

电工与电子 题解精选

秦瑛 陈良元 黄叔武 编著



机械工业出版社

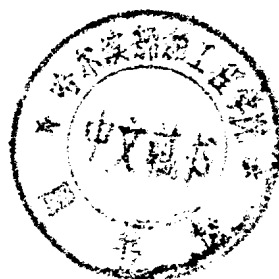
74-

86

366819

电工与电子题解精选

秦瑛 陈良元 黄叔武 罗鸿儒 编著



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书精选了电工与电子技术方面近六百道典型题,分编为直流电路、单相交流电路、三相交流电路、非正弦交流电路、线性电路的过渡过程、磁路与变压器、交直流电机、控制电机、继电接触控制、供电与照明、电工测量、晶体二极管及整流电路、放大电路、正弦波振荡器、数字电路等十五章。每章均包括要点和题解两部分。要点部分概要说明本章的重要定律和定理、常用计算公式以及解题的一般方法和步骤等。题解部分着重解题思路的引导和解题技巧的阐述,并指出解题中易混淆的概念和易犯的错误。部分题目还给出了多种解法,以便读者比较和选择。

本书可作为大专院校、电大、业大、函大等师生的教学参考书,也可作为自学者的自学辅导书。

电工与电子题解精选

秦瑛 陈良元 黄叔武 罗鸿儒 编著

责任编辑:曲彩云 责任校对:孙志筠

封面设计:方芬 版式设计:乔玲

责任印制:张俊民

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

人民交通出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张29¹/₁₆·字数721千字

1992年6月北京第1版·1992年6月北京第1次印刷

印数 0,001—4,100·定价:19.60元

ISBN 7-111-02884-8/TM·362

前 言

电工与电子技术是理论性和实践性很强的学科。从我们的教学实践中，深感如能有一本以基本概念为主体，深浅适度、覆盖面广、概念明确和实用性强的题解集起示范和引导作用，将有助于开阔学生的思想，加深对电工与电子技术基本概念的理解，提高运用基本理论去分析、解决实际问题的能力。为此，我们根据多年积累的教学资料，并参考了目前国内外电工与电子技术方面的有关教材、习题集等，精选了近六百道典型题目作了详细解答，编成此书。通过这些题目的解答，以期使读者更好地理解、巩固和掌握电工与电子技术的基本理论。

在解题过程中，着重解题思路的引导和解题技巧的阐述，避免直接套用公式，并指出解題中易混淆的概念和易犯的错误。部分题目还给出了多种解法，以便读者比较和选择。对每一题解，力求作到数值准确、步骤清晰、叙述严谨、附图完整、利于自学。

为帮助读者复习，每章前均写有简明的内容要点。

本书承蒙宋东生同志、杨克威同志审阅，提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。由于水平所限，不当之处，诚望广大读者批评、指示。

编 者

1991年1月

前 言

《中华人民共和国学位条例》规定,具有研究生毕业同等学力的人员,通过硕士(或博士)学位的课程考试和论文答辩,成绩合格,达到硕士(或博士)学位的学术水平者,授予硕士(或博士)学位。国务院学位委员会决定,“自1995年起,除外语专业外,在职人员的同等学力申请硕士学位,实行外语课程水平全国统一考试。统考的命题委托上海市学位委员会办公室组织”。

为了帮助应考人员更好地准备考试,我们编写了这本辅导教材。本书紧扣《考试大纲》,全面系统地介绍了英语考试中需要掌握的知识和技能。本书不仅全面系统地分析了1995年以来同等学力全国统考试题,而且分析了以前的上海市研究生统一考试试题(1988年—1996年)。

作者对本书的语言要点、解题方法作了深入细致的说明,并配有大量练习以及7套模拟题。本书是为在职人员精心设计的自学教材,也可作为教学辅导材料。

本书的“辨错与改错”、“写作”部分由丁雅萍编写,“阅读理解”、“完形填空”由何艳编写,“听力理解”、“翻译”由杨晓玲编写,“词汇”由潘海光编写。此外,还要感谢郑兴山、阮涌涛、温弢和陆国强先生对本书的大力支持。

