

计算机网络基础教材

计算机网络技术教程

张祖平 赵显富 郑瑾 编著

中南工业大学出版社

计算机网络技术教程

中南工业大学出版社

计算机网络技术教程

张祖平 赵显富 郑 瑾 编著

中南工业大学出版社

•1997•

内 容 简 介

本书为适应计算机网络技术的普及和推广应用,以计算机数据通信、网络通信协议和传统的局域网技术为基础,重点介绍了计算机网络新技术、网络互连技术、国际互联网 Internet,以及典型的网络应用示例。全书共分 9 章,内容包括数据通信、网络通信协议、Novell 网、Windows NT 网、X.25 协议、DDN 数字数据网、FDDI 光纤分布数据接口、ISDN 综合业务数字网、ATM 异步转移模式、FR 帧中继技术、CHINANET 网、CERNET 及其校园网、网络互连技术和 UNIX、NetWare、Windows NT 三大系统集成等。

本书采用理论与实际相结合、系统结构与设备配置相结合,是一本兼顾网络基础和新技术应用,内容丰富的教科书。

本书可作为大专院校中有关计算机、自动化、电子信息、金融、财会、税务、办公自动化、文秘、公关等专业的教科书;也可作为企事业单位中从事计算机网络技术工作的科技人员的培训教材和参考书。

JS184/13

计算机网络技术教程

张祖平、赵显富、郑瑾 编 著
责任编辑:肖 啸

*

中南工业大学出版社出版发行
中南工业大学出版社印刷厂印装
新华书店总店北京发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.5 字数:342 千字
1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷

印数:0001—2000

*

ISBN 7-81061-015-5/TP·003

定价:17.00 元

本书如有印装质量问题,请直接与承印厂家调换

厂址:湖南长沙

邮编:410083

前 言

当今世界已发展到建设信息化的社会、信息化的城市和企业事业单位，并逐步通过信息高速公路工程直接联入每个家庭，让人们可自由地“漫游”世界。作为信息化社会的核心技术之一就是计算机网络技术。计算机网络是以能够互享资源（硬件、软件和数据）的方式相互连接起来，各自又具有独立功能的计算机系统的集合体，它是计算机技术、通信技术和自动化技术相互渗透而形成的一门新兴学科。

1969年美国国防部高级研究计划局研制成 ARPANET 世界上第一个网络，标志着计算机网络技术的诞生。30 多年以来，计算机网络技术经历了一个从简单到综合、从低速到高速、从封闭到开放、从单网到互联的发展过程。其中，80 年代局域网技术达到实用化，被广泛应用于各行各业，其特点是在一个单位（企事业、学校等）内实现了信息的共享与传输；90 年代计算机网络新技术的试验与应用，如综合业务数字网(ISDN)、光纤分布数据接口(FDDI)、异步转移模式(ATM)和各类高速局域网技术等，从而扩大了计算机网络的应用范围和综合效率，其特点是大大提高了网络运行速度和拓宽了网络频带，适应了与日俱增的多媒体信息的应用需求；特别是近几年发展起来的国际互联网(Internet)，可实现各类网络系统在全球范围的互联，使网络互联技术达到了成熟化，从此计算机网络技术出现了崭新的阶段。

计算机网络技术的飞速发展是以各行各业的应用网络为基础的，可以说没有网络的应用，就不是现代计算机应用，即俗话说“无网不成机”。人们把计算机网络与计算机应用看成同义词。在我国“金桥”工程的规划下，全国正大力建设计算机通信与网络基础设施，现已建成邮电公用数据分组交换通信网(CHINAPAC)和数字数据网(CHINADDN)、中国公用 Internet 骨干网(CHINANET)、中国教育和科研网(CERNET)和中国国家金融通信网(CNFIN)等，极大地推动了我国计算机网络的建设和应用，并与国际互联网接轨。现在，计算机网络不仅用于公交、金融、税务、海关等领域，而且在商业中通过企业内部网络(Intranet)在国际互联网上进行产品广告宣传及销售业务；股民在家中电脑上炒股；普通老百姓运用浏览器便可从国际互联网上学习有用的知识，这一切表明计算机网络技术已开始走进个人家庭的生活之中。

为了适应计算机网络技术迅速普及推广应用的形势，并针对用户尽快熟悉和使用计算机网络的需求，特编写本教科书。本书在编写中，首先论述计算机网络基本知识和基本技术，即数据通信、网络通信协议和传统的局域网和广域网络技术，接着叙述计算机网络新技术、国际互联网 Internet 和网络互连技术及其应用等现代网络技术。采用理论与实际相结合、系统结构与设备配置相结合的原则编写而成，是一本兼顾网络基础和新技术应用，内容丰富，重在实用的教材。全书共分 9 章：第 1 章绪论，介绍计算机网络的定义、功能、拓扑结构及组成等基本概念和基本技术；第 2 章计算机网络基础，叙述数据通信及通信子网的基础；第 3 章介绍计算机网络通信协议，包括 OSI 参考模型及局域网协议；第 4 章计算机局域网，在

