

零基础

学电工

韩雪涛◎主 编

吴瑛 韩广兴◎副主编

LINGJICHU

XUEDIANGONG



全彩图解 + 视频教学

赠送常用数据速查手册

- ▶ 精讲电工基础知识与识图
- ▶ 详解接线、检测与维修实用技术
- ▶ 突破电动机、PLC、变频器技术与应用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

零基础学电工

韩雪涛 主 编

吴瑛 韩广兴 副主编

大学图书馆
书 章

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

本书以电工领域的市场需求为导向,根据国家相关职业资格标准安排电工知识和技能的学习内容。结合电工行业的培训特色和读者学习习惯,将电工知识与技能划分成16章内容,具体为电工基础知识、常用电器和电子元器件、常用工具和仪表的功能与使用、电工识图、电气部件与电子元器件的检测、线路的加工与连接、灯控照明系统的安装与维护、供配电线路的安装与维护、电力拖动系统的安装与维护、电动机的拆装与维护应用、电动机常用控制电路的特点与应用、变频器的使用与调试、PLC技术与编程、机电设备的自动化应用控制、变频电路的综合控制应用、PLC的综合控制应用。这些知识内容涵盖了目前电工行业的主要岗位需求,注重电工知识的系统性,强调电工技能的实用性。

本书采用微视频讲解互动的全新教学模式,在书中重要的知识点或操作技能环节附印有二维码,读者通过手机扫描书中的二维码,就可以在手机上观看相应知识点和技能点的视频演示,从而与图书中的内容形成互补,确保达到最佳的学习效果。

本书是电工上岗从业必读的教程,可供电工在岗从业人员及待岗求职人员学习,也可作为职业院校、培训学校及相关培训机构的师生和广大电工电子爱好者学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

零基础学电工 / 韩雪涛主编. —北京:机械工业出版社, 2018.2
ISBN 978-7-111-58954-9

I. ①零… II. ①韩… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第003267号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:任鑫 责任编辑:任鑫

责任校对:肖琳 封面设计:马精明

责任印制:李飞

北京利丰雅高长城印刷有限公司印刷

2018年1月第1版第1次印刷

185mm×260mm·20印张·568千字

标准书号:ISBN 978-7-111-58954-9

定价:80.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前言

随着国民经济的发展，城乡现代化建设步伐的加快，各种电气设备大量增加。社会对电工电子技能人员的需求越来越强烈。电工行业的就业前景十分广阔。

电气自动化程度的提高，使得电工从业不仅需要具备过硬的动手能力，还需要掌握扎实、全面的电路知识。随着技术的不断更新，摆在电工从业人员面前的首要任务就是如何能够在短时间内掌握规范的操作技能和实用的电路知识。

经过大量的市场调研，我们发现社会特别需要具有明显技术特色的新型电工人才，而相关的专业化培训却存在严重的脱节。尤其是相关的培训教材难以适应岗位就业的需要，难以在短时间内向学习者传授专业完善的知识技能。

为解决这一问题，我们特组织编写了《零基础学电工》专业培训教材。本书重点以岗位就业为目标，所针对的读者对象为广大电工电子初级和中级学习者，主要目的是帮助学习者完成对电工知识技能从初级到专业的进阶。需要特别提醒广大读者注意的是，为尽量与广大读者的从业习惯一致，本书在部分专业术语和图形符号等表达方面，并没有严格按照国家标准进行统一，而是尽量采用行业内的通用习惯。

本书力求打造电工领域的“全新”教授模式，无论是在编写初衷、内容编排，还是表现形式、后期服务上，本书都进行了大胆的调整，**内容超丰富、特色超鲜明**。

在层次定位上——【明确】

首先，从市场定位上，本书以国家职业资格为标准，以岗位就业为出发点，对电工电子从业市场的岗位需求进行了充分的调研。定位在从事和希望从事电工行业的初级读者。从零基础出发，通过本书的学习实现从零基础到全精通的“飞跃”。

在涉及内容上——【全面】

本书内容全面，章节安排充分考虑本行业读者的特点和学习习惯，在知识的架构设计上结合岗位就业培训的特色，明确从业范围，明确从业目标，明确岗位需求，明确学习目的。让读者的学习更具针对性。全书的内容安排也全部由实际工作中“移植”而来，书中大量的案例和数据均来源于实际的工作，确保学习的实用性。

在表现形式上——【新颖】

本书充分发挥“全图解”的讲解特色。采用全彩印刷方式，运用大量的实物图、效果图、电路图及实操演示图等辅助知识技能的讲解。让读者能够更加直观、更加生动地了解电工知识，“看会”复杂的电工操作，不仅使阅读更加轻松，更重要的是节省学习时间、提升学习效率，并达到最佳的学习效果。让电工技术中的难点和电工技能中的关键点都通过图解的方式清晰地展现在读者面前，让读者一看就懂。

在后期服务上——【超值】

本书的编写得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持，为读者在学习过程中和以后的技能进阶方面提供全方位立体化的配套服务。读者在学习和工作过程中有什么问题，可登录数码维修工程师鉴定指导中心官方网站（www.chinadse.org）获得超值技术服务。

另外，本书将数字媒体与传统纸质载体完美结合，读者可以通过手机扫描书中的二维码，即可开启相应知识点的动态视频学习资源，教学内容与图书中的图文资源相互衔接，确保读者在短时间内最佳的学习效果。也是图书内容的进一步“延伸”。

