



学电子电工技术

XUE DIANZI DIANGONG JISHU BUQIUREN

不求人



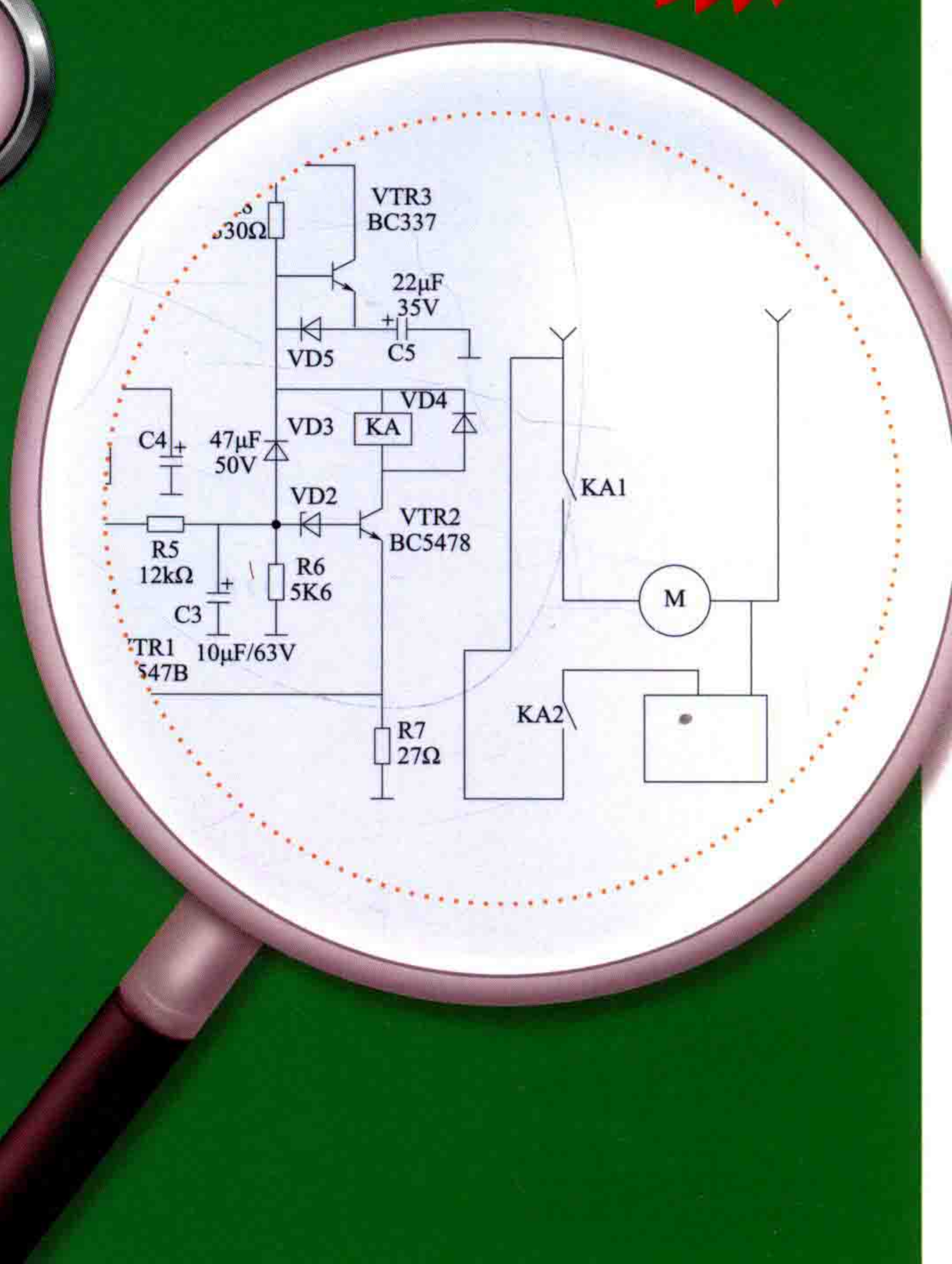
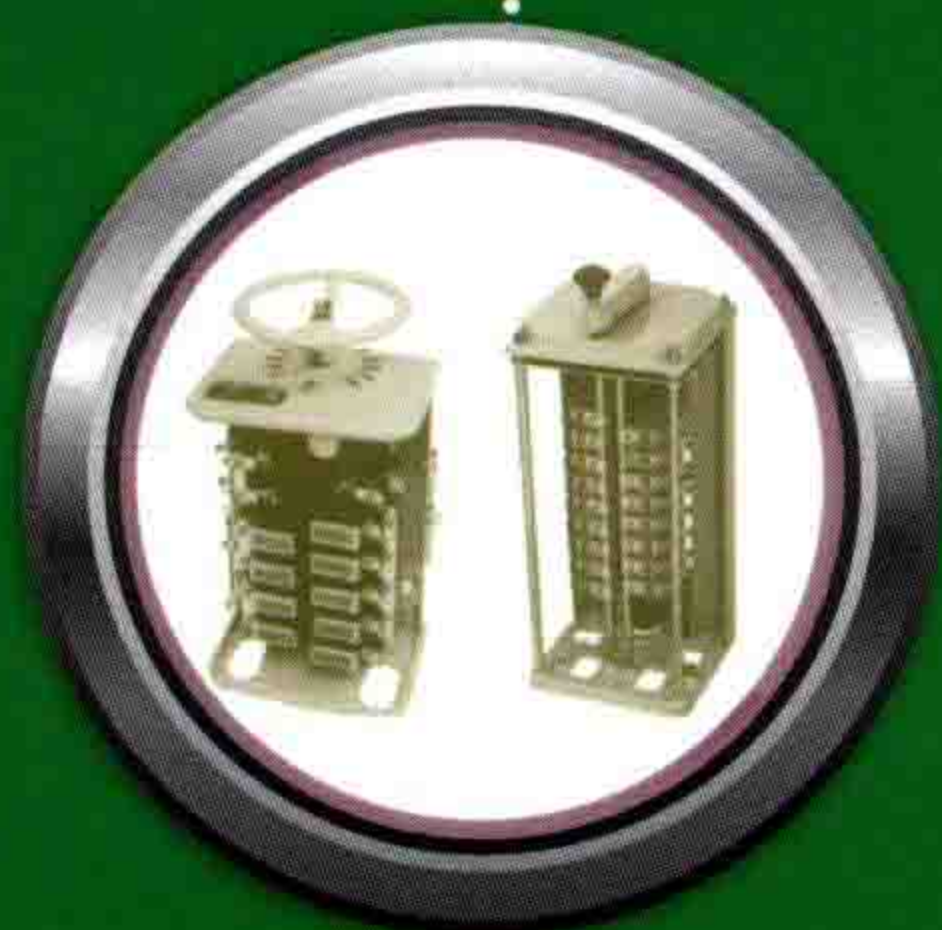
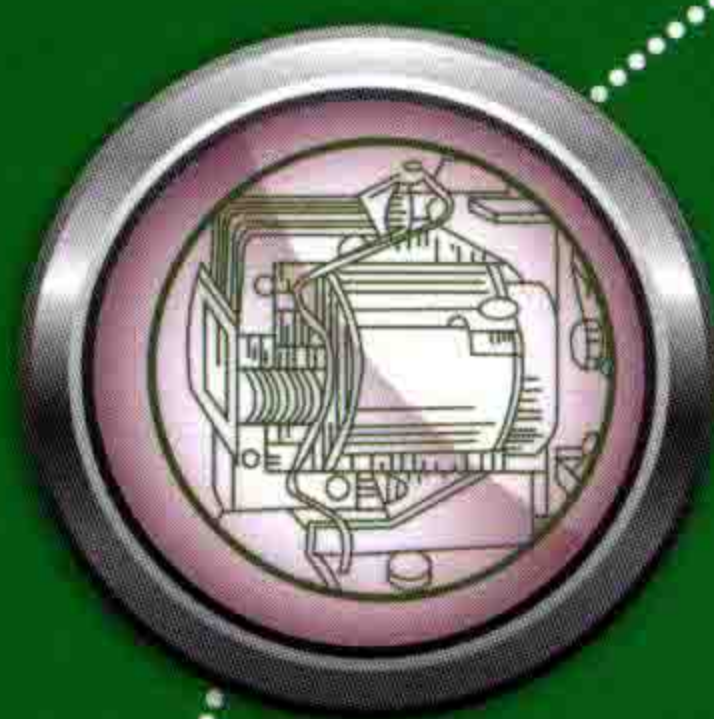
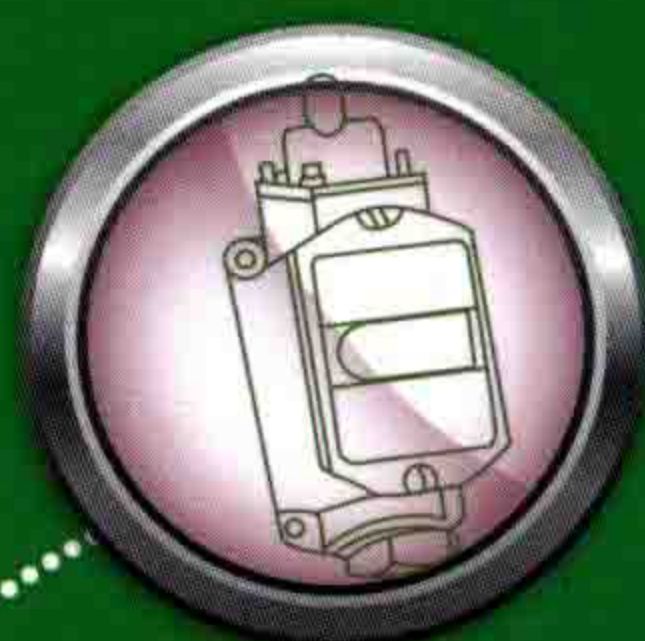
快学巧学

