

蔡永红 主编

LINGQIDIAN
XUEKAN
QICHE
DIANLUTU

零 起 点
学看汽车电路图

全国百佳图书出版单位



化学工业出版社

全彩
印刷

★★★★★

蔡永红 主编

LINGQIDIAN

XUEKAN

QICHE

DIANLUTU

零 起 点

学看汽车电路图



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

零起点学看汽车电路图 / 蔡永红主编. —北京: 化学工业出版社, 2018. 4

ISBN 978-7-122-31552-6

I. ①零… II. ①蔡… III. ①汽车-电气设备-电路图-识图 IV. ①U463.620.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 037089 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 吴 静

文字编辑: 张燕文
装帧设计: 尹琳琳

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

880mm×1230mm 1/16 印张 16¼ 字数 350 千字 2018 年 6 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: 79.00 元

版权所有 违者必究



前言

随着汽车电子技术的发展，汽车电路图变得越来越复杂，再加上汽车品牌众多，各生产厂家电路图的绘制风格各异，电路图在图形符号、标注上也不尽相同，这给电路图的识读增加了很大的困难。看电路图，特别是电路原理图，对于相当一部分汽车维修人员来说，是一件较困难的事情。为使广大维修工作人员特别是汽车维修行业的初学者快速入门，掌握汽车电路图的识读方法，我们特编写了《零起点学看汽车电路图》一书。

本书从初学汽车电路人员的实际需要出发，从基础的电学知识讲起，对原理的阐述尽量通俗化，将繁杂的问题简单化。例如，用水流来向读者介绍串联电路和并联电路的概念和特点，用水龙头形象地表示三极管的原理；在元器件的识读方面，直接例举实物上的文字和标注，让读者身临其境、一目了然。书中插有大量的实物图片，以便让读者在识读电路时了解具体的实物，使初学者快速入门。读懂电路图的目的是为了准确、快速地排除电路故障，书中也向读者介绍了汽车电路常用的检测工具、常见元件的检测方法及电路故障的诊断方法。

本书特别适用于有志从事汽车维修工作的初学者自学、进修使用，也可作为大、中专及中、高职汽车维修专业的培训教材和参考书。

本书由蔡永红主编，参加编写的人员还有肖良军、王挺、曾凡彬、唐先桂、宋秋虹、王家富、陈天岚、黄富君、肖新庆、兰燕琼、陈正莲、肖翠英、蔡永飞、肖永波、李莹、程远东、朱万海。

由于我们水平所限，书中难免有疏漏或不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 汽车电路识读必备基础知识



001

第一节 汽车电工基础	002
一、电路的基本物理量	002
二、电路及其工作状态	004
三、电路基本连接方式	005
四、直流电与交流电	006
五、电流的三大效应	007
六、电磁力与电磁感应	008
七、电功和电功率	010
第二节 汽车电路中的常见电气元件	010
一、电阻器	010
二、电容器	014
三、电感元件	017
四、变压器与点火线圈	019
五、晶体二极管	020
六、晶体三极管	026
七、保险装置	030
八、继电器	032
九、灯泡	035
十、开关装置	038
十一、导线与线束	041
十二、插接器	044
十三、蓄电池	045
第三节 汽车电气系统的组成与特点	046
一、汽车电气系统的组成	046
二、汽车电气系统的特点	048



第四节 汽车电路图种类及识读方法	050
一、原理框图.....	050
二、电路原理图	051
三、接线图	056
四、线束图	057
五、电气设备定位图	059

第二章

汽车电气系统各单元电路识读



063

第一节 充电系统	064
一、充电系统的组成及工作原理.....	064
二、充电系统电路图的识读	070
三、充电系统电路检测.....	084
第二节 启动系统	084
一、启动系统的组成及工作原理	084
二、启动系统电路图的识读	087
第三节 电源配电系统	102
一、电源配电系统电路识读技巧.....	102
二、电源配电系统电路图的识读.....	102
第四节 照明与信号系统	104
一、前照灯电路	104
二、雾灯电路.....	106
三、车外灯电路	107
四、喇叭电路.....	110
第五节 辅助电器系统	111
一、电动车窗	111
二、电动天窗	113

三、电动座椅	115
四、电动后视镜	116
五、电动刮水器	118
第六节 仪表与报警系统	120
一、仪表与报警系统的组成	120
二、仪表与报警系统电路图的识读	121
第七节 空调系统	124
一、汽车空调系统的组成	124
二、空调系统电路图的识读	125
第八节 中控与防盗系统	127
一、中控门锁电路	127
二、防盗系统电路	130
第九节 安全气囊系统 (SRS)	135
一、安全气囊系统的组成及工作原理	135
二、安全气囊系统电路识读与故障检修	136
第十节 发动机电控系统	137
一、发动机电控系统的组成及工作原理	137
二、发动机电控系统电路图的识读	143
第十一节 自动变速器电控系统	154
一、自动变速器电控系统的组成及工作原理	154
二、自动变速器电控系统电路图的识读	156
第十二节 ABS/ASR/ESP 车辆制动控制系统	161
一、ABS/ASR/ESP的组成及工作原理	161
二、ABS/ASR/ESP电路图的识读	164
第十三节 电控动力转向系统	166
一、电控动力转向系统的组成	166
二、电控动力转向系统电路图的识读	168

第三章

各品牌车型电路的特点及识读方法



第一节 大众汽车电路图的识读	172
一、大众汽车电路图符号与说明	172
二、大众汽车电路图的特点	176
三、大众汽车电路图识读示例	179
第二节 通用汽车电路图的识读	181
一、通用汽车电路图符号	181

二、通用汽车电路图的特点	185
三、通用汽车电路图的识读方法	186
四、通用汽车电路图识读示例	188
第三节 北京现代汽车电路图的识读	190
一、北京现代汽车电路图符号	190
二、北京现代汽车电路图的特点与识读说明	192
第四节 日产汽车电路图的识读	196
一、日产汽车电路图符号与特点	196
二、日产汽车电路图识读说明	200
第五节 丰田汽车电路图的识读	202
一、丰田汽车电路图符号	202
二、丰田汽车电路图识读说明	203
三、丰田汽车电路布线图识读说明	206
四、丰田汽车继电器位置图识读说明	207
第六节 本田汽车电路图的识读	208
一、本田汽车电路图符号	208
二、本田汽车电路图识读说明	210
第七节 奔驰汽车电路图的识读	211
一、奔驰汽车电路图符号	211
二、奔驰汽车电路图特点及识读说明	213
第八节 宝马汽车电路图的识读	214
一、宝马汽车电路图符号	215
二、宝马汽车电路图识读说明	217
第九节 福特汽车电路图的识读	218
一、福特汽车电路图符号	218
二、福特汽车电路图的特点	221
三、福特汽车电路图识读说明	223
第十节 雪铁龙汽车电路图的识读	224
一、雪铁龙汽车电路图符号说明	224
二、雪铁龙汽车电器编码说明	224
三、雪铁龙汽车插接器编号	225
四、雪铁龙汽车颜色编码	225
五、雪铁龙汽车线束代码	225
六、雪铁龙汽车电路图识读说明	226
第十一节 马自达汽车电路图的识读	227
一、马自达汽车电路图符号	227
二、马自达汽车导线颜色代码	229
三、马自达汽车线束符号说明	230
四、马自达汽车电路图识读说明	230

第十二节 国产汽车电路图的识读	231
一、吉利汽车电路图的识读	231
二、长安汽车电路图的识读	233
三、奇瑞汽车电路图的识读	234
四、比亚迪汽车电路图的识读	236
五、国产汽车常见报警灯/指示灯标志	237

第四章

汽车电路常见故障的检测方法



230

第一节 常见故障及检查方法	240
一、电气系统常见的故障	240
二、常用的检测工具	240
三、常见的检查方法	242
第二节 常见元件检测及电路故障诊断	244
一、熔断器及相关电路的检测	244
二、继电器及相关电路的检测	244
三、传感器类零件的检测	245
四、喷油器的检测	245
五、点火线圈的检测	245
六、电磁阀类元件的检测	246
七、灯泡的检测	246
八、开关的检测	247
九、插接器的检测	247
十、线路的检查方法	248
十一、电路故障诊断	249

参考文献	251
------------	-----



第一章

汽车电路识读必备基础知识



一、电路的基本物理量

在了解汽车电路之前，先来学习一下电路的基本物理量。

图1-1所示为日常生活中常见的手电筒，它是应用直流电路的原理进行工作的。在直流电路中有三大要素，即电压、电流、电阻，这三者之间有定律关系。

1. 电流

当闭合手电筒的开关，灯泡亮了，因为有电流流过灯泡。大量的电荷朝一个方向移动（也称定向移动）就形成了电流。电流只在含有很多自由电子的物体中流动。电流是对在导体里移动的电子流的称谓，就像公路上有大量的汽车朝一个方向移动就形成“车流”一样。

电流用*I*来表示，单位为安培（简称安），用A表示，比安培小的单位有毫安（mA）、微安（ μA ），它们之间的关系为 $1\text{A}=1000\text{mA}$ ， $1\text{mA}=1000\mu\text{A}$ 。

通常规定电流的方向是从高电位（正极）到低电位（负极）。图1-2所示电路的电流方向如图中箭头所示，即电源正极→灯泡→电源负极。



图1-1 手电筒



图1-2 电流的方向



汽油发动机启动电流为200~600A，有些柴油机启动电流达1000A。

2. 电压

电压是导致电子在导电体内流动的一种电力或压力，是位于两点之间的电位差。电压就如水压一样，水的流动是因为有水压（水位差），如图1-3所示，水由高水位向低水位流动。在电路中，由于有电压（电位差）的存在，电流就会从高电位点流向低电位点。

