



21世纪高等职业教育
创新型精品规划教材（汽车类）

汽车电器系统检修

QICHE DIANQI XITONG JIANXIU

主 编 王凤军

副主编 徐 东 姜淑华 何雨漾

主 审 杨柏青

2. 41

21 世纪高等职业教育创新型精品规划教材(汽车类)

汽车电器系统检修

主 编 王凤军

副主编 徐 东 姜淑华 何雨漾

主 审 杨柏青



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书为理论实践一体化教材,全书共设有六个学习情境,以汽车电路为主线,以电路所涉及的电器元件结构原理及检修为主要内容。教材编写从高职教育改革的实际出发,结合项目式情境化教学的实际需要,确定编写思路和教材特色。以应用为目的,强化以能力为本位,突出典型故障的检修方法。

本书可作为高职高专汽车类的专业教材及汽车电器维修方面的培训教材,也可供汽车维修从业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器系统检修/王凤军主编. —天津:天津大学出版社,2010.6

21世纪高等职业教育创新型精品规划教材·汽车类
ISBN 978-7-5618-3507-4

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车—电气设备—
车辆检修—高等学校:技术学校—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 097639 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 天津市泰宇印务有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm×260mm
印 张 18
字 数 450 千
版 次 2010 年 6 月第 1 版
印 次 2010 年 6 月第 1 次
印 数 1-3 000
定 价 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

《汽车电器系统检修》课程是高职高专汽车应用与维修技术专业的一门主干核心课程。

目前我国高等职业教育正面临教学改革转型时期,各示范院校都在进行教学改革,都处于探索实施阶段。本教材按照真实的教学改革需要对原有教材内容进行重组,按岗位生产过程组织教学,以学生为主体,充分实现理论实践一体化,全面提高学生职业能力。

在编写本书时,我们从高职教育改革的实际出发,结合项目式情境化教学的实际需要,确定编写思路和教材特色。以应用为目的,强化以能力为本位,主要突出以下特点。

1. 坚持理论与实践并重、理论与实践相结合的原则,坚持学以致用,在落实“基础知识、基本技能”两个基础的同时,注重培养学生的实际应用能力和创新精神。

2. 教材教学内容参考企业岗位工作过程,采用项目化教学,根据工作实际需要选用相应内容。

3. 教材从实际出发,以能力为本位,以学生为主体,实现理论与实践的一体化。

4. 采用现场教学,工厂化实训,循序渐进,易于学习掌握。

5. 力求教材立体化。编写教材的同时,开发了课程标准、学习情境实施计划、多媒体课件、电子教案、作业单、考核单、考核标准等网上资源,以方便教师教学及学生学习。

本书由无锡商业职业技术学院王凤军副教授担任主编,并编写学习情境1、3、4;常州工程职业技术学院姜淑华编写学习情境2;无锡商业职业技术学院徐东编写学习情境5;江苏信息职业技术学院何雨漾编写学习情境6。全书由黑龙江农业工程职业技术学院杨柏青教授担任主审。

本书在编写过程中,参考了大量相关的文献资料。在此,编者对相关文献资料的作者表示真诚的感谢。

由于编者水平有限,不妥和错误之处在所难免,恳切希望读者批评指正。

编者
2010年3月

目 录

学习情境 1	电源电路检修	(1)
项目 1	蓄电池检修	(1)
项目 2	硅整流交流发电机检修	(21)
项目 3	电压调节器检修	(43)
项目 4	电源电路、控制电路、保护电路故障检排	(57)
项目 5	电源电路连接与线束查找	(62)
学习情境 2	启动电路检修	(63)
项目 1	启动机检修	(63)
项目 2	组合继电器检修	(92)
项目 3	启动电路故障检排	(94)
项目 4	启动电路连接与线束查找	(101)
学习情境 3	汽油机点火系统的电路检修	(102)
项目 1	传统点火系统检修	(102)
项目 2	晶体管辅助点火系统检修	(126)
项目 3	普通电子点火系统检修	(128)
项目 4	有分电器计算机控制点火系统检修	(144)
项目 5	无分电器计算机控制点火系统检修	(152)
项目 6	无分电器独立点火系统电路检修	(155)
项目 7	汽油机点火系统点火正时安装调整	(156)
学习情境 4	照明、信号、仪表、警告电路检修	(161)
项目 1	汽车灯具	(161)
项目 2	灯光继电器及车灯开关检修	(172)
项目 3	照明系统电路检修	(173)
项目 4	信号装置及信号系统电路检修	(179)
项目 5	仪表电路检修	(191)
项目 6	汽车报警装置电路检修	(209)
项目 7	照明、信号、仪表、报警电路连接与线束查找	(217)
学习情境 5	辅助装置电路检修	(218)
项目 1	风窗刮水器、清洁装置、除霜装置电路检修	(218)
项目 2	电动门窗玻璃升降器及自动门锁电路检修	(228)
项目 3	汽车空调系统电路检修	(236)
项目 4	汽车音响、防盗报警装置、启动预热装置电路检修	(247)
项目 5	防盗报警系统的测试	(258)
学习情境 6	汽车全车电路检修	(263)

