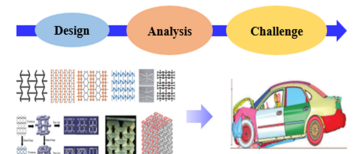


研究综述

负泊松比结构力学设计、抗冲击性能及在车辆工程应用与展望 (611-638, doi: 10.6052/0459-1879-20-333)

吴文旺, 肖登宝, 孟嘉旭, 刘凯, 牛迎浩, 薛睿, 张鹏, 丁文杰, 叶璇, 凌雪, 毕颖, 夏勇

本文详细综述了负泊松比结构力学设计及其在车辆工程中的典型应用: (1) 负泊松比基本概念及其力学特性; (2) 负泊松比材料与结构构型设计方法分类; (3) 典型负泊松比结构力学设计详细介绍; (4) 负泊松比材料与结构冲击吸能特性实验、理论和模拟研究; (5) 在汽车轻量化设计领域典型应用、前景与面临技术挑战和巨大应用潜力。

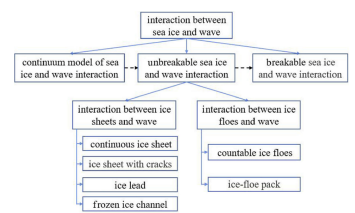


冰工程中关键力学问题专题

海冰与波流耦合动力学的研究进展 (641-654, doi: 10.6052/0459-1879-20-394)

倪宝玉, 曾令东, 熊航, 吴其远

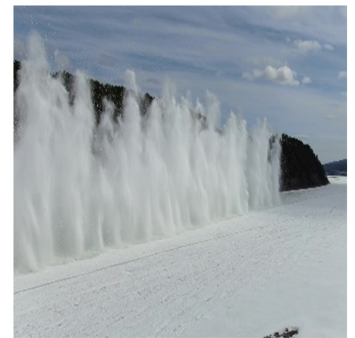
本文对海冰与波流耦合动力学研究进行了综述。尤其就海冰与波浪相互作用这一问题, 本文重点从三个角度进行了综述: 连续介质模型的出现是研究不可破碎海冰与波浪相互作用的基础, 在认识不可破碎海冰与波浪相互作用基础上, 进一步考虑海冰可破碎的特点。针对根据海冰尺寸与波长的相互关系, 进一步将不可破碎海冰分为冰盖和浮冰两种类型。



河渠冰水力学研究进展和趋势 (655-671, doi: 10.6052/0459-1879-20-407)

郭新蕾, 王涛, 付辉, 潘佳佳, 路锦枝, 郭永鑫, 李甲振

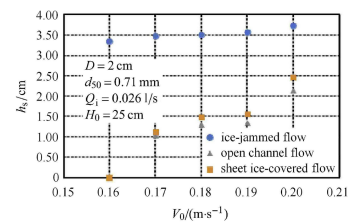
从河渠冰水力学基本理论、河渠冰情预测预报及模拟、河冰关键参数观测技术与装备等方面介绍了河冰水力学研究的主要进展和趋势, 剖析了当前科学研究和工程应用中存在的难题。提出了河渠冰水力学在冰水力学基本理论拓展、变化环境下的冰情预报、冰凌灾害全过程监测与防控技术装备研发、冰湖溃决模拟等方面需要重点开展的研究。



桥墩-冰塞-局部冲刷相关问题研究进展 (672-681, doi: 10.6052/0459-1879-20-392)

王军, 侯智星, 隋觉义, 程铁杰

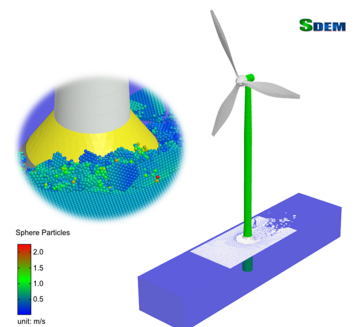
近年来, 笔者团队基于冰塞稳定性力学分析, 得到了桥墩影响下冰塞稳定性判别公式; 研究了桥墩对河道卡封以及临界流凌密度的影响, 计算得到的临界流凌密度与实验值较为接近; 得出了冰盖条件下桥墩局部最大冲刷深度的回归经验公式, 对冰塞条件下桥墩附近局部冲刷问题探索性地开展了试验研究, 就桥墩局部冲刷和冰塞演变互馈机制相关研究工作的难点和今后应开展的研究进行了分析和展望。



