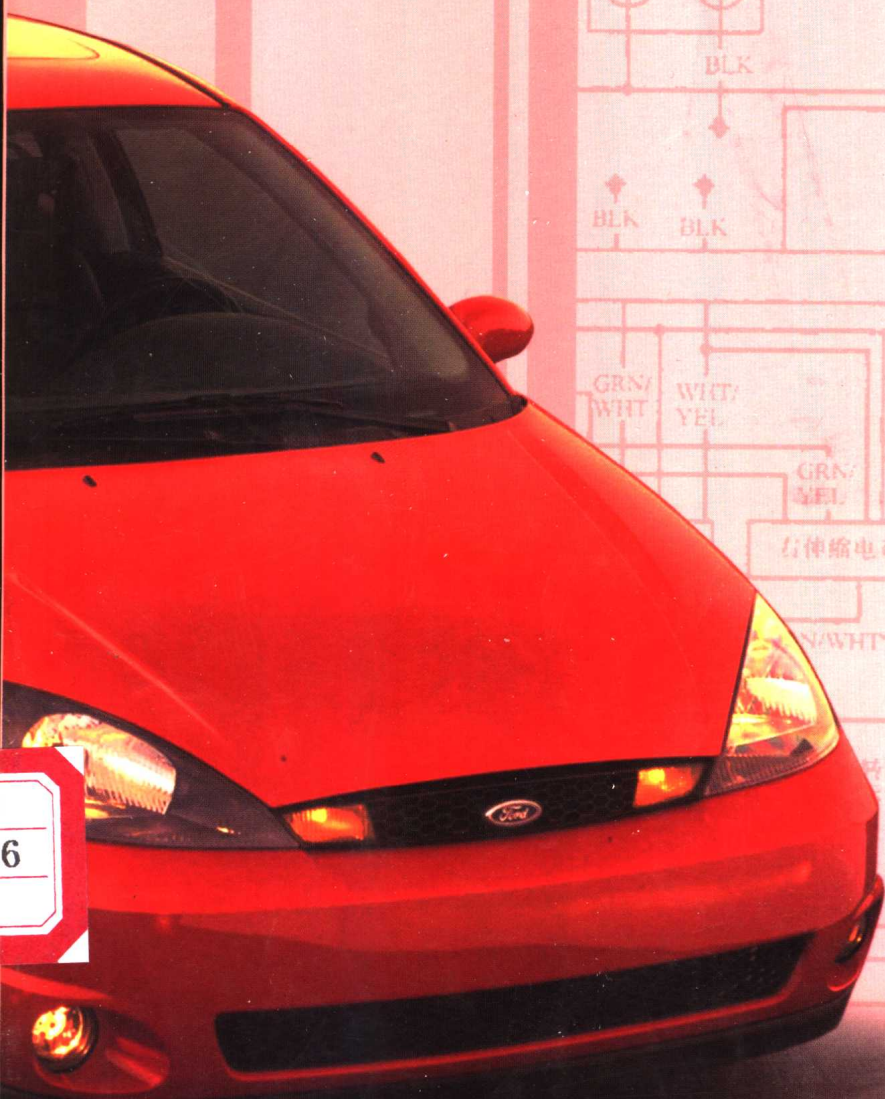


21世纪汽车维修技术人员培训与自学教材

汽车电路读图速成

李春明 主 编
关志伟 副主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车电路读图速成

李春明 主编

关志伟 副主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路读图速成/李春明主编. —北京:北京理工大学出版社,
2003.3

ISBN 7-5640-0126-7

I. 汽… II. 李… III. 汽车-电气设备-电路图 IV. U463.6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 104351 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68912824(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 16.25

字 数 / 396 千字

版 次 / 2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 次印刷

印 数 / 1-4000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

随着汽车电子技术的迅猛发展,汽车电子化程度越来越高,它不仅包括发动机电子控制系统、电子控制自动变速器、制动防抱死与防滑控制系统、电子控制悬架系统、电子控制转向系统、中央门锁和防盗系统、安全气囊等,而且汽车电气系统也越来越复杂。维修人员在工作中能够借助资料读懂汽车电路图就显得尤为重要,为了使广大汽车维修人员及汽车专业技术人员更快地掌握汽车电路基础和电路读图方法,我们在收集大量资料的基础上编写了此书。

各种品牌的汽车电路均是以简单汽车电路为基础,但由于各生产厂家又有各自的电路设计特点和电路符号表示方法,这给我们实际的读图过程带来了一定的不便。本书主要介绍了简单汽车电路、大众公司汽车电路、本田轿车电路、丰田轿车电路、富康轿车电路、通用轿车电路、克莱斯勒汽车电路、奔驰轿车电路等常见国产及进口轿车的电路读图方法。本书在编写过程中本着由浅入深的原则,通过读图实例说明问题,各章简单明了,具有较强的针对性和实用性。

