



职业技能 短期培训教材

全国职业培训推荐教材 | 人力资源和社会保障部教材办公室评审通过 | 适合于职业技能短期培训使用

电工电子基础知识

DIANGONG DIANZI JICHU ZHISHI (第二版)

● 推荐使用对象：农村进城务工人员 | 就业与再就业人员 | 在职人员



中国劳动社会保障出版社

推荐教材
办公室评审通过
培训使用

电工电子基础知识 (第二版)

主 编：霍德华 沈 峰

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子基础知识/霍德华, 沈峰主编. —2 版. —北京:
中国劳动社会保障出版社, 2014

职业技能短期培训教材

ISBN 978 - 7 - 5167 - 1313 - 6

I. ①电… II. ①霍…②沈… III. ①电工技术-技术培训-教材②电子技术-技术培训-教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 167852 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

*

北京金明盛印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 5.375 印张 130 千字

2014 年 8 月第 2 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

定价: 10.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 80497374

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

前言

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。职业技能短期培训，能够在短期内使受培训者掌握一门技能，达到上岗要求，顺利实现就业。

为了适应开展职业技能短期培训的需要，促进短期培训向规范化发展，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社组织编写了职业技能短期培训系列教材，涉及二产和三产百余种职业（工种）。在组织编写教材的过程中，以相应职业（工种）的国家职业标准和岗位要求为依据，并力求使教材具有以下特点：

短。教材适合 15 ~ 30 天的短期培训，在较短的时间内，让受培训者掌握一种技能，从而实现就业。

薄。教材厚度薄，字数一般在 10 万字左右。教材中只讲述必要的知识和技能，不详细介绍有关的理论，避免多而全，强调有用和实用，从而将最有效的技能传授给受培训者。

易。内容通俗，图文并茂，容易学习和掌握。教材以技能操作和技能培养为主线，用图文相结合的方式，通过实例，一步步地介绍各项操作技能，便于学习、理解和对照操作。

这套教材适合于各级各类职业学校、职业培训机构在开展职业技能短期培训时使用。欢迎职业学校、培训机构和读者对教材中存在的不足之处提出宝贵意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

使用说明

在职业技能短期培训中，某些专业的相近工种、岗位需要从业人员掌握相应的专业基础知识，而这些公共性的专业基础知识编写在技能培训教材中，既不利于讲深讲透，又与技能培训教材的模块化结构不相适应。为此，中国劳动社会保障出版社组织编写了职业技能短期培训的公共专业基础课教材。

本书内容为电工电子类、机电制造与维修类工种职业技能短期培训公共性基础知识，包括：直流电路基本知识、电磁的基本知识、交流电路基本知识、电动机与变压器、常用低压电器及电动机基本控制电路、电子技术基本知识等。

本书语言通俗易懂，图文并茂，实用性强。各单元配有练习题，便于学员复习和检验学习效果自检。

本书由霍德华、沈峰主编，付丽、丁文涛、伊汝悦、王志红参编，梁东晓主审。本书的编写得到了辽宁省人力资源和社会保障厅的大力支持，在此表示衷心的感谢。

目录

第一单元	直流电路基本知识	(1)
模块一	电路的基本物理量	(1)
模块二	欧姆定律	(5)
模块三	电阻的连接	(6)
模块四	电功及电功率	(10)
练习题		(12)
第二单元	电磁基本知识	(17)
模块一	电流的磁场	(17)
模块二	磁场对电流的作用	(19)
模块三	电磁感应	(21)
练习题		(29)
第三单元	交流电路的基本知识	(33)
模块一	交流电的基本概念	(33)
模块二	单相交流电路	(41)
模块三	三相交流电路	(55)
练习题		(60)
第四单元	电动机与变压器	(64)
模块一	三相异步电动机	(64)
模块二	变压器	(70)
练习题		(75)

第五单元	常用低压电器及电动机基本控制电路	(79)
模块一	常用低压电器	(79)
模块二	三相异步电动机的控制电路	(100)
练习题		(110)
第六单元	电子技术基础	(116)
模块一	晶体二极管及整流电路	(116)
模块二	硅稳压管及稳压电路	(125)
模块三	晶体三极管	(128)
模块四	晶闸管基本知识	(136)
模块五	简单逻辑电路	(141)
练习题		(149)
单元练习题参考答案		(154)

