



高职高专创新教材
汽车系列

汽车电气设备 构造与维修

高职高专创新教材编审委员会组编



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

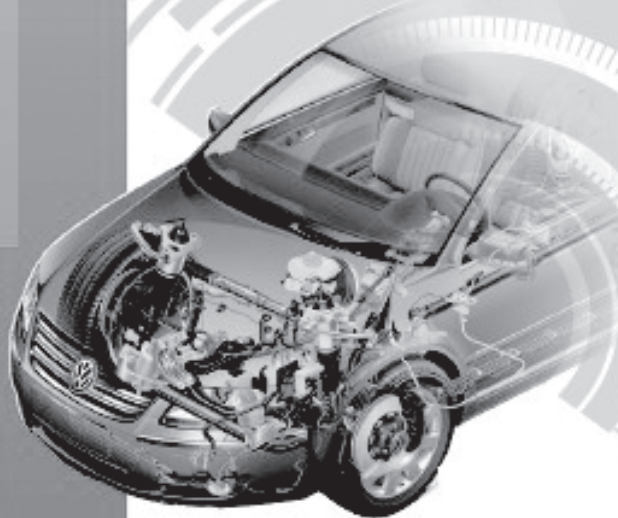


高职高专创新教材
汽车系列

汽车电气设备 构造与维修

高职高专创新教材编审委员会组编

主 编 马 军 冯 斌
副主编 李小燕



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造与维修/高职高专创新教材编审委员会组编. —武汉:
武汉大学出版社, 2011. 11

高职高专创新教材·汽车系列

ISBN 978-7-307-09350-8

I. 汽… II. 高… III. ①汽车—电气设备—构造—高等职业教育—
教材②汽车—电气设备—车辆修理—高等职业教育—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 249091 号

责任编辑:张东红

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:北京旺银永泰印刷有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:333千字

版次:2011年11月第1版 2016年6月第3次印刷

ISBN 978-7-307-09350-8/U·18 定价:33.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高职高专创新教材·汽车系列

编审委员会

主 任 刘文娟

副 主 任 施红英 刘炳国

委 员	于 春	马 军	王小娟
	白秉旭	冯 斌	孙会双
	孙淑荣	刘 莉	刘临江
	刘立国	刘 刚	闫东清
	张子成	李小燕	吴 鹤
	宋 阳	邱仁凤	范继春

内 容 简 介

本书是根据《国家中长期教育改革和发展纲要(2010—2020年)》的指导精神,并结合教育部最新颁布的教育指导要求及高职高专教学特点编写而成的。为体现汽车专业教学的特点,针对汽车专业中涉及的发动机知识点,在内容的选取上以“必须”、“够用”为度,整合内容,调整结构,力求通俗易懂,深入浅出。全书共分为9个项目,主要包括汽车的起源及发展、启动系统、点火系统、汽车照明系统与信号系统、仪表与报警装置、汽车辅助电器设备,中控门锁及防盗系统、汽车空调系统和汽车电气设备总线路等内容。

本书主要作为高职高专汽车专业的教材,也可作为成人院校、职业技能培训的教材,还可供相关工程技术人员参考使用。

前 言

课程建设与课程改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。高职院校应积极与行业、企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准。为此,我们紧扣高职高专的教学目标,编写了本书。

本书以汽车基本电气系统为主线,即电源系统:蓄电池、发电机、电压调节器的结构和原理,充电系统的线路组成及检测维修;启动系统:启动机的组成原理,启动系统的线路组成及检测维修;点火系统:点火控制器、分电器、点火线圈、火花塞等的结构原理,点火系统的线路组成及检测维修;照明及信号系统;仪表及指示系统;辅助电器系统;空调系统;汽车电气设备线路等。根据课程内容要求,设置了蓄电池、发电机、调节器、启动机、点火系等9个实践项目,理论教学与实践教学交互进行,做到了理论联系实际。

本书围绕工作项目展开,以项目为载体实现工、学结合,依据工作情景构建教学情景,让学生在情景中完成工作过程,在完成工作过程中培养和发展职业能力、构建相关的理论知识。本书将基本知识、基本能力和技能实训体现在各项目任务中。通过讲授活动内容与实训项目相结合的方式,加深学生对于课程内容的直接感受、感知,强化对于汽车电气结构、维修、调整的深刻理解。实训项目主要通过拆装掌握汽车电气部件的组成、工作原理;通过模拟故障诊断掌握故障诊断的思想与逻辑判断思路。融“教、学、做”为一体,强化学生对项目工作过程的能力培养。

本书可作为各类职业院校汽车检测与维修专业、汽车电子专业和汽车技术服务与销售专业的教材,也可作为汽车技术人员的培训教材,同时还可作为汽车维修行业技术人员的参考书籍。

本书由兰州职业技术学院马军老师和冯斌老师主编,具体编写分工如下:马军编写项目一、三、七;冯斌编写项目二、四、九;兰州市商业学校(兰州市高级技工学校)李小燕编写项目五、六、八。

本书由兰州职业技术学院王永仁和张子成担任主审,并对全书提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表感谢。书中参考了大量相关专业书籍,在此也对作者深表感谢。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,教材中仍可能有缺漏及不当之处,恳请各教学单位和读者批评指正,以便下次修订时改进。

编 者

目 录

项目一 汽车电源系统	1	项目四 汽车照明系统与信号系统	104
任务 1 车用蓄电池	1	任务 1 汽车照明系统	104
任务 2 发电机结构及检修	17	任务 2 信号系统	114
任务 3 电压调节器的结构及检修	31	本章小结	120
任务 4 电源系统电路及常见故障分析	37	实训项目 前照灯的检查与调整	121
本章小结	40		
实训项目 电源系的故障诊断与排除	41	项目五 仪表与报警装置	124
		任务 1 常见仪表	124
项目二 启动系统	43	任务 2 常用的报警装置	131
任务 1 启动系统的总体认识	43	任务 3 数字式仪表	136
任务 2 启动机的主要部件的构造	45	本章小结	138
任务 3 减速式启动机的构造	54	实训项目 仪表电路的连接及故障诊断	139
任务 4 启动系统控制电路	60		
任务 5 启动系的故障诊断与排除	63	项目六 汽车辅助电器设备	143
本章小结	67	任务 1 风窗刮水器及洗涤装置	143
实训项目 启动机的拆装与解体检测	68	任务 2 电动车窗和电动后视镜	150
		任务 3 电动座椅	154
项目三 点火系统	76	本章小结	159
任务 1 传统点火系统	76	实训项目 汽车辅助电器的认识及故障诊断	160
任务 2 电子点火系统	80	160
任务 3 点火系统的主要部件及检修	87		
任务 4 电子点火系统的使用及故障分析	96	项目七 中控门锁及防盗系统	162
任务 5 微机控制点火系统	100	任务 1 中控门锁	162
本章小结	101	任务 2 防盗系统	164
实训项目 桑塔纳轿车点火系统故障诊断	102	本章小结	166
.....	102	实训项目 桑塔纳 2000GSi 防盗系统的维修	167
		167

