

计算机网络软件基础

曹东启 刘福滋 编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书介绍计算机网络软件的基本知识和有关技术,全书共分五章。第一章和第二章分别介绍计算机网络的形成过程和数据通信的基础知识。第三章着重介绍两级计算机网络结构,即数据通信网和数据处理网。第四章专门讨论计算机网络各级协议及其实现技术。最后一章介绍计算机网络环境下的操作系统,讨论了它们的功能、特点及其组成,并介绍一个实例。

本书可供计算机工作者、数据通信工作者以及大专院校有关专业师生学习参考。

计算机网络软件基础

曹东启 刘振滋 编

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/32 1982年7月第 一 版

印张: 14 28/32 页数: 238 1982年7月河北第一次印刷

字数: 342 千字 印数: 1—11,100 册

统一书号: 15045·总2596—无6187

定价: 1.60 元

目 录

第一章 计算机网络的形成和发展

1.1 计算机网络的形成过程	(2)
1.1.1 从远程计算到计算机网络	(2)
1.1.2 计算机系统组成的演变	(8)
1.1.3 计算机系统使用形态的演变	(14)
1.1.4 组成计算机网络的成分	(18)
1.2 计算机网络的功能和利用方式	(21)
1.2.1 计算机网络的功能	(21)
1.2.2 计算机网络的利用方式	(24)
1.3 计算机网络的结构	(28)
1.3.1 计算机网络结构的分类	(28)
1.3.2 三种基本结构及其比较	(29)
1.4 计算机网络的发展动向	(32)
1.4.1 卫星通信和计算机网络	(32)
1.4.2 关于传送方式和传送能力的讨论	(35)
1.4.3 网内资源的最佳配置问题	(43)
1.4.4 开发动向和今后课题	(46)

第二章 数据通信基础知识

2.1 通信线路及其有关技术	(55)
2.1.1 几种常用的通信手段	(56)
2.1.2 通信线路的连接方式	(59)
2.1.3 通信线路的通信方式	(63)

2.1.4	传输形式和传输速度	(64)
2.1.5	调制解调技术	(67)
2.1.6	多路复用技术	(70)
2.1.7	同步技术	(74)
2.2	数据交换	(78)
2.2.1	数据交换的基本原理	(79)
2.2.2	接口条件和各种服务功能	(87)
2.2.3	线路交换方式和分组交换方式的比较	(93)
2.3	传输控制	(96)
2.3.1	概述	(96)
2.3.2	传输控制阶段及其联系	(98)
2.3.3	差错控制和应答方式	(101)
2.3.4	传输控制规程	(105)

第三章 数据通信网和数据处理网

8.1	概述	(123)
8.2	通信控制处理机	(126)
3.2.1	通信控制装置及其存在的问题	(129)
3.2.2	通信控制处理机的作用	(133)
3.2.3	通信控制处理机的功能	(149)
3.2.4	通信控制处理机的结构	(151)
3.3	数据通信网	(155)
3.3.1	分组交换网的功能	(155)
3.3.2	分组交换网的服务类型及其与主机的连接	(164)
3.4	数据处理网	(171)
3.4.1	计算机网络协议及其层次结构模型	(171)
3.4.2	各类资源的作用及其与通信网的衔接	(176)

第四章 计算机网络协议及其实现梗概

- 4.1 与分组交换网接口的协议 (183)
 - 4.1.1 ARPA网IMP-IMP协议和主机-IMP协议 (184)
 - 4.1.2 IMP和TIP软件 (198)
 - 4.1.3 X.25链路级协议及其实现 (206)
 - 4.1.4 X.25分组级协议及其实现 (222)
- 4.2 主机-主机协议 (241)
 - 4.2.1 概述 (241)
 - 4.2.2 ARPA网主机-主机协议及其网络控制程序 (245)
 - 4.2.3 网际端-端传送级协议及传送站 (255)
- 4.3 应用级协议 (263)
 - 4.3.1 虚拟终端协议 (264)
 - 4.3.2 文件传输协议 (292)
 - 4.3.3 远程作业录入协议 (304)
 - 4.3.4 邮寄协议 (311)

