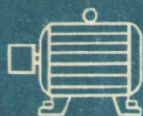


DIAN GONG YUAN LI
XI TI JI

电 工 原 理 习 题 集

(合订本)



中国铁道出版社

12799

电工原理习题集

(合订本)

上海铁道学院电信系编

中国铁道出版社

1981年·北京

2036

内 容 提 要

本书为原《电工原理习题集》上、下册的合订本，内容包括1977年北京电视台举办的电视教育讲座教材《电工原理》所述范围（直流电路、电容、磁场和磁路、电磁感应、正弦交流电路、符号法、谐振、互感、三相电路、非正弦周期讯号和过渡过程等）的习题。共选有思考题、例题、习题五百多个。

为了便于读者自学，文字力求通俗易懂，理论联系实际，按照各个小节内容，依次列举了较多的例题。每个例题都对公式来源和计算过程进行了较详细的分析，然后选择了一定数量的习题。每个习题在书末均附有答案，也可参考中国铁道出版社出版的《电工原理习题集解答》配套使用。

本书由上海铁道学院电信系电工教研组全体同志分工选题，作解：电张升平、朱培钧主编，胡象源、吴汝麒校阅。

本书可供电视教育讲座的听众和广大电工爱好者自学之用。

电工原理习题集

（合订本）

上海铁道学院电信系编

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：10 字数：230 千

1981年6月 第1版

1981年6月 第1次印刷

印数：0001—200,000 册 定价：0.74 元

梅

目 录

电工习题解答注意事项	1
一、解题步骤	1
二、对解题的要求	2
第一章 电路的基本概念	3
提要	3
思考题	4
例题	5
习题	11
第二章 简单直流电路的计算	15
提要	15
思考题	16
例题	19
习题	32
第三章 复杂直流电路的分析方法	43
提要	43
思考题	46
例题	47
习题	64
第四章 电容器	72
提要	72
思考题	73
例题	74
习题	81
第五章 磁场和磁路	84

提要.....	84
思考题.....	86
例题.....	88
习题.....	97
第六章 电磁感应	103
提要	103
思考题	105
例题	109
习题	116
第七章 正弦交流电路的基本概念	121
提要	121
思考题	123
例题	126
习题	134
第八章 正弦交流电路的符号法	139
提要	139
思考题	142
例题	147
习题	163
第九章 谐振	171
提要	171
思考题	172
例题	175
习题	187
第十章 互感耦合电路及变压器	194
提要	194
思考题	196
例题	198

习题	212
第十一章 三相电路	218
提要	218
思考题	219
例题	220
习题	235
第十二章 非正弦周期讯号	239
提要	239
思考题	241
例题	243
习题	257
第十三章 过渡过程	262
提要	262
思考题	265
例题	266
习题	279
各章答案	286

电工习题解答注意事项

《电工原理》一书是一本电工技术自学基础读物，它主要讨论各种电工设备中所共同发生的电磁现象，所进行的电磁过程和计算这些过程的基本方法。正确地运用基本概念和熟练掌握计算技能是一个很重要的问题，而这些能力的培养，主要又须通过做习题来达到，所以要学好这门课，必需解决如何做好电工习题的问题。

一、解题步骤

1. 复习好书中的有关内容，搞清基本概念，记熟基本公式。
2. 审明题意，找出已知量、已知条件及待求量。
3. 迅速判断出要应用的定理、定律、概念和公式，将已知和未知量联系起来。
4. 根据已考虑好的最简捷的解法，写出公式，将已知量代入公式进行计算。并注意所用单位制是否符合公式要求。
5. 验证答案的正确性：
 - ① 检查所用公式及公式的应用范围，
 - ② 检查公式中各物理量单位和计算结果的单位，
 - ③ 检查答数是否正确，是否符合实际；
 - ④ 如问题中有正负号时，要检查符号是否正确、有无遗漏；
 - ⑤ 如问题中要求画相量图时，要检查相量图作法是否正确。

