

第三章 数据链路层

选择性重传

用管道化技术发送帧面临的新问题

□ 出错情况

- 连续发送 W 个数据帧，其中有一帧出错，但其后续帧被成功发送

□ 接收方的接收策略选择

- 丢弃错帧及后续帧，其后续帧因不是期望接收帧也被丢弃
- 丢弃错帧，缓存后续正确接收帧

□ 对应的发送方的重传策略选择

- 缓存在发送窗口中的出错帧以及其后续帧全部重发——协议5
- 只重发出错帧——协议6



协议6：选择重传

□ 接收方的接收策略选择：

丢弃错帧，缓存后续正确接收帧；

□ 发送方的重传策略选择：

只重发出错帧。

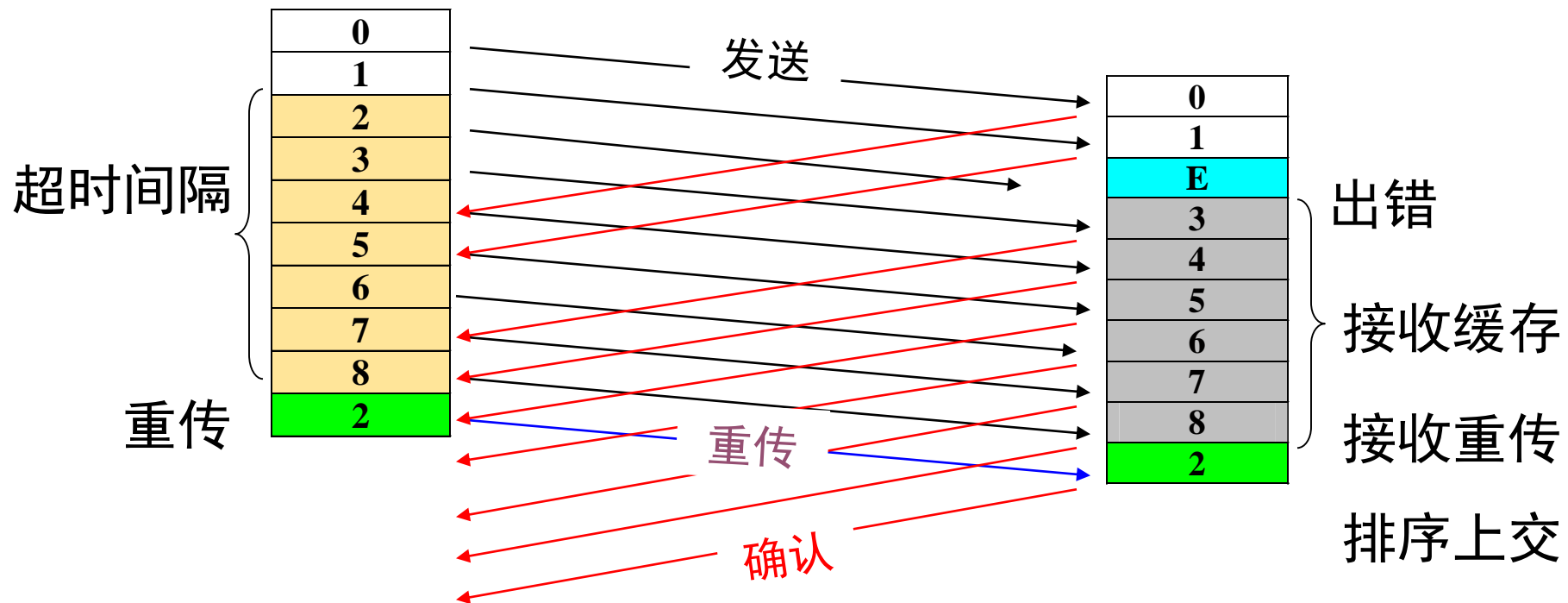


选择重传协议的基本概念

- 接收窗口存储差错帧后继的所有正确帧
- 发送方只重传差错帧
- 接收方接收重传帧，按正确顺序将分组提交网络层

举例 ($\text{MAX_SEQ} = 15$)

