

# 教 案

2025-2026 学年第一学期

课程名称           电工基础          

专业班级           机电一体化技术（三加证书）251          

总学时数           80 学时          

任课教师           郭奕裕

## 课程基本信息

课程名称	电工基础		
课程性质	专业基础课	学分	5
学时	总学时：80 学时，其中：课堂讲授 64 学时；课内实验/实训 16 学时。		
开课部门	机电工程系	任课教师	郭奕裕
授课专业、班级	机电一体化技术（三加证书）251	开课学期	2025-2026 第一学期
成绩评定	平时成绩占 <u>40</u> %；期末成绩占 <u>60</u> %	考核方式	考试
选用教材	书 名	主 编	出版社
	电工基础与技能训练	吕黎	电子工业出版社
出版日期	2021. 1 1		
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	<p>《电工基础》作为专业基础课，是机电一体化专业学生知识体系搭建的基石。它为后续专业课程的学习，如电子技术等奠定了坚实的理论基础。在人才培养方案中，这门课程能够培养学生对电类知识的基本认知和理解能力，使学生掌握电路基本定律、直流电路和交流电路的分析方法等内容，提升学生的逻辑思维和问题解决能力。</p> <p>从实践应用角度看，该课程能让学生初步具备处理电气问题的能力，为后续的实验实训、课程设计以及毕业设计等实践教学环节做好铺垫。通过对《电工基础》的学习，学生能够更好地理解电气设备的工作原理。同时，这门课程所培养的专业素养和技能，有助于学生快速适应行业需求，增强学生在就业市场的竞争力，推动其在机电一体化领域的长远发展。</p>		
本课程教学目标	<p>通过本课程的学习，帮助学生掌握一定的电路的基本理论电路知识，为后续课程的学习准备必要的基础知识。同时，培养学生分析和解决实际电路问题的能力，让学生能够将理论知识运用到实际操作中。提升学生的实践动手能力，使其熟练掌握常见电工工具和仪器的使用方法。还能增强学生的安全意识和团队协作精神，为学生未来从事电子相关职业奠定坚实的基础。</p>		

<b>素质（思政）内容与要求</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 培养学生严肃认真的科学作风和理论联系实际工程观点</li><li>2. 培养学生的科学思维能力、分析计算能力、实验研究能力和科学归纳能力</li><li>3. 培养学生的创新意识和创新能力，鼓励学生在电工领域勇于探索新方法、新技术。</li><li>4. 引导学生树立正确的职业价值观，增强学生的社会责任感和敬业精神。</li><li>5. 让学生了解电工行业对社会发展的重要性，激发学生为国家科技进步贡献力量的使命感。</li></ol>
<b>学生用主要参考资料</b>	<p>李树燕：《电路基础》；</p> <p>秦曾煌：《电工学》</p>

## § 1.1 电路的基本结构

## § 1.2 电路的主要物理量

教学目的 与要求	1、知识目标 (1)掌握一个基本电路的构成。 (2)掌握电路中几个主要的物理量的含义、大小、及计算方法。 2、能力目标 要求学生通过这节课的学习能够认识简单电路的构成，并且能运用相关知识求各物理量。 3、德育目标 通过介绍生活中电的作用，使学生了解学好这门课的意义。同时引导学生明确学习这门课的方法。		
素质(思 政)内容与 要求	1、科技报国与创新精神：通过介绍中国电力发展的成就，激发学生的爱国情怀和科技创新意识。 2、工匠精神与严谨态度：在实验和电路分析中强调细致认真，培养学生的专业素养。 3、安全环保意识：结合电路实验中的安全规范，强调安全生产和环保的重要性。		
重点难点	重点：1、电路的基本结构。 2、电路中主要物理量的含义、大小及计算的方法。 难点：电流、电压的实际方向与参考方向。		
教具及教 学辅助活 动	讲解、图例、举例、练习相结合		
教学过程 安排	复习	复习初中物理中学过的基本物理量。	5 分钟
	讲课	§ 1.1 电路的基本结构 § 1.2 电路的主要物理量	75 分钟

	小结	通过本节的学习使学生了解基本电路中各部分的作用。掌握电路中几个主要的物理量的含义、大小及计算。	5 分钟
	作业	$P_{26}$ 1.1 $P_{27}$ 1.2.1	5 分钟

## 本节引言:

在现代科技日益进步的今天,电的使用非常的广泛。电能不仅为工农业生产、交通运输、国防建设、广播信息以及各种科学技术提供了强大的动力。同时,电能人们在日常的文化和物质生活也是必不可少的。在电工与电子技术这门课程中,我们着重向同学们介绍电工、电机、电子这三个部分的基本知识。为同学们今后继续学习电的知识,在日常生活中运用电打下牢固的基础。

## 重点难点:

重点: 1、掌握电路的基本结构。

2、电流、电压的实际方向与参考方向,电位、电功率。

难点: 电流、电压的实际方向与参考方向。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

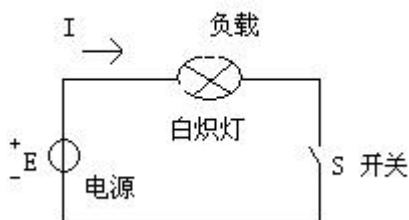
## 授课内容:

§ 1.1 电路的基本结构

§ 1.2 电路的主要物理量

### 一、电路的基本结构

[1]. 由电路的实物图引出电路的原理图:



[2]. 电路: 由实际元件按一定方式连接起来,形成的电流的通路。

[3]. 电路的结构: 由电源、负载、导线、辅助设备四个部分组成。

[4]. 电路中各部分的作用:

电源: 将非电形态的能量转换成电能,给电路供电。

负载: 将电能转换成非电形态的能量,消耗电能。负载的大小通常用负载取用功率的大小来衡量。

导线: 传送信号。传输电能,连接各电气元件。

辅助设备: 保证电路安全,可靠的工作。

各元件在电路中的作用是缺一不可的。讨论缺少某一个元件时,电路中会出现什么现象?

## 二、电路的主要物理量

### [1]. 电流:

产生: 电路中带电粒子在电源作用下有规则的移动形成电流。

单位: 安培(A)、毫安(mA)、微安(uA)  $1\text{A}=10^3\text{mA}=10^6\text{uA}$

大小: 单位时间内流过导体横截面积的电荷量。

1 安培=1s 内流过导体横截面积的电荷量是 1 库。

方向: 规定正电荷移动的方向为电流的实际方向。

注:

(1) 参考方向的表示: (1) 箭头 (2) 双下标 (3) 直接标出。

(2) 当计算结果出现正、负含义:

“+”: 表示电流实际方向与参考方向一致;

“-”: 表示电流实际方向与参考方向相反;

### [2]. 电压:

产生: 电压是分离两种不同极性的电荷时产生的。

定义: 静电力在电源外部搬运电荷所做的功与被移送电荷量的比值。

$$\text{大小: } U = \frac{W}{Q}$$

单位: 伏(V)

方向: 规定为从电源正极指向电源负极。在实际应用中要设参考方向, 参考方向的正负含义如上。

### [3]. 电势:

定义: 非静电力在电源内部搬运电荷所做的功与被移送电荷量的比值。

$$\text{大小: } U = \frac{W_s}{Q}$$

单位: 伏(V)

方向: 规定为从电源负极指向电源正极。在实际应用中要设参考方向, 参考方向的正负含义如上。

[4]. 电位:

在空间中每一点都有一的高度, 电路中每一点都有一定的电位。正是由于空间高度的差异, 才会引起液体从高-低。在电路中电流的产生也必须有一定的电位差。

定义: 电路中任何一点与零电位点之间的电压就是该点的电位。  
零电位点: 衡量电位高低就必须有一个计算电位的起点, 称为零电位点。该点电位值规定为 0V。

电位的表示方法:

电位用字母 V 加下标来表示  $V_A$

电位和电压的关系: 电位是任意点到零电位点的电压值。

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

[5]. 电能:

定义: 电场力所做的功就是电路所消耗的电能。

单位: 焦(J) 但在实际生活中常以千瓦时(kw.h)俗称度, 作为电能的单位。

1kw.h 的含义: 1 千瓦的用电器工作 1 小时所消耗的电能。

$$1kw \cdot h = 1000w \times 3600s = 3.6 \times 10^6 J$$

电能表的计算: 电费=电能讲读数 X 电价

[6]. 电功率:

定义: 用电设备单位时间里所消耗的电能。

$$P = \frac{W}{t} = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

单位: 瓦(w)

功率表的接法: 见书 7 页图 1.10

小结:

1. 电路是由四部分组成的。
2. 电路的主要物理量对电路状态的描述。

作业:

