

微机局域网络

王以和 编 著

陕西电子编辑部

目 录

第一章 微机局域网

第一节 概述.....	(1)
第二节 数据通讯与计算机网络.....	(6)
第三节 局域网技术.....	(17)
第四节 局域网的特性.....	(22)
第五节 局域网的协议.....	(35)

第二章 微机局域网举例

第一节 以太网概述.....	(57)
第二节 以太共享的使用.....	(59)
第三节 以太共享命令.....	(65)
第四节 以太打印的使用.....	(68)
第五节 以太打印命令.....	(70)
第六节 以太信函的使用.....	(71)
第七节 以太菜单的使用.....	(73)
第八节 以太启动的使用.....	(77)
第九节 3+网络系统简介.....	(80)
第十节 多用户数据库管理系统.....	(82)

第一章 微机局域网

第一节 概 述

一、局域网的定义

近年来,伴随着计算机硬件能力的增长,硬件的价格却大幅度而持续地下降。今天的微处理机,其速度、指令系统、和存贮器能力可以与过去的中档小型计算机相比拟。这种趋势使得信息的收集、处理和使用的方法有了很多的变化。为了使得系统对用户更为友善和易于使用,越来越多地采用单功能系统和智能工作站。硬件价格的下降相应地缩短了硬件的生命周期,这就加重了软件转换的问题。通过把大型计算机系统分解为若干较小的、分开的组成部分可能有助于降低软件转换的费用。

所有这些元素都导致在办公大楼、工厂等场所的系统数目大大增加。与此同时,由于各种原因而希望把这些系统互相连接起来,例如:

- 为了系统之间交换数据
- 为了在实时应用中提供后备
- 为了共享昂贵的资源

为了说明上述最后一个原因,我们可以考虑一下价格的情况。虽然数据处理的硬件价格大大下降,但是基本的电气机械设备象大容量存贮器和行式打印机等的价格仍很高。过去采用集中式数据处理装置时,可以把这些设备直接接在中央主机上。而当计算机能力分散以后,必须要在某种程度上共享这些设备。

根据上面的讨论,我们已可得出局域网的定义如下:

局域网是一种通讯网络,能够把在小区域内的各种数据通讯设备互连起来。

在这个定义中有三个特点。第一,局域网是一种通讯网络而不是一个计算机网络,因为广义的来说,象计算机化的电话交换机(CBX)也属于局域网技术。因此,局域通讯网加上网络软件和协议才构成计算机网络。

第二,定义中的“数据通讯设备”也有广义的解释,它包括在传输介质上通讯的任何设备。例如:计算机、终端、外围设备、传感器(温度、湿度、安全告警传感器等)、电话、电视发送器接收器等。当然,并不是所有的局域网都能处理所有这些设备。

第三,局域网的地域范围较小。最普遍的局域网是在一座大楼以内,也有不少在几座大楼之间或大学校园、军事基地之中,一般在几公里或几十公里范围以内。

另外,一般的局域是单位私有的而不是一种公用的或商用的设施。

局域网的某些典型特性为:

- 高数据效率 (0.1至100Mbps)
- 短距离 (0.1至25公里)
- 低误码率 (10^{-8} 至 10^{-11})

前面两个参数使得局域网与多处理机系统及远距网区分开来。图1-1表明了这种区

别，图中并表示了三种局域网，即一般局域网、高速局域网和计算机化交换机。它们将在第三节中介绍。

除了上述以外，其他还有一些区别，对设计和运行都有较大的影响。例如，局域网的数据传输错误少得多，而且通讯费用也比广域网的少得多。因此，在性能价格的权衡中有很大不同。此外，由于局域网和所连的设备都同属于一个单位，所以有可能在网络和设备之间较好地结合起来。

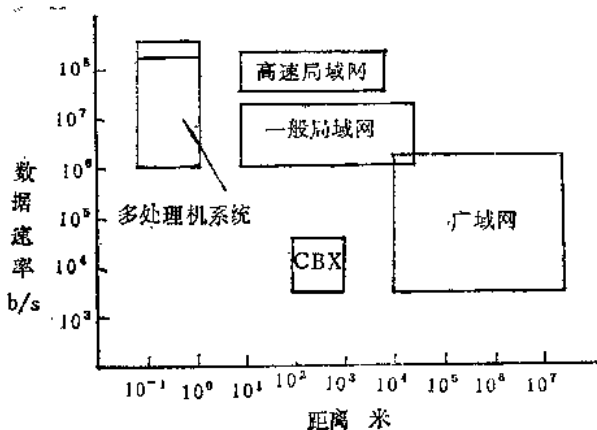


图1-1 多机系统、局域网和广域网的比较

二、优点和问题

表1—1列出了局域网的一些主要优点。当然，这些好处是否都能得到取决于在选择和运用网络中的技巧和知识。

局域网的最重要的优点或许是与系统的扩充有关，在一非网络的系统中，例如分时中心全部的数据处理能力集中在一个或少数几个系统中，系统的改变较难。当把一台计算机的能力分散到许多系统中去后，就有可能逐步地替换其应用或计算机系统，而避免了“要么全有，要么什么也没有”的方法。

局域网能提高系统的可靠性、可用性和存活率。把多个系统互连起来，失去任何一个系统都只有很小的影响。而且，关键的系统可以有冗余，在发生故障时可以迅速地切换负载。

资源共享中不仅共享昂贵的外部设备，而且可以共享数据。这时数据可以集中起来由一指定的设备来控制，但是通过网络允许许多用户来存取。

表1—1 局域网的优点和问题

潜 在 的 优 点	
系统可扩充：逐步增加或改变，只有很小的影响。	
可靠性/可用性/存活率：多个系统互连以分散功能并提供后备能力。	
资源共享：昂贵的外部设备，主机，数据。	
支持多个厂家：不会把用户限死在一个厂家。	
改进响应/运行性能。	
用户需要单个终端访问多个系统。	
设备的位置灵活方便。	
数据处理和办公自动化相结合。	
潜 在 的 问 题	
不能保证可互相操作：软件，数据。	
分布式数据库引起了完整性、安全性/私用性的问题。	
设备数量可能会超过实际需要。	
失去控制：难以管理和实施标准。	

局域网提供了连接不同厂家设备的潜力,使得用户在购买设备上有较大的灵活性。但是,局域网只提供了较低级或初步的互连,要使网络能正常工作,还必须在所接设备中提供较高级的网络软件。

