

高等学校试用教材

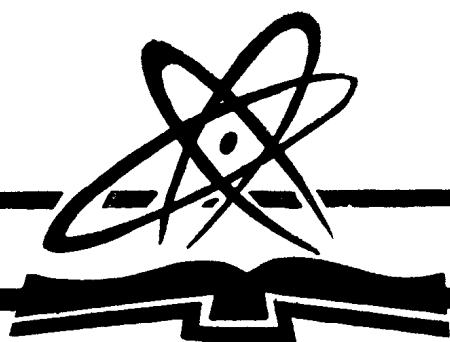
计算机网概论

南京工学院

顾冠群 贾耀国 编

?

江苏科学技术出版社



高等学校试用教材

计 算 机 网 概 论

南京工学院

顾冠群 贾耀国 编

江苏科学技术出版社

内 容 简 介

本书由浅入深地阐述计算机网领域内的基本概念和原理,介绍国外计算机网采用的先进技术。

全书共九章,分别介绍计算机网功能和类型,数据传输和转接,差错检测与校正方式,数据传输控制规程,计算机网的构成,ARPA网,计算机网络结构,新型公共数据网和本地计算机网,计算机通信网分析和设计。最后有两个附录,列出了目前各国公共数据网的情况和英汉计算机网词汇。

读者对象:高等院校电子计算机专业师生以及从事计算机、通信、计算机网等工作的科技人员。

计 算 机 网 概 论

南 京 工 学 院

顾冠群 贾耀国 编

出版:江苏科学技术出版社

发行:江苏省新华书店

印刷:江苏宜兴县印刷厂

开本787×1092毫米 1/16 印张9.25 字数452,000

1981年8月第1版 1981年8月第1次印刷

印数1—8,000册

书号:15196.058 定价:1.74元

责任编辑 许顺生

前 言

本书是按照1978年4月电子计算机专业教材会议制定的教学大纲进行编写的。

根据电子计算机专业的特点,本书先从系统角度介绍数据通信方面的基本知识,以便读者在概念上把计算机和数据通信相结合;然后,再叙述计算机网。第一章叙述计算机网的发展和功能,并说明数据通信的梗概。第二章至第四章,介绍数据传输和转接、数据通信中采用的差错控制方式和几种常用检错码以及数据传输控制规程。第五章阐述计算机网的组成部件,着重说明路由选择算法、信息流控制和协定。第六章,通过 $ARPA$ 网,介绍一个比较典型而完整的计算机网。第七章至第八章,着重强调协定的概念;通过 SNA 、 DNA 例子阐述计算机网络结构,并以 $X.25$ 为基础说明新型公共数据网的组成原理和互连方式。第九章以图论和排队论为基础,研究计算机通信网分析和设计的原理和方法。

本书属于电子计算机专业选修课教材,按50学时编写。如果教学时数较少,可对第七章和第九章的内容从简讲述。

本教材初稿和修改稿承蒙上海交通大学谢志良副教授主审。还承陈力为副所长、黄玉珩副所长、郑守淇副教授、王行刚副研究员以及周师熊、蔡道法、张佳昆、杨人魁、蒲万钧、高汉钦、熊发骥、宋百川和唐肖光等同志进行审阅,提出许多宝贵意见。

在编写工作中得到南京工学院王能斌、曾庆辉等同志的关心和指导。

对于在本书编审工作中给予指导和帮助的所有同志,编者谨表示衷心感谢。

本书由贾耀国同志编写第三章,其余各章及附录均由顾冠群同志编写;周万珍同志为本书绘图和校对做了大量的工作。

这本教材已经过两次试讲,但由于学识水平有限,书中仍难免有许多缺点和错误。我们非常欢迎读者提出批评意见,以便今后据以修改。

编 者

1980年9月

目 录

第一章 计算机和通信

§ 1.1 计算机网的演变	1
§ 1.2 计算机网的定义	2
§ 1.3 计算机网的功能	2
§ 1.4 数据通信	5
1.4.1 电 信	5
1.4.2 消息和信号的类型	6
1.4.3 数据通信系统的基本组成	7
1.4.4 数据传输线路类型	9

第二章 数据传输和转接

§ 2.1 信道	10
2.1.1 信道类型	10
2.1.2 信道容量	11
§ 2.2 通信编码	13
2.2.1 传输方式	13
2.2.2 五单位字符编码	15
2.2.3 七单位字符编码	17
§ 2.3 基带传输和调制	17
2.3.1 数字信息的电表示法	20
2.3.2 基带传输	22
2.3.3 调制	24
§ 2.4 数字传输	32
2.4.1 信号数字化	33
2.4.2 脉冲编码调制	34
2.4.3 典型信号传输速率	35
§ 2.5 多路复用和多路复用器	35
2.5.1 信道复用的基本概念	36
2.5.2 多路复用及其类型	36
2.5.3 多路复用器与计算机的连接	41
§ 2.6 集中器	43
§ 2.7 数据转接	44
2.7.1 转接	44

2.7.2 电路转接	46
2.7.3 存贮转接	48
2.7.4 时分转接	50

第三章 差错检测和校正方式

§ 3.1 差错类型和差错控制方式	53
§ 3.2 常用检错码	57
3.2.1 奇偶校验码	57
3.2.2 群计数和水平群计数	64
3.2.3 等比码	65
§ 3.3 循环码检错	65
3.3.1 循环码	65
3.3.2 生成多项式	69
3.3.3 循环码的生成	70
3.3.4 用线性开关电路实现编码	72
3.3.5 用循环码检错	75

