

电工

安全技术考
核培训教材

题解

张雨天 乔世宏 主编

MO5
6

机械工业出版社

电工安全技术考核培训教材题解

张雨天 乔世宏 主编

沈阳出版社出版发行

(沈阳市和平区十三纬路2段19号)

沈阳市第二印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 字数 90千字

印张 4.5 印数 1—30000

1989年12月第1版

1989年12月第1次印刷

ISBN 7-80556-002-1/T·15 定价: 2.00元

目 录

第一章	电工基础.....	(1)
第二章	电子技术基础.....	(19)
第三章	变压器.....	(29)
第四章	电动机.....	(42)
第五章	高压配电装置.....	(47)
第六章	低压电气设备.....	(56)
第七章	电容器.....	(62)
第八章	电力电缆.....	(65)
第九章	架空线路.....	(71)
第十章	试验.....	(79)
第十一章	继电保护、仪表及二次回路.....	(81)
第十二章	安全用电常识.....	(86)
第十三章	高压设备安全工作的基本要求.....	(95)
第十四章	线路作业及低压工作的安全要求...	(109)
第十五章	变电所运行与管理.....	(120)

第一章 电工基础

1—1—1 什么叫电流？

答：电流有两种含义：其一是表明电荷定向移动的物理现象，其二是表明电荷定向移动规模的大小，即单位时间内通过导体横截面的电量。

1—1—2 什么叫电压？什么叫电位？电压与电位有什么关系？当参考点改变时，电路中各点的电位和任意两点间的电位差各有什么变化？

答：电场力将单位正电荷从电场中的a点移到另一点b所作的功，称为a、b两点之间的电压。

电场力将单位正电荷从电场中的某点移到参考点所作的功，称为这点的电位。

电压与电位的关系是： $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$ 。

当参考点改变时，电路各点的电位均随之变化，但任意两点之间的电压却不改变。

1—1—3 什么叫电动势？

电源力将单位正电荷从电源负极移到正极所作的功称为电动势。

1—1—4 为什么要选参考方向？怎样选择参考方向？怎样根据参考方向确定真实方向？

答：选择参考方向的目的是使电路的分析和计算方便。参考方向可以任意选择。当真实方向与参考方向一致时，计算结果为正值；否则为负值。

1—1—5 有一电烙铁，额定电压220V，功率75W，通过电烙铁的电流是多少？电烙铁的电阻是多少？

$$\text{解：电流 } I = \frac{P}{U} = \frac{75}{220} = 0.34\text{A},$$

$$\text{电阻 } R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.34} = 645.3\Omega.$$

1—1—6 一个额定电压为110V、60W的灯泡，若把它直接接在220V电源上，能否使用？一个额定电压为220V、60W的灯泡接到110V的电源上，它的功率是否还是60W？

