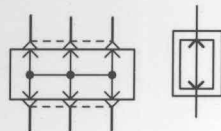
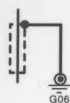
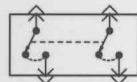
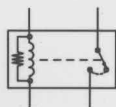
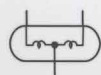


汽车

电路图

识读入门



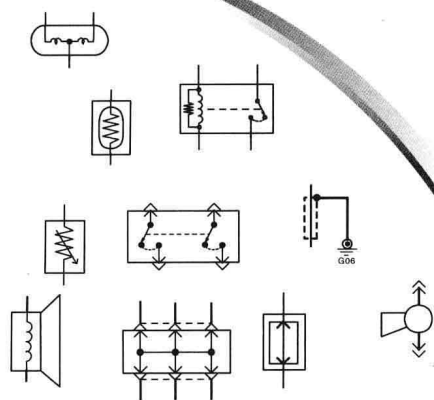
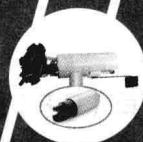
广州凌凯汽车资料编写组 组织编写
谭本忠 主 编

CAR



化学工业出版社

汽车 电路图 识读入门



广州凌凯汽车资料编写组 组织编写
谭本忠 主 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电路图识读入门 / 谭本忠主编. — 北京 : 化学工业出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-122-10773-2

I. 汽… II. 谭… III. 汽车-电气设备-电路图
IV. U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第043425号



责任编辑: 周 红
责任校对: 边 涛

文字编辑: 徐卿华
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: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张12 字数268千字 2011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: 39.00元

版权所有 违者必究

前 言

随着汽车工业的发展，人们对汽车的性能要求也越来越高，汽车电子技术的发展促使电子控制技术在汽车工业中广泛应用，汽车电气系统变得越来越复杂，正朝着电子化、集成化、智能化的方向发展。因此，在现代汽车维修的实际工作中，汽车电路图是必不可少的。因此，读懂汽车电路图，进行电路分析对于从事现代汽车维修的专业技术人员显得越来越迫切。

本书第一章从汽车电路的基础讲起，介绍了电的基础理论、汽车电路中的各种电气元件、基本电子电路、汽车电路的绘制原理和识读方法，使读者较快且容易了解汽车电路的组成与基本原理。第二章将整车汽车电路拆分为汽车各电气系统电路来详细讲解，化整为零，简要讲解了各系统的电路识读方法，有利于在阅读全车复杂的电路时先掌握各系统的电路特点与相互关系。由于各汽车生产厂家的电路设计特点和电路表示方法不同，给广大汽车从业人员识读电路图带来了一定的麻烦，本书会对此作详细的讲解。第三章从简单电路入手，按车系介绍了典型车辆电路图的识读方法。

本书在编写过程中，本着由浅入深、由易到难、层层深入的原则进行内容编排、讲解详细、分析透彻。所选内容力求做到图文并茂，新颖实用。读者通过阅读本书，不但可以增加汽车电气系统，汽车电路的理论知识，还可以提高自己的看电路修车的实践技能。

本书适合汽车维修人员阅读使用，也可作为汽车维修专业大中专学生和职高、技校学生的参考用书。

本书由广州凌凯汽车资料编写组组织编写，谭本忠主编。参加编写的还有谭敦才、李杰、于海东、蔡永红、廖远强、段金龙、钟利兰、李土军、姚科业、陈海波、李丽娟、丁红艳、冷艳晖、辛小梅、陈波、黄静、邓冬梅、张晓芳、李黎明、谭秋平、吴长青、张树坤、徐三军、邢舰中、夏绍全、陈世家、张文、程军、马金里、钟伟林、张治贵、李子深、张青。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 了解汽车电路

第一节 汽车电工基础	1
一、电的基础理论	1
二、电路的概念与组成	5
三、电路基本连接方法	6
四、电流产生的效应	8
五、电功率	10
六、电磁力与电磁感应	11
七、自感和互感	14
第二节 汽车电路中的常见电气元件	16
一、电阻	16
二、电容器	18
三、电感元件	20
四、变压器	20
五、晶体二极管	21
六、晶体三极管	29
七、保险装置	31
八、继电器	33
九、灯泡	35
十、开关装置	39
十一、插接器	45
十二、导线与线束	47
十三、蓄电池	50
第三节 汽车电气系统的组成与特点	53
一、基本电子电路的原理	53
二、汽车电气系统的组成	58
三、汽车电气系统的特点	59
第四节 电路图种类及识读方法	62
一、原理框图	62
二、电路原理图	63
三、接线图	66
四、线束图	66