项目八 汽车空调系统	170	项目九 汽车电气设备总电路	199
任务 1 空调系统的总体认识	170	任务 1 汽车电器基础元件	199
任务 2 空调系统的主要零部件的构造	174	任务 2 汽车电路图	207
任务 3 空调温度自控系统与电气控制装置	185	任务 3 典型汽车电路分析	216
.....	185	任务 4 汽车电气故障的检修方法	232
本章小结	191	本章小结	242
实训项目 空调系统压缩机的拆装与检修	193	实训项目 全车电路识读	244
.....	193	参考文献	246

项目一

汽车电源系统

知识目标: 1. 掌握蓄电池、发电机及调节器的结构与类型;

2. 理解蓄电池、发电机及调节器的工作原理;

3. 学会蓄电池技术状况的检查方法,并能进行充电作业。

能力目标: 1. 能够熟练拆装发电机,并能对发电机及调节器的性能进行检测;

2. 熟悉电源系统电路的特征,并能分析电路走向;

3. 能够对常见故障进行分析并找出原因,学会检测和排除电源系统的常见故障。

任务 1 车用蓄电池

汽车上一般采用铅酸蓄电池,其主要作用是启动发动机。目前汽车上常用的蓄电池有普通蓄电池、干荷电蓄电池和免维护蓄电池等。

活动 1 认识蓄电池的功用、结构及型号

一、蓄电池的功用

蓄电池俗称电瓶,是一种可逆的直流电源,是将化学能转换为电能的装置。其功用主要表现在以下几个方面。

(1) 启动发动机时,向启动机提供强大的电流,并向点火系等用电设备供电。

(2) 在发动机产生故障不能供电时,向用电设备供电。

(3) 当发电机超负荷时,协助发电机供电。

(4) 当发电机电压高于蓄电池电压时,储存多余的电能。

(5) 在发电机转速和负荷变化时,保持电路的电压稳定。

二、蓄电池的结构

普通铅酸蓄电池主要由壳体、正负极板(组)、隔板、极桩、联条、电解液及加液孔盖等组成,如图 1-1 所示。

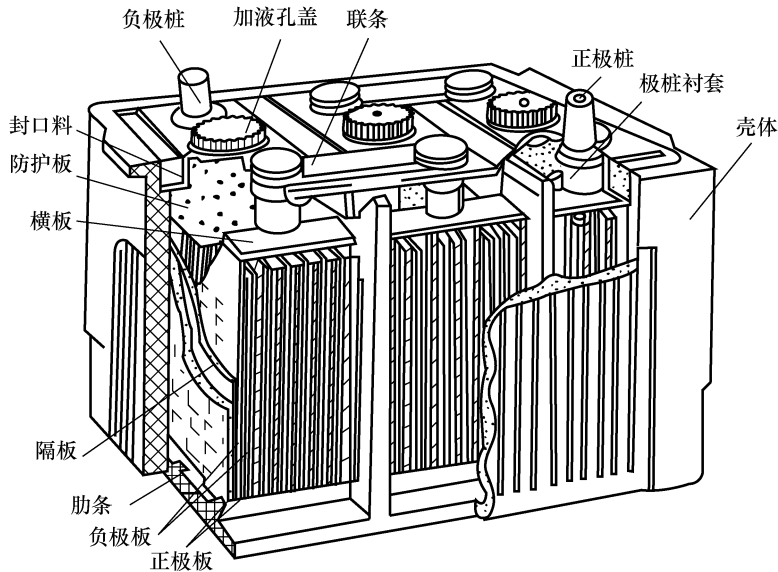


图 1-1 蓄电池的结构

1. 极板

极板是蓄电池的核心,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。正极板上的活性物质是褐色的二氧化铅(PbO_2),负极板上的活性物质是青灰色海绵状铅(Pb),由于单片极板上的活性物质数量少,所存储的电量少,因此,为了增大蓄电池的容量,通常将多片正、负极板分别并联,用横板焊接。安装时,正、负极板相互嵌合,中间插入隔板,组成正、负极板组。同时,横板上套有极桩,以便连接各个单格电池,如图 1-2 所示。

在每个单格电池中,负极板的数量总比正极板多一片。这是因为正极板在进行电化学反应时比负极板强烈,且正极板上的活性物质比较疏松,为防止正极板放电不均匀造成极板拱曲而使活性物质脱落,在制造时使正极板处于负极板之间。

2. 隔板

为减小蓄电池的内阻和体积,防止正、负极板接触而短路,通常在正、负极板之间插入隔板。隔板材料应具有多孔性以便电解液渗透,同时应具有良好的耐酸性和抗氧化性。隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维和纸板等,其中微孔橡胶性能较好,但价格较高。目前广泛使用微孔塑料隔板做成袋状,且带槽一面朝向正极板。

3. 电解液

电解液在蓄电池化学反应中起重要作用,由相对密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 的纯硫酸与蒸馏水按一定比例配置而成,相对密度一般在 $1.24\sim 1.30\text{g}/\text{cm}^3$ 。不同地区和不同季节,所要求的电解液相对密度是不一样的。通常,寒冷地区应使用电解液相对密度较高的电解液,同一地区使用中的蓄电池,冬季的电解液相对密度应较夏季高 $0.02\sim 0.04\text{g}/\text{cm}^3$ 。冬季在电解液不结冰的前提下,相对密度应尽可能小一些,这样有利于增加蓄电池容量,延长其使用寿命。

