彩色图解

电工自学速成

韩雪涛　主　编
吴　瑛　韩广兴　副主编

CAISE TUJIE
DIANGONG ZIXUE
SUCHENG

- 全彩图解轻松入门
- 电工知识全面覆盖
- 二维码看学习视频
- 专业技能更容易学

视频学习

全国百佳图书出版单位
化学工业出版社

彩色图解

电工自学速成

韩雪涛　主　编
吴　瑛　韩广兴　副主编

化学工业出版社
·北　京·



本书采用彩色图解的形式，以电工行业的工作要求和规范作为依据，全面系统地介绍了电子元器件识别、检测与维修的相关知识与技能，循序渐进地引导读者学习成为一名合格的电子电工技术人员。

本书内容包括：电工基础、电工工具和电工仪表、常用电气部件、电动机的拆卸与检修、电工安全与触电急救、导线的加工与连接、供配电系统的安装与调试、照明控制系统的安装与调试、电力拖动系统的安装与调试、变频技术与PLC技术。本书对电工知识的讲解全面详细，理论和实践操作相结合，内容由浅入深，语言通俗易懂，全书内容彩色图解，层次分明，重点突出，非常方便读者学习。

为了方便读者的学习，本书还对重要的知识和技能专门配置了**视频讲解**，读者只需要用手机**扫描二维码**就可以观看视频，学习更加直观便捷。

本书可供电工学习使用，也可供职业学校、培训学校作为教材使用。



图书在版编目（CIP）数据

彩色图解电工自学速成 / 韩雪涛主编. -- 北京 : 化学工业出版社，2018.1 （2018.7重印）
ISBN 978-7-122-31120-7

Ⅰ. ①彩… Ⅱ. ①韩… Ⅲ. ①电工-图解 Ⅳ. ①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第297989号

责任编辑：李军亮 万忻欣　　装帧设计：尹琳琳
责任校对：边 涛

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　　装：北京瑞禾彩色印刷有限公司
787mm×1092mm　1/16　印张12¼　字数300千字　2018年7月北京第1版第2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：58.00元

版权所有　违者必究

前 言

目前，对于电工电子技术而言，最困难也是学习者最关注的莫过于如何在短时间内掌握实用的技能并真正应用于实际的工作。

为了实现这个目标，我们特别策划了电工技能速成系列图书。

本系列图书共6种，分别为《彩色图解电工自学速成》《彩色图解电子元器件识别、检测与维修速成》《彩色图解电工识图速成》《彩色图解家装水电工技能速成》《彩色图解万用表入门速成》和《彩色图解电动机检测与绕组维修速成》。

本书是专门介绍电工基础知识与相关技能的图书。电工基础及应用是电工领域技术人员必备的基础技能。本书引导读者通过学习可以将电工基础的专业知识、实操技能在短时间内“全部掌握”。

为了能够编写好这本书，我们专门依托数码维修工程师鉴定指导中心进行了大量的市场调研和资料汇总。然后根据读者的学习习惯和行业的培训特点对电工知识及相关技能进行了系统的编排，并引入了大量检修应用案例辅助教学。力求达到专业学习与岗位实践的“无缝对接”。

为了确保专业品质，本书由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写，由全国电子行业资深专家韩广兴教授亲自指导。编写人员有行业资深工程师、高级技师和一线教师，使读者在学习过程中如同有一群专家在身边指导，将学习和实践中需要注意的重点、难点一一化解，大大提升学习效果。

另外，本书充分结合多媒体教学的特点，首先，图书在内容的制作上大胆进行多媒体教学模式的创新，将传统的“读文”学习变为“读图”学习。其次，图书还开创了数字媒体与传统纸质载体交互的全新教学方式。学习者可以通过书中的二维码，同步实时浏览对应知识点的视频讲解。数字媒体资源与图文资源相互衔接，相互补充，充分调动学习者的主观能动性，确保学习者在短时间内获得最佳的学习效果。

为了更好地满足读者的需求，本系列图书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。读者可登录数码维修工程师的官方网站（www.chinadse.org）获得超值技术服务。此外，读者还可以通过网站的技术交流平台进行技术交流和咨询。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题，可通过以下方式与我们联系：

联系电话：022-83718162/83715667/13114807267

E-mail:chinadse@163.com

地址：天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401　　邮编：300384

本书由韩雪涛任主编，吴瑛、韩广兴任副主编。参加本书内容整理工作的还有张丽梅、宋明芳、朱勇、吴玮、吴惠英、张湘萍、韩雪冬、周文静、吴鹏飞、唐秀鸯、王新霞、马梦霞、张义伟。

