

汽车职业技能培训教材

21世纪汽车职业院校优秀教材

汽车电工

凌凯汽车资料编写组 编著



北京邮电大学出版社
[Http://www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

责任编辑：张莉莉

封面设计：段金龙



《汽车机修》

本书主要介绍了汽车的构造原理与发动机及底盘的检修技术。全书以原理与维修相结合的编写方式，重点讲解了汽车基本构造与原理，机修的基本设备及其使用，发动机构造原理与检测维修，底盘四系（传动系、行驶系、转向系、制动系）的构造原理与检修。

全书内容既具专业性，又有实用性，图文并茂，通俗易懂，可操作性极强，特别适合汽车机修的教学与实习。

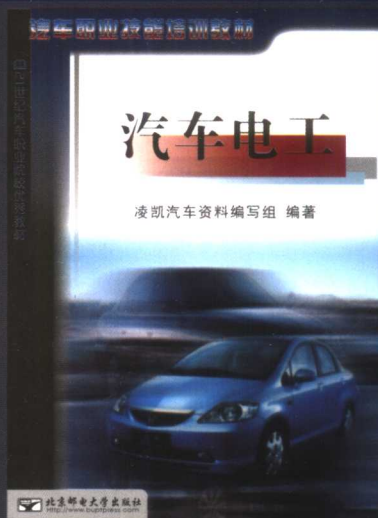
本书可作为各汽车职业院校相关专业的专业课教材使用，也可供汽车维修从业人员作为岗位培训教材使用，还可供该行业的从业人员熟悉了解专业技术，提高业务水平使用。

《汽车电工》

本书从汽车电子电气的基础知识开始，由浅入深地讲述了汽车车身电气与汽车发动机、底盘与车身的电子控制系统的组成原理及检修技术。全书以框架模块式方法讲原理，以突出检修方法与思路的形式讲故障维修技术，在理论应用的基础上提升故障分析判断的能力，在实践操作的基础上加强故障排除修复的能力。

全书内容既具专业性，又有实用性，图文并茂，通俗易懂，可操作性极强，特别适合汽车电工的教学与实习。

本书可作为各汽车职业院校相关专业的专业课教材使用，也可供汽车维修从业人员作为岗位培训教材使用，还可供该行业的从业人员熟悉了解专业技术，提高业务水平使用。

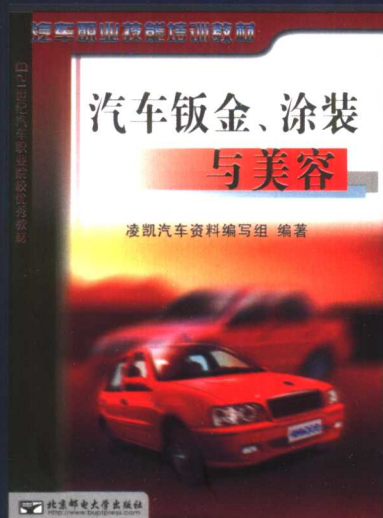


《汽车钣金、涂装与美容》

本书主要介绍了汽车车身钣金、涂装修理和汽车美容护理等方面的工艺技术。详细讲解了钣金修理工艺流程和技巧、轿车车身及板件损伤的维修，车身预处理，底漆、中间涂料、面漆的涂装工艺流程与技巧，漆施工常见问题及其对策，和汽车美容护理与装璜项目等内容。

全书内容既具专业性，又有实用性，图文并茂，通俗易懂，可操作性极强，特别适合汽车钣金、涂装与美容的教学与实习。

本书可作为各汽车职业院校相关专业的专业课教材使用，也可供汽车钣金、涂装与美容等行业从业人员作为岗位培训教材使用，还可供该行业的从业人员熟悉了解专业技术，提高业务水平使用。



ISBN 7-5635-1280-2



9 787563 512805 >

ISBN 7-5635-1280-2
TH·18 定价：50.00元

第一章 汽车电路中常见的电气电子元件

第一节 汽车电路中的电气元件

一、保险装置

保险装置主要指的是保护电气线路或用电设备（用电器）的易熔线和熔断器（保险丝）。

1、易熔线（如图1-1所示）

易熔线通常用来保护电源和大电流干线，它在5s内熔断的电流和普通熔丝相比，相当于有200A~300A电流通过，因此绝对不允许换用比规定容量大的易熔线。当其熔断时要仔细查找原因，彻底排除故障。

易熔线常用截面积为 0.3mm^2 、 0.5mm^2 、 0.85mm^2 和 1.25mm^2 的熔线构成，其熔断电流及允许通过的电流是一定的。

易熔线熔断后，虽找到故障原因并排除后，但无相同规格的熔线可代换，暂时可以用同容量的熔断器串接在电路上或用粗导线代替，过后一定及时换用符合要求的易熔线。

2、熔断器（保险丝）

熔断器一般安装在仪表盘附近或发动机罩下面的熔断器盒内，常与继电器组装在一起，构成全车电路的中央接线盒。由于全车电路被点火开关和其他开关（如灯光开关）分成火线、点火/仪表/指示灯线和附件专用线，还可以再由继电器灯光开关分成小灯、尾灯线、前照灯线等，所以相应的熔断器也会分成几类。可以用试灯或电压表将熔断器分类：

- （1）所有开关都断开时仍有电的熔丝为蓄电池线（30号）所接；
- （2）点火开关在ON位时有电的熔丝为点火/仪表/指示灯线（15号）所接；
- （3）在附件专用挡有电的熔丝为附件专用线（Acc线）所接。

普通熔断器通过电流为110%额定值时不熔断；通过的电流为135%额定值时，在60s以内熔断；流过的电流为150%额定值时，20A以内的熔断器应在15s以内熔断；30A熔断器应在30s以内熔断。熔断器外观与熔值标注如图1-1所示：



图1-1 易熔线、熔断器与其熔值标注

◇熔断器的检查

熔断器熔断一般通过观察便可发现。对于较隐蔽的故障,需要进行详细检查。方法是用万用表测量熔断器是否熔断,也可用试灯方法检查。检查熔断器的要求如下:

- (1) 熔断器熔断后,必须找到故障原因,彻底排除故障。
- (2) 更换熔断器时,一定要与原规格相同,特别要注意,不能使用比规定容量大的熔断器。在汽车上增加用电设备时,不能随意改用容量大的熔断器,应另外安装熔断器。
- (3) 熔断器支架与熔断器接触不良会产生电压降和发热现象。因此,特别要注意检查有无氧化和脏污现象。若有脏污和氧化物,必须用细砂纸打磨光,使其接触良好。

◇熔断器熔断后的应急处理方法

- (1) 熔断器熔断后,在没有备用熔断器的情况下,也绝对不能使用香烟盒上的锡箔纸代替熔断器,如果装上锡箔纸,即使流过锡箔纸50A以上的电流,锡箔纸除了会发热变红之外也不会熔断,容易引起火灾,是十分危险的。
- (2) 在应急时可用细导线代替熔断器,把汽车上使用的 0.5mm^2 乙烯树脂多股绞合线拆开,使用其中的一股。这种细导线一般相当于大约15A的熔断器。

