

机械工程学报®

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

特邀专栏：高性能塑性成形制造（上）

客座主编：詹梅

客座编辑：李宏伟 赵朋 闵峻英



58卷 **16**期 半月刊
2022年8月刊

特邀专栏

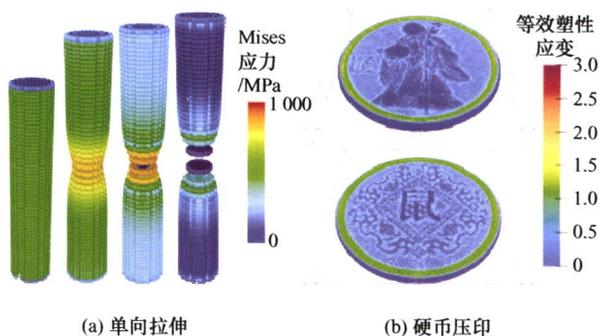
高性能塑性成形制造(上)

客座主编: 詹梅 教授(西北工业大学)
客座编辑: 李宏伟 教授(西北工业大学)
赵朋 教授(浙江大学)
闵峻英 教授(同济大学)
策划编辑: 田旭(《机械工程学报》编辑部)

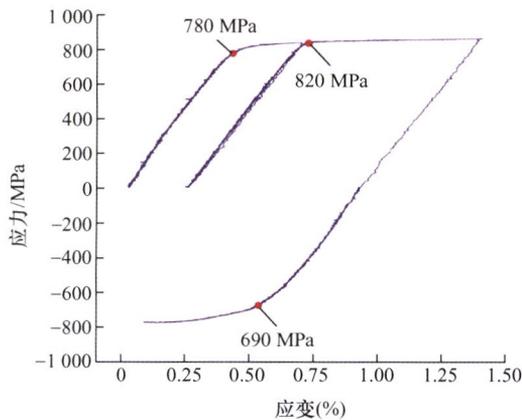
1 “高性能塑性成形制造”特邀专栏序言

2 塑性成形快速数值仿真方法的研究进展

詹梅 董赟达 翟卓蕾 樊晓光 石志鹏 安强

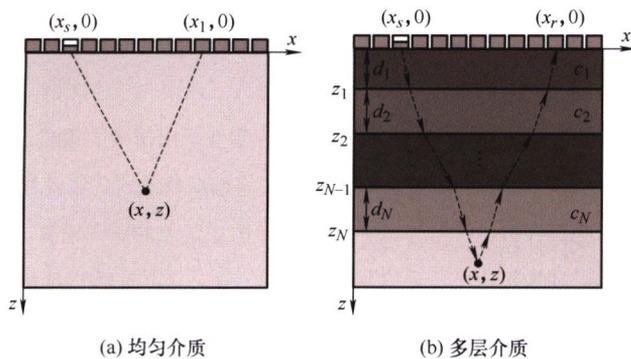


摘要: 精确高效的数值仿真预测模型是塑性成形技术向数字化、智能化发展的关键技术之一。为实现大型复杂构件先进塑性成形工艺研究的实时化, 形成了大规模离散模型精简/降维、求解器算法改进与高性能并行计算三种高效仿真方法, 从降低模型规模、加速/省略仿真中的耗时流程与提升算法的设备使用效率三方面提速。围绕这三方面, 综述网格密度动态控制方法与多种实用壳单元对模型规模缩减的策略, 介绍机器学习、物质点法与虚拟元法等创新算法对仿真流程的优化, 并讨论并行算法在同构与异构平台上的研究进展。通过对高效仿真方法研究现状的整理, 评估了其在塑性成形数值仿真领域中应用前景, 并展望了该领域未来可能的发展趋势。



摘要: 用于高温高压深井的油管特殊螺纹连接受到包括轴向拉伸-压缩和径向内-外压的复杂循环载荷作用。复杂循环载荷会造成油管特殊螺纹在连接处出现局部的弹塑性变形, 加剧了油气泄漏问题导致的安全事故、资源浪费与环境污染等风险。因此, 揭示复杂循环载荷条件对油管特殊螺纹连接变形的影响规律, 已成为油气井工程领域亟须解决的热点问题。油管特殊螺纹连接马氏体型不锈钢在循环加载条件下表现出明显的拉压不对称屈服和包辛格效应, 为此, 建立考虑拉压不对称各向异性的 Reduced Cazacu-Barlat J2-J3(J2-J3)屈服准则和考虑包辛格效应的 Armstrong-Frederick(A-F)随动强化模型, 对特殊螺纹连接在循环加载下的变形情况进行仿真分析。结果表明, 内部压力是造成特殊螺纹接头出现高接触应力峰值和塑性形变积累的主要原因, 油管内部循环压强造成的包辛格效应对于油管特殊螺纹连接变形产生较大影响; 轴向的拉伸压缩循环载荷仅驱动螺纹处局部出现塑性变形, 包辛格效应的影响不明显; 前几周次循环加载中包辛格效应显著影响油管特殊螺纹连接的变形, 但并未造成的密封接触强度显著下降, 能够满足接头密封完整性要求。

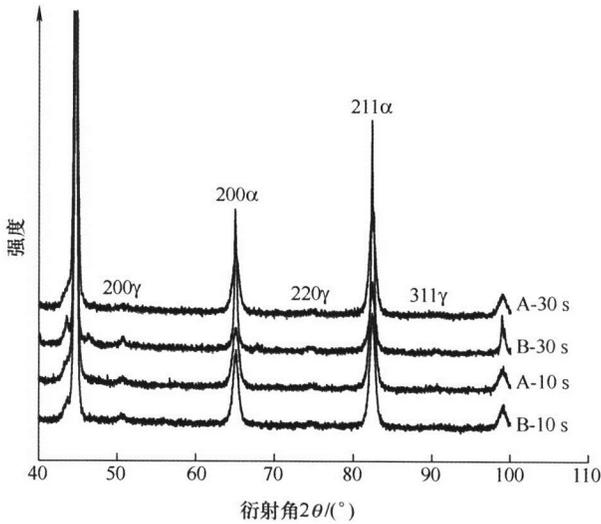
33 高性能聚合物注射成型构件超声相控阵高效成像方法研究



摘要: 注射成型是高性能聚合物构件成形的最主要手段, 但高性能聚合物的成形温度高且导热性差, 非均匀壁厚构件常因收缩不一致而产生内部缩孔缺陷, 显著影响构件性能。提出面向内部缩孔检测的超声相控阵相位偏移高效成像新方法(Fast phase shift migration, FPSM), 将全矩阵数据转换到频率波数域, 采用频率与深度方向波数间的映射关系直接计算待测区域的波场, 无需耗时的递归计算, 并运用爆炸反射成像条件实现高质量成像。仿真试验和实际试验结果表明, 与现有 3 种超声相控阵成像方法相比, FPSM 方法显著提高了成像效率, 其成像时间在直接测量和楔块辅助测量下分别为相位偏移法的 1/30 和 1/20, 并且 FPSM 方法也具有较高的成像分辨率。同时, 高性能聚合物注射成型样条内部缩孔的 FPSM 成像结果与 CT 扫描结果基本一致。

43 超高强度钢的短流程热成形工艺及其微观组织演化

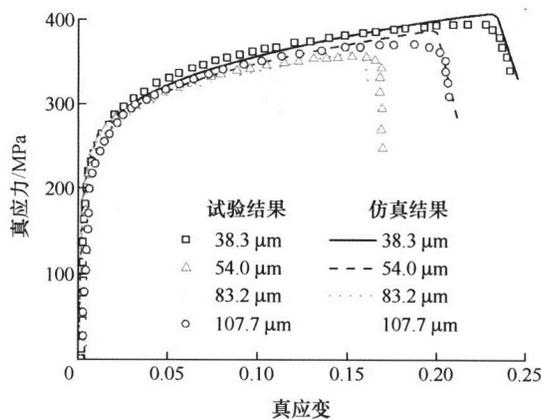
侯泽然 王建锋 卢琦 闵峻英 何志康 张显 汪锦成 林建平



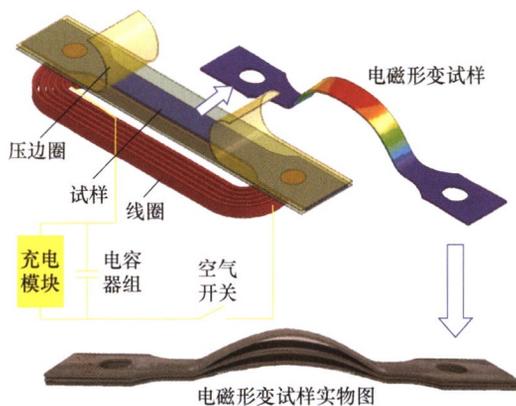
摘要: 在降碳和安全的大背景下, 汽车用超高强度钢的发展面临新的挑战。通过改变冷轧板的退火工艺, 将退火组织转化为马氏体, 可大幅提高热成形过程中材料完全奥氏体化的效率, 从而缩短热成形所需的总加热时间。基于此, 将新材料和新工艺相结合, 提出了短流程热成形工艺。以免镀层热成形钢为例, 研究了短流程热成形工艺下钢的微观组织演化及力学性能。结果表明, 初始组织为马氏体和碳化物的免镀层钢, 以 $100\text{ }^\circ\text{C/s}$ 加热至 $930\text{ }^\circ\text{C}$, 保温 30 s 以内可实现完全奥氏体化, 并获得马氏体和 $3\%\sim 5\%$ 残余奥氏体的混合组织, 且最终材料具备较高的强韧性, 其抗拉强度可达 $1\ 578\text{ MPa}$, 伸长率为 7.8% 。由此, 热成形所需的总加热时间可缩短至 1 min 以内, 相比传统硼钢板热成形工艺所需的 5 min 加热时间, 短流程热成形新工艺在保证零件强韧性的同时将总加热时间缩短了 80% 以上, 可有效助力节能降碳。

