

新型汽车维修技术丛书

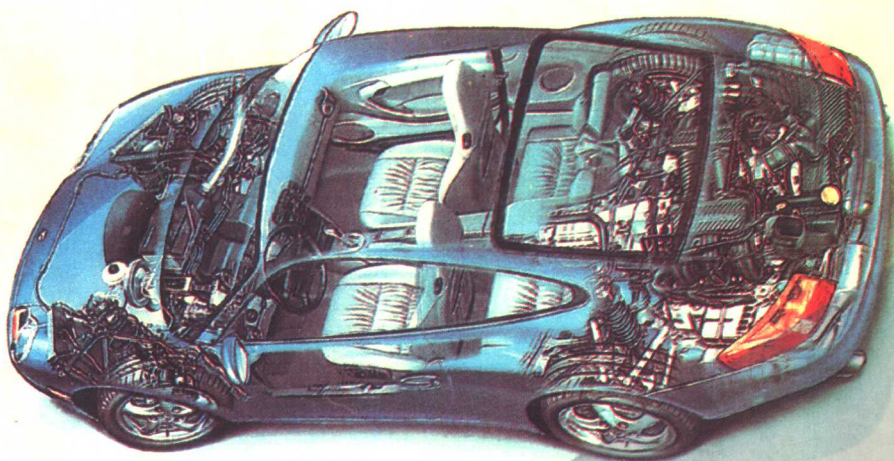


# 汽车电器

王忠良 陈昌建 郑淑芝

河北科学技术出版社

# 维修技术



新型汽车维修技术丛书

# 汽车电器维修技术

王忠良 陈昌建 郑淑芝

河北科学技术出版社

新型汽车维修技术丛书

汽车电器维修技术

王忠良 陈昌建 郑淑芝

---

河北科学技术出版社出版发行(石家庄市和平西路新文里8号)  
石家庄北方印刷厂印刷 新华书店经销

---

787×1092 1/16 15.25印张 363000字 1998年6月第1版  
1998年6月第1次印刷 印数:1—5000 定价:17.00元

ISBN 7-5375-1822-X/U·24

(如发现印装质量问题,请寄回我厂调换)

# 前 言

现代汽车的发展趋势是良好的动力性、经济性、舒适性和较低的排放污染。随着科学技术的发展,汽车新技术、新设备的不断应用,有力地推动了汽车的发展。现代汽车上的电气设备在诸多方面发生了变化。

传统的蓄电池使用前需要长时间的充电,而经过改进的干荷式蓄电池可随时使用。传统的直流发电机很笨重且故障多,而现在广泛使用的硅整流发电机,则体积小、质量轻、故障少。与硅整流发电机配套的调节器也逐步由机械式向晶体管式乃至集成电路式发展,性能越来越可靠,体积越来越小。

传统点火系正在逐步为晶体管点火系所取代。晶体管点火系由于取消了传统点火系中断电器等机械装置,使得点火系的反应灵敏性、点火可靠性大大提高,对无线电的干扰也越来越小。更重要的是由于电子控制晶体管点火系的出现,使得点火时刻能随时根据燃料的燃烧状况而改变,实现了智能化的闭环控制,有效地提高了发动机适应各种工况的能力。

汽车上舒乐系统的内容也越来越多。汽车空调、汽车暖风、汽车收音机正在普及。

汽车的照明系统与信号装置也正朝自动化方向发展。

所有这些变化都需要当今的汽车修理工去充实这些知识,了解其构造、工作原理,掌握故障诊断的步骤与排除的方法。为此我们编写了本书,以满足广大汽车维修人员和初学者学习新知识的需求,使汽车修理工的维修技术能跟上汽车的发展。在编写中,针对修理工的特点,我们尽量做到通俗易懂、注重实用,以当今运行的车型为例进行分析,使读者在学习过程中既弄清各种电气设备的基本工作原理,又掌握了部分车型电气设备的构造、电路以及维修方法,达到学习新知识与提高维修技术的双重目的。

在编写本书过程中,参考了大量的国内外相关资料。在此谨向资料的作者表示衷心的感谢。由于水平有限,恳请各位同行给予批评指正。

编 者

1997. 10.

# 目 录

## 第一章 启动型铅蓄电池

|     |                     |        |
|-----|---------------------|--------|
| 第一节 | 铅蓄电池的结构、原理及特性 ..... | ( 1 )  |
| 第二节 | 铅蓄电池的使用与维护 .....    | ( 5 )  |
| 第三节 | 铅蓄电池的充电 .....       | ( 8 )  |
| 第四节 | 铅蓄电池常见故障诊断 .....    | ( 12 ) |
| 第五节 | 铅蓄电池的修理 .....       | ( 14 ) |
| 第六节 | 新型铅蓄电池 .....        | ( 17 ) |

## 第二章 硅整流发电机及其调节器

|     |                      |        |
|-----|----------------------|--------|
| 第一节 | 硅整流发电机的结构及工作原理 ..... | ( 20 ) |
| 第二节 | 硅整流发电机调节器 .....      | ( 25 ) |
| 第三节 | 充电系的维护 .....         | ( 31 ) |
| 第四节 | 充电系常见故障诊断 .....      | ( 39 ) |
| 第五节 | 无刷交流发电机 .....        | ( 47 ) |

