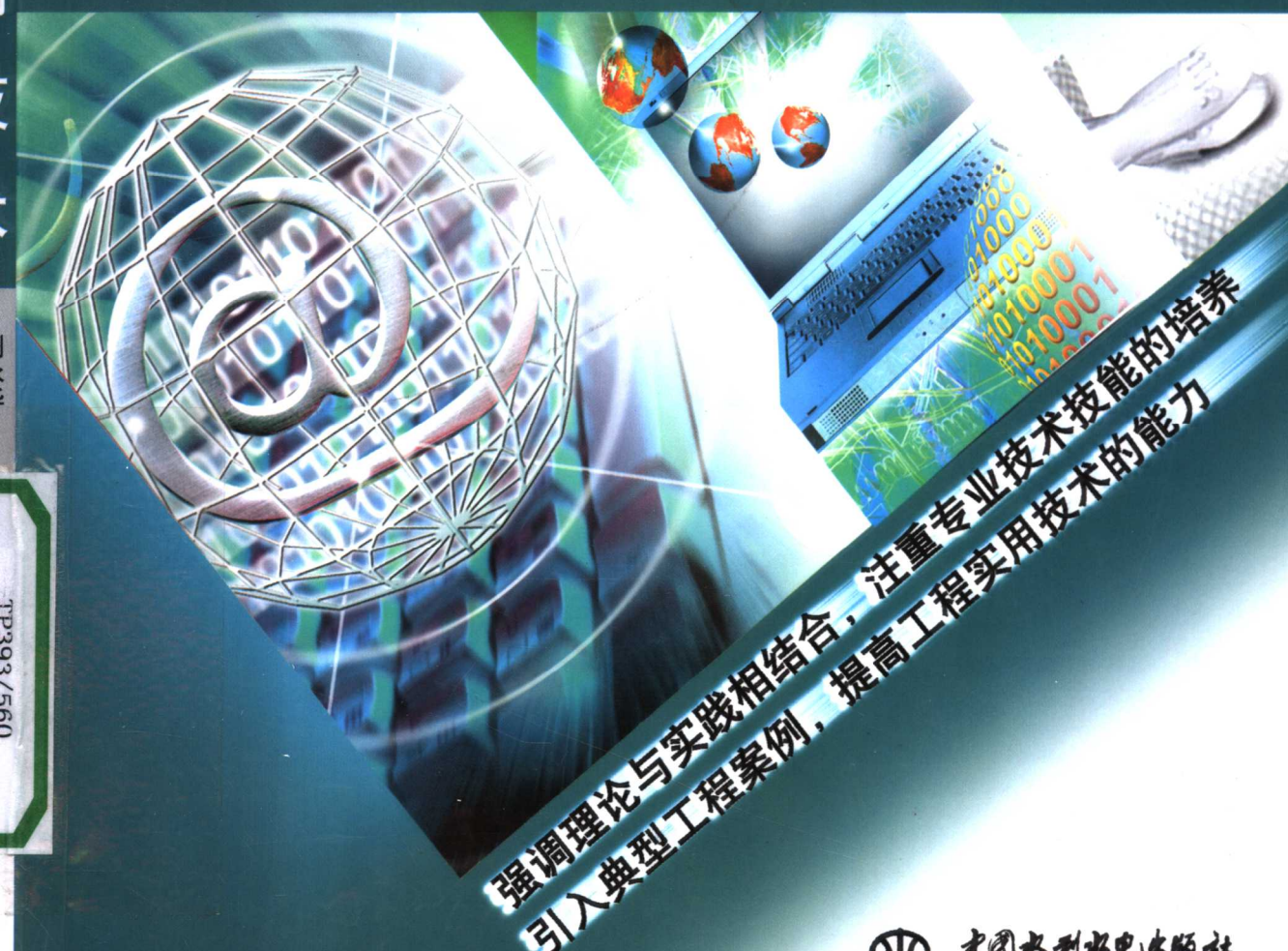




高等院校规划教材

刘永华 赵艳杰 编 著

计算机组网技术



强调理论与实践相结合，注重专业技术技能的培养
引入典型工程案例，提高工程实用技术的能力

TP393/560



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TP393/560

2008

21 世纪高等院校规划教材

计算机组网技术

刘永华 赵艳杰 编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书较系统地介绍了计算机网络的基础知识、组网技术、系统维护等相关方面的内容，基本上涵盖了计算机网络组建与维护所需的相关知识。

