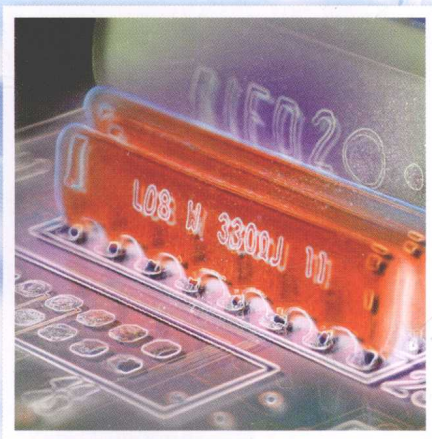




中 等 职 业 教 育 规 划 教 材  
工业和信息化部人才培养指导委员会审定

# 电工技术基础与技能 学习指导和练习

杜德昌 主编



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业教育规划教材  
工业和信息化人才教育与培养指导委员会审定

# 电工技术基础与技能 学习指导和练习

杜德昌 主编



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础与技能学习指导和练习 / 杜德昌主编

— 北京 : 人民邮电出版社, 2010.9

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-115-23458-2

I. ①电… II. ①杜… III. ①电工技术—专业学校—  
教学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第145840号

## 内 容 提 要

本书是中等职业教育规划教材《电工技术基础与技能》的配套教学用书。

本书按照主教材的章节顺序和教学基本要求编写。本书共分为5个单元,每单元包括教学目标、重点难点解析、教学建议、例题解析、习题解答、知识测评、拓展训练等内容,是学生学习和教师备课的必备用书。

本书可作为中等职业学校学生学习的辅导用书,也可作为相关行业岗位培训参考用书或自学用书。

---

◆ 主 编 杜德昌

责任编辑 李海涛

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

中国铁道出版社印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 7.5

2010年9月第1版

字数: 180千字

2010年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-23458-2

---

定价: 15.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

# 前 言

为了更好地帮助中等职业学校的学生掌握中等职业教育规划教材《电工技术基础与技能》一书的知识,依据教育部2009年颁发的《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》要求,我们编写了这本《电工技术基础与技能学习指导和练习》。

本书共分为5个单元,按照主教材的内容顺序编排,每单元包括教学目标、重点难点解析、教学建议、例题解析、习题解答、知识测评、拓展训练等内容。其中,教学目标主要是简叙本单元(或者节)的主要知识点及总体教学要求(知识方面、技能方面);重点难点解析主要解析教材中重点、难点知识,梳理知识结构;例题解析是选择教材之外的典型例题进行详细讲解,有的是选择教材中“课堂练习”比较难的题进行解析;习题解答是对每个单元或者节中的练习题给出详细的解答过程和答案;知识测评是结合每个单元或节给出练习题,包括填空题、选择题(判断题)、问答题、计算题、综合题(操作训练题)等。最后附有知识测评的参考答案,供学生参考使用。

本书在编写时力求体现中等职业教育的特色,从培养学生的创新意识和实践动手能力出发,突出基础性、实用性、灵活性和训练性,是中等职业学校教师教学和学生学习的必备参考读物。考虑到目前部分中等职业学校实行分层次教学和学分制的需要,在知识的要求和练习题的编排上,尽量降低难度,对一些教学要求较高的练习题用“\*”标注,教师或学生可根据本校的实际灵活运用。

本书由杜德昌主编,参加编写工作的有淄博信息工程学校李涛、济南信息工程学校刘美玉、济南第九职业中专鹿学俊。全书由杜德昌、李涛统稿。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不妥之处,诚望广大读者提出宝贵意见。

编 者  
2010年6月

# 目 录

|             |                       |    |
|-------------|-----------------------|----|
| <b>课程导入</b> | <b>走进电工技术世界</b> ..... | 1  |
|             | <b>教学目标</b> .....     | 1  |
|             | <b>重点难点解析</b> .....   | 1  |
|             | 一、万用表的认识及使用.....      | 1  |
|             | 二、常用电工工具的认识及使用.....   | 1  |
|             | 三、安全用电常识.....         | 2  |
|             | <b>教学建议</b> .....     | 2  |
|             | <b>知识测评</b> .....     | 2  |
| <b>第一单元</b> | <b>直流电路</b> .....     | 3  |
|             | <b>教学目标</b> .....     | 3  |
|             | <b>重点难点解析</b> .....   | 3  |
|             | 一、电路及电路图.....         | 3  |
|             | 二、电路的基本物理量.....       | 4  |
|             | 三、电阻.....             | 5  |
|             | 四、欧姆定律.....           | 5  |
|             | 五、电阻器的连接.....         | 6  |
|             | 六、基尔霍夫定律的应用.....      | 6  |
|             | *七、电源模型.....          | 7  |
|             | 八、戴维宁定理.....          | 7  |
|             | *九、叠加定理.....          | 8  |
|             | <b>教学建议</b> .....     | 8  |
|             | <b>例题解析</b> .....     | 8  |
|             | <b>习题解答</b> .....     | 11 |
|             | 一、基础知识考核.....         | 11 |
|             | 二、能力考核.....           | 12 |

