

计算机通信 网络原理

詹 汉 强
胡 怡 红
编 著

CCNP

北京邮电学院出版社

计算机通信网络原理

詹汉强 胡怡红 编著

北京邮电学院出版社

内 容 简 介

本书以分析计算机通信网络原理为基础。其内容包括：计算机通信网络模型和资源共享；图论、排队论和差错控制基础知识；数据通信的信号波形、频谱、代码，基带信号和频带信号传输；计算机通信网络硬件；数据传输控制规程；报文分组交换原理；网络协议及软件；计算机路由、容量、延时的分析和计算；典型计算机通信网络分析；综合业务数字网络展望。

本书叙述由浅入深，通俗易懂；在内容上系统全面，重点突出。为便于自学，每章后均附有小结和练习题。

本书可供高等院校、电大、函大作为教学用书，也可供从事通信、计算机等专业工作的科技人员作为参考用书。

2P50/19

计算机通信网络原理

编著 詹汉强 胡怡红

责任编辑 王履谔

北京邮电学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京邮电学院印刷厂印刷

787×1092毫米 1/16 印张 19.5 字数 482 千字

1990年1月第一版 1990年1月第一次印刷

印数：1-5000册

ISBN7-5635-0042-1/TN·11

定价：3.90元

前 言

随着现代科学技术的迅速发展,人们对传送信息的要求越来越高。计算机与通信技术的紧密结合是当前通信系统发展的必然,尤其是当代计算机通信网络的发展异常迅速,一些高等院校相继开设了各种相应课程,为适应高等院校和社会的需要我们编写了“计算机通信网络原理”一书。

本书在系统结构上考虑到与有关课程的衔接,第二章讲述了图论、排队论和差错控制等基础知识,第三章叙述了数据通信的基本概念,信号的波形、频谱与代码,基带信号和频带信号的传输以及多路复用问题。全书重点论述了报文分组交换原理,计算机通信网络中的硬件、网络协议和软件,还有数据传输控制规程。为了实现对最佳路由、最大容量和最小延时的计算,本书用一章的篇幅介绍有关的计算机通信网络的管理。为了联系实际并加深对计算机通信网络的理解,本书第九章中选择了几种典型计算机通信网络进行剖析,并在书的最后指出了综合业务数字网络的发展方向。

本书在叙述方法上按照循序渐进的原则,力求简明扼要,通俗易懂。为了检查学习效果和巩固所学知识,各章后均有小结并附有一定数量的练习题。积以往教学实践经验,按照计算机通信网络各组成部分来分析其原理、功能、指标,同时按照计算机通信网络硬件和控制规程、网络协议及其软件这一顺序来进行分析将会收到较好的学习效果,并有利于自学。

全书由詹汉强副教授主编,并编写了第一章、第三章至第十章,胡怡红编写了第二章。

本书承蒙倪维顿教授认真审阅并提出了宝贵意见,另外得到了王晓军、马丽萍和杨波等同志的热情帮助,在此一并表示衷心感谢。

本书在编写过程中参阅了许多教材、中、外文资料并吸收了有益的内容。

由于作者水平有限,书中有错误之处,敬请专家、读者批评指正。

编 者

一九八九年四月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 模拟通信系统模型.....	(1)
§ 1.2 数字通信系统模型.....	(2)
§ 1.3 计算机通信网络模型.....	(2)
§ 1.4 计算机通信网络的发展过程.....	(7)
§ 1.5 资源共享.....	(10)
§ 1.6 计算机通信网络分类.....	(12)
第二章 基础知识	(20)
§ 2.1 图论基础及其应用.....	(20)
§ 2.2 排队论简介.....	(31)
§ 2.3 差错控制.....	(43)
第三章 数据通信	(55)
§ 3.1 信号及其频谱分析.....	(55)
§ 3.2 数据通信的基本概念及其主要指标.....	(71)
§ 3.3 数字数据信号的波形和代码.....	(74)
§ 3.4 数字基带信号传输.....	(83)
§ 3.5 数字频带信号传输.....	(92)
§ 3.6 多路复用.....	(108)
第四章 计算机通信网络硬件	(116)
§ 4.1 计算机—终端通信系统的组成.....	(116)
§ 4.2 调制解调装置.....	(117)
§ 4.3 通信控制装置.....	(121)
§ 4.4 调制解调器MODEM与通信控制装置的接口.....	(133)
§ 4.5 计算机主机及其与通信控制装置的接口.....	(136)
§ 4.6 终端装置.....	(141)
§ 4.7 传输媒介.....	(145)
第五章 数据传输控制规程	(149)
§ 5.1 概述.....	(149)
§ 5.2 面向字符数据传输控制规程.....	(151)
§ 5.3 面向比特数据传输控制规程.....	(168)
第六章 报文分组交换原理及流控制	(174)
§ 6.1 报文分组交换原理及标记与填料技术.....	(174)
§ 6.2 报文分组格式的类型.....	(180)
§ 6.3 虚电路和数据报.....	(181)

