

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

考虑产品制造过程内含能的选择性拆解规划能耗优化研究

任亚平 郭洪飞 张超勇 李磊 孟磊磊 屈挺 何平

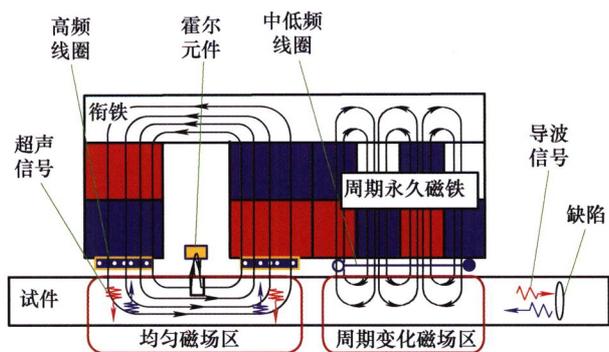


57卷 **06**期 **半月刊**
2021年3月

/// 仪器科学与技术 ///

1 基于频域可变的大型钢结构钢板腐蚀电磁检测仪器的开发

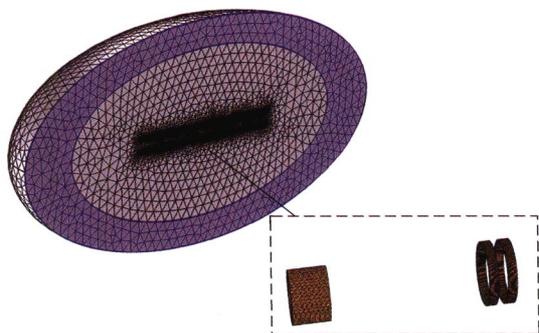
沈功田 武新军 王宝轩 胡 斌



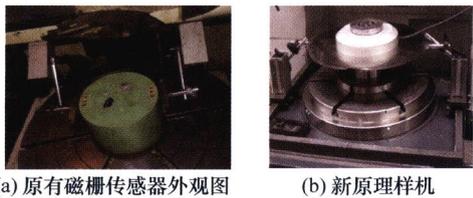
摘要: 钢板腐蚀是大型钢结构失效的主要原因之一。钢板构件往往面积巨大,且由于密闭空间或附属结构,使得单一检测方式难以完成有效检测。在分析漏磁检测、电磁超声检测和电磁超导体检测技术特点及检测机理的基础上,提出基于频域可变的电磁检测理念。优化漏磁、电磁超声测厚和导波检测传感模块,实现三种检测模块的一体化设计,开发复合检测传感器。针对三种检测方法信号激励和采集的特点,研发一体化电路,开发了基于频域可变的电磁检测试验平台。针对不同工况需求,开发了储罐底板腐蚀在油检测仪和系列自动爬行电测检测仪。通过现场成功应用,验证了基于频域可变的电磁检测技术的有效性和巨大应用潜力。

10 小径管脉冲远场涡流检测研究

余兆虎 付跃文 江礼凡 杨 帆

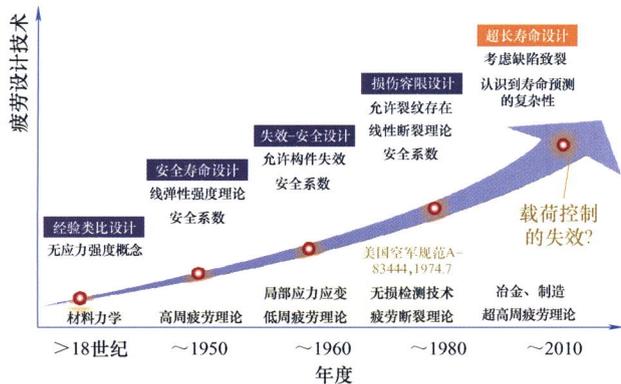


摘要: 小径管如热交换器管等在工业中应用广泛,不少使用情况下需要定期检测。远场涡流技术是检测小径管缺陷的有效技术之一,在此基础上,脉冲远场涡流检测技术结合了脉冲涡流的频谱丰富性和远场涡流技术同时检测内外管壁缺陷的特点。应用脉冲远场涡流检测技术对小径管进行检测,并对该技术中差分式探头和绝对式探头的检测特点进行系统详细的研究。设计了一种新型差分式探头,其接收部分由两个差分连接的检测线圈组成。差分结构中的一个检测线圈用作绝对式线圈,其检测信号采用一个信号采集通道处理,同时两个线圈的差分信号则采用另一个信号采集通道处理。通过数值仿真分析了检测原理,并对腐蚀、孔状和裂纹三种类型管道试件缺陷进行了系列检测研究。试验结果表明探头中的差分线圈对裂纹类、孔类缺陷具有很好的检测灵敏度,远优于绝对式线圈的检测能力,但对检测渐变腐蚀类缺陷不敏感;同时探头中的绝对式线圈对渐变腐蚀具有很好的检测灵敏度。绝对式线圈检测信号中存在着明显的伪峰信号,但差分式线圈则能够有效抑制伪峰信号。所设计的应用双通道处理方法的探头可同时有效检测三种类型的缺陷,并且脉冲涡流检测所具有的缺陷深度定位特征也仍然有效。