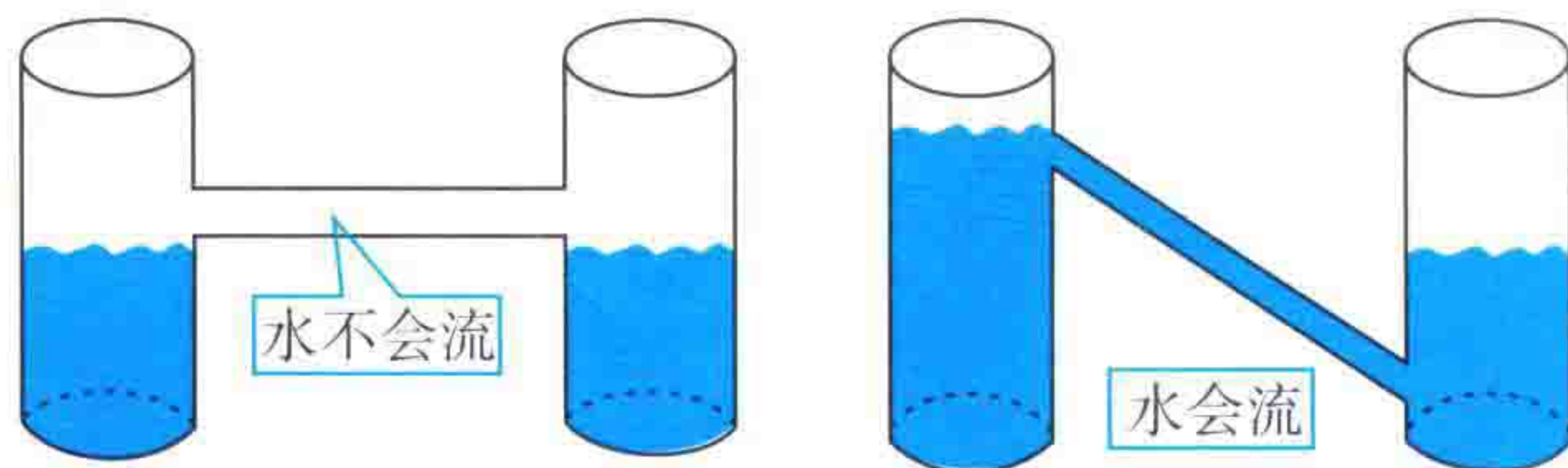


图1-3 水位差

图1-4（a）中水流的形成是由于抽水机给水流提供能量，抽水机的工作使水路存在一个稳定的水压，从而保证水流得以持续。图1-4（b）中电源的作用与抽水机类似，它给电路中的电流提供能量，使电路存在一个稳定的电压，从而保证电流得以持续。电压是使自由电荷发生定向移动的原因，但是当电路无电流流动时，电压依然存在。

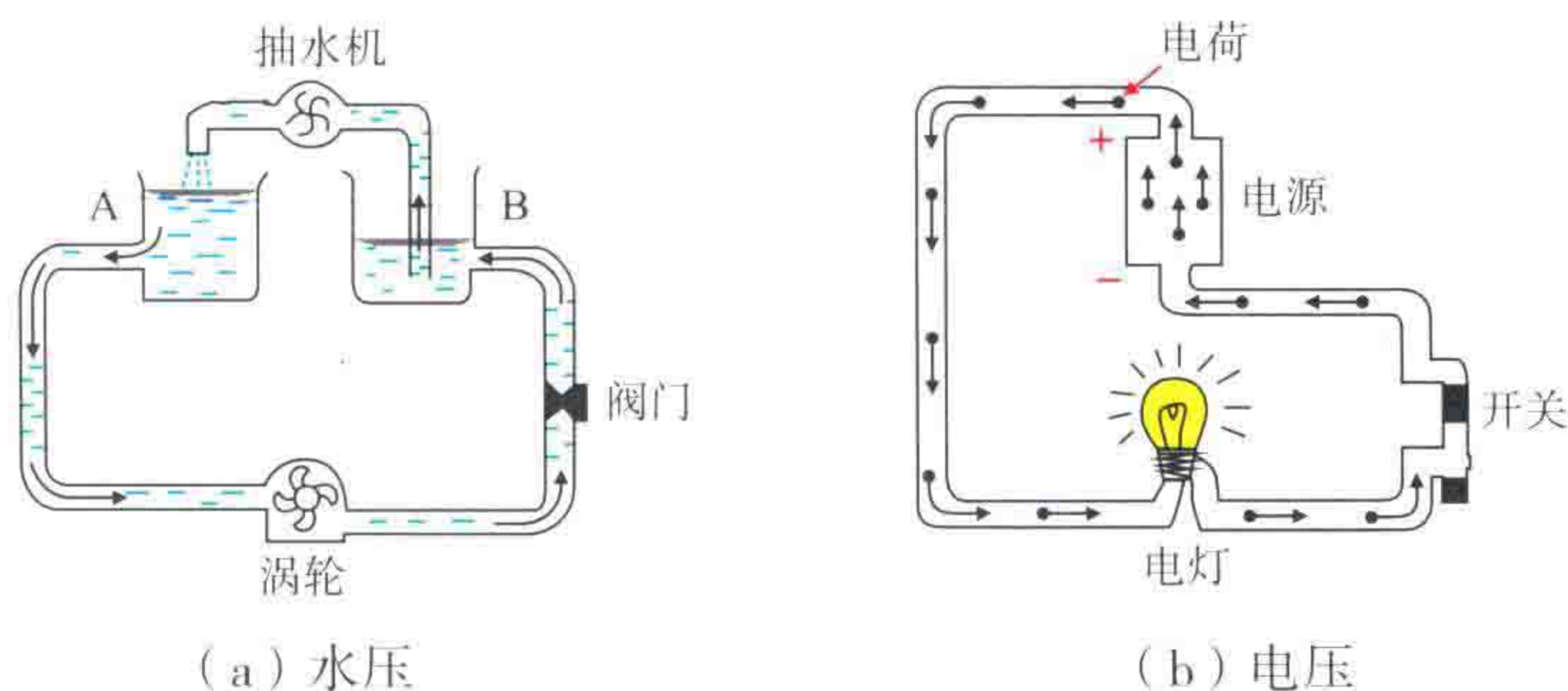


图1-4 水压与电压

电压分为直流电压与交流电压。如果电压的大小及方向都不随时间变化，则称之为直流电压，用 U 表示。汽车电路中的电压一般指的是 12V 直流电压。通常规定电压的参考方向为高电位（“+”极性）端指向低电位（“-”极性）端，即电压的方向为电位降低的方向。

电压的国际单位为伏特（V），常用的单位还有千伏（kV）、毫伏（mV）、微伏（ μV ）等，它们之间的关系为 $1\text{kV}=1000\text{V}$ ， $1\text{V}=1000\text{mV}$ ， $1\text{mV}=1000\mu\text{V}$ 。

3. 电阻

河中的水流遇到石头时会受到阻碍。同样电流在导体中也会受到阻碍。导体对电流的阻碍作用称为电阻，电阻即阻止电流流动及减缓流动的力（图 1-5）。电阻将电能转换成其他形式的能，如热能、光能或动能。

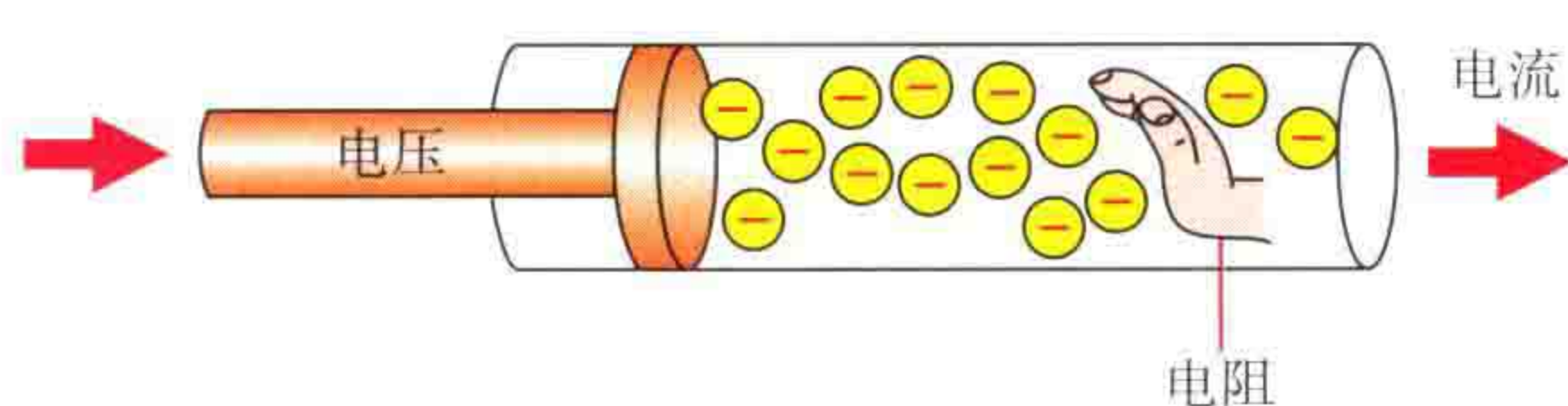


图1-5 电路中的电阻

电阻在电路中用 R 表示，电阻的单位有欧姆（ Ω ）、千欧（ $\text{k}\Omega$ ）、兆欧（ $\text{M}\Omega$ ），它们之间的关系为 $1\text{k}\Omega=1000\Omega$ ， $1\text{M}\Omega=1000\text{k}\Omega$ 。

影响电阻大小的因素有导体的材料、长度、温度、横截面积。

4. 欧姆定律

前面讲了电路的三大要素，即电压、电流、电阻，它们之间的关系就是欧姆定律。

欧姆定律：在同一电路中，导体中的电流与导体两端的电压成正比，与导体的电阻成反比。写成公式形式：

$$U=RI$$

式中 U ——电压，V；

R ——电阻， Ω ；

I ——电流，A。

欧姆定律可用图 1-6 表达。也就是说，如果电阻恒定而电压变化，电流将随电压的增大或减小而（成比例地）增大或减小；如果电压恒定而改变电阻，电流与电阻的变化相反，电阻变大时电流将减小，而电阻减小时电流将增大。

为在汽车电路中应用欧姆定律，记住它的一个较容易的方法是把它想象为一个电压恒定的跷跷板，如图 1-7 所示。电压不变时，如果电阻下降，则电流便会上升。反之，电阻升高，电流下降。

