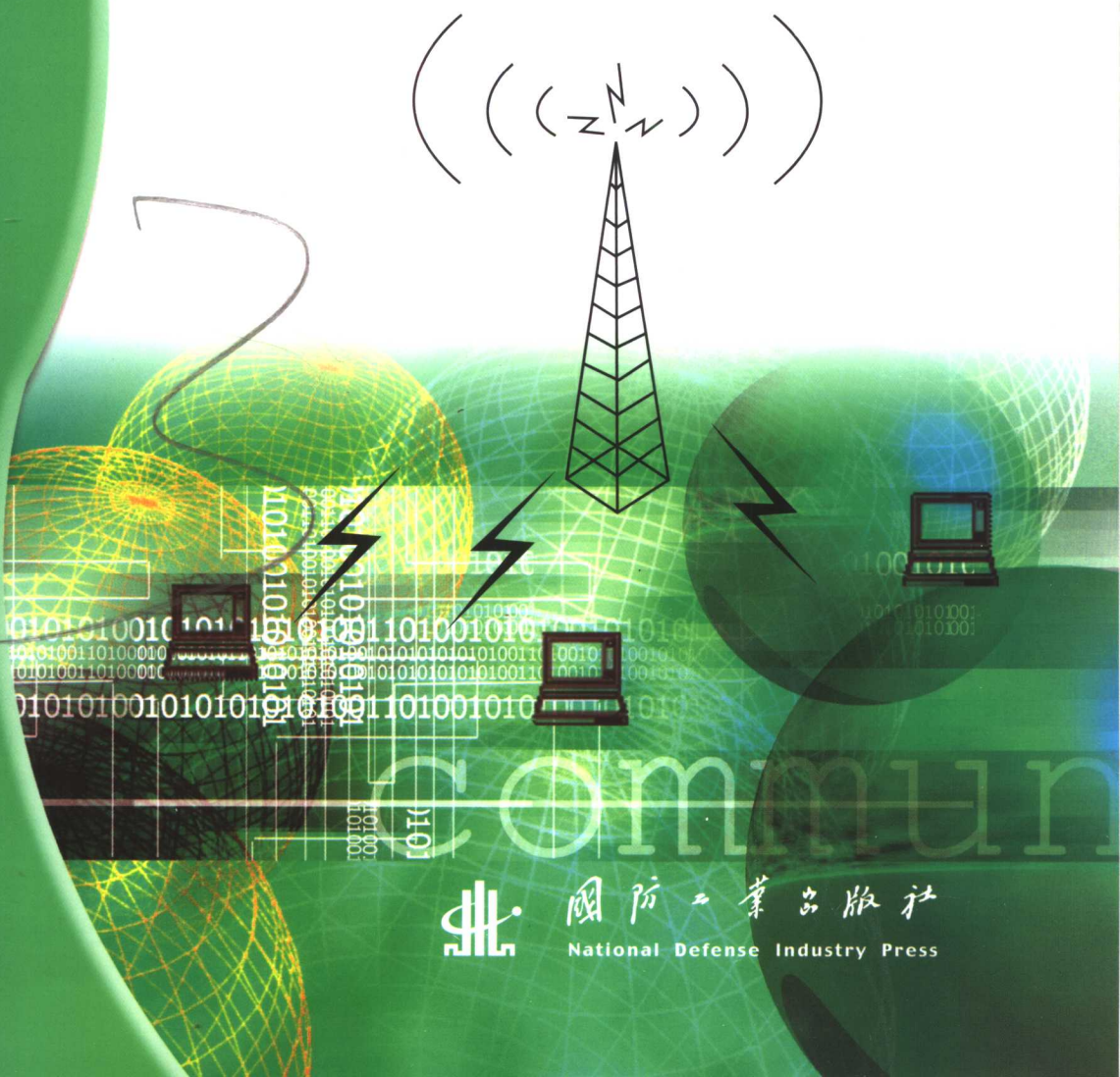


现代数据通信与无线通信丛书

无线通信与 网络

宋俊德 战晓苏 主编
赵铭 任鸿 柴志刚 王天枢 全吉成 沈文旭 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

