

◎ 王学屯 编著

电工学习

一点通

Electric learning



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电工学习一点通

王学屯 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分 15 章, 内容主要包括从初学者必知到基本元器件的识别、检测与代换; 从弱电基础电路的分析到电工常用工具及电工材料; 从常用电工测量仪器、仪表到电工识图知识; 从焊接技术到低压控制电器、电动机、电动机控制技术、变压器; 从电工维修到电工计算、室内照明设备的安装、施工现场安全用电等。

本书适合于爱好电工的初、中级读者作为自学参考书, 也可作为农村电工、相关技能培训班、家电维修后维修人员的培训和自学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工学习一点通 / 王学屯编著. —北京: 电子工业出版社, 2015. 1
ISBN 978-7-121-25003-3

I. ①电… II. ①王… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 279003 号

策划编辑: 柴 燕

责任编辑: 周宏敏 文字编辑: 韩 蕾

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1 092 1/16 印张: 18.25 字数: 467.2 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 48.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

由于电工电子业的飞速发展，电类专业的工作越来越多、越来越受欢迎。本书以能力为本位，以“打造轻松的学习环境，快速学习与考证，实践技能快上手”为目标，以崭新的视角，图文并茂地把理论和实践有机地结合在一起，呈现给大家。具体地说，本书有以下特点。

(1) 通俗易懂。原理阐述简单化，着重于技能方法的操作，且辅以大量实物照片和图表，图文并茂，大大减小了读者的学习难度。

(2) 内容编排、叙述方式及类聚实例都以《中华人民共和国工人技术等级标准》——电工（初级、中级）为主体进行介绍，对重要的概念、公式及注意事项都以重点突出的形式列出，以加强记忆性。

(3) 为了理论联系实际，强化初学者职业能力的培养与训练，每章节后面都有适量的思考与练习，便于大家学习与巩固。

(4) 内容庞大，但易学易懂。共有 15 章，从初学者必知到基本元器件的识别、检测与代换；从弱电基础电路的分析到电工常用工具及电工材料；从常用电工测量仪器、仪表到电工识图知识；从焊接技术到低压控制电器、电动机、电动机控制技术、变压器；从电工维修到电工计算、室内照明设备的安装、施工现场安全用电等，真可谓面面俱到，但读起来易学易懂！

本书适合于爱好电工的初、中级读者作为自学参考书，也可作为农村电工、相关技能培训班、家电维修维修人员的培训和自学用书。

全书主要由王学屯编写，参加编写的还有赵广建、王江南、高选梅、刘军朝、王米米、王琼琼、王翌敏、尚飞、张颖颖、刘琳、孙文波、段朝伟、陈慧波等。在本书的编写过程中参考了大量的文献和书籍，书后只列出了一部分，在此，对这些文献和书籍的作者深表感谢！同时，在编写过程中，还得到了电子工业出版社赵丽松、柴燕的大力支持和帮助，在此一并表示最诚挚的感谢！

由于编者水平有限，且时间仓促，本书难免有错误和不妥之处，恳请各位读者批评指正，以便使之日臻完善，在此表示感谢。

编著者

第 1 章 初学者必知	1
1.1 电路的基本概念	1
1.1.1 电路及其组成、任务	1
1.1.2 电路的状态	2
1.2 直流电路	3
1.2.1 电路三兄弟——电阻、电压、电流	3
1.2.2 电动势、电功、电功率	5
1.3 电路连接的特点	6
1.3.1 电阻串联的特点	6
1.3.2 电阻并联的特点	7
1.4 电路应遵循的基本定律	8
1.4.1 欧姆定律	8
1.4.2 基尔霍夫定律	9
1.5 交流电路.....	12
1.5.1 表征交流电的基本物理量	12
1.5.2 正弦交流电的表述形式	15
1.5.3 三相交流电供电线路	17
1.5.4 基本供电系统	18
思考与练习 1	23
第 2 章 基本元器件的识别、检测与代换	24
2.1 电阻.....	24
2.1.1 电阻的分类、作用	24
2.1.2 电阻的表示方法	27
2.1.3 电阻的主要技术指标	28
2.1.4 电阻的检测	29
2.2 电容.....	30
2.2.1 电容的分类、作用	30
2.2.2 电容的表示方法	32
2.2.3 电容的主要技术指标	32
2.2.4 电容的检测	33
2.3 感性器件.....	34
2.3.1 感性器件的分类、作用	34
2.3.2 感性器件的标识方法	36