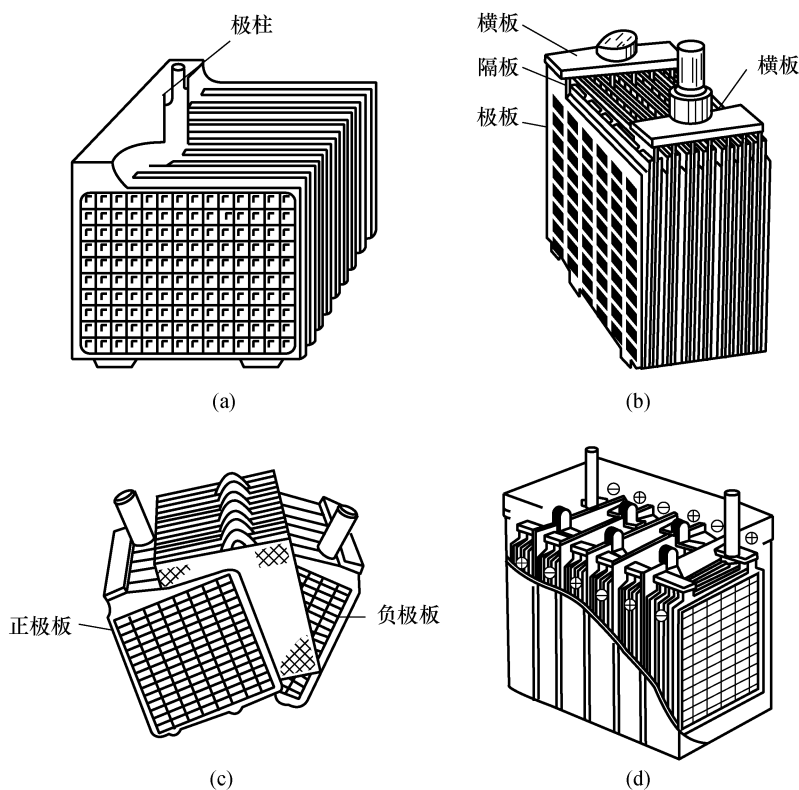


图 1-2 极板结构示意图

(a)极板组；(b)极板组总成；(c)正、负极板组；(d)极板组外形

4. 外壳

外壳用来盛装电解液和极板组，多采用整体式结构，可拆修性较差。只留一对极桩和与单格数相等的加液孔。各单格之间相互隔断，电解液不能相互流通。底部有凸肋，用来支撑极板组。凸肋与底面形成沉淀槽，可防止脱落的活性物质短路正、负极板。对外壳的要求有耐酸、耐热、耐寒、耐震、耐腐蚀及绝缘性能好等。常见铅蓄电池的外壳材料是硬橡胶或聚丙烯塑料。由于聚丙烯塑料不仅各种化学性能及机械性能良好，而且外表美观，壳体透明，便于观察电解液液面高度，因此被广泛应用。

5. 其他部件

极桩：分为正极桩和负极桩，用铅锑合金浇铸。一般正极桩粗些，使用中应注意防护极桩的腐蚀与氧化。

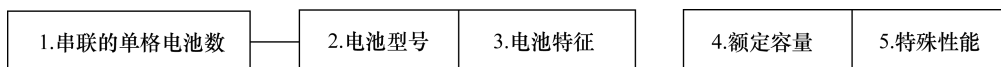
联条：由于各个单格电池相互串联，联条即为与极桩熔焊在一起的连接板条，现在多采用穿壁式连接。

加液孔盖：加液孔盖防电解液溅出，上有通气孔，还有装氧过滤器减少水消耗。

封口料：填充在盖与外壳之间缝隙的易熔材料，起密封与防泄露作用。

三、认识型号

依据机械工业部 JB2599—1985《铅蓄电池产品型号编制方法》标准规定,国产蓄电池的型号一般分为 3 段 5 部分,一般标注在外壳上。其排列和型号含义如下。



第一部分用阿拉伯数字表示该蓄电池由几个单格电池串联组成。如 3 表示 3 个单格电池,额定电压为 6V;6 表示 6 个单格电池,额定电压为 12V。

第二部分表示蓄电池的类型,主要根据用途来划分,用大写字母表示。如启动用铅蓄电池用 Q 表示;摩托车用蓄电池用 M 表示。

第三部分为蓄电池的特征代号,其含义见表 1-1,无字母表示为普通铅酸蓄电池。

表 1-1 蓄电池特征代号

特征代号	蓄电池特征	特征代号	蓄电池特征	特征代号	蓄电池特征
A	干荷电	J	胶体电解液	D	带液式
H	湿荷电	M	密闭式	Y	液密式
W	免维护	B	半密闭式	Q	气密式
S	少维护	F	防酸式	I	激活式

第四部分表示蓄电池的额定容量。我国规定用 20h 放电率的额定容量来表示,为阿拉伯数字,额定容量越大,表示其启动能力越强,单位为 A·h(安培·小时)。

第五部分为特殊性能,特殊性能用字母表示,无字母为一般性能蓄电池。如 G 表示高启动率;D 表示低温启动性能好。

例如,6-Q-105 型蓄电池表示是由 6 只单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 90A·h 的启动型铅蓄电池。6-QW-60G 型蓄电池表示是由 6 个单格电池串联而成,额定电压为 12V,额定容量为 60A·h 的启动型免维护高启动率铅蓄电池。

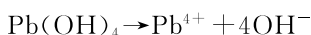
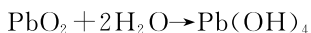
活动 2 认识蓄电池原理、特性及容量

1. 蓄电池的工作原理

蓄电池的工作原理就是化学能与电能的相互转化。若蓄电池将化学能转化为电能而向外供电时,称为放电过程。相反,把电能转化为化学能储存起来时,称为充电过程。

1) 电动势的建立

当把极板浸入电解液后正极板发生如下反应:



由于 Pb^{++} 有向正极板运动的趋势,因此正极板带正电。当溶液中 $\text{Pb}(\text{OH})_4$ 的生成速度和分解速度达到动态平衡时,正极板的电极电位约为 $+2.0\text{ V}$ 。

在负极板处,金属铅受到两方面的作用,一方面它有溶解于电解液的倾向,因而有少量铅进入溶液,生成 Pb^{2+} ,在负极板上留下两个电子 $2e$,使负极板带负电;另一方面,由于正、负电荷的相互吸引, Pb^{2+} 有沉附于极板表面的倾向。当两者达到平衡时,溶解便停止,此时极板具有负电位,约为 -0.1 V 。

因此,当外电路未接通,一个充足电的蓄电池反应达到相对平衡状态时,在静止状态下的电动势 $E_j = 2.0 - (-0.1) = 2.1(\text{V})$,实际测定的结果是 $E_j = 2.044\text{ V}$ 。

2) 蓄电池的充电与放电

蓄电池充、放电反应具有可逆性,其基本反应方程如下:

放电过程的化学反应为: $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

充电过程的化学反应为: $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

由以上反应可知,蓄电池在放电时消耗了硫酸而生成水,电解液密度减小;蓄电池在充电过程中生成了硫酸而消耗了水,电解液密度增大。因此,通过测量蓄电池的密度可反映出蓄电池的充放电状况。

2. 蓄电池工作特性

学习蓄电池工作特性的目的是为了更好的使用蓄电池,其工作特性主要通过静止电动势、内阻及充放电特性等进行描述。

1) 静止电动势

静止电动势即为蓄电池既不充电也不放电的情况下的电动势。静止电动势可用直流电压表或万用表直接测量,静止电动势的大小取决于电解液的密度和温度,当电解液密度在 $1.050 \sim 1.300\text{ g/cm}^3$ 的范围内时,蓄电池的静止电动势可用下面的经验公式计算:

$$E_j = 0.84 + \rho_{25^\circ\text{C}}$$

2) 内阻

蓄电池的内阻大小反映了蓄电池带负载的能力。在相同条件下,内阻越小,输出电流越大,带负载能力越强。蓄电池内阻包括极板电阻、隔板电阻、电解液电阻、铅连接条和极桩的电阻等。在正常的使用中,蓄电池的内阻很小,约为 0.011Ω 。