二、对解题的要求

1. 正确使用“+”、“-”号。电工中有些物理量的正、负具有明显的物理意义，如电荷 Q 的正、负表示电荷的性质；电流 I 的正、负表示标定方向与实际方向是否符合等。因此必须注意，不能弄错。

2. 正确使用电工单位制。电工学中用国际制（SI），就是说用米、千克、秒、安培等作为基本单位。

3. 计算结果如果是近似值时，应取三位有效数字，第四位数字四舍五入。这是因为对于大多数工程问题来说，三位有效数字的精确程度是足够的。所谓有效数字就是在用数字表示一个量的近似值时，除了它最左边的0以外，其余的所有数字最末一位数与真数相应的一位数相差不超过50%。

4. 解题中作图要用圆规直尺等绘图工具，正确按比例作出，图面应清楚、整洁、美观，图中坐标的符号、刻度及单位要仔细标明，不能遗漏。

第一章 电路的基本概念

提 要

※ 电荷有规则的运动形成电流，电流的大小等于单位时间内通过导体截面的电荷量。

一般情况
$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \text{单位：安 (A)}$$

直流
$$I = \frac{Q}{t}$$

电流的正方向规定为正电荷流动的方向。

※ 电阻表示导体对电流的阻力，均匀截面的线状导体的电阻计算公式为

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad \text{单位：欧 } (\Omega)$$

导体的电阻与温度有关，常温下 ($0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$)，电阻与温度的关系表示为

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(T_2 - T_1)]$$

※ 欧姆定律 在一段电路中，流过电路的电流与电路两端的电压成正比，与该段电路的电阻成反比。它是线性电路的基本定律，用公式表示为

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

或
$$U = IR \quad \text{单位：伏 (V)}$$

※ 电功表示电流所做的功，或者叫电能，表示电流做功的能力，它用通过电路的电荷量和这段电路的电压的乘积来计算，公式为

$$A = QU \quad \text{单位: 焦耳 (J)}$$

1 焦耳 = 1 瓦秒。有时电功的计算单位用“千瓦小时”。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 千瓦小时} &= 1000 \text{ 瓦时} = 1000 \times 3600 \text{ 瓦秒} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ 焦耳} \end{aligned}$$

通常称 1 千瓦小时为 1 度电。

※ 电功率表示单位时间内电流所做的功，它等于电流与电压的乘积，公式为

$$P = \frac{A}{t} = UI \quad \text{单位: 瓦 (W)}$$

或

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

※ 电流的热效应 电流 I 通过具有电阻 R 的导体会发热，在时间 t 内所产生的热量为

$$Q = 0.24 I^2 R t \quad \text{单位: 卡 (cal)}$$

这个关系式又叫焦耳-楞次定律。

思考题

1-1 电路是由哪几部分组成的？各部分起什么作用？

1-2 电路在电力系统和电信系统中主要起什么作用？

1-3 电子管灯丝通电加热后，电子由阴极 c 奔向屏极 a 形成电流，试用箭头标明在 R 上的电流方向。（图 1-1）

1-4 什么叫电阻？导体电阻与温度有什么关系？为什么金属导体的温度升高时，它的电阻会

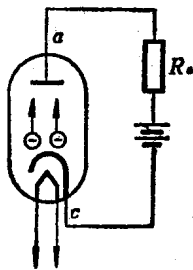


图 1-1

增加?

1-5 什么叫欧姆定律? 说明它的应用范围。

1-6 什么叫电功、电功率? 它们的单位有哪些? 如何进行换算?

1-7 在公式 $P = I^2 R$ 中, R 越大, P 就越大; 而在公式 $P = U^2 / R$ 中, R 越大, P 就越小。怎样解释这一矛盾?

1-8 常用的电灯泡, 当额定电压相同时, 额定功率大的电阻大呢? 还是额定功率小的电阻大? 说明理由。

1-9 30伏、1千瓦的稳压电源上, 只接有一台30伏、300瓦的设备, 问该设备会不会烧坏? 此时设备中电流是多大?