2.3.3	感性器件的主要技术指标	36
2.3.4	感性器件的检测	37
2.4	二极管	37
2.4.1	二极管的分类	37
2.4.2	二极管的主要技术指标	39
2.4.3	二极管的检测	39
2.5	三极管	40
2.5.1	三极管的分类	40
2.5.2	三极管的主要技术指标	42
2.5.3	三极管的检测	43
2.6	晶闸管	44
2.6.1	晶闸管的分类	44
2.6.2	晶闸管的特性	44
2.6.3	晶闸管的检测	46
	思考与练习 2	48
第3章	弱电基础电路的分析	49
3.1	晶体二极管、三极管的识别	49
3.1.1	二极管的识别	49
3.1.2	三极管的识别	51
3.2	电源电路	53
3.2.1	直流稳压电源的组成	53
3.2.2	装配电源电路	57
3.3	基本放大电路	60
3.3.1	三种电路的组态	60
3.3.2	基本放大电路的组成	60
3.3.3	分压式放大电路的基本组成	61
3.3.4	多级放大电路的作用及组成	61
3.3.5	多级放大电路的耦合方式	62
	思考与练习 3	64
第4章	电工常用工具及电工材料	65
4.1	常用电工工具和防护用具	65
4.1.1	验电器	65
4.1.2	螺钉旋具	66
4.1.3	剪切工具	69
4.1.4	扳手工具	72
4.1.5	电工刀	74
4.2	内外线专用工具	74
4.2.1	喷灯	74
4.2.2	紧线器	75

4.2.3	弯管器	76
4.2.4	手电钻	76
4.2.5	锤子	76
4.2.6	拆卸器	77
4.3	各种常用电工材料	77
4.3.1	导电材料	77
4.3.2	绝缘材料	83
	思考与练习 4	86
第 5 章	常用电工测量仪器、仪表	87
5.1	常用电工仪表的分类	87
5.1.1	指针式仪表	87
5.1.2	数字式仪表	88
5.1.3	较量式仪表	88
5.1.4	电工仪表的面板符号	88
5.2	万用表	89
5.2.1	万用表简介	89
5.2.2	指针式万用表的使用	90
5.2.3	数字式万用表的使用	94
5.3	兆欧表	99
5.3.1	兆欧表简介及分类	99
5.3.2	手摇发电机式兆欧表使用前的准备工作及注意事项	101
5.3.3	手摇发电机式兆欧表的基本操作方法	101
5.3.4	电池供电式兆欧表的注意事项和操作方法	103
5.4	钳形电流表	103
5.4.1	钳形电流表的分类及原理	104
5.4.2	钳形电流表的正确使用	105
5.4.3	使用钳形电流表检查低压线路漏电和窃电	105
	思考与练习 5	107
第 6 章	电工识图知识	108
6.1	规定的基本符号图形	108
6.1.1	文字符号	108
6.1.2	图形符号	109
6.2	电路图的类型	111
6.2.1	弱电电路图的类型	111
6.2.2	强电电路图的类型	113
6.3	弱电识图的基本方法	115
6.3.1	识读电路图的要求	115
6.3.2	识图的基本方法	115
6.3.3	几种图纸的识读技巧	116