51 钛板微成形断裂尺度效应及细观损伤准则

徐竹田 孙磊 姜天豪 彭林法 来新民



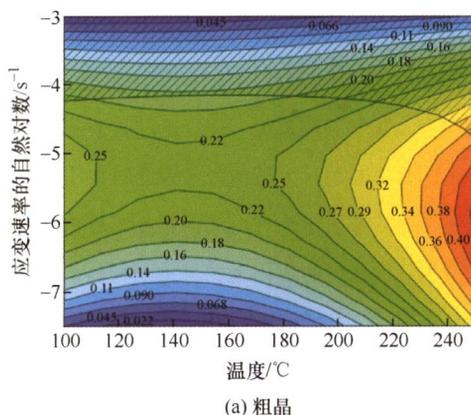
摘要: 设计开展了钛薄板拉伸断裂的尺度效应试验, 发现随着晶粒增大, 延伸率、断裂极限应力均显著下降。通过扫描电镜对断面进行观测发现, 随晶粒增大断面由典型密集韧窝断面向河流状解理断面转变。这是由于小晶粒条件下晶界密度高、位错在晶界处堆积对裂纹屏蔽作用显著, 裂纹不易扩展; 随晶粒增大, 位错屏蔽作用减弱、裂纹更容易发生扩展, 导致断裂应力及延伸极限降低, 裂纹迅速扩展形成河流状断面。为描述钛薄板断裂尺度效应, 考虑晶粒大小对位错屏蔽作用的影响, 建立考虑该物理机制的损伤扩展失效准则, 描述了晶粒增大、位错屏蔽作用减弱导致的损伤扩展加剧。通过与试验结果对比, 发现该准则能够预测钛薄板断裂尺度效应并反映其细观机理。



摘要: 为解决高性能铝锂合金构件的成形难题,提出了电磁形变复合热处理(Electromagnetic deformation combined with heat treatment, ET)工艺,研究了 ET 工艺下 2195 铝锂合金的力学性能优势及微观组织演变机理。ET 工艺流程为:固溶淬火-电磁形变-人工时效。相比于传统形变热处理(Traditional thermomechanical heat treatment, TMT), ET 工艺的形变方式为具有成形极限高、贴模性佳以及表面质量优越优势的电磁形变。研究发现,ET 试样的力学性能优势在于屈服比低、加工硬化能力强。ET 试样的抗拉强度达到 $612.3 \text{ MPa} \pm 2.4 \text{ MPa}$, 伸长率达到 $11.7\% \pm 0.2\%$, 屈服比为 86.9%。相比于 TMT 试样, ET 试样的屈服比降低了 7%, 即 ET 工艺得到的构件服役过程发生屈服后仍有更多的应力增加余量才达到失效状态,有利于构件的可靠服役。此外,在塑性变形阶段,ET 试样的应变硬化率更高,为 TMT 试样的两倍,表明 ET 试样的加工硬化能力更好。通过织构及斯密特因子分析,揭示了 ET 试样加工硬化能力更高的机理。研究发现,ET 试样的(110)//RD 织构体积分数更高,且斯密特因子更小,表明 ET 试样在塑性变形过程中的后续变形程度更大且变形抗力更大。通过断口分析,发现 TMT 和 ET 试样都呈现出晶间断裂和穿晶断裂共存的混合型断口,存在局部韧窝形貌;ET 试样的断口形貌中韧窝所占面积较大,与 ET 试样塑性较高的结果相吻合。

68 超细晶镁合金电流辅助微拉伸变形行为研究

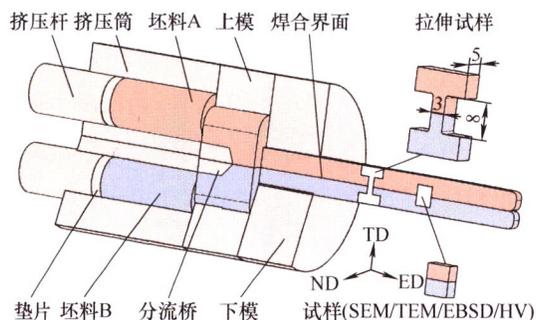
虞钧 陈万吉 徐杰 单德彬 郭斌



摘要: 针对传统粗晶镁合金材料塑性差、成形精度低的问题,提出了超细晶镁合金电流辅助微成形新方法。利用高压扭转技术制备了平均晶粒尺寸约 110 nm 的超细晶 AZ31 镁合金,分别对粗晶和超细晶镁合金材料进行了电流辅助微拉伸变形行为研究,发现电流辅助下材料的流动应力明显降低,且相同条件下超细晶镁合金的抗拉强度较低,而伸长率较高。粗晶试样和超细晶试样的断口形貌明显不同,粗晶镁合金的变形不均匀,韧性断裂后产生局部熔断;超细晶镁合金变形均匀,从试样外表面形成裂纹后产生整体熔断。在此基础上,绘制了超细晶镁合金电流辅助微成形热加工图,结果表明,超细晶镁合金功率耗散效率更高,成形性能明显优于粗晶镁合金。

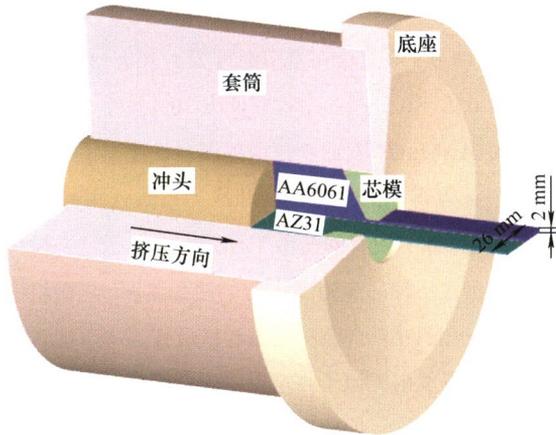


摘要：针对 TiAl 合金热塑性变形困难的问题，通过 Gleeble-3800 型热力模拟试验机，研究了新型三相 Ti-40Al-6V-1Cr-0.3Ni 合金在变形温度为 1 100~1 225 ℃、应变速率为 0.01~0.5 s⁻¹、工程应变为 70%条件下的热变形行为。采用 Arrhenius 双曲正弦函数模型推导出了该合金的本构方程，计算得出其热激活能和应力指数分别为 464.74 kJ/mol 和 2.50，低于现有的变形 TiAl 合金。基于动态材料模型建立了合金在工程应变为 70%时的热加工图。显微组织分析结果表明三相 TiAl 合金在高温和低应变速率下能进行充分的再结晶，表现出类似于高层错能合金的特征，同时由于 V、Cr 两种 β 相稳定元素的加入，拓宽了合金的热加工窗口。β 相在高温变形过程中缓解加工硬化方面起到重要作用，其充分的再结晶和相变分解是缓解应力集中的主要方式，同时其作为高温润滑剂缓解晶界和相界处的应力，协调高温难变形 α 相的变形，改善了材料的热塑性变形能力。根据热加工图和显微组织特征，提出合适的热变形工艺参数，并成功地应用于 TiAl 合金的近等温无包套锻造。



摘要：利用真空热压烧结制备了 Si₃N₄ 颗粒增强铝基复合材料，进而基于分流共挤方法，分别实现了 Si₃N₄/Al 复合材料与 1060、6063 和 7A99 铝合金的连接。研究了异种金属型材的焊合界面、晶粒形貌和微观织构，明确了挤压温度和微观织构对力学性能的影响规律。结果表明：Si₃N₄/Al 复合材料与铝合金的连接界面处无裂纹、孔洞和杂质等缺陷，焊合质量良好。Si₃N₄/Al 复合材料在挤压过程中发生了部分动态再结晶，表现为拉长的条状晶粒和细小等轴晶，再结晶分数和晶粒尺寸随挤压温度的升高均有所增大。Si₃N₄ 颗粒的引入导致了粒子激发形核机制，也促进了动态再结晶的发生。不同铝合金经过挤压后的晶粒形貌差别明显，随着挤压温度的升高，1060 和 7A99 铝合金发生了较为完全的动态再结晶，而 6063 铝合金则发生了晶粒异常长大。此外，异种金属型材中普遍存在强度较高的轧制织构以及一些强度较弱的再结晶织构。Si₃N₄/Al 与 7A99 铝合金连接时，极限抗拉强度最高，但伸长率最低，而与 1060 铝合金连接时则表现出相反趋势。

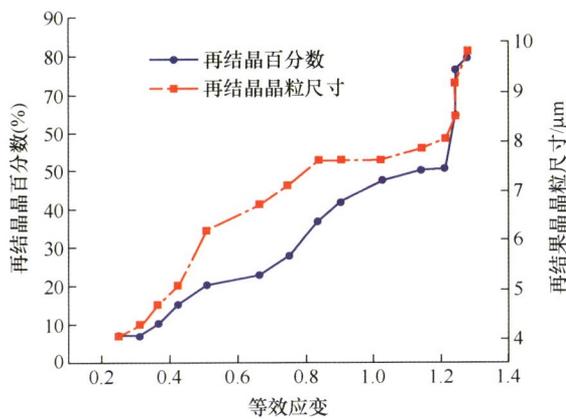
于涛 李峰 高磊 杜华秋 王野



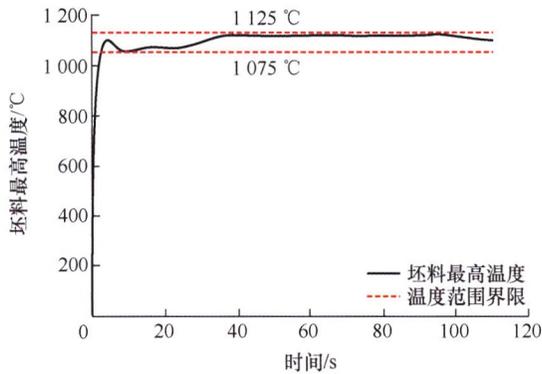
摘要:退火处理对异质连接构件的界面结构及组织均有重要影响,决定着连接强度及性能。研究利用挤压法成形的镁/铝合金厚向结合板的退火工艺,研究结果表明,退火处理使过渡层由单层转变为双层结构,由 $\gamma\text{-Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 亚层和 $\beta\text{-Al}_3\text{Mg}_2$ 亚层所组成。退火温度为 $250\text{ }^\circ\text{C}$,过渡层随时间延长由 $20\text{ }\mu\text{m}$ 平缓增长到 $30\text{ }\mu\text{m}$,镁侧基体晶粒尺寸一直增大至 $11.73\text{ }\mu\text{m}$;退火时间为 1 h ,过渡层随温度增加由 $15\text{ }\mu\text{m}$ 激增长到 $45\text{ }\mu\text{m}$;镁侧基体组织晶粒尺寸则呈现先减小后增大的生成趋势。而且,低温短时退火会使界面结合强度有所增加,约达 60 MPa ,但随着退火温度的增加和退火时间的延长,界面结合强度和显微硬度均有所下降,为高性能镁/铝合金厚向结合板挤压成形制造提供了理论基础和科学指导。

