

第5章 无线城域网

主讲 陈虹

辽宁工程技术大学
软件学院

第5章 无线城域网

- ❖ 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

- ❖ 无线城域网技术是因宽带无线接入(BWA)的需求而来
- ❖ 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。

5.1.3 WiMAX系统的关键技术

❖ OFDM/OFDMA技术

❧ 该技术具有抗衰落、抗多径能力强，特别适合移动环境

❖ 先进的多天线技术AAS

❧ 空间分集技术和空间复用技术

❖ 链路自适应技术

❧ ARQ和HARQ

❖ 面向连接的MAC层协议及QoS服务

❖ 动态分配带宽技术

❧ 在TDMA+OFDM/OFDMA多址方式下工作

❖ 提供安全性保障

❧ 在MAC层中定义了一个保密子层

5.2 802.16协议体系

5.2.1 概述

- ❖ **IEEE802.16**又称为**IEEE WMAN**空中接口标准，是适用于**2~66GHz**频段的空中接口规范。
- ❖ 规定的无线接入系统覆盖范围可达**50km**，每个基站提供的总数据速率最高可达**280Mbps**。
- ❖ 符合**802.16**标准的设备可以在“最后一公里”宽带接入领域替代**Cable Modem**、**xDSL**和**T1/E1**。
- ❖ 在用户终端和基站之间允许非视距的宽带连接。
- ❖ 一个基站可支持数百甚至上千个用户。

5.2.1 概述

❖ 最终制定的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。

❖ 主要包括：

❧ MAC层，物理层，毫米波频率范围

❧ 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）

5.2.1 概述——MAC层

❖ IEEE802.16实现了OSI模型中的数据链路层的大部分功能，从上到下包括：

- ❧ **会聚子层**：与业务相关，是与高层之间的接口，它基于ATM和分组，接收来自各个上层协议数据，空中接口为每个终端的不同连接提供不同的QoS支持。
- ❧ **公共部分子层**：MAC层的核心，提供系统接入、带宽分配、连接建立和连接维护
- ❧ **加密子层（安全子层）**：可选，用于提供认证、密钥交换和加解密处理。

5.2.1 概述——MAC层

❖ MAC层为各种应用层业务的实现提供了保证

❖ 主要功能：

- ❧ 实现高层业务数据和各种信令的分段、打包
- ❧ 实现用户的接入过程
- ❧ 实现对用户共享无线介质的控制
- ❧ 根据业务需求合理动态地分配无线信道
- ❧ 对用户到基站提供按需分配的多路寻址和时分多址相结合的技术
- ❧ 适应恶劣的物理层环境（如雨衰、多径传播等）

5.2.1 概述——物理层

- ❖ **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。
- ❖ 物理层负责对**MAC**层的协议数据单元进行汇聚、编码、调制，最后形成无线帧，送入物理信道。
- ❖ **802.16**支持时分双工（**TDD**）和频分双工（**FDD**）两种双工模式。

5.2.1 概述——物理层

❖ 物理层特点

❧ 灵活的信道宽度

❧ Reed-Solomon码与卷积级联码的前向纠错

❧ 自适应天线系统 AAS: 可改善通信距离, 提高系统容量

❧ 动态频率选择DFS: 可帮助减小干扰

❧ 空时编码STC: 通过空间分集提高在衰落环境下的性能

5.2.2 标准化进程（1）

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
空中接口标准	802.16-2001	10~66GHz固定宽带无线接入系统空中接口，视距传输，速率可达134Mbps	2002.4
	802.16a	2~11GHz固定宽带接入系统空中接口，非视距传输，速率可达70Mbps	2003.1
	802.16b	2~11GHz固定宽带接入系统空中接口，解决在5GHz上非授权应用问题	2003.4

5.2.2 标准化进程（2）

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
空中接口标准	802.16c	10~66GHz固定宽带接入系统的兼容性, 解决系统互操作问题	2002.12
	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), WiMAX的基础, 支持高级天线系统(MIMO)	2004.5
	802.16e	2~6GHz固定和 移动 宽带无线接入系统空中接口管理信息库, 扩展后提供的移动服务, 包括对时变传输环境的快速自适应	2005

