

国家精品课程配套教材

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

计算机网络 应用基础

The Foundations
of Computer Network Application

冯博琴 主编 程向前 编著

- 精讲网络理论，突出基础实践
- 强调企业应用，可操作性强
- 理论特色新颖，实验内容系统化



名家系列

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

教育部高等学校计算机专业教学指导委员会推荐教材

计算机网络 应用基础

第2版

教育部高等学校计算机专业教学指导委员会
教育部高等学校计算机专业教学指导委员会

主编 李俊 副主编 李俊

主审 李俊 李俊

主审 李俊 李俊

主审 李俊 李俊



清华大学出版社

国家精品课程配套教材

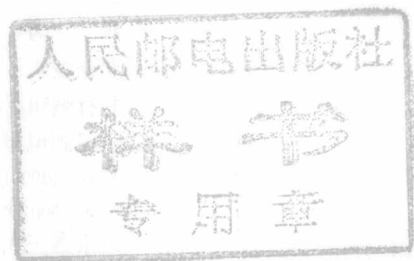
21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

计算机网络 应用基础

The Foundations
of Computer Network Application

冯博琴 主编 程向前 编著



名家系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络应用基础 / 冯博琴主编; 程向前编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 5
21世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-20608-4

I. 计… II. ①冯…②程… 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 (2009) 第043322号

内 容 提 要

本书是根据教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会《关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求》中“计算机网络技术与应用课程教学基本要求”编写而成的。全书分为8章, 内容包括计算机网络与企业信息基础、因特网基本服务与应用、局域网与网络设备、网络服务平台的构建、网页设计与编程、网络多媒体技术应用、基于 Mambo 的网站建设与内容管理, 以及网络安全与网络管理等。

本书围绕基于网络的企业信息系统构建, 提供了较为全面的知识和实验体系, 内容新颖, 层次分明, 可操作性强, 具有较强的实用性。

本书可作为高等院校非计算机专业“计算机网络”课程的教材, 也可作为计算机网络培训班的教学参考书。

21世纪高等学校计算机规划教材

计算机网络应用基础

◆ 主 编 冯博琴
编 著 程向前
责任编辑 滑 玉
执行编辑 张 鑫

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15
字数: 388千字 2009年5月第1版
印数: 1-3000册 2009年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20608-4/TP

定价: 26.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

出版者的话

推介名师好书，共享教育资源。为促进专业教材的建设，同时满足各学科建设和教学的需要，我社经过前期充分调研并征求多方意见，规划了本套教材。该套教材汇集精华，凝练智慧，旨在传承一线教学名师的教学精髓，提高年轻教师的教学水平，从本质上培养学生的分析问题、解决问题的能力。

本套教材主要体现了如下一些基本原则和特点。

作者权威 本套教材的作者均为国内计算机学科中的学术泰斗或高校教学一线的教学名师，他们有着深厚的科研功底和丰富的教学经验，其中不乏国内最具盛名的经典著作的撰写人。

定位准确 本套教材是为普通高等院校的学生量身定做的精品教材。具体体现在：一是本套教材的作者长期从事一线科研和教学工作，对高校教学有着深刻而独到的见解；二是本套教材在选题策划阶段便多次召开研讨会，对普通高校的教学需求和教材建设情况进行充分摸底，从而保证教材在内容组织和结构安排更加贴近实际教学；三是组织有关作者到较为典型的普通高等院校讲授课程教学方法，深入了解教师的教学需求，充分把握学生的理解能力，以组织教材内容，引导教师严格按照科学方法实施教学。

教材内容与时俱进 本套教材在充分吸收国内外最新计算机教学理念和教育体系的同时，更加注重基础理论、基本知识和基本技能的培养，集思想性、科学性、启发性、先进性和适应性于一身。本套教材内容取舍科学合理，而匠心独具的装帧设计也都恰如其分地体现了教材的内在水准，二者相得益彰，同时也显示了出版者倾心打造精品教材的良苦用心。

一纲多本，合理配套 根据不同的教学法，同一门课程可以有多本不同的教材，教材内容各具特色。专业基础课和专业主干课教材要配套。处理好教材统一性与多样化的关系，主教材与辅助教材以及教学参考书的关系；文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

本套教材反映了各位教学名师的教学水平，折射着名师的教学思想，表达着名师的教学风格，能够启发年轻教师们真正领悟教学精髓。学生通过本套教材可以掌握计算机专业的基本理论和知识，通过实践深化对理论的理解，学会理论方法的实际运用。同时，在本套教材的出版过程中，聚众人之精华，充分显示了本套教材的格调和品位。无论您是刚入杏坛的年轻教师，还是象牙塔内的莘莘学子，细细品读本套丛书，相信您总会有收获。

我们希望本套教材的出版能够为普通高等教育的教材建设工作做出贡献，欢迎各位老师和读者给我们的工作提出宝贵意见。

前 言

进入 21 世纪以来, 计算机网络, 尤其是因特网, 在国内高等院校得到了空前的普及和应用。大部分学习计算机网络课程的学生对因特网的基本应用并不陌生, 通过学习“大学计算机基础”课程对于计算机网络的基本构成也有了一定的认知。

