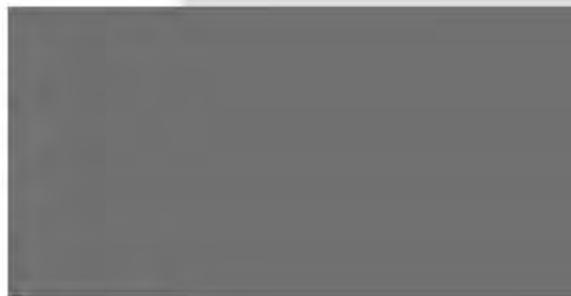


# 第一章



## 汽车电源系统

电子工业出版社  
盗版必究



# 项目

## 一

# 蓄电池存电量不足故障排除

国庆放假,龙哥和驴友出去玩了几天,假期结束后第二天一大早准备开车去上班,却发现打起动时起动机声音有气无力的,打了几次起动都着不了车,试着按了一下喇叭,声音小得像猫叫。可是一周前车还是好好的呀,你能帮帮他吗?



### 项目要求

时间要求: 8 学时。

质量要求: 在满足厂家的生产规范及质量要求前提下,能够熟练、快速地诊断与排除故障。

安全要求: 严格按照安全操作规程进行项目作业。

文明要求: 自觉按照文明生产规则进行项目作业。

环保要求: 努力按照环境保护要求进行项目作业。



### 项目分析

喇叭声音变小、变哑,起动机运转无力,不能起动,通过这些现象基本可以判断故障原因应该是蓄电池的电量不足了。应该给蓄电池进行充电。

车辆短期内暂时不用,蓄电池存电量就下降得很厉害,要考虑蓄电池自放电或车辆电路有漏电的可能。

**理论链接 1：蓄电池的作用**

- (1) 起动时，向起动机提供电流（200 ~ 600A）。
- (2) 怠速时，向用电设备供电。
- (3) 发电机超载时，协助发电机供电。
- (4) 当发电机电压高于蓄电池电动势时，进行充电。

**理论链接 2：蓄电池的分类**

## 一、按电解液的性质分

## 1. 铅酸蓄电池

铅酸蓄电池的优点是结构简单，价格便宜，内阻小，电压稳定，可以短时间供给起动机强大的起动电流。缺点是比容量小，使用寿命相对较短。其广泛应用在一般车辆上。

## 2. 镍碱蓄电池

镍碱蓄电池容量大，使用寿命长，维护简单，能承受大电流放电而不易损坏。但它的活性物质导电性差，价格较高。其一般用在使用时间长，可靠性高的车辆上。

## 3. 电动车蓄电池

电动车蓄电池比容量大，无污染，充、放电性能好，使用寿命长，但结构复杂，成本高，在电动汽车上有应用。

## 二、铅酸蓄电池的分类

铅酸蓄电池因为结构简单，价格便宜，内阻小，电压稳定，可以短时间供给起动机强大的起动电流而得到了广泛的运用，可以分为普通铅酸蓄电池、湿荷电式铅酸蓄电池、干荷电式铅酸蓄电池和免维护蓄电池。

## 1. 普通铅酸蓄电池

新蓄电池的极板不带电，在使用前需要按规定加注电解液并进行初充电，充电时间较长，使用中需要定期维护。

## 2. 湿荷电式铅酸蓄电池

新蓄电池的极板处于已经充电状态，蓄电池内部带有少量电解液。在规定的保存期内，如需使用，只需要按规定加入电解液，静置 20 ~ 30min 即可使用，使用中需要定期维护。

## 3. 干荷电式铅酸蓄电池

新蓄电池的极板处于干燥的已充电状态，蓄电池内部无电解液。在规定的保存期内，如需使用，只需要按规定加入电解液，静置 20 ~ 30min 即可使用，使用中需要定期维护。



#### 4. 免维护蓄电池

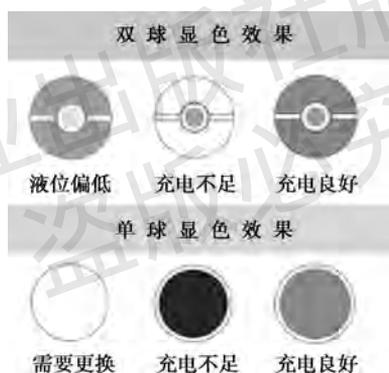
(1) 使用中不用维护, 可用 3~5 年不用补加蒸馏水, 极柱腐蚀极少, 自放电少。

(2) 栅架材料采用铅钙合金, 既提高了栅架的强度, 又减少了蓄电池的耗水量和自放电。

(3) 采用了袋式微孔聚氯乙烯隔板, 将正极板装在隔板袋内, 既可避免正极板上的活性物质脱落, 又能防止极板短路。因此壳体底部不需要凸起的肋条, 降低了极板组的高度, 增大了极板上方的容积, 使电解液储存量增多。

(4) 蓄电池内部安装有电解液密度计, 可自动显示蓄电池的存电状态和电解液液面的高低。如果密度计的观察窗呈绿色, 表明蓄电池存电量充足, 可正常使用; 若显示深绿色或黑色, 表明蓄电池存电量不足, 须补充充电; 若显示浅黄色, 表明蓄电池已接近报废 (图 1-1-1)。

(5) 采用了新型安全通气装置和气体收集器, 在孔盖内部设置了一个氧化铝过滤器, 可阻止水蒸气和硫酸气体通过, 同时又可以使氢气和氧气顺利逸出。通气塞中装有催化剂钯, 可促使氢、氧离子重新结合成水回到蓄电池中。



#### 理论链接 3: 铅酸蓄电池结构

铅酸蓄电池主要由正极板、负极板、电解液等组成 (图 1-1-2)。

##### 一、外壳

作用及特点: 外壳是用来贮存电解液和正负极板的, 外壳的内底部是凸筋, 用来支持极板组, 用时可以防止活性物质剥落, 避免正负极极短路。

材料: 玻璃、塑料、硬橡胶, 目前用得最多的是硬橡胶外壳。

##### 二、正负极板

铅蓄电池的充放电过程是通过极板上的活性物质与电解液的电化学反应来实现的。

组成: 栅架及铅膏涂料, 栅架的材料为铅锑合金, 铅膏涂料是由铅锑与一定相

对密度的稀硫酸混合而成的。

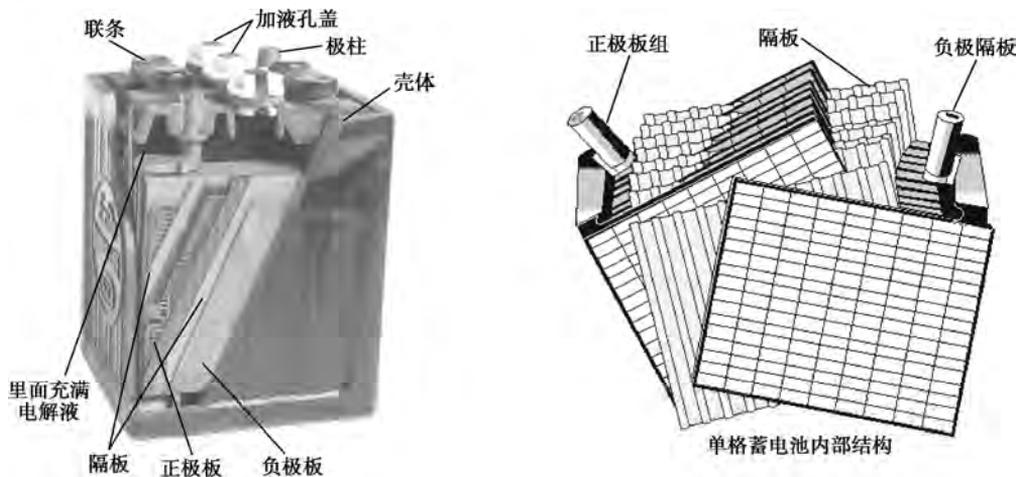


图 1-1-2 蓄电池的基本结构

材料：经过处理后的正极板上的活性物质为二氧化铅（ $\text{PbO}_2$ ），呈暗棕色；负极板上的活性物质为海绵状纯铅，呈深灰色（ $\text{Pb}$ ）。