二、继电器

1、继电器的概念

继电器是自动控制电路中常用的一种元件,它是利用电磁感应原理以较小的电流来控制较大电流的自动开关,在电路中起着自动操作、自动调节、安全保护等作用。在汽车电气系统中所使用的继电器体积较小,触点控制的电流也较小,属于小型继电器。这里主要讨论汽车用的小型继电器。

2、继电器的类型

继电器的种类很多,常用的有电磁式和簧式两种。电磁式继电器是以电磁系统为主体构成的,当切断继电器线圈的电流时,电磁力失去,衔铁在板簧的作用下恢复原位,触点又闭合。由于电磁式继电器成本低等优点,被广泛应用于汽车电器中。

3、汽车继电器的典型应用

汽车上许多电器部件需要用开关进行控制。由于汽车电气系统电压较低,具有一定功率的电器部件工作电流较大,一般在几十安以上,这样大的电流如果直接用开关或按键进行通断控制,开关或按键的触点将因无法承受大电流的通过而烧毁。在汽车上常用的继电器有:起动继电器、喇叭继电器、闪光(转向)继电器、刮水继电器等,下面做简单介绍。

(1) 起动继电器

在采用电磁啮合式起动机的起动电路中,起动开关常与点火开关制成一体,由于通过起动机电磁开关(吸引线圈和保持线圈)的电流很大(大功率起动机可达30~40 A),而使点火开关早期损坏。为此,在有些汽车上,点火开关和起动机电磁开关之间装有起动继电器,如图1-2所示。

当点火开关转到起动位置时电流流经:蓄电池正极→蓄电池接线柱→衔铁→常开触点→起动机接线柱→起动机电磁开关接线柱,起动机开始工作,使发动机起动。

(2) 闪光继电器

闪光继电器又称为闪光器,按其结构不同,可分为阻丝式、电容式和电子式三种。其中阻丝式又可分为热丝式(电热式)和翼片式(弹跳式),而电子式又可分为混合式(带触点的继电器)



与电子元件)和全电子式(无继电器)。热丝式闪光器,也被称为电热式闪光器。热丝式闪光器的结构与工作原理如图1-3所示,在胶木底板上固定着工字形的铁心,其上绕有线圈,线圈的一端与固定触点相连,另一端与接线柱相连。镍铬丝有较大的热膨胀系数,一端与活动触点相连,另一端固定在调节片的玻璃球上,附加电阻也由镍铬丝制成。不工作时,活动触点在镍铬丝的拉紧下与固定触点分开。当汽车向右转弯时,接通转向开关,电流从蓄电池正极→接线柱→活动触点臂→镍铬丝→附加电阻→接线柱→转向开关→右(前、后)转向信号灯和仪表板上右转向指示灯→搭铁→蓄电池负极,形成回路。此时由于附加电阻和镍铬丝串入电路中,电流较小,故转向信号灯不亮。经一段时间后,镍铬丝受热膨胀而伸长,使触点闭合,电流由蓄电池正极→接线柱→活动触点臂→触点→线圈→接线柱→转向开关→右(前、后)转向信号灯和仪表板上右转向指示灯→搭铁→蓄电池的负极,形成回路。此时由于附加电阻和镍铬丝被短路,而线圈中有电流通过产生电磁吸力使触点闭合更为紧密,线路中的电阻小、电流大,故转向灯发出较亮的光。但镍铬丝因被短路渐渐冷却而收缩,又打开触点,附加电阻又重新串入电路,灯光又变暗。如此反复变化,触点时闭时开,附加电阻交替被接入或短路,使通向转向灯的电流忽大忽小,从而使转向灯一明一暗地闪耀指示车辆行驶的方向。

