

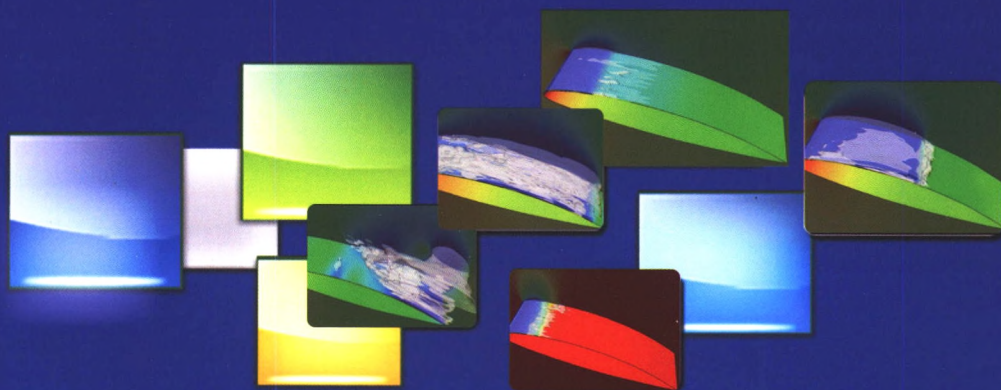
QK1851650

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

涂层对绕水翼云状空化的运动特性及动力特性影响的试验研究

郝加封 张敏弟 付细能



中国机械工程学会 主办

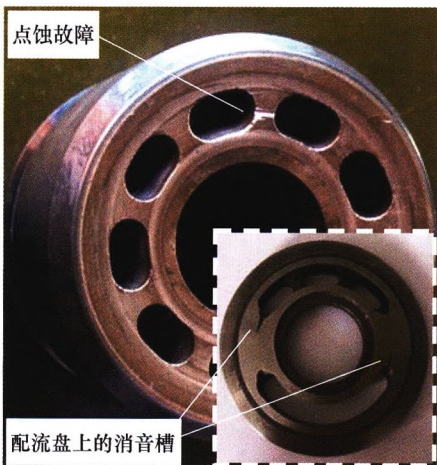
万方数据

2018年54卷18期 半月刊

/// 仪器科学与技术 ///

1 基于增强聚类分割与 L-峭度的 Teager 能量算子解调诊断轴向柱塞泵故障

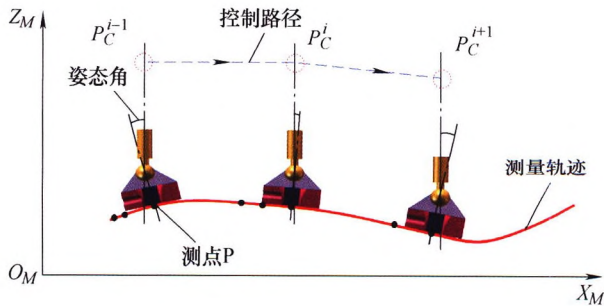
高 强 向家伟 汤何胜



摘要：振动信号中的周期性脉冲对于轴向柱塞泵故障诊断具有重要意义，但在工作状态下，轴向柱塞泵的振动信号经常会受到背景噪声和柱塞往复运动引起的自然周期性脉冲的污染，故障特征提取是轴向柱塞泵故障诊断的一个难点。为解决这个问题，提出基于增强聚类分割与 L-峭度的 Teager 能量算子解调方法。与传统的聚类分割方法不同，增强后的算法是一种两周期的方法，能够有效从背景噪声和自然周期性脉冲中提取故障特征。L-峭度在识别周期性脉冲方面与峭度类似，但不像峭度对离群值那么敏感。Teager 能量算子解调计算简便，比传统的希尔伯特解调更适合用来进行故障特征提取。为说明该方法的可行性，进行仿真模拟和试验数据研究，并将结果与传统的聚类分割方法进行了比较。结果表明，该方法能够有效地检测轴向柱塞泵的缸体和轴承故障。

11 面形自适应超声在机测厚方法研究

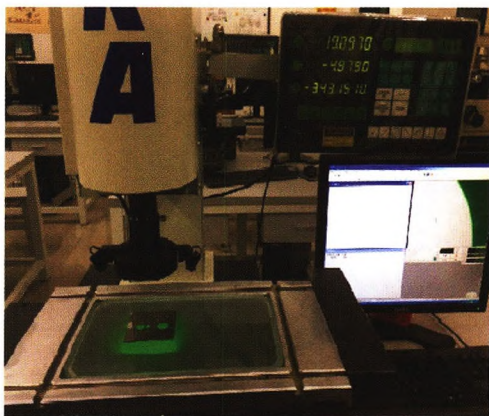
刘海波 廉 盟 周连杰 应杨威 王永青



摘要：针对复杂曲面薄壁零件高效、精密在机测厚难题，提出一种面形自适应的超声在机测厚新方法，创新设计多功能高度集成的超声在机测厚装置，进一步建立超声在机扫描测厚运动控制基本模型。通过基于静力平衡的测量位姿解算和基于首次回波能量衰减的姿态偏角自动辨识，确定出传感器动态调整中的最佳测量姿态。对于具有固定时延的超声回波信号，利用所构造的步长控制函数，设计回波声时变步长自适应计算算法，可有效提高算法收敛速率和减小稳态误差。以弧形和 S 形薄壁件为典型对象，利用所研发的超声在机测厚系统，开展面形自适应超声在机测厚综合试验研究。试验表明，对在机测量的厚度数据实施姿态偏角误差补偿，其结果与三坐标测量机标定值相比较，测量精度可稳定在 0.02 mm 以内，满足了复杂薄壁零件在机测厚需求。

18 不等精度测量结果的权系数确定方法研究

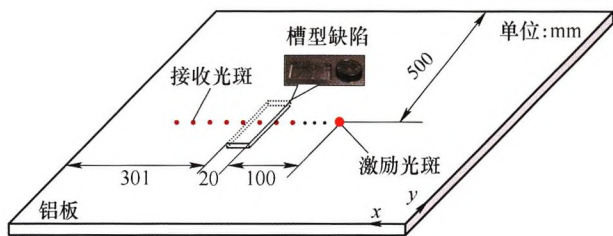
黄富贵 叶瑞芳 崔长彩 曾宪标 赵保生



摘要：不等精度测量在测量实践中普遍存在，其测量结果的表示方法因权系数确定不完备而存在不足。针对不等精度测量的测量结果表示方法中权系数确定不完备的缺陷，提出不等精度测量的权系数理论计算模型，即权系数由各影响测量结果因素的影响系数和对应影响测量结果因素的影响等级系数综合构成，同时提出由测量设备、测量方法、测量人员和测量环境等多影响因素导致的不等精度测量的影响系数和等级系数的确定准则，并给出由多影响因素导致的不等精度测量的权系数确定方法和测量结果表示方法，从而使不等精度测量结果表示方法更加完备。最后通过不等精度测量的测量试验和数据处理实例验证了方法的可行性。