例：选择重传协议



Seq=0~15; W=8

选择重传协议的工作原理分析

发送方

□ 正常发送

- 对帧编号，待确认帧缓存

□ 收到确认

- 释放确认帧所占缓冲区，滑动发送窗口

□ 差错帧超时时间到

- 重传缓存的最后被确认帧以后的那一帧

接收方

□ 正常接收

- 上交网络层、回送确认，滑动接收窗口

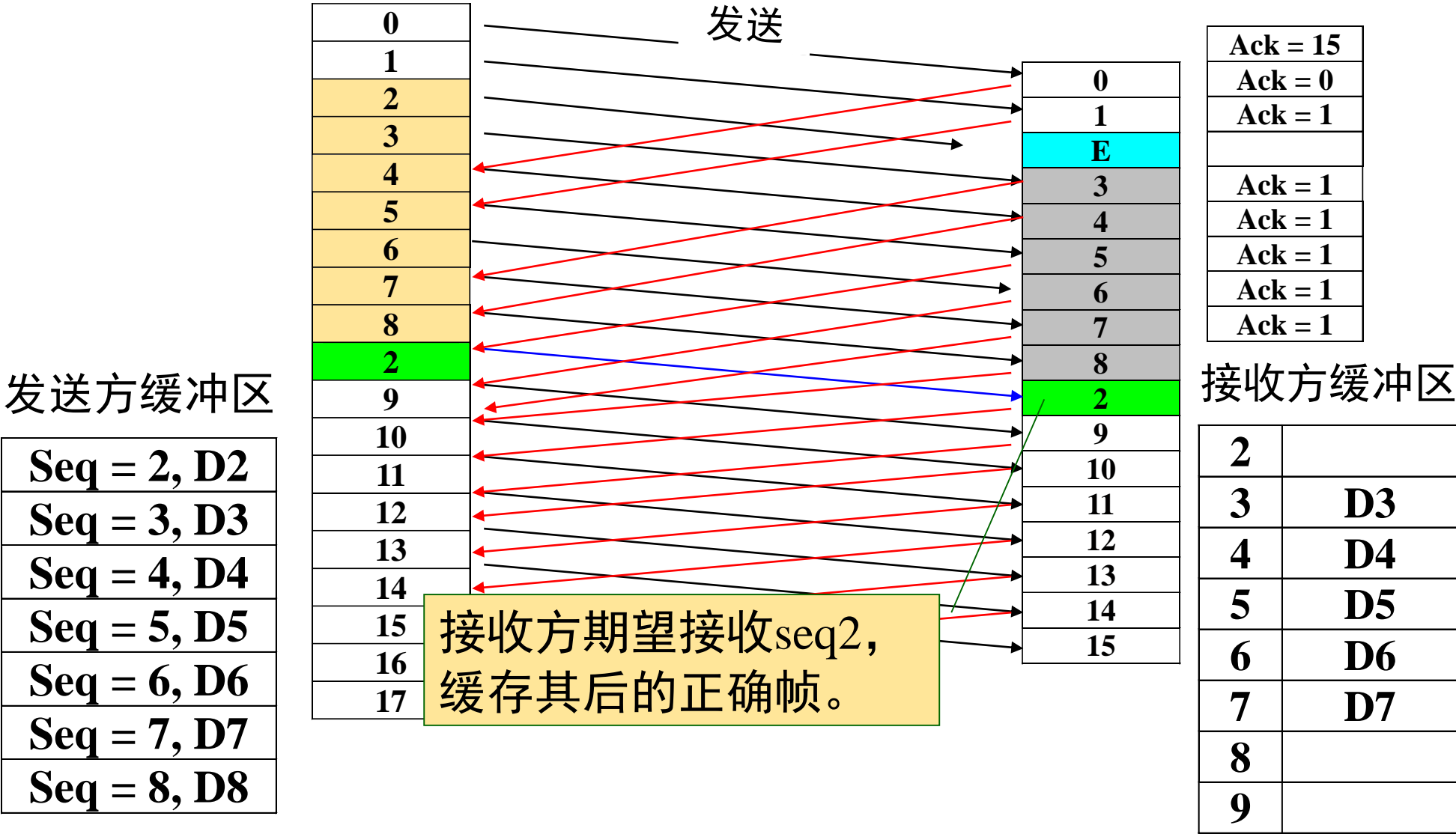
□ 收到非期望的正确帧

- 缓存，回送对接收的最后正确帧的确认

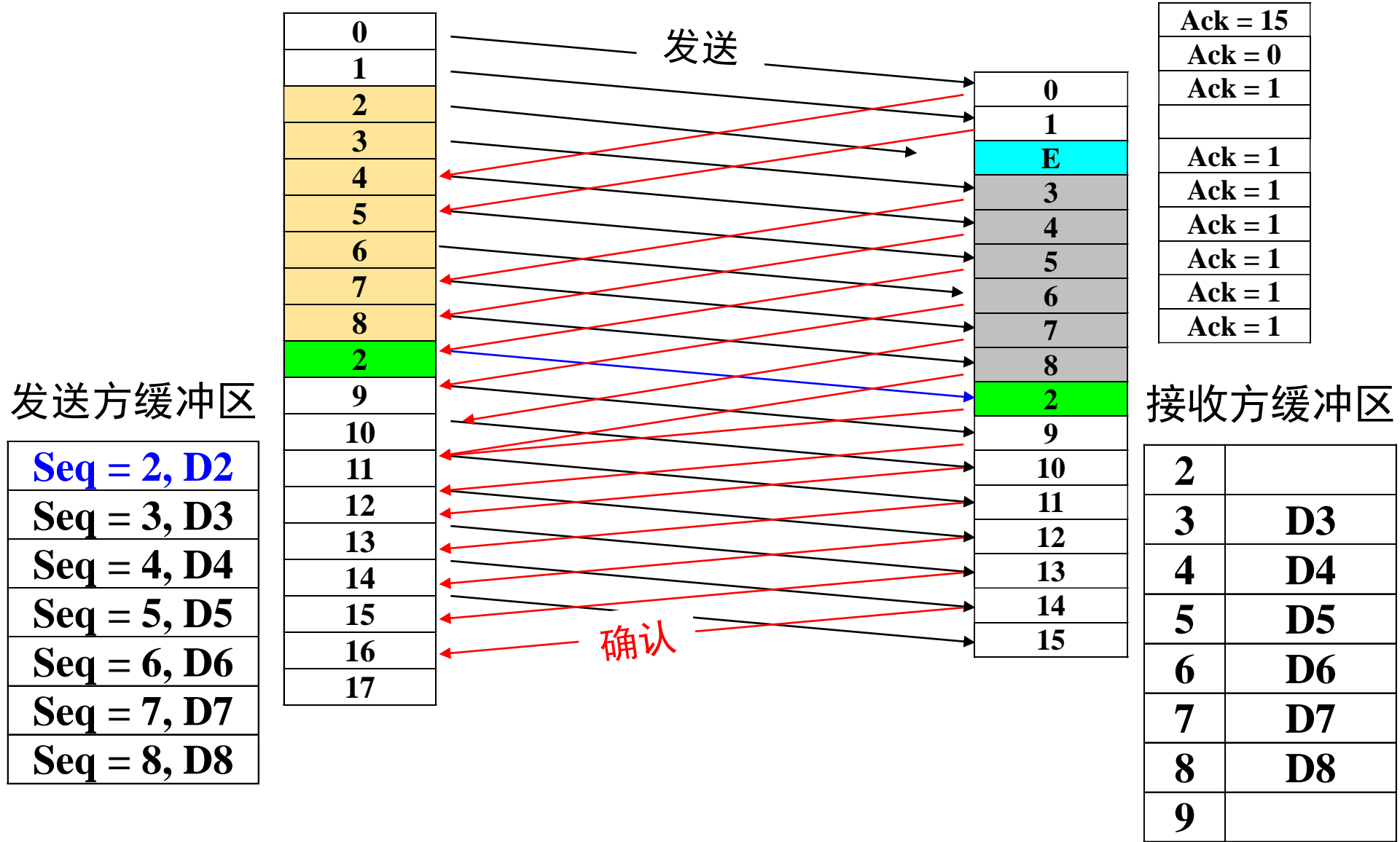