1-10 什么叫短路? 应当采取什么措施, 才能保证当电路中的电流超过允许的电流限度时, 不致烧坏设备和导线?

例 题

1-1 有一根导线, 每小时通过其横截面的电量为900库仑, 问通过导线的电流多大?

解 已知 $Q = 900$ 库仑, $t = 1$ 小时 = 3600 秒, 根据公式 $I = \frac{Q}{t}$, 可求出电流

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{900}{3600} = 0.25 \text{ 安} = 250 \text{ 毫安}$$

1-2 某集成电路用一个长方形的喷涂合金薄膜作电阻, 其长度为120微米, 宽为25微米, 已知合金材料的电阻率与厚度之比为150欧, 电流从长方形的一个短边流入, 另一个短边流出。试求它的电阻值。

解 根据题意, 可求得导体短边的截面积 S 为 $25d$ (d 为薄膜厚度), 而已知 $\rho/d = 150$ 欧, 也就是说 $\rho = 150d$ 。根

据公式 $R = \rho \frac{l}{S}$, 可求出电阻

$$\begin{aligned} R &= \rho \cdot \frac{l}{S} = 150d \cdot \frac{l}{25d} \\ &= \frac{150 \times 120}{25} = 720 \text{ 欧} \end{aligned}$$

1-3 电厂中的同步发电机, 制造时即在内部放置一个铂丝电阻元件, 以便及时测出电机内部温度。现已知 20°C 时元件的电阻为 49.5 欧, 运行到某一时刻测出元件的电阻为 60.9 欧, 求此时发电机内部的温度是多少?

解 根据公式 $R_2 = R_1[1 + \alpha(T_2 - T_1)]$, 可以推导出

$$\begin{aligned} \alpha(T_2 - T_1) &= \frac{R_2}{R_1} - 1 = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \\ T_2 &= \frac{R_2 - R_1}{\alpha R_1} + T_1 \end{aligned}$$

从《电工原理》第 8 页表 1-1 可以查出铂丝的电阻温度系数为 $\alpha = 0.00398(1/^\circ\text{C})$ 。

将已知的 $T_1 = 20^\circ\text{C}$, $R_1 = 49.5$ 欧, $R_2 = 60.9$ 欧代入, 可求得发电机内部的温度为

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{60.9 - 49.5}{0.00398 \times 49.5} + 20 = \frac{11.4}{0.197} + 20 \\ &= 77.8(^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

1-4 采用截面积为 0.05 平方毫米的锰铜丝密绕在长 30 毫米 (每端留余量 5 毫米)、宽 10 毫米、厚 1 毫米的胶布板上, 制成一个线绕电阻, 试计算出它的电阻值。

解 先根据锰铜丝的截面积求出它的直径 D

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.05}{3.14}} = 0.252 \text{ 毫米}$$

已知胶布板上能绕制的长度为 $30 - 2 \times 5 = 20$ 毫米, 如

果设可绕的匝数为 n ，则

$$n = \frac{20}{0.252} = 79.4$$

匝数应取整数，取 $n = 79$ 。

整个锰铜丝的长度 l 为

$$l = 79 \times (20 + 2) = 1740 \text{ 毫米} = 1.74 \text{ 米}$$

锰铜丝的电阻率为 $0.43 \text{ 欧} \cdot \text{毫米}^2/\text{米}$ 。将这些数值代入

公式 $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ ，可求出电阻值为

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0.43 \times \frac{1.74}{0.05} = 15 \text{ 欧}$$

读者在自制万用电表的分流电阻时，可按这种方法进行估算，绕制时将电阻丝取得稍长一些，绕制好后，如电阻值太大，可剪去一小段，这样根据实际情况修正到符合要求为止。

1-5 如果人体最小的电阻为 800 欧 ，已知通过人体的电流为 50 毫安 时，就会引起呼吸器官麻痹，不能自主摆脱电源，试求安全工作电压？

解 根据欧姆定律算出电压 U 的值

$$U = IR = 0.05 \times 800 = 40 \text{ 伏}$$

由于人体健康情况不同，因此，实际上安全用电电压规定在 36 伏 以下。

1-6 电阻元件的电阻值除可用欧姆表、电桥等测量外，工程上还常用“伏安法”来测定电阻。即用伏特表测出元件的端电压，用安培表测出流过元件的电流，然后再用欧姆定律求出电阻值。例如今测得电流为 20 毫安 ，端电压为 3 伏 ，求此电阻的大小。

