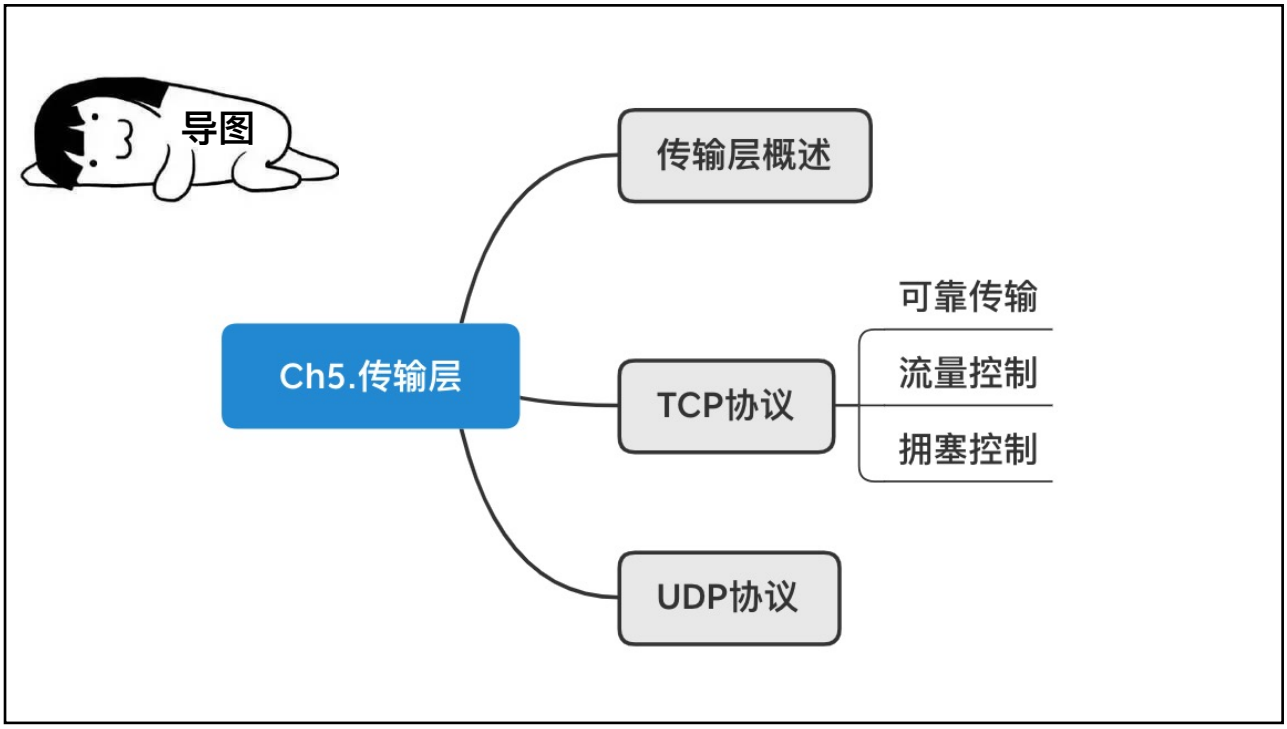
王道考研——计算机网络

WWW.CSKAOYAN.COM

第五章 传输层

64



65

本节内容

传输层概述

66

传输层

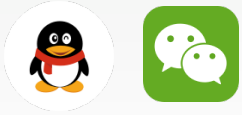
只有主机才有的层次

应用层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

为应用层提供通信服务
使用网络层的服务

传输层的功能：

1.传输层提供进程和进程之间的逻辑通信。



网络层提供主机之间的逻辑通信。

2.复用和分用

3.传输层对收到的报文进行差错检测。

4.传输层的两种协议。

67

传输层的两个协议

传输层有两个好兄弟

大哥TCP和二弟UDP

大哥靠谱，二弟不靠谱

面向连接的传输控制协议TCP

传送数据之前必须建立连接，数据传送结束后要释放连接。不提供广播或多播服务。由于TCP要提供可靠的面向连接的传输服务，因此不可避免增加了许多开销：确认、流量控制、计时器及连接管理等。

可靠，面向连接，时延大，适用于大文件。

VS

无连接的用户数据报协议UDP

传送数据之前不需要建立连接，收到UDP报文后也不需要给出任何确认。

不可靠，无连接，时延小，适用于小文件。

68

传输层的寻址与端口

复用：应用层所有的应用进程都可以通过传输层再传输到网络层。

分用：传输层从网络层收到数据后交付指明的应用进程。

逻辑端口/软件端口 端口 是传输层的SAP，标识主机中的应用进程。

端口号只有本地意义，在因特网中不同计算机的相同端口是没有联系的。

端口号长度为16bit，能表示65536个不同的端口号。

端口号（按范围分）

- **服务端**使用的端口号
  - 熟知端口号：给TCP/IP最重要的一些应用程序，让所有用户都知道。 0~1023
  - 登记端口号：为没有熟知端口号的应用程序使用的。 1024~49151
- **客户端**使用的端口号：仅在客户进程运行时才动态选择。 49152~65535

