
超临界态煤油湍流传热机理研究

仲峰泉, 张永江, 党国鑫, 张新宇

中国科学院力学研究所, 高温气体动力学国家重点实验室, 北京 100190

超临界碳氢燃料流动与传热是航天、航空发动机热防护技术的关键基础问题之一。通过实验与数值研究, 我们已知煤油在物态的转变过程中(液态→超临界态)对流传热将发生恶化及强化现象。同时, 传热发生强化的必要条件是管壁热流超过某一临界值, 即存在临界热流密度。以往对燃料超临界传热特性的研究主要依据实验测量或者计算获得的对流传热系数变化。而对于传热发生强化或者恶化的本质机理并没有明确的了解。本文通过数值计算模拟了超临界态煤油圆管湍流的流动与传热过程。数值方法及其验证在以往的论文中已详细介绍。基于流场及温度结果, 本文研究认为: 对于内径几个毫米的小管道水平流动, 由于格拉晓夫数远小于其临界值, 因此, 重力效应可以忽略。通过分析不同流向位置的湍动能 k 、湍动能生成项以及湍流应力的变化发现: 传热发生恶化是由于物性参数在近壁区的突变导致湍流应力的显著降低, 而传热再次强化是由于超临界煤油的加速导致速度梯度增大, 从而使得湍动能生成项的增加。可见, 近壁区湍流强度的增大或减弱是导致小管道煤油传热变化的主要因素。具体结果将在全文中介绍。

关键词: 超临界态; 煤油; 湍流; 传热恶化; 传热强化