

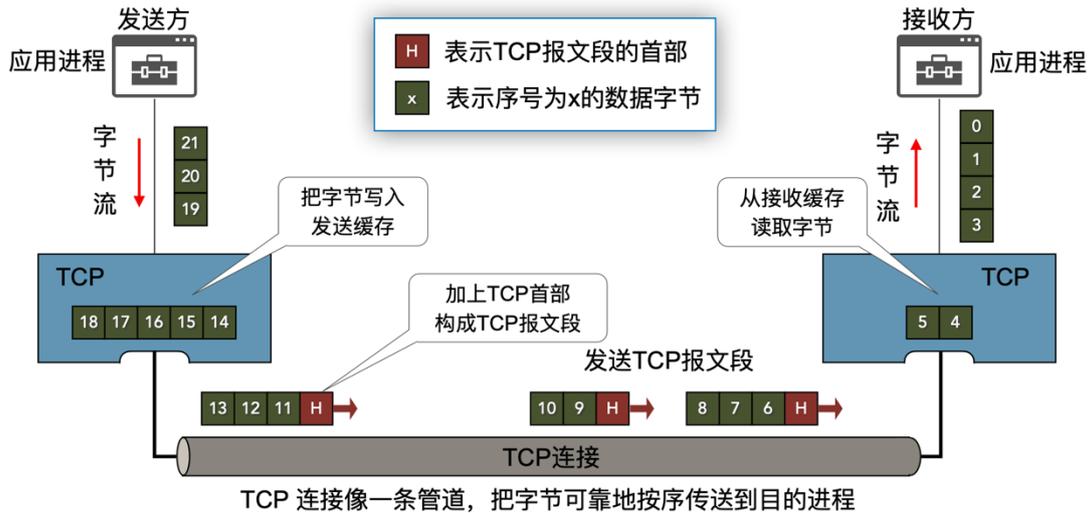
第十四节 面向连接若干基本概念

一、课程目标

掌握教材 5.3-5.5。

二、课程内容

1、TCP 含义：TCP 是面向连接的、面向字节流的传输协议。



不同层次的面向连接的含义：

■ 面向连接的电路交换（物理层保证可靠）：

通信双方之间必须有一条物理连接的通路(直接相连)，通信双方独享，数据按序发送并按序接收。

■ 面向连接的虚电路（网络层保证可靠）：

通信双方采用复用技术，逐段占用物理通路，每段物理通路可被多对通信使用，分组按序发送并按序接收。

■ 面向连接 TCP（运输层协议保证可靠）：

采用协议的方法(确认、序号、重传)，确保通信双方有一条全双工的、可靠的逻辑信道(事实上，提供服务的 IP 数据报是不可靠的)，字节按序发送并按序接收(但网络层 IP 数据报并不一定按序到达)。

2、TCP 把连接作为最基本的抽象，TCP 连接的端点不是主机，不是主机的 IP 地址，不是应用进程，也不是运输层的协议端口；连接的端点叫做套接字 (socket)或插口套接字。

套接字 socket = (IP 地址 : 端口号)

