

本节内容

随机访问 介质访问控制

(CSMA/CD)

408考研大纲（链路层部分）

（一）数据链路层的功能

（二）组帧

（三）差错控制

检错编码；纠错编码

（四）流量控制与可靠传输机制

流量控制、可靠传输与滑动窗口机制；停止-等待协议

后退 N 帧协议（GBN）；选择重传协议（SR）

（五）介质访问控制

1. 信道划分：频分多路复用、时分多路复用、波分多路复用、码分多路复用

2. 随机访问：ALOHA 协议；CSMA 协议；CSMA/CD 协议；CSMA/CA 协议

3. 轮询访问：令牌传递协议

（六）局域网

局域网的基本概念与体系结构；以太网与 IEEE 802.3

IEEE 802.11 无线局域网；VLAN 基本概念与基本原理

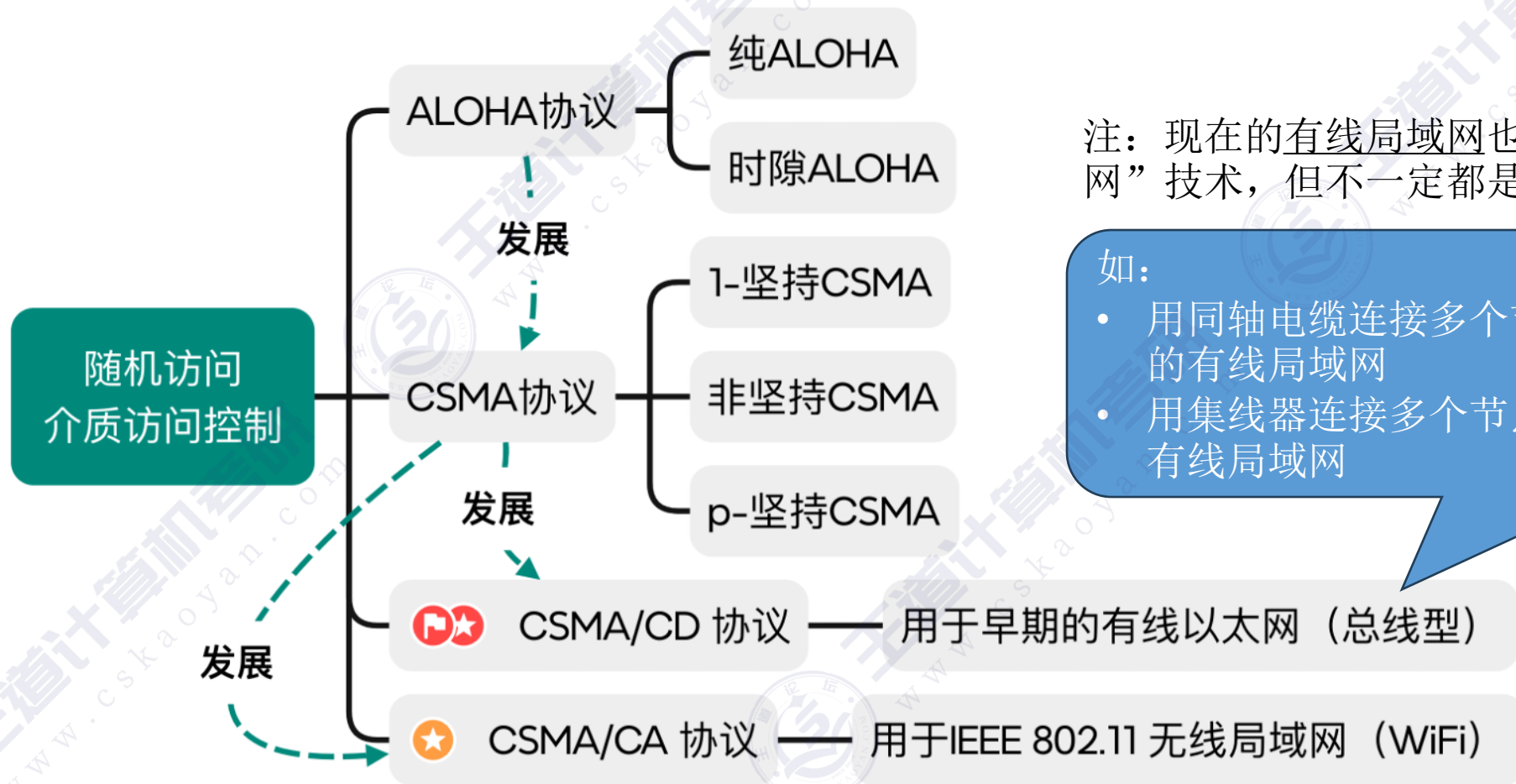
（七）广域网

广域网的基本概念；PPP 协议

（八）数据链路层设备

以太网交换机及其工作原理

知识总览



注：现在的有线局域网也使用“以太网”技术，但不一定都是“总线型”

如：

- 用同轴电缆连接多个节点组成的有线局域网
- 用集线器连接多个节点组成的有线局域网