限于编者水平,疏漏之处难免,敬请广大读者和同行不吝赐教。

编 者

1998.5

目 录

第一章	直流电路	1
第二章	单相交流电路	50
第三章	三相交流电路	103
第四章	非正弦交流电路	124
第五章	线性电路的过渡过程	156
第六章	磁路与变压器	193
第七章	交直流电机	221
第八章	控制电机	266
第九章	继电接触控制	274
第十章	供电与照明	276
第十一章	电工测量	304
第十二章	晶体二极管及整流电路	325
第十三章	放大电路	343
第十四章	正弦波振荡器	429
第十五章	数字电路	436

第一章 直流电路

要 点

一、基本定律和定理

1. 欧姆定律

(1) 一段电路的欧姆定律

当电压、电流的参考方向一致时

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

当电压、电流的参考方向不一致时

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

(2) 含源支路的欧姆定律

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

当 U 、 E 与 I 的参考方向一致时取正号，反之取负号。

(3) 闭合电路的欧姆定律

$$I = \frac{\sum E}{\sum R}$$

其中， $\sum E$ 为闭合电路中电动势的代数和。当 E 与 I 的参考方向一致时取正值，不一致时取负值。 $\sum R$ 为闭合电路的总电阻。

单位： I ——安培(A)； U 、 E ——伏特(V)； R ——欧姆(Ω)； G ——西门子(S)。

2. 基尔霍夫定律

描述电路中相互连接的各元件间的电压、电流，应遵循的规律的定律，是电荷守恒和能量守恒在电路中的体现。

(1) 基尔霍夫电流定律

在任一瞬间，流入电路中某节点的电流之和，等于流出该节点的电流之和，即：

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$$

若规定流入节点的电流为正，流出的为负，则可表示为：

$$\sum I = 0$$

该定律还可推广应用于电路中任一假设的封闭面，可将封闭面看成一个节点。

(2) 基尔霍夫电压定律

在任一瞬间，沿任一回路绕行一周，电阻压降的代数和等于电动势的代数和，即：

$$\sum IR = \sum E$$

式中电阻压降、电动势的参考方向与回路循行方向一致者取正值，不一致者取负号。

若将电动势用其两端电压降表示, 则基尔霍夫电压定律可表述为: 沿任一闭合回路绕行一周, 同一瞬间电压降的代数和等于零, 即:

$$\sum U = 0$$

该定律亦可推广应用于电路中任一假设的闭合回路。

3. 叠加定理

在多电源作用的电路中, 任一支路的电流 (或电压), 可看成是该电路中各个电源分别作用时, 在此支路中所产生的电流 (或电压) 的代数和。

4. 戴维南定理

任何一个有源二端线性网络, 就其端点 a 、 b 对外电路而言, 可用一个电动势为 E 、串联内阻为 R_0 的等效电源来代替, 如图1-1所示。其中, E 等于该网络的开路电压 U_{ab0} , R_0 为该网络中所有独立源为零值时的等效电阻。

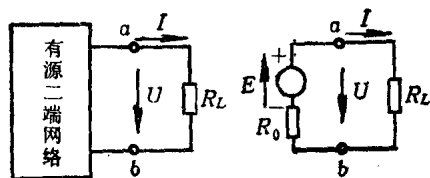


图 1-1

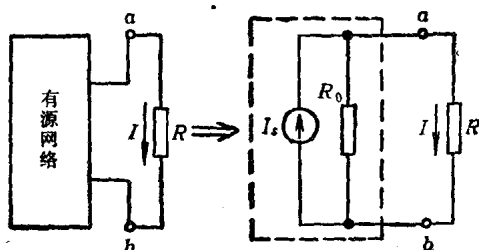


图 1-2

5. 诺顿定理

任何一个有源二端线性网络, 就其端点 a 、 b 对外电路而言, 可用一个电流为 I_s 、并联内阻为 R_0 的电流源代替, 如图1-2所示。图中, I_s 为该网络的短路电流, R_0 为该网络中所有独立源为零值时的等效电阻。

6. 互易定理

在只有一个独立电源作用的线性电路中, 若激励为独立电压源 (或独立电流源) 作用于支路1, 在支路2中产生的响应为电流 I (或电压 U)。当将激励移到支路2时, 则在支路1中产生的响应电流 I' (或电压 U') 与 I (或 U) 数值相等。