转向灯的闪光频率为50~110次/分钟,但一般控制在60~95次/分钟。

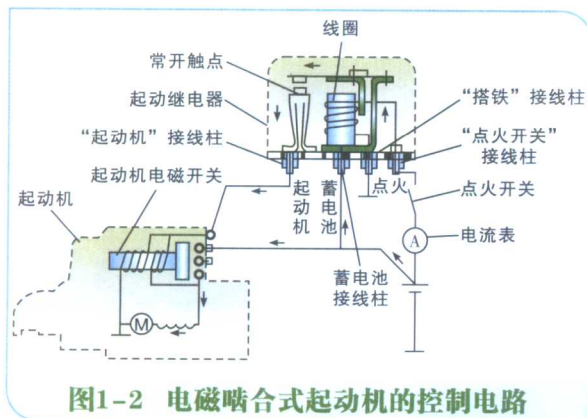


图1-2 电磁啮合式起动机的控制电路

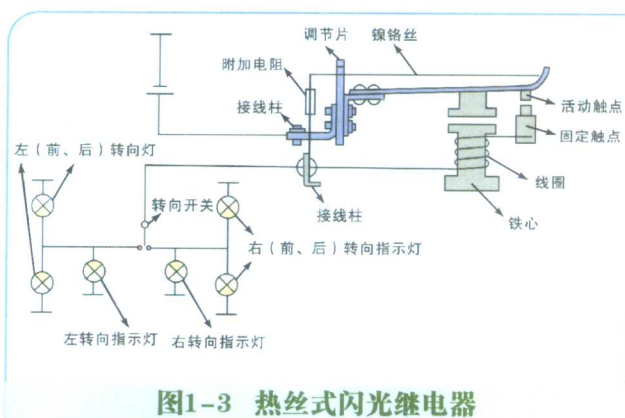


图1-3 热丝式闪光继电器

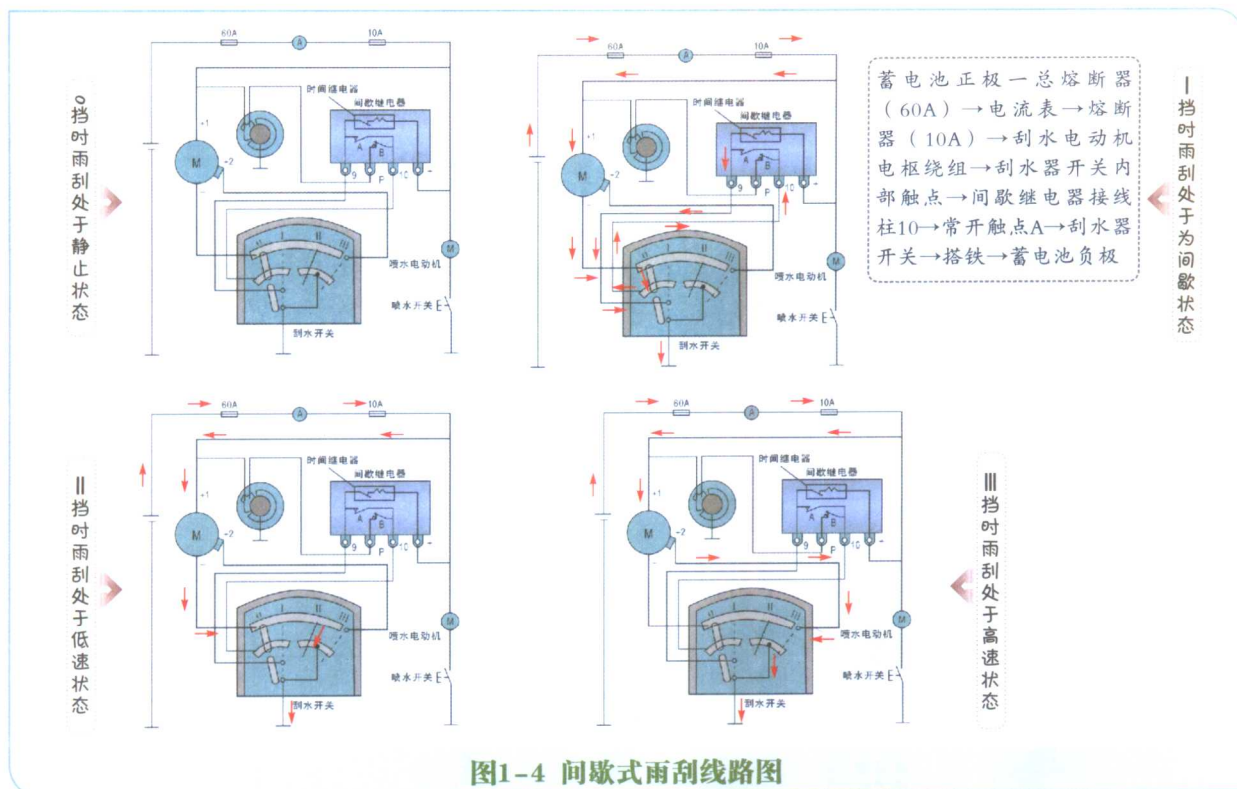
(3) 刮水继电器

图1-4为汽车上常见的间歇刮水器线路图。

除刮水开关外,还有一个内部带有时间继电器的间歇继电器(刮水继电器)。刮水器上有0、I、II、III四个挡位,其中0挡为停止挡,I挡为间歇挡,II挡为低速挡,III挡为高速挡,工作原理如下:当刮水器开关拨至I挡时,刮水间歇继电器中的时间继电器通电,产生吸力,将动合触点A闭合,动断触点B打开,此时电动机通过间歇继电器构成回路。其电路为:蓄电池正极→总熔断器(60A)→电流表→熔断器(10A)→刮水电机绕组→刮水器开关内部触点→间歇继电器接线柱10→常开触点A→刮水器开关→搭铁→蓄电池负极。电动机运转,带动刮水器工作。当电动机运行一段时间后,间歇继电器中的时间继电器线圈经几秒的延时自动断电,在弹簧的作用下,动合触点A被打开,动断触点B又闭合。由于此时自动停位触点处于自动停位器的搭铁铜片上,电动机不因继电器线圈断电而停止工作。此时电路为:蓄电池正极→总熔断器(60A)→电流表→熔断器(10A)→电枢刮水器开关内部→间歇继电器接线柱10→动断触点B→自动停位器搭铁片→搭铁蓄电池负极。当电动机转到电源触点和自动停位触点处于在同一铜片位置时,刮水电机电路被切断,电动机便停止工作。但由于机械惯性,电动机瞬间还会转动,因而电动机以发电机运行而产生制动,迫使电动机立即停止转动,此时雨刮片正处于玻璃下方。间歇继电器经几



秒钟间歇延时又重新接通,刮水电动机又开始工作。如此反复循环,构成了刮水电动机的间歇工作。当刮水器拨至Ⅱ、Ⅲ挡时,电动机的转速直接由刮水开关控制。此时刮水开关内部I挡的触点自动与搭铁断开。只有将刮水开关拨至0挡时,电动机自动复位并停止运转。



三、点火线圈

点火线圈能将汽车电源系统提供的低压电,变为高达几千伏甚至上万伏的高压电,用于点燃发动机内的汽油混合气。点火线圈分为开磁路式和闭磁路式两类。

1、开磁路式点火线圈

开磁路式点火线圈的结构如图1-5所示,点火线圈的上端装有胶木盖,其中央突出部分为高压接线柱,其他的接线柱为低压接线柱。根据低压接线柱的数目不同,点火线圈有两接线柱式和三接线柱式之分。

为了减少涡流和磁滞损耗,铁心由硅钢片叠成,包在硬纸板套内,其上绕有二次绕组,它用直径为0.06~0.10 mm的漆包线,绕11000~26000匝(DQ125型点火线圈,为线径是0.08mm的漆包线,绕23200匝)。一次绕组绕在二次绕组的外边,以利于散热。一次绕组用直径为0.5~1.0mm的漆包线,绕230~370匝(DQ125型点火线圈一次绕组是直径为0.75mm漆包线,绕290匝)。绕组绕好后,在真空中浸以石蜡和松香的混合物,以增强绝缘。绕组和外壳之间,装有导磁用的钢片,用来加强磁通,外壳的底部有瓷杯,以防高压电击穿二次绕组的绝缘层向铁心和外壳放电。为加强绝缘和防止潮气侵入,在外壳内填满沥青或变压器油,前者称为干式点火线圈,后者称为油浸式点火线圈。

当一次电流流过一次绕组时,使铁心磁化,其磁路如图1-6所示。由于磁路的上、下部分都是从空气中通过的,铁心未构成闭合磁路,所以称为开磁路点火线圈。

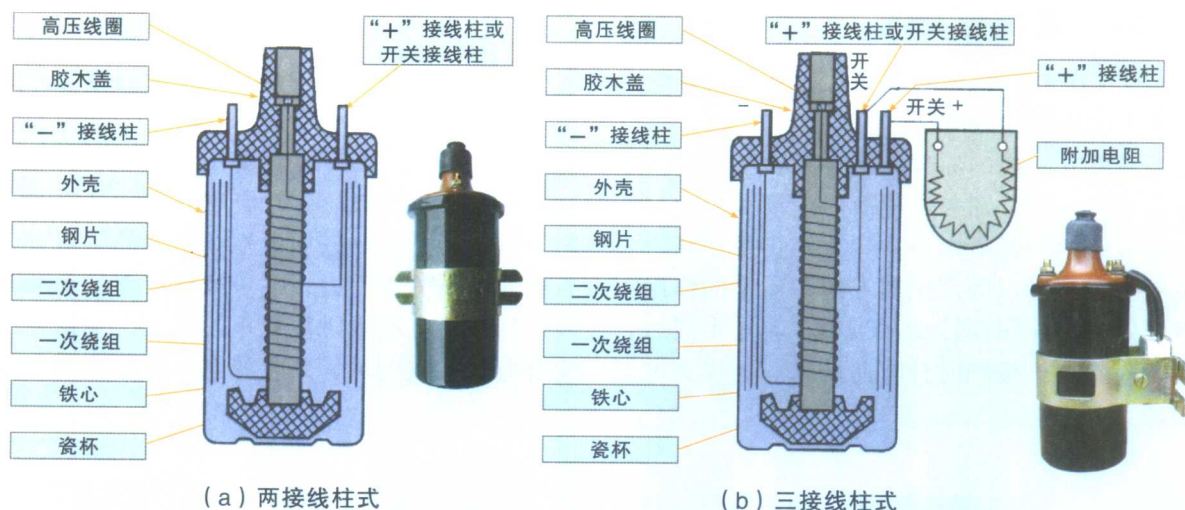


图1-5 开磁路式点火线圈

两接线柱式点火线圈的低压接线柱上分别标有“+”、“-”的标记。三接线柱式点火线圈与两接线柱式的主要区别是三接线柱式外壳上装有一个附加电阻，为固定该电阻，又增加了一个低压接线柱。附加电阻就接在标有“开关”和“+”的两接线柱上（如图1-5（b）所示）。

