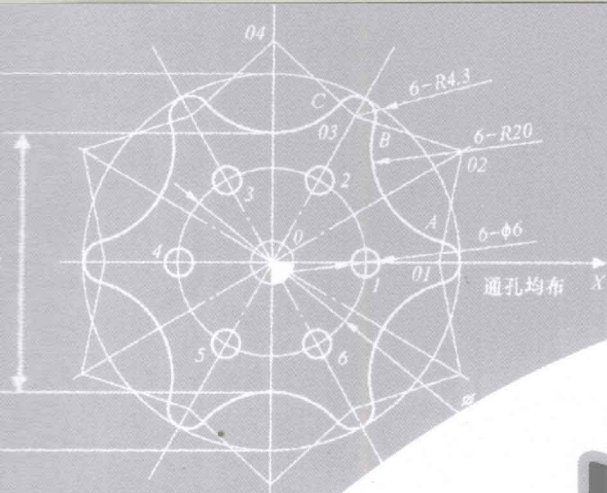


高职高专规划教材



电工技术 应用

■ 叶水春 主编 肖红梅 邓云霄 周迎春 徐世艳 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专规划教材

电工技术应用

叶水春 主编

肖红梅 邓云霄 周迎春 徐世艳 副主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技术应用 / 叶水春主编. —北京: 人民邮电出版社,
2009.9

高职高专规划教材

ISBN 978-7-115-20011-2

I. 电… II. 叶… III. 电工技术—高等学校: 技术学校—
教材 IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第118471号

内 容 提 要

本书根据当前教育部高职高专教学改革的精神, 按照项目导向的教学模式编写。全书共分 6 大项目, 15 个基本任务。包括直流电路、单相交流电路、三相交流电路、电路的动态过程、电磁电路的性能与测试、安全用电等。

本书可作为各级各类职业院校电气、电子或自动化等专业的教学用书, 也可作为其他培训机构用书, 还可作为有关工程技术人员的参考用书。

高职高专规划教材

电工技术应用

-
- ◆ 主 编 叶水春
副 主 编 肖红梅 邓云霄 周迎春 徐世艳
责任编辑 潘新文
 - ◆ 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: 10.75
字数: 261 千字 2009 年 9 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2009 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-20011-2/TN

定价: 20.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

电工技术是高职高专电气、电子、机电等各专业的重要技术基础课之一，当前教育部正在推行基于工作过程导向的高职高专教学改革，而教材作为体现教学内容、教学方法、教学手段的载体之一，也应按教学改革精神进行相应的改进，以体现职业教育的特点，突出以能力培养为中心的培养目标。鉴于此，我们几位长期工作在职业教育教学一线的教师，按照项目式教学的要求编写了本书。全书按照“学中做”、“做中学”的教学理念组织教学内容，通过实践加深学生对理论知识的理解与掌握。

全书共分 6 个项目 15 个任务，内容包括直流电路、单相交流电路、三相交流电路、电路的动态过程、电磁电路的性能与测试、安全用电等。每个项目包括若干个任务，每个任务包含任务分析，相关知识，任务实施，知识拓展等部分，并附有思考和练习。

本书的参考学时建议为 100 学时，各项目、任务的参考学时分配参见下表。建议本课程的考核以“技术理论+实践操作”的方式进行。

项 目	任 务	学 时 分 配	
		课 堂 讲 授	实 践 操 作
项目一	任务一、常见电量的测量	4	4
	任务二、常见电路元件的测试	4	4
	任务三、直流电路的安装与调试	4	4
项目二	任务一、照明电路的安装	4	6
	任务二、提高功率因数	2	2
	任务三、谐振电路的测试	4	2
项目三	任务一、安装星形连接的三相负载	4	2
	任务二、安装三角形连接的三相负载	2	2
	任务三、低压配电板的安装	4	6
项目四	任务一、观测电容电路的动态过程	4	2
	任务二、观测电感电路的动态过程	2	2
项目五	任务一、同名端的判别	4	2
	任务二、电磁铁的性能测试	6	4
项目六	任务一、漏电保护器的安装	2	2
	任务二、接地电阻的测量	2	4
课时总计		52	48

参加本书编写的有叶水春（项目一中的任务一、二，项目五中的任务二）、周迎春（项目六中的任务一、二）、肖红梅（项目一中的任务三，项目五中的任务一、二）、邓云霄（项目二中的任务一、二、三，项目三中的任务一、二、三，项目四中的任务一、二）。全书由叶水春和徐世艳进行统稿和审定。在编写过程中，得到了江西机电职业技术学院电气工程系广大教师的支持与帮助，他们提出了许多宝贵意见与建议，在此表示谢意。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者
2009 年 6 月

