

就业金钥匙



图解版

- 面向岗位需求 全新图解操作技能
- 学会一技之长 快速打开就业之门

电工上岗 一路通

《就业金钥匙》编委会 组织编写



化学工业出版社

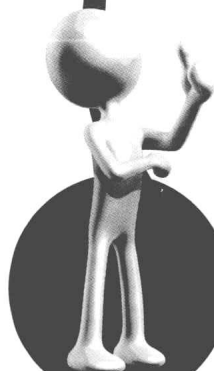
就业 金钥匙



图解版

电工上岗 → 路通

《就业金钥匙》编委会 组织编写



化学工业出版社

· 北京 ·

《电工上岗一路通》是《就业金钥匙》丛书电工电子行业中的一本。本书旨在帮助初学者快速入门，书中以大量的范例介绍了电工相关知识与技能，主要包括：电工基础知识、常用电工工具及电工材料、变压器与电动机、常用低压电器、现代照明技术等内容。

本书内容由浅入深，循序渐进，可供初级电工、职业院校或培训学校相关专业学生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工上岗一路通/《就业金钥匙》编委会组织编写. —北京：化学工业出版社，2012.9

(就业金钥匙)

ISBN 978-7-122-15161-2

I. ①电… II. ①就… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 202876 号

责任编辑：李军亮

文字编辑：孙 科

责任校对：王素芹

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 7¼ 字数 193 千字

2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：29.00 元

版权所有 违者必究

●●●●《就业金钥匙》编委会

主 任 石伟平

副主任 徐 峰 陈忠民

委 员 (按姓氏笔画排序)

王吉华 石伟平 任志俊 刘兴武

刘春玲 杨 波 杨小军 杨光明

张能武 邱立功 陈忠民 袁 黎

夏红民 徐 峰 徐 淼 唐亚鸣

黄 芸 楚宜民 潘旺林 戴胡斌

魏金营



前言

随着城市化进程的加快，越来越多的农村富余劳动力向非农产业转移，如何赋予这部分群体以新技能，引导其转移就业，如何打造新农村建设急需的新人才，为农村发展助力，是社会不容忽视而又亟待解决的问题。缺乏就业技能是制约农村劳动力转移的一大瓶颈。授之以鱼不如授之以渔，掌握一技之能显得尤为重要。

《就业金钥匙》丛书，旨在帮助那些准备就业人员、进城务工人员、转岗就业的人员掌握一技之长。丛书在注重理论培训的同时，更注重提升实际操作技能，提升就业者的竞争力。本丛书立足技能培训和上岗就业，有针对性地进行技术指导，涉及机械加工、电工电子、家用电器维修、车辆维修等多个岗位紧俏、薪酬待遇好的工种。

本丛书具有如下特点：

- ① 全零起点，内容编写采用图解的形式，易学易懂。
- ② 重点突出操作技能与操作要点，以指导入门人员快速上手为目的。
- ③ 操作技能步骤清晰、方法可靠。
- ④ 配有典型的操作实例。

相信通过学习，广大学员可以凭借自己的一技之长，搭上就业的快速列车，为今后顺利步入社会铸造一把“就业金钥匙”。

《电工上岗一路通》是《就业金钥匙》丛书电工电子行业中的一本。本书旨在帮助初学者快速入门，书中以大量的范例介绍了电工相关知识与技能，主要内容包括：电工基础知识、常用电工工具及电工材料、变压器与电动机、常用低压电器、现代照明技术等内容。本书内容由浅入深，循序渐进，可供初级

电工、职业院校或培训学校相关专业学生尽快掌握电工技能提供有益帮助。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

《就业金钥匙》编委会

目录

第1章 电工基础知识

1

1.1 基本概念	2
1.1.1 电流	2
1.1.2 电压	5
1.1.3 电阻	7
1.1.4 电功与电功率	9
1.2 常用电子元件	10
1.2.1 电阻器	10
1.2.2 电容器	21
1.2.3 电感器	25
1.3 电路	28
1.3.1 电路的组成	28
1.3.2 电路的连接方式	29
1.3.3 电路的基本定律	34
1.3.4 直流电路与交流电路	37
1.4 电气符号与识图	47
1.4.1 文字符号	47
1.4.2 图形符号	48
1.4.3 电气识图	50
1.4.4 电气识图的基本方法和步骤	54

