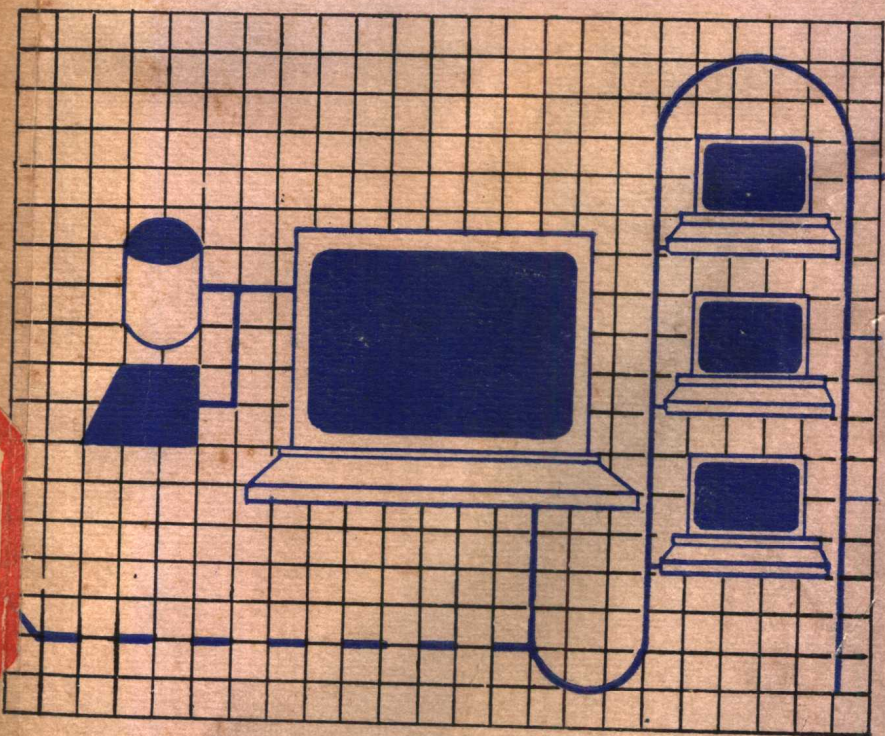


微型计算机网络

● 编著： 黄令恭

● 何文兴



辽宁科学技术出版社

微型计算机网络

黄令恭 何文兴 编著

辽宁科学技术出版社

1985年·沈阳

内 容 提 要

本书共分七章，较系统地介绍了微机网的基本内容，包括网络拓扑，介质存取控制方法，网络协议等系统结构上的问题，也介绍了网络性能评价，如何选用网络等问题。可作为大专院校有关专业师生，从事微机应用、计算机网络的科技人员参考；也可用作高等院校《计算机网络》课程的教材或参考书。

微型计算机网络

WenTingJi Suanji Wangluo

黄令燕 何文兴 编著

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

沈阳市新华书店发行 沈阳市第一印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 7 1/2 字数: 150,000

1985年9月第1版

1985年9月第1次印刷

责任编辑: 刘绍山

插图: 桂云

封面设计: 庄佩琳

责任校对: 苏太和

印数: 1—5,000

统一书号: 15288·134 定价1.50元

(委托出版)

前 言

计算机技术和通信技术的互相结合，于六十年代后期出现了计算机网络。进入七十年代以来，计算机网络得到了极为迅速的发展。其中，尤其是以微型计算机为基础的微型计算机局部地区网络（简称微机网络）已象雨后春笋般地发展起来了。局网的应用范围，涉及到的各类人员、各种设备已远远超过了远程计算机网络。随着个人计算机、毫微计算机的不断推出，局网的应用范围，将逐渐从公司、工厂、学校等扩展到家庭中去。

