

新手学维修系列

# 新手学

# 电工基础知识

○ 王学屯 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新手学维修系列

# 新手学电工基础知识

王学屯 编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书为《新手学维修系列》丛书之一，全书共分7章，实战演练26个。本书是作者在分析多种同类“电工基础”上，以自己的亲身教学经验及国外电路教材和自学辅导书为主线而撰写的。本书内容主要包括电学“三兄弟”、直流电路、复杂直流电路、电容器、磁场与电磁感应、单相正弦交流电路、三相交流电路与安全用电。

本书可作为爱好电工的初、中级读者的自学参考书，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。

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

新手学电工基础知识/王学屯编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.9  
(新手学维修系列)

ISBN 978-7-121-18019-4

I. ①新… II. ①王… III. ①电工-基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第198801号

策划编辑: 柴 燕(chaiy@phei.com.cn)

责任编辑: 毕军志

印 刷: 涿州市京南印刷厂  
装 订:

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: 880×1230 1/32 印张: 10.125 字数: 291.6千字

印 次: 2012年9月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 28.00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 zltz@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

本书为《新手学维修系列》丛书之一，全书共分7章，实战演练26个。本书是作者在分析多种同类“电工基础”上，以自己的亲身教学经验及国外电路教材和自学辅导书为主线而撰写的。

这套丛书不管是从发行量还是从读者的反馈意见来看，丛书的出版是成功的，是最适合初学者使用的。基于这种思想，编著者将2011年出版的《电工基础与实践》进行了整理、更新，编写了本书。

本书从以能力为本位的角度出发，以“打造轻松的学习环境，精练简易的图解教学，同步导入的实战演练”为目标，以崭新的视角方式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) 力求概念解释通俗化，实际操作规范化，动手能力兴趣化，并以多人对话的形式来展示内容。

(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实战演练导入，以增加学生的实际动手能力，使之在学习中实践，在实践中总结和验证。

(4) 内容编排、叙述方式及列举实例都借鉴了国外教材的经验，并且对重要的概念、公式及注意事项都以对话的形式标出，以示醒目，重点突出，加强记忆性。

(5) 精简理论推导，突出定性分析，减少定量计算。力求做到内容既系统全面，又突出重点，文字简练。本书强调知识点为“专业技能”服务，适当降低理论深度，淡化理论推导细节，以提高学生的学习兴趣和解决实际问题的能力。

本书可作为爱好电工的初、中级读者的自学参考书，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著，参加编写的还有高选梅、王墨敏、王小米、刘军朝、孙文波、赵伟、宋妍玲、王琼琼、耿世昌等。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  
2012年6月

# 目 录

第 1 章 电学“三兄弟” .....	1
1.1 轻松学习“新手学电工基础知识” .....	1
1.1.1 电能与工农业 .....	2
1.1.2 为什么要学电路 .....	2
1.1.3 电路的发展历程 .....	3
1.1.4 电类专业的职场生涯 .....	4
开动脑筋 1 .....	5
1.2 电路和电流 .....	5
1.2.1 电路及其组成 .....	6
1.2.2 简单电路图 .....	9
1.2.3 电路的状态 .....	9
1.2.4 电学三兄弟之一——电流 .....	10
1.2.5 电流的大小与方向 .....	11
实战演练 1 电流表的连接与注意事项 .....	13
实战演练 2 电路图的分类与识读 .....	14
开动脑筋 2 .....	18
1.3 电流的动力——电压与电动势 .....	21
1.3.1 电位 .....	21
1.3.2 电学三兄弟之二——电压（电位差） .....	22
1.3.3 发电的能力——电动势 .....	26
1.3.4 电流、电压与电动势之间的关系 .....	27
实战演练 3 电压表的连接 .....	29
实战演练 4 实验平台——免焊万用板的使用 .....	30
开动脑筋 3 .....	32
1.4 电学三兄弟之三——电阻 .....	33
1.4.1 电流的阻力——电阻 .....	33