3) 蓄电池的放电特性

蓄电池的放电特性是指恒流放电时,蓄电池端电压 U_f 、电动势 E 和电解液密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 随放电时间变化的规律。完全充足电的蓄电池以 20h 放电率恒流放电的特性曲线如图 1-3 所示。

第一阶段是开始放电阶段($2.11 \sim 2.0\text{ V}$)。这时,蓄电池端电压 U_f 从 2.11 V 迅速下降,这是由于放电之初极板孔隙内的 H_2SO_4 迅速消耗,密度迅速下降的缘故。

第二阶段是相对稳定阶段($2.0 \sim 1.85\text{ V}$)。在这一阶段,极板孔隙外的电解液向极板孔隙内渗透速度加快,当渗透速度与化学反应速度达到相对平衡时,极板孔隙内的电解液密度的变化速率趋于一致,端电压将随整个容器内的电解液密度降低而缓慢下降到 1.85 V 。

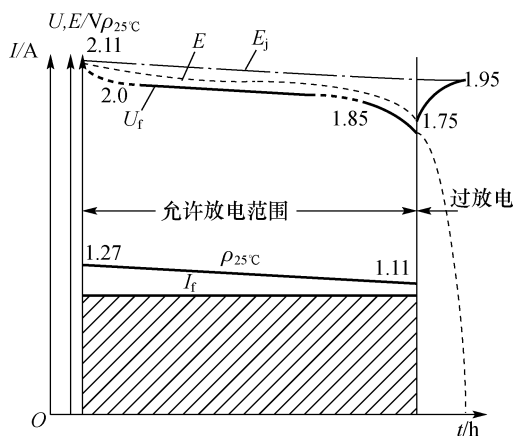


图 1-3 蓄电池的放电特性曲线

第三阶段是迅速下降阶段(1.85~1.75V)。这时由于放电接近终了,化学反应渗入到极板内层,而放电时生成的硫酸铅较原来的活性物质的体积大(是 PbO_2 的 1.86 倍, Pb 的 2.68 倍),硫酸铅聚集在极板孔隙内,缩小了孔隙的截面积,使电解液渗入困难,因而极板孔隙内消耗的硫酸难以补充,孔隙内的电解液密度便迅速下降,端电压也随之急剧下降。

第四阶段是过度放电阶段($<1.75\text{V}$)。蓄电池单格的端电压下降至一定值时(20h 放电率降至 1.75V),再继续放电即为过度放电。过度放电对蓄电池十分有害,易使极板损坏。

此时如果切断电源,让蓄电池“休息”一下,由于极板孔隙中的电解液和容器中的电解液相互渗透,趋于平衡,因此蓄电池的端电压将会有所回升。

由此可见,蓄电池放电终止的特征如下。

- (1) 单格电压放电至终止电压(以 20h 放电率放电,单格电压降至 1.75V)。
- (2) 电解液密度降至最小许可值(约 $1.11\text{g}/\text{cm}^3$)。

蓄电池允许的放电终止电压与放电电流强度有关,放电电流越大,则放完电的时间越短,而允许的放电终止电压越低。

4) 蓄电池的充电特性

蓄电池的充电特性是指恒流充电时,蓄电池充电电压 U_c 、电动势 E 及电解液密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 等随充电时间变化的规律。蓄电池以 20h 充电率恒电流充电时的特性曲线如图 1-4 所示。

由于采用恒(定电)流充电,单位时间内生成的硫酸量相同。所以,电解液的密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 呈直线上升,静止电动势也随之上升。

从充电特性曲线可看出,蓄电池单格端电压的变化规律也可分为 4 个阶段。

第一阶段是开始充电阶段(2.0~2.11V)。开始接通充电电源时,极板孔隙内的表层迅速生成硫酸,使孔隙中电解液的密度增大,因此,蓄电池单格端电压迅速上升。

第二阶段是稳定上升阶段(2.11~2.3V)。蓄电池单格端电压上升到 2.1V 以后,孔隙内的硫酸向外扩散,继续充电至孔隙内产生硫酸的速度和渗透的速度达到平衡时,蓄电池的端电压就不再上升,而是随着整个容器内电解液密度的上升而相应提高。

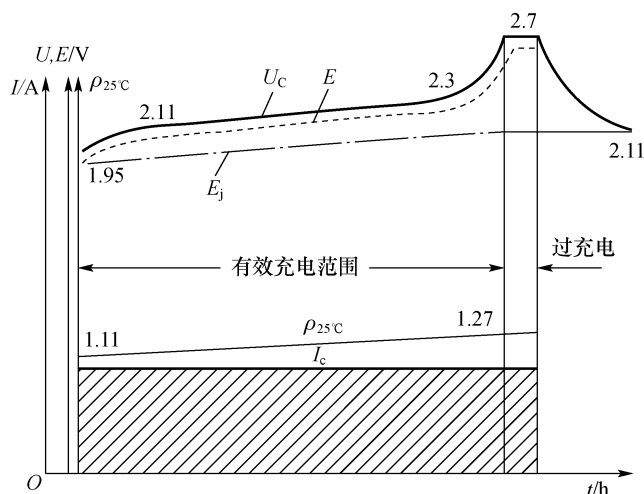


图 1-4 蓄电池的充电特性曲线

第三阶段是迅速上升阶段(2.3~2.7V)。蓄电池单格电压达到 2.3~2.4V 时,极板外层的活性物质基本都恢复为 PbO_2 和 Pb 了,继续通电,则使电解液中的水电解,产生 H_2 和 O_2 ,以气泡形式出现,形成“沸腾”现象。由于产生的 H_2 以离子状态 H^+ 集结在溶液中负极板处,来不及立即全部变成气泡放出,使得溶液与极板之间产生约 0.33V 的附加电压,因而使得蓄电池单格端电压 U 上升至 2.7V 左右。

第四阶段是过充电阶段($\geq 2.7\text{V}$)。蓄电池单格端电压 U 上升至 2.7V 时应切断电源,停止充电,否则将会造成“过充电”。长时间过充电易加速极板活性物质的脱落,使极板过早损坏,因此必须避免。

在实际使用中,为保证将蓄电池充足电,往往在出现“沸腾”之后,再继续充电 2~3h,注意测量端电压和电解液密度,如果不再增加,才停止充电。充电停止后由于充电电流为零,端电压迅速回落,极板孔隙内电解液和容器中的电解液密度趋于平衡,因而蓄电池端电压又降至 2.11V 左右。

可见,蓄电池在充电终了时(充足电)有如下特征。

- (1) 蓄电池内产生大量气泡,即出现“沸腾”现象。
- (2) 端电压上升至最大值,且 2h 内不再增加。
- (3) 电解液密度上升至最大值,且 2~3h 内不再增加。