如何深入学习计算机网络, 目前有很多方案可供选择。例如, 传统的计算机网络课程通常把重点放在网络理论上, 即在数据通信技术的基础上, 分层讲述计算机网络体系结构的具体内容; 计算机网络工程技术类课程, 则把重点放在路由器、服务器配置和组网技术上; 计算机网络应用类课程, 则偏重介绍 HTML、网页设计和网络程序设计等。

对于普通高等院校非计算机专业的学生, 如果学习传统的计算机网络课程, 由于缺乏必要的后续课程, 所学的内容很难转换成为实践技能; 如果学习计算机网络工程技术类课程, 所需要的实验条件可能难以保证; 在计算机网络应用类课程中, 如果需要学习网络编程, 一般需要有程序设计方面的预备知识。

这样, 一门针对普通高校非计算机专业学生的计算机网络应用基础课程, 必须考虑到以下几方面的因素:

- 课程内容应该与“大学计算机基础”课程中网络知识内容有传承、有区别;
- 应该考虑到学生毕业后在企事业单位工作时可能用到的知识;
- 由于基于网络的企业信息系统可能涉及网页设计、网站管理、网络编程、数据库等诸多内容, 即使不能一一尽述, 也应该通过一定的模型和实例进行这些知识的普及和训练;
- 有一定的理论内容, 便于学生今后对网络知识和理论进行深入探讨。

在考虑上述因素的基础上, 本书以企事业单位信息系统构建为主线, 讲述计算机网络的基本原理、建网技术、信息服务平台的建设、应用和管理等。

本书中心内容是介绍企业网络的建设和管理, 目的是使读者可以尽快掌握建设和使用网络平台所必需了解的网络基础知识并付诸实践; 遵循“学以致用”的原则, 强调理论与实践的紧密结合。

为了培养学生综合应用计算机网络的能力, 本书包括了网络实验平台相关实验内容, 引入国际上先进的开放性网络应用软件进行教学, 努力使读者获取的网络知识和技能与国际接轨, 并具备一定的网络信息平台的建设和管理能力。

本书主要特色包括:

- 以理论为导向, 以实验为手段对网络应用的基本概念进行实践;
- 系统介绍企事业单位信息系统的构建并进行初步的实验;
- 在内容选取上注意培养学生的综合应用能力, 提供了系统的网络实验平台和在此基础上进行实践和创新的必要知识;

本书与其他网络类教学参考书的主要区别在于:

- 引入了企业信息基础结构 (Enterprise information infrastructure) 的概念, 为

学生理解和掌握网络化企事业单位信息系统的基本结构提供了重要的模型；

- 大量采用开源软件作为实验资源（如服务器类组合软件 Apache Friends，门户类内容管理系统 Mambo），目的在于方便学生开阔视野、增强信心、积累经验，为其日后的发展提供坚实的基础；

- 重视普通高校计算机网络课程实验环境的基本状况，如绝大部分课程实验可以在 Windows XP 和局域网环境中完成，如果有 UNIX/Linux 环境，则实验效果将更为理想；

- 各个实验的安排具有系列化、系统化的特点。全部实验围绕着企业信息系统构建进行，对实验技能的覆盖相当全面。另外，利用课程提供的资源和实验指导可以开展具有综合性的创新开发和实验。

本书的教学计划建议按下表进行安排：

序号	授课内容	课时	实验内容	机时
1	第1章 计算机网络与企业信息基础结构	4	浏览器的安装与比较	2
2	第2章 因特网基本服务与应用	4	Outlook Express 的配置和应用	2
3	第3章 局域网与网络设备	4		0
4	第4章 网络服务平台的构建	4	Apache Friends 安装、配置与测试	2
5	第5章 网页设计与编程	4	Dreamwaver 网页设计与 PHP 程序调试	2
6	第6章 网络多媒体技术应用	4	流媒体制作与测试	2
7	第7章 基于Mambo的网站建设与内容管理	4	Mambo 安装、配置与定制	4
8	第8章 网络安全与网络管理	4	网络指令和 CommView 应用	2
9	小计	32		16

与本书相关的课程讲义、开放源码软件和其他有关资料可以通过西安交通大学的国家级精品课程“计算机网络”网站获取：<http://netcourse.xjtu.edu.cn>

读者来信请通过电子邮件 xqcheng@mail.xjtu.edu.cn 联系。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，内容选取和讲解定有不当之处，恳请读者批评指正。

编者
2009年1月

目 录

第 1 章 计算机网络与企业信息 基础结构

1.1 计算机网络与发展历史	1
1.1.1 计算机网络基本概念	1
1.1.2 计算机网络发展历史	1
1.1.3 计算机网络在中国的发展	3
1.2 因特网概述	4
1.2.1 基本组成	4
1.2.2 服务模型	5
1.2.3 通信模式	6
1.2.4 内联网、外联网概念	7
1.3 计算机网络体系结构	7
1.3.1 网络协议	8
1.3.2 分层的体系结构	8
1.3.3 网络体系结构中各层的功能	9
1.3.4 因特网的体系结构	9
1.3.5 协议体系结构与网络组件	11
1.4 因特网的主干结构和网络接入	11
1.4.1 因特网的主干结构	12
1.4.2 因特网接入技术	13
1.5 因特网端系统工作方式及网络 通信的实现	17
1.5.1 端系统上两种类型的服务	17
1.5.2 因特网通信的实现	18
1.5.3 分组交换网络的传送模式	22
1.5.4 广域网技术标准	24
1.6 企业信息基础结构	26
1.6.1 网络基础设施	27
1.6.2 计算机与操作系统	27
1.6.3 客户端软件 (Clientware)	27
1.6.4 服务器软件 (Serverware)	27
1.6.5 中间件 (Middleware)	27
1.6.6 管理类软件 (Manageware)	28
小结	28
习题	28

