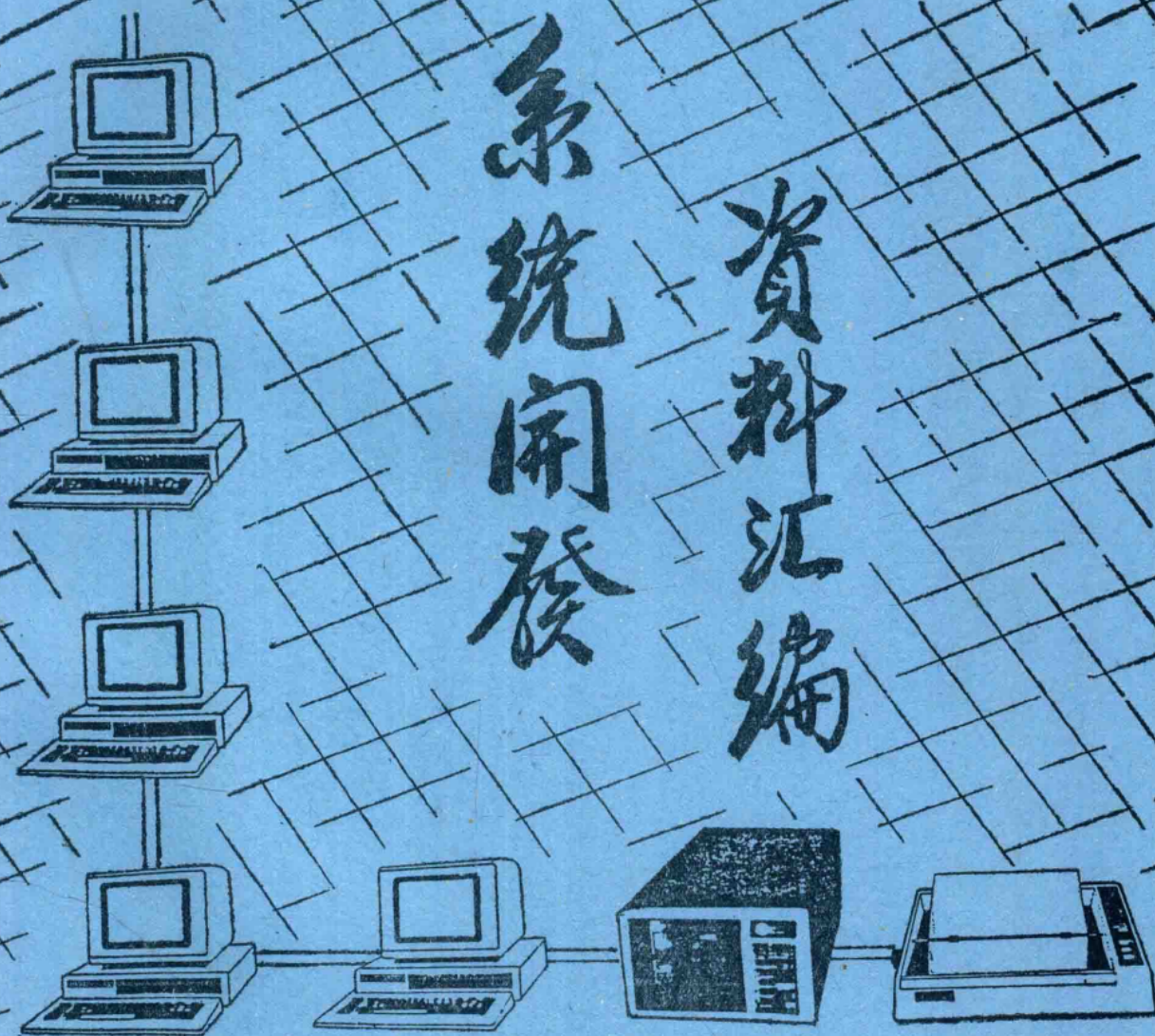


汉字微机以太网局部网

系统开发

资料汇编



中国人民解放军空军第三研究所

一九八五年十月

编 者 的 话

我们组织编辑了一期《汉字微机以太局部网系统专辑》。

“汉字微机以太局部网系统”是我所重点科研项目之一。课题组同志经过充分的调研、分析和比较,提出采用引进美国 3 COM公司的以太局部网进行开发工作。该网只能运行西文,不能处理汉字信息。因此,必须对系统进行消化、分析和改造。经过一年的努力,已于1985年7月通过系统开发技术成果鉴定。总参、国防科工委、海军、二炮、空军、科学院、清华、北大等22个单位派人参加了鉴定会。其主要成果有:

1. 完成了 3 COM以太网网络软件2.2, 2.4版本的全部汉化工作。实现共享汉字资源、汉字打印及汉字文电在网上的传输。

2. 改造原有汉字操作系统,使汉字库不占用户内存空间,可按需要更换各种字库;具有灵活的中西文兼容接口;在系统原有四种输入方法的基础上,又增加了“五笔型”汉字输入法。并且,还可根据需要增加各种汉字输入方法。

3. 在图形方式下,将显示器一屏显示12行汉书改为显示24行,达到每屏960个汉字,并能方便地进行作图、制表以及文字处理等。

4. 将小型机的 INFORMIX 数据库移植到微型机上并完成汉字化工作。该数据库的功能比dBASE—II, dBASE—III强得多,为网络的应用开发提供了良好基础。

鉴定认为:上述开发成果在技术上是成功的,有推广价值,其中两项有所创新,在国内处于领先地位。目前,这些成果已开始推广应用,效果良好。

参加“汉字微机以太局部网系统”开发应用课题的成员有丁淀源、高海明、辛时萱、郝茂福、佟惠福、姚维辉、杨超英、梁剑、王翱、陈学谦、王雅兰、尤祖跃、赵燕华、苗永夫、孙红等同志。在课题组提供给鉴定会议的技术文件的基础上,由丁淀源、高海明、郝茂福、姚维辉、王翱、赵燕华等同志执笔,补充修改完成了有关以太局部网系统开发成果的7篇文章予以发表,供了解、使用和研究以太局部网的同志们参考。由于时间仓促、水平有限、错误和不妥之处,请读者批评指正。

有关技术合作的启事

我所在开发 3 Com公司的以太局部网络的过程中,得到了许多兄弟单位的支持和帮助,在这里,我们向这些单位的领导和同志们表示感谢!

