

高职高专汽车运用与维修专业系列教材

主 编 蒋智庆
主 审 林若森 卢 明

汽车电气设备 构造与维修

QICHE DIANQI SHEBEI
GOUZAO YU WEIXIU



重庆大学出版社

汽车电气设备构造与维修

主 编 蒋智庆
主 审 林若森 卢 明

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据高职汽车专业教学改革实践,为适应汽车电子技术的飞速发展,满足广大读者深入了解汽车电子控制设备的需要并结合多年教学经验编写而成。全书共分 10 章,主要内容包括:蓄电池、发电机和调节器、起动机的组成与分类、起动系的检修与故障诊断、传统点火系、电子点火系、照明与信号系统、仪表与报警指示系统、汽车辅助电气设备、全车电路等。

本书可作为高职院校汽车专业课程教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器设备构造与维修/蒋智庆主编. —重庆:重庆大学出版社,2005.7

(高职高专汽车运用与维修专业系列教材)

ISBN 7-5624-3443-3

I. 汽... II. 蒋... III. ①汽车—电气设备—构造
—高等学校:技术学校—教材②汽车—电气设备—车辆
修理—高等学校:技术学校—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 073718 号

汽车电气设备构造与维修

主 编 蒋智庆

主 审 林若森 卢 明

责任编辑:彭 宁 方正 版式设计:彭 宁

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

重庆大学出版社出版发行

出版人:张德盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65103378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1 092 1/16 印张:17.75 字数:443 千

2005 年 8 月第 1 版

2005 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5624-3443-3

定价:23.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

目前汽车电气设备教材由于过于偏重理论教学,且理论部分内容较深,实践内容和能力训练要求偏少,对现代汽车的新技术反映较少,已不能满足现代职业技术教育的需要。同时由于理论课教学时数的压缩已成为必然,如何在有限的学时内使学生掌握汽车电气设备的基本理论知识和基本技能,为后续就业、学习深造奠定良好的基础是许多同类学校都在积极探讨的问题。因此,编写能够反映现代汽车电气设备的使用与维修方面的教材已成当务之急。另外,优秀的职业教育教材,对我国的职业教育改革和与国外职业教育接轨,改变传统的职业教育观念也能起到促进作用。

本书为适应高等职业教育蓬勃发展及教学改革不断深入的需要,针对汽车类及相近专业培养目标的要求,编写组围绕技术应用型人才培养目标而作了大量的调研并结合多年教学经验编写而成。本书可作为高职院校汽车电气设备课程教材,也可供相关工程技术人员参考,课内教学参考学时数为60~80。

本书的特点如下:

1) 目标明确。本教材以培养学生对汽车电气设备中的基本设备的维修为主要目的,也为学习汽车电气设备维修专门化课程奠定基础,同时兼顾职业技能鉴定的要求,满足职业技能鉴定的需要。在内容上以实用、够用为度,加强基本技能训练,缩短适应周期,提高适应能力。

2) 图文并茂、通俗易懂。本教材大量采用立体直观的结构图和符合国家标准的电路图,在文字描述方面力求通俗易懂,使学生能够自己读懂教材。

3) 适用范围广。本教材的教学内容既考虑了汽车电气设备的基本内容,同时也体现了汽车电气设备的新技术,既适合在不发达地区使用,也适合在发达地区使用。

参加本书编写工作的有:蒋智庆(第1章、第5章、第10章);蒋玉秀(第2章);蓝北军(第7章、第8章);蓝永庭(第6

章);杨琳(第3章、第4章);冯春林(第9章)。

本书由柳州职业技术学院林若森副教授、卢明副教授审稿,他们在审阅过程中对书稿提出了许多宝贵的修改意见。

本书在编写过程中,得到了重庆大学出版社、柳州职业技术学院机电工程系、柳州职业技术学院科研处的诸多支持和热情帮助,在此一并表示感谢。

由于高等职业教育教学改革还将不断地深化进行,加之我们的水平所限,疏漏之处在所难免,教材的完善尚需一个较长的过程,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005年4月

目 录

第1篇 电源系

第1章 蓄电池	1
1.1 蓄电池的构造	1
1.2 蓄电池的工作原理及工作特性	4
1.3 蓄电池的充电及充电设备	10
1.4 汽车用其他蓄电池	15
1.5 蓄电池的使用与维护	17
实训 蓄电池的技术状况的检测与充电	20
思考练习题	22
第2章 发电机和调节器	23
2.1 交流发电机的构造	24
2.2 交流发电机的工作原理	30
2.3 交流发电机调节器的调节原理及构造	34
2.4 充电指示灯控制电路、瞬变过电压保护电路	46
2.5 交流发电机及其调节器的使用与维护	51
2.6 充电系故障诊断与排除	52
实训一 发电机的测量与拆解检修	55
实训二 发电机的试验	60
实训三 电压调节器的检测与试验	66
思考练习题	72

