

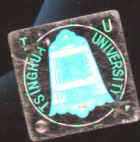
- 无线网络基础知识
- 无线网络 IEEE802.11 标准
- 介质访问控制层和物理层
- 无线网络接入技术
- 无线网络的安全

无线网络

WUXIANWANGLUO JI QI
YINGYONGJISHU

及其应用技术

黎连业
郭春芳
向东明 编著



清华大学出版社

无线网络及其应用技术

黎连业 郭春芳 向东明 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书较为详细地介绍了无线网络基础、无线网络 IEEE802.11 标准、介质访问控制层、无线局域网的物理层、无线网络的接入技术、无线网络的安全结构与安全问题、无线网络的组网设备、无线连接解决方案和无线网络的有关问题。内容由浅入深,叙述清楚、通俗易懂。

本书可供网络管理人员、网络工程技术人员、大专院校计算机专业的师生和计算机网络用户阅读参考,也可作为各类培训班的教材,是一本很好的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

无线网络及其应用技术/黎连业,郭春芳,向东明编著. —北京:清华大学出版社,2004

ISBN 7-302-08608-7

I. 无… II. ①黎…②郭…③向… III. 无线电通信—通信网 IV. TN92
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 042539 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:胡伟卷

文稿编辑:刘金喜

封面设计:天福彩文

版式设计:康 博

印 装 者:清华大学印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:14.25 字数:328 千字

版 次:2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-08608-7/TP·6172

印 数:1~4000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704。

前 言

无线网络在近几年来取得了长足的发展,给我们的生活带来了深刻的影响,无线上网、蓝牙电话、蓝牙汽车等接踵而来。本书从无线网络的基础开始,较为详细地介绍了与无线网络的基本理论有关的工程应用。引导网络工程技术人员学会使用无线网络技术,提高无线网络工程技术水平是我们写作本书的目的。

本书是中国科学院计算技术研究所(二部)网络研究开发中心(北京中科天博网络技术有限公司)培训部的培训教材,也可供网络管理人员和大专院校相关专业的师生阅读。

本书内容共分9章:

- 第1章 无线网络基础
- 第2章 无线网络 IEEE802.11 标准
- 第3章 介质访问控制层的有关内容
- 第4章 无线局域网的物理层
- 第5章 无线网络的接入技术
- 第6章 无线网络的安全结构与安全问题
- 第7章 无线网络的组网设备
- 第8章 无线连接解决方案
- 第9章 无线网络的有关问题

通过阅读本书,读者能够了解和掌握无线网络的有关技术,并能够组建无线网络工程。

在本书的编写过程中,参考了许多技术资料和文献,并得到了同行们的支持,特别是美国网件公司(NETGEAR)、朗通环球科技有限公司和朗讯公司提供的大量的技术资料,为本书的编写奠定了基础。

本书由黎连业、北方交通大学的郭春芳和番禺职业技术学院的向东明执笔,李淑春、黎娜、单银根、王兆康、王安、王月冬等同志做了大量的技术工作,并协助整理书籍;北京中科天博网络技术有限公司的王钢、刘春阳、刘占全、张静、张洪波、张黎明、滕华、顾寿筠、宋建军、梁燕等同志为本书的写作提出了很好的意见和建议,借此书出版之际,向上述同志表示感谢!

由于创作时间仓促,本书错误和不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 无线网络基础	1
1.1 无线网络概述	1
1.1.1 无线局域网	3
1.1.2 无线网络的发展过程	5
1.1.3 无线网络的分代	6
1.2 无线网络的拓扑结构	10
1.3 几种无线局域网标准的性能比较	12
1.4 无线网络的传输介质	13
1.5 无线网络的互连设备	14
1.6 无线网络的体系结构	17
1.6.1 IEEE802.11 标准的协议体系结构	17
1.6.2 无线 ATM 技术的体系结构	17
1.6.3 HIPERLAN 技术的体系结构	22
1.6.4 HIPERLAN-2 技术的体系结构	23
1.6.5 蓝牙技术的体系结构	28
第 2 章 无线网络 IEEE802.11 标准	33
2.1 IEEE802.11 标准的重要技术规定	33
2.2 IEEE802.11 提供的服务	35
2.3 IEEE802.11 的具体特征	37
2.4 IEEE802.11 的拓扑结构	38
2.5 IEEE802.11 的逻辑结构	38
2.6 IEEE802.11 工作组要点	39
2.7 IEEE802.11a 标准	39
2.8 IEEE802.11b 标准	46
2.9 IEEE802.11g 标准	46
2.10 三大标准的前途与安全性	47
2.11 无线局域网 HiperLAN/2 标准	48
2.11.1 HiperLAN/2 系统特点	49
2.11.2 协议体系结构	50
第 3 章 介质访问控制层的有关内容	54
3.1 MAC 层的功能	54