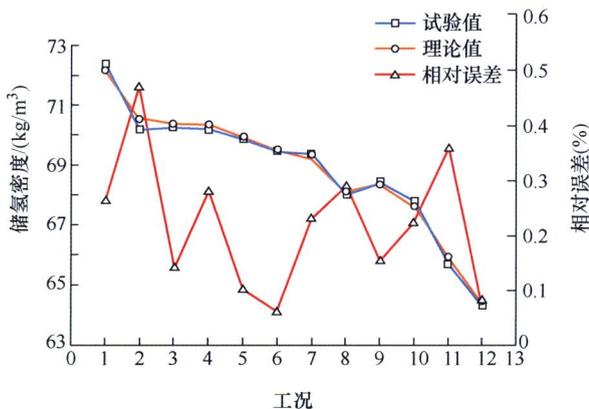


摘要: 提出“正、逆向适应改造”新思想:在用时栅传感器对仪器进行“极限指标”改造的同时,也对仪器应用对象——装备和工艺进行逆向改造:使装备能配合仪器完成现场复杂环境下的“特殊检测”,工艺能配合仪器实现对加工过程的“超常指导”。介绍了“仪器单元”及其与新型蜗轮副母机相嵌入的设计思想,使装备能够满足加工测量一体化工艺,既能在现场复杂环境下发现误差规律并自检确认,又能指导用误差诱导重塑与自我精准抵消的创新工艺去实现极高精度。目标成果:嵌入了仪器单元、执行加工测量一体化工艺、且产品为成套蜗轮副而不仅是蜗轮的新型蜗轮副母机。

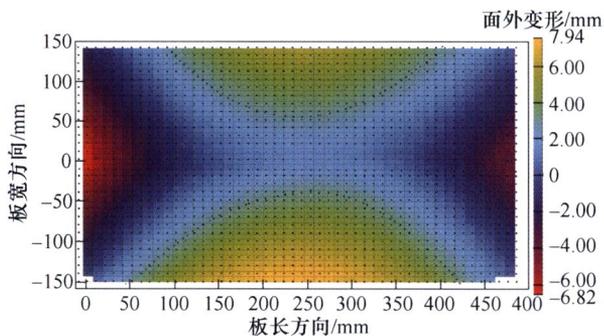
/// 材料科学与工程 ///



摘要: 疲劳是机械结构最普遍的失效模式之一。自 1854 年第一次提出“Fatigue”(疲劳)概念以来,相关研究已有 160 余年的历程,逐步形成了以疲劳研究为基础的机械结构强度理论与技术,推动机械结构从经验设计走向安全设计。本文回顾了结构疲劳研究的缘起及发展历程,总结了典型失效案例对疲劳基础研究的促进作用和里程碑式成果,基于文献统计分析了最近 50 年本领域的代表性进展、研究热点与发展趋势。研究表明,尽管经历了百余年的不懈努力,疲劳极限、损伤易感基因、裂尖主控机制、蠕变-疲劳交互和安全系数的物理本质等仍是困扰人们的难题。数据科学和大数据技术的兴起,为突破数据驱动的疲劳寿命预测方法、诠释疲劳损伤物理机制和建立极端条件下的高端装备疲劳可靠性设计技术提供了新的途径。



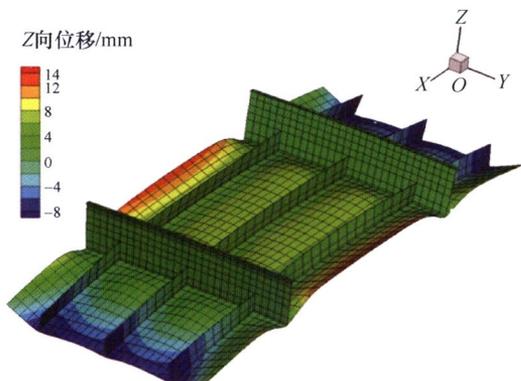
摘要: 针对应用深冷高压储氢技术的车载系统,为补充现有研究中缺乏的描述系统实时运行状态的方法,提出利用储氢密度确定工况的预测模型。基于丰田 Mirai 氢燃料电池车型建立动力学部分的模型。电堆功率和氢气流量的相对误差分别不超过 7% 和 1.3%。基于 Refprop 物性软件建立热力学部分的模型。储氢密度的相对误差不超过 1%,从而验证储氢过程预测模型的精度。此外,还研究储氢容器的初始温度和压力工况对汽车续航里程和容器休眠期的影响。结果表明,35 MPa 下,容器初温由 40 K 变为 70 K,车辆的续航里程减少约 18%。同时,增加容器初压可以延长续航里程,但在 35 MPa 左右的高压时,增压的效果很不明显。而初温 70 K、初压 5~35 MPa 的常见工况范围内,行驶过程中容器压力变化很大,易发生疲劳破坏。为达到固定的休眠期,对漏热量更大的储罐,加注后需实现更低的初温来满足使用需求。



