

2002-11-28

Manufacture of 1 kW Molten Carbonate Fuel Cell Stack

Sheng SUI

Xin-jian ZHU

Zheng-yu FAN

CAO Guang-yi and

Recommended Citation

Sheng SUI, Xin-jian ZHU, Zheng-yu FAN, CAO Guang-yi and. Manufacture of 1 kW Molten Carbonate Fuel Cell Stack[J]. *Journal of Electrochemistry*, 2002 , 8(4): Article 17.

DOI: 10.61558/2993-074X.3311

Available at: <https://jelectrochem.xmu.edu.cn/journal/vol8/iss4/17>

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.

研究简报 ·

文章编号: 1006-3471(2002)04-0463-04

1 kW 熔融碳酸盐燃料电池组研制

隋升*, 朱新坚, 范征宇, 曹广益

(上海交通大学燃料电池研究所, 上海 200030)

摘要: 1 kW 熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)组由有效电极面积为 240mm ×140 mm 的 30 个单电池组成. 系统采用内部分配方式供给气体, 通过设在电池组底部和四个侧面的电炉丝进行加热. 在常压和 650 ℃ 条件下, 分别以氢气和空气作燃料和氧化剂, 放电电流密度为 150 mA/cm² 时, 平均每电池的输出电压达到 0.7 V. 在运行的 300 h 内, 电池组峰值输出功率达到 1.06 kW.

关键词: 熔融碳酸盐燃料电池; 电池组; 输出性能

中图分类号: TM 911.48

文献标识码: A

熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)是目前比较接近实用化的一种燃料电池. FCE公司已计划扩展其生产能力, 即从2001年的50 MW扩展到2004年400 MW^[1]. MCFC可使用煤气、天然气等多种燃料发电, 发电效率可达到50%~60%, 适合用于未来的大中型电站^{[2][3]}. 由于MCFC系在650 ℃左右的温度下工作, 故可将天然气、煤气等燃料直接在电池内部重整后使用, 从而使得相应的发电设备得到简化, 提高系统效率^[4]. 此外, MCFC也可与燃气轮机或蒸汽轮机设备组成联合循环发电系统^[3,5], 其发电技术应用前景十分广阔.

本课题组继攻克MCFC电极材料、电解质基材制备, 单体电池的组装、现场烧结问题之后, 又研制出面积分别为240 mm ×140 mm的电极和900 cm²的电解质基板, 并先后组装出单体电池、4电池电池组、8电池电池组. 在此基础上, 开始进行由30个电池构成的千瓦级MCFC电池组试验.

1 实验

1.1 每个电池组构造

MCFC单体电池共包含阳极、电解质层、阴极和阴、阳极气室. 电池组由30个单电池叠合构成.

电池组盖板和双极板采用316L不锈钢材料, 上面刻有平行的气体流(沟)道. 电解质层由盐片和电解质基材构成. 盐片是用Li₂CO₃/K₂CO₃ = 62/38(mol %)和添加剂制成的片材, 电解质基材则是由LiAlO₂粉体和添加剂制成的片材, 其中还掺有一定量的Al₂O₃纤维, 以改

收稿日期: 2001-12-15, 修订日期: 2002-01-21

* 通讯联系人, Tel: 021-62933786

基金项目: 上海市科技发展基金(993012013)资助

善其抵抗热冲击性能. 阴极和阳极均采用薄的冲孔镍板做基材,把混有粘接剂的羰基镍粉滚压到基材上,再于高温下烧结制成.

1.2 测试方法

为了使电池组处于一个比较均匀的温度场中,实验进行时采取了在电池组的下部和周边分别进行加热的措施,并在上盖板和第 7,15,16,22,28 和 29 块双极板(编号从上至下)设置 7 个测温热电偶监控电池组的温度分布,电池组周边加热炉丝的温度,及下部加热板的温度可分别依据第 15 块和第 29 块双极板上测温热电偶信号进行控制. 这 7 个热电偶还与电池组的出气不锈钢管一起作为电池输出电压的测量端.

