

新
XIN SAN DAO CONG SHU
三导丛书

- 内容精要
- 知识结构图
- 精典范例
- 常见试题自测
- 习题全解

电工学·电工技术

(第六版)

导教·导学·导考

朱建堃 主编

西北工业大学出版社

三 易 丛 书

电 工 学 · 电 工 技 术

(第六版)

导 教 · 导 学 · 导 考

朱建堃 主编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书由内容精要、知识结构图、精典范例、常见试题自测、习题全解和附录(模拟试题)等部分组成,旨在帮助读者通过自学掌握课程重点,学会分析方法,提高解题能力,扩大工程实际应用知识面,可供使用秦曾煌主编的《电工学》上册《电工技术》(第六版)教材或使用其他电工技术教材的学生和青年教师参考,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工学·电工技术导教·导学·导考/朱建堃主编. —西安:西北工业大学出版社,2006.6
(新三导丛书)

ISBN 7-5612-2062-6

I. 电… II. 朱… III. ①电工学—高等学校—教学参考资料②电工技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 015371 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印刷者:陕西向阳印务有限公司

开 本:787 mm×960 mm 1/16

印 张:18.5

字 数:498 千字

版 次:2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~5 000 册

定 价:23.00 元



前 言

为了适应当前教育事业发展的需要,特别是高校大量扩招以后所面临的形势的要求,为便于广大读者更自主地学习电工学课程,应广大读者的要求和西北工业大学出版社的约请,我们编写了本书,供学习电工学课程的读者和初次从事电工学课程教学的教师参考。

本书是以编者 40 余年来使用秦曾煌先生主编的电工学教材从事电工学课程教学工作的经验和体会为基础,全面分析、解答了秦先生主编的面向 21 世纪课程教材《电工学》上册《电工技术》(第六版)中的课后习题,指出了教材中各章内容的精华要点;并结合编者多年来收集的电工学试题,列举了部分精选的典型范例,介绍了各种典型的解题方法;为了让读者自行检测学习的效果,还提供了部分常见的试题及其简要答案,供读者练习使用。考虑到本课程是一门应用性较强的技术基础课,本书所列举的例题较多地考虑了工程实际应用的特点,也可供工程技术人员参考。书后附录的三套模拟试题,既考虑了扩招后学生的基础和教师教学的实际水平,又力求保证本课程的教学基本要求,可供各类非电类专业学生参考。

书中带“△”号的为非共同性基本内容,供不同专业的读者选用。带“*”号的为选学内容,一般难度较大,超过教学基本要求,供学有余力的读者选用。

本书由朱建堃主编,朱虹和夏庆德参加了部分解题工作,朱伟和蒋晓萍参加了校对和绘图工作。

鉴于编者水平有限,对秦先生主编的教材理解定有不到之处,书中若有错误和疏漏,请广大读者批评指正。

编 者

2006 年 1 月

于西北工业大学

目 录

第 1 章 电路的基本概念与基本定律	1
1.1 内容精要	1
1.1.1 电路的基本概念	1
1.1.2 电路的基本定律	4
1.2 知识结构图	5
1.3 精典范例	5
1.4 常见试题自测	10
1.4.1 选择与填空	10
1.4.2 分析与计算	12
1.4.3 部分自测试题简要答案	13
1.5 习题全解	13
第 2 章 电路的分析方法	22
2.1 内容精要	22
2.1.1 等效变换法	22
2.1.2 支路电流法	23
2.1.3 叠加法	24
2.1.4 节点电压法	24
2.1.5 等值电源法	24
2.1.6 非线性电阻电路的图解法	25
2.1.7 含受控源电路的分析方法	26
2.2 知识结构图	27
2.3 精典范例	28
2.4 常见试题自测	37
2.4.1 选择与填空	37
2.4.2 分析与计算	39
2.4.3 部分自测试题简要答案	42
2.5 习题全解	43
第 3 章 电路的暂态分析	63
3.1 内容精要	63

