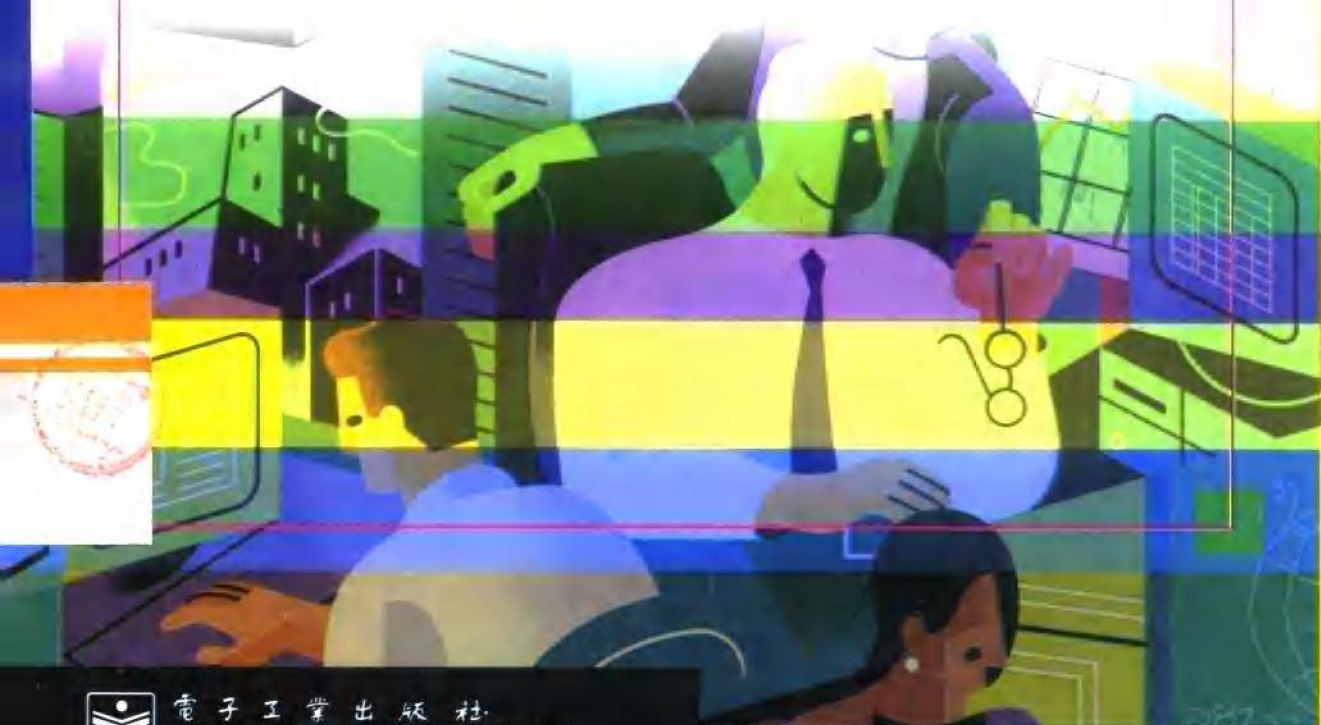


高等学校教材

计算机网络原理

—— 计算机网络体系结构

逯昭义 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.com.cn>

00007024

高等学校教材

计算机网络原理

——计算机网络体系结构

逯昭义 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书讲述计算机网络原理,侧重计算机网络体系结构及网络功能。本书的特点是:①对网络原理所涉及的内容比较严格地纳入 ISO/OSI 分层结构,克服了将网络设备与分层结构分开讲授,容易使读者产生概念混乱的缺点,尤其克服了诸如将网络中的一个装置或一个部件误认为应占据某一层的错误概念。②计算机网络所涉及的几乎全部重要功能,分别分布于 ISO/OSI—RM 的若干层,比如(N)连接、连接的复用与分流、流量控制、差错控制、地址识别、数据单元封装与拆封、数据单元的合块等等就是这样。本书将每种重要功能按阶层区分得清清楚楚。③本书对实现网络中诸多功能的方法进行了归类总结,比如流量控制的方法、差错检测与恢复的方法、路径选择的方法、信道共享的方法等等。④计算机网络体系结构的另一个重点是对网络性能进行解析分析,由于该内容已在《计算机通信网信息量理论》(逯昭义、王思明著)中较全面地做了交待,因此本书只在第九章讲述了一般原理,感兴趣的读者请参阅文献^[1]。

本书适用于信息、电子、通信、计算机等专业本科生的教材或教学参考书。本书与《计算机通信网信息量理论》一书相配合,适用于研究生教材或教学参考书。本书亦可供广大计算机网络工程技术人员学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理——计算机网络体系结构 / 逯昭义编著. —北京: 电子工业出版社, 2000.2

