

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



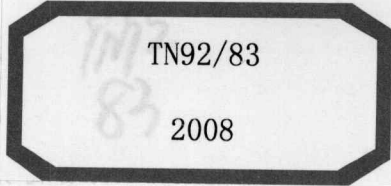
高等学校教材
计算机应用

无线网络技术导论

汪涛 主编



清华大学出版社



本书是清华大学网络教材系列之一，主要介绍计算机网络技术。本书共分4章，主要介绍网络基础知识、局域网技术、广域网技术、网络应用。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事网络工作的工程技术人员参考。

ISBN 978-7-302-16871-3
 清华大学出版社
 北京 2008

无线网络技术导论

汪涛 主编

清华大学出版社
 北京 2008

责任编辑：李 琳
 封面设计：李 琳
 印刷：清华大学出版社
 地址：清华大学出版社
 邮编：100084
 电话：010-62770173
 010-62770175
 010-62770176
 010-62770177
 010-62770178
 010-62770179
 010-62770180
 010-62770181
 010-62770182
 010-62770183
 010-62770184
 010-62770185
 010-62770186
 010-62770187
 010-62770188
 010-62770189
 010-62770190

清华大学出版社
 北京

内 容 简 介

本书全面介绍了当前各种主流的无线网络技术。主要内容包括5个部分:计算机网络及无线网络发展概况、网络原理基本概念;无线传输技术;无线局域网、无线个域网、无线城域网、无线广域网与移动 Ad Hoc 网络;无线传感器网络与无线 Mesh 网络;另外,附录为无线局域网实训内容。

本书内容丰富、新颖,语言简洁、易懂,层次结构合理、明晰,涵盖了当前无线网络领域的各种最新技术和主要研究成果,为使读者能够快速全面对无线网络技术有一个全面、系统的认识,本书的指导思想是不要让读者过度深陷于烦琐的技术细节之中,而是从宏观上从顶层去认识现有的无线网络技术。

本书可作为通信和计算机网络领域的研发人员、工程技术人员,大专院校的计算机科学与技术专业、网络工程专业及其他相关专业的本科生和研究生的参考书,对于有一定网络基础而对无线网络有浓厚兴趣的初学者也是一本不错的入门书籍。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

无线网络技术导论/汪涛主编.—北京:清华大学出版社,2008.2

(高等学校教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-16871-3

I. 无… II. 汪… III. 无线电通信—通信网—高等学校—教材 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 006792 号

责任编辑:闫红梅 李 晔

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18 字 数:434 千字

版 次:2008 年 2 月第 1 版 印 次:2008 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:27.00 元

本书如存在文字不清、漏印、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)62770177 转 3103 产品编号:027629-01

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻

性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过 20 多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前言

高等学校教材·计算机应用

伴随 Internet 的深入普及,人们的生活越来越离不开“网络”。虽然只有 40 多年的历史,但网络技术始终在不断快速发展,人们的需求也在不断提高,当前移动计算技术更加得到人们的青睐,人们希望摆脱有线网络的束缚,生活在一种无处不在的计算环境中,真正实现所谓的任何人(anyone)在任何时候(anytime)、任何地点(anywhere)可以采用任何方式(any means)与其他任何人(any other)进行任何通信(anything)。如何才能实现这样的美好梦想?当然需要许多先进技术的支持,如通信技术、计算机技术、网络技术、微电子技术、嵌入式技术、软件技术、信息处理技术等。而其中,最重要的技术应该就是无线网络技术了,只有以无线网络技术为核心,综合其他各种辅助技术才能真正构建符合人们要求的移动计算环境,实现人们普遍计算(ubiquitous computing)的梦想。

因此,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、无线体域网、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 Wi-Fi 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,不再一一列举。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,而导致无线网络技术也越来越成熟。

从 1999 年开始我就一直关注计算机网络领域的发展,从 2002 年开始我对无线网络技术更加关注,而今当我看过许多关于无线网络的书籍和资料后,第一感觉是自己好像知道了不少新技术,至少可以罗列如此之多的新技术名词啊!但是,当我再进一步对这些技术进行思考、进行整理的时候,却感到有些凌乱,缺乏一条主线去贯穿它们,这些技术之间内在的联系是什么样的?这是我心中的疑惑。我对此尚且有些不清楚,对于那些想初步涉足无线网络领域的初学者肯定更是不会特别明白。