第2篇 起动系

第3章 起动机的组成与分类	74
3.1 直流电动机	75
3.2 电磁啮合式起动机	78
3.3 其他类型起动机	84
思考与练习题	92
第4章 起动系的检修与故障诊断	93
4.1 起动机的使用与检修	93
4.2 起动机的故障诊断与排除	99
实训一 起动机的检修与调整	104
实训二 起动机试验、起动系线路及故障检测	106
思考与练习题	110

第3篇 点火系

第5章 传统点火系	111
5.1 传统点火系的组成及工作原理	111
5.2 传统点火系的主要元件及检验	113

5.3 传统点火系的使用与故障诊断·····	126
实训一 分电器的检修·····	129
实训二 点火线圈的检测与试验·····	132
思考练习题·····	134
第6章 电子点火系 ·····	135
6.1 电子点火装置概述·····	135
6.2 有触点电子点火系·····	136
6.3 无触点电子点火系·····	138
6.4 电容放电式电子点火系·····	150
实训 电子点火系线路检测·····	155

第4篇 照明、信号、仪表、报警系

第7章 照明与信号系统 ·····	158
7.1 照明系统·····	158
7.2 信号系统·····	170
实训 前照灯的检查与调整·····	178
思考练习题·····	180
第8章 仪表与报警指示系统 ·····	181
8.1 仪表系统·····	181
8.2 报警指示系统·····	190
实训 仪表线路检测·····	194
思考练习题·····	197
第9章 汽车的辅助电器设备 ·····	199
9.1 刮水器和洗涤器·····	199
9.2 电动汽油泵·····	207
9.3 汽车电动座椅、电动车窗及电动后视镜·····	210
9.4 汽车中控门锁与防盗系统·····	217
9.5 安全气囊·····	224
实训 电动车窗检修·····	226
思考与练习题·····	231
第10章 全车电路 ·····	232
10.1 汽车电路基础·····	232
10.2 汽车电路检修常识·····	243
10.3 汽车电路图的识读·····	245
实训 拆画分析汽车系统电路图·····	256
思考与练习·····	259
附录 汽车电路图用图形符号 ·····	260
参考文献 ·····	278

第 1 篇 电源系

第 1 章 蓄 电 池

学习目标:通过本章的学习,重点掌握汽车用蓄电池的构造、充电知识、正确使用与维护知识;理解蓄电池的工作原理;了解蓄电池的工作特性及影响蓄电池容量的因素。

1.1 蓄电池的构造

1.1.1 蓄电池的用途

蓄电池与交流发电机并联,同属于汽车的电源系,其用途有以下几方面:

- ①汽车发动机起动时,蓄电池向起动机及点火系等供电。
- ②交流发电机超载时,协助交流发电机向用电设备供电。
- ③发动机高速运转时,储存交流发电机的电能。

1.1.2 蓄电池的构造

现代汽车用的蓄电池多为铅酸蓄电池,它是在盛有稀硫酸的容器中插入两组极板而构成的电能储存器,它由极板、隔板、外壳、电解液等部分组成。容器分为 3 格或 6 格,每格里装有电解液,正负极板组浸入电解液中成为单格电池。每个单格电池的标称电压为 2 V,3 个单格串联起来成为 6 V 蓄电池,6 个单格串联起来成为 12 V 蓄电池。蓄电池的构造如图 1.1 所示。

