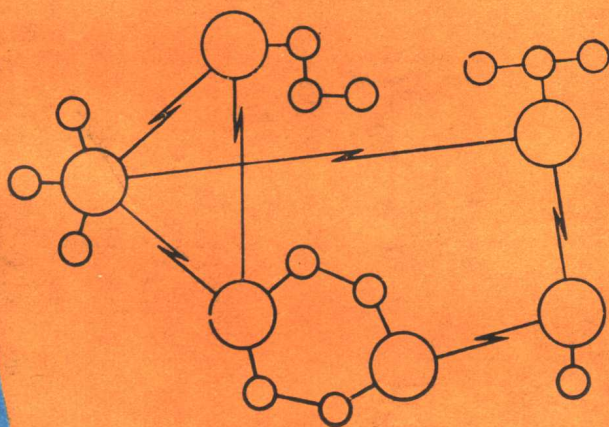


中学生课外读物



计算机网络技术

曲成义 贺仁栋 著



人民教育出版社

中学生课外读物
现代科学技术丛书

计算机网络技术

曲成义 贺仁栋 著

人民教育出版社

内 容 提 要

本书共分十章,第一、二、三章简明地介绍了计算机、数据通信和计算机网络的一般性知识,使读者对其产生、发展和应用有一个初步的了解。第四、五章就计算机网络的各个组成部分、功能和数据传输规程作了较详细的介绍。第六、七、八、九章介绍了计算机网络体系结构的有关知识,并结合公用数据网、专用计算机网和局部网,对网络体系结构的某些层次进行了说明。第十章简单地介绍了计算机网络的性能分析和设计中的有关问题。

本书可以作为具有高中文化水平以上的学生和工程技术人员与管理人员学习和了解计算机网络技术的参考书。

中学生课外读物

现代科学技术丛书

计 算 机 网 络 技 术

曲成义 贺仁栋 著

*

人民邮电出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市房山县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 3.25 字数 63,000

1986年7月第1版 1987年4月第1次印刷

印数 1—5,300

书号 7012·01093

定价 0.44 元

《现代科学技术丛书》

数学科编委会

主 编: 许国志

副主编: 朱广田

编 委: 于景元 项可风

徐福臻 李荫藩

序 言

随着科学技术的发展,信息处理任务日益繁重,信息的交换和共享已成为非常迫切的事情,因此计算机和计算机网络就成为当今时代的一个重要的信息处理工具。

随着我国四化建设的迅速发展,我国计算机行业已有了一定基础和规模。计算机的应用正在普及,很多大、中、小、微型机的用户,由于工作的需要正在进行计算机网络的组建工作,这是一种可喜的现象。如信息管理系统的建立,联机数据库的应用,办公室自动化和过程控制以及民航、铁路、银行、能源、交通、贸易、国防、……等行业联机检索和分布处理的需要,都在加快计算机网络的研制和推广应用工作。为适应当前这种形势,我受人民教育出版社的委托编写本书,主要是为高中学生或具有高中水平以上的新一代青年人,提供一些计算机网络方面的普及性知识,力求照顾面,而不求深。希望为读者在计算机网络知识方面的深造奠定一点基础;为帮助读者成为上述工程中的新的生力军尽一点力量。

由于时间仓促,知识水平有限,书中有不妥和错误之处,请读者批评指正,仅表感谢。

编者 于北京

1985年9月

目 录

序言

一、计算机技术与数据通信	1
二、计算机网络的发展	4
(一) 网络的产生	4
(二) 两个发展阶段	7
(三) 网络举例	14
三、计算机网络的用途	20
(一) 建网的目的	20
(二) 应用举例	22
四、计算机网络的组成	27
(一) 主机	28
(二) 终端	29
(三) 通信子网	31
五、数据传输和控制规程	38
(一) 通信方式	38
(二) 数据编码	38
(三) 同步方式	42
(四) 差错控制	42
(五) 基本型传输规程	46
(六) 高级数据链路控制规程(HDLC)	49
六、计算机网络体系结构	52
(一) 网络分层原理	52
(二) OSI 参考模型	56
七、公用数据网络	63

