

## 3.6 介质访问控制

**media:** 介质、媒体

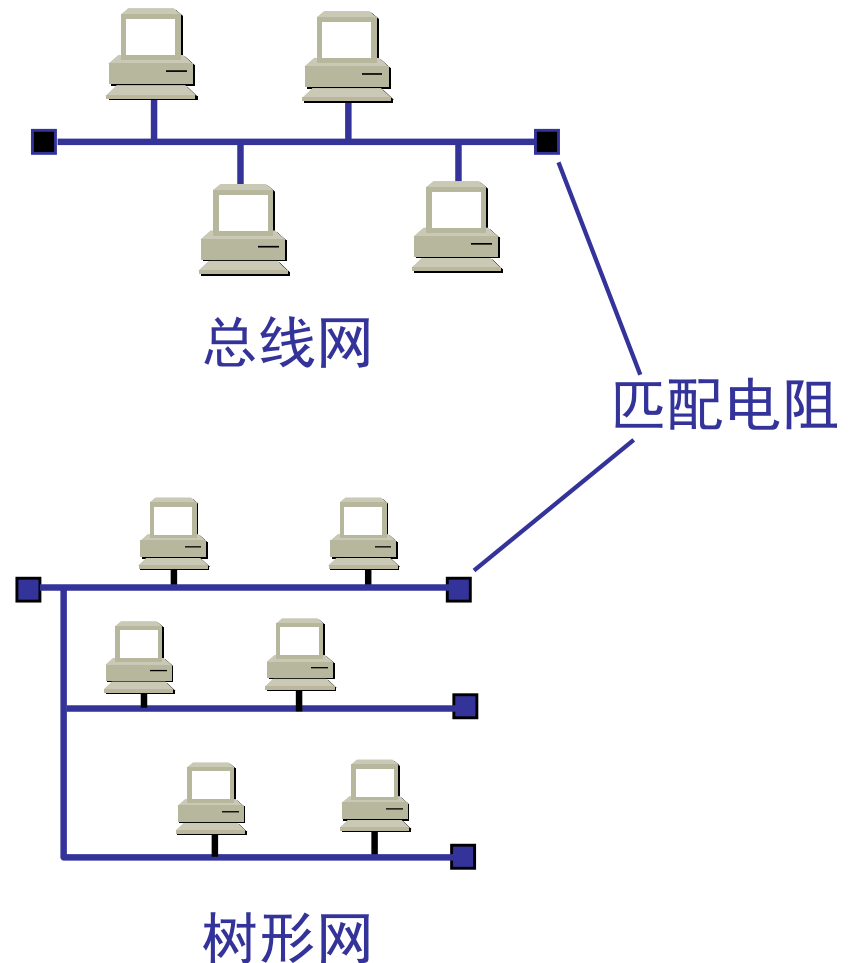
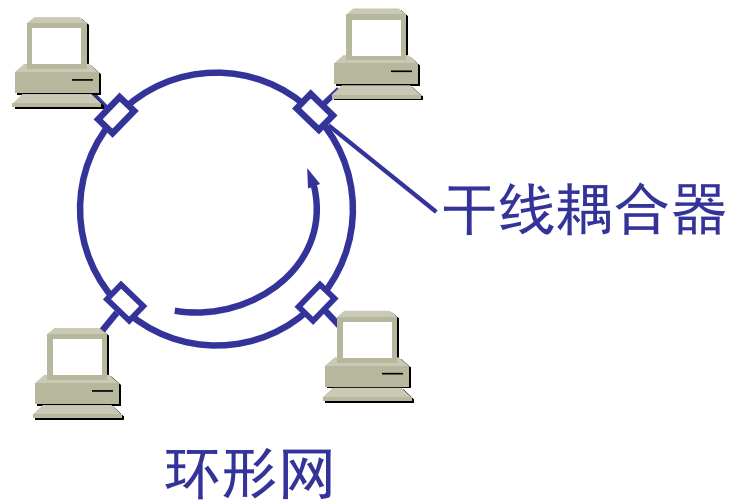
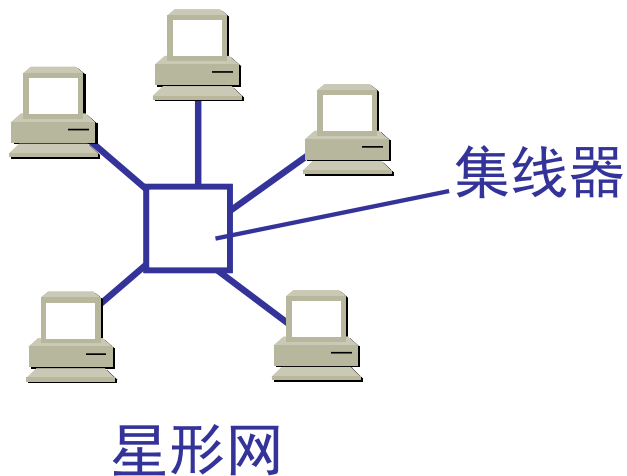
**access:** 访问、接入

