HOPE

HOPE COMPUTER COMPANY LTD.

用C语言开发局域网程序的技术、技巧和实例

羊羽 编译

北京希望电脑公司

用C语言开发局域网程序的技术、技巧和实例

羊　羽　编译

北京希望电脑公司

一九九二年一月

■ 北京市新闻出版局
准印证号：3192—90192
■ 订购单位：北京8721信箱资料部
■ 邮　　码：100080
■ 电　　话：2562329
■ 传　　真：01—2561057
■ 乘　　车：320、332、302路
车至海淀黄庄下车
■ 办公地点：希望公司大楼一楼
往里走191房间

简　介

“网络时代尚没有真正开始。局域网不知不觉就出现在我们面前，侵入到我们的办公室，而且，这种侵入没有任何慢下来的倾向。

当你的个人计算机和通过电话线(或者通过一根似乎可以承受110V电压的粗电缆)和你的邻居的计算机相连时，会发生什么呢？可能是为了共享磁盘空间和打印机？可能你的公司计划开发在网上共享文件——一、二年以前曾经是大型的，昂贵的主框架计算机的目标？什么是你可以用网络而用主框架计算机做不到的？是否必须非要有一个文件服务器不可？能否作PC到PC等层的通信?充分利用网络必须要什么样的系统设计、编码和调试的技能？这些问题连同其它一些问题本书均将给予回答。

有远见的数据处理机构现在正在为网络开发重要的（决定性任务）系统。其它公司的其它一些系统不久也会跟上。这些系统价格不算高，做到了使应用更接近于使用者，充分利用了PC和用户之间极好的交互能力，而且，可以将工作量分布到几个计算机上。

0.1　局域网——一个新的前沿

局域网络是软件技术的一个新的前沿。若你对使用主框架计算机十分熟悉的话，你会喜欢上网络，因为它使你和你的用户更接近。而且是通过个人计算机就能提供的屏幕和键盘实现的。文件和记录加锁工具看起来十分基本，你也会逐渐熟悉它们。使用过工具，例如CICS以后，你会发现使用者之间交换信息的设施十分便利。另一方面，若你以前在一个单用户的环境下开发过PC的应用程序，你就必须调整一下你的思考模式，考虑多个并发的用户，相信你定会喜欢新的用户—用户的通讯设施。

一个中等规模的网络，总的来说，比一个主框架计算机有更大的计算能力。“啊”你说：“这个人肯定错了，PC叠起来是变不成一个主框架计算机的。”如果你是那样想的，你一定是基于这样的一个想法，即各个使用者各自在各自的计算机上运行自己的应用程序（字处理程序等等）以现在的观点，这种单个的用法是一种陈旧的使用方式。试想用50台PC联成一个网络，40个人正在使用。50台中的40台作为数据采集和询问装置，另外10台运行计算程序，更新数据库，和正在作交互处理的计算机上的软件紧密协调，这10台“发动机”是快速的80386或80486，总的速度限标达到60MIPS。每一个均带有一个300M、平均访问速度为1千万位/每秒的硬盘。每一个“发动机”和其它的计算机以16Mbit/s的速度通信。

这样，我已经定义了一个比主框架结构更有效的环境。更吸引人的是，你可以购买更多的个人计算机以得到更强的计算能力。犯不着每次都用一大笔钱进行更新。

是的，这可能将事情说得过分简单了，后面还要再谈这个问题。但即使在初级水平，仍不可避免这样一个问题：“为什么实际所用的PC并不是都象上面所提的那样用在共享环境中？”这个问题涉及到本书的核心。

0.2　本书的目标

使用PC网络使之不局限于共享打印机和分发文件，必须要用到新的系统设计技术和新的程序设计技巧。这些技术和技巧现在还不多，所以，现在网络大多用来使人们可以不用走出办公室（仅用软磁盘即可）。这本书将给你提供书写网络应用程序时所需的技术和技巧。

读完这本书，你将可以设计和开发基于网络的系统。它们可以共享文件，在一个工

作站直接和另一个工作站通信，实现分布处理。

0.3 谁适合读这本书

这本书适合于对局域网感兴趣者和下面几种人：

A.系统分析员和设计者

B.程序员

C.想使用第八章提供的网络应用“程序”，尤其是远程程序执行和电子邮件应用。

0.4 本书包含的内容

第一部分为以后的设计和编程的讨论打下基础。这些章节叙述网络的特性，网络的组成，不同类型网络的区别。第一部分同时介绍多用户的概念，并特别强调移植到单用户PC-DOS操作系统中的使多个使用者相互协调的特征和设施。