§ 6.4 流控制.....	(182)
第七章 网络协议及软件.....	(192)
§ 7.1 引言.....	(192)
§ 7.2 进程和分层结构.....	(192)
§ 7.3 网络协议.....	(195)
§ 7.4 网络软件.....	(203)
§ 7.5 网络操作系统.....	(210)
第八章 计算机通信网络管理及其计算.....	(215)
§ 8.1 路径选择.....	(215)
§ 8.2 动态程序设计法.....	(220)
§ 8.3 链路最佳容量和最小延时计算.....	(225)
第九章 计算机通信网络分析.....	(246)
§ 9.1 ARPANET 剖析	(246)
§ 9.2 SE 网络	(251)
§ 9.3 局部网络分析.....	(258)
第十章 综合业务数字网络展望.....	(274)
§ 10.1 概述	(274)
§ 10.2 程控交换与非话业务的环境分析	(274)
§ 10.3 综合服务局部网络	(276)
§ 10.4 X 计算机通信系统介绍	(277)
附录 英汉词汇对照.....	(282)

第一章 绪 论

从古到今，实现通信的方法很多，古代的烽火台、金鼓、旌旗，现代的信函、电报、电话、传真以及电视等等均属于信息传递或通信的范畴。然而，随着现代科学技术的迅速发展，人们对传送信息的要求越来越高，因此出现了各种各样的通信方式和通信系统。

本章我们重点介绍计算机通信网络的基本概念、组成及资源共享等问题。由于计算机通信是计算机技术和通信技术的综合，所以在论述计算机通信网络之前，有必要对模拟通信系统和数字通信系统进行简要地介绍。

§1.1 模拟通信系统模型

众所周知，所谓通信系统是由完成通信任务所必需的一切技术设备和传输媒质所构成的一个总体。为了将模拟信号从一地传送到另一地而形成的通信系统，称之为模拟通信系统，如图1—1所示。

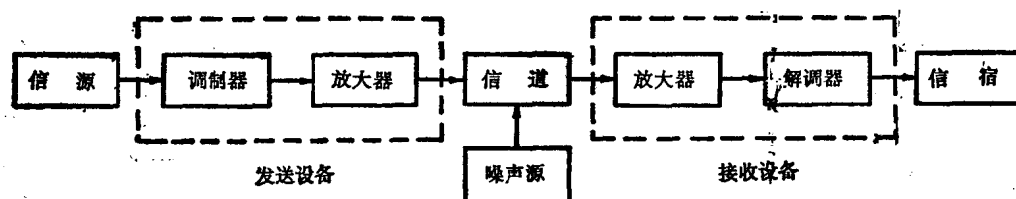


图 1—1 模拟通信系统模型

由图可知，模拟通信系统是由信源、发送设备、信道、接收设备、信宿和噪声源组成。现将系统中各部分的作用简单介绍一下。

信源：原始信息的发源地，其作用是将信息转换成相应的电信号。常见的信源设备有电话机、话筒、摄像机等。

发送设备：它对由信源产生的原始电信号进行处理和变换，使电信号变成适合在信道中传输的形式。一般来说，由信源产生的原始电信号不适于在信道中直接传输，因此需要借助发送设备对其进行处理和变换。发送设备具有的功能包括调制、放大、滤波等。

信道：发送设备和接收设备之间用于传送各种电信号的传输媒质。硬线媒质有架空明线、对称电缆或同轴电缆、光缆等；软线媒质有宇宙空间、电离层和对流层等。应该特别指出的是，作为信号传输的媒质——信道是通信系统不可缺少的组成部分之一，同时信道的特性对信号传输的质量也会有很大的影响。

接收设备：它的作用恰与发送设备相反。接收设备须将收到的信号放大，同时应尽量消除干扰、抑制噪声，最后对信号进行解调，将其变换成原始电信号。由此可知，接收设备应具有的功能是放大、滤波、解调等。

信宿：原始电信号的目的地或称终端站，也即原始信号的最终接收者。它的作用是把

接收设备恢复出来的电信号转换成相应的信息。信宿可能是人，也可能是各种终端设备，如扬声器、录音机、显示器等。

噪声源：信号在信道中传输时，不可避免地会混入噪声，此外，通信系统中的其它部分也会产生噪声。为了分析方便，我们把由信道中引入的噪声和通信系统各部分产生的噪声集中用图中的噪声源描述。

§ 1.2 数字通信系统模型

数字通信系统是将数字信号从一地传送到另一地的通信系统，其模型如图1—2所示。

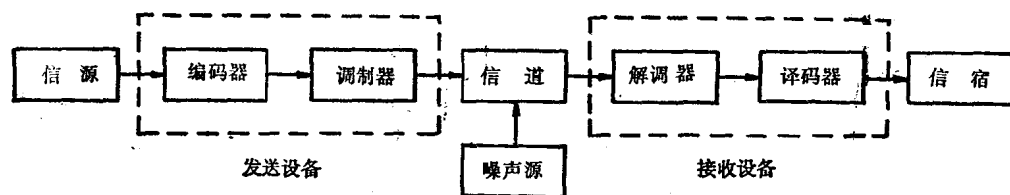


图 1—2 数字通信系统模型

比较图1—1和图1—2不难发现，数字通信系统的发送设备除了具有同模拟通信系统一样的调制功能外，还具有一个特殊功能—编码，这是因为信源所提供的原始电信号不一定是数字信号。如果信源信号为模拟信号，这时就需要进行模/数(A/D)转换，将它变成数字信号；此外，即使信源产生的原始信号是数字信号，由于提高抗噪声性能和加强通信保密性的需要，有时也需要对它进行处理和变换，这一切都是通过编码来实现的。总而言之，编码即是把信源产生的原始信号变换成我们所需要的数字基带信号。与此相对应，数字通信系统中的接收设备除了象模拟通信系统的接收设备那样具有解调功能外，还必须具有译码功能，其作用是把解调后的数字基带信号转换成信宿能够接受的信息形式。