第一单元 直流电路基本知识

模块一 电路的基本物理量

一、电路

1. 电路及电路图

电流流过的路径称为电路。如图 1—1a 所示为一个简单电路的接线图。将电路中的元件或设备用国家标准统一规定的符号画成的图就是电路图，如图 1—1b 所示。用国家标准统一规定的符号来表示电路中的元件或设备及其连接情况的图称为电路图。

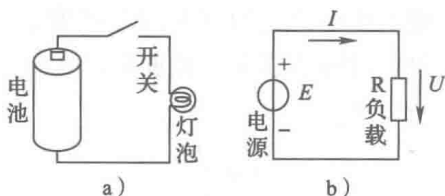


图 1—1 简单电路

a) 接线图 b) 电路图

2. 电路的组成

最基本的电路由电源、负载、开关、导线组成。

电源是把其他形式的能转化成电能的装置。常见的电源有发电机、干电池等。

负载是把电能转化成其他形式的能的装置。如灯泡、电动机等用电设备。

开关是接通或断开电路的控制元件。

导线的作用是把电路元件连接起来，构成一个通路。开关和导线又称为中间环节。

3. 电路的三种状态

通路：通路状态是电路中的开关闭合形成闭合回路，负载中有电流流过。

断路：断路状态是电路中某处断开，电路不闭合，电路中无电流。

短路：短路状态是电源未经负载直接连成回路。短路时电流很大，对电流线路有损害，应避免短路的发生。在电路中应安装熔断器等保护元件防止出现短路。

二、电路中的基本物理量

1. 电流

电路中，带电粒子在电源作用下定向移动形成电流。形成电流的带电粒子可以是正电荷，也可以是负电荷或者两者兼有的定向移动。

电流方向：规定正电荷定向移动的方向为电流方向。

电流强度：单位时间通过某一截面的电荷量，用 I 表示。

电荷量：时间与电流强度的关系。

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 Q ——在 t 秒内通过某一截面的电荷量。

电流强度的单位：安培 (A)。常用的还有毫安 (mA)，微安 (μA) 等。 $1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA} = 10^6 \mu\text{A}$

2. 电压与电位

(1) 电压又称为电位差，是衡量电场力做功本领大小的物理量。把正电荷 Q 从 A 点移到 B 点，电场力所做的功为 W_{AB} ，则功与正电荷的电荷量 Q 的比值称为两点间的电压 U_{AB} 。

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

电压的单位：伏特（V）。常用的还有千伏（kV）、毫伏（mV）、微伏（ μV ）等。 $1\text{ kV} = 10^3\text{ V} = 10^6\text{ mV} = 10^9\text{ }\mu\text{V}$

电压的方向：电压和电流一样，不仅有大小，而且还有方向。对于负载来说，规定电流流进端为正，流出端为负。

在电压的方向未知时，可以任意假定方向，最后根据计算结果的正负来确定电压的实际方向。

（2）电位。在实际中，通常需要选某一点为参考点，这样电路中某点与参考点之间的电压就称为该点的电位。参考点的电位规定为零，一般都选大地为参考点，即视为大地的电位为零电位。

