



石家庄铁道大学
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

计算机网络

第 16 讲 运输层 (II)



上讲内容回顾

- ◆ 运输层协议概述
- ◆ 用户数据报协议UDP
- ◆ 传输控制协议TCP

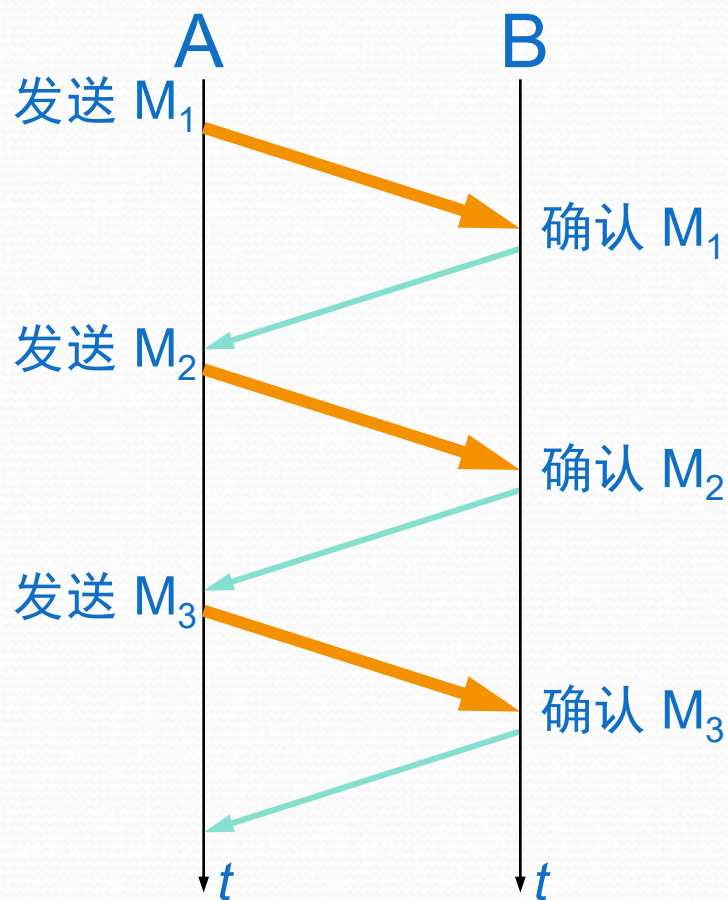


本讲内容

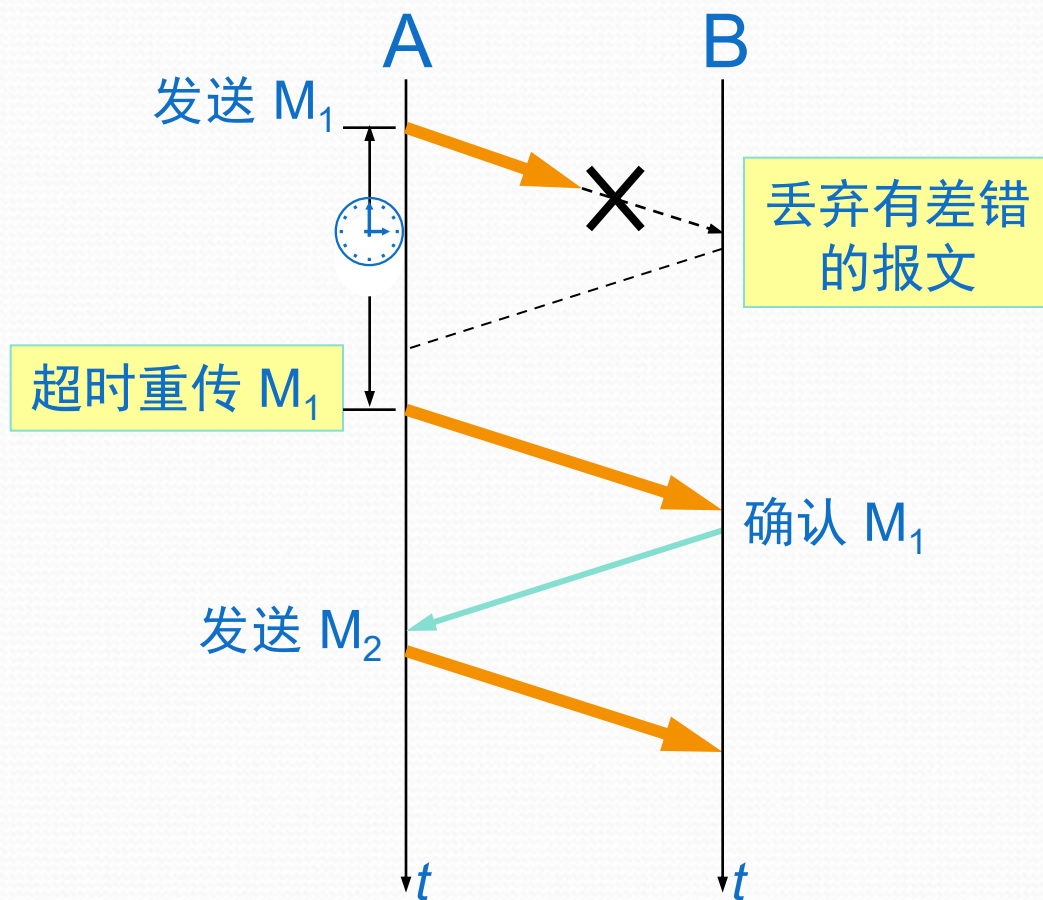
- ◆ 可靠传输的工作原理
 - 停止等待协议
 - 连续ARQ协议
- ◆ TCP报文段的首部格式

