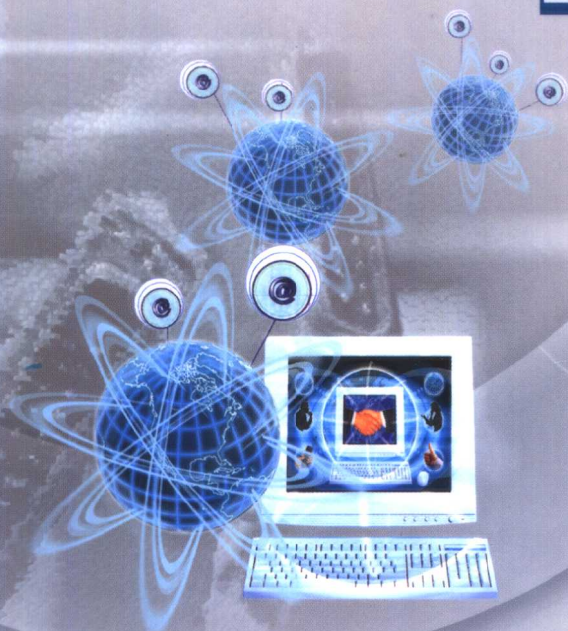


高等学校计算机科学与技术教材

# 计算机网络体系结构

## ——计算机网络原理

逯昭义 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

北方交通大学出版社

<http://press.njtu.edu.cn>

高等学校计算机科学与技术教材

# 计算机网络体系结构

## ——计算机网络原理

逯昭义 编著

清华大学出版社

北方交通大学出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书讲述了计算机网络原理，侧重于计算机网络体系结构及网络功能。本书的特点是：①比较严格地将网络原理所涉及的内容纳入网络分层结构，克服了将网络设备与分层结构分别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的缺点。同时，本书对分层协议规范和服务定义进行了简洁描述，非常宜于读者对分层功能的区分和记忆。②本书将计算机网络涉及的每种重要功能按分层区分得非常清楚。计算机网络所涉及的几乎全部重要功能，分别分布于 ISO/OSI 参考模型及其相关的若干层，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、数据单元的分块与合块等就是这样。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、确保网络安全的方法等。④考虑到 ISO/OSI 和 TCP/IP 体系结构的特色，也考虑到网络协议的实用性，本书所涉及网络的理论，既不按 ISO/OSI 的 7 层阐述，也不按 TCP/IP 的 4 层阐述，而是将两者综合，按 5 层阐述，从而兼顾了理论性与实用性。

本书可作为信息、电子、通信、计算机、自动化等专业硕士生和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，亦可供广大计算机网络工程技术人员学习参考。

