

摩托车电气系统 维修实用手册

温宁波 编著



● 华南理工大学出版社

摩托车电气系统 维修实用手册

温宁波 编著

华南理工大学出版社

· 广州 ·

图书在版编目(CIP)数据

摩托车电气系统维修实用手册/温宁波编著. —广州:华南理工大学出版社, 2000. 8
ISBN 7-5623-1530-2

I 摩…
II 温…
III 摩托车—电气设备—维修—手册
IV U483.07-62

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 詹志青

各地新华书店经销

中山市新华印刷厂印装

*

2000年8月第1版 2000年8月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.75 字数: 310 千

印数: 1—5 000 册

定价: 19.80 元

目 录

1 电气系统的基础知识	(1)
1.1 电的初步知识	(1)
1.1.1 电阻、电压及电流	(1)
1.1.2 欧姆定律和电功率	(1)
1.1.3 电路	(2)
1.2 电子元件	(5)
1.2.1 电阻器	(5)
1.2.2 电容器	(6)
1.3 电磁感应原理	(6)
1.3.1 自感	(6)
1.3.2 互感	(7)
1.4 晶体管	(7)
1.4.1 晶体二极管	(7)
1.4.2 晶体三极管	(8)
1.4.3 可控硅	(10)
1.4.4 稳压管	(11)
1.5 摩托车发动机常用的名词术语	(12)
2 摩托车电气设备的原理图	(14)
2.1 电气设备的布线原则	(14)
2.2 电路图上的图形符号	(14)
2.3 摩托车电路中的文字符号	(19)
2.4 现代摩托车电路图图角字中英文对照表	(21)
2.5 电路开关	(24)
2.5.1 点火照明开关	(24)
2.5.2 手把组合开关	(25)
2.6 保险丝	(25)
2.7 导线与电缆总成	(26)
2.8 摩托车电路图的识读技巧	(26)
3 电源	(30)
3.1 蓄电池	(30)
3.1.1 蓄电池的构造和工作原理	(30)
3.1.2 蓄电池的充电和放电	(32)
3.1.3 蓄电池的容量、型号和搭铁极性	(33)
3.1.4 蓄电池的检修	(34)

3.2 磁电机	(36)
3.2.1 磁电机的结构	(37)
3.2.2 磁电机的工作原理和输出特性	(38)
3.2.3 磁电机的充电电路	(38)
3.2.4 磁电机输出电压的调节	(39)
3.2.5 磁电机的检修	(41)
3.3 直流发电机	(44)
3.3.1 直流发电机的结构	(44)
3.3.2 直流发电机的工作原理	(45)
3.3.3 直流发电机的输出特性	(45)
3.3.4 调节器	(45)
3.3.5 直流发电机的充电电路	(47)
3.3.6 直流发电机充电系统的检修	(47)
3.3.7 直流发电机的检修	(48)
3.3.8 直流发电机检修实例	(49)
3.4 磁铁转子式交流发电机	(50)
3.4.1 磁铁转子式交流发电机的结构	(50)
3.4.2 磁铁转子式交流发电机的工作原理与输出特性	(51)
3.4.3 磁铁转子式交流发电机的充电电路	(51)
3.4.4 磁铁转子式交流发电机及其充电系统的检修	(52)
3.4.5 磁铁转子式交流发电机检修实例	(53)
3.5 三相交流发电机	(54)
3.5.1 三相交流发电机的结构	(54)
3.5.2 三相交流发电机的工作原理和输出特性	(55)
3.5.3 三相交流发电机的整流、调节及充电电路	(56)
3.5.4 三相交流发电机及其充电系统的检修	(57)
3.5.5 整流器的检修	(60)
3.5.6 三相交流发电机的检修实例	(60)
3.6 三相交流磁电机	(61)
3.6.1 三相交流磁电机的结构	(61)
3.6.2 三相交流磁电机的工作原理和输出特性	(62)
3.6.3 三相交流磁电机的充电电路	(62)
3.6.4 三相交流磁电机输出电压的调节	(63)
3.6.5 三相交流磁电机充电系统的检修	(63)
3.6.6 三相交流磁电机的检修实例	(64)
4 点火系统	(66)
4.1 蓄电池点火装置	(66)
4.1.1 有触点式蓄电池点火装置的结构及工作原理	(66)
4.1.2 有触点式蓄电池点火装置的检修	(69)

