

第一章 微机局域网基本工作原理 和实用组网技术初步

本章主要叙述微机局域网基本工作原理,使用户初步掌握中小型微机局域网硬件设计(如服务器选型、拓扑构形设计等)的实用技术。

1.1 节叙述微机局域网工作原理和共享的基本概念,并简述了网络分层的体系结构。

1.2 节详细介绍了最常用的三种拓扑构形的方法与规则,它们在目前中小型微机局域网中占绝大多数。

1.3 节叙述网络共享要解决的一些关键技术。其中 1.3.1 节叙述了网络管理员要对网络资源进行管理的必要性和手段,这亦是第四章的中心议题;1.3.2 节中的三级容错技术是网络的总体设计人员在选择服务器类型和配置时需要了解的基本知识;1.3.3 节叙述网络最常见的“瓶颈”现象,并以此引出目前流行的新一代网络体系结构的“网络通用文件服务器”,可供网络总体设计人员在选择网络硬件时参考。

1.1 微机局域网基本工作原理和拓扑构形设计方法

1.1.1 计算机网络定义

一、计算机网络定义

凡将处于不同地理位置的多台具有独立功能的计算机通过某种通信介质连接起来,并以某种网络硬件和软件(网络协议、网络操作系统等)进行管理并实现网络资源通信和共享的系统,称为计算机网络系统。

通信介质可以有线的,例如双绞线、同轴电缆、光纤等;也可以是无线的,例如卫星微波、红外光波、超短波等。

计算机网络按通信距离或地理范围又可分为局域网和广域网。

二、局域网 LAN(LOCAL AREA NETWORK)

美国电子电气工程师协会 IEEE(INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)曾对局域网作了如下定义:局域网在下列方面与其他类型的数据网络不同:通信一般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;能够依靠具有从中等到较高数据率的物理通信信道,而且这种信道具有始终一致的低误码率;局域网是专用的,由单一组织机构所使用。

这个定义反映了目前局域网的一些根本特点,我们可把局域网归纳为如下几个主要特点:

(1)目前局域网开发一般遵循 ISO(国际标准化组织)的 OSI(开放系统互连)七层协议参考模型,并且 IEEE 802 委员会对局域网的最低两层协议(物理层和数据链路层)正式提交

了五个标准文件,即 IEEE 802.1—IEEE 802.5。

(2)网络覆盖的地理范围有限:通常是 1KM 到 10KM。

(3)数据传输率高,通常为 2~10Mbps,目前正向 100Mbps 发展。

(4)数据传输可靠,误码率低。位错率一般为 $10^{-8} \sim 10^{-12}$ (电话线的位错率约为 10^{-5})。

(5)大部分流行的廉价局域网一般都用基带信号传输,且大部分采用广播通信。

(6)如局域网中的工作站/服务器都由微机组成,则称为微机局域网,这是目前发展最快和应用最广的局域网。

三、广域网 WAN(WIDE AREA NETWORK)

广域网的特点是,它分布的地理范围很广,所以又称为远程网络。它可以是一个地区、一个国家,直至扩展到全球。

几个不同地区的局域网或单机相互连接构成一个广域网,往往是借用公共传输/通信网络实现的。例如,两个不同地区的 NOVELL 微机局域网,可以租用公共电话网(PSTN),经过两个局域网中的桥与 MODEM 把两个局域网构成一个广域网。我国普及的中国分组交换公用数据网(CHINAPAC)为众多微机局域网组成广域网提供了良好的基础。

1.1.2 NOVELL 网的拓扑图形与共享概念

一、总线细缆段 Novell 网的拓扑图形和主要部件

一个干线段的 NOVELL 网的简单总线拓扑结构如图 1.1(A)所示。

图中有五台微机,其中四台微机用来作为网络工作站(W1, W2, W3, W4),另一台高档的微机(386/486 机)用来作为网络文件服务器(S)。

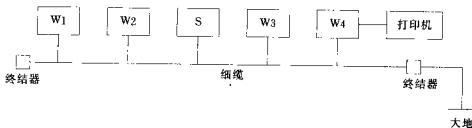


图 1.1(A) Ethernet 细缆拓扑图形

这五台微机用一段 50Ω 细同轴电缆线连成一个局部网络,每台微机在其扩展槽内各安装一块网络接口卡(NIC),又称网络适配器,简称网卡。网卡上的 BNC 接口插入 T 型头(T 型头中间竖直的 BNC 口),与细缆连接,把微机连入局域网。细缆的两端接上 BNC 头,细缆经 BNC 头插入 T 型头两端。

图 1.1(A)中,经各 T 型头把各个微机连接起来的整个细缆称为网络的干线段,在干线段两端各接一个 50Ω 终端匹配器(又称终结器),是为了防止信号在电缆线终点反射产生干扰,其中有一个终端必须接地。

图 1.1(B)指出了以太细缆连接的硬件配置。以太网卡上通常有三类接口插座:第一类是接以太细缆 T 形头的 BNC 接口插座;第二类是接以太粗缆的 DIX 插座;第三类是接

10BASE-T 双绞线的 RJ-45 插座。图中网卡中配有 BNC 和 DIX 两类插座。

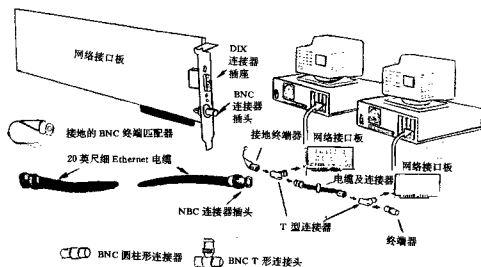


图 1.1(B) 以太细缆硬件

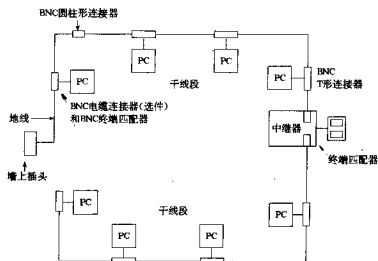


图 1.1(C) 中继器连接两段 Ethernet 细缆段图例

一个干线段的允许长度有一定限制,可以用中继器连接两个干线段,使介质长度增加,如

图 1.1(C)。图中墙上插座是接地的;如没有接地插座,需另用地线直接接地。

二、资源共享初步概念(在网络上共享什么)