23 基于波数分析的激光 Lamb 波缺陷检测试验研究

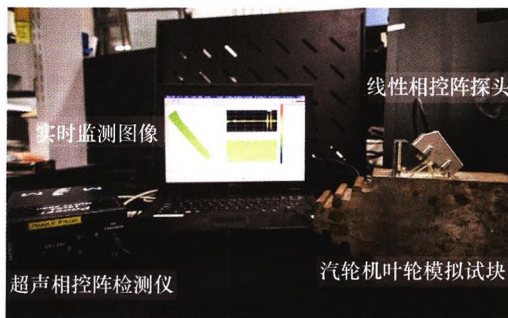
刘增华 冯雪健 陈洪磊 何存富 吴 斌



摘要：Lamb 波的频散和多模态特性，使得利用 Lamb 波信号的时域或频域特征实现缺陷的定量检测具有一定的困难。基于全光学型激光超声检测系统，采用波数分析方法对铝板中缺陷开展定量检测研究。脉冲激光在固定位置激励，连续激光一维线扫描接收，获得时间-空间波场信号，Lamb 波信号的传播特征以及 Lamb 波与缺陷之间的作用规律被直观的展现。采用二维傅里叶变换将波场信号从时间-空间域转换到频率-波数域，信号中包含的各模态可很好的识别出来。为保留空间信息，借鉴短时傅里叶变换的思想，采用短空间二维傅里叶变换得到沿扫描路径上波数的分布，从中可直观看出缺陷的位置和尺寸。进一步根据波数和频厚积之间的关系，可计算得到缺陷处铝板的厚度。试验结果表明：该方法有效实现了缺陷位置、大小以及深度的评估。

33 基于贪婪算法的汽轮机叶轮相控阵信号压缩感知

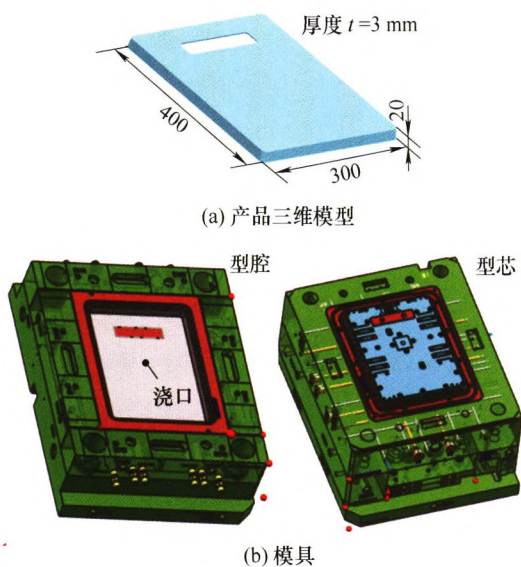
白志亮 陈世利 贾乐成 曾周末



摘要：超声相控阵是核电站组件无损检测中广泛采用的手段之一。针对低压汽轮机叶轮轮缘缺陷检测中存在的数量大的问题，提出一种基于贪婪算法的超声相控阵信号压缩感知方法。利用 CIVA 平台建立了超声相控阵缺陷检测仿真模型，使用四种贪婪算法对仿真信号进行压缩感知并重构，计算不同采样率和不同压缩率下的百分比均方误差，根据结果选取最优算法；使用上述算法对汽轮机叶轮模型电火花加工缺陷回波信号进行压缩重构；通过与小波压缩重构精度的对比，验证该算法在超声相控阵汽轮机叶轮缺陷检测中的适用性。结果表明，使用仿真数据可以用低于奈奎斯特极限的测量点数精确重构信号；在压缩率为 60% 时，使用试验信号的平均重构误差仅为 4.815 2%，与小波压缩的重构精度相当。

42 超临界流体辅助微孔发泡注塑技术及其熔体发泡行为

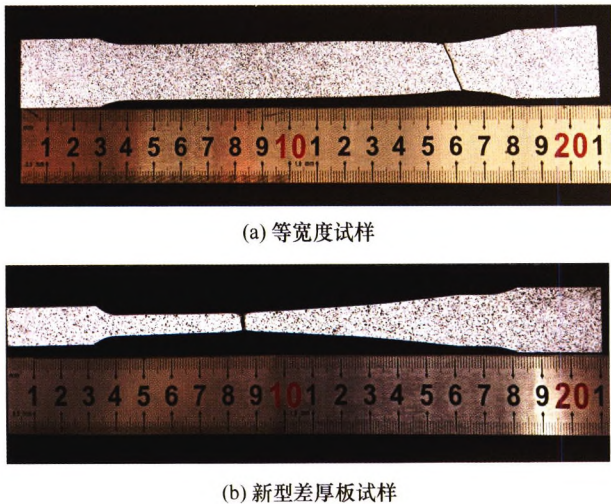
董桂伟 赵国群 管延锦 王桂龙 侯俊吉 吴 昊



摘要：开发一种超临界流体辅助微孔发泡注塑新技术，研制相应的超临界流体发生与计量控制技术系统，构建超临界流体辅助微孔发泡注塑试验线，并对超临界流体辅助微孔发泡注塑熔体的发泡行为进行研究。结果表明，超临界流体辅助微孔发泡注塑熔体的发泡过程包括“填充过程中发泡”和“填充结束后发泡”两个过程，分别对应成型产品内部的变形椭圆形泡孔和规则球形泡孔两种不同的泡孔结构形态，而熔体“填充过程中发泡”形成的泡孔，受熔体剪切和喷泉流动行为的影响而发生变形，并在熔体流动前锋处破裂、涌出，与冷的模具表面接触后冷凝遗留在产品表面，形成表面气泡痕。所揭示的发泡演变过程和缺陷产生机理对微孔发泡注塑工艺原理和质量控制有较高的参考意义和工程应用价值。

49 轧制差厚板变厚度区的应力应变关系表征

张思佳 刘相华 刘立忠

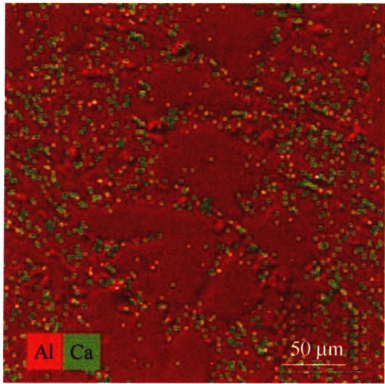


摘要：针对轧制差厚板几何形状不均匀、力学性能不均匀的特征，设计了适用于差厚板的单向拉伸试样，并加工等宽度试样用作比较。结合数字散斑技术对两种拉伸试样进行单向拉伸试验，结果表明新型差厚板拉伸试样变形更加充分，应变分布更加均匀。通过计算获得差厚板变厚度区材料的真应力-真应变曲线，利用插值法构建差厚板材料模型。将材料模型用于差厚板试样的单向拉伸数值模拟中，发现数值模拟和试验获得的试样应变分布及力-位移曲线吻合程度较高，与试验相比模拟所预测的试样断后伸长率略低，误差范围为 9.0%~14.0%。结果表明，数值模拟与试验具有良好的一致性，材料模型的准确度较高，具有实用性。新型拉伸试样同时考虑了差厚板厚度不均匀和力学性能不均匀的特性，通过一次拉伸试验即可获得变厚度区任意位置处的真应力-真应变曲线，对差厚板力学性能和后续加工工艺研究具有实际价值。