4.1.3 无触点式蓄电池点火装置的结构及工作原理	(73)
4.1.4 无触点式蓄电池点火装置的检修	(78)
4.2 磁电机点火装置	(79)
4.2.1 有触点式磁电机点火装置的结构及工作原理	(80)
4.2.2 有触点式磁电机点火装置的检修	(81)
4.2.3 无触点式磁电机点火装置的结构及工作原理	(85)
4.2.4 无触点式磁电机点火装置的检修	(88)
5 电启动系统	(91)
5.1 电启动系统的结构及工作原理	(91)
5.1.1 启动电机	(91)
5.1.2 控制机构	(92)
5.1.3 传动机构	(93)
5.2 电启动系统的检修	(94)
5.2.1 电启动系统的故障诊断	(94)
5.2.2 电启动系统的检修实例	(96)
6 照明系统	(99)
6.1 交流供电式照明系统	(99)
6.1.1 交流供电式照明系统的基本结构及工作原理	(99)
6.1.2 交流供电式照明系统的检修	(103)
6.2 直流供电式照明系统	(110)
6.2.1 直流供电式照明系统的结构及工作原理	(110)
6.2.2 直流供电式照明系统的检修	(113)
7 信号系统	(120)
7.1 声光信号	(120)
7.1.1 电喇叭	(120)
7.1.2 闪光器和转向信号灯	(121)
7.1.3 讯响器	(123)
7.1.4 充电指示灯	(124)
7.1.5 转向指示灯	(127)
7.1.6 远光指示灯	(127)
7.1.7 刹车指示灯	(128)
7.1.8 空挡灯	(129)
7.1.9 挡位指示灯	(130)
7.1.10 侧支架指示灯	(130)
7.1.11 侧支架开关	(132)
7.2 仪表及报警装置	(134)
7.2.1 燃油表	(134)
7.2.2 水温表	(138)
7.2.3 车速里程表	(140)

7.2.4 转速表	(142)
7.2.5 燃油报警装置	(146)
7.2.6 速度报警装置	(147)
7.2.7 机油报警装置	(148)
7.2.8 机油压力报警装置	(149)
7.2.9 冷却风扇装置	(150)
8 其它用电设备	(152)
8.1 点火线圈	(152)
8.1.1 点火线圈的结构及工作原理	(152)
8.1.2 点火线圈的保养和检修	(152)
8.2 启动继电器	(153)
8.2.1 继电器的结构及工作原理	(153)
8.2.2 启动继电器的检修	(153)
8.3 断电器	(154)
8.3.1 断电器的结构及工作原理	(154)
8.3.2 断电器的检修	(155)
8.4 自动旁路启动器	(155)
8.4.1 自动旁路启动器的结构及工作原理	(155)
8.4.2 自动旁路启动器的检修	(156)
8.5 点火提前角	(157)
8.5.1 手操纵式点火提前装置	(157)
8.5.2 自动调节式点火提前装置	(158)
8.5.3 无触点自动调节式点火提前装置	(158)
8.6 可燃混合气	(159)
8.7 闪光器	(160)
8.7.1 闪光器的结构及工作原理	(160)
8.7.2 闪光器的检修	(162)
8.8 点火控制器、触发器和触发线圈	(162)
8.8.1 点火控制器的结构及工作原理	(162)
8.8.2 点火控制器、触发器和触发线圈的检修	(162)
8.9 火花塞	(162)
8.9.1 火花塞的结构	(163)
8.9.2 火花塞的性能	(164)
8.9.3 火花塞的型号	(164)
8.9.4 火花塞的击穿电压	(165)
8.9.5 火花塞的检修	(166)
8.10 整流器	(167)
8.10.1 整流器的结构及工作原理	(167)
8.10.2 整流器的主要技术参数和容易损坏的原因	(170)

8.10.3 整流器的检修·····	(171)
8.11 超速自动控制装置·····	(171)
8.11.1 超速自动控制装置的结构及工作原理·····	(171)
8.11.2 超速自动控制装置的检修·····	(172)
8.12 晶体管电动燃油泵·····	(172)
8.12.1 晶体管电动燃油泵的结构及工作原理·····	(172)
8.12.2 晶体管电动燃油泵的检修·····	(172)
8.12.3 电动燃油泵的检修实例·····	(173)
附录 1 点火时间的调整·····	(174)
附录 2 气门间隙的调整·····	(177)
附录 3 摩托车故障诊断总览·····	(179)