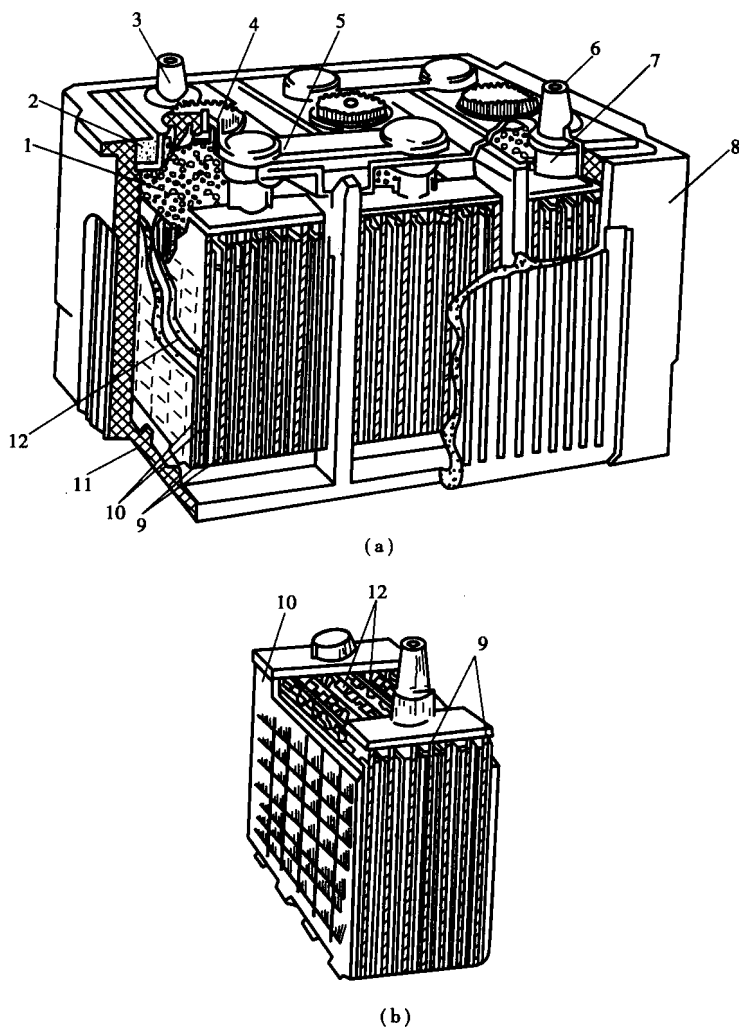


图 1.1 蓄电池的构造
(a) 整体结构 (b) 单格结构

1—护板;2—封料;3—负极接线柱;4—加液孔螺塞;5—连接条;6—正极接线柱;
7—电池衬套;8—外壳;9—正极板;10—负极板;11—肋条;12—隔板

(1) 极板

极板是蓄电池的基本部件,由它接受充入的电能和向外释放电能。极板分正极板和负极板两种。正极板上的活性物质是二氧化铅,呈棕红色;负极板上的活性物质是海绵状纯铅,呈青灰色。蓄电池在充电与放电过程中,电能与化学能的相互转换是依靠极板上的活性物质和电解液中的硫酸发生化学反应来实现的。正、负极板上的活性物质分别填充在铅锑合金铸成的栅架上。铅锑合金中,铅占94%,锑占6%。加入少量的锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇注性能。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而采用薄形极板时,高锑含量板栅的使用寿命势必降低。因此采用低锑合金就十分必要了,目前板栅含锑量为2%~3%。在板栅合金中加入0.1%~0.2%的砷,可以减缓被腐蚀速度,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作板栅。为了增大蓄电池的容量,一般将多片正极板(4~13片)和多片负极板(5~14片)分别并联,组成正极板组和负极板组。安装时,将正负极板组相互嵌合,中间插入隔板,就形成了单格电池。在每个单格电池中,负极板的数量总是比正极板多一片。正极板都是处在负极板之间,最外面2片都是负极板。正极板活性物质较疏松,机械强度较低,这样将正极板夹在负极板之间,可使其两侧放电均匀,在工作时不易因活性物质膨胀而翘曲,不易造成活性物质脱落。

(2) 隔板

为了减少蓄电池内部尺寸,降低蓄电池的内阻,蓄电池内部正负极板尽可能靠近。但为了避免相互接触而短路,正负极板之间要用绝缘的隔板隔开。隔板材料应具有多孔性结构,以便电解液自由渗透,而且化学性能应稳定,应具有良好的耐酸性和抗氧化性。常见的隔板材料有木材、微孔塑料、玻璃纤维纸浆和玻璃丝棉等几类。

隔板为一厚度小于1 mm的长方形的薄片,其长和宽均比极板略大一点,成形隔板的一面有特制的沟槽。安装时,应将带沟槽的一面竖直朝向正极板。

(3) 电解液

铅酸蓄电池的电解液由密度为 1.84 g/cm^3 的纯硫酸和蒸馏水配制而成,其密度一般为 $1.24\sim 1.31\text{ g/cm}^3$,使用时根据当地的最低气温或制造厂的要求进行选择。电解液的液面高度一般高于极板 $10\sim 15\text{ mm}$ 。电解液的纯度是影响蓄电池的性能和使用寿命的重要因素,由于一般工业用硫酸和普通水中,因含有铁、铜等有害杂质,所以不能直接加入到蓄电池中去,否则容易引起自行放电,并且容易引起极板损坏。因此蓄电池的电解液要用规定的蓄电池专用硫酸和蒸馏水配制。

