

从基础
到实践

基础知识全面覆盖
实践操作循序渐进

从理论
到应用

理论讲解详尽具体
动手应用实操实练

从入门
到进阶

内容编排由浅入深
进阶案例综合拓展

重点
推荐

无线移动

互联技术



■ 卢晓丽 丛佩丽 杨晓燕◎主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书从培养读者动手能力的需求出发,通过通俗易懂的讲解,全面、系统地介绍了无线移动互联的相关技术及其实际应用。本书以任务驱动、项目导向等最新理念为基础,按照由简单到复杂、由单一到综合的模式对无线移动互联技术的内容进行编排,引入了无线个人局域网的组建、小型家庭无线局域网的组建、微企业无线局域网的组建、微企业无线局域网的安全配置、微企业无线局域网的管理与优化、微企业无线局域网的规划与设计等6个不同类型的无线网络项目作为本课程的学习情境,突破了以知识传授为主要特征的传统学科教材模式,转变为以工作任务为中心组织教材内容。

本书实用性和可操作性较强,可以作为计算机类专业学生的教材,也可以作为有关计算机网络知识培训的教材,还可以作为网络管理人员、网络工程技术人员和信息管理人员的参考教材,适合学生循序渐进地学习。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

无线移动互联技术 / 卢晓丽, 丛佩丽, 杨晓燕主编
-- 北京: 北京理工大学出版社, 2022. 1
ISBN 978 - 7 - 5763 - 0925 - 6

I. ①无… II. ①卢… ②丛… ③杨… III. ①移动通信—无线网—互联网络 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第023975号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 16.25

字 数 / 382千字

版 次 / 2022年1月第1版 2022年1月第1次印刷

定 价 / 75.00元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 施胜娟

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



前言

目 录

第1章 无线个人局域网的组建

1.1 项目背景

信息化是当今世界发展的主要趋势，已成为衡量一个国家的现代化程度和综合国力的重要指标。随着智能手持终端（智能手机、平板电脑等）和笔记本电脑的迅速普及，无线网络已经成为网络建设的重点工作。无线网络是移动终端最重要的网络接入方式。全球已经进入无线移动互联时代，国家正在大力投入无线网络建设，实现学校、医院、企业、机场、轨道交通等区域的全覆盖，这对无线网络提出了更高的要求，要求无线网络提供无处不在、高带宽、随处可用、大并发、超稳定的网络服务。本书紧密结合无线网络的发展方向，将无线网络基础知识与实际应用相结合，力求内容最新、涵盖面全、理论结合实际，注重学生综合能力的培养。

为适应新型工业化发展的需要，本书结合信息类专业的特点，使教学内容同企业工作岗位需求紧密结合，形成了较为明显的、以就业为导向的职业教育特色；根据目前高职高专院校计算机类各专业的课程设置情况，构建工作过程系统化的课程体系，由企业专家确定典型的教学案例，并提出各种与工程实践相关的技能要求，将这些意见和建议融入课程教学，使教学环节和教学内容最大限度地与工程实践相结合。

本书在编写过程中，以培养学生的工程实践能力和创新意识为重点。围绕无线局域网的组建与维护项目案例对无线个人局域网、小型家庭无线局域网、微企业无线局域网的组建与安全配置、管理与优化、规划与设计提出工作任务要求，以锐捷网络股份有限公司的无线 AP、无线 AC、交换机、路由器、无线地勘软件等为载体，引入无线网络在展览中心、公司办公室等应用场景下的典型项目案例，按照“项目引领、任务驱动”的教学模式，侧重于应用，力求做到深入浅出、循序渐进、简明通俗。

本书内容通俗易懂，大量采用实例、图片，把工作原理图形化、操作步骤界面化，摒弃了传统教材理论性过强的缺点，在介绍实用性知识的同时，讲解必需的理论基础。针对职业岗位能力的要求，遵循学生职业能力培养规律，以案例教学、典型网络系统建设的工作过程为依据，整合、序化教学内容。注重基本知识与基本技术的紧密结合，力求通过网络实践反映无线移动互联技术知识的全貌。

本书是在总结了作者多年来的无线移动互联技术教学经验的基础上编写而成的，由



目录

4.4.4	基于IEEE 802.11n的无线局域网技术	142
4.4.5	基于IEEE 802.11ac的无线局域网技术	150
4.4.6	基于IEEE 802.11ad的无线局域网技术	154
4.4.7	基于IEEE 802.11ay的无线局域网技术	154
5	无线局域网的组网技术	154
5.1	无线局域网的组网技术概述	155
5.1.1	项目背景	155
5.1.2	项目需求分析	155
5.1.3	项目相关知识	155
5.1.3.1	无线局域网概述	155
5.1.3.2	无线局域网的分类	155
5.1.3.3	无线局域网的定义	155
5.1.3.4	无线局域网的传输介质	155
5.1.3.5	无线局域网标准与协议	155
5.1.3.6	射频	155
5.1.3.7	无线局域网的传输质量	155
5.1.4	项目实践	155
5.1.4.1	WiFi信号分析仪的使用	155
5.1.4.2	基于蓝牙技术的无线个人局域网	155
5.1.4.3	基于红外线技术的无线个人局域网	155
5.1.5	项目拓展	155
5.1.5.1	理论拓展	155
5.1.5.2	实践拓展	155
6	小型家庭无线局域网的组建	32
6.1	项目背景	32
6.2	项目需求分析	32
6.3	项目相关知识	32
6.3.1	无线局域网传输信道	32
6.3.2	无线局域网天线	34
6.3.3	无线传输技术	36
6.3.4	无线连接技术	38
6.4	项目实践	42



