

则发送方能够以确保的恒定速率向接收方传送数据。

图 1-13 显示了一个电路交换网络。在这个网络中,用 4 条链路互联了 4 台电路交换机。这些链路中的每条都有 4 条电路,因此每条链路能够支持 4 条并行的连接。每台主机(例如 PC 和工作站)都与一台交换机直接相连。当两台主机要通信时,该网络在两台主机之间创建一条专用的端到端连接(end-to-end connection)。因此,主机 A 为了向主机 B 发送报文,网络必须在两条链路之一上先预留一条电路。因为每条链路具有 4 条电路,对于由端到端连接所使用的每条链路而言,该连接在连接期间获得链路带宽的 1/4 部分。例如,如果两台邻近交换机之间每条链路具有 1Mbps 传输速率,则每个端到端电路交换连接获得 250kbps 专用的传输速率。

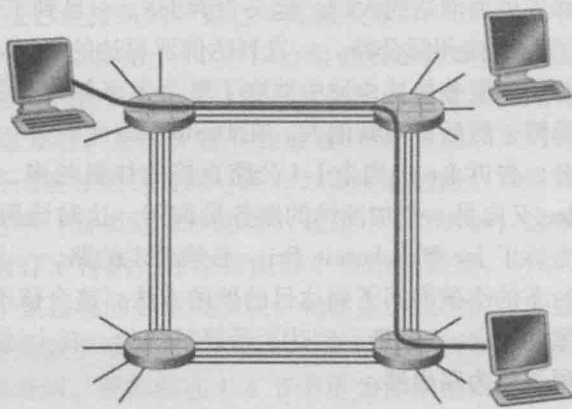


图 1-13 由 4 台交换机和 4 条链路组成的一个简单电路交换网络

### 1. 电路交换网络中的复用

链路中的电路是通过频分复用(Frequency-Division Multiplexing, FDM)或时分复用(Time-Division Multiplexing, TDM)来实现的。对于 FDM,链路的频谱由跨越链路创建的所有连接所共享。特别是,在连接期间链路为每条连接专用一个频段。在电话网络中,这个频段通常具有 4kHz 的宽度(即 4000 赫兹或每秒 4000 周)。毫无疑问,该频段的宽度称为带宽(bandwidth)。调频无线电台也使用 FDM 来共享 88~108MHz 的频谱,其中每个电台被分配一个特定的频段。

对于一条 TDM 链路,时间被划分为固定区间的帧,并且每帧又被划分为固定数量的时隙。当网络跨越一条链路创建一条连接时,网络在每个帧中为该连接指定一个时隙。这些时隙专门由该连接单独使用,一个时隙(在每个帧内)可用于传输该连接的数据。

图 1-14 显示了一个支持多达 4 条电路的特定网络链路的 FDM 和 TDM。对于 FDM,其频率域被分割为 4 个频段,每个频段的带宽是 4kHz。对于 TDM,其时域被分割为帧,在每个帧中具有 4 个时隙,在循环的 TDM 帧中每条电路被分配相同的专用时隙。对于 TDM,一条电路的传输速率等于帧速率乘以一个时隙中的比特数量。例如,如果链路每秒传输 8000 个帧,每个时隙由 8 个比特组成,则每条电路的传输速率是 64kbps。

分组交换的支持者总是争辩说,电路交换因为在静默期(silent period)专用电路空闲而效率较低。例如,打电话的一个人停止讲话,空闲的网络资源(在沿该连接路由的链路中的频段或时隙)不能被其他进行中的连接所使用。作为这些资源被无效利用的另一个例子,考虑一名放射科医师使用电路交换网络远程存取一系列 x 射线图像。该放射科医师建立一条连接,请求一幅图像,然后判读该图像,然后再请求一幅新图像。在放射科医师判读图像期间,网络资源分配给了该连接但没有使用(即被浪费了)。分组交换的支持者还津津乐道地指出,创建端到端电路和预留端到端带宽是复杂的,需要复杂的信令软件以协调沿端到端路径的交换机的操作。