另外，数字通信系统中还存在着同步问题。由于数字通信系统中传送的是具有一定节拍的数字化码序列，因此接收端必须与发送端保持相同的节拍，即码元同步，不然会因收发不同步而使接收性能变坏。确切地说，数字通信系统中应包括码组同步、信息帧同步和网同步的问题。但在图1—2中的框图里并未画出同步部分，这是因为同步的位置在系统中常常不是固定不变的。

在此有必要指出，实际的数字通信系统不一定要象图1—2所示那样包括所有的组成部分。另外，其中调制与解调的原理虽然与模拟通信系统中的调制、解调相同，但由于它们对应的基带信号是数字信号而不是模拟信号，因此数字通信系统中的调制和解调又具有自己的特点。为了同模拟通信系统中的调制、解调相区别，有时把它们称为数字调制和数字解调。

§ 1.3 计算机通信网络模型

简单地回顾一下模拟通信系统和数字通信系统的组成和特点，将有益于分析和理解计算机通信网络。

一、计算机通信网络的基本概念及构成

计算机通信实际上是计算机技术和通信技术相结合而形成的一种通信方式。具体地说，是计算机技术应用于通信领域而产生的新的通信方式，比如程控电话交换就是利用计算机技术进行电话自动交换的一种通信手段。

现在，我们需要明确一下计算机通信网络的概念。计算机通信网络即为将不同地理位置、具有独立功能的多台计算机、终端及其附属设备，用通信链路连接起来，并且配备相应的网络软件以实现通信过程中的资源共享所形成的通信系统，如图1—3所示。

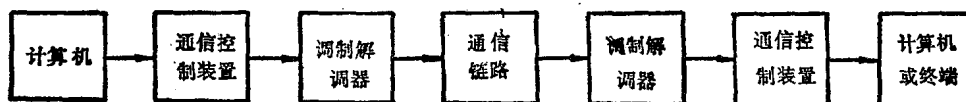


图 1—3 计算机通信网络框图

显然，计算机通信网络比模拟通信系统或数字通信系统要复杂得多，原因在于计算机通信所涉及的理论问题较多。综合起来可分为两方面问题：一是利用原来发展较为成熟的通信原理及其相关的理论或技术（如信息论、排队论、图论、模拟通信技术、数据通信技术等）来解决计算机通信网络发展中遇到的问题；二是吸收和应用迅速发展的计算机软件技术，形成功能完善的网络操作系统。其中，计算机通信网络中各部分硬件设备是实现计算机通信的基础，而计算机网络中的各种协议、通信软件以及操作系统则是衡量计算机通信网络优劣的一个根本标志。

在实际的通信过程中，计算机通信网络可以利用现有通信链路将计算机和终端连成简单的计算机通信网络，如图1—4所示。同时，计算机通信网络也可以借助于远距离（数千公里）的通信链路将数百台计算机和终端构成全国性的甚至全球性的通信网络，并能实现网中资源共享。例如美国高级研究计划局（Advanced Research Project Agency）推出的“ARPA网络”，另外还有商业分时网络、工业数据网络等。



图 1—4 简单的计算机通信网络

一般说来，计算机通信网络是由硬件和软件两大部分构成，一个典型的计算机通信网络可用图1—5来描述。由图1—5可知，从宏观上看，一个计算机通信网络可分成两个子网——通信子网和资源子网。其中通信子网的主要功能是进行数据传输、交换以及通信控制等，而资源子网的主要功能是提供网中共享的硬件、软件和数据等资源，并进行数据处理。

下面我们结合图1—4和图1—5具体说明计算机通信网络中的硬件和软件。

1. 硬件

所谓硬件即计算机系统中实际装置的总称。它可以是电的、磁的、机械的、光的元件或装置，或者是由这些元件或装置组成的计算机部件及计算机本身。

计算机通信网络中的硬件包括下列几个部分：

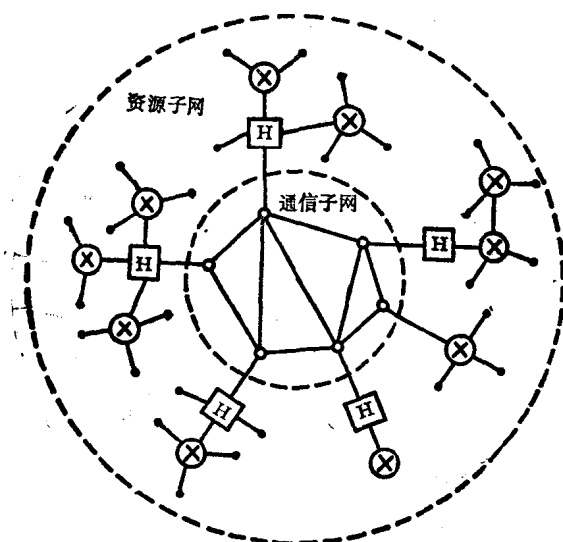
(1) 若干台处于不同地理位置的计算机和终端。

(2) 通信控制装置，例如通信接口处理机、前置(端)处理机、集中器(多路复用器)和通信控制器。

(3) 调制解调器(MODEM)