电工基础

内容全面实用，快学巧学易学！

马志敏 主编

双色
图解版



化学工业出版社



学电子电工技术

XUE DIANZI DIANGONG JISHU BUQIREN

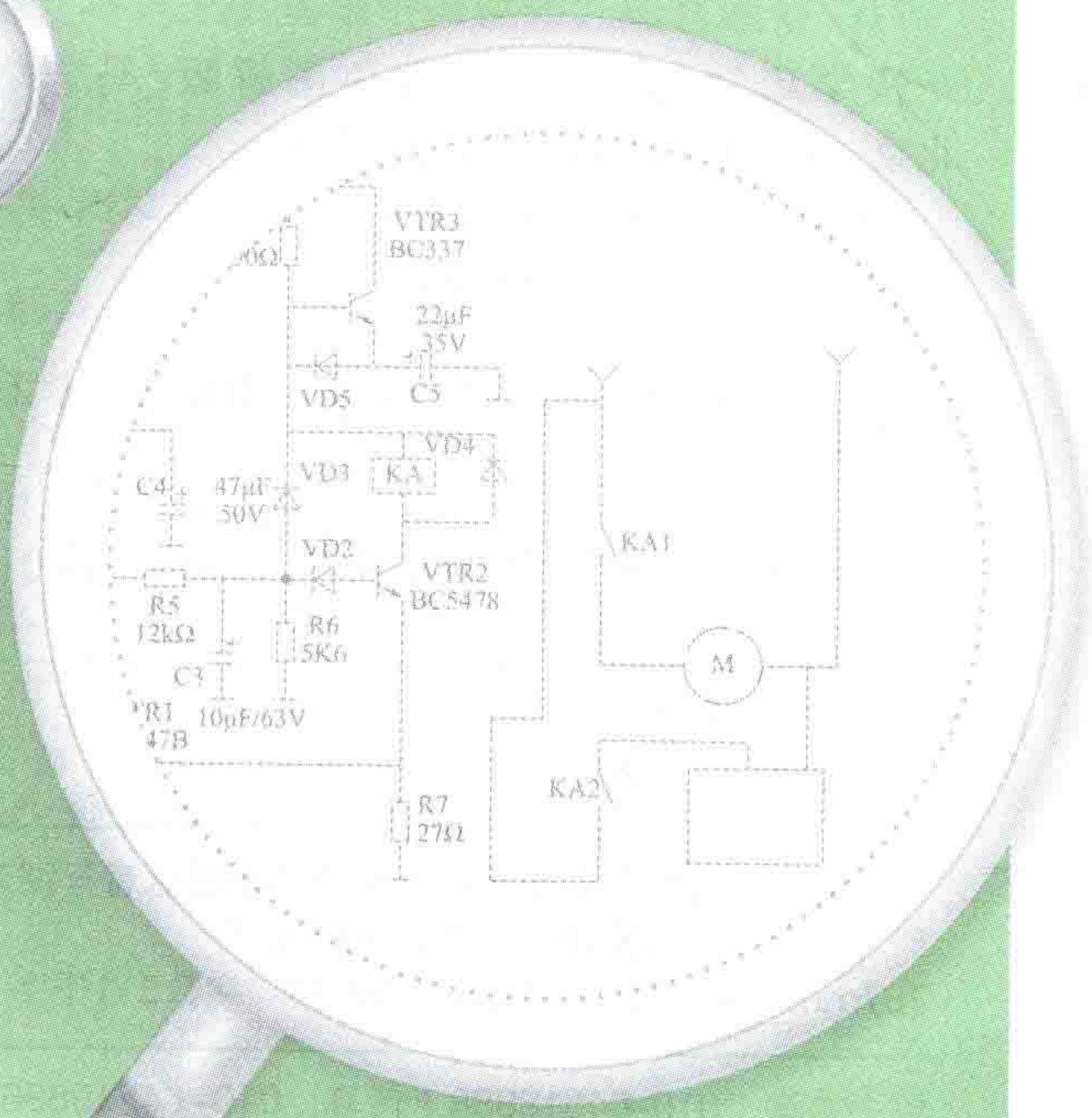
不求人

快学巧学

电工基础

双色
图解版

马志敏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用双色图解的形式，系统介绍了电工所要学会的基础知识与基本技能，包括电工基础知识、电工基本操作技能、电工仪表、低压电器选用识别、电子元器件识别检测、变压器、电动机、安全用电常识等内容。讲解时，采用两种颜色，将关键内容、关键操作等做重点标记，方便阅读，使重点、难点一目了然。

