

看图学修

汽车电器

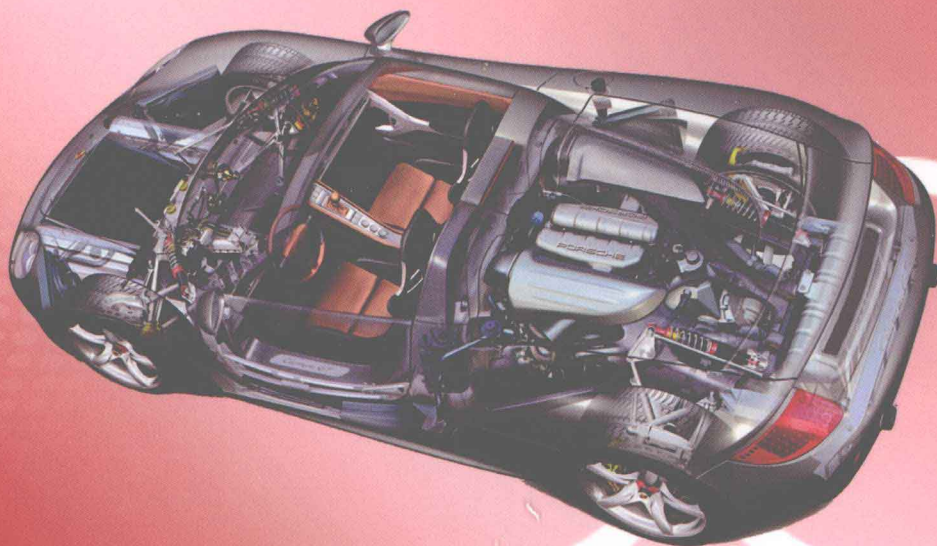


看图学修车系列丛书

KANTU XUEXIUCHE XILIE CONGSHU

广州市凌凯汽车资料编写组 组编

彭晓燕 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配视频光盘

看图学修车系列丛书

看图学修汽车电器

广州市凌凯汽车资料编写组 组编

主 编 彭晓燕

参 编 胡欢贵 宁海忠 于海东 蔡永红
廖远强 段金龙 李土军 钟利兰
姚科业 李丽娟 冷艳晖 丁海忠
陈 波



机械工业出版社

本书全面介绍了汽车上的电器设备如蓄电池、交流发电机及调节器、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警灯信号系统及辅助电器设备的组成、结构、工作原理、控制电路及故障检修。除了讲述传统电器设备外,还对汽车电器设备的电子控制进行了重点讲解,如电子控制的电压调节器、电子控制点火系统等。

本书重点突出了内容的适用性、可读性与实操性,图文并茂,深入浅出,非常适合汽车专业师生阅读,也适合于汽车维修入行人员的自学。

图书在版编目(CIP)数据

看图学修汽车电器/彭晓燕主编. —北京:机械工业出版社,2010.12
(看图学修车系列丛书)
ISBN 978-7-111-32270-2

I. ①看… II. ①彭… III. ①汽车—电气设备—
车辆修理—图解 IV. ①U472.41-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 203711 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐 巍 责任编辑:孙 鹏 责任校对:申春香

封面设计:张 静 责任印制:杨 曦

北京鑫海金澳胶印有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

285mm × 210mm · 5.75 印张 · 178 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-32270-2

ISBN 978-7-88709-821-4(光盘)

定价:29.80 元(含 VCD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

丛书序

当前,正值国家大力推行职业教育及农村劳动力转移培训工程,入门级的汽车维修自学教材的开发就变得尤为重要,而看图学修车系列丛书正是基于此社会背景下开发出来的汽车维修培训的入门级教材。

看图学修车系列丛书主要有以下几个特点:

1. 简单易学,适用。本丛书摆脱了冗长的理论知识讲解,以图解为主,强调以图说话,简化技术理论,将抽象深奥的知识简单化、形象化和感性化。图解方式教学简单,易于接受并帮助记忆,使学生一看就懂,一看就明,解决了部分自学人员由于基础知识薄弱,在成套的理论面前无所适从的问题;同时,也增强了读者的自学兴趣。

2. 内容实用,联系实际。在技能操作部分围绕厂家实际操作规范,强调了理论与实际的结合,在学中做,在做中学,使读者更易掌握有用的知识。

看图学修车系列丛书的分册按汽车的系统划分,分为《看图学修汽车发动机机械系统》、《看图学修汽车手动变速传动系统》、《看图学修汽车常规划制动系统》、《看图学修汽车转向系统》、《看图学修汽车空调》、《看图学修汽车发动机电控系统》、《看图学修汽车自动变速器》、《看图学修汽车ABS》、《看图学修汽车悬架系统》、《看图学修汽车防盗系统》、《看图学修汽车电脑》、《看图学修汽车音响》、《看图学修汽车电器》和《看图学用汽车维修检测设备和仪器》等。各分册内容将一般的机械系统与电子控制系统分开讲解,这样读者既可以根据自身技术程度选学,也方便他们由浅入深地学习。

本套丛书作为自学读本,紧紧围绕从原理的为什么到技能的怎么做,重点突出了内容的适用性、可读性及实操性。丛书主要以图解、概念式词解的方式讲述各系统构造及原理,技能操作部分参考了厂家规范,简单实用,读者易学易懂,可作为汽车专业学生学习的辅导教材,也可作为入行人员的自学书籍。

该系列丛书还配套开发了围绕相关分册的VCD视频教学光盘。

囿于编者水平,本丛书疏漏与不足之处自是难免,恳望业界专家、同仁和广大读者多多指正。

编 者

目 录 CONTENTS

丛书序

一、蓄电池.....1

- (一) 蓄电池结构图解.....1
- (二) 蓄电池工作原理.....2
- (三) 蓄电池的使用与检修.....2
- (四) 蓄电池的检测.....5

二、交流发电机及调节器.....7

- (一) 发电机结构图解.....7
- (二) 交流发电机的工作原理.....9
- (三) 交流发电机的使用与检修.....10
- (四) 电压调节器概述.....12
- (五) 电压调节器的工作原理.....13
- (六) 电子调节器的应用实例.....14
- (七) 电压调节器的检测.....15
- (八) 充电系统故障诊断与排除.....16

三、起动系统.....18

- (一) 起动系统结构图解.....18
- (二) 起动机结构分解.....19
- (三) 不同类型的起动机.....20
- (四) 起动机的工作原理.....21
- (五) 起动机的使用与检修.....23

四、点火系统.....26

- (一) 传统点火系统结构图解.....26

- (二) 传统点火系统的工作原理.....28
- (三) 点火系统主要构件的识别.....29
- (四) 传统点火系统的检测与维修.....30
- (五) 普通电子点火系统结构与工作原理图解.....33
- (六) 普通电子点火系统的检测与维修.....35
- (七) 微机控制点火系统的结构与工作原理.....38
- (八) 微机控制点火系统故障检修.....41

五、照明与信号系统.....45

- (一) 照明系统的组成.....45
- (二) 照明信号装置的构造与控制电路.....47
- (三) 照明系统的检修.....51
- (四) 信号系统的组成及控制电路.....52
- (五) 信号系统的检修.....59

