

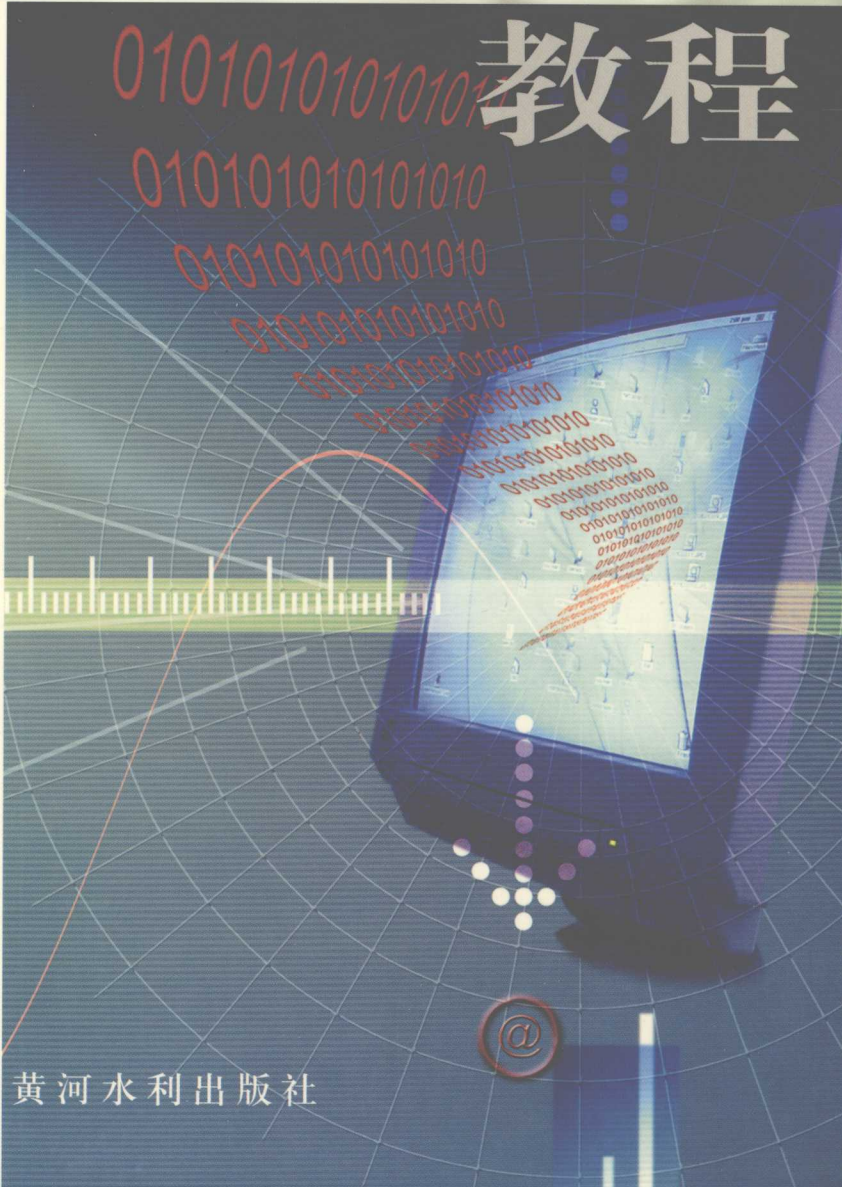
高等学校教材

网络技术与应用

教程

张德贤 王高平 主编

WANGLUO
JISHU YU YINGYONG JIAOCHENG



黄河水利出版社

TP393
Z097.1

高等学校教材

网络技术与应用教程

张德贤 王高平 主编

黄河水利出版社

书号: ISBN 7-80921-803-3/TP·50 定价: 18.00元

内 容 提 要

本书是综合性网络技术方面的教材, 主要内容包括: 通信技术和网络基础知识、局域网和广域网技术、网络互联与组网技术、Internet 技术与应用、Windows 2000 操作系统、Unix 与 Linux 操作系统、网络安全技术等, 最后还提供了学生实验用的实验指导书, 教师教学和学生学习时可作为参考。本书采用理论和实例相结合的方法, 提供了大量的例题和综合练习, 并附有答案, 书后附有三级网络技术模拟考题及答案等资料。本书内容翔实、通俗易懂、概念清晰、实用性强, 可作为大专院校的网络技术和基础课的教材, 也可作为各类网络技术培训班的教材, 或作为网络爱好者学习网络技术的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

网络技术与应用教程 / 张德贤, 王高平主编.
郑州: 黄河水利出版社, 2004.8
高等学校教材
ISBN 7 - 80621 - 803 - 3

I.网… II.①张… ②王… 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(2004)第 068100 号

出版社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话及传真: 0371 - 6022620

E-mail: yrcp@public.zz.ha.cn

承印单位: 黄河水利委员会印刷厂

开本: 787 mm × 1 092 mm 1 / 16

印张: 19.75

字数: 456 千字

印数: 1—3 100

版次: 2004 年 8 月第 1 版

印次: 2004 年 8 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7 - 80621 - 803 - 3 / TP · 20

定价: 30.00 元

前 言

计算机网络是当今计算机科学与工程中迅速发展新兴技术,也是计算机应用中空前活跃的领域。目前,随着 Internet 技术的普及与发展,计算机网络技术已广泛应用于电子政务、电子商务、远程教学、科学研究、信息服务等领域。人们已经意识到,计算机网络正在改变着人们的工作与生活方式。我国信息技术与信息产业的发展,需要大量掌握计算机网络与通信技术的人才。计算机网络已成为高等学校的一门重要课程,同时也是从事计算机技术研究与应用的人员应该掌握的重要知识。

