

新能源汽车电路 基本知识

任务一 电路及其基本物理量

学习目标

1. 能够掌握新能源汽车电路基本物理量的含义。
2. 能够掌握新能源汽车开路与短路的概念。
3. 能够掌握串联与并联的概念、特点及判别方法。

任务引入

新能源电动汽车由多个独立的电路组成,其中包括高压回路和低压回路。在新能源汽车上最高电压可达 600 V 以上,这种电压和传统的汽车电气系统用电电压相比,足以对人体造成一定的伤害,所以作为新能源汽车的维修人员,必须掌握安全用电的基本常识及电学基础知识。电学基础知识主要包括电路的基本物理量、电路的状态、电路的类型等。

知识讲解

一、电路

电路是将电气元件按照一定的方式连接起来,形成电流的通路。电路广泛应用于工业、农业、交通运输业及人们的日常生活中。根据电路实现功能的不同,可将其分为两种类型:电力电路和信号电路。电力电路指的是用于实现能量的转换、传输和分配的电路,如电力系统电路;信号电路指的是用于实现电信号的处理与传递的电路,如汽车中的温度、压力、位置等传感器检测电路。

电路不论大小和复杂程度如何,基本都是由电源、负载和中间环节组成的。图 1-1 所示为汽车电路的基本组成,它由电源(蓄电池)、中间环节(电路保护装置、导线和电路控制装



置)、用电设备等组成。

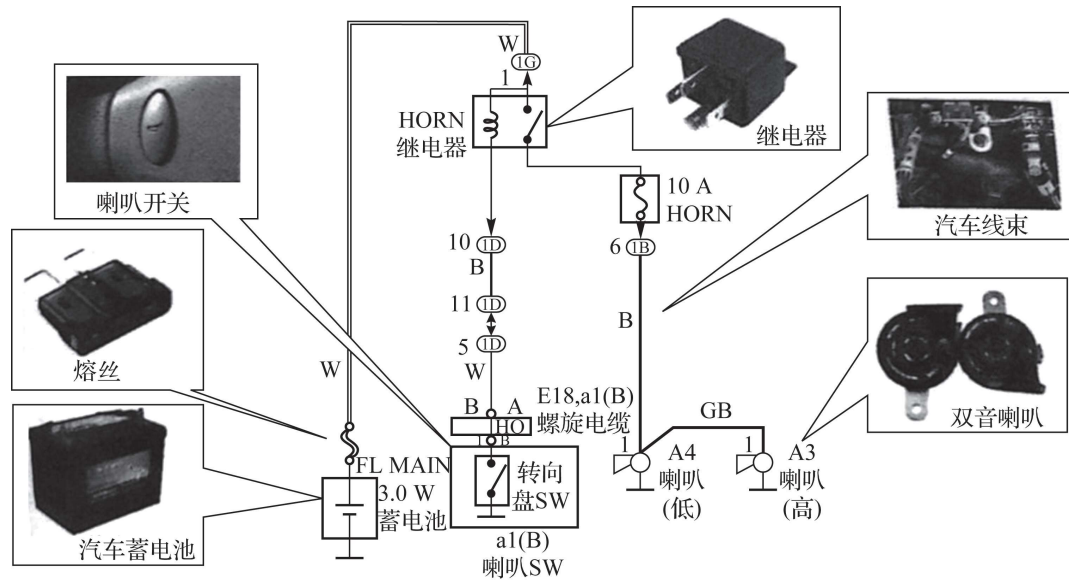


图 1-1 汽车电路的基本组成

(1)电源。电动汽车电源系统主要包括动力电池、电池管理系统、车载充电机及辅助动力源等。动力电池是电动汽车的动力源,是能量的存储装置;电池管理系统实时监控动力电池的使用情况;车载充电机是把电网供给的交流电(220 V 或 380 V)转换为相应电压(240~410 V)的直流电;辅助动力源一般为 12 V 或 24 V 的直流低压电源,它主要给动力转向、制动力调节控制、照明、空调、电动车窗等各种辅助用电装置提供所需的能源。

(2)中间环节。电路保护装置主要包括熔断器、易熔线、断路器等,它们的功能是在电路中流过超过规定电流时切断电路,防止烧坏电路连接线和用电设备,并把故障限制在最小范围内;导线用于将上述装置连接起来构成电路,此外,汽车通常用车体代替部分从用电器返回电源的导线;电路控制装置除传统的各种手动开关、压力开关、温控开关外,现代汽车还大量使用电子控制器件,包括简单的电子模块和微计算机形式的电子控制单元。

(3)用电设备。用电设备又称负载,包括电动机、电磁阀、灯泡、仪表、各种电子控制器和部分传感器等。

二、电路的基本物理量

1. 电流

电荷有规则的定向移动形成电流,电流的大小用电流强度来表示,电流强度简称电流,其数值等于单位时间内通过导体横截面的电荷量,即

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

根据电流大小和方向随时间变化的情况,可以把电流分为恒定电流和交



视频
汽车电路图的组成



视频
电流的形成与电流方向



流电流。大小和方向不随时间发生变化的电流称为恒定电流,简称直流(DC),用大写字母 I 表示;大小和方向随时间变化的电流称为交流电流,简称交流(AC),用小写字母 i 表示。例如,新能源汽车丰田第二代混合动力系统中 HV 蓄电池的电压 DC201.6 V,代表含义为直流电压 201.6 V;MG1(1号电动机/发电机)的参数中 AC500 V,代表含义为交流电压 500 V。

在国际单位制中,电流的单位为 A(安[培]),在 1 s 时间内通过导体横截面的电荷量为 1 C(库[仑])时,导体中的电流为 1 A。对于大电流和微小电流,电流的计量单位还有 kA、mA、 μ A,其换算关系为

$$1 \text{ A} = 10^{-3} \text{ kA} = 10^3 \text{ mA} = 10^6 \mu\text{A}$$

在新能源汽车的电气元件参数中,经常看到“额定电流”。额定电流是指用电设备在额定电压下按照额定功率运行时的电流,也可定义为电气设备在额定环境条件(环境温度、日照、海拔、安装条件等)下可以长期连续工作的电流。用电器正常工作时的电流不应超过它的额定电流。

2. 电压

电场力将单位正电荷从 a 点移动到 b 点所做的功定义为 a 、 b 间的电压,即

$$u_{ab} = \frac{dW}{dq} \quad (1-2)$$

习惯上将电位降低的方向作为电压的实际方向。大小和方向不随时间变化的电压称为直流电压,用大写字母 U 表示;大小和方向随时间变化的电压称为交流电压,用小写字母 u 表示。

在国际单位制中,电压的单位为 V(伏[特])。若电场力将 1 C 的正电荷从 a 点移动到 b 点所做的功为 1 J(焦[耳]),则 u_{ab} 为 1 V。对于较大电压和较小电压,电压的计量单位还有 kV、mV,其换算关系为

$$1 \text{ V} = 10^{-3} \text{ kV} = 10^3 \text{ mV}$$

新能源汽车电气元件参数中,也经常看到“额定电压”。额定电压是指电气设备长时间正常工作时的最佳电压,额定电压也称为标称电压。电气设备的工作电压高于额定电压时容易损坏设备,而低于额定电压时将不能正常工作(如灯泡发光不正常、电机不正常运转)。

3. 电动势

在电路中要维持电荷的持续流动,除了电场力将正电荷从高电位端移动到低电位端外,还需要一种力量将正电荷从低电位端移动到高电位端,这个力量称为电源力。电源力将单位正电荷从低电位端移动到高电位端所做的功称为电动势,用字母 $e(E)$ 表示。

$$e = \frac{dW}{dq} \quad (1-3)$$

电动势的单位也是 V(伏[特]),其实际方向与电压实际方向相反,即由电源的低电位端指向高电位端。电路中的电动势是由发电机(部分接有整流器)、蓄电池、光电池(太阳能系统)等提供的。



视频
电压



4. 电位

在新能源汽车电路分析中,常选取电路的某一点作为电位的参考点(规定电位为零的点),并用符号“⊥”表示,则电路中任意一点的电位就等于该点到参考点的电压。电位的单位与电压相同,也是V(伏[特])。通常汽车中的搭铁点就是电位的参考点,电路中任意一点的电位就是相对于搭铁点的电压。

5. 电功

电是一种能源,称为电能。给电动机通电,电动机转起来就可以把砝码提起,故说电流是可以做功的。在电能通过电动机做功的过程中,电能转化为机械能。电能可以转化为多种其他形式的能量。电流通过电炉时发热,电能转化为内能。电能通过汽车大灯时发光,电能转化为内能(俗称热能)和光能。电能给汽车蓄电池充电的过程是电能转化为化学能的过程。电功的实质是电能转化为其他形式能量的过程。电流做了多少功,就有多少电能转化为其他形式的能,能的总量不变。

电流的大小、电压的高低、通电时间的长短都会影响电流做功的多少。施加在用电器上的电压越高、通过的电流越大、通电时间越长,电流做功越多。功的单位为焦耳(J)或者千瓦·时(kW·h)。电功的计算公式如下:

$$W = Pt = UIt = UQ \quad (1-4)$$

其中, W 为电功; P 为电功率; t 为通电时间; Q 为电荷。

插电式新能源汽车所消耗的能量可用电功来衡量。电功通常用电能表(俗称电度表)来测定,把电能表接在电路中,电能表的计数器上前后两次读数之差,就是这段时间内用电的度数。

6. 电功率

在相同时间内,同样的电流流过不同的用电器所做的功一般是不同的。例如,在相同的时间内,电流通过新能源电动汽车的电动机所做的功,要显著大于通过电风扇的电动机所做的功,为表示电流做功的快慢,引入电功率的概念。

单位时间内消耗的电能称为电功率(简称功率),直流电路中用字母 P 表示,功率的单位为瓦特(W),其计算公式如下:

$$P = W/t = UI \quad (1-5)$$

从上述公式可知,电功率等于电压与电流的乘积。电压 U 的单位是伏特(V),电流 I 的单位为安培(A),所以当看到某变压器的额定容量为(kV·A),代表的就是功率 W 。电功率的单位还有千瓦,符号为kW,车辆发动机的功率也用kW计量。电流在1h内所做的功,就是1千瓦时(kW·h),俗称1度电。

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

用电设备实际消耗的功率随着加在它两端的电压改变,因此对于用电器,除了标明功率



视频
电能和电功



视频
电功率



大小外,还要指明电压。用电设备正常工作时的电压称为额定电压,用电设备在额定电压下的功率称为额定功率。在新能源汽车用电设备的使用上,一定要注意只有在额定电压下用电设备才可以正常使用。

三、电路的状态

电路通常来说有 3 种状态:通路(负载)、开路(空载)和短路。通路是电学上的一个基础概念,是在电路中处处连通的、闭合的电流路径。在本书中只对开路和短路两种状态做详细的介绍。

1. 开路状态

开路状态又称断路或空载状态,它是电路中开关断开或连接导线折断引起的一种极端运行状态。

电路空载时,外电路所呈现的电阻为无穷大,电路中的电流为 0。电源的端电压等于电源电压,此电压称为空载电压或开路电压,用 U_0 表示。

汽车开路故障如图 1-2 所示,电路可能在 1 点到 4 点的某一点开路。如在 2 点处开路,通过电位测量可知,靠近元件 B 处电位为 0,靠近元件 A 处电位为蓄电池电压。汽车电路开路故障可导致电路不能正常工作,但只要排除故障,电路即可恢复正常。

