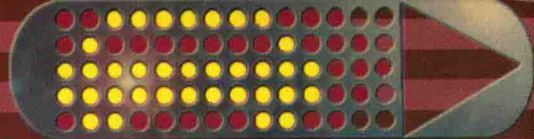


QICHE



汽车专业课选用教材

ZHUANYE MIANYONG JIAOCAI

汽车

边焕鹤 主编 蹇小平 副主编

电器与电子设备



人民交通出版社

# 汽车电器与电子设备

边焕鹤 主 编  
蹇小平 副主编

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书主要包括:蓄电池、交流发电机及其调节器、起动机、传统点火系统、电子点火系统、照明设备及信号装置、仪表及其它辅助电气设备、汽车电子控制装置等九章,可作为高等院校汽车运用工程专业的教材,也可供有关汽车专业的师生以及汽车运输部门的工程技术人员、工人阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电子设备/边焕鹤主编. —北京:人民交通出版社,1997.2

ISBN 7-114-02487-8

I. 汽… II. ;边… III. ①汽车-电气设备②汽车-电子设备 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 17690 号

### 汽车电器与电子设备

边焕鹤 主 编

蹇小平 副主编

责任校对:梁秀清 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:27 插页:1 字数:685千

2005年7月 第1版 第10次印刷

印数:25001—28000册 定价:39.50元

ISBN 7-114-02487-8

U·01747

# 前 言

本书自1985年出版以来,已有10年。这10多年来随着汽车工业和电子工业的发展,汽车上所装用的电器与电子设备日趋复杂,汽车电子化已是当今汽车工业发展的必然趋势。为了适应汽车电子技术的日益发展,对1985年编写的《汽车拖拉机电器与电子设备》的内容作了适当的删减与调整并加强了电子点火系统与汽车电子控制部分的内容。

本书采用了国务院颁布的我国法定计量单位并贯彻了新的标准名词术语以及电气制图及图形符号国家标准。

本书共九章,其中第一、二、三、四、六、七、九章以介绍汽车传统电气设备的结构原理与使用维修为主,同时在内容上力求作到系统、详尽,以便于学员自学并使之对汽车电气设备有一个完整的概念;第五、八章着重讲述电子技术在汽车上应用的新内容。

参加本书编写的人员有西安公路交通大学边焕鹤(主编)、蹇小平(副主编)、司利增、王圉、张春化,吉林工业大学马淑芝。编写分工是:绪论、第三、四、六、七、九章由边焕鹤编写,第一、二、五章由蹇小平编写,第八章主要由马淑芝编写,蹇小平、边焕鹤、司利增、王圉、张春化参加部分内容的编写。

本书是根据交通系统汽车运用工程专业(四年制)“汽车电器与电子设备”的教学大纲编写的,因此可作为高等院校汽车运用工程专业教材,也可供有关汽车专业以及汽车运输部门的工程技术人员与汽车修理工参考。

本书在编写过程中,承蒙长沙汽车电器研究所,汽车电器编辑部、长沙汽车电器厂、上海实业交通电器有限公司、上海汽车电器总厂、上海蓄电池厂、上海汽车灯具研究所,天津汽车电器厂以及第一、第二汽车制造厂等单位提供资料给予大力支持,在此一并致谢。特别对长沙汽车电器研究所朱积年所长、董辉高级工程师以及汽车电器杂志编辑部的卜金娣主编、庞长书高级工程师的热情帮助,再次表示感谢。

本书部分内容曾由李令举教授、葛仁礼副教授审阅,并提出宝贵意见,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中可能存在不妥和错误之处,恳切希望读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 绪论                  | (1)   |
| 第一章 蓄电池             | (3)   |
| 第一节 蓄电池的构造与型号       | (3)   |
| 第二节 蓄电池的工作原理        | (9)   |
| 第三节 蓄电池的工作特性        | (11)  |
| 第四节 蓄电池容量及其影响因素     | (15)  |
| 第五节 蓄电池的故障及其排除      | (18)  |
| 第六节 蓄电池的充电和充电设备     | (20)  |
| 第七节 蓄电池的使用与维护       | (26)  |
| 第八节 干荷电和湿荷电蓄电池      | (30)  |
| 第九节 免维护蓄电池          | (31)  |
| 第十节 胶体电解质蓄电池        | (35)  |
| 第十一节 碱性蓄电池          | (35)  |
| 第十二节 新型电池           | (36)  |
| 第二章 交流发电机及调节器       | (39)  |
| 第一节 概述              | (39)  |
| 第二节 交流发电机的构造        | (40)  |
| 第三节 交流发电机的工作原理      | (48)  |
| 第四节 交流发电机的特性        | (52)  |
| 第五节 交流发电机性能的改善      | (53)  |
| 第六节 交流发电机的调节器       | (55)  |
| 第七节 电磁振动式调节器        | (58)  |
| 第八节 充电指示灯电路         | (66)  |
| 第九节 晶体管调节器          | (71)  |
| 第十节 集成电路调节器         | (76)  |
| 第十一节 汽车电源系统的保护电路    | (82)  |
| 第十二节 交流发电机的故障检查与测试  | (88)  |
| 第十三节 调节器故障检查与调整     | (94)  |
| 第十四节 交流发电机充电系统故障的判断 | (99)  |
| 第十五节 交流发电机及调节器的使用   | (101) |
| 第十六节 其它形式车用交流发电机简介  | (102) |
| 第三章 起动机             | (107) |
| 第一节 直流电动机           | (107) |
| 第二节 起动机的特性          | (111) |

