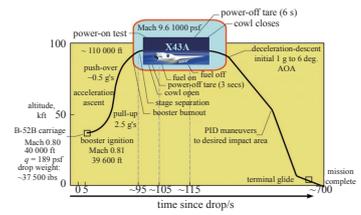


高马赫数超燃冲压发动机技术研究进展 (263-288, doi: 10.6052/0459-1879-21-547)

岳连捷, 张旭, 张启帆, 陈科挺, 李进平, 陈昊, 姚卫, 仲峰泉, 李飞, 王春, 陈宏

对飞行马赫数 8.0~10.0 的高马赫数超燃冲压发动机技术进行了分析和综述, 论述了亟待解决的关键问题和技术, 介绍了国内外高焓激波风洞驱动技术及典型地面和飞行试验进展, 针对推进和热防护的总体性能评估等综述了相关研究进展及结论, 讨论了高马赫数超燃冲压发动机的可行性以及各关键技术的特点, 并对后续研究提出了几点建议。

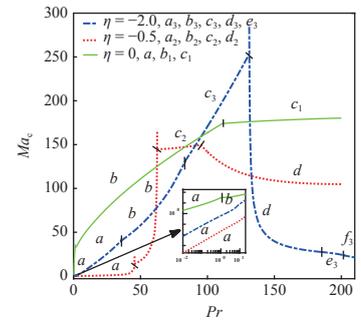


微重力流体物理专题

双自由面溶质-热毛细液层的不稳定性 (291-300, doi: 10.6052/0459-1879-21-148)

赵诚卓, 胡开鑫

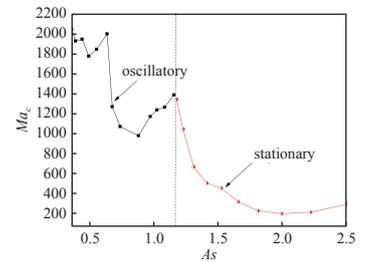
本文采用线性稳定性理论研究了双自由面溶质-热毛细液层对流的不稳定性, 研究发现, 临界 Marangoni 数 ( $Ma_c$ ) 随毛细力比 ( $\eta$ ) 和 Prandtl 数 ( $Pr$ ) 的改变而发生多种变化. 在多数情况下, 扰动浓度场与扰动温度场都是相似的. 能量分析表明, 扰动动能的主要能量来源是表面张力做功, 但其中溶质毛细力和热毛细力做功的正负性与参数有关。



高径比对 GaAs 熔体液桥热毛细对流失稳的影响 (301-315, doi: 10.6052/0459-1879-21-227)

周游, 曾忠, 刘浩, 张良奇

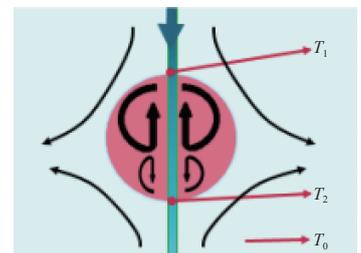
GaAs 熔体液桥热毛细对流失稳模式依赖于液桥高径比 ( $As$ ), 随高径比的变化, GaAs 熔体液桥热毛细对流存在两种失稳模式. 高径比  $As$  在  $0.4 \leq As \leq 1.18$  范围内, 热毛细对流失稳是从二维轴对称定常对流转变为三维周期性振荡对流 (振荡失稳); 高径比在  $1.20 \leq As \leq 2.5$  范围内, 热毛细对流失稳是从二维轴对称定常流动转变为三维定常流动 (静态失稳)。



激光驱动液滴迁移的机理研究 (316-325, doi: 10.6052/0459-1879-21-522)

叶致君, 段俐, 康琦

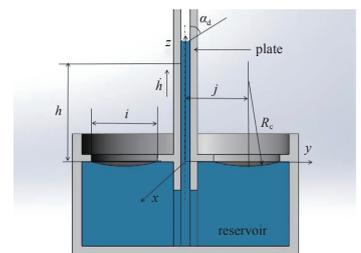
液滴热毛细迁移是微重力流体科学中的典型科学问题, 微重力液滴动力学研究不仅具有流体力学的理论意义, 而且具有重要的实际应用价值. 建立了二维轴对称激光驱动液滴迁移模型, 通过仿真计算研究微重力环境下激光驱动液滴迁移的过程, 研究了液滴直径、母液参数等对液滴迁移速度及行为的影响。



