



普通高等教育“十三五”规划教材
高等院校计算机系列教材

计算机网络 (第二版)

李 浪 谢新华 刘先锋 ◎ 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

普通高等教育“十三五”规划教材
高等院校计算机系列教材

计算机网络 (第二版)

主 编	李 浪	谢新华	刘先锋
副主编	朱雅莉	许琼方	肖 颖
	倪曼蒂	熊 江	

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书是参考国内外有关文献资料,结合多年教学经验而编写的一本计算机网络实用教程。全书根据初学者的特点,由浅入深、系统地讲述了计算机网络的基本概念、原理、方法、算法和应用,目的是使读者学习本书后,能够掌握计算机网络的基本原理,应用计算机网络的基本知识与技术。全书从计算机网络的定义开始,继而按计算机网络的体系结构对各层次进行深入介绍。全书共分9章,第1章主要介绍计算机网络的定义、应用和发展历史;第2章主要介绍计算机网络的体系结构及参考模型;第3章主要介绍数据通信基础;第4章主要介绍物理层;第5章主要介绍数据链路层;第6章主要介绍局域网与介质访问子层;第7章主要介绍网络层,并对路由算法、拥塞控制算法进行了分类介绍;第8章主要介绍传输层,并对用户数据报协议、传输控制协议进行了详细描述;第9章主要介绍应用层的相关知识。

本书内容充实、重点突出,所选例题均具有较强的代表性,适合举一反三。本书遵循循序渐进的原则,注重基础性和实用性,特别适合作为大中专院校、各类职业院校及计算机培训学校等相关专业课程的教材;书中收集的例题与习题大多是与考研相关的内容;此外,也可作为计算机网络爱好者和初学者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/李浪,谢新华,刘先锋主编. —2版. —武汉:华中科技大学出版社,2017.7

普通高等教育“十三五”规划教材 高等院校计算机系列教材

ISBN 978-7-5680-3069-4

I. ①计… II. ①李… ②谢… ③刘… III. ①计算机网络-高等学校-教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 155417 号

计算机网络(第二版)

李 浪 谢新华 刘先锋 主编

Jisuanji Wangluo

责任编辑:陈元玉

封面设计:原色设计

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:19

字 数:459千字

版 次:2017年7月第2版第1次印刷

定 价:42.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等院校计算机系列教材

编 委 会

主 任:刘 宏

副 主 任:全惠云 熊 江

编 委:王志刚 王 毅 乐小波 刘先锋 刘连浩

刘 琳 羊四清 阳西述 许又全 陈书开

陈倩诒 邱建雄 杨凤年 李勇帆 李 浪

张 文 张小梅 何昭青 肖晓丽 何迎生

周 昱 罗新密 胡玉平 郭广军 徐雨明

徐长梅 高金华 黄同成 符开耀 龚德良

谭敏生 谭 阳 熊 江 戴经国 瞿绍军

第二版前言

随着计算机网络技术的飞速发展和应用,计算机网络已成为当今信息系统极为重要的一个组成部分,它已被广泛应用于家庭生活及工业、商业、办公、医疗、科研等社会生活的各个方面,组成信息共享的中心环节。计算机网络技术已成为 IT 领域的基础技术之一,社会迫切需要应用型计算机网络人才。因此,各院校需要培养大批计算机网络人才来满足日益增长的市场需求。

本书是计算机网络学习的入门教程,也是基础教程,主要面向初学者。本书以 ISO/OSI 参考模型为主线,重点讲述计算机网络目前采用的比较成熟的结构、方法和算法,突出基本原理和技术,力求做到深入浅出、通俗易懂。

本书每章后附有相应的习题,在章节内容的编排上,结合作者多年的实践教学经验,并依据现有考试大纲,涵盖了计算机科学与技术专业硕士研究生入学考试中网络课程的知识。同时,为了加深学生对计算机网络原理的理解,提升读者计算机网络的实际操作能力,书后还附有网络实验(实验目的、实验环境、实验内容等相关知识,并给出具体的实验步骤)。

本书第 1、2 章由刘先锋、倪曼蒂老师编写,第 3、4 章由许琼方老师编写,第 5、6、7 章由李浪老师编写,第 8、9 章由朱雅莉老师编写,附录由李浪、刘先锋、肖颖老师编写。全书在编写过程中得到了李哲涛、刘辉、熊江、尹强、刘俊辉、杜诚、李琪、杨柳、史岳鹏等非常有益的建议和指导。本书的作者都是从事多年计算机网络教学和科研的大学教师,在编写的过程中,参考了国内外大量文献资料,结合了多年教学科研经验成果。尽管我们再三校对,书中可能还存在错误和不足,恳请读者批评和指正。

