

图说

无线网络及应用技术

TUSHUO WUXIAN WANGLUO JI YINGYONG JISHU

张少军 谭 志 杨晓玲 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图说

无线网络及应用技术

TUSHUO WUXIAN WANGLUO JI YINGYONG JISHU

张少军 谭 志 杨晓玲 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书用“图说”的方式，即使用大量的插图帮助读者学习无线网络的基本知识和掌握相关的基本技能，其内容新颖，工程实用性强。全书共分9章，主要内容包括：无线网络概述；移动无线网络通信系统；无线局域网及实际工程应用；蓝牙、UWB和NFC网络；移动智能终端与无线网络；无线传感器网络；移动互联网；建筑物地下空间的无线网络覆盖；物联网等。

本书可作为高等院校网络通信、信息工程技术、物联网、建筑电气与智能化等专业的本科生和研究生教材，也可以作为相关专业的工程技术人员及管理人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

图说无线网络及应用技术/张少军,谭志,杨晓玲编著. —北京:中国电力出版社,2017.1
ISBN 978-7-5123-9880-1

I. ①图… II. ①张… ②谭… ③杨… III. ①无线网-图解 IV. ①TN92-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第243447号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

策划编辑:周娟 责任编辑:杨淑玲 责任印制:蔺义舟 责任校对:常燕昆

北京市同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2017年1月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·14.5印张·345千字

定价:46.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

无线网络技术在社会生活中的各个领域得到了广泛而深入的应用,无线网络技术从移动广域无线网络技术到短距低功耗的无线区域和个域网技术,从固定位置的无线互联网接入到任意位置广域移动无线互联网接入,从桌面互联网到移动互联网,从互联网到物联网,内容丰富。对于从事建筑弱电系统和技术、建筑智能化理论与技术、物联网及无线网络技术的大学生、工程技术人员,在面对大量实际工程时,不可避免地会遇到关于无线网络技术的各种问题和疑惑,本书能够为上述专业人员、大学生及管理人员答疑解惑。

本书注重工程应用,涉及具体无线网络技术及相关的通信协议和标准时,仅仅作简要的介绍,避免读者在通信协议和标准方面陷入枯燥的条文学习当中;在介绍各种无线网络技术的时候,注重各个不同技术之间的关联性。

全书共分9章,第1章简要介绍无线网络基础知识;第2章介绍移动无线网络,包括第二代(2G)、第2.5代(2.5G)、第3代(3G)和第四代(4G)移动无线网络的核心技术、演进路线。第3章介绍无线局域网及实际工程应用,该章主要内容有WLAN标准、WLAN网络的组网形式和组网过程详细说明;ADSL宽带接入环境下组建一个WLAN及设置;WLAN在酒店无线覆盖中的应用等。第4章介绍蓝牙、UWB和NFC网络,这一章主要内容有蓝牙取代有线连接,使用蓝牙技术组建无线局域网和应用蓝牙网络接入互联网等;该章还介绍了超宽带技术(UWB)及网络和近短距无线传输(NFC)技术及网络。第5章移动智能终端与无线网络一章讲述了移动智能终端的部分设置方法和一些主要的技术应用。第6章介绍无线传感器网络,主要内容有标准体系、网络组成、路由协议、区域覆盖控制和拓扑控制技术、节点定位技术、传输网络和部分行业应用。第7章移动互联网一章中介绍了移动互联网的组成和移动用户终端,并叙述了支撑移动互联网发展的部分关键技术和协议、移动互联网的移动IP技术、移动互联网中的云计算等。第8章介绍了建筑物地下空间的无线网络覆盖,对当前应用非常广泛的建筑空间尤其是地下空间的无线覆盖工程有关理论和覆盖工程的主要内容,如无线网络的补充覆盖及常用室内分布系统的组成和特点,建筑物在什么情况下要使用室分系统,基站信源和直放站,基带处理单元BBU和射频拉远单元RRU,直放站和射频拉远单元(RRU)及无线接入点(AP)等。该章还叙述了建筑物地下空间无线覆盖系统使用到的主要设备,如合路器、功分器、耦合器、干放、衰减器等。还对室内无线通信信号覆盖系统的设计做了较详细的讲述。该书最后一章介绍了物联网。物联网实际上是由许多异构的无线网络和异构的有线网络的互联互通构成的,其中还包括大量使用在工业控制现场的测控网络,该章还介绍了物联网的部分支撑性技术,如射频识别技术和云计算、智慧城市技术、物联网技术中的网络融合、使用IP网络作为物联网的一个实现多异构网络互联互通的平台等。

