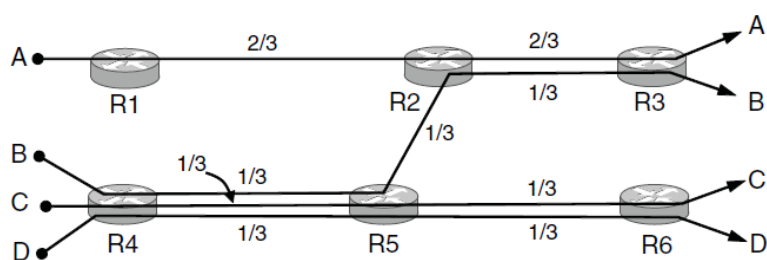


## 计算机网络第六章课后习题参考答案

习题 8：在书图 6-20（即下图）中，假设加入了一个新的流 E，它的路径是从 R1 到 R2、R2 再到 R6。请问对于 5 个流的最大-最小带宽分配有什么变化？



解题思路：本题考查对于最大最小公平性原则的理解。在带宽分配中，如果增加任一个流的带宽，不会减少最小带宽需求的流的带宽，则该分配方式满足最大最小公平性原则。

答：流 A 和 E 在 R1-R2 均分带宽。由于 A 不是占用带宽最小的流，从  $2/3$  降为  $1/2$  没有违反最大-最小公平性原则。

在链路 R1-R2 上，A 分配  $1/2$  带宽，在 R2-R3 上继续分配  $1/2$  带宽；

在链路 R1-R2 上，E 分配  $1/2$  带宽，在 R2-R6 上继续分配  $1/2$  带宽；

其他流（B、C、D）的带宽分配不变。

习题 10：拥塞控制的公平性方面有一些其他的策略，即加法增加法减（AIAD）、乘法增加法减（MIAD）、乘法增乘法减（MIMD），请从收敛性和稳定性两个方面来讨论这三项方法？

解题思路：本题考查源主机拥塞控制调整发送速率的各种方法的性能。

答：从收敛性考虑，对于 AIAD 和 MIMD 策略，用户 1 和用户 2 占用的带宽将沿着效率线震荡，但不会收敛于兼顾公平性和效率的最优点；MIAD 与 AIMD 则能够收敛。

从稳定性考虑，AIAD、MIMD 和 MIAD 这些策略都是不稳定的。在 AIAD 和 MIAD 中，拥塞时的发送速率的下降不够快；在 MIAD 和 MIMD 中，发送速率的增加不够平稳（温和），容易导致拥塞。

习题 11：分析 UDP 存在的必要性。

解题思路：本题考查对于 UDP 协议的优缺点的理解。

答：UDP 的服务是和 IP 一样的无连接、尽力而为服务。但通过 IP 地址只能将数据传送给目的的主机，无法确定应交给哪个应用进程。UDP 增加了端口号，通过端口号寻址到进程，实现了进程-进程的通信，也提供了通过端口号复用的功能。

此外，UDP 简单、高效的特性适合与少量、频繁的数据传输，例如 DNS、DHCP、网络管理信

息和路由器之间交换路由表信息，也适合于注重实时性高于传输可靠性的多媒体业务。

习题 19: IP 数据报的分段和重装机制由 IP 来处理，对于 TCP 不可见。试问，这是否意味着 TCP 不用担心数据错序到达的问题？

解题思路：本题考查对于分段/重装和乱序到达问题的理解。

答：IP 数据报的分段和重装（重组）是用于确保接收主机收到完整的 IP 数据报。即使每个数据报都完整地到达，但多个数据报到达目的主机时仍可能出现错序（乱序）。数据报的乱序到达与数据报的分段/重装是两个不相关的问题，因此 TCP 必须自己检查收到的报文段是否乱序。

习题 21: 主机 1 上的一个进程被分配到端口 p，主机 2 上的一个进程被分配到端口 q，试问这两个端口之间有可能同时存在两个或者多个 TCP 连接吗？

解题思路：本题考查对于端口号概念的理解。

答：不可能。IP 地址可以唯一确定一台主机，端口号唯一确定了主机内的一个进程，一条连接的一个端点（endpoint）通过（IP 地址、端口号）唯一标识。因此一个连接的唯一标识是一个四元组：（源 IP 地址、源端口号、目的 IP 地址、目的端口号），（主机 1，p1，主机 2，p2）只能对应一条连接。

