

# 通信原理-模拟线性调制系统

向 勉 智能科学与工程学院

## 引言

《通信原理》是电子信息工程专业的核心课之一，该课程主要讲授通信系统的一般组成以及通信的基本原理、方法、技术和系统的抗噪性能分析和计算。湖北民族大学定位为应用型地方本科院校，因此课程思政建设重点为：突出“工匠精神”和“技术报国”，结合区域通信企业案例，强化学生服务地方经济的责任感。

《通信原理》课程是现代通信系统的基本理论。包含 32 个理论学时及 16 个实验学时。在理论教学部分，完成从“知识点”到“价值观”的映射，将思政元素融入到理论知识点的讲解过程中来。讲解知识点《模拟线性调制系统》时，对比分析“中国 TD-SCDMA 标准突围战”，强调自主创新是国家安全的基石，关键核心技术必须掌握在自己手中，否则将受制于人，让学生明白科技竞争是新时代的“战争”。在实验实践教学环节中，通过实验教学培养学生自主创新意识与工程伦理意识，保持科学严谨态度，辩证地分析四种幅度调制方式的特点，可以使学生会运用辩证唯物主义观点和方法理解和掌握调制技术，开展诚信教育，对于与理论不相符的数据或波形，不能随意篡改、编造数据，而应该认真分析，找出原因，甚至重新进行实验。

## 一、课程基本信息

《通信原理》是一门面向电子信息工程专业三年级学生开设的必修课程，属于理论与实践相结合的课程，课程学分为 3 学分。

## 二、课程教学整体设计思路

根据通信原理的课程特点，在课程原有的知识讲授、技能训练的教学目标基础上，增加课程的德育目标。湖北民族大学定位为应用型地方本科院校，因此课

程思政建设重点为：突出“工匠精神”和“技术报国”，结合区域通信企业案例，强化学生服务地方经济的责任感。

通信系统课程具有系统性的特点，在对通信系统各模块的学习中，训练培养学生解决工程问题的基本技能，同时启发学生充分考虑复杂工程问题中涉及的人、事、物、制度、信息等多个影响因素，培训学生建立全局性的工程思维。系统梳理通信原理的课程内容体系和课程体系，并深入挖掘课程中蕴含的思政教育元素，合理选取课程思政教育的切入点，潜移默化地实现思政育人的教学目标。在讲授专业知识的同时，向学生传达电子信息类专业的行业责任和社会责任。通过对电子信息类行业发展历史和现状、领军人物的成长历程、国内外行业热点等的分析和解读，使学生增强对行业的认可度，增强专业学习的热情和动力，进而激发学生的投身电子信息类行业建设的家国情怀，把对社会主义核心价值观的培育贯穿于课堂教学。

### 三、案例教学目标

**知识目标：**掌握常规调幅、双边带调制、单边带调制、残留边带调制及其解调的基本原理与特点。熟练四种调制解调的实现方法。掌握利用 MATLAB 软件实现四种调制解调方法仿真。

**能力目标：**能对生活中的模拟线性调制方式进行分类，理论联系实际。了解信号传输及调制解调技术的发展史，激发学习兴趣，提高自学能力。

**素质目标：**培养学生的辩证思维能力，严谨求实的科学精神。培养学生的自主创新、科技强国意识。树立热爱祖国、诚实守信、先人后己、服务人民、不怕困难的信念。

### 四、案例教学实施过程

#### （一）课前准备

##### 1. 教师准备

对模拟线性调制系统的理论知识进行梳理，安装 MATLAB 仿真软件，检查调制解调实验箱、示波器、频谱分析仪等实验仪器。

##### 2. 学生预习任务

观看预习视频《模拟调制技术基础》（10 分钟，涵盖载波、基带信号概念），安装 MATLAB 仿真软件。

## (二) 教学实施

### 1. 理论知识讲解 (2 学时)

#### 一、调制的定义与目的

带领学生复习通信系统模型，提出问题：

- 1、什么是调制？
- 2、为什么要对信号进行调制？

**【手机通信从 1G 到 5G，天线变小，变多；北斗导航从 1 代到 3 代，实现全球覆盖。引导学生回答如何实现信息的无线传输，看到过哪些通信器材，引导学生关注身边事物，加强随时随地学习的自律性，提升民族自信心】**

#### 二、调制的分类

对调制进行分类，引出 3.2 模拟线性调制系统内容。

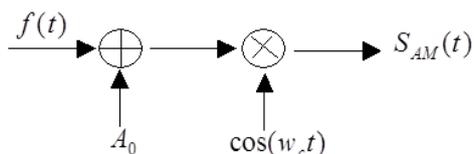
### 3.2 模拟线性调制系统

#### 3.2.1 常规调幅 (AM)

##### 1、时域表达式：

$$S_{AM}(t) = [A_0 + f(t)] \cos(\omega_c t + \theta_c)$$

##### 2、根据时域表达式调制的一般模型：



##### 3、调幅指数的相关概念：

$$\beta_{AM} = \frac{A_m}{A_0} = \begin{cases} \leq 1 & \text{正常调幅} \\ = 1 & \text{满调幅} \\ > 1 & \text{过调幅} \end{cases}$$

