

项目一

汽车主要电器系统



项目导读

汽车电器与电子设备是汽车的重要组成部分,其工作性能的优劣直接影响到汽车的机动性、经济性、安全性、可靠性、排气净化和舒适性等。汽车的主要电器系统包括蓄电池、交流发电机和启动机等。本项目主要介绍它们的结构和工作原理,以及维护和检修方法。



项目要点

1. 掌握铅酸蓄电池的功用和构造;了解铅酸蓄电池的工作原理;能够正确使用和维护铅酸蓄电池。
2. 掌握交流发电机的构造和工作原理;掌握发电机电压调节器的工作原理;能够对发电机进行简单的维护和检修操作;
3. 掌握启动机的结构和工作原理,能够正确使用和维护启动机。

任务一 蓄电池



任务引入

某 Golf 乘用车突然无法启动,且车内电器均呈无电状态,此时应首先检查蓄电池接线端是否牢固。



任务分析

要对蓄电池进行检查,首先应了解蓄电池的结构和工作原理。

知识准备

一、蓄电池概述

蓄电池是通过内部的化学反应来储存电能和向用电设备提供电能的电源装置,是一种可逆的直流电源,具有充电和放电的能力。充电时,蓄电池内部发生化学反应,把电能转变为化学能储存起来;放电时,蓄电池内部发生与充电过程相逆的化学反应,把储存的化学能转变成电能释放出去。如图 1-1 所示为汽车上的蓄电池。



扫一扫  图 1-1 汽车上的蓄电池

汽车上一般装有两个直流低压电源,蓄电池是其中之一,另一个是发电机。汽车电器与电子设备所需要的电能由这两个电源配合供给。蓄电池在汽车上的具体作用如下。

- (1) 启动发动机时,向发动机提供强大的启动电流;
- (2) 发电机不发电或输出电压低于蓄电池电压时,向点火系统及其他用电设备供电,并向交流发电机提供激励电流;
- (3) 发电机过载时,协同发电机向用电设备供电;
- (4) 发电机负载较小而蓄电池存电不足时,将发电机多余的电能转换为化学能储存起来,也就是充电;
- (5) 吸收高压脉冲,稳定电网电压,保护用电设备。

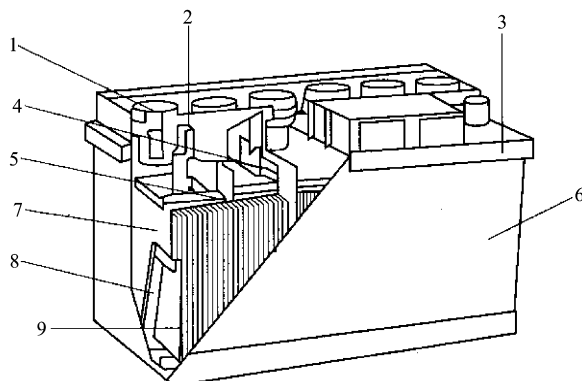
汽车蓄电池主要用来启动发动机,故而也叫启动蓄电池。启动蓄电池按其极板的材料和电解液成分的不同一般分为酸性蓄电池和碱性蓄电池两类,即铅酸蓄电池和镍镉碱性蓄电池。其中,铅酸蓄电池价格便宜,目前广泛应用在汽车上。它还可分为普通铅酸蓄电池、干荷电铅酸蓄电池、少保养铅酸蓄电池和免保养铅酸蓄电池。后三种铅酸蓄电池都是普通铅酸蓄电池的改进,其基本构造大同小异。普通铅酸蓄电池是应用最普遍的一种,目前我国大部分汽车上应用的都是这种蓄电池。

拓展知识

镍镉碱性蓄电池具有容量大、使用寿命长、保养简单、能承受大电流放电而不易损坏等优点;但由于它的极板是用镍制成,造价昂贵,故在汽车上应用较少。

二、铅酸蓄电池的结构和工作原理

铅酸蓄电池由3只或6只单体电池串联而成,每只单体电池的电压约为2V,串联成6V或12V以供汽车选用。目前,国内外汽车均选用12V铅酸蓄电池,当汽车电源电压设计为24V时(如柴油发动机汽车),则选用2只12V铅酸蓄电池串联供电。现代汽车所用铅酸蓄电池的结构如图1-2所示。铅酸蓄电池主要由极板、隔板、电解液(图中未画出)和外壳四部分组成。



1—排气栓;2—负极柱;3—电池盖;4—穿壁连接条;5—汇流条;
6—壳体;7—负极板;8—隔板;9—正极板



图 1-2 现代汽车所用铅酸蓄电池的结构

★ 微课



铅酸蓄电池的结构
和工作原理

chapter
01

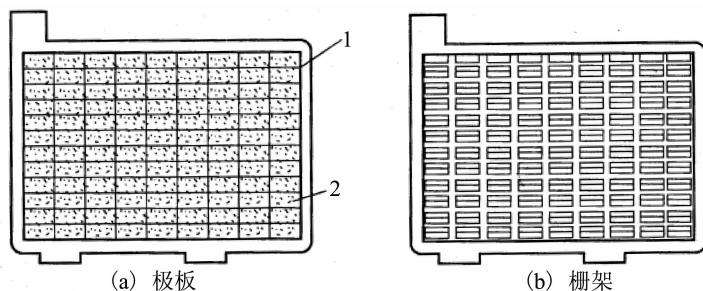
chapter
02

chapter
03

chapter
04

1. 极板

极板是蓄电池的核心,分为正极板和负极板,由栅架和活性物质组成。极板和栅架的形状如图1-3所示。



1—栅架;2—活性物质

图 1-3 极板与栅架的外形

栅架多由铅锡合金制成,其中锡的含量一般为5%~7%。加锡的主要目的是提高栅架的机械强度和改善浇铸性能。正极板上的活性物质是呈深棕色的二氧化铅(PbO_2);负极板上的活性物质是呈青灰色的海绵状铅(Pb)。

国产正极板的厚度一般为2.2mm,负极板的厚度一般为1.8mm。国外多采用厚度为1.1~1.5mm的薄型极板。薄型极板对提高铅酸蓄电池的比容量(极板单位

尺寸所提供的容量),以及改善启动性能是非常有利的。

为了增大铅酸蓄电池的容量,常将多片正、负极板并联,用横板焊接,组成正、负极板组。横板上连有极柱,各正、负极板间留有间隙,安装时,正、负极板相互嵌合,中间插入隔板。在每只单体电池中,负极板的数量总比正极板多一片,这样可使正极板都处于负极板之间。正极板两侧放电均匀,避免机械强度差的正极板由于单面工作而使两侧活性物质体积变化不一致而造成极板拱起和活性物质脱落。

2. 隔板

隔板安装在正、负极板之间,其作用是使正、负极板尽量靠近而又不至于接触造成短路,以缩小铅酸蓄电池的体积。隔板多采用微孔塑料、橡胶、纸及玻璃纤维等材料制成。隔板材料应具有多孔性,以便于电解液渗透,而且还要具有耐酸、绝缘、抗氧化等性能,以适应其工作环境。隔板通常一面带有沟槽(或玻璃纤维),安装时,应将带沟槽面朝向正极板,并使沟槽竖直放置,以满足正极板化学反应剧烈、便于电解液在电池内上下流通及气泡逸出的需求。

3. 电解液

电解液是由专用硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成的介质,其相对密度一般为1.24~1.30。

电解液的纯度是影响铅酸蓄电池的性能和使用寿命的重要因素,因此,一般的工业用硫酸和水不能用于制作电解液,否则会增加自放电并损坏极板。

配制电解液时,会释放出大量的热能,由于硫酸的比热容比水的比热容小得多,受热时温升很快,易于产生气泡,造成飞溅。故配制电解液时,只能将硫酸徐徐倒入蒸馏水中,并不断搅拌。

小提示

电解液的相对密度对铅酸蓄电池的工作有重要影响,相对密度大,可以减少结冰的危险并提高铅酸蓄电池的容量。但相对密度不宜过大,由于黏度增加,反而会降低铅酸蓄电池的容量,甚至会缩短极板使用寿命。

电解液的相对密度应随气候条件而定,表 1-1 列出了不同地区和气温条件下电解液的相对密度。

表 1-1 不同季节和气候条件下电解液的相对密度

不同季节和气候条件	全充电铅酸蓄电池 15℃时的相对密度	
	冬季	夏季
冬季温度低于-40℃地区	1.310	1.250
冬季温度为-40~-30℃地区	1.290	1.250
冬季温度为-30~-20℃地区	1.280	1.250
冬季温度为-20~0℃地区	1.270	1.240
冬季温度高于0℃地区	1.240	1.240

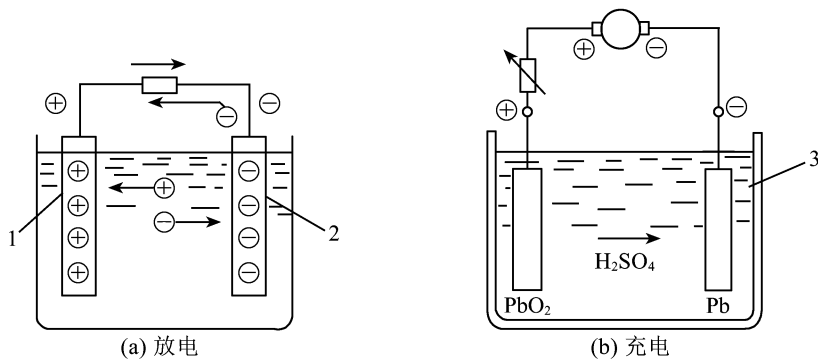
4. 壳体

铅酸蓄电池的壳体用来盛放电解液和极板组,由耐酸、耐热、抗震、绝缘性好且有一定机械强度的材料制成。早期生产的启动蓄电池壳体大都采用硬橡胶制成,近年来随着工程塑料的迅速发展,出现了聚丙烯塑料壳体。与硬橡胶壳体相比,聚丙烯塑料壳体具有较好的韧性,壳壁薄而轻(壁厚仅 3.5 mm,而硬橡胶壳壁厚达 10 mm),且制作工艺简单,外形美观,成本低,生产效率高,容易热封合,不会带进任何有害杂质,因此已有取代硬橡胶壳体的趋势。

壳体为整体式结构,壳内由间壁分成 3 个或 6 个互不相通的单体,底部有突起的肋条以搁置极板组。肋条间的空隙用来积存脱落下来的活性物质,以防止活性物质在极板间造成短路。极板装入壳体后,上部用由壳体相同材料制成的电池盖密封。在电池盖上,每个单体的顶部都有一个加液孔,用于添加电解液和蒸馏水,以及检查电解液液面高度和测量电解液相对密度。加液孔平时旋入加液孔螺塞以防电解液溅出,而螺塞上的通气孔可使铅酸蓄电池化学反应放出的气体能随时逸出。硬橡胶壳体一般采用单体盖密封,即每只单体电池上装一个盖,盖上有三个孔,两侧圆孔作为极柱孔,中间为加液孔,电池盖和容器顶部用沥青封口剂密封。聚丙烯塑料壳体的电池盖均采用整体式结构,盖上有 3 个(6 V 电池)或 6 个(12 V 电池)加液孔,两个正负极柱穿出孔,电池盖和壳体采用黏结剂黏合密封或热熔连接密封。

5. 铅酸蓄电池的工作原理

铅酸蓄电池的工作过程是由放电与充电两个过程组成的,如图 1-4 所示。



1—二氧化铅;2—铅;3—电解液

图 1-4 充放电过程

(1) 放电。

放电过程中,负极板上的反应比较简单,海绵状铅在溶解压力作用下,以铅离子的状态进入电解液中。然后,铅离子与电解液中的硫酸根离子发生反应生成硫酸铅并附着在极板上。

正极板上的反应则比较复杂。在通过电流的条件下,有少量的二氧化铅进入电解液中,与电解液中的水发生反应,生成氢氧化铅,继而游离成+4 价的铅离子和-1 价

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

的氢氧根离子,+4价铅离子获得电子后又生成+2价铅离子,最后+2价的铅离子与硫酸根离子化合生成硫酸铅。

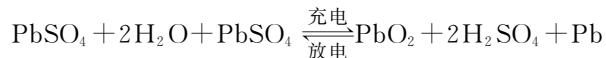
这样,在放电过程中,正、负极板上生成的都是硫酸铅。此时,随着放电的不断进行,硫酸逐渐消耗,并且生成水,使电解液浓度逐渐减小,相对密度逐渐降低。

(2) 充电。

在外部电流的作用下,负极板上的+2价铅离子可获得两个电子生成铅,并以固体状态析出。同时,电解液中的氢离子与负极板上脱离下来的硫酸根离子化合生成硫酸。

正极板上的+2价铅离子在外部电流作用下,失去两个电子变为+4价铅离子。每个+4价铅离子又与电解液中氢氧根离子结合,生成二氧化铅并在极板上析出,同时生成水。而电解液中的硫酸根离子将与氢离子化合生成硫酸。

铅酸蓄电池的充、放电过程,实际上就是其内部活性物质的合成与分解过程。其正、负极板上发生的化学变化可用下式表示:



小提示

铅酸蓄电池在放电时,电解液中的硫酸逐渐减少而水逐渐增多,从而电解液相对密度下降;充电时,与之相反,电解液的相对密度上升。所以,可通过测量电解液相对密度的方法来判断蓄电池的充电或放电程度。



三、铅酸蓄电池的型号

按照《铅酸蓄电池名称、型号编制与命名办法》(JB/T 2599—2012)的规定,蓄电池产品型号共分为三部分,其排列及含义如下。

□—□□—□□

第一部分表示串联的单体蓄电池数,用阿拉伯数字表示,其额定电压为这个数字的2倍。

3——3只单体,额定电压6V;

6——6只单体,额定电压12V。

第二部分表示铅酸蓄电池的类型和特征,用2个汉语拼音或英语字头的大写字母表示。如第一个字母是Q,则表示启动用铅酸蓄电池,M表示摩托车用铅酸蓄电池。第二个字母为蓄电池的特征代号,无字母则表示为普通式铅酸蓄电池,例如:A表示干荷电式;W表示免维护式;H表示湿荷电式;M表示密封式。

第三部分表示蓄电池的额定容量和特殊性能。目前,我国规定采用20h放电率的额定容量,单位为A·h,用数字表示。特殊性能用字母表示,例如:G表示高启动率;S表示塑料槽;D表示低温启动性能好。

举例:(1)东风牌EQ1090E汽车铅酸蓄电池型号为6-Q-105D,表示该铅酸蓄电池

由 6 只单体蓄电池组成,额定电压 $6 \times 2 = 12(\text{V})$,20 h 放电率的额定容量为 105 A·h,是低温启动性能好的普通启动铅酸蓄电池。

(2)解放牌 CA1091 汽车铅酸蓄电池型号为 6-QA-100S,表示该蓄电池由 6 只单体蓄电池组成,额定电压为 $6 \times 2 = 12(\text{V})$,20 h 放电率的额定容量为 100 A·h,采用了塑料整体式外壳的启动干荷电式铅酸蓄电池。