3.1.1 暂态过程及其产生原因	63
3.1.2 动态电路元件	63
3.1.3 换路定律及其应用	64
3.1.4 暂态过程分析方法	64
3.1.5 时间常数 τ 的物理意义及暂态过程曲线的画法	65
3.1.6 一阶 RC 电路的暂态过程及其应用	66
3.1.7 一阶 RL 电路的暂态过程及其应用	67
3.2 知识结构图	68
3.3 精典范例	68
3.4 常见试题自测	79
3.4.1 选择与填空	79
3.4.2 分析与计算	80
3.4.3 部分自测试题简要答案	83
3.5 习题全解	83

第 4 章 正弦交流电路

4.1 内容精要	94
4.1.1 正弦交流电及其表示方法	94
4.1.2 单一参数正弦交流电路的基本关系	95
4.1.3 R,L,C 串联交流电路	96
4.1.4 阻抗的串联与并联	97
4.1.5 交流电路的频率特性	98
4.1.6 功率因数 $\cos\varphi$ 及其提高	100
4.1.7 非正弦周期电压和电流	101
4.2 知识结构图	102
4.3 精典范例	103
4.4 常见试题自测	115
4.4.1 选择与填空	115
4.4.2 分析与计算	118
4.4.3 部分自测试题简要答案	121
4.5 习题全解	122

第 5 章 三相电路

5.1 内容精要	140
5.1.1 三相交流电源	140
5.1.2 三相电路分析	141
5.1.3 三相电路的功率及功率因数	142
5.2 知识结构图	143

5.3 精典范例	144
5.4 常见试题自测	149
5.4.1 选择与填空	149
5.4.2 分析与计算	151
5.4.3 部分自测试题简要答案	151
5.5 习题全解	152
第 6 章 磁路与铁心线圈电路	158
6.1 内容精要	158
6.1.1 磁场与磁路的基本概念	158
6.1.2 交流铁心线圈电路	160
6.1.3 变压器	161
6.1.4 电磁铁	163
6.2 知识结构图	163
6.3 精典范例	163
6.4 常见试题自测	169
6.4.1 选择与填空	169
6.4.2 分析与计算	170
6.4.3 部分自测试题简要答案	172
6.5 习题全解	172
第 7 章 交流电动机	178
7.1 内容精要	178
7.1.1 三相异步电动机的构造及工作原理	178
7.1.2 定子电路与转子电路中的电压、电流关系	179
7.1.3 电磁转矩与机械特性	180
7.1.4 能量转换关系与额定值	181
7.1.5 启动、调速、反转及制动	182
7.1.6 三相异步电动机的选择	182
7.1.7 单相运行与单相异步电动机及其他交流电动机	183
7.2 知识结构图	183
7.3 精典范例	184
7.4 常见试题自测	188
7.4.1 选择与填空	188
7.4.2 分析与计算	189
7.4.3 部分自测试题简要答案	190
7.5 习题全解	191

△第8章 直流电动机	196
8.1 内容精要	196
8.1.1 直流电动机的构造及工作原理	196
8.1.2 并励直流电动机的机械特性	197
8.1.3 并励电动机的启动和反转	197
8.1.4 他励电动机的调速	198
8.1.5 直流电动机的额定值及功率平衡关系	199
8.2 精典范例	199
8.3 常见试题自测	202
8.3.1 选择与填空	202
8.3.2 分析与计算	203
8.3.3 部分自测试题简要答案	203
8.4 习题全解	203
△第9章 控制电机	207
9.1 内容精要	207
9.1.1 伺服电动机	207
9.1.2 测速发电机	207
9.1.3 步进电动机	207
9.1.4 自动控制的基本概念	208
9.2 习题全解	209
第10章 继电器接触器控制系统	213
10.1 内容精要	213
10.1.1 常用控制电器的工作原理与图形符号	213
10.1.2 基本控制电路	215
10.1.3 时间原则控制电路	215
10.1.4 行程原则控制电路	215
10.1.5 继电器接触器控制电路的分析方法	215
10.2 知识结构图	217
10.3 精典范例	217
10.4 常见试题自测	222
10.4.1 选择与填空	222
10.4.2 分析与设计	223
10.4.3 部分自测试题简要答案	224
10.5 习题全解	225

