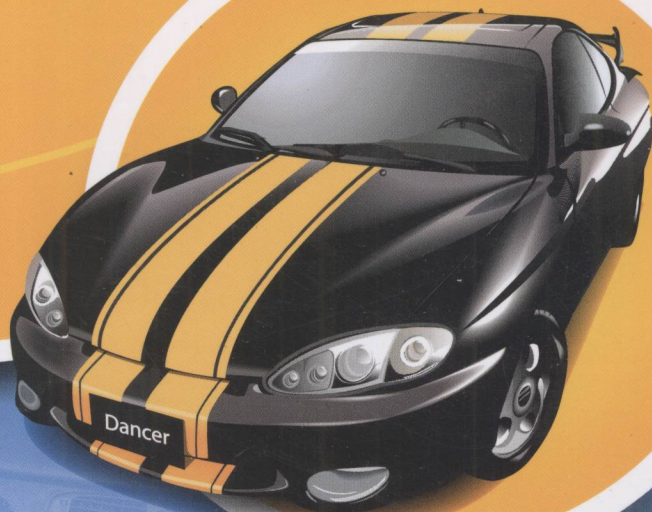


汽车维修模块化系列培训教材

汽车电器与电子设备

QICHE DIANQI YU DIANZI SHEBEI

主 编 关志伟 徐胜云



人民交通出版社
China Communications Press

汽车维修模块化系列培训教材

汽车电器与电子设备

QICHE DIANJI YU DIANJI SHEBEI

主 编 关志伟 徐胜云



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书全面、系统地讲述了汽车电器与电子设备的结构、原理与检测诊断方法,具体内容包括蓄电池、交流发电机及调节器、起动机、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电气系统、汽车电路分析基础、汽车电路的识图、汽车主要电气系统电路分析、典型车系电路分析。

本书在传统的电器设备基础上重点讲述电子设备,对于过时的知识省略不讲。对于汽车电路部分,采用有分有合,有具体实例,有归纳总结,并与实际工作结合起来的方法,教读者如何去运用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电子设备/关志伟,徐胜云主编. —北京:人民交通出版社, 2009.11
ISBN 978-7-114-08013-5

I. 汽... II. 关... III. ①汽车-电器设备②汽车-电子设备 IV. U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第176601号

书 名: 汽车电器与电子设备

著 者: 关志伟 徐胜云

责任编辑: 闫东坡 谢元钟 伟

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973, 85285659

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14

字 数: 328 千

版 次: 2010年1月 第1版

印 次: 2010年1月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08013-5

印 数: 0001-3000册

定 价: 24.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着汽车技术的发展,《汽车电器与电子设备》成为汽车技术人员必须掌握的一门专业基础课。

按照本系列规划教材的要求,本教材力求做到内容充实、通俗易懂、由浅入深。另外,本教材构思上着重体现新知识、新技术,并强调理论与实践紧密结合。在系统性、完整性的基础上,根据实用性、知识性、技术性来决定教材各章节所占的篇幅。

蓄电池、交流发电机及调节器、起动机、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电气系统等电器设备已不是原来传统意义上的电器设备了,电子控制技术在汽车电器设备中已成主角。因此在传统的电器设备基础上强调电子设备是本书的一大特点,对于过时的知识省略不讲,对难度较大的部分,采用由简入繁,强调抓规律和抓重点的方式讲述。本书的另一大特点是在运用上下大工夫,尤其是汽车电路部分,有分有合,有具体实例,有归纳总结,并与实际工作结合起来,教读者如何去运用,强调方法。

在本教材学习中,希望读者以电源系统(蓄电池、交流发电机及调节器)、起动机、点火系统、汽车电路部分为重点,前后结合学习、抓规律,从基础车型开始具体研究运用。建议按照48课时理论课程、16学时实训组织教学。

本书由关志伟、徐胜云任主编。徐胜云编写第一、二、三、四、九、十章;关志伟编写第五章;于成涛编写第六章;陈翔编写第七章;官唤春、陈翔编写第八章。

在本书编写过程中,得到许多专家及同行的支持,并参阅许多相关专业书籍与资料,在此表示感谢。

在本书的编写过程中,由于作者水平有限,难免有谬误之处,恳请读者指正。

编 者

目 录

第一章 蓄电池	1
学习目标.....	1
第一节 铅酸蓄电池的构造、型号与工作原理	2
第二节 蓄电池的工作特性.....	5
第三节 新型蓄电池.....	9
第四节 铅酸蓄电池的使用维护	11
第五节 蓄电池常见的故障诊断及维修	15
复习思考题	19
第二章 交流发电机及调节器	20
学习目标	20
第一节 交流发电机的功用和分类	20
第二节 交流发电机的构造	22
第三节 交流发电机的工作原理	27
第四节 交流发电机的工作特性	29
第五节 交流发电机的电压调节器	30
第六节 交流发电机与调节器的使用和维护	35
第七节 典型充电系统的故障分析与诊断	39
复习思考题	43
第三章 起动机	44
学习目标	44
第一节 起动机的组成与型号	44
第二节 起动机的工作原理和工作特性	46
第三节 起动机的构造	48
第四节 减速起动机	54
第五节 典型起动机电路原理图及故障检修	55
复习思考题	62
第四章 点火系统	63
学习目标	63
第一节 点火系统概述	63
第二节 传统点火系统组成及原理	65