可靠传输的工作原理

停止等待协议



(a) 无差错情况



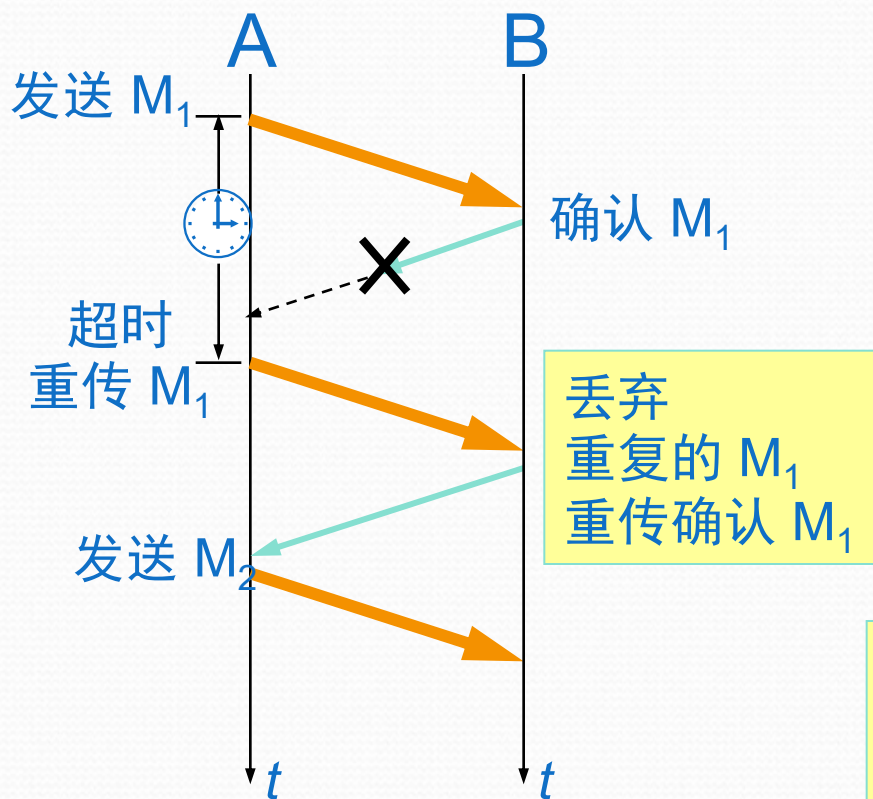
(b) 超时重传



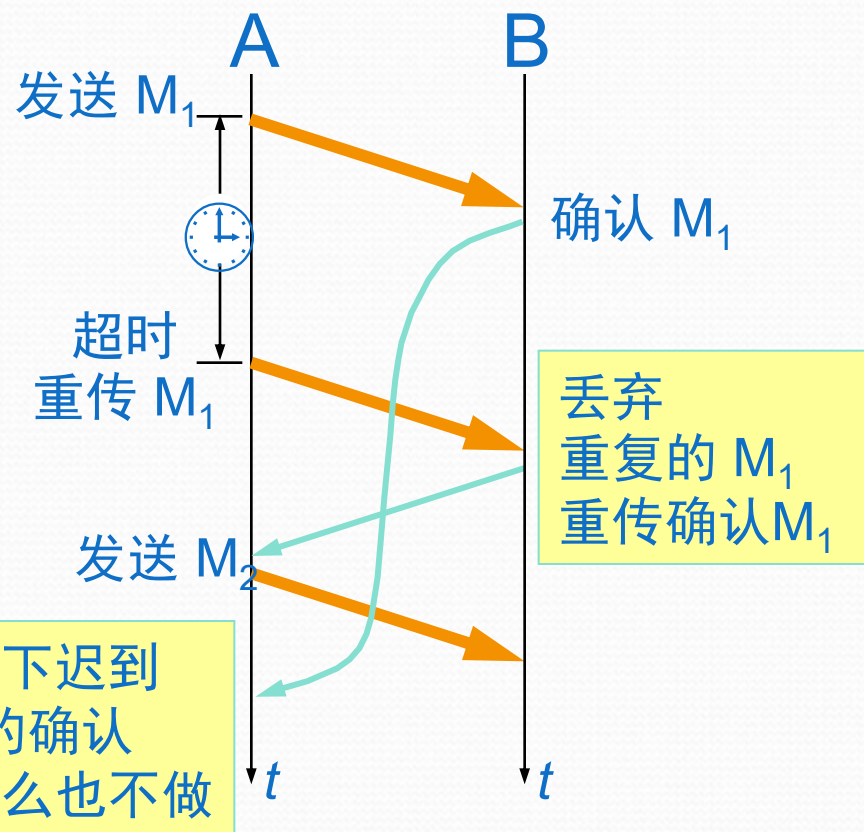
请注意

- 在发送完一个分组后，必须暂时保留已发送的分组的副本。
- 分组和确认分组都必须进行编号。
- 超时计时器的重传时间应当比数据在分组传输的平均往返时间更长一些。

确认丢失和确认迟到



(a) 确认丢失



(b) 确认迟到



可靠通信的实现

- 使用上述的确认和重传机制，我们就可以在不可靠的传输网络上实现可靠的通信。
- 这种可靠传输协议常称为自动重传请求ARQ (Automatic Repeat reQuest)。
- ARQ 表明重传的请求是自动进行的。接收方不需要请求发送方重传某个出错的分组。