本书适合于广大汽车修理工及汽车运用工程技术人员阅读,也可供大、中专院校汽车专业师生参考。

编写人员:李春明、关志伟(第一章、第二章、第六章、第七章);张云峰(第三章);刘艳莉(第四章);张军(第五章);赵宇(第八章);滕洪波(第九章);丛彦波(第十章)。全书由李春明主编、关志伟副主编。参加编写工作的还有:焦传君、刘凤珠、夏英慧、丁卓、赵晓宛等。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和不足,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 基本知识	(1)
第一节 汽车电工基础	(1)
第二节 汽车常用电子元器件	(5)
第三节 基本电子电路	(21)
第四节 汽车常用传感器	(34)
第二章 汽车电路读图基础	(49)
第一节 常用图形符号	(49)
第二节 汽车电器基础元件	(57)
第三节 汽车电路图种类	(62)
第四节 汽车电路特点及接线规律	(66)
第五节 汽车电路图中接线柱的标志	(73)
第六节 汽车电路读图一般方法	(84)
第三章 简单汽车电路读图	(87)
第一节 解放 CA1092 汽车电路读图	(87)
第二节 解放 CA1046 汽车电路读图	(92)
第三节 解放 CA1110PK ₂ L ₂ 平头柴油汽车电路读图	(98)
第四节 夏利轿车电路读图	(108)
第四章 大众公司汽车电路读图方法	(115)
第一节 大众公司汽车电路图的读法	(115)
第二节 捷达轿车电路读图	(119)
第三节 桑塔纳轿车电路读图	(128)
第四节 奥迪轿车电路读图	(139)
第五章 本田轿车电路读图方法	(152)
第一节 本田轿车电路读图	(152)
第二节 电路读图实例	(155)
第六章 丰田轿车电路读图方法	(198)
第一节 丰田轿车电路读图	(198)
第二节 丰田轿车电路读图实例	(205)
第七章 富康轿车电路读图方法	(214)
第一节 富康轿车电路读图	(214)
第二节 富康轿车电路读图实例	(222)
第八章 通用轿车电路读图方法	(225)
第一节 通用轿车电路读图	(225)
第二节 通用轿车电路读图实例	(230)

第九章 克莱斯勒公司汽车电路读图方法		(233)
第一节 克莱斯勒公司汽车电路图特点		(233)
第二节 电路读图实例		(237)
第十章 奔驰轿车电路读图方法		(242)
第一节 奔驰轿车电路图特点		(242)
第二节 奔驰轿车电路读图		(249)

第一章 基本知识

随着汽车电子技术的迅猛发展,汽车电气系统越来越复杂,要想很好地掌握现代汽车维修技术,读懂汽车电路图是至关重要的一步。要想读懂和使用汽车电路图,首先应掌握:一定的电工基础知识、常用电子元器件的特性及基本功能、基本电子电路的工作原理、汽车常用传感器的结构及工作原理。

第一节 汽车电工基础

一、电路的概念

电路的概念可通过图 1-1 来理解。如图 1-1(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 1-1(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 1-1(b)电路中,增设了开关就形成了图 1-1(c)所示电路,该电路可通过开关控制电路的通与断。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。

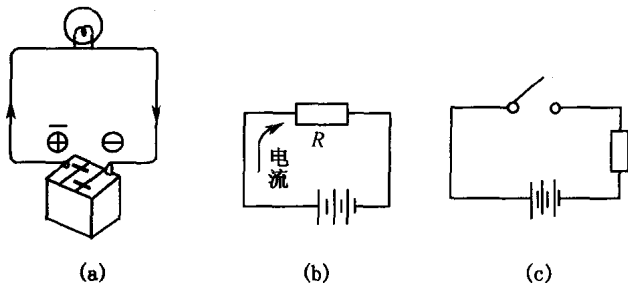


图 1-1 电路的概念

(a)实际电路;(b)电路的图示;(c)电路处在开路状态

二、欧姆定律

在图 1-1 所示的电路中,蓄电池的输出电压加到灯泡上,灯泡中就有电流通过,灯泡对电流的阻力称为电阻。电压不变情况下,电阻越小,电流就越大,三者的关系可用欧姆定律表达,即“电流与电压成正比、与电阻成反比”。欧姆定律可用下面式子来表示:

$$\text{电流}(I) = \frac{\text{电压}(U)}{\text{电阻}(R)}$$

上面式子中, I 、 U 、 R 分别是电流、电压和电阻量的符号。在电工学中,电流、电压、电阻的单位名称(符号)分别是安[培](A),伏[特](V),欧[姆](Ω)。

三、电路基本连接方法

1. 串联

串联就是将所有的负荷(电阻)连接成一个通路,如图 1-2 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。在柴油汽车上,常用两个 12 V 蓄电池串联得到 24 V 电压。

2. 并联

将几个负荷的一端和另一端分别与电源相连,称为并联。如图 1-3 所示,电阻为 $2\ \Omega$ 、 $4\ \Omega$ 、 $6\ \Omega$ 的三个灯泡并联,当蓄电池的电压为 12 V 时,因为每个灯泡上所加的电压都是 12 V,根据欧姆定律,各灯泡中的电流分别为: $2\ \Omega$ 中的电流 $A_1 = 12/2 = 6\ \text{A}$; $4\ \Omega$ 中的电流 $A_2 = 12/4 = 3\ \text{A}$; $6\ \Omega$ 中的电流 $A_3 = 12/6 = 2\ \text{A}$ 。因此,蓄电池输出的总电流 $A = A_1 + A_2 + A_3 = 6 + 3 + 2 = 11\ \text{A}$ 。