TCP 连接 ::= {socket1, socket2} = {(IP1: port1), (IP2: port2)}

注意：同一个 IP 地址可以有多个不同的 TCP 连接；同一个端口号也可以出现在多个不同的 TCP 连接中。

3、可靠传输：

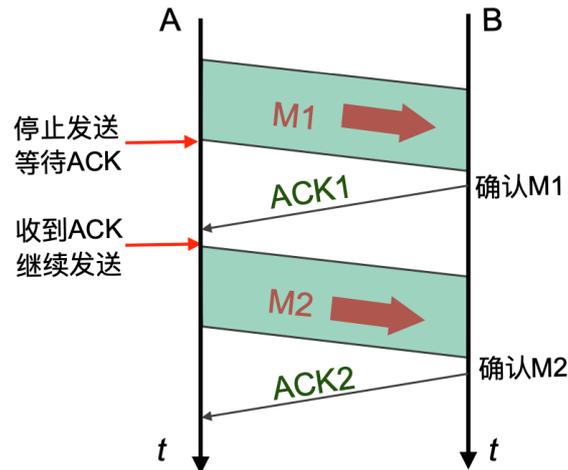
基本含义：理想的传输条件有以下两个特点，不需要采取任何措施就能够实

现可靠传输：(1) 传输信道不产生差错；(2) 不管发送方以多快的速度发送数据，接收方总是来得及处理收到的数据。

实际的网络都不具备以上两个理想条件，必须使用一些可靠传输协议，在不可靠的传输信道实现可靠传输。

4、停止等待

每发送完一个分组就停止发送，等待对方的确认。在收到确认后再发送下一个分组(TCP 报文段)。

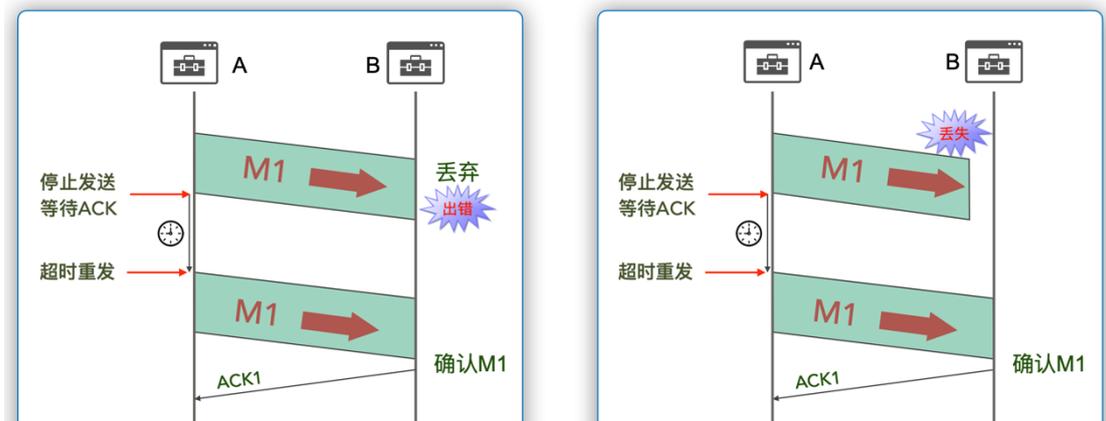


5、超时重传

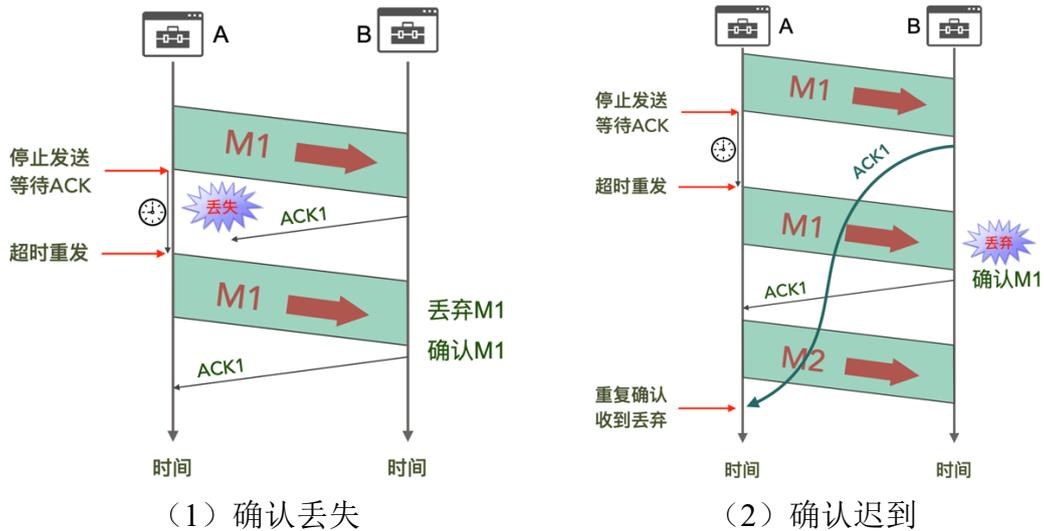
发送数据可能面临的两个问题：(1) B 接收 M1 时检测出了差错，就丢弃 M1，其他什么也不做（不发送确认消息）；(2) M1 在传输过程中丢失了，这时 B 当然什么都不知道，也什么都不做。

解决办法：A 为每一个已发送的分组都设置超时计时器；在超时计时器到期之前收到了相应的确认，撤销该超时计时器，继续发送下一个分组 M2；在超时计时器到期时仍未收到确认，则重新发送分组 M1。

为了实现超时重传，发送端需要 (1) 暂时保留已发送的分组的副本；(2) 分组和确认分组都必须进行编号；(3) 设置超时计时器设置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。