最后，第一部分将讨论网络环境本身——隐藏在使用者使用的网络下面的东西。

第二部分深入研究开发一个网络时面临的系统设计和编程方面的问题。这些章节先讨论文件级别上的问题，例如：文件共享、记录加锁、存取权限、滚回、网络打印等等。然后，解释PC到PC、根据谈话对话、约定进行的通信。书中给出了简单、直接的NET-BIOS和IPX/SPX调用的例子。同时，也将介绍在网络上调试程序的技巧。

第二部分结尾给出了4个完整，实用的网络应用程序。你可以从中找出有用的片段使用在你的网络识别应用程序中。你甚至可以一行不改地照搬。

四个应用程序是：

- **文件和记录冲突检验**：如果暂时没有两个使用者在同一时刻访问同一记录的例子，这个工具就很有用，使用它可以引起文件和记录的冲突，以便你可以看一看应用程序的反应。
- **NETBIOS内容结构** 使用这个应用程序，可以挑选你想学习的NETBIOS的功能，然后看它们一步步运行
- **远程程序执行** 这个应用程序在远程工作站上运行程序和DOS命令，你可以对程序和命令进行排队，也可以从队列中撤销某个程序和命令，也可以看队列中还剩什么程序和命令。这种工作方式和作业提交到主框架计算机的方式相类似——你甚至可以通过作业号调用程序和命令。
- **电子邮件** 这个应用程序可能会使出售商用电子邮件的人感到沮丧。它包含有商用电子邮件所不具备的特性。而且极宜使用。

这些程序的源代码放在附录中，第八章“网络应用程序”中将提到网络编程中表明特殊技术的代码。每一个应用程序的介绍分成两个部分，一份为程序员手册，一份为用户手册。

第三部分：网络编程的技术手册，内容为：

- 和网络相关的PC-DOS功能调用
- IBM PC网络程序功能调用
- NOVELL网附加功能调用扩充
- 和网络相关的OS/2核心API调用
- NETBIOS功能调用
- NOVELL网IPX和SPX功能调用

0.5 读本书应具有的知识

为了有效地使用这本书，你应该有机会接触一个网络（尽管应用程序“文件和记录冲突检验”可以在一个单独的计算机上运行），并且你应有一台IBM个人计算机（例如一台PC，XT，AT，或PX/2或者兼容机）。这本书中第八章中的应用程序使用Borland Turbo C 2·0版的编译器生成本书使用的是Turbo C的“在线汇编器”。所以，如果你想自己编译和连接程序的话，你应该有一个汇编器（例如：Microsoft的MASM，Borland的MASM）

第二部分的许多代码例子包括了相当多的标准C代码，并还提供了许多特殊的例子，以说明Microsoft与IBM，Lattice和Turbo C编译器的区别。

你应该对C语言有一定程度的熟悉。尽管你不必要成为理解本书中例子的专家。我尽力使事情简化，避免和语言相关的问题。本书的一个目标就是使读者更容易地进行网络编程。

你会发现网络编程是一个富于挑战性的有趣的工作，而且它对你的个人历程也将很有帮助。现在，翻开下一页，我们可以开始了。

目　　录

第三部分 参考手册

第四部分 附录

第一部分　局域网

第一章　网络的基本概念

研究局域网最好是从问题“什么是网络？”开始。本章将从各个不同的观点来回答这个问题。首先根据网络的主要组成和特性下一个定义，然后再解释一个网络是如何工作的；介绍文件共享和文件服务重定向的概念；列举不同软件商提供的网络的实际使用情况。以太网、令牌环、IEEE网络标准。介绍一个电报系统和其它网络硬件组成；讨论网络操作系统和网络支撑软件。然后对照两个最普遍的网络软件环境，NOVELL网络和IBM PC网络。本章最后给其它环境一个简短的解释，例如，TCP/IP。

本书主要针对包含IBM微计算机PC，XT，AT，PS/2或兼容机的网络。在本书其它部分，我简称它们为PC。

1.1　特征

一个局域网是一组PC的集合，这些PC相互间用信息块通信，每个信息块包括选择路口的发送和接收信息，一个网络有一个或多个文件服务器，大多数的处理由局部PC而不是由文件服务器完成。更进一步，在一个网络环境中，软件机制使得一台PC可以共享文件，锁存记录，获得一个单独的名字，发送信息给其它的计算机。

