

国家示范学校专业建设系列教材

汽车电气 设备与维修

QICHE DIANQI
SHEBEI YU WEIXIU

主编 ◆ 赵培召





国家示范学校专业建设系列教材

汽车电气设备与维修

Qi Che Dian Qi She Bei Yu Wei Xiu

主编 赵培召



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要包括电源系统、起动系统、点火系统、照明及信号装置、仪表和电气系统、汽车电路图识读与电气故障诊断等主要汽车电器设备的工作原理和检修方法,重点突出全车的识图与分析。

本书采用大量图表说明代替文字阐述,直观易读;实训操作以项目的形式列出,便于组织教学和读者阅读。本书可供高等院校汽车运用与维修专业师生教学使用,也可供汽车使用、维修、检测技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备与维修 / 赵培召主编. —北京:北京理工大学出版社, 2014.8
ISBN 978-7-5640-9569-7

I. ①汽… II. ①赵… III. ①汽车-电气设备-车辆修理-中等专业学校-教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第175935号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 710毫米×1000毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 213千字

版 次 / 2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

定 价 / 36.00元

责任编辑 / 洪晓英

文案编辑 / 洪晓英

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

目 录

电源系统

→课题一 1

任务一 蓄电池的结构.....1

任务二 蓄电池的工作原理.....4

任务三 蓄电池的使用与维护.....6

- 一、辨别蓄电池的型号.....6
- 二、蓄电池正负极的识别和充电.....7
- 三、蓄电池的检测.....10
- 四、应急跨接启动.....13
- 五、蓄电池的使用与维护注意事项.....14
- 六、蓄电池故障诊断表.....14

任务四 交流发电机的构造.....16

任务五 交流发电机的工作原理.....20

任务六 交流发电机的检查与维护.....25

- 一、V带松紧度的检查与调整.....25
- 二、电刷的检查与更换.....26
- 三、转子的检查.....26
- 四、定子的检查.....27
- 五、整流器的检测.....28
- 六、电压调节器的检查.....29
- 七、电刷架总成的检查.....30

任务七 常见车型电源系统的工作原理.....31

- 一、2.5L (LB8) 和3.0L (LW9) 别克君威充电电路.....31
- 二、卡罗拉轿车电源系统电路.....32
- 三、夏利轿车电源系统电路.....33

课题小结.....35

思考与练习.....35

启动系统

→课题二 37

任务一 启动系统概述.....37

- 一、启动系统的作用.....37
- 二、启动系统的组成.....37

任务二 起动机结构与工作原理.....40

- 一、电动机.....40
- 二、控制部分.....42
- 三、传动机构.....44

任务三 启动系统的工作原理.....48

- 一、启动系统的基本工作原理.....48
- 二、常见车型启动系统的工作原理.....49

任务四 起动机性能测试与检修及常见故障诊断.....53

- 一、起动机性能测试.....53
- 二、起动机大修.....54
- 三、启动系统常见故障诊断.....60

课题小结.....62

思考与练习.....62

点火系统

→课题三 64

任务一 传统点火系统.....64

- 一、传统点火系统的结构.....64
- 二、传统点火系统的组成元件.....65
- 三、传统点火系统的工作原理.....71

任务二 电子点火系统.....73

- 一、电子点火系统的结构与类型.....73
- 二、霍尔式电子点火系统.....74
- 三、电磁感应式电子点火系统.....76
- 四、光电式电子点火系统.....78

任务三 微机控制点火系统.....80

- 一、微机控制点火系统的组成.....80
- 二、微机控制点火系统的类型及其工作原理.....85

任务四 点火系统检修.....88

- 一、电子点火系统检修注意事项.....88
- 二、电子点火系统的正时确定.....88
- 三、分电器的检查.....89
- 四、信号发生器的检查.....90
- 五、点火线圈的检修.....92
- 六、高压线的检修.....92
- 七、点火控制器的检修.....93
- 八、火花塞的检修.....94