计算机网络作为一门交叉学科,涉及计算机技术与通信技术两个学科,经过 40 多年的发展,已经形成了自身比较完整的体系。目前,计算机网络发展迅速,应用广泛,知识更新快。为了适应计算机网络学习要求,我们组织在高等院校计算机网络教育方面有丰富教学经验的教师,结合他们多年从事计算机网络本科教学的经验编写了这本书。

本书共分 9 章,主要内容包括:网络和通信的基础知识、局域网和广域网技术、网络互联与组网技术、Internet 技术与应用、Windows 2000 操作系统、Unix 与 Linux 操作系统、网络安全技术等。本书内容翔实,每章有习题并附有答案,最后还提供学生实验用的实验指导以及丰富的综合练习题及答案。

本书主编张德贤、王高平,副主编肖乐、陈卫东、吴建军、唐建国。第一章由张德贤和王高平编写;第二章由王高平编写;第三章由吴建军编写;第四章由许德刚和张德贤编写;第五章由肖乐编写;第六章由唐建国和张德贤编写;第七章由陈卫东编写;第八章和附录以及第二章 2.2 节由朱庆芳编写;第九章实验一和实验二由张春燕编写,实验三和实验四由马武刚编写,实验五和实验八由肖乐编写,实验六由唐建国编写,实验七由陈卫东和张春燕编写,实验九由吴建军编写。

由于计算机网络技术是一门迅速发展的学科,加之编者水平有限,有许多不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 7 月

目 录

前 言

| | |
|---------------------------------|-------|
| 第一章 计算机网络与数据通讯技术基础 | (1) |
| 1.1 计算机网络的产生与发展 | (1) |
| 1.2 计算机网络的定义与组成 | (3) |
| 1.3 网络分类 | (5) |
| 1.4 计算机网络体系结构与协议 | (8) |
| 1.5 ISO / OSI 开放系统互联参考模型 | (10) |
| 1.6 通信基础知识 | (15) |
| 1.7 数据传输技术 | (20) |
| 1.8 数据交换技术 | (25) |
| 1.9 差错控制方式 | (27) |
| 习题一 | (28) |
| 第二章 局域网与广域网技术 | (32) |
| 2.1 局域网概述 | (32) |
| 2.2 逻辑链路控制子层(LLC)与介质访问控制子层(MAC) | (36) |
| 2.3 以太网 | (40) |
| 2.4 以太网的组成与分类 | (43) |
| 2.5 IEEE802.5 标准——令牌环网 | (53) |
| 2.6 虚拟局域网(VLAN) | (55) |
| 2.7 广域网技术 | (59) |
| 习题二 | (77) |
| 第三章 组网与网络互联技术 | (80) |
| 3.1 概述 | (80) |
| 3.2 常用的网络互联设备 | (82) |
| 3.3 组网实例 | (87) |
| 习题三 | (99) |
| 第四章 Internet 概述及应用 | (101) |
| 4.1 Internet 的基础知识 | (101) |
| 4.2 Internet 的基本技术 | (106) |
| 4.3 IP 地址与域名 | (109) |
| 4.4 Internet 的基本服务功能 | (116) |
| 4.5 Intranet 与 Extranet 的基本概念 | (126) |
| 习题四 | (128) |

| | |
|---|-------|
| 第五章 Windows 2000 Server 操作系统 | (131) |
| 5.1 Windows 2000 Server 简介 | (131) |
| 5.2 Windows 2000 Server 的安装和基本管理 | (137) |
| 5.3 账户管理和资源访问控制 | (144) |
| 5.4 DNS 的安装与配置 | (153) |
| 5.5 管理 Internet 信息服务器 | (157) |
| (1) 习题五 | (163) |
| 第六章 Unix 与 Linux | (164) |
| (3) 6.1 Unix 与 Linux 基础 | (164) |
| (2) 6.2 Red Hat Linux 9.0 简介 | (179) |
| (8) 习题六 | (195) |
| 第七章 网络安全技术 | (196) |
| (21) 7.1 网络信息安全概述 | (196) |
| (20) 7.2 密码学基础 | (205) |
| (25) 7.3 防火墙技术 | (216) |
| (27) 7.4 计算机病毒及防治 | (227) |
| 第八章 综合练习 | (240) |
| (28) 综合练习一 | (240) |
| (32) 综合练习二 | (243) |
| (30) 综合练习三 | (247) |
| (34) 综合练习四 | (250) |
| (33) 综合练习五 | (251) |
| (32) 综合练习六 | (255) |
| (32) 综合练习七 | (258) |
| (32) 综合练习八 | (259) |
| 第九章 实验指导 | (266) |
| (38) 实验一 浏览器实验 | (266) |
| (38) 实验二 电子邮件与文件传输实验 | (268) |
| (38) 实验三 网络命令与串口通讯实验 | (272) |
| (38) 实验四 局域网组网实验 | (278) |
| (39) 实验五 Windows 2000 Server 实验 | (282) |
| (40) 实验六 Linux 实验 | (286) |
| (40) 实验七 代理服务器 | (291) |
| (40) 实验八 路由器与交换机实验 | (296) |
| (40) 实验九 校园网的组网方案设计 | (302) |
| (4) 附录一 习题参考答案 | (303) |
| (4) 附录二 全国计算机等级考试(三级)网络技术模拟试卷 | (304) |