2006 年年末,我就已经慢慢萌生了这样一个想法:我要编一本关于无线网络技术综述的书,这本书应该是面向初学者的,当然一定程度上也应该可以作为相关专业技术人员的一本参考书;这本书应该最好不要涉及过深的技术细节,这不是它的首要目的,但是它又应该让读者知道存在这些技术,知道这些技术是干什么的,有什么优势和缺

陷；这本书应该对种类繁多的无线网络技术进行一个科学的分类整理，理出一条或多条技术主线去把它们串起来，把自己的一点儿理解、一点儿思想容纳进去。

经过一个系统的策划之后，我决定开始这项自己觉得非常有价值的工作。第一步就是资料搜集工作，自己手头有些关于无线网络的书籍，可是要编写一本带有综述性质的书显然是不够的，于是我又根据自己对书的整体规划，买进了大量参考书。当我真正准备开始工作的时候，发现我的桌子上已经罗列了20多本关于无线网络的书籍，还有大量从网上搜集的电子版资料。通过前期准备工作，从2007年4月开始我正式进入书籍的编撰工作，经过假期的集中工作，终于在2007年7月底完成初稿。

在此，我要对许多被我参考的书籍的作者表示由衷的感谢，没有他们的工作，我无法如此顺利地完成这本书。准确地说，我只是做了一个总结性的工作，所以书中对他们的作品进行了大量的引用，这些我都在每章末尾的参考文献中列出，也便于读者进一步查阅。尽管自己没有做过多的原创性工作，但这本书的确融会了很多自己的思想，包含了自己对无线网络技术的理解，也算起到一个抛砖引玉的作用吧！

全书分为5个部分。第1章绪论为第1部分，介绍了计算机网络、无线网络的发展概况，简单回顾了计算机网络中协议分层的体系结构和参考模型等一些最基本的概念。第2章为第2部分，介绍和无线网络相关的各种无线传输技术，这对于读者理解后续章节具体的各种无线网络协议是非常有帮助的。第3~7章为第3部分，主要从无线网络覆盖范围的角度，介绍了无线个域网、无线局域网、无线城域网、无线广域网以及移动 Ad Hoc 网络（可以归到无线局域网范畴）。第8章和第9章为第4部分，主要从无线网络应用的角度，介绍了无线传感器网络、无线 Mesh 网络。第5部分附录是关于无线局域网的实训内容。

本书得到了锐捷公司的鼎力支持，锐捷网络学院的汪双顶老师负责了附录部分的编写。

北京理工大学计算机学院的宋瀚涛教授百忙之中为我悉心审定书稿，并提出了宝贵的建议，在此对他表示深深的谢意。

在本书的编写过程中，得到了炮兵学院军用网络工程教研室刘萍教授和李云副教授的关心与支持，在此向他们表示衷心的感谢。

由于本人水平有限，书中难免错误与不妥之处，敬请读者来信批评指正，非常乐意与您交流，以不断提高自己，我的 E-mail: wanderbj@126.com。

汪 涛

2007年9月

于合肥

目 录

高等学校教材·计算机应用

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机网络的发展历程	1
1.2 无线网络的兴起	4
1.3 网络体系结构	7
1.3.1 协议分层.....	7
1.3.2 层次设计问题.....	8
1.3.3 面向连接与无连接的服务.....	9
1.3.4 协议和服务的关系	12
1.4 协议参考模型.....	13
1.4.1 OSI 模型	13
1.4.2 TCP/IP 模型	15
1.4.3 比较 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型	17
1.4.4 无线网络的协议模型	18
1.5 与网络相关的标准化组织.....	19
1.5.1 电信领域中最有影响的组织	20
1.5.2 国际标准领域中最有影响的组织	21
1.5.3 Internet 标准领域中最有影响的组织	22
1.6 本书结构.....	23
参考文献	24
第 2 章 无线传输技术基础	25
2.1 无线传输媒体.....	25
2.1.1 地面微波	26
2.1.2 卫星微波	27
2.1.3 广播无线电波	28
2.1.4 红外线	29
2.1.5 光波	29
2.2 天线.....	29
2.2.1 辐射模式	30