四、铅酸蓄电池的使用与保养

1. 铅酸蓄电池的正确使用

铅酸蓄电池的使用寿命取决于它的质量和使用方法。为了延长其使用寿命,必须正确使用。

(1)要定期检查和调整电解液的液面高度,不足时,应加蒸馏水,使液面高出极板 10~15 mm。

(2)正确调整电压调节器,使发电机电压保持在规定的范围内。其中,12 V 系统为 13.8~14.8 V,24 V 系统为 27.6~29.6 V。

(3)每次使用启动机不得超过 5 s,连续启动时,应间隔 10~15 s。

(4)使蓄电池经常保持充电状态,每月应补充充电一次。

(5)合理选择电解液的相对密度,并根据不同季节,及时调整。

(6)配制电解液一定要用专用硫酸和蒸馏水。

(7)蓄电池要在汽车上安装得牢固可靠,不得松动,如有空隙应用橡皮等物填紧,以防振动而加速活性物质的脱落。

(8)经常消除盖上的电解液与污物,并确保加液孔盖的通气孔畅通。

(9)对蓄电池初充电和补充充电时,必须按充电规则进行。

(10)蓄电池接线柱、接线卡在接线前应打磨干净,接线后应涂凡士林油防腐。

2. 铅酸蓄电池的充电

为了在汽车运行过程中维持铅酸蓄电池电量充足,汽车上配装了硅整流发电机。当汽车发动机运转时,由发电机向蓄电池充电。

(1)充电方法。

蓄电池的充电方法有定流充电、定压充电和快速脉冲充电 3 种。

①定流充电。

在充电过程中,保持充电电流恒定的充电方法称为定流充电。硅整流充电机和晶闸管充电机均可方便地实现充电电流恒定的控制。采用定流充电可以将不同电压等级的蓄电池串在一起充电,如图 1-5 所示。串联充电时,充电电流应按照容量最小的铅酸蓄电池来选择,当小容量铅酸蓄电池充足后,应及时取掉,然后再继续给大容量蓄电池充电。定流充电具有适应性广的优点,因此广泛用于初充电、补充充电。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

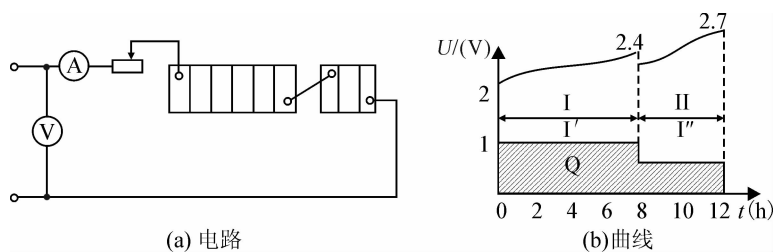


图 1-5 定流充电

②定压充电。

在充电过程中,保持充电电压恒定的充电方法称为定压充电。汽车上的充电系统采用电压调节器实现对充电电压恒定的控制。定压充电的电路和曲线如图 1-6 所示。定压充电电压一般每只单体电池约需 2.5 V,即 6 V 铅酸蓄电池需要的充电电压约为 7.5 V,12 V 铅酸蓄电池需要的充电电压约为 15 V。定压充电的特点是充电效率高,充电 4~5 h 就可获得 90%~95% 的充电量,大大缩短了充电时间。而且定压充电电压选择合适时,电池充足后,充电电流会自动趋向于零。但是定压充电无法确保铅酸蓄电池完全充足电。

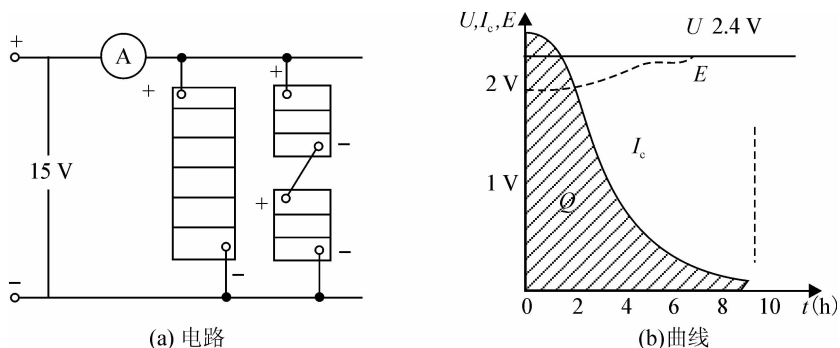


图 1-6 定压充电

③快速脉冲充电。

常规充电(定流、定压充电)完成一次初充电需 60~70 h,使用中的补充充电需 20 h 左右,由于充电时间太长,给使用带来不便,而且若单纯地加大电流充电会使温升过快,产生大量气泡,造成活性物质脱落,缩短使用寿命。快速脉冲充电采用自动控制电路对电池进行正、反向脉冲充电,可以提高充电效率,新电池初充电一般不超过 5 h,使用中的电池补充充电只需 0.5~1.5 h。快速脉冲充电电流波形如图 1-7 所示。

a. 充电初期。采用大电流(相当于 $0.8 \sim 1 Q_c$ 电流)充电,使电池在较短时间内达到额定容量的 60% 左右。当单格电压上升到 2.4 V,电解液开始分解并冒出气泡时,由控制电路作用,停止大电流充电。

b. 脉冲期。先停止充电 24~40 ms,接着再放电或反充,使蓄电池反向通过一个较大的脉冲电流(脉冲宽度为 $1.50 \sim 1000 \mu s$,脉冲深度为 $1.5 \sim 3 Q_c$),以消除活性物质孔隙内外浓度差影响和降低极板间气泡的形成,然后停止放电 25 ms,按脉冲期循环充电直到蓄电池充足电。

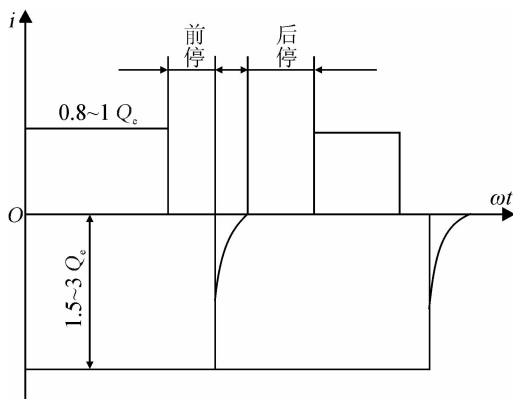


图 1-7 快速脉冲充电电流波形



小问题

定流充电和定压充电有什么区别？

(2) 充电程序。

① 充电的种类。

在铅酸蓄电池的使用中，充电是一项很重要的工作。新铅酸蓄电池和修复的铅酸蓄电池都必须进行初充电才能使用，使用中的铅酸蓄电池也要进行补充充电。为了保持铅酸蓄电池的容量和延长其使用寿命，还应定期进行过充电和锻炼充电。另外，硫化的铅酸蓄电池还须进行去硫化充电。

② 初充电。

a. 准备工作。按制造厂家的规定，根据本地区的气温条件选择电解液密度；打开铅酸蓄电池加液孔中的封闭薄膜，将配制好的且已降温的电解液（不得超过 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）注入各单体电池；静放 $4\sim 6\text{ h}$ ，使极板浸透，且待电解液温度低于 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，方可充电。需要指出的是，电解液液面应高于极板 $10\sim 15\text{ mm}$ 。

b. 充电过程。充电过程通常分两个阶段进行：第一阶段的充电电流约为额定容量的 $1/15$ ，充电至电解液中放出气泡。单体电池端电压达 2.4 V 时（时间为 $25\sim 35\text{ h}$ ），将电流降低一半，转入第二阶段充电，直至充足为止（时间为 $20\sim 30\text{ h}$ ）。全部充电时间为 $45\sim 65\text{ h}$ 。

各种铅酸蓄电池的充电电流和时间如表 1-2 所示。



小提示

充电的注意事项：充电过程应经常测量电解液的温度。若温度上升到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，应减小充电电流或采取降温措施（如用冷水、风扇降温）。若温度超过 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，则应暂停充电。初充电完毕后，若电解液密度不合规定，应用蒸馏水或密度为 1.400 g/cm^3 的电解液进行调整，再充电 2 h ，直至密度符合规定为止。

c. 充、放电循环。新铅酸蓄电池第一次充电后，往往达不到规定的容量，应进行充、放电循环。先用 20 h 放电率进行放电（即用额定容量的 $1/20$ 电流放至单体电池

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

电压降到 1.75 V 为止), 然后再用补充充电电流充足, 完成一次充、放电循环。若此时容量仍低于额定容量的 90%, 应再进行一次充、放电循环, 使极板在储存中生成的硫酸铅全部变成活性物质, 以增加其容量。

表 1-2 各种铅酸蓄电池的充电电流和时间

铅酸蓄电池 型号	额定 容量 /(A·h)	额定 电压 /V	初充电				补充充电			
			第一阶段		第二阶段		第一阶段		第二阶段	
			电流 /A	时间 /h	电流 /A	时间 /h	电流 /A	时间 /h	电流 /A	时间 /h
3-Q-75	75	6	5	25~35	3	20~30	7.5	10~11	4	3~5
3-Q-90	90		6		3		9.0		5	
3-Q-105	105		7		4		10.5		5	
3-Q-120	120		8		4		12.0		6	
3-Q-135	135		9		5		13.5		7	
3-Q-150	150		10		5		15.0		7	
3-Q-195	195		12		7		19.5		10	
6-Q-60	60	12	4	25~35	2	20~30	6	10~11	3	3~5
6-Q-75	75		5		3		7.5		4	
6-Q-90	90		6		3		9.0		4	
6-Q-105	105		7		4		10.5		5	
6-Q-120	120		8		4		12.0		6	

③ 补充充电。

铅酸蓄电池在使用中, 若电量不足, 则应根据需要进行补充充电。一般每月至少对铅酸蓄电池进行一次补充充电, 而且若发现下列现象必须随时进行充电。

- a. 电解液密度降到 1.200 g/cm^3 以下。
- b. 冬季放电超过 25%, 夏季放电超过 50%。
- c. 灯光比平时暗淡。
- d. 启动无力。

补充充电也分两个阶段进行: 第一阶段一般以额定容量 1/10 的电流充电, 到单体电池的端电压为 2.4 V, 电解液开始放出气泡时为止; 然后进入第二阶段, 将电流减半, 直至充足为止。

补充充电一般需 13~16 h(见表 1-2)。如果电解液密度不合规定, 应予调整。

④ 去硫化充电。

a. 小电流充电法。极板轻微硫化时, 可用小电流长期充电的办法进行处理(见表 1-2), 选用初充电的第二阶段充电电流, 进行长时间充电, 直到电压和电解液密度达到规定标准, 然后调整电解液密度和液面高度。

b. 水疗法。硫化较严重时, 可采用水疗法修复。其方法是, 先将蓄电池用 20 h 放电率

放电到单体电池电压为 1.75 V,然后倒出电解液,加入蒸馏水,用补充充电的第二阶段充电电流进行充电;待电解液密度升至 1.15 g/cm^3 左右,再按上述放电率放电至终止电压;接着再以原来的充电电流进行充电,直至电解液密度不再上升,调整电解液密度至 1.28 g/cm^3 ;最后按 20 h 放电率放电,当放电容量达到额定容量的 80%时,表示处理工作基本完成。若放电容量仍很小,则可重复上述充、放电方法,直到电池容量恢复正常为止。

3. 铅酸蓄电池的放电

为了对新蓄电池进行充、放电循环以提高其容量,以及检查蓄电池的工作能力,需要按一定的规则对其进行放电。

放电方法分为 20 h 放电率放电和启动放电率放电。前者是指用蓄电池额定容量的 $1/20$ 的电流连续放电,直到 6 V 蓄电池端电压降至 5.25 V、12 V 蓄电池电压降至 10.5 V 为止,记下放电时间。启动放电率放电是指在电解液温度为 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,用 3 倍于蓄电池额定容量的大电流进行放电,直到 6 V 蓄电池端电压降至 3 V、12 V 蓄电池端电压降到 6 V 为止,记下放电时间。

小提示

注意:放电过程中应经常测量电压,当电压降到规定值时,应立即停止放电。否则电压会迅速降到零,以致损坏极板,造成下次充电困难。

4. 铅酸蓄电池的保养

使用条件对铅酸蓄电池的寿命有很大影响,因此应该做好铅酸蓄电池使用中的保养工作。

(1) 调整液面高度。

铅酸蓄电池电解液液面高度在任何情况下均应超出极板组上缘 10~15 mm,不允许极板露出液面。

汽车每行驶 1 000 km,或冬季行驶 10~15 天、夏季 5~6 天,应进行电解液液面高度的检验。

(2) 选择电解液密度。

根据季节、气候条件选择适当的电解液密度(见表 1-1)。

(3) 控制端电压。

将发电机的端电压控制在适当范围内。12 V 系统应为 13.5~14.5 V,24 V 系统应为 27~29 V。表 1-3 列出了铅酸蓄电池端电压放电情况。

表 1-3 铅酸蓄电池端电压放电情况

蓄电池放电程度/%	放电电压/V
0	1.7~1.8
25	1.6~1.7
50	1.5~1.6
75	1.4~1.5
100	1.3~1.4



chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

(4)合理使用启动机。

每次接通启动机的时间不允许超过 5 s,两次间隔时间应为 10~15 s。



五、铅酸蓄电池的常见故障与检修

在使用过程中,铅酸蓄电池内部常出现的故障有自放电、极板硫化、活性物质脱落和极板短路等。

1. 自放电

完全充电的铅酸蓄电池,即使未经使用,其电量也会随存放时间的增长而逐渐下降,这种现象称为自放电。这是因为极板(主要是负极板)上的活性物质会慢慢地与电解液发生化学反应生成硫酸铅,而活性物质的减少就意味着电量的降低。这种现象只能靠在负极板铅膏配方中或在电解液中加入缓蚀剂(如腐殖酸、木质素磺酸等)降低其放电速度,不能根除。

另外,电解液不纯、存放温度过高等都会加速自放电。因此,当发现电解液中含铁、铜、锰、砷、镍、硝酸、盐酸、醋酸及其他有机物,或悬浮物已超过规定时,应立即换用符合标准的新电解液。



拓展知识

诊断与检修自放电的方法:

- (1)应检查铅酸蓄电池外部是否清洁,特别是电池盖上是否有污物堆积。
- (2)检查导线有无搭铁、短路之处。检查时可断开各用电设备,拆下蓄电池一个接线柱上的导线,将线端与接线柱划碰试火。若有火花,应逐段检查有关导线,找出搭铁之处;若无火花,说明故障在蓄电池内部,应拆开修复。

2. 极板硫化

铅酸蓄电池在放电过程中,其正、负极板上的活性物质都在逐渐地转变为硫酸铅。硫酸铅能溶解于电解液中,而且温度越高溶解度越大。但是,在温度下降时,硫酸铅就会重新析出,在极板上重新结晶。这种结晶是一种颗粒粗大、在充电时也不易重新溶解于电解液白色物质。该白色物质导电性差,结构致密,充塞于活性物质的孔隙中,阻碍电解液渗入,从而大大地降低蓄电池的电性能。析出这种白色粗晶体的现象称为极板硫化,它主要发生在负极板上。

极板硫化后,极板上的有效物质减少,铅酸蓄电池的容量明显降低。加上这种粗晶体电导率低,使铅酸蓄电池的内阻大为增加,导致充电时温度上升快、温升高(常超过 45℃)、过早冒气,这些都是硫化的表征现象。产生极板硫化的原因如下:

- (1)制造蓄电池时,极板化成不完善、活性物质的生成不充分;
- (2)启用新铅酸蓄电池时,初充电不彻底,活性物质未得到充分还原;
- (3)使用过程中,铅酸蓄电池经常被过放电或以小电流深度放电;
- (4)电解液密度偏高、使用温度变化大或长期在高温气候下使用;
- (5)维护不及时,长期不检查液面高度,使极板上部露出液面;
- (6)未定期充电或每次充电均未充足;

(7) 自放电或内部短路现象长期得不到降低、消除,使蓄电池经常处于亏电状态;

(8) 蓄电池长期搁置不用而又不加维护,电解液内混入杂质或有机活性物质。

蓄电池极板硫化的修复是一件既困难又复杂的工作,通常可根据硫化程度的不同,采取小电流充电法和水疗法消除硫化。

3. 活性物质脱落

极板上活性物质的脱落是蓄电池的主要故障之一。其脱落的原因主要有:

(1) 过充电。

过充电时,电能电解水,产生氢和氧。氧气聚集在正极板的表面孔隙内,如果氧气浸透到活性物质的内层,就会使铅质栅架氧化,活性物质的附着性能变差而易于脱落。而氢气的数量过多,会在负极板的孔隙内产生一定的压力,使活性物质脱落,这就是氢脆现象。正极板和负极板比较起来,正极板活性物质脱落得更多,因为正极板的活性物质为二氧化铅,附着性能比负极板活性物质差得多。

(2) 电解液的密度过高。

电解液的密度越高,对极板栅架的腐蚀性越强,尤其在温度高的情况下。

(3) 极板安装不紧。

极板安装较松时,汽车剧烈振动容易使活性物质脱落。另外,频繁的大电流放电所造成的极板拱曲,也会加速活性物质的脱落。

如果出现容量下降或电解液混浊就有可能是活性物质脱落。防止活性物质脱落的方法如下。①不要过充电,充电电流不宜过大;②要严格按照规定的终止电压放电;③及时更换电解液,加水时要加蒸馏水。

4. 极板短路

(1) 极板短路的可能原因。

① 隔板质量不好或隔板缺角;

② 极板拱起;

③ 活性物质脱落过多。

(2) 极板短路时的故障现象。

① 容量下降或没有容量;

② 电解液密度下降到 1.150 g/cm^3 及其以下;

③ 单体电池电压降至零。

检修时,先找出短路的部分在哪个单格的极板内,然后拆散铅酸蓄电池,取出极板群,更换新隔板,更换不合要求的极板。

任务实施

本任务以 Golf 乘用车为例讲述汽车铅酸蓄电池接线端检查。

小提示

安装得牢固的铅酸蓄电池接线端能够确保无故障运行和经久耐用。在固定电极接线端时,接线端应安全地接在铅酸蓄电池的电极上。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

(1)沿箭头 A 方向按压锁止卡,沿箭头 B 方向打开铅酸蓄电池的盖板(如果有)并取下(见图 1-8)。

(2)沿箭头方向左右摇动铅酸蓄电池负极接线端和铅酸蓄电池正极接线端,检查接线端固定是否牢固(见图 1-9)。

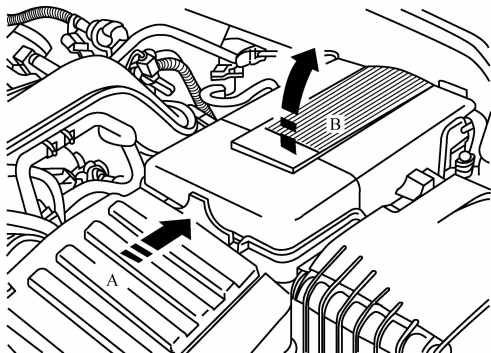


图 1-8 打开电池盖板

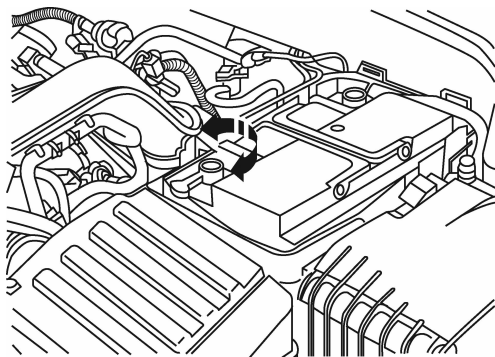


图 1-9 检查接线端



小提示

如果铅酸蓄电池正极接线端未固定,为避免发生事故,必须首先将铅酸蓄电池负极接线端断开。

(3)如果铅酸蓄电池正极接线未固定,旋松铅酸蓄电池负极接线上的固定螺母,沿箭头方向断开负极接线(见图 1-10)。将铅酸蓄电池正极接线的固定螺母用扭矩扳手和棘轮以 $6 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩沿箭头方向拧紧(见图 1-11),然后将负极接线拧紧。

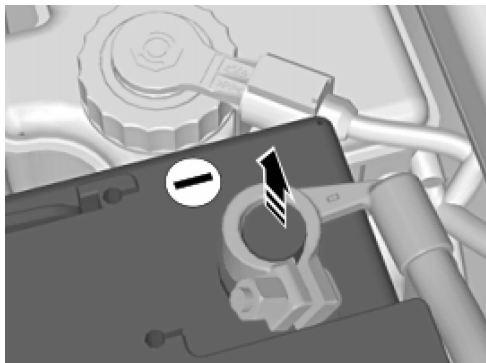


图 1-10 断开负极接线

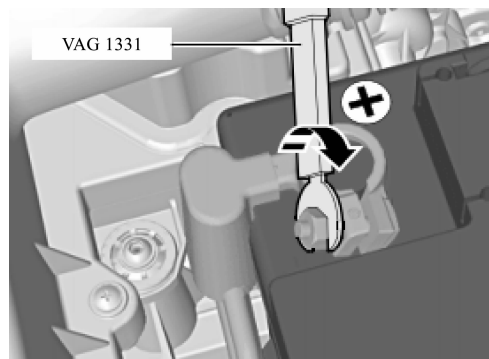


图 1-11 拧紧正极接线固定螺母

(4)如果蓄电池负极接线端未固定,将蓄电池负极接线用扭矩扳手和棘轮以 $6 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩沿箭头方向拧紧(见图 1-12)。

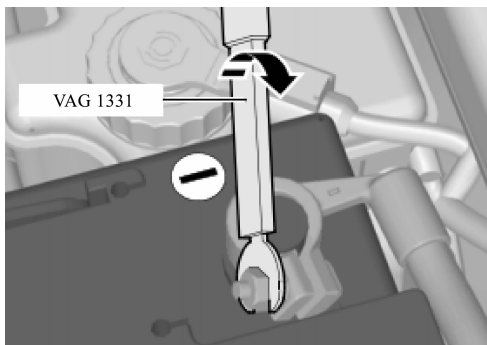


图 1-12 拧紧负极接线固定螺母

(5)沿箭头方向重新盖上盖板(见图 1-13)。

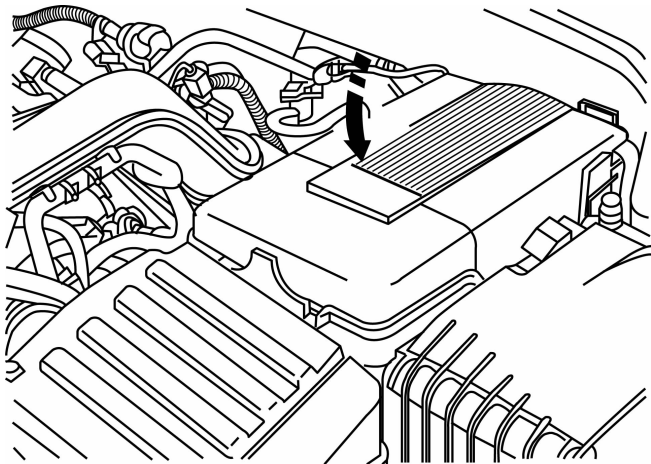


图 1-13 盖上盖板

★ 微视频



比亚迪G3汽车蓄电池更换

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

任务二 交流发电机

任务引入

试完成对交流发电机及其电压调节器的检测与实验。

任务分析

在对交流发电机及其电压调节器进行必要的检测与实验之前,应掌握交流发电机的结构和工作原理,了解电压调节器的工作过程。

知识准备

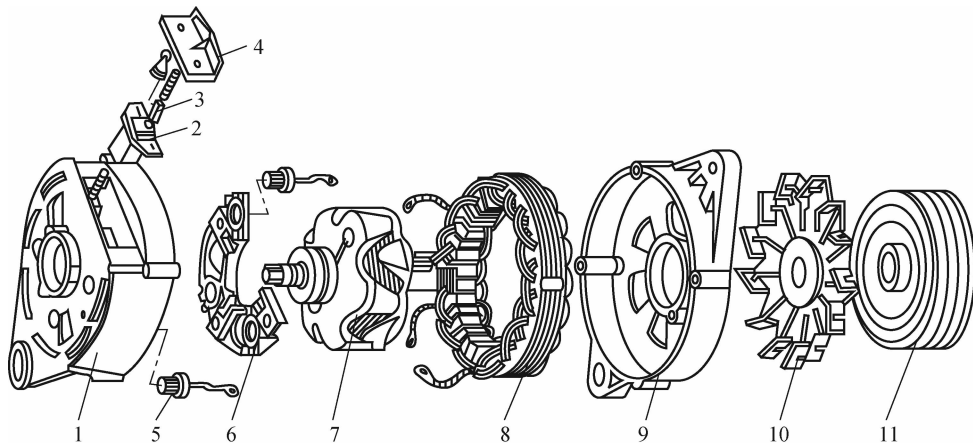
一、交流发电机的结构和工作原理

1. 交流发电机的结构



汽车发电机的结构

交流发电机的基本组成包括一个小型三相同步发电机和一组由六只硅二极管构成的三相桥式整流器。国产 JF132 型交流发电机结构如图 1-14 所示。



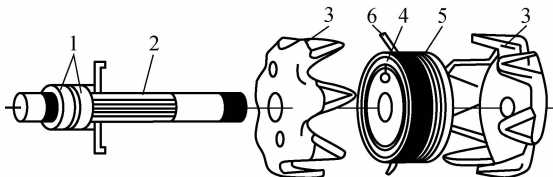
1—后端盖;2—刷架;3—电刷;4—电刷弹簧压盖;5—硅二极管;
6—散热板;7—转子;8—定子总成;9—前端盖;10—风扇;11—皮带

图 1-14 交流发电机的总体构造

交流电动机主要组成部件的具体结构原理分述如下。

(1) 转子。

如图 1-15 所示,励磁绕组 5 绕在软铁芯 4(磁轭)上,铁芯两端盖着两块爪极 3,每块爪极有 6 个鸟嘴形磁极。铁芯、爪极一并装到轴 2 上,励磁绕组的两根引出线 6 从爪极通出并分别焊在彼此绝缘的两个滑环上,滑环与装在后端盖上的两个电刷相接触。当向两个电刷输入直流电时,通过励磁绕组的电流便在铁芯上产生较强的磁场,并使得一块爪极被磁化为 N 极,另一块爪极磁化为 S 极,从而形成相互交错的 6 对 N、S 极。



1—集电环;2—轴;3—爪极;4—软铁芯;5—励磁绕组;6—引出线

图 1-15 转子的结构

交流发电机的发电原理如图 1-16 所示,在转子外放着固定的线圈,线圈一端搭铁,另一端连接用电设备。当外力带动转子旋转时,穿过线圈的磁感线数及方向随变

换磁极周期性地变化,因此在线圈上感应出大小与方向均呈规律变化的交流电。

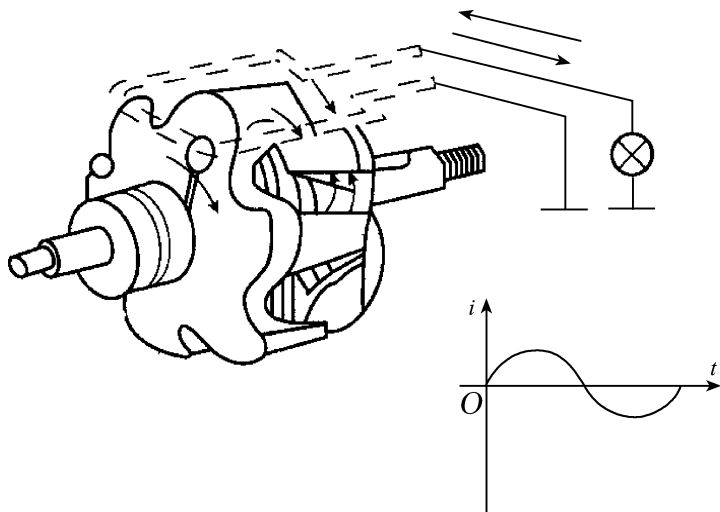


图 1-16 交流发电机的发电原理

(2) 定子。

定子(电枢)由定子铁芯和定子绕组组成。定子铁芯由内圆带槽的硅钢片叠成。根据转子上的磁极对数,定子分为 36 槽(6 对磁极)和 24 槽(4 对磁极),其槽内嵌有三相绕组,并成星形连接。下面以 36 槽为例说明各相绕组的布线方式。

36 槽常采用单层集中绕法,每相绕组都由 6 个线圈串联而成,每个线圈有 13 匝。定子铁芯的布线展开图如图 1-17 所示,有 18 个定子线圈,分成三相绕组,即每相由 6 个线圈串联而成,且每相绕组占 12 个槽,每个线圈两个边的安放距离等于相邻异性磁极中心线之间的距离。这样,转子每转一圈,定子的每相电路产生 6 个周期性的交流电动势。

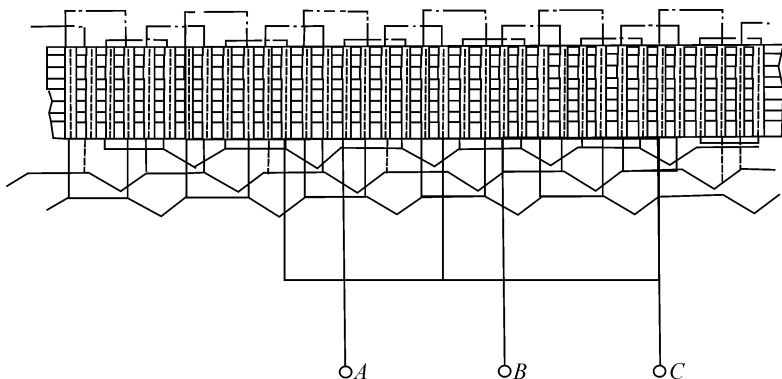


图 1-17 定子铁芯的布线展开图

三相绕组之间的位置又如何确定呢?应使三相电动势变化情形分别相隔 120° 电角,如图 1-18 所示。因为一个磁极所占的电角为 180° ,且占 3 个槽,所以要使三相电动势变化分别相隔 120° 电角,三相绕组的三个起端的距离应为 2 个槽,即分别占 1、3、5 槽。

