

# 《模拟电路》课程教学大纲

## 一、课程基本信息

英文名称	Analogue Circuits	课程代码	PHYS2042
课程性质	专业选修课程	授课对象	物理学
学 分	3 学分	学 时	54 学时
主讲教师	方亮	修订日期	2021.9
指定教材	康华光,《电子技术基础.模拟部分》,高等教育出版社,2013 年		

## 二、课程目标

### (一) 总体目标

知识目标:使学生获得模拟电子电路的基本工作原理,分析方法及设计方法,能够对各种不同类型的放大电路进行分析;并初步具备根据生产实践要求设计简单模拟电子系统的能力。

能力目标:培养学生分析电路问题和解决电路问题的能力,为以后深入学习电子技术某些领域中的内容,以及为电子技术在专业中的应用打好基础。

素质目标:掌握辩证唯物主义基本原理,建立科学的世界观和方法论,培养学生在电子技术方面的工程素养为目标。

### (二) 课程目标:

课程目标 1:掌握模拟电路的基本概念,掌握模拟电路常用元器件工作机理、特性参数和特点,掌握模拟电路基本单元电路的电路组成、工作原理、性能指标和特点。

课程目标 2:具备模拟电路读图分析能力,能识别复杂电子系统中的模拟电路,分析其功能和原理,估算其性能指标。

课程目标 3:具备模拟电路选型设计的能力,能根据复杂电子系统功能要求

选择合适的模拟电路，并设计电路参数，锤炼科学思维能力和科研创新能力。

(三) 课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

表 1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表

课程目标	对应课程内容	对应毕业要求
课程目标 1	第一章 绪论 第二章 二极管及其基本电路 第三章 场效应管放大电路 第四章 双极结型三极管及放大电路基础	毕业要求 3: 了解物理学与其他学科、社会实践的联系。  毕业要求 8: 具有自主学习和终身学习意识和社会适应能力。
课程目标 2	第六章 反馈放大电路 第八章 运算放大器 第九章 信号处理与信号产生电路	毕业要求 3: 了解物理学与其他学科、社会实践的联系。  毕业要求 8: 具有自主学习和终身学习意识和社会适应能力。
课程目标 3	第五章 模拟集成电路 第七章 功率放大电路 第十章 直流稳压电源	毕业要求 2: 了解物理学与其他学科、社会实践的联系。  毕业要求 7: 具有课题调研、设计、数据处理和学术交流能力。  毕业要求 8: 具有自主学习和终身学习意识和社会适应能力。

## 三、教学内容

### 第一章 绪论

#### 1.教学目标

本章要求了解信号的频谱分析，熟悉信号的分类、模拟信号和数字信号的概念。熟悉放大电路的四种模型，并掌握放大电路的主要性能指标。

#### 2.教学重难点

放大电路四种模型；增益、输入电阻、输出电阻；

#### 3.教学内容

##### 3.1 信号

##### 3.2 信号的频谱

##### 3.3 模拟信号和数字信号

##### 3.4 放大电路模型

##### 3.5 放大电路的主要性能指标

#### 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，指导学生自主学习等。

#### 5.教学评价

分析电压放大电路模型。计算放大电路主要性能指标。讨论模拟电路在复杂电子系统中的应用，能运用双口网络知识分析放大电路模型。

### 第二章 二极管及其基本电路

#### 1.教学目标

了解半导体的基本知识。掌握 PN 结的单向导电性、特性曲线和方程、反向击穿特性、结电容效应。熟悉二极管的种类和参数。掌握二极管的四种等效模型和二极管电路的分析计算。熟悉稳压管电路的原理以及限流电阻的设计计算。