第 2 章 因特网基本服务与应用

2.1 应用层协议的工作机理	30
2.1.1 客户机/服务器模式及定位	31
2.1.2 因特网进程通信的基本特征	31
2.1.3 主机名、IP 与 URL	32
2.1.4 域名服务系统 (DNS)	33
2.2 万维网 (WWW)	34
2.2.1 超文本传输协议	36
2.2.2 万维网的缓存机制	39
2.2.3 浏览器的选择和应用	41
2.3 文件传输服务 (FTP)	46
2.3.1 FTP 的主要工作原理	46
2.3.2 FTP 的使用	47
2.4 电子邮件系统	48
2.4.1 简单邮件传送协议	51
2.4.2 电子邮件的信息格式	51
2.4.3 邮件读取协议	51
2.4.4 通用因特网邮件扩充	52
2.4.5 电子邮件的客户端和访问形式	52
2.5 远程登录	53
2.5.1 Telnet	53
2.5.2 SSH	54
2.5.3 远程桌面	55
2.6 基于因特网的对等网应用	56
2.6.1 P2P 技术的 3 种结构模式	57
2.6.2 常用 P2P 应用软件	59
小结	60
习题	60

第 3 章 局域网与网络设备

3.1 局域网	61
3.1.1 局域网概述	61
3.1.2 局域网技术标准	63
3.1.3 局域网地址与地址解析 协议 (ARP)	64

3.2 网络接口卡.....65	4.3.5 Apache Web 服务器认证.....107
3.2.1 网卡的功能.....65	4.4 服务器的部署问题.....110
3.2.2 网卡的选择.....66	4.4.1 虚拟化.....110
3.3 集线器和交换机.....66	4.4.2 集群和镜像.....110
3.3.1 集线器.....66	4.4.3 托管和租赁.....111
3.3.2 以太网和广播风暴.....67	小结.....113
3.3.3 网桥.....68	习题.....113
3.3.4 以太网交换机.....70	第5章 网页设计与编程.....115
3.3.5 虚拟局域网.....71	5.1 HTML 概述.....116
3.4 无线局域网(WLAN).....74	5.2 HTML 文档结构和常用元素.....117
3.4.1 无线通信协议.....74	5.3 HTML 标准单位.....118
3.4.2 无线局域网组建.....75	5.4 动态文档的工作原理.....119
3.4.3 无线局域网操作.....77	5.5 PHP 的基本元素.....121
3.5 路由器.....78	5.5.1 一个简单 PHP 程序示例.....121
3.5.1 路由器的结构.....79	5.5.2 将 PHP 程序嵌入网页的方法.....122
3.5.2 路由器的路由选择过程.....79	5.5.3 PHP 的常量、变量和数据类型.....122
3.5.3 路由器与网桥的比较.....80	5.6 表单与 PHP 处理程序.....126
3.5.4 网络地址转换(NAT).....81	5.7 网页的设计与测试环境.....135
3.5.5 虚拟专网(VPN).....81	5.7.1 Dreamweaver 的主要操作.....136
3.6 结构化布线技术.....83	5.7.2 Dreamweaver 的站点设置.....136
3.6.1 结构化布线的必要性.....83	5.7.3 静态网页设计和测试.....137
3.6.2 结构化布线系统的组成.....83	5.7.4 动态网页的编制与测试.....138
小结.....84	小结.....141
习题.....85	习题.....142
第4章 网络服务平台的构建.....86	第6章 网络多媒体技术应用.....143
4.1 服务器硬件选择.....86	6.1 多媒体基本概念.....143
4.1.1 应用级别.....86	6.1.1 多媒体技术的特点.....144
4.1.2 机箱结构.....87	6.1.2 网络多媒体应用的重要模型.....144
4.1.3 常用组件.....88	6.2 计算机网络与多媒体传输.....145
4.2 网络服务器操作系统.....91	6.2.1 理想的多媒体传输网络.....146
4.2.1 Windows NT 简介.....92	6.2.2 网络技术现状对多媒体传输的 影响.....147
4.2.2 Linux 入门.....94	6.2.3 目前网络条件下的多媒体应用 基本对策.....148
4.3 企业常用的服务器软件.....99	6.3 Web 媒体的应用.....149
4.3.1 IIS 的简介.....99	6.3.1 Web 与文字信息编码.....149
4.3.2 Apache Friends 服务器套件.....102	6.3.2 Web 图像格式和应用.....153
4.3.3 Mercury 邮件服务器的设置和 测试.....104	6.3.3 音频文件的格式与应用.....155
4.3.4 FilezilarFTP 服务器的配置、 启动和测试.....107	

