

科技参考资料

内 部

计算机网的发展与设计

中国科学院计算技术研究所

王 行 刚

北京市科学技术情报研究所

一九七九年四月

前 言

计算机网是计算机系统发展的方向之一。大型计算机网，特别是国家范围的计算机网的水平，已成为衡量一个国家的计算机科学技术和通信科学技术水平的重要标志，成为一个国家国力的表征。当前，国内许多部门和地区在制定科学技术长远规划时，纷纷提出了发展计算机网的设想和规划，高等院校亦在准备开设计算机网的专业课程，一些开展工作较早的单位已在着手计算机网的试验和设计，可见各个方面都在推动着我国计算机网的兴起，使之成为加速我国四个现代化的一种高效“催化剂”。

为了配合我市计算机网的规划，促进我市计算机网的组建，科学院计算技术研究所王行刚同志写了这份资料，拟从计算机网系统设计的角度，综合分析国外计算机网的发展状况、动向和存在问题，介绍有关计算机网的基本知识，初步讨论一些计算机网系统设计中的分析方法，以供规划、研究和设计计算机网时参考。

北京市科学技术情报研究所

目 录

第一章 计算机网的兴起	(1)
一、美国	(1)
二、西欧	(3)
三、日本	(4)
四、其它	(8)
五、结语	(8)
第二章 计算机网的组建	(8)
一、计算机研制部门	(10)
二、通信部门	(12)
三、增值通信业/网络信息服务业	(17)
四、结语	(19)
第三章 计算机网络体系	(19)
一、SNA 的基本概念	(20)
二、SNA 的物理构成	(25)
三、SNA 的逻辑构成	(29)
四、SNA 的 NAU 功能	(32)
五、SNA 传输子系统功能	(37)
六、SNA 信息格式与信息流	(41)
七、DNA 概述	(46)
八、ANSA 概述	(50)
第四章 用户资源子网	(55)
一、应用功能	(55)

二、主计算机系统·····	(57)
三、终端设备·····	(64)
四、接口设备·····	(68)
五、计算机系统性能评价·····	(72)
第五章 通信子网·····	(76)
一、传输介质·····	(77)
二、通信可靠性·····	(81)
三、通信代码·····	(86)
四、传输控制顺序·····	(89)
五、通信处理机·····	(93)
六、通信资费·····	(100)
第六章 系统设计计算·····	(103)
一、数据源通信量·····	(104)
二、网络通信量·····	(106)
三、基于概率论的设计计算·····	(108)
四、基于排队论的设计计算·····	(111)
五、基于可靠性理论的设计计算·····	(113)
六、网络性能评价·····	(115)
后记·····	(117)
参考资料·····	(117)

第一章 计算机网的兴起

计算机网的发展经历了一个漫长的过程。早在1952年,当电子计算机还处于第一代(电子管)的时期,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他测量控制设备的信息,通过通信线路汇集到一台 IBM AN/FSQ-7 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的尝试。六十年代初期,在美国已经建成由一台计算机和遍布美国的2000个终端组成的美国航空公司飞机订票系统 SABRE-1,由军事应用扩展至商业应用等其他领域。随着电子计算机进入第三代(集成电路),从六十年代中期以来,这种一台中央计算机连接大量终端的“面向终端的网络”大量出现。这是计算机网发展的前期,通常把它们称为计算机—终端网(本文简称“终端网”)。

在国外,通常把美国 ARPA 网 的出现作为“计算机网”诞生的标志。由美国国防部高级研究计划局(ARPA)开发的这个网络,自1968年提出概念,1969年下半年建成有4个节点的试验网以来,到1975年时在全美已有60个网络节点以上,并且在欧洲也有两个节点,连接的主计算机已超过100台。ARPA 网的主要特点有五个方面:

- (1) 资源共享;
- (2) 分散型网络;
- (3) 采用分组交换方式;
- (4) 采用通信控制处理机(IMP/TIP);
- (5) 网络协议分层化。

这些特点往往也被认为是计算机网的一般特征。

从网络结构上看,如果把终端网看成单处理中心网络,则计算机网是多处理中心网络。从网络的构件看,终端网由计算机、终端设备和通信线路三部分组成,其中计算机本体既进行数据处理,又进行通信线路及终端控制、代码变换、格式变换等通信处理。计算机网则由多台计算机、终端设备、通信线路和通信控制处理机四部分组成;各主计算机主要进行数据处理,通信处理则由通信处理机与通信线路构成的“通信子网”进行,把数据处理和通信处理分开,开辟了单独的“通信处理业务”。因此,一般可以把以资源共享为主要目的的计算机网看作由两大部分组成:“通信子网”和“用户资源子网”(包括多台计算机与终端设备等用户资源)。