## 2.教学重难点

二极管的四种等效模型的理解，以及对二极管电路的分析

## 3.教学内容

### 3.1 半导体的基本知识

### 3.2 PN 结的形成及特性

### 3.3 二极管

### 3.4 二极管基本电路及其分析方法

### 3.5 特殊二极管

## 4.教学方法

教师讲授，同伴教学，师生讨论，指导学生自主学习等。

## 5.教学评价

用二极管等效模型分析和求解二极管电路。分析和设计稳压管电路。能运用非线性电路分析方法分析二极管电路。

## 第三章 场效应管放大电路

### 1.教学目标

了解场效应管的种类、参数。熟悉 MOS 管的特性曲线和方程。掌握 MOS 管小信号模型画法。熟悉用图解法分析静态和动态工作情况。掌握共源放大电路静态工作点和交流性能指标的计算。熟悉 MOS 管共漏和共栅放大电路的静态工作点和交流性能指标计算。熟悉多级放大电路的分析方法。熟悉 JFET 管的特性曲线和方程。熟悉 JFET 管放大电路的静态工作点和交流性能指标计算。

### 2.教学重难点

用图解法分析场效应管放大电路的静态工作点和动态性能。用解析法和小信号等效模型分析场效应管放大电路的静态工作点和交流性能指标。

### 3.教学内容

- 3.1 金属氧化物半导体场效应管
- 3.2 MOSFET 基本共源放大电路
- 3.3 图解分析法
- 3.4 小信号模型分析法
- 3.5 共漏和共栅放大电路
- 3.6 集成电路单级 MOSFET 放大电路
- 3.7 多级放大电路
- 3.8 结型场效应管
- 3.10 各种 FET 的特性及使用注意事项

#### 4.教学方法

教师讲授，同伴教学，实践教学，指导学生自主学习等

#### 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；运用电压放大电路模型分析场效应管放大电路的交流性能指标。

### 第四章 双极结型三极管及放大电路基础

#### 1.教学目标

了解三极管的种类、参数。熟悉三极管的特性曲线和方程。掌握 H 参数小信号模型画法。掌握共射电路静态工作点和交流性能指标的计算。熟悉用图解法分析静态和动态工作情况。熟悉共集、共基电路静态工作点和交流性能指标的计算。了解复合管的组成。熟悉多级放大电路的分析方法。。

#### 2.教学重难点

用图解法分析三极管放大电路的静态工作点和动态性能。用解析法和小信号等效模型分析三极管放大电路的静态工作点和交流性能指标。

#### 3.教学内容

### 3.1 BJT

### 3.2 基本共射极放大电路

### 3.3 放大电路的分析方法

### 3.4 放大电路静态工作点的稳定问题

### 3.5 共集电极放大电路和共基极放大电路

### 3.6 FET 和 BJT 及其基本放大电路性能比较

### 3.7 多级放大电路

## 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，指导学生自主学习等

## 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；讨论场效应管、三极管及其放大电路的比较。

## 第五章 模拟集成电路

### 1.教学目标

了解电流源的工作原理和应用。熟悉差模和共模的概念。掌握差分放大电路的静态工作点和交流性能的计算。了解差分放大电路的传输特性。了解集成电路运算放大器的内部结构。

### 2.教学重难点

用解析法和小信号等效模型分析差分放大电路的静态工作点和交流性能指标。

### 3.教学内容

模拟集成电路中的直流偏置技术

#### 3.1 差分式放大电路

#### 3.2 差分式放大电路的传输特性

### 3.3 集成电路运算放大器

#### 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，指导学生自主学习等。

#### 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；放大电路抑制干扰和减小噪声的措施。

## 第六章 反馈放大电路

### 1.教学目标

掌握反馈的概念、分类和判别。熟悉负反馈放大电路四种组态的分析。掌握负反馈放大电路的组成框图及增益的一般表达式。熟悉负反馈对放大电路性能的影响。熟悉深度负反馈下闭环放大倍数的计算、虚短和虚断的概念。了解产生自激的条件和稳定性判断方法。