答：额定电压110V、60W的灯泡，不能直接接到220V的电源上使用，否则将烧毁。

额定电压为220V、60W灯泡接到110V电源上，它的实际功率不是60W，而是15W。

1—1—7 基尔霍夫第一定律的内容是什么？

答：基尔霍夫第一定律的内容是：对于电路中的任一节点，流入该节点电流的代数和恒等于零。即 $\sum I = 0$

1—1—8 基尔霍夫第二定律的内容是什么？根据基尔霍夫第二定律，列出题1

图中各回路的电压方程。

解：基尔霍夫第二定律的内容是：沿任意闭合回路绕行一周，电压降的代数和恒等于零。

$$\text{即 } \sum U = 0$$

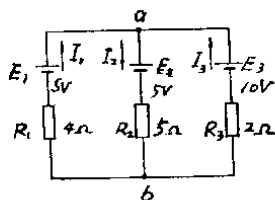


图 1

图的三个回路的电压方程各为：

$$4I_1 + 5I_2 = 0$$

$$5I_2 + 2I_3 = 5$$

$$2I_3 - 4I_1 = 5$$

1—2—1 电阻串联电路与并联电路的特点各是什么？

答：串联电路的特点是：（1）流过每一个元件的电流相同；（2）电路端电压等于各元件电压降之和；（3）总电阻为各电阻之和；（4）电路总功率为各元件功率之和。

并联电路的特点是：（1）每条支路的端电压相同；（2）电路总电流为各支路电流之和；（3）总电阻的倒数为各电阻的倒数之和；（4）电路总功率为各支路功率之和。

1—2—2 将 10Ω 和 20Ω 的两个电阻串联接到 $120V$ 的电源上，每个电阻上的电压各是多少？

解：根据电阻串联电路的特点，有

$$\text{总电阻 } R = 10 + 20 = 30\Omega$$

$$10\Omega \text{电阻电压 } U_1 = \frac{10}{10 + 20} \times 120 = 40V$$

$$20\Omega \text{电阻电压 } U_2 = 120 - 40 = 80V$$

1—2—3 一个 $220V$ 、 $40W$ 灯泡能不能与另一个 $220V$ 、 $200W$ 灯泡串联接到 $380V$ 的电源上使用？为什么？

解：设 $40W$ 、 $200W$ 灯泡的电阻分别为 R_1 、 R_2 ，

$$\text{则 } R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{220^2}{40} = 1210\Omega$$

$$R_2 = \frac{U^2}{P_2} = \frac{220^2}{200} = 242\Omega$$

将两个灯泡串联接到380V电源上，它实际承受的电压为40W灯泡承受的电压

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U = \frac{1210}{1210 + 242} \times 380 \approx 316.7V$$

而200W灯泡承受的电压

$$U_2 = U - U_1 = 380 - 316.7 = 63.3V$$

由以上分析可见，40W灯泡将被烧毁，因此，这两个灯泡不能串联接到380V的电源上使用。

1—2—4 将3Ω和6Ω的两个电阻并联接到12V的电源上，求并联等效电阻和每个电阻所消耗的功率。

解：等效电阻 $R = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$,

3Ω电阻消耗的功率

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{12^2}{3} = 48W$$

6Ω电阻消耗的功率

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{12^2}{6} = 24W$$

1—2—5 如图2所示电路，已知 $E_1 = 7V$, $E_2 = 15V$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 4\Omega$,

试用支路电流法求各支路电流。

解：设各支路电流方向如图。

根据基尔霍夫第一定律，有

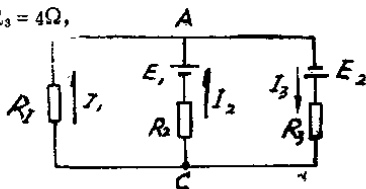


图2

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad (1)$$

根据基尔霍夫第二定律，

有

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 = -E_1$$

$$\text{即 } 3I_1 - 5I_2 = -7 \quad (2)$$

$$\text{又 } I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 + E_2$$

$$\text{即 } 5I_2 + 4I_3 = 22 \quad (3)$$

将 (1)、(2)、(3) 式联立求解，

$$\text{得 } I_1 = 1\text{A}$$

$$I_2 = 2\text{A}$$

$$I_3 = 3\text{A}$$

1—2—6 戴维南定理的内容是什么？求出图 3 电路的开路电压和等效电阻。

解：戴维南定理的内容是：任何一个线性有源二端网络，对外电路来说，都可以用一个具有电动势 E_0 和内阻 R_0 的等效电源来代替。其中 E_0 等于原来网络两端点间的开路电压 U_0 ，而 R_0 等于原来网络中所有电动势都为零时两端点间的等效电阻。

对于 (a) 图：由于 a、b 间开路，左边回路中的电流 I' 为（设为顺时针方向）

$$I' = \frac{6}{2+4}$$

$$= 1\text{A},$$

$$\text{开路电压 } U_{ab} =$$

$$2 + 4 \times 1 = 6\text{V}$$

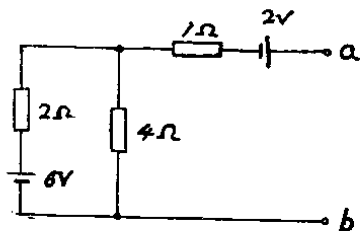


图 3 (a)

等效电阻 $R_0 =$
 $1 + \frac{2 \times 4}{2 + 4} = 2 \frac{1}{3} \Omega.$

对于(b)图,由于三个电源的内阻均相等,电动势也相等,各支路间不存在环流,

所以开路电压 $U_{ab} = 2V,$

图3 (b)

等效电阻 $R_0 = \frac{60}{3} = 20\Omega.$

1—2—7 电桥平衡的条件是什么?

答:电桥平衡的条件是,电桥相对臂电阻的乘积相等。

1—2—8 如图所示分压电路, $U = 100V, R_1 = 40\Omega, R_2 = 40\Omega, R_3 = 60\Omega$. 求: 未合开关K时, b、c两点间的电压是多少? 合上开关K后, b、c两点间的电压又是多少?

