

电动自行车 蓄电池 使用与维修

周志敏 纪爱华 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电动自行车 蓄电池

使用与维修

14724 电动自行车使用与维修技术问答

15515 电动自行车电气故障诊断与维修

14857 电动自行车维修易学通

16060 电动自行车维修从入门到精通

16206 电动自行车蓄电池使用与维修

16378 电动自行车控制器选用与维修

ISBN 978-7-115-16206-9



9 787115 162069 >

ISBN 978-7-115-16206-9/TN

定价: 13.00 元

电动自行车蓄电池使用与维修

周志敏 纪爱华 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电动自行车蓄电池使用与维修/周志敏, 纪爱华编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2007.8 (2007.9 重印)

ISBN 978-7-115-16206-9

I. 电... II. ①周...②纪... III. ①电动自行车—蓄电池—使用
②电动自行车—蓄电池—维修 IV. U484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 065993 号

电动自行车蓄电池使用与维修

◆ 编 著 周志敏 纪爱华

责任编辑 刘 朋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 850×1168 1/32

印张: 6.375

字数: 165 千字

印数: 6 001—10 000 册

2007 年 8 月第 1 版

2007 年 9 月北京第 2 次印刷

ISBN 978-7-115-16206-9/TN

定价: 13.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

内 容 提 要

本书结合电动自行车蓄电池使用与维修中存在的问题,深入浅出地介绍了电动自行车蓄电池的基础知识、蓄电池的更换与选购、蓄电池的充放电、蓄电池的使用与维护、蓄电池的故障诊断及处理方法、蓄电池的修复方法等内容。通过阅读本书,读者可以系统全面地了解电动自行车蓄电池的工作原理,掌握电动自行车蓄电池的正确使用方法以及故障诊断与维修技能。

本书语言通俗易懂,具有较强的实用性和可操作性,可供电动自行车用户和维修人员阅读,也可作为电动自行车维修培训班的参考教材。

前 言

电动自行车是自行车的延伸产品之一，它是以蓄电池为能源，可以在非机动车道上行驶的特种自行车。蓄电池是为电动自行车提供能量的随车动力源，是影响电动自行车整车性能的关键部件，其技术状况对电动自行车的行驶里程、使用寿命和运行成本有着很大的影响。目前，随着蓄电池设计、研发和生产工艺的不断改进和发展，蓄电池的性能得以不断提高，给电动自行车产业的发展带来了无限生机。蓄电池是电动自行车使用中需要经常进行保养和维护的部件，同时也是故障率较高的部件。为此，本书结合电动自行车蓄电池应用技术的发展趋势，系统全面地讲解了电动自行车蓄电池使用和维修中所必须掌握的基础知识和实际操作技能，其核心内容是如何补充蓄电池的电能，延长蓄电池的使用寿命，诊断和处理蓄电池常见故障，以使蓄电池在其寿命期限内能提供电动自行车所需的电能。通过阅读本书，读者可以系统全面地了解电动自行车蓄电池的工作原理，掌握电动自行车蓄电池的正确使用方法以及故障诊断与维修技能。

在本书编写过程中，在资料收集和技术信息交流方面，作者都得到了广大电动自行车制造商和电动自行车行业协会的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之编写水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章	电动自行车蓄电池基础知识	1
1.1	蓄电池的基本结构	1
1	阀控密封铅酸蓄电池的基本结构和特点	1
2	胶体铅酸蓄电池的基本结构和胶体电解质的优缺点	4
3	镍氢蓄电池的基本结构和主要特性	6
4	锂离子蓄电池的基本结构和优点	8
5	锂离子蓄电池和镍氢蓄电池的性能比较	9
6	蓄电池的电特性术语	13
1.2	铅酸蓄电池的分类和性能指标	14
1	铅酸蓄电池的分类	14
2	铅酸蓄电池的主要性能指标	17
3	两类铅酸蓄电池的比较	23
第 2 章	电动自行车蓄电池的更换与选购	29
2.1	电动自行车对蓄电池的要求和更换原则	29
1	电动自行车蓄电池标准要求	29
2	蓄电池寿命终止的表现	33
3	电动自行车蓄电池的失效模式	33
4	蓄电池的更换原则	36
2.2	蓄电池的选购与更换	37
1	蓄电池的选购	37
2	蓄电池的更换	38
3	电动自行车蓄电池的基本参数	41
第 3 章	电动自行车蓄电池的充放电	43
3.1	蓄电池的充电方法	43