第五节 汽车电路常见故障和检测方法	68
一、常见的电路故障	68
二、常见的检测工具	68
三、常见的检测方法	71

第二章 汽车电气系统电路识读

第一节 供电与接地	74
一、供电系统	74
二、接地点	75
第二节 充电系统	77
第三节 启动系统	78
第四节 照明和信号系统	79
一、照明系统	79
二、信号系统	89
第五节 辅助电器系统	95
一、电动座椅调节电路	95
二、电动后视镜电路	96
三、电动车窗电路	98
四、中控门锁电路	102
五、电动刮水器与清洗装置电路	106
第六节 手动空调控制系统	112
一、空调控制面板	113
二、空调系统控制功能	113
第七节 倒车雷达系统	116
一、系统组成	116
二、工作原理	117
三、倒车雷达系统电路实例	117
第八节 防盗系统	119
一、发动机电子防盗系统	119
二、防盗报警系统	121
第九节 发动机电控系统	124
一、发动机电控系统概述	124
二、发动机电控系统输入元件介绍	125
三、发动机电控系统输出元件介绍	133
四、发动机控制电路实例	137
第十节 自动变速器(AT)电控系统	143

一、自动变速器电控系统概述·····	143
二、自动变速器电控系统电气元件·····	144

第三章 汽车电路识读实践

第一节 大众车系电路识图·····	151
一、电路符号的含义·····	151
二、中央配电盒·····	152
三、电路图的整体标识·····	152
四、大众电路图的特点·····	154
第二节 宝马轿车电路识图·····	155
一、总线一览表·····	155
二、输入/输出图·····	156
三、系统电路图·····	157
四、WDS BMW线路图系统·····	158
第三节 现代车系电路识图·····	159
一、电路符号的含义·····	159
二、电路要点·····	162
三、电路实例·····	164
第四节 丰田轿车电路识图·····	165
一、电路布线图·····	165
二、继电器位置图·····	166
三、接线盒位置和内部电路图·····	166
四、系统电路图·····	167
五、读图示例·····	168
第五节 马自达轿车电路识图·····	170
一、电路图/接线图·····	170
二、接地点·····	171
三、电路符号·····	172
四、线束图·····	175
五、电气系统的操作·····	176
第六节 通用车系电路识图·····	180
一、电路图中标识符号的含义·····	180
二、识别编号的分区·····	181
三、电气符号·····	182
四、通用车系电路读图实例·····	183
参考文献·····	185

第一章 了解汽车电路

第一节 汽车电工基础

一、电的基础理论

在了解汽车电路之前，先来学习一下电路的基础理论。

图1-1生动描述了电路中三大要素（电压、电流、电阻）的相互关系，电压是电子流过导体（电路）形成电流的动力，而电阻就是电子移动过程中遇到的阻力，不过要说明的是只有在封闭的电气回路中才能形成电流。

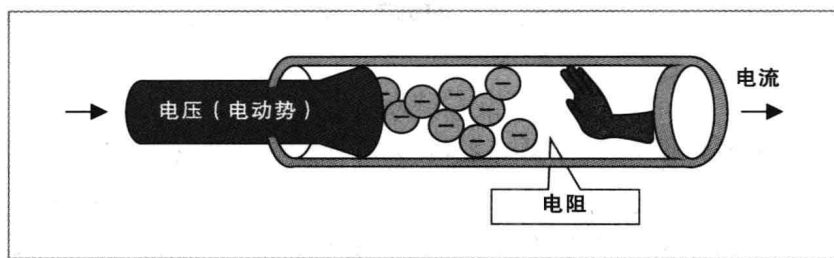


图 1-1 电压、电流、电阻的相互关系

1. 电流

现实生活中很多电器的使用都离不开电，例如通信工具手机、电话，代步工具电动车、汽车，家用电器（电灯、电视、电风扇、空调、微波炉、VCD、DVD等），晚上打开电灯开关灯泡亮了，为什么会亮呢？是因为有电流经过灯泡。这就是要给大家讲的电流，电流在汽车上也相当重要。那什么是电流呢？它是人们用眼睛看不见，而确实存在的东西。

电流的定义：

物体（物质）内电子（电荷）的有规律（定向）移动形成了电流，电流是通过导体的电子运动，如图1-2所示。

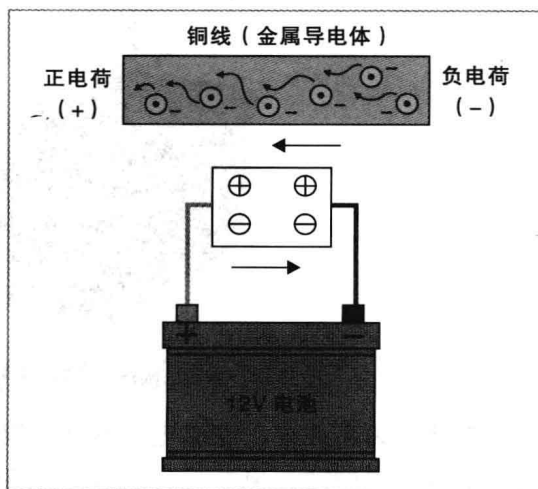


图 1-2 电流的形成

河里滔滔不绝的水在流动可以成为水流，公路上川流不息的汽车可以成为车流等。河里流动的水越多，说明水流量越大；公路上行驶汽车数量越多，说明车流量越大。那么在单位时间内流过的电子数量，称之为电流强度。电流的单位是安培（A），电流用字母*I*表示。

