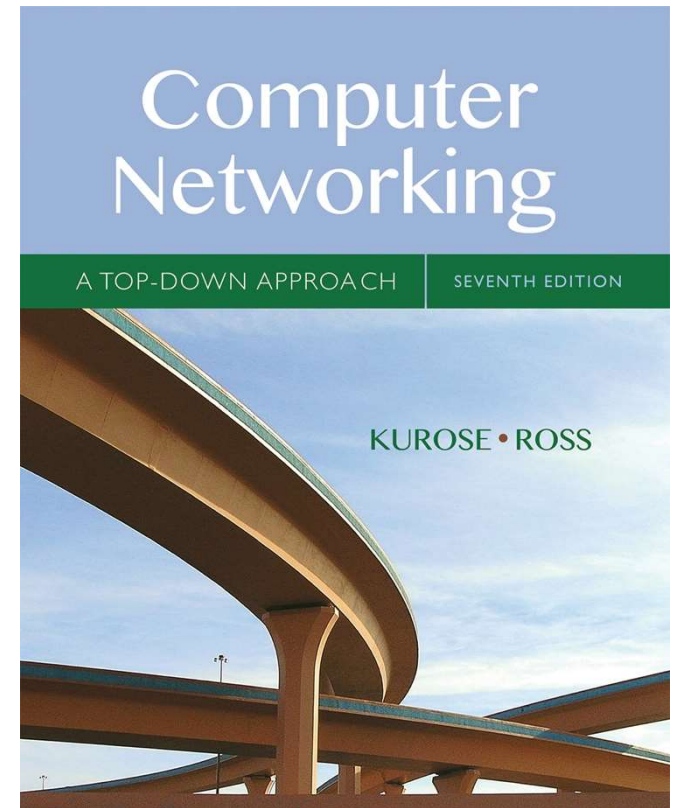


补课内容2

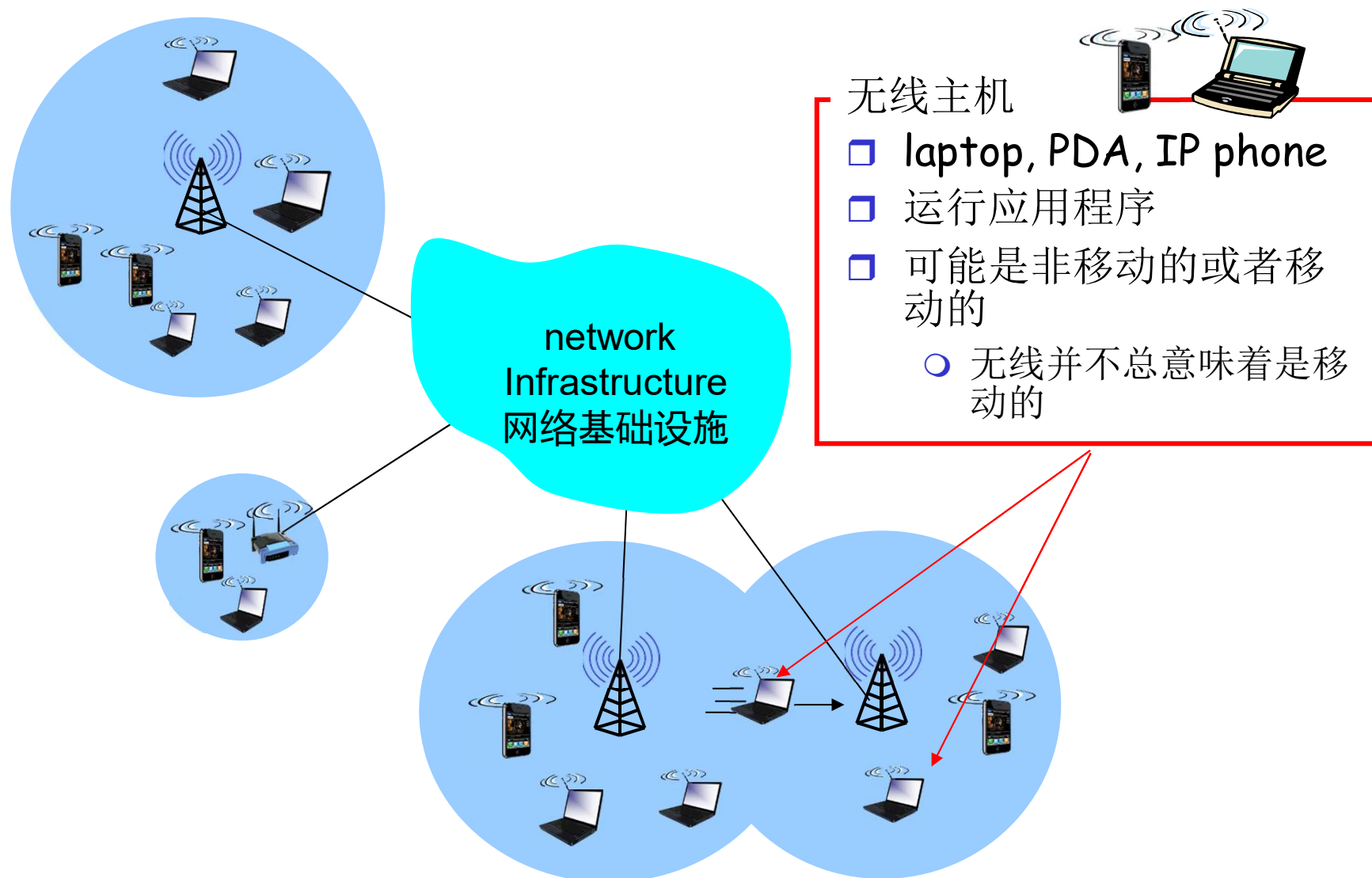
802.11CSMA/CA

中国科学技术大学
自动化系 郑烱
改编自Jim kurose, Keith Ross

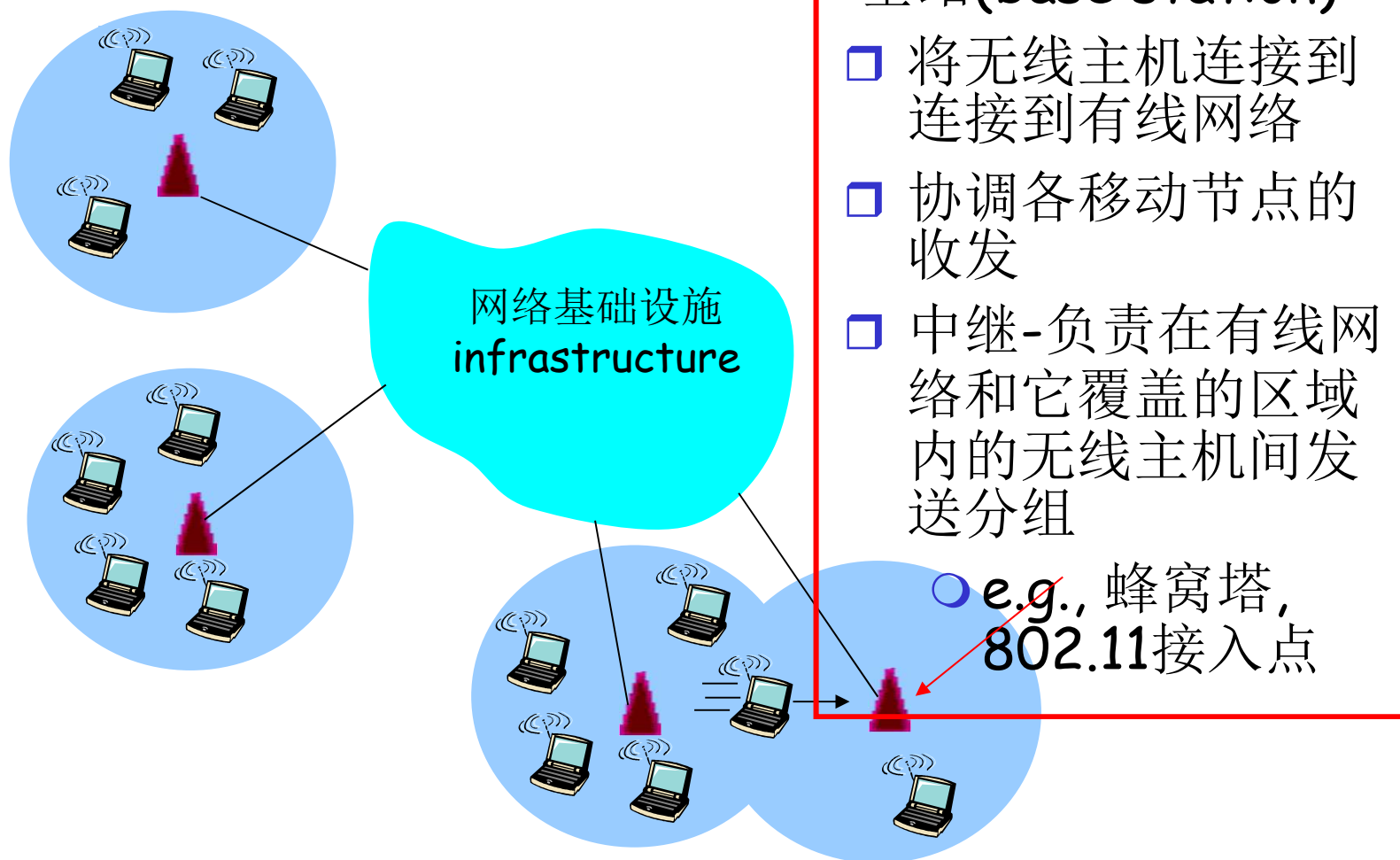


*Computer
Networking: A
Top Down
Approach*
7th edition
Jim Kurose, Keith Ross
Pearson/Addison Wesley
April 2016