习题 22: 在书图 6-36 中我们看到除了 32 位的确认序号字段外，在控制字段还有一个 ACK 标志位。试问，这个标志位有额外的含义吗？为什么有？或者为什么没有？

解题思路：本题考查对于 TCP 报文段头主要字段功能的理解。TCP 是一个基于确认的、面向字节流的、可变滑动窗口的协议。

答：ACK 标志位用于对端本报文段中是否使用了捎带应答（确认），即“确认序号”是否有效。在正常的数据传输过程中，如果的确认序号字段一直有效，ACK 位不是绝对必要的。但是，在建立连接的三次握手消息（尤其是第一次握手和第二次握手消息）中，没有数据字段，ACK 位是必不可少的。

习题 25: 考虑在一条具有 10 毫秒环回时间的线路上采用慢启动拥塞控制的效应，假定不发生拥塞，接收窗口为 24KB，且最大数据段长为 2KB。请问，从慢启动开始，需要多长时间才能发送第一个满窗口的数据？

解题思路：本题考查对于 TCP 慢启动拥塞控制的原理的理解。TCP 发送端的发送窗口（向网络发送数据的最多字节数）取决于网络容量和接收方容量两个因素，即发送端可以发送的字节数是由拥塞窗口和接收窗口这两个窗口的最小值决定的。

当建立一条连接时，发送方要确定接收窗口的初始值和拥塞窗口的初始值。其中，

接收窗口初始值=由接收方通过 TCP 端口的“接收窗口”字段告知=24KB（本题）；

拥塞窗口初始值=1 个 TCP 报文段 MSS=2KB。

因为，拥塞窗口 < 接收窗口，所以，发送方将采用拥塞窗口规定的 2KB 开始发送数据。

答：T=0，第 1 次发送，发送窗口=拥塞窗口=2KB，发送 2KB；

t=10 毫秒，由于不发生拥塞，收到 ACK，拥塞窗口变为=4KB；第 2 次发送，发送窗口=4KB；

t=20 毫秒，收到 ACK，拥塞窗口变为 8KB；第 3 次发送，发送窗口=8KB；

t=30 毫秒，收到 ACK，拥塞窗口变为 16KB；第 4 次发送，发送窗口=16KB；

t=40 毫秒，收到 ACK，拥塞窗口变为 32KB；由于  $32KB > 24KB$ ，发送窗口=MIN(拥塞窗口，接收窗口)=24KB，即达到满窗口。

因此，需要 40 毫秒才能发送第一个满窗口的数据。

习题 26：假设 TCP 的拥塞窗口在置为 18KB 时发生了定时器超时。如果接下来的 4 次传输全部成功的话，则拥塞窗口将是多大？假设最大报文段长度为 1KB。

解题思路：在 TCP 的拥塞控制算法中，从慢启动开始，拥塞窗口按指数增长，即如果每一轮发送均收到 ACK，则拥塞窗口变为 2 倍；拥塞窗口增加到阈值时，增长速度减缓，改为线性增长（AI：每一轮发送成功后，拥塞窗口增加一个 MSS）。当发生超时，阈值=当前拥塞窗口值的一半，而拥塞窗口则降为 1 个 MSS，开始新的慢启动。

答：发生超时，则阈值=超时时刻的拥塞窗口值/2=18KB/2=9KB；拥塞窗口=1KB。

重新开始新的慢启动：发送窗口=1KB，收到 ACK 后拥塞窗口=2KB；

发送窗口=2KB，收到 ACK 后拥塞窗口=4KB；

发送窗口=4KB，收到 ACK 后拥塞窗口=8KB；

发送窗口=8KB，收到 ACK 后拥塞窗口=9KB；

因此 4 次成功发送后，窗口=9KB。

习题 27：如果 TCP 的往返时间 RTT 的当前值是 30 毫秒，紧接着分别在 26、32、24 毫秒确认到达，那么若使用 Jacobson 算法，试问新的 RTT 估计值是多少？其中  $\alpha=0.9$ ？

解题思路：本题考查对于 TCP 的 RTT 计算方法的掌握。

答：新的 RTT 估值= $\alpha \times$ 旧的 RTT 估值+ $(1-\alpha) \times$ RTT 的实测值

当前 RTT 估值=30ms，实测值=26ms，新的 RTT 估值= $0.9 \times 30 + 0.1 \times 26 = 29.6\text{ms}$

