

汽车电路图识读 入门到精通

基础篇

蔡永红 主编



化学工业出版社

汽车电路图识读 入门到精通

基础篇

蔡永红 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

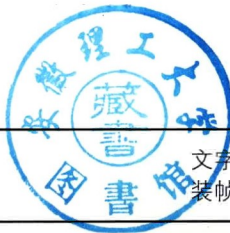
图书在版编目(CIP)数据

汽车电路图识读入门到精通——基础篇 / 蔡永红主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-122-21253-5

I. ①汽… II. ①蔡… III. ①汽车-电气设备-电路图 IV. ①U463.62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第150314号



责任编辑: 周红
责任校对: 边涛

文字编辑: 陈喆
装帧设计: 王晓宇

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

880mm×1230mm 1/16 印张10¹/₄ 字数265千字 2014年10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: 39.90元

版权所有 违者必究

前言

PREFACE

随着汽车市场的繁荣和汽车保有量的不断攀升,汽车维修行业也蓬勃发展,维修队伍不断壮大。虽然维修人员众多,但技术水平却参差不齐,一个普遍的问题就是,相当一部分人看不懂电路图。

现今汽车的电控技术已达到相当高的水平,看图修车已成为汽车维修人员必须具备的基本技能,只有读懂电路图,才能快速、准确地判断故障,找到故障点,从而排除故障。

由于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,电路图图形符号、标注也不尽相同,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,对于相当一部分入门级水平的汽车维修人员来说,是一件头疼的事情。为满足广大维修工作人员的需要,特编写了《汽车电路图识读入门到精通——基础篇》和《汽车电路图识读入门到精通——实战篇》这套书。本册是《汽车电路图识读入门到精通——基础篇》,特点如下:在编写过程中,本着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,繁杂的问题简单化,使初学者快速入门,掌握汽车维修技术。

本书特别适合有志从事汽车维修的初学者自学、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永波、曾宪忠、黄富君、朱万海、王家富、辜学均、曾凡彬、罗艳、王挺、兰燕琼、陈正莲、宋秋虹、肖良军、蒋群芳、程远东、肖翠英、李莹等。

限于编者水平,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目录

CONTENTS

第一章 汽车电路识读基础	1
第一节 汽车电工基础	1
一、电的基本知识	1
二、电路及其工作状态	3
三、电路基本连接方式	5
四、直流电与交流电	6
五、电流的三大效应	7
六、电磁力与电磁感应	9
七、电功和电功率	10
第二节 汽车电路中的常见电气元件	11
一、电阻器	11
二、电容器	15
三、电感元件	18
四、变压器与点火线圈	20
五、晶体二极管	21
六、晶体三极管	27
七、保险装置	31
八、继电器	34
九、灯泡	36
十、开关装置	40
十一、导线与线束	44
十二、插接器	47
第二章 汽车电路的特点及识读方法	49
第一节 汽车电路的组成与特点	49
一、汽车电路的组成	49
二、汽车电路的特点	50
第二节 汽车电路图种类及识读方法	52
一、原理框图	52
二、电路原理图	53
三、接线图	59
四、线束图	60
五、电气设备定位图	62

第一节 大众汽车电路图的识读	66
一、大众汽车电路图符号与说明	66
二、大众汽车电路图的特点	70
三、大众汽车电路图识读示例	73
四、大众汽车电路缩略语及其含义	74
第二节 通用汽车电路图的识读	76
一、通用汽车电路图符号	76
二、通用汽车电路图的特点	79
三、通用汽车电路图的识读方法	81
四、通用汽车电路图识读示例	83
五、通用汽车电路缩略语及其含义	85
第三节 北京现代汽车电路图的识读	88
一、北京现代汽车电路图符号	88
二、北京现代汽车电路图的特点	90
三、北京现代汽车电路图识读示例	93
四、北京现代汽车电路缩略语及其含义	98
第四节 日产汽车电路图的识读	99
一、日产汽车电路符号与特点	99
二、日产汽车电路图识读说明与示例	103
三、日产汽车电路缩略语及其含义	105
第五节 丰田汽车电路图的识读	106
一、丰田汽车电路符号	106
二、丰田汽车电路图识读说明	108
三、丰田汽车电路布线图识读说明	111
四、丰田汽车继电器位置图识读说明	112
五、丰田汽车电路图识读示例	112
六、丰田汽车电路缩略语及其含义	114
第六节 本田汽车电路图的识读	115
一、本田汽车电路图符号	115
二、本田汽车电路图识读说明与识读示例	116
三、本田汽车电路缩略语及其含义	118
第七节 奔驰汽车电路图的识读	120
一、奔驰汽车电路图符号	120
二、奔驰汽车电路特点及识读说明	122
三、奔驰汽车电路图识读示例	123
四、奔驰汽车电路缩略语及其含义	126
第八节 宝马汽车电路图的识读	127
一、宝马汽车电路图符号	127
二、宝马汽车电路图识读说明与示例	130

