括手机、寻呼机、无绳电话、无线局域网接收节点和终端等,如图 1-2 所示。由于它们在无线通信中扮演着类似相同的功能和角色,发射和接收的是无线信号,传输载体是无线电电磁波,所以把它们统称为无线终端。

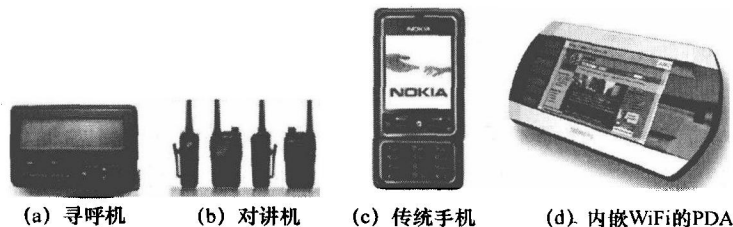


图 1-2 各种无线终端

(2) 基站

另一个名词是蜂窝移动通信系统的基站或者无线局域网中的接入点,图 1-3 为蜂窝移动通信系统的基站实物图。它由安装有通信模块及其控制模块的机柜、铁塔以及天线等器件组成。基站/接入点是无线通信系统中必不可少的,它是与无线终端联系的第一个固定收发机,无线终端脱离了基站/接入点就无法工作。基站/接入点通过接收无线终端的信号与交换局相连,从而完成无线终端的收发工作。

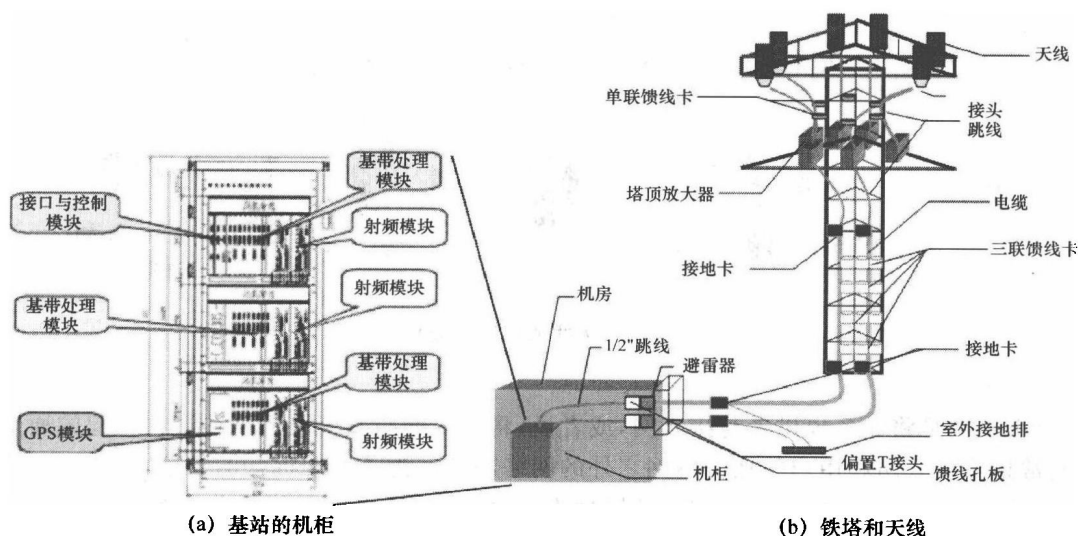


图 1-3 基站和铁塔

正因为基站的重要性,所以在建立无线通信网的时候要慎重地考虑基站的分布,以满足无线终端通信的需要。基站分布确定以后,就覆盖了一定用户的活动区域,在地图上呈现一个网状结构,所以也把基站位置的规划称为组网。

2. 无线通信网络

上面所介绍的无线终端和基站只是实现了单条链路的无线传输,要完成处于不同区域(基站)下不同用户的信息传输和为不同用户支撑不同的通信业务,还需要组建一个无线通信网络。如图 1-4 所示,它是由无线接入子网(接入层)、无线传输子网(传输承载层)、核心子网(核心网层)、业务平台(业务平台层)以及网管系统组成。

(1) 无线接入子网

无线接入子网是直接面向用户的网络。它一般由无线终端、基站/接入点、基站控制器/无线网络控制器/接入网关等组成,无线终端和基站/接入点通过无线电磁波实现信息的传输。

(2) 传输子网

传输子网是用于传输电信号或光信号的网络。按照覆盖地域的不同,可分为国际传输网与国内传输网。后者又可分为长途传输网与本地传输网。在无线网络中,把多个基站/接入点相互连接起来,或者把多个基站/接入点统一接入相应的控制实体(如基站控制器/无线网络控制器/接入网关),这些都属于无线接入传输网的范畴。