$P_{26}$ 1.1  $P_{27}$ 1.2.2.1

<p>教学目的 与要求</p>	<p>1、知识目标 (1)掌握欧姆定律内容及其应用。 (2)掌握电阻元件的电分类及用色环法识别线性电阻的阻值。 2、能力目标 通过对欧姆定律的学习让学生掌握一种分析电路的基本方法。 3、德育目标 通过本节课的学习培养学生分析科学现象解决现实问题的能力。</p>		
<p>素质(思政)内容与 要求</p>	<p>1. 工匠精神与实践规范：在色环电阻识别实验中，要求学生严格按照操作规范完成测量，强调数据记录的精确性（如色环颜色与阻值对应关系的零误差要求），培养精益求精的职业态度。 2. 科技报国与社会责任：引入国产芯片电阻材料研发进展，对比进口与国产元件的性能差异，激发学生攻克“卡脖子”技术的使命感。 3. 安全伦理与风险防范：分析电路设计中的安全隐患，强调遵守电工操作规范的重要性，培养“安全第一”的工程伦理观。</p>		
<p>重点难点</p>	<p>重点：1、欧姆定律的内容及应用。 2、电阻元件的分类及色环法识阻值。 难点：欧姆定律中的正负含义。</p>		
<p>教具及教学 辅助活动</p>	<p>讲解、图例、举例、练习相结合</p>		
<p>教学过程 安排</p>	<p>复习</p>	<p>1、本电路的主要结构及各部分的作用。 2、路中主要物理量大小及计算方法。</p>	<p>10 分钟</p>
	<p>讲课</p>	<p>§ 1.2 欧姆定律 § 1.3 电阻元件</p>	<p>70 分钟</p>
	<p>小结</p>	<p>通过本节课的学习掌握欧姆定律的内容、应用及注意事项。了解电阻的分类及用色环法识别线性电阻阻值。</p>	<p>5 分钟</p>
	<p>作业</p>	<p>自编两题</p>	<p>5 分钟</p>

## 本节引言:

欧姆定律是在电路计算中最基本、应用最广泛的定律之一。欧姆定律在物理课程中已经介绍过,在此外学习欧姆定律的意义是加深对电压、电流参考方向的理解。

## 重点难点:

重点: 1、欧姆定律。

2、电阻元件。

难点: 1、欧姆定律中电压、电流的关联参考方向。

2、色环识阻值。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

## 授课内容:

§ 1.3 欧姆定律

§ 1.4 电阻元件

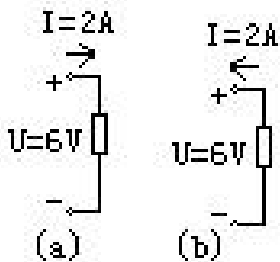
### 一、复习内容

[1].电路的基本组成。

[2].电路主要物理量对电路状态的描述。包括(电流、电压、电势、电位、电能、电功率)

### 二、欧姆定律

[1].应用欧姆定律列公式时,首先要在电路图上标出电流、电压或电动势的参考方向。当电压和电流的参考方向选得相反时,表达式须带负号;其次在参考方向选定后,电流和电压本身有负值。例如,应用欧姆定律对图中的电路列方程时应为:



$$\text{对于图(a)} \quad R = \frac{U}{I} = \frac{6}{2} \Omega = 3\Omega$$

$$\text{对于图(b)} \quad R = \frac{U}{I} = \frac{6}{-2} \Omega = -3\Omega$$

[2].应用欧姆定律时,  $R$ 、 $U$ 、 $I$  必须属于同一电路。

[3].欧姆定律适用于线性电阻。

[4].全电路欧姆定律揭示了电源电动势和电路结构决定闭合电路中电流的规律。

$$\text{电流形式表达式为: } I = \frac{E}{R + R_0}$$

$$\text{电压形式表达式为: } E = RI + R_0I = U + U_0$$

### 三、电阻元件

[1].将电阻两端电压与流过电阻电流的关系用图形表示,称为该电阻的电流、电压关系。电阻越小,这条直线越陡;随着电阻值的增大,这条直线的斜率将变小。

[2].线性电阻是过坐标原点的一条直线;否则就是非线性电阻。

[3].线性电阻用色环法识别阻值。

[4].非线性电阻可分为:热敏电阻和压敏电阻。其中热敏电阻分为:负温度系数热敏电阻(NTC)和正温度系数热敏电阻(PTC)。

### 小结:

1.一段电阻电路中电流、电压和电阻的关系可以由欧姆定律描述,其关系为  $I = \frac{U}{R}$ 。实际应用欧姆定律时应注意参考方向和实际方向之间的关系。全电路欧姆定律描述了电源电动势和电路和参数决定闭合全电路中电流的规律。其电流形式的表达式为  $I = \frac{E}{R_0 + R}$ 。

2.电阻元件的电流、电压关系是用图形方式描述电阻参数。当电阻的电流、电压特性是一条过坐标原点的直线时,该电阻为线性电阻,否则为非线性电阻。

电阻参数可以用色环的方式标注在电阻上，以便于对电阻的识别。随着科学技术的发展，非线性电阻制造技术和应用场合也越来越广。NTC 电阻可用于温度测量和调节，PTC 电阻可用于过保护和延时开关，压敏电阻可用于过压保护。

作业：

1. 当 $E=1001V$ ， $R_0=0.1\Omega$ ， $R=100\Omega$  求 $I$ ?
2. 电阻上色环颜色依次为灰、黑、红棕。则该电阻的阻值为?

## § 1.5 电路的状态及电源的外特性

### § 1.6 负载的连接

<p>教学目的 与要求</p>	<p>1、知识目标 (1)理解电路的三种工作状态及各种状态的特点。 (2)掌握负载在串联、并联时电压、电流、电阻的计算方法。 2、能力目标 培养学生对电路基本状态的分析，及对负载的联接。 3、德育目标 通过学习这节课的学习，培养学生在生活中发现真理。</p>		
<p>素质(思政)内容与 要求</p>	<p>1.科学严谨态度与探索精神：通过分析电路三种状态（通路、开路、短路）的物理特性（如电流、电压、功率变化），强调科学规律的客观性，引导学生理解“真理源于实践”的哲学思想。 2.团队协作与社会责任：在负载串联/并联实验中，通过小组合作完成电路搭建与数据分析，引导学生理解“分工协作”的社会价值。</p>		
<p>重点难点</p>	<p>重点：电路状态及电源的外特性。 难点：电路模型与电源模型。</p>		
<p>教具及教学 辅助活动</p>	<p>讲解、图例、举例、练习相结合</p>		
<p>教学过程 安排</p>	<p>复习</p>	<p>1. 欧姆定律的内容及应用。 2. 电阻元件的分析及色环法识线性电阻阻值。</p>	<p>10 分钟</p>
	<p>讲课</p>	<p>§ 1.5 电路的状态及电源的外特性 § 1.6 负载的连接</p>	<p>70 分钟</p>
	<p>小结</p>	<p>通过本节课的学习掌握电路的三种工作状态：开路、短路、断路。及负载串联时各处电流相等，并联时各支路电压相等的特点。</p>	<p>5 分钟</p>
	<p>作业</p>	<p>29 页四、1</p>	<p>5 分钟</p>

### 本节引言:

上节课我们学习一个最重要的定律:欧姆定律。及电阻元件的一些特点。本节课我们要学习一下电路的基本状态及负载的连接方式。

### 重点难点:

重点: 电路状态及电源的外特性。

难点: 电路模型与电源模型。

### 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

### 授课内容:

§ 1.5 电路的状态及电源外特性

§ 1.6 负载的连接

#### 一、复习内容

[1].欧姆定律。

[2].线性电阻和非线性电阻的辨识。

#### 二、电路的状态及电源的外特性

在不同的条件一, 电路处于不同状态, 主要有以下三种:

##### [1].通路

通路状态, 电路中有电流及能量的传输和转换。与电路通路状态对应的电源, 此时外于有载状态。通路时电源产生的电功率  $P_S$  应该等于负载从电源得到的功率  $P_L$  和电源内部的损耗  $P_0$  之和。即功率应该是平衡的。也称为功率平衡方程。

$$P_S = P_L + P_0$$

##### [2].开路

开路状态, 负载与电源断开。电路中没有电流, 此时电源和负载之间没有能量的输送和转移。电路的状态称为开路。

当发生电源开路时,  $I = 0$ , 电源内阻  $R_0 I = U_0 = 0$   $U = E$  由于电源和负载断开, 这时电源的工作状态为空载状态。