目 录

项目一 直流电路的安装与调试	1
任务一 常见电量的测量	1
一、任务分析	1
二、相关知识	1
三、任务实施	5
四、知识拓展	7
五、思考与练习	8
任务二 常见电路元件的测试	9
一、任务分析	9
二、相关知识	10
三、任务实施	17
四、知识拓展	18
五、思考与练习	20
任务三 直流电路的安装与调试	20
一、任务分析	20
二、相关知识	20
三、任务实施	30
四、知识拓展	31
五、思考与练习	35
项目二 单相交流电路的安装与调试	40
任务一 照明电路的安装	40
一、任务分析	40
二、相关知识	40
三、任务实施	51
四、知识拓展	52
五、思考与练习	56
任务二 提高功率因数	58
一、任务分析	58
二、相关知识	58
三、任务实施	59
四、知识拓展	61
五、思考与练习	62

任务三 谐振电路的测试	62
一、任务分析	62
二、相关知识	63
三、任务实施	70
四、知识拓展	71
五、思考与练习	73
项目三 三相交流电路的安装与调试	76
任务一 安装星形连接的三相负载	76
一、任务分析	76
二、相关知识	76
三、任务实施	80
四、知识拓展	80
五、思考与练习	84
任务二 安装三角形连接的三相负载	85
一、任务分析	85
二、相关知识	85
三、任务实施	86
四、知识拓展	87
五、思考与练习	90
任务三 低压配电板的安装	91
一、任务分析	91
二、相关知识	91
三、任务实施	92
四、知识拓展	94
五、思考与练习	95
项目四 观测电路的动态过程	96
任务一 观测电容电路的动态过程	96
一、任务分析	96
二、相关知识	96
三、任务实施	97
四、知识拓展	99
五、思考与练习	103
任务二 观测电感电路的动态过程	105
一、任务分析	105
二、相关知识	105
三、任务实施	106
四、知识拓展	107

五、思考与练习	112
项目五 电磁电路的性能与测试	115
任务一 同名端的判别	115
一、任务分析	115
二、相关知识	115
三、任务实施	122
四、知识拓展	123
五、思考与练习	125
任务二 电磁铁的性能测试	127
一、任务分析	127
二、相关知识	127
三、任务实施	134
四、知识拓展	137
五、思考与练习	138
项目六 安全用电的技术实施	139
任务一 漏电保护器的安装	139
一、任务分析	139
二、相关知识	139
三、任务实施	146
四、知识拓展	146
五、思考与练习	153
任务二 接地电阻的测量	154
一、任务分析	154
二、相关知识	154
三、任务实施	159
四、知识拓展	160
五、思考与练习	162
参考文献	166

项目一 直流电路的安装与调试

任务一 常见电量的测量

一、任务分析

常见电量包括电流、电压、电功率、电功（电能）等。电量的测量是了解电路工作状态的主要手段，是对电路进行分析、控制、保护的基础。电量的测量主要借助各种仪器或仪表。在对电量进行测量前，必须理解其物理意义。

二、相关知识

1. 电路

（1）电路及其作用

电路即电流所经过的路径，是各种电气设备按一定方式连接起来的整体。电路的作用不外乎两个方面：一是进行能量的转换、传输和分配（如电力系统等“强电”电路）；二是对电信号的处理和传递（如扩音机等“弱电”电路）。

（2）电路组成

电路一般由电源、负载、开关和导线等部分组成。电源的作用在于将其他形式的能转换为电能；负载即用电设备，其作用在于将电能转换为其他形式的能量；开关的作用在于控制电路的通断；导线的作用在于传导电流、输送电能。此外，有的电路还包括保护、调节、指示等部分。

较为复杂的电路也称之为电网络，简称网络。

（3）电路的工作状态

电路有三种工作状态，即通路、断路和短路。通路一般指电路的正常工作状态；断路（也称开路）是指电路中某处断开无电流流通的工作状态；短路是指电路中某部分被导线直接连通的工作状态。