基于 DEM-FEM 耦合方法的海上风机结构 (682-692, doi: 10.6052/0459-1879-20-386)

杨冬宝, 高俊松, 刘建平, 宋础, 季顺迎

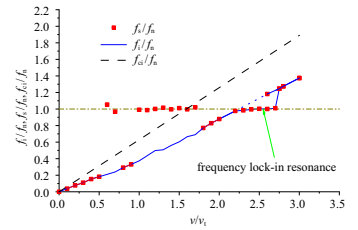
本文采用一种离散元-有限元耦合方法分析平整冰与海上风机的相互作用和冰激振动响应。通过对比风机基础环顶和塔筒顶端部位的振动位移和加速度响应时程, 定性地分析风机结构不同部位振动响应行为的差异性。通过对风机不同部位振动周期与加速度谱的统计分析, 描述了风机“主-从式结构”所表现的复杂动力特征和原因。



冰激振动中的锁频共振分析 (693-702, doi: 10.6052/0459-1879-21-087)

黄国君

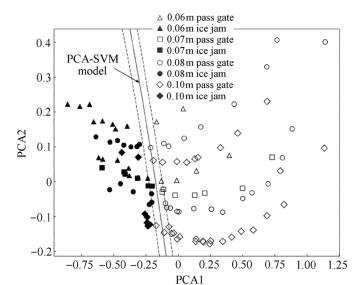
本文基于作者和合作者曾建立的一个冰间歇破坏型冰激振动 (IIV) 模型揭示了锁频共振的一种新的动力学机理. 研究发现: 在锁频共振发生的冰速区间内, 虽然结构响应和冰力主频都锁定在结构固有频率 (如图 1 所示), 但不同冰速下的频谱结构和振动形态各异, 除了常规单频等幅共振以外, 还存主频为结构固有频率并且振幅周期性变化的拍共振; 锁频共振来源于冰破坏的应变率效应, 它起着频率调制和放大结构-冰动能传递的非对称性正反馈效应的双重作用, 这一锁频共振机理属于耦合振动, 与传统的负阻尼自激振动机制有着本质区别.



基于主成分分析与支持向量机的渠道闸前冰输移与堆积判别模型 (703-713, doi: 10.6052/0459-1879-20-391)

梁乃生, 脱友才, 邓云, 贾云霄

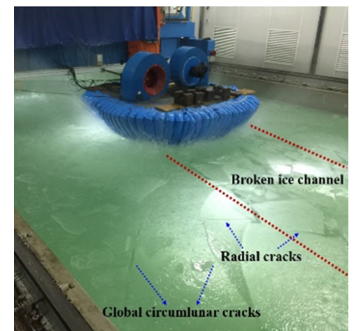
主要研究成果: 本文开展了明渠闸前浮冰堆积与输移的物理模型试验, 建立了浮冰状态判别的 PCA-SVM 模型. 研究采用 PCA 方法对输入特征进行提取, 并采用网格搜索算法对最优核参数进行选择, 采用混淆矩阵确定最优核函数为 RBF, 结合 5 折交叉验证法方对 PCA-SVM 模型进行训练, 模型输出结果得到了影响闸前浮冰状态的主要因素, 显示分类效果良好.



气垫平台破冰阻力的模型试验研究 (714-727, doi: 10.6052/0459-1879-20-418)

黄焱, 孙策, 田育丰

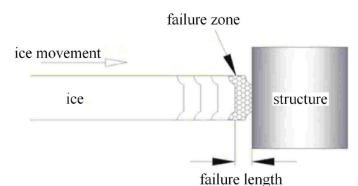
通过开展冰水池模型试验, 测试一座现役破冰气垫平台在平整冰下的破冰过程和阻力, 深入解析了气垫平台的破冰过程, 揭示了气垫平台的破冰机理. 气垫平台破冰的关键机理是在冰排底部形成稳定气腔, 促使冰排在结构的下压作用和气腔的上顶压力下发生弯曲破坏. 本文为该类气垫平台的设计和操船方法提供必要的基础数据和参考依据.