解 根据欧姆定律

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3}{20 \times 10^{-3}} = 150 \text{ 欧}$$

1-7 测整流二极管2CZ11B的正向电阻的电路如图1-2所示。并已知2CZ11B二极管的最大整流电流为1安，调节电位器 W 进行测量，当电流表指示为1安时，电压表指示为0.5伏，问此时二极管的正向电阻是多少？

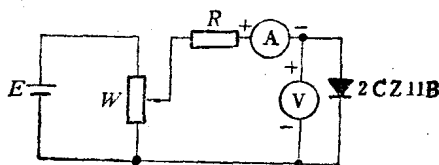


图 1-2

解 根据欧姆定律，可求得

$$R_{\text{正}} = \frac{U_{\text{正}}}{I} = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ 欧}$$

1-8 测量整流二极管反向电阻如图1-3所示。并已知2CZ11B二极管的最高反向电压为220伏，调节电位器 W ，测得电压为200伏，电流为5微安，问此时二极管的反向电阻是多少？为什么测 $R_{\text{正}}$ 和 $R_{\text{反}}$ 时的电表接法不同？

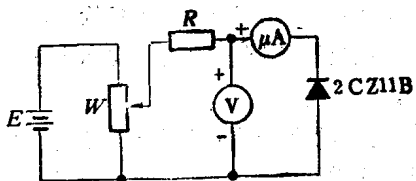


图 1-3

解 根据欧姆定律，可求得

$$R_{\text{反}} = \frac{U_{\text{反}}}{I} = \frac{200}{5 \times 10^{-6}} = 40 \times 10^6 \text{ 欧} = 40 \text{ 兆欧}$$

因为测 $R_{\text{正}}$ 时，电流较大，如果伏特表不是直接接在二极管两端，而是包括安培表在内，则大电流将在安培表上引

起较大的电压降，这样就会产生较大的测量误差。而测量 $R_{\text{反}}$ 时， $R_{\text{反}}$ 很大，相对来说，伏特表的电阻较小，如果还按图 1—2 电路进行测量，则安培表测出的电流大部份是流经伏特表的，所以也会造成误差。而按图 1—3 接法，很小的电流在微安表上所产生的电压降是可以忽略不计的。

1-9 测定一般导线电阻的实验装置如图 1—4 所示。设导线长为 2 米，截面积为 0.5 平方毫米，如果安培表的读数是 1.16 安，伏特表的读数是 2 伏，问该导线的电阻率是多大？

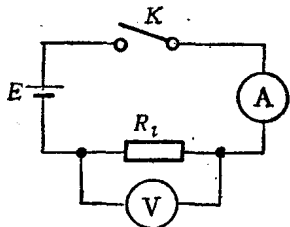


图 1—4

解 已知 $U = 2$ 伏， $I = 1.16$ 安，根据欧姆定律算出电阻 R 的值

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2}{1.16} = 1.72 \text{ 欧}$$

代入公式 $R = \rho \frac{l}{S}$ ，可求出该导线的电阻率为

$$\rho = \frac{RS}{l} = \frac{1.72 \times 0.5}{2} = 0.43 \text{ 欧} \cdot \text{毫米}^2 / \text{米}$$

