

# VRLA 电池高倍率循环失效机理

严军华<sup>1,2</sup>, 詹庆元<sup>2</sup>, 吕东生<sup>1</sup>, 李伟善<sup>1</sup>

(1. 华南师范大学化学系, 广东 广州 510631; 2. 美美电池有限公司, 广东 饶平 515700)

摘要: VRLA 电池普遍存在容量下降快、循环使用寿命稍短的缺点。对高倍率循环实验失效电池正极粉末进行了 XRD、SEM 分析及循环伏安测试, 认为失效主要模式为正极活性物质软化脱落, 造成活性物质失去部分活性及导电性。

关键词: VRLA 电池; 高倍率循环; 失效机理; 软化脱落; 活性物质

中图分类号: TM912.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-1579(2004)05-0342-02

## Failure mechanism of VRLA batteries under high rate cyclic application

YAN Jun-hua<sup>1,2</sup>, ZHAN Qing-yuan<sup>2</sup>, LU Dong-sheng<sup>1</sup>, LI Wei-shan<sup>1</sup>

(1. Department of Chemistry, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong 510631, China;

2. B. B. Battery Co., Ltd., Raoping, Guangdong 515700, China)

**Abstract:** VRLA battery had such shortages: rapid decline on capacity during deep cycles and comparatively short service life. The positive powder of failed battery after high rate cyclic was tested by XRD, SEM and cyclic voltammetry methods. It was found that the major failure mode was the softening and shedding of positive material, which eventually resulted in the deactivation of active material and deterioration of conductivity.

**Key words:** VRLA battery; high rate cyclic; failure mechanism; softening and shedding; active material

循环和浮充使用的 VRLA 电池的失效模式已有报道<sup>[1-2]</sup>。

本文作者通过研究使用于涡轮发电机作为调控电源, 经功率脉冲式循环失效的电池, 对电池失效机理进行分析研究。

### 1 实验

#### 1.1 实验电池

实验电池均采用相同结构的 33 Ah 12 V 免维护铅酸蓄电池, 共 24 只电池串联为一组, 进行循环实验。

#### 1.2 实验条件

电池组组成柜式结构, 分为上下两层, 内有负荷自动断路系统及温控系统, 与小型涡轮发电机配套使用。在仿真实验中, 将电池组与发电机并联。1 个循环内, 电池组放电时间为 10 s, 最大放电功率为 60 kW, 最大放电电流达到 200~250 A; 电池停止放电, 间隔 50 s 后, 发电机对电池组进行充电, 充电时间为 20 s, 最大充电功率为 30 kW, 最大的充电电流超过 50 A, 每个循环过程为 2 min, 每循环 1 000 次后对电池组进行 4 h 完全充电。电池组实际上处于部分充电状态, 这样做使电池组适应高功率的充电, 保护电池不受太大的冲击。

#### 1.3 分析方法及仪器

XRD 测试为日本理学 D/Max-3A 衍射仪, CuK $\alpha$ , 管压为 30 kV, 管流为 30 mA, 扫描范围  $2\theta$  为  $10\sim 70^\circ$ , 扫描速度为  $12^\circ/\text{min}$ 。采用日立公司 S-550 扫描电镜, 观测样品微观结构, 粉末微电极循环伏安实验了解电池正极粉末的活性。采用 Autolab PGSTAT-30 型电位扫描仪, 由 Hg/Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 参比电极、Pt 辅助电极及工作电极组成三电极体系, 电解液为  $1.28\text{ g/cm}^3$  的 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液, 扫描速度 2 mV/s, 扫描范围 0.7~1.4 V。

### 2 结果和讨论

#### 2.1 电池失效

在循环初期, 电池容量保持较好水平, 各电池放电期间电压变化保持平稳, 单体电池放电终止电压无明显差别; 当循环测试达到 9 000 次后, 少部分电池容量开始下降, 各电池放电终止电压、放电容量存在差异, 个别电池提前失效; 之后, 随着循环进行, 所有电池容量很快下降而趋于失效。为辨别失效电池, 在进行 9 000 次循环后, 测试各单体电池不同荷电态下的内阻。有 1 只电池在 85% 以下的荷电态下, 内阻异常上升, 完全充电后又恢复正常水平。为确认失效电池, 对其进行容量测试。对

作者简介:

严军华(1973-), 男, 江西人, 华南师范大学化学系硕士生, 美美电池有限公司工程师, 研究方向: 电化学;

詹庆元(1968-), 男, 广东人, 美美电池有限公司工程师, 研究方向: 电化学;

吕东生(1976-), 男, 安徽人, 华南师范大学化学系助教, 研究方向: 电化学;

李伟善(1962-), 男, 广东人, 华南师范大学化学系教授, 博士, 研究方向: 电化学。

基金项目: 广东省自然科学基金(031533), 广东省重点教师资助项目(Q02088)