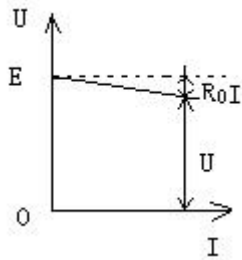
##### [3].短路

短路关太, 电源的两端被一导线短接在一起, 电流不再流过负载, 电路的状态称为短路。

短路时, 外电路总等效电阻为  $0$ 。当发生短路时, 应及时切断电路, 否则将会引起剧烈发热使电源烧毁。

### 三、电源的外特性

定义：电源输出电压随负载电流变化的规律称为电源的外特性。



实际应用中，总是希望电源能够有稳定的输出电压，这样就必须减小电源内电阻，以获得更加平直的电源外特性。

### 四、负载的连接

#### [1].负载的串联

定义：负载的串联形式，它是指负载电阻没有分支路的依次相连，使电流只有一条通路。

电阻、电流电压关系：

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

#### [2].负载的并联

定义：负载的并联形式，电路中每个负载电阻都直接承受电源电压，所以每个负载电阻都在相同的电源电压下工作。

电阻、电流电压关系：

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

### 小结：

1. 电路的三种工作状态为通路、断路和短路。通路状态下，电路中的电流和能量才能传输和转换。在外部条件满足的情况下，电源发出的功率与负载从电源得到的功率及电源内部损耗功率平衡。断路状态下，电路中没有电流、此时电源的端电压等于电动势。短路状态危害很大。要严加防范，常用熔断器作短路保护。

2. 电源的外特性表征电源输出电压  $U$  随负载电流  $I$  变化的规律，它是一条向下倾斜的直线。电源内阻的大小决定了该直线向下倾斜的程度。理想状态下（内阻为零）该直线与横轴平行。

3. 串联电路电流处处相等，电路总电压为各串联电阻电压之各，而且各电阻两端的电压与其阻值成正比。并联电路各支路两端电压相同，通过并联电路的总电流等于各支路电流之和，而且通过各支路的电流与支路电阻成反比。

### 作业：

29 页四、1

## § 1.7 电气设备额定值

<b>教学目的 与要求</b>	1、知识目标 (1) 掌握电气设备的三种状态。 (2) 能够通过数据计算分析电气设备的状态。 2、能力目标 引导学生会分析生活中用电设备工作状态的能力。 3、德育目标 通过本节课的学习培养学生热爱生活的态度。		
<b>素质(思 政)内容与 要求</b>	1. 科技为民服务的责任感：结合电气设备状态管理案例（如社区供电保障、应急抢修），展现电力技术对民生福祉的支撑作用，强化“科技服务社会”的使命感。 2. 安全责任与生命敬畏：通过检修状态的安全规范（如接地线设置、遮栏防护），强调电力操作中“生命至上”的原则，树立“安全无小事”的职业底线。 3. 劳动创造价值的实践观：播放大国工匠电力设备维护片段，展示工程师通过精密检测保障电网稳定运行的故事，传递“匠心精神”。		
<b>重点难点</b>	重点：1、掌握电气设备的三种工作状态。 2、能够通过数据计算分析电气设备的状态。 难点：分析电气设备状态。		
<b>教具及教学 辅助活动</b>	讲解、图例、举例、练习相结合		
<b>教学过程 安排</b>	<b>复习</b>	1、电路的三种工作状态。 2、载在串联、并联时电流、电压及总电阻的计算。	5 分钟
	<b>讲课</b>	§ 1.7 电气设备的额定值	75 分钟
	<b>小结</b>	通过本节课的学习使学生掌握家用电气设备有过载、欠载和额定三种工作状态。能够通过对相关参数的计算分析电气设备的工作状态。	5 分钟
	<b>作业</b>	自编一题	5 分钟

### 本节引言:

额定值是一个很重要的概念,它是指导使用者正确使用电气设备的主要依据。我们可以从负载和电源两个方面来分别研究额定值与实际值的关系。

### 重点难点:

重点: 1、掌握电气设备的三种工作状态。

2、能够通过数据计算分析电气设备的状态。

难点: 分析电气设备状态。

### 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

### 授课内容:

#### § 1.7 电气设备额定值

#### 一、复习内容

[1].电路的三种工作状态是什么?详细说明。

[2].什么是电源的外特性?理想电压源的电流、电压关系特性是怎么样的。

[3].负载串联时电压、电阻、电流的关系?

[4].负载并联时电压、电阻、电流的关系?

#### 二、电气设备的额定值

[1].额定值:电气设备在正常工作时对电流、电压和功率有一定限额,利用这些限额可以表征电气设备的工作条件和工作能力。

[2].额定值的表示方法:

(1)利用名牌标出

(2)直接标在产品上

(3)从产品目录中查找

[3].电气设备的三种工作状态：

- (1) 额定状态：应用中实际值等于额定值时，电气设备的工作状态。
- (2) 过载状态：如果实际值超过额定值，就可能引起电气设备的损坏或降低使用寿命。
- (3) 欠载状态：如果实际值低于额定值，某些电气设备也可能发生损坏，但多数是不能发挥正常的效能。

[4].讲解例题（15 页例 1.9）分析电气设备的三种工作状态。

[5].为了让学生加深理解三种工作状态对电气设备的影响，以小灯泡发光为例，说明三种工作状态下小灯泡的亮度变化。

**小结：**

- 1.实际电路中的电气设备、器件和导线都有一定的额定值，使用时要注意不要长时间超过额定值。
2. 电气设备有三种工作状态：额定状态、过载状态和欠载状态。分析电路中电气设备的三种工作是保证电气设备正常使用的基础。

**作业：**1.一个标有 5A、400W 的电阻，如果接在 50V、80V、100V 的电源上能否正常工作？各工作于什么状态？

## § 1.8 电路中各点电位的计算

<b>教学目的 与要求</b>	1、知识目标 (3) 理解电路中电位的概念及与电压的关系。 (4) 掌握电路中各点电位的计算方法。 2、能力目标 引导学生分析电路求取相关参数的能力。 3、德育目标 通过本节课的学习培养学生分析解决问题的能力。		
<b>素质(思政)内容与要求</b>	1. 科学严谨与工匠精神：引入国产高精度运算放大器芯片案例（如华为海思芯片），说明精密计算对技术自主可控的意义。 2. 安全责任与风险防范：仿真“家庭电路漏电”场景，要求学生设计电位保护方案（如剩余电流保护器），培养安全意识。		
<b>重点难点</b>	重点：1、理解电路中电位的概念及与电压的关系。 2、掌握电路中各点电位的计算方法 难点：电路中各点电位的计算。		
<b>教具及教学辅助活动</b>	讲解、图例、举例、练习相结合		
<b>教学过程安排</b>	<b>复习</b>	3、电气设备的三种工作状态。 4、分析电气设备工作状态的方法。	5 分钟
<b>讲课</b>	§ 1.8 电路中各点电位的计算		70 分钟
<b>小结</b>	通过本节课的学习使学生理解电位的含义是：电路中任一点到参考点的电压值。理解参考点的选择影响电路中各点的电位值以及电路中各点的电位与电压的关系。并能够计算电路中各点的电位值。		10 分钟
<b>作业</b>	自编一题		5 分钟

## 本节引言:

电位的概念在电子电路中有着十分重要的意义,无论对电子电路进行分析、计算、还是对其进行维修测量、都要应用电位的概念。

## 重点难点:

重点: 电路状态及电源的外特性。

难点: 电路中电位的计算。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

## 授课内容:

### § 1.8 电路中各点电位的计算

#### 一、复习内容

[1].电气设备的三种工作状态是什么? 详细说明。

[2].分析电气设备工作状态的意义?

[3].分析电气设备工作状态的方法?

#### 二、电路中各点电位的计算

[1].电位的概念: 电路中某点电位,实际是该点对参考点的电压。参考点的选择是任意的,一个电路只能选择一个参考点。在两类电系统中,有些不同的习惯选择方式。

(1) 电力系统通常选择大地为参考点,也即以大地的电位为零电位;

(2) 电子电路系统通常选多个元件汇集处的一条特定的公共线作为参考点,而且常常是电源的一个极,并与机壳相连,此时虽然不是真正接地,也称为地线。

对于电位的正负,高于参考点的电位为正,低于参考点的电位为负。

[2].电位与电压的关系:

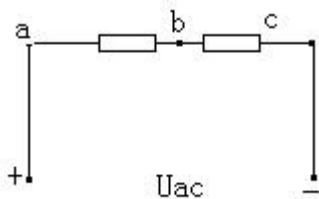
电位是某点对零电位点之间的电压,即电位是电压的一种特殊情况,没有本质上的区别。但应特别提醒注意的是,电位的高低与参考点的选择有关,而两点之间的电压值是不会变化的。所以电路中各点电位值的高低是相对的,而两点之间的电压值是绝对的。

小结:

1. 电路中某点电位,就是该点与参考点之间的电压降。电位的高低与所选定的路径无关。但如果选用不同的参考点,电路中各点电位将会有不同的数值。
2. 在计算电路中各点电位时,要注意参考方向的选择。

作业:

1.已知:  $U_{ac} = 3V, U_{ab} = 2V$ ,以  $a$ 、 $b$ 、 $c$  为参考点求  $U_{bc}$ 、和  $V_b$ ?



