

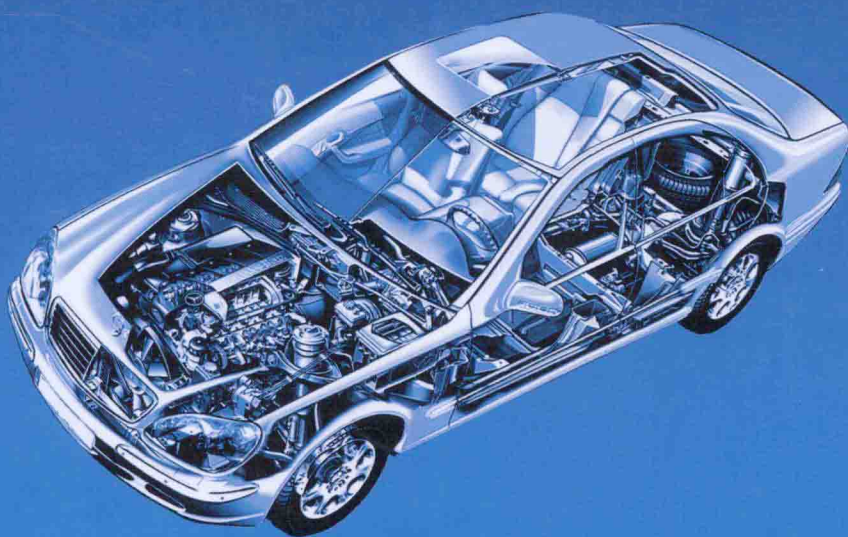
汽车

电器及电子设备检修

QICHE

DIANQI JI DIANZI SHEBEI JIANXIU

主编◎杜 弘 王 辉 王丽新



汽车电器及电子设备检修

主 编 杜 弘 王 辉 王丽新
副主编 张 涛 马振新 马志宝

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电器及电子设备检修/杜弘, 王辉, 王丽新主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 11

ISBN 978 - 7 - 5640 - 9822 - 3

I. ①汽… II. ①杜… ②王… ③王… III. ①汽车-电气设备-车辆修理②汽车-电子设备-车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 233926 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.75

字 数 / 409 千字

版 次 / 2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷

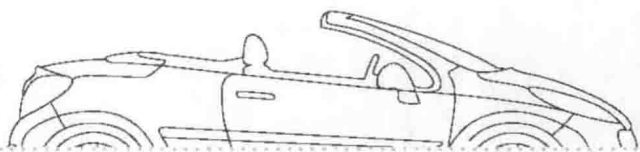
定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武



前言

P R E F A C E

为贯彻国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020 年）精神，适应高等教育改革与发展的需要，全面实施高等教育培训与创新工程，为高等教育教学提供更加丰富的教材、实用教程，按照教育部颁布的《汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》的要求，专业教师与企业技术人员通过对汽车维修行业岗位调研，紧密结合汽车维修行业的实际需求，编写了本书。

本书力求贯彻以全面素质教育为基础、以能力为本位的教育教学指导思想，从社会发展对高素质技能人才培养实际出发，突出体现了高等应用教育特色。具体体现在以下两方面。

（1）注重汽车人才市场对人才的知识、能力要求，力求与国家职业资格标准衔接，突出理论实践的一体化，重在能力的培养。

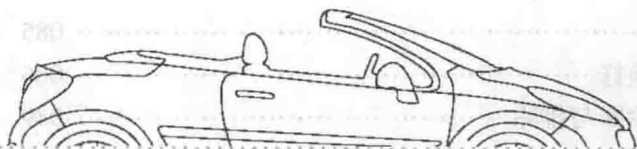
（2）以汽车维修关键技术操作为核心，立足专业知识、综合能力的培养，以项目引领新模式构建学习内容，突出实用理论对实践的指导，在强化技能的同时，引导学生扩展知识，养成持续学习的能力。

本书可作为高等学校汽车工程类（车辆工程、汽车服务工程、汽车检测、汽车技术服务与营销等）专业的教材，也可供汽车行业的工程技术人员参考。

本书由杜弘、王辉和王丽新担任主编，张涛、马振新和马志宝任副主编，参与本书编写工作的还有：杨智勇、明光星、郭大民、鞠峰等。全书由杜弘统稿。在本书编写过程中，编者参考了大量相关的文献资料，得到了华晨汽车研究院的专家、华晨中华汽车公司专家以及沈阳金杯车辆制造有限公司专家的大力协助与支持，在此深表感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者