六、仪表与报警灯信号系统.....61

- (一) 汽车仪表板简介.....61
- (二) 汽车仪表的结构与工作原理.....62
- (三) 汽车报警灯的结构与工作原理.....66
- (四) 汽车电子显示装置.....67
- (五) 汽车仪表与报警灯信号系统故障检修.....68

七、辅助电器设备.....71

- (一) 电动刮水器与风窗洗涤器.....71
- (二) 电动车窗与电动天窗.....76
- (三) 电动后视镜.....81
- (四) 电动座椅.....83

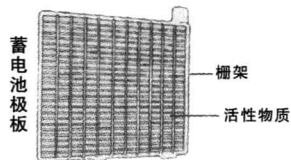
一、蓄电池

汽车用蓄电池是一种储存电能的装置，一旦连接外部负载或接通充电电路，它便开始了能量转换过程。在充电过程中，电能被转变成化学能；在放电过程中，蓄电池中的化学能转变成电能。

(一) 蓄电池结构图解

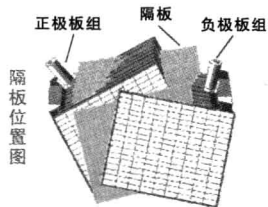
1. 极板

蓄电池极板由栅架和活性物质组成，活性物质填充在铅锑合金铸成的栅架上。极板是蓄电池的核心部分，它分正极板和负极板。



2. 隔板

隔板在正负极板间起绝缘作用，使蓄电池结构紧凑。隔板有许多微孔，可使电解液畅通无阻。隔板材料应具有多孔性且化学性能稳定，以便电解液渗出，并具有良好的耐酸性和抗氧化性。



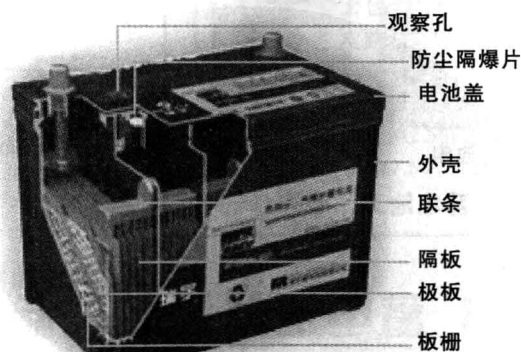
3. 电解液

电解液由纯净的硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成。其作用是使极板上的活性物质发生溶解和电离，产生电化学反应，电解液的密度一般为 $1.24\sim 1.31\text{g/cm}^3$ 。它的密度应根据地区、气候条件和企业的要求而定，见右表所示。

适应不同气温的电解液密度表 (单位: g/cm^3)

地区气候条件	冬季	夏季
气温 $<-40^\circ\text{C}$	1.30	1.26
$-40^\circ\text{C}<\text{气温}<-30^\circ\text{C}$	1.28	1.25
$-30^\circ\text{C}<\text{气温}<-20^\circ\text{C}$	1.27	1.24
$-20^\circ\text{C}<\text{气温}<0^\circ\text{C}$	1.26	1.23
气温 $>0^\circ\text{C}$	1.23	1.23

蓄电池由极板、隔板、电解液、电池盖板和电池外壳等组成。



蓄电池

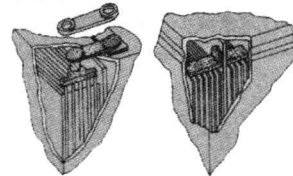
4. 外壳

蓄电池的电解液和极板组装在外壳中，外壳应耐酸、耐热、耐振动冲击。有硬橡胶外壳和聚丙烯塑料外壳两种。

壳内用间壁分成3个或6个互不相通的单格，底部的凸棱用以搁置极板组，凸棱间的槽则可积存从极板上脱落下来的活性物质，以避免沉积的活性物质连接正负极板而造成短路。

5. 联条

蓄电池各个单格电池之间的连接为串联连接，用联条将不同极性的极桩连接起来。联条由铅锑合金铸成，有敞露式连接和穿壁式连接两种方式。敞露式由于使用材料多且内阻较大，已逐渐被穿壁式所取代。



单体电池的连接方式

6. 极桩

极桩是蓄电池与汽车电气系统的连接件，它有正极桩和负极桩共两个。正极桩用“+”或涂以红色表示，负极桩用“-”或涂以蓝色表示。



(二) 蓄电池工作原理

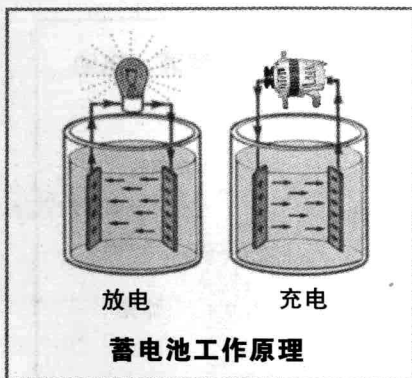
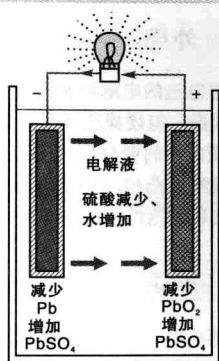
1. 电动势的建立

将铅蓄电池的正、负极板浸入电解液中，由于少量的活性物质溶解于电解液，产生了电极电位，并且由于正负极板的电极电位不同形成了蓄电池的电动势。当外电路未接通时，在正、负极板间就会产生约2.1V的电动势。

2. 放电过程

蓄电池与外电路接通后，在极板电位差的作用下，电流就会从蓄电池的正极经外电路流向蓄电池的负极，这一过程称为放电。蓄电池的放电过程是化学能转变为电能的过程，如右图所示。

放电时，正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb ，都与电解液中的 H_2SO_4 反应生成硫酸铅（ PbSO_4 ），沉附在正、负极板上。电解液中 H_2SO_4 不断减少，密度下降。

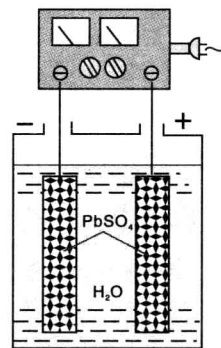


3. 充电过程

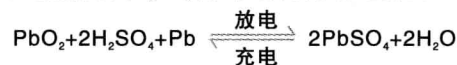
如果把放电后的蓄电池接一直流电源，使蓄电池正极接上直流电源的正极，蓄电池的负极接直流电源的负极。当外加电源电压高于蓄电池电动势时，电流将以与放电电流相反的方向流过蓄电池，使蓄电池正、负极发生与放电相反的化学反应，这一过程称为充电。

充电时，正、负极板上的 PbSO_4 还原成 PbO_2 和 Pb ，电解液中的 H_2SO_4 增多，密度上升，充电过程如右图所示。

当充电接近终了时， PbSO_4 已基本还原成 PbO_2 和 Pb ，这时，过剩的充电电流将电解水，使正极板附近产生 O_2 从电解液中逸出，负极板附近产生 H_2 从电解液中逸出，电解液液面高度降低。