## 第三章 晶体管点火系

|     |                     |        |
|-----|---------------------|--------|
| 第一节 | 概述 .....            | ( 49 ) |
| 第二节 | 点火系的工作原理和工作特性 ..... | ( 50 ) |
| 第三节 | 典型晶体管点火系 .....      | ( 53 ) |
| 第四节 | 电子控制晶体管点火系 .....    | ( 65 ) |
| 第五节 | 无分电器点火系 .....       | ( 84 ) |
| 第六节 | 点火系常见故障诊断 .....     | ( 91 ) |

## 第四章 启动系

|     |                     |         |
|-----|---------------------|---------|
| 第一节 | 启动机的结构及工作原理 .....   | ( 106 ) |
| 第二节 | 启动机的维护 .....        | ( 115 ) |
| 第三节 | 启动系常见故障诊断 .....     | ( 121 ) |
| 第四节 | 新型启动机——减速式启动机 ..... | ( 128 ) |

## 第五章 电子控制冷却风扇

|     |                     |         |
|-----|---------------------|---------|
| 第一节 | 电子控制冷却风扇的工作原理 ..... | ( 133 ) |
| 第二节 | 电子控制冷却风扇故障诊断 .....  | ( 133 ) |

## 第六章 暖风及除霜装置

|     |                       |         |
|-----|-----------------------|---------|
| 第一节 | 暖风装置 .....            | ( 138 ) |
| 第二节 | 除霜装置 .....            | ( 139 ) |
| 第三节 | 丰田轿车后窗除霜装置的故障诊断 ..... | ( 141 ) |

## 第七章 汽车空调

|     |              |       |
|-----|--------------|-------|
| 第一节 | 汽车空调的组成及工作原理 | (144) |
| 第二节 | 汽车空调的控制系统    | (150) |
| 第三节 | 汽车空调故障诊断     | (152) |

## 第八章 刮水器及风窗洗涤器

|     |             |       |
|-----|-------------|-------|
| 第一节 | 刮水器         | (156) |
| 第二节 | 风窗玻璃洗涤器     | (162) |
| 第三节 | 雨滴感知型间歇式刮水器 | (163) |

## 第九章 照明系

|     |          |       |
|-----|----------|-------|
| 第一节 | 前照灯      | (167) |
| 第二节 | 照明系电路    | (169) |
| 第三节 | 照明系的故障诊断 | (171) |

## 第十章 信号系

|     |           |       |
|-----|-----------|-------|
| 第一节 | 转向信号灯     | (175) |
| 第二节 | 转向系常见故障诊断 | (177) |
| 第三节 | 电磁喇叭      | (179) |

## 第十一章 仪表及报警系统

|     |                |       |
|-----|----------------|-------|
| 第一节 | 电流表            | (184) |
| 第二节 | 机油压力表及机油压力报警装置 | (185) |
| 第三节 | 水温表及水温报警装置     | (187) |
| 第四节 | 燃油表及燃油油量报警装置   | (189) |
| 第五节 | 车速里程表          | (192) |
| 第六节 | 其他报警装置         | (196) |
| 第七节 | 新型仪表——电子式仪表    | (199) |

## 第十二章 音响系统

|     |            |       |
|-----|------------|-------|
| 第一节 | 音响系统的组成    | (202) |
| 第二节 | 音响系统常见故障诊断 | (203) |
| 第三节 | 音响系统的密码解锁  | (205) |

## 第十三章 电动车窗及中央门锁系统

|     |        |       |
|-----|--------|-------|
| 第一节 | 电动车窗   | (208) |
| 第二节 | 中央门锁系统 | (210) |

## 第十四章 电动座椅及电动后视镜

|     |           |       |
|-----|-----------|-------|
| 第一节 | 电动座椅的组成   | (214) |
| 第二节 | 电动座椅的故障诊断 | (217) |
| 第三节 | 汽车电动后视镜   | (219) |

## 第十五章 电气线路总图

|     |           |       |
|-----|-----------|-------|
| 第一节 | 导线及电路保护装置 | (221) |
| 第二节 | 电气线路图的识读  | (230) |

# 第一章 启动型铅蓄电池

汽车的电源系统包括两部分：蓄电池和发电机。蓄电池是一种化学电源，它的反应过程是可逆的。它可以将化学能转变为电能输出（即放电），也可以将电能转变为化学能贮存起来（即充电）。蓄电池的主要作用是在发动机启动时给启动机供电（电流高达 200A～600A）；在电气设备用电量大时，它可以和发电机共同供电；在电气设备用电量小时，它可以将发电机多余的电能以化学能的形式储存起来。

## 第一节 铅蓄电池的结构、原理及特性

### 一、铅蓄电池的结构

蓄电池的结构如图 1-1。每个蓄电池都是由若干个单格电池组成。组成的方式有串联和并联，可根据需要而定。每个单格电池的端电压为 2V。比如，3 个单格电池串联起来即可组成额定电压为 6V 的蓄电池。6 个单格电池串联起来可构成额定电压为 12V 的蓄电池。单格电池的串联可使蓄电池的端电压提高，但容量不会增加。单格电池的并联会使蓄电池的容量增加，但端电压不会提高。铅蓄电池的主要组成部分有：正负极板、隔板、电解液、极柱、连接条、加液孔盖等。