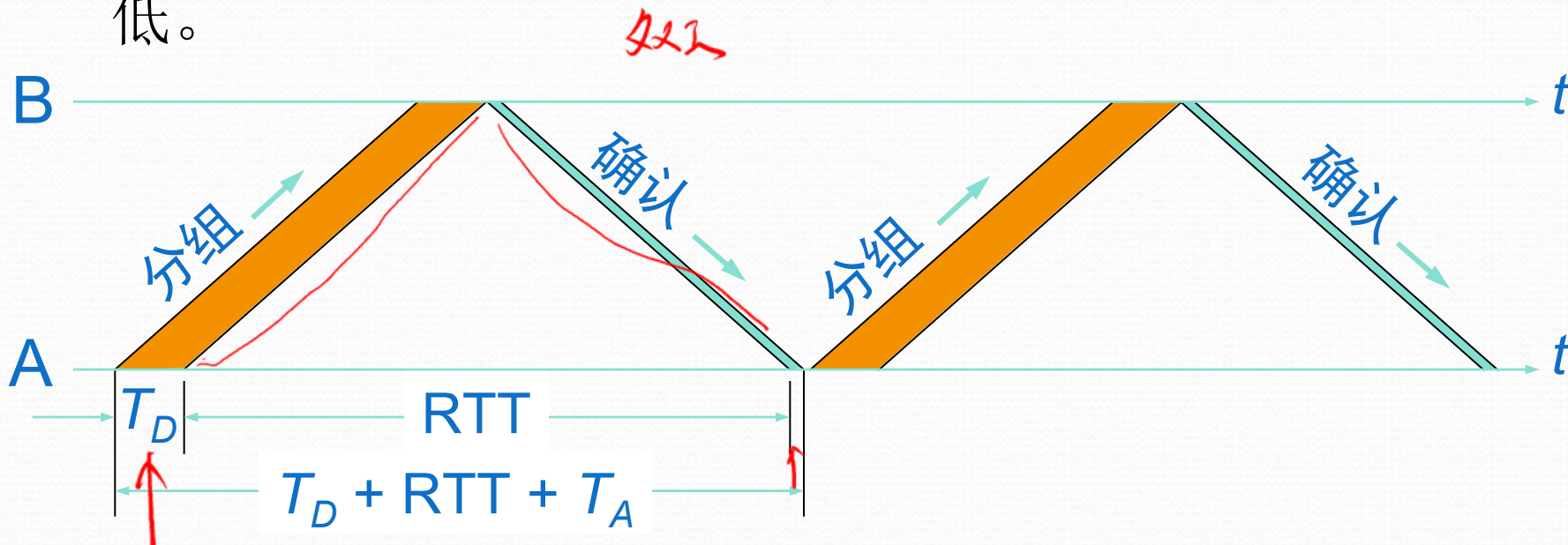
26/4



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

信道利用率

- 停止等待协议的优点是简单，但缺点是信道利用率太低。





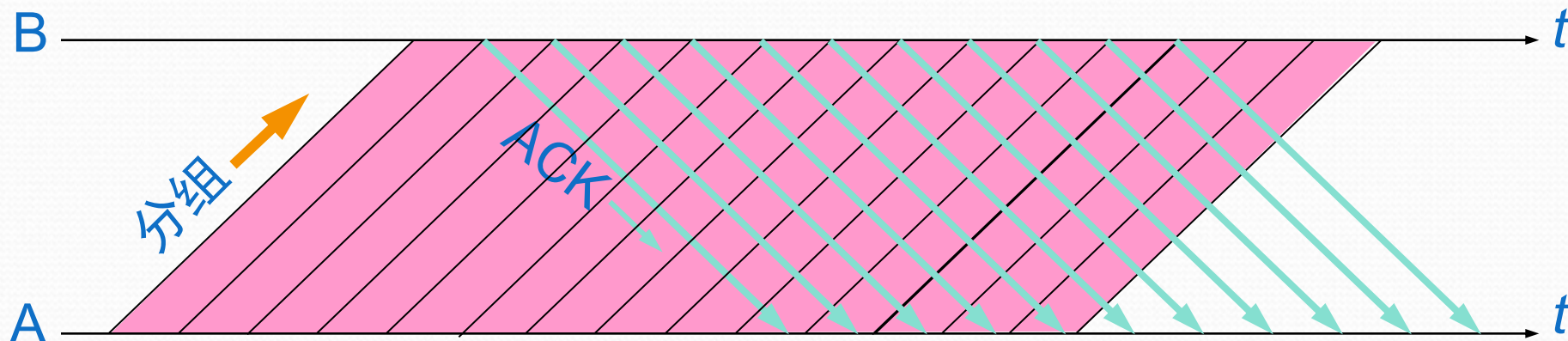
信道的利用率 U



(5-3)