本书可供电工学习使用，也可供职业学校、培训学校相关专业的师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

快学巧学电工基础：双色图解版/马志敏主编.
北京：化学工业出版社，2017.3
（学电子电工技术不求人）
ISBN 978-7-122-28908-7

I. ①快… II. ①马… III. ①电工-图解
IV. ①TM1-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第014012号

责任编辑：李军亮
责任校对：王 静

文字编辑：陈 喆
装帧设计：刘丽华

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：大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张14 字数311千字 2017年5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：48.00元

版权所有 违者必究

前言

电工是一个实践性比较强的工种。本书作为电工的基础读物，内容充分考虑了电工的实际工作情况，将电工必备知识和技能进行归纳和提炼，在内容选取上，遵循实用、够用的原则，起点低，注重实用，便于自学入门。

本书介绍了电工基础知识，从最基本的电的知识讲起，讲解了电工常用的工具，导线的使用、检测，常见的低压电器和电子元件的识别选用，变压器、电动机的基本知识，用电常识及临时用电设备的选用等技能知识。

本书采用图解的方式，通过读图，将电工的基础一一讲述，语言通俗易懂、图文并茂，从基础讲起，注重实用性，通过学习本书，使广大读者能在实践中学习，提高电工的知识水平和操作技能。

本书由马志敏主编，参加编写的人员还有：武鹏程、李国强、李俊伟、郭琪雅、郑亚齐、彭飞、孙晓权、孙涛、李军荣、杨耀、王中强、赵培礼。

本书是电工、电子爱好者学习电工、电子技术知识的参考书，也是电工从业人员进阶学习的专业指导书。

由于水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目录

》》》 第1章 电工基础知识..... 001

1.1	电路基础	002
1.1.1	电路与电路图	002
1.1.2	电流与电压	005
1.1.3	电阻、电位和电动势	007
1.1.4	电路的三种状态	009
1.1.5	接地与接零	010
1.2	欧姆定律和基尔霍夫定律	018
1.2.1	欧姆定律	018
1.2.2	基尔霍夫定律	022
1.3	直流电与交流电	025
1.3.1	直流电	025
1.3.2	单相交流电	025
1.3.3	三相交流电	032
1.4	电磁现象及规律	040
1.4.1	磁铁与磁性材料	040
1.4.2	通电导体产生的磁场	041
1.4.3	电磁感应	042
1.4.4	自感与互感	045

》》》 第2章 电工基本的操作技能..... 051

2.1	常用电工工具及使用	052
2.1.1	螺钉旋具	052
2.1.2	钢丝钳	053
2.1.3	尖嘴钳	054
2.1.4	断线钳	054
2.1.5	剥线钳	055
2.1.6	电工刀	056

2.1.7	活络扳手	057
2.1.8	电动工具	058
2.2	常用测试工具及使用	059
2.2.1	氖管式测电笔	059
2.2.2	数显式测电笔	059
2.3	电烙铁与焊接技能	060
2.3.1	电烙铁	060
2.3.2	焊料、助焊剂及其他助焊工具	060
2.3.3	印制电路板	061
2.4	导线的选用	062
2.4.1	绝缘导线的种类及型号	062
2.4.2	绝缘导线的选择	065
2.4.3	磁性材料的选择	067
2.5	导线的剖削、连接和绝缘恢复	070
2.5.1	导线绝缘层的剖削	070
2.5.2	导线与导线的连接	073
2.5.3	导线与接线柱之间的连接	076
2.5.4	导线绝缘层的恢复	078

第3章 电工仪表 081

3.1	指针万用表	082
3.1.1	指针万用表面板组成	082
3.1.2	指针万用表的校正	083
3.1.3	测量直流电压	084
3.1.4	测量交流电压	085
3.1.5	测量直流电流	086
3.1.6	测量电阻	087
3.2	数字万用表	088
3.2.1	数字万用表面板组成	088
3.2.2	二极管的测试	089
3.2.3	晶体管放大系数 h_{FE} 的测试	089
3.3	电能表	090
3.3.1	电能表的组成与工作原理	090
3.3.2	电能表的接线方式	090
3.3.3	电子式电能表	092
3.4	钳形表	093

3.4.1	指针式钳形表	093
3.4.2	数字式钳形表	094
3.5	兆欧表	095
3.5.1	兆欧表的组成	095
3.5.2	兆欧表的使用	096

第4章 低压电器选用识别 097

4.1	低压电器的基本常识	098
4.2	刀开关	100
4.2.1	刀开关的结构和分类	100
4.2.2	刀开关的安装技能	101
4.3	断路器	102
4.3.1	断路器的结构和分类	102
4.3.2	断路器的安装技能	104
4.4	接触器	105
4.4.1	接触器的结构和分类	105
4.4.2	接触器的安装技能	107
4.5	继电器	108
4.5.1	继电器的分类及结构	108
4.5.2	继电器的安装	111
4.6	主令电器	112
4.6.1	主令控制器	112
4.6.2	行程开关	113
4.6.3	按钮开关	114
4.6.4	LW 万能转换开关	115

第5章 电子元器件识别检测 117

5.1	电阻器	118
5.1.1	固定电阻器	118
5.1.2	可变电阻器	124
5.1.3	敏感电阻器	125
5.1.4	电阻器的检测	127
5.2	电感器	128
5.2.1	电感器的外形	128
5.2.2	电感器的种类	129

5.2.3	电感器的检测	130
5.3	电容器	131
5.3.1	电容器的外形	131
5.3.2	电容器的种类	133
5.3.3	电容器的检测	134
5.4	二极管	137
5.4.1	二极管的分类及图形符号	137
5.4.2	普通二极管	139
5.4.3	光电二极管	141
5.5	三极管	142
5.5.1	三极管的外形及图形符号	142
5.5.2	三极管型号的命名方法	143
5.5.3	三极管的检测	143
5.6	其他常用元器件	145
5.6.1	场效应管	145
5.6.2	晶闸管	146
5.6.3	光电耦合器	147
5.6.4	集成电路	149

