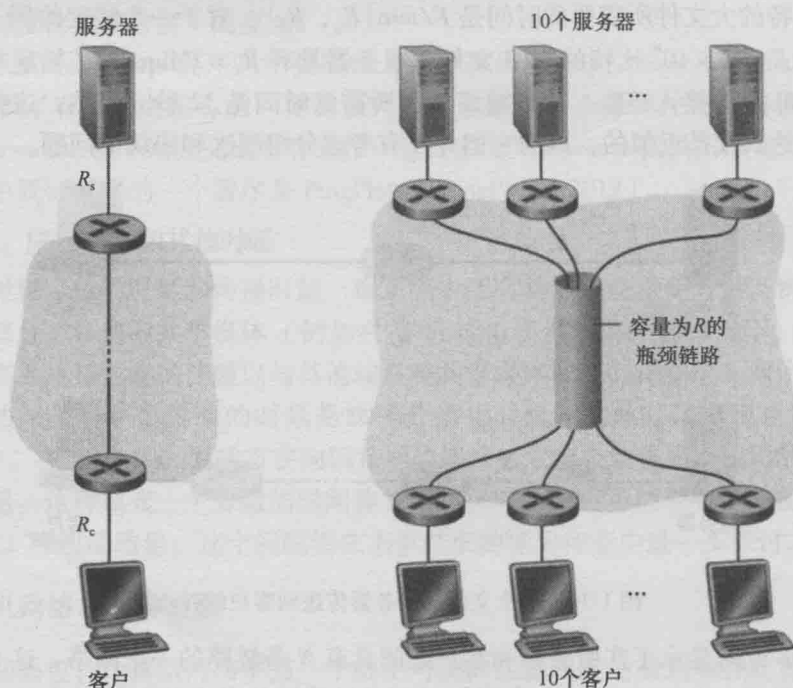


现在考虑由当前因特网所引发的另一个例子。图 1-20a 显示了与一个计算机网络相连的两个端系统：一台服务器和一个客户。考虑从服务器向客户的文件传送的吞吐量。服务器以速率为 R_s 的接入速率与网络相连，且客户以速率为 R_c 的接入速率与网络相连。现在假定在计算机网络核心中的所有链路具有非常高的传输速率，即该速率比 R_s 和 R_c 要高得多。目前因特网的核心的确过度装备了高速率的链路，从而很少出现拥塞。同时假定在整个网络中发送的比特都是从该服务器到该客户。在这个例子中，因为计算机网络的核心就像一个宽大的管子，所以比特从服务器向目的地的流动速率仍是 R_s 和 R_c 中的最小者，即吞吐量 $= \min\{R_s, R_c\}$ 。因此，在今天因特网中对吞吐量的限制因素通常是接入网。

作为最后一个例子，考虑图 1-20b，其中有 10 台服务器和 10 个客户与某计算机网络核心相连。在这个例子中，同时发生 10 个下载，涉及 10 个客户 - 服务器对。假定这 10 个下载是网络中当时的唯一流量。如该图所示，在核心中有一条所有 10 个下载通过的链路。将这条链路 R 的传输速率表示为 R 。假定所有服务器接入链路具有相同的速率 R_s ，所有客户接入链路具有相同的速率 R_c ，并且核心中除了速率为 R 的一条共同链路之外的所有链路传输速率都比 R_s 、 R_c 和 R 大得多。现在我们要问，这种下载的吞吐量是多少？显然，如果该公共链路的速率 R 很大，比如说比 R_s 和 R_c 大 100 倍，则每个下载的吞吐量将仍然是 $\min\{R_s, R_c\}$ 。但是如果该公共链路的速率与 R_s 和 R_c 有相同量级会怎样呢？在这种情况下其吞吐量将是多少呢？让我们观察一个特定的例子。假定 $R_s = 2\text{Mbps}$ ， $R_c = 1\text{Mbps}$ ， $R = 5\text{Mbps}$ ，并且公共链路在 10 个下载之间平等划分它的传输速率。这时每个下载的瓶颈不再位于接入网中，而是位于核心中的共享链路了，该瓶颈仅能为每个下载提供 500kbps 的吞吐量。因此每个下载的端到端吞吐量现在减少到 500kbps。



a) 客户从服务器下载一个文件

b) 10个客户从10个服务器下载文件

图 1-20 端到端吞吐量