电流的单位有A，mA， μ A， $1\text{A}=1000\text{mA}$ ， $1\text{mA}=1000\mu\text{A}$ 。

安培是世界上通用的单位，如图1-3所示，6.28亿亿个电子（即1C）在1s内通过导体横截面时表示电流强度为1A。

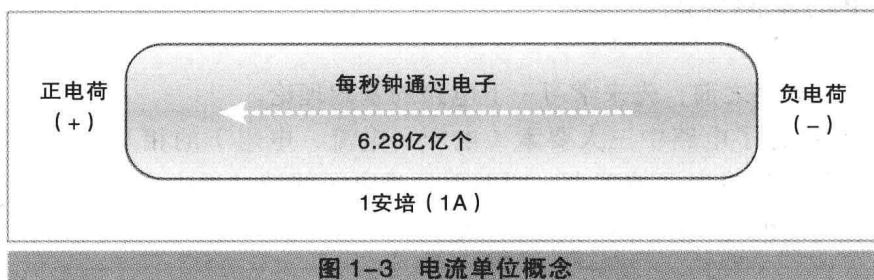


图 1-3 电流单位概念

电流方向

关于电流方向有两种说法，科学研究发现电子的负电荷从负极流向正极，所以说电流方向是从负到正的，这是现代电子学说。为了便于对电的研究利用，习惯（传统理论）上认为电流的方向是正电荷从正极流向负极，如图1-4所示，所以人们仍然说电流从正流向负。

因此，汽车中所有电力电气图和原理图都使用这种传统理论来标明电流的方向。

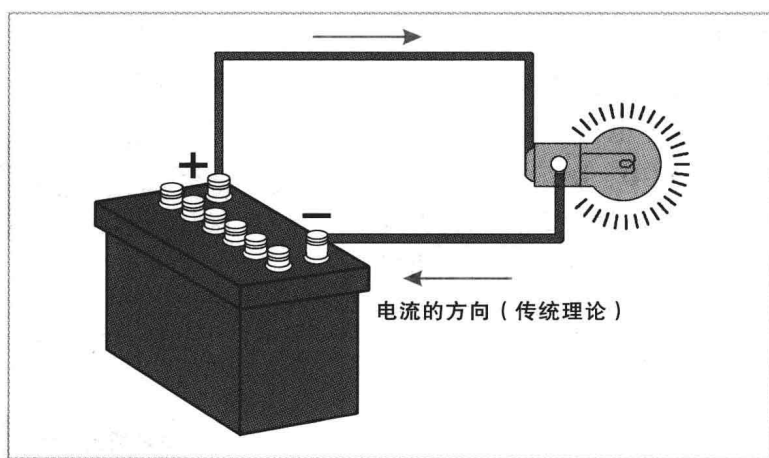


图 1-4 汽车电路中电流的方向

电流分为直流电、交流电、脉冲电流。

平常所说的汽车电路供电一般指的是直流电，在汽车的控制系統也会输出脉冲电流（PWM），实现对模拟电路或汽车电器进行占空比控制。

2. 电压

电压是指电路中两点之间的电位差。俗话说水往低处流，电压就如同水一样，水的流动是因为有水压（水位差）。如图1-5所示，水是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，两点间就好像有一种力量存在，这种力叫电压。电压是产生电流不可缺少的条件。