目 录

CONTENTS

项目一 蓄电池的检修	001
任务一 蓄电池的认知	001
一、概述	001
二、蓄电池的构造、型号及容量	002
三、蓄电池的工作原理及特性	008
四、其他类型蓄电池	012
任务二 蓄电池的检测及常见故障诊断	016
一、蓄电池的充电	016
二、蓄电池的使用与检测	020
三、蓄电池常见故障及其诊断	024
项目二 发电机及其调节器的检修	030
任务一 发电机及其调节器的认知	030
一、概述	030
二、交流发电机的构造	032
三、交流发电机的工作原理	037
四、交流发电机的工作特性	040
五、其他交流发电机	042
六、交流发电机调节器	047
七、电源系统电路	052
任务二 发电机及其调节器的检测及常见故障诊断	054
一、交流发电机及其调节器的使用及维护	054
二、交流发电机及其调节器的维护	055
三、交流发电机及其电压调节器的检修	055
四、电源系统常见故障及其诊断	063
项目三 启动系统的检修	068
任务一 启动系统的认知	068
一、概述	068
二、起动机	069
三、典型起动机的工作过程	079
任务二 启动系统的检测及常见故障诊断	084
一、起动机的正确使用及维护	084

二、起动机的试验	085
三、起动机的拆装及检修	086
四、启动系统的故障诊断与排除	089
项目四 点火系统的检修	095
任务一 点火系统的认知	095
一、概述	095
二、半导体点火系统	097
三、计算机控制点火系统	119
任务二 点火系统的检测及常见故障诊断	124
一、点火系统的使用与维护	124
二、点火系统的检修	124
三、点火系统常见故障及诊断	126
项目五 照明信号仪表显示系统的检修	130
任务一 照明信号仪表显示系统的认知	130
一、照明系统	130
二、信号系统	146
三、仪表显示与报警系统	150
任务二 照明信号仪表显示系统的检测及常见故障诊断	164
一、照明系统的检测及常见故障诊断	164
二、信号系统的检测及常见故障诊断	169
三、仪表显示系统的检测及常见故障诊断	170
项目六 辅助电器的检修	175
任务一 常见辅助电器的认知	175
一、雨刷器和风窗洗涤设备	175
二、电动车窗	184
三、电动后视镜	186
四、电动座椅	188
五、电动中央门锁	191
六、汽车空调	193
任务二 常见辅助电器的检测及常见故障诊断	195
一、雨刷器及挡风玻璃洗涤设备的检测及常见故障诊断	195
二、电动车窗的检测及常见故障诊断	199
三、电动后视镜的检测及常见故障诊断	201
四、电动座椅的检测及常见故障诊断	201
五、电动中央门锁常见故障诊断	203
六、汽车空调系统的检测及常见故障诊断	203
项目七 汽车电路分析	215
任务一 汽车电路的认知	215
一、概述	215

二、汽车电路的组成	216
三、汽车电路中常见低压电器	221
四、汽车电气装置的图形、符号及其接线端子的标记	226
五、电路图	230
任务二 汽车电路的分析	232
一、全车线路分析	232
二、汽车电路原理图的全面分析	240
三、汽车电气系统电路的工作原理分析	241
参考文献	273

项目一

蓄电池的检修



学习目标

1. 能够正确描述铅酸蓄电池的作用及组成；
2. 能够正确描述铅酸蓄电池的工作特性；
3. 能够正确描述铅酸蓄电池的工作原理；
4. 能够正确描述免维护蓄电池的结构；
5. 能够正确使用维护蓄电池；
6. 能够正确检查蓄电池的技术状况；
7. 能够正确使用充电机对蓄电池进行充电。



任务分析

蓄电池是汽车电源系统的重要组成部分,其技术状况直接影响到车辆能否顺利启动,以及能否对车辆其他用电设备进行正常供电。其主要内容为蓄电池的结构、工作原理、使用、维护、技术状况检查。



任务一 蓄电池的认知

一、概述

蓄电池是一种低压直流化学电源,它既能将化学能转化为电能,也能将电能转换为化学能。蓄电池的外观如图 1.1 所示。



图 1.1 蓄电池的外观

1. 蓄电池的作用

- (1) 发动机启动时,向起动机和点火系统供电。
- (2) 发动机低速运转时,向用电设备和发电机磁场绕组供电。
- (3) 发动机中、高速运转时,将发电机电能转化为化学能储存起来。
- (4) 发电机过载时,协助发电机向用电设备供电。
- (5) 蓄电池相当于一个大电容器,能吸收电路中出现的瞬时过电压,保护电子元件,保持汽车电气系统电压稳定。

2. 汽车用蓄电池的类型

- (1) 按照电解液成分的不同,蓄电池分为酸性蓄电池和碱性蓄电池。
 - (2) 按照汽车用铅酸蓄电池结构的不同,蓄电池分为普通型、干荷电型、湿荷电型、免维护型等。
 - (3) 按照极板上金属元素的不同,蓄电池分为铅电池、锂电池等。
- 目前汽车上广泛采用的是铅酸蓄电池和免维护等新型蓄电池。

3. 汽车蓄电池的安装位置

一般轿车蓄电池安装在发动机舱内(宝马车型安放在后备箱内),货车的蓄电池安装在车架前部的左侧或右侧。

二、蓄电池的构造、型号及容量

1. 普通铅酸蓄电池的构造

铅酸蓄电池的构造如图 1.2 所示,它主要由极板、隔板、壳体和电解液等部分组成。图 1.2 中壳体内部分为互不相通的 6 个格,每个格内有电解液、正负极板组和其间所夹隔板,组成为单格电池。每单格电池标称电压为 2 V,6 个单格串联起来构成一个 12 V 的蓄电池。