**版权所有，翻印必究。**

**本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。**

### 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络体系结构/逄昭义编著. —北京：北方交通大学出版社，2003.9

高等学校计算机科学与技术教材

ISBN 7-81082-077-X

I. 计… II. 逄… III. 计算机网络 — 网络结构 — 高等学校 — 教材 IV. TP393.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 014981 号

责任编辑：谭文芳 特邀编辑：宋林静

印刷者：北京市黄坎印刷厂

出版发行：北方交通大学出版社 邮编：100044 电话：010-51686045, 62237564

清华大学出版社 邮编：100084

经 销：各地新华书店

开 本：787×1092 1/16 印张：17.25 字数：441 千字

版 本：2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：25.00 元

# 目 录

<b>第 1 章 计算机网络概述</b> .....	( 1 )
1.1 计算机网络的发展过程 .....	( 1 )
1.2 计算机网络的分类 .....	( 5 )
1.3 计算机网络的定义 .....	( 7 )
1.4 计算机网络在我国的发展 .....	( 7 )
1.5 计算机网络主要硬件的介绍 .....	( 9 )
<b>第 2 章 计算机网络体系结构与标准化</b> .....	( 12 )
2.1 网络体系结构概述 .....	( 12 )
2.1.1 网络体系结构的出现 .....	( 12 )
2.1.2 建立网络体系结构的出发点 .....	( 13 )
2.2 分层体系结构及相关概念 .....	( 15 )
2.2.1 分层结构剖析 .....	( 15 )
2.2.2 与分层结构相关的概念 .....	( 24 )
2.3 计算机网络与通信的标准制定机构 .....	( 26 )
2.3.1 国际标准化组织 .....	( 26 )
2.3.2 国际电信联盟 .....	( 27 )
2.3.3 IEEE, EIA, ECMA, ANSI, IAB 及中国国家标准局 .....	( 28 )
2.4 ISO/OSI 参考模型 .....	( 29 )
2.4.1 OSI 参考模型及开放系统互连环境 .....	( 29 )
2.4.2 OSI 的标准化进程及其优缺点 .....	( 32 )
2.4.3 TCP/IP 简介及比较 .....	( 34 )
2.5 局域网络体系结构 .....	( 35 )
2.5.1 IEEE802 LAN 参考模型及 IEEE802.3~IEEE802.5 参考模型 .....	( 36 )
2.5.2 IEEE802 服务原语 .....	( 38 )
2.6 城域网和综合业务数字网体系结构简介 .....	( 38 )
2.6.1 光纤分布式数据接口 .....	( 39 )
2.6.2 分布式队列双总线 .....	( 41 )
2.6.3 交换式多兆位数据服务 .....	( 43 )
2.6.4 宽带综合业务数字网 .....	( 44 )
<b>第 3 章 物理层</b> .....	( 46 )
3.1 物理层的基本概念 .....	( 46 )
3.1.1 ISO/OSI 物理层的概念 .....	( 46 )

3.1.2	对物理层概念的说明	(47)
3.2	物理连接的4种特性及有关标准	(47)
3.2.1	4种特性	(47)
3.2.2	几种重要的物理层标准	(48)
3.3	物理层质量参数	(55)
3.3.1	信息速率、信号速率、消息速率	(55)
3.3.2	信道最大码元传输速率、信道极限信息传输速率	(56)
3.3.3	信道信息传输速率	(57)
3.3.4	吞吐量、传输效率	(57)
3.3.5	误码率和误字率	(58)
3.4	数据流的传送	(58)
3.4.1	数据流的通信方式	(58)
3.4.2	数据流的同步方式	(59)
3.4.3	数字信息传输的主要代码方式	(60)
3.4.4	数据传输的复用——时分复用PCM传送方式	(63)
3.5	IEEE802标准的物理层概述	(65)
3.5.1	IEEE802参考模型的物理层	(65)
3.5.2	IEEE802.3~802.6物理层简介	(65)
<b>第4章</b>	<b>数据链路层及介质访问层</b>	<b>(69)</b>
4.1	链路层的基本概念	(69)
4.1.1	数据链路层环境	(69)
4.1.2	链路层功能概述	(70)
4.2	与数据链路层相关的几个问题	(70)
4.2.1	链路连接的服务类型、响应方式、帧边界划分方法	(71)
4.2.2	差错控制	(72)
4.2.3	流量控制	(76)
4.2.4	链路层实用协议标准概述	(80)
4.3	面向字符的基本型通信控制规程	(81)
4.3.1	数据编码格式——我国7单位编码格式	(81)
4.3.2	帧格式	(84)
4.3.3	基本型协议的数据通信阶段	(84)
4.4	面向比特型通信控制规程	(85)
4.4.1	一般概念	(86)
4.4.2	HDLC的帧结构	(87)
4.4.3	HDLC小结	(92)
4.5	IEEE802标准的数据链路层和介质访问控制层	(94)
4.5.1	IEEE802的LLC层	(94)
4.5.2	IEEE802.3的MAC层	(99)