特别感谢衡阳师范学院 2008 级和 2009 级计算机专业的学生,他们为全书进行了细致的校对,并提出了许多非常有益的建议。

第二版与第一版相比,主要做了以下修改:第一,修正了第一版中的部分错误。第二,增加了许多新的内容,对计算机网络中的基本概念和技术有了更清楚的介绍。第三,实验部分将 Windows 2000 系统下的实验修改为 Windows 7 系统下的实验,并增加了一些新的实验,以符合现今流行的操作系统、模拟软件和网络技术。

本书既可以作为大中专院校、各类职业院校及计算机培训学校相关专业课程的教材,也可以作为计算机网络爱好者和初学者的自学参考书。同时,相关的 PPT 和习题解答可以向华中科技大学出版社索取(联系电话:(027)81339688 转 537),当然也可以发邮件向我们索取,我们的联系方式:lilang911@126.com。

作者

2017 年 3 月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 计算机网络的定义	(1)
1.2 计算机网络的应用	(1)
1.2.1 办公自动化	(2)
1.2.2 电子数据交换	(2)
1.2.3 远程交换	(2)
1.2.4 远程教育	(2)
1.2.5 电子银行	(2)
1.2.6 电子公告板系统	(3)
1.2.7 证券及期货交易	(3)
1.2.8 广播分组交换	(3)
1.2.9 校园网	(3)
1.2.10 智能大厦和结构化综合布线系统	(3)
1.3 计算机网络的发展历史	(4)
1.3.1 计算机网络的形成	(4)
1.3.2 20 世纪 70 年代的计算机网络	(5)
1.3.3 20 世纪 80 年代的计算机网络	(6)
1.3.4 20 世纪 90 年代的计算机网络	(6)
1.3.5 Internet 的起源、发展历史	(6)
1.3.6 中国计算机网络的发展历史	(7)
1.4 计算机网络的分类	(8)
1.4.1 按地理范围划分	(8)
1.4.2 按拓扑结构划分	(9)
1.5 计算机网络的主要性能指标	(13)
习题 1	(15)
第 2 章 计算机网络的体系结构	(16)
2.1 计算机网络的构成和分类	(16)
2.1.1 网络软件	(16)
2.1.2 网络硬件	(17)
2.2 计算机网络的体系结构	(18)
2.2.1 计算机网络功能的分层	(18)
2.2.2 协议和协议的分层结构	(19)
2.2.3 计算机网络的体系结构	(20)

2.3 典型计算机网络参考模型	(20)
2.3.1 计算机网络的标准化	(20)
2.3.2 OSI 参考模型	(22)
2.3.3 TCP/IP 参考模型	(25)
2.3.4 五层协议的混合参考模型	(27)
习题 2	(27)
第 3 章 数据通信基础	(29)
3.1 数据通信的理论基础	(29)
3.1.1 基本概念	(29)
3.1.2 傅里叶分析	(29)
3.1.3 有限带宽信号	(31)
3.1.4 信道的最大数据传输速率	(31)
3.2 数据通信技术	(33)
3.2.1 数据通信系统的基本构成	(33)
3.2.2 数据编码技术	(34)
3.2.3 多路复用技术	(36)
3.3 数据交换技术	(41)
3.3.1 电路交换	(41)
3.3.2 报文交换	(42)
3.3.3 分组交换	(42)
习题 3	(43)
第 4 章 物理层	(45)
4.1 物理层的定义和功能	(45)
4.2 物理层的特性	(45)
4.3 典型的物理层标准接口	(45)
4.3.1 EIA RS-232C	(45)
4.3.2 EIA RS-449/423A/422A	(49)
4.3.3 CCITT X.21 与 X.25	(50)
4.4 传输媒体	(51)
4.5 宽带接入技术	(55)
4.5.1 ADSL	(55)
4.5.2 HFC	(56)
4.5.3 光纤接入技术	(57)
习题 4	(58)
第 5 章 数据链路层	(59)
5.1 定义和功能	(59)
5.1.1 定义	(59)
5.1.2 为网络层服务	(59)