ISBN 7-5053-5631-3

I. 计… II. 逯… III. 计算机网络—理论 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 39625 号

丛 书 名: 高等学校教材

书 名: 计算机网络原理——计算机网络体系结构

编 著 者: 逯昭义

责任编辑: 高 平

特约编辑: 赵 凡

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室监制

印 刷 者: 北京兴华印刷厂

装 订 者: 三河市双峰装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 410 千字

版 次: 2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5631-3
TP·2885

印 数: 6000 册 定价: 22.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

计算机技术与通信技术相结合产生的计算机通信网络（简称计算机网络）从二十世纪 60 年代起就得到了飞速发展，已经经历了三个阶段的发展时期（面向终端的计算机网络、分组交换网络、互联网络），目前正在进入第四个发展阶段——宽带综合业务数字网络 B-ISDN。

与网络技术发展相适应，国内外大专院校的计算机科学与技术、计算机网络与通信、电子信息科学与技术等专业都设立了“计算机网络”课程，并在一定程度上不断更新着课程内容。然而，由于网络新标准不断涌现，网络新技术飞速发展，如何给本科生、研究生、甚至博士生开设“计算机网络”课程，仍不断引起很多学者的关注和思考。

首先，我们看一看计算机网络有什么特点。第一，与计算机单机相比，虽然计算机网络是一个规模更大的复杂系统，但它们之间有一个共同点，那就是都由庞大的硬件系统与软件系统构成。由于相关专业本科生、硕士生在前期课程已经学习了很多有关硬件课程（例如数字逻辑设计、通信与接口、模拟与数字电路等）与软件课程（例如程序设计、C 语言、操作系统等），对计算机网络中可能出现的硬件与软件系统并不感到陌生，而是在原有的基础上，进一步学习掌握新电路、组件和模块等就是了。第二，与计算机技术及通信技术相比，在计算机网络中形成了一种新的学术发展方向，这就是所谓的计算机网络体系结构。它远比业已存在的计算机体系结构复杂得多。计算机网络体系结构包括三部分内容，即参考模型、协议规范、服务定义。其中最重要的是协议规范。狭义讲，计算机网络体系结构就是协议规范（简称协议）。于是，在计算机网络中，人们不仅要学习研究硬件和软件，还要学习研究协议。

考虑上述特点，在有关专业应当如何开设计算机网络课程的问题可以得到解答。多年的教学经历，使笔者感到：设立一门主讲协议的课程是非常必要的，这就是本书所述的“计算机网络体系结构”。而且在这门课程中要防止两种倾向：网络体系结构的内容大都存在国际标准，已有各种标准文本问世。但作为教科书，不应是标准文本的缩写；网络体系结构是计算机网络原理的基础，应将基本原理交代清楚，不应过分迎合读者实用的需要，否则就可能使这门课程变成工程技术的使用手册。为此，本书的特点是着重阐述网络协议，但不缩写标准文本；着重讲述网络原理及其对网络技术的指导作用，但未写成工程技术的手册；着重讲述网络通信机理，但尽可能严格地纳入分层结构范围。

当前，计算机网络与通信正处在极盛的发展时期，为了学科建设的需要，我们已设想在有关专业的后期课程中开设与计算机网络相关的四门课，即“计算机网络原理——计算机网络体系结构”，以 ISO/OSI 为主线，侧重网络分析；“计算机网络技术及应用”，以最新的几种实用网和 TCP/IP 为主线，侧重网络实验；“计算机网络操作系统”，以 NOS 和分布式操作系统为主线；“宽带综合业务数字网”。为此，笔者承担编著了《计算机网络原理——计算机网络体系结构》一书，其他系列版本正在由别的同志完稿，不久将与读者见面。

本书的读者主要是有关专业的本科生。为了研究生教学的需要，笔者曾完成一部专

著《计算机通信网信息量理论》^[1]，考虑到大部分本科生不能继续攻读硕士、博士学位，但应对网络性能分析有所了解，本书编写了“分组交换中的排队论”一章，供读者选学。需要深入学习网络分析的读者请参阅文献^[1]。

本书编写过程中，从提纲目录到具体内容，曾征求了王思明教授、陈永义教授、许曰滨教授、杨庆德副教授、姚栋义副教授、刘翠英副教授、李潼副教授、蒋静副教授、王立宏讲师的意见，他们均提出了许多宝贵意见。韩新霞、逯进、贺晓丽诸同志参与了本书稿的计算机文字处理工作。郭菊英、逯迈、吴晓燕、罗秀秀诸同志协助笔者参与了校对、制图、清样等大量的辅助工作。高平副编审对本书的出版给予大力支持和帮助。在本书问世之际，仅向他们致谢。