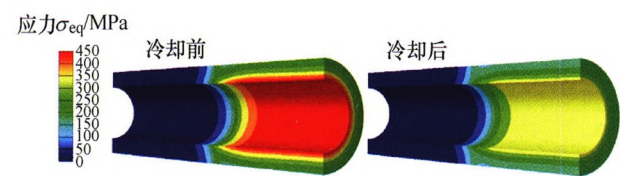


摘要：GMAW 自动打底焊易出现未焊透及焊漏现象，成为焊接自动化的瓶颈问题。以焊缝背面熔宽作为表征熔透状态的参考信息，探究对打底焊接质量影响较大的焊接电流、焊接速度、坡口间隙及坡口角度 4 个焊接工艺参数对背面熔宽的影响规律。开展 GMAW 打底焊接试验研究，分析背面熔宽随上述焊接参数的变化趋势。试验结果及分析表明：随着焊接电流的增大，背面熔宽呈上升趋势，熔透状态由“未熔透”过渡到“过熔透”；随着焊接速度的增大，背面熔宽呈下降趋势，熔透状态由“过熔透”过渡到“未熔透”；背面熔宽随着坡口间隙与坡口角度的增大而增大，过小的坡口间隙与角度易产生“未熔透”。鉴于背面熔宽随 4 个焊接工艺参数增加而单调增加或单调减少，采用多元线性回归方法建立 4 个参数与焊缝背面熔宽的数学模型，该模型通过了回归模型的拟合优度检验、整体检验及回归系数检验。通过 GMAW 试验对数学模型进行了验证，结果表明建立的回归模型数学表达式能够对焊缝背面熔宽尺寸进行较为准确的预测，为 GMAW 自动打底焊参数调节提供指导。

62 凝固速度及热处理工艺对 Al-8Ca 组织性能的影响

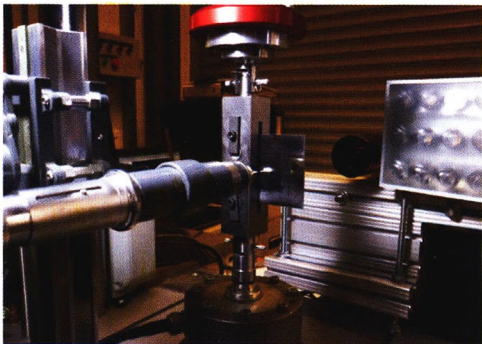


摘要：针对当前铸造 Al-Ca 合金研究不够深入的现状，通过铜模铸造、铁模铸造使熔体在 10^2 K/s 及 25 K/s 的冷却速度下凝固，制备相同成分的 Al-8Ca(质量分数/%，下同)，配合粒状化处理改变合金微观组织，研究凝固速度与热处理工艺对 Al-8Ca 合金组织形貌及拉伸性能的影响。研究表明：两冷却速度下，合金的显微组织均为 α -Al 及 Al_4Ca ，但 10^2 K/s 合金组织更细， Al_4Ca 分布更均匀；两凝固工艺制备的合金在 $550^{\circ}C$ 下保温， Al_4Ca 均随着时间的延长相互吞噬长大，颗粒数目减少，但冷却速度为 10^2 K/s 的合金颗粒较小，数量更多；相比冷却速度为 25 K/s 的合金， 10^2 K/s 合金的抗拉强度、延伸率分别由 196 MPa 增至 386 MPa，由 4.91% 增至 8.19%；达到最佳热处理状态后 10^2 K/s 及 25 K/s 合金的延伸率分别由 8.19% 增至 13.91%，4.91% 增至 6.75%，抗拉强度分别由 386 MPa 降至 359 MPa，196 MPa 降至 177 MPa。可见冷却速度的提高，有效优化了 Al-Ca 合金的微观组织，提升了拉伸性能。



摘要: 为了克服形状记忆合金(Shape memory alloy, SMA)管接系统在装配过程中的数值模拟不够精细, SMA 管接头紧固力影响因素研究不够详尽的缺点, 基于热力学 Gibbs 自由能, 推导 SMA 在相变过程中应力张量增量与马氏体体积分数增量之间的关系, 基于非线性有限元分析软件 ABAQUS 二次开发功能, 同时考虑材料弹性模量的变化以及马氏体相变的温度效应, 编写 ABAQUS 用户材料子程序, 对连接系统的装配过程进行数值模拟, 有效描述整个管接系统在热力学耦合作用下的相变和力学行为。数值结果表明, 被连接管壁的应力最大值出现在内壁靠近管接头端口位置; 管接头端口附近接触应力梯度很大, 沿轴向从零迅速增加到最大值, 然后逐渐回落到一个较高的稳定接触应力值; 管接头管壁内的应力和马氏体相变沿管壁由内向外呈梯度分布; 整体接触压应力水平表现出与管接头壁厚成正相关, 与管接头内径成负相关, 与扩径内压无关特性。更准确模拟了 SMA 管接系统在装配过程中的相变和力学行为, 详尽分析了管接头产生紧固力的影响因素, 为 SMA 管接头的设计提供理论基础和指导。

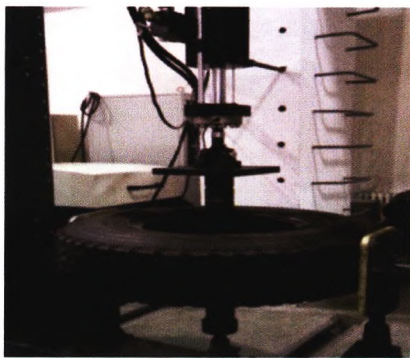
76 基于 CJP 模型的疲劳裂纹扩展率曲线及应用方法



摘要: 利用数字图像相关技术开展工业纯钛 5 种不同高宽比 CT 试样的疲劳裂纹扩展率试验, 分别采用传统应力强度因子范围 ΔK 和基于 CJP 模型理论框架的新应力强度因子范围 ΔK_{CJP} 对数据进行分析, 得到的 $da/dN-\Delta K$ 和 $da/dN-\Delta K_{CJP}$ 曲线均有效反映了试验数据分布规律, 具有良好的拟合效果。相较于传统参量 ΔK , ΔK_{CJP} 直接由裂尖位移场求解, 无需进行修正即可用于材料疲劳裂纹扩展率描述, 具有与 CT 试样高宽比无关的特性; 作为 ΔK_{CJP} 的两个组成参量, ΔK_F 、 ΔK_R 与传统 ΔK 数据间均呈现出某种总体变化趋势, 分别可用二次多项式和线性方程表征。构造了 ΔK_{CJP} 与 ΔK 的关联函数, 并由此推导出 ΔK_{CJP} 表达式, 为 $da/dN-\Delta K_{CJP}$ 曲线在材料与结构的失效分析和安全评价中的应用提供了有效途径, 拓宽了 CJP 模型的工程应用范围。

85 轮胎三向动态特性试验及非线性建模

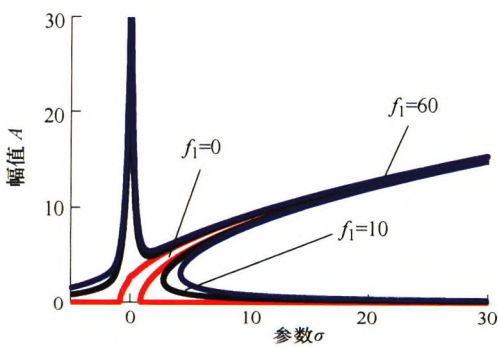
李韶华 周军魏 张志达



摘要：轮胎的刚度和阻尼特性对汽车操纵稳定性、乘坐舒适性及噪声等产生显著影响。目前对轮胎刚度和阻尼的试验及建模研究主要集中在径向或侧偏特性，对轮胎三向动态特性的研究尚不多见。设计制作一种新型轮胎三向动态特性试验机，对重型子午线轮胎进行三向动态刚度及阻尼的测试，分别建立了轮胎侧向、纵向和径向刚度、阻尼非线性模型，分析胎压及激励频率对轮胎性能的影响。研究表明，轮胎三向动刚度随激励频率增加而降低，随胎压升高而增大；轮胎阻尼随激励频率的增加而迅速下降，随胎压的升高而缓慢增大。在此基础上，进一步提出一种统一的四次非线性数学模型，可以描述轮胎侧向、纵向和径向滞迟非线性特性。该模型形式简单，易于参数识别，并且仿真结果与试验数据吻合良好，对于整车动力学分析和轮胎路面相互作用研究具有参考价值。