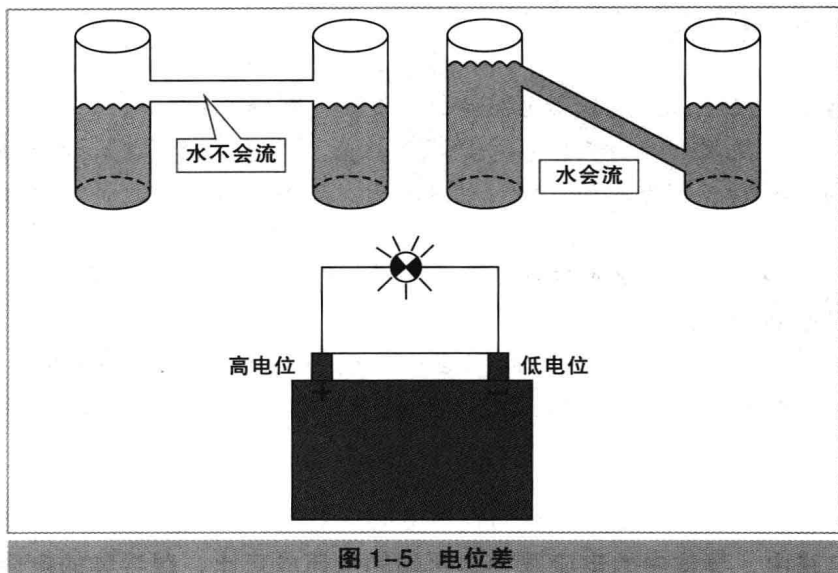


图 1-5 电位差

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，则称为恒定电压或恒定电压，简称为直流电压，用大写字母 U 表示。如果电压的大小及方向随时间周期性地变化，则称为交流电压。汽车电路中的电压一般指的是12V的直流电压。

电压的方向规定为从高电位指向低电位的方向。电压的国际单位制为伏特（V），常用的单位还有千伏（kV）、毫伏（mV）、微伏（ μV ）等。

它们之间的关系是：

$$1\text{kV}=1000\text{V}$$

$$1\text{V}=1000\text{mV}$$

$$1\text{mV}=1000\mu\text{V}$$

3. 电阻

物质对电流的阻碍作用就叫该物质的电阻。电阻小的物质称为电导体，简称导体。电阻大的物质称为电绝缘体，简称绝缘体。

在物理学中，用电阻来表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大，表示导体对电流的阻碍作用越大。不同的导体，电阻一般不同，电阻是导体本身的一种性质。电阻元件是对电流呈现阻碍作用的耗能元件。

导体的电阻通常用字母 R 表示，电阻的单位是欧姆，简称欧，符号是 Ω ， $1\Omega=1\text{V/A}$ 。比较大的单位有千欧（k Ω ）、兆欧（M Ω ）。

它们的换算关系是

$$1\text{M}\Omega=1000\text{k}\Omega;$$

$$1\text{k}\Omega=1000\Omega$$

电阻的大小跟下面这些因素有关。

◎材料

银导电最好，其次是铜、铝、铁。

◎温度

金属导体在常温下，温度越高电阻越大，反之电阻越小。

刚开电炉子时屋里灯光会变暗，当炉丝发红后，灯又亮起来了。因为刚开始时，炉丝没有发热，温度低，电阻小，经过的电流大，炉丝发红后温度高，电流变小。

◎长度

导体越长电阻越大，反之电阻越小。

◎导体的横截面积

导体越粗，电阻越小，反之电阻越大。例如20W的灯泡灯丝细、电阻大，100W灯丝粗、电阻小。

► 欧姆定律

前面讲了电流、电压、电阻，它们称为电的三要素，它们之间的关系就是欧姆定律。在同一电路中，导体中的电流跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比，这就是欧姆定律。

