

二十一世纪汽车专业情境化**新**教材



汽车电气设备 构造与维修

黎建丰 李 参 主 编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

二十一世纪汽车专业情境化**新**教材



汽车电气设备构造与维修

黎建丰 李 参 主 编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气设备构造与维修 / 黎建丰, 李参主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2015. 4
ISBN 978 - 7 - 5023 - 9990 - 0

I. ①汽… II. ①黎… ②李… III. ①汽车—电气设备—构造 ②汽车—电气设备—车辆修理
IV. ①U472.41

中图版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 069208 号

汽车电气设备构造与维修

策划编辑: 杨俊妹 责任编辑: 杨俊妹 责任校对: 赵 瑗 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路 15 号 邮编 100038

编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)

发 行 部 (010) 58882868, 58885874 (传真)

邮 购 部 (010) 58882873

官 方 网 址 www.stdp.com.cn

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 厂 北京增富印务有限公司

版 次 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

开 本 889 × 1194 1/16

字 数 360 千

印 张 11.25

书 号 ISBN 978 - 7 - 5023 - 9990 - 0

定 价 38.80 元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换



目 录

绪 论

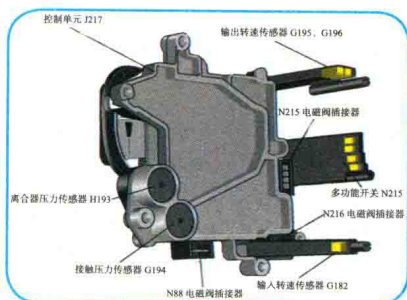
一、汽车电气设备的发展	1
二、汽车电气设备的组成	2
三、汽车电气设备的一般特点	2

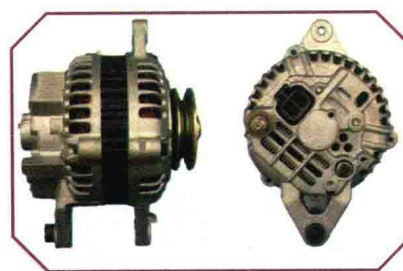
第一部分 电源系统

情境一 蓄电池的结构与检修	4
一、蓄电池的作用	4
二、蓄电池的分类	4
三、蓄电池的组成	5
四、蓄电池的工作原理	7
五、蓄电池的正确使用	8
六、蓄电池的充电	9
七、蓄电池的故障诊断与排除	12
情境二 发电机的结构与检修	17
一、发电机的分类	17
二、发电机的组成	18
三、发电机的工作原理	20
四、发电机的型号	22
五、电压调节器	22
六、充电系统的故障诊断与排除	24

第二部分 启动系统

情境一 启动机的结构与工作原理	29
一、启动机的组成	29
二、启动机的分类	30
三、直流电动机	31





四、传动机构	33
五、控制机构	35
情境二 启动机的检修	37
一、启动机的静态检修	37
二、启动机的动态检修	40
三、启动系常见故障诊断与排除	41
情境三 启动系统控制电路检修	45
一、启动机控制电路	45

第三部分 点火系统

情境一 触点式点火系	53
一、点火系的作用	53
二、触点式点火系的组成	53
三、触点式点火系主要部件	54
四、触点式点火系工作原理	57
五、触点式点火系零部件的检修	57
情境二 无触点式点火系	61
情境三 无分电器微机控制点火系统	65
一、无分电器微机控制点火系统的分类	65
二、无分电器微机控制点火系统的组成及工作原理	66
三、无分电器微机控制点火系统自诊断	67