在新的技术革命浪潮中，我们国家对微机应用极为重视，也在不断引进和开发能用于办公室自动化、工厂自动化和家庭自动化的微机网络。在国家科委的倡导下，从一九八二年开始，每年都举行一次全国计算机局部地区网络学术讨论会，以推进这项技术在国内的开发。东北工学院曾为第一次全国讨论会编印了一本“计算机局部地区网络”。由于二年多来微机网络技术的发展较快，需要的读者又多，鉴于国内尚无这方面的，系统的参考书籍，所以在李华天教授指导下，重新编写了此书。从内容上看，本书属于微型计算机网络的引论部分。微型计算机网络的应用部分则是它的续篇，将在以后出版。

本书第一章回答了什么叫计算机局部地区网络，局网的用途，局网的内部结构，以及局网的现况等问题。给读者一个初步的完整概念。

第二章介绍了数据通信的一般原理，给从事计算机工作

的读者补充一些数据通信方面的基本知识。

第三章探讨了局网性能的评价问题，目的是让读者在学习以后各章的具体局网结构时，有个先导思想。因为局网是一个系统，不论设计、制造或选用一个系统都要考虑系统的价值。

第四章分析了环形局网三种常用介质送取控制方法的原理和性能，给出了三个相应的实例。比较了三种送取方法对性能的影响，并指出了环形局网发展的前景。

第五章进行了总线结构局网的描述，介绍了三种总线网的结构，并对总线网和环形网的性能进行了比较。

第六章讨论了网络协议。从ISO的OSI基本参考模型出发，阐述组网、协议等概念。在这个基础上，介绍了局网协议的内容——IEEE802标准。

第七章作为全书的结尾，回答了如何选用局网的一系列问题。

本书第一、第二和第五章由何文兴同志执笔，其余部分均由黄令恭同志执笔。全书内容由黄令恭同志作了校阅。

在本书出版过程中得到了沈阳市科技干部进修学院申建华同志，东北工学院郝玉霞同志的大力帮助，陶影同志帮助誊写了底稿，在此一并致谢。

由于学识水平有限，缺点、错误之处，望读者予以指正。

编 著 者

一九八五年四月于东北工学院

目 录

第一章 概述

1.1 微型计算机网络的兴起	1
1.2 局部地区网络的特点和定义	2
1.3 局网的应用环境	3
1.4 微机局网的发展简况	6
1.5 局网的拓扑和介质送取控制方法	9
1.6 通信物理介质	12
1.7 微机网的层次结构及协议	20

第二章 数据通信简介

2.1 信道	23
2.2 信号传输	25
2.3 信道的分配	28
2.4 送取技术	31
2.5 信道的建立	33
2.6 通信方式	35
2.7 差错控制	37

第三章 局部网的性能模型

3.1 性能	45
3.2 性能模型	47

第四章 环形网

4.1 引言	55
4.2 NEWHALL 环	57
4.3 PIERCE环	65
4.4 DLCN	75

4.5 环网的性能比较及发展趋向·····	86
第五章 总线网	
5.1 ALOHA网·····	106
5.2 CSMA·····	110
5.3 以太网(ETHERNET)·····	112
5.4 C-N E T·····	127
5.5 OMNINET·····	137
5.6 总线网与环形网性能的比较·····	145
第六章 局部网的协议	
6.1 ISO的OSI基本参考模型·····	150
6.2 IEEE 802 标准·····	160
第七章 局部网的选用问题	
7.1 三种常用的连接技术·····	195
7.2 二类用户·····	199
7.3 性能·····	202
7.4 局网的设置·····	206
附录1 ISO关于局网的特点和定义的论述··	214
附录2 部分局网产品一览表·····	215
参考文献·····	217

第一章 概 述

近三个世纪。每个世纪都有一种主导技术，即十八世纪的机械系统技术、十九世纪的蒸汽技术和二十世纪的信息采集、加工和分配技术。世界范围的电话网络的建立、无线电和电视的发明、计算机工业的兴起，通信卫星的发射等都与信息技术有关，从此人类开始进入“信息社会”。在信息社会中，虽然农业、制造业仍然存在，但已不再是社会经济的中心了；这就象在工业社会中，粮食生产虽然是基本的，但制造业压倒了农业。