1 电气系统的基础知识

1.1 电的初步知识

1.1.1 电阻、电压及电流

世界上任何物质都是由分子组成的,分子由原子组成,原子又由带正电的原子核和带负电的电子组成。物质在常态下,其内部存在着等量正电荷和负电荷,所以物质对外不显电性(即不带电)。当物质受到磁场或摩擦作用时,物质的电中性遭到破坏,使物质内部的电子发生转移而出现电子数量的增减。这时,物质带上了电,物质内部的电子增多带负电,电子减少带正电。

根据同性电荷相排斥、异性电荷相吸引这一特性可知,电荷的移动必须克服电荷间的吸引力。电势能是电荷在电场中某点所具有的势能。电场中某点的电荷的电势能跟它所带电量的比值叫做电势,两点之间的电势差称为电压。电压常用字母“ U ”来表示,电压的单位为V(单位名称为伏特,简称为伏)。

在电场力的作用下,电荷的定向移动就形成电流。电流常用字母“ I ”来表示,其单位为A(安培,简称为“安”)。

电荷在移动时所遇到的阻力叫电阻。电阻用字母“ R ”来表示,其单位为 Ω (单位名称为欧姆,简称为“欧”)。电荷在物质内部移动时,所受阻力较小的物体叫导体,简称为导体。如金属、人体及酸、碱、盐的水溶液等都属于导体。电荷在物质内部移动时,所受到的阻力很大或无穷大的物质称为不导电体,简称为绝缘体。如橡胶、塑料、玻璃、陶瓷和空气等为绝缘体。介于绝缘体和导体之间的物质称为半导体,半导体也常称为晶体。

1.1.2 欧姆定律和电功率

1.1.2.1 欧姆定律

德国科学家欧姆通过大量的实验,发现了电压、电阻和电流之间的相互关系,并得出物理学中最基础的欧姆定律,即通过导体的电流与电压成正比,与电阻成反比。其表示公式为:电流 = $\frac{\text{电压}}{\text{电阻}}$,即 $I = \frac{U}{R}$ 。根据欧姆定律可以转化为下列公式:

$$\text{电压} = \text{电流} \times \text{电阻} \quad \text{即} \quad U = IR$$

$$\text{电阻} = \frac{\text{电压}}{\text{电流}} \quad \text{即} \quad R = \frac{U}{I}$$

1.1.2.2 电功率

在电路中,单位时间内电流通过导体并克服导体内部阻力所做的功为电功率。电功率是电流与电压的乘积,常用字母“ P ”来表示,其基本单位为W(瓦特)。电功率的表示公式:

$$\text{电功率} = \text{电流} \times \text{电压} \quad \text{即} \quad P = IU$$

1.1.3 电路

电路是指电流流经的路径。电路由电源、导体、用电设备和电路开关等构成闭合回路。如图 1-1 所示。其中,开关用来控制电路的接通与断开,如摩托车的照明控制开关和点火开关。电源可分为直流电源和交流电源两种。电流的大小和方向都不断发生交替变化的称为交流电流;电流的方向单一而且大小相对平衡的称为直流电流。用电设备是把电能转化为其他形式的能量的设备,如电灯把电能转化为光能,电动机把电能转化为机械能,电热器把电能转化为热能,蓄电池储电时把电能转化为化学能,电喇叭把电能转化为声能,继电器把电能转化为磁场能……

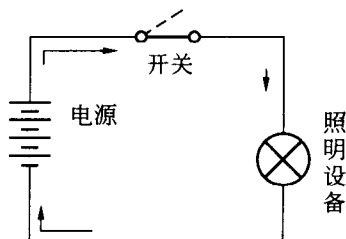


图 1-1 电路通路

1.1.3.1 电路的通路、断路和短路

有电流通过用电设备(图 1-1 中为灯泡)的电路为通路。电流由蓄电池的正极输出经开关、灯泡到蓄电池的负极构成闭合回路,灯泡发亮。在闭合回路中任意一处中断,使电源两端不能构成闭合回路,导致电流中断,灯泡不亮,称为断路或开路。如图 1-2 所示。

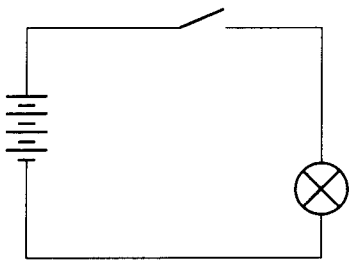


图 1-2 电路断路

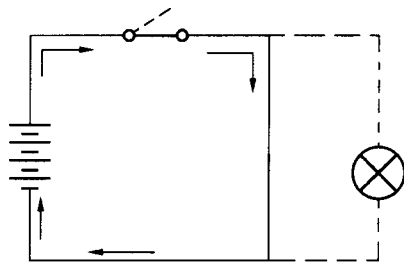


图 1-3 电路短路

电源两极不经用电设备而直接接通,如图 1-3 所示,即用电设备没有电流通过而被短接,电灯泡(即用电设备)不发亮。在摩托车电路中,任何一处出现断路或短路时,都会影响全车电路的正常工作,若短路则会烧毁用电设备甚至引起火灾。因此,在摩托车电路中绝不允许断路或短路的故障存在。