CSMA/CD协议

协议要点

先听后发，边听边发，**冲突停发**，**随机重发**

如何**随机重发**？

截断二进制指数退避算法：

随机等待一段时间 = r 倍**争用期**，其中 r 是**随机数**

①如果 $k \leq 10$ ，在 $[0, (2^k - 1)]$ 区间随机取一个整数 r

②如果 $k > 10$ ，在 $[0, (2^{10} - 1)]$ 区间随机取一个整数 r

特别注意

第10次冲突，是“随机重发”的分水岭

第16次冲突，直接躺平，放弃传帧，报告上级（网络层）

争用期 = $2 \times$ **最大单向传播时延**（考虑距离最远的两个节点）

若**争用期**内未发生冲突，就不可能再冲突

CSMA/CD**没有ACK机制**，若发送过程中未检测到冲突，就认为帧发送成功

最短帧长 = $2 \times$ **最大单向传播时延** \times 信道带宽

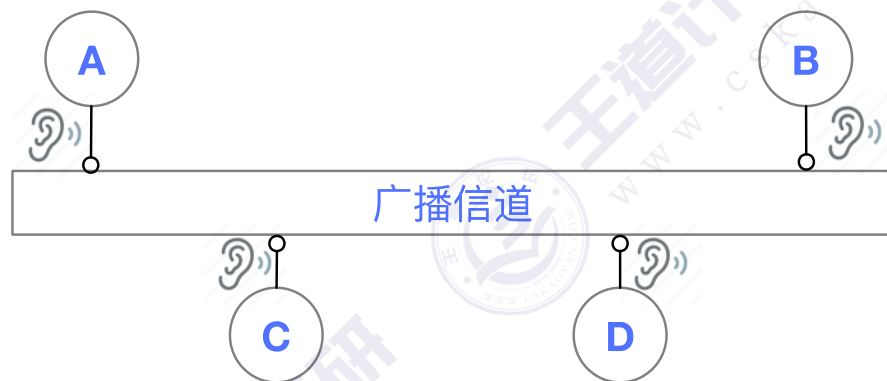
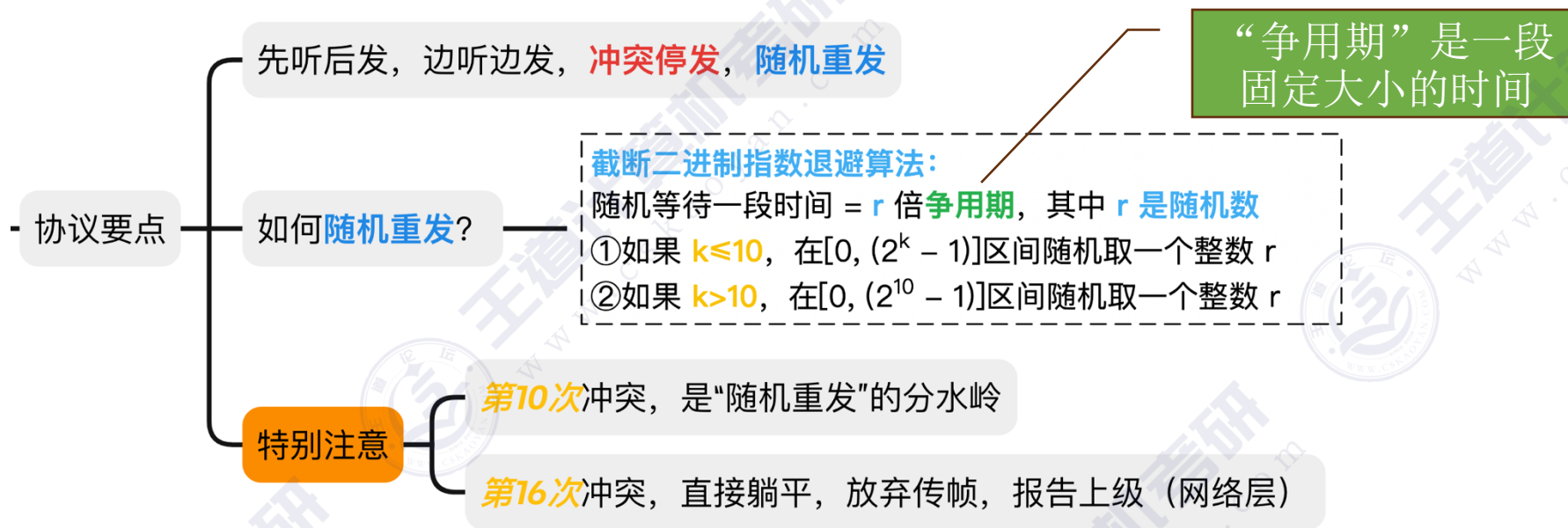
若收到的帧**小于最短帧长**，视为**无效帧**