第一章 计算机网络与数据通讯技术基础

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物，是目前计算机应用技术中最活跃的分支。计算机技术与通信技术的巨大发展为计算机网络的发展奠定了良好的技术基础，使计算机网络成为信息存储、管理、传播和共享的有利工具，在当今信息社会中，计算机网络发挥着越来越重要的作用，甚至影响和改变了人们的工作方式和生活方式。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络的发展源于计算机技术和通信技术的结合。计算机应用范围的扩大、通信技术的发展和人们对计算机应用需求的增长，共同促进了计算机网络的快速发展。我们一般将计算机网络的形成与发展进程分为四代。

1.1.1 远程联机系统

20世纪50年代，计算机比较少且价格昂贵。人们将分布在远距离的多个终端通过通信线路与某地的中心计算机相连，来使用中心计算机系统的主机资源，这称为远程联机系统。远程联机系统中，远程终端负责收集数据，送往中心计算机处理，中心计算机再将处理结果送回远程终端输出，其结构如图1-1所示。

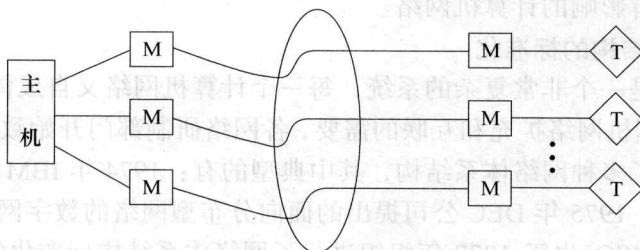


图 1-1 远程联机系统

图1-1中的M是调制解调器，它将计算机或终端发出的数字信号变换成可以在电话系统中传输的模拟信号，或者进行相反的变换。

简单的联机系统存在着通信线路利用率低、主机负荷重两个严重的缺陷，为了减轻主机的负担，20世纪60年代出现了前端处理机FEP(或称通信处理机)来负责数据的收发等通信控制和通信处理工作，对一些集中在一个地域的终端则相应设置了集中器来实现多个终端共享一条高速通信线路。这种改进后的系统如图1-2所示。

具有代表性的远程联机系统有美国在20世纪50年代建立的半自动地面防空系统(SAGE)，它将雷达和其他信息从终端输入后，经通信线路送到中心计算机处理。另一有代表性的远程联机系统是20世纪60年代初在美国建成的全国性航空公司飞机订票系统(SABRE)，用一个中央计算机连接了2000多个遍布全国的售票终端。

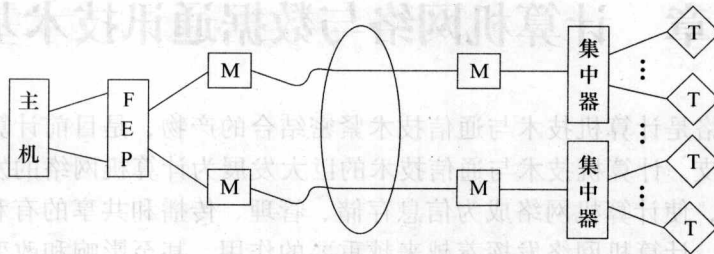


图 1-2 改进后的远程联机系统

1.1.2 计算机网络阶段

20 世纪 60 年代后期，随着计算机拥有量的增加，人们试图将多台计算机连接起来，以实现计算机间数据的传输。在计算机通信网络的基础上，完成了计算机网络体系结构与协议的研究，形成了第二代计算机网络。20 世纪 60 年代后期和 20 世纪 70 年代初期发展起来的美国高级研究计划局的 ARPAnet 网络就是这类系统的典型代表，此时的计算机网络是由若干个计算机互联而成。该网建立于 1969 年，当时是仅具有 4 个结点的试验网，到 1976 年全国已有 60 个 IMP(接口信息处理机)和 100 个主机系统，在地理上已从美国本土延伸到夏威夷和欧洲。20 世纪 80 年代，又发展成具有 100 个 IMP 和 300 个主机系统的网络。虽然 ARPA 网已于 1990 年退役，但它仍被认为是世界上最有影响的计算机网络。

1.1.3 网络体系结构的标准化

计算机网络是一个非常复杂的系统，每一个计算机网络又自成体系。20 世纪 70 年代，为适应计算机网络扩充和互联的需要，各网络研制部门开始致力于网络体系结构的研究，提出了多种网络体系结构，其中典型的有：1974 年 IBM 公司提出的系统网络体系(SNA)，1975 年 DEC 公司提出的面向分布型网络的数字网络体系(DNA)。国际标准化组织(ISO)也于 1977 年组织进行了网络体系结构标准化的研究，在 1983 年颁布了“开放系统互联基本参考模型”(OSI/RM 模型)。这些研究工作大大促进了计算机网络的规范化。

20 世纪 70 年代中后期，局域网开始从实验室走入产业界。1975 年，美国 XEROX 公司推出了第一个局域网即以太网。20 世纪 80 年代初期涌现出大量局域网的产品，如 3+网、ARCnet、IBM PCnet 等，另外还有局域网操作系统产品如 NETWare。电器与电子工程师学会 IEEE 于 1980 年 2 月公布了 IEEE802 标准用来规范局域网的体系结构，作为局域网的国际标准。

