

质子交换膜燃料电池水、热、气管理

崔东周,肖金生,潘 牧,袁润章

(武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室,湖北 武汉 430070)

摘要:质子交换膜燃料电池的水、热、气管理对其性能和寿命有非常重要的影响。讨论了水、热、气管理的主要措施和它们对电池性能的影响。分析表明:对质子交换膜燃料电池物理机制认识的不足,是水、热、气管理水平较低的原因。应建立质子交换膜燃料电池的多尺度、多相、多物理场、动态仿真模型,进行分析、模拟和优化,来提高其性能。

关键词:质子交换膜; 燃料电池; 水管理; 热管理; 气管理

中图分类号:T M911.42 文献标识码:A 文章编号:1001-1579(2004)05-0373-03

Water, heat and gas management of proton exchange membrane fuel cell

CUI Dong-zhou, XIAO Jin-sheng, PAN Mu, YUAN Run-zhang

(State Key Laboratory of Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: The water, heat and gas management of proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) played a very important role in its performance and life. The main measures of the water, heat and gas management and their influence to the PEMFC performance were discussed. The poor management of the water, heat and gas in PEMFC was due to less understanding of the physical mechanism of PEMFC. A multi-scale, multi-phase, multi-physical, dynamic model should be developed to analyze, simulate and optimize the PEMFC for enhancing its performance.

Key words: proton exchange membrane; fuel cells; water management; heat management; gas management

质子交换膜燃料电池(PEMFC)因低噪音、零污染、无腐蚀、长寿命的特点和电流大、温度低、比功率高、能量效率高、冷启动快、结构紧凑、开发投入相对较少等优点^[1],成为燃料电池开发的热点。PEMFC中水平衡、热传递与反应气体的分布和消耗互相影响,对提高PEMFC的性能和寿命起着关键作用,因而水、热、气管理是目前研究的重点之一^[2-3]。

1 水管理

PEMFC的水管理指维持电池内的水平衡在最佳状态,目标是及时移走多余的液态水,防止电极被水淹没,避免严重的水气稀释和薄膜脱水现象发生。水管理对燃料电池性能有重要影响,缺乏有效的水管理会导致:①液态水的凝结使传质过程受阻,也使反应气体分布不均匀;②质子交换膜(PEM)脱水会导致较大的接触电阻,PEM脱水后使催化层的活性下降,导致高电流密度时很大的欧姆损失;③PEM脱水严重,会破裂,致使H₂、O₂混合,甚至发生爆炸;④反应气体可能因水蒸气的增

加而稀释。

PEMFC的水管理主要涉及:保持PEM适当的水含量和生成液态水的管理。PEMFC内的水量平衡受PEM的材料、温度和气体压力、气体流量、增湿条件等的共同影响。一般认为,小电流密度、高气体流速、低湿度、高温、低压,将导致水缺乏;反之则导致水过剩^[4]。

1.1 维持PEM中适当水含量

PEM中水含量直接影响电池内部电化学反应过程和运行工况,若PEM内水含量适中,其内阻将会降到最小^[5]。PEM中水含量受增湿反应气体中的水、阴极反应生成的水及质子从阳极携带到阴极水的影响,取决于PEM两侧水的浓度。控制PEM中水含量的方法有^[4,6-8]:①PEM外接毛芯,利用毛细作用排出或供应水;②采用氢和氧化剂逆流运行;③提高电池运行温度;④维持阴极气体压力高于阳极气体压力;⑤降低PEM的厚度;⑥通过调节反应气湿度来维持PEM中最佳的水浓度;⑦采用自增湿质子交换膜;⑧采用膜增湿器。

作者简介:

崔东周(1975-),男,河南人,武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室硕士生,研究方向:燃料电池流动与传热的模拟;
肖金生(1962-),男,湖南人,武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室教授,博士生导师,研究方向:燃料电池;
潘 牧(1964-),男,湖北人,武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室教授,博士生导师,研究方向:燃料电池;
袁润章(1934-),男,湖南人,武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室教授,博士生导师,研究方向:燃料电池。