微重力下成一定夹角平板间的表面张力驱动流动的研究 (326-335, doi: 10.6052/0459-1879-21-261)

陈上通, 吴笛, 王佳, 段俐, 康琦

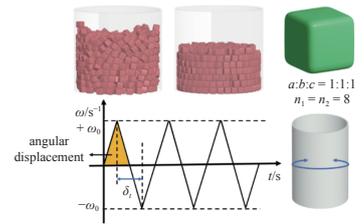
本文推导出了微重力下成一定夹角平板间表面张力驱动流爬升高度的二阶微分方程, 并利用基于 VOF 方法的数值模拟开展了验证工作, 理论结果与仿真结果吻合良好. 通过进一步的理论分析, 还发现同时考虑两个主要作用力, 可将平板间的表面张力驱动流动分为三个阶段, 在这三个阶段中液体爬升高度  $h$  分别与  $t^2$ ,  $t$  和  $t^{1/2}$  成正比. 并且在高  $Oh$  数情况下, 第二阶段的持续时间很短。



转动驱动圆角立方体颗粒有序堆积的离散元模拟 (336-346, doi: 10.6052/0459-1879-21-341)

张祺, 乔婷, 季顺迎, 厚美瑛

为探究旋转圆筒中立方体颗粒有序堆积过程的内部结构演化过程和动力学机理, 基于离散元方法模拟复现了实验中立方体颗粒在旋转剪切作用下从随机堆积状态向有序致密堆积状态转变的过程. 研究发现, 体系的有序堆积过程由外层颗粒开始逐渐向内部颗粒扩展. 颗粒完成有序堆积过程所需的特征旋转次数与容器旋转角位移呈现反比例关系.

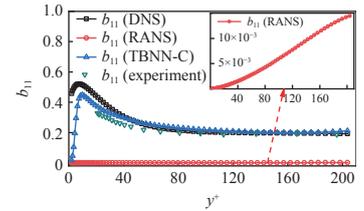


流体力学

宽速域下神经网络对雷诺应力各向异性张量的预测 (347-358, doi: 10.6052/0459-1879-21-518)

任海杰, 袁先旭, 陈坚强, 孙东, 朱林阳, 向星皓

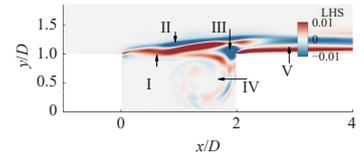
传统湍流黏黏模型无法解释雷诺应力的各向异性, 而机器学习为其提供了曙光. 张量神经网络 (TBNN) 经过高精度数值解训练后, 可根据 RANS 求解的平均应变率张量和平均旋转率张量预测对应算例的雷诺应力各向异性张量. 本文使用 TBNN 对宽速域下的多个算例进行了预测, 同时验证了 TBNN 模型对于高超声速的预测能力和泛化能力.



空腔流动的动量分解及能量输运特性 (359-368, doi: 10.6052/0459-1879-21-569)

韩帅斌, 罗勇, 李虎, 武从海, 张树海

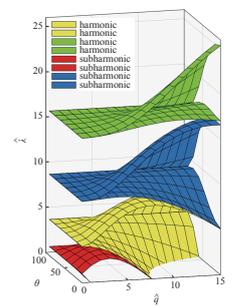
空腔流动中的流声相互作用是空腔自持振荡的重要过程, 准确识别并解耦空腔内的流体动力学模态和声模态, 是深入理解空腔流声相互作用和能量转化机制的关键. 本文数值模拟了  $Ma=0.8$  的亚声速空腔流动, 采用动量势理论, 对动量进行流声组分分解, 获得了动量的涡、熵动力学组分和声组分, 并分析了各组分的空间分布特征、时间演化特性以及能量输运特性.



竖直振动无黏液滴的法拉第不稳定性分析 (369-378, doi: 10.6052/0459-1879-21-483)

刘德华, 黎一错

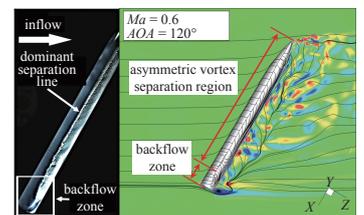
文章将液滴的 Faraday 不稳定性问题从径向振动拓展到竖直振动, 研究了竖直振动无黏液滴表面波的不稳定性. 结果表明竖直振动的液滴与径向振动相比, Faraday 不稳定区域更小, 激发的模态范围更窄, 并且不会出现亚简谐的不稳定波. 另外, 对于竖直振动的液滴, 仰角越大的位置, 中性不稳定区域越小, 在受到外部激励时液滴表面越容易保持稳定.



