

9-07 无线局域网的 MAC 协议有哪些特点？为什么在无线局域网中不能使用 CSMA/CD 协议而必须使用 CSMA/CA 协议？

无线局域网的 MAC 协议就是 CSMA/CA 协议，其特点是增加了碰撞避免 CA，尽量减少碰撞发生的概率。并且在链路层使用停止等待协议，解决碰撞后重传。具体流程如下：当一个站点准备发送数据时，就要先检测信道，如果信道忙，就要推迟发送；如果检测到信道空闲了时间超过 DIFS，那么就可以发送数据。接收站如果正确收到此帧，就发送确认帧。发送方如果收到确认帧就表示没有发生碰撞。如果发送方没有收到确认帧，那么就要重传这个帧，直到收到确认为止，或经过给定次数的重传后丢弃。

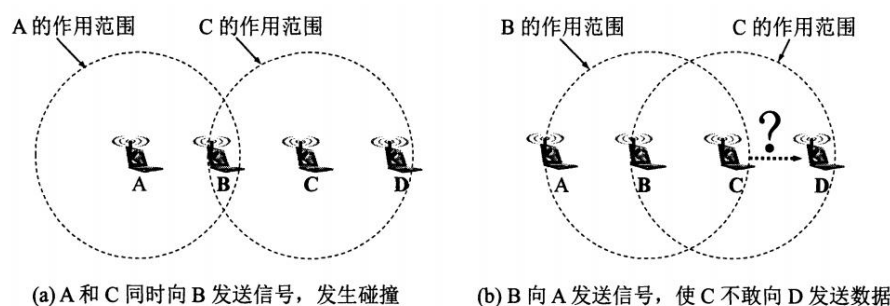
无线局域网不能使用 CSMA/CD 的原因如下：

- 无线局域网中难以实现碰撞检测，因为信号不沿网线传播会大大削减其强度，站点在发送数据前想要检测信道是否空闲难度太大。
- 即使实现了碰撞检测，无线局域网的隐蔽站问题还是会使得 A 检测出 B 空闲的不准确性，因为有可能向 B 发送信号的 C 不在 A 的接受范围之内，因此监测失效。

9-09 结合隐蔽站问题和暴露站问题说明 RTS 帧和 CTS 帧的作用。RTS/CTS 是强制使用还是选择使用？请说明理由。

隐蔽站问题是相距较远的 A 和 C 同时向 B 发送数据，因为 A 和 C 彼此检测不到，所以认为 B 是空闲的，从而导致碰撞，如图 a。当使用 RTS 帧和 CTS 帧进行信道预约后，如果出现隐蔽站问题，比如 A 正在与 B 通信，那么当 C 想与 B 进行通信前先发送 RTS 帧，但此时 B 正被占用，C 收不到 CTS 帧，于是推迟通信，缓解了隐蔽站问题。

暴露站问题是 4 台主机相距较近，A 和 B 通信占用信道导致 C 误以为 D 的信道被占用，而推迟发送数据，如图 b。当使用 RTS 帧和 CTS 帧进行信道预约后，如果出现暴露站问题，比如 A 正在与 B 通信，那么当 C 想与 D 进行通信前先发送 RTS 帧，但此时 D 并没有被占用，D 回复 C CTS 帧，于是建立通信，缓解了暴露站问题。



RTS/CTS 帧并不是强制使用的，因为 RTS/CTS 帧机制会增加开销，降低通信效率。对于信号较好的无线局域网，碰撞较少，信道预约。但对于发送的数据帧越长的情况，碰撞产生的时间代价较大，一般会采用信道预约。

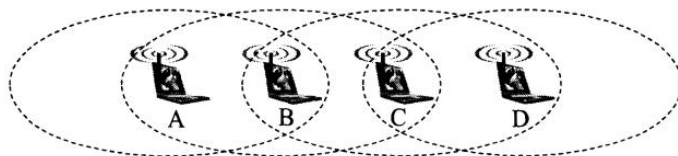
RTS/CTS 帧协议有三种选择供用户选择：

- (1) 使用 RTS 帧和 CTS 帧；
- (2) 只有当数据帧的长度超过一定数值时才使用 RTS 帧和 CTS 帧；
- (3) 不使用 RTS 帧和 CTS 帧。