任务五 点火系统故障诊断.....96

- 一、点火系统的常见故障诊断与排除.....96
- 二、点火系统常见故障速查表.....100

课题小结.....102

思考与练习.....102

照明与信号装置

→课题四 103

任务一 照明与信号装置概述.....103

- 一、车灯的介绍.....103
- 二、车灯的分类.....105

任务二 汽车大灯照明系统.....107

- 一、汽车大灯的类型.....107
- 二、汽车大灯的结构.....108
- 三、汽车大灯的控制开关.....109
- 四、汽车大灯控制系统电路工作原理.....110
- 五、照明系统的调整与检修.....112

任务三 信号系统.....114

- 一、灯光信号系统.....114
- 二、声音信号系统.....121
- 三、信号系统常见故障检修.....121

课题小结.....125

思考与练习.....125

仪表和电器系统

→课题五 126

任务一 仪表系统结构与工作原理.....126

- 一、认识仪表板.....126
- 二、仪表的结构与工作原理.....130
- 三、指示灯的工作原理.....134
- 四、电子显示装置.....136

任务二 辅助电器.....140

- 一、电动车窗的构造和工作原理.....140
- 二、电动天窗的构造和工作原理.....144
- 三、刮水器/洗涤器系统的构造和原理.....146
- 四、电动座椅.....149
- 五、电动后视镜.....155

课题小结.....159

思考与练习.....159

汽车电路图识读 与电气故障诊断

→课题六 160

任务一 汽车电路识读基础 160

- 一、汽车电气线路的特点 160
- 二、汽车电路图的类型 162
- 三、汽车电路的九大系统 165
- 四、汽车电路图的识图方法 165
- 五、汽车电路图识读实例 169

任务二 汽车电气故障的诊断 172

- 一、汽车电气故障的诊断工具 172

- 二、汽车电气元件和电路检查 174
- 三、汽车电气故障诊断与检修的一般流程 180
- 四、汽车线路故障诊断与检修的常用方法 181
- 五、汽车线路故障诊断与检修的注意事项 183

课题小结 184

思考与练习 184

→参考答案 185

→参考文献 187

课题一 电源系统

● [学习任务]

1. 熟悉电源系统各组成部件的结构与工作原理。
2. 基本掌握蓄电池常见故障和检修方法。
3. 基本掌握交流发电机及其调节器的拆装、故障诊断和维修方法。

● [技能要求]