项目 1 汽车电路图的表达方法及遵循的基本原则	(263)
项目 2 汽车电路导线、线束和插接件、开关、继电器和熔断丝	(267)
项目 3 全车电路图识读方法	(277)
项目 4 汽车全车电路的检修方法及注意事项	(278)
参考文献	(281)

学习情境 1 电源电路检修

学习情境描述

客户反映一辆 2003 年生产的捷达轿车发电机充电指示灯常亮。该车已经行驶了 18 万千米,没有保养过发电机,要求维修该车辆。

能力培养目标

专业能力

1. 能正确拆装和检测电源系统部件。
2. 能诊断和排除电源系统典型故障。
3. 能识读和分析电源系统电路。
4. 会选配电源系统部件。
5. 能阅读与翻译电源系统外文资料。

方法能力

1. 收集汽车电源系统相关资源。
2. 自主学习其他车型电源系统。
3. 分析整理汽车电源系统资源信息。

社会能力

1. 与客户沟通该任务的相关信息。
2. 通过与小组成员协作完成该任务。
3. 勇于承担相关责任。

项目 1 蓄电池检修

一、概述

蓄电池是一种将化学能转化为电能的装置,属于可逆的直流电源。应用最广泛的汽车蓄电池是铅酸蓄电池。蓄电池最主要的作用是发动机工作时向启动机和点火装置供电。汽油机启动电流为 200~600 A,有的柴油机启动电流达 1 000 A。

(一)蓄电池的分类

车用蓄电池可分为以下 4 种:

- ①湿荷电蓄电池;
- ②干荷电蓄电池;
- ③少维护蓄电池;
- ④免维护蓄电池。

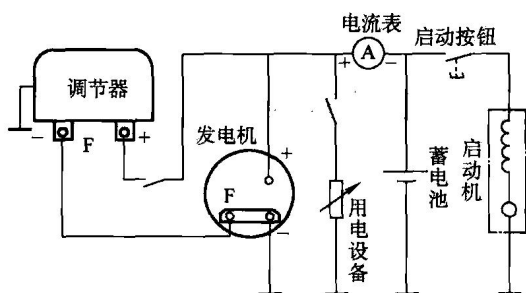


图 1-1 蓄电池与汽车电气设备并联电路

(二) 蓄电池的功用

车上装有蓄电池与发电机两个直流电源,全车用电设备均与直流电源并联连接,电路图见图 1-1。

蓄电池功用有:

① 发动机启动时,向启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 发动机运转时,将发电机剩余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 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,保持汽车电器系统电压稳定。

二、蓄电池的结构和型号

蓄电池由 3 只或 6 只单格电池串联而成,每只单格电池电压约为 2 V,串联成 6 V 或 12 V 以供汽车选用。蓄电池主要由极板、隔板、电解液和外壳组成,其结构见图 1-2。

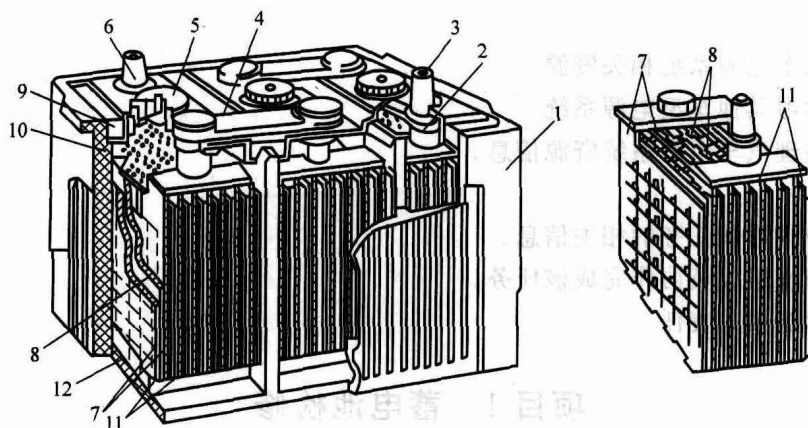


图 1-2 蓄电池的结构

1—蓄电池外壳 2—电极衬套 3—正极柱 4—连接条 5—加液孔螺塞 6—负极柱
7—负极板 8—隔板 9—封料 10—护板 11—正极板 12—肋条

(一) 极板

1. 功用

极板是蓄电池的核心部分,蓄电池充放电过程中,电能与化学能的相互转化依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸的化学反应来实现。极板分正、负极板两种。