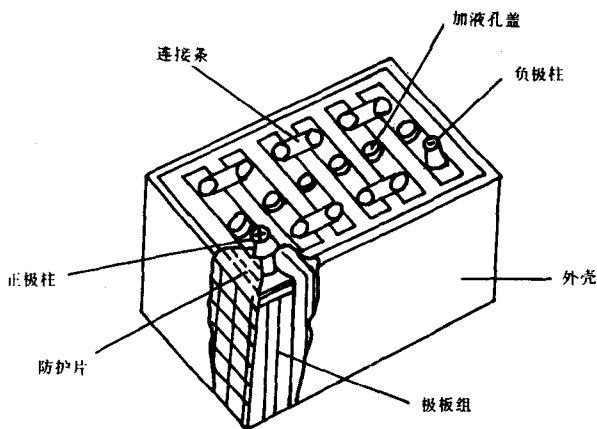


图 1-1 蓄电池的结构

#### 1. 正负极板

正负极板即正极板与负极板。

极板由栅架与铅膏涂料组成。铅

膏涂料涂在极板上，经过化学处理后正极板上为二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ )，呈暗棕色；负极板上为海绵状纯铅 ( $\text{Pb}$ )，呈青灰色。一组正极板与一组负极板相间放在电解液中，即可产生 2V 的电动势，这就是一个单格电池。若干个单格电池按照一定的方式联接起来（串联或并联），即可获得一个汽车用的蓄电池。

#### 2. 隔板

隔板的作用是防止正、负极板直接接触而造成短路。在正负极板间插入隔板就可以使正负极板的间距尽量小，从而减小蓄电池体积。

隔板常用的材料有木质、橡胶、玻璃纤维、塑料纸等。隔板的一面有槽，另一面为平

面。带槽的一面对准正极。带槽的目的是便于反应时产生的气泡逸出和沉淀物的沉淀。

### 3. 电解液

电解液是由纯净硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成的。其相对密度因地区和气候的不同而不同，一般在  $1.24\text{g/cm}^3 \sim 1.28\text{g/cm}^3$  之间。电解液的作用是在充放电过程中产生电离，从而使极板上的活性物质与电解液发生电化学反应，达到充电与放电的目的。

### 4. 极柱与连接条

每个单格电池都有两个极柱，其中一个为正极柱，其周围涂红颜色。另一个为负极柱，不涂色。当需要把几个单格电池联接起来时，便用传统的连接条将它们连接起来，从而达到增加容量或提高电压的目的。

### 5. 加液孔盖

每个单格电池上都有一个加液孔。加液孔使用专用的加液孔盖封盖，不可用其他的盖代替。加液孔盖上有通气孔，可随时排出电池内电解反应时产生的氧气和氢气，以免发生事故。

## 二、铅蓄电池的工作原理

铅蓄电池的充放电过程是一种可逆的电化学反应过程。

### 1. 铅蓄电池的放电过程

铅蓄电池的放电过程是化学能转变为电能的过程。在此过程中，蓄电池向用电设备供电，正极板上的  $\text{PbO}_2$  反应变为  $\text{PbSO}_4$ ，负极板上的  $\text{Pb}$  也反应变为  $\text{PbSO}_4$ 。电解液中的硫酸与极板上的铅反应结晶在极板上，正极板上的氧与电解液中的氢反应生成水。电解液中硫酸的比例越来越小，水的比例越来越大。因此，在蓄电池的放电过程中电解液相对密度是逐渐下降的。因而可根据电解液相对密度的大小来判断蓄电池的放电程度。图 1-2 为蓄电池放电过程的电化学反应原理。

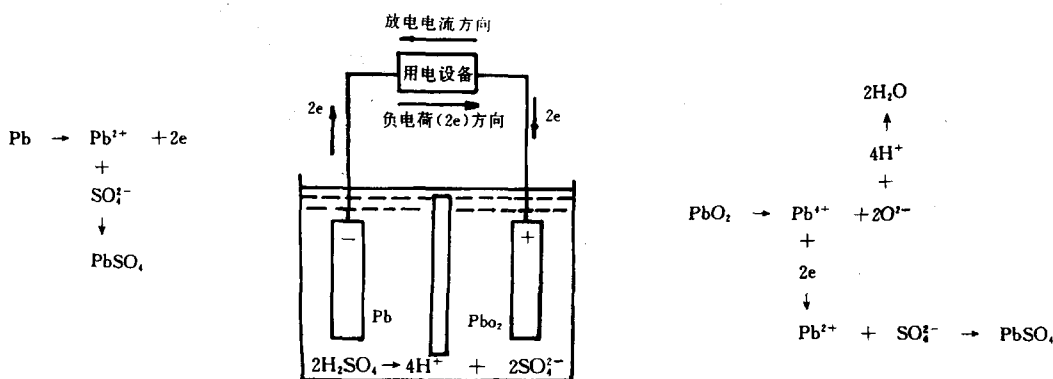


图 1-2 蓄电池放电过程电化学反应原理

### 2. 铅蓄电池的充电过程

铅蓄电池的充电过程是电能转化成化学能的过程。

在两极板上加直流电压，充电电流从负极板流出，经充电设备流向正极板，使极板上发生可逆的电化学反应。在充电过程中，正极板上  $\text{PbSO}_4$  的  $\text{Pb}^{+2}$  被夺走两个电子变为

$\text{Pb}^{4+}$ ，氧化为  $\text{PbO}_2$ 。负极板上的  $\text{Pb}^{2+}$  得到两个电子而还原为纯铅。在此过程中， $\text{SO}_4^{2-}$  由极板转移到电解液中，电解液中的  $\text{SO}_4^{2-}$  逐渐多起来，电解液的相对密度逐渐增大。因此，铅蓄电池的充电终了的标志可用电解液的相对密度进行判断。其反应过程可用图 1-3 表示。