第 11 章 可编程控制器及其应用	234
11.1 内容精要	234
11.1.1 PLC 的结构与工作方式	234
11.1.2 PLC 的程序编制	235
11.1.3 PLC 的应用	237
11.2 知识结构图	239
11.3 精典范例	239
11.4 常见试题自测	246
11.4.1 选择与填空	246
11.4.2 分析与设计	246
11.4.3 部分自测试题简要答案	247
11.5 习题全解	249
第 12 章 工业企业供电与安全用电	258
12.1 内容精要	258
12.1.1 发电、输电及配电基本知识	258
12.1.2 安全用电常识	259
12.2 常见试题自测	259
12.2.1 自测试题	259
12.2.2 部分自测试题简要答案	260
12.3 习题全解	260
第 13 章 电工测量	261
13.1 内容精要	261
13.1.1 常用电工仪表的分类与结构型式	261
13.1.2 电流、电压及功率的测量	262
13.1.3 电路参数测量	263
13.1.4 非电量的电测法	263
13.2 精典范例	264
13.3 常见试题自测	267
13.3.1 自测试题	267
13.3.2 部分自测试题简要答案	268
13.4 习题全解	268
附录 A 模拟试题	273
模拟试题 I (机电类专业)	273
模拟试题 II (机械设计与制造类专业)	276



模拟试题Ⅲ(其他非电类专业)	279
----------------	-----

附录 B 模拟试题简要答案	283
---------------	-----

模拟试题 I	283
--------	-----

模拟试题 II	283
---------	-----

模拟试题 III	284
----------	-----

参考文献	285
------	-----

第1章 电路的基本概念与基本定律

1.1 内容摘要

1.1.1 电路的基本概念

1. 电路及其组成

(1) 电路: 电流的通路称为电路。连续电流的通路必须是闭合的, 图解 1.1 所示电路中的电阻 R 中是不会有电流的。

(2) 组成: 电路由电源、负载及中间环节三部分组成。

电源: 提供电能的设备。

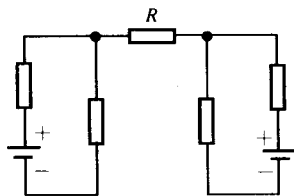
负载: 消耗或吸收电能的设备。

中间环节: 在电源和负载之间用来传输、分配、控制和监测电路的设备。

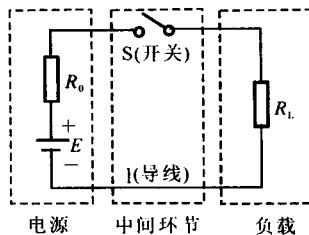
(3) 作用:

(i) 实现电能的传输和转换;

(ii) 实现信号的传输和处理。



图解 1.1



图解 1.2

2. 电路的模型

用理想元件组成的电路, 如图解 1.2 所示。

(1) 电源元件:

(i) 理想电源:

理想电压源(恒压源) U_s : 或



理想电流源(恒流源) I_s :



*理想受控源:有 VCVS, VCCS, C CVS 和 CCCS 四种类型。

特点:①理想电压源内阻为 0,端电压恒定,输出电流由负载电阻决定;②理想电流源内阻为 ∞ ,输出电流恒定,端电压由负载电阻决定。

(ii) 实际电源模型:

电压源: U_s 与 R_0 串联, $R_0 \ll R_L$ 。

电流源: I_s 与 R_0 并联, $R_0 \gg R_L$ 。

*受控源:控制电路输入电阻和受控源输出电阻均为有限常数。

(2) 负载元件:电阻元件 R (线性电阻,非线性电阻),消耗电能。电感元件 L (线性电感,非线性电感),储存磁场能。电容元件 C (线性电容,非线性电容),储存电场能。

