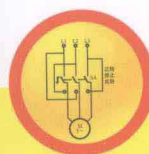




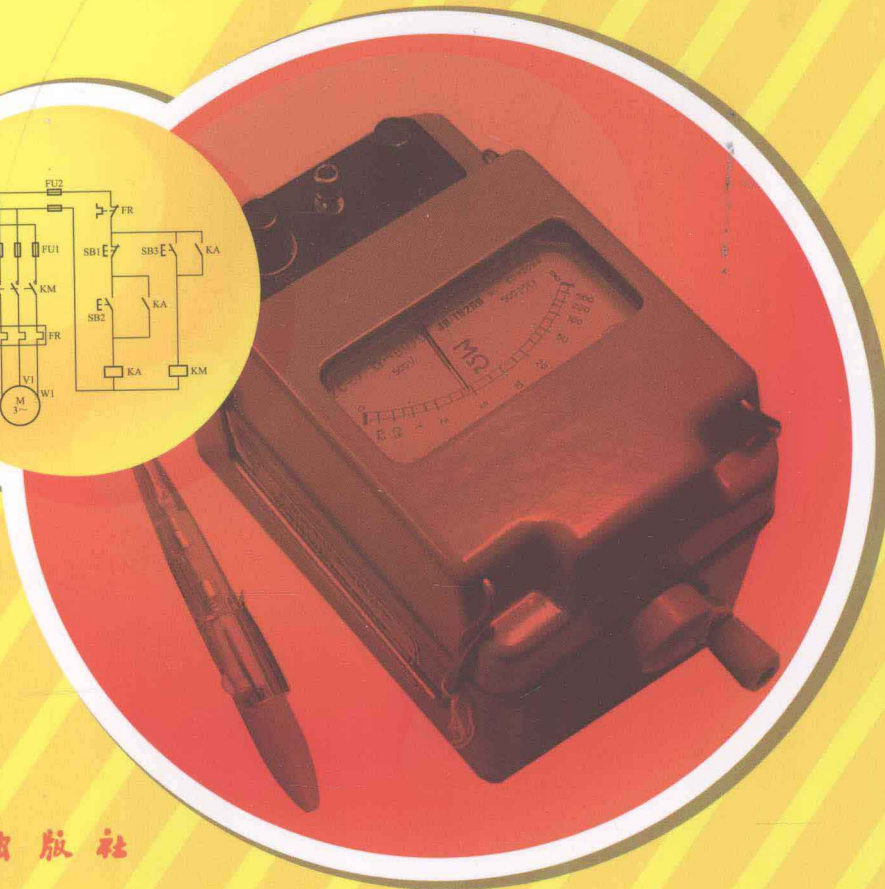
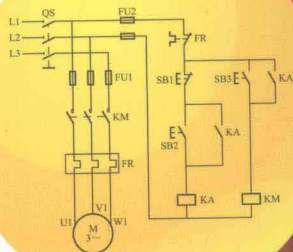
图表轻松学电工丛书