七十年代以来,计算机网正处于兴起的时期,终端网得到了进一步的发展。各国计算机通信网(计算机网与终端网的统称)的发展水平,大体上可以从终端设备安装数量、联网的计算机数量以及数据通信线路的利用情况等几个方面反映出来。下面分别介绍美国、西欧、日本和其他国家计算机通信网发展概况。

一 美 国

据估计,美国约有30%的计算机已经连成网络,政府部门使用的计算机中34%已经连成

网络。1975年时，终端设备已超过50万台。美国各部门使用计算机的分布情况列表 1.1 中，其中州政府和联邦政府安装的计算机数量占全部计算机的9.1%(据截止1976年的统计，美国总共已生产22万台计算机，另有75万台微处理机)。

表1.1

部 门	生产企业单位	经济部门	商 业	贸 易	教育部门	州 政 府	联邦政府
计算机数量(%)	31	13.4	13.3	13.3	5.7	5.7	3.4

1. 研究试验网络

在 ARPA 网 建立之前，美国一些研究所和大学已经发展了一批试验性网络和局部地区的网络。早期最有名的是为劳伦茨 (Lawrence) 幅射试验室 (LRL) 提供工作支援的系统 OCTOPUS。这个网 络 于1960年提出，1964年开始运行。它的主要功能是，所有终端用户能使用所有的主计算机，并且允许每台计算机能访问一个集中的大型数据库。目前这个网络有约300台远程终端设备，4台主计算机 (2台 CDC6600，2台 CDC7600)，以及一个容量为 10^{12} 位的数据库。这个网络中的计算机最经常的工作是执行计算时间长达数小时的作业。在1000个用户中，在同一时刻一般只有20~40个用户联机工作，与成批的后台作业同时运行。然而，由于主计算机的型号不同，妨碍了实现负荷均衡。

另一个早期网络是1965年建立、1966年运行的美国北方卡罗利纳州(North Carolina)三所主要大学合作的 TUCC (三角式大学计算中心)。它的主要目的是尽可能经济地为每所大学提供足够的计算能力，尽量减少系统的程序员，以及促进三所大学在交换系统、程序和设想方面合作。这个网还为该州50所较小的学校服务，并为少数研究机关提供计算服务。1971年时，TUCC 每天最多可处理4200个作业，虽然每个作业平均运行时间是20秒，但计算机50%的时间用于运行4分钟以上的作业。

再一个例子是，普林斯顿 (Princeton) 大学和IBM沃森(Watson)研究中心以及卡内基—梅伦 (Carnegie-Mellon) 大学合作发展的 TSS 网。这个网络于1967年提出设想，主要目的是促进计算机网络应用的研究，各个节点使用网络进行试验和研究而不适用于生产工作。TSS 有6~8个节点，各节点装置配有分时操作系统的 IBM360/67，每个节点再管理一个本地多机种计算机网，它包含某些更大型的 IBM360 计算机 (如 IBM360/91)。这种同机种分布式网络，由于使用同类型处理机和软件，避免了许多在网络设计中遇到的障碍，实现了程序和数据共享。

2. 商用网络

六十年代后半期以来，大型商用计算机网开始陆续着手兴建了。这方面最有名的是通用电气公司的 GE 网，分时公司的 TYMNET，数据控制公司的 CYBERNET，以及远程网络公司的 TELENET。这些都是全美范围的，甚至是国际范围的商用分时网络。

例如，1968年运行的 GE 网，是一个多机种的分布式网络。它的节点已经延伸至日本的东京、大阪。由于地理距离甚远，甚至可以利用时差达到资源的充分利用。例如美国东部和

西部有3小时时差,美国与欧洲和日本之间的时差更可以加以利用。

TYMNET 自1970年开始提供商用分时服务。该网资源已有26台大型主计算机,80台分布在全美范围的通信处理机(称为 TYMSATS),其中有23台“基础 TYMSATS”用于连接主计算机;57台“远程 TYMSATS”用于连接终端进网,起节点集中器作用。每一节点集中器可以连接多至200~300台终端设备,但限制在任一时刻同时工作的终端不多于31台。

CYBERNET 有能力极强的大型计算机和超级计算机系统,早期有每秒百万次的 CDC 6600,现在有每秒3700万次的 CYBER76 和每秒5000万次的 STAR100。CYBERNET 提供计算服务的收入已成为 CDC 总收入中主要部分之一。

3. 其 他

在美国,大量的的是为各种军事应用、企业管理、政府部门应用建立的计算机通信网。例如设在得克萨斯(Texas)州 Houston 的载人宇宙飞船中心的 RTCC(实时计算复合系统);执行各军舰之间及军舰与大陆之间战术数据传送的 NTDS(海军战术数据系统);把450个地方级、州级和国家级的法院联结起来的查询系统 CLETS(加利福尼亚法律实施远程通信系统);以及由美国政府各部门及行政部门使用的以查询数据库为主要任务的 ARS(先进记录系统)等等。

