

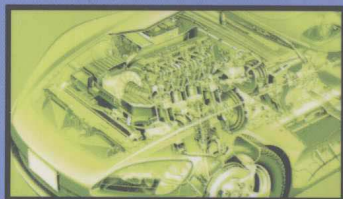


汽车使用与维修系列书

肖永清 肖 军 主编 刘 潇 主审

汽车蓄电池的使用与维修

QI CHE XUDIANCHI DE SHI YONG YU WEI XIU



- 汽车蓄电池的性能规范、构造原理和特性
- 汽车蓄电池的使用、维护方法及故障排除
- 汽车蓄电池作业防毒技术及有害物质的处理
- 新型车用蓄电池及现代电动汽车用高能电池



中国电力出版社

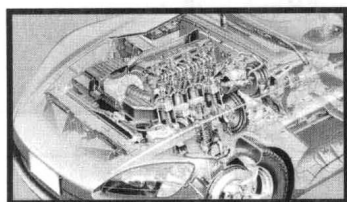
www.cepp.com.cn



汽车使用与维修系列书

汽车蓄电池的使用与维修

QI CHE XUDIANCHI DE SHI YONG YU WEI XIU



肖永清 肖 军 主编 刘 潇 主审



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内 容 提 要

本书较全面、系统地介绍了汽车蓄电池的性能规范、构造原理和特性；蓄电池的使用和维护方法；与蓄电池有关的制造加工、维护修理作业等方面的防毒技术和卫生常识；现代电动汽车动力电池的有关知识等。

本书力图深入浅出，语言通俗易懂，内容丰富、精练、简明扼要、图文并茂，突出实用性和可操作性。书中列举了一些公式、插图和各项技术数据表格等，方便读者阅读、参考和使用。本书适用于汽车维修、汽车驾驶人员和汽车爱好者自修，也可作为蓄电池的生产、经营人员以及大中专院校相关专业的教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车蓄电池的使用与维修/肖永清，肖军主编. —北京：中国电力出版社，2005
(汽车使用与维修系列书)
ISBN 7-5083-2590-7

I. 汽… II. ①肖…②肖… III. ①汽车-蓄电池-使用②汽车-蓄电池-维修 IV. U463.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 012304 号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
北京同江印刷厂印刷
各地新华书店经售

2005 年 5 月第一版 2005 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 21 印张 563 千字
印数 0001—4000 册 定价 30.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)



汽车蓄电池的使用与维修

前言

铅酸蓄电池已经问世 100 多年了,它是一种结构简单、使用方便、性能可靠的化学电源,用途极为广泛,汽车、拖拉机、内燃机车、铁路客车、有线和无线电通信、飞机、舰船、电子计算机及医疗设备等都离不开它。目前,我国铅蓄电池工业发展迅速,制造厂近达 600 家,年产蓄电池 800 万只。随着我国汽车工业及交通运输事业的迅速发展,对铅蓄电池的需要量还将大幅度增长。

汽车使用的蓄电池有铅酸蓄电池、碱性蓄电池以及一些高性能新型蓄电池。但无论是数量上,还是产值上,铅酸蓄电池都占首位。随着蓄电池的材料、制造工艺和方法的不断更新,干荷电铅酸蓄电池、免维护铅酸蓄电池、密闭式铅酸蓄电池以及碱性蓄电池,在汽车上的应用逐渐日益普及。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。以电能为能源的蓄电池电动汽车(EV)、以氢气作为燃料的燃料电池电动汽车(FCEV)和以混合动力驱动的混合动力电动汽车(HEV),将成为 21 世纪汽车工业和汽车运输的主力。世界各个大国、各大汽车公司、研究部门和大学,从 20 世纪 70 年代起就投入了大量的人力、财力和物力来开展 EV、FCEV 和 HEV 的研究和开发,并且研制出多种多样的 EV、FCEV 和 HEV,其中有的达到或接近内燃机汽车的动力性能,有的已经批量生产和投入营运。蓄电池电动汽车(EV)、燃料电池电动汽车(FCEV)和混合动力电动汽车(HEV)是全新的运载车辆,是现代汽车发展的前沿学科,将成为 21 世纪的主要车型。由于 EV、FCEV 和 HEV 涉及到汽车蓄电池、燃料电池等多方面的学科和技术,而它们又都是独立的系统科学和技术。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(含蓄电池生产)行业的需要,编写了本书。

本书力图深入浅出,用通俗易懂的语言,丰富的图表资料,重点介绍了汽车启动用铅蓄电池的性能规范、构造原理以及使用 and 维修技术。突出了蓄电池故障的诊断与排除,蓄电池的使用和维护方法;同时还介绍了与铅蓄电池有关的制造加工、修理维护作业等方面的防毒技术和卫生常识。书中也重点介绍了蓄电池电动汽车、钠硫电池、燃料电池、氢镍电池、锌—空气电池等技术及其使用知识。书中列举了一些公式、插图和表格等,方便读者阅读、参考和使用。本书内容丰富、精练、简明扼要、图文并茂,突出实用性和可操作性。适用于汽车维修、汽车驾驶人员和汽车爱好者自修,也可供蓄电池的生产、经营人员以及大中专院校相关专业的选修教材或参考书。