本书由韩雪涛担任主编，吴瑛、韩广兴担任副主编，参加编写的人员还有韩雪冬、张湘萍、吴惠英、刘秀东、马楠、吴玮、周洋、孙涛、唐秀鸯、张丽梅、高瑞征、王新霞、张义伟、黄博翔、宋明芳、路建歆、周文静、马敬宇、朱勇、马梦霞、吴鹏飞、张明杰、郭海滨、梁明等。

读者可以通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网 址：<http://www.chinadse.org>

联系电话：022-83718162、83715667，13114807267

地 址：天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

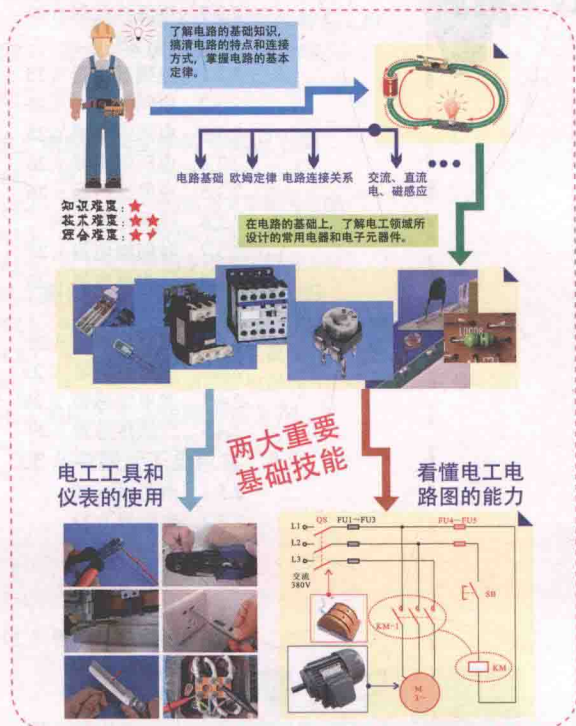
邮 编：300384

编 者

目录

前言

基础篇



P4

第1章 电工基础知识 \ 1

- 1.1 电路基础 \ 1
 - 1.1.1 电流与电动势 \ 1
 - 1.1.2 电位与电压 \ 2
- 1.2 欧姆定律 \ 4
 - 1.2.1 电压对电流的影响 \ 4
 - 1.2.2 电阻对电流的影响 \ 5
- 1.3 电功率和焦耳定律 \ 5
 - 1.3.1 电功与电功率 \ 5
 - 1.3.2 焦耳定律 \ 6
- 1.4 电路的连接方式 \ 7
 - 1.4.1 串联方式 \ 7
 - 1.4.2 并联方式 \ 8
 - 1.4.3 混联方式 \ 9
- 1.5 直流电与交流电 \ 10
 - 1.5.1 直流电与直流电路 \ 10
 - 1.5.2 交流电与交流电路 \ 11
- 1.6 电磁现象及规律 \ 17
 - 1.6.1 电流感应磁场 \ 17
 - 1.6.2 磁场感应电流 \ 18



第2章 常用电器和电子元器件 \ 20

- 2.1 低压开关 \ 20
 - 2.1.1 开启式负荷开关 \ 20
 - 2.1.2 封闭式负荷开关 \ 20
 - 2.1.3 组合开关 \ 21
- 2.2 接触器 \ 22
 - 2.2.1 交流接触器 \ 22
 - 2.2.2 直流接触器 \ 23
- 2.3 继电器 \ 25
 - 2.3.1 电磁继电器 \ 25
 - 2.3.2 中间继电器 \ 25
 - 2.3.3 电流继电器 \ 25
 - 2.3.4 电压继电器 \ 26
 - 2.3.5 速度继电器 \ 26
 - 2.3.6 热继电器 \ 26
 - 2.3.7 时间继电器 \ 27
 - 2.3.8 压力继电器 \ 28
- 2.4 传感器 \ 28
 - 2.4.1 温度传感器 \ 28
 - 2.4.2 湿度传感器 \ 29
 - 2.4.3 光电传感器 \ 29
 - 2.4.4 气敏传感器 \ 29
- 2.5 常用电子元器件 \ 30
 - 2.5.1 电阻器 \ 30
 - 2.5.2 电容器 \ 33
 - 2.5.3 电感器 \ 36
 - 2.5.4 二极管 \ 37
 - 2.5.5 晶体管 \ 39
 - 2.5.6 场效应晶体管 \ 39
 - 2.5.7 晶闸管 \ 40
- 2.6 变压器 \ 42
 - 2.6.1 单相变压器 \ 42
 - 2.6.2 三相变压器 \ 43
- 2.7 电动机 \ 44
 - 2.7.1 直流电动机 \ 44
 - 2.7.2 交流电动机 \ 45