附加电阻可由低碳钢丝、镍铬丝或纯镍丝制成。具有受热时电阻迅速增大，而冷却时电阻迅速降低的特性。因此，在发动机工作时，可自动调节一次电流，改善高速时的点火特性。

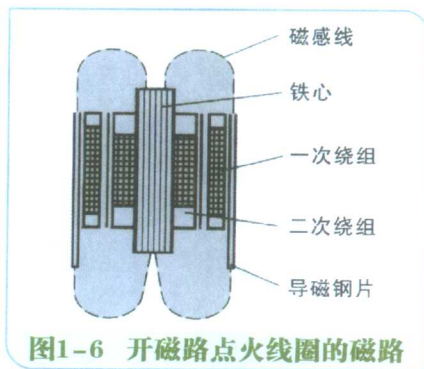


图1-6 开磁路点火线圈的磁路

2、闭磁路式点火线圈

闭磁路式点火线圈的结构如图1-7所示。

在“日”字形铁心内绕有一次绕组，在一次绕组的外面绕有二次绕组，其磁路如图1-8所示。

由图可知，磁感线经铁心构成闭合磁路。闭磁路式点火线圈的优点是漏磁少，磁路的磁阻小，因而能量损失小，能量变换率高，可达75%（开磁路式点火线圈只有60%）。并且闭磁路式点火线圈采用热固性树脂作为绝缘填充物，外壳以热熔性塑料注塑成型，其绝缘性、密封性均优于开磁路式点火线圈。

闭磁路式点火线圈体积小，可直接装在分电器盖上，不仅结构紧凑，而且省去了点火线圈与分电器之间的高压导线，并可使二次电容减小，所以在电子点火系统中得到了广泛使用。

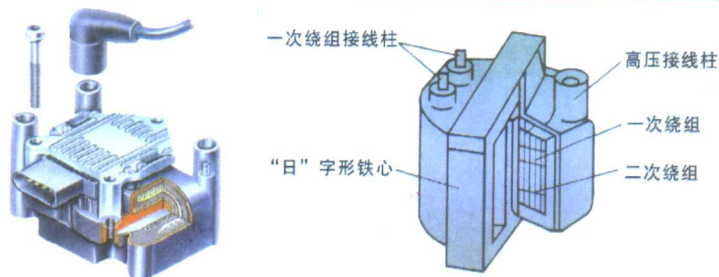


图1-7 闭磁路点火线圈

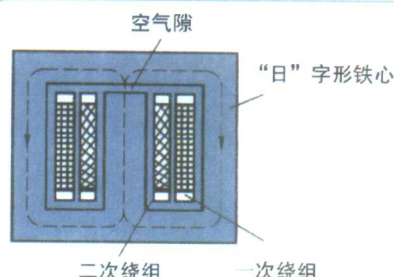


图1-8 闭磁路点火线圈的磁路



四、直流电动机

直流电动机是利用磁场的相互作用将电能转化成机械能，在磁场内通电导线受到磁场力的作用而产生移动的倾向。

直流电动机的原理如图1-9所示，在磁场中放置一个线圈，线圈的两点分别与两片换向片连接，两只电刷分别与两片换向片接触，并与蓄电池的正极或负极接通。电流方向为：蓄电池正极→励磁绕组→正电刷→换向片→电枢绕组→负电刷→蓄电池负极。按照电枢绕组中的电流方向，由左手定则可以确定电枢左边受向上的作用力，右边受向下的作用力，整个电枢线圈受到顺时针方向的转矩作用而转动。当电枢转过半周后，换向片与正负电刷接触位置正好换位，电枢绕组因受转矩作用仍按顺时针方向转动。这样在电源连续对电动机供电时，其线圈就不停地按同一方向转动。

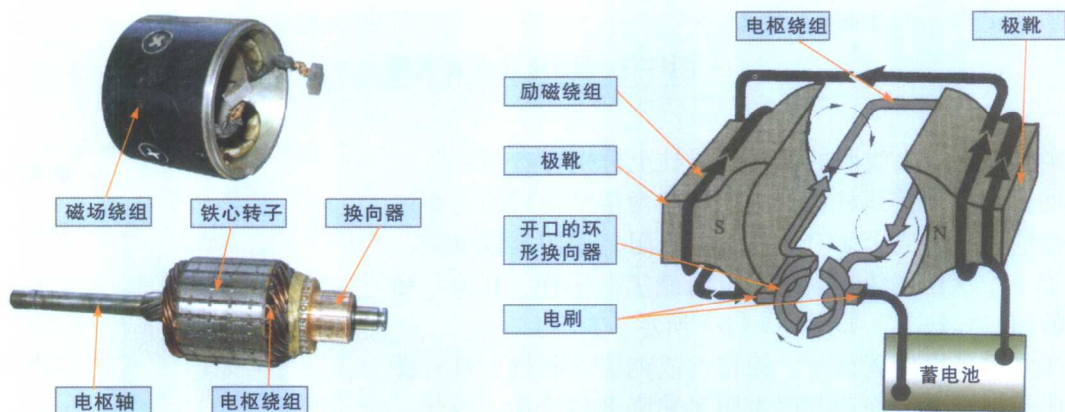


图1-9 直流电动机原理图

◇ 永磁三刷式电动机

如图1-10所示为永磁三刷式电动机示意图，电刷B3为高、低速公用，电刷B1用于低速，与电刷B1位置相差 60° 处有一个用于高速的电刷B2，电枢绕组采用对称叠绕式。

永磁式三刷电动机是利用三个电刷来改变正负电刷之间串联的线圈数实现变速的，其原理是：直流电动机工作时，在电枢内同时产生反电动势，其方向与电枢电流的方向相反。如要使电枢旋转，外加电压必须克服反电动势的作用。当电枢转速上升时，反电动势也相应上升，只有当外加电压几乎等于反电动势时，电枢的转速才趋于稳定。该类型的电机应用于汽车电动雨刮上。

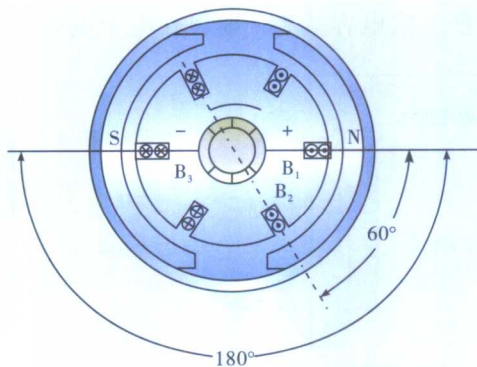


图1-10 三刷式刮水电动机示意图



五、汽车用电线

汽车线路是用导线连接起来的，而其导线是用电器从电源获得电能必不可少的元件。汽车电气设备的连接导线，按承受电压的高低，可分为高压导线和低压导线两种。其中低压导线按其用途来分，又有普通低压导线和低压电缆线两种。汽车充电系统、仪表、照明、信号及辅助电气设备等，均使用普通低压导线，而起动机与蓄电池的连接线、蓄电池与车架的搭铁线等则采用电缆线；点火线圈（高压）输出线、分电器盖至发动机各缸火花塞上的（高压）分线，则使用特制的高压点火线或高压阻尼点火线。

