

技能 培训 快学速用系列

电工

从业技能轻松入门

阎伟 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

技能培训快学速用系列

电工从业技能轻松入门

阎 伟 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

电工从业技能轻松入门 / 阎伟编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2013.3

(技能培训快学速用系列)

ISBN 978-7-115-30576-3

I. ①电… II. ①阎… III. ①电工—基本知识 IV.
①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第319824号

技能培训快学速用系列 电工从业技能轻松入门

◆ 编 著 阎 伟

责任编辑 王朝辉

◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 850×1168 1/32

印张: 11.25

字数: 304千字

2013年3月第1版

印数: 1—4000册

2013年3月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-30576-3

定价: 30.00元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

内容提要

本书以大量的实物图片和图表，系统地介绍了初级电工应知应会的基本知识和操作工艺。本书的主要内容包括：电工基础知识和基本常识、常用电工工具和电工仪表的使用方法、电工基本操作工艺、电子技术基础和基本操作技术、电气设备的应用技术、电力拖动控制技术、电工的安全技术和节电技术等。

本书内容丰富、图文并茂、通俗易懂，可作为初级电工培训、企业电工培训及再就业转岗电工培训的教材，也可作为各类职业技术学院电工专业的教学用书。

前言

本套丛书是参考国家人力资源和社会保障部制定（2009年修订）的“国家职业技能标准——维修电工”的标准要求，立足于实践型技术培训的特点，以“加强基础知识、突出实践技术、培养动手能力”为指导思想来编写的。

本套丛书从电工基本常识讲起，由浅入深、通俗易懂，以帮助广大有志青年快速学习电工技术知识，为深入掌握电工技术提供有效的方法和提高分析、解决问题的能力。

本套丛书编写中注重学与用相结合，具有实用性和可操作性，同时注入了作者多年从事电工培训、维修电工培训和鉴定工作的实践经验，详细介绍了初级、中级、高级电工必须掌握的知识与技术工艺。简明扼要、直观易懂、图文并茂是本套丛书的编写特点。

本套丛书可用作电工技术培训、企业电工培训及再就业转岗电工培训的教材，也可用作高职高专院校电气类、机电类专业学生的技能实训教材，还可以用作职业技能培训指导用书。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大专业人士和读者给予批评指正。

作者

目录

第

1

章

电工基础知识

1.1 直流电路	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路的基本物理量	3
1.1.3 电阻和欧姆定律	5
1.1.4 电路的工作状态	11
1.1.5 基尔霍夫定律	14
1.1.6 电路中电位的计算	17
1.2 磁场和电磁感应	19
1.2.1 磁场	19
1.2.2 电流的磁场	20
1.2.3 磁场对载流导体的作用	21
1.2.4 电磁感应	23
1.2.5 自感和互感	25
1.3 电容和电容器	30
1.4 交流电路	32
1.4.1 交流电的产生	32
1.4.2 正弦交流电的物理量	34
1.4.3 三相交流电	37

第

2

章

电工基本常识

2.1 电能的产生、输送和分配	40
-----------------------	----

2.1.1	电能的产生	40
2.1.2	电能的输送	47
2.1.3	电能的分配	48
2.1.4	电力负荷的分类	48
2.2	常用电工材料	49
2.2.1	导电材料的特点	49
2.2.2	常用导线	49
2.2.3	绝缘材料	55

第

3

章

电工工具和电工仪表的使用

3.1	常用电工工具的使用	61
3.1.1	低压验电器	61
3.1.2	螺钉旋具	64
3.1.3	钢丝钳	66
3.1.4	尖嘴钳	67
3.1.5	断线钳	68
3.1.6	剥线钳	68
3.1.7	电工刀	68
3.1.8	电烙铁	69
3.1.9	镊子	74
3.2	常用电工仪表的使用	75
3.2.1	万用表	75
3.2.2	数字万用表	82
3.2.3	兆欧表	84
3.2.4	钳形表	86
3.2.5	接地电阻表	88
3.3	常用电动工具的使用和维护	89
3.3.1	电动工具的分类	89
3.3.2	电钻	89
3.3.3	冲击钻	90

3.3.4 电锤	91
3.3.5 手持电动工具安全操作规程	93

第

4

章

电工基本操作工艺

4.1 导线的剖削和连接	94
4.1.1 导线的剖削	94
4.1.2 导线的连接	96
4.2 导线绝缘的恢复	106
4.2.1 绝缘带的包缠方法	106
4.2.2 压线帽的使用	107
4.3 电气照明的应用和维修	108
4.3.1 电气照明的方式	108
4.3.2 常用电气照明设备	109
4.4 室内线路的安装	131
4.4.1 塑料护套线配线	131
4.4.2 线管配线	133
4.4.3 线槽配线	141
4.4.4 桥架配线	143
4.5 室外线路的安装	146
4.5.1 架空线路	147
4.5.2 电缆线路	151
4.6 低压量电、配电装置的安装	153
4.6.1 新型电度表的应用	154
4.6.2 单相电度表的安装和接线	157
4.6.3 三相四线制电度表的安装和接线	160
4.6.4 三相电子式电度表	162
4.6.5 量电装置的安装	162
4.6.6 低压配电装置	163
4.7 低压配电箱(盘)的安装工艺	167
4.7.1 不同材质配电箱安装前的检查项目	167