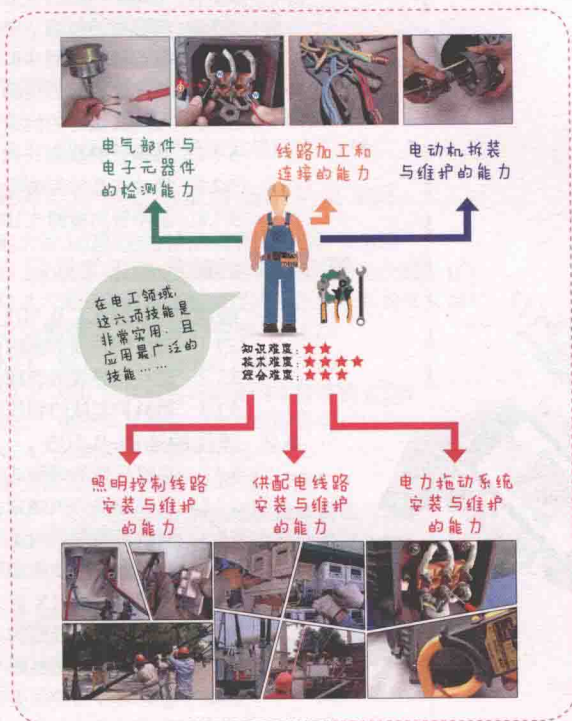
第3章 常用工具和仪表的功能与使用 \ 48

- 3.1 钳子的功能与使用 \ 48
 - 3.1.1 钳子的种类和功能特点 \ 48
 - 3.1.2 钳子的使用规范 \ 49
- 3.2 螺钉旋具的功能与使用 \ 52
 - 3.2.1 螺钉旋具的种类和功能特点 \ 52
 - 3.2.2 螺钉旋具的使用规范 \ 53
- 3.3 电工刀的功能与使用 \ 53
 - 3.3.1 电工刀的结构和功能特点 \ 53
 - 3.3.2 电工刀的使用规范 \ 53
- 3.4 扳手的功能与使用 \ 54
 - 3.4.1 扳手的种类和功能特点 \ 54
 - 3.4.2 扳手的的使用规范 \ 55
- 3.5 验电器的功能与使用 \ 56
 - 3.5.1 验电器的种类和功能特点 \ 56

- 3.5.2 验电器的使用规范 \ 57
- 3.6 万用表的功能与使用 \ 58
 - 3.6.1 万用表的种类和功能特点 \ 58
 - 3.6.2 万用表的使用规范 \ 59
- 3.7 钳形表的功能与使用 \ 61
 - 3.7.1 钳形表的结构和功能特点 \ 61
 - 3.7.2 钳形表的使用规范 \ 61
- 3.8 绝缘电阻表的功能与使用 \ 61
 - 3.8.1 绝缘电阻表的结构和功能特点 \ 61
 - 3.8.2 绝缘电阻表的使用规范 \ 62

第 4 章 电工识图 \ 64

- 4.1 电工电路中的文字符号标识 \ 64
 - 4.1.1 电工电路中的基本文字符号 \ 64
 - 4.1.2 电工电路中的辅助文字符号 \ 66
 - 4.1.3 电工电路中的组合文字符号 \ 67
 - 4.1.4 电工电路中的专用文字符号 \ 67
- 4.2 电工电路中的图形符号标识 \ 69
 - 4.2.1 电工电路中常用电子元器件的电路图形符号 \ 69
 - 4.2.2 电工电路中常用低压电器部件的电路图形符号 \ 69
 - 4.2.3 电工电路中常用高压电器部件的电路图形符号 \ 72
- 4.3 电工电路的基本识图方法 \ 74
 - 4.3.1 电工电路的识图要领 \ 74
 - 4.3.2 电工电路的识图步骤 \ 75



P81, P86, P89, P92,
P94, P96, P97



第5章 电气部件与电子元器件的检测 \ 79

- 5.1 电器开关的检测 \ 79
 - 5.1.1 开启式负荷开关的检测 \ 79
 - 5.1.2 封闭式负荷开关的检测 \ 79
- 5.2 保护器件的检测 \ 80
 - 5.2.1 低压断路器的检测 \ 80
 - 5.2.2 漏电保护器的检测 \ 81
 - 5.2.3 熔断器的检测 \ 82
- 5.3 继电器和接触器的检测 \ 83
 - 5.3.1 继电器的检测 \ 83
 - 5.3.2 接触器的检测 \ 84
- 5.4 传感器的检测 \ 85
 - 5.4.1 温度传感器的检测 \ 85
 - 5.4.2 湿度传感器的检测 \ 85
 - 5.4.3 光电传感器的检测 \ 86
 - 5.4.4 气敏传感器的检测 \ 86
- 5.5 变压器的检测 \ 87
 - 5.5.1 变压器绝缘电阻的检测 \ 87
 - 5.5.2 变压器绕组阻值的检测 \ 88
 - 5.5.3 变压器输入、输出电压的检测 \ 89
- 5.6 电动机的检测 \ 90
 - 5.6.1 电动机绕组阻值的检测 \ 90
 - 5.6.2 电动机绝缘电阻的检测 \ 91
 - 5.6.3 电动机空载电流的检测 \ 93
 - 5.6.4 电动机转速的检测 \ 93
- 5.7 常用电子元器件的检测 \ 95
 - 5.7.1 电阻器的检测 \ 95
 - 5.7.2 电容器的检测 \ 95
 - 5.7.3 电感器的检测 \ 97
 - 5.7.4 整流二极管的检测 \ 97
 - 5.7.5 发光二极管的检测 \ 98
 - 5.7.6 晶体管的检测 \ 98
 - 5.7.7 场效应晶体管的检测 \ 99
 - 5.7.8 晶闸管的检测 \ 100

第6章 线路的加工与连接 \ 101

- 6.1 线缆的剥线加工 \ 101
 - 6.1.1 塑料硬导线的剥线加工 \ 101
 - 6.1.2 塑料软导线的剥线加工 \ 103
 - 6.1.3 塑料护套线的剥线加工 \ 104
- 6.2 线缆的连接 \ 105
 - 6.2.1 单股导线的缠绕式对接 \ 105
 - 6.2.2 单股导线的缠绕式 T 形连接 \ 106
 - 6.2.3 两根多股导线的缠绕式对接 \ 107
 - 6.2.4 两根多股导线的缠绕式 T 形连接 \ 108
 - 6.2.5 线缆的绞接 (X 形) 连接 \ 110
 - 6.2.6 两根塑料硬导线的并头连接 \ 111
 - 6.2.7 三根及以上塑料硬导线的并头连接 \ 112
 - 6.2.8 塑料硬导线的线夹连接 \ 113