本书可以作为建筑类高等院校建筑电气与智能化、电气工程与自动化、自动化等专业的教材,也可供建筑弱电系统与技术领域的工程师、设计人员和技术人员、管理人员以及建筑

弱电工程施工单位的技术人员参考。

本书由北京建筑大学电信学院的张少军教授、谭志副教授和北京联合大学的杨晓玲副教授共同撰写。

由于编者学识有限，加之时间匆促，不足之处恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

前言	
第 1 章 无线网络概述	1
1.1 无线网络的分类	1
1.1.1 总体分类	1
1.1.2 无线网络部分分类说明	1
1.2 无线电频谱、频带、频率、波段和频段划分	6
1.2.1 无线电波和频谱	6
1.2.2 频带、频段及无线业务频率划分	7
1.3 无线网络的发展	9
1.4 无线网状网	11
1.4.1 什么是无线网状网	11
1.4.2 无线网格网的构成	12
1.4.3 无线网状网的实现模式	14
1.4.4 无线网状网与蜂窝移动网和 WLAN 等网络比较	14
第 2 章 移动无线网络通信系统	16
2.1 移动无线网络及通信系统概述	16
2.1.1 移动通信系统的组成及发展	16
2.1.2 移动通信中多址技术和服务区规划	20
2.1.3 移动无线通信网络的发展历程	22
2.2 第二代移动通信系统 (2G)	24
2.2.1 数字蜂窝移动通信信道分配方案	24
2.2.2 2G 数字蜂窝移动通信系统及个人通信业务	25
2.2.3 GSM 标准的内容和系统的网络结构	27
2.2.4 GSM 系统的支持业务	31
2.2.5 GSM 数字蜂窝网使用的跳频技术	32
2.3 GPRS 技术	33
2.3.1 GPRS 通信系统简述	33
2.3.2 GPRS 的网络结构	34
2.3.3 GPRS 网络是 2G 到 3G 演进的一个中间阶段	35
2.4 CDMA 通信系统	36
2.4.1 CDMA 系统	36
2.4.2 IS-95CDMA 系统	37
2.4.3 CDMA1X 系统	38

2.4.4	CDMA 移动业务本地网和省内网	39
2.4.5	全国 CDMA 移动业务网和支持的业务	39
2.4.6	从 IS-95CDMA 向 CDMA2000 演进的过程	39
2.5	第三代移动通信系统 (3G)	40
2.5.1	第三代移动通信系统概述	40
2.5.2	3G 的组成和 3G 的标准	43
2.5.3	WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 技术	44
2.5.4	3G 手机部分性能参数	50
2.5.5	3G 的三大主流技术标准部分技术指标比较	50
2.6	4G 移动通信系统	51
2.6.1	4G 的发展	51
2.6.2	4G 的网络体系结构	52
2.6.3	4G 网络标准	53
2.6.4	4G 中 OFDMA 和 MIMO 技术	57
第 3 章	无线局域网及实际工程应用	60
3.1	无线局域网的概念及特点	60
3.1.1	无线局域网的概念	60
3.1.2	无线局域网的特点	60
3.2	WLAN 的标准	61
3.2.1	WLAN 相关组织和标准	61
3.2.2	WLAN 的 IEEE 802.11 系列标准	61
3.3	无线局域网的组织形式	63
3.3.1	无线局域网中使用的网卡和无线接入点 AP	63
3.3.2	对等式无线局域网	64
3.3.3	独立无线网络	65
3.3.4	“胖” AP、“瘦” AP 和 AC 无线控制器及组网方式	65
3.3.5	无线 AP、无线路由器及无线 AP 的安装	69
3.3.6	接入以太网的无线局域网	71
3.3.7	在 Windows XP 平台下设置无线局域网	74
3.3.8	移动终端能够漫游的无线局域网	74
3.3.9	无线网桥、点对点及点对多点 WLAN 组网方式	77
3.4	无线局域网组网过程的部分说明	79
3.4.1	无线 AP 与局域网及移动智能终端的连接关系	79
3.4.2	关于无线 AP 的设置	80
3.4.3	使用无线 AC 控制器和 AP 组织 WLAN	80
3.5	使用一条 ADSL 宽带接入线和一台无线路由器组建一个无线局域网	82
3.5.1	组建家庭无线局域网的条件	82
3.5.2	组建家庭无线局域网的硬件连接	83
3.5.3	家庭无线局域网的设置	84

