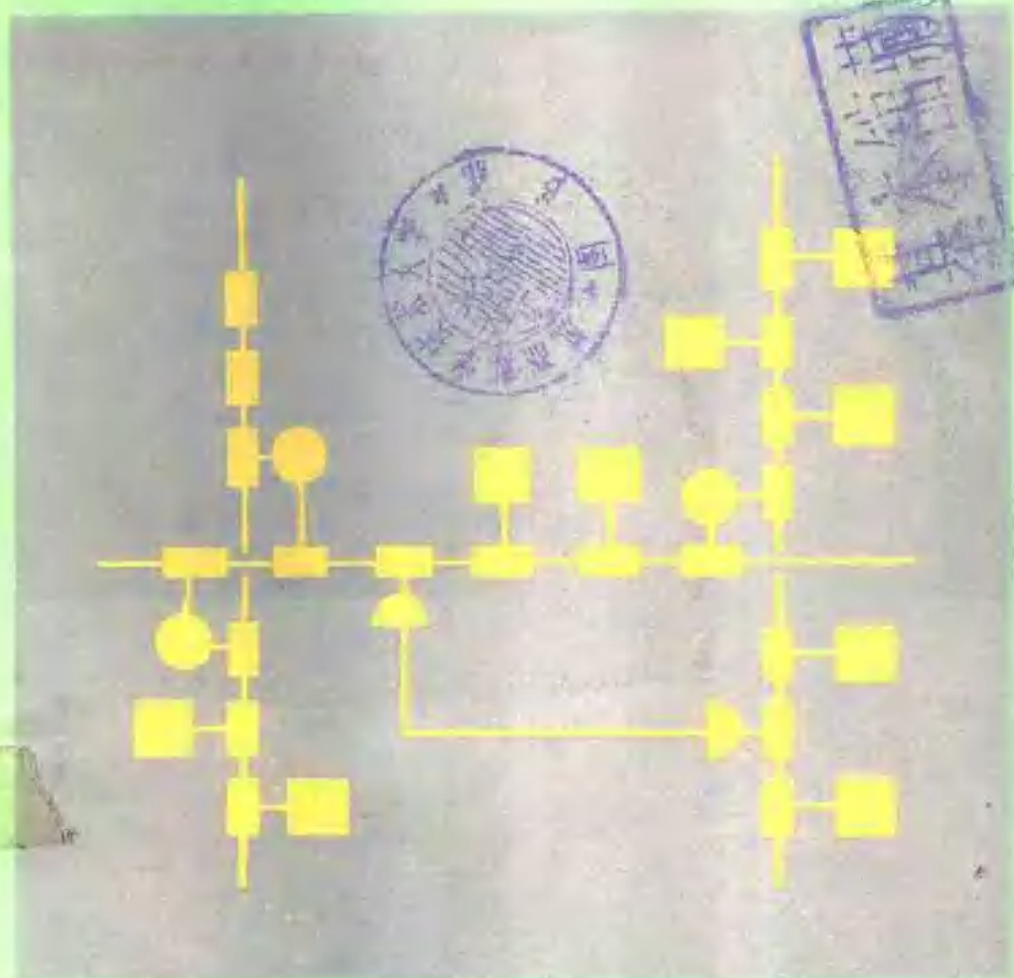


931407

微型机网络 技术及应用

樊明伟 彭炳忠 编著



四川大学出版社

微型机网络技术应用

樊明伟 彭炳忠 编著

四川大学出版社

内 容 摘 要

本书共8章,1—3章介绍微机网络技术和应用的总概貌、数据通信基本知识和网络层次协议。4—6章讨论了微机网络常用介质存取方法、典型微机网络及其分析和网络互连原理和实现方法。7—8章讨论了微机网络性能分析基本技术和微机网络的应用。为便于读者学以致用,在有关章节中均附有程序实现实例作为参考。

本书内容适当选取,适用于大、专、院校以至中专技校计算机应用、计算机通信和计算机网络等专业的教材,也可供从事上述专业范围工作的广大技术人员参考。

微 型 机 网 络 技 术 及 应 用

类明伟 彭炳志 编著

责任编辑:王敦平

封面设计:冯先洁

四川大学出版社出版发行 (成都市四川大学内)

四川新华书店经销 成都前进印刷厂激光照排印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:20.13 字数:463千

1991年6月第一版 1991年6月第一次印刷

印数:0001—3000册

ISBN 7-5614-0373-9/TP·8

定价:5.20元

前 言

微机网络是在远程网技术基础上发展起来的一门新兴的边缘学科,是计算机应用中的一个重要方面。目前,它已广泛用于政府机关、企业的办公室自动化、工厂管理、过程控制、军事指挥、高等教育及其它科学实验系统中。它正在或将要成为社会信息化的重要标志。