使用无线路由器组建家庭无线局域网	42
2.5 项目拓展	44
2.5.1 理论拓展	44
2.5.2 实践拓展	44
第3章 微企业无线局域网的组建	45
3.1 项目背景	45
3.2 项目需求分析	45
3.3 项目相关知识	45
3.3.1 无线网络设备	45
3.3.2 无线局域网的组网模式	48
3.3.3 CAPWAP 隧道	54
3.3.4 无线控制器 AC 热备份	60
3.3.5 无线控制器 AC 漫游	62
3.4 项目实践	66
3.4.1 无线 AP 基础管理配置	66
3.4.2 组建胖 AP 单 SSID 无线局域网	73
3.4.3 微企业多部门无线局域网的组建	77
3.4.4 无线 AC 基础管理配置	82
3.4.5 企业智能无线局域网的部署	89
3.4.6 微企业办公网双 AC 热备份无线局域网的组建	92
3.4.7 微企业办公网双 AC 漫游无线局域网的组建	98
3.5 项目拓展	100
3.5.1 理论拓展	100
3.5.2 实践拓展	101
第4章 微企业无线局域网的安全配置	102
4.1 项目背景	102
4.2 项目需求分析	102
4.3 项目相关知识	102
4.3.1 无线局域网安全概述	102
4.3.2 无线局域网的安全机制	104
4.3.3 802.1X 协议	108
4.3.4 无线局域网认证技术	113
4.3.5 无线局域网加密技术	116
4.4 项目实践	118
4.4.1 基于 802.1X 认证的企业无线局域网	118
4.4.2 基于 MAC 认证的企业无线局域网	127
4.4.3 基于 Web 认证的企业无线局域网	135



142	4.4.4 基于 WEP 加密的企业无线局域网	142
150	4.4.5 基于 WPAI 认证的企业无线局域网	150
154	4.5 项目拓展	154
154	4.5.1 理论拓展	154
154	4.5.2 实践拓展	154
第 5 章 微企业无线局域网的管理与优化 155		
155	5.1 项目背景	155
155	5.2 项目需求分析	155
155	5.3 项目相关知识	155
155	5.3.1 故障诊断与排除	155
158	5.3.2 无线网络优化流程	158
159	5.3.3 信道调整优化	159
161	5.3.4 AP 功率调整优化	161
161	5.3.5 集中转发与本地转发	161
161	5.3.6 无线用户限速	161
162	5.3.7 无线组播功能 (IGMP)	162
163	5.3.8 隐藏 SSID	163
165	5.3.9 5G 优先接入	165
167	5.4 项目实践	167
167	5.4.1 集中转发模式	167
176	5.4.2 本地转发模式	176
187	5.4.3 无线用户限速配置案例	187
190	5.4.4 隐藏 SSID 配置案例	190
193	5.4.5 无线三层组播配置案例	193
196	5.4.6 无线 5G 优先接入配置案例	196
198	5.4.7 无线局域网的优化与测试	198
204	5.5 项目拓展	204
204	5.5.1 理论拓展	204
204	5.5.2 实践拓展	204
第 6 章 微企业无线局域网的规划与设计 205		
205	6.1 项目背景	205
205	6.2 项目需求分析	205
205	6.3 项目相关知识	205
205	6.3.1 无线地勘软件的使用	205
222	6.3.2 无线网络项目的规划与设计	222
227	6.4 项目实践	227
227	6.4.1 展览中心无线网络的勘测与设计	227



142	6.4.2	公司办公室无线网络的勘测与设计	241
120	6.5	项目拓展	249
121	6.5.1	理论拓展	249
124	6.5.2	实践拓展	249
121			
	参考文献		250
121	3.1	项目概述	45
122	3.2	项目需求分析	45
122	3.3	项目相关知识	45
122	3.3.1	无线局域网设备	45
122	3.3.2	无线局域网的组网模式	48
128	3.3.3	WLAN设备	54
129	3.3.4	无线控制面-AC设备	60
161	3.3.5	无线控制面-AP设备	62
161	3.4	项目实施	66
161	3.4.1	无线AP设备部署	66
163	3.4.2	无线AP设备SSID配置策略 (HMP)	73
163	3.4.3	无线AP设备安全策略配置	77
163	3.4.4	无线AP设备管理配置	82
163	3.4.5	无线AP设备安全策略配置	88
163	3.4.6	无线AP设备安全策略配置	92
176	3.4.7	无线AP设备安全策略配置	96
187	3.5	项目拓展	100
190	3.5.1	理论拓展	100
193	3.5.2	实践拓展	101
196			
198	4	企业无线局域网的安全配置	102
204	4.1	项目概述	102
204	4.2	项目需求分析	103
204	4.3	项目相关知识	103
201	4.3.1	无线局域网安全概述	103
205	4.3.2	无线局域网的安全需求	106
205	4.3.3	802.1X协议	108
205	4.3.4	无线局域网认证	113
205	4.3.5	无线局域网加密	116
205	4.4	项目实施	118
233	4.4.1	无线AP设备部署	118
233	4.4.2	无线AP设备安全策略配置	118
233	4.4.3	无线AP设备管理配置	127
233	4.4.4	无线AP设备安全策略配置	133



