

QK1807689

ISSN 0577-6686

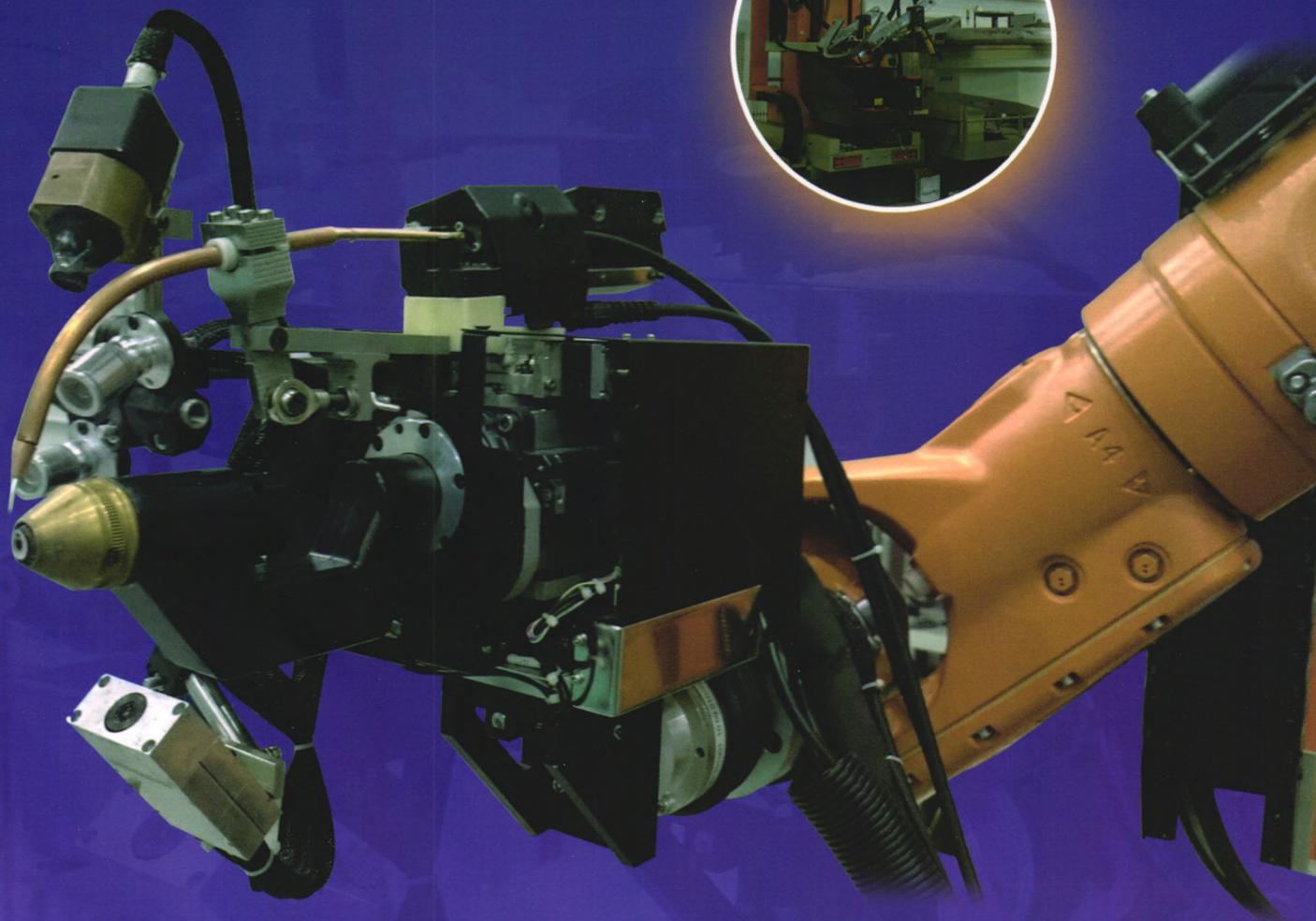
CODEN CHHKA2

机械工程学报®

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

特邀专栏：焊接过程测控与数值模拟

客座主编：武传松



中国机械工程学会 主办

万方数据

2018年54卷2期 半月刊

/// 特邀专栏 ///

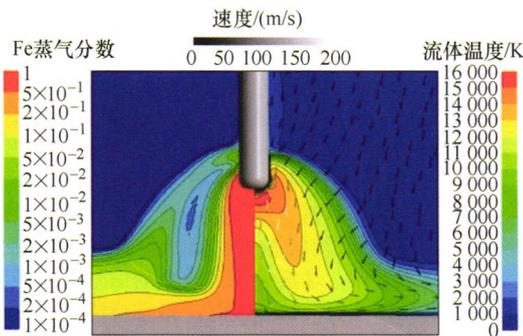
焊接过程测控与数值模拟

客座主编: 武传松 教授(山东大学)

策划编辑: 田旭(《机械工程学报》编辑部)

1 熔焊热过程与熔池行为数值模拟的研究进展

武传松 孟祥萌 陈姬 秦国梁



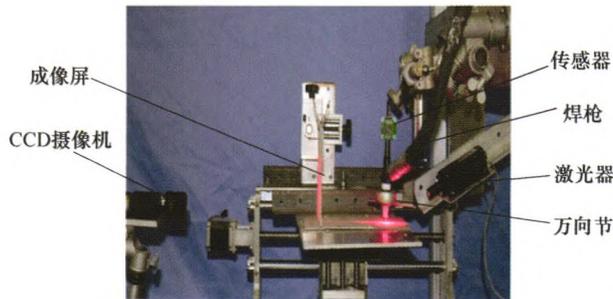
摘要: 熔焊是目前机械制造业中应用最为广泛的材料连接技术。熔焊过程中的传热与熔池流动行为对于焊缝成形、接头微观组织与服役性能等起着决定性作用。准确地分析和计算熔焊热过程与熔池形态,对于焊接冶金分析、应力变形分析、过程控制及工艺优化等都具有十分重要的意义,也是使焊接工艺从“定性”走向“定量”分析、从“经验”走向“科学”的重要途径。对焊接电弧物理、熔滴过渡、熔池形态、高速焊接熔池传热与流动、等离子弧焊和激光焊接的小孔与熔池动态行为、激光-电弧复合热源焊接过程的数值模拟研究现状与存在问题进行了评述,讨论了上述前沿领域的研究方向与发展趋势,旨在为实现熔焊工艺优化和过程控制提供理论依据。