三、宝马汽车电路缩略语及其含义	132
第九节 福特汽车电路图的识读	133
一、福特汽车电路图符号	133
二、福特汽车电路图的特点	135
三、福特汽车电路图识读说明与示例	137
四、福特汽车电路缩略语及其含义	140
第十节 雪铁龙汽车电路图的识读	141
一、电气装置与电路符号说明	141
二、电器编码说明	141
三、插接器编号	142
四、颜色编码	142
五、线束的代码	143
六、电路图识读说明	143
第十一节 马自达汽车电路图的识读	144
一、马自达汽车电路符号	144
二、导线颜色代码	146
三、线束符号说明	146
四、电路图识读说明	147
第十二节 中国汽车电路图的识读	149
一、奇瑞汽车电路图的识读	149
二、比亚迪汽车电路图的识读	150
三、国产汽车常见报警灯/指示灯标志	151
第四章 汽车电路常见故障及检测方法	152
第一节 汽车电气系统常见的故障	152
一、电气设备故障	152
二、线路故障	152
第二节 常用的检测工具	152
一、跨接线	153
二、试灯	153
三、万用表	153
第三节 电路检查方法	155
一、直观诊断法	155
二、断路法	155
三、短路法	156
四、试灯法	156
五、万用表法	156
六、换件法	156
七、仪器法	156
参考文献	157

第一章 汽车电路识读基础

第一节 汽车电工基础

一、电的基本知识

1. 电的产生

物质由分子、原子构成。原子也有进一步的结构（如图1-1所示为氢原子的结构），它的中心是原子核（原子核由质子和中子构成），在原子核周围，有一定数目的电子在核外运动，电子带负电。

原子核带正电，在通常情况下，原子核带的正电荷与核外所有电子所带的负电荷在数量上相等。原子整体不显电性，物体对外也不显电性。

不同的原子核束缚电子的本领不同，靠近原子核里面轨道的电子受质子的吸引作用强，而远离原子核外层的电子受质子的吸引作用弱，叫做自由电子。电子可以通过摩擦、加热、发光、压力、化学作用和磁作用等被释放。这些自由电子在电动势的作用下移动，从一个原子到另一个原子，这样一连串的自由电子就形成了电流。

电子在某些物体中移动比在其他物体中移动更容易些，这些物体如铜、铁和铝等，它们很容易导电，所以被称作导体。与导体相对的是绝缘体，绝缘体不容易导电。

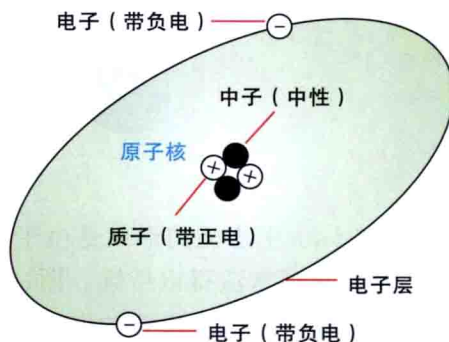


图1-1 氢原子的结构

2. 电流

电荷的定向运动形成电流。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，就如管子里的水由水压推动一样，导线里的电流则被电压推动。水的流量是用流量表来计量的，同样，电流是用电流表以安培（A）为单位来计量的，其做法是将电流表接入电路中，如图1-2所示。

