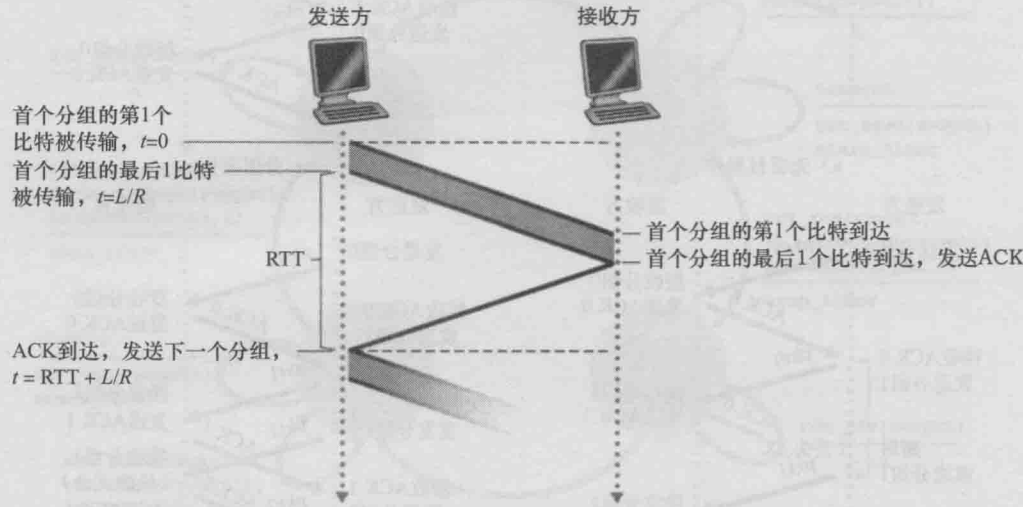
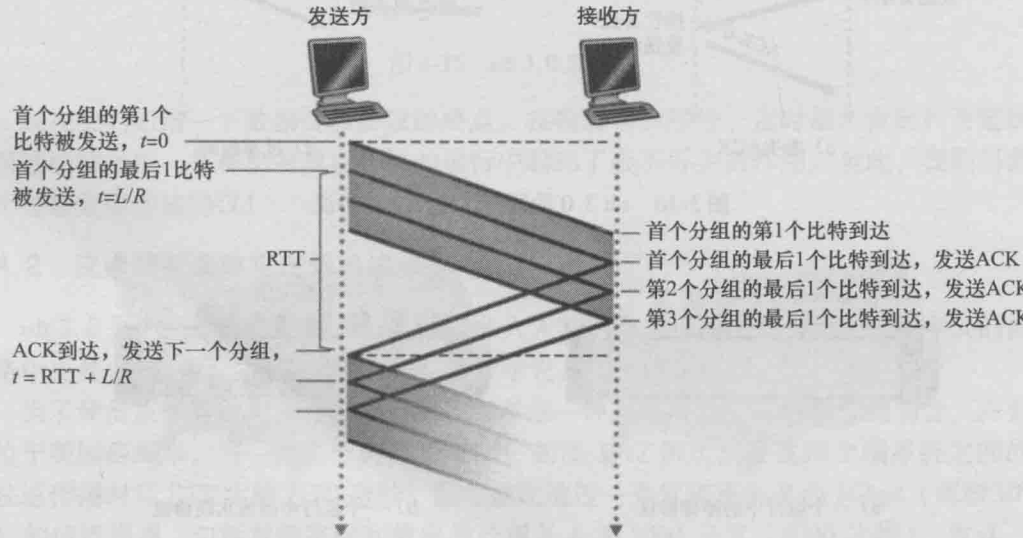


收端，该分组的最后 1 比特在时刻  $t = RTT/2 + L/R = 15.008\text{ms}$  时到达接收方。为了简化起见，假设 ACK 分组很小（以便我们可以忽略其发送时间），接收方一旦收到一个数据分组的最后 1 比特后立即发送 ACK，ACK 在时刻  $t = RTT + L/R = 30.008\text{ms}$  时在发送方出现。此时，发送方可以发送下一个报文。因此，在  $30.008\text{ms}$  内，发送方的发送只用了  $0.008\text{ms}$ 。如果我们定义发送方（或信道）的利用率（utilization）为：发送方实际忙于将发送比特送进信道的那部分时间与发送时间之比，图 3-18a 中的分析表明了停等协议有着非常低的发送方利用率  $U_{\text{sender}}$ ：

$$U_{\text{sender}} = \frac{L/R}{RTT + L/R} = \frac{0.008}{30.008} = 0.00027$$



a) 停等操作



b) 流水线操作

图 3-18 停等和流水线发送