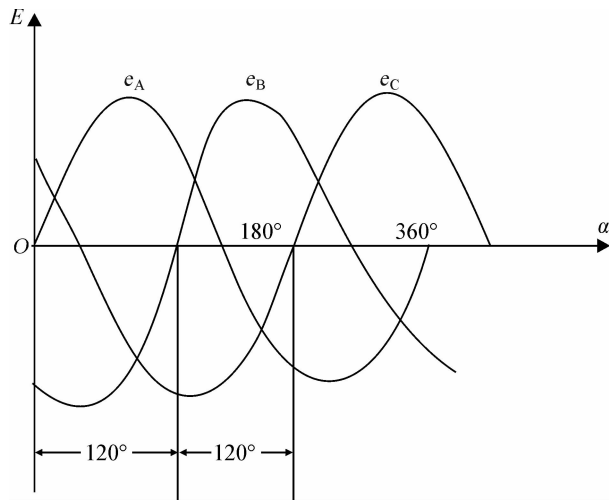


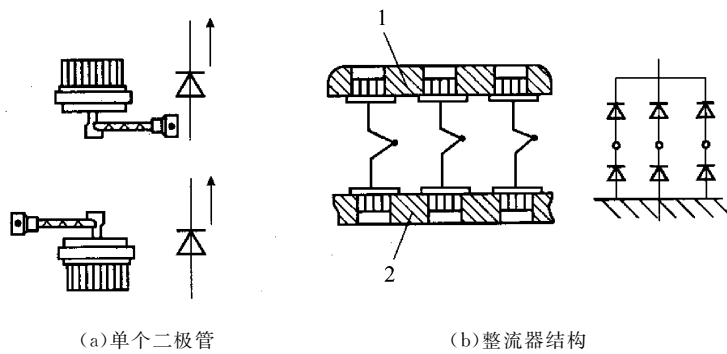
图 1-18 三相交流电波形

(3)前、后端盖。

前、后端盖采用非导磁性材料铝合金压铸而成。其内安装的轴承一般采用 203 和 202 球轴承,并填充高温润滑脂。为了提高轴承使用寿命和减少维修,新型交流发电机采用了全密封轴承,并把轴承承载等级也提高了一级,采用了 303 和 305 系列的密封轴承。后端盖内除装有整流元件外,还装有电刷和电刷架。后端盖上有三个接线柱,其中标有“B”或“+”者为电枢接线柱,标有“F”者为磁场接线柱,标有“-”者为搭铁接线柱及某些发电机的中性点接线柱。

(4)整流器。

交流发电机的整流器一般由 6 只硅二极管组成。如图 1-19 所示,中心引线和铜外壳分别为二极管的两个极。



(a)单个二极管

(b)整流器结构

1—散热板;2—后端盖

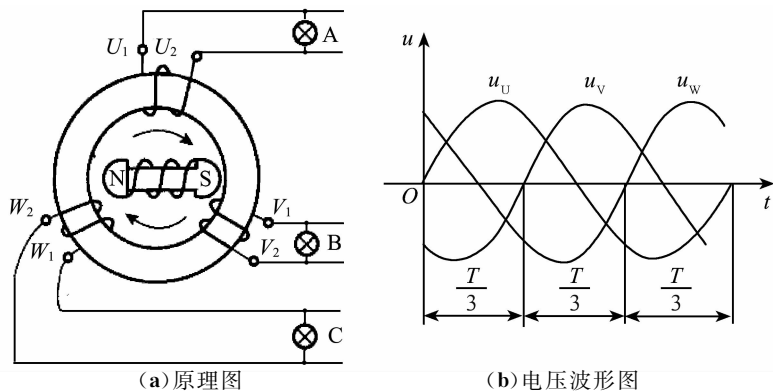
图 1-19 整流器

交流发电机所用的硅二极管分为两种:中心引线接电源正极,铜外壳接负极才能导通的硅二极管为正极管子(正烧管);反之为负极管子(反烧管)。由于汽车交流发电机利用 6 个二极管进行全波整流,所以也称其为硅整流发电机。

2. 交流发电机的工作原理

(1) 交流发电机的发电原理。

交流发电机产生交流电的基本原理,仍然是电磁感应原理。如图 1-20a 所示,发电机三相定子绕组按一定规律分布在发电机的定子槽内,彼此相差 120° 电角。转子是发电机的旋转磁场;当它旋转时,定子绕组与磁感线产生相对的切割运动,于是在三相绕组中产生频率相同、幅值相等、相位互差 120° 电角的三相交流电动势。由于转子磁极是鸟嘴形,其磁场的分布近似正弦规律,所以交流电动势也近似正弦波形,如图 1-20b 所示。交流发电机定子绕组内交流电动势的大小与每相绕组串联的匝数及转子转速有关。匝数越多,转速越高,感应电动势越高。



扫一扫 图 1-20 交流发电机的发电原理及波形

(2) 交流发电机的整流原理。

定子绕组中感应出的交流电,由硅二极管组成的整流器转变成直流电。硅二极管具有单向导电性,当外加电压为正向电压时(二极管的正极电位高于负极电位),二极管呈低电阻,处于导通状态;当外加电压为反向电压时(二极管的正极电位低于负极电位),二极管呈高电阻,处于截止状态。交流发电机中 6 只硅二极管组成三相桥式全波整流电路,如图 1-21a 所示。交流发电机产生的三相交流电动势如图 1-21b 所示。

图 1-21 在三相桥式整流电路中,三个正极管 VD_1 、 VD_3 、 VD_5 的负极连在一起,其正极分别接在发电机三相绕组的首端 U_1 、 V_1 、 W_1 。 VD_1 、 VD_3 、 VD_5 分别在三相交流电正半周期内导通,且哪相电压最高,则接该相绕组的正极管导通。三个负极管 VD_2 、 VD_4 、 VD_6 的正极连在一起,负极分别接发电机三相绕组 U 、 V 、 W 。 VD_2 、 VD_4 、 VD_6 分别在三相交流电负半周期内导通,且哪相电压最低,则接该相绕组的负极管导通。这样,同时导通的硅二极管有两个,即正、负管各一个。同时导通的正、负极管总是将发电机的线电压加在负载 R_L 两端。

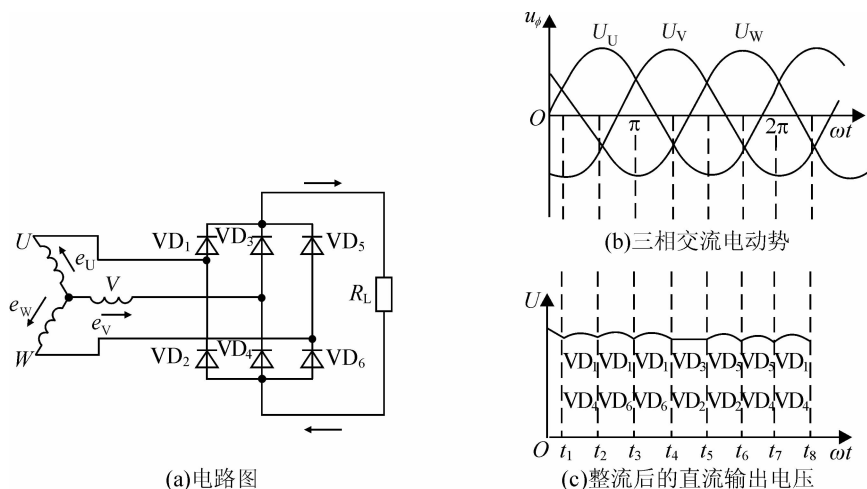
根据上述原则,其整流过程如下。

在 $t=0$ 时, U_W 最高, U_V 最低, VD_5 、 VD_4 导通, V_1 、 W_1 电压加在负载上;

在 $t_1 \sim t_2$ 时, U_U 最高, U_V 最低, VD_1 、 VD_4 导通, V_1 、 U_1 电压加在负载上;

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

在 $t_2 \sim t_3$ 时, U_U 最高, U_W 最低, VD_1 、 VD_6 导通, U_1 、 W_1 电压加在负载上;
 在 $t_3 \sim t_4$ 时, U_V 最高, U_W 最低, VD_3 、 VD_6 导通, V_1 、 W_1 电压加在负载上;
 依此类推, 负载就得到了一个比较平稳的直流脉动电压, 其电压波形如图 1-21c 所示。



(a) 电路图

(b) 三相交流电动势

(c) 整流后的直流输出电压

扫一扫 图 1-21 三相桥式全波整流

汽车交流发电机中, 硅二极管的反向工作电压很高, 避免了汽车电路中由其他电器设备产生的自感电动势击穿硅二极管。如国产交流发电机配用的 ZQ 型二极管反向工作电压为 200 V。

(3) 交流发电机的励磁方式。

当加在硅二极管的正向电压小于其死区电压(约 0.6 V)时, 由于硅二极管呈现较大电阻不能导通, 加之剩磁又软弱, 所以交流发电机在低速运转时不能建立电压, 其电压低于蓄电池电压, 由蓄电池通过点火开关供给磁场线圈电流, 进行他励, 使电压很快上升。当交流发电机转速在 1 000 r/min 左右时, 其电压已达到蓄电池充电电压要求, 除向铅酸蓄电池充电外还向励磁线圈供电, 对发电机转子磁场进行自激, 进入自激发电。

二、交流发电机的电压调节器

电压调节器的作用是自动调节交流发电机的输出电压, 将其控制在规定的范围内。在交流发电机的工作原理中讲到, 交流发电机产生的交流电动势与其转子转速成正比。交流发电机是由发动机带动的, 汽车发动机转速变化很大, 因此交流发电机的输出电压很不稳定。为了满足汽车用电设备的要求, 使输出电压保持恒定, 硅整流发电机必须配备电压调节器。

硅整流发电机电压调节器按其结构不同可分为触点式电压调节器和无触点式电压调节器(又称半导体式调节器)两大类。触点式调节器可分为单级触点式电压调节器(一对触点)和双级触点式电压调节器(两对触点); 无触点式电压调节器可分为晶体管式电压调节器和集成电路式(即 IC 式)调节器。随着半导体技术的应用, 半导体式

电压调节器会逐步取代触点式电压调节器。目前,国内汽车所使用的电压调节器两种并存。无论哪一种电压调节器,其工作原理是相同的,都是通过调整交流发电机的励磁电流来达到稳定输出电压的目的。

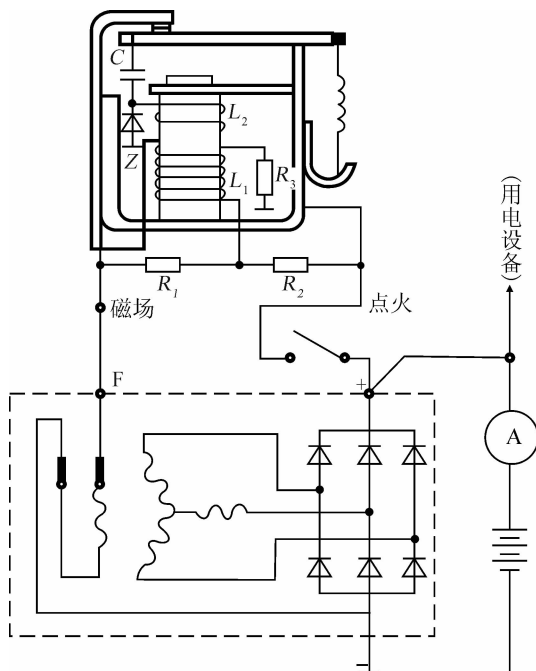


小问题

交流发电机的电压调节器的作用是什么?

1. 单级触点式电压调节器

FT111 单级触点式电压调节器如图 1-22 所示。与传统的电压调节器相比,它增加了灭弧元件退磁回路。



扫一扫



图 1-22 FT111 单级触点式电压调节器

FT111 单级触点式电压调节器的作用如下。

(1) 在触点打开的瞬间,励磁电流减小,在励磁绕组中产生较高的自感电动势,并加给灭弧元件(Z 、 L_2 和 C)。这样,一方面起到了续流作用,保护了触点;另一方面线圈 L_2 产生的磁感线与线圈 L_1 产生的磁感线方向相反,使铁芯磁场强度急剧减小,加速了触点的闭合,从而提高了触点振动频率。

(2) 在触点打开的瞬间,自感电动势还对电容 C 充电,构成了励磁绕组与电容的阻尼振荡回路,吸收自感电动势,减弱了触点的火花。

2. 双级触点式电压调节器

双级触点式电压调节器在发动机较宽的转速范围和输出电流变化很大的情况下,也能保证交流发电机的输出电压基本恒定。如图 1-23 所示为适用于 KQ1401 等汽车

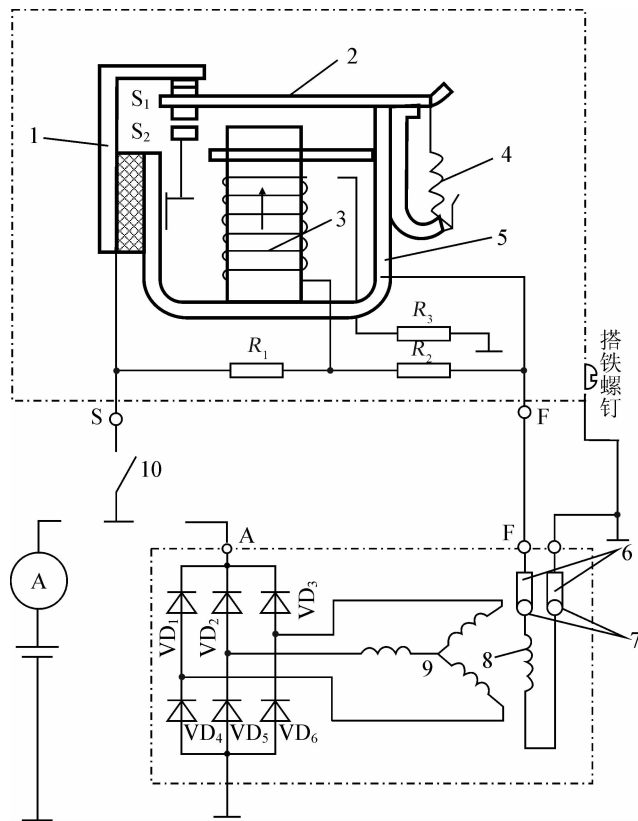
chapter
01

chapter
02

chapter
03

chapter
04

的 FT-61 型双级触点式电压调节器,包括低速触点 S_1 、高速触点 S_2 、附加电阻 R_1 、加速电阻 R_2 、温度补偿电阻 R_3 ,其余结构与直流发电机用的电压调节器相似。双级触点式电压调节器的工作原理也是利用触点的开闭,改变磁场电流,以维持发电机电压不变。



1—低速触点支架;2—衔铁;3—磁化线圈;4—拉力弹簧;
5—磁轭;6—电刷;7—滑环;8—励磁绕组;9—三相定子绕组;
10—点火开关;S—点火接线柱;F—磁场接线柱;R—加速电阻

图 1-23 FT-61 型双级触点式电压调节器

双级触点式电压调节器的工作过程如下。

(1)他励过程。

接通点火开关 10,启动发动机,发电机发电先靠他励。这时的励磁电路为:蓄电池正极→电流表 A→点火开关 10→调节器点火接线柱 S→低速触点 S_1 →衔铁 2→磁轭 5→调节器磁场接线柱 F→励磁绕组 8→搭铁。因电流由蓄电池供给,使转子磁场增强,电压很快升高。

(2)自励过程。

①低速或大负载,通过 S_1 保持电压稳定。随着转速升高,使发电机电压高于蓄电池电动势,励磁电流转入发电机自给。转速继续增加,当发电机电压达工作电压时,磁化线圈 3 的电磁吸力增强,先使 S_1 投入工作, S_1 不断开闭。 S_1 闭合时的励磁电路同前述,而 S_1 打开时的励磁电路为:发电机正极→点火开关 10→调节器点火接线柱 S→