3. 蓄电池的容量

蓄电池的容量是指在规定的放电条件下(包括放电温度、放电电流、放电终止电压),完全充足电的蓄电池所能提供的电量,用 C 表示。蓄电池的容量是衡量蓄电池对外放电能力、质量优劣、以及选用蓄电池的最重要指标。

1) 额定容量

指完全充足电的蓄电池,当电解液温度为 25°C 时,以 20h 放电率的电流连续放电,直至

12V 蓄电池端电压下降到 $10.50\text{V} + 0.05\text{V}$ 时所输出的电量。

2) 储备容量

指完全充足电的蓄电池,在电解液温度为 25°C 时,以 25A 电流放电至 12V 蓄电池端电压下降到 $10.50\text{V} + 0.05\text{V}$ 时放电所持续的时间,用 C_m 表示。其说明当汽车电源系统失效时,蓄电池能提供 25A 电流的时间。

3) 启动容量

启动容量表示蓄电池在发动机电力启动时的供电能力,用倍率和持续时间表示。启动容量有两种规定:常温启动容量和低温启动容量。

(1) 常温启动容量

常温启动容量为电解液初始温度 25°C 时,以 5min 放电率的电流放电,放电 5min 至单格电池电压降至 1.5V 时所输出的电量。 5min 放电率的电流在数值上约为其额定容量的 3 倍。

(2) 低温启动容量

低温启动容量为电解液初始温度为 -18°C 时,以 5min 放电率的电流放电,放电 2.5min 至单格电池电压下降至 1V 时所输出的电量。

4) 影响蓄电池容量的因素

蓄电池容量由构造因素和使用因素两方面决定。构造因素包括极板的厚度、面积、中心距等;使用因素包括放电电流、电解液温度与密度等。

小贴士

实践证明,电解液密度偏低有利于提高放电电流和容量。因此,冬季在不致结冰的前提下,尽可能使用密度稍低的电解液。



知识拓展

1. 免维护(MF)蓄电池

普通铅酸蓄电池在使用中存在自放电严重、失水量大、极柱腐蚀严重等问题,所以现在越来越多的汽车使用免维护铅蓄电池。

免维护蓄电池又叫做 MF(Maintenance-Free)蓄电池,其含义是在合理的使用期限内不需添加蒸馏水,如短途车可行驶 8万 km ,长途货车可行驶 $40\text{万} \sim 48\text{万 km}$ 而不需进行维护,可使用 $3.5 \sim 4$ 年不需加蒸馏水,在其使用过程中不需作任何维护或只需较少的维护工作。图 1-5 所示为免维护蓄电池的外形。

1) 免维护蓄电池的结构特征

(1) 通气孔采用新型安全的通气装置和气体收集器,孔塞内装有一个氧化铝过滤器或催

化剂。过滤器可以阻止水蒸气和硫酸气体通过,避免其与外界火花接触而爆炸,催化剂能使氢、氧离子结合生成水,故电解液中蒸馏水的消耗很少。

(2)正极板装在袋式微孔塑料隔板之中,可以取消壳体的底部凸筋部分,降低极板组的高度,使极板上部的容积增大33%,电解液的贮存量相对增加。由于正极板装在塑料袋中,活性物质不易剥落,因此极板短路现象大为减少,自放电的可能性也大为减弱。

(3)单体电池采用穿壁式贯通连接,使内阻减小,输出电流增大。同时采用聚丙烯塑料热压外壳和整体式电池盖,壳体内壁薄,贮液多,与同容量普通铅酸蓄电池相比,重量轻,体积小。

(4)对于无加液孔的免维护蓄电池,由于不能采用传统的密度计来测量电解液的相对密度以判断其技术状况,在蓄电池顶上常装有一只小型密度计以判断其技术状况。

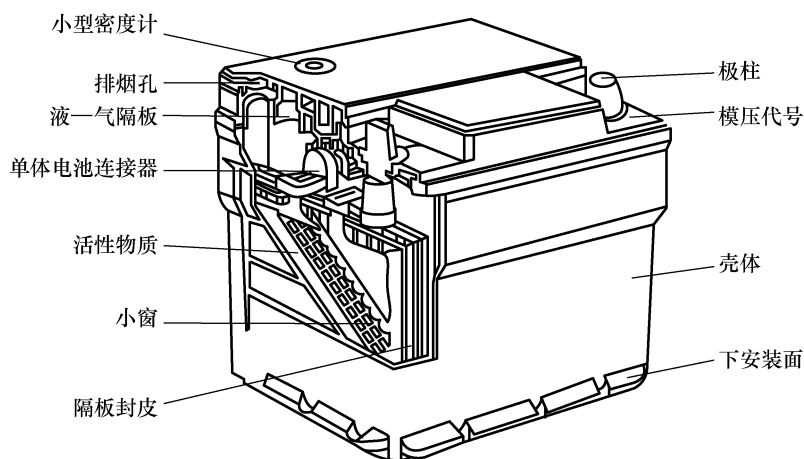


图 1-5 免维护蓄电池的结构示意图

小贴士

从检视窗口观察,如果看到绿点,则表明蓄电池工作情况良好;如果看不到绿点而显示为淡绿色,则说明电解液相对密度降低,蓄电池充电不足,应及时充电;如果检视窗显示浅黄色或无色,则说明蓄电池已无法正常工作,必须更换蓄电池。

2) 免维护蓄电池的使用特点

(1)在整个使用过程中不需补充蒸馏水。所谓免维护,主要是指使用中不需补加或少加蒸馏水。铅酸蓄电池电解液中的水分主要消耗在水蒸发(占10%左右)与水的电解(占90%左右)上,尤其在过充电的情况下,水的电解更加严重。普通铅酸蓄电池每行驶1 000km,水的消耗量为16~32g,而免维护铅蓄电池每行驶1 000km,水的消耗量仅是铅蓄电池的1/10,即1.6~3.2g。

(2)自由放电少,存放电损失少。免维护铅蓄电池与普通铅蓄电池相比较,自由放电少得多,免维护铅蓄电池湿式贮存可达两年以上。

(3)使用寿命长。免维护铅蓄电池的使用寿命一般在4年以上,是普通铅蓄电池使用寿命的两倍多。

(4)接线极柱腐蚀小。

(5)内阻小,启动性能好。

(6)主要缺点是极板制造工艺复杂,价格高。

2. 干荷电蓄电池

干荷电蓄电池即干式荷电铅蓄电池,它与普通铅蓄电池的区别是极板组在干燥状态下能够较长期地保存在制造过程中所得到的电荷。干荷电铅蓄电池在规定保存期内(两年)如需使用,只要灌入符合规定密度的电解液,搁置30min,调整液面高度至规定标准后,不需要进行初充电即可投入使用,且其荷电量可达到蓄电池额定容量的80%以上,是应急的理想电源。