1.1 微型计算机网络的兴起

计算机工业虽然比较年轻，但发展极快。开始阶段，计算机集中放在某个地方，如大公司或大学，为许多用户服务，称为计算中心。用户须把要解决的问题送到计算中心去处理。以后发展到利用计算机终端实现分时处理。随着计算机和通信技术的发展，尤其是廉价的微型计算机的广泛应用，对计算机系统的组成和数据处理的方式产生了重大影响。许多用户有了小型或微型计算机，通过计算机网络把分散的计算机连接起来，逐渐能代替集中计算和处理的旧方式。一个地方的计算机可以使用其它地方的计算机中的程序和数据；过去必须到计算中心去处理的问题，现在可以在分散的独立的小型或微型计算机上解决；一个终端用户所需要的数据可能存放在相距较远的计算机中，通过计算机网络进行存取。

计算机网络就是把许多分散在各地的独立的计算机连接

起来,实现数据通信,交换信息,共享资源。计算机网络是数据通信技术和计算机科学技术相结合的产物。在本世纪的七十年代许多国家建成了全国性和国际性的远程数据通信网,象美国的ARPANET、TYMNET、TELENET,法国的TRANSPAC和日本的DDX网都是这类通信网。

计算机局部地区网络(LOCAL AREA NETWORK简称 LAN) 是计算机网络的一种类型,它的一些概念与远程计算机网络是一致的,譬如,都有一个一定的拓扑结构,都利用通信链路把分散的计算机连接起来,都要遵守一定的通信协议。但在网络的性能参数上局部地区网络具有一定的特点。当一个计算机网络联系的地区范围不大,譬如说在一个办公大楼中,一个工矿企业的一群建筑物和现场中,或在一所大学的校园中,其范围在几公里以内就称为局部地区网络。根据统计资料表明,局部环境中采用的信息,80%以上是在这个局部环境中进行交换的,仅有20%以下的信息是须和外界交换的。因此计算机局部地区网络在经济上技术上越来越受到人们的重视。

由于微型计算机的广泛应用,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需要日益增长,故微型计算机局部地区网络已成为当前局网的主要内容。国外已有许多公司竞相发展微机 LAN 的产品以满足这方面的迫切需要。

1.2 局部地区网络的特点和定义*

局部地区网络一般说来具有以下一些特点:

1. 网络联系的地理范围不大,通信介质费用所占的比

* ISO 关于局网的特点和定义已在本书附录 1 中给出。

重较小;

2. 信道具有较宽的通频带, 数据的传送率较高;
3. 有高度的互相连接扩充的可能性和灵活性;
4. 网络中不一定需要中央主机结点, 而是向用户提供分散而有效的数据处理及计算能力;
5. 信道中报文传送控制的方法机构比较简单可靠;
6. 网络中某一站出了故障不致影响整个系统的运行;
7. 实现网络的费用不多, 常属于一个事业、企业单位所有, 而不属于公用服务事业。

上面虽然列举了一些LAN的特点, 但到现在为止还没有大家一致公认的关于LAN的定义。美国IEEE局部地区网络标准化委员会制订了一个LAN的笼统的定义, 其内容如下:

局部地区网络在下列方面与其它类型数据网络不同, 通信常被限制在中等规模的地理区域内, 例如一座办公楼, 一个仓库或一所学校, 能够依靠具有中等到较高数据率的物理信道, 而且这种信道具有始终如一的低误码率。

上述定义概括了该委员会对于LAN的应用环境及对实现LAN的费用上的关心; 定义强调了LAN在办公室自动化领域中的应用。定义中关于地理范围及中等到较高数据率的限制是考虑到LAN的费用问题。目前多数人认为把LAN的地理范围规定在几公里之内是可取的。关于数据率暂定为0.1—50Mbps。低误码率意味着利用高抗干扰的物理介质, 在传递数据时不需要特殊的纠错手段。