## § 1.9 基尔霍夫定律

## § 1.10 支路电流法

教学目的 与要求	<p>1、知识目标 (1)掌握基尔霍夫定律内容及应用。 (2)掌握支路电流法解题步骤。</p> <p>2、能力目标 培养学生利用基尔霍夫定律分析简单电路的能力及用支路电流法分析复杂电路的能力。</p> <p>3、德育目标 培养学生运用科学知识解决生活问题的能力。</p>		
素质(思政)内容与 要求	<p>1. 科学探索精神与创新意识：基尔霍夫定律的发现历程，体现科学家的探索勇气与坚持。</p> <p>2. 工程伦理与安全责任：结合电路过载案例（如电动车充电桩短路起火），分析违反基尔霍夫电压定律（KVL）的潜在风险。</p>		
重点难点	<p>重点：1、掌握基尔霍夫定律内容及应用。 2、掌握支路电流法解题步骤。</p> <p>难点：支路电流法、基尔霍夫定律分析电路。</p>		
教具及教学 辅助活动	讲解、图例、举例、练习相结合		
教学过程 安排	复习	<p>3. 电气设备的三种工作状态。 4. 电路中电位与电压的关系。</p>	5 分钟
	讲课	<p>§ 1.9 基尔霍夫定律 § 1.10 支路电流法</p>	75 分钟
	小结	<p>通过本节课的学习掌握基尔霍夫电流定律、基尔霍夫电压定律的内容及应用。能够运用支路电流法求解复杂中的参数。</p>	5 分钟
	作业	28 页三.9 29 页四.2	5 分钟

### 本节引言:

基尔霍夫定律是解决电路技术问题的基本依据。在进行定量分析和计算过程中,影响电压、电流及功率等物理量的因素有两个方面。其一是元件的性质,体现出线性电阻遵守欧姆定律;其二是电路结构,即不同的连接方法,它与元件的性质无关,基尔霍夫定律“体现了”电路结构的约束关系。

### 重点难点:

重点:基尔霍夫定律。

难点:支路电流法的步骤。

### 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

### 授课内容:

§ 1.9 基尔霍夫定律

§ 1.10 支路电流法

#### 一、复习内容

- [1].电气设备的三种工作状态是什么?详细说明。
- [2].电路中电位与电压的关系?

#### 二、基尔霍夫定律

##### [1].基尔霍夫电流定律(KCL)

基尔霍夫电流定律说明:流入结点的电流的代数和等于零。

##### [2].基尔霍夫电压定律(KVL)

基尔霍夫电压定律说明:任一瞬时绕行任一闭合电路,其电动势的代数和等于电阻电压降的代数和。

##### [3].基尔霍夫定律具有普遍意义:

基尔霍夫定律适用任何瞬时、任何变化的电压和电流,以及由各种不同元件构成的电路。

#### 三、支路电流法

支路电流法是基尔霍夫定律在复杂电路中的应用。一般情况下,电路共有  $m$  条支路,电路中各元件参数都是已知的,那么待求的量就是  $m$  个支路的电流和  $m$  个支路的电压,即一般来说共有  $2m$  个待求量。其求解步骤如下:

- (1) 确定电路的支路数  $m$ ,选定各支路电流的正方向;
- (2) 若电路中共有  $n$  个结点,利用基尔霍夫电流定律列出独立的结点电流方程,即可列写  $(n-1)$  个独立方程;
- (3) 利用基尔霍夫电压定律列写出  $m-(n-1)$  个独立回路的电压方程式。一般按自然网孔选择的回路列写的方程都是独立的;

(4) 解独立方程数目等于  $m$  个联立方程式，即可求出各支路电流的数值；

(5) 利用欧姆定律基尔霍夫电压定律求出各支路电压。

**小结：**

1. 基尔霍夫电流定律说明：流入结点的电流的代数和等于零。  
基尔霍夫电压定律说明：任一瞬时绕行任一闭合电路，其电动势的代数和等于电阻电压降的代数和。

2. 支路电流法可以求解复杂中的参数，它以支路电流为待求量列写方程。

**作业：**

28 页三.9 29 页四.2

## § 2.1 交流电的基本知识

## § 2.2 正弦交流电的表示法

<p>教学目的 与要求</p>	<p>1、知识目标 (1)掌握交流电主要物理量的含义、大小及计算。 (2)理解正弦交流电的基本概念及正弦交流电的三要素。 (3)了解正弦交流电的三种表示法。 2、能力目标 培养学生运用科学知识解决生活中实际问题的能力。 3、德育目标 通过本节课的学习使学生明白生活中的实际问际，培养他们探索科学的兴趣。</p>		
<p>素质(思 政)内容与 要求</p>	<p>1. 科技报国与自主创新:对比进口与国产电力设备(如变频器、逆变器)的性能差异,强调核心技术自主化的重要性。 2. 工程伦理与安全责任:通过家庭电路触电事故案例(如零火线接反导致漏电),强调规范操作与安全防护的重要性。</p>		
<p>重点难点</p>	<p>重点: 1、交流的基本知识及主要物理量。 2、正弦交流电的三要素及表示方法。 难点: 正弦交流电三要素及解析式表示法。</p>		
<p>教具及教学 辅助活动</p>	<p>讲解、图例、举例、练习相结合</p>		
<p>教学过程 安排</p>	<p>复习</p>	<p>1、直流电路中都有哪些主要物理量。 2、欧姆定律、基尔霍夫定律、支路电流法的内容。</p>	<p>10 分钟</p>
	<p>讲课</p>	<p>§ 2.1 交流电的基本知识 § 2.2 正弦交流电的表示法</p>	<p>70 分钟</p>
	<p>小结</p>	<p>通过本节课的学习要求学生掌握交流电路中主要物理量的含义及计算方法。掌握正弦交流电的三要素及其表示方法。</p>	<p>5 分钟</p>
	<p>作业</p>	<p>自编五小题</p>	<p>5 分钟</p>

## 本节引言:

交流电在我们日常生活中应用的非常广泛。所谓交流电的基本知识,是让学生建立起交流电与直流电不同的概念。这种差异是我们后续交流电路课程学习的重点,也不是说对交流电的基本概念应在与直流电区分的情况下不断建立起来。

## 重点难点:

重点:交流的基本知识。

难点:正弦交流电的表示法。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

## 授课内容:

§ 2.1 交流电的基本知识

§ 2.2 正弦交流电的表示法

### 一、复习内容

[1].直流电的主要物理量对电路状态的描述。(电流、电压、电势、电能、电位、电功率)

### 二、交流电的基本知识

#### [1].交流电的基本概念:

大小和方向随时间作周期性变化,并且在一个周期内的平均值为零的电压、电流和电动势的统称为交流电。

#### [2].交流电与直流电的表示区别:

直流电表示:大写英语字母 U、I、

交流电表示:小写英语字母 u、i

#### [3].正弦交流电的相关量:

##### (1)周期 (T)

交流电变化一个完整的循环所需要的时间称为周期单位是(s)。

##### (2)频率 (f)

单位时间内(1/s)完成的周期数称为频率,单位是赫兹(HZ)。频率和周期互为倒数。

##### (3)角频率 ( $\omega$ )

单位时间内变化的角度(以弧度为单位)叫作角频率,单位是弧度/秒。角频率与周期 T、频率 f 之间的关系为:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

#### (4) 瞬时值

交流电每一瞬所对应的值。用小写字母  $u, i$  表示。各不同瞬时的瞬时值一般大小和方向都不相同。

#### (5) 最大值

交流电在一个周期内数值最大的瞬时值称为最大值或幅值。用大写字母加下标表示。

#### (6) 有效值

规定计量交流电大小的物理量，称为交流电的有效值。有效值与最大值的关系：
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