全书由 11 章组成。内容包括计算机网络知识概述、局域网设计与构建、计算机网络设备、交换技术及配置、路由技术及配置、网络布线技术、搭建网络服务、网络互联、网络安全与管理技术、网络维护与常见故障的分析与排除、网络系统集成案例分析。另外，附录中给出了局域网体系结构与以太网技术规范。

本书内容系统完整，内容丰富，实用性强，是一本理论和实践相结合的技术教程，适合作为高等院校计算机专业、网络工程专业的教材；也可供计算机、通信、网络布线、系统集成等领域的科技人员使用。

本书配有免费电子教案，读者可以从中国水利水电出版社网站上下载，网址为：
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机组网技术 / 刘永华等编著. —北京：中国水利水电出版社，2008

21 世纪高等院校规划教材

ISBN 978-7-5084-5102-2

I. 计… II. 刘… III. 计算机网络—高等学校—教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 175963 号

书 名	计算机组网技术
作 者	刘永华 赵艳杰 编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 19 印张 460 千字
版 次	2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	29.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培养的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了3个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:以计算机学科的科学体系为依托,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现

学科发展的内在规律；教材内容循序渐进，保证学术深度，减少知识重复，前后相互呼应，内容编排合理，整体结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

前 言

计算机网络是信息社会的重要支柱和基础设施。在社会走向信息化的过程中，需要有越来越多的懂得计算机网络技术的专业人员。许多高校都设置了计算机网络及网络工程等课程，专家学者也编写了不少这方面的教材，推动了计算机网络的发展，对培养网络人才起到了积极的作用。

计算机网络是一门高度综合与交叉的具有独特科学规律的学科。在现有网络教材中，着重讲解讨论计算机网络的体系结构及其通信协议，帮助学生掌握计算机网络的原理，了解网络运行的基本机制和方法。学生学习以后对网络有了大体的了解，但仅限于理论方面，在实践方面，有些人不会使用计算机网络设备，对计算机组网以及网络的设计与施工也茫无头绪，不知如何将理论应用于实践，对于网络应用中的故障也难以分析与排除。基于上述原因，本书以完整的计算机网络的组建过程及维护为基础，并结合具体的案例说明计算机网络设计及实施的各阶段采用的比较成熟思想和结构，着重培养学生分析问题、解决问题的能力。

本书共 11 章。内容包括计算机网络知识概述、局域网设计与构建、计算机网络设备、交换技术及配置、路由技术及配置、网络布线技术、搭建网络服务、网络互联、网络安全与管理技术、网络维护与常见故障的分析与排除、网络系统集成案例分析。另外，附录中给出了局域网体系结构与以太网技术规范。

本书内容系统完整，内容丰富，实用性强，是一本理论和实践相结合的技术教程，适合作为高等院校计算机专业、网络工程专业的教材，也可供计算机、通信、网络布线、系统集成等领域的科技人员使用。

本书由刘永华、赵艳杰编著，并负责全书统稿整理。解圣庆、王宗江、张峰庆、周金玲、张宗云、张淑玉、刘贞德参与了部分章节的编写，在此一并致谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，疏漏在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2007 年 12 月

目 录

序

前言

第1章 计算机网络知识概述	1
本章学习目标	1
1.1 计算机网络的发展	1
1.1.1 终端计算机网络	1
1.1.2 计算机—计算机网络	2
1.1.3 开放式标准化网络	3
1.1.4 网络计算机的新时代	3
1.2 计算机网络的分类和组成	4
1.2.1 计算机网络的分类	4
1.2.2 计算机网络的组成	6
1.3 计算机网络可提供的服务	7
1.4 Internet 的概念	8
1.4.1 Internet 的产生和发展	8
1.4.2 Internet 提供的服务	9
1.4.3 Internet 的展望	10
1.5 广域网的有关技术	10
1.5.1 接入网、传输网与广域网	10
1.5.2 ADSL 接入网技术	16
1.5.3 传输网技术	21
1.6 局域网的基础知识	23
1.6.1 局域网的基本特征	23
1.6.2 局域网的基本组成	24
1.6.3 局域网的类型	27
习题与思考题一	27
第2章 局域网设计与构建	29
本章学习目标	29
2.1 确定网络设计目标	30
2.1.1 需求分析	30
2.1.2 工程论证	31
2.1.3 网络设计原则	33
2.2 确定网络设计方案	34
2.2.1 网络标准的选择	34