69

传输层的寻址与端口

应用程序	FTP	TELNET	SMTP	DNS	TFTP	HTTP	SNMP
熟知端口号	21	23	25	53	69	80	161
	发现 FTP	谈恋爱 TELNET	删好友 SMTP	打电话 DNS		还要再见 HTTP	

在网络中采用发送方和接收方的套接字组合来识别端点，**套接字**唯一标识了网络中的一个主机和它上面的一个进程。

套接字Socket=（主机IP地址，端口号）

70

本节内容

UDP协议

71

用户数据报协议UDP概述

UDP只在IP数据报服务之上增加了很少功能：复用和分用和差错检测功能。

UDP的主要特点：

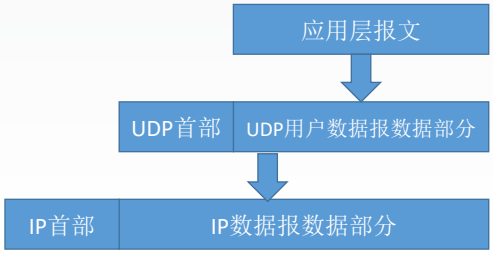
1.UDP是**无连接**的，减少开销和发送数据之前的时延。

2.UDP使用最大努力交付，即**不保证可靠交付**。

3.UDP是**面向报文**的，适合一次性传输少量数据的网络应用。

4.UDP无拥塞控制，适合很多实时应用。

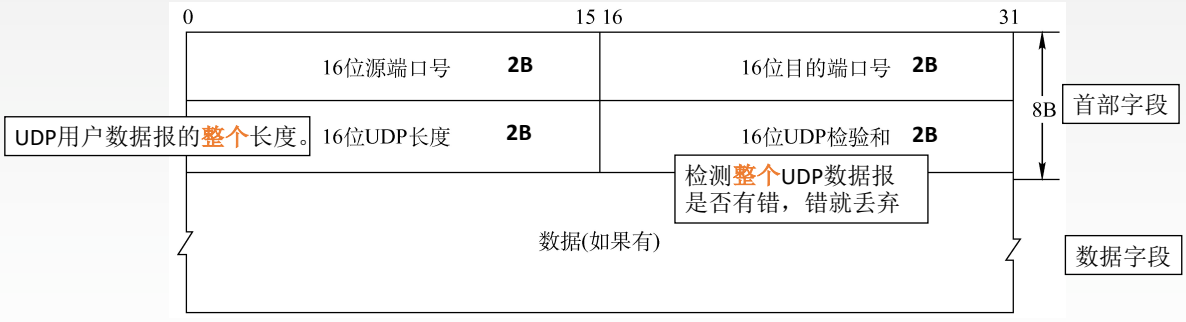
5.UDP首部开销小，8B，TCP20B。



应用层给UDP多长的报文，UDP就照样发送，即一次发一个完整报文。

72

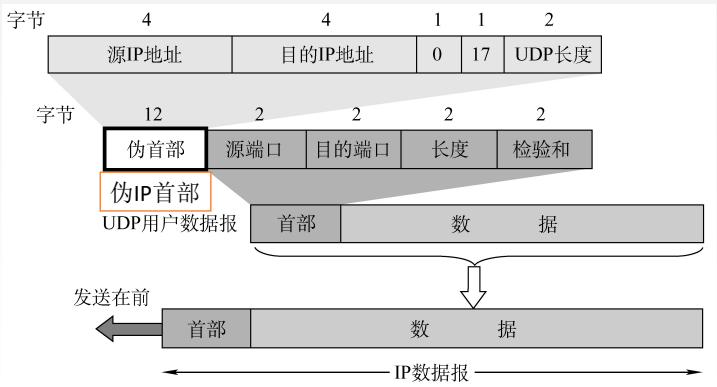