虽然全书充分强调了计算机网络体系结构与分层功能的独立性及其相互联系，但是鉴于如下几方面的原因，应该说本书对计算机网络的基本原理是交代清楚的。①本书的手稿在给多届本科高年级学生和研究生讲授“计算机网络原理”课时用作讲义，先后五次易稿；②在本书问世之前，早在1987年笔者编著出版了《计算机局部网基础》^[7]，多年来在网络原理方面有一定的专业积累；③笔者坚持计算机网络理论的研究方向，在中国科学、Appl. Math. Modelling（应用数学建模）、科学通报等杂志发表了七十余篇学术论文，对计算机网络理论的发展前沿跟随较紧。但是，个人的水平毕竟有限，书中难免还存在错误、不足和不尽人意之处，敬请广大读者批评指正。

编 著 者

2000年1月

目 录

绪论 计算机网络概述	(1)
一、 计算机网络的发展过程	(1)
二、 计算机网络的分类	(5)
三、 计算机网络的定义	(6)
四、 计算机网络在我国的发展	(7)
第一章 计算机网络体系结构与标准化	(9)
第一节 网络体系结构概述	(9)
一、 网络体系结构的出现	(9)
二、 建立网络体系结构的出发点	(10)
第二节 分层体系结构及相关概念	(12)
一、 分层结构剖析	(12)
二、 与分层结构相关的概念	(22)
第三节 计算机网络与通信的标准制定机构	(24)
一、 国际标准化组织 ISO	(24)
二、 国际电报电话咨询委员会 CCITT	(25)
三、 IEEE、EIA、ECMA、ANSI、中国国家标准局	(27)
第四节 ISO/OSI-RM	(28)
一、 OSI-RM 及开放系统互联环境	(28)
二、 ISO/OSI-RM 各层的主要功能概述	(30)
三、 OSI 的标准化进程及其优缺点	(32)
四、 与 ISO/OSI 互补的计算机网络工业标准 TCP/IP	(34)
第五节 局域网络体系结构	(35)
一、 IEEE 802 LAN 参考模型	(35)
二、 IEEE 802 服务原语	(36)
三、 IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE 802.5 的体系结构	(37)
第六节 城域网和综合业务数字网体系结构简介	(38)
一、 光纤分布式数据接口 FDDI	(39)
二、 DQDB 的体系结构参考模型	(41)
三、 综合业务数字网 B-ISDN 的体系结构	(42)
第二章 物理层	(44)
第一节 物理层的基本概念	(44)
一、 ISO/OSI 物理层概念	(44)

二、对物理层概念的说明	(45)
第二节 物理连接的四种特性及有关标准	(45)
一、四种特性	(45)
二、几种常用的物理层标准	(47)
第三节 物理层质量参数	(54)
一、信息速率、信号速率、消息速率	(54)
二、调制速率	(54)
三、信道最大码元传输速率、信道极限信息传输速率	(55)
四、信道信息传输速率	(55)
五、吞吐量、传输效率	(56)
六、误码率、误字率	(56)
第四节 数据流的传送	(57)
一、数据流的半双工、双工通信	(57)
二、数据流的同步方式	(57)
三、数字信息传输的主要代码形式	(59)
四、数据传输的复用——时分多重 PCM 传送方式	(61)
第五节 IEEE802 标准的物理层概述	(63)
一、IEEE 802.3 的物理层	(63)
二、IEEE 802.4 的物理层	(65)
三、IEEE 802.5 的物理层	(65)
四、IEEE 802.6 的物理层	(66)
第三章 数据链路层及介质存取层	(67)
第一节 链路层的基本概念	(67)
一、数据链路层环境	(67)
二、链路层的服务和协议概述	(68)
第二节 与数据链路层相关的几个问题	(69)
一、数据链路连接的管理方式、响应方式、帧边界划分方法	(69)
二、差错控制	(70)
三、流量控制	(75)
四、链路层实用协议标准概述	(80)
第三节 面向字符的“基本型”通信控制规程	(81)
一、数据编码格式——我国七单位编码格式	(81)
二、帧格式	(83)
三、基本型协议的数据通信阶段	(84)
第四节 面向比特型通信控制规程——HDLC	(85)
一、一般概念	(86)
二、HDLC 的帧结构	(87)
第五节 IEEE 802 标准的数据链路层和介质存取层	(94)
一、IEEE 802 的 LLC 层	(94)

