

电工自学上岗  
万事通

每日  
一讲

DIANGONG ZIXUE SHANGGANG

WANSHITONG

# 电工基础

孙克军 主编

梁 昆 刘宝坤 副主编



化学工业出版社

# 电工自学上岗 万事通

DIANGONG ZIXUE SHANGGANG

WANSHITONG

每日一讲



# 电工基础



化学工业出版社

· 北京 ·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

电工基础/孙克军主编. —北京: 化学工业出版社, 2010. 8

(电工自学上岗万事通)

ISBN 978-7-122-09127-7

I. 电… II. 孙… III. 电工学 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 134556 号

---

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 王 洋

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 王晓宇

---

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: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 264 千字

2011 年 2 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: 25.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

随着经济建设的蓬勃发展，电气技术应用的日益广泛，越来越多的人希望从事电工职业。电工作为特种作业，需要通过行业的准入考试，这就需要透彻理解和掌握电工技术的知识和技能。为了帮助读者系统清晰地学习电工技术，化学工业出版社组织编写了这套《电工自学上岗万事通》，这套书将从事电工作业必备的知识技能分成了《电工基础》《常用电工仪表》《常用低压电器》《电气照明与电气线路》《异步电动机与变压器》《电气控制线路的识读与接线》《电气安全》7个分册进行介绍。

本套书考虑到读者的学习条件和学习时间，将学习内容归纳为一个小时以内就可掌握的独立的知识点和技能点，采用一日一讲的形式进行讲解，整套书深入浅出、通俗易懂、突出实用，是初学者全面掌握电工技术的良师益友。

本书是《电工基础》分册，介绍了直流电路、电容器、磁场与电磁感应、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、半导体二极管和整流滤波电路、晶体管和基本放大电路、集成运算放大器及其应用、稳压电路、晶闸管和可控整流电路等内容。

本书由孙克军主编，梁昆、刘宝坤为副主编。第1、5章由孙克军编写，第2、4章由梁昆编写，第3、6章由刘宝坤编写，第7、8章由张苏英编写，第9、10章由孙丽华编写。在此对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人一并表示衷心感谢。

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。

编者

# 目录

## 第1章 直流电路

/ 1

第1讲	电路及电路图	2
第2讲	电流	5
第3讲	电压和电动势	9
第4讲	电阻	13
第5讲	常用电阻器	16
第6讲	部分电路欧姆定律	20
第7讲	全电路欧姆定律	22
第8讲	电功与电功率	25
第9讲	电阻的串联	28
第10讲	电阻的并联	32
第11讲	电阻的混联	35
第12讲	基尔霍夫电流定律	37
第13讲	基尔霍夫第二定律	40
第14讲	支路电流法	42
第15讲	叠加定理	44
第16讲	电池组	47

## 第2章 电容器

/ 51

第1讲	电容器和电容量	52
第2讲	电容器的连接	55
第3讲	电容器的充放电	59
第4讲	电容器的种类和选用	62

### 第3章 磁场与电磁感应

/ 67

第1讲	磁的基本知识 .....	68
第2讲	磁场的基本物理量 .....	73
第3讲	铁磁材料的特性 .....	76
第4讲	铁磁材料的损耗和分类 .....	80
第5讲	磁场对载流导体的作用 .....	83
第6讲	电磁感应定律 .....	86
第7讲	自感和自感电动势 .....	90
第8讲	互感和互感电动势 .....	94

### 第4章 单相正弦交流电路

/ 99

第1讲	交流电的产生 .....	100
第2讲	正弦交流电的基本物理量 .....	105
第3讲	正弦交流电的表示法 .....	111
第4讲	纯电阻电路 .....	115
第5讲	纯电感电路 .....	118
第6讲	纯电容电路 .....	122
第7讲	电阻与电感的串联电路 .....	126
第8讲	电阻、电感、电容的串联电路 .....	130
第9讲	电感线圈和电容器的并联电路 .....	133
第10讲	提高功率因数的意义和方法 .....	137

### 第5章 三相正弦交流电路

/ 141

第1讲	三相正弦交流电动势的产生 .....	142
第2讲	三相电源的连接 .....	145
第3讲	三相负载的连接 .....	148
第4讲	三相电路的功率 .....	154

### 第6章 半导体二极管和整流滤波电路

/ 157

第 1 讲	半导体的基本知识	158
第 2 讲	PN 结及其单向导电性	161
第 3 讲	二极管的基本结构和主要类型	164
第 4 讲	二极管的伏安特性和主要参数	168
第 5 讲	二极管的选用	171
第 6 讲	单相半波整流电路	174
第 7 讲	单相全波整流电路	177
第 8 讲	单相桥式整流电路	180
第 9 讲	三相整流电路	184
第 10 讲	电容滤波电路	188
第 11 讲	电感滤波电路和复式滤波电路	191
第 12 讲	稳压二极管	195