摘要: 薄板焊接极易产生失稳变形, 严重影响到薄板焊接结构件的生产效率和制造成本。以 304L 不锈钢薄板对接焊为研究对象, 通过试验观察到马鞍形变形模式, 并利用三维光学扫描仪测量焊接面外变形的大小。随后进行热-弹-塑性有限元分析再现焊接变形的过程, 测量结果与基于大变形理论的数值计算结果基本吻合, 而与基于小变形理论的计算结果差别很大, 进一步验证失稳变形的产生。同时, 在距离焊缝中心 110 mm 处施加随焊移动的辅助热源实现瞬态热拉伸来控制失稳变形, 并研究了附加热源强度的影响。结果表明, 瞬态热拉伸减小母材对焊缝处加热过程的压缩效应和冷却过程的拉伸效应, 且附加加热区域会产生残余压缩塑性应变, 降低了母材自身的纵向拘束度, 从而降低焊接压应力和变形; 并且附加加热区域最高温度达到 195 °C 和 273 °C 时, 沿焊缝方向面外变形最大值分别减小了 80% 和 72%, 很大程度控制了焊接失稳变形。

70 外拘束对铝合金薄板结构焊接变形的影响

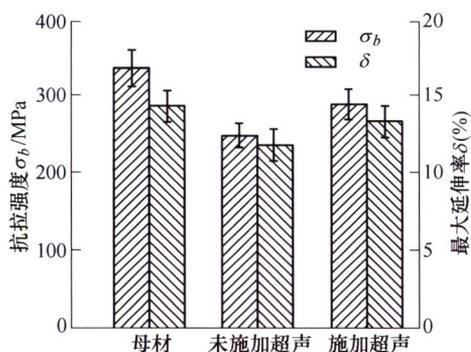
梁 伟 郑 颖 邓德安



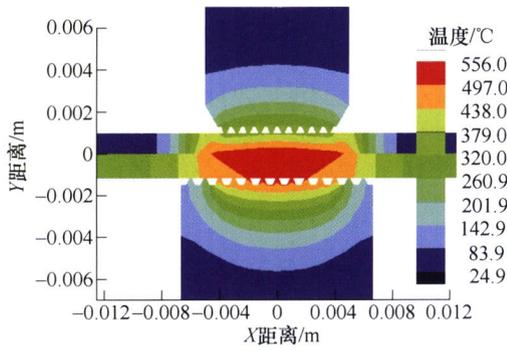
摘要: 采用热-弹-塑性有限元法与基于固有应变理论的弹性有限元法相结合的计算方法, 模拟不同板厚铝合金(A6061)薄板结构的焊接变形。同时, 基于数值模拟结果, 讨论外部拘束对焊接变形的影响。在计算方法上采用两步集成计算方法, 第一步采用热-弹-塑性有限元法计算薄板结构中典型焊接接头的固有变形, 第二步将各个接头的固有变形转化成相应的固有应变代入到基于固有应变理论的弹性有限元模型中计算了薄板结构的总体变形。热-弹-塑性有限元计算结果表明, 在本研究的模型中, 外部拘束对 T 字接头的纵向收缩力(Tendon force)的影响很小, 对横向收缩有一定影响, 对角变形有显著影响。弹性有限元计算结果表明, 在不产生屈曲变形的情况下, 外部约束可以有效地减小焊接结构的面外变形, 但是在发生屈曲变形的情况下, 外部约束并不能防止薄板焊接结构的失稳变形。

78 5A06 铝合金超声辅助激光填丝焊接熔池流动与结晶行为研究

雷正龙 郭亨通 张登明 李 谦



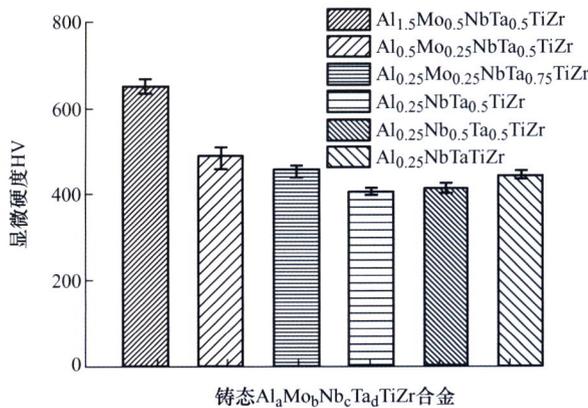
摘要: 为解决铝合金激光焊接过程中由于焊缝成形不良及组织不均匀引起的接头性能下降的问题, 针对 3 mm 厚的 5A06 铝合金开展超声振动辅助激光填丝焊接试验研究。超声变幅杆与焊接试件直接接触, 进而将超声波引入熔池。超声导入熔池后, 增强了熔池的稳定性和流动性, 可以有效地改善焊缝成形, 增加焊缝熔深。不同焊速的试验表明, 低焊速下熔池的高温停留时间长、成分均匀性好, 超声波的引入增强了熔池成分均匀性。超声波在熔池内传播时引起的空化效应、声流效应以及机械搅拌效应既可以有效地提高熔池内的形核率又可以促使晶粒的生长方式由柱状晶向等轴晶转变, 具有细化晶粒的作用。细晶强化作用改善了接头断裂方式, 提高了接头塑韧性和抗失稳能力。与未施加超声辅助相比, 当超声变幅杆压力为 125.7 N 时, 焊缝晶粒明显细化, 接头抗拉强度从 258.3 MPa 提高到 293.1 MPa 左右, 延伸率从 11.2% 提高到 13.1% 左右。