|            |                       |       |
|------------|-----------------------|-------|
| 第三节        | 起动机基本数据的确定            | (114) |
| 第四节        | 起动机的传动机构              | (117) |
| 第五节        | 起动机的分类与型号             | (119) |
| 第六节        | 强制啮合式起动机              | (120) |
| 第七节        | 电枢移动式起动机              | (123) |
| 第八节        | 齿轮移动式起动机              | (126) |
| 第九节        | 减速式起动机                | (129) |
| 第十节        | 永磁减速式起动机              | (130) |
| 第十一节       | 起动机的保护电路              | (131) |
| 第十二节       | 起动系的故障诊断              | (133) |
| 第十三节       | 起动机的检查                | (135) |
| 第十四节       | 起动机的调整与试验             | (139) |
| <b>第四章</b> | <b>传统点火系统</b>         | (142) |
| 第一节        | 对点火系统的要求              | (142) |
| 第二节        | 传统点火系统的组成与工作原理        | (147) |
| 第三节        | 传统点火系统工作过程的分析         | (149) |
| 第四节        | 传统点火系统的工作特性与影响次级电压的因素 | (153) |
| 第五节        | 传统点火系统点火特性的改善         | (156) |
| 第六节        | 传统点火系统的构造             | (157) |
| 第七节        | 传统点火系统的使用             | (172) |
| <b>第五章</b> | <b>电子点火系统</b>         | (182) |
| 第一节        | 概述                    | (182) |
| 第二节        | 触点式晶体管点火系统            | (184) |
| 第三节        | 磁感应式电子点火装置            | (186) |
| 第四节        | 霍尔式电子点火装置             | (194) |
| 第五节        | 光电式电子点火装置             | (202) |
| 第六节        | 电磁振荡式电子点火装置           | (204) |
| 第七节        | 电容放电式电子点火系统(CDI)      | (206) |
| 第八节        | 无触点式电子点火装置的使用与维修      | (210) |
| <b>第六章</b> | <b>照明设备与信号装置</b>      | (216) |
| 第一节        | 汽车的照明与灯光信号装置的种类与用途    | (216) |
| 第二节        | 前照灯                   | (217) |
| 第三节        | 低压直流日光灯               | (224) |
| 第四节        | 光纤照明                  | (225) |
| 第五节        | 转向信号灯的闪光器             | (226) |
| 第六节        | 喇叭                    | (233) |
| 第七节        | 倒车蜂鸣器与语音倒车报警器         | (237) |
| <b>第七章</b> | <b>仪表与辅助电气设备</b>      | (239) |
| 第一节        | 仪表                    | (239) |
| 第二节        | 汽车的报警装置               | (249) |

|             |                           |              |
|-------------|---------------------------|--------------|
| 第三节         | 电动刮水器和风窗玻璃洗涤器             | (253)        |
| 第四节         | 起动机预热装置                   | (259)        |
| 第五节         | 晶体管电动汽油泵                  | (263)        |
| 第六节         | 汽车空调系统                    | (265)        |
| 第七节         | 汽车电气设备对无线电的干扰及防止措施        | (278)        |
| 第八节         | 开关与保险装置                   | (280)        |
| <b>第八章</b>  | <b>电子控制装置</b>             | <b>(288)</b> |
| 第一节         | 概述                        | (288)        |
| 第二节         | 微机控制的电子点火系统               | (291)        |
| 第三节         | 电子控制汽油喷射系统(EFI)           | (307)        |
| 第四节         | 怠速控制系统                    | (321)        |
| 第五节         | 废气再循环(EGR)控制              | (326)        |
| 第六节         | 发动机集中控制系统                 | (328)        |
| 第七节         | 安全保护电路和故障自诊断系统            | (331)        |
| 第八节         | 电子控制自动变速器                 | (334)        |
| 第九节         | 电子控制防抱死制动系统(ABS)          | (343)        |
| 第十节         | 电子控制悬架系统                  | (353)        |
| 第十一节        | 电子控制动力转向                  | (367)        |
| 第十二节        | 电子控制安全气囊                  | (374)        |
| 第十三节        | 汽车电子化仪表                   | (377)        |
| 第十四节        | 电子控制系统中常用的传感器             | (380)        |
| <b>第九章</b>  | <b>汽车电气设备总线路</b>          | <b>(388)</b> |
| 第一节         | 汽车电路图的表达方法                | (388)        |
| 第二节         | 线路分析                      | (389)        |
| 第三节         | 汽车电系的导线与线束                | (394)        |
| <b>附录</b>   |                           | <b>(398)</b> |
| 一、          | 本书所用主要符号                  | (398)        |
| 二、          | 本书所用法定计量单位与非法定计量单位对照表及其换算 | (400)        |
| 三、          | 汽车电路原理图常用图形符号             | (401)        |
| 四、          | 汽车电器与电子设备名词术语汉、英、日对照      | (405)        |
| 五、          | 常用缩写语英汉对照                 | (415)        |
| <b>参考文献</b> |                           | <b>(420)</b> |

# 绪 论

电器与电子设备是汽车的重要组成部分,其性能的好坏直接影响到汽车的动力性、经济性、可靠性、安全性、排气净化及舒适性。例如:为使汽车发动机获得最高的经济性,需靠点火系统能在最适当的时间点火;为使发动机可靠起动,需采用电动起动机;为保证汽车工作可靠、行驶安全,则有赖于各种指示仪表、信号装置和照明等电器的正常工作。