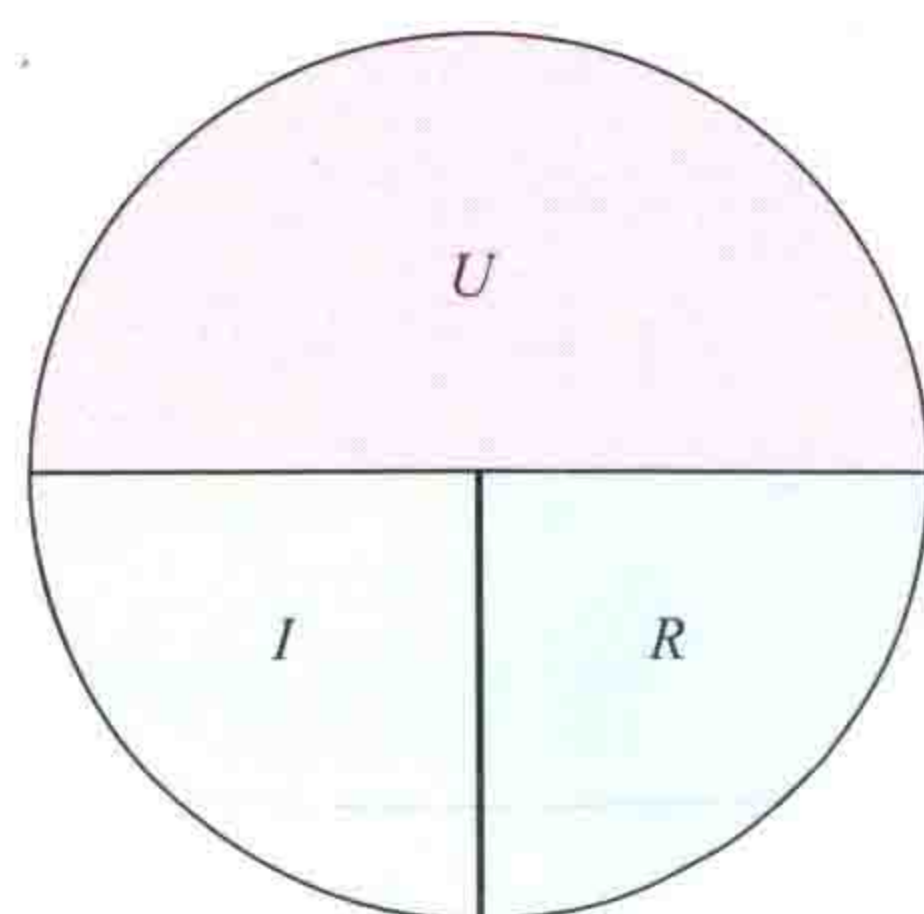


图1-6 欧姆定律

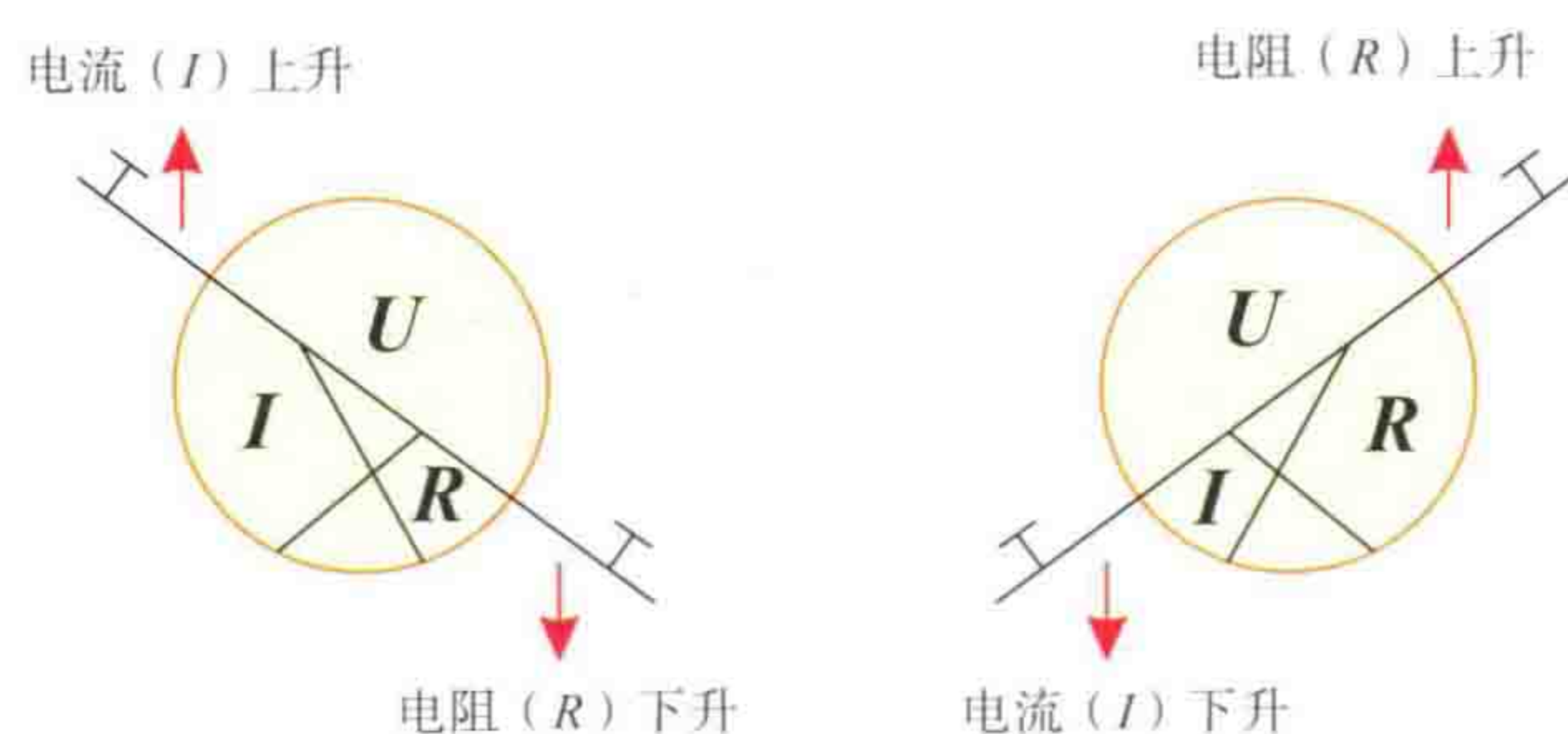


图 1-7 欧姆定律 (电流与电阻对比)

二、电路及其工作状态

1. 电路

电路是电流流过的路径。把一个灯泡通过开关、导线和干电池连接起来，就组成了一个简单的电路，如图 1-8 所示。

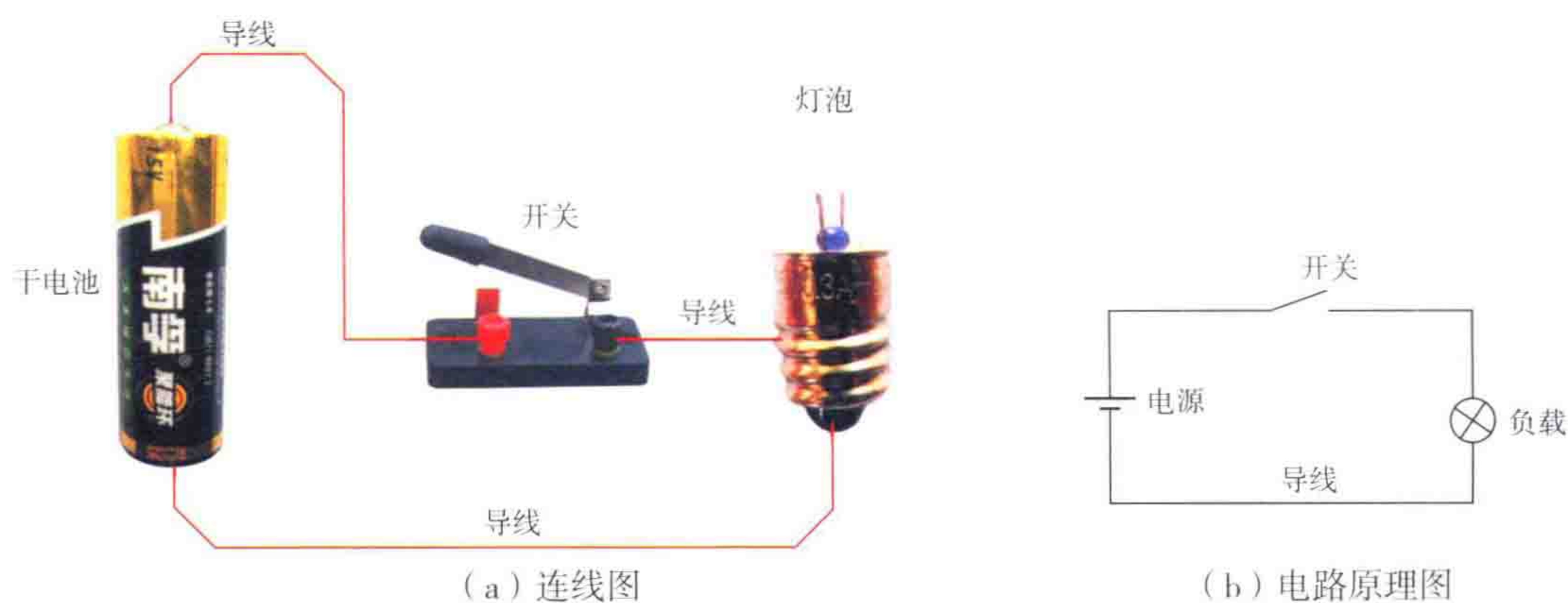


图 1-8 简单电路的组成

可以看出，电路一般由电源、负载、控制装置以及连接导线组成。

(1) 电源 图 1-8 中的干电池就是电源。电源是电路中供应电能的设备，如汽车上的发电机、蓄电池都是电源。发电机是将机械能转换成电能，蓄电池是将化学能转变成电能。

(2) 负载 是将电能转换成其他形式能量的装置。灯泡、电炉、电动机等都是负载。灯泡是将电能转变成光能，电炉是将电能转变成热能，电动机是将电能转变成机械能。

(3) 控制装置 图 1-8 中开关是控制装置，它为电流提供通路，把电源的能量供给负载，并根据负载需要接通和断开电路。

(4) 导线 用来连接电源和负载，传输电能。汽车电路中，蓄电池和电路的负极与车体的金属架连接，以车体本身代替导线。

2. 电路的工作状态

电路的工作状态有三种，即通路、开路、短路。

(1) **通路** 是指从电源的一端沿着导线经过负载最终回到电源另一端的闭合电路。如图1-9所示,当开关闭合后,电源与负载接成闭合回路,电路中有电流流过。

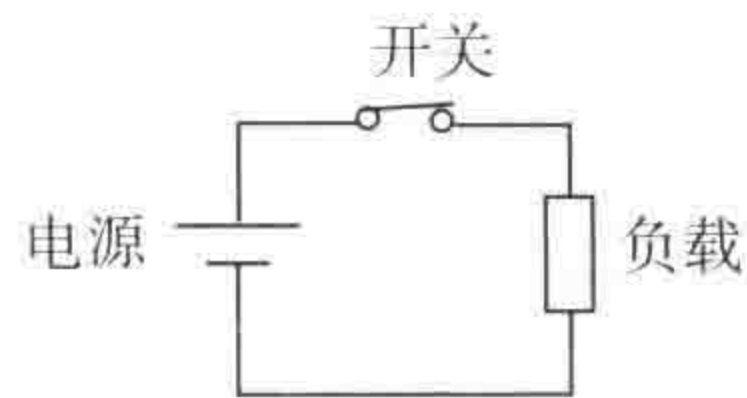


图1-9 通路

(2) **开路** 也称断路,有控制性开路和故障性开路两种。开路状态时电路中没有电流流过。控制性开路是根据需要,人为将开关断开,使电路切断;而故障性开路是由于插头断开、电线截断、保险丝烧断或其他原因致使电流不能从电源正极流向负载和负极的不完整的电路。图1-10所示为控制性开路,当开关断开时,电路中的电流为零。