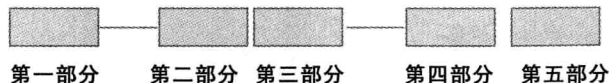
结论：放电时，正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都变成 PbSO_4 ，电解液中的 H_2SO_4 减少，密度减小。充电时按相反的方向变化，正负极板上的 PbSO_4 分别变成原来的 PbO_2 和 Pb ，电解液中的 H_2SO_4 增加，密度增大。总的反应式如下：



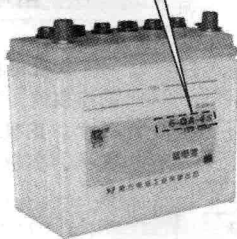
(三) 蓄电池的使用与检修

1. 蓄电池型号的认识

我国蓄电池的型号一般都标注在外壳上，其型号的编制由5部分组成，如图所示：



蓄电池的型号：6-QA-45S



第一部分

表示串联的单格蓄电池数，用阿拉伯数字表示，其额定电压为这个数字的2倍。比如：
3—表示3个单格，额定电压6V。
6—表示6个单格，额定电压12V。

第二部分

表示蓄电池用途，用大写字母表示。如：
Q—汽车用蓄电池。
M—摩托车用蓄电池。
Jc—船用铅蓄电池。
HK—飞机用铅蓄电池。



第三部分

表示蓄电池的特征,用大写字母表示(无字母则表示为普通式铅蓄电池)。如:

A—干荷电式。W—免维护式。
H—湿荷电式。M—密封式。
S—少维护。J—胶体电解质。

第四部分

表示蓄电池额定容量,用数字表示。我国目前规定采用20h放电率的额定容量,单位为A·h。

第五部分

表示蓄电池特殊性能,用字母表示,如:

G—表示高起动率。
S—表示塑料槽。
D—表示低温起动性能好。

举例:

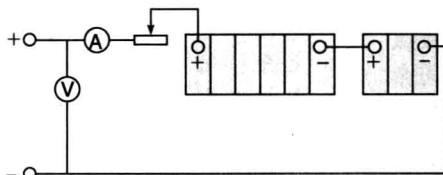
如蓄电池型号为6-QA-45S,表示该蓄电池由6个单格组成,额定电压12V,额定容量为45A·h,是采用了塑料整体式外壳的起动干荷式蓄电池。

2. 蓄电池的充电

蓄电池的充电方法有常规充电和非常规充电两种。常规充电有定电流充电和定电压充电;非常规充电有脉冲快速充电。

(1) 定电流充电

蓄电池在充电过程中,随着蓄电池电动势的逐渐提高,逐步增加充电电压,使其充电电流保持恒定不变的方法叫定电流充电。当充到蓄电池单格电压上升至2.4V(电解液开始冒气泡)时,再将充电电流减小一半后保持恒定,直到蓄电池完全充足。



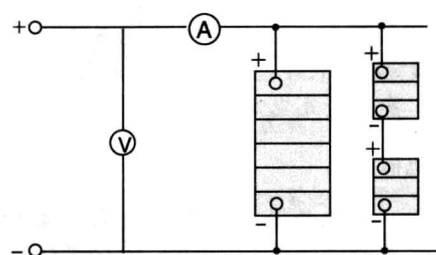
定电流充电时蓄电池的连接

定电流充电时,被充电的蓄电池不论是6V或12V,均可串联在一起进行充电,其连接方法如上图所示。所串联的蓄电池的容量应尽可能相同,如不相同,充电电流应用小容量的蓄电池来计算。当小容量的蓄电池充足电后,应随之去除,再继续给大容量的蓄电池充电。

(2) 定电压充电

在充电过程中,加在蓄电池两端的充电电压保持恒定不变的充电方法,称为定电压充电。定压充电蓄电池的连接方式如右图所示。采取此方式时,要求各支路蓄电池的额定电压必须相同,容量也要一样。

定压充电的充电电压一般按单体电池数量的2.5倍选用,即6V蓄电池的充电电压为7.5V,12V蓄电池的充电电压为15V。



定电压充电时蓄电池的连接

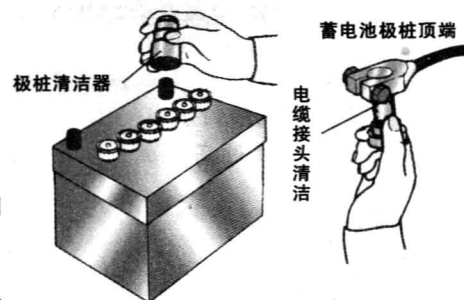
(3) 脉冲快速充电法

脉冲快速充电,亦称为分段充电法。整个充电过程为:正脉冲充电、停充(25ms)、负脉冲(瞬间)放电或反充、再停充、再正脉冲充电。

该充电方法显著的特点是充电速度快,即充电时间大大缩短。一次初充电只需5h左右,补充充电仅需1h左右。采用这种方法充电,还可以使蓄电池容量增加,使极板“去硫化”明显。但其缺点是析出的气体总量虽减少,但其出气率高,对极板活性物质的冲刷力强,故易使活性物质脱落,因而对蓄电池的使用寿命会有一定影响。

3. 蓄电池使用注意事项

- 1) 使用起动机时,每次起动时间应不超过5s,两次起动之间的时间间隔应大于15s。
- 2) 要定期检查和调整各单体内电解液液面高度。
- 3) 要经常检查蓄电池在车上的安装是否牢靠,电极接线柱与接线头的连接是否紧固。
- 4) 要经常保持蓄电池的外部清洁,以防间接短路和电极接线柱腐蚀。
- 5) 冬季补加蒸馏水时,只能在蓄电池充足电前进行。
- 6) 要经常检查加液孔盖是否拧紧,以免行车时因振动而使电解液溢出。
- 7) 对于车上使用的蓄电池,每月应拆下进行一次补充充电,新、旧蓄电池不允许混用。
- 8) 对暂时不用的蓄电池可放置室内暗处进行湿储存。使用前,应重新充足电。对于长期不使用的蓄电池采用干储法。
- 9) 未启用的新电池,其储存方法和时间应以出厂说明为准,其保管期限为两年。
- 10) 保管蓄电池时须注意,应保存在室温为5~40℃的干燥、清洁且通风良好的地方,不受阳光直射,远离热源,避免与任何液体和有害物质接触。右图所示为用极桩清洁剂清洁卡子和电极桩。



用极桩清洁剂清洁卡子和电极桩

4. 常见故障及排除方法

蓄电池常见故障可分为内部故障和外部故障。内部故障有极板硫化、自行放电、极板短路、极板活性物质脱落等；蓄电池的外部故障有壳体或盖子出现裂纹、封口胶干裂、极桩松动或腐蚀等。下面就主要介绍蓄电池常见的内部故障及排除方法：