第四章 数据传输控制规程

§ 4.1 数据传输线路的类型	79
4.1.1 按通信方式分类	79
4.1.2 按线路占有性和共享性分类	79
4.1.3 访问线路的控制	80
§ 4.2 数据终端设备和数据通信设备之间的接口标准	82
4.2.1 概述	82
4.2.2 100 系列接口线	83
4.2.3 200 系列接口线	86
4.2.4 接口操作要求	89
§ 4.3 面向字符型的传输控制规程	91
4.3.1 数据通信阶段	91
4.3.2 传输控制字符	92
4.3.3 报文格式	93

4.3.4	差错控制方面的规定	95
4.3.5	公共数据转接网的传输控制规程	97
4.3.6	系统恢复规程	100
4.3.7	多点线路的传输控制规程	101
4.3.8	全双工数据传输规程	103
§ 4.4	面向比特型的传输控制规程	104
4.4.1	面向比特型控制规程的发展	104
4.4.2	面向比特型控制规程的基本概念	105
4.4.3	面向比特型控制规程的特性和类型	109
§ 4.5	传输控制规程的比较	111

第五章 计算机网的构成

§ 5.1	计算机网的结构	113
5.1.1	结点、链路、通路	113
5.1.2	网络结构分类	113
5.1.3	通信子网和用户资源子网	119
§ 5.2	通信控制器和通信处理机	120
5.2.1	通信控制器的功能	120
5.2.2	数码取样和缓冲	121
5.2.3	通信控制器的组成	124
5.2.4	线路控制	125
5.2.5	计算机接口	130
5.2.6	联机系统的数据流程和通信软件	133
5.2.7	通信处理机	135
§ 5.3	主机系统和终端设备	136
5.3.1	主机系统	136
5.3.2	终端设备	139
§ 5.4	信息流控制	141
5.4.1	概述	141
5.4.2	源点—终点信息流控制	142
5.4.3	IMP—IMP中转信息流控制	143

5.4.4	许可证方法	145
§ 5.5	路由选择算法	146
5.5.1	基本要求和分类	146
5.5.2	扩散式和选择扩散式	147
5.5.3	固定式	148
5.5.4	随机式	149
5.5.5	适应式	149
§ 5.6	计算机网协定	153
5.6.1	进程通信和网络控制程序	153
5.6.2	接口和协定	154
5.6.3	协定结构	156
5.6.4	分层协定的例子	158

第六章 ARPA网

§ 6.1	ARPA网概况	161
6.1.1	ARPA网的演变	161
6.1.2	网络设计的考虑	161
6.1.3	ARPA网的运行管理	163
§ 6.2	报文分组传输和信息流动	163
6.2.1	报文和报文分组格式	163
6.2.2	信息流动	167
6.2.3	传输控制	168
§ 6.3	IMP和TIP	171
6.3.1	IMP和HOST的接口	171
6.3.2	IMP软件	175
6.3.3	终端用户对网络访问的方式	179
§ 6.4	主机—主机(HOST—HOST)协定	183
6.4.1	主机—主机协定的设计目标	183
6.4.2	实现协定功能的基本概念	183
6.4.3	控制命令表	186
6.4.4	系统调用命令	189
6.4.5	启动联结的过程	190
6.4.6	控制信息流的例子	190
§ 6.5	TELNET协定	192
6.5.1	功能	192

6.5.2 应用TELNET的例子	193	§ 7.7 多主机的SNA	225
		7.7.1 多主机通信	225
		7.7.2 多主机系统的会议	226
第七章 计算机网络结构		§ 7.8 DNA简介	227
§ 7.1 SNA的基本概念	195	7.8.1 概述	227
7.1.1 计算机结构和计算机网络结构	195	7.8.2 DNA的功能描述	228
7.1.2 SNA以前的远程处理网例子	195	7.8.3 DDCMP、NSP、DAP之间关系	234
7.1.3 SNA分层结构的概念	196	7.8.4 DNA与SNA之间比较	234
§ 7.2 SNA网络结点和物理系统	198	第八章 新型公共数据网和本地计算机网	
7.2.1 SNA网络结点	198	§ 8.1 公共数据网的发展	236
7.2.2 SNA的物理系统	200	8.1.1 概况	236
§ 7.3 SNA的逻辑构成	201	8.1.2 公共数据网的组建	236
7.3.1 网络子系统	201	8.1.3 “X系列”建议	237
7.3.2 会议(Session)	201	§ 8.2 X.21	239
7.3.3 网络可寻址部件(NAU)的类型	203	8.2.1 X.21的作用	239
7.3.4 会议类型	204	8.2.2 接口顺序	241
7.3.5 功能层	205	§ 8.3 X.25	241
§ 7.4 传输子系统功能	207	8.3.1 X.25的作用	241
7.4.1 传输子系统的组成	207	8.3.2 “虚电路”概念	242
7.4.2 传输控制元件(TCE)	207	8.3.3 接口要求和特性	243
7.4.3 通路控制元件(PCE)	209	8.3.4 报文分组级逻辑接口	244
7.4.4 数据链路控制元件(DLC)	210	8.3.5 DTE—网络连接	249
7.4.5 信息格式	211	8.3.6 数据报	250
§ 7.5 网络控制程序(NCP)	213	§ 8.4 SNA—X.25连接	251
7.5.1 通信控制器的连接	213	8.4.1 ISO提出的结构模型	251
7.5.2 NCP/VS的功能	213	8.4.2 SNA—X.25	252
7.5.3 网络地址和本地地址	216	§ 8.5 计算机网互连	253
7.5.4 信息单元的流动	218	8.5.1 信关	253
§ 7.6 主机结点NAU的功能	219	8.5.2 网络互连的方式	256
7.6.1 主机结点的结构	219	§ 8.6 本地计算机网	258
7.6.2 系统服务控制部件(SSCP)	220	8.6.1 特点	258
7.6.3 物理部件服务	224	8.6.2 网络结构类型	259
7.6.4 逻辑部件服务和表示服务	224	8.6.3 应用	260
		第九章 计算机通信网分析和设计	
		§ 9.1 引言	262
		§ 9.2 割集和可靠性	263
		9.2.1 网络图	263
		9.2.2 割集(Cut Set)	264