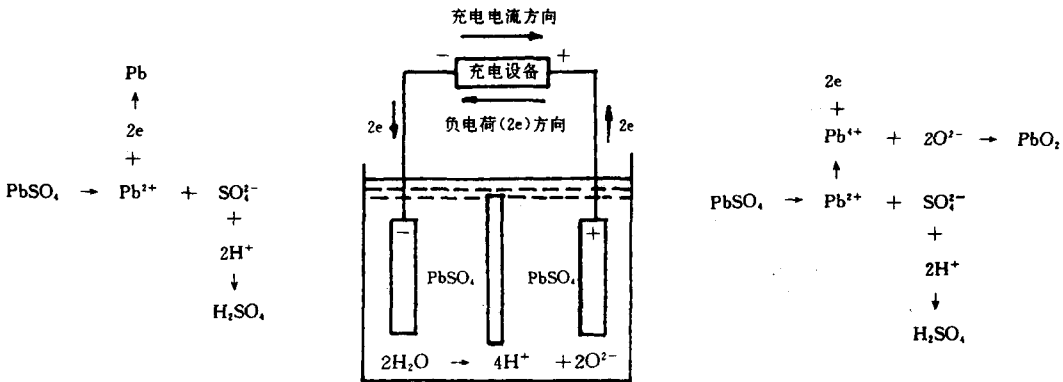


图 1-3 蓄电池充电过程电化学反应原理

### 三、铅蓄电池的特性

铅蓄电池的特性是指铅蓄电池在恒定电流充放电过程中，铅蓄电池的端电压、电动势和电解液相对密度随时间的变化规律。

#### 1. 铅蓄电池的放电特性

如图 1-4 所示，在整个放电过程中，蓄电池的端电压总是缓慢下降的，电解液的相对密度也是慢慢下降的。到放电终期，端电压下降速率增大，电解液相对密度已接近水的密度。电解液中的酸根离子已最少，正负极板上的  $\text{Pb}$  与  $\text{PbO}_2$  也很少，蓄电池容量已基本放完。通常我们将下列两个指标作为放电终期的标志：①单格电池的端电压下降到  $1.75\text{V}$ ；②电解液相对密度下降到最小值，相对密度为  $1.11\text{g/cm}^3$ 。

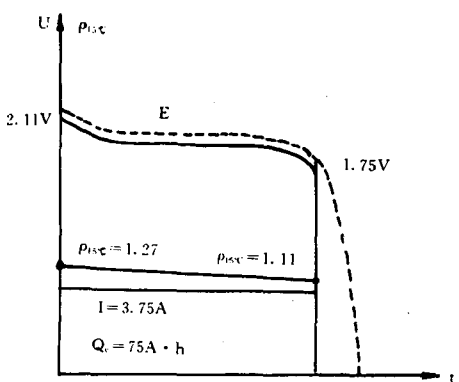


图 1-4 铅蓄电池的放电特性

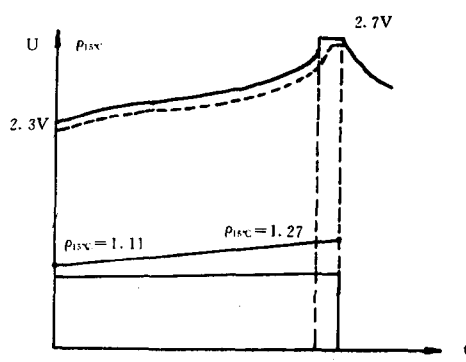


图 1-5 铅蓄电池的充电特性

## 2. 铅蓄电池的充电特性

在充电过程中, 电解液的相对密度、蓄电池电动势是不断增大的。如图 1-5 所示, 充电到电压上升至 2.7V 时, 极板上的物质  $\text{PbSO}_4$  已基本还原为  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ 。此时, 若再充电则属于过充电, 电能几乎全用于电解水, 产生大量的氢气和氧气, 电解液有大量气泡冒出, 呈“沸腾”状态。这种现象表示充电已满。

通常我们把下列现象看作是蓄电池充满电的标志: 电解液相对密度  $\rho_{15^\circ\text{C}} = 1.27\text{g/cm}^3$ ; 端电压上升到最大值并且在 2h~3h 内不再上升; 产生大量气泡, 呈现“沸腾”现象。

## 四、启动型铅蓄电池的规格型号

按机械标准 JB1058—77《启动型蓄电池》的规定, 启动型铅蓄电池的型号及其含义如下:

第一部分是阿拉伯数字, 表示该电池总成由几个单格电池组成。

第二部分表示电池用途, 汽车用铅蓄电池是用启动型的“启”字的汉语拼音“QI”的第一个字母“Q”表示。

第三部分表示极板类型, 一般电池可省略不用。干荷式电铅蓄电池, 以“干”字汉语拼音“GAN”的第二个字母“A”表示。

第四部分指 20h 放电率时的额定容量 (即  $\text{A} \cdot \text{h}$ ), 以阿拉伯数字表示。

第五部分指特殊性能, 如高启动率电池以“高”字汉语拼音“GAO”的第一个字母“G”表示。

型号举例:

(1)    3    —    Q    —    75

         |        |        |

单格电池数目 3 个    启动型    额定容量 75A·h

表示该蓄电池由 3 个单格电池组成, 额定电压为 6V, 额定容量为 75A·h 的启动型铅蓄电池。

(2)    6    —    Q A    —    100

         |        |        |        |

单格    启动    干荷    额定

电池    型    荷式    容量

数目                  

6 个                  

表示该蓄电池由 6 个单格电池组成, 额定电压为 12V, 额定容量为 100A·h 的干荷式启动型铅蓄电池。

(3)    6    —    Q    —    40    G

         |        |        |        |

单格    启动    额定    高

电池    型    容量    启动

数目                  

6 个                  

表示该蓄电池由 6 个单格电池组成, 额定电压为 12V, 额定容量为 40A·h 的高启动率铅蓄电池。

启动型铅蓄电池的规格型号, 如表 1-1 所示。

表 1-1 启动型铅蓄电池的规格型号

| 序号 | 类别  | 铅蓄电池<br>型 号 | 铅蓄电池<br>规 格 | 单<br>格<br>电<br>池<br>数 | 额<br>定<br>电<br>压<br>(V) | 容<br>量<br>(A·h) | 最大外型尺寸(mm) |     |     |
|----|-----|-------------|-------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|------------|-----|-----|
|    |     |             |             |                       |                         |                 | 长          | 宽   | 总高  |
| 1  | 第一类 | 3-Q-75      | 6V、75A·h    | 3                     | 6                       | 75              | 197        | 178 | 250 |
| 2  |     | 3-Q-90      | 6V、90A·h    |                       |                         | 90              | 224        |     |     |
| 3  |     | 3-Q-105     | 6V、105A·h   |                       |                         | 105             | 251        |     |     |
| 4  |     | 3-Q-120     | 6V、120A·h   |                       |                         | 120             | 278        |     |     |
| 5  |     | 3-Q-135     | 6V、135A·h   |                       |                         | 135             | 305        |     |     |
| 6  |     | 3-Q-150     | 6V、150A·h   |                       |                         | 150             | 332        |     |     |
| 7  |     | 3-Q-195     | 6V、195A·h   |                       |                         | 195             | 343        |     |     |
| 8  | 第二类 | 6-Q-60      | 12V、60A·h   | 6                     | 12                      | 60              | 319        | 178 | 250 |
| 9  |     | 6-Q-75      | 12V、75A·h   |                       |                         | 75              | 373        |     |     |
| 10 |     | 6-Q-90      | 12V、90A·h   |                       |                         | 90              | 427        |     |     |
| 11 |     | 6-Q-105     | 12V、105A·h  |                       |                         | 105             | 485        |     |     |
| 12 | 第三类 | 6-Q-120     | 12V、120A·h  | 6                     | 12                      | 120             | 517        | 198 | 250 |
| 13 |     | 6-Q-135     | 12V、135A·h  |                       |                         | 135             | 517        | 216 |     |
| 14 |     | 6-Q-150     | 12V、150A·h  |                       |                         | 150             | 517        | 234 |     |
| 15 |     | 6-Q-165     | 12V、165A·h  |                       |                         | 165             | 517        | 252 |     |
| 16 |     | 6-Q-195     | 12V、195A·h  |                       |                         | 195             | 517        | 288 |     |
| 17 | 第四类 | 6-Q-40G     | 12V、40A·h   | 6                     | 12                      | 40              | 212        | 172 | 250 |
| 18 |     | 6-Q-60G     | 12V、60A·h   |                       |                         | 60              | 279        |     |     |
| 19 |     | 6-Q-80G     | 12V、80A·h   |                       |                         | 80              | 346        |     |     |

## 第二节 铅蓄电池的使用与维护

### 一、铅蓄电池的使用

铅蓄电池在使用时应注意：

(1) 新的启动型蓄电池在使用时，应首先认清蓄电池的型号是普通型、还是新型的。加

注电解液后就可以根据型号的不同来决定是直接使用，还是充电后再使用。如天津夏利 TJ7100 轿车所用蓄电池型号为 6-QA-40S，属于荷式铅蓄电池。如在规定的存期内使用，只需加注规定密度（20℃，1.27g/cm<sup>3</sup>~1.29g/cm<sup>3</sup>）的电解液，放置 15min，调整液面至规定的高度后，不需要进行初充电即可使用。而普通型的铅蓄电池则需要初充电 40h~60h（该部分在本章第三节讲解）。

(2) 铅蓄电池应尽量避免长期处在欠充电的状态下工作，保证在充足电的状态下工作。如长期处在欠充电的状态下工作，很容易造成极板硫化，使蓄电池容量降低。

(3) 大电流放电的时间不宜过长，也不能大电流充电或过电压充电，否则，将会缩短铅蓄电池的寿命。

(4) 铅蓄电池在冬季使用，要特别注意在充足电的状态下工作，以免电解液相对密度降低而结冰。

(5) 铅蓄电池在长期不用时要采用干贮存法存放。即：先将蓄电池以 10h 放电率放电，然后倒出电解液，再用蒸馏水多次冲洗，直至水中无酸性，凉干后拧紧盖，密封好。重新使用时，应按新电池进行充电。

铅蓄电池在短时间内不用时，可采用湿贮存法存放。即：应将蓄电池充足电，调整密度和液面高度至标准值（ $\rho_{15^\circ\text{C}} = 1.27\text{g/cm}^3$ ，液面高出极板 10mm~15mm），然后密封通气孔，暗处放置。此法可贮存半年左右。重新使用时，应先充足电再使用。