更形象一点，一个网络是一组用网络相互连起来的PC，每一台PC包含有一块网络适配板和网络支撑软件。每一台PC有一个单独的网络地址称为节点或站。每个站上的网络支撑软件分成若干层，最低的一层直接和网络适配卡对话。最高的一层和应用程序对话，并且提供一个你的应用程序访问网络的程序级的界面。每一层均实现了通过网络进行通信的细心定义的方法（协议）。

现在，你知道了什么是一个网络。下面，再看一看网络如何提供PC到PC的通信，如何访问文件服务器硬件。

1.1.1　信息块（帧）

在最低一级，连网的PC和其它PC或文件服务器用信息块（常称为帧）进行通信。所有网的最基本的活动就是这些帧被网络服务器和支撑软件发送和接收。第三章“PC到PC通信概念”将讨论这些帧的细节。这一段大概说明一下帧的组成和帧是如何工作的。

网络支撑软件发送帧有许多目的，包括：

- 打开另一个适配卡的通讯对话。
- 发数据（也许是一个文件中的一个记录）到一台PC。
- 认可收到了一个数据帧
- 广播一个信息到所有其它的适配卡
- 关闭一个通讯对话

PC到PC的通信可看作：你编程要求一个协议，例如NETBIOS或者IPX（都在第三章“PC到PC通讯概念”要详细说明）发送或者接收一个信息。较高层协议和适配卡支撑软件

发送、接收适当的数据帧，和认可帧。不同的帧有不同的用途，例如，NETBIOS中用到的一些帧有询问名称帧，会话请求帧，数据帧，和关闭帧。

图1.1是一个典型的帧格式，不同的网络实现用不同的方式定义帧，但所有的实现中均包含有下述数据项：

- ●发送者网络地址
- ●目标网络地址
- ●帧内容标识
- ●一个数据记录或信息
- ●一个检验和错误检验CRC代码

Fig. 1.1. The basic layout of a frame.

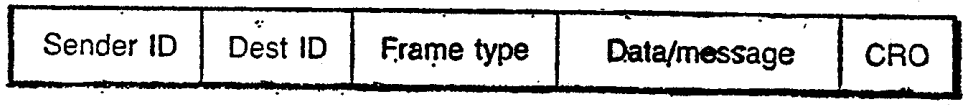

图1.1

帧是如何用在文件服务器的共享文件的上下文中的？当一个站上的应用程序要打开一个驻留在文件服务器上的文件时是怎么做的？答案在DOS功能调用的重定向中。

这里是打开一个文件的普通程序语句（用Turbo C），相信你肯定进行过许多次类似的编码。

```
char filename[] = "DATABASE.FIL..;
int file_handle;

file_handle = open(filename, O_RDWR | O_DENYNONE);
```

下述语句和前面的语句有相同的功能。但用int 86x( )库函数清晰地说明调用DOS的打开文件服务。

```
    ... REGS regs;
struct SREGS sregs;
char filename[] = "DATABASE.FIL..;
 t file_handle;

 gs.h.ah = 0x3D;
regs.h.al = 0x42;
regs.x.dx = FP_OFF(*(void far *) filename);
sregs.ds = FP_SEG( (void far *) filename);
int86x(0x21, &regs, &regs, &sregs);
if (regs.x.cflag == 1)
  file_handle = -1;
else
  file_handle = regs.x.ax;
```

这里介绍这个又长又复杂的程序是为了介绍DOS函数调用这个概念。一个DOS函数调用是这样工作的：应用程序将某些值加载到CPU的寄存器中，然后，执行21号（十六进制）中断，例如，调用打开文件，十六进制3D放到AH寄存器中，DS=DX寄存器指向欲打开的

文件名，AL寄存器也要被赋一个值，这个值决定文件是否要写入，文件如何被共享。

在一个独立的（不是连网的）计算机上，中断21是DOS的主要进入点。在一个网络上，中断21被较高层的网络支撑软件所屏蔽（过滤）。这个过滤作用使得网络软件使用一些功能调用通过网络到达文件服务器；而这些功能调用在DOS中是不可见的。这一层屏蔽中断21的网络软件被称作shell（外壳），有时称为重定向。