1. 恒流充电法	43
2. 阶段充电法	44
3. 恒压充电法	49
3.2 蓄电池快速充电方法	50
1. 蓄电池快速充电技术	51
2. 实现快速充电的技术途径	52
3. 脉冲充电法	54
4. Reflex™ 快速充电法	54
5. 变电流间歇充电法	55
6. 变电压间歇充电法	56
7. 变电压变电流波浪式间歇正负零脉冲快速充电法	57
8. 充电方式对蓄电池循环寿命的影响	57
9. 串联蓄电池组的均充方法	59
3.3 蓄电池的充放电特性	60
1. 蓄电池的充电电压区间	60
2. 蓄电池的放电电压区间	62
3.4 蓄电池的充电特性	63
1. 蓄电池的充电技术要求	63
2. 自然平衡充电器	64
3. 蓄电池的充电特性	65
3.5 蓄电池的放电特性和放电要求	69
1. 放电特性	69
2. 放电终止电压	70
3. 放电要求	71
3.6 充放电与寿命和容量的关系	72
1. 充电与寿命的关系	72
2. 放电与容量的关系	73
3. 不均衡性对蓄电池的影响	73
4. 充电频次的选择	74

5. 放电容量与环境温度的关系	75
第4章 电动自行车蓄电池的使用与维护	78
4.1 蓄电池的使用寿命	78
1. 影响蓄电池使用寿命的因素	78
2. 影响蓄电池使用寿命的外部因素	79
3. 影响蓄电池使用寿命的内部因素	84
4. 电动自行车电路系统匹配水平对蓄电池使用寿命的影响	86
5. 使用方法对蓄电池使用寿命的影响	87
4.2 延长蓄电池使用寿命的方法	88
1. 抑制蓄电池硫酸盐化的方法	88
2. 抑制蓄电池热失控的方法	90
3. 抑制蓄电池落后的方法	91
4. 延长蓄电池使用寿命的措施	92
4.3 电动自行车蓄电池的使用和维护	95
1. 蓄电池的使用和保养	95
2. 蓄电池使用时的注意事项	100
第5章 电动自行车蓄电池故障诊断及处理方法	103
5.1 蓄电池的早期容量衰竭和自放电	103
1. 随机性早期容量衰竭	103
2. 蓄电池容量过早损失	105
3. 蓄电池自放电	106
5.2 蓄电池的故障检查与分析	108
1. 蓄电池常见故障的检查方法	108
2. 蓄电池充不进电故障的检查分析	110
3. 蓄电池发热故障的检查分析	111
4. 蓄电池电解液消耗过快故障的检查分析	112
5. 蓄电池不存电故障的检查分析	112