半年来,先后已有几十个单位来我所参观,对此网络很有兴趣,对我们的工作给予较高评价,并提出了有关技术转让、技术咨询以及要求我们帮助建立网络的要求。到目前为止,已有北京军区总医院、济空后勤部、江苏省委机关、西安财经学院、北京前进化工厂、航天工业部二院等十几个单位利用我们开发的成果建立了网络系统,并投入了使用,普遍反映运行可靠,使用灵活,操作简便。对于兄弟单位的这类要求,我们的基本态度是:在力所能及的情况下,热情地同兄弟单位合作,加速以太网在我国的应用。我们也希望,各兄弟单位开发的通用性软件成果能互通有无,互相学习和借鉴,尽量避免重复性的工作,达到节省人力物力、加快开发的目的。

有关以太局部网络技术合作的事项,请与丁淀源同志联系。通信地址:北京2857信箱。我所的地址在德胜门外西三旗。



《汉字微机以太局部网系统专辑》

汉字微机以太局部网系统介绍及其 在办公室自动化中的应用.....	(1)
图形方式一屏显示24行汉字的实现.....	(21)
以太局部网软件的汉字化.....	(31)
INFORMIX关系数据库管理系统的汉化.....	(35)
在IBM PC-XT及兼容机上加入五笔型汉字输入方法.....	(38)
以太网用户站网络驱动软件ENET·SYS分析.....	(41)
以太局部网用于机关办公事务处理的几个问题.....	(46)

汉字微机以太局部网系统介绍 及其在办公室自动化中的应用

前 言

办公室自动化 (Office Automation简称OA) 技术是一门综合性跨学科的技术, 它涉及计算机科学、通信科学、系统工程学、管理学、经济学、数学、社会学、军事学等学科。

用现代化的科学技术装备办公室, 可以使办公室的工作人员能够用这些现代化的手段和方法来改进目前所采用的信息生成、传递、处理的手段和方法 (如函电公文、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等), 以提高工作效率和工作质量。利用计算机局域网络和远程网络, 以及程控交换机、闭路电视系统和图传等设备来改进办公室的功能结构, 将大大提高工作效率, 收到良好的效果。

以上所提到的“办公室”的含义是很广泛的, 目前国外运行的银行办公系统、国际航班机票订购系统、商场库存管理系统、辅助设计系统、医疗诊断和管理系统以及军事C³系统的某些方面等都可以归于办公室自动化技术的范畴。

本文说明选用以太局部网络系统作为办公室自动化局部网的依据, 并详细介绍以太局部网络系统的结构、功能和性能以及办公室自动化以太局部网络系统的构成。

一、办公室自动化局部网 (LAN) 的选择

国际上流行的计算机局部网络很多, 按拓扑结构来分, 大体分为三种: 星形、环形 (回路型)、总线型。对上述三种类型加以比较, 有助于选择适用于办公室自动化的网络。

1. 星形 (Stars), 如图 1。

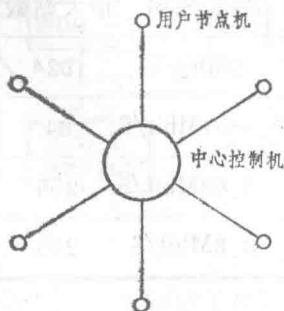


图 1

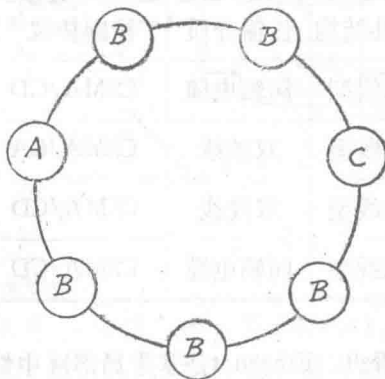


图 2

星形有一个中心控制机，所有的用户节点机都连接到中心控制机，用户之间的通信，必须向中心控制机发出中断（Interrupt）或由中心控制机通过查询（Polling）、分时多路（TDM）进行控制。其优点是扩充用户比较容易，结构简单。缺点是中心控制机故障会造成整个网络瘫痪；可靠性差；传输数据速度慢，比Ethernet要慢100—1000倍

2. 环形（Rings）、回路型（Loops），如图 2。

环形和回路型其拓扑结构都是环形，就是把用户节点按环形状连接起来的网络。网络控制可以集中于一个节点（Loops型），通信集中控制；也可以将控制分散到各个节点（Rings）。现以回路型为例，说明其结构：

环控制器A是一台小型计算机用来执行环网管理。

环接口机B是连接计算机或其他终端到网络的接口设备。

网间控制器C可以通过它与别的环形网相连。

环控制器通常采用通行证（Token Passing）和空时间片（Empty Slot）来控制网络上的传送信息。其优点是它能支持数量较多的节点。缺点是网络中任一节点故障，会使整个网络停止工作，可靠性差；节点愈多，传输速度愈慢。

3. 公共总线型（The Common Bus），如图 3

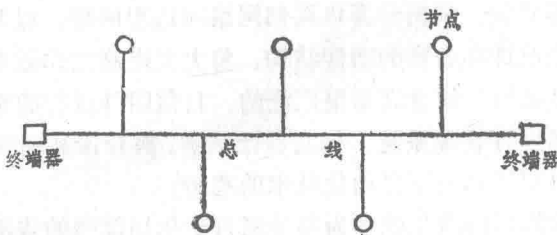


图 3

公共总线型拓扑结构是将许多用户节点并行地链接到一根公共介质（例如同轴电缆或双绞线）上，其工作原理是分布式控制、高速广播式传输、多向访问、竞争发送、无冲突接收。采用公共总线方式的网络很多，如大家所熟悉的 3 COM公司的Ethernet、Corvus公司的Omninet、Zilog公司的Z—NET、Cromemco公司的C—NET等。