最长帧长：规定最长帧长可防止某些节点一直占用信道

以太网 规定

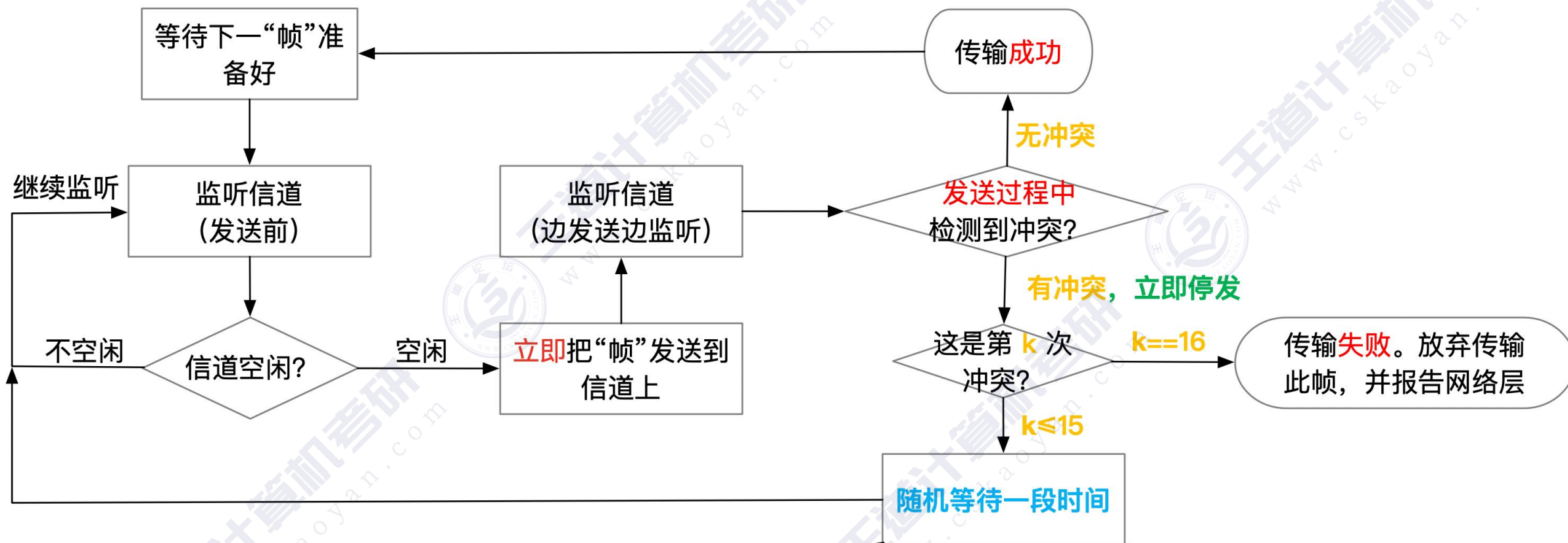
最短帧长=64B；最长帧长=1518B

CSMA/CD协议要点



CSMA/CD协议（发送方）

CSMA/CD（发送方）



争用期 = $2 \times$ 最远单向传播时延

(考虑距离最远的两个节点)

注: 如果**争用期**内没检测到冲突, 本次帧发送就不再可能发生冲突

截断二进制指数退避算法:

随机等待一段时间 = r 倍**争用期**, 其中 r 是随机数

①如果 $k \leq 10$, 在 $[0, 2^k - 1]$ 区间随机取一个整数 r

②如果 $k > 10$, 在 $[0, 2^{10} - 1]$ 区间随机取一个整数 r

CSMA/CD协议的“争用期”