2. 组成

极板由栅架和活性物质组成,结构见图 1-3。

(1) 栅架

栅架由铅锑合金浇铸而成,结构见图 1-4。

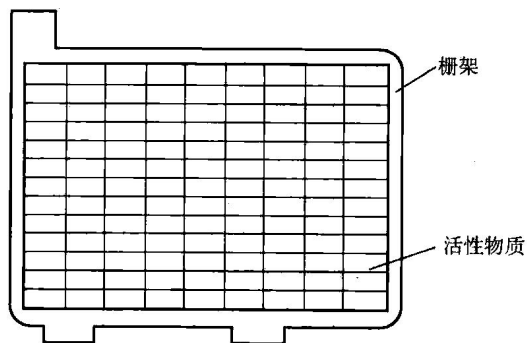


图 1-3 极板的结构

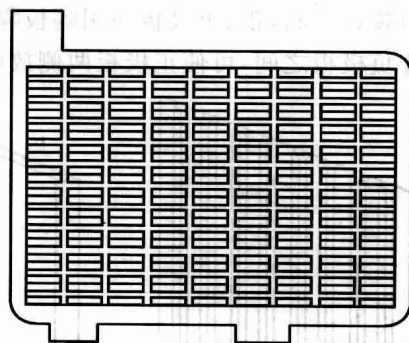


图 1-4 栅架的结构

锑可以提高机械强度和浇铸性能,但是锑会加速氢的析出从而加速电解液的消耗,还会引起蓄电池自放电和栅架腐烂,缩短蓄电池使用寿命。目前,多采用铅-低锑合金栅架或铅-钙-锡合金栅架。

为降低蓄电池内阻,改善启动性能,现代汽车蓄电池采用了放射型栅架,结构见图 1-5。

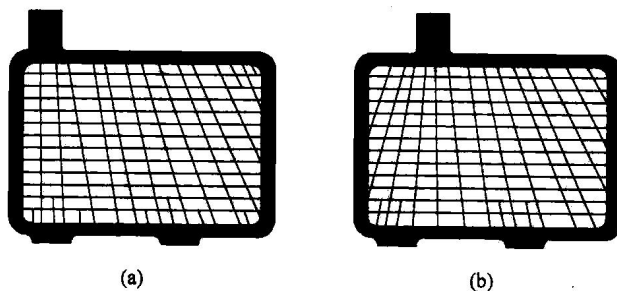


图 1-5 放射型栅架的结构

(a) 切诺基吉普车蓄电池栅架 (b) 桑塔纳小轿车蓄电池栅架

(2) 活性物质

正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2),深褐色;负极板上的活性物质为海绵状纯铅(Pb),深灰色。

3. 极板组

蓄电池的极板分正极板和负极板。为了增大蓄电池容量,正极板通过汇流条焊接在一起为正极板组,负极板通过汇流条焊接在一起为负极板组,如图 1-6 所示,正、负极板组交

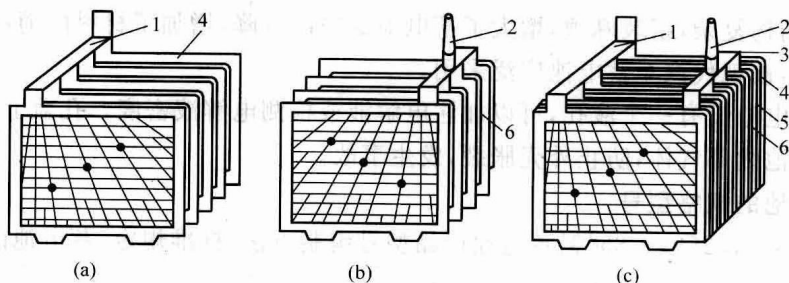


图 1-6 蓄电池极板组结构

(a) 负极板组 (b) 正极板组 (c) 极板组嵌和情况

1、3—汇流条 2—极柱 4—负极板 5—隔板 6—正极板

叉组装在一起,正、负极板间用隔板隔开。负极板比正极板多一片,使得每片正极板均处于两片负极板之间,可使正极板两侧放电均匀,防止极板拱曲,活性物质脱落。

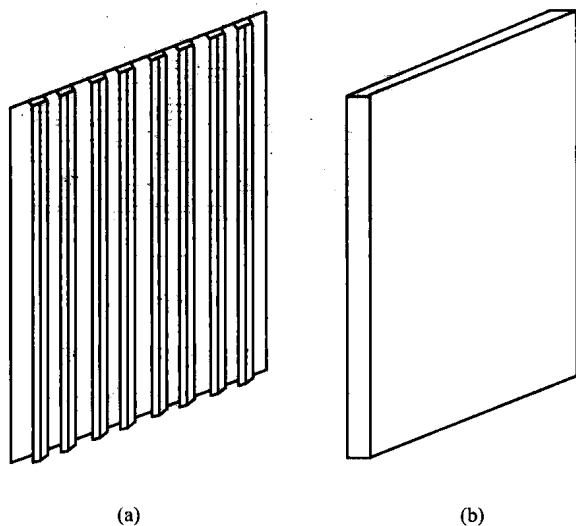


图 1-7 蓄电池隔板结构
(a)微孔塑料或橡胶隔板 (b)袋式隔板

(二)隔板

隔板的作用是将正、负极板隔开,防止正、负极板间短路。隔板应具有多孔性,以便电解液渗透,还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。目前广泛应用微孔塑料隔板和微孔橡胶隔板。