### 2.教学重难点

判断反馈的类型，分析负反馈放大电路的组成框图

### 3.教学内容

#### 3.1 反馈的基本概念与分类

#### 3.2 负反馈放大电路增益的一般表达式

#### 3.3 负反馈对放大电路性能的影响

#### 3.4 深度负反馈条件下的近似计算

#### 3.5 负反馈放大电路设计

#### 3.6 负反馈放大电路的稳定性

### 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，实践教学，指导学生自主学习等。

### 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；根据性能指标要求设计负反馈放大电路。

## 第七章 功率放大电路

### 1.教学目标

了解功率放大电路的分类和特点。掌握乙类双电源互补对称功放电路的原理和性能计算。熟悉交越失真的概念。熟悉甲乙类单电源互补对称功放电路的原理和性能计算。

### 2.教学重难点

计算乙类单电源互补对称功放电路的性能指标

### 3.教学内容

#### 3.1 功率放大电路的一般问题

#### 3.2 射极输出器——甲类放大的实例

#### 3.3 乙类双电源互补对称功率放大电路

#### 3.4 甲乙类互补对称功率放大电路

### 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，指导学生自主学习等。

### 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；甲类小信号放大电路和乙类功放中共集电极电路的特性差异。

## 第八章 运算放大器

### 1.教学目标

熟悉理想运放的电路模型。熟悉理想运放工作在线性区的特点。掌握用虚短、虚断概念分析线性运放电路。掌握同相和反相放大电路原理及计算。熟悉求和、求差和积分、微分电路的工作原理。

### 2.教学重难点

分析线性运放构成的各种运算电路。

### 3.教学内容

#### 3.1 集成电路运算放大器

#### 3.2 理想运算放大器

#### 3.3 基本线性运放电路

#### 3.4 同相输入和反相输入放大器的其他应用路

### 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，指导学生自主学习等。

### 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；叠加定理在运放电路分析中的运用。

## 第九章 信号处理与信号产生电路

### 1.教学目标

掌握高通、低通、带通、带阻四种滤波器幅频特性。掌握正弦波振荡的幅度和相位条件。熟悉 RC 串并联式正弦波振荡电路的工作原理。掌握判断 LC 正弦波电路能否振荡的分析方法。熟悉各种正弦波振荡电路的特点。掌握单限比较器和迟滞比较器的原理和传输特性。熟悉方波振荡电路的工作原理。

### 2.教学重难点

分析 RC 串并联式正弦波振荡电路工作原理，计算其性能指标。根据性能指标要求设计 RC 串并联式正弦波振荡电路。分析 LC 正弦波电路和石英晶体振荡电路能否振荡

### 3.教学内容

#### 3.1 滤波电路的基本概念与分类

#### 3.2 一阶有源滤波电路

#### 3.3 正弦波振荡电路的振荡条件

### 3.4 RC 正弦波振荡电路

### 3.5 LC 正弦波振荡电路

### 3.6 非正弦信号产生电路

## 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，指导学生自主学习等。

## 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；正反馈在模拟电路中的应用。

## 第十章 直流稳压电源

### 1.教学目标

掌握直流电源的组成。掌握桥式整流滤波电路的工作原理。掌握串联反馈式稳压电路的组成环节、原理和计算。了解开关稳压电源的工作原理。

### 2.教学重难点

分析桥式整流滤波电路的工作原理，并计算其性能指标。分析串联反馈式稳压电路的工作原理，并计算其性能指标。根据性能基本要求设计直流线性稳压电源。

### 3.教学内容

#### 3.1 小功率整流滤波电路

#### 3.2 线性稳压电路

#### 3.3 开关式稳压电源

## 4.教学方法

教师讲授，师生讨论，指导学生自主学习等。

## 5.教学评价

课后相应习题，补充习题，思考题等；了解开关电源中的各种技术。

## 四、学时分配

表 2：各章节的具体内容和学时分配表

章节	章节内容	学时分配
第一章	绪论	2 学时
第二章	二极管及其基本电路	4 学时
第三章	场效应管放大电路	8 学时
第四章	双极结型三极管及放大电路基础	8 学时
第五章	模拟集成电路	4 学时
第六章	反馈放大电路	8 学时
第七章	功率放大电路	4 学时
第八章	运算放大器	4 学时
第九章	信号处理与信号产生电路	8 学时
第十章	直流稳压电源	4 学时