论述局域网技术的基础上,介绍 Novell 网和 Windows NT 网;第 5 章计算机广域网络,重点介绍广域分组网络 X.25 协议及数字数据网 DDN 组网技术;第 6 章计算机网络新技术,包括 ISDN、FDDI、ATM 和帧中继 FR 技术;第 7 章叙述国际互联网 Internet 技术和我国校园网的组建示例,重点论述 TCP/IP 技术及其使用;第 8 章网络互连技术及应用,包括网络互连原理、常用互连设备和互连方式,以及流行的互连技术和典型示例;第 9 章计算机网络安全技术,在综述网络安全基本技术的基础上,重点介绍数据密码技术和有关信息安全新技术等。本书第 1、2、3、8 章由张祖平编写;第 6、7、9 章由赵显富编写;郑瑾编写第 4、5 章并完成了全书初稿的整理与输入工作。

本书可作为大专院校中有关计算机、电子与信息、办公自动化、工业自动化、金融、财会、税务等专业的计算机网络及应用课程的教科书;也可作为企事业中从事计算机网络工作的科技人员的培训教材和参考书。

本书在编写中参考了近几年出版的有关计算机网络著作中有关内容,收集了有关杂志中发表的最新资讯,综合了作者历年来应用网络的一些经验。由于编者水平有限,错误和不妥之处,恳请批评指正。

编者

1997 年 7 月

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 计算机网络基本概念	(1)
1.2 计算机网络基本技术	(6)
2 计算机网络基础	(9)
2.1 数据通信和数据通信系统	(9)
2.2 数据传输	(11)
2.3 通信信道及特性	(24)
2.4 传输介质	(29)
2.5 差错控制	(31)
2.6 多路复用	(35)
2.7 信息交换方式	(37)
3 计算机网络通信协议	(40)
3.1 OSI 参考模型	(40)
3.2 物理层协议	(42)
3.3 数据链路层协议	(47)
3.4 网络层协议	(53)
3.5 传送层及高层协议	(56)
3.6 局域网协议	(73)
4 计算机局域网	(77)
4.1 局部网络特点	(77)
4.2 局部网络介质访问控制方式	(81)
4.3 NOVELL 网	(83)
4.4 Windows NT	(104)
5 计算机广域网络	(117)
5.1 计算机广域网络的特点	(117)
5.2 X.25 协议	(117)
5.3 数字数据网 DDN	(122)

6 计算机网络新技术	(127)
6.1 光纤分布数据接口 FDDI	(127)
6.2 综合业务数字网 ISDN	(133)
6.3 异步转移模式 ATM	(137)
6.4 帧中继 FR 技术	(139)
7 国际互联网——INTERNET	(144)
7.1 INTERNET 网概述	(144)
7.2 TCP/IP 协议	(146)
7.3 中国公用 INTERNET 骨干网 CHINANET	(152)
7.4 INTERNET 的入网方式	(156)
7.5 校园网的组建及示例	(159)
7.6 INTRANET 网的兴起	(164)
8 网络互连技术及应用	(168)
8.1 网络互连原理	(168)
8.2 网络互连常用器件	(173)
8.3 互连典型方式	(175)
8.4 网络互连协议	(180)
8.5 NOVELL 网互联技术	(182)
8.6 Windows NT 互联技术	(187)
8.7 UNIX、NetWare、Windows NT 三大系统集成	(191)
8.8 网络的典型应用示例	(196)
9 计算机网络安全技术	(202)
9.1 网络安全保密问题的产生	(202)
9.2 网络安全的基本技术	(202)
9.3 DES 算法及其应用	(204)
9.4 分组过滤安全技术及其应用	(205)
9.5 网络中数据安全的保护措施	(208)
参考文献	(209)

1 绪 论

计算机网络技术是当今计算机科学与工程中正在迅速发展的新兴技术之一，是计算机应用中的一个空前活跃的重要领域，同时也是计算机技术，通信技术和自动化技术相互渗透而形成的一门新兴学科。当前，它已广泛应用于政府机关和企业办公自动化、工厂管理、军事指挥系统及其他科学实验系统中，并引起了社会广泛的关注和极大的兴趣，由于它是一门新兴科学，其理论方法和实现手段仍处于不断发展和逐步完善之中。

1.1 计算机网络基本概念

1.1.1 计算机网络发展过程

计算机从 1946 年诞生到现在，经历了 50 年的时间，计算机本身得到了飞跃性的发展。然而，由于计算机系统在早期比较昂贵，一个单位、部门甚至一个集团，买多台计算机几乎不可能，因此就有一种共享一套计算机系统的想法。最早的做法是给主机增加终端，并且使终端与主机的距离尽可能延长，这是早期的具有通信功能的批处理系统。其后是使多个远程终端尽可能溶合在一起，并尽可能合理分配主机资源，这便是中期的具有分时功能的计算机系统，随着计算机的进一步发展，硬件开始降价，机器性能越来越好，人们对计算机的需求越来越强烈，而且购买力也在不断上升，于是出现了一个单位、部门或者集团拥有多套计算机系统，如果各套系统单独工作，则很多数据不能共享，很多贵重的外设不能共享，数据也不能保持一致。因此将多套计算机系统连接起来是一种自然而然的想法。具体的实现方式便是将多个独立的计算机系统连接起来，以实现资源共享和信息共享的计算机网络。由于联网的需要，各个研究所、大学，甚至应用单位都来研究计算机网络，于是诞生了各种各样的计算机网络，所以现在将多个计算机网络互联起来，形成一个集成的计算体系环境成了当今流行的趋势。