3.1.1 无线介质访问	54
3.1.2 网络连接	57
3.1.3 提供数据验证和保密	58
3.2 MAC 帧结构	60
3.3 MAC 帧控制字段	62
3.4 MAC 帧类型	64
3.4.1 管理帧	64
3.4.2 控制帧	66
3.4.3 数据帧	68

第4章 无线局域网的物理层 69

4.1 物理层结构组成	69
4.2 物理层操作原语与功能	70
4.2.1 物理层服务原语	70
4.2.2 载波监听功能	71
4.2.3 传送功能	72
4.2.4 接收功能	72
4.3 跳频扩频(FHSS)物理接口	72
4.3.1 跳频扩频的特性	72
4.3.2 FHSS 物理层会聚过程	73
4.3.3 FHSS 物理介质依赖接口子层	74
4.4 直接序列扩频(DSSS)物理接口	76
4.4.1 DSSS 物理层会聚过程	77
4.4.2 DSSS 物理介质依赖接口子层	77
4.5 红外线(IR)物理接口	79
4.5.1 IR 物理层会聚过程	79
4.5.2 IR 物理介质依赖接口子层	80

第5章 无线网络的接入技术 82

5.1 无线接入技术概述	82
5.1.1 固定无线接入技术	82
5.1.2 中宽带无线接入技术	83
5.1.3 宽带无线接入技术	84
5.1.4 ISM 频段内无线接入技术	85
5.2 无线联网方式所使用的技术	85
5.2.1 全球移动通信系统(GSM)接入技术	85
5.2.2 码分多组(CDMA)接入技术	87
5.2.3 通用无线分组业务(GPRS)接入技术	87

5.2.4	宽带 CDMA(WCDMA)接入技术	88
5.2.5	第 3 代蜂窝移动通信系统(3G)通信技术	88
5.2.6	4G 通信技术	89
第 6 章	无线网络的安全结构与安全问题	90
6.1	无线网络的安全结构	90
6.1.1	无线网络中的安全缺陷	90
6.1.2	分层式混合网络	91
6.1.3	分层式混合网中的安全通信	92
6.1.4	支持安全移动性协议	93
6.2	无线网络的安全问题	94
6.2.1	无线网络信号干扰	94
6.2.2	系统的兼容性	95
6.2.3	网络安全	95
6.2.4	连接问题	97
6.2.5	危害健康问题	97
6.3	无线网络存在的缺点	97
第 7 章	无线网络的组网设备	99
7.1	无线网卡	99
7.2	无线接入器	100
7.3	无线网桥	101
7.3.1	无线网桥的技术实现与标准	102
7.3.2	无线网桥的连接方式	103
7.3.3	远距离多点无线网桥	104
7.4	无线路由器	106
7.5	无线交换机	108
7.6	无线网关	108
7.7	无线 E1/T1 调制解调器	110
7.8	辅助设备	113
7.9	主要的无线网络产品	114
7.9.1	美国网件公司的无线网络产品	114
7.9.2	朗通环球科技有限公司的无线网络产品	129
7.9.3	WaveLAN 产品家族	141
第 8 章	无线连接解决方案	144
8.1	户外无线连接解决方案	144
8.1.1	无线连接解决方案概述	144
8.1.2	无线连接的形式	145