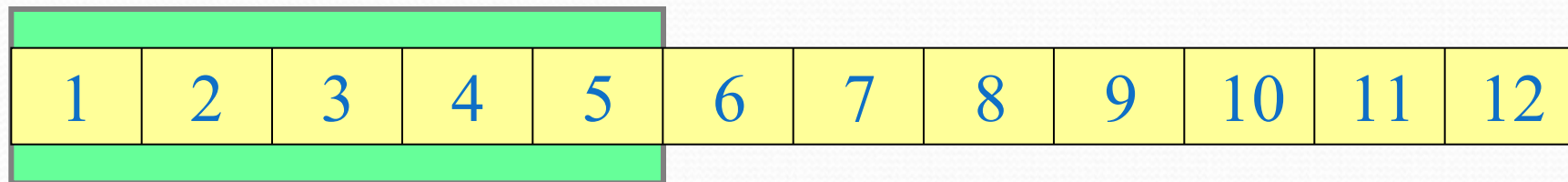
流水线传输

- 发送方可连续发送多个分组，不必每发完一个分组就停顿下来等待对方的确认。
- 由于信道上一直有数据不间断地传送，这种传输方式可获得很高的信道利用率。



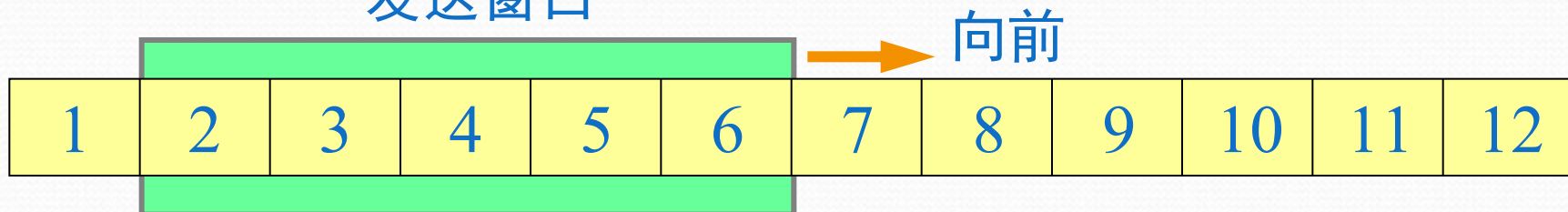
连续 ARQ 协议

发送窗口



(a) 发送方维持发送窗口（发送窗口是 5）

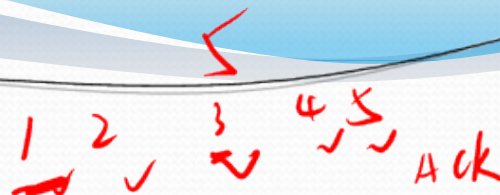
发送窗口



(b) 收到一个确认后发送窗口向前滑动

累积确认

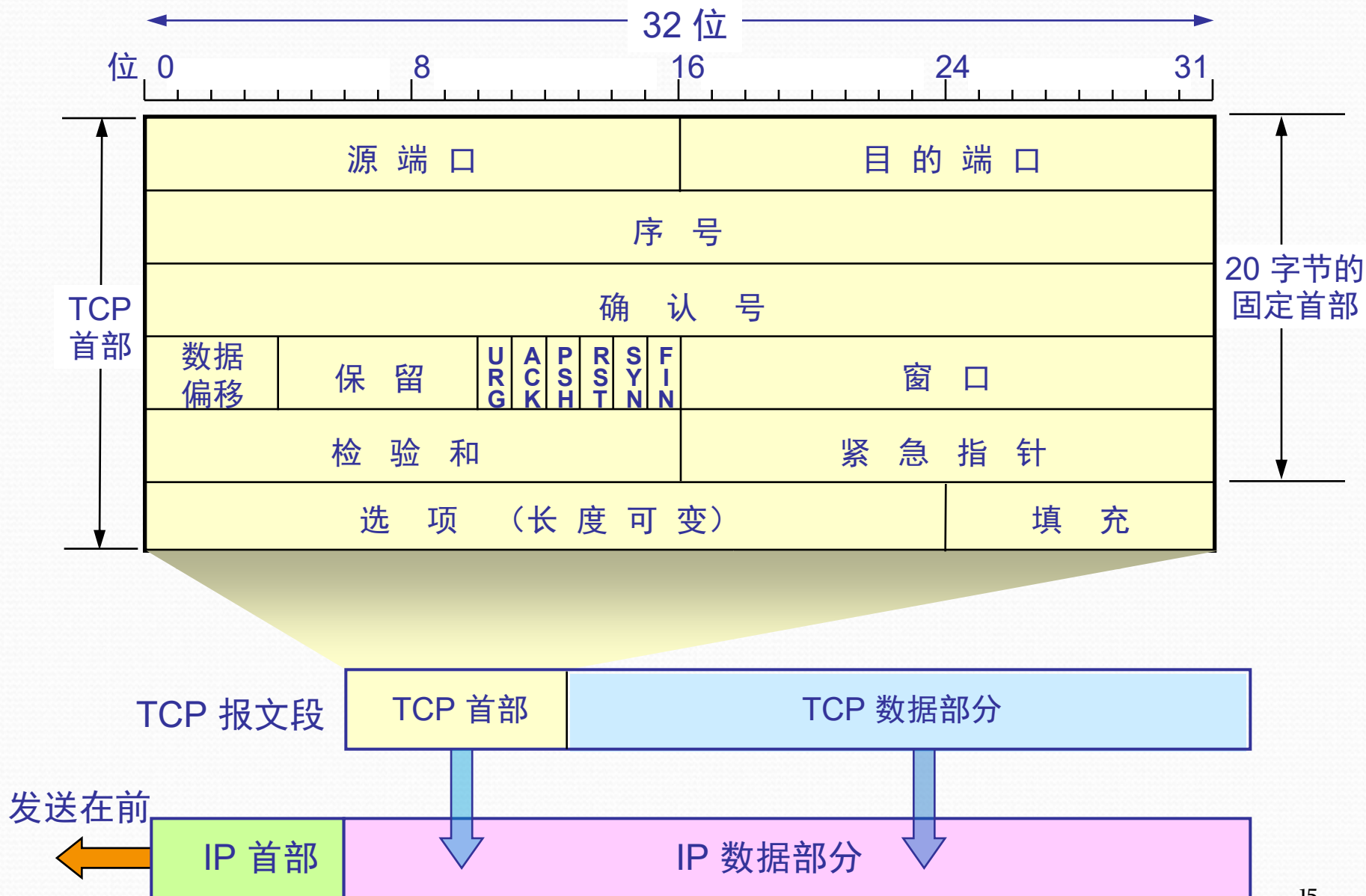
- 接收方一般采用累积确认的方式。即不必对收到的分组逐个发送确认，而是对按序到达的最后一个分组发送确认，这样就表示：到这个分组为止的所有分组都已正确收到了。
- 累积确认有的优点是：可以使接收方少发送一些确认帧，减少了开销。缺点是：不能向发送方反映出接收方已经正确收到的所有分组的信息。



Go-back-N（回退 N）

- 如果发送方发送了前 5 个分组，而中间的第 3 个分组丢失了。这时接收方只能对前两个分组发出确认。发送方无法知道后面三个分组的下落，而只好把后面的三个分组都再重传一次。
- 这就叫做 Go-back-N（回退 N），表示需要再退回来重传已发送过的 N 个分组。
- 可见当通信线路质量不好时，连续 ARQ 协议会带来负面的影响。