□ 收到重传帧

- 将缓存帧排序上交，回送确认，滑动接收窗口

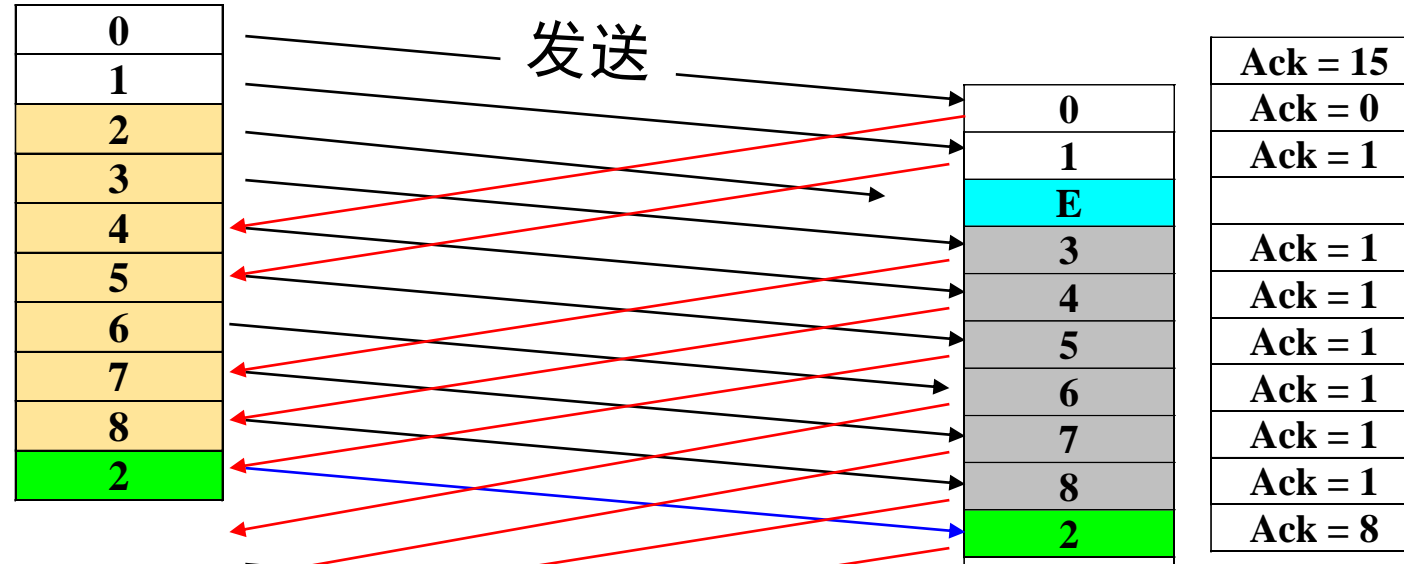
关键步骤：接收方收到非期望的正确帧—缓存



关键步骤：发送方选择帧seq2重传



关键步骤：接收方收到重传帧seq2—排序上交

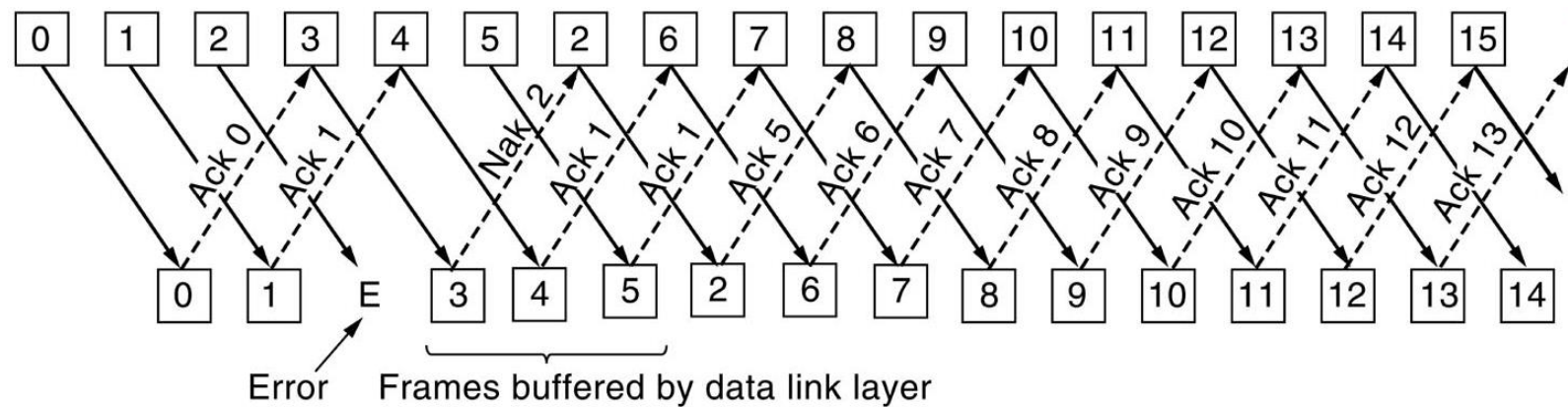


将帧seq2和接收方缓冲区中的帧正确排序，提交网络层，回送ack=8，滑动接收窗口。



协议6选择重传小结

- 接收方缓存
- 乱序帧，需正确排序





注意：NAK/累计确认的作用

□ 否定确认NAK

- 加快出错帧的重传
- 对出错帧回送否定确认，使发方不再等到超时再重传



差错控制策略比较

□ 回退n帧

- 发送方需要较大的缓冲区，以便重传
- 重传帧数多，适于信道出错率较少的情况

□ 选择重传

- 接收方需要较大的缓冲区，以便按正确顺序将分组提交网络层
- 重传帧数少，适于信道质量不好的情况



滑动窗口长度 w 的选择

□ 协议6（选择重传）

➤ $\text{MAX_SEQ} = 7$ ($\text{Seq} = 0 \sim \text{MAX_SEQ}$)