外壳/重定向程序首先“看到”中断21：将某一文件在文件服务器上打开其后软件将此时CPU寄存器内容放入一个信息报文并将报文发到文件服务器。站点上的DOS并不处理这个请求。文件服务器收到信息，根据要求打开文件，然后返回站点一个回答：“文件已成功打开”，外壳/重定向程序将这个信息放到相应CPU寄存器中返回给应用程序，与DOS在本地硬盘上打开文件一样。网络的效果即外壳/重定向软件在网络上扩充DOS功能（打开、读、写、关闭等等）且这些对应用程序是透明的。重定向过程表示于图1.2。

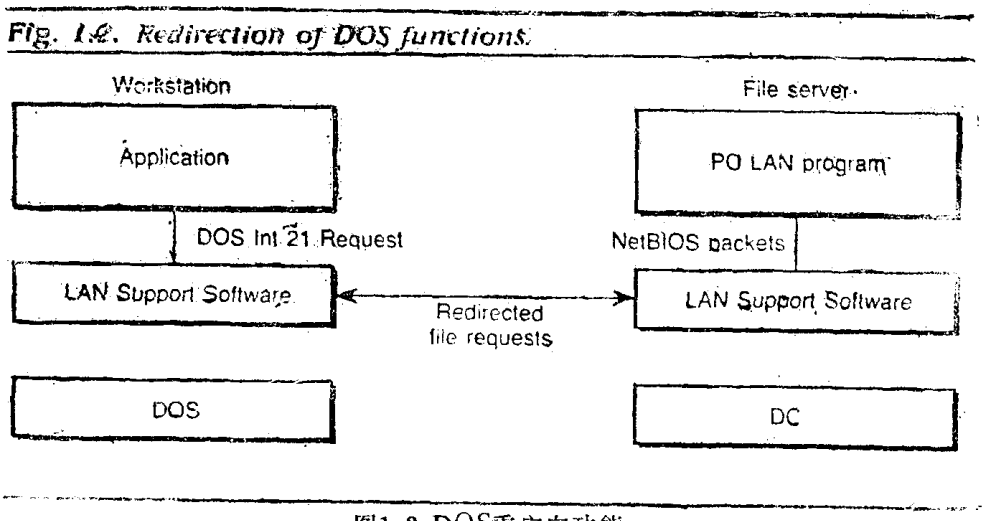

图1.2 DOS重定向功能

注意，事实上发送帧与接收帧均是由网络支撑软件做的而不是应用程序所为。应用程序通过对在文件服务器上的文件做I/O操作调用网络活动，或者指示一个诸如NETBIOS或IPX的协议将一个信息记录发到另一个PC。

1.1.2 网络的类型

局域网有两种基本的方式：冲突检测方式和令牌传输方式。以太网是冲突检测的一个例子，令牌环则是令牌传输的一个例子。

冲突检测方式，常以缩写CSMA/CD（Carrier, Sense, Multiple Access, with Couision Detection）简称，意为一个网络适配卡发一个询问到网上看网是否安静。假如适配卡发现另有其它适配卡正在发送帧信息，它就等一微秒左右再发询问。即使有了这种询问，冲突（两个工作站试图在同一时刻传送信息）还是难免。CSMA/CD网通过在需要时重发帧信息来解决冲突。这些重新发送是由适配卡自动完成的，对用户透明。有许多人都认为CSMA/CD方式在同时发送和接收的使用者增多时，一定是不适用的，但以太网上百分之九十的传输错误是由电缆和适配卡造成的。

在以太网上，数据以每秒10M位的速度通过网间各个方向广播。每一个工作站都会收到发送的每一个帧，但只有那些接收这些帧的工作站（由帧的网络目的地址指定）才回答认可。图1.3是一个以太网的图。

Fig. 1.3. An Ethernet network.

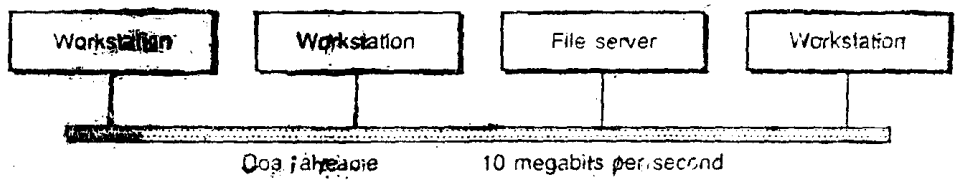

图1.3 一个以太网

一个令牌传输网，逻辑上可看作一个环。尽管有时用电线连起来的网像一颗星，但这时数据仍然是沿着网从一个工作站到另一个工作站（看图1.4）。每一个网络适配卡从它的上一个邻居接收数据，并重新生成信号，然后将结果传给下一个邻结点。