上面是一些主要的优点,但是,也存在一些问题或潜在的危险性。前面已经说过,局域网并不能保证两个设备可协同工作,即所谓互相操作性。例如,两个不同厂家的文字处理机可以连在一个局域网上,或许还能交换数据,但是由于它们使用了不同的文件格式和控制字符,因此不能直接地从一台机器中取出一个文件而放到另一台机器上去编辑。这时需要某种类型的格式转换软件。

在采用局域网时,看来数据将是分布的,或者至少可能从多个源来存取数据。这就产生了完整性(例如二个用户试图同时更新数据库)、安全性和私用性的问题。

另一个危险在于计算机设备是分散的而且增加设备很容易,这样,分部门的负责人容易认为本部门再增加设备是合理的。虽然每次增添设备都单独进行论证其是否合理,但是在一个单位中设备的总数可能大大超过总的要求。

还有一个是失去控制的问题。联网的主要长处——分布式系统——也就是它的主要危险。由于是分布的就很难去管理这些资源,去推行软件和数据的标准,以及控制信息通过网络时的有效性。

三、应用

局域网的应用范围很宽广,表1—2列出了一些可能的应用领域。

表1—2 局域网的应用

数据处理	能源管理
数据录入	取暖
事务处理	通风
文件传送	空气调节
查询/回答	过程控制
批处理/远程录入	
办公自动化	防火与安全
资料/文字处理	传感器/报警
电子信函	摄影机与监视器
智能拷贝/传真	电 话
工厂自动化	远程会议
CAD/CAM	电 视
库存控制/订单录入	
运输	

为了对局域网的应用有一些具体的概念,下面我们将介绍几种应用的方式。

1. 终端网络

当前在使用的大量终端都是非智能设备,因而要求有终端控制器或在计算机中有专门的

电路来控制它们。过去一般的终端网络基本上是星形结构或多星形。多层次等结构，其中心的计算机系统包含了绝大多数的计算资源、数据存贮器、打印机和其他外围设备，并通过通讯控制器与终端控制器相连。

如果采用局域网来取代的话，则可以如图1—2所示，图中A、B、C为三个终端群，分别用局域网把终端连接起来。D和E为分散的远程终端，经过公用或专用线与门路器A相连，由于是分散的所以不能靠局域网集成起来。

可以看出，图中用门路器（gateway）来代替通讯控制器和终端控制器，门路器的作用是在局域网和公用网之间进行协议的转换。

当一个地点有大量终端时，最适合用局域网来构成终端网络，大多数局域网的容量足以处理这种通讯负荷。

2. 个人计算机网络

由于个人计算机价格便宜，所以不少单位已购置了许多个人计算机作为单机来使用。但是只是单机不能满足一个单位的全部要求。例如，有时仍需要有中央计算机来运行较大的程序（如经济预测模型等）；要有全单位范围的数据文件，虽然集中存贮但可由许多用户来存

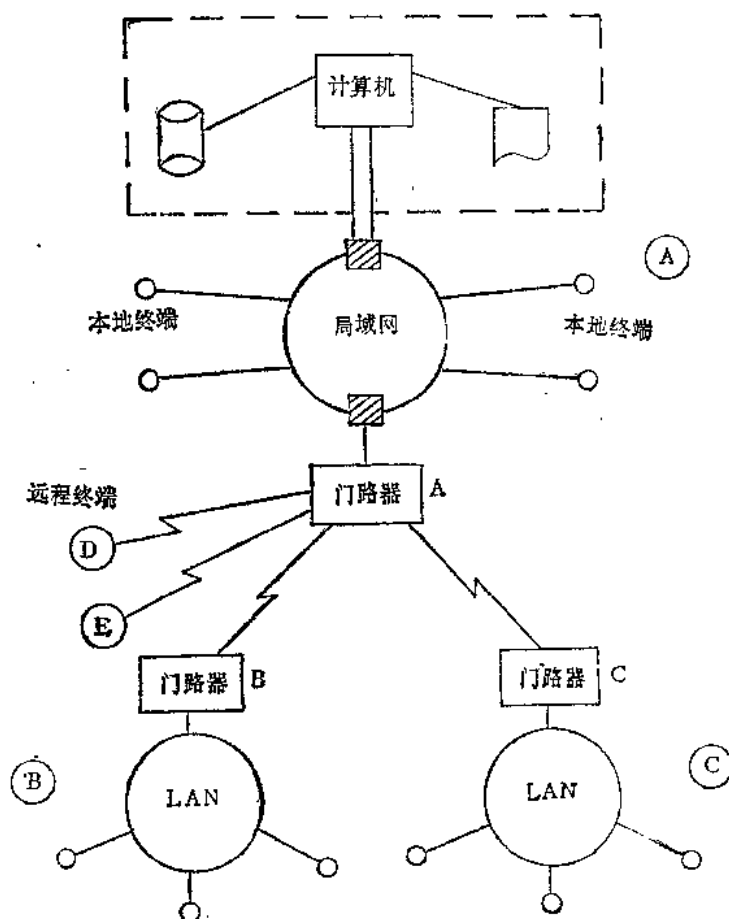


图1—2 采用局域网的终端网络

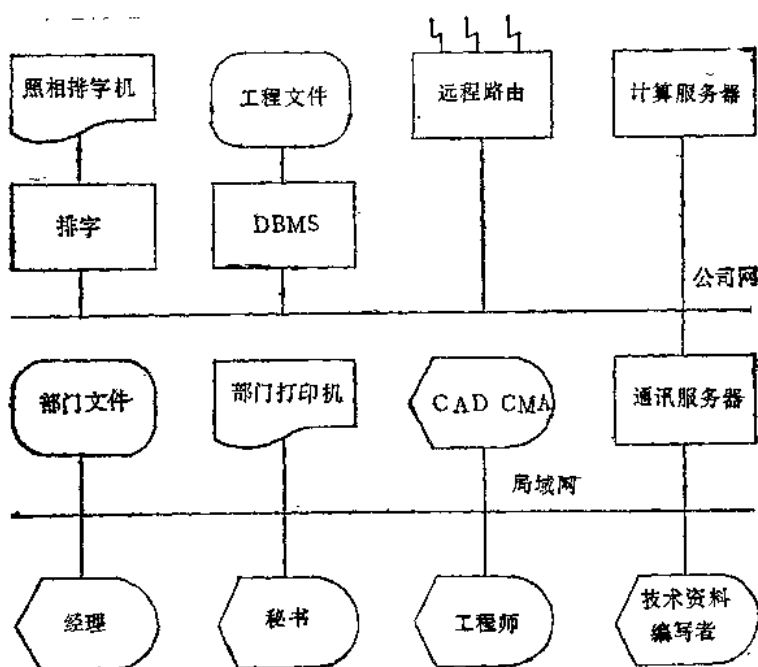


图1-3 工程部门用的个人计算机网

取；此外，还有一些专门的文件要由若干用户来共享。还有许多理由需要把单独的个人计算机连接起来。图1—3是一假想的工程部门的例子，图中表示了四个具有个人计算机的用户，他们都有各自的特定应用。