5.2.2 标准化进程（3）

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
空中接口标准	802.16f	主要定义固定宽带无线接入系统空中接口(MAC层和物理层)的 管理信息库(MIB) 及相关的管理流程, 扩展后能支持网状网要求的多跳能力	2006
	802.16g	主要定义固定和移动宽带无线接入系统空中接口的 管理平面流程 和服务, 对移动网络提供高效转发和相应的QoS	2007

5.2.2 标准化进程（4）

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
一致性标准	802.16.1	<p>802.16一致性标准——第一部分：</p> <ul style="list-style-type: none">◆ 10~66GHz无线MAN-SC空中接口的协议实现一致性说明(PICS)形式◆ 说明实施的要求、能力及可选项实施的情况◆ 提供了协议一致性的基本方法和框架，为测试集制定了设计步骤及描述方法，并对测试系统的实现提供了指导	2003.6

5.2.2 标准化进程（6）

	标准号	相对应的技术领域和频段	状态
一致性标准	802.16.2	802.16一致性标准——第二部分： ◆ 描述了基于802.16的WirelessMAN-SC（10~66GHz）空中接口的基站和用户站一致性规定的测试集结构和测试目的(TSS&TP)	

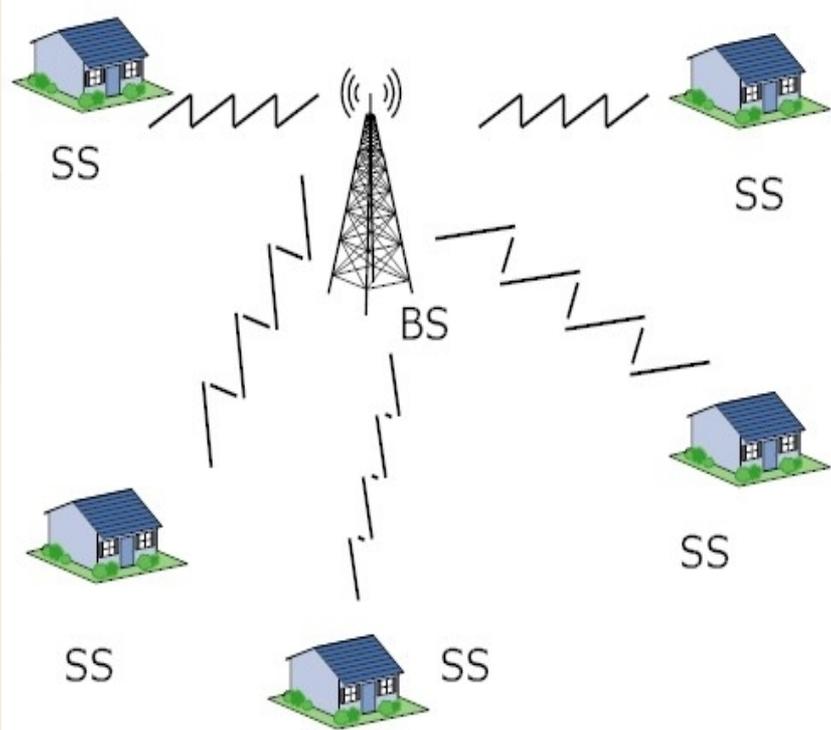
5.2.2 标准化进程（5）

	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- 2001	<ul style="list-style-type: none">◆ 10-66GHz固定带宽无线接入系统的共存◆ 为宽带无线接入系统的干扰最小化提供了指导方针◆ 在可接受的互干扰范围内，允许多个不同制造商的设备共存	2001.9
	802.16.2a	对802.16.2的修正,2~11GHz许可带宽的系统共存	2003.4

