

第3章 传输介质与拓扑结构

决定局域网特性的主要技术有3个：用以传输数据的传输介质，用以连接各种设备的拓扑结构，用以共享资源的介质访问控制方法。传输介质是通信网络中发送方和接收方之间的物理通路。网络中各个结点相互连接的方法和形式称为网络拓扑。

拓扑结构的选择往往和传输介质的选择和介质访问控制方法的确定紧密相关。本章讲述传输介质特性、类别，传输损耗，拓扑结构的选择和类别，环型网、总线/树型网络和光纤局域网。

3.1 传输介质特性

传输介质是通信网络中发送方和接收方之间的物理通路。最普遍的连接方式是在发送和接收设备之间有一条点到点的链路，这些设备通过接口在介质上传输模拟信号和数字信号。可以用一个或多个中间设备来补偿传输中的衰减损失。设备能从不同的点连接到传输介质上，用中继器(数字信号)或者放大器来延伸介质长度。

传输介质的特性对网络数据通信质量有很大影响，这些特性是：

- (1) 物理描述。说明传输介质的特征。
- (2) 传输特性。包括是使用模拟信号发送还是数字信号发送，调制技术、传输容量及传输的频率范围。
- (3) 连通性。点到点或者多点连接。
- (4) 地域范围。网上各点间的最大距离，是在建筑物内、建筑物之间或扩展到整个城市。
- (5) 抗干扰性。防止噪音对传输数据影响的能力。
- (6) 相对价格。以元件、安装和维护的价格为基础。

3.2 传输介质类别

常用的传输介质有双绞线、同轴电缆、光导纤维电缆以及无线介质传输。

1. 双绞线

一根双绞线由两根绝缘铜线绞合在一起，它可以作为一条通信链路。通常将一束双绞线置于一个简单的鞘套中形成一条电缆。

双绞线比其他传输介质价格更低廉，且易于使用，但在传输距离、带宽和传输速率上有一定限制，且易受干扰。

双绞线可分为两种：非屏蔽和屏蔽。非屏蔽双绞线(UTP)即普通电话线，应用广泛，是局域网传输介质中最廉价、最广为使用和安装的一种。

非屏蔽双绞线受制于外部干扰，一种提高性能的方法是使用金属包层来屏蔽。屏蔽双

绞线(STP)在低速传输时可提供良好的性能。它比非屏蔽双绞线要贵些,且操作更复杂。

电子工业联合会(EIA)颁布的 EIA-568-A 有三种 UTP 电缆:3 类 UTP 为 16MHz,4 类 UTP 为 20MHz,5 类 UTP 为 100MHz。3 类和 5 类 UTP 被大多数局域网采用。由于千兆以太网的发展对传输介质性能提出了更高要求,EIA 又定义了增强的 5 类 UTP(CAT 5E)、6 类 UTP 和 7 类 UTP。读者可从手册中查阅不同电缆的性能。

2. 同轴电缆

同轴电缆也像双绞线那样,由两个导体组成,但是其结构不同,它允许在较宽的频率范围内工作。其结构是一个空心外部圆柱形导体围裹着一个内部的导体。内部导体可以是单股实心线也可以是绞合线,外部导体可以是单股线也可以是编织线。内部导体用规则间隔的绝缘环或者固体绝缘材料固定,外部导体用一个罩或者屏蔽层覆盖。单根同轴电缆的直径约为 1.02~2.54cm。它的抗干扰性强于双绞线,因而连接距离更长,可连接更多工作站。同轴电缆比屏蔽双绞线贵,但容量更大。

同轴电缆按所使用的信号,可分成三类:50Ω 基带电缆、宽带电缆和载带电缆。基带电缆使用数字信号,最初被应用于以太网,因而被称为以太网电缆。宽带电缆使用模拟信号,广泛用于有线电视,因而被称为公用天线电视 CATV 电缆。载带电缆使用调制解调器和模拟信号,载带电缆和宽带电缆都使用标准的有线电视电缆,但载带电缆只允许电缆上有单一信道。

