

# 电解液添加 NaOH 对镍氢电池高温性能的影响

杨婷<sup>1,2</sup>, 刘卫军<sup>1</sup>, 王云波<sup>1</sup>

(1. 北方稀土贮氢电池公司, 内蒙古 包头 014030;  
2. 兰州大学化学化工学院, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 为了提高镍氢电池在高温下的充放电效率以及满足使用环境的要求, 通过在常规电解液中添加 NaOH, 测试镍氢电池在高温环境下的充放电性能。将添加 NaOH 电解液的镍氢电池和常规生产镍氢电池分别在 55 °C 和 65 °C 环境温度下进行充放电效率对比试验。结果表明, 添加 NaOH 电解液的镍氢电池在高温环境下的充放电性能明显高于普通镍氢电池, 55 °C 高温环境充放电效率较常规电池增加约 3 个百分点, 65 °C 高温环境充放电效率较常规电池增加约 17~20 个百分点。

**关键词:** 镍氢电池; 电解液; 高温

中图分类号: TM912

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2022)04-0026-03

## Effects of Adding NaOH into Electrolyte on High Temperature Performance of Nickel Metal Hydride Battery

Yang Ting<sup>1,2</sup>, Liu Wei-jun<sup>1</sup>, Wang Yun-bo<sup>1</sup>

(1. North Rare Earth Hydrogen Storage Battery Co., Baotou 014030,  
Inner Mongolia Autonomous Region, China;

2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China)

**Abstract:** In order to improve the charge discharge efficiency of nickel metal hydride (Ni-MH) battery at high temperature and meet the requirements of service environment, the charge and discharge performance of Ni-MH battery at high temperature are tested by adding NaOH into the conventional electrolyte. The experiment of comparing the charge discharge efficiency of Ni-MH battery added NaOH electrolyte with that of conventional Ni-MH battery is carried out at the environment temperatures of 55 °C and 65 °C separately. The results showed that the charge and discharge performance of Ni-MH battery added NaOH electrolyte was obviously higher than that of conventional Ni-MH battery in high temperature environment. The charge discharge efficiency is about 3 percentage points higher than that of conventional battery in high temperature environment of 55 °C and it is about 17~20 percentage points higher than that of conventional battery in high temperature environment of 65 °C.

**Key words:** Ni-MH battery; electrolyte; high temperature

随着人类文明程度逐步提高, 生态环保意识不断增强。传统化石能源面临枯竭的问题日益突出,

清洁能源开始登上历史舞台。镍氢电池作为可以重复使用的绿色环保电池走入大家的视野。镍氢电池

经历了三个阶段的发展,最早在日本实现产业化,特别在混合动力汽车和电动工具领域得到了广泛应用。由于地区温度差异,镍氢电池高温应用市场需要解决的问题迫在眉睫。因此,开发高温地区使用的镍氢电池成为重要研究课题。

影响镍氢电池高温性能因素主要有正极材料、负极材料、隔膜和电解液。一般通过正极添加剂来提高正极材料的析氧过电位,从而改善镍氢电池在高温下正极活性物质的转化效率。天津大学的张晓阳通过正极添加  $Y_2O_3$  提高镍氢电池的高温性能<sup>[1]</sup>。公丽萍等人通过负极材料的改良成功开发出高温性能较好的镍氢电池<sup>[2]</sup>。高温活化也对提高镍氢电池的高温性能有一定的改善作用<sup>[3]</sup>。电解液作为电池的重要组成部分,它的组成、浓度、数量的多少以及杂质的种类都将对电池的性能产生至关重要的影响,它直接影响电池的容量、内阻、循环寿命、内压等性能<sup>[4]</sup>。