把多台独立的微机连成一个网络,主要是为了达到资源共享的目的。本段从共享内容和共享对用户的透明性两个方面来说明共享的基本概念。

1. 共享内容

可共享的资源可分为硬件资源和软件(文件)资源两类:

(1)软件(文件)资源共享:图 1.1 中的服务器(S)是网络资源共享的核心。网络上所有工作站 $W_1 \sim W_n$ 能共享的文件(软件)只能是存储在文件服务器 S(硬盘上)的文件(软件)。这是一种集中式(集中在服务器 S 上)的资源共享方式。

一个工作站(例如工作站 W_1)要把本地微机上处理完的文件 F1(某个程序或数据库)供网上其他工作站调用共享,必须先把文件 F1 送入文件服务器 S,存入 S 中硬盘内的某个目录下。其他工作站(例如工作站 W_2)要共享文件 F1,是从 S 的硬盘上的该目录中调用 F1,从而实现资源共享。也就是说,网上所有工作站所共享的文件,都是集中放在文件服务器 S 中,经服务器 S 进行调入/调出而实现共享的。假如工作站 W_1 不把文件 F1 存入服务器 S,而存在本地微机硬盘上,则工作站 W_2 是不能调用工作站 W_1 上的文件 F1 的。亦即,网络上任何两个工作站之间不能直接通信,调用对方本地微机硬盘上的文件。

目前最流行的 NOVELL 网络所用的 NETWARE 3. XX 版本网络操作系统,就是采用这种服务器集中式共享方式。所以,服务器 S 的硬盘容量要大;即使很小的网络,建议硬盘容量最好在 240M 以上。

集中式共享的服务器是全网的一个关键部件。一旦服务器出了故障,全网即会瘫痪。所以,一般用质量较高的高档微机来作服务器。

(2)网络上硬件共享:这里只举一个最简单的共享打印机的例子。在图 1.1(A)中,工作站 W_4 连了一台本地打印机。如果配上相应的网络打印软件,则任何工作站都能在本地上微机上调用工作站 W_4 上的打印机,打印所需的文件。

2. 共享网络上资源对工作站用户是透明的

在网络中,各工作站实现文件资源共享,都必须经过文件服务器。实际上,各工作站用户在共享网络资源时,并不用去关心共享的文件放在哪里。调用网络上的资源,就像调用工作站本地的资源一样,亦即调用网上的资源对工作站用户是透明的。

例如,工作站 W_1 的用户是个 DOS 用户,那么把 A: 盘上的文件 F1 拷到 C: 盘的 C:\ABC\BCD 目录中的操作方法与把文件 F1 拷到网络上的目录 SYS:\ABC\BCD 目录中是完全一样的:

```
A:>COPY F1 C:\ABC\BCD 拷入本地 C 盘根目录的\ABC\BCD 子目录下
```

```
A:>COPY F1 SYS:\ABC\BCD 拷入网络根目录 SYS:\ABC\BCD\子目录下
```

网络上的目录结构与 DOS 目录结构是完全一样的。

工作站用一些 DOS 命令管理或操纵服务器上的目录/文件,就像管理或操纵 C 盘上的目录/文件一样,DOS 用户可以像使用本地 C: 盘上的资源一样使用网络上资源,就像这些资源

在本地一样。

假如用户 W2 想用“TYPE”命令在屏幕上显示文件 F1 的内容,则可在工作站 W2 的本地微机上键入

```
C:\>TYPE SYS:\ABC\BDC\F1 <Enter>
```

就像调用本地 C: 盘上的资源一样方便。

在网络 1, 还可把网络目录进一步映射到驱动器盘符,例如用命令

```
MAP F: = SYS:\ABC\BDC
```

把目录 SYS:\ABC\BDC 用盘符 F: 来代替。上述命令就可改写为

```
C:\>TYPE F:F1 <Enter>
```

MAP 命令在以后章节内会详细介绍。

三、传输介质与介质访问方法

1. 传输介质和串行传输

图 1.1 中是用一根细同轴电缆线把网络上各工作站和服务器连接起来。各工作站与服务器的通信,都要经过这条电缆线。我们把这条电缆线称为网络的“传输介质”。

同轴电缆线只有一根芯线(信号线),外面包了层绝缘层,绝缘层外面包了一层铜/铝网线作为屏蔽层兼作地线。在网络通信时,就产生了两个问题:一是在介质上传输的只能是串行信号,而机器内部是并行传输信号;二是各工作站向网络请求发送信息是随机的。如果两个以上的工作站同时向网络发送信息,都经同一条介质传输,介质上的信号电平与内容就会变得不可辨认。必须采用某种方式进行“协调”,这就是所谓的“介质访问方式”。

对于串/并转换问题,是由插在工作站/服务器上的网板用硬件解决的。图 1.1 的 NOV-ELL 网是采用 Ethernet 网板,如 NE2000 网板。微机与网板间是以 8 位、16 位或 32 位并行交换数据的。在网板内有一个串/并转换的部件,把从微机来的并行信号转换为串行信号并送入网络电缆线;反之把电缆所接收的串行信号转换为并行信号送入计算机。这个功能,是包含在网络协议的第二层即链路层的 MAC 子层中。在 MAC 子层中,还包含有介质访问方法的功能,在 ETHERNET 网板中采用的介质访问方式称为 CSMA/CD(载波监听多路访问/碰撞检测)。

