

汽车蓄电池

张万奎 编著



人民交通出版社

U463.633

437491

Z26

QICHE XUDIANCHI

汽车蓄电池

张万奎 编著



00437491

人民交通出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了汽车蓄电池的构造、工作原理和特性,蓄电池的使用、维护修理和故障分析,蓄电池的充电设备,蓄电池修理作业的防毒技术。重点介绍了铅酸蓄电池的故障诊断及排除,免维护铅蓄电池,密闭式铅蓄电池,碱性蓄电池以及电动汽车蓄电池的有关知识。

本书适用于汽车维修和汽车驾驶人员,也可供中专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车蓄电池/张万奎编著. —北京:人民交通出版社,1997.7 重印

ISBN 7-114-02193-3

I. 汽… II. 张… III. 汽车-蓄电池 IV. U463.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12804 号

汽车蓄电池

张万奎 编著

责任印制:张 凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京市王史山印刷厂印刷

开本:787×1092 1/32 印张:7.5 字数:169 千

1996 年 10 月 第 1 版

1997 年 7 月 第 1 版 第 2 次印刷

印数:2801-5800 册 定价:12.00 元

ISBN 7-114-02193-3

U · 01504

前 言

铅酸蓄电池已经问世 130 多年了。目前使用的汽车蓄电池有铅蓄电池、碱性蓄电池以及一些高性能新型蓄电池。但是，无论是数量上，还是产值上，铅蓄电池都占首位。

为了便于汽车维修和汽车驾驶人员掌握汽车蓄电池方面的知识，适应广大汽车用户和汽车修理行业的需要，编写了这本书。本书力求用通俗易懂的语言，丰富的图表资料，介绍汽车铅蓄电池的构造、工作原理以及维修技术。重点突出了蓄电池故障的诊断与排除，蓄电池的使用方法。书中还介绍了与蓄电池有关的仪表工具的构造与使用，蓄电池修理作业的防毒问题。

随着蓄电池的材料、制造工艺和方法的不断更新，干荷电铅蓄电池、免维护铅蓄电池、密闭式铅蓄电池以及碱性蓄电池，在汽车上的应用日益普及。书中介绍了上述汽车蓄电池的构造、工作原理以及使用维修知识。

近年来，随着汽车公害问题的日趋严重，以及人们对地球环境的关心，电动汽车作为当今的一大技术潮流，越来越受到世界各国的重视。电动汽车蓄电池发展很快。书中介绍了钠硫电池、燃料电池、氢镍电池、锌—空气电池的组成、工作原理及使用知识。

本书在编写过程中，曾得到有关标准计量部门以及汽车修理厂家提供的数据资料，在此，对关心、帮助和支持这本

书的同志表示衷心的感谢。

由于本人水平有限，书中难免出现错误和不妥之处，敬请读者批评指出。

编 者

1994 年 12 月

目 录

第一章 蓄电池的构造及工作原理	(1)
第一节 蓄电池的构造.....	(2)
一 蓄电池的基本构造.....	(2)
二 蓄电池的种类和型号	(14)
第二节 蓄电池的工作原理	(20)
一 放电过程	(22)
二 充电过程	(23)
第三节 蓄电池的工作特性	(26)
一 蓄电池的基本电特性	(26)
二 蓄电池的充放电特性	(29)
三 蓄电池的容量	(34)
第二章 蓄电池的充电和充电设备	(43)
第一节 蓄电池的充电	(43)
一 初充电	(43)
二 补充充电	(46)
三 预防硫化过充电	(48)
四 锻炼循环充电	(48)
五 去硫充电	(49)
第二节 蓄电池的充电方法及接线	(49)
一 蓄电池的充电方法	(49)
二 蓄电池充电的接线	(58)