(一) X.25 简介	63
(二) 非 X.25 设备连网	65
(三) X.25 与 OSI	66
八、专用网络	68
(一) 系统网络体系结构(SNA)	68
(二) 数字网络体系结构(DNA)	70
(三) 宝来网络体系结构(BNA)	72
(四) DOD 网际体系结构模型	76
(五) 与参考模型的关系	77
九、局部区域网络	79
(一) 局部网的特点和作用	80
(二) 局部网的类型	81
(三) 局部网络体系结构	84
(四) 介质访问方法	84
(五) Ethernet 局部网	86
十、计算机网络分析	89
(一) 拓扑设计	89
(二) 流量控制	90
(三) 路径选择	91
(四) 协议的说明与验证	92
(五) 性能分析	93

一、计算机技术与数据通信

1944年8月,美国哈佛大学的H.艾肯在IBM的资助下,作了第一台计算机的原型,称为“玛克1”。它以统计为基础,采用水银槽式的主存,电气和机械式的计算,是重2吨的庞然大物,其性能不过相当于现代的一台台式计算机。真正的第一台电子计算机应当是1946年,宾夕法尼亚大学的物理学家约翰·毛切利和电气工程师埃克塔完成的艾尼阿克计算机(ENIAC)。它属于第一代的电子计算机,由18000个真空管组成,性能有明显的提高,每秒作5000次运算,已被用于奥伯丁武器试验场的弹道计算,但它需要大量的真空管预热时间和电力。1951年莱密顿、兰德公司买下了ENIAC计算机并加以改造,研制出尤尼瓦克1(UNIVAC1),供联邦调查局使用。这是最早用于事务处理的电子计算机,它导致了电子计算机工业的建立与迅速兴起。

IBM于1960年发表了晶体管式计算机“7000系列”,这标志着第二代电子计算机的开始。它的速度是第一代计算机的1000倍,内存用磁芯取代了磁鼓,外存选用了磁盘。此外,在FORTRAN高级语言的基础上,又出现了算法语言ALGOL和用于事务处理的COBOL程序语言。

1964年IBM发表了有名的“360系统”,这是第三代电子

计算机的开始。它的逻辑元件由晶体管改为集成电路,提高了可靠性和运算速度,并缩小了体积,有较完整的操作系统,并形成兼容系列的概念,使程序和部分硬件具有互换性。多道程序设计,联机处理和分时系统以及计算机网络的应用,对计算机的普及起了推动作用。

70年代至今,计算机由小规模集成电路阶段已发展到中规模 and 大规模集成电路的阶段,即所谓的第四代电子计算机。今天,计算机的性能成百倍地提高,计算机网络和数据库技术迅速发展,巨型机相继出现,速度达几亿次,微型机大量生产,并深入到工业和家庭的各个角落,明显地促进了国民经济的发展。

当前美国和日本等国正在积极推进第五代计算机的研制。1946年冯·诺曼(Jochm Von Neumann)的建议是电子计算机原理的重大发展。建议把程序象数据一样地存储在计算机的内存里,根据指令表串行执行,而且在电子计算机里采用二进制计算系统。这种思想已在ENIAC第一代计算机起的计算机中体现。而第五代计算机的构思将是非诺曼结构,将在超大规模集成电路支持下,建立智能化接口,知识库和推理机制,使逻辑推理速度达10亿次/秒。计算机技术将出现一个质的飞跃。

通信技术最早用于电报和电话,然后用于传真和图象。计算机技术的发展和人们对计算机资源共享的需求则刺激了数据通信的出现。人们希望在大的地理范围内能远程共享计算机的资源,那就需要将终端通过通信线路与主机连接起来,进行信息处理。因此,数据通信技术就迅速发展起来。最初是

利用原有的模拟电话式电报信道，通过调制解调器进行数字和模拟变换，使数据能利用电话信道传输。进而直接利用数字通信信道传输数据。原来是数据附着在原电话交换网上，进而出现了数据专用的公用数据网（PDN）。当前正在开始出现一种崭新的通信业务，即综合服务数字通信网（ISDN），它将为声音、数据、图象、……等综合提供数字通信服务。原来是利用有线信道提供数据通信服务，现在已出现用无线微波信道和卫星信道以及光缆信道提供数据通信服务。计算机技术和通信技术的结合，则促进了计算机网络的产生和发展。信息化的重要特征是要加速信息的流通和交换，加强信息的分布处理能力和提高信息的共享性。计算机网络是达到上述要求最重要的工具之一。计算机网络技术将成为信息化的重要的物质支柱之一。随着信息化的发展，也必将促进计算机网络技术的不断前进。