特点：单格电池中正极板组的数量总比负极板数量少一片。其目的是为了减轻正极板的翘曲和活性物质脱落。一般正极板比负极板厚。目前国内极板的厚度为 2 ~ 2.4mm，而国外已采用 1.1 ~ 1.5mm。

极板片数的多少与容量的关系： $Q = \text{正极板片数} \times 15$ 。

### 三、隔板

作用：使正负极板靠拢但又不致接触短路，防止极板弯曲变形和活性物质脱落，阻止正极板栅架上的锑离子向负极板迁移，减少负极板的硫酸盐化和大量的自由放电。

材料：木隔板、玻璃纤维隔板、微孔橡胶隔板、多孔塑料隔板、纸隔板等。

特点：隔板的面积一般做得比极板稍大一些，带有沟槽的一面对准正极板直立安装。

### 四、电解液

材料：纯净的化学硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成，其相对密度一般为 1.24 ~ 1.28  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

作用：充放电过程中形成电离，使极板上的硫酸铅与电解液做可逆的电化学反应。充电时，电能转化为化学能贮存起来；放电时，则将化学能转化成电能释放出来。

安全使用：配制电解液时，先将蒸馏水放在耐腐蚀、耐热的洁净的器皿中，然后将硫酸徐徐地注入蒸馏水中，切忌蒸馏水注入硫酸中，现在市面上一般可买到配好的电解液。

### 五、联条

每个铅蓄电池总成都是由三个或六个单格电池组合起来的。对于普通型铅蓄电

池在外壳上连接，而微型车及轿车的蓄电池都是在蓄电池内部连接的。

联接的作用是将单格电池串联起来，提高整个铅蓄电池的端电压。

### 六、极桩

极桩分为正极桩和负极桩，正极桩用“+”符号表示，其周围一般涂上红颜色。负极桩用“-”符号表示，一般不涂颜色。极桩用铅锑合金浇铸而成。

### 七、加液孔盖

加液孔盖是用来封盖加液孔用的，旋出孔盖可加注电解液，旋入孔盖可防止电解液溅出。孔盖上有通气孔，随时排出电池内的氢气和氧气，以免发生事故。

## 理论链接 4：铅酸蓄电池工作原理

充放电的化学方程式：



当上述电化学反应式由左向右进行时，是铅酸蓄电池的放电反应。

当上述电化学反应式由右向左进行时，是铅酸蓄电池的充电反应（图 1-1-3）。

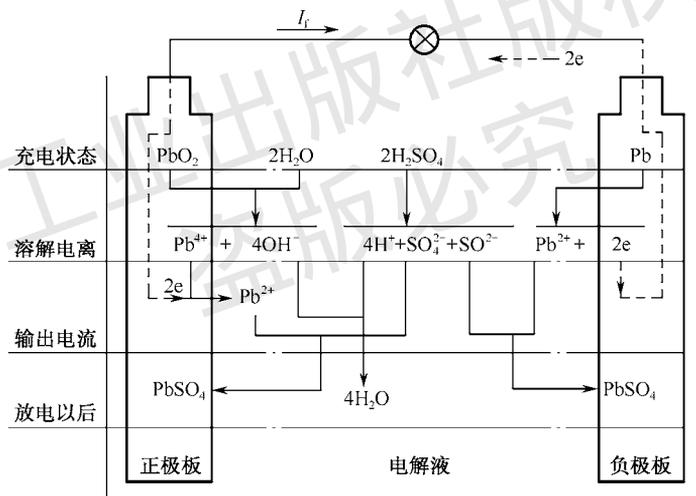


图 1-1-3 铅酸蓄电池的充、放电原理

### 一、铅酸蓄电池的静止电动势

将蓄电池的正、负极板浸入电解液中，正、负极板与电解液相互作用，在正、负极板间就会产生约 2.1V 的静止电动势。

铅蓄电池的静止电动势  $E_j$ ：

$$E_j = 0.85 + \rho \ 25^\circ\text{C}$$

式中， $E_j$  为静止电动势，即开路电压（V）， $\rho \ 25^\circ\text{C}$  为基准温度（25℃）时，电解液的相对密度（ $\text{g}/\text{cm}^3$ ）。

## 二、铅酸蓄电池的放电

在放电时，正极由二氧化铅（ $\text{PbO}_2$ ）变成硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ），将化学能转换成电能向负载供电，负极由海绵状铅（海绵状  $\text{Pb}$ ）变成硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ），将化学能转换成电能向负载供电。

在放电过程中，蓄电池将化学能转变为电能输出，对负极而言是失去电子被氧化，形成硫酸铅；对正极而言，则是得到电子被还原，同样是形成硫酸铅。反应的净结果是：外电路中出现了定向移动的负电荷。

蓄电池放电终止的特征是：

- (1) 单格电池电压降到放电终止电压。
- (2) 电解液密度降到最小许可值。

放电终止电压与放电电流的大小有关。放电电流越大，允许的放电时间就越短，放电终止电压也越低。

## 三、铅酸蓄电池的充电

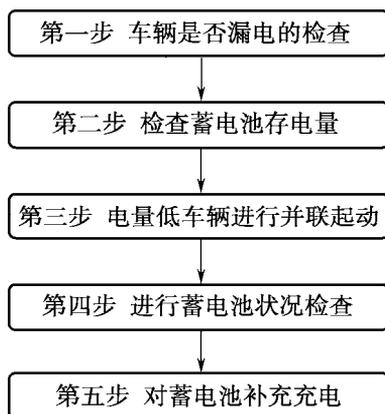
在充电时，正极由硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）转化为二氧化铅（ $\text{PbO}_2$ ）后，将电能转化为化学能储存在正极板中；负极由硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）转化为海绵状铅（海绵状  $\text{Pb}$ ）后，将电能转化为化学能储存在负极板中。

在充电过程中，蓄电池将外电路提供的电能转化为化学能储存起来，此时，负极上，硫酸铅被还原为金属铅的速度大于硫酸铅的形成速度，导致硫酸铅转变为金属铅；同样，正极上，硫酸铅被氧化为  $\text{PbO}_2$  的速度也增大，正极转变为  $\text{PbO}_2$ 。

蓄电池充足电的标志是：

- (1) 电解液中有大量气泡冒出，呈沸腾状态。
- (2) 电解液的密度和蓄电池的端电压上升到规定值，且在 2~3h 保持不变。

## 项目路径



## 项目步骤

### 第一步 车辆是否漏电的检查

#### 理论链接 5：车辆漏电认识

##### 一、什么是车辆漏电

当车辆在无工作状态下（即拔下钥匙并锁车后），蓄电池必须保持微小的外部放电电流，以保证防盗器等安全防盗设备的正常警戒电流，称之为“暗电流”，这部分暗电流的放电，属于正常范畴的外部放电。