1.1.3.2 串联电路

串联电路是用导线把用电设备(负载)依次串接起来的电路,如图 1-4 所示。

串联电路的基本特点:

(1) 串联电路中各处的电流相等,即

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

(2) 串联电路中的总电压等于各部分电路电压之和,即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

(3) 串联电路中的总电阻等于各部分电路电阻之和,即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

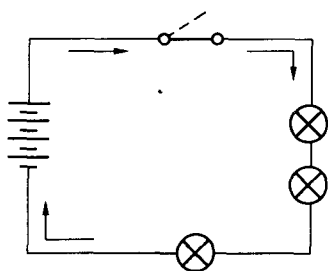


图 1-4 串联电路

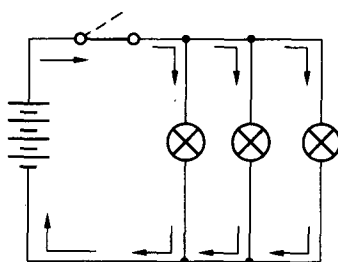


图 1-5 并联电路

1.1.3.3 并联电路

并联电路是把几个用电设备(负载)并列连接起来的电路,如图 1-5 所示。并联电路的基本特点:

(1) 在并联电路中各分路两端电压相等,即

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$$

(2) 并联电路中总电流等于各分路电流之和,即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

(3) 电路总电阻的倒数等于各分路电阻倒数之和,即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \text{ 或 } R = \frac{R_1 R_2 R_3 \dots R_n}{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}$$

1.1.3.4 整流电路

整流电路是利用整流二极管的单向导电特性,将发电机输出的交变电流转变为直流电流。在摩托车整流电路中,有半波整流电路和全波桥式整流电路,其中全波桥式整流电路又分为单相全波桥式整流电路和三相全波桥式整流电路。

(1) 半波整流电路

半波整流电路如图 1-6 所示。当电流处于正半周(A 正 B 负)时,电流自 A 端输出经整

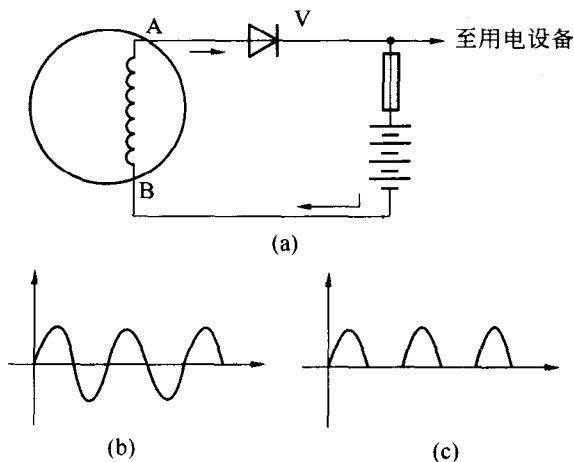


图 1-6 半波整流电路

(a) 电路; (b) 整流前波形; (c) 整流后波形

流二极管整流后,给蓄电池充电。电流自 A 端输出 $\rightarrow V \rightarrow$ 蓄电池 $\rightarrow$ B 端输入充电线圈,构成闭合回路,给蓄电池充电。

当电流处于负半周(B 正 A 负)时,由于整流二极管具有单向导电特性,电流无法通过整流二极管而处于断路状态,不能为蓄电池充电。这种整流状态称为半波整流。

(2) 单相全波桥式整流电路

单相全波桥式整流电路如图 1-7 所示。当发电机充电线圈输出电流处于正半周(A 正 B 负)时,电流自 A 端输出 $\rightarrow V_1 \rightarrow$ 保险丝 $\rightarrow$ 蓄电池 $\rightarrow$ 接地 $\rightarrow$ M 点 $\rightarrow V_4 \rightarrow$ 充电线圈的 B 端输入构成闭合回路,给蓄电池充电。当充电线圈输出电流处于负半周(B 正 A 负)时,电流自 B 端输出 $\rightarrow V_2 \rightarrow$ 保险丝 $\rightarrow$ 蓄电池 $\rightarrow$ 接地 $\rightarrow$ M 点 $\rightarrow V_3 \rightarrow$ A 端输入构成闭合回路,给蓄电池充电。这种整流状态称全波整流。