编　者



目 录

1 第1章 电工基础（P1）

1.1 电流与电动势（P1）

1.1.1 电流（P1）

1.1.2 电动势（P2）

1.2 电位与电压（P3）

1.2.1 电位（P3）

1.2.2 电压（P4）

1.3 直流电与交流电（P5）

1.3.1 直流电与直流供电方式（P5）

1.3.2 单相交流电与单相交流供电方式（P7）

1.3.3 三相交流电与三相交流供电方式（P10）

2 第2章 电工工具和电工仪表（P13）

2.1 电工常用加工工具（P13）

2.1.1 钳子（P13）

2.1.2 螺钉旋具（P16）

2.1.3 扳手（P18）

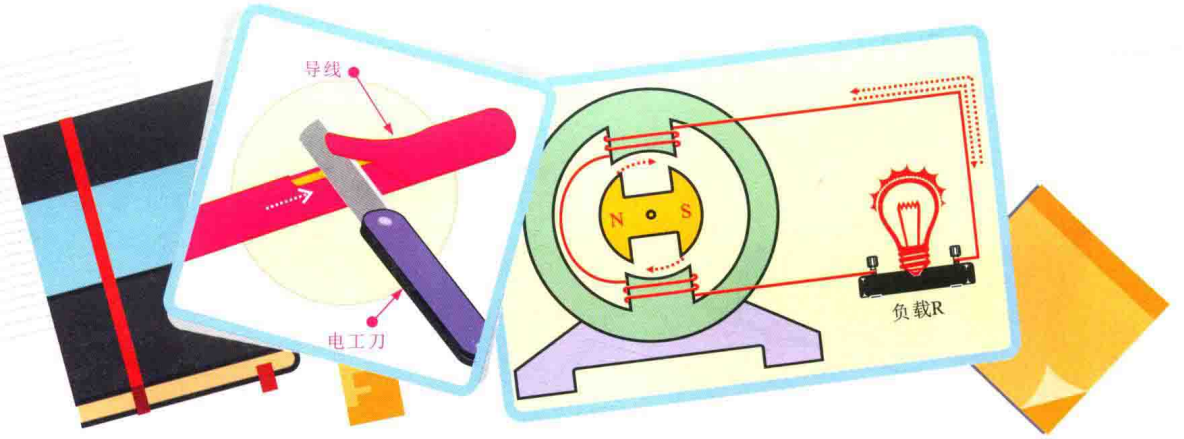
2.1.4 电工刀（P19）

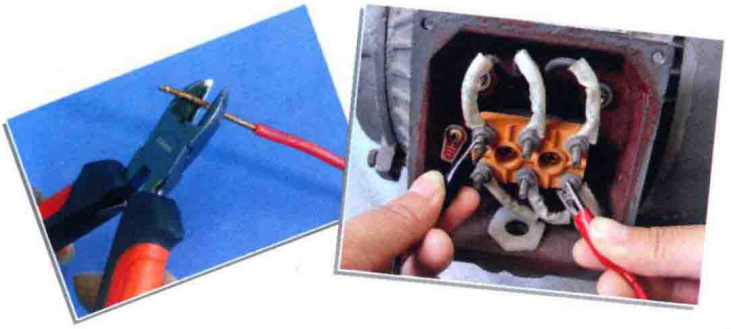
2.2 电工常用开凿工具（P20）

2.2.1 开槽机（P20）

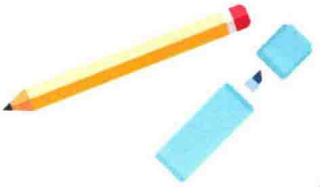
2.2.2 电钻和电锤（P21）







目录



2.3 电工常用焊接工具（P22）
2.3.1 电烙铁和热风焊机（P22）
2.3.2 气焊设备（P23）
2.3.3 电焊设备（P23）
2.4 电工常用检测仪表（P24）
2.4.1 验电器（P24）
2.4.2 万用表（P25）
2.4.3 钳形表（P27）
2.4.4 兆欧表（P28）
2.4.5 万能电桥（P29）



3 第3章

常用电气部件（P30）
3.1 开关的功能特点与检测（P30）
3.1.1 开关的功能特点（P30）
3.1.2 开关的检测方法（P31）
3.2 保护器的功能特点与检测（P32）
3.2.1 保护器的功能特点（P32）
3.2.2 保护器的检测方法（P33）
3.3 继电器的功能特点与检测（P34）
3.3.1 继电器的功能特点（P34）
3.3.2 继电器的检测方法（P36）
3.4 接触器的功能特点与检测（P37）
3.4.1 接触器的功能特点（P37）
3.4.2 接触器的检测方法（P39）
3.5 变压器的功能特点与检测（P40）
3.5.1 变压器的功能特点（P40）
3.5.2 变压器的检测方法（P42）