➤

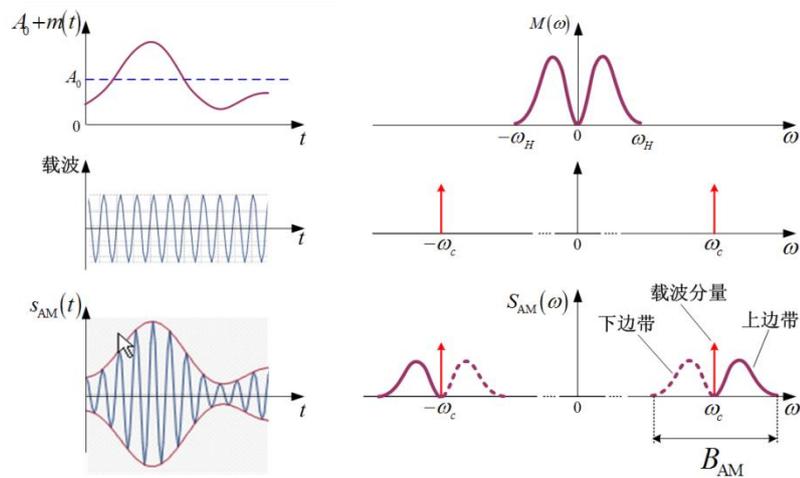
➤ 无失真包络检波条件： $\beta_{AM} \leq 1$

##### 4、频谱分析 (从确定信号入手转入随机信号的分析)：

➤ 对时域表达式求傅立叶变换：

➤ 频域表达式为：

$$S_{AM}(\omega) = \pi A_0 [\delta(\omega - \omega_c) + \delta(\omega + \omega_c)] + \frac{1}{2} [F(\omega - \omega_c) + F(\omega + \omega_c)] ;$$



AM 信号的频谱

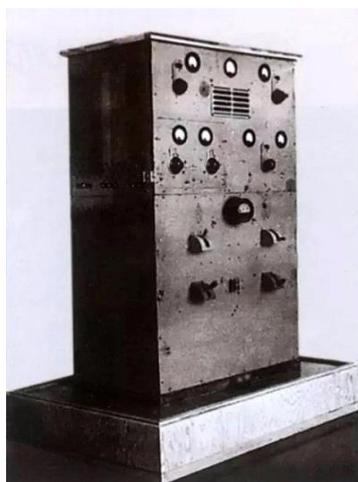
5、常规调幅的调制效率；

$$\eta_{AM} = \frac{\overline{f^2(t)}}{A_0^2 + \overline{f^2(t)}} = \frac{A_m^2 / 2}{A_0^2 + A_m^2 / 2} = \frac{\beta_{AM}^2}{2 + \beta_{AM}^2} ;$$

得出重要结论：**AM 功率利用率低！**

6、常规调幅信号的特点；

思政融入：展示延安时期新华广播电台设备，分析当时技术条件限制下的创新突破



延安时期新华广播电台设备

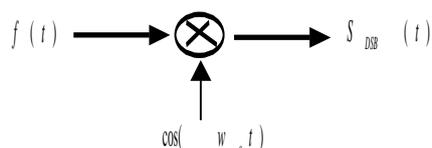
【联系中国通信业发展，从追随、仿制、合作发展、创新的艰辛历程，激励学生正视我们国家的技术发展，科技才能强国。突出引导学生爱国主义教育，激励学生努力学习，提高科技素养】