细长旋成体亚声速超大攻角非定常流动特性研究 (379-395, doi: 10.6052/0459-1879-21-415)

王方剑, 王宏伟, 李晓辉, 董磊, 黄湛, 陈兰

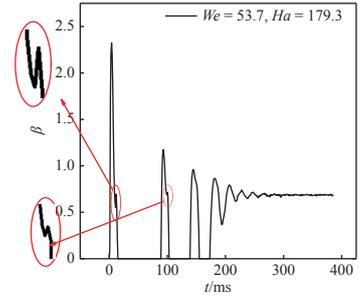
空空导弹作为现代空战的主要攻击手段, 要求比目标飞机更高的机动性. 以往对超大攻角流动的研究大多集中在  $\alpha=40^\circ\sim 60^\circ$  范围内, 本文研究了细长体亚声速下 ( $Ma=0.6$ ) 攻角  $\alpha=0^\circ\sim 180^\circ$  范围内的非定常流动特性. 研究表明, 在攻角  $\alpha=90^\circ\sim 180^\circ$  范围内, 底部朝前带来较大回流区, 回流区内存在较多小尺度旋涡相互作用干扰, 小尺度涡特征频率比非对称涡频率高一个量级左右, 随着流动沿轴向向后发展, 背风侧流动逐渐以非对称涡流动为主导.



强磁场影响下液滴撞击固壁的实验研究 (396-404, doi: 10.6052/0459-1879-21-513)

孟旭, 王增辉, 蔡志洋, 张登科

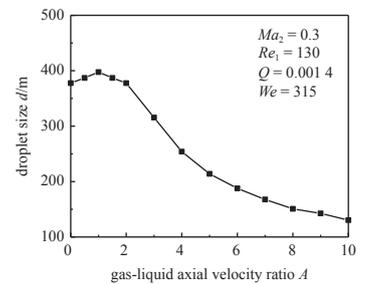
液滴撞击等温壁面和过冷壁面的最大铺展因子随  $We$  和  $Pe$  的变化均与理论预测关系式一致. 液滴撞击等温壁面时, 不同的  $We$  下, 出现丰富的回弹现象. 磁场对液滴的铺展、回弹和二次液滴的分离均有很大影响. 液滴撞击过冷壁面时, 不同的底板温度情况下, 产生二次液滴的  $We$  数范围不同. 磁场能够强烈抑制二次液滴的产生和液滴在底板上的振荡.



同轴气流式液体射流分裂液滴粒径研究 (405-413, doi: 10.6052/0459-1879-21-375)

郭立梅, 吕明, 宁智

从图中可以看到, 液滴粒径随气液轴向速度比的增大先增大后减小, 且在气液轴向速度比  $A \in [0, 2]$  内, 液滴粒径关于  $A=1$  对称. 说明液滴粒径与气液轴向速度差强有关, 气液轴向速度差相等, 射流失稳分裂的液滴粒径相同. 气液轴向速度比继续增大, 液滴粒径减小, 射流雾化效果显著增强.

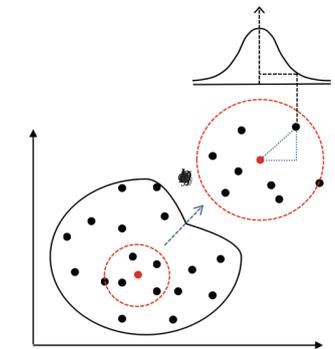


固体力学

功能梯度碳纳米管增强复合材料板弯曲和模态的广义有限差分法 (414-424, doi: 10.6052/0459-1879-21-439)

李煜冬, 傅卓佳, 汤卓越

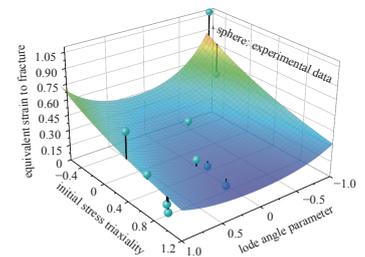
广义有限差分法是一类基于泰勒展开式和移动最小二乘技术的无网格配点法, 其被用于基于一阶剪切变形理论的功能梯度碳纳米管增强复合材料板弯曲和自振模态分析. 基于该计算模型数值讨论了碳纳米管的不同分布、体积分数、旋转角度、宽厚比以及板倾斜角度和长宽比等参数对功能梯度碳纳米管增强复合材料板结构弯曲和模态的影响.