16 焊接电弧监测技术研究现状及展望

蒋凡 李元锋 陈树君



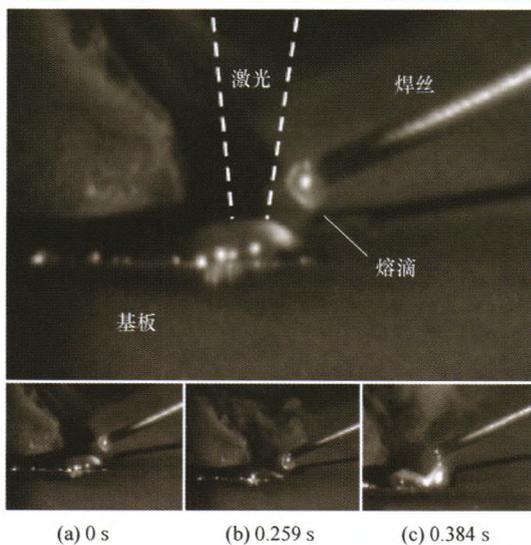
摘要: 对焊接过程中的电弧信息进行实时监测和采集分析,是保证弧焊质量、提升弧焊技术水平的重要途径。随着测量技术和测量方法的不断发展,对焊接电弧复杂信息进行分类提取的手段也逐步发展。文中从电弧热源的物理特性出发,综述近年来国内外开展的电弧焊接过程监视测量的研究现状,主要包括以探针法和纹影法为代表的主动信息采集技术和以电弧电信号、声信号和光信号采集为代表的被动信息采集技术,分类介绍典型焊接电弧监测技术的原理、特点和研究现状,并对该领域的下一步发展趋势进行预测和展望。



摘要: 深入理解熟练焊工经验和操作技能对实现复杂环境下的机器人智能化及高精度焊接具有重要理论意义和工程应用价值。然而, 如何检测传感焊工与熔池交互过程中熔池动态变化特征信息是一个难题。针对该问题基于激光视觉传感原理建立动态熔池和焊工实时调控特征信息同步采集试验系统, 研究熔透连续变化时焊工对熔池形态及流态的调控行为, 并获得了相应的调控参数(焊接速度、焊接电流、焊接弧长)和焊枪姿态与熔池特征参数之间的关系。通过对比分析焊接规范参数与焊枪姿态调整时的熔池形态和流态变化发现: 焊接速度、焊接电流和焊接弧长的调整主要是基于熔池输入能量的调控, 表现出熔池形态变化剧烈, 易出现焊塌缺陷, 焊工调控过程呈现出单一、盲目性。焊枪姿态的调整表现出焊工对熔池形态和液态金属流动状态的多元化和指向性调控, 可避免焊接缺陷的产生。

34 激光熔丝增材制造丝材过渡状态的电磁振动监测方法

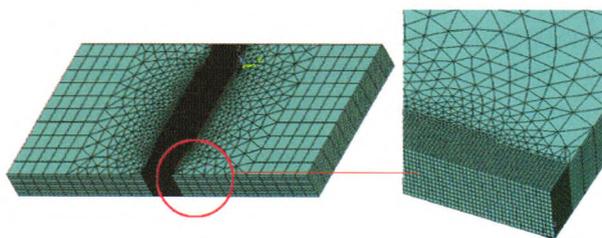
黄安国 刘 博 郑增超 郭嘉琪 陈一元 庞盛永



摘要: 提出一种在线监测激光熔丝增材制造中微细丝材(1~2 mm)过渡状态的电磁振动监测方法, 建立监测系统的数学模型并研制原型装置。通过设计试验, 采用磁性以及非磁性微细丝材对监测系统的振动发生、信号采集等功能进行测试与验证, 发现可获得强度显著大于环境噪声的稳定振动信号, 证实了监测方法的可行性。基于该装置, 开展了激光熔丝增材制造工艺中丝材过渡状态的监测试验研究。结果表明: 滴状过渡时, 成形中, 基板接收到的振动信号低于环境噪声强度(约为-70 dB); 而液桥过渡时, 可获得清晰的振动信号(强度-67~-62 dB), 高于环境噪声强度。综上, 采用所研制的原型装置可清晰分辨滴状过渡与液桥过渡这两种典型的丝材过渡状态, 能对激光熔丝增材制造工艺的丝材过渡状态进行有效监测。

41 基于非对称热源的异种钢深熔 TIG 焊接数值模拟

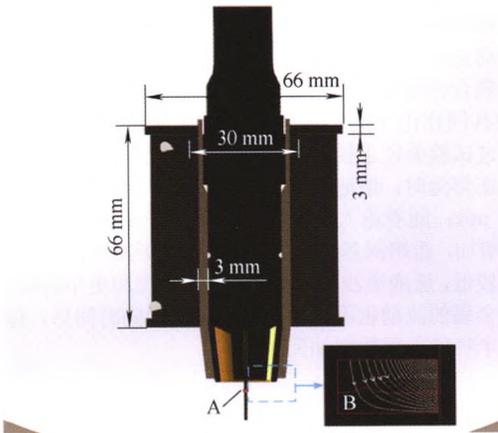
黄逸飞 罗 震 敖三三 樊文飞



摘要: 针对深熔钨极氩弧焊接方法, 研究其在 8 mm 厚 316L 不锈钢与 Q345 低合金钢连接上的应用, 并采用 ANSYS 有限元软件模拟焊接过程, 对焊接过程的稳定性进行评估。结果表明, 一定焊接参数下, 深熔 TIG 焊接 8 mm 厚度异种钢能达到单面焊双面成形, 得到成形良好的焊缝。同时基于异种钢焊接试验结果提出一种非对称的热源模式, 由上部分双椭圆热源与下部分圆柱热源组合形成, 热源各部分独立调节。非对称热源在模拟中的应用, 得到与实际焊缝吻合度更高的结果, 平均误差不超过 8%; 模拟结果显示, 316L 不锈钢侧温度较低, 其窄的背面焊道宽度和高表面张力, 弥补 Q345 侧的不足, 使得小孔平衡, 维持焊接过程的稳定进行。

48 磁场作用下铝/钢 CMT焊接温度场及熔池流动行为

刘一搏 张鸿名 孙清洁 李军兆 冯吉才



摘要：为探究纵向磁场在铝/钢冷金属过渡(Cold metal transfer, CMT)焊接过程中的作用机理，采用 ANSYS 软件对纵向磁场作用下电弧形态、温度分布和熔池流动行为进行数值模拟，重点研究不同线圈励磁电流对焊接温度场和熔池流动行为的影响。结果表明，外加磁场可以改变电弧等离子体的运动行为，进而影响了焊接电弧在基板表面和熔池内部的热量传导行为。施加磁场后，熔池中的峰值温度发生下降，峰值温度区域由熔池中心转向熔池外围，铝/钢界面处的高温停留时间和温度也随之下降。此外，外加磁场改变了铝液熔池内部的流动行为。熔池内部的流动特征由无磁场时的单一环流，转变为有磁场作用时的双环流流动特征。随着励磁电流的增加，熔池内部的流速和流动范围有增大的趋势。