微孔塑料隔板与微孔橡胶隔板的结构如图 1-7(a)所示。安装时,带槽一面面向正极板。免维护蓄电池普遍采用聚氯乙烯袋式隔板,结构如图 1-7(b)所示。

(三)电解液

电解液在电能和化学能的转化过程(即充电和放电的电化学反应)中起离子间的导电作用并参与化学反应。它由密

度为 1.84 g/ml 的纯硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成,其密度一般为 1.24~1.30 g/ml。配制电解液必须使用耐酸的器皿,切记只能将硫酸慢慢地倒入蒸馏水中并不断搅拌。

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。因此,电解液的配制应严格选用 GB 4554—1984 标准的二级专用硫酸和蒸馏水。工业用硫酸和一般的水中因含有铁、铜等有害杂质,会增加自放电并损坏极板,故不能用于电解液的配制。

(四)壳体

蓄电池的壳体材料为沥青橡胶或耐酸塑料。后者具有体积小、质量小、耐腐蚀、可塑性高、透明、美观等优点,它在现代小型汽车上广泛应用。

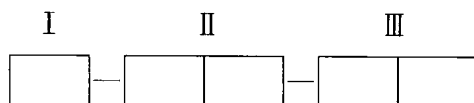
蓄电池盖有分开式与整体式两种。前者为老式结构,每一个单格由一个盖封盖,结构复杂且容易渗漏;后者由耐酸塑料采用注塑工艺制成,加工方便,组装容易,减少了渗漏。

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,被现代汽车蓄电池广泛采用。

每个单格电池设有一个液孔,可以加注电解液或检测电解液密度。孔盖上设有通气孔,便于排出蓄电池内部气体,防止外壳胀裂,发生事故。

(五)蓄电池的规格型号

机械工业部 JB 2599—85《铅蓄电池产品型号编制方法》标准规定,蓄电池的型号为



第 I 部分表示串联的单格电池数,用阿拉伯数字表示,蓄电池的标准电压是该数字的

2 倍。

第Ⅱ部分表示电池类型和特征,用两个汉语拼音字母表示。第一个字母表示电池类型,如启动型铅蓄电池用“Q”表示。第二个字母表示电池结构特征,如干荷蓄电池用“A”表示;薄型极板用“B”表示;免(无)维护蓄电池用“W”表示。

第Ⅲ部分表示额定容量,指 20 h 率额定容量,用阿拉伯数字表示,单位为 A·h,单位可略去不写。在其后用字母表示特殊性能,如高启动率用“G”表示;塑料槽用“S”表示;低温启动性好用“D”表示。

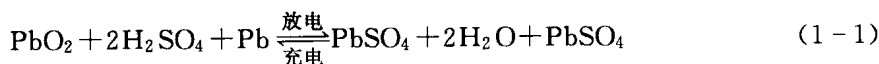
例:6-Q-105、6-QA-60 表示两种蓄电池的规格型号。

三、蓄电池的工作原理及工作特性

(一)蓄电池的工作原理

蓄电池向启动机及其他用电设备供电,称为蓄电池的放电过程;蓄电池在发动机高速运转时贮存发电机的部分电能,称为蓄电池的充电过程。

蓄电池充、放电过程是由蓄电池内部正、负极板的活性物质与电解液之间的电化学反应来完成的。根据双硫化理论,蓄电池充、放电过程是一个可逆的电化学反应过程,其方程式为



正极板 电解液 负极板 正极板 电解液 负极板

由式(1-1)可知,蓄电池在放电过程中,正极板上的活性物质由深褐色的 PbO_2 转变为浅褐色的 PbSO_4 ;负极板上的活性物质由深灰色的海绵状纯铅 Pb 转为灰色的 PbSO_4 ;电解液中的 H_2SO_4 转变为 H_2O 。充电过程中物质的变化与放电过程相反。实际上,极板上的活性物质仅有 20%~30% 参加反应,大部分活性物质因充、放电条件的限制未能进行电化学反应。因此,为提高活性物质的利用率,采用薄极板蓄电池。

蓄电池充、放电过程中,由于电解液中的部分水(H_2O)变为硫酸(H_2SO_4)或硫酸变为水,所以电解液的相对密度将上升或下降。因此,可以通过测量电解液相对密度的方法来判断蓄电池的充、放电程度。

(二)蓄电池的工作特性

蓄电池的工作特性主要包括蓄电池的电动势,内电阻和充、放电特性。

1. 静止电动势

蓄电池在静止状态下,正、负极板之间的电位差称为静止电动势,用 E_j 表示。它的大小与电解液的相对密度和温度有关,在相对密度为 $1.050 \sim 1.300 \text{ g/cm}^3$ 的范围内,可由下述经验公式计算其近似值

$$E_j = 0.85 + S_{25} \quad (1-2)$$

式中 S_{25} ——298 K 时电解液相对密度(g/cm^3)。

实测所得的电解液相对密度应按下表换算成 298 K 时的相对密度

$$S_{25} = S_T + \beta(T - 298) \quad (1-3)$$

式中 S_T ——实际测得的电解液密度(g/cm^3);