第2章 常用电工工具及电工材料

57

2.1 常见的电工工具	58
2.1.1 验电器	58
2.1.2 钢丝钳	60
2.1.3 尖嘴钳和斜口钳	62

2.1.4	螺钉旋具	62
2.1.5	剥线钳	63
2.1.6	活扳手	64
2.1.7	电工刀	65
2.1.8	专用工具	65
2.2	常用电工仪表	70
2.2.1	电流表及其使用方法	70
2.2.2	电压表及其使用方法	74
2.2.3	万用表及其使用方法	78
2.2.4	钳形表及其使用方法	88
2.2.5	兆欧表及其使用方法	89
2.2.6	功率表功能及其使用方法	92
2.3	常用电工材料	97
2.3.1	绝缘材料	97
2.3.2	导电材料	100
2.3.3	导线的基本操作	102

第3章 变压器与电动机

111

3.1	变压器	112
3.1.1	变压器的种类	112
3.1.2	变压器的工作原理	113
3.1.3	电力变压器的结构和铭牌	117
3.1.4	变压器的选用与安装	122
3.1.5	变压器的维护和故障检修	126
3.1.6	小型变压器的常见故障及处理方法	128
3.1.7	其他变压器	129
3.2	电动机	137
3.2.1	三相异步电动机	137
3.2.2	直流电动机	157
3.2.3	单相异步电动机	162

第4章 常用低压电器

171

4.1 开关电器	172
4.1.1 刀开关	172
4.1.2 组合开关	173
4.1.3 断路器	175
4.2 熔断器	178
4.3 接触器	180
4.4 继电器	183
4.5 主令电器	189

第5章 现代照明技术

193

5.1 照明灯具与电气装置	194
5.1.1 白炽灯	194
5.1.2 荧光灯	197
5.1.3 节能型荧光灯	203
5.1.4 荧光高压汞灯	205
5.1.5 高压钠灯	206
5.1.6 卤钨灯	206
5.2 照明线路的安装	207
5.2.1 瓷夹板线路的安装	207
5.2.2 鼓形绝缘线路的安装	209
5.2.3 槽板线路的安装	211
5.2.4 塑料护套线路的安装	213
5.2.5 管内布线的安装	215
5.3 照明线路故障检修	217
5.3.1 故障检修时的安全注意事项	217
5.3.2 短路故障的检修	219
5.3.3 断路故障的检修	221
5.3.4 漏电故障的检修	222

参考文献

224

第 1 章

电工基础 知识



1.1 基本概念

1.1.1 电流

水在水管中沿着一定方向流动，水管中就有了水流，电荷在电路中沿着一定方向移动，电路中就有了电流，电荷的定向运动形成电流。如图 1-1 所示。

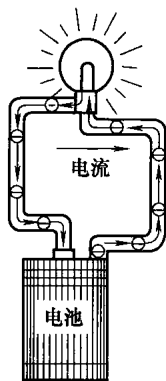


图 1-1 水流与电流

电流与水流一样有其流动方向，电路中有电流时，发生定向移动的电荷可能是正电荷，也可能是负电荷，还可能是正负电荷同时向相反方向发生定向移动。在 19 世纪初，物理学家刚刚开始研究电流时，并不清楚在不同的情况下究竟是什么电荷在移动，当时就把正电荷移动的方向规定为电流的方向，该规定一直沿用至今。所以物理上规定电流的方向，是正电荷定向移动的方向。



小贴士

形成电流的电荷指的是自由电荷，在金属导体中的电子是自由电子，在酸、碱、盐的水溶液中是正、负离子。

在金属导体内的电流是由于导体的内部自由电子在电场力的作用下有规则地运动而形成的。金属导体的电流方向与规定的电流方向相反。如图 1-2 (a) 所示。图 1-2 (b) 为电路中电流的方向。

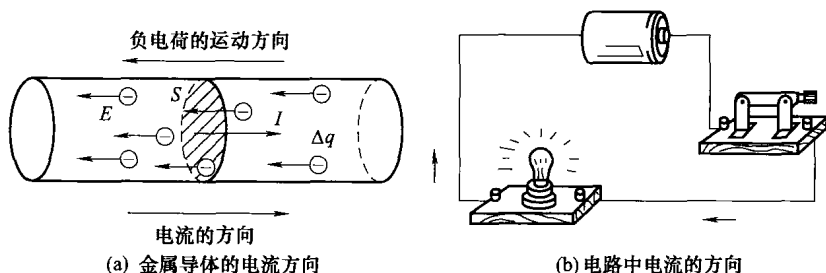


图 1-2 电流的方向

电流的正方向的表示除用带箭头的直线外，还可用双下标表示。如图 1-3 所示，图中 I_{AB} 即表示电流的正方向是由 A 指向 B。若选定正方向为由 B 指向 A，则为 I_{BA} ，两者相差一个负号，即 $I_{AB} = -I_{BA}$ 。

