

李谦¹, 林羲¹, 朱琦²

¹上海大学材料基因组工程研究院, 上海, 中国

²上海大学机电工程与自动化学院, 上海, 中国

Abstract

氢能燃烧值高且无污染, 被认为是人类社会摆脱对化石能源依赖的理想能源。目前氢能应用的主要瓶颈是氢存储。而氢存储的主要方式中, 金属氢化物因其安全性高, 循环性能好的优点, 得到广泛的研究。但由于金属氢化物吸放氢反应的热效应、粉末床的传热和传质特性较差等问题, 贮氢罐的吸放氢速率下降, 成为限制应用的主要因素。最近十几年, 贮氢罐吸放氢过程的数值模拟及相关模型得到广泛的研究。通过数值模拟方法可以优化设计贮氢罐, 以期满足实际应用中的需求, 同时节约设计成本。本文面对贮氢罐的实际指标(吸氢速率 1.5 L min^{-1}), 采用COMSOL软件中的多孔介质传热、地下流动以及数学模块, 构建吸氢过程中的传热、传质及反应动力学方程, 并进行耦合求解。贮氢罐中填充的合金为ZrCo合金, 通过与实验数据的对比, 验证计算模型的准确性和可靠性。通过参数化扫描的手段, 得到贮氢罐不同直径 d ($4 < d < 8 \text{ cm}$)、高度 L ($4 < L < 8 \text{ cm}$)、粉末床孔隙率 ($0.4 < \epsilon < 0.6$)下, 贮氢罐整体吸氢速率分布。发现随着 d 和 L 的增加, 吸氢速率逐渐增加, 在 $d=L=8 \text{ cm}$ 时具有最大吸氢速率 6.04 NL min^{-1} ($\epsilon=0.6$)。而在 $d=L=8 \text{ cm}$ 时, 随着孔隙率从 0.4 增加到 0.6 , 吸氢速率从 3.01 增加到 6.04 NL min^{-1} 。通过计算的分布, 筛选出符合速率指标的贮氢罐直径和高度和孔隙率的组合, 后期进行实验验证。

Figures used in the abstract

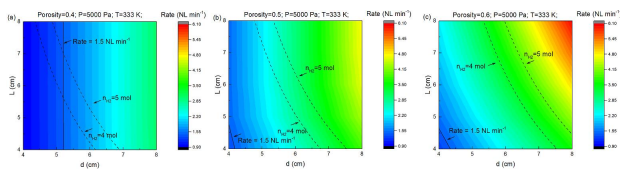


Figure 1: 不同 d 和 L 值下, 吸氢速率的分布(黑色部分是低于速率指标的范围): (a) $\epsilon=0.4$; (b) $\epsilon=0.5$; (c) $\epsilon=0.6$;