加速电阻 R_1 → 附加电阻 R_2 → 磁场接线柱 F → 励磁绕组 8 → 发电机负极。当转速不断升高到某一值, S_1 被一直吸开, 使附加电阻、加速电阻一起串入励磁绕组, S_1 的控制励磁电流的作用到此结束。

② 高速或小负载, 通过 S_2 保持电压稳定。若转速再度升高, 电压稍继续升高, 衔铁再往下吸使 S_2 闭合, S_2 一端搭铁, 另一端通过衔铁接“磁场”接线柱, 从而使励磁绕组短路, 使磁场电流急剧减小, 发电机电压也随之急剧下降。与此同时, 调压器磁化线圈吸力减小, 衔铁在弹簧压力下, S_2 又分开, 磁场电路中串入 R_1 、 R_2 , 电压又再升高, 周而复始, 触点 S_2 振动, 使发电机在高速时保持电压稳定。低速电压稳定值与高速稳定值相差不过 0.5~1.0 V, 对使用影响不大。

3. 晶体管式电压调节器

触点式电压调节器在使用过程中表现出以下缺点: 因触点开闭过程存在机械惯性和电磁惯性, 使触点振动频率慢; 触点间的电火花不仅会烧坏触点, 缩短使用寿命, 还会产生一定的无线电干扰电波; 调节可靠性差。

而无触点式电压调节器以开关管代替触点, 不但开关频率高, 而且不会产生火花, 调节效果好, 具有质量轻、体积小、寿命长、可靠性高等优点。其中, 最具有代表性的是 JFT106 型晶体管式电压调节器, 如图 1-24 所示。该调节器为 14 V 负极搭铁, 可用于 14 V 功率小于 750 W 的 9 管交流发电机, 也可用于 14 V 功率小于 1000 W 的 6 管交流发电机。其调节电压为 13.8~14.6 V。

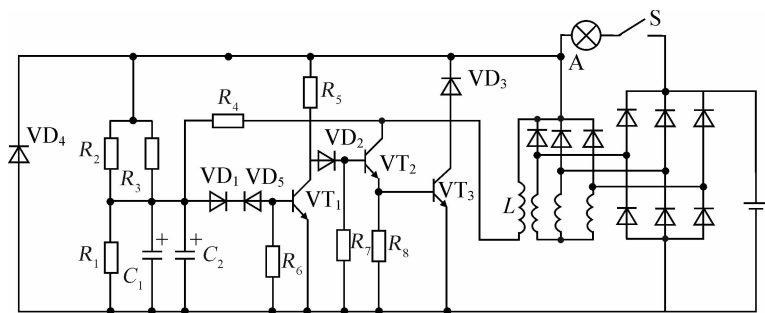


图 1-24 JFT106 型晶体管式调节器

JFT106 型晶体管式电压调节器的具体工作过程如下。

(1) 接通点火开关 S, 蓄电池经充电指示灯、 R_5 、 VD_2 和 R_7 向 VT_2 提供偏流使其导通, 接着 VT_3 也导通, 蓄电池正极经点火开关 S → 充电指示灯 → 励磁绕组 → VT_3 的 c、e 极 → 蓄电池负极, 进行他励。

(2) 随着发电机转速的提高, 电压逐渐提高, 充电指示灯熄灭。当 A 点电压达到调节器的工作电压时, R_1 的端电压反向击穿 VD_5 , 使 VT_1 导通, VT_2 与 VT_3 截止, 励磁电流迅速下降, 发电机端电压及 A 点电位也随之下降。

(3) A 点电位下降, VD_5 截止, VT_1 随之截止; 而 VT_2 、 VT_3 导通, 电压又迅速上升。如此反复交替工作, 控制发电机电压保持在额定值。

任务实施

一、交流发电机的使用和维修注意事项

交流发电机整流器、晶体管式电压调节器和集成电路式电压调节器内部均装有电子元件。因此当受到瞬时过电压或过电流时,它们就很容易被损坏。

使用和维修交流发电机时,应注意以下事项。

(1)蓄电池的搭铁极性必须与发电机的搭铁极性一致,否则会烧坏整流器中的硅二极管和电压调节器中的电子元件。

(2)严禁采用在交流发电机输出端搭铁试火的方法检查交流发电机是否有电,否则将损坏其整流器。

(3)交流发电机正常运行时,不可任意拆动各电器的连接线,以防电路中的瞬时过电压损坏硅二极管及电压调节器中的电子元件或其他电子设备。

(4)蓄电池可起到电容器的作用,可在一定程度上吸收电路中的瞬时过电压,有效保护电路中的电子元件,所以交流发电机与蓄电池之间的连接线路务必牢固、可靠。

(5)不允许用 220 V 交流电压或万用表检查交流发电机的绝缘性能,否则将损坏硅二极管及电压调节器中的电子元件。

(6)发动机熄火后,应及时关闭点火开关,避免损坏交流发电机的磁场绕组及电压调节器中的电子元件。

(7)电压调节器的调节电压不能过高或过低,以免损坏用电设备或造成蓄电池充电不足。

(8)传动带的张紧度应符合规定,否则会损坏交流发电机轴承或引起交流发电机发电不足。

二、交流发电机的检测

为判断交流发电机的性能是否正常,查明交流发电机的故障部位及原因,以便采取相应的维修措施,应对交流发电机进行检验。其检验方法有整机检验和分部检查两种。

1. 整机检验

常见的整机检验方法有三种:实车检验法、万用表测量法、台架试验法。下面主要介绍实车检验法和万用表测量法。



小提示

由于交流发电机具有硅整流器,在整机检验作业中,除不可采用搭铁试火的检查方法外,也不允许采用高于发电机额定电压的电源进行检查,如不允许用 220 V 交流试灯法和用万用表检查绝缘电阻等。

(1) 实车检验法。

首先将风扇皮带张力调整好,然后拆掉发电机的所有连线,另用一根导线把发电机“+”(电枢)接线柱与“F”(磁场)接线柱连接起来;将万用表拨至 0~50 V 直流电压

挡,将其正表笔接电枢接线柱,负表笔接外壳;启动发动机,并把从发电机电枢接线柱上拆下的那根来自蓄电池正极的导线与发电机电枢或磁场接线柱碰一下,对发电机进行他励;缓慢提高发动机转速,观察电压表,若电压表所指示的电压值随发动机转速升高而增大,则说明发电机良好,而若电压表无电压指示,则说明发电机不发电。其故障原因可能有几种:整流二极管被击穿、转子或定子绕组搭铁、短路或断路、电刷卡住等。

实车检验法检验交流发电机示意图如图 1-25 所示。

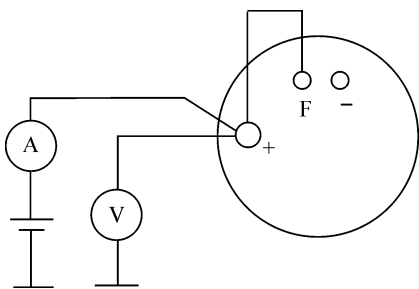


图 1-25 实车检验法检验交流发电机示意图

(2) 万用表测量法。

该检查法是用万用表测量发电机各接线柱之间的电阻值,从而判断发电机的故障。具体操作是,用万用表 $R \times 1 \Omega$ 挡测量发电机“F”(磁场)与“-”(搭铁)之间的阻值、发电机“+”(电枢)与“-”(搭铁)之间的正、反向阻值及发电机“+”(电枢)与“F”(磁场)之间的正、反向阻值。将测得值与表 1-4 中正常情况下的电阻相对比,若发电机“F”与“-”之间的阻值超过规定值,说明电刷与滑环接触不良;若阻值小于规定值,说明励磁绕组有匝间短路或搭铁;若阻值为零,说明两滑环间短路或“F”接线柱搭铁。

表 1-4 常见交流发电机各接线柱之间的电阻值

交流发电机 型号	“F”与“-” 之间的电阻/ Ω	“+”与“-”之间的电阻/ Ω		“+”与“F”之间的电阻/ Ω	
		正向	反向	正向	反向
JF11	5~6	40~50	$>1\ 000$	50~60	$>1\ 000$
JF13					
JF15					
JF21					
JF12	19.5~21	40~50	$>1\ 000$	50~70	$>1\ 000$
JF22					
JF23					
JF25					

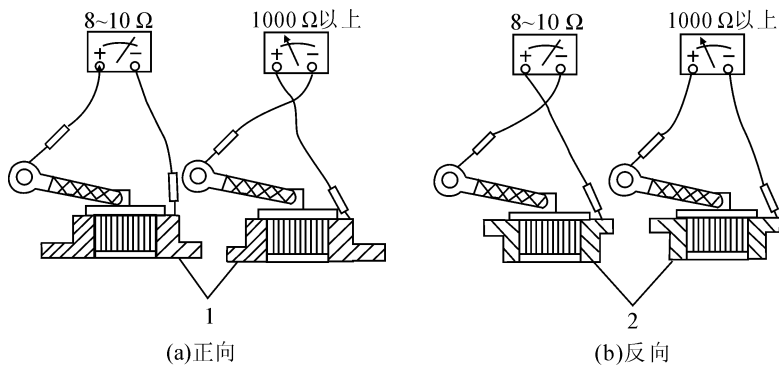
万用表负表笔接发电机外壳,正表笔接“+”接线柱,表针指在 $40 \sim 50 \Omega$,说明整流器(硅二极管)正常;若测得电阻值在 10Ω 左右,说明有某个硅二极管被击穿短路;若测得电阻值接近零或等于零,说明装在端盖上的硅二极管和装在元件板上的硅二极管至少各有一个被击穿短路。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

2. 分部检查

(1) 硅二极管的检查。

拆开定子绕组与硅二极管的连接线后,用万用表 $R \times 1 \Omega$ 挡逐个检查硅二极管的性能。用万用表检查硅二极管的检查方法和要求如图 1-26 所示。



1—发动机后端盖;2—元件板

图 1-26 用万用表检查硅二极管的检查方法和要求

测量压在后端盖上的硅二极管时,将万用表的“—”表笔(黑色)搭端盖,“+”表笔(红色)搭硅二极管的引出线(图 1-26a),电阻值应在 $8 \sim 10 \Omega$;然后将表笔交换进行测量,电阻值应在 $1\ 000 \Omega$ 以上。压在散热板上的三个硅二极管是相反方向导电的(图 1-26b),测试结果也应相反。

需要说明的是,上述数值是使用 500 型万用表测试的结果,若万用表规格不同则测试结果将有所变化。若正、反向测试时,电阻值均为零,则硅二极管短路;若电阻值均为无限大,则硅二极管断路。短路和断路的硅二极管均应更换。

小提示

在更换硅二极管时,必须识别硅二极管的正、负极性。在负极搭铁的交流发电机中,压在后端盖上的硅二极管为负极管,压在散热板上的硅二极管为正极管。如果装错,同样会将硅二极管烧坏。当管壳上无任何标志时,可用万用表判断硅二极管的极性。

JF 系列交流发电机中二极管的外形尺寸和主要技术参数如表 1-5、表 1-6 所示。

表 1-5 JF 系列交流发电机用硅二极管的外形尺寸

型 号	D/mm	L_1 不大于/匝	L_2 不大于/匝
ZQ5	$\Phi 11$	8	21
ZQ10			
ZQ15			
ZQ20			
ZQ25	$\Phi 16$	11	32
ZQ50	$\Phi 19$	14	35

表 1-6 交流发电机用硅二极管的主要技术参数

项目 \ 型号	ZQ	ZQ10	ZQ15	ZQ20	ZQ25	ZQ50
正向平均电流 I_{FAV}/A	5	10	15	20	25	50
正向均方根电流 I_{FRMS}/A	7.9	16	24	31	39	70
浪涌电流 I_{FSM}/A	60	120	180	240	300	600
反向重复峰值电压 U_{RRM}/V	$90\%U_{RSM}$					
反向不重复峰值电压 U_{RSM}/V	300					
工作结温度 $t_1/^\circ C$	-40~150			-40~180		
正向峰值电压 U_{FM}/V	≤ 1.6					
反向重复峰值电流 I_{RRM}/A	≤ 3					≤ 7
结壳热阻 $R_c/(^\circ C \cdot W^{-1})$	≤ 4.0	≤ 2.0	≤ 1.7	≤ 1.4	≤ 1.2	≤ 0.6

(2) 磁场绕组的检查。

①用万用表检查磁场绕组的电阻值如图 1-27 所示。若电阻符合表 1-7 的规定,则说明磁场绕组良好;若电阻小于规定值,说明磁场绕组有短路;若电阻无限大,则说明磁场绕组已经断路。

②按如图 1-28 所示的方法检查磁场绕组的绝缘情况。灯亮说明磁场绕组或滑环搭铁。

磁场绕组若有断路、短路和搭铁故障时,一般需更换整个转子或重绕磁场绕组。重绕磁场绕组时可参考表 1-7 所列数据。

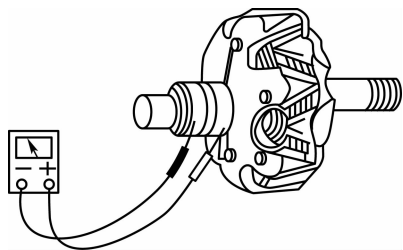


图 1-27 用万用表测量磁场绕组的电阻值

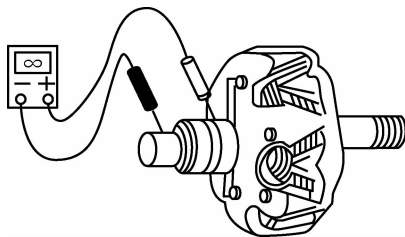


图 1-28 检查磁场绕组的绝缘情况

表 1-7 JF 系列交流发电机定子绕组和磁场绕组的各项数据

交流发电机 型号	定子绕组						磁场绕组		
	铁芯 槽数	单个线圈 的匝数	绕组导线 直径/mm	每相串联 线圈数	线圈 节距	三相绕组 接法	匝数	导线直径 /mm	电阻 (20 °C 时)/Ω
JF11	36	13	1.08	6	1~4	星形	520	0.62	5.3
JF13	36	13	1.04	6	1~4	星形	530	0.62	5.3
JF12	36	25	0.83	6	1~4	星形	1 060	0.44	19.3
JF23	36	25	0.83	6	1~4	星形	1 100	0.47	20

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

续表

发动机型号	定子绕组						磁场绕组		
	铁芯槽数	单个线圈的匝数	绕组导线直径/mm	单相串联线圈数	线圈节距	三相绕组接法	匝数	导线直径/mm	电阻(20℃时)/Ω
JF21	36	11	1.08×2	6	1~4	星形	575	0.64	5
JF152	36	11	1.35	6	1~4	星形	600	0.67	5.5
JF22	36	21	1.08	6	1~4	星形	1 000	0.47	18
JF25	36	21	1	6	1~4	星形	1 100	0.47	20
2JF750	36	8	1.2	6	1~4	星形	600	0.86	3.53
JF172	36	7	1.68	6	1~4	星形	700	0.74	5
JF750	36	15	0.93×2	6	1~4	星形	950	0.67	8.5
JF27	36	15	1.25	6	1~4	星形	1 100	0.59	13
JF1000	42	12	1×2	7	1~4	星形	1 250	0.67	14.7
JF210	36	14	1.08×2	6	1~4	星形	1 200	0.67	13
JF01	24	21	1.04	4	1~4	星形	500	0.53	5
JFZ1813Z	36	7	2.0	6	1~4	星形	450	0.85	2.7
JFZ1813ZB	36	7 双线	1.3	6	1~4	星形	450	0.85	2.7
JFZ1815Z	36	7 双线	1.3	6	1~4	星形	350	0.67	3.3