为了分析电路方便，可任意选定某一方向作为电流的正方向，或称为参考方向；在正方向选定之后，电流值的正与负，就决定了电流的实际方向。当电流的正方向与其实际方向一致时，则电流为正值，如图 1-4 (a) 所示；当电流的正方向与其实际方向相反时，则电流为负值，如图 1-4 (b) 所示。

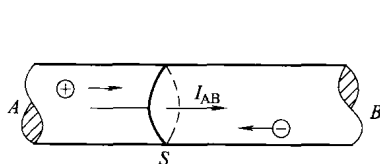


图 1-3 电流的正方向

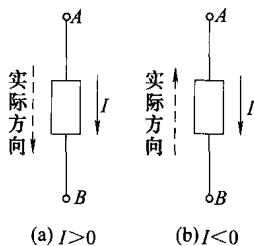


图 1-4 电流的正方向

电流的大小称为电流强度，在数值上等于单位时间内通过某一导体横截面的电荷量。如果电流用 I 表示，电荷量用 q 表示，时间

用 t 表示, 则得

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

式中, q 为时间 t 内通过导体横截面 S 的电荷量。



特别提醒

对于随时间变化的电流来说, 则电流为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2)$$

式 (1-2) 表示电流是随时间而变化的, 是时间的函数, 称为变化电流, 用小写字母 i 表示。当电流的大小和方向都不随时间变化时, 称为直流电流, 用大写字母 I 表示。

在闭合电路中, 电流强度与电源的电压成正比, 与电路中的电阻成反比, 即

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

式中, I 为电流强度; U 为电源电压; R 为电路中的电阻。

在国际单位制 (SI) 中, 电流的单位为安培 (A)。当 1 秒 (s) 内通过导体横截面的电荷量为 1 库仑 (C) 时, 则电流为 1 安培 (A)。在电力系统中, 遇到电流为几安、几十安甚至更大; 而在电子技术中经常遇到较小的电流, 是以毫安 (mA) 或微安 (μA) 为单位来计算的。它们之间的关系是

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



特别提醒

电流的正方向是电路中一非常重要的概念, 在学习应注意以下几点。

- ① 电流的实际方向是客观存在的, 而其正方向是根据计算的需要任意选取的, 正方向一经选定后, 在电路分析和计算过程中就必须以此为依据, 不能随意改动。

② 同一电流，若正方向选择不同，其数值相等而符号相反。因此，电流值的正负只有在选定正方向下才有意义。

③ 电路中的基本公式和结论，都在一定的正方向下得出来的。应用时必须注意正方向的选择。

④ 电流是具有大小和流动方向的代数量，是标量，不是矢量。电流流动方向与矢量中的方向不同，它并不决定电流这一物理量的作用效果。

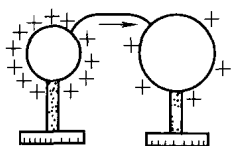
1.1.2 电压

电压就如水一样，水的流动，因为有水压（水位差），水是由高水位向低水位流动，在电路中，由于有电压（电位差）的存在，电流就会从高电位点流向低电位点，两点间就好像有一种力量存在，这种力叫作电压。如图 1-5 所示。

电压是产生电流的不可缺少的条件。在导体内电荷的定向运动形成电流，它是在电场力作用下实现的。在图 1-6 所示电路中，A、B 两点间的电压 U_{AB} 在数值上等于电场力把单位正电荷从 A 点移到 B 点所做的功。



(a) 两水箱存在水位差，水从高水位流向低水位



(b) 两个金属球之间存在电位差，电流从高电位流向低电位

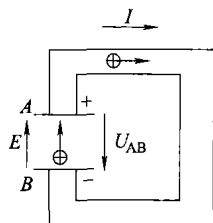


图 1-6 电荷的运动回路

图 1-5 电压

在电场内两点间的电压也常称为两点间的电位差，即电压

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad (1-3)$$

式中， V_A 为 A 点的电位； V_B 为 B 点的电位。

小贴士

物理学中电位称为电势，表示电场中某一点性质的物理量，它是相对参考点而言的。电场中某点 A 的电位，在数值上等于电场力把单位正电荷从该点沿任意路径移到参考点所做的功。可见，电场中某点的电位就是该点到参考点间的电压。