|      |    |
|------|----|
| 知识测评 | 15 |
|------|----|

|      |    |
|------|----|
| 拓展训练 | 18 |
|------|----|

## 第二单元 电容器和电感器 21

|      |    |
|------|----|
| 教学目标 | 21 |
|------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 重点难点解析 | 21 |
|--------|----|

|       |    |
|-------|----|
| 一、电容器 | 21 |
|-------|----|

|           |    |
|-----------|----|
| 二、磁场与电磁感应 | 22 |
|-----------|----|

|       |    |
|-------|----|
| 三、电感器 | 24 |
|-------|----|

|       |    |
|-------|----|
| *四、磁路 | 25 |
|-------|----|

|           |    |
|-----------|----|
| *五、互感与变压器 | 26 |
|-----------|----|

|      |    |
|------|----|
| 教学建议 | 26 |
|------|----|

|      |    |
|------|----|
| 例题解析 | 27 |
|------|----|

|      |    |
|------|----|
| 习题解答 | 31 |
|------|----|

|          |    |
|----------|----|
| 一、基础知识考核 | 31 |
|----------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 二、能力考核 | 31 |
|--------|----|

|      |    |
|------|----|
| 知识测评 | 33 |
|------|----|

|      |    |
|------|----|
| 拓展训练 | 37 |
|------|----|

## 第三单元 单相正弦交流电路 40

|      |    |
|------|----|
| 教学目标 | 40 |
|------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 重点难点解析 | 40 |
|--------|----|

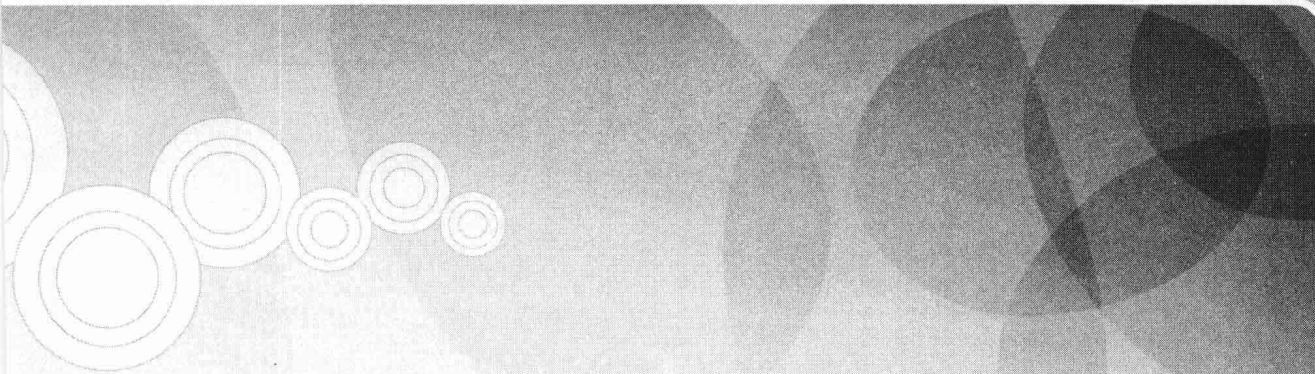
|               |    |
|---------------|----|
| 一、正弦交流电的基本物理量 | 40 |
|---------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 二、基本正弦交流电路 | 42 |
|------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 三、串联正弦交流电路 | 42 |
|------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| *四、交流电路的谐振 | 43 |
|------------|----|

|      |    |
|------|----|
| 教学建议 | 43 |
|------|----|



|          |    |
|----------|----|
| 例题解析     | 44 |
| 习题解答     | 46 |
| 一、基础知识考核 | 46 |
| 二、能力考核   | 47 |
| 知识测评     | 47 |
| 拓展训练     | 51 |

