

第5章 无线城域网

内容提要

- 5.1 无线城域网概况
- 5.2 802.16协议体系
- 5.3 802.16的物理层
- 5.4 802.16的MAC层
- 5.5 MAC层的链路自适应机制
- 5.6 802.16系统的QoS架构
- 5.7 802.16系统的移动性
- 5.8 WiMAX与其他技术的比较

5.1 无线城域网概况

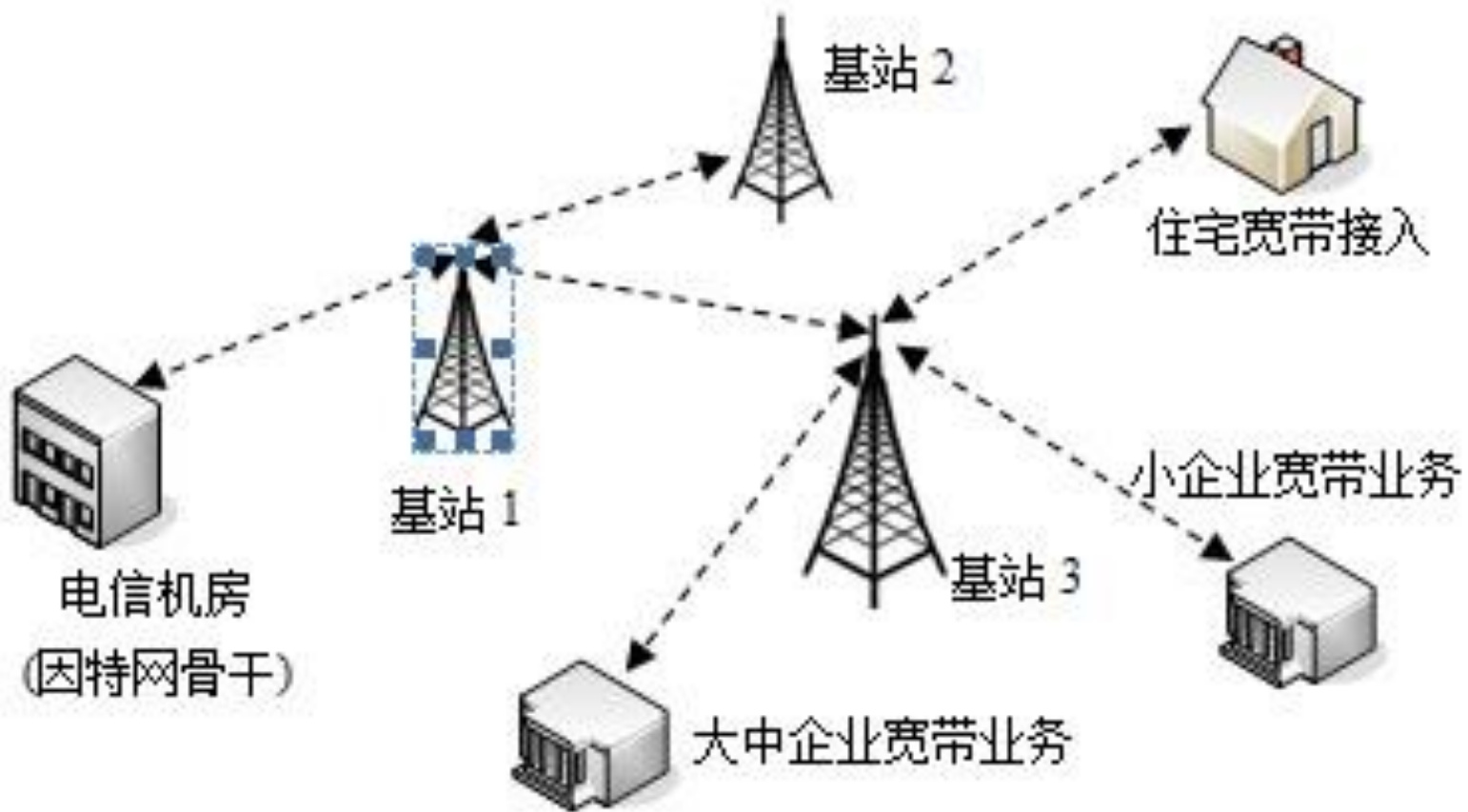
5.1.1 无线城域网技术的形成

- WMAN技术是因宽带无线接入(BWA)的需求而来
- WMAN是以无线方式构建的城域网并提供面向互联网的高速连接，它是在无线局域网的基础上产生的，由多个WLAN连接而成。