参加编写和提供帮助的还有刘道春、陆刚、杨忠敏、燕来荣、陆羽宁、肖艳、肖霞、昌伟、陈念、朱则刚、钟家良、丁延军、钟晓俊、陆荣庭、杨忠惠、莫翠兰、肖雄、燕美、朱俊、王本刚、陆文、郇莉、刘晓凤等。本书还参考了大量文献资料,借鉴了部分数据和图表,在此向这些同志和原书作者谨表衷心感谢。由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者赐教。

作者

2004.4



汽车蓄电池的使用与维修

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 蓄电池的发展和基本概念	1
一、车用蓄电池的简要演变历史	1
二、蓄电池的作用和基本概念	3
三、蓄电池的常用技术术语	4
四、蓄电池特点及主要性能指标	14
第二节 蓄电池的分类和规格、型号	16
一、蓄电池的分类	16
二、蓄电池的规格和型号	18
三、车用蓄电池的技术要求	22
第二章 蓄电池的工作原理	24
第一节 蓄电池的基本理论	24
一、铅蓄电池的基本理论(成流过程)	24
二、铅蓄电池的基本工作原理	25
三、双极硫酸盐化理论	28
第二节 蓄电池容量及其影响因素	29
一、蓄电池容量的概念	29
二、蓄电池的充、放电容量	32
三、影响蓄电池容量的因素及措施	32
第三章 蓄电池的构造	37
第一节 铅蓄电池的组成	37
一、铅蓄电池的基本结构概述	37
二、铅蓄电池的电气性能	40
第二节 极板和极群	40
一、正、负极板的结构及化成	40
二、极板活性物质的主要原料	42
三、极板的活性物质	43
第三节 隔离物及其他组件	44
一、隔离物的作用及要求	44

二、隔离物的结构与性能	45
三、隔板种类	46
四、碱性蓄电池隔膜	47
五、其他隔离物组件	47
第四节 容器	48
一、容器作用及种类	48
二、蓄电池容器结构和材料	49
三、蓄电池外壳上的其他部件	50
第五节 硫酸电解液	50
一、电解液对蓄电池使用性能的影响	51
二、电解液的性质	52
三、电解液密度与放电	56
四、硫酸电解液的纯度	58
五、电解液密度的选择	68
六、纯水的制取	72
七、电解液配制量的计算	75
八、配制电解液的步骤	78
九、电解液密度在日常维护中的正确测量	81

第四章 蓄电池的充、放电

第一节 铅蓄电池的充、放电过程	85
一、铅蓄电池的充电过程	85
二、铅蓄电池的放电过程	88
三、铅蓄电池充、放电时的化学反应过程规律	88
四、端电压在充、放电过程中的变化	89
第二节 铅蓄电池的充电特性	91
一、铅蓄电池的充电特性	91
二、电解液密度及电压的变化	92
三、充电终了的特征和充电规律	92
第三节 铅蓄电池的放电特性	94
一、铅蓄电池的放电特性	94
二、电解液密度及端电压的变化	96
三、铅酸蓄电池恒电流的放电特性	97
第四节 铅蓄电池的充电方法	100
一、定电流充电	100
二、定电压充电	101
三、两种充电方法的比较	103
第五节 启动用铅蓄电池的初充电	103
一、新铅蓄电池的初充电目的和准备	103
二、铅蓄电池充电线路的联接方法	106
三、充电电流的选择和充放电循环	111

四、初充电电流大小和充电容量的规定	113
五、充电终止的判断、测量和检查	114
六、铅蓄电池初次充电的操作步骤和注意要点	115
第六节 铅蓄电池的经常充电	117
一、铅蓄电池的经常（普通）充电	117
二、“落后”单格蓄电池补充充电	120
三、正常使用中的蓄电池补充充电方法	121
四、预防性过充和锻炼循环	121
五、去硫充电	122
六、快速充电	123
七、其他充电方法	126
八、铅蓄电池组充电	128
第七节 充电设备和工具	130
一、启动用铅蓄电池的常用充电设备	130
二、停车改用本车充电系统充电	136
三、其他充电装置	137
四、充放制供电方式	137
第五章 蓄电池的使用、维护及故障排除	139
第一节 蓄电池的使用	139
一、蓄电池的正确使用	139
二、蓄电池的使用特点	142
三、拆装电控汽车蓄电池的注意事项	143
四、铅蓄电池在使用中的常见问题	145
五、行车途中蓄电池损坏的处理	150
六、蓄电池早期损坏的防范措施	151
七、铅蓄电池和极板的储存	152
八、更换新蓄电池	154
九、镉电极在铅蓄电池中的使用	155
第二节 启动用铅蓄电池在汽车上的维护	157
一、蓄电池技术状况正常的标准及损坏规律	157
二、蓄电池维护要点	157
三、蓄电池的一般维护	160
四、蓄电池的维护项目和要点	161
第三节 蓄电池极板硫化（不可逆硫酸盐化）	164
一、蓄电池极板硫化现象及形成	164
二、极板不可逆硫酸盐化的特征	165
三、产生极板不可逆硫酸盐化的原因	165
四、极板不可逆硫酸盐化的处理方法	166
五、已经硫化的铅蓄电池修复	167
六、极板硫化的预防要点	168