争用期：一个节点最多需要花多久可以确信自己“占领地盘”？

— **争用期** = $2 \times$ 最大单向传播时延（考虑距离最远的两个节点）

若**争用期**内未发生冲突，就不可能再冲突

CSMA/CD**没有ACK机制**，若发送过程中未检测到冲突，就认为帧发送成功



假设：

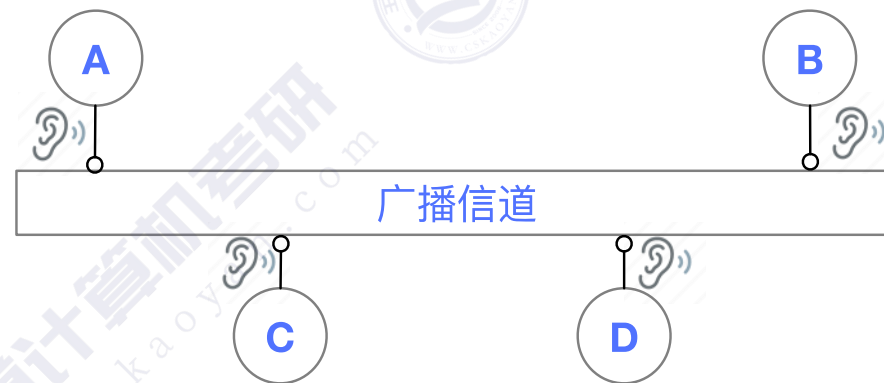
A、C、D、B 依次相距 2000m

即A、B两个节点相距最远，6000m

信号的传播速度 = $2 \times 10^8 \text{m/s}$ ，即 $200 \text{m}/\mu\text{s}$

⇒ **最大单向传播时延** = $30 \mu\text{s}$

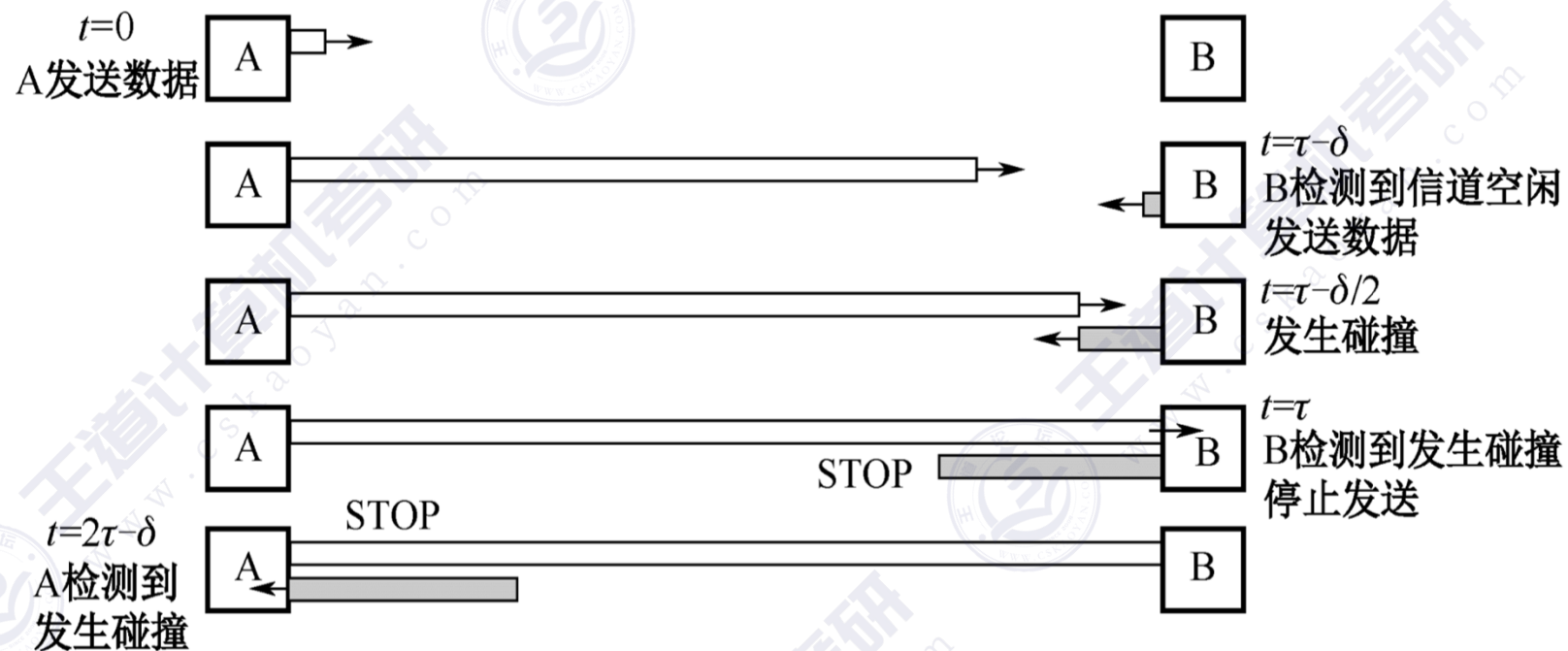
信道带宽 = 10Mbps，即 $10 \text{b}/\mu\text{s}$



问题1：若A节点往信道上发送数据，最多需要多久可以被其他所有节点“监听”到信号？ ➡ **$30 \mu\text{s}$**

问题2：显然，A节点往信道上发送的数据可能与其他节点发生“冲突”。那么在最极限的情况下，从A节点发出数据开始，**最多需要多久**，A节点**一定可以检测到冲突**？ ➡ **$2 \times 30 \mu\text{s} = 60 \mu\text{s}$**

CSMA/CD协议的“争用期”



CSMA/CD协议“最短帧长”限制

- **最短帧长** = $2 \times \text{最大单向传播时延} \times \text{信道带宽}$ — 若收到的帧**小于最短帧长**，视为**无效帧**