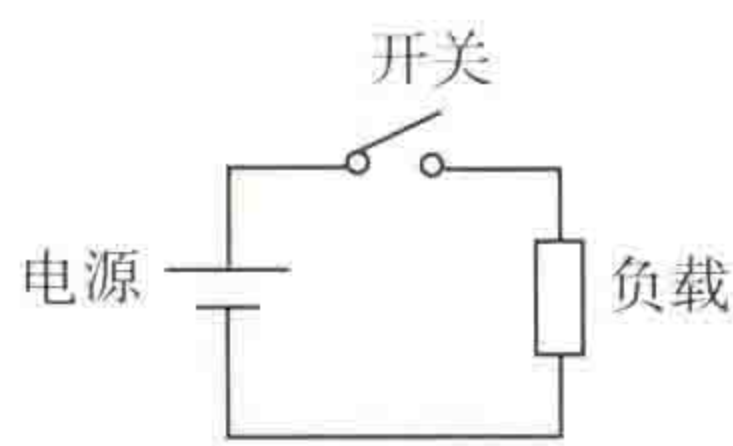


图1-10 开路

提示

在汽车电路中,由于插接器连接问题造成的断路故障比较常见。

(3) **短路** 在电源正极和负极之间,负载被导线直接短接或负载内部击穿损坏,电流绕过了部分或全部电路负载而流过的较短(电阻较小)路径的情况称为短路。短路会导致电源严重过载,为防止电源被烧毁或发生火灾,通常要在电路中安装保险丝等保护装置,实现过电流保护。图1-11所示的状态为短路。

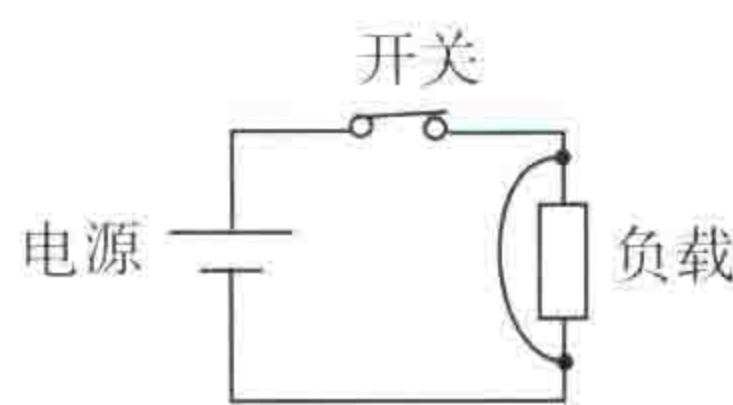


图1-11 短路

提示

电路产生短路的原因大多是由于绝缘材料损坏或接线不慎引起,因此应经常检查电气设备和线路的绝缘情况。

三、电路基本连接方式

电路的连接方法主要有串联和并联。

1. 串联电路

这是一种最简单的电路,电源、负载、导体以及控制装置都与仅有的一条电路路径相连。每个元件的电阻都可以是不同的,数值相同的电流将流经每一个元件,所以通过每个元件的电压也将是不同的。如果路径损坏,电流便不能通过。串联电路可以用水流来描述,如图1-12所示。

串联电路定律:

- ① 电路的总电阻等于各电阻之和。
- ② 串联电路中每一点的电流都是相同的。
- ③ 串联电路中各个压降的总和等于电路两端的总电压或电源电压。

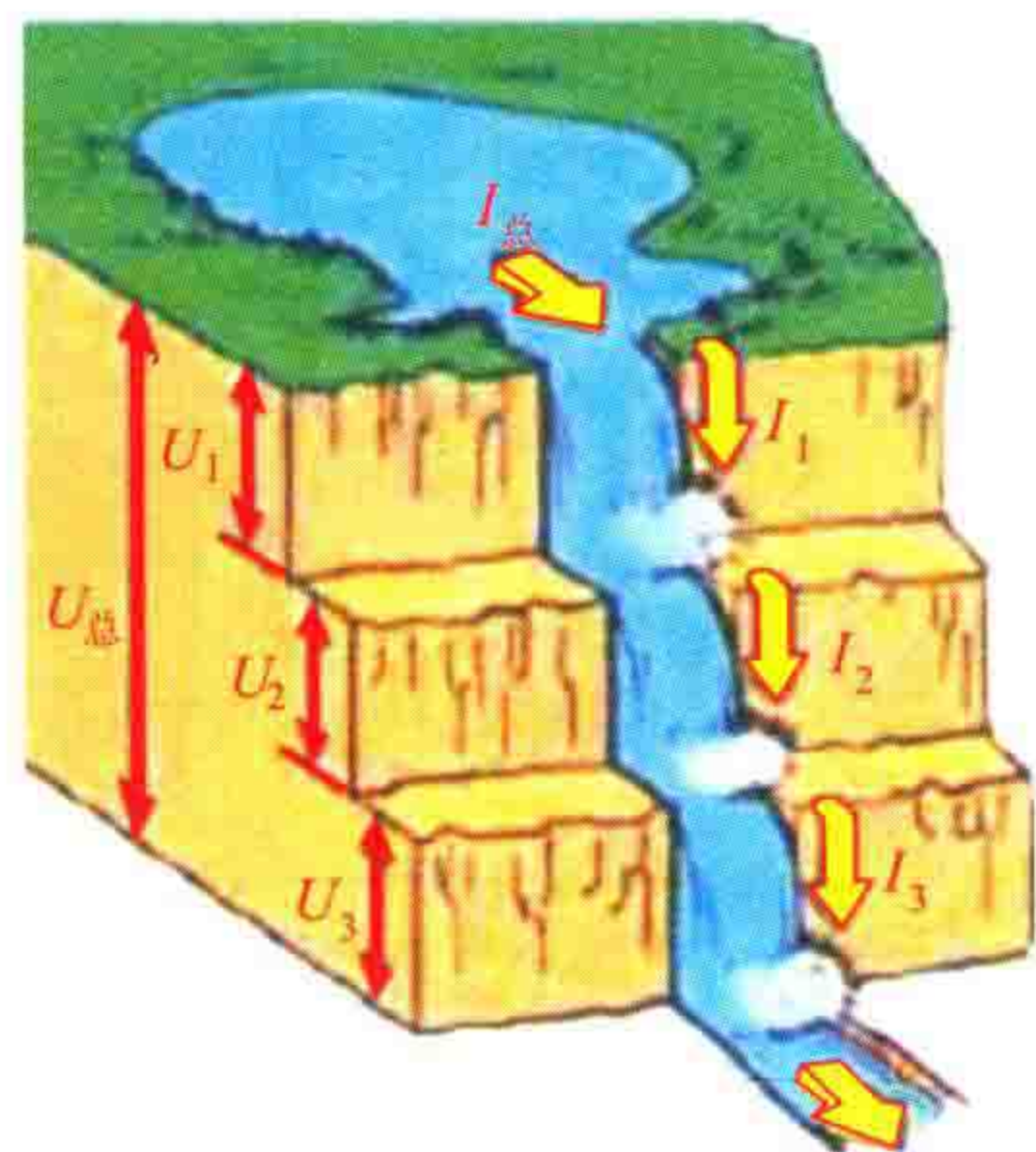
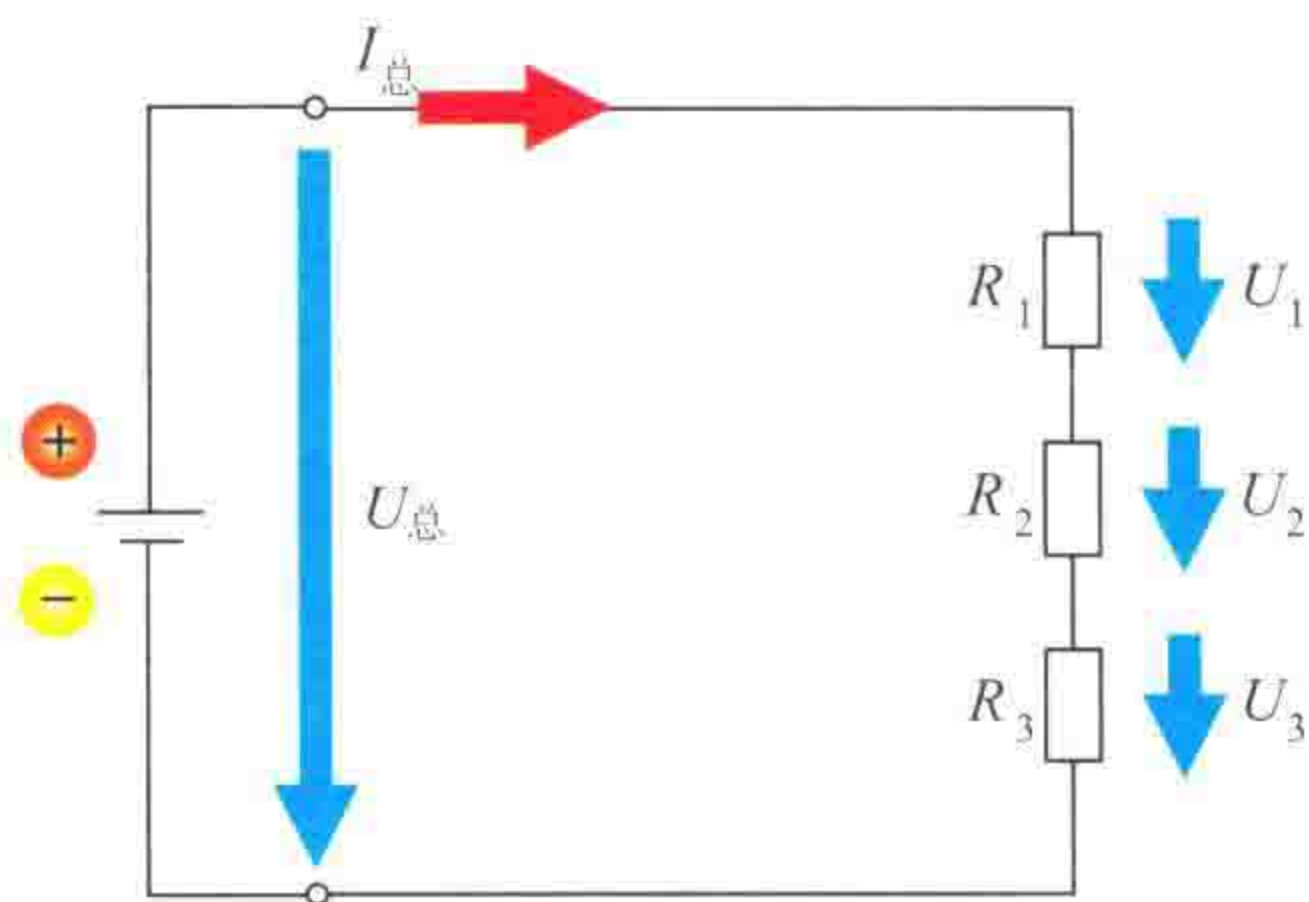