实验使用的气体为普氢(99.7% H₂),食品级二氧化碳,纯氮(99.99% N₂)和经过二级过滤(除尘和除油)处理后再进入系统的空气. 表 1 给出了电池组的测试条件.

表 1 电池组的测试条件
Tab.1 The stack testing condition

Temperature	650
Work pressure	ambient pressure
Composition of the anode gas	H ₂ / CO ₂ = 80/ 20(Cause to be wet under 60)
Composition of the cathode gas	Air/ CO ₂ = 70/ 30

电池组发出的电流从燃料气体和氧化剂的出口导管引至外电路.

2 测试结果

上述电池组试验历时 450 h,其中还进行了一次降温和重新启动的热循环试验. 在 490 之前,电池组最大温度差达到 50 . 490 以后,碳酸盐开始融化,并渗入 LiAlO₂ 微孔内,电

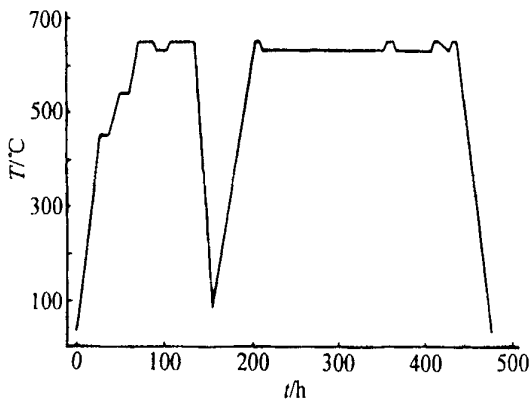


图 1 MCFC 电池组测试过程温度-时间变化曲线
Fig.1 Variation of temperature with experimental time for the MCFC stack in operation

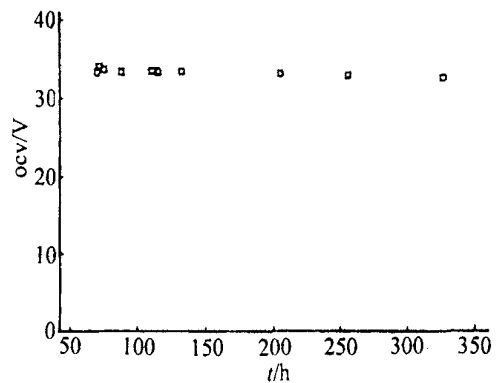


图 2 MCFC 电池组开路电压随运行时间变化关系
Fig.2 Variation of the OCV with operation time for MCFC stack

池导热性能改善,电池组的温度差已缩小至 15 以内. 电池组内温度分布呈现出下部低,上部高的状态. 因此这里将处于中间的温度点(15 块双极板)作为电池组的温度参考点. 图 1 示出该电池组在整个测试过程中的温度变化.

图 2 示出,该电池组的开路电压(OCV)随运行时间的变化,如图所见,运行过程中,开路电压(OCV)时有所下降(变动在 34.1 ~ 32.6 V 之间). 这表明电池组性能不十分稳定. 造成 OCV 降低的原因通常有两方面^{[6][7]}, 其一是因为电解质出现裂纹,燃料气体与氧化剂串气造成; 其二是系统短路引起,包括内部短路和外电路短路. 本实验中,整个过程时间不是很长,且电池组与外部绝缘良好,因此可以排除短路造成的 OCV 降低. 电解质出现裂纹原因可能是系统的热循环,以及由于电解质基材不均匀导致局部过热所致.

电池组总体的开路电压为 33.60 V,单电池开路电压平均值是 1.12 V. 从图 3 可知,当电池的电流密度为 150 mA/cm² 时,其平均单电池电压为 0.7 V,此时电池组的输出功率是 1.06 kW. 功率密度达到 0.105 W/cm².