(4) 容器及其他

蓄电池的容器材料为沥青橡胶或耐酸塑料。后者具有体积小、重量轻、耐腐蚀、可塑性高、透明、美观等优点,它在现代小型汽车上得到广泛应用。

蓄电池盖有分开式与整体式两种。前者为老式结构,每一个单格由一个盖封盖,结构复杂且容易渗漏;后者由耐酸塑料采用注塑工艺制成,加工方便,组装容易,减少了渗漏。

各单格间的串联方式有连条式和无连条式两种。前者为老式结构,缺点是降低了蓄电池的比容量,结构复杂,组装麻烦,增大了蓄电池的内部压降,增加了材料的消耗。后者避免了前者的缺点,被现代汽车用蓄电池广泛采用。

1.1.3 蓄电池的型号

按照 GB 5008.2 规定,国产蓄电池的型号由3部分组成:串联的单体电池数-电池的特征和类型-额定容量。

例如:6-QA-105 其各部分含义如下:

6——蓄电池由6个单格串联而成,额定电压是12 V;

Q——起动机;

A——干荷电蓄电池;

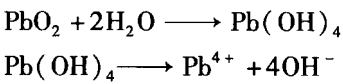
105——20 h 放电率额定容量是105 Ah。

1.2 蓄电池的工作原理及工作特性

根据双极硫酸盐化理论,蓄电池中参与化学反应的物质,正极板上的物质是 PbO_2 , 负极板上的物质是 Pb , 电解液是 H_2SO_4 的水溶液。蓄电池在放电时, 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, 密度下降。蓄电池在充电时, 则按相反的方向变化, 正极板上的 PbSO_4 恢复成 PbO_2 , 负极板上的 PbSO_4 恢复成 Pb , 电解液中的 H_2SO_4 增加, 密度增大。

1.2.1 蓄电池电动势的建立

极板浸入电解液后, 由于有少量的活性物质溶解于电解液中, 产生了电极电位, 并且由于正负极板的电极电位不同而形成了蓄电池的电动势。在正极板处, 少量的 PbO_2 溶入电解液中, 与水生成 $\text{Pb}(\text{OH})_4$, 再分离成四价铅离子和氢氧根离子, 即:



其中, 溶液中的 Pb^{4+} 有沉附于极板的倾向, 使极板呈正电位; 同时由于正、负电荷的吸引, 极板上 Pb^{4+} 有与溶液中的 OH^{-} 结合, 生成 $\text{Pb}(\text{OH})_4$ 的倾向, 当两者达到动态平衡时, 正极板的电极电位约为 $+2.0\text{ V}$ 。

同理, 在负极板处, 金属铅受两方面的作用, 一方面它有溶解于电解液的倾向, 因而极板表面上有少量的 Pb^{2+} 进入电解液, 使极板带负电; 另一方面, 由于正、负电荷的吸引, Pb^{2+} 有沉附于极板表面的倾向。当两者达到动态平衡时, 极板的电极电位约为 -0.1 V 。因此, 一个充足电的蓄电池, 在静止状态下的电动势约为 2.1 V 。

1.2.2 蓄电池放电过程的电化学反应

蓄电池的放电过程就是将化学能转变为电能的过程, 如图 1.2 所示。

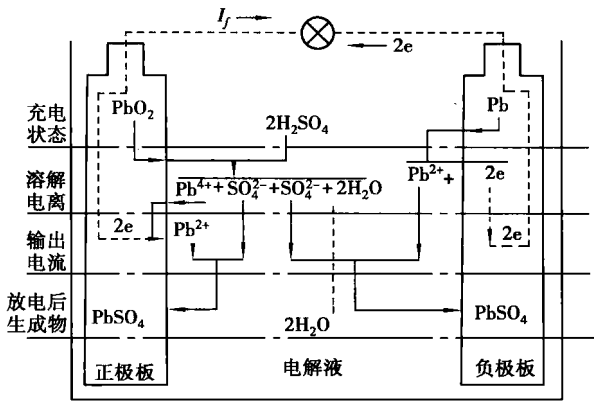
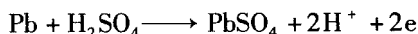