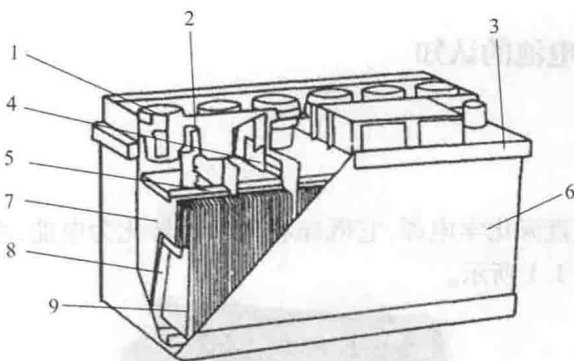


图 1.2 铅酸蓄电池的构造

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

(1) 极板。

极板是蓄电池的核心,分为正极板和负极板两种,均由栅架和填充在其上的活性物质构成,如图 1.3 所示。

在蓄电池充放电过程中,电能与化学能的相互转换,就是依靠极板上的活性物质与电解液

中的硫酸发生化学反应来实现的。

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海绵状的纯铅(Pb)。

栅架的作用是容纳活性物质并使极板成型,栅架一般由铅锑合金浇铸而成。铅锑合金中,铅占94%,锑占6%。加入锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸性能。但是,铅锑合金耐电化学腐蚀性能较差,在要求高倍率放电和提高比能量(极板单位体积所提供的容量)而采用薄型极板时,高锑含量板栅势必导致使用寿命的降低。因此,采用低锑合金就十分重要了,目前极板栅架含锑量为2%~3%。在极板栅架合金中加入0.1%~0.2%的砷,可以减缓腐蚀速度,提高硬度与机械强度,增强其抗变形能力,延长蓄电池的使用寿命。目前,国内外已使用铅锑砷合金做板栅。

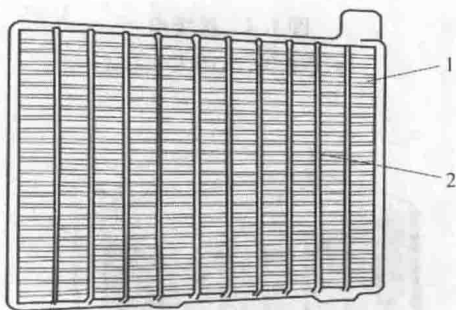


图 1.3 栅架与活性物质

1—栅架;2—活性物质

正极板活性物质的脱落和极板栅架腐蚀是决定蓄电池使用寿命的主要原因。因此,正极板栅架要厚一些,负极板栅架要薄一些,一般为正极板栅架厚度的70%~80%。国产蓄电池负极板厚度为1.6~1.8 mm,也有薄至1.2~1.4 mm的;国外大多采用薄型极板,厚度一般为1.1~1.5 mm。薄型极板的使用能改善汽车的启动性能。

为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别连在一起,用横板焊接,组成正、负极板组,如图1.4所示。横板上连有极柱,各片间留有空隙。安装时正负极板相互嵌合,中间插入隔板。在每个单格电池中,负极板的数量总比正极板多一片,这样正极板夹在负极板之间,使其两侧放电均匀,否则由于正极板的机械强度差,两侧工作情况不同,会使两侧活性物质体积变化不一致,而造成极板拱曲,导致活性物质脱落,影响蓄电池的正常工作。

将一片正极板和一片负极板浸入电解液中,便可得到2 V左右的电动势。现代汽车普遍采用由6个单格电池串联成12 V的蓄电池,如图1.5所示。12 V车系汽车选用一个电池,24 V车系汽车选用两个电池串联。

(2) 隔板。

为了减小蓄电池的内阻和尺寸,蓄电池内部正负极板应尽可能地靠近,但为了避免彼此接触而短路,正负极板之间要用隔板隔开,如图1.6所示。隔板材料应具有多孔性,以便电解液渗透,且化学性能要稳定,即具有良好的耐酸性和抗氧化性。