假设：

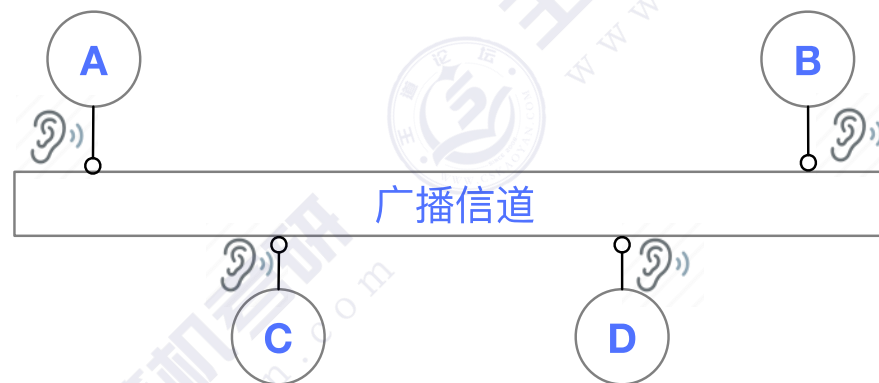
A、C、D、B 依次相距 2000m

即A、B两个节点相距最远，6000m

信号的传播速度 = $2 \times 10^8 \text{m/s}$ ，即 $200 \text{m}/\mu\text{s}$

⇒ **最大单向传播时延** = $30 \mu\text{s}$

信道带宽 = 10Mbps ，即 $10 \text{b}/\mu\text{s}$



争用期

最短帧长 = $2 \times 30 \mu\text{s} \times 10 \text{Mbps} = 60 \mu\text{s} \times 10 \text{Mbps} = 600 \text{bit}$

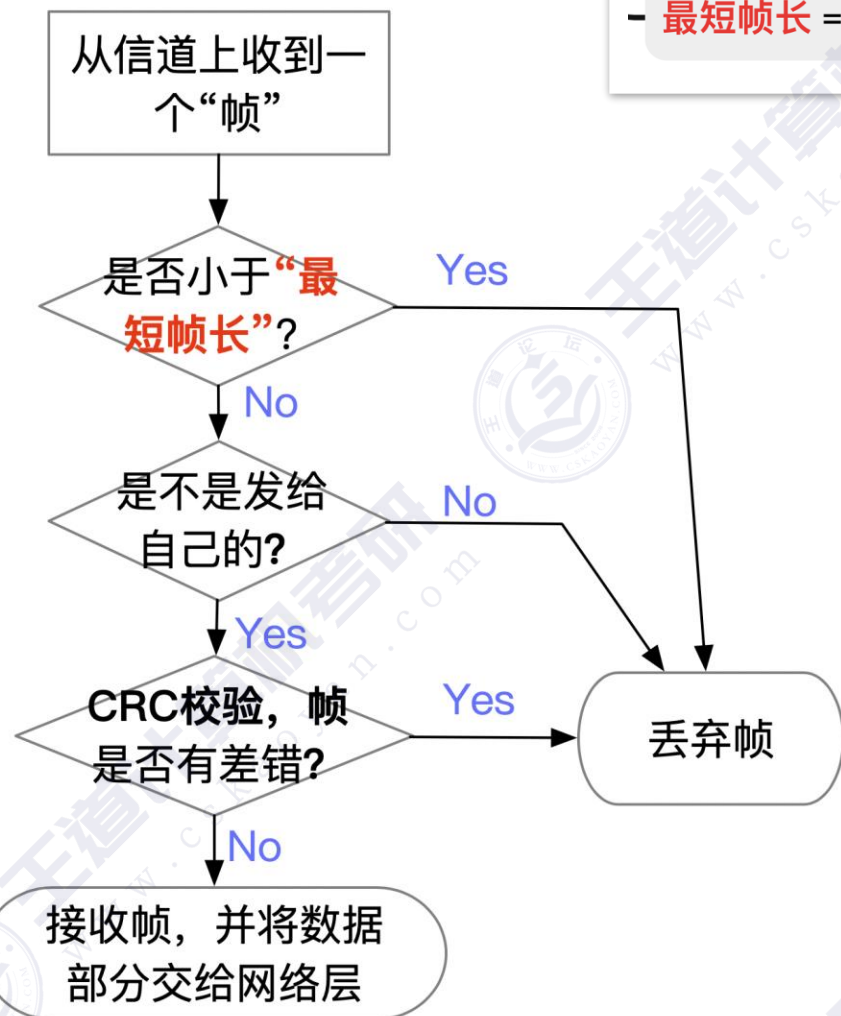
特别地，CSMA/CD协议的“冲突停发”规则会导致小于最短帧长的“非法帧”

如果A节点发送的数据帧长度小于 600bit，可能会导致A节点“误以为”发送过程中没有发生冲突，但实际上已经发生了冲突

如果实际要发送的数据很少，可“填充”至合法长度后再发送

CSMA/CD协议（接收方）

CSMA/CD（接收方）



- **最短帧长** = $2 \times \text{最大单向传播时延} \times \text{信道带宽}$ —— 若收到的帧**小于最短帧长**, 视为**无效帧**

