

段的丢失（通过超时或 3 次冗余确认而得知）被认为是网络拥塞的一个迹象，TCP 会相应地减小其窗口长度。我们还将看到关于 TCP 拥塞控制的一些最新建议，即使用增加的往返时延值作为网络拥塞程度增加的指示。

- 网络辅助的拥塞控制。在网络辅助的拥塞控制中，网络层构件（即路由器）向发送方提供关于网络中拥塞状态的显式反馈信息。这种反馈可以简单地用一个比特来指示链路中的拥塞情况。该方法在早期的 IBM SNA [Schwartz 1982] 和 DEC DECnet [Jain 1989; Ramakrishnan 1990] 等体系结构中被采用，近来被建议用于 TCP/IP 网络 [Floyd TCP 1994; RFC 3168]，而且还用在我们下面要讨论的 ATM 可用比特率（ABR）拥塞控制中。更复杂的网络反馈也是可能的。例如，我们很快将学习的一种 ATM ABR 拥塞控制形式，它允许路由器显式地通知发送方，告知它（路由器）能在输出链路上支持的传输速率。关于源端是增加还是降低其传输速率，XCP 协议 [Katabi 2002] 对每个源提供了路由器计算的反馈，该反馈携带在分组首部中。

对于网络辅助的拥塞控制，拥塞信息从网络反馈到发送方通常有两种方式，如图 3-49 所示。直接反馈信息可以由网络路由器发给发送方。这种方式的通知通常采用了一种阻塞分组（choke packet）的形式（主要是说：“我拥塞了！”）。第二种形式的通知是，路由器标记或更新从发送方流向接收方的分组中的某个字段来指示拥塞的产生。一旦收到一个标记的分组后，接收方就会向发送方通知该网络拥塞指示。注意到后一种形式的通知至少要经过一个完整的往返时间。

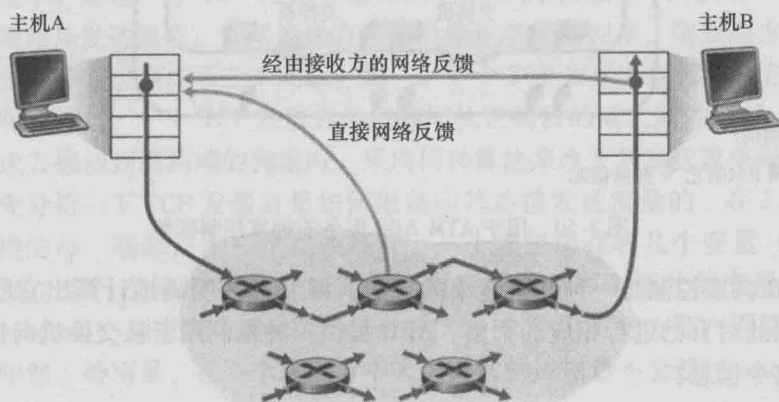


图 3-49 网络指示拥塞信息的两种反馈路径

3.6.3 网络辅助的拥塞控制例子：ATM ABR 拥塞控制

我们现在通过一个简要的学习案例来结束本节，该案例是 ATM ABR 中的拥塞控制算法，即一种采用网络辅助方法解决拥塞控制的协议。我们强调此时的目的不是详细地描述 ATM 体系结构的方方面面，而只是为了说明该协议为拥塞控制所采用的方法明显不同于因特网 TCP 协议的方法。事实上，我们下面仅给出为了理解 ABR 拥塞控制所需要的 ATM 体系结构的几个方面。

ATM 基本上采用一种面向虚电路（VC）的方法来处理分组交换。回想我们在第 1 章中的讨论，这意味着从源到目的地路径上的每台交换机将维护有关源到目的地 VC 的状态。这