4 第4章 电动机的拆卸与检修（P46）

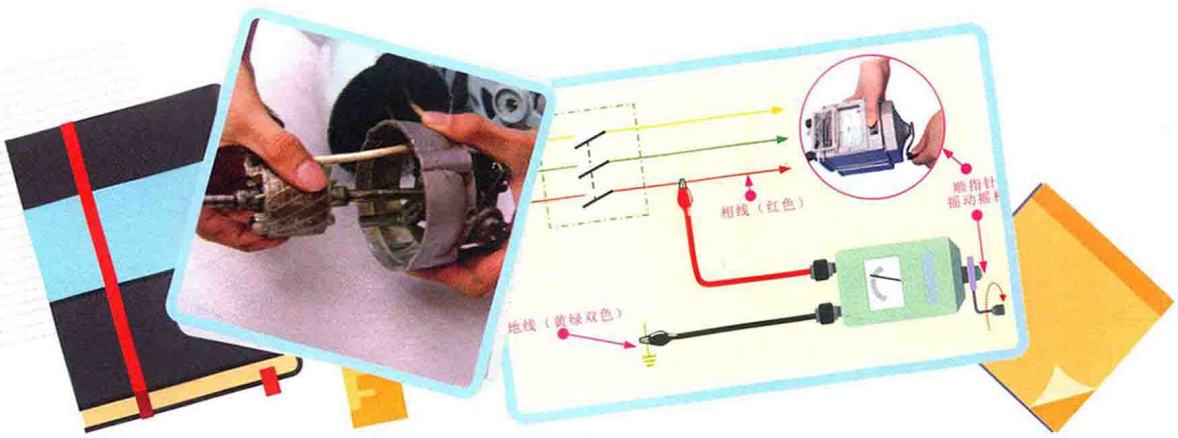
4.1 电动机的种类结构（P46）
- 4.1.1 永磁式直流电动机（P46）
- 4.1.2 电磁式直流电动机（P47）
- 4.1.3 有刷直流电动机（P48）
- 4.1.4 无刷直流电动机（P49）
- 4.1.5 交流同步电动机（P50）
- 4.1.6 交流异步电动机（P51）

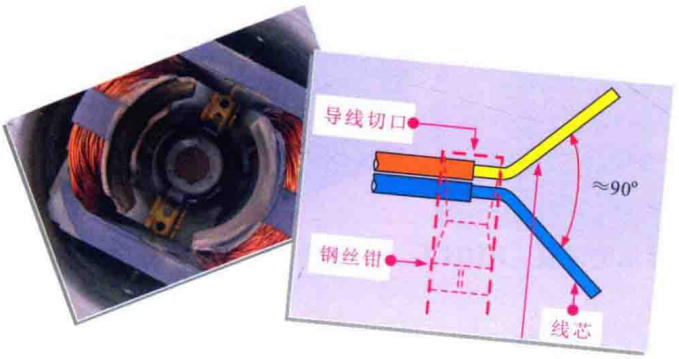
4.2 电动机的拆卸（P53）
- 4.2.1 有刷直流电动机的拆卸（P53）
- 4.2.2 无刷直流电动机的拆卸（P54）
- 4.2.3 单相交流电动机的拆卸（P55）
- 4.2.4 三相交流电动机的拆卸（P56）

4.3 电动机的检测（P57）
- 4.3.1 电动机绕组电阻值的检测（P57）
- 4.3.2 电动机绝缘电阻的检测（P60）
- 4.3.3 电动机空载电流的检测（P61）
- 4.3.4 电动机转速的检测（P62）

4.4 电动机主要部件的检修（P63）
- 4.4.1 电动机铁芯的检修（P63）
- 4.4.2 电动机转轴的检修（P65）
- 4.4.3 电动机电刷的检修（P66）
- 4.4.4 电动机集电环(换向器)的检修（P67）







目录



5 第5章 电工安全与触电急救（P68）

5.1 保护接地与保护接零（P68）
- 5.1.1 保护接地（P68）
- 5.1.2 保护接零（P70）

5.2 静电的危害与预防（P72）
- 5.2.1 静电的危害（P72）
- 5.2.2 静电的预防（P74）

5.3 触电的危害与应急处理（P76）
- 5.3.1 触电的危害（P76）
- 5.3.2 触电的种类（P78）
- 5.3.3 摆脱触电的应急措施（P79）
- 5.3.4 触电急救（P81）

5.4 外伤急救与电气灭火（P83）
- 5.4.1 外伤急救（P83）
- 5.4.2 烧伤处理（P85）
- 5.4.3 电气灭火的应急处理（P86）

6 第6章 导线的加工与连接（P87）

6.1 线缆的剥线加工（P87）
- 6.1.1 塑料硬导线的剥线加工（P87）
- 6.1.2 塑料软导线的剥线加工（P89）
- 6.1.3 塑料护套线的剥线加工（P90）
- 6.1.4 漆包线的剥线加工（P91）