4.5.3	IEEE802.5 的 MAC 层 .....	(102)
4.5.4	IEEE802.4 的 MAC 层 .....	(109)
4.6	局域网其他介质访问方式介绍 .....	(115)
4.6.1	介质访问方式分类 .....	(115)
4.6.2	访问方式运行机理说明 .....	(115)
<b>第 5 章</b>	<b>网络层</b> .....	<b>(127)</b>
5.1	网络层通信模型及有关概念 .....	(127)
5.1.1	网络层通信模型 .....	(127)
5.1.2	网络层的服务及协议概述 .....	(128)
5.1.3	网络层的重要概念 .....	(128)
5.2	网络层服务 .....	(132)
5.2.1	面向连接型网络服务 .....	(132)
5.2.2	无连接型网络服务 .....	(133)
5.3	网络层协议 .....	(134)
5.3.1	X.25 包级协议中数据包的结构 .....	(134)
5.3.2	广义虚拟电路的建立 .....	(140)
5.3.3	数据包的传送与虚电路的拆除 .....	(142)
5.3.4	OSI 连接型网络服务和 X.25 包级协议的关系 .....	(143)
5.3.5	数据报 .....	(144)
5.4	路径选择算法 .....	(145)
5.4.1	路径选择算法概述及分类 .....	(145)
5.4.2	路径选择算法 .....	(146)
5.5	流量控制在分层协议中的分工 .....	(153)
5.5.1	流量控制的层次 .....	(153)
5.5.2	链路级流控 .....	(154)
5.5.3	进网级流控 .....	(156)
5.5.4	入口至出口级流控 .....	(157)
5.6	因特网的网络层 .....	(158)
5.6.1	概述 .....	(158)
5.6.2	IP 协议 .....	(158)
<b>第 6 章</b>	<b>传输层</b> .....	<b>(169)</b>
6.1	传输层的有关概念及传输服务 .....	(170)
6.1.1	几个概念 .....	(170)
6.1.2	传输层服务 .....	(175)
6.2	传输层协议 .....	(177)
6.2.1	概述 .....	(177)
6.2.2	传输协议数据单元的构成 .....	(177)

6.2.3	协议机制 .....	(179)
6.2.4	传输层流控 .....	(180)
6.2.5	传输层差错检测和恢复、差错控制在分层协议中的分工 .....	(181)
6.2.6	传输连接的建立过程、复用连接与分流连接 .....	(185)
6.3	因特网的传输层 .....	(186)
6.3.1	用户数据报协议 .....	(186)
6.3.2	传输控制协议 .....	(187)
<b>第 7 章</b>	<b>应用层</b> .....	<b>(194)</b>
7.1	网络安全性协议 .....	(194)
7.1.1	网络安全在分层协议中的分工 .....	(194)
7.1.2	数据加密 .....	(194)
7.1.3	鉴别协议 .....	(199)
7.1.4	数字签名 .....	(201)
7.2	简单网络管理协议 .....	(203)
7.2.1	SNMP 模型 .....	(203)
7.2.2	抽象语法记法 1 .....	(204)
7.2.3	ASN.1 编码规则 .....	(207)
7.3	域名系统 .....	(209)
7.3.1	DNS 的命名——DNS 名字空间 .....	(209)
7.3.2	资源记录 .....	(211)
7.3.3	名字服务器 .....	(213)
7.4	万维网 .....	(213)
7.4.1	客户端 .....	(214)
7.4.2	服务器端 .....	(214)
7.4.3	超文本传输协议 .....	(216)
7.4.4	与万维网网页相关的问题 .....	(216)
<b>第 8 章</b>	<b>分组交换中的排队论</b> .....	<b>(219)</b>
8.1	排队论在信息交换中的几个规律 .....	(219)
8.1.1	排队的系统模型 .....	(219)
8.1.2	分组到达结点的规律 .....	(219)
8.1.3	分组交换的服务时间 .....	(222)
8.1.4	服务员的数量及忙闲度 .....	(223)
8.1.5	服务规约 .....	(223)
8.1.6	缓冲区数量 .....	(224)
8.1.7	排队模型 .....	(225)
8.2	M/M/n 排队模型解析 .....	(226)
8.3	M/G/1 排队模型解析 .....	(229)

8.4 分组交换网的排队问题 .....	(231)
8.4.1 M/M/n/∞ 的多级排队系统 .....	(232)
8.4.2 输出定理 .....	(233)
<b>附录 A</b> .....	(235)
A.1 OSI 会话层 .....	(235)
A.1.1 会话层的基本概念 .....	(235)
A.1.2 会话层服务 .....	(238)
A.1.3 会话层协议 .....	(239)
A.2 OSI 表示层 .....	(250)
A.2.1 表示层的基本概念 .....	(250)
A.2.2 表示层服务 .....	(253)
A.2.3 表示层协议 .....	(254)
A.3 OSI 应用层 .....	(256)
A.3.1 应用层的基本概念 .....	(256)
A.3.2 具有公共应用功能的应用服务元素 .....	(258)
<b>参考文献</b> .....	(265)