(1) 极板硫化

故障现象

极板上生成一层白色粗晶粒的 PbSO_4 ，在正常充电时不能转化为 PbO_2 和 Pb 。

1) 硫化的电池放电时，电压急剧降低，过早降至终止电压，电池容量减小。

2) 蓄电池充电时单格电压上升过快，电解液温度迅速升高，但密度增加缓慢，过早产生气泡，甚至一充电就有气泡。

故障原因

1) 蓄电池长期充电不足或放电后没有及时充电，导致极板上的 PbSO_4 有一部分溶解于电解液中，环境温度越高，溶解度越大。当环境温度降低时，溶解度减小，溶解的 PbSO_4 就会重新析出，在极板上再次结晶，形成硫化。

2) 电解液液面过低，使极板上部与空气接触而被氧化。在行车中，电解液上下波动与极板的氧化部分接触，会生成大晶粒 PbSO_4 硬化层，使极板上部硫化。

3) 长期过量放电或小电流深度放电，使极板深处活性物质的孔隙内生成 PbSO_4 。

4) 电解液密度过高、成分不纯，外部气温变化剧烈。

故障排除

轻度硫化的蓄电池，可用小电流长时间充电的方法予以排除；硫化较严重者采用去硫化充电方法消除硫化；硫化特别严重的蓄电池应报废。

(2) 自行放电

故障现象

蓄电池在无负载的状态下，电量自动消失的现象称为自行放电。

故障原因

1) 电解液不纯，杂质与极板之间以及沉附于极板上的不同杂质之间形成电位差，通过电解液产生局部放电。

2) 蓄电池长期存放，硫酸下沉，使极板上、下部产生电位差引起自行放电。

3) 蓄电池溢出的电解液堆积在电池盖的表面，使正、负极柱间形成通路。

4) 极板活性物质脱落，下部沉积物过多使极板短路。

故障排除

自行放电较轻的蓄电池，可将其正常放完电后，倒出电解液，用蒸馏水反复清洗干净，再加入新电解液，充足电后即可使用；自行放电较为严重时，应将电池完全放电，倒出电解液，取出极板组，抽出隔板，用蒸馏水冲洗之后重新组装，加入新的电解液重新充电后使用。

(3) 极板短路

故障现象

蓄电池正、负极板直接接触或被其他导电物质搭接称为极板短路。

极板短路的蓄电池充电时，电解液温度迅速上升；密度上升很慢；充电末期气泡很少；放电时，蓄电池容量明显下降。

故障原因

1) 极板组弯曲或隔板破损使正、负极板直接接触。

2) 活性物质大量脱落，沉积后将正、负极板连通。

3) 导电物体落入蓄电池内。

故障排除

对于短路的蓄电池必须拆开，查找故障原因，并进行处理，如：更换破损的隔板、消除沉积的活性物质、校正或更换弯曲的极板组等。

(4) 极板活性物质脱落

故障现象

主要指正极板上的活性物质 PbO_2 的脱落。

蓄电池容量减小，充电时电解液易“沸腾”，从加液孔中可看到有褐色物质，电解液浑浊。

故障原因

1) 蓄电池充电电流过大，电解液温度过高，使活性物质膨胀、松软而易于脱落。

2) 蓄电池经常过充电，极板孔隙中逸出大量气体，在极板孔隙中造成压力，而使活性物质脱落。

3) 经常低温大电流放电使极板弯曲变形，导致活性物质脱落。

故障排除

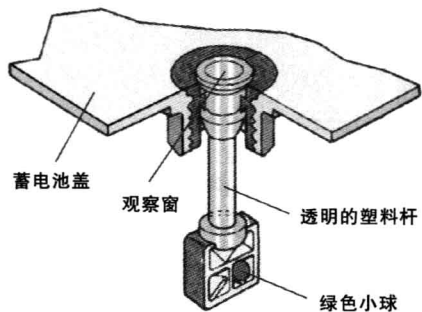
对于活性物质脱落的铅蓄电池，若沉积物较少时，可清洗更换电解液后继续使用；若沉积物较多时，应更换新极板或报废蓄电池。



(四) 蓄电池的检测

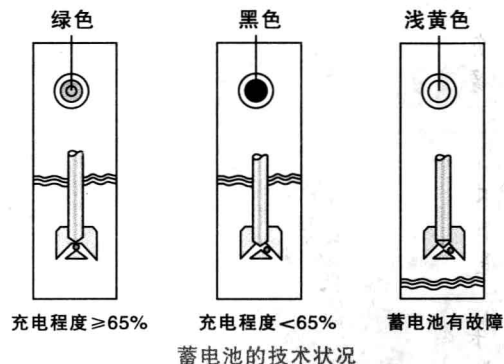
1. 通过观察孔判断蓄电池技术状况

全密封型免维护蓄电池，内部安装有电解液密度计（俗称电眼），如下图所示。



观察孔位置图

通过顶端的检查孔观察其颜色可判断蓄电池的技术状况，如下图所示：



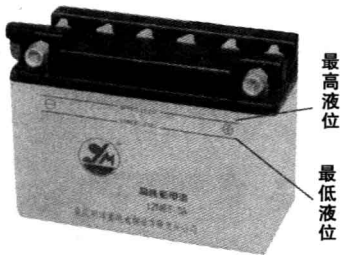
绿色：表示蓄电池的技术状况良好。

黑色：表示电解液密度偏低，应对蓄电池进行补充充电。

浅黄色：表示电解液液面过低，蓄电池已不能继续使用。

2. 电解液液面高度的检查

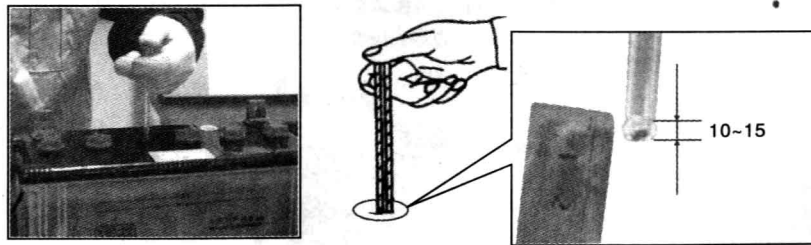
1) 对于透明或半透明塑料壳体的蓄电池，可以直接通过外壳上的液面线检查。如下图所示，壳体前侧面上标有最高液位和最低液位线，电解液液面应保持在高、低液位线之间，电解液不足时应加注蒸馏水。



观察液面的高度

2) 对于不能通过外壳上的液面线进行检测的蓄电池，可以用玻璃管测量液面高度。

检测方法参见下图，将玻璃管垂直插入蓄电池的加液孔中，直到与保护网或隔板边缘接触为止，然后用手指堵紧管口并将管取出，管内所吸取的电解液的高度即为液面高度，其值应为10~15mm。



用玻璃管测量电解液液面高度

3. 电解液密度的检测

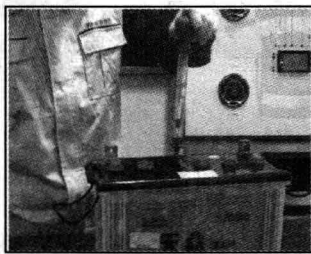
用密度计测试电解液密度是最直接的一种测试方法。测量蓄电池电解液密度时，蓄电池应处于稳定状态。蓄电池充、放电或加注蒸馏水后，应静置半小时后再测量。