短路时，电流不再经过被短路的部分，而是经导线直接流通。因而，短路时电路中的电流很大，尤其是当电源被短路时。一般情况下，不允许电路发生短路！

（4）电路模型

实际生产、生活中的电路种类繁多，形式、结构也各不相同，但为方便起见，常常将实

际电路中的元器件进行“理想化”。“理想化”后的元器件称之为理想电路元件，由理想电路元件组成的电路称之为理想电路模型，简称为电路模型。对电路模型的分析结果与实际电路是非常近似的，完全可以满足工程要求。

需要注意的是，实际电路中的同一元器件会因为工作条件及对电路模型精确度的要求不同而具有不同的电路模型。如图 1-1 中，图 1-1 (a) 所示为线圈，在直流工作状态下其电路模型可等效为一个电阻，如图 1-1 (b) 所示；在低频工作状态下，可等效为 R-L 的串联组合，如图 1-1 (c) 所示；在高频工作状态下，则必须考虑线间电容的影响，其等效电路如图 1-1 (d) 所示。

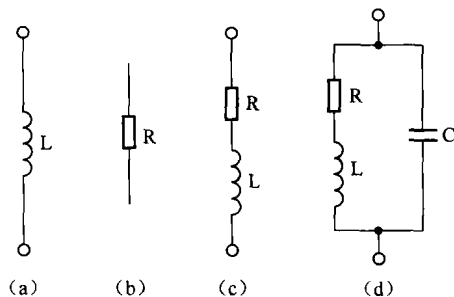


图 1-1 线圈的电路模型

(5) 电路图

为方便电路的分析、计算，理想电路元件必须使用统一的、规定的符号；由这些符号组成的，并按相关规则绘制的图形称之为电路图。同一电路根据需要，可绘制成不同形式的电路图，如方框图、原理图、印刷电路图、安装接线图等。图 1-2、图 1-3 分别表示不同形式的电路图。