UDP首部格式



分用时，找不到对应的目的端口号，就丢弃报文，并给发送方发送ICMP“端口不可达”差错报告报文。

73

UDP校验



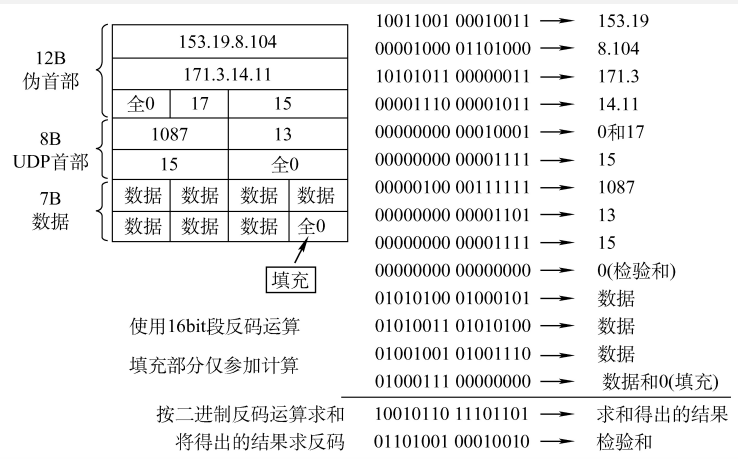
伪首部只有在计算检验和时才出现，不向下传送也不向上递交。

17：封装UDP报文的IP数据报首部协议字段是17。

UDP长度：UDP首部8B+数据部分长度（不包括伪首部）。

74

UDP校验



在发送端：

1.填上伪首部

2.全0填充检验和字段

3.全0填充数据部分（UDP数据报要看成许多4B的字串接起来）

4.伪首部+首部+数据部分采用二进制反码求和

5.把和求反码填入检验和字段

6.去掉伪首部，发送

在接收端：

1.填上伪首部

2.伪首部+首部+数据部分采用二进制反码求和

3.结果全为1则无差错，否则丢弃数据报/交给应用层附上出差错的警告。

75

本节内容

TCP协议特点和TCP报文段

76

TCP协议的特点

1.TCP是面向连接（虚连接）的传输层协议。**打call**

2.每一条TCP连接只能有两个端点，每一条TCP连接只能是点对点的。

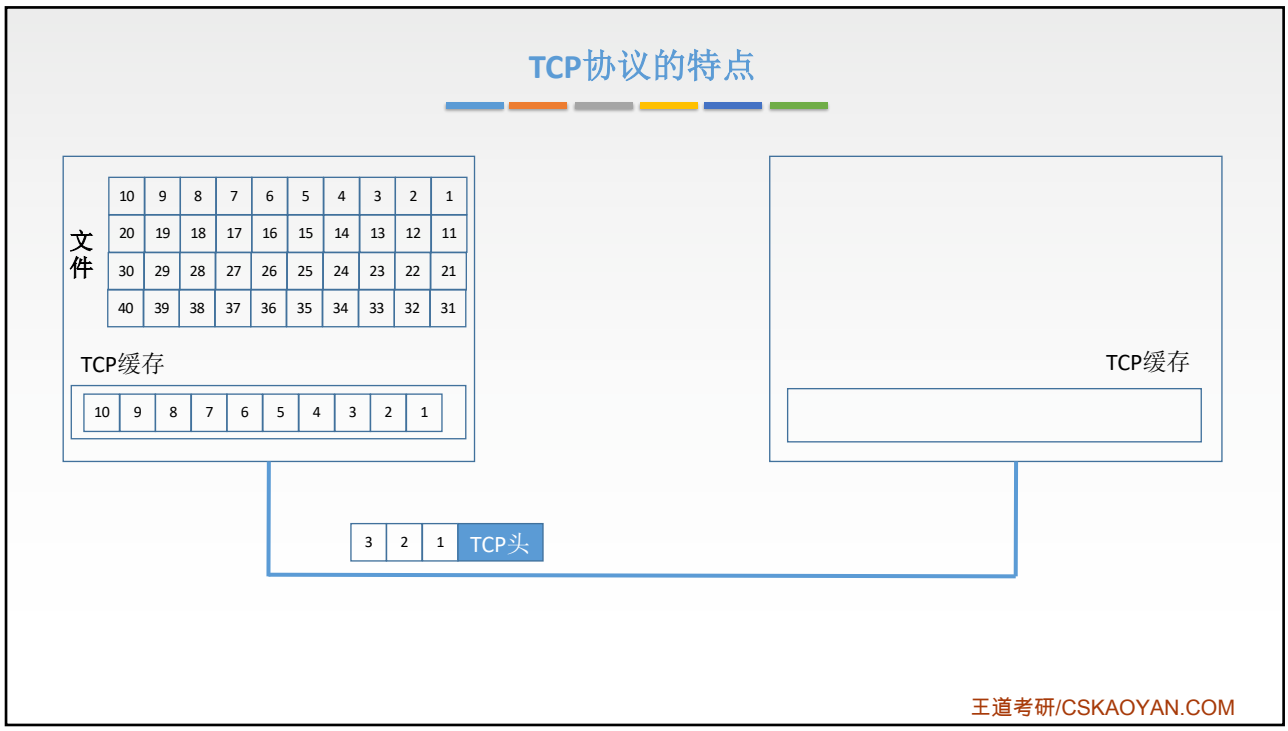
3.TCP提供可靠交付的服务，无差错、不丢失、不重复、按序到达。**可靠有序，不丢不重**