(4) 通信子网提供的通信链路，包括架空明线、扭绞双绞线电缆或同轴电缆、光缆和通信卫星线路等。

采用上述基本硬件及其附属设备就可以组成各种各样的计算机通信网络，如低速信息传输的局部地区网络和高速信息传输的高级通信网。表1—1中列出了国外的部分计算机通信实际网络。



图中符号说明：
H为主计算机，用HOST的缩写H表示；X为集中器，也称多路复用器；O为交换节点。每个节点上可安置一台通信处理机；•为终端。

图 1—5 计算机通信网络结构

表 1—1 部分国外计算机通信网概况

名 称	实际(或规划)开始(年)	简 况
PRNET	1968, 夏威夷	实验性网
STIA	1969, 巴黎, 世界范围	供航空公司航线管理等用
TYMNET	70年代初, 美国	国家医疗图书馆使用
ETHERNET	70年代初, 美国施乐 Xerox 公司提出, 然后联合 DEC和INTEL公司, 1980年9月推出局域网产品。	局部网, 256个节点、1公里、3Mb/s、电缆。
TELENET	1975年, 美国等14个国家	公用网, 约200个节点。
CYLIK	1980年, 美国	公用、卫星网
ARPANET	1969年, 美国, 世界范围	由美国国防部高级研究计划局提出
SATNET	70年代中, 世界范围	实验性网
DECNET	70年代中, 美国	私用网, DEC
SNA	IBM	系统网络结构
ES	BELL	电子交换
DATAPAC	1977年, 加拿大	公用
VENUS	70年代后期, 日本	公用
EPSS/IPSS	1978年, 英国	实验, 国际分组交换服务
EDS	70年代后期, 西德	电子数据交换
CYCLADES/CIGALLE	1973年, 法国	实验性, 公用
TRANSPAC	70年代末, 法国	公用
SBS	1980年, 美国	卫星商用系统
EURONET	1979年, EEC	公用
IIASA	70年代末, VIENNA, 世界范围	U.N实验性

2. 软件

软件是相对于硬件而言的,包括机器运行所需要的各种程序及有关资料。例如汇编程序、编译程序、操作系统、诊断程序、控制程序、专用程序包、程序库程序、数据管理系统、各种维护使用手册、程序说明和流程图等。软件在计算机和计算机通信网络的工作运行和操作中是不可缺少的,它可以扩大计算机和计算机通信网络的功能并提高其效率,因此软件是计算机系统的重要组成部分。为了实现计算机通信,硬件的配置在计算机通信网络中固然十分重要,但同时还必须要有网络协议、通信软件、网络操作系统的支持,才能有效地实现计算机通信。

在微机原理和算法语言课程中,我们已经定义过软件的含义,软件即各种程序的总称。对于特定的程序又有着相应的语言,如BASIC语言、FORTRAN语言、COBOL语言和PASCAL语言等。正是由于有了上述各种语言构成的软件,从而使计算机能够发挥其应有的作用。同样道理,在计算机通信网络中,也需要有关于信息的传输交换、输入输出信号格式以及各种控制等方面的约定,以便实现不同计算机之间或不同操作系统之间的通信,使计算机通信网络中各个部分间实现“协调一致”地工作。因此,我们把实现网络中的各种协议所必需的各种程序称为“网络软件”。如输入输出(I/O)驱动程序、线路控制模块、网络控制模块以及用户程序等。另外,为了保证主计算机不仅能与通信网络中有协议的用户进行通信,而且能与通信网络之外的或无协议的用户进行通信,就需要依靠网络通信软件来支持。例如,基本运程通信存取法(BTAM)就是一个既适用于面向字符的异步和同步数据传输控制规程,同时也适用于面向比特的高级数据链路控制规程(HDLC)的软件。

由上面分析可知,对于实现计算机通信来说,计算机通信网络中的软件是必不可少的。但是应该注意到,计算机网络的软件与单个计算机(或微机)的软件其含义有所不同。

二、计算机通信网络与计算机网络的区别

对于从事通信和计算机工作的专业人员来说,应该搞清楚计算机通信网络与计算机网络的差别。

图1—6描述了用户使用计算机通信网络的具体过程。图中有三个计算机子系统,每一个子系统通过网络接口与用户建立一条物理通路,图中用实线表示。同时,每个子系统与用户还有一条逻辑通道,图中用虚线表示。由图可知,每个子系统所具有的功能和资源各不相同,例如,文件A、B、C分别属于子系统1、子系统2和子系统3,子系统2和子系统3均具有FORTRAN编译能力,而子系统1却不具备这种能力。这表明,计算机通信网络实际上是若干个具有不同功能的计算机子系统的集合,它们之间形成一种松散的耦合。