(3) 定子绕组的检查。

用万用表按如图 1-29 所示的方法检查定子绕组是否断路,按如图 1-30 所示的方法检查定子绕组是否搭铁。

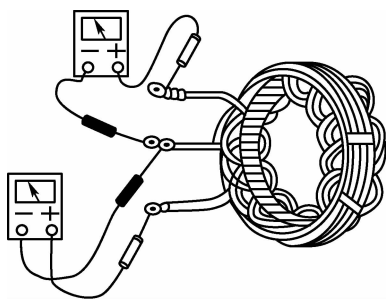


图 1-29 定子绕组断路检查

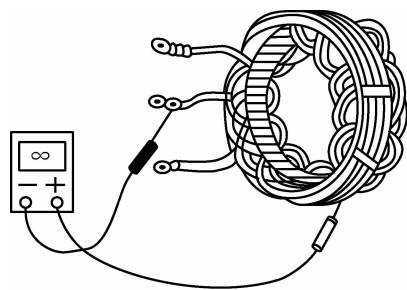


图 1-30 定子绕组搭铁检查

小提示

定子绕组若有断路、短路和搭铁等故障,而又无法修复时,则需重新绕制。交流发电机装复后,需进行空载和满载试验。

三、电压调节器的检查与调整

1. 双级电磁振动式电压调节器的检查与调整

(1) 检查触点是否氧化、烧蚀,电阻是否烧断,线圈有无断路、短路等故障。电压调节器线圈及电阻阻值参数如表 1-8 所示。

(2) 各部间隙的检查与调整,衔铁与铁芯的间隙为 1.1~1.3 mm,高速触点间隙为 0.25~0.4 mm。

表 1-8 触点式调节器线圈电阻数据

型号	线圈			电阻(20℃时)/Ω			
	导线直径/mm	电阻/Ω	匝数/匝	附加电阻 R_1	加速电阻 R_2	补偿电阻 R_3	平衡电阻
FT20	0.29	7.2	700	9	0.4	20	—
FT70A	0.21	29	1 500	40	2	80	—
FT61	0.31	9.5	820	8.5	1	13	—
FT61A	0.21	29	1 500	40	2	80	—
FT62	0.25	95	145	—	—	—	—
康铜	0.2	53	2 200	80	13	—	1.5



2. 晶体管式电压调节器的检查

晶体管式电压调节器若使用不当或晶体管质量不佳,可能会出现故障。如果交流发电机电压建立不起来,交流发电机电压过高,可以就车进行检查,方法如下。

在调节器“F”和发电机“F”接线柱之间,串一只电流表(量程为 10 A),用以测量励磁电流和转速之间的变化关系。启动发动机,如果电流表无指示,多为功率管断路;如果电流表有指示,但在低速时无变化,而在转速升高到 800~1 000 r/min 之后,电流随发动机转速的升高而加大,说明功率管短路或稳压管、小功率管断路,这时发电机电压过高,导致蓄电池过充电;如果电流随转速的升高而减小(见图 1-31 中虚线示),表明调节器正常。

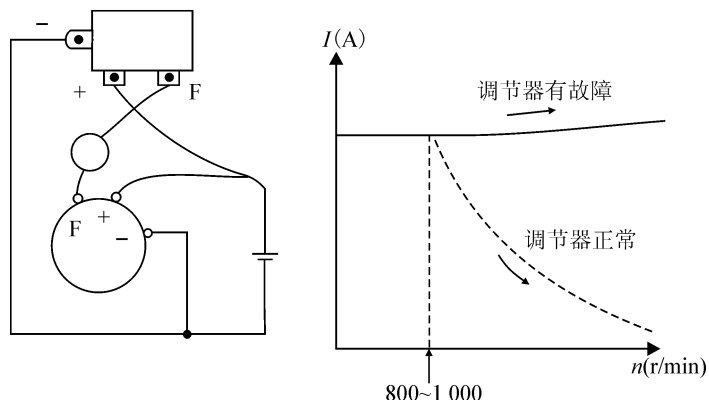


图 1-31 晶体管式电压调节器的检查

chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

如果经过以上检查,确认调节器内部有故障时,应从线路上拆下元件用万用表进行测量。

任务三 启动机



任务引入

启动机正确的使用方法是什么?又如何对其进行维护和试验呢?



任务分析

要对启动机进行必要的维护和试验,首先需要掌握启动机的构造和工作原理。

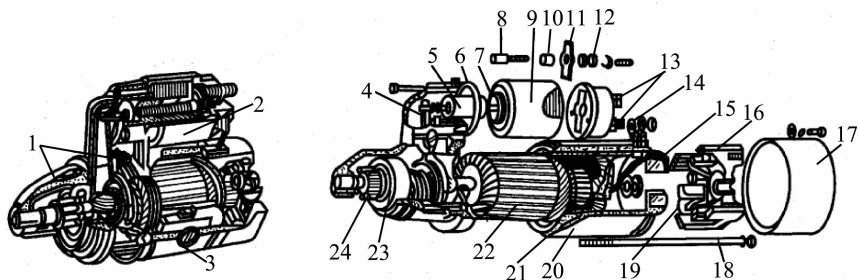


知识准备



一、启动机的组成

普通汽车启动机的结构如图 1-32 所示,它一般由以下 3 个部分组成:直流电动机、传动机构和控制装置。



1—传动机构;2—电磁开关;3—串励式直流电动机;4—拨叉;5—活动铁芯;6—垫圈;7—弹簧;
8—顶杆;9—线圈体;10、12—绝缘垫;11—接触盘;13—接线柱;14—连接铜片;15—电磁;
16—端盖;17—防护罩;18—穿钉;19—搭铁电刷;20—外壳;21—定子绕组;22—电枢;
23—单向离合器;24—驱动齿轮

图 1-32 普通汽车启动机的结构

1. 直流电动机

如图 1-32 所示直流电动机为串励式,其作用是产生转矩,由磁极、电枢、换向器和电刷等组成。

(1) 磁极。

磁极的作用是在启动机中产生磁场。它由磁极铁芯和磁场绕组组成。为了增大启动机的转矩,电动机一般设置较多磁极,一般为 4 个。磁场绕组的连接方式一般有四个绕组互相串联和两个绕组串联后再并联两种,如图 1-33 所示。

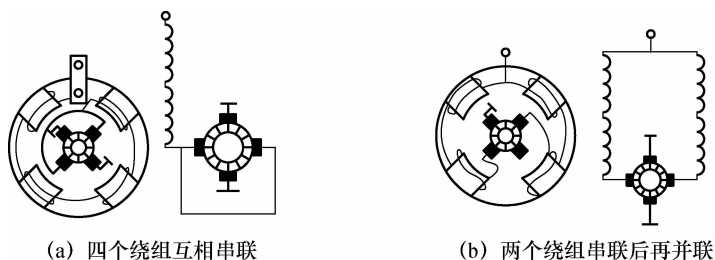


图 1-33 磁场绕组的连接方式

(2) 换向器。

换向器由许多钢片和云母片围合而成。其作用是把蓄电池的直流电转变为电枢绕组中方向不断改变的交流电。

(3) 电刷。

电刷的作用是把蓄电池的直流电引入电枢绕组。它由铜与石墨粉压制而成,加入铜是为了减小电阻并增加其耐磨性。为了减小电刷的电流密度,一般使电刷数与磁极数相等。

由于启动机在汽车上是短时工作,且工作时电流很大,所以电枢绕组和磁场绕组均用粗大的矩形截面裸铜线绕制而成。为了防止裸铜线相互间短路及裸铜线与铁芯间短路,在裸铜线之间及裸铜线与铁芯之间均用绝缘纸隔开。

小提示

由于启动机工作时间短暂,而且又受冲击性载荷,所以其轴承一般都采用青铜石墨轴承或铁基含油轴承。

2. 传动机构

传动机构的作用有两个:一是在发动机启动时,将启动机的小齿轮啮入飞轮齿环,将启动机转矩传递给发动机曲轴;二是在发动机启动后,使启动机的小齿轮与飞轮齿环自动脱开,防止发动机带动启动机电枢高速旋转,从而损坏电机。它主要由单向离合器和小齿轮组成。单向离合器的类型很多,常用的有滚柱式、摩擦片式和弹簧式。

3. 控制装置

控制装置用来接通和切断启动机与蓄电池之间的电路,在有些汽车上还具有接入和隔除点火线圈附加电阻的作用。其控制方法可分为直接操作式和电磁操作式两种。现代汽车上多采用电磁操作式。

如图 1-34 所示为东风 EQ1090 系列汽车上的 QD1211 型启动机电路及电磁操作控制电路。它由启动开关、启动继电器、电磁铁机构、电动机开关及拨叉等组成。其启动开关设在点火开关里,作为启动电路的控制挡,用于控制启动继电器,启动继电器控制电磁铁机构;电磁铁机构由固定铁芯、活动铁芯、拉动线圈和保持线圈等组成,它同时控制电动机开关和拨叉;电动机开关控制电动机主电路;拨叉控制启动机单向离合器。

三、启动机的工作原理

直流电动机是将电能转变为机械能的装置,它是利用通电导体在磁场中受到力的作用而运动的原理工作的,如图 1-36 所示。

处于磁场中的电枢绕组 $abcd$,经换向片 A、B 和正、负电刷与电源相接,绕组中电流的方向为 $a \rightarrow d$ (见图 1-36a),根据左手定则可以确定导体 ab 受到向左的安培力 F 的作用,导体 cd 受到向右的安培力 F 的作用,于是线圈 $abcd$ 受到一个绕电枢轴逆时针方向旋转的转矩;当线圈转过半周,处于图 1-36b 所示位置时,换向片 B 转向正电刷,换向片 A 转向负电刷,电枢绕组中电流的方向改变为 $d \rightarrow a$,但是出于换向器的作用,使处于 N 极和 S 极导体中的电流方向并没有改变,因此电枢轴继续按逆时针方向旋转。如此,由于流过 N 极和 S 极导体中的电流保持固定方向,从而使电枢轴在一个固定方向的电磁力矩的作用下,不断旋转。

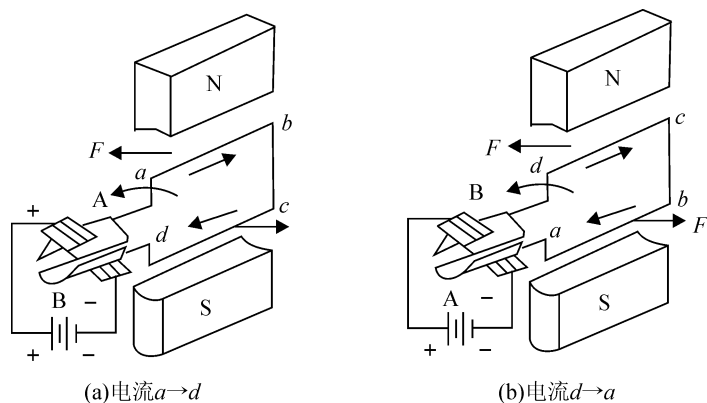


图 1-36 直流电动机的工作原理

一个电枢线圈中产生的电磁力矩是有限的,且电枢轴旋转不平稳。实际上,启动机的电枢绕组有多组线圈,换向片的数量也随线圈数量的增加而增多。在电枢轴上产生的电磁力矩 M 的大小与电枢电流 I 及磁极磁通量 Φ 的大小成正比。

当电枢轴在磁场中受到力的作用而旋转时,电枢导体在磁场中运动,切割磁感线,从而在导体中产生感应电动势。感应电动势的方向可用右手定则判断,它始终与外加电压和电流的方向相反,故将直流电动机中由于电枢轴旋转而产生的电动势 E 称为反电势。

四、启动机的工作特性

1. 串励式直流电动机的特性

汽车所用启动机绝大多数为串励式直流电动机。串励式直流电动机具有良好的工作特性,能满足发动机的启动要求。

串励式直流电动机的转矩 M 、转速 n 和功率 P 随电枢电流变化的规律称为串励式直流电动机的特性。如图 1-37 所示为串励式直流电动机的特性曲线,其中曲线 M 、 n 和 P 分别代表转矩特性、转速特性和功率特性。

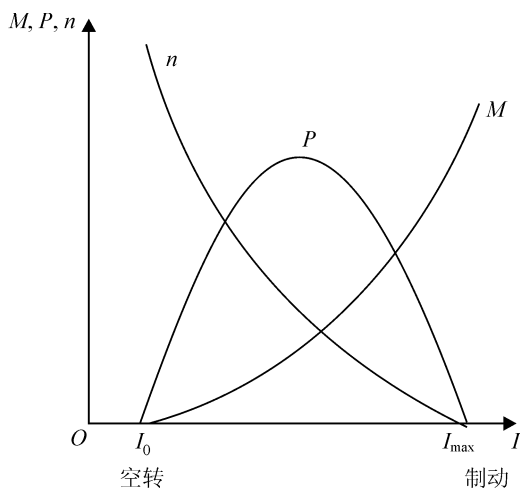


图 1-37 串励式直流电动机的特性曲线

(1) 转矩特性。

在启动机启动的瞬间,由于发动机的阻力矩很大,发动机处于完全制动状态。此时电枢转速为零,电枢电流达到最大值。由于转矩与电枢电流的平方成正比,所以制动电流所产生的转矩很大,足以克服发动机的阻力矩,使发动机的启动变得很容易。这也是汽车启动机采用串励式直流电动机的主要原因之一。

(2) 转速特性。

串励式直流电动机在输出转矩大时,电枢电流较大,电流随电动机转速的增大而急剧下降。反之,在输出转矩小时,电枢电流又随电动机转速的减小而很快上升。

串励式直流电动机轻载转速高,重载转速低,从而保证了启动的安全、可靠。这是汽车上采用串励式直流电动机的又一重要原因。但是,必须指出的是,轻载和空载时的高转速容易使串励式直流电动机发生“飞车”事故。

🔊 小提示

功率较大的串励式直流电动机不可在轻载或空载情况下使用。汽车启动机功率较小,但也不可在轻载或空载状态下长时间运行。

(3) 功率特性。

串励式直流电动机的功率 P 可用下式表示:

$$P = \frac{Mn}{9\ 550}$$

式中 P ——电动机功率, kW;

M ——电枢轴上的转矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;

n ——电枢转速, r/min 。

电动机完全制动时,转速和输出功率为零,转矩达到最大值;空转时电流最小,转速最大,输出功率也为零。当电枢电流接近制动电流一半时,电动机输出功率最大。

2. 影响启动机功率的主要因素

(1) 蓄电池的容量。

蓄电池的容量越小,供给启动机的电流越小,于是产生的转矩越小,启动机的功率也随之越小。

(2) 温度。

温度主要是通过影响蓄电池的内阻来影响启动机的功率。温度越低,蓄电池的内阻增加,容量减小,启动机的功率明显下降。故冬季对蓄电池进行适当保温,就可以提高启动机的功率,改善启动性能。