5.1.3 成帧	(60)
5.1.4 差错控制	(61)
5.1.5 流量控制	(62)
5.2 错误检测和纠正	(63)
5.2.1 纠错码	(64)
5.2.2 检错码	(65)
5.3 基本的数据链路层协议	(67)
5.3.1 无约束单工协议	(67)
5.3.2 单工停等协议	(68)
5.3.3 有噪声信道的单工协议	(68)
5.4 滑动窗口协议	(69)
5.4.1 一比特滑动窗口协议	(71)
5.4.2 后退 N 帧 ARQ 协议	(72)
5.4.3 选择重传 ARQ 协议	(75)
5.5 常用的数据链路层协议	(79)
5.5.1 高级数据链路控制规程	(79)
5.5.2 X.25 数据链路层协议	(81)
5.5.3 Internet 数据链路层协议	(82)
5.5.4 ATM 数据链路层协议	(83)
习题 5	(83)
第 6 章 局域网与介质访问子层	(87)
6.1 局域网概述	(87)
6.1.1 局域网的发展和现状	(87)
6.1.2 局域网的定义和特点	(87)
6.2 局域网技术	(88)
6.2.1 信道分配	(88)
6.2.2 多路访问协议	(89)
6.3 局域网的 IEEE 802 系列标准	(92)
6.3.1 IEEE 802.3 和 Ethernet	(93)
6.3.2 IEEE 802.4:令牌总线	(95)
6.3.3 IEEE 802.5:令牌环	(96)
6.3.4 几种局域网的比较	(97)
6.3.5 IEEE 802.11:无线局域网	(98)
6.3.6 逻辑链路控制	(101)
6.4 网桥技术	(103)
6.4.1 连接 IEEE 802.X 和 IEEE 802.Y 的网桥	(103)
6.4.2 透明网桥/生成树网桥	(105)
6.4.3 源路由网桥	(107)

6.5 高速局域网桥技术	(109)
6.5.1 光纤分布式数据接口	(109)
6.5.2 快速以太网	(110)
习题 6	(111)
第 7 章 网络层	(114)
7.1 网络层概述	(114)
7.2 路由算法	(114)
7.2.1 最优化原则	(115)
7.2.2 最短路径路由算法	(115)
7.2.3 洪泛算法	(117)
7.2.4 基于流量的路由算法	(117)
7.2.5 距离向量路由算法	(118)
7.2.6 链路状态路由算法	(120)
7.2.7 分层路由算法	(121)
7.3 拥塞控制算法	(122)
7.3.1 拥塞控制的基本原理	(122)
7.3.2 拥塞控制算法	(124)
7.4 网络互联	(129)
7.4.1 级联虚电路	(129)
7.4.2 无连接网络互联	(131)
7.4.3 隧道技术	(131)
7.4.4 互联网路由	(135)
7.4.5 分段	(137)
7.4.6 防火墙与网络安全	(138)
7.5 Internet 网络层协议	(141)
7.5.1 IP 协议	(141)
7.5.2 网际控制报文协议	(155)
7.5.3 内部网关协议:OSPF	(158)
7.5.4 外部网关路由协议:BGP	(163)
7.5.5 IPv6	(164)
习题 7	(169)
第 8 章 传输层	(175)
8.1 传输服务	(175)
8.1.1 传输实体	(175)
8.1.2 传输层提供的传输服务	(175)
8.1.3 传输服务原语	(176)
8.2 传输协议	(178)
8.2.1 寻址	(178)

8.2.2 建立连接	(180)
8.2.3 释放连接	(181)
8.2.4 流量控制和缓冲策略	(183)
8.2.5 多路复用	(185)
8.2.6 传输层实体崩溃的恢复	(185)
8.3 传输层协议	(186)
8.3.1 用户数据报协议	(188)
8.3.2 传输控制协议	(191)
8.3.3 建立与释放 TCP 连接	(195)
8.3.4 TCP 状态机	(197)
8.3.5 TCP 重传策略	(201)
8.3.6 TCP 拥塞控制	(202)
习题 8	(206)
第 9 章 应用层	(210)
9.1 概述	(210)
9.1.1 地位和作用	(210)
9.1.2 TCP/IP 协议簇中的应用层协议	(211)
9.1.3 客户机/服务器模式	(211)
9.1.4 P2P	(212)
9.2 常见的网络应用	(213)
9.2.1 文件传输协议和远程登录(FTP & Telnet)	(213)
9.2.2 域名系统	(216)
9.2.3 电子邮件	(220)
9.2.4 万维网	(227)
9.2.5 网络管理	(235)
习题 9	(237)
附录 A 网络实验	(238)
实验一 基本网络命令	(238)
实验二 网线制作	(249)
实验三 Windows 7 系统 IIS 管理器配置	(252)
实验四 Cisco 路由器基础配置实验	(257)
实验五 网络编程	(264)
实验六 FTP 客户机的实现	(269)
实验七 使用 Ethereal 进行协议分析(综合实验)	(274)
实验八 基于 Cisco Packet Tracer 的 VLAN 的配置实验	(281)
实验九 OSPF 路由协议配置实验	(284)
实验十 路由器访问控制列表(ACL)配置实验	(288)
参考文献	(293)

