

## 1-11

若传播时延和排队时间忽略不计，则总时延如下表示为

$$\begin{aligned}
 D &= \text{发送时延} + \text{传播时延} + \text{排队时延} \\
 &= \text{发送时延} + 0 + 0 \\
 &= \frac{x}{p} \times (p + h) \div b + (k - 1) \times (p + h) \div b \\
 &= \frac{1}{b} \times (p + h) \times \left( \frac{x}{p} + k - 1 \right)
 \end{aligned}$$

求总时延D对p的导数，并令其为0

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dp} D &= \frac{k-1}{b} - \frac{xh}{b} \times \frac{1}{p^2} = 0 \\
 \rightarrow p &= \sqrt{\frac{xh}{k-1}}
 \end{aligned}$$

故分组的数据部分p应取 $\sqrt{\frac{xh}{k-1}}$ 。

## 1-19

由题意可知，

$$\text{数据的传输效率} = \frac{\text{发送的应用层数据}}{\text{发送的总数据}}$$

当数据长度为100字节时，数据的传输效率为63.3%。

当数据长度为1000字节时，数据的传输效率为94.5%。

## 1-28

(1) 发送这个文件所需时间为

$$\frac{1.5 \times 2^{20} \times 8}{10 \times 10^6} = 1.258s$$

最后一个分组的传播时间还需要 $0.5 \times RTT = 40ms$ 。

因此总时间为

$$\begin{aligned}
 &2 \times RTT + 1.258 + 0.5 \times RTT \\
 &= 0.16 + 1.258 + 0.04 \\
 &= 1.458s
 \end{aligned}$$

(2) 由题意可知，分组数为

$$\frac{1.5MB}{1KB} = 1.5 \times 2^{10} = 1536$$

相比(1)的条件，需要等待的时间为

$$(1536 - 1) \times RTT = 122.8s$$

因此总共需要的时间为

$$1.458 + 122.8 = 124.258s$$

(3) 在每个RTT往返时间内只能发送20个分组，因此需要RTT的个数为

$$1536 \div 20 = 76 \cdots \cdots 16$$

需要76个RTT往返时间，最后16个分组一次发送完，最后一个发送的分组到达需要 $0.5 \times RTT$ ，因此总共需要的时间为

$$2 \times RTT + 76 \times RTT + 0.5 \times RTT = 6.28s$$

(4) 由题意可知，第n个RTT后共可发送 $2^n - 1$ 个分组，在第10个RTT后，最多已发送1023个分组，还剩 $1536 - 1023 = 513$ 个分组，而 $513 < 1024$ ，可以一次发完，最后一个发送的分组到达需要 $0.5 \times RTT$ ，因此总共需要的时间为

$$2 \times RTT + 10 \times RTT + 0.5 \times RTT = 1s$$