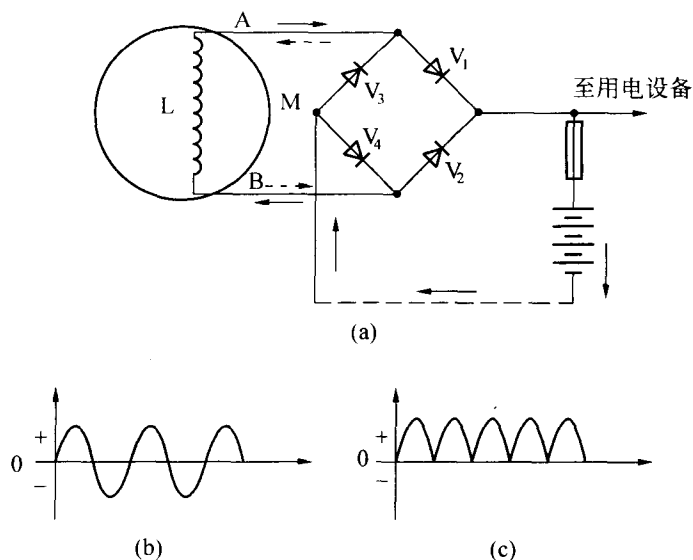


图 1-7 单相全波整流电路

(a) 电路; (b) 整流前波形; (c) 整流后波形

(3) 三相桥式全波整流电路

三相全波整流电路如图 1-8 所示。当感应线圈 A 相正、C 相为零、B 相为负时,电流由 A 相输出 $\rightarrow V_1 \rightarrow$ 保险丝 $\rightarrow$ 蓄电池 $\rightarrow$ 接地 $\rightarrow V_5 \rightarrow$ B 相输入,为蓄电池充电。当感应线圈 C 相为正、A 相为零、B 相为负时,电流自 C 相输出 $\rightarrow V_3 \rightarrow$ 保险丝 $\rightarrow$ 蓄电池 $\rightarrow$ 接地 $\rightarrow V_5 \rightarrow$ B 相输入,为蓄电池充电。当感应线圈 B 相为正、A 相为零、C 相为负时,电流自 B 相输出 $\rightarrow V_2 \rightarrow$ 保险丝 $\rightarrow$ 蓄电池 $\rightarrow$ 接地 $\rightarrow V_6 \rightarrow$ C 相输入,同样为蓄电池充电。这样,发电机 A、B、C 三相绕组轮流输出电流,经整流后,依次为蓄电池充电或为用电设备供电。

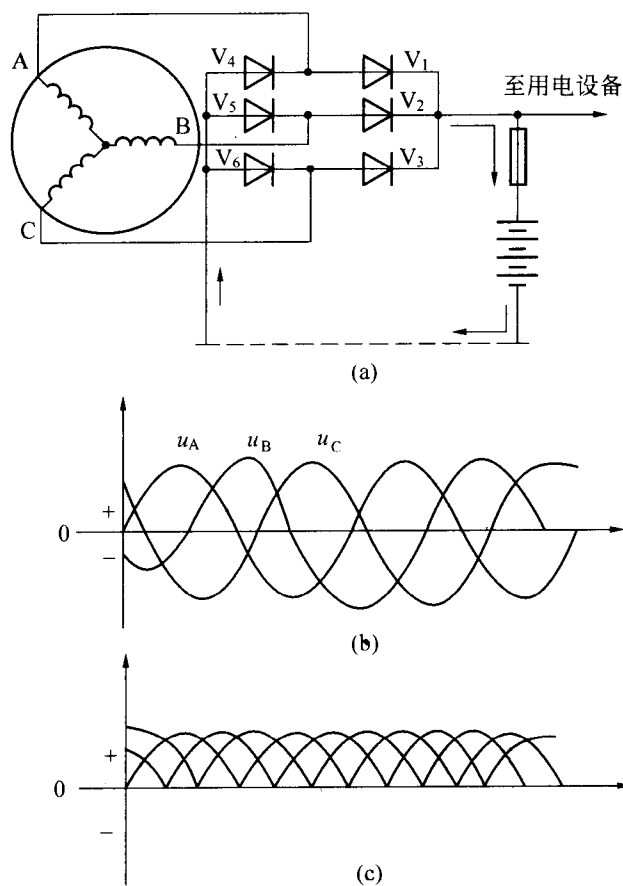


图 1-8 三相全波整流电路
(a)电路;(b)整流前波形;(c)整流后波形

1.2 电子元件

1.2.1 电阻器

电阻器常简称为电阻,是根据不同用途设计或制作并具有一定阻值电阻的元件。人们通常把用电设备看成一个电阻器。电阻器有可变电阻器和固定电阻器两种,其电路图形符号如图 1-9 所示。