第四部分 照明与信号系统

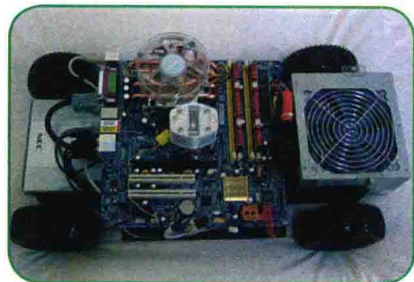
情境一 汽车灯具电路	69
一、汽车灯具的种类及用途	69
二、汽车前照灯及其控制电路	72
三、信号系统的组成	80
四、汽车灯具常见故障诊断与排除	85
情境二 汽车电喇叭	88
一、电喇叭的分类	88
二、普通电喇叭的结构与工作原理	89
三、喇叭继电器作用及工作原理	90
四、电喇叭的调整	90
五、电喇叭常见故障诊断与排除	91

第五部分 仪表与报警系统

情境一 汽车仪表的结构与检修	93
一、汽车仪表的分类	93
二、常规仪表结构与工作原理	94
三、电子显示装置的结构与工作原理	99
四、常规仪表的常见故障检修	101
情境二 汽车仪表报警系统检修	103
一、报警系统控制方式	104
二、汽车仪表报警系统常见故障检修	105

第六部分 舒适与安全系统

情境一 电动雨刮器与风窗洗涤器	108
一、电动雨刮器与风窗洗涤器组成	108
二、电动雨刮器的工作原理	110
三、电动雨刮器与风窗洗涤器常见故障诊断与排除	112
情境二 电动车窗	114
一、电动车窗的组成及工作原理	114
二、电动车窗常见故障诊断与排除	116
情境三 电动天窗	118
一、电动天窗的组成及工作原理	118
二、电动天窗常见故障诊断与排除	120
情境四 电动座椅	121
一、电动座椅的分类	121
二、电动座椅的组成及工作原理	122
三、奥迪电动座椅	123
四、电动座椅常见故障诊断与排除	125
情境五 电动后视镜	126
一、电动后视镜的组成及工作原理	126
二、电动后视镜常见故障诊断与排除	128
情境六 中控门锁	129
一、中央控制门锁系统的功能	129
二、汽车中控门锁的组成	129
三、汽车中控门锁的工作原理	131
四、汽车中控门锁常见故障诊断与排除	132



第七部分 信息娱乐系统

情境一 音响系统	136
一、汽车音响系统的组成	136
二、汽车音响系统的工作原理	137
三、奥迪 A8 音响系统	138
情境二 导航系统	141
一、汽车定位导航系统的组成	141
二、汽车定位导航系统的工作原理	142
三、奥迪定位导航系统	143

第八部分 汽车空调系统

情境一 汽车空调暖风系统结构	146
一、余热式暖风系统	147
二、独立热源式暖风系统	149
情境二 汽车空调制冷系统结构	150
一、汽车空调制冷系统的组成	150
二、汽车空调制冷系统工作原理	151
三、汽车空调制冷系统组成部件的结构	152
情境三 汽车空调系统拆装与检修	160
一、空调压缩机的检修	160
二、空调压缩机的拆装	161
三、空调系统加注制冷剂	163
四、空调系统冷冻机油的添加	169
参考文献	172





绪 论

随着汽车技术的发展,汽车已经不再是单纯的运输工具,它正朝着高速、安全、经济、舒适、环保、智能化、人性化的方向发展。汽车电气设备是汽车的重要组成部分,其性能的好坏直接影响汽车的动力性、经济性、可靠性、舒适性及环保性。

一、汽车电气设备的发展

汽车电气是汽车的重要组成部分,而汽车电气技术的发展主要是汽车电子技术的发展。

电子技术在现代汽车上的应用则是以微处理机对各种工作过程的控制为主要特点。微处理机实质上是一种比较简单、便宜的单片计算机,它把中央处理单元(CPU)、一定容量的存储器和输入输出接口电路集成在一块芯片上。微处理机工作时,通过各种传感器接受输入信息,经过分析、计算后再向执行机构发出指令,控制机构动作。

从 20 世纪 60 年代开始研究汽车电子技术,其发展大致可分为三个阶段:

- (1) 1965—1975 年,汽车电子产品由分立元件和集成电路 IC 组成;
- (2) 1975—1985 年,主要发展专用的独立控制系统,如电子控制汽油喷射、防抱死制动装置等;
- (3) 1985—2000 年,主要开发可实现各种功能的综合系统及各种车辆整体系统的集中控制,这个时代称为汽车的电子时代。