第 1 章

无线个人局域网的组建

无线个人局域网 (Wireless Personal Area Network, WPAN) 是一种采用无线连接的个人局域网。WPAN 是以个人为中心来使用的无线个人区域网, 是一种低功率、小范围、低速率和低价格组网技术。

1.1 项目背景

某公司的员工小李是网络爱好者, 在他的家里不但有支持红外线的手机, 还有支持红外线的笔记本电脑; 在单位里办公只能用台式机的蓝牙功能。由于受单位网络环境的限制及家里计算机硬件环境的限制, 小李无法实现在家中或公司都能上网的需求, 所以小李利用现有的资源 (红外线适配器、蓝牙适配器等) 构建了 WPAN, 从而满足了自己上网的需求。其构建的 WPAN 网络拓扑如图 1-1 所示。

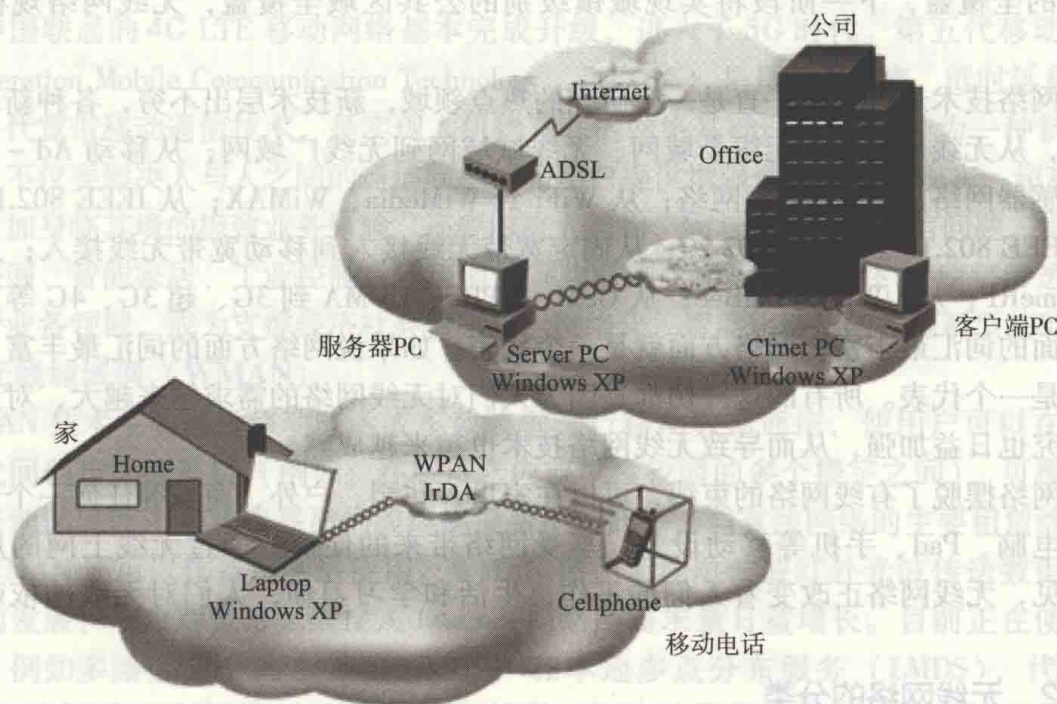


图 1-1 WPAN 网络拓扑图



1.2 项目需求分析

无线个人局域网 (WPAN) 就是在个人周围空间形成的无线网络, 现通常指覆盖范围在 10 m 半径以内的短距离无线网络, 尤其是指能在便携式电子设备和通信设备之间进行短距离特别连接的自组织网。WPAN 是一种与无线广域网 (WWAN)、无线城域网 (WMAN)、无线局域网 (WLAN) 并列但覆盖范围相对较小的无线网络。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 是新兴的无线通信网络技术, 其具有活动半径小、业务类型丰富、面向特定群体、无线的无缝连接等特性。WPAN 能够有效地解决“最后的几米电缆”的问题, 进而将无线联网进行到底。WPAN 设备具有价格低廉、体积小、易操作和功耗低等优点, 被用于诸如电话、计算机、附属设备及小范围 (个域网的工作范围一般是在 10 m 以内) 内的数字助理设备之间的通信。支持无线个人局域网的技术包括蓝牙、ZigBee、超频波段 (UWB)、IrDA、HomeRF 等, 其中, 蓝牙技术在无线个人局域网中使用最为广泛。每一项技术只有被用于特定的应用领域才能发挥最佳的作用。

1.3 项目相关知识

1.3.1 无线网络的发展趋势

国家“十三五”规划明确要求: “加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施, 推进信息技术广泛运用, 形成万物互联、人机交互、天地一体的网络空间”, “在城镇热点公共区域推广免费高速无线局域网 (WLAN) 接入”。目前, 无线网络在机场、地铁、客运站等公共交通领域、医疗机构、教育园区、产业园区、商城等公共区域实现了重点城市的全覆盖, 下一阶段将实现城镇级别的公共区域全覆盖, 无线网络规模将持续增长。