由于汽车电气、线束、传感器、控制器、执行器等电子元器件和电路搭铁造成漏电使蓄电池亏电。此原因称为电池外部放电，而且这种漏电属于潜伏的电路故障，是必须清查的。

##### 二、车辆漏电的主要原因

漏电的主要原因是点火的高压线老化，各部连接处松动，火线短路搭铁和分电气盖有裂纹，从裂纹处跳火。

还有一些车主到非正规厂家添加一些电气，并未走安全线路，而是直接接到汽车电瓶上，机箱内电路接口过多，漏电的可能性就更大了。

##### 三、什么情况下要进行汽车的漏电检查

遇到车辆停放一天或几天就无法起动时，应先检查是电瓶还是用电气漏电，方法是关闭点火开关和所有用电气以及车门和后备箱，断开电瓶负极后用万用表电流挡 10~20A 位置，表笔连接电瓶负极桩头和负极接线，看表上显示数值，当显示小于 0.05A 时一般为正常，是电瓶故障，当电流大于 0.1A 时存在漏电。

检查办法是一边有人连接万用表，另一边有人去拔熔丝片（一般先从车里的开始，车门打开时加上增加的电流），当电流有明显变化时检查熔丝片所接电路，一般门灯、后备箱灯还有后装防盗容易漏电。

#### 实训操作 1：检查车辆是否漏电

- (1) 关闭点火开关，拆下蓄电池负极接线。
- (2) 把数字万用表调到电流表（1A 挡）。
- (3) 取用两根导线，将两导线一端分别接万用表正、负表笔，另一端分别接负极接线柱和负极接线，观察电流表数值（图 1-1-4）。
- (4) 将测得的电流值与维修资料对照，看是否在正常范围内。
- (5) 若测得的电流值过大，则说明车辆有漏电故障。
- (6) 将各电路熔丝逐个拔下，观察万用表电流读数变化。当拔下某个熔丝时万

用表电流读数变小或为 0，则故障点是通过此熔丝的电路或用电气。再通过查阅电路图或查看线路走向，顺线路查找出损坏部位进行修理。



图 1-1-4 漏电电流检查

## 第二步 检查蓄电池存电量

### 理论链接 6：为什么要加负载来检测蓄电池存电量

仅使用电压表或万用表的电压挡不加负载来检查蓄电池的存电是否充足，是不精确的。因为即使是放电终了的蓄电池，一旦停止放电，蓄电池的正负极板和电解液之间马上就能够达到开路电压——电动势，整个电池约 12.6V 以上。单单测量电压时，消耗电流极少，故而不会在电池内部产生大的压降，所以显示电压并不低。但若加上相当的负载，如打开大灯（负载电流为 10~15A）、按喇叭（负载电流为 6~12A），电瓶便会使灯光暗淡、喇叭沙哑，从而显示出存电不足。

### 理论链接 7：蓄电池电量不足会有什么后果

蓄电池电压低，大灯灯光将会变暗、喇叭声变哑。电池长期处于亏电状态的话，它里面的极板会慢慢氧化而使它本身的容量大大降低。

打起动时蓄电池电压低于 9.6V，起动机将转动无力，难以起动成功。打起动时若蓄电池电压比 9.6V 更低，ECU 将有可能不工作。

### 实训操作 2：检查蓄电池起动电压

万用表选择直流电压挡（20V），将黑表笔接蓄电池负板接线柱，红表笔接蓄电池正极接线柱。点火开关旋至起挡，观察打起动时万用表显示的最低电压值，如图 1-1-5 所示。若低于 9.6V，表明蓄电池存电量不足，需要补充充电。





图 1-1-5 检查蓄电池起动电压

### 第三步 电量低车辆进行并联起动

#### 理论链接 8：蓄电池的使用

##### 一、及时充电

放完电的蓄电池，应在 24 小时内充好电。

##### 二、与起动机配合正确使用

在正常使用中每次起动时间不应超过 5s，如须再次起动，最好间歇 15s。

##### 三、拆装蓄电池应注意的事项

(1) 往车上装蓄电池时，应认清正负极，保持负极搭铁。应先接火线，再接搭铁线，以防扳手搭铁引起强烈火花。

(2) 从汽车上拆卸蓄电池时，应先拆搭铁线，后拆火线。拆卸时，若发现蓄电池夹头螺栓锈蚀难以取出，切莫用锤或钳击打，以避免极桩脱焊，极板活性物质脱落。可用热水冲洗后，拧开夹头螺栓，用夹头拉器或撬开夹头取下。

(3) 安装桩头时，应用细砂纸或专用钢丝刷清洁接线柱及接线头，连接电桩夹头时，螺栓螺母的螺纹应先涂凡士林或黄油，以防氧化生锈，便于以后拆卸。

(4) 如电桩小、夹头大，需要垫衬垫时，最好用铅皮或铜皮，并且只垫半圈。若整圈垫，易氧化腐蚀而接触不良。

(5) 维修带故障自我诊断功能的电脑系统时，应注意任何诊断代码在蓄电池引线拆下后会被消除，因此在拆蓄电池引线前，应重新看一下诊断代码。

(6) 点火开关接通时，不可以拆卸蓄电池，以免突然断电使电路中的线圈产生自感电动势而出现很高的瞬时电压，从而使 ECU 及相关传感器等微电子器件严重受损。

(7) 对不了解的车型，为避免拆卸蓄电池时同时清除收音机、石英钟等附属设施的内存（包括防盗码），可先在待拆卸蓄电池的正、负极电缆接头处并联一个蓄

电池后再拆卸，即保证拆装过程车辆不断电，如图 1-1-6 所示。



图 1-1-6 蓄电池的并联拆卸

#### 四、蓄电池正负极桩的识别

蓄电池正负极桩的简要识别方法见表 1-1-1。

也可以用数字万用表的直流电压挡检测判断：当测得的电压值为正值时，红表笔所接的极桩为正极，黑表笔所接的极桩为负极，否则相反。

表 1-1-1 蓄电池正负极桩的简要识别方法

极桩	特点	项目			
		标记	形状	颜色	表面硬度
正极桩		“+”	锥形，略粗	深褐色	较坚硬
负极桩		“-”	略细	浅灰色	较软

#### 实训操作 3：电量低车辆进行蓄电池并联起动

有时在路途中发现电量不够了，发动机又熄火起动不了，作为临时措施，可以向其他的车辆求助，用其他车辆上的蓄电池来发动车辆，将两个蓄电池的负极和负极相连，正极和正极相连。

蓄电池并联起动步骤：

- (1) 将跨接电缆正极 (+) 连接至亏电蓄电池的正极 (+)。
- (2) 将跨接电缆正极 (+) 的另一端连接至辅助蓄电池的正极 (+)。
- (3) 将跨接电缆负极 (-) 连接至辅助蓄电池的负极 (-)。

(4) 最后将跨接电缆负极 (-) 的另一端连接至熄火车辆的发动机缸体，远离蓄电池和油管，如图 1-1-7 所示，以防止在被救车辆起动时大电流放电时发生火花，引爆蓄电池或引燃油路发生火灾。





图 1-1-7 蓄电池并联起动的电缆连接

- (5) 确保跨接电缆连接牢固、不缠绕两发动机的风扇叶片、传送带和其他运作部件。
- (6) 起动辅助车辆发动机并提高转速，再起动熄火车辆。
- (7) 当熄火车辆发动机正常工作后，再按连接时相反顺序拆除跨接线。