在应用该定理时须注意: 激励和响应, 一个是电压 (或电流), 一个是电流 (或电压), 不能全是电流, 也不能全是电压。

二、常用计算公式

1. 功率计算公式

$$P = UI \quad (1-1)$$

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (1-2)$$

式中 U —— 电路的端电压, 单位为伏(V);
 I —— 电路中的电流, 单位为安(A);
 R —— 电路的电阻, 单位为欧(Ω);
 P —— 电路输出或输入的功率, 单位为瓦(W)。

式(1-1)在 U 、 I 的参考方向一致时, P 为电路消耗的功率。当 U 、 I 的参考方向不一致时, P 为电路产生的功率。

式(1-2)只用来计算电阻元件消耗的功率。

功率平衡关系式

$$EI = UI + I^2(R_0 + R_L)$$

式中 EI ——电源发出功率,单位为瓦(W);

UI ——负载的消耗功率,单位为瓦(W);

$I^2(R_0 + R_L)$ ——电源内阻 R_0 和线路电阻 R_L 的损耗功率,单位为瓦(W)。

在解题时,功率单位有时也使用千瓦(kW), $1\text{ kW} = 1000\text{ W}$ 。

2. 电能计算公式

$$W = Pt = UI t$$

单位:若 P 为瓦(W), t 为秒(s), U 为伏(V), I 为安(A),则 W 为焦(J)。

若 P 为千瓦(kW), t 为小时(h),则 W 为度(kW·h)。

三、电路的分析方法

1. 电路中无源部分的等效变换法

(1) 串、并联电阻的等效变换法

对于电路的无源部分,凡是能用电阻的串并联等效变换关系化简的,就应尽量将其化简。将分支电路简化为无分支的简单电路,即可根据欧姆定律解题。

若电阻 R_1 、 R_2 串联,如图1-3所示。

则等效电阻为: $R = R_1 + R_2$

各部分电压为:

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

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

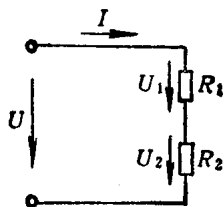


图 1-3

若电阻 R_1 、 R_2 并联,如图1-4所示

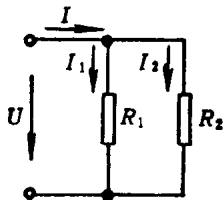


图 1-4

则等效电阻为: $R = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

各分支电流为:

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

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

复杂电路中,往往有电阻的串、并联,因此熟练掌握串、并联电阻的等效变换,对于分析计算电路是非常重要的。

(2) Y(星形)- Δ (三角形)等效变换法

已知星形联接的三个电阻分别为 R_1 、 R_2 和 R_3 ,如图1-5所示,则等效变换成三角形联接时的等效电阻分别为:

(1) 理想电压源($R_0 = 0$)和理想电流源($R_0 = \infty$)之间, 不存在等效条件, 故不能等效变换。

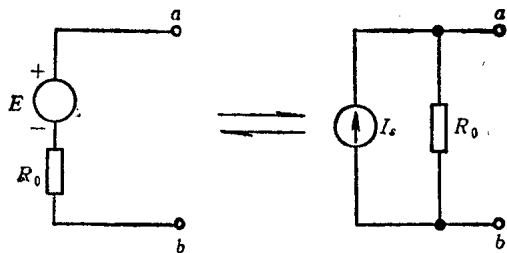


图 1-6

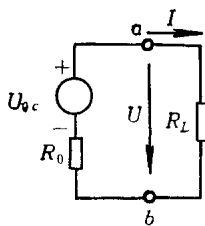


图 1-7

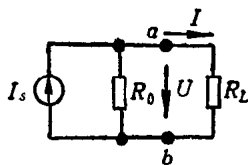


图 1-8

(2) 和电动势串联的以及和电流源并联的所有电阻, 都可看成是电源的内阻。

7. 等效电源法

如果需计算复杂电路中某支路的电流或电压时, 首先可将此支路以外的有源二端网络, 用戴维南定理简化成等效电压源, 或用诺顿定理简化成等效电流源, 然后再进行计算。

(1) 等效电压源法

① 将待求支路 R_L 从电路中断开, 求剩下的有源二端网络的开路电压 U_{0c} 。

② 将有源二端网络的电压源短接, 电流源开路、并保留它们的内阻。计算该无源二端网络的输出等效电阻 R_0 。

③ 将待求支路接入以 U_{0c} 为电动势, 串联内阻为 R_0 的等效电压源, 如图 1-7 所示。由全电路欧姆定律可求得:

$$\text{待求支路电流为: } I = \frac{U_{0c}}{R_0 + R_L}$$

$$\text{待求支路的端电压为: } U = U_{0c} - IR_0$$

解题时应注意: 此法求出的 U_{0c} 为有源二端网络的开路电压、不等于待求支路的端电压。

初学者易误认为 $I = \frac{U_{0c}}{R_L}$ 。

(2) 等效电流源法

① 将待求支路 R_L 从电路中移开, 将剩下的有源二端网络短接, 求出短路电流 I_s 。

② 用与等效电压源法相同方法, 求等效电阻 R_0 。

③ 将 R_L 接入短路电流为 I_s , 并联内阻为 R_0 的等效电流源, 如图 1-8 所示。

则

$$I = \frac{R_0}{R_0 + R_L} I_s$$

$$U = IR_L$$

8. 互易法 (激励转移法)

对于仅有一个独立电源 (设在支路 1) 作用的无受控源的线性电阻电路, 如果由原电路计算其支路 2 的响应 (电流或电压) 较复杂, 而将激励 (电压源或电流源) 由支路 1 转移到支路 2 中能简化计算时, 则可用互易定理, 将激励转移。转移后, 支路 1 的响应等于转移前支路 2 中的响应。

解题时需注意：仅当激励为电压，响应为电流。或者激励为电流，响应为电压时才能互易。

题 解

1-1. 求图示电路中的 U_{ab} 。

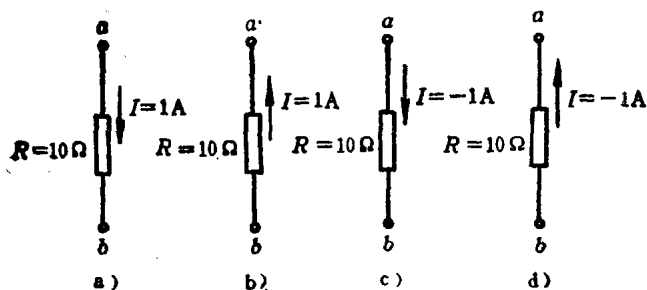
解：根据欧姆定律，当 U 、 I 参考方向一致时， $U = IR$ ； U 、 I 参考方向不一致时， $U = -IR$ 。

$$\therefore (a) \quad U_{ab} = IR = 1 \times 10 = 10V$$

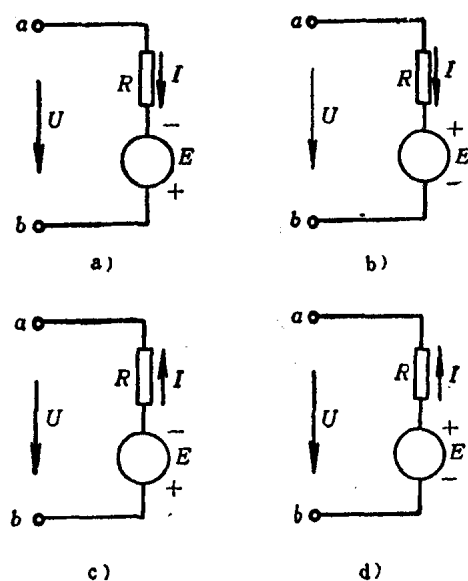
$$(b) \quad U_{ab} = -IR = -1 \times 10 = -10V$$