候宪鲁等人通过研究电解液配方对电池倍率放电性能的影响,认为电解液对电池性能影响很大<sup>[5]</sup>。以往对电解液的研究大多使用一元或二元碱性溶液,合适的电解液浓度和配比可以改善镍氢电池的高温性能。电解液一般采用大约 7 mol/L 的 KOH 溶液,也可以用一定量 NaOH 代替 KOH,或加入少量其他成分如 LiOH 等,但对一些杂质诸如碳酸盐、氯化物、硫化物等杂质含量要求较高。有研究表明,采用添加  $NaBO_2$  的电解液,提高了镍氢电池的高温性能<sup>[6]</sup>。裴磊等人研究了电解液配方对电池自放电的影响,且加入 NaOH 会提高镍氢电池在高温环境条件下的容量保持率<sup>[7]</sup>。因此不同配方的电解液对于镍氢电池具有不同的作用。在常规电解液中加入 NaOH 对于改善镍氢电池的高温性能具有一定的作用。

## 1 试验部分

### 1.1 制作方法

镍氢电池的正极极片是以泡沫镍为基材的拉浆氢氧化亚镍,负极极片是以钢带为基材的拉浆储氢合金粉,隔膜纸为经过处理的特殊隔膜。电解液是在原有电解液的基础上添加 1.5 mol/L 的 NaOH 配制成为新的电解液配方。将以上这些材料密封制作成容量为 6 000 mAh 的电池(后面称电解液试验电池)。

### 1.2 试验过程

选取相同数量的电解液试验电池与常规生产电

池。测试充放电设备使用 Bitrode MCV100-5 单体电池测试仪。将电解液试验电池与常规生产电池放入 25 °C 恒温箱内按照 GB/T 31486—2015《电动汽车用动力电池电性能要求及检验方法》中的容量标准进行测试,结束后记录两种电池的初始容量<sup>[8]</sup>。将电解液试验电池与常规生产电池同时放入 55 °C 交变温箱中搁置 6 h,在此温度下以 1C(6 A)充电 1 h,搁置 30 min,1C 放电到 1.0 V 截止。统计电解液试验电池和常规生产电池的充放电效率。

再次将交变温箱的温度提高至 65 °C,将电解液试验电池与常规生产电池同时放入 65 °C 交变温箱中搁置 6 h,在此温度下 1C 充电 1 h,搁置 30 min,1C 放电到 1.0 V 截止。计算电解液试验电池和常规生产电池的充放电效率(放电容量/充电容量)。对比电解液试验电池和常规电池在 55 °C 和 65 °C 温度环境下的充放电效率。

## 2 结果与讨论

### 2.1 55 °C 高温环境充放电性能对比

表 1 列出了电解液试验电池与常规生产电池在 55 °C 环境下的充放电容量和放电效率。可以看出,在 1C 放电倍率下,电解液试验电池的放电容量分别为 5.49 Ah 和 5.50 Ah,而常规生产电池的放电容量分别为 5.28 Ah 和 5.26 Ah。电解液试验电池在 55 °C 高温环境放电效率超过 91%,常规生产电池在 55 °C 高温环境放电效率大约为 88%。结果表明常规电解液中加入 NaOH 后提高了电池的放电效率。

表 1 55 °C 环境下的放电效率

电池编号	充电容量 /Ah	放电容量 /Ah	放电效率 /%
电解液试验电池-1 <sup>#</sup>	6	5.49	91.50
电解液试验电池-2 <sup>#</sup>	6	5.50	91.67
常规生产电池-1 <sup>#</sup>	6	5.28	88.00
常规生产电池-2 <sup>#</sup>	6	5.26	87.67

图 1 为电解液试验电池与常规生产电池 55 °C 高温环境放电效率曲线。可以看出,在放电初期,电解液试验电池与常规生产电池的电压相近。当放电至 60% 左右,电解液试验电池的放电电压高于常规生产电池。当放电至 80% 以上时,常规生产电池的电压较电解液试验电池发生了明显的滞后,导致二者的放电效率相差 3~4 个百分点,因此在电解液中