2.2.2	网络拓扑结构选择	39
2.2.3	建立分级三层设计模型	42
2.2.4	IP 地址规划	46
2.2.5	网络布线设计	48
2.2.6	安全设计	50
2.3	网络产品选型	50
2.3.1	网络硬件设备选型	50
2.3.2	网络软件选择	52
2.4	网络的安装、调试与测试	53
2.5	用户培训	53
2.6	工程项目文档	54
	习题与思考题二	55
第 3 章	计算机网络设备	56
	本章学习目标	56
3.1	网络设备概述	56
3.1.1	服务器	57
3.1.2	工作站	59
3.1.3	网络适配器	60
3.1.4	中继器	61
3.1.5	集线器	62
3.1.6	网桥	63
3.1.7	交换机	65
3.1.8	路由器	67
3.1.9	无线设备	68
3.2	网络设备的连接	69
3.2.1	网络设备的总体连接方法	70
3.2.2	网络连接规则	71
3.2.3	网络设备的主要接口	75
3.2.4	交换机互联方式	79
3.2.5	路由器的硬件连接	81
3.3	网络设备的配置	83
3.3.1	交换机配置方式	83
3.3.2	交换机配置模式与命令	85
3.3.3	路由器配置方式	86
3.3.4	路由器配置模式与命令	87
	习题与思考题三	87
第 4 章	交换技术及配置	89
	本章学习目标	89
4.1	交换技术概述	89

4.1.1	二层交换技术	89
4.1.2	三层交换技术	90
4.2	VLAN 技术	92
4.2.1	VLAN 产生的原因	92
4.2.2	VLAN 标准	93
4.2.3	VLAN 的划分方法	94
4.2.4	VLAN 内及 VLAN 间的通信	95
4.3	链路聚合技术	98
4.3.1	链路聚合	98
4.3.2	流量平衡	99
4.4	生成树协议	100
4.4.1	交换网络中的冗余链路	100
4.4.2	生成树协议	101
4.5	交换技术综合应用案例	109
	习题与思考题四	113
第 5 章	路由技术及配置	114
	本章学习目标	114
5.1	路由器的作用与构成	114
5.1.1	路由器的作用	114
5.1.2	路由器的构成	116
5.2	路由表	117
5.2.1	路由表的构成	117
5.2.2	路由的分类	118
5.3	路由选择协议	121
5.3.1	基本概念	121
5.3.2	内部网关协议 RIP	122
5.3.3	内部网关协议 OSPF	123
5.3.4	外部网关协议 BGP	124
5.4	路由技术综合应用案例	126
	习题与思考题五	129
第 6 章	网络布线技术	130
	本章学习目标	130
6.1	办公楼内部布线方法	130
6.1.1	办公楼的结构特征	130
6.1.2	结构化布线子系统划分	131
6.1.3	结构化布线设计等级	132
6.1.4	结构化布线标准	132
6.2	结构化布线方法	133
6.2.1	工作区子系统布线方法	133

6.2.2	水平子系统布线方法	136
6.2.3	垂直干线子系统布线方法	140
6.2.4	设备间子系统设计	143
6.2.5	管理间布线方法	147
6.2.6	建筑群子系统布线方法	151
6.3	居民楼布线	156
6.4	办公室内的设备连接	157
6.5	设备间的连接	158
6.5.1	设备的种类	158
6.5.2	设备连接类型与方法	159
6.6	布线系统测试与验收	160
	习题与思考题六	163
第 7 章	搭建网络服务	164
	本章学习目标	164
7.1	网络服务概述	164
7.1.1	网络操作系统	164
7.1.2	域控制器	165
7.1.3	DNS 服务	167
7.1.4	DHCP 服务	171
7.1.5	WINS 服务	173
7.2	网络服务器的配置与使用	174
7.2.1	配置服务器	174
7.2.2	创建与管理用户	180
7.2.3	创建和管理组	183
7.3	从工作站登录到服务器的方法	185
7.3.1	配置客户端网络	185
7.3.2	将客户端加入活动目录	186
7.4	网络资源共享的方法	187
7.4.1	共享资源的方法	187
7.4.2	共享打印机的方法	187
	习题与思考题七	194
第 8 章	网络互联	196
	本章学习目标	196
8.1	虚拟专用网 VPN	196
8.1.1	VPN 原理	196
8.1.2	VPN 的 Windows 解决方案	198
8.2	网络地址转换 NAT	208
8.2.1	NAT 工作原理	208
8.2.2	NAT 技术实施	211

