



图 1: 题图

如图 1 所示，设左侧的中间节点为 E，右侧的中间节点为 F。
 设从 A 发送的 2Mbits 文件为文件 1，从 B 发送的 1Mbits 文件为文件 2

(1)

在使用报文交换时，对于 A 发送的 2Mbits 的文件 1 来说：
 文件 1 完全发送到 E 时的时间为

$$t_{E1} = \frac{2}{10} = 0.2s$$

文件 1 完全发送到 F 时的时间为

$$t_{F1} = t_{E1} + \frac{2}{20} = 0.3s$$

文件 1 完全发送到 C 时的时间为

$$t_C = t_{F1} + \frac{2}{10} = 0.5s$$

因此文件 1 从 A 发送到 C 所需时间为

$$t_1 = t_C = 0.5s$$

对于 B 发送的 1Mbits 的文件 2 来说：
 文件 2 完全发送到 E 时的时间为

$$t_{E2} = 0.1 + e + \frac{2}{10} = 0.3 + e(s)$$

由于文件 1 需要由 E 发送到 F，文件 B 所需要的等待时间为

$$t_w = t_{E2} - (t_{F2}) = e(s)$$

文件 2 完全发送到 F 时的时间为

$$t_{F2} = t_{E2} + t_w + \frac{1}{20} = 0.35 + e(s)$$

文件 2 完全发送到 D 时的时间为

$$t_D = t_{F2} + \frac{1}{10} = 0.45 + e(s)$$

故文件 2 从 B 发送到 D 所需时间为

$$t_2 = t_D - (0.1 + e) = 0.45 + e - (0.1 + e) = 0.35(s)$$

(2)

文件 1 最后一个分组发送到 E 时的时间为

$$t_{E1} = \frac{2}{10} = 0.2s$$

因为 $20 \geq 10 + 10$, E 到 F 的链路未发生阻塞, 故文件 1 最后一个分组从 E 发送到 F 的速率为 $20Mbps$, 因此文件 1 最后一个分组到达 F 的时间为

$$t_{F1} = t_{E1} + \frac{1kbits}{20Mbps} = 0.20005s$$

文件 1 最后一个分组发送到 C 时的时间为

$$t_C = t_{F1} + \frac{1kbits}{10Mbps} = 0.20005 + \frac{1}{10000} = 0.20015$$

故文件 1 从 A 发送到 C 所需时间为

$$t_1 = t_C = 0.20015s$$

文件 2 最后一个分组发送到 E 时的时间为

$$t_{E2} = 0.1 + e + \frac{1}{10} = 0.2 + e(s)$$

同上, 文件 2 最后一个分组发送到 F 时的时间为

$$t_{F2} = t_{E2} + \frac{1kbits}{20Mbps} = 0.20005 + e(s)$$

文件 2 最后一个分组到达 D 时的时间为

$$t_D = t_{F2} + \frac{1kbits}{10Mbps} = 0.20015 + e(s)$$

故文件 2 从 B 发送到 D 所需时间为

$$t_2 = t_D - (0.1 + e) = 0.20015 + e - (0.1 + e) = 0.10015s$$

(3)

如果将用时看做数据量的函数，那么对于报文交换来说，由从 A 发送 2Mbits 文件到 C 需要 0.5s，该文件的传输速率为：

$$v_1 = \frac{2Mbits}{0.5s} = 4Mbps$$

从 B 发送 1Mbits 文件到 D 需要 0.35s，该文件的传输速率为：

$$v_2 = \frac{1Mbits}{0.35s} \approx 2.857Mbps$$

两者的速度比例

$$k_1 = \frac{v_1}{v_2} \approx 1.4$$

而对于分组交换来说，由从 A 发送 2Mbits 文件到 C 需要 0.5s，该文件的传输速率为：

$$v_1 = \frac{2Mbits}{0.20015s} \approx 9.993Mbps$$

从 B 发送 1Mbits 文件到 D 需要 0.35s，该文件的传输速率为：

$$v_2 = \frac{1Mbits}{0.10015s} \approx 9.985Mbps$$

两者速度比例

$$k_2 = \frac{v_1}{v_2} \approx 1.0$$

从速度比例来看，使用报文交换时，两个文件的传输速率差别较大，公平性较差。而在使用分组交换时，传输速率差别较小，速度比例接近 1，更为公平，更加符合“传输数据量小用时少，传输数据量大用时长”的要求。