冰激结构频率锁定振动的发生机理及简单分析方法 (728-739, doi: 10.6052/0459-1879-20-382)

屈衍, 黄子威, 邹科, 尹昊阳, 张大勇

本文基于对现场测量结果的分析, 提出了一种海冰韧性损伤-破碎过程与结构振动耦合导致频率锁定振动的机理. 该机理认为, 海冰在直立结构频率锁定振动过程中发生韧性损伤-破碎行为, 海冰的韧性损伤-破碎与结构运动相位耦合, 导致了频率锁定振动. 基于这一新的机理解释, 本文提出了一种冰激结构频率锁定振动幅值的简单分析方法. 该方法认为海冰破碎长度是频率锁定振动的关键参数. 理想状态下, 海冰破碎长度约为结构水线处振动幅值的 2.2 倍. 当冰速接近海冰破碎长度与结构自振周期的比值时, 结构会发生频率锁定振动. 该方法对评估海洋工程结构频率锁定振动的发生概率及疲劳损伤具有指导意义.

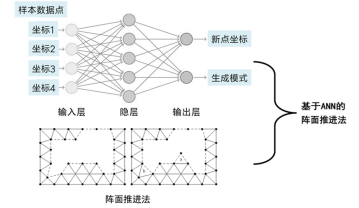


流体力学

基于机器学习的非结构网格阵面推进生成技术初探 (740-751, doi: 10.6052/0459-1879-20-402)

王年华, 鲁鹏, 常兴华, 张来平

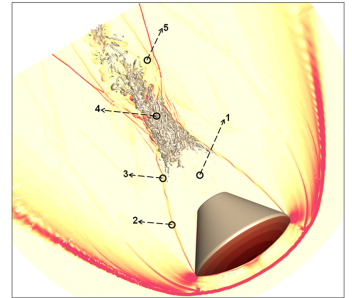
设计了网格样本数据格式并实现了数据集的自动提取, 通过结合人工神经网络和阵面推进法, 发展了一种基于人工神经网络的二维非结构网格阵面推进生成方法; 采用新方法生成了典型二维各向同性网格并测试了网格质量和生成耗时, 结果显示新方法生成的网格质量可以达到商业软件的水平, 且生成效率较传统阵面推进法提高 30%.



返回舱高雷诺数再入过程底部流动稳定性 (752-760, doi: 10.6052/0459-1879-20-318)

朱德华, 沈清, 杨武兵

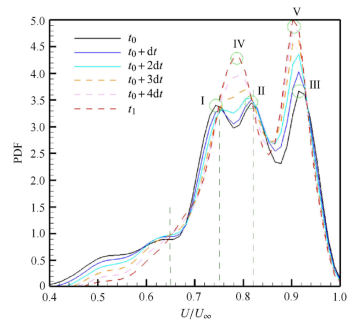
采用大涡模拟方法细致刻画了返回舱类钝体外形在高雷诺数再入过程中的分离和转捩等物理现象, 获得了返回舱底部流动形态以及稳定性特征. 研究发现, 返回舱类外形底部流动稳定性主要存在两类失稳模式即肩部剪切失稳模式以及底部流动结构失稳模式, 二种模式存在耦合效应, 同时在远尾迹湍流区域存在类卡门涡街的振荡行为.



湍流边界层等动量区演化机理的实验研究 (761-772, doi: 10.6052/0459-1879-20-223)

王超伟, 王康俊, 李彪辉, 姜楠

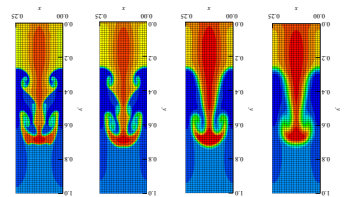
使用移动式 TRPIV 系统对光滑平板湍流边界层进行跟踪测量, 发现了等动量区数量 (N_{UMZ}) 在大时间尺度下的阶梯状变化特点. 大尺度脉动对 N_{UMZ} 变化起主要作用, 表现为不同速度流体通过发生不同猝发事件改变流向速度概率密度函数分布. 等动量区内不同大尺度脉动区域的扩张、收缩、分裂、合并影响流向速度的集中程度, 进而导致 N_{UMZ} 的变化.



