

执行差错恢复（如重传）、流量控制或拥塞控制。忽略由于添加运输层和较低层首部信息产生的额外开销，在第一种情况下，主机 A 向路由器提供流量的速率是 λ_{in} 字节/秒。主机 B 也以同样的方式运行，为了简化问题，我们假设它也是以速率 λ_{in} 字节/秒发送数据。来自主机 A 和主机 B 的分组通过一台路由器，在一段容量为 R 的共享式输出链路上传输。该路由器带有缓存，可用于当分组到达速率超过该输出链路的容量时存储“入分组”。在此第一种情况下，我们将假设路由器有无限大的缓存空间。

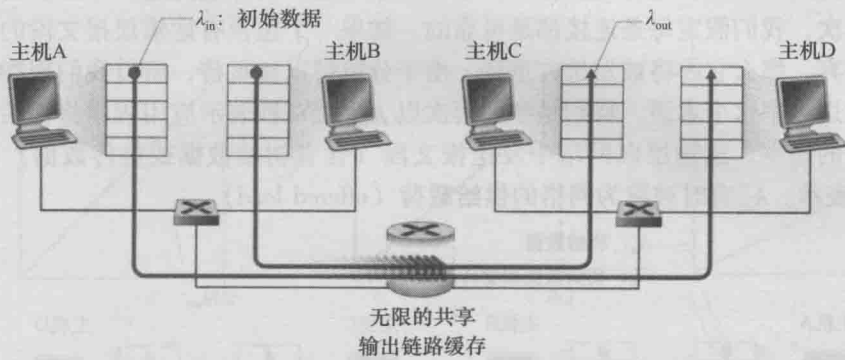


图 3-43 拥塞情况 1：两条连接共享具有无限大缓存的单跳路由

图 3-44 描绘出了第一种情况下主机 A 的连接性能。左边的图形描绘了每连接的吞吐量（per-connection throughput）（接收方每秒接收的字节数）与该连接发送速率之间的函数关系。当发送速率在 $0 \sim R/2$ 之间时，接收方的吞吐量等于发送方的发送速率，即发送方发送的所有数据经有限时延后到达接收方。然而当发送速率超过 $R/2$ 时，它的吞吐量只能达 $R/2$ 。这个吞吐量上限是由两条连接之间共享链路容量造成的。链路完全不能以超过 $R/2$ 的稳定状态速率向接收方交付分组。无论主机 A 和主机 B 将其发送速率设置为多高，它们都不会看到超过 $R/2$ 的吞吐量。

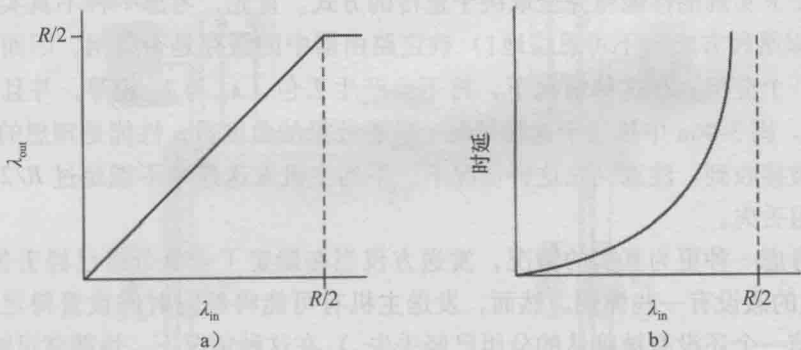


图 3-44 拥塞情况 1：吞吐量、时延与主机发送速率的函数关系

取得每连接 $R/2$ 的吞吐量实际上看起来可能是件好事，因为在将分组交付到目的地的过程中链路被充分利用了。但是，图 3-44b 的图形却显示了以接近链路容量的速率运行时产生的后果。当发送速率接近 $R/2$ 时（从左至右），平均时延就会越来越大。当发送速率超过 $R/2$ 时，路由器中的平均排队分组数就会无限增长，源与目的地之间的平均时延也会变成无穷大（假设这些连接以此发送速率运行无限长时间并且有无限量的缓存可用）。因此，虽然从吞吐量角度看，运行在总吞吐量接近 R 的状态也许是一个理想状态，但从