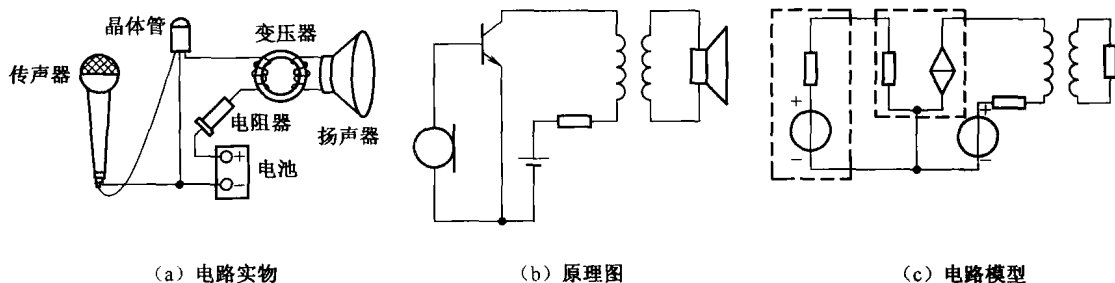


图 1-2 扩音机电路

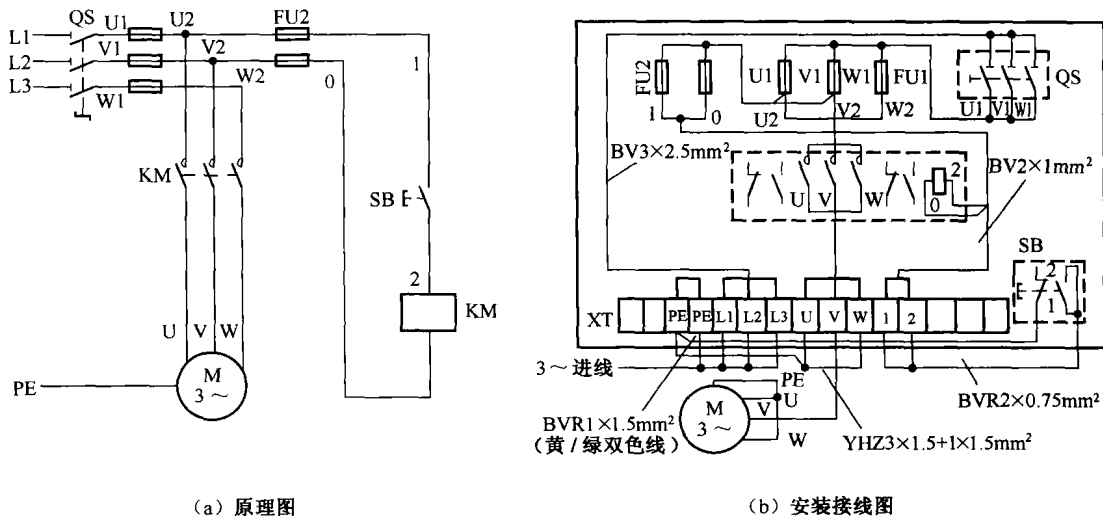


图 1-3 电动机控制线路

2. 电流

(1) 电流的形成

带电粒子（电子、离子等）有规则的运动形成了电流。金属导体中带负电的自由电子、电解液中的正（或负）离子、半导体中的自由电子和空穴在各种力（如电场力、化学作用力等）的作用下的定向移动，都形成了电流。

(2) 电流的大小

电流的大小以电流强度表示，其定义为：单位时间内通过导体截面积的电荷量。电流强度常简称为电流，并用 i （或 I ）表示，即

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

在国际单位制（SI）中，电流的基本单位为安培，简称为安，以 A 表示。电流的单位除安培外，还有千安（kA）、毫安（mA）、微安（ μA ）等，其换算关系是

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$

(3) 电流的方向与种类

习惯上，规定正电荷的移动方向为电流的正方向。在分析电路时，往往不能事先确定电流的实际方向，且电流的实际方向有时也会随时间不断变化。为方便起见，需假定一个参考方向，并标注在电路图中。经求解后，若所求结果为正，说明实际电流方向与所假设的参考方向相同；反之，则相反。

当电流的大小和方向都不随时间变化时，即 $\frac{dq}{dt}$ 为定值，此种电流称之为恒定电流，简称直流（DC），并用符号 I 表示，式（1-1）可写成

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-2)$$

当电流的大小和方向随时间作周期性变化时，此种电流称之为交变电流，简称交流（AC），以符号 i 表示。

图 1-4 为常见的电流波形。

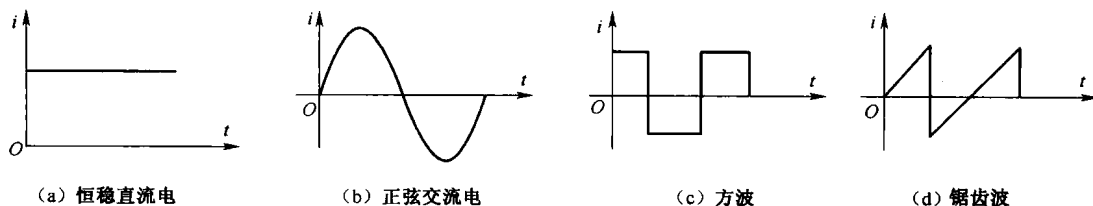


图 1-4 常见的电流波形

3. 电压与电位

(1) 电压

电压是形成电流的必要条件，以 U 或 u 表示。电压总是指两点间而言，因而一般加双下标以明确该两点，且双下标中前一个下标代表起点，后一个下标代表终点，即有

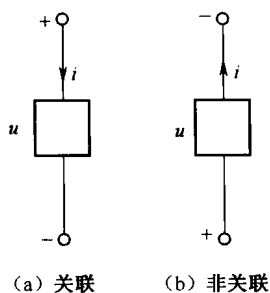


图 1-5 电压与电流的关联参考方向

$$u_{ab} = -u_{ba} \quad (1-3)$$

在国际单位制中，电压的基本单位是伏特，简称伏，以 V 表示。除伏特外，电压的单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 等。

两点间的电压不但有高低，而且有方向，也称极性。习惯上，规定电压的正方向为正 (+) 极指向负 (-) 极。与电流相类似，既有直流电压也有交流电压。

分析电路时，通常假定电压与电流具有相同的参考方向，称之为关联参考方向，如图 1-5 (a) 所示。在电压与电流的关联参考方向下，两者只需标明其中之一的方向即可。

当所求电压为正值时，说明实际方向与所假设的参考方向相同；反之，则相反。

(2) 电位

取电路中某一点为参考点，则 a 点到参考点的电压称之为 a 点的电位，以符号 v_a (或 V_a) 表示。可见，电位仍然是电压，只不过此时电压两点中的一点是参考点罢了。

参考点本身的电位为零，并以符号 “ $\perp$ ” 表示。

实际中，常将电路的公共点、设备的金属外壳、大地等作为电位的参考点。

两点间的电压等于该两点间的电位之差，即

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-4)$$

例 1-1 如图 1-6 所示，已知 $U_1 = 20V$ ， $U_2 = 25V$ ， $U_3 = 30V$ ， $U_4 = 15V$ 。求 V_a 、 V_b 及 U_{ab} 。