作者广泛参考了国内外有关著作和研究成果并结合从事这方面教学和科研工作体会,编写成此书,献给读者,希望对促进本学科的发展和应用有所裨益。

本书共 8 章,1—3 章概述微机网络的基本技术和应用发展前景,介绍数据通信的基本知识、远程网的七层模型结构和微机网络协议的基本内容。4—5 章着重介绍微机网络常用介质存取技术、典型微机网络的实例分析和微机网络互连原理和实施途径。7—8 章先介绍微机网络性能分析的基本方法,便于读者对微机网络进行创新的研究和开发,然后介绍微机网络广泛应用领域。

本书力图做到在讨论了一般原理的基础上,特别强调实用性,以克服华而不实的毛病。在第 5 章给出典型网络驱动程序,在附录中给出了与有关章节中有关的近程、远程通信程序,邮件程序,键盘对话程序和用软件实现 CSMA/CD 协议的 EASYNET 软件结构和程序。这样,读者可以对已拥有的网络作进一步开发利用,或者对现有多台微机进行联网通信,或者简单的可在两台微机之间进行文件传送、邮件通信和键盘对话,以期对不同层次的读者都能达到学以致用目的。

本书第一、二、三章由彭炳忠编写,第四章至第八章及附录由樊明伟编写,附录 10 部分程序由四川大学无线电系 86 级毕业生陈顺方、刘向东完成。在编写过程中,得到四川大学无线电系领导和第二教研室同仁的大力支持和帮助,谨此一并表示衷心感谢。

微机网络技术,正在不断发展和改善,所涉及的问题十分广泛,笔者水平有限,难免有错漏之处恳请读者批评指正。

编 者

1990 年 5 月于成都

目 录

前 言

第 1 章 概 论	1
§ 1.1 微机网络的发展过程	1
1.1.1 远程网的发展三阶段	1
1.1.2 微机网络的发展	2
§ 1.2 微机网络的定义和特点	3
§ 1.3 微机网络的基本技术	5
1.3.1 局部网络的拓扑结构	5
1.3.2 传输介质	7
1.3.3 介质存取控制方式	9
1.3.4 信息方式	12
§ 1.4 微机网络的功能	15
§ 1.5 微机网络的开发研究	15
第 2 章 数据通信基础	17
§ 2.1 数据通信系统构成	17
§ 2.2 传输码元及波形	18
§ 2.3 通讯信道及特性	19
2.3.1 数据信号的付里叶分析	19
2.3.2 信道的频率特性	20
2.3.3 信道的传输速率	20
2.3.4 信道容量	21
2.3.5 通信线路连接方式	22
2.3.6 通信方式	23
2.3.7 同步方式	24
§ 2.4 调制与解调	26
2.4.1 调制方式	26
2.4.2 调制解调器分类	27
2.4.3 调制解调器的扩充功能和 AT 命令	28
§ 2.5 多路复用	30
2.5.1 频分多路复用	30
2.5.2 时分多路复用	30
§ 2.6 差错控制	31
2.6.1 传输差错的性质	31
2.6.2 差错控制方法	32
2.6.3 差错检测码	34
2.6.4 循环校验码	35

§ 2.7 信息交换方式	37
2.7.1 电路交换	37
2.7.2 报文交换	37
2.7.3 分组交换	38
§ 2.8 传输控制规程 BSC	39
2.8.1 BSC 的基本特性	40
2.8.2 报文格式	41
2.8.3 BSC 编程	42
第 3 章 网络通信协议	43
§ 3.1 OSI 参考模型	43
§ 3.2 物理层协议	45
3.2.1 概述	45
3.2.2 RS-232C	46
3.2.3 RS-449	47
3.2.4 X·21	48
3.2.5 RS-232C 接口应用	49
§ 3.3 IBM-PC 点一点通信异步通信软件和编程技术	52
3.3.1 IBM-PC BASIC 语言的通信功能	52
3.3.2 异步通信软件 CROSSTALK	56
3.3.3 通信程序编程考虑	60
3.3.4 IBM-PC—APPLE II 通信程序	60
§ 3.4 数据链路层协议	63
3.4.1 概述	63
3.4.2 高级数据链路控制规程 HDLC	64
3.4.3 帧结构	66
3.4.4 规程要素和类型	67
3.4.5 HDLC 传送控制过程例	69
§ 3.5 网络层协议	70
3.5.1 概述	70
3.5.2 虚电路概念	71
3.5.3 信息分组格式	72
3.5.4 分组类型	73
§ 3.6 传送层及高层协议	74
3.6.1 传送层	74
3.6.2 对话层	76
3.6.3 表示层	77
3.6.4 应用层	82
§ 3.7 LAN 协议	82
3.7.1 LAN 参考模型	82
3.7.2 IEEE802 标准	84
3.7.3 LAN 链路层协议	85
第 4 章 局域网络存取控制技术	89
§ 4.1 引言	89
§ 4.2 随机访问方式	90