TCP 报文段的首部格式





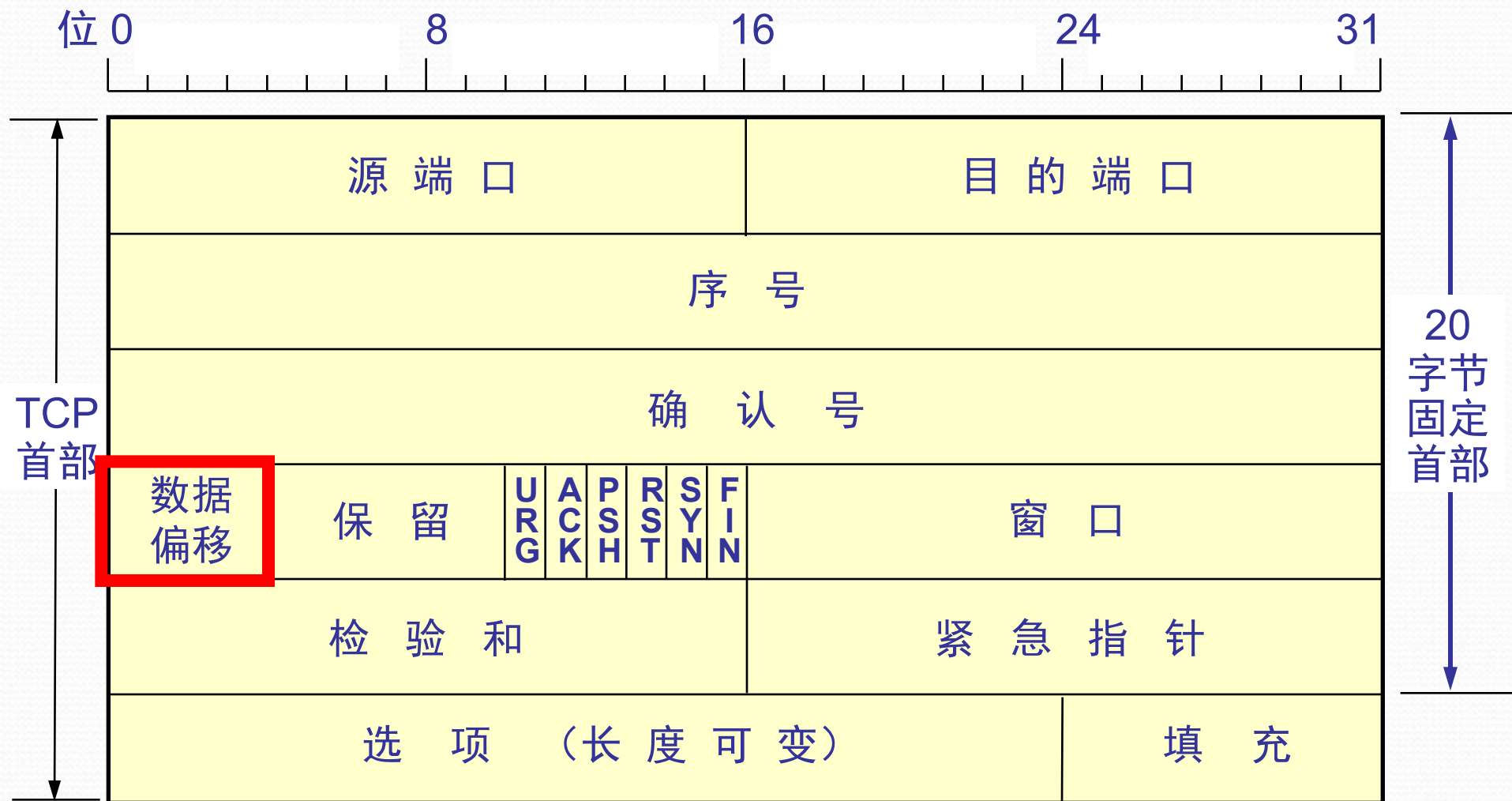
源端口和目的端口字段——各占 2 字节。端口是运输层与应用层的服务接口。运输层的复用和分用功能都要通过端口才能实现。