第五章 网络环境下的操作系统

- 5.1 网络环境下操作系统的功能、特点及其组成 ... (328)
 - 5.1.1 概述 (328)
 - 5.1.2 通信接口方式与中断处理程序 (331)
 - 5.1.3 进程管理 (338)
 - 5.1.4 通信软件和网络软件 (347)
- 5.2 一个计算机间通信用的操作系统..... (377)
 - 5.2.1 设计方针 (378)
 - 5.2.2 组成及基本功能 (380)
 - 5.2.3 计算机间的通信功能及其实现概要 (391)
- 5.3 DIPS-CCP的软件 (411)
 - 5.3.1 DIPS-CCP硬件概况 (411)

5.3.2	CCP软件的组成	(418)
5.3.3	与主机的功能分担	(418)
5.3.4	CCP工作方式概要	(423)

附 录

A.	CCITT V、X系列中有关建议简介	(447)
B.	常用代码表	(452)
C.	功能字符的分类和定义表	(459)
D.	CCITT V24建议中普通接口信号线表	(462)
	主要参考文献	(465)

第一章 计算机网络的形成和发展

一九四六年，出现了世界第一台电子数字计算机。这台计算机用了一万八千只真空管，重达三十吨。但是在短短的三十年内，起初装满一间屋子的计算机装置，现已压缩到比一枚邮票还小的“片子”上。五十年代初期，价值一百万美元的计算机，今天只值二十美元，而且计算速度快了十万倍。计算速度每秒钟上百万次的中规模的计算机已普遍使用，几千万次、上亿次的巨型机已经出现。软件技术中，编译理论基本完善了，操作系统、数据库和通信软件等正在迅速发展，各种应用软件更是种类繁多，不胜枚举。计算机已经不再局限于裸机的概念了，而是由硬件和软件构成的系统。三十年间，计算机技术发生了如此巨大的变化。

电子计算机的应用是在数字计算的领域内开始的。先是辅助人们进行科技计算、数据处理、实时控制，现已进入到辅助人们进行思维、证明定理、推导公式。电子计算机在科学研究、工业、农业、国防建设和社会生活的各个方面获得了越来越广泛的应用，产生了深刻的影响。目前，电子计算机正向巨型、微型、网络、智能模拟等方向发展。计算机的科学技术水平、生产规模和应用程度，已经成为衡量一个国家现代化水平的显著标志。

计算机网络是利用通信线路把分布在不同地点上的多个独立的计算机系统连接起来的一种网络，使广大用户能够共享网络中的所有硬件、软件和数据等资源。由于资源公用，可以充

分发挥各地资源的作用和特长，实现协同操作，提高可靠性，降低运行费用，同时避免了重复投资。随着电子计算机日益广泛地应用于国民经济各个领域，随着通信技术的迅速发展，为了对广泛领域中产生的大量复杂信息，进行迅速有效的集中处理，计算机系统从简单的联机系统、复合计算机系统、分时系统逐步发展到计算机网络系统。自一九六八年美国国防部高级研究计划局(ARPA)主持研制的 ARPA 计算机网络投入运行以来，世界各地计算机网络的建设和发展犹如雨后春笋，迅速发展。一些单独建设的网络，象美国的 ARPA 和 ALOHA 或法国的 CYCLADES 和英国的 NPL，又准备进一步连接起来，向着相互结合的方向发展。