(3) 中间环节:导线电阻为 0,开关只有通和断两种状态,电流表电阻 $R_A \approx 0$,电压表电阻 $R_V \approx \infty$,等等。

3. 电路的基本物理量

(1) 电流:电荷的定向运动形成电流。

(i) 电流大小: $i = \frac{dq}{dt}$,单位:A, mA, μ A。

(ii) 电流种类:

① 直流:方向不变的电流。包括恒定电流和时变电流。

恒定电流: $I = \frac{Q}{t}$,大小和方向均不变。

时变电流: $i = \frac{dq}{dt}$,大小可变,方向不变。

② 交变电流(交流): $i = \frac{dq}{dt}$,大小和方向均随时间而变化。

③ 脉冲电流:持续时间很短的电流。

(iii) 电流方向:

① 实际方向:正电荷运动的方向。

② 参考方向:任意规定的方向。

当参考方向与实际方向相同时,数值为正;当参考方向与实际方向相反时,数值为负。

(2) 电位 v (或 V)、电压 u (或 U):

(i) 电位 v :电场力将单位正电荷由电场中某点移动到无穷远处(即电位参考点)所作的功,称该点的电位。电位高低是相对的,取决于参考点位置。计算电路各点电位首先选定参考点,用“接地”符号 $\perp$ 表示。

(ii) 电压 u :两点间电位之差称电压。电压大小是绝对的。

电压的方向或极性:实际方向由高电位点(+)指向低电位点(-)。参考方向:任意选定。

单位:V, mV, μ V, kV。

(3) 电动势 e (或 E)或源电压 u_s (或 U_s):局外力将单位正电荷由低电位点移动到高电位点所作的功。故其实际方向为低电位点指向高电位点。

(4) 电功率 P :单位时间内电流所作的功称为电功率。



单位: J/s, W, kW, MW, mW。

电源: 发出电功率。

负载: 吸收电功率。

电源与负载的判别方法:

(i) 按电压与电流的实际方向判别:

① 电压与电流方向关联(即电流由高电位点流向低电位点), 则电路吸收功率, 为负载;

② 电压与电流方向非关联(即电流由低电位点流向高电位点), 则电路发出功率, 为电源。

(ii) 按电压与电流的参考方向计算功率, 再根据功率符号来判别:

① 参考方向关联, 计算吸收功率 $P_{\text{吸}} = UI$ 。若 $P > 0$ 则为负载; 若 $P < 0$ 则为电源。

② 参考方向非关联, 计算发出功率 $P_{\text{发}} = UI$ 。若 $P > 0$ 则为电源; 若 $P < 0$ 则为负载。

4. 电路的工作状态

典型电路图如图解 1.3 所示。

(1) 开路(空载) 状态: 开关 S 断开或 $R_L = \infty$, $I_L = 0$, 电源端电压 $U_0 = U_s$ (或 E), $P_L = P_s = 0$, 负载端电压 $U_L = 0$ 。

(2) 短路状态: 如图解 1.3 中虚线所示(或 $R_L = 0$), $I_s = \frac{E}{R_0} = \frac{U_s}{R_0}$ 很大。 $U_L = 0$, $I_L = 0$, $P_L = 0$ 。不会损坏用电设备。但 $P_s = P_0 = I_s^2 R_0$, 电源内部发热而损坏, 要用熔断器(即保险丝)FU 保护电源。

(3) 有载工作状态: $0 < R_L < \infty$ 。

$$I_L = \frac{U_s}{R_0 + R_L}, \quad U_L = I_L R_L = U_s - I_L R_0 = U_s - \Delta U$$

$\Delta U = I_L R_0$ ——内阻压降。

电源外特性 $U = f(I)$ 如图解 1.4 所示。

$$P_s = U_s I_L = E I_L$$

$$P_L = U_L I_L = I_L^2 R_L = \frac{U_L^2}{R_L}$$

$$P_0 = I_L^2 R_0$$

$P_s = P_0 + P_L$ ——功率平衡。

电源效率: $\eta = \frac{P_L}{P_s} \times 100\%$ 。

(4) 额定值与额定工作状态:

(i) 电气设备额定值: 额定值是电气设备长期工作所允许的电压、电流及

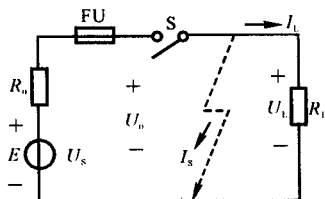
功率等的最大值。电压过高将造成绝缘材料击穿, 电流和功率过大将造成设备内部发热而温度过高, 以致烧坏。常用设备的额定值简介如下:

① 直流电源额定值: 额定电压 U_N 、额定电流 I_N 、额定功率 P_N 。其中额定电压 U_N 是指输出额定电流 I_N 时的电源端电压, 额定功率 P_N 指输出功率 P_L , $P_N = U_N I_N$ 。

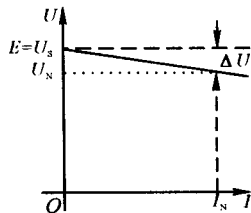
② 电阻性用电设备(如白炽灯泡、电炉等) 额定值: 常用额定电压 U_N 及额定功率 P_N 两个值标在铭牌上。

如 220 V, 60 W 的灯泡; 220 V, 1 000 W 的电炉等。它们的额定电流 $I_N = \frac{P_N}{U_N}$, 额定状态的电阻值 $R_N = \frac{U_N^2}{P_N}$ 。

③ 电阻器的额定值:



图解 1.3



图解 1.4



固定电阻器: R_N, P_N 。其 $I_N = \sqrt{\frac{P_N}{R_N}}$ 。

可变电阻器: R_N, I_N 。 R_N 为最大阻值, I_N 指任何阻值下允许的电流。

(ii) 电源的负载状态: 满载(额定)状态(等于额定值), 轻载和空载状态(小于额定值), 过载或超载状态(大于额定值, 可短时工作)。

(iii) 负载大小: 指电源输出或负载吸收的电流或功率大小。对电压源而言, 负载是并联的, 负载增大则负载总电阻减小。

(iv) 负载获得最大功率条件: $R_L = R_0$, 最大功率 $P_m = \frac{U_s^2}{4R_0}$ 。

1.1.2 电路的基本定律

1. 欧姆定律

(1) 内容: 流过一段线性电阻的电流与该段电阻两端电压成正比, 即 $\frac{U}{I} = R$, 电阻值 $R = \rho \frac{l}{S}$ 。

单位: $\Omega, k\Omega, M\Omega$ 。

(2) 电阻压降: $U = \pm IR$ 。其中符号取决于电压和电流的参考方向: U 和 I 方向关联取正, 反之则取负。电阻中电流和电压的实际方向永远是关联的, 电阻总是消耗电能的, 电功率 $P = I^2 R = \frac{U^2}{R} (W)$ 。

2. 基尔霍夫电流定律(KCL)

(1) 名词:

节点: 三条以上电路的连接点。

支路: 两个节点之间的一条电路, 流过同一电流。

(2) 内容: 流入节点的电流之和等于流出节点的电流之和, 即 $\sum I_A = \sum I_B$, 或 $\sum I = 0$ 。

(3) 广义节点电流定律: 对于一个封闭曲面包围的部分电路可视作一个广义节点, 流入该封闭曲面的电流之和等于流出该封闭曲面的电流之和。

(4) 电流定律的物理本质: 由于电流的连续性, 电路中任何一点上电荷不能堆积, 也不能消失。

3. 基尔霍夫电压定律(KVL)

(1) 名词:

回路: 电路中任意闭合路径。

回路循行方向: 任意选定的沿回路循行一周的方向。可顺时针, 也可逆时针。

(2) 内容: 沿任意回路循行一周, 电位升之和等于电位降之和, 即 $\sum E = \sum (IR)$ 。

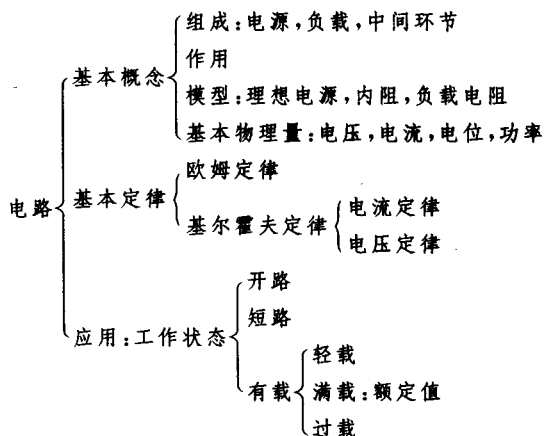
(3) 符号: 参考方向与循行方向一致的电动势(即电位升)取正, 反之取负; 参考方向与循行方向一致的电流在电阻上产生的电压降取正, 反之取负。

若电动势 E 用源电压 U_s 表示, 则可写成 $\sum U = 0$ 。此时若源电压参考方向与循行方向一致则取正号, 反之取负号。

用 KVL 列写电路电压方程的方法: 根据电源极性, 标出电路电流的参考方向。沿选定的循行方向, 凡电位升写在等号左边相加, 电位降写在等号右边相加(“爬楼梯”)。

1.2 知识结构图

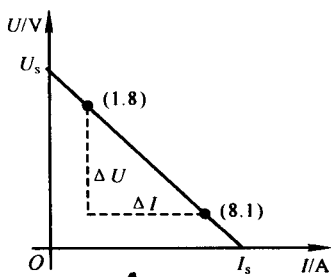
本章所有基本概念和基本定律适用于全课程,是电工学课程学习的基础,应予重点掌握。知识结构图如下,供参考。



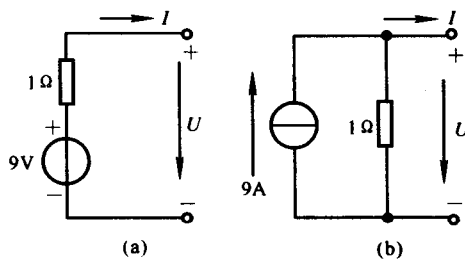
1.3 精典范例

例 1.1 某直流电源在工作中当电流为 1 A 时端电压为 8 V,当电流为 8 A 时端电压为 1 V。试画出其电压源模型和电流源模型。

解 由已知数据可画出该电源的外特性 $U = f(I)$ 的曲线,如图解 1.5 所示。



图解 1.5



图解 1.6

内阻

$$R_0 = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{8-1}{8-1} = 1 \Omega$$

电压源电压

$$U_s = U + IR_0 = 8 + 1 \times 1 = 9 \text{ V}$$

电流源电流

$$I_s = \frac{U_s}{R_0} = \frac{9}{1} = 9 \text{ A}$$

电路模型如图解 1.6 所示。

注意:此题示出了电源的外特性与电路模型的关系。

例 1.2 有一直流电源额定电压 $U_N = 24 \text{ V}$, 额定功率 $P_{SN} = 200 \text{ W}$, 内阻 $R_0 = 0.24 \Omega$ 。又有白炽灯额定电压 $U_N = 24 \text{ V}$, 额定功率 $P_{LN} = 40 \text{ W}$ 。问:

(1) 电源的额定电流 I_N 等于多少? 空载时端电压 U_0 等于多少? 接多少只灯达到满载? 灯应如何连接? 此时电源内阻消耗功率 ΔP 为多少?

(2) 若只接一个灯, 则其端电压 U_L 等于多少? 电流 I_L 为多少? 灯泡消耗功率 P_L 为多少? 此时电源发出的功率为多少?

