



陕西省嵌入式系统技术重点实验室

(西北工业大学)



第三章 移动网络(2)

主 讲：郭斌 教授

单 位：西北工业大学计算机学院 陕西省嵌入式系统技术重点实验室

电 话：18729229010

办 公 室：计算机学院512B房间

电子邮箱：guobin.keio@gmail.com

个人主页：<http://www.ayu.ics.keio.ac.jp/~bingo/>

课程主页：<http://www.ayu.ics.keio.ac.jp/~bingo/course.html>



内容提纲

- 无线局域网WLAN
 - 概念 (U)
 - 发展过程 (U)
- 802.11
 - 拓扑结构及服务 (U)
 - 802.11协议栈, MAC层 (M)
 - 隐藏和暴露节点问题 (M)
 - CSMA/CA (M)



重要知识点

- 802.11协议栈及MAC层
- 隐藏节点和暴露节点问题
- CSMA/CA算法实现

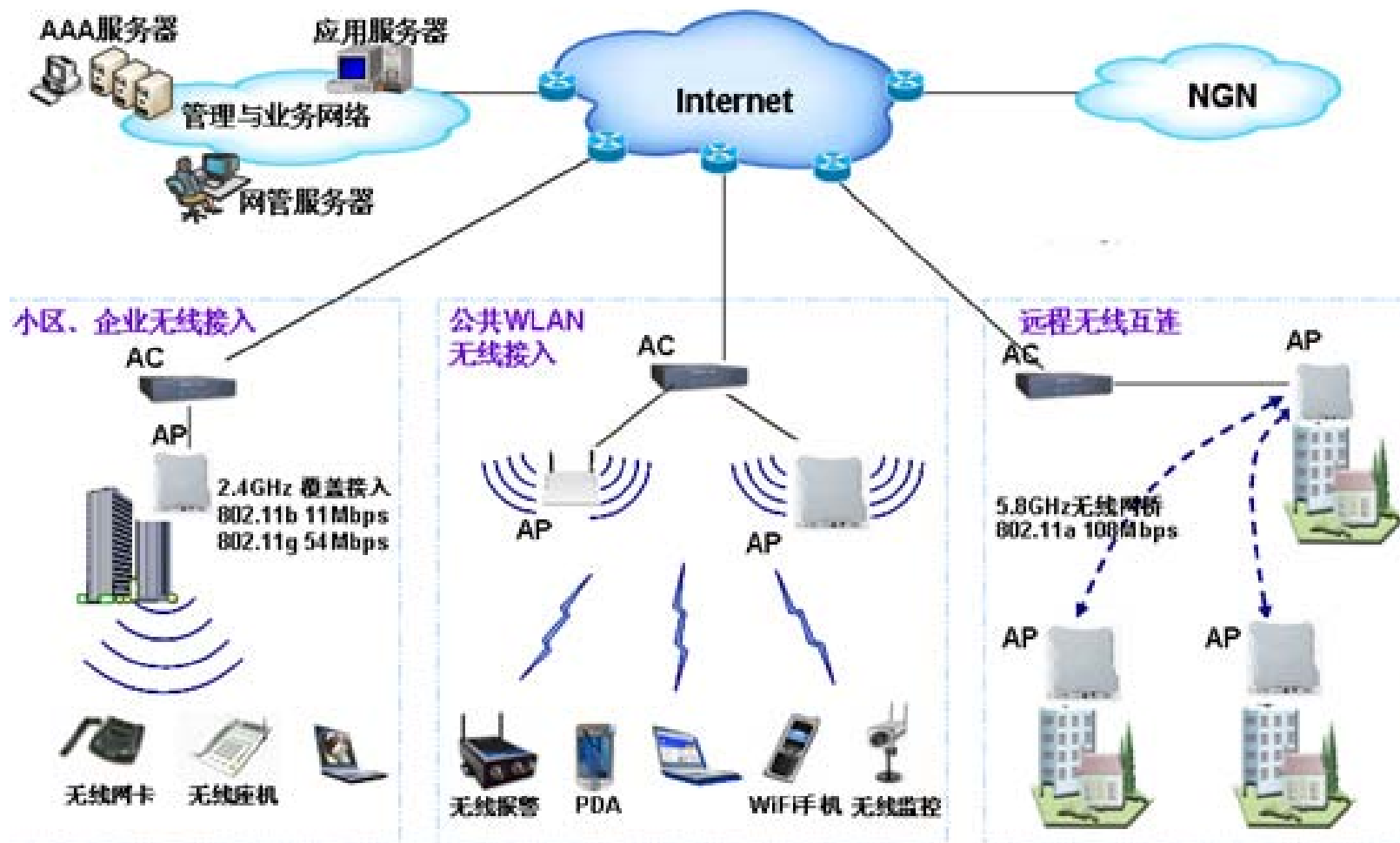
WLAN

- WLAN (Wireless Local Area Network) :
指以无线信道作为传输介质的计算机局域网
- WLAN需满足LAN的一般需求
 - 高容量
 - 覆盖短程距离
 - 站点全联通
 - 广播特性



Access points wirelessly transmit data to and from network devices, connect wireless devices to the wired LAN, and the internet.

WLAN (2)





WLAN (3)

■ 优点

- **移动性**：可以移动且能同时与网络保持连接。
- **灵活性**：在有线网络中，网络设备的安放位置受网络位置限制，而无线局域网在无线信号覆盖区域内任何一个位置都可以接入网络。

■ 局限性

- **可靠性**：无线信号易受到阻挡或干扰（ISM频段）
- 带宽与系统容量
- 安全性
- 节能管理

WLAN的发展

- 第一代无线局域网
 - 1985年FCC(美国联邦通讯委员会)颁布电波法规
 - RangeLAN的900MHz产品、NCR的2.4G产品、摩托罗拉的Altair产品...
- 第二代无线局域网
 - 1990年，IEEE成立802.11任务组，开始无线局域网标准化
 - 1997年，IEEE802.11标准发布
 - 第二代工作在2.4~2.4835频段，传输速率1~2Mb/s
- 第三、四代无线局域网
 - 欧洲成立HiperLAN标准化组织（5.15~5.35GHz，17.1~17.3GHz）
 - 1999年，IEEE802.11a和IEEE802.11b，传输速率分别达到54Mb/s和11Mb/s
 - 无线以太网兼容性联盟(WECA)，WiFi认证(802.11b)
 - 2002年，IEEE802.11g，与802.11b兼容，速率达到54Mb/s, 穿透性更好
 - HiperLAN2，工作于5GHz，速率达到54Mb/s
- 第五代无线局域网
 - 802.11标准于2009年获得批准，带来突破性革命



内容提纲

- 无线局域网WLAN
 - 概念 (U)
 - 发展过程 (U)

- 802.11
 - 拓扑结构及服务 (U)
 - 802.11协议栈, MAC层 (M)
 - 隐藏和暴露节点问题
 - CSMA/CA (M)



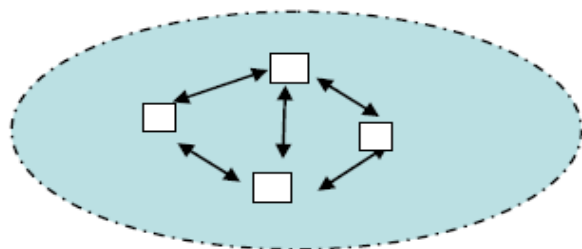
802.11标准

- IEEE无线局域网通讯标准
- 术语
 - 站点（STA）：笔记本、手机等
 - 接入点（AP）：网络桥接器（无线、有线互联）
 - 基本服务集（BSS）：互相通信的STA形成的集合，是802.11局域网的基本组成单元
 - 分布式系统（DS）：用于BSS互联的网络
 - 扩展服务集（ESS）：一个或多个以上的BSS，通过DS互联，即可被定义成一个ESS，使用者可于ESS上roaming及存取BSSs中的任何资料。

802.11拓扑结构

Basic Service Set (BSS): 一组相互通信的站点

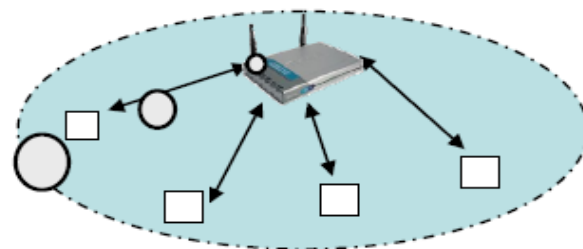
Independent Basic Service Set (IBSS)



- 只能直接通信
- 没有中继功能

节点复杂度高

Infrastructure Basic Service Set (BSS)