110 基于 LAM 技术研究 GH4742 合金热力耦合作用下显微组织演变

张文文 刘鑫刚 李海柱 贺旖旎 柯雨蛟 秦鹤勇 田强



摘要:晶粒尺寸控制对于金属材料获得优异的力学性能至关重要,尤其是析出相含量较高的镍基高温合金,热变形和固溶处理时,再结晶、晶粒长大过程中析出相与晶粒的相互作用复杂。此外,传统小试样热压缩模拟方法无法满足研究需求。以 GH4742 合金为研究对象,通过较大尺寸双锥试样在变形温度 $1080\text{ }^\circ\text{C}$ 、压下速度 5 mm/s 、最大压下量 60% 的热变形及固溶试验,结合 EBSD 大面积拼接技术的全域晶体学表征,研究截面整体晶粒演化规律。结果表明,热变形过程中 GH4742 晶粒尺寸演化由非连续动态再结晶主导,且与应变储能相关性较大,并受到析出相钉扎的抑制作用。当钉扎力一定时,晶粒取向的不同导致再结晶驱动力存在差异,再结晶形核和长大呈现不均匀分布。由于析出相的钉扎作用及位错亚结构的均匀化,亚固溶处理过程中再结晶形核和长大过程受到抑制,仍存在较多变形晶粒。过固溶处理后晶粒尺寸分布均匀,平均晶粒尺寸为 $232\text{ }\mu\text{m}$ 。

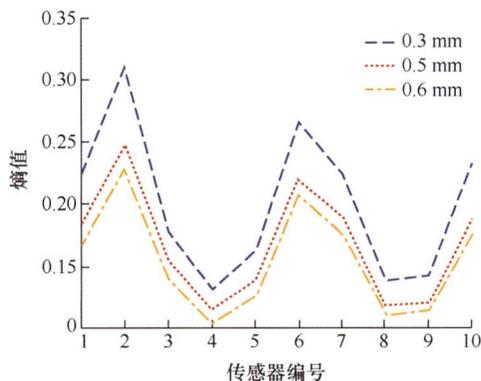


摘要: 提出一套可以控制电锻过程晶粒匀细化的方法, 首先从 Ni80A 镍基超合金热加工图识别出晶粒细化稳健变形参数区间并初步规划电锻工艺参数加载路径; 构建晶粒尺寸和晶粒分布不均匀度双目标控制函数, 建立电锻成形电-热-力多场、变形-晶粒多尺度动态耦合有限元模型; 开展模拟夹持长度、砧子后退速度、锻粗缸速度和加热电流等不同电锻决策变量的加载方案, 构建双目标与电锻决策变量的响应关系; 基于 NSGA-II 遗传算法求解获得四项决策变量对双目标交互作用的最优折中解方案。结果表明, 根据最优折衷解模拟得到的晶粒尺寸及其分布不均匀度分别为 29.95 μm 和 6.52 μm , 双目标值相较于优化前分别减小了 10.86% 和 14.90%。对中等规格气阀进行电锻工艺试验和组织表征, 电锻“蒜头”的晶粒尺寸在轴向、径向和 45°方向的模拟值与试验值之间的平均相对误差分别为 4.41%、1.39%和 5.68%, 验证了电锻成形晶粒匀细化控制方法的有效性。这套方法将为调控大规格气阀电锻成形晶粒匀细化提供一般方法。

/// 仪器科学与技术 ///

134 基于残差深度网络的高速列车车轮踏面擦伤智能检测

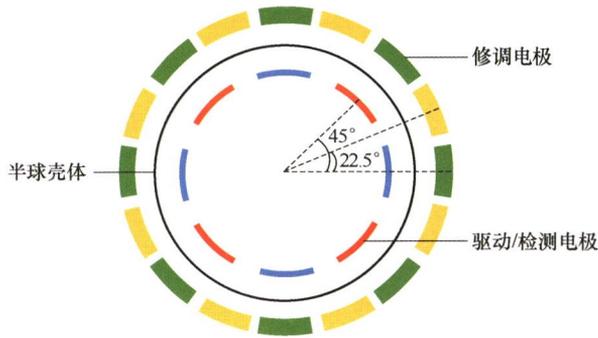
史红梅 张 钊 李建钊



摘要: 车轮踏面擦伤作为高速列车车轮最常出现的故障, 严重影响列车运行品质及运行安全。针对传统方法检测精度低且无法实时在线检测问题, 提出一种基于多传感器时频图像加权融合的残差深度网络车轮踏面擦伤检测算法。首先建立车辆-轨道垂向耦合模型和车轮擦伤故障模型, 求解模型计算列车车轮经过时不同位置钢轨处的振动加速度响应。利用样本熵分析实现对不同位置钢轨振动加速度数据的最优选择, 对选出的最优数据进行小波变换获得时频图。通过卷积神经网络对时频图进行特征智能融合, 进一步构建残差深度网络提取深层次融合的时频图像特征, 实现车轮踏面擦伤深度的识别。结果表明提出的算法在车轮踏面擦伤深度识别上优于单传感器方法和传统的机器学习方法, 平均准确度可以达到 99.38%。提高车轮踏面擦伤的检测精度并可实现实时车轮踏面擦伤在线检测。

145 全角模式半球谐振陀螺的阻尼误差修调与补偿技术研究

张勇猛 郭保琛 孙江坤 余升 肖定邦 吴学忠



摘要: 半球谐振陀螺具有精度高、可靠性好、抗干扰能力强等诸多优点,是最具性能潜力的哥氏振动陀螺之一。工作在力平衡模式下的半球谐振陀螺虽然具有极高的检测精度,但其动态性能受到控制系统的限制,难以充分发挥半球谐振陀螺性能优势。而工作在全角模式下的半球谐振陀螺兼具大量程和高动态范围,并且拥有稳定的标度因数,是未来发展的重点。然而,在全角模式下,高精度的半球谐振陀螺对其结构误差更为敏感,其加工过程中的结构不对称,尤其是阻尼不对称,将会对陀螺的测量精度产生严重影响。针对全角模式下阻尼误差的影响进行研究,提出全角模式下的谐振子阻尼修调方案,利用等效电阻尼降低了谐振子周向的阻尼不对称程度,并且设计了阻尼补偿方案,将陀螺阻尼误差引起的漂移由原先的 0.0316% 降低至了 0.0051% ,进一步提升了陀螺的测量精度。

153 交流电磁场和电磁超声复合无损检测技术研究

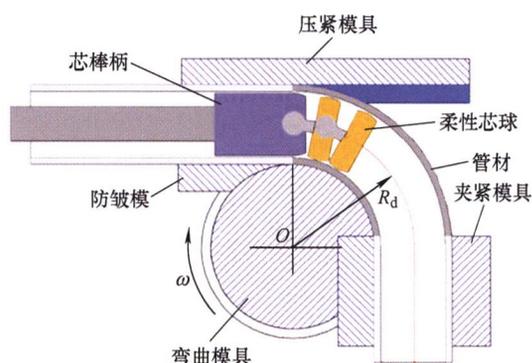
李伟 邵鑫宇 张伯莹 袁新安 殷晓康 杨伟超



摘要: 交流电磁场检测技术是一种灵敏度较高的表面缺陷无损检测技术,但受集肤效应制约难以实现亚表面缺陷检测。为实现表面和亚表面缺陷同时高灵敏度检出,提出一种交流电磁场和电磁超声复合无损检测方法,建立交流电磁场-电磁超声复合检测仿真模型,分析电磁声多物理场下表面及亚表面缺陷磁场畸变信号、超声回波信号与缺陷尺寸的量化关系,开发融合交流电磁场-电磁超声的复合无损检测试验系统,采用人工缺陷试块进行试验测试。仿真和试验结果表明:交流电磁场和电磁超声复合无损检测技术可实现铝板表面和亚表面缺陷高灵敏度检出和分类,提取的特征信号 B_x 、 B_z 、回波信号与缺陷尺寸存在量化对应关系,具备缺陷定量识别的能力。

160 基于三维空间轨迹控制的柔性成形技术研究进展

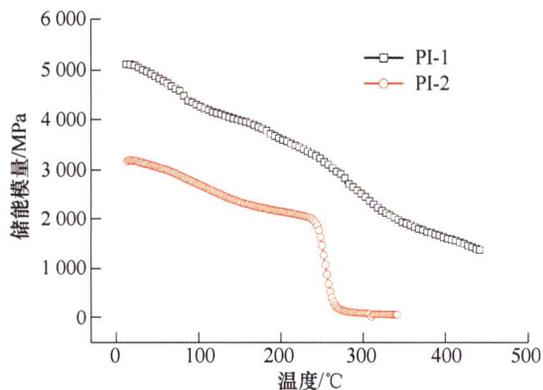
程 诚 黄祖树 韩 聪 白雪山 马子奇 徐 勇 贺子芮 郭训忠



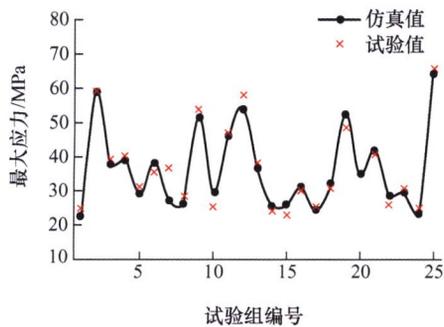
摘要: 随着人们对个性化定制产品的需求越来越多和对产品更新换代的速度要求越来越高,金属柔性制造技术作为当今世界制造技术发展的前沿科技越来越受到工业界的关注和推广。柔性成形技术作为柔性制造技术一个重要分支,是指在无模具或少用模具(仅使用通用模具)的条件下,通过控制成形工具的三维空间运动轨迹,使坯料沿特定方向产生一定的塑性变形从而获得相应力学性能、形状和尺寸精度的一种技术。相对于传统塑性成形技术,柔性成形技术在新品试制,多品种、小批量产品生产,复杂金属构件研制等方面具有独特优势。近些年来,随着对柔性及柔性制造认识不断深入,柔性成形技术的内涵也不断得到丰富和发展,涌现出许多新的柔性成形技术以及成功的应用案例。尝试从目标金属薄壁构件结构类型的视角鸟瞰柔性成形技术的最新进展。通过将柔性成形技术划分为管材、型材、板材柔性成形技术,针对每一种目标构件类型所适用的柔性成形技术的最新应用进展、技术原理及最新发展状况等内容进行综述。