无线网络技术最近几年一直是一个研究的热点领域, 新技术层出不穷, 各种新名词也是应接不暇, 从无线局域网、无线个域网、无线城域网到无线广域网; 从移动 Ad-Hoc 网络到无线传感器网络、无线 Mesh 网络; 从 WiFi 到 WiMedia、WiMAX; 从 IEEE 802.11、IEEE 802.15、IEEE 802.16 到 IEEE 802.20; 从固定宽带无线接入到移动宽带无线接入; 从蓝牙到红外、HomeRF; 从 UWB 到 ZigBee; 从 GSM、GPRS、CDMA 到 3G、超 3G、4G 等。如果说计算机方面的词汇最丰富, 网络方面就是一个代表; 如果说网络方面的词汇最丰富, 无线网络方向就是一个代表。所有的这一切都是因为人们对无线网络的需求越来越大, 对无线网络技术的研究也日益加强, 从而导致无线网络技术也越来越成熟。

无线网络摆脱了有线网络的束缚, 可以在家里、花园、户外、商城等任何一个角落, 抱着笔记本电脑、Pad、手机等移动设备, 享受网络带来的便捷。通过无线上网的用户超过 90%, 可见, 无线网络正改变着人们的工作、生活和学习习惯, 人们对无线的依赖性越来越强。

1.3.2 无线网络的分类

无线网络是采用无线通信技术实现的网络, 根据网络覆盖范围和传输速率差异, 无线网络大体可分为无线广域网、无线城域网、无线局域网和无线个域网。无线网络的传输距离与有线网络的一样, 可以分为几种不同类型, 如图 1-2 所示。

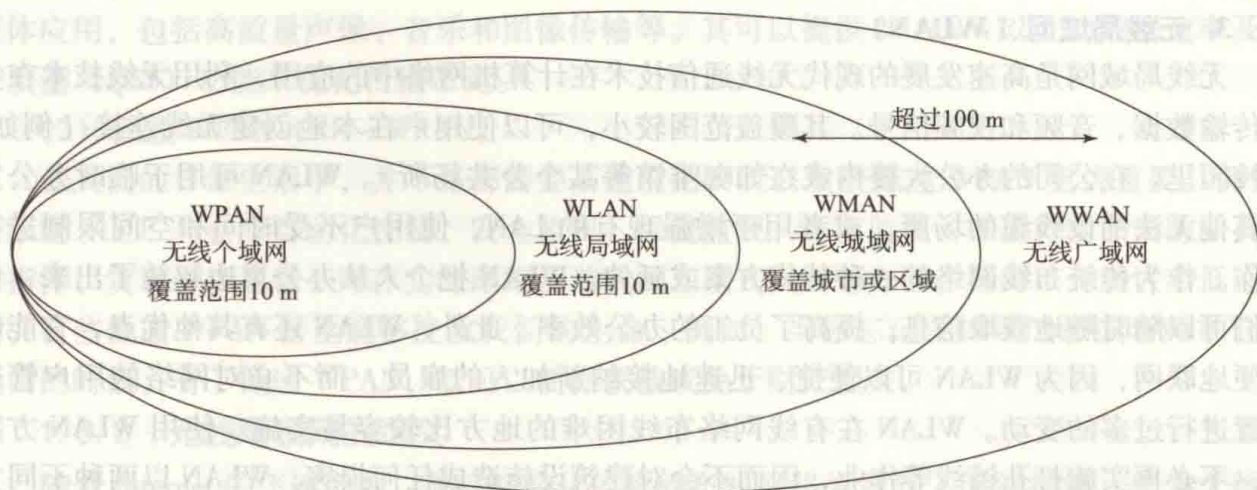


图 1-2 无线通信技术以范围分成四大类

1. 无线广域网 (WWAN)

为了使用户通过远程公用网络或专用网络建立无线网络连接,这样就出现了 WWAN 技术,通过使用由无线服务提供商负责维护的若干天线基站或卫星系统,这些连接可以覆盖广大的地理区域,例如城市与城市之间、国家(地区)与国家(地区)之间。其目的是让分布较远的各局域网互连。它的结构分为末端系统(两端的用户集合)和通信系统(中间链路)两部分。目前的 WWAN 技术被称为第二代移动通信技术(2G)网络。代表技术有传统的 GSM 网络、GPRS 网络、3G 网络、4G LTE (Long Term Evolution) 和正在实现的 5G 网络等类似系统。2G 网络主要包括移动通信全球系统(GSM)、蜂窝式数字分组数据(CDPD)和码分多址(CDMA)。由于系统容量、通信质量和数据传输速率的不断提高,第三代移动通信技术(3G)技术执行全球标准,并提供全球漫游功能。2019年1月,中国电信、中国移动、中国联通的 4G LTE 移动网络基本完成升级,进入了 5G 时代。第五代移动通信技术(5th Generation Mobile Communication Technology, 简称 5G)是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术,是实现人机物互联的网络基础设施。5G 作为一种新型移动通信网络,不仅要解决人与人之间的通信问题,为用户提供增强现实、虚拟现实、超高清(3D)视频等更加身临其境的极致业务体验,还要解决人与物、物与物之间的通信问题,满足移动医疗、车联网、智能家居、工业控制、环境监测等物联网应用需求。最终,5G 将渗透到经济社会的各行业各领域,成为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施。