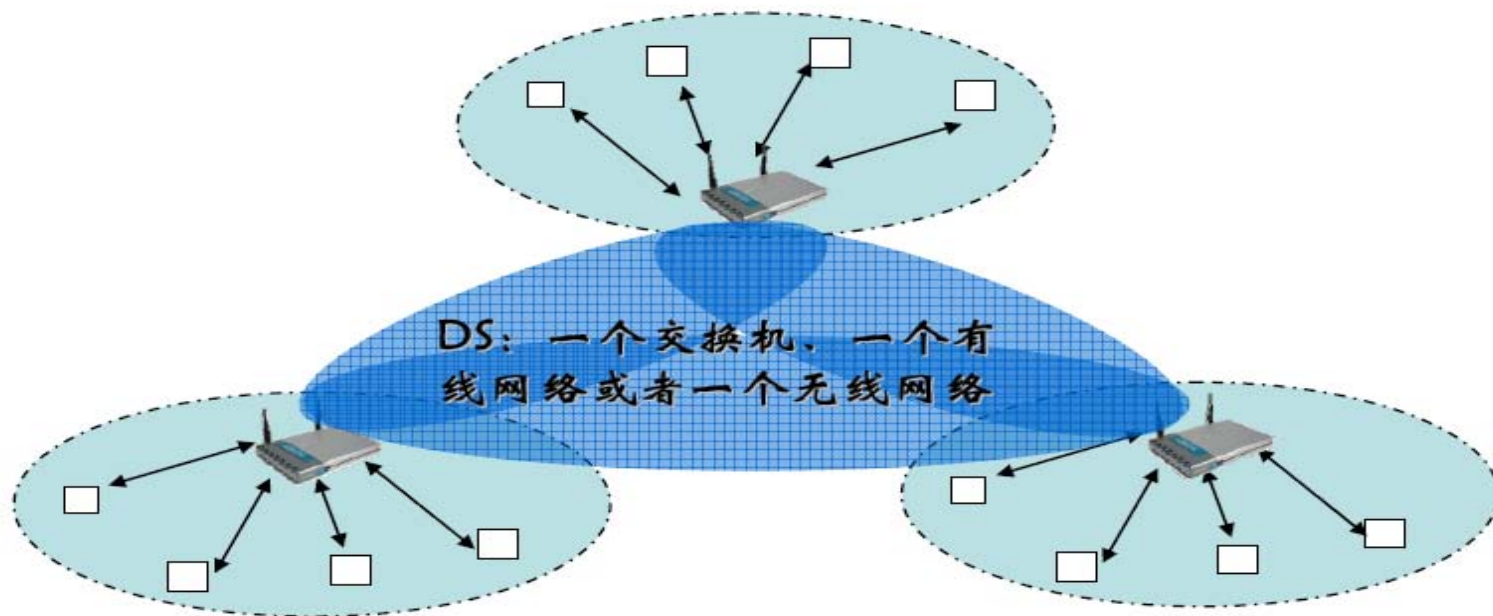


- AP提供:
 - ◇ 到有线网络连接
 - ◇ 中继功能
- 站不能直接通信

节点复杂度低

802.11拓扑结构(2)

ESS: 一组通过分布式系统 (DS) 互连的BSS。



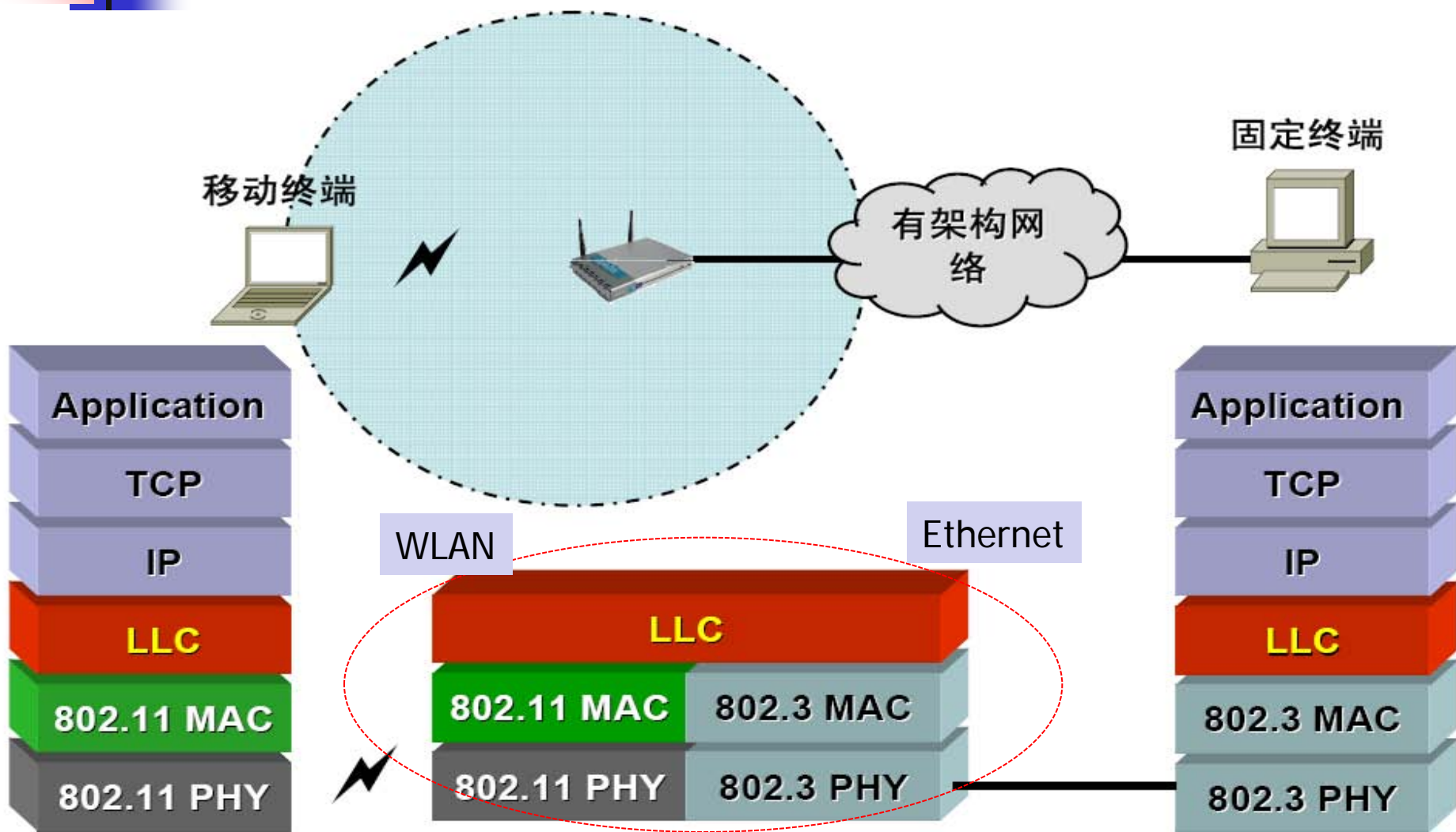


内容提纲

- 无线局域网WLAN
 - 概念 (U)
 - 发展过程 (U)

- 802.11
 - 拓扑结构及服务 (U)
 - 802.11协议栈, MAC层 (M)
 - 隐藏和暴露节点问题
 - CSMA/CA (M)

IEEE 802.11协议栈

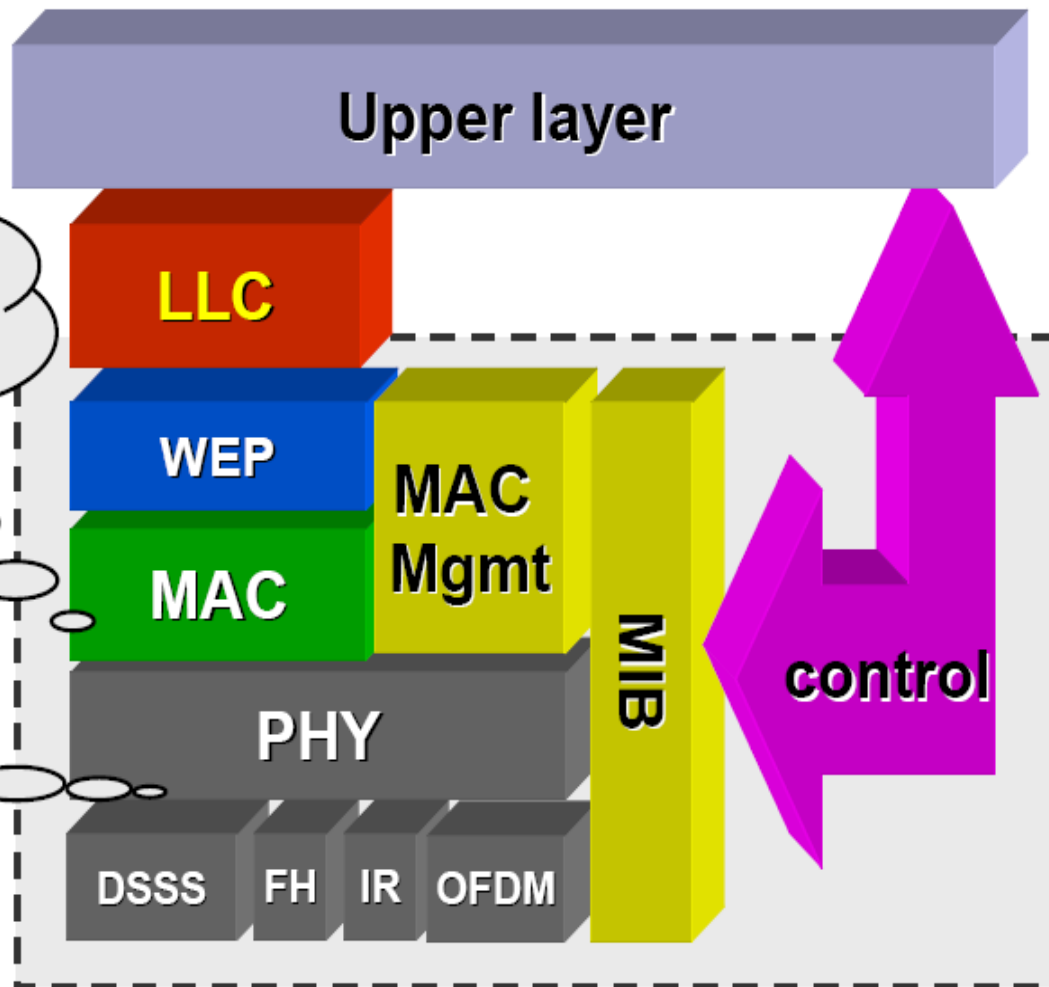


IEEE 802.11协议栈(2)