尤其是汽车电子技术的进步,将促使各子系统控制走向集中化,以此形成计算机集中控制系统,这一系统除中心电脑外,甚至包括多达 23 个微处理器以及大量的传感器和执行机构,组成一个庞大而复杂的信息交换和电控系统。目前车用计算机的容量已与现代 PC 机不相上下,计算速度则要求更高。

目前来说,微处理机重点应用于下述几个方面:最佳点火时刻控制、最佳空燃比控制、怠速控制、废气再循环控制、安全系统、减振控制系统、操纵系统、信息交换和报警系统、汽车导航系统、语音系统等。其中,微处理技术在发动机工作过程控制、自动变速、动力转向控制、防抱死制动系统、汽车悬架控制系统等方面已取得可喜的成果。随着计算机人工智能化的进展,将人工智能用于汽车控制也已不再是遥远的事。国外已研究出装有人工智能电脑的汽车,当汽车运行过程中出现不正常工况时,电脑便会模仿人的声音向驾驶员发出警告。

今后汽车电子技术发展的主攻方向是不断地提高排放的标准,不断地降低燃油消耗,不断地提高安全性,不断地提高舒适性,把汽车和外部交通环境结合起来考虑,优化汽车的行驶环境,强化交通运输高水平的监控,实现进一步节油并减少排放,减轻人们的生活压力。

二、汽车电气设备的组成

汽车电气作为汽车四大组成部分之一，在现代汽车上所占比例已越来越大。现代汽车的电气设备种类和数量繁多，但按照各电器的作用归纳起来主要有以下八个子系统。

1. 电源系统

电源系统也称为充电系统，包括蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置，其主要作用是给汽车各用电设备提供低压直流电能。

2. 启动系统

启动系统包括启动机及其控制装置，其作用是用于启动发动机。

3. 点火系统

该系统用于汽油发动机上，其任务是产生高压电火花，点燃汽油发动机气缸内的可燃混合气。

4. 照明系统

该系统包括汽车内外各种照明灯及其控制装置，用来保证夜间行车安全。

5. 信号系统

信号系统包括声、光信号及各种行车信号标识灯，用来保证车辆运行时的人车安全。

6. 仪表系统

仪表系统包括各种电器仪表（电流表、电压表、机油压力表、水温表、燃油表、车速里程表、发动机转速表等），用来显示汽车的运行参数。

7. 舒适系统

舒适系统也称为辅助电器系统，包括电动雨刮器、空调器、低温启动预热装置、音响、电动车窗、电动座椅等，其作用是给驾乘人员提供舒适的操作和乘坐环境。

8. 微机控制系统

该系统包括汽车的动力传动控制、底盘行驶控制、车身控制和信息与通信控制等，随着现代汽车技术的发展，各控制系统由独立变成了相互联系，构成了汽车局域网络。其作用主要是解决目前汽车使用所面临的安全、环保、能源问题和提高汽车的动力性、舒适性。

三、汽车电气设备的一般特点

汽车电气设备众多，但具有以下四个共同特点。

1. 两个电源

两个电源是蓄电池和发电机，汽车所有设备均与蓄电池和发电机并联。发电机为主电源，主要提供汽车运行时各用电设备用电；蓄电池为辅助电源，主要供启动机用电。

2. 低压直流

现代汽油机用 12V，柴油机用 24V，由于汽车用电设备增多，42 V 电源的研发已经在进行。

3. 并联单线

汽车用电设备较多，但均采用并联电路，从电源到用电设备只用一根导线，汽车车身作为一根共用导线。安装在钣金件上、挂车上或非金属车厢板上的电器设备则一般采用双线制。

4. 负极搭铁

为减少蓄电池电缆铜端子在车架、车身连接处的电化学腐蚀，提高搭铁可靠性，统一标准，便于汽车电子设备的生产、使用和维修，规定汽车电气系统采用单线制时，必须统一电源负极搭铁。