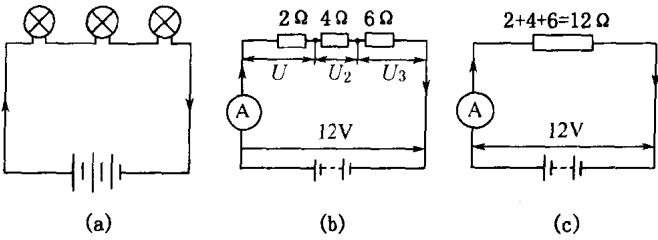


图 1-2 串联电路

(a) 实际电路; (b) 电路的图示; (c) 等效电路

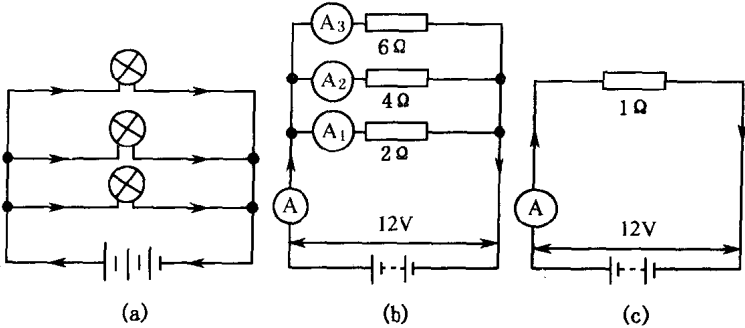


图 1-3 并联电路

(a) 实际电路; (b) 电路的图示; (c) 等效电路

根据欧姆定律可求出电路中的总电阻:

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

可以看出,用 12 V 蓄电池连接三个并联后灯泡总电流与只接一个 $1\ \Omega$ 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:

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

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。

四、电流的三种效应

电流有三种效应,即热效应、磁效应和化学效应,如图 1-4 所示。

① 热效应。电流通过灯泡时,灯丝就要发热并发光,这就是电流的热效应。汽车进气预热器、后风窗加热器等就是利用这种效应制成的。

② 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,我们把这种作用称为电流的化学效应。蓄电池等就是应用这种效应。

③ 磁效应。把通有电流的导线置于磁针上方,当导线与磁针近于平行时,磁针就会运动。这是因为导线周围产生了磁力线对磁针产生了作用。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

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

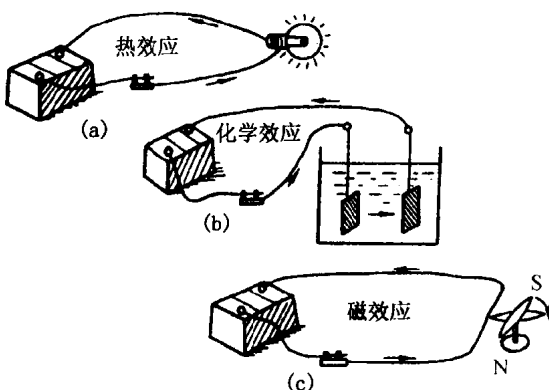


图 1-4 电流的三种效应

五、电功率

实现各种电效应时电流都要做功。在 1 s 时间里供给或者消耗的电功叫电功率,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:

$$P = UI$$

把欧姆定律的公式代入上式可得:

$$P = I^2 R \quad P = U^2 / R$$

从上面的公式可以看出,无论是电动机,还是电灯、电热器,需要的电功率一定时,采用高压电源,相应可以减小电流。

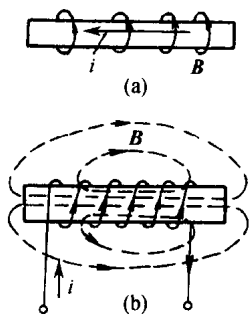


图 1-5 右手螺旋法则
(a)通电导线产生的磁力线方向;
(b)通电线圈产生的磁力线方向

六、磁场基本定律

1. 右手螺旋定则

在一个指着南、北方向的小磁针的上方,拉一根与磁针平行的导线,当导线中有电流通过时,磁针就会偏转到东西方向。这说明通过电流的导线产生了磁力线作用。

磁铁指南北方向,电流产生的磁力线也应有方向性,励磁电流与磁场方向符合右手螺旋法则。通电导线产生的磁力线方向的判别方法如图 1-5 所示。在图 1-5(a)中,右手大拇指表示电流方向,弯曲的四指表示磁力线方向;在图 1-5(b)中,右手四指表示电流方向,大拇指表示磁力线方向。

2. 电磁力与左手定则

在图 1-6(a)所示的磁场中,磁力线从 N 极到 S 极,如果在磁铁的中心部位,放置一根和磁场垂直的导线,并通以电流,方向为 $\odot$ (表示从书的表面向里面流去),那么,如图 1-6(b)所示,这时就出现了磁铁形成的磁场和电流形成的圆形磁场,两种磁力线合成作用的结果形成图 1-6

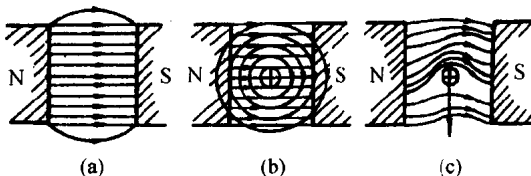


图 1-6 磁场对通电导线的作用力

(c)所示的磁力线分布。从图中可以明显看出,导线上方的磁力线比导线下方的多,所以就有向下拉的力作用到导线上。

由磁场与电流之间作用产生的力叫电磁力。电磁力的作用方向取决于磁力线的方向和电流的方向。一般是用左手定则来判断电磁力的方向,即导线的运动方向。如图 1-7 所示,左手的大拇指、食指及中指互成垂直方向,食指指磁力线方向,中指指电流方向时,则大拇指所指为电磁力方向。