同轴电缆已成为局域网的重要传输介质,然而,近十多年来,由于以低花费为主要需求的小型局域网使用双绞线,而以高性能为主要需求的局域网则使用光纤,使同轴电缆在局域网中的应用逐渐减少。

3. 光纤

光导纤维是一种细小($1.25\sim2\mu\text{m}$)柔软并能传导光线的介质。各种玻璃和塑料可以用来制造光导纤维。使用超高纯石英玻璃纤维可以得到最低的传输损耗。超高纯的纤维是难以生产的,有较高损耗的多股玻璃纤维较为经济,并仍然可以提供良好的性能。塑料纤维价格便宜而且可以用于短程链路,对于塑料纤维,中等偏高的损耗也是可以接受的。对于具有较高折射指数的单根光导纤维来说,例如玻璃纤维或塑料纤维,都用折射指数稍低的材料做成包层来将其围裹起来。这一包层将纤维隔离起来,而且防止它与相邻的纤维相互干扰。光导纤维电缆由一束纤维组成,其中每一条带都有一排纤维。

光纤与双绞线和同轴电缆相比具有以下优点。

容量更大:以几百 Gb/s 的速率可传播 10km。

小型轻便:具有体积小、重量轻等非常明显的优势。

衰减低:信号衰减明显小,即使在很长距离内传输信号也很稳定。

电磁隔离:光纤系统不受外部电磁场的干扰,也不向外辐射能量,安全性高。

光纤传输的原理是这样的:光纤从一个光源进入玻璃或塑料芯线,角度较小的光线被反射并沿着光纤不断传送,其余的光线则被包围核心的材料吸收。这种形式的传送称为多重模式,多模光纤因而得名。当光纤核心的半径减小至一个波长时,就只有一个角度或模式可以通过,即轴心光线,这种光纤称为单模光纤,性能优于多模光纤。还有一种多模分级指数传输方式,性能介于上述两种光纤之间。

光导纤维系统使用两种不同类型的光源:发光二极管(light emitting diode,LED)和注

入型激光二极管(injection laser diode,ILD)。发光二极管是一种固态器件,当电流通过时就发出光。注入型激光二极管也是一种固态器件,它按激光器原理进行工作,即激励量子电子效应来产生一个窄的超辐射光束。发光二极管价格较低,可工作在较大的温度范围内,并且有较长的工作周期。注入型激光二极管的效率较高,而且可以保持很高的数据传输率。

在接收端用来把光转换为电能的检波器是一个光电二极管,目前使用两种固体器件:PIN 检波器和 APD 检波器。PIN 光电二极管是在二极管的 P 层和 N 层之间增加一小段纯(I)硅。APD 雪崩光电二极管的外部特性和 PIN 类似,但是使用了一个较强的电磁场。这两种器件基本上是光电计数器,PIN 的价格便宜,但是不如 APD 灵敏。光载波的调制应属于幅移键控法(ASK)的一种形式,也称为亮度调制(intensity modulation)。

在数据传输过程中所使用的波长、传输类型和得到的数据传输率之间有着密切的联系。无论单模光纤还是多模光纤都能支持几种不同的波长,并且可使用激光或 LED 作为光源。光波的波长最好能集中在以 850nm、1300nm 或 1500nm 为中心的波长中。在使用较长的波长时,损失相对较小,因而允许有较高的数据传输速率。目前多数局域网采用 850nm 的 LED 作光源,这种方式比较便宜,但速率不超过 100Mb/s,距离不超过几千米。为了得到更高的数据速率并用于更长的距离,一般需要 1300nm 的 LED 或激光作光源。

4. 无线介质

用于局域网的无线传输技术主要是微波和红外线。

微波是指广播频率的高端(从 1GHz 到 30GHz)。微波天线能产生极具方向性的或较宽的波束以覆盖较为广阔的地区。微波传输在局域网中有 3 个要求:

(1) 频率分配。必须保证所使用的频率没有被以前的应用所占用。对于局域网应用,下列微波频率是允许的:

902 ~ 928MHz

2.4 ~ 2.4835GHz

5.725 ~ 5.825GHz

18.825 ~ 19.205GHz

(2) 干扰。微波信号可以穿越墙壁,这就保证了基于微波的局域网可以不被限制在一座建筑物中。然而,如果有几个无线局域网同时存在于一座建筑物中,就有互相干扰的问题。为了避免干扰,可预先对频段的使用达成一致,或采用特殊的频谱传输技术。

(3) 安全性。一种保证安全的技术是将传输信号加密,或采用特殊的频谱传输技术。

红外线通信是用收发机调制红外线。发射器必须有直线或反射通路通达其余各点。与微波传输的重要区别是红外线不会穿越墙壁,因此在微波传输中出现的干扰和安全性问题不会出现。也无须进行频率分配。

3.3 传输损耗

很多电气干扰都会使传输介质产生噪声,从而引起信号的畸变。例如,在无线电传输中,噪声常常会使扬声器输出产生嘘声或噼啪声。在电视机中,电视传输的噪音干扰会使雪花形干扰或五彩纸屑形干扰重叠在图像上。在数字通信系统中,噪声可能会产生不希望有的脉冲,甚至会抵消所需要的脉冲,从而使所接收的信号产生严重的误差。此外,每一种电

路都有电阻、电感和电容,当信号在电路中传输时必然会失真。上述各种失真都可认为是传输损耗。

1. 传输损耗分类

可将传输损耗分成两大类,即外部损耗和内部损耗。外部损耗是指外部信号源使传输系统产生的损耗;内部损耗是指传输系统本身引起的损耗。

外部损耗有 3 种不同类型:

(1) 静态噪声。大多数外部噪声(电气干扰)以随机无线电波形式存在,一般叫做静态噪声。

(2) 地球外噪声。这种噪声在一个很宽的频谱上辐射,其中包括通信用的频率。地球外噪声又分为太阳射电噪声和宇宙射电噪声两类。太阳射电噪声是由太阳的恒定辐射产生的,宇宙射电噪声是由宇宙空间不同恒星产生的。

(3) 工业噪声。如飞机和汽车点火装置、电动机、开关设备以及高压线的泄露产生的噪声。荧光灯也是其中的一种强烈的干扰源,不应使用于高灵敏接收机接收或测试的场所。

内部损耗也有 3 种不同类型:

(1) 衰减失真。信号的强度会随着它在任何一种传输介质上传输的距离而下降,这种现象称为衰减。衰减也称为幅度衰变,它是话音级电话线路的一种固有特性。

(2) 延迟失真。数字信号是由很多频率成分组成的。当信号通过通信介质传输时,所有被传输的频率成分必须在同一时间内以相同的电平被接收到。实际上所有的频率成分并不是按相同的速率传输的,较高的频率成分传输的速度较低,而较低的频率成分传输的速度较高。由于这一原因,使某些频率成分要晚于其他频率成分到达接收端,这一效应称为延迟失真或频率失真。

(3) 噪声。在所有传输系统中,不希望有的信号插在传输系统和接收端称为噪声,它是主要的内部损耗。噪声有热噪声、串扰噪声和脉冲噪声三类。热噪声是由导体中电子的热扰动引起的,它存在于所有电子器件和传输介质中。它是温度变化的结果,但不受频率变化的影响。热噪声也称为白噪声或高斯噪声。串扰噪声是一种信号路径之间不希望有的电器耦合现象。