电工基本技能

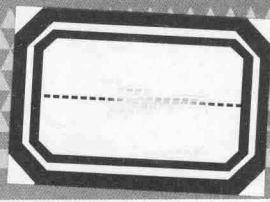
—— 孙克军 主编 李川 副主编



DIANGONG
JIBEN
JINENG



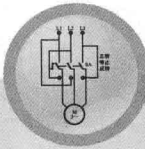
化学工业出版社



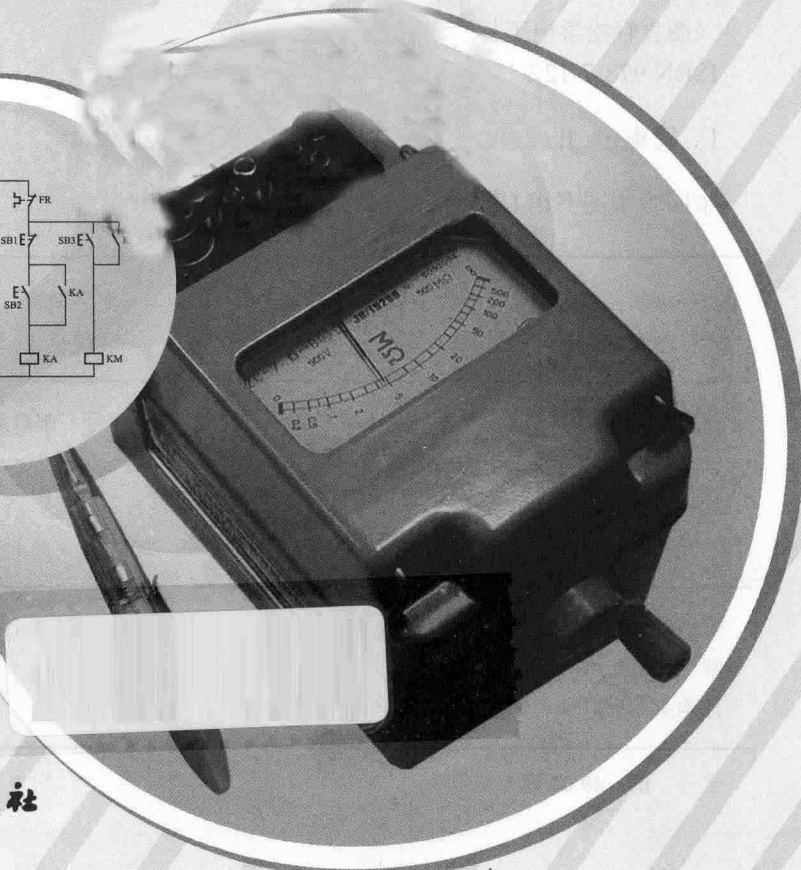
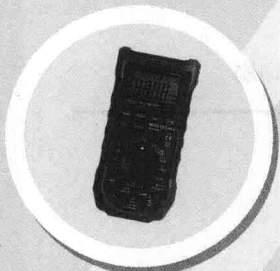
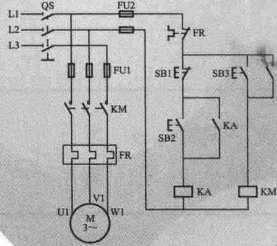
图表轻松学电工丛书

电工基本技能

—— 孙克军 主编 李川 副主编



DIANGONG
JIBEN
JINENG



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

电工基本技能 / 孙克军主编. —北京: 化学工业出版社,
2013.11

(图表轻松学电工丛书)

ISBN 978-7-122-18545-7

I. ①电… II. ①孙… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 231056 号

责任编辑: 高墨荣

文字编辑: 云 雷

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 张 辉

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17³/₄ 字数 376 千字 2014 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: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着我国电力事业的飞速发展，电工技术在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。为了满足大量农民工就业、在职职工转岗就业和城镇有志青年就业的需求，我们策划并组织具有实践经验的专家、教师和工程技术人员编写了《图表轻松学电工丛书》。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术。为此，本丛书在编写过程中，充分考虑到了许多电工初学者的具体情况，面向生产实际，搜集、查阅了大量与电工技术有关的技术资料，以基础知识和操作技能为重点，将初级电工的必备知识和技能进行了归类、整理和提炼。

本丛书包括：《电工基本技能》、《电动机使用与维修》、《变压器使用与维修》和《低压电器使用与维护》，共四个分册。

本丛书着重于基本原理、基本方法、基本概念的分析和应用，重点阐述物理概念，尽量联系电动机、变压器和低压电器等使用与维修的生产实践，力求做到重点突出，以帮助读者提高解决实际问题的能力，而且在编写体例上全部采用了图表形式，利用图表讲述如何巧学巧用电工技能，尽量回避一些实用性不强的理论阐述。具有简洁明了、便于查找、适合自学的优点。本丛书的特点是密切结合生产实际，图文并茂、深入浅出、通俗易懂，书中列举了大量实例，实用性强，易于迅速掌握和运用。

本书为《电工基本技能》分册。本书以基础知识和操作技能为重点，介绍了电工工具、电工仪表、常用低压配电线路和电动机常用控制电路等基础知识。书中内容包括低压电工常用物理量和计算公式、常用的电磁感应定律；各种电工仪表的使用方法与注意事项；常用低压架空线路、低压电缆线路、室内配电线路以及电气照明的种类、施工方法与注意事项；安全用电常识等。