计算机网络经历了一个从简单到复杂、从低级到高级的发展过程，这个过程可分为以下四个阶段：

1. 具有通信功能的批处理系统 早期的计算机系统，没有管理程序和操作系统，计算机采用计算中心制度管理，用户要使用计算机无论是本地还是外地，必须亲自带着或邮寄自己的程序和数据到计算机中心用手工的方式上机，或请机房工作人员代劳，等计算机运算完成后，再带着结果回去或邮寄回去。如果用户多的话，必须一个一个地等待。这种工作方式，对于用户来说，无论在时间上还是在精力上都要付出很高的代价。到了 60 年代初期，计算机软件方面出现了成批处理系统，人们对计算机处理的需求越来越迫切，对分散在各地的数据进行集中处理，而且要解决亲自代劳的问题，于是将终端牵向远程，通过通信线路用脱机通信方式将分散在各地的数据进行广泛的收集，然后分批进行处理，最后将处理结果又经原路传送回去。如图 1-1。

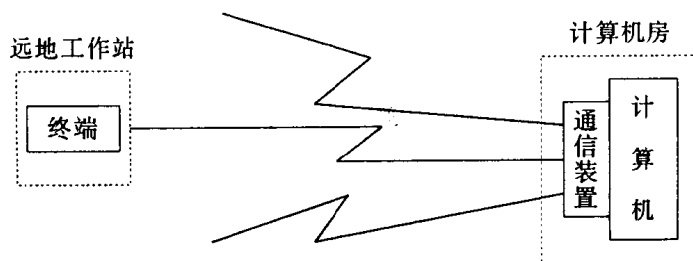
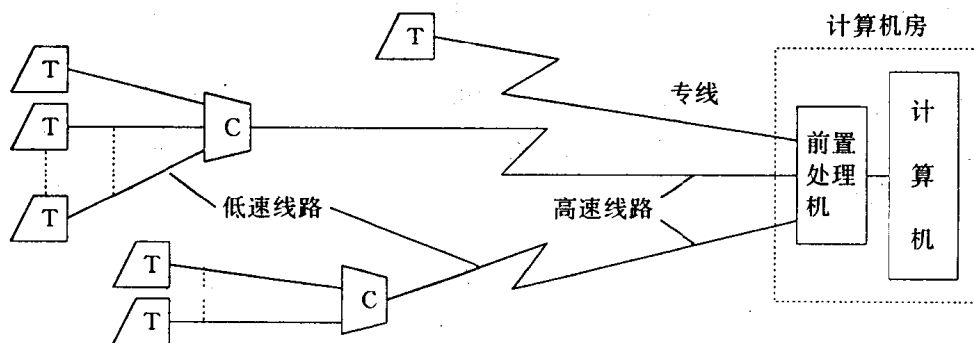


图 1-1 具有通信功能的单机系统

这样计算机与通信开始结合。从通信角度看，这种单机联机系统只能算是一种计算机数据通信系统，但它不仅提高了计算机系统的工作效率和服务能力，而且大大促进了计算机系统与通信技术的发展和密切的结合。

第一个联机数据通信系统是 1958 年完成的美国 SAGE 系统(半自动地面防空系统)。它将远距离雷达和其它测量控制设备，利用专用的通信线路，按照点到点方式集中连接到一台计算机进行集中处理和集中控制。如图 1-1。

2. 具有通信功能的分时系统 随着连接的终端个数越来越多，上述联机系统存在两个显著缺点：一是主机系统负荷过重，既要承担数据处理工作，又要承担通信工作；二是通信线路利用率低，尤其是终端距主机系统较远时更是如此。解决的办法是首先在主机之前设置一个前置处理机，专门负责与终端的通信处理工作，这样便有了处理与通信的分工与结合，主机便有了更多的时间来处理来自各个终端的各种数据，其次是在终端较集中的地区设置线路集中器。并先通过低速通信线路把集中器附近的终端汇集起来，然后用高速线路传送到主机，这样既提高了通信速度又相对降低了通信费用。此时的计算机软件也有了长足的进展，各种分时操作系统诞生，因此用户等待的时间越来越少，计算机的利用率越来越高，而计算机本身的速度也有了提高，用户到此时才真正感到在远地计算机也能进行高速处理。



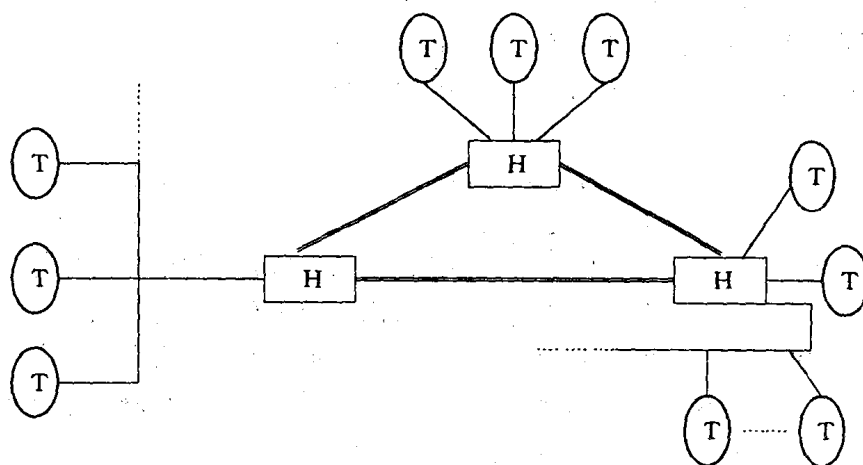
T——远程终端；C——集中器或终端控制

图 1-2 具有通信功能的多机系统

如 1963 年建成的由一台设在纽约的中央计算机与遍布美国的 2000 个终端组成的美国航空公司飞机订票系统 SABRAI。另一个早期的计算机通信网络是 1968 年建成的美国通用电气公司的 GE 网络，此网络采用分层星形结构，一台主计算机连结七个中心集中器，通过它们与分布在世界上 23 个地点的 75 个远程集中器相连，这是世界上第一个面向数据处理的商用计算机网络。