第三节 充电设备	(62)
一 2kW 单相半波充电机	(62)
二 8kW 单相半控桥式充电机	(66)
三 快速充电机	(69)
第三章 蓄电池的使用与维修	(74)
第一节 蓄电池的使用与维护	(74)
一 蓄电池使用中的检查	(74)
二 电解液密度的选择	(82)
三 蓄电池的使用和保养	(85)
第二节 蓄电池的修理	(95)
一 修理前的准备	(95)
二 蓄电池的分解	(96)
三 蓄电池零件的修理	(98)
四 蓄电池的装复	(104)
第三节 蓄电池维修中的实际操作	(108)
一 配制电解液	(108)
二 更换新蓄电池	(110)
三 蓄电池初次充电的方法	(111)
四 正常使用中的蓄电池补充充电方法	(113)
第四章 蓄电池故障的诊断与排除	(115)
第一节 常见故障的现象、原因及排除方法	(115)
一 自行放电	(115)
二 极板硫化	(116)
三 蓄电池内部短路	(118)
四 极板活性物质脱落	(119)
五 正极板板栅腐蚀	(121)
六 负极板活性物质收缩	(121)
七 蓄电池反极	(122)

八 隔板损坏·····	(122)
九 电解液量减少·····	(123)
十 蓄电池内部电阻升高·····	(123)
十一 蓄电池受冻·····	(124)
十二 联条损坏·····	(124)
十三 蓄电池经充电不能恢复性能·····	(125)
十四 蓄电池使用寿命缩短·····	(126)
第二节 故障诊断及排除实例·····	(130)
一 蓄电池外壳破损修补方法·····	(130)
二 蓄电池负极活性物质早期脱落·····	(131)
三 蓄电池火线断路引起的故障·····	(133)
四 蓄电池的防硫化及去硫化法·····	(133)
五 蓄电池早期损坏的防范·····	(135)
六 如何延长蓄电池的使用寿命·····	(136)
七 充放电检查判断蓄电池故障·····	(137)
八 停车改用本车充电系统充电·····	(139)
九 蓄电池焊接质量的判定·····	(141)
十 汽车蓄电池故障指示器·····	(142)
十一 蓄电池自动加热和保温装置·····	(145)
十二 蓄电池温度补偿装置·····	(148)
第五章 新型蓄电池·····	(151)
第一节 新型铅蓄电池·····	(152)
一 起动用免维护铅酸蓄电池·····	(152)
二 胶体铅酸蓄电池·····	(157)
三 密闭式铅酸蓄电池·····	(161)
第二节 碱性蓄电池·····	(168)
一 镉镍蓄电池·····	(169)
二 铁镍蓄电池·····	(175)

三	锌银蓄电池	(178)
四	碱性蓄电池的规格型号	(182)
第三节	电动汽车蓄电池	(184)
一	钠硫电池	(185)
二	燃料电池	(189)
三	氢镍电池	(200)
四	锌—空气电池	(204)
第六章	汽车蓄电池作业防毒技术	(209)
第一节	工业毒物的危害	(209)
一	工业毒物的分类	(210)
二	蓄电池修理作业中产生的工业毒物	(210)
三	工业毒物对人体的危害	(211)
四	铅中毒的诊断与治疗	(212)
第二节	预防措施	(214)
一	有关卫生标准	(214)
二	预防措施	(216)
第三节	治理技术	(217)
一	铅烟铅尘局部排风系统	(217)
二	含铅废气治理技术	(224)
三	废水治理技术	(225)
	参考文献	(230)

第一章 蓄电池的构造及工作原理

1859年，法国人普兰特（G·Plante）发明了现在铅蓄电池的原型，这种实用的铅蓄电池，是由腐蚀铅箔而形成活性物质。1881年，福尔（Faure）采用了糊状氧化铅，即用氢化铅和硫酸形成糊膏状涂在铅箔上作为正极，以增加蓄电池的容量，缩短了制造周期。1882年，格拉斯顿（Gladstone）和特拉普（Tribe）提出双硫酸反应理论，说明蓄电池中的化学反应过程。1883年，图德（Tudor）把普兰特和福尔的方法结合起来，将氧化铅与硫酸的混合物涂在经普兰特法预处理的板栅上，制造出了十分出色的铅酸蓄电池。

经过不断研究和改进，1937年又研制出管形正极板，将活性物质装入玻璃纤维或化学合成纤维的套管中，大大延长了铅蓄电池的使用寿命。

在以后的30年时间内，经过多次改进，研究开发了切拉金属板栅技术，玻璃纤维隔板，单格电池之间穿壁连接技术，热封塑料外壳及盖。一直发展到现今阶段的完全免维护起动用铅蓄电池，在蓄电池整个使用寿命期间，完全取消了加水过程。