6. 蓄电池“寿命短”故障的检查分析	113
7. 蓄电池开路故障的检查分析	113
8. 蓄电池内部短路故障的检查分析	114
9. 蓄电池枝晶短路故障的检查分析	115
10. 新蓄电池装车后仪表显示电压下降快故障的检查分析	116
11. 蓄电池安全阀故障的检查分析	116
12. 蓄电池漏液故障的检查分析	117
13. 蓄电池安全阀漏液故障的检查分析	120
14. 蓄电池极柱端子漏液故障的检查分析	120
15. 蓄电池硫酸盐化故障的检查分析	121
16. 蓄电池正极板软化故障的检查分析	125
17. 蓄电池活性物质脱落故障的检查分析	126
18. 蓄电池正极板腐蚀变形故障的检查分析	127
19. 负极板连接条腐蚀故障的检查分析	128
20. 蓄电池极化故障的检查分析	128
21. 负极板钝化故障的检查分析	128
22. 蓄电池组均匀性差故障的检查分析	129
23. 蓄电池胀裂故障的检查分析	134
24. 蓄电池爆炸故障的检查分析	136
25. 蓄电池变形故障的检查分析	137
26. 蓄电池外观破损、鼓胀或极柱断裂故障的检查分析	141
27. 蓄电池壳体出现裂纹或封口胶破裂故障的检查分析	141
28. 蓄电池热失控故障的检查分析	141
29. 蓄电池失水故障的检查分析	144
30. 蓄电池干涸失效故障的检查分析	150
31. 灌胶后表面龟裂故障的检查分析	152

第6章 电动自行车铅酸蓄电池的修复 154

6.1 铅酸蓄电池的修复程序 154

1. 铅酸蓄电池的修复方法	154
2. 可修复铅酸蓄电池的检测与筛选	156
3. 可修复铅酸蓄电池的充放电检测	156
4. 补充电解液	158
5. 充电修复	159
6. 放电测试	161
7. 铅酸蓄电池的重新配组	161
6.2 铅酸蓄电池的修复方法	161
1. 准备工作	161
2. 初充电及其容量测试	161
3. 铅酸蓄电池的加水办法	163
4. 铅酸蓄电池的修复	165
6.3 硫酸盐化铅酸蓄电池的修复	167
1. 硫酸盐化铅酸蓄电池	167
2. 铅酸蓄电池极板硫酸盐化的修复方法	170
6.4 BR-2(48/36V)型电动自行车铅酸蓄电池修复器	171
1. 修复器的外观及说明	171
2. 操作方法	172
3. 使用注意事项	174
6.5 神波系列铅酸蓄电池修复产品	175
1. 神波 2005A 型充电伴侣	175
2. 神波 2005P 型修复伴侣	177
3. 再生器和充电伴侣之间的区别	178
4. 再生器和修复器之间的区别	178
附录 1 蓄电池名词术语	179
附录 2 蓄电池常用名词的定义	189
附录 3 蓄电池电解液参数	191
参考文献	194

第 1 章 电动自行车蓄电池基础知识

1.1 蓄电池的基本结构

蓄电池是电动自行车的能量来源，是影响电动自行车性能的关键部件。目前电动自行车使用的蓄电池主要有阀控密封铅酸蓄电池、胶体铅酸蓄电池、镍氢蓄电池和锂离子蓄电池。电动自行车对蓄电池的要求是容量大，寿命长，重量轻，价格廉。阀控密封铅酸蓄电池的优点是价格最低，内电阻小，电压稳定，具有良好的防震性能和密封性能；锂离子蓄电池和镍氢蓄电池虽然重量轻，寿命长，但是价格高。由于阀控密封铅酸蓄电池材料来源丰富，技术和制造工艺比较成熟，是目前商品化电动自行车主要采用的蓄电池。阀控密封铅酸蓄电池的缺点是比容小，也就是说在同样的容量下，蓄电池的重量和体积都大。目前的阀控密封铅酸蓄电池基本上是由浮充类型的蓄电池发展而来的。浮充蓄电池不适应快速充电和大电流放电，虽然在技术上进行了卓有成效的改进，已进入了实用阶段，但是其寿命还是非常不理想的。由于镍氢蓄电池和锂离子蓄电池是绿色蓄电池，不会因废弃造成二次污染，容易被政府环保部门接受，并且有较好的出口前景，目前虽然价格比较高，但有较大的降价空间，是大力提倡发展的蓄电池。