想一想 练一练

问答题

1. 汽车电气设备由哪些系统组成？
2. 汽车电气设备的特点有哪些？

情境一 蓄电池的结构与检修

一、蓄电池的作用

蓄电池又称二次电池，是一种将所获得的电能以化学能的形式贮存并可将来化学能转化为电能的一种电化学装置。它是目前世界上广泛使用的一种化学“电源”，具有电压平稳、安全可靠、价格低廉、适用范围广、原材料丰富和回收再生利用率高等优点，是世界上各类电池中产量最大、用途最广的一种电池。

汽车蓄电池作为汽车上的两个电源之一，在汽车上与发电机并联，其主要作用有以下几点。

- (1) 发动机启动时，由蓄电池向启动机、点火系统、仪表等用电设备供电。
- (2) 当发电机输出电压低于蓄电池电压时，由蓄电池向汽车用电设备供电，并向交流发电机提供激磁电流。
- (3) 蓄电池存电不足，由发电机向蓄电池充电。
- (4) 具有吸收高压脉冲（即电路中产生的过电压）、稳定电网电压以及保护用电设备的功能。

二、蓄电池的分类

铅蓄电池由于结构简单、价格便宜、内阻小并可以短时间供给启动机强大的启动电流而被广泛采用。铅蓄电池又可以分为普通铅蓄电池、干荷电铅蓄电池、湿荷电铅蓄电池和免维护铅蓄电池。

1. 普通铅蓄电池

如图 1-1 所示，新蓄电池的极板不带电，使用前须按规定加注电解液并进行初充电，初充电的时间较长，使用中需要定期维护。



图 1-1 普通铅蓄电池

2. 干荷电铅蓄电池

干荷电蓄电池是指极板处于干燥的已充电状态和无电解液贮存的蓄电池。它的外观、内部零件结构及使用效果与普通蓄电池基本相同,如图 1-2 所示。新蓄电池的极板处于干燥的已充电状态,电池内部无电解液。在规定的保存期内,如需使用,只需按规定加入电解液,静置 20 ~ 30min 即可使用,使用中需要定期维护。

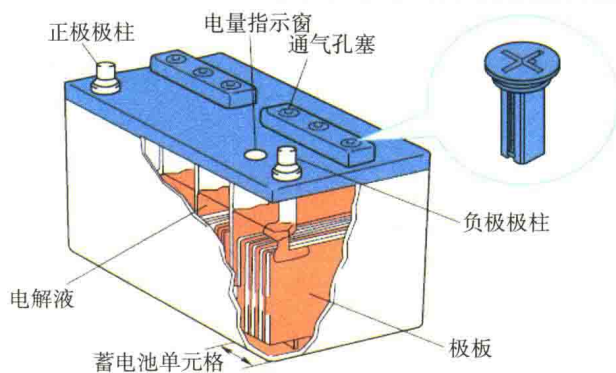


图 1-2 干荷电铅蓄电池

3. 湿荷电铅蓄电池

湿荷电蓄电池是指极板为荷电状态,带有少量的电解液,而大部分电解液被吸入极板和隔板中贮存的一种蓄电池。此类蓄电池自出厂之日起,可允许贮存 6 个月。在此期间,如需使用,只需要按规定加入相应密度的电解液,20min 后即可投入使用。但如果贮存期过长,为能正常使用,需要进行短时间的补充充电。

4. 免维护蓄电池

免维护蓄电池又称 MF (Maintenance-Free) 蓄电池是指在汽车合理使用期间,不需要对蓄电池进行加注蒸馏水、检测电解液液面高度、检测电解液密度等维护作业,只需要通过观察电量指示器了解蓄电池的电量情况,如图 1-3 所示。