特殊的电缆屏蔽可以解决某些串扰问题,使用双绞线的一个主要原因就是要消除这种损耗现象。

脉冲噪声是非连续的,由持续时间短和幅度大的不规则脉冲或噪声尖峰组成。产生脉冲噪声的原因多种多样,其中包括电磁干扰以及通信系统的故障和缺陷,也可能在通信系统的电气开关和继电器改变状态时产生。它会干扰话音传输,但通常不会损失信息。

2. 信噪比

信噪比是信号功率与噪声功率在传输线相同点上的比率。它用来表示信号电平超过噪声电平的量值,以分贝(dB)计。

分贝表示功率输出与功率输入之比。就信噪比来说,它用来表示信息信号相对于信号噪声的相对强度,用 S/N 表示, S 为信号强度, N 为噪声强度。

分贝(dB)测量两个信号的相对强度。假如信号衰减,则分贝数为负的;假如信号增强,则分贝数是正的。

$$\text{dB} = 10\log_2(P_2/P_1)$$

式中, P_1 和 P_2 分别代表两点信号的功率。

高信噪比意味着噪声电平大大低于信号电平, 这样, 噪声不会干扰所发送的信息。反之, 低信噪比意味着噪声电平高于信号电平, 将会产生严重的数据失真。

在话音通信中, 30dB 的信噪比是令人满意的。信噪比越高, 信号在接收端就越清晰。

3.4 拓扑结构的选择

网络中各个结点相互连接的方法和形式称为网络拓扑。拓扑结构的选择往往和传输介质的选择和介质访问控制方法的确定紧密相关。选择拓扑结构时, 应该考虑的主要因素有以下几点:

(1) 费用低。不管选用什么样的传输介质, 都需要进行安装, 例如, 安电线沟、安电线管道。最理想的情况是建楼以前先进行安装, 并考虑今后扩建的要求。安装费用的高低与拓扑结构的选择以及相应的传输介质选择、传输距离的确定有关。

(2) 灵活性。局域网中的数据处理和外围设备分布在一个区域内, 计算机、电话和设备往往安装在用户附近, 要考虑到在设备搬动时很容易重新配置网络拓扑, 还要考虑原有结点的删除和新结点的加入。

(3) 可靠性。在局域网中有两类故障, 一类是网中个别结点损坏, 这只影响局部; 另一类是网络本身无法运行。拓扑的选择要使故障检测和故障隔离较为方便。

3.5 拓扑结构类别

构成局域网络的拓扑结构有很多种, 主要有星型拓扑、总线拓扑、环型拓扑以及混合型拓扑。

1. 星型拓扑

星型拓扑是由中央结点和通过点到点链路接到中央结点的各站点组成。如图 3.1 所示, 中央结点执行集中式通信控制策略, 因此中央结点相当复杂, 而各个站的通信处理负担都很小。采用星型拓扑的交换方式有线路交换和报文交换, 尤以线路交换更为普遍, 现有的数据处理和声音通信的信息网大多采用这种拓扑结构。目前流行的 PBX 就是星型拓扑结构的典型实例。一旦建立了通道连接, 可以没有延迟地在连通的两个站之间传送数据。

图 3.2 表示使用接线盒的星型拓扑, 接线盒相当于中间集中点, 可以在每个楼层配置一个, 并具有足够数量的连接点, 以供该楼层的站点使用, 站点的位置可灵活放置。