T ——实际测得的电解液温度(K);

β ——密度温度系数,取 $\beta=0.00075$,即温度每升高1 K,相对密度下降 0.00075 g/cm^3 。

蓄电池的电解液相对密度在充电时增高,放电时下降,一般在 $1.13 \sim 1.29 \text{ g/cm}^3$ 之间波动。因此,蓄电池静止电动势相应地在 $1.98 \sim 2.14 \text{ V}$ 之间变化。

2. 内电阻

蓄电池的内电阻大小反映了蓄电池带负载的能力。在相同的条件下,内电阻越小,输出电流越大,带负载能力越强。蓄电池的内电阻为极板电阻、电解液电阻、隔板电阻、连条电阻和极柱电阻的总和,用 R_0 表示。

极板电阻一般很小,并且随极板上的活性物质的变化而变化。充电后电阻变小,放电后电阻变大,特别是在放电结束时,由于有效活性物质转变为硫酸铅,电阻大大增加。

隔板电阻因所用的材料而异。木质隔板比微孔橡胶隔板、微孔塑料隔板的电阻大。另外,隔板越薄,电阻越小。

图1-8所示为电解液内阻随相对密度变化的关系曲线。相对密度为1.2时(15°C),硫酸的离解度最好,黏度较小,电阻也最小。

连接条电阻与单体电池的连接形式有关。传统外露式铅连接条电阻比内部穿壁式、跨越式连接的电阻要大。

一般来说,启动型铅蓄电池的内电阻是很小的(单体电池的内电阻约为 0.011Ω),在小负荷工作时其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,从而影响启动性能。

在温度为 293 K 时,蓄电池完全充足电的内阻 R_0 ,可按下列经验公式计算其近似值

$$R_0 = \frac{U_e}{1.71Q_{20}} \quad (1-4)$$

式中 U_e ——蓄电池额定电压(V);

Q_{20} ——蓄电池额定容量(A·h)。

3. 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 和电解液相对密度等参数随充电时间变化的规律。图1-9所示为一只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。

向蓄电池充电时,电源的电压必须克服蓄电池的电动势 E 及蓄电池内部的压降,即

$$U_c = E + I_c R_n \quad (1-5)$$

式中 U_c ——蓄电池的端电压(V);

I_c ——充电电流(A);

R_n ——蓄电池内阻(Ω)。

由于采用恒流充电,单位时间内所生成的

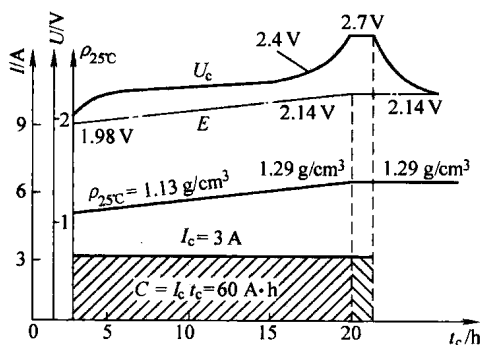


图1-9 蓄电池的充电特性

硫酸量相等。所以,电解液相对密度随时间成直线上升;静止电动势为正,也随相对密度的不断上升而增加。

由图 1-9 还可看出,在充电开始后蓄电池的端电压 U_e 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。以后随着生成的硫酸量增多,硫酸将开始不断地向周围扩散,当继续充电至极板孔隙内析出的硫酸量与扩散的硫酸量达到平衡时,蓄电池的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。

当充电接近终了时,蓄电池端电压将达到 $2.3 \sim 2.4 \text{ V}$,这时极板上的活性物质最大限度地转变为二氧化铅(PbO_2)和海绵状铅(Pb);再继续充电,电解液中的水将开始分解而产生氢气和氧气,以气泡的形式剧烈放出,形成所谓的“沸腾”状态。由于氢离子在极板上与电子的结合不是瞬间完成而是缓慢进行的,于是靠近负极板处会积存有较多的正离子(H^+),使溶液和极板之间产生附加电位差(也称氢过电位,约 0.33 V),因而使蓄电池端电压急剧升至 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,会在极板内部造成压力,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。但在实际充电中,为了保证将蓄电池充足,往往需要 $2 \sim 3 \text{ h}$ 的过充电。

全部充电过程中,极板孔隙内的电解液密度比容器中的电解液相对密度稍大一些。因此,蓄电池的电动势 E 总是高于静止电动势 E_i 。充电停止后,由于 $I_c = 0$,端电压 U_e 立即下降,极板孔隙内电解液密度和容器中的电解液相对密度趋向平衡,因而蓄电池的端电压又降至 2.1 V 左右。

蓄电池充电终了的特征是:

- ① 蓄电池内产生大量气泡,呈沸腾状;
- ② 端电压和电解液相对密度均上升至最大值,且在 $2 \sim 3 \text{ h}$ 内不再增加。

4. 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_f 和电解液相对密度等参数随时间而变化的规律。图 1-10 所示为一只 6-Q-105 型蓄电池的放电特性曲线。

由于放电过程中电流是恒定的,单位时间内所消耗的硫酸量相同,所以,电解液的相对密度沿直线下降。相对密度每下降 $0.03 \sim 0.038 \text{ g/cm}^3$,蓄电池约放电 25% 。

放电时,由于蓄电池内阻 R_0 的影响,蓄电池的端电压 U_f 不等于其电动势 E ,即

$$U_f = E - I_f \cdot R_0 \quad (1-6)$$

式中 U_f ——蓄电池的端电压(V);

I_f ——放电电流(A)。

随着放电程度的增加,电解液相对密度不断下降,电动势 E 也下降,同时内阻 R_0 增加,故端电压 U_f 将逐渐下降。放电时由于孔隙内的电解液密度小于外部电解液密度,因此放电时的电动势 E 总是小于静止电动势 E_j 。

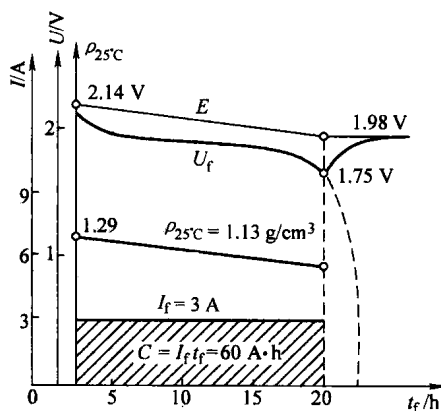


图 1-10 蓄电池的放电特性

由图 1-10 可见,放电开始时,其端电压从 2.14 V 迅速下降,这是由于极板孔隙中的硫酸迅速消耗,密度降低的缘故。这时容器中的电解液便向极板孔隙内渗透,当渗入的新电解液完全补偿了因放电时化学反应而消耗的硫酸量时,端电压将随整个容器内电解液相对密度的降低而缓慢地下降到 1.95 V。接着电压又迅速下降至 1.75 V,此时应停止放电,如继续放电,电压将急剧下降。这是由于放电接近终了时,化学反应深入到极板的内层,而放电时生成的硫酸铅比原来活性物质的体积大(是海绵状铅的 2.68 倍,二氧化铅的 1.86 倍),硫酸铅聚积在极板孔隙内,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掉的硫酸难以得到补充,孔隙内的电解液相对密度便迅速下降,端电压也随之急剧下降。

当端电压降至一定值时(20 h 放电率单格电压降至 1.75 V),再继续放电即为过度放电。过度放电对蓄电池是有害的,因为孔隙中生成的粗结晶硫酸铅充电时不易还原,而使极板硫化,容量下降。

停止放电后,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,蓄电池的端电压将有所回升。

蓄电池放电终了的特征是:

- ① 电解液相对密度下降到最小许可值(约 1.1 g/cm^3);
- ② 单体电池的端电压降至放电终止电压(以 20 h 放电率放电,单格电压降至 1.75 V;以 10 h 放电率放电,单格电压降至 1.7 V)。

四、蓄电池的容量及其影响因素

(一) 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放出的电量,用 C 表示。蓄电池的容量是标志蓄电池对外放电能力、衡量蓄电池质量优劣以及选用蓄电池的最重要指标。

当蓄电池以恒流值进行放电时,其容量 C 等于放电电流 I_f 和放电时间 t_f 的乘积,即

$$C = I_f \cdot t_f \quad (1-7)$$

式中 C —— 蓄电池的容量(A·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、放电持续时间及电解液温度有关。因此,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。我国国家标准 GB 5008.1—1991《启动用铅酸蓄电池技术要求和试验方法》规定以 20 h 放电率额定容量作为启动型蓄电池的额定容量。

1. 额定容量

额定容量是指完全充电的蓄电池,在电解液温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、密度为 $(1.28 \pm 0.01) \text{ g/ml}$ 时,以 20 h 放电率的放电电流连续放电至 12 V 蓄电池端电压降至 $(10.50 \pm 0.05) \text{ V}$ 、6 V 蓄电池端电压降到 $(5.25 \pm 0.02) \text{ V}$ 所输出的电量,用 C_{20} 表示,单位是 A·h。

例如,6-Q-105 型蓄电池,在电解液平均温度为 25°C 时,以 5.25 A 的电流连续放电 20 h 后,端电压降至 10.50 V,其 20 h 率额定容量 $C_{20} = 5.25 \times 20 = 105 \text{ A} \cdot \text{h}$ 。

2. 储备容量

国际蓄电池协会和美国汽车工程师协会(SAE)规定了另外一种蓄电池容量表示法,即储备容量表示法,我国 GB 5008.1—1991 标准也对储备容量的定义和试验方法作了有关规定。