6.4 流媒体网站开发技术	157	7.6.1 模块的编辑	188
6.4.1 流媒体传输技术	157	7.6.2 模块的安装	190
6.4.2 流媒体文件格式	160	7.7 用户管理	191
6.4.3 流媒体传输的实践案例	161	7.8 组件管理及应用	192
6.4.4 Real 流媒体处理技术	161	7.8.1 横幅广告	193
6.4.5 流媒体网站的部署	163	7.8.2 在线调查	195
6.4.6 流媒体传输质量控制	164	7.8.3 新闻转播	196
6.5 视频会议技术与应用	165	小结	198
6.5.1 视频通信技术的标准	166	习题	199
6.5.2 视频会议通信系统原理	167	第 8 章 网络安全与网络管理	200
6.5.3 组网结构	167	8.1 常见计算机网络安全问题	200
6.5.4 视频会议系统的构建	168	8.2 企事业单位网络安全的基本概念	202
小结	169	8.3 客户端安全性	202
习题	169	8.3.1 进程管理	202
第 7 章 基于 Mambo 的网站 建设与内容管理	171	8.3.2 端口管理	204
7.1 CMS 与 Mambo	171	8.3.3 浏览器安全设置	206
7.2 安装和配置 Mambo	172	8.3.4 常用 Windows 下网络命令	207
7.3 网站内容的发布	175	8.3.5 转移重要的工作目录	213
7.3.1 单元、分类和内容条目的建立	175	8.4 服务器安全性	213
7.3.2 菜单的建立	178	8.4.1 访问控制	213
7.3.3 内容的发布	179	8.4.2 安全套接字层及应用	215
7.4 媒体管理及网站 LOGO 的更改	180	8.4.3 DoS 与 DDoS 攻击原理及其 防范	216
7.4.1 媒体管理	180	8.4.4 漏洞及“木马”的防治	218
7.4.2 网站 LOGO 的更改	181	8.5 企业网络安全性	219
7.5 网站模板的使用	183	8.5.1 防火墙	219
7.5.1 模板的框架	183	8.5.2 网络流量分析	221
7.5.2 模板的切换	184	8.5.3 企事业单位网络安全方案	225
7.5.3 模板的分配	185	8.5.4 企业常规网络安全检测与防范	226
7.5.4 模板的编辑	186	小结	227
7.5.5 模板的新增与安装	187	习题	227
7.6 模块管理	188	参考文献	229

第 1 章

计算机网络与企业信息基础结构

如果上个世纪末，中国刚刚开启通向因特网的大门，那么今天的因特网，已经成为中国人民共享的重要的综合性文化、科技、教育、娱乐媒体平台。根据《中国互联网络发展状况统计报告》，截至 2007 年 12 月，中国网民数已增至 2.1 亿人，略低于美国的 2.15 亿，位于世界第二位。中国互联网的出口带宽达到 368 927Mbit/s。各省正式注册的网站数量达到 1 503 800 个。仅从以上数据可以得知，因特网实际上成为让世界了解中国，让中国走向世界最为重要的媒体之一。

除了作为公众网络提供信息共享，因特网也广为中国的企事业单位的信息管理和电子商务提供了重要的信息平台技术，形成了新型的企事业单位信息基础结构。因特网所具有的开放和竞争的特点，使得新的网络应用形式和网络应用软件不断出现，为企事业单位信息管理技术的进步，提供了丰富的技术资源。

1.1 计算机网络与发展历史

1.1.1 计算机网络基本概念

计算机网络是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下，实现资源共享和信息传递的系统。计算机网络的组成基本上包括：计算机、网络操作系统、传输介质（可以有方向的，如电缆或光纤；也可以是非方向的，如无线网通过大气和外层空间传播）、交换设备（如因特网中的路由器）以及相应的应用软件 5 个部分。

1.1.2 计算机网络发展历史

计算机网络的发展经历了从简单到复杂的过程，从最初为解决远程计算信息的收集和处理而形成的联机系统开始，发展到目前以资源共享为目的而互连起来的计算机群。计算机的发明和应用加速了计算机网络的诞生和发展，而计算机网络的发展又促进了计算机技术和通信技术的发展，并使得全社会逐步认识到网络和信息传播手段的进步给工作和生活带来的重大变化。计算机网络已经渗透到社会生活的各个领域，而各个领域应用不断拓宽和深入也对计算机网络的发展提出了新的更高的要求。计算机网络发展过程可归结为以下 4 个主要阶段。

1. 以单计算机为中心的终端联机系统

在 1946 年世界上第一台电子计算机问世后的十多年时间里，计算机数量极少且价格昂贵，而

通信线路和通信设备的价格相对便宜。最早的计算机网络主要是为了解决这对矛盾而产生的，其形式是将一台计算机经过通信线路与若干台终端直接连接，形成以单计算机为中心的联机网络系统，这类网络有时亦称为第一代网络，主要用于共享主机资源（CPU 处理能力）和进行信息采集及综合处理。

2. 计算机—计算机网络

从 20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期，随着计算机数量不断增加，应用领域逐渐扩展，新的需求也随之出现。由于计算机用途不同，一些计算机配置了高性能处理器和许多重要的外部设备，如海量存储装置、大型绘图仪，一些计算机配置了大型计算软件或大型数据库。而这些计算机资源的有效利用和共享是不可能依靠简单终端联机系统来完成的。这时候就出现了将多个单处理机联机终端网络互相连接起来，形成了多处理机互连的网络。这种网络利用通信线路将多个计算机连接起来，为用户提供各种计算机资源的共享和服务，并称之为第二代网络。