解：a、b 两点的电位分别为

$$V_a = U_2 = 25V$$

$$V_b = U_4 = 15V$$

a、b 两点间的电压为

$$U_{ab} = V_a - V_b = 25 - 15 = 10V$$

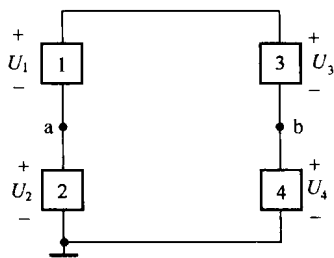


图 1-6 例 1-1 图

4. 电功率与电能

(1) 电功率

用电设备的“大小”以电功率表示，也称之为电气设备的容量。电流在单位时间内所做的功称之为电功率，简称功率，以符号 p (或 P) 表示。

$$p = \frac{dw}{dt} = ui \quad (1-5)$$

在国际单位制中，功率的基本单位为瓦特，简称瓦，以 W 表示。除瓦特外，功率的单位还有千瓦 (kW)、兆瓦 (MW)、毫瓦 (mW) 等。

直流电路中，

$$P = UI \quad (1-6)$$

电路中的元件，可能吸收电功率，将电能转换为其他形式的能量；也可能发出电功率，将其他形式的能转换为电能。在元件两端电压、电流关联参考方向下，当 $P > 0$ 时，该元件吸收电功率；反之，当 $P < 0$ 时，发出电功率。

(2) 电功

发电、输电的目的是为了用电，使电流做功。电流所做的功称之为电功。电流做功，其实质是将电能转换为其他形式的能。因而，电流所做的功与其所消耗的电能是相同的。

电功以符号 W (w) 表示，其大小为

$$W = Pt = UI t \quad (1-7)$$

当 P 、 t 、 U 、 I 为基本单位时，电功的单位为焦耳 (J)；当 P 的单位为千瓦 (kW)、 t 的单位为小时 (h) 时， W 的单位为“度” (kW·h)，也称千瓦时。

例 1-2 1kW·h 电可供 25W 的灯泡使用多少 h？一台 7.5kW 的电动机工作 8h 耗电多少？

解：1kW·h 电可供 25W 的灯泡使用的时间为

$$t = W/P = 1/25 \times 10^{-3} = 40\text{h}$$

一台 7.5kW 的电动机工作 8h 所消耗的电能为

$$W = Pt = 7.5 \times 8 = 60\text{kW} \cdot \text{h}$$

例 1-3 如图 1-7 所示， $I = 3\text{A}$ ，元件 1、2、3 上电压分别为 $U_1 = 12\text{V}$ ， $U_2 = -3\text{V}$ ， $U_3 = 9\text{V}$ ，试求：

(1) 各元件吸收（或发出）的功率；

(2) 整个电路吸收的功率。

解：(1) 元件 1、2 上电压、电流的参考方向相同，为关联参考方向，其功率分别为：

$$P_1 = U_1 I_1 = 12 \times 3 = 36\text{W} \quad (\text{吸收})$$

$$P_2 = U_2 I_2 = (-3) \times 3 = -9\text{W} \quad (\text{发出})$$

元件 3 上电压、电流的参考方向相反，为非关联参考方向，其功率为

$$P_3 = -U_3 I_3 = -9 \times 3 = -27\text{W} \quad (\text{发出})$$

(2) 整个电路吸收的功率为

$$P = \sum P_i = P_1 + P_2 + P_3 = 36 + (-9) + (-27) = 0$$

可见，电路中的所有功率间满足平衡关系。

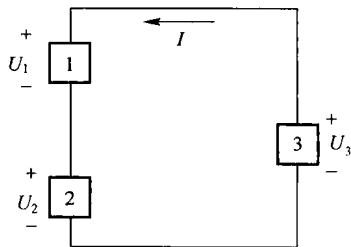


图 1-7 例 1-3 图

三、任务实施

1. 电压与电流的测量

(1) 测试名称

电路中电压、电流的测量。

(2) 任务内容

使用电压表、电流表、万用表测量电路中的电压、电流。

(3) 任务要求

正确使用电压表、电流表、万用表；根据给定电路，正确接线，使电路正常运行；正确测试电压、电流等相关数据；撰写测试报告。

(4) 测试电路

如图 1-8 所示（电路参数由指导老师给定）。

(5) 测试程序

① 选择电路元件并按测试电路正确连接。

② 检查电路正确后，合上电源开关，进行测试。

改变 R_{b1} 大小，分别测量各电压值和电流值，将测量数据记入表 1-1 中。

表 1-1 电压、电流的测量结果

测量项目	U_{BE}	U_{RC}	V_C	V_E	U_{CE}	A_1	A_2	A_3	A_4
R_{b1} (一)									
R_{b1} (二)									
R_{b1} (三)									