1. 阀控密封铅酸蓄电池的基本结构和特点

(1) 阀控密封铅酸蓄电池的基本结构

阀控密封铅酸蓄电池由正极板、负极板、隔板、电解液、蓄电池槽、连接条（或铅零件）、接线端子和排气阀等组成。一只蓄电池

一般由3个单格(6V 蓄电池)或6个单格(12V 蓄电池)组合而成,每个单格又由若干片正极板与若干片负极板(负极板比正极板多一片)间隔重叠而成,中间用超细玻璃纤维隔板隔离。数片正极板和负极板分别用铅合金焊接在一起组成正极群和负极群,正、负极群装于蓄电池槽内组成单体蓄电池。单体蓄电池之间用铅部件或连接条从单格之间的蓄电池槽隔板顶端(或穿孔穿壁焊)以串联形式连在一起。蓄电池槽盖用密封胶黏结,单格串联的首、尾端作引出端子,引出正、负极。

① 极板。极板是阀控密封铅酸蓄电池的核心部件,被称为蓄电池的“心脏”。目前电动自行车使用的阀控密封铅酸蓄电池绝大多数采用涂膏式正、负极板。

② 隔板。隔板被称为阀控密封铅酸蓄电池的“第三电极”,它的作用是隔离正、负极,防止短路。作为电解液的载体,它能够吸收大量电解液,起到促进离子良好扩散(离子导电)的作用。对阀控密封铅酸蓄电池而言,隔板还是正极板产生的氧气到达负极板的“通道”,以顺利建立氧循环,减少水的损失。采用超细玻璃纤维隔板是阀控密封蓄电池实现免维护的关键。

③ 电解液。电解液主要由蒸馏水与硫酸配以一些添加剂混合而成,主要作用是参与电化学反应,是阀控密封铅酸蓄电池的活性物质之一。电解液中的离子迁移起到导电作用,使电化学反应得以顺利进行。

④ 安全阀。安全阀是阀控密封铅酸蓄电池的关键部件之一,它位于蓄电池顶部。安全阀的结构类型较多,主要有帽式、伞状、片状等几种。帽式阀技术比较成熟,是目前普遍采用的一种压力阀门。帽式阀结构简单,制作工艺也比较简单,故障率低,但阀的开启压力和关闭压力变化范围较大,开、闭阀压力重现性差,这由阀与阀座的配合状态不易完全恢复所致。为解决这个问题,在安装时可采取专用工具对阀帽进行定位安装,使阀帽顶面与顶部盖片靠紧(开关阀压力测试时也需采取定位安装方法)。安装配合尺寸对阀的开、闭压力影响较大,需采取提高配合精度的措施。因电解液浓度

高，电动自行车蓄电池上使用的帽式阀常常出现粘连的问题，采取表面浸渍特殊油的办法，可起到防酸、防老化腐蚀的作用。

伞状阀与阀座的接触方向和帽式阀不同，它的开阀压力较低，开阀压力重现性较好，可靠性较高。片状阀由两片弹性体，即弹性橡胶片和有弹性的多孔耐酸片组合而成。在蓄电池上安装片状阀后要用盖片（或螺塞）将其压紧，中间留有排气口。当蓄电池内压上升超过开阀压力时，气体就会沿阀与上盖的结合处释放，并经排气孔道排出；当内压低于开阀压力时，阀会自动关闭。蓄电池安全阀的主要作用如下：

- 保证安全。在阀控密封铅酸蓄电池的使用过程中，如果内部产生的气体压力达到安全阀的开阀压力，安全阀自动将气体释放，防止发生蓄电池变形、破裂等。

- 密封。当阀控密封铅酸蓄电池的内压低于安全阀的开阀压力时，安全阀自动关闭，可防止内部气体酸雾向外泄漏，同时也可防止空气进入蓄电池内部，造成不良影响。密封保证了蓄电池内部存在一定的压力，促使蓄电池内部的氧复合，减少失水。