图 1.2 蓄电池的放电过程

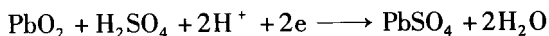
蓄电池放电时, 负极板上铅原子首先被电离成二价的铅离子 (Pb^{2+}) 和两个电子, 铅离子

进入电解液,与硫酸根离子(SO_4^{2-})化合成为 PbSO_4 ,并从溶液中析出附着于负极板上。

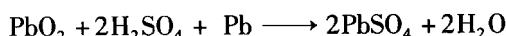
在铅正离子进入溶液的同时,给极板留下两个带负电荷的电子,在电场的作用下,通过负载向正极板运动。 H^+ 在电解液内部也向正极板附近迁移,从而形成了放电电流。负极板上的电化学反应式如下:



在正极板,首先是二氧化铅和水生成不稳定的氢氧化铅,其中四价离子的铅(Pb^{4+})当遇到由负极来的两个电子后立即变为二价铅离子(Pb^{2+}),接着二价铅离子再与硫酸根反应生成硫酸铅(PbSO_4)附着在正极板上。与此同时,正极板附近的氢离子与氧离子化合生成水。正极板上的电化学反应式如下:



放电过程总的电化学反应式为:



在放电过程中,由于消耗了硫酸,生成了水,所以电解液密度不断下降。

1.2.3 充电过程的电化学反应

铅酸蓄电池充电过程,就是在外加电场的作用下,正、负极板上硫酸铅还原为二氧化铅和海绵状铅,电解液中的水转变为硫酸的过程,即电能转变为化学能的过程。如图 1.3 所示。

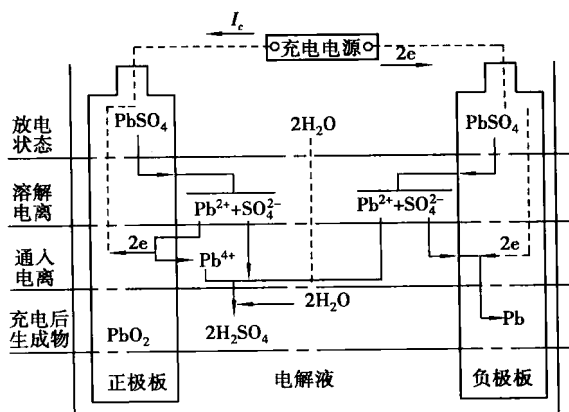
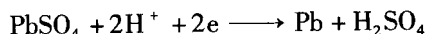


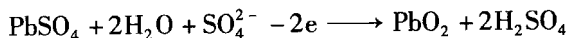
图 1.3 蓄电池的充电过程

充电时,负极板上的硫酸铅溶解并电离为硫酸根和二价铅离子。二价铅离子在充电电流的作用下获得两个电子,还原为铅原子附着在负极板上,硫酸根则与正极板上来的氢离子化合生成硫酸。

负极的反应式为

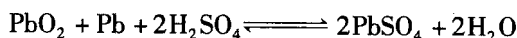


正极板上的硫酸铅也被电离为二价铅离子和硫酸根离子。二价铅离子在外加电场的作用下,失去两个电子变为四价铅离子,四价铅离子与硫酸根结合生成硫酸铅,并与水作用还原为二氧化铅和硫酸。二氧化铅附着于正极板上,其反应式如下:



在充电过程中,由于消耗了水生成了硫酸,所以电解液的密度上升。

铅蓄电池在充、放电过程中,总的电化学反应方程式为:



1.2.4 蓄电池的电动势和内阻

把蓄电池在静止状态下(即不充电、不放电时),蓄电池的电动势称为静止电动势。其电动势 E_0 的大小取决于电解液的密度和温度,在电解液密度为 $1.050 \sim 1.300 \text{ g/cm}^3$ 时,蓄电池的静止电动势可用下面的经验公式计算:

$$E_0 = 0.84 + \rho_{25^\circ\text{C}} \quad (1.1)$$

式中 E_0 —— 蓄电池的静止电动势;

$\rho_{25^\circ\text{C}}$ —— 25°C 时电解液的密度。

如果测量电解液密度时,电解液的温度不是标准温度(25°C),则需要换算,其换算公式为:

$$\rho_{25^\circ\text{C}} = \rho_t + \beta(t - 25) \quad (1.2)$$

式中 ρ_t —— 实测的电解液密度;

t —— 测量时电解液的温度,单位为 $^\circ\text{C}$;

β —— 密度温度系数,一般取 $\beta = 0.00075$ 。

由于汽车用蓄电池电解液的相对密度在充电时增高,放电时下降,一般在 $1.12 \sim 1.308 \text{ g/cm}^3$ 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。