随着汽车结构的改进与性能的不断提高,汽车上装用的传统电气设备正面临着巨大的冲击。近年来,伴随电子工业的发展,电子技术在汽车上的应用越来越广,车用电子装置的新产品不断涌现,特别是大规模集成电路及微型处理机的应用,大大推动了汽车工业的发展,同时亦给汽车的控制装置带来了巨大的变革。当前,电子技术在解决汽车所面临的油耗、安全、排放等问题方面正起着重要作用。如电子控制汽油喷射装置和电子点火装置的应用不仅可节油5%~10%,同时对排气净化亦十分有利;电子控制防抱死制动装置的应用不但可使汽车在泥泞路面上高速行驶,而且紧急制动时可防止侧滑,保证汽车安全制动。此外,在实现操纵自动化和提高舒适性等方面也离不开电器与电子设备的应用。可见随着汽车工业和电子工业的高速发展,汽车上所装用的电器与电子设备的数量将会与日俱增,所起的作用也将越来越重要。

世界汽车电子技术的发展大致可分为三个阶段:

1965~1975,汽车电子产品是由分立元件和集成电路 IC 组成。

1975~1985,主要发展专用的独立系统,如电子控制汽油喷射、防抱死制动装置等。

1985~2000,主要开发可完成各种功能的综合系统及各种车辆整体系统的微机控制。这个阶段称为汽车的电子时代。

在现代汽车上,微机控制系统可以实现对发动机的点火时刻、空燃比、怠速转速、废气再循环、自动变速器、制动防抱死、仪表、信号等多项控制,为了提高工作的可靠性,控制系统还具有故障自诊断和保护功能。

目前,汽车电子化程度的高低已成为国际上衡量汽车先进水平的重要标志。

现代汽车上所装用的电器与电子设备的数量很多,但按其用途可大致归纳并划分为下列五部分:

## 1. 电源

电源包括蓄电池、发电机及其调节器。两者并联工作,发电机是主电源,蓄电池是辅助电源。发电机配有调节器,其主要作用是在发电机转速增高时,自动调节发电机的电压使之保持稳定。

## 2. 用电设备

汽车上的用电设备数量很多,大致可分为以下几种:

起动机:用来起动发动机。

点火系统:作用是产生高压电火花,点燃汽油发动机气缸内的可燃混合气。有传统点火系统及电子点火系统之分。目前国产汽车广泛使用的仍是传统点火系统,但将逐渐被电子点火系统所取代。



照明设备:包括车内外各种照明灯以提供夜间安全行车所必要的灯光,其中以前照灯最为重要。

信号装置:包括电喇叭、闪光器、蜂鸣器及各种信号灯,主要用来提供安全行车所必要的信号。

辅助电器:包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调器、低温起动预热装置、收录机、点烟器、防盗装置、玻璃升降器、座椅调节器等。辅助电器有日益增多的趋势,主要向舒适、娱乐、保障安全方面发展。

### 3. 电子控制装置

主要指由微机控制的装置,如电子控制点火装置、电子控制汽油喷射装置,电子控制防抱死制动装置、电子控制自动变速器等,用来提高汽车的动力性、经济性、安全性,实现排气净化和操纵自动化。

### 4. 检测装置

包括各种监测仪表如电流表、电压表、机油压力表、温度表、燃油表、车速里程表、发动机转速表和各种报警灯。用来监视发动机和其他装置的工作情况。

### 5. 配电装置

配电装置包括中央接线盒、电路开关、保险装置、插接件和导线。

汽车电系的特点:

#### 1. 低压

汽车电系的额定电压有 12 V、24 V 两种,目前汽油车普遍采用 12V 电系,而重型柴油车则多采用 24V 电系。

#### 2. 直流

汽车采用直流系统的原因是汽车发动机要靠电力起动机起动,它是直流串激电动机,必须由蓄电池供电,而蓄电池电能消耗后又必须用直流电充电,所以汽车电系为一直流系统。

#### 3. 单线制

单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接,而用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一公用导线。由于单线制节省导线、线路清晰、安装和检修方便,且电器也不需与车体绝缘。因此现代汽车均采用单线制,但在个别情况下,有时也需采用双线制。

#### 4. 负极搭铁

采用单线制时,蓄电池的一个电极须接至车架上,俗称“搭铁”,将蓄电池的负极接车架就称之为“负极搭铁”;反之,则称为“正极搭铁”。按我国标准 GB2261—71《汽车拖拉机用电设备技术条件》的规定,汽车电系已统一为负极搭铁。

实践证明,由于汽车行驶的颠簸,发动机工作的振动,以及气温、湿度、灰尘的影响,加之使用不当,很容易使电器与电子设备损坏。据统计,电器与电子设备所出现的故障约占汽车全部故障的 20%~30%。由此可见,为提高汽车的完好率,不仅要求电气设备有完善、合理的结构,良好的工作性能,而且还有赖于对它们的正确使用、维护和调整。因此,对从事汽车运输、运用及管理的技术人员来说,熟悉和掌握有关汽车电器与电子设备的结构原理、性能与使用维修等方面的知识并具有一定的操作技能就显得十分重要。