55 低电流 TIG 电弧辅助 MIG 高速焊咬边缺陷抑制机理及措施的研究

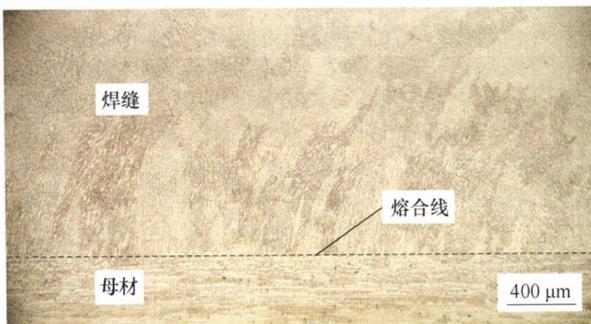
陈 姬 魏建华 周 倩 武传松



摘要：基于温度场、流场、熔滴过渡以及电弧形态检测，开展低电流钨极氩弧焊(Tungsten inert gas welding, TIG)辅助熔化极惰性气体保护(Metal inert gas welding, MIG)高速焊工艺试验。从传热、传质以及受力等角度分析低电流 TIG 辅助电弧对高速 MIG 咬边缺陷的抑制机理，并分析各工艺参数对最终焊缝成形的影响。相比常规 MIG 高速焊，低电流 TIG 辅助电弧能有效降低 MIG 高速焊前部熔池边缘的温度梯度，延长熔池存在时间，促进液态金属向焊缝边缘填充。电弧力和熔滴冲击力是影响高速焊咬边缺陷的主要作用力，低电流 TIG 辅助电弧对 MIG 熔滴冲击力改变较小，但两电弧耦合后，电弧静、动压力明显降低，可有效地抑制 MIG 高速焊中咬边缺陷的产生。此外，正交工艺试验显示，丝-极间距和焊枪倾角是影响复合焊工艺的重要参数，而钨极距工件距离和 TIG 焊接电流则对咬边缺陷的影响较小，通过对丝-极间距和焊枪倾角的调节能快速实现该复合焊工艺参数的优化，抑制咬边缺陷。

62 焊接熔池凝固过程联生结晶晶体学取向对线性不稳定动力学的影响

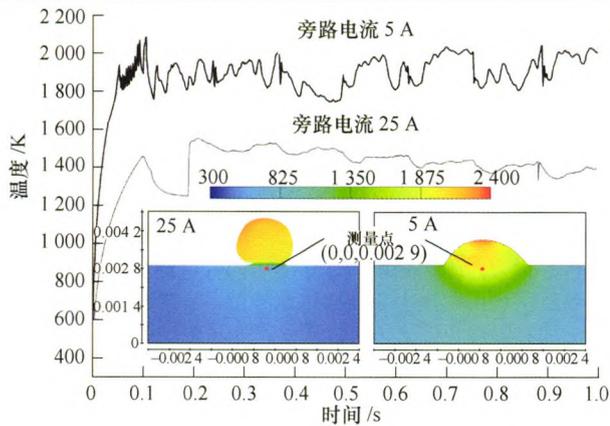
郑文健 贺艳明 杨建国 董志波



摘要：为了研究焊接熔池凝固过程中联生结晶的晶体学取向对线性不稳定动力学的影响规律，采用定量相场模型，耦合熔合线附近枝晶生长的瞬态条件，对不同晶体学取向的联生结晶生长过程进行数值模拟，同时采用考虑界面能各向异性的线性不稳定动力学解析模型对该系列联生结晶过程的界面演化进行预测。线性生长失稳波长的相场模拟结果和解析计算结果与试验结果吻合良好。不同晶体学取向的联生结晶的生长结果表明，晶体学取向偏角越大，界面越稳定，界面失稳临界时间越长。由于焊接熔池瞬态凝固条件的瞬变性，以及线性生长阶段界面波长选择放大机制的随机性，使晶体学取向偏角越大界面失稳波长越大的规律无法显现。因此焊接熔池中熔合线附近联生结晶的界面失稳胞晶间距与初始晶体学取向相关性不明显。

70 旁路耦合微束等离子弧堆垛与熔池动态行为数值模拟

黄健康 杨茂鸿 余淑荣 石珏 樊丁



摘要: 针对旁路耦合微束等离子弧增材制造堆垛过程中熔滴与熔池的动态行为, 在考虑自由表面的情况下, 建立一个熔滴与熔池耦合作用的传热与传质模型, 分析表面张力和熔滴冲击动量共同作用下的熔池瞬态形状和复杂的流体流动行为, 并通过试验验证了模型的正确性。研究发现: 当熔滴携带热量冲击熔池时, 熔池温度升高, 熔池中的最大速度可增大到 2.06 m/s; 随着进入熔池的熔滴数目增加, 熔池余高增加, 熔宽增加, 而熔深基本不变; 同时, 当旁路电流增大时, 母材温度较低, 造成更浅的熔深, 更高的余高和更小的熔宽, 熔池液态金属的流动也不稳定; 增加熔滴间隔时间后, 每一层的顶部半径随着层数增加而减小。

77 中厚板铝合金光纤激光+MIG 复合热源焊残余应力的数值分析

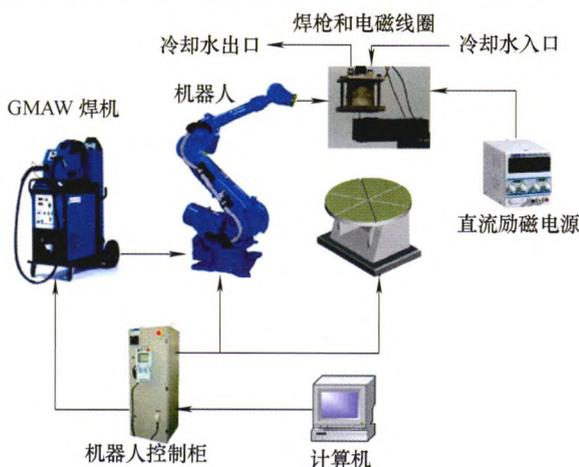
胥国祥 郭庆虎 胡庆贤 朱杰 刘朋 潘海潮



摘要: 基于热弹塑性理论性, 建立铝合金激光+熔化极惰性气体保护焊(Metal inert gas, MIG)复合热源焊残余应力的三维数值分析模型。激光和电弧热输入分别采用双椭球热源模型和热流密度峰值指数递增的锥体热源模型描述。利用所建模型, 通过 ANSYS 有限元软件对 12 mm 厚铝合金复合焊对接接头残余应力进行模拟计算, 研究其分布特征, 并与 MIG 焊的计算结果进行比较。同时, 将温度场与残余应力的计算结果与试验结果进行对比, 验证模型的准确性。研究表明, 在焊缝及近缝区, 纵向拉应力及等效残余应力较大, 两者应力峰值均低于材料的屈服强度。而相较于电弧作用区域, 激光作用区域残余应力相对较高。焊趾处横向残余表现为拉应力, 但应力峰值相对较低。与 MIG 多层多道焊相比, 复合焊纵向应力和等效应力高应力区域明显较窄; 焊件上表面复合焊应力峰值小于 MIG 焊, 但下表面应力峰值则较 MIG 焊大。