9-14 为什么某站点在发送第一帧之前，若检测到信道空闲就可在等待时间 DIFS 后立即发送出去，但在收到对第一帧的确认后并打算发送下一帧时，就必须执行退避算法？

因为站点在发送第一帧之前检测到信道空闲时间超过 DIFS 说明信道处于空闲状态并满足 DIFS 间隔时间，因此可以立即发送。但在收到对第一帧的确认后，如果此时有其他站点想要使用信道，出于 CSMA/CA 的公平争用信道的原则，必须执行退避算法对信道进行争用，以防该站点长时间占用信道。

9-27 有如图所示的四个站点使用同一无线频率通信。每个站点的无线电覆盖范围都是图中所示的椭圆形。也就是说，A 发送时，仅仅 B 能够接收；B 发送时，A 和 C 能够接收；C 发送时，B 和 D 能够接收；D 发送时，仅仅 C 能够接收。现假定每个站点都有**无限多**的报文要向每一个其他站点发送。若无法直接发送，则由中间的站点接收后再转发。例如，A 发送报文给 D 时，就必须是经过 A→B, B→C, C→D 这样三次发送和转发。时间被划分成等长的时隙，每个报文的发送时间恰好等于一个时隙长度。在一个时隙中，一个站点可以做以下事情中的一个：a. 发送一个报文；b. 接收一个发给自己的报文；c. 什么也不做。再假定传输无差错，在无线电覆盖范围内都能正确接收。



(1) 假定有一个全能的控制器，能够命令各站点的发送或接收。试计算从 C 到 A 的最大数据报文传输速率（单位为报文 / 时隙）。

由题意知，报文从 C 发送至 A 只能通过 C→B→A，且 B **不能在接收 C 发送数据的同时向 A 发送数据**，因此整体最大数据报文传送速率为 0.5 报文/时隙。

(2) 假定现在 A 向 B 发送报文，D 向 C 发送报文。试计算从 A 到 B 和从 D 到 C 的最大数据报文传输速率（单位为报文 / 时隙）。

由题意知，A→B, D→C 可以同时发送报文，因为 A 的发送范围与 D 无重合，A 发送时 D 检测不到冲突，不存在暴露站问题。因此 A→B 的最大数据报文传送速率为 1 报文/时隙，D→C 的最大数据报文传送速率也为 1 报文/时隙，整体的最大数据报文传送速率也为 2 报文/时隙。

(3) 假定现在 A 向 B 发送报文，C 向 D 发送报文。试计算从 A 到 B 和从 C 到 D 最大数据报文传输速率（单位为报文 / 时隙）。

由题意知，A→B, C→D 不可以同时发送报文，因为 A 的发送范围与 C 有重合，A 发送时 C 检测到 B 被占用，存在暴露站问题。因此整体的最大数据报文传送速率也为 1 报文/时隙。

(4) 假定本题中的所有无线链路都换成为有线链路。重做以上的(1)~(3)小题。

- C→A: 因为改为有线传输，B 可以在接收 C 发送数据的同时向 A 发送数据，因此除了开头结尾，只需要花费一个时隙。又由于各站点报文无限多，因此整体最大数据报文传送速率约为 1 报文/时隙；

- A→B 且 D→C: 仍然可以同时传输，答案不变，为 2 报文/时隙；

- A→B 且 C→D: 可以同时传输，答案变为 2 报文/时隙。

(5) 现在再回到无线链路的情况。假定在每个目的站点收到报文后都必须向源

站点发回 ACK 报文，而 ACK 报文也要用掉一个时隙。重做以上的(1)~(3) 小题。

- C->A: 因为改需要确认，每 4 个时隙才发出了一条报文，整体最大数据报文传送速率为 $1/4$ 报文/时隙；

- A->B 且 D->C: A->B 和 D->C 可以同时传输，但 B 和 C 分别需要一个时隙确认，由于暴露站问题，不能同时发送，所以答案为 $2/3$ 报文/时隙；

- A->B 且 C->D: A->B 和 C->D 由于保留站问题不能同时传输，B 和 D 也分别需要一个时隙确认，并且不能同时发送，所以答案为 $1/2$ 报文/时隙。

但是，**A->B 的发送数据与 D->C 的确认可以同时发送**，故在第 1 个时隙 C->D 发送数据，第 2 个时隙 A->B 发送数据并且 D->C 发送确认，第 2 个时隙 B->A 发送确认。所以答案为 $2/3$ 报文/时隙。