蓄电池的内阻包括极板、隔板、电解液、铅质连条等的内阻。充电后,极板电阻变小,放电后,由于生成的 PbSO_4 增多,所以极板的电阻增大;隔板电阻因所用材料不同而异,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、温度的变化而变化,随温度的降低而增大。另外当密度为 1.208 g/cm^3 (25°C),因电解液离解最好,所以电阻最小。

总之铅酸蓄电池的内阻是很小的,所以能获得较大的输出电流,适合汽车发动机起动的需要。

1.2.5 蓄电池的充放电特性

(1) 蓄电池的充电特性

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 ,电动势 E 和电解液的密度 ρ 随时间变化的规律。

在充电过程中,由于电流恒定,所以单位时间内所生成的硫酸的量是一定的,电解液密度、静止电动势与充电时间成直线关系增长。端电压也不断上升,并总是大于电动势。

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 2.7 V 便不再上升。电解液呈现“沸腾”状态,这就是充电终了。如果此时切断电流,电压将迅速降低到静止电动势的数值。

端电压如此变化的原因是:刚开始充电时,在极板孔隙表层中,首先形成硫酸,使孔隙中电解液的密度增大,所以电动势和端电压迅速上升,当继续充电至孔隙中产生硫酸的速度和向外扩散硫酸的速度达到平衡时,端电压和电动势随着整个容器内电解液密度的上升而缓慢上升。

当端电压达到 2.3 ~ 2.4 V 时,极板上可能参加变化的活性物质大多恢复为 PbO_2 和 Pb ,若继续通电,便使电解液中的水分解,产生 H_2 和 O_2 ,以气泡形式放出,形成“沸腾”现象。因为氢离子在极板处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就积存了大量的 H^+ ,使溶液和极板产生附加电位差(0.33 V),因而端电压急剧上升到 2.7 V 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,蓄电池的充电终了特征是:

- ① 蓄电池内产生大量气泡,形成“沸腾”现象。
- ② 电解液密度和端电压上升到最大值,且 2 ~ 3 h 内不再增加。

图 1.4 为 3-Q-75 型蓄电池以 10.5 A 电流充电时的一组特性曲线。

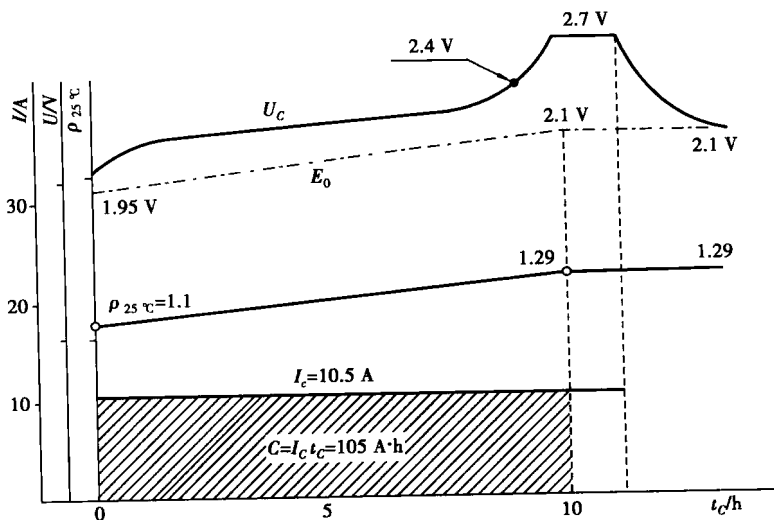


图 1.4 蓄电池的充电特性

(2) 蓄电池的放电特性

蓄电池的放电特性是指恒流放电时,蓄电池的端电压 U 、电动势 E 和电解液密度 $\rho_{25\text{℃}}$ 随时间变化的规律,图 1.5 是将 3-Q-75 型蓄电池以 5.25 A 电流放电时的放电特性。

放电过程中,电流恒定,单位时间内所消耗的硫酸的量是一定的,所以电解液的密度 $\rho_{25\text{℃}}$ 呈直线下降,一般 $\rho_{25\text{℃}}$ 每下降 0.028 ~ 0.030 g/cm³,蓄电池放电约 25%。因静止电动势 E_0 与 $\rho_{25\text{℃}}$ 成正比,所以 E 也是沿直线下降的。