84 纵向稳态磁场对电弧增材成形零件表面质量和性能影响的研究

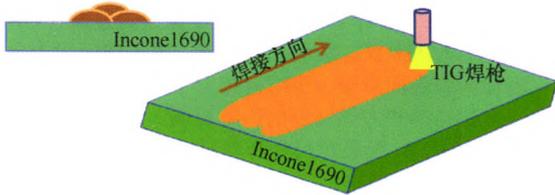
周祥曼 田启华 杜义贤 张海鸥 王桂兰 梅飞翔



摘要: 外加磁场作用是影响电弧增材成形过程与成形零件性能的有效方式之一。为了研究外加纵向稳态磁场对低碳钢电弧增材成形零件表面质量和力学性能的影响, 搭建基于 GMAW 的纵向稳态磁场辅助电弧增材成形装置, 采用形貌分析、金相观测、性能测试的方法对比分析有/无外加磁场作用下成形试样表面质量、微观组织及力学性能差异。结果表明: 相比普通熔积, 外加磁场作用下, 单焊道宽高比增大, 形成宽而平的焊道横截面形貌, 从而有效地改善搭接精度并提高熔积层表面质量, 电磁搅拌作用还能够细化晶粒, 减少熔积缺陷以及多道搭接区域的晶粒分布的不均匀性。此外, 外加磁场作用还改变了铁素体和珠光体的占比和分布形态。力学性能测试显示, 磁场作用使得成形样件在熔积方向和搭接方向的力学性能有一定的提升, 力学性能的各向异性减小。

93 脉冲 TIG 焊接工艺参数对高温镍基合金焊缝组织的调控研究

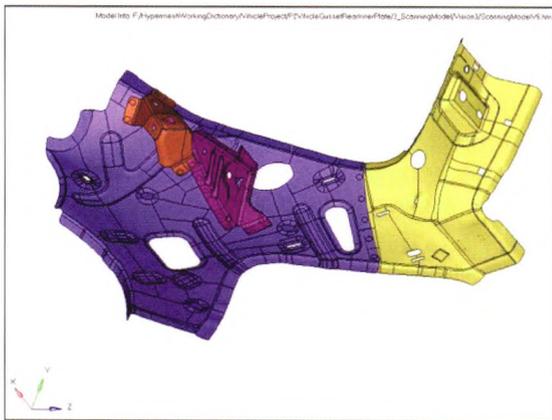
张晓鸿 马朋召 张康 陈静青 陈辉



摘要: 镍基合金因其热导率小,焊接过程中接头在高温停留时间长,导致焊缝晶粒具有粗大倾向。为合理调控焊缝晶粒,本文利用脉冲钨极惰性气体保护焊(Pulse tungsten inert gas, PTIG)参数可调程度高、热输入相对较小的优点,采用优化之后的焊接参数对镍基合金 Inconel690 平板进行堆焊试验。焊后采用光学显微镜和扫描电镜对焊缝的微观组织和析出相进行表征分析。结果发现不同的 PTIG 工艺参数对焊缝形貌和晶粒大小调控效果显著,且在合理的参数范围内,焊缝晶粒随着脉冲峰值电流、占空比和脉冲频率的增加有明显细化效果;而增大基值电流则不利于焊缝组织的细化。通过扫描电子显微镜(Scanning electron microscope, SEM)和能谱仪(Energy dispersive spectroscopy, EDS)分析,奥氏体晶界上的析出相为 $M_{23}C_6$ ($Cr_{23}C_6$)型碳化物,呈现连续分布;奥氏体晶内的析出相为典型颗粒状 MC(NbC, TiC)型碳化物,弥散分布在枝晶间隙中,且在占空比较大的时候,MC 型碳化物有长大成片状的趋势。

102 基于逆向工程的焊接过程有限元模拟

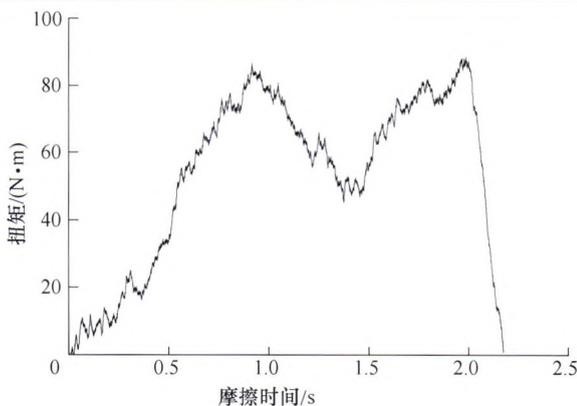
赵文勇 刘湘波 吴海江 魏艳红 张韬 李卓



摘要: 传统的针对复杂构件的焊接过程有限元模拟均是基于理论的、理想的简化几何模型,其问题是模型建立的过程较为漫长,精度不足;而焊接构件在焊接前往往经过前道工序诸如锻造的处理,使得构件实际尺寸与原始设计尺寸不符,从而造成实际构件尺寸形状与理论几何模型存在差异。快速制造系统中用于非规则复杂曲面实体建模的逆向工程技术近年来得以快速发展,将其运用于复杂非规则焊接件的焊接过程的有限元模拟不仅可以提高建模精度,而且可以缩短建模周期。以某车车身侧围后内板为例,采用逆向工程技术获得实体模型,证实了基于逆向工程建模的高效性和精确性;并建立电阻点焊的有限元模型,分析不同焊接工序下应力场和变形的分布情况,研究了后道工序的应力场和变形对前道工序的影响,以优化焊接工艺,指导生产实践。

110 铝/钢连续驱动摩擦焊焊接扭矩和能量输入特征

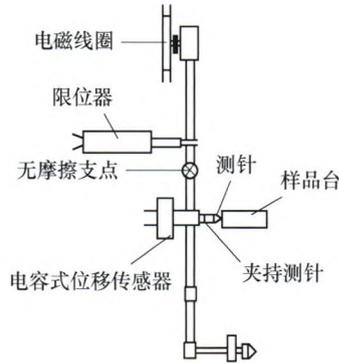
张昌青 刘雄波 吕广明 芮执元 李京龙



摘要: 基于摩擦扭矩是连续驱动摩擦焊焊接界面摩擦阻力做功的综合体现,采用主电动机定子电压电流法(Voltage and current of main motor, VCMM),获得了 1050 纯铝和 E235 低碳钢连续驱动摩擦焊过程焊接界面的摩擦扭矩,分析转速、顶锻压力对接头摩擦扭矩和不同焊接阶段能量输入的影响。结果表明:初始摩擦阶段是接头热量的积累阶段,以粘着摩擦产热为主;转速较低时,接头摩擦扭矩曲线只存在一个峰值或前后峰值特征不明显,此时接头发生失稳摩擦,转速升高,扭矩降低,初始摩擦阶段、准稳态阶段和焊接全过程能量输入都增加,但由于顶锻过程摩擦加热功率的降低使得顶锻阶段能量输入缓慢减小;后峰值扭矩和顶锻阶段能量输入与顶锻压力的变化呈正相关。