9.2.3	通信网络的信息流量	265
9.2.4	可靠性分析	268
§ 9.3	时延分析和链路容量分配	270
9.3.1	泊松过程 (Poisson Process)	270
9.3.2	排队论的应用	271
9.3.3	基本的时延计算公式	272
9.3.4	报文通过网络的平均时延	276

9.3.5	链路容量分配	277
9.3.6	通信网络容量分配举例	278
§ 9.4	网络设计算法	281

附录

附录(一)	国外公共数据网 (PDN) 的状态	285
附录(二)	英汉计算机网词汇	288

第一章 计算机和通信

§ 1.1 计算机网的演变

计算机网（即计算机网络）是计算机技术和通信技术两者高度发展和密切结合而形成的，它经历了一个从简单到复杂、从低级到高级的演变过程。近年来，计算机网的发展极为迅速，为计算机技术开辟了崭新的应用领域。有无全国性的计算机网，已成为衡量一个国家科学技术水平的重要标志。它的建立和发展，必将对经济、国防、科学技术和社会生活带来深刻的影响。

应用需要，也是推动计算机网发展的动力之一。众所周知，计算机是信息加工和处理的工具，而通信工具从本质上看是缩短了距离和时间。两者的结合，既能对大量数据和信息进行传输、转接和高速处理，又能满足提高计算机系统能力、可靠性、可用性和充分利用资源的要求。这些能力正是各种应用环境所需要的。所以，随着对应用需要的逐步满足，就形成和完善了计算机网。

计算机网的演变，可以概括地分为三个阶段：具有通信功能的成批处理系统、具有通信功能的分时系统和计算机网。显然，这个演变是与计算机技术的发展紧密相连的。

早在五十年代初，美国半自动地面防空系统（SAGE）就着手研究将远距离的雷达和其它测量控制设备的信息，通过通信线路集中到一台计算机进行集中处理和控制在，开始了把计算机技术与通信技术结合起来的尝试。计算机进入第二代后，在软件方面也诞生了成批处理系统。通过通信线路对分散在各地的数据可以进行集中处理。脱机通信功能的成批处理系统，需要操作员的干预，转送原始程序和数据到计算机，然后把计算结果返回给远程站。为了提高效率、减少操作员的干预，就必须进一步在计算机上增加通信控制功能，以构成联机通信功能的成批处理系统。这种联机系统，使计算机依靠通信线路，直接接收来自远程站输入的信息，紧接着又处理信息，最后又经过通信线路将结果送回到远程站。

随着连接的终端个数越来越多，上述简单的联机系统发展为具有通信功能的分时系统。尽管资源仍集中在一台主计算机，但许多用户可以通过终端设备分时访问和使用资源。这样的联机系统，存在两个缺点：（1）主计算机的负荷较重，它既要承担数据处理，又要负责通信控制；（2）通信线路的利用率较低。在远距离时，每个终端独占一条通信线路，因此代价极为昂贵。为了克服上述缺点，可以在主计算机之前加设一个前端机，专门负责与终端之间的通信控制，使主计算机能有较多的时间进行数据处理。另外，在终端较密集的地区，设置集中器和多路复用器，就可提高通信线路的利用率。

在上述的各种联机系统中，只具有“终端—计算机”通信，故也可称之为面向终端的计算机网。从六十年代中期开始，发展了若干个计算机互连的系统，开辟了“计算机—计算机”通信，并呈现出多处理中心的特点。七十年代，以ARPA网为代表，标志着计算机网处于兴起时

期。由于计算机网具有共享资源、广域应用等特点,所以许多个不同范围、不同服务内容的计算机网相继而建立。尤其一些全国性和国际性的计算机网投入运行,更显示出它的威力和影响。

计算机网的兴起,是与计算机技术和数据通信技术的进展相关联的。大规模集成电路的发展,使功耗低、体积小、价格便宜的小型计算机和微处理机被广泛利用。计算机已出现系列化,具备互换性,为计算机间互连创造了条件;软件方面的程序兼容和仿真,使之能实现共享程序和共享数据。数据通信是与电报、电话相并列的第三种通信技术,它随着信息处理技术发展而发展。由于数据通信系统中传输线路类型和转接方式多样化,所以更能适应计算机间互连,推动计算机网的发展。