TN92/89

2008

现代通信与网络丛书

无线通信与网络

宋俊德 战晓苏 主编

赵 铭 任 鸿 柴志刚 编著

王天枢 全吉成 沈文旭

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

随着无线通信技术的飞速发展,无线网络的应用越来越广泛和普及,从蜂窝语音电话到无线接入 Internet 和无线家庭网络,无线网络给人们的生活带来了深刻的影响。

本书系统地介绍了通信网络系统的组成和分类、协议体系、传输和编码技术以及相关标准等内容。全书共分为 15 章。从无线网络的基础开始,较为详细地介绍了 TCP/IP 协议体系结构、天线传播、编码与差错控制、无线局域网技术与标准和蓝牙技术等。

本书可供无线通信和计算机领域的工程技术和管理人员参考,也可作为大专院校相关专业的教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无线通信与网络 / 宋俊德, 战晓苏主编; 赵铭等编著.

北京: 国防工业出版社, 2008.2

(现代数据通信与无线通信丛书)

ISBN 978-7-118-05457-6

I. 无... II. ①宋...②战...③赵... III. 无线电通信—通信网 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 177609 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 379 千字

2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

现代数据通信与无线通信丛书

编委会

主 编 宋俊德 战晓苏

副主编 邓中亮 蓝江桥 郭 平 牛秦洲

委 员 (按汉语拼音排序)

邓中亮	高 强	郭 平	蓝江桥
牛秦洲	任 鸿	宋俊德	徐宝民
姚红星	战晓苏	张建伟	赵 铭

前 言

当今社会正在走向信息时代。随着信息技术的飞速发展,计算机网络迅速进入人们的工作和生活,成为生活中不可缺少的要素之一。伴随着有线网络的广泛应用,以快捷高效、组网灵活为优势的无线网络技术也在飞速发展。它利用了无线多址信道的一种有效方法来支持计算机之间的通信,并为通信的移动化、个性化和多媒体应用提供了可能。无线网络与通信知识的学习不仅是计算机专业的必修内容,也是相关行业从业人员应该掌握的基本知识。

本书系统地介绍了通信网络系统的组成和分类、传播方式、传输和编码技术以及相关标准等内容。在介绍无线网络基本概念的基础上,讨论了编码与差错控制、扩频、无线局域网技术与标准、蓝牙技术等。全书共分为15章。第1章主要阐述无线网络的概念,介绍无线网络相关的基础知识;第2章详细介绍通信网络的分类、交换技术以及传输模式;第3章主要介绍协议和TCP/IP协议簇以及OSI模型;第4章讨论天线传播,主要介绍传播方式、直线传输的相关知识和信号在移动环境中的衰落;第5章主要阐述信号编码技术,包括数字数据、模拟信号,模拟数据、模拟信号和模拟数据、数字信号;第6章主要讨论扩频技术,包括跳频扩频、直接序列扩频和码分多址等;第7章介绍编码和差错控制,包括差错的检测,块纠错码的原理和分类以及卷积码;第8章讨论卫星通信,主要介绍卫星参数和配置,容量分配的两种方式分频和分时等;第9章着重讨论多址接入技术,包括面向语音网络中的固定分配接入,分为频分多址、时分多址、码分多址等,还介绍了面向数据网络中的随机接入;第10章重点讨论无线局域网技术,包括红外LAN、扩频LAN和窄带微波LAN;第11章主要讨论无线网络中的移动性管理,主要包括呼叫接入控制,越区切换管理和位置管理;第12章主要讨论无线/有线网络互联,介绍了移动IP和无线应用协议;第13章详细介绍IEEE 802.11无线局域网标准,包括IEEE 802.11协议结构和服务,IEEE 802.11媒体接入控制和IEEE 802.11物理层;第14章重点讨论蓝牙技术,包括无线电规范、基带规范和逻辑链路控制和自适应协议等;第15章简单介绍了Wimax技术,包括Wimax的5种应用场景和802.16协议参考模型等。

通过阅读本书,读者能够了解和掌握无线网络的基本概念、理论和核心技术,并对新技术、新理论有较深的认识。

本书由赵铭、任鸿、柴志刚、王天枢、全吉成、沈文旭等执笔,于晓、韩影、蒲静华、

张高等同志做了大量技术工作,并协助整理书稿,借此书出版之际,向所有对本书有贡献的人士表示感谢!