8.1.3	户外无线连接的综述	148
8.1.4	额外费用	148
8.1.5	天线连接示意图	148
8.2	朗讯无线联网方案	149
8.2.1	802.11 AP-AP 10Mbps 无线联网方案	149
8.2.2	802.11 AP-EC 10Mbps 无线联网方案	151
8.2.3	802.11 10Mbps 无线联网方案	152
8.2.4	802.11 10Mbps 两个分支网联网方案	153
8.2.5	802.11 11Mbps 无线联网方案	154
8.2.6	802.11 AP-AP 2Mbps 无线联网方案 1	156
8.2.7	802.11 AP-AP 2Mbps 无线联网方案 2	158
8.3	北京盈通公司无线联网方案	160
8.3.1	室内系列	162
8.3.2	无线组网的安全性能	162
8.3.3	无线联网和有线联网的比较	163
第 9 章	无线网络的有关问题	165
9.1	移动通信标准的进展问题	165
9.2	中国无线频谱规划问题	169
9.3	国家无线电委员会对 2.4GHz 频段的管理办法	169
9.4	Home RF 技术	170
9.5	有线网络与无线网络的比较	171
9.6	5GHz 频带无线上网的有关问题	172
9.7	无线产品的选择原则	173
9.8	无线网络产品的选择要素	174
9.9	关于 802.11b 的 AP 与开放问题	178
9.10	有线网络与无线网络的连接	178
9.11	无线 ADSL 远程路由器	179
9.12	Wi-Fi 认证	179
9.13	Home RF 退出无线市场	181
9.14	WAP 无线上网	182
附录 A	词汇与缩略语	184
附录 B	NETGEAR 实验	203
附录 C	无线 VPN 上机实验	209

第 1 章 无线网络基础

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,就有人预示完全取消电缆和线路连接方式的新时代即将来临。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 11Mbps、54Mbps 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。

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。有线网络的传输主要依靠电缆和光缆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。如果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,或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。

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(WLAN)。

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 1Mbps)、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

1. 网络通信协议 CSMA/CA

- 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

有关无线应用协议 WAP 标准将在后面叙述。

2. 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

3. 室内天线覆盖范围(如表 1-1 所示)

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

4. 室外天线传输距离(如表 1-2 所示)

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来满足应用上的需求。

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 IEEE802.11、IEEE802.11a、IEEE802.11b、IEEE802.11g 等几种。目前市场上的产品绝大部分均遵循 IEEE802.11b 标准,数据传输速率可达 5~11Mbps。IEEE802.11b 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 IEEE802.11b 后,具有 54Mbps 传输速率并符合 IEEE802.11a 和 IEEE802.11g 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) IEEE802.11g

- IEEE802.11g 于 2003 年 6 月 12 日 IEEE 大会正式定案。
- IEEE802.11g 标准是 Specification 8.2 Version, 支持 54Mbps。
- IEEE802.11g 采用了 OFDM 的调制方式,所以能提供高达 54Mbps 的带宽,但其仍然是工作在 2.4GHz 且强制保留原 IEEE802.11b 所采用的 DSSS/CCK 的调制方式,因此能兼容 IEEE802.11b 标准。
- RTS/CTS 保护机制。
- IEEE802.11g 的表达的特点:
 - ◆ 提供 5 倍于 IEEE802.11b 产品的数据通信带宽(高达 54Mbps)。
 - ◆ 兼容所有原来 IEEE802.11b 的产品。
 - ◆ 略高于 IEEE802.11b 的价格,提供更好的性价比。

从 2003 年底起, IEEE802.11g 已成为无线局域网的主流标准。

(2) IEEE802.11a

- IEEE802.11a 与 IEEE802.11b 标准同时被批准(1999 年)。
- IEEE802.11a 工作在 5GHz, 中国特别规定在 5.725~5.850GHz 频段。
- IEEE802.11a 采用了 OFDM 调制方式,能提供高达 54Mbps 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 IEEE802.11g/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)
 - ◆ IEEE802.15.1 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
 - ◆ IEEE802.11a/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

无线局域网的有关体系结构、标准和组网方式将在相关章节中讨论。

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所示。

表 1-3 面向语音无线网络的历史

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
	第 1 代无绳电话
1982 年	研究第 2 代数字无绳电话 CT-2
	部署第 1 代北欧模拟 NMT 系统
1983 年	部署美国 AMPS 系统
	研究第 2 代数字蜂窝系统 GSM
1985 年	研究无线 PSX、DECT
1988 年	开始 IS-54 数字蜂窝
	研究 QUALCOMM CDMA 技术
1991 年	部署 GSM 系统
1993 年	部署 PHS/PHP 和 DCS-1800
1995 年	FCC 拍卖 PCS 频段
	完成 PACS
1998 年	开始 3G 标准化