二、计算机网络的发展

早期的计算机系统受到地理上的限制,因此,计算机系统本身的组织是高度集中的。例如,系统的主要功能,包括数据处理能力和数据存储能力,集中在一个中央机身上;系统的全部设备,包括主机和外设,集中在一间机房里;系统的管理和使用集中到所谓的“计算中心”。另一方面,计算机系统之间又是彼此分离的,不同地理位置上的两个计算机系统互不通信,更不能合作。

计算机网络的出现冲破了这种地理上的限制,开辟了分布式系统和系统之间互相连接的新局面。

所谓的计算机网络,是一个由许多分立的计算机系统互连而成的集合体。每个分立的计算机系统皆具有独立的功能,地理位置可以相距很远。系统的互连表示系统之间能互相通信,协同工作。互连不一定全经过导线,也可以用光缆、微波和通信卫星实现。这样构成的集合体叫做**计算机网络**,有时简单地叫做**网络**。

计算机网络的历史并不长,它的发展速度却是惊人的。

(一) 网络的产生

计算机网络是**计算机**和**通信**相结合的产物。

早在五十年代初,当计算机还处于第一代(电子管)的时

期，就有人开始试验把计算机的数据处理能力与雷达数据传输技术结合起来。一个重大的成就是美国半自动地面防空系统(SAGE)，它于1951年开始设计，采用配有SDC软件的IBM AN/FSQ-7电子管计算机为中央设备，接收由雷达和其他信息源传送来的信息，经过实时处理，再发送信息控制截击机和其他武器。1958年在纽约防空区建成并投入运行，成为计算机技术与通信技术相结合的先驱。

最早的终端（键盘打印机）是用电缆直接连在计算机上的，远离机房的用户得不到交互式服务。六十年代初，用电话线与计算机连接的远程终端已投入商用。远程终端被扩展到一个企业的所有地点，采用租用线路或专线连接，通过拨号进

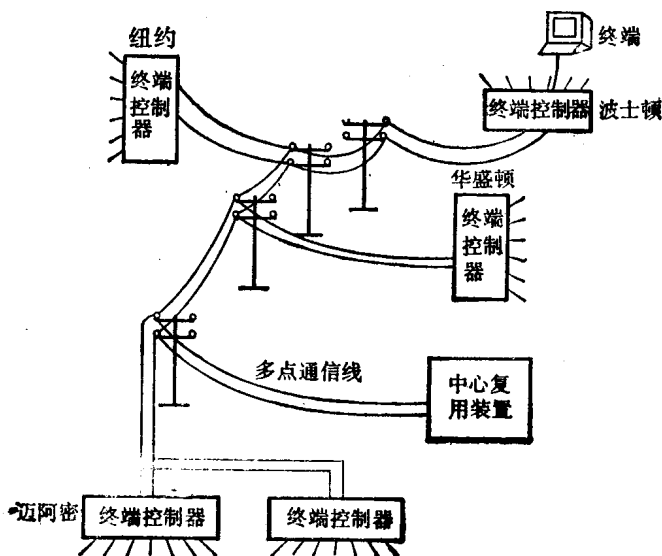


图 2-1 飞机票预订系统(60年代初)

入计算机。美国航空公司的联机订票系统 SABRE-1 是一个十分成功的例子，它由一台中央计算机与遍布美国的 2000 个终端组成，这些终端按多点方式同中央计算机连接（图 2-1）。

在发展计算机与终端通信的同时，人们也在研究计算机与计算机之间的直接通信。一项重要的技术是把报文信息分割成有限长度的分组（或小包），用计算机对这些信息分组进行存储和转发。这种技术称为分组交换（PS），它奠定了计算机通信的基础。

1969 年末，美国国防部高级研究计划局（ARPA）开发了一个试验性的计算机网络，这个网络最初的结构如图 2-2 所示。ARPA 网把起东道主作用的计算机叫做主机（HOST），主机同叫做接口报文处理机（IMP）的小型计算机相连。IMP