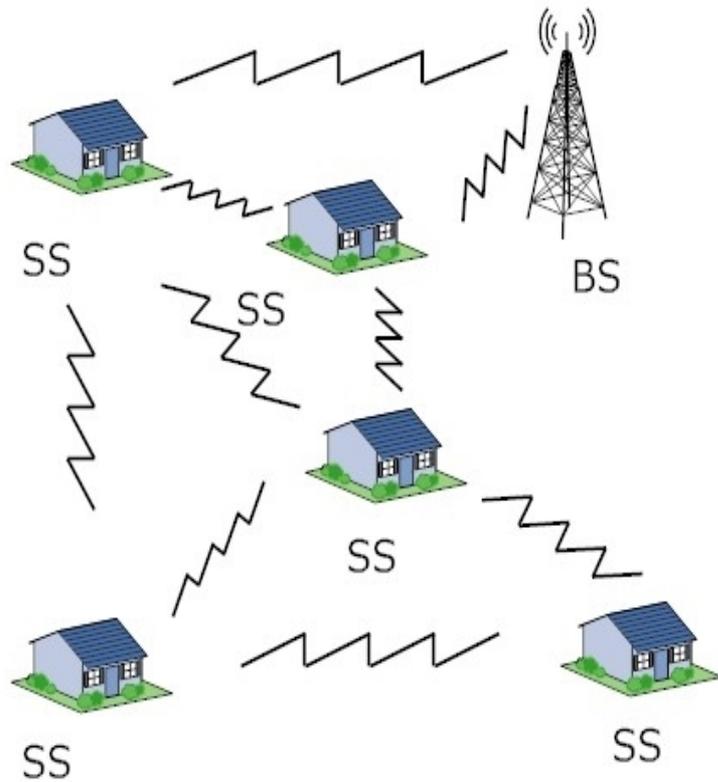
5.2.3 IEEE 802.16d协议

- ❖ 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(如图所示)
 - ∞ **点到多点(PMP)结构**: 一个基站为多个用户站提供服务。
 - ❖ 下行链路: 从基站到用户站的链路
 - ❖ 上行链路: 从用户站到基站的链路
 - ∞ **网格(Mesh)结构**: 业务可以通过基站和用户站之间传送, 也可直接在用户站之间传送。