每一类用户都提供有电子信函及文学处理以提高产生和分发信件、备忘录和报告的效率，还向经理提供一组程序和预算管理软件。随着个人计算机提供的自动化程度的增加，秘书的作用变得不象一个打字员而更象一个管理方面的助手。对这些工作人员来说，电子日历和图形支持工具很有使用价值，对工程师和技术资料编写者还可提供“剪裁”系统。

象磁盘和打印机等昂贵的资源可由本部门网络的全体用户共享。而且，这个局域网还可连入较大的公司一级的网络设施。这时可用通讯服务器来控制对这些资源的访问。

3. 办公室自动化

办公室自动化的主要推动力是生产率。当办公室人员增加时，信息及纸上的工作量大量增加。在大多数单位中秘书和其他的支持工作占了很大的劳力，费用增加，工作负担加重，而只有较低的生产率。因此，促使增加在这方面的投资以寻求更有效的方法。

通常办公室的功能有如下几个方面：

文件准备：打字、更新和改正、包括听写和复印最后的结果。

信件分发：打电话、邮寄和递送。

个人信息管理：文档柜的使用，送入/送出的托盘，日志和计划表。

信息存取：参考有关信息，查阅文件，图书库，参考资料服务等。

办公室自动化利用了电子学、计算技术和通讯技术的优点，使得上述任务较易完成而且效率较高。电子化办公室中的信息较易存取，而且向工作人员提供最新的内容，办公工作做

起来也比人工的更快。电子信函系统当收信者不在时可把该信件放在他的电子式“送入托盘”中等待。文件可以共享，因此可以几个人共同利用它进行工作而不需要复制很多文件。

办公室自动化系统能帮助工作人员完成归档及检索的工作。除此以外，还可使人们从大量的行政管理繁杂工作中摆脱出来，而把省下来的时间从事更为有益的任务。

一般的办公室自动化包括下列组成部分：

工作站：访问和使用文件及服务的设备。它与一般的计算机显示终端相似，但应具有本地处理能力，并能访问打印机和个人的文件存贮器。键盘最好适合于文本处理而不是程序和数据输入。

共享的设施：一般是比较昂贵的或者任何一个用户都不会连续不断地使用的设备。例如，高速打印机、高质量打印机和数据处理设备，对于每个用户只是偶而使用而已。高速磁盘存贮器虽然所有用户都需要，但每个用户都配一套是太贵了，所以采用共享的方法。

与外界联系的设施：办公室工作人员需要以各种方式和外界进行通讯，为此需要使用专门的服务和数据库、信息服务、图书馆、专利信息、数据网络和电子信函服务。这些都应能从写字台上来使用。

通讯设施：把工作站与上述种种服务及其他工作站连接起来。连接方法可以有多种形式，例如可以有一中央计算机系统，它与全部工作站和服务设施相连；可以使用与电话交换机类似的中央交换设备，由它来提供工作站与用户要求的服务之间的连接；或者用一局域网来进行这些连接。

显然，局域网是把办公室设备连接起来的很有生命力的一种方法。特别是它们本质上就能使工作站上的用户访问所有其他的工作站以及使用由共享资源系统提供的服务。局域网还促进了把不同通讯服务和媒质集成起来，例如声音、数据、文本、视象和传真等。

办公室环境使用的局域网应该允许连接大量用户，并能支持多种设备。每种设备连至网络的费用必须比该设备便宜得多。

第二节 数据通讯与计算机网络

一、数据通讯的基本概念

1. 模拟和数字式数据通讯

粗略地说，模拟和数字这两个名词分别相应于连续和离散，它们常用于数据通讯中关于数据、信号传播和信号传输这三方面的内容中。

我们可以极简要地定义数据为传达意义的实体。数据与某些事物的形式有关，而信息则与数据的内容或解释有关，这两个的区别是重要的。信号是数据的电气或电磁形式的编码。信号传播是使信号沿某种合适的媒质传播的作用。最后，传输是用信号传播和处理的方法进行的数据通讯。下面结合讨论“模拟”和“数字”在这三方面内容中的意义，把这些抽象的概念进一步澄清。

模拟数据和数字数据的概念是极简单的。模拟数据是在某一段时间间隔中取连续的值。

声音和图象是强度连续变化的模式，大多数由传感器收集的数据，例如温度和压力也是连续的值。数字数据则取离散的值，例如文字和整数。

在通讯系统中，数据利用电气信号的形式来从一点传播到另一点。模拟信号是一种连续变化的电磁波，可以在很多种媒质中传送，例如双扭线对同轴电缆的导线式媒质，光纤电缆，以及大气或空间传播，用哪种媒质与频率有关。数字信号是一个电压脉冲序列，它可以在导线式媒质中传送，例如用一恒定的正电压电平表示二进制1，恒定的负电压电平表示二进制0。

数字信号传输的优点是通常比模拟信号传输便宜，而且对噪音干扰不太敏感。主要的缺点是数字信号的衰减比模拟信号的大。

模拟数据与数字数据这两者都可以或者用模拟信号或者用数字信号来表示和传播，这表示在图1-4中。一般来说，模拟数据是时间的函数并占据有限的频谱。这种数据可以直接用占据同一频谱的电磁信号来表示，最好的例子是声音数据。象声波一样，声音数据的频率范围为20赫至20千赫。但是，大部分的话音能量仅在狭窄得多的范围以内，标准的语音信号频谱为300至3400赫。