5.1 无线城域网概况

5.1.1 无线城域网技术的形成

- WMAN是为了满足日益增长的宽带无线接入的市场需求，用于解决最后一公里接入问题，代替电缆(Cable)、数字用户线(xDSL)、光纤等。
- WMAN能有效解决有线方式无法覆盖地区的宽带接入问题，有较完备的QoS机制，可根据业务需要提供实时、非实时不同速率要求的数据传输服务。



无线城域网的宽带接入



● **WMAN标准的开发主要有两大组织机构：**

① **IEEE的802.16工作组，主要负责802.16系列标准；**

② **欧洲的ETSI，主要负责HiperAccess；**

5.1.1 无线城域网技术的形成

- 1999年，IEEE 802局域网(LAN)/城域网(MAN)成立了802.16工作组来专门研究宽带无线接入标准。
- IEEE 802.16.1负责制定频率范围在10~66GHz的无线接口标准
- IEEE 802.16.2负责制定宽带无线接入系统共存方面的标准
- IEEE 802.16.3负责制定频率范围在2~11GHz之间无线接口标准
- WiMAX论坛成立，在全球范围内推广802.16协议。

5.1.2 WiMAX论坛

在借鉴和学习WLAN的Wi-Fi联盟成功经验的基础上，2001年4月由业界领先的通信设备公司及器件公司共同成立**世界微波接入互操作性论坛****WiMAX**(Worldwide Interoperability for Microwave Access)。

该论坛旨在对基于IEEE802.16标准和ETSI HiperMAN标准的宽带无线接入产品进行**一致性和互操作性认证**。WiMAX使用与Wi-Fi联盟推动无线局域网行业发展的相同方法进行**定义和互操作性测试**，加快符合IEEE 802.16技术标准的宽带无线接入设备的上市速度。