本书由孙克军主编，李川为副主编。其中，第1、2章由李川编写，第3章由刘庆瑞编写，第4章由孙丽华编写，第5章由王素芝编写，第6、8章由孙克军编写，第7章由刘阔编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

本书不仅可作为零起点读者的就业培训用书，也可供电工及电气技术人员使用，还可作为高等职业院校及专科学校有关专业师生的教学参考书。

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 电工基础知识	1
1.1 认识电路	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路常用图形符号和电路的工作状态	2
1.2 常用物理量和计算公式	3
1.2.1 直流电路常用的物理量和计算公式	3
1.2.2 交流电路常用的物理量和计算公式	7
1.2.3 常用的电磁感应定律	12
第2章 常用电工工具的使用	13
2.1 常用电工工具的使用	13
2.1.1 电工刀的正确使用	13
2.1.2 螺丝刀的正确使用	15
2.1.3 钢丝钳的正确使用	17
2.1.4 尖嘴钳的正确使用	18
2.1.5 剥线钳的正确使用	19
2.1.6 活扳手的正确使用	20
2.1.7 电烙铁的正确使用	22
2.2 安全用电类工具的使用	23
2.2.1 验电笔的正确使用	23
2.2.2 绝缘手套使用注意事项	25
2.2.3 电工安全带使用注意事项	26
2.3 其他电工工具的使用	27
2.3.1 脚扣的正确使用	27
2.3.2 喷灯的正确使用	28
2.3.3 射钉器的正确使用	30
2.3.4 压接钳的正确使用	32
2.3.5 紧线器的正确使用	34
2.4 电动工具的使用	36

2.4.1	电钻的正确使用	36
2.4.2	电钻的常见故障及其排除方法	38
2.4.3	冲击电钻的正确使用	39
2.4.4	电锤的正确使用	41
2.4.5	电锤的常见故障及其排除方法	42

第3章 常用电工仪表的使用

44

3.1	认识电工仪表	44
3.1.1	常用电工仪表的用途与分类	44
3.1.2	电工仪表的面板符号的含义	45
3.1.3	常用电工仪表的工作原理	46
3.2	电流表和电压表的使用	48
3.2.1	电流表和电压表的选用	48
3.2.2	直流电流和交流电流的测量	51
3.2.3	直流电压和交流电压的测量	52
3.3	万用表的使用	53
3.3.1	万用表的用途与类型	53
3.3.2	指针式万用表的基本结构与工作原理	54
3.3.3	指针式万用表的选用	57
3.3.4	数字式万用表的基本结构与工作原理	59
3.3.5	数字万用表的正确使用	60
3.4	钳形电流表的使用	62
3.4.1	认识钳形电流表	62
3.4.2	钳形电流表的使用	64
3.5	绝缘电阻表的使用	66
3.5.1	绝缘电阻表的用途、结构与原理	66
3.5.2	绝缘电阻表的选择	67
3.5.3	绝缘电阻表的使用	68
3.5.4	数字绝缘电阻测量仪的特点	70
3.5.5	数字绝缘电阻测量仪使用注意事项	70
3.5.6	三相异步电动机绝缘电阻的测量	72
3.6	电能表的使用	73
3.6.1	电能表的用途与分类	73
3.6.2	电能表的种类与特点	74
3.6.3	电能表结构与工作原理	75
3.6.4	电能表的选用	77

4.1 认识低压架空线路和电缆线路	79
4.2 低压架空线路	80
4.2.1 低压架空线路的组成	80
4.2.2 电杆的形式与作用	81
4.2.3 横担的类型及安装方法	83
4.2.4 绝缘子的类型及维护	85
4.2.5 拉线的形式与安装方法	87
4.2.6 常用金具的种类与作用	89
4.2.7 常用架空导线的选择	89
4.2.8 架空线路路径的确定与电杆的定位方法	91
4.2.9 挖电杆坑的注意事项与检查方法	92
4.2.10 电杆基础的加固与电杆的组装	93
4.2.11 立杆前的准备与常用立杆方法	95
4.2.12 放线方法与注意事项	98
4.2.13 导线弧垂的确定与调整	99
4.2.14 架空线路档距的选择	101
4.2.15 架空线对地和跨越物的最小距离	101
4.2.16 紧线方法与注意事项	102
4.2.17 导线的连接方法	104
4.2.18 导线在绝缘子上的绑扎	106
4.2.19 架空线路的检查、巡视与维护	108
4.3 电缆线路	109
4.3.1 认识电缆	109
4.3.2 电缆的选用	110
4.3.3 电缆的敷设方式及应用场合	111
4.3.4 电缆的直埋敷设	113
4.3.5 电缆在电缆沟及隧道内敷设	114
4.3.6 电缆排管敷设与电缆桥架敷设	115
4.3.7 电缆在竖井内敷设	116
4.3.8 电缆头制作方法与注意事项	117
4.3.9 电缆的巡视检查与运行维护	119
4.4 接户线与进户线	120

