



运输层：从端口到 拥塞控制



汇报人：甘芝清 黄慧雯 林银蕊

汇报日期：2025/12/26



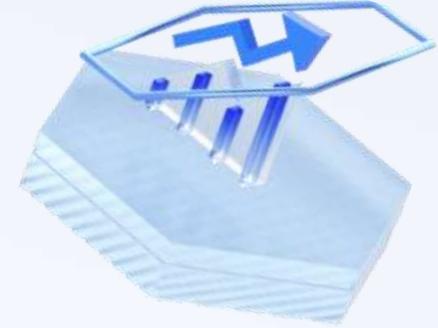


目录

CONTENTS



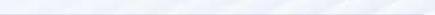
- / 01. 运输层角色与端口
- / 02. UDP极简之道
- / 03. TCP连接与字节流
- / 04. TCP报文与可靠传输
- / 05. 流量与拥塞双控
- / 06. 连接生死与协议对比
- / 07. 本章回顾与展望





运输层角色与端口

01



端到端逻辑通信的守门人

运输层：为应用进程提供端到端服务，屏蔽网络核心细节



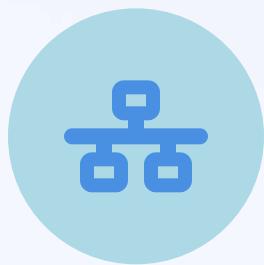
应用层

应用进程



运输层

进程到进程 (端到端)



网络层

主机到主机

复用 (Multiplexing)

多个应用进程可同时使用运输层服务

分用 (Demultiplexing)

将数据正确交付给目的应用进程

端口：进程地址的16位门牌

端口号是一个16比特的标识符，用于标识本主机内的应用进程，只具有本地意义。

0

1024

49152

熟知端口

0-1023 (如
HTTP:80)

登记端口

1024-49151

短暂端口

49152-65535



UDP极简之道

02



UDP：无连接报文的原子投递

UDP将应用层报文视为一个整体进行发送，保留报文边界，不合并，不拆分。



无连接: 发送前无需建立连接

不可靠: 尽最大努力交付

低开销: 固定8字节首部

伪首部

校验和里的跨界借址

为确保数据正确送达端点，UDP计算校验和时会临时加入一个12字节的“伪首部”，包含源/目的IP地址等信息，用于验证数据的端到端完整性。

伪首部仅用于计算，不随数据报传输，是运输层与网络层协作的巧妙机制。

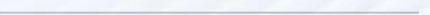
UDP 伪首部 (Pseudo Header)

源 IP 地址	32 bits
目的 IP 地址	32 bits
协议字段	8 bits (值为 17)
UDP 长度	16 bits



TCP连接与字节流

03



TCP：面向连接的可靠字节管道

TCP提供全双工、可靠、有序、无差错、不丢失、不重复的字节流服务。



面向连接

通信前建立连接

可靠交付

无差错、不丢失、不重复

面向字节流

数据被视为无结构字节流

套接字 (Socket)

连接端点的二元坐标

TCP连接的端点不是主机，也不是进程，而是套接字。一个套接字由IP地址和端口号共同构成。

Socket = (IP地址 : 端口号)

客户端套接字
(cli_IP : cli_Port)



服务器套接字
(srv_IP : srv_Port)

一个TCP连接由一对套接字 (Socket1, Socket2) 唯一标识



TCP报文与可靠传输

04

TCP报文段首部：字段里的控制密码

固定首部20字节，包含实现可靠传输、流量控制和连接管理的关键字段。

序号 & 确认号

实现可靠传输的核心，按字节编号，确保数据有序、不丢失。

数据偏移

指示TCP首部长度，即数据部分从何处开始。

窗口

用于流量控制，告知对方自己的接收能力。

控制位 (6位)