## 五、教学进度

表 3：教学进度表

周次	日期	章节名称	内容提要	授课时数	作业及要求	备注
1	-	第一章	绪论：信号、放大电路的基础知识，半导体基础知识	3	本章节练习题 1.4.1, 1.5.6	

2	-	第二章	二极管，二极管电路及其分析方法	3	3.4.12; 3.4.13; 3.4.14; 3.5.3	
3	-	第三章	场效应管的结构、工作原理、特性曲线及主要参数	3	4.4.2; 4.4.2; 4.4.3; 4.4.4;	
4	-	第三章	场效应管图解法、小信号模型分析法	3	4.5.2; 4.5.6;	
5	-	第三章	放大电路静态工作点的稳定问题；共漏电极和共栅极放大电路	3	4.8.7; 4.8.8	
6	-	第四章	<b>BJT</b> 、基本共射放大电路	3	5.3.8; 5.3.9; 5.3.11;	
7	-	第四章	共集电极和共基极放大电路	3	5.4.3; 5.4.4; 5.5.2; 5.5.3;	
8	-	第五章	<b>FET</b> 、 <b>BJT</b> 比较，电流源	3	5.7.2; 5.7.4; 5.7.7; 5.7.8	
9	-	第五章	差分式放大电路的工作原理. 差分式放大电路的结构及计算	3	7.2.1; 7.2.7	
10	-	第六章	功率放大电路的结构、工作原理	3	9.3.2; 9.3.4; 9.4.5	
11	-	第七章	反馈的基本概念和分类	3	8.1.1; 8.1.7	
12	-	第七章	负反馈放大电路的四种组态	3	8.2.2; 8.4.1	

13	-	第八章	运算放大器	3	2.3.3; 2.4.8; 2.4.10	
14	-	第九章	有源滤波的概念与分类; 一阶有源滤波电路; 正弦波振荡电路的组成	3	10.7.1; 10.7.2	
15	-	第九章	正弦波产生条件, 非正弦波电路	3	10.8.8	
16	-	第十章	直流电源	3	11.1.1	
17	-	复习	总结本门课程授课内容	3		

## 六、教材及参考书目

1. 康华光,《电子技术基础.模拟部分》, 高等教育出版社, 2013 年;
2. 童诗白, 华成英《模拟电子技术基础第 5 版》, 高等教育出版社, 2015 年;
3. 托马斯·L.弗洛伊德 (Thomas L.Floyd) 等. 《模拟电子技术基础》, 机械工业出版社, 2015;

## 七、教学方法

1. 强化用数学、电路分析等基础课程的已知知识, 来分析和解决模拟电路中的未知问题, 以降低模拟电路的学习难度。
2. 板书和 PPT 结合, 突出各章节的讲述主线, 以及每种基本单元电路的分析流程, 便于学生记忆。兼取传统与现代化教学手段的优势; 综合采用讲授、讨论、翻转课堂等教学方法和模式。
3. 强调模拟电路与半导体物理、固体物理等相关课程的联系, 加强专业知识的融会贯通。

4. 信息化手段应用：信息化教学环境，结合线下课堂教学，使教学形式呈现互动性；例如采用雨课堂发放小测实时掌控教学效果；使用智慧树“知到”，协助课堂翻转、专题研讨等教学活动。

## 八、考核方式及评定方法

### （一）课程考核与课程目标的对应关系

表 4：课程考核与课程目标的对应关系表

课程目标	考核要点	考核方式
课程目标 1	相关教学内容	过程化考试+平时学习表现
课程目标 2	相关教学内容	过程化考试+平时学习表现
课程目标 3	相关教学内容	过程化考试+平时学习表现