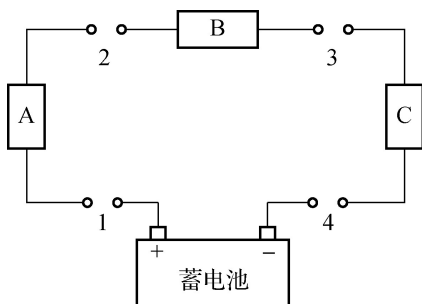


图 1-2 汽车开路故障

2. 短路状态

电源线绝缘损坏、操作不当等引起电源的两输出端相接触,造成电源被直接短路。当电源直接短路时,外电路所呈现的电阻可近似为 0,此时电源中的短路电流最大,因为在一般供电系统中,电源的内电阻很小,故短路电流很大。由于电路负载被短接,负载的端电压为 0,故负载电阻上无电流通过。

汽车中的短路故障有若干种,若元件短接,则可能会使电路产生过高的短路电流,从而烧毁电路,造成不可逆转的破坏。例如,在图 1-3 所示电路中,若元件 1 和元件 3 是开关,元件 2 是负载,2 被短路将直接导致电源短路而被烧毁。

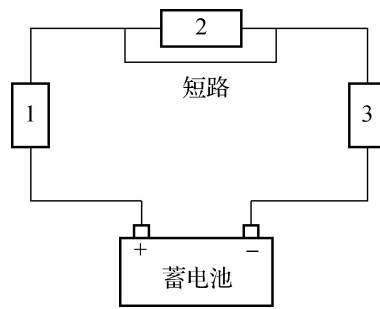


图 1-3 汽车电源短路故障

在图 1-4 所示电路中,元件 2 和元件 3 一端短接,使得元件 2 和元件 3 所在支路的开关失去应有的作用,可能导致元器件损坏。

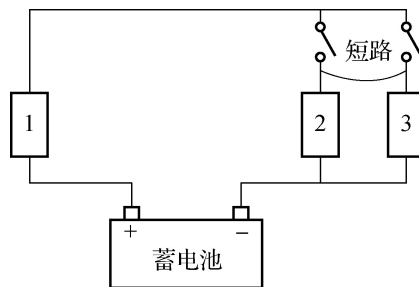


图 1-4 汽车电路两元件间短路

在图 1-5 所示电路中,元件 3 被短路。若元件 3 是开关,则开关失去作用;若元件 3 是负载灯泡,元件 1、2 是开关,则电路电源被短接。因此,实际电路中必须设置短路保护装置,最常用的方法是安装熔断器进行短路保护。

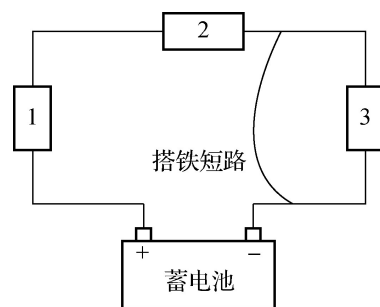


图 1-5 汽车电路元件短路

四、电路的类型

通常情况下,电路都是由一个电压源和一个负载组成的。但是在新能源汽车上,一个电压源(车载网络供电)会同时接很多负载(用电设备),这种电路称为扩展型电路。扩展型电路分为两种基本连接方式:串联和并联。

1. 串联电路

串联是连接电路元件的基本方式之一,将电路元件(如电阻、电容、电感、用电器等)逐个依次首尾相连,串联起来的电路称作串联电路。



串联电路的特点主要有以下 5 个方面。

(1) 流过每个电阻的电流相等, 因为直流电路中同一支路的各个截面有相同的电流强度。

(2) 总电压(串联电路=两端的电压)等于分电压(每个电阻两端的电压)之和, 即 $U=U_1+U_2+\cdots+U_n$ 。

(3) 总电阻等于分电阻之和, 即 $R=R_1+R_2+\cdots+R_n$ 。

(4) 各电阻分得的电压与其阻值成正比, 因为 $U_i=IR_i$ 。

(5) 各电阻分得的功率与其阻值成正比, 因为 $P_i=I^2R_i$ 。

图 1-6 所示为串联电路在汽车中的应用, 汽车水温传感器电路常利用电阻串联分压的特性来测量温度的变化。该图为水温传感器与电控单元(ECU)的连接电路。水温传感器内随温度变化阻值的热敏电阻与 ECU 内的电阻串联并分压, 将冷却液温度的变化转换为电信号输送到 ECU 电路。

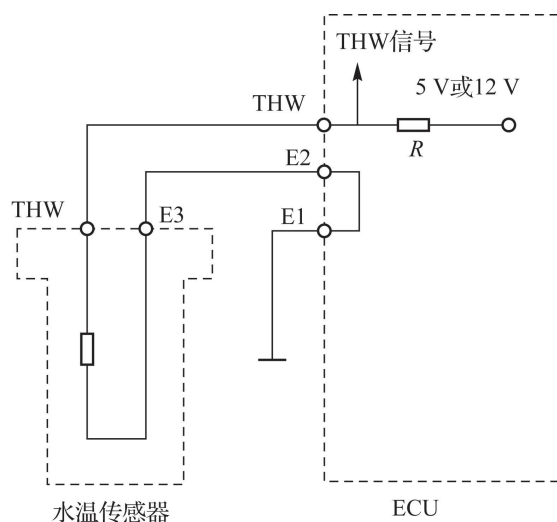


图 1-6 串联电路在汽车上的应用——电阻串联分压



视频
串联电路和并
联电路

2. 并联电路

并联是将电路中的电阻的首尾分别连在一起。并联电阻两端的电压相同, 当两个电阻并联时, 可用一个等效电阻来等值代替, 如图 1-7 所示。

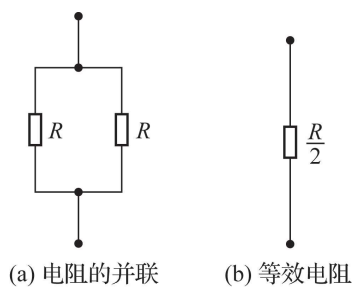


图 1-7 电阻并联

并联电路的特点主要有以下 3 个方面。

(1) 并联电路中各分路两端的电压相等。



(2) 并联电路的总电流等于各分电路电流之和。

(3) 并联电路几个电阻并联时,总电阻的倒数等于各电阻的倒数之和。

在并联电路中,每个用电设备都在各自的支路上,电流有多条通路。电路支路有一个地方发生断路,电路的其他支路仍会有电流,因此只有干路上的开关才能控制所有用电器。

假设电池组是以并联的单电池连接而成的,那么电池组两端的电压等于每一个单电池两端的电压。例如,假设一个电池组内部有 4 个单电池并联在一起,它们共同流出 1 A 电流,则每个单电池流出 0.25 A 电流。当电压不同的两个或更多电源并联时,由于电势差的存在,电池组内部会形成电流回路,造成电能在电池组内部消耗。因此,新能源汽车动力电池组不允许将电压不同的两个或更多电源并联或串联连接。

除了串联和并联电路以外,电路里面还有混联电路。混联电路是由串联电路和并联电路组合在一起的特殊电路。混联电路的优点是可以单独使某个用电器工作或不工作,混联电路的缺点是干路上有一个用电器损坏或断路会导致整个电路无效。

3. 串联和并联的判别

1) 串、并联电路的区别

在串联电路中,各电阻上的电流相等,各电阻两端的电压之和等于总电压;在并联电路中,各电阻两端的电压相等,各电阻上的电流之和等于总电流(干路电流)。因此,串联分压,并联分流。串联电路与并联电路的区别见表 1-1。

表 1-1 串联电路与并联电路的区别

项 目	串联电路	并联电路
连接方式	逐个顺次连接	并列连接
电流路径	只有一条路径	有两条(或两条以上)路径
用电器关系	用电器之间彼此相互影响,不能独立工作	用电器之间不影响,可以独立工作
开关的控制作用	开关控制整个电路,且开关的控制作用与开关的位置无关	干路上的开关控制整个电路,支路上的开关控制整个支路

2) 串、并联电路的识别方法

学会正确地识别串、并联电路是新能源汽车电路分析的基础,会识别电路是学习电路连接和后面电路计算的基础。对于电路的识别要紧紧抓住串联电路和并联电路的基本特征,而不应单从形状上去分析。下面介绍几种区分串、并联电路的方法。

(1) 定义法。如果电路中的用电器是逐个顺次连接的,那么电路是串联电路;如果各个用电器是“首首相接,尾尾相连”并列地连在电路两点之间的,那么电路就是并联电路。或用笔画线代替导线,能用一根导线将所有用电器连起来的为串联电路,否则为并联电路。

(2) 电流流向法。电流流向法是识别串并联电路最常用的方法。在识别电路时,电流从电源正极出发,依次流过每个元件的是串联;在某处分开流过两个支路,最后又合在一起的是并联。

(3) 拆除法。任意拿掉一个用电器,看其他用电器是否正常工作,如果所有用电器都被拿掉一遍,而其他用电器都可以继续工作,那么这几个用电器间的连接关系是并联,否则为串联。



思考与练习

一、填空题

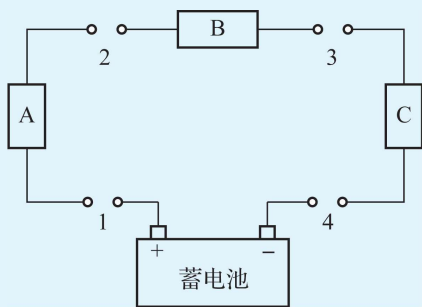
1. 电路不论大小和复杂程度如何,基本都是由_____、_____和_____组成的。
2. 通常汽车中的_____就是电位的参考点,电路中任意一点的_____就是相对于搭铁点的电压。
3. 扩展型电路分为两种基本连接方式:_____和_____。
4. 当电源直接短路时,外电路所呈现的电阻可近似为_____,此时电源中的短路电流最大。
5. 电路通常来说有3种状态:通路、_____和_____。

二、判断题

1. 电压、电流是电路的基本物理量。 ()
2. 电位是电路中某点到参考点的电压,参考点可在电路中可任意选择,两点间的电压大小与参考点的选择有关。 ()
3. 电路状态短路和空载是一种状态。 ()
4. 串联电路中的元器件之间相互影响。 ()
5. 在识别电路时,电流从电源正极出发,依次流过每个元件的是串联。 ()

三、选择题

1. 下列不属于串联电路特点的是()。
 - A. 逐个顺次连接
 - B. 有两条(或两条以上)路径
 - C. 用电器之间彼此相互影响,不能独立工作
 - D. 开关控制整个电路,且开关的控制作用与开关的位置无关
2. 下列电路图中蓄电池电压为 12 V,若 2 处开路,则 A 元件与 C 元件处的电位分别为()。