1. 学会使用密度计和高效放电计等检测蓄电池技术状况的方法。
2. 学会使用万用表对发电机及其调节器的性能进行检测和分析。

任务一 蓄电池的结构

汽车蓄电池的主要用途是为启动发动机和汽车电器用电需求超出发电机输出能力时供电。与此同时，它也对整个电气系统起到稳压作用。

蓄电池一般由壳体、栅架（正负极板）、隔板、电解液、联条和极桩等组成，如图1-1所示。

1. 壳体

蓄电池的外壳是用来盛放电解液、栅架组及隔板的箱体。大多数汽车蓄电池壳体是由聚丙烯材料制成，它耐酸、耐高温、耐寒、抗振，并具有足够的机械强度。

一般的，蓄电池箱体内有六个单电池（12V蓄电池），每个单电池都有正极板和负极板。图1-2所示为典型的蓄电池壳体。

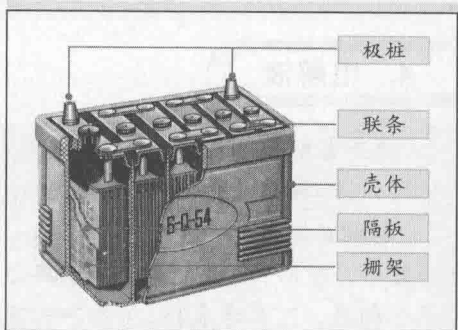


图1-1 蓄电池

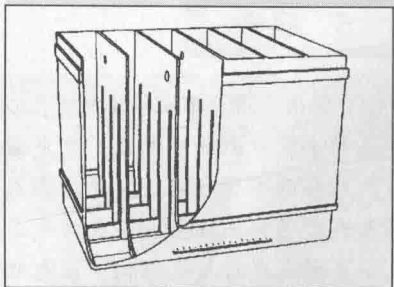


图1-2 典型的蓄电池壳体

2. 栅架（正极板、负极板）

蓄电池的每块正极板和负极板都是构建在框架或栅架上，栅架的主要材料是铅。栅架上附有活性物质就成了极板。栅架对活性物质起支撑作用，见图1-3所示。

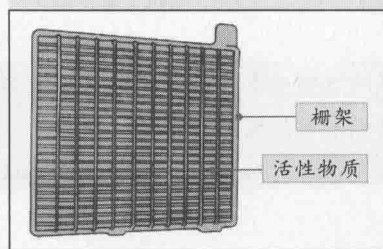


图1-3 蓄电池极板

正极板：在栅架表面附着有过氧化物（一般为二氧化铅 PbO_2 ）就是正极板，呈暗褐色。

负极板：在栅架表面附着有纯的多孔铅（称为海绵铅）就是负极板，呈青灰色。

3. 隔离板

隔离板（简称隔板）是为了防止正负极板靠在一起而造成短路，如图1-4所示。隔板材料需具有多孔性和渗透性的特点，且具有良好的耐酸性和抗氧化性。常见的隔板有木质隔板、微孔橡胶隔板、微孔塑料隔板、玻璃纤维隔板和纸板等。

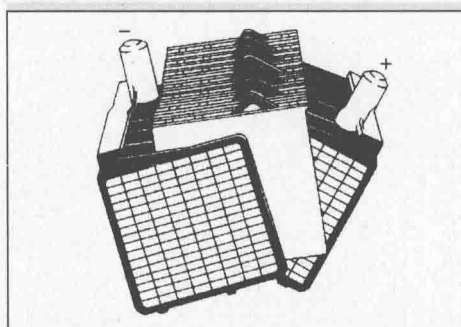


图1-4 隔板位置图

4. 电解液

汽车蓄电池中使用的电解液是用36%的硫酸和64%的蒸馏水混合配制而成的。

电解液的密度一般为 $1.24 \sim 1.3 \text{ g/cm}^3$ 。一般地，在不同气温下电解液密度要求也不尽相同，可参考表1-1（在 25°C 下完全充足电的蓄电池）。

表1-1 应不同气温对应的电解液密度
($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

地区气候条件	冬季	夏季
冬季气温低于 -40°C	1.30	1.26
冬季气温低于 -40°C	1.28	1.26
冬季气温低于 -30°C	1.27	1.24
冬季气温高于 -20°C	1.26	1.23
冬季气温高于 0°C	1.23	1.23

5. 联条

联条是用于串联单体电池，以提高整个蓄电池的端电压。常见蓄电池联条的串联方式一般是外露式，而新型蓄电池联条的串联方式是采用穿壁式或跨接式结构（在电池内部），几种方式如图1-5所示。

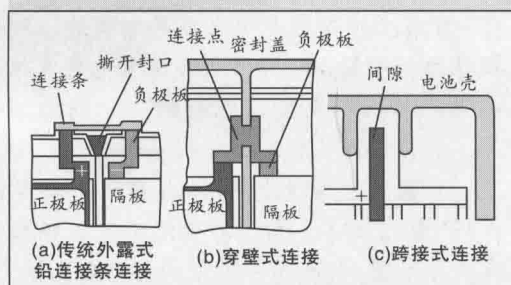


图1-5 单体电池的连接方式

6. 极桩

常见极桩有L形和锥台形的，如图1-6所示。锥台形极桩是蓄电池装配后再铸上的，L形极桩是装配后焊接上去的。为便于识别，极桩的上方或旁边标刻有“+”（或P）、“-”（或N）标记，或者在极桩附近涂有颜色（红色为正极，蓝色为负极）。

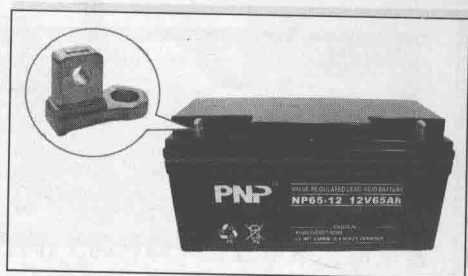


图1-6 极桩

任务二 蓄电池的工作原理

蓄电池充放电过程（即它的工作过程）就是化学能与电能相互转化的过程：当蓄电池向外供电时，将化学能转化为电能，称为放电；当蓄电池与外部直流电源相连进行充电时，将电能转化为化学能，称为充电。