4.7.2 低压配电箱的安装要求	168
4.7.3 配电箱(盘)的固定和试验	170
5.1 阻容元件的识别和测量	172
5.1.1 电阻器	172
5.1.2 电容器	175
5.2 晶体二极管的识别和测量	178
5.2.1 半导体基础知识	178
5.2.2 PN结的形成及单向导电特性	179
5.2.3 晶体二极管	180
5.2.4 特殊二极管	184
5.2.5 二极管的应用	188
5.3 晶体三极管的识别和测量	189
5.3.1 晶体三极管的结构	190
5.3.2 晶体三极管的放大作用	192
5.3.3 晶体三极管的主要参数	196
5.3.4 晶体三极管管脚的识别和简易测试	198
5.4 直流稳压电路	200
5.4.1 整流电路	201
5.4.2 滤波电路	205
5.4.3 稳压电路	210
5.5 放大电路	214
5.5.1 基本放大电路	214
5.5.2 放大电路的两种工作状态	216
5.5.3 放大电路的主要性能指标	217
5.6 电子电路的组装和调试	218
5.6.1 电子电路的组装	218
5.6.2 识读电路图	220
5.6.3 布线的一般原则	220

5.6.4 焊接电路板的安装	221
5.6.5 电路调试和故障的排除	226

第

6

章

电气设备的应用技术

6.1 三相交流异步电动机的使用	228
6.1.1 三相异步电动机的结构	228
6.1.2 三相异步电动机的铭牌	232
6.1.3 三相交流异步电动机的旋转原理	237
6.1.4 三相异步电动机拆装	241
6.1.5 三相异步电动机的一般试验	245
6.1.6 三相异步电动机的检修	249
6.2 单相交流异步电动机的使用	252
6.2.1 单相异步电动机的工作原理	252
6.2.2 单相异步电动机的分类	254
6.2.3 单相异步电动机的铭牌	256
6.2.4 典型单相异步电动机的应用	257
6.2.5 单相异步电动机的反转	264
6.2.6 单相异步电动机常见故障的检修方法	265
6.3 变压器的应用	268
6.3.1 变压器的工作原理	268
6.3.2 变压器的结构	270
6.3.3 特殊变压器	271

第

7

章

电力拖动控制技术

7.1 常用低压电器	280
7.1.1 低压电器的分类	280
7.1.2 常用低压开关	280



7.1.3 熔断器	286
7.1.4 交流接触器	288
7.1.5 继电器	293
7.1.6 主令电器	301
7.2 三相异步电动机的启动控制	308
7.2.1 三相异步电动机的全压启动控制	310
7.2.2 三相异步电动机正反转控制	312
7.2.3 三相笼型异步电动机的降压启动	314
7.3 三相异步电动机的制动控制	317
7.3.1 机械制动	317
7.3.2 电气制动	320

第

8

电工安全技术和节电技术

章

8.1 电气防火与防爆	324
8.1.1 电气灭火	324
8.1.2 防爆电气设备	327
8.2 触电与触电急救	329
8.2.1 触电	329
8.2.2 安全电流和安全电压	331
8.2.3 人体触电的方式	332
8.2.4 触电急救	334
8.3 电工安全技术	337
8.3.1 触电的预防措施	337
8.3.2 家庭用电的安全技术	338
8.3.3 电工安全操作规程	340
8.4 生产和生活用电的节电技术	343
参考文献	348

第1章 电工基础知识

1.1

直流电路

人们在日常生活中经常使用到各种电器,其中很多都是应用直流电路原理工作的,如手电筒,如图 1-1 所示。

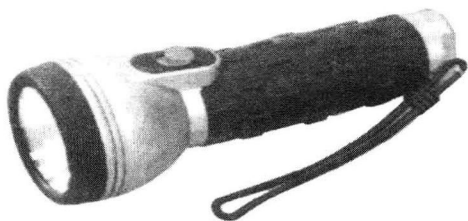


图 1-1 手电筒



直流电路: 直流电路三参数, 电压、电流和电阻,
基本单位伏、安、欧, 三者关系有定律。

1.1.1 电路的组成

电路是电流通过的闭合路径。它是由各种电气元件按一定的方式用导线连接组成的总体。电路的组成包括如下几部分。

- ① 电源: 供应电能的设备。如发电机、电池等。
- ② 负载: 使用电能的设备。如电灯、电扇、电动机等。
- ③ 控制装置: 根据负载的需要, 起分配电能和控制电路的作用。如变压器、控制开关等。
- ④ 导线: 把以上组成部分连成电路, 传输电能。