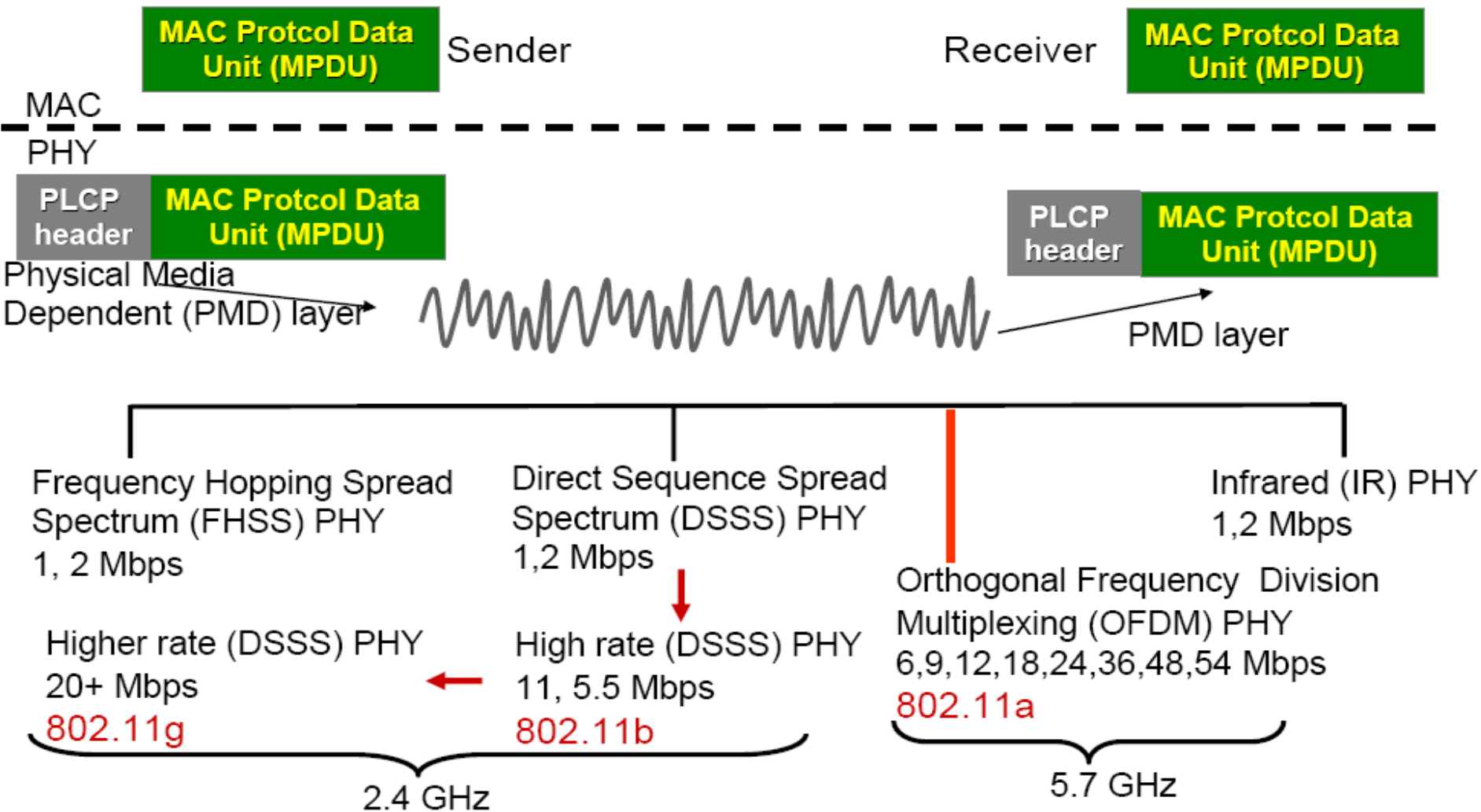
LLC: 逻辑链路控制, 负责流量控制、查数据包目的地等

- 寻址方式
- 访问协调
- 帧校验序列生成/检查
- LLC PDU的界定

无线传输信号等
基础规范



802.11 物理层PHY





802.11介质访问控制MAC层

- 设计目标
 - 单个MAC支持多个PHY
 - 处理隐藏节点问题
 - 支持限时服务、QoS
 - 提供节能模式
 - 提供隐私性和访问控制

三大功能
可靠数据传递
访问控制
安全



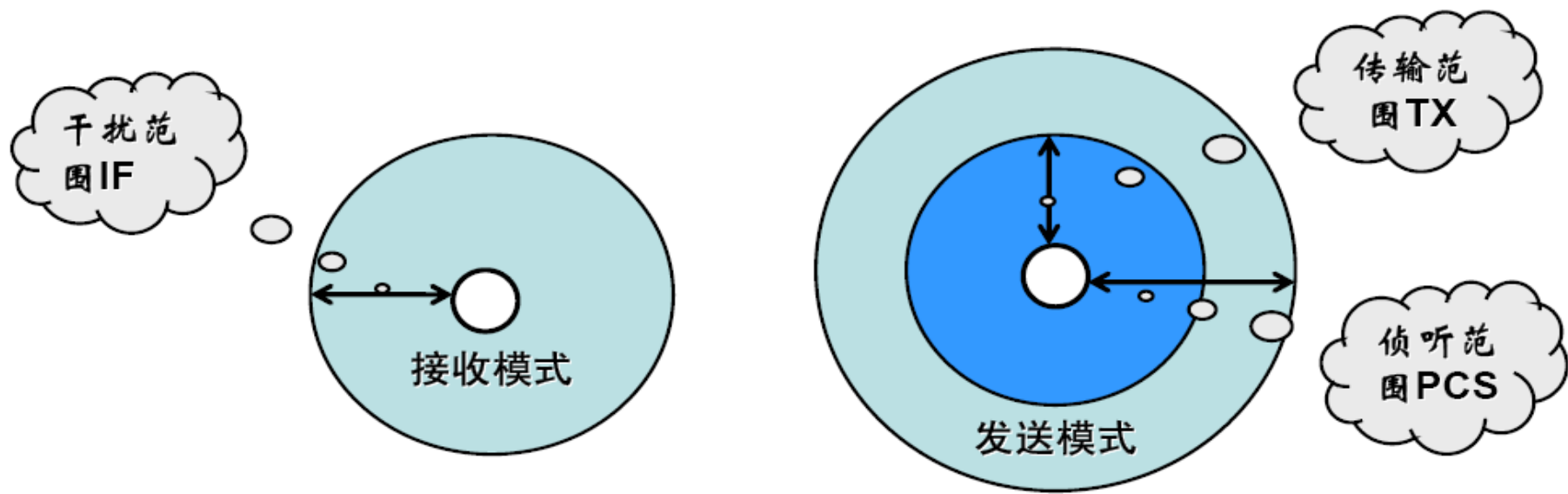
内容提纲

- 无线局域网WLAN
 - 概念 (U)
 - 发展过程 (U)

- 802.11
 - 拓扑结构及服务 (U)
 - 802.11协议栈, MAC层 (M)
 - 隐藏和暴露节点问题
 - CSMA/CA (M)

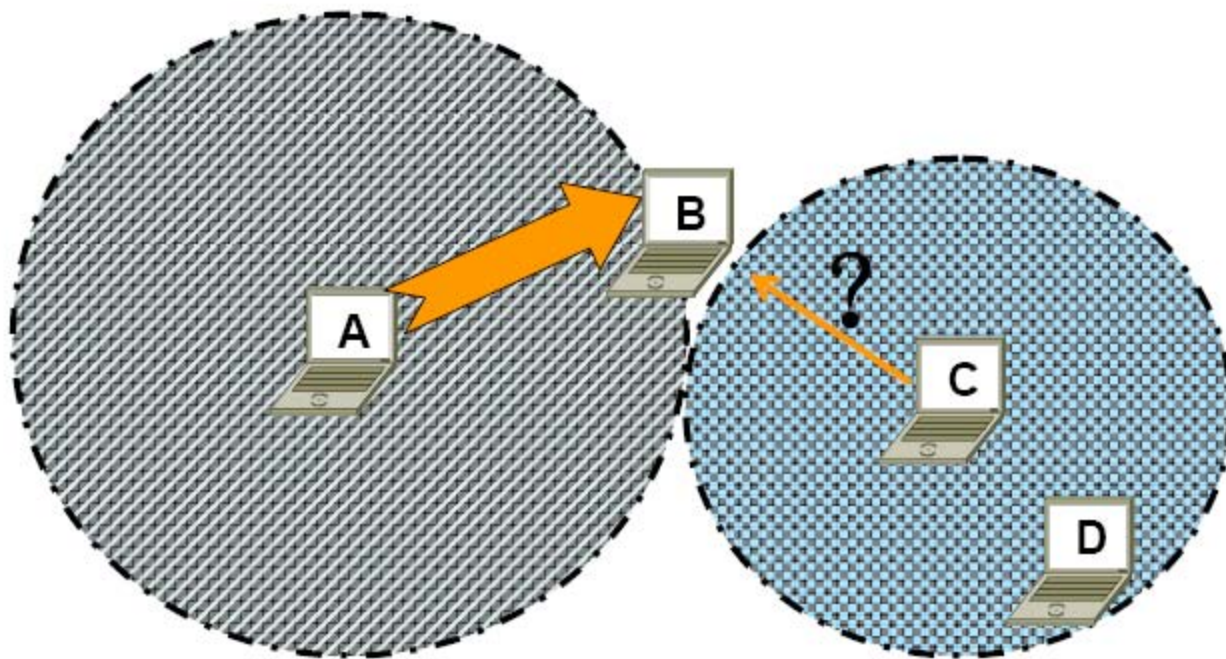
MAC-无线传输相关“范围”