第三节	点火系统主要零件的结构	69
第四节	电子点火系统	75
第五节	磁感应式无触点电子点火系统	77
第六节	霍尔式电子点火系统	81
第七节	微机控制点火系统	87
第八节	点火系统的故障诊断与排除	93
	复习思考题	99
第五章	照明系统、信号系统、报警装置	100
	学习目标	100
第一节	汽车的照明与灯光信号装置的种类与用途	100
第二节	前照灯	101
第三节	汽车转向灯及其闪光器	111
第四节	电喇叭	113
第五节	报警灯及报警开关	116
	复习思考题	121
第六章	汽车仪表	122
	学习目标	122
第一节	电流表和电压表	123
第二节	机油压力表、水温表、燃油表、车速里程表、转速表	125
第三节	汽车电子仪表显示方式及其维修	131
第四节	仪表装置的故障诊断及排除	133
	复习思考题	135
第七章	辅助装置	136
	学习目标	136
第一节	风窗清洁装置	136
第二节	除霜除雾装置	140
第三节	电动门窗、电动天窗与中央门锁	141
第四节	其他电器	149
	复习思考题	156
第八章	汽车电路分析基础	157
	学习目标	157
第一节	汽车电器基础元件	157
第二节	汽车电路图常用符号	165
第三节	汽车电路的组成及接线规律	168

第四节	汽车电路图种类	174
第五节	汽车电路图识别的一般方法	178
第六节	电路故障及诊断	185
第七节	电器测试设备	190
	复习思考题	193
第九章	汽车主要电气系统电路分析	195
	学习目标	195
第一节	充电系统	195
第二节	起动系统	197
第三节	点火系统	198
第四节	车身电器及附属装备	202
第五节	灯光信号	205
	主要参考文献	216



第一章 蓄 电 池

学习目标

- 掌握蓄电池的功用、结构、工作原理；
- 了解铅酸蓄电池的分类、型号；
- 掌握蓄电池的充、放电特性及充电方法；
- 掌握蓄电池的容量以及影响容量的因素；
- 掌握蓄电池的正确使用及日常维护方法；
- 掌握蓄电池常见故障成因及处理方法。

电能可由多种形式的能量转化得来,其中把化学能转换成电能的装置叫化学电池,简称电池。电池有原电池和蓄电池之分。放电后不能用充电的方式使内部活性物质再生的电池,叫原电池,也称为一次性电池;放电后可以用充电的方式使内部活性物质再生,把电能储存为化学能,需要放电时再次把化学能转换为电能的电池,叫蓄电池,也称为二次电池。

铅酸蓄电池(图 1-1)是蓄电池的一种,主要特点是采用稀硫酸做电解液,分别用二氧化铅和绒状铅作为电池的正极和负极的一种酸性蓄电池。

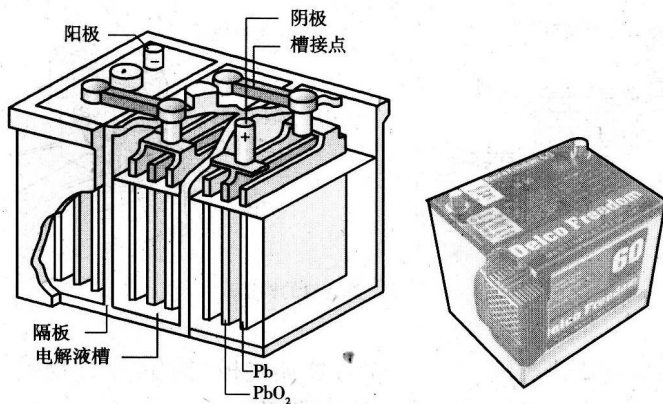


图 1-1 铅酸蓄电池

目前燃料汽车上使用的蓄电池主要有两大类:铅酸蓄电池(以下简称铅蓄电池)和镍碱蓄电池。另外,为了提高燃料汽车排放要求和缓解能源危机的冲击,各国正在不断探索和研制电动汽车,其主要的动力源为新型高能蓄电池。

铅蓄电池由于结构简单、价格便宜、内阻小、可以短时间供给起动机强大的起动电流而被广泛采用。起动用铅酸蓄电池又可分为:普通型、干荷电型(A)、湿荷电型(H)和免维护型(MF)等。



蓄电池在汽车上与发电机并联,它的主要作用如下:

- (1) 它可在发动机起动期间,向起动机、点火系统、电子燃油喷射和其他电器设备供电。起动发动机时,蓄电池必须在短时间内(5~10s)给起动机提供强大的起动电流(汽油机为200~600A,柴油机有的高达1000A)。
- (2) 当发动机没有运转或处于低速或怠速时,蓄电池可向整车用电设备供电。
- (3) 当用电设备同时接入较多,发电机超载时,蓄电池可以在有限的时间内协助发电机共同向用电设备供电。
- (4) 当蓄电池存电不足,而发电机负载又较少时,可将发电机的电能转变为化学能储存起来,即充电。
- (5) 蓄电池可以稳定整车电气系统的电压。蓄电池相当于一个较大的电容器,可吸收发电机的瞬时过电压,保护电子元件不被损坏,延长其使用寿命。

第一节 铅酸蓄电池的构造、型号与工作原理

现在汽车中普遍采用的蓄电池是由3只或6只单格电池串联而成,每只单格电池的电压为2V,串联后蓄电池电压为6V或12V。目前汽油车均选用12V蓄电池,柴油车电源设计成为24V,用2只12V蓄电池串联而成。

一、铅酸蓄电池的构造

蓄电池主要由正负极板、隔板、电解液、外壳、联条、接线柱等部件组成,如图1-2所示。

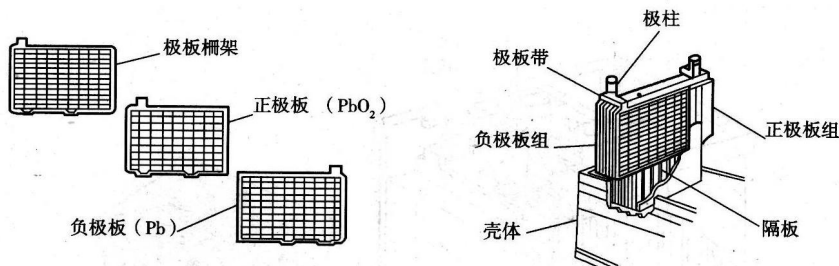


图1-2 蓄电池的构造

1. 极板

极板由栅架、活性物质组成(图1-3)。活性物质是极板上的工作物质。正极板的活性物质为二氧化铅(PbO_2),呈棕褐色。负极板上的活性物质为海绵状纯铅,呈深灰色。活性物质都做成膏状涂敷在有一定机械强度的栅架上,制成正负极板。由于正极板活性物质容易脱落,所以把正极板做的比负极板厚。

栅架的作用为支撑活性物质和传导电流、使电流均匀分布。栅架的材料一般采用铅锑合金,免维护电池采用铅钙合金。

将正负极板各1片浸入电解液中,就可获得2V的

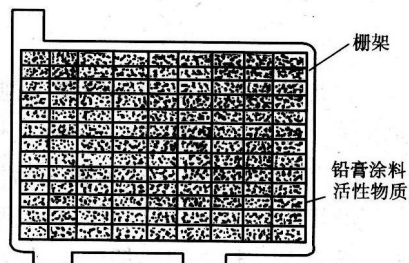


图1-3 极板的形状

电动势。为了增大蓄电池容量,通常把多片正负极板分别并联,用横板焊接成正负极板组,构成1个单格蓄电池,1个蓄电池通常由1个或几个单格电池串联而成。

2. 隔板

电池用隔板是由微孔橡胶、颜料玻璃纤维等材料制成的,它的主要作用:防止正、负极板短路;使电解液中正负离子顺利通过;阻缓正负极板活性物质的脱落;防止正、负极板因振动而损坏。因此隔板应有孔率高、孔径小、耐酸、不分泌有害杂质、有一定强度、在电解液中电阻小、化学稳定性好等特点。

3. 电解液

电解液是蓄电池的重要组成部分,它的作用是传导电流和参加电化学反应。电解液是由浓硫酸和净化水(去离子水)配制而成的,电解液的纯度和密度对电池容量和寿命有重要影响。汽车用铅酸蓄电池采用电解液密度为 $1.280 \pm 0.005 \text{g/cm}^3$ (25℃) 的稀硫酸。

4. 外壳

外壳是用来盛装电解液和极板组,使铅蓄电池构成一个整体的。外壳材料有硬橡胶和塑料两种。

5. 联条

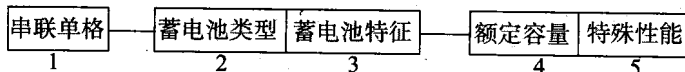
联条的作用是将单格电池串联起来,提高整个蓄电池的端电压。它一般由铅锡合金制成,有外露式和内藏式两种。

6. 接线柱

一个普通铅酸蓄电池首尾两极板组的横板上焊有接线柱。1个为正接线柱,旁边标有“+”或“P”记号;另1个为负极接线柱,旁边标有“-”或“N”记号,有的用不同颜色表示。

二、蓄电池的型号

根据我国机械工业部 JB 2599—1985《起动型铅蓄电池》规定,蓄电池的型号编制和含义由5个部分组成:



“1”表示串联单格数,用阿拉伯数字表示。如:“6”表示有6个单格、12V的蓄电池。

“2”表示蓄电池类型,用汉语拼音的第一个字母表示,如“Q”为起动型。

“3”表示蓄电池特征,蓄电池的特征为附加说明,在同类用途的产品中具有某种特征需要在型号中加以区别时采用,特征也以汉语拼音字母表示(表1-1),如“A”表示干荷电式电极板。如果产品同时具有2种特征,原则上按表1-1的顺序将2个代号并列标示。而干封蓄电池一般略去不写。

铅酸蓄电池特征代号

表 1-1

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



“4”表示 20h 放电率额定容量,用阿拉伯数字表示,单位为 A · h。

“5”表示特殊性能,用汉语拼音第一个字母表示,如 G 表示薄型极板,高起动率;S 表示塑料外壳;D 表示低温起动性能好。

例如:东风 EQ140 汽车用 6-Q-105 起动机蓄电池,即是由 6 个单格电池串联,额定电压为 12V,额定容量为 105A · h 的干荷电起动机蓄电池。解放 CA141 汽车用 6-QA-100 型蓄电池,即由 6 个单格电池串联,额定电压为 12V,额定容量为 100A · h 的干荷电起动机蓄电池。

三、蓄电池的工作原理

蓄电池的充电过程和放电过程是一种可逆的化学反应,充、放电过程中蓄电池内的导电是靠正、负离子的反向运动来实现的,如图 1-4 所示。以二氧化铅为活性材料组成的正电极与以海绵铅为活性材料组成的负电极插入硫酸电解液中,可产生 2.1V 左右的电压。

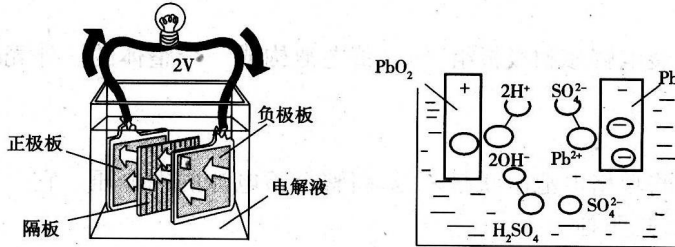


图 1-4 蓄电池的工作原理

1. 放电过程

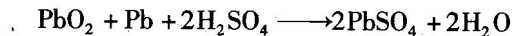
当极板浸入电解液时,在负极板,有少量铅溶入电解液生成 Pb^{2+} ,从而在负极板上留下两个电子 $2e$,使负极板带负电,此时负极板具有 0.1V 的负电位。

在正极板处,少量 PbO_2 溶入电解液,与水反应生成 $Pb(OH)_4$ 再分离成四价铅离子和氢氧根离子。

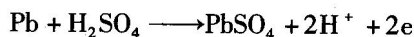
一部分 Pb^{4+} 沉附在正极板上,使极板呈正电位,约为 +2.0V。故当外路未接通时,蓄电池的静止电动势 E_0 约为:

$$E_0 = [2.0 - (-0.1)]V = 2.1V$$

若接通外电路,在电动势的作用下,使电路产生电流 I_t ,在正极板处 Pb^{4+} 和负极板来的电子结合,生成二价铅离子 Pb^{2+} , Pb^{2+} 再与电解液中的 SO_4^{2-} 结合,生成 $PbSO_4$ 而沉附在正极板上,使得正极板电位降低,则正极板上的总反应式为:



在负极板处 Pb^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合,生成 $PbSO_4$ 而沉附在负极板上。正极板上的总反应式为:



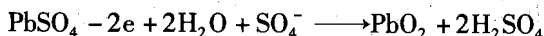
如果外电路不中断,正、负极板上的 PbO_2 和 Pb 将不断地转化为 $PbSO_4$ 。电解液中的 H_2SO_4 将不断地减小,而 H_2O 不断地增多,电解液相对密度下降。理论上讲,放电过程将进行到极板上的活性物质全部变为 $PbSO_4$ 为止。但由于电解液不能渗透到活性物质的最内层中去,在使用中,所谓放电完了的蓄电池,也只有 20%~30% 的活性物质变成了 $PbSO_4$ 。

故采用薄型板,增加多孔率,有助于提高活性物质的利用率。

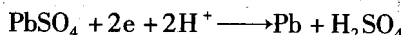
2. 充电过程

充电时,蓄电池接直流电源,因直流电源端电压高于蓄电池电动势,故电流从正极流入,负极流出。这时,正、负极板发生的反应与放电过程相反。

正极板处有少量 PbSO_4 溶于电解液变成 Pb^{2+} 和 SO_4^{2-} , Pb^{2+} 在电源力作用下失去 2 个电子变成 Pb^{4+} , 它又和电解液中 OH^- 结合,生成 $\text{Pb}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_4$ 又分解成 PbO_2 和 H_2O , PbO_2 沉附在正极板上,而 SO_4^{2-} 与电解液中的 H^+ 结合成 H_2SO_4 , 则正极板上总反应为:



负极板上有少量 PbSO_4 溶于电解液中,变成 Pb^{2+} 和 SO_4^{2-} , Pb^{2+} 在电源作用下获得 2 个电子变成 Pb , 沉附在负极板上, SO_4^{2-} 则和电解液中 H^+ 结合生成 H_2SO_4 , 因此负极板上总反应为:



可见充电过程中消耗了水,生成了硫酸,故充电时电解液的相对密度是上升的,而放电时电解液相对密度是下降的。

蓄电池在充、放电过程中,总的反应如下(图 1-5、图 1-6):

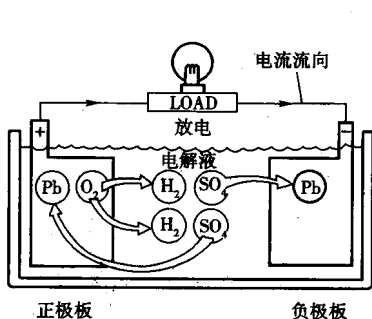
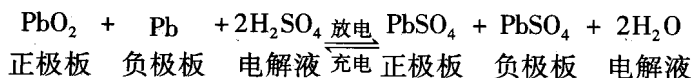


图 1-5 放电时,蓄电池发生的化学反应

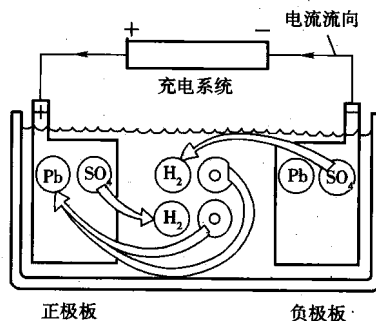


图 1-6 充电时,蓄电池发生的化学反应

第二节 蓄电池的工作特性

蓄电池的工作特性主要包括静止电动势、内阻、充放电特性和容量等。

一、静止电动势和内阻

在静止状态下(是指不充电和不放电的情况),蓄电池正、负极板的电位差(即开路电压)称为蓄电池的静止电动势 E_0 ,其大小取决于电解液的相对密度和温度。在相对密度为 1.050 ~ 1.300 范围内,单格电池的静止电动势 E_0 可用如下经验公式来近似计算:

$$E_0 = 0.84 + \rho_{25^\circ\text{C}} \quad (1-1)$$

式中, $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 为电解液在 25℃ 时的相对密度。

实测所得电解液相对密度应按下式换算成 25℃ 时的相对密度:



$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = \rho_t + \beta(t - 15) \quad (1-2)$$

式中： ρ_t ——实际测得的相对密度；

t ——实际测得的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

β ——相对密度温度系数， $\beta = 0.00075$ ，即电解液温度升高 1°C ，相对密度下降 0.00075 。

蓄电池电解液的相对密度在充电时增高，放电时降低，一般在 $1.12 \sim 1.38$ 之间波动，因此蓄电池的静止电动势也相应的在 $1.97 \sim 2.15\text{V}$ 之间变化。

蓄电池的内阻包括极板、隔板、电解液、铅质联条等的内阻。充电后，极板电阻变小；放电后，由于生成的 PbSO_4 增多，极板电阻增大。隔板电阻阻值因所用材料不同而不同，木质隔板电阻比其他隔板电阻大。

电解液的电阻随相对密度、温度而变化，电阻随温度的降低而增大。另外，当相对密度为 $1.2(15^{\circ}\text{C})$ ，因电解液离解最好，电阻最小。总之，蓄电池的内阻比较小，能获得较大的输出电流，满足起动的需要。

二、充电特性

蓄电池的充电特性是指在恒流充电过程中，蓄电池的端电压 U_c 、电动势 E 和电解液相对密度 $\rho_{25^{\circ}\text{C}}$ 随时间变化的规律。

图 1-7 为蓄电池以恒电流充电时的特性曲线。

在充电过程中，电解液相对密度 $\rho_{25^{\circ}\text{C}}$ ，静止电动势 E_0 与充电时间呈线性关系增长。端电压 U_c 也不断上升，并总大于电动势 E_0 。

充电开始阶段，电动势和端电压迅速上升，然后缓慢上升到 $2.3 \sim 2.4\text{V}$ ，开始产生气泡，接着电压急剧上升到 2.7V ，然后不再上升，电解液呈现“沸腾”状态，这就是充电終了。如果此时切断电流，电压将迅速降低到静止电动势 E_0 的数值。

端电压 U_c 如此变化的原因是：刚开始充电时，在极板孔隙表层中，首先形成硫酸，使孔隙中电解液相对密度增大， U_c 和 E_0 迅速上升，当继续充电至孔隙中产生硫酸的速度和向外扩散速度达到平衡时， U_c 和 E_0 随着整个容器内电解液相对密度缓慢上升。当端电压达到 $2.3 \sim 2.4\text{V}$ 时，极板上能够参加变化的活性物质几乎全部恢复为 PbO_2 和 Pb ，若继续通电，便使电解液中水分解，产生 H_2 和 O_2 ，以气泡形式放出，形成“沸腾”现象。因为氢离子在极板与电子的结合不是瞬时的，而是缓慢的，于是在靠近负极板处积存大量的 H^+ ，使溶液和极板产生附加电位差 (0.33V)，因而端电压急剧升高到 2.7V 左右，此时应切断电路，停止充电，否则不但不能增加蓄电池的电量，反而会损坏极板。