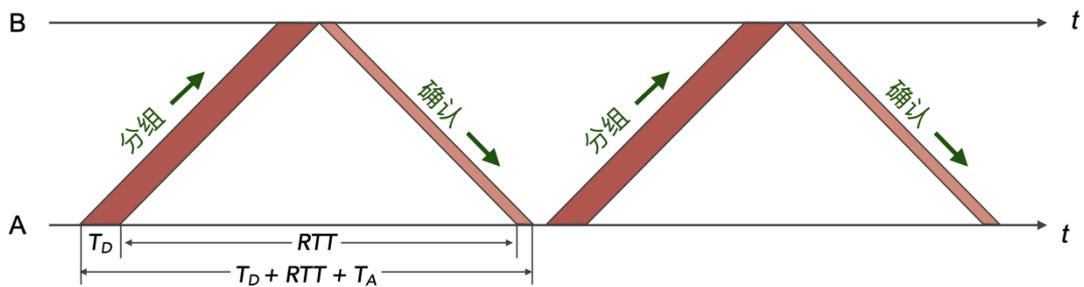


确认消息可能面临的两个问题：(1) 确认丢失和 (2) 确认迟到。



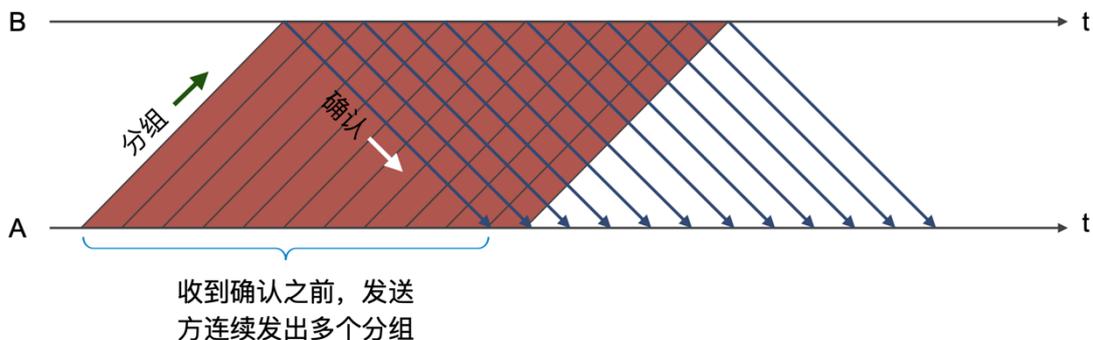
6、自动重传请求 ARQ：通常 A 最终总是可以收到对所有发出的分组的确认；如果 A 不断重传分组但总是收不到确认，就说明通信线路太差，不能进行通信；使用上述的确认和重传机制就可以在不可靠的传输网络上实现可靠的通信。

7、信道利用率：停止等待协议的优点是简单，缺点是信道利用率太低



信道利用率：
$$U = \frac{T_D}{T_D + R_{TT} + T_A}$$

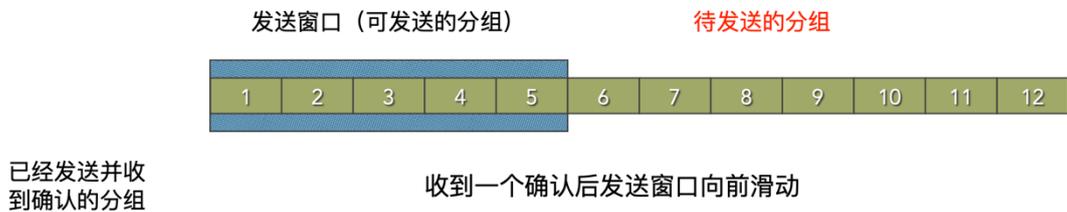
8、流水线传输：发送方可连续发送多个分组，不必每发完一个分组就停顿下来等待对方的确认。这样可使信道上一直有数据不间断地传送。信道利用率高。