**media access control:** 介质访问控制、媒体接入控制

## 3.6 介质访问控制

### 一、局域网的数据链路层

- 局域网的主要特点
  - 网络为一个单位所拥有，且地理范围和站点数目均有限



局域网拓扑  
(多为共享介质)

## 3.6 介质访问控制

- 局域网要解决的重要问题：介质访问控制技术  
(Media Access Control)
  - 问题缘由：局域网通常使用广播信道
- (1) 静态划分信道
  - 频分复用
  - 时分复用
  - 波分复用
  - 码分复用
- (2) 动态介质访问控制(多点访问)
  - 随机访问：用户可随机发送信息，可能产生碰撞(冲突)
    - 典型协议：ALOHA、CSMA、CSMA/CD、CSMA/CA等
  - 受控访问：如多点线路探询(polling)，或轮询 → 局域网中使用较少

## 3.6 介质访问控制

---

### 二、CSMA/CD协议 ← 以太网的核心，非常重要

- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection  
载波监听多点访问/碰撞检测
  - 注意：collision又被译为“冲突”
  - 是一种随机访问协议
- CSMA/CD的几个核心概念
  - ① 载波监听(carrier sense)
  - ② 碰撞检测(collision detection)
  - ③ 碰撞强化
  - ④ 碰撞退避

## 3.6 介质访问控制

### 二、CSMA/CD协议

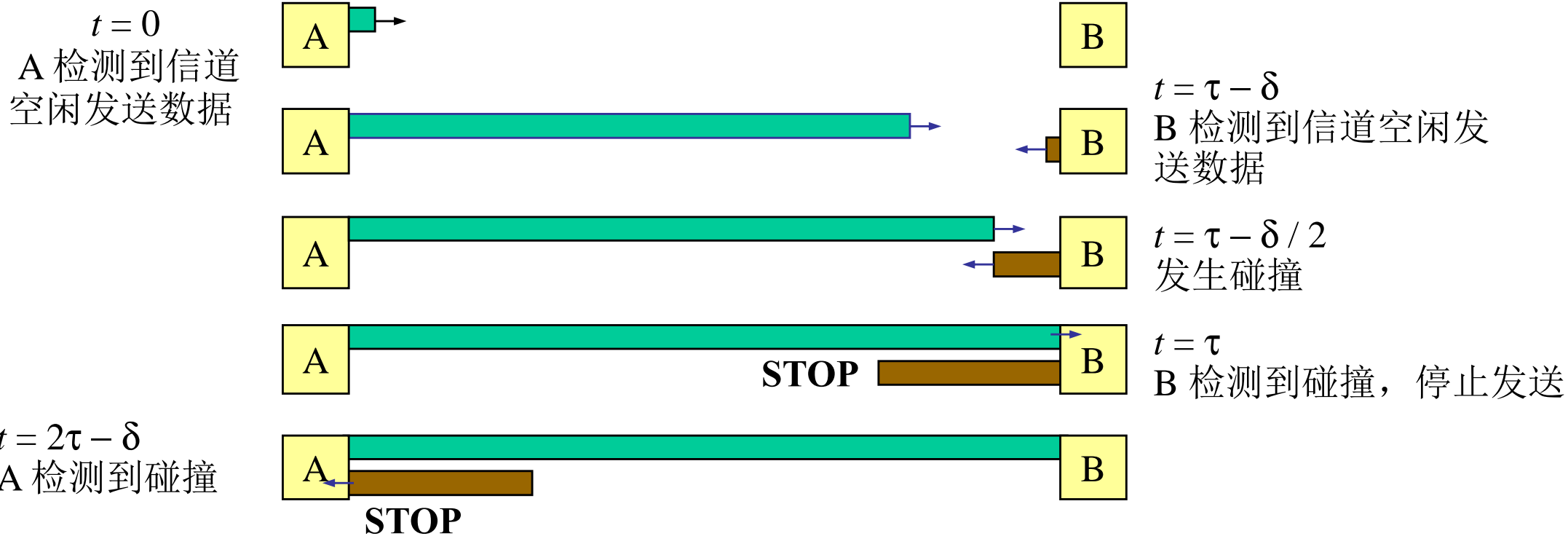
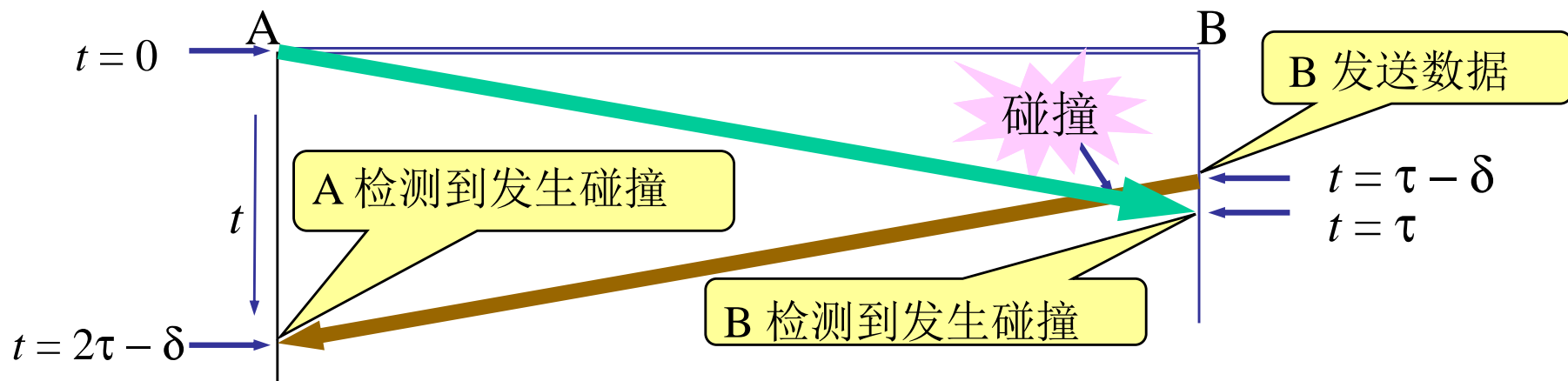
- 载波监听