第四节 蓄电池自行放电	168
一、蓄电池自放电现象特征	168
二、铅蓄电池非正常自放电原因	170
三、自放电故障的判断和排除	171
四、减少非自放电的主要措施	172
第五节 蓄电池极板活性物质脱落	173
一、铅蓄电池极板活性物质脱落的现象和特征	173
二、活性物质脱落产生的原因	173
三、蓄电池极板活性物质脱落的判断与排除方法	174
四、使用中极板活性物质非正常性脱落的预防	175
第六节 启动用铅蓄电池的故障分析	176
一、蓄电池故障的分析方法概述	176
二、电解液量少或密度失调	178
三、铅蓄电池的内部短路或内电阻过大	179
四、极板工作失效	181
五、启动用铅蓄电池的极性颠倒	185
六、蓄电池充不进电或经充电不能恢复性能	186
七、启动用铅蓄电池的其他损伤	187
八、蓄电池使用寿命缩短	188
第七节 蓄电池的典型故障诊修实例	190
一、蓄电池常见故障部位及其分析	190
二、蓄电池常见故障检修	191
三、典型故障诊修实例	192
第六章 蓄电池技术状态的检验	196
第一节 判断蓄电池的技术状态	196
一、从电解液密度的变化,判定蓄电池的放电程度	196
二、从大负荷下的端电压变化,判定蓄电池的技术状态	196
三、通过充、放电检测蓄电池的技术状态	198
第二节 蓄电池检测	199
一、蓄电池电解液密度测量	199
二、蓄电池综合检验分析	199
三、检测蓄电池的技术状况	200
第三节 铅蓄电池制造工艺技术	204
一、铅蓄电池材料	204
二、铅蓄电池制造	205
三、蓄电池壳及隔板技术性能	212
第四节 启动用铅蓄电池的试验	213
一、沥青封口剂试验	213
二、容量试验	213
三、常温启动放电性能试验	214

四、低温启动放电性能试验	215
五、寿命试验	215
六、振动试验	216
第七章 启动用铅蓄电池的修理	217
第一节 启动用铅蓄电池的修前鉴定和分解清洗	217
一、蓄电池修前准备	217
二、对单体电池状态的判定	217
三、铅蓄电池修理前放电	217
四、对启动用铅蓄电池的分解	218
第二节 零件检验与修理	221
一、铅蓄电池零件的修复步骤	221
二、蓄电池单体电池的修理	221
三、电池槽（外壳）的检查和修复	223
四、极板群的焊接	227
五、极板和隔板的修复	232
六、联条和极桩的检修与铸造	235
第三节 蓄电池的装配	237
一、装配极板组	237
二、装入极板群	238
三、浇铸蓄电池上盖的封口胶	238
四、蓄电池总装及其要点	239
五、启动用铅蓄电池的装配要求	240
六、蓄电池装车	241
第八章 新型车用蓄电池	242
第一节 新型蓄电池概述	242
第二节 干荷电式铅蓄电池	243
一、干荷电铅蓄电池特点及表示方法	243
二、干荷电铅蓄电池与普通铅蓄电池的区别及优点	243
三、干荷电铅蓄电池的使用与维护	244
四、干荷电蓄电池的检修与拆装	245
第三节 免维护铅蓄电池	245
一、免维护蓄电池的性能特点	245
二、免维护蓄电池的结构原理	248
三、免维护蓄电池的使用维护	249
四、免维护蓄电池的检测	250
五、典型轿车免维护蓄电池的使用维护	251
第四节 密封式铅酸蓄电池	254
一、密闭式铅蓄电池概述	254
二、密闭式铅蓄电池的结构	255

三、密闭式铅蓄电池的工作原理	255
四、阀控铅酸蓄电池	256
第五节 胶体铅酸蓄电池	258
一、胶体电解质铅蓄电池的优、缺点	259
二、胶体蓄电池的制作	259
三、胶体蓄电池的使用维护	259
四、胶体蓄电池的发展趋势	260
第六节 其他新型蓄电池	261
一、水平式铅酸蓄电池	261
二、湿荷电铅蓄电池	261