二、 IEEE 802.3 MAC 层	(99)
三、 IEEE 802.5 MAC 层	(103)
四、 IEEE 802.4 MAC 层	(110)
第六节 局域网其他介质存取方式介绍	(115)
一、 介质存取方式分类	(115)
二、 存取方式运行机理说明	(116)
第四章 网络层	(128)
第一节 网络层通信模型及有关概念	(128)
一、 网络层通信模型	(128)
二、 网络层的服务及协议概述	(129)
三、 网络层重要概念	(129)
第二节 网络层服务	(133)
一、 连接型网络服务	(133)
二、 非连接型网络服务	(135)
第三节 网络层协议(X.25 建议的包级协议)	(135)
一、 X.25 包级协议中数据包的结构	(136)
二、 广义虚拟电路的建立	(141)
三、 数据包的传送与虚拟电路的拆除	(144)
四、 OSI 连接型网络服务和 X.25 包级协议(1984 年版)的关系	(145)
五、 数据报 (DG)	(146)
第四节 径路选择算法	(147)
一、 径路选择算法概述及分类	(147)
二、 径路选择算法	(148)
第五节 流量控制在阶层协议中的分工	(155)
一、 流量控制的层次	(156)
二、 链路级流控	(157)
三、 进网级流控	(159)
四、 入口至出口级流控	(160)
第五章 传输层	(161)
第一节 传输层有关概念及传输服务	(162)
一、 几个概念	(162)
二、 传输层服务	(167)
第二节 传输层协议	(169)
一、 概述	(169)
二、 传输协议数据单元 (TPDU, 即数据块) 的构成	(169)
三、 协议机制	(171)
四、 传输层流控	(172)
五、 传输层差错检测和恢复、差错控制在阶层协议中的分工	(173)
六、 传输连接的建立过程、复用连接与分流连接	(177)

第六章 会话层	(180)
第一节 会话层的基本概念	(180)
一、 会话层的提出	(180)
二、 会话层的几个概念	(181)
第二节 会话层服务	(183)
一、 会话层服务概要	(183)
二、 会话服务原语	(185)
第三节 会话层协议	(185)
一、 功能单元	(185)
二、 协商	(188)
三、 会话协议数据单元的结构和编码	(188)
四、 会话顺序举例	(196)
第七章 表示层	(197)
第一节 表示层的基本概念	(197)
一、 表示层的提出	(197)
二、 表示层的基本概念	(197)
第二节 表示层服务	(200)
一、 表示层服务概要	(200)
二、 表示服务原语	(200)
第三节 表示层协议	(201)
一、 功能单元	(201)
二、 表示层协议数据单元	(202)
第四节 抽象语法记法 1 (ASN.1) 与编码规则	(203)
一、 抽象语法记法 1 (ASN.1)	(203)
二、 ASN.1 编码规则	(206)
第五节 表示层的一些附加功能	(208)
一、 数据压缩——哈夫曼编码	(208)
二、 数据加密	(210)
第八章 应用层	(214)
第一节 应用层的基本概念	(214)
一、 应用层的提出	(214)
二、 应用层模型	(214)
第二节 具有公共应用功能的应用服务元素 ASE	(216)
一、 联系控制服务元素 ACSE	(216)
二、 可靠传送服务元素 RTSE	(218)
三、 远地操作服务元素 ROSE	(220)
四、 托付、并发与恢复 CCR	(221)
第三节 虚拟终端 VT	(223)
一、 虚拟终端的提出	(223)

二、 虚拟终端类型	(224)
三、 基本类虚拟终端(包括服务和协议)	(224)
第四节 作业传送与操作 JTM	(227)
一、 JTM 的提出	(227)
二、 JTM 的服务	(229)
第五节 文件传送、存储和管理 FTAM	(230)
一、 FTAM 概述	(230)
二、 虚拟文件存储器	(230)
三、 FTAM 的服务	(232)
四、 FTAM 的协议	(235)
第六节 目录服务 DS——网络管理	(236)
一、 目录服务的提出	(236)
二、 目录服务及协议的基本思想	(238)
第七节 电子邮件——报文处理系统 MHS	(239)
一、 报文处理系统的提出与发展	(239)
二、 MHS 的模型	(240)
三、 MHS、UAE、MTAE 的主要功能	(242)
第九章 分组交换中的排队论	(245)
第一节 排队论在信息交换中的几个规律	(245)
一、 系统排队模型	(245)
二、 分组到达结点的规律	(245)
三、 分组交换的服务时间	(248)
四、 服务员的数目及忙闲度	(248)
五、 服务规约	(249)
六、 缓冲区数量	(249)
七、 排队模型	(251)
第二节 m/m/n 排队模型解析	(251)
第三节 m/g/1 排队模型解析	(254)
第四节 分组交换网的排队问题	(257)
一、 m/m/n/ ∞ 的多级排队系统	(257)
二、 输出定理	(258)
主要参考文献	(260)

绪论 计算机网络概述

一、计算机网络的发展过程

截止目前为止，计算机网络已发展到第四代，即出现了第四代计算机网，它们是：

第一代：面向终端的计算机网络

第二代：分组交换计算机网络（包括 LAN、MAN、WAN）

第三代：互联网络 {
ISO/OSI—RM 国际标准化组织的开放系统连参考模型
Internet 国际互联网或称因特网，采用 TCP/IP（传送控制协议/互联网协议）

第四代：宽带综合业务数字网络（B-ISDN）

1. 计算机网络的产生，第一代计算机网络的出现

第一代计算机网络，也称面向终端的计算机网络，它是最简单的计算机网络，它的出现和发展时期大约是 1955 年~1970 年，经过了约 15 年的发展，在 60 年代末就成熟起来。面向终端的计算机网络大致经过了四个发展过程，如图 0-1 所示。