4.TCP提供全双工通信。 发送缓存 准备发送的数据&已发送但尚未收到确认的数据
接收缓存 按序到达但尚未被接受应用程序读取的数据&不按序到达的数据

5.TCP面向字节流 TCP把应用程序交下来的数据看成仅仅是一连串的**无结构的字节流**。

流：流入到进程或从进程流出的字节序列。

77

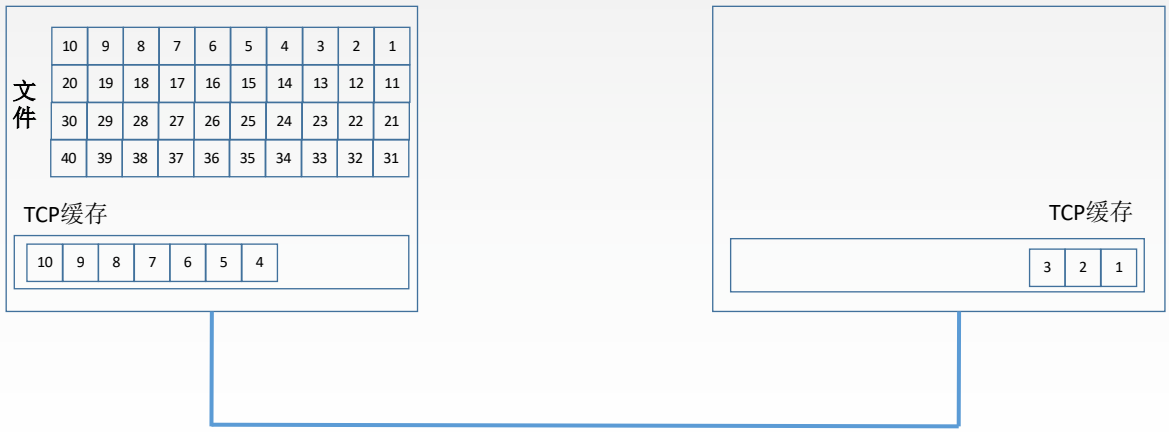

TCP协议的特点
文件
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
20 19 18 17 16 15 14 13 12 11
30 29 28 27 26 25 24 23 22 21
40 39 38 37 36 35 34 33 32 31
TCP缓存
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
TCP缓存
3 2 1 TCP头
王道考研/CSKAOYAN.COM

78


TCP协议的特点
文件
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
20 19 18 17 16 15 14 13 12 11
30 29 28 27 26 25 24 23 22 21
40 39 38 37 36 35 34 33 32 31
TCP缓存
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
TCP缓存
3 2 1 TCP头
王道考研/CSKAOYAN.COM