2. CSMA/CD 介质访问方法

CSMA/CD(载波监听多路访问/碰撞检测)是 ETHERNET(以太网)网板采用的介质访问方法。

各工作站访问网络的时间是随机的。各工作站访问网络服务器都要经过同一根网络总线(网络传输介质)。因此,就存在各工作站争夺网络总线的问题。两个以上的工作站发送的信息可能在网络总线上重叠,从而造成相互干扰,导致发送失败,这种现象称为“碰撞”或“冲突”。

IEEE 802 委员会对局域网的链路层中的低层 MAC 层,曾制定了三种介质访问方法的标准。CSMA/CD 就是其中一种介质访问方法,其基本思想是:

(1)某工作站在发送信息前,先监听网络介质是“空闲”还是“忙”。如果是“空闲”,则该工作站可以发送信息;如果是“忙”,则表示有其他工作站占用了网络总线,该工作站就按某种“推迟算法”推迟一段时间,再侦听决定是否发送。

(2)边发送边侦听:由于网络总线对信号有延迟作用,在一个工作站监听到总线“闲”时,发

送的信息在总线上仍可能发生“冲突”，所以要边发送边监听。

(3) 如有“冲突”，即发一个“报文阻塞”干扰信号，以强化“冲突”信号。避免由于介质上信号衰减，其他站无法“监听”到“冲突”信号。

(4) 要发信号的工作站在侦听到“冲突”信号后，按某种“推迟算法”推迟一段时间后再侦听决定是否发送。由于各工作站在某时刻的“推迟算法”所推迟的时间是随机的，不会一致，所以可能避免再“冲突”。

由上面的 CSMA/CD 的基本思想，我们可进一步得到以下结论：

(1) CSMA/CD 方法避免了在“冲突”时还继续发送全部报文，从而大大提高了传输效率。但是由于以太网上的“冲突”会导致高速网络的瓶颈，所以，HP 公司集以太与令牌环网技术的长处，推出无冲突的 100VG-ANYLAN (IEEE802.12 标准)，其局域网适配器(网卡)和 HUB 可以支持高达 100Mbps 的传输速率。

(2) 由于 CSMA/CD 的“推迟算法”推迟时间的随机性，各工作站在“冲突”中争夺总线成功的机率并不均等，不宜作为自动控制网络用。

(3) 介质访问方法是 MAC 层(链路层)功能，是由网板硬件实现的，所以网板决定了介质和介质拓扑构形。例如，CSMA/CD 的介质是不能构成物理环的。

(4) CSMA/CD 是一种广播式的访问技术，即一个站发出的信息，全网工作站/服务器都能收到。

四、DOS 与 NETWARE

前面已经提到过了网络上各 DOS 工作站通过文件服务器实现软件资源共享，而网络又通过介质访问方法，对各工作站在访问总线时进行管理或协调。

但是，DOS 只是一个管理单个微机的单进程的单用户磁盘操作系统，加上它的常规内存只有 640K，有一定局限性。它只能管理单个微机内的内存、外设以及目录/文件等。有一些以 DOS 为核心设计的微机网络操作系统(如 3COM 网络的 MS-NET)难以摆脱 DOS 束缚，在效率和功能方面难以进一步扩充，显然有较大局限性。

NOVELL 公司仿照多用户多任务的 UNIX 操作系统设计思想，设计了一套 NETWARE 软件。它并不仅限于某种操作系统，而是一种专用于 NOVELL 网络的操作系统。由于 NETWARE 不再采用 DOS 作为核心，摆脱了 DOS 的束缚。它不是取代别的操作系统，而是能与多种操作系统进行交互操作，实现多任务多用户的并发请求。NETWARE 为了对 DOS 的请求能作出响应，把 DOS 请求作为一个进程来处理。NETWARE 通过对工作站配置 SHELL，来保持与 DOS 的交互性与兼容性。工作站在 DOS 环境下的许多 DOS 命令以及 DOS 环境下的各种应用程序几乎可不加修改地在 NETWARE 环境下运行，而且能处理多工作站的多用户的并发请求。

所谓 NOVELL 网络，只是配置了一套 NETWARE 软件。它只实现高层协议而对底下两层协议提供了开放数据链路接口(ODI)，底下两层协议可以是 ETHERNET 协议(插上以太网板)、TOKEN BUS 协议(插上 ARCNET 网板)或 TOKEN RING 协议(插上 TOKEN RING 网板)。NETWARE 可以连接几十种网络适配卡，并统一在 NETWARE 之下，这种方式构成的网络都称为 NOVELL 网络。

1.1.3 网络分层的体系结构

一、网络的分层协议与网络体系结构简介

为了进一步说明网络工作原理,这里简述网络功能分层概念。我们借用一个外贸交易过程作为一个不太确切的比喻。假设我国某厂商要与日本某厂商直接对话,完成一项外贸交易。为了完成这项交易,通信双方必须制定一些双方都遵守的约定。

假定我们把整个过程分成三个子功能层,如图 1.2 所示。

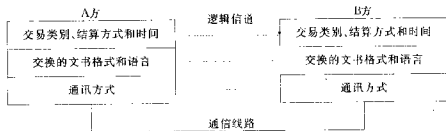


图 1.2 分层结构

双方首先要确定交易何类贸易,以何种方式结算,准备哪方面的材料以及在何时交割等。在图中把其归为第三层的双方约定或协议。交易的材料单据之类的文本必须有一个人大家都明白的格式以及使用双方能接受的某个国家的语言,作为双方第二层协议;最后要考虑的是用电话网、电报网、还是数据网等通信手段,作为最低层协议。