#### (7) 相位

正弦交流电流在每一时刻都是变化的， $(\omega t + \Phi_0)$  是该正弦交流电流在  $t$  时刻所对应的角度，称为相位。

#### (8) 相位差

两个同频正弦交流电的相位差，即初相之差。

若： $0 < \Phi < \pi$ ： $i_1$  超前  $i_2$ 。

$-\pi < \Phi < 0$ ： $i_1$  滞后  $i_2$ 。

$\Phi = 0$ ： $i_1$  与  $i_2$  相位相同，即同相。

$\Phi = \pi$ ： $i_1$  与  $i_2$  相位相反，即反相。

### 三、正弦交流电的表示法

#### [1] 正弦交流电的三要素：

只要具有最大值、角频率和初相这三个要素，就可以准确描述该正弦交流，称它们为正弦交流电的三要素。

[2]正弦交流电有三种表示方法：

(1)波形图表示法：在坐标系中描绘出正弦交流电的波形图，其特点是明确、直观。

(2)解析式表示法：写出正弦交流电的函数解析式，其特点是准确。

(3)旋转矢量表示法：利用矢量旋转速度表征正弦交流电的角频率，矢量长度表征正弦交流电的最大值，矢量与横轴的夹角表征正弦交流电的初相角。

小结：

1.交流电的大小和方向都随时间作周期性变化的交变电动势、交变电流和交变电压的总称。正弦交流电是指它们按正弦函数规律变化。

2.描述正弦交流电的基本物理量很多，可分成三类，称为正弦交流电的三要素。（1）瞬时值、最大值、有效值。（2）周期、频率、角频率。（3）相位、初相和相位差。

3.正弦交流电有三种表示方法：（1）波形图表示法（2）解析式表示法（3）矢量图表示法。

作业：

求相位差？并说明“超前”、“滞后”的关系？

$$(1) i_1 = \omega t + \frac{2\pi}{3}, i_2 = \omega t + \frac{\pi}{3}$$

$$(2) i_1 = \omega t + \frac{\pi}{4}, i_2 = \omega t + \frac{3}{4}\pi$$

$$(3) i_1 = \omega t + \frac{\pi}{2}, i_2 = \omega t + \frac{\pi}{2}$$

$$(4) i_1 = \omega t + \frac{\pi}{5}, i_2 = \omega t - \frac{\pi}{5}$$

$$(5) i_1 = \omega t + \frac{\pi}{4}, i_2 = \omega t - \frac{3\pi}{4}$$

## § 2.3 正弦交流电的相加和相减

## § 2.4 纯电阻电路

教学目的 与要求	<p>1、知识目标 (1)了解正弦交流电相加和相减的方法。 (2)掌握纯电阻电路中电压、电流的相位关系及计算公式。</p> <p>2、能力目标 培养能够分析多个正弦交流电计算的能力。及对电路分类的认识。</p> <p>3、德育目标 培养学生解决实际问题的能力。</p>		
素质(思 政)内容与 要求	<p>1、科学态度与严谨性：在相量叠加实验中，要求学生反复校准仪器，确保结果可靠。</p> <p>2、安全用电意识：结合纯电阻电路的功率计算，强调安全用电的重要性（如避免过载、短路风险），引导学生树立责任意识。</p>		
重点难点	<p>重点：纯电阻电路相位关系及计算公式。 难点：正弦交流电的相加相减。</p>		
教具及教学 辅助活动	讲解、图例、举例、练习相结合		
教学过程 安排	复习	1、交流电路中的主要物理量及关系。 2、正弦交流电路的三要素。	5 分钟
	讲课	§ 2.3 正弦交流电的相加和相减 § 2.4 纯电阻电路	75 分钟
	小结	通过本节课的学习能够掌握多个交流电相加、减的方法。并能够分析纯电阻电路中各物理量的关系。	5 分钟
	作业	64 页三.1 四.3 63 页二.15	5 分钟

### 本节引言:

两个正弦量的合成, 就其本质而言是数学问题, 这里引入主要是为了便于对交流电路和分析。对于纯电阻电路重点是分析电阻在交流电作用下表现出与直流电作用下的不同之处。

### 重点难点:

重点: 纯电阻电路。

难点: 正弦交流电的相加和相减。

### 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

### 授课内容:

§ 2.3 正弦交流电的相加和相减

§ 2.4 纯电阻电路

#### 一、复习内容

[1]. 正弦交流电的三要素是什么?

[2]. 正弦交流电的三种表示方法是什么?

#### 二、正弦交流电的相加和相减

[1]. 正弦交流电的相加和相减的方法:

(1) 波形合成法: 波形全成法是利用两波形进行逐点相加, 最后描绘出新波形。

(2) 矢量运算法: 矢量运算法对于具有特殊角的正弦量进行合成是十分有效的。

[2]. 纯电阻电路电流与电压的关系:

(1) 电压和电流的频率相同;

(2) 电压和电流的相位相同;

(3) 电压和电流的最大值之间、有效值之间的关系仍然满足欧

姆定律, 分别为:  $I_m = \frac{U_m}{R}$

$$I = \frac{U}{R}$$

[3]. 功率:

(1) 瞬时功率: 电阻的瞬时功率是指电路中两个瞬间电压与电流的乘积, 可用电压和电流瞬时值的乘积表示。

$$p = ui = U_m \sin \omega t \cdot I_m \sin \omega t = 2UI \sin^2 \omega t$$

纯电阻电路和瞬时功率的变化曲线说明它总是在从电源吸收能量，是耗能元件。

(2)有功功率（平均功率）：瞬时功率在一个周期内的平均值来表示电路消耗的功率，称为有功功率，也称平均功率。

$$P = \frac{U_m I_m}{2} = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

有功功率是电流和电压有效值的乘积，也是电流和电压最大值乘积的一半，是定值。

(3)无功功率： $Q = 0$

[4]. 分析计算：

例：电炉的额定电压  $U_N = 220V$ ，额定功率  $P_N = 1000W$ ，在  $220V$  的工频交流电源下工作，求电炉的电流和电阻？如果连续使用  $2h$ ，它所消耗的电能是多少？

$$\text{解：} \quad I_N = \frac{P_N}{U_N} = \frac{1000}{220} = 4.55A$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{4.55} \Omega = 48.4\Omega$$

$$W = pt = 1000 \times 2 = 2000W \cdot h = 2KW \cdot h$$

作业：

64 页三.1 四.3 63 页二.15

## § 2.5 纯电感电路

## § 2.6 纯电容电路

<p>教学目的 与要求</p>	<p>1、知识目标 (1)掌握纯电感电路中电压、电流的相位关系及计算公式。 (2)掌握纯电容电路中电压、电流的相位关系及计算公式。 2、能力目标 培养分析纯电感、纯电容电路相位及物理量关系的能力。 3、德育目标 培养学生推理及举一反三的学习能力。</p>		
<p>素质(思 政)内容与 要求</p>	<p>1.科技报国与自主创新：对比进口与国产高频电感/电容的性能差异（如Q值、温漂特性），强调核心技术自主化的重要性。 2.可持续发展与社会责任：分析电感滤波在光伏逆变器中的应用，探讨绿色能源技术对碳中和目标的支撑作用。</p>		
<p>重点难点</p>	<p>重点：1、纯电感电路相位及物理量关系。 2、纯电容电路相位及物理量关系。 难点：纯电感、电容电路电流、电压的相位关系。</p>		
<p>教具及教学 辅助活动</p>	<p>讲解、图例、举例、练习相结合</p>		
<p>教学过程 安排</p>	<p>复习</p>	<p>1、纯电阻电路中电流、电压相位关系计算公式。 2、交流电相加、减的方法。</p>	<p>5分钟</p>
	<p>讲课</p>	<p>§ 2.5 纯电感电路 § 2.6 纯电容电路</p>	<p>75分钟</p>
	<p>小结</p>	<p>通过本节课的学习要求学生掌握纯电容电路和纯电感电路中电流与电压相位的关系以及其它计算公式。</p>	<p>5分钟</p>
	<p>作业</p>	<p>63页二.14 64页三.2</p>	<p>5分钟</p>

### 本节引言:

对于纯电感、纯电容电路重点是分析电感、电容分别在交流电作用下表现出与直流电作用下的不同之处。

### 重点难点:

重点: 纯电感、纯电容电路。

难点: 纯电感、纯电容电路的相位关系。

### 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

### 授课内容:

§ 2.5 纯电感电路

§ 2.6 纯电容电路

#### 一、复习内容

[1]. 正弦交流电的相加和相减的方法有哪些?

[2]. 纯电阻电路电流、电压关系?

