

第 17 章习题参考答案

17.3 解：

确认报文段	往返时间	吞吐率	效率
1	1+3+1+3=8	5 个报文段/8	0.625
2	2+3+1+3=9	6 个报文段/9	0.667
3	3+3+1+3=10	7 个报文段/10	0.7
4	4+3+1+3=11	7 个报文段/11	0.636
5	5+3+1+3=12	7 个报文段/12	0.615
6	6+3+1+3=13	7 个报文段/13	0.538
7	7+3+2+1+3=16	7 个报文段/16	0.437

欲求最大吞吐率，考虑最大往返时间 16，由于存在往返传播时延 6，假如确认时可给在原有窗口大小的基础上增加信用量 6，即窗口大小为 13，实际上接收方仍维持最多接收 7 个报文段必须确认和交付，当收到 7 个报文段时，在交付用户并发送确认的同时，仍继续接收报文。当确认到达发送方时刻，也就是一个往返时间，扣除发送时间及发送传播时延，实际接收方已连续收到了 13 个报文段。即吞吐率 13/16，线路利用率 81.25%。

以上是先交付然后确认的情况。如考虑先确认后交付，则传播确认与交付可并行进行，往返时间为 14，新信用量为 11，效率 78.57%，不是最大吞吐率。

17.9 解：

具有相同序号的报文段不应该同时在网络中传输，必须保证，当序号循环回来重复使用的时候，以前具有相同序号的报文段已经从网络中消失。现在报文段的寿命为 30 秒，那么在 30 秒的时间内发送方发送的报文段的数目不能多于 255 个（8 比特序号）。

$$255 \times 128 \times 8 \div 30 = 8704 \text{ b/s}$$

所以，每一条 TCP 连接所能达到的最高数据率为 8.704 kbps。

17.15 解：

$$(a) \text{已知： } RTT(1) = RTT(1) = \Lambda = RTT(19) = 1; \quad RTT(0) = SRTT(0) = 3$$

$$\begin{aligned}
 SRTT(19) &= (1-\alpha)RTT(19) + \alpha(1-\alpha)RTT(18) + \\
 &\quad \alpha^2(1-\alpha)RTT(17) + \Lambda + \alpha^{18}(1-\alpha)RTT(1) + \alpha^{19}(1-\alpha)RTT(0) \\
 &= (1-\alpha) + \alpha(1-\alpha) + \alpha^2(1-\alpha) + \Lambda + \alpha^{18}(1-\alpha) + 3\alpha^{19} \\
 &= (1-\alpha)(1 + \alpha + \alpha^2 + \Lambda + \alpha^{18}) + 3\alpha^{19} \\
 &= (1-\alpha)(1 + \alpha \frac{1-\alpha^{18}}{1-\alpha}) + 3\alpha^{19} \\
 &= 1 - \alpha + \alpha - \alpha^{19} + 3\alpha^{19} \\
 &= (1 - \alpha^{19}) + 3\alpha^{19} \\
 &= 0.9544 + 0.1368 = 1.0912s
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (b) SRTT(19) &= 3(1 - \alpha^{19}) + \alpha^{19} \\
 &= 3 \times 0.9544 + 0.0456 = 2.9088s
 \end{aligned}$$

17.20 解：

(a) 已知往返时间 0.06 s，报文段大小为 576，链路有效带宽 $1 \times 10^9 \text{ bps}$ 。

根据已知条件可知保持管道满载时最多可连续发送

$$1 \times 10^9 \div 8 \div 576 = 217013 \text{ 个报文段/s}$$

考虑到全双工传输，则在一次往返时间内最多连续发送 $217013 \times 0.06s = 13020$ 个报文段。因为 $2^{14} > 13020$ ，所以拥塞窗口最大尺寸取 $2^{13} = 8192$ 。当然也可以设为 13020。

当发生拥塞事件后，窗口缩减一半，即 $2^{12} = 4096$ 。因此恢复为原窗口上限所需的时间为

$$(12 + 4096) \times 0.06 = 492.96s$$

(b) 已知往返时间 0.06 s, 报文段大小为 16k=16384，链路有效带宽 $1 \times 10^9 \text{ bps}$ 。

根据已知条件可知保持管道满载时最多可连续发送

$$1 \times 10^9 \div 8 \div 16384 = 7629 \text{ 个报文段/s}$$

则在一次往返时间内最多连续发送 $7629 \times 0.06s = 457$ 个报文段。可将窗口设置为 2 的 8 次幂=256，也可以直接就设置为 457。

如果设置为 256，当发生拥塞事件后，窗口缩减为 128。因此恢复为原窗口上限 256 所需的时间为 $(7 + 128) \times 0.06 = 8.1s$ 。

如果设置为 457，当发生拥塞事件后，窗口缩减为 228。因此恢复为原窗口上限 457 所需的时间为 $(8 + 229) \times 0.06 = 14.22s$ 。

本题说明在高速网络中采用慢启动策略避免拥塞，恢复时间需要很长。如果报文段长度取值较大，可以大大缩短时间。例如前者花了八分钟有余，后者则小得多。