2.2.2	天线类型	30
2.2.3	天线增益	32
2.3	传播方式	32
2.3.1	地波传播	33
2.3.2	天波传播	34
2.3.3	直线传播	34
2.4	直线传输系统中的损伤	35
2.4.1	衰减	36
2.4.2	自由空间损耗	36
2.4.3	噪声	37
2.4.4	大气吸收	38
2.4.5	多径	39
2.4.6	折射	39
2.5	移动环境中的衰退	39
2.5.1	多径传播	40
2.5.2	衰退类型	41
2.5.3	差错补偿机制	42
2.6	多普勒效应	44
2.7	信号编码技术	45
2.7.1	数据、信号和传输的模拟与数字之分	45
2.7.2	信号编码准则	48
2.7.3	数字数据与模拟信号	50
2.7.4	模拟数据与模拟信号	51
2.7.5	模拟数据与数字信号	51
2.8	扩频技术	52
2.9	差错控制技术	53
参考文献	53	
第3章	无线局域网	54
3.1	概述	54
3.1.1	无线局域网的覆盖范围	54
3.1.2	无线局域网的特点	55
3.1.3	无线局域网的发展历程与相关标准化活动	57
3.1.4	无线局域网的分类与应用	61
3.2	无线局域网的体系结构与服务	62
3.2.1	无线局域网的组成结构	62
3.2.2	无线局域网的拓扑结构	65
3.2.3	无线局域网的服务(service)	68
3.3	无线局域网的协议体系	70

3.4	IEEE 802.11 物理层	73
3.4.1	初始的 IEEE 802.11 物理层	74
3.4.2	IEEE 802.11a	76
3.4.3	IEEE 802.11b	77
3.4.4	IEEE 802.11g	78
3.5	IEEE 802.11 媒体访问控制层	79
3.5.1	可靠的数据传送	79
3.5.2	接入控制	80
3.5.3	MAC 帧	83
3.6	其他 IEEE 802.11 标准	87
3.7	Wi-Fi 保护接入	88
3.7.1	安全接入控制	89
3.7.2	具有报文完整性的保密性	90
	参考文献	92
第 4 章	无线个域网	93
4.1	概述	93
4.2	IEEE 802.15 标准	94
4.2.1	标准构成	94
4.2.2	IEEE 802.15.3	95
4.2.3	IEEE 802.15.3a	97
4.2.4	IEEE 802.15.4	97
4.3	蓝牙技术简介	97
4.3.1	蓝牙技术的诞生与发展	97
4.3.2	蓝牙技术介绍	98
4.3.3	蓝牙标准文档构成	99
4.3.4	蓝牙协议体系结构	100
4.3.5	应用模型	101
4.3.6	蓝牙应用	102
4.3.7	微微网和分布式网络	103
4.4	蓝牙无线电规范	104
4.5	蓝牙基带规范	105
4.5.1	跳频	105
4.5.2	物理链路	106
4.5.3	分组	107
4.5.4	纠错	109
4.5.5	逻辑信道	109
4.5.6	信道控制	110
4.5.7	蓝牙音频	112

87	4.6	蓝牙链路管理器规范	112
87	4.7	蓝牙逻辑链路控制和自适应协议	115
87	4.7.1	L2CAP 信道	115
77	4.7.2	L2CAP 分组	116
87	4.7.3	信令命令	117
97	4.7.4	服务质量	119
97	4.8	蓝牙服务发现协议	120
08	4.8.1	SDP 能够提供的服务能力	120
88	4.8.2	客户服务器交互	121
78	4.8.3	服务记录	122
88	4.8.4	服务属性	122
98	4.8.5	属性 ID	123
09	4.8.6	属性值	123
29	4.8.7	服务类	123
89	4.8.8	服务搜索	124
89	4.8.9	服务浏览	125
89		参考文献	126
89	第 5 章	无线城域网	127
89	5.1	无线城域网概况	127
79	5.1.1	无线城域网技术的形成	127
79	5.1.2	WiMAX 论坛	128
79	5.2	802.16 协议体系	129
79	5.2.1	概述	129
89	5.2.2	标准化进程	130
99	5.2.3	IEEE 802.16d 协议及系统概述	133
001	5.3	802.16 的物理层	135
101	5.3.1	WirelessMAN-SC	135
201	5.3.2	WirelessMAN-SCa	136
801	5.3.3	WirelessMAN-OFDM	136
101	5.3.4	WirelessMAN-OFDMA	136
801	5.3.5	信道模型	136
201	5.4	802.16 的 MAC 层	137
201	5.5	MAC 层的链路自适应机制	138
701	5.6	802.16 系统的 QoS 架构	140
901	5.6.1	服务类别的定义	140
901	5.6.2	QoS 框架和交互机制	141
011	5.6.3	服务提供及自动配置	142
811	5.7	802.16 系统的移动性	145