总之,无论在开拓计算机技术与通信技术结合的研究方面,还是终端网的大量实际应用方面,以及计算机网的兴建和规模方面,美国都处于领先的地位。

二 西 欧

欧洲第一个主要的实时系统是1965年6月建成的 BEACON。最初它是个自动订票系统(ASRS),以后扩充了乘船旅客认付和负荷控制(PALC)、船货认付和负荷控制(CALC)以及飞行资料和操作控制(FICO)等功能,这三个系统已分别于1969、1970、1971年完成,使得 BEACON 成为一个有32台处理机和750台终端设备的多用途网络。

在计算机网发展过程中,可以与ARPA网齐名的是英国国家物理研究所(NPL)网络。虽然它的地理范围不大,却是先于 ARPA 网在1966年就着手研究。这个网络的贡献在于采用了分组交换方式,已经大约有12台计算机和85台终端设备连接到这个网上。在网络互连试验方面,NPL 网正在进行与英国的 EPSS,法国的 CYCLADES 和欧洲的 EIN 开展连接试验。

欧洲大多数有名的计算机网是在七十年代以来开始计划和兴建的,不少仍处于计划和发展过程中。

1. 主要网络

(1) 已经运行计算机通信网有,国际航空公司的订票系统 SITA,1972年4月时已建成了11个高级交换中心,CRT 终端散布在西欧各国。

RETD 网是西班牙电话公司(CTNE)兴建的西班牙数据传输网,自1971年开始发展以来,

目前已有 6 个交换节点、69 个集中器，连接了约 6,000 台终端设备及 30 台大型计算机。

(2) 法国的 CYCLADES 网（此网内的分组交换子网称为 CIGALE），在 1974 年末已实现分时服务、远程成批处理服务和文件传送服务。这个网连接了法国巴黎等 4 个城市中的大学和研究中心的 16 台多机种计算机（CDC6600、IBM360/67 等），子网中的通信处理机采用 MITRA15。该网的特点是：（1）分组交换；（2）适应式路径控制；（3）通信拥挤控制。它所追求的目标有三个：（1）短报文高速传输，延迟达到 100~500ms；（2）高可靠性，误码率达到 10^{-10} 以下；（3）提高有效性，采用多重链路，有效性达到 98%。

在公用网方面，法国的另一项计划是 1975 年开始试验的有三个节点的 RCP，后来过渡为正在发展中的 TRANSPAC 网。预计 1978 年在 12 个城市开展服务，1980 年增加到在 25 个城市设置分组交换局。

(3) 英国邮政局(BPO)的 EPSS，作为一个试验性的公用分组交换网正在实施中。三个节点间现用 48K 比特/秒的租用线路，将来拟采用数字传输技术。采用 50K 比特/秒数字传输后，一卷磁带的传输时间是 30 分钟， A_4 大小的文件的传真时间为 4 秒。当采用 1.5M 比特/秒数字传输时，一卷磁带的传输时间将为 1 分钟，每秒可传输 8 张 A_4 号文件。在欧洲，设想在 1980 年时采用 48K 比特/秒数字同步传输将可能成为标准。

EPSS 通信子网中的交换机 PSE（分组转接交换机），可与字符终端（或称非分组终端）通信，由 PSE 进行报文分组的分解与装配。该网中准备有 166 台字符终端（速率为 50、110、300 比特/秒），84 台分组终端（速率为 2.4K、9.6K、48K 比特/秒）。

(4) 值得注意的是，欧洲的计算机网络发展计划中，有些是西欧几个国家共同发起和兴建的。例如欧洲情报网(EIN)计划，是由欧洲科学技术研究会(COST)发起的，已作为 COST 计划 2，因此有时又称 COST-2 网络。与此计划有关的国家有法国、意大利、挪威、葡萄牙、瑞典、瑞士、英国和南斯拉夫。这个计划已于 1973 年 2 月得到 2/3 的参予国的批准，正作为一个国际间的研究计划在执行中。

再如欧洲和美国商业银行计划从 1975 年度开始建设的 SWIFT 网，也是一个遍布欧洲的网络，将在 11 个国家设置可编程序的线路集中器和大量终端。此外，国际气象组织(WMO)设立的世界范围的国际气象资料系统(WWW)也已部分运行。

2. 终 端

据欧洲有 17 个国家参加的调查机关估计，1976 年时，西欧各国终端设备已达 42 万台，按此速率增长，1985 年时将达到 200 万台。拥有终端设备数量上万台的前九个国家的情况，列示如表 1.2。

终端设备在各部门的分布情况，列示如表 1.3，居前三位的是银行金融、半导体工业和数据处理服务，约占终端设备总数的一半。政府机关使用的终端总数目前已有 24,100 台，预计 1985 年时将超过十万台。