6.2 线缆的连接（P92）
- 6.2.1 线缆的缠接（P92）
- 6.2.2 线缆的绞接（P96）
- 6.2.3 线缆的扭接（P97）
- 6.2.4 线缆的绕接（P98）
- 6.2.5 线缆的线夹连接（P99）



彩色图解电工自学速成



6.3 线缆连接头的加工（P100）
6.3.1 塑料硬导线连接头的加工（P100）
6.3.2 塑料软导线连接头的加工（P101）
6.4 线缆焊接与绝缘层恢复（P103）
6.4.1 线缆的焊接（P103）
6.4.2 线缆绝缘层的恢复（P104）

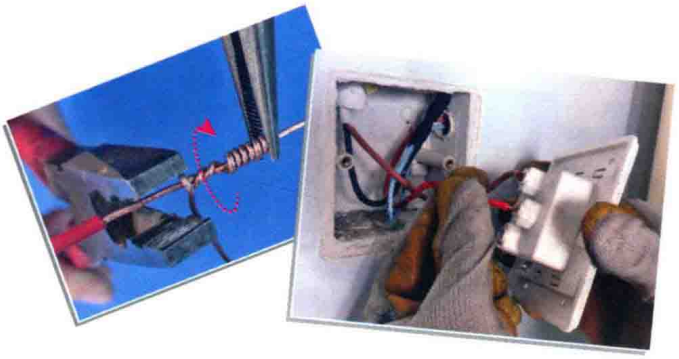
7 第7章 供配电系统的安装与调试（P106）

7.1 供配电线路的结构特征（P106）
7.1.1 高压供配电线路的结构特征（P106）
7.1.2 低压供配电线路的结构特征（P108）
7.2 供配电系统的规划设计与设备安装（P109）
7.2.1 供配电系统的规划设计（P109）
7.2.2 供配电系统的设备安装（P112）
7.3 供配电线路的检修调试（P114）
7.3.1 高压供配电线路的检修调试（P114）
7.3.2 低压供配电线路的检修调试（P115）
7.4 常见高压供配电线路（P116）
7.4.1 小型变电所配电线路（P116）
7.4.2 6~10/0.4kV高压配电所供配电线路（P117）
7.4.3 总降压变电所供配电线路（P118）
7.4.4 工厂35kV变电所配电线路（P119）
7.4.5 工厂高压变电所配电线路（P120）









目录

7.5 常见低压供配电线路（P121）

7.5.1 单相电源双路互备自动供电线路（P121）

7.5.2 底层楼宇供配电线路（P122）

7.5.3 住宅小区低压配电线路（P123）

7.5.4 低压配电柜供配电线路（P124）

8 第8章 照明控制系统的安装与调试(P125)

