

矩形微通道内颗粒惯性-弹性迁移研究¹⁾

苏敬宏^{*+,} 李学进^{++,} 胡国庆^{++, 2)}

^{*} (中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室, 北京 100190)

⁺ (中国科学院大学工程科学学院, 北京 100049)

⁺⁺ (浙江大学航空航天学院, 杭州 310027)

摘要: 在流体粘弹性效应下, 微通道中的颗粒能够在较宽的流速范围内获得高质量聚焦。实际应用中通常 Weissenberg 数可以达到几十或更大, 而现有计算流体力学模拟很难将 Weissenberg 数提高到 1 以上。在此我们采用耗散粒子动力学方法构建高分子溶液模型以直接模拟粘弹性流体, 进而实现计算大 Weissenberg 数流动与颗粒受力。我们主要研究了不同 Weissenberg 数下颗粒在矩形微通道内的迁移行为, 发现随着 Weissenberg 数的增大, 较大颗粒聚焦位置由通道中心处转移至长轴上。通过分析颗粒所受弹性力和惯性力, 发现随着 Weissenberg 数增大, 在通道长轴接近中心处颗粒所受弹性力会出现较大正值, 且颗粒所在位置应力差出现显著变化。经过对不同尺寸的颗粒在通道长轴上所受弹性力与其颗粒尺寸关系进行分析, 发现颗粒在通道长轴上所受弹性力可分为三个区域: 接近中心处颗粒扰动能引起应力差明显变化的扰动主导区域, 远离中心处弹性力与颗粒尺寸具有一致指数关系的弹性作用主导区域以及接近壁面处壁面效应引起的壁面作用主导区域。上述研究对基于粘弹性效应的颗粒微流控器件设计将起到指导作用。

关键词: 惯性-弹性力; 粘弹性流体; 微通道

1) 国家自然科学基金项目(11832017)与中科院前沿科学重点项目(QYZDB-SSW-JSC036)资助