5.1 认识室内配电线路	123
--------------	-----

5.2	导线的连接	125
5.2.1	导线接头应满足的基本要求	125
5.2.2	单芯铜线的连接方法	126
5.2.3	多芯铜线的连接方法	127
5.2.4	绝缘导线在接线盒内的连接方法	128
5.2.5	铝芯导线的压接	129
5.2.6	导线与接线柱的连接	131
5.2.7	导线连接后包缠绝缘的方法	132
5.3	室内配线	133
5.3.1	瓷夹板配线的方法与注意事项	133
5.3.2	绝缘子配线的方法与注意事项	135
5.3.3	塑料槽板配线的方法与注意事项	138
5.3.4	认识塑料护套线配线	141
5.3.5	塑料护套线配线的方法步骤	141
5.3.6	塑料护套线敷设的方法与注意事项	143
5.3.7	认识线管配线	146
5.3.8	线管的落料与弯曲	148
5.3.9	线管的连接方法与注意事项	149
5.3.10	敷设线管的方法	151
5.3.11	扫管穿线与线管配线注意事项	152
5.3.12	认识钢索配线	154
5.3.13	钢索配线的安装	156
第6章	电气照明	158
6.1	认识电气照明	158
6.1.1	电气照明常用物理量	158
6.1.2	电气照明的特点与分类	159
6.1.3	对电气照明的质量要求	161
6.1.4	电光源的主要特性参数	163
6.2	白炽灯的安装与使用	164
6.2.1	认识白炽灯	164
6.2.2	白炽灯常用灯座的类型与用途	165
6.2.3	白炽灯常用控制电路	166
6.2.4	白炽灯的安装与使用注意事项	167
6.2.5	白炽灯的常见故障及其排除方法	168
6.3	荧光灯的安装与使用	169
6.3.1	认识荧光灯	169

6.3.2	荧光灯镇流器的类型	171
6.3.3	荧光灯接线原理图	173
6.3.4	荧光灯的安装与使用注意事项	175
6.3.5	荧光灯的常见故障及其排除方法	177
6.4	高压汞灯	178
6.4.1	认识高压汞灯	178
6.4.2	高压汞灯的安装与使用注意事项	179
6.4.3	高压汞灯的常见故障及其排除方法	180
6.5	卤钨灯	181
6.5.1	认识卤钨灯	181
6.5.2	卤钨灯的安装与使用注意事项	182
6.6	LED 灯	182
6.6.1	认识 LED 灯	182
6.6.2	LED 灯的安装与使用注意事项	184
6.6.3	LED 灯的电气连接	186
6.7	常用照明灯具	187
6.7.1	照明灯具的作用与安装方式	187
6.7.2	照明灯具的布置方式	189
6.7.3	吊灯的安装与注意事项	190
6.7.4	吸顶灯的安装与注意事项	191
6.7.5	壁灯的安装与注意事项	192
6.7.6	建筑物彩灯和庭院柱灯的安装	193
6.8	开关和插座的安装	194
6.8.1	开关的安装方法与注意事项	194
6.8.2	插座的安装方法与注意事项	196

第 7 章 电动机控制电路 198

7.1	认识电气控制电路	198
7.1.1	电气控制电路的特点与基本控制环节	198
7.1.2	电气控制电路中应避免出现的问题	199
7.2	电动机基本控制电路	200
7.2.1	电动机欠压和失压保护电路	200
7.2.2	电动机短路保护电路	201
7.2.3	电动机过载保护电路	202
7.2.4	电动机过电流保护电路	203
7.2.5	电动机电气连锁控制电路	203