P106, P112, P117



- 6.3 线缆连接头的加工 \ 115
- 6.3.1 塑料硬导线连接头的加工 \ 115
- 6.3.2 塑料软导线连接头的加工 \ 116
- 6.4 线缆焊接与绝缘层恢复 \ 118
- 6.4.1 线缆的焊接 \ 118
- 6.4.2 线缆绝缘层的恢复 \ 119

第 7 章 照明控制线路的安装与维护 \ 121

- 7.1 照明线路的特点与控制关系 \ 121
- 7.1.1 室内照明控制线路的特点与控制关系 \ 121
- 7.1.2 公共照明控制线路的特点与控制关系 \ 123
- 7.2 照明线路的设计安装 \ 125
- 7.2.1 照明线路的规划设计 \ 125
- 7.2.2 室内控制开关的安装 \ 127
- 7.2.3 公共控制开关的安装 \ 128
- 7.2.4 吸顶灯的安装 \ 130
- 7.2.5 LED 灯的安装 \ 130
- 7.2.6 路灯的安装 \ 133
- 7.3 照明线路的检修调试 \ 134
- 7.3.1 室内照明线路的检修调试 \ 134
- 7.3.2 公共照明线路的检修调试 \ 136

第 8 章 供配电线路的安装与维护 \ 139

- 8.1 供配电线路的特点与控制关系 \ 139
- 8.1.1 高压供配电线路的特点与控制关系 \ 139
- 8.1.2 低压供配电线路的特点与控制关系 \ 140
- 8.2 供配电线路的设计安装 \ 140
- 8.2.1 供配电线路的规划设计 \ 140
- 8.2.2 楼道总配电箱的安装 \ 146
- 8.2.3 楼层配电箱的安装 \ 148
- 8.2.4 用户配电盘的安装 \ 151
- 8.3 供配电线路的检修调试 \ 153
- 8.3.1 高压供配电线路的检修调试 \ 153
- 8.3.2 低压供配电线路的检修调试 \ 158

第 9 章 电力拖动系统的安装与维护 \ 163

- 9.1 电力拖动系统的特点与控制关系 \ 163
- 9.1.1 交流电动机控制电路的特点与控制关系 \ 163
- 9.1.2 直流电动机控制电路的特点与控制关系 \ 164
- 9.2 电力拖动系统的设计安装 \ 167
- 9.2.1 电力拖动系统的规划设计 \ 167
- 9.2.2 电动机及被拖动设备的安装连接 \ 170
- 9.2.3 电动机及被拖动设备的固定 \ 171
- 9.2.4 控制箱的安装与接线 \ 172
- 9.3 电力拖动系统的检修调试 \ 174
- 9.3.1 交流电动机控制电路的检修调试 \ 174
- 9.3.2 直流电动机控制电路的检修调试 \ 175
- 9.3.3 常见电动机控制电路故障的检修操作 \ 176

第 10 章 电动机的拆装与维护应用 181

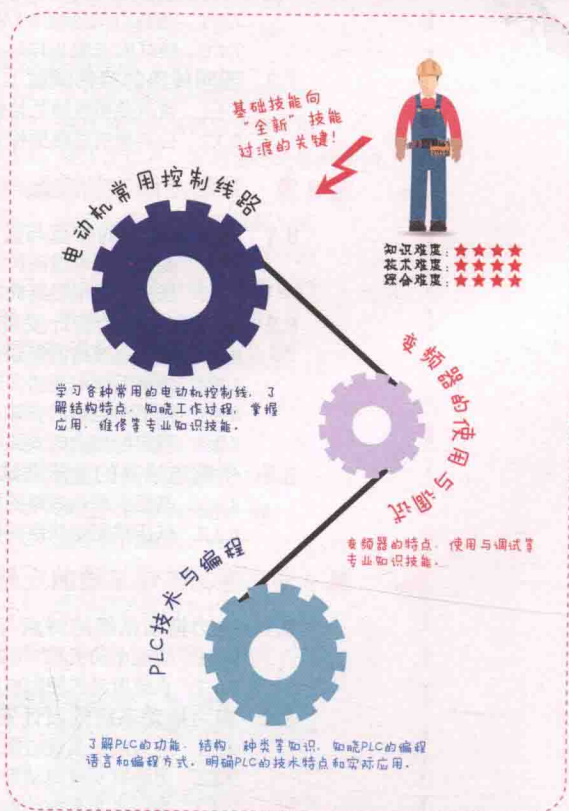
- 10.1 直流电动机的拆卸 \ 181
- 10.1.1 有刷直流电动机的拆卸 \ 181
- 10.1.2 无刷直流电动机的拆卸 \ 182

P122, P123, P124,
P125, P127





- 10.2 交流电动机的拆卸 \ 183
 - 10.2.1 单相交流电动机的拆卸 \ 183
 - 10.2.2 三相交流电动机的拆卸 \ 184
- 10.3 电动机的安装 \ 186
 - 10.3.1 电动机的机械安装 \ 186
 - 10.3.2 电动机的电气安装 \ 187
- 10.4 电动机日常的保养维护 \ 191
 - 10.4.1 电动机主要部件的日常维护 \ 191
 - 10.4.2 电动机定期维护与检查 \ 194