本章主要介绍计算机网络的形成过程、计算机网络的功能和结构，同时简要介绍计算机网络的某些发展趋向。

1.1 计算机网络的形成过程

1.1.1 从远程计算到计算机网络

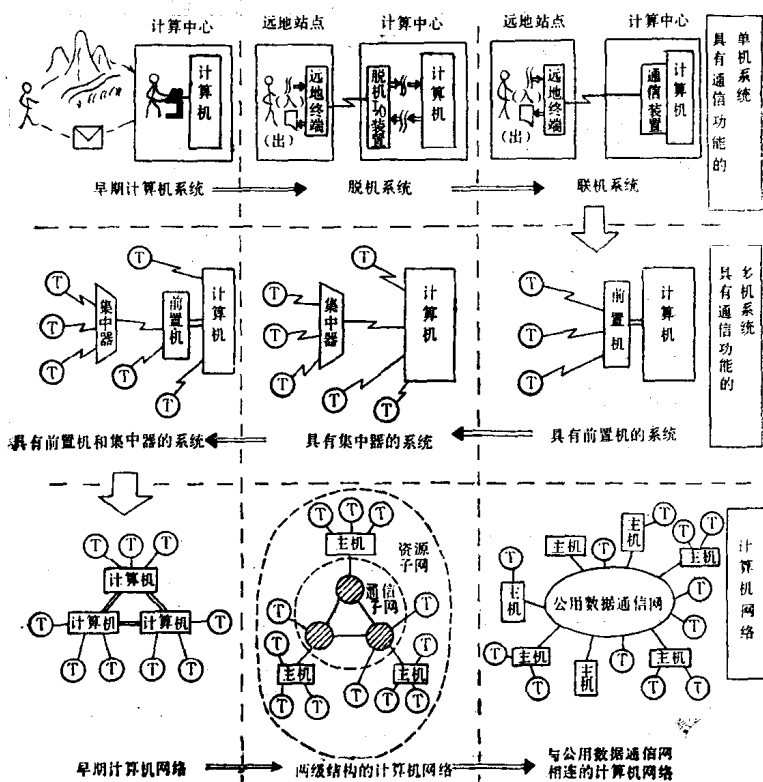
计算机网络是电子计算机及其应用技术与通信技术逐步发展、日益密切结合的产物。计算机网络的形成过程，是从简单的为解决远程计算、信息收集和处理而形成的专用联机系统开始的。随着计算机技术和通信技术的发展，又在联机系统广泛使用的基础上，发展到了把多台中心计算机连接起来，组成以共享资源为目的的计算机网络。这样就进一步扩大了计算机的应用范围，促进了包括计算机技术、通信技术在内的各个领域的飞跃发展。

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。概括地说，其发展过程可划分为：具有通信功能的单机系统、具有通信功能的多机系统和计算机网络三个阶段（见图1.1）。

1. 具有通信功能的单机系统

早期计算机系统，由于没有提供管理程序和操作系统，用



图中的T代表终端

图 1.1 计算机网络发展过程示意图

户只能亲自携带程序和数据，并采用手工方式上机。这种工作方式对远地用户来说是极不方便的。他们或是不辞辛苦、长途跋涉亲自到计算中心上机；或是要对程序和数据写出详细的说明，并通过邮寄办法委托计算中心工作人员代劳。无论哪种办法，远地用户都要在时间、精力和经济上付出较大的代价。

六十年代初期，计算机进入了第二代，同时在软件方面也诞生了批量处理系统。这时，用户只要使用作业控制语言编写上机操作说明书，并将它同程序和数据一起送交操作员，输入到计算机内，即可完成所需的计算。另外，在这一时期中，由于工业、商业、军事等部门已广泛地使用计算机，它们迫切需要对分散在各地的数据进行集中处理，从而促使批量处理系统采用通信技术，产生了具有脱机通信功能的批量处理系统。其基本思想，就是在机房设置一些脱机输入输出装置，并利用通信线路把它们与远地站点的输入输出装置相连。当从远地通信线路送来程序和数据时，先把它们通过机房的输入装置记录到纸带或磁带等存贮介质上，然后再由操作员将它们输入到计算机内进行处理，处理结果也要由操作员用输出装置发送到远地站点。在通信线路的误码率较高以及计算机与通信装置的接口没有妥善解决的情况下，采用这种脱机通信系统是较为经济、较为适宜的。但十分明显，由于这种“脱机”方式需要操作员直接插手干预远程输入输出，所以工作效率是很低的。

鉴于脱机通信系统的缺点，人们自然会想到，如果在计算机上设法增加通信控制功能，使远地站点的输入输出装置通过通信线路直接和计算机相连，那么，就可以摆脱操作员对远程输入输出的干预，使计算机系统直接经过通信线路，从远地站点一边输入信息，一边处理信息；最后的处理结果也可经过通信线路直接送回到远地站点。这种系统就是所谓的联机系统。