#### 第四步 进行蓄电池状况检查

##### 理论链接 9：蓄电池的维护

(1) 保持蓄电池外表面的清洁干燥，及时清除极桩和电缆卡子上的氧化物，并确定蓄电池极桩上的电缆连接牢固。

对于极桩或电缆卡子的氧化腐蚀，先用苏打水溶液清洗，再用专用清洁工具进行清洁，如图 1-1-8 所示。清洗后，在电缆卡子上涂上凡士林或润滑脂防止腐蚀。

注意：清洗蓄电池之前，要拧紧加液孔盖，防止苏打水进入蓄电池内部。

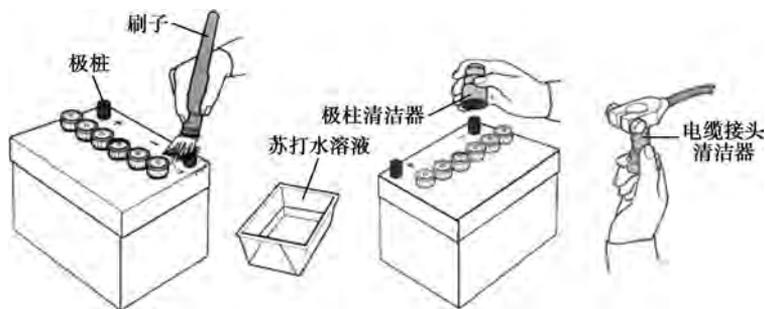


图 1-1-8 极桩或电缆卡子氧化腐蚀的清洁

- (2) 保持加液孔盖上通气孔的畅通，定期疏通。
- (3) 定期检查并调整电解液液面高度，液面不足时，应补加蒸馏水。
- (4) 汽车每行驶 1000km 或夏季行驶 5~6 天，冬季行驶 10~15 天，应用密度计或高率放电计检查一次蓄电池的放电程度，当冬季放电超过 25%，夏季放电超过

50%时，应及时将蓄电池从车上拆下进行补充充电。

(5) 根据季节和地区的变化及时调整电解液的密度。冬季可加入适量的密度为  $1.40\text{g/cm}^3$  的电解液，以调高电解液的密度（一般比夏季高  $0.02 \sim 0.04\text{g/cm}^3$  为宜）。

(6) 冬季向蓄电池内补加蒸馏水时，必须在蓄电池充电前进行，以免水和电解液混合不均而引起结冰。

(7) 冬季蓄电池应经常保持在充足电的状态，以防电解液密度降低而结冰，引起外壳破裂、极板弯曲和活性物质脱落等故障。

### 理论链接 10：蓄电池的贮存

#### 一、新蓄电池、未启用蓄电池的贮存

(1) 应贮存在  $5 \sim 40^\circ\text{C}$ 、干燥、清洁、通风良好的仓库内，仓库的相对湿度应小于 80%。

(2) 应不受阳光直射，距离热源（暖气设备等）不得小于 2m。

(3) 应避免与任何有毒气体、有机溶剂接触。

(4) 不得倒置及卧放，不得叠放，不得受任何机械冲击或重压。

(5) 新蓄电池的存放时间不得超过 2 年。

#### 二、暂时不用的蓄电池的贮存

暂时不用的蓄电池适用湿贮存法。存放时应使蓄电池充足电，并将透气孔密封，放在室内暗处，存放时间不宜超过 6 个月。湿贮存的蓄电池，要经过充电后才可再使用。

#### 三、长期停用的蓄电池的贮存

##### 1. 充电注水法

将蓄电池充足电后倒出电解液，换注蒸馏水。停放 6 小时后，充电 4 小时，更换为新蒸馏水。再次充电 2 小时，倒出蒸馏水，注满新蒸馏水，拧好蓄电池孔盖，封好通气孔，即可长期保存蓄电池。

##### 2. 干存法

以 20 小时的放电率使蓄电池完好放电，倒出电解液后，再用蒸馏水反复冲洗蓄电池内部，直至倒出的蒸馏水无酸味。倒净蓄电池中的蒸馏水后，将蓄电池晾干，拧紧孔盖，封好通气孔，即可长期保存蓄电池。

如无充电条件，可采取该方法保存蓄电池。但操作上要严格掌握冲洗至蒸馏水彻底无酸味。在蓄电池内部，密封前要干燥，密封后也要保持始终干燥。否则保存效果不好。



**理论链接 11：蓄电池常见故障及处理方法**

蓄电池常见故障及处理方法见表 1-1-2。

表 1-1-2 蓄电池常见故障及处理方法

序号	故障现象	故障分析	处理措施
1	蓄电池电压不稳定，不能工作	蓄电池内部发生断路	电池报废并更换新电池
	负载测试时，趋势为 0A、0V		
	充电电压为 16V 时，充电电流为 0A		
2	蓄电池电压为 10.5V 左右，或以 2.1V 的倍数递减	电池内部发生短路	电池报废并更换新电池
3	充电时明酸雾从排气孔中喷出，且有刺鼻的气味产生	电池极板硫酸盐化，原因是电池亏电严重	通过小电池慢慢充电可恢复部分容量，但应尽快更换
	放电测试时，蓄电池电压下降很快，并 10s 内下降至 6V 左右		
	充电时蓄电池电压和电池温度上升快		
4	蓄电池开路电压为 10.5 ~ 12.2V 时，负载放电会出现电流、电压下降极快	蓄电池被深度放电，并且在放电后未能及时补充电能	可通过补充电能恢复性能，注意充电电流为容量的八分之一左右（即 6A 左右），并且充电 10 小时左右
5	电池极柱周围的塑料盖有湿润情况或塑料盖颜色较深	电池端柱污染	可正常使用。如有轻微腐蚀请用温水或碱水洗干净后涂上凡士林

注意：（1）单独给蓄电池充电时应把蓄电池的负极拆下，即不能带负载进行充电。

（2）正常的充电电流为容量的八分之一左右，过大的充电电流会影响充电的效果及蓄电池的寿命。

（3）拆卸蓄电池时，应先拆卸蓄电池负极的线束接线盒。

**实训操作 4：进行蓄电池状况检查**

一、液面高度的检测

蓄电池的液面高度检查方法如图 1-1-9 所示，检查要求见表 1-1-3。

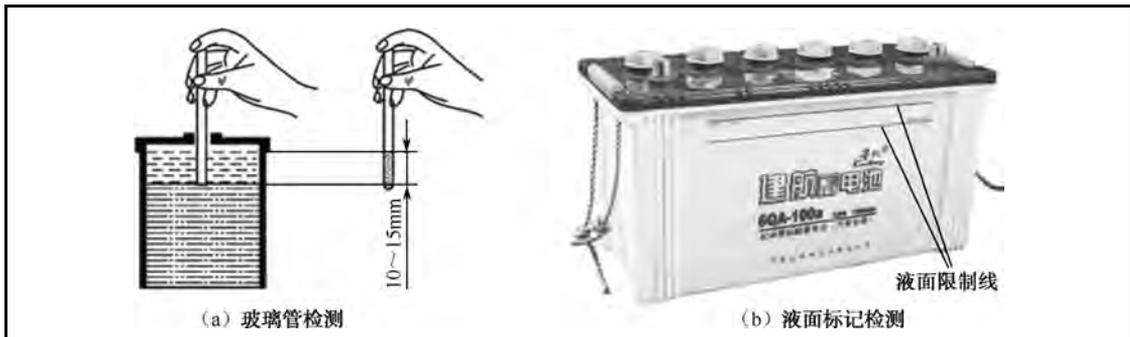


图 1-1-9 蓄电池的液面高度检查

表 1-1-3 蓄电池的液面检查要求

液面检查周期	液面高度要求	液面过高的危害	液面过低的危害
每行驶 1000km 或冬季行驶 15 天左右, 夏季约 1 星期左右检查一次	非透明蓄电池外壳: 液面应高出极板 10 ~ 15mm。 半透明蓄电池外壳: 液面应在厂方标明的上下限制刻线之间	电解液容易在汽车行驶过程中, 由于振动而溅出来, 严重腐蚀其他部件	容易使极板外露, 不能参与化学反应, 长时间后就会形成不可再分解的晶状物, 即硫化现象