- **传输范围** (TX_range) : 可以成功接收帧的通信范围, 取决于发送能量和无线电波传输特性
- **物理层侦听范围** (PCS_range) : 可以检测到该传输的范围, 取决于接收器灵敏度和无线电波传输特性
- **干扰范围** (IF_range) : 在此范围内的节点如果发送不相关的帧, 将干扰接收端的接收并导致丢帧。



MAC- “隐藏” 节点问题

- 假设：A正在向B传输数据，C也要向B发送数据

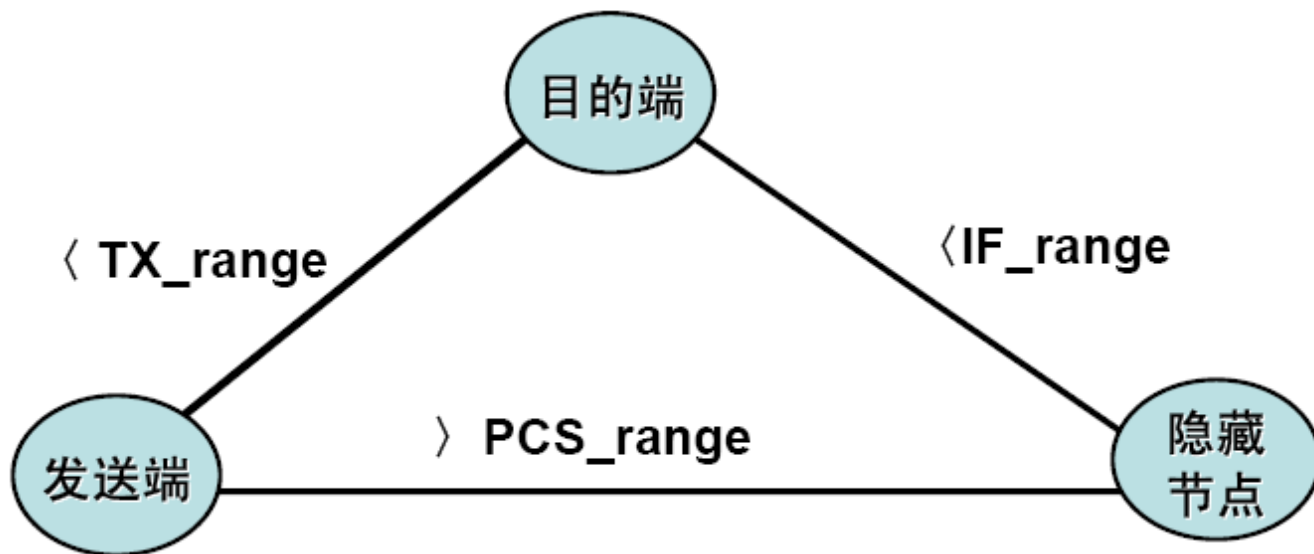


CSMA



由于距离太远而导致一个站点无法检测到介质竞争对手的存在。

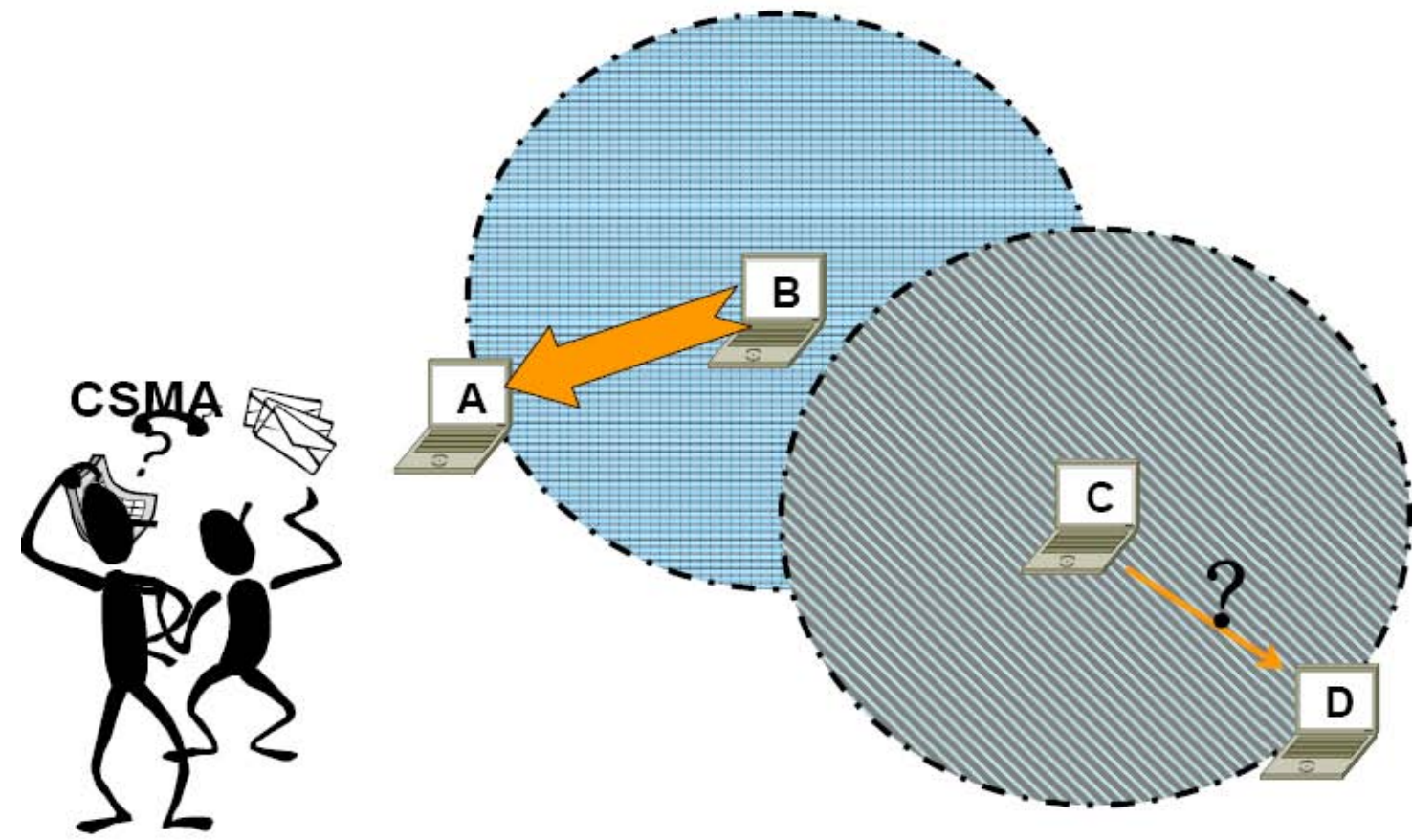
MAC-“隐藏”节点问题



隐藏节点能够干扰接收端但不能侦听到发送端。

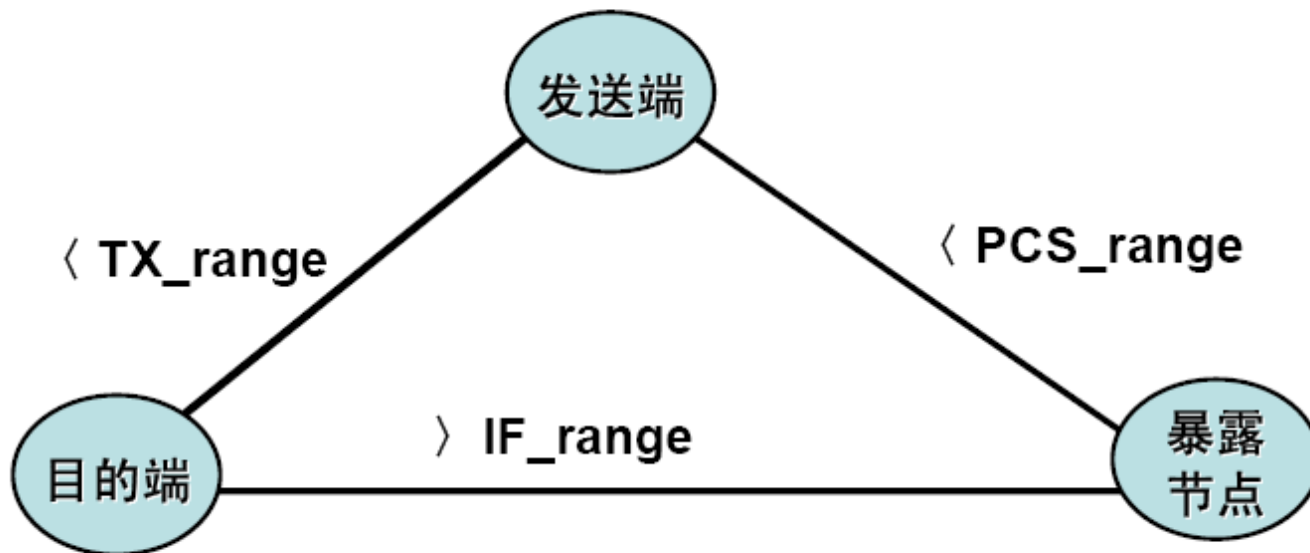
“暴露”终端问题

- 假设：B正在向A传输数据，C要向D发送数据



由于侦听到其他站点的发送而误以为介质忙导致不能发送。

“暴露”终端问题(2)



暴露节点能够侦听到发送端但不会干扰接收端。

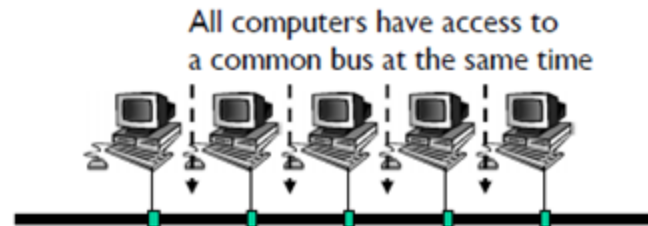


内容提纲

- 无线局域网WLAN
 - 概念 (U)
 - 发展过程 (U)