数字数据也可以用模拟信号来表示，这时要使用调制解调器(MODEM)。MODEM采用调制一载波频率的方法来把一串二进电压脉冲转换成模拟信号，此结果的信号以载波为中心占据一定的频谱，并可在适合此载波的媒质上传播。最常用的MODEM在声音频谱范围内表示数字数据，因此允许这些数据在普通的音频级电话线上传播。在线路的另一端上，MODEM再把此信号解调以恢复原来的数据。各种调制方法将在下面讨论。

模拟数据也可以用数字信号来代表，完成这一作用的设备叫做编码解码器(CODEC)，它很象MODEM所做的工作。从原理上来说，CODEC取一直接代表此声音数据的模拟信号，然后用一比特流来近似表示信号。在线路的另一端，再用此比特流来重新构成该模拟数据。

最后，数字数据可以直接用二进制形式来表示，即采用两个电平。但是，为了改进传播特性，常常把二进制数据进行编码，后面将进行解释。

模拟和数字信号都可以在适当的传输媒质上传送。处理这些信号的方法是传输系统的一个功能。模拟传输是传输模拟信号而不管其内容的一种方法，这个信号可以表示模拟数据(例如声音)或数字数据(例如通过一MODEM的数据)。不管哪种情况，模拟信号在经过一定距离后都会衰减。为了能传输较长的距离，在模拟传输系统中要加入一些放大器来提高信号中的能量，但是，这种放大器同时也提高了噪音成分。因此当用级联的放大器来获得长距离的同时，信号也越来越失真。对于象声音那种模拟数据来说，可以忍受较大的失真而仍

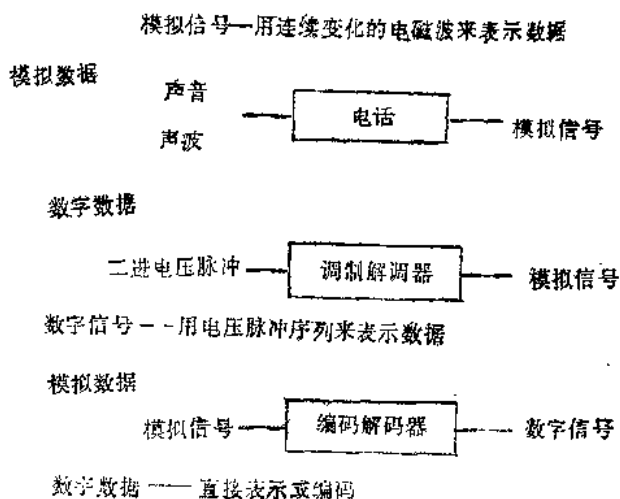


图1-4 模拟/数字数据的模拟/数字信号传播

能辨别,但是对于数字数据来说,经过多级放大器就可能会出错。

相反,数字传输关心的是信号的内容。前面说过数字信号由于衰减较大只能传输有限的距离,为了加长距离可以采用中继器(转发器)。中继器接收数字信号,恢复其1和0的模式,然后再发送新的信号,这样就解决了衰减的问题。

同样的方法也可用于载荷数字数据的模拟信号,这时传输系统在适当的间隔点上加入重发设备而不是放大器。这种重发设备能从模拟信号中恢复出数字数据,然后重发一新的清晰的模拟信号,因此噪音就不会累积起来。

由于数字传输在成本及质量上优于模拟传输,因此长距离通讯中逐步采用它来进行声音和数字数据的传输。在局域网范围内,虽然数字技术由于数字电路的价格便宜而比模拟传输成本要低,但是由于距离较短,噪音和衰减的问题不很严重,因此,也有采用模拟传输技术的情况。

2. 数据编码技术

如图1-4所示,除了模拟数据的模拟信号传播以外,都要求某种形式的数据编号,这里介绍几种最常用的技术。我们对数据/模拟信号、数字数据/数字信号以及模拟数据/数字信号这三种情况分别进行讨论。

首先来看数字数据/模拟信号的情况。模拟信号传播的基础是采用一连续的恒定频率的信号,叫做载波信号。数字数据编码的方法是对载波的三个特性(幅度、频率、相位)之一或三者的某种组合进行调制。图1-5表示了三种基本的调制方法,即幅移键控(ASK)、频移键控(FSK)和相移键控(PSK)。

也可以把这些方法组合起来,最常用的是把PSK与ASK组合起来,即可以在两种幅度值之一上产生相移。

其次来看数字数据/数字信号的情况。最常用而且最容易的方法是采用两种不同的电平来发送二进制信号。例如,没有电压(也没有电流)表示0,恒定的正电压表示1。也可用负电压(L)表示0,正电压(H)表示1,此即所谓不归零制(NRZ)如图1-6(a)所示。

不归零制传输有一些缺点。它难以判定一个比特结束、另一比特开始的位置,所以需要一些方法来保持发送者与接收者之间的同步(在异步或同步传输中都需如此)。此外,在每个比特时间内存在一直流分量,当1或0之一占主要优势时这个直流分量

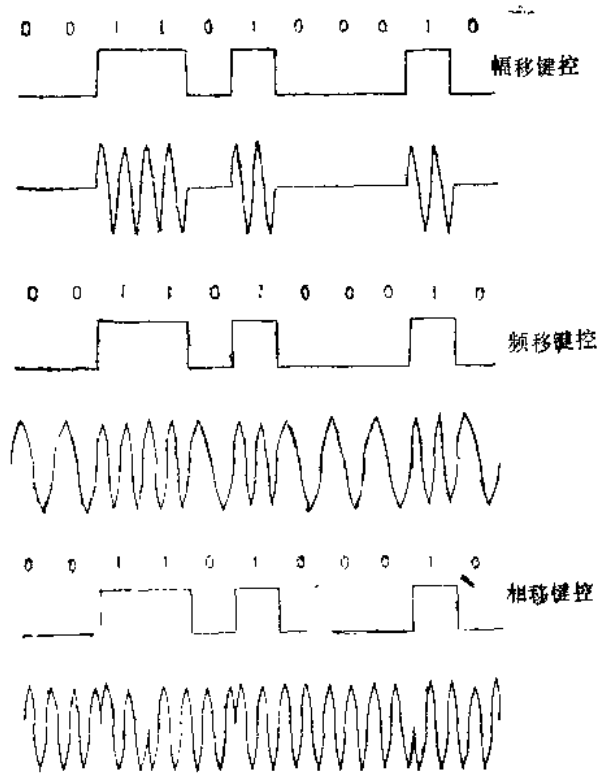


图1-5 数字数据所用的模拟信号的调制方法

会累积起来。因为,不能采用交流耦合的方法,但是变压器的交流耦合方式能够在数据通讯设备和环境之间提供极好的电气隔离。

克服这些缺点的另一种编码方式是曼彻斯特码,它普遍地用在局域网的传输之中(图1—6(b))。在曼彻斯特码中,在每个比特的中点有一个跳变,此跳变既用作时钟又用作数据,即高至低的跳变表示1,而低至高的跳变表示0。有时采用改进的形式叫差分曼彻斯特码,如图1—6(c)所示。这种情况下比特中点的跳变仅用来提供时钟,而编码表示是这样的:在比特周期的起始处有一跳变表示0,没有跳变表示1。这两种编码叫做自同步编码,因为在一串数据流中包含了时钟和数据。