其性能见表 1。

局网名称	拓扑结构	传输介质	控制协议	传输频带	传输速率	最大站数	最大距离
Ethernet	总线型	同轴电缆	CSMA/CD	基带	10Mbit/S	1024	2.5Km
Omninet	总线型	双绞线	CSMA/CA	基带	0.5~1Mbit/S	64	0.55~1.2 Km
C—NET	总线型	双绞线	CSMA/CD	基带	0.88Mbit/S	255	2 Km
E—NET	总线型	同轴电缆	CSMA/CD	基带	0.8Mbit/S	255	2 Km

从表中看出，Ethernet是基带局部网中性能最好的网络，其速率、接站能力、控制方式、协议标准化都优于其它网络。下面着重对以太网网络加以介绍。

二、以太网网络

Ethernet (以太网) 最初是XEROX公司于1975年研制用于小型计算机的局部网络。

1980年9月30日由Intel、DEC、XEROX 三家公司联合, 研制出用于个人计算机(PC) 的以太网, 并规定了共同遵守的OSI协议 (开放系统互连模式协议)。这一协议一共有七层, 即物理层、链路层、网络层、传输层、会议层、描述层、应用层。这个OSI 协议符合 IEEE802局网标准, 易于与其他符合标准的网络连接, 很快就得到了美国六十多家公司的接受和支持。

由于IBM和DEC公司的参加, 3 COM公司的以太网很快组成了 IBM PC-XT第一个局部网, DEC公司也在PDP-11和VAX系列组成了以太网。

总之, 以太网是一个性能相当高的微机局部网络。由于它是总线型结构, 用户可以根据需要任意组合, 任何一个工作站故障不会影响全网。从表中可以看出, 在基带传输的网络中, 其性能名列前茅。国内外都有人对系统进行汉字化改造, 对于发展和普及用于办公室自动化的汉字微机网络, 前景是非常光明的。下面分别介绍网络的构成、网络软件、系统配置和网络性能。

1. EtherLink网络控制器板

EtherLink实际上是一块硬件板, 它插在工作站的槽内, 沟通工作站与以太网之间的信息交流。EtherLink有各种不同的类型, 它可以插在Q BUS、Multibus、Unibus上, 即可以连接PDP-11、VAX系列和 IBM PC-XT、PC-AT及其兼容机系列的机器上。

EtherLink板逻辑框图如图4。它由以下几部分组成: 总线接口、控制器、DMA控制、缓冲存储器RAM和控制、以太网地址PROM、EDLC、编码器、译码器、收发器电路等。

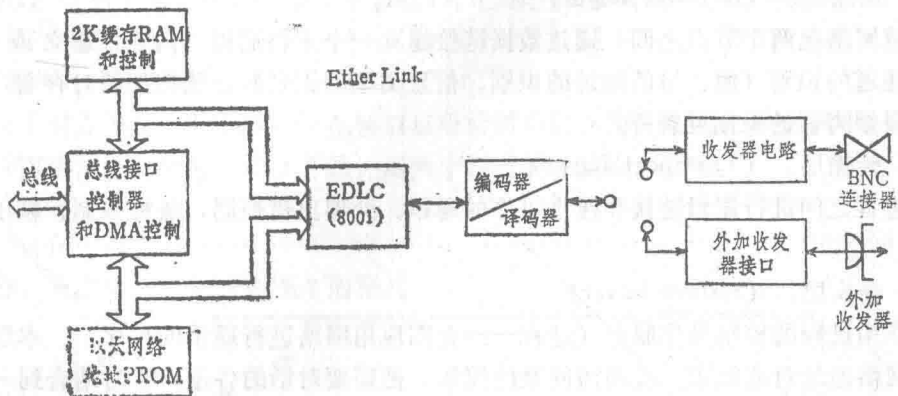


图4 Ether Link逻辑框图

EDLC是EtherLink板的心脏, 它是Seeg技术公司的产品, 型号为8001。它是数据链接控制器芯片。8001提供符合Ethernet技术规范的CSMA/CD功能, 缓冲寄存器的管理、DMA控制和散列地址。

从图 5 可以看出EDLC (8001) 硅片结构逻辑包含：计数器时钟、两个先进先出缓冲寄存器、一个地址校验和CRC校验电路和并/串等电路。

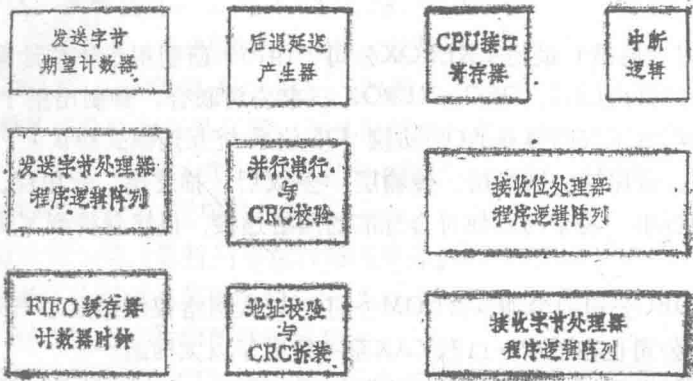


图 5 EDLC (8001) 芯片逻辑

从EtherLink板的逻辑功能分析，它只完成了两层协议：物理层、数据链路层协议。下面分别介绍一下 ISO（国际标准化组织）提出的 OSI（开放系统互连）七层协议的功能