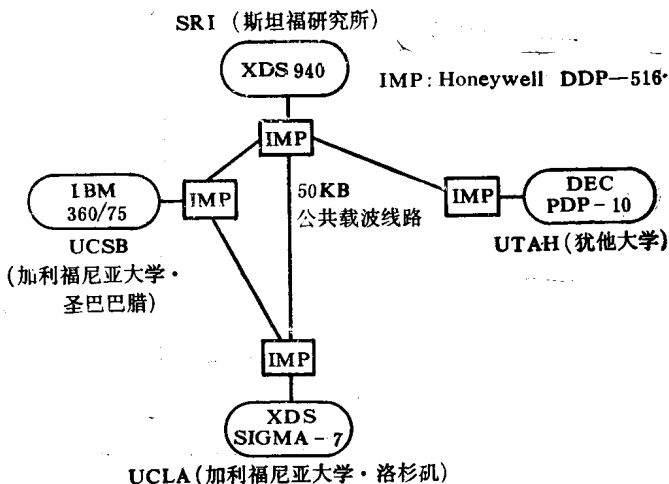


图 2-2. ARPA 网最初的结构(1969 年末)

为主机处理网络通信事务，并具有分组交换功能，IMP 与 IMP 之间经 50 KB 的公共载波线路通信。

ARPA 网第一次引进了主机到主机通信的规则，实现了异机种计算机间的数据通信，铺平了发展计算机网络的道路。通常，人们把 ARPA 网的出现作为真正的计算机网络诞生的标志。

(二) 两个发展阶段

计算机网络的整个发展历史被大致划分为两个阶段。

1. **终端网阶段** 早期的计算机网络是面向终端的网络。一台大型中央计算机，连接着许多远程终端，呈现了终端网的典型特征。

终端网总的分为两类：一类是为特定用户开展专门服务的专用网。例如，前面提到的 SAGE 和 SABRE-1。另一类是为任意用户普遍利用的分时服务网。例如，美国通用电气公司 (GE) 经营的商业数据处理网。GE 网曾经是世界上最大的分时网，它在美国的 25 个城市、加拿大的 9 个城市、墨西哥城和圣约翰都有本地数据链路，并通过卫星 COMSAT 和洋底电缆连接到伦敦、曼彻斯特、布鲁塞尔、阿姆斯特丹和巴黎。该网为树形多级结构，设有两套线路交换器以提高工作的可靠性和灵活性。它除了提供远程批处理服务外，还提供集中的数据库服务。例如，它允许用户访问货币兑换数据库，可提供 46 种货币每日的开盘与收盘兑换率。

计算机系统按使用形态分为批量处理系统和联机系统。联机系统是用通信线路把终端接入计算机的系统。数据从远程终端输入，在计算机中进行处理，结果再传给用户。因此，

终端网又叫做联机系统。大多数的专用终端网进行实时处理,通常有**联机实时系统**之称,它大量应用于工矿企业。分时网络的名称来源于**分时系统**,分时系统属于通用联机系统。

一个有代表性的联机系统或终端网,是图2-3所示的IBM公司的360系统网。这种网能支持不同类型与性能的终端。例如,IBM 2741和2260终端。同一种终端可以有不同的用法。例如,两个2741终端可使用不同的字符代码。每种终端要求各自独特的支持程序。例如,特有的设备控制程序和存取方法等。360系统网根据所支持的终端配备相应的