网络拓扑结构

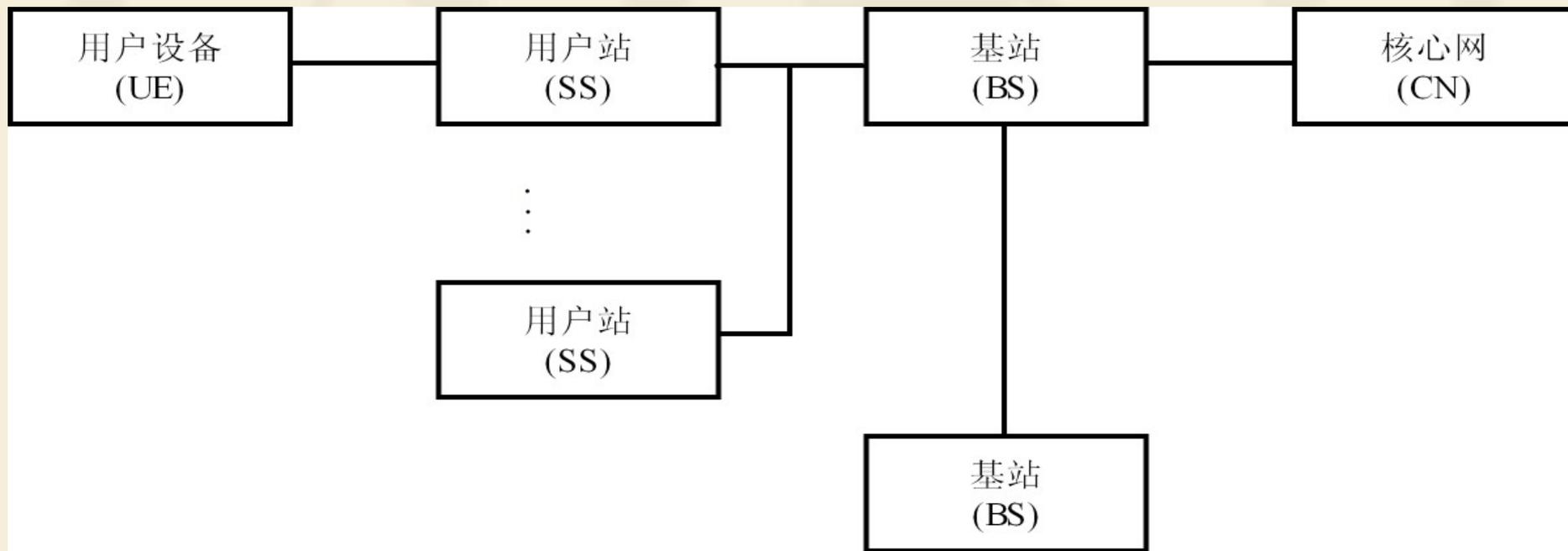


(a)PMP



(b)Mesh

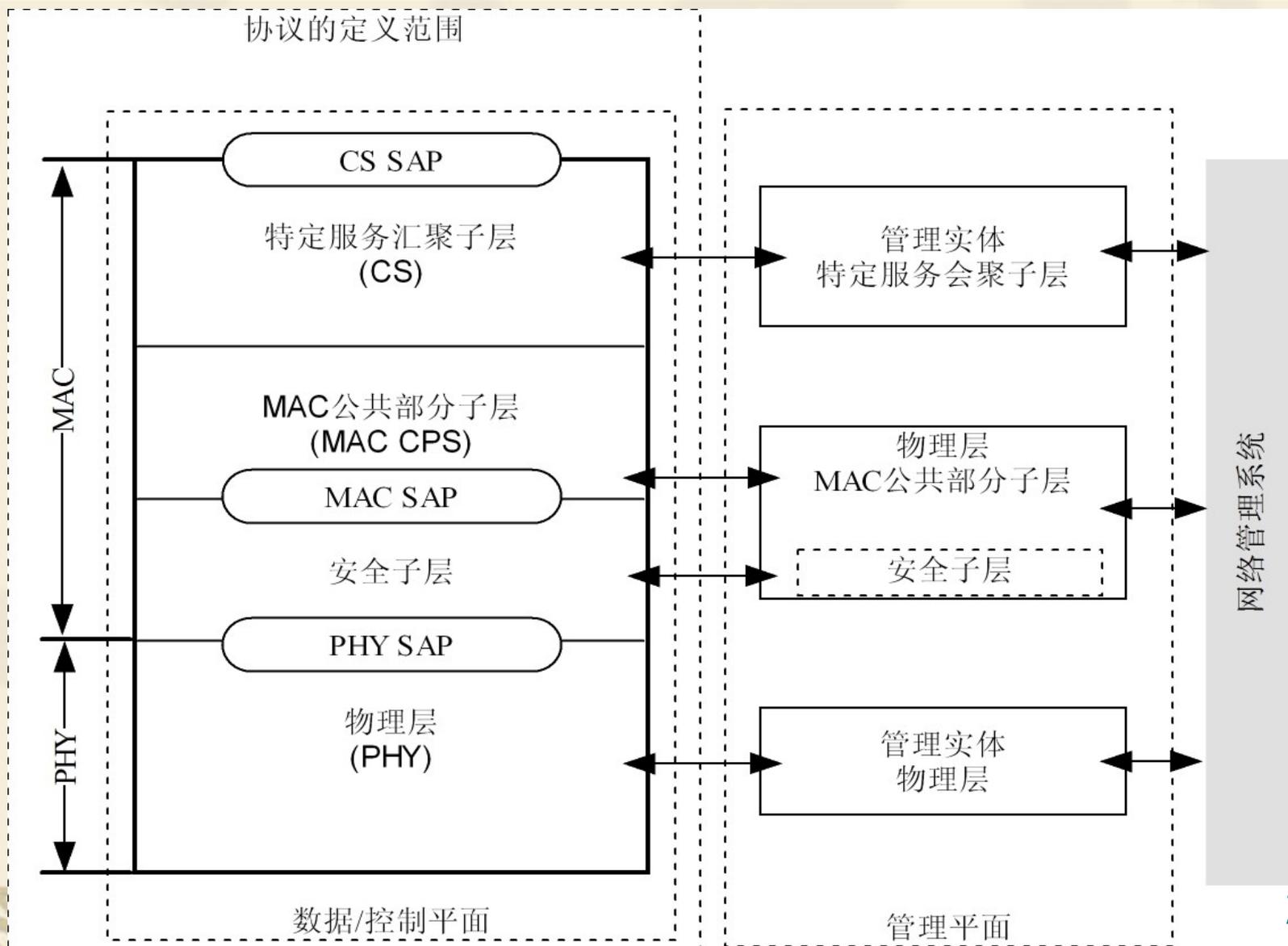
802.16系统框架图



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)和核心网(CN)

802.16d的协议栈模型



5.3 802.16的物理层

❖ IEEE 802.16的物理层既支持**单载波**，又支持**多载波**（支持OFDM技术）。

☞ 基于**单载波**的物理层规范分为：

- ❖ WirelessMAN-SC（Service Control，服务控制）的操作频段为10~66 GHz，视距(LOS)操作；
- ❖ WirelessMAN-SCa的操作频段低于11GHz，非视距(NLOS)操作。

☞ 基于**多载波**的物理层规范分为：

- ❖ WirelessMAN-OFDM(正交频分复用)
- ❖ WirelessMAN-OFDMA(正交频分多址)
- ❖ 基于OFDM多载波技术，操作频段均低于11GHz。

IEEE 802.16的物理层规范

规范名称	应用频段	可选技术	双工方式
WirelessMAN-SC	10~66GHz		TDD, FDD
WirelessMAN-SCa	2~11GHz	AAS, ARQ, STC	TDD, PDD
WirelessMAN-OFDM	2~11GHz	AAS, ARQ, Mesh, STC	TDD, FDD
WirelessMAN-OFDMA	2~11GHz	AAS, ARQ, STC	TDD, FDD

5.3.1 WirelessMAN-SC