显然,用户若想正确地使用计算机通信网络,首先必须了解网络中每个子系统所具有的功能和资源,然后才能有的放矢地进行访问或调用。例如,某用户需要使用文件B,他必须首先明确文件B处于子系统2中,然后才能到子系统2中调用文件B,而到其它子系统(1或3)中去访问是无法调出文件B的。同样道理,若需调用文件A和文件C,则应该分别访问子系统1和子系统3。假如需要使用FORTRAN编译程序,那么用户既可以到子系统2中去访问或调用,也可以到子系统3中去访问或调用。

以上是用户使用计算机通信网络的过程及一些具体情况,它与用户使用计算机网络的

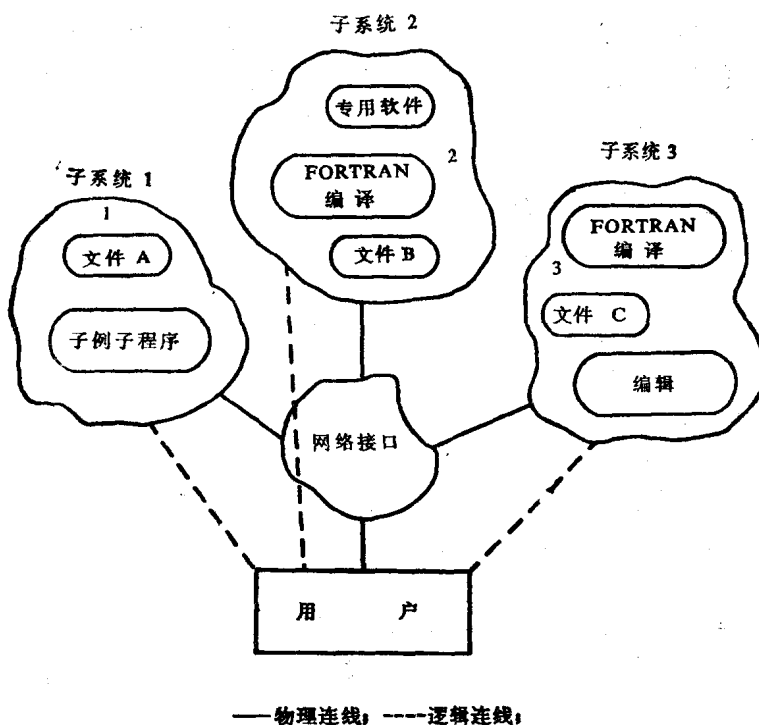


图 1—6 用户使用计算机通信网络

过程及具体情况有许多不同之处。图1—7描绘出用户使用计算机网络的情况。

计算机网络是把各个计算机子系统集中成一个大网络，从而形成如图1—7所示的计算

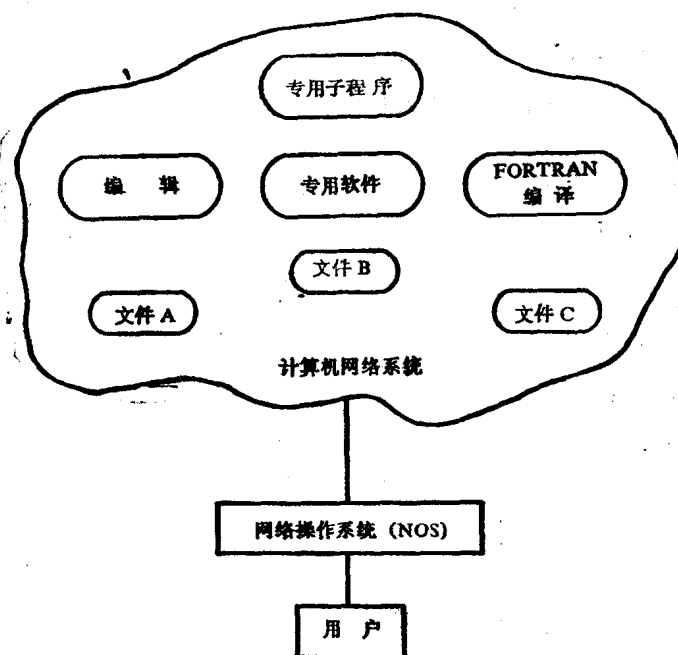


图 1—7 用户使用计算机网络

机网络系统。用户使用这个网络时，不需要象使用计算机通信网络那样先要熟悉所需资源和文件所处的位置，然后再访问调用，而是借助于操作系统（NOS）就可以完成对网络中文件或资源的访问或调用。也即计算机网络的特点是利用网络操作系统实现网中资源共享，这表明，计算机网络是计算机通信网络发展的高级阶段。

综上所述，计算机通信网络由于不具备完善的网络操作系统（NOS），所以它只是实现了一定程度的资源共享，因此我们把它看成计算机网络的低级形态。例如美国国防部高级研究计划局的 ARPA 远程计算机通信网络，我国的星形试验网络（SE 网络）等。我们深信在不远的将来定会出现功能完善的操作系统从而形成高级的计算机网络，目前的各种网络正在向着综合业务数字网（ISDN）方向发展，不过本书仍以计算机通信网络为主线进行分析和研究。