1-10 一个标明“220伏、40瓦”的钨丝灯泡，如果把它接在110伏的线路上，此时它消耗的功率是多少？

解 对电灯泡来说，在一定的电流范围内，钨丝电阻可认为是一个定值。从公式 $P = \frac{U^2}{R}$ 可以得出功率 P 和电压 U 的平方成正比，即

$$P_1 / P_2 = U_1^2 / U_2^2$$

将已知的各值代入，可得

$$40/P_2 = 220^2/110^2 = 4/1$$

$$P_2 = 40/4 = 10 \text{ 瓦}$$

如果我们根据灯泡的电压和功率数值，算出通过灯泡电流的大小，再和另一电压值相乘求出新的功率值，这样做是错误的。因为一定阻值的灯泡，在不同的电压作用下，电流的数值是不同的。

1-11 已知在硫酸铜溶液中电解出铜 159 克，需要电量 482.5 千库仑，如果要在 一昼夜内析出，电流应该是多少？如电源电压为 12 伏，问消耗电功率多大？

解 先求出一昼夜的时间为 $24 \times 60 \times 60 = 86400$ 秒，然后求出电流 I 为

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{482500}{86400} = 5.58 \text{ 安}$$

已知电源电压为 12 伏，则消耗的电功率为

$$P = UI = 12 \times 5.58 = 67 \text{ 瓦}$$

1-12 规格为 $RXJ5.1 \text{ k}\Omega$ ， $1/4 \text{ W}$ ； $RXJ82 \Omega$ 、 1 W 的两只金属膜电阻，问使用时允许的最大电压和最大电流各为多少？

解 (1) 设 $5.1 \text{ k}\Omega$ 电阻为 R_1 ，根据公式 $P = I^2 R$ ，可得

$$I = \sqrt{P_1/R_1} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{5100}} = 7 \times 10^{-3} \text{ 安} = 7 \text{ 毫安}$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 7 \times 10^{-3} \times 5.1 \times 10^3 = 35.7 \text{ 伏}$$

(2) 设 82Ω 电阻为 R_2 ，同理

$$I_2 = \sqrt{P_2/R_2} = \sqrt{\frac{1}{82}} = 0.11 \text{ 安}$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 0.11 \times 82 = 9.02 \text{ 伏}$$

1-13 容器里盛着温度是 90°C 、质量是 2 千克的水，由于热量向外辐射，水温平均每分钟降低 12°C 。现用一只

电阻为24欧的电热器给水加热，使水温保持在 90°C ，问需要多大的电流通过该电热器？又每昼夜需要用电多少度？

解 先计算水每分钟辐射掉的热量。已知水的比热 $C = 1$ 卡/克 $\cdot^{\circ}\text{C}$ ，根据把质量为 m 克的水温度升高 $\Delta T^{\circ}\text{C}$ 所需的热 $Q = Cm\Delta T$ 的关系式，将质量 $m = 2000$ 克，温度变化 $\Delta T = 12^{\circ}\text{C}$ ，代入式中求出每分钟辐射掉的热量 Q 为

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta T = 1 \times 2000 \times 12 = 24000 \text{ 卡}$$

这些热量要通过电热器产生的热量来补充，根据焦耳-楞次定律，电热器每分钟产生的热量为 $Q = 0.24I^2Rt = 0.24I^2R \times 60$ ，从而就可求出电流为

$$I = \sqrt{\frac{24000}{0.24R \times 60}} = \sqrt{\frac{24000}{0.24 \times 24 \times 60}} \\ = \sqrt{69.4} = 8.33 \text{ 安}$$

每昼夜消耗的电能，根据公式 $A = Pt = I^2Rt$ ，将各值代入得

$$A = I^2Rt = 8.33^2 \times 24 \times 24 \\ = 40000 \text{ 瓦小时} = 40 \text{ 千瓦小时}$$

即每昼夜需用电40度。

习 题

1-1 长0.5米的铜导线，截面积为1.5平方毫米，求该导线的电阻值（ 20°C 时）。

1-2 一卷塑料铜导线长100米，标称截面积为0.1平方毫米，试求该导线在 50°C 时的电阻值。

1-3 用QZ型漆包铜线绕制线圈，共有2400匝，平均每匝长度为38毫米，漆包铜线直径为0.16毫米，求此线圈的电阻。

1-4 为了测定电动机运行时的温度，量出工作前电动机