由此可知，蓄电池充电终了的特征是：

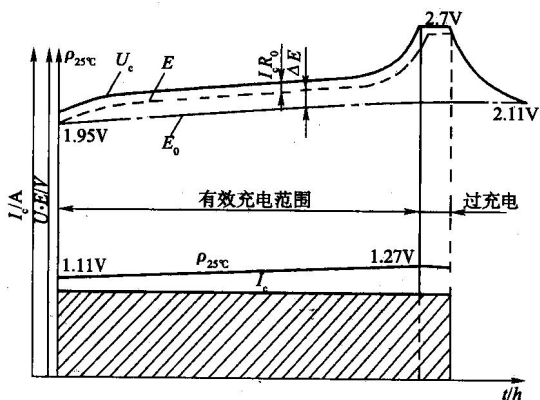


图 1-7 蓄电池的充电特性曲线

I_c -充电电流； U_c -充电端电压； E -电动势； E_0 -静止电动势； R_0 -内阻； t -充电时间； ΔE -电位差； $\rho_{25^{\circ}\text{C}}$ -电解液在 25°C 时的相对密度

端电压 U_c 如此变化的原因是：刚开始充电时，在极板孔隙表层中，首先形成硫酸，使孔隙中电解液相对密度增大， U_c 和 E_0 迅速上升，当继续充电至孔隙中产生硫酸的速度和向外扩散速度达到平衡时， U_c 和 E_0 随着整个容器内电解液相对密度缓慢上升。当端电压达到 $2.3 \sim 2.4\text{V}$ 时，极板上能够参加变化的活性物质几乎全部恢复为 PbO_2 和 Pb ，若继续通电，便使电解液中水分解，产生 H_2 和 O_2 ，以气泡形式放出，形成“沸腾”现象。因为氢离子在极板与电子的结合不是瞬时的，而是缓慢的，于是在靠近负极板处积存大量的 H^+ ，使溶液和极板产生附加电位差 (0.33V)，因而端电压急剧升高到 2.7V 左右，此时应切断电路，停止充电，否则不但不能增加蓄电池的电量，反而会损坏极板。

- (1) 蓄电池内产生大量气泡,形成“沸腾”现象;
- (2) 电解液相对密度、端电压上升到最大值,且 2~3h 内不再增加。

三、放电特性

蓄电池的放电特性是指在恒流放电过程中,蓄电池的端电压 U_t 、电动势 E 和电解液相对密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 随时间而变化的规律,图 1-8 为蓄电池以恒电流放电时的放电特性曲线。

放电过程中,电流恒定,单位时间内所消耗的硫酸量是一定的,所以电解液的相对密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 沿直线下降,一般 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 每下降 0.028~0.030,则蓄电池放电约为额定容量的 25%。因静止电动势 E_0 与 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 成正比,所以 E_0 也是沿直线下降。

放电过程中,因为蓄电池内阻上有压降,所以端电压 U_t 总是小于电动势 E ,放电刚开始时,端电压 U_t 从 2.1V 迅速下降,这是因极板孔隙中硫酸迅速消耗,相对密度降低的缘故。当渗透到极板孔隙的硫酸和消耗的硫酸达到平衡时,端电压将随着整个容器电解液的相对密度降低先缓慢下降到 1.85V,接着迅速下降到 1.75V,此时应停止放电。若继续放电,端电压将急剧下降,损坏极板,这是因为放电接近终了时,极板的活性物质大部分已转变为 PbSO_4 而积聚在孔隙中,将孔隙堵塞,容器中电解液渗入极板内层比较困难,使极板孔隙中电解液相对密度迅速下降,从而使端电压急剧下降。蓄电池放电终了的特征是:

- (1) 电解液相对密度降低到最小许可值(约 1.11);
- (2) 单格电池的端电压降至放电终止电压值 1.75V。

容许的放电终止电压与放电电流强度有关,放电电流强度越大,则放完电的时间越短,而容许的放电终止电压越低,见表 1-2。

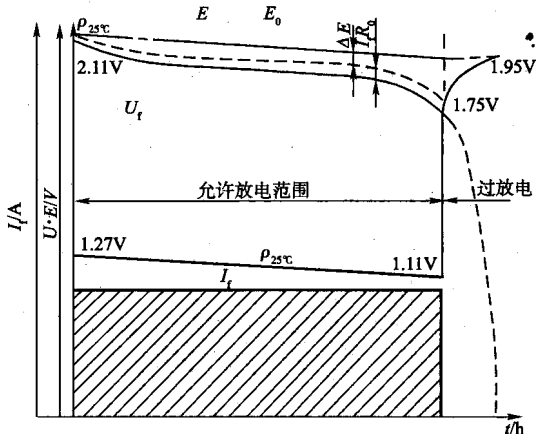


图 1-8 蓄电池的放电特性

I_t -放电电流; U_t -放电端电压; E -电动势; E_0 -静止电动势;
 R_0 -内阻; t -放电时间; ΔE -电位差; $\rho_{25^\circ\text{C}}$ -电解液在 25℃ 时的相对密度