测量方法如图所示，吸取蓄电池中的电解液，直到浮子浮起，然后检查浮子高度和浮子刻线之间的关系，可读出高度的数值，也可通过浮子彩色标记来判断蓄电池放电程度。

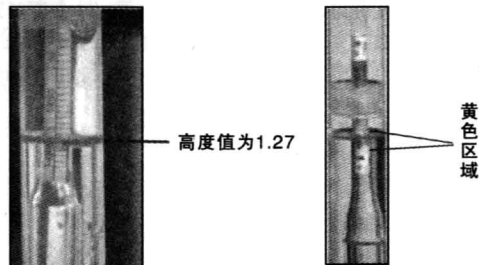
1) 电解液处于黄色区域，说明电量充足（如图所示）。

2) 电解液处于绿色区域，说明电量比较充足。

3) 电解液处于红色区域则蓄电池必须充电。



用密度计吸取蓄电池中的电解液



读取高度值

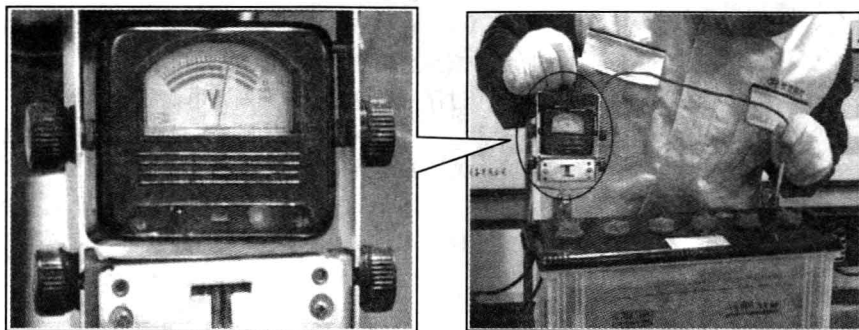
电解液处于黄色区域



4. 电池端电压的检测

用高功率放电计测量放电电压。方法如下：将高功率放电计的红色鳄鱼夹与蓄电池的正极相连，黑色鳄鱼夹与蓄电池的负极相连，按压高功率放电计测试开关并保持5s后放开，待测试仪上的指针静止不动后读出读数（如图所示），此读数即为蓄电池的端电压。

- 1) 如电压 $>11.5\text{V}$ ，则表明蓄电池良好。
- 2) 如电压在 $9.5\sim 11.5\text{V}$ ，则说明蓄电池较好。
- 3) 如电压 $<9.5\text{V}$ ，则说明蓄电池需要充电或存在故障。



用高功率放电计测量出的蓄电池空载端电压

5. 蓄电池电极桩的检测

极桩与电缆线的连接是否可靠可通过测量二者之间的电压降来确定。接线如图所示，接通起动机，使起动机带动发动机工作，这时电压表的读数不得大于 0.5V ，否则说明极桩与线夹接触不良。当极桩与线夹接触不良时，若是极桩表面氧化，应清除氧化物；若是接触松动，应重新紧固线夹。负极桩与其电缆线线夹间电压降的测量，表笔与上述连接相反。



正极桩的检查：把电压表
负极表笔接到电缆卡子上，电
压表正极表笔接到蓄电池正极
桩上。

蓄电池电极桩检测的连接方法

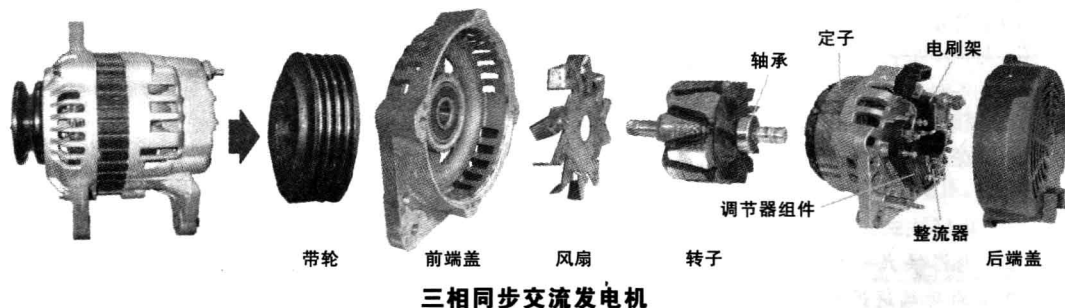


二、交流发电机及调节器

汽车蓄电池的作用是向汽车电气设备提供电能，但是蓄电池的电量有限，需要经常充满电。所以汽车需要充电系统来产生电能和随时给蓄电池充电。实际上，当发动机运转时，充电系统产生的电能不但给蓄电池充电，而且向各种电器提供必要的电能。发电机是充电系统的主要设备，也是汽车的主要电源，其功用是在发动机怠速转速以上运转时，向除起动机以外的所有用电设备供电，同时还向蓄电池充电。

(一) 发电机结构图解

普通交流发电机一般由转子、定子、整流器、前后端盖、风扇、带轮等组成。



2. 定子

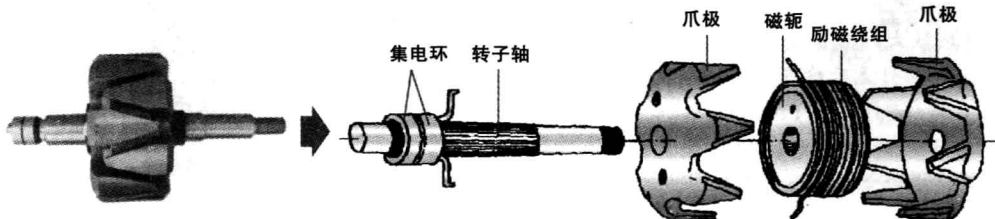
定子的作用是产生交流电。定子安装在转子的外面，和发电机的前后端盖固定在一起。当转子在其内部转动时，引起定子绕组中磁通的变化，定子绕组中就产生交变的感应电动势。

定子由定子铁心和定子绕组组成。定子铁心由内圈带槽、互相绝缘的硅钢片叠成。定子绕组有三组线圈，对称地嵌放在定子铁心的槽中。三相绕组的连接有星形接法和三角形接法两种，一般采用星形连接。



1. 转子

转子的作用是产生磁场。转子由爪极、磁轭、励磁绕组、集电环、转子轴等组成。转子轴上压装着两块爪极，爪极空腔内装有励磁绕组和磁轭。集电环由两个彼此绝缘的铜环组成，压装在转子轴上并与轴绝缘，两个集电环分别与励磁绕组的两端相连。当给两集电环通入直流电时，励磁绕组中就有电流通过，并产生轴向磁通，使爪极一块被磁化为N极，另一块被磁化为S极，从而形成六对（或八对）相互交错的磁极。

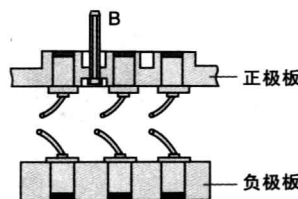


3. 整流器

整流器的作用是将定子绕组产生的三相交流电变为直流电。整流器由整流二极管组成，6管交流发电机的整流器是由6只硅整流二极管分别压装或焊装在相互绝缘的两块板上组成的，其中一块为正极板（带有输出端螺栓），另一块为负极板。负极板和发电机外壳直接相连（搭铁），也可以将发电机的后盖直接作为负极板。6只整流二极管分为正极管和负极管两种。引出电极为正极的称为正极管；引出电极为负极的称为负极管。