1. 放电过程

在放电过程中，正极板上的氧化铅（ PbO_2 ）与电解液中的 SO_4 结合形成硫酸铅（ PbSO_4 ），同时，释放出的 O_2 在电解液中形成 H_2O （水）。负极板上的铅（ Pb ）也与电解液中的 SO_4 结合形成硫酸铅（ PbSO_4 ），如图1-7所示。

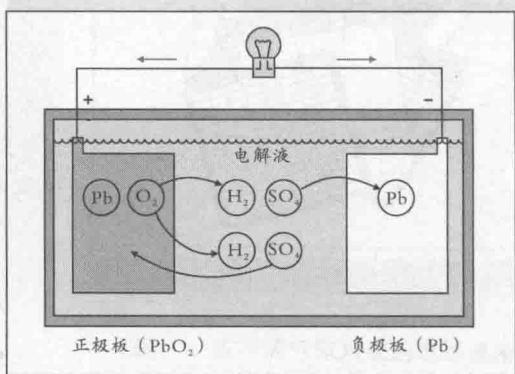
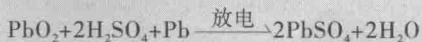


图1-7 放电过程



2. 完全放电状态

由上述放电化学反应式可知：蓄电池完全放电后，正极板和负极板生成硫酸铅（ PbSO_4 ），电解液也变成了水（ H_2O ）。一般地，蓄电池不可能完全达到100%的放电状态。而在蓄电池放电后，极板和电解液都接近不活跃状态。完全放电后的电解液大部分为水，在0℃以下会有结冰的危险。

注意

严禁对结冰的蓄电池进行跨接启动和充电。

3. 充电过程

在充电过程中，硫酸根离子从正极板和负极板中脱离返回到电解液中，变成标准强度的硫酸溶液。正极板还原为氧化铅（ PbO_2 ），负极板也还原为纯铅

(Pb)，电解液转变成 H_2SO_4 ，如图1-8所示。

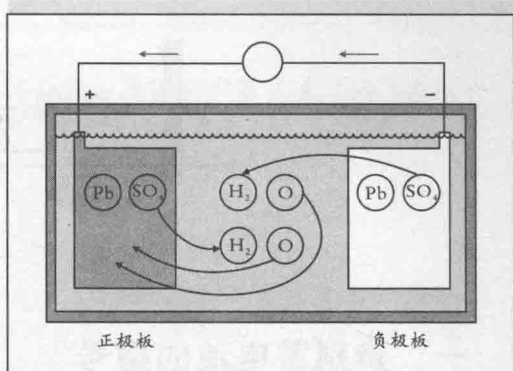
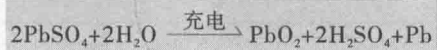


图1-8 充电过程

任务三 蓄电池的使用与维护

一、辨别蓄电池的型号

蓄电池的型号是根据标准JB/T 2599-1993的规定制定的。蓄电池产品型号分为三部分，如图1-9所示，其排列及含义如下所示：

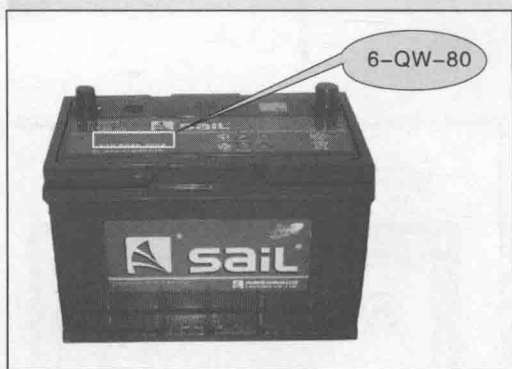
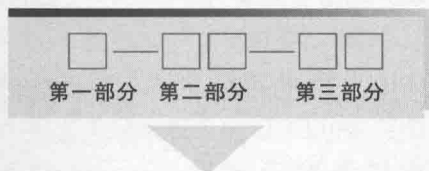


图1-9 蓄电池的型号

第一部分

第一部分表示串联的单格蓄电池数，用阿拉伯数字表示，其额定电压为这个数字的2倍。比如：

3表示3个单格，额定电压为6 V。

6表示6个单格，额定电压为12 V。

第二部分

第二部分表示蓄电池的类型和特征，用两个汉语拼音字母表示。如第一个字母是Q表示启动用铅蓄电池，M表示摩托车用。第二个字母为蓄电池的特征代号，无字母表示普通式铅蓄电池。如：