$$(c) \quad U_{ab} = IR = (-1) \times 10 = -10V$$

$$(d) \quad U_{ab} = -IR = -(-1) \times 10 = 10V$$



题 1-1图



题 1-2图

注意，在应用欧姆定律时，除应注意公式前的符号外，还需注意电流本身的符号，它取决于电流参考方向与真实方向是否一致，一致时取正号，不一致时取负号。两套符号不可混淆。

1-2. 试写出下列各有源支路中电压、电流关系式。

解：根据含源支路的欧姆定律可得：

$$(a) \quad I = \frac{U + E}{R} \quad U = -E + IR$$

$$(b) \quad I = \frac{U - E}{R} \quad U = E + IR$$

$$(c) \quad I = \frac{-U - E}{R} \quad U = -E - IR$$

$$(d) \quad I = \frac{-U + E}{R} \quad U = E - IR$$

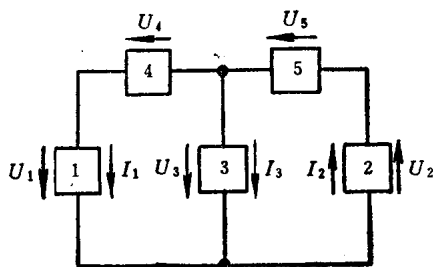
1-3. 在图示电路中, 方框代表电源或电阻。按图示电压、电流的参考方向, 测得: $U_1 = 140\text{V}$, $U_2 = -90\text{V}$, $U_3 = 60\text{V}$, $U_4 = -80\text{V}$, $U_5 = 30\text{V}$, $I_1 = -4\text{A}$, $I_2 = 6\text{A}$, $I_3 = 10\text{A}$ 。

- (1) 试标出各电流的实际方向和各电压的实际极性。
- (2) 测量 I_1 、 I_3 、 U_4 及 U_5 时, 电流表、电压表是如何联接的?
- (3) 指出每个方框中是什么元件?
- (4) 说明电路中的功率平衡关系。

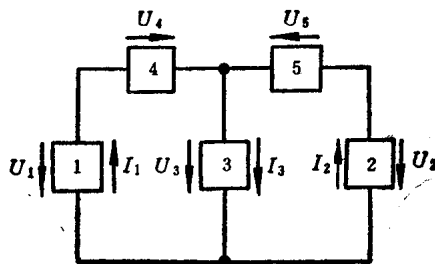
解:

(1) 各电流、电压的实际方向如附图所示。

(2) 根据附图的各电流、电压的实际方向, 电流表应串入待测支路, 并使电流的真实方向从电流表的“+”端流入, “-”端流出; 电压表应并入待测电路, 并使电压表的“+”端与被测电压的正极相连, “-”端与被测电压的负极相连。



题 1-3图



题 1-3附图

(3) 可根据各方框的电流、电压的真实方向来判断其元件的性质。方框 1、2 由于电流和电压的实际方向相反, 所以不可能是电阻元件, 应该是电压源或电流源。而方框 3、4、5 由于电流和电压的真实方向相同, 所以可以是电阻元件, 也可以是作为负载运行的电源。

(4) 各方框的功率

$$\text{方框 1: 产生功率 } P_1 = -I_1 U_1 = -(-4) \times 140 = 560 \text{ W}$$

$$\text{方框 2: 产生功率 } P_2 = -I_2 U_2 = -6 \times (-90) = 540 \text{ W}$$

$$\text{方框 3: 消耗功率 } P_3 = I_3 U_3 = 10 \times 60 = 600 \text{ W}$$

$$\text{方框 4: 消耗功率 } P_4 = I_4 U_4 = (-4) \times (-80) = 320 \text{ W}$$

$$\text{方框 5: 消耗功率 } P_5 = I_5 U_5 = 6 \times 30 = 180 \text{ W}$$

$$\text{由此可知 } P_1 + P_2 = P_3 + P_4 + P_5$$

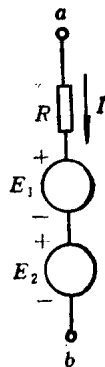
即电路产生的功率与消耗的功率相等。

1 4. 在图示电路中, 已知: $E_1 = 2\text{V}$, $E_2 = -6\text{V}$, $I = 1\text{A}$, $R = 4\Omega$ 。试求 U_{ab} 、 P_{ab} , 并说明计算结果。

解: 由含源欧姆定律可得:

$$U_{ab} = IR + E_1 + E_2$$

代入数据得:



题 1-4图

$$U_{ab} = 1 \times 4 + 2 - 6 = 0$$

$$P_{ab} = U_{ab} I = 0$$

计算结果说明： a 、 b 两点等电位，这段电路对外不产生功率，即对外没有能量交换。但本段电路的内部各元件的功率不为零。

$$E_2 \text{ 产生功率为: } P_2 = 6 \times 1 = 6 \text{ W}$$

$$E_1 \text{ 吸收功率为: } P_1 = 2 \times 1 = 2 \text{ W}$$

$$R \text{ 吸收功率为: } P_R = 1^2 \times 4 = 4 \text{ W}$$

$$P_2 = P_1 + P_R$$

1-5. 已知直流电源的电压为220V，某直流电器的额定电压为110V，功率为80W。为应急使用该电器，电工找来一些电压为220V，功率为40W、60W、100W的灯泡。试问如何接入灯泡才能使该电器正常工作？这样使用一昼夜后，多消耗几度电？