# 第 1 章 计算机网络概述

## 1.1 计算机网络的发展过程

截止到目前为止，计算机网络经历了 4 个阶段，已出现了第四代计算机网络。

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：互连网络 { ISO/OSI-NET 国际标准化组织的开放系统互连网；  
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：综合业务的 ATM 交换网、宽带综合业务数字网络 B-ISDN 和宽带 IP 网络等。

### 1. 第一代计算机网络

第一代计算机网络，也称面向终端的计算机网络，是最简单的计算机网络，它的出现和发展大约是在 1955—1970 年，经过了约 15 年的发展，在 20 世纪 60 年代末成熟起来。面向终端的计算机网络大致经过了 4 个发展过程，如图 1-1 所示。

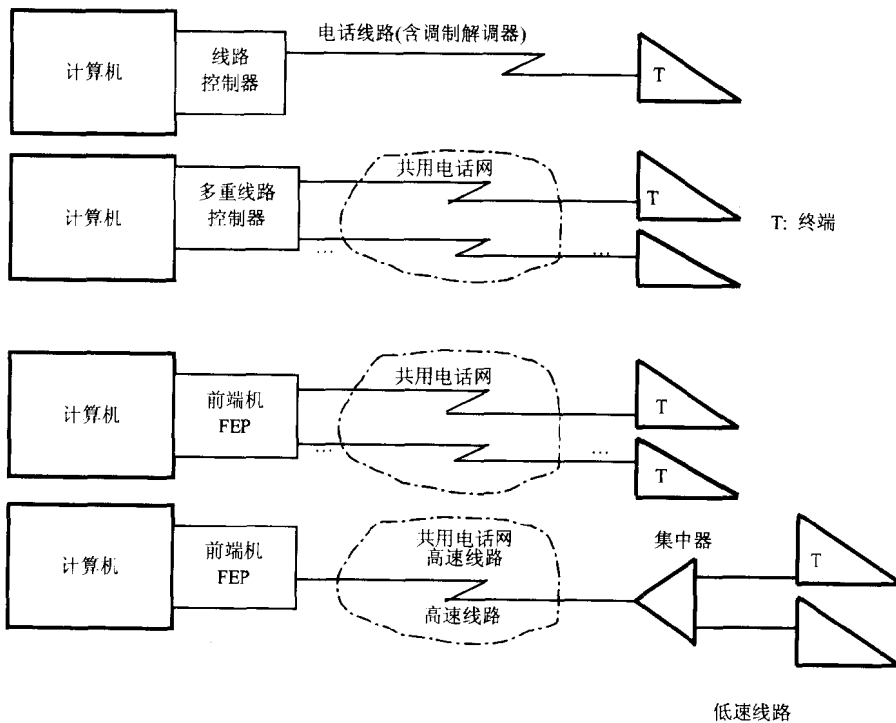


图 1-1 面向终端的计算机网络

### 2. 第二代计算机网络

第二代计算机网络是分组交换网，也称数据包交换网，它的出现和发展大约是在 1970—1990 年这 20 年间。

分组交换是一种比较新颖的交换技术，在此之前，已经存在电路交换技术，它包括人工接续、步进制、纵横制和程控交换。从通信资源的分配看，用户在开始通话前，要先申请一条物理通路（即要先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，就会出现两种情形：一是由于计算机的数据是以突发式或间歇式出现的，真正传送数据的时间仅占 1%—10%，其余时间通信线路是空闲的，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。这实际上是一种资源的浪费。二是在电路交换时，建立通道的时间对计算机通信而言太长。比如，打电话接通时间小于等于 20 s，而通话时间大于等于 2 min，接通时间与通话时间的比为  $20 \div 120 = 1/6$ 。但在计算机通信时，1200 位的数据，当用 2400 bps 速率传送时，占线时间为  $1200 \div 2400 = 0.5$  s，那么，接通时间与传送数据时间的比为  $20 \div 0.5 = 40$ ，显然接通时间（也称呼叫时间）太长了。

因此，必须采用其他交换方式解决以上问题，于是就出现了分组交换。1969 年 12 月，美国 ARPANET 投入运行，计算机网络进入了第二代发展时期。ARPANET 采用了分组交换，如图 1-2 所示。