图 1-2 是手电筒电路的组成结构,也是最简单的电路,图中的干电池将化学能转换为电能,小灯泡取用电能并转换为光能。导线用来连接电源和负载,开关为电流提供通路,把电源的能量供给负载,并根据负载需要接通和断开电路。使用国家标准规定的符号来表示电路连接情况的图称为电路图,如图 1-2 (b) 所示。

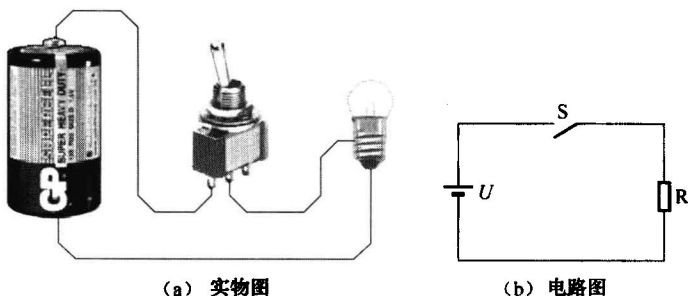


图 1-2 简单的电路

电路的功能和作用有两类:一是进行能量的传输和变换;二是进行信号的传递与处理。例如,扩音机的输入是由声音转换而来的电信号,通过晶体管组成的放大电路,输出的便是放大的电信号,从而实现了放大功能;电视机可将接收到的信号经过处理,转换成图像和声音。

电路中常用电气元件名称及图形符号见表 1-1。

▼ 表 1-1 常用电气元件名称及图形符号

名 称	符 号	名 称	符 号
电池		电感	
电灯		磁芯电感	
电阻		电压表	
电位器		电流表	
电容		熔断器	
可调电容		接地	
电解电容		开关	
正极	+	直流	
负极	-	交流	

1.1.2 电路的基本物理量

1. 电流

电流是因电子的定向移动而形成的。当金属导体处于电场之内时,金属内的自由电子会受到电场力的作用,逆着电场的方向作定向移动,这就形成了电流。电流的大小用电流强度来表示,即每秒钟内通过导体横截面的电荷量,以字母 I 表示。电流 I 的单位是 A (安培)。其大小和方向均不随时间变化的电流叫恒定电流,简称直流,记为 DC 或 dc。

在 1s (秒) 内通过导体横截面的电荷量为 1C (库仑) 时,其电流则为 1A。对于恒定直流,电流用单位时间内通过导体截面的电量 Q 来表示,即:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1.1)$$

电流的单位也常用 mA (毫安)、 μ A (微安) 或 nA (纳安) 来表示,其换算关系为: $1\text{kA}=10^3\text{A}$, $1\text{A}=10^3\text{mA}=10^6\mu\text{A}=10^9\text{nA}$ 。

在简单电路中,电流的实际方向可由电源的极性确定;在复杂电路中,电流的方向有时事先难以确定。为了分析电路的需要,人们便引入了电流的参考正方向的概念。在进行电路计算时,先任意选定某一方向作为待求电流的正方向,并根据此正方向进行计算,若计算得到结果为正值,说明电流的实际方向与选定的正方向相同;若计算得到结果为负值,说明电流的实际方向与选定的正方向相反,如图 1-3 所示。图中实线箭头表示电流的参考正方向,虚线箭头表示实际方向。

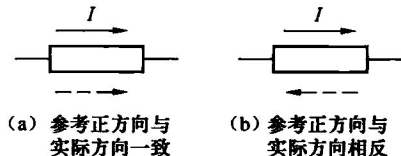


图 1-3 电流的标示



通常规定电子移动的反方向表示电流的正方向。在外电路,电流由正极流向负极;在内电路,电流由负极流向正极。



2. 电压

电场力把单位正电荷从电场中点 A 移到点 B 所做的功 W_{AB} 称为 A、B 间的电压，用 U_{AB} 表示，即：

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} \quad (1.2)$$

电压的单位为 V (伏特)。如果电场力把 1C 电量从点 A 移到点 B 所做的功是 1J (焦耳)，则 A 与 B 两点间的电压就是 1V。计算较大的电压时用 kV (千伏)，计算较小的电压时用 mV (毫伏)。其换算关系为：1kV=10³V，1V=10³mV=10⁶μV。