4.2.1	开槽 ALOHA(SLOT ALOHA)方法	90
4.2.2	CSMA 方法	90
§ 4.3	CSMA/CD 方式	92
4.3.1	碰撞检测——边讲边听	92
4.3.2	冲突检测电路和冲突退避算法	93
4.3.3	CSMA/CD 协议的软件实现	96
§ 4.4	令牌总线方式	97
4.4.1	概述	97
4.4.2	IEEE802 令牌总线帧格式	98
4.4.3	IEEE802 令牌总线协议	99
4.4.4	CSMA/CD 与令牌总线比较	100
§ 4.5	令牌环方式	101
4.5.1	令牌环简述	101
4.5.2	IBM 令牌环	102
4.5.3	工作状态	105
4.5.4	环网维护	107
§ 4.6	开槽环和寄存器插入环	110
4.6.1	开槽环	110
4.6.2	剑桥环	111
4.6.3	剑桥环协议	114
4.6.4	剑桥环系统	116
4.6.5	寄存器插入环	117
第 5 章	典型微型机网络	120
§ 5.1	3COM Ethernet	120
5.1.1	Ethernet 规范	120
5.1.2	Etherlink 网络适配器的功能与结构	123
5.1.3	网络收发器	131
5.1.4	网络驱动程序	132
5.1.5	网络高层软件	139
5.1.6	3+ Ethernet	146
§ 5.2	Omninet	149
5.2.1	传输器	150
5.2.2	O 网工作原理	152
5.2.3	O 网资源共享和用户通信	158
5.2.4	网络软件 CONSTELLATION II	163
5.2.5	网络系统管理	165
§ 5.3	Plan4000 网络	169
5.3.1	网络概况	169
5.3.2	Plan4000 令牌协议	171
§ 5.4	宽带网	173
5.4.1	常用信息的特点	173
5.4.2	宽带系统主要部件	174
5.4.3	王安网络(Wang Net)	175
第 5 章	网络互连	178

§ 6.1	网络互连原理	178
6.1.1	网络互连拓扑	178
6.1.2	网络互连信关	179
6.1.3	网络互连级别和层次	180
6.1.4	网际互连参考模式	181
6.1.5	协议转换	182
§ 6.2	网际协议功能和服务	183
6.2.1	网际协议功能	183
6.2.2	服务类型	187
§ 6.3	IP 互连网络协议	189
6.3.1	IP 功能实现	189
6.3.2	IP 协议	192
6.3.3	TCP/IP	195
§ 6.4	X·75 标准和 X·25 信关	197
6.4.1	X·75 标准	197
6.4.2	X·25 信关	199
§ 6.5	微机网络的几种典型互连方式	199
6.5.1	两个同种 LAN 互连	199
6.5.2	两个异种 LAN 互连	200
6.5.3	LAN 连向 WAN	200
6.5.4	两个 LAN 通过 WAN 互连	202
6.5.5	LAN 与大型机的联接	202
第 7 章	微型机网络性能分析	204
§ 7.1	前言	204
§ 7.2	排队论基本知识	205
7.2.1	排队系统	205
7.2.2	泊松过程(Poisson Process)	206
7.2.3	报文到达间隔时间和服务时间分布	206
7.2.4	M/M/1 排队模型	207
7.2.5	M/G/1 排队模型	210
§ 7.3	微机网络性能参数	211
7.3.1	性能参数	211
7.3.2	传输延迟和数据传输率的影响	211
§ 7.4	令牌环性能模型分析	214
7.4.1	性能模型	215
7.4.2	令牌循环时间分布	215
7.4.3	延迟分析	216
7.4.4	结果评论	217
§ 7.5	CSMA 协议性能模型分析	218
7.5.1	吞吐量的计算	218
7.5.2	延迟的计算	220
§ 7.6	LAN 简化模型和性能比较	221
7.6.1	令牌环协议吞吐量计算	221
7.6.2	CSMA/CD 吞吐量计算	221