§ 1.4 计算机通信网络的发展过程

计算机通信网络是随着计算机技术和通信技术的发展而发展起来的，它的发展过程可分为三个阶段。

第一阶段：单机运行及脱机的远程通信

下面我们将简单介绍实现脱机远程通信的过程。远地用户先将数据和程序送入远程终端设备，然后通过通信线路送至计算中心的脱机输入输出（I/O）设置。由于脱机的 I/O 设备不直接与主机连接，因而需要由操作人员将脱机所形成的纸带或磁带人工地搬运到与计算机相联的输入装置，如光电读入机或磁带机，以便将对方用户的数据和程序馈送给主计算机进行处理。而处理后的结果仍需由操作人员把由计算机输出装置（纸带穿孔机或磁带机）输出的纸带或磁带（含有处理结果内容）用人工搬移到计算中心中脱机的 I/O 装置。最后，通过通信线路将处理结果送到对方的远程用户终端。上述计算机通信的全过程如图 1—8 所示。

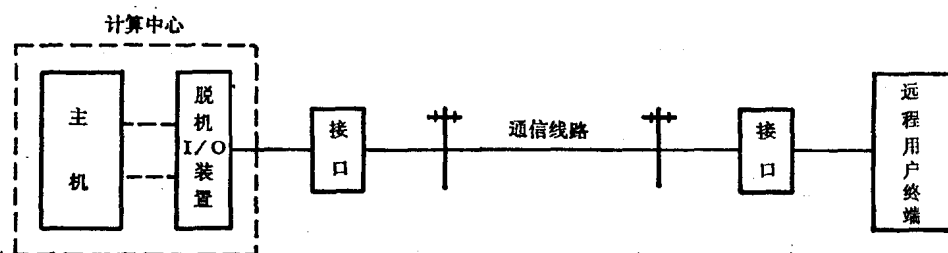


图 1—8 脱机远程通信系统

第二阶段：联机系统

联机系统的简单形式是一台远程终端与一台计算机组网，即终端—通信线路—计算机组成一个联机系统。如图 1—4 所示就是一个面向终端的联机系统，这种系统虽然比较简单，但已经增设了控制装置和其它部件，从而取消了脱机远程通信系统中人工搬运纸带或磁带的过程。另外，一台主计算机也可以带动几十台甚至几百台远程终端而形成一个较大的联机系统，如图 1—9 所示。

1952 年美国就建立了半自动地面防空（SAGE）的联机系统，第一次实现了利用计算

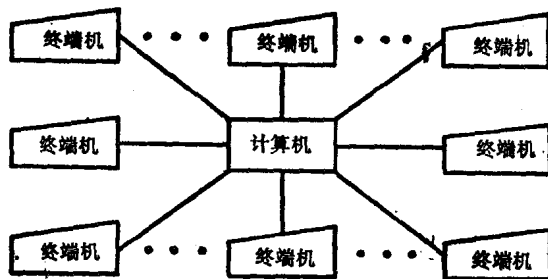


图 1-9 计算机联机系统

机进行远距离集中控制。1955年，美国 IBM 公司的 AN/F-SQ-7 型地面防空系统，采用了 SDC 软件系统。在六十年代初期，美国建成了航空公司飞机订票系统 (SABRE-1)。1960 年出现了分时系统计算机通信网络。

联机系统要实现资源共享和多重处理，必须有硬件和软件来保证。为了使多个远程用户（终端）能与联机系统同时通信，在软件方面相继出现了“远程批处理”、“远程分时处理”及“远程实时处理”等软件系统；在硬件方面出现了“通信控制器”、“集中器”、“多路复用器”和“前置机”等通信控制处理设备。有了上述硬件和软件，可将联机系统中计算机中央处理机的处理时间进行分割，然后平均分配给各个终端使用。因为中央处理机的处理速度比输入、输出的速度快，所以，当某一终端正在从事输入作业时，中央处理机的使用权可以马上让出。也即当同时有多个用户从终端输入程序使用联机系统中的计算机时，就好像自己一个人在使用计算机一样，而不会感到几个终端同时在争夺使用。这样就实现了一台计算机供多个终端共同使用的目的。