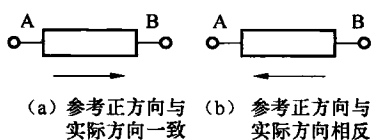


图 1-4 电压的标示

电压总是相对两点之间的电位而言的，所以用双下标表示，左下标 (如 A) 代表起点，右下标 (如 B) 代表终点。电压的方向则由起点指向终点，有时用箭头在图上标明。

如图 1-4 所示，图 (a) 中 U_{AB} 为电压的实际方向，当标定的参考方向与电压的实际方向相同时，电压为正值；当标定的参考方向与实际电压方向相反时，如图 1-4 (b) 所示，电压为负值。

电路元件的电流参考方向与电压参考“+”极到“-”极的方向一致，即电流与电压降参考方向一致，这样的电压和电流的参考方向称为一致的参考方向或关联的参考方向。



提示

电压的实际方向规定为从高电位点指向低电位点，即由“+”极指向“-”极，因此，在电压的方向上电位是逐渐降低的。

3. 电动势

为了维持电路中有持续不断的电流，必须有一种外力，把正电荷从低电位处 (如负极 B) 移到高电位处 (如正极 A)。在电源内部就存在着这种外力。如图 1-5 所示，外

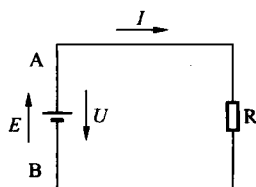


图 1-5 电动势

力克服电场力把单位正电荷由低电位 B 端移到高电位 A 端, 所做的功称为电动势, 用 E 表示。电动势的单位也是伏特。如果外力把 1C 的电量从点 B 移到点 A, 所做的功是 1J, 则电动势就等于 1V。



电动势的方向规定为从低电位指向高电位, 即由“-”极指向“+”极。

4. 电功率

在直流电路中, 根据电压的定义, 电场力所做的功是 $W=QU$ 。把单位时间内电场力所做的功称为电功率, 则有:

$$P = \frac{W}{t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (1.3)$$

功率的单位是 W (瓦特)。对于大功率, 采用 kW (千瓦) 或 MW (兆瓦) 作单位, 对于小功率则用 mW (毫瓦) 作单位。其换算关系为: $1\text{MW}=10^3\text{kW}=10^6\text{W}$, $1\text{W}=10^3\text{mW}$ 。

在电源内部, 外力做功, 正电荷由低电位移向高电位, 电流逆着电场方向流动, 将其他能量转变为电能, 其电功率为:

$$P = EI \quad (1.4)$$

当已知设备的功率为 P 时, 在 t 秒内消耗的电能为 $W=Pt$, 电能就等于电场力所做的功, 单位是 J (焦耳)。在电工技术中, 往往直接用 $\text{W} \cdot \text{s}$ (瓦特秒) 作单位, 实际上则用 $\text{kW} \cdot \text{h}$ (千瓦小时) 作单位, 俗称 1 度电, $1 \text{度} = 1\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

【例 1.1】有一盏 40W 的灯泡, 每天用它来照明的时间为 5h, 那么每月 (按 30 天计) 消耗的电能为多少度?

解: 该电灯平均每月工作时间 $t=5 \times 30=150\text{h}$, 则

$$W = P \cdot t = 40 \times 150 = 6000\text{W} \cdot \text{h} = 6\text{kW} \cdot \text{h} = 6 \text{度}$$

1.1.3 电阻和欧姆定律

导体对电流 (直流) 的阻碍作用称为导体的电阻, 用 R 或 r 表示。单位是 Ω (欧姆), 简称欧。例如, 灯泡、电阻丝等负载都是电



阻，图 1-6 所示为常见的各种电阻器。



图 1-6 常见电阻元件

电阻定律：
$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1.5)$$

式中， ρ ——制成电阻的材料电阻率，国际单位制为 $\Omega \cdot \text{m}$ (欧姆·米)；

L ——绕制成电阻的导线长度，国际单位制为 m (米)；

S ——绕制成电阻的导线横截面积，国际单位制为 m^2 (平方米)；

R ——电阻值，国际单位制为 Ω ，常用的电阻单位还有 $\text{k}\Omega$ (千欧)、 $\text{M}\Omega$ (兆欧)，其换算关系为 $1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$ 。

电阻的倒数 $G = \frac{1}{R}$ ，称为电导，它的单位是 S (西门子)。

电阻率 ρ 反映了导体的导电性能，电阻率越小，导电性能越好，常用导体的电阻率见表 1-2。

▼ 表 1-2 常用导体的电阻率

材 料 名 称	电阻率 ρ ($\Omega \cdot \text{m}$) (20°C)
银	1.6×10^{-8}
铜	1.7×10^{-8}
铝	2.8×10^{-8}