3.5.4	使用 Windows XP 操作系统的笔记本电脑接入无线网络	92
3.5.5	使用 Windows 7 操作系统的笔记本电脑接入无线网络	94
3.5.6	其他计算机接入无线网络	96
3.5.7	对角线缆的制作与检测	97
3.5.8	无线路由器的设置及其说明	99
3.6	无线 AP 及无线路由器的选购	100
3.6.1	选购无线 AP 的要点	100
3.6.2	无线路由器的选购要点	101
3.7	无线局域网在酒店 Wi-Fi 覆盖工程中的应用	101
3.7.1	酒店无线覆盖的市场需求	101
3.7.2	酒店 Wi-Fi 覆盖的技术需求	101
3.7.3	无线系统配置	102
3.7.4	酒店 Wi-Fi 覆盖系统设计	103
3.7.5	酒店 Wi-Fi 覆盖系统的设计施工和运行维护	104
3.8	无线局域网的安全	105
3.8.1	无线局域网的部分安全缺陷	105
3.8.2	无线局域网的部分安全威胁和网络安全的解决方案	106
3.8.3	保护 WLAN 安全的注意事项	107
3.8.4	WLAN 的电磁辐射及其环境干扰	107
第 4 章	蓝牙、UWB 和 NFC 网络	108
4.1	蓝牙技术	108
4.1.1	什么是蓝牙技术	108
4.1.2	蓝牙设备的功能	108
4.1.3	蓝牙标准协议栈	109
4.1.4	蓝牙设备的部分关键技术及微网	109
4.2	蓝牙技术的应用	111
4.2.1	取代有线连接	111
4.2.2	多媒体数据码流的无线传送	111
4.2.3	蓝牙网关	113
4.2.4	家电的无线遥控	114
4.2.5	使用蓝牙技术组建无线局域网	115
4.2.6	使用蓝牙接入互联网	115
4.3	蓝牙在通信系统中的应用	116
4.3.1	蓝牙在通信系统中的应用	116
4.3.2	应用中出现的问题	117
4.4	超宽频技术 (UWB)	118
4.4.1	超宽频技术及超宽带技术体系	118
4.4.2	UWB 标准及 Wimedia UWB 平台	121
4.4.3	超宽频技术应用领域和高速 UWB 技术的应用	121