图1-12 电路的串联与水流原理

2. 并联电路

若干个元件首与首连接，尾与尾连接，接到一个电源上，这种连接方法称为并联。一个并联电路有一个以上的电流通路，每个分路的电压相同。假如每个分路的负载电阻相同，分路电流也将相同。假如分路里的负载电阻不同，分路电流也将不同。假如有一个分路损坏，电流将继续流往其他分路。并联电路也可以用水流来描述，如图1-13所示。

并联电路定律：

- ① 并联电路中，通过各分路的电压相同。
- ② 并联电路中的总电流等于各个分路电流的总和。
- ③ 并联电路中的总电阻通常小于最小电阻分路里的电阻。

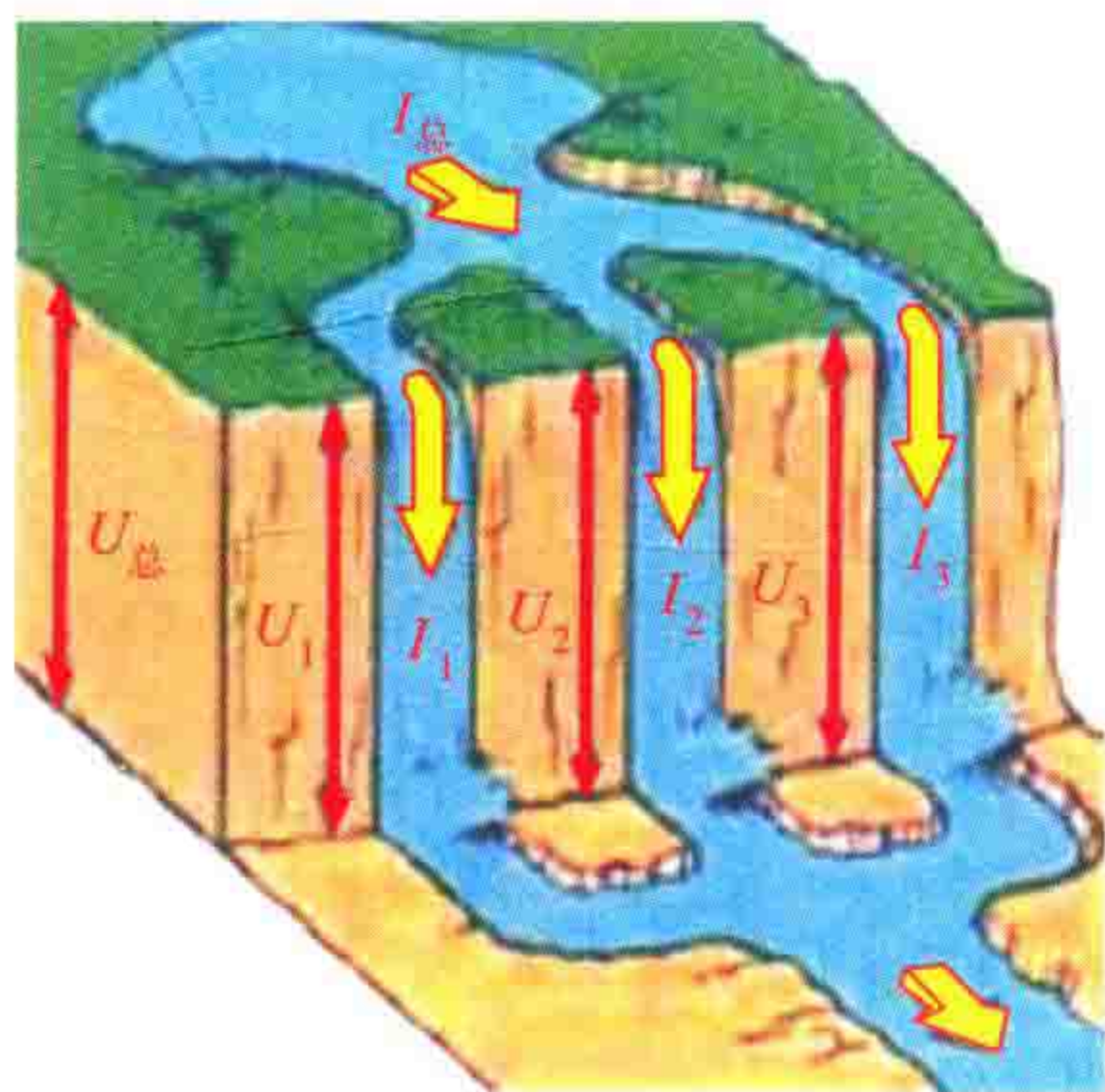
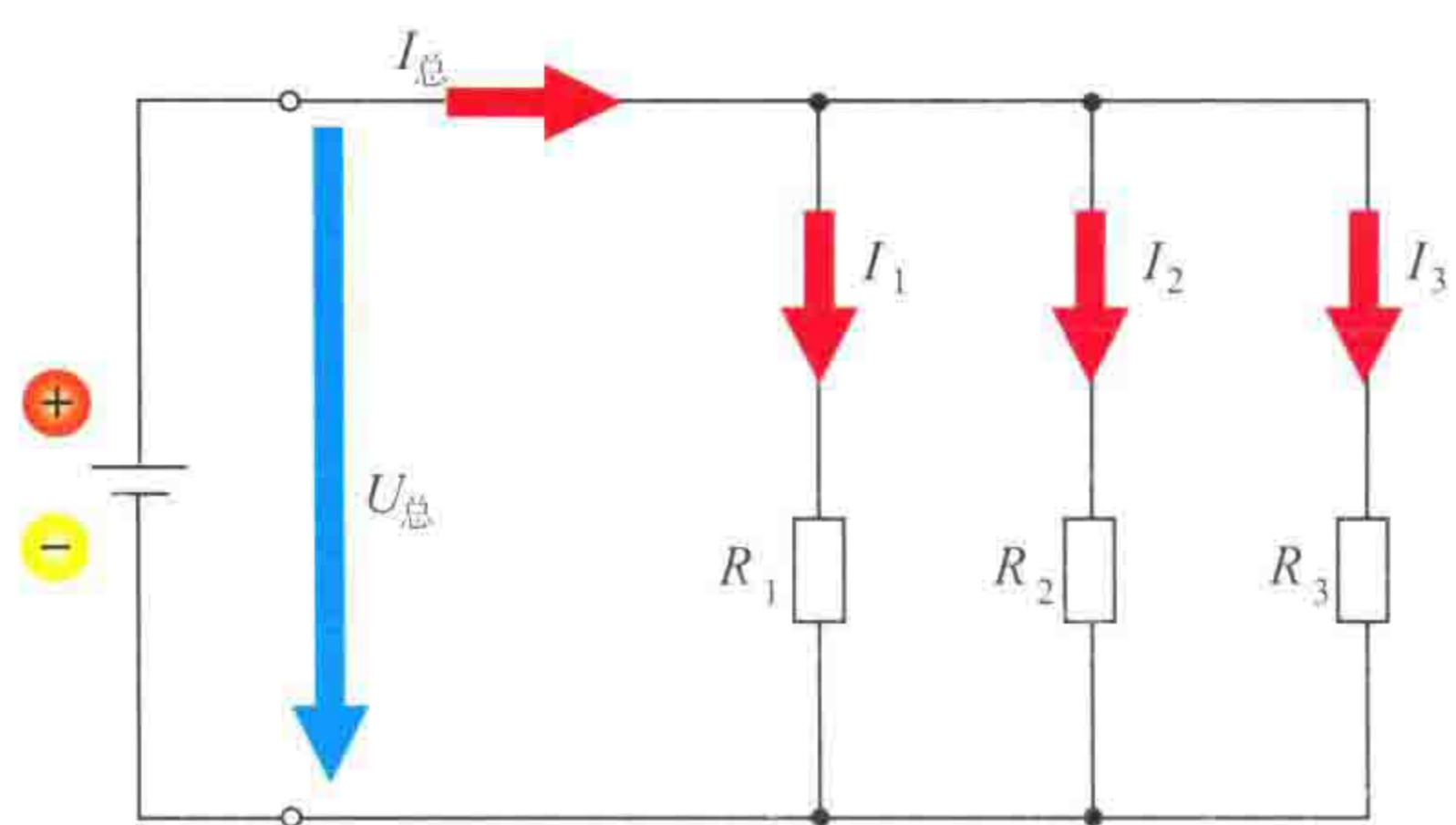


图1-13 电路的并联与水流原理

四、直流电与交流电

1. 直流电

方向和大小均不随时间变化的电流或电压称为直流电（DC）。直流电流可由电池、热电偶、太阳能电池和换向器式的发电机产生。汽车的大部分系统均使用直流电。直流电的优点是可以被储存在蓄电池中。图1-14所示为12V的直流电压。