③ 根据测量结果进行分析：电流表 A_1 、 A_2 、 A_3 间的关系如何？电源电压 E_S 与电压 U_{RC} 、 U_{CE} 、 U_{RE} 间的关系如何？

对于电流较大、不便装接电流表或不能影响被测电路正常工作的场合，使用钳形电流表较为方便。图 1-9 为钳形电流表的原理图。

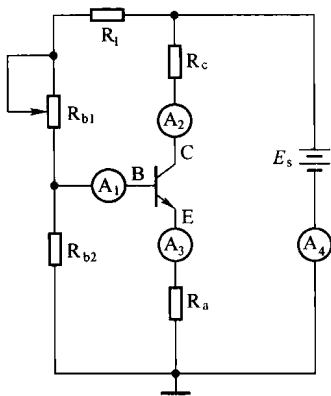


图 1-8 电量的测量

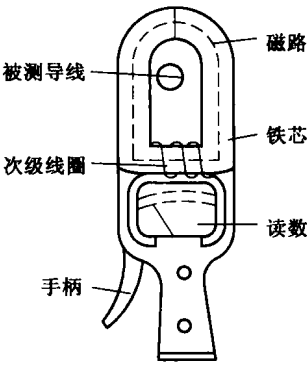


图 1-9 钳形电流表的原理图

2. 功率的测量

功率的测量使用功率表（又称瓦特表）。相对于电压表、电流表，功率表必须反映电流、电压两个物理量（交流电路中还必须考虑功率因数大小）。

(1) 选择

功率表的选择主要是指量程的选择，即正确选择功率表的电流量程和电压量程。其原则是：电流量程能允许通过负载电流，电压量程能承受负载电压。

(2) 接线方法

功率的测量必须反映电压、电流两个物理量，因而在表内分别设有电压线圈和电流线圈。这两个线圈在表的板面上各有两组接线柱，且其中均有一端标有符号“*”，如图 1-10 所示。

功率表接线必须把握的两条原则是：电压线圈与被测电路并联，电流线圈与被测电路串联（切不可与负载并联！）；带有“*”标号的电压、电流接线柱必须同为进线。

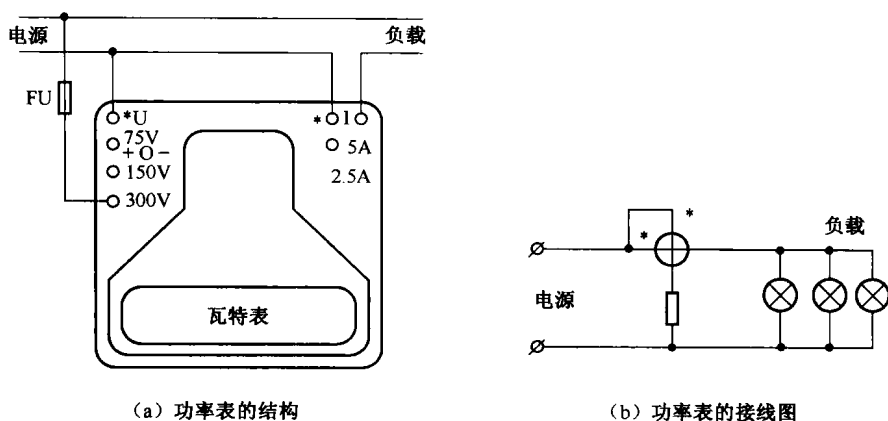


图 1-10 功率表

接线时，应合理选择电压、电流的量程，并正确读取数据。所选择的电压、电流的量的乘积为功率表的满偏数值。

四、知识拓展

① 功率表的接线有两种方式可供选择：电压线圈前接方式和电压线圈后接方式，如图 1-11 所示。当负载电阻较大（电流较小）时，应选用电压线圈前接方式；当负载电阻较小（电流较大）时，应选用电压线圈后接方式。