4.4.4	UWB技术的应用实例	123
4.5	近短距无线传输 (NFC)	126
4.5.1	NFC 技术	126
4.5.2	NFC 的技术优势和发展前景	127
4.5.3	NFC 技术的应用	128
第 5 章	移动智能终端与无线网络	131
5.1	移动智能终端	131
5.1.1	什么是移动智能终端	131
5.1.2	移动智能终端的分类	131
5.1.3	移动智能终端的操作系统	132
5.2	智能手机的演进	132
5.2.1	PDA 和较早期的智能手机	132
5.2.2	苹果 iPhone 智能手机和部分品牌机	133
5.3	智能手机的无线网络配置	134
5.3.1	配置网络服务	134
5.3.2	Wi-Fi 上网设置	135
5.3.3	中国联通的 3G 上网设置	136
5.3.4	中国移动上网设置	137
5.3.5	上网流量	137
5.3.6	VoIP 通信	137
5.3.7	Safari 浏览器和 FaceTime	138
5.3.8	QQ、MSN 聊天和其他功能	138
5.4	微信	138
5.4.1	微信的推出和版本	139
5.4.2	短信、微信与 QQ 的关系	140
5.4.3	微信的聊天功能	141
5.4.4	微信的流量费用	141
5.4.5	合理使用微信的环境要求	142
5.5	使用微信的无线网络环境	144
5.5.1	三大运营商提供的移动无线网络环境	144
5.5.2	2G、3G、4G 和 Wi-Fi 网络的数据传输速率	144
5.6	微视频、微信语音和微信二维码	145
5.6.1	微视频	145
5.6.2	微信语音	146
5.6.3	微信二维码	146
第 6 章	无线传感器网络	147
6.1	无线传感器网络基础知识	147
6.1.1	无线传感器网络的结构和工作原理	147
6.1.2	无线传感器网络的特点和网络体系结构	147

6.1.3 传感器节点的体系结构	148
6.2 IEEE 802.15.4 标准、ZigBee 协议规范和网络拓扑	148
6.2.1 IEEE 802.15.4 标准和 ZigBee 协议规范	148
6.2.2 ZigBee 网络拓扑	149
6.3 无线传感器网络的路由协议	150
6.3.1 为什么需要路由设计	150
6.3.2 优化能量消耗和均衡能量消耗	150
6.3.3 网络分层路由	151
6.4 区域覆盖控制和拓扑控制技术	151
6.4.1 区域覆盖	151
6.4.2 无线传感器网络的拓扑结构	152
6.4.3 拓扑控制技术的内容和控制算法举例	153
6.5 节点定位技术	155
6.5.1 为什么要进行节点定位	155
6.5.2 基于 TOA 的定位	156
6.5.3 基于 RSSI 的定位算法	156
6.6 传输网络	157
6.6.1 点对点直接通信方式构成的传输网络	157
6.6.2 用 GPRS、CDMA1x、GSM 和 3G 网络作为传输网络	158
6.6.3 用工业以太网作传输网络	160
6.6.4 以 Internet 网络作传输网络	160
6.7 在部分行业中的应用	161
6.7.1 对中央空调系统的节能状况实现监控	161
6.7.2 对城市热力站供热计量数据进行实时监测	162
第 7 章 移动互联网	166
7.1 移动互联网的组成和用户终端	166
7.1.1 移动互联网的组成	166
7.1.2 移动互联网的用户终端及操作系统	167
7.2 支撑移动互联网发展的部分关键技术和协议	169
7.2.1 移动互联网的移动 IP 技术	169
7.2.2 移动互联网的协议	174
7.3 移动云计算	176
7.3.1 移动云计算现状	177
7.3.2 移动云和 Web 技术	177
7.3.3 移动互联网中的云计算	178
7.4 移动互联网与 WAP	178
第 8 章 建筑物地下空间的无线网络覆盖	182
8.1 无线网络的补充覆盖及常用室内分布系统的组成和特点	182
8.1.1 建筑物内部分区域无线网络的补充覆盖	182

