

信息科学与技术丛书

信息安全系列

无线局域网网络 技术与安全

王顺满 陶 然 陈朔鹰 吴长奇 等编著
王 越 主 审

- ◎ 无线局域网结构与组成
- ◎ 无线局域网协议
- ◎ 无线局域网 PHY 层与 MAC 层
- ◎ 无线局域网设计与评估
- ◎ 无线局域网安全与措施
- ◎ 无线局域网技术走向



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

信息科学与技术丛书

信息安全系列

无线局域网技术与安全

王顺满 陶然 陈朔鹰 吴长奇 等编著

王越 主审



机械工业出版社

全书分为基础篇、理论篇、实践篇、安全篇和展望篇,共12章。分别讲述与无线局域网有关的基本概念、基本理论、技术标准、系统组成、设计方法、影响网络性能的各种因素、安全隐患与防范方法等内容,并在最后一篇对无线局域网的技术发展趋势进行了展望。

本书结构紧凑,内容简练,可作为通信工程、信息安全、电子对抗、电子工程、信息系统等专业本科生以及相关专业研究生的学习用书,也可以作为从事无线局域网及其安全问题分析及研究的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

无线局域网技术与安全/王顺满等编著. —北京:机械工业出版社, 2005.9

(信息科学与技术丛书)

ISBN 7-111-17014-8

I. 无... II. 王... III. 无线电通信—局部网络—安全技术 IV.TN925

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第081580号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:胡毓坚

责任编辑:丁 诚

责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2005年9月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·21.5印张·521千字

0001-5000册

定价:33.00元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着信息科学技术的迅速发展，人类每时每刻都会面对层出不穷的新技术、新概念。毫无疑问，在节奏越来越快的工作和生活中，人们需要通过阅读和学习大量信息丰富、具备实践指导意义的图书，来获取新知识和新技能，从而不断提高自身素质，紧跟信息化时代发展的步伐。

众所周知，在计算机硬件方面，高性价比的解决方案和新型技术的应用一直备受青睐；在软件技术方面，随着计算机软件的规模和复杂性与日俱增，软件技术受到不断挑战，人们一直在为寻求更先进的软件技术而奋斗不止。目前，计算机在社会生活中日益普及，随着因特网延伸到人类世界的层层面面，掌握计算机网络技术和理论已成为大众的文化需求。由于信息科学与技术 在电工、电子、通信、工业控制、智能建筑、工业产品设计与制造等专业领域中已经得到充分、广泛的应用，所以这些专业领域中的研究人员和工程技术人员越来越迫切需要汲取自身领域信息化所带来的新理念和新方法。

针对人们对了解和掌握新知识、新技能的热切期待，以及由此促成的人们对语言简洁、内容充实、融合实践经验的图书迫切需要的现状，机械工业出版社适时推出了“信息科学与技术丛书”。这套丛书涉及计算机软件、硬件、网络、工程应用等内容，注重理论与实践相结合，内容实用，层次分明，语言流畅，是信息科学与技术领域专业人员不可或缺的图书。

现今，信息科学与技术的发展可谓一日千里，机械工业出版社欢迎从事信息技术方面工作的科研人员、工程技术人员积极参与我们的工作，为推进我国的信息化建设作出贡献。

机械工业出版社

前 言

本书结合目前较为流行的无线局域网技术及信息安全问题在无线局域网系统中的重要性两个方面,对无线局域网的技术与安全问题进行了分析和阐述。本书对笔者近年来在无线局域网、信息安全、电子对抗、移动通信等学科领域的研究进行了归纳总结,同时也融合了许多无线局域网的先进技术与原理,力争使全书在论述过程中保持系统性和前瞻性的特点。

全书共分为5篇12章,第1篇为基础篇,由第1章和第2章组成,主要讲述了无线局域网的基本概念与基本组成。第2篇为理论篇,由第3章、第4章、第5章和第6章组成,分别讲述了无线局域网的技术标准、无线局域网物理层、扩频技术和介质访问层基本原理。第3篇为实践篇,由第7章、第8章和第9章组成,分别讲述了无线传输信道、无线局域网的干扰源与整体性能分析以及无线局域网的性能与测试等方面的内容。第4篇为安全篇,由第10章和第11章组成,主要讲述了与无线局域网安全有关的密码学理论和无线局域网安全问题及其解决方案。第5篇为展望篇,由第12章组成,主要从无线局域网的技术发展方向角度来对无线局域网的未来发展问题进行阐述。全书涉及的内容非常广泛,本科生、研究生和工程技术人员都能够从本书中获取希望学习的知识点。