3. 体系结构标准化网络

有趣的是，计算机最初并不是作为通信系统组成部分来设计的，所以，计算机在一开始进行互连的时候，诸多厂家发现，竟然同一厂家生产的不同系列计算机产品也不能互相连接和进行数据通信。因此，一场计算机产品的网络标准化工作展开了。这项工作分两个部分，一是计算机厂家网络标准，二是计算机网络的国际标准。

IBM 公司在 1974 年在世界上首先提出了完整的计算机网络体系标准化的概念，宣布了 SNA（System Network Architecture）标准。IBM 公司用 SNA 作标准建立起的网络称为 SNA 网，用户可非常容易地将 IBM 各系列和型号的计算机互连建造网络。随后，DEC 公司公布了数字网络系统结构（Digital Network Architecture, DNA），Univac 公司公布了数据通信体系结构（Digital Communication Architecture, DCA）等。这些网络技术标准只是在一个公司产品范围内有效，遵从某种标准的、能够互连的网络通信产品，只是同一公司生产的同构型设备。

网络通信标准各自为政的状况使得用户在投资购买各个商品的产品上无所适从，也不利于各厂商之间的公平竞争，因此制定统一的技术标准势在必行。1977 年国际标准化组织（International Standard Organization, ISO）在研究和吸收各计算机制造厂家的网络体系结构标准化经验的基础上，开始着手制定开放系统互连的一系列标准，旨在将异种计算机方便互连，构成网络。该委员会制定了开放系统互连参考模型（Open System Interconnection, OSI），缩写为 ISO/OSI。作为国家标准，OSI 参考模型规定了互连的计算机系统之间的通信协议，遵从 OSI 参考模型的网络通信产品都是开放系统。今天，几乎所有网络产品厂商都声称自己的产品是开放系统，不遵循国际标准的产品逐渐失去了市场。这使得统一的、标准化产品在市场上互相竞争，同时也给网络技术的发展带来了更大的推动力。

这种根据网络体系结构标准建成的网络称为第三代网络。

4. 因特网时代

因特网是人类文明发展中的一个伟大的里程碑，人类通过它正进入一个前所未有的信息化社会。目前因特网已经成为世界上覆盖面最广、规模最大、信息资源最丰富的计算机信息网络。

而这个庞大网络的诞生，从某种意义上说，可以被认为是二战后冷战的产物。20 世纪 60 年代初，美国假想为了保证本土防卫和海外防御力量在受到前苏联第一次核打击以后仍然具有一定的生存和反击能力，认为有必要设计出一种分散的网络化指挥系统，它由一个个分布式的指挥机构组成，当部分指挥机构被摧毁后，其他部分仍能正常工作，并且这些幸存的指挥机构之间能够绕过那些已被摧毁的指挥机构而继续保持通信畅通。为了对这一构思进行验证，1969 年，美国国

防部高级研究规划局 (DOD/DARPA) 资助建立了名为 ARPAnet 网络发展计划, 这个网络采用分组交换技术, 通过专门的通信交换机和专门的通信线路相互连接。最早 ARPAnet 只连接了 4 台主机, 它们分别位于加利福尼亚大学洛杉矶分校、加利福尼亚大学圣芭芭拉分校、斯坦福大学和犹他州立大学, 这就是因特网最早的雏形。

1972 年的 ARPAnet 上的主机已经达到 40 余个, 这些主机彼此之间可以发送 E-mail; 进行文件传输, 即 FTP; 还可以把一台主机模拟成另一台远程主机的终端从而使用远程主机上资源, 这种方法被称为 Telnet。由此可知 E-mail、FTP 和 Telnet 是因特网上较早出现的应用形式, 它们今天仍然活跃在因特网上。

1974 年, 国际协议 (IP) 和传输控制协议 (TCP) 问世, 合称 TCP/IP。这两个协议定义了一种在计算机网络间传送报文 (命令或文件) 的方法。随后, 美国国防部决定向全世界无条件地免费提供 TCP/IP, 即向全世界公布解决计算机网络之间通信的核心技术。TCP/IP 的核心技术的公开最终推动了因特网的大发展。

1980 年, 世界上既有使用 TCP/IP 的美国军方的 ARPAnet, 也有很多使用其他通信协议的各种网络。为了将这些网络连接起来, 美国科学家温顿·瑟夫 (Vinton Cerf) 提出一个建议, 即在每个网络内部各自使用自己的通信协议, 在和其他网络通信时使用 TCP/IP。这个设想最终导致了因特网的诞生, 并确立了 TCP/IP 在网络互连方面的地位。

因特网在 20 世纪 80 年代的发展不仅具有量的积累, 而且带来了某些质的飞跃。由于众多学术团体、企业研究机构, 甚至个人用户的参与, 因特网的使用者不再限于单纯计算机专业人员。新的使用者发觉计算机相互间的通信对他们更有吸引力, 于是, 他们逐步把因特网当作一种交流与通信的工具, 而不仅仅只是共享网上巨型计算机的运算能力。

1993 年是因特网发展过程中非常重要的一年, 万维网 (WWW) 和浏览器的应用使因特网上出现了一个全新的应用平台。人们在因特网上所看到的内容不仅只是文字, 而且有了图片、声音和动画, 甚至还有了电影。因特网演变成了一个文字、图像、声音、动画、影片等多种媒体交相辉映的新世界, 更以前所未有的速度席卷了全世界。