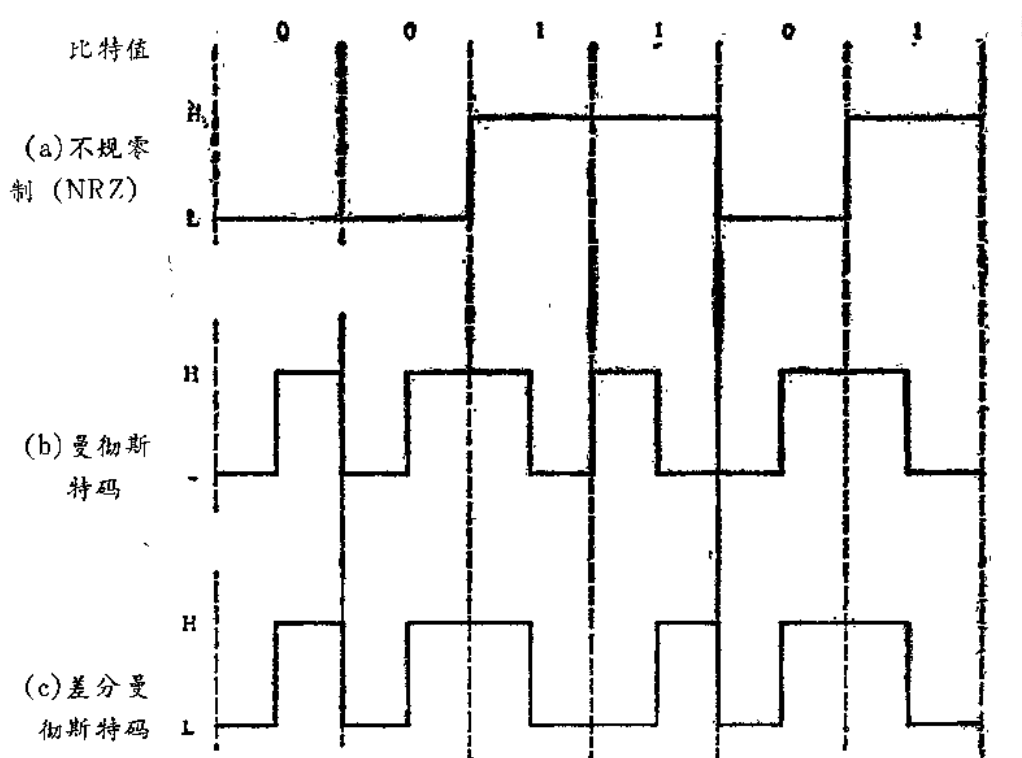


图 1—6 数字信号的编码

第三,讨论模拟数据/数字信号的情况。利用数字信号来对模拟数据进行编码的最常见的例子就是脉码调制(PCM),它主要用来调制声音信号。由于本章的内容所限,这里就不再作进一步的讨论。

3. 多路复用

在局域网和远程网的情况下,几乎都是传输介质的容量超过了传输单一信号所需的要求。为了充分利用传输系统,希望在介质(或媒质)上同时载荷多个信号,这就叫做多路复用。常用的两种方法为频分多路(FDM)和时分多路(TDM)。

FDM利用了介质的有用带宽超过信号要求的带宽这一特点,把每路信号调制在不同的载频上,并且这些载波分得较开不使这些信号的带宽相重迭,这样就能同时载荷许多信号。FDM的一般情况示于图1—7(a)。6个信号源馈入一多路器,后者把每路信号调制在不同

的频率上 ($f_1, \dots, f_6$)。每个信号在其载频周围要求一定的带宽, 叫做一个信道。为了防止干扰, 信道之间要用保护带分隔开, 保护带是频谱中不使用的部分。

TDM利用了介质可获得的比特率 (有时也叫做带宽) 超过数字信号所要求的数据速率的这一特点, 把每路信号在时间上交替起来就可以在单一传输路径载荷多个数字信号。这种时间上的交替可以是在比特级上或字节组的级上, 进行交替或者较大量信号的时间交替。例如, 图1-7 (b) 中的多路器有6个输入端, 每个可以9.6 kbps, 因此, 一根容量为57.6 kbps 的线路就可用来传送这全部6个信号源。与FDM相似, 专属于一特定源的时间片序列也叫做一个信道。时间片 (每个源一片) 的一个周期叫做一帧。

图1-7所示的TDM方式也称为同步式 TDM, 因为时间片都是预先指定并且固定不变的, 所以不同源的传输定时是被同步的。与此相反, 异步式TDM允许介质上的时间动态地进行分配, 这方面的例子以后再讨论。今后除了特别注明外, 一般说TDM即指同步式而言。

TDM并不限于数字信号, 模拟信号也可以在时间上进行交替传输。而且, 对于模拟信号还可以把TDM与FDM结合起来, 即频率把一传输系统分为许多信道, 而每个信道又再进行TDM时间分割。这种技术可用于宽带局域网中。

4. 异步和同步传输

数字式数据通讯 (模拟信号或数字信号) 的一个基本要求是接收器要知道它所收到的每个比特的起始时间和宽度。

最早而最简单的满足这一要求的方法是异步传输。在这种方式中, 数据的传送是一次一个字符 (5 或 8 个比特), 每个字符前面放一起始码, 后面跟一停止码 (图1-8 (a))。起始码的编码值为 0, 宽度为 1 比特时间。停止码的值是 1, 其最小宽度为 1 至 2 比特时间。与系统选择有关。当没有数据要发送时, 发送器就发出一连续的停止码。接收器根据从 1 至 0 的跳变来识别一新字符的开始。为了能识别出字符的各个比特, 接收器必须对每个比特的宽度有准确的了解。但是, 少量的漂移 (例如每比特 1%) 并不碍事, 因为接收器用每个停止码来重新同步。这种通讯方法简单而便宜, 但是要求每个字符有 2 至 3 比特的辅助开销。这种方法之所以叫做异步是因为各字符是互相独立地发送的, 因此, 字符可以不均匀的速率来传送。

