

徐领<sup>1</sup>

<sup>1</sup>清华大学汽车安全与节能国家重点实验室，北京，中国

## Abstract

为了提高质子交换膜燃料电池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)的效率、延长其寿命，水管理是必须解决的问题。由于原位观测电堆内部水传递状态难度较大，研究PEMFC机理并进行建模，以此预测电堆内部水传递状态具有重要意义。

本研究利用COMSOL Multiphysics®建立了沿质子传递方向的PEMFC一维动态机理模型。模型采用多孔介质中的多相混合物传递理论描述两相流，并对催化剂层的Schroeder's paradox进行了数学描述。模型将PEMFC划分为阳极GDL、质子交换膜和阴极GDL三个域，忽略气体流道和催化剂层的厚度，将其视为边界点。使用"数学"物理场接口中的"对流-扩散方程"描述三个域内的物质传递过程；用"边界常微分与微分代数方程"描述边界点的状态。流道处采用对流传质边界条件；催化剂层处采用狄氏边界条件。将三个域分别划分为10个网格，由于网格数较少，采用MUMPS直接求解算法，将全部方程耦合求解。

模型搭建完成后，利用LiveLink™ for MATLAB®，在MATLAB®中编写脚本对模型循环调用和赋值，实现了自动求取一系列工况下模型的稳态解，并结合电堆极化曲线数据辨识了模型内部未知参数。将参数辨识后的模型动态仿真结果与实测电堆动态过程相对照，验证了模型在电压-电流层面的有效性。

最后，结合模型动态仿真结果对PEMFC内部水传递状态进行了评估和预测。

## Figures used in the abstract

---

**Figure 1:** 本图为PEMFC一维动态机理模型的简图，将PEMFC划分为阳极GDL、质子交换膜和阴极GDL三个域，忽略流道和催化剂层的厚度。由于仅考虑沿质子传递方向的维度，因此三个域在几何模型中体现为三条线段。