5.8	WiMAX 与其他技术的比较	146
5.8.1	WiMAX 技术与 Wi-Fi 技术的比较	146
5.8.2	WiMAX 技术与 3G 技术的比较	148
	参考文献	149
第 6 章	无线广域网	150
6.1	概述	150
6.2	802.20 技术特性	152
6.3	802.20 与其他技术间的关系	154
6.4	802.20 展望	156
	参考文献	156
第 7 章	移动 Ad Hoc 网络	157
7.1	概述	157
7.1.1	移动 Ad Hoc 网络的需求背景	157
7.1.2	分组无线网络发展简述	158
7.1.3	移动 Ad Hoc 网络的定义	160
7.1.4	移动 Ad Hoc 网络的特点	163
7.1.5	移动 Ad Hoc 网络中的问题	165
7.2	移动 Ad Hoc 网络的 MAC 层	167
7.2.1	Ad Hoc MAC 协议分类	168
7.2.2	竞争类 MAC 协议	169
7.2.3	分配类协议	173
7.2.4	混合类协议	176
7.3	移动 Ad Hoc 网络的网络层	178
7.3.1	Ad Hoc 路由协议分类	178
7.3.2	主动式路由协议	179
7.3.3	按需路由协议	180
7.3.4	混合路由协议	183
7.3.5	多径路由技术	184
7.3.6	多目标路由协议	185
7.3.7	路由协议的性能分析与评价	187
7.4	移动 Ad Hoc 网络的 IP 地址分配技术	190
7.5	移动 Ad Hoc 网络的功率控制	192
7.5.1	功率消耗源	192
7.5.2	功率控制	193
7.5.3	通用节能途径	193
7.6	移动 Ad Hoc 网络的 QoS 问题	195
7.6.1	服务质量参数	195
7.6.2	移动 Ad Hoc 网络提供 QoS 支持所面临的问题与困难	195

7.6.3	折中原理	196
7.6.4	处理方法	196
7.7	移动 Ad Hoc 网络的安全问题	197
7.7.1	移动 Ad Hoc 网络面临的安全威胁	197
7.7.2	安全目标	197
7.8	移动 Ad Hoc 网络的应用	198
	参考文献	200
第 8 章	无线传感器网络	201
8.1	什么是无线传感器网络	201
8.2	无线传感器网络的体系结构	201
8.3	无线传感器网络的特点	204
8.4	无线传感器网络的应用	206
8.5	无线传感器网络的 MAC 协议	208
8.6	无线传感器网络的路由协议	210
8.7	无线传感器网络的拓扑控制	212
8.8	无线传感器网络的定位技术	213
8.9	无线传感器网络的时间同步机制	214
8.10	无线传感器网络的安全技术	215
8.11	无线传感器网络的数据管理	216
8.12	无线传感器网络的数据融合	216
	参考文献	217
第 9 章	无线 Mesh 网络	218
9.1	概述	218
9.1.1	无线 Mesh 网络的起源	218
9.1.2	移动 Ad Hoc 网络向无线 Mesh 网络的演进	221
9.1.3	无线 Mesh 网络与其他无线网络的主要区别	224
9.1.4	无线 Mesh 网络的主要优缺点	226
9.2	无线 Mesh 网络的结构	227
9.2.1	无线 Mesh 网络结构的分类	227
9.2.2	802 标准族对 Mesh 结构的支持	230
9.3	无线 Mesh 网络 MAC 协议	236
9.3.1	速率自适应多跳网 MAC 协议	237
9.3.2	多信道 Mesh 网 MAC 协议	238
9.4	无线 Mesh 网络路由协议	243
9.4.1	无线 Mesh 网络路由协议分类	243
9.4.2	多射频链路质量源路由(MR-LQSR)协议	245
9.4.3	可预测的无线路由协议(PWRP)	246
9.4.4	单收发器多信道路由协议(MCRP)	246

9.4.5 高吞吐率路由(SrcRR)协议	247
9.4.6 射频感知路由协议(RARP)	247
9.5 无线 Mesh 网络的应用模式	248
9.5.1 WISP 模式	248
9.5.2 因特网延伸模式	250
9.5.3 行业应用模式	252
参考文献	254
附录 A 认识无线局域网硬件设备	255
附录 B 无线局域网 Ad Hoc 连接模式	257
附录 C 无线局域网 Infrastructure 连接模式	261

第1章

绪论

本章的目的是简单介绍一下计算机网络特别是无线网络技术的发展概况,并带领读者回顾一下计算机网络中最基本的一些概念,以便继续阅读,对计算机网络基本原理比较了解的读者则可以快速阅读或跳过本章。