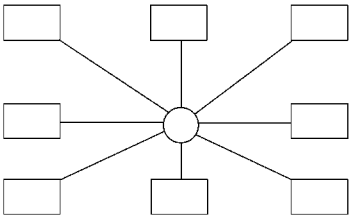


图 3.1 星型拓扑

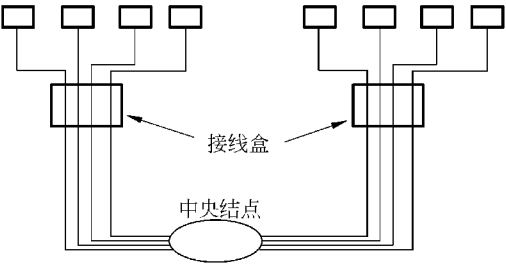


图 3.2 带有接线盒的星型拓扑

星型结构有如下优点：

(1) 方便服务。中央结点和中间接线盒都有一批集中点,可方便地提供服务和网络重新配置。

(2) 每个连接只接一个设备。在网络中,连接点往往容易产生故障,在星型拓扑中,单个连接的故障只影响一个设备,不会影响全网。

(3) 集中控制和故障诊断。由于每个站点直接连到中央结点,因此,故障容易检测和隔离,可很方便地将有故障的站点从系统中删除。

(4) 简单的访问协议。在星型网中,任何一个连接只涉及中央结点和一个站点,因此,控制介质访问的方法很简单,致使访问协议也十分简单。

星型拓扑的缺点如下：

(1) 电缆长度和安装。因为每个站点直接和中央结点相连,这种拓扑结构需要大量电缆,电缆沟、维护和安装等,会产生一系列问题,因此而增加的费用相当可观。

(2) 扩展困难。要增加新的站点,就要增加到中央结点的连接,这就需要在初始安装时放置大量冗余的电缆,需要配置更多的连接点。如需要连接的站点很远,还要加长原来安装的电缆。

(3) 依赖于中央结点。例如中央结点产生故障,则全网不能工作,所以中央结点的可靠性和冗余度要求很高。

星型拓扑结构广泛应用于网络中智能集中于中央结点的场合。目前在传统的数据通信中,这种拓扑结构还是占据支配地位。

2. 总线拓扑

总线拓扑结构采用单根传输线作为传输介质,所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到传输介质上,或称总线上。任何一个站的发送信号都可以沿着介质传播,而且能被所有其他的站点接收。图 3.3 是总线拓扑结构网,图 3.4 是带有中继器的总线拓扑。

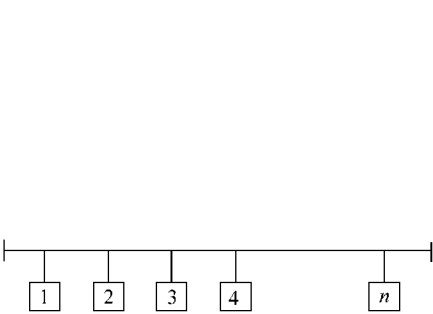


图 3.3 总线拓扑

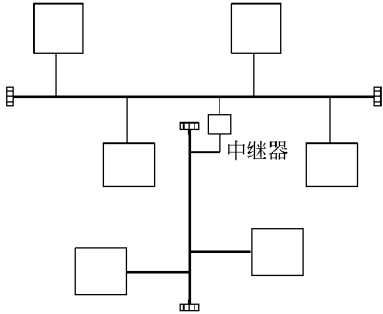


图 3.4 带有中断器的总线拓扑

因为所有的结点共享一条公用的传输链路,所以一次只能由一个设备传输。需要某种形式的访问控制策略,来决定下一次哪一个站可以发送,通常采取分布式控制策略。

发送时,发送站将报文分成分组,然后一次一个地依次发送这些分组,有时要与其他站送来的分组交替地在介质上传输。当分组经过各站时,目的站将识别分组的地址,然后复制下这些分组的内容。这种拓扑结构减轻了网络通信处理的负担,它仅仅是一个无源的传输介质,而通信处理分布在各站点进行。

总线拓扑有如下优点：

- (1) 电缆长度短，布线容易。因为所有的站点接到一个公共数据通路，因此，只需很短的电缆长度，减少了安装费用，易于布线和维护。
- (2) 可靠性高。总线结构简单，又是无源元件，从硬件的观点看，十分可靠。
- (3) 易于扩充。增加新的站点，只需在总线的任何地点将其接入，如需增加长度，可通过中继器加上一个附加段。