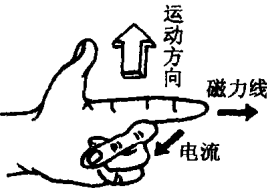


图 1-7 左手定则

3. 电磁感应与右手定则

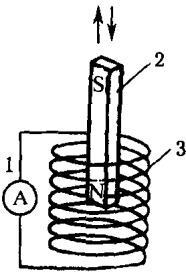


图 1-8 电磁感应作用

1—电流表;2—磁铁;3—线圈

当磁铁在线圈中如图 1-8 所示那样上下运动时,电流表的指针就会摆动,这就说明线圈中有电流通过,把这种现象叫做电磁感应作用。而且,磁铁移动的速度越快、线圈的匝数越多,线圈上所产生的电动势就越大。而电流的方向在阻碍导体运动的方向上。

同样,在图 1-9(a)中,当磁场 N、S 之间的导体 AB 向上运动切割磁铁的磁力线时,导体就会产生从 B 到 A 的电动势。

磁通方向、导体运动方向及电动势方向之间的关系可用右手相互成直角的大拇指、食指及中指来表示,如图 1-9(b)所示。如果食指表示磁通方向,大拇指表示导体运动方向的话,则中指就是导体所产生的感应电势的方向,这就是右手定则。

七、互感和自感

如图 1-10 所示,在铁心上绕有 A、B 两个线圈。当其中一个线圈 A 有断续的电流通过时,铁心中的磁力线就会随着电流的通、断而产生或消失,但磁力线的每次变化也要穿过线圈 B。根据前面讲过的电磁感应作用,线圈 B 上也会产生感应电压。像这样由于一个线圈中电流的变化而使另一个线圈产生感应电势的现象,叫做互感作用。

这时,把通有电流的线圈 A 叫初级线圈,因互感作用产生感应电压的线圈 B 叫次级线圈。次级线圈与初级线圈匝数之比越大,当初级线圈通过电流时,次级线圈上的感应电压就越高。点火线圈就是利用这一原理制成的。

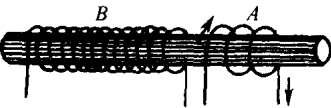


图 1-10 互感与自感作用

另外,当断开线圈 A 中的电流时,铁心中的磁力线当然也穿过线圈 A 本身,因此线圈 A 也要产生感应电压。相对互感作用而言,像这样使电流变化的线圈本身产生感应电压的现象叫做自感作用,由此而产生的电压叫自感电压。自感电压是要产生与初级电流方向相反的电流,换句话说,当初级电流要开始通过时,自感电压阻碍其流动,当初级电流要断开时,自感电压要继续使其通过。结果自感电压使铁心中的磁力变化速度降低,阻碍了互感作用。

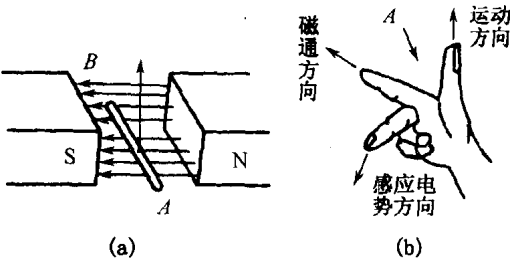


图 1-9 电磁感应与右手定则

(a)电磁感应;(b)右手定则

第二节 汽车常用电子元器件

汽车电子电路常用的元器件,包括电路元件、半导体器件和印刷电路板。电路元件有:电阻、电容器、电感线圈和变压器;半导体器件包括晶体管(晶体二极管和三极管等)、可控硅和集成电路等。

下面对汽车电子电路中常用的电子元器件作一介绍。

一、电阻

电阻是利用金属或非金属材料制成便于安装的电路元件。几乎在所有的电路中都离不开电阻。其功能可归纳为:降低电压、分配电压、限制电流、向各种电子电路元器件提供必要的工作条件(如电压、电流)等。

1. 常用电阻的种类

常见的电阻种类很多,按其结构形式可分为固定电阻、可变电阻和电位器三种;按其材料可分为碳膜电阻、碳质电阻、金属膜电阻、绕线电阻等。

常用电阻的外形如图 1-11 所示;常用电阻的符号如图 1-12 所示。

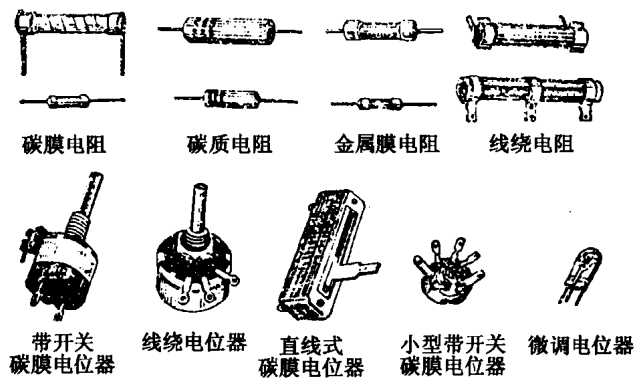


图 1-11 常用电阻的外形

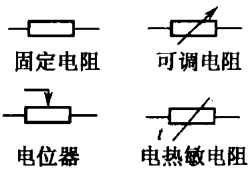


图 1-12 常用电阻的符号

2. 电阻的标称值与允许误差

大多数电阻上都标有电阻的数值,这就是电阻的标称阻值,简称标称值。电阻的标称值往往和它的实际阻值不全相同。有的实际阻值比标称值大一些,有的实际阻值比标称值小一些。电阻的实际阻值与其标称值的偏差,除以标称值所得到的百分比,叫做电阻的误差。常用电阻的允许误差等级如表 1-1 所示。