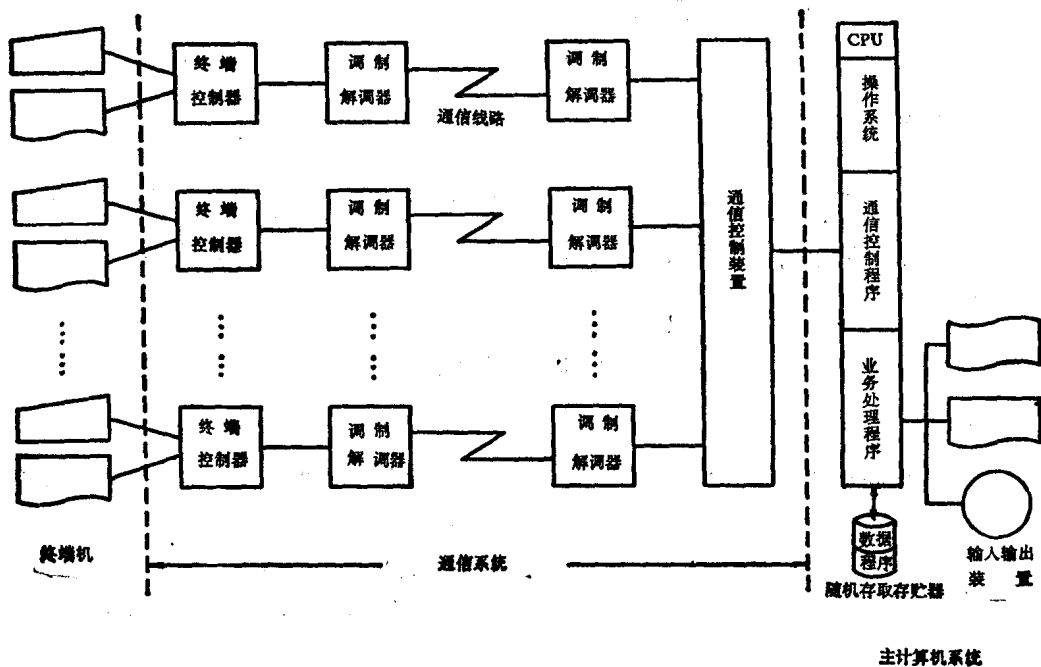


图 1-10 联机系统的构成框图

下面我们对联机系统的构成进行具体分析。

联机系统的构成可用图 1—10 来描述。由图可知, 联机系统大致可分为三大部分: 一是产生数据的终端机; 二是负责数据传送的通信系统; 三是承担数据处理的主计算机系统。现分别叙述如下。

1. 终端机 它是产生数据的部件, 配备有输入和输出装置。输入装置通常有: 键盘、卡片、纸带和磁带等输入机。输出装置通常有打印机、显示器、卡片、纸带和磁带等输出机。这些输入、输出装置的选择要看终端的功能及需要而定。

2. 通信系统中的终端控制器、调制解调器 (MODEM)、通信线路和通信控制装置

(1) **终端控制器** 它除了要控制终端机外, 还要与通信线路或调制解调器进行接口。例如: 进行数据传送的控制, 对通信线路控制字符进行分析, 提供终端缓冲器, 以便减少通信线路的占用时间。最近, 由于大规模集成电路 (LSI) 技术的发展, 终端控制器一般也具备了处理和存贮的功能, 并且已经发展为智能型的终端机, 一些终端业务也可以单独处理, 也就是说, 分散处理已成为可能。

(2) **调制解调器** 大家知道, 通信线路所传送的数据采用交流信号的形式, 但计算机系统却是采用直流的数字信号来处理的, 因此, 通信线路左边的调制解调器是先把终端输入的直流数字信号变换成交流信号的形式, 再提供给通信线路。而通信线路右边的调制解调器则把交流信号转变成主计算机系统能够接受的直流数字信号。所以调制解调器是计算机通信网络中不可缺少的部件。在联机系统中, 每一个终端相应配备一套调制解调器。

(3) **通信线路** 连接终端机与主计算机之间的传输线路称之为通信线路。

通信线路有两种类型: 一种是公用通信线路, 例如: 长途和市内电话线路; 第二种是专用线路。

通信线路中信号传送方向有: 单工通信; 半双工通信; 全双工通信。

通信线路控制方式有: 通信线路争夺方式; 计算机控制方式。

通信线路中数据传送方式有: 起止同步式; 二元同步通信方式; 同步数据链路控制方式。

(4) **通信控制装置** 它是通信线路与计算机系统 (如主计算机的 CPU) 的接口装置, 其功能是对各终端经过通信线路的数据进行搜集、校正并变换数据形式以便存入存贮器中。

通信控制装置可分为程序通信控制方式和非程序通信控制方式。前者是通信控制装置本身配备的程序, 特别是网络控制程序, 该程序是处理机 (CPU) 内部软件的一部分。这样, 可减轻处理机的负担, 并使通信线路在设计上比较富有弹性。而对于非程序通信控制方式来说, 通信控制装置本身没有存放程序, 而是要依赖于处理机 (CPU) 的指令行动。

3. 主计算机系统

主计算机系统的构成包括中央处理机 (CPU)、磁盘、磁带、输入输出装置以及各种软件 (例如网络操作系统, 通信控制程序, 业务处理程序等)。现分别说明如下:

(1) **中央处理机 (CPU)**: 它是主计算机系统中最重要的一部分, 它对终端送来的信息进行分析, 安排适当的业务程序, 并在程序执行之后, 再传送信息回答终端。

中央处理机的软件包括 (i) 操作系统; (ii) 通信控制程序; (iii) 业务处理程序。

操作系统: 其功能为对各种业务程序和通信控制程序等进行调度、对系统资源进行调

整以及对中断处理实施监督等。

通信控制程序：它是在操作系统管理下涉及存取方式的一种程序，用以控制计算机和远程终端机之间的数据传送。该程序的主要功能是对终端发送输出输入动作的指令、对无规则性输入的信息作适当的排队处理、对许多条通信线路的非同步进行处理等。