第九章 电动汽车用高能电池 262

第一节 电动汽车蓄电池的发展与应用	262
一、蓄电池电动车的历史变迁	262
二、发展电动车的重要意义	265
三、制约电动汽车发展的因素	266
四、EV、FCEV、HEV 电能来源和第二代“高能”蓄电池	267
五、电动车发展现状及前景分析	268
六、高能电池的发展与展望	272
第二节 蓄电池电动汽车	272
一、电动汽车电池的发展历程	272
二、现代电动汽车的发展趋势	274
第三节 燃料电池电动汽车	275
一、概述	275
二、燃料电池电动汽车的问世和发展	276
三、FCEV 的主要特点	278
四、世界各国 FCEV 的发展与展望	279
第四节 混合动力电动汽车	280
一、混合动力电动汽车的兴起	280
二、HEV 的特点	282
三、国外 HEV 的发展	283
四、国内 HEV 开发情况	284
五、HEV 完善驱动系统的集成	284
第五节 碱性蓄电池	285
一、镉—镍蓄电池	285
二、镍—氢电池	290
三、锌—空气电池	297
四、锂离子电池和锂聚和物电池	297
五、铁镍蓄电池	298
六、其他高能蓄电池	299
第六节 燃料电池	300

一、燃料电池在机动车辆上的应用	300
二、FCEV 的燃料电池发动机的基本组成	301
三、燃料电池发动机的特点	302
四、燃料电池系统组成及基本工作原理	305
五、燃料电池的发展方向	307
第十章 汽车蓄电池作业防毒技术及有害物质的处理	310
第一节 从事铅、酸工作预防铅、酸中毒	310
一、工业毒物对人体危害	310
二、积极预防铅、酸中毒	313
三、铅中毒的诊断与治疗	314
第二节 汽车蓄电池作业防毒技术	315
一、有关卫生标准	315
二、铅环境监测	316
三、蓄电池作业防毒技术的预防措施	317
第三节 工业毒物治理技术	317
一、铅烟铅尘排风净化系统	317
二、含铅废气治理技术	319
三、废水治理技术	320
第四节 废旧铅酸电池的回收再生和对有害物质的处理	320
一、废铅酸蓄电池引起的环境污染须引起重视	320
二、废铅酸电池回收再生铅市场前景	321
三、我国的再生铅行业现状	321
四、废铅蓄电池再生铅存在的问题	322
五、废铅蓄电池回收和再生对策	322
六、废旧铅酸蓄电池回收再用发展方向	322
附录 最新国内铅酸蓄电池及原材料标准明细	324
参考文献	326



第一章

汽车蓄电池的使用与维修

概 述

第一节 蓄电池的发展和基本概念

一、车用蓄电池的简要演变历史

铅酸蓄电池是最古老的蓄电池，1859 年法国物理学家普兰特发明了“二次电池”，即现代铅酸蓄电池的原型，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，格拉斯顿和特拉普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。

在这之后的 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启动用铅蓄电池，在蓄电池整个使用寿命期间，完全取消了加水过程。

铅酸蓄电池的发明至今已有一百多年的历史，因其价格低廉、原材料易于获得，使用上有充分的可靠性，适用于大电流放电及广泛的环境温度范围等优点，在化学电源中一直占有绝对优势。汽车广泛使用内燃机后，铅酸蓄电池主要作为内燃机汽车启动电源。铅酸蓄电池的开路电压高，放电电压平稳，充电效率高，能够在常温下正常工作，生产技术成熟，价格便宜，在市场上能买到各种不同规格的铅酸蓄电池。最早的电动汽车就是采用铅酸蓄电池作为动力能源的，在近代早期开发的 EV（蓄电池电动汽车）上，几乎都采用了铅酸蓄电池。但铅酸蓄电池的比能量和比功率都很低，不能完全满足 EV 和 HEV（混合动力电动汽车）动力性能的要求。铅酸蓄电池在电动汽车上的应用见表 1-1。

表 1-1 铅酸蓄电池在电动汽车上的应用

铅酸蓄电池类型	主 要 特 点	电 动 汽 车 类 型
开口管式铅酸蓄电池	有较高的比能量，良好的循环寿命，自动加水，少维护	轻型、中型和大型客车及服务、环卫车辆
阀控胶质管式铅酸蓄电池	有较高的比能量和质量比功率，良好的循环寿命，免维护	轻型、中型和大型客车及服务、环卫车辆，厢式车辆
平板阀控铅酸蓄电池	有较高的比功率，免维护	轻型、中型和大型客车及服务、环卫车辆，货车
薄平板阀控铅酸蓄电池	有较高的峰值功率，浅循环放电，免维护	各种用途的混合动力电动汽车



20 世纪 70 年代以来,各种高能蓄电池问世,它们在比能量和比功率方面有很大的提高,在第二代 EV 和 HEV 上,大多数采用了高能蓄电池,但各种高能蓄电池的作用仍然是储存电能,也仍然是按电能→化学能→电能→化学能的可逆变换过程来工作的,能量转换受到“活性物质”的局限。高能蓄电池的发展,使得 EV 和 HEV 的动力性能不断地提高,一次充电后的续驶里程也不断地延长。