这种联机工作方式，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和通信技术的发展。为了适应不同应用领域实现自动监测和自动控制的需要，计算机除了能用通信线路和普通的输入输出设备相连外，又研制了大量的能和计算机相连的监测设备和控制设备。这些能用通信线路和计算机相连的设备统称为终端设备。最初的终端设备都是利用专用线路，并按照点-点方式和计算机固定相连的。这种连接方式的最大缺点是每个终端独自占用一条线路。尤其是在终端数目多、距离远的情况下，投资费用较大，其线路利用效率很低。随着通信技术的发展，又出现了多点连接方式，也就是多个用户终端设备共用一条线路和计算机相连。特别是在六十年代末期，在实时控制和分时系统大力发展的基础上，迫切需要一台计算机接续大量的终端设备。于是，出现了利用现有的电报、电话通信网实现终端与计算机之间的信息传输的办法。随着通信技术的发展，计算机系统也从简单的联机系统，相继地发展成远程批量处理系统、远程分时处理系统以及远程实时处理系统等更为复杂的联机系统，以适应各个应用领域的需要。

2. 具有通信功能的多机系统

连接大量终端的联机系统，存在两个显著的缺点。其一，是主机系统负荷较重，它既要承担数据处理工作，又要承担通信工作；其二，通信线路的利用率很低，尤其是终端距离主机较远时更是如此。

为了克服第一个缺点，可以在主机之前设置一个前置处理机，专门负责与终端的通信工作，这样就使主机系统能集中较多的时间进行数据处理工作。

为了克服第二个缺点，通常采用的办法是在终端较为集中

的地区设置线路集中器，并用低速通信线路把附近的终端先汇集到线路集中器上，然后再用高速通信线路把集中器和主机相连。这样就可以把终端送来的信息通过集中器汇总，再复用高速通信线路把汇总的信息送入主机去处理。

目前，计算机网络中通常采用小型计算机作为集中器，它不仅具有汇集终端信息的功能，而且还具有通信处理和压缩信息的功能。这种联机系统已不再是

终端——通信线路——计算机系统

这样简单的结构；而是

终端群——低速通信线路——小型计算机（集中器）——高速通信线路——主机系统

这样较为复杂的结构。这种利用通信线路把终端、小型计算机以及计算机连接在一起的结构，已具备了计算机网络的雏形。

3. 计算机网络

联机系统的发展，为计算机应用开拓了新的领域；反之，新的应用领域又为计算机科学和计算机技术提出了新的课题和要求。最先提出的是计算机系统之间的通信要求，这是因为大型企业、事业单位或军事部门通常有多个计算中心分布在广泛的地区中。这些计算中心除了处理自己的日常业务之外，还要与其它计算中心彼此传递情报，进行各式各样的业务联系。但一般不把本中心的业务委托其它计算中心去处理。人们把这种以传输信息为主要目的，并用通信线路将各计算中心中的计算机连接起来的计算机群称为计算机通信网络。

随着计算机通信网络的发展和广泛使用，不久又提出更高的要求。这就是，某计算机系统的用户希望使用其它计算机系统资源为他服务，或者希望与其它计算机系统联合起来共同

完成某项业务，这就形成了以共享资源为主要目的的计算机网络。为了实现这一主要目的，除了需要有可靠、有效的计算机和通信系统之外，还要求制定全网一致遵守的“协议”，并为每个站点的计算机编制和配置各级协议的支持软件。

计算机网络的不断完善和发展，又出现了从逻辑功能上把数据处理和数据通信分开的趋向。这种计算机网络是由数据处理网（亦称资源子网）和数据通信网（亦称通信子网）组成的两级网络结构。例如，美国国防部高级研究计划局建立的 *ARPA* 网就是一个建立较早的、规模较大的两级计算机网络。它首先采用 50 千比特/秒速率的租用线路，把分布在美国各处的通信处理机（采用的是接口信息处理机 *IMP*）连接起来构成通信子网，专门负责全网的通信工作。然后，再把各种资源（包括所有主机系统的硬件、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，构成资源子网，专门承担各种各样的数据处理业务。分开两个子网后，每个子网的功能都很单纯，这样既有利于提高通信线路的利用率，降低通信费用，又便于主机系统摆脱繁琐的数据通信工作，集中全力去进行数据处理和计算，从而保证主机系统的效率，易于充分发挥网中各种资源的效能。