SYN : 建立连接, ACK : 确认有效,
FIN : 释放连接, RST : 复位连接。

检验和

检验首部和数据部分，确保数据无误。

选项

可变长度，用于协商MSS、窗口扩大因子等。

滑动窗口：连续ARQ的效率引擎

允许发送方在未收到确认前连续发送多个分组，大大提高了信道利用率。



窗口大小由接收方通告，实现流量控制。



流量与拥塞双控

05

流量控制

接收方说了算

流量控制的目的是让发送方的发送速率不要太快，要使接收方来得及接收。其核心机制是利用滑动窗口中的“窗口”字段。

接收方通过确认报文中的“窗口”字段，告知发送方自己还能接收多少数据。

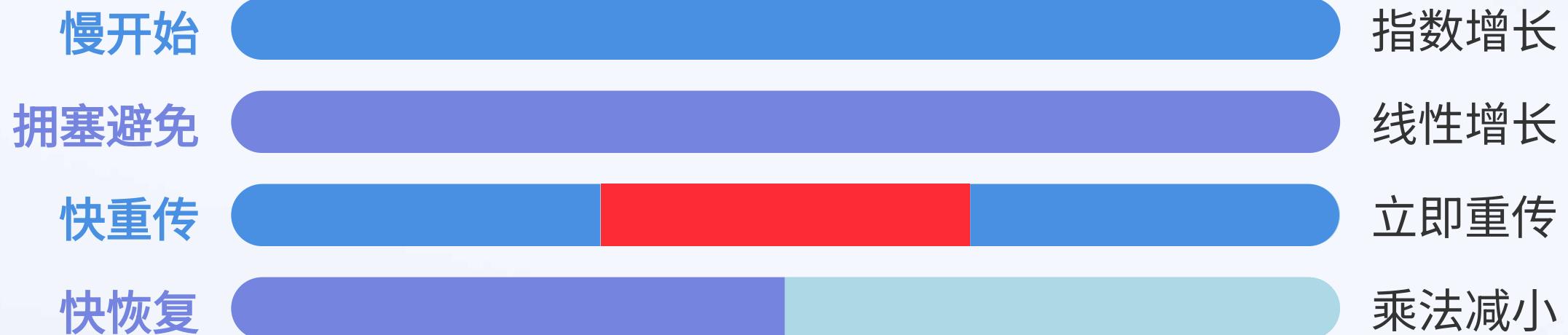
发送方根据接收方告知的窗口大小，动态调整自己的发送窗口。

当接收方窗口为0时，发送方停止发送，并通过持续计时器和窗口探测报文防止死锁。



拥塞控制：网络拥堵的减速带

防止过多的数据注入网络，避免网络中的路由器或链路过载。





连接生死与协议对比

06

三次握手：同步与防旧的博弈

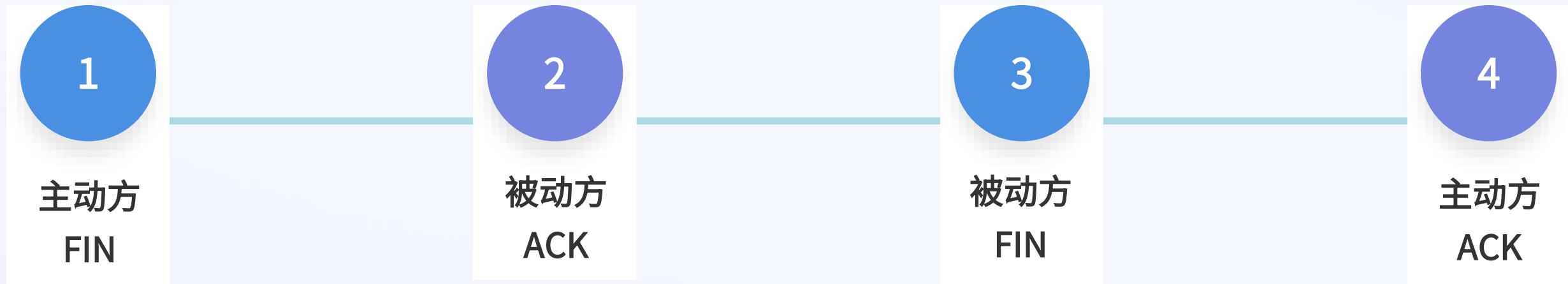
确保双方收发能力正常，并同步初始序列号，防止历史重复连接请求造成混乱。



通过三次交互，双方各自确认了对方的发送和接收能力，并同步了初始序列号。第三次握手可以**捎带数据**，提高效率。

四次挥手：双向关断的优雅

TCP连接是全双工的，每个方向都必须单独关闭，确保数据完全传输完毕。



主动方在发送最后一个ACK后，需等待 2MSL (最长报文段寿命) 时间，确保该ACK能到达被动方，并防止旧报文干扰新连接。