8.1 照明控制系统的结构特征（P125）

8.1.1 室内照明控制线路的结构特征（P125）

8.1.2 公共照明控制线路的结构特征（P127）

8.2 照明控制系统的规划设计与设备安装（P128）

8.2.1 室内照明控制系统的规划设计与设备安装（P128）

8.2.2 公共照明控制系统的规划设计与设备安装（P132）

8.3 照明控制系统的检修调试（P135）

8.3.1 室内照明控制线路的检修调试（P135）

8.3.2 公共照明控制线路的检修调试（P136）

8.4 常见照明控制线路（P138）

8.4.1 一个单控开关控制一盏照明灯线路（P138）

8.4.2 两个单控开关分别控制两盏照明灯线路（P138）

8.4.3 两个双控开关共同控制一盏照明灯线路（P138）

8.4.4 三方共同控制一盏照明灯线路（P139）

8.4.5 日光灯调光控制线路（P140）

8.4.6 卫生间门控照明灯控制线路（P141）

8.4.7 触摸延时照明灯控制线路（P142）

8.4.8 声控照明灯控制线路（P143）

8.4.9 追逐式循环彩灯控制线路（P144）

8.4.10 红外遥控照明控制线路（P144）

8.4.11 光控公共照明控制线路（P145）



9 第9章 电力拖动系统的安装与调试（P146）

9.1 电力拖动系统的结构特征（P146）

9.1.1 交流电动机控制线路的结构特征（P146）

9.1.2 直流电动机控制线路的结构特征（P147）

9.2 电力拖动系统的规划设计与设备安装（P148）

9.2.1 电力拖动系统的规划设计（P148）

9.2.2 电力拖动系统的设备安装（P150）

9.3 电力拖动系统的检修调试（P153）

9.3.1 交流电动机控制线路的故障分析及检修流程（P153）

9.3.2 直流电动机控制线路的故障分析及检修流程（P154）

9.4 常见电力拖动线路（P155）

9.4.1 直流电动机调速控制线路（P155）

9.4.2 直流电动机降压启动控制线路（P156）

9.4.3 单相交流电动机连续控制线路（P157）

9.4.4 旋转开关控制单相交流电动机正/反转控制线路（P158）

9.4.5 三相交流电动机电阻器降压启动控制线路（P159）

9.4.6 三相交流电动机Y-Δ降压启动控制线路（P160）

9.4.7 三相交流电动机间歇控制线路（P162）

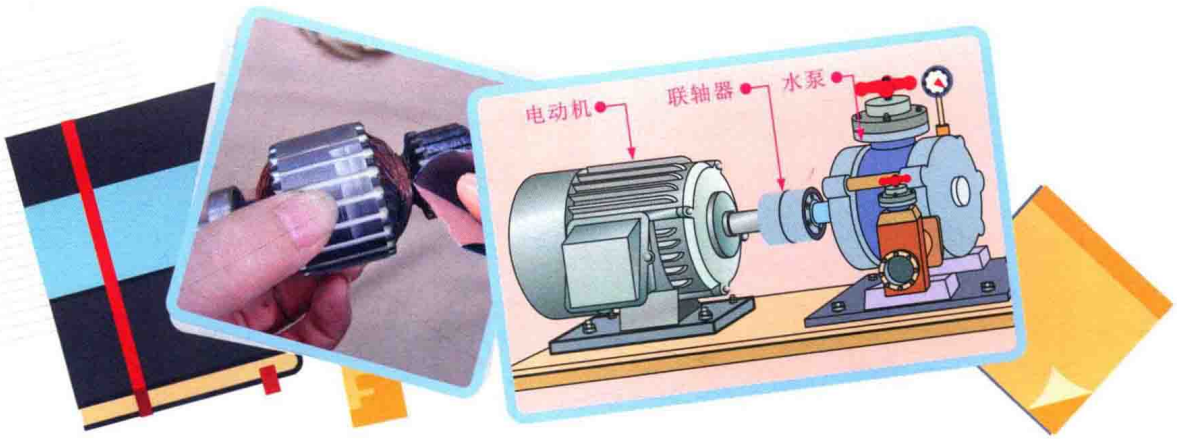
9.4.8 三相交流电动机定时启动、定时停机控制线路（P163）

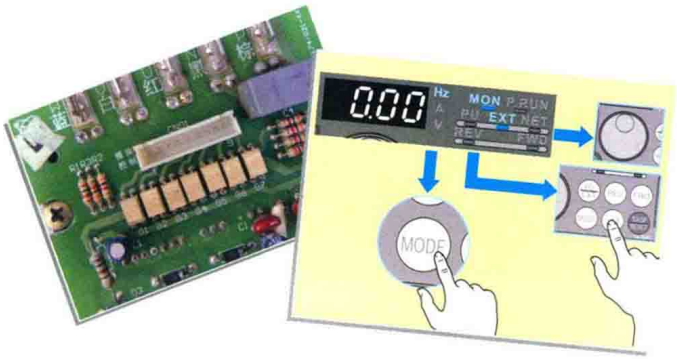
9.4.9 三相交流电动机调速控制线路（P164）

9.4.10 三相交流电动机反接制动控制线路（P165）

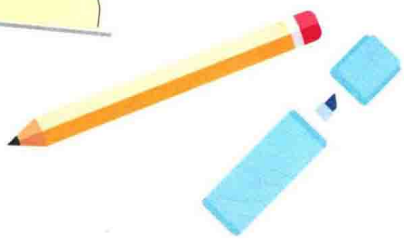








目录



10 第10章 变频技术与PLC技术（P166）

10.1 变频器的种类与功能特点（P166）
10.1.1 变频器的种类（P166）
10.1.2 变频器的功能特点（P168）
10.2 变频器的应用（P169）
10.2.1 制冷设备中的变频电路（P169）
10.2.2 机电设备中的变频电路（P170）
10.3 变频器的使用与调试（P171）
10.3.1 变频器的使用（P171）
10.3.2 变频器的调试（P173）
10.4 PLC的特点与应用（P175）
10.4.1 PLC控制特点（P175）
10.4.2 PLC技术应用（P176）
10.5 PLC编程（P178）
10.5.1 PLC的编程语言（P178）
10.5.2 PLC的编程方式（P181）

