

工作角度对燃料电池性能影响的实验研究

姜炜 卫星 何雅玲 唐桂华 陶文铨

(西安交通大学能源与动力工程学院, 动力工程多相流国家重点实验室, 陕西 西安 710049)

摘要 工作角度对燃料电池内气体与水分的流动与分布产生影响进而影响电池性能。本文通过实验的方法研究了在氧气的不同流动方向工作下工作角度对电池的性能的影响。通过分析比较, 得出不同条件下电池的最佳和最差工作模式。

关键词 燃料电池; 工作角度; 电池性能

中图分类号: TK124 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-231X(2007)06-1025-03

EXPERIMENTAL STUDY ON EFFECT OF WORKING ANGLE ON THE PERFORMANCE OF FUEL CELL

JIANG Wei WEI Xing HE Yang-Ling TANG Gui-Hua TAO Wen-Quan

(School of Energy And Power Engineering of Xi'an Jiao Tong University, The State Key Lab of Multiphase Flow in Power Engineering, Xi'an 710049, China)

Abstract The working angle can affect the performance of fuel cell by influencing the flow and distribution of gas and water in the fuel cell. In this paper, the effects of working angle on the performance of fuel cell at different flowing directions of oxygen are studied by experimental method. Through analysis and comparison of the test data, the best and worst working modes of the fuel cell studied are found.

Key words fuel cell; working angle; cell performance

1 引言

质子交换膜燃料电池直接将储存在燃料与氧化剂中的化学能转化为电能, 不受卡诺循环的限制; 而且当以氢气和氧气做为反应气体时生成物仅为水, 是一种能量转化效率高和环境友好的新型发电装置, 见文献 [1],[2]。在能源和环境问题备受关注的的今天, 质子交换膜燃料电池日益受到各国政府和科技人员的重视^[3~5]。工作角度对燃料电池内气体与水分的流动与分布产生影响进而影响电池性能。本文通过实验的方法研究了在氧气的不同流动方向下工作角度对电池的性能的影响。

2 实验系统介绍

实验测试系统由电池本体、流量测控、压力测控、加湿器、温度测控、气水分离器和电子负载等构成。MEA 的有效面积是 16 cm^2 , 膜采用 Nafion1035, 催化剂采用 Pt/C, 20 wt.%, Pt 的用量是 0.4

mg/cm^2 , 电极以碳纸为支撑体。实验研究了五个不同工作角度下反应气加湿时燃料电池的性能。实验温度为 25°C 和 70°C , 压力保持常压。反应气体为纯氢纯氧, 流量均为 0.6 L/min 。流场板为平直通道结构。

3 实验结果及分析

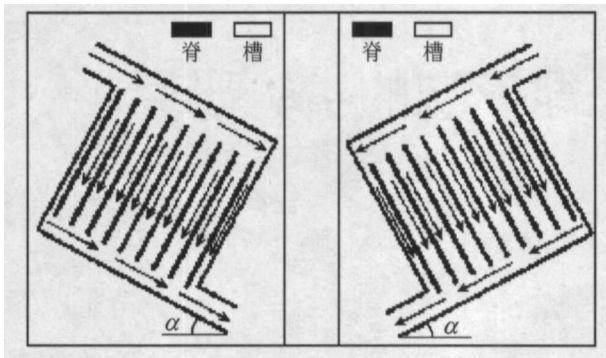
本文中燃料电池基准工作角度为 0° , 在此基础上, 改变燃料电池的工作角度, 即将阳极流场板顺时针旋转 $0^\circ \sim 90^\circ$, 因为电池中阴阳极流场板是通过 MEA 隔开并且相对安装的, 所以阴极流场板将随之逆时针旋转 $0^\circ \sim 90^\circ$, 图 1 为电池工作角度为 α 时阴阳极流道示意图。

实验中, 氢气与氧气均进行加湿, 电池温度与加湿温度保持一致。氧气流向分为从上往下流动以及从下往上流动。实验选取 0° , 30° , 45° , 60° , 90° 为电池工作角度, 实验结果分析如下。

收稿日期: 2007-01-11; 修订日期: 2007-10-05

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (No.50636050)

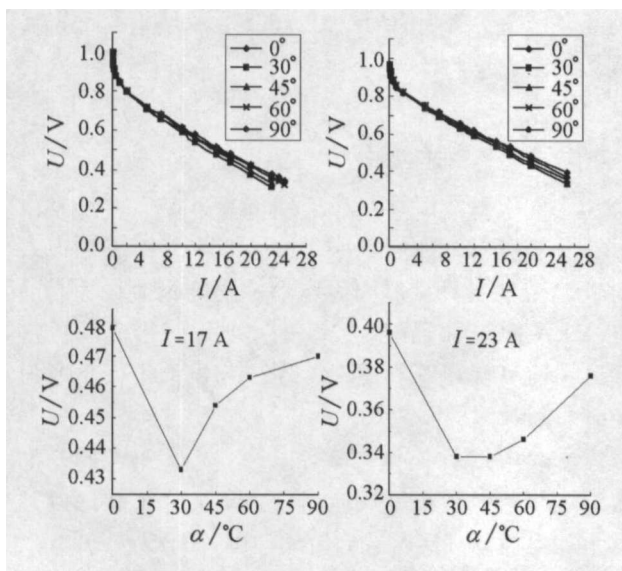
作者简介: 姜炜 (1982-), 男, 湖南岳阳人, 硕士, 主要从事强化传热方面的研究工作。