第 1 章 概 论

计算机网络技术推动着人类向信息时代迈进。随着信息技术的发展和普及,计算机网络已经广泛应用于多个领域,已成为社会进步和发展的灵魂,影响着经济、教育、医疗等不同领域的长远发展。

1.1 计算机网络的定义

计算机网络的精确定义并未统一,随着科学技术的发展和人们侧重点的不同,人们对计算机网络的含义有不同的理解。

计算机网络的早期定义是指计算机技术与通信技术相结合实现远程信息处理和进一步达到资源共享的系统。人们依据计算机通信的观点,把一台计算机使用通信线路与若干用户终端相连的“终端—计算机”系统,或者使用通信线路将分散于不同地点的互相连接的“计算机—计算机”系统称为计算机网络。

自 ARPA 网问世后,1970 年美国信息处理学会召开的春季计算机联合会议,把计算机网络定义为:“用通信线路互联起来,能够相互共享资源(硬件、软件和数据等),并且集合各自具备独立功能的计算机系统”。这一定义与前一定义的主要区别是强调计算机网络是计算机系统的群体;各计算机之间不存在主从关系;计算机互联的目的是实现资源共享。由此可见,这一定义的出发点是资源共享。

随着分布式处理系统的发展,分布式计算机网络(也称为分布式计算机系统)应运而生,其定义为使用网络操作系统来自动管理用户任务所需的资源,使整个网络像一个计算机一样对用户透明的系统。它强调用户的透明性,即用户觉察不到多个计算机的存在。计算机网络与分布式计算机系统虽然有相同之处,但两者并不等同,两者的区别主要是软件的不同。分布式计算机系统最主要的特点是整个系统中的各计算机对用户都是透明的,就好像只有一个计算机一样。用户通过键入命令就可以运行程序,但并不知道是哪一台计算机在运行。而计算机网络不同,用户必须先要在欲运行程序的计算机进行登录,然后按照该计算机的地址将程序通过计算机网络传送到该计算机去运行,最后根据用户的命令将结果传送到指定的计算机。由此可见,计算机网络并不等同于分布式计算机系统。

目前通常采用的计算机网络定义是,利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统互联起来,以功能完善的网络软件(网络通信协议、信息交换方式、网络操作系统等)实现网络中资源共享和信息传递的系统。

1.2 计算机网络的应用

计算机网络在资源共享和信息交换方面所具有的功能,是其他系统所不能替代的。计

计算机网络所具有的高可靠性、高性能价格比和易扩充性等优点,使得它在工业、农业、交通运输、邮电通信、教育、商业、国防及科学研究等各个领域、各个行业应用越来越广泛。计算机网络应用的范围广泛,这里仅介绍一些带有普遍意义和典型意义的应用领域。

1.2.1 办公自动化

办公自动化(office automation, OA)系统,又称为电子办公,是指使用现代化技术来改进旧的办公的手段和方法。从计算机系统结构来看是一个计算机网络,每个办公室相当于一个工作站。它集计算机技术、数据库、局域网、远距离通信技术、人工智能、声音、图像、文字处理技术等综合应用技术之大成,是一种全新的信息处理方式,包括函电公文的往来,文件档案的保管,数据信息的采集、传输、处理、统计和显示等。办公自动化系统的核心是通信,其所提供的通信手段主要为数据和声音综合服务、可视会议服务和电子邮件服务。

1.2.2 电子数据交换

电子数据交换(electronic data interchange, EDI)是按照一定的协议,通过通信网络传输,对具有一定结构特征的标准经济信息,在商业贸易伙伴的计算机系统之间进行交换和自动处理的技术。它是将贸易、运输、保险、银行、海关等行业信息用一种国际公认的标准格式,通过计算机网络通信,实现各企业之间的数据交换,并完成以贸易为中心的业务全过程。目前我国已建立起覆盖全国的通用 EDI 系统,“金关”工程就是以 EDI 作为通信平台的。