(1)七层协议功能简介：

a. 物理层：(Physical Layer)

主要有信息编码/译码电路(编码用曼切斯特 (Manchester) 方式，解码用相位锁相方式)；发送接收器线路；冲突检测线路；传输媒体——电缆，完成帧信息的发送/接收及冲突检测功能。

b. 数据链路层：(Data Link Layer)

完成帧信息从一个节点传送到其他节点所必须的功能。包括发送数据帧的组装；接收数据帧的解装；载波侦听；始末标志；地址识别；链路访问 (CSMA/CD)；出错检测 (CRC校验) 及重发等。

c. 网络层：(Network Layer)

提供网络上两个节点之间，通过数据链接建立一个逻辑通道。内容：建立或拆除链接；对通道的识别 (源、目的地址的识别，信息类型的识别)；帧信息暂时存储和再发送；信息组寿命的控制处理等。

d. 传输层：(Transport Layer)

在进程之间进行逻辑链接和建立可靠的通讯，处理出错控制，流程控制，帧压缩及再装配等。

e. 会议层：(Session Layer)

为应用进程的控制操作服务 (进程——企图应用网络进行通讯的程序)。本层使进程名字用网络地址对应起来，实现访问数的控制。把需要对话的各用户暂时结合到一个协同的关系之中，称之为会议。会议层执行过程：建立会议首先由描述层提出一个对话的目标；管理对话；释放对话。

f. 描述层：(Presentation Layer)

又称表达层。为应用进程的操作服务，由于外部I/O设备信息特性不同：如数根结构、字符系统、程序调用、整数的定义都不相同。描述层就是把不同的数据格式、不同的程序

语言的代码及表示方法。用映象表的方法把它们统一起来，使应用层好象只连一类设备、一种程序语言一样，这种方法称之为虚拟设备的通讯访问方法。

g. 应用层：(Application Layer)

直接为终端用户服务，完成用户要求的功能，包括：系统管理协议；开放系统的控制与监控；应用进程的控制与监控(网络访问控制)；电子邮件；书写文件；数据库等功能。

(2) 帧信息发送：

在以太网上的信息传输，是以帧为单位发送的，其信息格式如图 6。

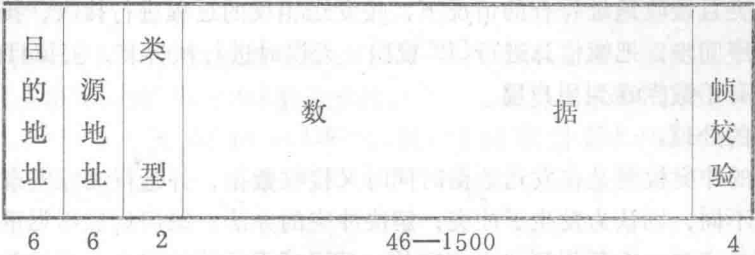


图 6 以太网网络信息结构

以上都是以字节为单位的。

地址段可以分成两类：

* 物理地址：一个工作站的物理地址，在同一网络上与任何其他工作站的物理地址不同。

* 多向投掷地址：一个报文信息可以同时投向多个目的地址的工作站。

类型段是提供高层协议使用的信息段，它指出数据段所传输信息的类型，信息类型有：

* 数据信息组：传送数据用的信息组。

* 应答信息组：应答用的信息组包括：正常接收；信息长度超长或过短；CRC校验出错；接收主机缓冲区已满；信息失败等状态信息。

* 检测用信息组：用于检测其他工作站是否正常的信息组。

校验段 (FCS) 为32位的CRC冗余校验码。它的生成多项式 $G(X) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$ CRC校验范围包括地址(目的和源)、类型和数据段。

但为了对方接收，发送时必须在帧信息段前面再加上同步序列，同步序列是由64位同步位组合而成，以交替的 1 和 0 开始，用两个相连的 1 结束。如下：

1 64
10101010.....10101011

这样，发送信息就组成如图 7 的格式。

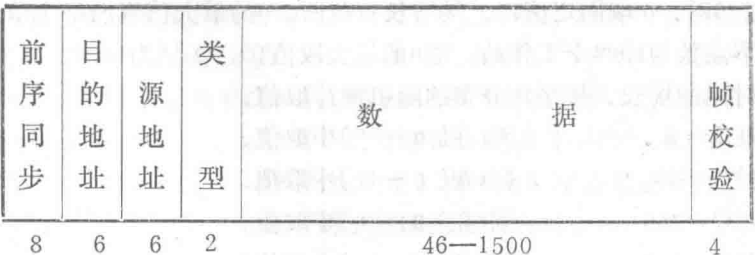


图 7 发送信息格式

用户层发出的命令参数和数据,由工作站 CPU 把这些参数和数据送到EtherLink的共享存储器RAM中,启动EtherLink板中的DMA在数据链路层进行帧装配,根据命令参数装入发送目的地址、源地址、类型,从共享存储器中读出数据并且进行帧校验,帧信息组成以后,通向物理层的发送器,在发送器加上前序同步,并把这些信号按位进行相位编码(曼切斯特编码),然后向网络上发送,如果没有冲突,直到接收端无误时,则发送成功。发送两帧之间的最小间隔为9.6μs。

(3)信息的接收

在没有冲突且接收地址符合的情况下,按发送相反的过程进行接收。接收器进行相位解码,去掉前序同步,把帧信息进行CRC校验,无误时进行帧拆装,去掉目的、源地址、去掉类型,把有用数据送到用户层。

(4)冲突的处理:

以太网络的冲突检测是在发送数据时同时又接收数据,并进行比较实现的,如果发送和接收的数据不同,则认为发生了冲突,解决冲突的办法,采用后退延迟重发的办法来解决,后退延迟是通过一个延迟算法来实现的,后退延迟的算法很多,现推荐三种:

a. 二进制指数后退算法:

$$T=2a \times 2^{i-1} \quad a=L/V$$

其中: T—冲突i次的信息组再发送的延迟时间。

i—冲突的次数。

L—网络电缆长度。

V—电子传播速度。

2a—表示信息在网络上传输往返一次所需要的时间,称为时间片。

b. 截断的二进制指数后退算法:

这种重发延迟的算法类似于二进制指数后退算法,根据节点的多少,规定最大上限,如遇冲突过多,当重发超过16次,以故障报告节点主机,由软件进行处理。3COM公司以太网就是采用此种算法。其表达式如下:

$$T=r \times t \quad (0 \leq r \leq 2^n - 1)$$

r—是在0与 $2^n - 1$ 之间均匀分布的随机数。

$n = \min(i, 10)$

t—是时间片,即2a

i—冲突次数

n在1与10之间取小者,这一公式体现了截断的方法,n最大不得超过10。i是随冲突的增加而增值,但n并不完全无条件地随i增值,其条件是当i增值小于10时,n取值为i,当i的增值超过10时,n取固定值10,其增长被截断。n的最大值视网络上节点数而定。如以太网最大节点数为1024个工作站,故n的最大取值10, 2^{10} 为1024。

延迟时间的增长,按平均分布的随机规律取值。

工作站Q=8, 则r在(0—3)中取值,

工作站Q=64 则r在(0—6)中取值,

工作站Q=256 则r在(0—8)中取值,

工作站Q=1024 则r在(0—10)中取值。

c. 线性增长后退算法:

二进制指数后退算法的不足之处是重发延迟时间随冲突次数增长太快。为了改进,提出了线性增长后退算法。

$$T=2a+b(i-1)$$

b是一个待定的参数,它的最佳值可以用实验方法选定。实验结果证明, $b=3a$ 时系统的平均响应延迟时间最短。

2. 以太网网络软件

3 COM公司以太网网络软件,是建立在MSDOS 2.0版本上的,前面已介绍了OSI七层协议,最下面两层协议是由EtherLink板完成的。3、4层协议使用了Xerox公司的网络服务软件。5、6、7层协议是由3 COM公司的网络软件EtherShare、EtherPrint、EtherMail完成的。见表2。

表2

ISO/OSI	Reference	Model
7. Application		EtherMail
6. Presentation		EtherPrint
5. Session		EtherShare
4. Transport		Xerox
3. NetworK		NetworkServices
2. LinK		EtherLinK
1. Physical		

以太网网络软件又分网络系统软件和网络应用软件。

a. 网络系统软件:

EtherShare软件能够使多个PC用户共享网络服务站的大容量硬盘, EtherShare 根据用户申请,动态划分硬盘为“卷”或“份”,把这些“卷”分配给用户使用或给应用程序使用。卷的特性由用户确定,提供数据保密措施,访问卷受到卷的类型和通行字的限制。所有的用户都可以存储程序或数据,多个用户可以同时读,但是只有程序设计者的用户才能写。

专用卷只有授权用户在一定时间进行读和写。诸如数据库管理、信号灯或软件“标志”是用来协调多个用户同时改变共享的同一文件卷,从而保证了数据的完整性。当使用3COM AP网络服务站时, EtherShare也提供一个自动后援特性。EtherPrint系统软件能使多个PC用户同时通过网络发送数据至共享打印机,每个网络服务站能够支持两台打印机,并且EtherPrint软件允许用户选择网络上任何一台打印机。准备打印的信息,由用户的PC存储到服务站硬盘上,如果指定的打印机正在使用,则由网络服务站进行信息排队,直到打印机空闲时再去打印, EtherPrint也可以用于打印图形和表格。

b. 系统应用软件 EtherMail

用计算机进行通信和数据处理，电子邮件EtherMail 将成为有力工具，大大增强了办公室自动化的能力。EtherMail允许用户自己编辑、发送、接收、回答。可发送电子报文到网络上的其他用户。电子邮件可以根据分配清单，将信息发送给指定的单个用户或一群用户。电子邮件可在任何时间发送信息，接收者可在他们方便的时候进行阅读。文件卷中的存档可在以后作为参考，所有信息的目录格式分别地列出日期、发方和每个报文的标题。

远程EtherMail:

远程电子邮件允许用户PC远程地从网络上发送和接收电子邮件，它经接口、调制解调器Modem、标准电话线路进行传输，提供所有的电子邮件特性。

关于三个网络软件的详细使用说明，请参阅我所翻译的两本手册：“3 COM以太网用户指南”和“3 COM以太网管理员指南”。手册中有关以太网络系统的安装和网络命令的使用等内容，对用户都是非常有用的。

三、办公室自动化以太局部网的构成

1. 3COM公司的以太网

根据网络传输介质——电缆的粗细不同，以太局部网又分粗缆以太网和细缆以太网（以下简称粗以太网和细以太网）。它们的传输速率、最大工作站数、控制方式等主要性能指标相同，只是在网络连接方式和传输距离上有点差异。

(1)细以太网

细以太网的特点是它不需要外加收发器，网络收发器就做在 EtherLink 板上。细以太网电缆可以直接连到EtherLink 上的 BNC 连接器上。细缆的优点是重量轻、体积小、价格便宜且易于安装，但由于细缆内部比粗缆少一层屏蔽且较细，使信号易受干扰，衰减大，因而段长度受到限制。细缆段长度最长为304.8米(1000英尺)。细以太网络的构成如图 8 所示。