1、低压线

（1）低压线截面积的正确选择

汽车上各种电气设备所用的连接导线，可根据用电设备的负载电流大小适当选择导线的截面积。其原则一般为：长时间工作的电气设备可选用实际载流量60%的导线；短时间工作的用电设备可选用实际载流量60%~100%之间的导线。同时，还应考虑电路中的电压降和导线发热等情况，以免影响用电设备的电气性能和超过导线的允许温度。为保证一定的机械强度，一般低压导线截面积不小于 0.5mm^2 。如表1-1所示为各种铜心导线标称截面积的允许载流量。

表1-1 汽车用低压导线允许载流量

铜心电线截面积 (mm^2)	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50
载流量 (60%)	7.5	9.6	11.4	14.4	19.2	25.2	33	45	63	82.8	102	129
载流量 (100%)	12.5	16	19	24	32	42	55	75	105	138	170	215

如表1-2所示为汽车12V电系主要电路导线截面积选择的推荐值，如表1-3所示为国产汽车12V电系各用电系统所用导线的截面积。

表1-2 汽车12V电系主要电路导线截面积的推荐值

汽车类型	额定电压 (V)	标称截面积 (mm^2)	用途
轿车、货车、挂车	12	0.5	后灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、刮水电机、电钟
	12	0.8	转向灯、制动灯、停车灯、分电器
		1.0	前照灯的单线（不接保险器）、电喇叭（3A以下）
	12	1.5	前照灯的电线束（接保险器）、电喇叭（3A以上）
	12	1.5~4	其他连接导线
	12	4~6	电热塞
	12	4~25	电源线
	12	16~95	起动机电缆

表1-3 国产汽车12V电系主要电路所用导线的截面积

电路系统名称	电线起止名称	电线截面积 (mm^2)
充电系统	发电机→调压器“磁场”“搭铁”线	0.75~1
	发电机“电枢”→调压器“电枢”	2.5~3.0
	调压器“电池”→电流表→起动机	3.0~6.0
开关连接线	电流表→电源开关→各用电设备开关	2.0~3.0
起动系统	预热启动开关、预热指示器→电热塞、起动机电磁开关	2.5~3.0
	起动机转换开关→起动机各控制开关导线	
照明系统	前照灯远光	1.5~2.5
	前照灯近光、前小灯、后灯、转向信号灯	1.0~1.5
电喇叭	电源→喇叭→开关	1.0~1.5
仪表系统	点火开关→仪表→传感器	0.75~1.0
起动机系统	起动机电源线、蓄电池搭铁线	36、43、50、70



(2) 低压线的型号与规格

用于汽车照明、仪表、其他辅助设备以及起动机、蓄电池与搭铁等低压线的型号、规格如表1-4所示。

表1-4 汽车用低压线的型号与规格

型号	名称	标称截面积 (mm ²)	心线结构		绝缘层标称厚度 (mm)	电线最大外径 (mm)	型号	名称	标称截面积 (mm ²)	心线结构		绝缘层标称厚度 (mm)	电线最大外径 (mm)
			根数	直径 (mm)						根数	直径 (mm)		
QVR	聚氯乙烯绝缘低压线	0.5			0.6	2.2	QFR	聚氯乙烯-丁腈复合物绝缘低压线	0.5			0.6	2.2
		0.6			0.6	2.3			0.6			0.6	2.3
		0.8	7	0.39	0.6	2.5			0.8	7	0.39	0.6	2.5
		1.0	7	0.43	0.6	2.6			1.0	7	0.43	0.6	2.6
		1.5	17	0.52	0.6	2.9			1.5	17	0.52	0.6	2.9
		2.5	19	0.41	0.8	3.8			2.5	19	0.41	0.8	3.8

(3) 低压线的颜色

随着汽车用电设备的增加,导线数目也在不断增多,为便于识别和检修汽车电气设备,电线束中的低压线通常由不同颜色组成。

根据JB/Z116—75《汽车、拖拉机电线颜色选用规则》的规定,低压电路的电线(标称截面 $\leq 4\text{mm}^2$),有以单色线为基础和以双色线为基础的两种选用原则。

若以单色线为基础选用时,其单色线的颜色,双色线主、辅色的搭配及其代号,分别如表1-5、1-6所示,其中黑色(B)专作接地(搭铁)线用。

表1-5 汽车用单色低压线的颜色与代号

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
颜色	黑	白	红	绿	黄	棕	蓝	灰	紫	橙
代号	B	W	R	G	Y	Br	Bl	Gr	V	O

表1-6 汽车用双色低压线的颜色搭配与代号

序号	1	2	3	4	5		序号	1	2	3	4	5	
导线颜色	B	BW	BY	BR			导线颜色	Y	YR	YB	YG	YBL	YW
	W	WR	WB	Wbi	WY	WG		Br	BrW	BrR	BrY	BrB	
	R	RW	RB	RY	RG	Rbi		Bl	BlW	BlR	BlY	BIB	BIO
	G	GW	GR	GY	GB	Gbi		Gr	GrR	GrY	GrBL	GrG	GrB

▶注:线条颜色与表1-5一致

若以双色为基础选用时,各用电系统的电源线为单色,其余为双色,其双色线的主色如表1-7所示,其标称截面积大于 1.5mm^2 的导线只用单色线,但电源系统可增加使用主色为红色、辅色为白或黑色的两种双色线,标称截面积小于 1.5mm^2 的双色线,其主辅颜色的搭配如表1-8所示。

表1-7 汽车各用电系统双色低压线主色的规定

序号	系统名称	电线主色	代号	序号	系统名称	电线主色	代号
1	电气装置接地线	黑	B	6	仪表及报警指示系统和喇叭系统	棕	Br
2	点火、起动系统	白	W	7	前照灯、雾灯等外部灯光照明系统	蓝	Bl
3	电源系统	红	R	8	各种辅助电动机及电气操纵系统	灰	Gr
4	灯光信号系统(包括转向指示灯)	绿	G	9	收放音机、电子钟、点烟器等辅助装置系统	紫	V
5	防空灯系统及车身内部照明系统	黄	Y	10		橙	O



表1-8 汽车用小截面双色低压线主、辅色的搭配

主色	辅色						
	红 (R)	黄 (Y)	白 (W)	黑 (B)	棕 (N)	绿 (G)	蓝 (U)
红 (R)	—	○	○	○	—	○	○
黄 (Y)	○	○	○	○	△	△	△
蓝 (U)	○	○	○	○	△	—	—
白 (W)	○	○	○	○	○	○	△
绿 (G)	○	○	○	○	○	—	○
棕 (N)	○	○	○	○	—	○	○
紫 (P)	—	○	○	○	—	○	△
灰 (S)	○	○	—	○	○	○	○

2、高压线

汽车用高压点火线，可分为普通铜心高压线和高压阻尼线两种。高压阻尼线的特点是：可抑制或衰减点火系统所产生的对无线电设备干扰的电磁波。

3、汽车电线的颜色代号

各国汽车厂商在电路图上多以字母（主要是英文字母）来表示电线外皮的颜色及其条纹的颜色。日本常用单个字母表示，个别用双字母，其中后一个是小写字母；中国标准大体上与此相同。美国常用2~3个字母表示一种颜色，如果电线上有条纹，则要书写较多字母。德国汽车电线颜色代号，各厂商甚至各牌号不尽一致，奥迪、宝马、奔驰、桑塔纳的颜色代号各不相同，在读图时要注意区别。