(3) 当满载时若其中一个灯泡两端碰线而短路, 则对其余的灯有何影响? 造成什么后果?

解 (1) 电源额定电流 $I_N = \frac{P_{SN}}{U_N} = \frac{200}{24} \approx 8.33 \text{ A}$

空载电压与源电压 (或电动势) 相等, 即

$$U_0 = U_S = I_N R_0 + U_N = 8.33 \times 0.24 + 24 = 26 \text{ V}$$

因为灯的额定电压与电源额定电压相等, 故可接灯的个数

$$n = \frac{P_{SN}}{P_{LN}} = \frac{200}{40} = 5$$

应采用并连接法, 如图解 1.7 所示。此时电源内阻消耗功率

$$\Delta P = I_N^2 R_0 = 8.33^2 \times 0.24 \approx 16.7 \text{ W}$$

(2) 额定状态下灯的电阻

$$R_{LN} = \frac{U_N^2}{P_{LN}} = \frac{24^2}{40} = 14.4 \Omega$$

白炽灯属于非线性电阻, 此处因电压变化不大, 近似认为是线性的, 即 R_{LN} 是常数。当只接一只灯时, 电流

$$I_L = \frac{U_S}{R_0 + R_{LN}} = \frac{26}{14.4 + 0.24} \approx 1.78 \text{ A}$$

端电压

$$U_L = I R_{LN} = 1.78 \times 14.4 = 25.6 \text{ V}$$

灯消耗功率

$$P_L = I_L U_L = 1.78 \times 25.6 = 45.4 \text{ W}$$

电源发出功率

$$P_S = I_L U_S = 46.2 \text{ W}$$

(3) 满载时其中一个灯短路将使电源短路, 其余灯上电压变为零而不亮, 但不会损坏。而电源中流过短路电流

$$I_S = \frac{U_S}{R_0} = \frac{26}{0.24} \approx 108.3 \text{ A}$$

若没有保险丝就将烧坏电源, 故电源输出端一定要装保险丝, 如图解 1.7 所示的 FU。

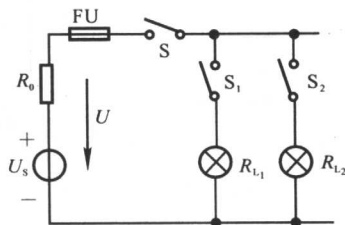
例 1.3 今有两只额定电压均为 110 V 的灯泡, 其中一只 100 W 的, 另一只是 40 W 的, 试问能否串联后接到 220 V 电源上使用?

解 两只灯泡的额定电阻分别为

$$R_{N1} = \frac{U_N^2}{P_{N1}} = \frac{110^2}{100} = 121 \Omega$$

$$R_{N2} = \frac{U_N^2}{P_{N2}} = \frac{110^2}{40} = 302.5 \Omega$$

串联后接到 220 V 电源上时电路中的电流



图解 1.7

$$I = \frac{U}{R_{N_1} + R_{N_2}} = \frac{220}{121 + 302.5} \approx 0.52 \text{ A}$$

每只灯泡实际承受电压

$$U_1 = IR_{N_1} = 0.52 \times 121 \approx 62.9 \text{ V}$$

$$U_2 = IR_{N_2} = 0.52 \times 302.5 \approx 157.1 \text{ V}$$

每只灯泡实际消耗功率

$$P_1 = U_1 I = I^2 R_{N_1} = 0.52^2 \times 121 \approx 32.7 \text{ W}$$

$$P_2 = U_2 I = I^2 R_{N_2} = 0.52^2 \times 302.5 \approx 81.6 \text{ W}$$

由上可见 100 W 的灯泡电压不足 $U_1 < U_N = 110 \text{ V}$, 功率 $P_1 < P_{N_1}$, 所以不能正常发光。而 40 W 的灯泡电压超过额定值 $U_2 > U_N = 110 \text{ V}$, 实际消耗功率 $P_2 \gg P_{N_2}$, 将被烧坏。所以这种接法是不允许的。