硅整流二极管的安装

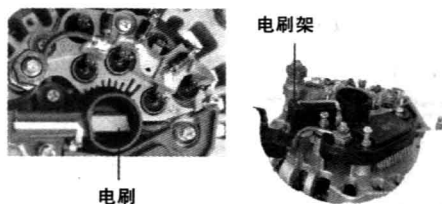


4. 电刷与电刷架

在发电机的后端盖上装有电刷组件，电刷组件由电刷、电刷架和电刷弹簧组成。

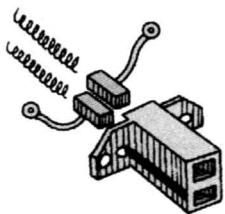
电刷的作用是将电流通过集电环引入励磁绕组。两个电刷分别装在电刷架的孔内，借助弹簧压力与集电环保持接触。

目前国产交流发电机的电刷架有两种结构，如下图所示。



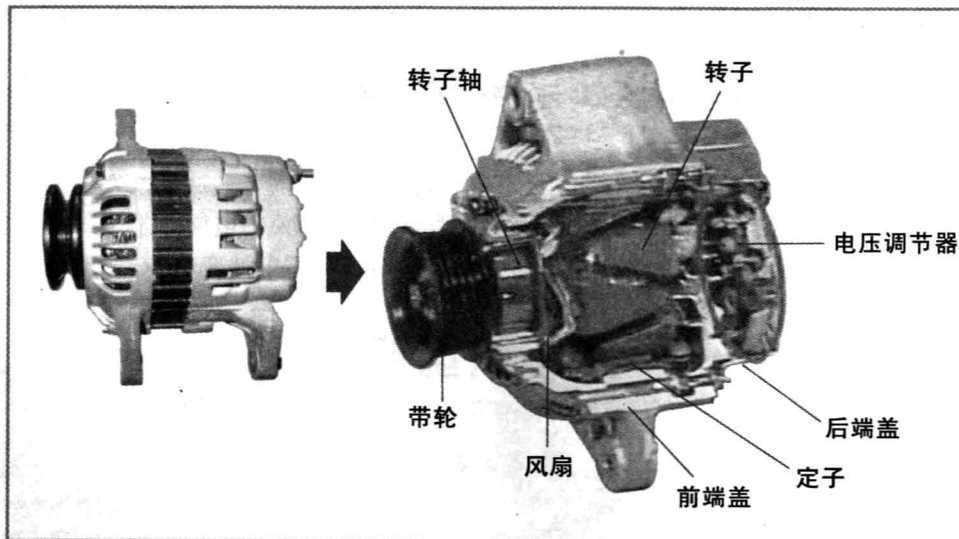
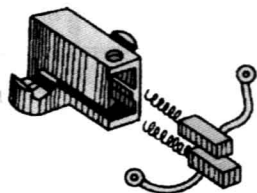
外装式：

电刷架可直接从发电机的外部拆装，因此，拆装维修方便。



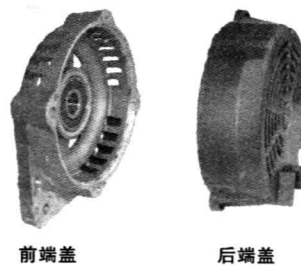
内装式：

电刷架不能直接从发电机外部进行拆装，如需更换电刷，还需将发电机拆开，这种结构将逐渐被淘汰。



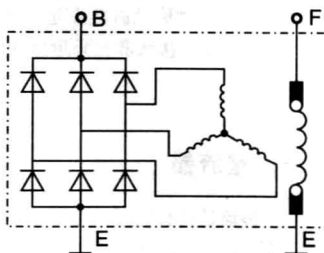
5. 前、后端盖

前、后端盖是由非导磁材料铝合金制成的，漏磁少，并具有轻便、散热性能好等优点。在后端盖上装有电刷架和电刷。



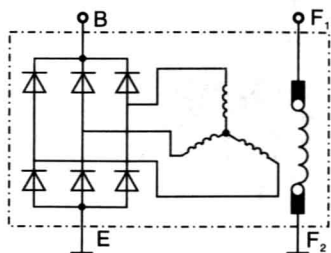
前、后端盖实物

励磁绕组通过两只电刷（F和E）和外电路相连，根据电刷和外电路的连接形式不同，发电机分为内搭铁式和外搭铁式两种，如下图所示。



内搭铁式：

内搭铁式的交流发电机，其励磁绕组的两端通过电刷分别引至发电机后端盖上的接线柱，分别称为“F”（或“磁场”）和“E”（或“搭铁”）接线柱，即励磁绕组的一端在发电机的外壳上直接搭铁。

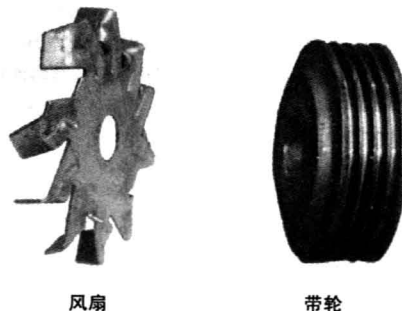


外搭铁式：

外搭铁式的交流发电机，其励磁绕组的两端引至后端盖上的接线柱，分别称为“F₁”和“F₂”接线柱，且两个接线柱均与发电机的后端盖绝缘，励磁绕组需经调节器搭铁。

6. 风扇与带轮

交流发电机的前端装有带轮和风扇，由发动机通过传动带驱动发电机的转子轴和风扇一起旋转。前后端盖上分别有出风口和进风口。当发动机带动发电机高速旋转时，可使空气流经发电机内部，对发电机进行冷却。为了提高散热能力，有的发电机装有两个风扇（前后各一个），如丰田轿车的发电机。

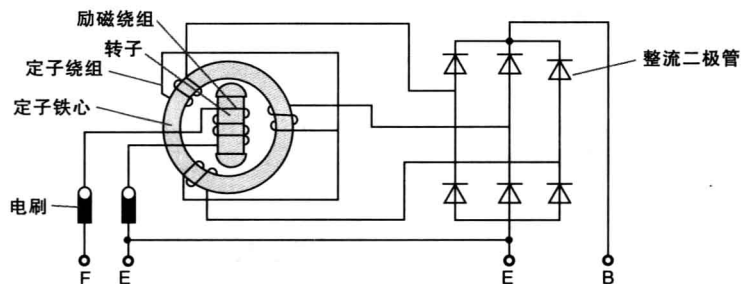


风扇及带轮实物

(二) 交流发电机的工作原理

1. 发电原理

交流发电机产生交流电的基本原理是电磁感应原理。当外电路通过电刷使励磁绕组通电时,便产生磁场,使爪极被磁化为N极和S极。当转子旋转时,磁通交替地在定子绕组中变化,根据电磁感应原理可知,定子的三相绕组中便产生交变的感应电动势。这就是交流发电机的发电原理。



