

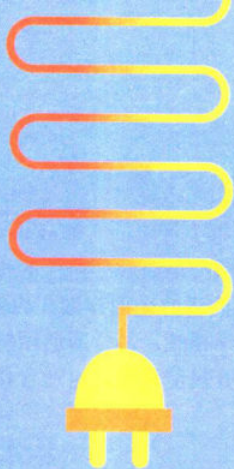
电工入门与技能 实用手册

王红明 贺鹏◎编著

全彩印刷
还原真实

扫码即看
定制视频

中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.



电工入门与技能 实用手册

王红明 贺鹏◎编著



中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.

内 容 简 介

本书围绕电工实际工作需要,以电工行业的工作要求和规范为依据,融入作者多年实践工作经验,采用全彩图解的方式,全面系统地讲解了电工的操作技能。

本书结合实操讲解,对电工知识的讲解全面详细,内容由浅入深,通俗易懂。全书配备了微视频,通过扫描二维码可以观看教学视频,结合彩色图解,读者可以轻松掌握相关电工知识。

本书不仅适合初级电工学习与提升技能使用,也适合作为职业院校、培训学校的参考用书,供相关专业同学学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工入门与技能实用手册 / 王红明, 贺鹏编著. —北京: 中国铁道出版社有限公司, 2019. 4
ISBN 978-7-113-25573-2

I. ①电… II. ①王… ②贺… III. ①电工技术-手册IV. ①TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第036066号

书 名: 电工入门与技能实用手册

作 者: 王红明 贺 鹏 编著

责任编辑: 荆 波

责任印制: 赵星辰

读者热线: 010-63560056

封面设计: **MX** DESIGN
STUDIO

出版发行: 中国铁道出版社有限公司(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

版 次: 2019年4月第1版 2019年4月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 21.25 字数: 550 千

书 号: ISBN 978-7-113-25573-2

定 价: 79.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 51873174

打击盗版举报电话:(010) 51873659

一、为什么写这本书

电工是一个技术考究的行业，电工领域是目前世界上涉及面最广的，几乎任何行业都离不开电，电工的需求量很高，因此只要你掌握了电工的操作技能，就可以轻松找到一份关于电工的工作。

那么如何让初学者能够在短时间内掌握电工从业的知识和技能呢？其实也不难，只要“多看、多学、多问、多练”。通过学习来掌握电工的基本技能，而学习就需要一本好的电工学习资料，不但有丰富的电工知识、还有大量的电工实操用于增加读者的经验。这也是作者写作本书的目的。

本书围绕电工实际工作需要，以电工行业的工作要求和规范为依据，采用全彩图解的方式，全面系统地讲解了电工的操作技能。本书是专为电工用户而编写的，为电工学习人员提供师傅带徒弟式的教程，使其快速成长为专业的电工。

二、全书学习地图

本书开篇首先介绍电工的基本知识和电工常用工具和仪表的使用方法，然后讲解了电工识图方法、电子元器件的检测实战、低压电气元件检测实战、导线的加工和连接实战，接着讲解了交流电动机和直流电动机维修实战、电动机控制电路分析讲解、高/低压供电线路检修调试实战、照明控制线路检修调试实战、电工安全与触电急救方法、变频器及PLC应用等。

本书全部结合实操和图解来讲，方便初学者快速掌握电工的操作方法。

三、本书特色

- 技术实用，内容丰富

本书讲解了电工的各种基本技能，同时总结了电子元器件、低压电气元件、导线的加工连接、电动机维修、供电线路检修、照明电路检修、变频器及PLC等重要的实操技能，内容非常丰富实用。

- 大量实训，增加经验

本书结合了大量的电工环境，配备了大量的实践操作图，总结了丰富的实践经验，读者学过这些实训内容，可以轻松掌握电工操作技能。

- 实操图解，轻松掌握

本书讲解过程使用了直观图解的同步教学方式，上手更容易，学习更轻松。读者可以一目了然地看清电工操作过程，快速掌握所学知识。

四、读者定位

本书适合电工初学者学习与提升技能使用，也可作为中高级电工人员的参考用书；除此之外，还可作为职业院校、培训学校参考用书，供相关专业同学学习使用。

五、即扫即看二维码视频

专门为本书定制的25段电工知识与技能讲解视频，以二维码的形式嵌入书中相应章节，读者可实现即扫即看。

六、本书作者团队

本书由王红明、贺鹏编著，参加本书编写的人员还有韩海英、付新起、韩佶洋、多国华、多国明、李传波、杨辉、连俊英、孙丽萍、张军、刘继任、齐叶红、刘冲、多孟琦、王伟伟、田宏强、王红丽、高红军、马广明等。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请业界同仁及读者朋友提出宝贵意见。