(a) 阳极流场板 (b) 阴极流场板
图 1 工作角度为 α 时的电池流道示意图

3.1 氧气从上往下流动

当氧气从上往下流动时, 改变电池的工作角度得到的实验结果如图 2 所示。由图可知, 无论温度高低, 电池工作角度为 0° 时, 电池性能最佳; 工作角度为 60° 和 90° 时, 电池性能次之, 90° 时略好; 工作角度为 30° 及 45° 时, 电池性能最差。且随着电流的增大, 它们之间差异逐渐增大。 25°C 时工作角度为 30° 时电池性能最差, 在电流为 23 A 处比最佳性能其电压下降了 9%; 70°C 时工作角度为 45° 时电池性能最差, 在电流为 25 A 处比最佳性能其电压下降了 15%。文献 [6] 指出当电流较大时反应产生过多的水, 造成电极淹没, 因而会降低燃料电池的性能。不同工作角度时极化曲线在电流较大时的明显差别主要与该工作角度是否有利于液态水的排出相关。所以水管理是燃料电池中一个非常重要的问题。



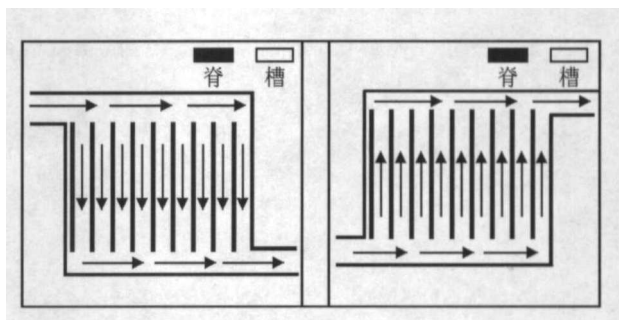
(a) 25°C (b) 70°C
图 2 氧气从上往下流动时不同电池工作角度对电池性能的影响

本组实验中电池工作在加湿的条件下, 加之电池反应生成的水, 电池内水分较多, 特别是在电流较大的浓差极化区域, 所以排水性能的好坏将对电池性能有较大的影响。当电池工作角度为 0° 时, 在欧姆极化区域与工作角度为 60° 和 90° 时电池性能相差较小, 但在浓差极化区域性能差异增大, 这是由于电池工作角度为 0° 时, 氢气和氧气均从上往下流动能利用重力的作用促进液态水的排出, 保持电极的适度干燥, 有利于反应物及产物的传质和催化层的电化学反应的进行。工作角度为 60° 和 90° 时, 也是由于排水性能和气体扩散性能相对较好所以优于工作角度为 30° 和 45° 时。

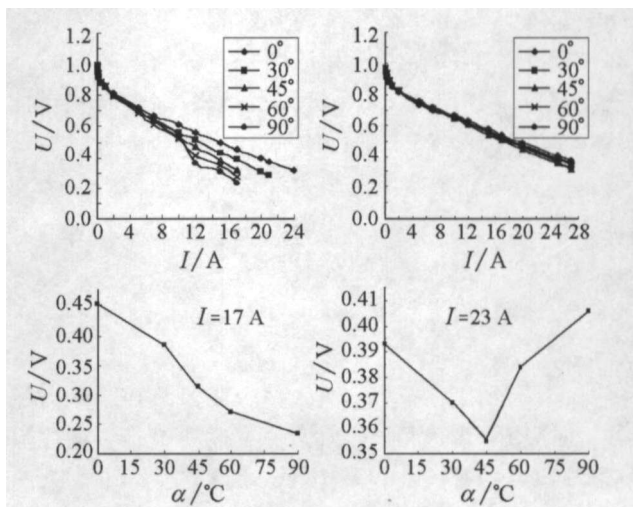
3.2 氧气从下往上流动

本组实验与上组实验参数相同, 依然选取 0° , 30° , 45° , 60° , 90° 为电池工作角度, 只是氧气流向改变, 氧气从下往上流动时示意图如图 3 所示。