## 第 7 章 晶体管和基本放大电路

/ 199

第 1 讲	晶体管的基本结构和主要类型	200
第 2 讲	晶体管的工作原理	204
第 3 讲	晶体管的特性曲线	209
第 4 讲	晶体管的主要参数	214
第 5 讲	晶体管的简易测试与选用	217
第 6 讲	放大电路概述	222
第 7 讲	共发射极基本放大电路的工作原理	225
第 8 讲	静态工作点	228
第 9 讲	共发射极基本放大电路的分析	232
第 10 讲	静态工作点的稳定	238
第 11 讲	共集电极放大电路与共基极放大电路	241

## 第 8 章 集成运算放大器及其应用

/ 243

第 1 讲	集成运算放大器概述	244
第 2 讲	理想集成运算放大器及其分析依据	247
第 3 讲	比例运算电路	250

第 4 讲	加法运算电路和减法运算电路	253
第 5 讲	电压比较器	255

## 第 9 章 稳压电路 / 259

第 1 讲	稳压二极管稳压电路的工作原理	260
第 2 讲	稳压二极管稳压电路参数的选择	263
第 3 讲	简单串联型晶体管稳压电路	265
第 4 讲	集成稳压器的分类及主要参数	267
第 5 讲	三端固定输出电压集成稳压器的应用	270
第 6 讲	三端可调输出电压集成稳压器的应用	273

## 第 10 章 晶闸管和可控整流电路 / 277

第 1 讲	晶闸管概述	278
第 2 讲	晶闸管可控整流的基本概念	283
第 3 讲	单相可控整流电路	286
第 4 讲	三相可控整流电路	289
第 5 讲	晶闸管触发电路	293
第 6 讲	晶闸管的简易检测与使用注意事项	297
第 7 讲	晶闸管的选用	300

## 参考文献 / 303



# 第 1 章 DI YI ZHANG

## 直流电路

- 第1讲 电路及电路图
- 第2讲 电流
- 第3讲 电压和电动势
- 第4讲 电阻
- 第5讲 常用电阻器
- 第6讲 部分电路欧姆定律
- 第7讲 全电路欧姆定律
- 第8讲 电功与电功率
- 第9讲 电阻的串联
- 第10讲 电阻的并联
- 第11讲 电阻的混联
- 第12讲 基尔霍夫电流定律
- 第13讲 基尔霍夫第二定律
- 第14讲 支路电流法
- 第15讲 叠加定理
- 第16讲 电池组

# 第 1 讲 电路及电路图

## 一、电路和电路的组成

由电源、负载、导线和开关等组成的闭合回路是电流所经之路，称为电路，例如，在日常生活中，把一个灯泡通过开关、导线和电池连接起来，就组成了一个照明电路，如图 1-1 所示，当合上开关，电路中就有电流通过，灯泡就亮起来。

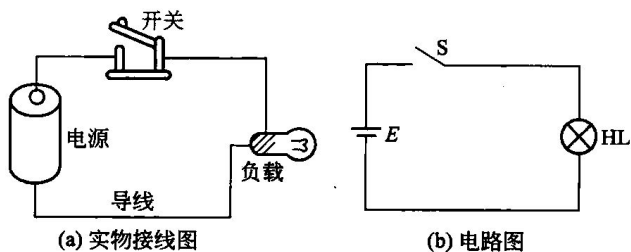


图 1-1 电路与电路图

电路一般由以下四部分组成。

### 1. 电源

电源是提供电能的装置，其作用是将其其他形式的能量转换为电能，如发电机、蓄电池、光电池等都是电源。发电机将机械能转换成电能；蓄电池将化学能转换成电能；光电池将光能转换成电能。

### 2. 负载

负载是消耗电能的电器或设备，其作用是将电能转换为其他形式的能量，如电灯、电炉、电动机等都是负载。电灯将电能转换成光能；电炉将电能转换成热能；电动机将电能转换成机械能。

### 3. 导线

连接电源与负载的金属线称为导线。导线用于将电路的各种元件、各个部分连接起来，形成完整的电路。导线通过一定的电流，以实现电能或电信号的传输与分配。

### 4. 开关

开关是控制电路接通和断开的装置。

电路中，根据需要还装配有其他辅助设备，如测量仪表用来测量电路中的电量；熔断器用来执行保护任务等。

## 二、电路图

图 1-1(a) 是用电气设备的实物图形表示的实际电路，它的优点是直观，但画起来很复杂，不便于分析和研究。因此，在设计、安装、分析和研究电路时，总是把这些实际设备抽象成一些理想化的模型，用规定的图形符号表示。这种用统一规定的图形符号画出的电路模型图称为电路图，如图 1-1(b) 所示。常用电气图形符号如图 1-2 所示。