七、感谢

一本书的出版，从选题到出版，要经历很多环节，在此感谢中国铁道出版社有限公司以及负责本书的荆波编辑和其他没有见面的编辑，不辞辛苦，为本书出版所做的大量工作。

编者

2019年1月

目录

第1章 带你进入电路的世界	1
1.1 接触电路	2
1.1.1 什么是电路与电路图	2
1.1.2 什么是电流与电阻	3
1.1.3 电位、电压和电动势指什么	3
1.1.4 电路的三种状态	5
1.1.5 电器设备的电功和电功率	6
1.1.6 接地的重要性	6
1.2 直流电路计算方法	7
1.2.1 用欧姆定律计算	7
1.2.2 串联电路的计算	8
1.2.3 并联电路的计算	9
1.2.4 混联电路的计算	9
1.3 电还分直流电与交流电	10
1.3.1 什么是直流电	10
1.3.2 什么是单相交流电	11
1.3.3 什么是三相交流电	11
第2章 常用电工工具和仪表使用操作实战	13
2.1 常用电工加工工具使用操作实战	14
2.1.1 四种电工钳的使用操作实战	14
2.1.2 常见的四种螺丝刀使用方法	18
2.1.3 两种扳手使用操作实战	19
2.1.4 电工刀使用操作实战	21
2.1.5 电烙铁的焊接姿势与操作实战	22
2.1.6 焊料与助焊剂有何用处	25
2.1.7 墙壁开槽机操作实战	26
2.1.8 电钻和电锤使用操作实战	27
2.1.9 两种切管器使用操作实战	27
2.1.10 弯管器使用方法	29

2.2	常用电工检测工具与仪表使用操作实战	29
2.2.1	两种验电笔使用操作实战	29
2.2.2	数字万用表和指针万用表测量实战	31
2.2.3	钳形表使用操作实战	38
2.2.4	兆欧表使用操作实战	41

第3章 电工工作的第一步——识图 43

3.1	怎样看懂电工电气图	44
3.2	掌握电工识图基础知识	45
3.2.1	常用电气图有哪几种	45
3.2.2	电气图中区域如何划分	47
3.2.3	电气图中导线的表示方法	48
3.2.4	电气图中导线标识读识方法	49
3.2.5	电气图中常用文字符号有哪些	50
3.2.6	电气图中常用图形符号有哪些	52
3.3	电气基础控制电路读识方法	57
3.3.1	识别电气元件符号及其实物	57
3.3.2	识别电气元件的不同部分	57
3.3.3	通过电流大小识别主电路和控制电路	58
3.3.4	点动控制电路读识	60
3.3.5	自锁控制电路读识	61
3.3.6	按钮互锁控制电路读识	62
3.3.7	利用接触器辅助触电的互锁电路读识	63
3.4	如何读识照明电气图	63
3.4.1	照明供电系统图读识方法	63
3.4.2	照明平面图读识方法	64
3.5	如何读识高压供配电线路	66
3.5.1	识别高压元件符号及其实物	66
3.5.2	高压供电线路的读识方法	67
3.5.3	高压配电线路的读识方法	67