A 方向 B 方的通信可作如下描述:A 方经理把这次交易的类别、结算方式和交割时间等要求和内容交给主管经办人员或秘书;主管经办人员或秘书把内容标准格式化并由专业人员用约定国家的文字成文;主管人员把标准化的文件交给通信人员;通信人员按约定的通信方式经通信线路把文件发至 B 方的通信人员;B 方通信人员把收到的文件送至 B 方的主管人员或秘书;B 方主管人员将文件转换为符合 B 方的语言与格式,交给 B 方经理。

A、B 双方同等层(例如第三层“经理层”之间)有一个共同遵守的约定或协议,有一种逻辑的虚连接(图上用虚线表示),但双方经理并不直接通信,而是经过调用下层职能机构实施最终通信。

A、B 双方任一层次的功能协议改变或扩充,并不影响其他层次。例如,第二层次原约定用法文,现改为用英文,并不影响第一、三层次;最底层原约定用电报,现改为用数据网传送,亦不影响上面层次。

如果把计算机网络要实现的整体功能亦予以结构化和模块化,则整体功能可划分为几个相对独立的子功能层次。各功能层次间的有机连接,即组成网络整体的分层结构。

网络的分层结构和协议的特点可描述如下:

- (1)网络中所有节点都具有相同的功能分层,亦即相同的层次结构。
- (2)各层次所完成的功能是相对独立的。因此,各节点的某个功能层要改变约定时,不会影响其他层,便于各功能层独立设计、修改和扩充。
- (3)网络各节点中相应的同等层存在着某种逻辑联系(逻辑信道),它们间的这种连接或通

信称为该层的“协议”。所以,“网络协议”也就是各同等层的通信协议。这些协议的集合就称为计算机网络“通信协议”。

(4)同一节点内相邻二层间的通信称为接口。每一层的功能都建立在下一层的基础上,又为高一层提供一定的服务。亦即上层调用(请求)下层服务,下层为上层提供服务。层间接口中定义了低层向高层提供的基本操作和服务。

(5)网络的这种分层结构及协议的集合通常称为“网络体系结构”,它是研究网络基本设计思想以及各层次功能划分的一种方法或方案。

二、ISO(国际标准化组织)的七层 OSI(开放系统互连)参考模型简介

由于具有各种不同的分层和协议的网络体系结构不断出现,使其网络产品很难互连。

如何才能把这些互不相同的网络结构彼此连接起来,以达到相互通信和资源共享的目的呢?ISO(国际标准化组织)提供了开放系统互连(OSI)的七层通信协议参考模型(图1.3),推动计算机网络向统一的模式、更高阶段和更大规模发展。

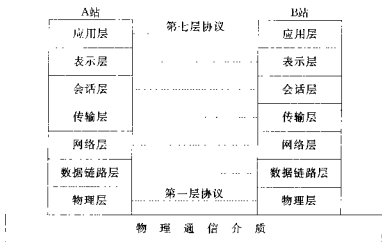


图1.3 OSI 七层参考模型分层结构

图1.3示意了两个节点(A站和B站)之间的七层协议。数据从A站到B站的通信,是由A站的第七层进入,经过以下各层和层间各接口到达最底层的物理层,再经物理层传输介质(如同轴电缆)传到B站物理层,通过B站各层到B站最高层(应用层)。各高层间并没有实际的介质连接,而只存在着虚拟的逻辑信道通信(用虚线表示)。

需要指出的是,ISO/OSI只是提供了一个概念上和功能性的主体结构,是一种开放系统互连的基本模型,而不是实际的标准规范。

三、通信子网与资源子网

有时候把网络体系系统结构按功能范畴分为两大部分,即主要完成数据传输通信处理的通信子网和主要完成数据处理的资源子网。

可以把ISO的OSI的低三层归为通信子网,把最高三层归为资源子网范畴,而传输层起着衔接上下三层的作用(见图1.4)。在具体实施时,总是尽量把通信子网的功能从主机

(HOST)中分离出去,让主机专门处理资源子网工作,以减轻主机或CPU的负担,提高网络的吞吐率。

我们简述一下通信子层的三层协议的主要功能。最低层为物理层,包括传输介质。主要提供了无特征的二进制位流传送的物理通路。以太网上的CSMA/CD的载波侦听以及细缆和以太网板上的收/发器都属此层;数据链路层则把无特征的二进制位流组织成帧(含CRC校验),保证以帧为单位在链路上可靠地传输;而网络层则负责路径选择(建立、维持、拆除)和分组交换及流量控制。可见,通信子层主要是处理和完成通信工作,可以把网络上主机处理数据的功能从整体上分开。在中小型机网络中,通过采用一台微机甚至中小型机作为通信处理机(CCP)或前端处理机(FEP)来负责通信或预处理工作。在微机局域网中,主机扩充槽中配置的网卡承担了部分通信子网功能。例如ETHERNET网板具有最低两层协议功能,即执行了数据链路层的通信规程,实现了物理层位发送/接收和信号转换功能,并提供与物理层的通信介质的接口。

如果两个以上的微机局域网或远程工作站要组成广域网,可借助公共通信网络。例如,借用PSTN(公共电话网),但由于线路质量和异步传送,其传输速度较慢。目前一个优选的方案是采用以X.25规程为基础的公用分组交换数据网。它以同步方式传送,在租用线路上传输速率可达64KB/S,而且传输质量高,租用价格又不算高。X.25包含最低三层协议,已被国际标准化。X.25分组交换网可以看成是通信子网的扩充,如图1.4。

