

4 局域网

LAN

LLC&MAC

都属于数据链路层

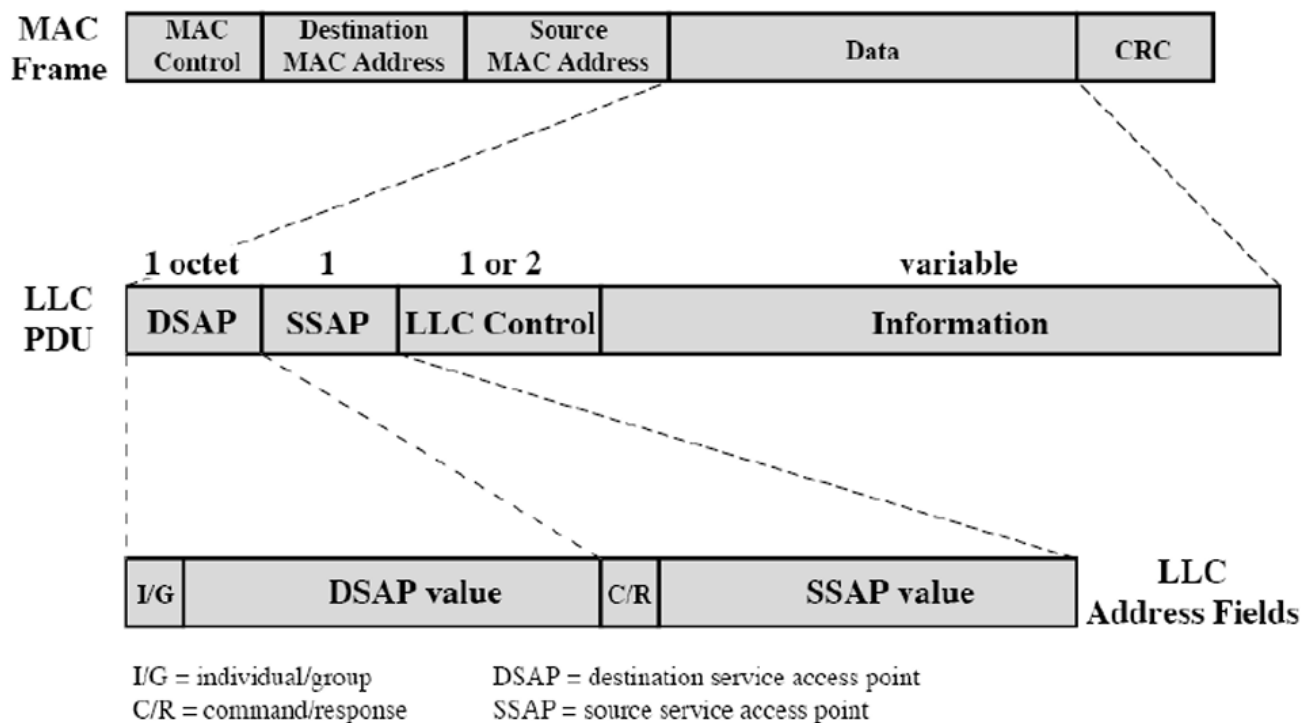
LLC子层：对上层提供连接环境

MAC子层：对下层提供媒介

相同的LLC可有多种不同的MAC

MAC帧格式

MAC Frame Format



LAN地址

- 32bit的IP地址
 - 网络层
 - 用于获取目的网络

- LAN (MAC/物理) 地址
 - 用于获取从一个接口获取数据帧，在另一个接口进行物理传输
 - 48位MAC地址在适配器ROM中刻录

以太网

- 总线
 - 同轴电缆
- 星型
 - 交换机在中间

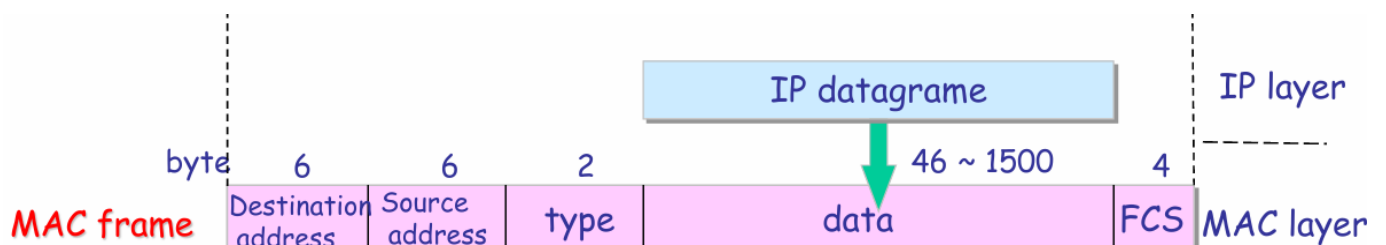
特点

- 无连接
- 不可靠
- mac地址协议：unslotted CSMA/CD结合二进制指数回退

以太网标准

- 许多不同的以太网标准
 - 普通MAC协议和帧格式
 - 不同的速度：10Mbps,100Mbps,1Gbps,10Gbps,40Gbps
 - 不同的连接媒介
 - 光纤
 - 电缆

以太网帧格式



发送适配器将 IP 数据报（或其他网络层协议数据包）封装在以太网帧中

- 目的地址：6字节
- 源地址：6字节
- 类型：2字节
- 数据：46-1500字节
- 校验：4字节

最短：64字节，最长1518字节

互联LANs

为什么不只使用一个大 LAN？

- 可支持的流量有限：在单个 LAN 上，所有站点必须共享带宽
- 有限长度：802.3 指定最大电缆长度 大“冲突域”（可与许多站点冲突）
- 站点数量有限：802.5 在每个站点都有令牌传递延迟

Hub集线器

物理层设备：本质上是运行在比特级的中继器：将一个接口上接收到的比特重复到所有其他接口。

集线器可以按层次结构（或多层设计）排列，**主干集线器位于其顶部**

- 每个连接的 LAN 称为 LAN 段
- 集线器不隔离冲突域：节点可能与驻留在 LAN 中任何段的任何节点发生碰撞
- 集线器 优点： 简单、便宜的设备 多层
- 提供优雅的降级：如果一个集线器发生故障，LAN 的某些部分将继续运行
- 延长节点对之间的最大距离（每个集线器 100m）