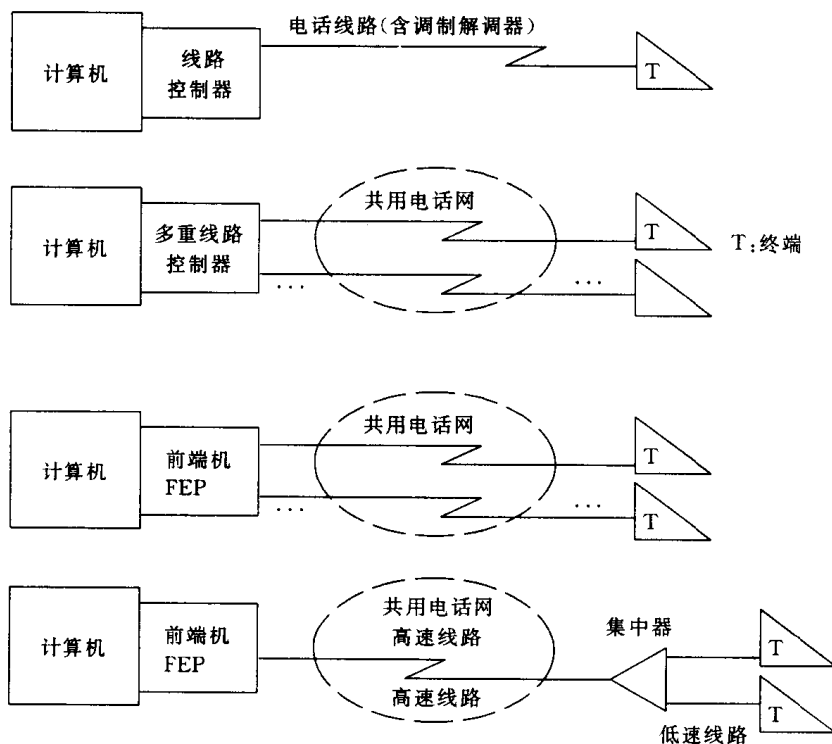


图 0-1 面向终端的计算机网络

2. 分组交换网的产生，第二代计算机网络的出现

分组交换网也称数据包交换网，它的出现和发展大约是 1970 年~1990 年。经过了约 20 年的发展。

分组交换是一种比较新颖的交换技术，在此之前，已经存在电路交换，它包括人工接续、步进制、纵横制、程控交换。从通信资源的分配看，用户在开始通话前，先要申请一条物理通路（即先要占有一定的传输带宽），在通话的全部时间里用户始终占用这条物理通路，这一点是大家所熟知的。这种电路交换方式如果用在计算机网络中，就会出现两个问题：①计算机的数据是突发式或间歇式出现的，真正传送数据的时间仅占 1%~10%，其余时间，通信线实际上是空闲的，比如当计算机正在处理数据而未得到结果时，就不能传送，这时线路是空闲的。这是一种资源的浪费。②电路交换时，建立通道的时间对计算机通信也嫌太长。比如打电话接通时间 ≤ 20 秒，而通话时间 ≥ 2 分钟，接通时间与通话时间的比为 $20/120=1/6$ 。但在计算机通信时，1200 bit 的数据，当用 2400bps 速度传送时，占线时间为 $1200 \div 2400=0.5$ 秒，那么，接通时间与传送数据时间的比为 $20/0.5=40$ 。显然接通时间（也称呼叫时间）太长了。

必须采用其他交换方式，于是就出现了分组交换。1969 年 12 月，美国 ARPANET 投入运行，计算机网进入了第二代发展时期，ARPANET 采用了分组交换。它的示意图如图 0-2 所示。

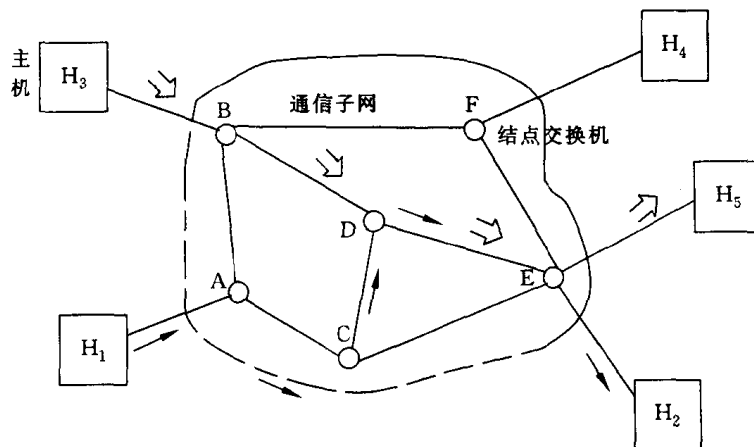


图 0—2 美国的 ARPANET

当主机 H_1 要向 H_2 发送数据时，首先将数据划分成等长的分组（比如 1000bit），然后将这些分组一个一个地发往结点 A。结点 A 将收到的分组先放入缓冲器，再按路由算法（以后讲述），确定分组下一步该发往哪一个结点。可见在各结点，分组交换机的任务是：负责存贮分组；选择合适路由；转发分组。当然每个分组还必须携带目的地址、源地址等控制信息，否则分组交换机就无法确定合适路由。