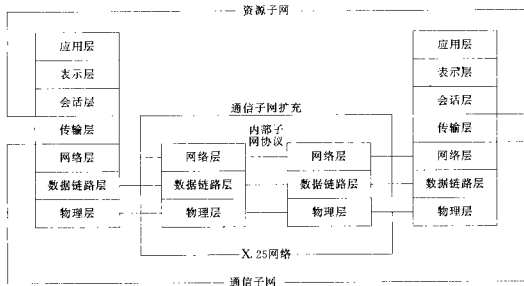


图1.4 X.25是通信子网的扩充

X.25协议定义了PAD(分组装拆器),可对不是使用X.25标准协议的终端进行连接。在NOVELL局域网要进入广域网时,可在NOVELL局域网的路由器(扩展槽)上接上X.25网络适配器,便能进入本地X.25网而与其他远程局域网相联。本地X.25网已连入CHANA-PAC(中国分组交换公用数据网),并可与遍布全球的X.25的PAD相连。

1.1.4 IEEE802 与三种介质访问方法

IEEE 是 ANSI(美国国家标准协会)的成员,它的任务是对 OSI 模型最低两层协议标准化。IEEE802 委员会针对局域网低二层协议制定了一系列标准,已被 ISO 采纳为局域网的国际标准,称为 IEEE802 标准。

其中,微机局域网常用的五个标准如图 1.5 所示。

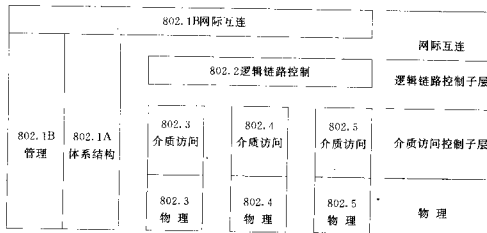


图1.5 IEEE802的五个标准文件

IEEE802 将第二层(数据链路层)分为两个子层:一个为逻辑链路控制子层(LLC),它与介质无关;另一为介质访问控制子层(MAC),它与介质有关。

其中 802.3 是 CSMA/CD 访问方法与物理层协议;802.4 是令牌总线访问方法和物理层协议;802.5 是令牌环访问方法与物理层协议;802.2 是逻辑链路控制子层(LLC)协议。在 LLC 层顶端,提供了多个服务访问点(SAP),构成与上层的逻辑接口,对高层提供了多用户服务。在与其他多个节点的访问点连接时,形成多条链路,在单一的物理介质上实现多路复用。CSMA/CD 访问方法在上节中已简述,其他两种都是令牌访问方法,其基本思想是在网络上生成一个特殊的信息组,称为“令牌(TOKEN)”,只有持有“令牌”的工作站才有权发送信息,如无信息可发则把“令牌”传递给下一个工作站。这就避免了 CSMA/CD 中各工作站因争夺总线造成的“冲突”。802.4 令牌总线(TOKEN BUS)方法采用的拓扑结构是无根树形的(总线型和星形混合)。持有“令牌”工作站的传递顺序是由网板设置的逻辑顺序,各工作站不断顺序传递“令牌”,形成一个逻辑环,逻辑环次序与各站点物理位置无关。以前的 ARCNET 或 PLAN 网采用的就是类似这种方法。采用这种 Token bus 网板亦可组成 NOVELL 网,其拓扑结构特点是连接各站的物理介质不能是物理闭环。802.5 令牌环(TOKEN RING)方法是用介质把各计算机(通过接口)连成一个闭合的物理环路。令牌在环上的各工作站按位置次序单向依次传递。上述的 CSMA/CD 和 TOKEN BUS 两种访问方式采用的是广播式访问技术,亦即一站发播的信息,全网所有站点都能收到,而 TOKEN RING 方法采用的是环型网访问技术。

1.1.5 不同资源共享处理模式

在继续介绍 NOVELL 网之前,这里插一段其他局域网两管理和共享的模式。局域网两模式

1A2-69

并不是唯一的,它们之间存在着竞争。

Novell 网络把文件资源集中到文件服务器,而作业处理文件任务则全部放在工作站(客户机)上完成。这种方式有一定弊病和局限,事实上 Novell 局域网亦正受到来自 peer-peer 模式和 Client-Server 两种模式(而这两种模式又完全对立)的挑战。

一、对等层(peer-peer)式微机局域网

目前一些点对点等层(peer-peer)式价廉的微机局域网颇为流行,特别是在教学单位。点对点等层式网络的代表有 D-LINK 网和 LANTASTIC 网络,这两个网络的共同特点是:都采用对等层(peer-peer)模式。网络上各节点都是对等独立的,不存在主从关系。网络上任何一个工作站,都可以直接调用或共享其他工作站的资源。如果一个工作站的资源要被其他工作站调用共享,可把该工作站设置为具有服务器功能的工作站。可以用两台微机构成一个最小的网络。如果把这两台微机都设为具有服务器功能的工作站,则这两台微机中的任何一台,除了能调用本地微机资源外,还可透明地调用和共享另一台微机工作站硬盘及打印机等资源,亦即网上任一台微机都可为其他站提供资源,也可共享其他站的资源。

这两种网络的另一显著特点是:都具有“实时监控”功能。如果把网上的一个工作站设为主控站,则这台工作站能监控其他工作站的屏幕显示,这在教学系统上特别有用。如果把教师用的一个工作站设为主控站,则教师随时可把各个学生在屏幕上显示的作业进行情况动态地在教师工作站屏幕上显示,亦可以把教师工作站上的屏幕内容动态地传播在各学生工作站的屏幕上以及控制学生工作站的键盘等。所以,这两个网在教学系统上颇为流行。