20 世纪 80 年代是广域网迅速发展的时期，各国纷纷组建和发展公用数据网，从而实现了更广泛地理范围上的数据传输。

在开放式网络中，所有的计算机和通信设备都遵循着共同认可的国际标准，从而可以保证不同厂商的网络产品可以在同一网络中顺利地进行通信。事实上，目前存在着两种占主导地位的网络体系结构，一种是 ISO(国际标准化组织)的 OSI(开放式互

联)体系结构;另一种是 TCP/IP(传输控制协议/网际协议)体系结构,使网络互联技术发展到一个崭新的阶段。

1.1.4 计算机网络向全面互联、高速和智能化发展

进入 20 世纪 90 年代,网络互联呈现出新的景象。局域网技术发展成熟,出现了光纤、高速网络技术、多媒体和智能网络。一些发达国家提出了“信息高速公路计划”,实施网络基础设施的建设,国际性网络 Internet 迅速在世界范围内扩展开来,综合业务数字网(ISDN)也快速发展。这些都标志着计算机网络进入了一个飞速发展的时期。

由于因特网(Internet)的进一步发展面临着带宽(即网络传输速率和流量)的限制,网上安全管理、多媒体信息传输的实用化和因特网上地址紧缺等各种困难,因此新一代计算机网络应满足高速、大容量、综合性的数字信息传递等多方位需求。20 世纪 90 年代以来,多平台、多协议和客户机/服务器(Client/Server)网络已成为网络发展的主流;各种 ATM 网络、宽带综合业务数字网络(B-ISDN)和高速信息网络(如 ADSL 等)相继投入市场。计算机网络朝着高速、宽带、智能和多媒体的总趋势不断发展。有一种观点认为,第四代计算机网络是以宽带综合业务数字化网络和 ATM 技术为核心来建立的。

1.2 计算机网络的定义与组成

1.2.1 计算机网络定义

人们通常对计算机网络的定义是:为了实现计算机之间的通信交往、资源共享的访问工作,采用通信手段,将地理位置分散的、各自具备自主功能的一组计算机有机地联系起来,并且由网络操作系统进行管理的计算机集合系统。

从这个简单的定义可以看出,计算机网络涉及到以下三个要点:

(1)一个计算机网络可以包含有多台具有“自主”功能的计算机。所谓的“自主”是指这些计算机离开计算机网络之后,也能独立地工作和运行。因此,通常将这些计算机称为主机(host),在网络中又叫做节点或站点。一般来讲,在网络中的共享资源(即硬件资源、软件资源和数据资源)均分布在这些计算机中。

(2)人们构成计算机网络时需要使用通信的手段,把有关的计算机(节点)连接起来。连接时彼此必须遵循所规定的约定和规则,这些约定和规则就是通信协议。每一个厂商生产的计算机网络产品都有自己的许多协议,这些协议的总体就构成了协议集。

(3)建立计算机网络的主要目的是为了实现在通信的交往、信息资源的交流、计算机分布资源的共享或者是协同工作。

1.2.2 计算机网络逻辑组成——资源子网和通信子网

由于计算机网络的基本功能分为数据处理和数据通信两大部分,因此它所对应的结构也可以分成相应的两个部分。其一,负责数据处理的计算机与终端设备;其二,负责数据通信的通信控制处理机 CCP(Communication Control Processor)和通信线路。

图 1-3 表示了计算机网络的逻辑组成结构,即计算机网络按其逻辑功能分为资源子网和通信子网。

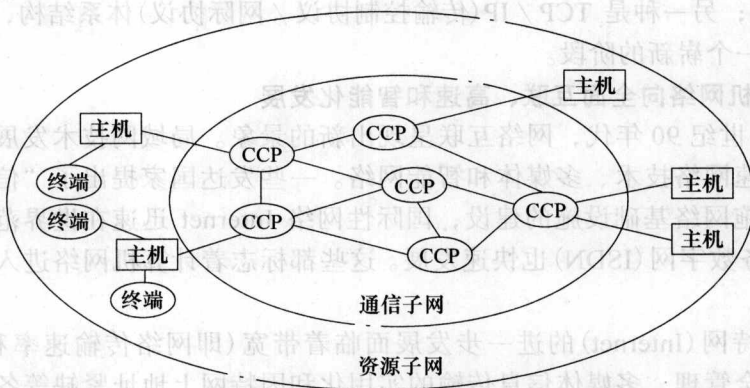


图 1-3 资源子网和通信子网

1. 计算机资源子网

1) 资源子网的组成

资源子网由主计算机系统、终端、终端控制器、联网的外部设备、软件资源和数据资源组成。

(1) 主计算机(host)。在计算机网络中主计算机可以是大型机、中型机、小型机、终端工作站或者微型机(PC)。主计算机是资源子网的主要组成单元，它通过高速线路与通信子网的通信控制处理机相连接。普通的用户终端机通过主计算机接入网，主计算机为本地用户访问网络的其他计算机设备、共享资源提供服务。

随着微型机的飞速发展和普及，连入网络中的微型机与日俱增，它既可以作为主机的一种类型通过通信控制处理机连入网中，也可以通过各种大、中、小型计算机间接地连入网中。

(2) 终端(terminal)。终端是用户访问网络的界面装置。终端一般是指没有存储与处理信息能力的简单输入、输出终端，但有时也指带有微处理机的智能型终端。智能型终端除了具有输入、输出信息的基本功能外，本身还具有存储与处理信息的能力。此外，终端既可以通过主机连入网中，也可以通过终端控制器、报文分组组装/拆卸装置或通信控制处理机连入网中。