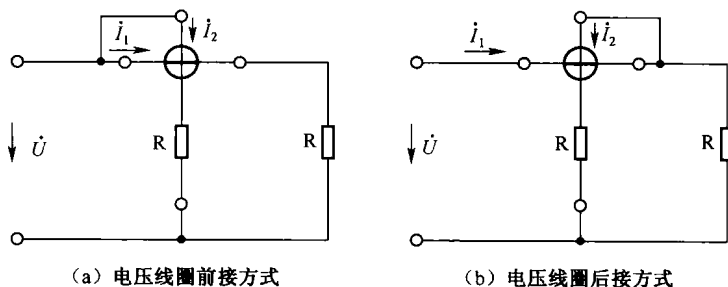


图 1-11 功率表的两种接线方式

② 在图 1-8 中，如何使用功率表测量电源 E_S 的功率？画出其接线图。

③ 作为便携式测量工具，万用表是最常见的电工测量仪表，图 1-12 和图 1-13 分别为指针式万用表、数字式万用表的外形。

• 指针式万用表。

使用前的检查与调整：外观应完好无破损，当轻轻摇晃时，指针应摆动自如；旋动转换开关，应切换灵活无卡阻，挡位应准确；水平放置万用表，转动表盘指针下面的机械调零螺丝，使指针对准标度尺左边的 O 位线；测量电阻前应进行电调零（每换挡一次，都应重新进行电调零）；检查表笔插接是否正确（黑表笔应接“-”或“*”插孔，红表笔应接“+”）；检查测量机构是否有效，即应用欧姆挡，短时碰触两表笔，指针应偏转灵敏。

测量半导体器件时，不应选用 $R \times 1$ 挡和 $R \times 10k$ 挡。

切不可用欧姆挡直接测量微安表头、检流计、电池内阻。



图 1-12 MF-47 型万用表面板图



图 1-13 数字式万用表

测量时应与带电体保持安全间距，手不得触至表笔的金属部分；测量高电压时（500～2500V），应戴绝缘手套且站在绝缘垫上使用高压测试笔进行。

若无法区分正、负极，则先将量程选在较高挡位，用表笔轻触电路，若指针反偏，则调换表笔。

测量过程中不得换挡；读数时，应三点成一线（眼睛、指针、指针在刻度中的影子）；根据被测对象，正确读取标度尺上的数据；测量完毕应将转换开关置空挡或 OFF 挡或电压最高挡；若长时间不用，应取出内部电池。

• 数字式万用表。

若显示值前带“-”号，则说明被测电压或电流的极性反了，应予以更正。

若显示屏左端出现“1”或“-1”的提示字样，则说明输入超量程了，应予以调整。

使用时，黑表笔应置于“COM”插孔，红表笔依被测种类和大小置于“V·Ω”、“mA”或“10A”插孔。

当显示屏出现“LOBAT”或“←”时，表明电池电压不足，应予以更换；若测量电流时，没有读数，应检查熔丝是否熔断；测量完毕，应关上电源，即将电源开关（POWER）置“OFF”（关）状态；若长期不用，应将电池取出；不宜在日光及高温、高湿环境下使用与存放（工作温度为 0℃～40℃，湿度为 80%）；使用时应轻拿轻放。

五、思考与练习

1. 什么是电路？什么是电路模型？什么是电路图？
2. 电路的作用是什么？通常由哪几部分组成？
3. 电路的工作状态有哪几种？各有何特点？
4. 举出你所熟悉的电路，并指出其电路组成。
5. 电流的方向是如何规定的？有人说：电流的方向为从正极到负极。这句话对吗？为

什么?