一种效率较高的通讯方法是同步传输。在这种方式中, 字符或比特成组地传送而没有起止码, 并且每个比特的起止时间是准确地预期的。为了防止发送器与接收器之间的定时漂移,

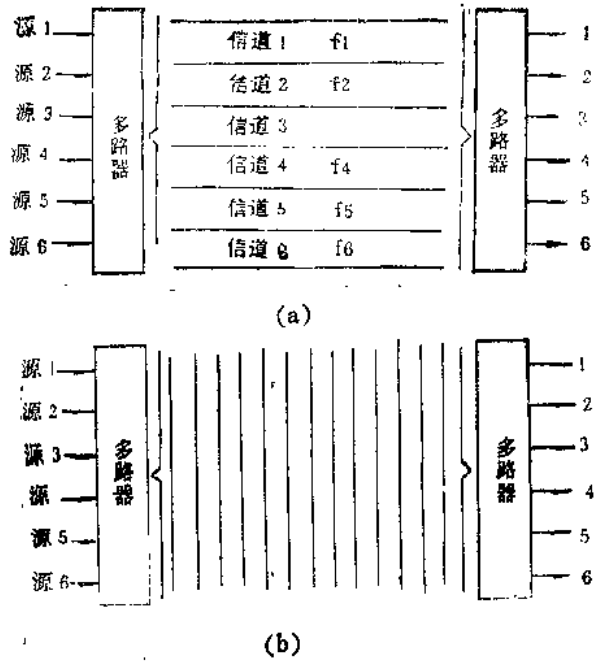


图1-7 多路复用

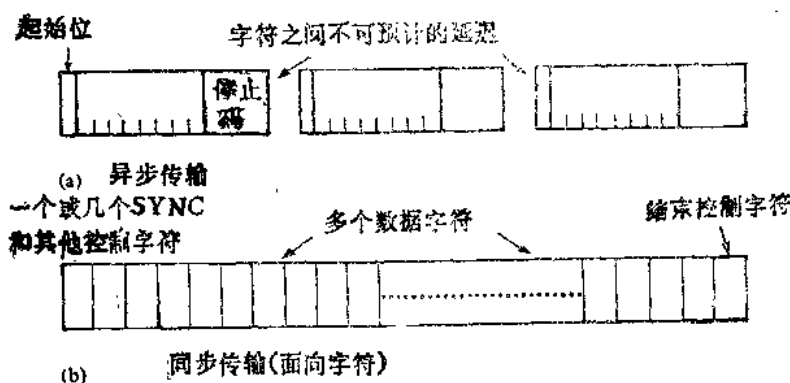


图1-8 异步和同步传输

它们的时钟必须要设法同步。一种可能的方法是在发送器和接收器之间加一根独立的时钟线。否则,必须把时钟信息嵌在数据信号之中。对于数字信号来说,这可以用曼彻斯特编码来得到;对于模拟信号来说,可以采用许多方法来实现,例如载波频率本身可以用来同步按载波相位工作的接收器。

采用同步传输时,还要求另一级别上的同步,即接收器要能判断一组数据的起始和结束。为此,每组用一前置的比特模式来开始,一后置的比特模式来结束。数据加上前缀与后缀就做一帧。前缀和后缀性质取决于这个数据组是面向字符还是面向比特的。对于面向字符的方式,每组之前放上一个或多个同步字符(图1—8(b)),叫做SYNC。它的比特模式选择原则是使其与要发送的任何正规符都有显著的不同。后缀是另一个唯一的字符。于是接收器由SYNC字符来报告输入数据组的到来,然后接受数据直到发现后缀字符为止。之后接收器又等待下一个SYNC。

面向字符的方式(例如IBM的BISYNC)正在逐渐地被更为有效和灵活的面向比特方式所取代,后者把一组数据作为一个比特流而不是一个字符流来处理。前缀和后缀原理是相似的,但是有一点不同。因为假定数据是任意的比特模式,没有任何保证前缀或后缀模式不会在数据中出现,这样就会破坏较高级别上的同步。

举例来说,两种常用的面向比特方式HDLC和SDLC采用模式01111110(叫做标志)同时作为前缀和后缀。为了避免在数据流中出现这个模式,发送器在发送数据时每当连续出现5个1后总要插入一额外的0。另一方面,当接收器检测到连续5个1的序列时,就要考察下一位。如该位为0接收器就删去它。这个过程叫做位填充。

二、通讯交换技术

到现在为止我们只讨论了数据的编码和在一个通讯链路上传送的问题。最简单的情况就是在两个设备之间直接用某种传输介质连接起来进行通讯,但是,这种情况常常不很实际。一般的方法是从源至宿要通过一个中间节点的网络来传送数据。这些中间节点并不关心数据的内容,而是作为一种交换(转接)设备从一个节点到一个节点地移动数据直至到达目的地为止。图1—9表示了这种情况。假设我们有一组设备要进行通讯,这些设备叫做站,它们可以是计算机、终端、电话或其他要通讯的设备。我们还有一组设备用来提供通讯服务,这

些设备叫做节点。这些节点互相之间以某种形式用传输链路连接起来。每个站都连至一个节点。节点的集合叫做通讯网络。如果连接的设备是计算机和终端，那么这个节点集加上站就构成了一个计算机网络。

一般使用的交换技术有三种：即线路交换，报文交换和包交换。

1. 线路交换

在线路交换中，两个站之间通过网络中的节点建立起一专用的通讯路径，最普通的例子就是电话系统。这就是说，在两个站之间有一实际的物理连接。这个连接是由节点之间的线路依次连接起来而构成的。在每根线路上有一个信道专用于此连接。