3 结 论

- 1) MCFC 电池组由 30 个单电池构成,采用内部分配方式供气,从底部和四个侧面对其进行加热,电池之间最大温差不超过 15 ;
- 2) 电池组的主要性能指标为:在常压,以空气作氧化剂情况下,平均单电池电压为 0.7 V 时,电流密度和功率密度分别为 150 mA/cm² 和 0.105 W/cm²,平均每个电池的功率大于 35 W,电池组的峰值输出功率达到 1060 W;
- 3) 经过一次热循环,电池组的开路电压从 34.1 V 降为 32.6 V.

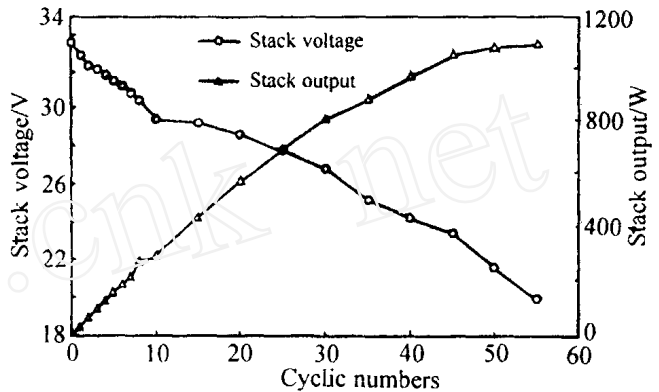


图 3 MCFC 电池组输出性能曲线

Fig. 3 Performance characters of the MCFC stack

Manufacture of 1 kW Molten Carbonate Fuel Cell Stack

SUI Sheng*, ZHU Xin-jian, FAN Zheng-yu, and CAO Guang-yi

(Fuel Cell Institute of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: A molten carbonate fuel cell stack with an active area of 240 mm × 140 mm consisted of 30 cells. The gas feed system works via interior manifolds, and the stack placed in a couple of

self-chest ,coupled with a heater at the bottom and other fours surrounded ,to keep uniformity of temperature. Under ambient pressure and 650 ,fed with hydrogen and air as anode and cathode gases respectively ,the stack gave a current density of 150 mA/cm^2 at an average cell voltage of 0.7 V. The peak output of the stack was 1.06 kW during its performance of 300 h.

Key words : Molten Carbonate Fuel Cell(MCFC) ,Stack ,Performance

References :

- [1] Acres GJ K. Recent advances in fuel cell technology and its application[J]. J Power Sources ,2001 ,100 :60~66.
- [2] Dicks Andrew ,Siddle Angie. Assessment of commercial prospects of molten carbonate fuel cells[J]. J Power Sources ,2000 ,86 :316~323.
- [3] Jansen D ,Lagg P C ,Oudhuis A E J ,et al. Prospects for advanced coal-fuelled fuel cell power plant[J]. J. Power Sources ,1994 ,49 :151~165.
- [4] Jansen D ,Mozaffarian M. Advanced fuel cell energy conversion systems[J]. Energy Convers Magmt ,1997 ,38 (10-13) :957~967.
- [5] Lunghi P ,Ubertini S ,Desideri U. Highly efficient electricity generation through a hybrid molten carbonate fuel cell-closed loop gas turbine plant[J]. Energy Conversion and Management ,2001 ,42 :1 657~1 672.
- [6] Huijsmans J P P ,Kraaij G J ,Makkus R C ,et al. An analysis of endurance issues for MCFC[J]. J. Power Sources , 2000 ,86 :117~121.
- [7] Pores SJ ,Nesaraj A S ,Vadivel PR ,et al. Preparation of electrolyte matrix structures by aqueous and non-aqueous tape casting method for molten carbonate fuel cells[J]. Bulletin of Electrochemistry ,1999 ,15 (9-10) :400~403.
- [8] Hyun S H ,Cho S C ,Cho J Y ,et al. Reinforcement of molten carbonate fuel cell matrixes by adding rod-shaped -LiAlO_2 particles[J]. J Materials Science ,2001 ,36 :441~450.