- 802.11
 - 拓扑结构及服务 (U)
 - 802.11协议栈, MAC层 (M)
 - 隐藏和暴露节点问题
 - CSMA/CA (M)

MAC媒体访问控制



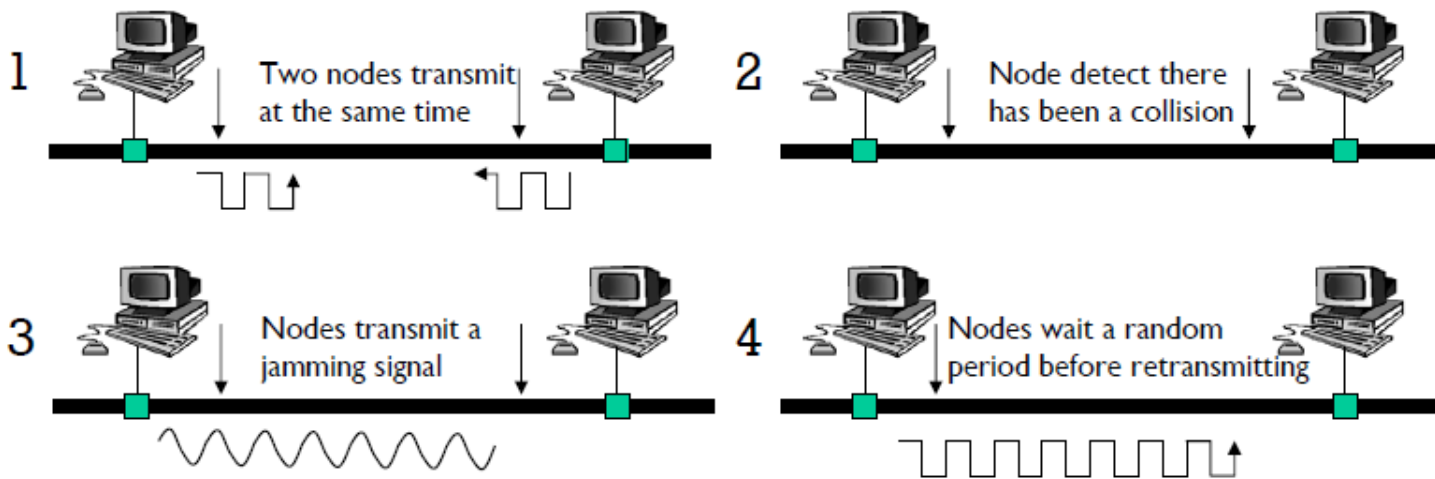
- 802.11与以太网的区别（**多址接入共享信道**）

IEEE 802.3的以太网采用载波侦听/冲突检测
(CSMA/CD) 进行媒体访问控制

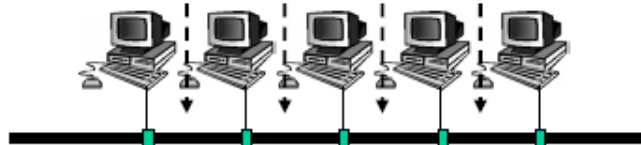
- **CS: Carrier Sense**, 先进行载波侦听, 只在媒体空闲时发送
- **MA: Multiple Access**
- **CD: Collision Detection**, 发送的同时监测信道, 检测到冲突后立刻停止发送
- 以太网中先发生冲突, 再处理（**电压变化**）
- 无线中不能在发射同时检测冲突（**其发射信号强度远大于其它信号, 故无法检测**）

以太网CSMA/CD

是一种随机争用的
媒体访问控制方法



All computers have access to a common bus at the same time

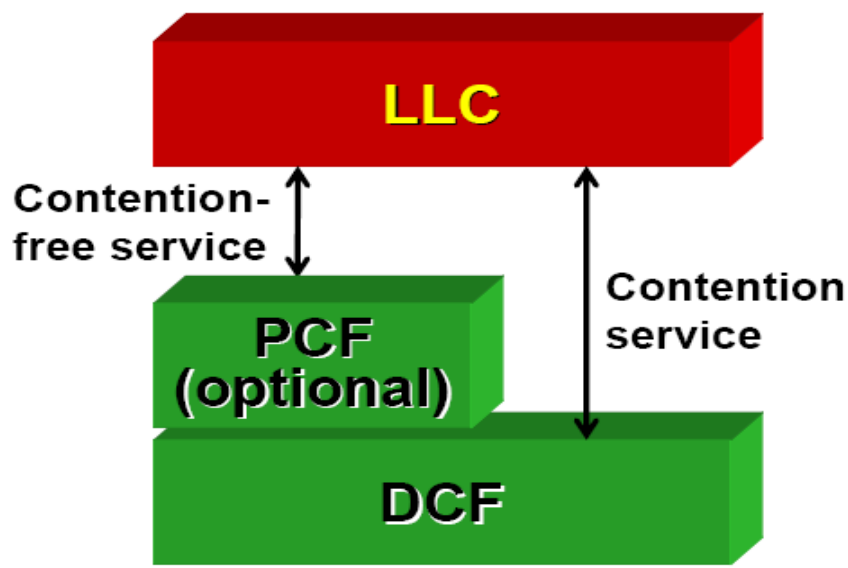
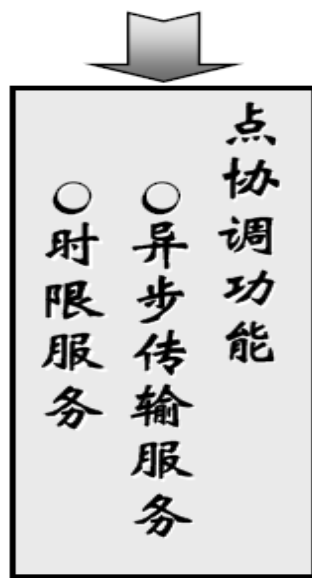