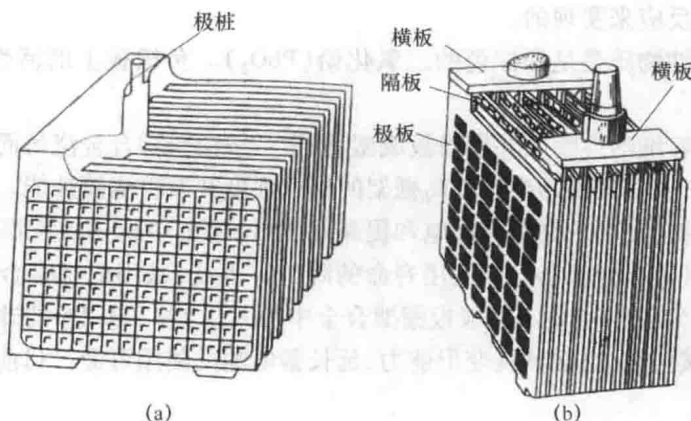


图 1.4 极板组
(a) 极板组; (b) 极板组总成

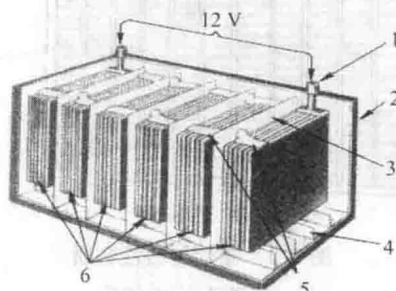


图 1.5 单格电池串联连接

1—极柱; 2—电池槽; 3—隔板; 4—沉淀池壁; 5—汇流条; 6—极板组

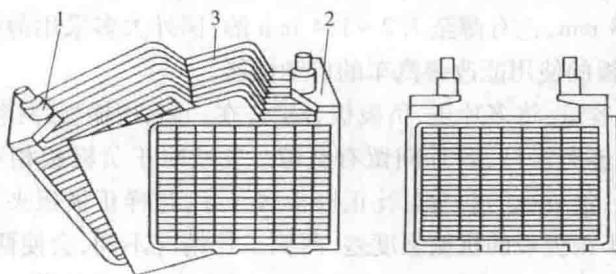


图 1.6 单格电池内部结构

1—正极板; 2—负极板; 3, 4—隔板

隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维和纸板等。

木质隔板价格低,但耐酸性差,在硫酸作用下易炭化变脆。微孔塑料(聚氯乙烯、酚醛树脂)隔板耐酸、耐高温性好、寿命长,且成本低,因此使用广泛。玻璃纤维隔板常和木质、微孔塑料等隔板组合使用。使用时应将玻璃纤维隔板靠近正极板以防止活性物质脱落,提高蓄电池的使用寿命。但玻璃纤维隔板由于操作工艺复杂而使用较少。

安装时隔板上带沟槽的一面应面向正极板,这是由于正极板在充、放电过程中化学反应剧烈,沟槽能使放电产生的氢气和氧气较顺利地流通。同时,沟槽使正极板上脱落的活性物质顺

利地掉入壳底槽中。

在现代新型蓄电池中,还将微孔塑料隔板制成袋状包在正极板外部,可进一步防止活性物质脱落,避免极板内部短路并使组装工艺简化。

(3) 壳体。

蓄电池壳体多为整体式,内用间壁分隔成几个单格,每个单格放入极板组,成为一个单格电池。壳体材料要求耐酸、耐热、耐振动性能好。以前的蓄电池外壳多用硬橡胶制成,目前则采用 ABS 工程塑料或聚丙烯塑料制成,其制造工艺简单、坚固、美观、重量轻、耐腐蚀性好。

壳内由间壁分成 6 个互不相通的单格,底部制有凸起的筋条,以便放置极板组。筋条与极板底部组成的空间可以积存极板脱落的活性物质,防止正、负极板短路。

蓄电池各单体电池之间采用铅质连接条串联起来,分为传统外露式铅连接、内部穿壁式连接、跨越式连接三种方式,如图 1.7 所示。

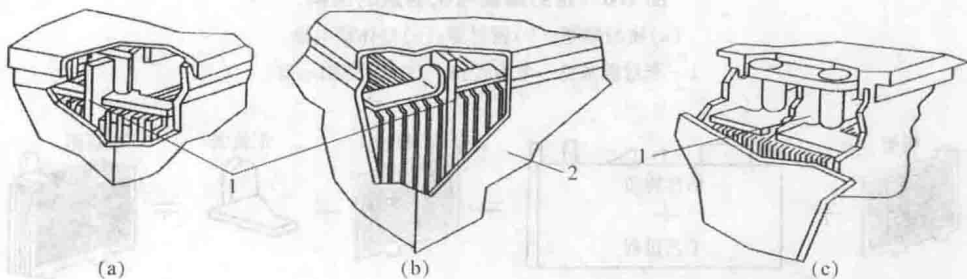


图 1.7 连接单格电池的三种方式

(a) 跨越式连接;(b) 内部穿壁式连接;(c) 传统外露式铅连接

1—间壁;2—容器

目前,蓄电池采用穿壁式或跨越式连接方式。穿壁式连接方式,它是在相邻单格电池之间的间壁上打孔使连接条穿过,将两个单格电池的极板组极柱连接在一起。跨越式连接在相邻单格电池之间的间壁上边留有豁口,连接条通过豁口跨越间壁将两个单格电池的极板组极柱连接,所有连接条均布置在整体盖的下面。

在蓄电池盖上设有加液孔,并用螺塞或盖板密封,防止电解液溢出,如图 1.8 所示。旋下加液孔螺塞或打开加液孔盖板,即可加注电解液和检测电解液密度。在加液孔螺塞和盖板上设有通气孔,以便排出化学反应放出的氢气和氧气。该通气孔在使用过程中必须保持通畅,以防止壳体胀裂或发生爆炸事故。蓄电池的装配过程如图 1.9 所示。

