

2000-08-28

A Study on the Cylindrical Zinc-air Battery

Sheng sian LI

Gui mao ZHOU

Xin ping AI

Han xi YANG

Recommended Citation

Sheng sian LI, Gui mao ZHOU, Xin ping AI, Han xi YANG. A Study on the Cylindrical Zinc-air Battery[J]. *Journal of Electrochemistry*, 2000 , 6(3): Article 18.

DOI: 10.61558/2993-074X.3227

Available at: <https://jelectrochem.xmu.edu.cn/journal/vol6/iss3/18>

This Article is brought to you for free and open access by Journal of Electrochemistry. It has been accepted for inclusion in Journal of Electrochemistry by an authorized editor of Journal of Electrochemistry.

文章编号: 1006-3471(2000)03-0341-04

圆柱型锌空气电池研究

李升宪*, 周贵茂, 艾新平, 杨汉西

(武汉大学化学学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 锌空电池具有高比能量和低成本的优势, 受到人们普遍关注. 然而目前锌空电池的结构方式, 只有方形和扣式, 其应用领域受到一定限制. 本文报道了一种设计新颖的圆柱型锌空电池. 并在不同实验条件下, 对电池性能进行了测试. 结果表明 AA 和 AAA 型电池在常温以 40 mA 电流放电时, 容量分别达到 4 000 mAh 和 1 400 mAh, 比能量达到 280 Wh/kg, 并具有优良的综合电性能.

关键词: 锌空电池, 空气电极, 圆柱型

中图分类号: TM 911.41

文献标识码: A

锌空气电池具有容量大, 比能量高, 工作电压平稳, 同时原材料易得, 价格低廉等显著优点, 长期以来一直成为应用研究的目标, 受到广泛的关注. 尤其是近年来便携式电子产品对高比能量化学电源的需求, 开发实用的锌空电池受到高度重视. 然而, 在锌空电池发展历程中, 长期以来只有扣式和方型两种结构形式产品进入市场. 而圆柱型结构方式, 早期也有过报导^[1,2]. 但由于其结构上的特殊要求和制造工艺上的困难, 一直没有形成可靠的产品, 使其应用领域受到限制.

我们在锌空电池以往研究工作基础上, 采用新的工艺技术, 力图研制具有普遍兼容性的中小功率 AA, AAA 型电池. 本文报导相关的研究结果.

1 实验

空气电极由防水透气膜与催化膜叠加复合后于专用模用中加工成圆柱型. 防水透气膜用乙炔黑与 PTFE 混合辊压成型, 催化层用活性炭, 二氧化锰催化剂和 PTFE 混合均匀后辊压成膜. 负极是由氢氧化钾, CMC, 微晶纤维和锌粉按适当比例混合调成的膏状物. 由此装配而成的 AA 和 AAA 型电池, 采用计算机控制恒流放电方式检测其电池性能.

2 结果与讨论

2.1 锌空电池特点与圆柱型结构

锌空电池反应为:

收稿日期: 2000-01-26

* 通讯联系人



$$E = E_{\text{O}_2/\text{OH}^-}^0 - E_{\text{ZnO}/\text{Zn}}^0 + \frac{RT}{nF} \ln P_{\text{O}_2} \quad (2)$$

常温下,空气中 P_{O_2} 分压为大气压力的 20%,由此可得锌空电池的电动势为:

$$E = 1.646 + (0.059/2) \lg 0.20^{1/2} = 1.636 \text{ V}$$

实际测得的电池开路电压在 1.45V 左右,主要原因是氧电极反应很难达到标准状态下的热力学平衡.

锌空电池的主要特点是:电池反应中正极活性物质来自于空气中的氧,只要空气电极工作正常,电池容量仅决定于锌的量.这也是锌空气电池容量大,重量比能量高的原因所在.为了充分发挥锌空电池这一优势,我们设计了 AA 型和 AAA 型电池,其结构如图 1 所示.正极是一个圆筒,圆筒内空间作锌浆负极室.正极外侧与外壳相连接.这种结构的特点是在正极端有两气体交换孔,由此提供正极活性物质(空气中氧).在外观上这种结构与同型号碱锌锰电池保持完全一致,因此具有很强的兼容性.上述设计的 AA 和 AAA 锌空气电池容量分别达到 4.0 Ah 和 1.5 Ah,较之普通碱锰电池容量增大 1 倍以上.