## 第四单元

|               |    |
|---------------|----|
| 三相正弦交流电路及安全用电 | 58 |
| 教学目标          | 58 |
| 重点难点解析        | 58 |
| 一、三相电源及联结     | 58 |
| 二、三相负载的联结     | 59 |
| 三、安全用电        | 60 |
| 教学建议          | 60 |
| 例题解析          | 61 |
| 习题解答          | 63 |
| 一、基础知识考核      | 63 |
| 二、能力考核        | 64 |
| 知识测评          | 64 |
| 拓展训练          | 67 |

## 第五单元

|        |    |
|--------|----|
| 综合测试   | 72 |
| 综合测试题一 | 72 |
| 综合测试题二 | 79 |
| 综合测试题三 | 85 |

## 附录

|          |    |
|----------|----|
| 知识测评参考答案 | 92 |
|----------|----|

# 课程导入

## 走进电工技术世界



### 教学目标

| 知 识 点              | 要 求                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|
| 电工实训室操作规程          | 熟悉电工实训室的操作规程                                                 |
| 常用电工仪器、仪表及工具的认识和使用 | 1. 认识常用电工仪器、仪表及工具<br>2. 能正确使用常用电工仪器、仪表及工具                    |
| 安全用电常识             | 1. 掌握实训室触电的防护措施及电气火灾的防范和扑救常识<br>2. 对实训室中出现的异常情况能够进行正确判断及有效处理 |



### 重点难点解析

#### 一、万用表的认识及使用

万用表是最基本的电工仪表,主要用来测量交/直流电压、电流、直流电阻及晶体管电流放大倍数等。常见的万用表主要有数字式万用表和指针式万用表两种。

在使用万用表进行测量时,应将万用表的红表笔接外电路正极,黑表笔接外电路负极,同时应正确选择万用表的量程,熟悉万用表的测量方法。

#### 二、常用电工工具的认识及使用

试电笔是用来测试导线、开关、插座等电器设备是否带电的工具,它有钢笔式和螺丝刀式两种。在用试电笔进行测量时,应注意其测量方法,小心触电。

螺丝刀是用来紧固或拆卸螺钉的工具,在紧固和拆卸带电螺钉时,注意手不能触及螺丝刀的金属杆,以免触电。

钢丝钳是一种夹持和剪切工具。注意在切断导线时,不得将相线(火线)和中性线(零线)同时在一个钳口处切断。

尖嘴钳主要用来夹捏较小的零部件,剪切线径较细的单股与多股线,给单股导线接头弯圈、剥塑料绝缘层等。

剥线钳可用来剥削横截面积小于  $6\text{mm}^2$  的小直径导线线头绝缘层。使用剥线钳时, 应注意根据不同的线径选择不同的刀口, 否则容易造成线芯被剪断。

### 三、安全用电常识

(1) 安全电压是指为了防止触电事故而采用的电压系列, 我国规定  $36\text{V}$  以下为安全电压。

(2) 电气火灾的扑救方法主要分为断电灭火和带电灭火两类。

#### 教学建议

教师可采用“学中做, 学中练”的授课方法, 通过多媒体演示及学生的实际动手操作, 结合生活中的实例, 使学生加深对各种用电安全知识的理解与掌握, 熟悉各种常用仪器、仪表及电工工具的正确使用方法。

#### 知识测评

##### 一、填空题

1. 万用表的红表笔表示接外电路\_\_\_\_\_极, 黑表笔表示接外电路\_\_\_\_\_极。
2. 测量电流时, 应把万用表\_\_\_\_\_接入被测电路; 测量电压时, 则应\_\_\_\_\_接入被测电路。测量直流时, 要注意接线端钮的正、负极, 使被测电流从\_\_\_\_\_流入, \_\_\_\_\_流出。
3. 测量电压和电流时, 如事先不知道被测量大小, 应把转换开关拨到\_\_\_\_\_试测, 然后根据指针偏转情况逐步变换为合适的量程, 再进行测量。
4. 用螺丝刀紧固或拆卸带电螺钉时, 手不能触及螺丝刀的\_\_\_\_\_。
5. 剥线钳可用来剥削横截面积小于\_\_\_\_\_的小直径导线线头绝缘层。
6. 我国规定\_\_\_\_\_以下为安全电压, 安全电压等级有\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
7. 电气火灾的扑救方法有主要分为两类: \_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

##### 二、思考题

试电笔为什么能判断出电路是否带电?