电线颜色要容易区别。如常用黑、白、红、绿、黄、蓝、灰、棕、紫；其次如粉红、橙、棕褐；再其次为深蓝、浅蓝、深绿、浅绿。在电线上采用条纹标志要对比强烈，如黑白、白红、白绿等等。

第二节 汽车电路中的电子元件

一、电阻

1、电阻的基本定义

电阻主要用于控制和调节电路中的电流和电压，或用作消耗电能的负载。电阻的单位是欧姆（ Ω ）。有固定电阻和可变电阻（可变电阻常又称为电位器）两种。固定电阻电阻值的标注主要有直标法和色标法两种常见的标注方法。

（1）直标法

将电阻的阻值和误差直接用数字和字母印在电阻上（无误差标示为允许误差 $\pm 20\%$ ）。也有采用习惯标记法的，例如：

3 Ω 3 I 表示电阻值为3.3 Ω ，允许误差为 $\pm 5\%$ ；

1K8 III 表示电阻值为1.8K Ω ，允许误差为 $\pm 20\%$ ；

5M1 II 表示电阻值为5.1M Ω ，允许误差为 $\pm 10\%$ 。

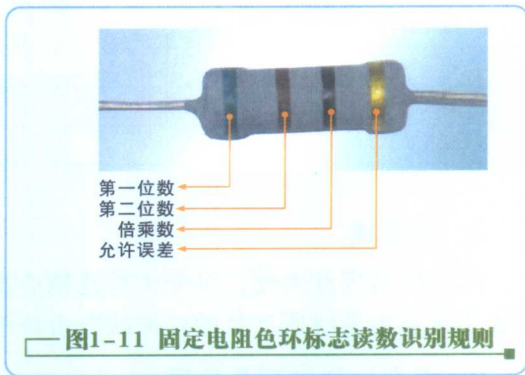


色标法

色标法是将不同颜色的色环涂在电阻上来表示电阻的标称值及允许误差，各种颜色所对应的数值如表1-9所示。固定电阻色环标志读数识别规则如图1-11所示，

表1-9 电阻色环符号意义

颜色	有效数字第一位	有效数字第二位	倍乘数	允许误差/(%)
棕	1	1	10^1	± 1
红	2	2	10^2	± 2
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	± 0.5
蓝	6	6	10^6	± 0.2
紫	7	7	10^7	± 0.1
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
黑	0	0	10^0	
金			10^{-1}	± 5
银			10^{-2}	± 10
无色				± 20



2、可变电阻

可变电阻一般称为电位器，电位器在滑动或旋转时，其相应的阻值依滑动距离或旋转角度而变化，如图1-12 (a) 所示。

3、电阻的连接

(1) 电阻的串联

在电路中有两个或更多个电阻头尾相接相连，并且在这些电阻中流过同一电流，这种连接方法称为电阻的串联，串联电路中，流过每点的电流都是相同的，如图1-12 (b) 所示。

(2) 电阻的并联

电路中有两个或多个电阻连接在两个公共的节点之间，承受同一个端电压，这些电阻的连接关系称为并联，并联电路的总电阻小于最小的电阻，并且各处电压都相等，如图1-12 (c) 所示。

两个并联电阻可用一个等效电阻来代替。等效电阻的倒数等于各个并联电阻的倒数和，例如：汽车传感器电路中常用的是直流单臂电桥——惠斯顿电桥。惠斯顿电桥的电路原理图如图1-12 (d) 所示。

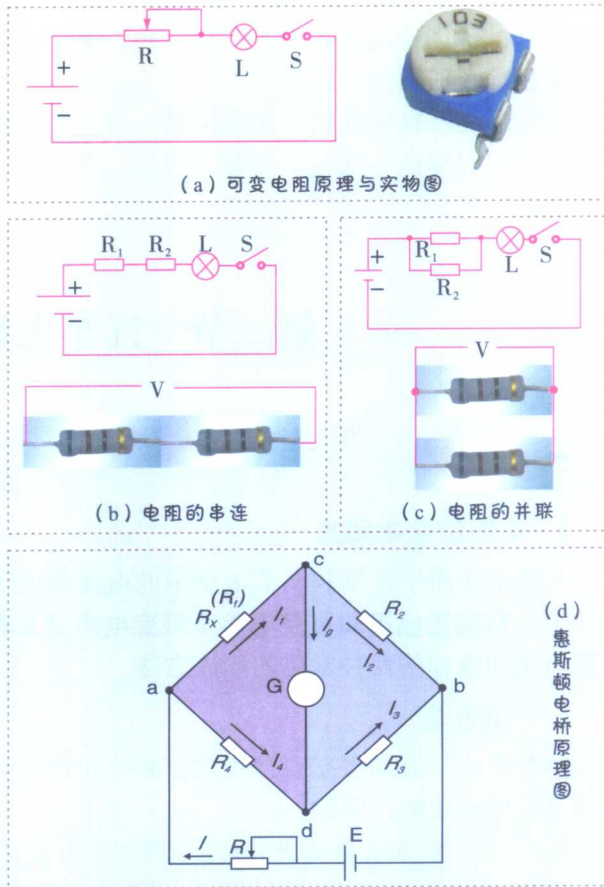


图1-12 电阻的连接原理图



如果敏感元件 R_x 受外界信号影响电阻值改变,电桥平衡被打破,这时cd两点电位不相等,检流计中将有电流 I_g 流过。

4、特殊电阻在汽车上的应用

(1) 热敏电阻

热敏电阻是电阻式温度传感器的一种。主要用于发动机的水温 and 进气温度传感器。电阻值随温度升高而减少的热敏电阻称为负温度系数(NTC)热敏电阻,如图1-13所示。

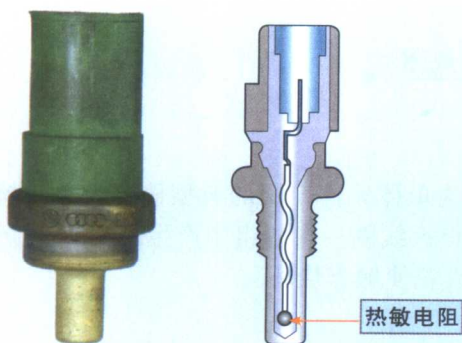


图1-13 冷却液温度传感器

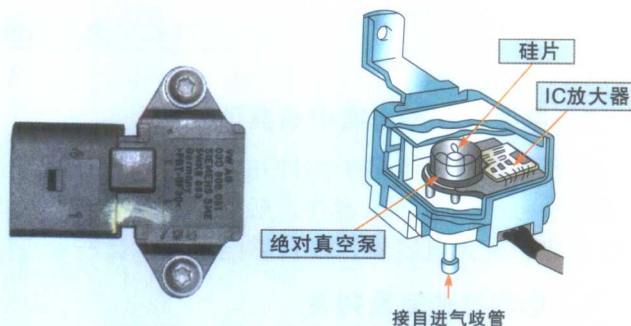


图1-14 进气压力传感器

(2) 压敏电阻

压敏电阻主要用于发动机的进气压力传感器,半导体压敏电阻式进气压力传感器是利用半导体的压阻效应制成的硅膜片,其变形量与压力成正比,利用电桥将硅膜片的变形转换成电信号,半导体压敏电阻式进气压力传感器是由压力转换元件(硅片)、把转换元件输出信号进行放大的混合集成电路和真空室组成。如图1-14所示。