- 结点在发送数据之前先检测一下总线上是否有其他结点正在发送数据，如有则暂时不要发送数据，以免发生碰撞 → “发送前先听”

- 碰撞检测

- 结点边发送数据边检测信道上是否发生了碰撞(监听总线上传输的信号) → “边发送边听”
- 由于线路的传播时延，单纯靠载波监听并不能完全避免碰撞 → 碰撞仍有可能发生
- 在发生碰撞时，两个或更多的信号在总线上相互叠加，导致无法识别

- 设单程端-端传播时延为 $\tau$
- 1km长的同轴电缆上，电磁波的端-端传播时延约为5us
- 站点A在时刻t检测到总线空闲后发送数据，在数据到达站点B之前，B也检测到总线空闲并发送数据，从而引发碰撞



## 3.6 介质访问控制

---

- 碰撞强化
  - 发送方检测到碰撞后，立即停止发送，并发送32或48bit的人为干扰信号(jamming signal)，以便让所有用户都知道已经发生了碰撞
- 碰撞退避
  - 碰撞后，结点等待一段时间，重新开始载波检测和发送操作
  - 为避免退避后再次碰撞，冲突各方的等待时间应各不相同
  - 以太网采用截断二进制指数退避算法(truncated binary exponential backoff)
    - 退避时间：  $T = 2\tau \times \text{倍数}$
    - 倍数：在  $0, 1, \dots, 2^k - 1$  中取随机数，  $k = \min(\text{重传次数}, 10)$
    - 重传次数超过16后，丢弃该帧，并向上层报告

问：退避算法的效果是怎样的？

## 3.6 介质访问控制

2010年的一道考研题：

某局域网采用CSMA/CD协议实现介质访问控制，数据传输率为100M/S，主机甲和主机乙的距离为2km，信号传播速度是200000km/s。请回答下列问题，并给出计算过程。

(1) 若主机甲和主机乙发送数据时发生冲突，则从开始发送数据时刻起，到两台主机均检测到冲突时刻为止，最短经过多长时间？最长经过多长时间？(假设主机甲和主机已发送数据时，其它主机不发送数据)

求解：

甲乙间单向传输时延 $\tau = 2/200000 = 10\mu\text{s}$

最长：甲发送的帧即将到达乙时，乙开始发送数据造成冲突，甲检测到该冲突的时间 $= 2\tau = 20\mu\text{s}$

最短：甲乙同时开始发送信息，在总线中间点发生冲突，冲突信号向甲乙方向扩散，总时间长度 $= \tau = 10\mu\text{s}$



## 3.6 介质访问控制

---

- 争用期
  - 一个站点开始发送数据后，最多经过时间  $2\tau$  (两倍的端-端时延) 就可知道是否发生了碰撞
  - 以太网的端到端往返时延  $2\tau$  称为争用期，或碰撞窗口
  - 如果经过争用期还没有检测到碰撞，就可以肯定这次发送不会发生碰撞
- 以太网的争用期
  - 以太网的争用期长度：51.2  $\mu$ s
  - 对于 10 Mb/s 以太网，在争用期内可发送 512 bit，即 64 字节
  - 在发送数据时，若前 64 字节未发生碰撞，就不会发生碰撞
  - 据此规定以太网帧长  $\geq 64$  字节，长度小于 64 字节的帧为无效帧