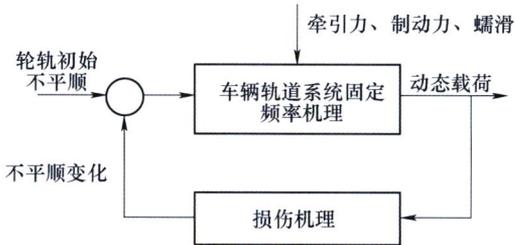
摘要: 尽管大功率超声波焊接更适合异种金属的焊接,在汽车轻量化上应用的研究较少。研究 6061-T6 铝合金与纯铜、6061-T6 铝合金与 DC04 钢大功率超声波焊接的界面及接头性能,主要包括界面的温升、中间相的生成以及接头的力学性能、拉伸断口形貌。结果表明,在钢/铝超声波焊接中,在焊接时间 1 s、压力 1.98 kN 和振幅 27 μm 时,界面生成厚度为 1.70 μm 、主要成分为 FeAl_3 和 Fe_2Al_5 且连续分布的中间相;近一半的超声功率转化为界面能量;焊接区域面积明显大于焊头端面;界面发生了较大的塑性变形,存在明显的机械互锁;接头的最高强度为 3.95 kN,拉伸破坏行为为界面式破坏,且断裂模式为韧性-脆性复合断裂。在铜/铝焊接中,在焊接时间 0.54 s、压力 1.45 kN 和振幅 25 μm 时,界面生成厚度为 1.95 μm 、主要成分为 Al_2Cu 的中间相,获得的接头最高强度为 3.20 kN,其拉伸破坏行为为拉拔式破坏。研究了中间相厚度与接头强度的关系,适当的 IMC 厚度能促进连接。

96 不同成分下铸态 AlMoNbTaTiZr 高熵合金显微组织的研究

于秋颖 贺晓勇 谢孝昌 方爽 李能 黄帅 熊华平

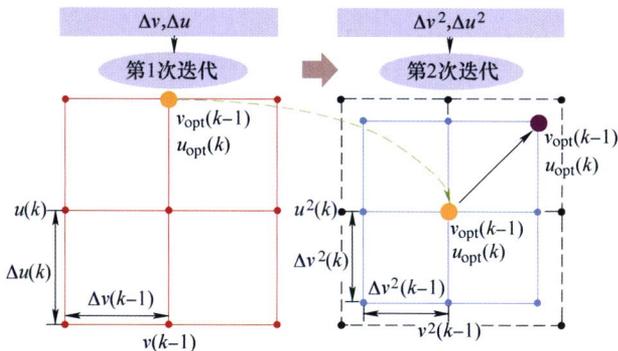


摘要: 通过非自耗真空电弧熔炼法制备了 $\text{Al}_a\text{Mo}_b\text{Nb}_c\text{Ta}_d\text{TiZr}$ ($a=1.5, 0.5, 0.25$; $b=0.5, 0.25, 0$; $c=0.5, 0$; $d=0.5, 0.75, 1$) 高熵合金,研究了合金元素含量、热力学参数、显微组织间的关系。结果表明,除了 $\text{Al}_{1.5}\text{Mo}_{0.5}\text{NbTa}_{0.5}\text{TiZr}$ 合金由 BCC 相和富 Al-Zr 相组成外,其他 $\text{Al}_a\text{Mo}_b\text{Nb}_c\text{Ta}_d\text{TiZr}$ 合金由单相 BCC 固溶体相组成。铸态合金呈现典型的枝晶形貌,Al、Zr 和 Ti 偏析于枝晶间,Mo、Ta 和 Nb 偏析于枝晶干,合金成分变化对凝固过程元素分布的影响较小,但 Al 比 Zr 对富 Al-Zr 相析出的影响更为显著。在 a, b, c 和 d 数值减小的 $\text{Al}_a\text{Mo}_b\text{Nb}_c\text{Ta}_d\text{TiZr}$ 中,富 Al-Zr 相析出被抑制,枝晶组织逐渐粗化。 $\text{Al}_{1.5}\text{Mo}_{0.5}\text{NbTa}_{0.5}\text{TiZr}$ 合金因富 Al-Zr 相的析出使得显微硬度最高,可达 650.0 HV0.3, $\text{Al}_{0.25}\text{NbTa}_{0.5}\text{TiZr}$ 合金的最低可达 407.6HV0.3。