1.3 局网的应用环境

LAN的应用环境主要有办公室自动化、工业控制、实

验室、学校、商业、银行及军事单位等。

1. 办公室自动化 (OFFICE AUTOMATION 简称 OA) 是国外正在兴起的一门新的领域, 它是建立在廉价的计算机和通信设备之上的。实现办公室自动化的目的是:

(1) 用现代化的科学技术装备办公室, 使办公人员, 包括一般工作人员和高级管理人员, 能够用这些现代化的手段和方法去改进目前的信息生成、传送、处理手段和方法, 如函电公文的来往、文件档案的保管和检索, 数据信息的收集、统计、打印、复印、报表、草拟文件和举行会议, 以提高工作效率和工作质量。

(2) 利用计算机对大量数据高速处理的能力, 运用系统工程学、计量经济学等科学方法可向高层管理人员提供多种可供选择的方案, 以便决策, 制订计划和规则, 对社会和生产进行优化的控制和管理, 使所管理的企事业单位达到预定的目标, 收到优化的经济效益。

(3) 办公室系统是一个人——机系统, 不是让机器代替人, 而是帮助脑力劳动者充分利用现有资源, 改善他们的工作条件, 使他们能从事更富有创造性的劳动。

LAN能提供文件传送、电子邮信、分布式数据库, 传真及电子会议等功能。目前国外对办公室的工作模型、办公室自动化的设备以及LAN在这种环境下应具有的功能等正在大力进行分析研究工作。这是一个综合性的跨学科的新技术, 它涉及到行为科学、社会科学和组织等问题。

2. 关于在工业控制环境下的应用问题, 近几年在美国普度大学(PURDUE UNIVERSITY)有一个属于国际电工委员会(IEC)的分委员会专门从事探讨在工业控制环境下局

部地区网络的标准化问题。此局部地区网定名为PROWAY (PROCESS CONTROL DATA WAY) 他们的目标是制定一个真正实用的实时控制的LAN标准, 特别强调其可靠性和安全性。所制定的标准不限于某特殊应用环境而是有广泛的适用性, 并且考虑使其实现时价格低廉, 因此所考虑的功能并不太复杂。对PROWAY所考虑的功能如下:

(1) 可以连接多达100个站(各有自己的地址, 诸如操作人员控制台带有键盘的屏幕显示器)、有若干控制回路的控制中心、用来扫描转接模拟量的及数字量输入输出的多路转接开关、可编程序控制器、进行流水作业过程的时序控制器、数据采集及报表打印机等等。站间的距离不超过两公里, 数据传送率在1Mbps以上。

(2) 数据传送应有高度的可靠性, 不采用站间存储转发手段。任何站有故障时不影响整个网络的工作。在工业强干扰下平均出错率应低于 $\frac{1}{1000}$ 操作年。各站间不仅有一条物理通道而且还有冗余, 对路径有可选择的余地。

(3) 网络必须有较好的实时响应能力。

(4) 在可能范围内尽量满足各种应用的要求。

3. 在科研实验室环境下, 根据不同的要求需要LAN兼有上述两种环境下的某些功能, 如采集、传送及处理大量的数据、进行实时控制、绘制图表、仿真、打印实验报告、查阅文献资料等。有时需要分布式科学计算的能力及为了开发研究共享资源等。

4. 在军事应用环境下有灵活小型的战术配置, 也有大型的指挥、控制及通信(C³)系统。它主要考虑的问题是在恶劣环境下的耐用性、保密性、可维护性及部分硬件损坏时系

统的生存性等。

1.4 微机局网的发展简况

局部地区网络的研究工作是七十年代初开始的。当时只限于一些大学及研究实验室中利用小型计算机组成局部地区网络。目的在于增加系统的计算能力,共享资源,对系统结构进行探索以及对系统软件进行开发等。例如美国的加州大学劳伦斯、利物莫实验室(LAWRENCE LIVERMORE)的OCTOPUS网络,贝尔实验室的SPIDER网络等。OCTOPUS是用几台不同类型的计算机组成的非均匀性结构的星形网络。贝尔实验研制的是环形网络。加州大学在欧文校区内还研制了一个环形分布式计算机系统DCS,如图1—1所示。