(6) 使用时，应严禁将各种金属物放在蓄电池壳上，以免造成短路。

(7) 搬动蓄电池时，应轻拿轻放，以免电解液溅在衣服或皮肤上，造成事故，危及人身安全。

(8) 应经常保证加液孔盖上小孔的畅通，以保证电解产生的氢气和氧气能顺利逸出。尤其在充电时若氢气与氧气不能及时排出，稍遇火花就会爆炸造成事故。

## 二、铅蓄电池的维护

对铅蓄电池经常进行良好的维护，可以延长蓄电池的寿命，保证工作时安全可靠。

(1) 经常对蓄电池的外部进行检查，并保持其外壳清洁。外壳上的电解液可用 5% 的苏打水冲洗。注意外壳是否有电解液的渗漏。

(2) 要经常检查加液孔小盖上的通气孔，使之畅通。

(3) 要经常检查导线接头，保证接触可靠。

(4) 要经常检查电解液液面高度，使之符合标准：应高出极板 10mm~15mm。不足时应添加蒸馏水。

(5) 要经常检查电解液的相对密度，这是检测蓄电池放电程度的一种最简单的方法。电解液相对密度（15℃时）每下降 0.01，相当于放电 6%。汽车每行驶 1000km 或冬季 5~6 天，应检查蓄电池的放电程度。当蓄电池冬季放电超过其额定容量的 25%，夏季放电超过其额定容量的 50% 时，应对蓄电池进行补充充电。充足电后，再测量电解液相对密度，与标准值比较（见表 1-2）。若高于标准值，可加蒸馏水；若低于标准值，可适当加入相对密度为 1.40g/cm<sup>3</sup> 的稀硫酸。

测量电解液相对密度的具体方法是：用专用密度计和温度计测量电解液的相对密度与温度，再换算成 15℃ 时的相对密度值，换算公式为：

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = \rho_t + 0.00075(t - 15^\circ\text{C})$$

式中  $\rho_{15^\circ\text{C}}$  —— 15℃时电解液的相对密度值；

$\rho_t$  —— 实际测得的相对密度值；

$t$  —— 实际温度。

例如：实际测得某蓄电池电解液的相对密度为 1.28 (g/cm<sup>3</sup>)，此时实际温度为 25℃，则 15℃时的电解液相对密度为：

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = 1.28 + 0.00075 \times (25^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 1.2875 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

表 1-2 不同地区和季节时铅蓄电池电解液的相对密度

| 地区和气候条件         | 完全充电的蓄电池在 15℃时相对密度 (g/cm <sup>3</sup> ) |      |
|-----------------|-----------------------------------------|------|
|                 | 冬 季                                     | 夏 季  |
| 冬季气温低于 -40℃ 地区  | 1.31                                    | 1.27 |
| 冬季气温在 -40℃ 以上地区 | 1.29                                    | 1.25 |
| 冬季气温在 -30℃ 以上地区 | 1.28                                    | 1.25 |
| 冬季气温在 -20℃ 以上地区 | 1.27                                    | 1.24 |
| 冬季气温在 0℃ 以上地区   | 1.24                                    | 1.24 |

(6) 要定期检查蓄电池的技术状况。用高率放电计测量单格电压，不仅可以判断蓄电池的放电程度（见表 1-3），而且还可以判断其技术状况。

表 1-3 蓄电池单格电压与放电程度对照

| 用高率放电计 (100A) 测得的单格电压 (V) | 蓄电池的放电程度 (%) |
|---------------------------|--------------|
| 1.7~1.8                   | 0            |
| 1.6~1.7                   | 25           |
| 1.5~1.6                   | 50           |
| 1.4~1.5                   | 75           |
| 1.3~1.4                   | 100          |

技术状况的判断方法：用高率放电计测量，单格电压 5s 内保持在 1.5V 以上基本不变的为良好；在 5s 内基本稳定，但低于 1.5V 为过放电；若 5s 内电压下降过快，某一单格电池电压低于其他单格电池 1V 以上就表明有故障，应修理。

在使用高率放电计时，应迅速准确，每次使用时间不得超过 5s（模拟启动机工作情况）。

### 第三节 铅蓄电池的充电

#### 一、铅蓄电池的额定容量

铅蓄电池的额定容量  $Q_e$  是指新的充足电的蓄电池在平均气温  $30^{\circ}\text{C}$  的条件下, 以 20h 放电率 (即恒定放电电流为  $\frac{Q_e}{20}$ ) 连续放电 (单格电池的端电压降至 1.75V 时) 所输出的电量。

$$Q_e = I \cdot t \text{ (A} \cdot \text{h) (安培小时)}$$

额定容量是检验铅蓄电池质量优劣的重要标志之一。

影响铅蓄电池额定容量的主要因素是: 放电电流、电解液温度和电解液的相对密度。

放电电流大时, 极板表层的活性物质迅速与周围的硫酸根离子反应。由于反应速度快, 生成的硫酸铅颗粒大, 它会阻碍硫酸根离子向极板内部渗透, 影响铅蓄电池的容量。所以在汽车启动 (即蓄电池大电流放电) 时, 必须严格控制启动的时间, 即每次启动时间不得超过 5s。若长时间大电流放电会严重影响到铅蓄电池的容量, 从而缩短其寿命。若一次启动发动机未成功, 应在 15s 以后再进行下一次启动, 以便于电解液向极板内部渗透。

电解液温度高时, 分子运动速度加快, 分子动能增大, 渗透力强, 促进反应, 使蓄电池的容量增大。但温度过高时, 会使极板的机械强度降低, 极板弯曲。理想温度为  $30^{\circ}\text{C}$ 。由于温度降低会影响蓄电池的容量, 所以在冬季, 汽车的启动比较困难。