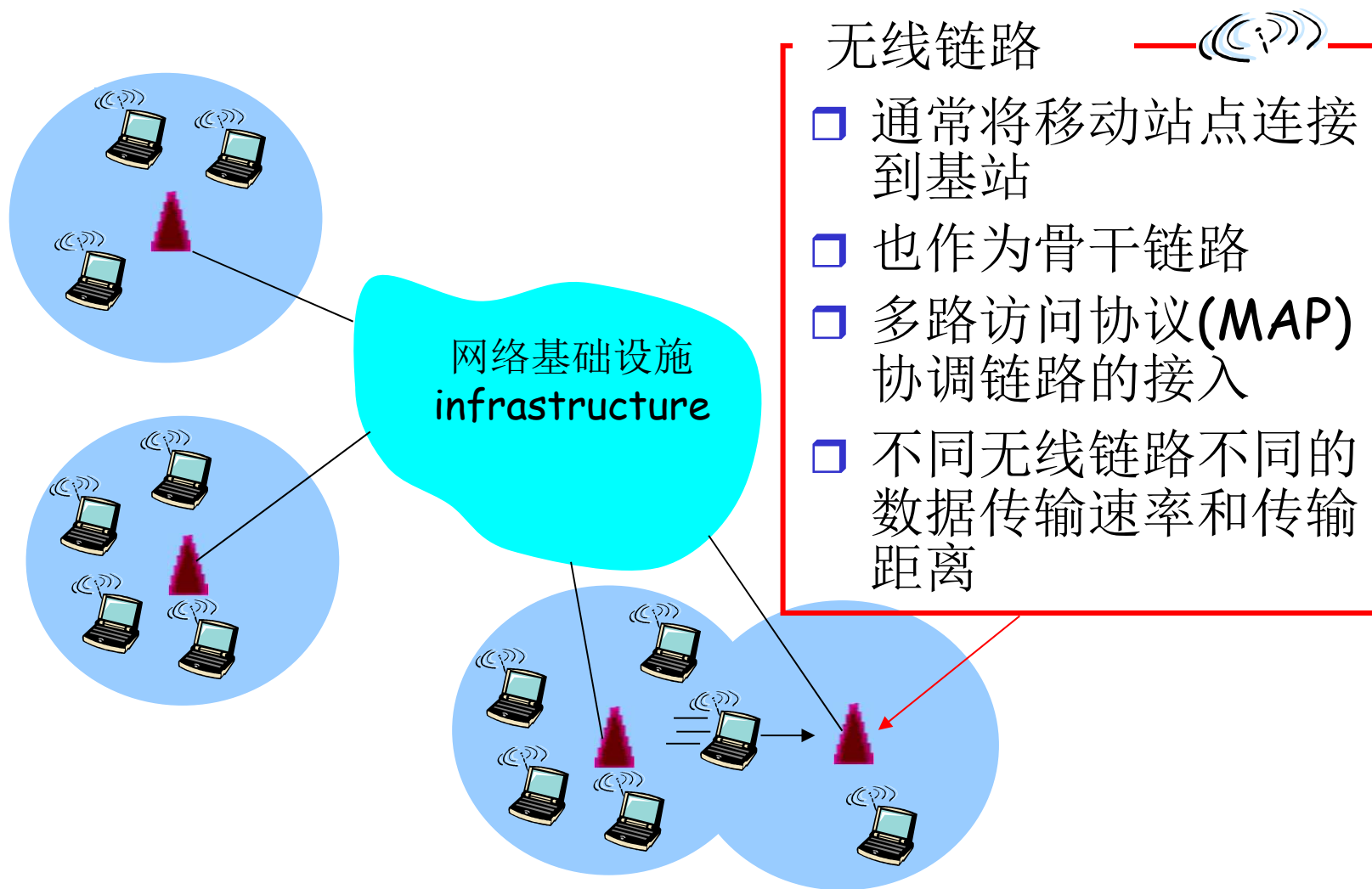
无线网络中的组件



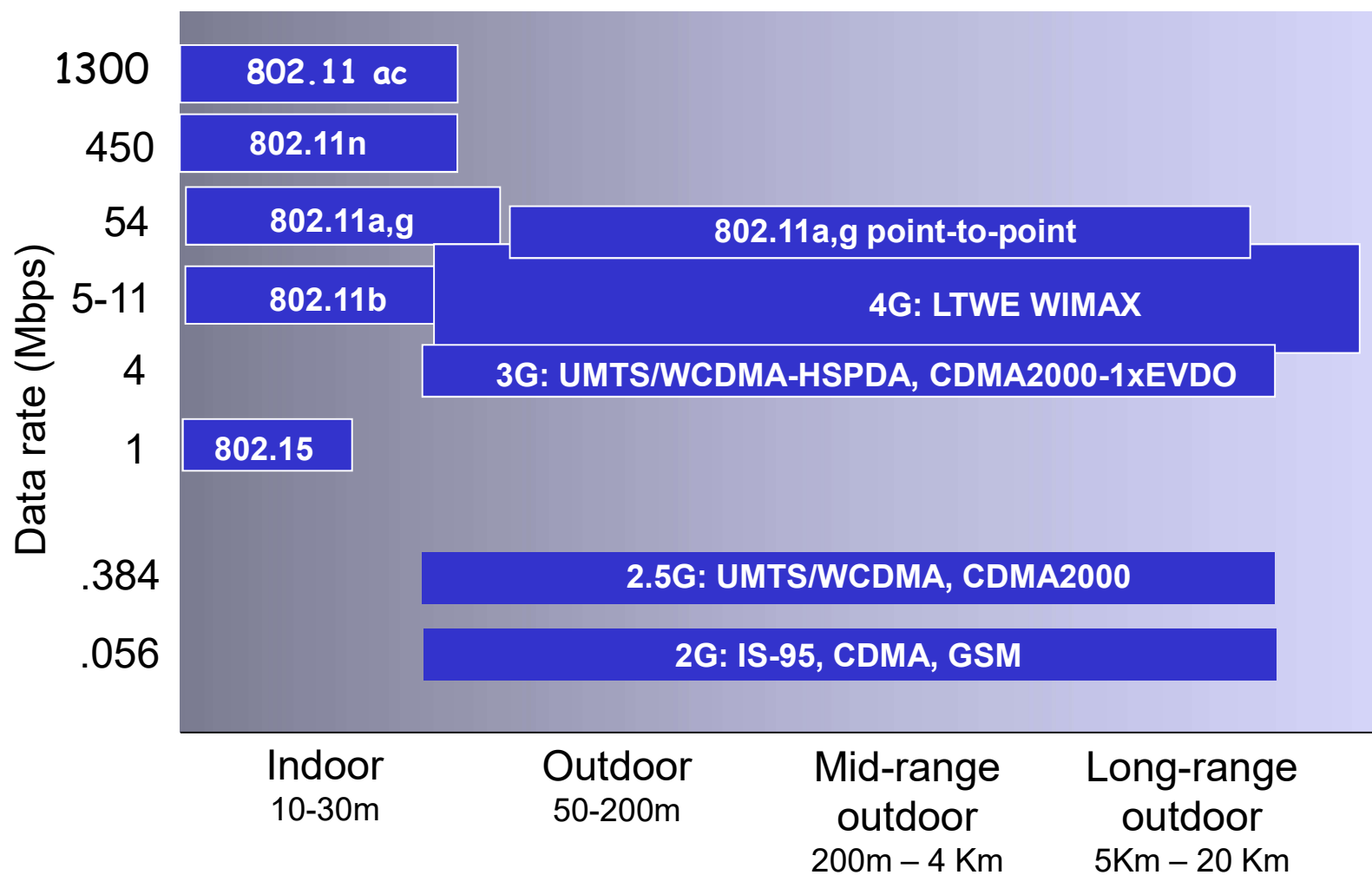
无线网络中的组件



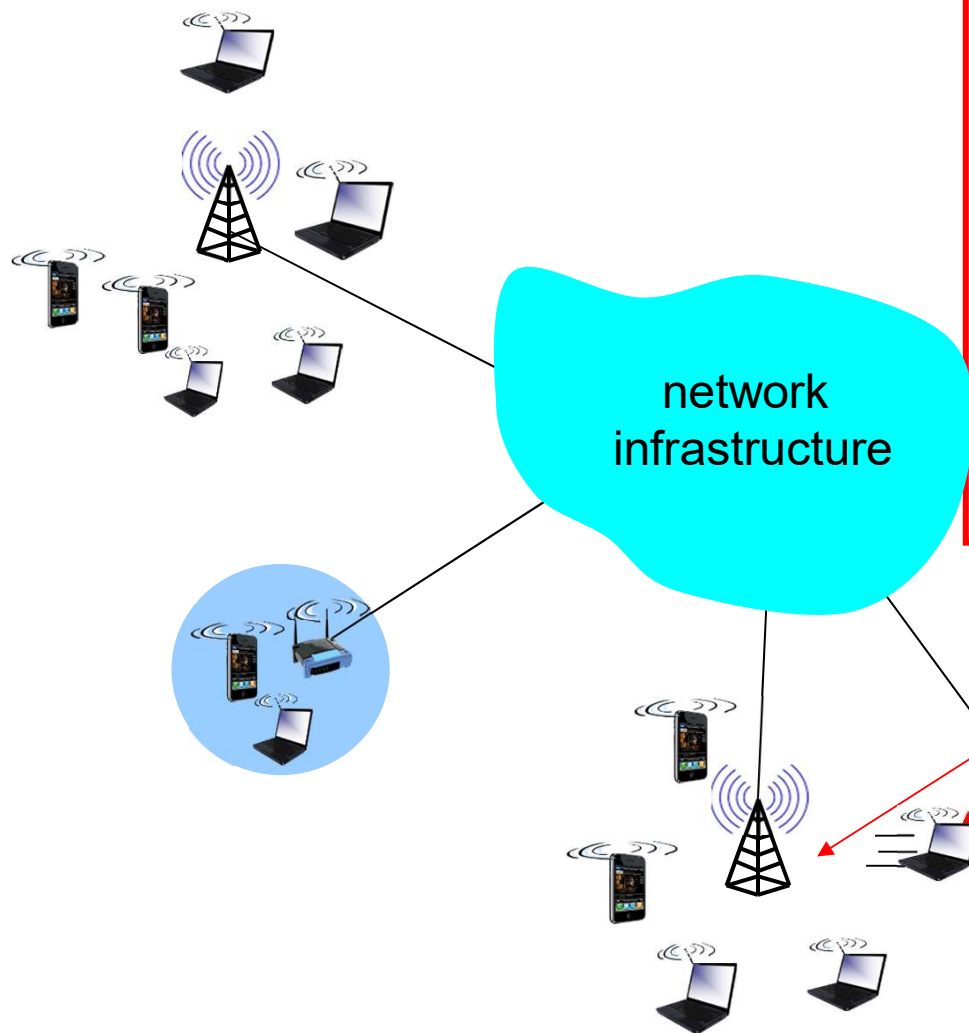
无线网络中的构件



一些无线链路标准的特性



无线网络中的构件

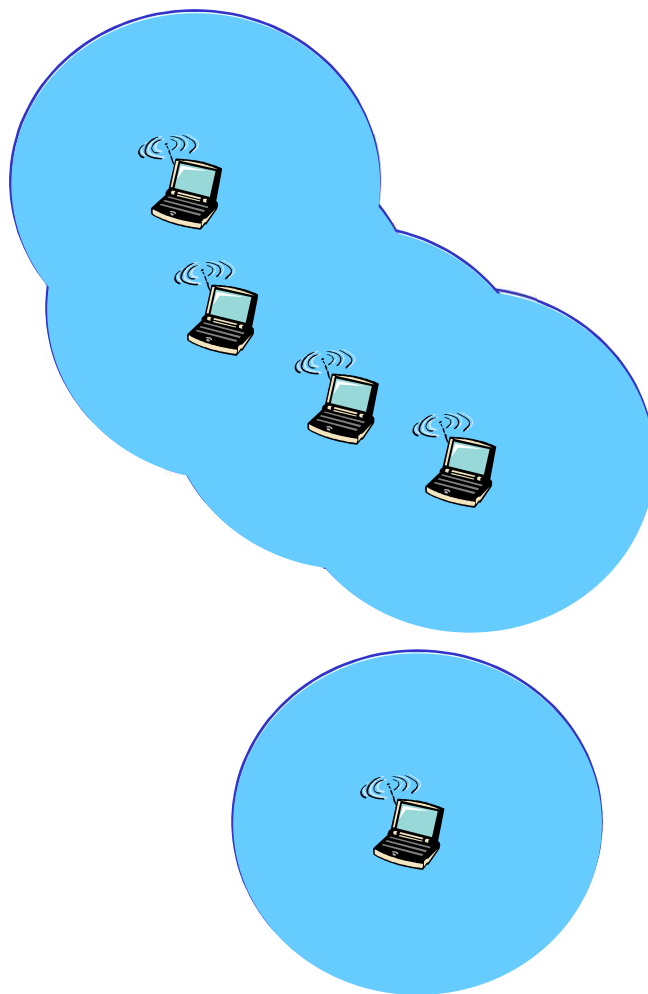


基础设施模式

- ❑ 基站将无线节点连接到有线网络中
- ❑ 移动节点之间不直接通信
- ❑ 切换**handoff**: 移动节点改变接入的基站（通过它连接到有线网络）

- 如何找到移动中的站点在当前网络中的位置？
- 移动到其他网络后，如何找到它的位置？
- 编址：移动透明性
- 如何在移动中保持**TCP**会话不中断？

无线网络中的构件



自组织模式(ad hoc mode)

- 没有基站这样的基础设施
- 节点只可以在其链路覆盖范围内将数据传输给其他节点
- 节点组织自己成为一个网络中：相互路由

我们关注：基础设施模式

无线网络分类

重点

	单跳	多跳