- | | | | |
|---------|------|---------|-----|
| A. 12 V | 12 V | B. 12 V | 0 V |
| C. 0 V | 12 V | D. 0 V | 0 V |



四、简答题

1. 电路的基本组成包括哪几部分？
2. 电路的基本物理量有哪些？请详细说明。
3. 电路有几种基本状态？各有什么特点？
4. 电路串联、并联各有什么特点？



任务二 电路基础元件

学习目标

1. 能够掌握新能源汽车电路基础元件的分类、符号及基本功能。
2. 能够了解新能源汽车电路基础元件的规格及命名方法。

任务引入

新能源汽车,尤其是纯电动汽车,其最主要的组件是电气组件。要进行新能源汽车电路的检修,首先要能识别基础的电气元件。新能源汽车电气系统分为低压电气系统和高压电气系统两部分,高压电气系统的电压在数百伏,危险性大。因此,维修人员能够识别新能源汽车高压电路基础元件具有重要意义。

知识讲解

一、熔断器

熔断器俗称保险丝,使用时,熔断器串联在被保护的电路中,在电路中对短路和严重过载进行保护。熔断器主要由熔体、安装熔体的熔管和熔座 3 部分组成。熔体是熔断器的核心,常做成丝状、片状或栅状,一般有铅锡合金、锌、铜、银等材料。熔管是熔体的保护外壳,用耐热绝缘材料制成,在熔体熔断时兼有灭弧作用。

车用熔断器与家用熔断器的作用大同小异,正常情况下,熔体如同一段导线,而当电路发生短路故障时,熔体由于高温能迅速熔断分断电路,起到保护线路和电气设备的作用,它是保护构成新能源汽车电路的导线、用电设备、装置等的重要部件。

1. 熔断器的种类

熔断器常见的种类包括插入式熔断器、螺旋式熔断器、封闭式熔断器、快熔熔断器、慢熔熔断器和自复熔断器等,被广泛应用于高低压配电系统、控制系统以及用电设备中,作为短路和过电流的保护器,其是应用最普遍的保护器件之一。

(1)插入式熔断器。插入式熔断器常用于 380 V 及以下电压等级的线路末端,作为配电支线或电气设备的短路保护装置。

(2)螺旋式熔断器。螺旋式熔断器由瓷帽、熔断管、瓷套、上接线座和下接线座及瓷底座等部分组成。熔断管内装有熔丝和石英砂和带小红点的熔断指示器,指示器指示熔丝是否熔断。螺旋式熔断器的作用与插入式熔断器相同,用于电气设备的过载及短路保护,广泛用于控制箱、配电屏、机床设备及振动较大的场合,在交流额定电压 500 V、额定电流 200 A 及以下的电路中作为短路保护器件。



图文
比亚迪 e5 熔断器



(3)封闭式熔断器。封闭式熔断器分有填料熔断器和无填料熔断器两种。有填料熔断器一般用方形瓷管,内装石英砂及熔体,分断能力强,用于电压等级 500 V 以下、电流等级 1 kA 以下的电路中。无填料密闭式熔断器将熔体装入密闭式圆筒中,分断能力稍小,用于电压等级 500 V 以下、电流等级 600 A 以下电力网或配电设备中。

(4)快熔熔断器。快熔熔断器主要用于半导体整流元件或整流装置的短路保护。半导体元件的过载能力很低,只能在极短时间内承受较大的过载电流,因此要求短路保护具有快速熔断的能力。快熔熔断器的结构和有填料封闭式熔断器基本相同,但熔体材料和形状不同,它是以银片冲制的有 V 形深槽的变截面熔体。在汽车电路中,前照灯、后玻璃除霜等电路中使用快熔熔断器。

(5)慢熔熔断器。慢熔熔断器又称耐浪涌熔断器或延时熔断器,它与快熔熔断器的主要区别在于对瞬间脉冲电流的承受能力不同,其熔体主要部件是锡—铜合金片,主要应用于感性或容性电路。在汽车电路中,刮水器、鼓风电动机、电动车窗等电路选择慢熔熔断器。

(6)自复熔断器。自复熔断器采用金属钠做熔体,在常温下具有高电导率。当电路发生短路故障时,短路电流产生高温使钠迅速汽化,气态钠呈现高阻态,从而限制了短路电流。当短路电流消失后,温度下降,金属钠恢复原来的良好导电性能。自复熔断器只能限制短路电流,不能真正分断电路。其优点是不必更换熔体,能重复使用。

熔断器还可以按照额定电压分为高压熔断器和低压熔断器。高压熔断器工作电压在 DC(直流)32~450 V。熔断器的额定电压值必须等于或大于工作电压,因此常见的高压熔断器的额定电压值分别为 32 V、125 V、250 V 和 600 V。

2. 熔断器的结构与原理

汽车上使用的熔断器有插片式熔断器、方形熔断器、玻璃管式熔断器、插栓式熔断器等,其结构如图 1-8 所示。本书主要介绍插片式熔断器。



图 1-8 车用熔断器种类



插片式熔断器主要由电极、熔断体(熔丝)和绝缘体组成,其结构及电路符号如图 1-9 所示。熔断体是熔断器的核心,熔断时能起到切断电流的作用,由焊料金属制成,其熔点比普通导线低。

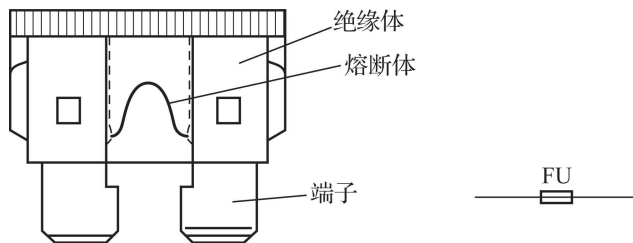


图 1-9 插片式熔断器结构及电路符号

插片式熔断器的工作原理如下:当电流通过熔断体时,因熔断体存在一定的电阻,所以熔断体会发热,温度从环境温度逐渐上升,同时熔断器也会散热。当工作电流正常时,熔断体发热与散热达到平衡,其温度会维持在一个相对固定的水平。当电路发生故障或异常时,过电流(过电流一般是额定电流的 1~6 倍,当产生超过额定电流 6 倍的过载电流时,称电路已发生短路)使熔断体发热量增加,热平衡被打破(过电流产生的热量大于熔断体的散热量),熔断体温度持续上升,直到熔断,其中间部分从固态变成液态。受金属材料表面张力及重力的作用,熔断体的液体部分向两端拉开距离并向下落,电压引起的电弧使熔断体温度继续上升,进一步拉开距离,直至电路电流被完全切断,从而起到保护电路安全的作用。熔断器熔断示意图如图 1-10 所示。综上所述,熔断器工作的真正原因是过电流引起的高热量。

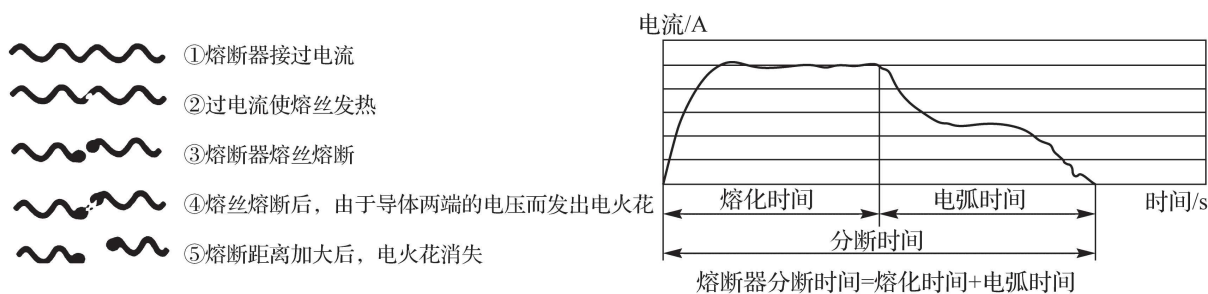


图 1-10 熔断器熔断示意图

对于插片式熔断器来说,熔断体被其基体部分的高分子材料或陶瓷材料所紧紧围贴着,即使是已经融化的金属也无法向两端收缩,只能向周围材料扩散渗透或被吸收。如果在这个过程中电流消失了,而扩散或吸收尚在进行中,就会造成电阻变大而熔断体没有完全熔断的现象。此时的熔断器虽然没有完全熔断,但熔断体容量已经减小,再次有过电流通过时就会被较快熔断,确保对电路有保护作用。如果第二次经过的电流依然是瞬间脉冲,就会造成电阻再次变大而依然没有完全熔断,熔断体的容量再次减小。

3. 熔断器的规格及选择方法

1) 熔断器的规格参数

(1) 额定电流。熔断器的额定电流在熔断器或者最小包装上有明显标志,表示在特定条



件下,熔断器可以持续通过不超过该额定值的电流。

汽车插片式熔断器的规格一般为 2~40 A,其安培数值会在熔断器的顶端标注。为避免熔断器外壳损坏导致看不清标示值,不同安培数的熔断器采用不同的颜色。其颜色国际标准标志及对应的标准电压降、冷电阻大小见表 1-2。

表 1-2 熔断器的规格

额定电流/A	颜 色	标准电压降/mV	冷电阻/mΩ
2	灰色	141	53.5
3	紫色	137	31.1
4	粉色	136	22.8
5	橘黄色	128	17.85
7.5	棕色	116	10.91
10	红色	109	7.70
15	蓝色	102	4.80
20	黄色	98	3.38
25	无色透明	92	2.52
30	绿色	84	1.97
40	深橘色	96	1.44

(2)额定电压。熔断器本体或者最小包装上标出的额定电压,是熔断器在熔断后可承受的最大电压。熔断器的额定电压要大于或者等于保护电路的电压,只有这样熔断器才能保证熔断体经过电流熔断后不被击穿,不会持续拉弧或再次导通,从而安全可靠地切断电路。标准的熔断器额定电压值分为 32 V、125 V、250 V 和 600 V。

2)熔断器的选择

汽车熔断器的负载特性一般为电感性和电阻性的。断电器、电机(雨刮电机、电动门窗电机、电动座椅电机、起动电机等)为电感性负载,带灯丝的汽车灯泡、加热器等为电阻式负载。上述两类负载的起动特性为:起动时瞬间电流为额定工作电流的 3~10 倍。因此,对汽车熔断器的要求是能经受短时(一般为若干毫秒)冲击电流而不至于熔断。

在单路线路保护的汽车熔断器,一般选择该线路中电器额定电流的 1.2~1.3 倍作为汽车熔断器的额定工作电流;在多路线路保护及电源总保护的熔断器的额定工作电流的选择上,考虑到各种电器并不需要同时开启,其额定工作电流一般选择各种电器额定工作电流的总和的 80%~100%,以加强安全性。因此,汽车制造商出厂时选择的各种熔断器规格不可以任意改变,更不能以大代小去使用,否则后患无穷。

关于导线截面积的计算,可根据流通电流与导线截面积关系经验理论值进行选择,长时间工作的电气设备可选择实际载流量 60%的导线,短时间工作的用电设备可选用实际载流量 60%~100%的导线。我国汽车线束标称导线截面积推荐值见表 1-3。



表 1-3 我国汽车线束标称导线截面积推荐值

铜芯导线截面积/mm ²	载流量(60%)	载流量(100%)
0.5	7.5	12.5
0.75	9.6	16
1	11.4	19
1.5	14.4	24
2.5	19.2	32
4	25.2	42
6	33	55
10	45	75
16	63	105
25	82.8	138
35	102	170
50	129	215