解: 开关K断开时:

根据分压公式

$$U_{bc} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times U$$

$$= \frac{U}{2} = 50V$$

当开关闭合时:

$$R_{bc} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$= \frac{40 \times 60}{40 + 60} = 24\Omega$$

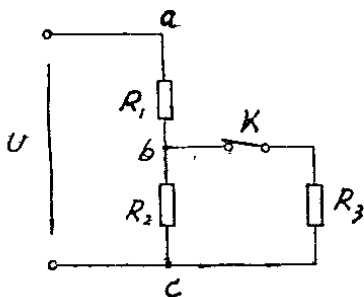


图4

$$\text{则 } U'_{bc} = \frac{24}{40 + 24} \times 100 = 37.5 \text{V}$$

1—3—1 磁铁具有哪些主要特性？

答：磁铁的主要特性有：（1）具有吸引铁磁物质的能力；（2）磁铁有南极和北极两个极，两极的磁性最强；（3）同性磁极互相排斥，异性磁极互相吸引；（4）把铁磁性物质放在磁铁附近，这种物质也能带上磁性；把磁铁拿走，这种物质还会保留一些磁性。

1—3—2 电流的磁场怎样判断？磁场的强弱与哪些因素有关？

答：电流产生的磁场用右手螺旋定则判断。其方法是：

（1）对于直导体，假想用右手握住导线，拇指的方向指向导体中电流的方向，四指的方向便是磁场的方向。（2）对于螺旋线圈，假想用右手握住线圈，四指的方向与线圈中电流的方向一致，拇指的方向便是线圈内部磁场的方向。

磁场的强弱与导体中电流的大小有关，与导体周围的介质有关，尚与某点与电流的距离有关。

1—3—3 电磁力是怎样产生的？其方向如何判断？试判断图4中导体受力的方向。

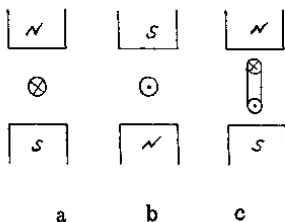


图5

答：通电导体在磁场中将受到力的作用，这个力叫作电磁力。

电磁力的方向用左手定则判断，方法是：平伸左手，拇指与其余四指垂直，手心

迎着磁力线，四指指向导体中电流的方向，拇指的方向便是电磁力的方向。

图a，导体受向左的力；

图b，导体受向左的力；

图c，线圈逆时针方向偏转。

1—4—1 什么叫电磁感应现象？产生感应电动势的条件是什么？

答：由于回路中磁通的变化，而在回路中产生电动势的现象称为电磁感应现象。这是英国科学家法拉第在1831年总结出来的。

产生感应电动势的条件有两种说法。其一是：导体在磁场中作切割磁力线运动时，便会在导体中产生感应电动势；其二是：穿过线圈中的磁通发生变化时，便会在在线圈中产生感应电动势。两种说法的实质是一样的。

1—4—2 怎样用右手定则判断直导体中感应电动势的方向？

答：方法是：平伸右手，拇指与其余四指垂直，让磁力线垂直穿过手心，拇指指向导体运动方向，四指的方向便是导体中感应电动势的方向。

1—4—3 楞次定律的内容是什么？“因为自感电动势的方向总是企图阻碍电流的变化，所以自感电动势的方向总是与电流的方向相反。”这种说法对不对？为什么？

答：楞次定律的内容是：线圈中感应电动势的方向总是企图通过它所产生的电流形成的磁通阻碍原有磁通的变化。具体地说就是：当线圈中原有磁通增加时，感应电流产生的磁通与原有磁通方向相反。当线圈中原有磁通减少时，感应电流产生的磁通与原有磁通方向相同。如果知道线圈中原有

磁通的方向和磁通的变化趋势（增加还是减少）便可以用楞次定律来确定线圈两端感应电动势的方向。

题中的说法是错误的，这是错误地理解了楞次定律的缘故。因为当线圈中原有电流减少时，磁通减少，而自感电动势所产生的磁通是与原来线圈中电流产生的磁通的方向相同的。

1—4—4 试解释电磁感应定律公式中负号的意义？

答：电磁感应定律公式中的负号，只有在选择感应电动势的方向与线圈中原有磁通方向符合右手螺旋定则时才有意义。负号是楞次定律在公式中的体现，即表明感应电动势的方向总是企图阻碍原有磁通的变化。