7.6.3	延时的计算	223
7.6.4	LAN 性能比较	224
第 8 章	微型机网络的应用	226
§ 8.1	办公室自动化应用	226
8.1.1	LAN 办公室系统层次结构和组成	226
8.1.2	KAYAK 分布式办公系统	228
8.1.3	OBE 办公系统	229
8.1.4	PABX 系统	232
§ 8.2	分布数据库应用	233
§ 8.3	过程控制的模块化微机 LAN	236
§ 8.4	银行自动化系统	238
8.4.1	L1 系统概述	238
8.4.2	L1 系统计算机	239
8.4.3	L1 系统工作站	240
8.4.4	L1 系统软件	240
§ 8.5	微机网络在学校中应用	241
8.5.1	学校网络一般考虑	241
8.5.2	计算机辅助教学	242
8.5.3	几个典型校园网络	243
§ 8.6	微机网络远程通道系统	246
8.6.1	系统配置及功能	246
8.6.2	远程应用软件	247
§ 8.7	电子邮件	249
8.7.1	概述	249
8.7.2	传真间邮件传递	250
8.7.3	语音邮件	250
8.7.4	通信会议	251
8.7.5	邮件传递系统	251
§ 8.8	广域信息网服务系统	252
8.8.1	WINS 的功能	252
8.8.2	WINS 的硬件布局	253
8.8.3	WINS 外部接口	254
8.8.4	WINS 电子邮政系统的“邮束”功能	254
§ 8.9	用软件实现的微机网络 EASYNET	255
8.9.1	概述	255
8.9.2	EASYNET 基本功能	255
8.9.3	网络接口硬件	256
8.9.4	EASYNET 的软件组成	256
8.9.5	通信软件模块实现	258
附录		260
附录 1	MODEM 控制程序	260
附录 2	BSC 传送程序	265
附录 3	简单终端通信程序	275

附录 3 简单终端通信程序	275
附录 4 IBM-PC——APPLE II 通信程序	277
附录 5 CSMA/CD 软件实现程序	284
附录 6 汉字键盘对话程序	288
附录 7 汉字电子邮件程序	291
附录 8 实时通信联络程序	295
附录 9 INS8250 寄存器各位定义	300
附录 10 EASYNET 部分软件模块	302

第1章 概 论

§ 1.1 微机网络的发展过程

1.1.1 远程网的发展三阶段

1. 具有通信功能的处理系统

早期的计算机系统,没有管理程序和操作系统,用户只能将程序和数据亲自送到或邮寄到计算中心,采用手工方式上机。在计算机进入第二代后,软件方面出现了成批处理系统,这样通过通信线路可对分散在各地的数据进行集中处理。这种脱机通信方式的成批处理系统需要操作员干预,转送原始数据、程序到计算机,然后把计算机结果返回给远程站。进一步发展在机器上增加通信控制装置,构成具有联机通信功能的成批处理系统。这种联机系统使机器靠通信线路,直接接收来自远程站的输入信息,紧接着处理信息,最后又通过通信线路将运算结果送回远程站。第一个联机数据通信系统是1958年完成的美国SAGE系统(半自动地面防空系统)。它将远距离雷达和其它测量控制设备,利用专用通信线路,按照点一点方式集中连接到一台计算机进行集中处理和控制的。

2. 具有通信功能的分时系统

随着连接的终端个数越来越多,上述联机系统存在两个显著缺点,一是主机系统负荷过重,既要承担数据处理工作,又要承担通信工作;二是通信线路利用率很低,尤其是终端距主机较远时更是如此。为克服第一个缺点,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,使主机系统有较多时间进行数据处理工作。为克服第二个缺点,通常采用在终端较为集中的地区,设置线路集中器,并通过低速通信线路,把附近的终端先汇集到线路集中器上,然后再用高速线路,把集中器与主机相连。如60年代初期美国建成的由一台计算机和遍布全美两千个终端组成的美国航空公司飞机订票系统SABRE和随后出现的具有分时系统的通信网。

3. 计算机网络

联机系统的发展,提出在计算机系统之间进行通信的要求。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本身业务之外,还要与其他计算中心彼此传递情报,进行各种业务联系。这种以传输信息为主要目的,并用通信线路将各计算中心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,某计算机系统的用户,希望使用其他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,共同完成某项任务,促进了以共享资源为主要目的的计算机网络的形成。它的特点是多台计算机之间互相通信,实现资源共享和分布处理。计算机网络不断完善和发展,逐步形成了在逻辑功能上分成两

个子网，即承担数据处理任务的资源子网和负责数据通信的通信子网，组成两级网络结构（图 1—1）。例如美国国防部高级研究计划局建立的 ARPA 网，就是一个规模较大的两级计算机网络。它首先采用了 50kbps 速率的租用线路，把分布在美国各地的通信处理机（采用的是接口信息处理机 IMP）连接起来，构成通信子网，专门负责全网通信工作，然后把各种资源（包括所有主机系统、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，专门承担各种数据处理任务。这样既有利于提高通信线路利用率，又保证了主机系统的效率，充分发挥网中各种资源效能。它从 1969 年开始建立至今，地理上不仅跨越了美洲大陆，而且通过卫星线路连接夏威夷和欧洲等地区的计算机网络。