电压、电流和电阻之间的关系可以用图1-6的流水来代替说明。

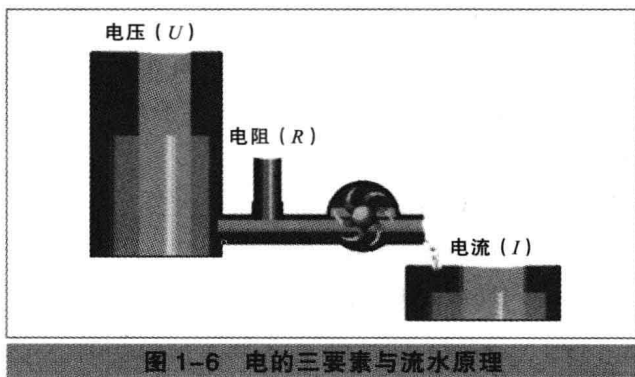


图 1-6 电的三要素与流水原理

电压一定时，电阻越高，电流越小。

如图1-7所示，水流的压力随着位于水箱和水轮之间的阀门的打开高度而变化，因此水轮机的转速也随之变化。此闸门便相当于电路中的电阻。

如图1-8所示，增加水箱中水的容量可增加水轮的速度。另一方面，降低阀门的开启度阻止水流，便减慢水轮的速度。

因此，调节水压及阀门高度便可以将水轮控制在设定的速度运行。同样，在电路中，改变电阻及电压值，可以对电路中各设备分配不同的做功量。

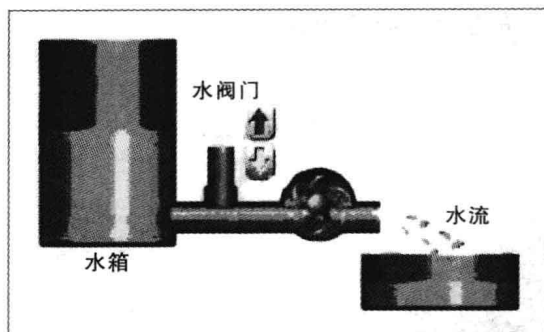


图 1-7 阀门与电阻

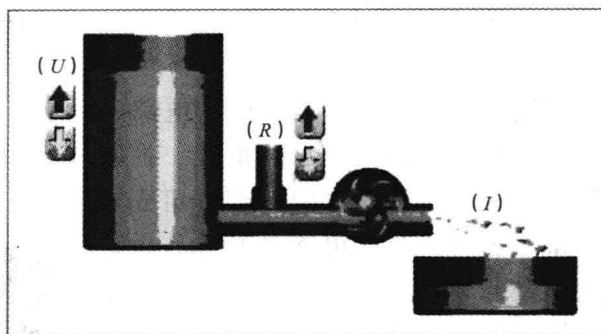


图 1-8 水流量的调节

欧姆定律公式，如图1-9所示。

电流、电压和电阻存在以下关系：

- 增加电压可以增大电流。
- 减少电阻可以增大电流。

这种关系可归纳如下：电流与电压成正比，与电阻成反比。电压、电流及电阻间的这种关系由欧姆定律定义，写成公式形式： $U=R \times I$ 。

- U ：电压 (V)
- R ：电阻 (Ω)
- I ：电流 (A)

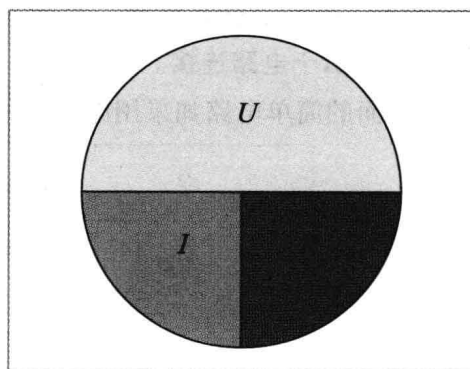


图 1-9 欧姆定律公式

二、电路的概念与组成

1. 电路的概念

电路的概念可通过图1-10来理解。如图1-10 (a) 所示，把蓄电池的正极、负极与灯泡用导线连接起来形成电通路称为电路或回路。如果用符号表示图中的电器，就会得到图1-10 (b) 所示的电路图，图中 R 表示灯泡的电阻，箭头表示电流的方向。如果在图1-10 (b) 电路中，增设了开关就形成了图1-10 (c) 所示电路，该电路可通过开关控制通与断。开关断开时，电路中没有电流通过，灯不亮，这种状态称为开路或断路。当开关闭合时，电路中有电流通过，灯亮，这种状态称为通路。

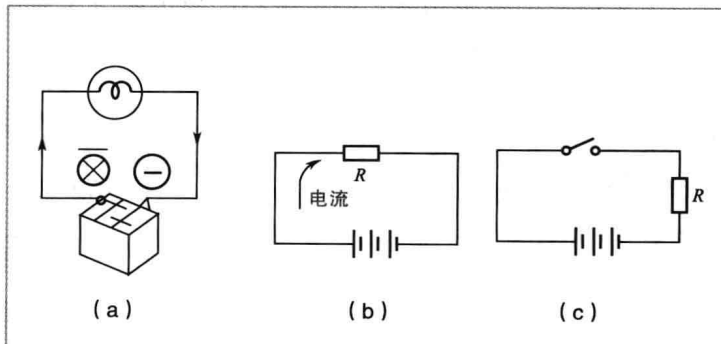


图 1-10 电路的概念

2. 电路的组成

电路就是电流所流经的路径。

图1-11所示是一个简单的电路，一个完整的电路由电源、负载、控制和保护装置及连接导线四部分组成。电路中的负载是将电能转换成其他形式能量的装置。负载性质可分为电阻组件、电感组件和电容组件三种。图中的蓄电池就是电源，保险丝是保护装置，开关用于控制电路通断，是控制部件，而灯泡就是负载，导线和接地连接都属于电路连接。