三 日 本

1. 联机化

日本在计算机通信网发展方面起步较晚，1965 年时联机（网）计算机台数才 22 台，只占

表1.2

国	名	1976年	1980年 (预计)	1985年 (预计)
1	西 德	108,100	246,500	516,600
2	英 国	96,200	203,400	399,600
3	法 国	73,700	180,500	361,800
4	意 大 利	39,000	76,500	162,300
5	瑞 典	18,400	38,500	83,100
6	荷 兰	16,800	34,500	90,800
7	瑞 士	15,200	36,900	75,800
8	西 班 牙	14,300	32,300	78,600
9	比 利 时	13,000	29,200	67,100

表1.3

部	门	1976年	1985年 (预计)
1	银行金融	105,000	307,800
2	半导体工业	56,700	271,300
3	据数处理服务	47,900	316,400
4	零售业/商业	37,900	351,400
5	装置工业	37,900	157,200
6	政府机关	24,100	108,900
7	航空公司	23,500	59,400
8	教育机关	20,000	77,600
9	公共事业	19,100	97,000
10	其 他	58,200	220,400
11	合 计	420,400	1,977,400

当时计算机总数的1.1%。此后十年间，日本安装的计算机台数的平均年增长率是33.7%，而联机计算机台数平均年增长率高达55.9%。截至1977年3月统计，日本通用计算机实际运行的有40,719台，其中联网计算机占计算机总数的7.5%，联机化率的平均年增长率为17%。各种类型计算机在1965~1975年间的台数和金额的增长情况，详见表1.4。

实际运行计算机在各部门的分布是，在矿业、制造业和建筑业最多，其次是金融、保险、不动产业，第三位是政府机关，再其次才是商业、服务业等。

各部门自己建设的计算机通信网中联机计算机台数的分布情况列出如表1.5。

在1975年时，矿业、建筑、制造业的联机计算机台数占有所有联机计算机总数的36.9%，金融、保险、证券、不动产业占20.0%，政府机关占14.8%，达三类部门合计占总数的71.7%。

2. 终 端

日本终端设备比通用计算机年增长率高，1968~1973年五年间运行的终端设备台数的年增长率为54.9%。1973年时日本共有62,952台终端，平均每台联机计算机有61台终端设备，

表1.4

		1965年	1970年	1974年	1975年	平均年增长率% (65~75)
大 型	台 数	122	928	1,725	2,053	32.6
	金 额	575	4,805	11,047	13,328	36.9
中 型	台 数	889	3,170	5,441	5,995	20.9
	金 额	1,000	3,237	5,879	6,271	20.2
小 型	台 数	525	3,180	7,337	9,327	33.3
	金 额	142	729	1,572	1,881	29.5
超 小 型	台 数	401	2,204	15,592	17,970	46.3
	金 额	26	141	966	1,104	45.5
合 计	台 数	1,937	9,482	30,095	35,305	33.7
	金 额	1,742	8,912	19,464	22,583	29.2
联机计算机台数		22	324	1,484	1,871	55.9
联机化率		1.1	3.4	4.9	5.3	17.0

注：台数单位为台，金额单位为亿日元。

表1.5

部 门	1971	1972	1973	1974	1975	平均年增长率 (71~75)
1 矿业、建筑、制造业	110	147	240	435	527 (36.9%)	47.9
2 金融、保险、证券、 不动产业	86	131	174	236	286 (20.0%)	35.0
3 政府机关	44	68	122	177	212 (14.8%)	48.4
4 零售业/商业	9	20	43	112	170 (11.9%)	108.5
5 公益事业	24	31	49	87	127 (8.9%)	51.7
6 服务业	17	29	50	66	84 (5.9%)	49.1
7 其 他	5	15	28	13	23 (1.6%)	46.5
合 计	295	441	706	1,126	1,429 (100%)	48.4

平均每台终端设备价格为 290 万日元，约合 9400 美元一台。1968~1973 年五年间终端设备发展的详细情况见表 1.5。以金额统计，金融、保险、不动产业的终端数占全部运行终端的 61.1%。预计到 1987 年时，日本终端设备将达到 50 万台。

表 1.5

年 度	1968	1969	1970	1971	1972	1973	平均年增长率 (68~73)
台 数 (A)	7,055	8,516	14,112	28,478	44,110	62,952	54.9
金 额 (B)	21,255	28,248	49,210	84,021	123,220	183,851	54.0
平均价格 (B/A)	3.0	3.3	3.5	2.9	2.8	2.9	
联机计算机台数 (C)	137	217	324	476	674	1,029	49.7
平均终端数 (A/C)	51	39	44	60	65	61	3.6

注：金额单位为百万日元，年增长率单位为%。

3. 发展计划

日本目前联机化计算机主要是组成的终端网，大型的先进计算机网多半尚处于计划之中。

已经运行的有代表性的大型网络有，全国银行数据通信系统，运输省汽车局数据通信系统。这些网络以数据传送为主要目的。以资源共享为主要目的的网络有，日本情报处理开发中心的 JIPNET，京都大学工学科坂井研究室的 KUIPNET（京都大学信息处理网），以及日本电报电话公司的 DDX-1 和“新数据网”。