(4) 电解液。

铅酸蓄电池的电解液,由相对密度 1.84 g/cm^3 的纯硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成,密度一般在 $1.24 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 的范围之内。电解液的纯度是影响蓄电池的电气性能和使用寿命的重要因素,一般工业用硫酸和普通水,因含有铁、铜等有害杂质,绝对不能加入到蓄电池中去,否则容易引起自行放电故障,并且容易损坏极板。因此,蓄电池电解液要用纯净的硫酸和蒸馏水配制,硫酸标准见 GB 4554—1984 规定,蒸馏水标准见 ZBK 84004—1989 的规定。

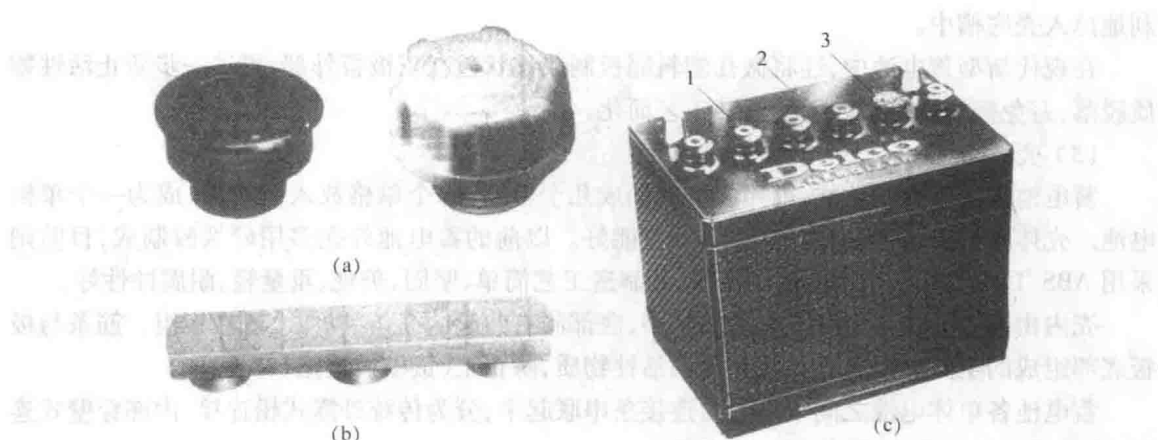


图 1.8 密封螺塞与密封盖的结构

(a) 密封螺塞; (b) 密封盖; (c) 整体蓄电池

1—密封螺塞; 2—电池盖; 3—技术状态指示器

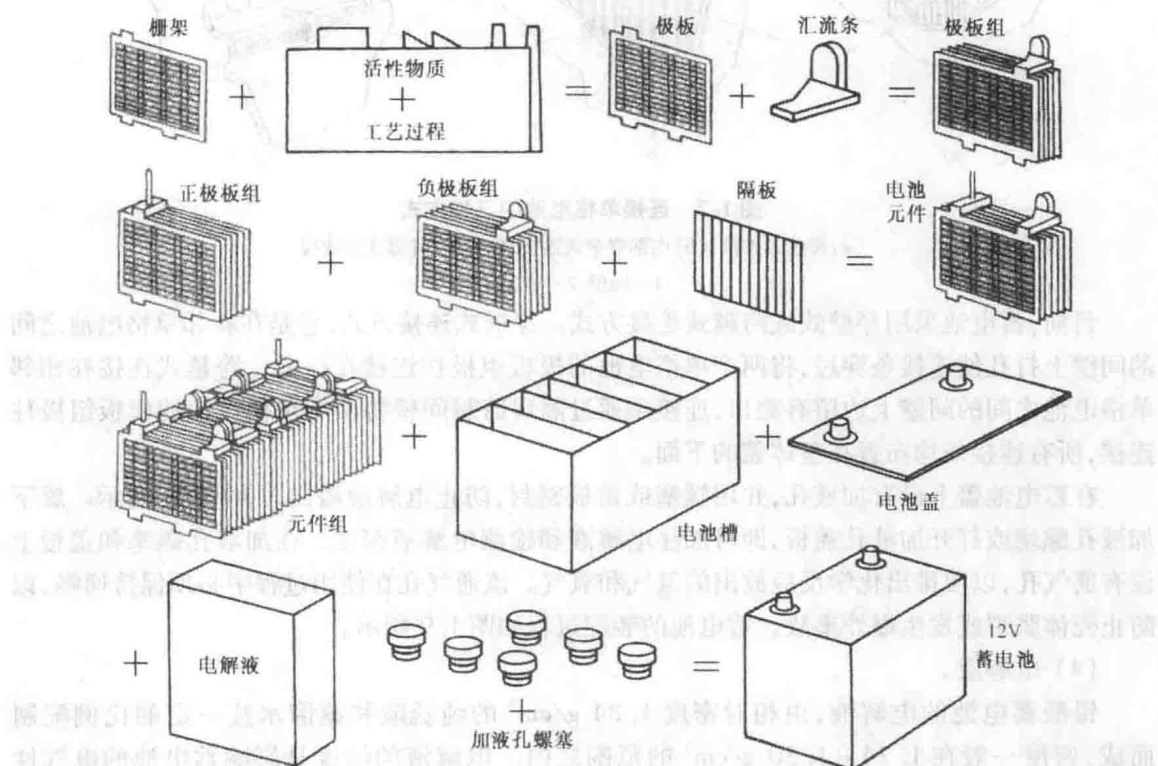
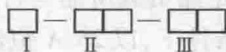