2) 资源子网的基本功能

资源子网负责全网的数据处理业务，并向网络客户提供网络资源和网络服务。

2. 计算机通信子网

1) 通信子网的组成

通信子网由通信控制处理机、通信线路和其他通信设备组成。

(1) 通信控制处理机 CCP。通信控制处理机是一种在数据通信系统中专门负责网络中数据通信、传输和控制的专门计算机或具有同等功能的计算机部件。它一般由配置了通信功能的软件和硬件的小型机、微型机承担。

通信控制处理机在网络拓扑中被称为网络节点。它一方面作为资源子网的主机、终端的接口节点，将它们连入网中，另一方面又实现通信子网中的报文分组的接收、

校验、存储、转发等功能，并且起着将源主机报文准确地发送到目的主机的作用。

(2) 通信线路。即通信介质，它为 CCP 与 CCP、CCP 与主机之间提供数据通信的通道。通信线路和网络上的各种通信设备一起组成了通信信道。

计算机网络中采用的通信线路的种类很多。如，可以使用架空明线、双绞线、同轴电缆、光导纤维电缆等有线通信线路组成通信信道，也可以使用无线通信、微波通信和卫星通信等无线通信线路组成通信信道。

2) 通信子网的基本功能

通信子网负责全网的数据传输、转发及通信处理等工作。

1.3 网络分类

初次接触网络时，我们可能会首先见到或听到各种各样的网络，诸如广域网、局域网、星型网、以太网、NOVELL 网等，如果我们不了解网络的分类可能会感到眼花缭乱、不知所措，学习网络的分类可以帮助我们理清思路，从而更好地学好网络。学习网络分类是学习网络的一种方法，掌握方法往往比学习本身更为重要，在学习网络分类的过程中也就逐步掌握了各种网络技术。

网络分类有不同的方法，可以按照网络的地理范围、拓扑结构、使用的协议等来划分。下面我们按照几种常用的网络分类方法介绍网络的类型。

1.3.1 按照地理范围分类

按照地理范围对网络进行分类是最主要最常用的方法，按照地理范围我们一般把网络分成广域网、局域网和城域网。

1. 广域网

广域网 WAN (Wide Area Network)。广域网地理范围比较大，一般在几十千米以上，广域网与城域网之间有交叉，所以究竟多大范围以外属于广域网没有严格规定，主要还应该看采用什么样的技术。广域网一般包括 PSTN、ISDN、DDN 专线、X.25 专线、ATM 和 FRN 这几种网络实现技术。广域网由于采用的技术种类比较多，所以性能上有差异。例如，一般来说，PSTN 公共电话网的传输质量稍差些，而 PSTN、ISDN 和 X.25 的传输速率都稍低些。ATM 是宽带信元交换网络，具有良好的性能，但其发展在目前也受到了 IP 网络的竞争。所以，广域网又可以细分为窄带网和宽带网。ATM 和 IP 网络属于宽带多媒体网络，其他网络基本上都属于窄带网。另外广域网有一个比较明显的特点，就是一般都由电信部门经营，是一种公用网络。用户在组建广域网时可以租用电信部门的专线，所以广域网是一种电信通信网。广域网又分成主干网和接入网。用做数据传输的网络干线称为主干网，采用带宽比较宽的卫星通信网或光纤网。用做用户接入广域网的网络支线称为用户接入网，用户接入网一般采用电话、ISDN 数字电话、DDN 专线、X.25 拨号等方式。近年来接入方法有了很大进展，又相继开发了 ADSL、Cabel Modem 和 FTTx 等各种宽带接入技术。

2. 局域网

地理范围比较小的网络称为局域网 LAN (Local Area Network)。局域网的地理范围一般都在几千米以内，最小的局域网可以在一个小型办公室、大学生宿舍甚至家庭

里组建。局域网可以分为许多种类，主要有以太网、令牌环网和 FDDI 环网等。近年来以太网发展速度非常快，所以目前我们所见到的局域网几乎都是以太网。局域网组网方便、价格低廉、技术实现起来比广域网容易，一般用于企业、学校、机关、机构组织等内部网络。局域网按照使用的介质又可以分为有线网和无线网。按照拓扑结构又可以分为总线网、星型网和环型网等。

3. 城域网

城域网 MAN (Metropolitan Area Network)。城域网的地理范围介于局域网和广域网之间。顾名思义，城域网是在一个城市范围内组建的网络，但是城域网究竟采用什么技术不好规定，按照 IEEE 的标准，城域网采用 DQDB 的标准，但是近年来人们在组建城域网时大多数采用 ATM 网或者更多地采用千兆以太网，所以说城域网可以理解成是一种放大的局域网或缩小的广域网。

最后还需指出，由于 10G 以太技术和 IP 网络技术的出现，以太技术已经可以应用到广域网中。这样广域网、城域网与局域网的界限也就越来越模糊了，这一点应该引起读者的注意。

1.3.2 按照拓扑结构分类

1. 拓扑结构

在拓扑学中，把事物抽象成结点，把事物间的关系抽象成连线组成的图形称为拓扑。在网络中，结点就是计算机，连线就是数据通道，所以拓扑就是用拓扑学的方法研究计算机之间如何连接。按照拓扑结构分类基本上可以分成两大类。一类是无规则的拓扑，这种拓扑结构只有网状图形，适合于广域网的拓扑结构，我们称为网状网。还有一类是有规则的拓扑，这种拓扑结构的图形一般是有规则的和对称的，适合于局域网的拓扑结构，又分成星型、树型和总线型。