本书非常注重基础理论的讲述,这是本书的一个特色。在讲述原理的过程中,注意将现象与物理内涵及数学逻辑推理进行有机结合,注意理论内容与实际工程的结合;注意严谨性与可读性的结合,使该书各章节的讲述细致而全面,相辅相成,浑然一体。

在本书的编写过程中,得到了许多同志和友人们的热情鼓励与帮助。王越院士为本书的撰写提出了许多宝贵意见,为本书的组织结构和整体写作思想提出了具体要求并对本书进行了审阅。陶然教授、陈朔鹰教授和吴长奇教授组织完成了相应章节的撰写工作并为本书提供了许多写作素材和建议。参加编写的还有王占禄、卢凤珍、许文权、姬桂霞、张颖、张文霞、马涛、罗国良、王磊、彭闻宇、郝彬、杨鼎才、王成儒、魏忠、杨帆等人。在此向所有对本书出版给以支持和帮助的友人们致以诚挚的谢意。

限于笔者的学识水平,本书缺陷和疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

目 录

出版说明

前言

第 1 篇 基 础 篇

第 1 章 网络知识概述	3
1.1 局域网概述	3
1.1.1 局域网发展与特征	3
1.1.2 局域网的基本组成	4
1.1.3 局域网的网络拓扑结构	4
1.2 无线局域网发展史	6
1.2.1 无线局域网产生的必然性	7
1.2.2 无线局域网的特征	8
1.3 WLAN 与传统计算机网络之间的 区别	9
1.4 无线局域网的通信方式	10
1.4.1 红外线方式无线局域网	10
1.4.2 基于射频方式的无线局域网	11
1.4.3 窄带调制技术	14
1.4.4 微波调制技术	14
1.5 无线局域网应用前景展望	14
1.6 其他无线通信技术	15
1.6.1 HomeRF	16
1.6.2 PAN 与蓝牙技术	19
1.6.3 无线广域网 (WWAN)	23
1.6.4 楼宇无线局域网	24
1.6.5 Wireless Application Protocol (WAP)	24
1.7 WLAN 与 GPRS、3G 之间的 关系	25
第 2 章 无线局域网的组成	26
2.1 无线局域网基本概念	26
2.1.1 无线局域网的基本术语	26
2.1.2 无线局域网的基本服务	28

2.1.3 无线局域网的操作过程	30
2.2 Ad-hoc 网络	31
2.2.1 基本概念	31
2.2.2 Ad-hoc 网络的特点和应用	33
2.3 Ad-hoc 网络的体系结构	34
2.3.1 节点结构	34
2.3.2 网络结构	35
2.4 Ad-hoc 网络协议	35
2.4.1 Ad-hoc 网络路由协议的分类	36
2.4.2 四种典型的 Ad-hoc 网络路由 算法	36
2.5 基础结构无线局域网	38
2.6 其他无线网络工作模式	41
2.7 与基于 IEEE 802.X 协议网络之间 的互联互通问题	41
2.8 组成部分	43
2.8.1 硬件部分	43
2.8.2 软件部分	45

第 2 篇 理 论 篇

第 3 章 IEEE 802.11 协议	49
3.1 IEEE 系列协议	49
3.1.1 IEEE 组织	49
3.1.2 IEEE 标准的制定过程	50
3.2 无线局域网标准发展过程	51
3.3 无线局域网所涉及的问题	53
3.3.1 无线局域网的使用频段问题	53
3.3.2 无线局域网的数据传输速率 问题	54
3.3.3 发射功率问题	55
3.3.4 IEEE 802.11 工作组的移动性 要求	56
3.4 IEEE 802.11	56