178 等静压成型对多孔聚酰亚胺保持架成孔性能的影响研究

徐明坤 郭丽和 周宁宁 王 超 王廷梅 卿 涛 张激扬 陶立明 王齐华



摘要: 针对空间高精密轴承用多孔聚酰亚胺保持架的等静压成型要求,开展了聚酰亚胺模塑粉的等静压法制备多孔材料的成型工艺研究。从聚酰亚胺模塑粉自身的结构特性、包套软硬质地、冷、热等静压成型工艺调控(温度、压强、时间)等角度,系统研究了结构因素和冷、热等静压工艺因素对多孔聚酰亚胺材料成孔性能的影响,并通过其微观形貌演变提出了聚酰亚胺模塑粉在冷等静压过程中的主要致密化机制为前期的粒子靠近及重排和中后期的剪切变形,在热等静压过程中主要致密化机制为高温高压下的剪切变形和塑性变形,同时利用封存其中的气体受热膨胀实现扩孔,结果表明,冷等静压工艺对最终多孔聚酰亚胺材料的成孔性能的影响更为根本,热等静压的最高温度提高和保压时间延长有利于获得更大的孔径,为后续采用等静压法制备多孔含油保持架材料并根据应用条件进行成孔性能的精确调控提供了科学依据。



摘要: 针对拨穗授粉机结构疲劳寿命受外界因素影响复杂多样的特点, 通过基于修正 Sobol 灵敏度模型对多工况因素与疲劳寿命之间的影响关系进行分析。首先, 通过融合最优多项式响应面函数与 Sobol 灵敏度算法, 推导出基于响应面修正的灵敏度模型。并在此基础上, 结合多因素试验设计与极差验证、多体动力学分析、结构静力学分析及疲劳寿命分析等步骤, 提出了该拨穗授粉机夹紧装置疲劳寿命与影响因素之间的灵敏度量化分析方法。最后, 分析研究了工况影响因素与夹紧装置疲劳寿命之间的灵敏度关系, 研究结果表明, 风速大小对夹紧装置疲劳寿命的灵敏度影响最大, 前进速度的影响最小, 且稻田密度与风速大小之间的耦合程度明显。从而为实现结构疲劳寿命精确预测提供了一种思路。

197 工艺参数对 65Mn 基熔覆 Ni60a/SiC 涂层的微观组织与耐磨性能影响

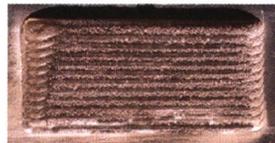
史亚盟 李景彬 张杰 温宝琴 李利桥 王贤斐



(a) 激光熔覆示意图



(b) 熔覆前金属试样

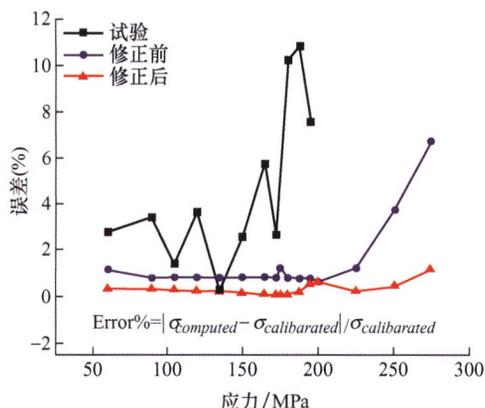


(c) 熔覆后的金属试样

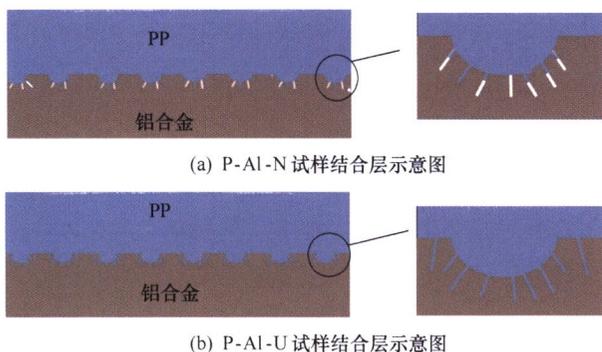
摘要: 为提高饲草揉切机中揉切刀片的耐磨性, 采用激光熔覆技术在 65Mn 钢表面制备 Ni60a/SiC 复合粉末熔覆层。分析镀层的显微硬度、物相组成和摩擦磨损性能, 以得到最佳激光熔覆工艺参数组合。结果表明, 影响熔覆层硬度的工艺参数主次顺序依次是光斑直径, 激光功率和扫描速度, 熔覆层有新物相的析出, 主要包括 NiCrO_3 与 $\text{Cr}_3\text{Ni}_2\text{SiC}$ 等硬质相。最佳激光熔覆参数组合为激光功率 2 000 W, 扫描速度 400 mm/min 和光斑直径 3 mm, 在此参数下的熔覆层显微硬度为 870 $\text{HV}_{0.1}$, 并且熔覆层与基体呈现良好的冶金结合, 在相同的磨损试验环境下, 此熔覆层的磨损形式主要是磨粒磨损, 磨损量为 0.003 g, 相比 65Mn 基体磨损参数, 摩擦因数降低 29%, 磨痕深度降低 83%, 复合涂层的耐磨性明显增加, 本研究在提高刀片的使用寿命方面具有较好的参考价值。

206 塑性效应对盲孔法测量焊接残余应力影响的研究

左善超 王德成 杜兵 程鹏 关可铭 张静

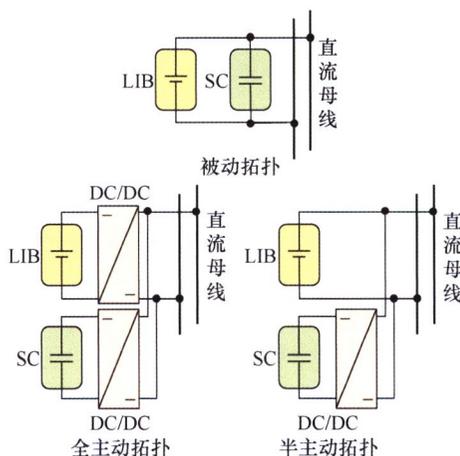


摘要: 盲孔法测量高水平残余应力过程中, 盲孔边缘因应力集中而发生塑性变形导致应力测量值偏大。本文采用物理试验与有限元数值模拟相结合的方法, 引入与孔边形状改变比能相对应的参量 S 对高水平残余应力的应变释放系数修正, 最后利用修正后的应变释放系数计算 Q235 钢焊接接头残余应力。试验结果显示, 当测量应力小于 175 MPa 时, 材料发生弹性变形, 应变释放系数满足弹性变形理论, 与应力大小无关。当应力值达到 175 MPa 时, 盲孔因应力集中效应在边缘垂直于拉伸方向的截面上形成值为 317.2 MPa 的应力而发生屈服产生塑性变形, 应力和应变呈非线性变化。此时, 应变释放系数 A 随应力的变化较小, 但应变释放系数 B 随应力的增大而减小。基于有限元计算结果构建形状改变比能对应的参量 S 与应变释放系数之间的方程来消除盲孔边缘塑性变形的影响后, 测量精度大幅度提高。

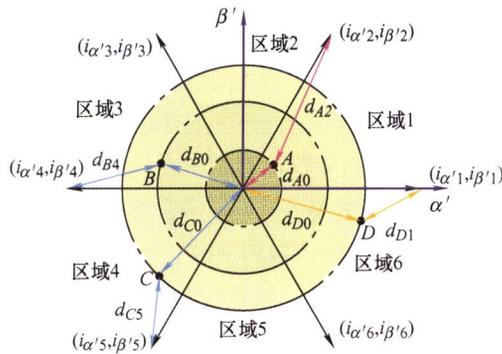


摘要：塑料/金属直接成型技术是当前汽车轻量化技术的热点之一。采用酸碱处理和阳极氧化的表面处理方法，在铝合金表面制备了微-纳针尖状结构，通过自主开发的超声辅助热压技术成功实现了聚丙烯/铝合金直接复合成型，探讨了超声波参数对聚丙烯/铝合金复合界面结构与性能的影响，采用超薄切片、反溶解铝合金方法研究了界面形貌。拉伸-剪切试验结果显示，非超声压制件的界面拉伸-剪切强度为 12.04 MPa，界面层平均厚度为 6.47 μm ，失效形式主要为混合失效；超声压制件的界面拉伸-剪切强度可达 19.90 MPa，提高了 65.3%，界面层平均厚度减小到为 5.40 μm ，且聚丙烯与铝合金微纳表面形成良好的微观机械互锁结构，失效形式主要为内聚失效。试验表明，超声波辅助塑料熔体填充金属表面微-纳结构形成微观锚接效应，成功实现了塑料/金属直接成型。

// 运载工程 //

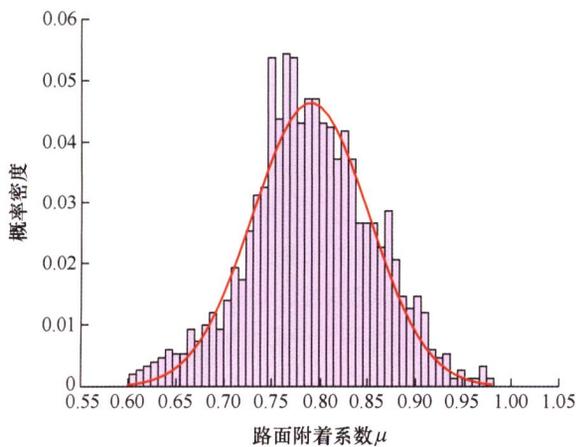


摘要：锂离子电池与超级电容组合的混合储能系统(Hybrid energy storage system, HESS)通过超级电容补充输出峰值功率，有效解决了锂离子电池电动汽车在城市工况频繁启动和制动的大功率需求造成锂离子电池不可逆的容量衰减问题，但相比于单独使用动力电池，超级电容的加入增加了成本和重量并且降低了整个储能系统的输出效率。从能量分配策略和参数匹配两个方面论述了当前 HESS 的研究进展。目前能量分配策略的研究多采用燃油汽车的循环测试工况作为研究数据，依据在线运算能力及应用场景将能量分配策略分为离线控制和在线控制，前者依赖已知的能耗数据但能实现优化分配效果，而后者能实现在线实时分配但优化效果有限。参数匹配的研究由效率分析和策略匹配向基于能量分配策略的全局优化发展，以解决前两种方法未考虑 HESS 成本和重量的优化问题。最后，指出未来需要基于电动汽车的城市道路自然行驶数据，以优化整个动力电池组的寿命为目标，考虑驾驶员风格建立个性化的参数匹配全局优化模型，以降低其制造成本；并结合道路交通信息进行更准确的能耗预测，采用离线与在线控制相结合的智能能量分配策略，以进一步提升能量分配效果。