# 第一章 蓄 电 池

蓄电池是汽车上的两个电源之一,它是一种可逆直流电源,在汽车上与发电机并联,共同向用电设备供电。在发动机正常工作时,用电设备所需的电能主要由发电机供给,而蓄电池的作用是:

- (1) 发动机起动时,向起动机和点火系统供电。
- (2) 发电机不发电或电压较低的情况下向用电设备供电。
- (3) 当用电设备同时接入较多,发电机超载时,协助发电机供电。
- (4) 蓄电池存电不足,而发电机负载又较少时,它可将发电机的电能转变为化学能储存起来(即充电)。

此外,蓄电池还相当于一个容量很大的电容器,在发电机转速和用电负载发生较大变化时,可保持汽车电网电压的相对稳定。同时,还可吸收电网中随时出现的瞬间过电压,以保护用电设备尤其是电子元器件不被损坏,这一点对装有大量电子系统的现代新型汽车是非常重要的。发动机绝不允许脱开蓄电池运转。

蓄电池种类很多,汽车上所使用的蓄电池必须能满足起动发动机的需要,即短时间内(5 s ~ 10 s)可供给起动机强大的电流(一般为 200 A ~ 600 A,有的柴油机可达 1 000 A),这种蓄电池通常称为起动型蓄电池。由于电解液不同,有酸性和碱性之分。铅酸蓄电池构造简单,内阻小,起动性好,且价格低廉,因此在汽车上得到广泛地应用。本章主要介绍铅酸蓄电池,简称蓄电池。

## 第一节 蓄电池的构造与型号

国产普通铅蓄电池的构造如图 1-1 所示。它主要由极板、隔板、壳体、电解液、铅连接条、极柱等部分组成。壳体一般分隔为三个或六个单格,每个单格均盛装有电解液,插入正负极板组便成为单体电池。每个单体电池的标称电压为 2V,将三个或六个单体电池串联后便成为一只 6V 或 12V 蓄电池总成。

### 一、极 板

极板是蓄电池的核心,分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。蓄电池充、放电过程中,电能和化学能的相互转换就是依靠极板上活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现的。正极板上的活性物质是二氧化铅( $\text{PbO}_2$ ),呈深棕色。负极板上的活性物质是海绵状纯铅(Pb),呈青灰色。

栅架的作用是容纳活性物质并使极板成形,一般由铅锑合金浇铸而成。铅锑合金中,含锑 6% ~ 8.5%,加入锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸性能。但铅锑合金耐电化学腐蚀性能比纯铅差,锑易从正极板栅架中解析出来引起蓄电池的自放电和栅架的膨胀、溃烂。因此,栅架的生产材料将向低锑(含锑量小于 3%)、甚至不含锑的铅钙合金发展,栅架的制造成形除浇

铸外,还采用滚压扩展成形的方式。

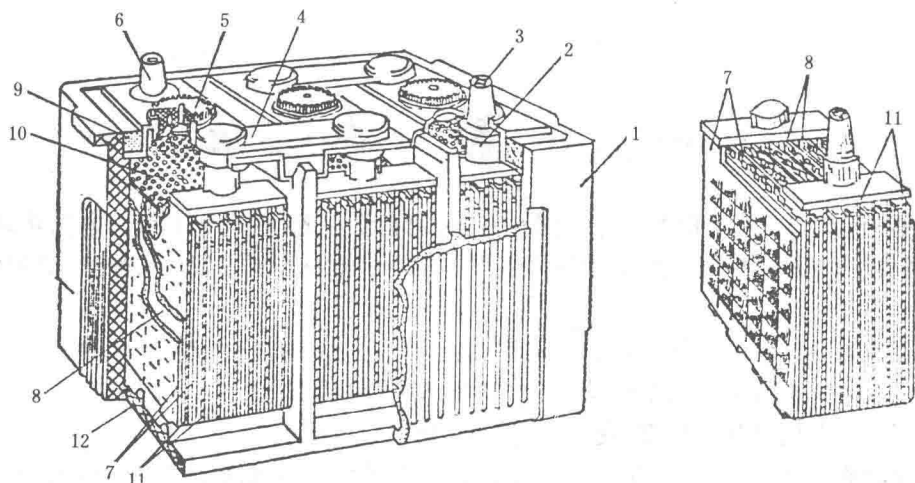


图 1-1 蓄电池的构造

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

铅粉是极板活性物质的主要原料。它是用铅块放入球磨机中研磨成粉,在研磨中铅粉与空气接触,氧化成氧化铅。然后加入一定的添加剂和硫酸溶液调和成膏状,涂在栅架上,干燥后放入硫酸溶液中,经较长时间的充电(蓄电池生产中称为“化成”,一般在 18 h~20 h),使正极板变成棕色的二氧化铅,负极板呈青灰色的海绵状铅。为了防止负极板上活性物质的收缩,增加其多孔性,铅膏里常加入添加剂,如腐植酸、硫酸钡、木素磺酸钠、炭黑等。同时,还在活性物质中加入天然纤维和合成纤维,以防止活性物质的脱落和裂纹。

国产负极板的厚度为 1.8 mm、正极板为 2.2 mm。国外大多采用薄型极板,厚度为 1.1 mm~1.5 mm。薄型极板对提高蓄电池的比容量(极板单位尺寸所提供的容量)和改善起动性能都是很有利的。