第4章 电路中的电子元器件检测实战 69

4.1	电阻器检测实战	70
4.1.1	常用电阻器有哪些	70
4.1.2	认识电阻器的符号很重要	71
4.1.3	轻松计算电阻器的阻值	73

4.1.4	实战检测判断固定电阻器的好坏	76
4.1.5	实战检测判断贴片电阻器好坏	77
4.2	电容器检测实战	81
4.2.1	常用电容器有哪些	81
4.2.2	认识电容器的符号很重要	82
4.2.3	如何读懂电容器的标注参数	84
4.2.4	实战检测判断电解电容器的好坏	85
4.2.5	实战检测判断贴片电容器的好坏	86
4.3	电感器检测实战	88
4.3.1	常用电感器有哪些	88
4.3.2	认识电感器的符号很重要	90
4.3.3	如何读懂电感器的参数	91
4.3.4	实战检测判断磁环/磁棒电感器的的好坏	92
4.3.5	实战检测判断贴片封闭式电感器的的好坏	94
4.4	二极管检测实战	95
4.4.1	常用二极管有哪些	95
4.4.2	认识二极管的符号很重要	97
4.4.3	实战检测判断整流二极管的好坏	98
4.4.4	实战检测判断稳压二极管的好坏	100
4.4.5	实战检测判断开关二极管的好坏	103
4.5	三极管检测实战	105
4.5.1	常用三极管有哪些	105
4.5.2	认识三极管的符号很重要	106
4.5.3	实战检测判断三极管的极性	108
4.5.4	实战检测判断三极管的好坏	109
4.6	晶闸管(可控硅)检测实战	113
4.6.1	常用的晶闸管有哪些	114
4.6.2	认识晶闸管的符号很重要	115
4.6.3	实战检测判断单向晶闸管的好坏	116
4.6.4	实战检测判断双向晶闸管的好坏	120
第5章 常用低压电气元件检测实战		125
5.1	开关检测	126
5.1.1	刀开关检测方法	126
5.1.2	断路器检测方法	127
5.2	接触器检测	130

5.2.1	接触器的结构	130
5.2.2	接触器是如何工作的	131
5.2.3	交流接触器与直流接触器有何区别	131
5.2.4	接触器和断路器有何不同	133
5.2.5	接触器的接线方法	133
5.2.6	接触器的检测方法	135
5.3	继电器检测	136
5.3.1	热继电器的检测	136
5.3.2	中间继电器的检测	139
5.3.3	时间继电器的检测	140
5.4	变压器检测	142
5.4.1	变压器的功能特点	143
5.4.2	变压器的符号	145
5.4.3	电力变压器检测方法	145
5.4.4	电源变压器检测方法	147

第6章 导线加工和连接实战 148

6.1	各种导线绝缘层的剥削实战	149
6.1.1	4mm ² 以下塑料绝缘导线剥削实战	149
6.1.2	4mm ² 以上塑料绝缘导线剥削实战	150
6.1.3	塑料护套线的剥削实战	151
6.1.4	漆包线剥线实战	152
6.2	单股铜芯导线的连接实战	153
6.2.1	单股铜芯导线的直线连接实战	153
6.2.2	单股铜芯导线的T形分支连接实战	155
6.3	多股铜芯导线的连接实战	156
6.3.1	多股铜芯导线的直线连接实战	156
6.3.2	多股铜芯导线的T形连接实战	158
6.4	同一方向的导线盒内封端连接实战	160
6.5	多芯电线电缆的连接实战	161
6.6	线头与接线柱(桩)的连接实战	162
6.6.1	线头与针孔式接线桩的连接实战	162
6.6.2	线头与螺钉平压式接线桩的连接实战	163
6.6.3	多芯软线与螺钉平压式接线桩的连接实战	166
6.7	导线连接处的绝缘处理实战	167
6.7.1	一字形导线接头的绝缘处理实战	168

6.7.2	T字分支接头的绝缘处理实战	169
6.7.3	十字分支接头的绝缘处理实战	170
第7章	交流电动机与直流电动机检修实战	172
7.1	交流异步电动机	173
7.1.1	三相交流异步电动机怎样产生动力	173
7.1.2	单相交流异步电动机怎样产生动力	175
7.1.3	三相交流异步电动机如何接线	177
7.1.4	单相交流异步电动机如何接线	178
7.2	交流同步电动机	183
7.3	直流电动机	184
7.3.1	有刷直流电动机如何工作	184
7.3.2	无刷直流电动机如何工作	186
7.4	电动机故障检测实战	188
7.4.1	实战检测三相交流电动机	188
7.4.2	实战检测单相交流电动机	190
7.4.3	实战检测直流电动机	192
7.4.4	实战检测电动机绕组的绝缘电阻	192
7.4.5	实战检修直流电动机的碳刷	194
第8章	电动机常用控制电路详解	196
8.1	三相交流电动机点动运行控制电路	197
8.2	三相交流电动机连续运行控制电路	198
8.3	三相交流电动机连续运行带点动控制电路	199
8.4	三相交流电动机两地控制连续运行电路	200
8.5	三相交流电动机正、反向点动运行控制电路	201
8.6	三相交流电动机正、反向连续运行控制电路	202
8.7	三相交流电动机往返带限位控制电路	203
8.8	两台三相交流电动机顺序启动控制电路	204
8.9	两台三相交流电动机顺序停止控制电路	205
8.10	两台三相交流电动机顺序启动、顺序停止控制电路	206
8.11	三相交流电动机调速控制电路	207
8.12	电动机启动前先发开车信号的控制电路	208
8.13	电动机间歇循环运行控制电路	209
8.14	单相交流电动机连续运行控制电路	210
8.15	单相交流电动机正、反向连续运行控制电路	211