解1：为使110V电器接在220V电源能正常工作，串入灯泡的压降为 $U_{灯} = 110V$ 。可采用如下方法：由于 $P = \frac{U^2}{R}$ ，所以电压降到原来的 $\frac{1}{2}$ ，功率就减到原来的 $\frac{1}{4}$ 。如将额定功率为 $4 \times 80 = 320W$ ，额定电压为220V的灯泡接入110V电源时，其功率消耗为80W。

所以可选两只100W和两只60W的灯泡并联后，再与该电器串联即可满足要求。

$$\text{解2：该直流电器的电阻为 } R = \frac{U^2}{P} = \frac{110^2}{80} = 151.25 \Omega$$

只要若干灯泡并联后的总电阻为151.25Ω，再与该电器串联即可满足要求。

$$100W \text{ 灯泡电阻 } R_{100} = \frac{U^2}{P_{100}} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$$

$$60W \text{ 灯泡电阻 } R_{60} = \frac{U^2}{P_{60}} = \frac{220^2}{60} = 806.7 \Omega$$

$$40W \text{ 灯泡电阻 } R_{40} = \frac{U^2}{P_{40}} = \frac{220^2}{40} = 1210 \Omega$$

100W和40W灯泡并联后的总电阻为：

$$R_1 = \frac{R_{100} R_{40}}{R_{100} + R_{40}} = \frac{484 \times 1210}{484 + 1210} = 345.7 \Omega$$

60W和40W灯泡并联后的总电阻为：

$$R_2 = \frac{R_{60} R_{40}}{R_{60} + R_{40}} = \frac{806.7 \times 1210}{806.7 + 1210} = 484 \Omega$$

100W和60W灯泡并联后的总电阻为：

$$R_3 = \frac{R_{100} R_{60}}{R_{100} + R_{60}} = \frac{484 \times 806.7}{484 + 806.7} = 302.5 \Omega$$

$$\therefore R = \frac{1}{2} R_3$$

∴ 可选两只100W和两只60W的灯泡并联后，再与该电器串联，即可满足要求。
这样使用一昼夜后，多消耗的电能为

$$W = Pt = 0.08 \times 24 = 1.92 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

可见长期这样使用是不经济的。要尽量选用额定电压与电源电压相符的电气设备。

1-6. 在图示电路中

(1) 试求开关S闭合前后电路中的电流 I_1 、 I_2 、 I 。当S闭合后 I_1 是否被分去一些？当电源内阻 R_0 不可忽略时，S闭合后 I_1 是否变动？

(2) 如电源的额定功率为100kW，只接60W的灯泡时，电源的其它功率到哪儿去了？60W的灯泡是否会被烧毁？

解：

$$(1) \because R_0 \approx 0 \quad \therefore U = E = 220 \text{ V}$$

S闭合前

$$I = I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{60}{220} = 0.27 \text{ A}$$

$$I_2 = 0$$

S闭合后

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{60}{220} = 0.27 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{100}{220} = 0.45 \text{ A}$$

$$I = I_1 + I_2 = 0.72 \text{ A}$$

I_2 由电源供给不是从 I_1 中分出。

又 $\because R_0 \approx 0$ ， I 的大小不受影响，

$\therefore$ S闭合后， I_1 不会被分去。

如 R_0 不可忽略时， $\because U = E - IR_0$ ， $\therefore$ 当S闭合后， I 的增加会使电源端电压 U 降低，从而 I_1 会受影响而减小些。 R_0 的数值越大，这种影响也就越大。

(2) 电源的额定功率是指电源输出功率的最高限额，超过这个限额长期运行会影响电源的使用寿命。低于额定功率使用则是允许的。电能生产的特点是生产和使用同时进行的，因为电源输出功率为：

$$P = \left(\frac{E}{R_0 + R_L} \right)^2 \cdot R_L$$

一般情况下 $R_L \gg R_0$

$\therefore P \approx \frac{E^2}{R_L}$ ，即电源输出的功率取决于负载电阻 R_L 。当接60W灯泡时，电源就产生

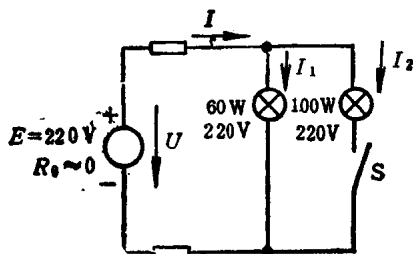
60W的功率，不会产生多余的功率，也不会烧毁灯泡。

1-7. 图示为三位可调电阻箱的内部线路。每位均由阻值相等的9个电阻组成，阻值分别为0.1Ω、1Ω、10Ω，其额定功率都为1W。如果电阻箱分别用在(1)65.2Ω；(2)4.5Ω；(3)0.8Ω时，试求允许通过的电流。