总线拓扑的缺点如下：

- (1) 故障诊断困难。虽然总线拓扑简单，可靠性高，但故障检测却不很容易。因为总线拓扑的网不是集中控制，故障检测需在网各个站点进行。
- (2) 故障隔离困难。在星型拓扑中，一旦检查出哪个站点发生故障，只需简单地把该连接去除。对于总线拓扑，如故障发生在站点，则只需将该站点从总线上去掉，如传输介质发生故障，则整个这段总线都需要切断。
- (3) 中继器配置。在总线的干线基础上扩充，可采用中继器，需重新配置，包括电缆长度的剪裁，终端器的调整等。
- (4) 终端必须是智能的。因为接在总线上的站点要有介质访问控制功能，因此必须具有智能，从而增加了站点的硬件和软件费用。

3. 环型拓扑

这种拓扑的网络由一些中继器和连接中继器的点到点链路组成一个闭合环，如图 3.5 所示。

每个中继器都与两条链路相连。中继器是一种比较简单的设备，它能够接收一条链路上的数据，并以同样的速度串行地把该数据送到另一条链路上，而不在中继器中缓冲。这种链路是单向的，也就是说，只能在一个方向上传输数据，而且所有的链路都按同一方向传输。这样，数据就在一个方向上围绕着环进行循环。

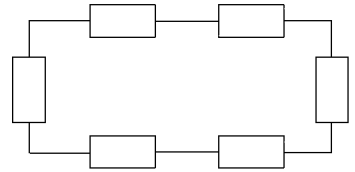


图 3.5 环型拓扑结构

每个站都是通过一个中继器连接到网络上去的。数据以分组的形式发送，例如，如果 X 站希望发送一个报文到 Y 站，那么它要把这个报文分成为若干个分组，每个分组包括一段数据再加上某些控制信息，其中包括 Y 站的地址。X 站依次把每个分组放到环上，然后通过其他中继器进行循环。Y 站识别带有它自己地址的分组，并在这些分组通过时将它复制下来。

由于多个设备共享一个环，因此需要对此进行控制，以便决定每个站在什么时候可以把分组放在环上。这种功能是用分布控制的形式完成的，每个站都有控制发送和接收的访问逻辑。

环型拓扑有如下优点：

- (1) 电缆长度短。环型拓扑所需电缆长度和总线拓扑相似，但比星型拓扑要短得多。
- (2) 不需接线盒。因为环型拓扑是点到点连接，所以不需像星型拓扑结构那样配置接线盒。
- (3) 适用于光纤。光纤传输速度快，环型拓扑是单方向传输，十分适用于光纤传输介质。因为环型网是点到点、一个结点一个结点的连接，可以在网上使用多种传输介质，例如，

用于工厂的网络,在办公室大楼内用同轴电缆,而在生产车间用光纤,以解决电磁干扰问题。

环型网的缺点如下:

(1) 结点故障引起全网故障。在环上数据传输是通过接在环上的每一个站点,如果环中任一结点出故障都会引起全网故障。

(2) 诊断故障困难。因为某一结点故障会使全网不工作,因此难于诊断故障,需要对每个结点进行检测。

(3) 不易重新配置网络。要扩充环的配置比较困难,同样要关掉一部分已接入网的站点也不容易。

(4) 拓扑结构影响访问协议。环上每个结点接到数据后,要负责将它发送至环上,这意味着要同时考虑访问控制协议。结点发送数据前,必须事先知道传输介质对它是可用的。

4. 树型拓扑

树型拓扑是从总线拓扑演变过来的,形状像一棵倒置的树,顶端有一个带分支的根,每个分支还可延伸出子分支,图 3.6 就是这种树型拓扑。通常采用同轴电缆作为传输介质,且使用宽带传输技术。