第9章 高、低压供配电线路检修调试实战 212

9.1	高、低压供配电线路有何特点	213
9.1.1	供配电线路与一般电工线路有何区别	213
9.1.2	高压供配电线路有哪些重要部件	214
9.1.3	低压供配电线路有哪些重要部件	221
9.2	供配电系统如何选择	223
9.2.1	如何确定供电电压	223
9.2.2	如何选择供电方式	225
9.2.3	工厂供电系统组成	226
9.3	常见高压供配电线路	227
9.3.1	变配电所高压线路接线方式选择	227
9.3.2	总降压变电所供配电线路	229
9.3.3	工厂6~10kV高压配电所供配电线路	230
9.3.4	小型配电所供配电线路	231
9.3.5	城市35kV变电所配电线路	232
9.4	常见低压供配电线路	234
9.4.1	三相电源双路互备自动供电线路	234
9.4.2	小区楼宇供配电线路	235
9.4.3	工厂低压供配电线路	236
9.5	供配电线路检修调试实战	237
9.5.1	电网倒闸操作调试	237
9.5.2	电力变压器操作调试	240
9.5.3	高压断路器掉闸故障检修调试	241
9.5.4	电压、电流互感器异常故障检修调试	242
9.5.5	供配电线路检修实战	242

第10章 照明控制电路的安装与检修实战 246

10.1	室内照明电路的组成特点	247
10.2	室内照明电路基本连接方法	249
10.2.1	电源与电度表的连接	249
10.2.2	电度表与空气开关的连接	249
10.2.3	电路中的开关连接	251
10.2.4	照明灯在电路中的连接	253
10.2.5	插座在电路中的连接	257
10.3	照明线路安装实战	258

10.3.1	照明电路中的开关、插座安装实战	258
10.3.2	吸顶灯安装实战	260
10.3.3	吊灯安装实战	261
10.3.4	射灯安装实战	264
10.4	常见照明控制电路详解	265
10.4.1	一个单控开关控制一盏照明灯电路	266
10.4.2	两个单控开关分别控制两盏照明灯电路	266
10.4.3	两个双控开关共同控制一盏照明灯电路	267
10.4.4	两个双联开关三方控制照明灯电路	267
10.4.5	触摸开关控制照明灯电路	268
10.4.6	两室一厅室内照明灯电路	269
10.4.7	日光灯调光控制电路	270
10.4.8	声控照明灯控制电路	270
10.4.9	光控照明灯控制电路	271
10.4.10	楼道延时关灯控制电路	272
10.5	照明控制电路检修实战	273
10.5.1	常见照明电路故障有哪些	273
10.5.2	照明电路开路故障检修实战	275
10.5.3	照明电路短路故障检修实战	277
10.5.4	照明电路漏电故障检修实战	278

第11章 电工安全与触电急救方法 **279**

11.1	这些安全常识要注意	280
11.1.1	安全电压要记牢	280
11.1.2	电流对人体的伤害	280
11.1.3	人与带电设备的安全距离	281
11.1.4	这些电气事故的原因要重视	282
11.2	电气设备如何保护接地和保护接零	283
11.3	电气安全标示牌有哪些	284
11.4	触电后如何急救	286
11.4.1	触电的种类	286
11.4.2	使触电者脱离电源的方法	287
11.4.3	触电后的紧急处理方法	288