A—干荷电式；

W—免维护式；

H—湿荷电式；

M—密封式；

S—少维护式；

J—胶体电解质。

第三部分

第三部分表示蓄电池额定容量和特殊性能。我国目前规定采用20 h放电率的额定容量，单位为 $A \cdot h$ ，用数字表示，特殊性能用字母表示：

G—表示高启动率；

S—表示塑料槽；

D—表示低温启动性能好。

举例：某一风帆牌汽车蓄电池型号为6-AW-80，表示该蓄电池由6个单格组成，额定电压为 $6 \times 2 = 12 (V)$ ；是干荷免维护式蓄电池；20 h放电率的额定容量为 $80 A \cdot h$ 。

二、蓄电池正负极的识别和充电

充电是蓄电池使用过程中的一个重要环节。对于新启用的蓄电池或修复的蓄电池，在使用前必须进行初次充电（激活）；使用中的蓄电池也需要进行补充充电，特别是在汽车充电系统发生故障而导致蓄电池充电不足的情况下；在存放期中，3个月要进行一次放电、充电循环处理维护，以保持蓄电池一定的容量，延长其使用寿命。

1. 蓄电池正负极的识别

充电时应将蓄电池的正、负极与对应的充电电动机的正负极相连。若极性接反，会造成蓄电池的损坏。

一般地，蓄电池的正、负极或周围都分别标有“+”、“-”记号，或正极桩上涂红色，负极桩上涂其他颜色。若标记模糊不清，则可用下述方法进行识别。

方法一

观察极桩的颜色，使用过的蓄电池正极桩呈深棕色，负极桩呈淡灰色。

方法二

用直流电压表接蓄电池的两极，按照指针偏摆方向判断其正、负极。当指针偏摆正常时，红表棒对应的为正极，黑表棒对应的为负极。

方法三

利用电解液进行识别，将蓄电池的两极接上导线，插入电解液中，导线周围产生气泡多为负极。

2. 蓄电池的充电

蓄电池常见的充电方法有三种：定压充电、定流充电和脉冲充电。

(1) 定压充电

始终保持充电过程中充电电压不变的充电方法称为定压充电法。采用这一方法时，要求各支路蓄电池的额定电压必须相等，容量也要一样。定压充电蓄电池的连接方式如图1-10所示。

定压充电的充电电压一般按单体电池电压的2.5倍选用，即6 V蓄电池的充电电压为 7.5 V，12 V蓄电池的充电电压为15 V。

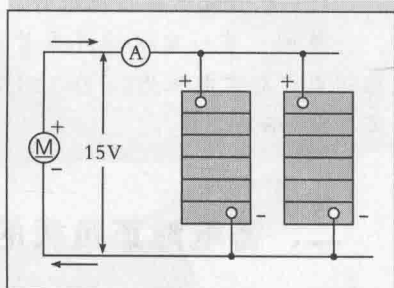


图1-10 定压充电时蓄电池的连接

(2) 定流充电

保持充电过程中，使充电电流（一般蓄电池容量的0.1倍以下，如60 A·h的蓄电池不大于6 A）恒定的充电方法称为定流充电。

使用定流充电方法时，被充电的蓄电池不论是6 V还是12 V，均可串联在一起进行充电，见图1-11。串联的蓄电池的容量应尽可能相同，如不相同，充电电流是用小容量的蓄电池算。当小容量的蓄电池充足电后，应从充电电路中去掉，再继续给其他大容量的蓄电池充电。