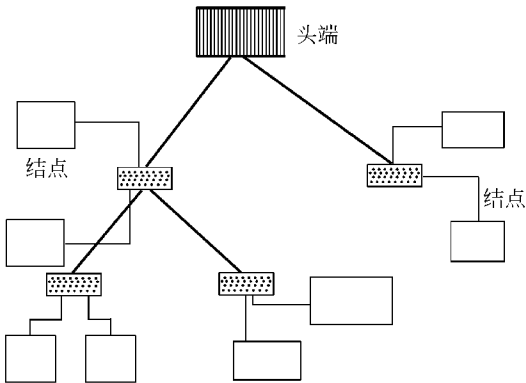


图 3.6 树型拓扑

这种拓扑和带有几个段的总线拓扑的主要区别在于根的存在。当结点发送时,根接收该信号,然后再重新广播发送到全网。这种结构不需要中继器。

树型拓扑的优缺点大多和总线的优缺点相同,但也有一些特殊之点。树型拓扑有如下优点:

(1) 易于扩展。从本质上看这种结构可以延伸出很多分支和子分支,因此新的结点和新的分支易于加入网内。

(2) 故障隔离。如果某一分支的结点或线路发生故障,很容易将该分支和整个系统隔离开来。

树型拓扑的缺点是对根的依赖性太大,如果根发生故障,则全网不能正常工作,因此这种结构的可靠性问题和星型结构相似。

5. 星型环拓扑

这是将星型拓扑和环型拓扑混合起来的一种拓扑,试图取这两种拓扑的优点于一个系统。

这种拓扑的配置是由一批接在环上的连线集中器组成,这种集中器实际上是安装在楼

内各层的接线盒,从每个接线盒,按星型结构接至每个用户站上,见图 3.7。从电路看,星型环结构完全和一般的环型结构相同,只是物理走线安排成星型连接,因此这种拓扑也可称为星型环拓扑。

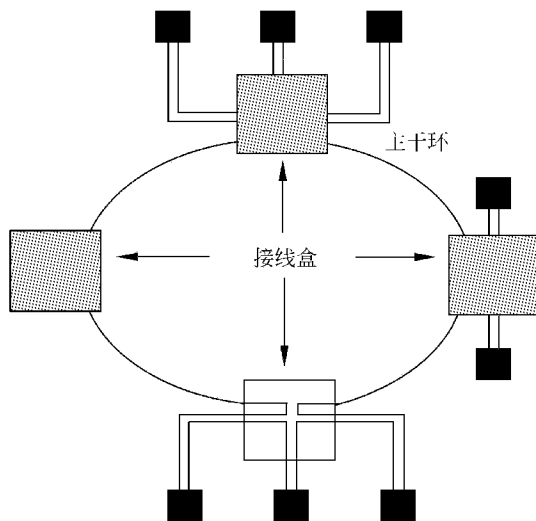


图 3.7 星型环拓扑

星型环拓扑有如下优点:

(1) 故障诊断和隔离。由于存在一批连线集中器,大大方便了故障诊断,当发现网络有故障时,首先只要诊断环中哪一个集中器有故障,然后,将该集中器和全网隔离起来。

(2) 易于扩展。由于星型环拓扑的模块结构,即由很多集中器组成,要扩展网,只要加入新的集中点于环上。在设计星型环拓扑网时,可以在每个集中点留出一些备用的可插入新的站点的连接口。

(3) 安装电缆方便。在星型环拓扑结构上的集中器是通过一条电缆连接成的,因此,安装时不会有电缆管道拥挤的问题。这种安装和传统的电话系统电缆安装很相似。

星型环拓扑的缺点如下:

(1) 需要智能的集中器。为了实现网络故障自动诊断、故障结点的隔离,需要有智能的集中器。

(2) 电缆安装问题。虽然集中器之间的电缆安装比较方便,但每个集中器到各个站点的电缆安装具有星型结构电缆长、安装不方便等问题。

上面分析了几种常用的拓扑及其优缺点,由此可知,局域网拓扑的选择需要考虑很多因素。

对已有的楼房,或正在施工的楼房,都要易于安装。一旦安装好了,还要满足易于扩展的要求,既要方便扩展,又要保护原有的系统。

局域网的可靠性也是考虑的重要因素,要易于故障诊断,易于隔离故障,以使网络在修复故障的同时,主要部分仍能正常运行。

拓扑的选择会影响传输介质的选择和介质访问控制方法的确定,这些因素又会影响各个站点在网上的运行速度和网络软硬件接口的复杂性。

3.6 环 型 网

在环型网中,所有的通信共享一条物理通道,即连接网中所有结点的点到点链路。环由该链路和许多中继器或适配器组成,每个中继器通过单向传输链路连接到另外两个中继器,形成单一的闭合通路,如图 3.8 所示。

中继器提供了环型网的 3 个基本功能:数据插入环中,接收数据,数据从环中删除。

报文按分组传输,每一分组包含有目的地址字段。当分组循环通过中继器时,如分组的地址和该中继器连接的站点地址符合时,该站点就接收这个分组。站点发送报文时,将带有目的地址的分组通过中继器插入环中。

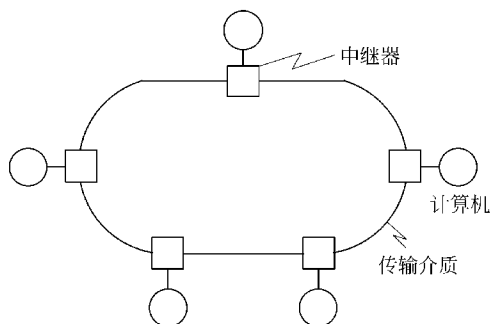


图 3.8 环型网拓扑

因为环型网是闭合拓扑结构,报文一旦送入环中,被接收站接收后,需要将该报文从环中删除。删除的方法有两种:一种是当目的站收到报文后,即在目的站将报文从环中除去;另一种方法是目的站接收到报文后,报文仍在环中,直到再一次回送到发送站时才将报文除去。如采用第一种方法,为了识别地址(一般为 8 位或 16 位),在每个中间结点的接口处必须有足够长的延迟。如采用第二种方法,一般在一个结点处只需一位的延迟;由接收站改变报文的某一标志位,回送至发送站作为回答响应;另一个优点是允许多点广播,即同时向多个站点发送。其缺点是数据从目的站再回送至发送站,实际上浪费了环的频带,尤其当报文很长时这个问题更为明显。

中继器在环型网运行中有 4 个状态,如图 3.9 所示。

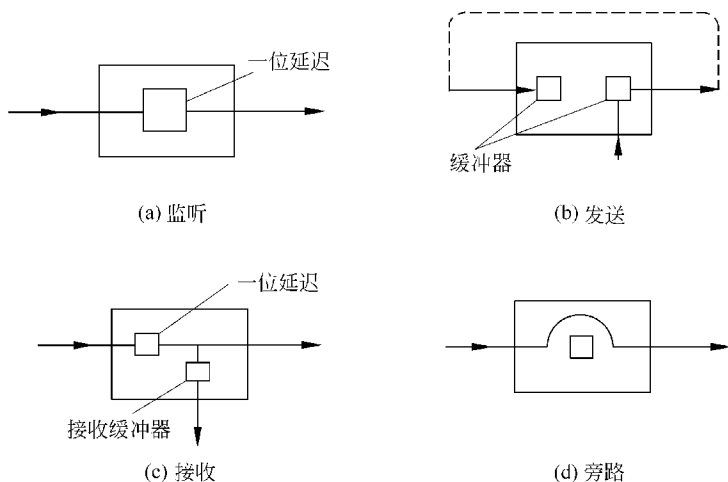


图 3.9 环型网中继器状态

(1) 监听状态。监听环上的信息,接收到的每一位在一个小的延迟之后被重新传送到环上,通常是一位延迟。在延迟期间,中继器执行必要的功能,包括识别地址、判定发送允