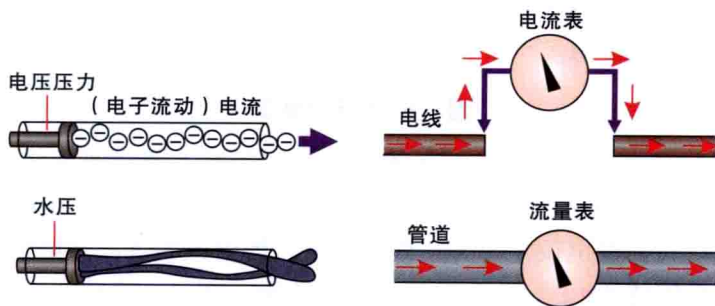


图1-2 电流

电流的单位有安培(A)、毫安(mA)、微安(μA)， $1\text{A}=1000\text{mA}$ ， $1\text{mA}=1000\mu\text{A}$ 。

电流用字母“ I ”来表示。通常规定电流的方向是从高电位(正极)到低电位(负极)(如图1-3所示)。在实际电路中可选定参考方向，若实际方向与参考方向相同，电流为正值；若实际方向与参考方向相反，电流为负值。



提示

汽油发动机启动电流为200~600A，有些柴油机启动电流达1000A。



图1-3 电流的方向

3. 电压

电压是导致电子在导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1-4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。

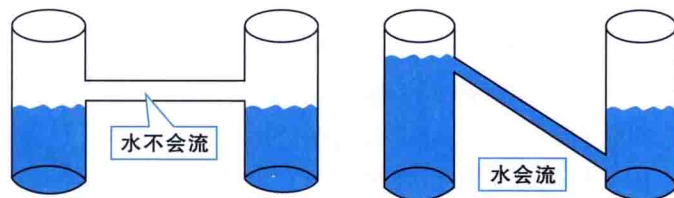


图1-4 水位差

图1-5(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1-5(b)中电源作用与抽水机作用类似，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。

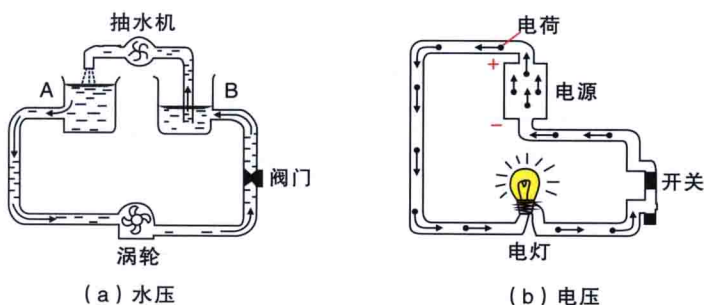


图1-5 水压与电压

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，用大写字母“ U ”表示。汽车电路中的电压一般指的是12V的直流电压。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： $1\text{kV}=1000\text{V}$ ， $1\text{V}=1000\text{mV}$ ， $1\text{mV}=1000\mu\text{V}$ 。

4. 电阻

所有电子元件和电路都有电阻。**电阻即阻止电流流动及减缓流动的力**（如图1-6所示）。电阻将电能转换成其他形式的能，如热能、光能或动能。没有电流时可用欧姆表直接测量元件的电阻，计量单位为欧姆。用电压表间接测电阻可先测出运行电路中的压降，从而显示出电路里被测试部分因电阻而变化的电压。

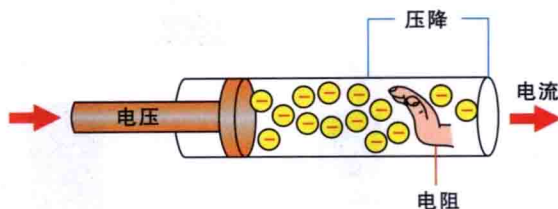


图1-6 电路中的电阻

影响电阻大小的因素有：导体的材料、长度、温度和导体的横截面积。

5. 欧姆定律

前面讲了电的三要素，即：电压、电流、电阻。它们之间的关系就是欧姆定律。

写成公式形式：

$$U=RI$$

U ——电压，V；

R ——电阻， Ω ；

I ——电流，A。

欧姆定律公式如图1-7所示。

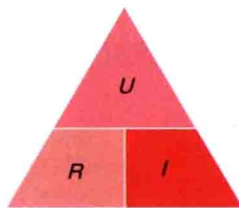


图1-7 欧姆定律公式

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1-8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。