JIPNET 类似于 ARPA 网，其 IMP 和 TIP 采用 NEAC3200/50 计算机，也是通过 48 K 比特/秒高速线路互连 IMP/TIP 形成通信子网。该网把共同利用汉字输入输出设备、图形处理设备、图形显示器及数据文件等资源作为重点。已经联网的计算机有 FACOM230/60，HITAC8450，NEAC2200/500 等多种计算机。原计划于 1974 年 11 月开始运行。

KUIPNET 的目的是共同利用大容量存储器、图形输入输出设备、声音输入输出设备，以便开展图形处理和声音处理研究之用。该网相当于 ARPA 网中 IMP 以下的局部网部分，只有一台 IMP（采用 NEAC3200/50）作为星形网的中心节点。IMP 与其他计算机和设备之间的距离为 5~200 米，采用同轴电缆连接，按半双工方式、340 K 比特/秒速率工作。此 IMP 还可通过 48 K 比特/秒的电报公司线路与外部网络连接。

日本电报公司的试验性交换系统 DDX-1 已经设计并实现，是一个线路交换和分组交换相结合的系统。这种混合方式使系统变得复杂。因此，电报公司新开发的“新数据网”是单独建设两个网：一个是线路交换网，预计将于 1979 年 3 月开始服务；一个是分组交换网，将于 1979 年 6 月开始服务。新数据网服务最初将限于东京、大阪、名古屋、横滨等几个城市，随后再扩展至日本全国，并且实现这两种交换网的互连，以及与其他网络的互连。

另外，据日本科学技术厅最近发表的《技术预测报告》中提出，要在 1985~1990 年实现在日本全国建立数据通信用的数字网。在 1986~1993 年间实现在公用通信网主要区间内敷设大容量数字传输线路，即使包含有声音信息和图象信息等不同频带的模拟信息也能统一处理

的技术。此外，还要在1990~1997年实现国际信息网，形成能复盖全世界的国际数据通信网，并能从日本国内数据通信网与之自动转接。

四 其 他

在北美洲，加拿大发展了 Datapac 网，1976年时已在4个城市设立了分组交换节点，开始了分组交换服务，预计1980年时节点将增加到14个城市。此外，加拿大国家通信部同国内大约20所大学共同制定了“加拿大大学计算机网”(CANUNET)计划。CANUNET 是一个多机种的全国性网络，不仅使各大学的计算资源能够共同利用，而且将发展为全加拿大的通用计算机网的子网。在澳洲，澳大利亚也已经建立了大范围的计算机通信网。

在苏联，部门性、地区性、联合组织和企业的自动化计划与管理系統已经有所发展。1965~1970年期间，已经建立了400多个自动化管理系统。1971~1975年期间，计划建立2700多个自动化管理系统，其中包括全苏和加盟共和国一级的自动化管理系统216个。在此基础上计划建立全国的自动化系统，发展全国统一的自动化通信网。不过，苏联的分时计算机系统比较落后，其第一台分时计算机是 MNHCK32，苏联国家科技委员会曾用它装40台终端开始进行数据通信试验。直到1972年2月苏联科学家小组访美时，他们的主要兴趣仍停留在了解 IBM360/65 分时计算机系统。

五 结 语

七十年代以来，工业比较发达的国家都把发展全国性和国际性计算机网的计划提上日程，纷纷组建并陆续投入运行。可以说，计算机网的发展水平反映了一个国家计算机科学技术和通信技术的水平，是一个国家现代化的标志、国力的表征。为了迎头赶上国外七十年代科学技术水平，在本世纪内实现四个现代化，及时制定我国全国性和局部性计算机通信网发展规划是完全必要的，尤其是应当重视全国性计算机通信网的规划，并高瞻远瞩地考虑到与国际性计算机通信网互连的前景。

第二章 计算机网的组建

计算机网的兴建计划，特别是大型计算机网的兴建计划，一般是由三种不同的部门发起和设计的。第一种是计算机厂家提供网络设计和设备，由各使用部门组建，租用通信部门通信线路，这种情况起决定性作用的是计算机研制部门。第二种是从事通信事业的部门组建。第三种是主要从事计算机事业且又从事通信事业的部门，即信息与通信业；在美国还兴起了一种称为“增值网络”(VAN)事业者，这两类都是一种新的部门。这些部门各自按照自己的立场正从不同的方面在努力，推动着计算机通信网的发展。

由于数据通信的出现，使电气通信系统从原来的传输业务和交换业务，增加了数据处理

业务，示意如图2.1。当计算机通信网采用私设线路和租用线路时，通信线路只完成传输业务，而由计算机和终端设备完成数据处理业务和通信处理业务。当采用公用线路时，通信系统不仅完成传输业务，还要完成交换业务。