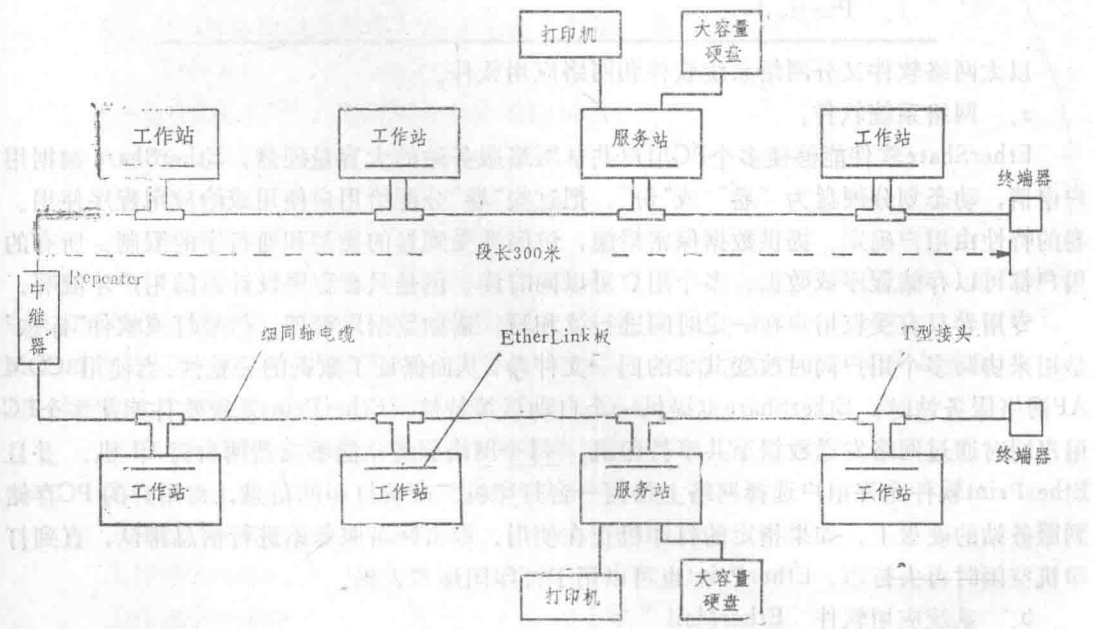


图 8 细以太网结构

(2) 粗以太网

粗以太网不使用EtherLink板上的收发器，用板上的开关选择，外加收发器，用粗电缆将收发器与EtherLink板相连。粗缆由于屏蔽性能好，衰减小，因而段长度比细缆长，传输距离远，但价格贵且不如细缆好安装。

连接收发器与IBM PC机的电缆称收发器电缆，其长度最长允许50米。网络电缆的段长度一般为500米，若用3COM公司的收发器，则段长度可达1000米。粗以太网结构如图9所示。

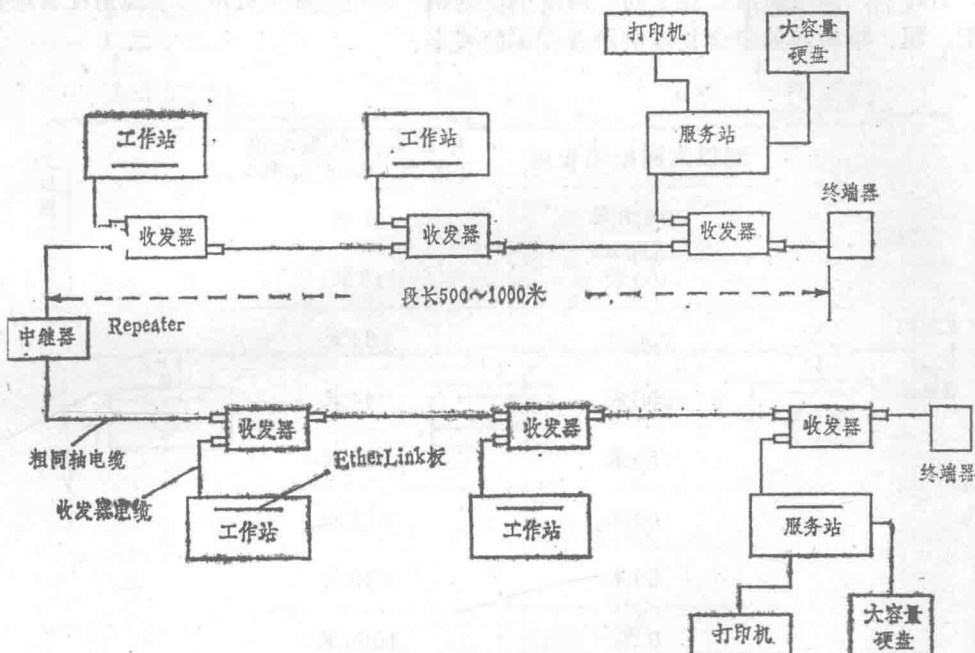


图9 粗以太网结构

粗 细以太网的区别见表3。

表3

	细 以 太 网	粗 以 太 网
电缆型号	RG-58A/U50Ω RG-58C/U50Ω	以太网50Ω ¹
连 接 器	BNC系列	N系列*
段最大长度	304.8米 (1000英尺)	500米英尺 (1650)**
两计算机或收发器最小距离	1米(3英尺)	2.5米*** (7.5英尺)

*假定配3COM 3C100收发器，其它收发器用接头型连接器。

**若用3COM 3C100收发器，段最长达1000米。

***若用3COM 3C100收发器，则收发器间无最小距离。

无论是粗、细以太网，当网络长度超过段最长长度时，必须加中继器。中继器的作用是把独立的段连为一体，组成一个多分支的大网，即把多段粗或细以太网连成较大的网络。但其工作特性如同一个以太网同轴电缆段。中继器延长了单段电缆的长度，并能从中心位置段分支。每个中继器具有一个收发器的电特性。因此，每个电缆段上最多只能接100个中继器及计算机，两个计算机间（通路上）最多能接两个中继器。

(3)粗、细电缆组成的以太网网络

粗、细以太网的同轴电缆主要电性能相同，两者都符合以太网认证标准的信号及协议定义。若将粗、细电缆混合连于同一网络中，则粗、细电缆相接处应加电缆适配器进行转接匹配。粗、细电缆的组合长度应符合表 4 的规定。