»»» 第6章 变压器 151

6.1	变压器的基础知识	152
6.1.1	变压器的组成及工作原理	152
6.1.2	变压器的绕组极性判别	155
6.1.3	变压器铭牌的识读	156
6.1.4	常用变压器的种类	158
6.2	三相变压器	159
6.2.1	三相变压器的结构	159
6.2.2	三相变压器的工作接线方法	160
6.2.3	变压器绕组的连接组的相关规定	162
6.3	特种变压器	164
6.3.1	整流变压器的应用与分类	164
6.3.2	自耦变压器的应用与分类	166

»»» 第7章 电动机 167

7.1	三相异步电动机	168
-----	---------	-----

7.1.1	三相异步电动机的组成	168
7.1.2	三相异步电动机的铭牌	170
7.1.3	三相异步电动机的启动	172
7.1.4	三相异步电动机的调速	175
7.1.5	三相异步电动机的制动	176
7.2	单相异步电动机	178
7.2.1	单相异步电动机的基本结构与原理	178
7.2.2	单相异步电动机的分类及代号	180
7.2.3	单相异步电动机的启动	180
7.3	直流电动机	183
7.3.1	直流电动机的工作原理	183
7.3.2	直流电动机的铭牌	185
7.3.3	五种类型直流电动机的接线及特点	187
7.4	直流无刷电动机	189
7.4.1	无刷直流电动机的外形及结构	189
7.4.2	无刷直流电动机的结构与工作原理	190
7.5	步进式电动机	191
7.5.1	步进式电动机的工作原理	191
7.5.2	步进式电动机的驱动方式	192

第8章 安全用电常识 193

8.1	电工安全技术	194
8.1.1	电流对人体的伤害	194
8.1.2	人体触电的几种方式	196
8.1.3	触电急救的几个要点	197
8.2	接地装置的安装	201
8.2.1	接地体的安装	201
8.2.2	雷电与防雷装置	203
8.2.3	防静电	205
8.3	临时用电常识	207
8.3.1	临时用电的使用规则与原则	207
8.3.2	供配电系统的结构	208
8.3.3	临时用电配电常用保护设备	210
8.4	照明灯具的安装	213
8.4.1	室内照明灯具的安装	213
8.4.2	室外照明灯具的安装	215

