

1. 依题, 三条链路共两个结点, 故有两段传输延迟 所以有

$$d_{\text{trans}} = \frac{L}{R} \times 2 = \frac{1500 \times 8 \text{ bits}}{2 \times 10^6 \text{ bps}} \times 2 = 12 \times 10^{-3} \text{ s} = 12 \text{ ms}$$

$$d_{\text{prop}} = \frac{d_1}{S} + \frac{d_2}{S} + \frac{d_3}{S} = \frac{(1500 + 4000 + 1000) \times 10^3 \text{ m}}{2.5 \times 10^8 \text{ m/s}} = 4 \times 10^{-2} \text{ s} = 40 \text{ ms}$$

$$\text{故 } d = d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}} = 52 \text{ ms}$$

2 (1) 依题, 因为 $R_s < R_c$, 故流量强度 $I = \frac{L_0}{R_c} = \frac{R_s}{R_c} < 1$ 且分组周期性到达

所以无排队延迟, 时间间隔为第一个数据包在 Server 处的传输延迟

$$\text{故 } \Delta d = \frac{L}{R_c}$$

(2) 依题, 第二个数据包须等待第一个数据包离开路由器后到达

$$\text{故 } d_1 = d_{\text{prop}} + \frac{L}{R_s} + \frac{L}{R_c}$$

$$d_2 = \frac{L}{R_c} + T + \frac{L}{R_s} + d_{\text{prop}} \geq d_1$$

$$\text{可得 } T \geq L \left(\frac{1}{R_c} - \frac{1}{R_s} \right)$$

3. 依题, 考虑数据包的第1位

$$\text{产生数据包所需时间 } d_0 = \frac{L}{R_A} = \frac{112 \times 8 \text{ bits}}{256 \times 10^3 \text{ bps}} = 3.5 \text{ ms}$$

$$\text{传输延迟 } d_{\text{trans}} = \frac{L}{R} = \frac{112 \times 8 \text{ bits}}{512 \times 10^3 \text{ bps}} = 1.75 \text{ ms}$$

$$\text{故 } d = d_0 + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}} = 15.25 \text{ ms}$$

$$4 (1) \text{ 依题 } rtt = \frac{321 + 274 + 331}{3} \text{ ms} \approx 310.7 \text{ ms}$$

经过了 22 个路由节点

(2) 位于 10.25.189.134 与 198.71.45.20 之间

$$\text{传输延迟约为 } d_{\text{prop}} = \frac{1220 - 174 + 1206 - 179 + 106 - 179}{3} \text{ ms} \approx 33.7 \text{ ms}$$