802.11媒体访问控制

- 基于CSMA/CA的强制基本功能
- 避免隐藏终端问题的可选功能

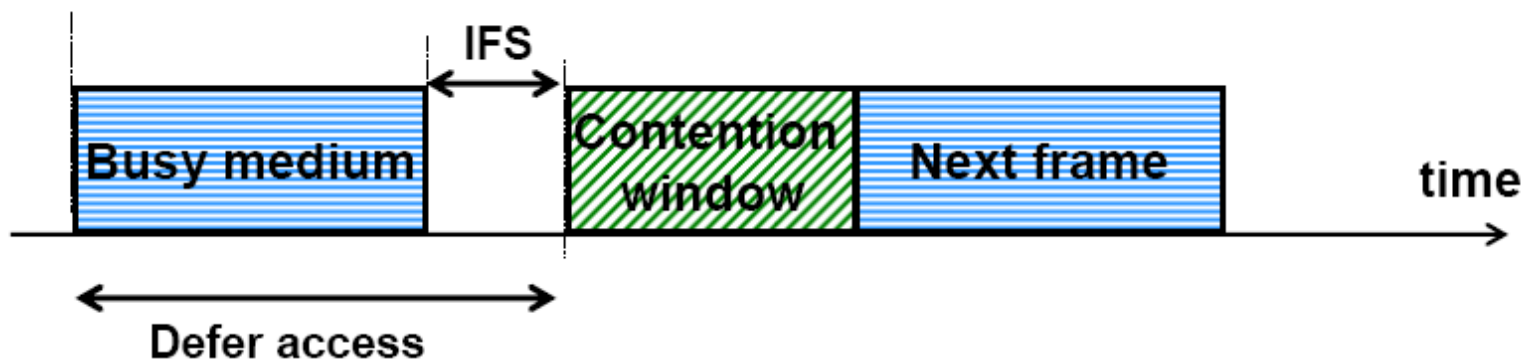


- 时限服务的无冲突polling方法

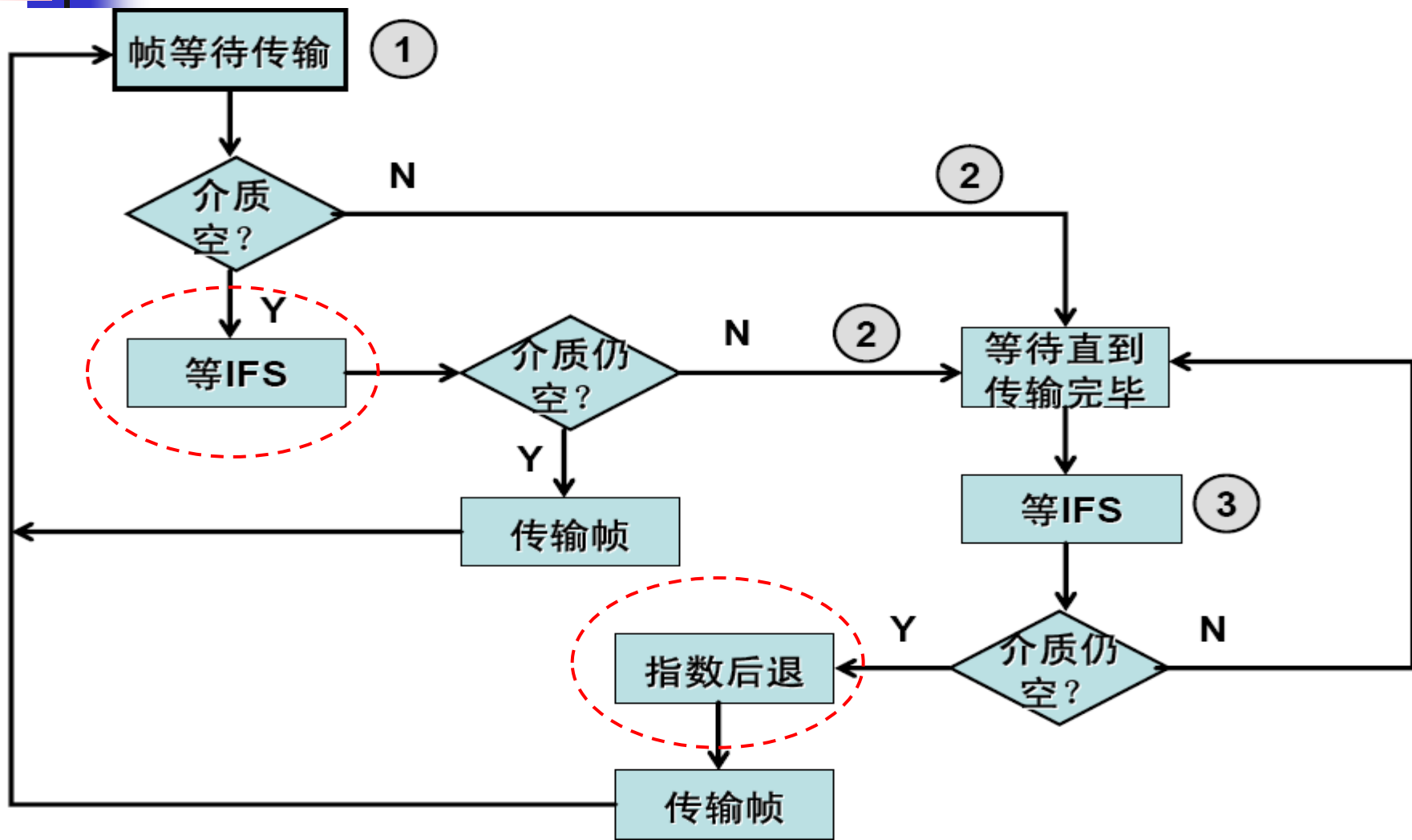


CSMA/CA

- 载波侦听 (CSMA)
 - 如果介质为空, 则节点传输帧
 - 如果介质忙, 则等待
- 冲突避免 (CA)
 - 退让算法
 - 优先级确认协议



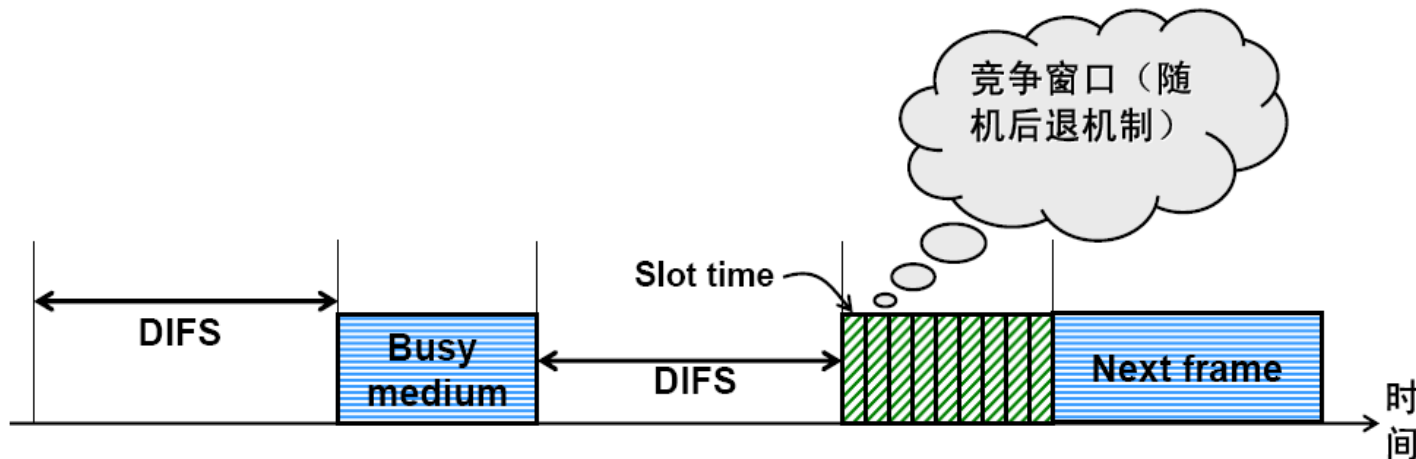
CSMA/CA算法



使用后退过程延迟发送的目的在于避免多个站点同时传输引起的冲突

CSMA/CA等待和后退过程

- 当**空闲时间 IFS**，立即传输
- 当介质忙，延迟直到当前传输结束+IFS时间
- 开始**随机后退**（竞争）过程
 - 选择一个随机数（0，Cwindow）
- 后退过程中介质为忙时挂起backoff过程
- 在当前帧传输结束后恢复后退过程

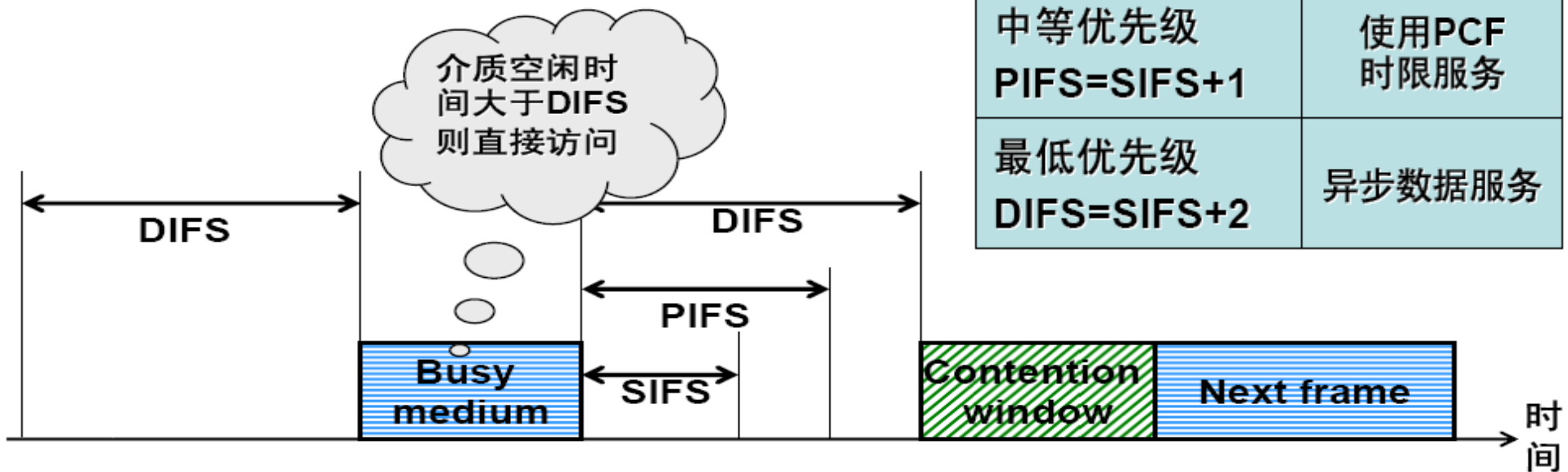


CSMA/CA等待和后退过程

用不同的帧间隔来定义优先级-控制等待时间的参数

- SIFS (Short IFS)
- PIFS (PCF IFS)
- DIFS (DCF IFS)

优先级	用途
最高优先级 SIFS	◇ACK ◇CTS ◇轮询响应
中等优先级 PIFS=SIFS+1	使用PCF 时限服务
最低优先级 DIFS=SIFS+2	异步数据服务