2. 网状网

网状网的拓扑结构是一个“图”，如图 1-4(c) 所示。这种网络的特点是结点间的通路比较多，数据在传输时可以选择多条路由。当某一条线路出现故障时，数据分组

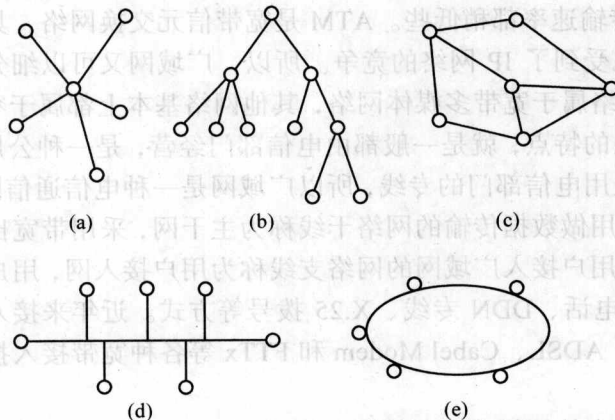


图 1-4 网络拓扑结构

可以寻找别的线路迂回,最终达到目的地,所以网络具有很高的可靠性。但这种网络控制结构复杂,建网费用较高,一般适用于广域网组网。这种网络当两个结点间传输数据时与其他结点无关,所以又称为点对点的网络。

3. 总线网

总线网把所有的结点都连接在一根同轴电缆上构成总线型拓扑结构,如图 1-4(d)所示。这种网络当某个结点发送信息时其他结点都能收到,所以又称为广播方式的网络(广播方式还包括星型、树型和环型)。广播方式的机理比较简单,但是容易发生信息间的碰撞导致传输率下降。早期的以太网采用这种方式,网络结构非常简单,组网方便,价格便宜。近年来这种网络结构已经不多见了。

4. 星型网

多个结点连接在一个中心结点上构成的网络称做星型网。如图 1-4(a)所示。多用户联机系统是典型的星型结构。中心结点既要负责数据处理,又要负责数据交换,是网络的控制中心,一旦出现故障容易引起全网瘫痪,故可靠性差。近年来,在以太网中的网络大多数采用这种星型结构,但中心结点不是一台主机,而是一个集线器或交换机。这类设备由于采用大规模集成电路技术,所以是一种非常可靠的组网形式。

5. 树型网

星型网的一个结点如果连接另一台交换机或集线器,就构成了具有分支的树型网络,如图 1-4(b)所示。树型网络在局域网中也经常采用,星型网可以看做是树型网的特例。树型网类似于行政部门的分组管理机构,使得网络具有很好的层次性。

6. 环型网

环型网各结点间构成一个闭合的环,如图 1-4(e)所示。著名的令牌环和 FDDI 光纤环网都采用这种网络拓扑结构。但环网近年来没有取得太大的进展,在局域网中已经很少采用。

1.3.3 按照协议分类

按照协议对网络进行分类也是常用的方法,尤其是在局域网中更明显。稍后还将学习到网络的协议是分层的,按照协议分类一般都指网络所使用的底层协议。例如,在局域网中主要有两种协议:一种是以太网;一种是令牌环网。这里用到的网络名字实际上就是指这两种网络所使用的协议。以太网用的网络接口层(底层)协议为 802.3 标准,这个标准在制定时就参考了以太网协议,所以人们就把这种网络称为以太网。令牌环网的协议标准是 802.5,这个标准在制定时参考了 IBM 公司著名的环网的名字,所以这种网络又称为令牌环网。

广域网也有类似的例子。分组交换网遵循 X.25 协议的标准,所以经常称这种广域网为 X.25 网。除此之外还有帧中继网 FRN 和 ATM 网等。

除了上述三种主要的网络分类方法之外,还经常使用其他的分类方法。例如,按照传输的信息类型把网络分为窄带网和宽带网;按照网络信道的介质,把网络分为有线网、无线网、铜线网、光纤网和卫星通信网等;按照网络所使用的操作系统,把网络分为 NOVELL 网和 NT 网等;按照网络的规模及组网方式,又把网络分为工作组级、部门级和企业网,等等。

1.4 计算机网络体系结构与协议

1.4.1 计算机网络协议

在计算机网络系统中,为了保证通信双方能正确而自动地进行数据通信,针对通信过程的各种情况,制定了一整套约定,这就是网络系统的通信协议。

1. 协议的定义与组成

(1) 协议的定义

通信协议是一套语义和语法规则,用来规定有关功能部件在通信过程中的操作。简单地说,协议是指通信双方必须遵循的控制信息交换的规则的集合。常见的网络协议有 TCP/IP、NetBEUI、IPX/SPX、NWLink 等。

(2) 协议的组成

一般来说,一个网络协议主要由语义、语法和规则(时序)3个要素组成。

(1) 语义。由通信过程的说明构成,它规定了需要发出何种控制信息、完成何种动作以及作出何种应答,对发布请求、执行动作以及返回应答予以解释,并确定用于协调和差错处理的控制信息。例如,在基本型数据链路控制协议中,规定协议元素 SOH 的语义表示所传输报文的报头开始;而协议元素 ETX 的语义,则表示正文结束。

(2) 语法。指数据与控制信息的结构或格式,确定通信时采用的数据格式、编码及信号电平等。语法是用于规定将若干个协议元素和数据组合在一起来表达一个更完整的内容时所应遵循的格式,即对所表达的内容的数据结构形式的一种规定。

