

2. 调度机制

在 1.3 节和 4.3 节我们曾经讨论过，属于各种网络流的分组被复用在一起，并且在与链路关联的输出缓存排队等待传输。选择在链路上传输的排队分组的方式称为**链路调度规则**（link-scheduling discipline）。我们现在更详细地考虑几个最重要的链路调度规则。

(1) 先进先出

图 7-17 显示了对于**先进先出**（First-In-First-Out, FIFO）链路调度规则的排队模型的抽象。如果链路当前正忙于传输另一个分组，到达链路输出队列的分组要排队等待传输。如果没有足够的缓存空间来容纳到达的分组，队列的**分组丢弃策略**（packet-discarding policy）则确定该分组是否将被丢弃（丢失）或者其他分组将从队列中去除以为到达的分组腾出空间。在下面的讨论中，我们将忽视分组丢弃。当一个分组通过输出链路完全传输（也就是接收服务）时，它从队列中去除。

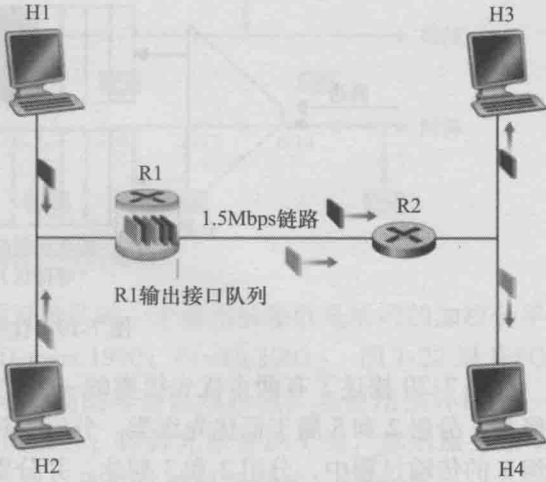


图 7-17 FIFO 排队抽象

FIFO（也称为先来先服务，即 FCFS）

调度规则按照分组到达输出链路队列的相同次序来选择分组在链路上传输。我们都很熟悉公共汽车站（尤其在英格兰，那里的排队看起来已经很完善了）或者其他服务中心的 FIFO 排队，在那里到达的顾客加入单一等待队列的最后，保持次序，然后当他们到达队伍的前面时就接受服务。

图 7-18 显示了运行中的 FIFO 队列。分组的到达由上部时间线上带编号的箭头来指示，该编号指示了分组到达的次序。各个分组的离开表示在下部时间线的下面。分组在服务中（被传输）花费的时间是通过这两个时间线之间的阴影矩形来指示的。由于 FIFO 规则，分组按照到达的相同次序离开。注意在分组 4 离开之后，在分组 5 到达之前链路保持空闲（因为分组 1~4 已经被传输并从队列中去除）。

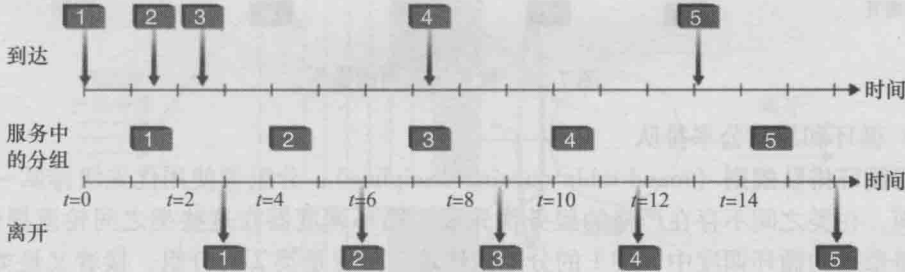


图 7-18 操作中的 FIFO 队列

(2) 优先级排队

使用**优先级排队**（priority queuing）规则，到达输出链路的分组被分类放入输出队列中的优先级类，如图 7-19 所示。如前一节所讨论，一个分组的优先级类可能取决于其分组首部携带的一个明显的标记（例如，在一个 IPv4 分组中 ToS 比特的值）、它的源或者目