1.1 计算机网络的发展历程

相比其他产业,计算机产业非常年轻,从1946年第一台计算机诞生至今,也仅仅有六十余年的历史,然而,计算机技术却在很短的时间内有了惊人的进展,其应用已经渗透到人们工作、学习和生活的各个领域,成为信息时代人类社会发展不可或缺的成分。

伴随着计算机产业的发展,计算机网络也慢慢登上了历史舞台,并成为信息社会的命脉和发展经济的重要基础。计算机网络最通俗的说法就是计算机的集合,它是计算机技术和通信技术日益紧密结合的产物。

在计算机诞生之初的20年间,计算机系统是高度集中化的,通常位于一个很大的房间中。该房间通常配有玻璃墙,参观的人透过玻璃墙可以欣赏到里边伟大的电子奇迹。中等规模的公司或者大学可能会有一台或者两台计算机,而大型的研究机构最多也就几十台计算机。要在20年内生产出大量同样功能但是体积比邮票还小的计算机,在当时的人们看来纯属科学幻想,更谈不上去构建计算机网络。

然而,计算机和通信的结合对于计算机系统的组织方式产生了深远的影响。把一台大型的计算机放在一个单独的房间中,然后用户带着他们的处理任务去房间里上机,这种“计算机中心”的概念现在已经完全过时了。由一台计算机来处理整个组织中所有的计算需求,这种老式的模型已经被新的模型所取代。在新的模型下,由大量独立的,但相互连接起来的计算机来共同完成计算任务,这就是计算机网络。计算机逐步向小型化、微型化发展,导致了计算机的普及,与之对立的资源的分散,也促成了计算机网络的产生与发展。

一般认为,计算机网络的发展大致经历了4个阶段。

第一阶段:诞生阶段。

早期的计算机系统是高度集中的,所有的设备安装在单独的大房间中,后来出现了批处理和分时系统,分时系统所连接的多个终端必须连接主计算机。20世纪50年代中后期,许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上,这样就出现了第

一代计算机网络。一直到 20 世纪 60 年代中期,第一代计算机网络都是以单个计算机为中心的远程联机系统。典型应用是由一台计算机和全美范围内 2000 多个终端组成的飞机订票系统。终端是一台计算机的外部设备包括显示器和键盘,无 CPU 和内存,参见图 1.1。

随着远程终端的增多,在主机前增加了前端机(FEP)。当时,人们把计算机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来,实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”,可见,这时所谓的计算机网络还不是严格的现代意义上的计算机网络,但这样的通信系统已具备了网络的雏形。

第二阶段:形成阶段。

20 世纪 60 年代中期至 70 年代的第二代计算机网络(如图 1.2 所示)是以多个主机通过通信线路互联起来,为用户提供服务,兴起于 20 世纪 60 年代后期,典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPAnet。主机之间不是直接用线路相连,而是由接口报文处理机(IMP)转接后互联的。IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责主机间的通信任务,构成了通信子网。通信子网互联的主机负责运行程序,提供资源共享,组成了资源子网。

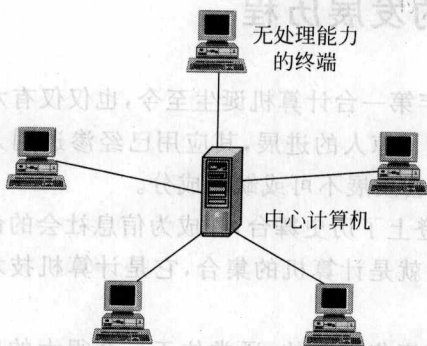


图 1.1 第一代网络

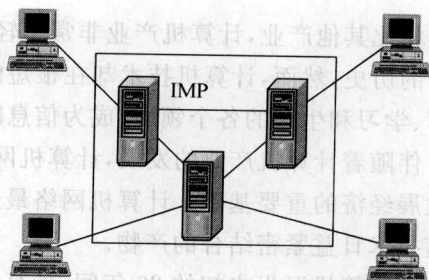


图 1.2 第二代网络

两个主机之间通信时对传送信息内容的理解,信息表示形式以及各种情况下的应答信号都必须遵守一个共同的约定,称为协议。在 ARPAnet 中,将协议按功能分成了若干层次,如何分层,以及各层中具体采用的协议的总和,称为网络协议体系结构,体系结构是个抽象的概念,其具体实现是通过特定的硬件和软件来完成的。