§ 1.2 计算机网的定义

对于计算机网(Computer Network),自1970年以来已有几种定义。在1970年ARPA网投入运行后,把计算机网定义为“以相互共享资源(硬件、软件和数据等)方式而连接起来,且各自具备独立功能的计算机系统之集合”。^[1]这个定义着重于应用目的,而没有指出物理结构。另外,随着从“终端—计算机”通信发展到“计算机—计算机”通信,又出现一种“计算机通信网”的定义,即:计算机通信网是指以计算机间传输信息为目的而连接起来的计算机系统之集合。显然,计算机通信网所指出的类型范围要比前一种以共享资源为目的类型范围要大,因为传输信息是避免不了的。

一般从物理结构看,可对计算机网给予广义的定义。“广义的”计算机网是由一台或多台计算机,若干个终端设备,通信传输设备,以及便于终端和若干台计算机之间或者计算机之间数据流动的专用(或通用)硬件等所组成的系统之集合。^[1]这个定义,表明计算机网是通过通信系统来实现计算机之间的连接。

在研究和工程设计时,一般根据着重点和对象有选择地引用“计算机网(络)”和“计算机通信网”这两个术语。例如,在着重关于用户如何共享或使用计算机资源的问题时,一般引用术语“计算机网(络)”;而在着重关于计算机间信息通信的问题时,就引用术语“计算机通信网”。

§ 1.3 计算机网的功能

广义的计算机网具有如下几方面的功能,在不同的应用环境中可加以选择。

(一)数据传送

终端与计算机、计算机与计算机之间能够相互传送数据和信息,这是计算机网的最基本功能之一。应用这种功能的例子如气象报告的定时传送等数据收集系统。

(二)共享数据

如图1-1所示,是本地计算机或终端(B)需要远地计算机(A)的数据c和软件d,或者只要求数据c的共享数据系统。按照相互传送的内容,可再细分为如下四种方式:

第一种方式如图 1-1 (a) 所示。从本地用户 (B) 发出需求的“控制信息”给 A 端, 等待计算机 A 完成处理后再将结果发送给 B。象订票系统中用户订票, 库房管理中询问库存情况, 信息检索系统中的查询等, 都是这种方式的例子。

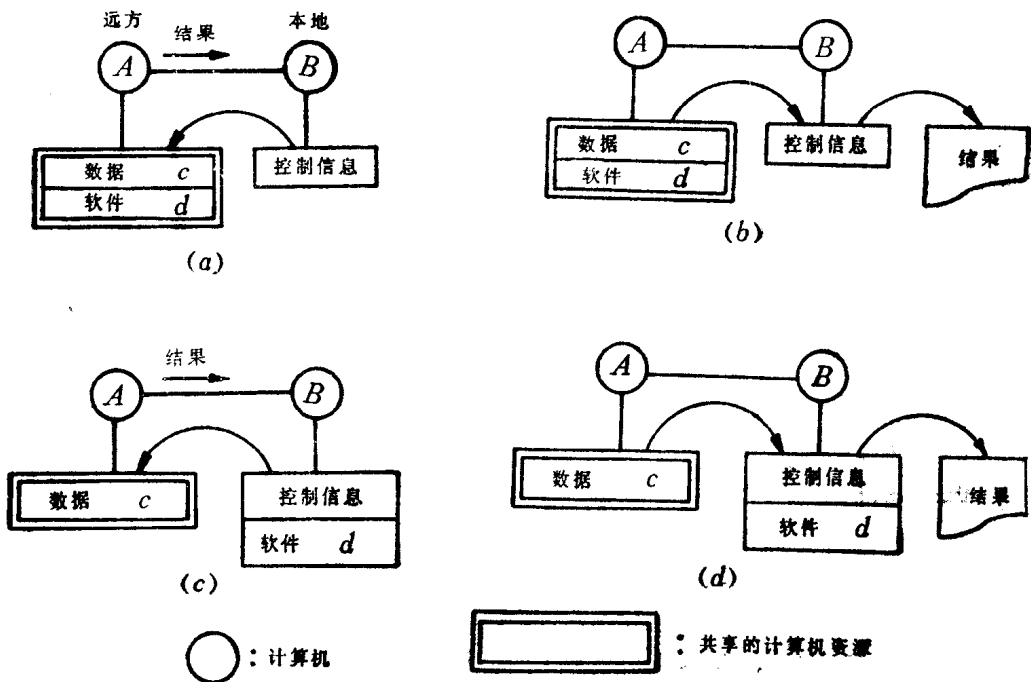


图 1-1 共享数据

第二种方式如图 1-1 (b) 所示。从本地用户 (B) 发出需求的“控制信息”给 A 端, 指定把数据 c 和软件 d 传送到本地 B, 在本地计算处理后得到结果。

第三种方式如图 1-1 (c) 所示。从本地用户 (B) 把处理数据 c 的软件 d 与需求的“控制信息”一起发送到 A 端, 在计算机 A 中进行处理后把结果返回给本地用户 (B)。

第四种方式如图 1-1 (d) 所示。它类似于第二种方式, 但从 A 仅传送数据 c 到 B, 处理数据 c 的软件在本地 (B) 端, 在本地计算处理后得到结果。