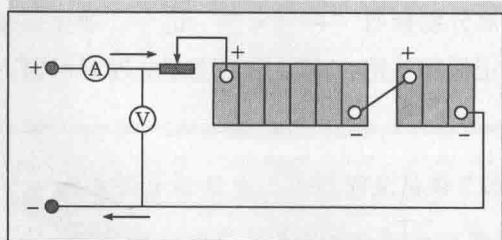


图1-11 定流充电时蓄电池的连接

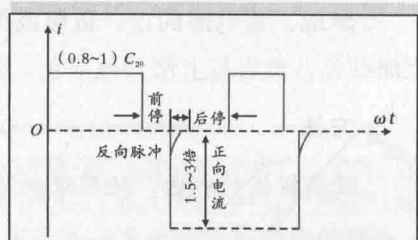


图1-12 脉冲快速充电的电流波形

(3) 脉冲充电

利用脉冲充电可实现快速充电。脉冲快速充电的电流波形如图1-12所示。

脉冲快速充电的整个过程由脉冲充电控制电路进行自动控制，其具体过程如下所述。

步骤一

充电初始阶段采用大电流充电（相当于额定容量的0.8~1倍的电流），使蓄电池在短时间内达到额定容量的60%左右。当单体电压上升到2.4V且电解液开始电解而冒气泡时，控制电路使大电流充电停止。

步骤二

先停止充电24~30 ms（称前停充），接着再放电或反充电，使蓄电池反向通过一个较大的脉冲电流，以消除极板孔隙中形成的气泡，然后再停止放电25 ms（称后停充）。

步骤三

进行循环脉冲充电。其循环充电过程是：正脉冲充电→前停充→负脉冲瞬间放电→后停充→正脉冲充电，直至充足。

脉冲快速充电的特点

- ① 充电时间短。初充电一般不超过5 h，补充充电只需0.5~1.5 h。
- ② 具有显著的去硫化作用。
- ③ 节能。消耗电能一般为常规充电的80%~85%。
- ④ 增加蓄电池的容量。因为脉冲快速充电能消除极化，所以充电时化学反应充分，加深了反应深度，使蓄电池容量有所增加。
- ⑤ 对蓄电池的寿命有一定影响，仍需进一步改进。

通常情况下，经快速充电的蓄电池只是提高了充电容量，并未充足电。如果想充足，还需要用小电流或正常充电电流进行最后的充电。

注意

下列铅蓄电池不能进行快速脉冲充电：

- ① 电解液混浊并带褐色的蓄电池。
- ② 极板硫化的蓄电池。
- ③ 充电时电解液温度超过50℃的蓄电池。
- ④ 未经使用的新蓄电池。
- ⑤ 液面高度不正确的蓄电池。
- ⑥ 电解液相对密度各单格不均匀的蓄电池，或各格电压差大于0.2 V的蓄电池。

三、蓄电池的检测

1. 检查电解液的液面高度

常见检查电解液液面高度的方法有液面高度指示线法、玻璃管测量法和加液孔观察判断法三种。

(1) 液面高度指示线法

该法适用于壳体为半透明塑料的蓄电池。这类蓄电池的厂家会在壳体上标有“上限”和“下限”边线，以方便检查电解液液面的高度，如图1-13所示。正常电解液液面高度应在两线之间，低于下线为液面过低，应加蒸馏水进行补充。

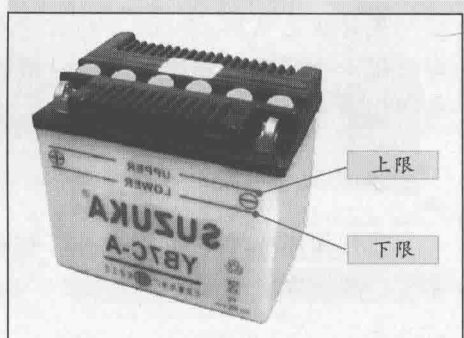


图1-13 液面高度指示线

(2) 加液孔观察判断法

某些进口轿车的蓄电池的电解液加液孔内侧有电解液液面检视孔，如图1-14所示。我们可通过该孔观察液面高度。当电解液液面低于标准时，应加蒸馏水进行补充。

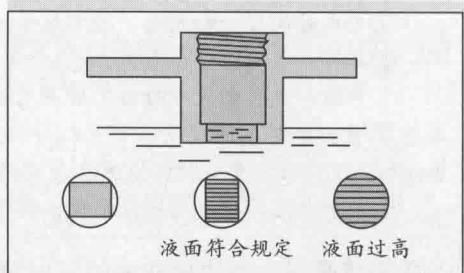


图1-14 根据加液孔液位判定液面高度

(3) 玻璃管测量法

将一根透明空心玻璃管或胶管插入到蓄电池电解液内极板的上平面处，用手指按紧玻璃管上端使管口密封。提起玻璃管，玻璃管内所吸取的电解液的高度即为液面高度，标准值一般为10~15 mm，如图1-15所示。