7.2.6	两台电动机互锁控制电路	205
7.2.7	用接触器联锁的三相异步电动机正反转控制电路	206
7.2.8	用按钮联锁的三相异步电动机正反转控制电路	207
7.2.9	用按钮、接触器复合联锁的电动机正反转控制电路	208
7.2.10	用转换开关控制的三相异步电动机正反转控制电路	208
7.2.11	采用点动按钮联锁的点动与连续运行控制电路	209
7.2.12	采用中间继电器联锁的点动与连续运行控制电路	210
7.2.13	电动机的多地点操作控制电路	211
7.2.14	多台电动机的顺序控制电路	211
7.2.15	行程控制电路	212
7.2.16	自动往复循环控制电路	213
7.2.17	无进给切削的自动循环控制电路	215
7.3	三相异步电动机启动控制电路	216
7.3.1	定子绕组串电阻(或电抗器)减压启动控制电路	216
7.3.2	自耦变压器减压启动控制电路	218
7.3.3	星形-三角形(Y- Δ)减压启动控制电路	220
7.3.4	转子回路串电阻启动控制电路	222
7.3.5	三相异步电动机软启动器控制电路	224
7.3.6	单绕组双速异步电动机控制电路	226
7.3.7	转子回路串电阻调速控制电路	229
7.3.8	三相异步电动机反接制动控制电路	230
7.3.9	三相异步电动机能耗制动控制电路	231

第8章 安全用电 233

8.1	接地与接零	233
8.1.1	常用接地与接零方式	233
8.1.2	低压配电系统的接地形式	234
8.1.3	接地装置的特点	236
8.1.4	垂直接地体的安装	237
8.1.5	水平接地体的安装	238
8.1.6	接地装置的选择与焊接	239
8.1.7	接地干线的安装	240
8.1.8	接地支线的安装	242
8.1.9	接地电阻的测量	243
8.1.10	接地装置的检查与维护	245
8.2	安全用电与触电急救	246
8.2.1	电流对人体的伤害形式	246
8.2.2	电流对人体的危害程度	247

8.2.3	认识安全电压	249
8.2.4	安全用电与防触电的措施	250
8.2.5	绝缘材料使用注意事项	251
8.2.6	触电的种类与特点	253
8.2.7	使触电者迅速脱离电源的方法	255
8.2.8	对触电严重者的救护方法	256
8.3	电气火灾的预防	257
8.3.1	认识电气火灾	257
8.3.2	防止线路短路或接触不良引起电气火灾的措施	258
8.3.3	防止电器开关引起电气火灾的措施	259
8.3.4	防止电动机引起电气火灾的措施	260
8.3.5	防止变压器引起电气火灾的措施	261
8.3.6	发生电气火灾时的处理方法	263