铅蓄电池具有以下特点：

（1）电压高，在所有水溶液电解液电池中是电压最高的一种，其额定电压2.0V，开路电压2.1V，工作电压1.8~2.0V；

（2）容量大，可以从1A·h直至几千A·h；

- (3) 内阻小;
- (4) 充放电可逆性好, 高、低速率放电均可, 放电终止电压 1.75V, 充电终止电压 2.25~2.3V;
- (5) 性能可靠, 使用温度范围宽;
- (6) 应用范围广;
- (7) 原材料来源丰富, 价格较其他蓄电池低;
- (8) 重量比能量为 28~40W·h/kg, 体积比能量为 64~72W·h/L;
- (9) 正常使用寿命为 1.5~2 年。

蓄电池是一种将化学能转变为电能的装置, 属于可逆的直流电源。蓄电池的种类很多, 用于汽车上的蓄电池, 必须满足起动发动机的需要, 即必须在 5~10s 的短时间内, 提供汽车起动机足够大的电流。汽油发动机起动电流为 200~600A, 有的柴油发动机起动电流高达 1000A。这种蓄电池通常称为起动型蓄电池。由于使用的电解液不同, 起动型蓄电池分为酸性和碱性。

铅酸蓄电池由于具有上述特点, 其结构简单, 价格低廉, 易于满足大量生产的汽车的需要; 同时其内阻小, 起动性能好, 能在短时间内供给起动机所需要的大电流, 因此在汽车上得到广泛的应用。

第一节 蓄电池的构造

一 蓄电池的基本构造

铅酸蓄电池是在盛有稀硫酸的容器中插入两组极板而构成的电能贮存器, 它由极板、隔板、外壳、电解液等部分组成。容器分为 3 格或 6 格, 每格里装有电解液, 正负极板组

浸入电解液中成为单格电池。每个单格电池的标称电压为2V，3格串联起来成为6V蓄电池，6格串联起来成为12V蓄电池。图1-1所示为单格盖式6V蓄电池的构造。

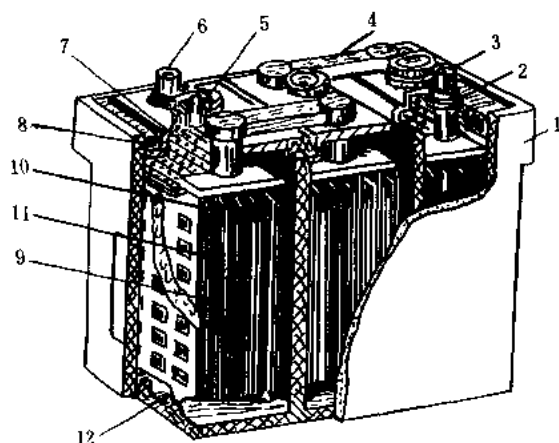


图1-1 6V 蓄电池的构造

- 1-外壳；2-电桩衬套；3-正接线柱；4-联条；5-加液盖；6-负接线柱；
7-保护板；8-封口剂；9-隔板；10-负极板；11-正极板；12-棱条

1 极板

极板是蓄电池的基本部件，由它接受充入的电能和向外释放电能。极板分正极板和负极板两种。正极板上的活性物质是二氧化铅 (PbO_2)，呈棕红色；负极板上的活性物质是海绵状纯铅 (Pb)，呈青灰色。蓄电池在充电与放电过程中，电能和化学能的相互转换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。

正负极板上的活性物质分别充填在铅锑合金铸成的栅架上。铅锑合金中，铅占94%，锑占6%。加入少量的锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸性能。但是，铅锑合金耐电化学腐蚀性能较差，含锑不利之处有几个方面：

(1) 水分解电压降低, 使电池中的水消耗量大, 向蓄电池中加水的维护量大;

(2) 随锑含量的增加, 板栅电阻增加, 在高倍率放电时不利;

(3) 腐蚀速率随含锑量增加而加速, 因为锑容易从正极板栅架中解析出来, 引起板栅膨胀损坏。

在要求高倍率放电和提高重量比能量(比能量是指蓄电池的单位重量或单位体积所能输出的电能, 分别用 $W \cdot h/kg$ 或 $W \cdot h/l$ 来表示)而采用薄形极板时, 高锑含量板栅势必导致使用寿命的降低, 因此, 采用低锑合金就十分重要了。目前板栅含锑量大约为 $2\% \sim 3\%$ 。