表 1-1 常用电阻允许误差等级

允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
级 别	005	01	02	I	II	III

不同的电路对电阻误差有不同的要求。一般电子电路,采用 I 级或 II 级的电阻就可以满足要求。

3. 电阻的额定功率

当电流通过电阻时,电阻由于消耗功率而发热。如果电阻发热的功率大于它所能承受的功率,电阻就会被烧坏。电阻长时间工作时允许消耗的最大功率叫额定功率。

电阻额定功率也有标称值,在电路图中,常用图 1-13 所示的符号来表示电阻的标称功率。选用电阻时,应选用标称功率比实际消耗的功率大一些的电

4. 电阻的类别标示

为了区别不同种类的电阻,常用几个拉丁字母表示电阻的类别,如图 1-14 所示。

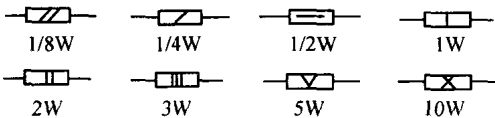


图 1-13 电阻标称功率的符号

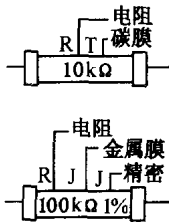


图 1-14 电阻的类别标示

5. 电阻的色环、色点阻值标示法

一般来说,体积小的电阻,其阻值不使用数字标出,而采用色环或色点标示,如图 1-15 所示。其中图 1-15 (a)是用色环标出的电阻;图 1-15(b)是用色点标示的电阻。表 1-2 是用色环、色点标示电阻值的规则,也叫做色码标示法规则。

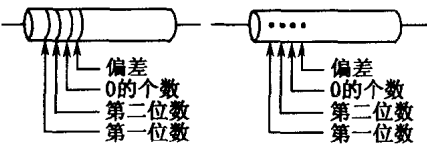


图 1-15 电阻的色码标示
(a)色环标示的电阻;(b)色点标示的电阻

表 1-2 电阻色码所代表的数字或含义

色标颜色	第一位数	第二位数	应乘位数	误差
黑	/	/	$\times 10^0$	/
棕	1	1	$\times 10^1$	/
红	2	2	$\times 10^2$	/
橙	3	3	$\times 10^3$	/
黄	4	4	$\times 10^4$	/
绿	5	5	$\times 10^5$	/
蓝	6	6	$\times 10^6$	/
紫	7	7	$\times 10^7$	/
灰	8	8	$\times 10^8$	/
白	9	9	$\times 10^9$	/
金	/	/	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银	/	/	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
无色	/	/		$\pm 20\%$

比如有一个碳质电阻,它有四道色环,其颜色的顺序是红、紫、黄、银。这个电阻的阻值就是 $270\text{ k}\Omega$,其误差为 $\pm 10\%$ 。又比如另一个碳质电阻,它标有棕、绿、黑三道色环,其阻值即 $15\text{ }\Omega$,误差是 $\pm 20\%$ 。

6. 电路图中电阻和电位器的单位标注规则

在电路图中,电阻值在兆欧以上的,标注单位为 M。比如电阻阻值为 $1\text{ M}\Omega$,标注为 1 M,阻值为 $2.7\text{ M}\Omega$,标注为 2.7 M。电阻值在 $1\text{ k}\Omega$ 到 $100\text{ k}\Omega$ 之间,标注单位为 K。比如电阻阻值为 $5100\text{ }\Omega$,标注为 5.1 K,电阻阻值为 $68\text{ k}\Omega$,标注为 68 K。电阻值在 $1000\text{ }\Omega$ 以下,标注单位为 Ω 。比如电阻阻值是 $5.1\text{ }\Omega$,可以标注 5.1 Ω 。

7. 电阻的使用常识

使用电阻时,要根据电路的要求,选用不同种类和误差的电阻。在一般电路中,采用误差为 10% 或 20% 的碳膜电阻就可以了。

电阻的额定功率要选用等于实际承受功率的 $1.5\sim 2$ 倍,只有这样选用才能保证电阻的耐用和可靠。

电阻在电路板上装配之前,要用万用表欧姆挡核实它的阻值。安装时,要让电阻的类别、阻值等符号容易看到,以便检查、核实。

8. 电位器

电位器实际上是一个可变电阻,其典型的结构如图 1-16(a)所示,它有三个引出端,其中 1、3 两端间电阻值为最大,2、3 或 1、2 两端间的电阻值可以通过与轴相连的簧片所在位置不同加以调节。