3) 新能源汽车熔断器的选择

新能源汽车主要依据负载的保护特性和短路电流的大小选择熔断器的类型。对于容量小的电动机和照明支线,常采用熔断器作为过载及短路保护,因此希望熔体的熔化系数适当小些。那么,选择新能源汽车熔断器时应考虑以下参数。

(1)工作温度:熔断器工作时的环境温度应在规定的工作温度范围之内,当环境温度超过 25℃时,应参照温度折减曲线降级使用。

(2)额定电压:熔断器所在电路中的高电压不应超过熔断器的额定电压。

(3)额定电流:通过熔断器的工作电流不应超过额定电流的 75%。

(4)短路截流能力:熔断器所在的电路中可能出现的短路电流不应超过熔断器的短路截流能力。

(5)熔断特性:熔断器在出现需要切断的过载电流时的熔断速度应满足应用上的要求。

二、电阻、电容及电感元件

电阻元件、电感元件及电容元件广泛应用在汽车的传感器与执行器上,是构成汽车电路的基本元件。电阻元件是电子线路中最常用的元件之一,主要用于控制和调节电路中的电流与电压;电容元件具有通交流、隔直流及储能的作用,常用于耦合、滤波、振荡等电路中;电感元件也是电子电路中常用的元件之一,与电阻、电容等元器件组合构成各种功能的电子电路,具有通直流、阻交流及储能的作用。



1. 电阻元件

1) 电阻元件的种类

电阻是一种最基本、最常用的电子元件,其基本单位是欧姆,简称欧(Ω)。常用的单位还有千欧($k\Omega$),兆欧($M\Omega$)。它们之间的换算关系是: $1 M\Omega=1\ 000 k\Omega$, $1 k\Omega=1\ 000 \Omega$ 。

按制造材料和结构不同,电阻可以分为碳膜电阻、金属膜电阻、水泥电阻和特殊电阻等,其中特殊电阻包括光敏电阻、热敏电阻和压敏电阻。

(1)碳膜电阻。碳膜电阻是膜式电阻器(film resistors)中的一种。它采用高温真空镀膜技术将碳紧密附在瓷棒表面形成碳膜,然后加适当接头切割,并在其表面涂上环氧树脂密封保护而成的。其表面常涂以绿色保护漆。碳膜的厚度决定阻值的大小,通常通过控制膜的厚度和刻槽来控制电阻器值。碳膜电阻也称热分解碳膜电阻,它是碳氢化合物在真空中高温热分解的碳沉积在基体上的一种薄膜电阻。碳膜电阻价格低廉,性能稳定,阻值与功率范围宽。

(2)金属膜电阻。金属膜电阻是膜式电阻器中的一种。它采用高温真空镀膜技术将镍铬合金或类似的合金紧密附在瓷棒表面形成皮膜,经过切割调试阻值,以达到最终要求的精密阻值,然后加适当接头切割,并在其表面涂上环氧树脂密封保护而成。由于它是引线式电阻,方便手工安装及维修,故可用在大部分家电、通信装备、仪器仪表上。

(3)水泥电阻。水泥电阻是由水泥充填密封而成的,其外形如图 1-11 所示。水泥电阻有普通水泥电阻和水泥线绕电阻两类。水泥电阻属于功率较大的电阻,能够允许较大电流的通过。它的作用和一般电阻一样,只是可以用在电流大的场合,如与电动机串联,限制电动机的起动电流,阻值一般不大。水泥电阻具有外形尺寸较大、耐震、耐湿、耐热及散热性良好、价格低等特性,广泛应用于电源适配器、音响设备、音响分频器、仪器、仪表、电视机、汽车等设备中。

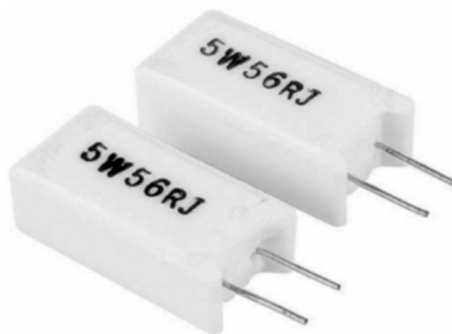


图 1-11 水泥电阻

(4)光敏电阻。光敏电阻是一种电阻值随外界光照强弱(明暗)变化而变化的元件,光越强阻值越小,光越弱阻值越大。在完全黑暗处,光敏电阻的阻值可达几兆欧以上,而在较强光线下,阻值可降到几千欧甚至 1 千欧以下。利用光敏电阻这一特性,可以制作各种光控的小电路。



(5)热敏电阻。热敏电阻是一个特殊的半导体器件,它的电阻值随着表面温度的变化而变化,且因热敏电阻元件具有无损耗、无滞后现象等优点,被广泛用于汽车空调控制电路、发动机冷却水温度检测、电机等设备保护、液面监测等各个方面,如图 1-12 所示。热敏电阻在豪华轿车上的装配数量也达到几十种。

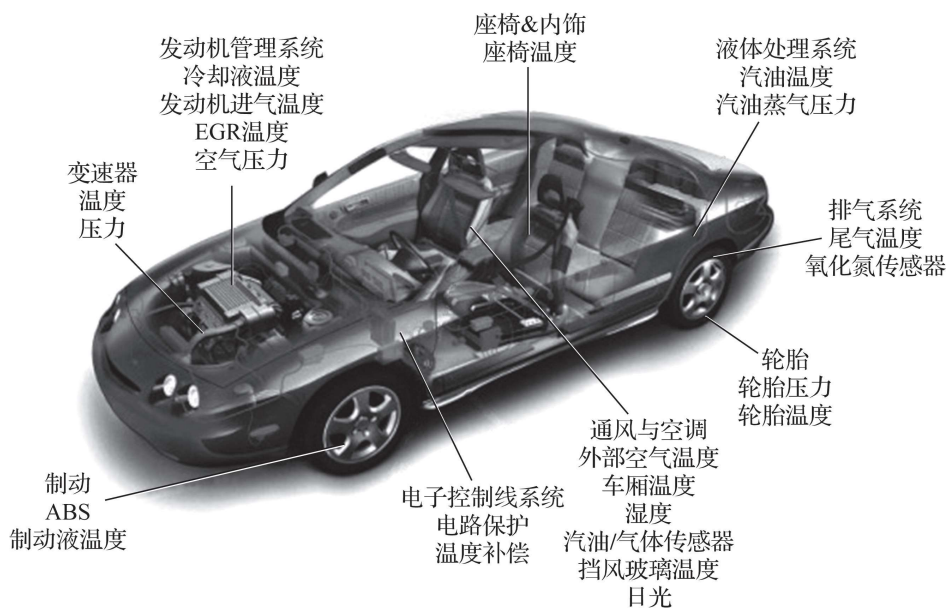


图 1-12 热敏电阻的应用

热敏电阻的主要特点如下。

- ①灵敏度较高,其电阻温度系数要比金属大 100 倍以上,能检测出 $6\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度变化。
- ②工作温度范围宽,常温器件适用于 $-55\sim 315\text{ }^{\circ}\text{C}$,高温器件适用温度高于 $315\text{ }^{\circ}\text{C}$ (目前最高可达到 $2\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$),低温器件适用于 $-273\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- ③体积小,能够测量其他温度计无法测量的空隙、腔体及生物体内血管的温度。
- ④使用方便,电阻值可在 $0.1\sim 100\text{ k}\Omega$ 范围内任意选择。
- ⑤易加工成复杂的形状,可大批量生产。
- ⑥稳定性好,过载能力强。

(6)压敏电阻。压敏电阻利用半导体非线性特性材料原理制成,当外加电压达到其临界值时,压敏电阻的阻值会急剧变小。压敏电阻器性优价廉,体积小,具有工作电压范围宽、对过压脉冲响应快、耐冲击电流能力强、漏电电流小(低于几微安至几十微安)、电阻温度系数小等特点,是一种理想的保护元件,被广泛地应用在家电及其他电子产品中,常被用于构成过压保护电路、消噪电路、消火花电路、防雷击保护电路、浪涌电压吸收电路和保护半导体元器件中。

2)电阻的型号命名

电阻的文字符号为“R”,不同类型的电阻在电路中的图形符号如图 1-13 所示。

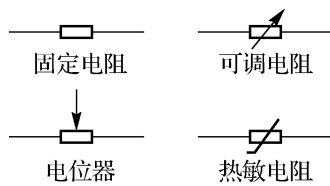


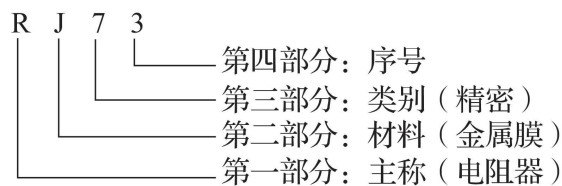
图 1-13 电阻在电路中的图形符号

电阻器的型号包括 4 个部分：第一部分用字母“R”表示电阻器的主称；第二部分用字母表示电阻的材料；第三部分用数字或字母表示电阻的类别；第四部分用数字表示序号。电阻型号的意义见表 1-4。

表 1-4 电阻型号的意义

第一部分(主称)	第二部分(材料)	第三部分(类别)	第四部分(序号)
R	H 合成碳膜	1 普通	以数字表示,表示同类产品中的不同品种
	I 玻璃釉膜	2 普通	
	J 金属膜	3 超高频	
	N 无机实芯	4 高阻	
	G 沉积膜	5 高温	
	S 有机实芯	7 精密	
	T 碳膜	8 高压	
	X 线绕	9 特殊	
	Y 氧化膜	G 高功率	
	F 复合膜	T 可调	

电阻器型号命名举例如下：



3) 电阻的标注方法

电阻的主要参数主要包括标称阻值、额定功率、精度、最高工作温度、最高工作电压、噪声系数及高频特性等，在挑选电阻器时主要考虑其阻值、额定功率及精度。用数字或色标在电阻器上标出设计阻值，阻值按标准化优先数系列制造，系列数对应于允许偏差。电阻的阻值和允许偏差的标注方法有直标法、文字符号法、色标法。

(1)直标法。直标法是将电阻的阻值直接用数字标注在电阻上，其允许误差直接用百分数表示，若电阻上未注偏差，则均为±20%。如图 1-14 所示的电阻值为 270 Ω，误差为±10%。

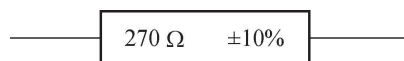


图 1-14 直标法



(2)文字符号法。用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值,其允许偏差也用文字符号表示。用于表示阻值时字母符号 M、K、 Ω 之前的数字表示阻值的整数,之后的数字表示阻值的小数值。表示允许误差的文字符号:DFGJKM 允许偏差分别为 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。例如,3K7 表示的电阻值为 $3.7 \text{ k}\Omega$ 。

(3)色标法。色标法指的是将不同颜色的色环涂在电阻器上来表示电阻的标称值及允许偏差。固定电阻器色环标志读数识别规则及各种颜色对应的数值见表 1-5。

表 1-5 固定电阻器色环标志读数识别规则及各种颜色对应的数值

颜色	第一段	第二段	第三段	乘数	误差	
黑色	0	0	0	1		
棕色	1	1	1	10	$\pm 1\%$	F
红色	2	2	2	100	$\pm 2\%$	G
橙色	3	3	3	1k		
黄色	4	4	4	10k		
绿色	5	5	5	100k	$\pm 0.5\%$	D
蓝色	6	6	6	1M	$\pm 0.25\%$	C
紫色	7	7	7	10M	$\pm 0.10\%$	B
灰色	8	8	8		$\pm 0.05\%$	A
白色	9	9	9			
金色				0.1	$\pm 5\%$	J
银色				0.01	$\pm 10\%$	K
无					$\pm 20\%$	M