117 基于纳米压痕和纳米冲击技术研究溅射功率对 Ti 薄膜力学性能的影响

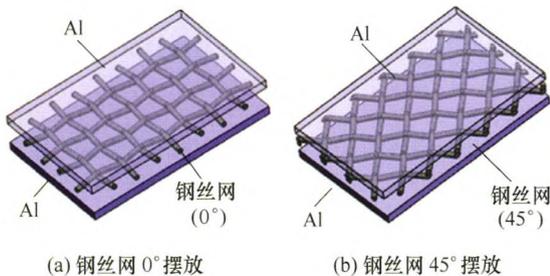
靳巧玲 王海斗 李国禄 张建军 刘金娜



摘要: 控制磁控溅射工艺中的溅射功率为变量, 在玻璃基体上沉积了相同厚度的纯 Ti 金属薄膜。采用原子力显微镜、X 射线衍射仪、纳米压痕仪、纳米冲击系统、电子薄膜应力分布测试仪表征薄膜表面形貌、相结构和力学性能, 研究溅射功率对薄膜显微结构和力学性能的影响机制。结果表明: 随着溅射功率的增加, Ti 膜晶粒尺寸和粗糙度与溅射功率呈指数函数增大, 晶粒择优取向程度与薄膜硬度总体呈现上升的趋势; 溅射功率较小时, 薄膜延展性好, 不易产生疲劳断裂; 薄膜疲劳寿命受残余应力的影响程度高, 残余应力最大的薄膜, 疲劳寿命最短。分析原因认为溅射功率主要通过影响 Ti 原子团、Ar 离子团的能量以及靶材原子的动能, 进一步影响薄膜的显微结构和残余应力; 薄膜硬度受晶粒择优取向程度影响较大; 残余拉应力的增加会促进裂纹的形核和生长, 降低薄膜的断裂韧度并缩短疲劳寿命; 纳米冲击测试结果显示溅射功率变大, 薄膜破坏形式由塑性变形转变为脆性断裂, 即薄膜由韧性向脆性转变。

125 冷轧不锈钢丝网增强铝基复合板性能分析

黄华贵 王计超 刘文文 杜凤山



摘要: 以冷轧复合法制备不锈钢丝网增强铝基复合板, 采用金相显微镜观察复合界面微观形貌随压下率变化的演变规律, 利用拉伸试验机获得复合板力学性能。结果表明: 随着压下率增大, 复合界面由最初的钢丝网与铝板间机械咬合转变为钢丝网交叉点与铝板间的局部点焊合, 随后为钢丝网交叉点与铝板间的面焊合及非交叉点处钢丝与铝板间的局部点焊合; 当压下率达到 52.8% 时, 钢丝网与铝板间形成全面焊合及铝板与铝板间的结合。复合板力学性能测试结果显示: 0° 钢丝网增强复合板抗拉强度、比抗拉强度在一定范围内随着冷轧压下率、钢丝网目数的增大而提高, 随铝板初始厚度增大呈下降趋势, 当铝板初始厚度大于 2 mm 后, 钢丝网增强效果较小。不同摆放角度钢丝网增强复合板较无钢丝网增强铝-铝复合板抗拉强度有所提高, 0° 钢丝网增强复合板提高 22.5%, 45° 钢丝网增强复合板提高 34.2%, 但伸长率都有所下降, 其中 45° 钢丝网增强复合板伸长率下降较少。

131 超高强钢辊弯成形回弹机理分析及控制研究

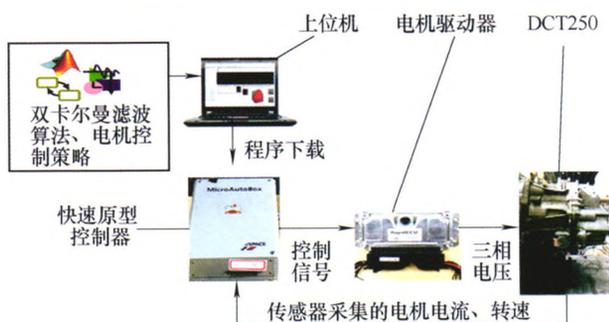
韩飞 牛丽丽 王允 杨亚辉



摘要: 辊弯成形技术能够生产高强度、性能佳、高精度的型钢产品, 并且具有高效、节能、省材等特点, 在许多领域得到广泛运用。针对超高强钢辊弯成形后出现回弹现象, 设计两种轧辊设计方案, 建立 ABAQUS 有限元模型, 分析不同设计方案下板材在成形过程中的等效塑性应变和等效应力的分布情况, 重点阐述辊弯成形件回弹的成形机理, 提出控制回弹的成形工艺方法; 试验验证轧辊设计优化后工件回弹角度更小, 成形精度更好, 回弹角度最大误差为 1.66%; 通过仿真分析, 轧辊设计优化后的成形件边部纵向应变值降低并趋于平缓, 结果表明采用优化后的工艺参数可有效减小板材的冗余变形, 并有效控制板材的回弹问题。

138 干式 DCT 离合器无刷直流电动机双卡尔曼滤波故障诊断

赵治国 李航宇 雷丹



摘要: 实时有效地对离合器作动电机进行在线故障诊断并进行容错控制, 是保证干式双离合变速器(Dry dual clutch transmission, DDCT)安全可靠工作和实现干式 DCT 快速动力换挡的前提条件。论文针对 6 速干式 DCT 离合器作动电机, 采用双卡尔曼滤波算法对电机相关状态及参数进行了联合仿真估计, 并通过台架试验对估计算法进行了试验验证。结果表明: 所采用的双卡尔曼状态及参数联合估计算法能对离合器作动电机的状态和参数进行有效估计, 估计误差不大于 2%, 且能进一步实时在线诊断出传感器无法检测的电机潜在故障, 为后续干式 DCT 容错控制研究奠定了基础。

150 基于熵权 TOPSIS 方法的整车动力学性能多目标优化

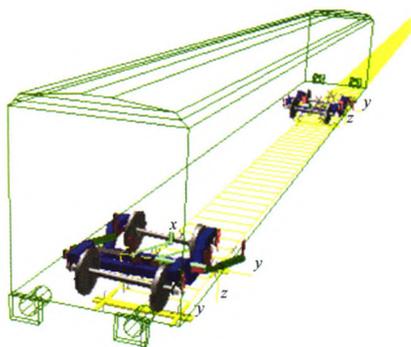
蒋荣超 刘大维 王登峰



摘要: 为提高汽车行驶平顺性和操纵稳定性等整车动力学性能优化匹配效率, 提出基于 TOPSIS(Technique for ordering preferences by similarity to ideal solution, TOPSIS)方法的设计变量筛选策略。首先建立考虑下控制臂和扭转梁柔性的整车刚柔耦合虚拟样机模型, 并通过下控制臂和扭转梁自由模态试验以及整车行驶平顺性和操纵稳定性实车道路试验验证所建整车刚柔耦合模型的正确性。采用试验设计方法研究下控制臂和扭转梁各结构参数分别对前后悬架性能的影响程度, 提出基于熵权法和 TOPSIS 方法的结构综合贡献系数计算方法, 以此为评价指标筛选出对悬架性能影响较大的结构参数作为整车性能匹配优化的设计变量, 结合 Kriging 近似模型和 NSGA-II 算法(Elitist non-dominated sorting genetic algorithm, NSGA-II)对整车行驶平顺性和操纵稳定性进行多目标优化设计, 获取 Pareto 最优解集, 并确定出前后悬架系统的优化方案。研究结果表明, 与优化前相比较, 悬架系统优化后的整车行驶平顺性和操纵稳定性均有所提高, 能够实现汽车性能的整体改善。