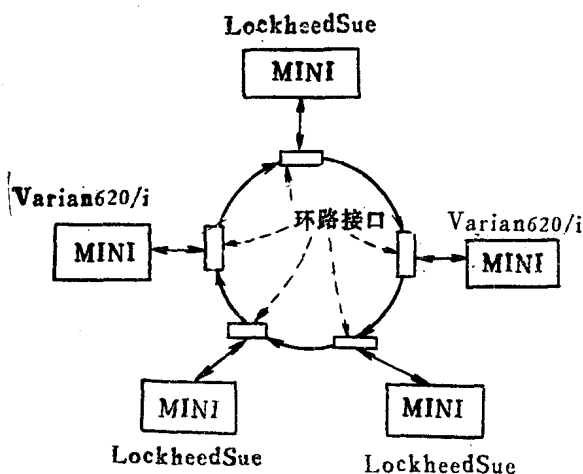


图1—1 欧文校园环形分布计算机系统(DCS)

在该系统中每台计算机由自治的操作系统控制并通过环路接口连到一个单向通信环路上。环路接口包括移位寄存器、缓冲存储器及与计算机联系的存储器等。

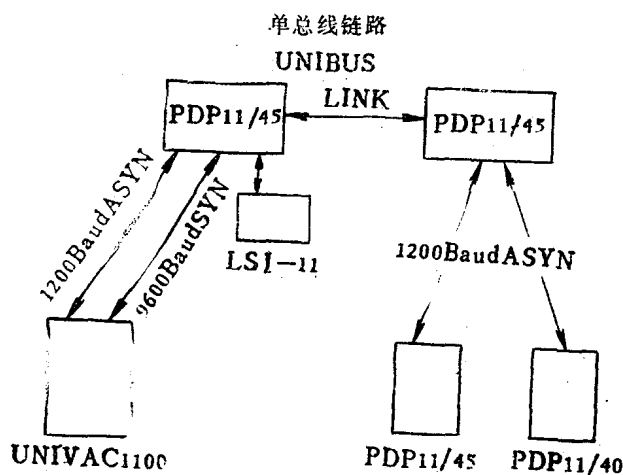


图1—2 马里兰大学DCN网络

美国马里兰大学发展的分布式计算机网络 DCN (如图 1—2所示)，在该网络中用了UNIVAC1100系列及 DEC 公司的PDP—11系列的机器，通信使用了速率较低的 I/O 通道。该系统应用了虚拟环境的概念，进程在该环境中可以和核心软件系统通信对话。核心包括VOS（虚拟操作系统）及 BOS（基本操作系统）。该网络是作为一般的科学计算、图象处理、信号处理及开发软件之用的。

1973年在XEROX 公司的Palo Alto 研究中心 (Palo Alto RESEARCH CENTER PARC)出现了第一个总线竞用方式的以太网(ETHERNET)，1979年XEROX 宣布了以

太网络正式产品问世。1980年初,美国的DEC公司和INTEL公司与XEROX公司联合宣布,以XEROX的ETHERNET网为实验基础,三个公司合作开发网络的协议规范,于同年九月发表,这个规范只限于ISO组织的OSI七层模式的最低两层,三个公司分工,由XEROX提供基本的局部网络设计;DEC公司提供收发器等通信设备的设计和计算机网络的专门技术;INTEL公司则把通信控制功能引进到所生产的超大规模集成电路芯片上去。三个有名公司的联合行动对美国震动很大。到1981年已有120家厂商声称要生产局部网络用的各种部件。1982年4月在意大利佛罗伦萨召开的国际局部地区络网会议上,集中讨论了超大规模集成电路用于局部地区网络;LAN的应用;网络操作系统;LAN的性能的改善;通过LAN综合传输声音和数据;LAN的系统 and 结构体系等问题。

英国的剑桥环是剑桥大学著名W.V.WILKES教授领导开发的环。从1974年开发以来,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。