对等层模式在网络中各节点是对等的,共享资源是分布的,没有主从关系。这类由对等层模式构成的局域网系统优点是显然的,它具有更多的分布式系统特点,而分布式系统是一种理想的体系结构。但是,在目前微机局域网中,这种系统却存在着明显的缺点。一是一台微机一方面要完成自身的应用程序任务,同时又要把硬盘等资源供其他工作站使用,必然要采用前后台工作方式,使得本来处理能力和内存等资源十分有限的微机负载更重,处理速度明显下降,一些任务不能有效完成;二是共享资源散布在各个微机之中,使全网资源管理难度增加,系统性能提高受到限制。因此该模式一般不宜用于规模较大的网络系统。

这种对等层模式是与目前受到普遍关注与青睐的客户-服务器(Client-Server)模式完全对立的。

二、客户-服务器(Client-Server)模式

客户-服务器模式在网络上把计算机分为客户机(工作站)和服务器(SERVER)两类。客户机和服务器分别处理各自的任务。其中客户机(Client)供用户交互使用;而服务器则集中所有服务器软件(而不是分散在各工作站中)进行集中管理,并提供相应的服务,或从其他服务器上获得服务来响应客户要求。服务器是全网管理的中心。

三、Novell 网络模式

Novell 网络上所有作业的执行全部由低性能的工作站(客户机)来完成,使高档的服务器优良性能得不到发挥。大量文件信息需在服务器与工作站间的介质上传输,对于远程站就很敏感。为此 Novell 公司开发了 Netware 访问服务器(NAS),NAS 替代远程站在本地执行文件处

理任务,Novell 公司为了争取价格低廉的小型网络市场,又开发了“Netware Lite”,这是一种对等层模式网络。另外,Novell 公司在应用系统上开发了 Netware SQL 数据库等,这些数据库支持客户-服务器模式。究竟如何发展与竞争会继续进行。

然而,NOVELL 网络采用的独特的开放体系结构是成功的;在各种模式竞争中 Novell 网络目前仍占优势。另外尽管目前对等层模式的微机局域网有种种优点,但到目前为止,无论在整个系统的开放性、容错性、安全保密性、网络的响应传输速率或吞吐率等方面,目前都远远不及 NOVELL 网络。NOVELL 网络在微机局域网的上网量上占绝对优势(近年来占全部网络的 50%)。所以,在有些应用场合,往往把这两种对等层网络附加或嵌入在 NOVELL 网上作为功能互补。

1.2 拓扑构形设计方法

在实际应用中,根据用户需求可以首先对网络的硬件配置和拓扑构形进行独立的阶段设计。

计算机网络的拓扑构形是指网络硬件(节点和传输介质)整体的布局结构。它具体反映了传输介质以及介质与节点间的连接和物理排列关系。

在局域网中拓扑构形与介质访问方法(数据链路层中的 MAC 子层)密切相关。不同介质访问方法需采用不同的网卡和介质类型,并具有不同的拓扑构形方法与规则。

拓扑构形设计是局域网应用设计中一个非常重要的环节,它直接影响到网络的质量和价格性能比。总体设计人员应按用户需求决定介质访问方法和拓扑构形设计方案,使局域网能达到最优性能价格比。

下面述述几种最常用的拓扑构形方法。在目前微机局域网中,应用量最大的是以太细缆构形和 10 BASE-T 的双绞线拓扑构形组网方法。其次是 ARCNET 的拓扑构形组网方法,这是一种“令牌总线访问方法”,两个工作站距离最大可达 6.4 KM。其方法类似于 IEEE802.4 的“令牌总线”访问方法。

1.2.1 一个以太细缆段组网方法

这里的以太网(ETHERNET)是指用以太网板作为网络适配器的 NOVELL 网。它用的 CSMA/CD 访问方法符合 IEEE802.3 规程,传输速率为 10Mbps。适于 ISA/EISA 微机上的网卡有:

NOVELL 公司产品:NE 1000(8 位),NE-2000(16 位),NE-3200(32 位)

3COM 公司产品:3C501(8 位),3C503(8 位),3C505(16 位)等。

图 1.1 即为一个细缆于线段的拓扑构形。细缆于线段的组网规则可归纳如下:

(1) 拓扑构形为总线形。干线段为无源介质,中间不允许有任何分支。

(2) 干线段最长距离不得超过 185 米(进口 3COM 系列网卡可达 304 米)。在实际使用中有时可超距离使用,甚至超出近一倍长距离时网络仍能运行。由于数据在网络上传送时,在一次传送失败后,网络有出错重发功能,对用户是透明的,掩盖了一些连接矛盾,但降低了网络效率,在超距离使用时要小心。在网络总线总长超过 185 米时,可以在中间用中继器或桥连接两个干线段。多路中继器可使干线段分叉,亦即多路中继器以星形方式连接多个干线段。

(3) 干线段两端必须接有 50Ω 终结器(终端匹配器), 必须有一个终结器接地。

(4) 一个干线段上最多接 30 个节点(微机)。

(5) T 型头间距离最小为 0.5M(理想的是 2.5M)。

(6) 下线段中间尽量不用或少用 BNC 圆柱连接器。

(7) T 型头的一端(中间的竖端)必须直接接在微机工作站上, 与微机网卡的圆形 BNC 接口直接相接。中间不允许有其他连线。

注: 这种细缆总线方案价格便宜, 安装简单。日前在规模较小的网络中普遍采用, 但有时在一个工作站产生某类故障时, 可能会导致全网瘫痪。在一个干线段上虽说可接 30 台微机, 但建议在具有一定规模的网络(例如有 20 台以上微机的网络)中, 在规划网络拓扑结构时可考虑采用 10BASE-T 结构。10BASE-T 使用了集线器 HUB, 增加了些费用, 但总体上讲不会差多少。由于 10BASE-T 的 HUB 对故障有隔离作用, 且布线灵活, 总的性能/价格比较高, 传输速率亦为 10Mbps。现在不少地方已用双绞线的 10BASE-T 方案取代了细同轴电缆的总线方案。