在本书的编写过程中,参考了许多技术资料 and 文献,虽然已在参考文献中一一列出,仍难免有遗漏之处。

由于作者水平和时间限制,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 著 者

目 录

第1章 无线网络基础	1	3.2.1 TCP/IP的层次	35
1.1 无线网络概述	1	3.2.2 TCP和IP的工作方式	36
1.1.1 无线局域网	3	3.2.3 TCP/IP应用程序	38
1.1.2 无线网络的发展过程	4	3.3 OSI模型	39
1.1.3 无线网络的分代	5	3.3.1 OSI的层次	39
1.2 无线网络的拓扑结构	8	3.3.2 OSI框架内的标准化	39
1.2.1 基础结构集中式拓扑结构	9	3.4 网络互连	41
1.2.2 ad hoc 拓扑结构	9	3.4.1 路由器	42
1.2.3 蜂窝拓扑结构	10	3.4.2 网络互连示例	42
1.3 几种无线局域网标准的性能比较	10	第4章 天线和传播	46
1.4 无线网络的传输介质	11	4.1 天线	46
1.5 无线网络的互连设备	12	4.1.1 辐射模式	46
1.5.1 无线网卡的硬件组成	13	4.1.2 天线类型	47
1.5.2 无线网卡的工作原理	13	4.1.3 天线增益	49
第2章 通信网络	16	4.2 传播方式	49
2.1 局域网、城域网和广域网	16	4.2.1 地波传播	50
2.1.1 局域网	16	4.2.2 天波传播	51
2.1.2 城域网	17	4.2.3 直线传播	51
2.1.3 广域网	17	4.3 直线传输	53
2.2 交换技术	18	4.3.1 衰减	53
2.3 电路交换	19	4.3.2 自由空间损耗	53
2.4 分组交换	21	4.3.3 噪声	55
2.4.1 基本操作	23	4.3.4 表达式 E_b/N_0	56
2.4.2 分组大小	25	4.3.5 大气吸收	58
2.5 异步传输模式	25	4.3.6 多径	58
2.5.1 ATM逻辑连接	26	4.3.7 折射	58
2.5.2 ATM信元	28	4.4 移动环境中的衰落	59
2.5.3 ATM服务种类	30	4.4.1 多径传播	59
第3章 协议和TCP/IP协议簇	34	4.4.2 衰落类型	60
3.1 协议体系结构的必要性	34	4.4.3 差错补偿机制	61
3.2 TCP/IP协议的体系结构	35	第5章 信号编码技术	64
		5.1 信号编码准则	65

5.2 数字数据,模拟信号	66	8.1 卫星参数和配置	117
5.2.1 幅移键控	66	8.1.1 卫星轨道	118
5.2.2 频移键控	67	8.1.2 频带	121
5.2.3 相移键控	68	8.1.3 传输损伤	122
5.2.4 性能	70	8.1.4 卫星网络配置	123
5.2.5 正交调幅	73	8.2 容量分配——分频	124
5.3 模拟数据,模拟信号	74	8.2.1 频分复用	125
5.3.1 调幅	74	8.2.2 频分多址	126
5.3.2 角度调制	75	8.3 容量分配——分时	129
5.4 模拟数据,数字信号	77	第9章 多址接入技术	133
5.4.1 脉码调制	77	9.1 频分多址	133
5.4.2 增量调制	78	9.1.1 话务量与呼损率的定义 ..	134
5.4.3 性能	79	9.1.2 完成话务量的性质与	
第6章 扩频	81	计算	135
6.1 扩频的概念	81	9.1.3 呼损率的计算	136
6.2 跳频扩频	81	9.1.4 用户忙时的话务量与	
6.2.1 FHSS 和重发	82	用户数	137
6.2.2 频率选择性衰落信道和		9.1.5 空闲信道的选取	137
FHSS	83	9.2 时分多址	139
6.3 直接序列扩频	83	9.3 码分多址	140
6.4 码分多址	84	9.3.1 FH-CDMA	140
第7章 编码和差错控制	87	9.3.2 DS-CDMA	141
7.1 差错检测	87	9.3.3 混合码分多址	142
7.1.1 奇偶校检	88	9.4 空分多址	143
7.1.2 循环冗余校验	88	9.5 随机多址	143
7.2 块纠错码	94	9.5.1 ALOHA 协议和时隙	
7.2.1 块码原理	95	ALOHA	143
7.2.2 海明码	98	9.5.2 载波侦听多址	144
7.2.3 循环码	100	9.5.3 预约随机多址	145
7.2.4 BCH 码	103	第10章 无线局域网技术	146
7.2.5 里德—索洛蒙码	104	10.1 概述	146
7.2.6 块交错	105	10.1.1 无线 LAN 应用	146
7.3 卷积码	105	10.1.2 无线 LAN 需求	148
7.3.1 解码	107	10.1.3 无线 LAN 技术	149
7.3.2 加速编码	110	10.2 红外 LAN	150
7.4 自动重发请求	111	10.2.1 优点和缺点	150
7.4.1 流量控制	111	10.2.2 传输技术	151
7.4.2 差错控制	114	10.3 扩频 LAN	152
第8章 卫星通信	117	10.3.1 配置	152

