

# 《电工电子学》教学大纲

课程代码: NANA 2041

课程名称: 电工电子学

英文名称: Electrical Engineering and Electronics

课程性质: 大类基础课程

学分/学时: 2/32

考核方式: 平时/期中考试/期末考试

开课学期: 第 4 学期

适用专业: 纳米材料与技术

先修课程: 高等数学、普通物理

后续课程: 半导体物理、纳米电子学及应用

开课单位: 纳米科学技术学院

课程负责人: 徐建龙

大纲执笔人: 徐建龙

大纲审核人: 王照奎

选用教材: 《模拟和数字电子电路基础》Anant Agarwal, Jeffrey H. Lang 著, 于歆杰、朱桂萍、刘秀成译, 清华大学出版社

## 一、课程目标

通过本课程的理论教学与实际训练, 使学生具备下列能力:

1. 掌握电路基本分析方法: 掌握线性电阻电路与非线性电阻电路的分析方法; 掌握数字逻辑与放大器电路的电路模型与分析方法; 掌握动态电路的时域分析方法; 掌握正弦激励下动态电路的稳态分析方法。(支撑毕业要求指标点 1-1)
2. 能够运用电路基本原理与方法, 理解纳米科学研究领域内常用的电学测试方案的电学原理, 并针对目标纳米电子器件, 提出具体的电学测量方案, 并在该过程中体现出一定的创新性。(支撑毕业要求指标点 2-1)
3. 能够结合器件物理机制及电学行为, 选用合适的电路元件、电路定律及分析方法, 构筑纳米电子器件的电学模型, 以实现纳米电子器件的有效设计, 推动电路原理在实际工程中的应用。(支撑毕业要求指标点 3-1)

## 二、教学内容

### 第一章: 电路抽象

1. 集总电路抽象准则。
2. 理想二端元件: 理想电压源、理想电流源、线性电阻、受控源, 以及各自的元件特性。
3. 支路变量: 电流、电压、功率、能量等。
4. 电流、电压的参考方向, 及关联参考方向。

要求学生: 理解集总电路准则; 掌握电路元件的基本概念及元件特性; 熟练掌握支路变量及其参考方向。

### 第二章: 线性电阻网络分析

1. 电阻网络基本概念: 节点、支路、回路、网孔。
2. 基尔霍夫电压定律、基尔霍夫电流定律。
3. 掌握电路的等效变换的基本思想, 包括电阻串并联、分压器、分流器、平衡电桥、Y- $\Delta$ 变换、加压求

流与加流求压等电阻等效变换，以及电流源与电压源的等效变换方法。

4. 电阻网络的系统化方程解法：2B 法、支路电流法、节点电压法、回路电流法。

要求学生：掌握电路等效变换求解法；熟练运用节点法、回路法等系统化方程解法求解线性电阻电路中任意支路变量。能根据电路结构与类型正确选择最优电路分析方法。

### 第三章：线性电阻网络定理

1. 叠加定理：叠加定理的内容、适用范围及求解方法。

2. 戴维南/诺顿定理：戴维南定理的适用条件、开路电压与等效输入电路的求解方法、戴维南等效电路与诺顿等效电路的等效变换。

3. 最大功率传输：最大功率传输的计算方法与意义。

要求学生：熟练掌握叠加定理、戴维南等效电路与诺顿等效电路的求解方法；理解戴维南等效变换的内涵，灵活运用戴维南等效电路等简化复杂电路的分析方法；能够根据电路结构，灵活选取最优化求解方法，并掌握各种分析方法之间的区别与联系。

### 第四章：数字抽象

1. 数字化的方法、优势，及数字电路的静态准则。

2. 布尔逻辑，及其表达方式：真值表、逻辑门。

3. 逻辑运算基本准则、逻辑表达式化简，以及用基本逻辑门实现复杂逻辑运算的方法。

4. 数字电路中的数字表示，以及用逻辑门实现基本数字运算的方法。

要求学生：掌握数字电路的基本特性及静态准则；掌握逻辑代数的基本公式和原理、逻辑函数的化简方法，并能够根据所描述的功能写出对应的逻辑函数及其逻辑门实现方法。

### 第五章：MOSFET 开关

1. 用开关实现逻辑函数的方法。

2. MOSFET 的物理结构、元件特性与等效电路模型。

3. MOSFET 的 S 模型与 SR 模型。

4. 逻辑门的 MOSFET 开关实现。

5. MOSFET 逻辑门电路的静态分析。

6. 逻辑门上消耗的功率、CMOS 技术。

要求学生：理解并熟练掌握 MOSFET 的元件特性与等效电路模型；熟悉 MOSFET 开关电路的工作原理，掌握 MOSFET 逻辑门电路的设计方法，并基于 MOSFET 的 S 与 SR 模型对其进行静态分析；掌握 MOSFET 逻辑门电路功率的计算方法。