(3) 光敏电阻

光敏电阻是利用半导体的光电效应制成的。在受光时,半导体受光照产生载流子,由一电极到达另一电极,有效地参与导电,从而使光电导体的电阻率发生变化。光照强度越强,电阻越小。例如:自动空调上的日光传感器。

二、电容

利用电容器充电、放电和隔直流、通交流的特性,在电路中用于隔直流、耦合交流、旁路交流、滤波、定时和组成振荡电路等。电容器用符号C表示,电容的单位是法拉(F)。电容所承受的电压不能超过其额定电压。电容器也有固定电容和可变电容之分。

1、电容的单位

电容的常用单位有微法(μF)、纳法(nF)和皮法(pF)等,它们与基本单位法拉(F)的换算关系如下:

mF (毫法, 简写为mF) = $10^{-3}F$

μF (微法, 简写为 μF) = $10^{-6}F$

nF (纳法, 简写为nF) = $10^{-9}F$

pF (皮法, 简写为pF) = $10^{-12}F$



电容器的型号组成如图1-15所示：

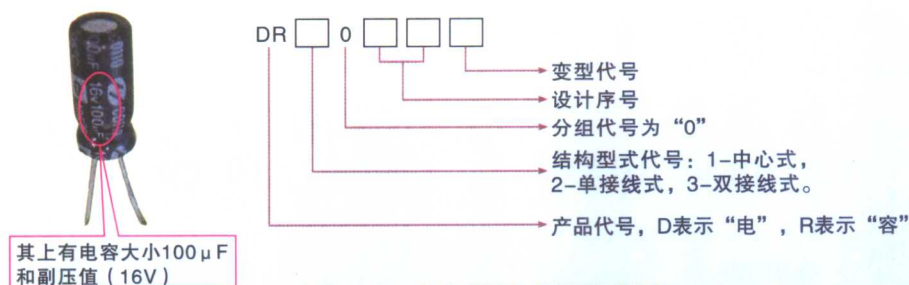


图1-15 电容器的型号组成图

2、电容在汽车电路中的典型应用

电容器作为基本电子元件在汽车电路中应用很广，作为单体元件应用的典型例子就是传统点火系统中分电器上的电容器。触点打开、磁场消失时，在点火线圈一次绕组中产生200~300V的自感电动势，若无电容器，该自感电动势就会在触点间形成火花使触点烧坏。

3、电容器的简易判别

使用指针式万用表可以判定大容量电解电容器的正负极性和小容量电容器漏电情况。

(1) 大容量电解电容器极性的判别

将万用表置于电阻 ($R \times 1k$) 挡，先将两个表笔与电容器的两根引线任意相接，万用表的指针突然向右摆动，表明表内电池开始对电容器充电。随着充电的进行，指针会自动向左回摆。此时，再将电容器两引线短接一下，进行放电。然后交换两个表笔做同样的检测。两次检测中电阻值较大（即漏电小）的那次，黑表笔所接的那根引线为电容器的正（+）极。

(2) 小容量电容器漏电（或质量）的检测

小容量电容器体积较小，引线也较细，测量时两只手不应同时捏住电容器的两个引线。小容量电容器在进行正反向检测时，万用表指针（表针）基本不动或者微微动一下即为正常。

三、半导体器件

1、半导体

导电能力介于导体和绝缘体之间的材料称为半导体，半导体是在某种条件下导电，而在别的条件下不导电的材料。半导体包括二极管、三极管等。制造半导体最常用的材料是硅晶体和锗晶体。晶体是具有确定的原子结构的材料，纯的晶体不能用来制作半导体，需要在这两种晶体中掺杂极小比例的其他元素。根据掺杂元素的不同，可以把半导体分为P型半导体和N型半导体。

按一定次序将N型半导体和P型半导体结合在一起，便能制造出用于汽车电压调节和电子控制器等电子装置的电子器件。

2、二极管

当N型半导体和P型半导体结合在一起，得到的PN结就是二极管（如图1-16所示）。二极管按制造材料可分为硅二极管、锗二极管。

二极管可以看作电流的单向止回阀，它只允许电

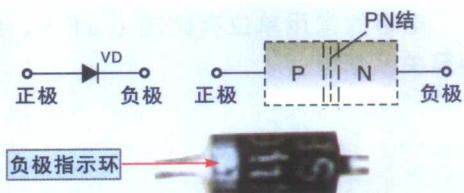


图1-16 二极管的结构及其符号



流以一个方向流动，即从二极管的正极流向负极。这就是二极管的单向导电性。

3、二极管的伏安特性

流过二极管的电流随着加在二极管上的电压变化而变化的性质称为二极管的伏安特性。

4、二极管的主要参数

(1) 最大电流

最大电流是指二极管长期运行时，允许通过的最大正向平均电流。

(2) 最高反向电压

最高反向电压是指二极管工作时两端所允许加的最大反向电压。

5、二极管在汽车上的应用与焊接

利用二极管的单向导电性，可以组成整流、续流、限幅及检波等电路应用到汽车电路中。

(1) 二极管的整流应用（如图1-17所示）

将交流电变成直流电的过程叫做整流。在汽车交流发电机中，就是利用二极管组成的整流板将发电机发出的三相交流电整流为直流电。为了适应汽车发电机的需要，专门制作了用于汽车的整流二极管，它们分为正极管和负极管。

(2) 二极管的续流电路（如图1-18所示）

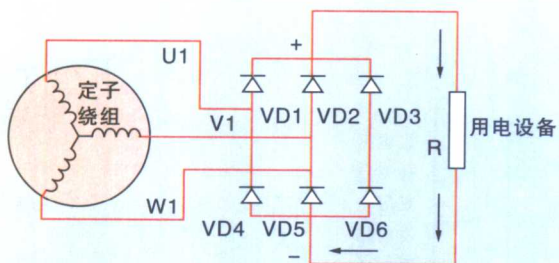


图1-17 汽车交流发电机的整流电路

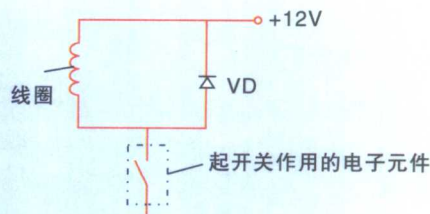


图1-18 二极管续流电路

二极管吸收通电线圈突然断电时产生反向电动势的作用称为续流。

(3) 汽车电器系统中的特殊二极管 汽车的电器系统中还经常用到一些特殊的二极管，如稳压二极管、发光二极管、光电二极管等。这里不再介绍，有兴趣的读者可以参考这方面的书籍。