2. 无线城域网 (WMAN)

WMAN 技术主要通过移动电话或车载装置进行移动数据通信,使用户可以在城区的多个场所之间创建无线连接(例如,在城市之内或学校校园的多个楼宇之间),可覆盖城市中的大部分地区,而不必花费高昂的线缆铺设费用。此外,当有线网络的主要租赁线路不能使用时,WMAN 还可以作备用网络使用。WMAN 使用无线电波或红外光波传送数据。随着网络技术的发展,用户对宽带无线接入 Internet 网络的需求量日益增长。目前正在使用各种不同技术,例如多路多点分布服务(MMDS)和本地多点分布服务(LMDS),代表技术是 IEEE 802.20 标准,主要针对移动宽带无线接入(Mobile Broadband Wireless Access, MBWA)。该标准强调移动性(支持速度可高达 250 km/h),由 IEEE 802.16 宽带无线接入(Broadband Wireless Access, BWA)发展而来。另一个代表技术是 IEEE 802.16 标准体系,主要有 802.16.1、802.16.2 和 802.16.3 等。



3. 无线局域网 (WLAN)

无线局域网是高速发展的现代无线通信技术在计算机网络中的应用,利用无线技术在空中传输数据、音频和视频信号。其覆盖范围较小,可以使用户在本地创建无线连接(例如,在校园里、在公司的办公大楼内或在如咖啡馆等某个公共场所)。WLAN 可用于临时办公室或其他无法铺设线缆的场所,或者用于增强现有的 LAN,使用户不受时间和空间限制进行工作。作为传统布线网络的一种替代方案或延伸,WLAN 把个人从办公桌边解放了出来,使他们可以随时随地获取信息,提高了员工的办公效率。此外,WLAN 还有其他优点,它能够方便地联网,因为 WLAN 可以便捷、迅速地接纳新加入的雇员,而不必对网络的用户管理配置进行过多的变动。WLAN 在有网络布线困难的地方比较容易实施。使用 WLAN 方案时,不必再实施打孔铺线等作业,因而不会对建筑设施造成任何损害。WLAN 以两种不同方式运行,在基础结构 WLAN 中,无线站连接到无线接入点,后者在无线站与现有网络中枢之间起桥梁作用。在点对点(临时)WLAN 中,在有限区域(例如,会议室等)内的几个用户可以在不需要访问网络资源时建立临时网络,而无须使用接入点。

在技术标准方面,由于 WLAN 是基于计算机网络与无线通信技术,而在计算机网络结构中,逻辑链路控制(LLC)层及其之上的应用层对不同的物理层的要求可以是相同的,也可以是不同的。因此,WLAN 标准主要针对物理层和媒质访问控制层(MAC),涉及所使用的无线频率范围、空中接口通信协议等技术规范与技术标准。数据传输速率为 11 ~ 500 Mb/s(甚至更高)。无线连接距离为 50 ~ 100 m。1997 年,IEEE 批准了用于 WLAN 的 802.11 标准,其中指定的数据传输速度为 1 ~ 2 Mb/s。802.11b 正在发展成为新的主要标准,在该标准下,数据通过 2.4 GHz 的频段以 11 Mb/s 的最大速度进行传输。另一个更新的标准是 802.11a,它指定数据通过 5 GHz 频段以 54 Mb/s 的最大速度进行传输。

4. 无线个域网 (WPAN)

WPAN 技术通常指近距离范围内的设备建立无线连接,其是为了实现活动半径小、业务类型丰富、面向特定群体、无线无缝连接而提出的新兴无线通信网络技术。WPAN 能够有效地解决“最后的几米电缆”的问题,进而将无线联网进行到底。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 10 m 半径以内,必须运行于许可的无线频段。WPAN 使用户能够为个人操作空间(POS)设备(如 PDA、移动电话和笔记本电脑等)创建临时无线通信。POS 指的是以个人为中心,最大距离为 10 m 的一个空间范围。目前,两个主要的 WPAN 技术是蓝牙技术和红外线。蓝牙技术是一种电缆替代技术,可以在 10 m 以内使用无线电波传送数据。蓝牙传输的数据可以穿过墙壁、口袋和公文包进行传输。“蓝牙技术特别兴趣小组(SIG)”推动着蓝牙技术的发展,于 1999 年发布了 Bluetooth 版本 1.0 规范。作为替代方案,要近距离(1 m 以内)连接设备,用户还可以创建红外连接。为了规范 WPAN 技术的发展,1998 年,IEEE 802.15 工作组成立,专门从事 WPAN 标准化工作。该工作组正在发展基于 Bluetooth 版本 1.0 规范的 WPAN 标准。该标准草案的主要目标是低复杂性、低能耗、交互性强并且能与 802.11 网络共存。WPAN 被定位于短距离无线通信技术,但根据不同的应用场合,又分为高速 WPAN(HR-WPAN)和低速 WPAN(LR-WPAN)两种。