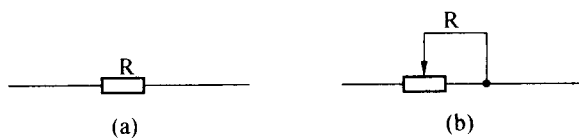


图 1-9 电阻器在电路中的符号
(a)固定电阻器;(b)可变电阻器

1.2.2 电容器

电容器常简称为电容,它是由互相靠近、中间有各种介质绝缘的金属薄片组成。其主要作用是储电和放电,电容器用字母“C”来表示,其单位为 F(法拉)。电容器可分为普通电容器和电解电容器两种,其图形符号如图 1-10 所示。电容器的特性:

- (1) 电容器可以通过高频率的交变电流,阻隔直流电流。
- (2) 电容器在同等电压作用下,其容量越大,储电本领就越大。
- (3) 电容器储电时,容量越大,储电时间就越长。
- (4) 电容器储电时,施加在其两极的电压越高,其储电本领就越大。

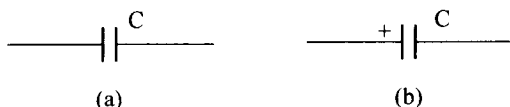


图 1-10 电容器的图形符号
(a)普通电容器;(b)电解电容器

1.3 电磁感应原理

载流导体(即通电导体)能产生磁场,磁场磁力线是以导体为中心的同心圆,磁场磁力线的方向可以通过右手定则来判定。载流导体产生的磁场强度与通过导体的电流成正比。人们为了获得较强的磁场,把导体绕成线圈即将载流导体变成载流线圈。继电器就是根据这一原理制成的。

电流通过导体能产生磁场。导体在磁场中作切割磁力线运动时,同样能产生感生电流(即交变电流);穿过闭合回路的磁力线产生增减变化时,也能产生感生电流,交流发电机就是根据这一原理制成的。

1.3.1 自感

电流通过导体产生磁场,通过线圈的电流发生增减变化时,线圈周围的磁场同样发生变化,这时线圈中就产生感应电动势。由线圈周围磁场产生增减变化而产生的电动势叫自感电动势,这种现象叫自感现象。当通过线圈的电流达到一个稳定值,磁场不再发生变化时,自感现象消失。

当通过线圈的电流增大时,自感电动势的方向与线圈电流的方向相反。当通过线圈中的电流发生减小变化时,自感电动势的方向与线圈中电流的方向相同。

有触点式摩托车点火系统工作时,在断电器触点断开的瞬间,点火线圈初级绕组的电流迅速中断,初级绕组的电场能迅速消失。初级绕组产生 200~300 V 的自感电动势,这个自感电动势与初级绕组的电流的方向相同,致使断电器不能及时有效地切断点火线圈初级绕组的电流,从而降低了次级绕组的感应电动势,使火花塞的电火花减弱,影响发动机的正常工作。基于上述原因,在断电器两个触点间接一个电容器,是为吸收点火线圈初级绕组的自感电动势,并向反方向放电。这样不仅消除或减轻了断电器触点间的电火花,延长了断电器的使用寿命,而且迅速中断了点火线圈初级绕组的电流,提高了点火线圈次级绕组的感应

电动势,从而保障了发动机的正常工作。

1.3.2 互感

通过线圈的电流产生增减变化时,线圈的本身便产生自感电动势,这个变化的电流所产生的变化磁场也穿过副线圈(即其他线圈)时,副线圈同样产生感应电动势。这种感应电动势叫互感电动势,这种现象叫互感现象。原线圈中的电流增大时,副线圈产生感应电动势的方向与原线圈的电流方向相反;通过原线圈的电流减小时,副线圈产生的感应电动势的方向与原线圈中的电流方向相同。在摩托车上的点火线圈和日常生活中的变压器都是根据互感原理制成的。