美国在办公自动化机器方面领先的王安公司1982年向市场提供了宽带局部地区网络WangNet。该系统应用340兆赫的同轴电缆,使用了几个间隔开的独立的通信频道。信息送取采用了改进的载波侦听多路送取/碰撞检测(CSMA/CD)方法,使用高级数据链路控制(HDLC)规程。用于王安公司产品(WANG VS. OS及2,200VP/MVP/SVP系统)之间的数据传输率可达12Mbps,该网络兼容非王安公司的产品。目前系统尚保留65%的频带作将来发展之用。WangNet是针对办公室自动化的环境而设计的,系统组合了文字处

理、文件传送、电子邮信、声音及电视图象传送等功能，代表了当前发展的一种趋势。

IBM公司也宣布了它所开发的环形局网问世，称之为苏黎世环。从结构上讲，这种系统灵活，可靠，便于扩充，可以逐步发展。它能满足办公室自动化日益发展的信息传输系统对局部地区网络的要求，并且声称设计上考虑了15年后技术发展的需要（详见本书第四章）。

LAN目前发展的另一个趋向是通过网间连接器(GATEWAY)实现各个LAN之间的相互连接，实现不同厂家的计算机，不同类型的终端，不同LAN之间的互连。最终，局部地区网络和公用数据网络将会合成为综合通信网络。1983年9月美国宣布在作为开发研究性质的ARPANET上已联上几十个LAN结点。

值得注意的是，由于PC（个人计算机）的出现，属于微机局网的低档产品PC网*，由于价格便宜，使用灵活，迅速占领了微机局网市场。据美国加州STRATEGIC公司的统计和预测表明：1980年美国安装了一万二千套PC网，而仅装了八百套其它局网。到1983年PC网将会增加到11万套。

1.5 局网的拓扑及送取介质控制方法

在网络拓扑，介质送取控制和传递介质等方面，LAN与远程计算机网有较大差异。局网的拓扑与下列因素有关：

1. 信息传递送取的方法及流量（吞吐量）；
2. 建网的费用；
3. 网络的扩充性及改动的灵活性；

* PC网是指个人计算机局网，它是包括ETHERNET, ARCNET, PRONET等等低档微机局网产品在内的统称。但也有厂商沿用PCNET作为产品商标的。

4. 可靠性及生命力。

星形网络在早期采用得较多，其中介质存取控制方法通常由中央站查询哪一个站需要发送信息。当某一个站要发送信息时也必须经由中央站转发。如果目的站暂时不能接纳信息，则只能在中央站中暂存。实践证明这种拓扑不经济，可靠性不高，一旦中央站出了毛病整个系统就有崩溃危险。因此，除了站数很少的情况外，这种拓扑用的不多。

象远程网那样的一般分布式拓扑可采用报文分组交换的方法，信息传到每一结点后要进行路由选择，其所用的链路控制规程较复杂，因此局部地区网络也很少采用这种形式。

当前局部地区网络最常用的拓扑是环形和总线两种。在环形网络中，信息一般是单方向的从一个结点传到另一个结点，一直到达目的站。发出的信息在到达目的站后可以从环路上把信息撤消，也可以兜圈子回到原发送站后再撤去。环网的优点是实现简单方便，发站不必知道收站位于何处，不需选择路径。此外，用广播式向几个站播发信息也很容易实现，因为环路中各站都能收取信息。环形网主要缺点是可靠性不高，环中某一节点出故障将影响整个环路的信道畅通。目前正在研究克服此缺点的环形网新方案。

环形网络有几种介质存取控制的方法。第一种是应用“控制令牌”(CONTROL TOKEN)的方法。即有一个标志信息作为令牌在环路中依次传递，任何一个结点得到“令牌”就取得了发信权，而这时未取得令牌的结点只能接收信息。“令牌”方法可以使环路中的各结点有轮流发送报文的机会。“令牌”的产生和管理可以是集中的也可以是分散的。第二种方法称为信息槽法(MESSAGE SLOTS)，有一连串