摘要: 提出一种针对内置式永磁同步电机的新型模型预测转矩控制算法。在两电平逆变器的作用下,传统的模型预测转矩控制采用单一的最优电压空间矢量,导致较大的转矩和磁链波动。新型控制算法利用上个周期定子电压和电流得到反电动势,从而预测下一时刻电流值。根据预测电流轨迹得到可能的最优电压矢量,不需要预测所有的电压矢量,以便减少计算量。优化占空比进一步减小转矩和磁链波动。在转矩、磁链波动和电流谐波失真方面,对传统和提出的控制方法进行仿真和试验的对比,仿真和试验结果证明提出的模型预测转矩控制在减少转矩磁链波动和电流总谐波失真方面具有明显优势。该方法适用于需要面临多种道路复杂工况的电动汽车用永磁同步电机。

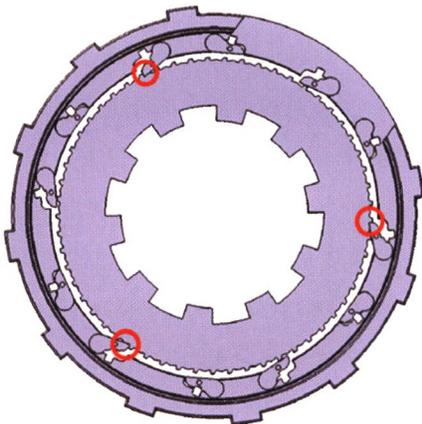
247 考虑参数不确定性的 UniTire 轮胎模型与车辆稳定性分析



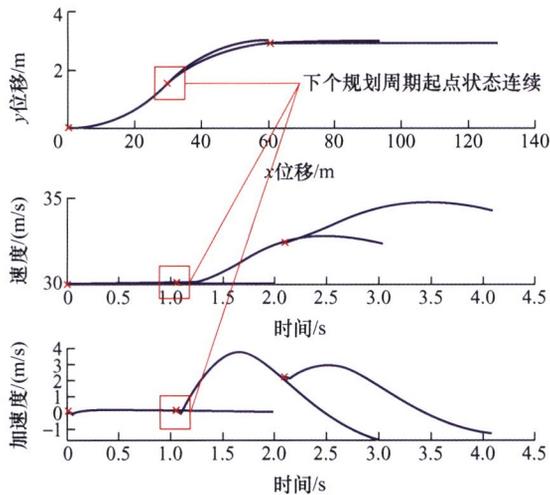
摘要: 极限工况下,轮胎力学特性以及摩擦特性对车辆稳定性的影响至关重要。但是实际行驶中的路面条件和轮胎参数都存在随机不确定性,这种不确定性会对车辆动力学,尤其是极限临界状态下的车辆稳定性产生重要影响。对大量橡胶摩擦试验台和高速轮胎试验台试验数据分析发现轮胎刚度和摩擦系数的不确定性可以分别用均匀分布和正态分布的随机特性进行数学描述。在此基础上借助广义混沌多项式建立考虑参数不确定性的 UniTire 随机轮胎模型,该模型能够描述不确定性影响下的轮胎力学响应,以提供更加准确的轮胎力学特性预测。为验证不确定性对整车操纵稳定性的影响,将 UniTire 随机模型嵌入十四自由度车辆模型中,选取极端条件下转向盘阶跃和正弦工况进行仿真分析。结果表明,极限工况下,轮胎状态参数的不确定性变化,会引发轮胎附着能力在一定范围内的随机性,影响车辆临界状态的稳定性。研究成果可为车辆极端条件下的稳定性研究提供理论基础。



摘要：道路坡度的估计对于车辆的精确控制、行驶环境的构建分析具有重要意义。在以往的坡度估计中未考虑坡度变化率，估计值难以实时跟随道路坡度的变化。同时基于单一估计方法的估计结果会受到刹车、换档、急加速等车辆状态的影响，难以保证坡度估计的可靠性及准确性。因此，提出了一种基于双卡尔曼滤波及概率最近邻数据关联滤波器的道路坡度估计方法。根据不同的车辆状态将基于动力学与基于运动学的两种子估计坡度值进行全局融合，避免单个子估计坡度值的误差。同时，对于每种子估计方法提出了一种基于双(无迹)卡尔曼滤波的坡度变化率及坡度分层估计算法。仿真和试验结果表明，所提出的子估计方法能够更好地跟随道路坡度的变化，提高估计精度。而全局融合方法能够在子估计方法的基础上进一步提高估计精度，避免某一子估计值的较大误差，提高坡度估计的准确性及可靠性。



摘要：与固定速比减速器相比，两档变速器可以有效提升电动汽车动力性和经济性。针对燃油车辆开发的液力式自动变速技术和双离合自动变速技术可实现档位平顺切换，然而需要两套摩擦离合器和执行器等一系列较复杂的结构，而且中高速巡航时始终存在多片离合器的拖曳损失。电控机械式变速器结构精简效率高，但却存在换档动力中断问题，影响驾乘品质和坡道行驶安全性。因此提出一种超越状态时楔紧元件与旋转元件非接触的棘轮式可控超越离合器，可实现双向锁紧、单向超越和双向超越3种工作状态。通过该机构和一个助力摩擦离合器的协同控制，解决了机械式变速器换档动力中断问题，同时避免了运行过程中不必要的摩擦能耗和噪音。以电动轻卡的两档变速箱为例，设计出所提出的棘轮式非接触可控超越离合器的具体结构；动力学仿真验证了该类型自动变速器无动力中断换档的特性。进一步优化超越离合器空转角至 3.18° ，有效地降低了换档冲击；最后强度分析表明所设计的可控超越离合器的寿命满足使用要求。

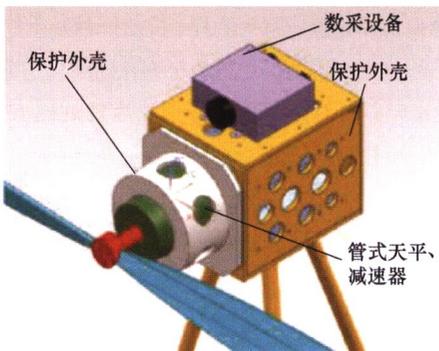


摘要: 大数据时代背景下, 借助对自然驾驶员行驶数据的研究和分析, 获取个性化的驾驶决策方法, 将进一步提升自动驾驶决策过程的安全性和舒适性。采用改进贝塞尔曲线方法生成备选路径, 建立二次规划模型规划车辆速度与加速度, 提出基于高斯过程的自然驾驶员行驶速度预测模型预测障碍物运动, 有效地规划出安全的参考行驶路径。研究并提出基于高斯混合模型的参考路径个性化评价策略, 与路径合理性、规划一致性及速度波动性能目标相结合得到一条最优行驶路径。建立最优控制二次规划模型生成满足参考路径目标的车辆动力学状态, 保证智能汽车决策系统能够从时空角度输出完整的控制目标。所提出的自动驾驶决策控制方法采用自然驾驶员行驶数据, 是对个性化自动驾驶决策控制的探索与实践。

290 坐姿人体与车辆-轨道系统的垂向耦合作用机理

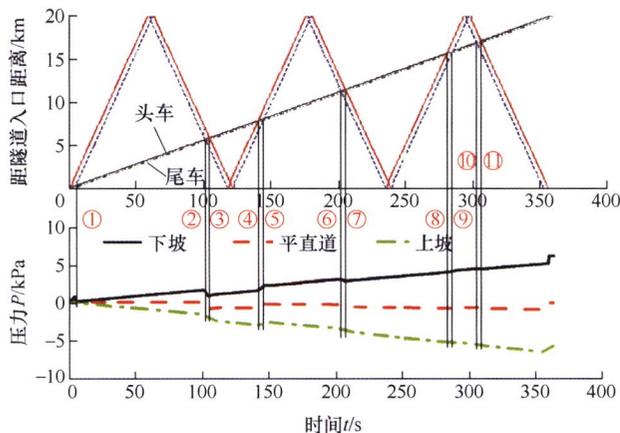


摘要: 为了探明车辆-轨道系统垂向振动与坐姿人体垂向振动之间的相互耦合作用影响, 将人体视为依附于车厢地板的4自由度系统, 在考虑车体弹性振动的基础上, 建立了坐姿人体-车辆-轨道垂向耦合动力学模型, 并利用实车线路运行试验对模型的正确性进行了验证。在此基础上, 以车辆-轨道垂向统一模型、坐姿人体垂向振动模型和坐姿人体-车辆-轨道垂向耦合动力学模型为参考, 分析了坐姿人体垂向振动对车辆-轨道系统垂向随机振动响应特征的影响、坐姿人体与车辆-轨道系统垂向耦合振动效应对坐姿人体垂向振动特性的影响, 以及坐姿人体-车辆-轨道垂向耦合作用下的人体振动响应特性。研究成果为轨道车辆的乘坐舒适性分析及动力学性能优化提供了有效的模型参考和理论依据。

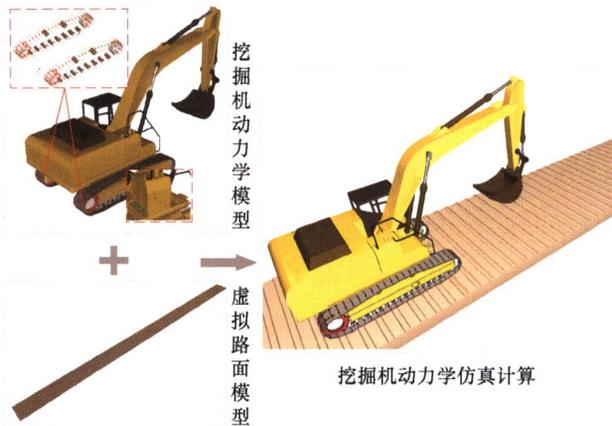


摘要: 平流层飞艇巡航高度距地面 25 km 左右, 由于空气温度和密度的不同, 螺旋桨提供的推力与地面试验可能存在较大的差异。为飞艇螺旋桨设计了测力系统, 实时测量飞行中螺旋桨受到的力和力矩, 用于飞艇的气动参数辨识。测力系统主要包括管式二分量应变天平和数据采集系统。天平尺寸根据飞艇的螺旋桨结构设计, 尽量降低了其对飞艇本身的干扰, 并采用序列二次规划方法对天平进行优化, 提升轴向力信号输出。数据采集系统用于传递天平采集的载荷, 同时内含多种传感器以修正天平信号。对测力系统进行了包含温度、气压、轴向加速度、倾角、振动等影响因素下的校准和地面模拟试验, 保证了系统测量的准确性和可靠性。飞艇螺旋桨测力系统的飞行试验数据结果表明, 其准确度、一致性和可靠性好, 可以满足测量需要。