第1章
电工基础



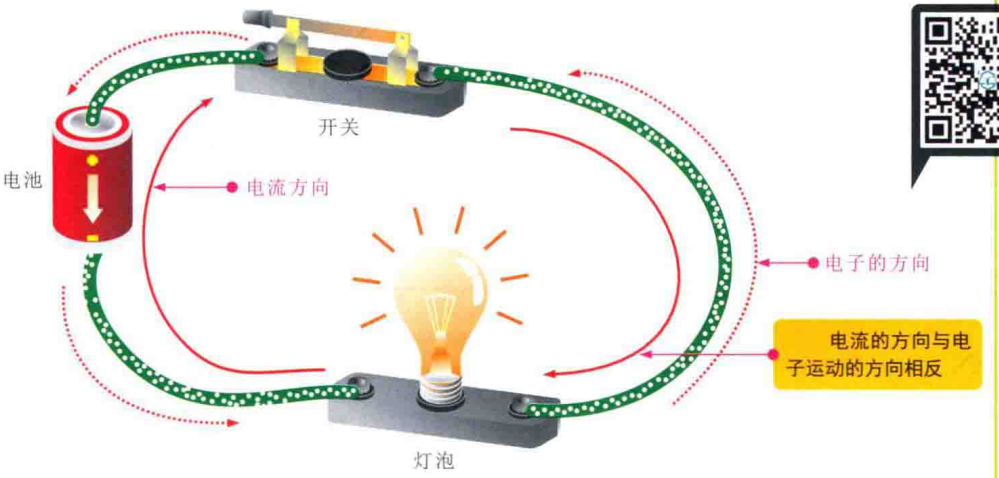
1.1 电流与电动势

1.1.1 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 由电池、开关、灯泡组成的电路模型

图1-1所示是由电池、开关、灯泡组成的电路模型，当开关闭合时，电路形成通路，电池的电动势形成了电压，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，这就形成了电流。



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积的电荷量。电流强度使用字母“I”（或i）来表示，电流量使用“Q”（库伦）表示。若在t秒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：

$$1\text{kA}=1000\text{A}$$

$$1\text{mA}=10^{-3}\text{A}$$

$$1\ \mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$$

1.1.2 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作的功，它标志着电源将其他形式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，单位为库伦（C）。

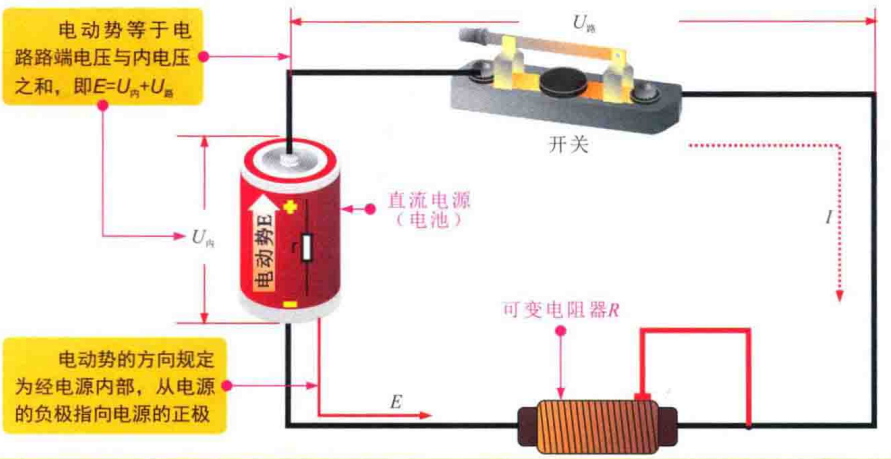
在闭合电路中，电动势是维持电流流动的电学量，电动势的方向规定为经电源内部，从电源的负极指向电源的正极。电动势等于路端电压与内电压之和，用公式表示即为

$$E=U_{路}+U_{内}=IR+Ir$$

其中，$U_{路}$表示路端电压（即电源加在外电路端的电压），$U_{内}$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。