1.4 晶体管

晶体管也称为半导体,原因是其导电性能处在导体与绝缘体之间。但其内部结构既不同于导体也不同于绝缘体。晶体管对温度和光照非常灵敏,温度高则导电能力增强。

1.4.1 晶体二极管

1.4.1.1 晶体二极管的特性

晶体二极管也叫半导体二极管,常简称为二极管。二极管最主要的特性就是单向导电性。二极管的图形符号如图 1-11 所示。其左边为二极管的正极,也称为阳极;右边为二极管的负极,也称为阴极。其文字符号为 V。

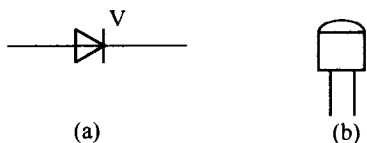


图 1-11 二极管的图形符号及外形图
(a)图形符号;(b)外形图

给二极管施加正向电压时,其电阻值很小,可以让较大的电流通过,呈导通状态;当给二极管施加反向电压时,其电阻值很大,只能通过极小的电流,一般可看成处于截止状态。这就是二极管的单向导电性。

在电路图中二极管导电的方向为图形符号箭头($\rightarrow$)所指的方向。

1.4.1.2 二极管的种类和型号

二极管的种类很多,都是由 P 型或 N 型半导体构成的。二极管按构成材料来分,有锗二极管和硅二极管。按结构来分,有点接触二极管和面接触二极管。其中点接触二极管一般为锗二极管,其结合面很小,不能通过较大的电流,但其高频性能好,适用于高频和小功率管;面接触二极管一般为硅材料二极管,其结合面积较大,能通过较大的电流,适合用作整流。

二极管的型号:2CP 为 N 型硅材料普通二极管,2AP 为 N 型锗材料普通二极管,2CZ 为 N 型硅材料整流二极管,2CW 为 N 型硅材料稳压二极管。

1.4.1.3 二极管的测量

在一般情况下,二极管的正、负极(即阳、阴极)在其外壳上是有标记的。若无标记时,可用万用表的直流电阻挡测量其正、反向电阻值来判断。二极管正向电阻值很小,一般只有几十欧到几百欧;反向电阻值最小有几十万欧甚至近似无穷大。测量方法如图 1-12 所示。

将万用表的转换开关旋至 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 的挡位上,然后将万用表的正、负表笔分别接触二极管的正负(即阴阳)极,如果其电阻值只有几十欧到几百欧,则黑表笔所连接的电

极为二极管的正极(即阳极),红表笔所连接的电极二极管的负极(即阴极),如图 1-12(a)所示。如果被测的电阻值有几十万欧甚至无穷大,则表明红表笔所连接的电极二极管的正极(即阳极),黑表笔所连接的电极二极管的负极(即阴极),如图 1-12(b)所示。

1.4.1.4 二极管的检测

衡量二极管质量的好坏,主要以它的正反向电阻来判断。

二极管的正向电阻值越小,表明其单向导电性能越好;正向电阻值越大,表明其单向导电性能越差。二极管的反向电阻值越大,表明其反向截止性能越好;二极管反向电阻值越小,表明其反向截止性能越差(即单向导电性能越差),甚至失去单向导电性能。

由上述二极管的特性可见,二极管正、反向电阻值相差越大,则二极管的性能越好;如果二极管正、反向电阻值都很小,则表明其内部短路;如果二极管的正反向电阻值都很大,则二极管内部断路。

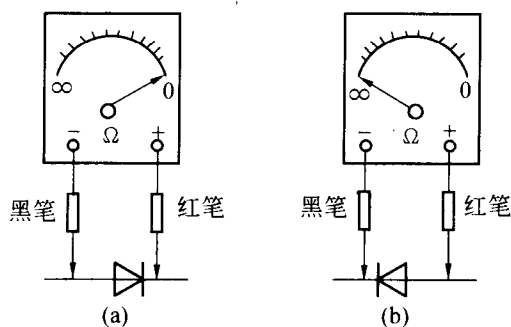


图 1-12 二极管极性的判别

1.4.2 晶体三极管

晶体三极管也称为半导体三极管,简称为三极管。尽管三极管的用途、构成材料和技术参数均不尽相同,但其工作原理基本相同。

三极管有三个电极,一个是发射极,用字母“e”来表示;一个是集电极,用字母“c”来表示;另一个是基极,用字母“b”来表示。三极管常用字母“VT”来表示,其外形如图 1-13 所示。

