

## 界面力学的机理和流体力学研究

MS32

CCTAM2009-003464

固液界面纳米尺度下气体形态和性质的理论研究

方海平

中国科学院上海应用物理研究所

固-液界面气体的存在对流体的流动行为有重要的影响。但宏观理论否定纳米尺度气体的存在。基于界面热力学理论,考虑了纳米尺度固-液界面的范德华相互作用,我们建立了一种研究纳米尺度下固-液界面气体形态的理论模型。研究表明固-液界面气体可以 3 种可能的形态存在,即纳米气泡、气层以及纳米气泡在气层上。我们还用分子动力学模拟研究了固-液界面纳米尺度气体的性质,发现其密度可能远大于常规其他,进一步分析发现,如果固-液界面纳米尺度气体真的有这样的高密度,导致的表面张力减小会大大稳定纳米尺度气体的稳定性。

MS32

CCTAM2009-003465

微尺度二元气体流动的格子 Boltzmann 模型

郭照立

华中科技大学煤燃烧国家重点实验室,武汉 430074

zlguo@mail.hust.edu.cn

目前国际上已有不少利用 LBM 研究单质气体微流动的工作,但针对多组分混合气体的研究尚不多见。本文针对两组分混合气体的微尺度流动,建立了一个 LBM 模型,给出了能够反映气体-壁面微观相互作用的边界条件。基于该模型,对若干混合气体的微尺度流动行为进行了研究。结果表明提出的 LBM 模型可以准确刻画混合气体的微尺度流动现象。

MS32

CCTAM2009-003466

表面活性剂溶液在剪切流和拉伸流状态下微观结构的数值模拟

魏进家\*,张成伟\*,川口靖夫†

\* 西安交通大学动力工程多相流国家重点实验室

西安 710049, jjwei@mail.xjtu.edu.cn

† 东京理科大学机械工程系,日本千叶县 2788510

采用布朗动力学模拟的方法,研究了纯剪切流动和单向拉伸流动下的微观结构。

研究结果显示:在低剪切率和低拉伸率下,可形成网状结构。当进一步增大时,网状结构逐渐遭到破坏,并导致棒状胶束的方向与流动方向一致。研究结果还显示:剪切黏度、第一法向应力系数(或拉伸黏度)随表面活性剂浓度增加而增加,随剪切率(或拉伸率)的增加而减小,呈现剪切(拉伸)稀化的特征。这均与实验的结论相符。该模拟可解释表面活性剂溶液产生黏弹性的原因:表面活性剂溶液由于网状构造存在而产生了较大的黏弹性,从而抑制了湍流脉动,产生减阻现象。国家自然科学基金资助项目(10602043, 50536020 和 50506017)。

关键词:表面活性剂,微观结构,流变特性,布朗动力学

MS32

CCTAM2009-003467

柱状纳米纤维上液滴形态的分子动力学模拟

徐震,胡国辉,周哲玮

上海大学,上海市应用数学和力学研究所,上海 200072

zhwzhou@shu.edu.cn

用分子动力学模拟的方法对液滴在纳米纤维上的形态及其转变过程进行了研究,并考虑了纳米纤维半径、液滴体积以及原子间作用系数对动力学过程的影响。在物理模型中,液滴和纳米纤维分别用水分子和碳纳米管来描述,用参数  $c$  来表示液体分子和碳原子之间的相互作用,在不同的  $c$  值下得到了纤维半径对应液滴体积的临界曲线。同时,在液滴达到稳定状态后,对接触角进行了测量,得到了接触角和浸润系数  $c$  之间的关系。在液滴形态转变过程中,讨论了纳米纤维和液滴之间相互作用的影响,分别研究了此时流体界面的破裂过程、密度分布等情况。国家自然科学基金(10772107)、上海市科技发展基金(071605102)和上海市教委科研创新(08YZ10)资助项目。

关键词:纳米纤维,液滴,分子动力学模拟

MS32

CCTAM2009-003468

微结构疏水表面对界面流动的影响

郑旭,李战华

中国科学院力学研究所非线性国家重点实验室 LNM

北京 100190, lili@imech.ac.cn

通过 MicroPIV/PTV 系统测量带有微结构的 PDMS 微流道( $22\mu\text{m}\times 6\mu\text{m}$ ,长 8mm)内的速度分布。流道侧壁的 PDMS 微结构是通过软光刻微加工工艺制成,其特征宽度在  $1\sim 10\mu\text{m}$  范围。为了研究微结构尺寸的影响,我们测量了 3 种不同尺度微结构对速度分布的影响。示踪粒子为 200nm 聚苯乙烯荧光粒子。实验管道  $Re$  约 0.01。

初步测量结果显示:(1)在靠近微结构壁面附近,无量纲测量速度  $u_{\text{exp}}^+$  ( $u^+ = u/U_{\text{max}}$ ) 比光滑管道的理论速度  $u_{\text{th}}^+$  明显偏大。在距离壁面约  $2\mu\text{m}$  处,  $u_{\text{th}}^+$  仅为管道中心速度的 15%,而微结构导致的实验测量速度  $u_{\text{exp}}^+$  可以提高到约 50%。(2)不同尺寸微结构的测量结果显示,微结构表面的空隙比越大,减阻效果越好。(3)测量中对微结构间隙气膜的稳定性进行了观测。973 项目(2007AC744701), 863 项目(2007AA04Z302)和国家自然科学基金(10672172, 10872203)资助项目。

MS32

CCTAM2009-003469

高性能碳纳米管纤维制备及其在传统复合材料中界面性能的研究

刘璐琪

国家纳米科学中心,北京 100190, liulq@nanoctr.cn