1.2.3 远程交换

远程交换(telecommuting)是一种在线服务(online serving)系统。一个公司内本部与子公司办公室之间可通过远程交换系统实现分布式办公系统。远程交换的作用不仅仅是工作场地的转移,它还大大加强了企业的活力与快速反应能力。远程交换技术的发展,对世界的整个经济运作规则产生了巨大的影响。

1.2.4 远程教育

远程教育(distance education)是一种利用在线服务系统,开展学历或者非学历教育的全新的教学模式。远程教育几乎可以提供大学中所有的课程,学员通过远程教育,同样可获得正规大学从学士到博士的所有学位。这种教育方式,对于已从事工作而仍想完成高学位的人士特别有吸引力。

1.2.5 电子银行

电子银行也是一种在线服务系统,是一种由银行提供的基于计算机和计算机网络的新型金融服务系统。电子银行的功能包括金融交易卡服务、自动存取款作业、销售点自动转账服务、电子汇款与清算等,其核心是为金融交易卡服务。金融交易卡的诞生,标志着人类交换方式从物物交换、货币交换到信息交换的又一次飞跃。

1.2.6 电子公告板系统

电子公告板系统(bulletin board system, BBS)是一种发布并交换信息的在线服务系统。BBS可以使更多的用户通过电话线以简单的终端形式实现互联,从而得到廉价的丰富信息,并为其会员提供网上交谈、发布消息、传送文件和游戏等。

1.2.7 证券及期货交易

证券及期货交易由于获利巨大、风险巨大且行情变化迅速,所以投资者对信息的依赖显得格外重要。金融业通过在线服务计算机网络为客户提供证券市场分析、预测、金融管理、投资计划等需要大量计算工作的服务,提供在线股票经纪人服务和在线数据库服务(最新股价数据库、历史股价数据库、股指数据库及有关新闻、文章、股评等)。

1.2.8 广播分组交换

广播分组交换实际上是由一种无线广播与在线系统结合的特殊服务,该系统可使用户在任何地点都能使用在线服务系统。广播分组交换可提供电子邮件、新闻、文件等传送服务,无线广播与在线系统通过调制解调器,再通过电话局结合在一起。移动式电话也属于广播系统。

1.2.9 校园网

校园网(campus network)是在大学校园内用于完成大中型计算机资源及其他网内资源共享的通信网络。无论在国内还是国外,校园网的存在与否,是衡量该院校学术水平与管理水平的重要标志,也是提高学校教学、科研水平不可或缺的重要支撑环节。

共享资源是校园网最基本的应用,人们通过网络有效地共享各种软件、硬件及信息资源,可为众多的科研人员提供一种崭新的合作环境。校园网可以提供具有异型机联网的公共计算环境、海量的用户文件存储空间、昂贵的打印输出设备,能方便获取的图文并茂的电子图书信息,并提供为各级行政人员服务的行政信息管理系统和为一般用户服务的电子邮件系统。

1.2.10 智能大厦和结构化综合布线系统

智能大厦(intelligent building)是近10年来兴起的高技术建筑形式,它集计算机技术、通信技术、人类工程学、楼宇控制、楼宇设施管理为一体,使大楼具有高度的适应性(柔性),以适应各种不同环境与不同客户的需要。智能大厦是以信息技术为主要支撑的,这也是其具有“智能”之名称的由来。有人认为具有三A的大厦,可视为智能大厦。所谓三A就是CA(通信自动化)、OA(办公自动化)和BA(楼宇自动化)。概括起来,智能大厦除了要具有传统大厦功能之外,还必须具备高舒适的工程环境、高效率的管理信息系统和办公自动化系统、先进的计算机网络和远距离通信网络及楼宇自动化等基本构成要素。

1.3 计算机网络的发展历史

计算机网络的发展过程是计算机与通信的融合过程。计算机网络的发展过程经历了20世纪60年代的萌芽、70年代的兴起、70年代中期到80年代的发展和网络互联、90年代的网络计算机和国际互联网等几个过程。