基于基础设施 (e.g., APs)	主机连接到基站 (WiFi, WiMAX, cellular) 通过基站连接到 Internet	主机可能不得不通过其他多个无线节点的中继来连接到更大的 Internet: <i>mesh net</i> 无线网状网络
无基础设施	没有基站, 也不连接到更大的 Internet (Bluetooth, ad hoc nets) 一个站点协调其他节点的传输	无基站, 也不连接到更大的 Internet. 可能不得不借助中间节点的中继到达目标节点 MANET, VANET

无线链路特征(1)

与有线链路的重要差别表现在：

- **衰减的信号强度：**无线电磁波信号在通过物体（即使是开放空间时）时衰减(路径损耗)
 - ✓ 随着距离的平方成反比，和物体材料性质有关
 - ✓ 而在有线导引型介质中，任何2点的信号强度变化不是那么大
- **来自其他信号源的干扰：**
 - ✓ 标准无线网络频率 (e.g., 2.4 GHz) 与其它设备如无绳电话共享频段，相互干扰；
 - ✓ 环境中的电磁噪声 (motors) 干扰
- **多路径传播：**无线电磁波信号在物体表面和地面反射，到达目标端的时间会有轻微的差别，让信号变得模糊
 - ⑩ 源和目标之间有移动中的物体，多路径的传播时间会变化