对于免维护蓄电池, 一般在蓄电池的上盖设置有观察窗, 可通过其上标识的颜色来判断蓄电池的液面及技术状况。图 1-1-10 所示为丰田威驰轿车蓄电池观察窗的判断方法。

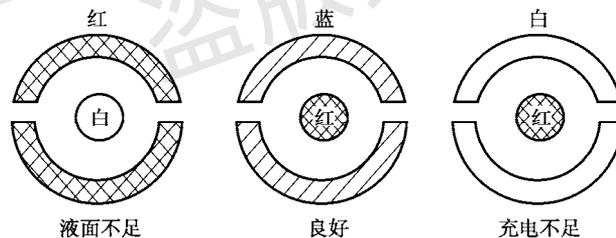


图 1-1-10 丰田威驰轿车蓄电池观察窗含义

## 二、端电压的测量

一般正常蓄电池的端电压约为 12.2 ~ 12.7V。

## 三、起动电压的检测

将数字万用表的红、黑表笔与蓄电池的正、负极桩接触, 起动发动机, 记录起动时万用表显示的最低电压值即为蓄电池的起动电压值。

一般蓄电池的起动电压不低于 10V, 否则发动机电控单元不工作, 发动机无法起动。

#### 四、存电量检查

##### 1. 测电解液相对密度

如图 1-1-11 所示, 使用密度计测量蓄电池电解液的相对密度, 可以判断蓄电池的存电量。

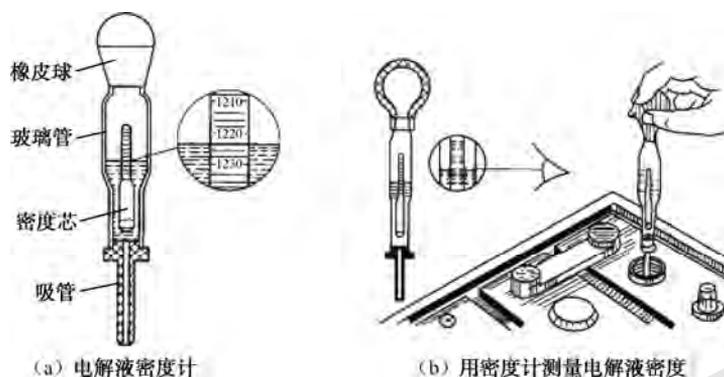


图 1-1-11 密度计及其使用

(1) 测量前, 捏紧密度计的橡皮头, 挤出空气。

(2) 打开加液孔盖, 将橡皮吸管插入电解液, 慢慢放松橡皮球, 待吸入的电解液高度达到玻璃吸管高度的  $2/3$  时 (密度计内的密度芯漂浮起来), 再慢慢地将密度计提出液面。注意: 为避免电解液滴落腐蚀车漆, 密度计不得离开蓄电池加液孔上方。

(3) 读数。平视玻璃管液面最低处, 读取浮子杆上的刻度指示值, 即为电解液的密度, 也可粗略地根据密度芯的红、绿、黄颜色区段判断蓄电池的存电量。

电解液相对密度范围:  $1.24 \sim 1.28\text{g/cm}^3$ 。通常相对密度每下降  $0.01$ , 相当于蓄电池放电  $6\%$  的额定容量。蓄电池存电量要求: 冬季  $\geq 75\%$ , 夏季  $\geq 50\%$ 。

在强电流放电或加注蒸馏水后, 由于电解液混合不匀, 不应立即测量电解液相对密度。

##### 2. 用高率放电计测量单格电压或蓄电池电压

(1) 对于联条外接式蓄电池, 由于其单格电池的极桩外露, 故还可以使用单格电池高率放电计 [图 1-1-12 (a)] 进行检验。

检验时, 将两叉尖紧压在单格电池正负极桩上, 历时  $5\text{s}$  左右, 观察模拟起动大电流放电情况下, 蓄电池所能保持的端电压。

一般技术状况良好的蓄电池, 单格电压应在  $1.5\text{V}$  以上, 并在  $5\text{s}$  内保持稳定。若  $5\text{s}$  内下降到  $1.7 \sim 1.8\text{V}$ , 说明存电充足; 下降到  $1.6 \sim 1.7\text{V}$ , 表明放电  $25\%$  的额定容量; 下降到  $1.5 \sim 1.6\text{V}$ , 表明放电  $50\%$  的额定容量; 若  $5\text{s}$  内电压迅速下降, 说

明单格电池有故障，应进行修理。

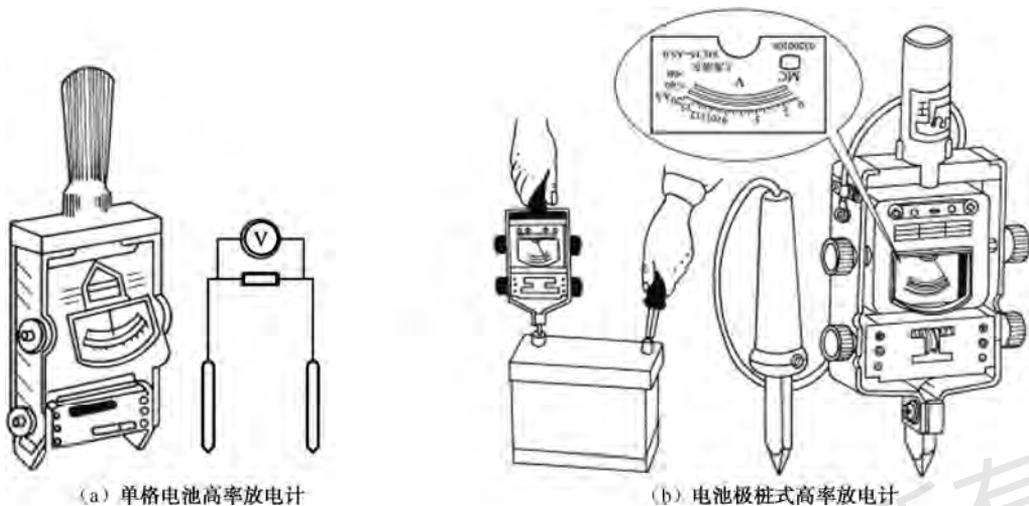


图 1-1-12 高率放电计

(2) 对于联条内接式蓄电池，可使用电池极桩式高率放电计进行测试，如图 1-1-12 (b) 所示，其参考结果见表 1-1-4。

表 1-1-4 12V 蓄电池放电程度的判断

容量	$\leq 60\text{A}\cdot\text{h}$	$> 60\text{A}\cdot\text{h}$
测试时间	20s	20s
测试电压	$< 9\text{V}$ 故障	$< 9.5\text{V}$ 故障
	9 ~ 11V 较好	9.5 ~ 11.5V 较好
	$> 11\text{V}$ 良好	$> 11.5\text{V}$ 良好

## 第五步 对蓄电池补充充电

### 理论链接 12：蓄电池的容量

容量是蓄电池对外供电能力的标志。完全充足电的蓄电池在允许放电范围内输出的电量称为蓄电池的容量 ( $Q_c$ )，单位为安培·小时 ( $\text{A}\cdot\text{h}$ )。恒流放电时，蓄电池的容量等于放电电流与放电时间之积。蓄电池的容量分为理论容量、实际容量、额定容量和储备容量四种。其中具有实用意义的是额定容量和储备容量。