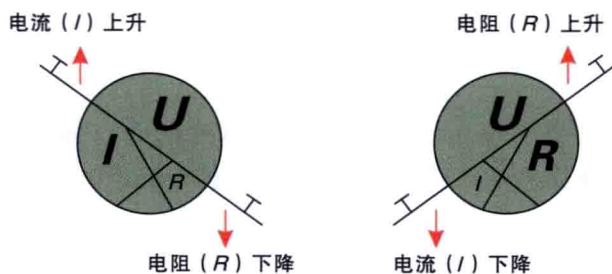


图1-8 欧姆定律（电流与电阻对比）

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，就组成了一个照明电路，如图1-9所示。

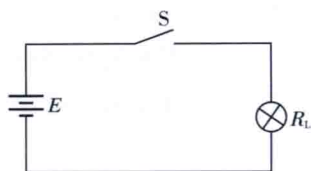
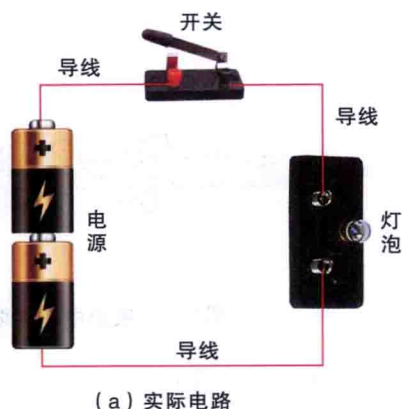


图1-9 简单电路

任何一个完整的实际电路，不论其结构和作用如何，通常都是由电源、负载、控制和保护装置及连接导线组成，如图1-10所示。

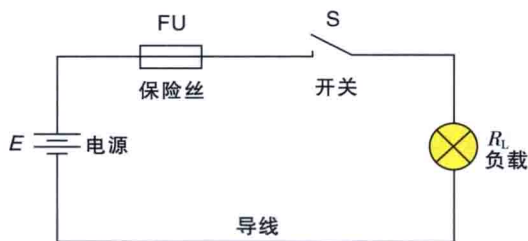
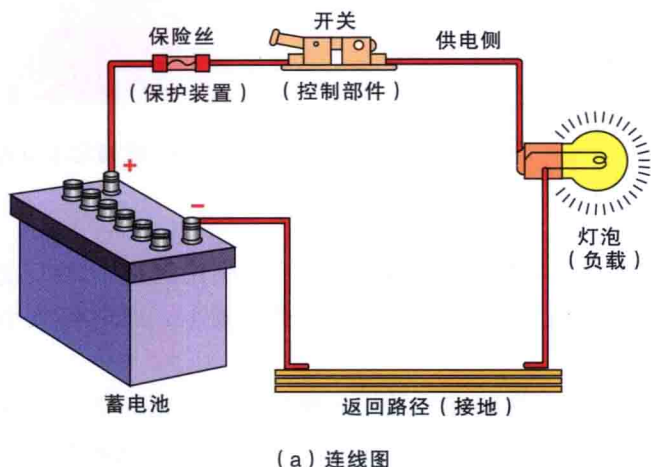


图1-10 简单电路的组成

(1) 电源

图1-10中的蓄电池就是电源。电源是电路中产生电能和设备，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

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) 控制和保护装置

图1-10中的保险丝是保护装置。开关用于控制电路通断，是控制部件。

(4) 导线

导线是用来连接电源和负载的元件。汽车电路中，蓄电池和电路的负极与车体的金属架连接上，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、断路、短路。

(1) 通路

它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1-11所示为一个通路。

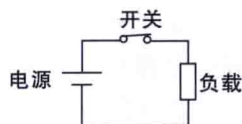


图1-11 通路

(2) 断路

它也叫开路，指由于插头断开、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。如图1-12所示，当开关断开时，电路中的电流为零，此时的状态为断路。

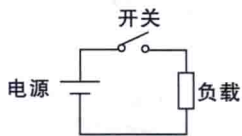


图1-12 断路



提示

在汽车电路中，由插接器连接问题造成的断路故障比较常见。

(3) 短路

它是指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。短路会造成电流增加，保险丝烧毁。如图1-13所示的状态为短路。