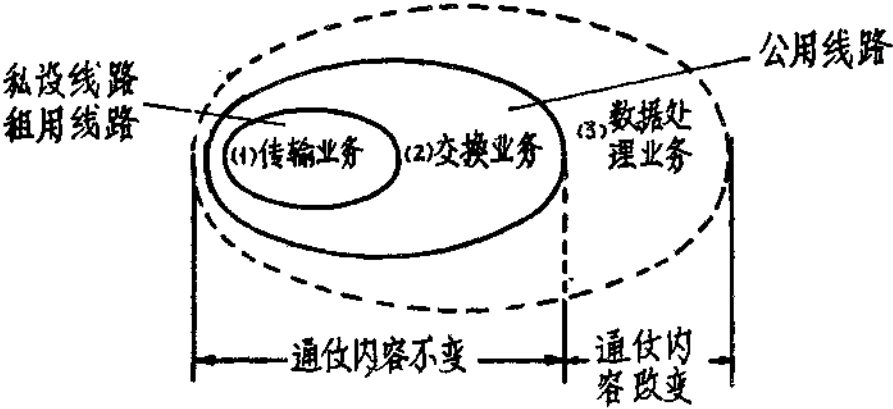


图 2.1

随着计算机网的形成，使数据处理与通信处理功能分离，因而在原来的数据处理领域中分离出一种新的业务，即通信处理业务，示意如图2.2。

通信处理通常包括七个方面的内容：

- (1) 网络控制；
- (2) 速度变换；
- (3) 差错校验；
- (4) 终端探询；
- (5) 报文路径选择；
- (6) 格式变换、编辑；
- (7) 入出数据的校验。

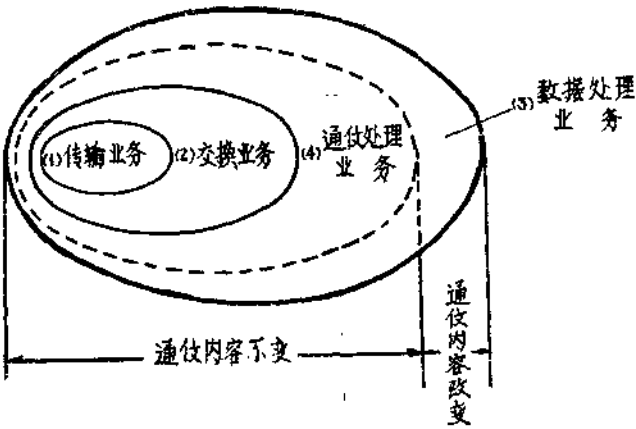


图 2.2

通信处理与数据处理不同，通信处理对应于把以位构成的信息内容转换成数据

处理的形式。正是由于这样的通信处理，使“通信”不单纯是完成传输的作用，而是像添加了某些价值似的。因为把通信处理功能移到通信子网后可以使通信处理费用减少，改善通信质量（如误码率降低等），容易收容各种数据设备，以及使系统间互相连接容易化。所以提出了“增值网络”（Value-Added Network）的说法，以区别于单纯完成传输、交换业务的网络，并且相应出现了专门从事通信处理业务为主的 VAN 事业者。这可以说是计算机网出现后引起的重大变化。

一 计算机研制部门

计算机研制部门，包括各计算机厂家和终端设备厂家，一般是从提高计算机系统能力的角度来发展计算机网的，把计算机网当成一类新的计算机复合系统。通常的六类不同的计算机系统的特性比较，列示如表2.1。

表2.1

系 统	指令流	数据流 (每条指令流的)	系统中处理机的典型数量	存储器	主要优点	主 要 缺 点	显 著 特 性
1 单 处 理 机	单	单	1	集中	简单而价廉	CPU 必须作包括 I/O 的所有操作。	作为与其他系统比较的标准。
2 多 处 理 机	多 (中央控制)	单	2	集中 (共用)	速度、可靠性高，通用性好	价格比较贵，管理需要辅助操作。	
3 多 计 算 机	多 (局部控制，但可节省)	单	≥ 2	分散	同 上	当节省方式时，需有辅助操作。	几台计算机属局部设备部分，一台计算机可以变为主体。
4 计 算 机 网	多	单	10	分散	无比的资源有效性	通信线路贵。	典型的是计算机分散在整个国家。
5 流水线处理机	单	单	1	集中	高 速 度	价格比较贵，不能适用于所有问题。	按装配线方式若干动作同时操作。
6 阵列处理机	单	多	≥ 64	部分集中，部分分散	在矩阵类问题上有很高速度	价格比较贵，不能适用于所有问题。	

由于计算机网的地理范围可以延展甚广，又有资源共享的独特优点等特点，计算机网不失为一种重要的高性能计算机系统。因此，计算机研制部门早已把计算机网作为系统和应用发展的方向之一。