业务处理程序：这种程序通常是由计算机用户自己编制的，它执行输入信息所要求的处理。

(2) 随机存取外存贮装置(磁盘)：这是为了大量存贮(主文件)并能实施随机存取而设置的，以便迅速地回答终端信息。

其它如磁带以及各种输出输入装置等在联机系统中也是不可缺少的。

第三阶段：计算机与计算机通信网络

计算机通信网络的主要特点是把若干联机系统中的主计算机互连起来，以便达到资源共享的目的。计算机与计算机通信网络如图1-11所示。

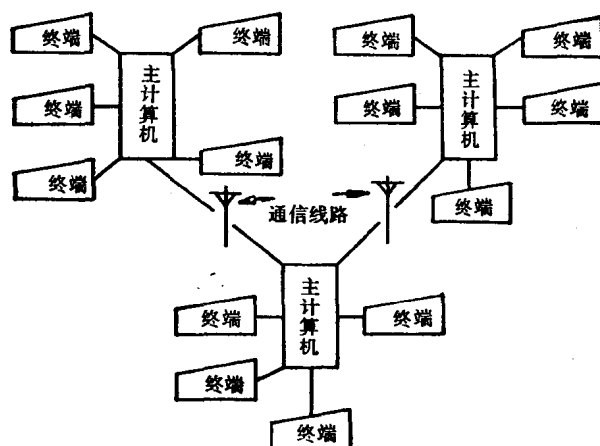


图 1-11 计算机—计算机通信网络

图1-11中示出了三个联机系统通过通信线路联成的一个计算机通信网络，显然，这种网络要比脱机系统和联机系统增加许多设备，随之也增加了许多功能，至少三个联机系统中的软件和硬件资源可以提供给网络各个用户共享。另外形成计算机通信网络之后，可统筹规划数据库，使用一个网络操作系统，配备网络通信软件等，这种计算机通信网络不但扩大了通信范围，而且增加了网络功能，为实现网中资源共享提供了有利条件。这是计算机通信网络发展中的一个非常重要的阶段。

§ 1.5 资源共享

一、资源及资源共享

在计算机通信网络中的“资源”是指网中所具有的硬件(各种类型的计算机、终端及其配套设备)、软件(各种规程、协议、程序和操作系统)和数据等。

所谓资源共享,就是指计算机通信网络内所有用户均能享受和使用网中资源的任意部分或全部。

二、为什么要实现资源共享

实现资源共享的目的是:

(1) 为了将地理位置分散的多台计算机实现实时地、集中地数据信息处理。

(2) 共享硬件资源。对于小型计算机用户来说,可通过计算机通信网络分享大型计算机主机或特殊的外围设备,这样可降低工程投资。

(3) 共享软件资源。编制、研究和开发一套完整的网络软件系统供给计算机通信网中各个用户共同使用,这是非常有意义的。

(4) 共享数据库资源。将同一类型的文件、数据和用户手册供大家使用,如建立电话簿的单位、电话号码等数据库,可供局长室、电信科、长话室、市话室等单位调用、备查及其它终端用户查找。

(5) 提高可靠性。通常在计算机通信网络中的一些节点上设置一种能应付非常事件的文件系统,以便当某一节点处理机发生故障时,可由别的路径传送或处理信息,这样就可以提高通信网中的可靠性。

(6) 负载均衡。当网络中某一节点的计算机负荷过重时,可将一部分运算、处理工作调配到其它节点的计算机去处理,以克服忙闲不均的现象。

(7) 选择和使用各种专题系统和设备。在计算机通信网络中设有专题系统和设备,可以把一些专业性较强的问题送至相适应的系统和设备进行计算和处理。例如,当需要检索某专题情报资料时,可通过网内的专门情报检索系统进行。

(8) 扩容。当需要扩大通信网或增加用户时,就可以利用接口信息处理机 (IMP) 或终端接口处理机 (TIP),将不同类型的计算机或终端接入计算机通信网络。例如美国的ARPA网就是由小到大扩展成能容纳几百台计算机的通信网。

三、如何在计算机通信网络中实现资源共享

在计算机通信网络中实现资源共享的方式很多,现举例说明如下。

1. 共享硬件

图1—12示出了本地用户B共享远地用户A的硬件C的模型。具体地说,本地用户把数据D和软件e同时送到远地A,利用其硬件C,进行数据的运算和处理,将其结果送回到B。

2. 共享软件

图1—13(a)说明了本地用户指定远地A把软件e送至B,然后B用软件C处理数据D并得到其结果。

而图1—13(b)说明了本地用户B共享远地A资源e,把数据D送到远地A,利用软件e进行数据处理,将其结果送回到B。

3. 共享数据和控制信息的传送

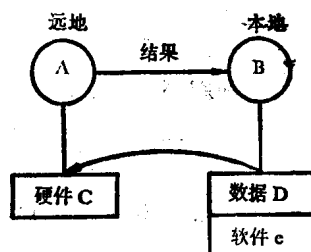


图 1—12 共享硬件示意图