97 机车转子系统的非线性动力学分析

杨 柳 杨绍普 王久健 刘永强



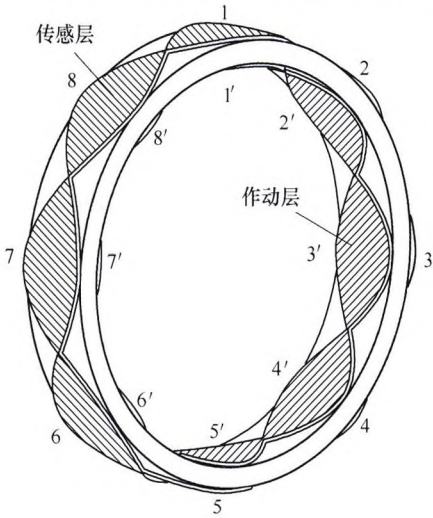
摘要：随着机车速度的提高，对其运行安全和稳定性提出更高要求。为研究机车轮对转子系统的动力学特性，在考虑弹性支撑、齿轮时变刚度等复合非线性因素影响下，基于哈密顿最小势能原理建立非线性连续-质量转子系统的动力学模型。在此基础上，对系统进行无量纲化，求解系统振形函数及固有振动频率。利用多尺度法求取非线性转子系统的渐进解，分析系统支撑刚度、阻尼及其齿轮时变刚度参数作用下，转子的主共振稳态幅频响应。研究表明：复杂边界条件下，齿轮的位置将直接影响模态幅值。轮轨激励的变化，对系统低频幅值影响较大、高频较小。轮轨激励达到临界值时，系统出现饱和共振，其后轮轨激励的变化，将不再影响系统的幅值。齿轮冲击刚度增加，转子系统位移显著增大。研究结果为机车轮对转子系统的动态特性分析和故障诊断奠定了一定的基础。

105 基于参数时变人工势场的车道保持协调控制

王其东 魏振亚 陈无畏 谈东奎 谢有浩



摘要：针对传统人工势场法应用于车道保持系统时控制精度不高的问题，提出一种基于变参数道路势场的车道保持辅助控制方法。首先考虑汽车状态对车道保持控制的影响，引入汽车纵向车速和侧向车速两个变参数用于构建道路势场函数，通过势场梯度求解期望转向角。利用轨迹预测理论确定势场函数的设计参数，再建立包含变参数的路径跟踪误差变量状态方程模型，并分析闭环控制系统的稳定性。在此基础上，设计车道保持辅助转矩控制器，并考虑控制过程中的人机协调问题，以驾驶员转矩及其意图路径为输入，利用模糊规则动态地调整辅助控制权重。基于 Matlab/Simulink 和 CarSim 软件平台对所提出的控制方法进行仿真试验，其结果表明，该方法能够有效地提升车道保持控制精度，同时获得较好的人机协调性能。在 CarSim/LabView 硬件在环试验台上对该方法进行试验验证，所得结论与仿真基本一致。



摘要：薄壁飞行器结构在高超音速飞行过程中需要对局部环状区域进行刚度增强。对于层合了压电传感与控制器的圆环刚度控制系统，提出了一种圆环多模态智能结构单元混合同步仿真模型，可以对独立模态进行闭环刚度控制。利用有限差分法，将压电圆环动力学偏微分方程转化为含有压电传感与控制效应矩阵的智能结构单元数学矩阵模型；为了解决大矩阵运算和多次循环迭代的问题，建立基于 C++/MATLAB 混合编程的智能结构单元仿真系统；采用余弦状传感/作动器贴片，对独立模态的位移/加速度反馈动刚度控制进行算例分析，就不同差分密度、积分时间步长和增益比例系数等条件下进行频域与时域仿真分析，取得了较为满意的结果。该方法为复杂回转曲面结构的智能结构系统的大数据量离散化仿真分析提供了新的解决方案。

123 第三介质对轮轨最大静摩擦因数影响的试验

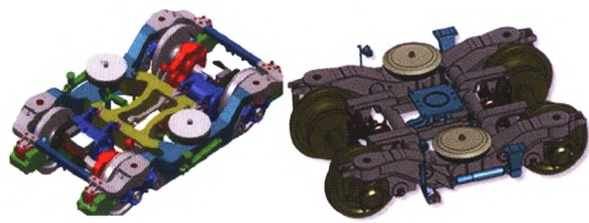


摘要：轮轨摩擦因数的变化影响列车运行时的轮轨黏着特性，轮轨间的最大静摩擦因数可以界定轮轨接触区的黏着状态，轮轨黏着对于机车实现牵引制动具有重要意义。针对水、油、砂等“第三介质”对轮轨最大静摩擦因数的影响，搭建轮轨接触试验台进行轮轨接触试验与轮轨摩擦接触试验。对试验结果对比分析表明轮轨接触试验的轮轨接触斑与有限元仿真的接触斑形状及面积相同。与干燥清洁状态下的轮轨最大静摩擦因数相比，当轮轨间单独存在水或油介质时会降低该系数值，且单独存在油介质时该系数值最小；当轮轨间同时存在水、砂介质时，该系数值增大；当油、砂同时存在时，最大静摩擦因数略大于油介质工况，但依旧小于干燥工况下的系数值。撒砂可以增加轮轨最大静摩擦因数，河砂具有更好的增黏效果但会对轮轨表面造成更严重擦伤，建议使用石英砂作为轮轨增黏介质。

129 基于条件积分算法的无人驾驶车辆轨迹跟踪鲁棒控制方法

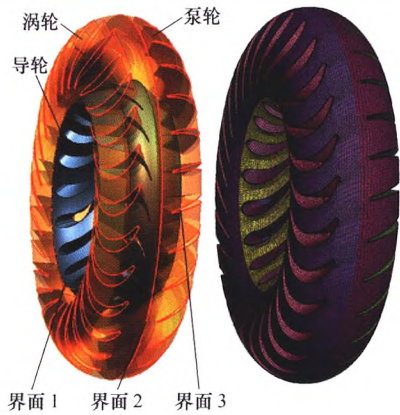


摘要：提出一种基于条件积分算法的无人驾驶车辆轨迹跟踪鲁棒控制方法，使无人驾驶车辆跟踪一个给定的参考轨迹。所设计的轨迹跟踪控制器由两个子控制器构成，运动学控制器和动力学控制器。基于条件积分算法，运动学控制器考虑到车辆质心位置存在误差和横摆角速度上界的情况，根据车辆相对轨迹的非线性运动学关系得到有界的车辆期望横摆角速度来实现车辆相对轨迹的侧向位移误差的全局渐进稳定。之后为满足期望横摆角速度需求，设计动力学控制器。基于条件积分算法，动力学控制器考虑到车辆参数的不确定性和执行器约束，根据车辆动力学方程得到有界的车辆前轮转角控制率来实现横摆角速度跟踪误差的渐进稳定，最终使车辆行驶在期望的轨迹上。并且控制算法在实现被控量渐进稳定的同时，给出车辆航向角和质心侧偏角稳态时的理论值。最后通过仿真验证车辆在较大的初始位移误差、航向角误差和侧向加速下能够实现车辆良好的轨迹跟踪效果，并且通过实车试验验证控制方法的有效性。