可以看出, 当数据 c 的信息量很大时, 第一和第三种方式能使通信线路上的通信量减少。

(三) 共享软件

计算机网内共享的软件包括各种语言处理程序、服务程序和应用程序等。图 1-2 是假设本地计算机 (B), 要使用远地计算机 (A) 中软件 c 来处理数据 d 的共享软件系统。而根据传送软件 c 或传送数据 d 的方法可再分成如下四种方式:

第一种方式如图 1-2 (a) 所示。从 B 端把数据 d 传送到远地 A, 在计算机 A 中用软件 c 对数据 d 进行处理后将结果送回本地 B。例如 ARPANET、分时系统的扩展都属于此方式。

第二种方式如图 1-2 (b) 所示。将要用的软件 c 送到有待处理数据 d 的 B 端, 而在 B 处得到结果。

第三种方式如图 1-2 (c) 所示。它也是从 B 端把数据传送到远地 A, 而且处理数据 d 所需要的另外一部分软件 e 也一起传送到 A 端。由计算机 A 将软件 c 与送来的软件 e 组合起来, 对数据 d 处理, 然后把结果送回 B 处。

第四种方式如图 1-2 (d) 所示, 从远地 A 端调来软件 c, 在 B 端把软件 c 与软件 e 组合一起, 然后对数据 d 进行处理, 并在 B 端得到结果。

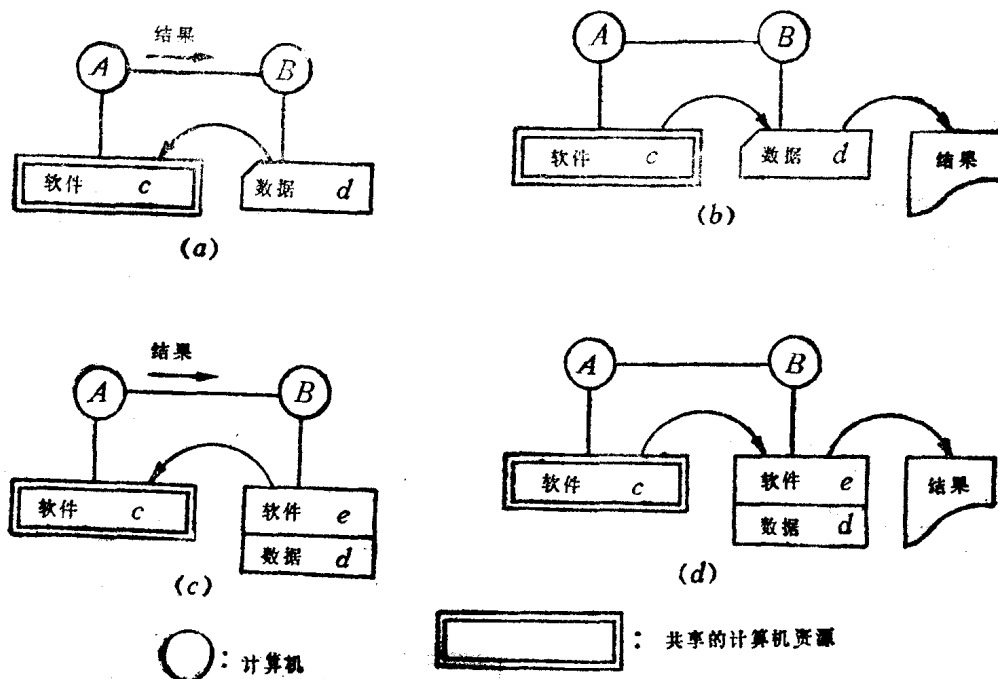


图 1-2 共享软件

(四) 共享硬件

计算机网中共享的硬件资源包括特殊的计算机、专门的外部设备。例如巨型机、超大型存储器、汉字输出设备等。按相互传送内容, 可分为如下四种方式:

第一种方式如图 1-3 (a) 所示。从本地 B 端将被处理的数据 e 传送到拥有处理它的硬件 c 和软件 d 的远地 A 端。在 A 端共享硬件 c 后, 把结果送回 B 端。例如共享 A 端的 X-Y 绘图仪之类设备, 在 A 端处理后的结果可以脱机方式返回 B 端。

第二种方式如图 1-3 (b) 所示。它与第一种方式相类似, 但仅仅共享 A 端的硬件, 因此从 B 端要把数据 e 连同处理数据 e 的软件 d 一起传送到 A 端。

第三种方式如图 1-3 (c) 所示。它是共享 A 端计算机本身。从本地用户 (B) 要利用计算机 A 本身和 A 中软件 c, 因此把数据 d 从 B 端传送到 A 端, 计算机 A 处理后再把结果送回 B 端。例如共用汉字信息处理系统。

第四种方式如图 1-3 (d) 所示。它也是共享计算机本身。在这种方式中, 从本地用户 (B) 把数据 d 和所需要的软件 c 一起送到远地 A 端。在计算机 A 中处理后, 把结果送回 B 端。例如从远地利用巨型机。

在共享数据、共享软件、共享硬件的各种功能中, 从信息的流动方式可分为三大类: 数据移动、软件移动以及两者一起移动。为了使不同机种计算机之间传送的数据能够互相识别, 需要精心设计信息格式和约定, 并在各自的计算机中配置数据变换服务程序。在不同机种的计算机网中, 要想使得按计算机 B 写的程序送到计算机 A 上就能执行, 将比进行数据变换更困难得多。所以通常是让数据移动的方式较易实现。当数据组很大时, 显然是将程序发送给数据更经济。