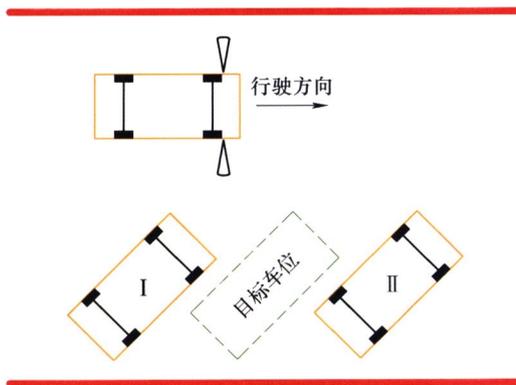


摘要: 车轮非圆化磨耗是铁道车辆常见的一种车轮磨耗形式,对车辆的振动、噪声、乘坐舒适性和运行安全性均具有较大影响。介绍车轮非圆化的表现形式,总结国内外轮轨轨道交通车辆运营中出现的车轮非圆化磨耗现象。重点总结车轮非圆化磨耗的形成机理,根据车轮非圆化磨耗形成原因的不同将其分成三大类:由车轮初始缺陷引起的非圆化;由车辆-轨道固有振动引起的非圆化;由踏面制动时闸瓦与车轮间热弹性失稳引起的非圆化。回顾车轮非圆化磨耗仿真的研究历程,指出当前车轮非圆化磨耗研究面临的难点和挑战。对车轮非圆化磨耗的控制措施进行总结,重点讨论改善车轮镟修质量、利用闸瓦或研磨子修复车轮非圆化这两个最主要措施。探讨针对车轮非圆化磨耗亟需开展的研究。可为车轮非圆化磨耗机理的研究和控制措施的选用与实施提供参考。

121 基于迭代动态规划的网联电动汽车经济性巡航车速优化



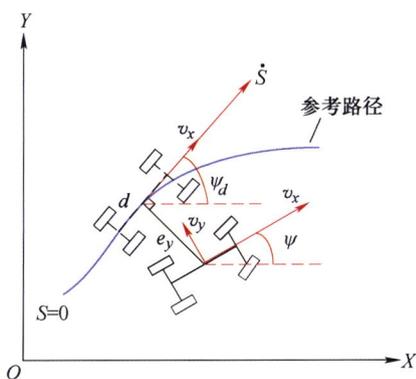
摘要: 为提升网联电动汽车的能量效率,针对变坡度和变限速的交通场景,提出一种结合滚动优化与迭代动态规划(Iterative dynamic programming, IDP)的滚动距离域车速规划策略(Receding distance horizon velocity planning, RDHVP),实现了电动汽车(Electric vehicle, EV)能量优化与动态交通约束的时空解耦,快速优化求解经济性巡航车速。依据动态交通场景变限速特性,设计了基于道路限速分段的EV能量优化问题,在距离域上实现全程优化问题分段滚动优化,以避免限速变化引起的车辆控制力大幅度波动。基于动态规划原理,设计了包含状态量/控制量边界和网格大小缩放策略的IDP算法,以快速计算获取权衡计算速度和最优性的巡航车速。采集真实道路信息,建立仿真模型,验证所设计策略的有效性。结果表明,相较于传统恒定车速巡航策略和常规动态规划方法,提出的方法能够大幅度提高EV能量效率和巡航车速优化计算速度。



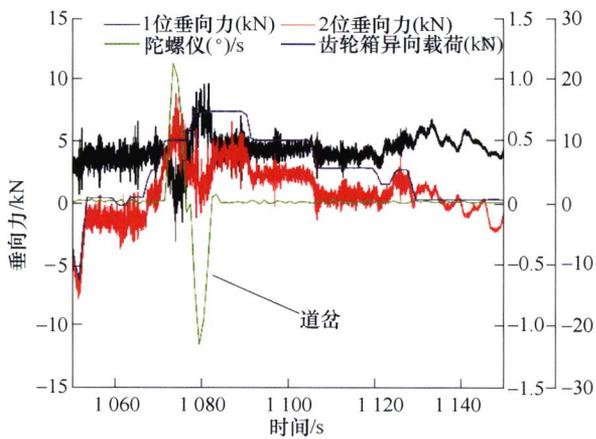
摘要: 针对自动泊车系统中对斜式车位识别的缺失, 在原有平行车位和垂直车位识别基础上, 通过距离和视觉信息的相互融合, 提出一种智能识别日常生活中斜式车位的方法, 并能够完成多工况车位的识别及泊车。该方法利用超声波传感器、摄像头和车轮速度传感器的信息得出车辆的车身姿态特征参数, 采用 Sugeno 型模糊推理方法计算出水平、垂直和斜式三种不同的车位类型; 使用 Matlab/simulink 搭建多工况车位识别模型和相应路径规划模型, 并针对六种不同类型斜式车位、平行车位以及垂直车位场景进行仿真分析, 并进行实车试验。仿真和实车试验验证上述车位识别方法及路径规划策略的有效性和合理性。