8.3 局域网宽带接入 Internet	211
8.3.1 NAT 技术的软件实现	212
8.3.2 Internet 连接共享接入	216
8.3.3 通过代理服务器接入	218
习题与思考题八	220
第 9 章 网络安全与管理技术	221
本章学习目标	221
9.1 网络安全问题概述	221
9.1.1 网络安全的概念	221
9.1.2 网络安全控制模型	222
9.1.3 安全威胁	223
9.2 网络安全技术	226
9.2.1 加密与认证技术	226
9.2.2 数字签名技术	228
9.2.3 入侵检测技术	229
9.2.4 防火墙技术	230
9.2.5 访问控制列表	234
9.3 网络管理技术	235
9.4 计算机病毒	239
习题与思考题九	241
第 10 章 网络维护与常见故障的分析与排除	242
本章学习目标	242
10.1 网络维护概述	242
10.2 网络常见故障	243
10.3 网络故障排除的思路和工具	244
10.3.1 故障排除思路	244
10.3.2 常用工具和命令	247
10.4 故障实例及排除方法	250
10.4.1 组网过程中的常见故障	250
10.4.2 局域网使用过程中的常见故障	255
习题与思考题十	259
第 11 章 网络系统集成案例分析	260
本章学习目标	260
11.1 小型网络系统集成方案	260
11.1.1 小型网络方案的特点与要求	260
11.1.2 3COM 小型有线局域网解决方案	261
11.1.3 小型无线局域网解决方案	262
11.2 中型网络系统集成方案	264
11.2.1 中型网络方案的特点与要求	265

11.2.2 锐捷中型网络解决方案.....	266
11.3 大型网络系统集成方案.....	267
11.3.1 大型网络方案的特点与要求.....	267
11.3.2 Cisco 大型局域网方案.....	268
习题与思考题十一	272
附录 局域网体系结构与以太网技术规范	273
参考文献	290

第 1 章 计算机网络知识概述

本章学习目标

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物，网络技术对信息产业的发展有着深远的影响。本章在介绍网络形成与发展、组成与功能的基础上，对 Internet 的概念与广域网、局域网技术等问题进行了系统的讨论。通过本章的学习，读者应该掌握以下内容：

- 计算机网络的形成与发展过程
- 计算机网络的分类、组成及功能
- Internet 的基本概念
- 广域网的有关技术
- 局域网的基础知识

计算机系统的应用已经深入到社会的各行各业以及家庭。人类社会正在进入信息爆炸时代。信息的存储处理离不开计算机。计算机网络技术把地理上分散的计算机应用系统连接在一起，组成功能强大的计算机网络，从而可以达到资源共享、分布处理和相互通信等目的。概略地说，计算机网络就是通过各种通信手段相互联接起来的计算机所组成的复合系统。数据通信正是为了适应计算机之间信息传输的需要而产生的一种新的通信方式，它是计算机网络中各计算机间信息传输的基础。

1.1 计算机网络的发展

计算机网络出现的历史不长，但发展很快，经历了一个从简单到复杂的演变过程。1946年，世界上第一台电子计算机 ENIAC 在美国诞生时，计算机和通信之间并没有什么联系。早期的计算机系统是高度集中的，所有设备安装在单独的大房间中。最初一台计算机只能供一个用户使用。后来随着发展出现了批处理和分时系统，一台计算机虽然可同时为多个用户服务，但若不和数据通信相结合，分时系统所连接的多个终端都必须紧挨着主计算机，用户必须到计算中心的终端室去使用，显然是不方便的。后来，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。用户可以在自己办公室内的终端上键入程序，通过通信线路送入中心计算机进行分时访问并使用其资源进行处理，处理结果再通过通信线路送回到用户的终端上显示或打印出来。这样就出现了第一代计算机网络。