交流发电机的工作原理

三相交流发电机的感应电动势瞬时值表达式为

$$e_U = E_m \sin \omega t = \sqrt{2} E_\phi \sin \omega t$$

$$e_V = E_m \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi) = \sqrt{2} E_\phi \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi)$$

$$e_W = E_m \sin(\omega t - \frac{4}{3}\pi) = \sqrt{2} E_\phi \sin(\omega t - \frac{4}{3}\pi)$$

式中 E_m ——每相电动势的最大值;

E_ϕ ——每相电动势的有效值;

ω ——电角速度。

每相绕组的电动势有效值为

$$E_\phi = 4.44 K f N \Phi$$

式中 K ——定子绕组系数,一般小于1;

f ——感应电动势的频率(Hz);

N ——每相绕组的匝数;

Φ ——磁极的磁通(Wb)。

2. 整流原理

二极管具有单向导电性,当给二极管加上正向电压时二极管导通,当给二极管加上反向电压时二极管截止。以六管构成的三相桥式整流电路为例:

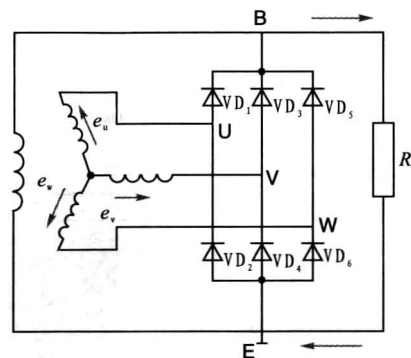
由于3只正极管(VD_1 、 VD_3 、 VD_5)的负极连接在一起,3只负极管(VD_2 、 VD_4 、 VD_6)的正极连接在一起,所以每个时刻有2个二极管同时导通,同时导通的两个二极管总是将发电机的电压加在负载的两端。

在 t_1-t_2 时间内,U相的电位最高,而V相电位最低,故对应 VD_1 、 VD_4 处于正向导通。

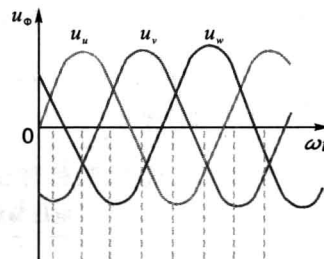
在 t_2-t_3 时间内,U相电位最高,而W相电位最低,故 VD_1 、 VD_6 处于正向导通。

在 t_3-t_4 时间内,V相电位最高,而W相电位最低,故 VD_3 、 VD_6 处于正向导通。

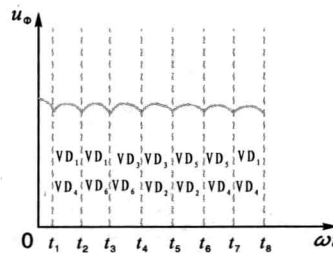
以此类推,周而复始,在负载上便可获得一个比较平稳的直流脉动电压。



a) 整流电路图



b) 三相绕组电压波形图



c) 整流后发电机输出波形图

交流发电机整流原理

3. 励磁方式

将电流引入到励磁绕组使之产生磁场的过程称为励磁。交流发电机励磁方式有自励和他励两种。

(1) 他励

在发电机转速较低时(发动机未达到怠速转速),自身不能发电,需要蓄电池供给发电机励磁绕组电流,使励磁绕组产生磁场来发电。这种由蓄电池供给磁场电流发电的方式称为他励发电。

(2) 自励

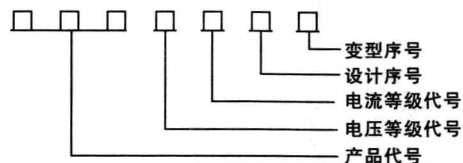
随着转速的提高(一般在发动机达到怠速时),发电机定子绕组的电动势逐渐升高并能使整流器二极管导通,当发电机的输出电压大于蓄电池电压时,发电机就能对外供电了。此时就可以把自身发的电供给励磁绕组,这种自身供给磁场电流发电的方式称为自励发电。

由此可见:交流发电机励磁过程是先他励后自励。

(三) 交流发电机的使用与检修

1. 汽车交流发电机的型号认识

汽车交流发电机型号由产品代号、电压等级代号、电流等级代号、设计序号、变型代号五部分组成，如下图所示。



汽车交流发电机的型号组成

(1) 产品代号

交流发电机的产品代号有JF、JFZ、JFB和JFW四种，分别表示交流发电机、整体式交流发电机、带泵交流发电机和无刷交流发电机。

(2) 电压等级代号

电压等级代号用1位阿拉伯数字表示，其含义见下表：

电压等级代号表

电压等级代号	1	2	3	4	5	6
电压等级/V	12	24	—	—	—	6

(3) 电流等级代号

电流等级代号用1位阿拉伯数字表示，其含义见下表：

电流等级代号表

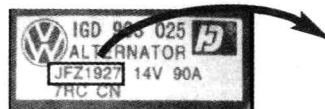
电流等级/A	分组代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
交流发电机										
整体式交流发电机		~19	20	30	40	50	60	70	80	≥90
带泵交流发电机		~19	20	30	40	50	60	70	80	≥90
无刷交流发电机		~19	20	30	40	50	60	70	80	≥90
永磁交流发电机		~19	20	30	40	50	60	70	80	≥90

(4) 设计序号

按产品设计先后顺序，由1~2位阿拉伯数字组成。

(5) 变型代号

交流发电机以调整臂位置作为变型代号。从驱动端看，在中间不加标记；在右边时用Y表示；在左边时用Z表示。举例：下图所示为某捷达轿车交流发电机型号。

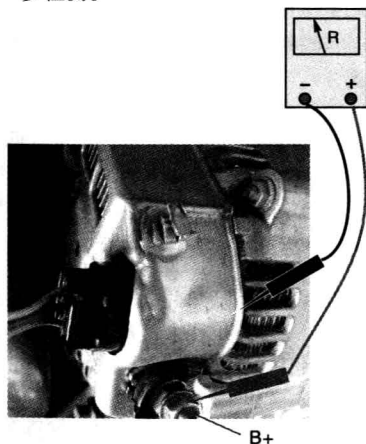


捷达轿车用JFZ1927型交流发电机型号表示：电压等级为12V、电流等级为≥90A、第27次设计。

2. 交流发电机的整机检测

测量发电机的输出端子B+和搭铁端E之间的阻值（壳体或搭铁接线柱）。

通过测量可以判断交流发电机整流器是否有故障，如有故障应将发电机解体进一步检测。



测量发电机B+和搭铁端间的阻值

3. 交流发电机零部件的检修

(1) 整流器的检测与维修

将二极管的引线与其他连接分离，分别将红表笔和黑表笔与二极管正、负极接触测量，然后更换表笔再测量，若两次测量值一次小（正向电阻，8~10Ω），一次大（反向电阻，大于10kΩ），说明二极管性能良好，若两次均测得为“∞”，说明管子断路；若均为“0”，说明此管被击穿短路。短路和断路的二极管均应更换。