色标法主要分两部分:第一部分是靠近电阻前端的一组色环,用来表示阻值,每一条色环等间距,自成一组,容易和第二部分的色环区分;第二部分是靠近电阻后端的一条色环,用来代表公差精度。

用色标法标注的电阻,各环含义如下。

①三色环电阻:第一色环是十位数、第二色环是个位数、第三色环代表倍率(倍乘)。三色环没有代表误差的色环,参考表 1-5 可知,三色环的误差一般为 $\pm 20\%$ 。图 1-15 所示的三色环电阻的颜色为红、黑、黄,对应阻值为 $20 \times 10 \text{ k}\Omega = 200 \text{ k}\Omega = 20 \times 10^4 \Omega$,误差为 $\pm 20\%$ (误差 $\pm 20\%$ 表示电阻值在标准值 $20 \times 10^4 \Omega$ 上下波动 20% 都是可用的)。

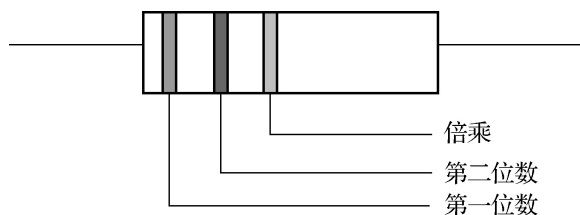


图 1-15 三色环电阻



视频

色标法识读色环电阻



②四色环电阻：第一、第二色环分别代表两位有效数的阻值；第三色环代表倍率（倍乘）；第四环代表误差。如图 1-16 所示“红、黑、黄、金”，其阻值为 $20 \times 10 \text{ k}\Omega = 200 \text{ k}\Omega = 20 \times 10^4 \Omega$ ，误差为 $\pm 5\%$ （误差 $\pm 5\%$ 表示电阻值在标准值 $20 \times 10^4 \Omega$ 上下波动 5% 都是可用的）。

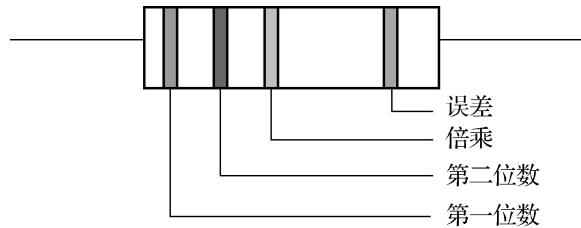


图 1-16 四色环电阻

③五色环电阻：第一、第二、第三环分别代表 3 位有效数的阻值，第四环代表倍率，第五环代表误差。如图 1-17 所示，“黄、紫、黑、红、棕”代表阻值为 $470 \times 10^2 \Omega$ ，误差为 $\pm 1\%$ 。

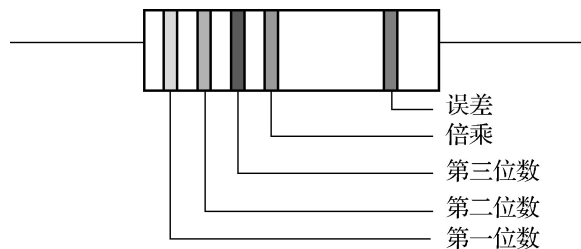


图 1-17 五色环电阻

④六色环电阻：六色环电阻的前 5 个色环与五色环电阻含义一样，第六色环表示该电阻的温度系数。

2. 电容元件

电容是由两块金属电极之间夹一层绝缘电介质构成的。在两金属电极间加电压时，电极上就会存储电荷，因此电容器是储能元件。任意两个彼此绝缘又相距很近的导体，都能组成一个电容器。电容器作为存储和容纳电荷的元件，在电路中用于调谐、滤波、耦合、旁路、隔直、移相、能量转换和延时等，在汽车上也有着广泛的应用。例如，汽车转向灯闪光器装用电容器，利用电容的充放电规律达到使转向灯闪烁的目的。

常用的容量单位有 μF (10^{-6} F)、 nF (10^{-9} F) 和 PF (10^{-12} F)，标注方法与电阻相同。标注中省略单位时，默认单位应为 PF 。电容取决于导电板的面积、导电板间的距离和板间绝缘材料（电介质）的性质。

1) 电容元件的种类

根据介质的不同，电容分为陶瓷电容、云母电容、纸质电容、薄膜电容、电解电容几种。

(1) 陶瓷电容：以高介电常数、低损耗的陶瓷材料为介质，体积小，自体电感小。

(2) 云母电容：以云母片做介质的电容器。其性能优良，高稳定，高精密。

(3) 纸质电容：纸质电容器的电极用铝箔或锡箔做成，绝缘介质是浸蜡的纸，相叠后卷成圆柱体，外包防潮物质，有时外壳采用密封的铁壳以提高防潮性。其价格低，容量大。

(4) 薄膜电容：用聚苯乙烯、聚四氟乙烯或涤纶等有机薄膜代替纸介质做成的各种电容器。其体积小，但损耗大，不稳定。



(5)电解电容:以铝、钽、铌、钛等金属氧化膜作为介质的电容器。其容量大,稳定性差(使用时应注意极性)。

2) 电容的命名及识别方法

(1)电容的命名。电容器的型号命名法和电阻器的类似,也由主称、材料、分类和序号 4 部分组成。

①主称、材料部分的符号及意义。主称、材料部分的符号及意义见表 1-6。

表 1-6 主称、材料部分的符号及意义

主 称		材 料	
符 号	意 义	符 号	意 义
C	电容器	C	高频瓷
		T	低频瓷
		I	玻璃釉
		O	玻璃膜
		Y	云母
		V	云母纸
		Z	低介
		J	金属化纸
		B	聚苯乙烯等非极化有机薄膜
		L	涤纶等极性有机薄膜
		Q	漆膜
		H	纸膜复合
		D	铝电解
		A	钽电解
		G	金属电解
N	铌电解		
E	其他材料电解		

②分类部分的符号及意义。除个别类型用字母表示外(如用 G 表示高功率, W 表示微调),一般都用数字表示。其规定见表 1-7。

表 1-7 分类部分的符号及意义

名 称	数字含义								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
瓷介电容器	圆片	管形	叠片	独石	穿心	支柱等		高压	
云母电容器	非密封	非密封	密封	密封				高压	
有机电容器	非密封	非密封	密封	密封	穿心			高压	特殊
电解电容器	箔式	箔式	烧结粉	烧结粉		无极性			特殊



(2)电容的识别方法。电容根据实际应用情况有非极化或极化电容器之分,如图 1-18 所示。

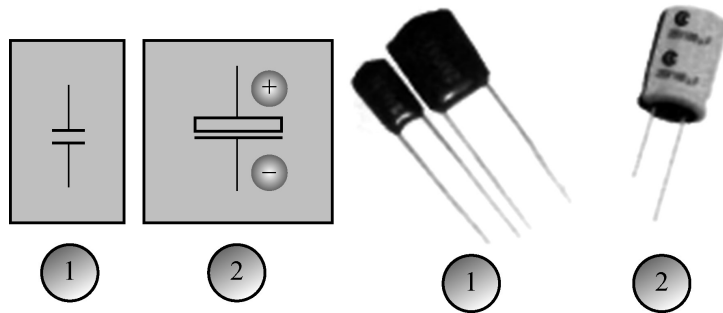


图 1-18 电容类型

1—非极化电容器; 2—极化电容器

非极化电容器的两个接头相同,可以相互调换,可用直流电压和交流电压驱动。而极化电容器(以电解电容为例)有正、负极之分。一般,电容器外壳上都标有“+”“—”记号,如无标记则引线长的为“+”端,引线短的为“—”端。使用时应使“+”极接到直流高电位,必须注意不要接反,若接反,则电解作用会反向进行,氧化膜很快变薄,漏电流急剧增加。若所加的直流电压过大,则电容器很快发热,甚至会引起爆炸。电解电容容量大、体积小,耐压高(但耐压越高,体积也就越大),一般在 500 V 以下,常用于交流旁路和滤波。其缺点是容量误差大,且随频率而变动,绝缘电阻低。

3. 电感元件

电感又称电感线圈或线圈,是采用漆包或纱包线一圈一圈地绕在绝缘管、磁心或铁心上的一种元件。它由导线一圈靠一圈地绕在导磁体上,导线彼此绝缘,而导磁体可以是空心的,也可以包含铁心或磁心,如图 1-19 所示。电感是电路中必不可少的三大基础元器件之一,被广泛应用在通信领域、汽车领域以及工业等各个电子领域。而且随着全球智能化的普及、手机行业竞争的加剧、新能源汽车的崛起,电感类器件的需求将会有有一个大幅度的增加。



视频
电感器

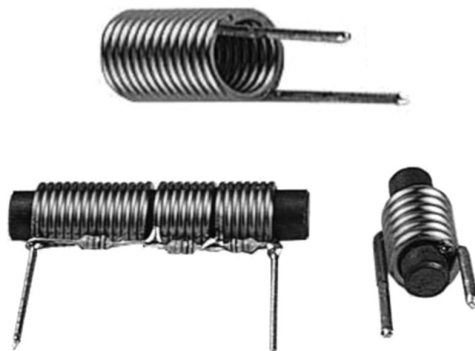


图 1-19 电感实物图



电感器是利用电磁感应制成的,它是一种储能元件,能将电能转换成磁能并储存起来,具有阻碍交流电通过的特性。电感的作用:通直流、阻交流;通高频、阻低频。电感器用 L 表示,单位有亨利(H)、毫亨利(mH)和微亨利(μH), $1\text{ H}=10^3\text{ mH}=10^6\text{ }\mu\text{H}$ 。其图形符号如图 1-20 所示。