6. 电压的方向是如何规定的?
7. 两点间的电压、某点的电位的大小与参考点的选取有无关系?
8. 有人说: 功率越大, 耗电也越多。你认为对吗?
9. “电源一定是发出电功率的”。你认为对吗?
10. 下面叙述中, 哪些正确? 哪些错误? 为什么?
 - (1) 有电压, 就一定有电流。
 - (2) 电压越高, 电流就越大。
 - (3) 1 度电中的“度”是电功率的单位, 即为千瓦每小时 (kW/h)。
 - (4) 由 $P=U^2/R$ 可知, P 与 R 成反比; 而由 $P=I^2R$ 可知, P 与 R 成正比。因而, $P=U^2/R$ 与 $P=I^2R$ 是矛盾的, 不成立的。
11. 在功率表中, 电流线圈和电压线圈与负载间应是何种连接方式?
12. 在万用表使用过程中, 何谓机械调零? 何谓电调零? 有何区别? 若在电调零时不能将指针调至“0”位置, 应如何处理?
13. 使用数字式万用表时, 应注意哪些事项?
14. 如何扩大电压表的量程? 若将电压表与被测电路串联, 其结果如何?
15. 如何扩大电流表的量程? 若将电流表与被测电路并联, 其后果如何?
16. 使用钳形电流表应注意什么问题?
17. 为什么测量绝缘电阻要用兆欧表而不用万用表?
18. 使用兆欧表时, L、E、G 三端应分别作何连接?
19. 一台 29 英寸的彩色电视机的功率约 180W。若每天开机 4h, 一年 (365 天) 耗电多少?
20. 在图 1-14 电路中, $V_{CC}=6V$, $U_{R_1}=4V$, $U_{R_C}=2V$, $U_{R_E}=1.3V$ 。求: V_B 、 V_C 、 V_E 及 U_{CE} 。

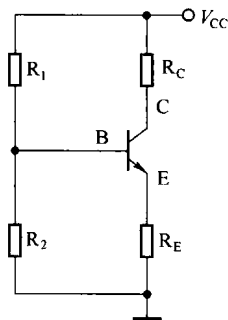


图 1-14 题 20 图

任务二 常见电路元件的测试

一、任务分析

电路是由各种电路元件组成的, 认识电路元件并了解其特性, 是正确使用电路元件的前提, 也是电路分析、设计的基础。

电路元件种类繁多, 其外形、结构、作用也各不相同, 但大致可将电路元件分为负载类和电源类; 负载类元件的电路模型大都可以电阻、电感、电容及其组合表达, 电源类元件包括电压源、电流源。

二、相关知识

1. 电阻

(1) 电阻的基本特性

实际电路中的各种耗能元件均可用电阻元件等效，如电炉、白炽灯、各种电阻器等。除超导材料外，电阻是一般物质所具有的电特性，它反映的是物质对电流的阻碍作用的大小。电阻值以 R 表示，单位为欧姆，简称欧 (Ω)。除欧姆外，还有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$) 等。

电阻元件上电压、电流的关系（也称伏安特性）是

$$R = \frac{u}{i} \quad (1-8)$$

当电流通过电阻时，电阻会发热，这称之为电流的热效应。一方面，利用电流的热效应，可以制成电炉、电饭煲、电烙铁等电热器件；另一方面，当电流流经电气设备时，会引起温度的升高，加速绝缘材料的老化，降低设备的使用寿命，严重时还会烧坏设备甚至引起电火灾。如图 1-15 所示为电阻的符号。

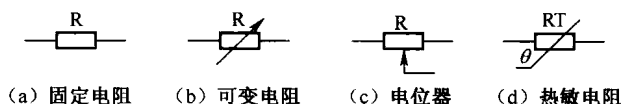


图 1-15 电阻的符号

电阻器件的主要参数有电阻值和额定功率（也称耗散功率）。电阻的倒数称之为电导，以 G 表示

$$G = \frac{1}{R} \quad (1-9)$$

电导的单位是西门子，简称西 (S)。

(2) 电阻的识别

图 1-16 为常见电阻的外形，图 1-17 为电阻箱的外形，图 1-18 为大功率启动电阻器的外形图。

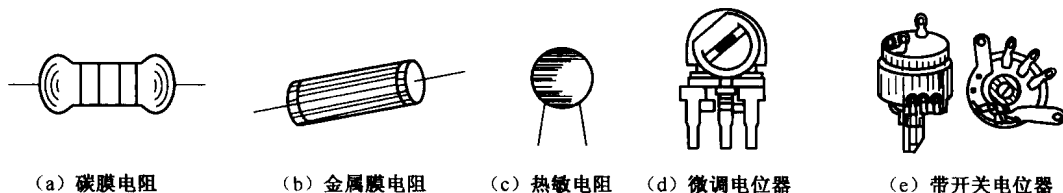


图 1-16 常用电阻的外形

电阻元件的阻值常标示于外表面，方法有以下两种。

一是直标法。即直接用数字表示电阻器的阻值和误差，例如，电阻器上印有 $68k\Omega \pm 5\%$ ，则阻值为 $68k\Omega$ ，误差为 $\pm 5\%$ 。