添加 NaOH 达到了提高镍氢电池高温性能的目的。

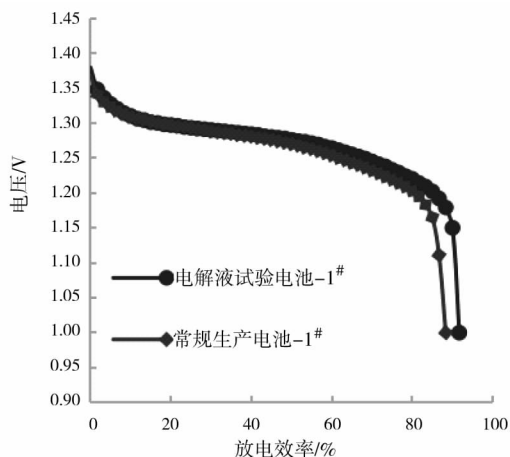


图 1 电解液试验电池与常规生产电池  
55 °C 高温环境放电曲线

## 2.2 65 °C 高温环境充放电性能对比

将环境温度升高 10 °C, 再次对电解液试验电池与常规生产电池高温充放电效率进行对比测试。测试结果见表 2, 常规生产电池在 65 °C 高温环境下放电效率为 62% ~ 65%, 电解液试验电池在 65 °C 高温环境下放电效率大于 82%, 提高了约 17 ~ 20 个百分点。

表 2 65 °C 环境下的放电效率

电池编号	充电容量 /Ah	放电容量 /Ah	放电效率 /%
电解液试验电池-1#	6	4.95	82.50
电解液试验电池-2#	6	4.94	82.33
常规生产电池-1#	6	3.73	62.17
常规生产电池-2#	6	3.90	65.00

图 2 为电解液试验电池与常规生产电池 65 °C 高温环境放电效率曲线。可以看出, 当温度进一步升高时, 电解液试验电池表现出更好的高温性能。在 65 °C 高温环境条件下, 常规生产电池的放电电压始终小于电解液试验电池。随着放电效率的增加, 电解液试验电池的放电电压明显高于常规生产电池。当放电效率在 55% 时, 常规生产电池的电压开始快速下降, 放电终止时的放电效率仅为 62%。而电解液试验电池直到放电效率在 75% 时电压开始快速下降, 放电终止时的放电效率达到 82%。因此, 电解液试验电池在放电初期拥有更高放电电压, 是提高其放电效率的一个主要原因。

电解液试验电池良好的高温放电性能与电解液中加入 NaOH 有关。钠离子( $\text{Na}^+$ )半径(0.97 Å)较钾离子( $\text{K}^+$ )半径(1.33 Å)小, 在电池充放电过程中更容易发生离子的迁移, 增强了电解液的导电能力。特别是随着温度的升高, 钠离子迁移的速率更快, 使得在高温环境条件下电解液试验电池的充放电效率显著高于常规生产电池, 通过调整电解液的组成确实改善了镍氢电池的高温性能。

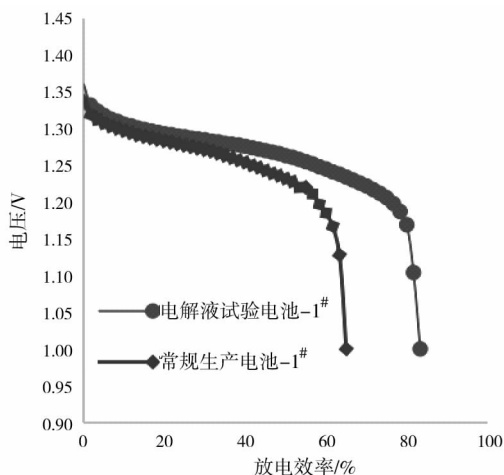


图 2 电解液试验电池与常规生产电池  
65 °C 高温环境对比放电曲线

## 3 结论

(1) 添加 NaOH 电解液的镍氢电池在 55 °C 和 65 °C 高温环境下的充放电效率分别较常规生产电池高约 3 个百分点和 17 ~ 20 个百分点, 在较高温度下表现出更优越的性能。

(2) 添加 NaOH 的电解液随着温度的升高, 钠离子迁移的速率更快, 使得在高温环境条件下电解液的导电能力增强, 改善了镍氢电池的高温性能。

## 参 考 文 献

- [1] 张晓阳. 镍氢电池高温性能的改进研究[D]. 天津: 天津大学, 2005.
- [2] 公莉萍, 张高平. 镍氢电池高温性能工艺方法研究[J]. 内蒙古石油化工, 2014, (2): 7-8.
- [3] 皇甫益, 曹生彪. 活化制度对镍氢电池高温性能的影响[J]. 稀土, 2014, 35(3): 105-108.
- [4] 唐有根, 李文良. 镍氢电池[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.