159 高速客车抗蛇行减振器阻尼匹配的解析研究

于曰伟 周长城 赵雷雷



摘要: 根据转向架 9 自由度蛇行运动模型, 通过车辆运动稳定性分析, 利用赫尔维茨稳定判据, 建立基于运动稳定性的抗蛇行减振器阻尼系数解析计算数学模型; 根据车辆通过曲线轨道时车辆脱轨安全性的要求, 建立基于曲线通过性的抗蛇行减振器阻尼系数解析计算数学模型; 在此基础上, 利用黄金分割法, 建立基于运动稳定性和曲线通过性折中最优的抗蛇行减振器阻尼系数解析设计方法, 并对其主要影响因素进行分析。通过某高速客车抗蛇行减振器最优阻尼系数的设计实例、仿真分析及可靠性验证, 可知所设计抗蛇行减振器阻尼能够使车辆具有良好的运动稳定性和曲线通过性能, 结果表明, 所建立的高速客车抗蛇行减振器的阻尼匹配设计原理和方法是正确的。

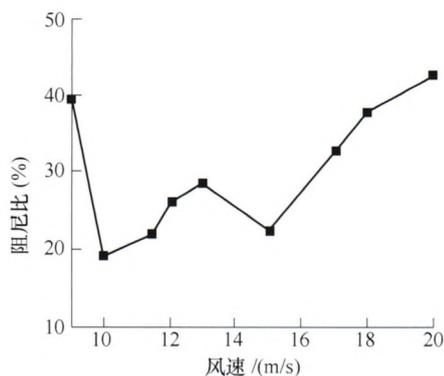


摘要:为兼顾驾驶员和辅助驾驶系统在车道保持控制中的优势,根据实时驾驶员操作动作和车辆道路信息对车辆横向安全性进行评价,并对车辆控制权在驾驶员和辅助驾驶系统之间做出实时决策,以实现人机协同控制。在车道识别方面,采用了同帧图像的分区识别、相邻帧图像的车道候选区估计等方法。在车道跟踪控制时,根据车辆横向安全性高低采用不同控制策略,并基于模糊规则确定辅助驾驶控制力度以计算人机协同控制时的实际辅助驾驶控制量。在不同车速和不同道路条件下,采用人工驾驶和人机协同控制两种方式进行车道保持实车试验。试验结果表明,所采用的方法能够有效识别道路车道线,且人机协同控制下的车道跟踪具有较好的精确性和稳定性。

/// 可再生能源与热物理 ///

176 风力机柔性叶片模态气动阻尼分析方法研究

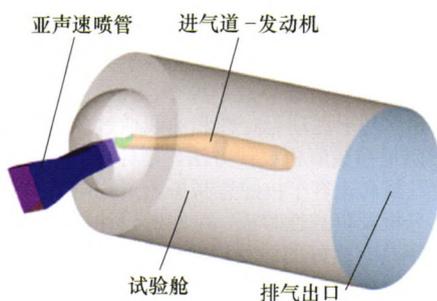
池志强 夏鸿建 李德源 张湘伟



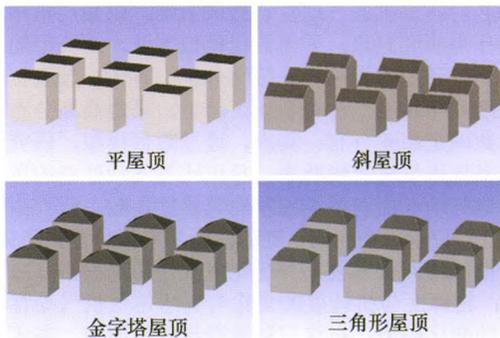
摘要:针对大型水平轴风力机柔性叶片的模态气动阻尼数值分析方法进行研究。运用多体系统动力学建模方法和风力机叶片空气动力学模型,建立柔性叶片的气弹耦合方程,在求解此方程得出叶片在某运行工况下的气弹响应基础上,结合柔性叶片振动模态参数包括模态频率、模态向量和模态质量等物理量的识别和振动能量损失法,即计算气动力在叶片振动周期内所做的功,导出叶片模态气动阻尼比计算式,建立叶片挥舞、摆振各阶模态气动阻尼比分析流程。算例分析某柔性叶片在多种稳态风速下一阶模态气动阻尼比,表明所建立分析方法的有效性和可靠性。为大型风力机柔性叶片气动阻尼特性和气弹稳定性分析提供了有效的分析手段。

184 可变面积的非对称姿态模拟射流喷管设计与仿真

陈鹏飞 吴锋 徐全勇 彭晋 徐倩楠



摘要:可变面积和可变姿态的自由射流喷管因其能够实现试车台能力的最大化、降低成本和快速调节等优点,将成为地面风洞试验研究的新趋势。为解决在大迎角范围内满足不同推进系统地面试验所需的气流能力和试验舱物理空间之间的矛盾,同时使其具备真实高度、马赫数和姿态的模拟能力,提出了一种基于非对称机械臂的姿态模拟射流喷管方案。根据试验舱结构与现代战机飞行包线,确定自由射流喷管的设计指标与初步流场布置;建立 2-RRR 机械臂机构数学模型,运用 Deanvit-Hartenberg(D-H)法开展了机构计算与求解研究;通过仿真分析了射流喷管的初步功能实现情况,并验证了该设计方案的可行性,为射流喷管的研究与发展奠定了基础。