放电电流与终止电压

表 1-2

放电电流 (A)	0.05 C_{20}	0.1 C_{20}	0.25 C_{20}	C_{20}	3 C_{20}
连续放电时间	20h	10h	3h	30min	5min
单格电池终止电压 (V)	1.75	1.70	1.65	1.55	1.5

注:表中 C_{20} 为蓄电池的额定容量。

四、蓄电池的容量及影响因素

1. 蓄电池的容量

蓄电池的容量是指在放电允许的范围内存电池输出的电量。它标志蓄电池对外供电的能力,即:



$$C = I_f t_f \quad (1-3)$$

式中: C ——蓄电池容量, $A \cdot h$;

I_f ——放电电流, A ;

t_f ——放电时间, h 。

蓄电池的容量与放电电流大小、电解液的温度有关,因此,蓄电池的标称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确定的。标称容量有 2 种:

1) 额定容量 C_{20}

根据 GB 5008.1—1991《起动型蓄电池技术条件》规定,额定容量是指完全充足电的蓄电池,在电解液温度为 25°C ,以 20h 的放电率放电至单格电压为 1.75V (12V 蓄电池端电压下降至 $10.50 \pm 0.05\text{V}$) 时所输出的电量。

2) 储备容量 C_m

根据 GB 5008.1—1991《起动型蓄电池技术条件》规定, C_m 是指完全充足电的蓄电池,在电解液温度为 25°C 时,以 25A 电流连续放电到单格电池电压降至 1.75V 所持续的时间,其单位为 min。蓄电池的储备容量说明当汽车充电系统失效时,蓄电池尚能持续提供 25A 电流的能力。表示蓄电池在发动机起动时的供电能力,一般有常温启动容量和低温启动容量 2 种。

2. 蓄电池容量的影响因素

影响蓄电池容量的因素主要有:放电电流、电解液温度、电解液相对密度和极板构造等。

1) 放电电流

放电电流越大,则极板表面活性物质的孔隙很快被生成的 PbSO_4 所堵塞,使极板内层的活性物质不能参加化学反应,故蓄电池容量减小。蓄电池放电电流对蓄电池容量的影响如图 1-9a) 所示。

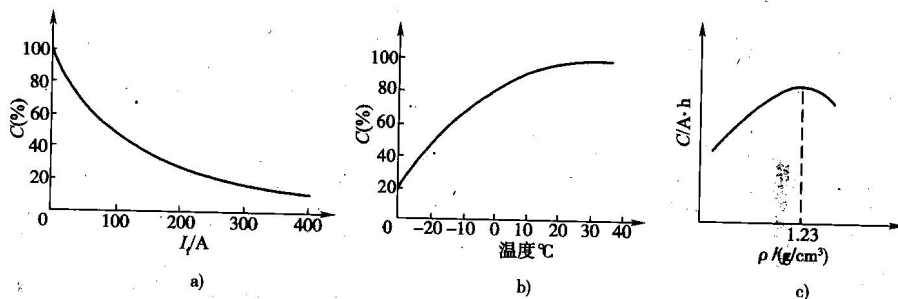


图 1-9 不同因素对蓄电池容量的影响
a) 放电电流; b) 电解液温度; c) 电解液相对密度

2) 电解液的温度

温度降低则容量减小,这是因为温度降低后,电解液的黏度增加,渗入极板内部困难;同时电解液内阻增大,蓄电池端电压下降,所以容量减小。蓄电池电解液温度对蓄电池容量的影响如图 1-9b) 所示。

3) 电解液的相对密度

适当增加电解液的相对密度,可以提高蓄电池的电动势和容量,但相对密度增大又将导致黏度和内阻增大,反而使容量减小。蓄电池电解液相对密度对蓄电池容量的影响如图 1-9c) 所示。

4) 极板的构造

极板有效面积越大,片数越多,极板越薄,蓄电池的容量也越大。

第三节 新型蓄电池

普通的铅酸蓄电池也称为干封蓄电池,此种蓄电池启用时需加电解液再经初充电后才能使用。随着蓄电池结构、工艺和材料等方面的改进,使其使用性能、维护性能等均有所提高。因此,产生了多种新型蓄电池。

1. 干荷电铅蓄电池

干荷电铅酸蓄电池与普通干封式电池的区别是:极板组在干燥状态下能够长期保存在制造过程中所得到的电荷,在规定的保存期内(两年)如需使用,只要灌入符合规定相对密度的电解液,搁置 30min,调整液面高度至规定值,不需初充电,即可使用。因此,它使用方便,是应急的理想电源,已成为近年来发展的方向。