(4) 二极管的焊接

二极管的焊接与电子元件焊接类似，但要求焊接时间短。要有协助散热措施（如吹风等）。

(5) 晶体二极管的简易判别

在使用二极管时，必须注意不要把它极性接错了，否则电路就不能正常工作。二极管的极性一般在管壳上注有箭头或线条图形标记，箭头指向的一端或具有线条图形的一端为负极或阴极。如无标记，就需要用简易的测量方法来判断它们的正负极，同时判别管子的好坏。

■用数字万用表判别二极管极性

在判断极性时使用指针式万用表，欧姆挡量程拨到 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡，将红、黑两表笔分别接在被测二极管的两极。如果此时测得的电阻在几十到几百欧（汽车用整流二极管用 $R \times 1$ 挡测量



时正向电阻为 10Ω 左右), 而交换红、黑表笔所接电极后测出的电阻在几百千欧以上, 说明二极管良好, 而且正、反向电阻值相差越大, 说明二极管的单向导电特性越好, 这时红表笔接的是二极管的正极, 黑表笔接的是二极管的负极; 若测得正、反向电阻为无穷大, 则说明二极管内部已断路; 若测得正、反向电阻都很小或为零, 则说明二极管内部已短路。后两种情况都说明二极管已经损坏, 不能继续使用。下面谈谈用数字万用表测试二极管的方法。

测试时, 将测试挡置于测二极管挡, 红表笔接 Ω 插孔, 黑表笔接COM插孔。然后将两表笔接被测二极管的两极, 当显示 $0.15\sim 0.30\Omega$ (所测二极管为锗管) 或 $0.55\sim 0.70\Omega$ (所测二极管为硅管) 时, 说明此二极管正常, 此时红表笔接的是二极管正极、黑表笔接的是负极。测试时, 若液晶显示为1, 则交换红黑表笔接法, 若能显示上述读数范围者, 就可以按照上面的结论去确定二极管的材料以及极性; 但是如果交换红、黑表笔后万用表的液晶仍显示1, 则说明此二极管已经损坏了。

5、晶体三极管

(1) 三极管基本概念

半导体三极管也称为晶体三极管。它是由两个相距很近的PN结组成的, 是在一块半导体晶片上制造三个掺杂区, 形成两个PN结, 再引出三个电极, 用管壳封装。三极管可分为NPN型如图1-19(a)、(b)所示和PNP型如图1-19(c)、(d)所示两种。实际上, 一个三极管是拥有共同中间层的两个二极管。

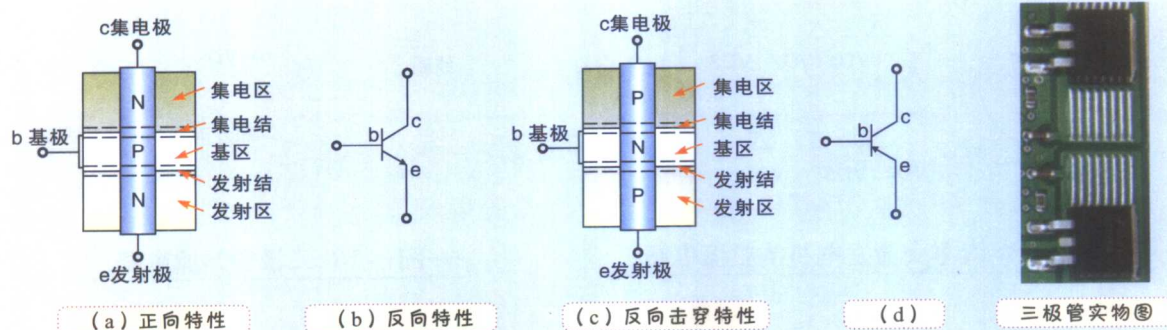


图1-19 三极管的结构示意图和符号

三极管的三个极分别为发射极e、集电极c、基极b。三极管的基本功能就是利用基极电流控制集电极和发射极之间的电流。NPN型三极管电流从集电极c流向发射极e; PNP型三极管电流从发射极e流向集电极c。

(2) 三极管的基本参数

★ 电流放大倍数 β

★ 穿透电流 I_{CEO}

★ 极限参数

使三极管得到充分利用而又安全可靠工作的参数, 叫做极限参数。

★ 集电极最大允许电流 I_{CM}

★ 集电极最大允许耗散功率 P_{CM}



(3) 三极管管型和管脚极性的判别

① 目测法

◇管型的判别:

一般情况下,管型是NPN还是PNP应该从管壳上标注的型号来判别。依照标准,三极管型号的第二位(字母),A、C表示PNP管;B、D表示NPN管。例如:

3AX、3CG、3AD、3CA等均表示PNP型三极管;

3BX、3DG、3DD、3DA等均表示NPN型三极管。

三极管型号中的第一位数字3,表示三极管;第三位字母表示三极管的功率及频率特性;第四位数字表示序列号。

◇管脚极性的判别:

常用的小功率三极管有金属圆壳封装和塑料封装(半圆柱形)等。大功率三极管的外形有金属壳封装(扁柱形)管脚排列,以及塑料封装(扁平、管脚直列)等形式。

对于小功率管,为便于记忆,总结如下,如图1-20所示:

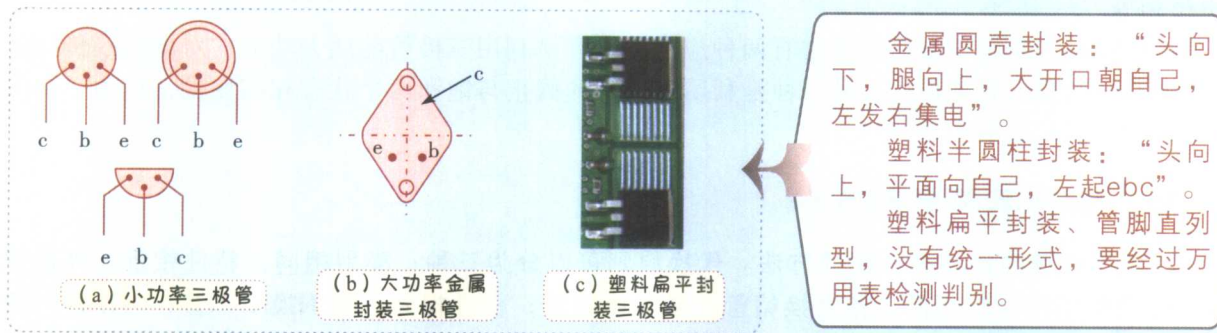


图1-20 常用三极管的封装形式和管脚排列

② 用万用表电阻档判别

三极管内部有两个PN结,利用PN结的单向导电性,可用万用表电阻档判别管子类型和e、b、c三个极。

(4) 三极管的三种工作状态

根据三极管连接的外部电路条件,三极管有三种工作状态。

① 截止

当NPN型三极管连接成如图1-21(a)所示电路时,基极b与发射极e电位差小于0.7V,这种情况称为基极加了反向偏压。在这种状态下,三极管不导通,没有电流流动,称为三极管的截止状态。

② 放大

如图1-22(a)所示,当NPN管的基极b与发射极e电位差大于0.7V,这种情况称为基极加了正向偏压。在这种状态下,三极管导通,集电极c向发射极e有电流,而且流过的电流的大小与基极b流入的电流成正比,称为三极管的放大状态。

对于PNP管,放大状态的条件是基极b的电位比发射极e的电位低0.3V以上。如图1-22(b)所示。