WiMAX主要功能

- 形成一个可操作的全球统一标准
- 制定一套一致性测试和互操作测试规范
- 采用“系统轮廓”模式定义协议

WiMAX价值：

- ❖ 为设备制造商提供基于标准的平台，利于技术的创新
- ❖ 为运营商降低设备成本和投资风险
- ❖ 为用户提供更多产品选择

WiMAX系统组成

①WiMax发射塔

②WiMax接收机



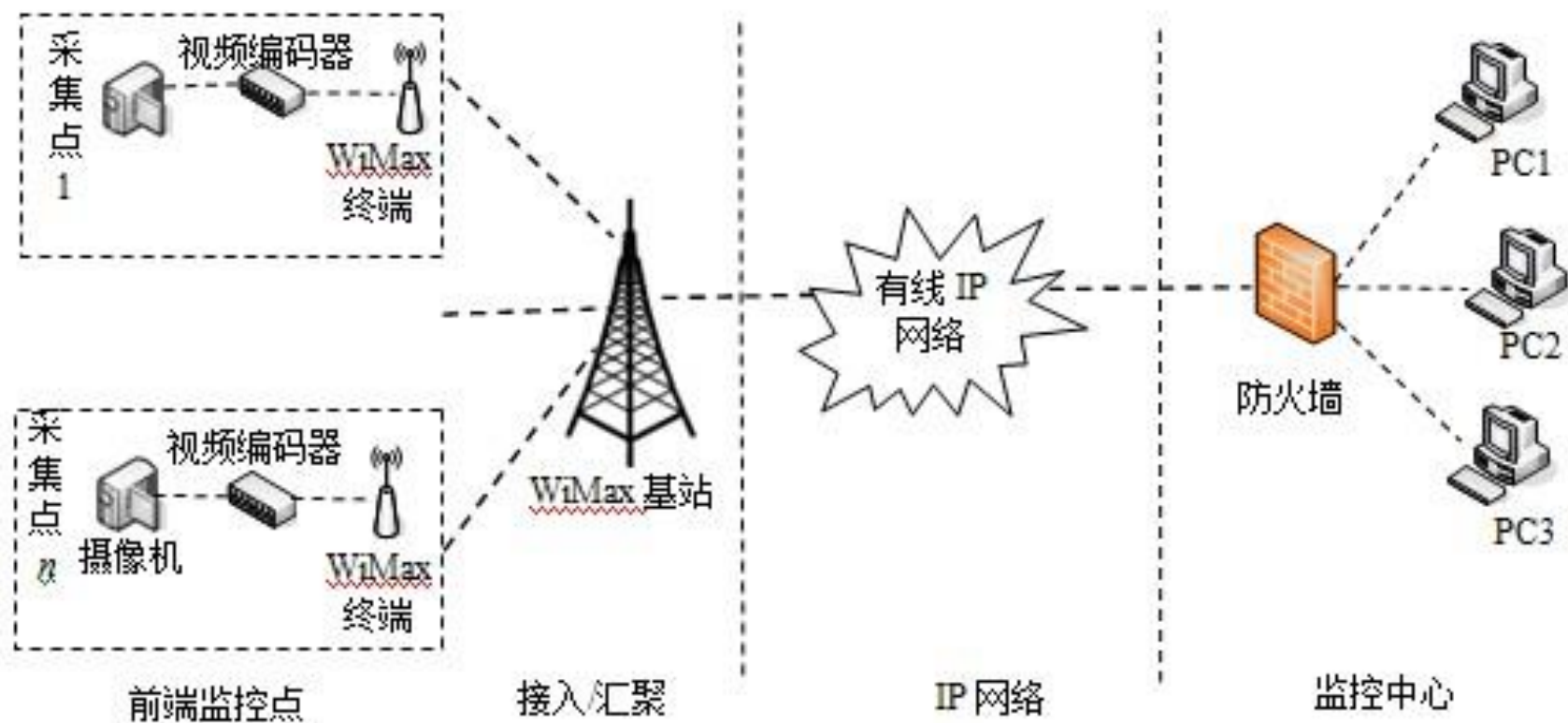
WiMax发射塔



WiMax接收机

WiMax的应用实例

- **WiMax无线视频监控系统包括三部分**
 - ①视频采集前端系统
 - ②无线网络传输系统
 - ③视频流信息处理系统



基于WiMax的视频监控系统

5.2 802.16协议体系

- IEEE802.16又称**IEEE WMAN空中接口标准**，是适用于2~66GHz频段的空中接口规范。系统覆盖范围可达50km，每基站的总数据速率最高可达288Mb/s，应用于城域网。
- 802.16系列标准协议栈按照**两层体系结构组织**，主要对网络的低层，即**MAC层和物理层**进行了规范。
- 802.16系列标准包括以下几方面：**MAC层**，**物理层**，**毫米波频范围**，**点对多点（PMP）拓扑结构**，**网格网（Mesh）拓扑结构**，**用户站（SS）和基站（BS）**。

5.2 802.16协议体系

- 802.16实现了OSI七层参考模型中的数据链路层的大部分关键功能，MAC层分会聚子层，公共部分子层和加密子层。
- 802.16系列协议中各协议的MAC层功能基本相同，差别主要体现在物理层上。物理层协议主要解决与工作频率、带宽、数据传输率、调制方式、纠错技术以及收发信机同步有关的问题。
- 802.16标准突出的贡献是为无线城域网的无线接口规范提供了一个公共的、开放的平台。

5.2.2 标准化进程

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
空中接口标准	802.16	10~66GHz固定宽带无线接入系统空中接口	2002.04发布
	802.16a	2~11GHz固定宽带接入系统空中接口	2003.04发布
	802.16b	802.16a的升级版本，解决在5 GHz上非授权应用问题	
	802.16c	10~66GHz固定宽带接入系统的兼容性	2002发布
	802.16d	2~66GHz固定宽带接入系统空中接口 (对802.16, 802.16a, 802.16c的修订)	2004年6月在IEEE802委员会获得通过
	802.16e	2~66GHz固定和移动宽带无线接入系统空中接口管理信息库	主流空中接口标准
	802.16f	固定宽带无线接入系统空中接口管理信息库(MIB)要求	