一种在网格内部捕捉间断的 Walsh 函数有限体积方法 (773-788, doi: 10.6052/0459-1879-20-253)

任炯, 王刚

本文突破了传统有限体积或有限元方法将间断假设在控制体交界面上的限制, 将自身具有间断特点的 Walsh 基函数应用于有限体积方法, 把控制体内的流场变量表示成间断基函数的组合形式, 而非传统的连续假设. 根据 Walsh 基函数在流场变量分布中引入的间断数目和位置, 将控制体单元划分为若干个分片连续的子单元, 并将 Walsh 基函数系数表征的守恒型控制方程在每个子单元上积分离散求解, 实现了控制体单元内部的间断捕捉, 同时提高了对流场模拟的分辨率.

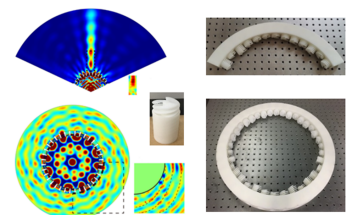


固体力学

圆弧形超表面对透射声波的可调控制与功能转换 (789-801, doi: 10.6052/0459-1879-20-456)

陈阿丽, 王新萌, 汪越胜

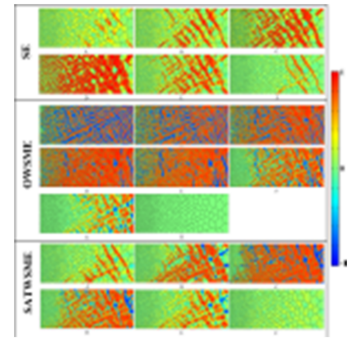
本文提出了可调的透射型三通道螺旋单元, 基于圆弧形曲面的广义 Snell 定律设计了弧状和圆环状两种曲面超表面, 对透射声波波前的可调控制进行了数值和实验研究. 首先利用圆弧形超表面实现了宽频范围内声波的定向折射、波束分离和声束聚焦等声学功能的转换; 然后借助圆环形超表面实现了三向分波、波场螺旋化及源位置虚拟移动等声学功能的转换.



梯度纳米晶 NiTi 形状记忆合金的超弹性和形状记忆效应相场模拟 (802-812, doi: 10.6052/0459-1879-20-397)

徐波, 康国政

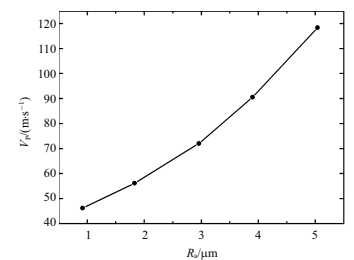
通过相场模拟获得了梯度纳米晶 NiTi 合金超弹性、单程和应力辅助双程形状记忆过程中的微结构演化. 发现在超弹性和形状记忆过程中, 马氏体相变和重取向都首先在较粗晶粒区域开始并逐步向细晶粒区域传播, 而逆相变则相反, 其归因于纳米多晶 NiTi 合金中马氏体相变对晶粒尺寸的依赖性. 梯度纳米晶结构可显著提高 NiTi 合金非弹性变形的可控性.



表面粗糙度对 TC4 钛合金柱壳剪切带形成的影响 (813-822, doi: 10.6052/0459-1879-20-433)

杨涛, 刘龙飞, 杨智程, 胡力, 卢立伟, 石献坤

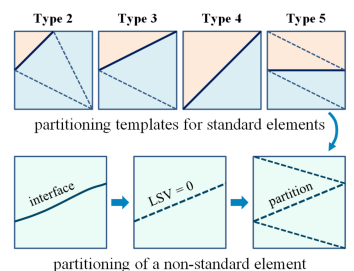
采用爆轰加载厚壁圆筒坍塌实验技术, 研究了内表面粗糙度变化对 TC4 钛合金柱壳剪切带形成影响的细观动力学规律. 结果表明, 表面粗糙度对 TC4 钛合金柱壳中剪切带形成具有明显影响. 随着试样内表面粗糙度的增大, 剪切带数量、长度和形核速率均增加; 表面粗糙度越大, 部分剪切带扩展速率越快, 剪切带长度差异越大, 剪切带的屏蔽效应增强.