(1) 高速 WPAN (HR-WPAN)

发展高速 WPAN 是为了连接下一代便携式电子设备和通信设备,支持各种高速率的多



媒体应用,包括高质量声像、音乐和图像传输等。其可以提供 20 Mb/s 以上的数据速率及服务质量(QoS)功能来优化传输带宽。

(2) 低速 WPAN (LR-WPAN)

在人们的日常生活中,并不是都需要高速应用,所以发展低速 WPAN 更为重要。例如,在家庭、工厂与仓库自动化控制、安全监视、保健监视、环境监视、军事行动、消防队员操作指挥、货单自动更新、库存实时跟踪及游戏和互动式玩具等方面,都可以开展许多低速应用,有些低速 WPAN 甚至能够挽救我们的生命。例如,当你忘记关掉煤气炉或者睡前忘记锁门的时候,有了低速 WPAN,就可以使你获救或免于财产损失。

1.3.3 无线局域网的定义

随着 Internet 的飞速发展,通信网络从传统的布线网络发展到了无线网络,作为无线网络之一的无线局域网(Wireless Local Area Network, WLAN),满足了人们实现移动办公的梦想,为我们创造了一个丰富多彩的自由天空。

WLAN 技术由于其能够提供除了传统 LAN 技术的全部特点和优势外,在移动性上也带来巨大的便利性,因此迅速获得使用者的青睐。特别是在当前 WLAN 设备的价格进一步降低,同时其速度进一步提高达到 1 000 Mb/s 后,WLAN 技术在各行各业及家庭中得到了广泛的应用。

无线局域网是计算机网络与无线通信技术相结合的产物。所谓无线局域网,指允许用户使用红外线技术及射频技术建立远距离或近距离的无线连接,实现网络资源的共享。不需要铺设线缆,安装简单、使用灵活、易于扩展,能够实现现代人“随时保持网络连接”的状态,如企业经理在会议室临时开会,需要联网;员工在外地出差,需要接收邮件;乘客在车上在连接到 Internet 的高清电视上观看流媒体电影,这些功能是有线网络无法实现的。

无线网络与有线网络的用途十分类似,其两者最大的差别在于传输媒介的不同,利用无线电技术取代网线,可以和有线网络互为备份。无线局域网特点如下:

①灵活性和移动性。在有线网络中,网络设备的安放位置受网络位置的限制,而无线局域网在无线信号覆盖区域内的任何一个位置都可以接入网络。无线局域网另一个最大的优点在于其移动性,连接到无线局域网的用户可以移动且能同时与网络保持连接。

②安装便捷。无线局域网可以免去或最大限度地减少网络布线的工作量,一般只要安装一个或多个接入点设备,就可建立覆盖整个区域的局域网络。

③易于进行网络规划和调整。对于有线网络来说,办公地点或网络拓扑的改变通常意味着重新建网。重新布线是一个昂贵、费时、浪费资金和琐碎的过程,无线局域网可以避免或减少以上情况的发生。

④故障定位容易。有线网络一旦出现物理故障,尤其是由于线路连接不良而造成的网络中断,往往很难查明,而且检修线路需要付出很大的代价。无线网络则很容易定位故障,只需更换故障设备即可恢复网络连接。

⑤易于扩展。无线局域网有多种配置方式,可以很快从只有几个用户的小型局域网扩展到上千用户的大型网络,并且能够提供节点间“漫游”等有线网络无法实现的特性。由于无线局域网有以上诸多优点,因此其发展十分迅速。最近几年,无线局域网已经在企业、医院、商店、工厂和学校等场合得到了广泛的应用。

无线局域网在能够给网络用户带来便捷和实用的同时,也存在着一些缺陷。无线局域网



的不足之处体现在以下几个方面:

①性能。无线局域网是依靠无线电波进行传输的。这些电波通过无线发射装置进行发射,而建筑物、车辆、树木和其他障碍物都可能阻碍电磁波的传输,所以会影响网络的性能。

②速率。无线信道的传输速率与有线信道相比要低得多。无线局域网的最大传输速率为 1 Gb/s,只适用于个人终端和小规模网络应用。

③安全性。本质上无线电波不要求建立物理的连接通道,无线信号是发散的。从理论上讲,很容易监听到无线电波广播范围内的任何信号,造成通信信息泄露。

1.3.4 无线局域网的传输介质

无线传输介质利用空间中传播的电磁波传送数据信号。无线局域网常用的传输技术包括扩频技术和红外技术。扩频技术的主要工作原理是在比正常频带宽的频带上扩展信号,目的是提高系统的抗干扰能力和可用性。红外传输技术通常采用散射方式,发送方和接收方不必互相对准,也不需要清楚地看到对方。

无线传输介质是一种人的肉眼看不到的传输介质,它不需要铺设线缆,不受结点布局的限制,既能适应固定网络结点的接入,也能适应移动网络结点的接入,具有安装简单、使用灵活、易于扩展的特点。

但是,与有线介质中的传输信息相比,无线介质中的传输信息的出错率要高,因为空间中的电磁波不但在穿过墙壁、家具等物体时强度有所减弱,而且容易受到同一频段其他信号源的干扰。