- ❖ 支持**时分双工 (TDD)** 和**频分双工 (FDD)**。
- ❖ **FDD**模式下支持**全双工SS(用户站)**和**半双工SS**。
- ❖ 上行方向支持**时分多址接入 (TDMA)** 和**按需分配多址接入 (DAMA)** 相结合的多址方式。
- ❖ 下行信道采用**时分复用(TDM)**, 即发给各**SS**的信息都复用到单个数据流上。
- ❖ 无论是上行还是下行, 待发送的数据比特在发送之前都需要经过**加扰、FEC编码和调制**。

5.3.2 WirelessMAN-SCa

- ❖它是WirelessMAN-SC的增强版本。
- ❖支持**时分双工**（TDD）和**频分双工**（FDD）。
- ❖FDD模式下支持全双工SS(用户站)和半双工SS。
- ❖上行采用时分多址接入（TDMA）方式。
- ❖下行采用时分复用（TDM）或TDMA方式。
- ❖**非视距传输**：由于BS与SS之间的信号传输可能受到建筑物的阻挡，信道的时延扩展相对于视距情况更大，因此，该规范增加了更强的物理层技术来保证信号传输的可靠性。

5.3.2 WirelessMAN-SCa

❖ 支持的关键物理层技术包括：

- ❧ 上下行块自适应调制和FEC编码。
- ❧ 帧结构的设计上，改进了在NLOS和较大时延扩展信道环境下的均衡和信道估计。
- ❧ 使用里蒙-索罗蒙码和格形编码调制级联的FEC编码。
- ❧ FEC码可选择块Turbo码(BTC)和卷积Turbo码(CTC)。
- ❧ 可以选择不使用FEC而使用ARQ技术进行差错控制。
- ❧ 可以选择空时编码（STC）发送分集技术。
- ❧ 具有方便实施自适应天线系统（AAS）的参数设置和MAC/PHY消息。