为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别并联,用横板焊接,组成正、负极板组,见图 1-1。横板上联有极柱,各片间留有间隙。安装时正负极板相互嵌合,中间插入隔板。在每个单体电池中,负极板的数量总比正极板多一片(如东风 EQ1090 汽车所用 6-Q-105 型蓄电池,每单格中的正极板为 7 片,负极板为 8 片),这样正极板都处于负极板之间,使其两侧放电均匀,否则由于正极板的机械强度差,单面工作会使两侧活性物质体积变化不一致,而造成极板拱曲。

## 二、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。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。

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,但耐酸性能差。在硫酸和高温作用下易炭化发黑变脆。微孔塑料(聚氯乙烯、酚醛树脂),微孔橡胶隔板耐酸、耐高温性好,价格日渐便宜,因而使用渐多。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,但由于操作工艺复杂不易机械化而渐被淘汰。

安装时隔板上带沟槽的一面应面向正极板,这是因为正极板在充、放电过程中化学反应激烈,沟槽能使电解液较顺利地上下流通。同时,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紧包在正极板外部,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。

### 三、壳 体

蓄电池的壳体是用来盛放电解液和极板组的,应由耐酸、耐热、耐震、绝缘性好并且有一定机械强度的材料制成。早期生产的起动型蓄电池壳体大都采用硬橡胶制成,近年来随着工程塑料的迅速发展,出现了聚丙烯塑料壳体。它与硬橡胶壳体相比,具有较好的韧性,壳壁薄而轻(壁厚仅 3.5 mm,而胶壳壁厚达 10 mm 左右),且制作工艺简单,生产效率高,容易热封合,不会带进任何有害杂质,外形美观、透明,成本低等优点,已有取代硬橡胶壳的趋势。

壳体为整体式结构,壳内由间壁分成 3 个或 6 个互不相通的单格,底部有突起的肋条以搁置极板组。肋条间的空隙是用来积存脱落下来的活性物质,以防止在极板间造成短路,极板装入壳体后,上部用与壳体相同材料制成的电池盖密封。在电池盖上对应于每个单格的顶部都有一个加液孔,用于添加电解液和蒸馏水,也可用于检查电解液液面高度和测量电解液相对密度。加液孔平时旋入加液孔螺塞以防电解液溅出,螺塞上有通气孔可使蓄电池化学反应放出的气体( $H_2$  和  $O_2$  等)能随时逸出。硬橡胶壳体一般采用单体盖密封,即每个单格电池上装一个盖,盖上有三个孔,两侧圆孔作为极柱孔,中间为加液孔,电池盖和容器顶部用沥青封口剂密封。

聚丙烯塑料壳体电池盖都采用整体式结构,盖上有 3 个(6 V 电池)或 6 个(12 V 电池)加液孔,两个正负极柱穿出孔,盖和容器的密封采用粘结剂粘合或热熔连接。

### 四、单体电池的连接方式

一只蓄电池一般都由 3 个或 6 个单体电池串联而成,额定电压分别为 6 V 或 12 V。单体电池的串联方法一般有传统外露式铅连接条连接、内部穿壁式连接和跨越式连接三种方式,如图 1-2 所示。

早期的蓄电池大多采用传统外露式铅连接条连接方式,如图 1-2a 所示。这种连接方式工艺简单,但耗铅量多,连接电阻大,因而起动时电压降大、功率损耗也大,且易造成短路。新型蓄电池则采用先进的穿壁式或跨越式连接方式。穿壁式连接方式见图 1-2b,它是在相邻单体电池之间的间壁上打孔供连接条穿过,将两个单体电池的极板组极柱连焊在一起。跨越式连接见图 1-2c 所示,在相邻单体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体电池的极板组极柱相连接,所有连接条均布置在整体盖的下面。

穿壁式和跨越式连接方式与传统外露式铅连接条连接方式相比,有连接短、省材料、电阻小、起动性能好等优点,且连接条损耗减少 80%,端电压提高 0.15 V~0.4 V,节约材料 50% 以上,因而得到广泛的应用。

### 五、电 解 液

电解液在电能和化学能的转换过程即充电和放电的电化学反应中起离子间的导电作用,并参与蓄电池的化学反应。它由纯硫酸(相对密度为 1.84)和蒸馏水按一定比例配制而成,相