分组交换网的优点是高效、灵活、迅速、可靠。它的缺点是：因分组存贮而形成传送时延；各分组携带控制信息也有额外时间开销。然而 ARPANET 的端——端平均延时

小于 0.1 秒，实现了准即时通信。

三种交换方式的比较如图 0-3 所示，其中 A、B、C、D 为网络的交换结点。

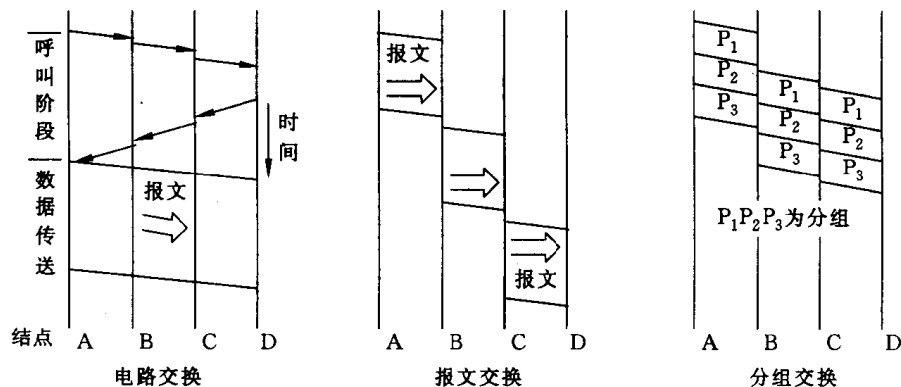


图 0—3 三种交换方式比较

由图 0-3 可见，报文交换比电路交换能使 A→B 及 B→C 通道提前空闲。分组交换比报文交换还能进一步缩短传送时间。

第一代计算机网络与第二代计算机网络的差别如图 0-4 所示。

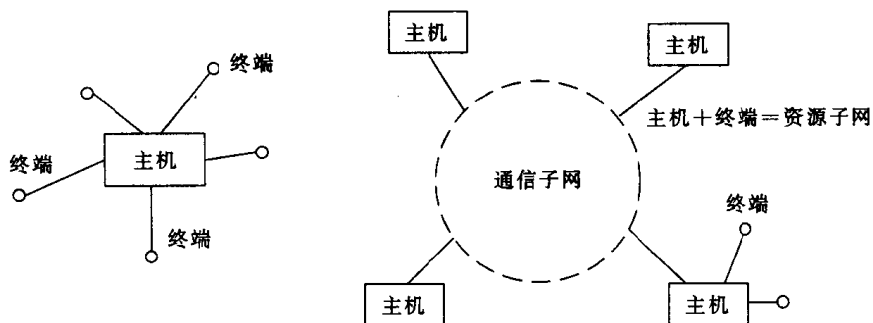


图 0—4 第一、二代计算机网络的差别

在计算机通信网络，特别是分组交换网的发展过程中，特别需要一提的是，近十多年来兴起了通信距离在 10km 范围以内的所谓局域网 (Local Area Network-LAN, 日文为 ローカル エリア ネットワーク)。该领域的研究工作虽然起步较晚，但进展异常迅速，早已进入实用阶段，在我国已很普及。

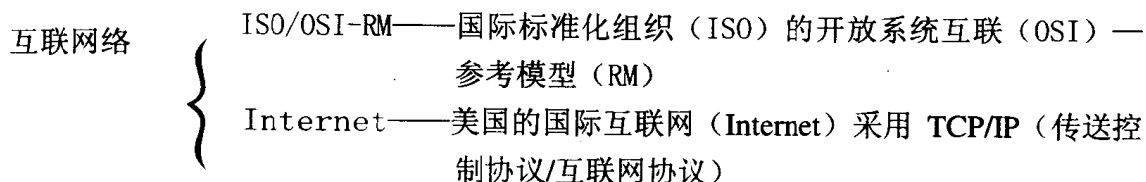
早在 60 年代初期，许多国家的厂矿企业、机关学校在日常事物处理和学习研究中就引进了计算机。到了 60 年代后期，世界上的发达国家已经到了离开计算机，社会机能就要停止工作的地步。计算机技术浸透于社会各个领域的最重要方面是数据通信系统。由于通信技术和计算机技术的结合，就产生了计算机通信网和计算机局域网。