5.3.3 WirelessMAN-OFDM

- ❖ 这种空中接口通过时分复用接入方式多路访问不同的基站。
- ❖ 使用**256点**变换的OFDM（正交频分复用）调制方式。
- ❖ 采用TDMA（时分多址）方式接入。
- ❖ 这种空中接口在该频带下强制使用许可认证。
- ❖ 操作频段低于**11GHz**。
- ❖ OFDM结合**空时编码、分集技术、干扰抑制以及智能天线技术**，最大程度地提高物理层的可靠性。

WirelessMAN-OFDM的优点（1）

❖ 优点:

- ❧ 频谱利用率高，频谱效率比串行系统高近一倍。
- ❧ 抗多径干扰与频率选择性衰落能力强，因为OFDM把数据分散到许多个子载波上，大大降低了各子载波的符号速率，从而减弱多径传播的影响，若再通过采用加循环前缀作为保护间隔的方法，甚至可以完全消除符号间的干扰。
- ❧ 通过各子载波的联合编码，可具有很强的抗衰落能力。

WirelessMAN-OFDM的优点（2）

- 采用动态子载波分配技术能使系统达到最大比特率。要求各子信道信息分配应遵循信息论中的“注水定理”——优质信道多传送，较差信道少传送，劣质信道不传送。
- 无线数据业务一般都存在非对称性，即下行链路中传输的数据量要远远大于上行链路，因此要求物理层支持非对称高速数据传输，OFDM容易通过使用不同数量的子信道来实现上下行链路中不同的传输速率。

WirelessMAN-OFDM的缺点（1）

❖ 缺点：

☞ 易受频率偏差的影响。

- ❖ 由于子信道的频谱相互覆盖，因此对它们之间的正交性提出了严格的要求，但无线信道具有时变性，在传输过程中会出现无线信号的频谱偏移，或发射机与接收机本地振荡器之间存在的频率偏差，都会使OFDM系统子载波之间的正交性遭到破坏，导致子信道的信号相互干扰。

WirelessMAN-OFDM的缺点（2）

❧ 存在较高的峰值平均功率比。

❖ 多载波系统的输出是多个子信道信号的叠加，因此，如果多个信号的相位一致，所得到的叠加信号的瞬时功率就会远远高于信号的平均功率，导致出现较大的峰值平均功率比，这对发射机内放大器的线性提出了很高的要求，处理不好可能会带来信号畸变，使信号的频谱发生变化，从而导致各个子信道间的正交性遭到破坏，产生干扰，使系统的性能恶化。

5.3.4 WirelessMAN-OFDMA

- ❖ 现代通信系统大多支持多用户并发通信，因此对OFDM进行扩展，形成多用户OFDM。
- ❖ 由于OFDM调制中每个子载波之间具有相对的独立性，每个子载波都可以被指定一个特定的调制方式和发射功率电平。通过对所有的子载波进行分组，为每个用户指定一组或多组子载波，就得到了一种新的多址方式——OFDMA (正交频分多址接入)。
- ❖ 使用2048点变换的载波OFDM方式，这种接口通过给每个接收机分配载波子集提供多路访问。

5.4 802.16的MAC层

❖ MAC层包括以下三个部分：

☞ 与高层实体接口的**特定服务会聚子层**
(Convergence Sublayer, **CS**)

❖ MAC层所传送的业务包括语音、数据、IP连接、VoIP等，因此MAC层需要既支持连续型业务，又支持突发型业务。**CS**既支持ATM协议又支持分组协议，因此满足了对传送多种业务数据的需求。

☞ 完成MAC层核心功能的**公共部分子层**(Common Part Sublayer, **CPS**)

☞ **安全子层**(Security Sublayer)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/538117072001006072>