

质子交换膜燃料电池的建模与控制

田玉冬^{1,2}, 朱新坚², 曹广益²

(1. 湖北汽车工业学院, 湖北 十堰 442002; 2. 上海交通大学燃料电池研究所, 上海 200030)

摘要: 针对目前 PEMFC 数学模型复杂难解和不能用于实际控制的弊端, 综述了 PEMFC 系统建模, 说明了 PEMFC 建模的发展趋势; 分析了 PEMFC 控制的特点和发展趋势, 从实时控制的工程角度出发, 提出了 PEMFC 系统控制的新方案。

关键词: 燃料电池; 质子交换膜; 建模; 控制

中图分类号: TM911.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-1579(2004)04-0301-03

Modeling and control of proton exchange membrane fuel cells

TIAN Yu-dong^{1,2}, ZHU Xin-jian², CAO Guang-yi²

(1. Hubei Motor Institute, Shiyan, Hubei 442002, China;

2. Fuel Cell Research Institute, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The system modeling of proton exchange membrane fuel cells (PEMFC) was researched to aim at the complexity of PEMFC mathematical models and its abuse of unfitting for practical PEMFC control. The developing trend of PEMFC modeling was presented. The characteristics and the developing trend of PEMFC control were analyzed, and new projects of PEMFC system control were advanced at the view of real-time control engineering.

Key words: fuel cells; proton exchange membrane; modeling; control

我国在“九五”、“十五”863 计划中, 将质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 列为后续能源和动力项目, 进行自主开发。在 PEMFC 的研究和开发中, 其建模和控制是一个关键问题。本文作者主要研究了 PEMFC 系统建模, 说明了 PEMFC 建模的发展趋势; 并通过分析 PEMFC 控制的特点, 从工程的角度提出了 PEMFC 系统控制方案。

1 PEMFC 数学建模

PEMFC 数学建模是研究 PEMFC 操作变量、工作条件、内部部件状况与电池性能之间的关系, 从而获得 PEMFC 的各种工作特征^[1]。由于 PEMFC 工作在封闭、复杂的环境下, 是具有多回路、多相流、电化学反应的非线性复杂系统, 建模非常困难。

1.1 PEMFC 数学模型

PEMFC 数学模型包括机理模型和实验模型两种。机理模

型是在一定假设基础上, 运用基本守恒定律、传质传热方程和电化学反应方程, 结合 PEMFC 电池内部的特征, 从而获得所需的数学模型。目前, PEMFC 机理模型主要集中在部件和电池两个方面。实验模型是建立在实验基础上, 得到大量 PEMFC 输入和电池性能曲线的数据, 经过一定数学处理后获得的经验模型。PEMFC 部件方面的机理模型是为了得到 PEMFC 内部各部件结构及其参数对电池性能的影响, 提高 PEMFC 的发电效率。比较著名的模型有 J. S. Yi 等^[2]于 1999 年发表的基于强制对流原理建立的多孔电极层质量传递模型、T. Thampian 等^[3]于 2000 年发表的基于质子和水结合扩散原理建立的电解质膜 Dusty-fluid 模型、G. J. M. Janssen^[4]于 2001 年发表的基于浓溶液原理建立的电解质膜水传递模型、S. H. Chan 等^[5]于 2001 年发表的基于质子传递原理和 Butler-Volmer 简化方程建立的改进催化层聚集块模型、Z. H. Wang 等^[6]于 2001 年发表的基于毛

作者简介:

田玉冬(1968-), 男, 湖南人, 上海交通大学燃料电池研究所博士生, 研究方向: 复杂工业系统控制和燃料电池系统;

朱新坚(1957-), 男, 上海人, 上海交通大学燃料电池研究所教授, 博士生导师, 研究方向: 非线性控制和燃料电池系统;

曹广益(1940-), 男, 上海人, 上海交通大学燃料电池研究所所长, 教授, 博士生导师, 研究方向: 燃料电池系统和机器人控制。

基金项目: 国家 863 课题基金资助项目(2003 AA517020)