电解液相对密度高时, 电解液中的硫酸根离子增多, 参与反应的硫酸根离子也增多, 会使极板上的活性物质尽量多地参加反应, 使蓄电池的容量增大。但电解液的相对密度过高, 会使电解液粘度增大, 扩散速度降低, 反而会使蓄电池的容量降低。电解液相对密度过低时, 能参加反应的硫酸根离子减少, 极板上的活性物质得不到充分利用, 自然容量会降低。所以, 电解液的相对密度既不能过高, 也不能过低。但在允许范围内, 提高电解液的相对密度可以增大蓄电池的电动势与容量。

#### 二、电解液的配制

铅蓄电池的电解液必须用密度为  $1.835\text{g/cm}^3$  的化学纯硫酸和蒸馏水配制。硫酸的品质应符合国家标准 (GB534—82) 特种级要求。配制时应首先根据需配制的电解液总量计算出所需的纯硫酸量和蒸馏水量, 方法如下:

- (1) 根据表 1—2 确定电解液的密度;
- (2) 根据电解液密度在表 1—4 中查出电解液中纯硫酸和蒸馏水的比例。

表 1-4 电解液配制成分的百分比

| 15℃时的相对密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 质 量 (%) |       | 体 积 (%) |       |
|--------------------------------|---------|-------|---------|-------|
|                                | 蒸 馏 水   | 浓 硫 酸 | 蒸 馏 水   | 浓 硫 酸 |
| 1.240                          | 68.0    | 32.0  | 78.4    | 21.6  |
| 1.250                          | 66.8    | 33.2  | 77.4    | 22.6  |
| 1.260                          | 65.6    | 34.4  | 76.4    | 23.6  |
| 1.270                          | 64.4    | 35.6  | 75.4    | 24.6  |
| 1.280                          | 63.2    | 36.8  | 74.4    | 25.6  |
| 1.290                          | 62.0    | 38.0  | 73.4    | 26.6  |
| 1.300                          | 60.9    | 39.1  | 72.4    | 27.6  |
| 1.310                          | 59.7    | 40.3  | 71.4    | 28.6  |

(3) 计算出配制时所需的纯硫酸量和蒸馏水量。如在华北的冬季, 某一 12V 的蓄电池需加入电解液。每单格电池需加入 0.8L 的电解液, 则该蓄电池共需要  $0.8 \times 6 = 4.8\text{L}$  的电解液。查表 1-2 得  $\rho_{15^\circ\text{C}} = 1.27\text{g/cm}^3$ , 再查表 1-4 得蒸馏水占总体积的 75.4%, 浓硫酸占 24.6%, 则

所需的蒸馏水为:  $4.8\text{L} \times 75.4\% = 3.62\text{L}$

所需的浓硫酸为:  $4.8\text{L} \times 24.6\% = 1.18\text{L}$

将浓硫酸和蒸馏水用量量好后, 开始配制。要选用耐酸耐温的器皿, 配制前要将其洗刷干净。要准备好小苏打溶液, 当硫酸溅到衣服或皮肤上时, 先用小苏打溶液擦洗, 再用清水冲洗。

配制时, 先将蒸馏水倒入器皿中, 然后将浓硫酸慢慢倒入蒸馏水内, 并边倒边用玻璃棒搅拌。当温度高时, 可稍停加浓硫酸。切记: 配制时绝对禁止将蒸馏水倒入浓硫酸中, 以防浓硫酸溅出, 伤害人身。

浓硫酸和蒸馏水混合均匀后, 待温度降至室温时, 再用吸式密度计测量其密度, 并换算成 15℃时的相对密度 (见第二节) 与规定值比较。若低于规定值, 则加入相对密度为  $1.40\text{g/cm}^3$  的稀硫酸; 若高于规定值, 则加入蒸馏水。

### 三、铅蓄电池的充电方法

#### (一) 充电的种类

在对蓄电池进行充电之前, 首先要确定蓄电池充电的类型。蓄电池充电类型大致可分为初充电、补充充电、去硫化充电、快速充电等。充电类型不同, 充电过程也不同。

##### 1. 初充电

初充电是指对新电池或更换极板的电池首次充电。其充电电流小, 时间长。其步骤为:

(1) 首先向新电池内加注符合要求的电解液, 使液面高度比极板防护片高出 10mm~15mm。

2  
E  
B

(2) 进行第一阶段充电, 充电电流按表 1—5 选择 (或为额定容量的 1/15)。当充至电解液冒气泡, 单格电池端电压上升至 2.3V~2.4V 时, 再进行第二阶段充电, 充电电流按表 1—5 选择 (或为额定容量的 1/30), 大约为第一阶段充电电流的一半。直到充电电压和相对密度在 2h~3h 内不再上升, 并有大量气泡产生时为止。