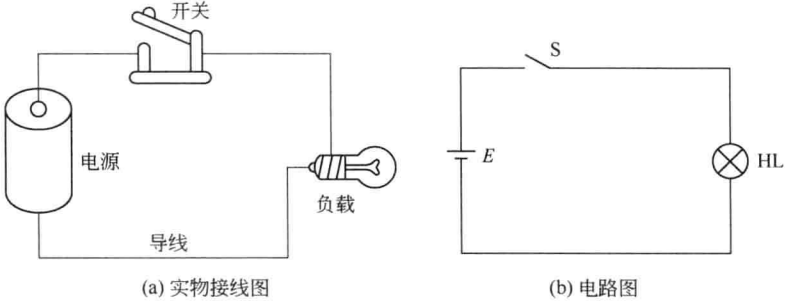
第 1 章

电工基础知识

1.1 认识电路

1.1.1 电路的组成

表 1-1 电路的组成

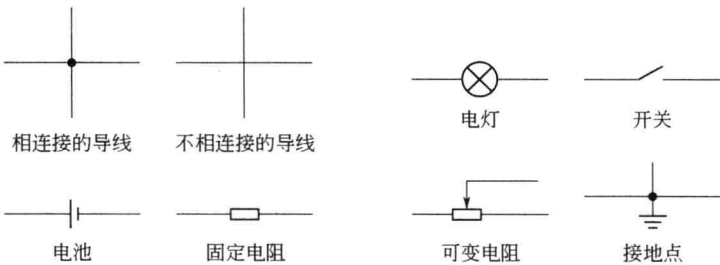
项 目	解 释
电路与电路图	 <p style="text-align: center;">(a) 实物接线图 (b) 电路图</p> <p style="text-align: center;">图 1 电路与电路图</p>
电路的组成	<p>由电源、负载、导线和开关等组成的闭合回路是电流所经之路，称为电路，例如，在日常生活中，把一个灯泡通过开关、导线和电池连接起来，就组成了一个照明电路，如图 1 所示，当合上开关，电路中就有电流通过，灯泡就亮起来</p>
电源	<p>电源是提供电能的装置，其作用是将其他形式的能量转换为电能，如发电机、蓄电池、光电池等都是电源。发电机将机械能转换成电能；蓄电池将化学能转换成电能；光电池将光能转换成电能</p>

续表

项 目	解 释
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
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
开关	开关是控制电路接通和断开的装置。 注：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

1.1.2 电路常用图形符号和电路的工作状态

表 1-2 电路常用图形符号和电路的工作状态

项 目	解 释
电路常用图 形符号	<p>表 1-1 图 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，如表 1-1 图 1 (b) 所示。常用电气图形符号如图 1 所示</p>  <p style="text-align: center;">图 1 常用电气图形符号</p>
电路的工作 状态	<p>电路的工作状态有以下三种。</p> <p>(1) 通路</p> <p>通路就是电源与负载连接成闭合电路。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。</p> <p>(2) 断路</p> <p>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。</p>



项 目	解 释
电路的工作状态	<p>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。</p> <p>(3) 短路</p> <p>短路就是电源未经负载而直接由导线（导体）构成通路，如图 2 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</p> <div data-bbox="611 569 914 801" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">图 2 电路的短路</p>

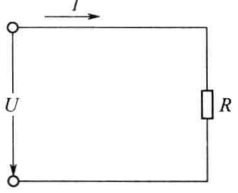
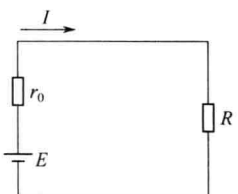
1.2 常用物理量和计算公式

1.2.1 直流电路常用的物理量和计算公式

表 1-3 直流电路常用物理量和计算公式

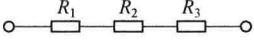
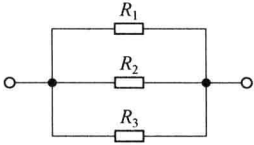
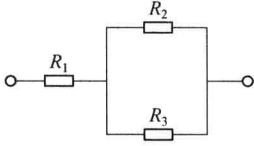
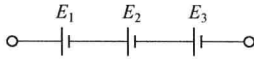
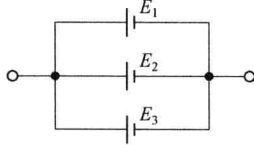
名 称	定 义	公 式	备 注
电阻	导体能够导电，但同时 对电流又有阻力作用。这 种阻碍电流通过的阻力 称为电阻，用英文字母 R 或 r 表示	$R = \rho \frac{l}{A}$	l —导体的长度，m A —导体的截面积， m^2 ρ —导体的电阻率， $\Omega \cdot m$ R —导体的电阻， Ω
电导	表征物体传导电流的 能力称为电导。电导是电 阻的倒数，用英文字母 G 表示	$G = \frac{1}{R}$	R —电阻， Ω G —电导，S
电流	导体内的自由电子或 离子在电场力的作用下 有规律的流动称为电流	$I = \frac{Q}{t}$	Q —电量，C t —时间，s

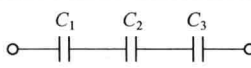
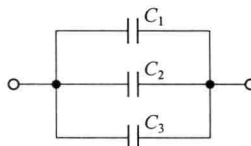
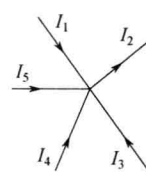
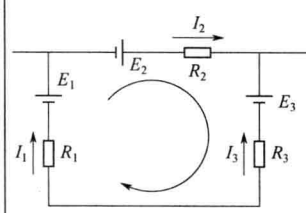
续表