干荷电铅蓄电池之所以具有干荷电性能,主要在于负极板的制造工艺与普通蓄电池不同。正极板的活性物质(PbO_2)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铅(Pb),由于表面积大,化学活性高,容易氧化,所以在负极板的铅膏中加入松香、油酸、硬脂酸等抗氧化剂,并且在化成过程中有一次深放电循环,使活性物质达到深化。化成后的负极板,先用清水冲洗后,再放入抗氧化剂溶液(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),这样即可制成干荷电极板。

对储存期超过 2 年的干荷电铅蓄电池,因极板上有部分氧化,使用前应进行补充充电。

2. 湿荷电蓄电池

存放期极板呈湿润状态而保持其荷电性的蓄电池,称之为湿荷电蓄电池。湿荷电蓄电池与干荷电蓄电池相比,其工艺过程稍有些不同,存放保持荷电的时间也要短一些。湿荷电蓄电池在存放期(约 6 个月)内,加注标准密度的电解液至规定的高度即可使用,首次放电量可达到额定容量的 80%。存放期在一年左右的湿荷电蓄电池加注电解液后立即放电,可放出额定容量的 50%。湿荷电蓄电池使用前对其进行补充充电,就可以达到额定的容量。湿荷电蓄电池适宜于无需长期存放的场合。

3. 胶体电解质铅蓄电池

在胶体电解质蓄电池中,电解质将经过净化的硅酸钠溶液和硫酸水溶液混合后,凝结成稠厚的胶状物质,故而得名。

胶体电解质铅蓄电池的主要优点是:电解质呈胶体状,不流动,无溅出,使用时只需加蒸馏水;不需要调整和测量相对密度值;使用、维护、保管、运输都比较安全和方便;同时,可保护极板活性物质不易脱落;寿命比一般铅蓄电池长 20% 以上。其缺点是:内阻较大,起动能



量较小,自放电程度较高。

4. 免维护蓄电池

免维护蓄电池(也叫 MF 蓄电池),在合理使用过程中不需添加蒸馏水,如短途车可行驶 8 万 km,长途车可行驶 40~48 万 km,不需进行维护,可用 3.5~4 年不必加水;同时电桩腐蚀轻,自行放电少;另外,在车上或储存时不需要补充充电。

免维护蓄电池的结构特点:

(1)极板栅架采用铅钙合金或低锑合金,因而减少了析气量、耗水量和自行放电。

(2)用袋式聚乙烯隔板将极板包住,既减小了极板上活性物质的脱落,又防止了极板短路。

(3)在气孔盖的内部设置了一个氧化铝过滤器,既可以使 H_2 和 O_2 顺利溢出,又可防止水蒸气和 H_2SO_4 气体散失,故减小了电解液的消耗。

(4)单格电池间的连接条采用穿壁式贯通连接,可减小内阻。

(5)采用聚丙烯塑料外壳,底部无筋条,降低了极板的高度,增加了上部的容积,使电解液的储存增多。

总之,免维护蓄电池在使用中不需加水,具有放电少、寿命长、起动性能好、接线柱腐蚀小等优点。

免维护蓄电池,内装液体比重计,在蓄电池壳的顶部安装着试验指示灯。试验指示灯能够提供蓄电池测试目的的直观信息,但不能用来确定蓄电池是好还是坏,是充电还是放电。如果试验指示灯是“绿点”,说明充电充足,经得起测试。如果指示灯是“黑点”,说明蓄电池充电不足,蓄电池应继续充电,直到变成“绿点”为止。

如果试验指示灯出现“黄色光”时,说明电解液低于试验指示灯的底部,充电过量,蓄电池壳断裂以及蓄电池过度倾斜或损坏。当蓄电池指示灯出现“黄色灯光”时,不应充电,测试或跳跃起动蓄电池,应该更换蓄电池。

不同免维护蓄电池,其试验指示灯颜色指示含义不同,具体情况请参阅使用说明书。

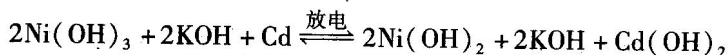
5. 碱性蓄电池

碱性蓄电池与酸性蓄电池相比,具有寿命长、维护简便、腐蚀性小、极板机械强度高等优点,但价格高、内阻大,故未能广泛用于汽车上。

碱性蓄电池按极板活性材料不同,可分为镉镍蓄电池、铁镍蓄电池和银锌蓄电池等。下面以镉镍蓄电池为例,说明其工作原理。

镉镍蓄电池正极为氢氧化镍,负极为镉,电解液为氢氧化钾或氢氧化钠溶液,隔板的材料是橡胶或塑料。外壳用优质钢板制成,或耐寒 ABS 树脂制成。

两极的化学反应是可逆的,其化学反应式为:



电解液 KOH 只用作电流的传导,在充、放电过程中,其浓度几乎不变,因而不能根据电解液相对密度的高低来判断其充、放电程度,只能从电压的变化进行判断。镉镍蓄电池单格电压为 1.2V,因此 6V 蓄电池由 5 个单格组成,12V 蓄电池由 9 个单格组成。与相同特性的铅蓄电池相比,镉镍蓄电池重量轻 35%、体积小 30%、价格高 3~5 倍,但使用寿命要长 4~6 倍。