5.2.2 标准化进程

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
空中接口标准	802.16g	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	在免许可的频带上运作的无线网络系统。	
	802.16i	移动宽带无线接入系统空中接口MIB要求	
	802.16j	针对802.16e的移动多跳中继组网方式的研究	
	802.16k	针对802.16的桥接进行修改	
	802.16m	成为ITU的IMT-Advanced技术标准，适应于下一代移动通信网络的需要(4G)	
	802.16n	更高可靠性的网络	

5.2.2 标准化进程

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
共存问题标准	802.16.2	IEEE局域网和城域网操作规程建议固定宽带无线接入系统的共存	
	802.16.2a	对802.16.2的修正	
一致性标准	1802.16.1	802.16一致性标准-第一部分： 10~66GHz无线MAN-SC空中接口的协议实现一致性说明(PICS)形式	
	1802.16.2	802.16一致性标准-第二部分： 10~66GHz无线MAN-SC空中接口的测试集结构和测试目的(TSS&TP)	

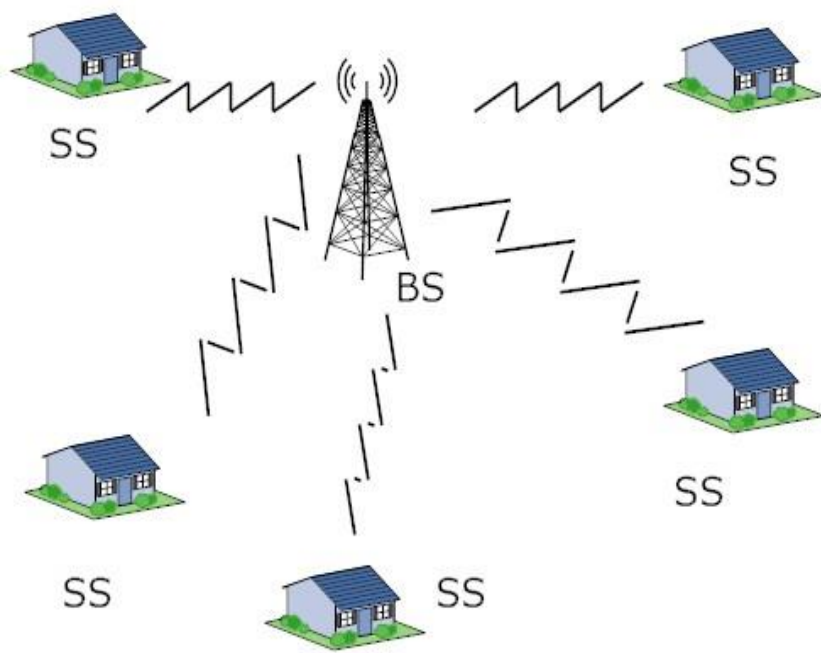
● IEEE 802.16的工作特性及关键技术

标准	802.16a	802.16d	802.16e	802.16n
覆盖范围	几公里	几公里	几公里	几公里
工作频率	2~11GHz	2~11/11~66GHz	<66GHz	<3.5GHz
信道带宽	25/28MHz	1.25~20MHz	1.25~20MHz	1.25~20MHz
移动性	无	无	中低车速	高速
业务定位	个人用户	中小企业用户的数据接入	个人用户的宽带移动数据接入	个人用户的高速移动数据接入
QoS	支持	支持	支持	支持