第1章

电工基础知识

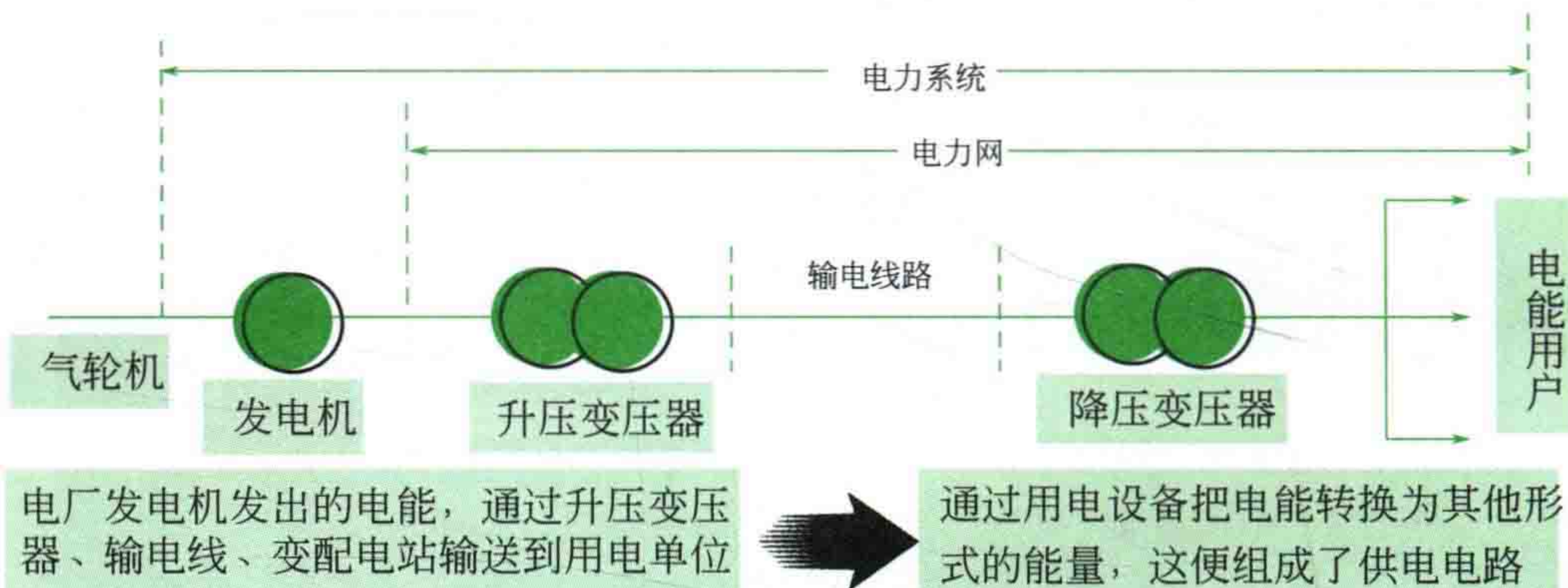


- 1.1 电路基础
- 1.2 欧姆定律和基尔霍夫定律
- 1.3 直流电与交流电
- 1.4 电磁现象及规律

1.1.1 电路与电路图

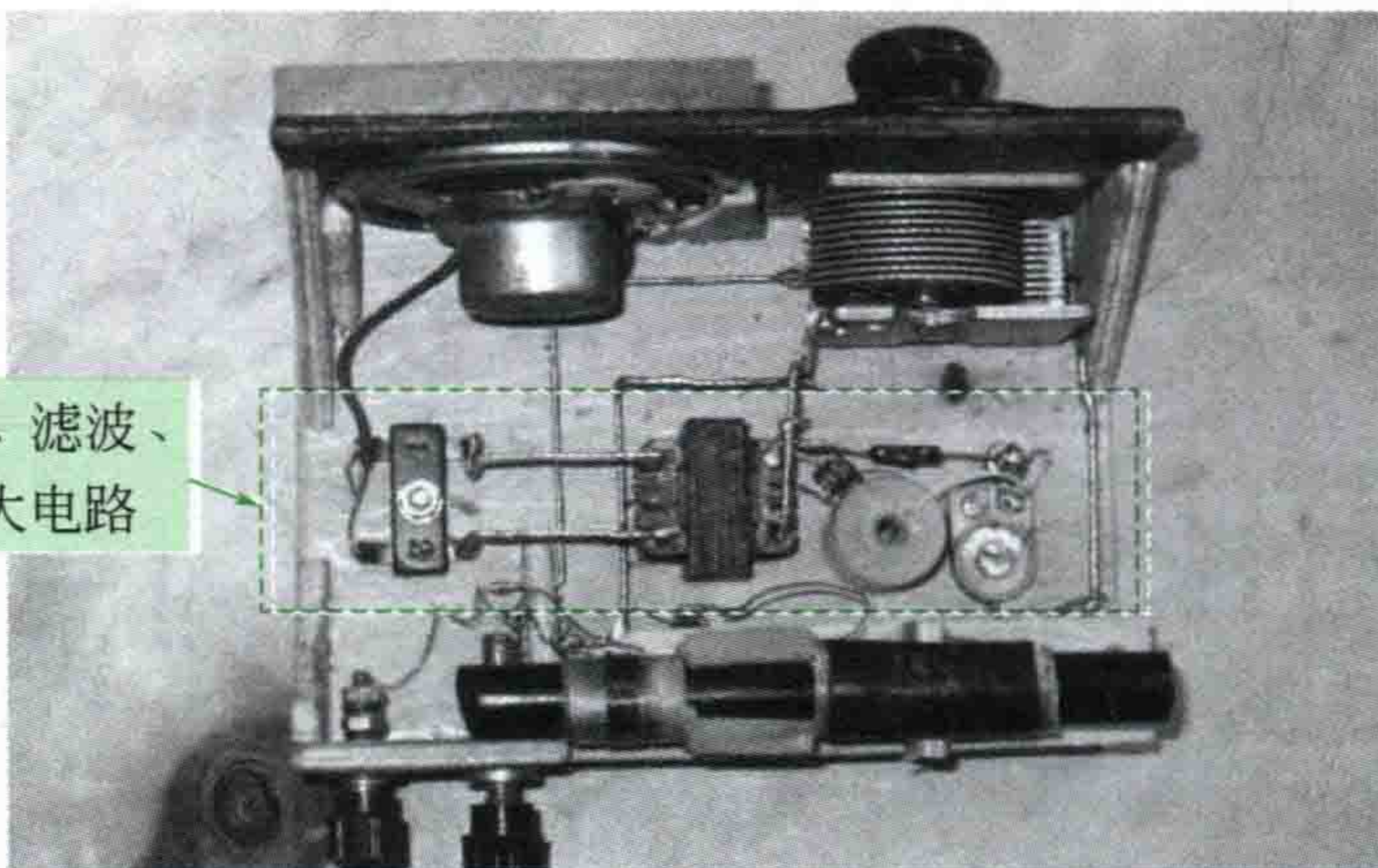
所谓电路就是将一些电气设备或元件用一定方式组合起来的电流通路。按功能可分为两大类。

一类是为了实现能量的传输、转换和分配，这类电路称为电力电路。例如，电厂发电机发出的电能，通过升压变压器、输电线、变配电站输送到用电单位，再通过用电设备把电能转换为其他形式的能量，这便组成了供电电路。