到 20 世纪初,铅酸蓄电池历经了许多重大的改进,提高了能量密度、循环寿命、高倍率放电等性能。然而,开口式铅酸蓄电池有两个主要缺点:一是充电末期水会分解为氢、氧气体析出,常需加酸、加水,维护工作繁重;二是气体溢出时携带酸雾,腐蚀周围设备,并污染环境,限制了电池的应用。近二十年来,为了解决以上的两个问题,世界各国竞相开发密封铅酸蓄电池,实现电池的密封,获得干净的绿色能源。

1969 年,美国登月计划实施,阀控式密封铅酸蓄电池和镉镍电池被列入月球车用动力电源,最后镉镍电池被采用,但密封铅酸蓄电池技术从此得到发展。

1992 年,经过许多年努力并付出高昂代价的情况下,密封铅酸蓄电池得到了广大用户的认可。其基本特点是使用期间不用加酸加水维护,电池为密封结构,不会漏酸,也不会排酸雾,电池盖子上设有单向排气阀(也叫安全阀),该阀的作用是当电池内部气体量超过一定值(通常用气压值表示),即当电池内部气压升高到一定值时,排气阀自动打,排出气体,然后自动关阀,防止空气进入电池内部。阀控式密封铅酸蓄电池是依据电化学反应原理,当充电时将电能转化为化学能在电池内储存起来,放电时将化学能转化为电能供给外系统。其充电和放电过程是通过电化学反应完成的。

早期的电动汽车基本上采用铅酸蓄电池。美国通用汽车公司“冲击”牌电动汽车的样车,采用了铅酸蓄电池,有连续行驶 192km 的记录。但进一步提高铅酸蓄电池的比能量有很大困难。铅酸蓄电池已逐步被其他高能电池所取代。

EV、FCEV(以氢气作为燃料的燃料电池电动机)和 HEV 的牵引用动力铅酸蓄电池(简称动力铅酸蓄电池)性能与启动铅酸蓄电池的要求是不同的,EV、FCEV 和 HEV 要求动力铅酸电池有高的比能量和比功率,高的循环次数和使用寿命,快速充电性能等。目前,已经有很多家专业公司研制和开发了多种新型铅酸蓄电池,使得铅酸蓄电池的性能有了较大的提高。

铅酸蓄电池分为开口管式铅酸蓄电池和阀控膏板式铅酸蓄电池两种。它们的区别是,开口管式铅酸蓄电池的正极一般有管式或平板式。阀控膏板式铅酸蓄电池的正极一般为膏板式,两者都采用胶质电解液。开口管式铅酸蓄电池和阀控膏板式铅酸蓄电池的性能和放电率有很大的差别(见表 1-2),阀控膏板式铅酸电池有更大的比功率。

表 1-2 开口管式铅酸蓄电池和阀控膏板式铅酸蓄电池性能比较

铅酸蓄电池类型	比能量(5h 率) [(W·h) /kg]	比功率(10h 率) [(W·h) /L]	循环寿命 (次)	自放电率 (%/d)
开口管式铅酸蓄电池	34 ~ 42	40 ~ 50	1500	1 ~ 2
阀控膏板式铅酸蓄电池	30 ~ 42	70 ~ 100	600 ~ 900	1 ~ 2

美国“水平式”铅酸蓄电池和“双极式”铅酸蓄电池已经达到 5h 放电率为 37 (W·h) /kg 的比能量。印度铅酸蓄电池已经达到 5h 放电率为 35 (W·h) /kg 的比能量的水平。我国七一蓄电池厂的铅酸电池 5h 放电率的比能量为 35 (W·h) /kg, 3h 放电率的比能量为 33 (W·h) /kg, 接近日本“汤浅”铅酸蓄电池水平。我国一般免维护铅酸蓄电池 5h 放电率的比能量为 33.5 (W·h) /kg, 放电深度 30% ~ 50% 时的循环寿命可达到 700 ~ 1200 次。

二、蓄电池的作用和基本概念

1. 蓄电池在国民经济中的作用

铅蓄电池用途极为广泛,它使用于各种汽车、拖拉机、铁路客车、内燃机车、矿山牵引车、有线和无线电通信、航空、水上航标、轮船、舰艇、战车及各种电子计算机、摄像机、电视机、医疗设施等。工业、农业、交通运输、通信、国防都离不开蓄电池,它是国民经济各部门必不可少的一种化学电源产品。

铅蓄电池广泛使用于国民经济各部门,基本有三个因素:其一,它有雄厚的材料来源,主要材料铅来源可靠。其二,生产制造工艺工装可灵活多变,既能高度自动化生产,又可因陋就简手工制作,适应不同层次规模的生产方式。其三,铅蓄电池自身性能适应性强,能按照不同需要,设计制造不同类型和功率各异的蓄电池,产品性能可靠而稳定。