8.1.2 室内分布系统的组成及特点	183
8.2 建筑物在什么情况下要使用室内分布系统	185
8.3 基站信源和直放站	185
8.3.1 基站信源	185
8.3.2 直放站	185
8.4 基带处理单元 BBU 和射频拉远单元 RRU	187
8.5 直放站和射频拉远单元 (RRU) 及无线接入点 (AP)	188
8.5.1 直放站和射频拉远单元 (RRU)	188
8.5.2 无线接入点 (AP)	188
8.6 信源的选择和信号传送器件	190
8.6.1 信源的选择	190
8.6.2 什么是信号传送器件	191
8.7 合路器和电桥	191
8.7.1 合路器	191
8.7.2 电桥	192
8.8 功分器和耦合器	192
8.8.1 功分器	192
8.8.2 耦合器	193
8.9 干放、衰减器和馈线	194
8.9.1 干放	194
8.9.2 衰减器	195
8.9.3 馈线	195
8.10 室内无线通信信号覆盖系统的设计	196
8.10.1 室内移动通信信号覆盖系统的主要要求及技术指标	196
8.10.2 室内移动通信信号覆盖系统的设计	196
第9章 物联网	197
9.1 物联网简介	197
9.1.1 物联网的组成和特点	197
9.1.2 物联网在建筑设备控制中的应用	199
9.2 物联网中的射频识别技术和云计算	200
9.2.1 射频识别 RFID 技术	200
9.2.2 云计算	202
9.3 智慧城市与物联网	205
9.3.1 智慧城市的支撑性技术	205
9.3.2 智慧城市与云计算	206
9.3.3 智慧城市中异构通信网络的互联互通技术	206
9.3.4 有线与无线网络配合的物联网无盲区覆盖	207
9.3.5 存在的问题	208
9.4 物联网技术中的网络融合	208

- 9.4.1 物联网中的智能物件 208
 - 9.4.2 IP 网络与物联网 210
 - 9.4.3 IPTV 和 VoIP 211
 - 9.4.4 网络电视和三屏融合技术 212
 - 9.4.5 三网融合 213
- 9.5 物联网与中间件技术 214
 - 9.5.1 物联网与中间件概述 214
 - 9.5.2 中间件的分类和中间件技术发展的三个阶段 215
 - 9.5.3 RFID 中间件与物联网中间件 215
- 参考文献..... 218

第 1 章 无线网络概述

1.1 无线网络的分类

1.1.1 总体分类

通常所讲的无线网络是一个广义的技术术语，无线网络包含了许多用无线方式通信的异构网络，这些异构网络采用不同的通信协议及标准，采用不同的核心技术，采用不同的芯片技术，组织系统时有自己的特点，有不同的国际组织及管理部门。

按照不同的标准，无线网络有多种分类，例如：按照通信覆盖范围来分，可以分为无线广域网、无线城域网、无线局域网和无线个域网；按照通信范围是长距离还是短距离来分，有广域无线网络和短距无线网络之分；还可以按照不同的通信协议和标准进行划分，按照用户终端是否可以在移动状态下进行通信可以分为移动无线网络、移动互联网等。

无线网络按照通信协议及标准的不同和网络物理组织的方式不同进行了分类，如图 1-1 所示。

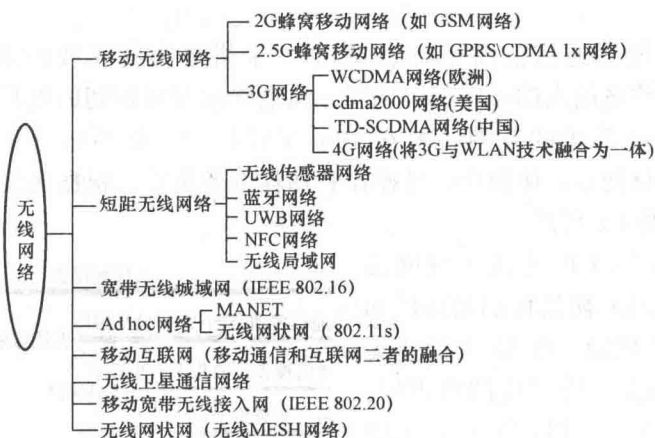


图 1-1 无线网络的分类

1.1.2 无线网络部分分类说明

按照通信覆盖范围来分类，有无线广域网、无线城域网、无线局域网和无线个域网。

1. 无线广域网 (WWAN)

