

汽车电气结构与检修图解

qiche dianqi
jiegou yu jianxiu tujie



■ 主编 / 宁明栋 籍银香 / ■ / 山西科学技术出版社 /

汽车电气结构与检修图解

主编 宁明栋 籍银香

编者 白德恭 徐利民 任成尧 高世峰 杨巨华 任秀泉

山西科学技术出版社

编写说明

本书共分八章,主要以国产东风EQ140型、解放CA141型、北京BJ212型汽车为主线,从汽车维修实际需要出发,比较系统地介绍了汽车常用电气设备的结构、原理、调整、检修及故障诊断。

全书内容新颖,深入浅出,通俗易懂,图文并茂,适用于初学读者使用,也可作为汽车驾驶员、汽车修理工培训辅助教材。

本书尚属一种尝试,由于时间仓促,水平有限,不足之处,敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者

汽车电气机结构与检修图解

宁明栋 籍银香 主编

*

山西科学技术出版社出版 (太原并州北路69号)

山西省新华书店发行 太原千峰科技印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.5 字数:245千字

1998年3月第1版 1998年3月太原第1次印刷

印数:1—3000册

*

ISBN 7-5377-1405-3

T·256 定价:12.00元

绪 论

汽车电气设备是汽车的重要组成部分,其性能的好坏直接影响到汽车的经济性、可靠性与安全性。也是我们汽车驾驶员和修理工必须掌握的一门专业学科。由于这门学科要求有一定的汽车构造及电工学作为基础,多年来一直被广大爱好者“敬而远之”。《汽车电气结构与检修图解》这本书就是力求用通俗的语言,直观的图例,让大家找到一种能方便理解及掌握这门知识的捷径。

我们根据用途把汽车电气设备划分成以下几个系,并且在以后的章节中逐步加以阐述。

1. 电源系:包括蓄电池、发电机及其调节器。
2. 起动系:包括起动机(俗称马达)及其控制电路。
3. 点火系:包括点火线圈,分电器,火花塞及高压、低压线路等。
4. 仪表系:包括车速里程表、油压表、燃油表、水温表及电流表。
5. 照明信号系:包括各种灯光、信号装置。
6. 附属设备:包括喇叭、刮水器等常用附属设备。
7. 总线路:包括各部分控制线路总成。

汽车电气设备线路的特点:

- (1) 低压。电源电压一般为 12V、24V 两种。
- (2) 直流。各用电设备均由蓄电池及发电机提供直流电。
- (3) 并联。所有电器设备均采用并联形式。
- (4) 单线。汽车上的所有用电设备都是并联的,所以,汽车发动机底盘等金属机体,就可以成为各种电器的公用线路,而用电器到电源自然就只需要一条导线了,称为单线制。
- (5) 负极搭铁。GB515—77《汽车、拖拉机用电设备技术条件》中有规定。

目 录

第一章 汽车电工基础	(1)	(一)万用电表	(15)
一、直流电路基础	(1)	(二)常用工具	(18)
(一)基本概念	(1)	第二章 电源系	(20)
(二)电阻的连接和欧姆定律	(2)	一、起动型铅蓄电池	(20)
(三)电容器及其工作原理	(3)	(一)蓄电池的功能	(20)
二、磁场、电磁感应	(4)	(二)蓄电池的构造	(20)
(一)磁场及电流的磁场	(4)	(三)蓄电池的型号	(21)
(二)电磁感应	(5)	(四)蓄电池的工作原理	(22)
三、交流电路的基本知识	(6)	(五)蓄电池的主要故障及其故障的排除	(23)
(一)基本概念	(6)	(六)蓄电池的充电	(24)
(二)交流电路的特性	(6)	(七)蓄电池的使用	(27)
(三)变压器	(7)	二、交流发电机及其调节器	(30)
四、晶体二极管及其整流原理	(7)	(一)交流发电机的构造	(31)
(一)晶体二极管	(7)	(二)交流发电机的内部接线	(37)
(二)晶体二极管整流电路	(9)	(三)交流发电机的工作原理	(37)
五、晶体三极管及其放大原理	(11)	(四)交流发电机的一般测试	(39)
(一)晶体三极管的结构	(11)	(五)交流发电机的检查、维修与保养	(40)
(二)晶体三极管的放大作用	(12)	(六)调节器	(45)
(三)晶体三极管的判别与测试	(13)	(七)调节器的检修	(49)
附 半导体器件命名方法	(15)	三、电源系的电路故障诊断与排除	(51)
六、常用检测仪器和工具	(15)	(一)电源系的电路连接	(51)

(二)电源系的故障诊断	(52)	(四)起动机空转不停	(82)
(三)几个个别情况的急救措施	(56)	(五)起动机撞击异响	(82)
第三章 起动机	(58)	第四章 点火系	(83)
一、起动机	(58)	一、传统点火系的组成	(83)
(一)直流串激式电动机	(60)	二、传统点火系各组件的构造及检修	(83)
(二)起动机的传动机构	(63)	(一)点火线圈的构造与检修	(83)
(三)起动机的控制装置	(65)	(二)分电器的构造与检修	(86)
二、继电器	(67)	(三)电容器的构造与检修	(92)
(一)起动继电器	(67)	(四)火花塞的构造与检修	(93)
(二)起动机复合继电器	(67)	(五)点火开关	(94)
三、起动机实例	(68)	三、传统点火系的工作过程	(95)
(一)直接操纵强制啮合式起动机(以 CA10B		四、点火正时	(96)
型汽车为例)	(68)	五、传统点火系的故障诊断	(97)
(二)电磁操纵强制啮合式起动机	(70)	(一)点火系故障的常见诊断方法	(97)
四、起动机的检修	(74)	(二)发动机不能起动	(99)
(一)解体清洗	(74)	(三)发动机动力不足	(101)
(二)起动机零部件的检验	(74)	(四)发动机工作不良	(102)
(三)起动机的修理	(78)	第五章 仪表系	(104)
(四)起动机的装复	(78)	一、车速里程表	(104)
(五)起动机的试验	(78)	(一)结构	(104)
五、起动机的使用与维护	(79)	(二)工作过程	(104)
(一)起动机的正确使用	(79)	(三)故障排除与检修	(105)
(二)起动机的维护	(80)	二、电流表	(105)
六、起动机故障分析	(80)	(一)结构	(105)
(一)起动机不转	(80)	(二)电流表的工作原理	(107)
(二)起动机运转无力	(81)	(三)故障排除与检修	(107)
(三)起动机空转	(81)	三、机油压力表	(108)

(一)结构	(108)	三、开关	(122)
(二)工作原理	(108)	(一)脚踏变光开关	(122)
(三)正确指示数	(109)	(二)拉杆开关	(122)
(四)故障排除与检修	(109)	(三)转换开关及其控制电路	(123)
四、水温表	(110)	四、汽车灯系的故障诊断	(124)
(一)电热式水温表的构造及工作过程	(110)	(一)前照灯的故障诊断	(125)
(二)电磁式水温表的构造及工作过程	(111)	(二)转向灯的故障诊断	(125)
(三)故障排除与检修	(111)	(三)制动灯的故障诊断	(126)
五、燃油表	(112)	第七章 附属设备	(128)
(一)构造	(112)	一、电喇叭	(128)
(二)工作原理	(112)	(一)电喇叭的构造	(128)
(三)故障排除与检修	(113)	(二)电喇叭的工作过程	(128)
六、电源稳压器	(113)	(三)电喇叭的调整	(129)
(一)构造	(113)	(四)电喇叭的检查	(130)
(二)工作原理	(114)	(五)喇叭继电器	(130)
(三)使用	(114)	(六)喇叭电路的连接及接线柱的识别	(131)
(四)检修	(114)	(七)喇叭故障的诊断与排除	(132)
七、仪表系电路及总成	(116)	二、电动刮水器	(133)
第六章 照明及灯光信号	(118)	(一)永磁式电动刮水器	(133)
一、前照灯	(118)	(二)并激或复激电动刮水器	(133)
(一)前照灯的照明要求	(118)	三、保险装置	(135)
(二)前照灯的构造	(118)	(一)一次性保险装置	(135)
(三)前照灯的安装与调整	(119)	(二)重复性保险装置	(136)
二、其它照明及信号灯具	(121)	四、汽车的报警装置	(137)
(一)示宽灯	(121)	(一)机油压力警告灯	(137)
(二)防雾灯	(121)	(二)制动系低气压警告灯	(138)
(三)制动灯信号及尾灯	(121)	(三)燃油箱存油量警告灯	(138)

(四)水温警告灯	(138)
(五)倒车报警器	(139)
(六)报警装置的故障检查	(139)
第八章 汽车电气总线路	(140)
一、汽车电气总线路的构成	(140)
(一)汽车电气线路的特点	(140)
(二)汽车电气线路图的类型	(141)
二、总线路分析	(149)
(一)读图方法	(149)
(二)解放 CA1091 型总线路分析	(150)

附图

(一)解放 CA1091 型汽车电路图	(154)
(二)东风 EQ1090F 型汽车电路图	(156)
(三)北京 BJ2020SG 型电气设备线路原理图(有 触点点火系统)	(157)
(四)北京 BJ2020SG 型电子设备线路原理图(无 触点点火系统)	(158)
(五)日本丰田沾海航行 COASTER(RU19) 汽车电气设备线路图	(159)

第一章 汽车电工基础

一、直流电路基础

(一) 基本概念

1. 电流

大量电荷作定向移动时形成电流。电流的方向规定为正电荷定向移动的方向,如图 1-1 所示。

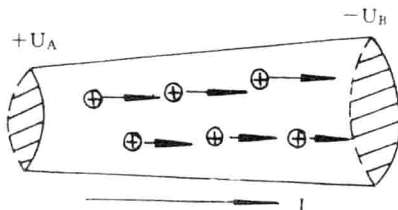


图 1-1 电流的方向

在不同的导体中,形成电流的形式有所不同。在金属导体中,是由自由电子定向移动形成了电流,如图 1-2 所示。在导电溶液中,是正离子、负离子分别向相反方向作定向移动形成了电流,如图 1-3 所示。气体导电是电子、正离子、负离子作定向移动而形成了电流。

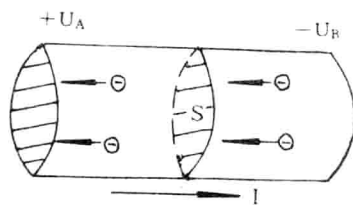


图 1-2 金属导体中电子定向移动形成电流

在汽车电器设备中,蓄电池的内部导电就是正离子、负离子的定向移动形成了电流。火

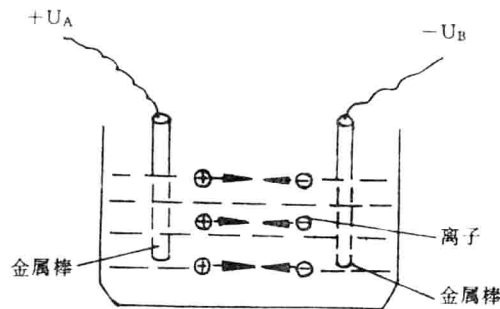


图 1-3 导电溶液中离子的定向移动

花塞的点火,则是在高电压作用下气体导电而实行点火的。

2. 电流

电流的强弱可以用单位时间内通过导体某一截面的电量来表示,叫做电流,用 I 表示。数学表达式为:

$$I = Q/t \quad (1-1)$$

Q: 电量,单位是库

仑。

t: 时间,单位是秒。

电流的单位: 1 安培(A) = 1 库仑(C)/1 秒(s)

$1A = 10^3mA = 10^6\mu A$ 。直流电流的大小和方向不随时间变化,如图 1-4 所示。

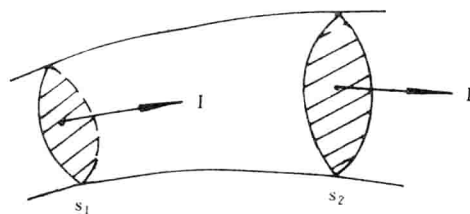


图 1-4 电流的强弱用电流强度表示

3. 电源

将其它形式的能量转化为电能的装置称为电源。电源的作用就是不断地向用电器提供电能,使电路中有持续的电流。

在汽车电器设备中,蓄电池就是将化学能转化为电能,发电

机则是将机械能转化为电能。

电源将其它形式的能量转化为电能的能力可以用电源的电动势来表示。常见的干电池每节的电动势是 1.5 伏特,而每节蓄电池是 2 伏特。在电源内部,电流是从电源的负极流向正极,而在外电路是从正极流向负极。使用时要按照图 1-5 所示的接法连接。

4. 电压

电路中两点之间的电动势之差,叫做电路两端的电压,A、B 两点之间的电压可以用公式表示,其式为:

$$U_{AB} = U_A - U_B$$

(1-2)

U_{AB} 的方向是从

$U_A \rightarrow U_B$,即电压方向是从高电势指向低电势。

电压的单位:伏特、毫伏、千伏。

$$1 \text{ 千伏(kV)} = 10^3 \text{ 伏特(V)} = 10^6 \text{ 毫伏(mV)}$$

5. 电阻

电阻是电荷在作定向移动时受到的阻碍作用,集中用电阻来表示,其符号用 R 表示。

电阻的大小不仅与导线长度有关,而且与导线的横截面、材料等因素有关。

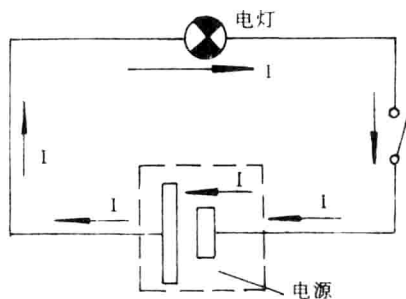


图 1-5 电源及闭合电路

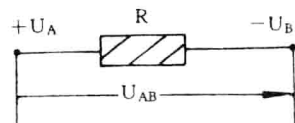


图 1-6 两点之间的电压

电阻的单位:欧姆(Ω),千欧(k Ω)。

(二)电阻的连接和欧姆定律

1. 电阻的联接

电阻的串联:将电路中各电阻元件首尾依次连接成如图 1-7 所示的电路为电阻的串联。

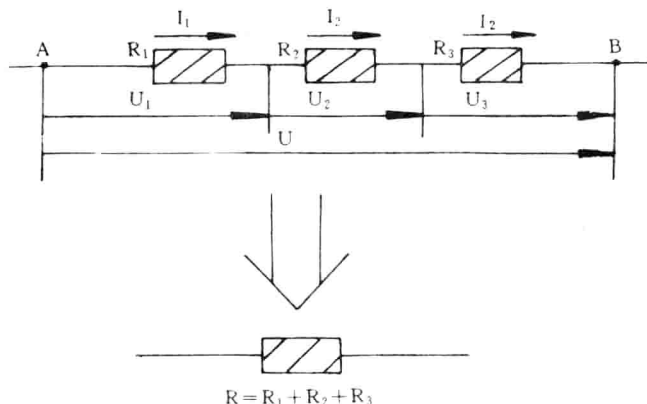


图 1-7 电阻的串联

串联电路的特点:

(1) 电路中的总电流等于各分电流。

$$\text{即: } I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \quad (1-3)$$

(2) 电路两端的总电压等于各段电阻两端电压之和。

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (1-4)$$

(3) 电路的总电阻等于各段电阻之和。

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (1-5)$$

2. 电阻的并联

将电路中的各电阻元件并列连接在电路的两点之间,如图

1-8 所示的方法为电阻的并联。

并联电路的特点：

(1) 总电流等于各支路电流之和，如图 1-9 所示。

$$\text{即：} I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (1-6)$$

(2) 总电压等于各支路两端的电压。

$$\text{即：} U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n \quad (1-7)$$

(3) 总电阻的倒数等于各分电阻的倒数之和。

$$\text{即：} \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (1-8)$$

在汽车设备中，各用电器之间的联接均采用并联方法连接。

3. 欧姆定律

(1) 部分电路的欧姆定律

当一段导体两端加有一定的电压时，导体中要有电流产出，其电流的大小与加在导体两端的电压成正比，与导体两端的电阻成反比，其数学表达式为：

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-9)$$

(2) 全电路欧姆定律

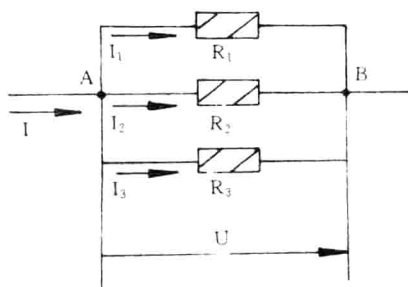


图 1-8 电阻的并联

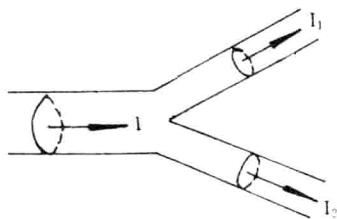


图 1-9 总电流等于各分电流之和

由电源、负载、导线、开关组成的闭合电路为全电路。全电路中的电流、电源电动势、外电路电阻及电源内电阻之间的关系为：

$$I = \frac{\epsilon}{R + r} \quad (1-10)$$

这个关系为全电路欧姆定律，如图 1-10 所示。

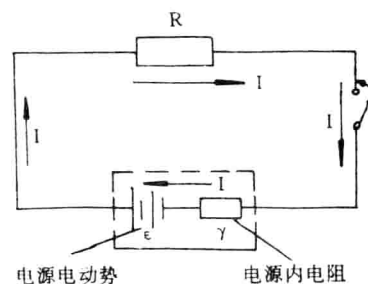


图 1-10 闭合电路中的电流

(三) 电容器及其工作原理

1. 电容器的结构

电容器是由两块相互绝缘而又相互靠近的导体组成，其结构如图 1-11 所示。两块导体用两根导线引出，作为电容器的两个极，两块导体中间夹有绝缘体（电介质）。两个相互平行、正对的金属板组成的电容器为平行板电容器。平行板电容器是最常用的一种电容器。

2. 平行板电容器的电容量

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{4k\pi d}$$

$$(1-11)$$

C——电容量，

单位是法拉(F)；

S——重叠面积，单位是平方米(m²)；

d——两极板间的距离，单位是米(m)；

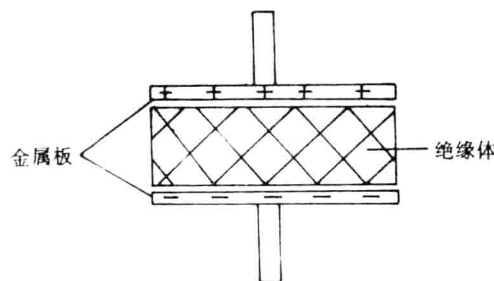


图 1-11

ϵ ——介电常数。

3. 电容器充电、放电工作原理

(1) 充电: 当开关 K 拨到 1 位置时, 电源对电容器的极板储存电荷, 与电源正极相连接的极板储存正电荷, 与电源负极相连接的极板储存负电荷。当两极板间的电势差接近电源的电动势时, 充电基本结束, 这个过程为电源的电能 $\xrightarrow{\text{充电转化}}$ 电容器的电场能。

(2) 放电:

当开关 K 拨到 2 位置时, 已经充好电的电容器通过 R_2 释放, 如图 1-12 所示, 这时电容器的电场能

$\xrightarrow{\text{充电转化}}$ 电阻的电能。

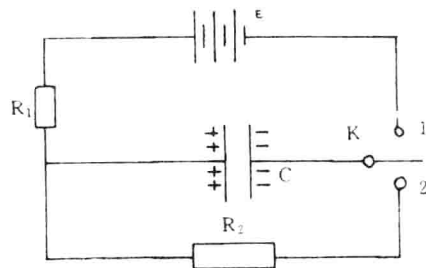


图 1-12 电容器的充放电

在汽车设备中, 利用电容器并联在点火线圈的触点两端, 以达到吸收点火线圈产生多余能量来保护触点的目的。还可以利用电阻和电容组成的 RC 脉冲电路产生尖脉冲。由尖脉冲作为触发信号, 去控制可控磁元件的导通, 从而实现点火线圈的点火。

二、磁场、电磁感应

(一) 磁场及电流的磁场

1. 磁场

客观存在于永久磁体与通电导体周围的一种特殊物质称为

磁场。

2. 磁力线

线

磁场的强弱和方向可以用磁力线形象地描述。磁力线越密的地方, 磁场越强; 磁力线越疏的地方, 磁场越弱。磁力线的箭头方向表示磁场的方向。磁力线是一条闭合的曲线, 在磁体外部, 磁力线从 N 极指向 S 极, 在磁体的内部, 磁力线从 S 极指向 N 极, 如图 1-13、图 1-14 所示。

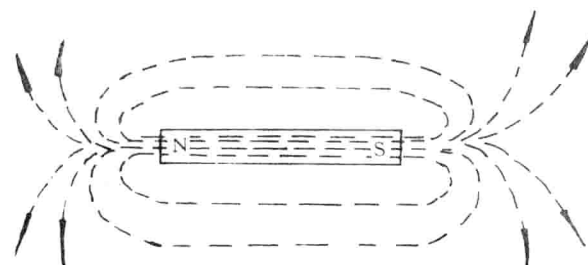


图 1-13 条形磁体的磁场

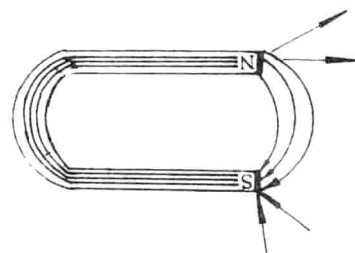


图 1-14 蹄形磁体的磁场

3. 电流的磁效应

在通电导体周围产生磁场的现象叫做电流的磁效应, 这种磁场为电磁场。通电螺线管内部的磁场与条形磁体产生的磁场相似, 如图 1-15 所示。在螺线管中插入软磁铁, 可以增强磁场。电磁场的磁性随线圈中的电流的大小改变。汽车上的电喇叭、继电器、调节器等就是利用这个原理制成的。



图 1-15 通电螺线管的磁场

4. 磁场对电流的作用

通电导体在磁场中会受到磁场力的作用,其磁场力的方向可以由左手定则确定,如图1-16所示。 F 为AB导线中电流受到磁场力的方向。如果放入磁场的线圈是矩形的,会受到方向相反的一对力偶作用,使线圈发生转动。汽车电器中的电流表、直流发电机等就是利用这个原理工作的。

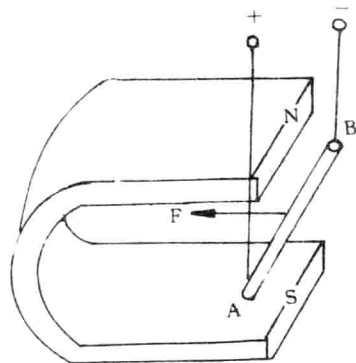


图1-16 磁场对电流的作用

(二)电磁感应

1. 电磁感应现象

闭合导体的一部分在磁场中作切割磁力线运动时,导体中产生感生电流的现象称为电磁感应现象,如图1-17所示。当穿过闭合线圈的磁通量发生变化时,线圈中也会产生电磁感应现象,如图1-18所示。磁通 Φ 变化越快,产生的 Φ' 越多,感生电流越大。汽车上的交流、直流发电机就是根据这个原理工作的。

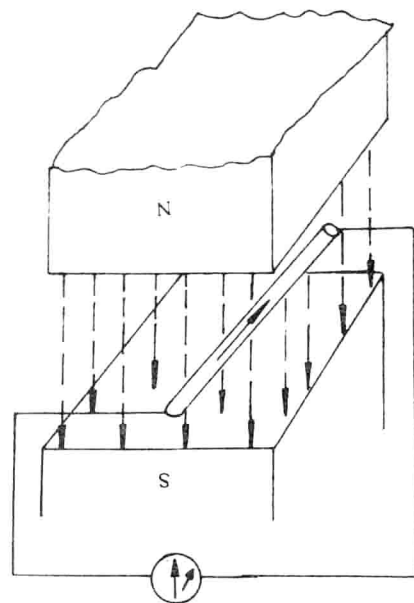


图1-17 切割磁力线产生感生电流

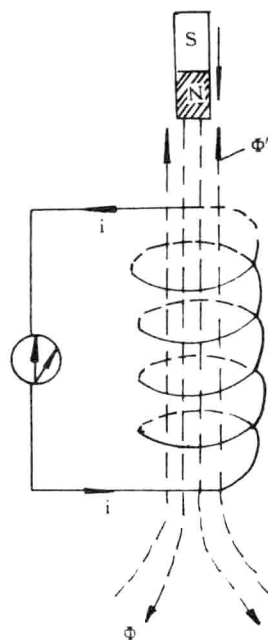


图1-18 增减磁通产生感生电流

2. 自感和互感

自感:当线圈本身电路中的电流发生变化时,在本身线圈中产生感生电流,这种电磁感应现象称为自感。

互感:当一个线圈中的电流发生变化时,在相邻的另一个线圈中产生电磁感应现象称为互感。

无论自感或互感,都是由于穿过闭合线圈的磁通发生变化时产生的电磁感应现象,所以自感、互感都遵循电磁感应定律,即法拉弟电磁感应定律。汽车电器中的变压器、点火线圈都是根据自感和互感的工作原理而制作的,如图1-19、图1-20所示。

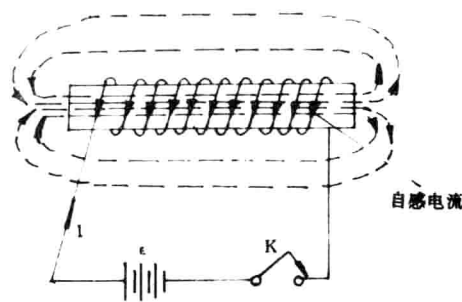


图1-19 自感

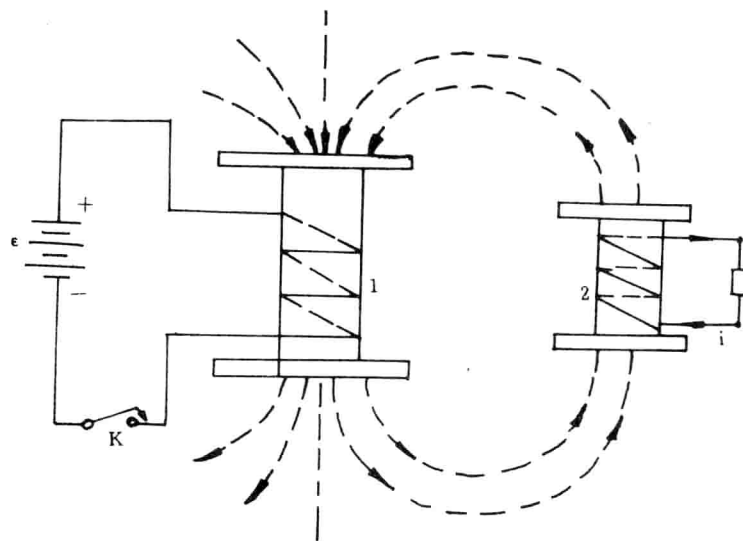


图 1-20 互感

图 1-21 是汽车点火装置的简化电路,初级电流通过点火线圈的初级线圈,再经断电器和机体回到蓄电池。次级线圈则和火花塞间隙相联,成为次级回路。当断电器触点突然断开时,初级线圈电流突然减小,则在次级线圈中产生高压电动势,并送向火花塞,打出火花,完成点火任务。

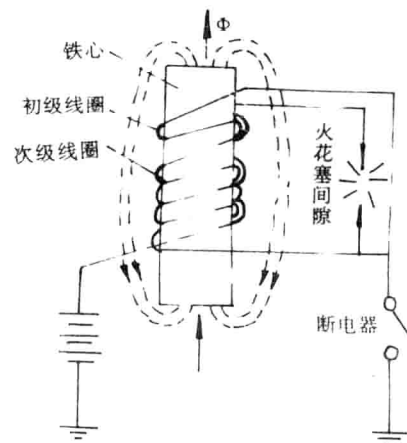


图 1-21 利用互感产生高压实现点火线圈点火

三、交流电路的基本知识

(一)基本概念

1. 交流电

电流(或电压、电动势)的大小和方向随时间周期性变化称为交流电,如图 1-22 所示。

2. 交流电的周期、频率

交流电完成一个周期性变化所需要的时间为周期,用 T 表示;单位为秒(s)。

交流电每秒钟完成的周期数叫频率,用 f 表示,单位是赫兹(Hz)。

周期和频率互为倒数,

$$\text{即: } T = \frac{1}{f} \quad \text{或 } f = 1/T$$

(1-12)

3. 正弦交流电

交流电的变化按照正弦规律变化,称为正弦交流电。

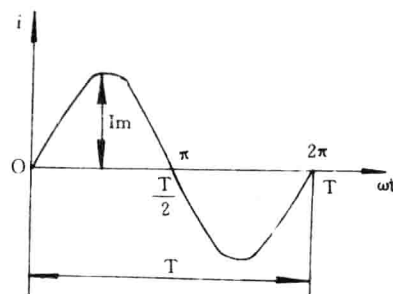


图 1-22 正弦交流电

正弦交流电由交流发电机产生,其波形是正弦曲线,如图 1-22 所示。

(二)交流电路的特性

1. 交流电的最大值

交流电的最大值表示正弦交流在变化过程中所能达到的最大值,用符号 I_m 、 U_m 、 E_m 表示,其最大值为正弦曲线的波峰值。

2. 交流电的有效值

将直流电与交流电分别与阻值相同的 R 连成闭合回路,如果在相同的时间内两种电流产生的热量相等,则此时的直流电

流值称为交流电的有效值。

电流、电压、电动势的有效值分别用 I 、 V 、 E 表示。

3. 有效值与最大值的关系

$$I = I_m / \sqrt{2} = 0.707 I_m \quad (1-13)$$

$$U = U_m / \sqrt{2} = 0.707 U_m \quad (1-14)$$

$$E = E_m / \sqrt{2} = 0.707 E_m \quad (1-15)$$

一般电器上所标的额定值均为有效值,但在考虑电容器、晶体管的耐压时,则要使用交流电的最大值 U_m 。

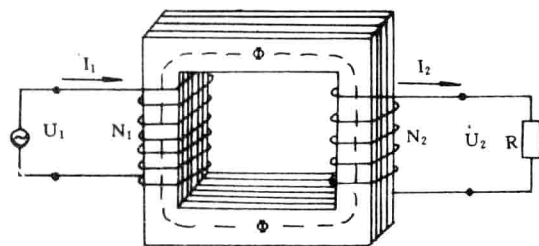


图 1-23 变压器负载运行

(三) 变压器

变压器的结构是由原、副线圈组成,其工作原理仍为电磁感应原理,如图 1-23 所示。当原线圈 N_1 中加有交流电压 U_1 时,在副线圈 N_2 中感应出感生电动势,并有 U_2 输出。 U_1 的有效值 V_1 与 U_2 的有效值 V_2 的比值等于变压器原、副线圈的匝数之比,这个比值称为变压比:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (\text{正比}) \quad (1-16)$$

原、副线圈的电流与匝数成反比,称为变压器的变流比:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad (\text{反比}) \quad (1-17)$$

V_1 、 V_2 为原、副线圈的电压有效值; N_1 、 N_2 为原、副线圈的匝数。

I_1 、 I_2 为原、副线圈的电流有效值。

四、晶体二极管及其整流原理

(一) 晶体二极管

1. 晶体二极管的单向导电性实验

晶体二极管的管壳结构及管心示意图如图 1-24 所示。

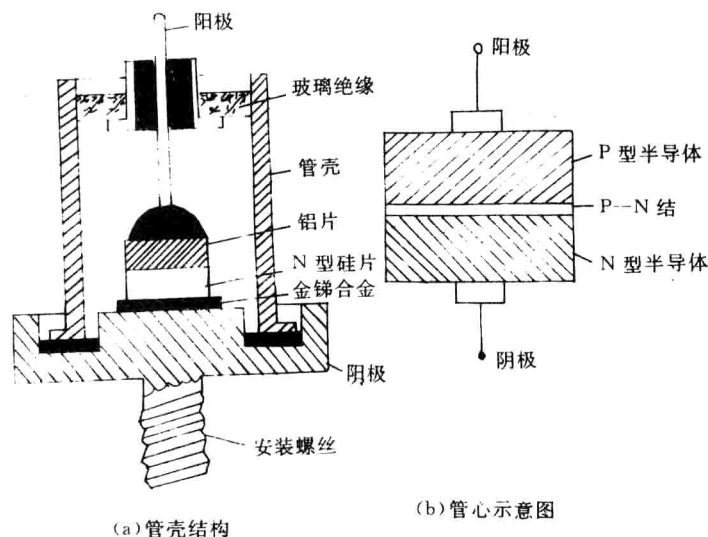


图 1-24 晶体二极管管壳结构及管心示意图

为了了解晶体二极管的单向导电性,先作一个实验,实验电路如图 1-25 所示。按照图 1-25(a)接好电路,让晶体管加正向

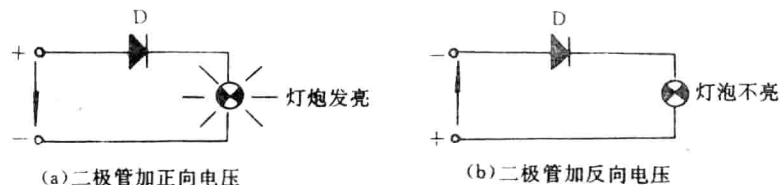


图 1-25

电压,即直流电源的正极接二极管的阳极,直流电源的负极接二极管的阴极。灯泡发亮,说明晶体二极管处于正向导通,二极管中有电流流过。

按照图 1-25(b)连接,当晶体二极管加反向电压,即阳极接电源的负极,阴极接电源的正极时,灯泡不亮,说明晶体二极管处于反向截止状态,二极管中无电流流过。

通过以上实验得到一个结论:晶体二极管具有单向导电的特性。其图形符号的箭头方向就是其导电的方向。

晶体二极管为什么具有单向导电性呢?这可以从半导体的导电机构和 PN 结讲起。

2. 半导体的导电机构

导电性能介于导体和绝缘之间的材料为半导体材料,诸如锗、硅、硒和很多的金属氧化物都是半导体。

锗原子是典型的半导体元素,下面以锗为例,说明半导体导电的特性。

如图 1-26 所示,锗是四价元素,每个锗原子的最外层有四个价电子,与相邻的锗原子形成共价键,因而形成有秩序排列的晶体。由于共价键的束缚,一般情况下处于稳定的束缚状态,半导体导电性能很差。

(1) 温度升高,半导体导电能力增加。由于温度升高,共价键电子得到足以摆脱共价键束缚的能量,从而成为自由电子。同时

在原来的位置上留下一个空穴,这时出现电子—空穴对。由于温度升高,激发的电子—空穴对在外电场作用下,形成电子—空穴对导电。温度越高,热激发得越厉害,半导体导电率便也越大,如图 1

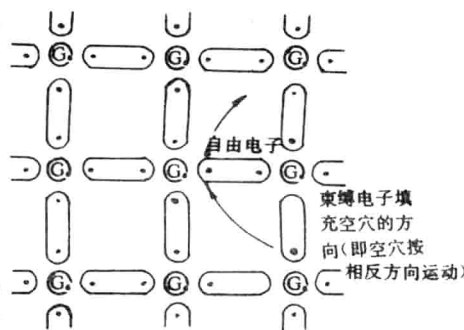


图 1-26 锗晶体受热产生的电子—空穴对

—26 所示。

(2) 掺杂半导体的导电能力成百万倍增加,在纯净的锗(或硅)中掺入少量的五价元素砷(As),半导体中的自由电子成为导电的多数载流子,故这种半导体称为电子型半导体,或称 N 型半导体。

在纯净的锗(或硅)中掺入少量的三价元素铟(In),半导体中的空穴成为导电的多数载流子,故这种半导体称为空穴型半导体,或称 P 型半导体。

由于半导体的掺杂,半导体的导电能力可以成百万倍地增加,因而利用半导体的掺杂特性可以制造出不同性质、不同用途的晶体管。

3. PN 结的形成及单向导电特性

经过掺杂处理的 P 型半导体和 N 型半导体利用一定的工艺,将 P 型半导体和 N 型半导体紧密地结合在一起,形成一层带电的电荷区,如图 1-27 所示。这个空间电荷区为 PN 结。

如果将 PN 结按照图 1-27(a)所示加正向电压,这时空间

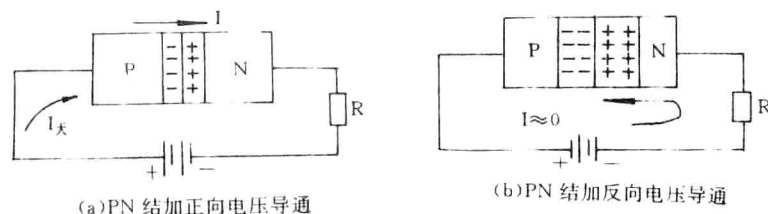


图 1-27

电荷区变薄,PN 结处于正向导通。如果将电源电池的正极、负极对换一下,即如图 1-27(b)所示,PN 结不导通(处于截止状态)。由此可见,PN 结具有单向导电性。

4. 晶体二极管结构与分类

晶体二极管是由一个 PN 结加上相应的电极引线,并用管壳封闭制成的。二极管的种类很多,可以按照管子的外形、结构、材料、功率和应用分类。根据结构的不同可分为点接触型和面接触型两种,如图 1-28 所示。

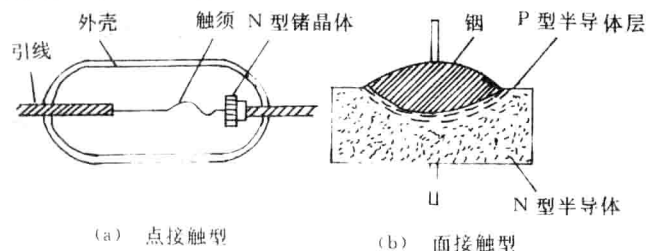


图 1-28 二极管的两种结构类型

点接触型接触面积小,不能承受较大的正向电流和较高的反向电压,但 PN 结的电容小,宜选作高频检波、脉冲技术和小电流的整流中。面接触型接触面积大,可以承受较大的正向电流和较高的反向电压,但 PN 结的电容大,宜选作大功率的整流元件。

由于晶体二极管是由一个 PN 结构成的,PN 结具有单向导电性,二极管亦具有单向导电性。

5. 晶体二极管的简易测试

(1)好坏的判别。用万用电表测小功率的晶体二极管时,可使用万用电表欧姆挡,拨到 $R \times 100$,或 $R \times 1k$ 挡(应注意不要拨到 $R \times 1$ 或 $R \times 10k$ 挡,因 $R \times 1$ 挡电流太大, $R \times 10k$ 电压太高,容易损坏管子),然后用两根表笔棒测二极管的正向、反向电阻,两者相差越大越好。一般正向电阻在几十欧姆至几百欧姆,反向电阻在几百千欧至几千千欧左右。如检测时,万用电表指针不动,则说明管子内部断线;若测得电阻为零,说明管子两极短路;如测得正向、反向电阻接近,则表明管子已坏,都不能使用。

(2)极性的判别。在测二极管的正向、反向电阻时,测得阻值小的那一次,红表笔棒所接的是管子的负极,黑表笔棒所接的是管子的正极。因为红表笔棒接的是电源电池的负极,黑表笔棒接的是电源电池的正极。相反,在测得阻值大的那一次,红表笔棒接的是管子的正极,黑表笔棒所接的是管子的负极。

(二)晶体二极管整流电路

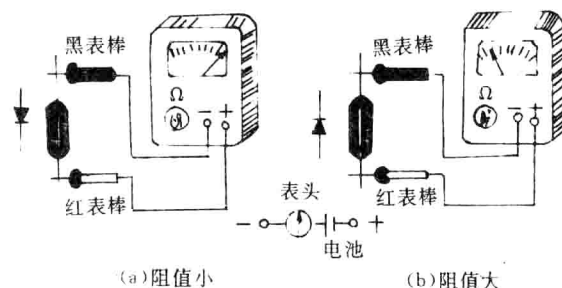


图 1-29 万用电表检测二极管的质量好坏

1. 单相整流电路

(1)单相半波整流电路。单相半波整流电路是由一个晶体二极管 D、电源变压器 B 和负载电阻 R_L 组成,如图 1-30 所示。当交流电在正半周时,二极管导通,负载电阻上 R_L 得到一个上正