蓄电池的额定储备容量是指完全充足电的蓄电池,在电解液温度为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$,以 25 A 电流放电至 12 V 蓄电池端电压达 $(10.50 \pm 0.05)\text{V}$ 、6 V 蓄电池端电压达 $(5.25 \pm 0.02)\text{V}$ 时,放电所持续的时间,用 t_f 表示,单位为 min。它说明当汽车充电系统失效时,汽车尚能持续提供 25 A 电流的能力。

例如,北京切诺基 BJ/XJ213 型越野车原装蓄电池 58-390 型或 58-475 型,其储备容量分别为 75 min 和 82 min。

(二)影响蓄电池容量的主要因素

蓄电池的容量与很多因素有关,归纳起来可分为两类:一类是与生产工艺及产品结构有关的因素,如活性物质的数量、极板的厚薄、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。

1. 产品结构因素对蓄电池容量的影响

(1)极板上活性物质的数量

要得到 $1\text{ A} \cdot \text{h}$ 的电量,负极板上要有 3.866 g 铅,正极板上要有 4.446 3 g 二氧化铅,电解液中要有 3.66 g 硫酸。从理论上讲,活性物质越多,则容量应越大。实际上,正负极板上只有 55%~60% 的活性物质参加反应,当活性物质的数量确定后,其他因素对容量的影响就是对活性物质的利用率的影响了。极板面积越大、片数越多,则同时和硫酸起化学反应的活性物质就越多,容量就越大。国产蓄电池极板面积已统一,每对极板面的容量为 $7.5\text{ A} \cdot \text{h}$ 。所以,容量与极板数量的关系可用下式进行计算

$$C_{20} = 7.5 \times (N - 1) \quad (1-8)$$

式中 C_{20} ——额定容量($\text{A} \cdot \text{h}$);

N ——单格电池中正负极板的总片数。

(2)极板的厚度

极板越厚,电解液向极板深处的扩散越困难,活性物质越不易参与反应。因此,减小极板厚度可以提高活性物质的利用率。例如,采用厚度为 1.7 mm 的薄型极板,蓄电池在相同体积的情况下,容量可提高 40% 左右。

(3)活性物质的孔率

孔率即活性物质的孔隙多少。孔率越大,硫酸溶液扩散渗透越容易,则容量可相应提高。但如果孔率过大,则单位面积活性物质的数量要减少,容量却反而会下降。

(4)活性物质的真实表面积

活性物质的真实表面积包括活性物质与电解液直接接触的表面积和细孔内的表面积。极板的真实表面积要比极板的几何尺寸计算面积大得多(几百倍),真实表面积大,容量可相应提高。

(5)极板中心距

极板中心距小,可以减小蓄电池的内电阻,所以,在保证有足够的硫酸量的前提下,缩小极板中心距可以提高蓄电池的容量。

2. 使用条件对蓄电池容量的影响

(1) 放电电流的影响

根据实验,放电电流越大,则电压下降越快,且至终止电压的时间越短,因而容量越小。

图 1-11 所示是 6-Q-135 型蓄电池在不同放电电流情况下的放电特性。

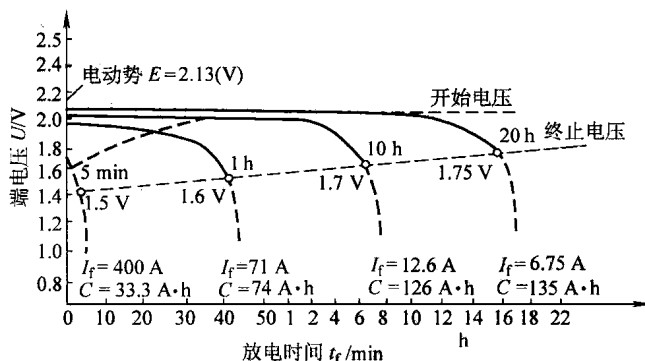


图 1-11 不同放电电流的放电特性

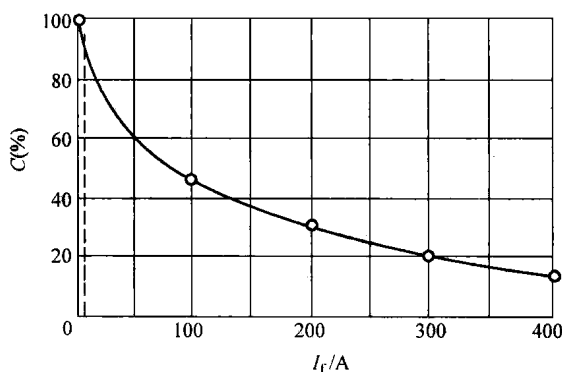


图 1-12 蓄电池容量与放电电流的关系

因为大电流放电时,极板表面活性物质的孔隙会很快被生成的硫酸铅所堵塞,使极板内层的活性物质不能参加化学反应。因此,放电电流增大,蓄电池的容量减小。图 1-12 所示为 6-Q-75 型蓄电池在电解液温度为 303 K 时,蓄电池容量与放电电流的关系。