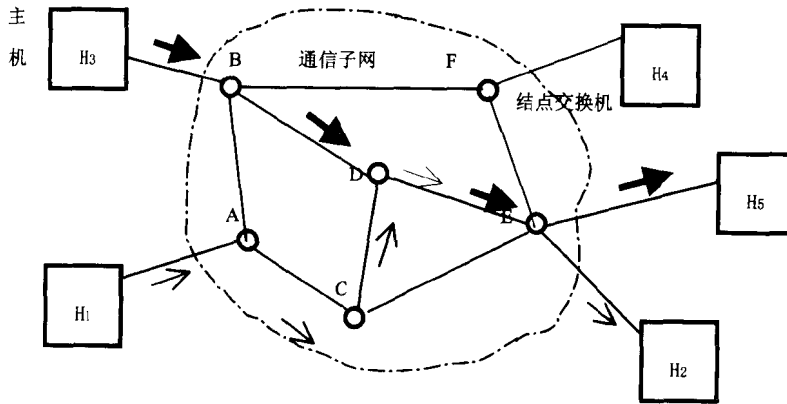


图 1-2 美国的 ARPANET

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 1000 位），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（后面讲述），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：负责存储分组、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：因分组存储而形成传送时延；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 s，实现了准即时通信。

图 1-3 是三种交换方式的比较, 其中 A, B, C, D 为网络的交换结点。

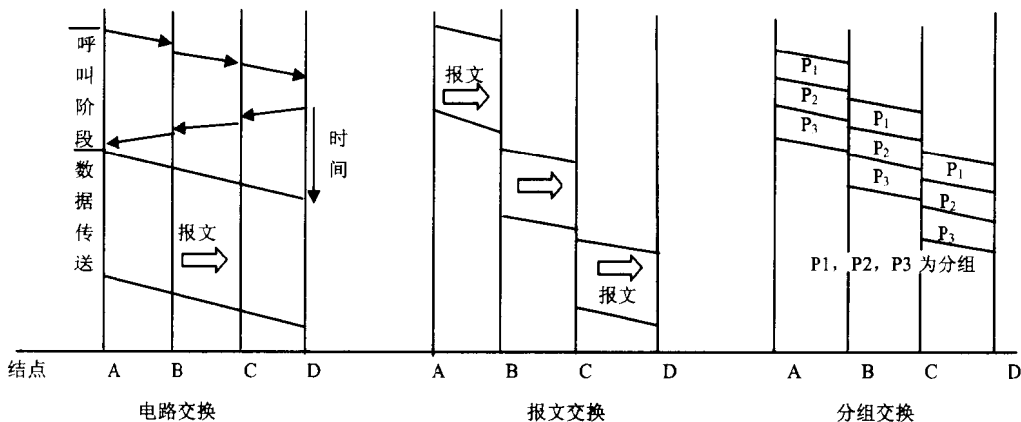


图 1-3 三种交换方式比较

由图 1-3 可见, 报文交换与电路交换相比, 能使 A→B 及 B→C 通道提前空闲。分组交换比报文交换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 1-4 所示。

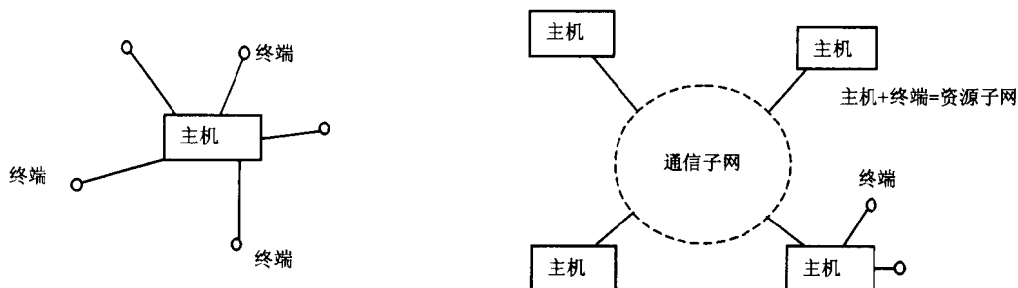


图 1-4 第一、二代计算机网络的差别

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, 在 20 多年前兴起了通信距离在 10 km 范围以内的局域网 (Local Area Network, LAN)。该领域的研究工作虽然起步较晚, 但进展异常迅速, 并早已进入实用阶段, 在我国也很普及。