(3) 规则。是对事件实现顺序的详细说明,指出事件的顺序以及速度匹配。它规定了事件的执行顺序。

为了减少协议设计的复杂性,大多数网络都按层(layer)或级(level)的方式来组织,每一层都建立在其的下层之上,不同的网络,其层的数量,各层的名字、内容和功能都不尽相同。然而,在所有的网络中,每一层的目的都是向它的上一层提供一定的服务,而把如何实现这一服务的细节对上一层加以屏蔽。

一台机器上的第 N 层与另一台机器上的第 N 层进行对话,通话的规则就是第 N 层协议,协议基本上是通信双方关于通信如何进行达成的一种约定。

图 1-5 说明了一个 5 层的协议,不同机器里包含对应层的实体叫对等进程(peer)。换言之,正是对等进程利用协议进行通信。

数据不是从一台机器的第 N 层直接传送到另一台机器的第 N 层,而是每一层都把数据和控制信息交给它的下一层,直到最下层,第一层下面是物理介质(physical medium),它进行实际的通信。

每一对相邻层之间都有一个接口,接口定义下层向上层提供的原语操作和服务。

2. 协议的功能

作为计算机数据交换语言的协议必须具备以下一些功能。

(1) 分割与重组。协议的分割功能,可以把较大的数据单元分割成较小的数据包,其反过程为重组。

(2) 寻址。协议的寻址功能使得设备彼此识别,同时可以进行路径选择。

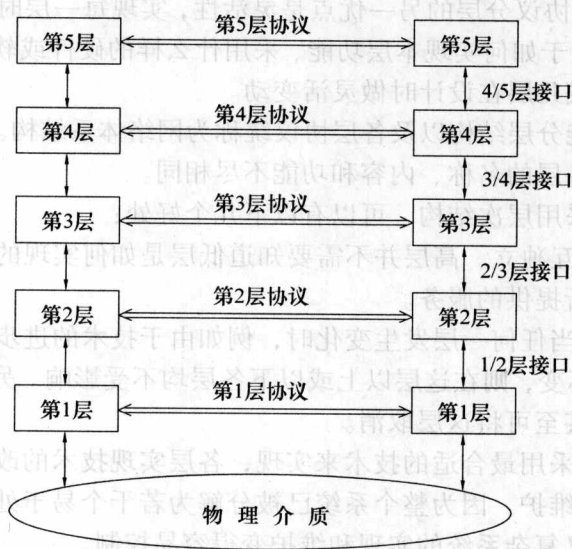


图 1-5 协议和接口

(3) 封装和拆装。协议的封装功能是指在数据单元(数据包)的始端或者末端增加控制信息,其相反的过程是拆装。

(4) 排序。协议的排序功能是指报文发送与接收顺序的控制。

(5) 信息流控制。协议的流量控制功能是指在发送方速度大于接收方时,对发送信息流过大所采取的一系列措施。

(6) 差错控制。差错控制功能使得数据按误码率要求的指标,保证数据在通信线路中正确传输。

(7) 同步。协议的同步功能可以保证收发双方在数据传输时的一致性。

(8) 干路传输。协议的干路传输功能可以使多个用户信息共用干路。

(9) 连接控制。协议的连接控制功能可以控制通信实体之间建立和终止链路的过程。

1.4.2 计算机网络体系结构

在分层结构中,每一层协议的基本功能都是实现与另外一个层次结构中对等实体(可以理解为进程)间的通信,因此称之为“对等层协议”。另一方面,每层协议的功能是提供与同一个计算机系统中相邻的上层协议的服务接口,如图 1-6 所示。

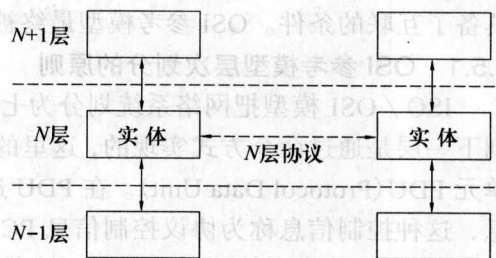


图 1-6 分层协议工作示意图

通过对协议进行分层,降低了网络实现的复杂程度,将复杂的计算机系统之间的通信问题划分为若干个层次的功能进行实现。每个层次要解决的问题简单明了,每一层直接利用其下层的功能,而把精力集中

在完成本层功能上。协议分层的另一优点是灵活性,实现每一层时只需保证为其上层提供规定的服务,至于如何实现本层功能、采用什么样的硬件或软件,则没有任何限制。允许任意一层或几层在设计时做灵活变动。

通常将网络功能分层结构以及各层协议统称为网络体系结构。不同的网络体系结构中分层的数量,各层的名称、内容和功能不尽相同。

计算机网络中采用层次结构,可以有以下几个好处:

(1)各层之间相互独立。高层并不需要知道低层是如何实现的,而仅需要知道该层通过层间的接口所提供的服务。

(2)灵活性好。当任何一层发生变化时,例如由于技术的进步促进实现技术的变化,只要接口保持不变,则在这层以上或以下各层均不受影响。另外,当某层提供的服务不再需要时,甚至可将这层取消。