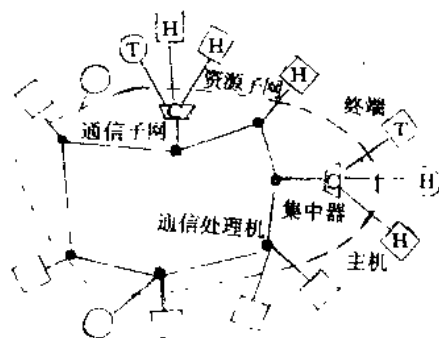


图 1-1 计算机网络典型结构

ARPA 网络是成功的系统。它首次采用了网络信息传输过程的分组交换技术，并采用层次体系结构，形成了四个层次的网络协议，对于网络通信过程中采用的报文格式也作了详尽的规定。它在概念、结构和设计方面都为后继的计算机网络打下了基础。一般把 ARPA 网的出现作为计算机网络诞生的标志，它的技术理论和实现成为现代计算机网络的基本技术。

随着 ARPA 网的建成和运行，计算机网络的优越性得到充分证实。许多国家随后又组建了许多大型网，其中最著名的有美国全国性商用资源共享网 CYBERNET；连接欧洲十多个国家的国际情报网 ETN；英国国家物理研究所的 NPL 网；法国的 CYCLADES 网；日本的 JIPNET 网。以上这些网都是远程网，它们在技术上和 ARPA 网很相似，主要特点是：①分布范围广，站点距离远。②有资源共享和通信两个方面的目的，但侧重前者。③数据传输率比较低，一般为几十 kbps 到几百 kbps。④规模大，投资高，往往都由国家部门组建。

1.1.2 微机网络的发展

计算机局部网络是计算机网络的一种类型，它是在计算机远程网基础上并适当汇集了若干现有概念和性能而发展起来。

由于 VLSI 技术的迅速发展，使功能低、体积小、价格便宜的微型计算机得到广泛使用。但是，大容量磁盘，快速打印机，绘图仪等外围设备，价格仍很昂贵。因此就提出如何将多台微机连接在一起，共同使用上述设备资源，以实现资源共享和提高可靠性问题。同时，经常由于单机功能的局限性，也需要将多台计算机连在一起，以实现分布式处理，完成大型机器的功能，但其成本比购买一台大型机器低得多。特别是由于社会信息化进程的推动，微处理器广泛使用，陆续出现了文字处理器、电子邮件、电子复印机、工作站及随之开发的商用图形信息处理，声音信息处理，TV 会议等新技术，从而揭开了办公室自动化（OA）时代的序幕。这种情况促进许多公司竞相发展局部网络满足这种局

部环境中信息交换的需要。因此计算机局部网络在经济上、技术上越来越受到人们的重视。

由于微型计算机广泛使用,为用户提供了分散而有效的数据处理及计算功能,以微处理机为基础的智能设备之间的通信日益增长,故微型机局部地区网络(后面简称微型机网络)成为当前局部网络主要内容。

局网的研究开发工作始于七十年代初期,当时的一些大学和研究实验室出于增加系统的计算能力及共享资源,利用小型机组成局网,对计算机系统结构进行探索,对系统软件进行开发。美国加州大学研制的环形分布式计算机系统(DCS)以及马里兰大学研究的分布式计算机网络(DCN)是两个典型代表。

1975年美国XEROX公司和STANDFORD大学合作推出了一个总线竞用方式的以太网(ETHERNET)。1980年DEL、ENTEL和XEROX三家合作,正式公布了以太网的物理层和数据链路层的详细规范,为局部网络的发展和应用提供了可靠有效的新技术和新方法。

英国的剑桥环是一个环形局部网络,1974年以来在英国得到了广泛的采用,1984年又宣布了剑桥快速环,传输率可达50—100mbps。

美国在OA方面领先的王安公司1982年向市场提供了宽带局网王安网。该系统应用340兆赫的同轴电缆,使用了几个间隔开的独立频道,系统组合了文字处理、文件传送、电子邮件、声音及电视图象传送等功能,代表当前发展的一种趋势。

IBM开发的苏黎世环,是一种令牌环(TOKEN RING)网络,传送介质采用双绞线或光导纤维电缆,系统结构灵活,便于扩充能满足OA日益发展的信息传输系统对局网的要求。