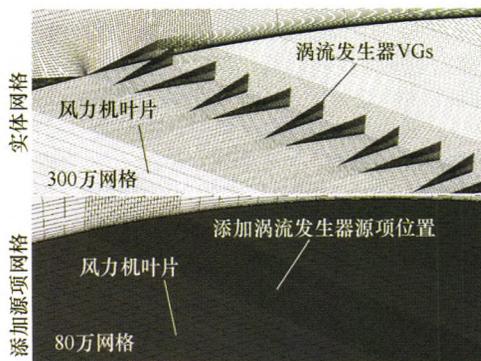


摘要：以符合城市粗糙大气边界层的速度剖面为入口边界条件，采用 **Realizable $k-\varepsilon$** 湍流模型对北方地区常见的、顺列布置的斜屋顶、金字塔屋顶、三角形屋顶及平屋顶建筑物群顶面上方的流动形式、风速及湍流强度分布特征进行了模拟计算，结果表明：平屋顶最利于屋顶风力机的安装，其次为金字塔屋顶，最差为斜屋顶和三角形屋顶；对于金字塔屋顶、斜屋顶和三角形屋顶这些非平顶建筑物，不合适安装低于屋顶最高位置的屋顶风力机，且可优先考虑将屋顶风力机安装于屋檐；为了避开强湍流区域，以上四种屋顶形状顶面屋顶风力机的安装高度不得低于 $1.1H$ ；在建筑物群内，当安装高度高于 $1.2H$ 后，屋顶风力机安装于第一排建筑物顶面任何位置时都可避开屋顶的强湍流区域，而此排建筑物顶面风速达到来流风速的高度随着屋顶形状的不同而不同；当安装高度高于 $1.5H$ 后，可忽略屋顶形状的不同，将屋顶风力机安装于群内所有建筑物顶面任何位置。

交叉与前沿

201 考虑叶片相互影响风力机涡流发生器参数化建模

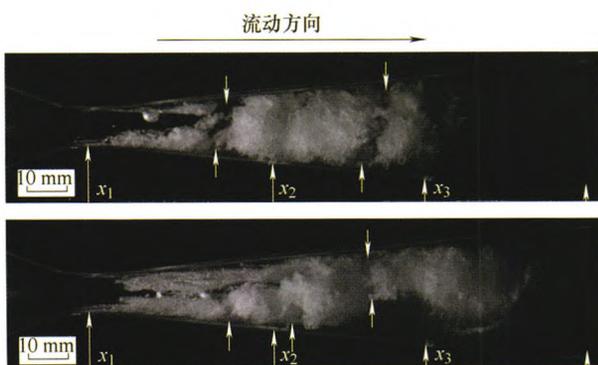
赵振宙 严 畅 王同光 沈文忠 郑 源 许波峰



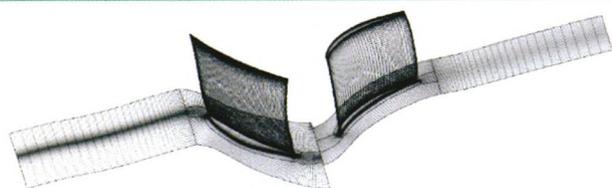
摘要：参数化模型可解决数值计算中涡流发生器(Vortex generators, VGs)实体建模带来网格数量大的问题。基于升力线和三角翼理论，考虑了叶片间相互影响，建立了反向旋转、由三角翼构成的阵列式 VGs 的参数化涡模型，给出三角翼的最大环量值计算方法，以源项加入 N-S 方程，用于模拟 VGs 对叶片气动性能的影响。分别采用阵列式和单一叶片模型计算安装于平板的 VGs 环量特性，并与文献试验数据进行对比，结果显示：在 $0^\circ \leq \alpha \leq 18^\circ$ 内，阵列式模型的计算误差仅为 4.8%，在 $\alpha=24^\circ$ 误差为 13.2%；单一叶片模型计算结果随攻角增大而较大偏离试验数据， $\alpha=24^\circ$ 最大误差达 49.4%。模拟了 DU91-W2-250 直叶片上 5 组 VGs 的气动特性，两模型对比结果显示阵列式模拟结果与试验值更加吻合。从流场模拟来看，实体建模和阵列式参数化模型得到的流场基本一致。

209 文丘里管不同空化阶段空化不稳定特性的试验研究

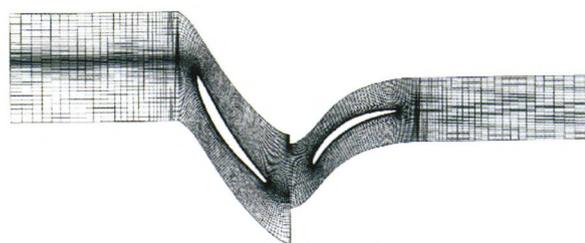
龙新平 王 炯 左 丹 章君强 季 斌



摘要：采用高速摄像技术研究文丘里管在空化数分别为 0.76、0.51、0.26 的三种不同状态下的空化流动现象，比较不同工况下空化云脱落的具体方式，利用图像处理工具分析空化云面积的变化规律，研究空化云脱落和各测压点压力变化之间的关联关系。结果表明，空化云从文丘里管喉管起始段近壁面处生成以后，逐渐向下游发展，在不同空化阶段呈周期性的以不同的方式脱落。随着空化数的减小，空化云脱落方式由单一的上下同时脱落向单边脱落转变，而单边脱落又以下边脱落为主。当空化非常剧烈时，在扩散管内出现多段不连续的团状空化云。另外，空化云脱落与扩散管内 3 个不同位置的脉动压力脉动有很强的关联性，而与喉部内压力脉动关联不大。空化云脱落的主频与扩散管内压力脉动主频几乎完全对应，且随着空化程度的加剧而递减，对应主频分别为 275.9 Hz、176.8 Hz、12 Hz。



(a) 三维网格示意图

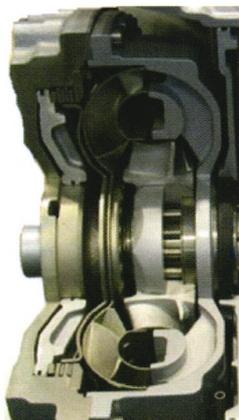


(b) 二维网格示意图

摘要: 在航空发动机中, 高压压气机叶片的加工超差难以避免, 势必对压气机的气动性能造成影响。以某高压压气机后面级作为研究对象, 采用数值模拟方法, 对典型的高压压气机加工超差种类进行敏感性分析。首先, 选取位置度、轮廓度及扭转度三种典型加工超差, 采用高斯分布概率密度函数确定超差分布; 其次, 通过数值模拟, 研究加工超差对高压压气机等熵效率、总压比等气动性能的影响规律, 提取气动性能对各类超差的敏感性参数。研究结果表明, 当叶型位置度变化时, 气动性能基本都呈恶化趋势, 其中动叶根部轴向位置度某种变化情况使得喘振裕度减少 25% 之多; 轮廓度与扭转度的变化与高压压气机气动性能呈负线性的变化趋势; 在这三种典型超差类型中, 高压压气机气动性能对扭转度及轴向位置度超差的敏感性较大, 周向位置度和轮廓度次之。