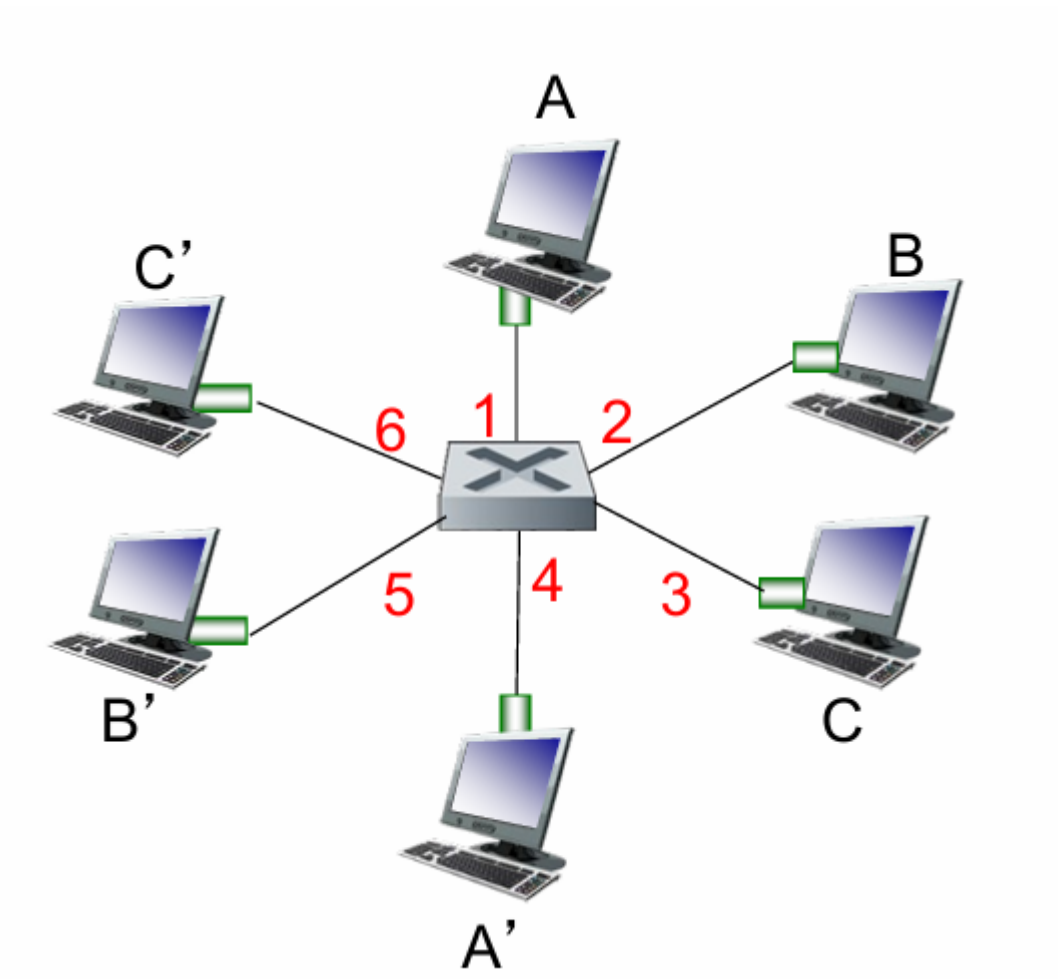
局限性

- 单个冲突域不会导致最大吞吐量增加
 - 多层吞吐量与单段吞吐量相同

- 单个 LAN 限制对同一冲突域中的节点数量和允许的总地理覆盖范围构成限制
- 不能连接不同的以太网类型（例如，10BaseT 和 100BaseT）

以太网交换机

- 是一个**数据链路层设备**：发挥主动作用
 - 存储、转发以太网帧
 - 检查传入帧的 MAC 地址：
 - 当帧要通过网段转发时，选择性地将帧转发到一个或多个传出链路，使用 CSMA/CD 访问网段
- 透明
 - 主机不知道交换机的存在
- 即插即用，自学习
 - 不用配置交换机
- 多个同时传输
 - 主机有专用的、直接连接到交换机
 - 交换机缓冲数据包
 - 每个传入链路上使用以太网协议，但没有冲突;全双工
 - 每条链路都有自己的冲突域。交换：A-to-A' 和 B -to-B' 可以同时传输，无冲突