正电荷在电场力作用下，从高电位向低电位移动。则图 1-6 中 A 点称为高电位，用“+”号表示。而 B 点称为低电位，用“-”号表示。电压的方向是从高电位端指向低电位端，即为电位降低的方向。和电流一样，在电路图上所标的电压的方向也都是正方向，也用箭头或双下标表示，还可用“+”、“-”表示。在直流电路中，当电压的实际方向已知时，为了简便，常以电压的实际方向作为正方向。

电压一般用字母“ U ”来表示。在国际单位制（SI）中，电压的单位为伏特（简称为伏），用字母 V 表示。在测量中也可用千伏（ kV ）、毫伏（ mV ）和微伏（ μV ）表示，它们之间的关系是

$$1kV=10^3V \quad 1mV=10^{-3}V \quad 1\mu V=10^{-6}V$$

电源是提供电压的装置。常用的电源有电池、发电机等。电源

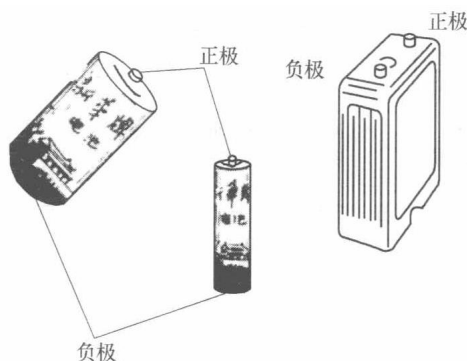


图 1-7 干电池、蓄电池电源

有两个极，一个正极，一个负极（图 1-7）。电源的作用是在电源内部不断地使正极聚集正电荷，以持续对外供电。使单位正电荷从电源负极端经过电源内部移至正极端，克服电场力所做的功称为电源的电动势，用字母 E 表示。按照电动势的定义，其单位也是伏（V）。必须注意，电动势的实际方向由负极指向正极，如图 1-4 所示。因此，电动势的实际方向与电压的实际方向相反。

特别提醒

电动势与电压是两个不同的概念。它们既可以用正负极之间的电动势表示，也可以用其间的电压表示，但要注意两者之间的区别。在图 1-3 中，电动势 E 与电压 U_{AB} 表示同一电源；即 $E=U_{AB}$ 。在以后的叙述中，常常用一个与电源的电动势大小相等、方向相反的电压等效表示电动势对外电路的作用效果。

1.1.3 电阻

电流通过导体时，导体对电流有一定的阻碍作用，这种阻碍作用称为电阻。就如同水在水管内流动，必须克服管壁的阻力一样，如图 1-8 所示。

导体的电阻在数值上等于导体两端的电压与导体电流之比，即

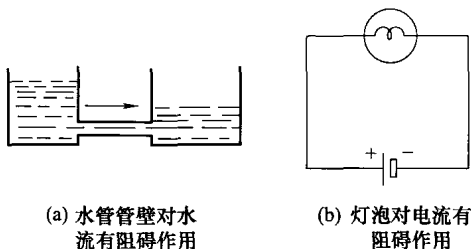


图 1-8 电阻

$R=U/I$ ，这称为欧姆定律（或者在同一闭合电路中，导体的电流与导体两端的电压成正比，与导体的电阻成反比）。

 特别提醒

欧姆定律适用于金属导电和电解液导电，在气体导电和半导体元件等中欧姆定律将不适用。

电阻的文字符号是 R ，电阻的基本单位是： Ω （欧[姆]），还有较大的单位 $k\Omega$ （千欧）和 $M\Omega$ （兆欧）。它们的换算关系为

$$1M\Omega=10^3k\Omega=10^6\Omega$$

 特别提醒

导体的电阻是客观存在的，线性电阻（一般导体可视为线性）不随导体两端电压的大小变化，即使没有电压，导体仍然有电阻。

实验证明：温度一定时，导体的电阻与导体长度 L 成正比，与导体的材料有关，这个规律叫做电阻定律，用公式表示为

$$R=\rho \frac{L}{S} \quad (1-4)$$

式中， ρ 是与材料性质有关的物理量，叫做电阻率或电阻系数，其单位是欧·米（ $\Omega \cdot m$ ）。

 小贴士

纯金属的电阻率很小，绝缘体的电阻率很大；银的导电性能最好。由于银的价格昂贵，用它做导线太不经济。因此，目前多用铜和铝来做导线。又因我国铝矿丰富，价格便宜，所以很多场合常用铝代铜做导线。