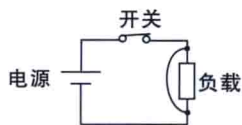


图1-13 短路

三、电路基本连接方式

电路基本连接方法有三种：串联、并联和混联。人们可根据电源、负载、导体以及控制或保护装置的连接情况来确定是哪种类型的电路。

1. 串联电路

这是一种最简单的电路，电源、负载、导体以及控制和保护装置都与仅有的一条路径相连。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1-14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。

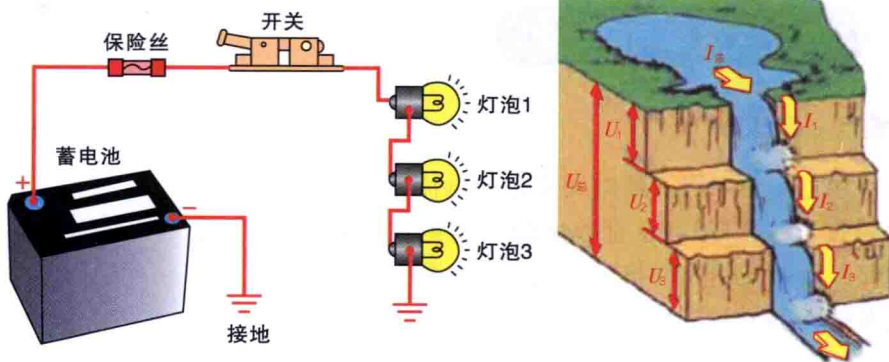


图1-14 灯泡的串联与水流原理

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，这种连接方法叫并联。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1-15所示。

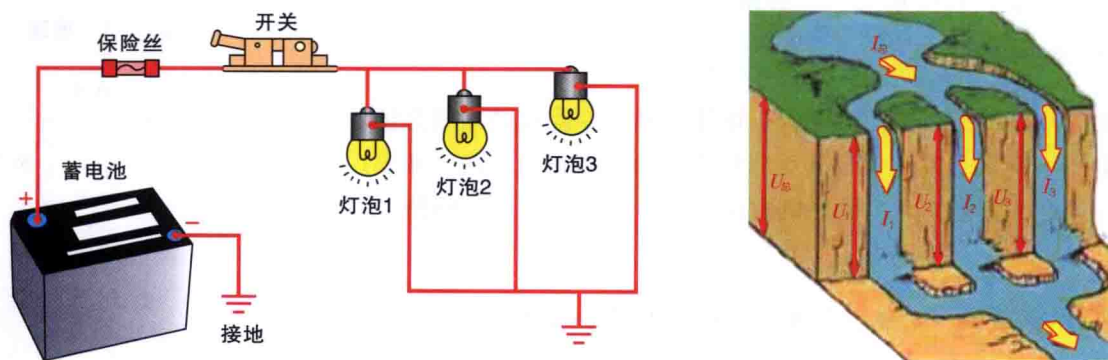


图1-15 灯泡的并联与水流原理

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。

3. 混联电路

在混联电路里，有些元件为串联，有些元件为并联。电源及控制或保护装置（保险丝及开关）通常为串联，负载通常为并联。串联电路里电流相等，而在并联电路中则不相等。并联电路里元件的电压相等，而在串联电路里则不等。假如串联部分损坏，整个电路将断开。假如并联分路损坏，电流仍然可以流过串联电路和未断开的分路。混联电路如图1-16所示。

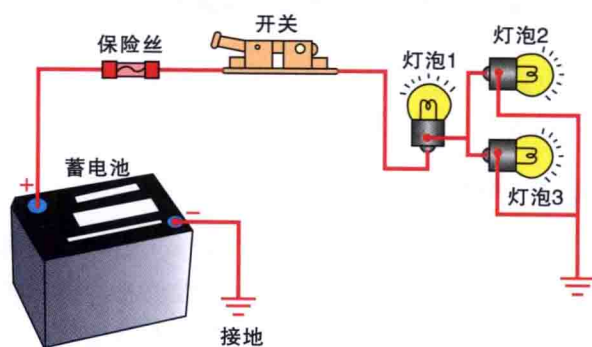


图1-16 混联电路

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1-17所示为直流电压。



图1-17 直流电压

2. 交流电

大小和方向随时间改变的电压或电流统称为交流电（AC）。如果电压和电流是按周期性规律变化的，就称为正弦交流电。在汽车维修企业中，许多大型汽车的维修检测设备就是用交流电作为电源的，其波形如图1-18所示。