实验结果如图 4 所示, 由图中可以看到, 25°C 时, 电池总体性能随工作角度的增大而明显恶化, 0° 时电池性能明显好于其它工作角度, 且它们之间



(a) 阳极流场板 (b) 阴极流场板
图 3 氧气从下向上流动时流道示意图



(a) 25°C (b) 70°C
图 4 氧气从下往上流动时不同电池工作角度对电池性能的影响

差异随着电流增大而增大, 在浓差极化区域达到最大。在工作角度为 90° 时, 电池性能在电流较小 (小于 10 A) 时性能并不是最差, 在这个阶段它的性能接近甚至好于工作角度为 30° 、 45° 和 60° ; 但是在电流较大 (大于 10 A) 时, 工作角度为 90° 时电池性能出现明显的衰减。由此可以看出, 当氧气从下往上流动时, 电池的排水性能随工作角度的增大而明显变差, 浓差极化区域时由于电流较大, 产生的水也较多, 所以电池性能在浓差极化区域差异比较大。工作温度为 70°C 时, 工作角度对电池性能的影响显著减小。

3.3 不同氧气流向下电池性能的比较

在不同氧气流向下工作角度变化时电池最佳性能以及最差性能汇总在图 5 中。由图可知, 在 25°C 时, 不同氧气流向下电池都是在工作角度为 0° 时达到最佳性能, 氧气从上往下流动时电池最佳性能在电流较大时优于氧气从下往上流动时, 而且不同氧气流向下电池最差性能相差较大, 氧气从下往上流动且电池工作角度为 90° 时, 电池性能在电流较大时出现明显衰减。工作温度为 70°C 时, 由于电池正常工作需要更多的水分, 而且电池中生成的水更多以水蒸汽的形式存在, 所以水的排除因素对电池性能影响较温度较低时要小, 这时在氧气从下往上流动且工作角度为 90° 时电池性能最佳, 而在氧气从上往下流动且工作角度为 30° 时电池性能最差。

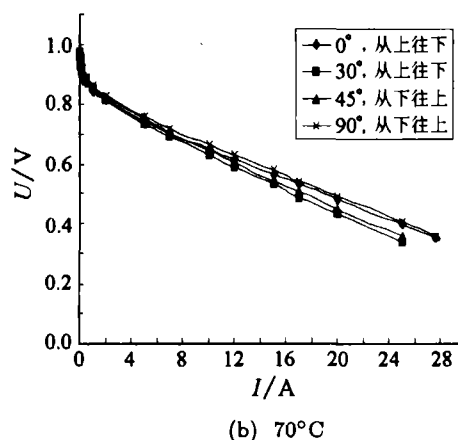
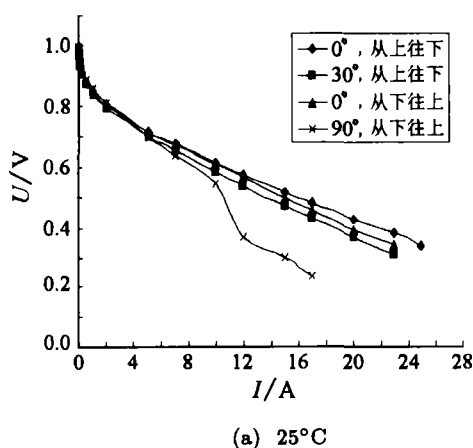


图 5 不同氧气流向下电池工作角度对电池性能影响的比较

4 结 论

(1) 反应气加湿时, 电池排水性能的好坏将对电池性能产生较大影响。氧气从上往下流动时, 无论温度高低, 工作角度为 0° 时电池性能最佳。温度较低 (25°C) 时, 工作角度为 30° 时电池性能最差; 温度较高 (70°C) 时, 工作角度为 45° 时电池性能最差。

(2) 氧气从下往上流动时, 温度较低 (25°C) 时的情况下电池性能随工作角度的增大而恶化; 温度较高 (70°C) 时, 工作角度为 90° 时电池性能最佳。

(3) 综合两种流向, 温度较低 (25°C) 时, 工作角度 0° 时电池性能达到最佳; 温度较高 (70°C) 时, 工作角度为 90° 时电池性能较好。

参 考 文 献

- [1] 衣宝廉. 燃料电池 - 原理 技术 应用. 北京: 化学工业出版社, 2003
- [2] 衣宝廉. 燃料电池 - 高效、环境友好的发电方式. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [3] 黄倬, 屠海令, 张冀强, 等. 质子交换膜燃料电池的研究和应用. 北京: 冶金工业出版社, 2000
- [4] 梁宝臣, 田建华. 质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 的原理及应用. 天津理工学院学报, 2001, 17(3): 22-24
- [5] 黄镇江, 编著. 刘凤君, 改编. 燃料电池及其应用. 北京: 电子工业出版社, 2005
- [6] Soler J, Hontanon E, Daza L. Electrode Permeability and Flow-Field Configuration: Influence on the Performance of a PEMFC. Journal of Power Sources, 2003, 118: 172-178