.... 这些因素使得在无线链路上通信（即使是点到点的通信）变得更加“困难”

无线链路特征(2)

□ SNR: 信噪比

- $20\lg(S/N)$ 分贝
- 更大的SNR - 更容易从噪声中提取信号(“好事情”)

□ BER: 比特出错率

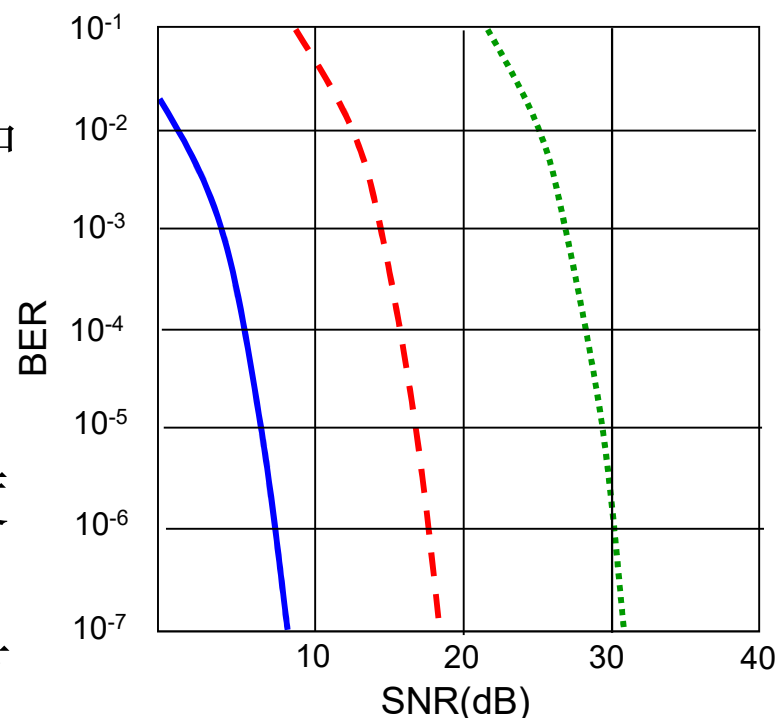
□ SNR 与 BER 权衡

- 给定调制方案: 增加信号强度
→增加SNR→降低 BER

- 给定SNR: 对于给定的调制方案, 高速率具有较高的BER

⑩ SNR 可以随着移动性的变化而变化: 给定信道条件, 自适应调整物理层调制方案(调制技术和速率)

⑩ 能够接收BER的情况下, 尽可能快传

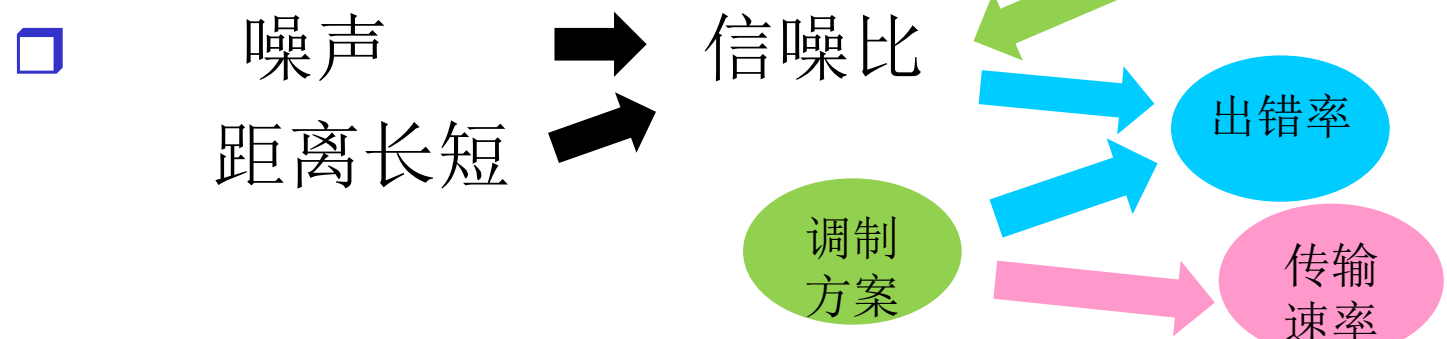


..... QAM256 (8 Mbps)

- - - QAM16 (4 Mbps)

— BPSK (1 Mbps)

无线通信中的控制手段



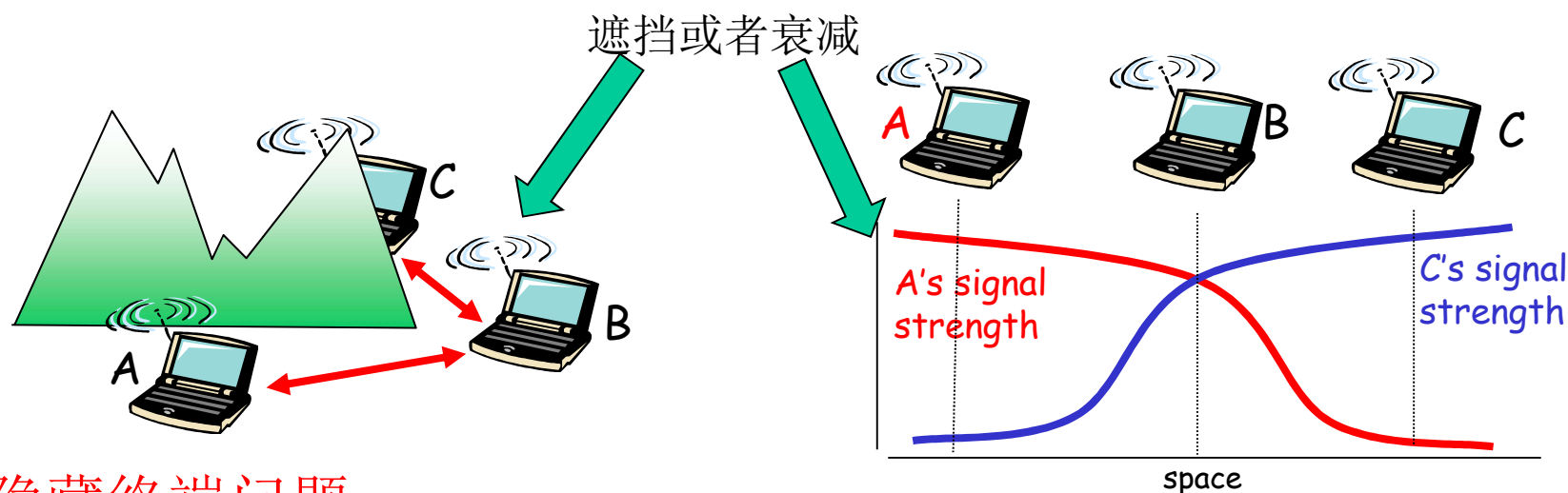
控制目标：出错率可接收的情况下，减少能量支出，提高数据传输速率

控制方案：

- 不改变调制方案情况(速度不变)下，增或减信号强度（能耗），使得出错率可接受
 - ⑩ 不改变传输速率；减少出错率（增加信号轻度） or 减少能量支出（可能增加出错率）
- 不改变SNR（不变能耗），改变调制方案（速率），出错率可控
 - ⑩ 增加速率（出错率可接受情况下）或者降低 出错率（通过降低调制方案，降低速率方式）

无线网络特征

多个无线发送端和接收端带来的一些附加问题 (不仅仅是多路接入的问题):



隐藏终端问题

- ❑ B, A可以相互听得到
- ❑ B, C可以相互听得到
- ❑ A, C不能相互听到, 意味着A, C可能意识不到他们在B附近的相互干扰

信号衰减

- ❑ B, A相互听得到
- ❑ B, C相互听得到
- ❑ A, C可能听不到它们在B附近的信号强度足以造成相互干扰

无线链路对组网所带来的问题还包括:
: 暴露终端问题

IEEE 802.11 Wireless LAN

❑ 802.11b

- 使用无需许可的2.4-5 GHz 频谱
 - ✓ 无绳电话和微波炉
- 最高11 Mbps
- 在物理层采用直接序列扩频
direct sequence spread spectrum (DSSS)
 - ✓ 所有的主机采用同样的序列码