随着无线局域网技术的广泛应用和普及,用户对数据传输速率的要求越来越高。但是在室内这个较为复杂的电磁环境中,多径效应、频率选择性衰落和其他干扰源的存在使得实现无线信道中的高速数据传输比实现有线信道中的更加困难,WLAN 需要采用合适的调制技术。

扩频通信技术是一种信息传输方式,其信号所占用的频带宽度远大于所传信息必需的最小带宽。频带的扩展是通过一个独立的码序列来完成的,用编码及调制的方法来实现,与所传信息数据无关。在接收端则用同样的码进行相关同步接收、解扩及恢复所传信息数据。

1.3.5 无线局域网标准与协议

1997 年,IEEE 发布了 802.11 协议,这也是无线局域网领域内第一个被国际认可的协议。该标准定义了物理层和媒体访问控制(MAC)协议的规范,允许无线局域网及无线设备制造商在一定范围内建立互操作网络设备。

1999 年 9 月,IEEE 又提出了 802.11b “High Rate”协议,用来对 802.11 协议进行补充,802.11b 在 802.11 的 1 Mb/s 和 2 Mb/s 速率基础上又增加了 5.5 Mb/s 和 11 Mb/s 两个新的网络吞吐速率。利用 802.11b,移动用户能够获得同以太网一样的性能、网络吞吐率、可用性。这个基于标准的技术使得管理员可以根据环境选择合适的局域网技术来构造自己的网络,满足他们的商业用户和其他用户的需求。802.11 协议主要工作在 OSI 七层模型的最低两层上,并在物理层上进行了一些改动,加入了高速数字传输的特性和连接的稳定性。

1. IEEE 802.11a

IEEE 802.11a 采用 OFDM 调制技术并使用 5 GHz 频段。802.11a 设备的运行频段是 5 GHz,由于使用 5 GHz 频段的电器较少,因此与运行频段为 2.4 GHz 的设备相比,802.11a 设备出现干扰的可能性更小。此外,由于频率更高,因此所需的天线也更短。

然而,使用 5 GHz 频段也有一些严重的弊端。首先,无线电波的频率越高,也就越容易



被障碍物（例如墙壁）所吸收，因此，在障碍物较多时，802.11a 很容易出现性能不佳的问题。其次，这么高的频段，其覆盖范围会略小于 802.11b 或 802.11g。此外，包括俄罗斯在内的部分国家禁止使用 5 GHz 频段，这也导致 802.11a 的应用受到限制。

使用 2.4 GHz 频段也有一些优势。与 5 GHz 频段的设备相比，2.4 GHz 频段的设备的覆盖范围更广。此外，此频段发射的信号不像 802.11a 那样容易受到阻碍。然而，使用 2.4 GHz 频段有一个严重的弊端：许多电器都使用 2.4 GHz 频段，从而导致 802.11b 和 802.11g 设备容易相互干扰。

2. IEEE 802.11b

IEEE 802.11b 是最基本、应用最早的无线局域网标准，它支持的最大数据传输速率为 11 Mb/s，基本上能够满足办公用户的需要，因此得到了广泛的应用。802.11b 使用 DSSS，其指定的数据传输速率为 1 Mb/s、2 Mb/s、5.5 Mb/s 和 11 Mb/s（2.4 GHz ISM 频段）。

3. IEEE 802.11g

IEEE 802.11g 支持的最大数据传输速率为 54 Mb/s。802.11g 可通过使用 OFDM 调制技术在该频段上实现更高的数据传输速率。为向后兼容 IEEE 802.11b 系统，IEEE 802.11g 也规定了 DSSS 的使用。其支持的 DSSS 数据传输速率为 1 Mb/s、2 Mb/s、5.5 Mb/s 和 11 Mb/s，而 OFDM 数据传输速率为 6 Mb/s、9 Mb/s、12 Mb/s、18 Mb/s、24 Mb/s、48 Mb/s 和 54 Mb/s。

4. IEEE 802.11n

IEEE 802.11n 草案标准旨在不增加功率或 RF 频段分配的前提下提高 WLAN 的数据传输速率并扩大其覆盖范围。802.11n 在终端使用多个无线电发射装置和天线，每个装置都以相同的频率广播，从而建立多个信号流。多路输入/多路输出（MIMO）技术可以将一个高速数据流分割为多个低速数据流，并通过现有的无线电发射装置和天线同时广播这些低速数据流。这样，使用两个数据流时的理论最大数据传输速率可达 248 Mb/s。

通常根据数据传输速率来选择使用何种 WLAN 标准。例如，802.11a 和 802.11g 至多支持 54 Mb/s，而 802.11b 至多支持 11 Mb/s，这让 802.11b 成为“慢速”标准，而 802.11a 和 802.11g 则成为首选标准。

5. IEEE 802.11ac

IEEE 802.11ac 是 802.11 家族的一项无线网上标准，由 IEEE 标准协会制定，通过 5 GHz 频段提供高通量的无线局域网（WLAN），俗称 5G WiFi（5th Generation of WiFi）。理论上它能够提供最少 1 Gb/s 带宽进行多站式无线局域网通信，或是最少 500 Mb/s 的单一连线传输带宽。2008 年年底，IEEE 802 标准组织成立新小组，目的是创建新标准来改善 802.11—2007 标准。包括创建提高无线传输速率的标准，使无线网上能够提供与有线网上相当的传输性能。