第 11 章 电动机常用控制电路的特点与应用 \ 196

- 11.1 电动机控制电路的特点与控制关系 \ 196
 - 11.1.1 电动机控制电路的功能应用 \ 196
 - 11.1.2 电动机控制电路的控制关系 \ 197
- 11.2 电动机起/停控制电路的功能与实际应用 \ 199
 - 11.2.1 电动机起/停控制电路的结构组成 \ 199
 - 11.2.2 电动机起/停控制电路的功能应用 \ 200
- 11.3 电动机串电阻减压起动控制电路的功能与实际应用 \ 202

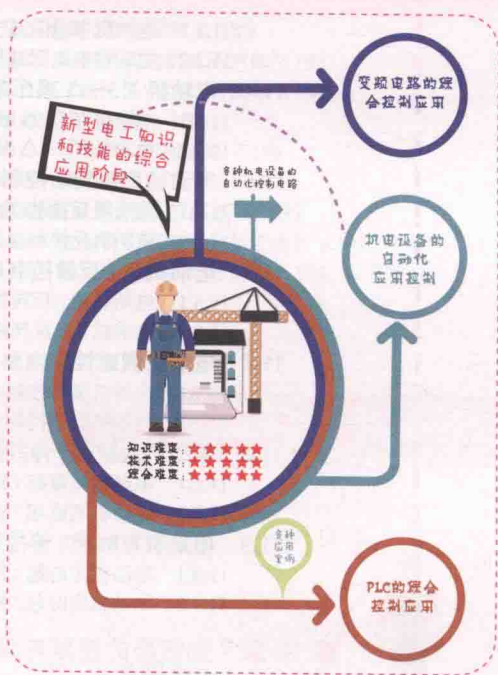
- 11.3.1 电动机串电阻减压起动控制电路的结构组成 \ 202
- 11.3.2 电动机串电阻减压起动控制电路的功能应用 \ 203
- 11.4 电动机 Y— Δ 减压起动控制电路的功能与实际应用 \ 204
 - 11.4.1 电动机 Y— Δ 减压起动控制电路的结构组成 \ 204
 - 11.4.2 电动机 Y— Δ 减压起动控制电路的功能应用 \ 206
- 11.5 电动机反接制动控制电路的功能与实际应用 \ 207
 - 11.5.1 电动机反接制动控制电路的结构组成 \ 207
 - 11.5.2 电动机反接制动控制电路的功能应用 \ 207
- 11.6 电动机正 / 反转控制电路的功能与实际应用 \ 210
 - 11.6.1 电动机正 / 反转控制电路的结构组成 \ 210
 - 11.6.2 电动机正 / 反转控制电路的功能应用 \ 210
- 11.7 电动机调速控制电路的功能与实际应用 \ 212
 - 11.7.1 电动机调速控制电路的结构组成 \ 212
 - 11.7.2 电动机调速控制电路的功能应用 \ 212
- 11.8 电动机间歇起 / 停控制电路的功能与实际应用 \ 215
 - 11.8.1 电动机间歇起 / 停控制电路的结构组成 \ 215
 - 11.8.2 电动机间歇起 / 停控制电路的功能应用 \ 216
- 11.9 电动机定时起 / 停控制电路的功能与实际应用 \ 217
 - 11.9.1 电动机定时起 / 停控制电路的结构组成 \ 217
 - 11.9.2 电动机定时起 / 停控制电路的功能应用 \ 218

第 12 章 变频器的使用与调试 \ 220

- 12.1 变频器的种类特点 \ 220
 - 12.1.1 变频器的种类 \ 220
 - 12.1.2 变频器的结构 \ 222
 - 12.1.3 变频器的功能特点 \ 224
- 12.2 变频电路的工作原理 \ 226
 - 12.2.1 变频电路中整流电路的工作原理 \ 226
 - 12.2.2 变频电路中中间电路的工作原理 \ 227
 - 12.2.3 变频电路中转速控制电路的工作原理 \ 228
 - 12.2.4 变频电路中逆变电路的工作原理 \ 229
- 12.3 变频器的使用 \ 230
 - 12.3.1 变频器的操作显示面板 \ 230
 - 12.3.2 变频器的使用方法 \ 230
- 12.4 变频器的调试 \ 234
 - 12.4.1 变频器通电前的检查 \ 235
 - 12.4.2 设置电动机参数信息 \ 235
 - 12.4.3 设置变频器参数信息 \ 236
 - 12.4.4 借助变频器的操作显示面板空载调试 \ 236

第 13 章 PLC 技术与编程 \ 239

- 13.1 PLC 的种类和结构 \ 239
 - 13.1.1 PLC 的种类特点 \ 239
 - 13.1.2 PLC 的结构特点 \ 245
- 13.2 PLC 的技术特点与应用 \ 247
 - 13.2.1 PLC 的技术特点 \ 247
 - 13.2.2 PLC 的技术应用 \ 249
- 13.3 PLC 编程 \ 251
 - 13.3.1 PLC 的编程语言 \ 251
 - 13.3.2 PLC 的编程方式 \ 255



第 14 章 机电设备的自动化应用控制 \ 258

- 14.1 工业电气设备的自动化控制 \ 258
 - 14.1.1 工业电气控制电路的特点 \ 258
 - 14.1.2 工业电气控制电路的控制过程 \ 259
 - 14.1.3 供水电路的自动化控制 \ 262
 - 14.1.4 升降机的自动化控制 \ 263
- 14.2 农机设备的自动化控制 \ 267
 - 14.2.1 农机电气控制电路的特点 \ 267
 - 14.2.2 农机电气控制电路的控制过程 \ 267
 - 14.2.3 禽蛋孵化设备的自动化控制 \ 270
 - 14.2.4 排灌设备的自动化控制 \ 272

