**对模拟信号调制的归纳、个人理解、看法和思考**

**一、调制的目的**

1. 无线通信中，匹配信道特性，提高发射信号的频率，减小天线尺寸；

2. 频谱搬移，一条信道中同时传输多路信号，多路复用，提高信道利用率；

3. 扩展信号带宽，提高系统抗干扰能力；

4. 实现带宽与信噪比的互换（有效性和可靠性）；

5. 利用电话线将PC机接入Internet，需要翻译模/数信号。

**二、调制的分类**

1. 涉及的信号：

消息信号，又称调制信号、基带信号；

载波：运载工具，常用的是正弦波、脉冲序列；

已调信号：受调载波，载有消息信号的信息，具有多种形式。

2. 可以从不同角度分类：

按调制信号的类型：模拟调制/数字调制

按已调信号的频谱结构：线性调制/非线性调制

按正弦载波的受调参量：幅度调制/频率调制/相位调制

按载波信号的类型：连续波调制/脉冲调制

**三、幅度调制**

1. 一般模型

理论基础：傅里叶变换

幅度调制：消息信号控制正弦载波的幅度。

方法：用消息信号通过相乘器乘上载波信号，再通过带通滤波器（时域卷积滤波器特性）。

举例：AM、DSB、SSB、VSB。

1. 常规双边带调幅AM

t 域：已调信号的波形，调制/解调方法

f 域：已调信号的频谱，带宽B

AM信号的包络正比于消息信号的规律，因此可以采用简单的\*\*包络检波方法（非相干解调）\*\*解调；

频谱由载波、上边带USB、下边带LSB组成。带宽BAM=2fH；

幅度调制又称为线性调制；

应用：中短波调幅广播。

缺点：功率利用率低，最多达到50%

1. 抑制载波双边带DSB

频谱由上边带USB、下边带LSB组成，没有了载波分量。带宽BDSB=BAM=2fH；

调制效率可达100%。

采用相干解调：

方法：用消息信号通过想乘器乘上相干载波信号，再通过低通滤波器（时域卷积滤波器特性）。

要求：载波同步（相干载波和载波信号同频同相）

1. 单边带调制SSB

只传输一个边带，频带利用率高。带宽BSSB=BAM/2=fH；

在频谱拥挤的通信场合，如短波通信、多路载波电话系统。

低功耗特性。使用于移动通信系统。

缺点：设备复杂，存在技术难点，需要相干解调。

1. 残留边带调制VSB

残留边带滤波器特性：在载频处具有互补对称特性；

介于单边带与双边带之间的方案。

**四、角度调制**

正弦载波有三个参量：幅度、频率、相位。都可以携带消息信号。

其中，频率（FM）和相位（PM）都称为角度调制。

1. 频率调制（FM）

幅度恒定，对瞬时相位对t求微分，得到瞬时角频率。

调频的频谱由载频分量wc两侧的无数多对边频wc±nwm组成，其幅度取决于mf；理论上，调频的带宽无穷大；实际中，用卡森公式计算FM带宽：BFM=2(mf+1)fm。fm为调制信号的最高频率。

FM调制为非线性调制。FM解调也称鉴频 ，采用微分电路+包络检波实现。

1. FM的特点和应用

特点：幅度不变，包络恒定。

优势：抗噪能力强；

代价：占用较大信道带宽，频谱利用率低；

应用：高质量或信道噪声大的场合。如卫星通信、移动通信、微波通信等。

**五、抗噪声性能**

性能指标：输出信噪比、制度增益

输入信噪比：Ni=n0B。n0是噪声的单边功率谱密度，B=2fH是带宽，是基带带宽的2倍。

1. AM DSB SSB VSB（幅度调制）

相干解调器：线性解调，信号和噪声可以分开处理。

双边带和单边带调制的抗噪声性能相同。

小信噪比时，信号被干扰为噪声，产生门限效应。原因是包络检波的非线性解调作用。

信噪比固定。

1. FM（角度调制）

FM系统可以通过增加传输带宽来改善抗噪声性能（信噪比）。

**六、总结**

频谱利用率 SSB>VSB>DSB/AM>FM

抗噪声性能：FM>DSB/SSB>VSB>AM

设备复杂度：AM最简，DSB/FM次之，SSB最复杂

1. **思考**

模拟信号调制方法有很多种，而每一种调制方法都有自己的优点和缺点，在进行信号调制时，我们应该选择最适合当前调制信号和环境的调制方法。