第12章 变频器与PLC控制器的应用 **290**

12.1	变频器的组成与调速原理	291
------	-------------------	-----

12.1.1	变频器有何作用	291
12.1.2	变频器的组成原理	292
12.1.3	变频器的种类	293
12.2	变频器的接线及应用	296
12.2.1	变频器接线形式	296
12.2.2	变频器的应用	297
12.3	PLC控制器的组成原理与接线方法	300
12.3.1	PLC控制器有何作用	300
12.3.2	PCL控制器组成结构	300
12.3.3	可编程序控制器的工作原理	302
12.3.4	PLC控制器的接线形式	303
12.3.5	传统控制与PLC控制方式对比	303
12.4	PLC的编程语言	306
12.4.1	梯形图LAD编程	306
12.4.2	语句表STL编程	307
12.4.3	逻辑功能图LFD编程	308
12.5	PLC控制技术的应用	308
12.5.1	电动机Y/ Δ 启动控制系统	309
12.5.2	运料小车控制系统	311
12.5.3	交通信号灯控制系统	313
12.5.4	传输带控制系统	317
12.5.5	液体混合装置控制系统	319
12.6	利用PLC改造传统继电器控制电路	320
12.6.1	电动机双向(正、反转)继电器-接触器系统控制改造为 PLC控制	321
12.6.2	摇臂钻床的继电接触器控制系统的PLC技术改造	323

第 1 章

带你进入电路的世界

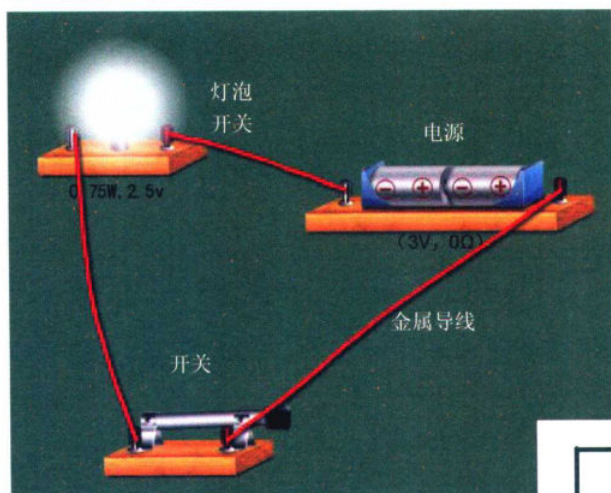
一般来说，凡是从事与电相关设备的安装、检修、运行、试验的工作人员都叫电工。学习电工首先要理解电，掌握电路、磁场、电阻的连接方式及相关定律和公式等电工基本知识。接下来本章将带你进入电路的世界。

1.1 接触电路

1.1.1 什么是电路与电路图

电路和电路图基本知识如图1-1所示。

(1) 通常将由电源、开关、金属导线和用电器（如灯泡）组成的导电回路称为电路。在电路输入端加上电源使输入端产生电势差，电路连通时即可工作。

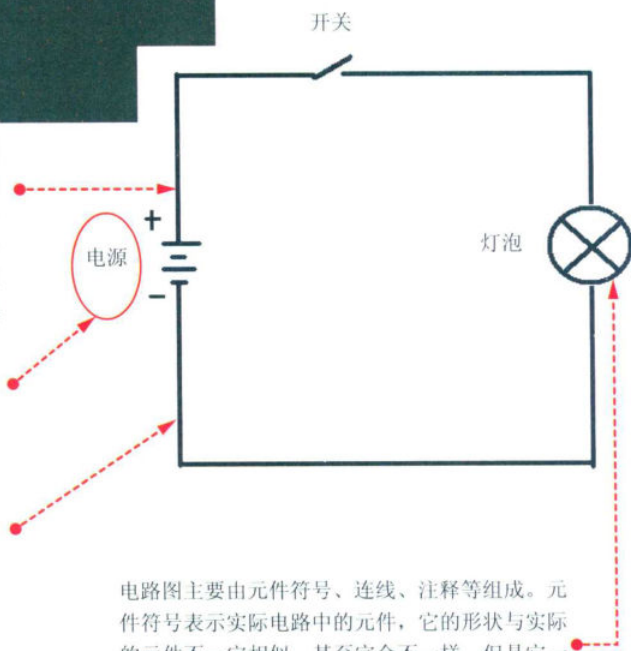


(2) 电路导通时叫作通路，断开时叫作断路或开路。只有通路，电路中才有电流通过。电路是电力系统、控制系统、通信系统、计算机硬件等电系统的主要组成部分，起着电能和电信号的产生、传输、转换、控制、处理和存储等作用。