电位器的连接方法有三种,如图 1-16(b)所示。电位器与一般可变电阻的不同之处,在于它用在电路中需要经常改变电阻阻值的地方,如汽车收音机的音量控制是通过电位器的调节来实现控制功能的。为了方便起见,在有的电位器上还装有电源开关。

电位器按其电阻的材料可分为绕线电位器和碳膜电位器两大类,它们的外形可参见图 1-11。

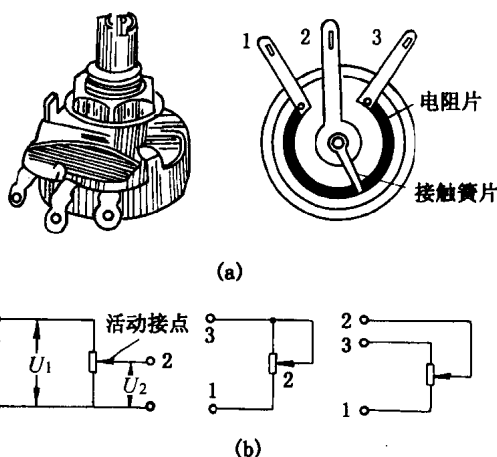


图 1-16 电位器的结构与接法
(a)电位器结构;(b)电位器三种连接方法

二、电容器

电容器(简称电容)是各种电路的主要元器件之一。它和电阻一样,几乎每种电子电路都离不开电容器。

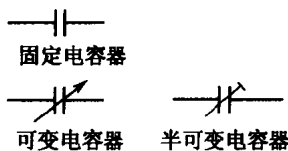


图 1-17 电容器的符号

电容器的功能有:调谐、耦合、滤波、去耦、通交流隔直流(旁路交流电、隔断直流电)等。

电容器的种类很多,其结构形式可分为固定电容器、可变电容器和半可变(微调)电容器三大类。在电路中,电容器的符号如图 1-17 所示。

1. 常用电容器的种类

电容器通常是在两块金属之间夹着一块绝缘体(又称电介质)构成。当在两个金属电极间加上电压时,电极上就会储存电荷。所以,电容器实际上是一种储能元件。

电容器按其电介质可分为:纸质电容器、油浸纸质电容器、金属化纸质电容器、云母电容器、薄膜电容器、陶瓷电容器和电解电容器等。各种电容器的外形如图 1-18 所示。

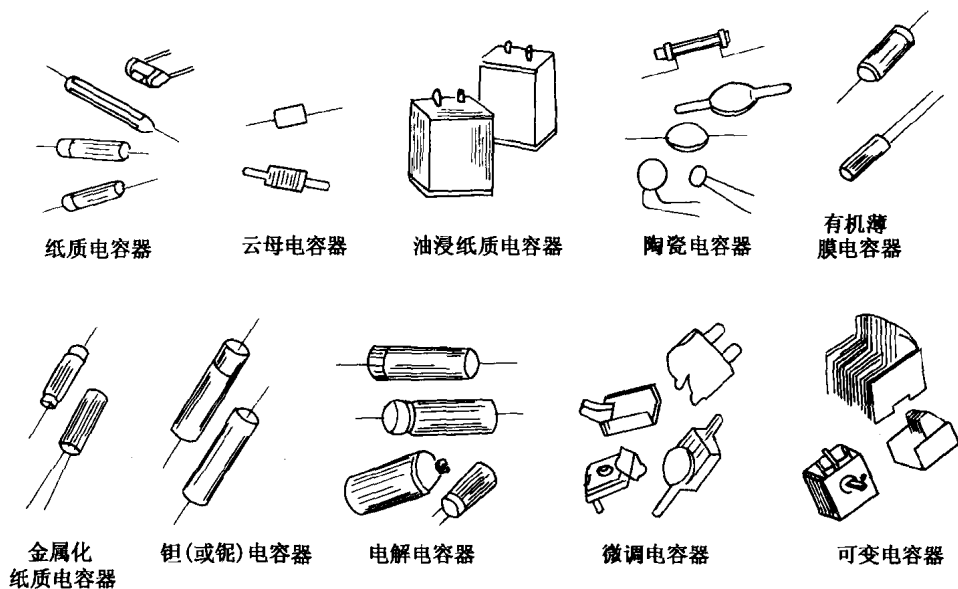


图 1-18 电容器外形

2. 电容器的标称容量与允许误差

电容器上标注的电容量均是电容器的标称容量。电容器的标称容量与它的实际容量会有偏差。固定电容器电容量允许误差的等级,参见表 1-3。

表 1-3 常见固定电容器允许误差的等级

级别	01	02	I	II	III	IV	V	VI
允许误差/%	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	+ 20 - 10	+ 50 - 20	+ 100 - 30

3. 电容器的耐压

电容器在长期可靠的工作中所承受的最大直流电压就是电容器的耐压,也叫电容器的直流工作电压。电容器的耐压值一般都直接标注在电容器的外壳上。使用时,电路上的工作电压不能超过此数值,否则,电容器将会被击穿。

4. 电容器的类别标示

电容器的种类很多,为了进行区别,常用拉丁字母表示电容器的类别,如图 1-19 所示。第一个字母 C 表示电容,第二个字母 Z 表示介质材料,第三个字母以后表示形状、结构等。