6.4	强电识图的基本方法	118
6.4.1	连接线的基本表示方法	118
6.4.2	照明接线的表示方法	122
6.4.3	图上位置的表示方法	123
6.4.4	电气控制电路识图要点及程序	125
6.4.5	识读强电图纸应具备的知识技能和注意事项	126
6.4.6	识读家装电气图纸——房间照明平面图	127
6.4.7	识读标准层照明平面图	128
	思考与练习6	133
第7章	焊接技术	134
7.1	弱电焊接工艺技术	134
7.1.1	电烙铁简介及分类	134
7.1.2	焊锡、助焊剂与阻焊剂	136
7.1.3	电烙铁的正确使用	138
7.1.4	吸锡器的使用	142
7.2	强电焊接工艺技术——气焊与电弧焊	144
7.2.1	焊接及分类	144
7.2.2	钎料与钎剂	145
7.2.3	气焊设备	147
7.2.4	氧气—乙炔气焊的基本操作技术	150
7.2.5	气焊工艺参数	152
7.2.6	电弧焊简介	153
7.2.7	手工电弧焊设备与工具	154
7.2.8	手工电弧焊工艺	155
7.2.9	对接平焊的操作技术	157
	思考与练习7	159
第8章	低压控制电器	160
8.1	低压电器的分类、组成	160
8.1.1	专业名词解释——电力拖动、电器、低压电器	160
8.1.2	低压电器的分类	160
8.1.3	低压电器的组成	161
8.2	熔断器	163
8.2.1	熔断器的结构和工作原理	163
8.2.2	熔断器的型号命名	164
8.2.3	熔断器的主要参数和型号	164
8.2.4	熔断器的选用	165
8.3	开关与主令电器	165
8.3.1	刀开关	165
8.3.2	转换开关（组合开关）	166

8.3.3	控制按钮	167
8.3.4	行程开关	168
8.3.5	低压断路器(自动开关)	169
8.4	交流接触器	171
8.4.1	接触器的作用、分类及结构	171
8.4.2	交流接触器的工作原理	172
8.4.3	交流接触器的型号与技术参数	173
8.4.4	交流接触器选用原则	173
8.5	继电器	173
8.5.1	热继电器	174
8.5.2	时间继电器	175
8.5.3	过电流继电器	176
8.5.4	电压继电器	177
8.5.5	速度继电器	178
8.6	电磁铁与电磁离合器	179
8.6.1	电磁铁	179
8.6.2	电磁离合器	180
	思考与练习 8	181
第 9 章	电动机	182
9.1	电动机的种类和用途	182
9.2	交流异步电动机的结构	183
9.2.1	定子部分	183
9.2.2	转子部分	184
9.2.3	其他部分	184
9.3	交流异步电动机的工作原理	187
9.4	电动机的铭牌和型号	187
9.5	三相异步电动机的启动	188
9.6	直流电动机	190
9.6.1	直流电动机的结构	190
9.6.2	直流电动机的分类	192
	思考与练习 9	193
第 10 章	电动机控制技术	194
10.1	三相异步电动机直接启动、点动	194
10.1.1	直接用开关启动	194
10.1.2	点动正转控制电路	194
10.2	接触器正转控制	196
10.2.1	接触器自锁正转控制	196
10.2.2	具有过载保护的自锁正转控制	197
10.3	三相异步电动机正、反转控制	199

10.3.1	倒顺开关正反转控制线路	199
10.3.2	接触器联锁的正反转控制电路	199
10.3.3	按钮联锁的正反转控制电路	200
10.4	行程控制	201
10.4.1	位置控制电路	201
10.4.2	自动往返控制电路	202
10.5	三相异步电动机降压启动控制电路	203
10.5.1	$\text{Y}-\Delta$ 减压启动控制电路	203
10.5.2	延边三角形降压启动控制电路	205
	思考与练习 10	206
第 11 章	变压器	207
11.1	变压器的分类和用途	207
11.2	变压器的结构与冷却方式	209
11.2.1	变压器的结构	209
11.2.2	变压器的冷却方式	211
11.3	变压器原理	211
11.4	三相变压器绕组的连接及连接组别	212
11.4.1	三相变压器绕组的连接	212
11.4.2	三相变压器绕组的连接组别	213
11.5	三相变压器并联运行	214
11.5.1	三相变压器并联运行的原因	214
11.5.2	三相变压器并联运行的条件	215
	思考与练习 11	216
第 12 章	电工维修	217
12.1	维修电工的安全问题	217
12.2	故障检查的方法	218
12.2.1	询问法	218
12.2.2	直观检查法	218
12.2.3	电阻法	218
12.2.4	电压法	219
12.2.5	电流法	219
12.2.6	代换法	219
12.2.7	开路、短路、并联法	219
12.3	怎样用万用表检查电路	220
12.4	照明线路短路、断路的排查	221
12.4.1	照明线路短路的排查	221
12.4.2	照明线路断路的排查	222
12.5	万用表检测电气控制电路	222
12.5.1	电阻法检测电气控制线路故障	222