#### 二、纯电感电路

[1]. 纯电感电路在正弦电压作用下, 电感中的电流也是正弦形式。电流与电压的关系为:

(1) 电压和电流的频率相同, 即同频;

(2) 电压和电流的相位差  $\frac{\pi}{2}$ , 电压在相位上超前电流  $\frac{\pi}{2}$ ,

或者说电流在相位上滞后电压  $\frac{\pi}{2}$ 。

(3) 电压和电流的最大值之间和有效值之间的关系为:

$$U_m = \omega L I_m$$

$$U_m = X_L I_m$$

$$U = X_L I$$

式中  $X_L = \omega L = 2\pi fL$  称为电感的电抗, 感抗的单位是欧姆。

[2]. 功率:

(1) 瞬时功率:  $p = ui = UI \sin 2\omega t$

当  $P > 0$  时，电感从电源吸收电能转换成磁场能储存在电感中；当  $P < 0$  时，电感中储存的磁场能转换成电能送回电源。所以电感不消耗能量，是储能元件。

(2) 有功功率： $P = 0$

(3) 无功功率： $Q = UI = X_L I^2 = \frac{U^2}{X_L}$

三、纯电容电路：

[1]. 纯电容电路在正弦电压作用下，电容中的电流也是正弦形式的。电流与电压的关系为：

(1) 电流和电压的频率相同，即同频；

(2) 电流和电压的相位互差  $\frac{\pi}{2}$ ，电流在相位上超前电压  $\frac{\pi}{2}$ ，或者说电压在相位上滞后电流  $\frac{\pi}{2}$ ；

(3) 电流和电压的最大值之间、有效值之间的关系为：

$$I_m = \omega C U_m = \frac{U_m}{\frac{1}{\omega C}} = \frac{U_m}{X_C}$$

$$I = \frac{U}{X_C}$$

式中  $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$  称为电容的电抗，简称容抗，单位是欧姆。

容抗的大小除与电容大小有关外，还与频率成反比。

[2]. 功率

(1) 瞬时功率：

$$p = ui = U_m I_m \sin \omega t \cdot \cos \omega t = UI \sin 2\omega t$$

当  $P > 0$  时，电容从电源吸收电能转换成电场能储存在电容中；当  $P < 0$  时，电容中储存的电场能转换成电能送回电源。可见电容不消耗电能，是储能元件。

(2) 有功功率：

$$P = 0$$

(3) 无功功率：

$$Q = UI = X_c I^2 = \frac{U^2}{X_c}$$

作业：

63 页二.14 64 页三.2

## § 2.7 电阻与电感串联电路

### § 2.10 电路的功率因数

<p>教学目的 与要求</p>	<p>1、知识目标 (1)理解功率因数的含义及提高功率因数的方法、意义。 (2)掌握电阻与电感串联电路的特点。 2、能力目标 培养学生推理计算的能力。 3、德育目标 培养学生在学习、生活中节约的意思。</p>		
<p>素质(思 政)内容与 要求</p>	<p>1. 绿色发展与可持续发展：通过功率因数低导致电网损耗增加的案例（如工业用户电费调整），分析能源浪费对环境的影响，强调“双碳”目标下提高能效的紧迫性。 2. 工程伦理与安全责任：在电阻-电感串联电路实验中，强调短路保护与过流防护设计，避免因电感电流突变引发设备损坏或触电风险。</p>		
<p>重点难点</p>	<p>重点：1、电路的功率因数含义及提高的方法、意义。 2、RL 串联电路的特点及计算。 难点：电阻与电感串联电路的计算。</p>		
<p>教具及教学 辅助活动</p>	<p>讲解、图例、举例、练习相结合</p>		
<p>教学过程 安排</p>	<p>复习</p>	<p>1. 纯电阻电路的相位关系。 2. 纯电感电路的相位关系。 3. 纯电容电路的相位关系。</p>	<p>10 分钟</p>
	<p>讲课</p>	<p>§ 2.7 电路的功率因数 § 2.10 电阻与电感串联电路</p>	<p>70 分钟</p>
	<p>小结</p>	<p>通过本节课的学习要求学生掌握RL 串联电路中电流、电压的相位关系及计算公式。理解提高功率因数的意义及方法。</p>	<p>5 分钟</p>
	<p>作业</p>		<p>5 分钟</p>

### 本节引言:

在前面我们学习了纯电阻电路、纯电感电路及纯电容电路。在实际的电路中经常是几种负载共同存在的, 这里我们着重研究一下电阻与电感串联的电路。另外, 了解在电路中功率因数的意义及提高功率因数的意义。

### 重点难点:

重点: 电路的功率因数。

难点: 电阻与电感串联电路。。

### 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

### 授课内容:

§ 2.7 电阻与电感串联电路

§ 2.10 电路的功率因数

#### 一、复习内容

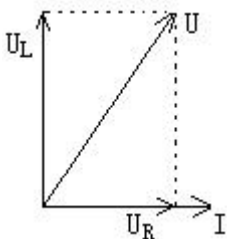
[1]. 纯电阻电路中电流、电压的关系?

[2]. 纯电感电路中电流、电压的关系?

[3]. 纯电容电路中电流、电压的关系?

#### 二、电阻与电感串联电路

[1]. 由矢量图可知:  $U = U_R + U_L$ ;  $U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$ ;  $\varphi = \arctan \frac{U_L}{U_R}$



即:  $U = |Z|I$ , 式中  $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ , 称为电阻和电感串联电路的阻

抗, 单位是欧姆。

[2]. 功率

(1) 有功功率: 在电阻和电感串联电路中, 只有电阻是耗能元件, 即电阻消耗的功率就是该电路的有功功率。

$$P = U_R I = UI \cos \varphi$$

$\cos \varphi$  称为功率因数，用字母  $\lambda$  表示，即  $\lambda = \cos \varphi$ 。 $\varphi$  称为功率因数角。

(2) 无功功率：在电阻和电感串联电路中，只有电感才和电源进行能量交换，所以无功功率为：

$$Q = U_L I = UI \sin \varphi$$

(3) 视在功率：电路中电流和总电压的乘积定义为视在功率，即

$$S = UI; S = \sqrt{P^2 + Q^2}; \varphi = \arctan \frac{Q}{P}。$$

视在功率表征的是电源的设备的容量，电路实际消耗的功率一般小于视在功率，并且由实际运行中负载的性质和大小来决定。

### 三、电路的功率因数

[1].在正弦交流电路中，有功功率与视在功率的比值称为功率因数，用  $\lambda$  表示即： $\lambda = \cos \varphi = \frac{P}{S}$

$\varphi$  为总电流和总电压的相位差，称为功率因数角，该值的大小与电路参数有关。

当  $\cos \varphi = 1$   $P=S$ ：这种情况发生的纯电阻电路中，其无功功率  $Q=0$ 。

当  $\cos \varphi = 0$   $P=0$ ：这种情况发生在纯电感电路或纯电容电路中，其无功功率  $Q = S$ 。

显然，功率因数一般情况是在 1 和 0 之间的。

[2].提高功率因数的意义表现在：

(1) 提高供电设备的利用率

(2) 增加了供电设备和输电线路功率损耗。

提高功率因数常用的方法是：给感性负载并联上合适的电容器，利用电容器的无功功率和电感所需无功功率相互补偿，达到提高功率因数的目的。

**小结：**

功率因数是指负载有功功率与视在功率之比，它首先表征了电源功率被利用的程度。功率因数过低，电源的容量得不到充分利用，另一个负面影响是线路损耗增大。

并联合适的电容器是提高功率因数的有效方法之一。

### § 3.1 三相交流电路

教学目的 与要求	<p>1、知识目标 (1)理解三相电源的概念。 (2)掌握三相电源的供电方式及相电压与线电压的关系。</p> <p>2、能力目标 培养学生抽象思维及分析问题的能力</p> <p>3、德育目标 引导学生从生活实际出发，发现问题并运用所学知识解释问题的能力。</p>		
素质(思 政)内容 与要求	<p>1. 科技报国与自主创新：结合我国特高压输电技术（如±1100kV 直流工程）、智能电网建设等案例，说明三相电源技术对国家能源战略的支撑作用。</p> <p>2. 工程伦理与安全责任：通过三相四线制中中性线的作用（平衡负载电压、防止设备损坏），强调工程设计中“安全第一”的伦理原则。</p>		
重点难点	<p>重点：1、理解三相电源的概念。 2、掌握三相电源的供电方式及相电压与线电压的关系。</p> <p>难点：三相电源相电压、线电压的相位关系。</p>		
教具及教学 辅助活动	讲解、图例、举例、练习相结合		
教学过程安 排	复习	1.单相交流电的几个物理量。 2.纯电阻、纯电容、纯电感电路。	10 分钟
	讲课	§ 3.1 三相交流电路	75 分钟
	小结	通过本节课的学习使学生掌握生活所用的电的供电方式有三相三线制和三相四线制二种，掌握三相四线制供电中线电压与相电压的相位关系及大小关系。	5 分钟
	作业		

## 本节引言:

三相交流电路是在单相交流电路基础上发展起来的。所以单相交流电路的概念可以延伸至三相交流电路中。三相交流电路作为三相制供电系统的理论基础,我们研究它是很有现实意义的。目前电力系统在发电、输电及供电方面,几乎全面采用三相制,而且作为电力拖运的主要机种—三相电动机使用也是广泛的。