图1-2 由电池、开关、可变电阻器构成的电路模型

图1-2为由电源、开关、可变电阻器构成的电路模型。



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

1.2 电位与电压

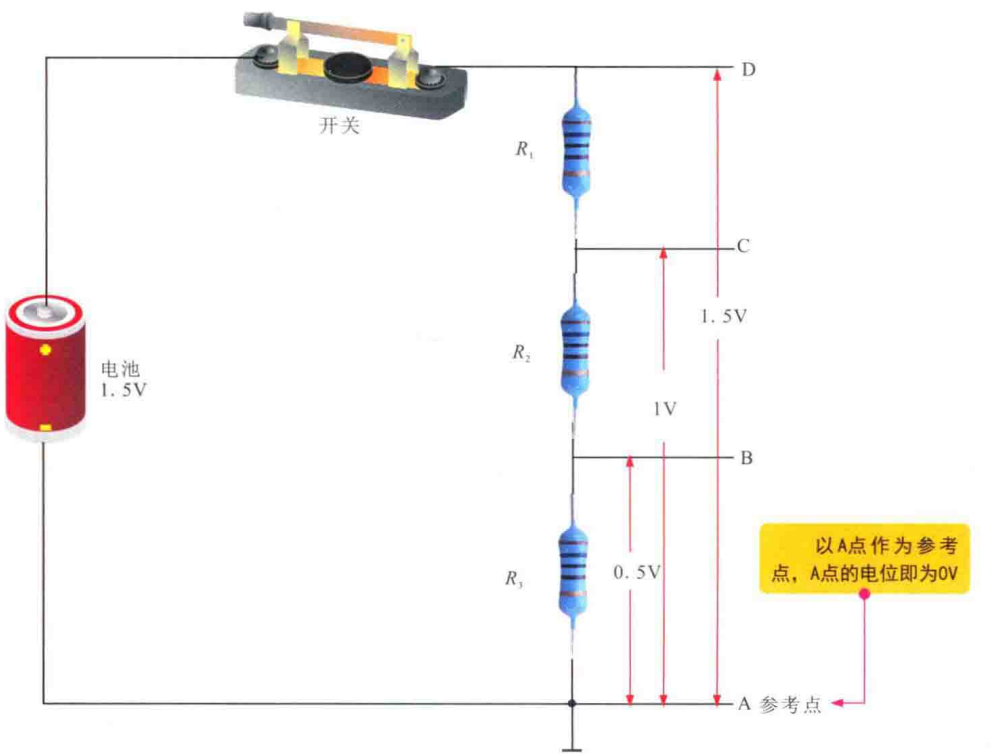
电位是指该点与指定的零电位的大小差距，电压则是指电路中两点的电位的大小差距。

1.2.1 电位

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 电位的原理（以A点为参考点）

图1-3为由电池、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点的电位即为0V（即φ_A=0V），则B点的电位即为0.5V（即φ_B=0.5V），C点的电位即为1V（即φ_C=1V），D点的电位即为1.5V（即φ_D=1.5V）。



电路若以B点作为参考点，B点的电位为0V（即φ_B=0V），则A点的电位为-0.5V（即φ_A=-0.5V），C点的电位为0.5V（即φ_C=0.5V），D点的电位为1V（即φ_D=1V）。

图1-4 电位的原理（以B点为参考点）

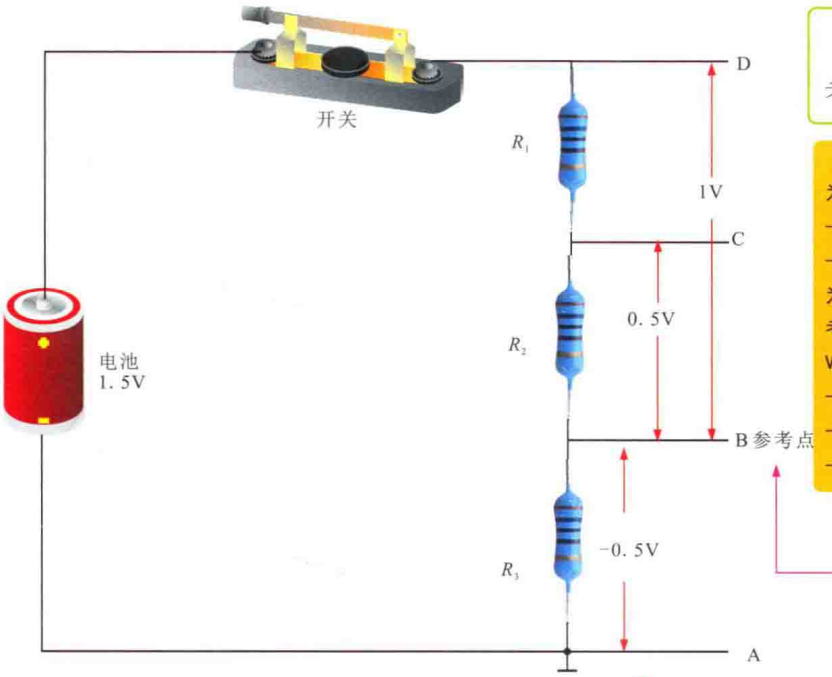


图1-4为以B点为参考点电路中的电位。

若以C点为参考点，C点的电位即为0V（即φ_C=0V）；则A点的电位即为-1V（即φ_A=-1V）；B点的电位即为-0.5V（即φ_B=-0.5V）；D点的电位即为0.5V（即φ_D=0.5V）。若以D点为参考点，D点的电位即为0V（即φ_D=0V）；则A点的电位即为-1.5V（即φ_A=-1.5V）；B点的电位即为-1V（即φ_B=-1V）；C点的电位即为-0.5V（即φ_C=-0.5V）。