1—4—5 什么叫自感电动势？什么叫电感？

答：由于通过线圈中的电流变化而在线圈中产生的感应电动势称为自感电动势。

电感具有两重意思，一方面它表示了电路的一种元件，另一方面它表示了线圈通有单位电流时产生自感磁链的能力，即电感 $L = \frac{\Phi}{I}$ 。

1—4—6 一个闭合的线圈，在均匀的磁场中沿着垂直于磁场的方向平移，会不会产生感应电流？为什么？

答：不会产生感应电流，因为线圈在平移过程中，线圈中的磁通没有发生变化。

1—4—7 什么叫互感电动势？什么叫涡流？涡流有什么害处？

答：两个互相靠近的线圈，当一个线圈中的电流变动而在另一个线圈中产生感应电动势，这种感应电动势称为互感电动势。

当带有铁芯的线圈通入交变电流以后,由于磁通的变化,在铁芯中也要产生感应电动势。在感应电动势的作用下,就会在铁芯内部形成旋涡状的电流,这种电流叫作涡流。

涡流将使铁芯发热,造成能量损失,使铁芯的作用受到限制。为了减小涡流损失,铁芯用0.35—0.5mm厚的薄片,并涂有绝缘漆的硅钢片迭成。

1—4—8 判断下图中感应电动势的方向。

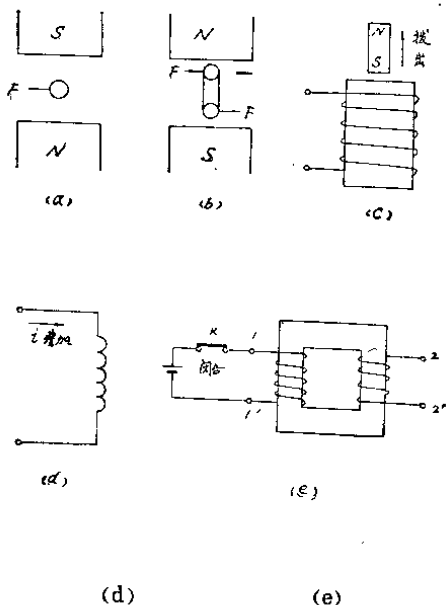


图 6

答：(a)穿入纸面；(b)上面导线为穿出纸面，下面导线为穿入纸面；(c)从上指向下；(d)与*i*方向相反；(e)原边为从1指向1'；副边为从2'指向2。

1—5—1 什么是正弦量的三要素？

答：正弦量的三要素指的是最大值、初相角和角频率（频率或周期亦可）。最大值表示正弦量的变化范围；初相角表示正弦量的初始状态；角频率表示正弦量变化的快慢。

1—5—2 频率、周期、角频率之间有什么关系？

答：频率与周期之间的关系为 $f = \frac{1}{T}$ ；频率、周期与角

频率之间的关系为 $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ 。

1—5—3 正弦量的最大值、有效值之间的关系是什么？

答：无论电压、电流还是电动势，最大值与有效值之间的关系都是相同的，即最大值是有效值的 $\sqrt{2}$ 倍。

1—5—4 什么叫相位、初相位、相位差？

答：($\omega t + \varphi$)称为正弦量的相位，相位表示正弦量随时间变化的电角度。正弦量在计时开始（即时间*t*=0）时的相位称为初相位，初相位表示正弦量的初始状态。相位差是指任意两个同频正弦量的相位之差，相位差在数值上等于两个同频正弦量的初相之差。

1—5—5 正弦量有哪几种表示方法？

答：正弦量有四种表示方法，即

1. 解析式。如 $i = 5\sin(314t + 30^\circ)\text{A}$

2. 波形图

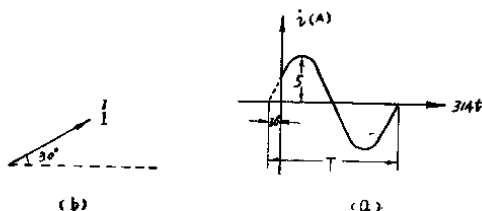


图 7

3. 向量图，如图 6。

4. 复数表示法，如 $\dot{I} = \frac{5}{\sqrt{2}} e^{j30^\circ} \text{ A}$

1—5—6 已知 $u = 100\sqrt{2} \sin(314t + 120^\circ) \text{ V}$ ，
 $i = 10\sqrt{2} \sin(314t + 30^\circ) \text{ A}$ ，试指出它们的三要素、相位差，并画出它们的向量图。