3.4.1 IEEE 802.11 协议概述	56	3.14 IEEE 802.16	90
3.4.2 IEEE 802.11 的拓扑结构	58	3.15 IEEE 802.11n	91
3.4.3 IEEE 802.11 的逻辑结构	59	3.16 WAPI	93
3.4.4 IEEE 802.11 标准的各层	60	3.17 其他标准	94
3.5 IEEE 802.11b	62	3.17.1 HiperLAN1/HiperLAN2 标准	94
3.5.1 IEEE 802.11b 概述	62	3.17.2 MMAC 标准	94
3.5.2 IEEE 802.11b 的信道与编码	63	3.18 IrDA	94
3.5.3 IEEE 802.11b 波形及接收	66	第 4 章 无线局域网的物理层	96
3.5.4 IEEE 802.11b+	67	4.1 有关无线电波的相关规定	96
3.6 IEEE 802.16a	67	4.2 微波技术概述	98
3.6.1 IEEE 802.11a 概述	67	4.2.1 微波技术发展史	98
3.6.2 IEEE 802.11a 特征	68	4.2.2 微波技术在无线局域网的 应用	99
3.6.3 IEEE 802.11a 的频带与信道	68	4.3 红外技术	101
3.6.4 IEEE 802.11a 标准中的 OFDM 技术	69	4.3.1 基于红外技术无线局域网 概述	101
3.6.5 IEEE 802.11a 与 IEEE 802.11b	71	4.3.2 基于红外技术无线局域网的链路 连接方式	102
3.6.6 IEEE 802.11a 与 IEEE 802.11g	71	4.3.3 基于红外技术无线局域网的应用 与局限	102
3.6.7 IEEE 802.11a 与 HIPERLAN/2 ...	71	4.4 双频多模无线局域网	103
3.7 IEEE 802.11g	72	4.4.1 双频多模 WLAN 概念的 引入	103
3.7.1 IEEE 802.11g 的发展过程	72	4.4.2 双频多模 WLAN 基本概念	103
3.7.2 IEEE 802.11g 的特征	74	第 5 章 扩频通信技术	105
3.7.3 IEEE 802.11g 原理	76	5.1 引言	105
3.7.4 IEEE 802.11g 物理层	76	5.1.1 扩频基本概念	105
3.7.5 IEEE 802.11g MAC 层原理	77	5.1.2 扩频信号的特点	105
3.7.6 IEEE 802.11b、IEEE 802.11a 及 IEEE 802.11g 的关系	78	5.1.3 扩频通信技术的分类	106
3.8 IEEE 802.11e	79	5.2 DSSS 技术	107
3.8.1 IEEE 802.11e 标准概述	79	5.2.1 DSSS 系统组成与工作过程	107
3.8.2 QoS	80	5.2.2 DSSS 信号的波形与频谱	107
3.8.3 混合控制信道访问	83	5.2.3 DSSS 系统的抗干扰性能	109
3.9 IEEE 802.11f	83	5.2.4 DSSS 信号的隐蔽性	110
3.10 IEEE 802.11h	84	5.2.5 DSSS 系统的抗多径性能	110
3.11 IEEE 802.11i	85	5.3 FHSS 技术	110
3.11.1 IEEE 802.11i 工作组的任务	85	5.3.1 FHSS 系统工作原理	110
3.11.2 IEEE 802.11i 工作组的工作	85	5.3.2 FHSS 系统的图案	111
3.11.3 IEEE 802.11i 协议原理	86		
3.12 IEEE 802.11k	88		
3.13 IEEE 802.15	89		