## 3.6 介质访问控制

### 2009年的一道考研题：

在一个采用CSMA/CD协议的网络中，传输介质是一根完整的电缆，传输速率为1Gbps，电缆中的信号传播速度是200000km/s。若最小数据帧长度减少800比特，则最远的两个站点之间的距离至少需要：

- A. 增加160m      B. 增加80m      C. 减少160m       D. 减少80m

求解：

设总线长度为L km

单向传输时延 $\tau = L/200000$  秒；  $2\tau = L/10^5$ 秒

传输速率1Gbps时，800bit的发送时间 $= 800/10^9$ 秒

总线应减少的长度 $= (800/10^9) * 10^5 = 0.08\text{km} = 80\text{m}$

## 3.6 介质访问控制

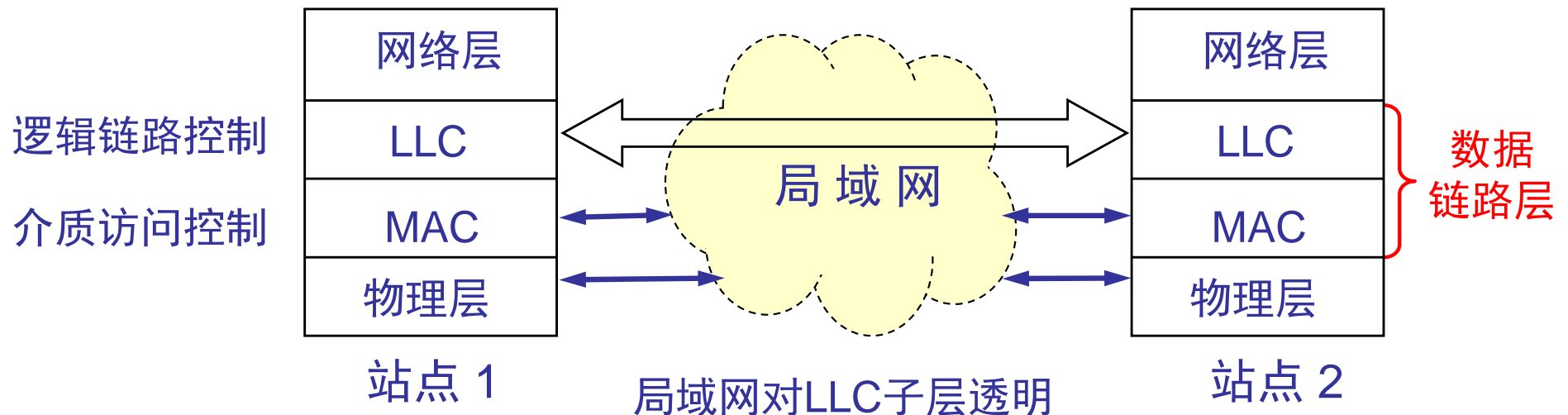
---

- **CSMA/CD协议的优缺点讨论**
  - 网络负载较轻时效率高
  - 硬软件实现简单、灵活
  - 网络负载较重时，碰撞发生概率增大，网络效率较低
  - 由于存在多次冲突的可能，数据从发送方到达接收方的时间没有保证 → 实时性较差

## 3.6 介质访问控制

### 三、局域网技术标准(1/2)

- IEEE802标准将局域网的数据链路层分为两个子层
  - LLC(Logic Link Control)逻辑链路控制子层
  - MAC(Media Access Control)介质访问控制子层



## 3.6 介质访问控制

### 三、局域网技术标准(2/2)

- **IEEE802**系列局域网标准

- IEEE 802.1a 综述与体系结构
- IEEE 802.1b 寻址、互联、管理
- IEEE 802.2 逻辑链路控制(LLC)
- IEEE 802.3 CSMA/CD介质访问控制(MAC)与物理层技术规范
  - IEEE 802.3u 快速以太网(Fast Ethernet)
  - IEEE 802.3z 千兆以太网(Gigabit Ethernet)
- IEEE 802.4 Token Bus介质访问控制与物理层技术规范
- IEEE 802.5 Token Ring介质访问控制与物理层技术规范
- IEEE 802.11 无线局域网介质访问控制与物理层技术规范

注：令牌环网(token ring)和令牌总线网(token bus)使用一种称为令牌(token)的控制标志，当网络中结点持有该令牌时，才能够发送数据