早在 20 世纪 60 年代初期, 许多国家的厂矿、企业、机关、学校在日常事务处理和在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。计算机技术渗透于社会各个领域, 最重要的方面是数据通信系统。由于通信技术和计算机技术的结合, 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, 但这还不是局域网。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增强。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的利用, 于是出现了所谓的计算机网络。尔后, 由于计算机网络及微机、专用机的发展, 办公室自动化的要求很快被提上日程, 于是计算机网络发展的要求又回到单位、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. 互连网络

互连网络 {

- ISO/OSI—NET——国际标准化组织（ISO）的开放系统互连（OSI）网络，截止目前未完全实用化。
- Internet——国际互联网，采用 TCP/IP（传送控制协议/互联网协议）

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，大大推动了计算机网络的发展。实际上，由于计算机网络体系结构的提出和发展，促进了网际互连即解决了不同型号网络的相连问题，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 2 章中讲述。

互联网出现后，发展最快且规模最大的是美国的 Internet（国际互联网，也称因特网）。它的发展有如下几个重要阶段。

①1984—1985 年，ARPANET 为主干网的互联网。

②1986—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 56 Kbps(1986 年)~1.544 Mbps(1990 年)。1990 年 ARPRNET 关闭。

③1991—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。

④1993 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 45 Mbps，目前建造的主干网速率为 155 Mbps~1 Gbps 以上。

Internet 已成为世界上规模最大的互联网，在 1995 年，已连接 12 000 个网络，现在已入网的国家超过 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，都与 Internet 互连。这一举措，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 协议簇（协议栈）。这个体系结构仍为分层结构，虽然它与 ISO/OSI 参考模型是不同的体系结构，但两者在很多层的协议相似或相同。

早期因特网有四个主要应用功能，即电子邮件、新闻、文件传输、远程登录。20 世纪 90 年代中期，一个全新应用——万维网（World Wide Web, WWW）让数以百万计的广大非学术界的用户登上了因特网。WWW 使得一个站点可以设置大量主页（Homepage），很多人还设置个人的主页。

#### 4. 综合业务的 ATM 交换网和宽带综合业务数字网

宽带综合业务数字网 (B-ISDN)、ATM 交换网和宽带 IP 网络等是第 4 代计算机网络, 它的特点有 3 点: 综合化, 宽带化, 采用 ATM 交换 (异步交换) 方式。

综合化是指将网络服务的多种业务综合在一起, 即将语音、数据、图像 (传真图像和电视图像) 等, 以二进制代码的形式综合到一个网络中来传送。在计算机中获取、存储、处理、编辑、显示两个或多个信息媒体, 如文字、声音、图形、静止图像、活动图像等所谓多媒体技术, 在计算机网络中所形成的支持环境就是综合业务数字网技术。

宽带是相对于窄带而言的, 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。B-ISDN 的宽带化就是指传输速率由每秒几十个兆位 (Mbps) 至每秒几百个兆位, 乃至每秒几千个兆位。当速率大于 100 Mbps 时, 其传输介质用光纤。

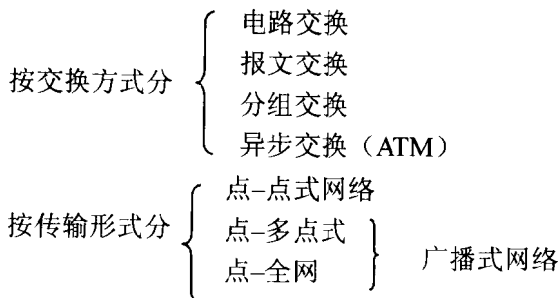
为了实现广域 B-ISDN, 目前最引人关注的通信方式是异步传送方式 (ATM)。该方式分别吸收了电路交换和数据分组交换的优点。

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, 就可以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 与 ATM 交换网等。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。由于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重要发展时期。