1.4.2	电阻是固有的——电阻定律	34
1.4.3	电阻与温度的关系	36
1.4.4	电阻的作用及测量方法	37
	实战演练5 电阻的分类	38
	实战演练6 万用表测量电阻	41
	开动脑筋4	43
1.5	电学三兄弟的关系——欧姆定律	43
1.5.1	部分电路欧姆定律	44
1.5.2	国际单位制	46
1.5.3	全电路欧姆定律	46
1.5.4	欧姆定律的计算	47
	实战演练7 万用表测量直流电压、直流电流	49
	实战演练8 伏安法测量电阻	50
	开动脑筋5	51
1.6	电的计量——电功与电功率	52
1.6.1	衡量电的消耗——电功	52
1.6.2	计算电的效率——电功率	54
1.6.3	电流的热效应	57
1.6.4	电气设备的额定值	58
	实战演练9 电度表的选用与接线安装	59
	开动脑筋6	61
<b>第2章</b>	<b>直流电路</b>	<b>63</b>
2.1	电阻的连接方式	63
2.1.1	电阻连接方式之一——串联	64
2.1.2	串联的特效——分压原理	66
2.1.3	电阻连接方式之二——并联	68
2.1.4	并联的特效——分流原理	70
2.1.5	电阻连接方式之三——混联电路及计算	71
	实战演练10 全面识读电阻	76
	开动脑筋7	78
2.2	直流电源的连接	81
2.2.1	提高电压——电池的串联	82

2.2.2	增大电流——电池的并联	83
2.2.3	电池的混联	84
	开动脑筋 8	86
2.3	电路的故障检查	86
2.3.1	串联电路的故障检查	86
2.3.2	并联电路的故障检查	91
2.3.3	混联电路的故障检查	94
	实战演练 11 用万用表检查电路	97
	开动脑筋 9	98
2.4	电路中电位和电压的计算	99
2.4.1	电路中各点电位的计算	100
2.4.2	电路中两点间电压的计算	103
	实战演练 12 电压和电位的测量	104
	开动脑筋 10	106
<b>第 3 章</b>	<b>复杂直流电路</b>	<b>108</b>
3.1	基尔霍夫定律	108
3.1.1	电路名词术语	109
3.1.2	基尔霍夫第一定律 (KCL 定律)	110
3.1.3	基尔霍夫第二定律 (KVL 定律)	112
	开动脑筋 11	115
3.2	支路电流法与网孔电流法	116
3.2.1	支路电流法	116
3.2.2	网孔电流法	119
	开动脑筋 12	122
3.3	叠加原理	123
3.3.1	叠加原理的举例说明	123
3.3.2	用叠加原理计算电路	125
	开动脑筋 13	127
3.4	戴维南定律	127
3.4.1	专业名词解释	128
3.4.2	戴维南定律的应用	129
	开动脑筋 14	132



3.5	电压源与电流源及其等效变换	133
3.5.1	电压源	134
3.5.2	电流源	136
3.5.3	电压源与电流源的等效变换	139
	开动脑筋 15	142
3.6	电桥电路	143
3.6.1	直流电桥电路	143
3.6.2	直流电桥的平衡条件	144
3.6.3	直流电桥电路应用举例	145
	实战演练 13 电桥的使用	146
	开动脑筋 16	149
第4章	电容器	150
4.1	电容和电容量	150
4.1.1	神奇的电量存储器——电容	150
4.1.2	衡量电量存储能力——电容量	152
4.1.3	电容的主要性能指标	154
	实战演练 14 全面识读电容	155
	开动脑筋 17	159
4.2	电容的充电和放电过程	159
4.2.1	电容的充电	160
4.2.2	电容的放电	161
4.2.3	电容充电、放电的特点	162
	开动脑筋 18	164
4.3	电容的连接	164
4.3.1	提高耐压——串联电容	165
4.3.2	增加容量——并联电容	166
4.3.3	电容的混联	167
	实战演练 15 电容的简易检测	168
	开动脑筋 19	170
第5章	磁场与电磁感应	172
5.1	磁的基本知识	172
5.1.1	磁体与磁极	173

5.1.2	磁场与磁力线 .....	175
5.1.3	电流的磁场 .....	177
5.1.4	磁场的主要物理量 .....	179
	实战演练 16 继电器的原理、分类、选用与检测 .....	183
	开动脑筋 20 .....	187
5.2	磁场对通电导体的作用 .....	188
5.2.1	带电直导体在磁场中的表现——产生磁力 .....	188
5.2.2	带电矩形框在磁场中的表现——产生力矩 .....	191
5.2.3	磁场对带电导体作用的应用实例 .....	193
	开动脑筋 21 .....	194
5.3	电磁感应 .....	195
5.3.1	常见的磁化现象 .....	195
5.3.2	磁滞回线及铁磁材料的分类 .....	197
5.3.3	动磁发电——电磁感应 .....	199
	开动脑筋 22 .....	206
5.4	自感、互感、涡流与磁路 .....	207
5.4.1	存储磁场的元件——电感 .....	207
5.4.2	实现变压的元件——互感 .....	210
5.4.3	涡流 .....	212
5.4.4	磁路与电磁铁 .....	214
	实战演练 17 判别同名端 .....	217
	实战演练 18 全面识读电感与检测 .....	220
	实战演练 19 变压器的识别与检测 .....	225
	开动脑筋 23 .....	233
<b>第 6 章</b>	<b>单相正弦交流电路 .....</b>	<b>235</b>
6.1	交流电的基本概念 .....	235
6.1.1	什么是交流电 .....	236
6.1.2	正弦交流电的产生 .....	236
6.1.3	描述交流电的基本物理量 .....	237
	实战演练 20 用万用表测量交流电压 .....	244
	实战演练 21 用钳形表测量交流电流 .....	245
	开动脑筋 24 .....	247