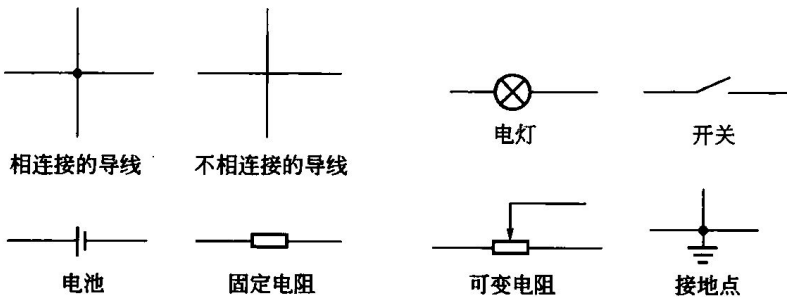


图 1-2 常用电气图形符号

## 三、电路的工作状态

电路的工作状态有以下三种。

### 1. 通路

通路就是电源与负载接成闭合电路。这时，电路中有电流通

过。必须注意，处于通路状态的各种电气设备的电压、电流、功率等数值不能超过其额定值。

## 2. 断路

断路就是电源与负载未接成闭合电路，这时电路中没有电流通过。断路又称开路。

## 3. 短路

短路就是电源未经负载而直接由导线（导体）构成通路，如图 1-3 所示。短路时，电路中流过的电流将会比正常工作时允许的工作电流大很多倍。一般情况下，短路时的大电流会损坏电源和导线等，应该尽量避免。

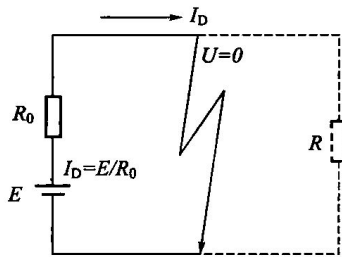


图 1-3 电路的短路

**【例 1-1】** 什么叫短路？什么叫断路？它们各有什么特点？

答：电气设备在正常工作时，电路中的电流由电源的一端经过电气设备流回到电源的另一端，形成回路。如果电流不经电气设备而由电源的一端直接回到电源的另一端，导致电路中的电流急剧增大，这就称为短路。短路属于事故状态，往往造成电源被烧坏或酿成火灾，必须严加避免。

如果将电路的回路切断或发生断线，电路中的电流不能通过，就称为断路。在实际电路中，电气设备与电气设备之间、电气设备与导线之间连接时，接触不良也会使电路处于断路状态。

## 第2讲 电流

### 一、电流的形成

任何物质都是由分子组成的，分子由原子组成，而原子又是由带正电的原子核和带负电的电子组成。在通常状况下，原子核所带的正电荷数等于核外电子所带的负电荷数，所以原子是中性的，不显电性，物质也不显带电的性能。当给予一定外加条件（如接上电源）时，金属或某些溶液中的电子就被迫发生有规则运动。

电荷有规则地定向移动称为电流。在金属导体中，电流是电子在外电场作用下有规则地运动形成的。在某些液体或气体中，电流则是正离子或负离子在电场力作用下有规则地运动形成的。

### 二、电流的方向

电流不仅有大小，而且有方向，习惯上规定以正电荷移动的方向为电流的方向。

在分析或计算电路时，常常要求出电流的方向，但当电路比较复杂时，某段电路中电流的实际方向往往难以确定，此时，可先假定电流的参考方向，然后列方程求解，当解出的电流为正值时，就认为电流的实际方向与参考方向一致，见图 1-4(a)；反之，当解出的电流为负值时，就认为电流的方向与参考方向相反，如图 1-4(b) 所示。

### 三、电流的大小

为了比较准确地衡量某一时刻电流的大小或强弱，引入了电流

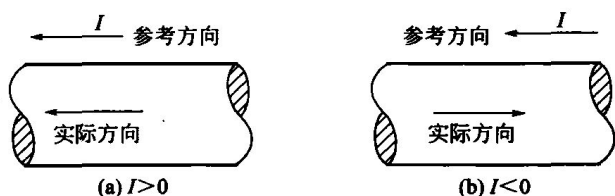


图 1-4 电流的方向

这个物理量，表示符号为  $I$ 。电流的大小等于通过导体横截面的电荷量与通过这些电荷量所用的时间的比值。如果在时间  $t$  内通过导体横截面的电荷量为  $q$ ，那么，电流  $I$  为