309 川藏铁路隧道长度对动车组通过隧道压力波的影响



摘要: 为研究川藏铁路隧道长度对动车组通过隧道时压力波的影响, 采用一维可压缩非定常不等熵流动模型和广义黎曼变量特征线法, 对列车在上坡或下坡隧道内运行时车外压力波进行数值计算, 得到列车通过不同长度隧道时头尾车压力波特性。详细分析隧道长度对列车通过隧道时头尾车压力波峰值的影响规律。结果表明, 列车上坡通过隧道时, 隧道长度超过 1 km 后车头最大正压值基本保持不变, 隧道长度对车尾最大正压值影响较小; 头尾车最大负压幅值和最大压力峰峰值随隧道长度增加而增大, 且隧道长度超过 4 km 后呈线性增大趋势; 列车下坡通过隧道时, 头尾车最大正压值和最大压力峰峰值基本随隧道长度的增加而增大, 且隧道长度超过 4 km 后呈线性增大趋势; 头尾车最大负压幅值随隧道长度增加先增大后减小, 隧道长度超过 20 km 后, 头尾车最大负压值基本保持不变。研究结果可为川藏铁路动车组气密性及乘客压力舒适度设计提供参考。

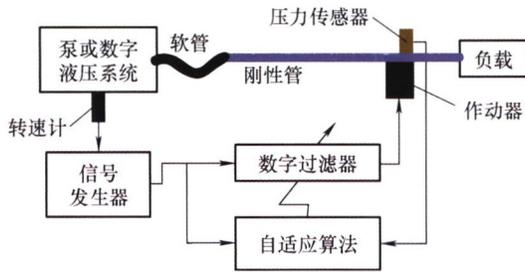


摘要: 为提高挖掘机疲劳强度安全可靠, 解决挖掘机用户作业工况及加速疲劳试验方法缺乏等问题, 以挖掘机油箱为研究对象, 基于等效损伤原则, 通过用户工况调研、采石场试验测试、虚拟路面构建、多体动力学仿真、强化路面试验验证及疲劳损伤计算等一系列流程, 提出一种基于挖掘机用户作业工况的履带式挖掘机加速疲劳强化路面构建方法。结果表明, 采用爬碎石坡等共 9 种采石场试验测试工况表征用户作业工况, 可获得量化的工况测试数据及目标总损伤; 基于多体动力学构建的挖掘机动力学仿真模型及虚拟强化路面计算结果与真实强化路面试验测试结果较为吻合; 基于该方法获得了与目标总损伤一致的多种不同的强化路面及不同档位速度组合工况, 其中由 0.3 m 凸块间距 1 档、2 m 凸块间距 1 档及 15 m 凸块间距 1 档 3 种工况所构成的强化路面组合工况较优, 强化系数为 15.1, 该方法可大幅度降低挖掘机整机及关键零部件的疲劳试验时间。

// 交叉与前沿 //

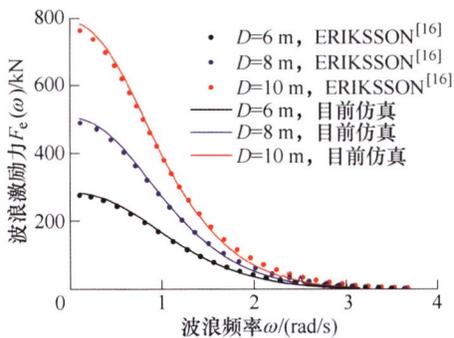


摘要: 如何构建离散型车间软硬件模型并在此基础上实现生产过程的智能决策与控制仍是当前研究和践行离散型智能车间面临的瓶颈问题。针对该问题, 以离散型车间的基本实现单元——制造单元为研究对象, 从数据-知识混合驱动的角度出发, 提出数字孪生制造单元系统新理论模型与参考框架, 明晰新一代信息技术赋能下数字孪生制造单元系统的智能特征及其多维智能时变空间的动态形成机理与相互作用机制。在此基础上, 通过物联网、边缘计算、云计算、区块链、深度学习、知识工程等新一代信息技术的融合应用, 研究支撑数字孪生制造单元系统配置建模、知识集成、运行决策和应用转化的四项关键使能技术。最后, 依托微型涡喷发动机智能制造单元平台, 构建软硬件集成的数字孪生制造单元系统原型, 并通过实际工业案例, 验证了所提理论与技术的有效性和实用性。

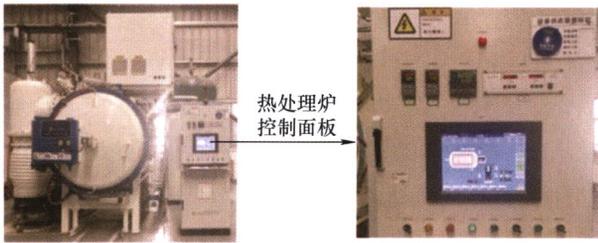


摘要: 液压系统的流体脉动问题是影响液压系统工作性能与可靠性重要因素。根据流体脉动产生机理及抑制方式的不同,将液压系统流体脉动抑制方法分为了被动、主动及主被动联合抑制方法三类。以脉动衰减器、液压管路的改进、泵的优化设计对被动抑制方法分类,并对国内外流体脉动被动抑制方法的研究成果进行分析和总结。相较于其他被动抑制方法,脉动衰减器抑制方法由于成本较低且效果显著,目前应用最多,其中又以共振型脉动衰减器应用为主。从伺服作动器、液压阀和非浸入式结构三个方面对流体脉动主动抑制方法的国内外研究成果进行分析,基于液压阀的主动抑制方法相较于伺服作动器和非浸入式结构,由于在操作及设计方面相对简单、成熟,控制精度及难度等较低,目前研究和应用最多,其中又以分流式主动抑制居多。通过总结和分析主被动联合脉动抑制方法的研究成果,此方法兼具主动和被动抑制的特点,可在很大程度上抑制甚至消除脉动,但目前国内外的相关研究很少。总结被动、主动以及主被动联合抑制方法的研究现状和发展方向。

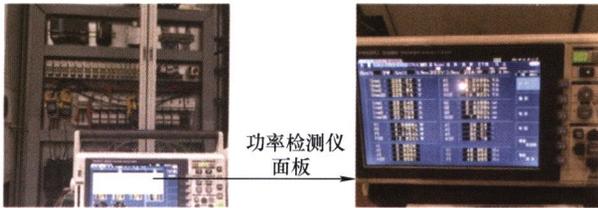
360 波浪能捕获浮体对能量转化系统特性的影响



摘要: 振荡浮体式波浪能捕获系统中浮体设计是能量捕获的关键。浮体水动力模拟研究中功率输出多假设为线性阻尼,对于波浪能液压转化采用非线性输出阻尼更切合实际。针对垂荡浮体液压转化系统,建立不规则波作用下垂荡圆柱浮体非线性动力学模型和非线性液压能量转化系统模型,研究圆柱浮体直径和入水深度对浮体运动响应、液压转化系统动态特性和总特性的影响。随着圆柱直径在一定范围内增大,不规则波浪力、液压缸输出力、浮体运动响应、捕获和输出功率的动态峰值显著增加,捕获功率和捕获效率、马达输出功率和转速接近线性增加;随着圆柱入水深度在一定范围内增大,波浪力呈线性减小,液压缸输出力、捕获功率和捕获效率均缓慢上升到最高点然后逐渐下降。浮体直径和入水深度对液压转化效率影响比较小。研究成果为波浪能捕获液压系统浮体设计提供理论依据。



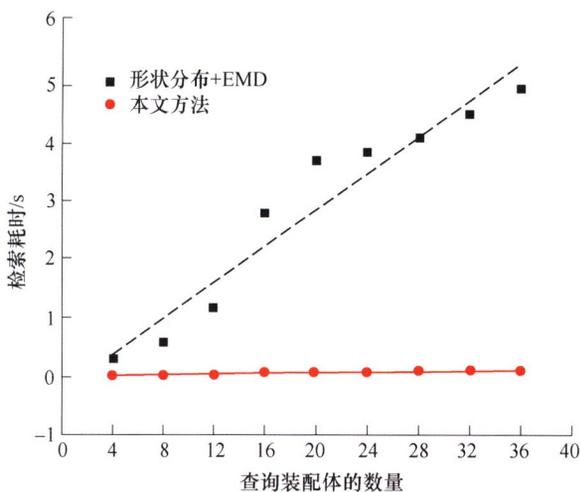
(a) 热处理温度曲线采集处



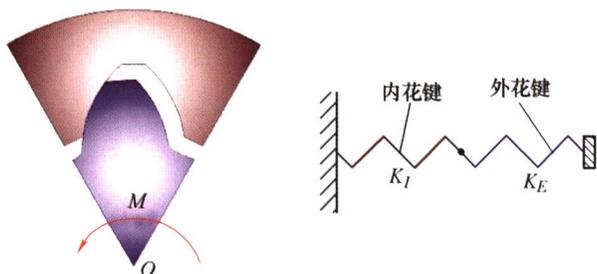
(a) 热处理功率曲线采集处

摘要: 热处理工艺数据蕴含企业长期运行的经验, 可揭示工艺条件、参数与碳排放量的关联关系, 但实际生产中常常被割裂放置, 为此, 提出一种基于历史工艺数据集的 BRBP-MOSOA 融合数据驱动方法实现热处理工艺参数优化以降低碳排放量。构建热处理工艺历史数据库; 根据热处理工艺的碳排放运行特点识别碳排放源, 构建碳排放模型; 用历史数据集训练 BRBP 神经网络建立热处理工艺参数与硬度、碳排放之间的关系模型, 实现对特定工艺条件下碳排放和硬度的预测; 利用 MOSOA 算法建立工艺过程低碳优化模型, 通过碳效率评估, 输出满足低碳排放量的最优热处理工艺参数。案例研究表明所提方法可提升热处理综合碳效率 6.57%, 为热处理工艺的低碳运行提供了一种使能工具。

384 基于 CAD 模型参数和 MHD 度量的装配体检索研究



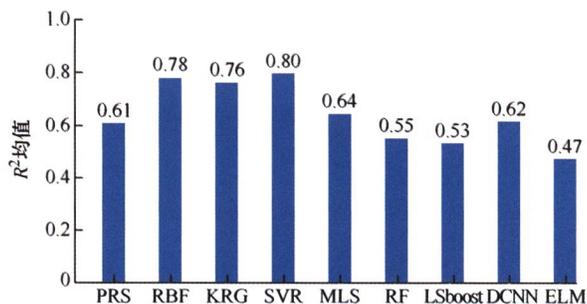
摘要: 标准交换格式的装配体 CAD 模型仅包含几何形状信息而缺乏装配约束信息, 为适应该类模型的检索及重用, 提出一种结合 CAD 模型参数和改进的豪斯多夫距离的装配体检索方法。从 CAD 系统中直接获取零件模型的几何参数和属性数据, 经归一化处理后形成矢量来表示该零件。将装配体中各零件的参数矢量合成为一个矢量的集合, 作为装配体的描述符。然后采用改进的豪斯多夫距离度量算法, 通过多对多的零件匹配来计算两个装配体之间的非相似度。该方法支持装配体模型的全局检索和局部检索。试验结果表明, 该方法快速高效, 适用于多种文件格式的 CAD 模型, 并能获得满意的装配体检索效果。