另一类是实现信号的传递和处理，这类电路称为信号电路。例如收音机和电视机中的电路，其功能就是使电信号经过调谐、滤波、放大等环节的处理，而成为人们所需要的其他信号。

调谐、滤波、
放大电路





电路的组成

不论简单还是复杂的电路基本都是由电源、负载和中间环节三部分组成的。

1 电源



电路中电能的来源，其作用是将非电能转换成电能。例如，干电池是将化学能转化为电能，发电机是将机械能转换为电能等。



发电机



电池



稳压电源



开关电源

电源



不间断电源

2 负载



电路中的用电设备，其作用是将电能转换成其他形式的能（非电能）。例如，灯泡吸收电能转换成光能；电动机把电能转换为机械能等。



电动机

负载



灯泡

3 中间环节

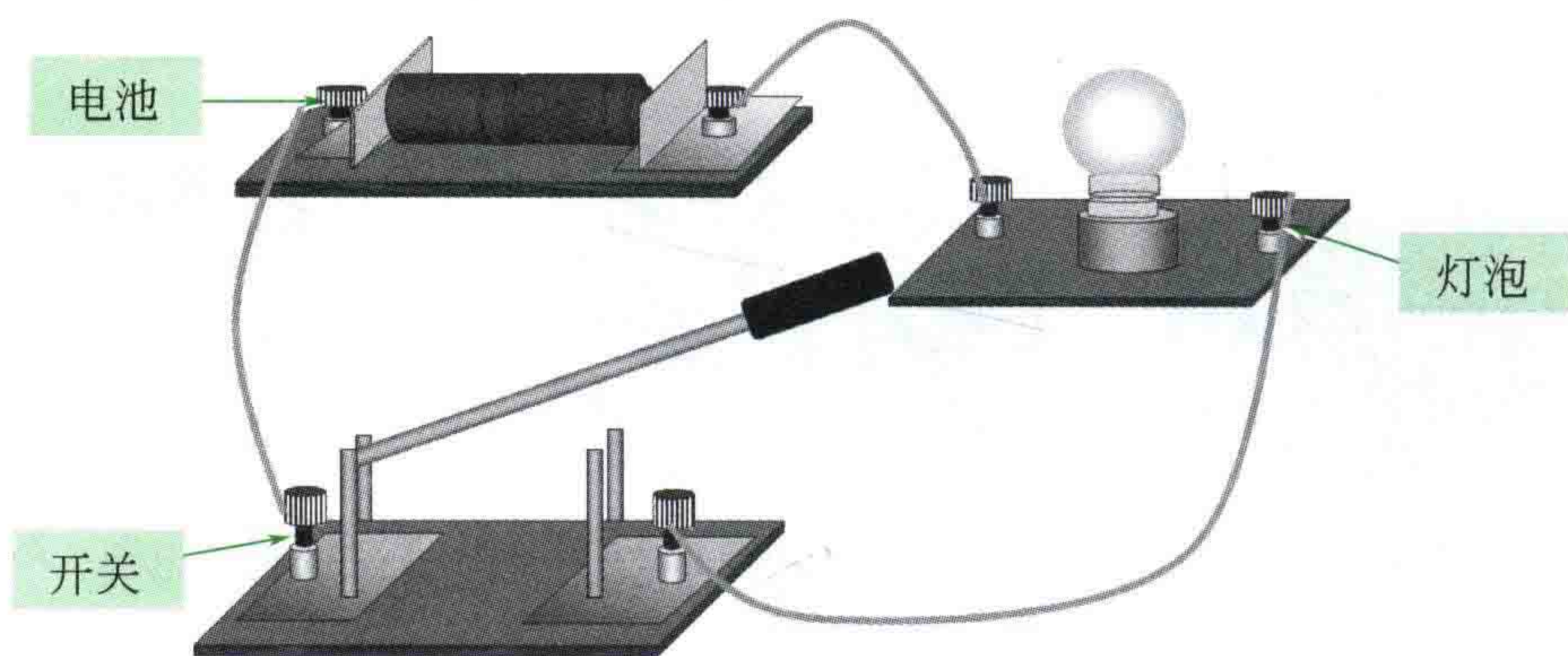


是指将电源与负载连接成闭合电路的导线、开关设备、保护设备等，起传递和控制电能的作用。

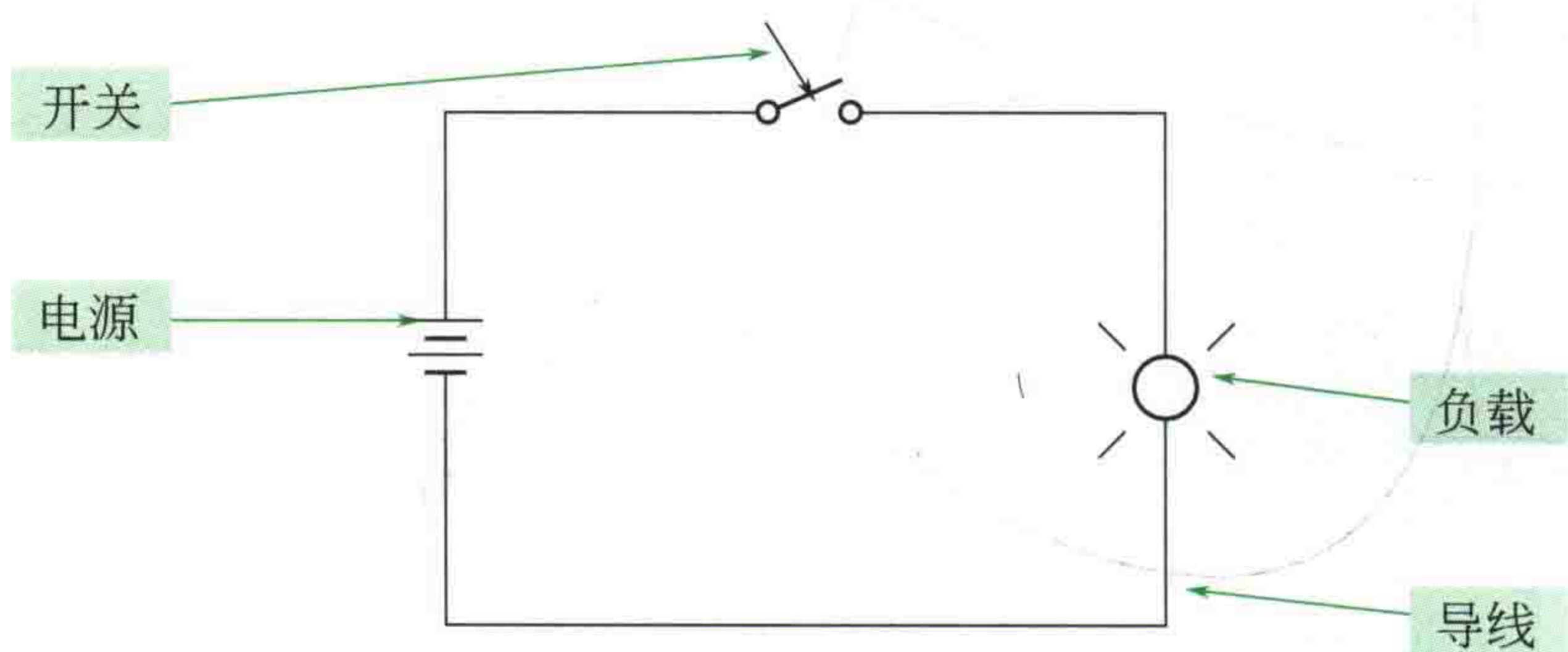


电路的模型

由实际电气元件组成的电路称为实际电路。实际电气元件在工作时的电磁性质不是单一的，而是比较复杂的。为了便于对实际电路进行分析和计算，通常是将实际电气元件用能够反映其主要电磁特征的理想电路元件来代替。



理想电路元件（简称电路元件或元件）是具有某种确定的电磁性能的理想化器件。理想电路元件通常包括电阻元件、电感元件、电容元件、理想电压源和理想电流源。



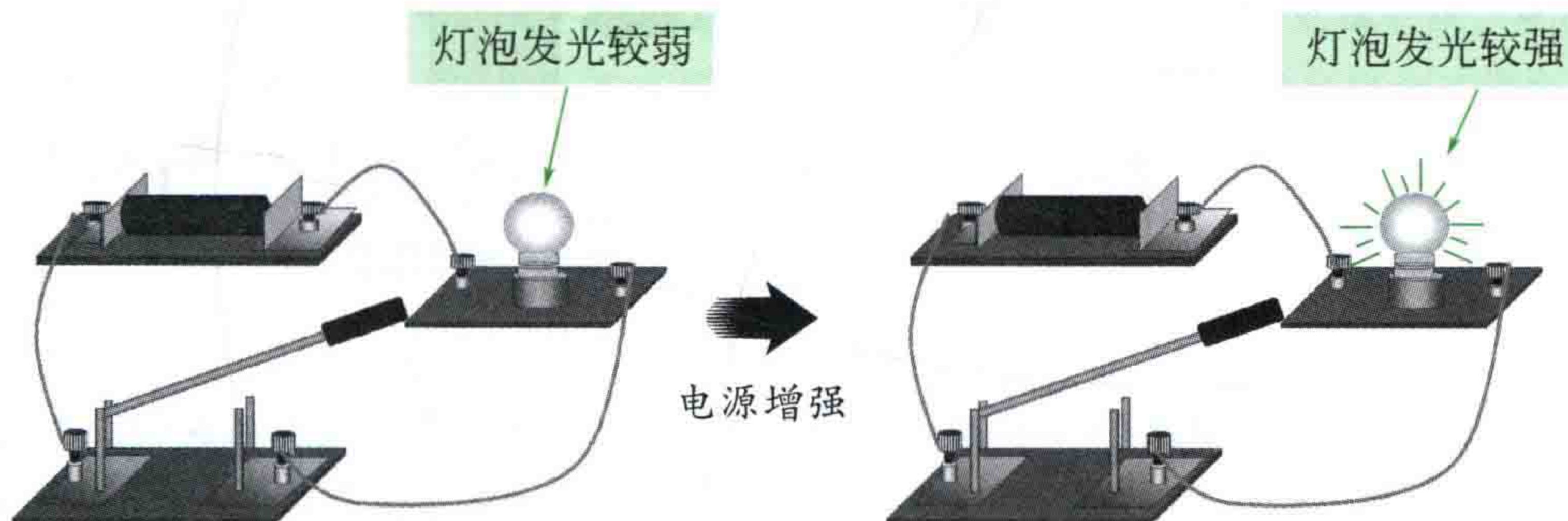
前三种元件均不产生能量，称为无源元件；后两种元件是电路中提供能量的元件，称为有源元件。由这些理想电路元件所组成电路就是实际电路的电路模型。

1.1.2 电流与电压



电流

电荷在电路中沿着一定方向移动，电路中就有了电流。电流通过导体时会产生各种效应，可以根据产生的效应的大小来判断电流的大小。把一只小灯泡用导线跟一节干电池连通，再把这只小灯泡跟两节干电池连通，注意观察这两种情况下小灯泡的发光亮度。