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

电流  $I$  的单位名称是安培，简称安，用字母 A 表示；电量  $q$  的单位名称是库仑，简称库，用字母 C 表示。

如果在 1 秒 (1s) 内通过导体横截面的电量为 1 库仑 (1C)，则导体中的电流就是 1 安培 (1A)。除安培外，常用的电流单位还有千安 (kA)、毫安 (mA) 和微安 ( $\mu\text{A}$ ) 等，其换算关系如下。

$$1\text{kA} = 10^3 \text{A}$$

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

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

#### 四、电流的种类

导体中的电流不仅可具有大小的变化，而且可具有方向的变化。大小和方向都不随时间而变化的电流称为恒定直流电流，如图 1-5(a) 所示。方向始终不变，大小随时间而变化的电流称为脉动直流电流，如图 1-5(b) 所示。大小和方向均随时间变化的电流称为交流电流。工业上普遍应用的交流电流是按正弦函数规律变化的，称为正弦交流电流，如图 1-5(c) 所示。非正弦交流电流如图 1-5(d) 所示。

为了区别直流电流和交流电流，直流电流用大写字母  $I$  表示；

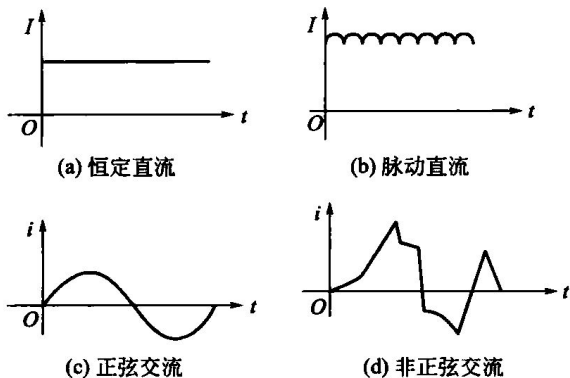


图 1-5 电流种类

交流电流用小写字母  $i$  表示。

## 五、电流密度

在实际工作中，有时要选择导线的粗细（横截面），这就用到电流密度这一概念。所谓电流密度，就是指当电流在导体的横截面上均匀分布时，该电流与导体横截面积的比值。电流密度用字母  $J$  表示，其数学表达式为

$$J = \frac{I}{S}$$

式中，当电流  $I$  的单位为 A、横截面积  $S$  的单位为  $\text{mm}^2$  时，电流密度  $J$  的单位是  $\text{A}/\text{mm}^2$ 。

选择合适的导线横截面积就可使导线的电流密度在允许的范围内，保证用电安全。当导线中通过的电流超过允许值时，导线将过热，甚至造成事故。

**【例 1-2】** 某导体在 5min 内均匀通过其横截面的电荷量为 900C，求该导体中的电流。

解：

$$I = \frac{q}{t} = \frac{900}{5 \times 60} = 3 \text{ (A)}$$

**【例 1-3】** 某照明电路中需要通过 15A 的电流，如果选用的铜导线，求应采用的铜导线的截面积（设铜导线允许的电流密度  $J=6\text{A}/\text{mm}^2$ ）是多少？

解：

$$S = \frac{I}{J} = \frac{15}{6} = 2.5 \text{ (mm}^2\text{)}$$



## 第3讲 电压和电动势

### 一、电压

电压又称电位差，是衡量电场力做功本领的物理量。

水要有水位差才能流动，与此相似，要使电荷有规则地移动，必须在电路两端有一个电位差，也称为电压。电压用符号  $U$  表示（直流电压用大写字母  $U$  表示，交流电压用小写字母  $u$  表示）。

电压的基本单位是伏特，简称伏，用字母  $V$  表示，例如干电池两端电压一般是  $1.5V$ ，电灯电压为  $220V$  等。有时采用比伏更大或更小的单位：千伏 ( $kV$ )、毫伏 ( $mV$ )、微伏 ( $\mu V$ ) 等。这些单位之间的换算关系如下。

$$1kV=10^3V$$

$$1V=10^3mV$$

$$1mV=10^3\mu V$$

电压和电流一样，不仅有大小，而且有方向，即有正负。对于负载来说，规定电流流进端为电压的正端，电流流出端为电压的负端。电压的方向由正指向负。

电压的方向在电路图中有两种表示方法，一种用箭头表示，如图 1-6(a) 所示；另一种用极性符号表示，如图 1-6(b) 所示。

在分析电路时，往往难以确定电压的实际方向，此时可先任意假设电压的参考方向，再根据计算所得电压值的正负来确定电压的实际方向。当计算出的电压为正值时，

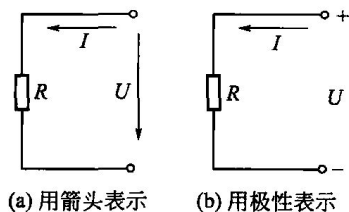


图 1-6 电压的方向