当然,日常还有其他电解质蓄电池,比如胶体电解质蓄电池、燃料电池 (Fuel Cell)、钠硫蓄电池。



图 1-3 免维护蓄电池结构

三、蓄电池的组成

启动型铅酸蓄电池由 3 只或 6 只单格电池串联而成,每只单格电池电压约为 2V,串联成 6V 或 12V 以供汽车选用。它主要由极板、隔板、电解液、外壳、联条和极柱等组成,如图 1-4 所示。

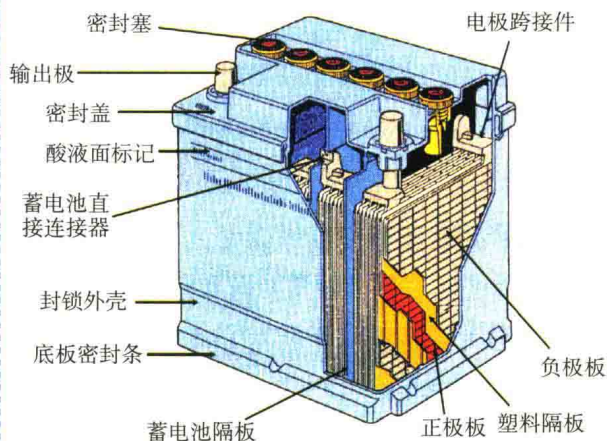


图 1-4 蓄电池的结构

1. 极板

极板是蓄电池的核心部分，在蓄电池充放电过程中，电能与化学能的相互转换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。极板分正极板、负极板两种，它由栅架和活性物质组成，如图 1-5 所示。

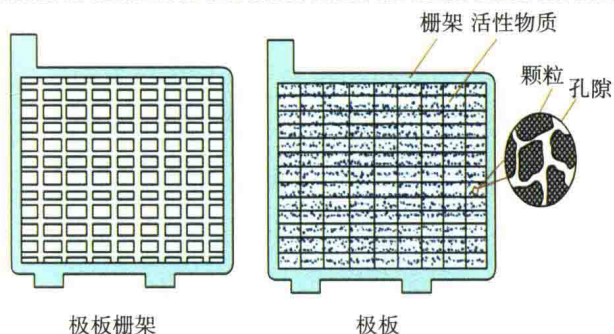


图 1-5 极板

2. 隔板

为了使蓄电池的结构尽量紧凑，正负极板应尽可能接近，但又得避免因互相接触而造成短路，必须采用隔板加以绝缘，如图 1-6 所示。由于电化学反应在液体中进行，有离子迁移运动，为使电解液渗透，隔板应具有多孔性和良好的耐酸性，故一般采用微孔塑料、微孔橡胶、木质材料、玻璃纤维等材料。

隔板一面平滑，另一面有凹槽。为保证正极板在充电、放电过程中化学反应剧烈，而使电解液顺利地上下流通，安装时，带沟槽的一面应朝向正极板。这样还可保证活性物质脱落时，能沿槽迅速沉至底。

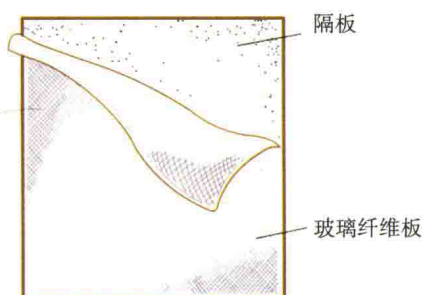


图 1-6 隔板

3. 电解液

电解液是蓄电池内部发生化学反应的主要物质，由纯净硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成。蓄电池电解液的密度一般为 $1.24 \sim 1.31\text{g/cm}^3$ ，使用中密度应根据地区、气候条件和制造厂的要求而定，如表 1-1 所示。

表 1-1 不同气温下电解液密度的选择

使用地区最低温度 (°C)	冬季 (g/cm^3)	夏季 (g/cm^3)
< -40	1.30	1.26
$-30 \sim -40$	1.28	1.25
$-20 \sim -30$	1.27	1.24
$0 \sim -20$	1.26	1.23