这种根据因特网标准建成的网络称为第四代网络。

1.1.3 计算机网络在中国的发展

1986 年, 由北京计算机应用技术研究所 (即当时的国家机械委计算机应用技术研究所) 和德国卡尔斯鲁厄大学合作, 启动了名为 CANET (Chinese Academic Network) 的国际因特网项目。1987 年 9 月, 在北京计算机应用技术研究所内正式建成我国第一个因特网电子邮件节点, 连通了因特网的电子邮件系统。随后, 在国家科委的支持下, CANET 开始向我国的科研、学术、教育界提供因特网电子邮件服务。

1994 年 1 月, 美国国家科学基金会接受我国正式接入因特网的要求。同年 5 月, 中国连网工作全部完成。中国地区网络的域名也最终确定为 .cn。

1995 年 1 月, 中国电信分别在北京、上海设立的 64KB 专线开通, 并且通过电话网、DDN 专线以及 X.25 网等方式开始向社会提供因特网接入服务。1995 年 5 月, ChinaNET 全国骨干网开始筹建。同年 7 月, CERNET 连入美国的 128KB 国际专线开通。

1996 年 1 月, ChinaNET 全国骨干网建成并正式开通, 全国范围的公用计算机互连网络开始提供服务。

1997 年 5 月, 国务院信息化工作领导小组办公室发布《中国互联网络域名注册暂行管理办法》,

授权中国科学院组建和管理中国互联网络信息中心（CNNIC）并行使国家互联网络信息中心的职责，授权中国教育和科研计算机网中心与 CNNIC 签约并管理二级域名.edu.cn。

1997 年 11 月，中国互联网络信息中心发布了第一次《中国因特网发展状况统计报告》。报告中指出：截止到 1997 年 10 月 31 日，我国共有上网计算机 29.9 万台，上网用户 62 万人，.cn 下注册的域名 4066 个，WWW 站点 1500 个，国际出口带宽 18.64Mbit/s。

2008 年 1 月，中国互联网络信息中心发布了第 21 次《中国因特网发展状况统计报告》。报告中指出：截止到 2007 年 12 月，我国仅家庭上网计算机就达 7800 万台，上网用户已增至 2.1 亿人，中国域名总数达到 1 193 万个，这些域名中，大部分是中国的国家顶级域名.cn，占到中国域名总数的 75.4%，其次是.com 域名，占到 20.4%，WWW 站点 150.4 万个（不包括.edu.cn 下站点），国际出口带宽 368 927Mbit/s。

1.2 因特网概述

2000 年前后，因特网已经逐步深入到中国教育、科研以及社会生活的方方面面。从 20 世纪 80 年代发展起来的各种计算机网络技术也逐渐被因特网技术统一或取代。作为对社会影响巨大的因特网技术，应该从哪里着手开始对其进行研究呢？作为因特网的企业用户，需要对因特网的基本组成、服务模式和通信模式进行了解和研究，以便能够更为清醒和主动地利用因特网和企事业单位带来更大的竞争优势，为企业的战略目标和长期发展服务。

1.2.1 基本组成

因特网是由成千上万的不同类型、不同规模的计算机网络和成千上万个一同工作、共享信息的计算设备组成的世界范围的巨大的计算机网络，其结构如图 1-1 所示。

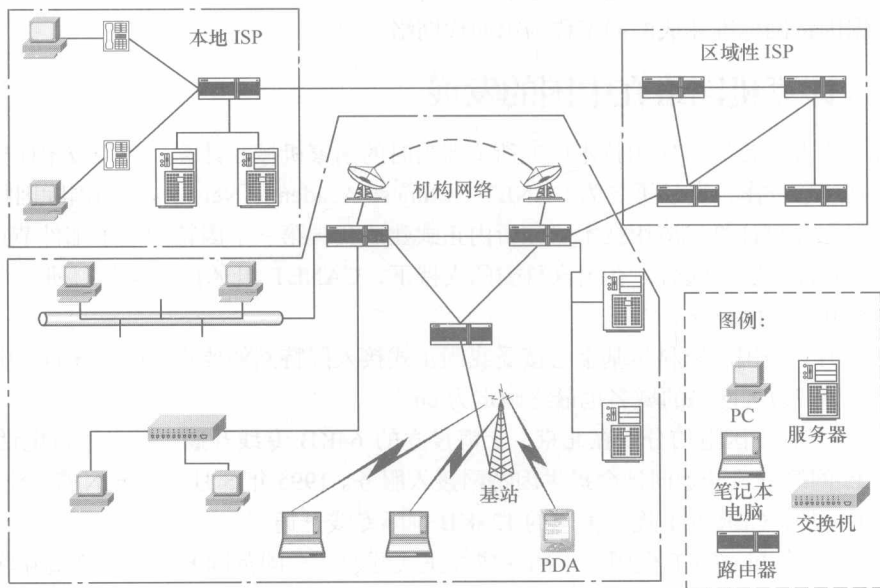


图 1-1 因特网构成示意图

组成因特网的计算机网络包括局域网、城域网以及大规模的广域网；计算设备中除传统的计算机，如 PC、工作站、小型机、中大型机或巨型机外，许多新颖的电子智能设备，如商务通、Web TV、移动电话、智能家电也开始接入因特网。根据因特网术语，这些设备可统称为主机 (host)、端系统 (end system) 或端接设备 (end device)。根据计算机网络的术语，这些设备构成了因特网的资源子网。在绝大部分网络通信中需要涉及通信的双方，一般称数据的发送方为信源，数据的接收方为信宿。