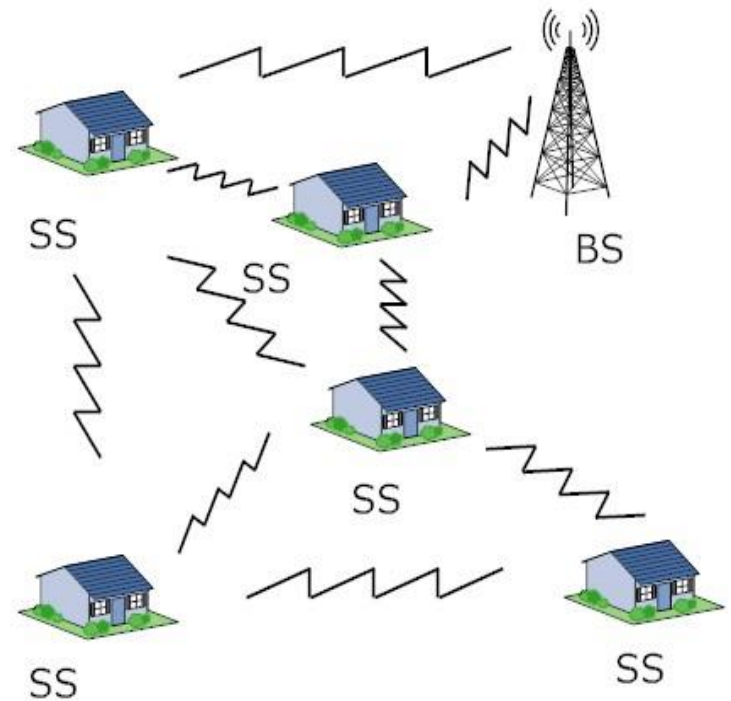
5.2.3 IEEE 802.16d协议

- IEEE 802.16d是目前所有标准中相对比较成熟并且最具实用性的一个版本。
- IEEE 802.16协议中定义了两种网络结构：**点到多点(PMP)结构和网格(Mesh)结构。**

网络拓扑结构



(a)PMP



(b)Mesh

PMP网络

特点：

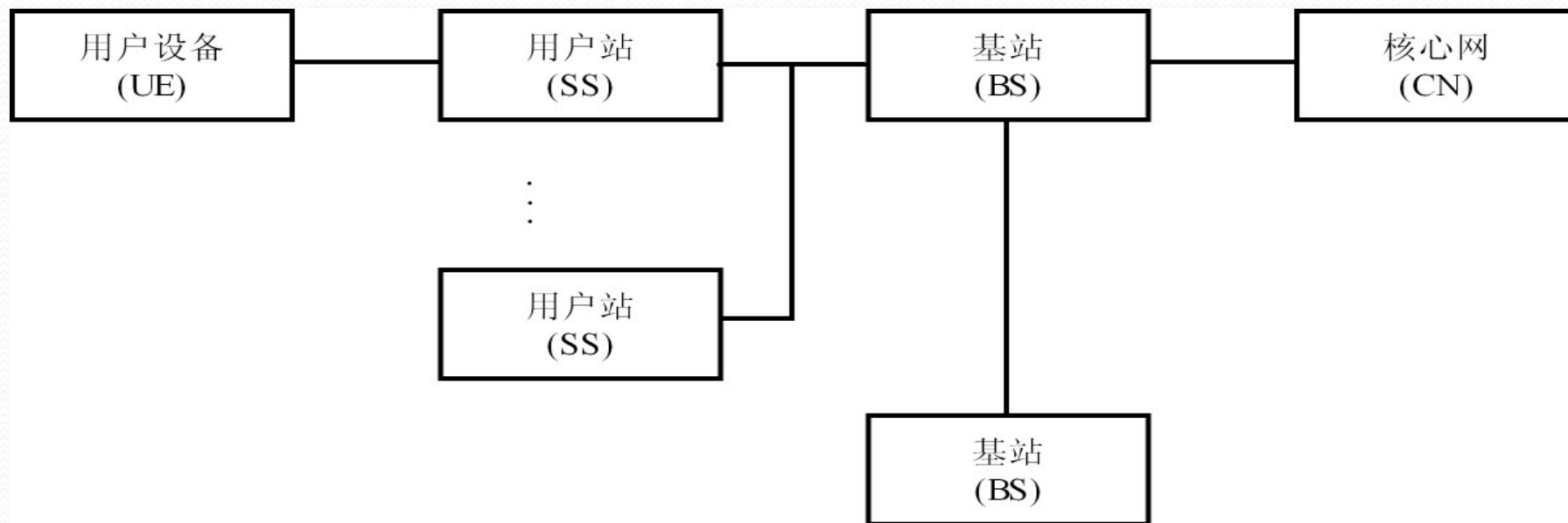
- **PMP**结构是一个基站为多个用户站提供服务。
- 下行链路：基站到用户站的链路
- 上行链路：用户站到基站的链路
- 业务仅在基站和用户站之间传送。