- 交换机的自学习
 - 当收到帧时，交换机“学习”发送方的位置：传入的 LAN 网段
 - 记录交换表中的发件人/位置对
- 帧过滤、转发

当交换机收到帧时：

1. 记录传入链路，发送主机的 MAC 地址
2. 使用 MAC 目标地址的索引交换机表
3. 如果找到目标的条目

then {

如果到达的帧段上的目标

then 丢弃帧

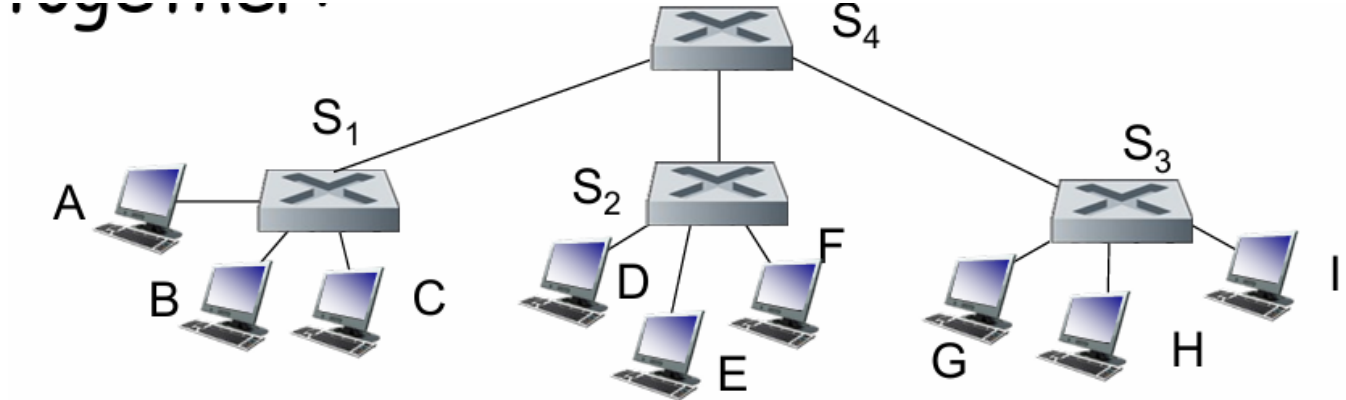
else 前向转发}

else flood /* 在除到达接口之外的所有接口上转发 */

- 例子
 - 目标位置未知——泛洪法