## 1.2 计算机网络的分类

本节仅简述计算机网络的分类, 以强化对计算机网络的认知, 更详细内容在有关章节将陆续讲述。



按范围分 {

- 互联网 ≥ 全球
- 广域网(WAN) > 100 km
- 城域网(MAN) > 10 km, < 100 km
- 局域网(LAN) < 10 km

按拓扑结构分 {

- 星状网, 也称集中式网
- 非集中式网, 星状与格状的混合网, 也称分散式网
- 分布式网, 即格状网。
- 这三种拓扑结构如图 1-5 所示。
- 其他形式: 不规则形, 卫星通信

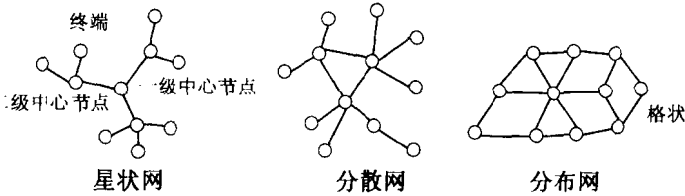


图 1-5 网络拓扑结构

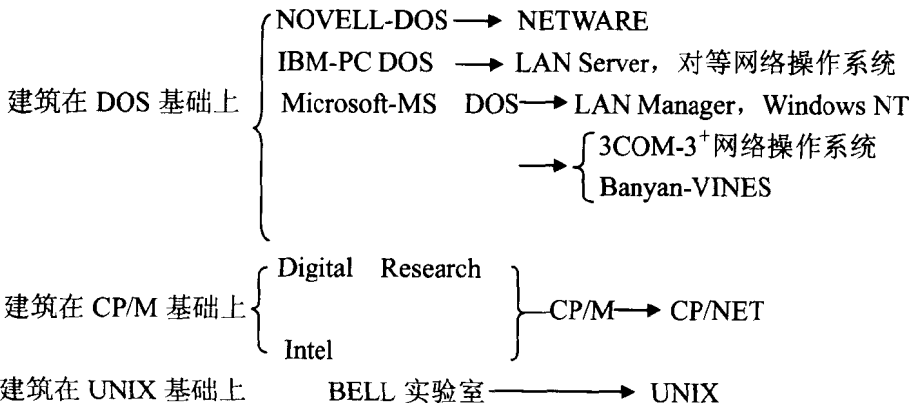
按使用分 {

- 公用网
- 专用网

按 NOS 分 {

- 分布式操作系统的计算机网络
- 网络环境下操作系统的计算机网络

详细区分 NOS 的类别如下:



按传输速率分	{	低速	< 200 bps
		中速	200bps~10 Kbps
		高速	10 Kbps~10 Mbps
		超高速	10 Mbps~1 Gbps~10 Gbps
按通信服务分	{	分布式队列双总线 DQDB; 交换式兆比特数据服务 SMDS	
		X.25; 帧中继 ; 宽带综合业务数字网 B-ISDN 等	

### 1.3 计算机网络的定义

计算机网络的定义, 在不同阶段有不同的定义, 目前并未统一。常见的有以下几种。

- (1) 一些互相连接的、自治的计算机的结合。
- (2) 以相互共享资源(硬件、软件和数据)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。
- (3) 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。
- (4) 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。

以后面两条定义计算机网络较好。

顺便指出, 计算机网络和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, 是可以混用的, 如果要做区分, 数据通信主要指通信子网的数据传送。

### 1.4 计算机网络在我国的发展

- 最早建立广域网的是铁道部, 1980年率先实现计算机联网。
- 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 和计划单列城市。
	扩大后的分组交换网: 八大城市全连通, 如图1-6所示。

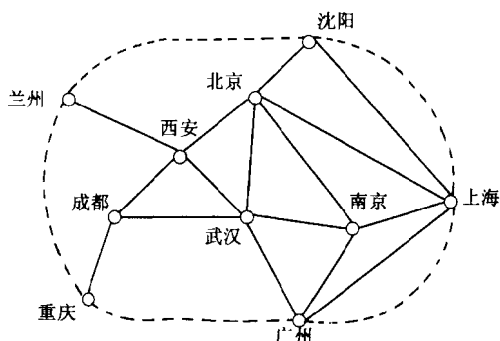


图 1-6 扩大后的分组交换网

• 很多单位安装了局域网，使连网率达 30% 以上。大城市的连通率更高。校园网的建设起于 1993 年。截止 2001 年底，全国已有 1 500 多所院校建立了校园网，其他院校的建网也在规划建设之中。