电位的表示符号为 V ，带单下角标。如 V_A 表示 A 点的电位。

零电位的符号： $\perp$ 或 $\frac{\perp}{\perp}$ 。

3. 电动势

电动势是衡量电源将非电能转换成电能本领大小的物理量。

电动势的计算定义：在电源内部，外力将单位正电荷从电源的负极移动到正极所做的功。

$$\text{电动势的计算公式：} E = \frac{W}{Q}$$

式中 E ——电动势；

W ——外力将电荷从电源的负极移动到正极所做的功；

Q ——电荷的电量。

电动势的计算单位：伏特（V）。

电动势的方向：规定在电源内部由负极指向正极。

一个电源，既有电动势，又有端电压。电动势仅存在于电源内部，端电压是电源加在外电路两端的电压，其方向是由正极指向负极。

4. 电阻

导体对电流的阻碍作用称为电阻，用符号 R 表示。

电阻的单位：欧姆（ Ω ）。常用的还有千欧（ $\text{k}\Omega$ ）、兆欧

(MΩ) 等。1 Ω = 10⁻³ kΩ = 10⁻⁶ MΩ。

影响电阻阻值大小的因素：在一定温度下，一段均匀导体的电阻与导体的长度成正比，与导体的截面积成反比，与导体的材料有关。

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 ρ ——导体的电阻率，Ω·m；

L ——导体的长度，m；

S ——导体的截面积，m²。

电阻率等于单位长度、单位截面积某种物质的电阻。电阻率越小，导体的导电性能越好。表 1—1 为几种材料在 20℃ 时的电阻率。

表 1—1 几种材料在 20℃ 时的电阻率

材料		电阻率/ $\Omega \cdot \text{m}$	主要用途
纯金属	银	1.6×10^{-8}	导线镀银
	铜	1.7×10^{-8}	各种导线
	铝	2.8×10^{-8}	各种导线
	钨	5.5×10^{-8}	电灯灯丝、电器触点
	铁	9.8×10^{-8}	电工材料
合金	锰铜	4.4×10^{-7}	标准电阻、滑线变阻器
	康铜	5.0×10^{-7}	标准电阻、滑线变阻器
	铝铬铁电阻丝	1.2×10^{-6}	电炉丝
半导体	硒、硅、锗	$10^{-4} \sim 10^7$	制造各种二极管 晶体管、晶闸管等
绝缘体	电木、塑料	$10^{10} \sim 10^{14}$	电器外壳、绝缘支架
	橡胶	$10^{13} \sim 10^{16}$	绝缘手套、绝缘鞋、绝缘垫

模块二 欧 姆 定 律

一、部分电路欧姆定律

部分电路欧姆定律的内容是：导体中的电流跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比。用公式表示为：

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

欧姆定律揭示了 I 、 U 、 R 三者之间的关系，是电路分析的基本定律之一。

二、全电路欧姆定律

图 1—2 所示为一个简单的全电路。全电路欧姆定律是研究闭合电路中，电流、电压和电源电动势之间的关系的定律。全电路欧姆定律为：在全电路中，电流与电源的电动势成正比，与整个电路的电阻成反比。

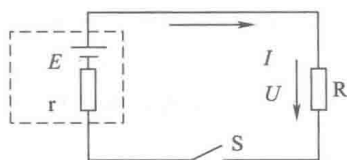


图 1—2 全电路

全电路欧姆定律用表达式表示如下：

$$I = \frac{E}{R + r}$$

式中 I ——电路中的电流，A；

E ——电源电动势，V；

R ——外电路的负载电阻， Ω ；

r ——电源内阻， Ω 。

上式可写为： $E = IR + Ir$

式中 IR ——电源的端电压，即外电路上的电压降；

Ir ——电源内阻上的压降，即内电路上的电压降。

全电路欧姆定律的另一种表述为：电源的电动势在数值上等于闭合电路中的内、外电路电压降之和。

模块三 电阻的连接

一、电阻串联的特点

1. 电阻串联的特点

电阻串联电路如图 1—3 所示。

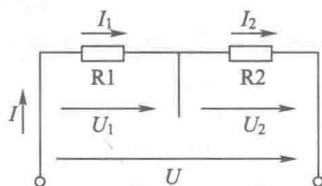


图 1—3 电阻串联电路

(1) 串联电路中电流的特点。串联电路中，流过各个电阻的电流都相等，即：

$$I = I_1 = I_2 = \cdots = I_n$$

(2) 串联电路中电压的特点。串联电路中，总电压等于加在各个电阻上的电压之和，即：

$$U = U_1 + U_2 + \cdots + U_n$$

(3) 串联电路中电阻的特点。串联电路的总电阻等于各个电阻的电阻值之和，即：

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

(4) 串联电路中电压分配的特点。串联电路中每个电阻上的电压与电阻的阻值成正比，即：

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \cdots = \frac{U_n}{R_n} = \frac{U}{R} = I$$

上式表明在串联电路中，电阻的阻值越大，这个电阻分配到的电压越多；反之，则电阻分配到的电压越少。

若已知两个电阻串联电路的总电压为 U ，电阻值为 R_1 、 R_2 ，则可推出：

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

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

上式就是电阻分压器的原理。

2. 电阻串联的应用

(1) 用几个电阻串联，可获得较大的电阻。

(2) 分压器。图 1—4 所示为电阻分压器电路。

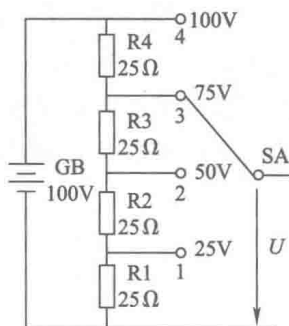


图 1—4 电阻分压器电路

(3) 当负载的额定电压小于电源电压时，可用串联方法将负载接入电路。

(4) 限制和调节电路中的电流大小。

(5) 扩大电压表的量程。是对串联分压原理的一种应用。

【例 1—1】 图 1—5 所示是一个万用表的表头，表头内阻 $R_a = 10 \text{ k}\Omega$ ，满刻度电流（即允许通过的最大电流） $I_a = 50 \text{ }\mu\text{A}$ ，若改装成量程（即测量范围）为 10 V 的电压表，则应串联多大的电阻？