2. 启动型铅蓄电池在汽车上的作用

蓄电池的作用是储蓄电能,蓄电池在充电过程中,电能通过蓄电池内的“活性物质”的化学变化转变为化学能储存在蓄电池内。蓄电池在放电过程中,通过蓄电池内的“活性物质”的化学变化逆转,将化学能转变为电能由蓄电池输出。各种蓄电池的基本工作原理是电能→化学能→电能→化学能的可逆变换过程,能够反复使用,一般称传统的化学能转换为电能的电池为蓄电池。通常蓄电池只有蓄电池本身,没有其他附属装置,通过增加蓄电池的“活性物质”和增加蓄电池的数量,即可以增加蓄电池所储存的电能,其所能够提供的电能与所储存的电能成正比。顾名思义蓄电池仅仅是一种储蓄电荷的装置,本身并不会产生电能。当蓄电池中的“活性物质”老化、变质之后,蓄电池的效率逐步降低,最终蓄电池的寿命也将结束。

铅蓄电池在实现化学能转变为直流电能的过程中,必须具备两个条件:一是必须把化学反应中失去电子的过程(氧化过程)和得到电子的过程(还原过程)分隔在两个区域进行;二是物质在进行转变的过程中电子必须通过外线路。由此可以看出,前者说明了电池的反应和一般的化学反应不同,后者说明了铅蓄电池与电化学腐蚀过程中的微电池不同。

车用蓄电池是一种将化学能转变为电能的装置,属于低压直流电源,它在汽车上与发电机并联,并向用电设备供电。机动车辆大都使用铅蓄电池,它具有电动势高、内阻小、放电电压平稳等优点,比较适应汽车启动时短时间内大电流放电的需要。

在汽车发动机启动时,对启动机提供大电流,因此称其为启动型铅蓄电池。蓄电池是汽车的启动电源,在发动机启动时,除了供给启动机以强大的电流外,还要向点火、照明等装置供电,在发动机不工作或低转速时,各用电装置的电流也要靠它来供电,而在发电机电压高于蓄电池电压时,它又能将发电机的一部分电能转变为化学能储存起来。当发电机超载时,它又能协助发电机供电于负载。其技术状态如何,对保证汽车的机动性和可靠性影响极大。其作用是:

(1) 发动机启动时,向启动机提供强大电流(一般为 200~600A,有的柴油机启动电流可达 1000A 以上),并同时向点火系统等用电设备供电。

(2) 发电机电压过低(低于蓄电池端电压)时,向用电设备供电。

(3) 发电机电压高于蓄电池电动势时,将发电机多余的部分电能变为化学能储存。

(4) 发电机过载时,协助发电机供电。

(5) 蓄电池相当于一个大的电容器,能吸收电路中出现瞬时过电压,保持汽车电系电压稳定,保护电路中的电子元件。

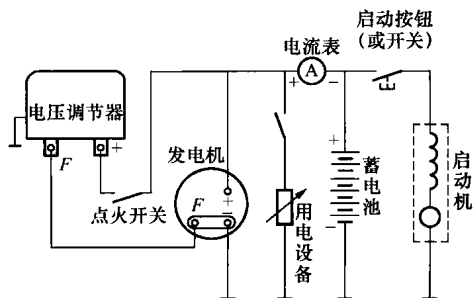


图 1-1 蓄电池在汽车电路中的连接



启动型铅蓄电池在汽车上与发电机并联连接（见图 1-1）。

汽车上虽装有铅蓄电池，但蓄电池储存的电是有限的，不能长期连续向外供电，并且蓄电池在放电以后必须及时给予补充充电。蓄电池补充充电不可能随意从车上拆下送交充电站，那样既费时又费力。因此，汽车上除装铅蓄电池以外，还必须装有发电机。

发电机是汽车电系的主要电源，它在车辆正常工作时，对所有的用电设备供电（除启动机以外），并向蓄电池充电以补充蓄电池在使用中或正常自放电时消耗的电能。

3. 蓄电池基本概念

电能可以由好几种形式的能量变换得来，其中把化学能转换为电能的装置，叫化学电池。

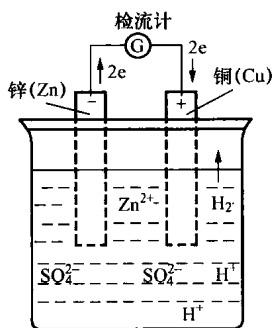
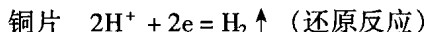
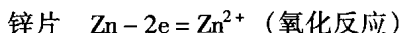


图 1-2 化学能转换为电能的简单实验

化学能是怎样转换为电能的呢？我们可以通过下面一个简单实验，如图 1-2 所示。把一块锌片和一块铜片平行地插入盛有稀硫酸溶液的玻璃缸里，再用导线在外电路上把铜片和锌片连接起来，观察铜片上有没有气体放出？在导线中间接入一个检流计，观察指针是否偏转？

实验结果表明，用导线连接后锌片不断溶解，铜片上有气体（氢气）放出，检流计上指针发生了偏转。这是因为，当铜片和锌片一同放入稀硫酸溶液中，由于锌比铜活泼，容易失去电子，锌被氧化成 Zn^{2+} 而进入溶液，电子由锌片通过导线流向铜片，稀硫酸溶液中 H^+ 从铜上获得电子被还原成氢原子，氢原子结合成氢分子从铜片上放出，其变化过程可表示如下：