#### 一、额定容量

蓄电池的额定容量用 20h 率容量表示。根据国标 GB5008.1—91《起动用铅酸蓄电池技术条件》规定，将完全充足电的 12V 蓄电池在电解液温度为  $25\pm 5^\circ\text{C}$  条件下，以 20h 率的放电电流（即  $0.05Q_{20}$  安培）连续放电至蓄电池端电压降到  $10.50\pm 0.05\text{V}$



时输出的电量，称为蓄电池的额定容量。

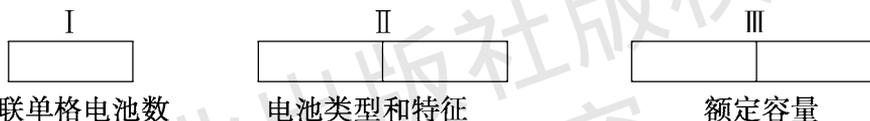
额定容量是检验蓄电池质量好坏的重要指标，新蓄电池必须达到该指标，否则就为不合格产品。例如，对新产 6-QA-105 型蓄电池以 5.25A 电流连续放电至蓄电池端电压降到 10.5V 时，若放电时间大于或等于 20h，则容量为  $Q_e \geq 5.25 \times 20 = 105A \cdot h$ ，即达到或超过了额定容量值 105A · h，该蓄电池为合格产品。

## 二、储备容量

储备容量是国际蓄电池协会和美国汽车工程师协会（SAE）首先制定的。根据国标 GB5008.1—91《起动用铅酸蓄电池技术条件》规定，蓄电池的额定储备容量是指完全充足电的 12V 蓄电池在  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  条件下，以 25A 恒流放电至蓄电池端电压降到  $10.50 \pm 0.05\text{V}$  时的放电时间，称为蓄电池的储备容量，单位为分钟。

### 理论链接 13：蓄电池的型号

按机械行业标准 JB2599—85《铅蓄电池产品型号编制方法》的规定，铅蓄电池型号由三部分组成，其内容及排列方法如下：



#### 一、第一部分：串联单格电池数

其指该电池总成所包含的单格电池数目，用一位阿拉伯数字表示，其标准电压为这个数字的两倍。

#### 二、第二部分：电池类型和特征

其用两个汉语拼音字母表示。其中第一个字母是“Q”，表示起动用铅蓄电池，M 表示摩托车用；第二个字母为蓄电池的特征代号，无字母表示为干封式铅蓄电池。

- A - 干荷电式。
- W - 免维护式。
- F - 防酸式。
- D - 带液式。
- J - 胶体电解液。
- Q - 气密式。
- Y - 液密式。
- H - 湿荷电池。
- B - 半密闭式。
- B - 薄型极板。

### 三、第三部分：额定容量

其用阿拉伯数字表示，具有特殊性能时在额定容量后面用一个字母表示：

G 表示高起动率，S 表示塑料外壳，D 表示低温起动性好。

例如，6-Q-105D 表示由 6 个单格串联组成，额定电压为 12V，额定容量为 105A·h 的低温起动性好的起动型蓄电池。

6-QA-105：表示由 6 个单格串联组成，额定电压为 12V，额定容量为 105A·h 的起动型干荷电式蓄电池。

6-QA-40S：表示由 6 个单格串联组成，额定电压为 12V，额定容量为 40A·h 的起动型干荷电式塑料外壳蓄电池。

### 理论链接 14：蓄电池的充电类型

充电时，蓄电池的正、负极分别与直流电源的正、负极相连，当充电电源的端电压高于蓄电池的电动势时，在电场的作用下，电流从蓄电池的正极流入，负极流出，这一过程称为充电。

蓄电池充电过程是电能转换为化学能的过程。

充电时，正、负极板上的  $\text{PbSO}_4$  还原成  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ ，电解液中的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  增多，密度上升。

当充电接近终了时， $\text{PbSO}_4$  已基本还原成  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ ，这时，过剩的充电电流将电解水，使正极板附近产生  $\text{O}_2$  从电解液中逸出，负极板附近产生  $\text{H}_2$  从电解液中逸出，电解液液面高度降低。因此，铅蓄电池需要定期补充蒸馏水。

蓄电池充足电的标志是：

- (1) 电解液中有大量气泡冒出，呈沸腾状态；
- (2) 电解液的密度和蓄电池的端电压上升到规定值，且在 2~3h 内保持不变。

#### 一、充电方法

主要有：定流充电、定压充电及快速充电（脉冲充电）。

##### (一) 定流充电

概念：在充电过程中，保持充电电流一定的充电方法，也称恒流充电。

特点：采用定流充电可将不同电压等级的蓄电池串在一起充电，连接方法如图 1-1-13 (a) 所示。

定流充电电流选择：为缩短充电时间，充电过程通常分为两个阶段。第一阶段采用较大的充电电流（ $1/10Q_c$ ），使蓄电池的容量得到迅速恢复，当蓄电池电量基本充足，单格电池电压达到 2.4V，开始电解水产生气泡时，转入第二阶段，将充电电流减小一半（ $1/20Q_c$ ），直到电解液密度和蓄电池端电压达到最大值且在 2~3h 内不再上升，蓄电池内部剧烈冒出气泡时为止。



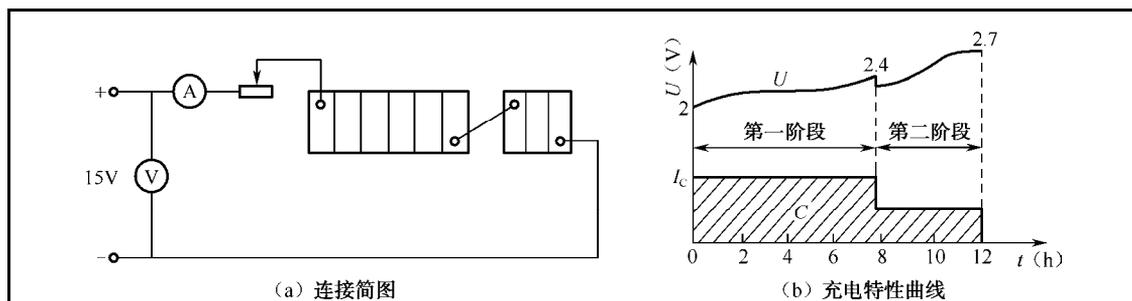


图 1-1-13 定流充电

当充电电路有不同电压等级的蓄电池时，充电电流应按照容量最小的电池来选择，当小容量蓄电池充足后，应及时取掉。然后再继续给大容量蓄电池充电。

定流充电具有适应性广的优点，因此广泛用于初充电、补充充电、去硫化充电。缺点是充电时间长，并且需要经常调节充电电流。

### (二) 定压充电

概念：在充电过程中，使充电电压始终保持一定的充电方法，也称恒压充电。连接方法如图 1-1-14 (a) 所示。

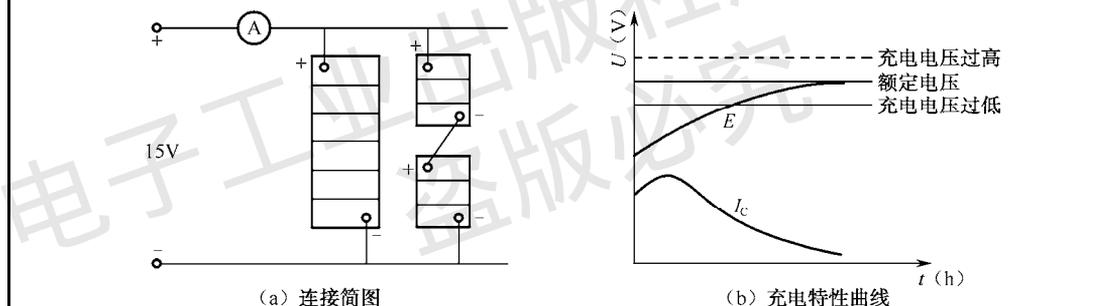


图 1-1-14 定压充电

特点：充电效率高，开始 4~5h 内，即可达到额定容量的 90%~95%，可大大缩短充电时间；定压充电充足时，电流自动趋于零；不需要照管和调整充电电流，不会发生过充电。