在计算机厂家发展计算机通信网（特别是终端网）的初期，是不包含通信子网的概念的，通信处理并不独立，而是把通信处理功能包含进该厂家已有的产品之中。计算机研制部门最近一个时期的新动向是：计算机厂家纷纷提出了自己的计算机网络体系，终端厂家则普遍地把通信处理作入智能终端之中，都把自己的活动范围延伸至“通信处理领域”。

1. 美 国

IBM 公司最先于1974年9月发表了“系统网络体系”(SNA)，提出了将 IBM 产品组成计算机网的规范化体系结构。为此解决了一整套网络工作的原理、方法和具体规则，并且统一地考虑了由硬件和软件实现的功能划分。在 SNA 提出之后，IBM 发展了一批基于 SNA 的通信装置/通信终端设备。

此外, IBM 370 系统的通信控制器也改变了型号, 由原来硬布线逻辑的 IBM 2701 改变为可编程序的 IBM 3704、IBM 3705。

在软件方面, IBM 公司相应地发展了 SNA 程序包, 就像 IBM 的数据库管理系统——信息管理系统 (IMS/VS) 一样可作为用户可选用的程序包。SNA 程序包不但在 IBM370 系统中可以配置, 而且在 IBM 公司的新机种 IBM 3031~3033 中也将可以配置。

在美国, 紧接着 IBM 发表 SNA 之后, 数字设备公司(DEC)于1975年3月发表了 DEC 的网络体系(DECNET, 或称 DNA), 成为1976年下半年以前仅有的两个网络体系计划之一。DEC 的目的是使它的小型计算机(PDP-8和 PDP-11)与它的 System-10 和 System-20 等中、大型计算机这样一大批向上兼容的产品, 能如用户所选择的那样构成分布式网络。DNA 和 SNA 的基本概念非常相似, 但有不同的特点: SNA 面向集中式控制网络, 而 DNA 则面向分布式控制网络。此后, 在1976年内, Univac 公司宣布了一种称为“分布式计算机体系”(DCA)的网络体系。这是一个能支持多种系统的网络, 此系 DCA 的突出特点。Univac 还同时宣布了一种16位的小型计算机作为“分布式通信处理机”, 这种设备在 Univac 先前的通信硬件中是没有的。此外, 擅长于分布式系统和大型通信网络的 Burroughs 公司也有自己的统一体系, 即“分布式数据处理网络系统”(DNS), 并且有这方面的独特产品。

1976年10月, IBM 对 SNA 进行了改进, 宣布了包含 CPU-CPU 通信的 SNA, 即“多系统成网设备”(MNF), 使网络从单一主系统扩充为可相互连接多个主系统。

2. 日本

在日本, 东京芝浦公司于1976年12月宣布了规范化的计算机网络体系, 称为“先进网络系统体系”(SNSA), 同时研制了两种远程处理机 TOSBAC RT-145 和 RT-165。ANSA 采用基于国际标准的传输控制顺序, 其特点是:

(1) 由于使数据库和数据通信在高级语言一级相互结合, 两络内各个地方可以进行分散处理和利用分散的数据库。

(2) 由于有网络监视功能, 容易进行网络的运用管理、报文记录、记帐等功能。

(3) 由于有故障恢复、误动作恢复功能, 有可能动态地变更网络构成。同时, 处理效率是以往方式的1.5~2倍, 线路利用率是以往的2倍, 系统性能大幅度提高。

日本电气公司也完成了新计算机网络体系, 称为“分布式信息处理网络体系”(DINA), 并且研制了构成网络系统所必需的分组交换处理机和集中(分配)器。DINA 有丰富的把计算机—计算机, 计算机—终端, 以及终端—终端结合起来的通信手段, 能把日本电电公司的 DDX 服务和自营的分组交换网都包括进复合的网络中。

此外, 日本各公司相继发表的网络体系还有: 富士通的“富士通网络体系”(FNA); 三菱电气的“三菱网络体系”(MNA); 冲电气的“分布的开放式网络体系”(DONA); 电电公司的“数据通信网络体系”(DCNA); 日立的“日立网络体系”(HNA); 以及“M系列网络体系”(MSNA)。

以上事实表明, 计算机厂家已经从研制一个系列的计算机跨入研制一种体系的计算机网的新阶段了。显然, 计算机研制部门是发展计算机网的主力之一, 它们的研制活动直接影响着应用部门自建的大量计算机通信网的性能和水平。

二、通 信 部 门

从各种计算机系统的比较(表2.1)中可以看出,计算机网的主要缺点是通信线路耗资资金多,因此在计算机网设计中如何降低通信费用始终是一个最重要的研究课题。这自然地引起从事通信事业的公司关注计算机网的发展。

在过去,计算机通信网中使用的通信线路一般有三种情况:

(1) 用户私设线路;

(2) 用户租用电报电话公司的各种规格的通信线路;

(3) 用户使用电报电话公司的公用交换线路。由于私设线路极不经济,不是发展方向,实际使用的也很少。目前各国的计算机通信网以使用租用线路最普遍。以日本为例,1971年~1975年间数据通信线路的利用情况,列示如表2.2。