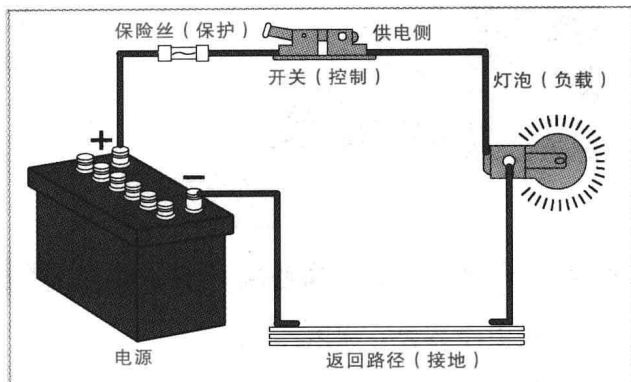


图 1-11 简单的电路组成

上面的简单电路如果用电路符号来表示则如图1-12所示

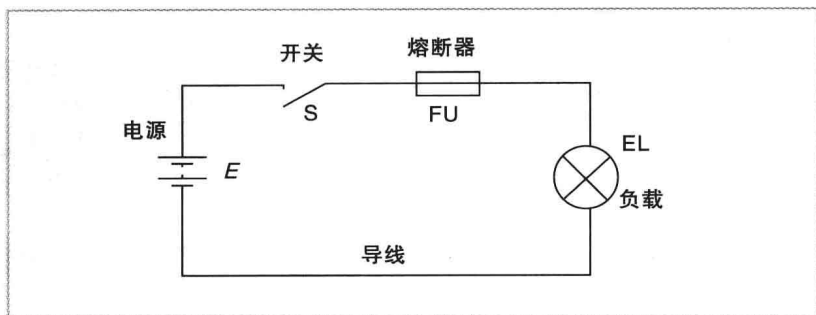


图 1-12 简单电路的表示

三、电路基本连接方法

1. 串联

串联就是将所有的负荷（负载电阻）连接成一个通路，如图1-13所示。它的特点是各负荷中通过的电流相等。串联电路的总电阻等于各电阻之和。在电源串联电路中，电源总电压等于各蓄电池电压之和。在柴油车的电源供应上，通常用两个12V蓄电池串联得到24V电压。

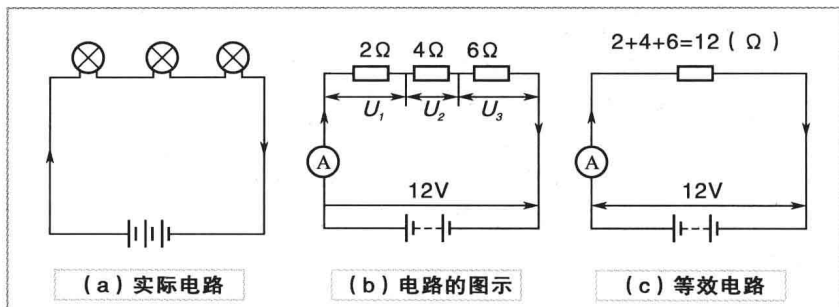


图 1-13 串联电路

在一个串联电路中，由于电荷移动的路线只有一条，因此相同的电流经过每个电阻（负载），电压会因为串联电阻数量的增多而下降。电阻越大，在电路中的串联分压就越大，也就是说每个电阻两端的电压跟它的阻值大小成正比。在图1-14所示的串联电路中， 6Ω 的灯泡分得的电压就是 2Ω 灯泡的3倍。电路中串联的灯泡越多，灯泡的亮度将越加暗淡。

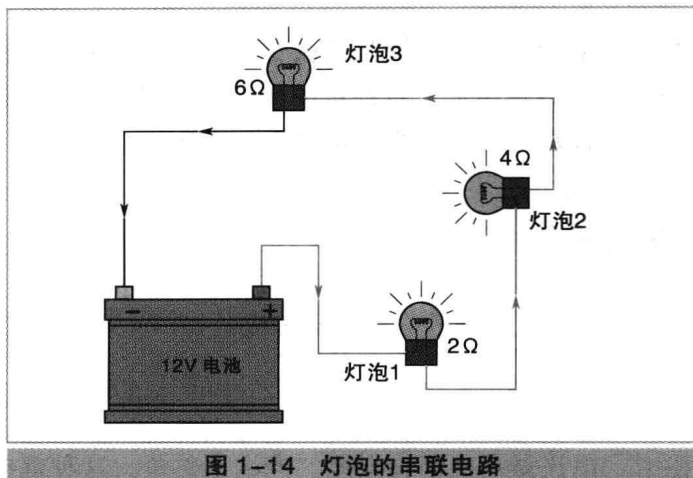


图 1-14 灯泡的串联电路

2. 并联

将几个负载的一端和另一端分别与电源相连，称为并联。如图1-15所示，电阻为 2Ω 、 4Ω 、 6Ω 的三个灯泡并联，当蓄电池的电压为12V时，因为每个灯泡上所加的电压都是12V，根据欧姆定律，各灯泡中的电流分别为： 2Ω 中的电流 $I_1=12/2=6\text{A}$ ； 4Ω 中的电流 $I_2=12/4=3\text{A}$ ； 6Ω 中的电流 $I_3=12/6=2\text{A}$ 。因此，蓄电池输出的总电流 $I=I_1+I_2+I_3=6+3+2=11\text{A}$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{11} = 1.09\Omega$$