2.2 锌空电池的放电性

AA、AAA 型锌空电池于室温下的放电曲线如图 2 所示.图 2(a) 为 AA 型电池放电曲线.在 10 mA 下放电电池容量达 4 300 mAh,工作电压在 1.30V 以上,随着放电电流的增大容量有所减少,工作电压也相应有所降低.如在 100 mA 电流下放电,容量为 3 600 mAh.平均工作电压为 1.17V. AAA 型电池在 10 mA 和 80 mA 放电时,其容量分别为 1 540 mAh 和 1 350 mAh.与干电池或普通碱锰电池相比,锌空气电池的放电电压表现更为平稳.

2.3 温度对锌空电池性能的影响

AA 和 AAA 型电池以 40 mA 恒流放电时,于不同温度的放电曲线如图 3 所示.从图中可以看出:电池工作电压与放电容量都随温度有所变化.较低温度放电时,电解液粘度发生变化,离子迁移扩散能力相应减小,电池极化增加.造成电压降低和容量的减小.在较高温度下,虽然工作电压有所升高.但由于高温下锌空电

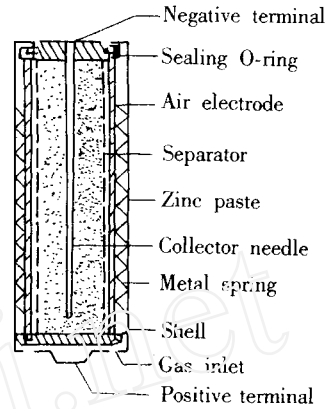


图 1 圆柱型锌空电池示意图
Fig. 1 Schematic diagram for the zinc air battery of cylindrical design

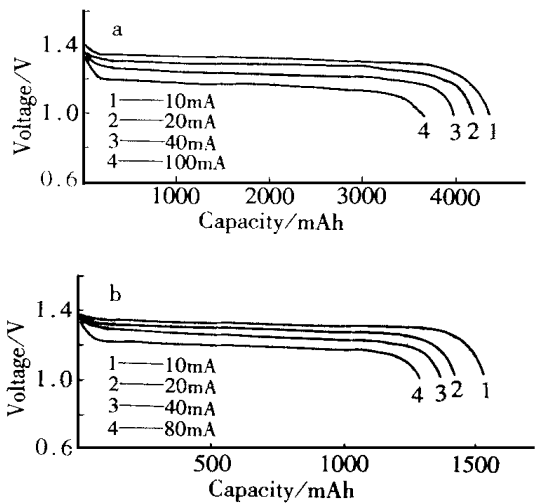


图 2 不同电流下锌空电池放电曲线:(a.) AA 型和 (b.) AAA 型
Fig. 2 Discharge curves of the zinc-air battery at different current:(a.) AA size, (b.) AAA size

池容易失水,使电液干涸,引起电池极化增加,导致容量减小. AA 型电池在 0℃ 时的放电容量为:3 450 mAh,45℃ 时为 3 750 mAh,比室温下的 4 000 mAh 减小了 13.8%和 6.3%. AAA 型电池在 0℃ 和 45℃ 时的放出容量分别为 1 200 mAh 和 1 300 mAh,比室温下的 1 400 mAh 减小约 14.3%和 7.1%. 上述数据说明,锌空电池的放电容量虽然随温度上升或下降有所降低,但变化的幅度较之其他一次电池还是比较小的.

2.4 湿度对锌空电池性能的影响

锌空电池在使用过程中是与大气相通的,环境因素特别是湿度对电池放电性能有一定的影响. 锌空电池采用 30% 左右氢氧化钾水溶液为电解液,其饱和蒸气压大致相当于室温下 60% 的相对湿度. 当环境相对湿度低于 60% 时,电池会失水,电液浓度增加,粘度增大,电池内阻增加,并且会因为维护放电反应的电液不足,致使电池干涸,最终失效. 而当环境相对湿度高于 60% 时,电池将会吸收环境水分,使电液变稀,电导率减小,严重者使空气电极催化层淹没,降低电化活性,导致电池失效. 图 4 示出 AA 型和 AAA 型电池在室温下以 40 mA 恒流放电时,湿度对电池性能的影响. 从图中可以看到 AA 型电池在 12% 和 85% 相对湿度下的放出容量分别为 3 500 mAh 和 3 650 mAh,比 60% 相对湿度下的 4 000 mAh 下降了 12.5% 和 8.8%. AAA 型电池的放出容量分别为 1 200 mAh 和 1 270 mAh,比 60% 相对湿度下的 1 400 mAh 下降了 14% 和 9%. 由此可见,尽管我们设计的圆柱型电池只有两个很小的空气交换孔,气体流量受到一定限制,但在干燥和潮湿气氛中还是造成