# 第一单元

## 直流电路



### 教学目标

| 知 识 点        | 要 求                                                     |
|--------------|---------------------------------------------------------|
| 电路的组成及 3 种状态 | 1. 了解电路的组成及各部分的作用<br>2. 掌握电路 3 种状态的特点                   |
| 电路的基本物理量     | 1. 掌握基本物理量的概念<br>2. 会确定电流及电压的参考方向                       |
| 电阻           | 1. 了解电阻的概念和电阻定律<br>2. 能认识常用的色环电阻器<br>3. 会使用万用表测量电阻器和电位器 |
| 欧姆定律         | 1. 熟悉部分电路及全电路欧姆定律的内容<br>2. 会利用欧姆定律分析电路                  |
| 电阻的连接        | 1. 掌握串联、并联及混联电路的特点<br>2. 能根据所给元件按照要求进行串联、并联及混联电路的连接     |
| 基尔霍夫定律的应用    | 1. 掌握基尔霍夫电流定律和电压定律的内容<br>2. 会利用基尔霍夫定律分析、计算电路中的电流与电压     |
| 戴维宁定理和叠加定理   | 1. 掌握戴维宁定理和叠加定理的内容<br>2. 会利用戴维宁定理和叠加定理分析、计算电路           |
| 常用电工材料与导线的连接 | 1. 掌握常用电工导电材料和绝缘材料的分类、性能及选用<br>2. 会操作导线的剥削、连接及绝缘恢复      |



### 重点难点解析

#### 一、电路及电路图

电路由电源、负载、连接导线和控制装置 4 部分组成。电源的作用是将其他形式的能转换为电能；负载的作用是把电能转换为其他形式的能；控制装置的作用是接通或断开电路，或保护电路不被损坏等；连接导线的作用是传输电能。常使用电路图表示电路连接情况。电路通常有 3 种状态：通路、开路、短路。

## 二、电路的基本物理量

### 1. 电流

带电质点有规则的运动形成电流。其定义公式为  $I = \frac{q}{t}$ 。习惯上规定正电荷运动的方向为电流的方向，负电荷定向移动的方向与电流方向相反。

### 2. 电压

电压是衡量电场力做功能力的物理量。电场力将单位正电荷从 a 点移动到 b 点所做的功称为 a、b 两点的电压，记为  $U_{ab} = \frac{W}{q}$ 。电压的实际方向为由高位端指向低位端（或由“+”指向“-”）。

### 3. 电流与电压的参考方向

在分析计算电路时，若不能确定电流、电压的实际方向，可任意选定电流、电压的方向，称为电流、电压的参考方向，电路中用“+”、“-”号或“→”表示。

（1）选定参考方向后，电流或电压的数值为正，说明电流或电压的实际方向与参考方向一致；若为负，说明实际方向与参考方向相反。

（2）电流、电压的正、负值并不存在数学意义上的正负、大小关系，如不能说  $-5\text{ A} < 2\text{ A}$ 。

（3）在进行较复杂电路的分析计算时，必须先标出参考方向。若没有选定参考方向，讨论电流或电压的正、负是没有意义的。

### 4. 电位

在电路中任选一个参考点 a，电路中某一点到参考点的电压称为该点的电位，用符号  $V_a$  表示。参考点原则上可任意选定，通常选大地为参考点。规定参考点的电位为 0V，用符号“⊥”表示。若某一点的电位比参考点的电位高，则该点的电位为正值；反之则为负值。计算电路中各点的电位时，首先应选定参考点。一个电路只能选一个参考点。

### 5. 电动势

电动势是衡量电源力做功能力的物理量，只存在于电源内部，是电源力将单位正电荷从负极移到正极所做的功，记为  $E = \frac{W}{q}$ 。电动势的方向为自负极经电源内部到正极。