Mesh网络

特点：

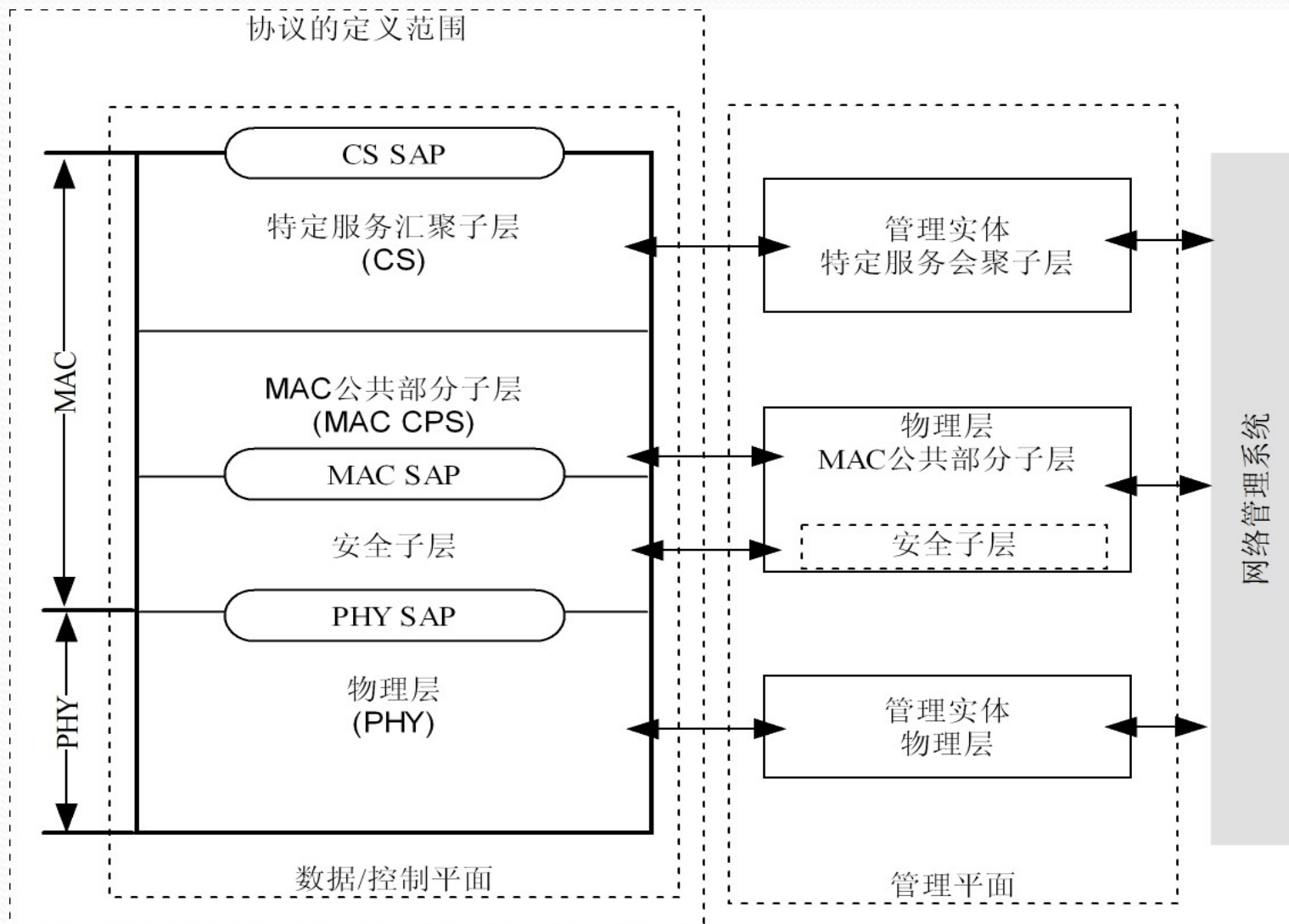
- Mesh，无线自组多跳网络，属无线网络的应用范畴。
- 业务可通过其他站进行转发，即业务可不通过基站直接在用户站之间传送。