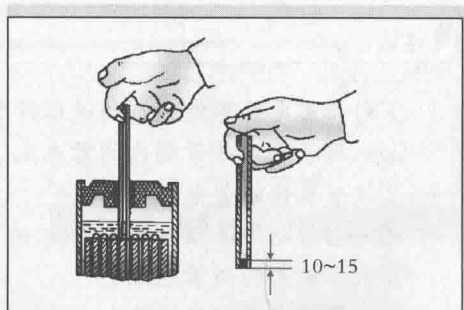


图1-15 用玻璃管检查

2. 检查蓄电池的剩余电量

蓄电池剩余电量可通过检测电解液密度和电压的方法来判断。

(1) 蓄电池电解液密度的检测

使用内装式密度计检测

对于无加液孔的全密封型免维护蓄电池，它的内部一般装有一只内装式密度计。内装式密度计内部有一颗能反光的绿色塑料小球，小球露出液面的面积随着电解液的密度的变化而变化。从检视窗中可以看到小球在不同电解液密度下呈现出不同的颜色状态。我们通过检视窗观察小球呈现的颜色判断蓄电池的剩余电量，见图1-16。

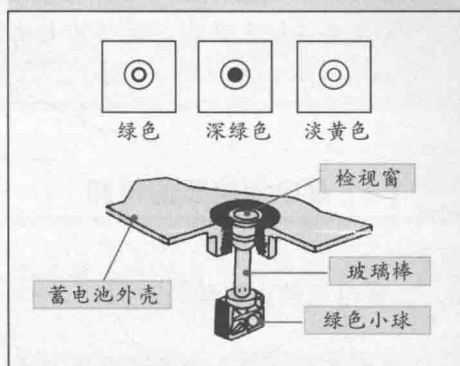


图1-16 内装式密度计的观察

绿色：说明蓄电池的技术状况良好。

深绿色：说明蓄电池剩余电量不足，应对蓄电池进行补充充电。

淡黄色：说明电解液液面过低，蓄电池必须更换。

使用吸式密度计检测

用密度计测试电解液密度是最直接的一种测试方法。吸式密度计可分为两种，分别是有刻度的和无刻度的。

有刻度的电解液密度计如图1-17所示，吸取蓄电池中的电解液，直到浮子浮起，然后检查浮子高度和浮子刻线之间的关系，即可读出高度的数值。

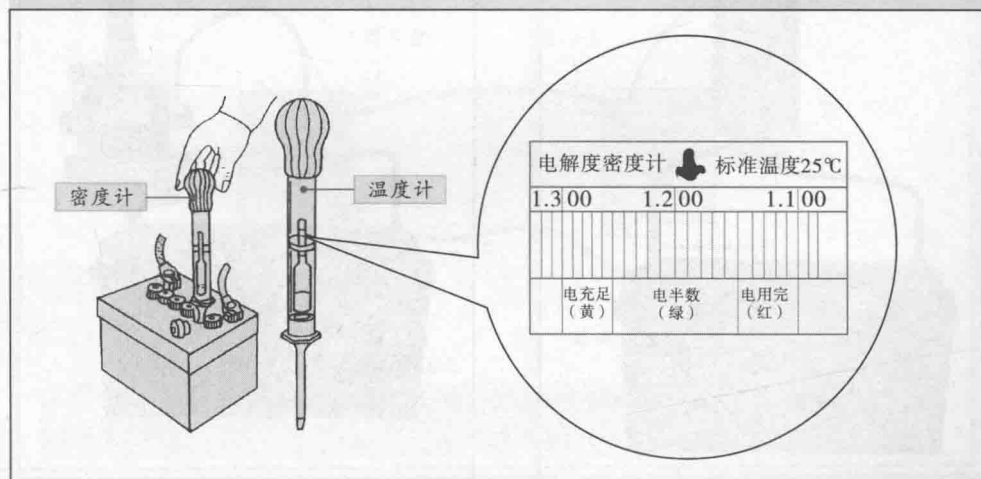


图1-17 测量电解液的密度和温度