对密度一般为 1.24~1.30。

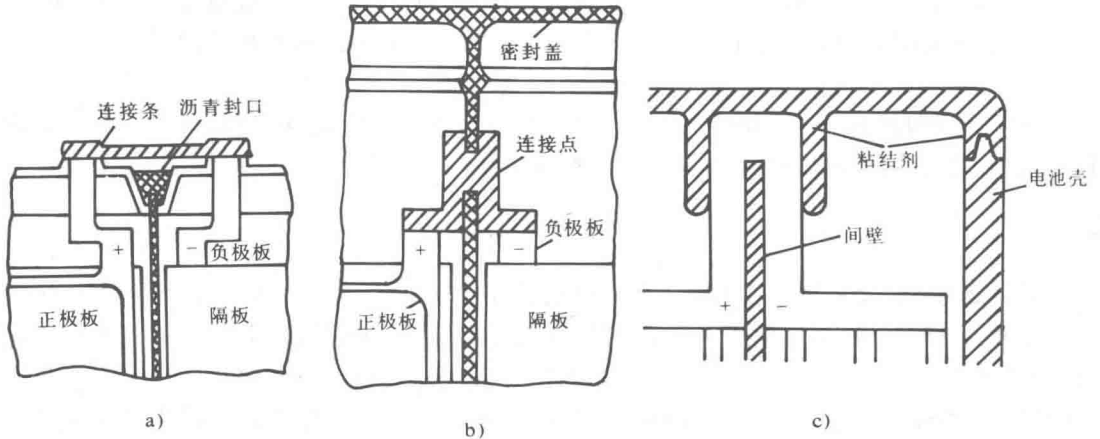


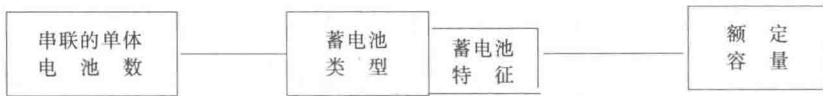
图 1-2 单体电池的连接方式

a)传统外露式铅连接条连接;b)内部穿壁式连接;c)跨越式连接

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。因此,电解液的配制应严格选用 GB 4554—84 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和损坏极板,故不能用于蓄电池。

## 六、蓄电池的规格型号

蓄电池的型号按我国机械工业部 JB 2599—85《起动型铅蓄电池标准》规定,其产品型号的编制和含义如下:



(1)串联的单体电池数用阿拉伯数字表示。

(2)蓄电池类型是根据其主要用途来划分的。如起动用蓄电池代号为“Q”,摩托车用蓄电池代号为“M”。

(3)蓄电池特征为附加部分,仅在同类用途的产品中具有某种特征而在型号中又必须加以区别时采用。当产品同时具有两种特征时,原则上应按表 1-1 顺序将两个代号并列标志。产品特征代号见表 1-1 所示。

产品特征代号

表 1-1

| 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  |

(4)额定容量是指 20 h 率额定容量,单位为 Ah,用阿拉伯数字表示。

(5)在产品具有某些特殊性能时,可用相应的代号加在产品型号的末尾。如 G 表示薄型极板的高起动率电池,S 表示采用工程塑料外壳、电池盖及热封工艺的蓄电池。

例如:

(1)3—Q—90:由 3 个单体电池组成,额定电压为 6 V,额定容量为 90 Ah 的起动用蓄电池。

(2)6—QA—105G:由6个单体电池组成,额定电压12V,额定容量为105Ah的起动用干荷电高起动率蓄电池。

(3)6—QAW—100:6个单体电池组成,额定电压12V,额定容量为100Ah的起动用干荷电免维护蓄电池。

国产橡胶槽上固定式起动用铅蓄电池的产品规格见表1-2。

国产橡胶槽上固定式起动用铅蓄电池产品规格

表1-2

| 序 号 | 额定电压<br>V | 20 h 率<br>额定容量<br>Ah | 储备容量<br>min | 起动电流 $I_s$<br>A | 最大外形尺寸 (mm) |     |     |
|-----|-----------|----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----|-----|
|     |           |                      |             |                 | L           | b   | h   |
| 1   | 6         | 75                   | 123         | 300             | 197         | 178 | 250 |
| 2   | 6         | 90                   | 154         | 315             | 224         | 178 | 250 |
| 3   | 6         | 105                  | 187         | 368             | 251         | 178 | 250 |
| 4   | 6         | 120                  | 227         | 420             | 278         | 178 | 250 |
| 5   | 6         | 135                  | 260         | 435             | 305         | 178 | 250 |
| 6   | 6         | 150                  | 300         | 450             | 332         | 178 | 250 |
| 7   | 6         | 165                  | 342         | 495             | 339         | 178 | 250 |
| 8   | 6         | 180                  | 386         | 540             | 369         | 182 | 228 |
| 9   | 6         | 195                  | 432         | 585             | 413         | 178 | 250 |
| 10  | 12        | 60                   | 94          | 240             | 319         | 178 | 250 |
| 11  | 12        | 75                   | 123         | 300             | 373         | 178 | 250 |
| 12  | 12        | 90                   | 154         | 315             | 427         | 178 | 250 |
| 13  | 12        | 105                  | 187         | 368             | 485         | 178 | 250 |
| 14  | 12        | 120                  | 223         | 420             | 517         | 198 | 250 |
| 15  | 12        | 135                  | 260         | 435             | 517         | 216 | 250 |
| 16  | 12        | 150                  | 300         | 450             | 517         | 234 | 250 |
| 17  | 12        | 165                  | 342         | 495             | 517         | 252 | 250 |
| 18  | 12        | 180                  | 386         | 540             | 517         | 270 | 250 |
| 19  | 12        | 195                  | 432         | 585             | 517         | 288 | 250 |

国产塑料槽上固定式和下固定式起动用铅蓄电池的产品规格分别见表1-3和表1-4。

国产塑料槽上固定式起动用铅蓄电池产品规格

表1-3

| 序 号 | 额定电压<br>V | 20 h 率<br>额定容量<br>Ah | 储备容量<br>min | 起动电流 $I_s$<br>A | 最大外形尺寸 (mm) |     |     |
|-----|-----------|----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----|-----|
|     |           |                      |             |                 | L           | b   | h   |
| 1   | 6         | 75                   | 123         | 300             | 190         | 170 | 245 |
| 2   | 6         | 90                   | 154         | 315             | 190         | 170 | 245 |
| 3   | 6         | 105                  | 187         | 368             | 240         | 170 | 245 |
| 4   | 6         | 120                  | 223         | 420             | 250         | 175 | 245 |
| 5   | 6         | 150                  | 300         | 450             | 305         | 175 | 245 |
| 6   | 12        | 30                   | 43          | 120             | 187         | 127 | 227 |
| 7   | 12        | 35(36)               | 52          | 144             | 197         | 129 | 227 |
| 8   | 12        | 40                   | 59          | 160             | 238         | 138 | 235 |