4. 外壳

外壳用来盛放电解液和极板组，并使蓄电池构成一个整体。外壳的材料有硬质橡胶和聚丙烯塑料两种，由间壁将其分为三个或六个相互分离的单格，底部有凸起的筋条支撑极板组，凸筋之间的空间用来容纳极板脱落的活性物质，以防极板短路，如图 1-7 所示。

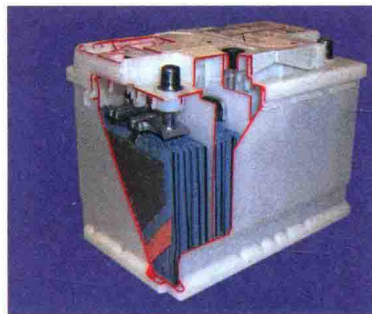


图 1-7 外壳

5. 联条

联条的作用是将单格蓄电池串联起来,提高蓄电池的端电压。启动铅蓄电池的联条用铅锡合金制成。有传统外露式、穿壁式和跨越式三种,如图 1-8 所示,前者用在硬橡胶外壳上,后两者用在塑料外壳上。

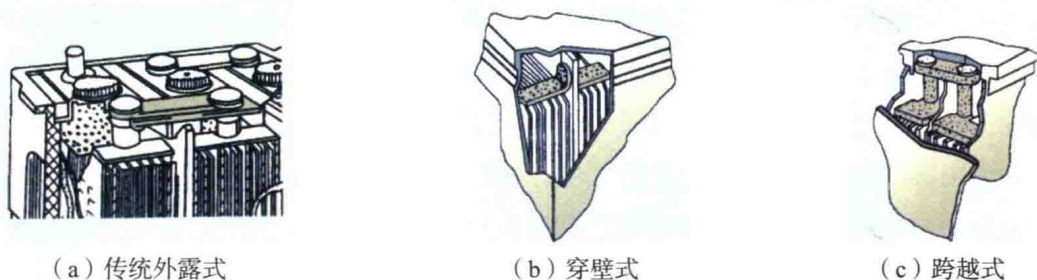


图 1-8 联条

6. 极柱

极柱的作用是用来与外部电路连接接线将蓄电池的电压引出,第一个单格电池的正极板联条与正极柱相连,最后一个单个电池的负极板联条与负极柱相连。极柱有圆锥形和 L 形等,如图 1-9 所示。为便于识别,极柱的上方或旁边标刻有“+”(或 P)、“-”(或 N)标记,或者在正极柱上涂红色油漆。



图 1-9 极柱

四、蓄电池的工作原理

蓄电池的工作原理就是化学能和电能的相互转化,它分为充电和放电两个过程,如图 1-10 所示。当铅蓄电池接通外电路负载放电时,正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都变成了 PbSO_4 ,电解液中的硫酸变成了水。充电时,正、负极板上的 PbSO_4 分别恢复成原来的 PbO_2 和 Pb ,电解液中的水变成了硫酸。

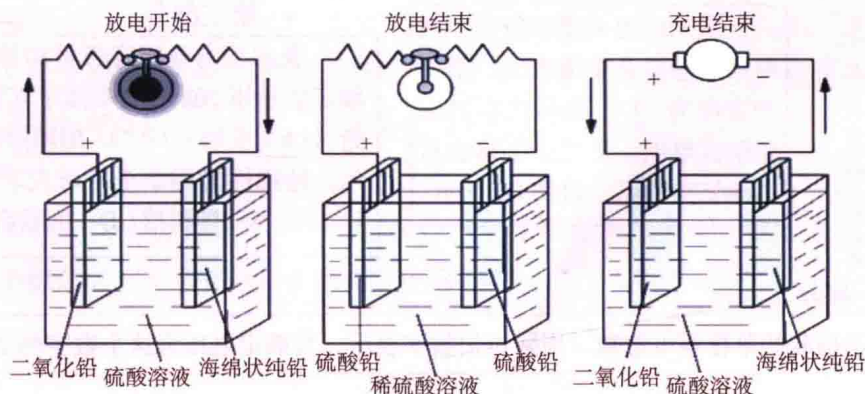


图 1-10 蓄电池的工作原理

1. 铅蓄电池的放电

当铅蓄电池的正、负极板浸入电解液中时，在正、负极板间就会产生约 2.1V 的静止电动势。此时若接入负载，在电动势的作用下，电流就会从蓄电池的正极经外电路流向蓄电池的负极，这一过程称为放电，蓄电池的放电过程是化学能转变为电能的过程。