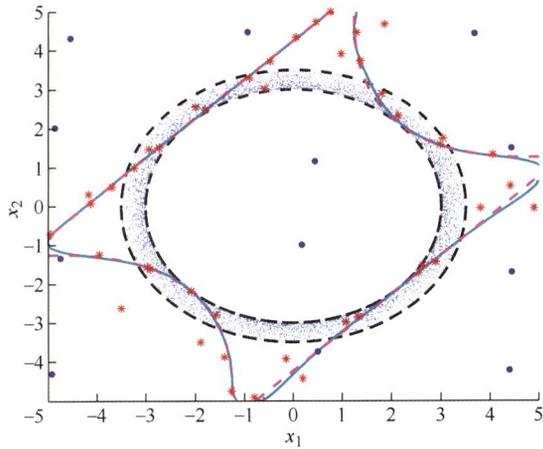
摘要:花键在机械传动领域占有不可替代的地位,其使用寿命直接影响着设备的可靠性。现有的花键疲劳寿命预测模型大多仅考虑外载荷和材料等参数的影响,忽视制造中所产生的加工误差。加工误差导致花键的各齿侧隙不同,使得分配到各齿上的力大小各异,受载大的齿产生的累计损伤更严重,降低花键的实际使用寿命。因此,为得到更准确的花键疲劳寿命,基于国标对花键各误差的要求,推导不同加工精度时的花键侧隙分布范围,考虑侧隙不确定性对花键啮合齿数和齿上载荷分配的影响,建立等效力学模型,得到啮合齿数不确定性时的花键疲劳寿命分布,并与按照传统方法计算的花键疲劳寿命进行了对比。案例结果表明,花键疲劳寿命的均值为 10^8 个载荷循环,花键在 $2 \times 10^7 \sim 7 \times 10^8$ 个载荷循环内发生疲劳破坏的概率达到50%。提出的花键概率疲劳寿命预测方法能够进一步考虑间隙不确定性的影响,为花键的可靠性设计提供指导。

403 基于多评价标准的代理模型综合比较研究

何西旺 杨亮亮 冉仁杰 朱发文 宋学官

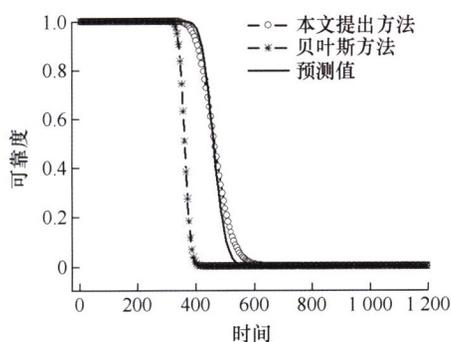


摘要:代理模型是指利用有限的样本信息建立结构输入与输出之间的数学关系,其在复杂装备的结构和多学科设计优化中的应用日益广泛,为了获取不同代理模型在代替仿真分析或物理试验时的表现效果,采用38个测试函数对常见的代理模型方法进行了系统对比。对九种代理模型在不同样本数量、不同非线性程度、不同维度的测试函数下的预测精度进行研究,并分析了模型在不同维度测试问题下的计算成本,最后通过两个工程实例对比了不同代理模型的预测性能。结果表明,在所有模型未进行参数优化的情况下,传统的代理模型(多项式回归,径向基函数模型,支持向量回归,克里金模型)在工程分析时能保持较好的预测性能;支持向量回归在大多数测试函数下,总能保持较好的预测精度;径向基函数在高非线性问题中鲁棒性最好,随机森林在低非线性问题中表现出更好的鲁棒性。因此,针对不同的回归问题,采用相适应的模型能进一步提高计算结果的准确性和效率,对研究回归模型在优化设计领域中的应用具有指导意义。

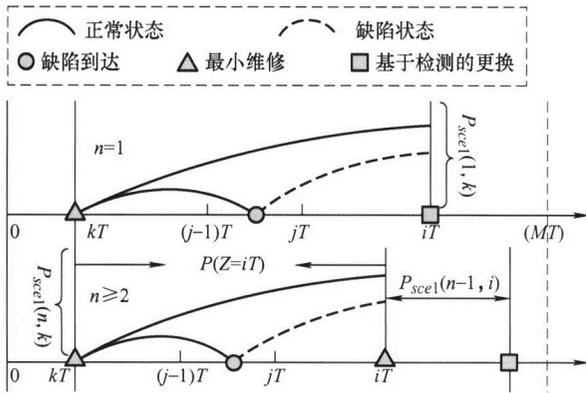


摘要:为兼顾具有黑箱问题的机械产品结构可靠性分析精度和效率,提出一种基于随机移动四边形网格抽样(Random moving quadrilateral grid sampling, RMQGS)和交替加点策略(Alternate point strategy, APS)的 Kriging(RMQGS-APS-Kriging)主动学习结构可靠性分析方法。采用 RMQGS 方法选择初始样本点并计算其真实性能函数值,结合差分进化算法(Differential evolution, DE),获得高精度优化 Kriging 代理模型;通过欧式距离构造抽样限定区域,确定交替加点的样本选取范围,依据迭代次数采用主动学习 U 函数和改进 EI(Improved EI, IEI)函数交替筛选最佳样本点,并加入到每次迭代的样本库以更新优化 Kriging 代理模型;利用子集模拟(Set simulation, SS)方法对迭代过程中优化 Kriging 代理模型拟合的性能函数进行可靠度计算,并通过收敛准则确定最终的结构可靠度。算例分析表明,与传统基于代理模型的可靠度计算方法相比,所提方法具有较强的局部和全局性能函数拟合能力,能够以较少的性能函数调用次数和可靠度计算时间精确估算失效概率。

430 面向产品可靠性评估的退化和寿命数据分步融合方法



摘要:产品的退化数据和寿命数据是两类重要的可靠性信息,通过融合利用两类数据可显著提高产品可靠性评估结果的精度。现有融合方法常利用 Bayes 理论,但计算过程繁琐复杂,需要通过提高计算量来保证结果精度,且两类样本数据量的不均衡性会导致出现“数据淹没”的问题。考虑这一问题,提出了基于退化和寿命数据分步融合的可靠性评估方法,首先利用产品的退化数据,建立随机过程退化模型,对参数进行初始估计,随后结合寿命数据对寿命样本的失效概率进行更新,分两步将两类信息进行折合计算,从而达到数据融合的目的。最后通过寿命分布曲线拟合计算退化模型参数,并给出产品的可靠性评估结果。仿真试验和算例分析表明,与传统 Bayes 融合方法相比,在新的数据融合思路下,该方法能够简化可靠性评估工作实施步骤,同时提高评估精度和运算效率,还有效避免了“数据淹没”问题。



摘要：在系统运行期间，通过检测发现系统的缺陷状态，在其未失效时提前采取预防性维修措施，可以有效减少失效带来的严重后果。检测通常是不完美的，且检测误差概率是非恒定的；当检测显示系统处于缺陷状态，进行最小维修，且限制最小维修的次数，当多次检测到缺陷时进行基于检测的更换；在规定的的时间间隔进行基于年龄的更换，更换可以更新系统。采用递归方法推导更新周期的期望成本和期望长度，采用更新报酬理论建立无限时间域的成本率模型，并通过优化算法对检测间隔、最小维修次数上限以及基于年龄的更换间隔三个决策变量进行联合优化。以钢制转炉系统为例说明所提维修策略的性能和实用性，灵敏度分析结果表明最小维修次数上限只对最小维修成本和预防性更换成本较为敏感；通过与未考虑最小维修和未限制最小维修次数的策略分别进行比较，说明所提维修策略的优势；通过仿真分析验证模型的正确性。

CONTENTS

- 2 Review on Fast Numerical Simulation Method for Plastic Forming**
ZHAN Mei DONG Yunda ZHAI Zhuolei FAN Xiaoguang SHI Zhipeng AN Qiang
- 21 Simulation of the Premium Threaded Connections Deformation under Cyclic Loading by Considering the Bauschinger Effect**
WANG Peng ZHOU Junyuan LI Hongwei XIANG Zhiyu
- 33 Research on Fast Ultrasonic Phased Array Imaging of High-performance Polymer Injection Molded Components**
ZHAO Peng JI Kaipeng XIE Jun ZHUO Chaojie FU Jianzhong
- 43 Short Process Hot Forming Technology and Microstructure Evolution of Ultra-high Strength Steels**
HOU Zeran WANG Jianfeng LU Qi MIN Junying HE Zhikang ZHANG Xian WANG Jincheng LIN Jianping
- 51 Fracture Size Effect of Titanium Sheets in Microforming and Its Meso Damage Criterion**
XU Zhutian SUN Lei JIANG Tianhao PENG Linfa LAI Xinmin
- 58 Study on Electromagnetic Deformation Combined with Heat Treatment Process of Al-Li Alloy**
XU Jiahui Huang Liang Xie Bingxin LI Jianjun
- 68 Deformation Behavior of Electrically-assisted Micro-tension in Ultrafine-grained Magnesium Alloy**
YU Jun CHEN Wanji XU Jie SHAN Debin GUO Bin
- 77 Studying on High Temperature Plastic Deformation Behavior and Flow Softening of Novel Multiphase TiAl Alloy**
HAN Jianchao YAO Haoming JIA Yi XIE Guangming WANG Tao
- 89 Study on Joining between Si₃N₄/Al Composite and Aluminum Alloys Based on Porthole Die Co-extrusion Process**
WANG Hui CHEN Liang LI Zhigang ZHAO Guoqun ZHANG Cunsheng