802.11ac 是 802.11n 的继承者。在 802.11ac 中，信道宽度提升到了 80 MHz（11n 中的信道宽度为 20 MHz），在 Wave 2 阶段，信道宽度将进一步提升至 160 MHz。802.11ac 在 Wave 1 阶段支持 4 个空间流，在 Wave 2 阶段，这一数量将增加至 8 个。与 11n 的 64 QAM 相比，802.11ac 有更高的密度调制方案，达到了 256 QAM。在 Wave 2 阶段中，802.11ac 将采用具有发射波束成形功能的多用户 MIMO 技术。

1.3.6 射频

1. 射频的定义

射频（Radio Frequency, RF），其实就是射频电流，它是一种高频交流变化电磁波的简



称。它采用的是一种扩展窄带信号频谱的数字编码技术，通过编码运算增加了发送比特的数量，扩大使用的带宽，使带宽上信号的功率谱密度降低，从而大大提高了系统抗电磁干扰、抗串话干扰的能力，使无线数据传输更加可靠，所以 RF 射频技术在无线通信领域具有广泛而不可替代的作用。

在射频 (RF) 通信中，一台设备发送振动信号，并由一台或多台设备接收，这种振动信号基于一个常数，被称为频率。发送方使用固定的频率，接收方可以调整到相同的频率，以便接收该信号。

下面以简单的例子进行说明。假设无线工作站使用的天线非常小，并且在所有方向均匀地发送或接收 RF 信号，如图 1-3 (a) 所示，其中的每个弧表示发射器生成的无线电波的一部分。每个弧实际上是一个球，因为无线电波是在三维空间移动的。这也可以显示为表示 RF 信号的振动波，如图 1-3 (b) 所示。虽然该示意图从技术上来说不正确，但这里旨在说明 RF 信号是如何在两台设备之间传输的。

用于类似功能的频率范围称为波段，例如，调幅无线波频率范围为 550 ~ 170 MHz。通常情况下无线局域网通信使用的是 2.4 GHz 的波段，而其他无线局域网使用的波段为 5 GHz。在这里，波段是使用大概的频率表示的，2.4 GHz 实际上表示的是频率范围 2.412 ~ 2.484 GHz；而 5 GHz 实际上指的是频率范围 5.150 ~ 5.825 GHz。

无线工作站发送的信号被称为载波信号。载波信号只是一种频率固定的稳定信号。载波信号本身不包含任何音频、视频或数据，因为它是用于承载其他东西的。要发送其他信息，发射器必须对载波信号进行调制，以独特的方式插入信息（对其进行编码），接收站必须进行相反的处理，对信号进行解调，以恢复原始信息。

有些调制技术很简单，比如调幅 (AM) 广播采用调幅技术，即根据音频信息改变载波信号的强度；FM 广播采用调频技术，即音频的高低导致载波信号的频率发生变化；WLAN 使用的调制技术要复杂得多，因为它们的数据传输速率比音频信号高得多。WLAN 调制的理念是在无线信号中封装尽可能多的数据，并尽可能减少由于干扰或噪声而丢失的数据量。这是因为数据丢失后必须重传，从而占用更多的无线资源。

发送方和接收方载波的频率是固定的，并在特殊规定的范围内变化，这个范围就是信道 (channel)。信道通常用数字或索引（而不是频率）表示。WLAN 信道是由当前使用的 802.11 标准决定的。图 1-4 所示为载波频率（中间频率）、调制、信道和波段之间的关系。

无线信道是无线通信的传输媒质，其是以无线信号作为传输媒体的数据信号传送通道的。

2. 射频的特征

RF 信号以电磁波的方式通过空气传播。在理论上，信号到达接收方时，与发送方发送

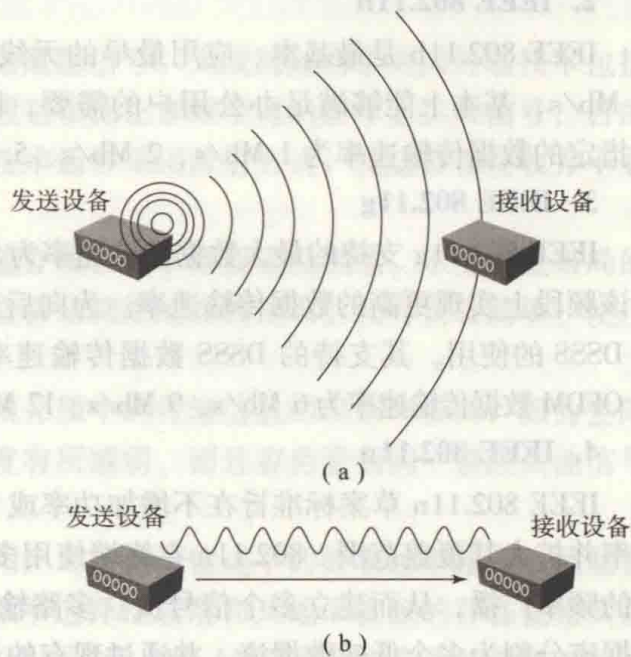


图 1-3 无线信号