1.1.1 终端计算机网络

第一代计算机网络实际上是以单台计算机为中心的远程联机系统。这样的系统除了一台中心计算机外，其余的终端都不具备自主处理功能，在系统中主要是终端和中心计算机间的通

信。虽然历史上也曾称它为计算机网络,但为了更明确地与后来出现的多台计算机互联的计算机网络相区分,现在也将其称为面向终端的计算机网络。

在远程联机系统中,随着所连远程终端个数的增多,中心计算机要承担的与各终端间通信的任务也必然加重,使得以数据处理为主要任务的中心计算机增加了许多额外的开销,实际工作效率下降。由此出现了数据处理和通信的分工,即在中心计算机前面增设一个前端处理机 FEP (Front End Processor,有时也简称为前端机)来完成通信工作,而让中心计算机专门进行数据处理,这样可显著地提高效率。另一方面,若每台远程终端都用一条专用通信线路与中心计算机连接,则线路的利用率低,且随着终端个数的不断增多,线路费用将达到难以负担的程度。因而,后来通常在终端比较集中的点设置终端控制器 TC (Terminal Controller)。终端控制器首先通过低速线路将附近各终端连接起来,再通过高速通信线路与远程中心计算机的前端机相连。它可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态的终端的数据,提高了远程线路的利用率,降低了通信费用。前端机和终端控制器也可以采用比较便宜的小型计算机或微型机来实现。这样的远程联机系统可以认为是计算机和计算机间通信的雏形。

1.1.2 计算机—计算机网络

第二代计算机网络是多台主计算机通过通信线路互联起来为用户提供服务,即所谓的计算机—计算机网络。这类网络是 20 世纪 60 年代后期开始兴起的,它和以单台计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于:这里的多台主计算机都具有自主处理能力,它们之间不存在主从关系。这样的多台主计算机互联的网络才是我们目前通称的计算机网络。在这种系统中,终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信,用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式被分散而又互联在一起的多台主计算机共同完成的模式所替代。第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网(ARPAnet)。20 世纪 60 年代后期,美国国防部高级研究计划署 ARPA (目前称为 DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency)提供经费给美国许多大学和公司,以促进对多台主计算机互联网络的研究,最终一个实验性的 4 节点网络开始运行并投入使用。ARPA 网后来扩展到连接数百台计算机,从欧洲到夏威夷,地理范围跨越了半个地球。目前我们有关计算机网络的许多知识都与 ARPA 网有关,ARPA 网中提出的一些概念和术语至今仍被引用。

以 ARPA 网以及英国国家物理实验室 NPL 的分组交换网为先驱,20 世纪 70 年代和 80 年代第二代计算机网络得到了迅猛发展。在这段时期内,各大计算机公司都陆续推出自己的网络体系结构,以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。用户购买计算机公司提供的网络产品,自己提供或租用通信线路就可自己组建计算机网络。IBM 公司的 SNA (System Network Architecture)和原有 DEC 公司的 DNA (Digital Network Architecture)就是两个最著名的例子。凡是按 SNA 组建的网络都可称为 SNA 网,凡是按 DNA 组建的网络都可称为 DNA 网或 DECNET。

当前世界上仍有不少第二代计算机网络在运行和提供服务。但是,第二代计算机网络有不少弊病,不能适应信息社会日益发展的需要,其中最主要的缺点是,第二代计算机网络大都是由研究单位、大学应用部门或计算机公司各自研制的,没有统一的网络体系结构,为实现更大范围内的信息交换与共享,把不同的第二代计算机网络互联起来十分困难。因而计算机网络必然要向更新的一代发展。

1.1.3 开放式标准化网络

第三代计算机网络是开放式标准化网络,它具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化协议。标准化使得不同的计算机能方便地互联在一起。20世纪70年代后期人们认识到第二代计算机网络的不足后,已开始提出发展新一代计算机网络的问题。国际标准化组织 ISO (International Standards Organization) 下属的计算机与信息处理标准化技术委员会 (Technical Committee) TC97 成立了一个专门研究此问题的委员会 (Sub-Committee)。经过若干年卓有成效的工作,ISO 制定并在 1984 年正式颁布了一个称为开放系统互联基本参考模型 (Open System Interconnection Basic Reference Model, OSI/RM) 的国际标准。这里,“开放系统”是相对于第二代计算机网络 (如 SNA 和 DNA 等) 中只能和同种计算机互联的每个厂商各自封闭的系统而言的,它可以和任何其他系统 (当然要遵循同样的国际标准) 通信而相互开放。该模型分为七个层次,有时也称为 OSI 七层模型。OSI 模型目前已被国际社会普遍接受,并公认为计算机网络体系结构的基础。