6.2	正弦交流电的表示法	247
6.2.1	解析式表示法	248
6.2.2	波形图表示法	248
6.2.3	相量图表示法	249
6.2.4	复数法	251
	实战演练 22 低频信号发生器的使用	254
	开动脑筋 25	255
6.3	正弦交流电路中的电阻、电容和电感	255
6.3.1	纯电阻电路	256
6.3.2	纯电感电路	259
6.3.3	纯电容电路	263
	实战演练 23 验电笔的使用	268
	实战演练 24 示波器的使用	270
	开动脑筋 26	271
6.4	串联、并联交流电路	272
6.4.1	RLC 串联电路	272
6.4.2	RL 串联电路	277
6.4.3	RC 串联电路	279
6.4.4	RLC 并联电路	281
	实战演练 25 便携式单相功率表的使用	283
	开动脑筋 27	284
<b>第 7 章 三相交流电路与安全用电</b>		285
7.1	三相交流电源	285
7.1.1	三相交流电动势的产生	285
7.1.2	三相交流电源绕组的连接	287
	开动脑筋 28	289
7.2	三相负载的连接	289
7.2.1	三相负载的星形连接	290
7.2.2	三相负载的三角形连接	290
	实战演练 26 三相负载的连接	291
	开动脑筋 29	293
7.3	安全用电的基本知识	293

7.3.1 触电对人体的伤害 .....	294
7.3.2 触电的原因和方式 .....	295
7.3.3 常用安全用电防护措施 .....	297
7.3.4 安全用电注意事项 .....	299
开动脑筋 30 .....	299
部分开动脑筋答案 .....	300
参考文献 .....	312


# 第1章


## 电学“三兄弟”


本章是电工学的理论基础，主要介绍电学“三兄弟”——电流、电压、电阻的基本概念和电学中的一些基本物理量，并研究电路的基本规律。





### 1.1 轻松学习“新手学电工基础知识”

 阳阳：我家有许多家用电器，如彩色电视机、电冰箱、空调器、洗衣机、电饭锅、电热饮水机、排油烟机、微波炉、食品加工机、电吹风、自动洗手器、电风扇、吸尘器、按摩器等。

 皮皮：好了！好了！烦人，谁家里没有这些？这有什么稀奇的？

 阳阳：我想学习这些电器的工作原理，将来也发明制造这些电子产品。

 皮皮：你这么说，当真我也有这个想法。走！一起去问问王老师吧。

 王老师：你们想学习电工电子技术这很好，刚才你们列举的都是生活电器，我们接着这个话题继续讨论吧！本节课主要介绍电路的序言。其学习导航为

1.1.1 电能与工农业


1.1.2 为什么要学电路

1.1.3 电路的发展历程

## 1.1.4 电类专业的职场生涯

## 1.1.1 电能与工农业

电能的利用如图 1.1 所示。

 王老师总结：

电类产业的分支主要有模拟电路、数字电路、电讯通信、自动控制、计算机、机电一体化、工业自动化、数控、航天科技等。

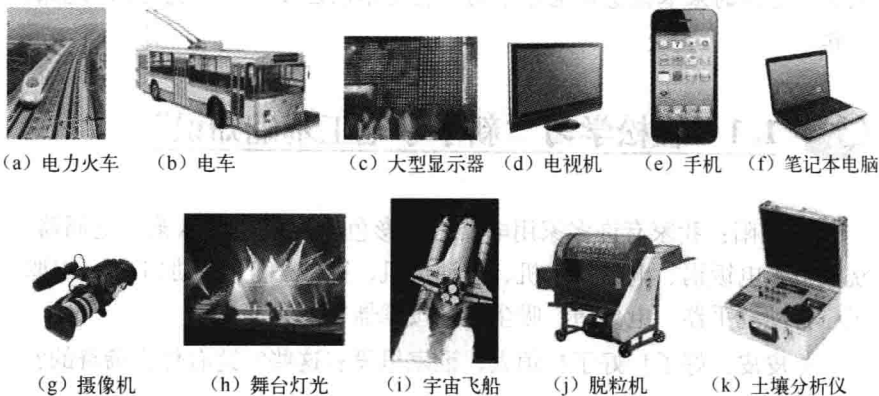





图 1.1 电能的利用


## 1.1.2 为什么要学电路

 阳阳：为什么要学电路？

 王老师：电工基础是研究电工技术和电子技术的理论和应用的技术基础课程。任何复杂或简单的电子电路及其控制系统都是由基本的电路理论作为基础的，只有熟练掌握和充分理解了基本电路的概念和原理，才能在电工及电子工程技术领域进一步发展与前进。