这些成千上万的网络和计算设备通过通信链路 (link)，如电话线、高速专用线、卫星、微波和光缆连接在一起，在全球范围构成了一个四通八达的“万网之网 (network of networks)”。通信链路由不同的物理介质构成，不同的链路以不同的速率传输数据。链路的传输速率通常用带宽 (bandwidth) 来描述，以每秒钟传输的比特数 (bit per second, bit/s, bps 或 b/s) 作为计量单位。

根据因特网的巨大规模，可以得出一个非常简单的结论：试图把所有的设备用通信链路进行直接连接是不可能的，必须像电话传输系统一样，通过交换设备将所有的端接设备接入网络。在因特网中，这种交换设备称为路由器 (router)。路由器按照网际协议 (Internet Protocol, IP) 所规定的方法和规则将信源系统中的信息以接力的方式通过一系列通信链路和路由器传送给信宿。

因特网的通信方式与打电话有很大的差别，它并不为通信的两端系统间提供一条专门的路径，而是使用一种称为分组交换 (packet switching) 的技术，以允许需要通信的多个端系统同时共享一条链路或部分路径。通信链路和路由器构成了因特网的核心，根据计算机网络的术语定义，就是因特网的通信子网。在计算机网络中，通信链路与路由器等通信设备构成了通信子网。

类似人类社会中，人们的沟通需要基本的礼仪和习俗一样，计算机网络也需要一套基本的通信规则，在因特网中，无论是端系统还是路由器，都必须在通信协议的协调下工作。而传输控制协议 (Transmission Control Protocol, TCP) 和网际协议 (Internet Protocol, IP) 则是因特网中最为重要的两个协议，整个因特网协议家族的简称为 TCP/IP。

因特网是一个“万网之网”，也就是说，它是许多各不相属网络的一个互连体。除了接入因特网的任何网络必须运行 IP，并遵循特定的命名与寻址规范等约束外，网络管理员可以按自己的选择配置并运行其管辖范围内的网络。

因特网的拓扑，即其各组成部分的互连形态是一种松散的层次结构。这个层级结构底层首先是通过接入网络 (access networks) 把用户端接设备连接到本地因特网服务提供商 (Internet service providers, ISP) 的端接路由器。接入网络既可以是机构或院校的局域网，也可以是带调制解调器的拨号电话线，还可以是基于电缆或电话的宽带接入网络。本地 ISP 进而连接到区域性 ISP，区域性 ISP 则连接到国家级或国际级 ISP (也称骨干网)。国家级和国际级 ISP 在该层次结构的顶层互连。在此框架结构下，新的网络和分支还可以不断加入。

从技术和开发角度看，如果没有各个因特网标准的建立、测试和实现，就没有因特网本身。这些标准由因特网工程任务组 (Internet Engineering Task Force, IETF) 开发。IETF 标准的文档称为 RFC (Request For Comments)。RFC 起源于为解决因特网前身所面临的体系结构问题而发起的一般性评注请求 (其名字也由此得来)。尽管从正式意义上它并不是标准，RFC 还是演变为作为标准来引用。RFC 往往技术性很强且非常详尽，如 TCP、IP、HTTP (用于 Web) 以及 SMTP (用于电子邮件) 就是由它定义的。现有的 RFC 已有 4 000 多个。

1.2.2 服务模型

因特网中的端系统上普遍运行分布式应用程序，并彼此交换数据。这些应用包括远程登录

(Telnet)、文件传输(FTP)、电子邮件(E-mail)、音频与视频流、实时音频与视频会议、分布式游戏、万维网浏览, IP电话等。

客户机/服务器(Client/Server,C/S)模型是网络应用和服务的一种形式。通常,采用C/S结构的系统,由一台或多台服务器以及大量的客户机组成。服务器配备大容量存储器并安装服务器软件和数据库系统,用于数据的存放和检索;客户机安装专用的软件,负责数据的输入、运算和输出。

客户机和服务器都是独立的计算机。当一台连入网络的计算机向其他计算机提供各种网络服务(如数据、文件的共享等)时,它就被当做服务器,而那些用于访问服务器资料的计算机则被称为客户机。严格说来,客户机/服务器模型并不是从物理分布的角度来定义,它所体现的是一种网络数据访问的实现方式。目前采用这种结构的系统在因特网上应用非常广泛。

对等网络(Peer To Peer, P2P)模型,它是网络应用和服务的另一种形式,又称对等网技术。在理想情况下, P2P 技术在各个节点之间直接进行资源和服务的共享,而不像 C/S 模型那样需要服务器的介入。在 P2P 网络中,每个节点都是对等的,同时充当服务器和客户机的角色。当需要其他节点的资源时,两个节点直接创建连接,本地节点是客户端;而为其他节点提供资源时,本机又成为了服务器。从某种意义上讲, P2P 更好地体现了因特网的本质,它使因特网的存储模型将由现在的“内容位于中心”模型改变为“内容位于边缘”模型。