这个实验证明，上述氧化—还原反应确实因电子的转移而产生电流，阐明了物质的化学能转换为电能的过程，这种把化学能转换为电能的装置，叫做化学电池，一般简称为电池。

常用的化学电源有原电池和蓄电池，如手电筒用的干电池等属于原电池。干电池在制成以后即能输出电能（放电），不需要直流电源预先给予储存电能，但它一经放电后不能用充电的方法使活性物质再生，是一种不可逆电池。当化学变化的活性物质全部作用完后，它的寿命便告終了，所以又称为一次电池。蓄电池则需要直流电源给它电能（充电）使活性物质还原，将电能转换为化学能而贮蓄起来，待放电时再把化学能转换为电能放出来，故称为二次电池。

三、蓄电池的常用技术术语

1. 充、放电和浮充放电

蓄电池从其他直流电源获得电能称为充电。蓄电池供给外电路电流时称为放电。蓄电池和其他直流电源并联对外电路输出电能称为浮充放电。

2. 铅蓄电池的电动势

当外电路断开，即没有电流通过电池时，在正负极板间量得的电位差，叫作电池的电动势 E 。铅蓄电池的电动势就是，电池在无负载状态下测得的端电压（严格说，铅蓄电池的电动势为在外电路断路时电池两极间的电位差值），即开路电压（如图 1-3 所示），可用补偿法来测定铅蓄电池的电动势值，而在精确度要求不高时，也可用具有高电阻的伏特计来测量。由几个单体电池串联组成的电池组的电动势等于各单体电池电动势的总和。铅蓄电池的电动势，决定于正、负极板活性物质的电位差。当充电刚刚完毕时，可达到 2.3V，但再稍停一段时间，电池的

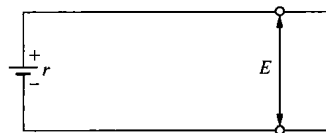


图 1-3 铅蓄电池的电动势示意图

r —电池内电阻； E —电动势

电动势将降到 2.1V, 且稳定下来。

由于极板活性物质细孔的作用, 所以电池在放电的时候, 活性物质变为硫酸铅和水, 水不能立即跑出细孔, 因此细孔内的电解液密度要比细孔外的为低。充电时细孔内形成的硫酸, 其密度较细孔外的电解液密度高。所以放电终止时, 电压低于 2.1V, 而充电终止时, 则高于 2.1V。此外, 温度对铅蓄电池的电动势也有影响, 只是每变化 1℃, 电动势的变化甚微, 因而一般可忽略不计。

铅蓄电池两端 (即两极间) 接上一个负载电阻 R (即用电器的) 以后, 在 a 、 b 两点上测得的电压不是 E , 而是 U , 且 U 小于 E 。其原因就是由于电池中具有内电阻 r , 当有电流通过时, 便产生了内电压降, 如图 1-4 所示。可用下式表示:

$$U = E - Ir$$

由此式可见, 如果电流 I 为零 (即电池在开路状态) 时, 则 Ir 为零, 则 $U = E$ 。

这说明铅蓄电池的电动势与端电压的不同之外, 电动势 E 是开路端电压, U 是闭路端电压。

电动势是蓄电池在理论上输出能量大小的度量之一。如果其他条件相同, 那么电动势越高的蓄电池, 理论上能够输出的能量就越大, 使用价值就越高。蓄电池的电动势 E 等于组成电池的两个电极的平衡电位之差, 就是:

$$E = \varphi_+ - \varphi_-$$

式中 E ——蓄电池电动势, V;

φ_+ ——正极的平衡电位, V;

φ_- ——负极的平衡电位, V。

根据热力学的理论和数据, 计算出铅蓄电池的电动势为 2.044V。

铅蓄电池的静止电动势: 铅蓄电池在外电路未接通时, 其正、负两极之间所测得的电压称为静止电动势。这是由于正、负极板和电解液相互作用而产生的, 每个单格的电压为 2V 左右。当负极板浸在电解液中时, 金属铅受到以下两方面的作用: 一方面它有溶解于电解液的倾向, 因而有少量铅溶入溶液, 生成二氧化铅, 而在极板上留下两个电子, 使极板带负电子; 另一方面, 由于正、负电荷相互吸引, 铅离子又有沉附于极板表面的倾向, 当两者达到平衡时, 溶解便停止, 负极板相对于电解液是具有负电位, 约 -0.1V。正极板浸在电解液中时, 有少量的二氧化铅溶于电解液中, 与硫酸作用生成过硫酸铅, 又分离为四价铅离子和硫酸根离子, 沉附于极板的倾向大于溶解的倾向, 因而沉附在正极板上, 使正极板具有正电位, 当达到平衡时, 约为 2.0V。因此, 当外电路未接通、反应达到平衡时, 正、负极板之间的电压约为 $2.0V + 0.1V = 2.1V$ 。实验证明: 蓄电池静止电动势与极板大小无关, 而与电解液密度有关, 其关系可用下列经验公式表示:

$$\text{静止电动势} = 0.85 + G_{25}$$

式中 G_{25} ——电解液在 25℃ 时的相对密度;