第 15 章 变频电路的综合控制应用 \ 275

- 15.1 制冷设备的变频控制综合应用 \ 275
 - 15.1.1 制冷设备中的变频电路 \ 275
 - 15.1.2 制冷设备中的变频控制过程 \ 278
 - 15.1.3 海信 KFR—4539 (5039) LW/BP 型变频空调器中的变频电路 \ 279
 - 15.1.4 海信 KFR—25GW/06BP 型变频空调器中的变频电路 \ 281
- 15.2 电动机设备中的变频控制综合应用 \ 283
 - 15.2.1 电动机设备中的变频电路 \ 283
 - 15.2.2 电动机设备中的变频控制过程 \ 283
 - 15.2.3 单水泵恒压供水的变频控制过程 \ 287

第 16 章 PLC 的综合控制应用 \ 292

- 16.1 PLC 控制的控制特点 \ 292
 - 16.1.1 传统电动机控制与 PLC 电动机控制 \ 292
 - 16.1.2 工业设备中的 PLC 控制特点 \ 294
- 16.2 PLC 控制技术的应用 \ 297
 - 16.2.1 通风报警 PLC 控制系统 \ 297
 - 16.2.2 交通信号灯 PLC 控制系统 \ 300
 - 16.2.3 工控机床的 PLC 控制系统 \ 303

第1章 电工基础知识

1.1 电路基础

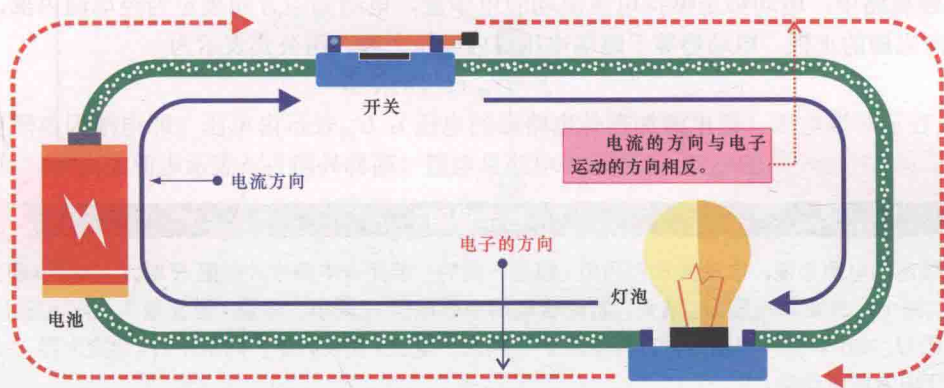
1.1.1 电流与电动势

1 电流

在导体的两端加上电压，导体内的电子就会在电场力的作用下做定向运动，形成电流。电流的方向规定为电子（负电荷）运动的反方向，即电流的方向与电子运动的方向相反。

图 1-1 为由电池、开关、灯泡组成的电路模型，当开关闭合时，电路形成通路，电池的电动势形成电压，继而产生了电场力，在电场力的作用下，处于电场内的电子便会定向移动，从而形成电流。

图 1-1 由电池、开关、灯泡组成的电路模型



提示说明

电流的大小称为电流强度，它是指在单位时间内通过导体横截面的电荷量。电流强度使用字母“ I ”（或 i ）来表示，电荷量使用“ Q ”表示。若在时间 t (s) 内通过导体横截面的电荷量是 Q ，则电流强度可用下式计算：

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

电流强度的单位为安培，简称安，用字母“ A ”表示。根据不同的需要，还可以用千安（ kA ）、毫安（ mA ）和微安（ μA ）来表示。它们之间的关系为

$$1kA = 1000A \quad 1mA = 10^{-3}A \quad 1\mu A = 10^{-6}A$$

2 电动势

电动势是描述电源性质的重要物理量，用字母“ E ”表示，单位为“V”（伏特，简称伏）。它是表示单位正电荷经电源内部，从负极移动到正极所做的功，标志着电源将其他形式的能量转换成电路的动力，即电源供应电路的能力。

