

13

每次遇到ESC或标记字符时，在帧数据部分插入窗外的ESC字符

14

30

我们需要发送1000个帧。忽略因头部和尾部信息导致的开销。

数据帧传输时间 = $1000 \text{ 比特} / 1,000,000 \text{ 比特} = 1 \text{ 毫秒}$

数据帧往返时间 = $5000 \text{ 公里} / 200,000 \text{ 公里} = 25 \text{ 毫秒}$

ACK传输时间 = 0 (通常可忽略) ACK往返时间 = 5000 Km

$/ 200,000 \text{ Km} = 25 \text{ ms}$ 单帧延迟 = $1 + 25 + 2$

$5 = 51 \text{ ms}$

总延迟 = $1000 \times 51 = 51 \text{ s}$

31

最坏情况下，发送完整窗口（大小为7）后需等待整个窗口的应答。需发送 $1000/7 \approx 143$ 个窗口。忽略头尾信息开销。

单窗口传输时间 = $7000 \text{ 比特} / 1,000,000 \text{ 比特} = 7 \text{ 毫秒}$

数据帧传输时间 = $5000 \text{ 公里} / 200,000 \text{ 公里} = 25 \text{ 毫秒}$

ACK传输时间 = 0 (通常可忽略) ACK传输距离时间 = 500

$0 \text{ Km} / 200,000 \text{ Km} = 25 \text{ ms}$ 单窗口延迟 = $7 + 2$

$5 + 25 = 57 \text{ ms}$

总延迟 = $143 \times 57 \text{ 毫秒} = 8151 \text{ 毫秒}$

32

最坏情况下发送完整4窗口数据后需等待整窗口确认。需发送 $1000/4 = 250$ 个窗口。忽略头尾信息开销。

单向传输时间 = $4000 \text{ 比特} / 1,000,000 \text{ 比特} = 4 \text{ 毫秒}$

往返传输距离时间 = $5000 \text{ 公里} / 200,000 \text{ 公里} = 25 \text{ 毫秒}$

ACK传输时间 = 0 (通常可忽略) ACK往返时间 = 5000 km

$/ 200,000 \text{ km} = 25 \text{ ms}$ 单向延迟 = $4 + 25 +$

$25 = 54 \text{ ms}$

总延迟 = $250 \times 54 \text{ 毫秒} = 13.5 \text{ 秒}$