225 激光多普勒测速圆环壁面窗口折射效应的影响

李春明 李晋 李慎龙 魏巍



摘要: 采用转盘标定系统和理论分析, 对激光多普勒测速仪 (Laser Doppler anemometer, LDA) 圆环壁面窗口折射效应进行研究, 建立描述两束激光轨迹的折射效应理论计算模型, 应用此模型推导了测量体位置和速度矢量偏差修正公式, 分析不同光束半夹角 α_1 、内流场介质折射率 n_3 、圆环壁面厚度 d 、探头位置对折射效应的影响。应用转盘标定系统对计算模型进行验证, 并且进行了条纹畸变折射效应研究。使用相对平移系数 k_x 、 k_y 和速度误差 Δu 来评估折射效应对于测量体位置和测速误差的影响。结果表明: 控制 α_1 在 10° 以内可以忽略其折射效应影响; 壁厚 $d=30$ 时, 折射效应产生的 k_x 、 k_y 和 Δu 近似为恒定值; 壁面两侧折射率尽可能的接近, 可减小 n_3 的折射效应; Δu 试验数据略小于计算数据, 结果相对比较吻合。

15 第7届上银优秀机械博士论文奖——优秀奖

54 第7届上银优秀机械博士论文奖——优秀奖

109 第7届上银优秀机械博士论文奖——优秀奖

208 第7届上银优秀机械博士论文奖——优秀奖

CONTENTS

- 1 Progress in Numerical Simulation of Thermal Processes and Weld Pool Behaviors in Fusion Welding**
WU Chuansong MENG Xiangmeng CHEN Ji QIN Guoliang
- 16 Current Situation and Prospects of Welding Arc Monitoring Technology**
JIANG Fan LI Yuanfeng CHEN Shujun
- 27 Detection and Analysis of Weld Pool Dynamic Behavior and Welder Control Information in GTAW**
FAN Ding DUN Xiaochun ZHANG Gang SHI Yu
- 34 Electromagnetic Vibration Monitoring Method for Liquid Transfer Mode in Wire Feeding Based Laser Additive Manufacturing(WFLAM)**
HUANG Anguo LIU Bo ZHENG Zengchao GUO Jiaqi CHEN Yiyuan PANG Shengyong
- 41 Numerical Simulation of Keyhole TIG Welding of Dissimilar Steels Based on Asymmetric Heat Source**
HUANG Yifei LUO Zhen AO Sansan FAN Wenfei
- 48 Effect of Magnetic Field on the Weld Temperature Field and Flow Behavior of Molten Pool in Al/Steel CMT Welding Process**
LIU Yibo ZHANG Hongming SUN Qingjie LI Junzhao FENG Jikai
- 55 Suppression Mechanism of Low Current Auxiliary TIG Arc on High Speed TIG-MIG Hybrid Welding and Process Optimization**
CHEN Ji WEI Jianhua ZHOU Qian WU Chuansong
- 62 Influence of the Crystal Orientation of Epitaxial Solidification on the Linear Instability Dynamic during the Solidification of Welding Pool**
ZHENG Wenjian HE Yanming YANG Jianguo DONG Zhibo
- 70 Study on the Dynamic Behavior of Molten Pool during the Stationary Pileup of the Double-electrode Micro Plasma Arc Welding**
HUANG Jiankang YANG Maohong YU Shurong SHI Yu FAN Ding
- 77 Numerical Analysis of Welding Residual Stress in Laser+MIG Hybrid Butt Welding of Medium-thick Aluminum Alloy**
XU Guoxiang GUO Qinghu HU Qingxian ZHU Jie LIU Peng PAN Haichao
- 84 Study of the Influence of Longitudinal Static Magnetic Field on Surface Quality and Performances of Arc Welding Based Additive Forming Parts**
ZHOU Xiangman TIAN Qihua DU Yixian ZHANG Haiou WANG Guilan MEI Feixiang
- 93 Study on Controlling of Welding Seam Microstructure about Nickel-based High-temperature Alloy by Pulse TIG Welding Process**
ZHANG Xiaohong MA Pengzhao ZHANG Kang CHEN Jingqing CHEN Hui

- 102 Finite Element Simulation of Welding Process Based on Reverse Engineering**
ZHAO Wenyong LIU Xiangbo WU Haijiang WEI Yanhong ZHANG Tao LI Zhuo
- 110 Friction Torque and Heat Input Characteristics During Continuous Drive Friction Welding of Aluminum to Steel**
ZHANG Changqing LIU Xiongbo LÜ Guangming RUI Zhiyuan LI Jinglong
- 117 Effect of Sputtering Power on the Mechanical Properties of Ti Film Based on the Nano Indentation Method and Nano Impact Method**
JIN Qiaoling WANG Haidou LI Guolu ZHANG Jianjun LIU Jinna
- 125 Analysis on Mechanical Properties of Stainless Steel Wire Mesh Reinforced Aluminum Composite Plate Fabricated by Cold Rolling**
HUANG Huagui WANG Jichao LIU Wenwen DU Fengshan
- 131 Research on Springback Mechanism and Control of Ultra High Strength Steel in Roll Forming Process**
HAN Fei NIU Lili WANG Yun YANG Yahui
- 138 Fault Diagnosis Based on Dual Kalman Filter of Clutch Brushless DC Actuator Motor for Dry Dual Clutch Transmission**
ZHAO Zhiguo LI Hangyu LEI Dan
- 150 Multi-objective Optimization of Vehicle Dynamics Performance Based on Entropy Weighted TOPSIS Method**
JIANG Rongchao LIU Dawei WANG Dengfeng
- 159 Analytical Research of Yaw Damper Damping Matching for High-speed Train**
YU Yuewei ZHOU Changcheng ZHAO Leilei
- 169 Lane Tracking of Driver Assistance System with Man-machine-coordination**
LI Jin LIU Yangyang HU Jinfang
- 176 Study on Modal Aerodynamic Damping Analysis Method for Wind Turbine Blade**
CHI Zhiqiang XIA Hongjian LI Deyuan ZHANG Xiangwei
- 184 Design and Simulation of Variable Area Jet Nozzle with Asymmetrical Attitude Simulation**
CHEN Pengfei WU Feng XU Quanyong PENG Jin XU Qiannan
- 191 Influence of Roof Shape on Micrositing of Rooftop Wind Turbine in the Building Group**
HOU Yali WANG Jianwen WANG Qiang WANG Xinting
- 201 Parametric Model of Vortex Generators of Wind Turbine Considering Inter-effect of Winglets**
ZHAO Zhenzhou YAN Chang WANG Tongguang SHEN Wenzhong ZHENG Yuan XU Bofeng
- 209 Experimental Investigation of the Instability of Cavitation in Venturi Tube under Different Cavitation Stage**
LONG Xinping WANG Jiong ZUO Dan ZHANG Junqiang JI Bin
- 216 Sensitivity Analysis of Manufacturing Variability on High-pressure Compressor Performance**
ZHENG Siyu TENG Jinfang QIANG Xiaoqing
- 225 Refraction Effect from Beam Refraction by Annular Wall Window in LDA Applications**
LI Chunming LI Jin LI Shenlong WEI Wei

《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)
宋玉泉(院士) 陈学俊(院士) 林尚扬(院士) 周孔穴(教授) 周尧和(院士) 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) 陈熠彰(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)
CHETWIND 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)		