 王老师：你想做未来的电工电子行业的电气工程师、技术员、电子产品售后服务人员吗？

 皮皮、 阳阳：我们当然想呀！

 王老师：当你开始学习这本书时，说明你已经选择了电工或电子

类专业作为你的职业生涯的目标！只要你坚定了信心，并且愿意为此做出不懈的努力，相信你一定能在电的神奇世界里自由翱翔！祝愿大家有一个新的开始并马到成功！

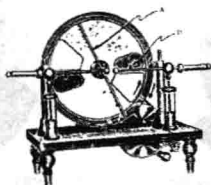
愿大家在这里储备知识，磨炼意志，培养能力，增长才干，开创远大的前程。

### 1.1.3 电路的发展历程

电路的发展历程如图 1.2 所示。



(a) 我国古代发明的“司南”



(b) 2500年前，古希腊人发现“琥珀摩擦生电”



(c) 1785年，法国物理学家库仑发现电荷



(d) 1820年，奥斯特发现了电流可以产生磁场



(e) 1820年，安培发现了电流及电流产生的磁场，因此电流的单位命名为“安培”



(f) 1826年，德国物理学家欧姆，实验得出“欧姆定律”，并被命名为电阻的单位



(g) 1831年，法拉弟发现电磁感应现象



(h) 英格兰工程师瓦特在电磁学中做出重大贡献，因此被命名为功率的单位

图 1.2 电路的发展历程



- (i) 1833年，俄罗斯科学家楞次建立了“楞次定则”；在1844年与英国物理学家焦耳确定了电热效应定律“焦耳—楞次定律”



- (j) 1834年，雅克比制造出世界上第一台电动机；美国物理学家亨利发明了自感线圈，被命名为电感的单位



- (k) 1888年，赫兹实验获得了电磁波



- (l) 1883年，美国发明家爱迪生发现了热电子效应



- (m) 1904年，弗莱明制造了电子二极管

图 1.2 电路的发展历程（续）


1862—1873年，英格兰教授麦克斯韦提出了电磁波理论；德国物理学家韦伯与他齐名。

1906年，美国的德福雷斯发明了电子三极管。

1948年，美国贝尔实验室制造出第一个晶体管。

1958年，第一个集成电路面世。

1946年，诞生第一台电子计算机。

 王老师总结：记住这些科学家的名字，他们是我们今后学习的榜样，同时，也为以后熟练使用电路物理量的单位名称打下良好的基础。

电类科学家主要有库仑、奥斯特、安培、欧姆、法拉第、瓦特、楞次、焦耳、亨利、麦克斯韦、韦伯、赫兹、爱迪生等。

#### 1.1.4 电类专业的职场生涯

电类专业的职场工作较多，这里只能列举一二：



- 电工电子类设计工程师；
- 电工电子专业高级工程师、技工；
- 电工电子产品开发、研制、生产人员；
- 电工电子专业教授、老师；
- 电工电子实验室专业人员；
- 电器产品设计、调试、检测、售后服务人员；
- 电子类图书编辑、校对人员及图书馆管理人员；
- 电器类安装、维护、维修人员；
- 电子生产线一线工人；
- 无线电装接工、调试工、成品检验工、家用电子产品维修工等；
- 视频设备维修工、音频设备维修工、制冷设备维修工等；
- 电热器具维修工、电动器具维修工、复印设备维修工及办公设备维修工等。



### 开动脑筋1

1. 举出一些电类产品。
2. 规划一下学习“电工基础”的目标及任务。
3. 叙述一下：“我对自己电子生涯的美好憧憬”。



## 1.2 电路和电流



阳阳：听了王老师的序言，我认准了要学习电工基础知识。



皮皮：你的好伙伴——我，也要参加这个学习班，但不知道学习起来难度大不大？



阳阳：我想王老师会给我们制造一个轻松学习的氛围与环境的。



皮皮：那太好了，走！继续我们的学习吧。



王老师：本节课主要介绍电路和电流的一些基本概念，尽管一些概念是中学已经学习过的，但不妨再学习与巩固一下。其学习导航为

### 1.2.1 电路及其组成