0.85——铅蓄电池电动势常数。

从关系式中可以看出, 电解液密度越大, 静止电动势就越高, 但只有相对密度在 1.05 ~ 1.30 的范围内时, 这个关系才是正确的。同时, 测量电解液密度应当在蓄电池静止不工作时进行, 只有在这时, 由于扩散作用, 极板微孔中的电解液密度才接近于相同。铅蓄电池的电解液相对密度一般在 1.11 ~ 1.29 之间变化, 所以开路电压也相应地变化在 1.95 ~ 2.13V 之间 (即 2V 左右)。开

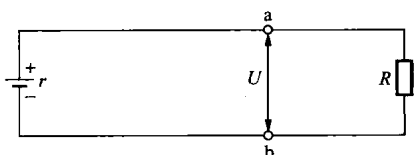


图 1-4 铅蓄电池的端电压示意图

r ——电池内电阻; U ——电池端电压;
 R ——负载电阻



路电压除与电解液密度有关外，与电解液的温度也有关，但温度的影响不大，实际上可以忽略不计。

3. 铅蓄电池的端电压

端电压 一般说铅蓄电池的端电压，都是指它的闭路端电压而言，电路闭合时，电池正负极板间的电位差，叫做电池的电压或叫端电压，是指用电压表在正、负两极上实际测得的电压。

额定电压 电池在标准规定条件下工作时应达到的电压。

终止电压 电池在一定标准所规定的放电条件下放电时，电池的电压将逐渐降低，当电池再不宜继续放电时，电池的最低工作电压称为终止电压。当电池的电压下降到终止电压后，再继续使用电池放电，因受到化学“活性物质”性能的限制，“活性物质”会遭到破坏。

工作电压（负载电压、放电电压） 工作电压又称闭路电压或负荷电压或放电电压，系指蓄电池接通负荷时在放电过程中所显示的电压。在电池两端接上负载 R 后，在放电过程中显示出的电压，等于电池的电动势减去放电电流 I 在电池内阻 r 上的电压降。

开路电压 电池在开路时的端电压，一般开路电压与电池的电动势近似相等。

蓄电池电动势是热力学的两极平衡电极电位之差，但实际上电池中的两个电极并非处于热力学可逆状态，这时电极电位为稳定电位。所以开路状态下的端电压并不等于电池的电动势。但是由于正极活性物质一般氧的过电位大，其稳定电位接近正极活性物质的平衡电位。同样，采用的负极材料氢的过电位大，其稳定电位接近负极活性物质的平衡电位。结果，开路电压在数值上很接近蓄电池的电动势。一般规定铅蓄电池的额定开路电压为 2.0V。

开路电压可用下式计算：

$$V_o = 0.84 + G_{25}$$

式中 V_o ——蓄电池的开路电压，V。

蓄电池的开路电压与电解液的密度有关，而电解液密度又表征其荷电状态，因此由蓄电池的开路电压可以估计其剩余容量或荷电状态。

如果测量电解液密度时的电解液温度不是标准温度 25℃，则需要进行换算：

$$G_{25} = G_t + \beta(t - 25)$$

式中 G_t ——实测的电解液相对密度；

t ——测量时电解液的温度，℃；

β ——相对密度温度系数，取 0.00075。

蓄电池在接通负荷后，由于欧姆电阻和过电位的存在，工作电压将低于开路电压。电池的放电电压随放电时间的平稳性表示电压精度的高低，其数值及平稳程度依赖于放电条件，当在高速率和低温条件下放电时，蓄电池的工作电压将降低，平稳程度将下降。电池的工作电压的数值及平稳程度，取决于放电条件。高速率、低温度的条件下放电时，电池的工作电压将降低，平稳程度将下降。

蓄电池的工作状态不同，端电压也就不同。当蓄电池不工作，即不向用电设备供电时，蓄电池的端电压就等于它的电动势。当蓄电池向外供电时，它的端电压将小于电动势，即等于电动势减去内部电压降。当蓄电池处于充电状态时，它的端电压就是充电电源加在它的两个极柱上的电压，其值将大于电动势，等于电动势加上内部电压降。由此可见，蓄电池的端电压在工作中不是固定不变的，它随着本身的电动势、充放电电流和内阻的大小而变化。例如，在使用启动机时，蓄电池的放电电流很大，它的端电压就降得很低。

由于蓄电池的工作状态不同，它的端电压的表示方法也就不同。在放电时，蓄电池的端电压等于电动势与内压降之差，即 $U = E - Ir_0$ ；在充电时，蓄电池的端电压等于电动势与内压降之