1.3.1 计算机网络的形成

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件，一是强烈的社会需求，二是前期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也遵循这样一个技术发展轨迹。纵观计算机网络的发展历程可以发现，它和其他事物的发展一样，也经历了从简单到复杂、从低级到高级的过程。在这一过程中，计算机技术与通信技术紧密结合，相互促进，共同发展，最终产生了计算机网络。

1946年，世界上第一台电子计算机ENIAC在美国诞生时，计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20世纪50年代初，美国为了自身的安全，在美国本土北部和加拿大境内，建立了一个半自动地面防空系统，简称SAGE(赛其)系统，进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。

人们把这种以单个计算机为中心的联机系统称为面向终端的远程联机系统。该系统是计算机技术与通信技术相结合而形成的计算机网络的雏形，因此也称为面向终端的计算机通信网络。20世纪60年代初，美国航空订票系统SABRE-1就是这种计算机通信网络的典型应用，该系统由一台中心计算机和分布在全美范围内的2000多个终端组成，各终端通过电话线连接到中心计算机中。

具有通信功能的单机系统的典型结构是计算机通过多重线路控制器与远程终端相连的系统组成，如图1-1所示。

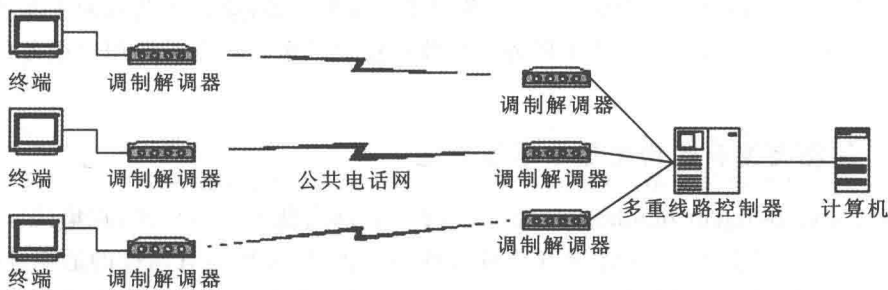


图 1-1 单机系统的典型结构示意图

- 单机系统主要有以下两个缺点。
- (1) 主机既要负责数据处理，又要管理与终端的通信，因此主机的负担很重。
 - (2) 一个终端单独使用一根通信线路，所以造成通信线路利用率低。此外，每增加一个终端，线路控制器的软、硬件都需要做出很大的改动。
- 为了减轻主机的负担，可在通信线路和计算机之间设置一个前端处理机(FEP)，前端处

理机专门用于负责与终端之间的通信控制,从而让主机进行数据处理。为了提高通信效率,减少通信费用,可在远程终端比较密集的地方增加一个集中器,集中器的作用是把若干个终端经低速线路集中起来连接到高速线路上,然后经高速线路与前端处理机连接。前端处理机和集中器一般由小型计算机担当,因此,这种结构也称为具有通信功能的多机系统,如图 1-2 所示。

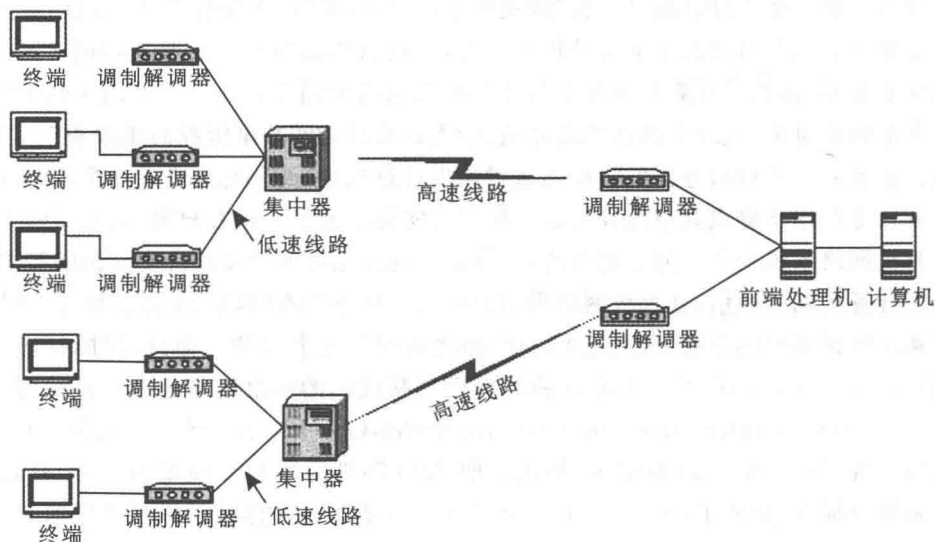


图 1-2 具有通信功能的多机系统示意图

1.3.2 20 世纪 70 年代的计算机网络

20 世纪 70 年代,大的分时系统被更小的微机系统所取代。微机系统在小规模上采用了分时系统。所以说,并不是直到 20 世纪 70 年代发明个人计算机后,才有今天的网络。