### 6. 电压和电位的关系

（1）电压即为电位差， $U_{ab} = V_a - V_b$ 。

（2）电压方向一般由高电位点指向低电位点。

（3）电位与参考点的选择有关（即电位的相对性），而电压与参考点的选择无关（即电压的绝对性）。

### 7. 电动势与电压的区别

（1）物理意义不同：电动势表示非电场力（电源力）做功的本领；电压表示电场力做功的本领。

（2）方向不同：电动势的方向由低电位指向高电位；电压的方向由高电位指向低电位。

（3）存在部位不同：电动势仅存在于电源内部；而电压在电源内部、外部都存在。

### 8. 电能（电功）和电功率

电能（电功）是电场力所做的功，通常也说成电流做的功，用  $W$  表示。做功的过程实际上是电能转换为其他形式能的过程。

电能的国际单位是焦耳（J），常用单位是千瓦时（kW·h）俗称为度，换算关系为

$$1\text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

电功率简称功率,是指单位时间内电路吸收或释放的电能,用 $P$ 表示,记为 $P = \frac{W}{t}$ 。在国际单位制中,功率的单位是瓦,符号为W;工程中常用千瓦(kW,  $1\text{kW} = 10^3\text{W}$ ),兆瓦(MW,  $1\text{MW} = 10^6\text{W}$ )作单位。

### 三、电阻

#### 1. 电阻定律

线性电阻的阻值不仅与导体自身的材料有关,而且与导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比,这个结论叫做电阻定律,用公式表示为

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

#### 2. 电阻与温度的关系

各种材料的电阻率都会随温度的变化而变化。一般说来,金属的电阻率随温度升高而增大;电解液、半导体和绝缘体的电阻率则随温度升高而减小;而有些合金如锰铜合金和镍铜合金的电阻率几乎不受温度变化的影响,常用来制作标准电阻。利用某些材料对温度的敏感特性,可以制成热敏电阻器。

#### 3. 电阻器的参数

电阻器的参数包括标称电阻、允许误差和额定功率。

### 四、欧姆定律

#### 1. 部分电路的欧姆定律

在一段电路中,电路中的电流 $I$ 与电阻两端的电压 $U$ 成正比,与电阻 $R$ 成反比,这个关系称为部分电路欧姆定律,用公式表示为

$$U = RI \quad \text{或} \quad I = \frac{U}{R}$$

运用欧姆定律要注意以下几点。

(1) 此关系只适用于线性电阻。

(2) 运用导出公式 $R = \frac{U}{I}$ 计算电阻时,不能错误地认为电阻跟电压成正比,跟电流成反比,电阻的大小只与本身有关。

#### 2. 全电路的欧姆定律

一个由电源和负载组成的闭合电路,叫做全电路。全电路中的电流与电源电动势成正比,与电路的总电阻(负载电阻和电源内阻之和)成反比,这就是全电路欧姆定律,用公式表示为

$$I = \frac{E}{R + r}$$

上式可改写为 $E = rI + RI$ ,其中 $rI$ 是电源内部电压, $RI$ 是整个外电路的电压,也就是电源两端的电压,叫做路端电压,用 $U$ 表示,所以

$$U = E - rI$$

由上式可以看出电路两种特殊状态的情况。

(1) 开路。外电路开路时, $R = \infty$ , $I = 0$ , $U = E$ 。可见,开路时路端电压等于电源电动势。

(2) 短路。外电路短路时, $R = 0$ , $U = 0$ , $I = \frac{E}{r}$ 。由于电源内阻很小,所以短路电流很大,

易损坏电源和导线造成事故。工程技术上为防止短路现象发生,通常都在电路中串联熔断器或自动脱扣装置加以保护。

## 五、电阻器的连接

### 1. 电阻器串联的特点

- (1) 通过各电阻的电流为同一电流。
- (2) 外加电压等于各电阻电压之和。
- (3) 总电阻为各个电阻之和。
- (4) 各个电阻两端的电压与它的阻值成正比。
- (5) 各个电阻消耗的功率与它的阻值成正比。

两个电阻器串联时分压公式为

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U \quad U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$$

### 2. 电阻器并联的特点

- (1) 各并联电阻承受同一电压。
- (2) 各电阻电流之和等于总电流。
- (3) 总电阻的倒数等于各并联电阻的倒数之和。
- (4) 通过各电阻的电流与它的阻值成反比。
- (5) 各个电阻消耗的功率跟它的阻值成反比。

两个电阻器并联后总电阻为  $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ ,  $n$  个阻值为  $R$  的相同电阻器并联后的总电阻为  $\frac{R}{n}$ 。

两个电阻器并联时分流公式为

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

### 3. 混联电路

在实际应用中经常遇到的是电阻器混联电路,计算混联电路的方法较灵活,首先要对混联电路进行等效化简,然后应用电阻串联和并联的特点,即可对混联电路进行分析和计算。

## 六、基尔霍夫定律的应用

### 1. 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律(KCL)又称节点电流定律,节点是指3条或3条以上支路的连接点。

基尔霍夫电流定律的内容为:在任意瞬间,流入任一节点的电流总和等于从这个节点流出的电流总和。用公式表示为  $\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$ ,如果规定流入节点的电流为正,流出节点的电流为负,则可写成  $\sum I = 0$ 。