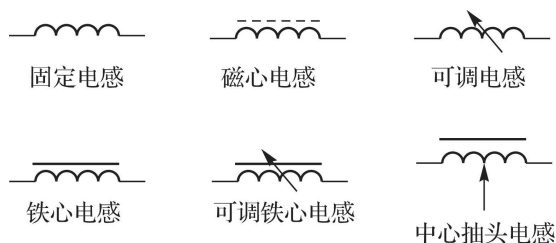


图 1-20 电感图形符号

1) 电感元件的种类

电感元件总体有以下 5 种分类标准。

(1)按外形,电感元件分为空心线圈(见图 1-21)与实心线圈(见图 1-22)。



图 1-21 空心线圈

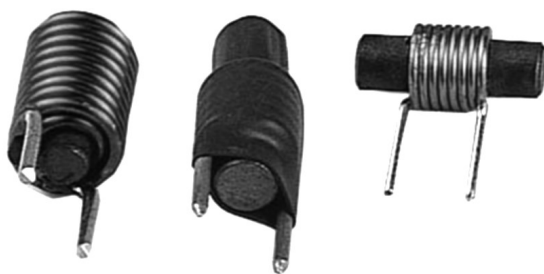


图 1-22 实心线圈

(2)按绕线结构,电感元件分为以下 3 类。

①单层线圈(见图 1-23):这种线圈电感量小,通常用在高频电路中,要求它的骨架具有良好的高频特性,介质损耗小。

②多层线圈(见图 1-24):多层线圈可以增大电感量,但线圈的分布电容也随之增大。

③蜂房线圈(见图 1-25):蜂房线圈在绕制时导线不断以一定的偏转角在骨架上偏转绕



向,这样可大大减小线圈的分布电容。



图 1-23 单层线圈



图 1-24 多层线圈

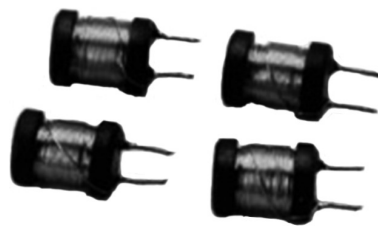


图 1-25 蜂房线圈

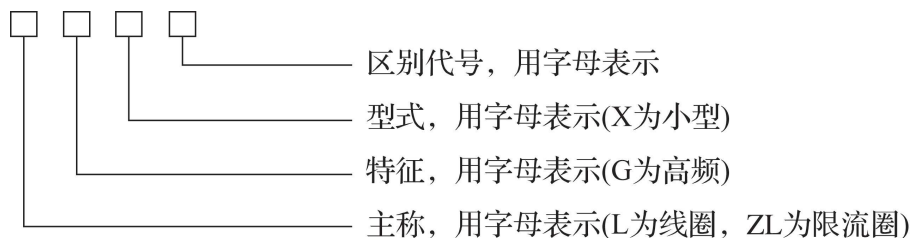
(3)按工作性质,电感元件分为高频电感器(各种天线线圈、振荡线圈)和低频电感器(各种扼流线圈、滤波线圈等)。

(4)按封装形式,电感元件分为普通电感器、色环电感器、环氧树脂电感器、贴片电感器等。

(5)按电感量,电感元件分为固定电感器和可调电感器。

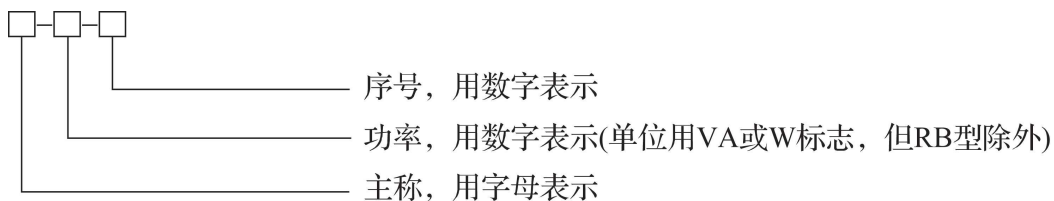
2)电感的命名及标注方法

(1)电感的命名方法。电感按功能分为两类:一类是应用自感作用的电感线圈,另一类是应用互感作用的变压器。电感线圈的命名方法如下。





变压器的命名方法如下。



例如, DB-50-2 为 50 VA 电源变压器。

(2) 电感器的标注方法。电感器的标注方法有直标法、文字符号法、数码法和色标法。

① 直标法。在采用直标法时, 直接将电感量标在电感器外壳上, 如图 1-26 所示。



图 1-26 直标法

② 文字符号法。用文字符号表示电感的标称容量及允许偏差, 当其单位为 μH 时, 用“R”作为电感的文字符号, 其他与电阻器的标注方法相同。如图 1-27 所示。

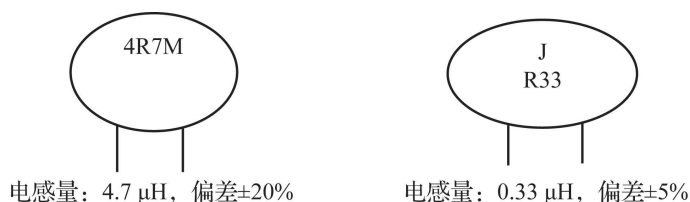


图 1-27 文字符号法

③ 数码法。电感的数码标示法与电阻器一样, 前面的两位数为有效数, 第三位为倍乘, 单位为 μH 。如图 1-28 所示。

47	470	471
47 μH	47 μH	470 μH

图 1-28 数码法

④ 色标法。电感器的色标法多采用色环标志法, 色环电感识别方法与电阻相同。通常为四色环, 前两条色环代表有效值, 第三条色环代表倍乘, 第四条色环为偏差。如图 1-29 (红、紫、金) 所示, 电感量为 $27 \times 10^{-1} = 27 \times 0.1 = 2.7 \mu\text{H}$ 。



图 1-29 色标法



三、半导体元件

1. 二极管

二极管是一种具有两个电极的电子元件,是新能源汽车常用的电子元件之一,它最大的特性就是单向导电,也就是电流只可以从二极管的一个方向流过。二极管可用于整流电路、检波电路、稳压电路、各种调制电路。

检测二极管元件的方法:用万用表打到电阻挡,测量一下反向电阻,如果很小就说明二极管是坏的,否则说明二极管是好的。

1) 二极管的分类

二极管有多种类型:按材料分,有锗二极管、硅二极管、砷化镓二极管等;按制作工艺分,有面接触二极管和点接触二极管;按用途分,有整流二极管、检波二极管、稳压二极管、变容二极管、光电二极管、发光二极管、开关二极管、快速恢复二极管等;按结构类型分,有半导体PN结二极管、金属半导体接触二极管等;按封装形式分,有常规封装二极管、特殊封装二极管等。下面以用途为例,介绍几种不同种类二极管的特性。

(1)整流二极管。整流二极管的作用是将交流电源整流成脉动直流电,它是利用二极管的单向导电特性工作的。

(2)检波二极管。检波二极管是把叠加在高频载波中的低频信号检出来的器件,它具有较高的检波效率和良好的频率特性。检波二极管要求正向压降小、检波效率高、结电容小,频率特性好,其外形一般采用EA玻璃封装结构。一般检波二极管采用锗材料点接触型结构。选用检波二极管时,应根据电路的具体要求来选择工作频率高、反向电流小、正向电流足够大的检波二极管。

(3)开关二极管。开关二极管正向偏压导通电阻很小,而在施加反向偏压截止时,截止电阻很大。开关电路中利用开关二极管这种单向导电特性就可以对电流起接通和关断的作用。开关二极管主要应用于收录机、电视机、影碟机等家用电器及电子设备中的开关电路、检波电路、高频脉冲整流电路等。

(4)稳压二极管。稳压二极管又名齐纳二极管。稳压二极管利用PN结反向击穿时电压基本上不随电流变化而变化的特点来达到稳压的目的,因为它能在电路中起稳压作用,故称为稳压二极管(简称稳压管)。稳压二极管是根据击穿电压来分挡的,其稳压值就是击穿电压值。稳压二极管主要作为稳压器或电压基准元件使用,它可以串联起来得到较高的稳压值。

选用的稳压二极管应满足应用电路中主要参数的要求:稳压二极管的稳定电压值应与应用电路的基准电压值相同,最大稳定电流应高于应用电路的最大负载电流50%左右。

(5)发光二极管(light emitting diode, LED)。发光二极管,它是采用磷化镓、磷砷化镓等半导体材料制成的、可以将电能直接转换为光能的器件。发光二极管除了具有普通二极管的单向导电特性之外,还可以将电能转换为光能。给发光二极管外加正向电压时,它也处于导通状态,当正向电流流过管芯时,发光二极管就会发光,将电能转换成光能。



发光二极管的发光颜色主要由制作管子的材料及掺入杂质的种类决定。目前常见的发光二极管发光颜色主要有蓝色、绿色、黄色、红色、橙色、白色等。其中,白色发光二极管是新产品,主要应用在手机背光灯、液晶显示器背光灯、汽车照明等领域。

(6)雪崩二极管。雪崩二极管是在稳压管工艺技术基础上发展起来的一种微波功率器件,它在外加电压的作用下可以产生高频振荡。

雪崩二极管利用雪崩击穿对晶体注入载流子,因载流子渡越半导体晶片需要一定的时间,所以其电流滞后于电压,出现延迟时间,如果适当地控制渡越时间,那么在电流和电压关系上就会出现负阻效应,从而产生高频振荡。它常被应用于微波通信、雷达、战术导弹、遥控、遥测、仪器仪表等设备中。

(7)双向触发二极管。双向触发二极管也称二端交流器件(diode AC switch, DIAC)。它是一种硅双向电压触发开关器件,当双向触发二极管两端施加的电压超过其击穿电压时,两端即导通,导通将持续到电流中断或降到器件的最小保持电流才会再次关断。双向触发二极管通常应用在过压保护电路、移相电路、晶闸管触发电路、定时电路中。

(8)变容二极管(variable-capacitance diode, VCD)。变容二极管是利用反向偏压来改变PN结电容量的特殊半导体器件。变容二极管相当于一个容量可变的电容器,它的两个电极之间的PN结电容大小随加到变容二极管两端反向电压大小的改变而变化。当加到变容二极管两端的反向电压增大时,变容二极管的容量减小。变容二极管由于具有这一特性,因而主要用于电调谐回路(如彩色电视机的高频头)中,作为一个可以通过电压控制的自动微调电容器。

不同二极管的电路符号如图 1-30 所示。

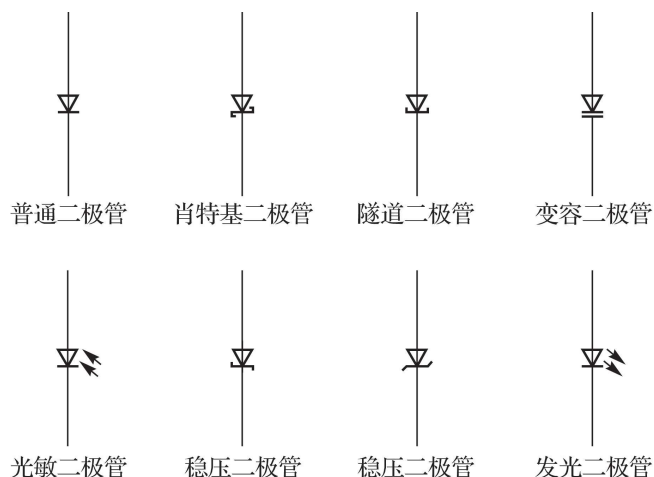
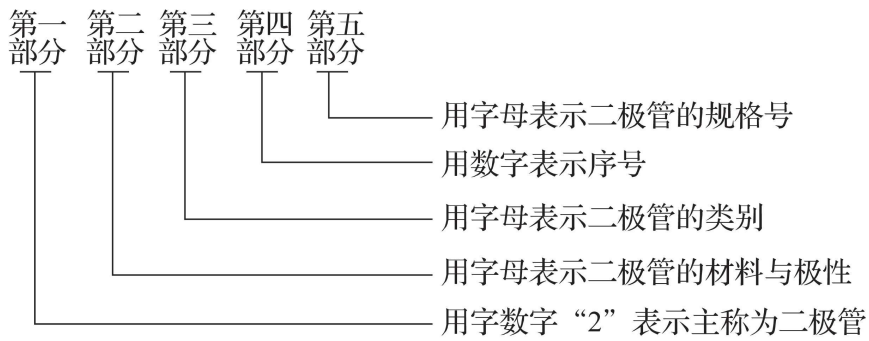