5. 电容器的使用常识

① 电容器在电路中所承受的电压不能超过其耐压值。在滤波电路中,其耐压值不能小于

交流电有效值的 1.42 倍。

② 使用电解电容时,要注意其正、负极性,不能接反。

③ 对于不同的电路,应该选用不同类型的电容器。谐振回路可以选用云母、高频陶瓷电容器,隔直流可以选用纸介质、云母、电解、陶瓷等电容器,旁路交流可选用涤纶、纸介、陶瓷、电解电容器,滤波电路可选用电解电容器。

④ 电容器在装入电路前,需要检查它有无短路、断路和漏电现象,并需核实它的电容量。

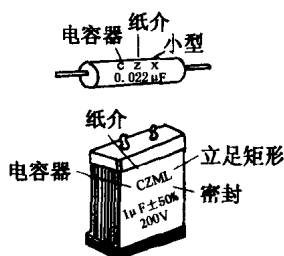


图 1-19 电容器的类别和符号标注

三、电感元件

电感元件是指电感器(电感线圈)和各种变压器。电感器也是电子电路重要的元件之一,它和电阻、电容、晶体管等进行组合,从而构成各种功能的电子电路。电阻、电容、电感,一般称为无源元件;电子管、晶体管、集成电路等通常称为有源元件。

1. 电感器的种类、符号及参数

(1) 电感器的种类和符号

电感线圈的种类很多,按其电感形式可分为固定电感线圈和可变电感线圈。按铁磁体的性质来分,又可分为空心线圈、磁心线圈和铜心线圈等。

常见电感线圈外形如图 1-20 所示。在电路中电感线圈的符号如图 1-21 所示。

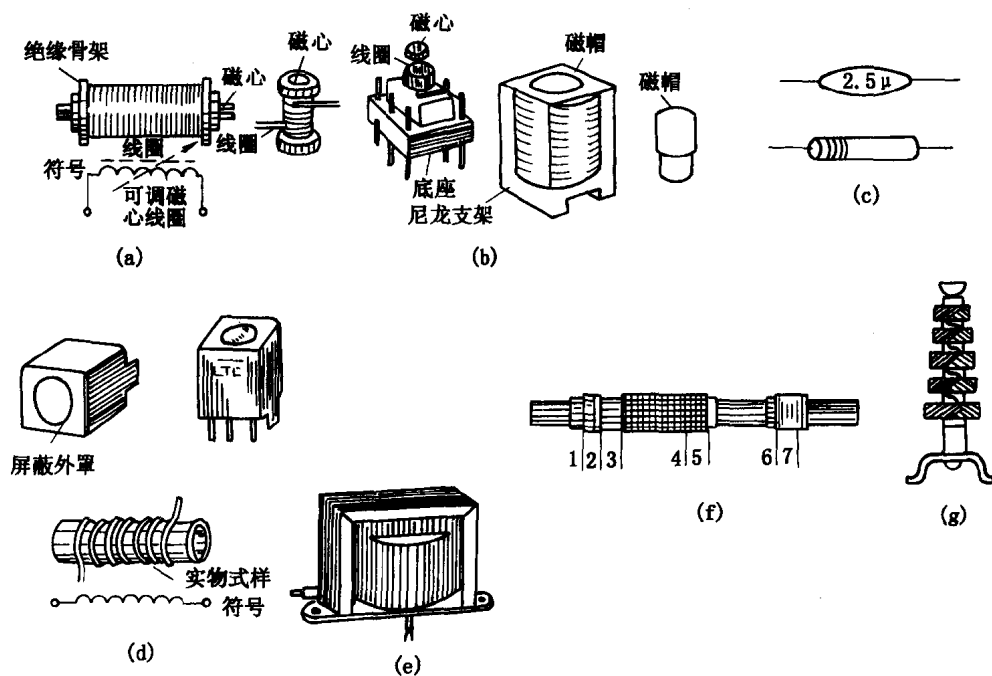


图 1-20 电感器的外形

(a) 螺纹磁心电感; (b) 调节磁帽改变电感量的线圈; (c) 色码电感器;
(d) 磁棒式天线线圈; (e) 低频扼流圈; (f) 空心线圈; (g) 蜂房结构高频电感

(2) 电感器的主要技术参数

电感器的主要参数有：电感量、品质因数(Q 值)、标称电压、分布电容等。

电感量的大小与线圈的匝数、绕制方式、磁心材料等因素有关。线圈匝数越多，绕制越集中，电感量越大；线圈内有磁心的比无磁心的电感量大；磁心导磁率大的线圈电感量大。在电路中常用字母 L 表示电感，电感单位是亨，用字母 H 表示。另外，电感单位还有毫亨(mH)和微亨(μH)。 $1 H = 1\,000\,mH, 1\,mH = 1\,000\,\mu H$ 。

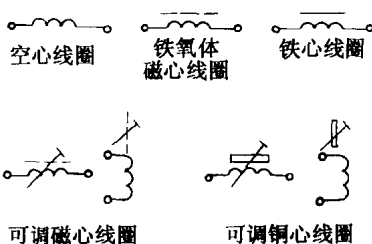


图 1-21 电感器的符号

品质因数用字母 Q 表示。 Q 值越高，表明电感线圈的功率损耗越小，效率越高。用高 Q 值的电感线圈与电容器所组成的谐振电路具有更好的谐振特性，而用低 Q 值线圈与电容器组成谐振电路，其谐振特性会变得不太明显。线圈的 Q 值一般在几十到几百的数量级。电感线圈的 Q 值，与其线圈结构(即导线粗细、多股与单股、绕法、磁心)有关，也与其工作频率有关。频率高， Q 值下降。所以，线圈的 Q 值，一般是指在某一测试频率下的 Q 值。