基尔霍夫电流定律不仅应用于一个节点,也可推广应用于任意假想的封闭面,即流入该封闭面的电流之和等于流出该封闭面的电流之和。

### 2. 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律(KVL)又称回路电压定律,回路是指电路中的任一闭合路径。

基尔霍夫电压定律内容为:在任意瞬间,沿电路中任一回路,各段电压的代数和恒为零。用

公式表示为  $\sum U = 0$  (电压参考方向与绕行方向一致时取正, 反之取负)。

基尔霍夫电压定律可推广应用于电路中任意假定的回路。利用这一推广应用, 可求出电路中任意两点间的电压。

应用 KVL 列方程时, 回路的绕行方向可任意确定。电阻电压降的正负是由电流的参考方向与回路绕行方向共同确定: 如果电流的参考方向与回路绕行方向相同, 则电阻上的电压降为正值, 反之为负值。电源电压的正负由端电压的方向确定: 如果端电压的方向与回路绕行方向相同, 则电源电压为正值, 反之为负值。注意, 不要把绕行方向和电流的参考方向混淆。

## \*七、电源模型

### 1. 恒压源特点

(1) 恒压源的外特性为一条与横轴平行的直线, 即  $U = U_S$ 。

(2)  $I = \frac{U_S}{R_L}$ 。

(3) 与恒压源相接的多支路的并联负载, 只要总的负载电流在允许的范围之内, 各并联负载都不会影响电源的输出电压。

(4) 如果电压源的内阻  $R_0$  远小于负载电阻  $R_L$  时, 可看做是恒压源。

(5) 若理想电压源  $U_S = 0$  时, 理想电源为一短路元件。

### 2. 理想的电流源 (恒流源) 的两个基本性质

(1) 它的端电流是定值, 与端电压无关。

(2) 它的端电压不是由电流源本身就能确定的, 而是由与之相连接的外电路来决定的。

## 八、戴维宁定理

### 1. 二端网络

二端网络是一个具有两个引出端的电路。二端网络可分为有源二端网络和无源二端网络两种类型。有源二端网络可等效为一个电压源, 无源二端网络可等效为一个电阻  $R$ , 戴维宁定理主要用于有源二端网络的等效化简。

### 2. 戴维宁定理内容

对外电路来说, 任何线性有源二端网络, 都可以用一个理想电压源和一个电阻的串联组合代替。理想电压源的电动势等于原二端网络的开路电压, 用  $U_{OC}$  表示; 电阻则等于原二端网络除源后的等效电阻, 用  $R_0$  表示。

### 3. 戴维宁定理的应用

对于一个具有多条支路和多个节点的复杂电路, 若只需求某一支路的电压或电流时, 可将待求支路画出, 把剩余部分视为一个有源二端网络, 求出其等效电压源的  $U_{OC}$  和  $R_0$ , 最后根据等效后的单回路电路求出该支路的电流或电压。

### 4. 戴维宁定理的解题步骤

(1) 确定待求支路并视为含有源二端网络的外电路。

(2) 将待求支路画出, 根据剩余有源二端网络求出开路电压  $U_{OC}$ 。

(3) 将有源二端网络除源后, 得到无源二端网络, 求出  $R_0$  (除源时注意保留电源的内阻)。

(4) 将待求支路还原。根据等效后的电路, 求出待求支路的电流。

## \*九、叠加定理

### 1. 叠加定理的内容

在多个电源共同作用的线性电路中，任何支路的电流（或电压）等于各电源单独作用时，在该支路产生的电流（或电压）的代数和。

### 2. 叠加定理的解题步骤

（1）分别作出一个电源单独作用的分图，而其余电源只保留其内阻。

（2）按电阻串联、并联的计算方法，分别计算出分图中的每一支路的电流分量的大小和方向。

（3）求出各电动势在各个支路中产生的电流的代数和，这些电流的代数和就是各电动势共同作用时在各支路中产生的电流。

### 3. 注意事项

（1）叠加定理只适用于线性电路，不适用于非线性电路。

（2）在线性电路中，叠加定理只能用来计算电路中的电压和电流，不能用于计算功率。

### 教学建议

（1）教师可采用实物演示和多媒体演示相结合的方法，并结合生活中的实例，来加强学生对电路基本物理量、电阻器的识别、串联电路与并联电路的特点、电阻定律的应用、电阻与温度的关系的应用等内容的理解与掌握。