1.2.2 双绞线以太网方式 10BASE-T

10BASE-T 采用的亦是 CSMA/CD 介质访问方式, 符合 802.3 规程, 已于 1990 年 9 月成为 IEEE 的官方标准 10BASE-T 标准。

一、10BASE-T 的拓扑构形

10BASE-T 采用的介质是无屏蔽双绞线(UTP), 拓扑结构为总线型和星形结合的结构。10BASE-T 中一个关键部件为集线器(HUB), 又称多口转发器。所有用双绞线连接的工作站必须集中连到 HUB 上才能入网, 如图 1.6。

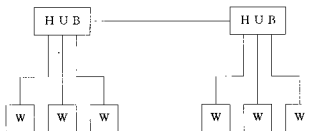


图1.6 10BASE-T结构

HUB 上—端具有多个 RJ45 接口, RJ45 接口可以连接 4 芯或 8 芯的双绞线; 另一端有可接细同轴电缆的 BNC 接口(可把 HUB 连入细缆的 T 型头)或有可接粗同轴电缆的 DIX (AUI) 接口。所以, 可以把双绞线与粗或细缆相连。细缆与双绞线混合连接是一种常用的方案, 如图 1.7 所示。

采用图 1.7 这种方案时, 往往把细缆作为主干线, 每一个 HUB 引出一个分支, 集结相对集中的一组工作站。

二、10BASE-T 组网规则

(1) 所有经双绞线连接的工作站, 必须连到 HUB(集线器)后方能连入网。

(2) 工作站网卡与 HUB 之间用双绞线连接。双绞线对网卡和 HUB 连接采用 RJ45 标准接

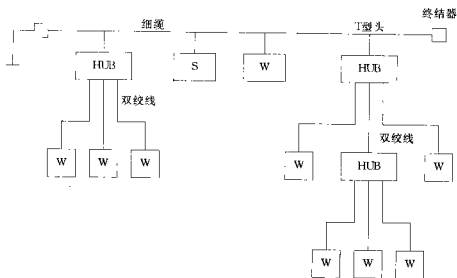


图1.7 细缆与双绞线连接

口(网卡(RJ45))——(RJ45)HUB)。

(3)一个标准的RJ45接头为8线接头。可以用一根8芯(4对)无屏蔽双绞线(UTP),亦可以用一根4芯(两对)无屏蔽线与其连接。在采用4芯双绞线时,4芯分别接在RJ45的1,2,3,6脚上(或参照产品说明)。

(4)工作站网卡必须是带有RJ45接口的网卡,例如带有RJ45接口的NE2000网卡。

(5)一个HUB可以有8、12、16、32等多个端口。例如12端口的HUB就具有12个RJ45接口。每个RJ45接口通过4芯或8芯的双绞线,可与一个工作站的RJ45接口相连,或与另一个HUB的一个端口(RJ45)相连。

(6)HUB与工作站、HUB与HUB之间最大距离为100米。

(7)HUB与HUB串连成一条通路,最多可串连4个HUB(有的HUB可串连更多,参考该产品说明)。

(8)任何一条线路不能形成物理环路,亦即任何两个工作站,不能有二条不同的物理通路(路径)相连。

三、HUB的主要功能

(1)HUB的组网功能有:HUB的多个RJ45接口能集结多个工作站入网;HUB的RJ45接口能与其他HUB相连而扩展网络;HUB的BNC接口接入T型头而与以太网细缆总线网相连;HUB的DIX(AUI)接口可与以太网粗缆网相连。

(2)HUB的信号强化功能有:能对工作站发来的信号进行再生放大,并播送信号到网络上所有接口。

(3)HUB能自动检测“碰撞”,在检测到“碰撞”后,立即发出一个阻塞(JAM)信号,以强化“冲突”信号,避免因介质上信号衰减而使其他工作站“无法”检听。

(4)HUB能自动指示有故障的站点,自动隔离有故障的工作站,并切除其与网络的通信。

10BASE-T 由于采用了 HUB, 在组网的灵活性、组网地理范围和规模以及隔离故障源的能力等方面都比细缆以太网强, 所以已被越来越多的单位作为组网的优选方案。这里再强调一下: 不管是细缆以太网还是 10BASE-T 网, 只是指最底两层协议, 亦即是指网板和拓扑构形。只要在服务器/工作站装了 NETWARE, 都称为 NOVELL 网络。

1.2.3 ARCnet 组网方法

ARCnet 原是由美国 Datapoint 公司推出的星形网络, 其传输速率为 2.5Mbps, 传输介质采用特性阻抗为 93 欧姆的同轴电缆, 亦可采用 105 欧姆的双绞线。ARCnet 具有拓扑构形灵活、廉价、覆盖距离范围大(两个站最远距离可达 6.4KM)的特点, 以及采用令牌(TOKEN)式的访问方式而具有一定实时性, 可以用于实时控制应用场合等优点, 而在微机局域网中得到广泛的应用。以前流行甚广的 PLAN 网实际就是 ARCnet 网, 用 Netware 软件同样可与 ARCnet 网卡连接而组成 NOVELL 网络。

一、ARCnet 的硬件组成与拓扑构形

1. ARCnet 的 HUB 与拓扑构形

ARCnet 中连接介质的关键部件是集线器(HUB)。集线器分为 8 端口的有源集线器(Active HUB)和 4 端口的无源集线器(Passive HUB)两种。经过 HUB 连接的拓扑构形实际上是一种无根树型(星形和总线型混合), 如图 1.8 所示。