同理，后两次新的 RTT 估值分别为：29.84ms 和 29.256ms。

补充题一：2012 年考研题：

47. (9 分) 有一主机 H 在快速以太网中传送数据，IP 地址为 192.168.0.8，服务器 S 的 IP 地址为 211.68.71.80。H 与 S 使用 TCP 通信时，在 H 上捕获的其中 5 个 IP 数据报如下表所示。

题 47-a 表

	IP 分组的前 40 字节内容 (十六进制)											
1	45 00 00 30	01 9b 40 00	80 06 1d c8	c0 a8 00 08	d3 44 47 50	06 8b 11 88	84 6b 41 c5	00 00 00 00	70 02 43 80	5d b0 00 00		
2	43 00 00 30	00 00 40 00	31 06 6e 83	d3 44 47 50	c0 a8 00 08	13 88 0b d9	e0 59 9f ef	84 6b 41 c6	70 12 16 d0	37 e1 00 00		
3	45 00 00 28	01 9c 40 00	80 06 1d ef	c0 a8 00 08	d3 44 47 50	0b d9 13 88	84 6b 41 c6	e0 59 9f f0	50 f0 43 80	2b 32 00 00		
4	45 00 00 38	01 9d 40 00	80 06 1d de	c0 a8 00 08	d3 44 47 50	0b d9 13 88	84 6b 41 c6	e0 59 9f f0	50 18 43 80	e6 55 00 00		
5	45 00 00 28	68 11 40 00	31 06 06 7a	d3 44 47 50	c0 a8 00 08	13 88 0b d9	e0 59 9f f0	84 6b 41 d6	50 10 16 d0	57 d2 00 00		

回答下列问题。

- (1) 题 47-a 表中的 IP 分组中，哪几个是由 H 发送的？哪几个完成了 TCP 连接建立过程？哪几个在通过快速以太网传输时进行了填充？
- (2) 根据题 47-a 表中的 IP 分组，分析 S 已经收到的应用层数据字节数是多少？
- (3) 若题 47-a 表中的某个 IP 分组在 S 发出时的前 40 字节如题 47-b 表所示，则该 IP 分组到达 H 时经过了多少个路由器？

题 47-b 表

来自 S 的	45 00 00 28	68 11 40 00	40 06 ec ad	d3 44 47 50	ca 76 01 06
分组	13 88 a1 08	e0 59 9f f0	84 6b 41 d6	50 10 16 d0	b7 d6 00 00

注：IP 分组头和 TCP 段头结构分别如题 47-a 图，题 47-b 图所示。

答：(1) H 的 IP 地址写成十六进制是：c0a80008，检查 IP 各包头的源地址字段，可知 1、3 和 4 号包是 H 发送的。

检查每个包第二行的第 14 字节，即控制字段的值，第一次握手 SYN=1，控制字段=02H；第二次握手，SYN=1 ACK=1，控制字段=12H；第三次握手，ACK=1，控制字段=10H。因此 1、2、3 号包完成了 TCP 连接的建立。(第一个包中的端口号疑是印刷错误)3 号包的控制字段=F0，说明 URG 位被置位（报文段中包含紧急数据），且收到了拥塞通知（CWR=ECE=1）

根据 IP 包长度字段的值，3 和 5 号包长均为 40 字节（TCP 无数据），而以太网的最短数据为 46 字节，因此需要填充。

2) 3 号包中的 seq=846641c6H，5 号包的 ack=846641D6h，

S 收到的数据=846b41d6-b46b41c6=16 字节。

3) S 发送出的 IP 包标识为 6811H，5 号包也为 6811H，所以从 S 发出的 TTL 为 40H，到达为 31H，TTL：0x40-0x31= 15

该包头的目的 IP 地址不是 H，是因为 NAT，H 的地址是私有地址！

补充题二：2014 年考研试题：

主机甲和乙已建立了 TCP 连接，甲始终以 MSS=1KB 大小的段发送数据，并一直有数据发送；乙每收到一个数据段都会发出一个接收窗口为 10KB 的确认段。若甲在 t 时刻发生超时，此时拥塞窗口为 8KB，则从 t 时刻起，不再发生超时的情况下，经过 10 个 RTT 后，甲的发送窗口是

- A. 10KB                      B. 12KB                      C. 14KB                      D. 15KB

答：t 时刻超时，拥塞窗口=1KB，阈值=4KB，此后发送窗口的变化如下表所示：

经过的 RTT 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
拥塞窗口	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12KB
发送窗口	2	4	5	6	7	8	9	10	10	10KB

因此，经过 10 个 RTT 之后，发送窗口为 10KB。