

DOI:10.13234/j.issn.2095-2805.2019.2.1

中图分类号:TM911

文献标志码:A

# 燃料电池系统及其应用专辑主编述评

高 非<sup>1</sup>, 皇甫宜耿<sup>2</sup>

(1. 法国贝尔福-蒙贝利亚技术大学, 贝尔福 90000; 2. 西北工业大学, 西安 710072)

**摘要:**燃料电池因其发电效率高、环境污染小、比能量高和噪音低等优点在未来能源利用上必将占据主要的地位。燃料电池系统是一个非线性、多输入、强耦合的复杂动态系统,本专辑在总结目前研究进展的基础上,对燃料电池精确建模,参数辨识,观测器设计,水管理及系统优化等方面进行了详细的分析。

**关键词:**燃料电池;质子交换膜;精确建模;参数辨识;水管理;观测器设计;系统优化

## Editorial for the Special Issue on Fuel Cell System and Its Applications

GAO Fei<sup>1</sup>, HUANGFU Yigeng<sup>2</sup>

(1. University of Technology of Belfort-Montbéliard(UTBM), CNRS, Belfort 90000, France;

2. Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

**Abstract:** Fuel cells will occupy a major position in future energy utilization due to their high power generation efficiency, low environmental pollution, high specific energy and low noise. The fuel cell system is a nonlinear dynamic system with multiple inputs and strong coupling. Based on the current research progress, this special issue discuss the content of fuel cells accurately model, parameter identification, observer design, water management and system optimization in detail.

**Keywords:** fuel cell; proton exchange membrane(PEM); accurately model; parameter identification; water management; observer design; system optimization

燃料电池是一种具有较高能量密度的能源转换装置,它可以把燃料中的化学能转化为电能供给外部装置使用而不用经过燃烧过程。燃料电池被认为是继火电、水电和核电之后的第四代发电装置,由于其高效环保和零污染的特点,在能源与环境危机日趋严重的情况下,燃料电池系统及其应用已成为研究的热点问题,得到了国内外学者和工业界的关注和研究。

为集中展现燃料电池系统及其应用方面的最新研究成果和进展,《电源学报》特别推出“燃料电池系统及其应用”专辑。以期推进燃料电池系统研究中技术难点和热点问题的讨论。本专辑征文得到了国内各高校和企业同行的积极响应和大力支持,共收到稿件 11 篇,经过认真细致的评审,录用 5 篇,其中关于多物理域燃料电池建模及仿真 1 篇,

等效电路参数辨识研究 1 篇,燃料电池系统观测器研究 1 篇,燃料电池水管理综述论文 1 篇,燃料电池系统功率与效率优化研究 1 篇。

燃料电池及其应用近些年逐渐成为研究热点,对于系统级的燃料电池运行工况分析及设计,底层的燃料电池本体模型显得至关重要。法国国家科学研究中心燃料电池实验室的论文“多物理域质子交换膜燃料电池建模及仿真”从电化学域,流体力学域以及热力学动态域对质子交换膜燃料电池进行了精确建模。所提出的框架性建模方法可以适用于不同型号的质子交换膜燃料电池,同时也可以进一步拓展并应用于不同种类的燃料电池。

精确、有效的燃料电池等效电路有助于分析燃料电池内部工作情况,确保燃料电池系统稳定、可靠的运行。针对燃料电池内部工作状态无法使用传

感器精确监测的问题,西南交通大学的论文“基于 Nelder-Mead 优化的 PEMFC 三阶 RQ 等效电路参数辨识研究”提出了燃料电池三阶 RQ 等效电路参数辨识方法,根据电池工作原理建立三阶 RQ 非线性等效电路模型,将模型参数与实际物理意义相结合建立复数域下的实部、虚部加权目标函数,最后在电化学交流阻抗谱实验的基础上进行参数辨识研究。

对于质子交换膜燃料电池发电装置而言,电堆性能的优劣直接决定了整个系统工作的可靠性,由于 PEMFC 的强非线性及强耦合特性,系统过氧比估计较为困难。西北工业大学的论文“适用于 PEMFC 系统状态估计的鲁棒非线性观测器”提出一种适用于 PEMFC 系统过氧比估计的鲁棒非线性系统观测器,解决 PEMFC 系统中难于利用传感器直接测量的状态变量准确估计的问题。

质子交换膜燃料电池(PEMFC)水管理不当会增加内阻阻碍氧化还原反应,因此有效的水管理是提高电池性能和耐久性的关键策略之一。潍柴动力股份有限公司的论文“质子交换膜燃料电池水管理研究综述”对 PEMFC 水管理的关键技术相关文献进行了综述,讨论了改善水管理的各种技术方案,汇总了采用中子成像和电子显微镜等技术对液滴的形成、扩散以及与气体扩散层(GDL)的相互作用进行研究的成果。采用 CFD 模型和 VOF 方法模拟燃料电池微通道中的水滴运动和段塞形成也进行了详细的分析。

针对目前对燃料电池性能的研究基本上都是对燃料电池的某一个目标进行分析,这可能会导致其他重要参数产生重大偏差,从而影响燃料电池系统的性能的问题。武汉理工大学的论文“燃料电池稳态输出功率与效率的双目标优化”提出了一种针对燃料电池系统稳态输出功率与效率的双目标优化算法,提高了燃料电池系统稳态输出的功率和效率。

特邀主编和审稿人们希望能够通过上述论文,对燃料电池的研究及应用提供新的思路和参考,以服务基于燃料电池电力系统的快速发展,推进我国

燃料电池产业化的进程。

#### 特邀主编简介:



高非(1983-),工程师,博士,IET Fellow,IEEE Senior Member。法国贝尔福-蒙贝利亚大学能源与信息学院教授,享受法国高等教育部 A 级杰出科研津贴;西北工业大学和西南交通大学讲座教授。现任法国

贝尔福-蒙贝利亚大学能源与信息学院传统与新能源系主任,法国国家科研署燃料电池中心燃料电池系统设计与优化方向负责人,法国 FEMTO 国家实验室科学指导委员会委员,IEEE Industrial Electronics Technology News 主编,IEEE Transactions on Industrial Electronics, IEEE Transactions on Industry Applications, IEEE Transactions on Transportation Electrification 等副编辑。

发表 SCI 核心期刊论文 50 篇,国际会议论文近 60 篇;9 次受邀在国际会议上做大会或者分会报告,分别在 2009 年、2012 年与 2016 年获得 IEEE 国际会议大会最佳论文奖;出版专著 3 部。



皇甫宜耿(1981-),西北工业大学自动化学院副教授。现任陕西省新能源与混合动力国际合作基地副主任、陕西省电源学会副监事长、IEEE 高级会员,IEEE Industrial Electronics Technology News、

IET Power Electrical 期刊副编辑和《电源学报》特邀主编,主要从事新能源发电与电源变换技术与控制相关的研究。

主持国家自然科学基金 1 项,省部级及以上基金项目 8 项,在 IEEE TIE、IEEE TIA、《中国电机工程学报》、《电工技术学报》等国内外学术期刊与会议上发表论文 50 余篇,申请和授权国家发明专利 7 项。

获得工业和信息化部国防科学技术进步一等奖 1 项,陕西省科学技术三等奖 1 项,西安市科学技术进步三等奖 1 项,西安市青年科技人才等。