表 1—5 铅蓄电池的充电电流规范

| 蓄电池型号   | 额定容量<br>(A·h) | 额定电压<br>(V) | 初次充电      |           |           |           | 补充充电      |           |           |           |
|---------|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|         |               |             | 第一阶段      |           | 第二阶段      |           | 第一阶段      |           | 第二阶段      |           |
|         |               |             | 电流<br>(A) | 时间<br>(h) | 电流<br>(A) | 时间<br>(h) | 电流<br>(A) | 时间<br>(h) | 电流<br>(A) | 时间<br>(h) |
| 3-Q-75  | 75            | 6           | 5         | 25~35     | 3         | 20~30     | 7.5       | 10~11     | 4         | 3~5       |
| 3-Q-90  | 90            |             | 6         |           | 3         |           | 9.0       |           | 5         |           |
| 3-Q-105 | 105           |             | 7         |           | 4         |           | 10.5      |           | 5         |           |
| 3-Q-120 | 120           |             | 8         |           | 4         |           | 12.0      |           | 6         |           |
| 3-Q-135 | 135           |             | 9         |           | 5         |           | 13.5      |           | 7         |           |
| 3-Q-150 | 150           |             | 10        |           | 5         |           | 15.0      |           | 7         |           |
| 3-Q-195 | 195           |             | 13        |           | 7         |           | 19.5      |           | 10        |           |
| 6-Q-60  | 60            | 12          | 4         | 25~35     | 2         | 20~30     | 6.0       | 10~11     | 3         | 3~5       |
| 6-Q-75  | 75            |             | 5         |           | 3         |           | 7.5       |           | 4         |           |
| 6-Q-90  | 90            |             | 6         |           | 3         |           | 9.0       |           | 4         |           |
| 6-Q-105 | 105           |             | 7         |           | 4         |           | 10.5      |           | 5         |           |
| 6-Q-120 | 120           |             | 8         |           | 4         |           | 12.0      |           | 6         |           |

(3) 调整电解液的密度到规定值。调整时, 若电解液密度低, 则加入密度为 1.40g/cm<sup>3</sup> 的稀硫酸; 若密度高, 加蒸馏水即可。

## 2. 补充充电

补充充电是指使用中的铅蓄电池以及因充电电压低或充电机会少等原因造成的蓄电池容量下降而需要进行的充电。补充充电的步骤:

先进行第一阶段的充电, 即充电电流为额定容量的 1/10 (或按表 1—5 选取), 充至电压为 2.3V~2.4V。然后再进行第二阶段的充电, 充电电流减半 (或按表 1—5 选取), 直到电解液开始冒气泡、相对密度和单格电压不再升高为止。

如果出现以下现象时, 必须进行补充充电:

- (1) 电解液相对密度下降到 1.15 以下时;
- (2) 灯光比平时暗淡, 表示电力不足时;
- (3) 冬季放电超过 25% 时, 夏季放电超过 50% 时;
- (4) 启动无力时 (并非机械故障)。

### 3. 去硫化充电

去硫化充电属于排除故障的充电法。即当铅蓄电池长时间充电不足或放电后长时间放置时,会在极板上结晶出粗颗粒的硫酸铅,使蓄电池的容量下降。若要使硫化的蓄电池还原,必须采用去硫化充电,将粗颗粒硫酸铅溶解还原。去硫化充电的步骤:

(1) 倒出蓄电池中的电解液,冲洗干净后,加入蒸馏水。

(2) 按  $\frac{Q_e}{30}$  ( $Q_e$ : 额定容量) 的电流充电。当电解液相对密度上升到  $1.15\text{g/cm}^3$  时,重复第一步,然后再充电,直到电解液的密度不再增加为止。

(3) 将蓄电池按 10h 放电率放电,放电电流为  $Q_e/10$ ,然后用补充充电法将蓄电池充足电,调整相对密度到规定值即可。

### 4. 快速充电法

快速充电法又叫分阶段充电法。快速充电的步骤是:

(1) 先大电流充电,电流值为  $(0.8\sim 1)Q_e$ 。短时间内充至额定容量的 50%~60%,当蓄电池单格电压上升到 2.4V,开始冒气泡时停止充电。

(2) 停 25ms 后,再放电(或叫反充电),在蓄电池流过一个与充电电流方向相反的大脉冲电流(是充电电流的 3~5 倍)脉宽为  $150\mu\text{s}\sim 1000\mu\text{s}$ ,然后再停止充电;停 40ms 后再用正脉冲进行充电。如此往复即可实现快速充电。此充电过程在快速充电机上进行。

快速充电法的特点是:充电速度快,使充电时间大大缩短。利用普通充电法,新蓄电池的初充电需 45h~65h,而快速充电只需 5h 左右。另外,脉冲充电法还可进行“去硫化”处理。

## (二) 充电方法

在充电的种类确定后,应把蓄电池连接起来进行充电。应根据实际情况(蓄电池的数量、容量等),决定充电的方法。充电方法不同,充电电路的连接也不同。常用的充电方法有定电流充电法、定电压充电法。

### 1. 定电流充电法

在充电过程中,使充电电流保持恒定的方法称为定电流充电法。随着充电过程的进行,铅蓄电池的电动势必然不断增高。所以要保持充电电流恒定,必须随着充电的进行而提高充电电压。

此法适用于在充电间充电或用充电机充电。因为定电流充电法有较大的适应性。在使用此法充电时,充电蓄电池的容量应尽量相同。若对容量不同的蓄电池充电,应按小容量来计算充电时间、充电电流。待小容量的蓄电池充满电摘除后,再继续给大容量的铅蓄电池充电。

连接时常采用串联法(见图 1-6)。将容量相同的蓄电池串联起来。若被充电的蓄电池容量不等,应把被充电蓄电池按其额定容量和放电程度进行分组,将额定容量与放电程度接近的蓄电池串联起来,并且各串联电路中的单格电池总数相等,然后再并联到充电电源上。各串联支路蓄电池的个数按下式计算:

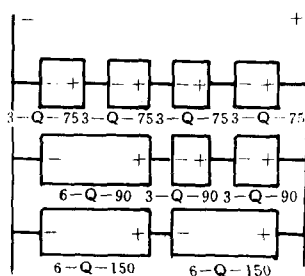


图 1-6 定电流充电的串联联接