铅粉是极板活性物质的主要原料。一般采用在低于铅熔点的温度下进行研磨氧化的方法生产, 将铅块送入滚筒中, 当滚筒旋转时, 铅块摩擦撞击, 使铅块表面生成氧化铅, 氧化层被破坏而成粉状铅, 并从铅块表面脱落。然后在铅粉中加入稀硫酸和各种添加剂, 调和成铅膏。

添加剂分负极添加剂和正极添加剂。

1) 负极添加剂

铅酸蓄电池在充放电循环过程中, 负极活性物质海绵状纯铅有容积缩小的趋势, 使孔率降低, 活性表面缩小, 产生龟裂, 降低蓄电池的容量。为此, 在负极活性物质中加入膨胀剂。

(1) 无机膨胀剂有:

硫酸钡。充电时, 防止负极的收缩; 放电时, 推迟负极的钝化, 从而提高负极容量。

炭黑。可以提高负极活性物质的分散性和导电性。

(2) 有机膨胀剂有:

腐殖酸。它吸附在铅晶体表面, 使其保持高度分散性, 显

著改善了低温性能。

木质素磺酸盐。可以减少负极的收缩和钝化现象，显著降低自放电，提高大电流的放电特性。

2) 正极添加剂

(1) 砷。在板栅合金中加入 0.1%~0.2% 的砷，可以减缓板栅的腐蚀速度，提高其硬度与机械强度，增强其抗变形能力，延长蓄电池的使用寿命。因此，目前国内外已使用铅锑砷 (Pb-Sb-As) 合金作板栅。

(2) 活性炭。玻璃丝管式正极板活性物质中加入一定量的活性炭，可以提高电极孔率与导电性，也提高了蓄电池容量。

(3) 磷酸盐及硅化物。正极活性物质中加入磷酸盐及硅化物，可以使容量增加 10% 左右。

(4) 合成纤维 铅膏中加入化学合成纤维，例如加入聚丙烯纤维，丙烯腈-氯乙烯共聚物纤维，可以增加极板强度，减少正极板活性物质脱落，延长蓄电池的使用期。

一种实用的正极板铅膏的配方为：

铅粉——200kg，

硫酸——10.8L (密度为 1.250g/cm³)。

负极板铅膏的配方为：

铅粉——100kg，

炭黑——0.2kg，

硫酸钡——0.3~1.0kg，

木质素磺酸钠——0.1~0.3kg，

硫酸——17L (密度为 1.120g/cm³)。

而适用于干荷电蓄电池负极板铅膏的配方为：

铅粉——100kg，

炭黑——0.2kg，

硫酸钡——0.6kg。

腐殖酸——0.2kg，

α 羟基 β 萘酸——0.3kg，

硫酸——14.4L（密度为 1.070g/cm^3 ）。

再将铅膏涂在栅架上。极板固化后，铅膏中的氧化铅和碱性硫酸铅通过电化学反应，正极板转化成棕红色的二氧化铅，负极板转化成青灰色的海绵状铅。经验证明，化学方法制备的二氧化铅和铅，用于蓄电池时，只能给出很小的利用率；而用电化学方法形成的活性物质可以保证蓄电池的良好电特性和较长的循环寿命。

汽车蓄电池传统的板栅结构，一般采用矩形结构。汇集电流的极耳位于板栅的一侧，板栅的横筋条密而细，竖筋条疏而粗，这些筋条都是与四条边垂直的。近年来，出于对高倍率放电的考虑，有减小板栅高度、极耳靠中、竖筋条呈倾斜并直接指向极耳的辐射状的趋势。这些措施缩短了电流的流程，从而减小了极板电压降的损失，提高了蓄电池的放电性能。

浙江绍兴蓄电池厂，设计了一种放射式板栅，如图 1-2 所示。据测试，在板栅厚度和尺寸不变的条件下，放射式板栅与普通板栅相比较，蓄电池容量提高 6.5%，低温起动性能提高 11%，蓄电池重量降低 1.15kg，并能保持蓄电池原有的循环寿命。从图 1-2 中可以看出，板栅有横筋 22 根，放射状竖筋 12 根。