早期的数据通信，大都在一个单位、一个部门进行，但这不是局域网。以后由于各单位业务活动的不断扩展，要求从其他单位迅速获得数据信息的愿望日益强烈。这样的

要求如果能够实现，各单位独有的计算机资源（程序、数据、处理手段等）就有可能得到更为有效地利用。于是就出现了所谓的计算机网络。尔后，由于计算机网的发展，也由于微机、专用机的发展，办公室自动化等业务要求很快被提上日程，于是计算机网络的发展出现了回旋上升的局面，即又回旋到单位、部门之中。这样就形成了网络发展的一个重要方向——计算机局域网。可见，计算机网络是计算机局域网发展的基础。

伴随着数据通信理论、网络体系结构（下一章讲述）、计算机网络技术等的发展，局域网得到了很大发展。

3. 络网体系结构的形成，互联网的出现



如同计算机体系结构的提出，大大加强了计算机的发展一样，计算机网络体系结构的出现，定能大大推动计算机网络的发展。实际上由于计算机网络体系结构的提出和发展，促进了网际互联，即不同型号网的相连问题，形成了第三代计算机网络——互联网。关于网络体系结构的问题将在第一章中讲述。

在第三代计算机网络——互联网出现后，发展最快且规模最大的互联网就算美国的 Internet（国际互联网），它的发展分几个重要发展阶段。

- 1984 年~1985 年，ARPANET 为主干网的互联网。
- 1986 年~1990 年，NSF NET（美国国家科学基金会 NSF 的互联网）与 ARPANET 互联网并存阶段。

1986 年美国 NSF 建立了一个国家科学基金网，覆盖美国的主要大学和研究所，该网分主干网、地区网、校园网三级，主干网的速率为 56kbps(1986 年)→1.544Mbps(1990 年)，1990 年 ARPRNET 关闭。

- 1991 年~1992 年，NSF NET 单独存在阶段，这一阶段 Internet 范围由大专院校科研所向其他单位扩大。

- 1993 年以后出现 ANS NET，该网络是 ANS 公司建造的，ANS 是由 IBM 等多个公司联合成立的一个分公司。它的特点是主干网速率为 45Mbps，目前建造的主干网速率高达 155Mbps 以上。

Internet 已成为世界上规模最大的互联网，在 1995 年，已互联 12000 个网络，现在已入网的国家多于 137 个。由于 Internet 有极其丰富的信息资源，世界上先进国家在相继建立自己的科研教育网后，与 Internet 互联，这一措举，促进了这些国家教育科研事业的迅速发展。

值得一提的是 Internet 使用的体系结构为 TCP/IP 协议族。这个体系结构仍为分层结构，虽然它与 ISO/OSI-RM 是不同的体系结构，但两者在很多层的协议相似或相同。

4. 宽带综合业务数字网 (B-ISDN)

B-ISDN 是第四代计算机网络，它的特点有三：综合化、宽带化，采用 ATM 交换（异步交换）方式。

综合化是指网络服务的多种业务综合在一起，即将话音、数据、图象（传真图象和电视图象）等，都以二进制代码的形式综合到一个网络中来传送。因而在计算机中获取、存贮、处理、编辑、显示两个或多个信息媒体——文字、声音、图形、静止图象、活动图象等的所谓多媒体技术，在计算机网络中就是综合业务数字网技术。故可以这样讲述：计算机通信网的多媒体技术就是综合业务数字网技术。

宽带综合业务数字网正在发展，而窄带综合业务数字网 (N-ISDN) 业已成熟，宽带是相对于窄带而言的。B-ISDN 的宽带化就是指传送速率由几十 Mbps 至几百 Mbps，乃至几千 Mbps (1 千 Mbps=1Gbps)。当速率大于 100Mbps 时，其传输介质用光纤。

为了实现广域 B-ISDN，目前最引人入胜的通信方式是异步传送方式 (ATM)。简单讲该方式分别吸收了电路交换和数据分组交换的优点。

在 ATM 中，把信息数据分割为短的数据块，在其前方加入目的地址等信息构成头部，然后传送。附加了头的数据块称为信息单元 (cell)，简称信元。ATM 对连续信息，脉冲信息都能分解为信息单元。由于把全部信息分解为小的单元后，进行高速交换和传送，由于兼顾电路交换所具有的实时性和数据分组交换所具有的灵活性，所以可以说 ATM 是电路交换和数据分组交换的综合方式。在 ATM 方式中，由于每一条电路上能够传送和交换所有形式的信息，所以对于将来多变的通信具有很高的适应性。而且，由于将多路终端的信息在一条 ATM 电路上多重化，因此能提高电路的最大吞吐量，从而提高网络效率。

1993 年 9 月 15 日美国政府正式提出了“国家信息基础结构”行动计划，即 NII 行动计划，它包括 5 部分：①硬件设施；②高速信息网；③软件；④信息本体；⑤使用和开发信息的各种人员，其中高速信息网又称为信息高速公路——也就是 B-ISDN。目前信息高速公路的含义有所扩大，人们往往将国家信息基础结构 NII 称为信息高速公路。现在“信息高速公路”的呼声很高，世界上很多国家都在制定自己的信息高速公路计划。这就使计算机网络进入了第四代的重要发展时期。