解：电压的三要素是：最大值为 $100\sqrt{2} \text{ V}$ ，角频率为 314 rad/s ，初相角为 120° 。电流的三要素是：最大值为 $10\sqrt{2} \text{ A}$ ，角频率为 314 rad/s ，初相角为 30° 。

电压与电流的相位差为 $\varphi = 120^\circ - 30^\circ = 90^\circ$ ，表明电压超前电流 90° 电角，或者电流与电压的相位差为 $\varphi' = 30^\circ - 120^\circ = -90^\circ$ ，表明电流落后电压 90° 电角。

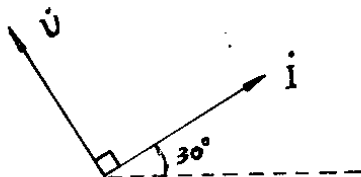


图 8

电压、电流的向量图如图 7 所示。

1 — 6 — 1 电阻、电感、电容三个元件的电压与电流的关系各是什么？

答：电阻元件：电压与电流是同频率、同相位的正弦量，数值关系是 $U = IR$ 。

电感元件：电压与电流是同频率的正弦量，电压超前于电流 90° ，数值关系是 $U_L = IX_L$ 。

电容元件：电压与电流是同频率的正弦量，电压落后于电流 90° ，数值关系是 $U_C = IX_C$ 。

1 — 6 — 2 什么叫有功功率、无功功率、视在功率？如何计算？

答：正弦交流电路中瞬时功率在一个周期内的平均值，叫作有功功率。对于负载来说，它表示被消耗掉的功率。即： $P = IU \cos \varphi$ 。

正弦交流电路中的储能元件与电源之间交换的瞬时功率的最大值，叫作无功功率。即： $Q = UI \sin \varphi$ 。

正弦交流电路的端电压有效值与电流有效值的乘积叫作视在功率。即： $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$

1 — 6 — 3 将一个灯泡和一个空芯线圈串联接到交流电源上，若在线圈中插入一铁芯，灯泡的亮度会变化吗？为什么？

答：灯泡将会变暗，因为感抗 $X_L = 2\pi fL$ ，线圈中插入铁芯，感抗增加，电路中的阻抗 $z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ 也增加，而电流却减小，因此灯泡两端的电压降低，灯泡变暗。

1 — 6 — 4 将 $C = 318\mu F$ 的电容器接在 $f = 50\text{HZ}$ 、 $U = 220\text{V}$ 的交流电路中，求 X_C 和 I ，并画出电压电流的向量图。

解：容抗 $X_c = 1/2\pi fc =$

$$\frac{1}{314 \times 318 \times 10^{-6}} = 10\Omega$$

电流 $I = \frac{U}{X_c} = \frac{220}{10} = 22A$

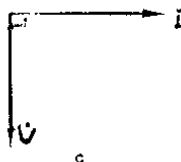


图 9

以电流为参考向量，向量
 如图 9 所示。

1—6—5 将 $R = 3\Omega$, $X_L = 4\Omega$ 的线圈接在 $f = 50\text{HZ}$ 、 $U = 220\text{V}$ 的交流电路中。试求：（1）阻抗 z 和电流 I ；

（2）有功功率 P 、无功功率 Q 、视在功率 S 、功率因数 $\cos\varphi$ 。

解：（1）阻抗 $z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$

电流 $I = \frac{U}{z} = \frac{220}{5} = 44A$

（2）有功功率 $P = I^2 R = 44^2 \times 3 = 5.81\text{KW}$

无功功率 $Q = I^2 X_L = 44^2 \times 4 = 7.74\text{KVAR}$

视在功率 $S = I^2 z = 44^2 \times 5 = 9.68\text{KVA}$

功率因数 $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{R}{z} = \frac{3}{5} = 0.6$

1—6—6 将 $R = 9\Omega$, $X_L = 18\Omega$, $X_c = 6\Omega$ 的三个元件串联接在 $f = 50\text{HZ}$ 、 $I = 2A$ 的电路中，试求：

（1）阻抗 Z ；

（2）端电压 U 及 U_R 、 U_X ；

（3）有功功率、无功功率、视在功率和功率因数；

（4）画出电压电流向量图。