（2）教师可采用多媒体演示实验、学生实际动手操作的教学方法，使学生获得对欧姆定律、基尔霍夫定律、戴维宁定理等内容的感性认识，注重培养学生的实际动手操作能力。

（3）教师可采用讲练结合的方法，启发引导学生在掌握定律、定理的基础上，逐步掌握分析电路的技巧与方法。

### 例题解析

【例1】 电路如图 1.1 所示。（1）求电位  $V_A$ 、 $V_B$  及电压  $U_{AB}$ 。（2）若以 C 点为参考点，求  $V_A$ 、 $V_B$  及电压  $U_{AB}$ 。

【分析】 当同一电路中参考点发生变化时，电路中各点电位也随之发生变化，但电路中两点间的电压不发生变化，这就是电位的相对性和电压的绝对性。

【解答】 按图示参考方向，在回路中列 KVL 方程，求出电流  $I$ ，即

$$-8 + 2 + (1 + 5)I = 0$$

解得

$$I = 1(\text{A})$$

（1）

$$V_A = 2(\text{V})$$

或  $V_A = [-(5 + 1) \times 1 + 8] = 2(\text{V})$ （原则上可以，为计算简单往往选择前者）

$$V_B = -1 \times 1 + 8 = 7(\text{V})$$

或  $V_B = (5 \times 1 + 2) = 7(\text{V})$ （原则上可以，为计算简单，往往选择前者）

$$U_{AB} = V_A - V_B = 2 - 7 = -5(\text{V})$$

（2）若以 C 点为参考点

$$V_A = 2 - 8 = -6(\text{V})$$

$$V_B = -1 \times 1 = -1(\text{V})$$

$$U_{AB} = V_A - V_B = -6 + 1 = -5 \text{ (V)}$$

【例2】根据图 1.2 所示电路及电流、电压的参考方向与大小，试写出各电流、电压的实际方向。

【分析】根据电压、电流的参考方向和数值的正、负来判定电压、电流实际方向。

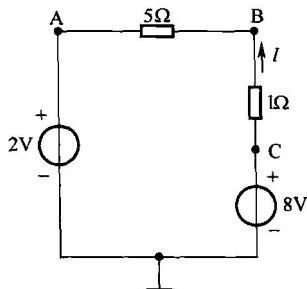


图 1.1

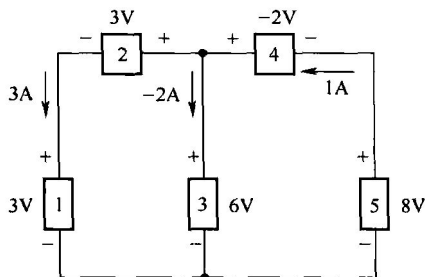


图 1.2

【解答】(1) 元件 1、元件 2、元件 3、元件 5 上的电压值为正，因此，电压的实际方向与参考方向相同；元件 4 上的电压值为负，因此，电压的实际方向与参考方向相反；(2) 元件 1、元件 2、元件 4、元件 5 中的电流值为正，因此，电流的实际方向与参考方向相同；(3) 元件 3 中的电流值为负，因此，电流的实际方向与参考方向相反。

【例3】有一电源，其电动势  $E = 225\text{V}$ ，内电阻  $r = 2.5\Omega$ ，其外电路是由  $U = 220\text{V}$ 、 $P = 40\text{W}$  的白炽灯并联组成，如果希望白炽灯正常发光，问能点用的白炽灯数为几盏？（连接导线的电阻不计）

【分析】要使用电器正常工作必须保证用电器满足额定值，在分析此类问题时必须抓住这个解题的关键，然后根据电阻器的串联、并联的特点具体解决。

【解答】要使白炽灯正常发光，则必须保证白炽灯两端的电压为  $220\text{V}$ 。

$$\text{通过每盏灯的电流为} \quad I' = \frac{P}{U} = \frac{40}{220} = \frac{2}{11} \text{ (A)}$$

$$\text{每盏灯的电阻为} \quad R = \frac{U}{I'} = \frac{220}{2/11} = 1210 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\text{设点用 } n \text{ 盏灯，则外电阻为} \quad R_{\text{外}} = \frac{1210}{n} \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\text{总电流为} \quad I = nI' = \frac{2}{11}n \text{ (A)}$$