表2.2

	1971	1972	1973	1974	1975	平均年增长率 (1971—1975)
1. 特定通信线路 200 比特/秒以下	8,243	9,546	11,501	12,792	17,397	20.5
1200比特/秒以上	5,269	8,681	14,014	20,741	28,128	52.0
小 计	13,512	18,227	25,515	33,533	45,525	35.5
2. 公共通信线路电话型	0	0	255	1,319	3,180	(253.1)
电 报 型	0	0	547	1,307	2,065	(94.3)
小 计	0	0	802	2,626	5,245	(155.7)
3. 合计线路数	13,512	18,227	26,317	36,159	50,770	39.2
可能传输比特/秒	7,491,100	11,872,400	19,761,900	30,661,750	43,832,950	55.5

截至1976年3月末的统计,日本计算机通信网共使用了50,770条线路,其中租用线路为45,525条,约占90%。日本租用线路服务自1971年9月开始,公用线路(利用电话网和电报网的交换线路)服务更晚一些,1972年11月才开始。

从日本使用的各种线路的年增长率,可以看出两种趋势:一是公用线路的年增长率为租用线路的4.4倍;二是中速线路的年增长率为低速线路的2.5倍以上。这种趋势并不是日本一国的特殊现象。

一般,通信部门能够为用户提供各种规格的数据通信线路服务。从日本的租用线路类别可见一斑,详如表2.3。

特别值得注意的是,最近,世界各国正在建设为计算机通信专用的新型通信网,有几个国家已经开始提供服务,为了区别于一般的租用线路服务,往往把这种为“计算机通信专用”的数据通信服务称为“新数据网服务”。新数据网可有线路交换网和分组交换网两种。

1. 线路交换网

线路交换网没有通信处理能力,不能代替计算机的通信子网。建设这种线路交换网侧重

表2.3

规 格	种 别	业 务 内 容
A (120HZ)	A-1 (50比特/秒, 直流信号传送)	直流方式, 50比特/秒以下的数据传输
B (240HZ)	B-1 (100比特/秒, 直流信号传送)	直流方式, 100比特/秒以下数据传输
C (400HZ)	C-2 (200比特/秒, 交流信号传送)	交流方式, 200比特/秒以下数据传输
D (3.4KHZ)	D-1 (带宽使用)	通常可传0.3~3.4 KHZ带宽的信号
	D-5 (1200比特/秒, 交流信号传送)	交流方式, 1200比特/秒以下数据传输
	D-7 (2400比特/秒, 交流信号传送)	交流方式, 2400比特/秒以下数据传输
	D-9 (4800比特/秒, 交流信号传送)	交流方式, 4800比特/秒以下数据传输
I (48KHZ)	I-1 (带宽使用)	可传 48 KHZ带宽的信号
	I-3 (48K 比特/秒, 交流信号传送)	交流方式, 48K 比特/秒以下数据传输
J (240 KHZ)	J-1 (带宽使用)	通常可传240 KHZ带宽信号

考虑与现有的电话、电报等通信形式易于结合的关系。各国的线路交换服务网的兴建情况, 列示如表2.4。

表2.4

国 别	网络名称	服务开始 时 间	设置交换局 计 划	速 度 类 别	注
美国(ATT)	DSDS	1976(申请)	1976年(当初)18 个城市, 1976年 末27个城市	56 K 比特/秒, 同步。	1. 使用 DDS的线路。 2. 空分制线路交换。
加拿大(CNCP)	Infoswitch	1976年 (予定)	1976年 4 城市		混合交换(线路交 换/分组交换)。
英 国	PSDDS	未 定	未 定	600、2.4K、9.6K、48 K 比特/秒, 同步。	实验网。
西 德	EDS	1975	1977年(当前) 9 城市, 1980 年17城市	50~200 比 特/秒, 异 步。2.4 K 比特/秒, 同步。	1. 加入电报及数据 交换网用的系统。 2. 速度分类预定顺 次增加。
北欧(瑞典、挪 威、芬兰、丹麦)	北欧公用 数据网	1978年 (预定)	未 定	~200比特/秒, 异步。 600、2.4K、4.8K、9.6 K 比特/秒, 同步。	用试验网(1974~ 1976) 确认功能。
日 本 (电电公司)	新数据网线 路交换服务	1979年 3 月	1979年几个城 市	200以下、300、1.2K 比 特/秒, 异步。2.4K、4.8 K 48K 比特/秒, 同步。	

从现存的通信业务与新的线路交换业务的特点分析中, 可以看出它们的异同与发展新线路交换业务的兴趣何在。现在用的通信方法可以归纳为两类: 一是使用专用线的方法(包括使用私设线路和租用线路); 二是使用电话网的方法(包括使用租用话路和租用报路)示意如图2.3。