放电时，正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb ，都与电解液中的 H_2SO_4 反应生成硫酸铅 (PbSO_4)，沉附在正、负极板上。电解液中 H_2SO_4 不断减少，密度下降。

理论上，放电过程可以进行到极板上的活性物质被耗尽为止，但由于生成的 PbSO_4 沉附于极板表面，阻碍电解液向活性物质内层渗透，使得内层活性物质因缺少电解液而不能参加反应，因此在使用中被称为放完电。蓄电池的活性物质利用率只有 20% ~ 30%。因此，采用薄型极板，增加极板的多孔性，可以提高活性物质的利用率，增大蓄电池的容量。

2. 铅蓄电池的充电

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，从负极流出，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 PbSO_4 还原成 PbO_2 和 Pb ，电解液中的 H_2SO_4 增多，密度上升。它是在外电源的作用下，迫使两个电子从正极板返回负极板，形成从正极板流向负极板的充电电流。

五、蓄电池的正确使用

1. 蓄电池的型号

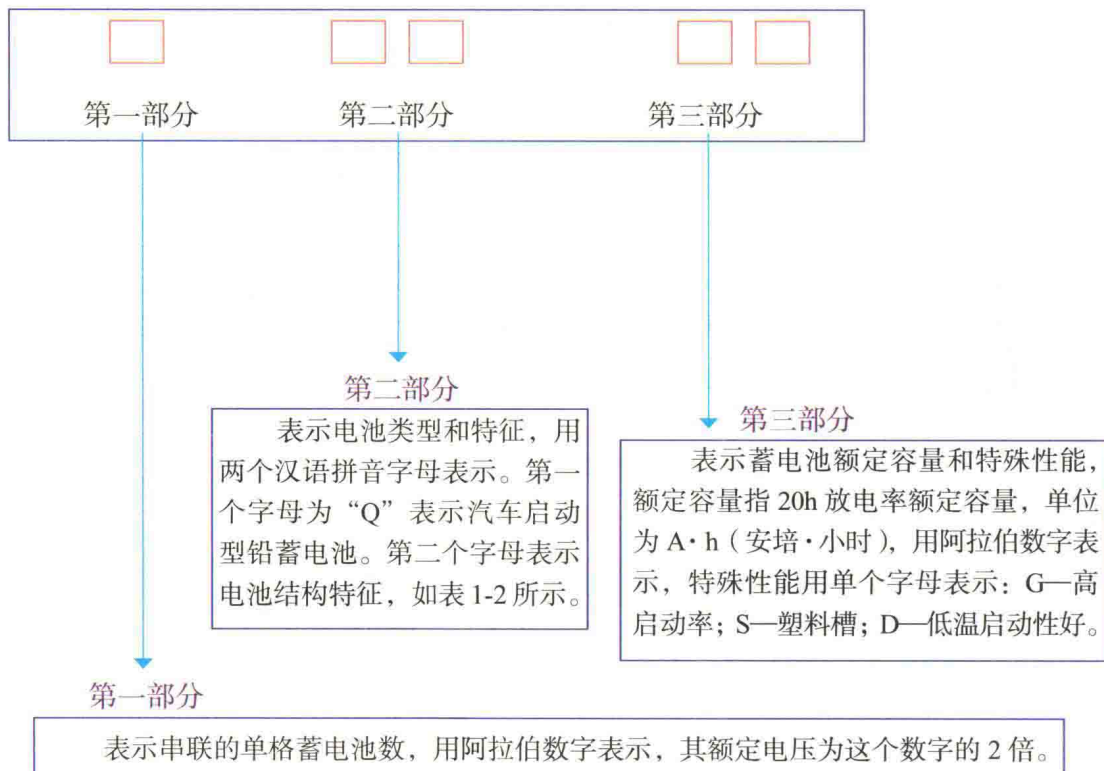


表 1-2 蓄电池产品特征代号

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
产品特征	干荷电	湿荷电	免维护	少维护	防酸式	密闭式	半密闭式	液密式	气密式	激活式	带液式	胶质电解质
代号	A	H	W	S	F	M	B	Y	Q	I	D	J

2. 蓄电池的正确使用与维护

(1) 三抓

1) 抓及时、正确充电

- ①放完电的电池 24h 内送充电间；
- ②装车使用的电池应定期补充充电，放电程度，冬季不超过 25%，夏季不超过 50%；
- ③带电解液存放的蓄电池应定期补充充电。

2) 抓正确使用操作

- ①每次启动时间不超过 5s，启动间隔时间 15s，最多连续启动 3 次；
- ②车上蓄电池应固定牢靠，安装搬运时应轻搬轻放。

3) 抓清洁保养

- ①保持蓄电池表面清洁；
- ②及时清除蓄电池表面的酸液；
- ③经常疏通通气孔。

(2) 五防

- ①防止过充和充电电流过大；
- ②防止过度放电；
- ③防止电解液液面过低；
- ④防止电解液密度过大；
- ⑤防止电解液内混入杂质。

六、蓄电池的充电

1. 充电方法

蓄电池的充电必须根据不同的情况选择恰当的方法，并且正确地使用充电设备，以提高工作效率，并延长充电设备和蓄电池的寿命。通常蓄电池的充电方法有如下三种：

(1) 恒流充电

恒流充电是指在充电过程中，充电电流保持不变（通过调整电压，保证电流不变）的充电方法。它广泛用于初充电、补充充电和去硫化充电等。