上述局网的出现对局网的发展产生了很大影响,促成了目前总线式与令牌环式结构为主流的微型机局部网络的发展和应用。到86年初国际上形形色色作为商品销售的局网产品已达200多种,安装量达几十万个。局部地区网络(Local Area Netwok)简称(LAN)的进一步发展是通过网桥(BRIDGE)或网间连接器(GATEWAY),实现各个LAN的相互连接,实现异种机型和终端之间,不同的LAN之间的连接。进而利用微波技术通过网间连接器连到公共数据网络上,形成地区性信息系统;还可以通过卫星通信技术将各地区信息系统连接起来,形成全国性的、国际性的综合通信网络。目前,在国际性的-ARPA网络上已开始联上了若干个LAN结点。

§ 1.2 微机网络的定义和特点

局部网络一般可以定义为在有限的距离内,如在一座建筑物内或一群建筑物中,将计算机终端和各种外部设备(如大容量硬盘子系统、快速打印机等),用传输线路连接起来,进行高速数据传输的通信网。局网的典型特性是:①高数据率(0.1到100mbps)。②短距离(0.1到25km)。③低误码率(10^{-8} 到 10^{-11})。

前两个特性参数指明了局部网络和多处理器(MPS)及远程网络(LHN)的差别。图

1—2 表示局部网络的三种类型，局部地区网络 (LAN)、高速局部网络 (HSLN) 和计算机化交换网络 (CBX)。和远程网比较，局部网络距离只限于几十米到 25 公里，误码率很低而传输率较高，有较低的通讯价格，它们的功能/价格比差别很大。远程网跨越范围可以从几公里到几万公里，它的传输线造价很高。由于信道上传输衰减，使其传输速度不能太高，绝大多数小于 100kbps。例如公共数据网，它的信道传输速度为 72kbps，而用户只有 48kbps。若要提高传输率，就要大大增加通信费用，如利用通讯星或利用微波通信技术。

局部网和多处理系统差别是，前者是通过串行通信线路将各计算机连接的松耦合系统，后者是通过共享存储器将各计算机连接的紧耦合系统。多处理机系统的距离范围从微处理机中的几厘米到大型多机系统的几十米，传输率很高，一般具有某种中央控制和完全集中的通讯功能，而局部网络则正相反。从跨越距离和传输速率来看，局部网络都是介于多机系统和远程网之间。

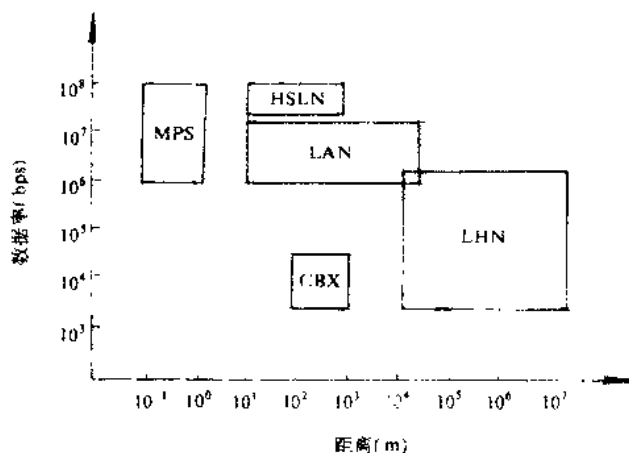


图 1-2 局部网与远程网、多处理器比较

局部网络标准机构 IEEE802，对局部网络提出了一个比较笼统的定义：局部地区网络与其它类型的数据网不同，通常被限制在中等规模的地理区域内，例如一个办公楼、一个仓库或一个学校，能够依靠具有中等到较高数据传输率的物理信道，而且这种信道具有始终如一的低误码率。这个定义概括了局部网络的应用环境和对象，特别强调了局部网络在办公室自动化领域中应用。定义中关于地理范围及数据率的限制是考虑到局部网络的费用问题。目前，大多数局部网络的地理范围规定在几公里之内，数据率定为 0.1—50Mbps。低误码率意味着利用高抗干扰的物理介质，在传递数据时不需特殊纠错手段，简化通信协议。

局部网络的主要特点，可归纳如下：

- ① 局部网络覆盖的地理范围较小，一般不超过 10 公里，通信介质费用所占比重不大。
- ② 具有较宽的通信频带，其数据传送率在几个 Mbps 以上，有些系统甚至可运行 50Mbps，具有恒定的低误码率。
- ③ 多样化的通信媒体，它可使用现有通信线路如电话线等，或使用专用线如双绞线，同轴电缆和光缆。
- ④ 通常不具有中央主机结点，从而给用户提供了良好的分散处理及计算环境。可支持简单的点到点通信或多点通信，允许低速和高速外设或不同型号计算机接入网络，以充分发挥网络资源作用。
- ⑤ 局部网络一般是部门独有，功能专用，通常属于一个事业、企业单位，而不属于