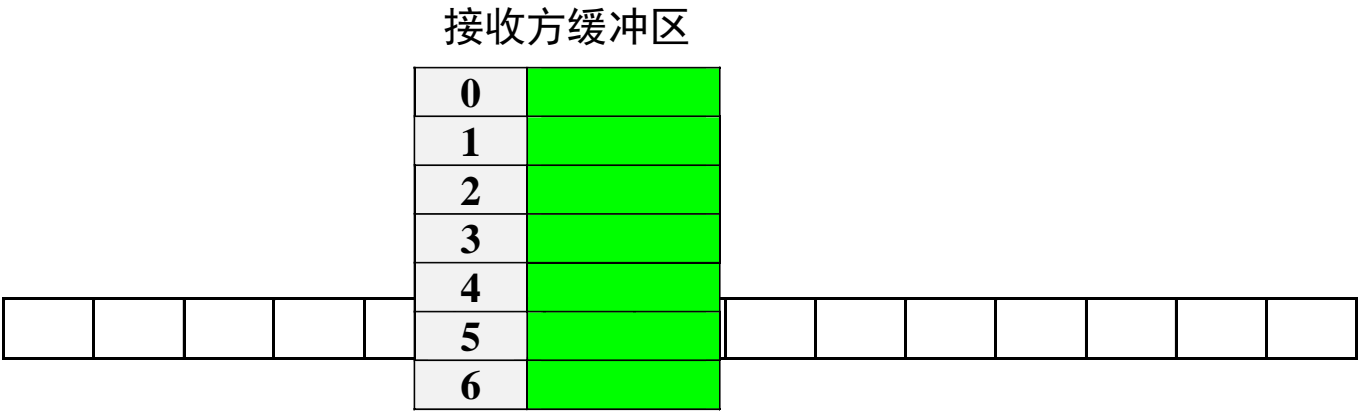
➤ $W = 4$

➤ 接收窗口: $W = (\text{MAX_SEQ} + 1) / 2$

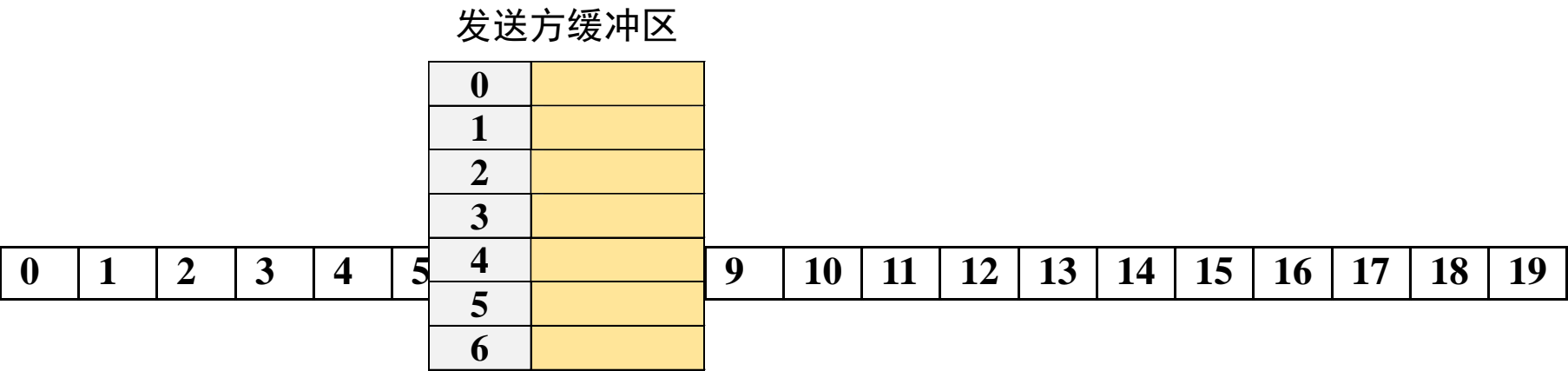
➤ 发送窗口小于接收窗口

协议6： W=7， 初始缓冲区空

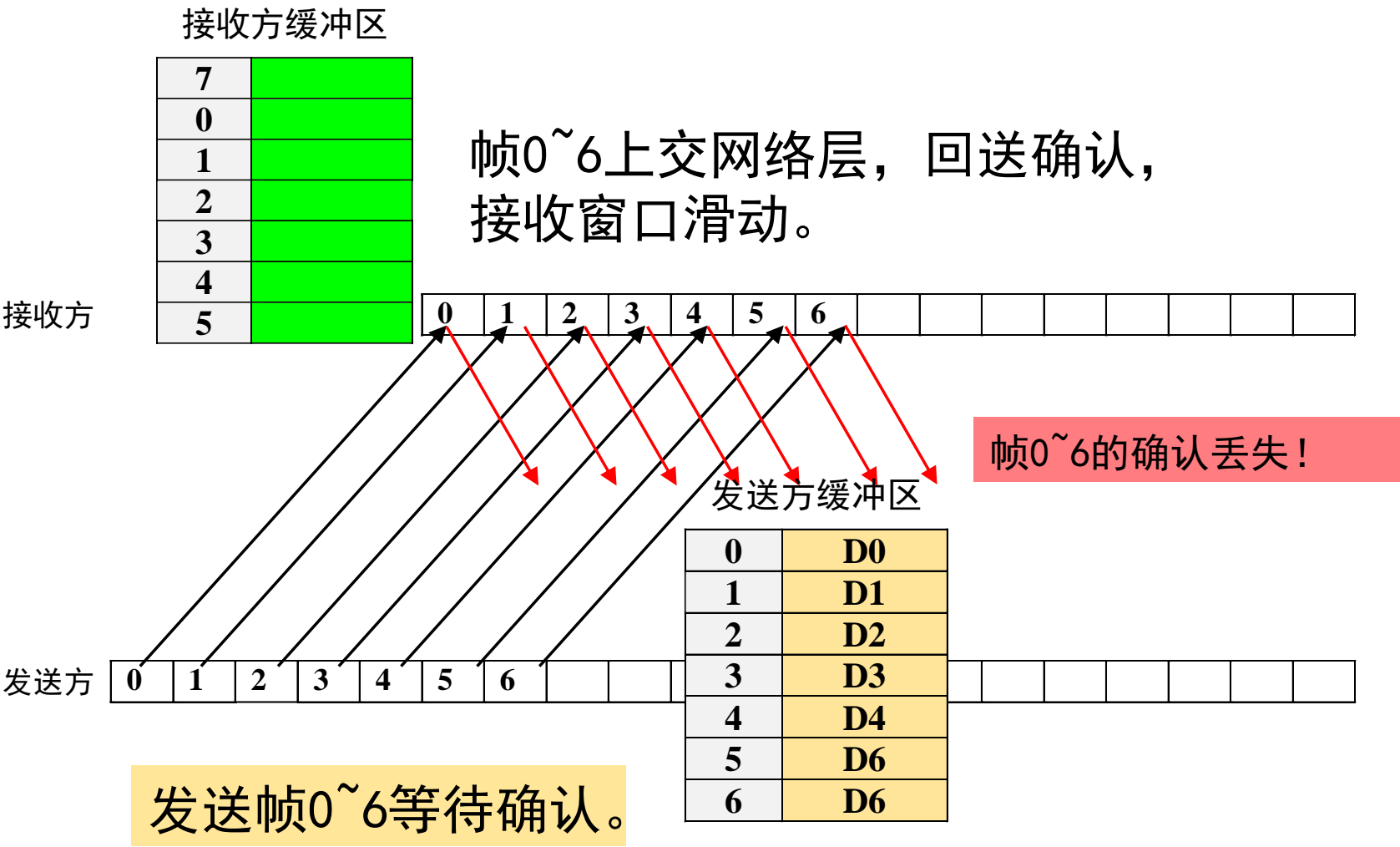
接收方



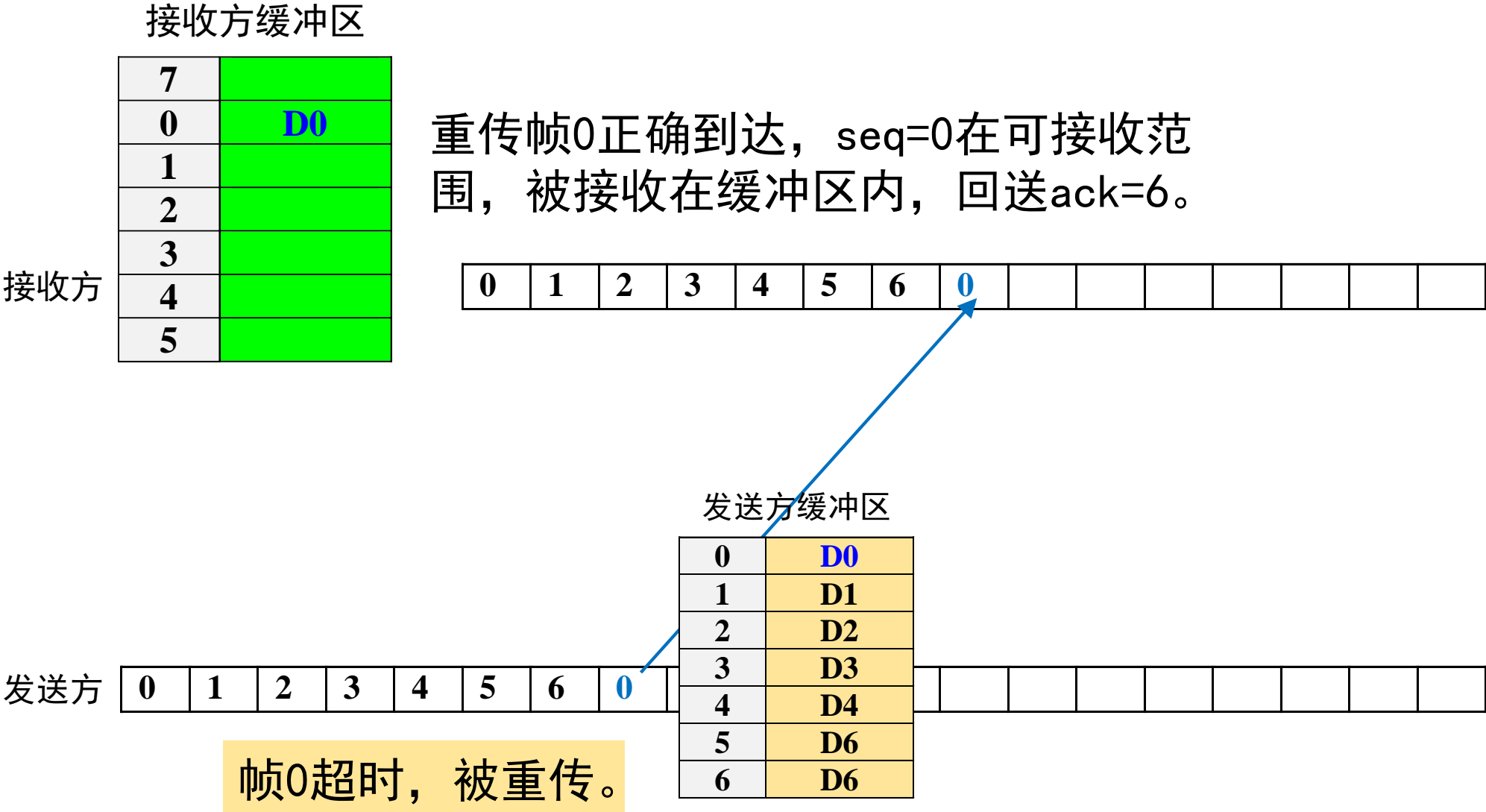
发送方



协议6： 帧0~6发送成功、正确接收



协议6： 帧0超时重传并被正确接收



协议6： 帧0被重复提交

接收方缓冲区

7	D7
0	D0
1	
2	
3	
4	
5	

第7帧正确提交，重传帧0被认为是正确帧提交，出现重复提交错误。回发对第6帧的确认

0	1	2	3	4	5	6	0	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