3. 计算机网络 随着计算机的日益盛行，大型企业事业单位、集团或军事部门、研究机构通常都采用多台主机系统而且分散在不同的地方，往往要求主机系统之间交换情报或信息

进行各种联机业务处理。为此目的，把多个本身已有通信功能的联机系统或大型计算机系统彼此用通信线路相互连接进来，形成一个组织形态。如图 1-3 所示。



H——主机系统；T——终端或用户工作站

图 1-3 计算机网络

这种网络的起初目的，主要是便于主机系统之间彼此传输、交换信息。随着进一步的应用，共享资源与联机处理成为越来越被人们注意的焦点，于是以资源共享与分布处理为主要目的的计算机网络逐步完善与成熟。其中通信子网是将通信处理机（采用的是接口信息处理机 IMP）连接起来，专门负责全网通信工作。资源子网是将各种资源（包括所有主机系统、硬件、软件、数据库以及各类集中器和终端设备等）与通信子网相连，专门承担各种数据处理任务。通信子网与资源子网的分工与合作，既有利于提高通信线路的效率，又保证了主机系统的效率，充分发挥网中各种资源的效能。如图 1-4。

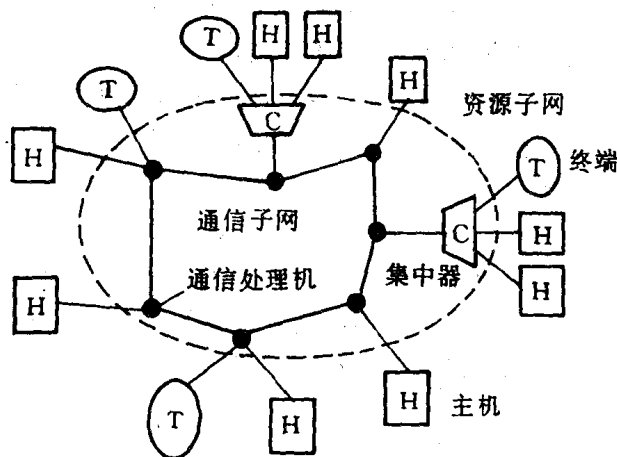


图 1-4 计算机网络典型结构

1968 年，美国国防部高级研究计划局(ARPA)提出研建 ARPANET 计划于 1969 年建成 4 个结点的试验网，1976 年 2 月，已建成 5 个结点，进入工作阶段，后来结点数超过 50 个，连接的主机 100 多台，范围覆盖全美与欧洲。ARPANET 是世界上第一个真正的计算机网络，利用它最终实现了以资源共享为目的的计算机网络。因此，有时将 ARPANET 作为现代网络诞生的标志，或者作为计算机通信网络达到成熟的标志。

ARPANET 出现后，接踵而来是加拿大的 DATAPAC，法国的 CYCLADES 和

TRANSPAC, 英国的 NPL, 日本的 JIPNET, 我国也于 1986 年建成了初步规模的公共数据网 CNPAC, 此时的网络特点为:

- (1) 分布范围广, 站点距离远, 一般距离千公里以上。
- (2) 有资源共享与通信两个方面的目的, 但侧重资源共享。
- (3) 数据传输率一般较低, 为几十 kbps 到几百 kbps。
- (4) 规模大, 投资高, 往往由国家部门组建。

4. 多种类型的微机网络与多种网络的互连 随着网络的进一步发展与应用, 各种各样的网络系统相继诞生, 一方面具体针对某一应用而形成的网络系统, 如电话网、电报网、军事网、商业网、地理信息网等。另一方面针对某一特定的要求而形成的网络如实时网、高速网、异步传输网、同步网等。针对某一介质的网络如光纤网、无线网等。但是社会的要求总是不断变化的, 即所谓需求无限, 一方面要满足某一特定的要求, 另一方面同时也应适应多种需求的共同满足, 这便需要网络互联, 或者综合业务, 所以现在一方面是研建综合网络如综合业务数字网 ISDN, 另一方面是多种网络集成或互联, 即互连网络, 共同组成一个所谓的集成计算体系环境 NICA。在综合业务和网络互联中, 要使网络集成成为可能, 则要求各种网络在设计之初便要求开放体系结构, 于是网络体系的规范应运而生, 典型的如: ISO/RM, 另一方面运用标准互联网络软件也逐步兴起, 如 TCP/IP 等。

1.1.2 计算机网络定义、分类及功能

1. 计算机网络定义 从计算机网络的发展过程有人总结为:

“计算机网络是以能够互享资源(硬件、软件和数据)的方式相互连接起来, 各自又具有独立功能的计算机系统的集合体”, 此处强调一个互享资源, 强调一个相互连接, 互相独立。