非连续问题中单元分割的模板方法 (823-836, doi: 10.6052/0459-1879-20-360)

王理想, 文龙飞, 肖桂仲, 田荣

为克服 XFEM 类方法中非连续界面与单元分割的几何困难, 提出一种基于单元水平集的模板分割方法. 首先, 遍历单元水平集值所有形态并建立标准单元分割模板库; 然后, 根据单元水平集值, 对非标准单元进行形态查询和模板插值; 最后, 套用标准单元分割模板实现单元高效分割和子分割. 将该方法与常规 XFEM、改进型 XFEM 进行结合, 从而进行非连续问题分析. 计算结果表明, 所提出的模板分割方法同时具有较高计算精度和计算效率, 故可为 XFEM 类方法在实际工程应用中提供有效支撑.

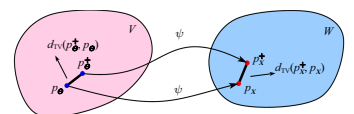


动力学与控制

随机参数系统不确定性量化的泛函观点与整体灵敏度分析 (837-854, doi: 10.6052/0459-1879-20-336)

万志强, 陈建兵, Michael Beer

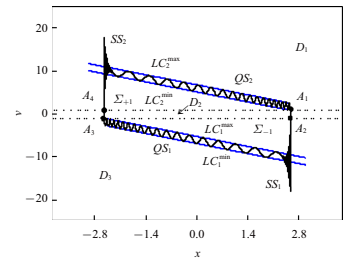
本文首先提出并论述了随机参数系统不确定性量化分析的泛函空间观点, 并在此基础上进一步讨论了基于 Fréchet 导数的整体灵敏度指标. 特别地, 定义了该整体灵敏度指标对应的重要性测度, 并探讨了其几何意义; 定义了该整体灵敏度指标相关的方向灵敏度, 并论述了其用于实际工程设计的功能. 通过数值算例示例了基于 Fréchet 导数的整体灵敏度指标的计算流程, 验证了基于概率密度演化-概率测度变换方法计算该指标的计算精度和分析效率, 讨论了该指标在具体工程问题中的指导性作用. 类比于连续介质力学中的“绝对”变形梯度, 下图展示了基于 Fréchet 导数的整体灵敏度指标所对应的重要性测度之物理意义.



三时间尺度下非光滑电路中的簇发振荡及机理 (855-864, doi: 10.6052/0459-1879-20-331)

毛卫红, 张正娣, 张苏珍

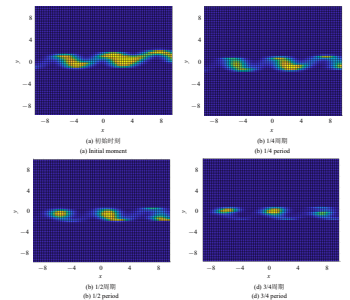
本论文旨在探讨非光滑动力系统中的多尺度效应及其分岔机制. 将对应快尺度与中间尺度的变量合并作为快变量, 将对应慢尺度的变量看作慢变量, 重新划分了快慢子系统, 从而将三时间尺度耦合问题转化为两时间尺度耦合问题. 通过对不同簇发振荡相互转化的分岔机制的分析发现了一个新的簇发振荡的演化路径, 即由破坏性的擦边分岔诱导的簇发振荡.



加性和乘性三值噪声激励下周期势系统的动力学分析 (865-873, doi: 10.6052/0459-1879-20-199)

靳艳飞, 王贺强

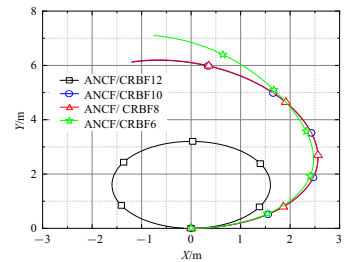
噪声广泛存在于工程实际中, 为了揭示噪声对复杂非线性系统动力学的影响, 本文研究了由加性和乘性三值噪声驱动的周期势系统中概率密度的演化 and 随机共振. 通过蒙特卡洛方法和随机能量法, 讨论了系统参数和噪声对随机响应和随机共振的影响. 研究结果发现系统平均稳态联合概率密度具有多峰结构. 当系统仅考虑加性噪声和外周期力时, 对于不同的周期力振幅, 加性噪声转迁率分别诱导产生抑制共振和随机共振.