## 重点难点:

重点: 1、理解三相电源的概念。

2、掌握三相电源的供电方式及相、线电压的关系。

难点: 三相电源相电压、线电压的相位关系。。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

## 授课内容:

### § 3.1 三相交流电源

#### 一、复习内容

[1].单相交流电的几个物理量。

[2].纯电阻、纯电容、纯电感电路。

#### 二、三相交流电源

[1].三相交流电源的概念: 将三个幅值相等、频率相同、相位互差 $120^\circ$ 的单相交流电源按规定方式组合而成的电源,称为三相交流电源。

[2].三相交流电源是同三相交流发电机或三相变压器中的绕组提供的。电源的供电形式主要有两种：三相三线制、三相四线制。

[3].一般电源采用三相四线制供电可以提供给负载两种电压：若将负载连接到每相绕组两端，负载可得到的电压称为相电压，用 $U_p$ 表示；

若将负载连接到两相绕组端线之间，负载要得到的电压称为线电压，用 $U_L$ 表示。

[4].相电压和线电压的关系：

$$U_L = \sqrt{3}U_p$$

三个线电压有效值相等，都等于相电压的 $\sqrt{3}$ 倍，在相位上分别超前对应的相电压 $30^\circ$ 。各线电压的相位差是 $120^\circ$ 。可见，三相四线制供电方式，不但相电压对称，而且线电压也是对称的。

小结：

- 1.三相交流电源是指三个频率相同、最大值相同、相位互差 $120^\circ$ 的单相交流电源按一定方式组合成的电源系统。
- 2.三相交流电源的三相四线制供电系统可提供两种等级的电压：线电压和相电压。其关系为 $U_L = \sqrt{3}U_p$ ，各线电压超前对应的相电压 $30^\circ$ 。

### § 3.2 三相负载的连接

教学目的 与要求	<p>1、知识目标</p> <p>(1)掌握三相负载的连接方式及相、线电压(电流)的相位及大小关系。</p> <p>(2)掌握负载星形、三角形连接中线电压与相电压、线电流与相电流的关系。及中性线的作用。</p> <p>2、能力目标</p> <p>培养学生抽象思维及分析问题的能力</p> <p>3、德育目标</p> <p>引导学生从生活实际出发，发现问题并运用所学知识解释问题的能力。</p>		
素质(思政)内容与 要求	<p>1.劳动实践与社会责任：通过示波器观察三相负载电压波形实验，体会“理论-实践-修正”的科学探索过程，培养工匠精神。</p> <p>2.可持续发展与社会责任：分析三相电在新能源并网中的应用（如风电变流器、光伏逆变器），探讨“双碳”目标下的能源转型路径。</p>		
重点难点	<p>重点：1、掌握三相负载的连接方式及相、线电压(电流)的相位及大小关系。</p> <p style="padding-left: 40px;">2、掌握负载星形、三角形连接中线电压与相电压、线电流与相电流的关系。及中性线的作用。</p> <p>难点：三相电源相、线的相位关系及中性线的作用。</p>		
教具及教学 辅助活动	讲解、图例、举例、练习相结合		
教学过程安 排	复习	1.三相电源的供电方式。 2.三相电源三相四线制供电系统中相电压与线电压的关系。	10 分钟
	讲课	§ 3.2 三相负载的连接	70 分钟
	小结	通过本节课的学习要求学生掌握三相负载的连接形式及相、线电流{电压}的关系。理解中性线的作用。	5 分钟
	作业	75 页四、2.3	5 分钟
任课教师	年 月 日	审查教师签字	年 月 日

### 本节引言:

三相交流电路是在单相交流电路基础上发展起来的。所以单相交流电路的概念可以延伸至三相交流电路中。三相交流电路作为三相制供电系统的理论基础,我们研究它是很有现实意义的。目前电力系统在发电、输电及供电方面,几乎全面采用三相制,而且作为电力拖运的主要机种—三相电动机使用也是广泛的。

### 重点难点:

- 1、掌握三相负载的连接方式及相、线电压(电流)的相位及大小关系。
- 2、掌握负载星形、三角形连接中线电压与相电压、线电流与相电流的关系。及中性线的作用。

### 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

### 授课内容:

#### § 3.2 三相负载的连接

##### 一、复习内容

- 1.三相电源的供电方式。
- 2.三相电源三相四线制供电系统中相电压与线电压的关系。

##### 二、三相负载的连接

[1].由三个电源供电的负载称为三相负载。实际中负载按连接到三相电源上的情况不同,又分成两类:

一类是必须接入三个交流电源才能正常工作的负载，称为三相对称负载；另一类是由单相电源的供电就能正常工作的负载，称为三相不对称负载。

[2].相和线的概念：

相电压：每相负载两端的电压叫相电压。

线电压：两相负载之间的电压。

相电流：流过每相负载的电流叫相电流。

线电流：流过每根相线的电流叫线电流。

工程上通称的三相电流指线电流

[3]. 三相负载的连接方式有两种：星形和角形

星形：当负载作星形联结时，线电流等于相电流。

$$i_L = i_P$$
$$U_L = \sqrt{3}U_P$$

角形：当负载作角形联结时，线电流是相电流的 $\sqrt{3}$ 倍。

$$i_L = \sqrt{3}i_P$$
$$U_L = U_P$$

$$I_{Y相} = \frac{U_{Y相}}{|Z_{相}|} \quad \varphi_{相} = \arctg \frac{X_{相}}{R_{相}} = \arccos \frac{R_{相}}{|Z_{相}|}$$

[4].中性点接地的作用：

对称负载下： $i_N = i_U + i_V + i_C = 0$  中性线可省去不用。

不对称负载下： $i_N = i_U + i_V + i_C \neq 0$  中性线不可省去。

在三相四线制供电线路中，中性线是不允许断开的，也不允许在中性线上安装熔断器等短路保护或过流保护装置，以防止断路时引起负载不能正常工作。

**小结：**

1. 三相负载有两种连接方式，星形联结和三角形联结。
2. 三相对称负载星形联结时， $U_L = \sqrt{3}U_P$ ， $I_L = I_P$

若负载不对称，中性线中有电流通过，若中性线断开，会造成阻抗较大的负载承受高于额定值的电压，使其不能正常工作。所以中性线不能开路。更不允许安装保险丝和开关，同时负载应尽量平均分配在各相上。

**作业：**

75 页四、2.3

### § 3.3 三相电功率

教学目的 与要求	<p>1、知识目标 (1)理解视在功率的含义。 (2)掌握三相电功的计算方法。</p> <p>2、能力目标 培养学生抽象思维及分析问题的能力</p> <p>3、德育目标 引导学生从生活实际出发，发现问题并运用所学知识解释问题的能力。</p>		
素质(思 政)内容与 要求	<p>1. 家国情怀：结合“西电东送”“双碳目标”等国家战略，分析三相电功率在能源传输效率提升中的作用，增强学生对专业服务国家需求的认同感。</p> <p>2. 科学精神与工匠精神：通过三相电路功率因数校正的实验设计，培养学生严谨的工程思维，强调“精确计算”对电力设备安全运行的重要性。</p>		
重点难点	<p>重点：1、理解视在功率的含义。           2、掌握三相电功率的计算方法。</p> <p>难点：计算电路中电气元件的三相电功率。</p>		
教具及教学 辅助活动	讲解、图例、举例、练习相结合		
教学过程安 排	复习	<p>1.三相负载的连接方式。 2.负载作星形、角形连接时相电压、线电压的相位及大小关系。</p>	10 分钟
	讲课	§ 3.3 三相电功率	75 分钟
	小结	<p>通过本节课的要求学生能够理解视在功率的具体含义。掌握功率的三种计算方法。</p>	5 分钟
	作业		

## 本节引言:

三相交流电路是在单相交流电路基础上发展起来的。所以单相交流电路的概念可以延伸至三相交流电路中。三相交流电路作为三相制供电系统的理论基础,我们研究它是很有现实意义的。目前电力系统在发电、输电及供电方面,几乎全面采用三相制,而且作为电力拖运的主要机种—三相电动机使用也是广泛的。

## 重点难点:

重点: 1、理解视在功率的含义。

2、掌握三相电功率的计算方法。

难点: 计算电路中电气元件的三相电功率。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

## 授课内容:

### § 3.3 三相电功率

#### 一、复习内容

1.三相负载的连接方式。

2.负载作星形、角形连接时相电压、线电压的相位及大小关系。

#### 二、三相电功率

[1].三相电路的有功功率和无功功率是三相负载每相有功功率和无功功率之和,当三相负载对称时有:

$$P_U = P_V = P_W = U_P I_P \cos \varphi$$

$$Q_U = Q_V = Q_W = U_p I_p \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

[2].三相功率与相电压（线电压）、相电流（线电流）的关系为：

$$P = 3U_p I_p \cos \varphi = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi$$

$$Q = 3U_p I_p \sin \varphi = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi$$

小结：

三相对称负载三个负载的功率均可用下式计算：

$$P = 3U_p I_p \cos \varphi = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi$$

$$Q = 3U_p I_p \sin \varphi = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi$$

$$S = 3U_p I_p = \sqrt{3}U_L I_L = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## § 4.1 磁路的基本知识