(下转第 32 页)

表 5 液晶显示器背板用钢 DCJD2 + Z 检验试验结果

序号	检验项目	检测方法	技术要求	试样 1# 检测结果	试样 2# 检测结果
1	带钢表面粗糙度	粗糙度仪	表面平均粗糙度 0.6 ~ 1.5 $\mu\text{m}$	0.6 ~ 1.2 $\mu\text{m}$ , 合格	0.6 ~ 1.2 $\mu\text{m}$ , 合格
2	钢带厚度偏差	千分尺	厚度偏差 $\pm 0.04$ mm	-0.02 ~ +0.03 mm, 合格	-0.03 ~ +0.03 mm, 合格
3	带钢表面质量	表面检测仪 + 目测	产品两面中较好的一面 不得有斑点、条纹、色差等 影响外观的缺陷。	表面良好	表面良好
4	带钢表面电阻	表面电阻仪	$\leq 2$ m $\Omega$	0.031 ~ 2 m $\Omega$	0.032 ~ 2 m $\Omega$
5	盐雾腐蚀性能	中性盐雾箱	白锈腐蚀面积 $\leq 5\%$	白锈面积 2% ~ 5%, 合格	白锈面积 2% ~ 5%, 合格
6	动摩擦系数	摩擦试验机	$\mu \leq 0.15$	0.05 ~ 0.13	0.05 ~ 0.13
7	用户使用情况	目测及统计	进行冲压	开裂率 0.2%	开裂率 2%
8	涂装性	百格试验	无脱落现象	合格	合格

## 4 结论

(1) 深冲钢 DCJD2 + Z 采用超低碳设计, 退火温度 810 ~ 840  $^{\circ}\text{C}$ , 平整机延伸率 0.6% ~ 1.2%, 生产产品力学性能、带钢表面粗糙度、厚度偏差、表面质量、表面电阻、耐腐蚀性能、动摩擦系数、涂装性等指标均可以满足用户的使用要求。

(2) 随着退火温度的升高, DCJD2 + Z 晶粒尺寸随之增大, 显微组织呈等轴状铁素体。

## 参 考 文 献

[1] 胡华东, 李洪翠, 高广洲, 等. 高端家电用热镀

锌耐指纹钢板产品开发[J]. 钢铁钒钛, 2019, 40(2): 161 - 165.

[2] 陈义庆, 杨志强, 徐承明, 等. 涂镀钢铁产品发展近况[J]. 鞍钢技术, 2006, (3): 14 - 18.

[3] 张启富, 刘邦津, 黄建中. 现代钢带连续热镀锌(第 1 版)[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.

[4] 张旭明, 刘春明, 黄丽娟, 等. 热镀锌钢表面乙烯基三乙氧基硅烷膜的腐蚀电化学行为[J]. 材料热处理学报, 2012, 33(4): 147 - 151.

(上接第 28 页)

[5] 侯宪鲁, 南俊民. 高倍率 A 型 MH - Ni 电池的制备及其性能[J]. 应用化学, 2004, 21(11): 1169 - 1173.

[6] Enbo Shanguang, Jianling Wang, Jing Li, et al. . Enhancement of the High - Temperature Performance of Advanced Nicke - Metal Hydride Batteries with NaOH Electrolyte Contain-

ing NaBO<sub>2</sub>[J]. International Journal Of Hydrogen Energy, 2013, (38): 10616 - 10624.

[7] 裴磊, 易双萍, 何叶. 电解液配方对镍氢电池自放电性能的影响[J]. 广州工业大学学报, 2008, 25(3): 10 - 12.

[8] GB/T 31485—2015, 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及检验方法[S].