 - 目标位置已知——选择性地仅在一个链接上发送

互联交换机

交换机可以互联在一起



路由器vs交换机

两者都是存储、转发

- 路由器：网络层设备
- 交换机：数据链路层设备

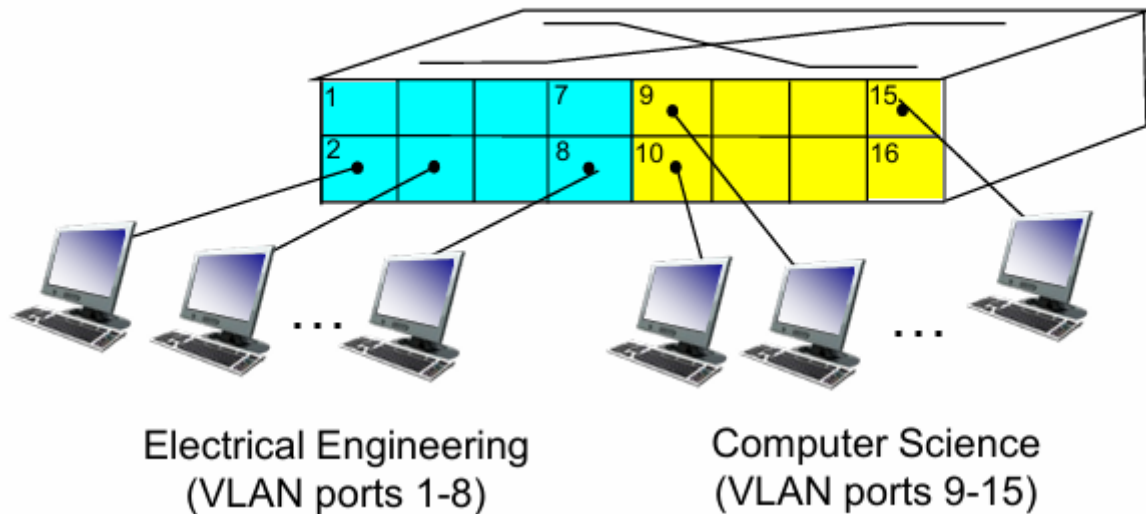
都具有转发表

- 路由器：使用路由算法的计算表、IP 地址
- 交换机：使用泛洪学习转发表、学习、MAC 地址

VLAN

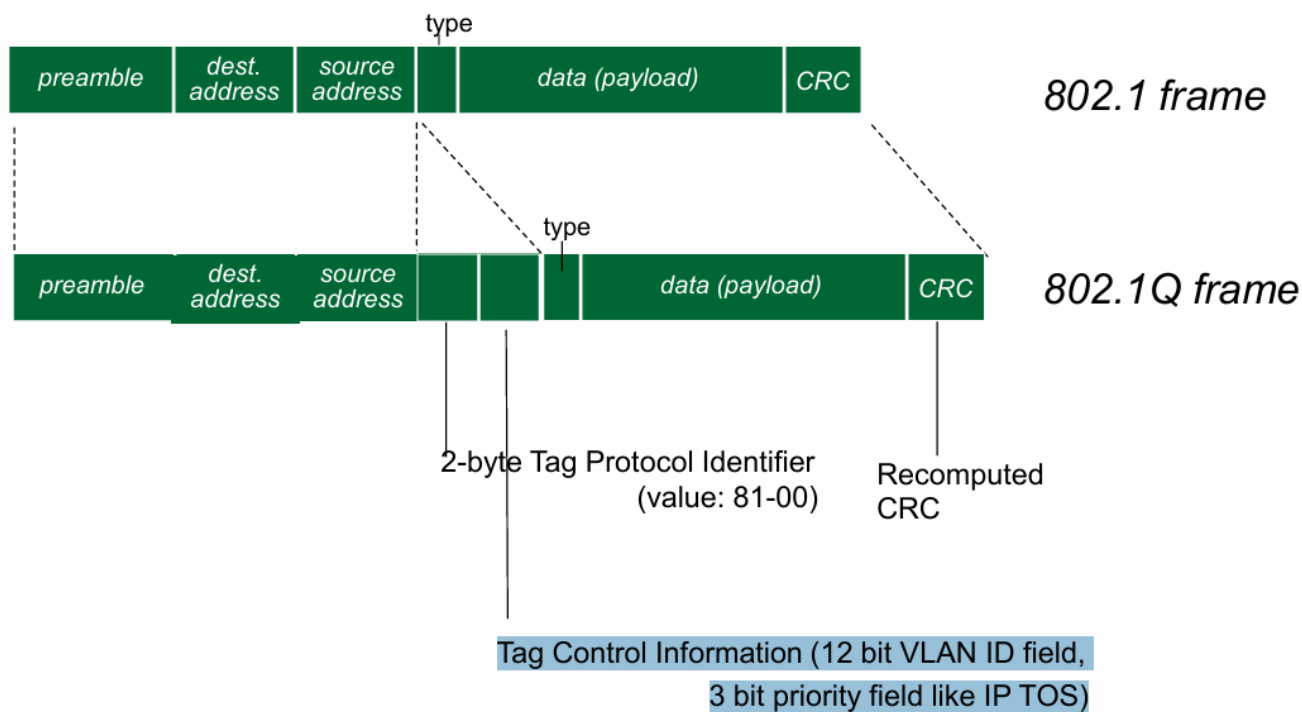
支持 VLAN 功能的交换机可以配置为在单个物理 LAN 基础设施上定义多个虚拟 LAN