(3) 接触电阻和导线电阻。

接触电阻大、导线过长及截面过小,都会造成较大的电压降,使启动机的功率减小。



任务实施



一、启动机的正确使用和维护

为了延长启动机的使用寿命,并保证其能迅速、可靠、安全地工作,应当正确使用和维护启动机。

(1) 启动机是按短时间大电流工作设计的,其输出功率也是最大功率。因此,使用启动机时,每次工作时间不得超过 5 s,重复启动必须间隔 10 s 以上。

(2) 在低温下启动发动机时,应先预热发动机后再启动。

(3) 启动机电路的导线连接要牢固,导线的截面积不应太小。

(4) 使用不具备自动保护功能的启动机时,应在发动机启动后迅速松开启动开关,在发动机正常工作时,切勿随便接通启动开关。

(5) 应尽可能使蓄电池处于电量充足的状态以保证启动机正常工作时的电压和容量,减少启动机重复工作的时间。

(6) 应定期对启动机进行全面的维护和检修。



二、启动机的试验

启动机使用前,必须进行下列两种试验,如不符合要求,应重新检查或修理。

1. 空载试验

空载试验是指测量启动机的空载电流和空载转速并与标准值比较,以判断启动机内部有无电路和机械故障。其具体操作如下。

将启动机夹在虎钳上,按如图 1-38 所示接线。接通启动机电路(每次试验不要超过 1 min,以免启动机过热),启动机应运转均匀、电刷下无火花。同时记下电流表、电压表的读数,并用转速表测量启动机转速,其值应符合表 1-10 的规定。

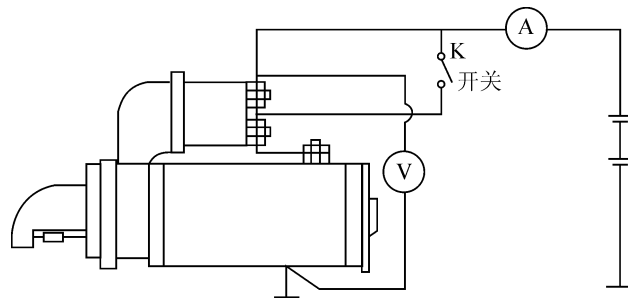


图 1-38 启动机空载试验电路图

表 1-10 常用车型启动机的主要技术数据

启动机型号	规格		空载特性			全制动特性			齿轮			适用车型
	额定电压 /V	额定功率 /W	电压 /V	电流 不大于 /A	转速 不低于 /(r/min)	电压 /V	电流 不大于 /A	扭矩 不小于 /N·m	齿数	模数	压力角 /($^{\circ}$)	
QD121、QD1211、QD124	12	2	12	95	5 000	8	650	29.4	3	11	20	EQ1090
QD1212、QD124A	12	2	12	90	5 000	8	700	29.4	3	9	20	CA1090
QD12225、QD1229	12	0.95	—	—	—	—	—	—	2.116 7	9	12	桑塔纳
QD1225F、QD1229C	12	0.95	—	—	—	—	—	—	2.116 7	9	12	广州标致 504
QD1226A	12	0.8	—	—	—	—	—	—	2.25	8	20	天津大发 TJ110、JT730
321QD1277	12	1.3	12	100	5 000	8	525	16	2.5	9	15	BJ2020
QD1237、QDY4124①	12	1.4	—	—	—	—	—	—	2.116 7	9	20	北京切诺基
QD1317、QD142A	12	3	—	—	—	—	—	—	2.5	9	15	南京依维柯货车
ST614、QD2612	24	5.1	12	80	6 500	—	900	60	4	11	20	JN150
QD2621②	24	4.4	—	—	—	—	—	—	3	11	15	斯柯达 706R、太脱拉 111、依发 HG
QD278③	24	5.4	—	—	—	—	—	—	3	11	14.5	斯太尔 1491、280
QD26	24	8.08	24	90	3 200	9	1 800	142	3.175 2.45	12	20	红岩 CQ261、 贝利埃G·H、GBC
QD27E	24	8.08	24	120	6 000	12	1 700	142	3.5	11	15	五十铃 TE50AD
QD1221	12	0.95	—	—	—	—	—	—	2.25	8	20	夏利
QD117	12	0.6	—	—	—	—	—	—	2.54	8	20	奥拓
QD50C	24	5.1	24	90	6 000	10	900	58.8	3	13	15	日野 TE21、TE220

注：①为永磁减速式；②为电枢移动式；③为齿轮移动式。其余均为强制啮合式。表中部分型号系行业标准颁布前沿用的型号。

若电流大于标准值,而转速低于标准值,表明启动机装配过紧或电枢绕组和磁场绕组内存在短路或搭铁故障;若电流和转速都小于标准值,则表示启动机线路中有接触不良的地方(如电刷弹簧压力不足、换向器与电刷接触不良等)。

2. 全制动试验

全制动试验应在空载试验的基础上进行,空载试验不合格的启动机不应进行全制动试验。

全制动试验的目的是测量启动机在完全制动时所消耗的电流(制动电流)和制动力矩,以判断启动机主电路是否正常,并检查单向离合器是否打滑。

首先,将启动机夹持在试验台上,使杠杆的一端夹住启动机驱动齿轮的三个齿(见图 1-39),电路连接与空转试验相同;然后,按下开关 S(必须按紧,不得松开),启动机通电,呈现制动状态。最后,观察单向离合器是否打滑并迅速记下电流表、电压表及弹簧秤的读数,其值均应符合表 1-10 的规定。

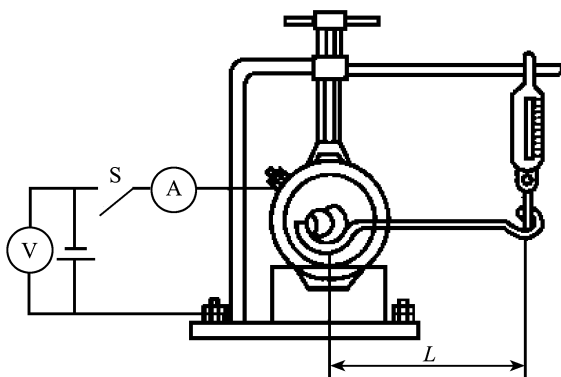


图 1-39 启动机的全制动试验

若制动力矩小于标准值而电流大于标准值,则表明磁场绕组或电枢绕组中有短路或搭铁故障;若力矩和电流都小于标准值,表明线路中接触电阻过大;若驱动齿轮锁止而电枢轴有缓慢转动,则说明单向离合器有打滑现象。

小提示

全制动试验时应注意:每次试验通电时间不要超过 5 s,以免损坏启动机及蓄电池;试验过程中,工作人员应避开弹簧夹具,防止发生事故。

★ 微视频



启动机全制动试验

chapter
01

chapter
02

chapter
03

chapter
04

任务四 汽车充电系统和启动系统

任务引入

对汽车充电系统和启动系统的常见故障进行分析、排除。

任务分析

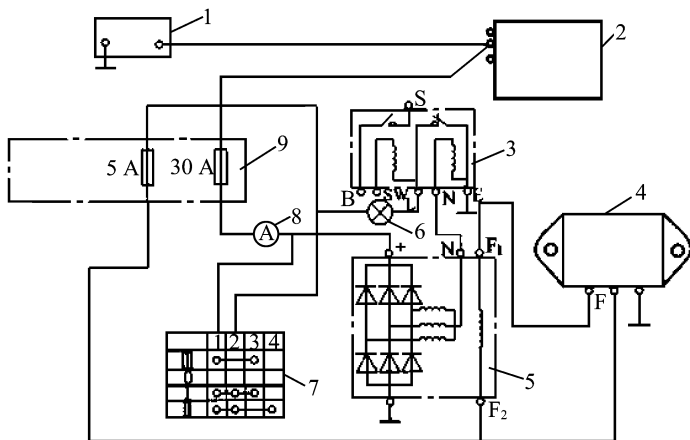
充电系统和启动系统是汽车上的重要电器系统,对其进行检修和故障排除是保证

行车安全的重要措施。在此之前,应掌握充电系统和启动系统的组成和工作原理。

知识准备

一、充电系统

汽车充电系统又叫汽车电源系统,主要由蓄电池、发电机和电压调节器等组成。蓄电池和发电机并联在汽车电路中。在发动机停转或启动时,汽车所需电能由蓄电池供给;发动机启动后,带动发电机运转,如果发电机供电能力能满足用电需要,则由发电机向所有用电设备供电;否则,由发电机和蓄电池共同供电。发电机供电过剩时,向蓄电池充电。解放 CA1091 型汽车电源系统的组成和电路如图 1-40 所示。



1—蓄电池;2—启动机;3—组合继电器;4—晶体管式电压调节器;5—硅整流交流发电机;
6—充电指示灯;7—点火开关;8—电流表;9—熔断器盒

图 1-40 解放 CA1091 型汽车电源系统的组成和电路

二、启动系统

汽车发动机一般为内燃机。汽车启动系统的作用是供给内燃机曲轴启动转矩,使内燃机曲轴达到所需的启动转速,使内燃机进入自行运转状态。常见发动机最低启动条件如表 1-11 所示。

表 1-11 常见发动机最低启动条件

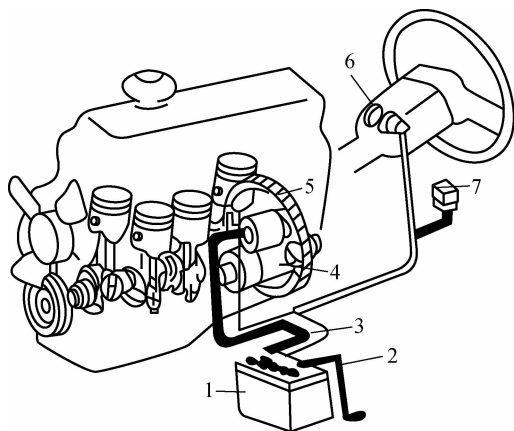
发动机形式	汽油机	柴油机	
		直喷式	分隔式
最低启动转速/(r·min ⁻¹)	50~70	100~150	100~250
稳态启动电流/A	120~250	—	250~700
制动电流/A	400~600	—	700

汽车发动机常用启动方式有人力启动和电力启动两种。人力启动方式较简单,但不方便,目前仅在部分汽车上作为后备启动方式。电力启动方式采用点火开关控制启动机,由于操作轻便、启动迅速可靠、重复启动能力强,广泛用于现代汽车上。



博世·启动系统

汽车电力启动系统由蓄电池、启动机、启动继电器、点火开关等部件组成,如图 1-41所示。



1—蓄电池;2—搭铁电缆;3—启动机电缆;4—启动机;
5—飞轮;6—点火开关;7—启动继电器

图 1-41 汽车电力启动系统的组成

启动机在点火开关及启动继电器的控制下,将蓄电池的电能转变为机械能,带动发动机飞轮齿圈使曲轴转动。为增大转矩、便于启动,启动机与曲轴的传动比如下:汽油机一般为 13~17,柴油机一般为 8~10。启动机驱动齿轮的齿数一般为 5~13 齿。

任务实施

一、充电系统的常见故障及其处理

交流发电机的充电系统主要由蓄电池、电流表、电压调节器和交流发电机所组成。交流发电机的充电系统接线图如图 1-42所示。

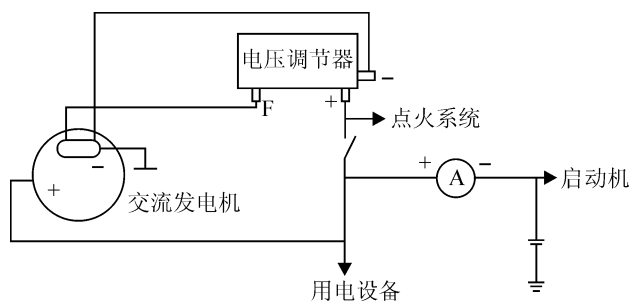


图 1-42 交流发电机的充电系统接线图

交流发电机的充电系统电路主要分为充电电路及发电机的磁场电路。充电电路电流流向为发电机“+”→电流表→蓄电池→搭铁→发电机“-”。磁场电路电流流向为发电机“+”(或当蓄电池端电压大于发电机电压时由蓄电池“+”→电流表)→电压调节器→发电机磁场绕组→搭铁→发电机“-”(或蓄电池“-”)。

交流发电机的充电电路常出现的故障有不充电、充电电流过小或过大、充电电流不稳定等。

1. 不充电

(1)现象。

- ① 发动机在中速运转时,电流表指示放电,或充电指示灯亮;
- ② 蓄电池充电不足,表现为蓄电池电解液密度过低,启动机运转无力或前大灯灯光暗淡。

(2)原因。

- ① 风扇皮带过松而打滑;
- ② 连接导线折断或接头松脱;
- ③ 发电机有故障;
- ④ 电压调节器有故障或调节电压调整过低;
- ⑤ 磁场控制电路或过电压保护电路出现故障等。

(3)诊断。

检查连接线是否松脱、折断,接线螺钉是否腐蚀氧化,皮带是否过松。

将发电机“F”(磁场)接线柱上的连接线拆下,另用一根导线将“+”(电枢)接线柱与“F”接线柱相连接;启动发动机并缓慢加速(严禁突然将发动机的转速提高到中速以上),若发动机转速高于怠速时,有充电电流,说明发电机良好,调节器有故障;若发动机转速接近中速时,仍无充电电流,则说明发电机有故障。

若充电系统中无电流表,在进行上述检查时,可将一只 $0\sim 30\text{ V}$ 的直流电压表连接在发电机的“+”接线柱和搭铁接线柱之间,以判断发电机的工作状况。该直流电压表指示的是蓄电池的电压,当发电机开始充电时,它的读数应增大。

2. 充电电流过小

(1)现象。

- ① 发动机在中高速运转,接入用电设备较少时,充电电流总是低于 10 A ;
- ② 蓄电池常有存电不足的现象。

(2)原因。

- ① 皮带打滑导线连接不良;
- ② 发电机发电不足;
- ③ 调节器触点接触不良或调节电压调整过低等。

(3)诊断。

检查连接导线和风扇皮带;断开调节器对发电机进行单独试验,该项检查可采用上述方法进行。若充电电流仍过小,说明发电机有故障,若充电电流增大,则故障可能出在电压调节器。