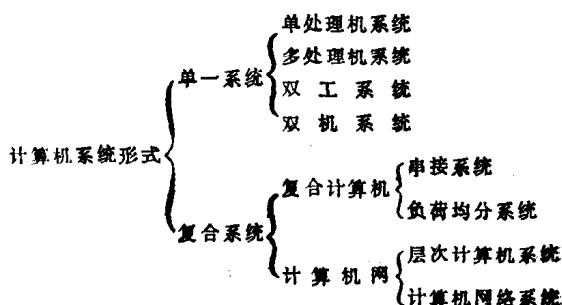
为了适应原有计算机网络的发展和扩大，以及适应各企业、事业部门筹建新的计算机网络，从事通信事业的部门和公司纷纷建立公用数据通信网络，增设各类数据通信服务项目。使用公用数据通信网时，不需要铺设或租用专用线路，所以投资少、通信费用低，便于中小型企业事业单位的计算机和终端入网。另外，由于采用标准通信接口设备，还易于把新型计算机和终端连入网内。再有，由于有了公用数据通信网作为基础后，如果想要筹建新的计算机网络时，只要根据参加者的要求

和资源设置情况，制定较高级别的网络协议，并在相应主机系统上配置相应协议的支持软件即可。一般地说，在公用数据通信网的基础上可以建立多个类型、功能、协议均不相同的计算机网络。因此，同一主机系统可以从属于不同的计算机网络，只要在同一主机中配置不同网络所需的基本软件就能做到这一点。更进一步，如果在不同计算机网络之间，再制定网络互连协议，配置相应软件，就能构成更复杂的、规模更大的计算机网络。

如前所述，计算机网络是由于计算机应用以及计算机技术和通信技术的高度发展、密切结合而产生的。为了使读者加深对计算机网络形成过程的认识，下面再分别介绍一下计算机系统的组成和使用形态的演变。它们不仅在计算机网络的形成过程中起过作用，而且，在目前的计算机网络中仍有重要意义，因为很多主机系统（站点），仍是按其中某种组成方式和使用形态组织的。关于通信技术对计算机网络发展的影响，请参阅后面有关章节。

1.1.2 计算机系统组成的演变

计算机系统的组成可以分为：



下面分别加以简要介绍。

1. 单一系统

(1) 单处理机系统 (见图1.2)

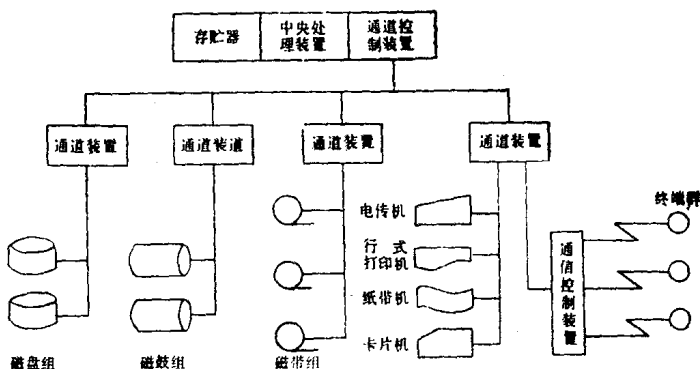


图 1.2 单处理机系统

这种系统投资少，但可靠性差，为防止外部设备故障，大都设置备用设备。

(2) 多处理机系统 (见图1.3)