公用事业。在设计、安装、操作等方面，便于整体考虑和规划。容易实现网内各节点的互连及扩充。

③信道中报文传送控制方法比较简单，网络中某一站出现故障，也不致影响整个系统运行。

局部网络是在远程网络技术和计算机内部并行处理的多处理机系统技术发展起来。远程网技术提供了计算机通信方面使用的经验，多机系统技术提供了计算机内部各部件之间高速数据传送和同步控制等方面的经验，这两方面经验为研究局部网络打下了理论和技术基础。微处理器的出现和微型计算机广泛使用为研究局部网络提供了物质条件和客观需要。因此局部网络技术获得迅速发展。

§ 1.3 微机网络的基本技术

按 A·Franck 提出的定义方法，局部网络由三部分组成。

①一个有限长度的高速传输介质，传输介质用来传输数据，可以采用双绞线、同轴电缆以及光缆等。

②若干网络适配器 (NA: Network Adaptor) 作为计算机设备挂到网络上的接口，数据通过适配器在传输介质上传输。

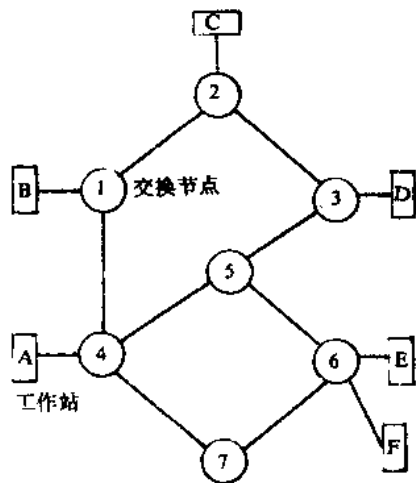
③可与适配器相连接的计算机系统部件。网络可采用不同的拓扑结构。

局部网络种类繁多，分类方法也很多，如上所述，局部网络有三种基本类型：LAN、HSLN 和 CBX，而其中 LAN 又可分类，如按网络的应用环境，可分为通用局部网和工业局部网；按信号传送方式分成基带网和宽带网；按拓扑结构分为总线网、环形网和星形网；按存取控制方式分为总线竞用网和令牌传送网。然而最影响一个局部网络性能的主要因素是局部网络的拓扑结构，传输介质，网络访问控制方式和信号方式。

1.3.1 局部网络的拓扑结构

网络拓扑结构是指网络中节点互连构形。最简单的网络拓扑结构就是直接连接或叫网状 (Mesh) 拓扑，其中每个节点与其它任一节点都有一

一条直接的专用链路相连。如有 N 个节点，则需 $N(N-1)/2$ 条链路，而且每节点需要 $(N-1)$ 个 I/O 端口。因此，这种拓扑结构使整个系统的造价 (用链路数和 I/O 端口数表示) 将随节点数的平方而增长。在远程网中，由于传输介质和设备费用昂贵，在设计网络链路时，要根据各节点之间通信量大小来决定链路的设备和容量，使传输介质得到



最佳利用。解决的方法是采用多孔网络拓扑,如图 1—3 所示,在网络中引入交换节点进行路径选择,建立逻辑链路。这样,每个工作站直接连至网络交换节点,然后通过网络与其它工作站通讯。

在局部网络中,因为距离短,不需要或只需一个中间交换节点,不必采用网状或多孔网络拓扑。常用局部网络拓扑结构如图 1—4 所示,有星形 (Star)、环形 (Ring)、总线形 (Bus) 和树形 (Tree) 结构。

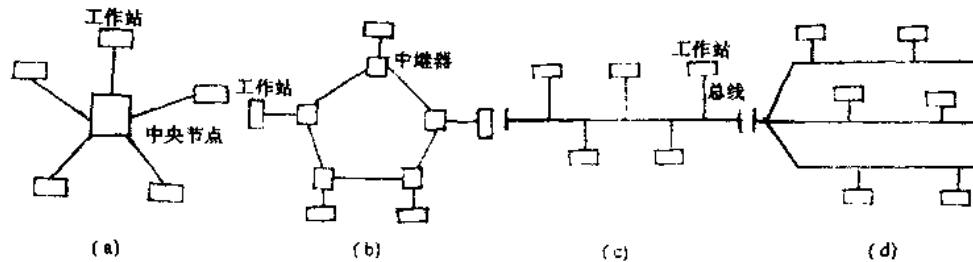


图 1—4 局网拓扑结构

(a) 星形 (b) 环形 (c) 总线形 (d) 树形

在星形拓扑中,每个站通过点一点链路接到中央节点,任何两站之间通信都通过中央节点进行。一个站要传送数据首先向中央节点发出请求,要求与目的站建立连接,连接建立后,该站才向目的站发送数据。这种拓扑采用集中式通讯控制策略,所有通讯均由中央节点控制,中央节点必须建立和维持许多并行数据通路,因此中央节点的结构显得非常复杂,而每个站的通讯处理负担很小,只需满足点一点链路简单通讯要求,结构很简单。