正向电阻



反向电阻

二极管的检测



(2) 转子的检测

1) 集电环的检修

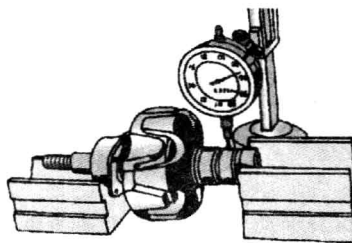
集电环表面应光洁, 不得有油污, 否则应进行清洁。当集电环脏污严重并有轻微烧损时, 可用细砂布磨光, 如图所示; 若严重烧损或失圆, 可在车床上车削修复, 修复后, 集电环表面粗糙度 $Ra \leq 1.60 \mu m$, 集电环厚度 $\geq 1.50mm$ 。



集电环的磨光

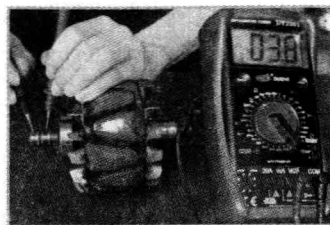
2) 转子轴的检修

转子轴的弯曲会造成转子与定子之间间隙过小而摩擦或碰撞, 如发现发电机运转时阻力过大或有异响, 应检查转子轴是否有弯曲。要求发电机转轴对其轴线的径向圆跳动 $\leq 0.05mm$, 否则应进行校正或更换。



转子轴径向圆跳动的检测

3) 励磁绕组的检测



励磁绕组短路和断路检测: 表笔分别触在两集电环上, 如图所示, 如果电阻无穷大, 说明励磁绕组有断路故障; 如果电阻为零, 说明有短路故障。

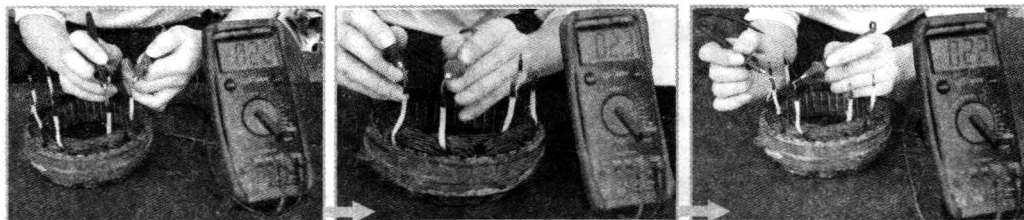


励磁绕组的绝缘性能检查: 用万用表电阻挡, 表笔分别触在集电环和转子轴上。如果电阻无穷大, 说明励磁绕组绝缘良好, 否则说明有搭铁故障。

(3) 定子的检测

1) 定子绕组的断路检查

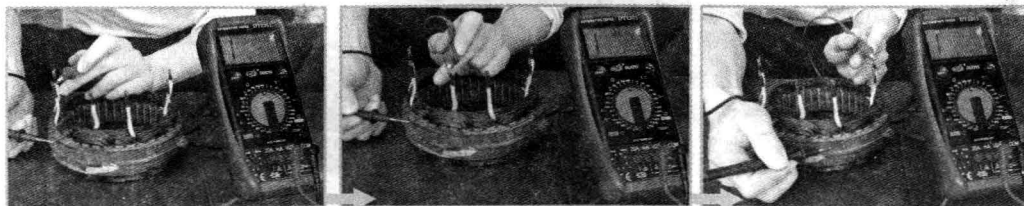
两表笔每触及定子绕组的任何两相首端, 电阻值都相等并且电阻很小, 说明没有断路故障; 如果电阻无穷大, 说明定子绕组有断路故障。



定子绕组的断路检查

2) 定子绕组的绝缘情况检查

表笔分别触在定子绕组间和定子绕组与定子铁心间, 如果电阻无穷大, 说明绕组绝缘良好, 否则说明有搭铁故障。

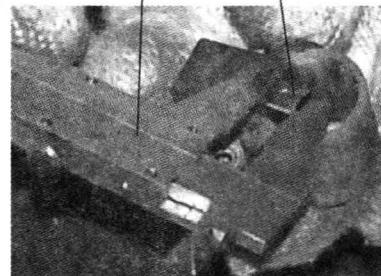


定子绕组的绝缘情况检查

4. 电刷组件的检测

电刷及电刷架应无破损或裂纹, 电刷在电刷架中应能活动自如, 无卡滞现象。测量电刷的高度, 当电刷的高度低于原来的2/3时应更换。

游标卡尺 交流发电机电刷

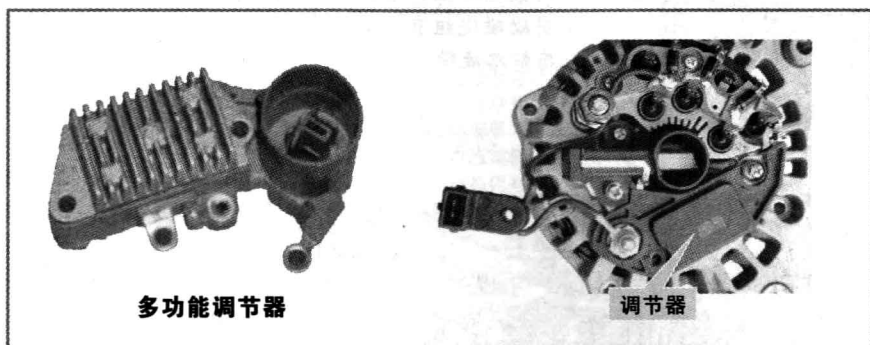


交流发电机电刷高度的检测

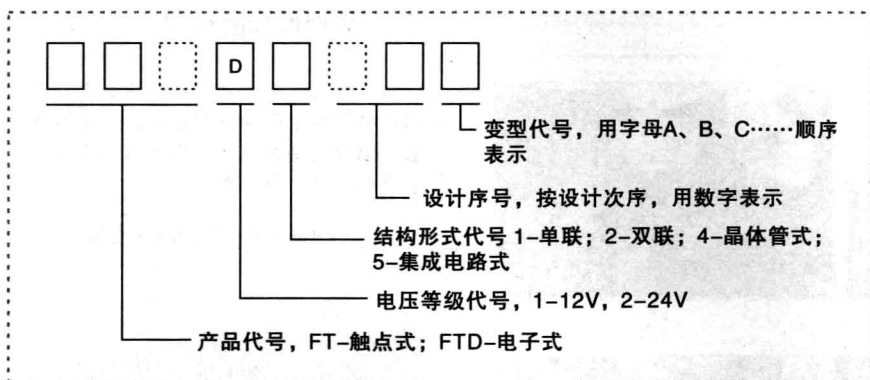


(四) 电压调节器概述

电压调节器是把发电机输出的电压控制在规定范围内的调节装置，其功用是在发电机转速和发电机的负载发生变化时自动控制发电机电压，使其保持恒定，防止发电机电压过高而烧坏用电设备和导致蓄电池过量充电，同时也防止发电机电压过低而导致用电设备工作失常和蓄电池充电不足。



电压调节器的型号编制如下：



如FT126C 表示12V的双联触点调节器，第6次设计，第3次变形