定压充电电压选择：一般每单格电池约需 2.5V，即 6V 电压充电需电源电压 7.5V，12V 电池电源电压为 15V。若充电电压过高，将导致过充电；充电电压过低，将导致充电不足。

### (三) 脉冲充电

脉冲充电必须用脉冲快速充电器进行，其充电电流波形如图 1-1-15 所示。

脉冲快速充电的过程是：先用 0.8~1 倍额定容量的大电流进行定流充电，使蓄电池在短时间内充至额定容量的 50%~60%，当单格电池电压升至 2.4V，开始冒气

泡时,由充电机的控制电路自动控制,开始脉冲快速充电,首先停止充电 25ms(称为前停充),然后再放电或反向充电,使蓄电池反向通过一个较大的脉冲电流(脉冲深度一般为充电电流的 1.5~2 倍,脉冲宽度为 150~1000 $\mu$ s),然后再停止充电 40ms(称为后停充),以后的过程为:正脉冲充电—前停充—负脉冲瞬间放电—后停充—正脉冲充电……循环进行,直至充足电。

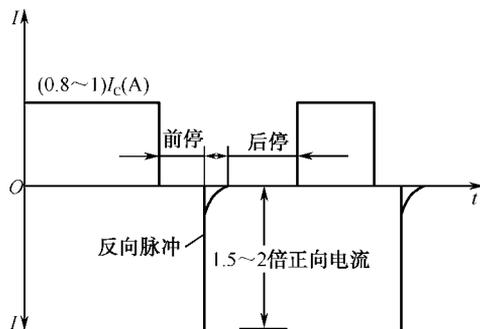


图 1-1-15 脉冲快速充电电流波形

特点:优点是充电时间可大大缩短(新蓄电池充电仅需 5h,补充充电需 1h),缺点是对蓄电池的寿命有一定的影响,并且脉冲快速充电机结构复杂,价格昂贵,适用于电池集中、充电频繁、要求应急的场合,但禁止在蓄电池与汽车线束未松开的情况下就车充电。

## 二、充电种类

### (一) 初充电

其指对新的或更换极板后的蓄电池进行的第一次充电。其操作步骤如下。

(1) 按蓄电池制造厂的规定和本地区的气温条件,加注一定密度的电解液(加注前,电解液温度不得超过 30 $^{\circ}$ C),放置 4~6h,使极板浸透,并调整液面高度至规定值。

(2) 将蓄电池的正、负极分别与充电机的正、负极相连。

(3) 采用两阶段定流充电法充电时,第一阶段充电电流为额定容量的 1/10,待电解液中有气泡冒出、单格电池电压达 2.4V 时,转入第二阶段,将电流减小一半,直至蓄电池充足电为止。

充电过程中应注意测量电解液的温度,当温度超过 40 $^{\circ}$ C 时,应将电流减半,如温度继续上升达 45 $^{\circ}$ C 时,应停止充电,待冷却至 35 $^{\circ}$ C 以下时再充电。

(4) 充好电的蓄电池应检查电解液的密度,如不符合规定,应用蒸馏水或 1.4g/cm<sup>3</sup> 的稀硫酸进行调整,并调整液面高度至规定值。调整后,再充电 2h,直到电解液密度符合规定为止。



### (二) 补充充电

使用中的蓄电池，由于充电电压偏低或充电机会少而使蓄电池容量下降时，应及时进行补充充电。蓄电池存电不足的特征有：

- (1) 电解液相对密度下降到  $1.200\text{g/cm}^3$  以下；
- (2) 冬季放电超过额定容量的  $25\%Q_e$ ，夏季放电超过  $50\%Q_e$ ；
- (3) 灯光暗淡、起动无力、喇叭沙哑。

补充充电的过程和方法与初充电相同，充电第一阶段以  $0.1Q_e$  的电流充到冒气泡，第二阶段将电流减半，充到“沸腾”，电压、相对密度上升到 2~3h 不变，即充电结束。平时补充充电一般需要 13~17h。

### (三) 预防硫化充电

蓄电池在使用中，常因充电不足而造成硫化，为预防起见，可每隔 3 个月进行一次预防硫化过充电，即比平常充电时间更长、充电更完全。方法是用平时补充充电的电流将电池充足，中断 1h，如此重复几次，直到刚接入充电，蓄电池立即“沸腾”为止。

### (四) 锻炼循环充电

蓄电池在使用中常处于部分放电的情况，参加化学反应的活性物质有限，为迫使相当于额定容量的活性物质都能参加工作，以避免活性物质长期不工作而收缩，可每隔 3 个月进行一次锻炼循环。即在电池正常充足电后，用 20 h 放电率放完电，再正常充电后即可使用。

### (五) 去硫化充电

当极板硫化较严重时，可进行“去硫化充电”。方法是先倒出蓄电池内的电解液，反复冲洗数次，然后灌入蒸馏水至高出极板 10~15mm，用初充电电流进行充电，并随时测量相对密度。如相对密度升高到  $1.15\text{g/cm}^3$  以上时，可用蒸馏水冲淡，继续充至相对密度不再上升后进行放电。如此反复多次，每充 6h，中间停充 2h，反复进行至相对密度不变为止。最后参照初充电方法充电，并调整相对密度至规定值，即可使用。

## 理论链接 15：蓄电池充电注意事项

- (1) 严格遵守各种充电方法中的充电规范。
- (2) 充电时，应先接好蓄电池线，导线连接必须可靠，严防发生火花；停止充电时，应先切断交流电源。
- (3) 对于一般铅蓄电池在充电时要打开蓄电池加液孔盖，使氢气、氧气顺利逸出，以免发生事故，同时注意充电期间蓄电池的温度情况，在温度过高时可先暂停