出于对使用期限的考虑，正极活性物质脱落和板栅腐蚀通常是决定蓄电池使用期限的主要原因，因此正极板栅设计得比负极板栅厚，负极板栅厚度一般是正极板栅厚度的 70%~80%。近年来我国汽车蓄电池负极板的厚度为 1.6~1.8mm，也有薄至 1.2~1.4mm 的；正极板的厚度为 2.2~

2.4mm，也有薄至1.6~1.8mm的。薄形极板的使用能改善汽车的起动性能，提高蓄电池的比能量。

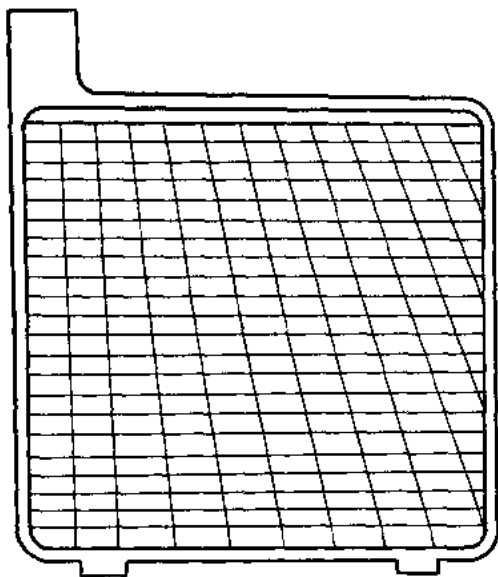


图 1-2 放射式板栅

为了增大蓄电池的容量，通常将多片正极板（4~13片）和多片负极板（5~14片）分别并联，再用横板焊接，组成正极板组和负极板组。极板组如图 1-3 所示。

同极性极板并联焊接，目前比较常见的方法是手工气焊。对于整体蓄电池槽、整体蓄电池盖，使用了先进的铸焊机，此工艺取消了传统的极桩铸造以及极桩与极板连接的焊接工序。近年来，单格电池间的外连接方式，逐渐被桥式连接和穿壁连接的内连接方式所替代。用对焊装置焊接并检验，可自动鉴别反极、短路的产品，并予以清除出来。

安装时，将正负极板组相互嵌合，中间插入隔板，就成了单格电池。在每个单格电池中，负极板的数量总是比正极

板要多一片。例如东风 EQ1090 汽车所用的 6—Q—105 型蓄电池，单格电池组共 15 片极板，其中正极板 7 片，负极板 8 片。正极板都处在负极板之间，最外面 2 片都是负极板。因为正极板活性物质较疏松，机械强度低，这样把正极板都夹在负极板中间，使其两侧放电均匀，保持正极板工作时不易因活性物质膨胀而翘曲，造成活性物质脱落。

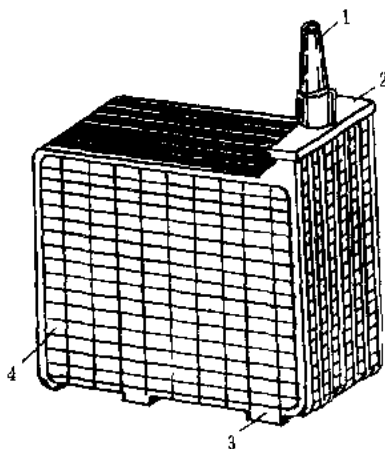


图 1-3 极板组

2 隔板

为了减少蓄电池的内部尺寸，降低蓄电池的内阻，蓄电池内部正负极板应尽可能地靠近。但为了避免相互接触而短路，正负极板之间要用绝缘的隔板隔开。隔板材料应具有多孔性结构，以便电解液自由渗透，而且化学性能要稳定，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、玻璃纤维纸浆和玻璃丝棉等几类。

1) 微孔硬橡胶隔板

微孔硬橡胶隔板能有效地防止正负极板直接接触而短路，又允许电解液通过自由扩散和离子迁移，机械强度高，耐腐蚀抗氧化。用这种隔板可以使极板间的距离缩短，延长使用寿命，其不足之处是为电解液润湿的速度慢。

2) 聚氯乙烯微孔塑料隔板

用烧结法制成的微孔塑料隔板可以在短时间被电解液浸透，具有较好的机械强度，很好的化学稳定性和较低的电阻。