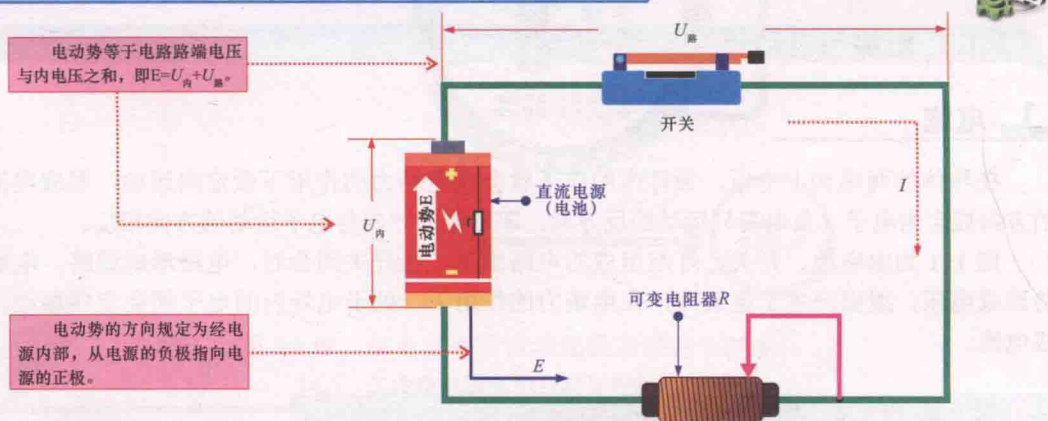
电动势用公式表示，即

$$E = \frac{W}{Q}$$

式中， E 为电动势，单位为伏特（V）； W 为将正电荷经电源内部从负极引到正极所做的功，单位为焦耳（J）； Q 为移动的正电荷数量，单位为库仑（C）。

图 1-2 为由电池、开关、可变电阻器构成的电路模型。

图 1-2 由电池、开关、可调电阻器构成的电路模型



在闭合电路中，电动势是维持电流流动的电学量，电动势的方向规定为经电源内部，从电源的负极指向电源的正极。电动势等于路端电压与内电压之和，用公式表示为

$$E = U_{\text{路}} + U_{\text{内}} = IR + Ir$$

式中， $U_{\text{路}}$ 表示路端电压（即电源加在外电路端的电压）； $U_{\text{内}}$ 表示内电压（即电池因内阻自行消耗的电压）； I 表示闭合电路的电流； R 表示外电路总电阻（简称外阻）； r 表示电源的内阻。

提示说明

对于确定的电源来说，电动势 E 和内阻 r 都是一定的。若闭合电路中外电阻 R 增大，电流 I 便会减小，内电压 $U_{\text{内}}$ 减小，故路端电压 $U_{\text{路}}$ 增大。若闭合电路中外电阻 R 减小，电流 I 便会增大，内电压 $U_{\text{内}}$ 增大，故路端电压 $U_{\text{路}}$ 减小。当外电路断开，外电阻 R 无限大，电流 I 便会为零，内电压 $U_{\text{内}}$ 也变为零，此时路端电压就等于电源的电动势。

1.1.2 电位与电压

1 电位

电位是指该点与指定的零电位的大小差距。电位也称电势，单位是伏特（V），用符号“ φ ”表示。它的值是相对的，电路中某点电位的大小与参考点的选择有关。

图 1-3 是由电池、三个阻值相同的电阻和开关构成的电路模型（电位的原理）。电路以 A 点作为参考点，A 点的电位为 0V（即 $\varphi_A = 0\text{V}$ ），则 B 点的电位为 0.5V（即 $\varphi_B = 0.5\text{V}$ ），C 点的电位为 1V（即 $\varphi_C = 1\text{V}$ ），D 点的电位为 1.5V（即 $\varphi_D = 1.5\text{V}$ ）。

图 1-3 由电池、三个阻值相同的电阻和开关构成的电路模型 (一)

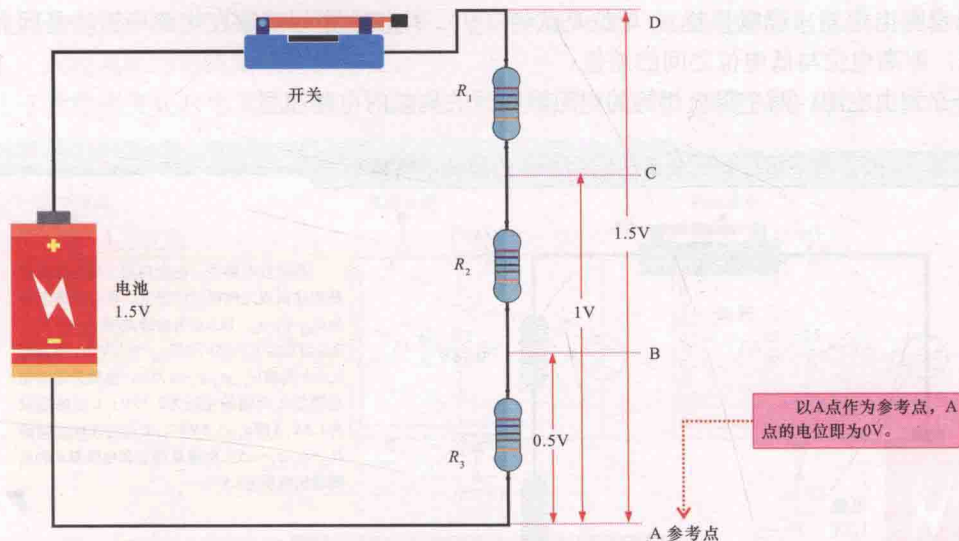
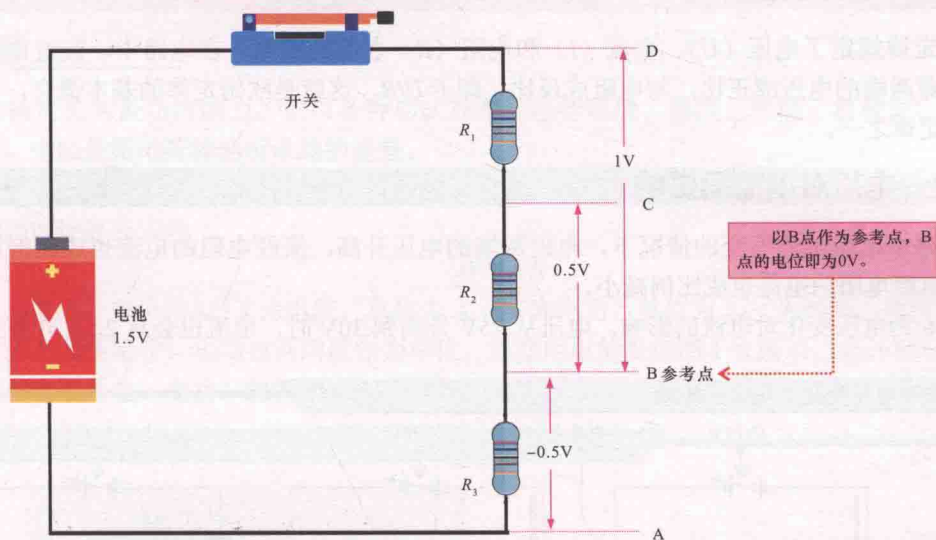