名 称	定 义	公 式	备 注
电 流	人们规定正电荷移动的方向为电流的正方向。电流用英文字母 I 表示		I —电流, A
电 压	在静电场或电路中, 单位正电荷在电场力作用下从一点移到另一点电场力所做的功称为两点间的电压。电压用英文字母 U 表示。电压的正方向是从高电位到低电位	$U = \frac{W}{Q}$	W —电功, J Q —电量, C U —电压, V
部分电路的欧姆定律	在一段不含电动势只有电阻的电路中, 流过电阻的电流大小与加在电阻两端的电压成正比, 而与电路中的电阻成反比	$I = \frac{U}{R}$ 	U —电压, V R —电阻, Ω I —电流, A
全电路的欧姆定律	在只有一个电源的无分支闭合电路中, 电流与电源电动势成正比, 与电路的总电阻成反比	$I = \frac{E}{R + r_0}$ 	E —电源电动势, V R —负载电阻, Ω r_0 —电源的内电阻, Ω I —电路中电流, A
电功率	一个用电设备在单位时间内所消耗的电能称为电功率, 用英文字母 P 表示	$P = \frac{W}{t} = IU$ $= I^2 R = \frac{U^2}{R}$	W —电能, J t —时间, s I —电路中的电流, A R —电路中的电阻, Ω U —电路两端的电压, V P —电路的电功率, W



续表

名称	定义	公式	备注
电阻串联		 $R = R_1 + R_2 + R_3$	<p>R—总电阻, Ω</p> <p>R_1, R_2, R_3—分电阻, Ω</p>
电阻并联		 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	<p>R—总电阻, Ω</p> <p>R_1, R_2, R_3—分电阻, Ω</p>
电阻混联		 $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	<p>R_1, R_2, R_3—分电阻, Ω</p>
电阻与温度的关系	通常金属的电阻都随温度的上升而增大, 故电阻温度系数是正值。而有些半导体材料、电解液, 当温度升高时, 其电阻减小, 因此它们的电阻温度系数是负值	$R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$	<p>R_1—温度为 t_1 时导体的电阻, Ω</p> <p>R_2—温度为 t_2 时导体的电阻, Ω</p> <p>α_1—以温度 t_1 为基准时导体的电阻温度系数</p> <p>t_1, t_2—导体的温度, $^{\circ}\text{C}$</p>
电源串联		 $E = E_1 + E_2 + E_3$	<p>E—总电源电动势, V</p> <p>E_1, E_2, E_3—分电源电动势, V</p>
电源并联		 $E = E_1 = E_2 = E_3$	<p>E—总电源电动势, V</p> <p>E_1, E_2, E_3—分电源电动势, V</p>
电容	电容是表征电容器在单位电压作用下, 存储	$C = \frac{Q}{U}$	<p>Q—电容器所带电量, C</p>

名称	定义	公式	备注
电容	电场能量(电荷)能力的一个物理量。其大小只决定于电容器自身的结构。在数值上等于电容器所带的电荷量与其两极之间电位差(电压)的比值。电容用英文字母 C 表示		U —电容器两端电压, V C —电容器的电容量, F
电容串联		 $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	C —总电容, F C_1, C_2, C_3 —分电容, F
电容并联		 $C = C_1 + C_2 + C_3$	
基尔霍夫第一定律 (节点电流定律)	对于任何节点而言, 流入节点的电流的总和必定等于流出节点的电流的总和, 或者说: 对于任何节点, 流出和流入该节点的电流代数和恒等于零	$\sum I_{\lambda} = \sum I_{\text{出}} \text{ 或 } \sum I = 0$ <p>例:</p>  $I_1 + I_3 + I_4 + I_5 = I_2 \text{ 或 } I_1 - I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$	$\sum I_{\lambda}$ —流入节点电流之和 $\sum I_{\text{出}}$ —流出节点电流之和 $\sum I$ —电流代数和
基尔霍夫第二定律 (回路电压定律)	对于电路中任何一个闭合回路, 回路中的各电阻上电压降的代数和等于各电动势的代数和	$\sum IR = \sum E$ <p>例:</p>  $I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_1 + E_2 - E_3$	$\sum IR$ —电阻上电压降的代数和。电流的参考方向与同路绕行方向一致时, 该电阻上的电压降取正值, 反之取负值 $\sum E$ —电动势代数和。电动势的参考方向与回路绕行方向一致时, 该电动势取正值, 反之取负值