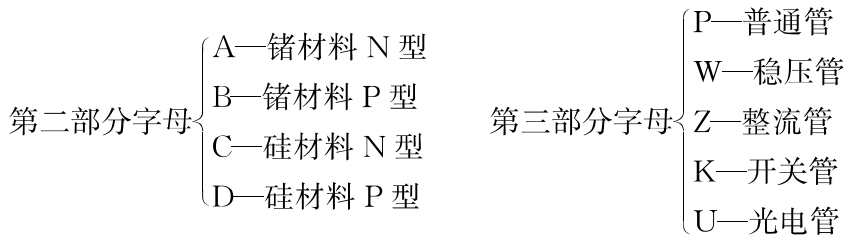
图 1-30 不同二极管的电路符号

2) 二极管的型号命名

二极管的型号包括 5 部分:第一部分数字表示电极数;第二部分字母表示材料和极性;第三部分字母(汉拼)表示器件类型;第四部分数字表示序号;第五部分字母(汉拼)表示规格号。



其中,第二、第三部分字母的含义如下。



例如,2AP9 表示序号为 9 的普通锗二极管;2CP 表示普通硅二极管;2AP 表示普通锗二极管;2CZ 表示硅整流二极管;2CW 表示硅稳压二极管。

2. 晶体管

1) 晶体管的分类

晶体管又称半导体三极管或双极型晶体管,它是一种控制电流的半导体器件,作用是把微弱信号放大成幅值较大的电信号,也用作无触点开关。晶体管是半导体基本元器件之一,具有电流放大及开关作用,是电子电路的核心元件。

晶体管是在一块半导体基片上制作两个相距很近的 PN 结,两个 PN 结把整块半导体分成 3 部分,中间部分为基极(B),两侧部分分别是发射极(E)和集电极(C),排列方式有 PNP 和 NPN 两种,如图 1-31 所示。

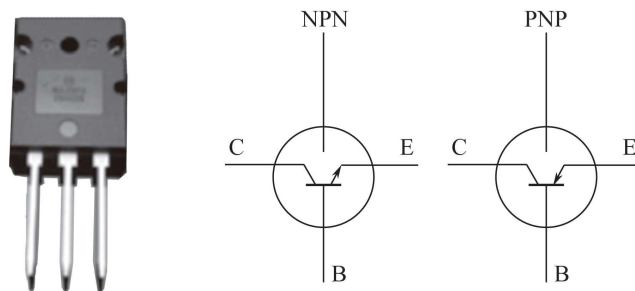


图 1-31 晶体管的类型及电路符号

晶体管的分类方式有以下 4 种。

- (1)依工作频率分:低频三极管和高频三极管。
- (2)依工作功率分:小功率三极管、中功率三极管和大功率三极管。
- (3)依封装形式分:金属封装三极管、玻璃封装三极管、塑料封装三极管。



(4)依导电特性分:PNP 型三极管、NPN 型三极管。

不同晶体管的外形如图 1-32 所示。

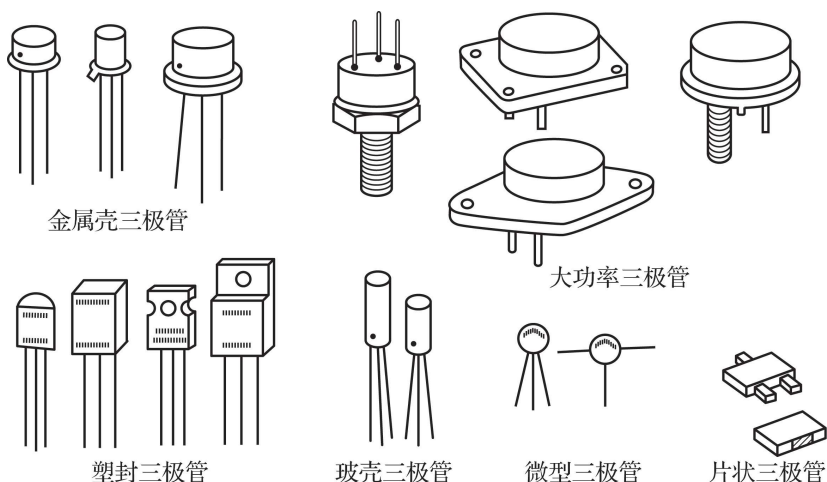


图 1-32 不同晶体管的外形

2) 晶体管的型号命名

认识晶体管首先要了解晶体管的命名方法。各国对晶体管的命名方法的规定不同,我国晶体管的型号一般由 5 部分组成,见表 1-8,国外部分公司及产品代号见表 1-9。

表 1-8 国内晶体管命名方法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
用数字表示器件电极的数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类型		用数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
3	三极管	A	PNP 型锗材料	X	低频小功率		
		B	NPN 型锗材料	G	高频小功率		
		C	PNP 型硅材料	D	低频大功率		
		D	NPN 型硅材料	A	高频大功率		
		E	化合物材料				

表 1-9 国外部分公司及产品代号

公司名称	产品代号	公司名称	产品代号
美国无线电公司(RCA)	CA	美国悉克尼特公司	NE
美国国家半导体公司	LM	日本电气公司	μ PC
美国摩托罗拉公司	MC	日本日立公司	RA
美国仙童公司	μ A	日本东芝公司	TA
美国得克萨斯公司	TL	日本三洋公司	LA, LB
美国模拟器件公司	AD	日本松下公司	AN
美国英特尔公司	IC	日本三菱公司	M



例如,3AX81 表示为 PNP 型锗材料低频小功率晶体三极管。

一般情况下,可以根据命名规则从晶体管管壳上的符号辨别出它的型号和类型,同时还可以从管壳上的色点的颜色来判断出管子的放大系数 β 值的大致范围。常用色点对 β 值分档见表 1-10。

表 1-10 常用色点对 β 值分档

色标	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
β	1~15	15~25	25~40	40~55	55~80	80~120	120~180	180~270	270~400

当从管壳上知道它们的型号及 β 值后,还应进一步判别它们的 3 个电极。晶体三极管的管脚(电极)必须一一确认,否则接入电路后不但不能正常工作,还会烧坏管子及其他电路。

四、汽车灯泡

以前照灯为例介绍汽车灯泡的类型。汽车大灯发展到现在,已经成为一种彰显个性和品位的手段。许多消费者在选购汽车时,也越发在意大灯的配置。汽车大灯的发展经历了卤素灯、氙气灯、LED 灯和激光灯。下面对 4 种不同的大灯进行分析,看看它们究竟有什么特点。

1. 卤素灯

卤素灯开始应用到车身上始于 20 世纪 70 年代,卤素灯的钨丝有比普通白炽灯更高的熔点,因此在亮度上卤素灯大于白炽灯。卤素灯的价位比较低,对于经济车型来说非常适用,它也是目前各大汽车厂商各类汽车中最常见的光源类型。

卤钨灯的基本发光原理和白炽灯相同,都是热辐射光源。如图 1-33 所示,卤素灯就是白炽灯的升级版,不同之处在于卤钨灯里面充入特殊的工作气体,其成分是 95% 的混合气(二溴甲烷和氩气)以及 5% 的高纯氮,这些气体在灯泡内建立了卤钨循环。其工作原理为:当灯丝发热时,钨原子被蒸发后向玻璃管壁方向移动,当接近玻璃管壁时,钨蒸气被冷却到大约 800 °C,并和卤素原子结合在一起,形成卤化钨(碘化钨或溴化钨)。卤化钨向玻璃管中央继续移动,又重新回到被氧化的灯丝上,由于卤化钨是一种很不稳定的化合物,其遇热后又会重新分解成卤素蒸气和钨,这样钨又在灯丝上沉积下来,弥补被蒸发掉的部分。通过这种再生循环过程,灯丝的使用寿命不仅得到了大大延长(几乎是白炽灯的 4 倍),同时由于灯丝可以工作在更高温度下,从而得到了更高的亮度、更高的色温和更高的发光效率。



图 1-33 卤素灯



当在夜晚观察路上行驶的汽车时,灯光发黄的十有八九是装配了卤素灯的车辆。从效果上来看,卤素灯色温偏低,因此光线颜色偏暖黄。在光线不足的情况下,偏黄的卤素灯没有氙气灯那么显眼,但是满足夜间正常使用还是没有问题的。

目前市面上大部分家用车都配备了卤素灯,原因在于卤素灯成本低、技术成熟、使用效果也不错。一些以经济适用为卖点的车型,如北汽 EV160、比亚迪 e5 等,都全系配备了卤素灯。如图 1-34 所示,汽车上卤素灯与反光罩搭配使用。



图 1-34 卤素灯实车安装

2. 氙气灯

很多汽车都采用传统卤素灯,而 60% 以上的交通事故都发生在夜间或天气情况欠佳时,而卤素灯在这时照明效果会大大降低。这样,驾驶员视野受到了严重的影响,易产生疲劳、分神等情况,发生交通事故的概率倍增。这时提高灯光的性能就显得非常紧迫了。在传统卤素灯无法满足使用需求时,人们会寻求亮度更高、寿命更长的照明系统,因此市场上所谓的超白光、超强光等产品也应运而生,而氙气灯就是其中一种。

氙气灯又叫 HID,即高压气体放电灯(high intensity discharge)的英文缩写。氙气灯是用包裹在石英管内的高压氙气替代传统的钨丝,然后通过增压器将车上 12 V 的直流电压瞬间增压至 23 000 V 的高压,经过高压振荡激发石英管内的氙气电子游离,在两电极之间产生光源,这就是所谓的气体放电。HID 工作时所需电流仅为 3.5 A,亮度是传统卤素灯的 3 倍,使用寿命比传统卤素灯长 10 倍,可达 1 500~2 500 h。图 1-35 所示为氙气灯在前照灯的应用。各品牌氙气大灯都由安定器(控制器或控制模块)、灯泡、线材等组成,如图 1-36 所示。



图 1-35 氙气灯在前照灯的应用



图 1-36 氙气灯的组成

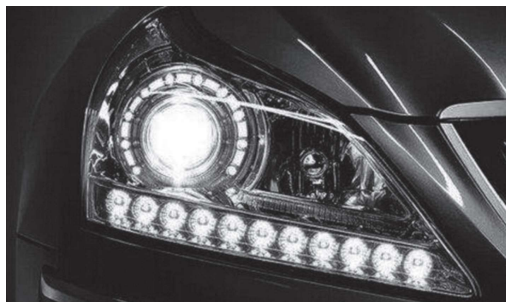
一般来说,氙气灯相比卤素灯色温更高。目前主流的氙气灯色温达 4 200~6 000 K, 光色趋近于正午太阳光。理论上,越接近太阳光的颜色越容易使人眼适应。但目前改装氙气灯的色温多为 4 200 K, 这样的色温其实与卤素灯相差不大。这主要是考虑到实用性,色温越低越能保证光的穿透性。它还有一个突出的优点,就是当它出现故障时往往会逐渐变暗,而不是突然不亮,可以给驾驶员反应时间。

自从宝马于 1991 年将氙气灯配备到高端车型上之后,奔驰、奥迪等汽车生产商也加紧了氙气灯的应用研究。现今的氙气灯已经成为高端车型一项不可缺少的标准配置。从理论上讲,氙气前照灯具有照明亮度高、照射时间长、稳定性好,并且节约耗电等众多优点。