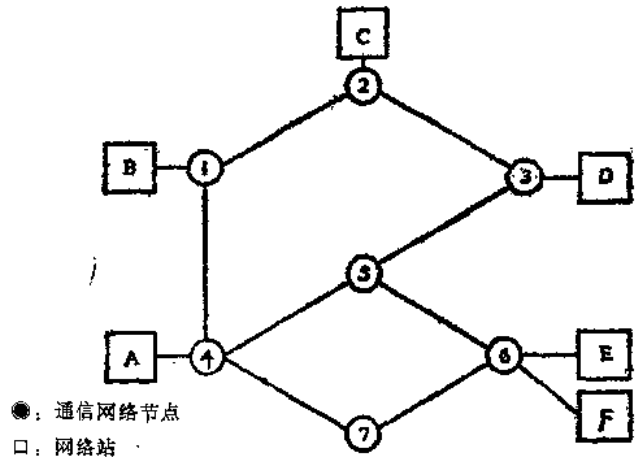


图1-9 一般的交换网

使用线路交换进行通讯包括三个阶段，请参考图1—9来进行解释。

第一，线路建立：在传送任何数据之前必须先建立端到端（站到站）的线路。例如，站A发出一请求给节点4要求建立至站E的连接。一般情况下A至4的线路是专线，所以这个连接的一部分已经存在。节点4必须找出下一步走哪里以连至节点6。根据路由信息和有效性的测量，或者还有费用的考虑，节点4选择至节点5的线路，在其上分配一个空闲的信道（使用TDM或FDM），然后发送一报文请求连接至E。至此，已经建立了从A经4至5的一条专用路径。余下的过程类似，节点5专用一个信道至节点6，并在内部把此信道与来自节点4的信道联系起来。节点6完成了至E的连接，这时要进行测试以判断E是忙还是可接受此连接。

第二，数据传送：现在可以从A通过网络至E传送信号，数据可以是数字的（例如终端至主机）或模拟的（例如声音）。通常，这种连接是全双工的，即数据可以同时以两个方向传送。

第三，线路断开：在数据传送了一段时间以后就终结这个连接，通常由两个站之一来进行。这个信号必须传播至4、5和6以解除对专用资源的分配。

线路交换的效率不太高，因为在连接期间均占用信道的容量，即使没有数据传送也是如此。因此，在终端对计算机通讯的场合，在连接建立后的大部分时间中信道可能是空闲的。从性能方面来说，在数据传送之前为了建立呼叫需要一般延时。但是，一旦线路建立以后，网络对用户是透明的。数据以固定的速率传送，除了通过传输链路的传播延迟以外没有任何其他的延迟。每个节点处的延迟可以忽略不计。

2. 报文交换

报文交换的方法很不相同，它不需要在两站之间建立一条专用的路径，当一个站要发送报文（信息的逻辑单位）时，它把目的地址挂在此报文上，然后将此报文逐个节点地通过网

络。在每个节点处，把整个报文接收下来，并存贮起来，然后再发送给下一节点。

在线路交换网中，每个节点是一电子的或电气机械的交换设备，它收到比特时尽快地再发送出去。而报文交换的节点一般是一通用的小型计算机，它具有足够的存贮器来缓冲到来的报文。在每个节点处报文延迟的时间等于接收此报文中全部比特所需的时间加上等待机会重发给下一节点的排队延时。

再参看图 1-9，考虑一报文从 A 发至 E。A 把 E 的地址加在报文上，然后发送给节点 4。节点 4 存贮起这个报文并决定下一步路径（例如至 5）。于是节点 4 把报文排起队来等待发送至 4-5 的链路上。当此链路可用时，就发送此报文至节点 5，后者再转发该报文至节点 6，然后最后到达 E。这种系统也叫做存贮转发报文系统。

这种方法比起线路交换来具有的优点如下：

- 线路效率较高，因为单个节点的信道可以由许多报文来共用。对相同通讯量来说，所需的总的传输容量较低。
- 不要求发送者与接收者同时工作。当接收者不工作时网络能把报文存贮起来。
- 在线路交换网中当通讯量较大时，有些呼叫就被阻断。但在报文交换网中，重负荷时仍能接受报文，不过递交的延迟增加而已。
- 能把一个报文发送给许多目的地。
- 可建立报文的优先级。
- 可在网络中建立按报文进行的差错控制和恢复规程。
- 能够进行速度和代码的转换。

报文交换的主要缺点是不适用于实时的或交互式的通讯，通过网络的延时相当长，而且变动较大。因此，它不适合于声音通讯，也不适合交互式的终端与计算机之间的通讯。

3. 包交换

包交换的方法试图结合起报文交换与线路交换的优点，而同时把它们的缺点减至最少。在许多站之间有大量通讯的情况下，可以达到这个目的。

包交换与报文交换非常相似，主要的外部区别在于在包交换网中允许传递的数据单元的长度有一定限制，一般最大长度为 1 千至几千比特。而报文交换系统允许长得多的报文。从站的观点来看，超过最大长度的报文必须分为若干较小的单位，然后一次一个地发送出去。这种较小的单位叫做包，以区别这两种交换系统。

我们仍以图 1-9 为例来研究单个包的传递过程。包中包含数据和目的地地址。站 A 发送包给 4，后者存贮起来然后再发给 5，5 再发给 6，然后至 E。与报文交换的一个差别是这些包一般都不存入外存贮器，只在内存中暂存以供差错恢复使用。

从表面上来看，包交换好象没有什么优点。值得注意的是，简单地限制数据单位的最大长度就对性能产生了很大的影响。在证明这一点之前，我们先介绍在包交换网上处理整个报文的两个常用方法。

当一个站要发送报文时，如果此报文长度大于最大包长的话，它就把此报文分成若干包，然后把它们发送给节点。问题是网络将如何来处理这一包流呢？一般有两种方法，即数据报和虚电路。

在数据报方案中，每个包是单独处理的，就好像在报文交换网中独立地处理每个报文一

样。假定站A有一3个包的报文要发送给E，它把包按1—2—3次序送出去至节点4。对每个包节点4都必须做出路由的决定。包1进来后，节点4判定节点5的包队列比节点7的短，所以把此包排在节点5处。包2也与上相同。但对于包3，那时节点4发现节点7的队列最短故把包3排于此队上。因此，具有相同目的地址的各包并不全走同一路径。再者，有可能包3比包2先到达节点6。因此，有可能提交给E的各包次序与原来发送的次序不相同，所以要由E来重新排序。在这种方法中每个包是独立处理的，故叫做数据根。