图 1.9 蓄电池的装配过程

配制电解液应在耐酸的陶瓷或玻璃容器内进行。先将蒸馏水倒入容器内,然后慢慢地加入硫酸,并且要不停地用玻璃棒搅拌。绝对不允许将水倒入硫酸中,否则将产生剧烈的化学反应,甚至可能造成人身事故。配制不同密度的电解液必须按一定的体积比或重量比进行。

2. 蓄电池的型号

按照原机械工业部颁发的标准 JB 2599—1985 规定,铅蓄电池产品型号分为三段,其排列及其含义如下:



第 I 段表示串联的单格电池数,用阿拉伯数字组成,其标准电压是这个数字乘以单格电池标称电压 2 V。

第 II 段表示蓄电池的类型和特征,其中第一部分用字母表示蓄电池的用途,Q 表示启动用铅蓄电池,M 表示摩托车用蓄电池。第二部分用字母表示蓄电池的特征代号:如 A——干荷电式;W——免维护式;无字母则为干封式。具体产品特征代号见表 1.1。

表 1.1 产品特征代号

序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号
1	干荷电	A	4	少维护	S	7	半密闭式	B	10	激活式	I
2	湿荷电	H	5	防酸式	F	8	液密式	Y	11	带液式	D
3	免维护	W	6	密闭式	M	9	气密式	Q	12	胶质电解液	J

第 III 段表示蓄电池的额定容量。我国目前规定采用 20 h 放电率的容量来表示。有时在额定容量后面用一个字母表示特征性能:Q——高启动率;S——采用工程塑料外壳,电池盖及热封工艺的蓄电池;D——低温启动性能好;G——薄型极板的高启动蓄电池。

例如,6—QA—105G 表示由 6 个单体电池组成,额定电压为 12 V,额定容量为 105 Ah 的启动用的干荷电高启动率蓄电池。

3. 蓄电池的容量及其影响因素

(1) 蓄电池的容量。

蓄电池的容量是指在规定的放电条件下,完全充足电的蓄电池所能提供的电量,用 C 表示,单位为 Ah。电池容量用以表示蓄电池对外供电的能力,也是衡量蓄电池质量优劣以及选用蓄电池的最重要指标。当电池以恒定电流值进行放电时,其容量等于放电电流和持续放电时间的乘积。

蓄电池出厂时规定的额定容量是在一定的放电电流、一定的终止电压和一定的电解液温度下取得的。

1) 额定容量。额定容量是检验蓄电池质量的重要指标之一。GB 5008.1—1991 标准规定,以 20 h 放电率的放电电流在电解液初始温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$,相对密度为 $(1.28 \pm 0.01)\text{g/cm}^3$ (25°C) 的条件下,连续放电到 12 V,蓄电池端电压降到 $(10.50 \pm 0.05)\text{V}$ 所输出的电量,记为 C_{20} ,单位是 Ah。

2) 启动容量。启动容量表示蓄电池连接起动机时的供电能力,有常温 and 低温两种启动容量。

常温启动容量即电解液温度为 25°C 时,以 5 min 率即 3 倍额定容量的电流放电,连续放电至规定的终止电压时(12 V 蓄电池为 9 V)所输出的电量,其放电持续时间应在 5 min 以上。

低温启动容量即电解液温度为 -18°C 时,以 3 倍额定容量的电流连续放电至规定的终止电压时(12 V 蓄电池为 6 V)所放出的电量,其放电持续时间应在 2.5 min 以上。

3) 储备容量。储备容量用使用时间来表示。它是指汽车在充电系统不工作的情况下,在夜间靠蓄电池点火和提供最低限度的电路负载所能运行的大约时间。可具体表述为:完全充足电的 12 V 蓄电池,在 $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的条件下,以 25 A 恒流放电至 12 V,蓄电池端电压下降到 $(10.50 \pm 0.05)\text{V}$ 时的放电时间,单位为 min。它表明汽车充电系统失效时,汽车尚能持续提供 25 A 电流的能力。

(2) 影响蓄电池容量的主要因素。

蓄电池容量与很多因素有关,归纳起来分为两类:一类是与生产工艺及产品结构有关,如活性物质的数量、极板的厚度、活性物质的孔率等;另一类是使用条件,如放电电流、电解液温度和电解液相对密度等。