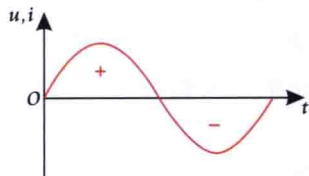


图1-18 正弦交流电

汽车发电机所产生的就是交流电。由磁路定律可知，交流电很容易在发电机中产生，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，这种现象叫做电流的热效应。如除霜器、点烟器、电动座椅加热等就是利用这种效应制成的（见图1-19）。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化。



图1-19 电流的热效应

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，电流的这种效应叫做化学效应。如电解、电镀、电离等就属于电流的化学效应的例子。图1-20所示为电解硫酸铜的操作。

汽车蓄电池的充电就是应用电流的化学效应。

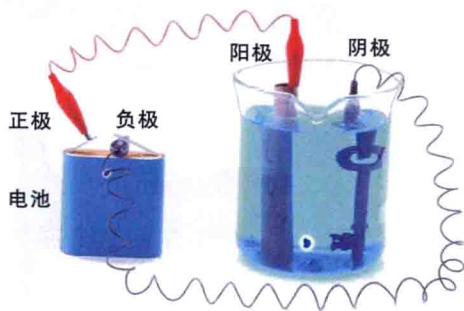


图1-20 电解硫酸铜

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的现象，称为电流的磁效应。如喇叭、继电器等都是利用电流的磁效应制成的。

如图1-21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。

通电直导线产生的磁力线：如果给直条导线通电，在直条导线周围会产生磁力线，这些磁力线是以导线上各点为中心的同心圆，这些同心圆都在与导线垂直的平面上（如图1-22所示）。磁力线的方向可以用安培右手

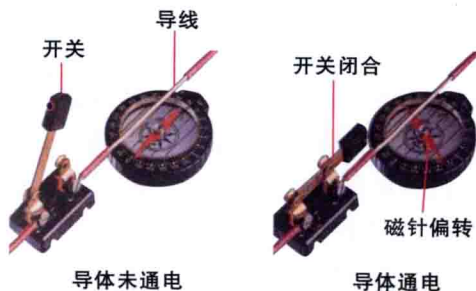


图1-21 电流的磁效应

定则（导线）来判定：以右手握住有电流的直条导线，大拇指指向电流方向，则其余四指的方向即为磁力线的方向。

通电环形导线产生的磁力线：如果把导线做成环状并在导线中通入电流，那么在导线周围便会产生磁力线，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1-23所示。

通电线圈产生的磁力线：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1-24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来产生强磁场。