142 基于转向与主动横摆力矩协调的四轮驱动智能电动汽车路径跟踪控制

梁艺潇 李以农 KHAJEPOUR Amir 郑 玲



摘要: 为提高智能汽车的路径跟踪能力, 并保证其在极限工况下的动力学稳定性, 以四轮驱动智能电动汽车为研究对象, 根据转向和主动横摆力矩(Direct yaw moment, DYC)系统的特点分别设计控制律进行协调控制。首先, 针对汽车在转向过程中轮胎侧偏刚度的不确定性, 利用线性矩阵不等式(Linear matrix inequality, LMI)理论构造可实现系统区域极点配置的鲁棒控制器, 并研究其求解方案。然后, 采用分层架构设计主动横摆力矩的控制律; 其中, 上层控制器通过车-路运动学关系, 基于线性时变模型预测控制(Linear-time-varying model predictive control, LTV-MPC)计算期望横摆角速度; 下层采用基于双曲正切趋近函数的滑模控制计算主动横摆力矩, 为了在提高跟踪精度的同时确保汽车动力学稳定性, 在滑模面中引入质心侧偏角的控制权重, 其大小根据质心侧偏角稳定性相图确定。考虑到在大多数常见工况中, 转向系统单独作用就已经可以取得良好的控制效果, 对主动横摆力矩系统设置激活机制, 使其仅在转向系统被判定难以完成当前控制目标时才介入, 避免了正常工况下的非必要激活引起的耗能。最后, 通过 Simulink-CarSim 联合仿真进行了算法验证, 结果表明, 即使在较极端的工况下, 所提出的控制方法仍然能保持良好的循迹控制效果, 并且可以很好地确保汽车的动力学稳定性。

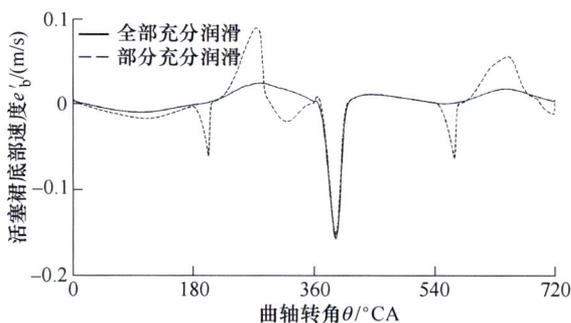


摘要: 深入研究高速动车组转向架构架基本力系构成对建立完备的构架载荷谱具有更为契合其机理及应用的重要意义,能够更为有效、安全地表征构架服役过程中的损伤。通过高精度解耦技术制作完成测力构架,高度模拟构架“在位状态”的自由度状况与载荷作用方式,对构架进行准静态标定。基于长期跟踪试验同步获得我国主要干线的构架载荷、应力历程。在分析转向架运动模式和承载功能的基础上,以平衡状态为目标提取所有载荷,构建构架 17 种准平衡力系。基于实测载荷,分析构架疲劳控制部位应力响应的时域和频域特征,结合同步获得的车辆运行状态信号,验证提出的基础载荷平衡力系可以全面反映线路运行工况下的疲劳损伤。通过时域 Pearson 相关系数及频域功率谱、相干性结果验证基础载荷系符合构架关键区域的时频信息特征。通过单一载荷所产生的损伤占比从损伤的角度对构架的基本载荷系进行完整性确认。该研究结果对建立高速列车转向架构架载荷谱具有重要意义。

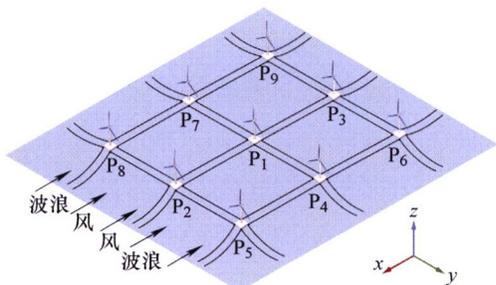
/// 可再生能源与工程热物理 ///

164 计及润滑油输送的内燃机活塞二阶运动研究

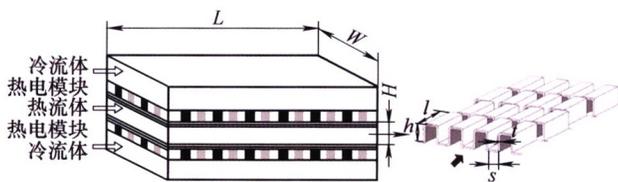
孙军 张潇 朱剑雄 高亚明 李彪 朱少禹 李悦 任燕平 朱桂香



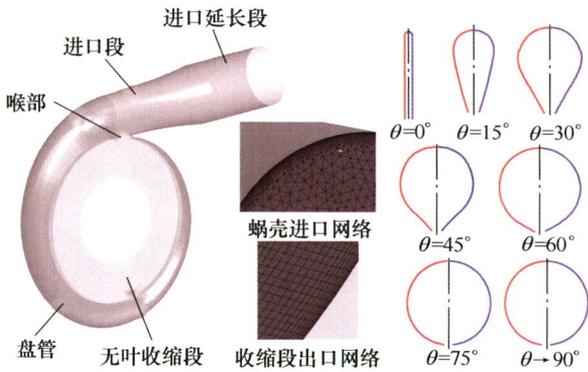
摘要: 内燃机活塞二阶运动直接影响活塞对气缸的拍击、产生的噪声及活塞裙部-缸套摩擦副的润滑、摩擦和磨损。目前内燃机活塞二阶运动分析中一般认为活塞裙部-缸套摩擦副在一个内燃机工作循环所有行程全部处于充分润滑状况,而实际中当活塞上行(向上止点运动)时,入口处的润滑油量不一定能保证该摩擦副处于充分润滑状况。以某四行程内燃机为研究对象,结合活塞运动模型、流体润滑模型、微凸体接触模型和润滑油流动模型,进行了活塞二阶运动特性分析。结果表明,与以往认为所有行程中活塞裙部-缸套摩擦副全部处于充分润滑的分析比较,考虑实际润滑油输送确定活塞上行期间摩擦副的润滑状况时,活塞二阶运动特性(活塞裙顶部和底部位移、速度等)都有较明显的变化。