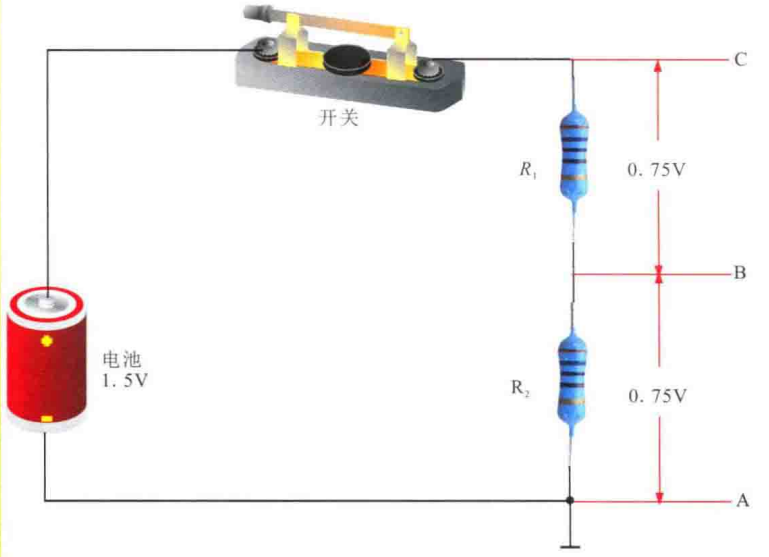
以B点作为参考点，B点的电位即为0V

1.2.2 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 电池、两个阻值相等的电阻器和开关构成的电路模型（电压的原理）

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。



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

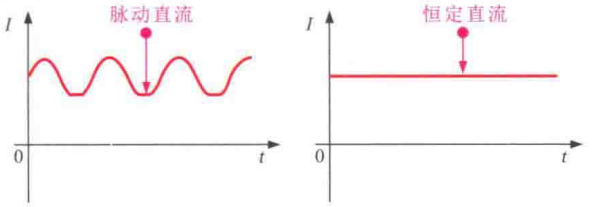
但若单独衡量电阻器R_1两端的电压（即U_{BC}），若以B点为参考点（φ_B=0），C点电位即为0.75V（φ_C=0.75V），因此加在电阻器R_1两端的电压仍为0.75V（即U_{BC}=0.75V）。

1.3 直流电与交流电

1.3.1 直流电与直流供电方式

直流电（Direct Current，简称DC）是指电流流向单一，其方向不随时间作周期性变化，即电流的方向固定不变，是由正极流向负极，但电流的大小可能会变化。

图1-6 脉动直流和恒定直流的曲线



如图1-6所示，直流电可以分为脉动直流和恒定直流两种，脉动直流中直流电流大小是跳动的；而恒定直流中的电流大小是恒定不变的。

图1-7 直流电的特点

如图1-7所示，一般将可提供直流电的装置称为直流电源，例如干电池、蓄电池、直流发电机等，直流电源有正、负两极。当直流电源为电路供电时，直流电源能够使电路两端之间保持恒定的电位差，从而在外电路中形成由电源正极到负极的电流。

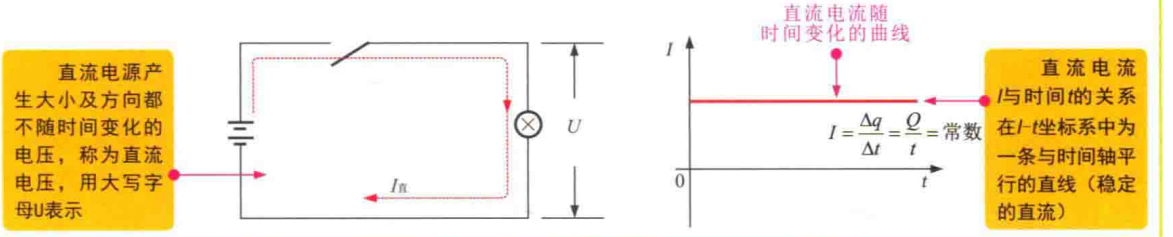
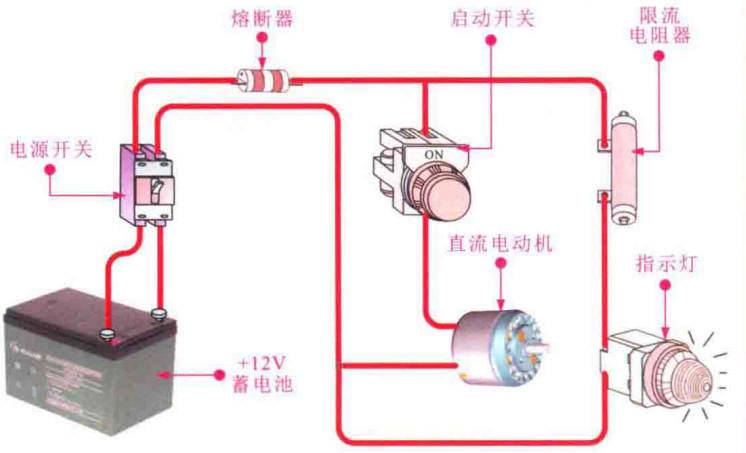


图1-8 直流电路的特点



如图1-8所示，由直流电源作用的电路称为直流电路，它主要是由直流电源、负载构成的闭合电路。

在生活和生产中电池供电的电器，都属于直流供电方式，如低压小功率照明灯、直流电动机等。还有许多电器是利用交流—直流变换器，将交流变成直流再为电器产品供电。