一个令牌（token）是一个特殊的帧。它不包含任何信息数据，并且在空闲时间不停地绕环转。当一个工作站准备发送一个帧时，它就一直等到持有令牌。若令牌处于释放状态（当时没有其它工作站在传送数据），适配卡则标识帧“在使用”（in use），同时传送帧到下一个工作站。这个帧然后从一个工作站传到另一个工作站，直到最后到达目的地。目的工作站认可接收。接收到认可帧以后，发送工作站重发一个“空闲”令牌以放弃使用网络。在这种工作方式下，除非一个适配卡出了差错，在没有得到令牌时就发数据帧，否则，冲突是不可能发生的。

Fig. 1.4. A Token Ring network

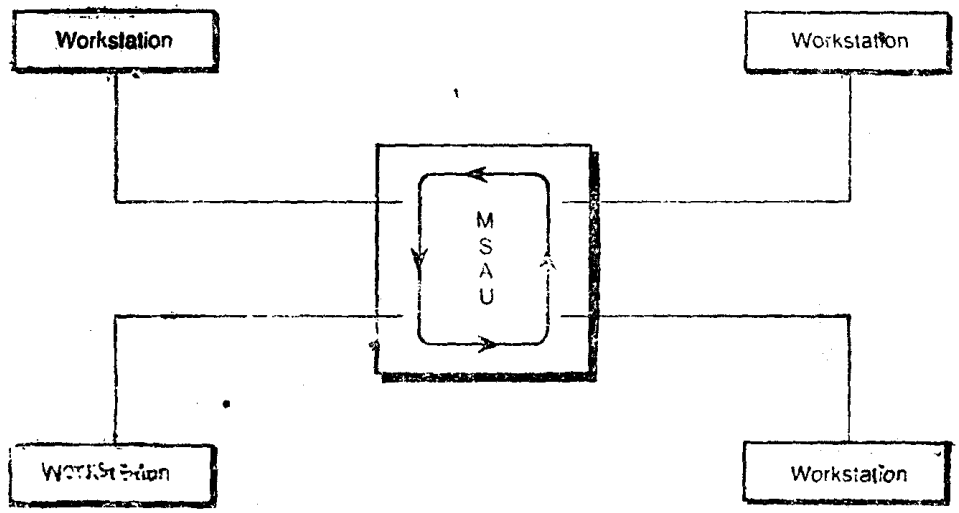

图1.4 一个令牌环网络

IBM公司提供以每秒4M位和每秒16M位传输的令牌环网络。一些三流公司也生产一些和IBM令牌环相容的设备，这些公司分别为：

3Com Corporation DatAmerica

Gateway Comnunication General Instrument

Harris Data Communication Madge Networks

NCR Proteon

RAD Data Communication Siecor

ungermann-Bass, Inc Western Digital

其中有些公司（例如Proteon和Siecor）生产可以处理不同速率或使用光导纤维的令牌环硬件。

数字设备公司和3Com公司是以太网硬件的主要提供者，其它一些提供以太网设备的公司有：

AST Research, Inc.	Data General
Excelan	Gateway Communications
Micom-Interlan	Proteon
RAD Data Communications	Ungermann-Bass
Western Digital	Zenith Electronics Corporation

如果你计划将你自己的网连起来的话，上述这些公司将有助于你开始网络硬件的研究。

IEEE定义了冲突检测网和令牌传输网的物理特性的一些标准：IEEE802.3（以太网）和IEEE802.5（令牌环）。必须注意，“真正的以太网”和“真正的IEEE802.3”的帧定义仍然有微小的差别。IBM的每秒16M位的令牌环适配卡被认为是一个“802.5令牌环扩展”这些低层次帧的定义和结构将在第三章“PC到PC的通信概念”中说明。

当然，有一些网即不符合IEEE802.3也不符合IEEE802.5，最著名的是ARCnet（Datapoint Corporation, StandardsMicroystems Corporation, TRomas-Conrad）；其它还有：

VitalAN/（Allen-Bradley, Inc）LANTastic（Artisoft, Inc）

STARLAN（AT &CT）Ominet（Corvus Systems, Inc）

PC Network（IBM）ProNET（Proteon）

另有一个使用光导纤维缆的物理标准FDDI（Fiber Distributed Data Interface）。和IEEE802.5标准有一点不同，FDDI令牌传输环以每秒100M位传输数据。