无线广域网 (Wireless Wide Area Network, WWAN) 通信覆盖范围很大，一般可以覆盖一个大面积的区域，如一个国家或若干个城市等。移动通信网络中的蜂窝网络，如第二代 GSM (Global System for Mobile Communication)、第 2.5 代的 GPRS (General Packet Radio Service)、CDMA 1x (cdma2000 的第一阶段)、第三代的 3G (第三代移动通信技术)、第四代移动通信技术的 4G，无线卫星通信网络等都属于无线广域网范畴。



2. 无线城域网 (WMAN)

无线城域网 (Wireless Metropolitan Area Network, WMAN) 的推出是为了满足日益增长的宽带无线接入 (BWA) 市场需求。尽管无线局域网技术被用于 BWA, 获得了较大成功, 但是 WLAN 应用于室外环境时, 在带宽和多用户应用方面有很大局限性, 同时还受通覆盖范围小的限制。

无线城域网技术能够较好地突破无线局域网技术应用所受到的一些严重的限制和局限性, 解决城域范围内的无线宽带接入, 覆盖范围为几千米到几十千米, 除提供固定的无线接入外, 还提供具有移动性的接入能力, 包括多信道多点分配系统、本地多点分配系统。

为了克服 WLAN 技术和 IEEE802.11x 系列技术的以上不足和缺欠, IEEE 为无线城域网技术推出了 802.16 标准。同时业界也成立了类似 Wi-Fi 联盟的 WiMAX 论坛。

3. 无线局域网 (WLAN)

无线局域网 (Wireless Local Area Networks, WLAN) 利用射频 (Radio Frequency, RF) 的技术, 使用电磁波, 取代物理线缆如双绞线、光纤、同轴电缆构成局域网, 用户在无线局域网内能够一样获得有线局域网提供的各种服务和便捷的通信。

无线局域网的覆盖范围小, 只能将距离不远的分散用户纳入同一个网络通信系统中。

4. 无线个域网 (WPAN)

无线个域网 (Wireless Personal Area Network, WPAN) 属于小范围内无线通信网络, 是一种为实现活动半径小、业务类型丰富、面向特定群体、无线无缝的连接而提出的短距无线通信网络技术。

WPAN 是一种覆盖通信范围相对于 WLAN 来讲更小的无线网络。在网络构成上, WPAN 位于整个网络链的末端, 用于实现同一地点终端与终端间的连接, 如连接手机和蓝牙耳机等。WPAN 所覆盖的范围一般在 10m 半径以内, 必须运行于许可的无线频段。WPAN 设备具有价格便宜、体积小、易操作和功耗低等优点。根据无线通信覆盖范围不同的无线网络划分如图 1-2 所示。

基于 IEEE802.15.1 的无线个域网覆盖了蓝牙 (BlueTooth) 协议栈的物理层和数据链路层; 基于 IEEE802.15.4 低速无线个域网覆盖了 ZigBee 协议栈的物理层/媒体接入控制层 (MAC/PHY) 层, 主要应用于低速低功耗的无线传感器网络。

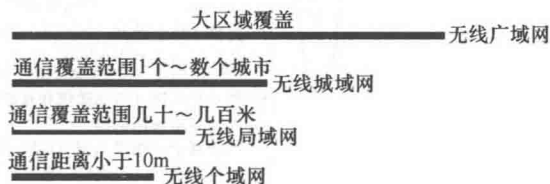


图 1-2 无线广域网、城域网、局域网和个域网的覆盖范围

5. Ad Hoc 网络

无线通信网按组网控制方式分为两类: 集中控制的, 需要依靠网络基础设施, 如蜂窝移动网络、有 AP 的 WLAN; 还有一种是 Ad Hoc 网络 (也叫自组织网络)。

Ad Hoc 是拉丁文中的一个短语, 意思是“特设的、特定目的、临时的、可随机架设的”。Ad Hoc 网络是一种传输数据采用多跳方式、无网络中心的、无需通过基础设施架构的、自组织无线网络。