摘要: 漂浮式风力机的稳定是其正常工作的基础。在深海环境中, 载荷复杂且不稳定, 受其影响漂浮式风力机将产生复杂的激励运动。本文建立基于 ITI Energy Barge 平台的 NREL 5 MW 漂浮式风力机整机模型, 提出 Barge 平台漂浮式风电场。通过高级程序语言编程求解气动载荷, 运用水动力学软件 AQWA, 采用辐射/绕射理论并结合有限元方法, 对海风、波浪载荷作用下漂浮式风电场平台的动态响应进行数值仿真。频域分析结果: Barge 平台在纵荡、垂荡和纵摇方向的响应主要集中在低频区域, 其中, 纵荡、垂荡响应随波浪频率增加逐渐减小, 而纵摇响应先增加后减小。时域分析结果: 漂浮式风电场平台运动轨迹关于风浪入射方向对称。较之于 Barge 平台, 与固定悬链线相连的第一列平台垂荡运动响应稍大, 但波动幅度差别可忽略不计; 其纵摇和机舱稳定性均得以增强; 横摇、艏摇运动幅值很小。研究表明本文所提漂浮式风电场平台具有良好的稳定性, 为进一步的研究工作奠定了基础。



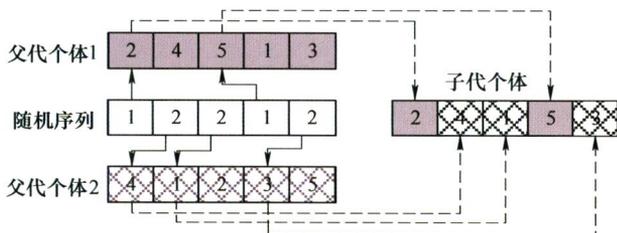
摘要: 由于尾气传热性能差, 尾气余热热电转换系统中常采用具有强化换热结构的尾气换热器, 其中, 锯齿错列肋片式是常见型式之一。但如何平衡传热性能和流动阻力实现对换热器内部结构和整体尺寸的优化, 使得热电系统获得总的净输出功率最大, 是值得研究的内容。但现有成果均是基于限定尺寸结构, 对换热器局部尺度及热电性能进行分析, 没有针对强化换热器的整体优化结构和最大净输出功率展开研究。建立基于汽车尾气余热回收的热电转换数值模型, 结合场协同理论, 分析了锯齿错列肋片式尾气换热器内部肋片结构对热电功率的影响。此外, 综合考虑传热性能与流动阻力的平衡, 以热电转换最大净输出功率为优化目标, 对热电模块结构进行优化, 并获得热电系统的相应最优性能。研究表明: 固定热电模块尺寸时, 净输出功率随肋片高度增加明显增加, 但受肋宽影响较小; 对热电模块尺寸进行优化时, 肋高和肋宽的变化均对热电模块的最优尺寸产生较大影响, 单位面积最大净输出功率随肋宽增加而明显降低, 但受肋高的影响较小。



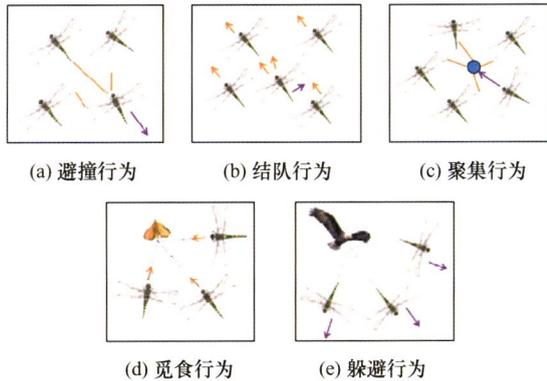
摘要：向心蜗壳的损失特性及其与下游工作轮的匹配能力受到结构参数的影响。针对某型氦氩径流涡轮圆形截面蜗壳，基于相同流动条件及工质等熵膨胀能力等相似准则，比较了三种不同尺寸、出口宽度的蜗壳在不同截面张角情况下的流动特性，通过减小蜗壳盘管尺寸能够适当的提高工作轮的进口马赫数，提高做功能力。并分析了喉部尾缘损失在收缩段不同位置的发展，在向下游流动的过程中，喉部尾迹与周向气流的动量交换使得角度偏差和速度亏损逐渐减小。利用截面角 $90^\circ \geq \theta \geq 30^\circ$ 内蜗壳出口角的变化范围定义了蜗壳与径流涡轮的匹配能力。结果表明，出口气流角对出口宽度和截面张角的变化更敏感。通过改变出口宽度和调整截面张角，可以使蜗壳出口角更容易与工作轮进口角相匹配。