1.1.3 一个网络的成份

基本的网络硬件包含：网络适配卡，电缆，转接器。另外，网络上可能还有：桥，发送器，集中器，插孔，传送器等。了解这些，还不是网络编程的重点。网络上另一个重要的成份——文件服务器——将在这章的后面讨论。

注：

无磁盘工作站

想像一个相当便宜的PC，仅仅有一个键盘，一个网络适配卡，一个监视器——没有软磁盘驱动器；没有硬磁盘驱动器。你打开PC，它马上就自己联到了网上。看起来这似乎是一个网络工作很省钱的方法，是不是？

不能犯傻，决不是。一个无磁盘的工作站完全依靠文件服务器的硬盘，这样，无疑会增加网络开销。更进一步，你不可能升级使用OS/2，也不可能作为一个单独的计算机使用。

尽管从长远看，无磁盘工作站并不省钱，但仍然有使用它们的原因——安全性。假如你的网络环境十分重要，用户不应该能够拷贝磁盘，这时，无磁盘工作站将满足你安全性的需要。

1.1.3.1 网络适配卡

如前所述，网络适配卡即可做成冲突检测方式，又可做成令牌传输方式。这两种适配卡都有足够的逻辑来决定何时发送一个帧和认可收到的帧。（这些帧是送给这个卡的）。与适

配卡支撑程序一起，两种卡在发送和接收一个帧时都要经过7个主要的步骤，当数据被发送时，下列步骤按次序执行；当数据被接收时，则反过来。

1.数据传送：数据由DMA从PC内存传到适配卡或者从适配卡传到PC内存。

2.缓冲：数据被网络适配卡处理时，保存在缓冲器中。缓冲器使得适配卡能立即访问整个帧，同时，使卡能处理网络数据速率和PC处理数据速率的差异。

3.形成帧：适配卡将数据拆成可以处理的块（接收时，则组装）。在一个以太网上，这些块是4k个字节，大多数网均在1k到4k个字节之间。帧头附在数据块的前面。帧尾附在后面。这时，一个完整的，可以发送的帧就形成了（接收时，在这个阶段则去掉头和尾）。

4.电路访问：在一个CSMA/CD网例如以太网上，适配卡在发送数据前首先确认网是空闲的。在一个令牌传输网上，适配卡一直等到有了一个令牌时才发送（电路访问和信息接收不相关）。

5.并串转化：缓冲器中的数据字节是以串行的方式，一位接着一位在电缆中传输的。在转送之前，适配卡在不到1秒钟的时间里完成这种转化。

6.编码和解码：现在必须形成代表发送和接收数据的电信号。大多数网络适配卡采用Mancbester编码，这种编码的优点在于使用位间隔将时间信息合并到数据中去。不用电的有无来代表0或1，而用在很短的时间内极性的改变来代表0或1。

7.发送和接收脉冲：编码的电脉冲被放大然后通过线传输（接收时，脉冲被用来解码）。

当然，上述这些步都是在几分之一秒内完成的。当你读上面这些步骤时，成千上万个帧已通过网络被传输了。

适配卡和支撑软件可以识别和处理错误，这些错误往往是由于电干扰，冲突(在CSMA/CD网中）和设备的错误引起的。错误通常是通过在帧中的循环冗余码校验（CRC）来发现的。接收者检查CRC码，若它自己计算的CRC和帧中CRC的值不相同，接收者则“不认可帧”（NAKS·the frame），这意味着接收者要求重发发生了错误的帧。若你怀疑你的适配卡或电缆可能有错误，许多厂家均提供了可以诊断不同网络的现成的产品。

不同类型网络适配卡的区别不仅仅在于存取方法和协议，而且有：

- ●传输速度
- ●板上帧缓冲存储器的容量
- ●总线的设计（8位，16位，微通道）
- ●不同CPU芯片间的相容性
- ●DMA用法
- ●中断（IRQ）和I/O口的访问
- ●智能（一些适配卡使用诸如80186一类的CPU）
- ●连接器的设计

1.1.3.2 电缆系统

不同的网络电缆系统在它们的外观，特性，目的，和费用上均有很大的区别。三个最普通的网是：

- ●IBM电缆系统
- ●AT & CT分布系统