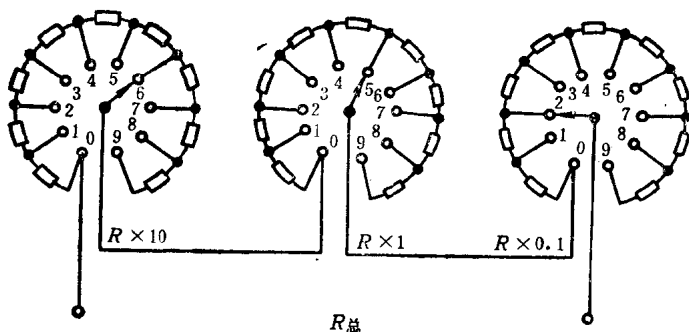
解： $\because$

$$P = I^2 R$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$



题 1-6图



题 1-7图

∴ 电阻越大, 允许通过的电流就越小。当使用几位电阻时, 允许通过的电流决定于大电阻。

(1) 当 $R_{\text{总}} = 65.2\Omega$ 时, 使用的电阻为 10Ω 6 个, 1Ω 5 个和 0.1Ω 2 个。允许通过的电流决定于 10Ω 的电阻

$$\therefore I = \sqrt{\frac{P}{R_{10}}} = \sqrt{\frac{1}{10}} = 0.316 \text{ A}$$

(2) 当 $R_{\text{总}} = 4.5\Omega$ 时, 使用的电阻为 1Ω 4 个, 0.1Ω 5 个。允许通过的电流决定于 1Ω 的电阻

$$\therefore I = \sqrt{\frac{P}{R_1}} = \sqrt{\frac{1}{1}} = 1 \text{ A}$$

(3) 当 $R_{\text{总}} = 0.8\Omega$ 时, 使用的电阻为 0.1Ω 电阻 8 个。允许通过的电流决定于 0.1Ω 的电阻

$$\therefore I = \sqrt{\frac{P}{R_{0.1}}} = \sqrt{\frac{1}{0.1}} = 3.16 \text{ A}$$

1-8. 图示为直流电动机调速电阻电路, 利用 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 的开闭可以得到多种电阻值。已知: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1\Omega$ 。试求下述情况的等效电阻 R_{ab} 。

(1) 只闭合 S_1 、 S_5 ;

(2) 只闭合 S_2 、 S_3 和 S_5 ;

(3) 只闭合 S_1 、 S_3 和 S_4 。

解: (1) ∵ 闭合 S_1 和 S_5 时, 将电阻 R_4 短接, R_1 、 R_2 和 R_3 电阻串联

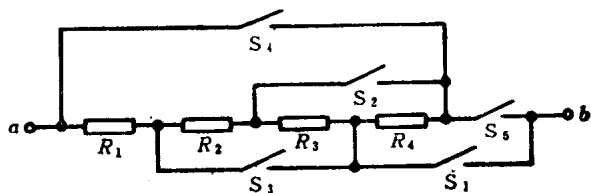
$$\therefore R_{ab} = R_1 + R_2 + R_3 = 1 + 1 + 1 = 3 \Omega$$

(2) ∵ 闭合 S_2 、 S_3 和 S_5 使电阻 R_2 、 R_3 和 R_4 并联

$$\therefore R_{ab} = R_1 + R_2 // R_3 // R_4 = 1 + \frac{1 \times 1 \times 1}{1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1} = 1.33 \Omega$$

(3) ∵ 闭合 S_3 将电阻 R_2 、 R_3 短接, 闭合 S_1 、 S_4 将电阻 R_1 、 R_4 并联

$$\therefore R_{ab} = R_1 // R_4 = \frac{1 \times 1}{1 + 1} = 0.5 \Omega$$



题 1-8图