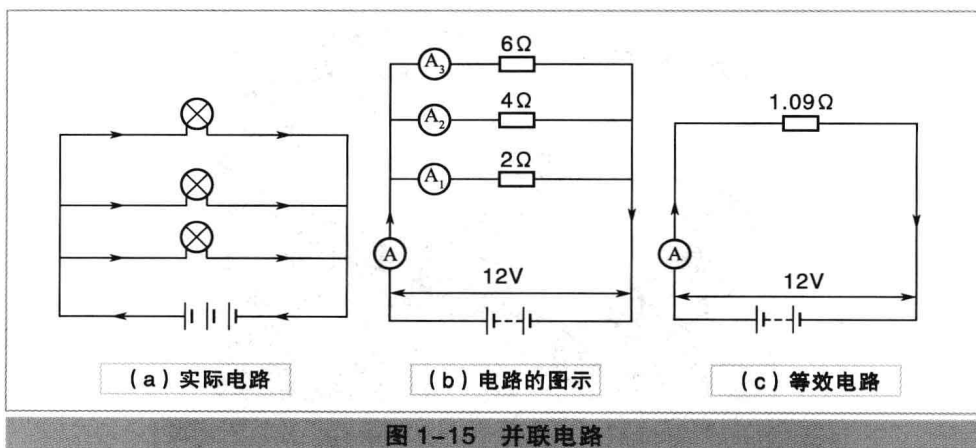


图 1-15 并联电路

可以看出,用12V蓄电池连接三个并联后灯泡总电流与只接一个 1Ω 左右的灯泡的电流是相同的。

并联时总电阻可利用下式求出:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

将相同规格的汽车蓄电池并联(正极与正极相连,负极与负极相连)时,无论并联几个,电压均保持不变,仅容量增加,是各蓄电池容量之和。当汽车的启动蓄电池亏电或电压过低时,常采用这种蓄电池并联的方式启动发动机。

四、电流产生的效应

电流有三种效应,即热效应、磁效应和化学效应。

1. 热效应

当电流通过电阻时,电流做功而消耗电能,产生了热量;这种现象叫作电流的热效应。实践证明,电流通过导体所产生的热量和电流的平方、导体本身的电阻值以及电流通过的时间成正比,用公式表示如下:

$$Q = I^2 R t$$

式中 I ——通过导体的电流, A;

R ——导体的电阻, Ω ;

t ——电流通过导体的时间, s;

Q ——电流在电阻上产生的热量, J。

利用电流的热效应可以为人类的生产和生活服务,如电流通过灯泡时,灯丝就要发热发光,汽车进气预热器、电动座椅加热、后风窗加热器(见图1-16)等就是利用这种效应制成的。



图 1-16 后风窗加热器(玻璃内)

2. 磁效应

如图1-17所示,把通有电流的导线置于指南针(磁针)上方,当导线与指南针近于平行时,指南针就会运动。这是因为任何通过电流的导体其周边都是一个磁场,通电导线周围产生的磁力线对指南针产生了作用。把这种作用称为电流的磁效应。如汽车用的喇叭、继电器以及点火线圈等就是利用电流的磁效应。

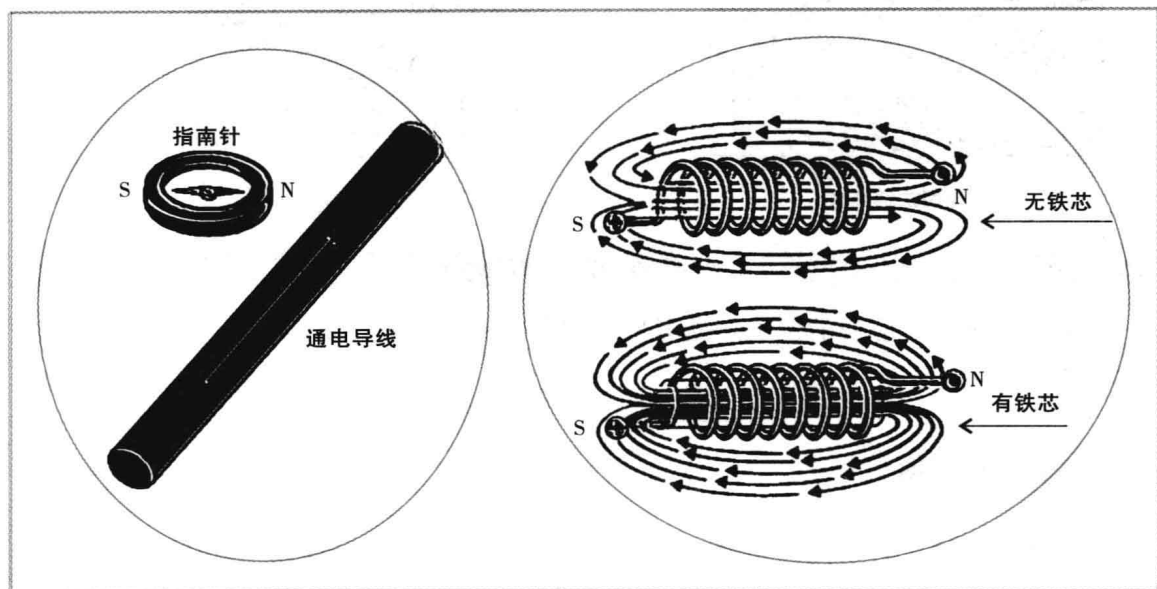


图 1-17 电流的磁效应

电磁开关是电流磁效应的典型应用。如图1-18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,接触点便可能接通大电流到用电单元(负载),即以小电流控制大电流。