电路图是指用电路元件符号表示电路连接的图。电路图是人们为研究、工程规划的需要，用物理电学标准化的符号绘制的一种表示各元器件组成及器件关系原理的布局图。由电路图可以得知组件间的工作原理，为分析性能、安装电子、电器产品提供规划方案。

注释在电路图中是十分重要的，电路图中所有的文字都可以归入注释一类。注释被用来说明元件的型号、名称等。

连线表示的是实际电路中的导线，在原理图中虽然是一根线，但在常用的印制电路板中往往不是线而是各种形状的铜箔块。

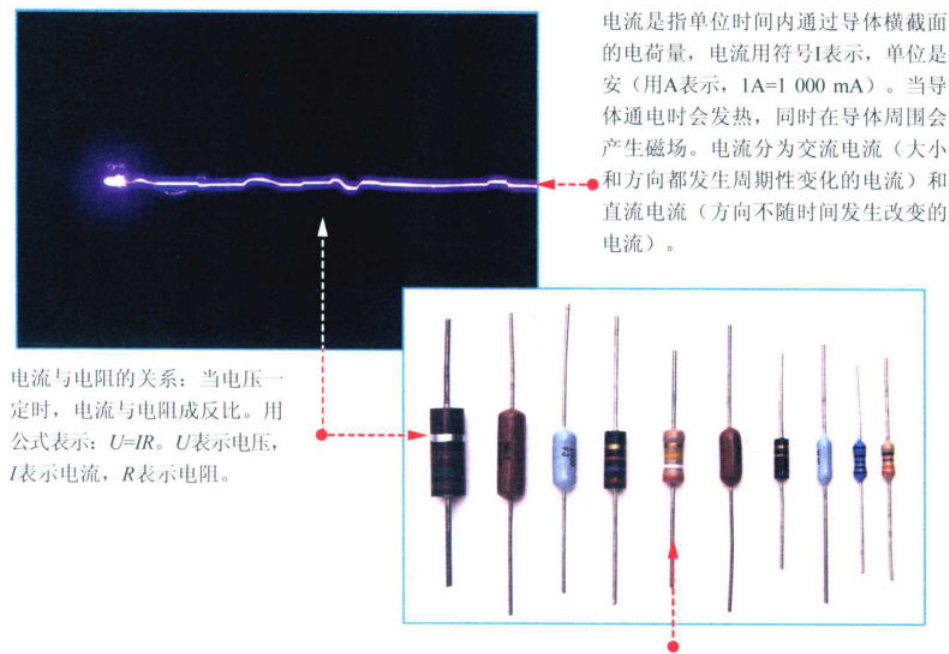


电路图主要由元件符号、连线、注释等组成。元件符号表示实际电路中的元件，它的形状与实际元件不一定相似，甚至完全不一样。但是它一般都会表示出元件的特点，而且引脚的数目都和实际元件保持一致。

图1-1 电路和电路图的基本知识

1.1.2 什么是电流与电阻

电流与电阻的基本知识如图1-2所示。



电流是指单位时间内通过导体横截面的电荷量，电流用符号 I 表示，单位是安（用A表示， $1\text{A}=1\,000\text{mA}$ ）。当导体通电时会发热，同时在导体周围会产生磁场。电流分为交流电流（大小和方向都发生周期性变化的电流）和直流电流（方向不随时间发生改变的电流）。

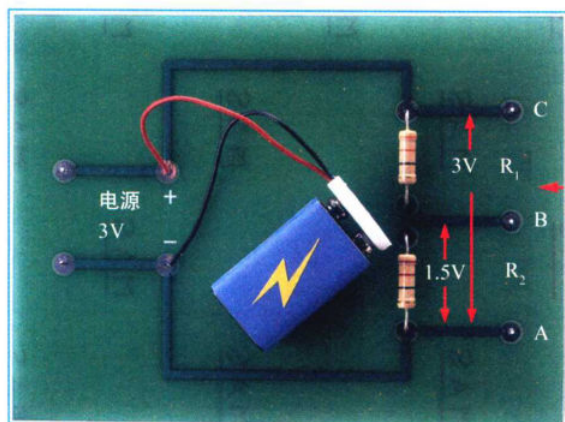
电流与电阻的关系：当电压一定时，电流与电阻成反比。用公式表示： $U=IR$ 。 U 表示电压， I 表示电流， R 表示电阻。