### 第六章：非线性电阻电路

1. 非线性电阻的概念与元件特性。

2. 非线性电阻电路的分析方法：图解法、公式法、分段线性法、小信号法。

3. 假设-检验法求解非线性电阻电路。

4. 非线性电阻电路的小信号分析：小信号的概念、元件的小信号等效模型、以及小信号分析方法。

要求学生：理解非线性电阻电路的概念与特性；熟练掌握非线性电阻电路的分析方法：图解法、公式法、分段线性法、小信号法，以及各自之间的区别与联系；能够利用假设-检验法去求解特定的非线性电阻电路；能够画出任意电路的小信号等效电路，并对其进行正确求解。

### 第七章：MOSFET 放大器

1. 信号放大的概念与意义。

2. MOSFET 的 SCS 模型。
3. MOSFET 放大器的偏置、放大器抽象和饱和准则。
4. MOSFET 放大器的大信号分析：输出电压与输入电压的关系、有效输入和输出范围、工作点的选择。
5. MOSFET 放大器的非线性特性。
6. MOSFET 放大器的小信号等效电路、跨导的概念与计算、增益的求解。
7. MOSFET 放大器的输入与输出电阻、电流与功率增益。

要求学生：理解放大器的定义与信号放大的意义；掌握 MOSFET 的 SCS 模型，理解 MOSFET 放大器的饱和准则，并能够基于 MOSFET SCS 模型对 MOSFET 放大器电路进行大信号分析，获得输出电压与输入电压的关系；理解工作点的概念；能够写出任意 MOSFET 放大器的小信号等效电路，并求出该放大器的增益等电路参量；深入理解 MOSFET 放大器大信号分析与小信号分析之间的内在关联与区别，建立清晰的电路图像。

## 第八章：一阶动态电路时域分析

1. 电容和电感。
2. 动态电路的概念。
3. 描述动态电路方程的列写。
4. 动态电路方程的初始条件。
5. 一阶动态电路的经典解法。
6. 一阶动态电路的三要素求解法。
7. 零输入响应与零状态响应。
8. 一阶动态电路的两个应用实例：门传输延迟、整流与斩波。

要求学生：熟练掌握电容和电感的定义、电学特性及电路特性；理解动态电路的特性及其与稳态电路之间的区别；能够根据动态电路结构列写出动态电路对应的方程，求解出初始条件，并选取合适的解法求解动态电路中任意电路只变量；深入理解动态电路三要素求解法中的三要素：初始值、稳态值、时间常数，并对其进行正确求解；掌握零输入响应与零状态响应的定义及求解方法；能够对一阶动态电路的应用实例进行分析，获得其基本功能，并可根据动态电路特性设计一些电路实例。

## 第九章：二阶动态电路时域分析

1. 串联 RLC 二阶动态电路、并联 RLC 二阶动态电路。
2. 描述二阶动态电路方程的列写。
3. 二阶动态电路方程的初始条件。
4. 二阶动态电路的经典解法。
5. 二阶动态电路的三要素求解法。
6. 二阶动态电路的应用实例。

要求学生：熟练掌握串联与并联 RLC 二阶动态电路的经典解法与三要素求解法；深入理解二阶动态电路三要素求解法中的三要素：初始值、稳态值、时间常数，并对其进行正确求解；能够对二阶动态电路的应用实例进行分析，获得其基本功能，并可根据二阶动态电路特性设计一些电路实例。

## 第十章：正弦激励下动态电路稳态分析

1. 相量法。
2. 用相量法分析正弦稳态电路。
3. 阻抗与导纳。
4. 电路的频率响应：幅值和相位与频率的关系。
5. 滤波器的概念、设计方法及应用实例。
6. LC 谐振电路：频率响应和品质因数。

### 7. 谐振电路中储存的能量。

要求学生：能够应用相量法对正弦稳态电路进行分析，并正确求解任意支路变量；理解阻抗与导纳的定义，并熟练掌握其求解方法；理解一阶 RC 电路的频率响应，并掌握其求解方法；理解滤波器的概念，及不同类型滤波器的电路结构、特性及实现方法；深入理解 LC 谐振电路，掌握其频率响应和品质因数的求解方法；掌握谐振电路中储存能量的计算方法。

## 三、课程成绩

### 1. 考核方式

课程目标	考核内容	考核方式
掌握电路基本分析方法：掌握线性电阻电路与非线性电阻电路的分析方法；掌握数字逻辑与放大器电路的电路模型与分析方法；掌握动态电路的时域分析方法；掌握正弦激励下动态电路的稳态分析方法。（支撑毕业要求指标点 1-1）	电子电路的基本概念及基本分析方法，重点在于基本原理与基本方法的掌握	课堂提问+平时作业+闭卷考试
能够运用电路基本原理与方法，理解纳米科学研究领域内常用的电学测试方案的电学原理，并针对目标纳米电子器件，提出具体的电学测量方案，并在该过程中体现出一定的创新性。（支撑毕业要求指标点 2-1）	电子电路基本概念与分析方法的初步应用能力，重点在于其在电学测量电路中的应用	课堂提问+平时作业+闭卷考试+问题讨论
能够结合器件物理机制及电学行为，选用合适的电路元件、电路定律及分析方法，构筑纳米电子器件的电学模型，以实现纳米电子器件的有效设计，推动电路原理在实际工程中的应用。（支撑毕业要求指标点 3-1）	创新意识与设计理念，可针对纳米电子器件特定的电学现象进行理论建模	课堂提问+开放性讨论课+平时作业+闭卷考试+问题讨论