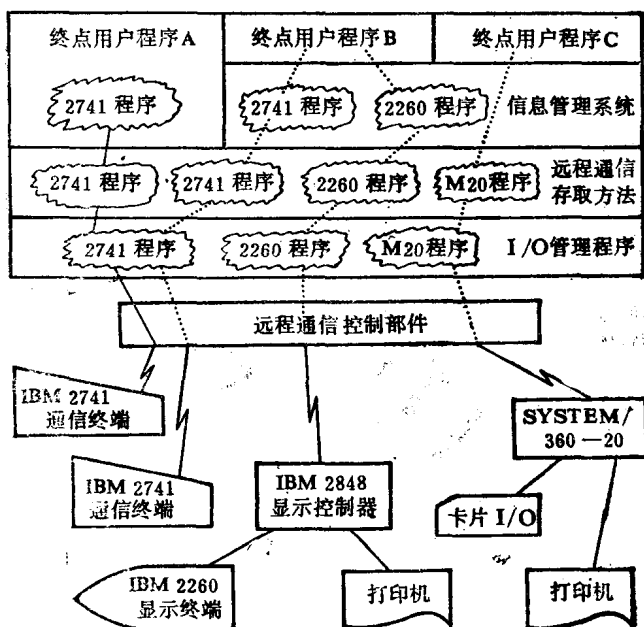


图 2-3 360 系统远程信息处理网的例子

支持程序，网的操作主要依赖于计算机中配置的程序。这种终端网确实满足了许多用户当时的要求。

从 360 系统网可以看出，当时的组网技术缺乏系统性和长远性，结果导致了五花八门的通信产品和方法。就拿 IBM 公司来说，至 70 年代前期已有几百种通信产品，采用了近 40 种远程信息存取方法，十多种数据链路协议。这种“混乱”的状况使终端网的继续扩大和发展面临困境，迫使人们寻求一种统一的、连贯的、适应当前和未来远程处理环境的网络结构。

1974 年 IBM 公司发表了“系统网络体系结构”（SNA）。SNA 明确地规定了网络的每一组成部分的功能、职责和它们之间的通信协议；提供了一种灵活的和可扩充的结构，使它能适应各种不同的设备，使多种应用能共用同一个网络。SNA 开创了用体系结构观点研究网络的途径，对以后计算机网络技术的发展作出了贡献。1974 年发表的 SNA 是面向集中式终端网，它标志着终端网的发展进入到体系结构化的高级阶段。关于 SNA 的情况后面还会介绍。

2. 计算机网阶段 从 60 年代末开始，以 ARPA 网为标志，进入计算机网络大发展阶段。ARPA 网的目的是研究独立的计算机系统之间的互连，使得在任何一对系统之间实现交互式的资源共享，共享的资源包括软件、数据和硬件。ARPA 网的成功促使它的规模迅速扩大：1971 年 ARPA 网的节点（即 IMP）数目增至 25 个；1975 年全网节点数达 55 个，并且通过卫星延伸到欧洲，连网的主机数目约有 100 台。ARPA 网的特征被后来许多计算机网络继承，产生了一个

ARPA 网族。属于 ARPA 网族的网络有英国的 EPSS 网、法国的 CYCLADES 网、欧洲的 EIN 网、美国的 TELENET 网、加拿大的 DATAPAC 网、日本的 DDX-1 网等。

和 ARPA 网差不多同时，还有另外两个有名的计算机网络，分别产生了另外两个计算机网族。一个是国际航空电信协会的 SITA 网，它是一个为本部门使用的专用计算机网，属于 SITA 网族的网络有西班牙的 CTNE 网、世界银行间金融电信协会的 SWIFT 网。另一个是美国的 TYMNET 网，它是一个商用计算机网，属于 TYMNET 网族的计算机网络有斯堪的那维亚网(SCANNET)、法国的 RCP 网和 TRANSPAC 网、共同市场的 EURONET 网等。

早期比较有名的计算机网络还有英国国家物理实验室网络 NPL、美国 CDC 公司商用网 CYBERNET、美国一些研究所和大学联合开发的试验性计算机网络。如 OCTOPUS、TSS、TUCC、DCS 等。

在上述的计算机网络中，有一批网络属于国家政府或私营公司，它们接受任何要求连网的单位的预约，为任何用户的主机和终端提供通信服务，这种网叫做公用数据网络(PDN)，或简称公用网。例如 EPSS、DATAPAC、CTNE、RCP、TRANSPAC、TYMNET、TELENET、EURONET 等。公用网与公共电话系统相仿，且往往使用公共电话系统通信。

公用网的发展促进了连网的标准化的，这是因为，用户希望从不同厂家买来的主机和终端容易经过公用网互连。一个很重要的成果是 1976 年出现的 X.25 建议书，它是国际电报电话咨询委员会(CCITT)提出的一个国际数据通信标准，详细