发送方

0

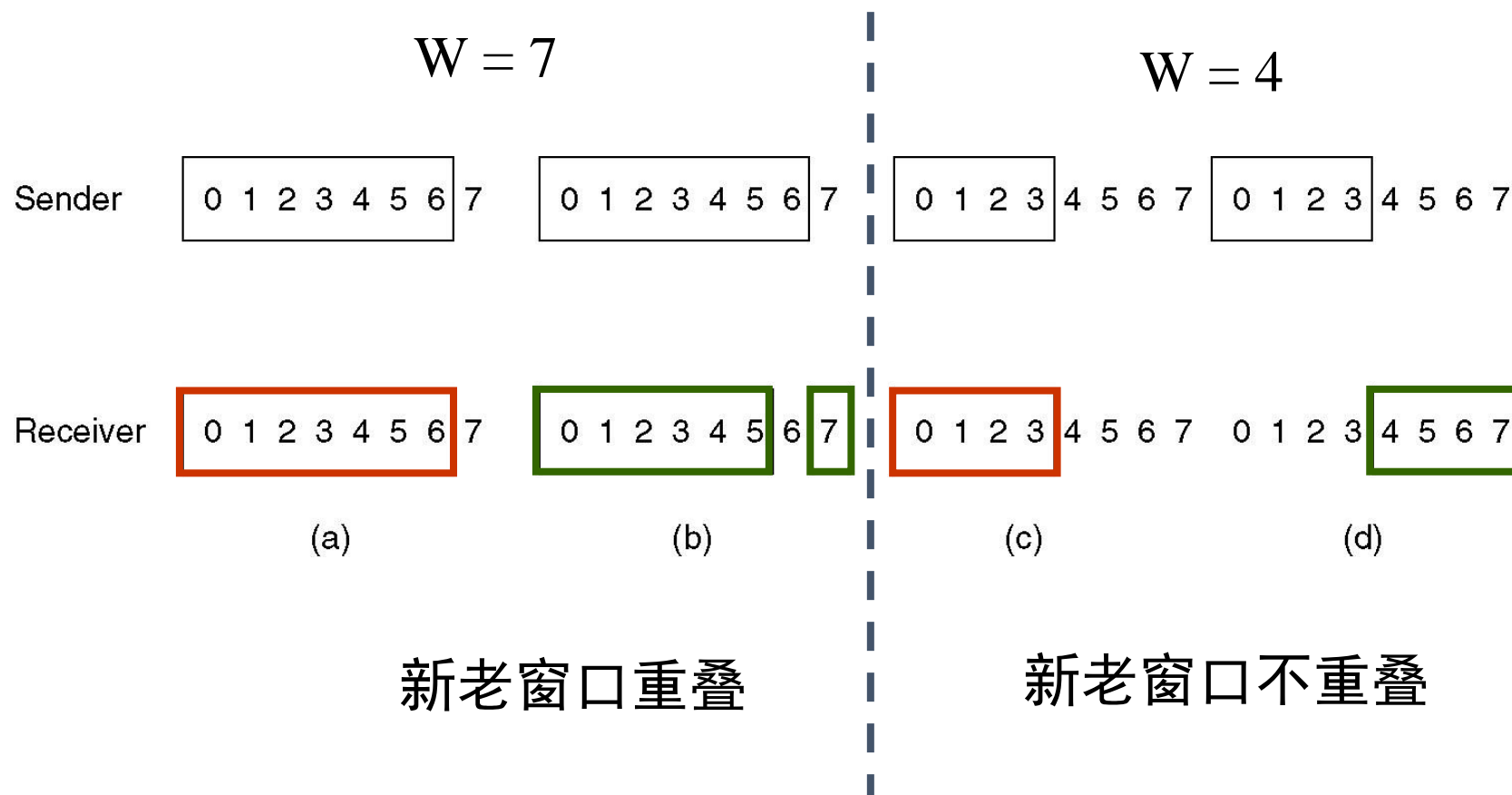
收到第6帧的确认，认为0~6被正确接收，发送第7~13帧。

发送方缓冲区

7	D7
0	D8
1	D9
2	D10
3	D11
4	D12
5	D13

解决办法：保证新老窗口不重叠

MAX_SEQ=7



协议6: $W=(MAX_SEQ+1)/2$

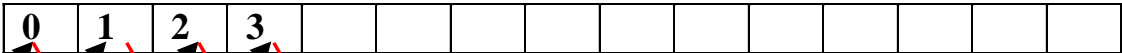
帧0~3的重传帧落在接收窗口口外，被拒绝，不会出现重复提交错误。

接收方缓冲区

4	
5	
6	
7	

帧0~3上交网络层，回送确认，接收窗口滑动。

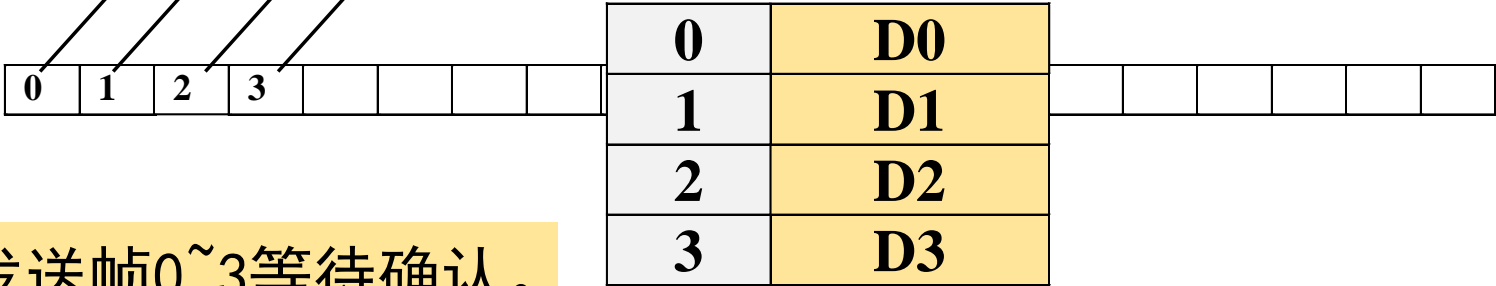
接收方



帧0~3的确认丢失！

发送方缓冲区

发送方



发送帧0~3等待确认。



3个协议的窗口大小

□ One-Bit sliding window (协议4):