续上表

| 序 号 | 额定电压<br>V | 20 h 率<br>额定容量<br>Ah | 储备容量<br>min | 起动电流 $I_s$<br>A | 最大外形尺寸 (mm) |     |     |
|-----|-----------|----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----|-----|
|     |           |                      |             |                 | $L$         | $b$ | $h$ |
| 9   | 12        | 45                   | 67          | 180             | 238         | 129 | 227 |
| 10  | 12        | 50                   | 76          | 200             | 260         | 173 | 235 |
| 11  | 12        | 60                   | 94          | 240             | 270         | 173 | 235 |
| 12  | 12        | 70                   | 113         | 280             | 310         | 173 | 235 |
| 13  | 12        | 75                   | 123         | 300             | 310(318)    | 173 | 235 |
| 14  | 12        | 80                   | 133         | 320             | 310         | 173 | 235 |
| 15  | 12        | 90                   | 154         | 315             | 380         | 177 | 235 |
| 16  | 12        | 100                  | 176         | 350             | 410         | 177 | 250 |
| 17  | 12        | 105                  | 187         | 368             | 450         | 177 | 250 |
| 18  | 12        | 120                  | 223         | 420             | 513         | 189 | 260 |
| 19  | 12        | 135                  | 260         | 405             | 513         | 189 | 260 |
| 20  | 12        | 150                  | 300         | 450             | 513         | 223 | 260 |
| 21  | 12        | 165                  | 342         | 495             | 513         | 223 | 260 |
| 22  | 12        | 180                  | 386         | 540             | 513         | 223 | 260 |
| 23  | 12        | 195                  | 432         | 585             | 517         | 272 | 260 |
| 24  | 12        | 200                  | 441         | 600             | 621         | 278 | 270 |
| 25  | 12        | 210                  | 450         | 630             | 521         | 278 | 270 |
| 26  | 12        | 220                  | 460         | 660             | 521         | 278 | 270 |

国产塑料槽下固定式起动用铅蓄电池产品规格

表 1-4

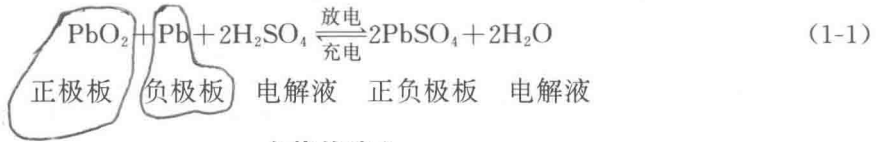
| 序 号 | 额定电压<br>V | 20 h 率<br>额定容量<br>Ah | 储备容量<br>min | 起动电流 $I_s$<br>A | 最大外形尺寸 (mm) |     |     |
|-----|-----------|----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----|-----|
|     |           |                      |             |                 | $L$         | $b$ | $h$ |
| 1   | 12        | 36                   | 52          | 144             | 218         | 175 | 175 |
| 2   | 12        | 45                   | 67          | 180             | 218         | 175 | 190 |
| 3   | 12        | 50                   | 76          | 200             | 290         | 175 | 190 |
| 4   | 12        | 54                   | 83          | 216             | 294         | 175 | 175 |
| 5   | 12        | 55                   | 85          | 220             | 246         | 175 | 190 |
| 6   | 12        | 60                   | 94          | 240             | 293         | 175 | 190 |
| 7   | 12        | 63                   | 100         | 252             | 297         | 175 | 175 |
| 8   | 12        | 66                   | 105         | 264             | 306         | 175 | 190 |
| 9   | 12        | 88                   | 150         | 352             | 381         | 175 | 190 |
| 10  | 12        | 100                  | 176         | 350             | 374         | 175 | 235 |
| 11  | 12        | 135                  | 260         | 405             | 513         | 189 | 223 |
| 12  | 12        | 165                  | 342         | 495             | 513         | 223 | 223 |

## 第二节 蓄电池的工作原理

蓄电池是由浸渍在电解液中的正极板(二氧化铅  $\text{PbO}_2$ )和负极板(海绵状纯铅  $\text{Pb}$ )组成,电解液是硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )的水溶液。蓄电池中发生的化学反应是可逆的。其化学反应过程有各种不同的理论,一般认为 1882 年格拉斯顿和特拉普提出的双极(或双重)硫酸盐化理论(简称双硫化理论)能较确切地说明蓄电池中的化学反应过程。

根据双硫化理论,铅蓄电池中正极板上的活性物质(参与化学反应的物质)是二氧化铅,负极板上是海绵状铅,电解液是硫酸的水溶液。当蓄电池和负载接通放电时,正极板上的  $\text{PbO}_2$  和负极板上的  $\text{Pb}$  都变成  $\text{PbSO}_4$ ,电解液中的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  减少,相对密度下降。

充电时按相反的方向变化,正负极板上的  $\text{PbSO}_4$  分别恢复成原来的  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ ,电解液中的硫酸增加,相对密度变大。如略去中间的化学反应过程可用下式表示:



### 一、电势的建立

当极板浸入电解液时,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  $\text{Pb}^{2+}$ ,在极板上留下两个电子  $2e$ ,使极板带负电;另一方面,由于正、负电荷的吸引, $\text{Pb}^{2+}$  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  $0.1 \text{ V}$ 。