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U - I_a \cdot R_a}{I - I_a}$$

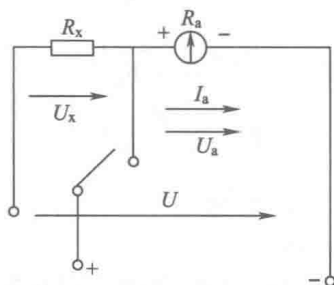


图 1—5 例 1—1 题图

解：按照题意，当表头满刻度时，表头两端电压为 U_a ，则：

$$U_a = I_a R_a = 50 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^3 = 0.5 \text{ (V)}$$

显然，用这个表头测量大于 0.5 V 的电压会使表头烧坏，需要串联分压电阻，以扩大测量范围。设量程扩大到 10 V 需要串入的电阻为 R_x ，则：

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U - U_a}{I_a} = \frac{10 - 0.5}{50 \times 10^{-6}} = 190 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

二、电阻并联的特点

1. 电阻并联的特点

(1) 并联电路中电压的特点。并联电路中，各电阻两端的电压相等，且等于电路两端的总电压，如图 1—6 所示。

$$U = U_1 = U_2 = \cdots = U_n$$

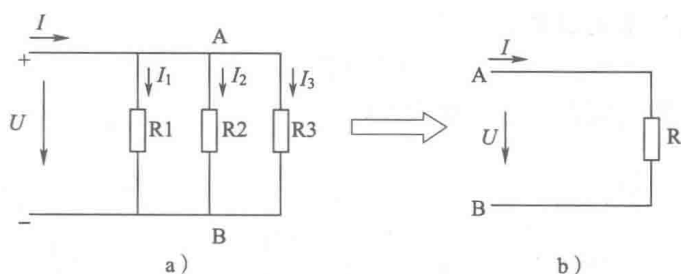


图 1—6 电阻的并联电路

a) 三个电阻的并联电路 b) 等效电路

(2) 并联电路中电流的特点。并联电路的总电流等于流过各电阻的电流之和。

$$I = I_1 + I_2 + \cdots + I_n$$

(3) 并联电路中电阻的特点。并联电路的总电阻的倒数等于各并联电阻的倒数之和。

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

两个电阻并联： $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

几个相同的电阻并联： $R = \frac{R_0}{n}$ ， R_0 为一个并联电阻的阻值。

(4) 并联电路中电流的分配。每个电阻分配到的电流与电阻成反比。

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 = \cdots = I_n R_n = U$$

两个电阻并联： $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$ $I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$

2. 电阻并联的应用

(1) 额定工作电压相同的负载都采用并联的工作方式。如各种照明线路，工厂中的电动机、电炉，均采用并联电路。

(2) 获得较小的电阻。

(3) 扩大电流表的量程。

三、电阻混联的特点

在一个电路中，既有电阻的串联，又有电阻的并联，这种连接方式称为混合连接，简称混联。

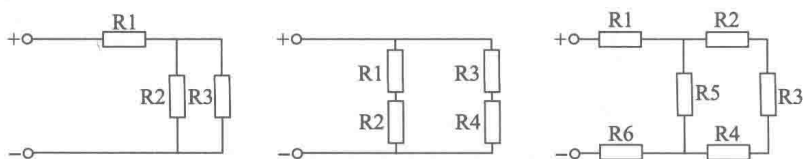


图 1—7 混联电路

混联经过化简可以转化为简单的串联和并联。

模块四 电功及电功率

一、电功

电流流过负载时，负载将电能转换成其他形式的能（如热能、磁能、机械能等），这个过程称作电流做功，简称电功，用符号 W 表示。

由 $I = \frac{Q}{t}$ ， $U = \frac{W}{Q}$ 及 $I = \frac{U}{R}$ 可得：

$$W = QU = UIt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

式中 W ——电功，J（焦耳）；

I ——电流，A；

U ——电压，V；

R ——电阻， Ω 。

在实际工作中，电功的单位除焦耳外，还常用千瓦·小时（kW·h），也称“度”。 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ 。

二、电功率

不同的用电器，在相同的时间里，用电量是不同的，即电流做