假设:

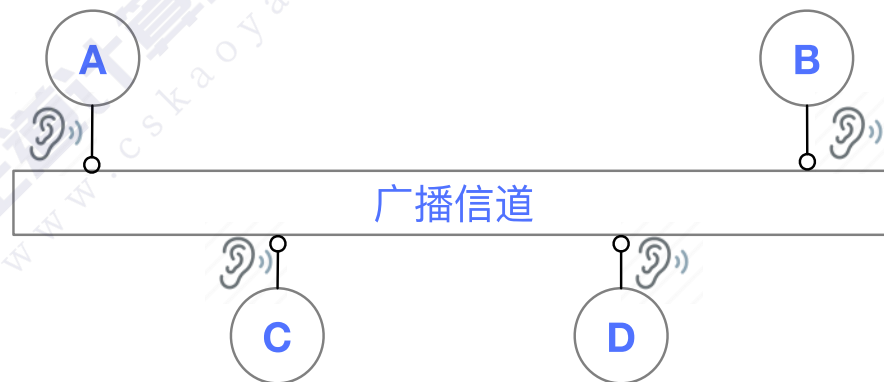
A、C、D、B 依次相距 2000m

即A、B两个节点相距最远, 6000m

信号的传播速度 = $2 \times 10^8 \text{m/s}$, 即 $200 \text{m}/\mu\text{s}$

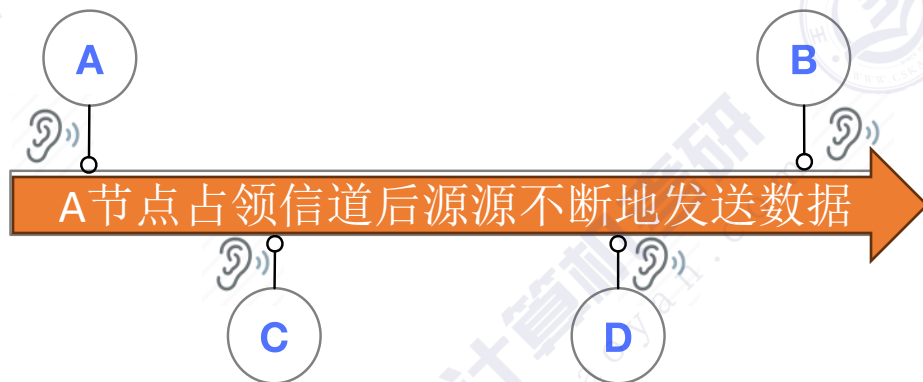
⇒ **最大单向传播时延** = $30 \mu\text{s}$

信道带宽 = 10Mbps , 即 $10 \text{b}/\mu\text{s}$



CSMA/CD协议“最长帧长”限制

- **最长帧长**：规定最长帧长可防止某些节点一直占用信道



CSMA/CD协议

协议要点

先听后发，边听边发，**冲突停发**，**随机重发**

如何**随机重发**？

截断二进制指数退避算法：

随机等待一段时间 = r 倍**争用期**，其中 r 是**随机数**

①如果 $k \leq 10$ ，在 $[0, (2^k - 1)]$ 区间随机取一个整数 r

②如果 $k > 10$ ，在 $[0, (2^{10} - 1)]$ 区间随机取一个整数 r

特别注意

第10次冲突，是“随机重发”的分水岭

第16次冲突，直接躺平，放弃传帧，报告上级（网络层）

争用期 = $2 \times$ **最大单向传播时延**（考虑距离最远的两个节点）

若**争用期**内未发生冲突，就不可能再冲突

CSMA/CD**没有ACK机制**，若发送过程中未检测到冲突，就认为帧发送成功

最短帧长 = $2 \times$ **最大单向传播时延** \times 信道带宽

若收到的帧**小于最短帧长**，视为**无效帧**

最长帧长：规定最长帧长可防止某些节点一直占用信道

以太网 规定

最短帧长=64B；最长帧长=1518B

冲突停发
导致无效帧