不同：速率，物理层

相同：MAC, 帧格式

❑ 802.11a

- 更高频率5-6 GHz
- 最高54 Mbps
- 距离相对短，受多路径影响大

❑ 802.11g

- 频率2.4-5 GHz
- 最大54 Mbps
- 与802.11b向后兼容

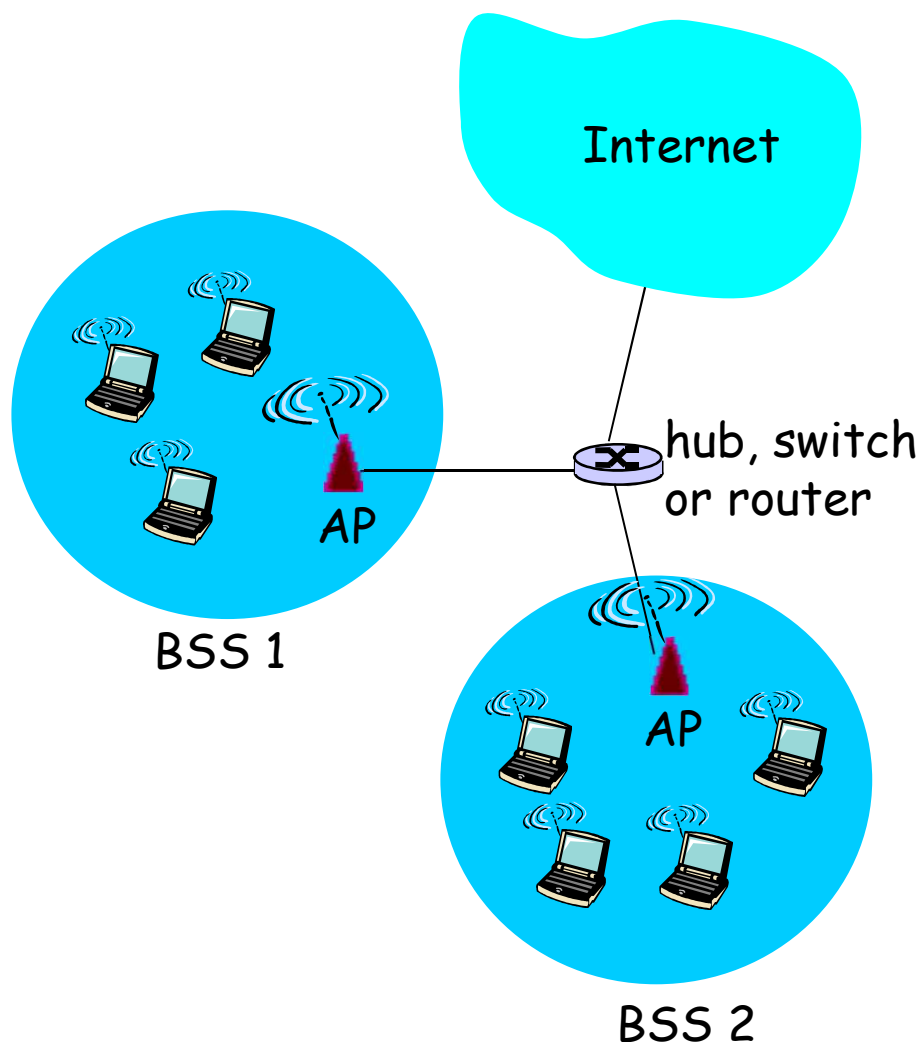
❑ 802.11n: 多天线MIMO

- 频率2.4-5 GHz
- 最高200 Mbps

❑ 所有的802.11标准都是用CSMA/CA进行多路访问

❑ 所有的802.11标准都有基站模式和自组织网络模式

802.11 LAN 体系结构

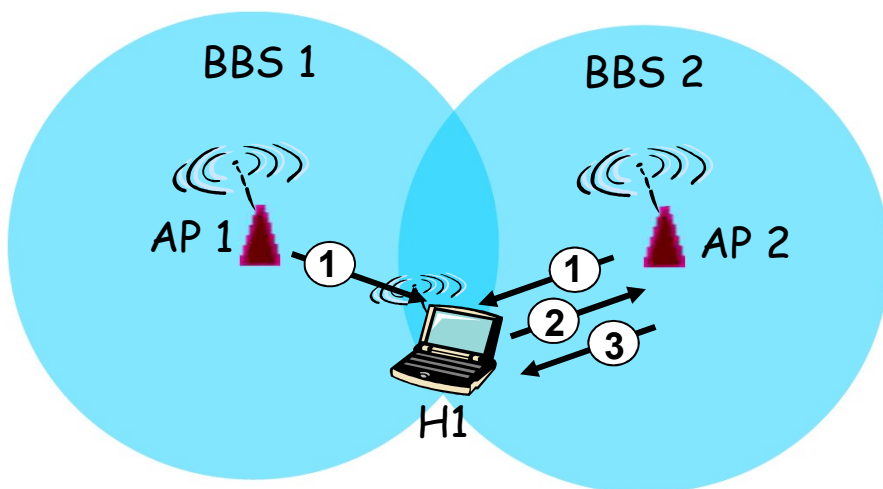


- 无线主机与基站通信
 - 基站 **base station** = 接入点 **access point (AP)**
- 基础设施模式下的 **基本服务集 Basic Service Set (BSS)** (aka "cell") 包括以下构件:
 - 无线主机
 - 接入点 **(AP)**: 基站
 - 自组织模式下: 只有无线主机

802.11: 信道与关联

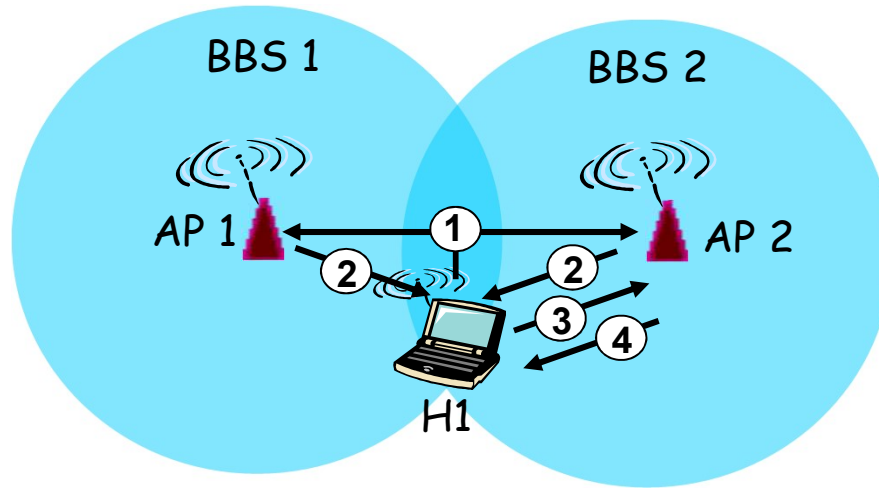
- ❑ 802.11b: 2.4GHz-2.485GHz 频谱被分为11个相互不同的但是部分重叠的频段
 - AP管理员为AP选择一个频率
 - 可能的干扰: 邻居AP可能选择同样一个信道!
- ❑ 主机: 必须在通信之前和AP建立*associate*
 - 扫描所有的信道, 侦听包含AP SSID和MAC地址的信标帧
 - ✓ 主动扫描: 主机发送探测, 接受AP的响应
 - ✓ 被动扫描
 - 选择希望关联的AP
 - 可能需要执行鉴别 (认证) [Chapter 8]
 - ✓ 基于MAC、用户名口令
 - ✓ 通过AP的中继, 使用RADIUS鉴别服务器进行身份鉴别
 - 将会执行DHCP获得IP地址和AP所在的子网前缀

802.11: 被动/主动扫描



被动扫描:

- (1) AP发送信标帧
- (2) 关联请求帧的发送: H1向拟关联的AP
- (3) 关联响应帧的发送: AP向H1

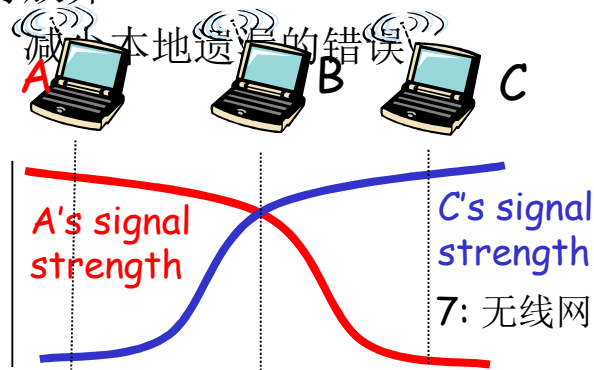
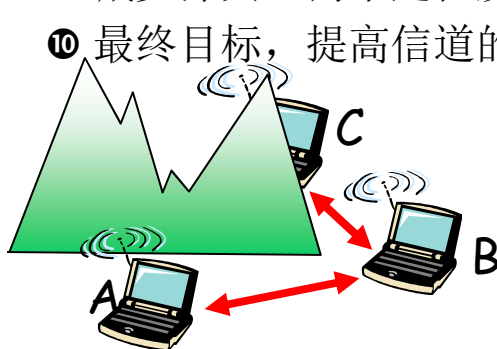


主动扫描:

- (1) H1广播探测请求帧
- (2) 自AP发送探测响应
- (3) H1向选择的AP发送关联请求帧
- (4) 选择的AP向H1发送关联的响应帧

IEEE 802.11: MAC问题

- ❑ 冲突: 2+ 站点 (**AP**或者站点) 在同一个时刻发送
- ❑ 802.11: **CSMA** - 发送前侦听信道
 - 不会和其它节点正在进行的传输发生冲突
- ❑ 802.11: 没有冲突检测!
 - 由于被接受的信号相对于自身信号的强度太低, 所以在发送时, 接收通常很难 (冲突检测)
 - 不能够检测出所有的冲突: 冲突检测也没有意义
 - ⑩ 隐藏终端: 信号衰减
 - ⑩ 即使当前位置有冲突, 并不意味着发送是失败的; 无冲突, 也不意味着成功
 - 目标: **avoid collisions: CSMA/C(ollision)A(avoidance)**
 - ⑩ 一旦发送, 一股脑全部发送完毕, 而不是在这个过程中CD
 - ⑩ 减少冲突, 而不是在发生冲突时放弃
 - ⑩ 最终目标, 提高信道的利用率, 减少本地发送的错误



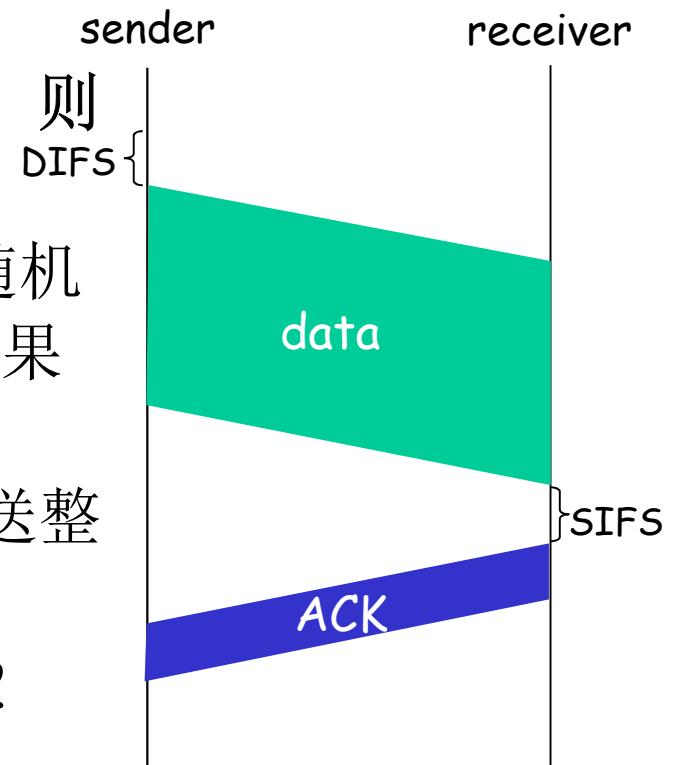
IEEE 802.11 MAC 协议: CSMA/CA

802.11 发送方

- 1 如果站点侦测到信道空闲持续**DIFS**长，则传输整个帧 (no CD)
- 2 如果侦测到信道忙碌，那么 选择一个随机回退值，并在信道空闲时递减该值；如果信道忙碌，回退值不会变化

到数到**0**时（只发生在信道空闲时）发送整个帧

如果没有收到**ACK**, 增加回退值，重复2



802.11 接收方

- 如果帧正确，则在**SIFS**后发送**ACK**

(无线链路特性，需要每帧确认；例如：由于隐藏终端问题，在接收端可能形成干扰,接收方没有正确地收到。链路层可靠机制)

IEEE 802.11 MAC 协议: CSMA/CA

- ❑ 在count down时，侦听到了信道空闲为什么不发送，而要等到0时在发送
 - 2个站点有数据帧需要发送，第三个节点正在发送
 - LAN CSMA/CD: 让2者听完第三个节点发完，立即发送
 - ✓ 冲突：放弃当前的发送，避免了信道的浪费于无用冲突帧的发送
 - ✓ 代价不昂贵
 - WLAN :CSMA/CA
 - ✓ 无法CD，一旦发送就必须发完，如果冲突信道浪费非常严重，冲突在无线网络中是一个严重的事件，代价高昂
 - ✓ 思想：尽量避免冲突，而不是在发生冲突时放弃然后重发
 - ✎ 如果2个站点等到信道空闲，马上发送，就会立即引起冲突
 - ✓ 听到发送的站点，分别选择随机值，回退到0发送
 - ✎ 不同的随机值，一个站点会胜利
 - ✎ 失败站点会冻结计数器，当胜利节点发完再发

IEEE 802.11 MAC 协议: CSMA/CA

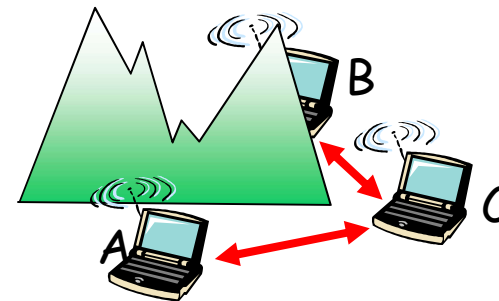
❑ 无法完全避免冲突

○ 两个站点相互隐藏:

- ⑩ A,B 相互隐藏, C在传输
- ⑩ A,B选择了随机回退值
- ⑩ 一个节点如A胜利了, 发送
- ⑩ 而B节点收不到, 顺利count down到0 发送
- ⑩ A,B的发送在C附近形成了干扰

○ 选择了非常靠近的随机回退值:

- ⑩ A,B选择的值非常近
- ⑩ A到0后发送
- ⑩ 但是这个信号还没到达B时
- ⑩ B也到0了, 发送
- ⑩ 冲突



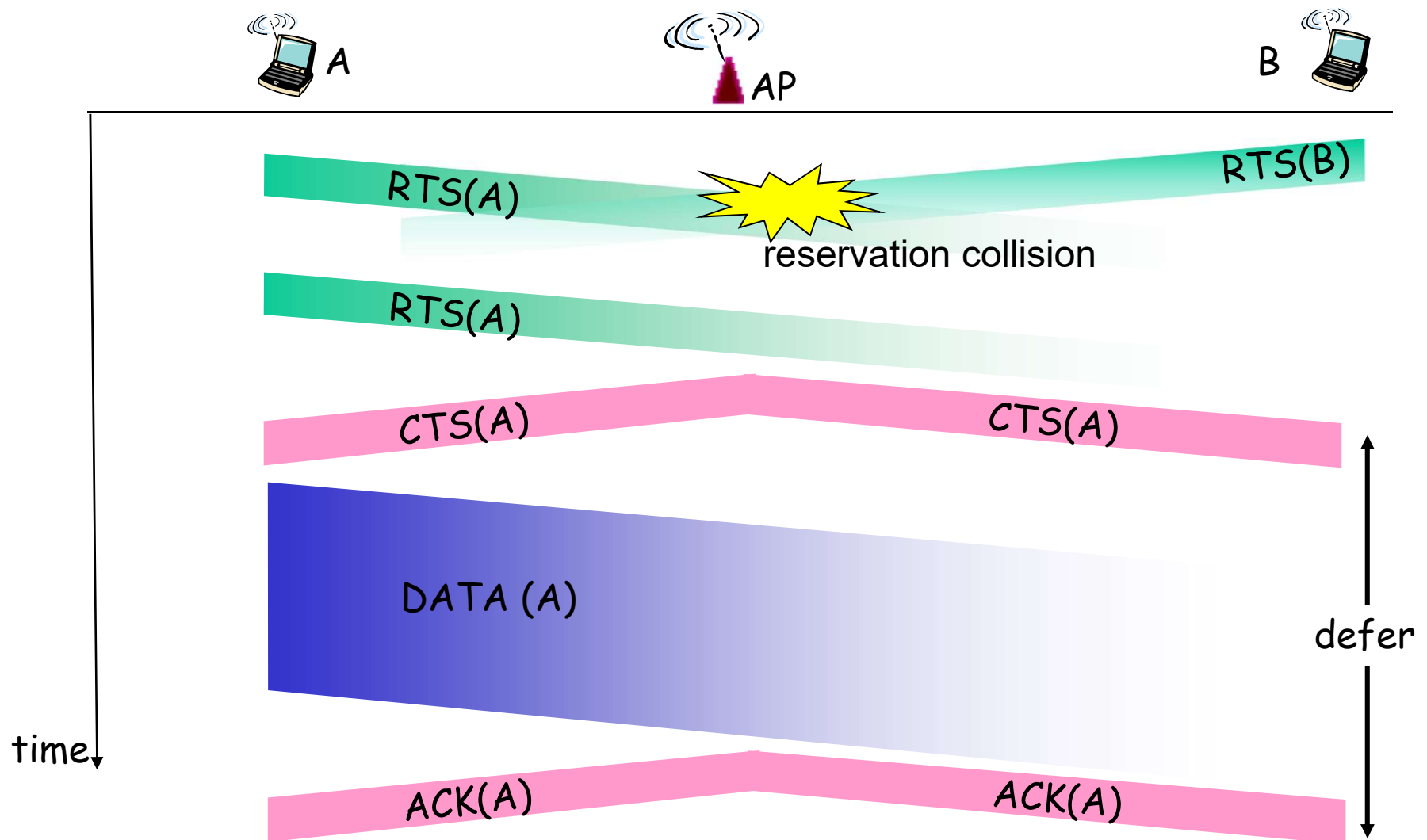
冲突避免(续)

思想: 允许发送方“预约”信道，而不是随机访问该信道：避免长数据帧的冲突（可选项）

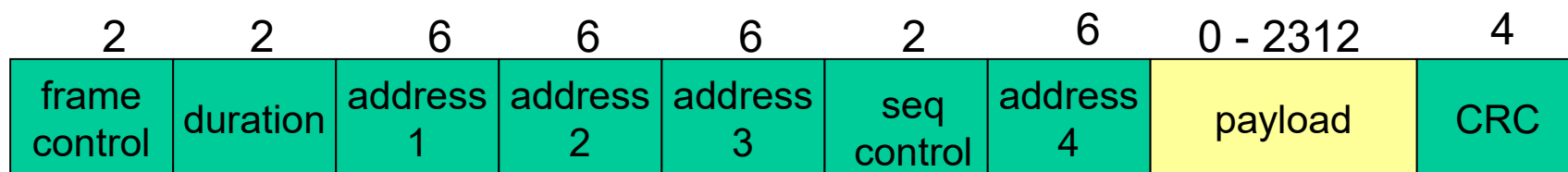
- 发送方首先使用**CSMA**向**BS**发送一个小的**RTS**分组
 - **RTS**可能会冲突（但是由于比较短，浪费信道比较少）
- **BS**广播 **clear-to-send CTS**，作为**RTS**的响应
- **CTS**能够被所有涉及到的节点听到
 - 发送方发送数据帧
 - 其它节点抑制发送