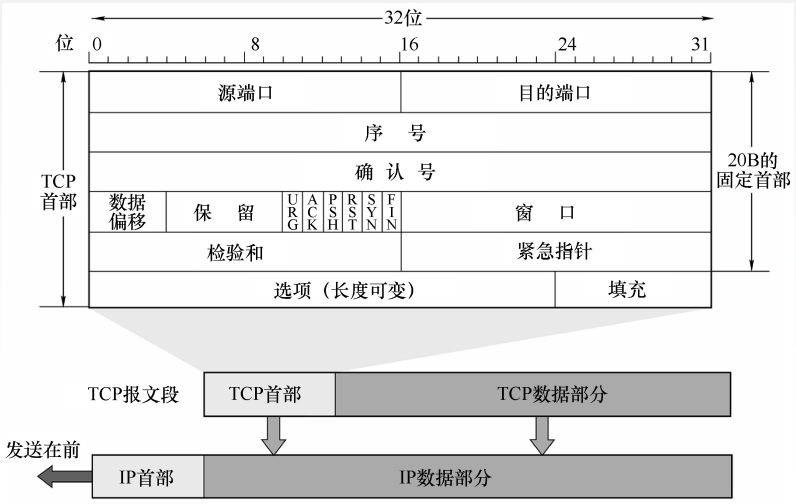
79

TCP协议的特点



80

TCP报文段首部格式



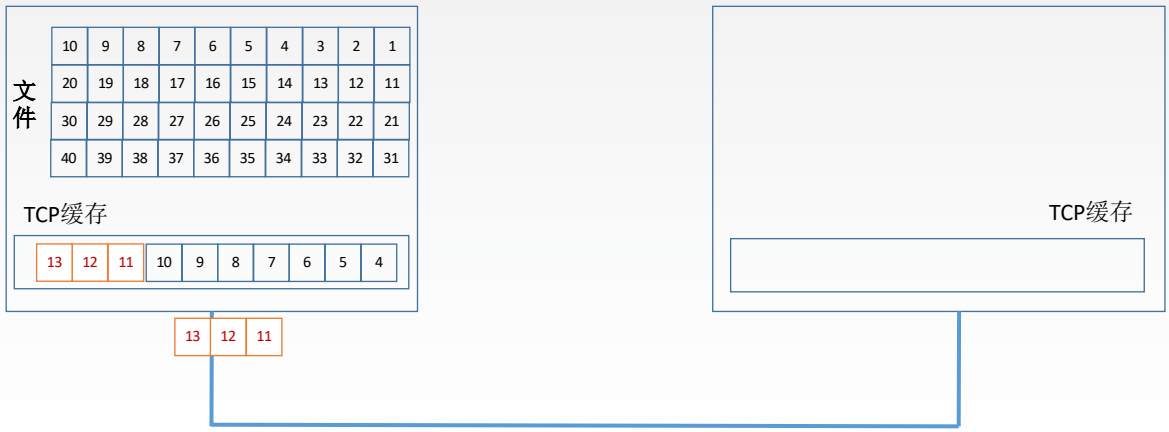
序号：在一个TCP连接中传送的字节流中的每一个字节都按顺序编号，本字段表示本报文段所发送数据的**第一个字节的序号**。

确认号：**期望**收到对方下一个报文段的第一个数据字节的序号。若确认号为N，则证明到序号N-1为止的所有数据都已正确收到。

数据偏移（**首部长度**）：TCP报文段的数据起始处距离TCP报文段的起始处有多远，以4B位单位，即1个数值是4B。

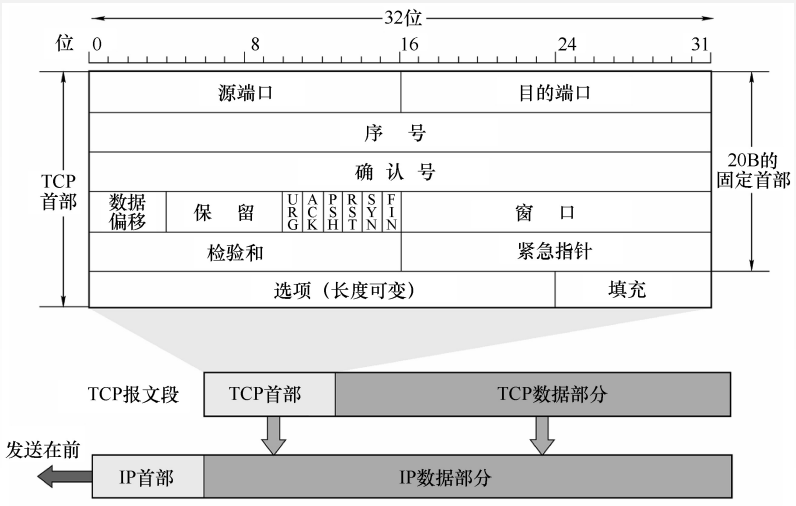
81

TCP协议的特点



82

TCP报文段首部格式



6个控制位

紧急位URG：URG=1时，标明此报文段中有紧急数据，是高优先级的数据，应尽快传送，不用在缓存里排队，配合紧急指针字段使用。

确认位ACK：ACK=1时确认号有效，在连接建立后所有传送的报文段都必须把ACK置为1。

推送位PSH：PSH=1时，接收方尽快交付接收应用进程，不再等到缓存填满再向上交付。

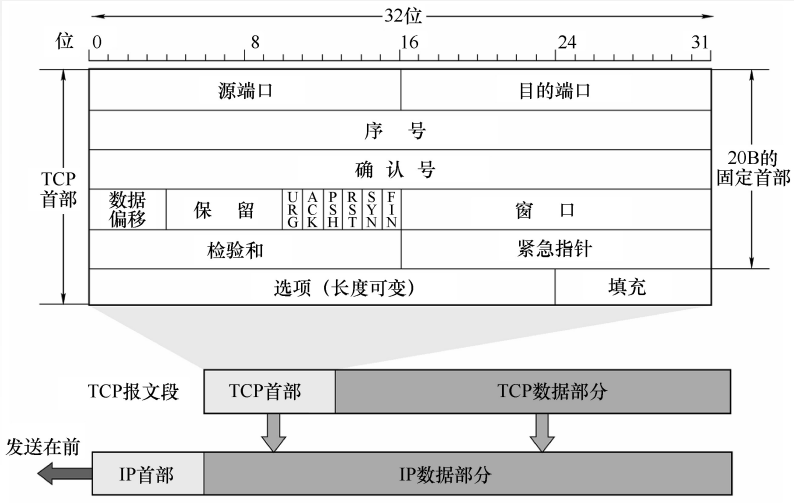
复位RST：RST=1时，表明TCP连接中出现严重差错，必须释放连接，然后再重新建立传输链接。