### 3.2.2 抑制载波双边带调制 (DSB)

1、时域表达式：

$$S_{DSB}(t) = f(t)\cos(\omega_c t) ;$$

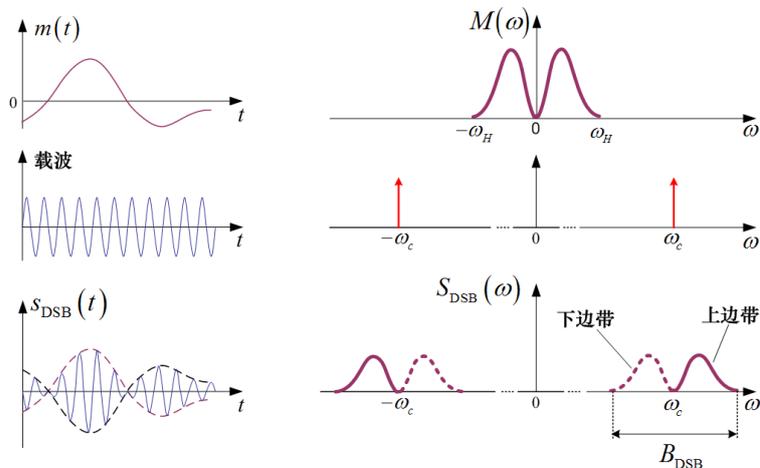
2、根据时域表达式调制的一般模型：



3、频谱分析：

频域表达式为：

$$S_{DSB}(\omega) = \frac{1}{2}[F(\omega - \omega_c) + F(\omega + \omega_c)]$$



DSB 信号的频谱

4、DSB 信号的特点：

### 3.2.3 单边带调制 (SSB)

1、实现方法：

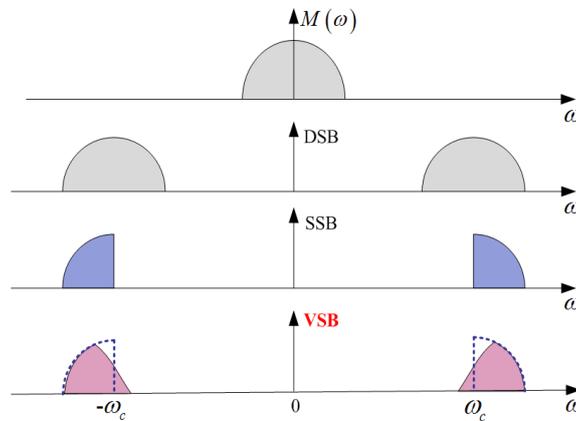
- (a) 用滤波法形成单边带信号；
- (b) 用相位法形成单边带信号；

2、SSB 信号的特点：

### 3.2.4 残留边带调制 (VSB)

1、频域特征：

$$S_{VSB}(\omega) = \frac{1}{2} H_{VSB}(\omega) [F(\omega - \omega_c) + F(\omega + \omega_c)]$$



2、残留边带信号的形成：

利用相干解调后的已调信号设计残留边带滤波器。

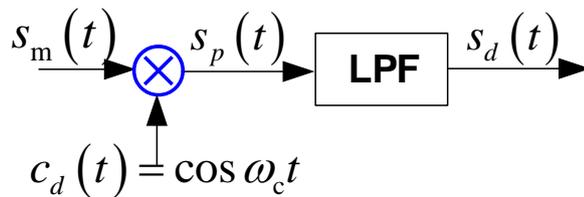
3、残留边带滤波器满足的条件：

4、VSB 信号的特点：

### 3.2.5 线性调制信号的解调

相干解调法：

结构图：

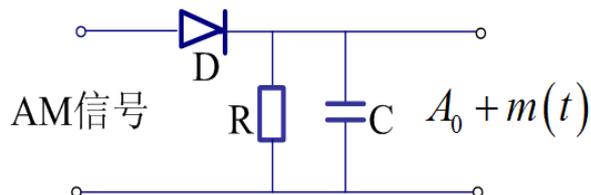


适用调制方法：

AM, DSB, SSB, VSB

2、包络检波法

结构图：



适用调制方法：

AM

## 2. 实验教学（4学时）

对四种模拟线性调制方式（常规幅度调制 AM、抑制载波双边带调制 DSB、单边带调制 SSB、残留边带调制 VSB）进行实验仿真。

**【四种调制方式由于有效性和可靠性的不同，适用领域不同。AM 多用于通信质量要求不高的场合，DSB 一般用于点对点的专用通信中，SSB 主要用在频段比较拥挤的场合，VSB 对商用电视广播系统特别具有吸引力。通过实验手段辩证地分析四种幅度调制方式的特点，可以使学生会运用辩证唯物主义观点和方法理解和掌握调制技术。】**

### 教学评估：

课堂表现：小组实验完成度、互动问答参与度

实验报告：包含原始数据截图、公式推导、误差分析。

## 五、教学效果及反思

### 1. 教学成效

实现思政元素有机融合，包括家国情怀与科技自信、职业伦理与社会责任、科学精神与创新思维，激发学生攻坚克难决心。展现通信行业的社会价值。

### 2. 存在的问题

思政融合深度不足：部分章节思政元素嵌入较生硬，需优化自然衔接。资源覆盖有限：现有案例库偏重技术突破，需补充其它内容。

### 3. 主要改进措施

深化“科技+思政”融合设计。修订教学大纲，明确每章节的思政目标。开发模块化案例库：新增各类专题案例。拓展教学资源与形式。建设数字化思政资源，谋划校企共建基地，开展真实场景教学。