- 防爆。一些安全阀上还装有防爆片，可以防止蓄电池发生爆炸事故。

（2）阀控密封铅酸蓄电池的性能特点

阀控密封铅酸蓄电池与普通铅酸蓄电池的最大区别是极板材料不同，由于采用铅钙合金制作栅架，消除了铅锑合金栅架的一些弱点（如水分蒸发、过量充电、热破坏和自行放电），因此，不仅使其使用性能得到改善，而且还延长了使用寿命和储存寿命。阀控密封铅酸蓄电池的性能特点如下：

- ① 水分散失少。阀控密封铅酸蓄电池失水量少，一般仅为普通铅酸蓄电池的 1/10 左右，使用中一般不需添加蒸馏水。这一方面是由于铅钙合金的析氢过电位比铅锑合金高，充电时析氢量少，从而使水分逸出量大大降低；另一方面是由于阀控密封铅酸蓄电池中设有集气室，可使收集到的水蒸气冷却后重新返回电解液内，避免

了水分散失。因此，使用中阀控密封铅酸蓄电池不需要添加蒸馏水。

② 自行放电量小。普通铅酸蓄电池的栅架一般用铅锑合金制作，且含锑量较高，充电时正极栅架上的锑逐渐溶解到电解液中，并不断地在负极板表面上沉积，与负极板上的活性物质形成微蓄电池，使其自行放电量增大。阀控密封铅酸蓄电池的栅架采用的是铅钙合金，其特点是晶粒较细，耐腐蚀，不易形成微蓄电池，自行放电量小。

③ 极桩和连接件腐蚀小。普通铅酸蓄电池，其内部经常有硫酸气体逸出，并聚集在蓄电池的顶盖部位。这些硫酸气体在金属接头处凝结，形成短路通道，产生短路电流，并对极桩和连接件造成腐蚀，严重时甚至影响到蓄电池功率输出。由于阀控密封铅酸蓄电池中设有集气室和新型的通气装置，不仅可避免水分散失，而且可有效地防止酸气外逸，从而大大降低了酸气对极桩连接件的腐蚀。

④ 启动性能。阀控密封铅酸蓄电池的启动电流比普通铅酸蓄电池大，启动性能好，这一方面是由于铅钙合金的导电性能比铅锑合金好，蓄电池内阻小，输出电流大；另一方面是由于阀控密封铅酸蓄电池采用内连式连接方式，缩短了连线长度，功率损失小，放电电压高。

⑤ 使用寿命长。由于阀控密封铅酸蓄电池采用铅钙合金制作栅架，既增加了机械强度又提高了耐充性，再加上采用袋装式隔板结构，可有效防止活性物质脱落，因此，其使用寿命显著延长。同时，由于自行放电量小，其储存寿命也大大延长，一般为普通铅酸蓄电池的 2~3 倍。

2. 胶体铅酸蓄电池的基本结构和胶体电解质的优缺点

(1) 胶体铅酸蓄电池的基本结构

胶体铅酸蓄电池是对液态电解质的普通铅酸蓄电池的改进，用胶体电解液代换了硫酸电解液，在安全性、蓄电量、放电性能和使用寿命等方面较普通铅酸蓄电池有所改善。胶体铅酸蓄电池采用凝胶状电解质，内部无游离的液体存在，在同等体积下电解质容量大，热容量大，热消散能力强，能避免一般蓄电池易产生的热失控现象；电解

质浓度低，对极板的腐蚀作用弱；浓度均匀，不存在电解液分层现象。

胶体铅酸蓄电池的性能优于阀控密封铅酸蓄电池，胶体铅酸蓄电池具有使用性能稳定，可靠性高，使用寿命长，对环境温度的适应能力（高、低温）强，承受长时间放电能力、循环放电能力、深度放电及大电流放电能力强，有过充电及过放电自我保护等优点。