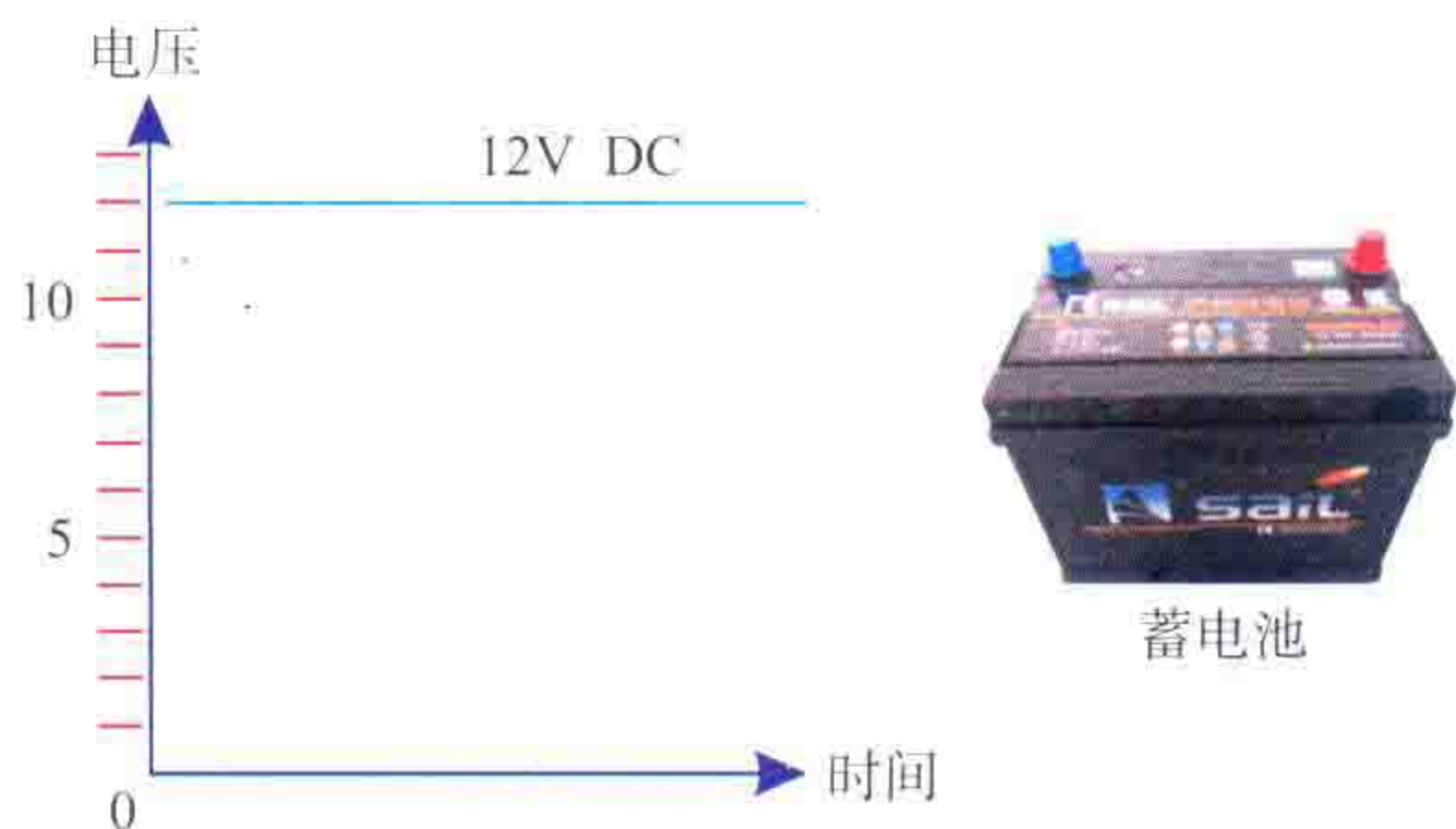


图1-14 直流电压

2. 交流电

大小和方向随时间改变的电流或电压称为交流电（AC）。如果电压和电流是按周期性正弦规律变化的，则称为正弦交流电。在汽车维修企业中，许多大型汽车维修检测设备是用交流电作为电源的，其波形如图1-15所示。

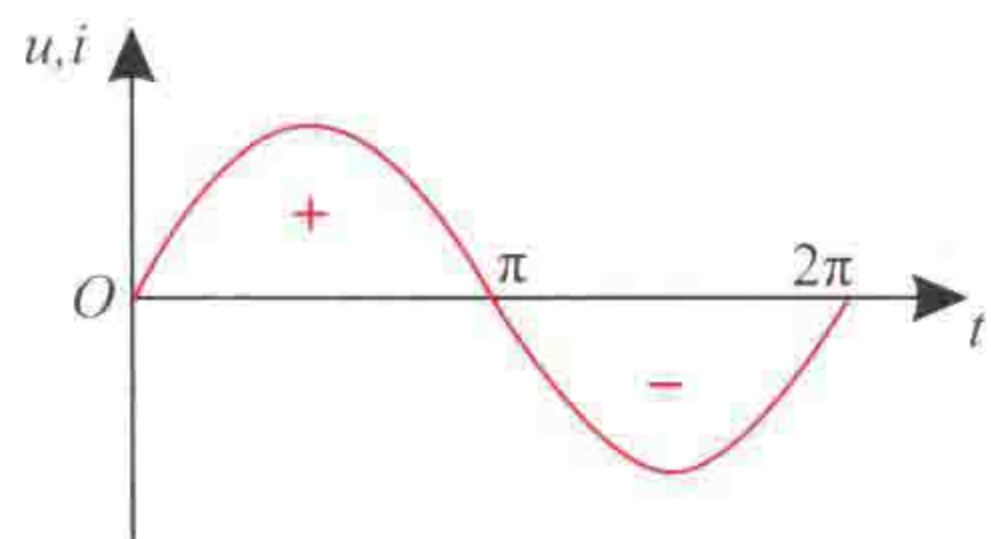


图1-15 正弦交流电

汽车发电机所产生的就是交流电。由于磁路定律，交流电很容易在发电机中产生，但是却难以储存。因此，发电机配备有特殊电路，可以在应用于车辆电气系统之前被转换成直流电。

五、电流的三大效应

电流的效应是多方面的，电流三大效应是指电流的热效应、化学效应和磁效应。

1. 电流的热效应

电流通过电阻要发热，电流做功而消耗电能，产生了热量，这种现象称为电流的热效应。如除霜器、点烟器、座椅加热装置（图1-16）等就是利用这种效应制成的。当电流流经除霜器或点烟器时，就将电能转换成热能而产生热。当过大电流流过保险丝时，因为产生热而将保险丝熔断。



图1-16 座椅加热装置

2. 电流的化学效应

电流通过导电的液体会使液体发生化学变化，产生新的物质，电流的这种效应称为化学效应，如电解、电镀、电离等。图1-17所示为电解硫酸铜。

汽车蓄电池的充电就是应用电流的化学效应。

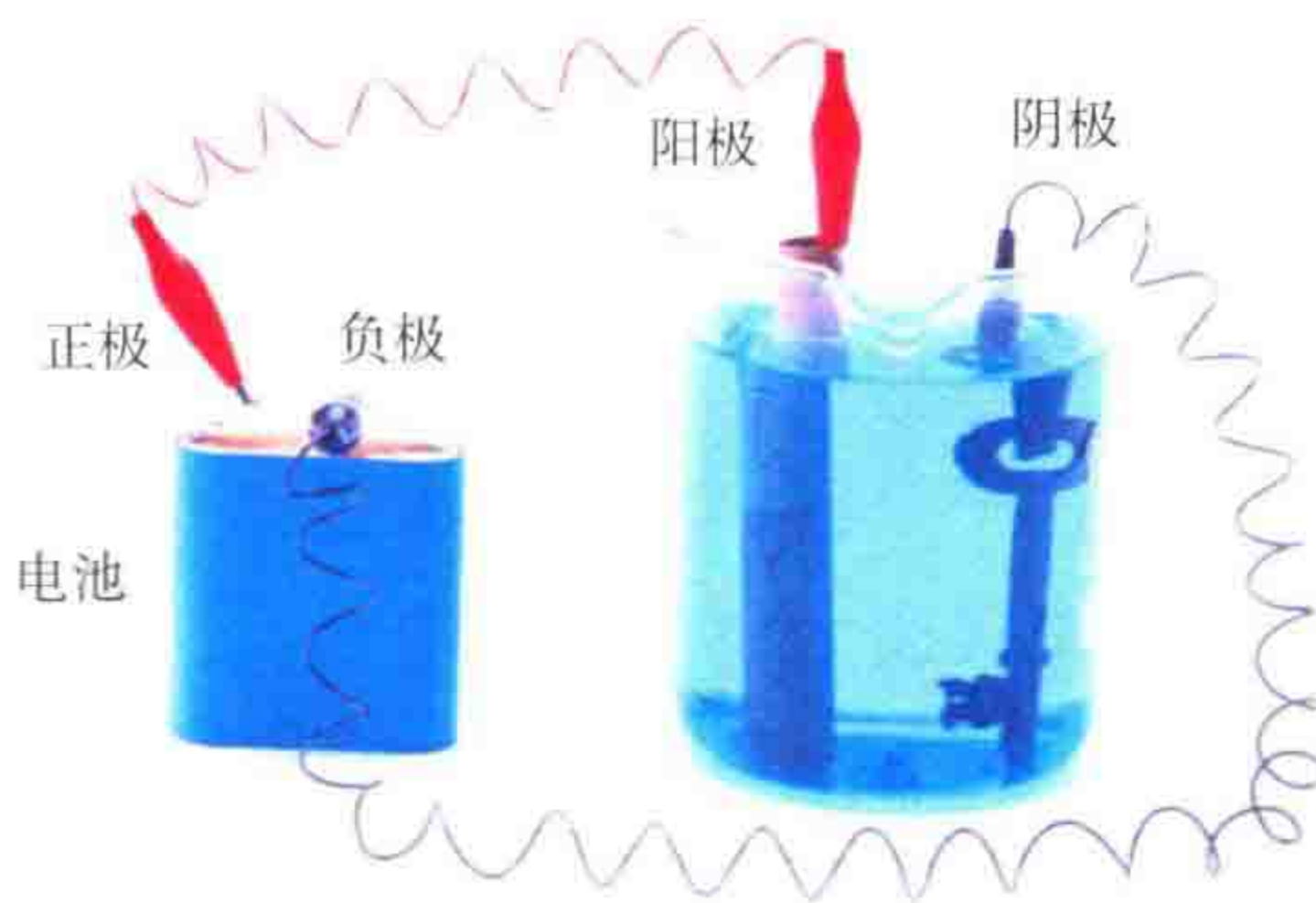


图1-17 电解硫酸铜

3. 电流的磁效应

任何通有电流的导体都可以在其周围产生磁场现象，称为电流的磁效应。喇叭、继电器等都是利用电流的磁效应制成的。

如图1-18所示，把通电导体与指南针（磁针）平行放置，然后接通电源，当导体上有电流通过时，周围产生磁场，使附近的磁针产生偏转。

如果给直条导线通电，在直条导线周围会产生磁力线。磁力线的方向可以用安培右手定则（导线）来判定（图1-19）：以右手握住有电流的直条导线，拇指指向电流方向，其余四指的方向即为磁力线的方向。