第二代网络以通信子网为中心,而且采用了具有划时代意义的分组交换技术,这也是支持现代计算机网络的最核心的灵魂技术。这个时期,网络概念发展为“以能够相互共享资源为目的的互联起来的具有独立功能的计算机之集合体”,形成了现代意义上的计算机网络的基本概念。

第三阶段:互联互通阶段。

20 世纪 70 年代末至 90 年代的第三代计算机网络(如图 1.3 所示)是具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。ARPAnet 兴起后,计算机网络发展迅猛,各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软、硬件产品。由于没有统一的标准,不同厂商的产品之间互联很困难,人们迫切需要一种开放性的标准化实用网络环境,这样应运而生两种国际通用的最重要的体系结构,即 TCP/IP 体系结构和国际标准化组织的 OSI 体系结构。

ISO 在 1984 年颁布了 OSI/RM,该模型分为 7 个层次,也称为 OSI 七层模型,它被公认

为新一代计算机网络体系结构的基础,为普及局域网奠定了基础。20世纪70年代后,由于大规模集成电路出现,局域网因为投资少、方便灵活而得到了广泛的应用和迅猛的发展,与广域网相比有共性,如分层的体系结构;又有不同的特性,如局域网为节省费用而不采用存储转发的方式,而是由单个的广播信道来连接网上计算机。

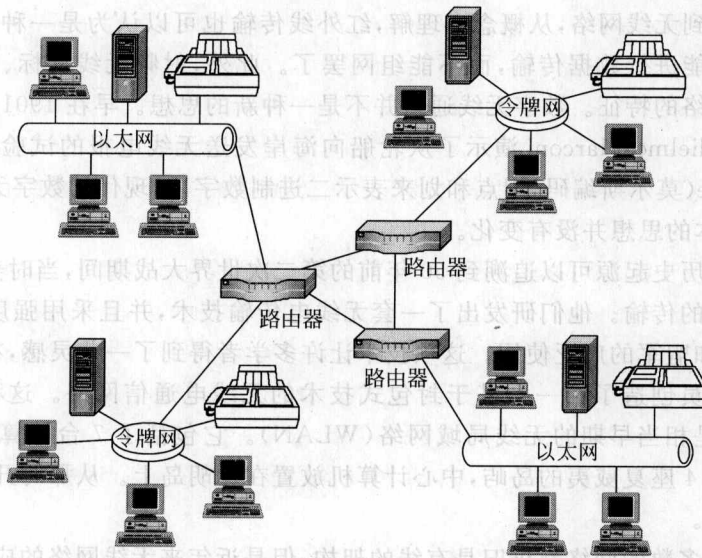


图 1.3 第三代网络

第四阶段：高速网络技术阶段。

20世纪90年代末至今的第四代计算机网络(如图1.4所示),由于局域网技术发展成熟,出现了光纤及高速网络技术、多媒体网络、智能网络,整个网络就像一个对用户透明的、大的计算机系统,发展为以Internet为代表的互联网。

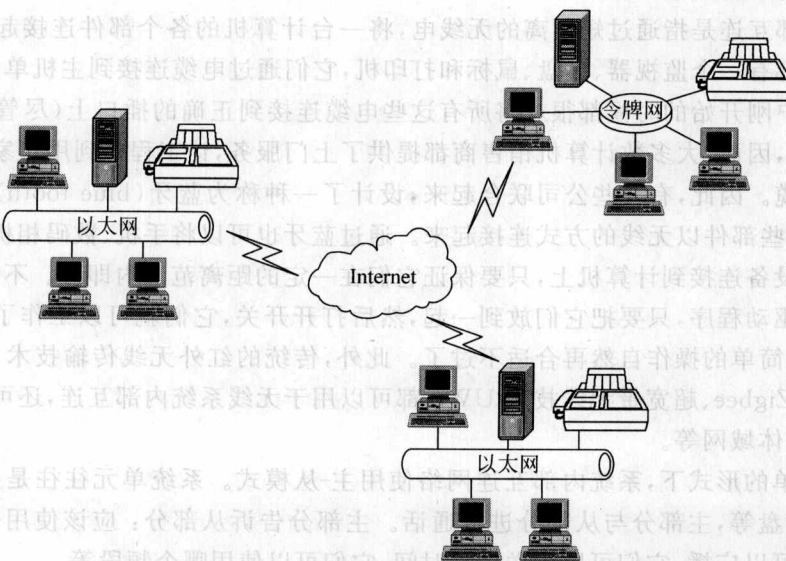


图 1.4 第四代网络