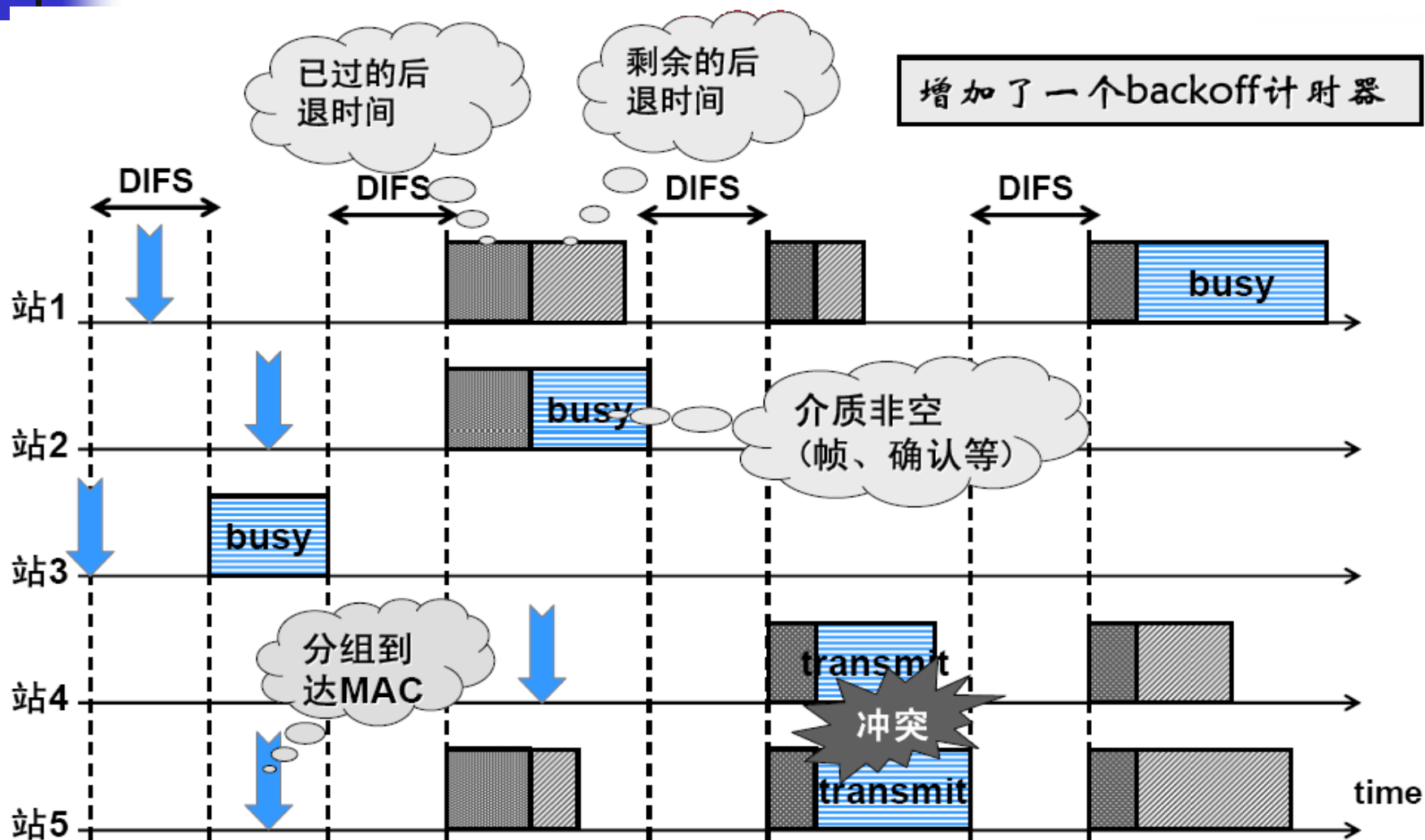




CSMA/CA是否公平？

- 如果介质忙，则节点必须等待DIFS，然后进入竞争阶段；
- 每个节点在竞争窗口中选择一个随机backoff时间，延迟这段时间访问介质；
- 如果随机等待时间过后，介质仍然为空，则节点可立即访问介质；
- 如果介质为忙？
 - 重新开始新一轮竞争
 - 每个节点在下一次竞争时具有**同样的发送数据机会**

CSMA/CA是否公平？ - 改进

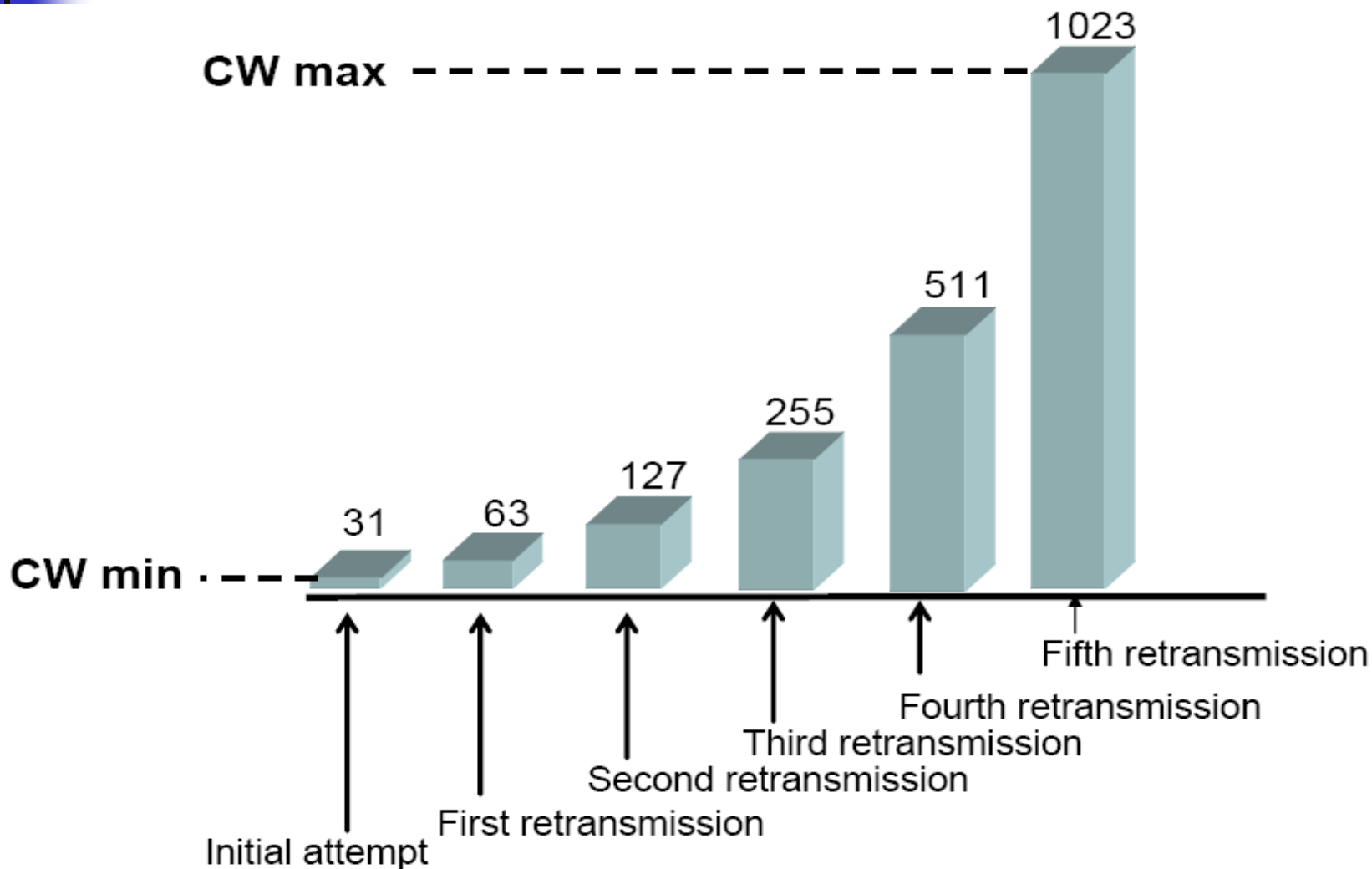




改进-指数后退算法的由来

- 当网络负载大时
 - 竞争窗口越小，站点选择的随机值越接近
导致太多冲突
- 当网络负载轻时
 - 竞争窗口越大，站点等待时间越长
导致不必要的延迟
- 指数后退算法
 - 竞争窗口初始化为某个最小值，发生冲突时加大窗口，直到达到最大值

改进-指数后退算法的由来(2)



带有RTS/CTS的扩展DCF

- RTS/CTS机制
 - 机制的使用是可选的
 - 每个802.11节点必须实现该功能
- 明确预留信道
 - 发送者发送短的RTS（请求发送）
 - 接收者用短的CTS（清除发送）
 - CTS为发送者预留了带宽同时通告所有的站点（包括隐藏站点）
 - RTS/CTS长短很短，冲突的概率小
- 避免“隐藏”终端冲突