图 1-4 为以 B 点为参考点, B 点的电位为 0V (即 $\varphi_B=0V$), 则 A 点的电位为 $-0.5V$ (即 $\varphi_A=-0.5V$), C 点的电位为 0.5V (即 $\varphi_C=0.5V$), D 点的电位为 1V (即 $\varphi_D=1V$)。

图 1-4 由电池、三个阻值相同的电阻和开关构成的电路模型 (二)



提示说明

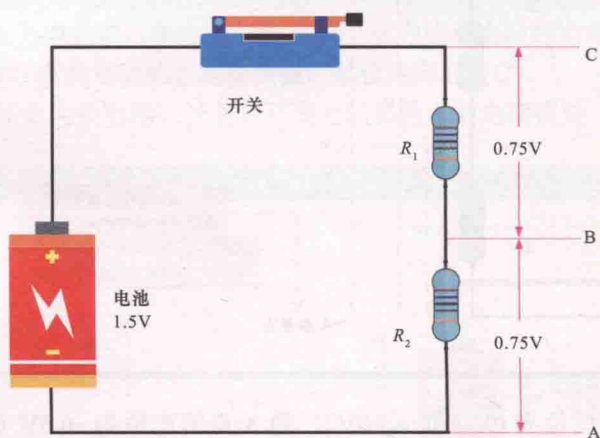
若以 C 点为参考点, C 点的电位即为 0V (即 $\varphi_C=0V$), 则 A 点的电位为 $-1V$ (即 $\varphi_A=-1V$), B 点的电位为 $-0.5V$ (即 $\varphi_B=-0.5V$), D 点的电位为 0.5V (即 $\varphi_D=0.5V$)。若以 D 点为参考点, D 点的电位为 0V (即 $\varphi_D=0V$), 则 A 点的电位为 $-1.5V$ (即 $\varphi_A=-1.5V$), B 点的电位为 $-1V$ (即 $\varphi_B=-1V$), C 点的电位为 $-0.5V$ (即 $\varphi_C=-0.5V$)。

2 电压

电压也称电位差（或电势差），单位是伏特（V）。电流之所以能够在电路中流动是因为电路中存在电压，即高电位与低电位之间的差值。

图 1-5 为由电池、两个阻值相等的电阻器和开关构成的电路模型。

图 1-5 电池、两个阻值相等的电阻器和开关构成的电路模型



在闭合电路中，任意两点之间的电压就是指这两点之间电位的差值，用公式表示即为 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$ ，以A点为参考点（即 $\varphi_A = 0V$ ），B点的电位为 $0.75V$ （即 $\varphi_B = 0.75V$ ），B点与A点之间的 $U_{BA} = \varphi_B - \varphi_A = 0.75V$ ，也就是说加在电阻器 R_2 两端的电压为 $0.75V$ ；C点的电位为 $1.5V$ （即 $\varphi_C = 1.5V$ ），C点与A点之间的 $U_{CA} = \varphi_C - \varphi_A = 1.5V$ ，也就是说加在电阻器 R_1 和 R_2 两端的电压为 $1.5V$ 。

但若单独衡量电阻器 R_1 两端的电压（即 U_{BC} ），若以B点为参考点（ $\varphi_B = 0$ ），C点电位即为 $0.75V$ （ $\varphi_C = 0.75V$ ），因此加在电阻器 R_1 两端的电压仍为 $0.75V$ （即 $U_{BC} = 0.75V$ ）。

1.2 欧姆定律

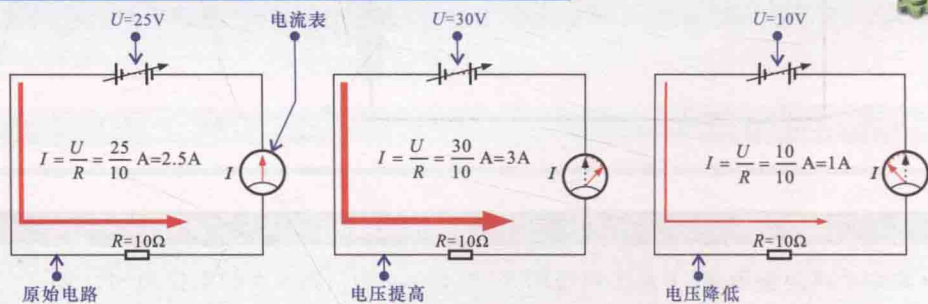
欧姆定律规定了电压（ U ）、电流（ I ）和电阻（ R ）之间的关系。在电路中，流过电阻器的电流与电阻器两端的电压成正比，与电阻成反比，即 $I = U/R$ ，这就是欧姆定律的基本概念，是电路中最基本的定律之一。

1.2.1 电压对电流的影响

在电路中电阻阻值不变的情况下，电阻两端的电压升高，流经电阻的电流也成比例增加；电压降低，流经电阻的电流也成比例减小。

图 1-6 为电压变化对电流的影响。电压从 $25V$ 升高到 $30V$ 时，电流也会从 $2.5A$ 升高到 $3A$ 。

图 1-6 电压变化对电流的影响



在电阻阻值不变的情况下，电路中的电压升高/降低，流经电阻的电流也会成比例增加/减少。



扫一扫看视频