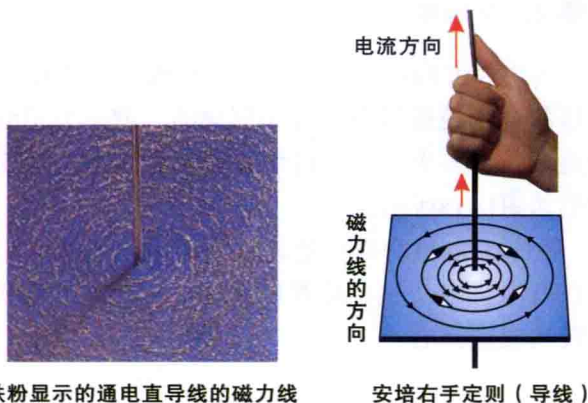


图1-22 通电直导线产生的磁力线

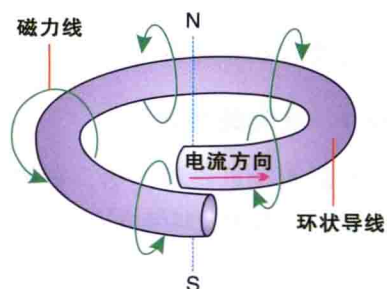


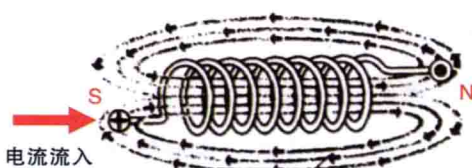
图1-23 通电环形导线产生的磁力线



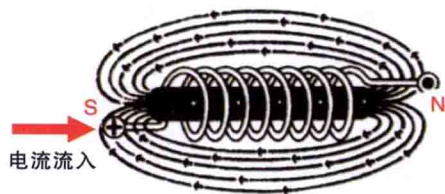
铁粉显示的线圈的磁力线（无铁芯）



铁粉显示的线圈的磁力线（有铁芯）



线圈的磁力线（无铁芯）



线圈的磁力线（有铁芯）

图1-24 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（如图1-25所示）：用右手握住导线圈，使四指的方向与电流的方向一致，那么大拇指的指向就是磁力线的方向。

汽车启动机上的电磁开关、启动继电器等就是电流磁效应的典型应用。图1-26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。

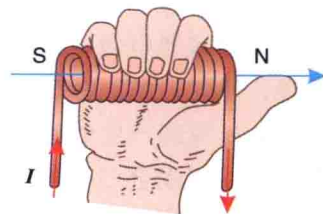


图1-25 安培右手定则（线圈）

六、电磁力与电磁感应

1. 电磁力

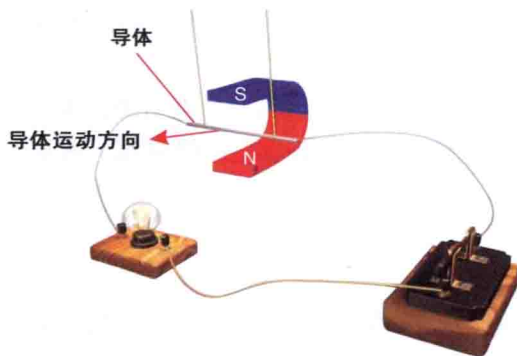
载流导体在磁场中所受的作用力称为电磁力。通电直导体在磁场中所受作用力的方向，可用左手定则判定（如图1-27所示）：将左手伸开，使拇指与四指垂直，让磁力线垂直穿过掌心，四指朝向导体电流的方向，大拇指所指的方向就是导体所受电磁力的方向。

2. 电磁感应

电磁感应实验如图1-28所示。

① 在图1-28(a)所示的均匀磁场中放置一根导体，导体两端连接一个灯泡，当导体垂直切割磁力线时，可以明显地观察到灯泡发光，这说明导体回路中有电流存在。另外，当导体向平行于磁力线方向运动时，灯泡不发光，说明导体回路中不产生电流。

② 在图1-28(b)所示的实验中，空心线圈两端连接检流计。当用一块条形磁铁快速插入线圈时，会观察到检流计指针向一个方向偏转；如果条形磁铁在线圈内静止不动，会观察到检流计指针不偏转；再将条形磁铁由线圈中迅速拔出时，又会观察到检流计指针向另一方向偏转。



(a) 导体的电磁感应



(b) 线圈的电磁感应

图1-28 电磁感应实验

上述两实验现象说明：当导体相对于磁场运动且切割磁力线或者线圈中的磁通发生变化时，在导体或线圈中都会产生感应电动势。若导体或线圈构成闭合回路，则导体或线圈中将有电流流过，这种现象叫电磁感应现象。

要注意的是这种切割磁力线的运动可以是导体相对磁体运动，也可以是磁体相对导体运动。如图1-29所示的是导体（线圈）在磁场中做切割磁力线运动产生感应电流的实验。汽车的交流发电机