正极板处,少量  $\text{PbO}_2$  溶于电解液,与水生成  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ ,再分离成四价铅离子和氢氧根离子。



$\text{Pb}^{4+}$  沉附于极板的倾向,大于溶解的倾向,因而沉附在正极板上,使极板呈正电位。当达到平衡时,约为  $+2.0 \text{ V}$ 。

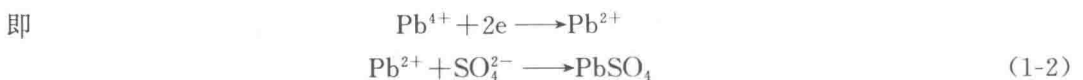
因此,当外电路未接通,反应达到相对平衡状态时,蓄电池的静止电动势  $E_0$  约为:

$$E_0 = 2.0 - (-0.1) = 2.1 \text{ V}$$

### 二、铅蓄电池的放电

蓄电池接上负载,在电动势的作用下,电流  $I_t$  从正极经过负载流往负极(即电子从负极到正极),使正极电位降低,负极电位升高,破坏了原有的平衡。放电时的化学反应过程,如图 1-3 所示。

在正极板处, $\text{Pb}^{4+}$  和电子结合,变成二价铅离子  $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$  与电解液中的  $\text{SO}_4^{2-}$  结合生成  $\text{PbSO}_4$  沉附于极板上。



在负极板处, $\text{Pb}^{2+}$  与电解液中的  $\text{SO}_4^{2-}$  结合也生成  $\text{PbSO}_4$  沉附在负极板上,而极板上的金属铅继续溶解,生成  $\text{Pb}^{2+}$  和电子。如果电路不中断,上述化学反应将继续进行,使正极板上的



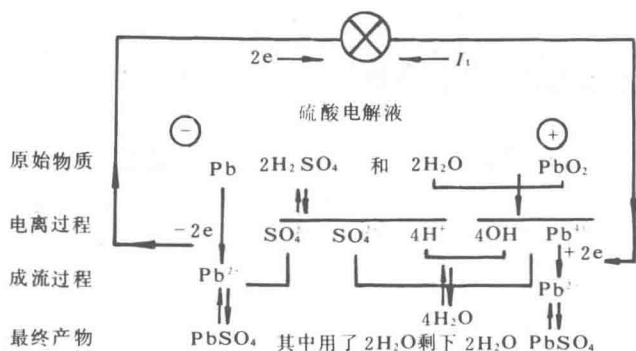


图 1-3 蓄电池的放电过程

提高极板活性物质的利用率是蓄电池工业的发展方向。

### 三、铅蓄电池的充电

充电时,应将蓄电池接直流电源。当电源电压高于蓄电池电动势时,在电源力的作用下,电流从蓄电池正极流入,负极流出(即驱使电子从正极经外电路流入负极)。这时正负极板发生的反应正好与放电过程相反,其化学反应过程如图 1-4 所示。

在负极板处有少量的  $\text{PbSO}_4$  进入电解液中,离解为  $\text{Pb}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ,即  $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

$\text{Pb}^{2+}$  在电源的作用下获得两个电子变为金属  $\text{Pb}$ ,沉附在极板上。而  $\text{SO}_4^{2-}$  则与电解液中的  $\text{H}^+$  结合,生成硫酸。



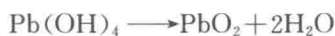
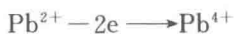
负极板上的总反应为:



正极板处,也有少量  $\text{PbSO}_4$  进入电解液中,离解为  $\text{Pb}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Pb}^{2+}$  在电源作用下失去两个电子变为  $\text{Pb}^{4+}$ ,它又和电解液中水离解出来的  $\text{OH}^-$  结合,生成  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ , $\text{Pb}(\text{OH})_4$  又分解为  $\text{PbO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  而  $\text{SO}_4^{2-}$  又与电解液中的  $\text{H}^+$  结合生成硫酸



其反应式如下:



$\text{PbO}_2$  和负极板上的  $\text{Pb}$  都逐渐转变为  $\text{PbSO}_4$ ,电解液中  $\text{H}_2\text{SO}_4$  逐渐减少而水增多,故电解液相对密度下降。

理论上,放电过程应进行到极板上的活性物质全部变为硫酸铅为止。而实际上是不可能的,因为电解液不能渗透到活性物质的最内层。使用中,所谓放完电的蓄电池,实际上只有 20%~30% 的活性物质变成了硫酸铅,因此采用薄型极板,增加多孔率,

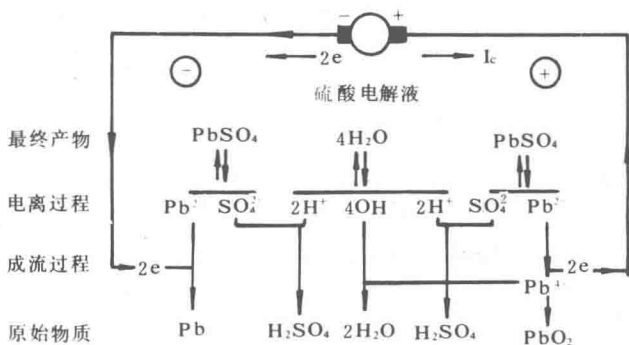


图 1-4 蓄电池的充电过程