导体对电流的阻碍作用即为导体的电阻。电阻通常用“ R ”表示，单位是欧姆（用“ Ω ”来表示）。导体的电阻越大，表示导体对电流的阻碍作用越大。电阻的主要物理特征是变电能为热能，也可以说它是一个耗能元件，电流经过它就产生热能。导体电阻的大小与导体的尺寸、材料、温度有关。

图1-2 电流与电阻的基本知识

1.1.3 电位、电压和电动势指什么

(1) 电位是指该点与指定的零电位的电压大小差距。电位也称电势，单位为伏特（V），用符号 U 或 ϕ 表示，如图1-3所示。



电路中电阻 R_1 和 R_2 阻值相同，若以A为参考点，则A点的电位为 0V （即 $\phi_A=0\text{V}$ ），B点的电位为 1.5V （即 $\phi_B=1.5\text{V}$ ），C点的电位为 3V （即 $\phi_C=3\text{V}$ ）。

图1-3 电位的基本知识

电路中电阻 R_1 和 R_2 阻值相同，若以B为参考点，则B点的电位为0V（即 $\varphi_B=0V$ ），A点的电位为-1.5V（即 $\varphi_A=-1.5V$ ），C点的电位为1.5V（即 $\varphi_C=1.5V$ ）

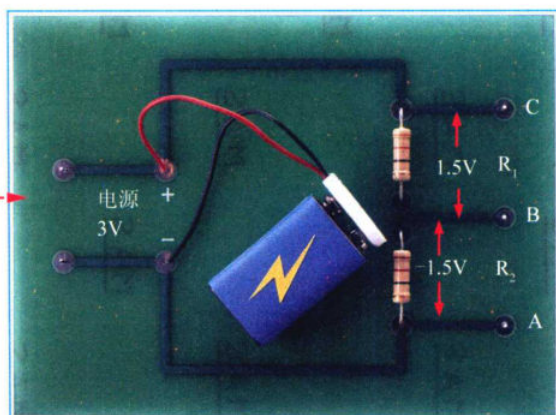
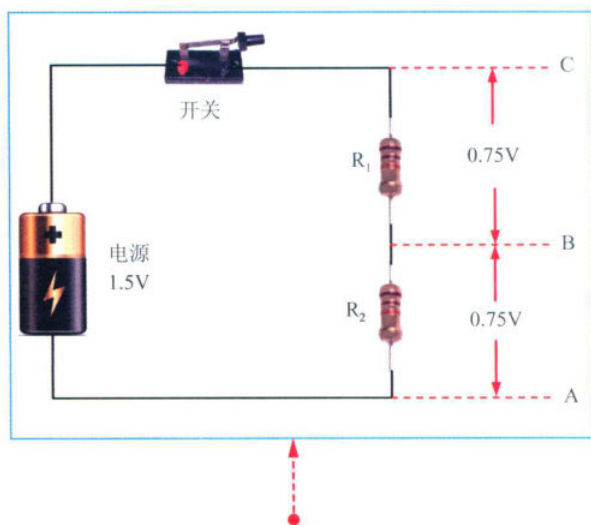


图1-3 电位的基本知识（续）

（2）电压是指电路中两点之间的电位的大小差距，所以电压也称为电位差（电势差），它是衡量单位电荷在静电场中由于电势不同所产生能量差的物理量。电压的单位是伏特（V），如图1-4所示。



在闭合电路中，任意两点AB之间的电压就是指这两点之间电位的差值。公式为： $U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B$ 。若以A点为参考点， $\varphi_A=0V$ ， $\varphi_B=0.75V$ ， $\varphi_C=1.5V$ 。则A与B之间的电压为0.75V，即加在电阻 R_2 两端的电压为0.75V。C点的电位为1.5V，则C与A之间的电压为1.5V。也就是加在电阻 R_1 和 R_2 两端的电压为1.5V。B与C之间的电压为 $1.5V-0.75V=0.75V$ ，即加在电阻 R_1 两端的电压为0.75V。

图1-4 电压的基本知识

（3）电路中因其他形式的能量转换为电能所引起的电位差，叫作电动势，用字母 E 表示，单位是伏特（V）。电动势是反映电源把其他形式的能转换成电能的本领的物理量，如图1-5所示。