### § 4.2 交流铁心线圈

<p>教学目的 与要求</p>	<p>1、知识目标 (1)了解磁路的构成及相关物理量。 (2)掌握交流铁心线圈电压、电流、磁通的关系。 2、能力目标 培养学生分析电路的能力。 3、德育目标 引导学生根据自然界中发生的现象分析现实问题。</p>		
<p>素质(思 政)内容与 要求</p>	<p>1. 科技报国与自主创新：播放中变压器制造片段，分析磁路优化如何降低输电损耗。 2. 工程伦理与安全责任：通过磁路磁滞损耗案例，强调工程设计中“节能降耗”的伦理原则（如避免铁芯材料过度发热）。</p>		
<p>重点难点</p>	<p>重点：1、铁心线圈中相关物理量的关系。 2、了解磁路的构成。 难点：磁路及铁磁材料的特性。</p>		
<p>教具及教学 辅助活动</p>	<p>讲解、图例、举例、练习相结合</p>		
<p>教学过程 安排</p>	<p>复习</p>	<p>磁路及磁路定律</p>	<p>5 分钟</p>
	<p>讲课</p>	<p>§ 4.1 磁路的基本知识 § 4.2 交流铁心线圈</p>	<p>80 分钟</p>
	<p>小结</p>	<p>通过本节课的学习，让学生了解磁路的构成，能够根据不同的图像分析是软磁还是硬磁材料。并理解涡流、磁滞这两种现象。掌握交流铁心电压的计算公式。</p>	<p>5 分钟</p>
	<p>作业</p>		

## 本节引言:

就一般概念而言, 变压器是改变电压的电气设备。它是将某一电压的交流电变换成频率相同的另一电压的交流电的一种变换装置。变压器广泛应用在输变电路中, 其原因是利用高电压进行远距离输送电压更加经济, 所以在高电压输送前后必须利用变压器进行升压和降压。

## 重点难点:

重点: 铁心线圈的概念。

难点: 磁路及铁磁材料的特性。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

## 授课内容:

§ 4.1 磁路的基本知识

§ 4.2 交流铁心线圈

### 一、磁路的基本知识

[1].铁磁材料: 能被磁化的材料称为铁磁材料。

[2].磁路: 通常由铁心制成而使磁通集中通过的回路称为磁路。

铁心中的磁通称为主磁通; 少量磁通通过周围空气构成的回路称为漏磁通这。

[3].磁滞现象: 在磁化过程中, 由于磁畴本身存在“惯性”, 使得磁通的变化滞后于线圈电流的变化, 这种现象称为磁滞。

反复磁化形成的封闭曲线称为磁滞回线。

[4].涡流: 交变的磁通穿过铁心时, 铁心中会产生感应电动势, 因而会产生感应电流, 它周围磁感线成旋涡状流动, 故称为涡流。

涡流在铁心的电阻上引起的功率损耗, 会使铁心发热并消耗能量, 称为涡流损耗。

[5].减少涡流损耗的方法: 常将铁心分成许多彼此绝缘的薄片, 由于硅钢片中含有少量的硅, 使铁心中的电阻增大而涡流减少, 这样就可以有效地减少涡流损耗。

[6].损耗:

涡流损耗 + 磁滞损耗 = 铁损耗 (固定损耗)

### 二、交流铁心线圈

在交流铁心线圈中, 当铁心线圈两端加上交流电压时, 线圈中流过交流电流, 铁心中将产生交变的磁通。实验和理论推导可得出电压和磁通之间的关系为:

$$U = 4.44 f N \Phi_m$$

式中：U 为加在铁心线圈上的电压有效值，单位是伏。

N 为线圈的匝数。

f 为电源频率，单位为赫。

$\Phi_m$  为铁心中交变磁通的幅值，单位为韦。

例 1：一个有铁心线圈接在交流 220V、50HZ 的电源上，若要使铁心中产生的磁通的最大值为 0.002Wb，问铁心上的线圈至少应绕多少匝？

解：

$$N = \frac{U}{4.44 f \phi_m} = \frac{220}{4.44 \times 50 \times 0.002} = 496 \text{匝}$$

例 2：上题中如果铁心的线圈只绕了 100 匝，线圈通电后会产生什么后果？

解：若线圈只绕了 100 匝，则磁通最大值远远超过了规定的最大值。根据磁化曲线可知，对应的线圈中的电流将远远超过正常值，线圈通电后可能会被烧坏。

## § 4.3 变压器

## § 4.5 自耦变压器

教学目的 与要求	1、知识目标 (1)掌握变压器的基本结构、用途及变比的计算。 (2)理解自耦变压器的工作原理及注意事项。 2、能力目标 培养学生动手分析实物的能力。 3、德育目标 通过本节课的学习，让学生掌握一种设备的结构及使用。		
素质(思 政)内容与 要求	1.绿色发展与可持续发展：分析自耦变压器在新能源并网中的效率优势（如减少能量转换环节），渗透资源循环利用理念。 2. 工程伦理与安全责任：通过变压器铁芯多点接地的危害案例，强调工程设计中“安全第一”的伦理原则（如避免环流引发设备过热）。		
重点难点	重点：1、掌握变压器的基本结构、用途及变比的计算。 2、理解自耦变压器的工作原理及注意事项。 难点：自耦变压器的使用。		
教具及教学 辅助活动	讲解、图例、举例、练习相结合		
教学过程  安排	复习	1.铁磁材料及损耗。 2.交流铁心的电压电流关系。	10 分钟
	讲课	§ 4.3 变压器 § 4.5 自耦变压器	70 分钟
	小结	通过本节课的学习，要求学生能够掌握变压器的主要构成是由铁心和线圈组成的。通过分析变压器的工作原理掌握变压器的用途，及相关物理量的计算。理解自耦变压器的工作原理及使用注意事项。	5 分钟
	作业	87 页四、1.2	5 分钟

## 本节引言:

就一般概念而言, 变压器是改变电压的电气设备。它是将某一电压的交流电转换成频率相同的另一电压的交流电的一种变换装置。变压器广泛应用在输变电线路中, 其原因是利用高电压进行远距离输送电压更加经济, 所以在高电压输送前后必须利用变压器进行升压和降压。

## 重点难点:

重点: 变压器的用途、基本结构、变压比及变流比。

难点: 自耦变压器的使用。

## 教具及教辅助活动:

本次课采用讲解、图例、举例、和练习相结合的授课方式。

## 授课内容:

§ 4.3 变压器

§ 4.5 自耦变压器

### 一、复习内容

- [1]. 铁磁材料及损耗?
- [2]. 交流铁心的电压电流关系?

### 二、变压器

[1]. 变压器的作用: 将某一交变电压转换成同频的另一电压。

[2]. 变压器的结构: 主要由铁心和线圈组成。

铁心: 铁心的作用是构成磁路。铁心用绝缘层的硅钢片叠成。

变压器的铁心一般分为心式和壳式两大类。

线圈: 线圈又称为绕组。与电源相接的绕组称原绕组(一次绕组)与负载相接的绕组称为副绕组(二次绕组)。

变压器油的作用: 具有绝缘、冷却作用。

[3]. 变压器的工作原理:

表明变压器原、副绕组电压的有效值与原、副绕组的匝数成正比与电流成反比, 比值  $k$  称为变压比。

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$$

[4]. 变压器的外特性: 在电源电压不变的条件下, 变压器副绕组电压与电流的关系称为变压器的外特性。

电压调整率为：

$$\Delta U\% = \frac{U_{20} - U_{2N}}{U_{20}} \times 100\%$$

电压调整率反映了供电电压的稳定性，是变压器的一个重要性能指标。一般希望电压调整率越小越好。常用的电力变压器，从空载到满载，电压调整率约为 3%—5%。

#### [5]. 变压器的损耗及效率

变压器的功率损耗主要有两部分：铁损耗和铜损耗。

铁损耗（固定损耗）：磁滞损耗+涡流损耗

铜损耗：电流通过绕组时，在电阻上产生的功率损耗称为铜损耗。

变压器的输出功率与输入功率之比称为变压器的效率，即

$$\text{效率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输出功率} + \text{铁损耗} + \text{铜损耗}} \times 100\%$$

### 三、自耦变压器

#### [1]. 自耦变压器的工作原理：

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

#### [2]. 自耦变压器的特点：

结构简单，节省材料，体积小，成本低。

#### [3]. 注意事项：

自耦变压器的原、副绕组之间有电联系，使用时一定要注意安全，要正确接线。安全用降压变压器都不能采用自耦变压器，其原因是一旦发生接线错误，极易出现危险。

#### 小结：

1. 变压器是根据电磁感应原理制成的静止电器，可用来传输能量或传递信号，其基本结构为闭合铁心和原、副绕组。
2. 理想变压器的变压，变流关系为  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = k$
3. 变压器的外特性曲线描述的是输出电压与输出电流之间的函数关系。

#### 作业：

87 页四、1.2