表 4

细以太网电缆长度	粗以太网电缆长度 (带 3COM收发器)
304.8米	0 米
300米	16米
250米	184米
200米	344米
150米	508米
100米	672米
50米	836米
0 米	1000米

例如，若网络内用了200米细缆，则此网内最多只能用344米粗缆。

粗、细以太网结合时应符合下列规定：粗、细电缆长度应小于1000米或满足下式：

$$(3.28 \times T) + E \leq 1000 \text{米}$$

式中 T=细缆长度

E=粗缆长度

上式是假定网络中仅有 3 COM 公司收发器及EtherLink板。若用其它厂家收发器，则总长度减到：

$$(3.28 \times T) + E \leq 500 \text{米}。$$

粗、细以太网混接如图10所示：

网络极限：

- * 以太网络上连接计算机最大数量 1024台
- * 在一个电缆段上连接计算机最大数量 100台
- * 整个以太网络上连接服务站最大数量 (2.4版本) 1024台
- * 每个PC或AT服务站带用户站最多数量 50个
- * 在任一时刻登录到服务站的用户最多为 20个

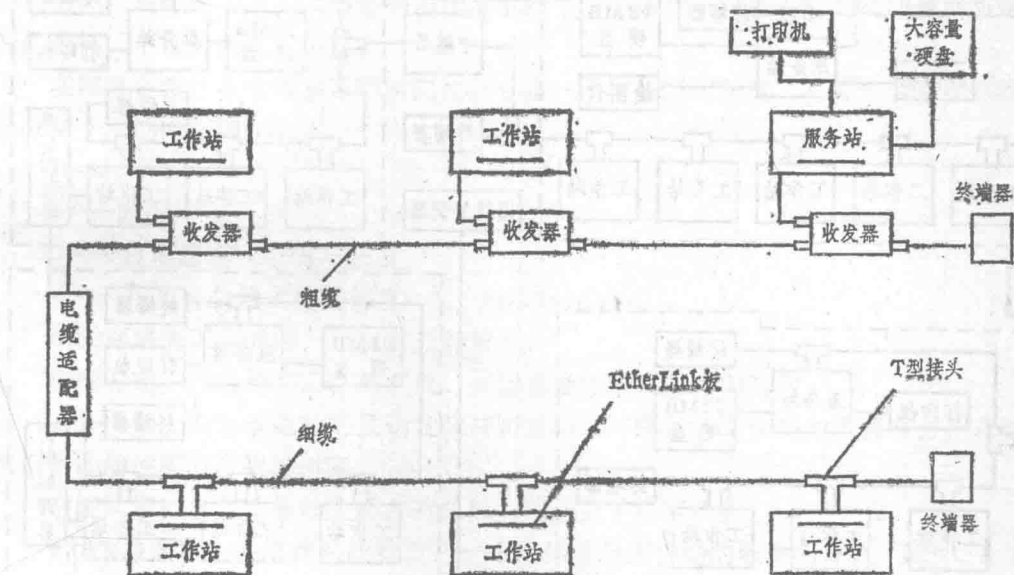


图10 粗、细以太网混接结构

- * 在任一时刻在PC或AT服务站上, 用户链接到打印机的用户最大限量 20个
- * 每个服务站文件卷最大数量 100个
- * 每个服务站 (对于多用户应用) 信号灯最多 150个

2. 办公室自动化以太网络系统设置

根据办公室使用要求、地理位置、面积和经济情况, 可以组成不同规模的以太网络来满足用户的要求。下面以一个大的单位自己组成一个局部以太网络为例, 介绍一种较大型的以太网络。两单位若离得近则用中继器 (Repeater), 将两局部网络连接起来; 若离得远则用调制解调器 (Modem), 通过电话线路将两个局部网络连接起来。图11a为这个大型以太网络系统的示意图。

图11(b)是一种中型以太网络实际连接图。它由七个工作站组成, 其中有三个服务站 (S0001、S0002、S0003) 和四个用户站 (U001、U002、U003、U004), 服务站S0001置成专用模式, S0002、S0003置成标准模式, 用户站可以登录在任一个服务站上, 共享服务站的文件和数据, 用户站可以共享使用任一服务台上的打印机。