- 基于端口的 VLAN：交换机端口分组



- 流量隔离：进出端口 1-8 的帧只能到达端口 1-8
- 也可以根据端点的 MAC 地址定义 VLAN，而不是交换机端口
- 动态成员资格：可以在 VLAN 之间动态分配端口
- VLAN 之间的转发：**通过路由完成**（就像使用单独的交换机一样）
- 在实践中，供应商销售组合交换机和路由器
- 中继端口：在**多个物理交换机上定义的 VLAN 之间**传输帧
- 交换机之间在 VLAN 内转发的帧不能是普通的 802.1 帧（**必须携带 VLAN ID 信息**）
- 802.1q 协议为中继端口之间转发的帧**添加/删除额外的报头字段**

802.1Q



2 字节标记协议标识符（值：81-00）

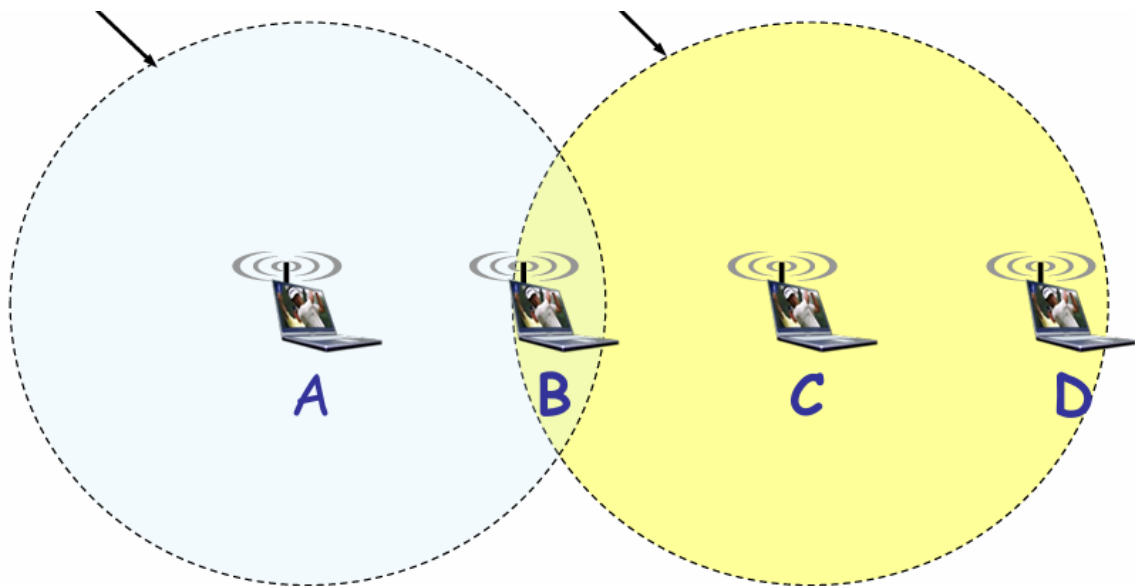
标签控制信息（12 位 VLAN ID 字段、3 位优先级字段，如 IP TOS）