3. LED 灯

LED 是发光二极管的英文缩写,于 20 世纪 60 年代产生。LED 车灯是指以 LED 为光源的车灯。LED 具有亮度高、颜色种类丰富、低功耗、寿命长的特点,故被广泛应用于汽车领域。20 世纪 90 年代,有些新型的国产汽车仪表上开始采用 LED,主要用于充电指示灯、高位制动灯等。LED 前照灯则出现得相对晚一些,这主要是因为 LED 灯无法发出白光。

LED 是一种可以自身发光的、包含 PN 结的固体半导体元件。LED 的芯片是由 P 型半导体和 N 型半导体组成的晶片,在 P 型半导体和 N 型半导体之间有一个过渡层,称为 PN 结。当采用砷化镓(红外线)、砷磷化镓(红到黄)、磷化镓(绿)等半导体材料时,在这些半导体材料的 PN 结中,注入的少数载流子与多数载流子复合时会把多余的能量以光的形式释放出来,从而把电能直接转换为光能。当给 PN 结施加正向电压,电流从 LED 的正极流向负极时,半导体晶体管就会发出从紫外线到红外线不同颜色的光线,光的强弱与电流大小有关。LED 灯的光学结构和氙气灯基本相同,都需要一个反射碗和一个透镜来汇聚平行光线。由于 LED 灯对热敏感,还需要特别加装散热装置,如图 1-37 所示。



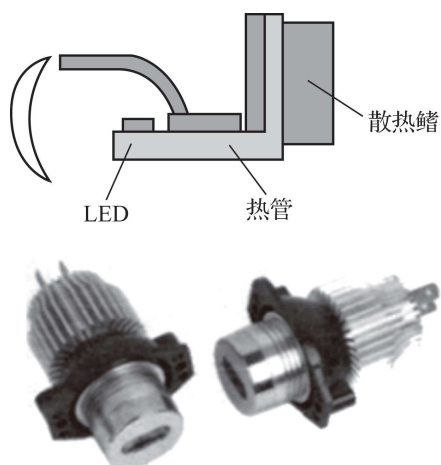


图 1-37 LED 车灯结构

汽车厂商青睐 LED,完全是由 LED 本身的优点决定的。LED 车灯具有以下优点。

(1)寿命长,一般可达几万乃至 10 万个小时。如果汽车照明灯使用 LED,那么整个汽车使用期限都不用更换灯具。

(2)高效率、低能耗。LED 光源不需要滤色就能直接产生汽车灯具需要的红色、琥珀色等颜色光,无损耗,电能利用率高达 80%以上。

(3)光线质量高,属于环保产品,基本上无辐射,是“绿色”光源。

(4)LED 的结构简单,内部无支架结构,四周用透明的环氧树脂密封,抗震性能好。

(5)点亮无延迟,亮灯响应速度快(纳秒级),适于移动速度快的物体使用。

(6)适于低电压工作,完全可以应用在汽车上。

(7)LED 占用体积小,设计者可以随意变换灯具模式,令汽车造型多样化。

当然,LED 也存在以下一些缺点。

(1)成本高。以 LED 倒车灯为例,一个 LED 倒车灯将近 30 元,其中多为 LED 的成本,而一个普通卤素灯泡价格不到 10 元。高价格导致经济型汽车无法装备 LED 车灯,市场无法推广开来。

(2)散热性不好。散热处理不好容易光衰,影响车灯的使用寿命。

(3)现无出台行业标准,产品质量参差不齐。

(4)光型设计有难度。

(5)不适合长时间照明,如果长时间照明要考虑简单的散热设计。

(6)维修性能差。

(7)点光源使灯的外观和人们习惯的灯泡有一定的差距,接受难度大。

4. 激光灯

从过去的卤素灯、氙气灯到 LED,再到激光灯,汽车大灯技术进化的步伐从未停歇,更掀起一场场“电眼”风潮,而宝马则是“功臣”之一。激光灯的发光元件是激光二极管,它与发光二极管有千丝万缕的联系。

激光大灯的照射范围是 LED 的数倍之多,达到 500~600 m,如图 1-38 所示,可扩大驾



驶员的视野。其次,激光大灯由于总成体积更小、发热更低,留给设计师在美学、空气动力学、空间布局等方面更多发挥空间。再次,得益于激光大灯本身较为狭窄的光斑,其照射范围和穿透力都较 LED 更出彩,这样在夜间行车及雨雾天气,驾驶员视野也因此变得更加开阔,能更早做出危险判断。此外,激光大灯往往与自适应技术相结合,尤其在对向会车时,灯光可控范围会更大,能提早避免炫目带来的潜在危险。

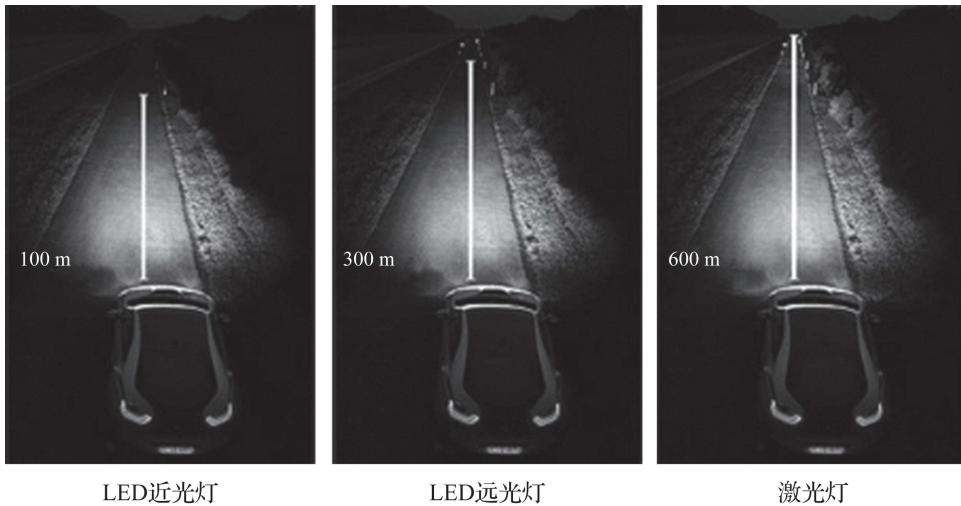


图 1-38 LED 与宝马 i8 混合动力汽车激光灯照射范围对比图

激光大灯是一种集合多种优势的新式光源,是技术进步的产物。以宝马激光大灯为例,从结构上看,其包括激光光源、反射镜、黄磷滤光镜及反射碗 4 个部分。其工作原理是让激光经历“射出、穿透、两反射”总共 4 个过程,首先 3 束蓝色激光先从激光器射出,然后经过激光反射镜,接着聚焦到黄磷滤光镜产生白光,之后在反射碗上再反射一次,最终形成集中照射的圆锥形光束射向车外,如图 1-39 所示。

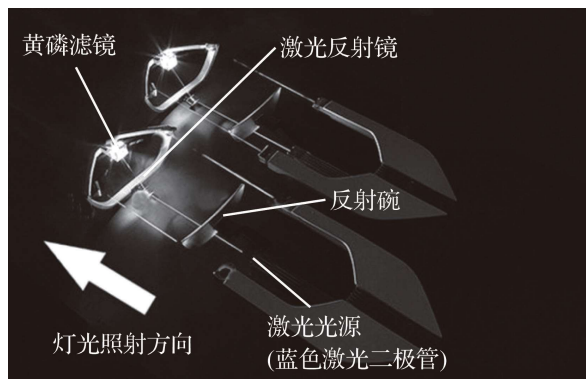


图 1-39 宝马 i8 混合动力车的激光前照灯照射过程

激光灯的优势如下。

- (1)激光灯照明强度是 LED 灯的 3 倍。
- (2)激光灯的照程是 LED 远光灯的两倍,其光束覆盖距离长达 5 个足球场的长度。
- (3)只需通过一个镜片就可控制激光光束的方向,实现灵活照明。
- (4)在内饰方面激光也带来很多新的优势,如利用导光材料,可以用激光实现车内照明。



激光灯也存在劣势。从目前的实际情况来看,激光灯最大的劣势就是成本太高,不利于普及。如果能解决激光灯成本高这一难题,那么激光灯很有可能成为未来汽车产业的普及配置。

五、按钮、开关和继电器

按钮与开关属于接触式传感器。作用力施加在按钮和开关上时(按压、松开),它们都会发送信号。按钮或开关通常用于探测某些状态,如行李箱盖是处于打开状态还是关闭状态。按钮仅在按压期间发送信号,此后返回静止位置。而开关操作时会卡止在相应的位置,只有再次操作才会返回初始位置并结束信号发送。按钮的电路符号如图 1-40 所示。常开式按钮经常被用作启动按钮;常闭式按钮经常被用作停止按钮;组合式按钮经常被用作启动与停止交替动作的按钮。



图 1-40 按钮的电路符号

继电器(relay)是一种电控制器件,是当输入量(激励量)的变化达到规定要求时,在电气输出电路中使被控量发生预定的阶跃变化的一种电器。它具有控制系统(输入回路)和被控系统(输出回路)之间的互动关系。继电器通常应用于自动化的控制电路中,它实际上是用小电流去控制大电流运作的一种自动开关,故在电路中起着自动调节、安全保护、转换电路等作用。继电器实物图如图 1-41 所示,本项目任务三将对继电器进行详细介绍。



图 1-41 继电器实物图



思考与练习

一、填空题

- 熔断器俗称_____，使用时，熔断器_____在被保护的电路中，在电路中起到_____作用。
- 203 表示的电阻阻值为_____。
- 2CW 所代表的二极管的含义为_____。
- 电容器的存储能力以_____衡量，电容大单位为_____。
- 汽车灯泡的发展经历了_____、_____、_____和_____ 4 个过程。
- 断电情况下检查继电器，通常用欧姆挡检测继电器的_____部分，用蜂鸣挡检测继电器的_____部分。
- 新能源汽车电气分为_____电气和_____电气两部分。

二、判断题

- 当电路中用电器负载过大或电路中有短路的情况，导致电路中电流异常并超过其额定电流时熔断器会熔断。 ()
- 二极管的整流原理是二极管具有单向导电性。 ()
- 汽车激光大灯是宝马公司的产物。 ()
- 起动继电器保护的是起动机。 ()

三、选择题

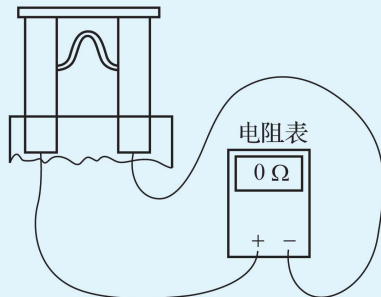
- 某个熔丝上标有数字 10，其代表的意义是()。

A. 电阻 10 Ω	B. 电压 10 V
C. 功率 10 W	D. 电流 10 A
- ()照射范围是 LED 的数倍之多，达 500~600 m。

A. 卤素灯	B. 氙气灯	C. 激光灯	D. 白炽灯
--------	--------	--------	--------

四、简答题

- 判断下面连线中熔丝是否熔断，并给出说明。





2. 解释下面晶体管的含义。

(1)3AD50C;(2)3DG201B。

3. 简述热敏电阻在新能源汽车上的应用。

4. 简述非极化电容器与极化电容器的区别。

5. 如何检测下面的五脚继电器?