12.5.2 电压法检测电气控制线路故障	223
12.6 用数字式万用表判断电源火线和电源线断芯的位置	224
12.6.1 判断火线的方法与步骤	224
12.6.2 判断电源线断芯位置的方法与步骤	224
12.7 灯具电路的常见故障及排除	225
12.7.1 白炽灯电路的常见故障及排除	225
12.7.2 荧光灯电路的常见故障及排除	225
思考与练习 12	230
第 13 章 电工计算	231
13.1 低压电器元件的选择计算	231
13.1.1 熔断器的选择计算	231
13.1.2 交流接触器的选择计算	232
13.1.3 热继电器的选择计算	232
13.1.4 刀开关、组合开关、自动空气开关的选择计算	233
13.1.5 控制变压器的选择计算	233
13.2 导线截面积及载流量的计算	234
13.3 用电负荷的计算	236
13.3.1 三相用电设备的负载计算	236
13.3.2 用电设备组的负载计算	236
13.3.3 车间低压母线的负载计算	237
13.3.4 负载计算经验口诀	238
13.4 电杆埋设深度的计算	239
13.5 户外线路横担长度的计算	239
13.6 照明负荷参数的计算	240
思考与练习 13	241
第 14 章 室内照明设备的安装	242
14.1 导线的连接及绝缘处理	242
14.1.1 导线绝缘层的剥离	242
14.1.2 导线与导线的连接	245
14.1.3 导线与接线柱的连接	247
14.1.4 导线连接后的绝缘处理	249
14.2 配电装置的安装	251
14.2.1 电度表的安装	251
14.2.2 户内配电箱、配电盘的安装	254
14.2.3 室内配电的基本原则	257
14.3 照明灯具的安装	258
14.3.1 室内装饰灯具简介	258
14.3.2 照明灯具的布置	259
14.3.3 照明灯具的安装要求	261

14.3.4	照明电灯的基本接法	262
14.3.5	悬吊式白炽灯的安装	264
14.3.6	灯开关的安装	266
14.3.7	插座的安装	267
	思考与练习 14	269
第 15 章	施工现场安全用电	270
15.1	配电系统的等电位连接	270
15.1.1	基本定义	270
15.1.2	应采用等电位连接的导体	270
15.1.3	等电位连接的作用	271
15.1.4	等电位连接导线截面的选择	271
15.2	触电防护	272
15.2.1	保护接地	272
15.2.2	保护接零	272
15.2.3	重复接地	273
15.3	电工一般安全操作常识	273
15.3.1	掌握一般安全操作知识	273
15.3.2	掌握检修电气线路和设备的基本知识	274
15.3.3	检修中的防触电措施	275
15.4	安全用电操作	276
15.4.1	工作票制度、工作许可制度和监护制度	276
15.4.2	停电检修的技术措施	277
15.4.3	带电检修时的安全操作	278
	思考与练习 15	279
	参考文献	280

第 1 章

初学者 必知

本章是电工学的理论基础，主要介绍电路的基本概念、电路应遵循的基本定律、直流电路和交流电路等一些基本物理量，并研究电路的基本规律。

电工技术等级标准的知识要求：

交、直流电路的基本知识；

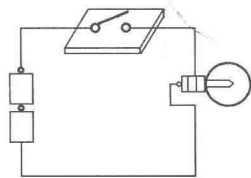
一般的电路计算公式和方法。

1.1 电路的基本概念

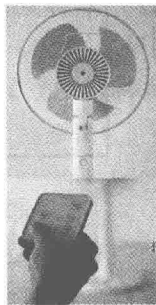
1.1.1 电路及其组成、任务

如图 1.1 (a) 所示，当合上开关时，电灯泡会发亮，这是因为电路中有电流通过。同样，如图 1.1 (b) 所示，当接通电风扇开关时，电风扇会转动起来，这也是因为电路中有电流通过。