Ad Hoc 网络中没有固定的基础设施, 网络节点可以是移动的, 也可以是位置固定的, 由于采用多路径传输数据, 网络中的每一个节点同时也具有路由器的功能, 能完成发现以及



维持到其他节点较佳路由。

6. 短距低功耗无线网络

常说的短距低功耗的无线网络是指 UWB 超宽带无线网、无线传感器网、无线局域网、蓝牙网、NFC 近场短距无线网。短距低功耗无线网络的通信距离较近，在零点几米到几百米之间；另外无线发射器的发射功率较低，发射功率一般小于 100mW，工作频率多为不付费的全球通用工业、科学和医学 ISM (Industrial Scientific Medical) 频段。

以数据传输速率来分，短距离无线通信分为高速短距离无线通信和低速短距离无线通信两类。前者的最高数据传输速率高于 100Mbit，通信距离小于 10m，超宽带技术 (Ultra Wideband, UWB) 就是一种典型的高速短距离无线通信技术；低速短距离无线通信的最低数据速率低于 1Mbit/s，通信距离小于 100m，典型技术有 ZigBee，低速 UWB、蓝牙技术等。

短距低功耗无线网络除了 UWB 网络、蓝牙网络和 ZigBee 网络以外，还包括无线局域网和近距离无线传输 (Near Field Communication, NFC) 网络等。

ZigBee 网络也叫无线传感器网络，是由多个节点组成的面向任务的无线自组织网络。但这里注意：ZigBee 和 IEEE 802.15.4 通信协议的关系，有点类似于 Wi-Fi 和 IEEE 802.11，Bluetooth 和 IEEE 802.15.1 的关系。“ZigBee”是一种基于 IEEE 802.15.4 标准的高层技术，该技术的应用系统的物理层和 MAC 层直接引用 IEEE 802.15.4 标准。在有线传感器不能方便地布设的区域，都可以布设无线传感器，无线传感网络可以对任何区域实现无盲区的监测，只有在首先实现监测的基础上才能实施有效监控。无线传感器网络是物联网的支撑性技术之一。

无线局域网 WLAN 的通信覆盖范围一般为几百米以内，应用非常广泛，后面的章节再深入介绍。

蓝牙网络属于个域网范围，发射天线发射功率仅仅 1mW，通信传输距离在 10m 以内，传输速率可高达 1Mbit/s，蓝牙网络也是性能优良的无线个域网，不仅能够传输数据，也能传输语音。

NFC (Near Field Communication, 近距离通讯技术) 是一种类似于 RFID (非接触式射频识别) 的短距离无线通信技术。NFC 具有双向连接和识别的特点，工作于 13.56MHz 频率范围，作用距离 10cm 左右。

几种不同短距低功耗无线网络的主要技术性能参数比较见表 1-1。

表 1-1 几种不同短距低功耗无线网络主要参数比较

技术参数	ZigBee	蓝牙	802.11g	NFC	UWB
工作频率	868/915MHz 2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz	13.56MHz	3.1~10.6GHz
传输速率/(Mbit/s)	0.25	1	54	0.106、0.212、 0.424	高达数百 Mbit/s
数据/语音	数据	数据/语音	数据	数据	数据
最大功耗/mW	1~3	1	100	很小	1 mW 以下
传输方式	点到多点	点到多点	点到多点	点对点	点对点
连接设备数	216~264	7	255		



续表

技术参数	ZigBee	蓝牙	802.11g	NFC	UWB
安全措施	32、64、128 位密钥	1600 次/s 跳频、129 位密钥	WEP 加密		
支持组织	ZigBee 联盟	Bluetooth	IEEE802.11g	NFC Forum	
主要用途	控制网络 传感器网络	个域网	无线局域网	个域网	

7. 移动无线网络和移动互联网

移动无线网络主要指由 2G、2.5G、3G、4G 移动蜂窝网络组成无线网络；将移动无线网络与互联网融合后就是移动互联网。这里的 2G、2.5G、3G、4G 分别指第 2 代、第 2.5 代、第 3 代、第 4 代蜂窝无线移动网络。