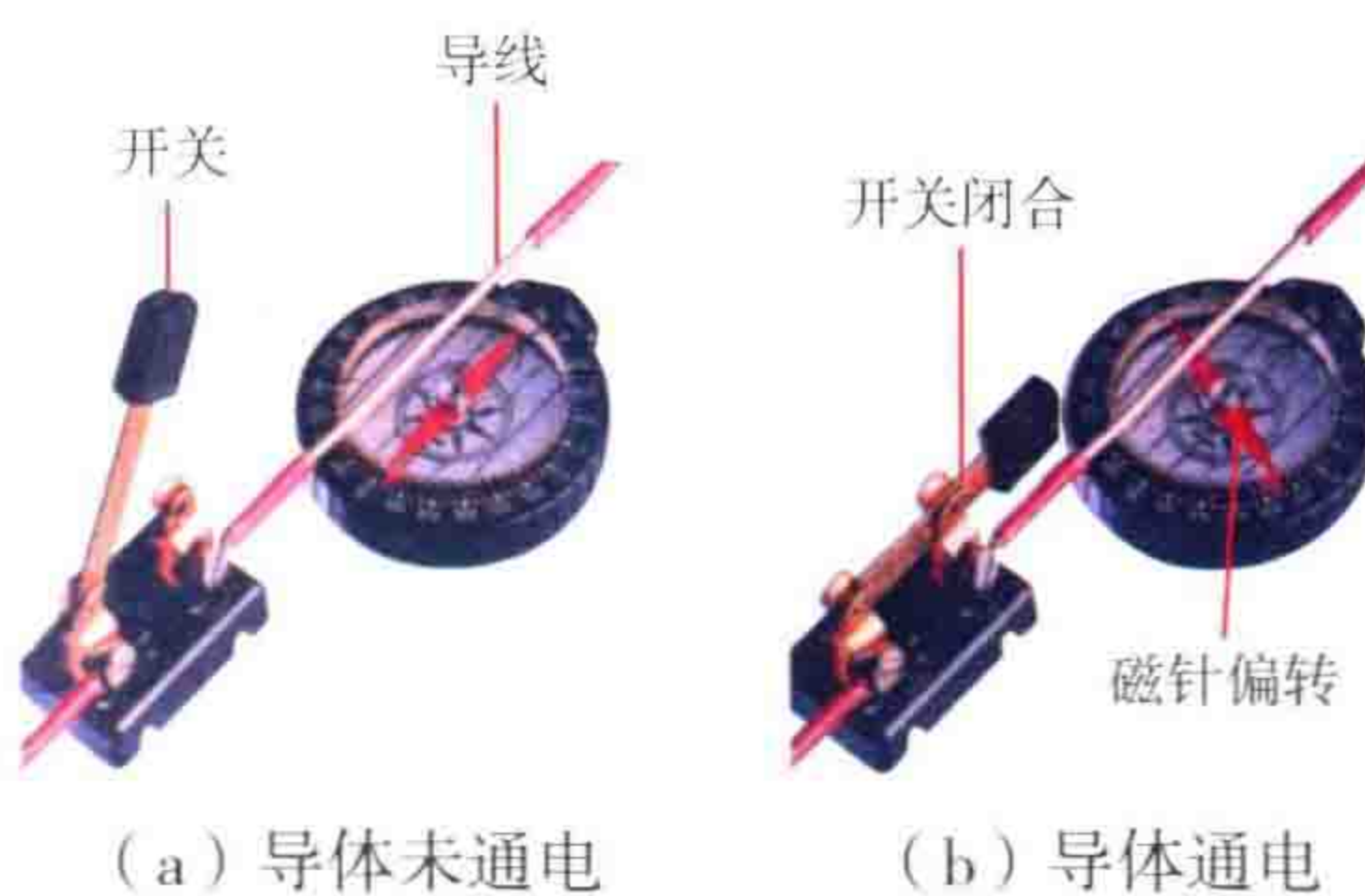


图1-18 电流的磁效应

如果把导线做成环状并在导线中通入电流，导线周围会产生磁力线，这时每条圆形磁力线从环形导线的一边进入另一边。

换句话说，这些磁力线都穿过环状导线中心，这样就形成了一个带有N极和S极的弱电磁体。这些磁力线从N极离开环形导线，沿环形导线外部流动，在S极重新进入，就像一块条形磁铁，如图1-20所示。

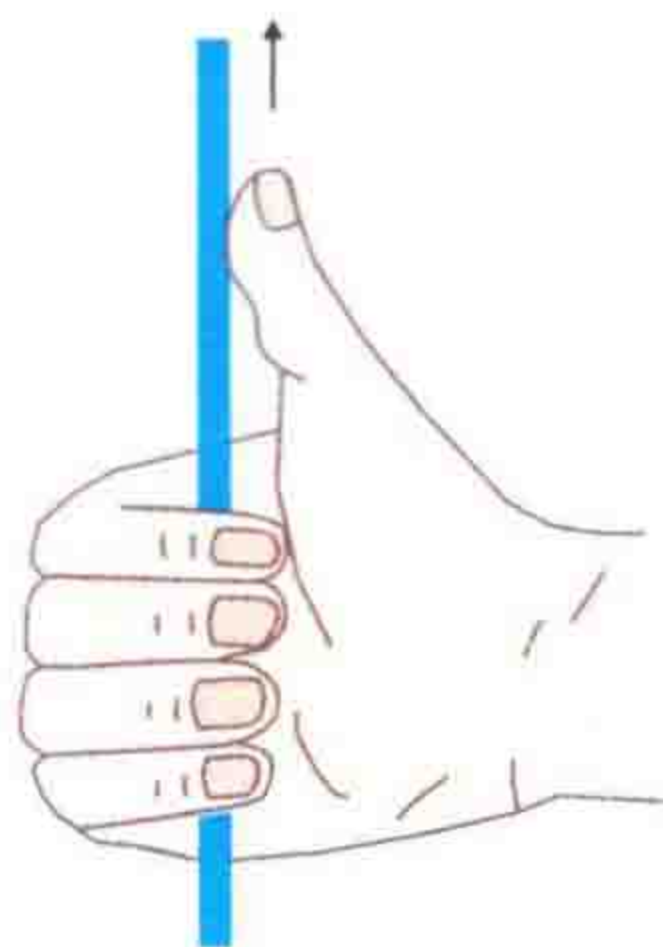


图1-19 安培右手定则（导线）

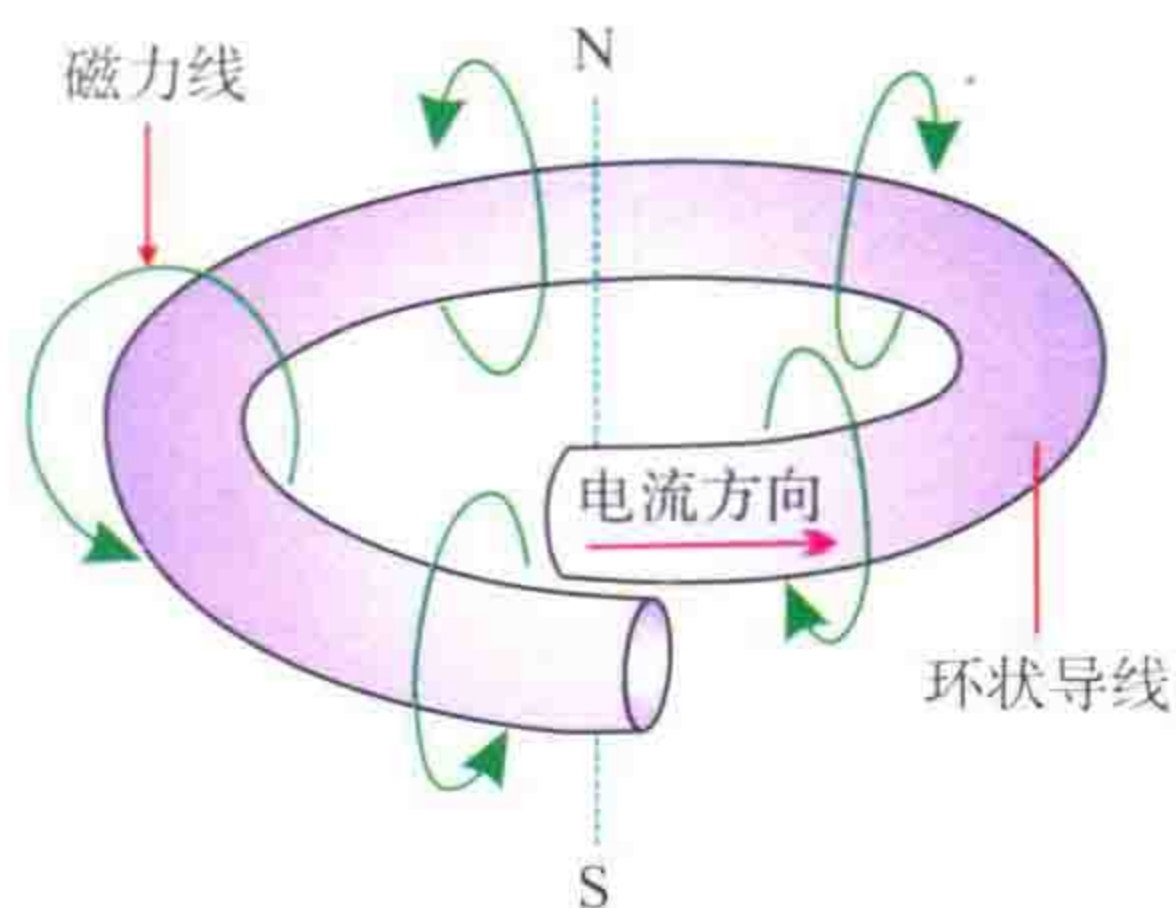


图1-20 通电环形导线产生的磁力线

当一带电导线变成线圈时就会产生一个带N、S极的磁场，如条形磁铁一样。

如果将一铁芯放入线圈中，磁场会变强，因为磁力线穿过铁芯比穿过空气要容易得多。一根铁芯能使磁场强度增大很多倍。线圈产生的磁力线如图1-21所示。这种称为电磁体的结构在发电机中得到应用。发电机使用绕成很多匝的载流导体以及放在其中的一块称为极心的铁芯，用以产生强磁场。



图1-21 线圈产生的磁力线

线圈磁力线的方向可以用安培右手定则（线圈）来判定（图1-22）：用右手握住线圈，使四指的方向与电流的方向一致，拇指的指向就是磁力线的方向。

汽车起动机上的电磁开关、启动继电器等就是电流磁效应的典型应用。图1-23所示为电磁开关示意图，一个较小的电流流过绕在铁芯上的电磁线圈，产生电磁吸力使电路触点闭合。然后，开关触点便可能接通大电流到用电设备，即以小电流控制大电流。