我们把电流通过的路径称为电路。电路分为直流电路和交流电路。图 1.1 (a) 所示为最简单的直流电路，图 1.1 (b) 所示为最简单的交流电路。



(a) 直流电路



(b) 交流电路

图 1.1 电路的组成

任何一个完整的实际电路都包括 4 个基本部分，即电源、负载、导线及开关，实物接线图如图 1.2 所示。

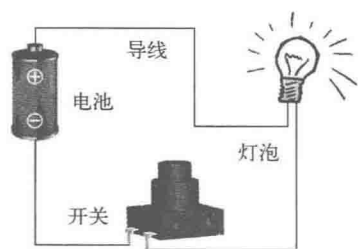


图 1.2 简单的电路

各部分的主要功能如下。

(1) 电源：提供电能的设备，其作用是把其他形式的能量转化为电能。常见的有干电池、蓄电池、光电池、锂离子电池、发电机等。电源常用图形符号为“ $\text{—}| \text{—}$ ”，或用“ ⊙ ”来表示。

(2) 负载：各种用电设备，其作用是将电能转化为其他形式的能量，如电灯泡、电风扇、电动机、电加热器等。

(3) 导线：连接电源和负载，用于输送和分配电能。

常用的导线是铜线和铝线，在弱电中（印制电路板），常用印制铜箔作为导线。

(4) 开关：开关控制电路的导通（ON）和断开（OFF）。常用的有闸刀开关、拉线开关、按钮开关、拨动开关、空气开关等，在弱电中常采用电子开关来代替机械性开关。

电路主要有两大任务：一是实现能量的传输或转换，例如，电能通过导线传输给电灯泡转换为光能；二是实现电信号的传递和处理，如电视机、手机中的各种单元电路。

实际电路中根据需要还装有其他辅助设备，如测量仪表、熔断器、继电器等。

1.1.2 电路的状态

电路一般有 3 种工作状态：通路、断路和短路，如图 1.3 所示。

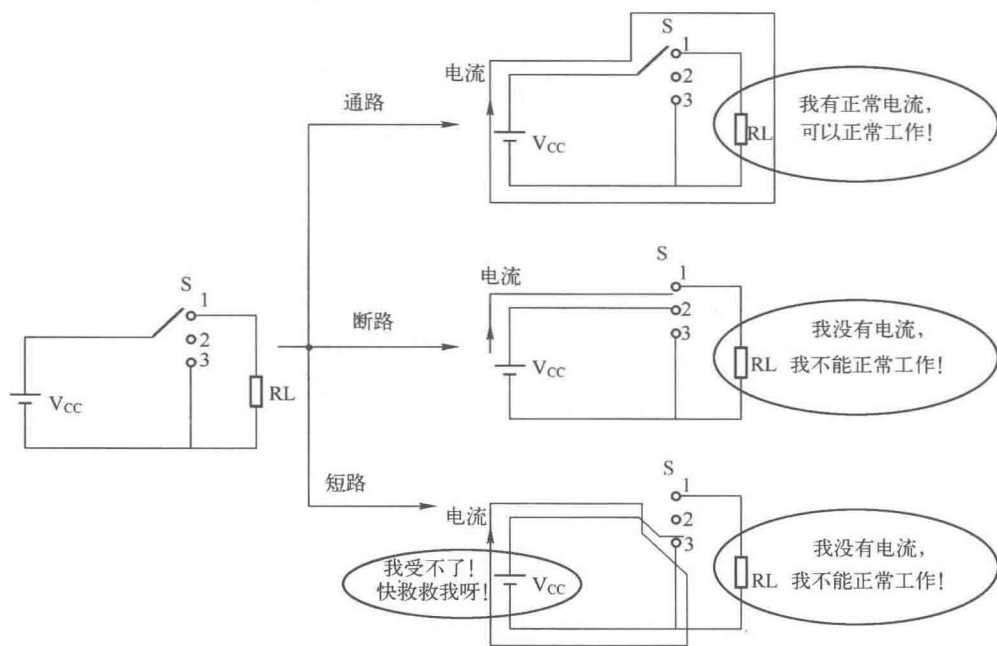


图 1.3 电路的三种状态

(1) 通路（闭路）：电源与负载接通，电路中有正常的电流通过，电气设备获得一定的电压和电功率。如图 1.3 中开关 S 置于“1”上。必须注意，处于通路状态的各种电气设备的电压、电流、功率等不能超过其额定值。