有人将其概括为: “相互联结的独立自主的计算机系统的集合”。

其实又有人用通信的话来描述为: “用通信线路将分布在不同地理位置的计算机系统联接起来, 以实现资源共享与信息共享(相互通信)为目的的互联的计算机群”。

三种定义虽然有所不完全一致, 但“相互联结”, “独立自主”, “计算机系统的集合”是都强调了的, 所以用第二种更合适。

值得解释的是“相互联结”指的是将不同的计算机不但要用通信线路物理连接起来, 而且还要连通。其中通信线路可用如双绞线、同轴电缆、光缆、电话线等可看见、可感觉到的东西, 也可用电磁波、红外线、激光等不能被感觉到的介质即视线介质。其中的连通是指需要其它的中间转接器件如通信控制器、中继器、网桥、网关、路由器等, 还要相互的连通软件或协议。

“独立自主”的意思是指各台计算机联系在一起是一个网络, 分开是一个能独立运行的系统, 各系统之间不存在相互决定或主从关系。分时系统不能算是计算机网络, 因为各终端是依赖于主机的, 主机一停, 终端基本上什么事也不能做了。

“计算机系统的集合”一方面表示网络包含的不只是主机, 还有与主机相关的种种外设如打印机、磁盘系统、磁带系统等, 另一方面单独一个计算机系统不能算是网络, 只能算是单机系统。

2. 计算机网络分类

(1) 按距离分有 LAN, WAN, GAN。其中 LAN 为 LOCAL AREA NETWORK, 即局

部地区网络, 简称局域网, 一般覆盖范围为直径在几米到几十公里, 距离短、传输速率快、管理简单、误码率低。

WAN 为 WIDE AREA NETWORK 即广域网, 范围一般在几十公里到几百公里甚至上千公里, 距离远、传输速率低、管理涉及邮电等多个部门。

GAN 为 GLOBAL AREA NETWORK, 即为全球网, 范围大于几百公里, 一般为联结多个国家或地区, 甚至全球, 覆盖范围广, 功能强大, 传输速率较低, 管理涉及的部门多, 一般有政府部门参加, 系统开放, 随时接纳新的网络加入。GAN 其实一般为网络互联。

(2) 按应用分有公共数据网(PDN), 综合业务数字网(ISDN)。公共数据网(PUBLIC DATA NETWORK)简称为 PDN, 它是在国内范围或国际范围提供公用电信服务的数据通信网, 它作为计算机通信网的一种实现形式由数据终端, 传输、交换处理等设备组成的一种网络体系, 用于数据(主要指计算机数据)的传输、交换与处理, 并且都以尽可能提高网内各设备的利用率、以获得网内资源(包括通信线路、硬件、软件及数据库)的共享作为设计使用和管理者所追求的目标。

PDN 是构成大规模计算机网络通信子网的主要形式, 同时也为其它数据业务为主的信息网提供通信资源。

发展趋势是基于公用电话交换网的数据通信网发展为基于公共数据网的分布系统。如图 1-5。

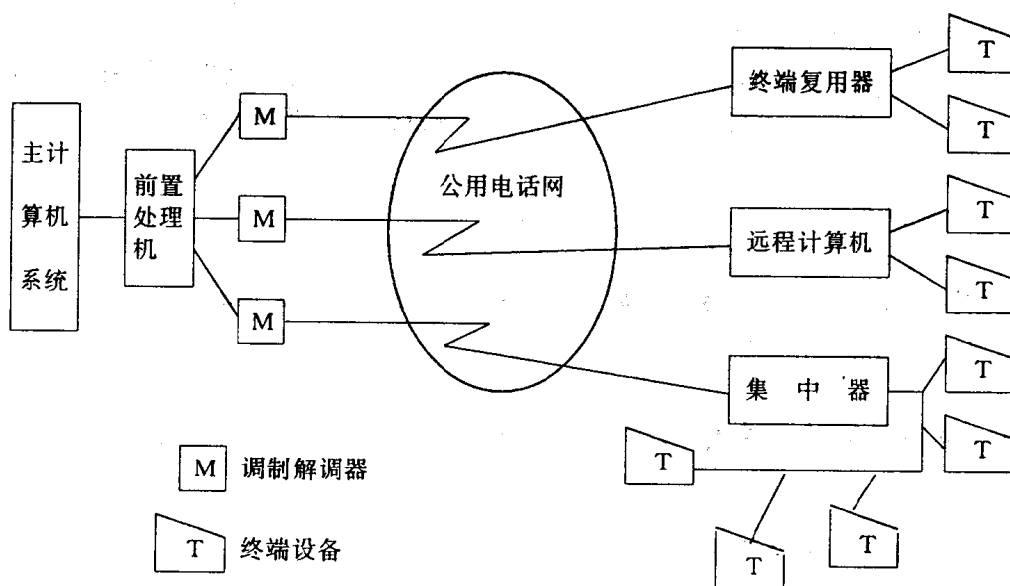


图 1-5 利用公用电话交换网的数据网

ISDN 为综合业务数字网(Integrated Service Digital Network)简记为 ISDN, 是一种通用的以线路交换为主的数字式网络, 可在所接各种终端设备之间进行话音、文字、数据和图像通信, 这样就使通信建立在一个更为广泛的新基础上, 只拨一个电话号码就可以接通所需要的用户, 而且一旦建立联接, 使用者就可以自由选用他所希望使用的服务项目——话音、文本或数据。ISDN 是以 IDN 即综合数字网为基础发展起来的。