HUB 的每个端口均为 BNC 接口, 93 欧姆同轴电缆经 BNC 头连入 HUB 端口。有源 HUB 有放大整形作用, 经介质连接工作站最大距离可达 2000 英尺(约 640 米), 无源 HUB 仅对分支连接的工作站进行信号分支转发。

2. ARCnet 网卡

文件服务器(S)和工作站(W)扩展槽中需安装 ARCnet 网卡, 经网卡上的 BNC 接口连入网络。

目前用于 ISA 总线微机的有三类 ARCnet 网卡:

- (1) 星形网卡: 是一种低阻抗网卡, 仅能以星形方式连入无源或有源 HUB。
- (2) 总线形网卡: 是一种高阻抗网卡, 可以在一根介质上连接多台工作站, 介质经 T 形头与两卡 BNC 接口相连(如以太细缆连接方式)。
- (3) BUS/Star 形网卡: 同时支持星形和总线形。

二、ARCnet 拓扑构形方法

1. 低阻抗网卡

(1) 限制:

- 1) 网络中任何两个工作站间的最大距离为 20000 英尺(约 6400m)。
- 2) 两个有源 HUB 间最大距离为 2000 英尺(约 640m)。
- 3) 有源 HUB 到工作站(含服务器, 下同)间最大距离为 2000 英尺。
- 4) 有源 HUB 到无源 HUB 间最大距离为 100 英尺。
- 5) 无源 HUB 到工作站间最大距离为 100 英尺。

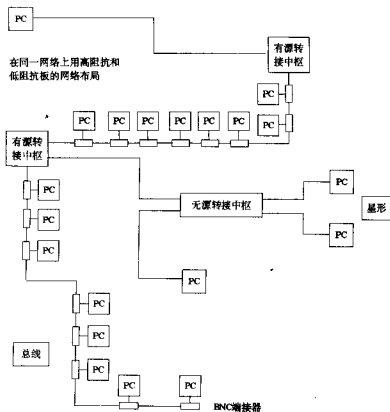


图 1.8 ARCnet 拓扑图形

(2)规则:

- 1)有源 HUB 可连接有源 HUB、无源 HUB 或工作站。
- 2)无源 HUB 仅起信号转发作用,无源 HUB 不能与无源 HUB 相连,无源 HUB 不能与总线形工作站相连。
- 3)文件服务器或网桥与工作站一样,可以连接在任何地方。
- 4)介质拓扑构形不能形成物理环路。
- 5)有源 HUB 不用的端口应接 93 欧姆终结器,无源 HUB 不用的端口必须接 93 欧姆终结器。
- 6)每块网卡必须设置自己的网卡地址,每块网卡地址必须互不相同。

2. 高阻抗网卡

(1) 限制:

- 1) 网络中任何两个工作站间的最大距离为 20000 英尺。
- 2) 一根总线上串联的高阻抗网卡最多为 8 块。
- 3) 两个 T 形头间最短距离为 3 英尺。
- 4) 一根总线最长为 1000 英尺。

(2) 规则:

- 1) 无源 HUB 不能连接高阻抗网卡的总线形介质。
- 2) 介质经 T 形头与工作站相联, T 形头和网卡必须直接相接, 中间不能增接电缆线。
- 3) 总线电缆两端必须与有源 HUB 或终结器相接。
- 4) 不要形成物理环路。

三、ARCnet 组网技术

(1) 用 ARCnet 拓扑构形, 所有工作站和文件服务器中都必须安装 ARCnet 网卡。NOVELL 公司生产两类型号的 ARCnet 网卡, 其中 RX-Net II 用于 ISA 总线微机, RX-Net/Z 用于微通道总线微机。在 Netware 软件中提供了这两类网卡的驱动程序 TRXNET.LAN (Netware Turbo RX-Net)。用 Netware 软件生成文件服务器 (见第二章) 和生成工作站 (见第三章) 时, 只要把相应驱动程序 (例如以太网 NE2000 网卡的 NE2000.LAN) 换成 ARCnet 网卡驱动程序 TRXNET.LAN 即可。这样组成的网络仍称为 NOVELL 网络。

(2) 可以用 Netware 网桥/路由器连接两个不同网络协议 (指不同协议的网卡及相应拓扑构形) 的 NOVELL 子网。例如, 把上述的 ARCnet 网和 Ethernet 网桥接为一个 NOVELL 网络。

(3) ARCnet 网卡地址需要自行设置, 每个网卡的地址必须互不相同。ARCnet 网卡组成的网络采用令牌传递 (Token passing) 方式, 令牌 (TOKEN) 是按低地址节点依序向高地址节点, 又从最高地址节点返回最低地址节点, 形成一个逻辑环的传递方式。另外在网络上文件信息的交换主要是在各工作站与文件服务器间进行。

在具体拓扑构形设计时, 可根据这两个原理调整各节点的位置, 可对整个网络的可靠性和性能有较好效果。

1.3 实施网络共享所产生的几个关键问题和解决措施

这一节主要概述实施网络共享时要解决的一些关键问题, 叙述了安全保密和数据保护的必要性及基本原理。1.3.2 节中的容错部分和 1.3.3 节中从局域网最常见的瓶颈现象引出了新一代体系结构的通用文件服务器, 供总体设计人员选用服务器时作为参考。

1.3.1 网络的安全保密措施

在 NOVELL 网中, 网络上可供共享的文件资源是由各工作站送入文件服务器中的, 各工作站都可以共享文件服务器中的资源, 但在实际应用中并不允许任何工作站都能共享文件服