摘要: 转向架构架是动车组走行部主要承载部件, 疲劳强度与轻量化是结构设计的核心内容。以国内主型动车组箱梁型和管梁型构架进行对比研究, 通过刚柔耦合车辆动力学仿真及应变寿命疲劳损伤计算, 比较轨道三角坑冲击、高速直线运行和低速曲线通过三种典型车辆运行状态下的构架模态振动响应、应变能及疲劳损伤量。根据构架的承载类型, 计算构架弹性变形的模态贡献量及对应的应变能分量, 提出了应变能质量比作为材料综合利用率的评价方法, 用以量化结构的抗疲劳和轻量化设计水平。采用该指标系统评价了两种构架的结构型式: 箱梁型构架的垂向刚度低于管梁型构架, 垂向弯曲变形量较大的区域如侧梁底部其静态应变能质量比高于管梁型构架; 箱梁型构架扭转刚度高于管梁型构架, 扭转变形较大的区域如横梁与侧梁的连接位置其动态应变能质量比要小于管梁型构架。提出合理优化质量分布以提高构架主载荷模态频率、降低应变能质量比为目标的结构设计与评价方法。

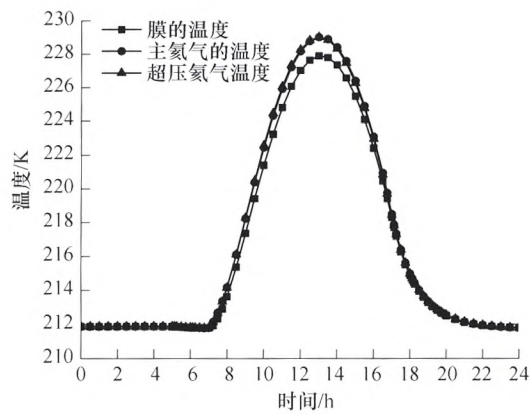
146 液力变矩器热流动尺度解析模拟与特性精确预测



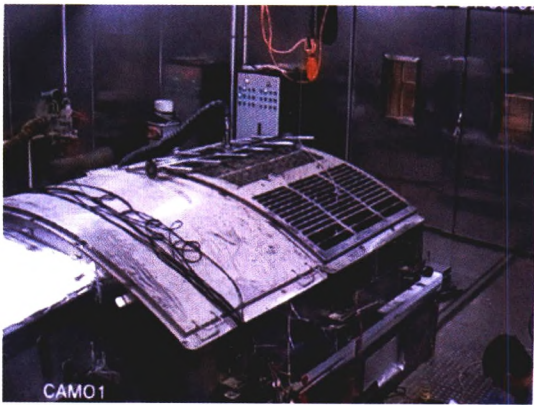
摘要: 针对液力变矩器数值模拟中雷诺时均方法(RANS)占据主导地位, 但预测精度较低且缺乏对流场结构准确描述的现状, 利用尺度解析模拟(Scale-resolving simulation, SRS)方法实现其原始特性及内流场的模拟分析。结果表明, 在典型工况下, SRS方法能够更好地捕捉到流动信息, 具有较高的原始特性预测精度。尤其是 SBES(Stress-blended eddy simulation) 方法中的动态混合模型(Dynamic hybrid RANS-LES, DHRL)得到原始特性预测结果的最大误差仅为 3.24%。此外提出了变黏度 SRS 热流场计算方法, 发现在考虑工作介质黏度随温度变化后, 相对恒黏度数值模拟结果, 原始特性预测精度有明显改善, 其最大误差小于 3%。尺度解析模拟方法在液力变矩器性能预测方面的应用, 有助于实现产品的低成本与短周期设计。

/// 可再生能源与工程热物理 ///

154 新型平流层飞艇定点热特性研究



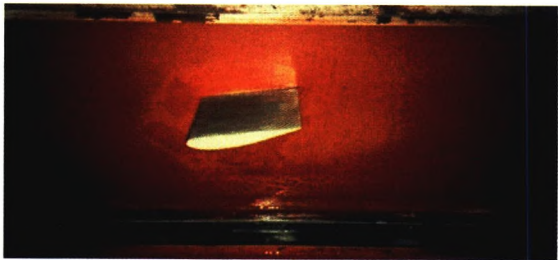
摘要: 提出一种新型的飞艇定点调节方案, 并对该方案的定点调节模型进行静力学和热力学建模。在此基础上基于龙哥库塔法对所建立的模型进行计算, 获得飞艇外膜、主氢气及副氢气温度变化曲线, 并研究了日照时间、季节对上述结果的影响。研究结果表明: 在定点过程中膜的温度、主氢气温、副氢气温随时间变化呈先增大, 然后减小的趋势, 其中膜的温度最低, 主氢气温和副氢气温较为接近, 三者温度都在 13 点左右达到最大值。同时, 冬至日时, 三者的温度都较夏至日时温度低, 且三者的温差更大。不同纬度下膜的温度、主氢气温、超压氢气温变化趋势大体相同, 随着纬度的增大, 膜的温度、主氢气温、超压氢气温变化时长随纬度的增大而增大, 但温度最大值随纬度的增大略微下降, 这与不同纬度下太阳辐射强度的变化一致。同时, 超压氢气最小质量随纬度的增大而增大, 但增大幅度较小。进一步, 纬度相对于季节来说对上述温度的影响较小。该研究结果对飞艇的定点飞行控制及热性能研究提供了技术参考。



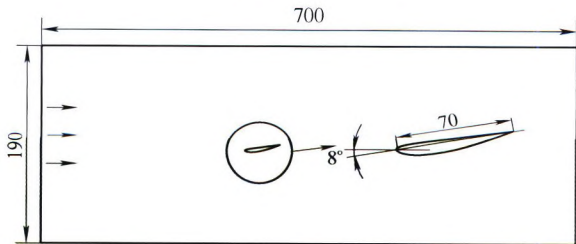
摘要：建立列车空调动态负荷模型，采用反应系数法计算列车围护结构逐时导热量，采用热平衡法计算辐射换热得热量，计算我国列车总体“四纵四横”线路同一发车时间列车逐时动态负荷，并对八条线路的结果进行分析比较，列车动态负荷变化趋势与室外温度变化趋势一致，准确采集列车行驶过程中的气象参数有助于空调系统的匹配和控制。通过焓差试验测试方法获得列车单元式空调系统随不同室外工况变化的 EER 曲线，根据 EER 曲线结合“四纵四横”动态负荷计算列车空调逐时能耗，计算“四纵四横”各行车区间压缩机负载比例，最后给出列车空调在线运行控制策略。结论是：我国“四纵四横”线路列车空调可根据峰值的不同选择两类制冷量大小的空调系统(32 kW 和 23 kW)；同一线路中的不同行车区间的空调负荷最大差值为 16 kW，与定频模式相比，在线控制模式有效降低了列车空调耗电量，在上述线路和行车时间范围内，全国“四横四纵”行车线路空调最大节电率为 30.4%。