在虚电路方案中，在任何包能发送以前要建立一逻辑的连接。例如，假定A有一个或多个报文要发送给E。它首先发送一“呼叫请求”包给4，请求连接至E。节点4决定传递这个请求以及随后的数据给5的路由，5再决定到6的路由，5最后把此呼叫请求包递交给E。如果E可接受这一连接，就发送一“呼叫接受”包至6，此包经5和4传回至A。现在站A和E可以通过已经建立的这一逻辑连接或虚电路来交换数据。每个包除了数据以外，现在还包含一虚电路标识符。每个节点知道该向哪个方向传送这些包，而不需再作路由决定。最后，两站之一用一“清除请求”包来结束这一连接。任何时候每个站可以有一个以上的虚电路通至任何别的站，也可以有通至一个以上站的若干虚电路。

由上可见，虚电路技术的主要特征是数据传送以前要在站间建立一个路由。要注意这并不意味着有一专用的通路，象在线路交换中那样。在每个节点处包仍被缓存起来，并排队等待发送至一线路。与数据的差别是节点无需为每个包来作路由决定，对于每个连接只做一次决定就行了。

如果两个站要较长时间地交换数据，虚电路方法就有某些优点。它们可从不是必需的通讯处理中解脱出来。虚电路设施可以提供一系列服务，例如包的正确排序、差错控制（请求重发）以及流量控制等。

数据报方案的一个优点是可以省掉呼叫建立阶段。因此，如一个站只要发送一个或少数几个包时，数据报的递交会快些。另一个优点是数据报的服务更原始一些，因而也更灵活些。因此它在网络互连中得到了应用。第三个优点是从本质上来说数据报的递交更为可靠。如果一个节点失效，所有通过该节点的虚电路都被丢失。而采用数据报时，一个节点失效，可以找到另外的路由来传递该包。

现在我们回到性能的问题，这表示在图1—10中。当然，各种技术的实际性能还与许多因素有关，例如：站的数目、节点的数目与安排、系统上的总负荷以及两站之间一般交换的长度（时间的和数据的长度）。但是，可以大致有下述结论：

- 对于交互式通讯，报文交报是不适合的。
- 对于轻的与（或）间歇的负荷，线路交换是最便宜的，因为可以通过拨号线来使用电话系统。
- 对于两站间负载很重而持久的情况，利用线路交换线是最合算的。
- 当有一组设备要交换中等或较大量数据时，包交换是最合适的；这种方法的线路利用率最高。
- 数据报包交换方式适合于短的报文和需要灵活性的场合。
- 虚电路交换适合于较长时间的交换数据和要使站解除处理负担的场合。

4. 局域网的交换技术

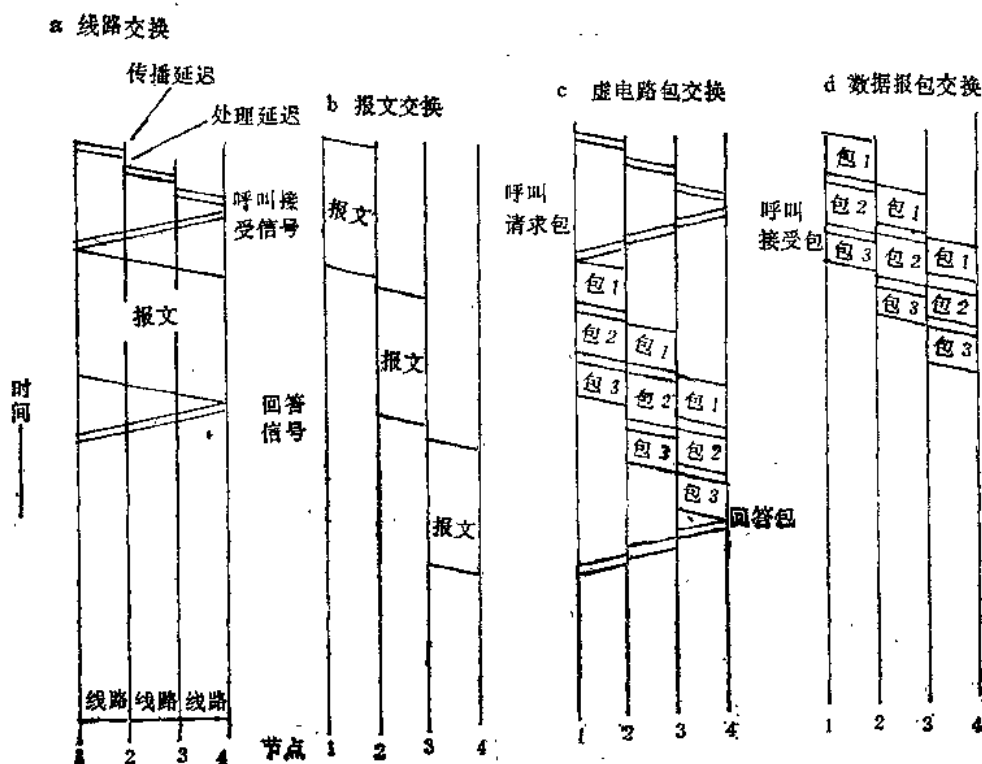


图1-10 各种交换技术的时间序列

在局域网中用得最普遍的是包交换技术。但是，在许多场合下，源与宿之间只有单一而直接的通路，因此，在局域网中常常没有路由选择或交换转接的功能。我们将会看到，为了防止任何源独占通讯介质，一般采用包交换而不是报文交换技术。

在有些局域网中也广泛采用线路交换技术，例如以数字开关或计算机化交换机(CBX)为基础构成的网络，这种网络不是本章的重点。

三、计算机网络

1. 通讯体系结构

在计算机网络中涉及到多台计算机，因而需要附加的硬件和软件来支持这些系统之间的通讯。通讯硬件已相当标准化，一般很少有问题。但是，当希望在异种机（不同厂家，或同一厂家不同型号）之间通讯时，软件的研制工作是非常麻烦的。因为不同的厂家使用不同的数据格式和数据交换约定。即使同一厂家的产品，不同型号的计算机也可能采用各自独特的方法来进行通讯。

因此，一个个地用专门的方法来研制各种通讯软件花费很大，是难以接受的。唯一的出路是各厂家采用并实现一套公共的规定，为此制订了一系列国家的和国际的标准。但是，不同计算机上两个应用程序之间的、以真正协调方式进行的通讯是非常复杂的，因而不是一个标准就能满足的。因此，在制订标准之前，先要把问题分小，研究一种体系结构来定义各个