无线通信

无线通信的挑战

1. 衰落：路径丢失、多径效应、阴影效应、多普勒效应
2. 干扰：来自其他无线通信
3. 隐藏终端问题
4. 安全
5. 移动性

隐藏终端问题



A 和 C 听不到对方的声音，认为 B 空闲。他们都向 B 发送数据，在B处发生冲突

IEEE802.11物理层

- 交通服务
 - 异步数据服务（强制性）
 - 使用 DCF（分布式协调功能）实施
 - 限时服务（可选）
 - 使用 PCF（点协调功能）实施
- 访问方法
 - DCF CSMA/CA（强制性）
 - 分布式无线 MAC
 - 通过随机“回退”机制避免冲突
 - 连续数据包之间的最小距离
 - 用于确认的 ACK 数据包（不适用于广播）
 - DCF w/ RTS/CTS（可选）
 - 避免隐藏端子问题
 - PCF（可选）

- 接入点轮询终端
- 无争用

802.11 MAC功能

涵盖三个功能领域

- 可靠的数据传输
 - 基于 ACK 的可靠性方案（接收器在每次成功传输后发送 ACK）
- 介质访问控制 • CSMA/CA
 - 碰撞避免，而不是碰撞检测
- 安全性
 - 有线等效保密（WEP），WEP 依赖于终端主机和 AP 共享的密钥

优先级

通过不同的帧间空间定义

- SIFS（短帧间距）
 - $10\mu\text{s}$ （802.11b/g）、 $16\mu\text{s}$ （802.11a）
 - 高优先级，用于 ACK、CTS、**轮询响应**
- PIFS（PCF IFS）
 - $\text{PIFS} = \text{SIFS} + \text{时隙时间}$ ，即 $20\mu\text{s}$ 802.11b， $9\mu\text{s}$ 802.11a/g
 - 中等优先级，用于使用 PCF 的**有时间限制的服务**
- DIFS（DCF IFS）
 - $\text{DIFS} = \text{PIFS} + \text{时隙时间}$
 - 最低优先级，用于异步数据服务

CSMA/CA 访问方法

- 准备发送——基于 CCA 的载波侦听

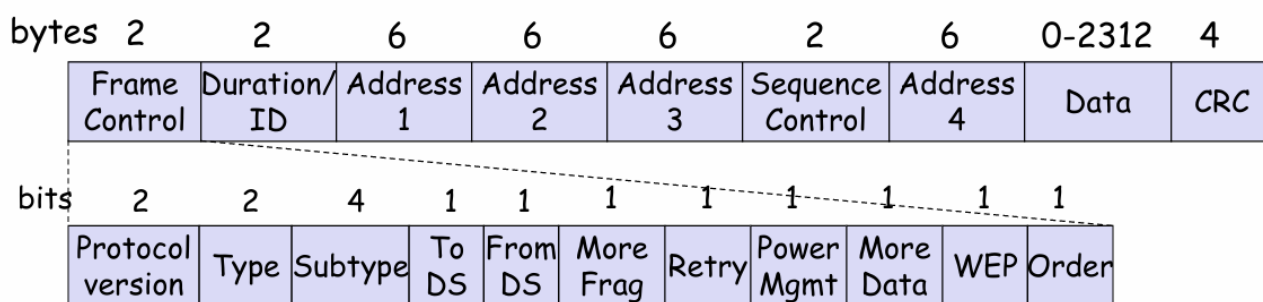
- 如果介质在帧间空间（IFS）的持续时间内是空闲的，则台站可以开始发送（IFS 取决于服务类型）
- 如果介质繁忙，台站必须等待空闲的 IFS，然后，工作站还**必须等待随机的回退时间**（冲突避免，时隙时间的倍数）
- 如果在该站的倒退时间内另一个站占用介质，则倒退计时器停止（公平性）
- 当回退计时器达到零时，开始传输
 - 如果多个节点同时递减为零，则会发生冲突
- 如果发生冲突（缺少 ACK），则相应的节点会将 CW 大小加倍，并从增加的 CW 中选择其回退时间
- 传输成功后，CW 大小将重置为其最小值

RTS/CTS

RTS/CTS机制的基本思想是：通过短的控制包来预留出带宽

[IEEE 802.11 RTS/CTS 协议_rts报文-CSDN博客](#)]()

MAC帧格式



- 类型/子类型 控制帧（01），管理帧（00），数据帧（10）
- 序列号 对于由于丢失 ACK 而导致的重复帧很重要
- 地址 接收者、发送者（物理）、BSS 标识符、发送者（逻辑）
- 其他 duration，校验和，frame control，帧控制，data

ACK、RTS、CTS