(3) 计算机网络功能。计算机网络主要是在网中各计算机之间提供一条高速、低误码率、价廉的通信信道, 实现相互通信与资源共享。其主要功能有:

①资源共享。共享外设。

- ②通过编码等方式提高可靠性。
- ③文件传输。各种类型的文件传送。
- ④共享数据库。分布式数据库依赖于网络。
- ⑤作业与控制。分布式处理。
- ⑥电子邮件。
- ⑦声音与图像。

1.1.3 计算机网络的应用与发展方向

计算机网络的应用对整个社会产生了重大影响,在各方面各行各业都用上了计算机网络,目前计算机网络应用及今后的发展趋势大致如下:

1. 计算机网络应用

①实现通信网、通信设备和终端的智能化。程控交换采用分布式控制、模块化结构、时分接续、遥控交换等技术,可实现网络工作的自动分析、故障的自动检测和预报、合理控制业务流量,自动调整网络组织以及实现其它交换方式等。

②综合业务数字网 ISDN。最终将消除电报、电话、传真和数据等各种业务各自成网的缺点。

③提供现代化通信方式。如网络会议。

④实现办公自动化与住宅电子化。分布式数据处理系统,各种形式数据的收集、存储、复制、编辑和传播,方便查询,如电子文件夹。

⑤实现网络信息服务(NIS)。中介服务的事务处理工业,拥有处理大量用户和接纳各种信息产品的能力,提供诸如商品购买、新闻需求、电子邮政、远程医疗诊所,远程教育和训练以及电子金融等。

2. 发展与研究方向

①网络结构向系统化方向发展。

②网络速度向高速化方向发展,如 HSLAN, ATM 达到几百 Mbps。

③网络功能向综合化方向发展。

1.2 计算机网络基本技术

1.2.1 计算机网络的组成

①可大致分为通信线路与传输介质。

②机器系统与数据终端。即信息的生成者与使用者。

③通信控制设备。传输过程中进行监控,可以是专用的如 MODEM、专用路由器等,也可以是用计算机安装相应软件和硬件接口板来替代。

1.2.2 计算机网络拓扑形式

网络拓扑形式又称网络构形,反映网络中的结点与链路相互联结的不同物理形态,如果单从网络拓扑形式上区分计算机网通信(这里主要是指通信子网)的构型,一般可归纳为五大类:

- ①总线型网络。
- ②星形和树形网络。
- ③环形网络。
- ④簇形网络。
- ⑤网状形网络。

下面分别说明各种类型的特点：

1. 总线型网络 如图 1-6(a)。

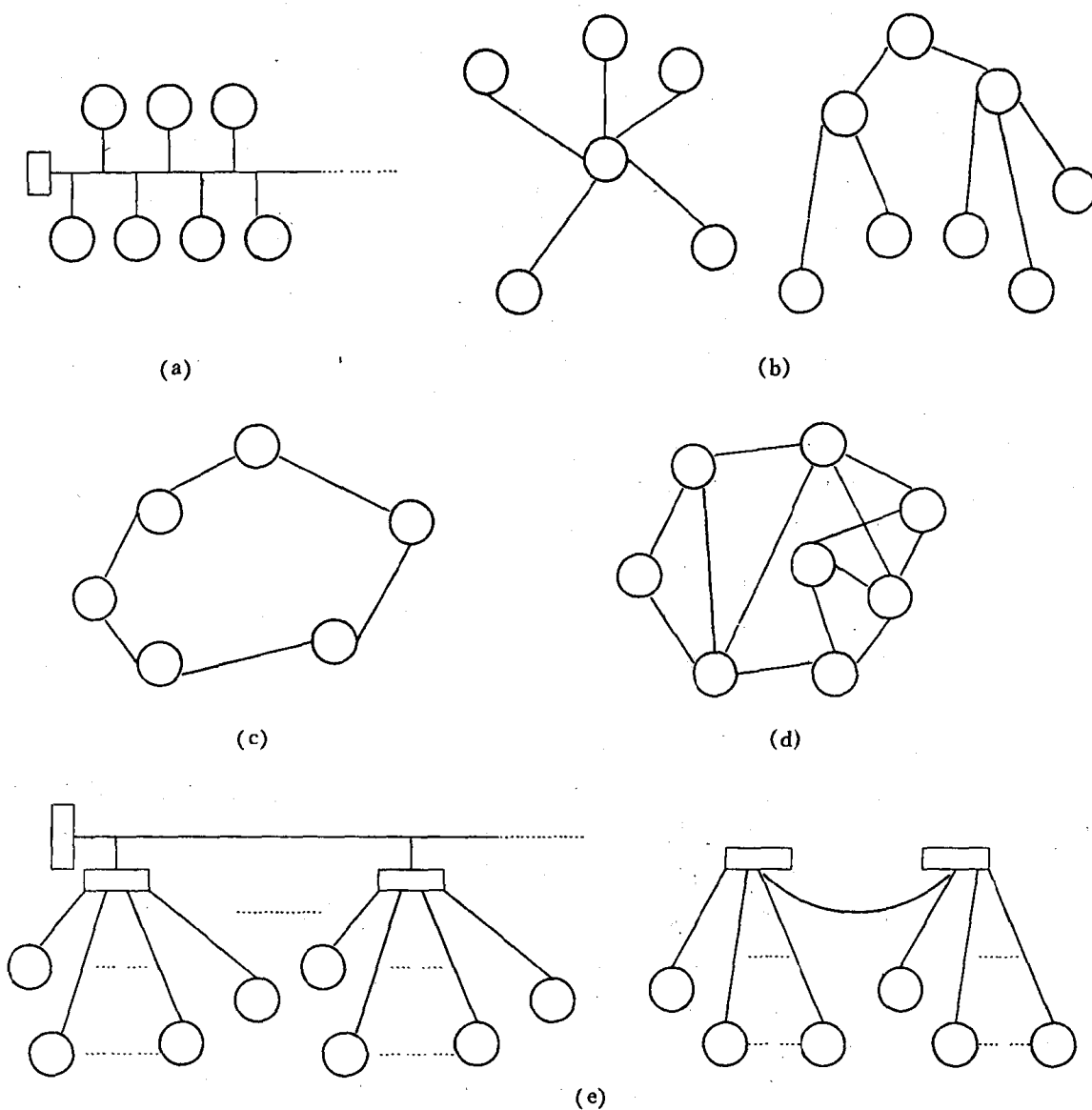


图 1-6 网络拓扑类型

(a) 总线型；(b) 星型和树型；(c) 环型；(d) 网状型；(e) 簇型。

网络的多个结点都在一条公共总线上，这条总线是任意结点对之间通信的公共信道，其传输媒质通常是具有足够带宽的双绞线，同轴电缆，光导纤维，或者视线介质。由于是总线方式，往往采用广播式发送信号，所以这种结构的网络一般是广播式网络（区别于交换网络）。

总线型网络形式简单,易于扩充,因为增加一个节点(只需将结点挂到总线上即可),整个网络的通信信道只是一根电缆或是同频工作的射频设备,需要增加结点时,只需在总线上增加一个分支接头或多设置一个同频电台即可进网,但由于所有的网络业务都归入到用一条信道频带中,必然要求信道频带比较宽,数据速率比较高,因此总线长度必然受到限制。而且因为一根总线构成,如果中间有节点发生故障,会造成整个网络瘫痪。共用一条信道,如果节点增多,冲突是不可避免的。这种拓扑结构一般用于局域网,如 ETHERNET 网等。

2. 星型和树形网络 如图 1-6(b)。

星形可被视为一级分支的树形特例,可画成如图 1-6(b)右。

必须要求有一个中心(或称为根)结点,而且也是通信子网中唯一的转换点,用户子网中的端结点都有各自的专用线路接入中心结点,形成辐射形网络结构,这样,虽然在访网接入及链路管理方面极其简便,但信息资源的利用率却是极不充分的。再者,拓扑本身的中心化特征就决定了这种构型的网络控制往往是集中式的。例如,以主机系统为核心的面向终端的数据网络一般是星形结构,主机即为网络的中心结点,网络的全部操作都服从于中心主机的控制。以电话交换机为核心,以拨号电话线路为链路构成的计算机网络也是星形或树形结构,交换机即是中心结点,网络的工作往往是受它的集中控制。

可见,星形或树形网络也是具有结构简单,易于建网,易于管理等特点,但这种结构的网络通信成本高,通信资源利用率低。再者,由于全网控制集中于一个中心结点上,它的故障会直接造成整个网络的瘫痪。

3. 环形网络 如图 1-6(c),网络各结点(仅仅是结点处理机或环路接口模块)由通信链路连接成环状构形,网络通信直接在环路内由单方向流通。

环形网络与其它结构的网络相比,具有两个突出的特点:

(1) 环路上的信息流必须单向流动,所以每个环接口部件必须是有源的;

(2) 任一结点发送的信息都将串行地穿过每个环接口部件,两结点间的链路连结是信息的唯一通路。

环形网络的工作模式具有许多独特之处。

4. 簇形 如图 1-6(e)所示,簇形拓扑的最大特点是多个接点通过集线(中)器连接在一起,形成一个相对独立的结构,并且这种结构一般有多个,看起来象一个个的簇。簇形拓扑具有总线型拓扑的若干特点,而且介质接入控制方式也类似,此外,簇形拓扑还具有:

① 安装简单,而且可以避免一些故障,如一台机坏,其他可不受影响,一簇坏,其他不受影响。

② 分区管理,相互可以避免冲突。

5. 网状形网络 如图 1-6(d)。

网状形网络没有固定的连接形式,是最一般化的网络构型,网络中的任一结点一般都至少有两条链路与其他结点相连,它既没有一个自然的“中心”,信息流向也没有固定的方向。这种网络的控制往往是分布式的,所以又叫分布式网络。它有许多诸如拓扑优化、路径选择、流量控制等特殊问题需要研究。

网状形网络是大型(广域网或远程网、全网网)数据网络的基本构形,其通信技术请查看《数字通信原理》。

2 计算机网络基础

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物，可以说计算机之间要进行信息交换，就必须借助于通信，计算机网络的发展离不开通信技术的发展，本章介绍数据通信基础其实就是计算机网络的主要基础部分，介绍本章的目的是力争使读者对数据通信有一个概要的了解，从而了解计算机网络中通信子网的主要内容，为进一步学习计算机网络打下较好的基础。

2.1 数据通信和数据通信系统

2.1.1 数据通信基本概念

通信的目的是为了在两点(信源点与信宿点)之间传输信息，信息(Information)是消息(Message)所包含的内容，例如每天的天气预报是一种消息，预报中告之的某日某时的真实天气情况如何是该消息的含义即信息。如果消息的自然形态是模拟的(例如语音，图像)，经数字化处理后，用数字信号的形式传递的通信方式叫做“数字通信”。如果消息的自然形态是数字的(例如计算机数据，开关状态)，则不管用何种形式的信号来传递这类消息的通信方式叫做“数据通信”。数据是为了适用于人工的或自动的手段对消息进行传递、解释或处理所用的一种表示形式。