在放电过程中,由于蓄电池内阻 R 的影响,所以蓄电池的端电压总低于其电动势。在放电开始时,蓄电池的端电压从 2.1 V 迅速下降,这是因为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。随着极板孔隙外的电解液向极板孔隙内渗透的速度加快,当其渗透的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。随后端电压又迅速降低到 1.75 V,此时应立即停止放电,并称此电压值为单格电池的终止电压。若继续放电,端电压会急剧下降。这是因为放电终了时,化学反应深入到极板的内层,并且放电过程中生成的 PbSO_4 较原来的活性物质体积大且积聚在孔隙内,从而使孔隙变小,电解液渗透困难,由此造成极板孔隙

内电解液密度迅速下降,端电压随之急剧下降。继续放电则为过放电。过度放电对蓄电池极为有害,极板孔隙中生成粗结晶硫酸铅,充电时不易还原,会造成极板硫化,严重影响蓄电池的寿命,并导致蓄电池的寿命下降。

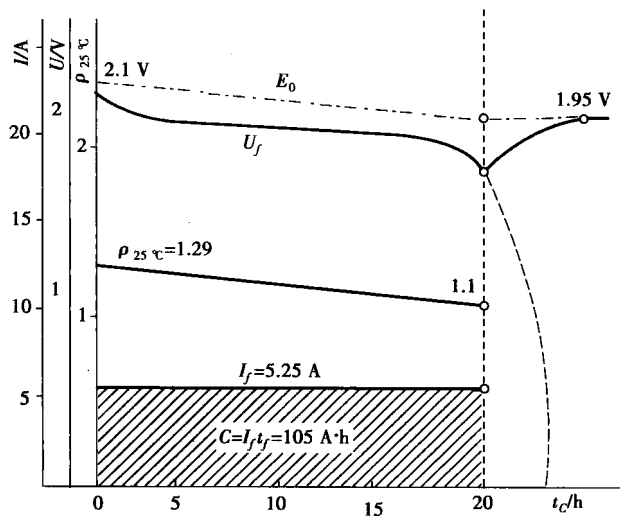


图 1.5 蓄电池的放电特性

放电停止后,由于电解液渗透的结果,使孔隙内外的电解液密度趋于一致,蓄电池单格电池电动势回升到1.95 V。蓄电池放电终止的特征是:

- ①单格电池电压下降至放电终止电压,以 20 h 的放电率放电,单格电池电压降至 1.75 V。
- ②电解液密度下降至最小的许可值,大约为 1.11 g/cm^3 。

同时注意允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,而允许的放电终止电压越低。

1.2.6 蓄电池的容量

蓄电池的容量标志着蓄电池对外供电的能力。一完全充足电的蓄电池,在允许的放电范围内所输出的电量称为蓄电池的容量,即:

$$C = I_f \cdot t_f \tag{1.3}$$

式中 C —— 蓄电池的容量,单位是 Ah;

I_f —— 放电电流,单位是 A;

t_f —— 放电时间,单位是 h。

蓄电池的容量与放电电流的大小以及电解液的温度有关,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测得的,其标称容量有以下两种。

(1) 20 h 放电率额定容量

它是指充足电的蓄电池在电解液温度为 25°C 时,以 20 h 的放电率放电至单格电压降到 1.75 V 时所输出的电量。

(2) 起动容量

它表示蓄电池在发动机起动时的供电能力,用倍率和持续时间来表示起动容量。它又分为两种:常温起动容量和低温起动容量。

1) 常温起动容量

它是指电解液初始温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,以 5 min 放电率的电流放电时,放电 5 min 至单格电池电压降至 1.5 V 时所输出的电量。 5 min 放电率的电流数值约为其额定容量的 3 倍。

2) 低温起动容量

它是指电解液温度为 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,以 5 min 放电率的电流放电,放电 2.5 min 至单格电压降至 1 V 时所输出的电量。

1.2.7 影响蓄电池容量的因素

分析表明,蓄电池的容量不是一个固定不变的常数,它与很多因素有关,除了活性物质的数量、极板的厚薄、活性物质的孔率等与生产工艺及产品结构有关的因素以外,主要的影响因素是使用条件,如放电电流、电解液的温度和电解液的相对密度等。

(1) 放电电流

放电电流越大,蓄电池的容量就越低。因为放电电流越大,单位时间所消耗的硫酸就越多,极板孔隙内由于硫酸消耗较快造成孔隙内电解液密度下降越快。故大电流放电时,极板表面活性物质的孔隙极易被生成的硫酸铅堵塞,使孔隙内实际参加化学反应的活性物质的数量下降,因此随着放电电流的增加,蓄电池的容量会减小,蓄电池放电电流对容量的影响如图1.6所示。