二、计算机网络的分类

按交换方式	}	电路交换
		报文交换
		分组交换
		异步交换 (ATM)

按拓扑结构	}	星形网， 也称集中式网
		非集中式网，星形与格状形的混合网，也称分散式网
		分布式网， 即格状形网
按范围	}	广域网 WAN >100km
		城域网 MAN >10km, < 100km
		局域网 LAN <10km
		多处理机系统 <10m
按使用	}	公用网
		专用网
按 NOS	}	分布式操作系统的计算机网络，是发展方向
		网络环境下操作系统的计算机网络，是目前常见网络
按速度	}	低速 < 200bps
		中速 200~10kbps
		高速 10k~10Mbps
		超高速 >10Mbps

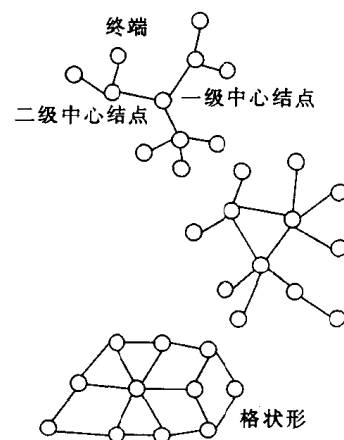


图 0—5 网络拓扑结构

三、计算机网络的定义

关于计算机网络的定义，目前并未统一，不同阶段有不同的定义。

- 一些互相连接的、自治的计算机的结合。
- 以相互共享（硬件、软件和数据）资源方式而连接起来的且各自具有独立功能的计算机系统之集合。

• 利用各种通信手段（例如电报、电话、微波通信等）把地理上分散的计算机有机地连在一起，达到相互通信而且共享软件、硬件和数据等资源的系统。

• 一个计算机网络应由三部分组成：计算机，通信子网（包括主干及其入主干网的中、小型网络等），通信协议。

顺便指出，计算机网络、计算机通信网络应该是等同的。计算机通信、数据通信这两个名词，在数据通信发展到今天，是可以混用的，如果要作区分，数据通信主要指通信子网的数据传送。

四、计算机网络在我国的发展

- 最早建立广域网的是铁道部，1980 年率先实验计算机联网。

• 中国的分组交换网	}	CNPAC	1989 年 11 月建成，主干网覆盖 10 个城市
		CHINAPAC	1993 年 9 月建成，主干网覆盖 32 个省会城市 and 计划单列城市
		扩大后的分组交换网，八大城市全连通，如图 0-6 所示。	

- 很多单位安装了局域网，使连网率达 30% 以上。
- 中国科研网 CRN，将国内的重要大学和科研院所相连，加强科研合作。
- “金桥工程”是我国经济和社会信息化的基础设施，由于它与经济相关，起名“金”，由于它与国内的其他通信干线和专用网互联，起名“桥”。“金桥”网是一个开放式互联网，是一个覆盖全国的中速信息网。

• “金卡工程”是金融系统推行信用卡、现金卡等，以便加强国家对经济宏观控制的信息化应用工程。

- “金关工程”是为加强对外贸易和自动化管理的一项信息化应用工程。

• 中国公用计算机互联网 CHINA NET，有 31 个骨干结点，是一个可在国内提供互联业务的高速互联网；有 3 条高速国际出口线路，可与国外其他网络互联。

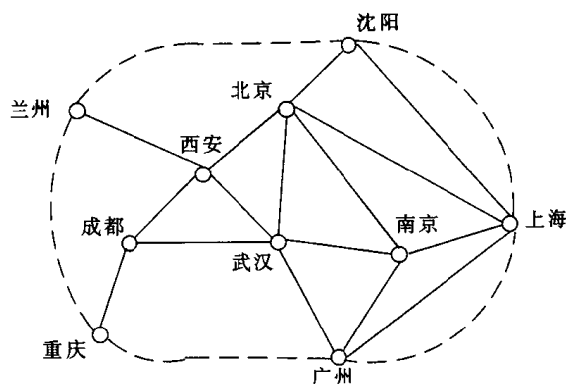


图 0-6 扩大后的分组交换网

计算机网络技术产生于 70 年代初，由于它具有许多优点，在飞快发展的基础上很快进入实用阶段。以资源共享和数据通信为目的的计算机网的发展，不仅引起了计算机工作者、网络工作者的极大兴趣，而且也引起了通信工作者的极大兴趣。目前国内外从事通信网研究、开发、应用推广的人员已汇合成一支庞大的技术大军。我们荣幸成为这支大军中的一分子，为发展信息科学做出贡献，我想是很自豪的。广大信息通信工作者一