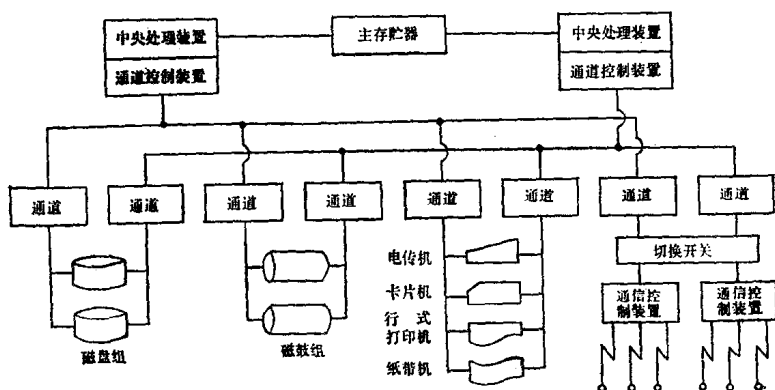


图 1.3 多处理机系统

多台处理机共享主存贮器和外部设备等，目的是提高处理能力。

(3) 双工系统 (见图1.4)

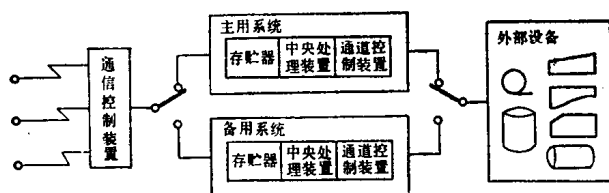


图 1.4 双工系统

为了提高可靠性，减少硬件故障的影响，防止服务停止时间过长，采用双工系统。当出现故障时，立即切换到备用系统上。通常由主用系统进行处理，备用系统作些别的工作以提高机器利用率。

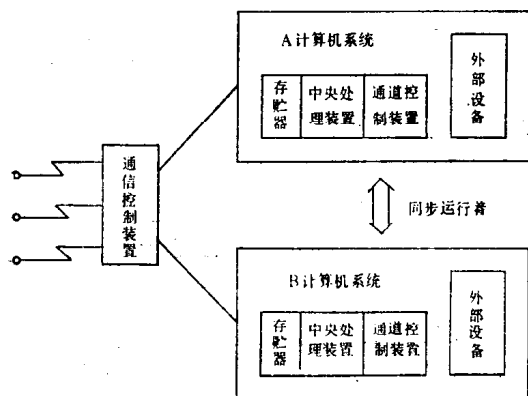


图 1.5 双机系统

(4) 双机系统 (见图1.5)

同时并行运转两套系统来达到高可靠性的要求。两台计算机之间通常可采用两种同步检验方式：以时钟为单位检验时钟同步

和以信息为单位检验信息同步。两台计算机同时出现故障的概率是很低的。这种方法对两台机器之间同步或不同步的诊断以及故障排除后的再并入，要求较高的技术。

2. 复合系统

(1) 串接系统 (见图1.6)

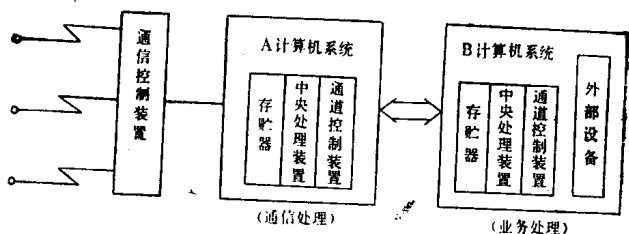


图 1.6 串接系统

两台计算机通过通道串接, 分别进行通信处理和业务处理, 以达到功能分担的目的。

(2) 负荷均分系统 (见图1.7)

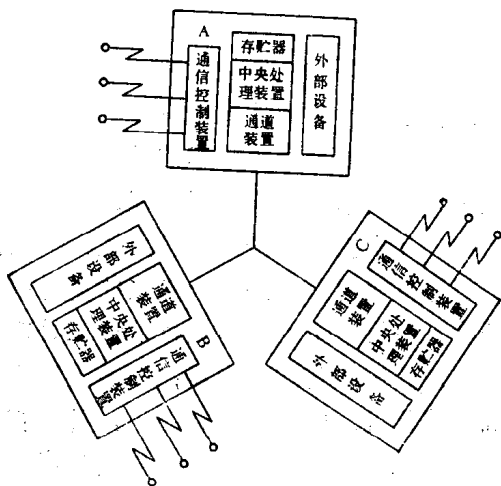


图 1.7 负荷均分系统