UDP vs TCP: 简洁与复杂的对望

UDP

- 无连接
- 不可靠交付
- 面向报文
- 无控制机制
- 首部8字节
- 适用实时应用

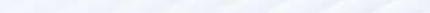
TCP

- 面向连接
- 可靠交付
- 面向字节流
- 有流量/拥塞控制
- 首部 ≥ 20 字节
- 适用文件传输



本章回顾与展望

07



五大要点串起运输层骨架

运输层通过一系列精妙机制，为应用层提供了从简单到复杂的端到端通信服务。



从TCP到新传输协议的未来

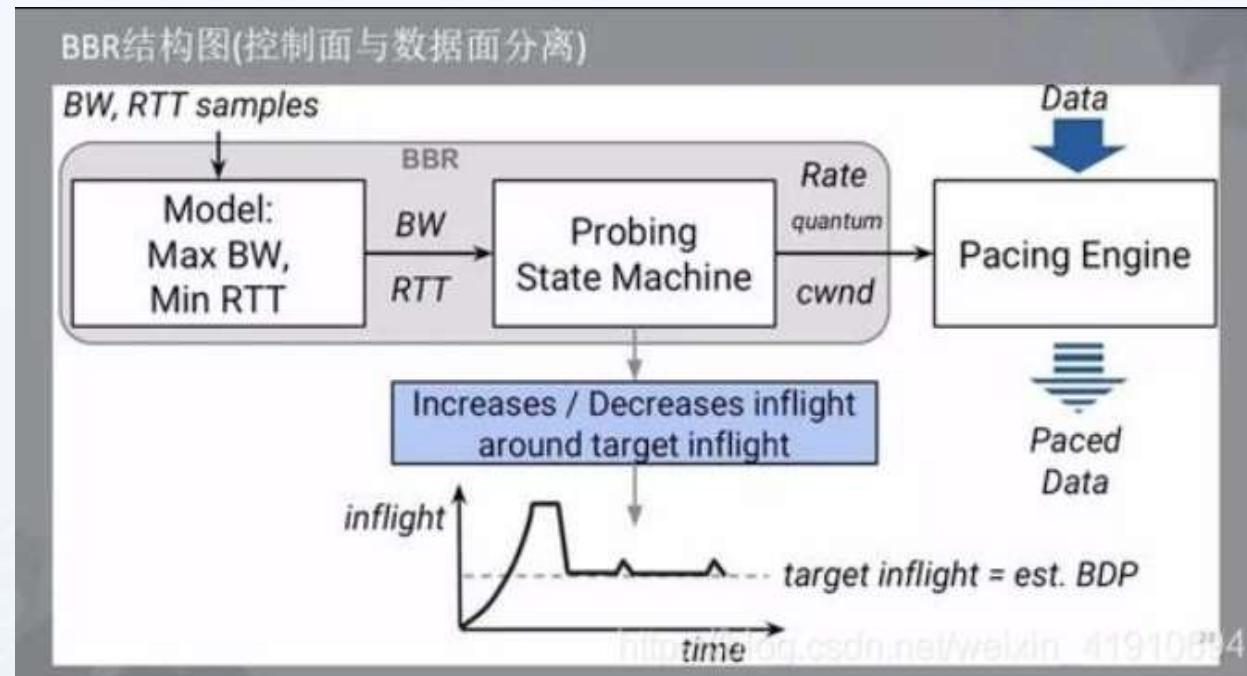
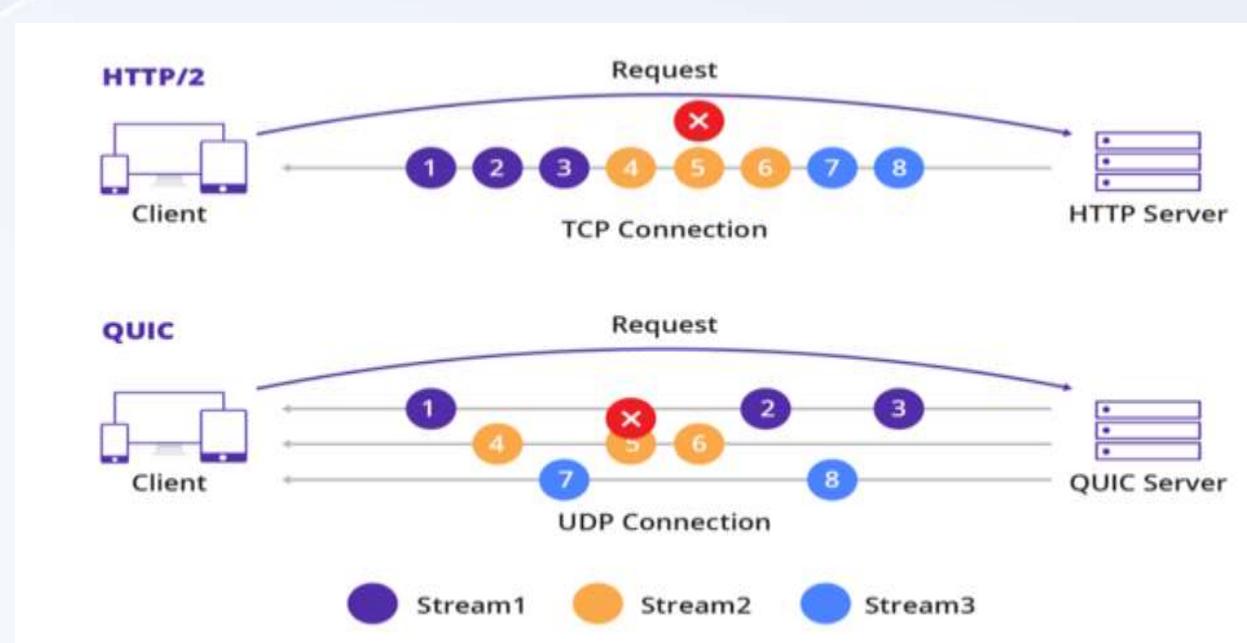
随着网络应用的发展，传统TCP的局限性日益凸显，催生了新的传输层协议和技术。

QUIC (Quick UDP Internet Connections)

基于UDP构建，集成了TLS加密，实现了0-RTT握手、多路复用、前向纠错等新特性，有效解决了TCP的队头阻塞问题，是HTTP/3的底层协议。

新型拥塞控制算法

如BBR (Bottleneck Bandwidth and Round-trip propagation time) 算法，不再以丢包作为拥塞信号，而是基于带宽和RTT进行动态调整，更适应现代高速网络。





THANK YOU FOR READING!

感谢您的观看

汇报人：甘芝清 黄慧雯 林银蕊

汇报日期：2025/12/26