(2) 断路(开路): 电路断开, 电路中无电流通过, 又称空载状态。如图 1.3 中开关 S 置于“2”上。实际中, 电气设备之间、电气设备与导线之间接触不良也会使电路处于断路状态。

(3) 短路: 电源两端未经负载直接由导线相连接。如图 1.3 开关中 S 置于“3”上。此时, 电路中电流过大, 对电源来说属于严重过载, 导致烧坏电源或其他设备, 所以通常要在电路中安装熔断器等保护装置, 严防电路发生意外短路。

1.2 直流电路

1.2.1 电路三兄弟——电阻、电压、电流

1. 电阻

导体能够让电流通过, 但同时导体对通过的电流有阻碍作用。我们把导体对电流的阻碍作用称为电阻, 用“R”来表示。

电阻的单位名称是欧姆, 简称“欧”, 用“ Ω ”表示。常用的电阻单位还有千欧(k Ω)和兆欧(M Ω), 其换算关系如下。

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

在各种电路中, 经常要用到具有一定电阻值的元件, 即电阻器。电阻器常简称为电阻, 在电路中主要用于分压、分流(限流)、耦合(交联)、负载、退耦、振荡及定时等。

电阻的阻值是怎样计算的? 导体的电阻不仅与其材料性质有关, 还与其尺寸有关。在温度不变时, 同一种材料的均匀导体, 其电阻的大小与导体的长度成正比, 与导体的横截面积成反比, 这个规律叫作电阻定律。用公式表示为:

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

式中, L 为导体的长度, 单位是米(m); S 为导体的横截面积, 单位是平方米(m^2); ρ 为导体的电阻率, 其值由导体材料的性质决定, 单位是欧姆米($\Omega \cdot \text{m}$); R 为导体的电阻, 单位是欧姆(Ω)。

可见, 导体的电阻是客观存在的, 它只与导体的尺寸及材料有关, 而与加在导体两端的电压大小无关, 即使没有电压, 导体的电阻仍然存在。

2. 电压与电位

1) 电位

水总是从高水位流向低水位, 同样, 在电路中, 电流总是从高电位流向低电位, 说明电路中各点也有一定的电位。

我们把电场力将单位正电荷从某点移到参考点所做的功叫作该点的电位。通常用 V (或 U) 带下标的符号表示, 如 V_a 、 V_b 、 U_a 、 U_b 等。电位的单位是伏特, 简称伏, 单位符号是 V 。

为了求得电路中各点的电位, 必须选择一个参考点。参考点的电位规定为零, 这样, 高

于参考点的电位为正电位，低于参考点的电位为负电位。通常以大地或机壳为参考点，分别用符号“⊕”或“⊖”来表示。

应注意，参考点改变时，电路中各点的电位也将随之改变。

2) 电压

电路中两点之间的电位之差，称为该两点间的电压，也称电位差。通常用 U 带下标的符号表示。例如， U_{ab} 表示 a、b 两点间的电压，即

$$U_{ab} = U_a - U_b$$

电压的单位也是伏特 (V)，常用的单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV)，其换算关系为

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{mV} = 10^9\mu\text{V}$$

电压的方向规定为从高电位指向低电位，即电位降低的方向。因此，电压也称电压降。

3. 电流

我们把电荷有规则的定向移动称为电流。导体不同，其自由电荷的种类也不同。例如，在金属导体中，自由电荷是自由电子；在电解液中，自由电荷是正、负离子。

电流的分类方式较多，按波形可分为直流、交流和脉动电流三大类。凡大小和方向都不随时间变化的电流，称为稳恒电流，简称直流，用 DC 表示，如图 1.4 (a) 所示；凡大小和方向都随时间变化的电流，称为交变电流，简称交流，用 AC 表示，如图 1.4 (b) 所示；凡电流的大小随时间变化，但方向不随时间变化的电流，称为脉动电流，如图 1.4 (c) 所示。