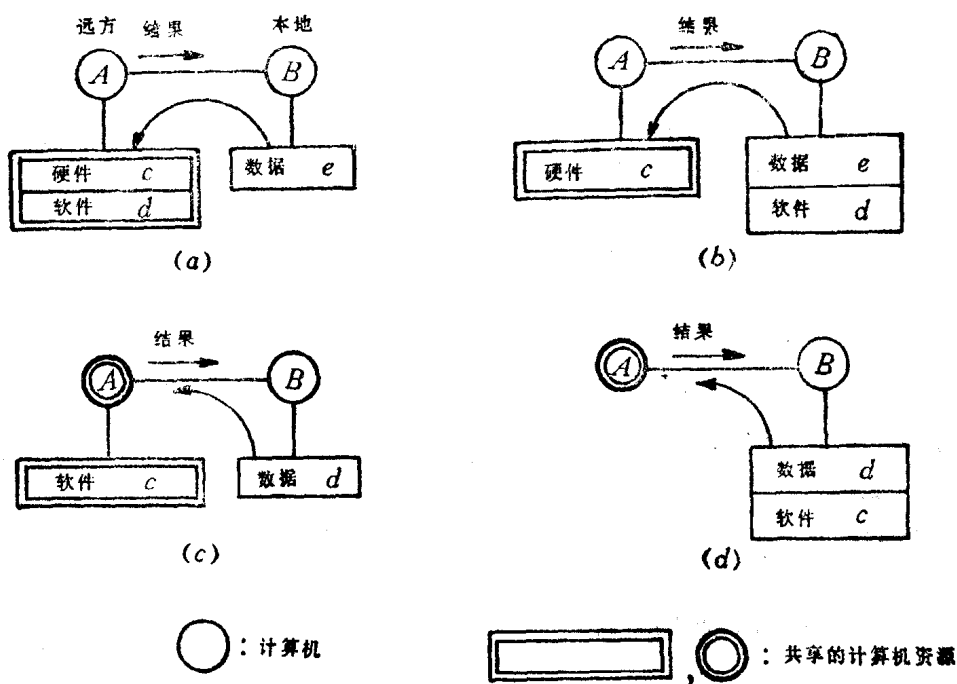


图 1-3 共享硬件

(五)分担负荷

这种功能在于把一个给定的工作负荷分布到网络的计算机之中，以便均衡地使用网络的资源。当某个结点的计算机的负荷过多时，可将其一部分移给其它结点的计算机去处理。对于地理上经度跨距大时，还可利用时差来均衡负荷。但在不同机种的情况下，必须进行输入/输出处理，前处理和后处理，以及对程序和数据变换等。所以要注意到总效果的合算与否。

(六)其它特种功能

有时还具有一些使用功能，例如“能力和功能的结合”，它是通过计算机网把异种或同种计算机系统连接起来，组成综合性的大型计算机系统，以求得解决大型问题的能力和功能；然而是否可取，还要由具体情况决定。又例如“协作手段能力”，把各地大学计算中心连接起来，构成计算机辅助教育网，提供新型的教学方式。

按照上述功能特征和应用目的，也可把广义的计算机网分成多种类型。例如：共享资源网，分布式计算网，数据处理网（包括商用网、企业管理网、实时控制网）和数据传输网等。按照计算机网的跨越距离，又可分成远程（宽域）计算机网和本地计算机网。

§ 1.4 数据通信

1.4.1 电信

在人类社会中，人与人之间要经常互通情报，交换消息。从一般意义来讲，这就是通信。最简单的通信方式是面对面的交谈。一个人把某些事物的状态及看法，通过语言告诉对方，说

话就是表达消息的一种方式。人所发出说话的声音,就称为信号。声音通过空气介质传到对方,这种传递路径称为信道。

当然,这种简单的通信方式是不能满足现代通信的要求,因为不仅要用语言,并且要使用文字、图画,甚至彩色活动图象来表达消息;这些消息都是用电信号通过电信道来传递。

利用电流(电压)或电磁波参数(如振幅、频率、相位)的变化达到通信传递的目的称为电信。广义地说,电信包含电报、电话、传真、广播、电视、数据传输。

我们从一个简单的电话系统的例子,就可以说明电信系统的一般构成方式。图1-4表示了电话通信的示意图。

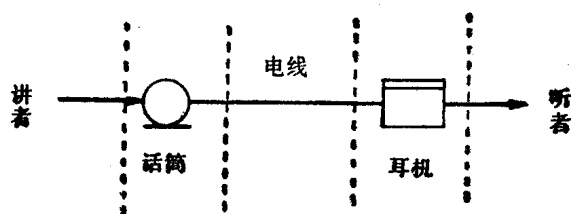


图 1-4 电话通信示意图

一个人的说话声音,由话筒变为电信号,然后通过一对电线送到远方去;另一端用耳机把电信号又转变成话音,使听者能够听到。对这个简单系统,可分为五段,如虚线所示。讲者是信息来源,可称为信源。话筒把话音转换成能在电线上传输的电信号,可称为变换器。一对电线是传输电信号的通道,即是信道。耳机把电信号再反过来变换