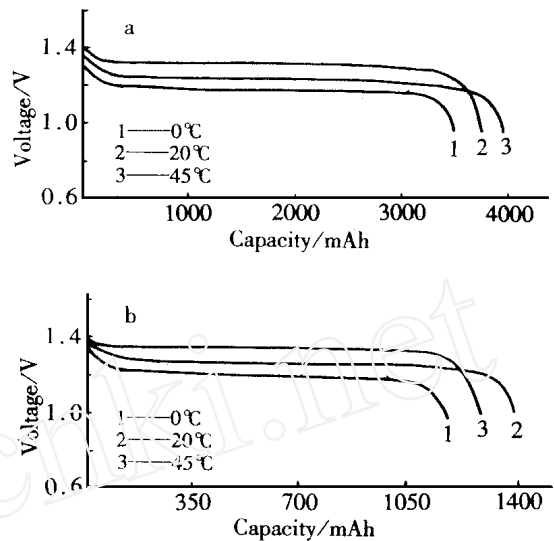


图 3 不同温度下 AA 型(a)和 AAA 型(b)锌空电池放电曲线
Fig. 3 Discharge curves of zinc-air battery at different temperature A. AA size, b. AAA size

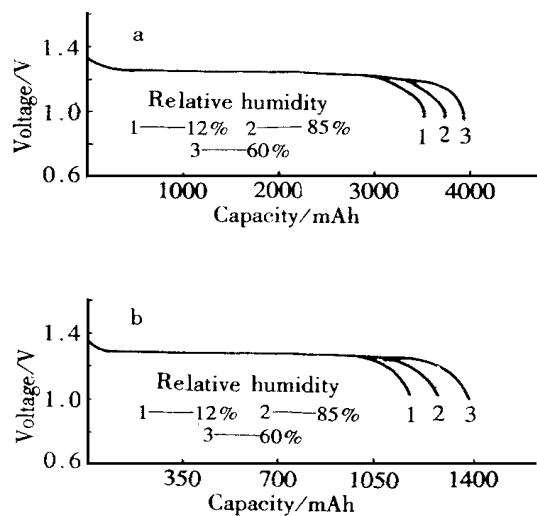


图 4 不同湿度下 AA 型(a)和 AAA 型(b)锌空电池放电曲线
Fig. 4 Discharge curves of zinc-air battery at different moisture
a) AA size, b) AAA size
Relative humidity: 1) 12%, 2) 85%, 3) 60%

了电池容量的部分损失. 如何降低环境湿度因素对锌空电池性能的影响是锌空气电池开发应用的关键之一.

3 结论

1) 本文的报导设计展示了锌空气电池平稳的工作电压和高比能量的优势, AA 和 AAA 型电池的比能量分别达到 280 Wh/kg 和 200 Wh/kg.

2) 采用廉价过渡金属氧化物作催化剂, 电池综合性能完全能满足一般中、小功率设备用电的要求.

A Study on the Cylindrical Zinc-air Battery

LI Sheng-sian^{*}, ZHOU Gui-mao, AI Xin-ping, YANG Han-xi
(Dept. of chem., Wuhan Univ., Wuhan, 40072, China)

Abstract The zinc-air battery has advantages of high specific energies and low cost, therefore attracts much interests. However, its application is limited only in prismatic and button type. This paper reported a novel design of cylindrical zinc-air batteries and the performances of the batteries tested at various conditions. The results showed that when discharged at the current of 40 mA at 20 °C, the capacity of AA size and AAA size batteries reached 4000mAh and 1400mAh respectively, corresponding to the energy densities 280 Wh/kg and 200 Wh/kg. The effects of the discharge current, temperature and humidity on the performances of the batteries are also discussed.

Key words Air-electrode, Zinc-air battery, Cylindrical design

References

- [1] Appelt K, Malanowski A. Cylindrical R-20size Zinc-Air primar cell[J]. J of Power Sources, 1979, 4(1): 91~95.
- [2] Lu T H, Zhang J C, Qian Z Q et al. A study on the cylindrical zinc-air battery —— the battery structure [J]. Chinese Journal of Power Sources, 1980, 2: 5.