增材制造 TC4 钛合金的动态力学行为研究 (425-444, doi: 10.6052/0459-1879-21-418)

西禹, 张强, 张欣钥, 刘小川, 郭亚洲

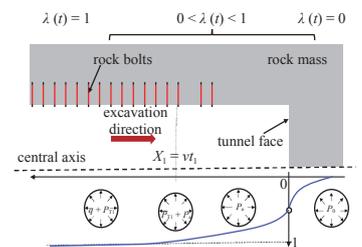
准确描述金属材料在高应变率下的力学行为具有重要价值. 本文利用电子万能试验机、高速液压伺服实验机以及分离式 Hopkinson 杆, 结合高速摄像和数字图像相关法, 获得了不同应力状态、不同应变率下增材制造 TC4 钛合金试样的变形和失效特性. 以此为基础, 建立了全面考虑应变率、应力三轴度和罗德角效应的增材制造 TC4 钛合金的失效模型.



考虑锚杆作用的深埋软岩隧道黏弹塑性力学响应解析 (445-458, doi: 10.6052/0459-1879-21-447)

赵南南, 邵珠山, 郑晓蒙, 吴奎, 秦溯

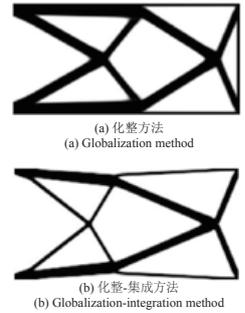
本文基于 Kelvin-Voigt 流变模型 Mohr-Coulomb 强度准则, 考虑了塑性阶段时围岩软化与剪胀特征, 并引入了掌子面空间约束效应, 建立了深埋软岩隧道黏弹-塑性计算分析模型. 在理论模型中, 利用等效刚度法建立了加固围岩的力学模型. 结合围岩塑性半径与锚杆长度相对关系, 给出了 6 种工况下考虑锚杆加固作用的隧道黏弹塑性力学响应的时效解答. 基于理论解答, 讨论了锚杆安装时间、锚杆刚度及开挖速度对隧道变形的影响.



比较基于化整交融应力拓扑优化诸解法的效果 (459-470, doi: 10.6052/0459-1879-21-499)

彭细荣, 隋允康, 叶红玲, 铁军

瞄准克服应力拓扑优化中应力超限和提高求解效率两个目标, 提出了化整-集成解法, 并与以往单独的化整解法对比, 算例显示: 化整-集成解法与化整解法相比, 虽然求解效率相当, 但化整-集成解法完全避免了个别约束超限的现象, 在满足应力约束条件下, 得到的最优拓扑结构体积更小, 表现出更强的寻优能力.

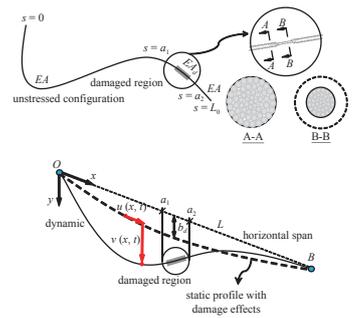


动力学与控制

受损悬索对称性破缺下非线性耦合振动研究 (471-481, doi: 10.6052/0459-1879-21-542)

赵珧冰, 郑攀攀, 陈林聪, 康厚军

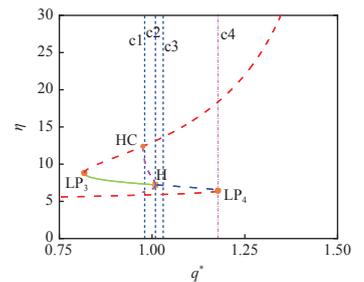
对称性是振动理论中五大美学特征之一, 而对称性破缺又难以避免. 本文以工程中常见的易损结构—悬索为例, 探究对称性破缺对该非线性系统面内耦合振动特性影响. 研究表明: 不对称损伤会导致水平悬索固有对称性被打破, 静态构形需采用分段函数表示; 频率之间的交点变为转向点, 该点附近系统模态间的相互作用将发生明显变化.