充电或采用外围冷却方式，温度还继续升高则及时查明原因。

(4) 充电室要安装通风设备，严禁用明火取暖，充电设备和蓄电池应隔室放置。

(5) 对于免维护蓄电池，只有在汽车充电系统出现故障后造成存电量不足须补充充电外，在正常使用状态下最后产生的存电量不足则无须充电，直接更换。

(6) 尽量不采用就车充电，在采用就车充电时要注意充电机对电控系统的影响，对于一些特殊的车型在充好电后还要做一些自学习或匹配工作。

### 实训操作 5：对蓄电池补充充电

给两个蓄电池进行补充充电。

(1) 将蓄电池串联（若给单个蓄电池充电可略过这一步）。

(2) 将充电机正极线与蓄电池正极连接。

(3) 将充电机负极线与蓄电池负极连接。

(4) 选择充电机电压挡：给一个蓄电池充电选择 12V，给两个蓄电池充电选择 24V。

(5) 将充电机电源插头接上电源插座。

(6) 将充电机电源开关打开。

(7) 调整充电机电流选择旋钮，选择充电电流，充电电流变为 0A 时，充电结束。

(8) 关闭充电机电源开关。

(9) 拔下充电机电源插头。

(10) 将连接蓄电池的所有导线拆下。

(11) 将充电机电压挡、电流挡选择旋钮旋回关闭位置。

充电步骤图例如图 1-1-16 ~ 图 1-1-26 所示。



图 1-1-16 步骤 1



图 1-1-17 步骤 2



图 1-1-18 步骤 3



图 1-1-19 步骤 4



图 1-1-20 步骤 5



图 1-1-21 步骤 6



图 1-1-22 步骤 7



图 1-1-23 步骤 8



图 1-1-24 步骤 9



图 1-1-25 步骤 10



图 1-1-26 步骤 11

蓄电池故障排除作业记录表

班级	学号	姓名
车辆品牌	耗时	
项目	作业记录内容	
一、前期准备：完成打“√”		
1. 检查车辆放置环境	<input type="checkbox"/> 已完成	
2. 安装车轮挡块	<input type="checkbox"/> 已完成	
3. 安装尾气抽气管	<input type="checkbox"/> 已完成	
4. 安装车内三件套	<input type="checkbox"/> 已完成	
5. 安装车外三件套	<input type="checkbox"/> 已完成	
6. 手刹检查	<input type="checkbox"/> 已完成	
7. 挂挡杆位置检查	<input type="checkbox"/> 已完成	
二、漏电检查：完成打“√”		
1. 关闭点火开关，拆下蓄电池负极接线	<input type="checkbox"/> 已完成	
2. 把数字万用表调到电流表（1A 挡）	<input type="checkbox"/> 已完成	
3. 取用两根导线，将两导线一端分别接万用表正、负表笔，另一端分别接负极接线柱和负极接线，观察电流表数值	<input type="checkbox"/> 已完成 测量值：_____A	
4. 结果判断		
<input type="checkbox"/> 车辆漏电		
<input type="checkbox"/> 车辆不漏电		
三、电压检测		
检测项目	测量结果	
1. 测量蓄电池端电压	_____V	
2. 测量蓄电池起动电压	_____V	

续表

项目	作业记录内容
3. 分析与处理意见	
四、蓄电池并联起动：完成打“√”	
1. 将跨接电缆正极（+）连接至亏电蓄电池的正极（+）	<input type="checkbox"/> 已完成
2. 将跨接电缆正极（+）的另一端连接至辅助蓄电池的正极（+）	<input type="checkbox"/> 已完成
3. 将跨接电缆负极（-）连接至辅助蓄电池的负极（-）	<input type="checkbox"/> 已完成
4. 将跨接电缆负极（-）的另一端连接至熄火车辆的发动机缸体	<input type="checkbox"/> 已完成
5. 确保跨接电缆连接牢固、不缠绕两发动机的风扇叶片、传送带和其他运作部件	<input type="checkbox"/> 已完成
6. 起动辅助车辆发动机并提高转速	<input type="checkbox"/> 已完成
7. 起动熄火车辆	<input type="checkbox"/> 已完成
8. 当熄火车辆发动机正常工作后，拆除两车间负极跨接线	<input type="checkbox"/> 已完成
9. 拆除两车间正极跨接线	<input type="checkbox"/> 已完成
10. 原熄火车辆保持怠速运转半小时，或正常驶离	<input type="checkbox"/> 已完成
四	清洁设备、工量具、场地，恢复现场

班级	学号	姓名
车辆品牌	耗时	
项目	作业记录内容	
一	前期准备：完成打“√”	
1. 检查车辆放置环境	<input type="checkbox"/> 已完成	
2. 安装车轮挡块	<input type="checkbox"/> 已完成	
3. 安装尾气抽气管	<input type="checkbox"/> 已完成	
4. 安装车内三件套	<input type="checkbox"/> 已完成	
5. 安装车外三件套	<input type="checkbox"/> 已完成	
6. 手刹检查	<input type="checkbox"/> 已完成	
7. 挂挡杆位置检查	<input type="checkbox"/> 已完成	
二	拆卸蓄电池：完成打“√”	
1. 断开蓄电池负极电缆	<input type="checkbox"/> 已完成	
2. 再断开正极电缆	<input type="checkbox"/> 已完成	
3. 拆卸蓄电池压杆螺母并取下压杆 注意：不要让工具同时碰到蓄电池的正、负极，以免打火花	<input type="checkbox"/> 已完成	
4. 双手取下蓄电池 注意：蓄电池的倾斜角度不要超过 40°	<input type="checkbox"/> 已完成	



续表

项目	作业记录内容	
5.	检查蓄电池托架是否损坏并清理	<input type="checkbox"/> 已完成
三	给两个蓄电池补充充电：完成打“√”	
1.	将蓄电池串联	<input type="checkbox"/> 已完成
2.	将充电机正极线与蓄电池正极连接	<input type="checkbox"/> 已完成
3.	将充电机负极线与蓄电池负极连接	<input type="checkbox"/> 已完成
4.	选择充电机电压挡	<input type="checkbox"/> 已完成 电压挡选择：___V
5.	将充电机电源插头接上电源插座	<input type="checkbox"/> 已完成
6.	将充电机电源开关打开	<input type="checkbox"/> 已完成
7.	调整充电机电流选择旋钮，选择充电电流	<input type="checkbox"/> 已完成 电流选择：___A
8.	充电电流变为 0A 时，充电结束	<input type="checkbox"/> 已完成
9.	关闭充电机电源开关	<input type="checkbox"/> 已完成
10.	拔下充电机电源插头	<input type="checkbox"/> 已完成
11.	将连接蓄电池的所有导线拆下	<input type="checkbox"/> 已完成
12.	将充电机电压挡选择旋钮旋回关闭位置	<input type="checkbox"/> 已完成
13.	将充电机电流挡选择旋钮旋回关闭位置	<input type="checkbox"/> 已完成
四	安装蓄电池：完成打“√”	
1.	检查托架的安装情况，将新蓄电池装入托架	<input type="checkbox"/> 已完成
2.	安装蓄电池压杆及拉钩	<input type="checkbox"/> 已完成
3.	安装蓄电池正电缆	<input type="checkbox"/> 已完成
4.	安装蓄电池负电缆	<input type="checkbox"/> 已完成
五	清洁设备、工量具、场地，恢复现场	



## 项目评价

考核方式：教师设置故障，每位学生独立检测排除故障。

班级			学号			姓名		
车辆品牌					耗时			
序号	项目	评分项目	评价标准		分值	学生 自评	学生 互评	教师 评价
1	时间 要求	按规定时间完成操作	酌情扣 1~5 分		5			
2	质量 要求	漏电检测	操作错误一项扣 5 分 判断错误扣 5 分		15			
3		并联起动	操作错误一项扣 2.5 分		15			



续表

序号	项目	评分项目	评价标准	分值	学生 自评	学生 互评	教师 评价
4		起动电压检测	操作错误一项扣 5 分 判断错误扣 5 分	15			
5		蓄电池状况检查	检测错误一项扣 5 分 判断错误一项扣 5 分	20			
6		蓄电池补充充电	操作错误一项扣 5 分	15			
7	安全 要求	遵守安全操作规程	酌情扣 1~5 分 出现安全事故计 0 分	5			
8	文明 要求	按文明生产规则进行操作	酌情扣 1~5 分	5			
9	环保 要求	符合环保要求	酌情扣 1~5 分	5			
本项目得分				100			
日期							