由闭合电路的欧姆定律得

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R_{\text{外}} + r} \\ \frac{2}{11}n &= \frac{225 - 220}{\frac{1210}{n} + 2.5} \\ n &= 11 \text{ (盏)} \end{aligned}$$

解得

【例4】如图 1.3 所示电路中，已知  $R_1 = R_2 = 4\Omega$ ， $R_3 = R_4 = R_5 = 8\Omega$ ， $E_1 = 4\text{V}$ ， $E_2 = 8\text{V}$ ，求电压  $U_{ab}$  和电阻  $R_5$  所消耗的功率。

【分析】求  $U_{ab}$  须知通过  $R_1$ 、 $R_3$  的电流，求  $R_5$  所消耗的功率也应知道通过  $R_5$  的电流，所以本题实质仍是求各支路电流。

【解答】(1) 求各支路电流:

列方程组

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ (R_1 + R_2)I_1 - E_1 - (R_3 + R_4)I_2 + E_2 = 0 \\ (R_3 + R_4)I_2 - E_2 + R_5I_3 = 0 \end{cases}$$

代入数据

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 8I_1 - 16I_2 + 4 = 0 \\ 16I_2 + 8I_3 - 8 = 0 \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} I_1 = 0.1\text{A} \\ I_2 = 0.3\text{A} \\ I_3 = 0.4\text{A} \end{cases}$$

(2) 求  $U_{ab}$  和电阻  $R_5$  所消耗的功率:

$$U_{ab} = R_1I_1 - R_3I_2 + E_2 = 4 \times 0.1 - 8 \times 0.3 + 8 = 6(\text{V})$$

$R_5$  消耗的功率为

$$P_{R_5} = R_5I_3^2 = 0.4^2 \times 8 = 1.28(\text{W})$$

【例 5】用戴维宁定理计算图 1.4 (a) 所示电路中通过  $R_L$  的电流。

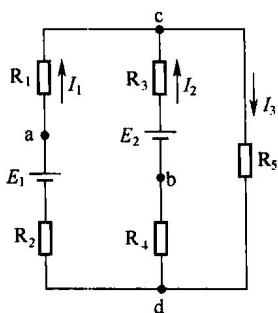
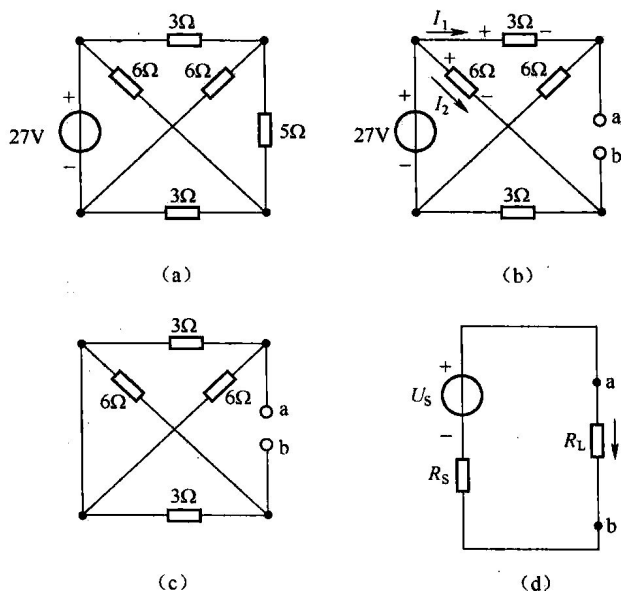


图 1.3

图 1.4

【分析】(1) 本题是求多支路电路中某一支路电流, 对于此类题目利用戴维宁定理求解较为简单。

(2) 求 a、b 两点间的开路电压时, 必须明确两点之间是未做任何连接的两点间的电压。

(3) 有源二端网络简化后的电源的正负, 根据所求开路电压确定, 因为  $U_{ab} = 9\text{V}$ , 故电源为上正下负, 因此可确定流过  $R_L$  的电流方向如图 1.4 (d) 所示。

【解答】(1) 将待求支路去掉, 如图 1.4 (b) 所示。

(2) 根据有源二端网络求开路电压  $U_{oc}$ 。

$$I_1 = \frac{27}{3+6} = 3(\text{A})$$