成可理解的消息(声音),就称为反变换器。听者是接受并利用所传递的信息,可称之为信宿。

电信系统尽管形式很多,但总是包括这五个部分。因此,电信系统的基本模型可由图1-5来表示。图1-5与图1-4是相对应的,仅多加了一个干扰源。这是实际系统中不可避免的,犹如电话所听到的噪声。噪声会在设备中产生,也可能在信号经过传输介质的过程中引入。

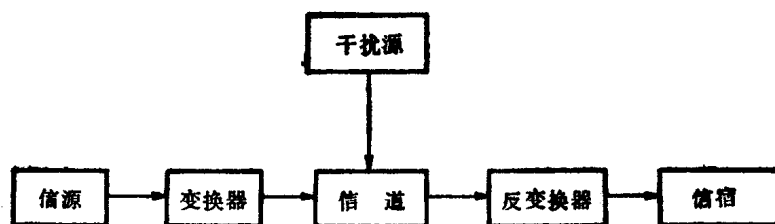


图 1-5 电信系统模型

变换器的功能在于把信源来的消息变换成适合于信道上传输的电信号。这过程一般分成两步,首先把非电信号变成电信号,然后再对电信号进行处理,使它适合于在信道中传输。在比较简单的情况,只要进行放大;有时就要进行调制,此时变换器就可称为调制器。

反变换器的功能,一般也是分为两步来完成,即:用与调制器相对应的解调器解出载波上电信号;用“电—非电”信号转换器把电信号变换成信宿端所需要的消息。变换器和反变换器也可属于终端设备的一部分。

1.4.2 消息和信号的类型

从电信系统的信源看,消息可分为离散消息和连续消息。所谓离散消息,就是用一系列符号代表的消息,而每个符号只可以取有限个值。在传送时,一段时间内送一个符号,所以在时

间上是离散的；而每个符号只能取有限个值，因此在取值上是离散的文字或数字就是离散消息。电报系统属于此类。

早期的莫尔斯电报中，用“点”和“划”组成不同的构形和模式，来代表文字或数字。对于“点”和“划”，就用电信号来表示，其形式如图 1-6 所示。相应地用电流的有无来代表“点”和“划”。如果有电流称之为“1”，无电流称之为“0”，那么一个“点”就可用“10”来表示；而一个“划”



图 1-6 莫尔斯电报符号

就可用“1110”来表示。当用“点”、“划”来代表文字和数字时，例如对英文字母 *a*，可用“点划”来表示，*b* 可用“划点点点”来表示，而 *a* 与 *b* 之间隔可用一个“0”来表示。这样，*a b* 两个字母连起来就是“点划空划点点点”，对应 *a b* 两字的电信号就是“10111001110101010”。汉字也常用数字来代表，例如“中”字用“0 0 2 2”来代替。若又把数字再用点划来代表，则可编成由“1”和“0”组成的序列来代表汉字的电信号。

电传机采用五个二进制符号来代表字母和数字，当按某个“电键”时，就产生与这个“电键”所标志的字母和数字相应的二进制符号的顺序电信号。反之，在接收端，相应的电信号进入电传机，就能打印出相应的字母或数字。

简单地说，数据通信就是数字计算机之间或者数据终端与数字计算机之间的通信；它传送编码的消息，即是离散消息；但是速率比电报系统高得多。

连续消息——另一种消息，它是时间的连续函数，已不是一系列离散的符号；它在每一瞬间的取值，也不是离散的有限个值，而是连续的无限个可能值。语声消息是一种连续消息，语声的声压力对时间的函数是连续的。电话、广播传真系统都是传递连续消息。

由图 1-5 看出，消息从信源经过变换器产生信号，把信号通过信道传递到信宿端的反变换器，因此也可以按信号形式来划分电信系统。信号分两种，即离散信号和连续信号。连续信号也称模拟信号，即模拟原有消息。它在瞬间的信号取值是无限个的。普通电话中，传输的电信号就是连续信号。离散信号在瞬间信号取值是有限个的，象在电报系统中就是“1”和“0”两个值，电信号是用电流的有无来表示。显然，数字信号也是离散信号。

随着信号处理技术的发展，实现了把连续信号转换成数字信号，用数字信号通过信道进行传输。这样的系统在发送端有一个编码器，把连续信号转换成数字信号，目前常用的是变为1、0二值信号；在接收端有一个译码器，就把数字信号变成模拟信号。

以上叙述了信源的消息和信号形式，由此可以按两者的形式将电信系统进行分类。从信源的性质看，可分为电报、电话、传真、电视等系统。电报是离散消息，电话、传真、电视是连续消息；而一般指数字计算机通信的数据通信，消息是离散的。从信号形式看，可以分为数字通信与模拟通信。至于一般所指的数字通信系统，仅从信号形式看，它是离散的；而从信源情况看，可以是电报，计算机输出，也可以是电话，传真或电视。但后者要使用一些“模—数”及“数—模”变换设备，所以有数字电话系统，数字电视系统等名称。

1.4.3 数据通信系统的基本组成

随着电子计算机分时、成批处理能力的增强，以及数据传输技术和信息处理技术的发展，数据通信系统逐步形成。

数据通信是一种通过电子计算机与通信线路相结合，来完成编码信息的传输、转接、存储和处理的通信技术。数据通信系统就是指以电子计算机为中心，用通信线路连接分布在远地的数据终端设备而执行数据通信的系统。