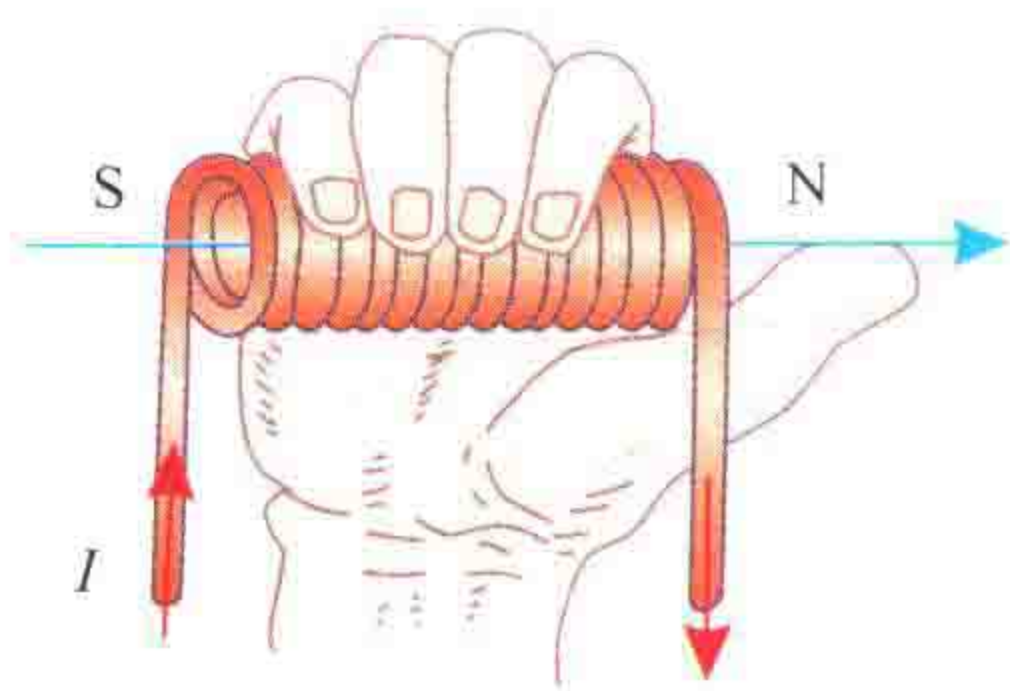


图1-22 安培右手定则（线圈）

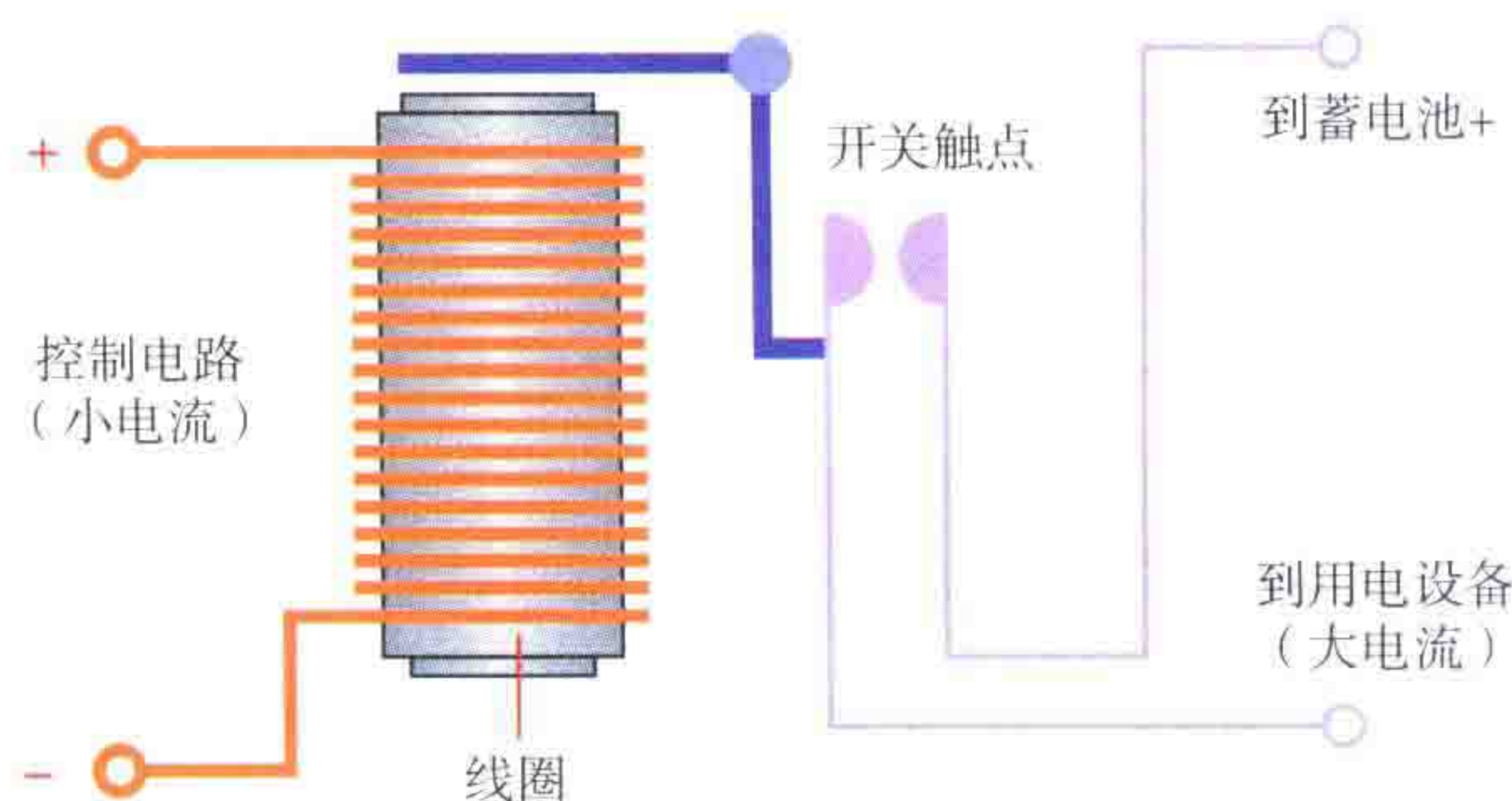


图1-23 电磁开关示意图

六、电磁力与电磁感应

1. 电磁力

载流导体在磁场中所受的作用力称为电磁力。通电直导体在磁场中所受作用力的方向，可用左手定则判定（图1-24）：将左手伸开，使拇指与四指垂直，让磁力线垂直穿过掌心，四指朝向导体电流的方向，拇指所指的方向就是导体所受电磁力的方向。

2. 电磁感应

电磁感应实验如图1-25所示。

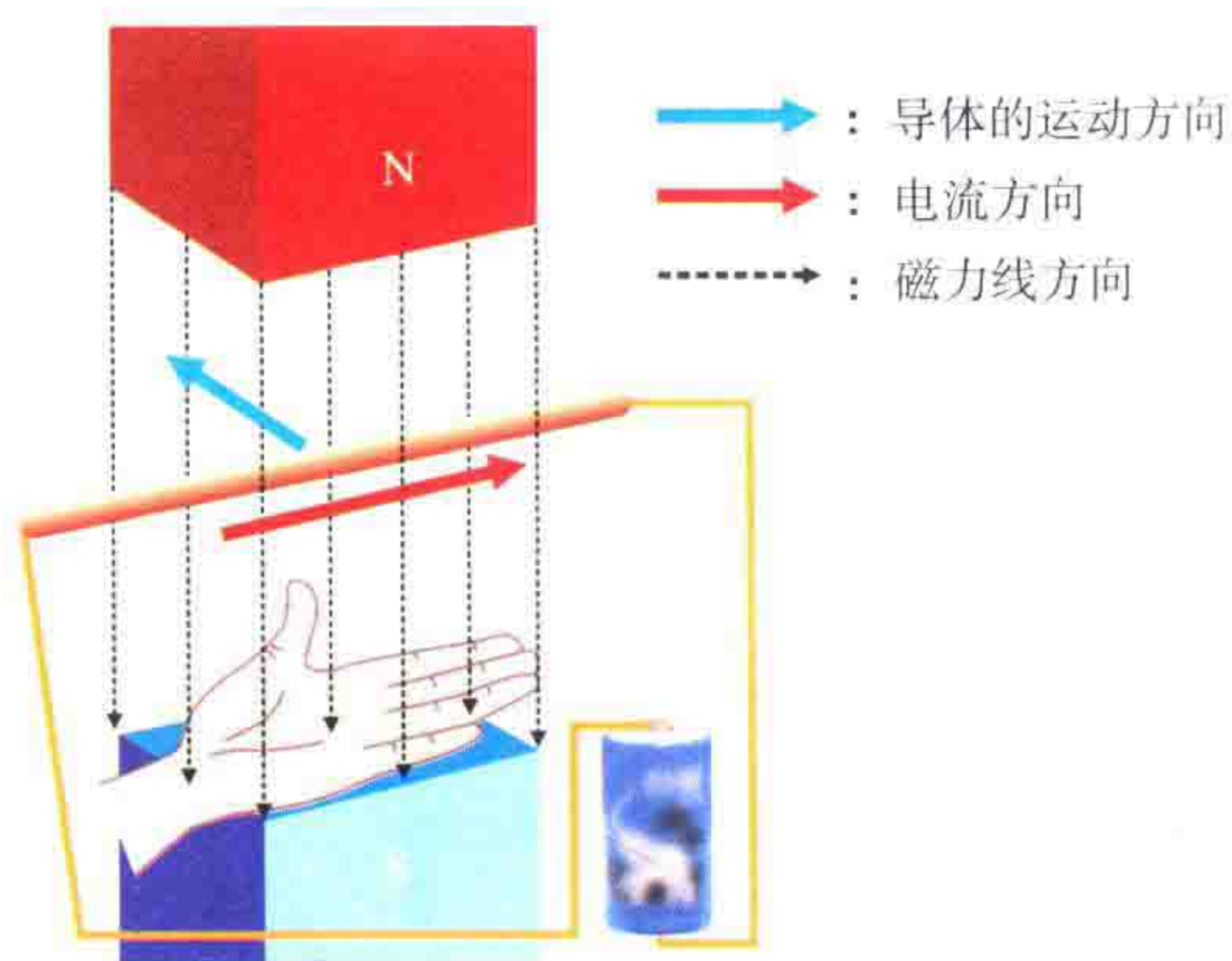


图1-24 左手定则