标称电流是线圈允许通过的电流大小，常用字母 A、B、C、D、E 来分别表示标称电流值为 50、150、300、700、1 600 mA。体积较大的电感器，其电感量和标称电流均标注在其外壳上。使用时，实际通过电感器的电流不宜超过其标称电流。

线圈的分布电容，又称为线圈的寄生电容。由于分布电容的存在，使线圈的工作频率受到限制，并使线圈的 Q 值下降。所以，为了减少分布电容，可对电感器的设计进行改进，例如制成蜂房式线圈或分段法绕制等。

2. 电感器的检测

电感器的精确测量往往要借助于专用电子仪表仪器，如电感电容电桥和 Q 表等。在没有这些测量设备的情况下，可用万用表测量电感线圈的电阻来大致判断其好坏。一般电感线圈的直流电阻都很小，约为零点几欧姆到几欧姆，低频扼流圈的直流电阻最多也只有几百至几千欧姆。当测量到线圈电阻为无穷大时，说明线圈已经开路，经常利用这种方法检查起动机、发电机磁场绕组或电枢绕组的故障。在检测电感线圈时，应注意将线圈与外电路断开。

一般汽车音响中的电感线圈，特别是和可变电容器所组成的调谐回路中的线圈，其电感数值比较精确。在修理和更换线圈时，需要注意其电感量，否则，会影响收录机的灵敏度及选择性。

四、变压器

变压器是电子电路广泛采用的无源器件之一。其功用是对交流电或者交流信号进行电压变化、电流变化或阻抗变换，也可用来传递信号、隔断直流等。

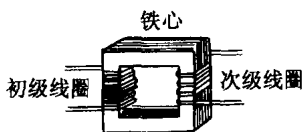


图 1-22 变压器基本结构

1. 变压器的结构、种类与符号

变压器的结构如图 1-22 所示。

变压器的种类很多，按其工作频率范围来分，可分为低频变压器、中频变压器、高频变压器三类。常见的电源变压器和输入、输出变压器属于低频变压器，例如汽车发动机点火系中的点火线圈。收音机中的中周是中频变压器，振荡线圈和磁性天线属于高频变压器。如果按照铁心的材质来

分,又可分为铁心变压器、铁氧体心变压器和空心变压器等几种。铁心变压器用于低频电路中,而铁氧体心或空心变压器则用于中、高频电路。

变压器的外形如图 1-23 所示,变压器在电路中的常见符号如图 1-24 所示。

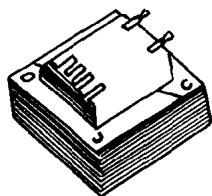


图 1-23 变压器的外形



图 1-24 变压器的符号

2. 变压器的工作原理

变压器是根据互感(电磁感应)原理工作的。变压器的工作原理如图 1-25 所示。当其初级线圈接入交流电压 u_1 之后,线圈内就有电流 i_0 通过,从而产生主磁通 Φ 和漏磁通 Φ_{l1} 。

由于加在变压器初级线圈中的电压 u_1 是交流电压,所以产生的磁通也是交变磁通。根据电磁感应原理,主磁通 Φ 在初级线圈中产生感应电动势 e_1 ,在次级线圈中产生感应电动势 e_2 (空载时,次级线圈的端电压为 u_{20} ;负载时,端电压为 u_2)。

在不考虑变压器损耗的情况下,初级电压 u_1 与次级电压 u_2 之比,等于初级线圈的匝数 N_1 与次级线圈的匝数 N_2 之比,即:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{k}$$

上式说明,当 N_1 和 N_2 不同时,变压器就把某一数值的电压变成同频率的另一数值的电压,这就是变压器的电压变换作用。

如果 $k < 1$,变压器起降压作用,即称为降压变压器;反之,当 $k > 1$,则称为升压变压器。

3. 变压器的主要技术参数

变压器的主要技术参数有:额定功率、匝数比、效率、频带宽度、温升、绝缘电阻及漏电感等。

(1) 额定功率

变压器的额定功率,是指在规定的频率和电压下,变压器能长期工作而不超过规定温升的输出功率。额定功率中会有部分无功功率,所以其单位常用伏安(VA)而不用瓦(W)来表示。

(2) 匝数比

变压器次级线圈的匝数 N_2 与初级线圈的匝数 N_1 之比,称为匝数比 k ,即 $N_1:N_2$ 。在一般情况下,匝数比也是输出电压与输入电压之比,所以,匝数比也称为变压比。

(3) 效率

变压器的效率是指其次级线圈输出功率与初级线圈的输入功率之比,即:

$$\text{效率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} \times 100\%$$

(4) 频带宽度

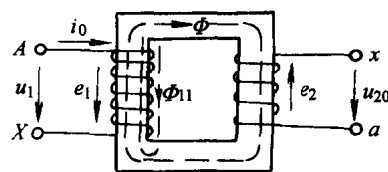


图 1-25 变压器的基本原理