在环形拓扑中,网络中有许多中继器进行点一点链路连接,构成一个封闭的环路。中继器接收前驱站发来的数据,然后按原来速度一位一位的从另一条链路发送出去。链路是单向的,数据沿一个方向(顺时针或反时针)在网上环行。每个工作站通过中继器再连至网络。一个站发送数据,按分组进行,数据拆成分组加上控制信息插入环上,通过其它中继器到达目的站。由于多个工作站要共享环路,需有某种访问控制方式,确定每个站何时能向环上插入分组。一般采用分布控制,每个站有存取逻辑和收发控制。

注意,环形拓扑正好与星形拓扑相反,星形拓扑的网络设备需有较复杂的网络处理功能,而工作站负担最小,环形拓扑的网络设备只是很简单的中继器,而工作站则需提供拆包和存取控制逻辑较复杂功能。

在总线型拓扑中,传输介质是一条总线,工作站通过相应硬件接口接至总线上。一个站发送数据,所有其它站都能接收。树形拓扑是总线拓扑的一般形式,传输介质是不封闭的分支电缆,和总线拓扑一样,一个站发送数据,其它站都能接收。因此,总线和树形拓扑的传输介质称作多点式或广播式。因为所有节点共享一条传输链路,一次只允许一个站发送信息,需有某种存取控制方式,确定下一个可以发送的站,信息也是按分组发送,达到目的站后,经过地址识别,将信息复制下来。

网络拓扑的选择,依赖于各种因素如可靠性、可扩充性和网络特性。总线/树形拓扑是适应性很强的一种,可适用于很宽范围如网络设备的数量、数据率和数据类型,可达到很高的带宽。树形结构在单个局网系统中采用不多,如果把多个总线型或星形网连在一起,或联到另一个大型机或一个环形网上,就形成了树形拓扑结构,这在实际应用环境中是非常需要的。树形结构非常适合于分主次、分等级的层次型管理系统。

环形网络的中继器之间可使用高速链路(如光纤),因此环形网络比其它拓扑,可提供最大吞吐量。还有确定性优点适用于工业环境,它的实际局限是网络设备数量及数据类型的种类及可靠性问题。

星形拓扑采用电路交换,可实现语言和数据通信量的综合,适用于低数据率($\leq 64\text{kbps}$)设备,星形拓扑对要求终端密集的地方很适用,因为这种拓扑的网上终端只需承担很小的通信处理负担。表 1-1 表示局部网络结构特征。

表 1-1 局部网络拓扑结构的特征

拓 扑	传输方式采用协议	优 点	缺 点	例
星 形	点—点 RS232	简便广泛采用	可靠性差站点数少	PBX
总 线	数据包 CSMA Token Slot	公布控制 无源抽头 连接简单	负载重 无优先级	Ethernet Z-Net Net/One
环 形	数据包 Token Passing	公布控制 有序操作 距离远	有源抽头 可靠性较差	IBM TokenRing STarta Link
树 形	线路交换 RS232 或 CSMA	层次结构分等级	网络控制寻址复杂	Cluster/One

1.3.2 传输介质

微机网络中常用传输介质有双绞线,同轴电缆和光缆,此外还有用于建筑物之间连接的视线介质。

1. 双绞线:这是一种最通用的传输介质,它由呈螺旋线排列的两根绝缘导线组成。两根导线相互扭曲,可使线对之间电磁干扰减至最小。双绞线用作通讯链路可传输模拟信号,也可传输数字信号,适于短距离传输。用于局部网作传输介质,传输速率取决于采用的芯线质量、传输距离、驱动和接收信号的技术。如采用差分驱动和接收技术,选用高质量芯线,安装时避开噪声源,100m 内传输速率可达每秒几兆位。如在相邻一定距离内加上再生器(Repeater),则传输距离可加长,速率可更高。双绞线用于点—点连接或多点连接,采用适当的屏蔽和扭曲长度可提高抗干扰性能,传输信号波长远大于扭曲长度时抗干扰性最好,故在低频传输时,抗干扰能力比同轴电缆要高,但传输信号频率高于 10 至 100KHz 时,双绞线的抗干扰性能就不如同轴电缆了。双绞线在短距离特别是在局部网络中是一种简单经济的介质。如 Omnicnet 网络就采用廉价的 RS-422 屏蔽双绞线。它采用差分驱动和接收,距离可达 1—2km,速率最高为 1mbps。