三、蓄电池的工作原理及特性

1. 蓄电池的工作原理

蓄电池中发生的化学反应是可逆的。铅酸蓄电池正极板上的活性物质是二氧化铅 PbO_2 , 负极板上是海绵状的纯铅 Pb , 电解液是硫酸水溶液 H_2SO_4 。当蓄电池和负载接通放电时,正极板上的二氧化铅和负极板上的铅都将转变成硫酸铅 (PbSO_4), 电解液中的硫酸浓度减少, 相对密度下降。当蓄电池接通直流电源充电时,正、负极板上的硫酸铅又将恢复成原来的二氧化铅和纯铅, 电解液中的硫酸浓度增加, 相对密度增大。

(1) 蓄电池的放电过程。

将蓄电池的化学能转换成电能的过程称为放电过程。如图 1.10(b) 所示, 放电前, 正极板上二氧化铅电离为正四价铅离子 (Pb^{4+}) 和负二价氧离子 (O^{2-}), 铅离子附着在正极板上, 氧离子进入电解液中, 使正极板具有 2.0 V 的正电位。负极板上的纯铅电离为正二价铅离子 (Pb^{2+}) 和两个电子 ($2e^{-}$), 铅离子进入电解液中, 电子留在负极板上, 使负极板具有 0.1 V 的负电位。这样正负极板之间就有了电位差, 这个电位差为 2.1 V。

放电时, 在 2.1 V 的电位差作用下, 电流从正极流出, 经过负载(如图 1.10(a) 所示中的灯泡)流回负极。

理论上, 放电过程将进行到负极板上的活性物质全部转变为硫酸铅为止。但实际上, 由于电解液不能渗透到活性物质最内层, 因此所谓完全放电的蓄电池事实上只有 20% ~ 30% 的活性物质转变为硫酸铅。要提高活性物质的利用率, 就必须增大活性物质与电解液之间的反应面积。目前常采用薄型极板和增大活性物质的孔率的措施来达到目的。

(2) 蓄电池的充电过程。

将电能转换成蓄电池化学能的过程称为充电过程。充电时, 蓄电池接直流电源, 如图 1.10(c) 所示, 在电场力作用下, 电流从蓄电池正极流入, 负极流出。

在负极板处有少量的 PbSO_4 进入电解液中, 离解为 Pb^{2+} 和 SO_4^{2-} 。 Pb^{2+} 在电源的作用下获得两个电子变为金属 Pb , 沉附在极板上。而 SO_4^{2-} 则与电解液中的 H^{+} 结合, 生成硫酸。

在正极板处也有少量 PbSO_4 进入电解液中, 离解为 Pb^{2+} 和 SO_4^{2-} , Pb^{2+} 在电源作用下失去两个电子变为 Pb^{4+} , 它又和电解液中水离解出来的 OH^{-} 结合, 生成 $\text{Pb}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_4$ 又分

解为 PbO_2 和 H_2O , 而 SO_4^{2-} 又与电解液中的 H^+ 结合生成硫酸。

由此可见, 在充电过程中, 正、负极板上的 PbSO_4 将逐渐恢复为 PbO_2 和 Pb , 电解液中硫酸逐渐增多, 水逐渐减少。

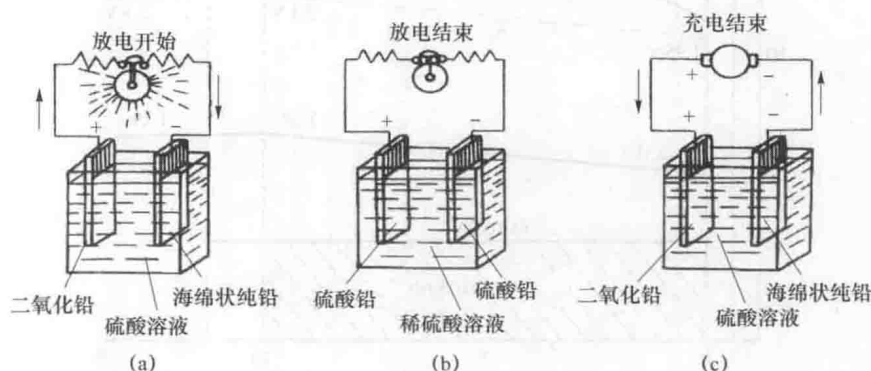


图 1.10 蓄电池的工作过程

(a) 放电; (b) 放电过程; (c) 充电

2. 蓄电池的工作特性

(1) 静止电动势。

静止电动势是指蓄电池在静止状态(不充电也不放电)时正负极板之间的电位差。它的大小与电解液的相对密度和温度有关。

汽车用蓄电池的电解液的相对密度在充电时增高, 放电时下降, 一般在 $1.12 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 之间波动, 因此, 蓄电池的静止电动势也相应地在 $1.97 \sim 2.15 \text{ V}$ 之间变化。

(2) 内阻。

蓄电池的内阻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。蓄电池的内阻是极板电阻、隔板电阻、电解液电阻、铅连接条和极柱电阻之和。