整个网络使用2.4版本的网络软件时, 服务站置成标准模式时, 可以运行电子邮件。

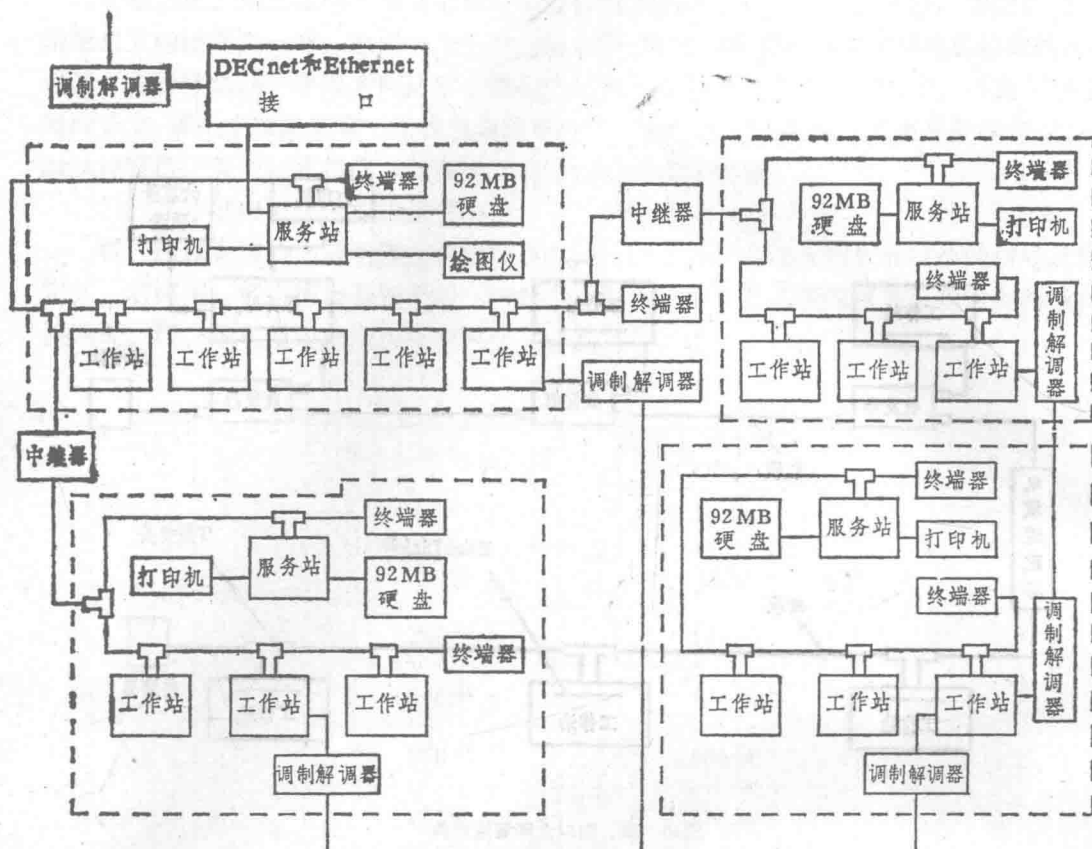


图11a 一个大型以太网系统

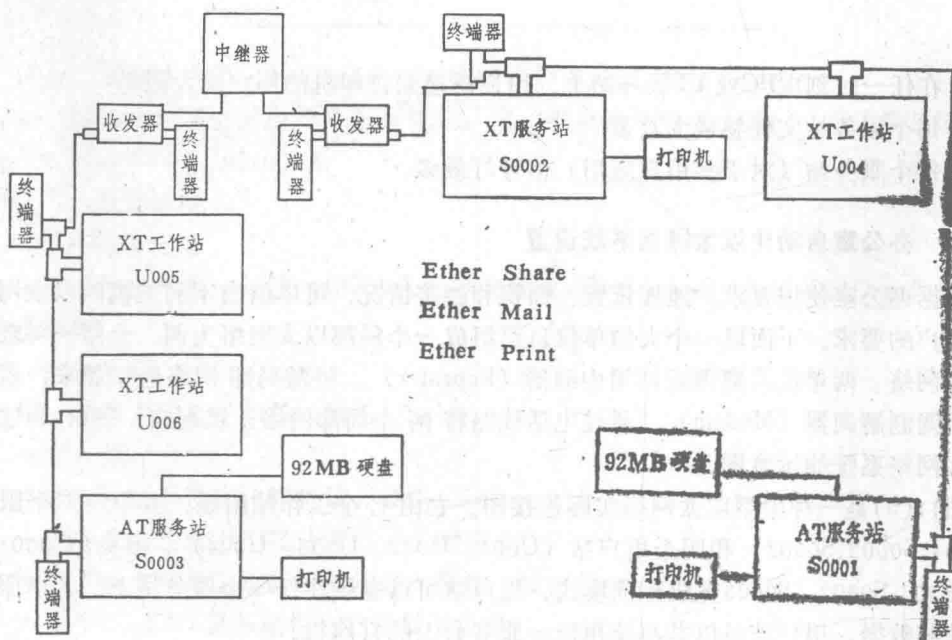


图11b

四、以太网性能

网络的主要性能有两个，即网络的传输效率和响应时间。传输效率可以衡量一个网络的利用率。传输效率越高，网络利用情况就愈好。网络的响应延迟时间是衡量网络响应时间的指标。下面分别加以说明。

在网络分析过程中通常采用时间片，它是一个单位时间长度，它等于信息在总线上传播来回一周的时间即：

$$S=2L/V=2a$$

S——时间片

L——传输总线（电缆）长度

V——信息在总线上传播速度 V一般取200m/μs。

以太网的工作时间，可以有三种情况：

传输周期：总线被某工作站获取，并能正确传输信息组的时间。

竞争周期：两站或数站的发送发生冲突之后，冲突了的工作站为了再次占用总线，而组织传输的过程所占用的时间。

空闲周期：没有工作站企图占有总线，总线处于空闲状态。

设Q为总线上所接工作站的数目，一个工作站企图传输的概率为1/Q，其他Q-1个工作站处于等待的概率为(1-1/Q)。

$1/Q (1-1/Q) (1-1/Q) \cdots (1-1/Q) = 1/Q (1-1/Q)^{Q-1}$ 这是一个工作站传输，其他工作站等待的概率。

若Q个工作站轮流传输，其他工作站等待则：

$$\begin{aligned} & 1/Q(1-1/Q)^{Q-1} + 1/Q(1-1/Q)^{Q-1} + \cdots \\ & + 1/Q(1-1/Q)^{Q-1} + 1/Q(1-1/Q)^{Q-1} \\ & = Q \times 1/Q(1-1/Q)^{Q-1} \end{aligned}$$

现用A表示一个工作站在一个时间片企图传输并获得总线的概率。

$$A = Q \times 1/Q (1-1/Q)^{Q-1} = (1-1/Q)^{Q-1} \quad \cdots (1)$$

在竞争的周期：

立即传输的概率为： $A \times (1-A)^0$

等待1个时间片的概率为： $A \times (1-A)^1$

等待2个时间片的概率为： $A \times (1-A)^2$

等待3个时间片的概率为： $A \times (1-A)^3$

等待i个时间片的概率为： $A \times (1-A)^i$

则其等待时间片概率的平均值为：

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{i=0}^{\infty} iA(1-A)^i && \text{设 } R=(1-A) \\ &= A \sum_{i=0}^{\infty} iR^i = AR \sum_{i=0}^{\infty} iR^{i-1} && (R^{\infty}=0) \end{aligned}$$