图 1-7 列出一个最简单的数据通信系统，它包括五个部件：中央计算机和终端设备；传输线路（电话线）；调制解调器。其中：计算机和终端设备作为信源和信宿；调制解调器是数据与电话线传输信号之间的变换器和反变换器。

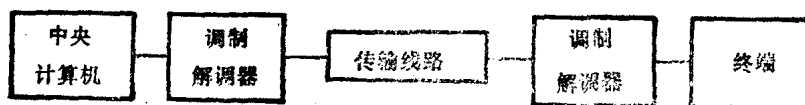


图 1-7 最简单的数据通信系统

图 1-8 列出一个基本的数据通信系统。从图看出，数据通信系统可分为两部分：数据传输系统和数据处理系统。数据传输系统起着传输和转接作用，它把终端和中央计算机连接起来，以高效率和无差错地传送数据。数据处理系统的作用是以最佳的程序，迅速而正确地处理数据。

数据通信系统还可分为硬件和软件两个部分。数据通信硬件可包括下列部件：

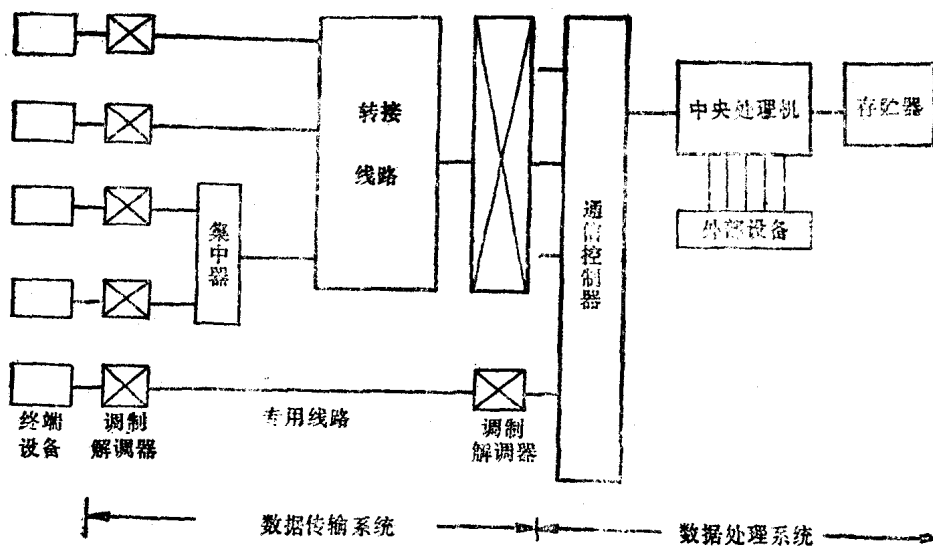


图 1-8 数据通信系统的组成

1. 终端设备；
2. 通信设备 一般把数据传输设备（如调制解调器）、多路复用器、集中器、转接线路的交换机以及自动呼叫/应答器等，都综合称为通信设备；
3. 中央计算机 以它为主体构成数据处理系统；
4. 通信控制部件 它位于通信线路和中央计算机之间，负责中央计算机和各终端间的通信控制，以减轻中央计算机的负担。一般地说，非可程序的通信控制部件称之为通信控制器，而可程序的通信控制部件称之为通信处理机。

数据通信软件的组成内容是比较繁杂的,其主要功能是与通信线路的连接和执行通信控制规程,从而保证系统能正确地、有条理地操作运行。

1.4.4 数据传输线路类型

目前大体上可分为四类:

1. 低速线路

利用原有的电报传输线路改进而构成,并且还可分成公共转接线路和专用线路。前者即是用户电报系统(Telex)。一条低速数据传输的信道占用线路频宽约为120~240赫。而对于普通质量的线路,其速率 ≤ 50 比特/秒;对于高质量的线路,速率 ≤ 200 比特/秒。

2. 中速线路

利用电话传输线路发展而成。一条音频信道的传输速率:对于公共转接线路可达600~1200比特/秒;对于专用线路,普通质量信道为1200比特/秒,而高质量信道可达2400~4800比特/秒,甚至达到9600比特/秒。由多个音频信道并合的宽频带信道,传输速率可以更高。例如,12个音频信道频宽的信道,速率可达50千比特/秒;而60个音频信道频宽的信道,速率可达230.4千比特/秒。

3. 数字传输线路

在采用脉码调制(PCM)技术后,一个音频信道的速率可达56千比特/秒。如果采用同轴电缆,它的总速率一般可达1.5—12兆比特/秒。

4. 卫星传输

一个卫星包含多个转发器,象国际卫星INTELSET IV具有12个转发器。目前,每个转发器可选择高达40~80兆赫的频带。在与大的地面终端站(例如天线直径为30米)通信时,一个转发器所能支持的最大数据速率为60~120兆比特/秒;而与小的地面终端站通信时,最大数据速率为10~20兆比特/秒。

主要参考文献

1. 高月敏晴,“コンピュータネットワーク”,1975。
2. Proceeding of the IEEE, Vol. 66, No. 11, 1978。
3. 王行刚,“计算机网的发展与设计”,1978。
4. CYPSEK, R. J., “Communication Architecture for Distributed Systems”,1978。
5. IBM Systems Journal, Vol. 18, No. 2, 1979。