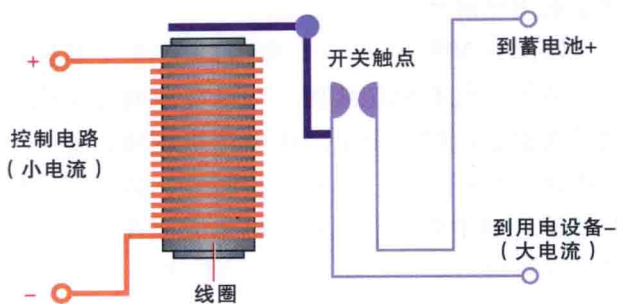


图1-26 电磁开关示意图

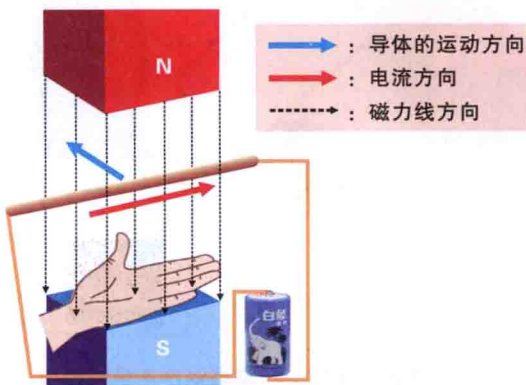


图1-27 左手定则

就是利用电磁感应原理发电的。

如图1-30所示是一个典型的交流发电机转子，转子上绕有励磁线圈，当外电路通过电刷使励磁绕组通电时，励磁绕组便产生磁场，使爪极被磁化为N极和S极。当转子旋转时，磁通交替地在定子绕组中变化，根据电磁感应原理可知，定子的三相绕组中便产生交变的感应电压。

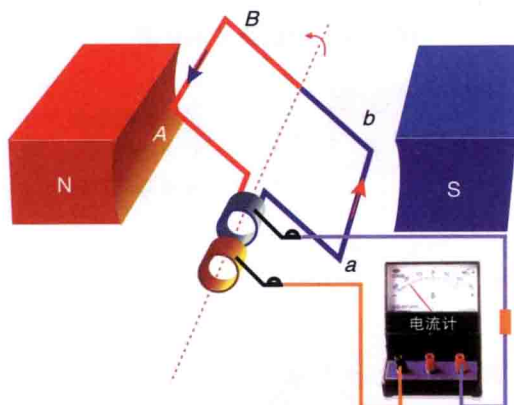


图1-29 导体（线圈）在磁场中产生感应电流

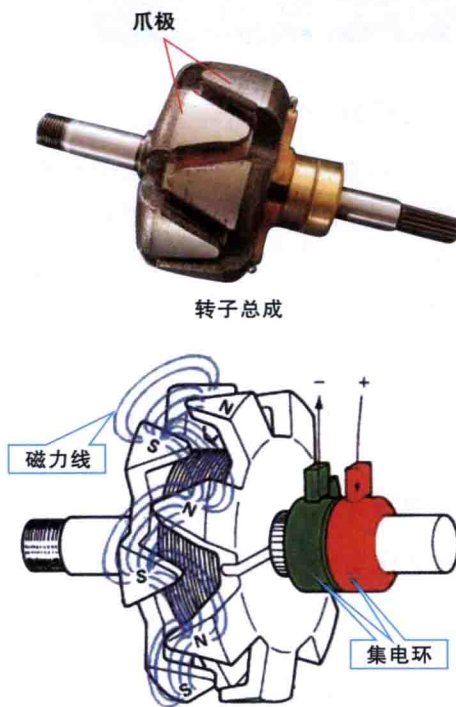


图1-30 交流发电机转子

七、电功和电功率

1. 电功

电功是指电场力对自由电荷所做的功，也就是通常所说的电流所做的功。做功的过程是电能转化为其他形式能量的过程。

如果一段电路两端的电压为 U ，通过的电流为 I ，在时间 t 内，电场力做的功为 $W=UIt$ 。即电流在一段电路上所做的功等于这段电路两端的电压 U 、电路中的电流 I 和通电时间 t 三者的乘积。在国际单位中，电功的单位是焦（J），常用单位有千瓦时（kW·h）。

2. 电功率

电流在单位时间内所做的功叫做电功率。电功率是用来表示消耗电能快慢的物理量，用 P 表示 $P=W/t=UI$ 。即一段电路上的电功率 P 等于这段电路两端的电压 U 和电路中的电流 I 的乘积。电功率表示电流做功的快慢，它的单位是瓦特，简称瓦，符号是W。如宝马750i/750Li发动机功率是300kW。

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（如前照灯、空调鼓风机、电热装置等），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，在启动汽车时应关闭大功率用电器，使发动机启动时有充足的电能。