干荷电铅蓄电池之所以具有干荷电性能,主要在于其负极板的制造工艺与普通铅蓄电池不同。正极板的活性物质 PbO_2 (二氧化铅)化学活性比较稳定,其荷电性能可以较长期的保持。而负极板上的活性物质 Pb (海绵状铅)由于表面积大,化学活性高,容易氧化,所以要在负极板的铅膏中加入松香、油酸、硬脂酸等防氧化剂,并且在化成过程中有一次深放电循环或进行反复地充电、放电,使活性物质达到深化。化成后的负极板,先用清水冲洗后,再放入防氧化剂溶液(硼酸、水杨酸混合液)中进行浸渍处理,让负极板表面生成一层保护膜,并采用特殊干燥工艺(干燥罐中充入惰性气体或抽真空),这样即可制成干荷电极板。由于负极板经特殊处理,其抗氧化性能得到提高。因此,与普通铅蓄电池相比,自放电小,贮存期较长。干荷电蓄电池的维护与普通蓄电池基本一样。对于贮存期超过两年的干荷电蓄电池,因极板有部分氧化,使用前应以补充充电的电流充电5~10h后再用。

活动 3 蓄电池技术状况的检查

蓄电池的技术状况直接关系到蓄电池的工作状况,定期检查不仅能使蓄电池发挥最大效能,而且能延长蓄电池的使用寿命。一般来说,轿车每行驶1000km,或冬季行驶10~15天,夏天行驶5~6天,须对蓄电池进行下列检查。

1. 外部检查

(1)检查蓄电池安装是否牢靠,接线是否松动,极桩是否腐蚀或氧化。

(2)检查蓄电池密封胶是否开裂,壳体有无破裂,电解液有无泄漏。

(3)检查蓄电池是否有尘土或污垢,通气孔是否畅通。

2. 液面高度检查

蓄电池电解液液面高度通常采用目测法或玻璃管检查法进行检查。目测法适用于半透明式蓄电池,液面应位于最高(Max)和最低(Min)液面标记之间。玻璃管检查法如图1-6所示,把内径为3~5mm、长100~150mm的玻璃管插入加液孔内,使其与极板防护片相抵,然后用手指堵住玻璃管的另一端,把玻璃管提出后测量吸入管内的液柱高度,应在10~15mm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。

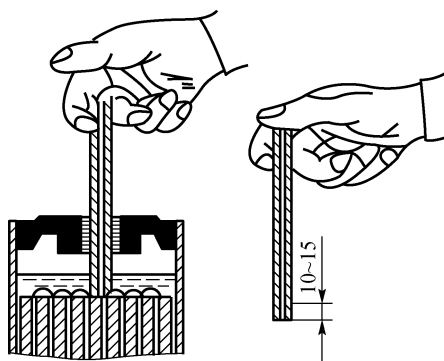


图 1-6 电解液液面高度检查

3. 放电程度检查

(1)将一定量的电解液吸入密度计内,使密度计浮子处于吸管的中部,不能触及吸管的顶部、底部及玻璃壁,液面所在的刻度即为相对密度值。或根据浮子上的红、绿、黄三色标签,粗略判断密度值,红色区域为 $1.1\sim 1.15\text{g}/\text{cm}^3$,绿色区域为 $1.15\sim 1.25\text{g}/\text{cm}^3$,黄色区域为 $1.25\sim 1.30\text{g}/\text{cm}^3$,如图 1-7 所示。在测量电解液密度值时,应同时测量电解液的温度,并将测得的电解液相对密度转换成 25°C 时的相对密度(我国以 25°C 为标准),转换公式为:

$$\rho_{25} = \rho_t + \beta(t - 25)$$

式中, ρ_{25} —— 25°C 时的电解液相对密度。

ρ_t —— 实测电解液密度。

t —— 实测电解液温度。

β —— 密度温度系数为 0.00075 ,即温度每上升 1° ,相对密度下降 0.00075 。

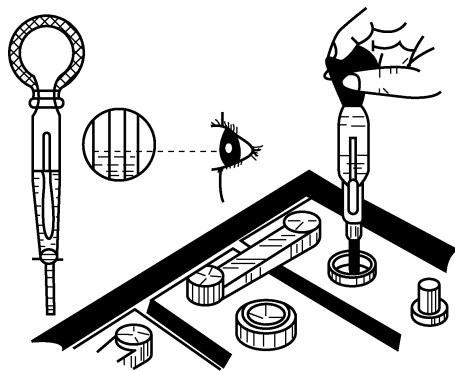


图 1-7 电解液密度检查

根据实际经验,电解液相对密度每减少 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$,相当于蓄电池放电 6% ,所以,从测得的电解液相对密度就可以粗略估算出蓄电池放电程度。需要注意的是,在大电流放电时,或刚加注蒸馏水的蓄电池,不可立即测量电解液密度,因为此时电解液混合不均匀。

(2)用高率放电计检测放电电压。用 12V 高率放电计或蓄电池测试仪测量蓄电池的端

电压,测量时将两个叉尖紧压在单格电池的正、负极柱上,并保持 3~5s。对于 12V 蓄电池,若电压稳定,保持在 9.6V 以上,说明蓄电池性能良好,但存电不足;若稳定在 10.6~11.6V,说明存电较足;若电压迅速下降,则表示有故障。图 1-8 所示为高率放电计的外形图。

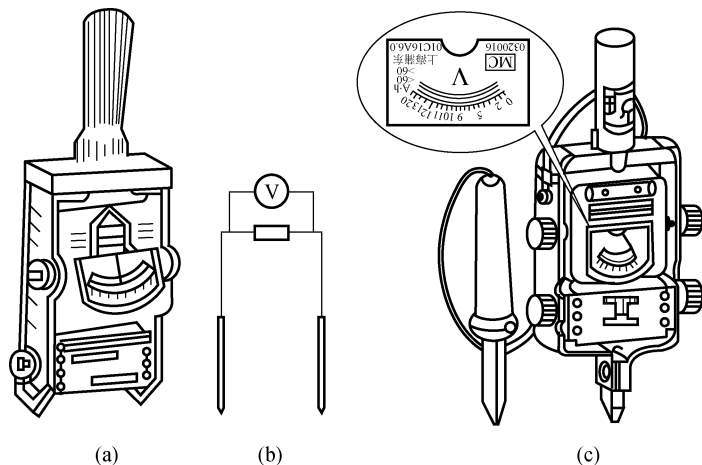


图 1-8 高率放电计

(a)3V 高率放电计; (b)原理图; (c)12V 高率放电计

活动 4 蓄电池的充电

一、充电方法

蓄电池的充电方法有 3 种:定流充电、定压充电和脉冲快速充电。

1. 定电流充电

定流充电:在充电过程中,充电电流恒定不变(通过调整电压,保证电流不变)。定流充电的优点为:充电电流可任意选择,有益于延长蓄电池寿命,可用于初充电和去硫化充电。定流充电的缺点为:充电时间长(一次初充电 60~70h,补充充电 10~13h),且需要经常调整充电电流。定流充电常采用串联法,尽可能将同容量电池串联,接线方法如图 1-9 所示。