10.3.2 传输发出	152	13.1.3 逻辑链路控制	192
10.4 窄带微波 LAN	153	13.2 IEEE 802.11 结构和服务	194
10.4.1 许可的窄带 RF	153	13.2.1 IEEE 802.11 结构	194
10.4.2 非许可的窄带 RF	153	13.2.2 IEEE 802.11 服务	195
第 11 章 无线网络中的移动性		13.3 IEEE 802.11 媒体接入	
管理	155	控制	197
11.1 越区切换管理	155	13.3.1 可靠的数据传送	197
11.1.1 越区切换中的结构		13.3.2 接入控制	198
问题	157	13.3.3 MAC 帧	201
11.1.2 越区切换判断时间		13.3.4 安全考虑	204
算法	157	13.4 IEEE 802.11 物理层	205
11.1.3 一般越区切换管理		13.4.1 初始的 IEEE 802.11	
过程	158	物理层	205
11.2 位置管理	159	13.4.2 IEEE 802.11a	207
11.2.1 位置更新算法	160	13.4.3 IEEE 802.11b	208
11.2.2 寻呼方案	161	第 14 章 蓝牙	209
11.2.3 位置信息发布	161	14.1 概述	209
11.2.4 在位置管理中的新兴		14.1.1 蓝牙应用	209
问题	162	14.1.2 蓝牙标准文档	210
第 12 章 无线/有线网络互联	163	14.1.3 协议结构	211
12.1 移动 IP	163	14.1.4 应用模型	212
12.1.1 移动 IP 的运作	163	14.1.5 微微网和分布式网络	214
12.1.2 发现	165	14.2 无线电规范	214
12.1.3 注册	167	14.3 基带规范	215
12.1.4 隧道	170	14.3.1 跳频	215
12.2 无线应用协议	172	14.3.2 物理链路	217
12.2.1 体系结构概述	173	14.3.3 包	217
12.2.2 无线置标语言	174	14.3.4 纠错	221
12.2.3 WMLScript	176	14.3.5 逻辑信道	223
12.2.4 无线应用环境	176	14.3.6 信道控制	223
12.2.5 无线会话协议	177	14.3.7 蓝牙音频	225
12.2.6 无线事务协议	180	14.3.8 蓝牙安全	227
12.2.7 无线传输层安全	184	14.4 链路管理器规范	228
12.2.8 无线数据报协议	188	14.5 逻辑链路控制和自适应	
第 13 章 IEEE 802.11 无线局域网		协议	228
标准	190	14.5.1 L2CAP 信道	229
13.1 IEEE 802 结构	190	14.5.2 L2CAP 包	229
13.1.1 协议结构	190	14.5.3 信令命令	230
13.1.2 MAC 帧的格式	191	14.5.4 服务质量	231

第 15 章 WiMAX	234	15.3 802.16 协议参考模型	237
15.1 概述	234	附录 A 标准和标准化组织	239
15.1.1 诞生与发展	234	附录 B 傅里叶分析	247
15.1.2 WiMAX 的 5 种应用 场景	234	附录 C 名词解释	249
15.2 空中接口技术特征	235	附录 D 缩略语表	254
		参考文献与相关网址	256

第 1 章 无线网络基础

计算机局域网是把分布在数千米范围内的不同物理位置的计算机连在一起,在网络软件的支持下可以相互通信和共享资源的网络系统。有线网络主要依靠电缆和光缆的传输构成一个计算机局域网。有线局域网需要布线或改线,工程量大,而且容易遭到损坏,网中的各站点位置不可移动。如要把相距数千米到数十千米距离的远程站点连入网络或者要把这样距离的两个局域网相连如要采用电话线路作为传输媒介,就会出现传输速率低、误码等问题。在这种背景下,推出了新型计算机无线通信和无线计算机网络系统即无线局域网系统。