170 涂层对绕水翼云状空化的运动特性及动力特性影响的试验研究

郝加封 张敏弟 付细能

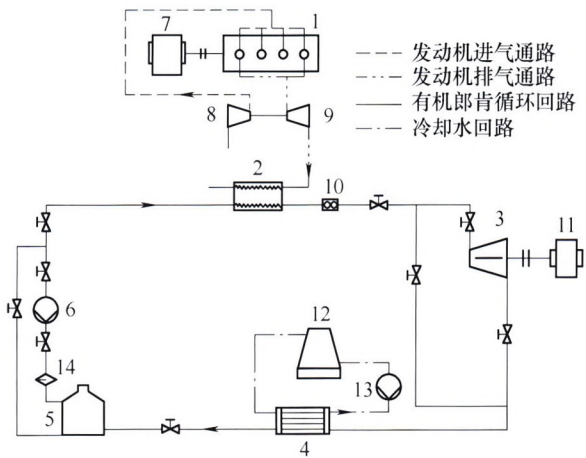


(a) 安装实物图

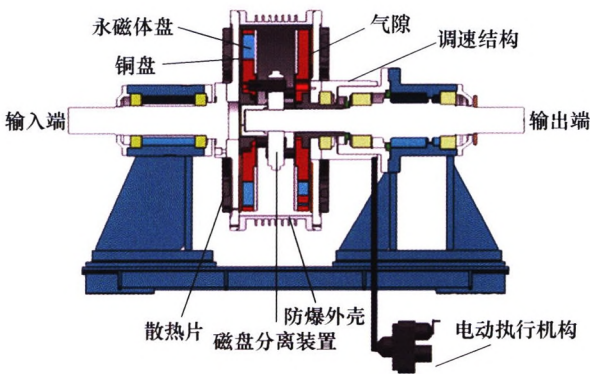


(b) 安装示意图

摘要：采用多种试验技术方法讨论了不同涂层水翼云状空化的空穴形态、运动特性和动力特性。三种涂层分别为光滑环氧涂层(模型 A)、光滑氟碳涂层(模型 B)和表面粗糙氟碳涂层(模型 C)。研究表明：① 涂层的粗糙度和材质共同影响绕水翼云状空化流动特性；② 不同涂层水翼的空穴形态不同：附着在模型 A 的空穴厚度更小，空穴长度随时间变化更快，空穴脱落周期更短。且模型 A 透明空穴区透明性更好，变化范围最小，模型 B 其次，模型 C 最大。③ 涂层影响云状空化运动特性：绕不同涂层水翼的局部低速区和涡量区位置的各不相同导致透明空泡堆积位置也不同，局部正涡量区位置的不同导致出现旋涡水汽混合区位置的差异，模型 A 的旋涡水汽混合区位置距离水翼头部最近，B 其次，C 最远；④ 与粗糙度相比，涂层材质对绕水翼云状空化的动力特性影响更为明显。不同涂层水翼升力系数急剧下降区不同，升力的主导频率也不同，但与云空化流动结构中空化的变化周期相一致，此外绕模型 B 空穴转变为云状空化的空化数比模型 A、C 的要小，因此模型 B 涂层能够抑制云状空化发生。



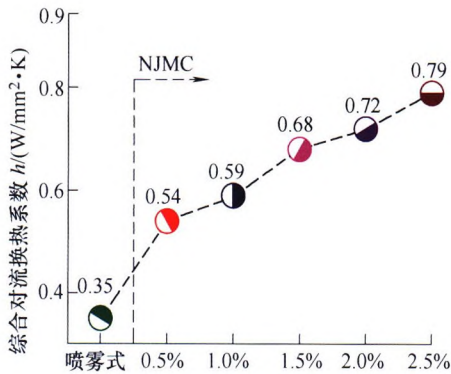
摘要：由于有机朗肯循环的热效率相对较低，冷凝过程放热量大，冷却水耗功对系统性能的影响较大。研究中考虑冷却水循环，定义水泵耗功比为冷却水耗功与循环功的比值，对有机朗肯循环的系统性能进行热力学分析，研究了冷却水耗功模型中重要参数的影响规律。研究结果表明：提高蒸发温度，水泵耗功比下降；提高冷凝温度，水泵耗功比增大。环境温度为 20 ℃和冷却水初温为 25 ℃时，冷凝器有最小的不可逆损失 19.03 kW，系统有最小的不可逆损失为 140.32 kW。冷却水温升对水泵耗功比的影响显著，冷却水温升减小，水泵耗功比非线性下降；提高水泵扬程，水泵耗功比线性增大。冷却水温升小于 8 K 或水泵扬程大于 15 m，水泵耗功比大于 5%，冷却水耗功对系统净输出功率的影响不能忽略。



摘要：矿用磁力耦合器具有效率高、传递可靠等优点，广泛应用于煤机装备传动领域。但耦合器关键部件耐热性能差，影响耦合器寿命，对其进行温度场研究十分必要。针对研究较少的区别于框架式磁力耦合器的矿用封闭式大功率磁力耦合器温度场散热系数计算难的问题，提出一种区别于传统转速代入经验公式计算散热系数的方法，即基于流固耦合速度场计算散热系数进而分析耦合器温度场的方法，并进行三维温度场数值模拟，得到耦合器温度场分布，可适用于不同耦合器散热表面。并以 160 kW 耦合器为例进行试验验证，深入分析了耦合器表面不同位置、不同输入扭矩下耦合器温度变化规律：随时间进行，温度呈先增加后稳定趋势，稳定时即达到热平衡状态；输入扭矩增大时，温升加快，稳定温度也相应升高；扭矩值每增加 10 N·m，最终稳定温度增加 15 ℃左右。最终，通过数值模拟数据与试验数据对比分析，误差为 2%~3%，验证了所提方法的正确性，对指导耦合器控制系统温度保护设计与散热结构优化具有重要意义。

194 骨外科纳米粒子射流喷雾式微磨削温度场理论分析及试验

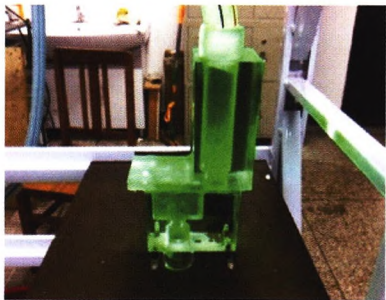
杨 敏 李长河 张彦彬 王要刚 李本凯 李润泽



摘要：温度过高是目前临床神经外科骨磨削的技术瓶颈，纳米粒子射流喷雾式冷却 (nanoparticle jet mist cooling, NJMC)是解决磨削热损伤的有效措施。建立最大未变形切屑厚度模型及热流密度模型，采用数理统计的方法建立 NJMC 条件下的对流换热系数模型，并进行喷雾式和 NJMC 条件下的骨微磨削温度场的数值仿真研究。结果表明：骨表面温度随纳米粒子体积分数的增大而减小。利用与人骨力学性能最相近的新鲜牛股骨密质骨进行微磨削试验，结果显示，以喷雾式冷却 (32.7℃)作为对比试验，采用纳米粒子体积分数 0.5%、1%、1.5%、2%、2.5% 的纳米流体测得的表面温度分别降低了 14.1%、17.1%、19.6%、22.9%、33.3%，验证了骨表面温度随纳米粒子体积分数的增大而减小的规律。理论分析与试验结果高度吻合，验证了理论建模的正确性。将机械加工技术用于医疗康复，旨在为降低神经外科临床骨磨削温度提供一种有效方法。