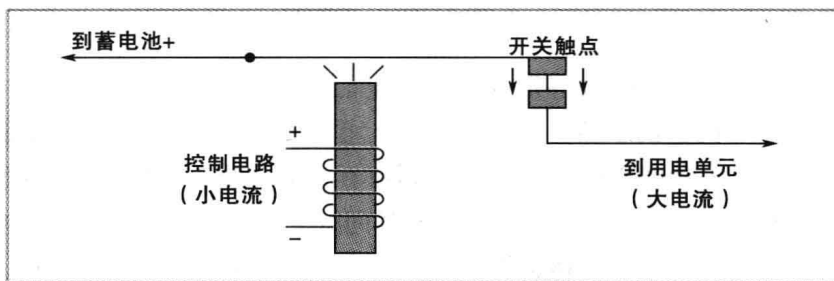


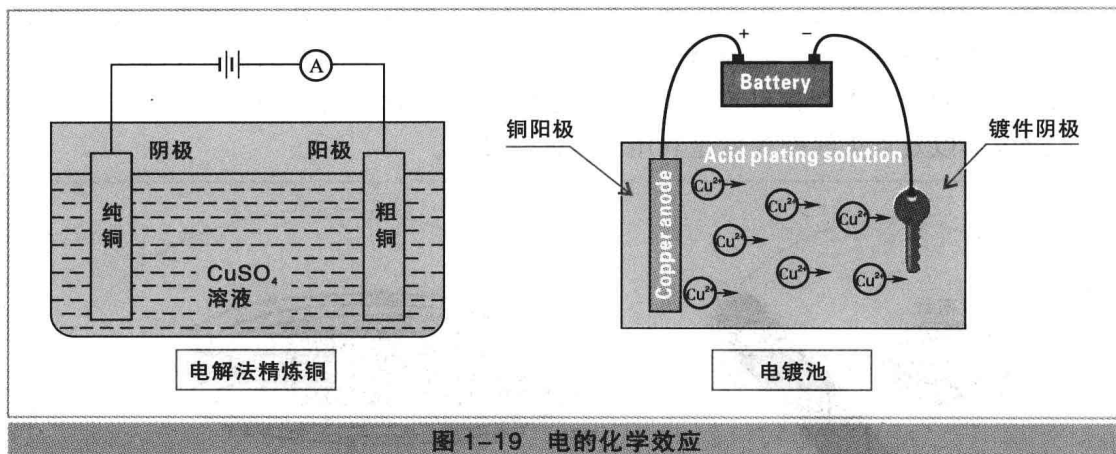
图 1-18 电磁开关示意图

3. 化学效应

在食盐水或稀硫酸溶液中,置入两块极板并通电,极板表面有气泡产生,液体中有电流通过,把这种作用称为电流的化学效应。

电解水、蓄电池等就是应用这种化学效应。

电解是将电流通过电解质溶液或熔融态物质（又称电解液），在阴极和阳极上引起氧化还原反应的过程，电化学电池在外加电压时可发生电解过程，如图1-19所示。



电流的三种效应应用的例子随处可见，汽车上的所有电气设备都要应用一种或两种以上电流的效应。

五、电功率

实现各种电效应时电流都要做功。在单位时间里供给或者消耗的电功叫电功率，即电功率是表示消耗电能快慢的物理量，其符号为 P ，单位为瓦特（W）。电压就是电位之差，电流从高电位流向低电位，所以电压越高，电流越大，电功率就大，电功率的大小可用电压和电流的乘积表示。因而电功率有以下两种表达方式：

$$\text{电功率的计算公式} \begin{cases} P=W/t \\ P=IU \end{cases}$$

汽车电路上的电器工作时都会消耗蓄电池电能或者发电机产生的电能，有大功率的用电器（如空调鼓风机、刮水器、电热装置），也有小功率的用电器（如照明指示灯、小灯泡、收音机）。大功率用电器电功率达到数百瓦，而小功率用电器一般小于1W或是几瓦，大功率用电器在关闭发动机后不宜长时间开启，以免过多消耗蓄电池电能。同时，在启动汽车时大功率用电器将会被暂时关闭，使发动机启动有充足的电能。

图1-20所示是铃木新Alto汽车各灯具灯泡的电功率（瓦特数）。