

更为复杂的互联网络使用多级交换元素,以使来自不同输入端口的分组通过交换结构同时朝着相同的输出端口前行。对交换机体系结构的展望可参见 [Tobagi 1990]。Cisco 12000 系列交换机 [Cisco 12000 2012] 使用了一个互联网络。

4.3.3 输出端口

如图 4-9 中所示,输出端口处理取出存放在输出端口内存中的分组并将其发送到输出链路上。这包括选择和取出排队的分组进行传输,执行所需的链路层和物理层传输功能。

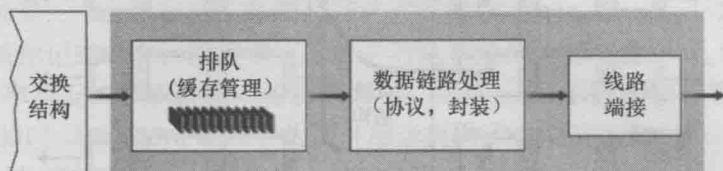


图 4-9 输出端口处理

4.3.4 何处出现排队

如果我们考虑显示在图 4-8 中的输入和输出端口功能及其配置,就会明显发现在输入端口和输出端口处都能够形成分组队列,就像在环状交叉路的类比中我们已知的情况,汽车可能等待在流量交叉点的入口和出口。排队的位置和程度(或者在输入端口排队,或者在输出端口排队)将取决于流量负载、交换结构的相对速率和线路速率。我们现在更为详细一点考虑这些队列,因为随着这些队列的增长,路由器的缓存空间将最终会耗尽,并且当无内存可用于存储到达的分组时将会出现丢包(packet loss)。回想前面的讨论,我们说过分组“在网络中丢失”或“被路由器丢弃”。正是在一台路由器的这些队列中,这些分组被实际丢弃或丢失。

假定输入线路速度与输出线路速度是相同的,均为每秒 R_{line} 个分组,有 N 个输入端口和 N 个输出端口。为进一步简化讨论,假设所有分组具有相同的固定长度,分组以同步的方式到达输入端口。这就是说,在任何链路发送分组的时间等于在任何链路接收分组的时间,在这样的时间间隔内,在一个输入链路上能够到达 0 个或 1 个分组。定义交换结构传送速率 R_{switch} 为从输入端口到输出端口能够移动分组的速率。如果 R_{switch} 比 R_{line} 快 N 倍,则在输入端口处仅会出现微不足道的排队。这是因为即使在最坏情况下,所有 N 条输入线路都在接收分组,并且所有的分组将被转发到相同的输出端口,每批 N 个分组(每个输入端口一个分组)能够在下一批到达前通过交换结构处理完毕。

但是在输出端口处会发生什么情况呢?我们仍然假设 R_{switch} 比 R_{line} 快 N 倍。同样,到达 N 个输入端口的每个端口的分组都发向相同的输出端口。在这种情况下,在向输出链路发送一个分组的时间内,将有 N 个分组到达该输出端口。因为输出端口在一个单位时间(分组传输时间)内只能发送一个分组,这 N 个到达的分组必须排队(等待)传输到输出链路上。于是,又有 N 个分组可能在它只能发送已排队的 N 个分组中的一个的的时间内到达。这种情况会不断持续下去。最终,排队的分组数量会增长得很快,足以耗尽输出端口的可用内存,在这样的情况下分组被丢弃。

在图 4-10 中图示了输出端口的排队情况。在时刻 t ,每个入端输入端口都到达了一个