802.16系统框架图



一个完整的802.16系统应包含的网络实体有：用户设备(UE)，用户站(SS)，基站(BS)，核心网(CN)。

802.16d的协议栈模型



5.3 802.16的物理层

- 负责对MAC层的协议数据单元（PDU）进行**汇聚、编码、调制，形成无线帧，送入物理信道中传送。**
- IEEE 802.16的物理层既可以支持单载波又可以支持多载波，即支持OFDM技术。
- **单载波**分：WirelessMAN-**SC**和WirelessMAN-**SCa**两种。
- WirelessMAN-SC的操作频段为10~66 GHz，且为视距(LOS)操作；而WirelessMAN-SCa的操作频段低于11GHz，为非视距(NLOS)操作。
- **多载波**分：WirelessMAN-**OFDM**和WirelessMAN-**OFDMA**，两种规范均基于OFDM多载波技术，操作频段均低于11GHz。

1、10-66 GHz频谱的物理层

- 在这个非常高的频率范围内，对于所有的实际应用，**射频传播要求在发射机和接收机之间存在视距传播**。在这样的限制条件下，没有必要考虑使用复杂技术(如OFDM技术)来克服发生在没有视距环境下的多径影响，因此，工作组为这些接口选用了简单的单载波调制(Single Carrier, SC)技术。

2、2-11 GHz频谱的物理层

- 与高达66 GHz的极高频(EHF)范围相比，在2~11 GHz范围内，不同的传播特性要求空中接口非视距环境下能够适应大量的多径传播的影响。

5.4 802.16的MAC层

MAC层包括与高层实体接口的**特定服务会聚子层**(Convergence Sublayer, CS), 完成MAC层核心功能的**公共部分子层**(Common Part Sublayer, CPS), 以及**安全子层**(Security Sublayer)。

特定服务会聚子层

负责接收高层协议数据单元**PDU**，并将接收的**PDU**映射到**MAC**层连接上。主要功能有：

- ❖ 接收高层协议数据单元**PDU**
- ❖ 对**PDU**分类（核心功能）
- ❖ 基于分类对高层**PDU**进行处理
- ❖ 将**CS PDU**传递给正确的**MAC**服务接入点 **SAP**
- ❖ 从对等层接收 **CS PDU**

定义了两种会聚子层：

ATM会聚子层：支持基于ATM连接的各类DU

分组会聚子层：映射类似IPv4、以太网的分组业务DU

公共部分子层

❖ 实现MAC层的所有核心功能，包括MAC PDU构建与传送、网络的进入与初始化、带宽分配、连接建立和连接维护、竞争解决算法的实现、服务流管理、各种链路自适应技术的实现。

安全子层

- ❖ 提供鉴权、安全密钥交换和加密功能。
- ❖ 对SS和BS之间的连接进行加密。
- ❖ 对网络中的服务流加密。
- ❖ 保密机制的两个基本协议：
 - 1、用于加密数据包的封装协议
 - 2、密钥管理协议

5.5 MAC层的链路自适应机制

- 链路自适应技术的基本思想是，在当前的信道条件下，通过对某些传输参数的适配，让链路尽可能高效地运行。
- 为了维持通信连接，甚至需要对链路质量做出“让步”，通过牺牲带宽来获得传输质量的提高。
- 在大多数使用链路自适应技术的系统中，这种“让步”就是在链路的“鲁棒性”和带宽的高效性间寻找平衡。
- 链路自适应技术能够增加链路信息容量，使得系统能够充分利用信道的时变性。

常见的链路自适应机制

- **自适应调制编码(AMC)**:根据信道情况的变化来动态地调整调制方式和编码方式
- **自动请求重传(ARQ)**:接收端在正确接收发送端发来的数据包之后, 向发送端发送一个确认信息(ACK), 否则发送一个否认信息(NACK)
- **混合自动请求重传(H-ARQ)**:将前向纠错编码(FEC)和自动重传请求(ARQ)相结合的技术