8. 移动宽带无线接入和无线城域网

移动宽带无线接入网络指 IEEE 802.20 (Mobile Broadband Wireless Access) 标准定义的网络系统。

IEEE 802.20 无线广域网的重要标准。802.20 是为了实现高速移动环境下的高速率数据传输，该技术可以有效解决移动性与传输速率相互矛盾的问题，它是一种适用于高速移动环境下的宽带无线接入系统空中接口规范，其工作频率小于 3.5GHz。

IEEE 802.20 能够满足无线通信市场高移动性和高吞吐量的需求，具有性能好、效率高、成本低和部署灵活等特点，其设计理念符合下一代无线通信技术的发展方向，因而是一种非常有前景的无线技术。当然 IEEE 802.20 系统技术标准仍有待完善，技术仍然处于发展中。

移动宽带无线接入的部分主要性能特点如图 1-3 所示。



图 1-3 移动宽带无线接入的部分主要性能特点

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)，即全球微波互联接入。



WiMAX 也叫 802.16 无线城域网,以 IEEE 802.16 标准为基础的无线城域网技术,它能向固定、携带和移动的设备提供宽带无线连接,还可用来连接 802.11 热点与互联网。

WiMAX 是一项新兴的宽带无线接入技术,能提供面向互联网的高速连接,数据传输距离最远可达 50km。WiMAX 还具有 QoS 保障、传输速率高、业务丰富多样等优点。WiMAX 的技术起点较高,采用了代表未来通信技术发展方向 OFDM/OFDMA、AAS、MIMO 等先进技术,随着技术标准的发展,WiMAX 逐步实现宽带业务的移动化,而 3G 则实现移动业务的宽带化,两种网络的融合程度会越来越高。

WiMAX 是一种技术先进性能优良的接入蜂窝网络,使用 WiMAX 网络,用户能够便捷地在任何地方连接到运营商的宽带无线网络。

WiMAX 网络包括一个基站和用户设备两个主要组件。WiMAX 标准支持移动,便携式和固定服务。

WiMAX (IEEE 802.16d)、Wi-Fi (IEEE 802.11g) 技术与无线宽带接入技术主要性能对比见表 1-2。

表 1-2 WiMAX 技术与 Wi-Fi 技术与无线宽带接入技术主要性能对比

	WiMAX (IEEE 802.16d)	Wi-Fi (IEEE 802.11g)	无线宽带系统
覆盖范围	3~5km (固定接入)	几百米	较大区域的接入
工作频段	3500MHz	2.4GHz (ISM 公共频段)	400/1800/3300MHz
移动性	不支持	不支持	支持 (车载移动、手持移动),同时支持固定接入
QoS	具备	不保证业务的实时性 不支持用户分级管理	较为完善
安全	一般	较低	安全性能好
终端类型	固定式 CPE 终端 (价格较贵)	通过无线路由器和热点,台式机、笔记本电脑、其他手持智能终端	便携式、手持式、车载式各类终端及智能终端
提供业务	固定模式接入 家庭宽带接入 企业宽带接入	固定/或短距离低速移动接入 家庭宽带接入 办公室宽带接入 热点宽带接入	便携和移动模式接入 企业/行业信息化 移动互联网 语音和多媒体通信

9. 无线通信技术及标准的发展

随着现代通信及互联网技术的发展,无线通信技术体系中包含了很多不同制式的系统与技术,这些不同制式无线通信技术所组织的通信网络,多为异构网络,其中一部分异构网络差异性大,即技术体系差异很大,网络的异构程度很高;还有一部分异构网络实质上是不同代 (经过升级) 的网络通信技术,彼此之间的同构性很高,异构性较低,如 2G、3G 等。

在无线通信技术及标准的发展过程中,彼此之间的关联和发展脉络十分清晰,图 1-4 给出了这种关系。

不同无线网络其主要服务模式是不同的,如移动通信技术面向公众个人通信,Wi-Fi、