3. 充电电流过大

(1)现象。

- ① 发动机在中速运转时,充电电流常在 20 A 以上;
- ② 灯泡易烧毁;
- ③ 蓄电池温度过高,严重失水,酸臭味明显。

(2)原因与诊断。

充电电流过大一般是由电压调节器有故障或调节电压调整过高所致。

诊断时,应首先检查并排除电压调节器的故障,若无故障应重新调整电压调节器。

4. 充电电流不稳定

(1) 现象。

电流表指针左右不停地摆动,或充电指示灯灯光暗淡、时亮时灭。

(2) 原因。

导致充电电流不稳定的原因可能有:发电机皮带过松;发电机与蓄电池之间连线接触不牢;炭刷磨损不均或炭刷弹簧失效;调节器各触点烧蚀或有油污;调节器调整不符合要求等。

(3) 诊断。

① 检查发电机皮带的松紧度是否合适,若不合适,应调整。

② 检查发电机与蓄电池的各接线柱之间的导线连接是否可靠,若有故障,应予排除。

③ 用试灯检查发电机,使发动机稳定运转。这时,若试灯亮度有明暗变化。则表示发电机有故障。

④ 分解并检查发电机,检查炭刷接触状况及炭刷弹簧拉力如何,是否断裂、失效。若良好,应检查转子和定子线圈是否接触不良。

⑤ 用试灯检查发电机发电良好稳定,这时应检查发电机调节器各触点是否烧蚀或有污物,若触点正常,则可用指甲扣压电阻丝,有无断电现象。

若以上全部正常,则最后检查调节器的调整是否符合要求。

5. 充电系统的故障分析表

充电系统的故障现象、故障部位和原因及其处理方法等如表 1-12 所示。

表 1-12 充电系统的故障部位及原因

故障现象	故障部位	故障原因	处理方法	
完全不充电(电流表指示放电或充电指示灯亮)	接线	接线断开或脱落	修理	
	电流表	接线错误或损坏	改接、更换	
	发电机不发电	① 硅二极管烧坏; ② 电刷卡死,与滑环不接触; ③ 定子、转子绕组出现断路、短路、接触不良等故障	① 更换硅二极管; ② 更换、修理电刷; ③ 更换、修理定子、转子	
	电压调节器	调节电压过低	触点式	① 调节不当; ② 触点接触不良
			电子式	调整不当
	调节器不工作	触点式	① 高速触点烧结在一起; ② 内部断路或短路	① 更换电压调节器; ② 更换、修理电压调节器
电子式		① 大功率管断路; ② 其他元件断路、短路	① 更换大功率管; ② 更换故障元件	
磁场继电器工作不良		① 继电器线圈或电阻断路、短路; ② 触点接触不良	① 更换继电器线圈或电阻; ② 修理、更换磁场继电器	

续表

故障现象	故障部位	故障原因	处理方法
充电电流过小(启动性能变差,灯光变暗)	接线	接头松动	修理接头
	发电机发电不足	① 发电机皮带过松; ② 个别二极管损坏; ③ 电刷接触不良,润滑油污; ④ 转子绕组局部短路,定子绕组局部短路或接线松开	修理、更换发电机
	电压调节器	① 电压调整偏低; ② 触点脏污或接触不良	① 调整电压调节器; ② 修理电压调节器
充电电流过大(灯丝易烧坏、电解液消耗过快)	电压调节器	① 调节不当; ② 触点脏,高速触点接触不良; ③ 线圈断路、短路; ④ 加速电阻断路; ⑤ 低速触点烧结; ⑥ 功率晶体管被击穿	① 调整电压调节器; ② 修理、更换电压调节器; ③ 修理、更换线圈; ④ 更换加速电阻; ⑤ 修理、更换低速触点; ⑥ 更换功率晶体管
充电电流不稳定(电流表指针摆动)	接线	各连接处松动,接触不良	修理
	发电机	① 皮带过松; ② 转子或定子绕组有故障; ③ 电刷压力不足,接触不良; ④ 接线柱松动,接触不良	① 调整皮带松紧度; ② 修理、更换转子或定子; ③ 修理、更换电刷; ④ 修理接线柱
	调节器	触点式	① 触点脏污,接触不良; ② 线圈、电阻有故障; ③ 附加电阻断路
电子式		① 连接部分松动; ② 电子元件性能变坏	① 修理连接部分; ② 更换电子元件
发电机有异响(机械故障)	继电器工作不良	① 继电器线圈或电阻断路、短路; ② 触点接触不良	① 更换继电器线圈或电阻; ② 修理、更换继电器
		发电机	① 发电机安装不当,连接松动; ② 发电机轴承损坏; ③ 转子与定子相碰擦; ④ 二极管短路、断路,定子绕组断路



二、启动系统的常见故障及其处理

由于连接导线、控制部分及启动机自身的故障等原因,启动系统可能会出现启动机不转、启动机转动无力、启动机空转、启动机异响等故障。

1. 启动机不转

(1)现象。

将点火开关拨到启动挡,启动机不转。

(2)原因。

- ①蓄电池容量不足或与极柱连接的导线松动造成接触不良;
- ②启动继电器触点烧蚀或其线圈断路;
- ③启动机的电磁开关触点烧蚀或拉动线圈断路;
- ④启动机的直流电动机内部绕组断路或短路;
- ⑤启动机的电枢轴弯曲、轴承过紧、换向器烧蚀、电刷磨损过甚、电刷在架内卡住或弹簧过软等。

(3)诊断。

遇到启动机不转时,应先按喇叭并做开前照灯试验。若喇叭声音小、前照灯光暗淡,则可能是蓄电池放电过量、容量不足或连接线松动等原因造成接触不良。此时可先排除这类故障。若喇叭响、灯光亮,则可按以下步骤继续检查。

①用一字螺丝刀将启动机电磁开关上电源接线柱与启动开关接线柱短接,即将两只较粗的接线柱短接。若启动机运转,则表明启动机的电动机部分正常,故障可能出在电磁开关内或启动继电器上。

②再用一字螺丝刀将电磁开关上的两接线柱短接。若启动机不转,则表明电磁开关内有故障;若启动机运转正常,则表明电磁开关良好,故障出在启动继电器或其与启动机的连线上。

③若启动机良好,再将启动继电器的点火接线柱、电池接线柱短接。若启动机转动,则表明点火开关有故障;若启动机仍不转,而听到继电器内有“咔嗒”声,则表明继电器触点烧蚀或其与启动机之间的连线断路;若连“咔嗒”声也没有,一般为启动继电器线圈断路。

2. 启动机转动无力

(1)可能原因。

- ①整流子脏污;
- ②碳刷磨损、弹簧衰弱、接触不良;
- ③蓄电池电量不足;
- ④启动线路导线接触不良;
- ⑤励磁绕组或电枢绕组局部短路;
- ⑥启动开关触点接触不良;
- ⑦电磁开关线圈有短路处;
- ⑧启动机轴承安装过紧或过松。

(2)检查与排除。

启动机转动缓慢无力、难于带动发动机时的检查方法与启动机不转时的检查方法大体相同。对于电磁控制式启动机,应特别注意电磁开关线圈是否短路。

3. 启动机空转

(1)可能原因。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

- ①直接操纵式的拨叉与铁芯间的连接销脱落；
- ②拨叉行程不足；
- ③拨叉挂钩从铁芯尾部脱出；
- ④电磁操纵式电磁开关铁芯行程太短；
- ⑤单向离合器打滑；
- ⑥飞轮齿环牙齿脱落。

(2)检查与排除。

接通启动机开关后启动机只是空转、无法带动发动机运转的故障可分为如下两种。

- ①启动机的小齿轮不能啮入飞轮齿环。
- ②启动机的小齿轮已与飞轮齿环啮合，而单向离合器打滑。

4. 启动机异响

(1)可能原因。

- ①启动机的小齿轮在高速旋转下与飞轮齿环啮合。
- ②启动机的小齿轮端面被飞轮齿环平面挡住时，小齿轮不能迅速推入齿环。
- ③单向离合器压力弹簧老化。
- ④启动机的小齿轮或齿环轮齿打坏。
- ⑤启动机固定螺栓或离合器壳松动。

(2)检查与排除。

此种故障一般均为驱动启动机的小齿轮啮入飞轮齿环困难。首先，将曲轴摇转一个角度，重新接通启动开关试验。如果异响消除，说明齿环部分轮齿损坏；如果异响仍存在，则应进一步检查启动机开关是否接通过早。

当齿轮尚未啮入齿环而主电路已接通时，齿轮将在高速旋转中与齿环啮合，造成强烈撞击与极响的打齿声；当小齿轮端面被齿环平面挡住而主电路已接通时，齿轮将不能迅速推入齿环从而发生强烈的打齿声。此时，对于直接操纵式启动机，可采用增大拨叉顶压螺钉头部与接触盘推杆间隙的方法调整；对于电磁操纵式启动机，可采用旋入铁芯与拨叉的连接螺钉，增大铁芯与接触盘推杆间隙的方法调整。

当接通启动机开关时，启动机壳体不断抖动，则为固定螺栓或离合器壳体固定螺钉松动造成的，应立即停机紧固。

拓展实训 蓄电池的检测与充电



实训目标

1. 掌握蓄电池的检测方法；
2. 掌握蓄电池的充电方法。



实训准备

1. 蓄电池一个，发动机一台，充电机一台；

2. 万用表、电解液密度计、温度计、高率放电计、钢丝刷、玻璃棒或玻璃管、盛水容器各一个；

3. 工业凡士林、润滑脂、蒸馏水适量，密度为 1.835 g/cm^3 的硫酸适量。

实训步骤

一、蓄电池的检测

1. 外部检查

(1) 检查蓄电池密封胶有无开裂和损坏，极柱有无破损，壳体有无泄漏，否则应修复或更换。

(2) 用温水清洗蓄电池外部的灰尘泥污后，用碱水清洗。

(3) 疏通加液盖通气孔，用钢丝刷或极柱接头清洗器除去极柱和接头的氧化物并涂一层薄薄的工业凡士林或润滑脂。

2. 静止电动势(开路电压)检测

若蓄电池刚充过电或车辆刚行驶过，应先接通前照灯远光并保持 30 s，消除表面充电现象，然后熄灭前照灯，切断所有负载，用万用表测量蓄电池的开路电压，判断放电程度。

3. 电解液液面高度检测

如图 1-43 所示，用内径为 4~6 mm、长度约 150 mm 的玻璃管检测电解液液面高度，要求液面高出隔板上沿 10~15 mm。对于半透明式蓄电池，液面应位于最高和最低液面标记之间。液面过低时，应补加蒸馏水；液面过高时，应用密度计吸出部分电解液。

4. 电解液相对密度检测

如图 1-44 所示，用密度计测量相对密度，判断放电程度。对于免维护蓄电池多数均设有内装式密度计(充电状态指示器)，根据指示器的颜色判定：绿色表示电充足；当显示黑色和深绿色时，说明存电不足，应予以充电；当显示浅黄色或者无色透明时，必须更换蓄电池。

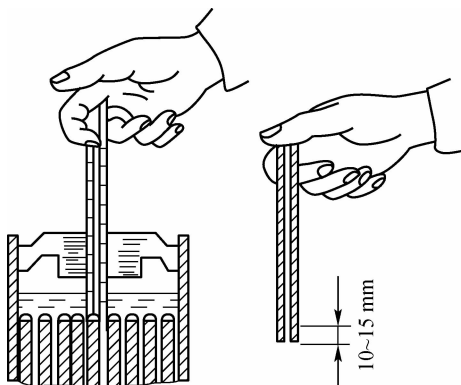


图 1-43 检测电解液液面高度

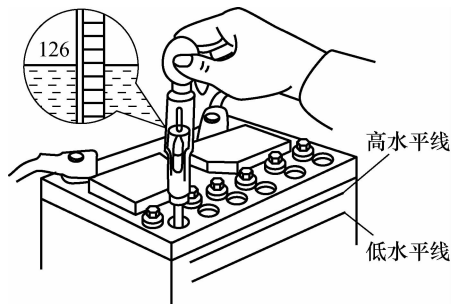


图 1-44 检测电解液相对密度



chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

5. 负荷试验检测

(1) 高率放电计测试。

对于只能检测单体电池电压的普通高率放电计(见图 1-45),测量时将两个叉尖紧压在单体电池的正负极柱上,若电压稳定,根据表 1-3 所列数据判断放电程度;若在 5 s 内电压迅速下降,或某一单体电池比其他单体低 0.1 V 以上时,则表示该单体电池有故障。

对于新式 12 V 高率放电计(见图 1-46),测量时将两放电针压在蓄电池正负极柱上并保持 15 s,若电压稳定,根据表 1-3 所列数据判断放电程度;若电压迅速下降,说明蓄电池已损坏。

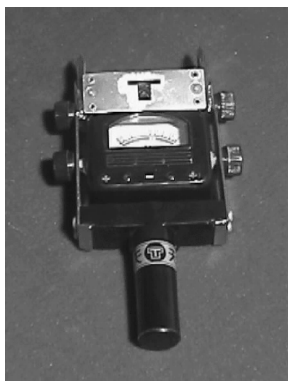


图 1-45 普通高率放电计

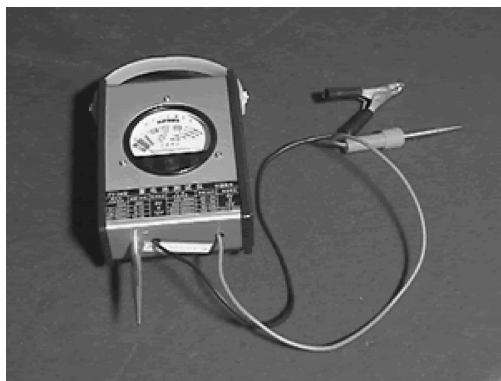


图 1-46 新式 12V 高率放电计

(2) 车上启动测试。

拨下分电器中央线并搭铁,将万用表接在蓄电池正负极柱上,接通启动机并保持 15 s,电压应不低于 9.6 V。

二、蓄电池的充电

1. 蓄电池的初充电

干荷蓄电池初次使用,只需按规定加足电解液后,静放 20~30 min 即可装车使用。

2. 蓄电池的补充充电

(1) 清洁蓄电池外部的脏污及极柱上的氧化物,疏通通气小孔并拧下加液孔盖。

(2) 连接充电机的正、负极到蓄电池的正、负极,准备充电。

(3) 补充充电常采用改进恒流充电法,其步骤如下。

- ① 检查电解液液面高度,若不足应补加蒸馏水或电解液;
- ② 选择充电电流为蓄电池额定容量的 1/10,充至单体电池电压达 2.3~2.4 V;
- ③ 充电电流减半,即为蓄电池额定容量的 1/20,充至单体电池电压达 2.5~2.7 V。

 小提示

蓄电池使用注意事项：

- ① 不得向蓄电池中添加自来水、井水、河水等代替蒸馏水。
- ② 蓄电池大电流放电和添加蒸馏水后，严禁马上测量相对密度。
- ③ 充电时，蓄电池上部有易爆气体，故不得在其附近吸烟、使用明火或制造火花。

 实训报告

 教师评分

项目小结

汽车充电系统又叫汽车电源系统，主要由蓄电池、发电机和电压调节器等组成。蓄电池和发电机并联于汽车电路之中。在发动机停转或启动时，汽车所需电能由蓄电池供给；发动机启动后，带动发电机运转，如果发电机供电能力能满足用电需要，则由发电机向所有用电设备供电；否则，由发电机和蓄电池共同供电。发电机供电过剩时，向蓄电池充电。汽车启动系统主要由蓄电池和启动机组成。汽车启动时，蓄电池向启动机供电带动发动机运转。

项目检测

 填空题

1. 汽车上装有两个直流低压电源，它们是_____和_____。
2. 交流发电机由_____、_____、_____和_____组成。
3. 普通启动机由_____、_____和_____组成。
4. 汽车电源系统由_____、_____和_____等组成。

 选择题

1. 蓄电池放电时，其端电压是逐渐()的。
A. 下降 B. 上升 C. 恢复
2. 蓄电池在使用过程中，造成蓄电池提前报废的常见原因是()。
A. 过充电 B. 极板硫化 C. 充、放电
3. 交流发电机自身具有限制()以防止过载的能力。
A. 阻值变化 B. 输出电压 C. 输出电流

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04

4. 若启动机技术状态完好,则其运转无力的原因是()。
- A. 蓄电池亏电 B. 蓄电池没电 C. 蓄电池足电

 **简答题**

1. 简述汽车蓄电池的功能。
2. 简述交流发电机的工作原理。
3. 启动机全制动试验的目的是什么?
4. 汽车启动系统常见故障有哪些?