对同一小灯泡，越亮就表示通过它的电流产生的效应越大，也就是电流越大。

电流是由电荷的移动形成的，在一定时间内，通过导体某一横截面的电荷越多，即电量越多，电流就越大。电流的大小用电流强度（简称电流）表示，电流强度等于1s内通过导体横截面的电量。国际上通常用字母 I 表示电流，如果用 Q 表示通过导体横截面的电量， t 表示通电时间，那么就有：

单位时间内通过的
电量，A

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

通过导体横截面的电量，C

通电时间，s

$$\text{那么就有：} 1\text{A} = \frac{1\text{C}}{1\text{s}}$$

在相同的时间里，通过横截面 S 的电荷少，电流就小；通过横截面 S 的电荷多，电流就大。如果在10s内通过导体横截面的电量是20C，那么导体中的电流：

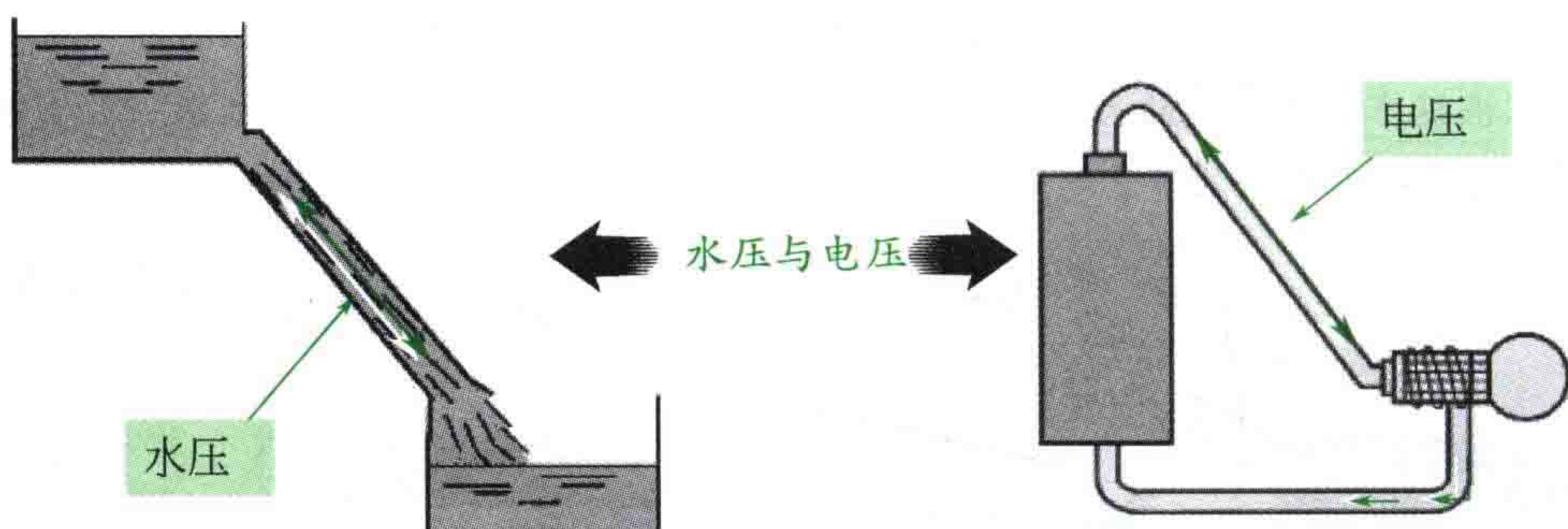
$$I = \frac{Q}{t} = \frac{20\text{C}}{10\text{s}} = 2\text{A}$$

电流强度的单位是安培，简称安，符号为A。在实际生活中，安培是一个常用的单位，但对于小电流，常用的单位为毫安（mA）、微安（ μA ）。换算公式是： $1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$ ；而对于大电流，常用的单位为千安（即 10^3A ，符号为kA）。

金属导体中有大量的带有负电荷的自由电子，自由电子的流动形成金属导体中的电流。规定正电荷定向流动方向为电流方向，这与电子流动方向相反，所以电流方向从电源正极指向负极。电荷有两种，电路中有电流时，发生定向移动的电荷可能是正电荷，也可能是负电荷，还可能是正负电荷同时向相反方向发生定向移动。



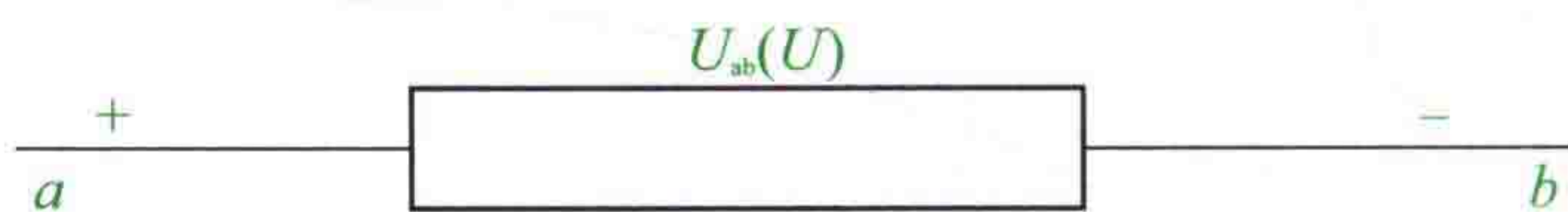
电场中任意两点间的电位之差称为两点间的电压。电压与水压相似，水压越大，水流越急，反之水压越小，水流越缓；电压越高灯泡就越亮，电压越低灯泡越暗。



电压的物理意义是电场力对电荷所做的功。下图电路中 a 、 b 两点间的电压 U_{ab} 等于单位正电荷在电场力的作用下从 a 点移动到 b 点所做的功。在电路分析中，电压的计算经常与电位的概念有关。

电压分析

在电路分析中，要对电路中的电压选取参考系，即电压的参考极性或参考方向，使电压成为可计算的代数量。电压的参考方向可以用标在电路图中的一对“+”“-”符号来表示。



在电路分析中，通常参考点的选取是任意的，电路中各点的电位数与参考点的选取有关，而任意两点间的电压则等于该两点电位之差，与参考点的选取无关，例如， ab 间电压 $U_{ab} = V_a - V_b$ 。因此，电压与电位差是等同的。

在上图中：

若电压 $U = -2V$ ，则可判断出实际的电压极性是 b 点为正极， a 点为负极。

若 b 点电位高于 a 点电位 $2V$ ，可以写出 $U = -2V$ ， $U_{ab} = -2V$ ， $U_{ba} = 2V$ ， $V_a - V_b = -2V$ 。

在国际单位制中，电压的单位为伏特（V），其他常用的单位有千伏（kV）、毫伏（mV）、微伏（ μV ），一般用单位伏特表示，简称伏；高电压可以用千伏（kV）表示；低电压可以用毫伏（mV）表示。