204 轴向柱塞泵配流分析用湍流模型探析

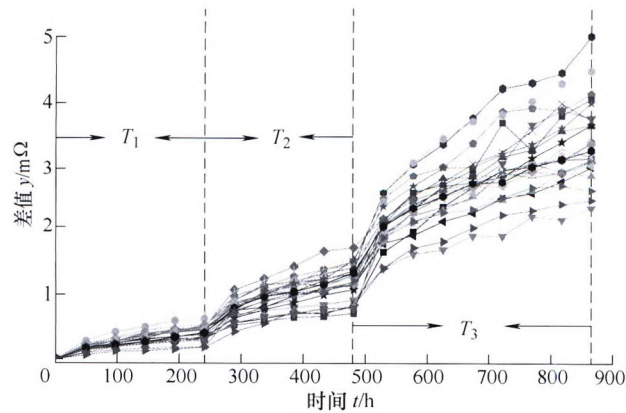
张 晋 龚学知 胡建军 权凌霄 哈 良 孔祥东



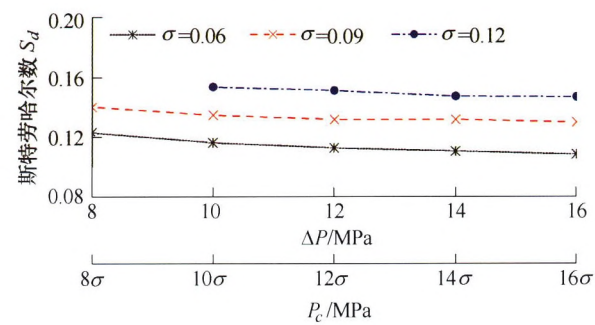
摘要：流量脉动是衡量柱塞泵性能的重要指标之一，测试系统较为复杂，采用理论手段准确分析柱塞泵流量脉动成为专家研究的热点。针对柱塞泵内部流动状态比较复杂且其内部流场模拟没有通用湍流模型的情况，建立单柱塞-配流盘结构的机理模型，分别采用标准 $k-\epsilon$ 模型、Realizable $k-\epsilon$ 模型、RNG $k-\epsilon$ 模型、标准 $k-\omega$ 模型、S-A 模型和层流模型对单柱塞-配流盘机理模型进行三维数值模拟，并与 PIV 试验结果进行对比分析。通过分析其涡系形态、流速、入射角度、压降及流量等特征，确定柱塞泵单柱塞-配流盘机理模型数值模拟最佳湍流模型。对模拟效果较好的标准 $k-\epsilon$ 模型进行系数修正，进一步提高模拟精度，得到的计算模型为柱塞泵流量分析提供了理论基础。

212 基于加速因子不变原则的加速退化试验优化设计

王浩伟 周 源 滕 飞 盖炳良



摘要：加速退化试验广泛用于退化失效型产品的可靠性评估，为提高试验效费比，加速退化试验的优化设计理论与方法成为了研究热点。为进一步推动相关理论与方法发展，以 Wiener 退化模型及步进温度应力加速退化试验为具体背景，提出基于加速因子不变原则的加速退化试验优化设计方法。根据加速因子不变原则推导 Wiener 退化模型的各参数是否与加速应力相关，从而客观建立加速退化模型并得到加速因子的解析式；为使产品在加速应力下的失效机理与额定应力下的失效机理尽可能一致，推导出加速因子的渐进方差并将其作为优化目标函数构建试验方案优化的数学模型。提出包含 3 个连续步骤的组合法解析数学模型，并将算法程序化以提高解析效率。通过某型电连接器加速退化试验优化的实例应用，验证了所提方法的有效性 with 可行性。



摘要：风琴管射流自激频率的确定对于调制射流达到强烈的振荡冲蚀效果具有重要作用，而目前难以准确获得，主要原因在于斯特劳哈尔数 S_d 大小与射流参数、空化数及喷嘴结构参数等诸多因素有关。通过分析风琴管射流自激振荡机理，探讨了自激频率与空化数的关系；基于流体压力脉动信号检测法获取风琴管射流的时域信号及其频谱，并运用“三波共振”理论确定射流的自激频率，依据涡街理论推导出斯特劳哈尔数；通过试验分析环境围压、射流工作压力及射流空化数对自激频率的影响，获得斯特劳哈尔数与射流空化数的关系曲线；基于最小二乘法得到斯特劳哈尔数的拟合公式，建立不同工作压力及围压条件下射流自激频率的估算模型。试验结果表明，给定喷嘴结构条件下，斯特劳哈尔数受环境围压、射流工作压力影响，其取值主要由空化数确定。斯特劳哈尔数的取值范围以估算模型来代替，减少了选取斯特劳哈尔数的盲目性，提高了自激频率的理论计算精度。揭示了斯特劳哈尔数的影响因素及其变化规律，能为自振射流技术在深海领域的应用研究提供理论依据。

226 离心式压缩机试验中失速与喘振的识别



摘要：对离心式压缩机的试验来说，准确地识别出失速与喘振现象出现的具体时间、位置等信息非常重要。以某台带有叶扩压器的离心式压缩机为试验对象，利用多相位动态压力测试技术，对不同非稳定工况下压缩机内部叶轮通道、无叶区和扩压器喉部等不同径向位置处的动态压力进行同步提取。通过改变扩压器叶片角度，得到不同情况下失速与喘振现象的特征信息，从而对如何识别这两种典型非稳定流动现象进行分析和讨论，并提出一种基于混沌特性的判断指标，该指标可以衡量失速先兆和喘振波带来的压力波动变化中确定性成分所占的比重。经试验发现，该指标与压力的时域信号和标准差分析结果可以很好地相互对应，因而能对失速与喘振产生的时间和位置进行更准确地识别。

CONTENTS

1	Axial Piston Pump Fault Diagnosis with Teager Energy Operator Demodulation Using Improved Clustering-based Segmentation and L-Kurtosis
	GAO Qiang Xiang Jiawei Tang Hesheng
11	Research on Shape Adaptive Thickness On-machine Measurement Using Ultrasonic
	LIU Haibo LIAN Meng ZHOU Lianjie YING Yangwei WANG Yongqing
18	Method for Determining Weight Coefficient of Unequal Precision Measurement Results
	HUANG Fugui YE Ruifang CUI Changcai ZENG Xianbiao ZHAO Baosheng
23	Experimental Research on Defect Detection of Laser-induced Lamb Waves Based on Wavenumber Analysis
	LIU Zenghua FENG Xuejian CHEN Honglei HE Cunfu WU Bin
33	Compressed Sensing of Ultrasonic Phased Array Signal in Turbine Disc Rims Inspection Based on Greedy Algorithms
	BAI Zhiliang CHEN Shili JIA Lecheng ZENG Zhoumo
42	Supercritical Fluid Assisted Microcellular Injection Molding and the Melt Foaming Behaviors
	DONG Guiwei ZHAO Guoqun GUAN Yanjin WANG Guilong HOU Junji WU Hao
49	Characterization of Stress-strain Relationship of Tailor Rolled Blank's Thickness Transition Zone
	ZHANG Sijia LIU Xianghua LIU Lizhong
55	Analysis of Influence Factors and Multivariable Regression Prediction of Penetration for Automatic GMAW
	MA Ke XUE Long HUANG Junfen HUANG Jiqiang ZOU Yong JIANG Tiansheng
62	Effect of Cooling Rates and Heat Treatment on the Structure and Properties of Al-8Ca
	ZHAO Yuhua MAN Jiale LIU Yulin LU Wanwan
68	Finite Element Numerical Simulation on Thermo-mechanical Coupling Behavior in Shape Memory Alloy Pipe Connection
	KANG Zetian ZHOU Bo XUE Shifeng
76	Fatigue Crack Growth Rate Curve Based on the CJP Model and Its Application Method
	YANG Bing JAMES M N
85	Experiment and Nonlinear Modeling on Tire Dynamic Characteristics of Three Directional
	LI Shaohua ZHOU Junwei ZHANG Zhida
97	Nonlinear Vibration Analysis of Locomotive Rotor System
	YANG Liu YANG Shaopu WANG Jiujian LIU Yongqiang

105 Lane Keeping Coordination Control Based on Parameter-varying Artificial Potential Field
WANG Qidong WEI Zhenya CHEN Wuwei TAN Dongkui XIE Youhao

115 Analysis of Piezoelectric Ring Finite Difference Simulation with Dynamic Stiffness Control
WANG Lei DENG Zongquan WU Lianmei WANG Haodi