采用小的预约分组，可以完全避免数据帧的冲突

冲突避免：RTS-CTS 交换



802.11 帧：地址



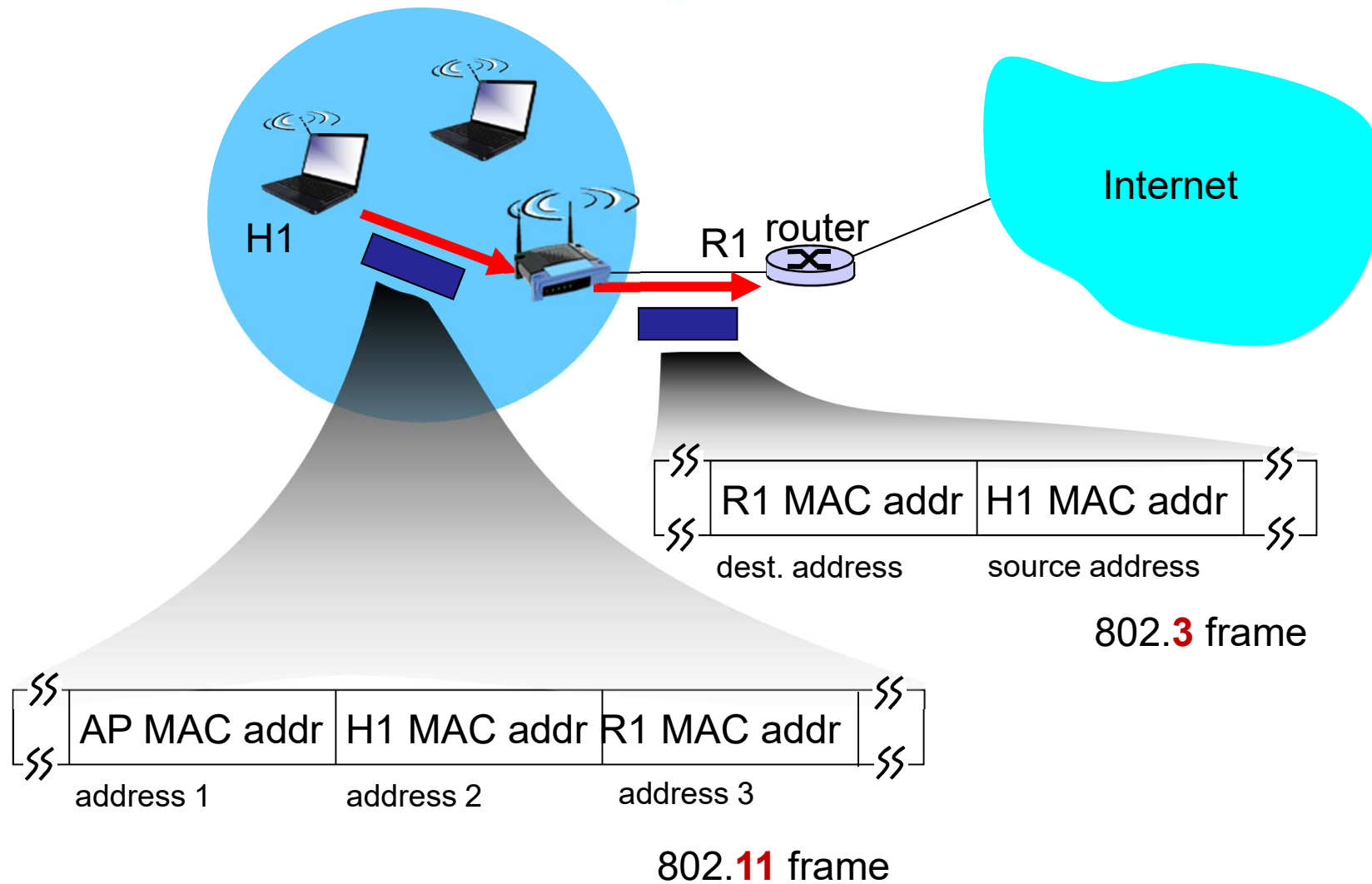
Address 1: 主机或者AP的MAC地址，指明帧的接收方

Address 2: 发送该帧的主机或者AP的MAC地址

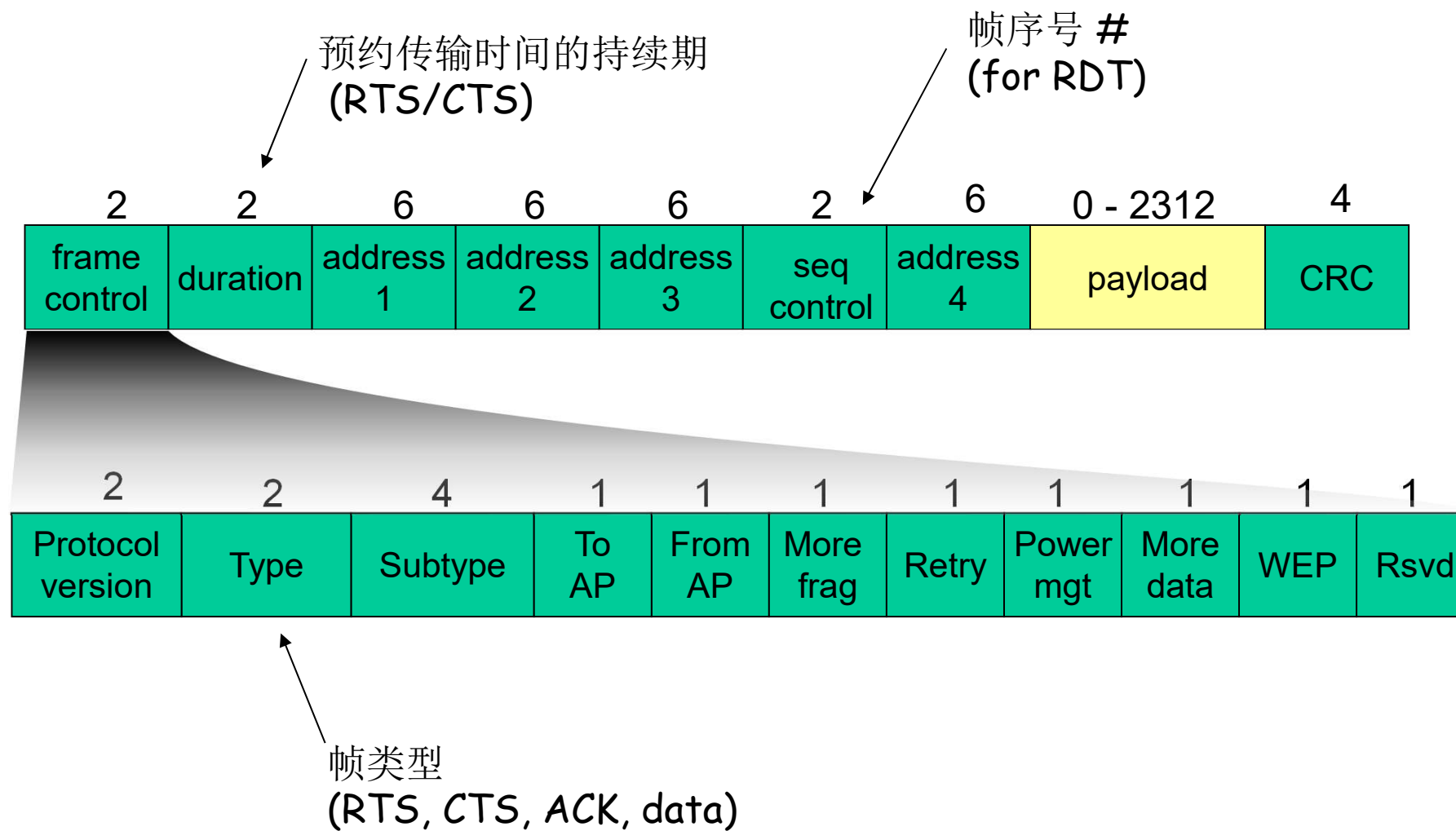
Address 3: AP连接的路由器接口的MAC地址

Address 4: 只在自组织模式中使用

802.11 帧: 地址

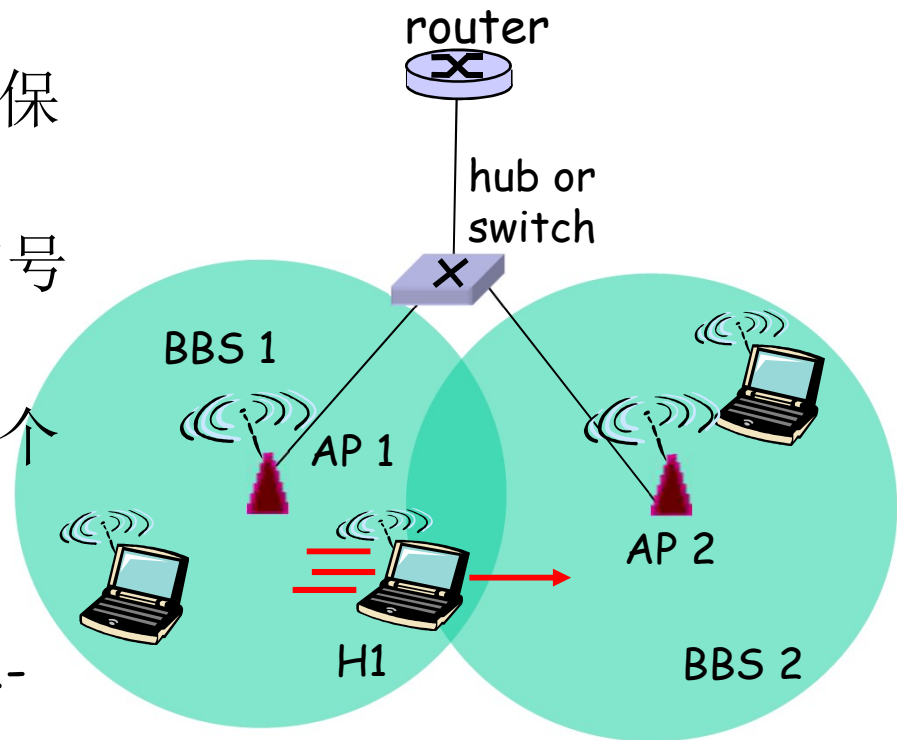


802.11 帧: 续



802.11: 在相同子网中的移动性

- ❑ H1在两个BSS间移动
- ❑ H1仍然在一个IP子网范围内: IP地址保持一致
- ❑ 如何在一个子网范围内移动中保持一个TCP连接
- ❑ H1原来由AP1关联, H1感知信号变弱, H1申请改由AP2关联
- ❑ 交换机侧: 如何知道采用哪一个AP关联H1?
 - 自学习(Ch.5)
 - 原来从sw的某个端口收到来自H1-AP1的帧, 记住mac-port的映射
 - 移动并切换到AP2后, H1与AP2关联, AP2以H1的源地址向SW发送一个广播帧, 让sw记住端口-mac地址的映射



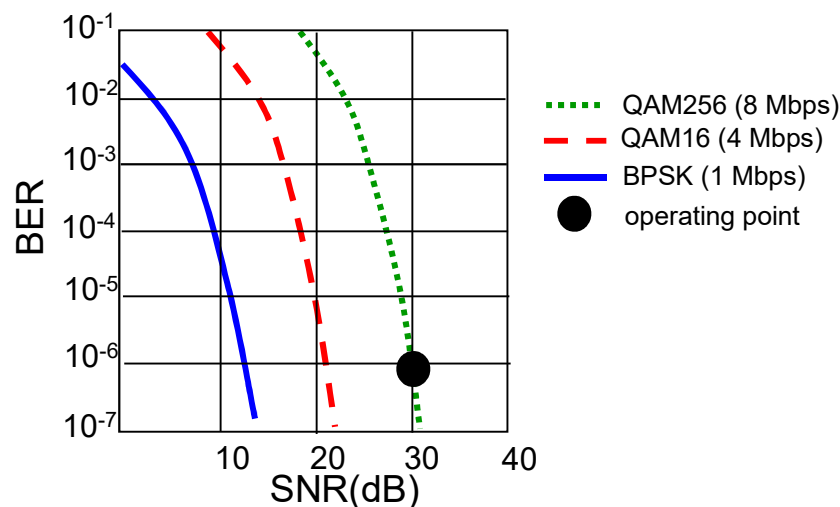
子网之间的移动性见7.6节

802.11: 高级能力

速率自适应

- ❑ 基站，移动主机动态变换传输速率(当移动站点移动从而SNR变化时，改变物理层调制技术)
 - 连续两个帧没有确认，降低
 - 连续10帧得到确认，提高
- ❑ 移动节点离基站近，SNR高，可用高速率调制技术，BER也很低
- ❑ 移动节点离基站远，SNR变低，如果还用原来的调制技术，速率很高但是BER很高难以接受
- ❑ 改变物理调制方案，降低速率，使得BER低到可接受

没有在802.11标准中规范，但是很多厂商使用了自己的方法实现这些功能



1. 当站点离基站越来越远时，SNR降低，BER增加
2. 当BER变得太高时，切换到低传输速率但是低的BER