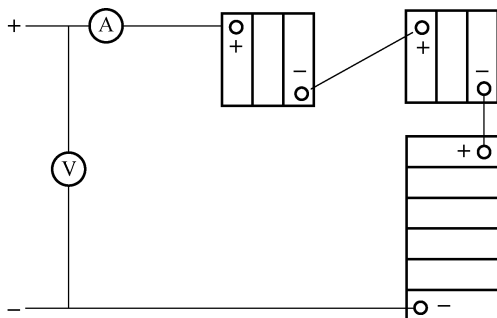


图 1-9 定流充电的接线方法

2. 定压充电

定压充电:在充电过程中,充电电压恒定不变。在汽车上,发电机对蓄电池的充电就是这种方法。定压充电的优点为:充电速度快,充电时间短,充电电流 I 会随着蓄电池电动势 E 的上升而逐渐减小到零,使充电自动停止,不必人工调整和照管。恒压充电的缺点为:充电电流大小不能调整,所以不能保证蓄电池彻底充足电(不能用于初充电和去硫化充电)。定压充电常采用并联法,各并联电池电压应相等,但型号、容量和放电程度可以不同。接线方法如图 1-10 所示。

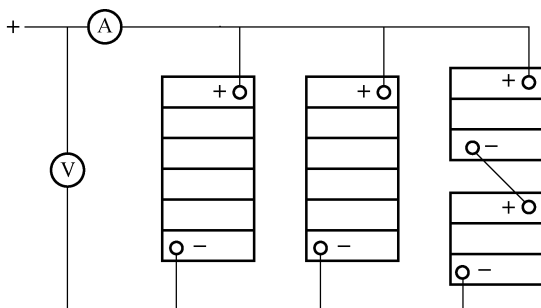


图 1-10 定压充电接线方法

3. 脉冲快速充电法

脉冲快速充电,亦称分段充电法。其显著特点就是充电速度快,新蓄电池初充电不超过 5h,补充充电只需 0.5~1.5h。以脉冲大电流来实现快速充电,大大缩短充电时间,但对蓄电池有不利影响。其充电过程可表述如下,如图 1-11 所示。

(1)大电流恒流充电 $I_C = (0.8 \sim 1.0)C_{20}$ 至单池电压升至 2.4V。

(2)前停充 15~25ms。

(3)反向脉冲充电 $I_C = (1.5 \sim 2.0)C_{20}$ 时间为 150~1 000 μ s;后停充 25~40ms,如此循环,直至充足电。

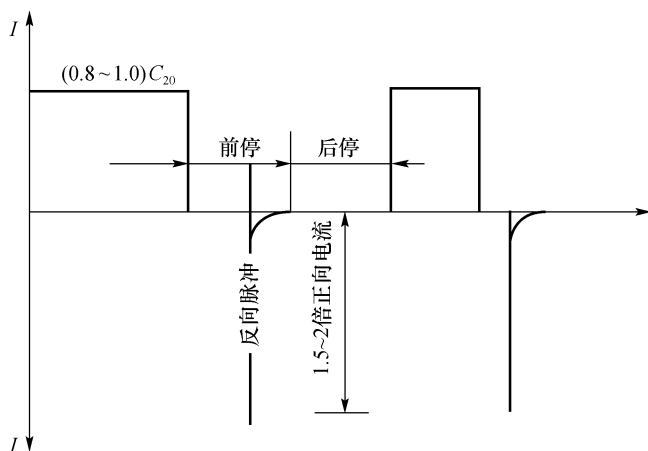


图 1-11 脉冲快速充电的电流波形

二、充电种类

1. 初充电

对新蓄电池或更换极板后的蓄电池进行的首次充电称为初充电。充电之前首先按规定加入电解液,待温度降到 35°C 以下,连接充电设备。通常采用改进的定流充电方法,即充电分为两个阶段进行。第一个阶段把充电电流设为 $C_{20}/15$,充至单格电池电压达到 2.4V 。第二阶段将充电电流减半($C_{20}/30$),充电至电解液沸腾,单格电压达到 2.7V 且电压在连续 3h 不变时为止。充电过程中应注意:①旋开加液孔;②观察充电电流,及时调整;③每隔 $2\sim 3\text{h}$ 应测量一次电压和密度,及时转为第二阶段,并经常测量温度,控制温度不高于 45°C 。

2. 补充充电

蓄电池在就车使用过程中,经常有充电不足的现象发生,故应根据情况进行补充充电,一般一个月进行一次。补充充电通常也采用定流充电方法,一般选取第一阶段充电电流为 $C_{20}/10$,第二阶段充电电流为 $C_{20}/20$ 。

3. 间歇过充电

间歇过充电是避免使用中极板硫化的一种预防性充电。一般应每隔3个月进行一次。充电方法是先按补充充电方式充足电,停歇 1h 后,再以减半的充电电流进行过充电,直至充足电为止。

4. 循环锻炼充电

为迫使相当于额定容量的活性物质都能参加工作,以避免活性物质由于长期不参与化学反应而收缩,每隔一段时间(如3个月)应对蓄电池进行一次循环锻炼充电。充电方法是先用补充充电或间歇过充电将蓄电池充足电,然后,以 20h 放电率放完电,再用补充充电法充足电即可使用。

三、充电注意事项

- (1)严格执行充电规范。
- (2)监控单格电池的电压、电解液相对密度和温度,及时了解充电情况。
- (3)初充电必须连续进行,不可长时间断开。
- (4)配制和灌入电解液时,严格遵守安全操作规则和器皿的使用规则。
- (5)充电时,应经常备有冷水、 10% 的苏打水溶液或 10% 的氨水溶液。
- (6)室内充电时,打开电池的孔盖,使氢气、氧气顺利逸出,以免发生事故。
- (7)充电室严禁明火,并且通风良好。
- (8)充电时应先接牢电池线,停止充电时,先切断交流电源,然后拆下其他连接线。

活动 5 蓄电池的故障分析及使用与维护

一、蓄电池故障分析

蓄电池的故障可分为外部故障和内部故障。其外部故障主要有外壳裂纹、封口胶干裂、极桩腐蚀和松动等,内部故障主要有以下几种类型。

1. 极板硫化

现象:内阻增大显著,极板上生成白色粗晶粒硫酸铅的现象,称为硫酸铅硬化,简称“硫化”,主要发生在负极板上,是导致蓄电池寿命终止的主要原因。

特征:

- (1)极板颜色不正常;
- (2)放电时,端电压下降快;充电时,端电压上升快;电池容量降低;
- (3)电解液密度低于正常值,充电时密度增加很慢;
- (4)充电时单格电压上升很快,单格电压过高(2.8~3.0V);
- (5)易早沸腾。

主要原因:

- (1)蓄电池长期充电不足或放电后不及时充电,温度变化时,硫酸铅发生再结晶;
- (2)蓄电池液面过低,极板上部发生氧化后与电解液接触,也会生成粗晶粒硫酸铅;
- (3)电解液密度过高;
- (4)电解液中含有较多杂质;
- (5)气温变化剧烈。

处理方法:

- (1)程度轻的,采用过充电法;
- (2)较严重的,采用小电流长时间过充电法;
- (3)严重的,采用水处理法。

防硫化措施:

- (1)保持蓄电池经常处于充足电状态;
- (2)汽车上的蓄电池定期送充电间彻底充电;
- (3)放完电的蓄电池在24h内送充电间充电;
- (4)电解液液面高度应符合规定。

2. 自行放电

现象:充足电的电池,30天内,每昼夜容量降低超过2%为自行放电故障。

特征:电池不用时,电能自行消耗。

主要原因:

(1)使用因素:①电解液杂质过多;②电解液密度偏高;③电池表面不清洁;④电池长期不用。

(2)结构因素:①含锑的栅板防自行放电,用专用硫酸配制电解液;②配制用器皿应为耐酸材料,且防脏物掉入;③电池盖、塞要装好;④经常清洁表面,保持干燥。

3. 极板短路

现象:无法启动;蓄电池无电压。

特征:

- (1)充电时电解液温度迅速升高;
- (2)电压和密度上升很慢;

- (3) 充电末期气泡很少；
- (4) 高率放电计试验时，电压迅速下降为 0；
- (5) 易早沸腾。

主要原因：

- (1) 隔板损坏；
- (2) 极板拱曲；
- (3) 活性物质大量脱落。

处理方法：解体。

4. 极板活性物质脱落

现象：主要在正极板上发生，是蓄电池过早损坏的主要原因之一。

特征：

- (1) 容量下降；
- (2) 充电时电解液浑浊，有褐色物质浮出。

主要原因：

- (1) 充电电流过大；
- (2) “过充”时间长：电解水→产生 $H_2 \uparrow$ 和 $O_2 \uparrow$ →冲击极板上的活性物质；
- (3) 低温大电流放电：造成极板拱曲；
- (4) 电解液不纯；
- (5) 汽车行驶时颠簸、振动。

处理方法：

- (1) 程度轻的，清洗后更换电解液；
- (2) 严重的，更换极板或报废。

二、蓄电池的使用与维护

1. 蓄电池的正确使用

(1) 安装和搬运蓄电池时，应轻搬轻放，不可敲打或在地上拖拽。蓄电池在汽车上应固定牢靠，以防行车时振动和移位。

(2) 大电流放电时间不宜过长，使用启动机，每次的时间不超过 5s，相邻两次启动之间应间隔 15s。

(3) 充电电压不能过高，注意防止过放电和欠充电。

(4) 冬季应适当调整电解液密度，要保证充足电，防电解液结冰。

2. 蓄电池的正确维护(保养)

(1) 经常清除蓄电池表面的灰尘污物，电解液溅到蓄电池表面时，应用抹布蘸 10% 浓度的苏打水或碱水擦净，电极桩和电线夹头上出现氧化物时应及时清除。

(2) 经常疏通加液孔盖上的通气孔。

(3) 定期检查和调整电解液的相对密度和液面高度。

(4) 放完电的蓄电池在 24h 内应及时充电。

(5) 停驶车辆的蓄电池,每两个月应进行一次补充充电。

(6) 常用车辆的蓄电池,放电程度冬季达 25%、夏季达 50% 时即应充电,必要时及时进行补充充电。

(7) 拆卸蓄电池电缆时,应先拆下蓄电池负极,再拆下蓄电池正极;安装蓄电池电缆时,应先安装蓄电池正极,再安装蓄电池负极,以免拆卸过程中造成蓄电池断路。

任务 2 发电机结构及检修

发电机是汽车的主要电源,其功用是在发动机正常运转时(怠速以上),向所有用电设备(启动机除外)供电,同时向蓄电池充电。

活动 1 认识交流发电机结构

目前,汽车上大多采用硅整流发电机。国内外生产的硅整流发电机结构基本相同,多是由一台三相同步交流发电机和一套 6 只硅二极管组成的整流器所组成。图 1-12 所示为国产 JFZ1913Z 型硅整流发电机的分解图,交流发电机由转子总成、定子总成、皮带轮、风扇、前后端盖、电刷及整流器等部件组成。

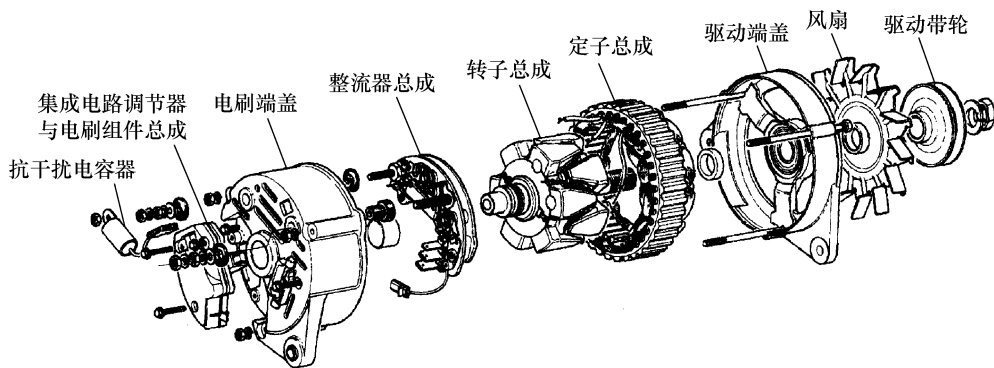


图 1-12 整体式交流发电机的分解图

1. 转子

转子是交流发电机的磁场部分,主要由爪极、励磁绕组、磁轭、集电环(旧称滑环)及轴等组成,如图 1-13 所示。

两块爪极被压装在转轴上,且内腔装有磁轭,并绕有励磁绕组。绕组两端的引线分别焊在与轴绝缘的两个集电环上。两个电刷装在与端盖绝缘的电刷架内,通过弹簧力使其与集电环保持接触。当发电机工作时,两电刷与直流电源连通,可为磁场绕组提供定向电流并产生轴向磁通。使两块爪极被分别磁化为 N 极和 S 极,从而形成犬牙交错的 6 对磁极,并沿圆周方向均匀分布。转子每转一周,定子的每相绕组上就能产生周期个数等于磁极对数的交流电动势。