(3)各层都可以采用最合适的技术来实现,各层实现技术的改变不影响其他层。

(4)易于实现和维护。因为整个系统已被分解为若干个易于处理的部分,这种结构使得一个庞大而又复杂系统的实现和维护变得容易控制。

(5)有利于促进标准化。各国的一些研究机构或大公司都十分重视研究计算机网络的体系结构。比较著名的网络体系结构有国际标准化组织 ISO 提出的开放系统互联体系结构 OSI;美国国防部提出的 TCP/IP 协议;IBM 公司提出的系统网络体系结构 SNA;DEC 的数字网络体系结构 DNA;国际电报电话咨询委员会(CCITT)提出的公共数据网 X.25 等。这些网络体系结构共同之处在于它们都采用了分层技术,但层次的划分、功能的分配与采用的技术术语均不相同。随着信息技术的发展,各种计算机系统联网和各种计算机网络的互联成为人们迫切需要解决的课题。OSI 参考模型就是在这个背景下提出并进行研究的。

1.5 ISO / OSI 开放系统互联参考模型

国际标准化组织 ISO 是世界上著名的国际标准组织之一,它主要由美国国家标准组织 ANSI 及其他各国的国家标准组织的代表组成。ISO 对网络最主要的贡献是建立并于 1981 年颁布了开放系统互联 OSI/RM 参考模型,也就是七层网络通信模型的格式,通常称为“七层模型”。它的颁布促使所有的计算机网络走向标准化,从而具备了互联的条件。OSI 参考模型最终被开发成全球性的网络结构。

1.5.1 OSI 参考模型层次划分的原则

ISO / OSI 模型把网络系统划分为七层结构,如图 1-7 所示。将信息从一层传送到下一层是通过命令方式实现的,这里的命令称为原语。被传送的信息称为协议数据单元 PDU (Protocol Data Unit)。在 PDU 进入下层之前,会在 PDU 中加入新的控制信息,这种控制信息称为协议控制信息 PCI (Protocol Control Information)。接下来,会在 PDU 中加入发送给下层的指令,这些指令称为接口控制信息 ICI (Interface Control Information)。PDU、PCI 与 ICI 共同组成了接口数据单元 IDU (Interface Data Unit)。下层接收到 IDU 后,就会从 IDU 中去掉 ICI,这时的数据包被称为服务数据单元 SDU (Service Data Unit)。随着 SDU 一层层向下传递,每一层都要加入自己的信息。

OSI 参考模型的特点如下:

(1) 每一层都对整个网络提供服务, 因此是整个网络的一个有机组成部分, 不同的层次定义了不同的功能。

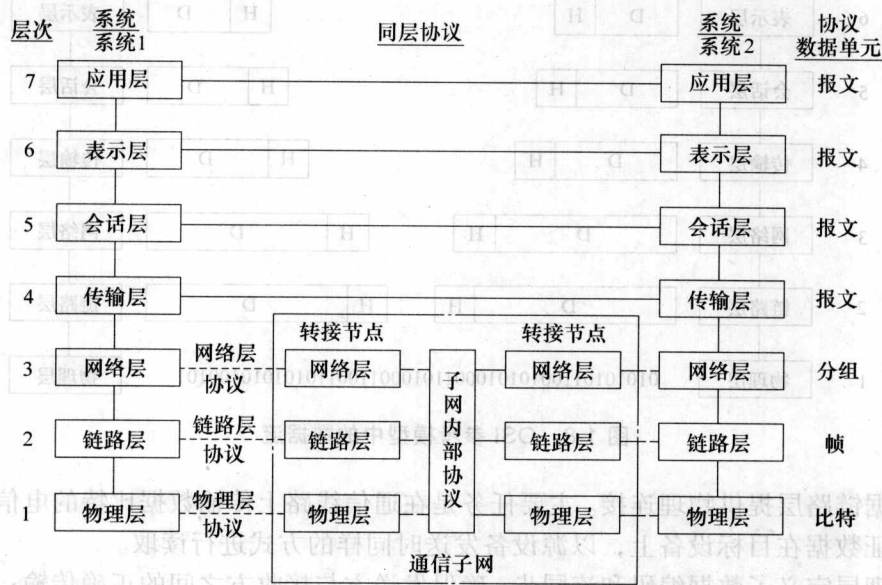


图 1-7 OSI 网络系统结构模型与协议

(2) 每一层在逻辑上都是独立的, 是根据该层的功能定义的。

(3) 每一层实现的时候可以各不相同, 某一层实现时并不影响其他各层。

1.5.2 OSI 参考模型中的数据流

计算机利用协议进行相互通信, 根据设计准则, OSI 模型工作时, 若两个网络设备通信, 则每一个设备的同一层同另一个设备的类似层次进行通信。不同节点通信时, 同等层次通过附加该层的信息头来进行相互的通信。

在发送方的每一节点内, 在它的上层和下层之间传输数据。每经过一层都对数据附加一个信息头部, 即封装, 而该层的功能正是通过这个“控制头”(附加的各种控制信息)来实现的。由于每一层都对发送的数据发生作用, 因此真正发送的数据越来越大, 直到构成数据的二进制位流, 在物理介质上传输。

在接收方, 这七层的功能又依次发挥作用, 并将各自的“控制头”去掉, 即拆装, 同时完成相应的功能, 例如检错、传输等。

OSI 参考模型中发送/接收数据的数据流, 如图 1-8 所示。

1.5.3 OSI 参考模型七层的功能

下面将介绍协议的各种功能是如何分配到每一层, 以及每一层所完成的具体功能。

1. 物理层 (physical layer)

物理层是 OSI 参考模型的最低层, 也是 OSI 模型的第一层, 它利用物理传输介