



计算机网络与通信技术

知识点：使用集线器的星形拓扑

北京交通大学 聂晓波

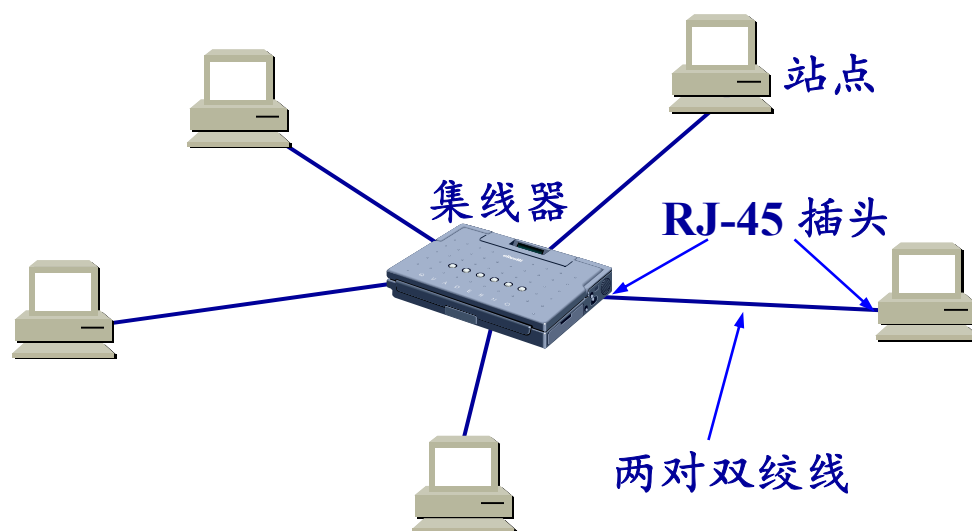


使用集线器的星形拓扑

- 传统以太网最初是使用粗同轴电缆，后来演进到使用比较便宜的细同轴电缆，最后发展为使用更便宜和更灵活的双绞线。
- 采用双绞线的以太网采用星形拓扑，在星形的中心则增加了一种可靠性非常高的设备，叫做**集线器 (hub)**。



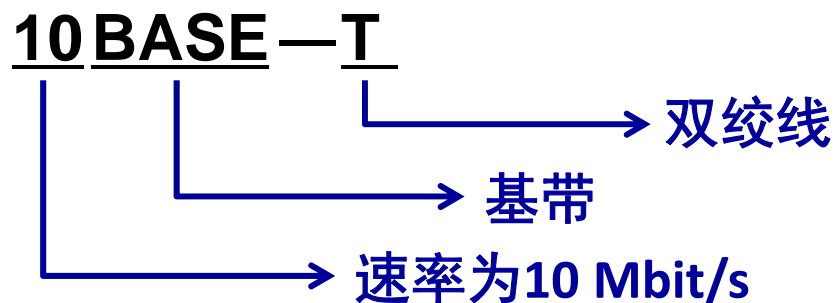
使用集线器的双绞线以太网





星形以太网 10BASE-T

- 1990 年，IEEE 制定出星形以太网 10BASE-T 的标准 802.3i。





星形以太网 10BASE-T

- 使用无屏蔽双绞线，采用星形拓扑。
- 每个站需要用两对双绞线，分别用于发送和接收。
- 双绞线的两端使用 **RJ-45** 插头。
- 集线器使用了大规模集成电路芯片，因此集线器的可靠性提高。
- **10BASE-T** 的通信距离稍短，每个站到集线器的距离不超过 **100 m**。



10BASE-T 以太网在局域网中的统治地位

- 这种 10 Mbit/s 速率的无屏蔽双绞线星形网的出现，既降低了成本，又提高了可靠性。具有很高的性价比。
- 10BASE-T 双绞线以太网的出现，是局域网发展史上的一个非常重要的里程碑，它为以太网在局域网中的统治地位奠定了牢固的基础。
- 从此以太网的拓扑就从总线形变为更加方便的星形网络，而以太网也就在局域网中占据了统治地位。

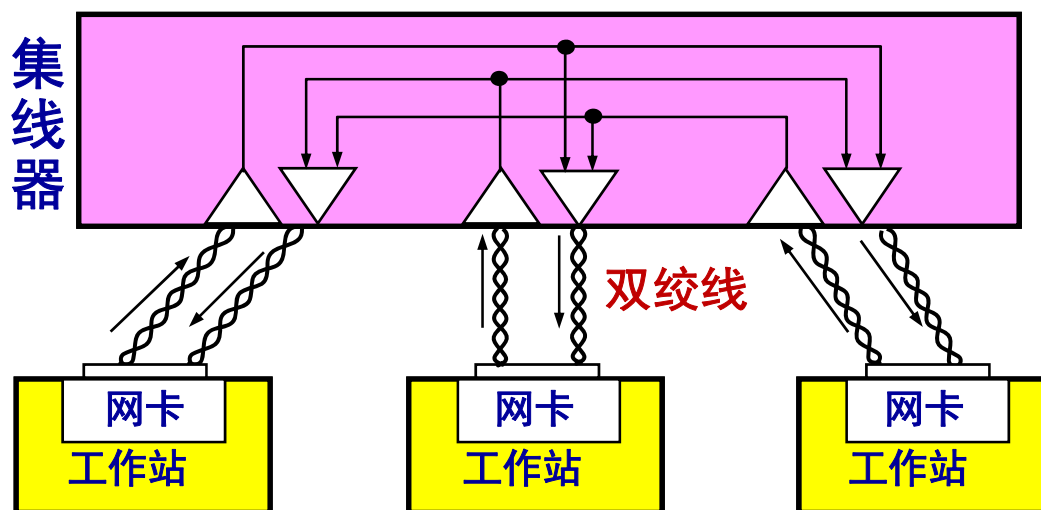


集线器的一些特点

- (1) 集线器是使用电子器件来模拟实际电缆线的工作，因此整个系统仍然像一个传统的以太网那样运行。
- (2) 使用集线器的以太网在逻辑上仍是一个总线网，各工作站使用的还是 CSMA/CD 协议，并共享逻辑上的总线。
- (3) 集线器很像一个多接口的转发器，工作在物理层。
- (4) 集线器采用了专门的芯片，进行自适应串音回波抵消，减少了近端串音。