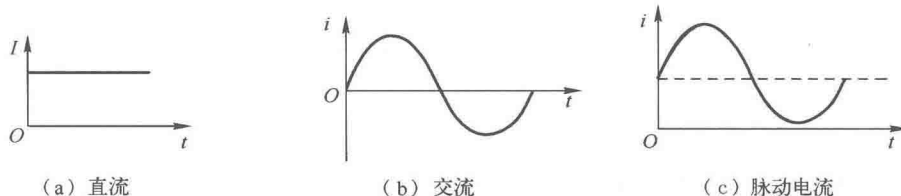


图 1.4 电流波形图

电流的大小用电流强度来衡量。我们把单位时间内通过导体横截面的电荷量叫作电流强度，简称电流，用 I 表示。

若在时间 t 内通过导体横截面的电荷量为 Q ，则电流 I 为：

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

式中，时间 t 的单位是秒 (s)；电荷量 Q 的单位是库仑 (C)，简称库；电流 I 的单位是安培 (A)，简称安。

常用的电流单位还有千安 (kA)、毫安 (mA)、微安 (μA) 等，其换算关系为

$$1\text{kA} = 10^3\text{A} = 10^6\text{mA} = 10^9\mu\text{A}$$

为分析、计算方便，习惯上规定，正电荷移动的方向为电流的正方向。在金属导体中，电流的方向与电子移动的方向相反。

1.2.2 电动势、电功、电功率

1. 电动势

在电源内部，电源力（发电的能力）将单位正电荷从负极移到正极所做的功，叫作电源的电动势，用 E 表示，单位是伏（V）。

简单地说电动势是电路中产生电流的力。电动势可以由包括化学（蓄电池）、磁（发电机）、热（热偶元件）、光（光电器件）、机械压力（石英晶体）在内的许多效应产生。

电动势的方向规定为在电源内部由负极指向正极。

2. 电功

电流通过电灯泡时，电灯泡会发光；电流通过电动机时，电动机会转动……这说明，电流通过不同的负载时，能将电能转化为不同形式的能量。我们把电流通过负载时做的功，称为电功或电能，用 W 表示，即

$$W = IUt$$

式中， U 的单位是伏特（V）； I 的单位是安培（A）； t 的单位是秒（s）；电功 W 的单位是焦耳，简称焦，单位符号是 J。

在实际应用中，电功还有一个常用单位是千瓦时，单位符号是 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，俗称度（电）。

$$1 \text{ 度(电)} = 1 \text{ 千瓦时} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

也就是，一个 1kW 的用电器工作 1h 所消耗的电能为 1 度电。

电能用电能表（电度表）来进行测量。电能表的外形结构如图 1.5 所示。

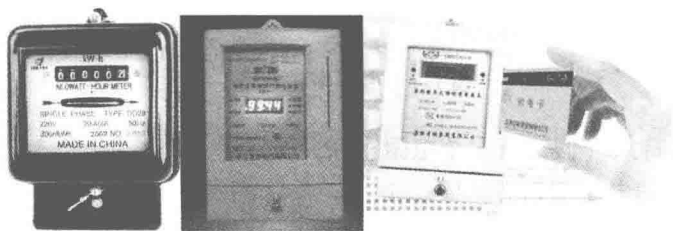


图 1.5 电能表（电度表）

3. 电功率

为了表征电流做功的快慢程度，我们引入电功率这一物理量。电流在单位时间内所做的功叫作电功率，用 P 表示，公式为：

$$P = \frac{W}{t}$$

式中， W 为电流所做的功（即电能），单位是焦耳（J）； t 为完成这些功所用的时间，单位是秒（s）； P 为电功率，单位是瓦特，简称瓦，单位符号是 W。

对于纯电阻电路，电能完全转化为热能，则电功率的公式可写成：