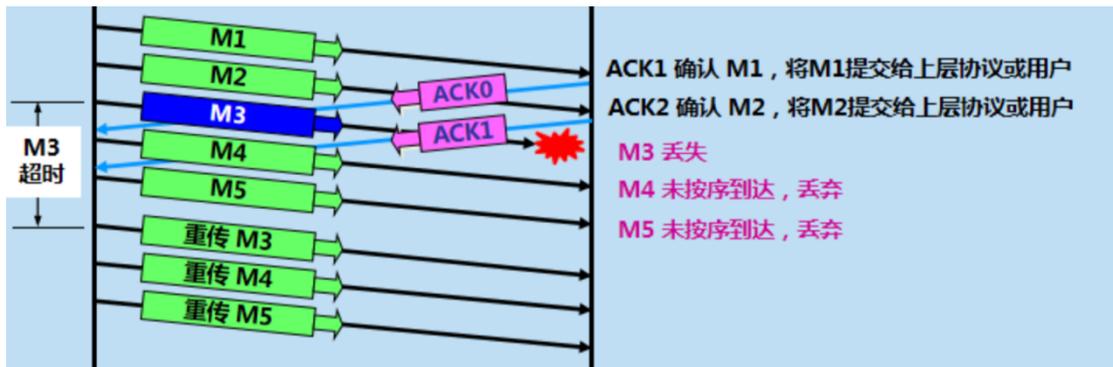
9、连续 ARQ 协议

基本原理：发送窗口内的分组都可连续发送出去，无需等待对方的确认。即发送方一次可以发出多个分组；使用滑动窗口协议控制发送方和接收方所能发送

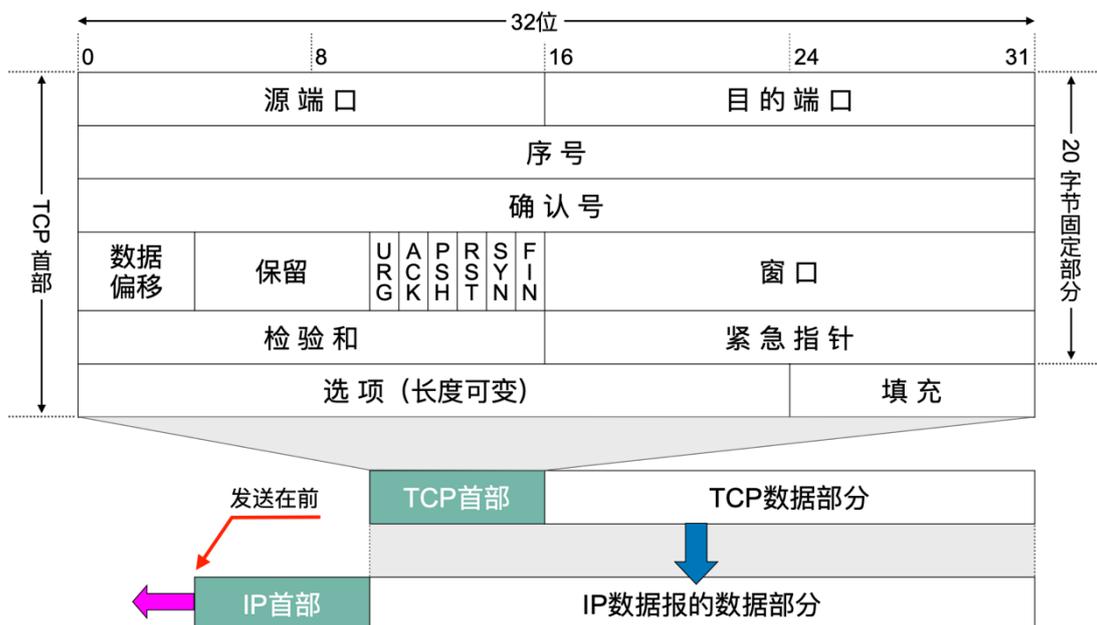
和接收的分组的数量和编号；每收到一个确认，发送方就把发送窗口向前滑动；接收方一般采用累积确认的方式；发送方采用回退 N（Go-Back-N）方法进行重传。



Go-Back-N 原理：



10、TCP 报文段首部格式



- **源端口和目的端口：**各占 2 字节，是运输层与应用层的服务接口。
- **序号：**4 字节，指是本报文段所携带数据的第一个字节的序号，也称为报文段序号；范围 $[0, 2^{32}-1]$ ，序号增加到 $2^{32}-1$ 后，下一个序号回到 0。
- **确认号：**4 字节，是期望收到对方的下一个报文段中数据的第一个字节的序号。
- **数据偏移(即首部长度)：**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), 最大 60 字节。

- **紧急 URG:** 当 URG=1 时, 紧急指针字段有效, 此报文段中有紧急数据, 应尽快传送。
- **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:** 收到 PSH=1 的报文段, 发送方立即发送, 接收方尽快上交接收应用进程。
- **复位 RST:** 当 RST=1 时, 表明 TCP 连接中出现严重差错, 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:** 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, 让对方设置发送窗口的依据, 单位为字节:[0,2¹⁶-1]之间的整数; 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, 放在本报文段数据的最前面(紧急数据的最后一个字节): URG=1 时有效。
- **选项字段:** 长度可变。TCP 最初只有一种选项, 即最大报文段长度 MSS。MSS 告诉对方 TCP: “我的缓存所能接收的报文段的数据字段的最大长度是 MSS 个字节。”
- **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。MSS 太小, 效率太低; MSS 太大, IP 层需要分片, 只要有一片出错, TCP 需要重传; MSS 尽可能大些, 只要在 IP 层不分片即可。
- **其他字段:**
 - ◇ 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 首部中的窗口位数增大到(16+S), 相当于把窗口值向左移动 S 位后获得实际的窗口大小, S≤14。
 - ◇ 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: 告诉发送方收到的连续的字节块。
- **填充字段:** 使整个首部长度是 4 字节的整数倍。

总结:

固定首部长 20 字节。选项长度最大 40 字节: 时间戳选项、窗口扩大、选择确认。

三、重点习题

P253: 全部

四、参考资料