具有三个接口的集线器





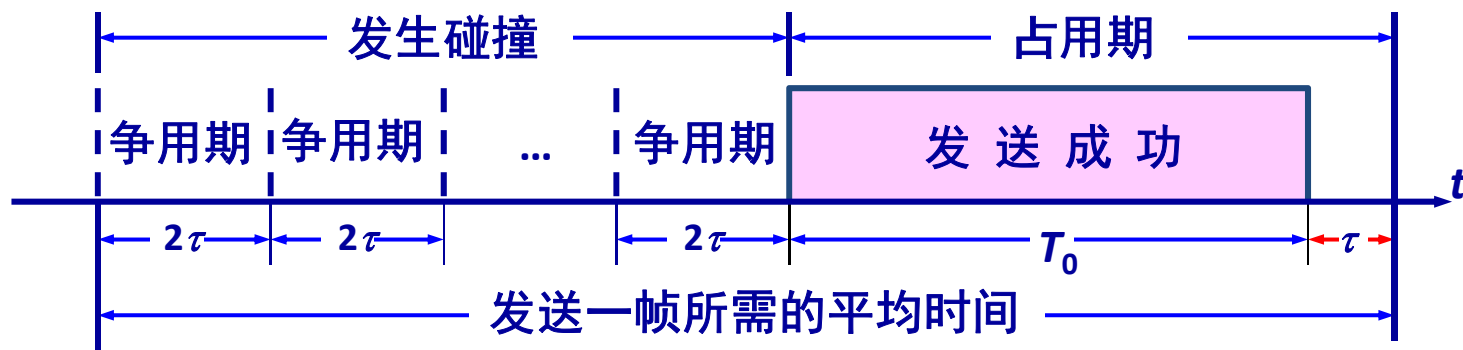
以太网的信道利用率

- 多个站在以太网上同时工作就可能会发生碰撞。
- 当发生碰撞时，信道资源实际上是被浪费了。因此，当扣除碰撞所造成的信道损失后，**以太网总的信道利用率并不能达到 100%**。
- 假设 τ 是以太网单程端到端传播时延。则争用期长度为 2τ ，即端到端传播时延的两倍。检测到碰撞后不发送干扰信号。
- 设帧长为 L (bit)，数据发送速率为 C (bit/s)，则帧的发送时间为 $T_0 = L/C$ (s)。



以太网信道被占用的情况

- 一个站在发送帧时出现了碰撞。经过一个争用期 2τ 后，可能又出现了碰撞。这样经过若干个争用期后，一个站发送成功了。假定发送帧需要的时间是 T_0 。





以太网信道被占用的情况

- 注意到，成功发送一个帧需要占用信道的时间是 $T_0 + \tau$ ，比这个帧的发送时间要多一个单程端到端时延 τ 。
- 这是因为当一个站发送完最后一个比特时，这个比特还要在以太网上传播。
- 在最极端的情况下，发送站在传输媒体的一端，而比特在媒体上传输到另一端所需的时间是 τ 。



参数 α 与利用率

- 要提高以太网的信道利用率，就必须减小 τ 与 T_0 之比。
- 在以太网中定义了参数 α ，它是以太网单程端到端时延 τ 与帧的发送时间 T_0 之比：

$$\alpha = \tau / T_0$$

- $\alpha \rightarrow 0$ ，表示一发生碰撞就立即可以检测出来，并立即停止发送，因而信道利用率很高。
- α 越大，表明争用期所占的比例增大，每发生一次碰撞就浪费许多信道资源，使得信道利用率明显降低。



对以太网参数 α 的要求

- 为提高利用率，以太网的参数 α 的值应当尽可能小些。
- 对以太网参数 α 的要求是：
 - 当数据率一定时，以太网的连线的长度受到限制，否则 τ 的数值会太大。
 - 以太网的帧长不能太短，否则 T_0 的值会太小，使 α 值太大。



信道利用率的最大值 S_{\max}

- 在理想化的情况下，以太网上的各站发送数据都不会产生碰撞（这显然已经不是CSMA/CD，而是需要使用一种特殊的调度方法），即总线一旦空闲就有某一个站立即发送数据。
- 发送一帧占用线路的时间是 $T_0 + \tau$ ，而帧本身的发送时间是 T_0 。于是我们可计算出理想情况下的极限信道利用率 S_{\max} 为：

$$S_{\max} = \frac{T_0}{T_0 + \tau} = \frac{1}{1 + a}$$



信道利用率的最大值 S_{\max}

- 只有当参数 a 远小于 1 才能得到尽可能高的极限信道利用率。
- 据统计，当以太网的利用率达到 30% 时就已经处于重载的情况。很多的网络容量被网上的碰撞消耗掉了。



谢谢！