5.6 802.16系统的QoS架构

服务类别代表了**MAC**调度器所支持的数据处理机制。

每条连接都与一个数据服务相联系。每个数据服务都有一组与之相关联的**QoS**参数，这些参数对该服务的行为进行了量化规定。

分以下四种：

- **主动授予服务**(Unsolicited Grant Service, UGS)
- **实时查询服务**(Real-time Polling Service, RTPS)
- **非实时查询服务**(Non-Real-Time Polling Service, NRTPS)
- **尽力而为**(Best Effort, BE)

主动授予服务 UGS

- 主动授予服务(UGS)

是周期性、定长分组的固定比特率（CBR）服务流。

UGS是BS实时地、周期地向携带该业务的连接提供固定带宽分配，以减少SS请求开销，保证满足业务流的实时需求。

关键QoS：主动授予大小，推荐授予间隔等

实时查询服务 RTPS

- 实时查询服务(RTPS)

RTPS是周期性、变长分组的实时变化比特率服务流。

BS向携带该业务的RTPS连接提供实时的、周期的单播轮询，使BS按需动态分配带宽。

关键QoS： 建议轮询间隔，最小预留业务速率等

非实时查询服务 NRTPS

- 非实时查询服务(NRTPS)

NRTPS是非周期性、变长分组的非实时变比特率服务流。

该连接使用非周期性的单播轮询或竞争模式的带宽请求。

关键QoS: 建议轮询间隔, 最小预留业务速率, 业务优先级等

尽力而为(BE)

- 尽力而为(BE)

特点是不提供完整的可靠性，通常执行一些错误控制和有限重传机制，其稳定性由高层协议来保证。

典型的BE服务是Internet网页浏览服务。

该连接使用非周期性的单播轮询或竞争模式的带宽请求。

关键QoS：最小预留业务速率，业务优先级等

5.7 802.16系统的移动性

- IEEE 802.16e是支持移动性宽带无线接入的标准。
- IEEE 802.16e是基于IEEE 802.16d标准的，能够后向兼容IEEE 802.16d的功能
- 为了支持移动性，其工作频段为2~66Hz，支持车速移动(通常认为是120km/h)。
- 在物理层技术方面，802.16e除了支持单载波方式、OFDM方式、OFDMA方式以外，还对OFDMA方式进行了扩展。

与移动相关的实体

实体	描述
MS	移动台，包含MAC层和PHY层
BS	基站，包括邻近基站、服务基站、目标基站
ASA Server	为整个服务提供商网络提供服务的鉴权和服务授权服务器

根据一个服务提供商网络的配置和管理策略，**MS**可以执行从一个**BS**到另一个**BS**的切换（**HO**）。

5.8 WiMAX与其他技术的比较

- 1. 覆盖
- 2. 可扩展性
- 3. QoS机制

WiMax与WiFi技术比较

- 传输范围分析

- WiMax网络可在需牌照或公用无线频段运行。尤其是在授权频段运行时，WiMax可使用更多频宽、时段和更强的功率，覆盖数十公里。

- 而WiFi只在公用频段的2.4~5GHz之间工作，覆盖数百米。

- 传输速率分析

- WiMax每个射频最高速率达70Mbps，而最快的802.11n则为108Mbps，仍比WiMax相差较远

● 可扩展性

- WiMax物理层支持灵活的射频信道带宽，信道复用，以及自动发送功率控制和信道质量测试。
- WiFi仅限于ISM频段，且基于CSMA/CA协议的MAC层扩展能力差。

● QoS机制

- WiMax确保系统总吞吐量，带宽以及时延受到控制。
- WiFi由于采用CSMA/CA协议，不能保证QoS要求。

❖ **WiMax与WiFi可以互补，但目前发展势头明显不如WiFi**

作业五

1. 简述IEEE 802.16物理层在不同频段采用的调制方式及其原因。
2. 简述IEEE 802.16 MAC层各子层及其功能。
3. 简述IEEE 802.16 MAC层服务类别及各自特点。
4. 简述IEEE 802.16链路自适应技术主要思想。