ANCF/CRBF 平面梁闭锁问题及闭锁缓解研究 (874-889, doi: 10.6052/0459-1879-20-296)

张大羽, 罗建军, 王辉, 马小飞

本文系统地研究了 ANCF/CRBF 平面梁单元特有的泊松闭锁问题及其缓解技术. 文中开发了两种新的 ANCF/CRBF 刚性截面梁单元, 并对比分析了这类单元泊松闭锁的特点. 发现运动学约束导致了 ANCF/CRBF 单元节点处与单元内泊松效应不一致, 使得整体单元的闭锁问题更加严重. 随后采用两种闭锁缓解技术对 ANCF/CRBF 单元的计算精度进行了改进.

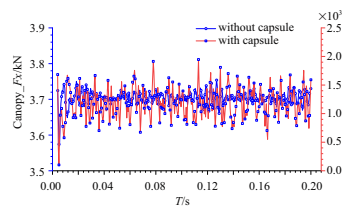


生物、工程及交叉力学

探测器对超音速刚性盘-缝-带型降落伞系统的影响 (890-901, doi: 10.6052/0459-1879-20-339)

龚升, 吴锤结

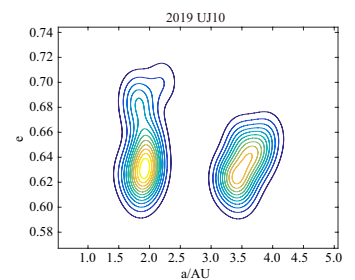
本文研究了探测器的存在与否对超音速刚性盘-缝-带型降落伞系统气动性能以及流场结构的影响. 采用了兼顾强激波和大尺度湍流旋涡结构的混合形式的 TCD-WENO 计算格式以及基于拉伸涡亚格子模型的大涡模拟方法, 配合多层块结构自适应网格加密技术. 结果表明: 探测器后端湍流尾迹造成了伞衣前端激波以及伞衣内部流场的不稳定, 使得流场结构紊乱.



近地小行星极短弧定轨的进化算法研究 (902-911, doi: 10.6052/0459-1879-20-084)

李鑫冉, 赵海斌

针对巡天观测中获得的极短弧数据, 在进化算法下构建极短弧定轨的计算框架, 选用 (a, e, M) 优选法, 利用差分进化算法对不同偏心率小行星的模拟数据进行试验, 分析获得的最优解及分布聚集区. 结果表明算法在小偏心率问题中表现较好, 结果有效, 大偏心率问题在传统方法失效时, 分布仍包含真实解, 可结合分布密度和适值大小分析.



基于偏转距离近似模型的动能撞击小行星防御任务脉冲轨道优化研究 (912-928, doi: 10.6052/0459-1879-20-210)

王艺睿, 李明涛, 周炳红

动能撞击是目前最易实现且成熟度最高的小行星防御方案. 动能撞击任务的一种轨道优化指标为最大化偏转距离(即小行星被偏转前后近地距的改变量), 若用数值积分的方法精确计算偏转距离, 会导致优化效率较低. 本文首先研究了近地点时刻受偏转影响的变化规律, 提出在动能撞击任务的设计初期, 可以假定小行星被偏转前后近地点时刻不变(近似偏转模型), 相比于解析模型, 这种近似模型可以在提升最优性的同时、降低求解复杂性. 考虑运载约束, 将化学推进变轨简化为脉冲推力变轨, 建立了直接转移(两脉冲及三脉冲)和行星借力飞行转移(单次及两次借力)的动能撞击轨道优化模型. 以偏转小行星 Apophis 为例, 设计了动能撞击任务, 研究了利用两脉冲/三脉冲直接转移、单次/两次行星借力飞行技术是否可以提升偏转距离. 通过对比二体动力学模型与高精度动力学模型对计算偏转距离的误差, 进一步探讨了在动能撞击任务设计过程中采用二体动力学模型的合理性.