(2) 电解液的温度

在一定的温度范围内,温度低时,电解液黏度增加,离子运动速度慢,电解液向极板孔隙深层渗入困难,极板孔隙内的活性物质不能充分利用,使蓄电池的放电容量下降。温度每下降 1 K,容量约下降 1%,迅速放电时容量将减少 2%。由于温度对蓄电池的容量产生严重的影响,所以冬季使用,尤其在我国北方地区冬季使用时,应采取必要措施,改善使用条件,防止蓄电池容量迅速下降,延长其使用寿命。

(3) 电解液相对密度

在一定范围内,适当提高电解液的密度可以使蓄电池的电解液中有足够的离子参加反应,提高容量。当相对密度过高时,将导致电解液的黏度过大,渗透能力下降,内阻增大,并将加速极板硫化,电解液中参加反应的离子数量不足,也将使蓄电池容量下降。

实践证明,电解液的相对密度稍低有利于提高放电电流和放电容量,有利于延长蓄电池的使用寿命。

五、新型铅蓄电池

1. 干荷电蓄电池

极板处于干燥的、已充足电状态和无电解液储存的蓄电池称为干式荷电蓄电池,简称干荷电蓄电池。

干荷电蓄电池与普通型蓄电池的主要区别是负极板具有较强的荷电能力。正极板上的活性物质二氧化铅的化学活性比较稳定,荷电性能可以较长期的保持。而负极板上的活性物质海绵状的铅,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抗氧化剂;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,再放入防氧化剂淀粉溶液中进行浸渍处理,让负极板表面生成一层保护膜,并采用特殊干燥工艺,制成干荷电极板。目前该蓄电池均采用穿壁式连条整体工程塑料结构,现已基本上取代了普通蓄电池。

干荷电蓄电池,加足电解液,静置 20~30 min 后,测量温度上升不到 279 K,相对密度下降不到 0.01 g/cm^3 ,即可使用。该蓄电池正常保存期一般为 2 年,当从出厂之日算起超过 2 年,由于极板有部分氧化,因此在使用前应进行补充充电 5~10 h 后再用。干荷电蓄电池装到车上正常使用后,平时的使用和维护与普通型蓄电池相同。

2. 湿荷电蓄电池

湿荷电蓄电池采用极板群组化成,化成后将极板放入相对密度为 1.35 g/cm^3 (288 K)、内含 0.5% (质量分数) 硫酸钠的稀硫酸溶液里浸渍 10 min (硫酸钠在负极板活性物质表面起抗氧化作用),离心沥酸后,不经干燥即进行组装密封成为湿荷电蓄电池。其极板和隔板仍带有部分的电解液,蓄电池内部是湿润的,故而得名为湿荷电蓄电池。

自出厂之日算起,湿荷电蓄电池可允许贮存 6 个月。在贮存期内如需使用,只需加入规定密度的电解液 20 min 后,测量温度及密度符合规定即可使用,其首次容量可达额定容量的 80%。超过 6 个月的湿荷电蓄电池,则需经过短时间的补充充电方可正常使用。

3. 免维护蓄电池

免维护蓄电池,简称 MF 蓄电池。其结构与普通蓄电池相比,具有如下特点。

①极板栅架采用铅钙锡合金、铅钙合金或低锡合金等材料制成高强度低阻值薄型栅架,使析气量、耗水量、自放电量及热破坏程度大大减少。

②采用袋式微孔聚氯乙烯隔板,将正极板装在袋内,既能避免活性物质脱落,又能防止极板短路。

③壳体用聚丙烯塑料热压而成,槽底取消筋条,极板组直接安放在壳底部,使极板上部容积增大,电解液存储量增多。

④加液口旋塞上设置安全通气装置,内装氧化铝过滤器和催化剂。过滤器能阻止水蒸气和气体通过,避免与外部火花接触而发生爆炸。催化剂能促使氢氧离子结合产生水再回到电池内而减少水的消耗,并使顶部和接线柱保持清洁、减少腐蚀。

免维护蓄电池使用中不需加注蒸馏水或很少加注蒸馏水。由于该蓄电池采用低锡多元合金或铅钙合金作为栅架材料,使其耐过充电能力增强,从而使充电末期水的电解量大大减少。免维护蓄电池水的消耗量约为普通蓄电池的 $1/10$ 左右。

免维护蓄电池,由于极板制作材料纯度较高,栅架含锡量低甚至不含锡,与普通型蓄电池相比,其自放电量要少得多,可在较长的时间(一般在 2 年以上)湿式储存。一般免维护蓄电池的使用寿命在 4 年左右。

免维护蓄电池一般每年或汽车每行驶 3 万千米,应检查电解液液面高度,并测量电解液相对密度和蓄电池开路电压。液面下降时应按厂家要求加注蒸馏水。经常保持蓄电池清洁和干燥。每半年进行一次补充充电,以保护蓄电池的容量。