- 100 Effect of Annealing Treatment on the Inter-facial Structure and Magnesium Side Microstructure of Mg/Al Alloy Thick-directional Bonded Plate**
YU Tao LI Feng GAO Lei DU Huaqiu WANG Ye
- 110 Study on Microstructure Evolution of GH4742 Alloy under Thermo-mechanical Coupling Based on LAM Technology**
ZHANG Wenwen LIU Xingang LI Haizhu HE Yini KE Yujiao QIN Heyong TIAN Qiang
- 121 Study at Controlling Grain Refinement and Distribution Uniformity in Electric Upsetting Process of Large-scale Valve**
QUAN Guozheng ZHANG Yuqing ZHAO Jiang YU Yanze
- 134 Intelligent Detection of Tread Flat of High-speed Train Wheel Based on Residual Network**
SHI Hongmei ZHANG Kang LI Jianbo
- 145 Research on Damping Error Tuning and Compensating Technology of Whole Angle Mode Hemispherical Resonator Gyroscope**
ZHANG Yongmeng GUO Kechen SUN Jiangkun YU Sheng XIAO Dingbang WU Xuezhong
- 153 Research on Composite ACFM and EMAT Nondestructive Testing Technology**
LI Wei SHAO Xinyu ZHANG Boying YUAN Xinan YIN Xiaokang YANG Weichao
- 160 State-of-art of Flexible Forming Technology Based on Three-dimensional Trajectory Control**
CHENG Cheng HUANG Zushu HAN Cong BAI Xueshan MA Ziqi XU Yong HE Zirui
GUO Xunzhong
- 178 Influence of Isostatic Press on the Pore Properties of Porous Oil-containing Polyimide Retainer**
XU Mingkun GUO Lihe ZHOU Ningning WANG Chao WANG Tingmei QING Tao
ZHANG Jiyang TAO Liming WANG Qihua
- 189 Research on the Influencing Factors of the Plucking Pollinator Fatigue Life Based on Modified Sobol Sensitivity Model**
ZHU Lin QIU Jianchun CHEN Min
- 197 Effect of Process Parameters on Microstructure and Wear Resistance of 65Mn-based Cladding Ni60a/SiC Coating**
SHI Yameng LI Jingbin ZHANG Jie WEN Baoqin LI Liqiao WANG Xianfei
- 206 Plasticity Effects in the Hole-drilling Residual Stress Measurements in Welded Structure**
ZUO Shanchao WANG Decheng DU Bing CHENG Peng GUAN Keming ZHANG Jing

- 215 Study on Micro-nano Interlocking Structure and Performance of Ultrasonic-assisted Hot-pressed Polypropylene/ Aluminum Alloy Hybrid**
HUANG Jin WEN Yi LI Sulan HU Wenjin JIANG Yu LI Youbing YANG Chaolong QU Lunjun XIA Tian
- 224 Review on Energy Distribution and Parameter Matching of Lithium-ion Battery-super Capacitor Hybrid Energy Storage System for Electric Vehicles**
HU Lin TIAN Qingtao HUANG Jing YE Yao WU Xianhui
- 238 Current Track Circle Model Predictive Torque Control Strategy for Electric Vehicle**
SUN Xiaodong XU Naixi TIAN Xiang WU Minkai CHEN Long
- 247 UniTire Model and Vehicle Stability Analysis Considering Parameter Uncertainty**
XU Nan ZHANG Ziwei YANG Yuhang XU Jiameng
- 258 Real Time Estimation of Road Slope Based on Dual Kalman Filter and Probabilistic Nearest Neighbor Data Association**
FENG Jihao QIN Datong LIU Yonggang WANG Xin
- 270 Optimal Design of Non-contact Overrunning Clutch for Two-speed Electric Vehicle Transmissions**
CAI Wenqi HAN Yudong YUE Hanqi GAO Bingzhao
- 280 Personalized Automated Driving Decision Based on the Gaussian Mixture Model**
YANG Wei ZHENG Ling LI Yinong
- 290 Vertical Coupling Mechanism between the Sitting Human Body and the Vehicle-track System**
YU Yuewei ZHAO Leilei ZHOU Changcheng
- 301 Flight Measurement System for Airship Propeller Based on Tube-type Strain Gauge Balance**
CAO Tianci NIE Ying WANG Suning WEN Haoju MA Hongqiang
- 309 Influence of Sichuan-Tibet Railway Tunnel Length on Pressure Wave of EMU Train Passing through Tunnels**
ZHANG Liang TIAN Honglei DU Jian JIAO Jinghai WANG Yanqing MEI Yuanguai
- 319 Construction Method for Accelerated Fatigue Reinforced Pavement of Crawler Excavator Based on User Operating Conditions**
SUN Shulei LEI Lifei HUANG Haibo ZHANG Shaobo TIAN Guoying DENG Pengyi
- 329 Research on Key Technologies and Application of New IT-driven Digital Twin Manufacturing Cell System**
ZHANG Chao ZHOU Guanghui LI Jingjing WEI Zhibo CHANG Fengtian

- 344 Summary of Methods to Suppress Fluid Pulsation in Hydraulic System**
LI Yongtao YANG Bo MUHETAER Kelimu
- 360 Influence of Floating Body on Performance of Wave Energy Conversion System**
GAO Hong XIAO Jie
- 370 BRBP-MOSOA Hybrid Data-driven Optimization Method for Low Carbon Heat Treatment Process**
YI Qian LIU Yijun ZHUO Junkang LI Congbo YI Shuping
- 384 Study on Assembly Retrieval Based on CAD Model Parameters and MHD Metric**
HUA Shungang XIE Shouguang LIU Bin SONG Jinlong
- 391 Probabilistic Fatigue Life Prediction Method of Spline Considering Clearance Uncertainty**
YU Tianxiang ZHAO Qingyan SHANG Bolin SONG Bifeng
- 403 Comparative Studies of Surrogate Models Based on Multiple Evaluation Criteria**
HE Xiwang YANG Liangliang RAN Renjie ZHU Fawen SONG Xueguan
- 420 RMQGS-APS-Kriging-based Active Learning Structural Reliability Analysis Method**
ZHI Pengpeng WANG Zhonglai LI Yonghua TIAN Zongrui
- 430 Phased Fusion Method of Degradation and Lifetime Data for Product Reliability Evaluation**
LI Bowen JIA Xiang ZHAO Qian GUO Bo
- 441 Optimal Preventive Maintenance Policy Considering Imperfect Inspection and Limiting the Number of Minimal Repairs for Degradation System**
ZHANG Fengxia MA Yizhong SHEN Jingyuan XIE En

《机械工程学报》第十一届编委会

誉主任

钟群鹏(院士) 路甬祥(院士)

誉委员

王玉明(院士) 石治平(研高) 叶声华(院士) 宁汝新(教授) 过增元(院士) 刘大响(院士)
刘友梅(院士) 刘宏民(教授) 李圣怡(教授) 周祖德(教授) 胡正寰(院士) 柳百成(院士)
钟掘(院士) 闻邦椿(院士) 耿荣生(教授) 徐金梧(教授) 徐滨士(院士) 熊有伦(院士)

任

陈学东(院士)

主任

王国彪(教授) 邓宗全(院士) 李奇(编审) 陈超志(教授级高工) 邵新宇(院士)
黄田(教授) 黄庆学(院士)

内委员

丁汉(院士) 王雪(教授) 王田苗(教授) 王华明(院士) 王庆丰(教授) 王时龙(教授)
王树新(教授) 王海斗(教授) 王润孝(教授) 王耀南(院士) 孔祥东(教授) 卢秉恒(院士)
史玉升(教授) 冯吉才(教授) 权龙(教授) 曲兴华(教授) 朱胜(教授) 朱荻(院士)
朱向阳(教授) 华林(教授) 刘强(教授) 刘少军(教授) 刘军山(研究员) 刘志军(教授)
刘辛军(教授) 刘检华(教授) 刘雪峰(教授) 刘献礼(教授) 刘德顺(教授) 孙伟(教授)
孙汉旭(教授) 孙逢春(院士) 严新平(院士) 杜雪(教授) 杜朝辉(教授) 李大勇(教授)
李荣德(教授) 李涤尘(教授) 杨永强(教授) 杨华勇(院士) 杨兆军(教授) 杨绍普(教授)
何存富(教授) 沈功田(研究员) 张峥(教授) 张义民(教授) 张卫红(教授) 张立军(教授)
张宪民(教授) 陈新(教授) 陈文华(教授) 陈兵奎(研究员) 陈雪峰(教授) 苑世剑(教授)
苑伟政(教授) 范志超(研究员) 林京(教授) 林峰(教授) 林忠钦(院士) 周仲荣(教授)
周华民(教授) 单忠德(院士) 项昌乐(院士) 赵杰(教授) 赵继(教授) 赵韩(教授)
赵丁选(教授) 赵宏伟(教授) 赵国群(教授) 柯映林(教授) 钟志华(院士) 段吉安(教授)
段宝岩(院士) 姜澜(教授) 洪军(教授) 宫声凯(院士) 姚建华(教授) 姚振强(教授)
袁巨龙(教授) 袁寿其(教授) 都东(教授) 贾振元(院士) 夏长亮(院士) 钱林茂(教授)
徐西鹏(教授) 殷国栋(教授) 高金吉(院士) 郭万林(院士) 郭东明(院士) 涂善东(院士)
陶飞(教授) 黄卫东(教授) 黄传真(教授) 黄明辉(教授) 梅雪松(教授) 彭艳(教授)
彭芳瑜(教授) 葛世荣(教授) 韩旭(教授) 焦宗夏(教授) 温激鸿(研究员) 谢建新(院士)
雒建斌(院士) 廖维新(教授) 谭建荣(院士) 翟婉明(院士) 熊蔡华(教授) 融亦鸣(教授)
戴一帆(教授)

际委员

Bi Zhang (美国) Denis Cavallucci (法国) Dong-Pu Cao (英国)
Duc Truong Pham (英国) Erhan Budak (土耳其) Guang-Bo Hao (爱尔兰)
Gui-Yun Tian (英国) Hai-Jun Su (美国) Han Huang (澳大利亚)
Hong-Chao Zhang (美国) Jian-Sheng Dai (英国) Jie (Peter) Liu (加拿大)
Jin Wang (英国) Jorge Angeles (加拿大) Jun Wang (澳大利亚)
Kai Cheng (英国) Kazushi Sanada (日本) Lian-Xiang Yang (美国)
Li-Hui Wang (瑞典) Marco Ceccarelli (意大利) Ming-Jian Zuo (加拿大)
S.S. Park (加拿大) Shao-Ping Bai (丹麦) Shin Usuki (日本)
Tamás Insperger (匈牙利) Wei Gao (日本) Wei-Dong Li (英国)
Wei-Ming Shen (加拿大) Xian-Wen Kong (英国) Xiao-Ping Du (美国)
Xi-Chun Luo (英国) Xu-Dong Zhao (英国) Xun Chen (英国)
Y. Lawrence Yao (美国) Yan Jin (英国) Ye-Hwa Chen (美国)
Yong Huang (美国) Yong-Bo Deng (德国) Yu-Chun Xu (英国)
Zhao-Jie Ju (英国)