1.2.3 通信模式

早期网络支持的应用大部分是面向文件访问,如 FTP 或文件共享服务,尽管二者在应用上有很多细节不同,例如,是通过网络传送整个文件还是在给定的时间只读出或写入文件的某一部分。这种远程文件访问通信可用一对进程来表示,第一个进程(在本地主机上)请求读/写文件,第二个进程(在远程主机上)响应这个请求。在此过程中,请求访问文件的进程称为客户端(client),支持访问文件的进程称为服务器(server)。读文件时,客户端给服务器发出较小的请求报文,而服务器用较大的报文响应,其中包含文件中的数据。写操作则相反,客户端给服务器发一个大报文,其中包含将被写入的数据,而服务器用一个小报文响应,确认数据已经写到磁盘上。(Telnet)作为因特网上的早期就出现的应用服务,也具有类似的行为特性,客户端进程提出请求(发出命令),服务器进程通过返回所执行命令的结果作为响应。

由于因特网自身设计的局限,目前在网络上的多媒体应用较为有限。但是音频和视频的流式播放作为因特网的一项应用正在兴起。尽管用户可以把整个视频文件下载,如同显示网页的过程一样,但必须等到视频文件传送完成最后一刻才能开始观看。而以报文流的方式播放视频意味着信源将创建一个视频流,以报文的形式在因特网上连续发送,而信宿在收到后立将其显示出来。视频点播是视频应用的一个例子,这种方式先从服务器硬盘上读取一个视频片断,然后把它传送到网络上去。另一种应用是视频会议,因为它有很严格的时间约束,就像使用电话一样,参与者之间的交互必须是实时的。当一端的用户有一个举动,这个举动必须尽快被显示在另一端,太长的延迟会造成系统无法正常使用。相反地,如果从用户单击某个视频链接到第一帧图像显示出来只用了几秒钟,那么这个服务就可被认为是令人满意的。此外,交互视频意味着有双向流动的视频数据,而视频点播应用大多只向一个方向发送视频数据。

这样可以抽象出两种通信模式:请求/应答(request/reply)模式和报文流(message stream)模式。请求/应答模式可用于面向文件传输的应用,它保证由一方发送的每条报文都被另一方接收,并且每个报文只传送一份拷贝。请求/应答模式还可以保证数据传输的保密和完整性,未经授权不能读

或修改客户端和服务器进程之间交换的数据。

报文流模式可用于视频点播和视频会议应用,可以设置参数支持单向和双向传输,并且支持不同的延迟特性。报文流模式一般不需要保证所有的报文都能送达,因为即使个别帧没有被接收到,视频应用仍可以运行。然而,它需要保证传送的报文必须按发送的顺序到达,这是为了避免播放帧时打乱顺序。另外,报文流模式需要支持多点播送(multicast),这样能使多方参与远程会议或观看视频。

本书大部分章节所涉内容,主要使用请求/应答模式,而报文流模式的相关内容则放在第 6 章中介绍。

1.2.4 内联网、外联网概念

内联网(Intranet)是因特网技术发展的热点之一。很多厂商和公司,如 SUN、SGI、微软、Oracle、Sybase 等都纷纷围绕内联网制定开发计划,研制新的产品,并且已有不少的内联网产品推向市场,用户数量呈不断上升趋势,显示出巨大的市场潜力。

那么,什么是内联网呢?简单地说,内联网是将因特网技术运用到企业内部信息系统中,其服务的对象原则上以企业内部员工为主,是以联系公司内部各个部门、促进公司内部沟通、提高工作效率、增加企业竞争力为目的。从技术上讲,内联网主要由公司级的 TCP/IP 网络和万维网系统构成,在内联网与因特网之间通过设置防火墙之类的安全性设施,既隔离外部用户又保持与因特网的连通性。

还有一个术语为外联网(Extranet),它与因特网(Internet)、内联网(Intranet)又有什么关系呢?外联网是一个使用因特网/内联网技术使企业与其客户和其他企业相连来完成其共同目标的合作网络。外联网可以作为公用的因特网和专用的内联网之间的桥梁,也可以被看作是一个能被企业成员访问或与其他企业合作的企业内联网的一部分。外联网通常与内联网一样位于防火墙之后,但既不像因特网为大众提供公共的通信服务,也不像内联网只为企业内部服务和不对公众公开,而是对一些有选择的合作者开放或向公众提供有选择的服务。外联网访问是半私有的,用户是由关系紧密的企业结成的小组,信息在信任的圈内共享。外联网非常适合于具有时效性的信息共享和企业间完成共有利益目的的活动。例如,外联网往往应用在电子商务中,使得供应链中不同企业之间能够更加有效地进行沟通。

1.3 计算机网络体系结构

目前,因特网存在许多技术性问题,如众多的应用形式和协议,各种类型的端系统及它们之间的交互,路由器与各种类型的链路的连接和交互问题等。面对如此复杂的网络系统,那么有什么好的办法可以对其进行描述和定义呢?

在现代社会,网络发展的大背景是技术发明不断激发人们应用网络的灵感,而新的网络应用理念又不断促进网络基础技术的快速发展。一个理想的计算机网络必须为大量计算机之间提供通用、经济、公平和健壮的信息通道,这是对网络发展方向的基本要求。从长远来看,网络还必须适应基础技术和应用需求的变化。为了有助于处理这种动态发展网络的复杂性问题,网络设计者已经制定了通用的蓝图,通常称为网络体系结构,用以指导网络的发展和实现。

当网络系统变得复杂时,就必须定义某种抽象。抽象的思想是定义一个能抓住系统主要特征