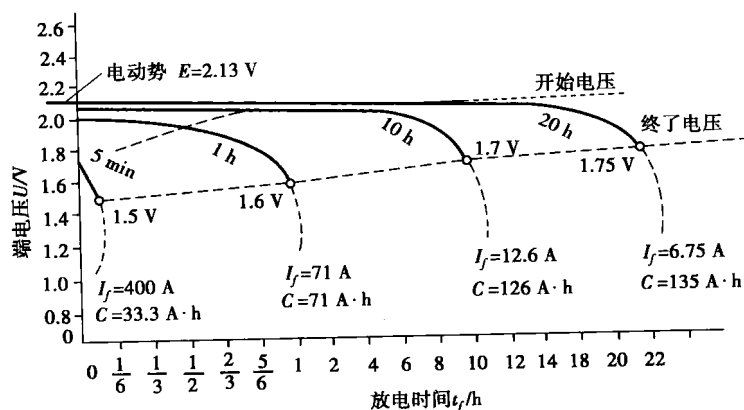


图 1.6 放电电流对蓄电池容量的影响

由于发动机起动时属于大电流放电,如长时间接通起动机就会使蓄电池的端电压急剧下降至终止电压,输出容量减少,且使蓄电池过早损坏。因此在起动时应注意,一次起动时间不应超过 5 s ,连续两次起动应间隔 15 s 以上,以使电解液充分渗透到极板孔隙内层,达到提高极板孔隙内活性物质的利用率和再次起动时的端电压以延长蓄电池的使用寿命的目的。

(2) 电解液的温度

电解液的温度较低时,电解液的黏度增大,致使渗透能力下降,造成容量降低。此外,温度

越低,电解液的溶解度与电离度也越低,加剧了容量的下降。由于温度对蓄电池的端电压和容量均有较大的影响,所以在寒冷地区要特别注意蓄电池的保温。

蓄电池的额定容量是指在25℃时的容量,不同温度下的容量可用下式换算成25℃时的容量。

$$Q_{25\text{℃}} = Q_t [1 - 0.01(t - 25)] \quad (1.4)$$

式中 $Q_{25\text{℃}}$ ——换算成25℃时的容量;

Q_t ——电解液温度为 t ℃时的实测容量;

0.01——容量的温度系数;

t ——电解液的温度。

(3) 电解液的密度

适当增加电解液的密度,可以减小内阻,有利于提高电解液的渗透能力,使蓄电池的容量增加。但密度过高时,由于电解液的黏度增加使内阻增加,引起渗透能力降低从而导致容量下降。此外电解液密度较高时,易造成极板硫化而导致容量下降。实践证明,电解液密度偏低,有利于提高放电电流和电量以及延长蓄电池的使用寿命,冬季在不致使电解液结冰的前提下,也尽可能采用低密度的电解液。

1.3 蓄电池的充电及充电设备

1.3.1 蓄电池的充电方法

蓄电池的充电可分为定流充电、定压充电和脉冲快速充电三种不同的充电方法,在实际使用时应根据具体情况正确选择充电方法。

(1) 定流充电法

在充电过程中,使充电电流保持恒定的充电方法,就称为定流充电法。在充电过程中由于蓄电池的电动势随充电时间的增加而升高,由欧姆定律知:定流充电过程需逐步提高充电电压,才能保持充电电流的恒定。当单格电压上升到2.4 V,电解液开始有较多的气泡冒出时,应将充电电流减半,直到完全充足电为止。

采用这种充电方法,不论6 V或12 V的铅蓄电池均可串联在一起,如图1.7所示。但必须指出,串联的各个电池的容量应尽量相同,否则充电电流应以小容量电池来计算。当小容量电池充足电后应随即摘除,再继续给大容量的铅蓄电池充电。

定流充电具有较大的适应性,可以任意选择和调整充电电流的大小,因此可以对不同情况及状态下的蓄电池充电。例如新蓄电池的初充电,使用中蓄电池的补充充电,去硫化充电等。但这种充电方法的不足之处在于充电时间长,且需要经常调整充电电流的大小。

(2) 定压充电法

蓄电池在充电过程中,直流电源的电压保持恒定的充电方法称为定压充电法。被充电蓄电池的连接方式如图1.8所示。汽车行驶过程中就是采用这种充电方法。

定压充电时,充电电流很大,充电开始之后4~5 h内蓄电池就可以获得本身容量的90%~95%,因而可以大大缩短充电时间。采用定压充电时,应注意选择充电电压,如果充电电压选