• 中国教育科研网 CERNET，将国内的重要大学和科研院所相连，加强科研合作。2001 年底，中国教育科研网已连通中国内地 160 多个城市（包括 800 多所大学），成为我国仅次于中国电信的第 3 大互连网络。

• “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，起名以“金”字打头，由于它与国内的其他通信干线和专用网互连，起名“桥”。“金桥”网是一个开放式互连网，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。

• “金税工程”是为全国税务系统信息化建设的信息化标志工程，能实现税务部门互连互通，由一个网络（覆盖全国县级以上税务局的主干网）和 4 个子系统（增值税防伪税控开票、认证、稽核、协查）组成。

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

当我国正在大步迈入互联网时代，享受网络为我们带来的高度信息共享和通信功能的好处时，开放的网络又让网络安全漏洞防不胜防，互联网上出现了很多陷阱，因此对网络安全警惕性不得有半点放松。特别是一些要害部门，如军队，政府机关，金融，证券等机要部门的网络安全出不得半点闪失。然而我国的网络信息系统与先进国家相比，还有自己特有的网络安全缺陷，比如大部分关键产品需要进口；人员的业务素质不容乐观；目前国内尚无系统的网络安全标准等。因此，网络安全性引起了我国网络工作者的极大关注。

另一方面，目前国际上有很多网络安全产品问世，但都是准安全性的，很难彻底保障网络安全。比如防火墙只许授权的数据通过，有一定的安全效果，但防火墙很难避免被渗透和攻破。一旦攻破或迂回，则不起任何安全作用。

对上述问题，我国网络工作者给予了很大关注，目前正在做出创新的贡献。网络安全



包括国家安全、社会安全、信息安全、用户安全等。处理好网络安全与网络发展的关系。要处理的安全性问题包括 Windows 后门问题、黑客攻击问题、病毒问题、用户误操作问题、人为破坏问题等。网络安全建设的目标不是消灭安全隐患，而是在“安全”与“不安全”这两个对立面的关系上要把握好“度”，要像网络服务设立“优先级”那样，安全服务应该建立“安全级”。

计算机网络技术产生于 20 世纪 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络发展，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。目前，我国与国外发达国家相比，在计算机网络化方面仍有很大差距，在计算机网络所涉及的信息高技术产业方面仍与先进国家，甚至是印度这样的发展中国家有不少差距。因此，读者在学习掌握计算机网络基础理论后，跨越式的接近当今计算机网络的最新发展技术是当务之急。

## 1.5 计算机网络主要硬件的介绍

(1) 通信处理机。在通信网中承担通信处理及实施通信控制协议。具体地讲，其主要功能如下。

字符组合控制和字符处理控制：比特取样，发送同步信号。字符分解与组合，比如字符串/并转换。线路控制，比如连接/断开通信线路，控制调制解调器，自动应答/呼叫，轮询。字符序列控制，比如检出控制字符，差错控制，全双工中断控制，对报文进行分块/合块的控制等。

报文传输控制：报文存储、转发、传送顺序的控制；路径选择及流量控制；报文的编辑处理、形成报头及报尾、报文等待控制等。

通信控制器是通信处理机的前身，随着大规模集成电路（VLSI）的发展，在微机局域网中已经集成到一个大规模集成板上了。通信控制器不能满足迅速发展的计算机网络的需要，因为通信控制程序还需要主机参与。为了减轻主机负担，将通信控制程序从主机中分离出来，由专门设备承担，于是就出现了既承担通信机制，又承担运行通信控制程序的通信处理机。这里所讲的通信处理机实际上是一台微机或小型计算机。通信处理机的名称很多，根据使用场合可称为结点处理机、前置处理机（前端机）、报文分组交换机、集中器等。

(2) 主机系统与接口。当主机与通信处理机连接时，要有通道部件，主机一侧的通信接口是主机 I/O 通道中的一条通道。有很多场合用微处理器承担主机与通信处理机的连接接口。在微机局部网中，网络接口和通信处理机（或数据链路控制器）硬件分别固化在几片超大规模集成电路上，而且往往与其他配套的芯片一起安装在一块插件板上插入微机系统内，一般称为网络接口板或网络适配器。