### （二）评定方法

#### 1. 评定方法

多元考核评价：通过平时作业、过程化考核（单元考核、期中考试、期末考试）进行考核。

#### 2. 课程目标的考核占比与达成度分析

表 5：课程目标的考核占比与达成度分析表

课程目标 \ 考核占比	考核占比		总评达成度
	平时	过程化考试	
课程目标 1	20%	20%	课程目标 1 达成度={0.2 x 平时目标 1 成绩+0.8 x 过程化考试目标 1 成绩}/目标 1 总分。 课程目标 2 达成度={0.2
课程目标 2	40%	40%	
课程目标 3	40%	40%	

			<p><math>x</math> 平时目标 2 成绩+0.8 <math>x</math> 过程化考试目标 2 成绩}/目标 2 总分。</p> <p>课程目标 3 达成度={0.2 <math>x</math> 平时目标 3 成绩+0.8 <math>x</math> 过程化考试目标 3 成绩}/目标 3 总分。</p> <p>总评达成度=0.2 <math>x</math> 课程 目标 1 的达成度+0.4 <math>x</math> 课程目标 2 的达成度 +0.4 <math>x</math> 课程目标 3 的达成度</p>
--	--	--	---

### (三) 评分标准

#### (1) 平时作业

课程教学目标	各成绩等级评分标准				
	优 [90-100]	良 [80-90)	中 [70-80)	及格 [60-70)	不及格 <60
掌握模拟电路的基本概念，掌握模拟电路常用元器件工作机理、特性参数和特点，掌握模拟电路基本单元电路的电路组成、工作原理、性能指标和特点	独立按时完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>90%	独立按时完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>80%	独立按时完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>70%	独立按时完成，基本概念表达、问题分析结论正确率>60%	未独立或未按时完成，或基本概念表达、问题分析结论正确率<60%
具备模拟电路读图分析能力，能识别复杂电子系统	独立按时完成，单元	独立按时完成，单元	独立按时完成，单元	独立按时完成，单元	未独立或未按时完成，或单

中的模拟电路，分析其功能和原理，估算其性能指标。具备模拟电路选型设计的能力，	电路分析 计算结果、参数 设计正确率>90%	电路分析 计算结果、参数 设计正确率>80%	电路分析 计算结果、参数 设计正确率>70%	电路分析 计算结果、参数 设计正确率>60%	元电路分析 计算结果、参数 设计正确率<60%
--	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------

(2) 过程化考核 1(单元考核)、过程化考核 2(期中考试)、过程化考核 3 (期末考试)

课程教学目标	各成绩等级评分标准				
	优 [90-100]	良 [80-90)	中 [70-80)	及格 [60-70)	不及格 <60
掌握模拟电路的基本概念，掌握模拟电路常用元器件工作机理、特性参数和特点，掌握模拟电路基本单元电路的电路组成、工作原理、性能指标和特点	基本概念表达、问题分析结论正确率>90%	基本概念表达、问题分析结论正确率>80%	基本概念表达、问题分析结论正确率>70%	基本概念表达、问题分析结论正确率>60%	基本概念表达、问题分析结论正确率<60%
具备模拟电路读图分析能力，能识	单元电路分析计算结果、参数设	单元电路分析计算结果、参数	单元电路分析计算结果、参	单元电路分析计算结果、参	单元电路分析计算结果、参

别复杂电子系统中的模拟电路，分析其功能和原理，估算其性能指标。具备模拟电路选型设计的能力，能根据复杂电子系统功能要求选择合适的模拟电路，并设计电路参数	计正确率>90%	设计正确率>80%	数设计正确率>70%	数设计正确率>60%	数设计正确率<60%
---	----------	-----------	------------	------------	------------