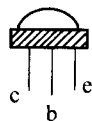


图 1-13 三极管的外形图

1.4.2.1 三极管的结构

三极管和二极管都是由 N 型半导体和 P 型半导体构成的。不同的是三极管由三块半导体构成。按结合方式可分为 NPN 型和 PNP 型两类。PNP 型三极管由两个 P 型半导体和一个 N 型半导体构成,其结构如图 1-14 所示。NPN 型三极管由两个 N 型半导体和一个 P 型半导体构成,其结构如图 1-15 所示。

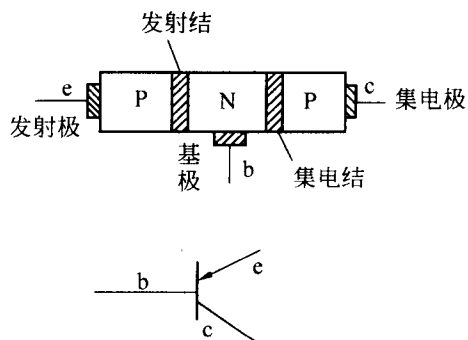


图 1-14 PNP 型三极管的结构

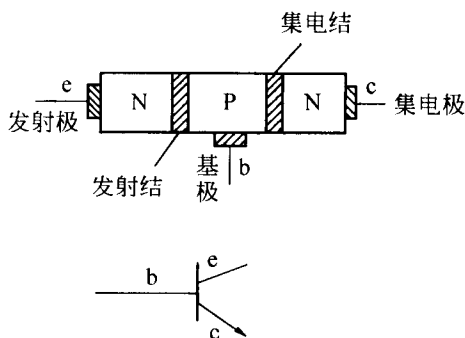


图 1-15 NPN 型三极管的结构

1.4.2.2 三极管的放大作用

PNP 型三极管和 NPN 型三极管的图形符号中,发射极带箭头的方向就是三极管内部电流流动的方向。由于 NPN 型和 PNP 型三极管内部流动的电流相反,所以使用三极管时必须注意三极管的电源极性。

三极管的放大电路如图 1-16 所示。当向三极管发射结施加正向电压(即 b 的电位高于 e 点的电位)时,三极管建立基极电流 I_b ,随着基极电流 I_b 的建立,三极管将建立起集电极电流 I_c 和发射极电流 I_e ,集电极电流 $I_c = \beta \times I_b$,其中 β 为三极管的放大系数,发射极的电流 $I_e = I_b + I_c$ 。实验表明,基极电流 I_b 改变时,集电极电流 I_c 也将成比例地变化,集电极电流 I_c 的变化量大于基极电流 I_b 的变化量,这就是三极管的放大作用。

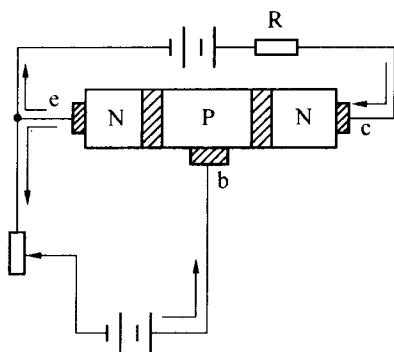


图 1-16 三极管的放大电路

1.4.2.3 三极管的饱和与导通

若发射结(b—e 结)施加正向电压时,集电极电流 I_c 随基极电流 I_b 的建立而建立,集电极电流 I_c 将随基极电流 I_b 的增大而增大。当集电极电流 I_c 增大到某一数值不能继续增大时,说明集电极到发射极之间的电阻 R_{ce} 已减小到最小值,这时三极管像一个接通的开关,失去了放大作用,即达到饱和与导通。

1.4.2.4 三极管的截止状态

若向发射结(b—e 结)施加反向电压时,基极电流 I_b 为 0,集电极电流同样为 0,这时集电极到发射极的电阻值 R_{ce} 很大,相当于断路状态,即三极管不导通,三极管像一个断开的开关。

据前所述,三极管相当于一个无触点开关。当三极管处于饱和与导通状态时,相当于一个闭合的开关。三极管在截止状态下,相当于一个断开的开关。三极管的开关和放大作用广泛应用于机动车辆电子设备线路中。

1.4.2.5 三极管的测量

(1) 基极的判断

将万用表的转换开关旋至 $R \times 100$ 或 $R \times 1\,000$ 的挡位,在三极管的三个管脚中,任选一个假定为基极,并与红表笔相连接,再用黑表笔与其他两个电极分别接触,若测得的阻值均很低,则表明红表笔所连接的电极为三极管的基极,并且是 PNP 型三极管;再将红、黑表笔对调(将黑表笔接触假定的“基极”,红表笔分别接触另两个电极),若测得两个电阻值都很