远程终端计算机系统是在分时计算机系统的基础上,通过调制解调器(modem)和公共电话网(PSTN)向地理上分布的许多远程终端用户提供共享资源服务的。这虽然还不能算是真正的计算机网络系统,但它是计算机与通信系统结合的最初尝试。远程终端用户似乎已经感觉到使用“计算机网络”的味道了。

在远程终端计算机系统基础上,人们开始研究把计算机与计算机通过 PSTN 等已有的通信系统互联起来。为了使计算机之间的通信连接可靠,建立了分层通信体系和相应的网络通信协议,于是诞生了以资源共享为主要目的的计算机网络。由于网络中计算机之间具有数据交换的能力,提供了在更大范围内计算机之间协同工作、实现分布处理甚至并行处理的能力,所以联网用户之间直接通过计算机网络进行信息交换的通信能力也大大增强了。

1969 年 12 月,Internet 的前身——美国的 ARPA 网投入运行,它标志着我们常称的计算机网络的兴起。这个计算机互联的网络系统是一种分组交换网系统。分组交换技术使计算机网络的概念、结构和网络设计方面都发生了根本性的变化,也为后来的计算机网络打下了基础。

1.3.3 20 世纪 80 年代的计算机网络

20 世纪 80 年代初,随着个人计算机应用的推广,个人计算机联网的需求也随之增大,各种基于个人计算机互联的局域网纷纷出台。这个时期局域网系统的典型结构是共享介质通信网平台上的共享文件服务器结构,即为所有联网个人计算机设置一台专用的可共享的网络文件服务器。个人计算机是一台“麻雀虽小,五脏俱全”的小型计算机,每个个人计算机用户的主要任务仍在自己的个人计算机上运行,仅在需要访问共享磁盘文件时才通过网络访问文件服务器,体现了计算机网络中各计算机之间的协同工作。由于使用了较 PSTN 速率高得多的同轴电缆、光纤等高速传输介质,个人计算机访问共享资源的速率和效率得到大大提高。这种基于文件服务器的微机网络对网内计算机进行了分工:个人计算机面向用户,微机服务器专门用于提供共享文件资源。所以它实际上就是一种客户机/服务器模式。

计算机网络系统是非常复杂的系统,计算机之间的相互通信涉及许多复杂的技术问题。为了实现计算机网络通信,计算机网络采用分层解决网络技术问题的方法。但是,不同的分层网络系统体系结构的存在,使得它们的产品之间很难实现互联。为此,国际标准化组织(ISO)在 1984 年正式颁布了一个使各种计算机互联成网的标准框架——开放系统互联参考模型(open system interconnection reference model,OSI/RM 或 OSI),从而使计算机网络体系结构实现了标准化。20 世纪 80 年代中期,ISO 等机构以 OSI 模型为参考,开发、制定了一系列协议标准,形成了一个庞大的 OSI 基本协议集。OSI 标准确保了各厂家生产的计算机和网络产品之间的互联,推动了网络技术的应用和发展。

1.3.4 20 世纪 90 年代的计算机网络

进入 20 世纪 90 年代,计算机技术、通信技术以及建立在计算机和网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是 1993 年美国宣布建立国家信息基础设施(national information infrastructure,NII)后,世界许多国家纷纷制定和建立本国的 NII,从而极大地推动了计算机网络技术的发展,使计算机网络进入了一个崭新的阶段。目前,全球以美国为核心的高速计算机互联网络即 Internet 已经形成,并已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。美国政府又分别于 1996 年和 1997 年开始研究发展更加快速可靠的互联网 2(Internet 2)和下一代互联网(next generation internet)。可以说,网络互联和高速计算机网络正成为最新一代的计算机网络的发展方向。

1.3.5 Internet 的起源、发展历史

Internet 最早起源于美国国防部高级研究计划署(Defence Advanced Research Projects Agency,DARPA)的前身 ARPAnet,该网于 1969 年投入使用。由此,ARPAnet 成为现代计算机网络诞生的标志。