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,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 并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,直到电解液密度和蓄电池端电压达到最大值且在 2~3h 内不再上升以及蓄电池内部剧烈冒出气泡时为止。

(2) 恒压充电

恒压充电是指在充电过程中,充电电压保持恒定不变的充电方法,它是蓄电池在汽车上由发电机对其充电的方法。

在恒压充电初期,充电电流较大,充电 4~5h 后即可达到额定容量的 90%~95%,因而充电时间较短,充电电流 I_c 会随着电动势 E 的上升而逐渐减小到零,使充电自动停止,不必人工调整和照管。但是在充电过程中,充电电流大小不能调整,所以不能保证蓄电池彻底充足电,也不能用于初充电和去硫化充电。

充电时,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。所以一般单格电池充电电压选为 2.5V。对于就车使用的蓄电池,为了防止其产生硫化故障,必须定期(每两个月)拆下用改进恒流充电的方法充电一次。

(3) 脉冲快速充电

恒流充电和恒压充电统称为“常规充电”,其充电时间过长,会给使用带来不便,故可采用脉冲快速充电,脉冲快速充电必须用脉冲快速充电机(图 1-11)进行。



图 1-11 快速脉冲充电机

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恒流充电,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 且开始冒气泡时,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 1.5~3 倍,脉冲宽度为 150~1000 μ s),然后再停止充电 40ms(称为后停充),而后按着正脉冲充电→前停充→负脉冲瞬间放电→后停充→正脉冲充电……循环进行,直至充足电为止。

脉冲快速充电的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),但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,故适用于电池集中、充电频繁、要求应急的场合。

2. 充电的种类

根据充电目的不同,蓄电池的充电可分为初充电、补充充电、去硫化充电、间歇过充电和循环锻炼程度等。

(1) 初充电

对新蓄电池或更换极板后的蓄电池进行的首次充电。其目的是恢复蓄电池在存放期间极板上部分活性物质因缓慢放电和硫化而失去的电量。初充电的特点是充电电流小,充电时间长,必须彻底充足。