20 世纪 80 年代,以 OSI 模型为参照,ISO 以及当时的国际电话电报咨询委员会 CCITT 等为各个层次开发了一系列的协议标准,组成了一个庞大的 OSI 基本标准集。CCITT 是联合国国际电信联盟 (International Telecommunication Union, ITU) 下属的一个组织,目前已被撤消,该组更名为 IYU-TSS (Telecommunication Standardization Sector, 国际标准化部) 或简称为 ITU-T。由 CCITT 制定的标准都称为建议 (Recommendation)。虽然现在已没有了 CCITT,但有些资料习惯上仍称其为 CCITT 建议。最著名的 CCITT 建议是在公用数据网中广泛采用的,它们是 X.25、X.3、X.28、X.29 和 X.75。

遵循公开标准组建的网络通常都是开放的。遵守上述 CCITT X 系列建议组建的公用分组交换数据网是开放式标准化网络的一个典型例子。许多国家都有自己的公用分组交换数据网,如我国已于 1989 年开通并正式对外提供服务的 CHINAPAC。虽然这些网络内部的结构、采用的信道及设备不尽相同,但它们向外部用户提供的界面是相同的,互联界面也是相同的,因而,也易于互通。另一个开放式标准化网络的著名例子就是因特网 (Internet 也译为国际互联网)。它是在原 ARPAnet 技术上经过改造而逐步发展起来的,它对任何计算机开放,只要遵循 TCP/IP 协议套的标准并申请到 IP 地址就可以通过信道接入 Internet。这里 TCP 和 IP 是 Internet 采用的一套协议中最核心的两个,分别称为传输控制协议 (Transmission Control Protocol, TCP) 和网际协议或互联网协议 (Internet Protocol, IP)。它们虽然不是某个国际官方组织制定的标准,但由于被广泛采用,已成为事实上的国际标准。

1.1.4 网络计算机的新时代

近年来,随着信息高速公路计划的提出与实施,Internet 在地域、用户、功能和应用等多方面的不断拓展,以及 Internet 技术越来越广泛的应用,计算机的发展已进入了网络计算机的新时代,换句话说就是以网络为中心的时代。

现在任何一台计算机都必须以某种形式联网,以共享信息或协同工作,否则就无法充分发挥其效能。计算机网络本身的发展也进入了一个新的阶段。当前计算机网络的发展有若干引人注目的方向。首先,是计算机网络向高速化发展。早期的以太网 (Ethernet) 的数据速率只有 10Mbps (bits per second),即每秒传送一千万的比特 (即二进制位),目前速度高十倍的 100Mbps

的以太网已相当普及,而速度再提高十倍,达 Gbps (即 1000Mbps) 的产品也很多。从远距离网络来看,早期按照 CCITT X 建议组建的公用分组交换数据网的数据速率只有 64kbps;后来采用了帧中继 (Frame Relay) 技术,已可提高至 2Mbps;近年来出现的异步传输模式 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 可达到 155Mbps、622Mbps 甚至 2.5Gbps 的数据速率;更新的波分多路复用 WDM (Wave Division Multiplexing) 技术已开始展露其姿容,将可达到几十 Gbps,甚至更高的数据速率。其次,早期计算机网络中传输的主要是数字、文字和程序等数据,随着应用的扩展,提出了越来越多的图形、图像、声音和影像等多媒体信息在网络中传输的需求,这不但要求网络有更高的数据速率,或者说带宽,而且对延迟时间 (实时性)、时间抖动 (等时性)、服务质量等方面都提出了更高的要求。目前,电话、有线电视和数据等都有各自不同的网络,随着多媒体网络的建立和日趋成熟,三网融合甚至多网融合是一个重要的发展方向。

未来的计算机网络结构处于核心的是能传输各种多媒体信息的高速宽带主干网,它外连许多汇聚点 (Point Of Presence, POP)。端用户 (User) 可以通过电话线、电视电缆、光缆、无线信道等不同的传输媒体进入由形形色色的技术组成的不同接入网 (Access Network),再由汇聚点集中后连入主干网。由于因特网的巨大影响及成功运行,在整个网络中,核心协议将采用 Internet 的网际协议 IP,通过它把各种各样的通信子网互联在一起,并向上支持多种多媒体应用。这就是所谓的统一的 IP 网,即 IP over everything 和 Everything on IP。网络覆盖的地理范围将不断扩大,向全球延伸,并逐步深入到每个单位、每个办公室以至于每个家庭。有人描述未来通信和网络的目标是实现 5W 的个人通信,即任何人 (Whoever) 在任何时间 (Whenever) 任何地方 (Wherever) 都可以和任何另一个人 (Whomever) 通过网络进行通信,以传送任何信息 (Whatever),这是很诱人的发展前景。