它们之间的换算关系是： $1kV = 1000V$ 、 $1V = 1000mV$ 。

1.1.3 电阻、电位和电动势



电阻

金属容易导电，自由电子在金属中流动时会受到阻碍作用，即导体对电流有阻碍作用。把具有一定几何形状、在电路中起阻碍电流作用的元器件称为电阻器，简称电阻。

电阻器可以稳定和调节电路中的电压、电流，限制电路电流，分配电路电压。电压过高时，用电阻分压；电流过大时，用电阻分流。电阻器大体可分为固定电阻和可调电阻；按材料分又可分为绕线、膜式、实心敏感电阻等。



色环电阻



可变电阻



滑动变阻器

决定导体电阻值的因素有导体对电流的阻碍程度与导体的长度、导体的材料、导体的截面积。

导体截面积越大，导体电阻越小，截面积越小，导体电阻越大。

在其他因素一定的情况下，导体越长，电阻越大；导体越短，电阻越小；导体的电阻率越大，电阻越大。

大量实验结果表明：在温度不变时，导体的电阻（ R ）跟它的长度（ L ）成正比，跟它的横截面积（ S ）成反比。这就是电阻定律，电阻定律的公式为

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

电阻

导体长度

导体横截面积

比例常数，它的数值是由导体的材料性质所决定的，叫电阻率

在国际单位制中，电阻的单位是欧姆，简称欧，符号是 Ω 。如果导体两端电压是1V，通过的电流是1A，这段导体的电阻就是1 Ω 。其他的电阻单位还有千欧（k Ω ）和兆欧（M Ω ），它们的换算关系是：

$$1\text{M}\Omega = 1 \times 10^6 \Omega, 1\text{k}\Omega = 1 \times 10^3 \Omega$$



电位

正电荷在电路中某点所具有的能量与电荷所带电量的比称为该点的电位。

电路中的电位是相对的，与参考点的选择有关，某点的电位等于该点与参考点间的电压。在实际电路中，参考点通常选为大地、机器外壳或某一个公共连接点，该点的电位 $V_a=0$ 。

若电场中选择不同的参考点，某点的电位也是不同的。为了方便，把参考点的电位规定为零，高于参考点的电位为正，反之为负。实际用电器的底板和金属外壳常作为参考点。电位的单位是伏特（简称伏），用字母V来表示。

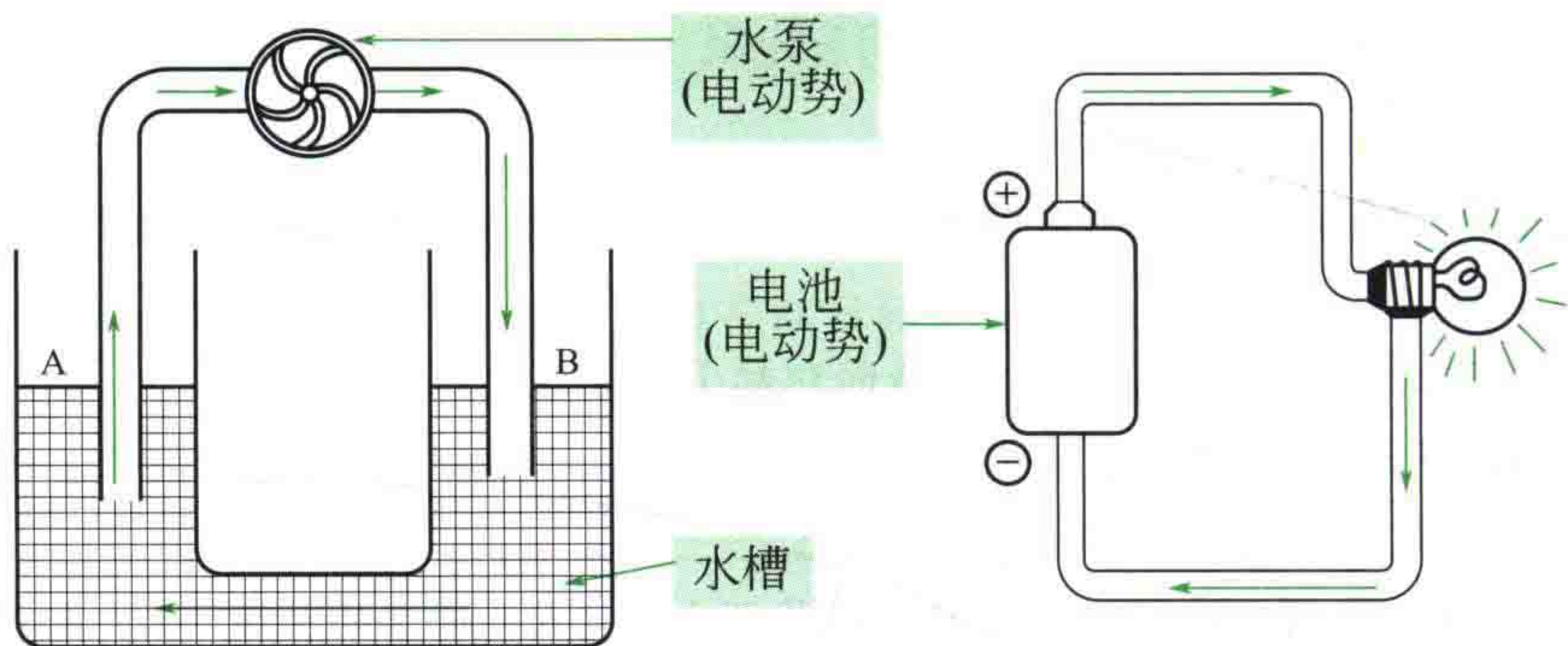
常用的单位还有千伏（kV）、毫伏（mV）。 $1\text{kV} = 1 \times 10^3\text{V} = 1 \times 10^6\text{mV}$ 。



电动势

要想得到持续的电流，离不开电源，电源具有电动势。或者说，电源内部非静电力移送单位正电荷，将其从电源的负极移至正极所做的功，叫电源的电动势。

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。电动势使电源两端产生电压。



电动势方向指电位升高的方向。在电源内部，由低电位端指向高电位端，即由电源负极指向电源正极。电动势的符号是 e 。在国际单位制中，电动势的单位为V（伏特），其他常用的单位有kV（千伏）、mV（毫伏）、 μV （微伏）。

电动势与电压的区别

电动势和电压的物理意义不同，电动势表示了外力（非电场力）做功的能力，而电压表示电场做功的能力，例如新电池做功能力很强，电能充足，但长时间使用后做功的能力会大大下降，这时电压也低了。

电动势只存在于电源的内部，而电压存在于电源的两端，并且存在于电源外部电路中，即电路中的两点之间。

两者方向不同。电动势有方向，在电源的内部，电动势方向与电压方向相反，电动势方向是电位升高的方向，而电压方向是指向电位降低的方向。