同步位SYN：SYN=1时，表明是一个连接请求/连接接受报文。

终止位FIN：FIN=1时，表明此报文段发送方数据已发完，要求释放连接。

83

TCP报文段首部格式



窗口：指的是发送本报文段的一方的接收窗口，即现在允许对方发送的数据量。

检验和：检验首部+数据，检验时要加上12B伪首部，第四个字段为6。

紧急指针：URG=1时才有意义，指出本报文段中紧急数据的字节数。

选项：最大报文段长度MSS、窗口扩大、时间戳、选择确认...

84

本节内容

TCP连接管理

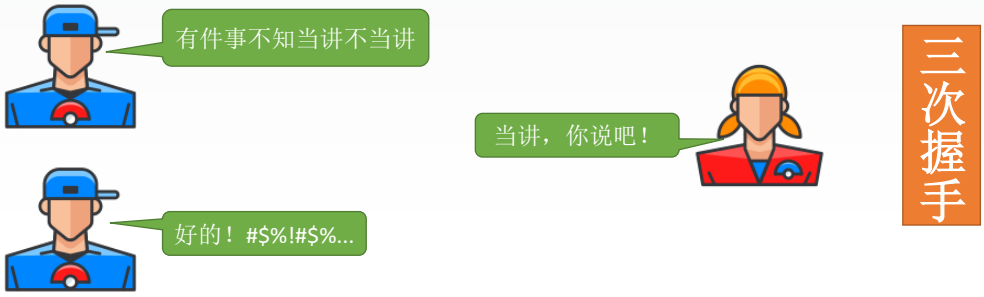
85

TCP连接管理

TCP连接传输三个阶段：

连接建立 → 数据传送 → 连接释放

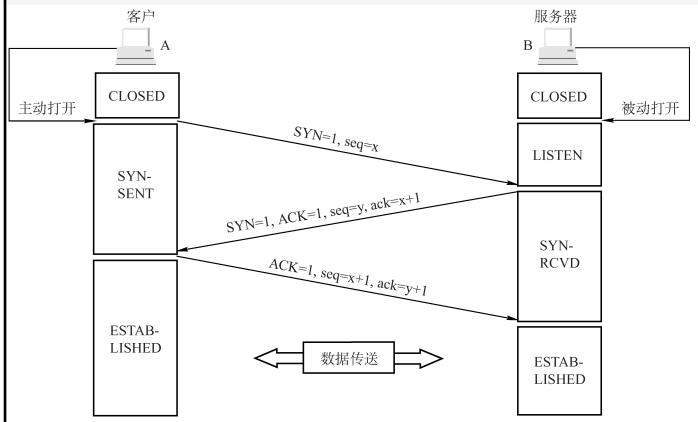
TCP连接的建立采用**客户服务器方式**，主动发起连接建立的应用进程叫做客户，而被动等待连接建立的应用进程叫服务器。



86

TCP的连接建立

假设运行在一台主机（客户）上的一个进程想与另一台主机（服务器）上的一个进程建立一条连接，客户应用进程首先通知客户TCP，他想建立一个与服务器上某个进程之间的连接，客户中的TCP会用以下步骤与服务器中的TCP建立一条TCP连接：



ROUND 1:

客户端发送**连接请求报文段**，无应用层数据。

SYN=1，seq=x(随机)

ROUND 2:

服务器端为该TCP连接**分配缓存和变量**，并向客户端返回**确认报文段**，允许连接，无应用层数据。

SYN=1，ACK=1，seq=y(随机)，ack=x+1

ROUND 3:

客户端为该TCP连接**分配缓存和变量**，并向服务器端返回确认的确认，**可以携带数据**。

SYN=0，ACK=1，seq=x+1，ack=y+1

87

SYN洪泛攻击

SYN洪泛攻击发生在OSI第四层，这种方式利用TCP协议的特性，就是三次握手。攻击者发送TCP SYN，SYN是TCP三次握手中的**第一个数据包**，而当服务器返回ACK后，该攻击者就不对其进行再确认，那这个TCP连接就处于挂起状态，也就是所谓的半连接状态，服务器收不到再确认的话，还会重复发送ACK给攻击者。这样更加会浪费服务器的资源。攻击者就对服务器发送非常大量的这种TCP连接，由于每一个都没法完成三次握手，所以在服务器上，这些TCP连接会因为挂起状态而消耗CPU和内存，最后服务器可能死机，就无法为正常用户提供服务了。

SYN cookie

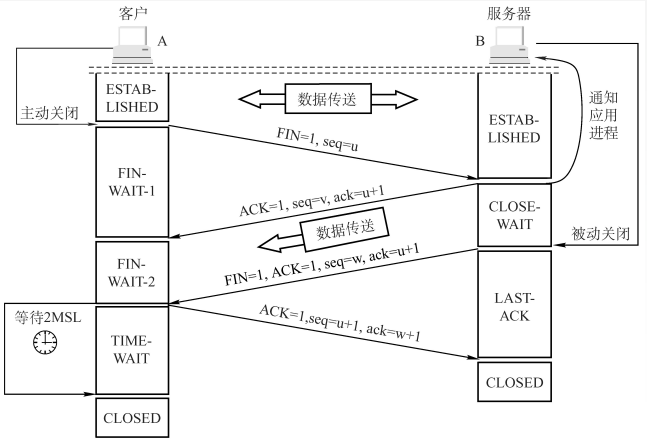
88

TCP的连接释放

89

TCP的连接释放

参与一条TCP连接的两个进程中的任何一个都能终止该连接，连接结束后，主机中的“资源”（缓存和变量）将被释放。



ROUND 1:

客户端发送**连接释放报文段**，停止发送数据，主动关闭TCP连接。

FIN=1，seq=u

ROUND 2:

服务器端回送一个确认报文段，客户到服务器这个方向的连接就释放了——半关闭状态。

ACK=1，seq=v，ack=u+1

ROUND 3:

服务器端发完数据，就发出连接释放报文段，主动关闭TCP连接。

FIN=1，ACK=1，seq=w，ack=u+1

ROUND 4:

客户端回送一个确认报文段，再等到时间等待计时器设置的2MSL（最长报文段寿命）后，连接彻底关闭。

ACK=1，seq=u+1，ack=w+1

90

本节内容

TCP可靠传输

91

TCP可靠传输

传输层　使用TCP实现可靠传输

网络层　提供尽最大努力交付，不可靠传输

可靠　保证接收方进程从缓存区读出的字节流与发送方发出的字节流是完全一样的。

TCP实现可靠传输的机制

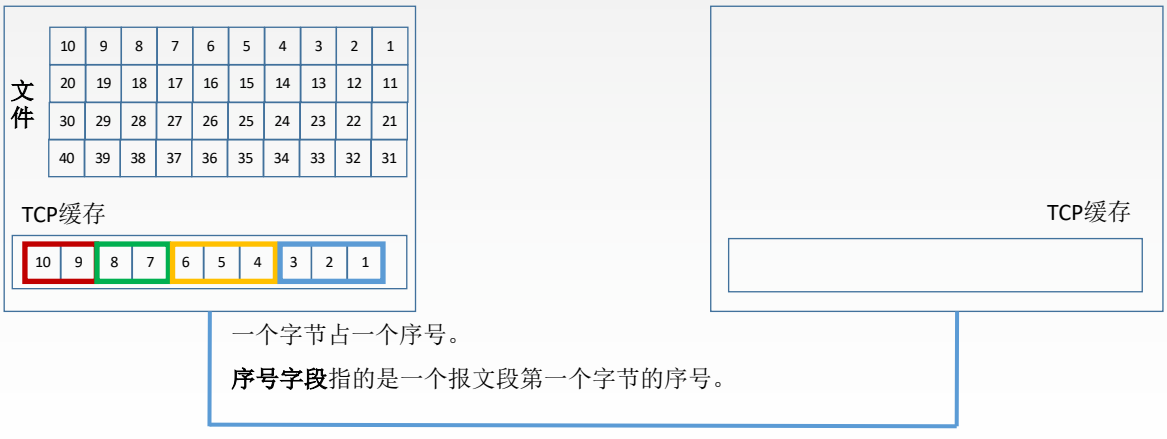
1.校验　2.序号　3.确认　4.重传

与UDP校验一样，
增加伪首部

王道考研/CSKAOYAN.COM

92

序号



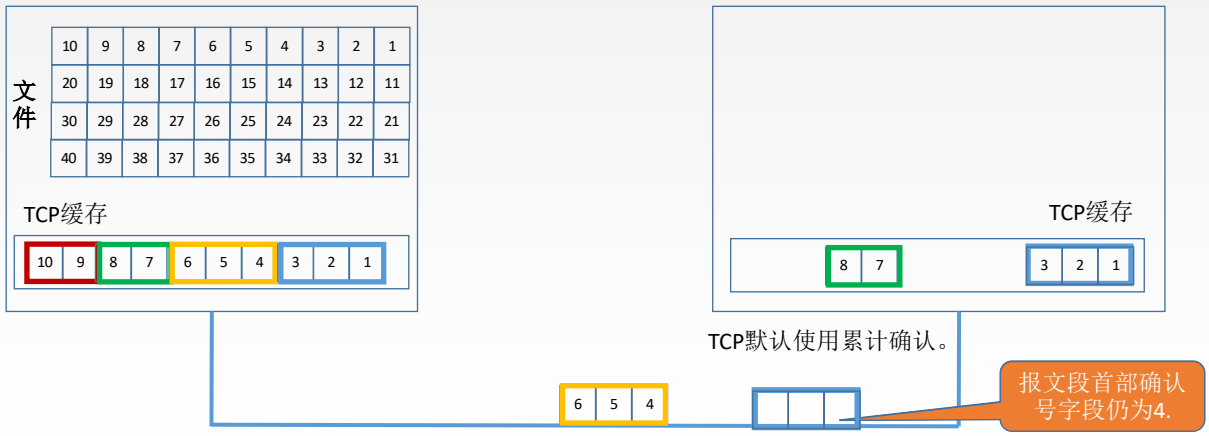
一个字节占一个序号。

序号字段指的是一个报文段第一个字节的序号。

王道考研/CSKAOYAN.COM

93

确认



王道考研/CSKAOYAN.COM

94

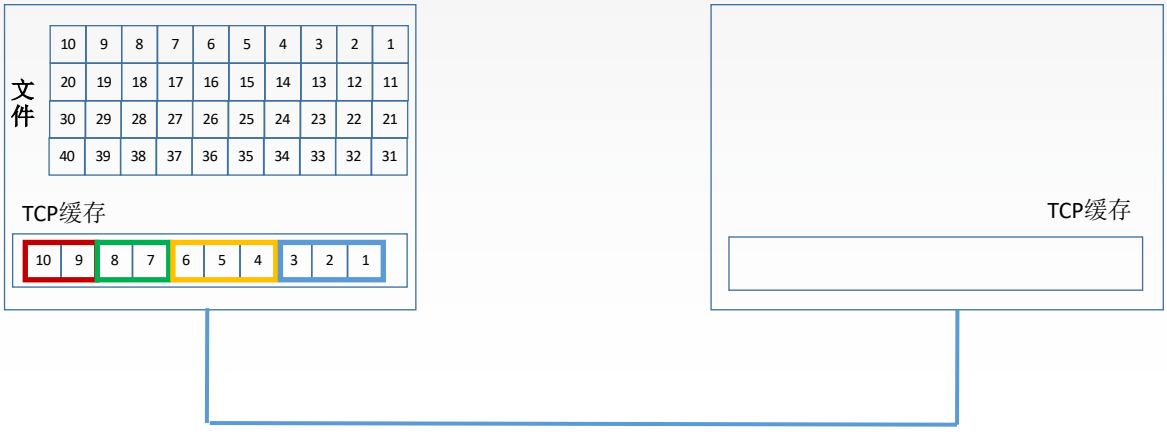
重传

?

确认重传不分家，TCP的发送方在**规定的时间**内没有收到确认就要重传已发送的报文段。**超时重传**

重传时间

TCP采用自适应算法，动态改变重传时间RTTs（加权平均往返时间）。



王道考研/CSKAOYAN.COM

95

重传

确认重传不分家，TCP的发送方在**规定的时间**内**没有收到确认**就要重传已发送的报文段。**超时重传**

重传时间

TCP采用自适应算法，动态改变重传时间RTTs（加权平均往返时间）。

等太久了！！！

冗余ACK（冗余确认）

每当比期望序号大的失序报文段到达时，发送一个**冗余ACK**，指明下一个期待字节的序号。

发送方已发送1，2，3，4，5报文段

接收方收到1，返回给1的确认（确认号为2的第一个字节）

接收方收到3，仍返回给1的确认（确认号为2的第一个字节）

接收方收到4，仍返回给1的确认（确认号为2的第一个字节）

接收方收到5，仍返回给1的确认（确认号为2的第一个字节）

发送方收到**3个对于报文段1的冗余ACK** ⇒ 认为2报文段丢失，重传2号报文段 **快速重传**

96