1.2 计算机网络的分类和组成

1.2.1 计算机网络的分类

可以从不同的角度对计算机网络进行分类。按照网络所使用的传输技术 (Transmission Technology) 分为广播式网络 (总线形网、环形网、微波卫星网) 和点一点式网络 (星形、树形、网形);按照网络的覆盖范围与规模 (Scale) 分为局域网、广域网和城域网;按信息交换功能分为报文交换、电路交换、分组交换等;按网络系统拓扑结构分为树形网、星形网、环形网和总线网等;按通信介质可分为双绞线网、光纤网、卫星网、微波网等;按通信速率可分为高速网、中速网和低速网等;按传输带宽可分为基带网和宽带网等。

常用的网络类型是按网络的通信传输技术和网络的覆盖范围来划分的。

1. 按网络的覆盖范围划分

计算机网络按照其覆盖的地理范围进行分类,可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同,它们所采用的传输技术也就不同,因而形成了不同的网络技术特点与网络服务功能。按覆盖的地理范围进行分类,计算机网络可以分为三类:局域网、城域网与广域网。

(1) 局域网 (Local Area Network, LAN)。局域网的分布范围一般在几千米以内,最大距离一般不超过 10km,它是一个部门或单位组建的网络。工作范围在几米到几千米数量级,

如同一栋楼房、校园内、宿舍区内等。

(2) 广域网 (Wide Area Network, WAN)。广域网也称为远程网,一般跨越城市、地区、国家甚至洲。它往往以连接不同地域的大型主机系统或局域网为目的。工作范围在几十千米到几千千米数量级,如同一个国家、同一个洲甚至全球。

(3) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)。城域网原本指的是介于局域网和广域网之间的一种大范围的网路。因为随着局域网的广泛使用,人们逐渐要求扩大局域网的使用范围,或者要求将已经使用的局域网互相连接起来,使其成为一个规模较大的城市范围内的网路。工作范围在一千米到几十千米数量级,如同一个城市。

计算机网络的主要特征参数见表 1-1。

表 1-1 计算机网络的主要特征参数

网络分类	缩写	分布距离 (大约)	网络中的物理设备	传输速率范围
局域网	LAN	10m	房间	4Mbps~2Gbps
		100m	建筑物	
		几千米	校园	
城域网	MAN	10km	城市	50kbps~100Mbps
广域网	WAN	10~1000km	城市、国家和洲	9.6kbps~45Mbps

随着办公自动化技术的发展,各个机关、公司、企业、学校都建立了大量的局域网。各个局域网用户之间要交换信息,按照用户之间交换信息量的多少来看,局域网内部用户之间的信息交换量最大,同一个城市内局域网之间的信息交换量不断增加。为了解决同一个城市内大量局域网之间的信息高速交换问题,人们提出了城域计算机网络的概念,城域计算机网络通常简称为城域网。人们制定了城域网的标准,并开发出城域网产品。这样就形成了计算机网络由广域网、城域网与局域网组成的格局。广域网、城域网、局域网技术的发展为 Internet 的广泛应用奠定了坚实的基础。Internet 的广泛应用也促进了局域网与局域网、局域网与城域网、局域网与广域网、广域网与广域网互联技术的发展,以及高速网络技术的快速发展。

2. 按网络的通信传输技术划分

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点,因此根据网络所采用的传输技术对网络进行分类是一种很重要的方法。

在通信技术中,通信信道的类型有两类:广播通信信道与点一点通信信道。在广播通信信道中,多个节点共享一个通信信道,一个节点广播信息,其他节点必须接收信息。而在点一点通信信道中,一条通信线路只能连接一对节点,如果两个节点之间没有直接连接的线路,那么它们只能通过中间节点转接。显然,网络要通过通信信道完成数据传输任务,因此网络所采用的传输技术也只能有两类,即广播方式与点一点方式。

(1) 广播式网络 (Broadcast Networks): 如总线形网、环形网、微波卫星网等。

(2) 点一点式网络 (Point-to-Point Networks): 如星形、树形、网形等。

在广播式网络中,所有连网的计算机都共享一个公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时,所有其他的计算机都会“收听”到这个分组。由于发送的分组中带有目的地址与源地址,接收到该分组的计算机将检查目的地址是否与本节点地址相同。如果被