目前用于电动自行车的国产胶体铅酸蓄电池是在 AGM 隔板中通过真空灌注，把硅胶和硫酸溶液灌到蓄电池正、负极板之间。胶体铅酸蓄电池在使用初期无法进行氧循环，这是因为胶体把正、负极板都包围起来了，正极板上产生的氧气无法扩散到负极板，无法实现与负极板上的活性物质铅还原，只能由排气阀排出，与富液式蓄电池一致。

胶体铅酸蓄电池使用一段时间后胶体开始干裂和收缩，产生裂缝，氧气通过裂缝直接到负极板进行氧循环。排气阀就不再经常开启，胶体铅酸蓄电池接近于密封工作，失水很少。所以，针对电动自行车蓄电池主要失效是失水机理，采用胶体铅酸蓄电池可获得非常好的效果。胶体电解质是通过在电解液中加入凝胶剂将硫酸电解液凝固成胶状物质，通常胶体电解液中还加有胶体稳定剂和增容剂，有些胶体配方中还加有延缓胶体凝固的延缓剂，以便于胶体加注。

（2）胶体电解质的优缺点

胶体电解质和普通液态电解质相比具有如下优点：

① 可以明显延长蓄电池的使用寿命。根据有关文献，可以延长蓄电池寿命 2~3 倍。

② 胶体铅酸蓄电池的自放电性能得到明显改善，在同样的硫酸纯度和水质情况下，蓄电池的存放时间可以延长 2 倍以上。

③ 胶体铅酸蓄电池在严重缺电的情况下，抗硫化性能很明显。

④ 胶体铅酸蓄电池在严重放电情况下的恢复能力强。

⑤ 胶体铅酸蓄电池抗过充能力强，通过对两只铅酸蓄电池（一只胶体铅酸蓄电池，一只阀控密封铅酸蓄电池）同样反复进行数次过充电试验，胶体铅酸蓄电池的容量下降得较慢，而阀控密封铅酸

蓄电池因为耗水过快，其容量下降显著。

⑥ 胶体铅酸蓄电池后期放电性能得到明显改善。

⑦ 胶体铅酸蓄电池不会出现漏液、渗酸等现象，逸气量小，对环境危害很小。

虽然胶体电解质具有以上诸多优点，但是也有一定的缺陷，具体表现在以下方面：

① 胶体电解质相对于普通电解液来说加注比较困难，这一点需要通过改变胶体配方、加注缓凝剂来改变。

② 如果在胶体的配制过程中生产工艺不合理或控制不好，蓄电池的初容量会比较小。

③ 胶体铅酸蓄电池早期排气带出的胶粒是含酸的，胶粒容易贴附在蓄电池的外壳上，所以，可以反映出蓄电池假漏酸现象。

④ 氧循环虽然抑制了失水，但优秀的氧循环也产生热量，使蓄电池内部温升较高，甚至形成热失控。

⑤ 经验表明，胶体铅酸蓄电池要在极板生产、胶体电解质配方、灌装方法、充电工艺等方面制定一套完善的工艺流程，以保证胶体铅酸蓄电池性能的更好发挥。

3. 镍氢蓄电池的基本结构和主要特性

(1) 镍氢蓄电池的基本结构

镍氢蓄电池的设想在 20 世纪 70 年代开始有人提及，大量的研究集中在 20 世纪 80 年代，工业化生产从 20 世纪 90 年代初期开始。新型镍氢蓄电池技术的发展，使其能满足现在以镍氢蓄电池供电的设备不断提高的需求。镍氢蓄电池（以相同型号比较）的容量比镍镉蓄电池高，同时可以消除使用含重金属元素对环境带来的污染问题。

镍氢蓄电池以氢氧化镍为正极，与镍镉蓄电池基本相同，但负极采用了高能储氢合金材料，使得镍氢蓄电池具有更大的能量。同时，镍氢蓄电池的电化学特性与镍镉蓄电池亦基本相似，故镍氢蓄电池在使用时可完全替代镍镉蓄电池，而不需要对设备进行