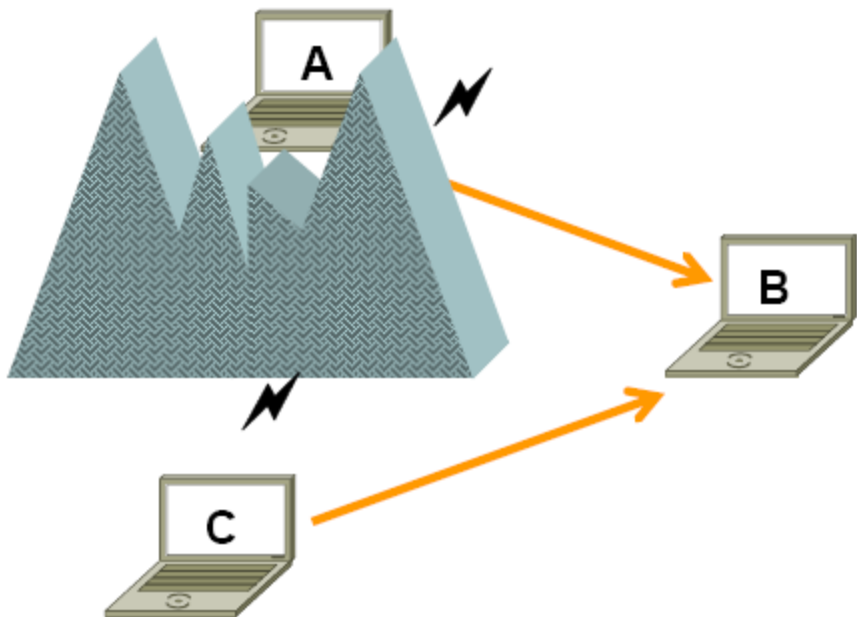
◇接受者地址
◇发送数据帧时间
◇发送ACK时间

针对“隐藏节点”问题

如何解决“隐藏节点”问题？

- 隐藏终端：A和C互不知道
 - 障碍物导致信号衰减
 - 如果多余两个节点同时发送将在B处冲突

△和C发送长报文冲突将导致带宽的浪费

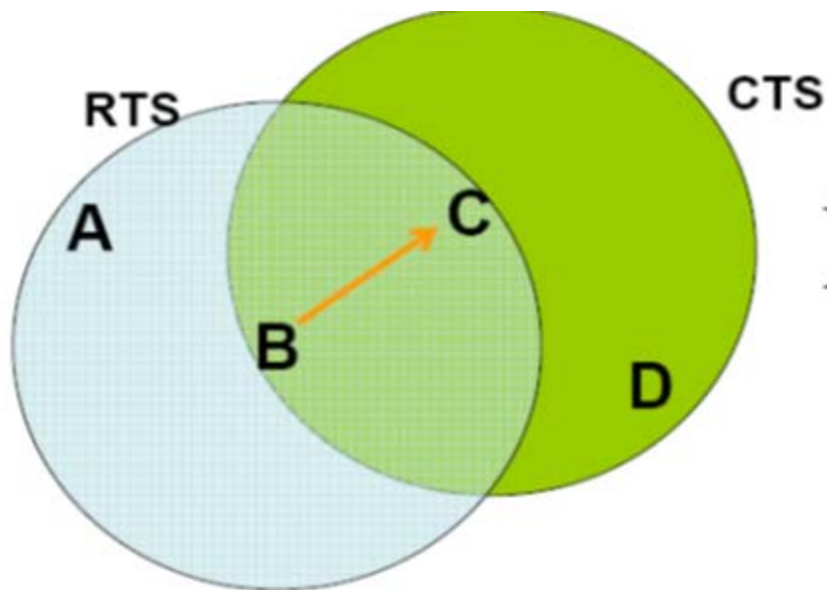


解决办法：通过短的控制分组预留带宽

冲突

用RTS/CTS解决隐藏节点问题

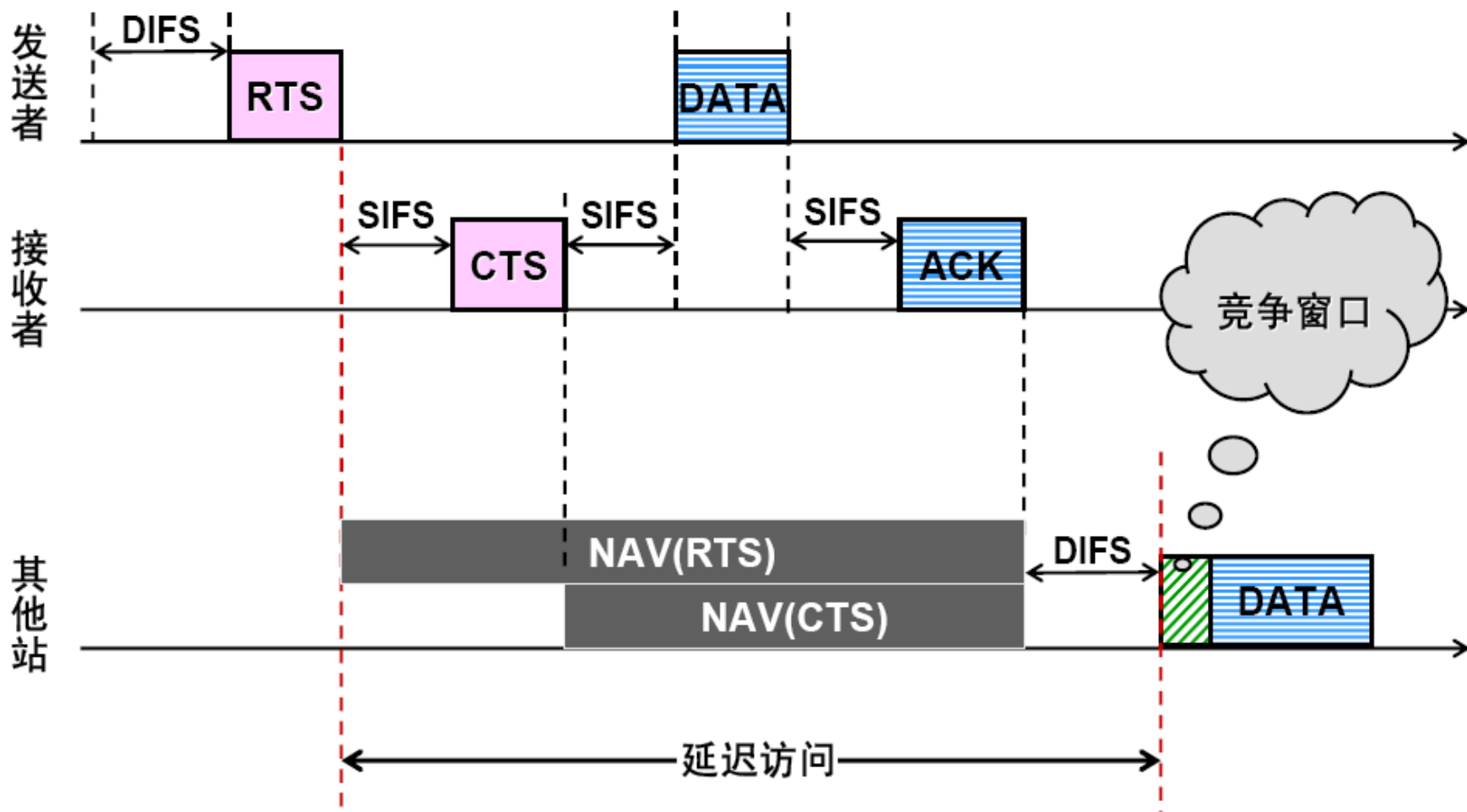
- ◇ 侦听RTS
- ◇ 等待足够长时间
- ◇ 被请求的站点以CTS响应



- ◇ 侦听CTS
- ◇ 等待足够长时间

侦听到RTS → 发送者在附近
侦听到CTS → 接收者在附近

用RTS/CTS解决隐藏节点问题



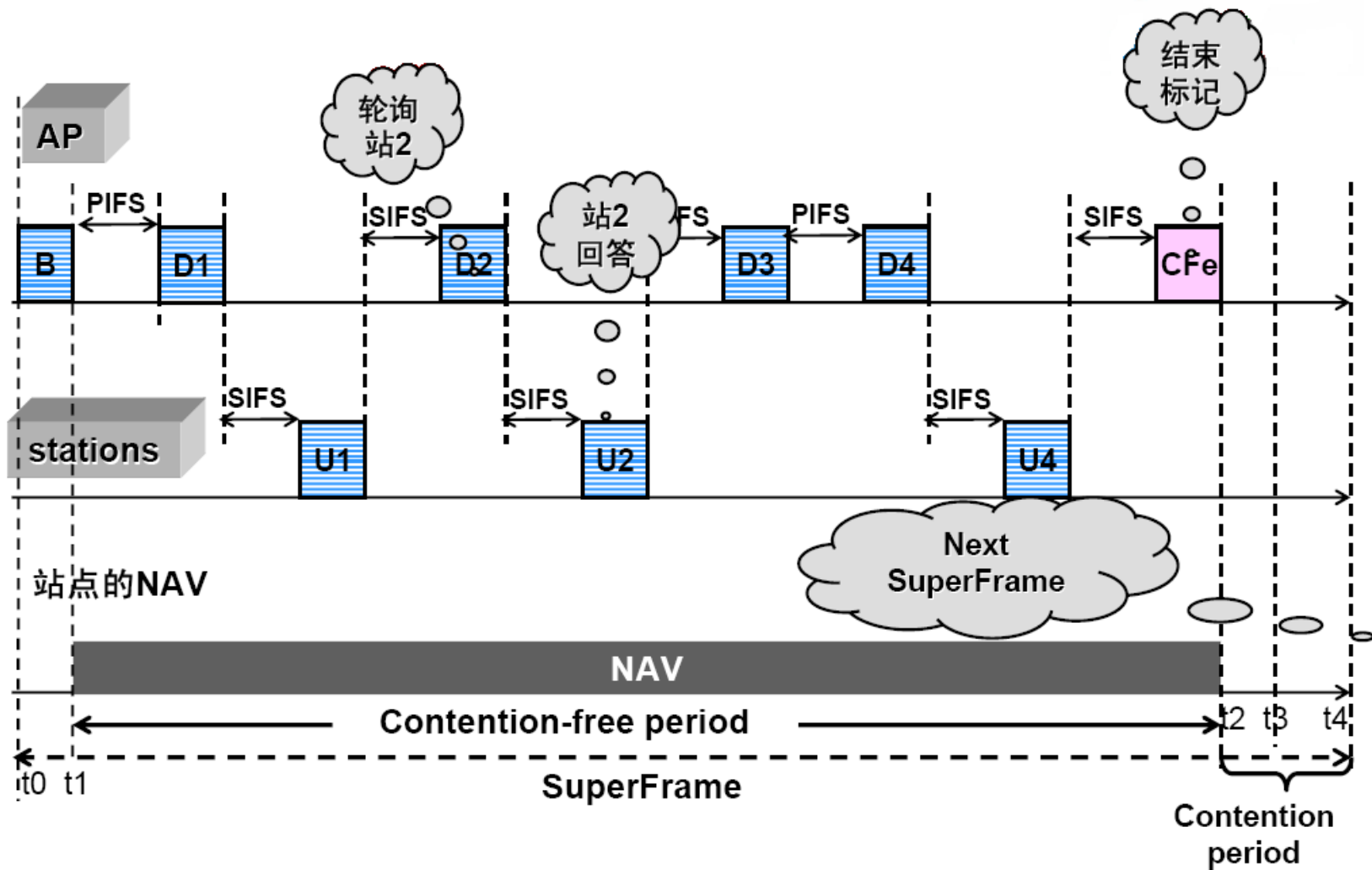


带有轮询的PCF

- 适用于**实时（语音、视频）数据**传送需求
- 超帧（super frame）
 - 无竞争阶段（PCF）
 - 竞争阶段（适用于两种DCF访问控制）
- 需要一个集中的轮询站点
 - 以循环的方式轮询所有配置成polling的站点
 - 被询问的站点利用SIFS返回响应
 - 如果收到响应，则等待PIFS后发出另一个polling
 - 如果没有收到响应，则polling其他站

点协调功能：**point coordination function**

带有轮询的PCF





End of Chapter 3.2



西北工業大學

NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY