



1. 移动 IP 中 CN 转发分组到 MN 时隧道的终点是 () ↵

(A) MN

(B) FA ↵

(C) HA

(D) MN 或 FA ↵

2. 移动 IP 隧道传输必须支持的数据封装方式 () ↵

(A) IP-in-IP

(B) 最小封装方式 ↵

(C) IP-in-IP 和最小封装方式

(D) 通用路由封装 (GRE) 方式 ↵

3. 为了确保移动切换时分组丢失或延迟最小, 应采用 () ↵

(A) 快速切换方式

(B) 平滑切换方式 ↵

(C) 预先切换方式

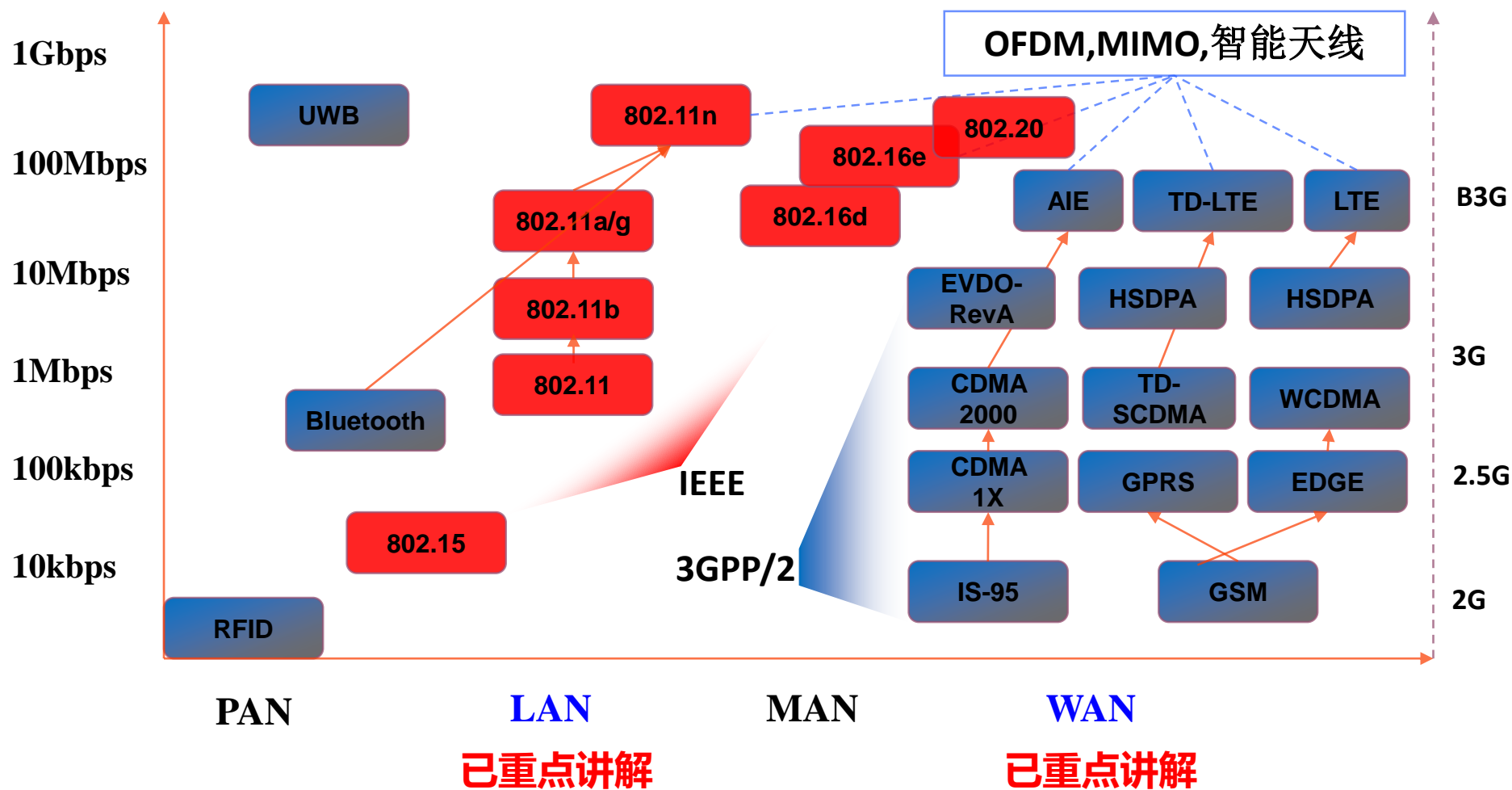
(D) 层次化切换方式 ↵

移动互联网接入技术- WPAN、WMAN和自组网

计算学部

2021年11月11日





WPAN



- 2.4GHz ISM免费频段
- 低功耗、低成本
- 短距离通信(10米)
- 较低速到高速传输
- 点到点及点到多点组网
- 连接便携及固定设备

WMAN



- 2-66G 频段
 - 2-11GHz应用于非视距传输
 - 10-66GHz应用于视距传输
- 较高传输速率
 - 802.16-2009最大速率144Mbps
 - 802.16e最大下载速率6Mbps
- 远距离通信
 - 802.16-2009传输距离50km
 - 802.16e传输距离3-5km
- 支持车速移动(802.16e)

□ 无线个域网WPAN

- 蓝牙技术
- UWB技术
- Zigbee技术

□ 无线城域网WMAN

□ 移动自组织网络MANET

个域网

□个域网(Personal Area Network, **PAN**), 是一种范围较小的计算机网络, 主要用于计算机设备之间的通信, 还包括电话和个人电子设备等

无线个域网

□无线个域网(Wireless PAN, **WPAN**)是一种采用**无线连接**的个域网, 为了实现**活动半径小**、**业务类型丰富**、**面向特定群体的连接**而提出的无线网络技术

通信范围

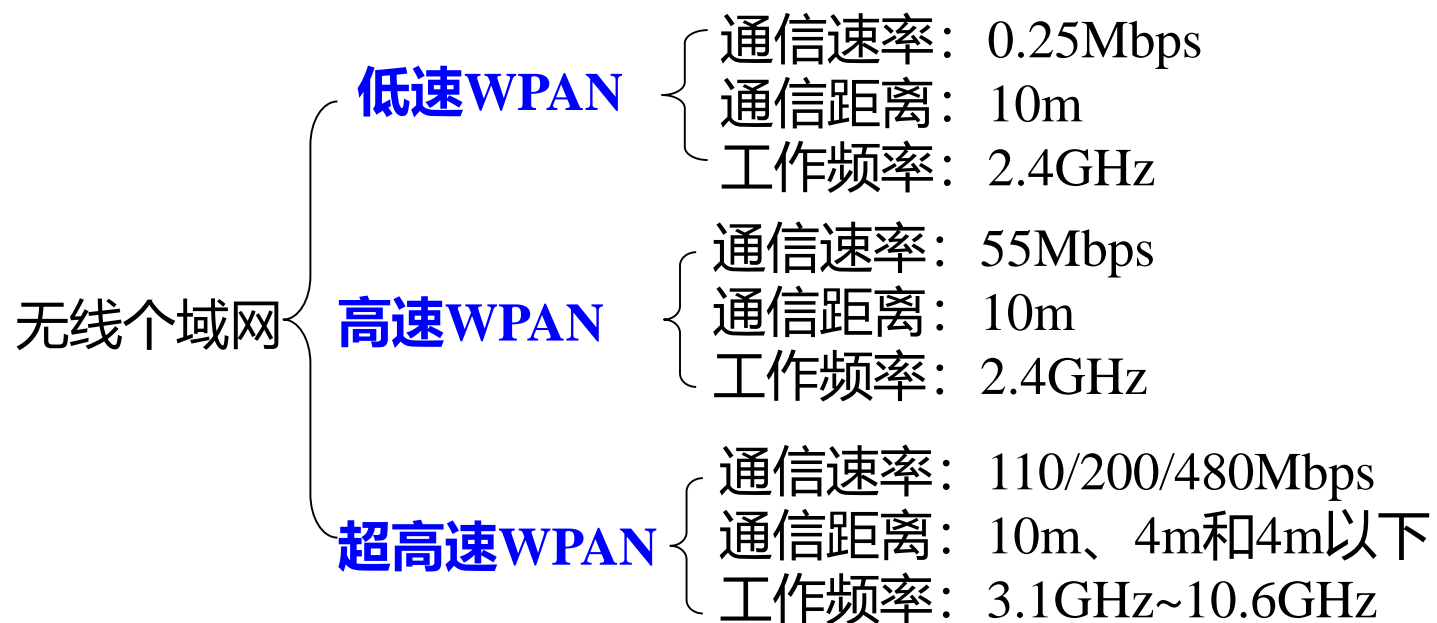
□**PAN**的通信范围仅**几米**, 可看作是最后几米的解决方案

媒介

□**WPAN**主要通过无线电或红外线代替传统有线电缆, 实现个人信息终端的互联

- ①高速数据传输速率： $>100\text{Mbps}$
- ②邻近终端之间的短距离连接： 典型为 $1\sim 10\text{m}$ ， 根据需要可扩展至 100m
- ③典型的对等式拓扑结构
- ④用户密度不大

□通常将WPAN按传输速率分为**低速**、**高速**和**超高速**三类





低速wpan

□低速WPAN采用IEEE 802.15.4标准

□结构简单、数据率低、通信距离近、功耗低、成本低，被广泛用于工业监测、办公和家庭自动化及农作物监测等



IEEE 802.15.4标准

□IEEE 802.15.4描述了低速率无线个人局域网的物理层和媒体接入控制（MAC）协议



高速wpan

□高速WPAN适合大量多媒体文件、短视频和音频流的传输，能实现电子设备间的多媒体通信



超宽带WPAN

□超宽带WPAN的目标包括支持IP语音、高清电视、家庭影院、数字成像和位置感知等信息的高速传输，具备近距离的高速率、较远距离的低速率、低功耗、共享环境下的高容量、高可扩展性等

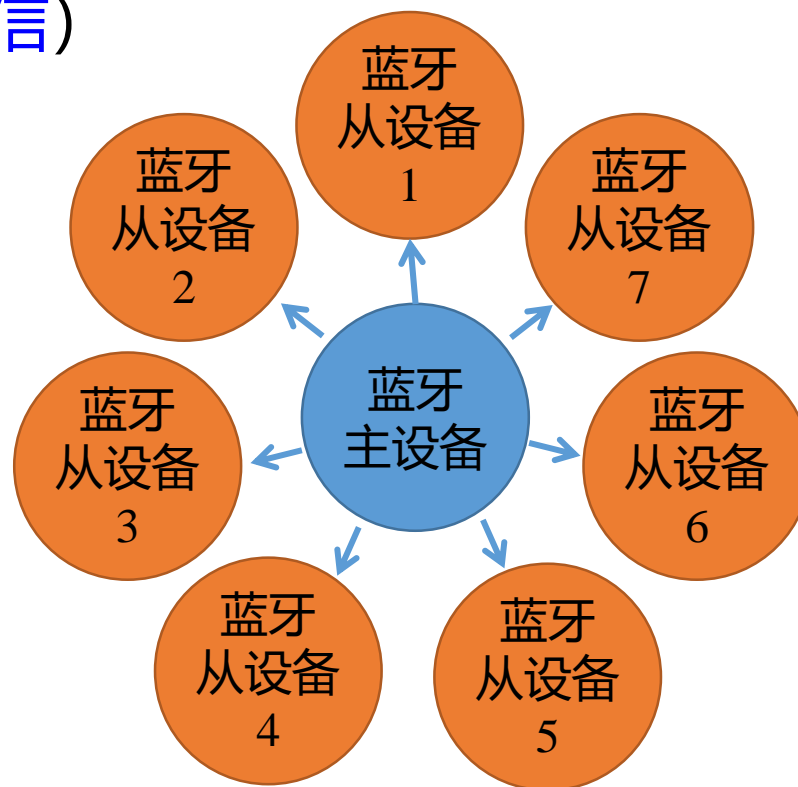
□ **蓝牙技术**是一种支持设备短距离通信的无线通信技术。能在手机、**PDA**、无线耳机、笔记本电脑及相关外设等众多设备之间进行无线信息交换，工作于**2.4GHz ISM**频段，数据速率为**1Mbps**，采用时分双工（**TDD**）传输方案

□ 1998年5月，爱立信、IBM、英特尔、诺基亚和东芝联合宣布了“蓝牙”计划，使不同厂家的便携式设备利用无线技术在近距离范围内相互操作；1999年7月，蓝牙技术联盟**SIG**推出了蓝牙协议1.0版

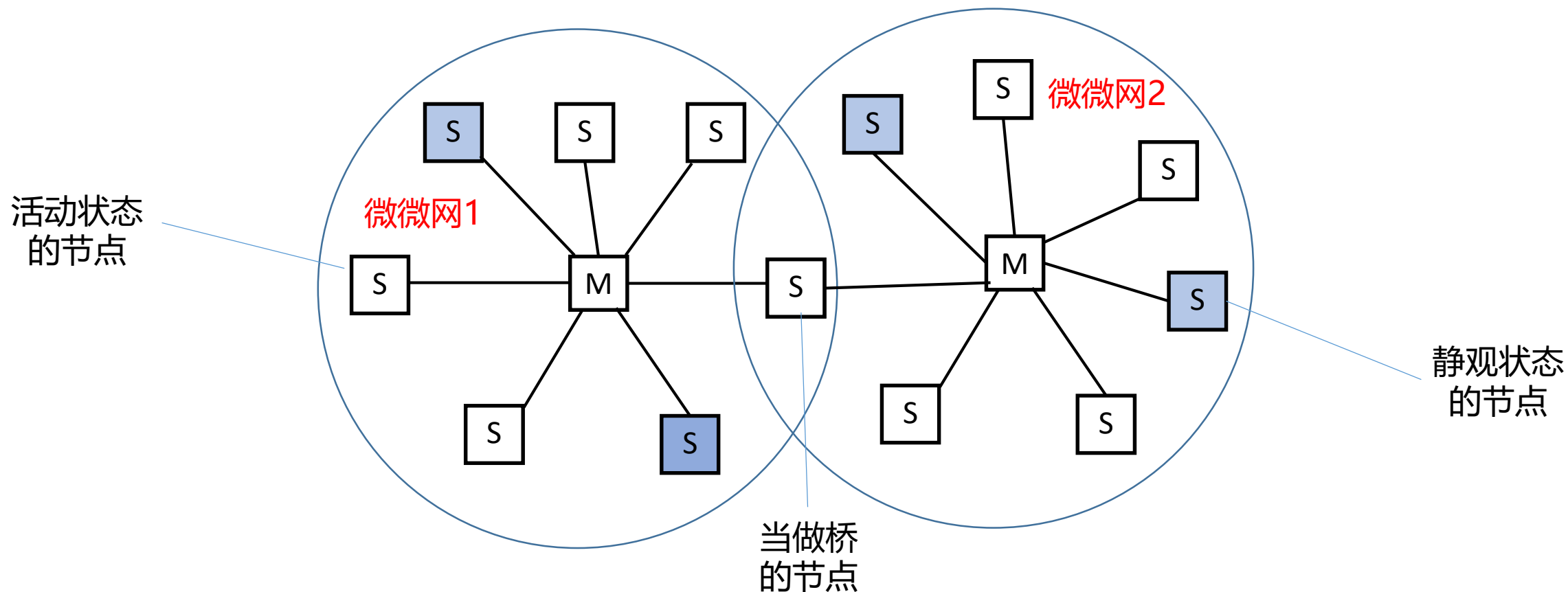
□ 源于蓝牙 **v1.1** 版的**IEEE 802.15.1**标准于2002年4月获批为正式标准，与蓝牙 **v1.1**完全兼容。该标准是用于**WPAN**的无线媒体接入控制层和物理层规范

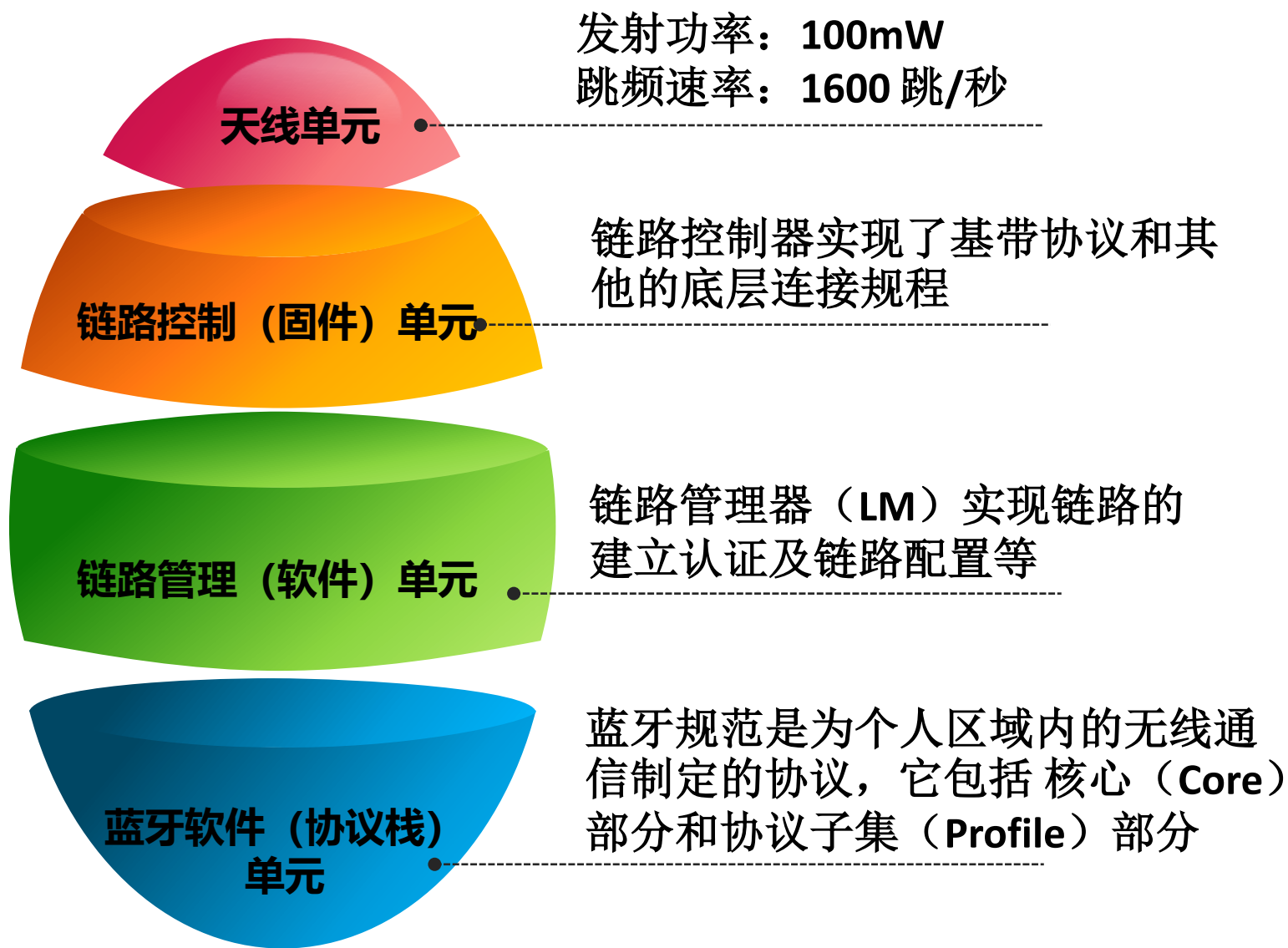
□ **蓝牙3.0+HS**速度可达到24Mbps，蓝牙V5.0有效覆盖范围扩大到300米

□ **微微网 (Piconet)**：由一个主控设备 (*Master*, 主节点) 和10m距离内的1-7个从属设备 (*Slave*, 从节点) 组成, 一个微微网最多可以有255个静观设备 (处于静观状态的从节点), 静观状态的设备除了响应主节点的激活或者指示信号以外, 不做其它任何事情 (**同步但不通信**)



❑ **分散网 (Scatter-net)**：一个蓝牙设备可在一个微微网中充当主控设备，而在另一个或几个微微网中充当从属设备，从而将不同的微微网桥接起来，组成一个分散网，也可通过从设备桥接





蓝牙版本	发布时间	特性
1.X	1999-2003	传输率：0.7Mbps，易受同频干扰，传输距离10米 GFSK，79个信道，信道频宽1MHZ
2.X	2004-2007	传输率3Mbps，传输距离10米 BR模式（GFSK）和EDR模式（DQPSK和 8DPSK）
3.X	2009	传输率24Mbps，传输距离10米，可应用Wifi技术
4.X	2010-2014	低功耗蓝牙、传统蓝牙、高速蓝牙三种模式 传输距离100米
5.X	2016	低功耗2Mbps，理论距离300米，室内定位导航精度1米

- 微微网采用调频分时机制，采用TDM系统，主/从模式
- 微微网支持两种逻辑信道
 - 面向连接的同步信道：用于实时数据
 - 无连接的异步信道：用于无时间规律的分组交换数据，采用确认重传机制
- 协议与接口
 - 链路管理协议（LMP）负责物理链路的建立与管理
 - 逻辑链路控制及适配协议（L2CAP）负责对高层协议的复用、数据报分割和重新组装，处理与服务质量有关的需求
 - 标准化控制接口（HCI）

□ **UWB** (Ultra Wide Band: **超宽带**) : 起源于20世纪60年代对微波网络冲击响应研究, 是一种**使用1GHz以上带宽的无线通信技术**, 又称为脉冲无线电 (IR) 技术, **UWB不需要载波, 而是用纳秒至微微秒级的非正弦波窄脉冲来传输数据**, 需占用很宽的频谱范围, 有效传输距离在10m以内, 传输速率可达几百Mbps甚至更高

□ **UWB**是一种基于**IEEE 802.15.3**的超高速、短距离无线接入技术, 具有抗干扰性强、传输速率高、带宽大、消耗电能低、保密性好等优势

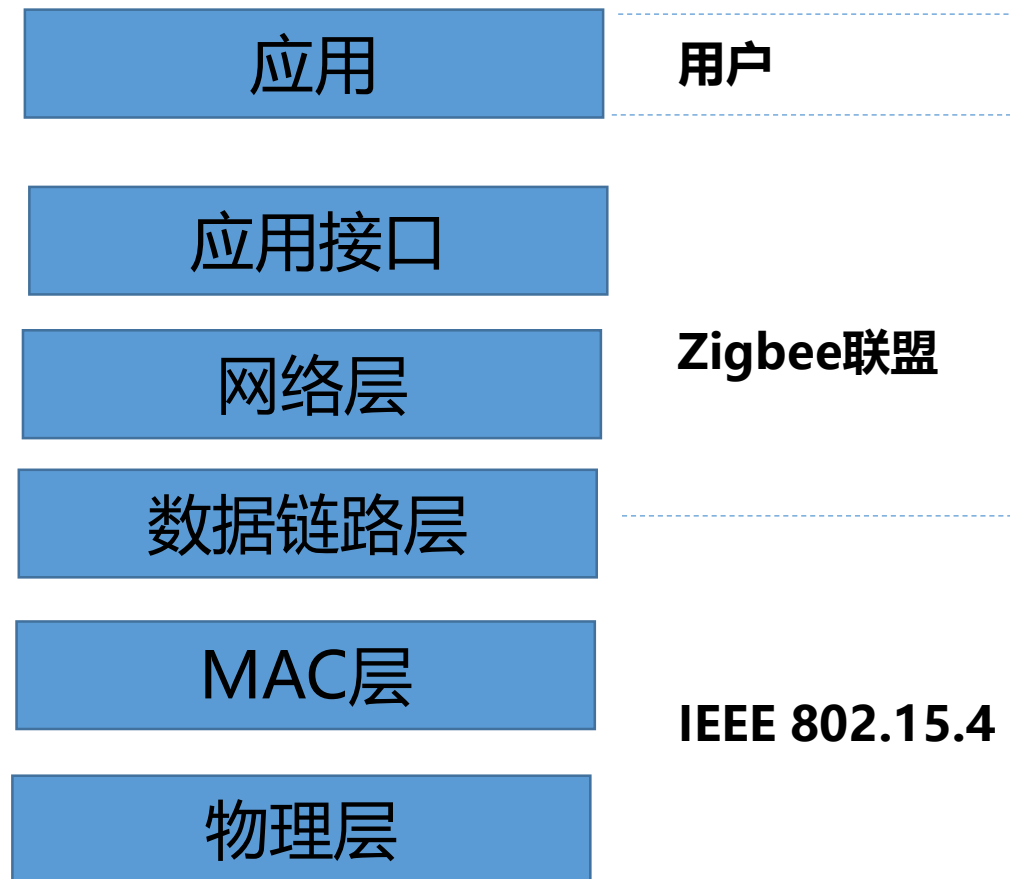
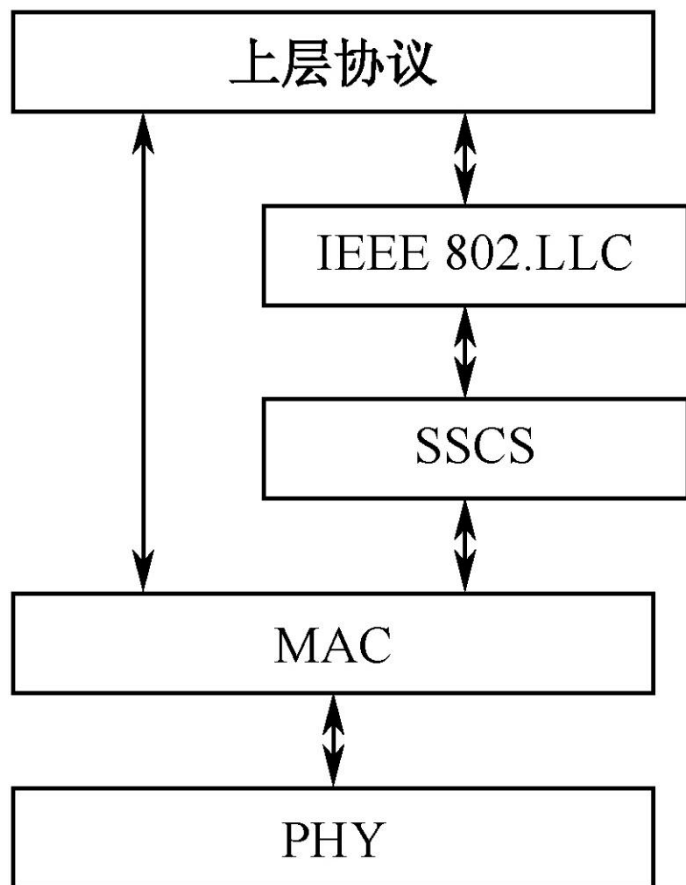
□ 通常把**相对带宽 (信号带宽与中心频率之比) 大于25%**, 而且中心频率大于500MHz的宽带称为**超宽带 (窄带<1%, 宽带1%-25%, 超宽带>25%)**

- UWB采用基带传输而不是载波传输，脉冲信号的时域极窄（纳秒级），频域极宽（数Hz到数GHz，可超过10GHz），其中低频部分可以实现穿墙通信
- UWB技术主要有两种相互竞争的标准
 - MBOA标准，主张采用多频带方式来实现UWB技术
 - DS-UWB标准，主张采用单频方式实现UWB技术

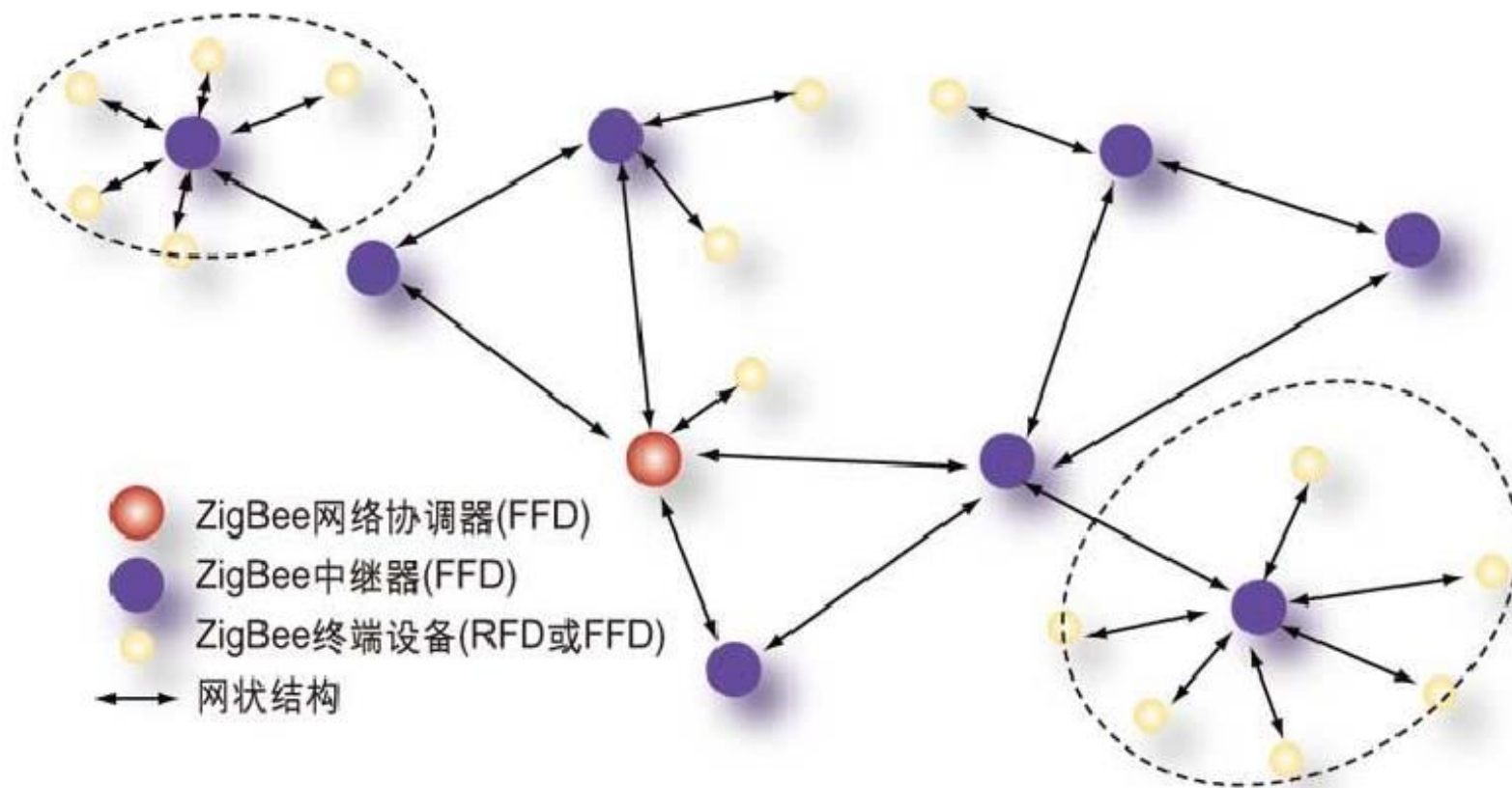
- UWB技术使用了**瞬间高速脉冲**，因此信号频带很宽，可支持100-400Mb/s的数据率，可用于小范围内高速传送图像或音视频文件
- UWB只在需要传输数据时才发送脉冲，信号的功率谱密度极低，**发射系统比现有的传统无线电技术功耗低得多**，民用UWB设备功率是传统移动电话功率的1/100，是蓝牙设备功率的1/20，因此UWB设备在电池寿命和电磁辐射上具有一定优越性
- 由于UWB脉冲非常短、频段非常宽，**能避免多路传输的信号干扰问题**，与其它无线通信技术间产生干扰的可能性大幅度降低，可与其它技术共存
- UWB信号用传统的接收机无法接收和识别，必须**采用与发端一致的扩频码脉冲序列**才能解调，增加了系统的安全性

□IEEE 802.15.4标准主要针对低速无线个域网制定，该标准把低能量消耗和低成本作为目标。Zigbee标准是在IEEE 802.15.4标准基础上发展而来的，IEEE 802.15.4定义了Zigbee协议栈的最低两层（物理层和MAC层），而网络层和应用层则有Zigbee联盟定义

□Zigbee技术主要用于各种电子设备（固定的、便携的或移动的）之间的无线通信，其主要特点是通信距离短（10-100m），传输数据速率低、功耗低并且成本低廉

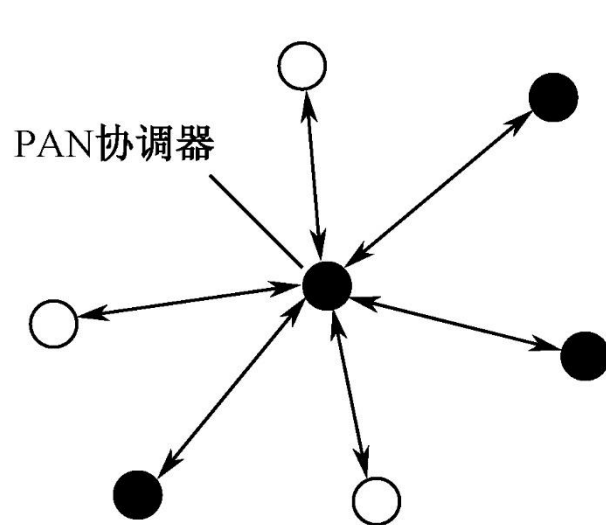


□IEEE 802.15.4的网络设备分为两类：**全功能设备FFD**支持所有的网络功能，是网络的核心部分；**精简功能设备RFD**只支持最少的必要的网络功能，因而其电路简单、存储容量较小、成本较低

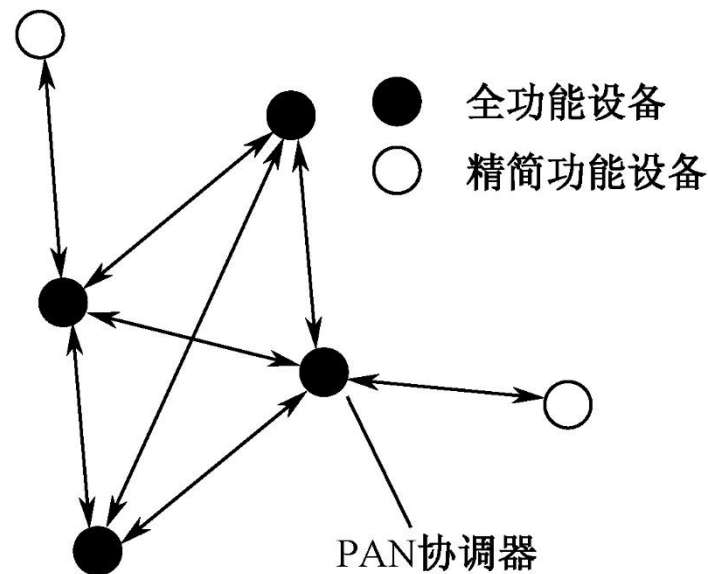


□ **星型网络**：以一个**全功能设备（FFD）**为网络中心

□ **簇型网络**：在若干星型网络基础上，**中心的全功能设备（FFD）**再互相连接起来，组成一个簇型网络。可以将该网络中的一个星型Zigbee网络单元理解为一个簇



(a) 星状网络



(b) 点对点网络

- FFD节点具备控制器功能，能够提供数据交换，是Zigbee网络中的路由器
- RFD节点只能与处在该星型网的中心的FFD节点交换数据，是Zigbee网络中数量最多的端设备
- 星型网络中有一个FFD充当该网络的协调器，协调器负责维护整个星型网络的节点信息，同时还可与其它星型网络的协调器交换数据，通过各网络协调器的相互通信，可以得到覆盖更大范围，多达65536个节点的Zigbee簇型网络

- 各个频段可使用的信道分别有1个、10个和16个

PHY/MHz	频段/MHz	序列扩频参数		数据参数		
		片速率/ (kchip/s)	调制方式	比特率 (kbps)	符号速率 (ksymbol/s)	符号 (symbol)
868/915	868~868.6	300	BPSK	20	20	二进制位
	902~928	600	BPSK	40	40	二进制位
2450	2 400~2 483.5	2 000	OQPSK	250	62.5	十六进制

工作频段的分配

为MAC层提供数据服务

信道的分配

为MAC层提供管理服务

- ❑ MAC层负责无线信道的使用方式，它们是构建Zigbee协议底层的基础
- ❑ 定义两种访问模式：**CSMA/CA（基于竞争）**；**可选的超级帧分时隙机制（无竞争）**

基于竞争的信道接入

- ❑ 送出数据前，监听信道的用情况，维持一段时间后，再等待一段随机的时间后信道依然空闲，送出数据

- ❑ 送出数据前，先发送RTS报文给目标端，等待目标端回应CTS报文后才开始传送

无竞争信道接入

- ❑ 采用CSMA/CA机制访问信道

- ❑ 支持PAN网络关联和解除关联

- ❑ 协调器产生网络信标帧，普通设备根据信标帧与协调器同步

- ❑ 保证GTS在两个对等MAC实体间提供可靠链路

- ❑ **省电（功耗低）** 两节5号电池可用6个月至2年时间
- ❑ **可靠** 采用了碰撞避免（CA）机制，为需要固定带宽通信业务预留了专用时隙，**避免了发送数据时的竞争和冲突**；节点模块之间具有自动动态组网的功能，信息在整个Zigbee网络中通过自动路由的方式进行传输，从而**保证了信息传输的可靠性**
- ❑ **延迟短** 针对延迟敏感应用做了优化，通信延迟和从休眠状态激活的延迟都非常短
- ❑ **网络容量大** 一个主节点可管理254个子节点，可组成65536个节点的大网
- ❑ **安全和高保密性** 提供数据完整性检查和鉴权功能，加密算法采用通用的AES-128

- 需要数据采集和监控的**网点多**
- 要求传输的**数据量不大**，要求**设备成本低**
- 要求数据传输**可靠性高、安全性高**
- 设备**体积很小**，不便放置较大的充电电池或者电源模块、**电池供电**
- 地形复杂、监测点多、需要 **较大的网络覆盖**
- 现有**移动网络的覆盖盲区**
- 使用现存移动网络进行低数据量传输的遥测遥控系统
- 使用GPS效果差或成本太高的局部区域移动目标的定位应用



- 监视
- 控制

工业、农业
和商业

消费电子

- TV
- VCR
- DVD
- CD

PC 机的
外围设备

- 鼠标
- 键盘
- 操作杆

个人
健康监护

- 监视
- 诊断

• 低速无线设备

玩具和
游戏

- 玩具
- 游戏器具

家庭
自动化

- 保安
- HVAC
- 照明
- 门禁

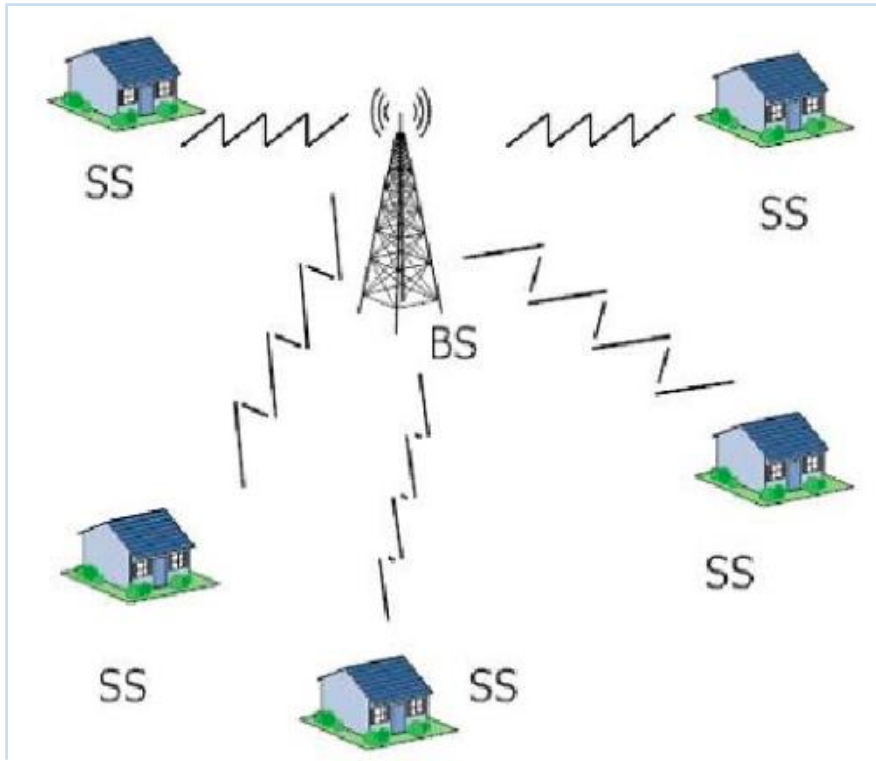


技术指标	蓝牙	HomeHF	IrDA	UWB	ZigBee
工作频段	2.4GHz	2.4GHz	红外线	3.1~10.6GHz	2.4GHz
传输速率	1Mbps	6~10Mbps	16Mbps	480Mbps	20~250kbps
通信距离	10m	50m	1m	10m	10~100m
应用前景	中	中	一般	好	好

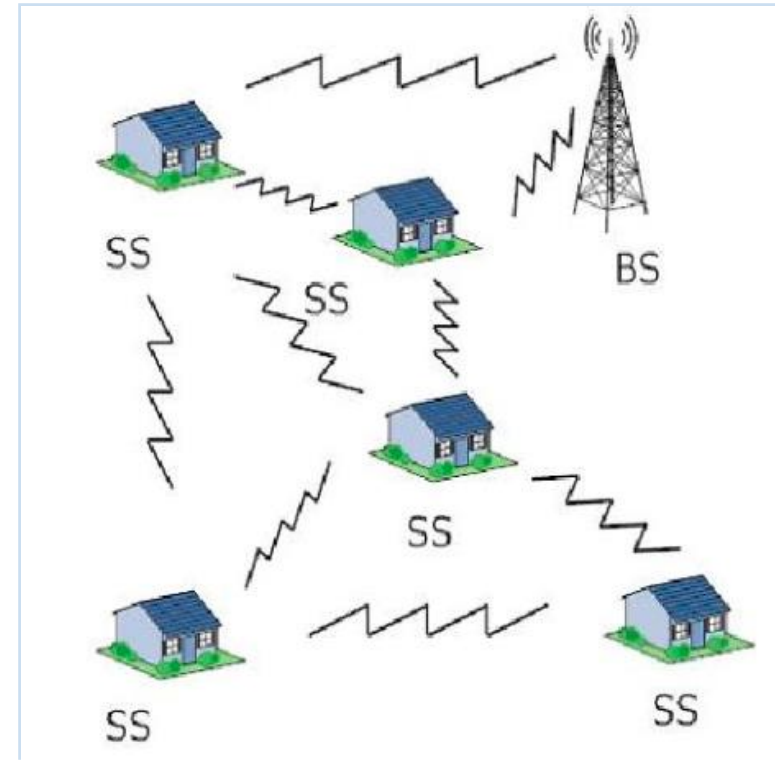
- 无线个域网WPAN
- 无线城域网WMAN
- 移动自组织网络MANET

- 无线城域网可提供“最后一英里”的宽带无线接入（固定、移动和便携的），无线城域网可**替代现有的有线宽带接入**，又称为无线本地环路
- 无线城域网有两个正式标准
 - 2004年6月通过的**IEEE 802.16**修订版，即**IEEE 802.16d**，是**固定宽带-无线接入空中接口标准**（2-66HGz频段）
 - 2005年12月通过的**IEEE 802.16**增强版，即**IEEE 802.16e**，是支持**移动宽带-无线接入空中接口标准**（2-6GHz频段），向下兼容**802.16d**

标准号	发布时间	关注的技术领域
802.16	2001	10-66GHz固定宽带无线接入系统空中接口标准
802.16a	2003	2-11GHz固定宽带无线接入系统空中接口标准
802.16c	2002	10-66GHz固定宽带无线接入系统兼容性增补文件
802.16d	2004	2-66GHz固定无线接入系统空中接口标准
802.16e	2005	2-6GHz固定和移动宽带无线接入系统空中接口管理信息库
802.16f	2006	固定宽带无线接入系统空中接口MIB要求
802.16g	2007	固定和移动宽带无线接入系统空中接口管理平面流程和服务要求
802.16h	2008	免执照的频带上运作的无线网络系统
802.16i	2009	宽带无线接入系统空中接口移动MIB要求

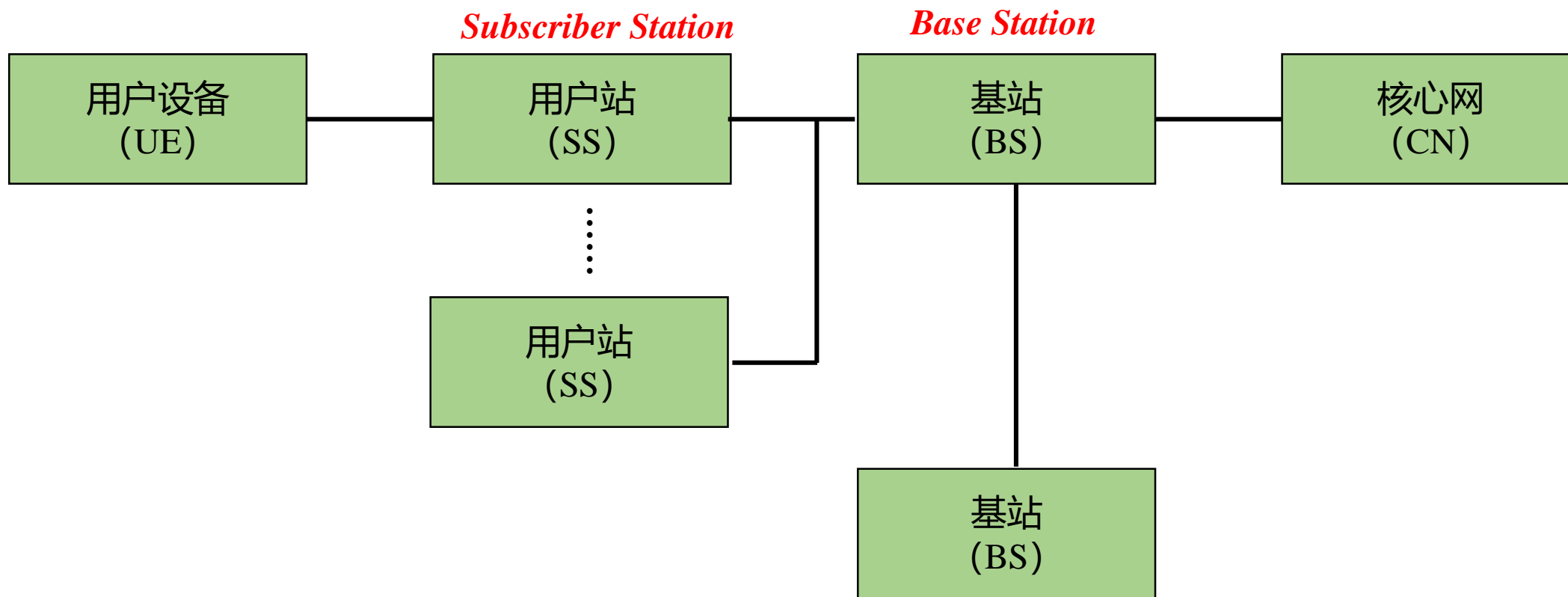


点到多点结构



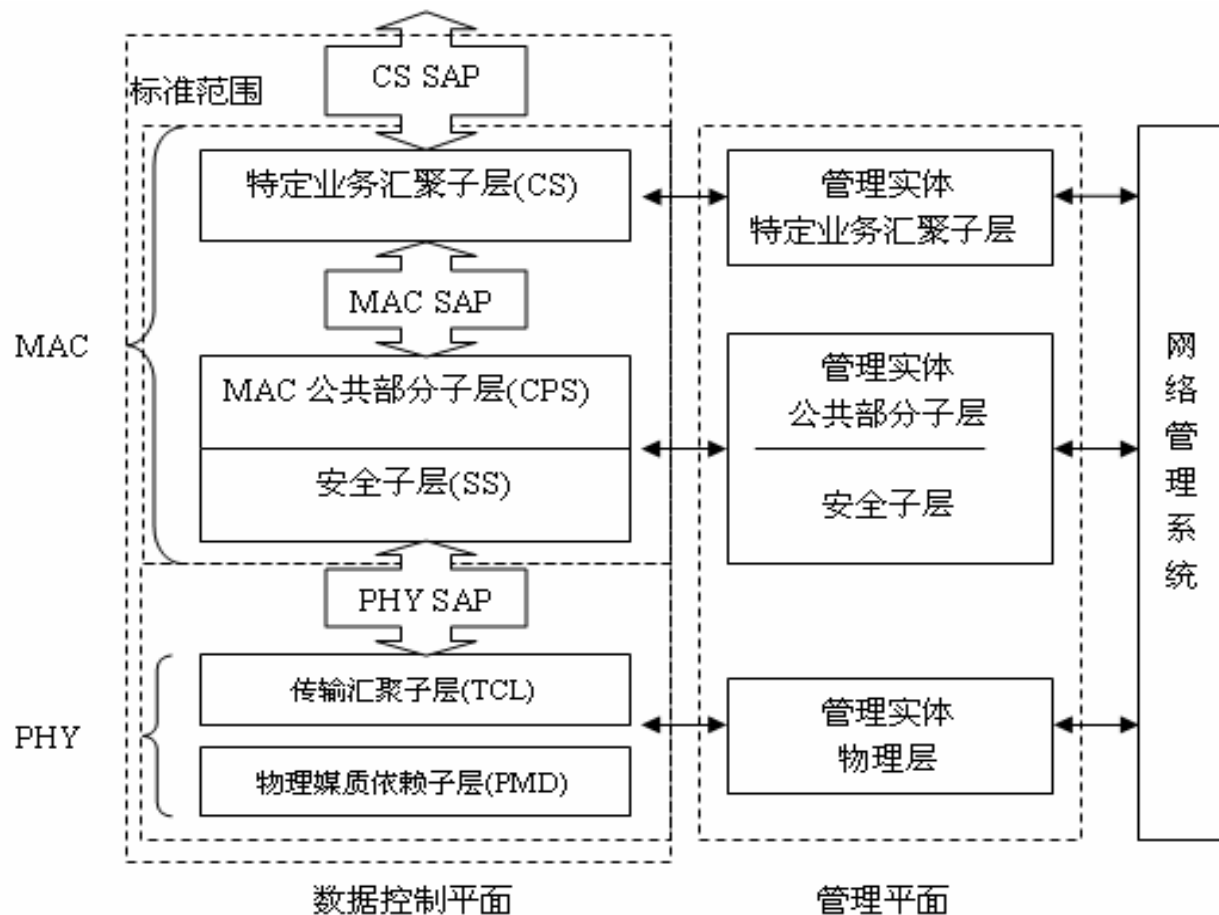
MESH结构

- 网络实体：用户设备（UE）、用户站（SS）、基站（BS）和核心网（CN）



- **WiMAX** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), 即**全球微波互联接入**, 是一项无线城域网(**WMAN**)技术, 是针对**微波和毫米波**频段提出的一种空中接口标准
- **WiMAX**是一项**宽带无线接入技术**, 能提供面向互联网的高速连接, 数据传输**距离最远可达50km**
- **WiMAX**具有**QoS保障、传输速率高、业务丰富**等优点。**WiMAX**采用**OFDM/OFDMA、MIMO**等技术, 随着技术标准的发展, **WiMAX**逐步实现**宽带业务移动化**, 而**3G/4G/5G**则实现**移动业务的宽带化**, 两种网络逐渐融合

IEEE 802.16活动主要围绕空中接口展开



IEEE 802.16e 网络由 SS、BS、ASA(认证和业务授权服务器)组成, ASA服务器实际上是AAA服务器, 提供认证、授权和计费功能

IEEE 802.16e中定义了IU (用户接口)、IB (基站之间接口) 和IA (空中接口), A接口是指BS和SS之间的接口, IEEE 802.16标准仅规范数据控制平面, 不规范管理平面

数据控制平面由物理层 (PHY) 和媒体接入控制层 (MAC) 组成

物理层类型	使用频段	基本特点
WMAN-SC	10-66GHz许可频段	采用单载波调制方式，视距传输，可选信道带宽20MHz、25MHz或28MHz，上行采用TDMA方式，双工方式可采用FDD和TDD
WMAN-SCa	<11GHz许可频段	采用单载波调制方式，非视距传输，允许信道带宽不小于1.25MHz，上行采用TDMA方式，可选支持自适应天线系统（AAS）、ARQ和空时编码（STC）等，双工方式可采用FDD和TDD
WMAN-OFDM	<11GHz许可频段	采用256个子载波的OFDM调制方式，非视距传输，可选支持AAS、ARQ、网格模式（Mesh）和STC等，双工方式可采用FDD和TDD
WMAN-OFDMA	<11GHz许可频段	采用2048个子载波的OFDM调制方式，非视距传输，允许信道带宽不小于1.0MHz，可选支持AAS、ARQ和STC等，双工方式可采用FDD和TDD
WHUMAN	<11GHz免许可频段	可采用SCa或OFDM或OFDMA调制方式，双工方式为TDD，必须支持动态频率选择（DFS），可选支持AAS、ARQ、Mesh和STC等

载波和信号带宽



□ 802.16d OFDM物理层采用256个子载波；OFDMA物理层采用2048个子载波，信号带宽从1.25 ~ 20MHz可变

□ 802.16e 对OFDMA进行了扩展，可支持2048点、1024点、512点和128点，适应不同地理区域从1.25MHz 到20MHz的信道带宽差异；采用256点OFDM或2048点OFDMA时，802.16e向下兼容802.16d，其它情况无法向下兼容

多址方式



□ 在多址方式方面，802.16d上行采用TDMA(时分多址)，下行采用TDM(时分复用)支持多用户传输

□ 另一种多址方式是OFDMA，以2048个子载波情况为例，系统将所有可用子载波分为32个子信道，每个子信道包含若干子载波。多用户多址采用和跳频类似方式实现，跳频的频域单位为一个子信道，时域单位为2或3个符号周期

频谱范围



❑需要大段毫米波频谱，工作在10-66GHz频段的毫米波进行直线传播，对建筑物或树等障碍物无穿透能力，要求基站和用户站视距（LOS）链路，限制了基站的覆盖范围

调制方式



❑信号强度随距离增加急剧衰减，信噪比随距离增加而下降，采用三种不同的单载波调制方案：对于距离较近的用户采用QAM-64（64相正交幅度调制）；中等距离的用户采用QAM-16，距离较远的用户使用QPSK（正交相移键控）

带宽使用

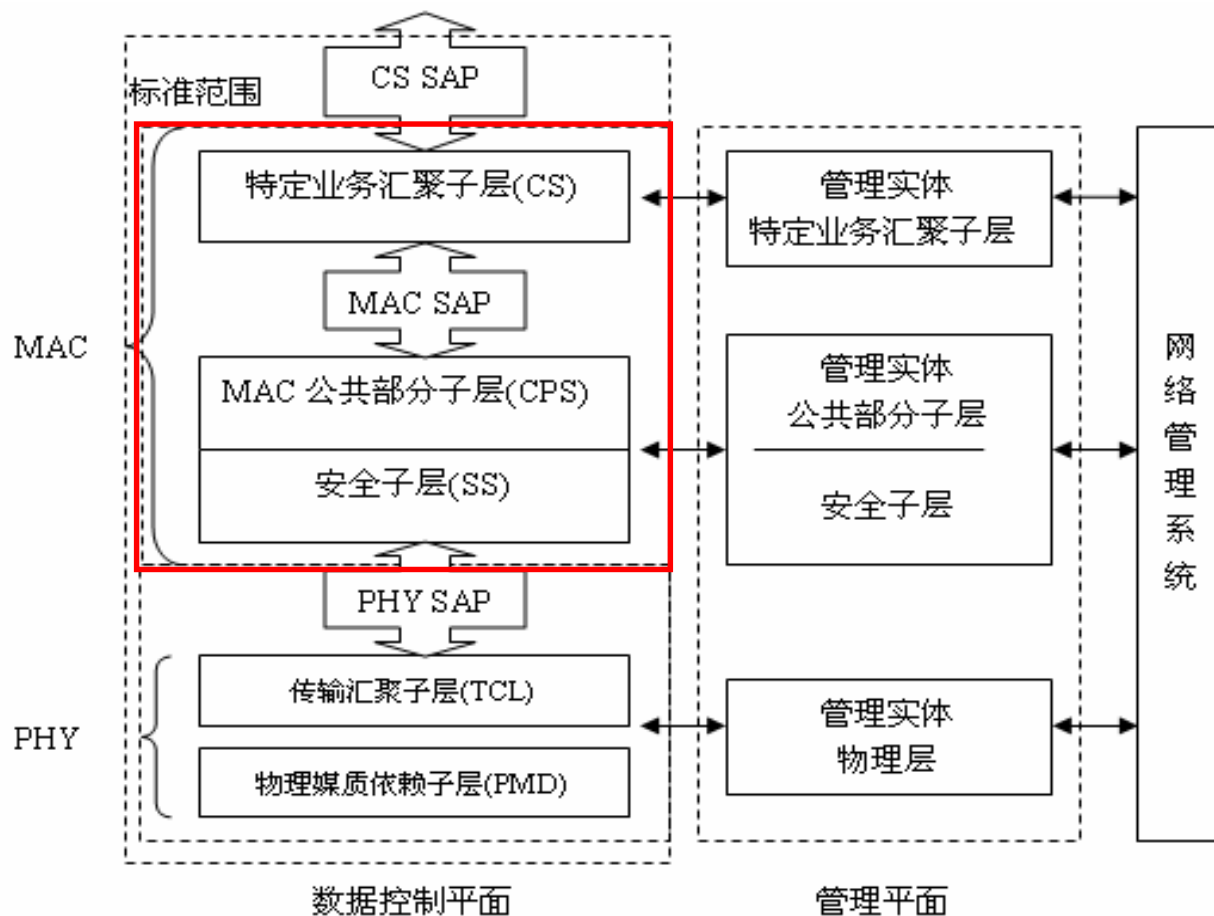


❑为更好使用带宽，IEEE 802.16可支持TDD和FDD两种无线双工方式，TDD实际是对每一帧时分多路复用，时隙动态分配给上行和下行流量，中间防护时间用来切换方向

纠错技术



❑采用前向纠错技术，在物理层进行错误纠正



- ❑ **CS子层是MAC层与更高层的接口**，汇聚上层不同业务，将收到的外部网络数据转换为MAC业务数据单元，传递到SAP（业务接入点）。CS可实现对ATM、IP等协议数据的透明传输
- ❑ **CPS子层实现主要的MAC功能**，包括系统接入、带宽分配、连接建立和维护等，接收来自各种CS层的数据并分类到特定的MAC连接，同时对物理层上传输和调度的数据实施QOS控制
- ❑ **SS子层的主要功能是提供认证、密钥交换和加解密处理**，支持128位、192位及256位加密系统，并采用数字证书认证的方式，保证信息的安全传输

- ❑ 与CSMA/CA不同，IEEE 802.16采取的方式是在物理层将时间资源进行分片，通过时间片区分上下行，帧长度固定（上下行两个部分），上下行切换点通过MAC层的控制自适应调整，下行在先，上行在后
- ❑ 上行信道占用多个时隙，完成初始化、竞争、维护和业务传输等操作，占用时隙数目由BS的MAC层统一控制，并根据系统要求动态改变，下行消息通过广播发送，SS接收到消息后在MAC层提取检查消息的连接标识符（CID），判断出发给自己的消息。BS还可以单播和多播的方式向一个或一组SS发送消息
- ❑ 兼顾灵活性和公平性，SS均有机会发送数据，避免了长期竞争不到信道；每个SS只在属于自己的发送时段才发送数据，可以保证任何时刻，媒体上只有一个数据流传输，这种机制便于进行QoS、业务优先级及带宽等方面的控制

- ❑ **自动请求重传机制 (ARQ)**：接收端正确接收后发送确认信息ACK，否则发送否认信息NACK
- ❑ **混合自动重传请求 (H-ARQ)**：一种将ARQ与前向纠错编码结合在一起的技术，对于无法纠正的错误，采用停等重传机制
- ❑ **自适应调制编码 (AMC)**：根据信道情况的变化动态调整调制方式和编码方式

- 802.16是第一个提出在MAC层提供QOS保证的无线接入标准，为满足高速多媒体业务对延迟、带宽、丢失率等指标的更高要求，定义了一系列严格的QOS控制机制（均基于连接进行），为不同业务提供不同的质量服务
- 可根据业务实际需要动态分配带宽，为更好控制上行数据的带宽分配，802.16标准定义了四种不同的业务，对应四种上行带宽调制模式
 - **非请求带宽分配业务**：用于**恒定比特率服务**
 - **按时轮训业务**：周期性分配可变长度上行带宽和位速率可变的**实时服务**
 - **非实时轮训业务**：不定期分配可变长度上行带宽和位速率可变的**非实时服务**
 - **尽力而为业务**：尽可能利用空中资源传送数据，不会对高优先级的连接造成影响，**尽力投递服务**

- 无线个域网WPAN
- 无线城域网WMAN
- 移动自组织网络MANET

- 移动自组网的基本概念
- 移动自组网的特点
- 移动自组网的协议栈
- 移动自组网的MAC协议
- 移动自组网的路由协议

- 特殊环境（空旷）
- 临时会议/紧急情况
- 科学考察/探险/军事战场



无网络基础设施可用

- 接入网络服务商所需的时间和成本
- 现有服务和架构的性能或者能力



不想使用网络基础设施

- 用户可远离网络基础设施而保持与网络的连接



延伸网络设施的应用范围

□ **移动自组网** (Mobile AdHoc Network, MANET) 是由一组带有无线收发装置的移动节点组成的一个无线移动通信网络

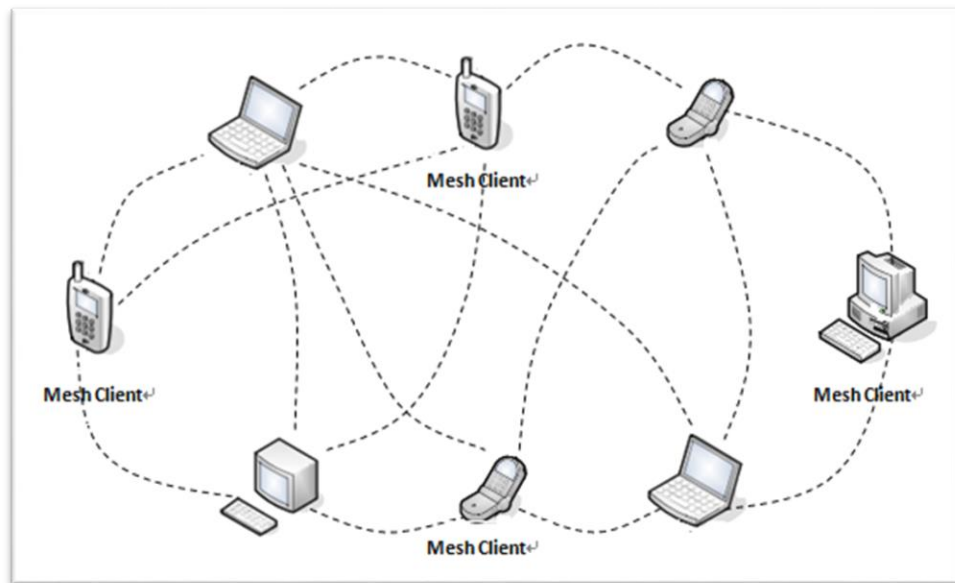
□ MANET网络不依赖于预设的基础设施临时组建

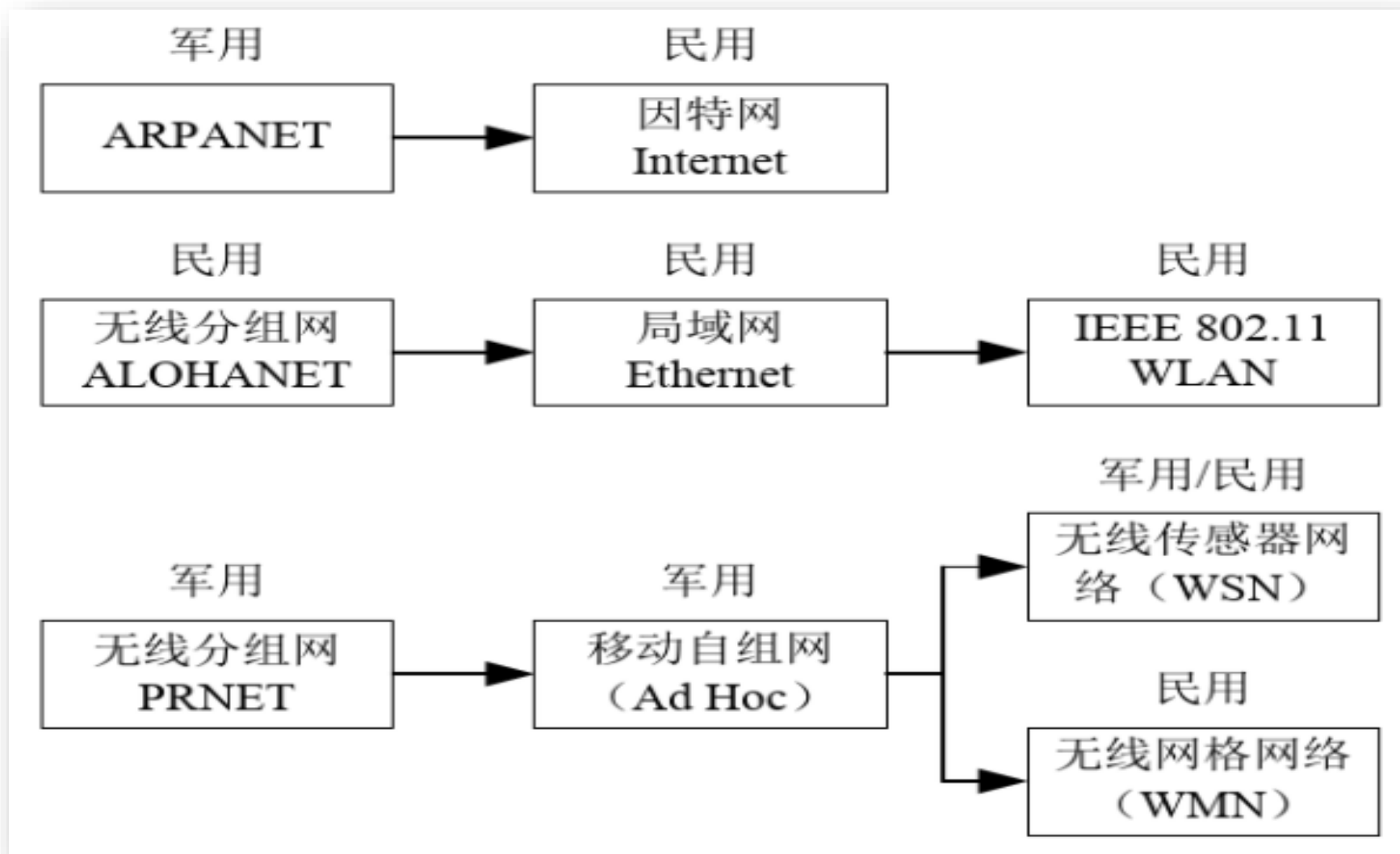
□ 移动节点利用自身的无线收发设备交换信息，当相互之间不在通信范围内时，可以借助其它中间节点来实现通信。中间节点帮助其它节点中继时，先接收前一个节点发送的分组，然后再向下一个节点转发以实现中继，所以也称为**分组无线网或多跳网**