一般来说, 启动型铅酸蓄电池的内阻是很小的(单体电池的内阻约为 0.011Ω), 在小负荷工作时对蓄电池的电力输出影响很小, 但在大电流放电时(如启动发动机时), 如内阻过大, 则会引起端电压大幅度下降而影响启动性能。

(3) 蓄电池的充电特性。

蓄电池的充电特性是指在定流充电过程中, 蓄电池的端电压 U_c 和电解液密度 ρ 等参数随充电时间变化的规律。

在对放完电的蓄电池以定流 I_c 进行充电的过程中, 每隔一定时间(一般为 2 h) 测量其单格电池的端电压 U_c 、电解液密度 ρ 和温度等工作参数, 便可得到该蓄电池的充电特性曲线。图 1.11 所示为一个 6—Q—105 型蓄电池以 10.5 A 的充电电流进行充电的特性曲线。

在定流充电的过程中, 由于充电电流不变, 即单位时间内生成硫酸的数量相等, 因此电解液密度 ρ 随时间增长而线性上升, 静止电动势 E_0 也随密度的上升而升高。

蓄电池充电时, 因为充电电压 U_c 必须克服蓄电池的电动势 E 和内阻产生电压降 $I_c R_0$ 之和, 因此, 充电过程中蓄电池的端电压总是大于蓄电池的电动势 E 。

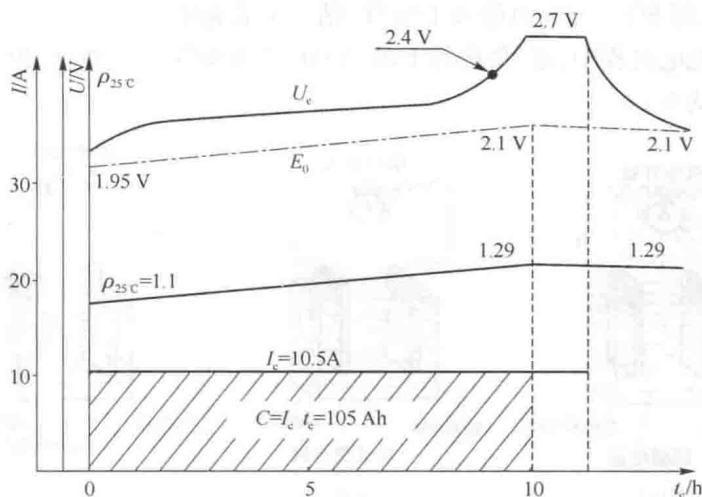


图 1.11 蓄电池的充电特性曲线

充电开始后,蓄电池的端电压 U_c 便迅速上升,这是因为充电时活性物质和电解液的作用首先是在极板的孔隙中进行的,生成的硫酸使孔隙内的电解液相对密度迅速增大。硫酸增多后,便不断地向周围扩散,当极板孔隙内生成硫酸的速度与向外扩散的速度达到动态平衡时,端电压就不再迅速上升,而是随着整个容器内电解液相对密度的上升而相应地增高。

当端电压达到 2.4 V 左右时,电解液中开始产生气泡,此现象说明蓄电池已基本充足,极板上的活性物质已基本转变为二氧化铅 (PbO_2) 和海绵状的纯铅 (Pb),部分充电电流已用于电解水,从而产生了氢气和氧气。如继续充电,电解水的电流增大,产生的氢气和氧气增多,就会呈现所谓的“沸腾”现象。由于氢离子在极板上与电子结合速度较缓慢,于是在靠近负极板处会积存较多的正离子 H^+ ,使极板与溶液之间产生附加电位差,使端电压急剧升高到 2.7 V 左右。此时应切断电路停止充电,否则,将造成蓄电池的过充电。过充电时,由于剧烈地放出气泡,会在极板内造成压力,加速活性物质的脱落,使极板过早损坏。所以,应尽量避免长时间的过充电。但在实际充电过程中,为了保证将蓄电池充足,往往需要 2~3 h 的过充电才行。

停止充电后,由于内压降随充电电流切断而自动消失,极板孔隙内外的电解液也逐渐混合均匀,因此蓄电池端电压逐渐降低,最终等于静止电动势。

由上述过程可归纳出充电终了需同时满足的 3 个条件:

- 1) 电解液呈“沸腾”状(因析出氢气和氧气);
- 2) 电解液相对密度上升至最大值,且 2~3 h 内不再上升;
- 3) 单格电池端电压上升至最大值,且 2~3 h 内不再上升。
- (4) 蓄电池的放电特性。

蓄电池的放电特性是指充足电的蓄电池在恒电流放电过程中,蓄电池的端电压 U_c 和电解液相对密度 ρ 等参数随时间而变化的规律。

在对完全充足电的蓄电池以 20 h 放电率的电流 I_r 进行定流放电过程中,每隔一定时间(一般为 2 h)测量其单格电池的平均电压 U_r 、电解液密度 ρ ,便可得到该蓄电池的放电特性曲线。图 1.12 所示为一只 6—Q—105 型蓄电池的放电特性曲线。