123 Experimental Study on the Influence of the Third Medium on the Wheel/rail Maximum Static Friction Coefficient
ZHANG Jun WANG Xueping MA He

129 Robust Trajectory Tracking Control of Autonomous Vehicles Based on Conditional Integration Method
ZHANG Renxie XIONG Lu YU Zhuoping BAI Manfei FU Zhiqiang

140 Structural Pattern Evaluation Method for EMU Bogie Frames
WANG Jianbin SONG Ye WU Pingbo

146 Scale-resolving Simulation of Thermal Flow and Accurate Performance Prediction in Hydrodynamic Torque Converter
LIU Chunbao LI Jing XU Zhixuan MA Wenxing

154 Study on Thermal Performance of the New Stratospheric Airship in Floating Process
SHI Hong ZHANG Tong GAO Zhigang PEI Houju FENG Yi QIAN Xiaohui
SHEN Jiubing DING Yuanyuan

162 Dynamic Load Calculation and Energy Conservation Strategy Study for “Four Vertical and Four Horizontal” High-speed Rail Air Conditioner
LI Chong WU Jianghong JIANG Feng

170 Experimental Study of Coatings’ Effect on Kinetics and Dynamics in Cloud Cavitating Flows
HAO Jiafeng ZHANG Mindi FU Xineng

180 Thermodynamic Analysis of an Organic Rankine Cycle with Cooling Water Power Consumption Considered
ZHU Yilin LI Weiyi SUN Guanzhong

187 Temperature Field of Mining Assisted Cooling High-power Magnetic Couplings
WANG Lei JIA Zhenyuan ZHU Yuqin LIU Hao ZHANG Li

194 Theoretical Analysis and Experimental Research on Temperature Field of Microscale Bone Grinding under Nanoparticle Jet Mist Cooling
YANG Min LI Changhe ZHANG Yanbin WANG Yaogang LI Benkai LI Runze

204 CFD Analysis of the Turbulence Model Adopted in Distribution Process in Axial Piston Pump
ZHANG Jin GONG Xuezhi HU Jianjun QUAN Lingxiao HA Liang KONG Xiangdong

212 Optimal Design of Accelerated Degradation Test Based on Acceleration Factor Constant Principle
WANG Haowei ZHOU Yuan TENG Fei GAI Bingliang

220 Self-excited Frequency Estimation Model of Organ-pipe Waterjet under Confining Pressure
PAN Yan CAI Tengfei MA Fei QIU Linbin CUI Lihua

226 Identification of Stall and Surge in Centrifugal Compressor Experiments
XUE Xiang WANG Tong

《机械工程学报》第十届编委会

荣誉主任

王补宣 (院士) 路甬祥 (院士) 潘际銮 (院士)

荣誉委员

王玉明 (院士) 王先逵 (教授) 石治平 (研高) 叶声华 (院士) 宁汝新 (教授) 过增元 (院士)
刘 飞 (教授) 刘人怀 (院士) 刘大响 (院士) 刘友梅 (院士) 关 桥 (院士) 杨叔子 (院士)
林尚扬 (院士) 周孔亢 (教授) 柳百成 (院士) 钟 掘 (院士) 钟秉林 (教授) 闻邦椿 (院士)
徐金梧 (教授) 徐滨士 (院士) 郭孔辉 (院士) 温诗铸 (院士) 谢友柏 (院士) 熊有伦 (院士)
潘健生 (院士)

主 任

钟群鹏 (院士)

副 主 任

王文斌 (编审) 王国彪 (教授) 陈学东 (院士) 陈超志 (研高) 黄 田 (教授) 雒建斌 (院士)
MCCARTHY J Michael (教授)

国内委员

丁 汉 (院士) 王 雪 (教授) 王田苗 (教授) 王立平 (教授) 王庆丰 (教授) 王时龙 (教授)
王树新 (教授) 王祖温 (教授) 王润孝 (教授) 孔祥东 (教授) 邓宗全 (院士) 卢秉恒 (院士)
史铁林 (教授) 付铭旺 (副教授) 仪垂杰 (教授) 吕 明 (教授) 刘 强 (教授) 刘少军 (教授)
刘宏民 (教授) 刘献礼 (教授) 刘德顺 (教授) 孙汉旭 (教授) 严新平 (教授) 李大勇 (教授)
李永堂 (教授) 李圣怡 (教授) 李杨民 (教授) 李荣彬 (教授) 李荣德 (教授) 李剑峰 (教授)
杨华勇 (院士) 杨兆军 (教授) 杨兆建 (教授) 何存富 (教授) 张 峥 (教授) 张士行 (教授)
张义民 (教授) 张宪民 (教授) 张湘伟 (教授) 陈 新 (教授) 陈 鹰 (教授) 陈绍彰 (教授)
陈朝阳 (教授) 邵新宇 (教授) 苑世剑 (教授) 苑伟政 (教授) 范光照 (教授) 林忠钦 (院士)
周祖德 (教授) 项昌乐 (教授) 赵 继 (教授) 赵 韩 (教授) 赵丁选 (教授) 胡正寰 (院士)
钟志华 (院士) 姚振强 (教授) 秦大同 (教授) 袁巨龙 (教授) 袁寿其 (教授) 耿荣生 (教授)
贾振元 (教授) 顾佩华 (教授) 徐西鹏 (教授) 高咏生 (教授) 高金吉 (院士) 郭万林 (院士)
郭东明 (院士) 黄明辉 (教授) 黄洪钟 (教授) 梅雪松 (教授) 葛世荣 (教授) 韩 旭 (教授)
曾 攀 (教授) 谢建新 (院士) 雷源忠 (研究员) 廖运炫 (教授) 谭建荣 (院士) 谭援强 (教授)
翟婉明 (院士) 黎 明 (研究员) 檀润华 (教授)

国外委员

ALGIN Vladimir (白俄罗斯)	CAO Dongpu (英国)	CAVALLUCCI Denis (法国)
CECCARELLI Marco (意大利)	CHEN Ye-Hwa (美国)	CHEN Yongkang (英国)
CHEN Yubao (美国)	CHENG Harry H (美国)	CHENG Kai (英国)
CHETWND Derek G (英国)	CHIU George (美国)	DAI Jiansheng (英国)
DEAN Trevor Anthony (英国)	DONG Zuomin (加拿大)	FATIKOW Sergej (德国)
FENG Yuntian (英国)	FLEWITT Peter E J (英国)	GAO Wei (日本)
GE Qiaode Jeffrey (美国)	GIOVANOLA Jacques (瑞士)	GOGU Grigore (法国)
GU Fengshou (英国)	GUO Yuebin (美国)	HAGIWARA Ichiro (日本)
HUANG Yong (美国)	HUANG Han (澳大利亚)	IWATSUKI Nobuyuki (日本)
JAUREGUI Juan Carlos (墨西哥)	Wallaschek Jörg (德国)	LI Dongyang (加拿大)
LI Xiaoping (新加坡)	LIM Teik Chin (美国)	MORGAN Michael (英国)
PARK Jong-Kweon (韩国)	SINAPIUS Michael (德国)	SU Chunyi (加拿大)
SU Daizhong (英国)	TIAN Guiyun (英国)	WANG Jun (澳大利亚)
XUE Deyi (加拿大)	YANG Lianxiang (美国)	YE Lin (澳大利亚)
ZHANG Bi (美国)	ZHANG Chun(Chuck) (美国)	ZHANG Hongchao (美国)
ZHANG Liangchi (澳大利亚)	ZHAO Xudong (英国)	ZHOU Libo (日本)
ZUO Mingjian (加拿大)		