序号字段——占 4 字节。TCP 连接中传送的数据流中的每一个字节都编上一个序号。序号字段的值则指的是本报文段所发送的数据的第一个字节的序号。



确认号字段——占 4 字节，是期望收到对方的下一个报文段的数据的第一个字节的序号，也就是期望收到的下一个报文段首部的序号字段的值。



数据偏移（即首部长度的）——占 4 位，它指出 TCP 报文段的数据起始处距离 TCP 报文段的起始处有多远。“数据偏移”的单位是 32 位字（以 4 字节为计算单位）。



保留字段——占 6 位，保留为今后使用，但目前应置为 0。



紧急 URG —— 当 $URG = 1$ 时，表明紧急指针字段有效。它告诉系统此报文段中有紧急数据，应尽快传送(相当于高优先级的数据)。



✓ 确认 ACK —— 只有当 $ACK = 1$ 时确认号字段才有效。当 $ACK = 0$ 时，确认号无效。



推送 PSH (PuSH) —— 接收方TCP 收到 PSH = 1 的报文段，就尽快地交付接收应用进程，而不再等到整个缓存都填满了后再向上交付。



复位 RST (ReSeT) —— 当 $RST = 1$ 时，表明 TCP 连接中出现严重差错（如由于主机崩溃或其他原因），必须释放连接，然后再重新建立运输连接。



同步 SYN —— 同步 SYN = 1 表示这是一个连接请求或连接接受报文。



终止 FIN (FINis) —— 用来释放一个连接。FIN = 1 表明此报文段的发送端的数据已发送完毕，并要求释放运输连接。



窗口字段 —— 占 2 字节，用来控制对方发送的数据量，单位为字节。窗口值告诉对方：从本报文段首部中的确认号算起，接收方目前允许对方发送的数据量。

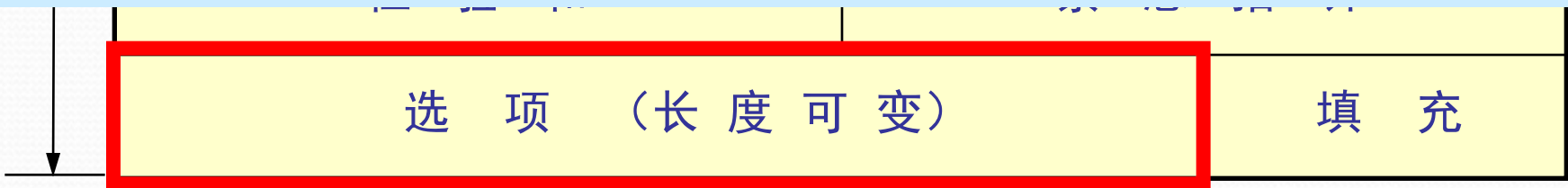


检验和 —— 占 2 字节。检验和字段检验的范围包括首部和数据这两部分。在计算检验和时，要在 TCP 报文段的前面加上 12 字节的伪首部。



紧急指针字段 —— 占 16 位，指出在本报文段中紧急数据共有多少个字节（紧急数据放在本报文段数据的最前面）。

MSS (Maximum Segment Size)
是 TCP 报文段中的**数据字段**的最大长度。
数据字段加上 TCP 首部
才等于整个的 TCP 报文段。



选项字段 —— 长度可变。TCP 最初只规定了一种选项，即**最大报文段长度** MSS。



其他选项

- 窗口扩大选项——占3字节，其中有一个字节表示移位值 S 。新的窗口值等于TCP首部中的窗口位数16加上 S 。
- 时间戳选项——占10字节，其中最主要的字段时间戳值字段（4字节）和时间戳回送回答字段（4字节）。
- 选择确认选项——在后面的 5.6.3 节介绍。



填充字段——这是为了使整个首部长度的 4 字节的整数倍。



本讲总结

可靠传输的工作原理

停止等待协议

连续ARQ协议

TCP报文段的首部格式



作业

- 5-16, 5-17