例 1.4 电工实验用一只 $50 \Omega, 2 \text{ A}$ 变阻器作负载, 用另一只变阻器调节其中电流, 接在直流 30 V 稳压电源上, 要求电流在 $0.1 \sim 0.6 \text{ A}$ 之间调节。试在下列三个变阻器中选择一只合适的: ① $200 \Omega, 2 \text{ A}$; ② $300 \Omega, 1 \text{ A}$; ③ $500 \Omega, 0.5 \text{ A}$ 。

解 当电流为 0.1 A 和 0.6 A 时, 电路总电阻应分别为

$$R_{0.1} = \frac{30}{0.1} = 300 \Omega, \quad R_{0.6} = \frac{30}{0.6} = 50 \Omega$$

串联的变阻器阻值应在 $R_1 = R - R_L = 250 \sim 0 \Omega$ 间调节。该变阻器在任何位置上电流均应小于其额定值, 故应选用 $300 \Omega, 1 \text{ A}$ 变阻器。其中 $200 \Omega, 2 \text{ A}$ 变阻器虽能满足额定电流要求, 但阻值小于 250Ω , 电流调不到最小值 0.1 A 。而 $500 \Omega, 0.5 \text{ A}$ 变阻器当阻值小于等于 10Ω 时, 电流大于等于 0.5 A , 将因超过额定值而损坏。

注意: 例 1.2 ~ 1.4 题示出了各种电路元件额定值的意义和用法。

例 1.5 在图解 1.8 所示电路中, 已知 $I_s = 2 \text{ A}$, $U_s = 2 \text{ V}$, $R_1 = 0.5 \Omega$, R 可调节。试问当 $R > R_1$ 和 $R < R_1$ 时, 各电源的功率及其性质分别如何?

解 (1) 当 $R > R_1 = 0.5 \Omega$ 时

$$U = -U_s + I_s(R_1 + R) = -2 + 2 \times (0.5 + R) > 0$$

因为此电路中两电源的端电压和电流参考方向都是非关联的。所以

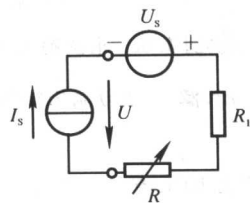
$$P_{I_s \text{ 发}} = I_s U = 2 \times U > 0, \text{ 恒流源是电源。}$$

$$P_{U_s \text{ 发}} = I_s U_s = 2 \times 2 = 4 \text{ W} > 0, \text{ 恒压源也是电源。}$$

(2) 当 $R < R_1$ 时, $U = -U_s + I_s(R_1 + R) < 0$ 。所以

$$P_{I_s \text{ 发}} = I_s U < 0, \text{ 恒流源是负载。}$$

$$P_{U_s \text{ 发}} = I_s U_s = 4 \text{ W} > 0, \text{ 恒压源仍为电源。}$$



图解 1.8

例 1.6 试求图解 1.9 所示电路中电流 I 和各电源功率及其性质; 若 $I_s = 6 \text{ A}$, 又如何?

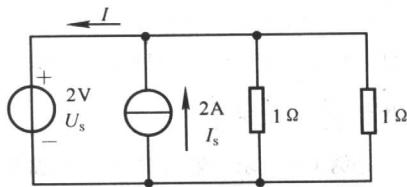
解 由于电路并联 2 V 恒压源, 故两个 1Ω 电阻中分别流过 2 A 电流, 由 KCL 可知

$$I = 2 - (2 + 2) = -2 \text{ A}$$

由此得 $P_{U_s \text{ 发}} = -U_s I = -2 \times (-2) = 4 \text{ W} > 0$, 恒压源是电源。

$$P_{I_s \text{ 发}} = U_s I_s = 2 \times 2 = 4 \text{ W}, \text{ 恒流源也是电源。}$$

若 $I_s = 6 \text{ A}$, 则 $I = 6 - (2 + 2) = 2 \text{ A}$ 。



图解 1.9