现今所谓的数据通信更多地是指对计算机数据的通信，即是一种通过电子计算机与通信线路相结合，完成对计算机或终端数据的传递、交换与处理的通信技术。在这种通信系统中，从消息到数据和从数据到消息的转换，已由计算机或终端设备预先完成了。

2.1.2 数据通信系统组成

数据通信系统一般由以下几部分组成：

(1) 数据终端即数据的生成者与使用者。最常用的数据终端是计算机系统本身。当然源数据可以通过输入设备(如键盘、磁盘、扫描仪等)来产生，这些输入设备即可称之为数据终端。数据的使用者或输出端(如字符或图形终端、打印机、绘图仪等)也可称之为数据终端，这些都可划归到资源子网中。

(2) 数据设备。数据设备的功能是把数据终端提供的数据转换成适合信道传输要求的信号形式，或者信道中传来的信号转换为可供数据终端使用的数据，最大限度地保证传输质量。最典型的数据设备为调制解调器(MODEM)。

(3) 通信线路。通信线路是信息在数据设备之间传输的通道。最简单的是用电话线或CATV线路来传输数字信号。由于电话线在用户端频带窄，干线抗干扰能力差，大大限制了数据传输的速率。CATV线路本身是一种较好的线路，但由于转换设备的原因及管理的原因，也未能普遍应用。现在的公用数据网或数字数据网(DDN)一般采用光缆作为主干信道。

DDN 采用专线传送。今后通信系统都会是大容量、高速、宽频带、多业务如 ISDN (综合业务数字网, 将语音、文字、图像、数据传送业务融为一体), 对线路要求比较高。一方面在城市内可能与 CATV 共建, 或者直接采用光缆, 城市之间或者说主干线路采用光缆。也可能利用卫星转播, 用视线介质 (如电磁波、红外线、激光等) 作为传输介质, 即利用大气层作为通信信道。这种通信信道一般用于特殊地理位置或通信双方可能频繁变动地理位置的场合, 如跨洋、跨大山、移动通信、军事行动等。

(4) 通信控制器。它的功能除进行通信状态的监控、连接或拆除等操作外, 还接受来自多个数据终端的信息, 将它们汇集并转换成适合于中央处理机处理的信息格式, 而且将处理结果转换为向某一终端传输的格式, 其中包括代码转换、字符的串并转换等。典型的如集线器或集中器、路由器等。

图 2-1 中所示只是一种“终端——计算机”通信系统, 实际的数据通信系统还包括“计算机——计算机”通信系统。在“终端——计算机”或“计算机——计算机”通信系统中, 不管是终端还是计算机, 它们之间的所谓“通信”, 实质上是它们内部的命令程序或应用程序之间的相互通信, 直接参与这种通信的双方程序, 统称“通信实体”。

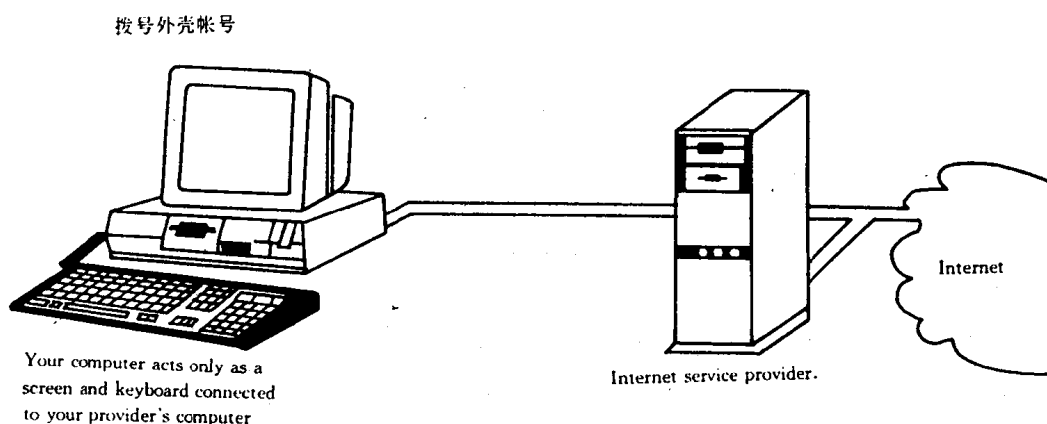


图 2-1 一种实际的数据通信系统

为保证通信实体之间的通信, 要求双方同时服从一套约好的、完成数据传送、交换控制的定时、格式、顺序等一系列规则。这些规则的集合, 就是今后将会遇到的所谓“协议”或“规程”的概念。在通信控制设备或计算机内部用于实现这种协议或规程的程序统称为“通信软件”, 它们有一部分驻留在通信控制器中, 有一部分驻留在计算机中。

数据通信技术, 涉及如下几个方面:

- ①信息的编码与译码;
- ②信号的设计、产生与检测;
- ③传输媒质的选择与管理;
- ④通信线路的利用与管理;
- ⑤传输差错的检测与校正;
- ⑥数据传输的控制;
- ⑦设备之间的接口。