宏观交通流模型的余维 2 分岔分析 (482-494, doi: 10.6052/0459-1879-21-509)

范爽爽, 刘丹阳, 段利霞

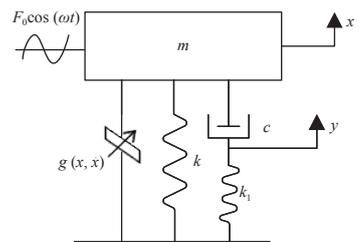
基于带有记忆的宏观交通流模型, 利用非线性动力学, 分析和预测了复杂交通现象. 数值计算得到了余维 1 Hopf (H) 分岔、LP 分岔和同宿轨 (HC) 分岔结构, 如图 3(b) 所示. 探究了不同行波参数的分岔结构对交通流的影响, 并通过相平面分析了平衡点附近轨迹的变化特征, 从动力学的角度解释了均匀流、稳定和不稳定的拥挤流以及走走停停的交通现象.



多尺度法的推广及在非线黏弹性系统的应用 (495-502, doi: 10.6052/0459-1879-21-487)

范舒铜, 申永军

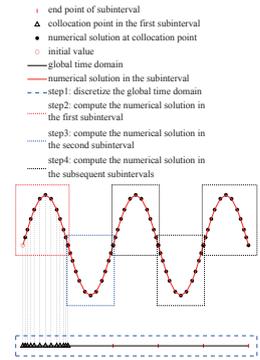
推广并利用多尺度法对非线性奇数阶微分方程进行研究, 解决非线性奇数阶系统的动力学求解问题. 以 Zener 模型为例说明了该推广方法的正确性并且由 Lyapunov 稳定性理论得到了定常解的稳定条件, 发现该系统最多存在一个稳定解和两个不稳定解. 通过数值方法分析非线性项、外激励以及 Maxwell 元件的刚度和阻尼系数对系统动力学行为与稳定性的影响.



初值约束与两点边值约束轨道动力学方程的快速数值计算方法 (503-516, doi: 10.6052/0459-1879-21-336)

张哲, 代洪华, 冯浩阳, 汪雪川, 岳晓奎

提出一种局部配点反馈迭代算法, 能高效解算受到初值约束和两点边值约束的轨道动力学方程. 构造了该算法的计算参数自适应调节方法, 能进一步增强算法的大步长计算优势. 通过求解二体动力学模型下的递推轨道, 摄动 Lambert 问题以及限制性三体动力学模型下的转移轨道验证了算法有效性. 仿真结果表明, 本文算法具有优良的计算速度及精度.

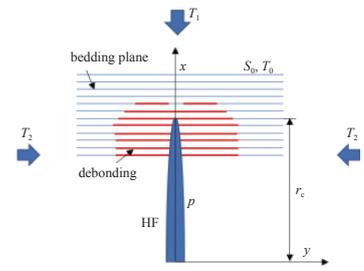


生物、工程及交叉力学

页岩气高效开采的可压裂度和射孔簇间距预测 (517-525, doi: 10.6052/0459-1879-21-197)

王涛, 柳占立, 庄茁

页岩储层的可压裂性是影响页岩气产量的关键因素. 本文基于断裂力学理论, 研究了高围压下岩石层理弱面的剪切破坏过程, 结合岩石抗拉强度和层理弱面抗剪强度的关系, 提出了一种新的表征高围压下页岩可压裂度的无量纲参数, 依据该参数可计算水平井压裂中的射孔簇间距, 进而估算储层改造体积, 为压裂施工提供可参考的工程指标.



TSTO 马赫 7 安全级间分离问题的数值研究 (526-542, doi: 10.6052/0459-1879-21-423)

王粤, 汪运鹏, 薛晓鹏, 姜宗林

本文针对简化的两级入轨飞行器气动构型, 采用重叠网格技术对两级气动分离进行了数值研究, 详细地分析了不同轨道级抬升角度下级间分离的干扰流场流动规律和特性, 结合流场结构和壁面压力分布以及分离流动的拓扑结构阐明了气动干扰对级间分离的影响机制, 并探讨了轨道级抬升角对该两级入轨飞行器安全分离的影响.