### 2. 成绩评定方法：

	平时作业相关内容占分比例%	期中闭卷笔试相关试题占分比例%	期末闭卷笔试相关试题占分比例%
课程目标 1	30	30	40
课程目标 2	50	20	30
课程目标 3	60	20	20

### 3. 课程目标（即毕业要求指标点）达成度评价方法：

课程成绩=平时成绩\*30%+期中闭卷考试成绩\*40%+期末闭卷考试成绩\*40%

分目标达成度 = (平时平均分\*平时权重\*30%+期中平均分\*期中权重\*30%+期末平均分\*期末权重\*40%)/(100\*平时权重\*30%+100\*期中权重\*30%+100\*期末权重\*40%)

### 4. 评分标准：

课程目标	90-100 (优秀)	75-89 (良好)	60-74 (及格)	0-59 (不及格)
1. 掌握电路基本分析方法：掌握线性电阻电路与非线性电阻电路的分析方法；掌握数字逻辑与放大器电路的	<b>熟练掌握</b> 电路基本分析方法：线性电阻电路与非线性电阻电路、数字逻辑	<b>较熟练掌握</b> 电路基本分析方法：线性电阻电路与非线性电阻电路、数字逻辑	<b>基本掌握</b> 电路基本分析方法：线性电阻电路与非线性电阻电路、数字逻辑	<b>未能掌握或掌握极少部分</b> 电路基本分析方法：线性电阻电路与非线性电

<p>电路模型与分析方法；掌握动态电路的时域分析方法；掌握正弦激励下动态电路的稳态分析方法。（1-1）</p>	<p>与放大器电路的电路模型、动态电路的时域分析、正弦激励下动态电路的稳态分析方法。</p>	<p>辑与放大器电路的电路模型、动态电路的时域分析、正弦激励下动态电路的稳态分析方法。</p>	<p>与放大器电路的电路模型、动态电路的时域分析、正弦激励下动态电路的稳态分析方法。</p>	<p>阻电路、数字逻辑与放大器电路的电路模型、动态电路的时域分析、正弦激励下动态电路的稳态分析方法。</p>
<p>2. 能够运用电路基本原理与方法，理解纳米科学研究领域内常用的电学测试方案的电学原理，并针对目标纳米电子器件，提出具体的电学测量方案，并在该过程中体现出一定的创新性。（2-1）</p>	<p><b>能够</b>运用电路基本原理与方法，<b>基本理解</b>纳米科学研究领域内常用的电学测试方案的电学原理，并针对较为<b>复杂</b>的目标纳米电子器件，提出具体的电学测量方案。</p>	<p><b>能够</b>运用电路基本原理与方法，<b>基本理解</b>纳米科学研究领域内常用的电学测试方案的电学原理，并针对较为<b>简单</b>的目标纳米电子器件，提出具体的电学测量方案。</p>	<p><b>在教师的协助下，通过查阅相关文献，能够</b>运用电路基本原理与方法，<b>基本理解</b>纳米科学研究领域内常用的电学测试方案的电学原理。</p>	<p><b>无法</b>通过运用电路基本原理与方法理解纳米科学研究领域内常用的电学测试方案的电学原理。</p>
<p>3. 能够结合器件物理机制及电学行为，选用合适的电路元件、电路定律及分析方法，构筑纳米电子器件的电学模型，以实现纳米电子器件的有效设计，推动电路原理在实际工程中的应用。（3-1）</p>	<p><b>熟练掌握</b>特定纳米电子器件的电路模型，能够结合器件物理机制及电学行为，选用合适的电路元件、电路定律及分析方法，构筑较为简单的纳米电子器件的电学模型。</p>	<p><b>掌握</b>特定纳米电子器件的电路模型，<b>并且在教师的协助下</b>，能够结合器件物理机制及电学行为，选用合适的电路元件、电路定律及分析方法，构筑较为简单的纳米电子器件的电学模型。</p>	<p><b>可较好地理解</b>纳米电子器件电路模型，<b>并且在教师的协助下</b>，能够结合器件物理机制及电学行为，选用合适的电路元件、电路定律及分析方法，对较为简单的纳米电子器件进行电学模型建立。</p>	<p><b>在教师的协助下，可基本理解</b>纳米电子器件电路模型，但是<b>无法</b>对较为简单的纳米电子器件进行电学模型建立。</p>