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所示。

表 1-4 面向数据无线网络的历史

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)
1980 年	使用 SAW 设备扩展频谱(HP 实验室, 在加利福尼亚)
20 世纪 80 年代初期	无线调制解调器(数据无线通信)
1983 年	ARDIS(摩托罗拉/IBM)
1985 年	SM 频段, 用于商业扩频应用

(续表)

年 代	研究的内容与事件
1986 年	Mobitex(瑞典电信和爱立信)
1990 年	无线局域网标准 IEEE802.11
	RAM 移动产品发布
1991 年	PAM 移动(Mobitex)
1992 年	组成 WINForm
	欧洲的 ETSI 和 HIPERLAN
1993 年	欧洲发布 2.4、5.2 和 17.1~17.3GHz 频段
	CDPD(IBM 和 9 家运营公司)
1994 年	PCS 的需要许可证频段和免许可证频段
1996 年	无线 ATM 论坛创立
1997 年	发布 U-NI 频段、IEEE802.11 完成、GPRS 出现
1998 年	推出 IEEE802.11b 和 蓝牙技术
1999 年	IEEE802.11b/HIPERLAN-2 出现

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 800 和 900MHz 频段。理想情况下，频段和使用地区情况如表 1-5 所示。

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	453~457.5	463~467.5	25	欧洲	频率重叠，也用于非洲和东南亚

(续表)

标 准	正向频/MHz	反向频/MHz	频道间隔 /kHz	地 区	备 注
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	200.5~207.52	25	法国	
	165.2~168.4	9.8~173			
	414.8~418	424.8~428			
NTT	925~940	870~885	25/6.25	日本	第一个频段全国 通用,其余的频段 本地使用
	915~918.5	860~863.5	6.25		
	922~925	867~870	6.25		
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。

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通信标准。GSM、IS-54、JDC系统使用的是FDMA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所示。

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

(续表)

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/kHz	200	30	25	1250
承载信道/载波(Kbps)	8	3	3	可变
信道比特率/Kbps	270.833	48.6	42	1228.8
语音编码/Kbps	13	8	8	1~8(可变)
帧长/ms	4.615	40	20	20

(2) PCS

个人通信业务(Personal Communications Services, PCS)是从 1G 的模拟无绳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 所示。

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
覆盖区	带状	全面
天线高度/m	<15	>15
车辆速度/(Km/h)	<5	>200
手机复杂度	小	中度
基站复杂度	小	高
接入频谱	共享	独占
手机平均功率/mW	5~10	100~600
语音编码	32Kbps ADPCM	7~13Kbps 声码器
复用方式	通常为 TDD	FDD
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+: 它是欧洲和加拿大的标准,也是第 1 个无绳电话标准。
- DECT: 它是欧洲的标准。
- PHS: 它是日本的标准。
- PACS: 它是美国的标准。

这 4 个不同标准规范的主要情况,如表 1-8 所示。

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
信道比特率/Kbps	72	1152	384	384
调制技术	GFSK	GFSK	II/4DQPSK	II/4DQPSK
语音编码/Kbps	32	32	32	32
手机平均发射功率/mW	10	250	80	200
手机峰值发射功率 10/mW	10	250	80	200
帧长/ms	2	10	5	2.5

(3) 移动数据业务

移动数据业务能够为用户接入分组交换数据网络提供合适的数据速率和广泛的覆盖范围。移动数据网络出现在寻呼业务取得成功之后,它提供一种大信息量的双向连接,并先后出现了 ARDIS、Mobitex、CDPD、TETRA、GPRS、Metricom。它们在移动数据业务上的差别,如表 1-9 所示。

表 1-9 移动数据业务

系统	ARDIS	Mobitex	CDPD	TETRA	GPRS	Metricom
段/MHz	800 频段 45kHz 间隔	935~940 896~961	869~894 824~849	380~384 390~393	890~915 935~960	902~928 ISM 频段
信道比特率/Kbps	19.2	8.0	19.2	36	200	100
RF 频段间隔/kHz	25	12.5	30	25	200	160
信道接入/ 多用户接入	FDMA/DSMA	FDMA/动态 s-ALOHA	FDMA/ DSMA	FDMA/ DSMA	FDMA/ 预留	FHSS/ BTMA
调制技术	4-FSK	GMSK	GMSK	TS/ 4DQPSK	GMSK	GMSK