1.1 无线网络概述

无线局域网(Wireless Local Area Network, WLAN)出现于1990年。它一出现,就有人预言完全取消电缆和线路连接方式的无线网络新时代即将来临。但是,事物的发展并不像人们预想的那么好,无线局域网的发展较为缓慢,其主要原因有:

- 人们认识、理解与支持的程度并没有预想的那么好;
- 销售市场不太火爆;
- 价格相对较高。

近年来,由于无线通信技术的发展,出现了移动上网,无线 Internet。尤其是 11Mb/s、54Mb/s 无线局域网的推出,使无线网络出现了新的生机,而且势头较猛。

无线网络采用与有线网络同样的工作方法,它们按 PC、服务器、工作站、网络操作系统、无线适配器和访问点通过电缆连接建立网络。

无线局域网是指以无线信道作为传输媒介的计算机局域网。

计算机无线通信和计算机无线联网不是一个概念,其功能和实现技术有相当大的差异。计算机无线通信只要求两台计算机之间能传输数据即可;而计算机无线联网则进一步要求以无线方式相连的计算机之间资源共享,具有有线网络系统所支持的各种功能。

计算机无线联网常见的形式是把一个计算机站点以无线方式连入一个计算机网络中,作为网络中的一个点,使之具有网上工作站所具有的同样的功能,能将网络服务中的所有服务,或者把数个(有线的、无线的)局域网组成一个区域网。无线入网的计算机具有可移动性(在一定的区域内移动又随时与网络系统保持联系)。

应该说,计算机无线联网方式是有线联网方式的一种补充,它是在有线网的基础上发展起来的,使网上的计算机具有可移动性,能快速、方便地解决有线方式不易实现的网络信道的连通问题。

无线联网要解决两个主要问题：

- 通信信道的实现与性能；
- 提供像有线网络系统那样的网络服务功能。

对于第 1 点的基本要求是：工作稳定、数据传输率高（大于 1Mb/s）、抗干扰、误码率低，频道利用率高、具有保密性和收发的单一性、可以进行有效的数据提取。

对于第 2 点的基本要求是：现有的网络系统应能在其中运行，即要兼容有线网络的软件，使用户能透明地操作而无须考虑网络环境。

用于无线联网的系统具有如下特点：

- 频率为工业自由辐射频率，不用专门申请；
- 该网络支持现有各种计算机需要的网络软件；
- 建立透明式网络链路；
- 能够完成局域网互联的高速率传输；
- 采用扩展频谱通信技术；
- 用无线电波通信，不用电缆；
- 施工快速、简便，维修方便；
- 采用宽带数据通信，抗干扰性能好；
- 低功耗，0.1W 可实现 30km 通信；
- 无须改变原网络系统软件、网络软件和应用软件。

无线网络适用的范围有：

- 工矿、企业、广域远距离联网；
- 适合银行、保险、工商、税务、证券系统网络；
- 水利、电力，铁路、油田远程网络；
- 大专院校、科研院所网络；
- 海关、港口、机场联网；
- 高速公路、城市联网；
- 公安、消防、环境监测、军事移动通信网络；
- 江、河、湖、海、海峡、山谷等复杂地形环境联网；
- 难以铺设电缆的各种地区和环境联网。

网络通信协议 CSMA/CA 特点：

- 带有避免冲突的载波侦听多路访问；
- 多路冲突时随机延迟后重新接受。

网络的安全保密性（多级保密）：

- 扩频频谱保密；
- NOS 级保密；
- 网桥访问控制。

室内天线覆盖范围如表 1.1 所列。

室外天线传输距离如表 1.2 所列。

表 1.1 室内天线覆盖范围

环境	特性	距离/m
开阔地	无分区	全向 180
半开放室	有分区	全向 90
封闭室	普通墙	全向 20

表 1.2 室外天线传输距离

口径/m	增益/dB	距离/km
$\Phi 1.2$	27	30 ~ 50
$\Phi 0.6$	20	15
$\Phi 0.3$	15	60

1.1.1 无线局域网

随着信息技术的发展,人们对网络通信技术的要求不断提高,希望不论在何时、何地,都能够与任何人进行包括数据、语音和图像等任何内容的通信,并希望主机在网络环境中移动和漫游。无线局域网是实现移动网络的关键技术之一。随着 IEEE 等国际机构对于无线局域网标准的制定,市场上无线局域网产品的兼容性大大提高,这极大地促进了无线局域网产品和市场的发展,众多低价位无线局域网产品的出现,使得越来越多的用户考虑使用无线局域网产品满足应用上的需求。

总的来说,无线局域网在以下几个方面有非常现实的意义:

- 在不能使用传统布线或者是使用传统布线困难很大的地方;
- 租用专线耗资高的地方;
- 需要重复建立临时的网络环境,使用有线网络不方便、成本高、耗时长 的地方;
- 局域网用户需要在一定范围内进行移动通信的环境。

但是,目前无线局域网在数据传输速率、传输范围、安全性等方面都还不如 有线局域网,所以在应用环境中无线局域网在相当长的时间内会与有线局域 网共存。对于智能建筑应用环境,特别是众多的公共场所或专业场所,如机 场、车站、会议大厅、会展中心、图书馆以及大开间的办公室等,会越来 越多地使用连接有线局域网的无线局域网,满足用户无线终端入网的需求。

无线局域网最常用的标准是 IEEE 802.11、IEEE 802.11a、IEEE 802.11b、IEEE 802.11g 等几种。目前市场上的产品绝大部分均遵循 IEEE 802.11b 标准,数据传输速率可达(5~11)Mb/s。IEEE 802.11b 标准的发布使得无线局域网的应用和普及发展到了一个新阶段。标准使无线局域网的用户能够自由、灵活地选择不同厂家的产品。无线局域网的主流厂商组成了一个称做无线以太网兼容性联盟(WECA)的国际性组织。WECA 的任务是负责认证无线局域网产品的互操作性和兼容性,并推动无线局域网在企业和家庭的应用。继 IEEE 802.11b 后,具有 54Mb/s 传输速率并符合 IEEE 802.11a 和 IEEE 802.11g 标准的无线局域网技术及其产品正在发展中。此外,家居无线网络 Home RF2 等无线局域网技术也在不断发展中。

1. IEEE 802.11g

- IEEE 802.11g 于 2003 年 6 月 12 日 IEEE 大会正式定案。
- IEEE 802.11g 标准是 Specification 8.2 Version,支持 54Mb/s。

• IEEE 802.11g 采用了 OFDM 的调制方式,所以能提供高达 54Mb/s 的带宽,但其仍然是工作在 2.4GHz 且强制保留原 IEEE 802.11b 所采用的 DSSS/CCK 的调制方式,因此能兼容 IEEE 802.11b 标准。

- RTS/CTS 保护机制。
- IEEE 802.11g 的表达的特点:
 - ◆ 提供 5 倍于 IEEE 802.11b 产品的数据通信带宽(高达 54Mb/s);
 - ◆ 兼容所有原来 IEEE 802.11b 的产品;
 - ◆ 略高于 IEEE 802.11b 的价格,提供更好的性价比。

从 2003 年底起,IEEE 802.11g 已成为无线局域网的主流标准。

2. IEEE 802.11a

- IEEE 802.11a 与 IEEE 802.11b 标准同时被批准(1999 年)。
- IEEE 802.11a 工作在 5GHz,中国特别规定在(5.725 ~ 5.850)GHz 频段。
- IEEE 802.11d 采用了 OFDM 调制方式,能提供高达 54Mb/s 的带宽。
- 能提供 13 个完全不重叠的子频道。
- 有更好的抗干扰与绕障碍能力。
- 不能直接和工作在 2.4GHz 的 IEEE 802.11g/b 的设备兼容,可以通过双频多模设备实现兼容。

3. 无线局域网技术

- 无线个人网(Wireless Personal Area Network, WPAN):
 - ◆ IEEE 802.15.1 Bluetooth(蓝牙);
 - ◆ 主要用于个人信息化设备的无线网络连接,目前发展的主流技术是蓝牙。
- 无线局域网:
 - ◆ IEEE 802.11a/b/g;
 - ◆ 主要用于一个局域物理区域内信息设备的无线网络连接。
- 无线广域网(Wireless Wide Area Network, WWAN):
 - ◆ GSM/GPRS/CDMA/UMTS;
 - ◆ 主要用于广域范围内信息设备的无线网络连接。

1.1.2 无线网络的发展过程

无线局域网是 1990 年出现的,但是无线局域网的研究可以追溯到 20 世纪 70 年代早期,主要的领导者是 AT&T 的贝尔实验室,早期的产品为频分多址(FDMA)模拟蜂窝系统技术。

20 世纪 70 年代后期瑞士 IBM Ruschlikon 实验室的 Gfeller 第 1 个提出了无线局域网的概念,并且在北欧部署了第 1 个移动电话系统。

语音的无线网络从此展开,直到 1998 年开始 3G 标准化。面向语音无线网络的历史进展如表 1.3 所列。

语音无线网络的出现推动了数据无线局域网的发展,并获得了很大的成功。面向数据无线网络的历史进展如表 1.4 所列。

表 1.3 面向语音无线网络的历史

年代	研究的内容与事件	年代	研究的内容与事件
20 世纪 70 年代早期	贝尔实验室研究第 1 代移动无线电	1988 年	开始 IS - 54 数字蜂窝
	第 1 代无绳电话		研究 QUALCOMM CDMA 技术
1982 年	研究第 2 代数字无绳电话 CT - 2	1991 年	部署 GSM 系统
	部署第 1 代北欧模拟 NMT 系统	1993 年	部署 PHS/PHP 和 DCS - 1800
1983 年	部署美国 AMPS 系统	1995 年	FCC 拍卖 PCS 频段
	研究第 2 代数字蜂窝系统 GSM		完成 PACS
1985 年	研究无线 PSX, DECT	1998 年	开始 3G 标准代

表 1.4 面向数据无线网络的历史

年代	研究的内容与事件	年代	研究的内容与事件
1979 年	普及红外线 (IBM Ruschlikon 实验室, 在瑞士)	1992 年	组成 WINForm
			欧洲的 ETSI 和 HIPERLAN
1980 年	使用 SAW 设备扩展频谱 (HP 实验室, 在加利福尼亚)	1993 年	欧洲发布 2.4GHz, 5.2GHz 和 (17.1 ~ 17.3)GHz 频段
20 世纪 80 年代初期	无线调制解调器 (数据无线通信)		CDPD (IBM 和 9 家运营公司)
1983 年	ARDIS (摩托罗拉/IBM)	1994 年	PCS 的需要许可证频段和免许可证频段
1985 年	SM 频段, 用于商业扩频应用	1996 年	无线 ATM 论坛创立
1986 年	Mobitex (瑞典电信和爱立信)	1997 年	发布 U - NI 频段, IEEE 802.11 完成, GPRS 出现
1990 年	无线局域网标准 IEEE 802.11		1998 年
	RAM 移动产品发布	1999 年	IEEE 802.11b/HIPERLAN - 2 出现
1991 年	PAM 移动 (Mobitex)		

1.1.3 无线网络的分代

数字蜂窝网络在北欧出现后,便掀起了移动通信的研究,并以全球移动通信系统 (Globe System of Mobile Communications, GSM) 为导向,人们习惯地把这一阶段研究称为第 1 代 (1G) 系统,第 1 代系统是面向语言的模拟蜂窝和无绳电话。第 1 代系统在下行链路 (从基站到移动台) 和上行链路 (从移动台到基站) 中使用了两个分开的频段。这种系统采用的是频分双工 (Frequency Duplexing, FDD) 模拟。典型的在每个方向上都分配整个频段,例如 AMPS、TACS 和 NTM - 900 在每个方向上的频段都是 25MHz。这些系统的主要工作频率是 800MHz 和 900MHz 频段。理想情况下,频段和使用地区情况如表 1.5 所列。

第 1 代系统通常也称为模拟蜂窝系统,在这一阶段中还提供了移动数据业务,它只能提供单向的短信息数据,在此基础上人们把研究的注意力放到面向语音和面向数据的研究上,这一过程称为第 2 代 (2G) 系统。

表 1.5 1G 模拟蜂窝移动系统频段和使用地区

标准	正向频/MHz	反向频/MHz	频道间隔/kHz	地区	备注
AMPS	824 ~ 849	869 ~ 894	30	美国	也用于澳大利亚、东南亚和非洲
TACS	890 ~ 915	935 ~ 960	25	欧洲	后来, 频段分配给了 GSM
E - TACS	872 ~ 905	917 ~ 950	25	英国	
NMT - 450	453 ~ 45735	463 ~ 46735	25	欧洲	频率重叠, 也用于非洲和东南亚
NMT - 900	890 ~ 915	935 ~ 960	12.5	欧洲	
C - 450	450 ~ 455.74	460 ~ 465.5	460 ~ 465.74	德国 葡萄牙	
RMTS	450 ~ 455	460 ~ 465	25	意大利	
Radiocom2000	192.5 ~ 199.5 165.2 ~ 168.4 414.8 ~ 418	200.5 ~ 207.52 9.8 ~ 173 424.8 ~ 428	25	法国	
NTT	925 ~ 940 915 ~ 918.5 922 ~ 925	870 ~ 885 860 ~ 863.5 867 ~ 870	2.5/6.25 6.25 6.254	日本	第 1 个频段全国通用, 其他频段本地使用
JTACS	915 ~ 925	860 ~ 870	25/12.5	日本	所有频段都是本地使用
NTACS	898 ~ 901 918.5 ~ 922	843 ~ 846 863.5 ~ 867	25/12.5		

第 2 代系统主要表现为 4 个方面, 它们是数字蜂窝移动通信系统、PCS、移动数据业务和无线局域网标准。

1. 数字蜂窝移动通信系统

数字蜂窝移动通信系统有 4 个主要标准, 它们是 GSM、IS - 54、JDC、IS - 95。GSM 是欧洲数字移动通信标准, 后来扩展到亚洲, 也称为泛欧数字移动通信标准; IS - 54 是北美地区的数字移动通信标准; JDC 是日本的数字移动通信标准; IS - 95 是美国和亚洲的数字移动建设标准。GSM、IS - 54、JDC 系统使用的是 TDMA 技术, IS - 95 系统使用的是 CDMA 技术。

第 2 代数字蜂窝移动通信标准的主要情况, 如表 1.6 所列。

表 1.6 2G 数字蜂窝移动通信标准

系统	GSM	IS - 54	JDC	IS - 95
地区	欧洲	美国	日本	美国、亚洲
接入方式	TDMA/FDD	TDMA/FDD	TDMA/FDD	TDMA/FDD
调制方式	GMSK	II/DQPSK	II/DQPSK	II/DQPSK

(续)

系统	GSM	IS-54	JDC	IS-95
频段/MHz	935 ~ 960 890 ~ 915	869 ~ 894 824 ~ 849	810 ~ 826 940 ~ 956 1477 ~ 1489 1429 ~ 1441 1501 ~ 1513 1453 ~ 1465	869 ~ 894 824 ~ 849
频段间隔/MHz	200	30	25	1250
承载信息/载波 (Kb/s)	8	3	3	可变
信道比特率/(Kb/s)	270.833	48.6	42	1228.8
语音编码/(Kb/s)	13	8	8	1~8(可变)
帧长/ms	4.615	40	20	20

2. 个人通信业务

个人通信业务(Personal Communications Services, PCS)是从1G的模拟无线电话技术发展而来的,它与蜂窝移动通信在技术特性上有所差别。比较结果如表1.7所列。

表 1.7 2G PCS 和蜂窝移动通信的定量比较

系统	PCS	蜂窝移动通信	系统	PCS	蜂窝移动通信
覆盖区	带状	全面	接入频谱	共享	独占
天线高度/m	<15	>15	手机平均功率/mW	5~10	100~600
车辆速度/(km/h)	<5	>200	语音编码	32Kb/s ADPCM	(7~13)Kb/s 声码器
手机复杂度	小	中度	复用方式	通常为TDD	FDD
基站复杂度	小	高	检测方式	非相干	相干

PCS有4个不同的标准规范,它们是:

- CT-2和CT-2+:欧洲和加拿大的标准,也是第1个无绳电话标准。
- DECT:欧洲的标准。
- PHS:日本的标准。
- PACS:美国的标准。

这4个不同标准规范的主要情况,如表1.8所列。

表 1.8 2G PCS 的4个不同的标准

系统	CT-2和CT-2+	DECT	PHS	PACS
地区	欧洲/加拿大	欧洲	日本	美国
接入方法	TDMA/TDD	TDMA/TDD	TDMA/TDD	TDMA/TDD
频段/MHz	864~868 944~948	1880~1900	895~1918	1850~1910 1930~1990
频段间隔/MHz	100	1728	300	300
承载信道/载波	1	12	4	每对8