- $0 \leq \text{size of Sending window} \leq 1$
- $\text{size of receiving window} = 1$

□ Go-back-N (协议5):

- $0 \leq \text{size of Sending window} \leq \text{MAX_SEQ}$
- $\text{size of receiving window} = 1$

□ Selective Repeat (协议6):

- $0 \leq \text{size of Sending window} \leq (\text{MAX_SEQ} + 1) / 2$
- $\text{size of receiving window} = (\text{MAX_SEQ} + 1) / 2$



小结

- ❑ 批发数据时，其中一帧出错，可以从出错帧开始重传，也可以重传错误帧。
- ❑ 选择性重传需要接收方付出更多的缓存代价。
 - 适合出错率高的传输环境
- ❑ 选择性重传的窗口数
 - 发送窗口： $0 \leq W \leq (\text{MAX_SEQ} + 1) / 2$
 - 接收窗口： $W \leq (\text{MAX_SEQ} + 1) / 2$
 - 一般地：接收窗口小于发送窗口

思考题

- 什么是否定确认重传？有什么作用？
- 选择性重传的工作原理是怎样的？
- 如何确定选择性重传协议的窗口数？

谢谢观看

致谢

本课程课件中的部分素材来自于：（1）清华大学出版社出版的翻译教材《计算机网络》（原著作者：Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall）；（2）思科网络技术学院教程；（3）网络上搜到的其他资料。在此，对清华大学出版社、思科网络技术学院、人民邮电出版社、以及其它提供本课程引用资料的个人表示衷心的感谢！

对于本课程引用的素材，仅用于课程学习，如有任何问题，请与我们联系！