□ MANET网络中每个终端可以自由移动、地位相等

□ MANET是一个多跳、临时、无中心网络

□ 可以在任何时候、任何地点快速构建





- 移动自组网的基本概念
- 移动自组网的特点
- 移动自组网的协议栈
- 移动自组网的MAC协议
- 移动自组网的路由协议

- **无固定基础设施组网**，支持动态配置和动态流控、网络协议是分布的
- **允许节点发生故障、离开网络或加入网络**，具备动态搜索、定位和恢复连接能力是MANET的基本要求，设计实现十分困难，固网很多通信机制都无法用于MANET
- **拓扑结构动态变化**（节点加入和退出频繁、节点本身的移动性），要求路由协议重新配置路由信息的机制反应迅速且开销小，使网络状态变化频繁和不可预测，要做到对网络状态的优化较难
- **节点能力有限**，节点依靠电池提供能量，能量决定节点的生存期，过分消耗节点能量会导致节点退出网络从而导致网络分割，影响网络的连通性，因此路由选择要综合考虑对能量进行优化
- **无线链路带宽有限、容量可变**，由于多接入、多径衰落、噪声和信号干扰，出现拥塞属于正常情况

- 移动自组网的基本概念
- 移动自组网的特点
- 移动自组网的协议栈
- 移动自组网的MAC协议
- 移动自组网的路由协议

应用与服务	
操作系统/中间件	
传输层	
网络层	
数据链路层	LLC
	MAC
物理层	

□**物理层**：包括射频电路、调制和信道编码系统

□**数据链路层**：负责在不可靠无线链路上建立可靠和安全的逻辑链路。功能包括差错控制、安全（加解密）、将网络层的分组组帧及重发，**MAC子层负责在一个区域的共享无线信道的移动节点之间分配时间-频率或者编码空间**

□**网络层**：负责分组的路由、建立网络服务类型以及在传输与链路层之间传输分组，还负责分组重新路由和移动管理

□**传输层**：提供有效可靠的数据传输服务

□**操作系统/中间层**：处理连接断开、适配支持以及无线设备中的功耗和服务质量管理

□**应用层**：处理固定和移动主机的任务分割、源编码、数字信号处理和移动环境下的场景适应

- 移动自组网的基本概念
- 移动自组网的特点
- 移动自组网的协议栈
- 移动自组网的MAC协议
- 移动自组网的路由协议

- 移动自组网没有类似于基站或是接入点（AP）的中心控制设备，因此无法使用集中控制方式
- 移动自组网的节点移动会导致信道相互改变
- 移动自组网是多跳网络，必须解决隐藏终端和暴露终端、资源空间重用等问题
- 移动自组网采用两种MAC协议
 - 异步MAC协议
 - 同步MAC协议

- 异步网络中每个节点都有自己的时间标准，一般不划分时隙，即使划分等长的时隙，其时间起点也不对准
- 异步MAC协议可以灵活根据数据分组大小为节点申请资源，而不受时隙大小的约束

- 由于自组网无基础设施的特性，因而实现全网精确的时钟同时往往要求节点配备有GPS或其它授时定位系统，或者采用分布式算法实现全网同步，但这两种方法都有各自的局限性
- 保证节点间的精确同步是MAC协议应用的一个重要问题
- 同步网络中的物理信道可进一步划分为帧和时隙，同步MAC协议中节点接入信道多依靠随机竞争方式，只是接入时间一定在时隙的开始时刻，分组的大小与时隙长度成倍数关系，这样可以减少冲突、避免信道的浪费
- 同步网络MAC协议对时隙分配方式一般分为三种
 - 中心分配方式（自组网不存在中心控制节点，不适用）
 - 固定分配方式（自组网节点数目可变，移动性和拓扑变化性，不适用）
 - 竞争方式

- 移动自组网的基本概念
- 移动自组网的特点
- 移动自组网的协议栈
- 移动自组网的MAC协议
- 移动自组网的路由协议

□移动自组网路由协议主要包括

□**路径产生过程**：根据集中式或分布式的网络状态信息和用户业务需求生成路径，**网络状态信息**和**用户业务状态信息**的**收集与分发**是该过程的主要内容

□**路径选择过程**：根据网络状态信息和用户业务状态信息选择最恰当的路径

□**路径维护过程**：对所选择路径进行维护

□移动自组网路由协议还需要具有以下特点

□采用分布式路由算法

□具有自适应能力，可适应快速变化的网络拓扑结构

□无环路

□控制开销少

□具有可宽展性，适用于大规模网络

□多跳是研究自组网路由协议的前提和基础，网的特性为自组网路由协议的设计提出了新的问题和挑战：

- 1、网络的自组性
- 2、动态变化的网络拓扑结构
- 3、有限的无线传输带宽
- 4、无线移动终端的局限性
- 5、单向信道的存在
- 6、分布式的控制网络
- 7、有限的网络安全
- 8、生存时间较短

- 监控网络拓扑结构的变化
- 交换路由信息
- 确定目的节点的位置
- 产生、维护以及取消路由
- 选择路由并转发数据

- 收敛迅速**：对拓扑结构的变化具有快速反应能力，在计算路由时能够快速收敛，及时获得有效的路由，避免出现目的节点不可达的情况
- 提供无环路由**：相比有线网，自组网更容易产生路由环路，无环路由更加重要
- 避免无穷计算**：链路失效经常发生，必须避免无穷计算，不采用或改进会出现无穷计算的算法
- 控制管理开销小**：传输控制管理分组也会消耗一部分带宽资源，需尽量减少控制管理开销
- 对终端性能无过高要求**
- 支持单向信道**：自组网可能经常出现单向信道，支持单向信道是路由算法基本要求
- 尽量简单实用**：简单有助于提高可靠性，有助于减少各种开销，路由应力求简单

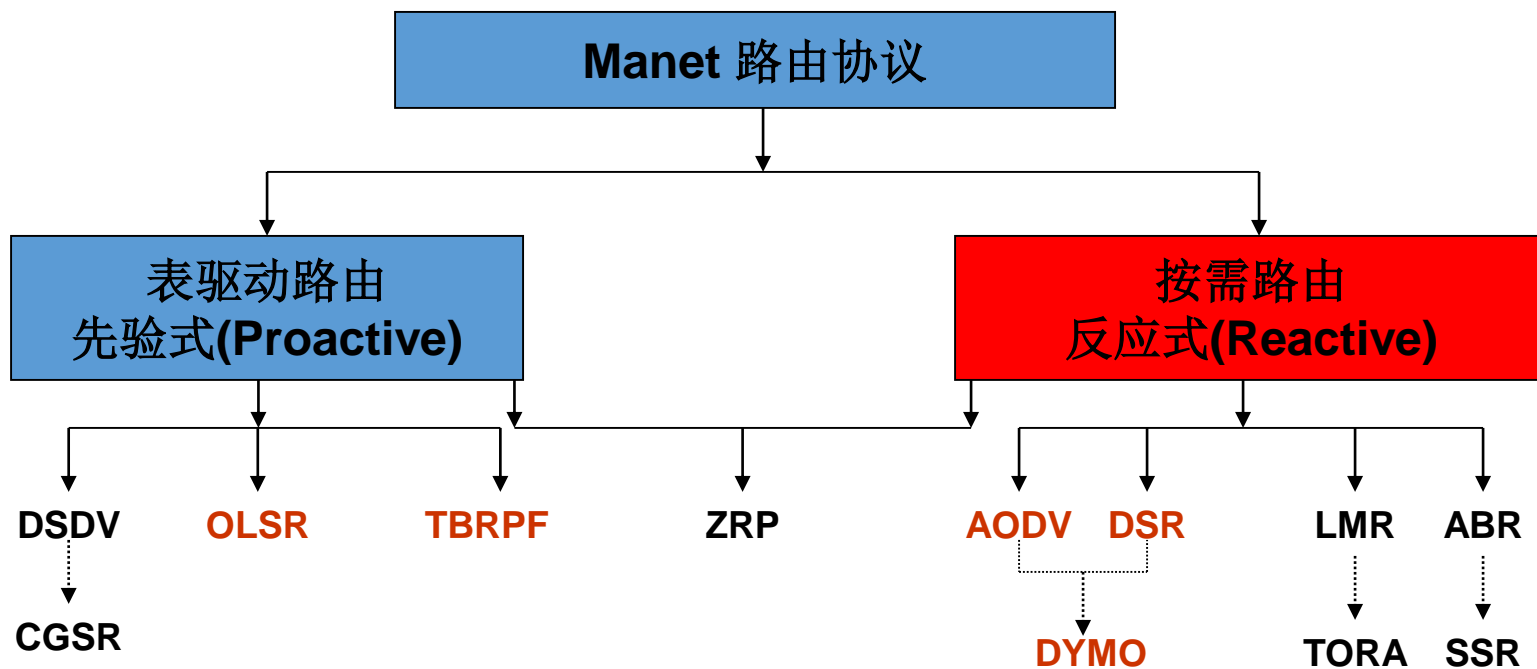
□ 按需路由协议也称为反应式路由协议、源启动按需路由协议。需要路由时由源节点创建，拓扑结构和路由表内容是按需建立的

□ 按需路由包括三个过程

□ 路由发现过程

□ 路由维护过程

□ 路由拆除过程



□OLSR: Optimized Link State Routing

□TBRPF: Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding

□AODV: Ad Hoc On Demand Distance Vector

□DSR: Dynamic Source Routing

DTMO: Dynamic MANET On-demand Routing



The End !