5.3.3 FHSS 系统的同步	112	6.6.6 加密	146
5.3.4 跳频序列	113	6.6.7 漫游和同步	147
5.4 混合扩频系统	119	6.6.8 电源管理	148
5.4.1 单一扩频方式的优缺点	119	6.6.9 CRC 校验服务	148
5.4.2 DS/FH 混合扩频系统	120	6.7 CSMA /CA	148
5.4.3 混合扩频系统	121	6.7.1 CSMA/CA 概述	148
5.5 扩频码序列的自相关与 互相关	122	6.7.2 CSMA /CA 原理	149
5.6 扩频码同步	123	6.7.3 CSMA/CA 与 CSMA/CD 的 区别	150
5.6.1 同步捕捉	123	6.8 无线局域网 RTS/CTS 协议	150
5.6.2 同步跟踪	126	6.9 无线局域网 DCF/PCF 协议	153
第 6 章 无线局域网 MAC 层	129	6.9.1 分布式协调功能 (DCF)	153
6.1 无线局域网 MAC 层介绍	129	6.9.2 点协调功能 (PCF)	155
6.1.1 传统有线局域网的 MAC 协议	129	6.9.3 PCF/DCF 的共存	159
6.1.2 无线局域网 MAC 层概述	130	6.10 优化 MAC 层协议	160
6.2 WLAN 系统的主流多址接入 机制	132	6.10.1 IEEE 802.11e 协议对 MAC 的 优化	160
6.2.1 IEEE 802.11 协议 MAC 结构	132	6.10.2 EDCF	160
6.2.2 HIPERLAN/2 协议的 MAC 结构	134	6.10.3 HCF	161
6.2.3 HomeRF 协议的 MAC 结构	134	6.10.4 TXOP	162
6.3 WLAN 接入方式的比较	136	6.11 接入协议的发展趋势	162
6.3.1 WLAN 中 MAC 层接入机制的 分类	136		
6.3.2 各类多址方式的优劣浅析	137		
6.3.3 MAC 子层协议应具备的 条件	137		
6.4 无线局域网 MAC 层基本 功能	137		
6.5 MAC 帧格式	139		
6.6 无线局域网的 MAC 层 原理	140		
6.6.1 帧间间隔	141		
6.6.2 分段与数据包重组	142		
6.6.3 扫描	145		
6.6.4 接入	145		
6.6.5 认证	145		
		第 3 篇 实 践 篇	
		第 7 章 无线传输信道	165
		7.1 无线信道的传播方式	165
		7.1.1 自由空间的电波传播	165
		7.1.2 反射传播与多径传播	167
		7.1.3 绕射传播方式	169
		7.1.4 室内环境的电波传播特点	171
		7.2 无线信道的传输特性	172
		7.2.1 平坦随机衰落	172
		7.2.2 时延与时延扩展	174
		7.2.3 频率选择性衰落	175
		7.2.4 多普勒频移和时间选择性 衰落	176
		7.3 无线信道传输性能的 改善	177
		7.3.1 分集技术	178

7.3.2 均衡技术	180	9.4.5 两种 MAC 技术的许可区域 比较	207
7.3.3 编码技术	181	9.5 提高 WLAN 系统数据吞吐量的 方法	207
7.3.4 交织技术	184	9.6 无线局域网性能分析	208
第 8 章 无线局域网干扰源与整体性能 分析	186	9.6.1 2.4GHz RF 范围内存在干扰的 性能	208
8.1 无线局域网扩频技术与 干扰	186	9.6.2 对各种无线局域网安全措施的 衡量	209
8.1.1 扩频技术简介	186	9.7 无线网络设计与性能的关系	209
8.1.2 干扰问题	187	9.7.1 无线网络设计原则	209
8.2 邻信道抑制和邻信道干扰对 WLAN 性能的影响	188	9.7.2 影响无线局域网性能的因素 ...	210
8.2.1 WLAN 系统的干扰源	188	9.7.3 无线局域网频道分配与调制 技术	213
8.2.2 WLAN 邻信道抑制技术	190	9.7.4 WLAN 性能对设计的要求	213
8.2.3 蓝牙与 WLAN 共存的问题	192	9.8 对 WLAN 性能的测试	214
8.3 带内干扰与链路预算	193	9.8.1 传统测试观点	214
8.3.1 数据传输距离与信噪比及接收机 灵敏度之间的关系	193	9.8.2 WLAN 测试方法	215
8.3.2 带内信号与干扰分析	194	9.8.3 WLAN 测试的经验参考值	217
8.3.3 电源控制对带内干扰的影响	195	9.8.4 与测试有关的其他相关问题 ...	217
8.4 蓝牙系统的干扰问题	195		
8.4.1 蓝牙系统抗干扰技术之特点	195	第 4 篇 安 全 篇	
8.4.2 蓝牙系统与 WLAN 之间的抗干扰 问题	196	第 10 章 密码学	221
第 9 章 无线局域网性能与测试	199	10.1 密码学的基本知识	221
9.1 基本定义	199	10.1.1 什么是密码学	221
9.2 网络性能描述	200	10.1.2 密码体制的分类	222
9.2.1 TCP/IP 协议的网络性能	200	10.1.3 密码分析	222
9.2.2 网络吞吐量	201	10.1.4 密码学的发展历史	223
9.3 影响无线局域网性能的因素	202	10.2 密码学的数学基础	223
9.3.1 IEEE 802.11 载荷结构	202	10.2.1 数论基础	223
9.3.2 载荷与吞吐量	203	10.2.2 近代代数基础	224
9.3.3 电源管理的影响	203	10.2.3 复杂性理论	225
9.4 WLAN 的服务质量	205	10.3 古典密码学	226
9.4.1 DCF 的许可区域	205	10.3.1 置换密码	226
9.4.2 没有冲突情况下的 DCF	205	10.3.2 替代密码	226
9.4.3 带有冲突的 DCF	206	10.4 对称密钥密码体制	230
9.4.4 PCF 的许可区域	206	10.4.1 流密码	230

10.4.2 分组密码·····	232	11.6.2 WEP 与 IPSec 的结合方案·····	290
10.5 公钥密码体制·····	240	11.6.3 用 AH/ESP 构造安全认证与安全通信 VPN·····	291
10.5.1 公钥密码基本原理·····	241	11.6.4 用 IPSec 的嵌套通道来构造 VPN 安全通信·····	291
10.5.2 单向陷门函数·····	242	11.6.5 VPN 与 802.1x·····	292
10.5.3 RSA 算法·····	242	11.6.6 VPN 在 WLAN 中使用所存在的问题·····	293
10.5.4 其他公钥体制·····	245	11.7 无线局域网密钥管理·····	295
10.5.5 椭圆曲线密码体制·····	246	11.8 WPA·····	295
第 11 章 无线局域网的信息安全问题 ·····	262	11.8.1 WPA 概述·····	295
11.1 无线局域网的安全问题·····	262	11.8.2 WPA 的原理与实现·····	297
11.1.1 早期无线局域网的安全措施·····	263	11.8.3 WPA 的认证功能·····	298
11.1.2 无线局域网的安全隐患·····	265	11.8.4 WPA 的数据加密功能·····	299
11.1.3 对无线局域网的各种攻击·····	265	11.8.5 WPA 的消息完整性校验功能·····	300
11.1.4 无线网络安全机制·····	266	11.8.6 WPA 所遇到的问题·····	300
11.2 WEP·····	267	11.8.7 WPA2·····	300
11.2.1 WEP 协议概述·····	267	11.9 WAPI 协议·····	301
11.2.2 WEP 数据加密·····	269	11.9.1 WAI·····	302
11.2.3 WEP 身份认证·····	271	11.9.2 WPI·····	304
11.2.4 WEP 协议数据完整性验证·····	272	11.9.3 WAPI 存在的问题·····	305
11.3 WEP 协议安全隐患和防范·····	272	11.10 无线局域网安全需要考虑的问题·····	305
11.3.1 WEP 的安全问题·····	272	11.10.1 无线局域网设计时需要考虑的内容·····	305
11.3.2 针对 WEP 协议的安全补救措施·····	274	11.10.2 WLAN 安全解决方案·····	307
11.4 IEEE 802.1x·····	276	11.10.3 WLAN 安全的未来之路·····	308
11.4.1 IEEE 802.1x 的数据加密·····	276	11.11 WLAN 安全、性能与成本·····	309
11.4.2 IEEE 802.1x 的身份认证·····	278		
11.4.3 IEEE 802.1x 协议存在的问题·····	284	第 5 篇 展 望 篇	
11.5 无线局域网认证体系·····	285	第 12 章 无线局域网的技术发展 ·····	313
11.5.1 开放认证·····	286	12.1 OFDM 技术·····	313
11.5.2 共享密钥认证·····	286	12.2 MIMO 技术·····	314
11.5.3 封闭网络访问控制·····	286	12.2.1 MIMO 技术的发展历程·····	314
11.5.4 访问控制列表·····	286	12.2.2 多入多出技术的基本概念·····	314
11.5.5 Kerberos 认证·····	287	12.2.3 空时码·····	315
11.6 VPN 与 WLAN·····	287		
11.6.1 VPN 技术概述·····	287		

12.2.4 MIMO 技术的研究现状	317	12.3.6 UWB 中脉冲时间控制技术的 实现	323
12.2.5 MIMO 技术在通信技术中的 应用	317	12.3.7 UWB 与其他几种无线个人 局域网技术的比较	324
12.3 UWB 技术	319	12.4 无线网络新标准	325
12.3.1 UWB 技术概述	319	12.4.1 HiperLAN2	325
12.3.2 UWB 技术分类	319	12.4.2 IEEE 802.11n 标准	329
12.3.3 UWB 技术特点	320	参考文献	333
12.3.4 UWB 技术标准	321		
12.3.5 UWB 技术原理	321		

第 1 篇 基 础 篇

本篇主要针对无线局域网的基本知识进行概述性介绍。其内容主要包括：无线局域网发展史、无线局域网的组成、应用环境及其相关无线通信技术知识。本篇包括第 1 章和第 2 章。

第1章 网络知识概述

通过本章的学习，你将掌握如下内容：

- 网络发展史；
- 网络的基本概念；
- 无线网络的种类；
- 局域网的基本概念；
- 典型无线通信网络的基本原理。

通信网络技术是通信技术与计算机技术结合的产物。通信网络尤其是计算机网络技术，从产生到现在只有半个世纪，但是已经对人类产生了深刻的影响。计算机网络就是将功能彼此独立的多台计算机，以共享资源和传递信息为目的，利用通信线路（有线、无线）相互连接起来所构成的整体。

可以认为，计算机网络是通信网络大范畴中的一个子范畴。计算机网络按照通信范围的不同可以分为局域网（LAN）、城域网（MAN）和广域网（WAN）三类；按照网络的传输介质不同可以分为有线网和无线网，有线网所采用的传输介质主要为双绞线、同轴电缆和光纤，而无线网则主要以无线电波、卫星和红外线等作为其传输介质。我们要研究的无线局域网就是局域网中的一种，它所采用的传输介质是无线形式的。那么什么是局域网？什么是无线局域网？为什么要研究无线局域网？无线局域网的优缺点有哪些？采用什么样的技术？应用环境有哪些？我们将在随后论述中对上述这些问题逐一介绍。

1.1 局域网概述

1.1.1 局域网发展与特征

局域网是一种比较常用的计算机网络，我们常说的以太网就是局域网的一个典型代表网络。局域网具有如下特点：

- 覆盖范围小。一般来讲，局域网都是被限定在一个比较小的范围内，其覆盖范围可能是一间办公室、一个公司、一个部门或者一个学校，等等。局域网的通信范围一般被限定在 0.1~25km 之间。
- 传输速度快。相对于广域网而言，有线方式的局域网数据传输速度要远高于广域网，现在已经出现了千兆以太网，而广域网的数据传输速度就要慢得多。目前局域网的数据传输速率一般为 10Mbit/s，光纤分布式数据网络（FDDI）的数据传输速率为 100Mbit/s，而广域网（WAN）的主干线速率国内仅为 64Kbit/s 或 2.048Mbit/s。无线局域网的数据传输速率相比有线网络要低得多。
- 差错率低。相对于广域网而言，有线局域网的数据传输差错率非常小，一般来讲，

局域网的差错率为 $10^{-8} \sim 10^{-11}$ 。

- 安全性高。有线局域网的通信范围一般被限定在一个固定的范围内，对其进行安全防护相对广域网和城域网要容易一些，可以利用防火墙、入侵检测、系统日志以及防病毒等措施对局域网进行安全防护。
- 扩展性强。局域网的终端用户可以根据需要进行适当调整，不需要特别多配置。相对而言，其扩展性比广域网要强。

上面是局域网相对于广域网的一些性能比较，关于有线局域网与无线局域网之间的详细比较，将在随后的内容中加以讲述。

1.1.2 局域网的基本组成

一般而言，局域网必须能够将各终端设备连接起来，所以各终端设备就是构建局域网的基本设备；其次，如果要构建局域网，那就必须要将各台彼此功能独立的计算机进行连接，因此，需要各种连接介质，这些连接介质包括同轴电缆、双绞线、光纤和无线电波等；另外，在局域网中还需要使用专用的网络连接设备，如网卡、集线器、RJ-45 插头和发射天线等；最后，还需要具有网络操作系统和局域网内部的网络管理软件等相关软件的支持。

1.1.3 局域网的网络拓扑结构

拓扑结构是从拓扑学（topology）中引申出来的一个专业术语。网络拓扑结构指的是各种终端设备与各种传输媒体之间的物理布局。将各种终端设备模拟成“点”，将各种传输介质模拟成“线”，则这些点和线所组成的网络结构称为网络的拓扑结构。在有线局域网中，主要采用总线型、星型和环型拓扑结构，另外还包括网型和树型拓扑结构等。

1. 总线型拓扑结构

在总线型拓扑结构中，物理介质是由所有终端设备所共享的，其结构如图 1-1 所示。使用这种结构的局域网必须要解决的一个问题就是要通过特定的机制来确保终端用户在使用传输介质发送数据的时候不会发生冲突。因为在局域网中，各终端设备的地位都是平等的，终端设备可以独立地获取网络资源，因此必须要在局域网中制定一种既能共享传输线路又能够避免冲突的信道管理机制。在局域网中的介质访问控制机制就是带有冲突检测的载波侦听多路访问机制，简称为 CSMA/CD。

总线型网络拓扑结构具有费用低、数据端用户接入灵活、安全性高、可靠性高、扩展性强等诸多优点，因此总线型网络是局域网中一种比较普遍的网络拓扑结构，也是应用最为广泛的一种网络拓扑结构。

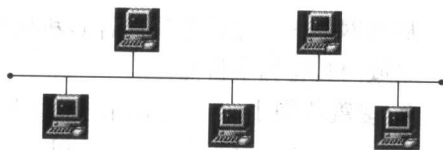


图 1-1 总线型拓扑结构

2. 星型拓扑结构

星型拓扑结构是最古老的一种局域网连接方式，如图 1-2 所示。在这种拓扑结构中，以中心节点为中心，将各终端设备连接在一起。由于各种中心节点的不同，局域网的物理拓扑结构和逻辑拓扑结构也随之不同。其中集线器的作用相当于一个多端口中继器，数据从一个端口进入之后，集线器会将这些数据通过其他所有端口广播出去，这种连接方式的特点就相当于总线型连接方式，因此可以认为其物理拓扑结构为星型，而逻辑拓扑为总线型。当中

心节点的设备为交换机时，整个结构才能叫做星型拓扑结构。10BASE-T 就是星型拓扑结构的一种应用。

星型拓扑结构的特点是便于实现集中控制，因为终端用户之间的通信必须要经过一个中心节点来实现。因此这种结构的网络也具有易于维护 and 安全性高等优点。各台终端用户设备的故障或者死机都不会影响其他终端用户之间的通信；但是在这种结构中，有一点是需要我们注意的地方，就是要求中心节点设备的可靠性必须非常高，一旦中心节点设备发生了故障，就将导致整个系统的瘫痪。因此需要对此中心系统采用双机热备份的方式来提高系统的可靠性。

3. 环型拓扑结构

环型拓扑结构在局域网中也是使用比较多的一种连接方式，如图 1-3 所示。在这种结构中，传输介质将所有终端用户连接在一起，组成一个环型结构网络，同时各终端设备都必须使用相同的网络适配器来与传输介质进行连接；在环型拓扑结构中，数据将按照一个固定方向进行传输，不论是顺时针还是逆时针，都只能按照一个方向进行。相对于星型结构的局域网来讲，其控制部分都被分散到各终端机器上，这样就消除了各终端用户对中心节点的依赖性。

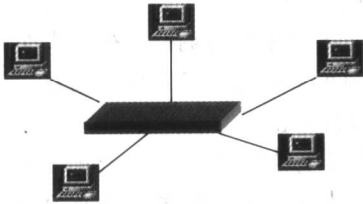


图 1-2 星型拓扑结构

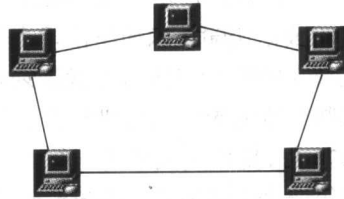


图 1-3 环型拓扑结构

4. 树型网络拓扑结构

树型拓扑结构也是局域网中的一种网络连接方式，如图 1-4 所示。这种网络拓扑结构的特点是：按层次进行连接以及信息交换仅在上下保持连接的两层实现。

5. 网状网络拓扑结构

网状拓扑结构在局域网中也有使用，如图 1-5 所示。这种网络拓扑结构的特点是：网络各节点可以任意连接；系统具有高可靠性；网络结构复杂，维护困难。

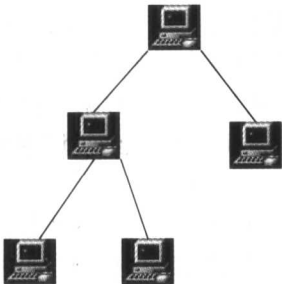


图 1-4 树型拓扑结构

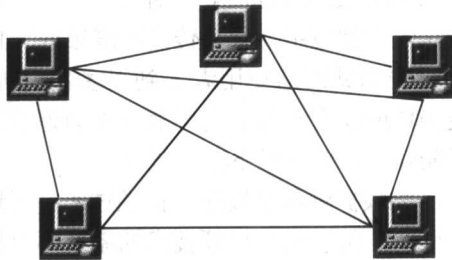


图 1-5 网状拓扑结构

1.2 无线局域网发展史

通过前面的讲述我们知道,在局域网领域中,按照传输介质的不同可以分为有线局域网和无线局域网,这两种网络也就是我们常说的 LAN 和 WLAN。以前我们常将局域网的概念限制在有线网络的范围内,但是随着无线方式和移动方式应用的不断增多,需要我们对无线局域网的概念与特性等有一个更为明晰的了解。因此我们首先要介绍一下与无线局域网有关的基本概念和无线局域网的发展史。

无线局域网(WLAN: Wireless Local Area Network)是指以无线信道来代替传统线传输介质所构成的局域网络。无线局域网是在有线网络的基础上发展而来的,WLAN 的出现能够使网络上的各种终端设备摆脱有线连接介质的束缚,使其具有更多的移动性,并能够实现与有线网络之间的互连和互通。

无线局域网也有广义与狭义之分。狭义无线局域网技术通常指的是我们常说的 WLAN,狭义无线局域网的内容包括 IEEE 802.11 系列标准和 HiperLAN1。而广义无线局域网的范围就要广泛得多,除了上述的 IEEE 802.11 系列标准和 HiperLAN1 标准之外,还包括无线个人局域网(WPAN)和以 IEEE 802.16 和 HiperLAN2 标准为代表的宽带无线接入技术等。

无线数据传输技术最早出现在第二次世界大战中,当时的无线传输技术被用于军队作战时越过敌人的防线来传送作战计划等军事行动信息。因为军事行动信息是保密信息,所以需要对这些传输的无线信号进行安全加密,以防止军事情报被泄密。

1971 年,夏威夷大学的一些研究人员创建了第一个无线电通信网络。由 Norman Abramson 开发的第一个无线网络 AlohaNet 于 1971 年投入运行,当时的数据传输速率为 9.6Kbit/s。AlohaNet 实际上是第一个无线网络,尽管它的发展经过了很长的一段时间。AlohaNet 是个无线广域网(WWAN),由双向星型拓扑结构连接的计算机组成,其卫星和陆地无线电传输协议也是以 Aloha 命名的。移动终端可以在任意时间传输信息,但是如果在同一时刻有多个终端要同时进行传输的话,那么这些终端之间就可能会发生冲突。减少冲突的一种方法是将信道划分为多个时隙并且要求所有终端设备只有在时隙开始的时候传输数据。

以太网的发展经历了跳跃式的飞速发展过程。以太网的效率比较高,数据传输速度也比较快,但是它必须使用物理传输线路作为其传播介质。无线网络则将以太网的可靠性、高速性与无线数据网络的优点恰如其分地结合在了一起。

无线局域网虽然具有很多灵活性和其他方面的优点,但是直到 1994 年,WLAN 才首次商业运作中得到应用,且其传输速度很低(12Mbit/s),工作频段为 900MHz。这些因素导致早期的无线局域网的使用者受到很多数据传输速度方面的限制。除了数据传输速率低以外,无线局域网还存在彼此之间兼容能力差等方面的问题。不同厂家的无线局域网系统之间可能会不兼容,原因有以下三个方面。

第一,跳频扩频和直接序列扩频技术是无线局域网最常用的技术,但是这两种技术是不会同时工作的,基于跳频扩频技术的系统不可能与另外一个基于直接序列扩频技术的系统进行通信。

第二,即使两个系统都采用了相同的技术,但由于各自工作在不同的频带上,也是不能互通的。如果两个系统不是在同一个信道上工作,那么无线网络中的接入点和无线网卡也是