ARPAnet 是从 20 世纪 60 年代起,由 ARPA 提供经费,联合计算机公司和大学共同研制而发展起来的。最初,ARPAnet 主要用于军事目的,主要基于这样的指导思想:网络必须经受故障的考验而维持正常的工作,一旦发生战争,当网络的某一部分因受到攻击而失去工作能力时,网络的其他部分应能维持正常的通信工作。ARPAnet 在技术上的另一个重大贡

献是 TCP/IP 协议族的开发和利用。作为 Internet 的早期骨干网, ARPAnet 的试验奠定了 Internet 存在和发展的基础, 较好地解决了异种机网络互联的一系列理论和技术问题。

1983 年, ARPAnet 分裂为两部分, ARPAnet 和纯军事用的 MILNET。同时, 局域网和广域网的产生和发展对 Internet 的进一步发展起了重要的作用。其中最引人注目的是美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)建立的 NSFnet。NSF 在美国建立了按地区划分的计算机广域网, 并将这些地区网络和超级计算机中心互联起来。NSFnet 于 1990 年 6 月彻底取代了 ARPAnet 而成为 Internet 的主干网。

NSFnet 对 Internet 的最大贡献是使 Internet 向全社会开放, 而不像以前那样仅供计算机研究人员和政府机构使用。1990 年 9 月, 由 Merit、IBM 和 MCI 公司联合建立了一个非盈利的组织——先进网络科学公司(Advanced Network & Science Inc., ANS)。ANS 的目的是建立一个全美范围的 T3 级主干网, 它能以 45 Mb/s 的速率传送数据。到 1991 年底, NSFnet 的全部主干网都与 ANS 提供的 T3 级主干网相连。

Internet 的第二次飞跃归功于 Internet 的商业化, 商业机构一踏入 Internet 这一陌生世界, 很快便发现了它在通信、资料检索、客户服务等方面的巨大潜力。于是世界各地的无数企业纷纷涌入 Internet, 带来了 Internet 发展史上的一个新的飞跃。

1.3.6 中国计算机网络的发展历史

第一阶段从 1986 年到 1994 年, 这个阶段主要通过中国科学院高能物理研究所网络线路, 实现了与欧洲及北美地区的 Email 通信。中国科技界最早使用 Internet 是从 1986 年开始的。国内一些科研单位, 通过长途电话拨号到欧洲的一些国家, 进行联机数据库检索。不久, 这些国家通过 Internet 连接进行 Email 通信。实现这种通信的单位, 先后有北京市计算机应用研究所、中国科学院高能物理研究所等。承担转发 Email 的单位主要在欧洲, 如德国的卡尔斯鲁厄大学、德国的 GMD、瑞士的 CERN、挪威、法国等。

1989 年, 中国的 ChinaPAC(X.25)公用数据网基本开通。ChinaPAC 虽然规模不大, 但与法国、德国等的公用数据网络(X.25)有国际连接(X.75)。

1990 年开始, 国内北京市计算机应用研究所、中国科学院高能物理研究所、信息产业部华北计算所、信息产业部石家庄第五十四研究所等科研单位, 先后将自己的计算机以 X.28 或 X.25 与 ChinaPAC 相连接。同时, 利用欧洲国家的计算机作为网关, 在 X.25 与 Internet 之间进行转接, 使得中国的 ChinaPAC 用户可以与 Internet 用户进行 Email 通信。

1993 年 3 月, 中国科学院高能物理研究所为了支持国外科学家使用北京正负电子对撞机进行高能物理实验, 开通了一条 64 Kb/s 国际数据信道, 连接北京西郊的中国科学院高能物理研究所和美国史坦福线性加速器中心(SLAC), 运行 DECnet 协议, 还不能提供完全的 Internet 功能, 但经过 SLAC 的转接, 可以实现与 Internet 通信。用户利用局域网或拨号线路登录到中国科学院高能物理研究所的 VAX11/780(BEPC2)上就可使用国际网络。有了 64 Kb/s 的专线信道, 通信能力比国际拨号线路和 X.25 信道高出数十倍, 而通信费用降低到原值的数十分之一, 极大地促进了 Internet 在中国的应用。

第二阶段从 1994 年到 1995 年, 这一阶段是教育科研网发展阶段。北京中关村地区及清华大学、北京大学组成中国国家计算与网络设施(NCFC)网, 于 1994 年 4 月开通了国际