交叉与前沿

200 考虑产品制造过程内含能的选择性拆解规划能耗优化研究



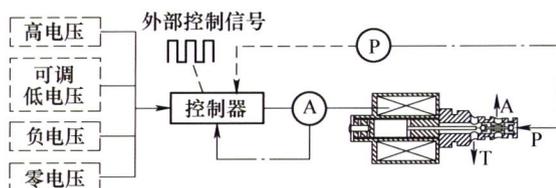
摘要：废旧产品的回收利用以及再制造过程不仅可以实现产品资源的循环利用，促进循环经济发展，同时也能起到节能减排的作用。论文从产品生命周期角度剖析产品制造过程各环节/阶段产生的能耗，研究考虑产品制造过程内含能的选择性拆解规划(Selective disassembly planning, SDP)能耗优化问题，并计算高效节能的拆解方案，以实现废旧产品回收过程经济效益和节能效益的综合最佳。首先，基于 SDP 的基本数学模型和产品制造过程的内含能建立 SDP 能耗优化模型，考虑最大化废旧产品回收过程产生的利润和节省的能耗两个评估指标(决策目标)；然后提出改进的人工蜂群算法(Improved artificial bee colony algorithm, IABC)对多目标 SDP 能耗优化模型进行高效求解，获取回收利润高、节能效果好的综合性拆解方案；最后，通过拆解回收废旧液晶电视的实际案例来验证论文构建的模型和提出的算法的可行性和有效性，计算结果表明 SDP 能耗优化模型的均衡性明显优于 SDP 的基本数学模型，IABC 在收敛性、鲁棒性和计算效率方面均表现优越。



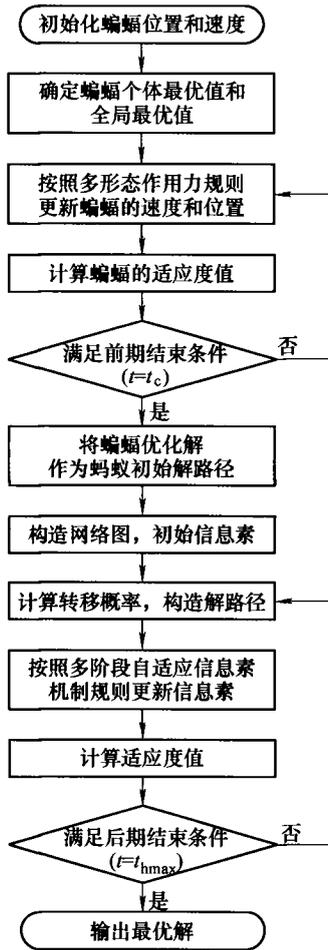
摘要: 针对斗轮取料机系统能耗高、重量大、制造成本高、设计变量多等特点,提出一种改进的蜻蜓算法用以求解斗轮取料机的多目标优化问题。提出的改进蜻蜓算法基于自然现象和物理现象,采用空气阻力和库仑力混合组成的策略对传统蜻蜓算法进行改进,并通过测试函数验证了改进后蜻蜓算法的性能。然后建立考虑斗轮取料机可靠性和振动频率约束的质量与转动惯量的多目标优化模型,利用改进后的蜻蜓算法进行多目标求解,获得斗轮取料机的 Pareto 前沿解集,选择以质量与转动惯量合适权重比为例进行优化,验证开展斗轮取料机多目标优化的有效性。结果表明,优化得到的阶梯截面布局方案具有更小的质量和转动惯量值,同时可以有效避开斗轮取料机系统的共振问题,可以使斗轮取料机的性能得到有效改善,为未来的整机材料-结构-控制多学科一体化协同优化提供基础。

224 自适应供油压力变化的高速开关阀控制策略研究

钟 麒 何贤剑 李研彪 张 斌 杨华勇 陈 波



摘要: 针对球阀结构高速开关阀动态特性受供油压力影响大的问题,提出自适应供油压力变化的高速开关阀控制策略,通过计算不同供油压力下的高速开关阀临界启闭电流,结合电流反馈机制,实现多个激励电压源之间的自动切换,最大程度上维持了高速开关阀在变供油压力下的动态特性。理论分析验证了供油压力对高速开关阀的动态特性有较大影响。仿真和试验都达到了控制策略的预期效果,结果表明,与单电压驱动方法相比,自适应供油压力变化的高速开关阀控制策略在 5~20 MPa 的供油压力变化范围内,能有效减少高速开关阀总启闭时间 56.9%~75.8%,扩大可控占空比范围 45.9%~240.6%,提高最大工作频率 161.0%~637.5%。在动态性能提升的同时,自适应供油压力变化的高速开关阀控制策略将启闭总时长的变化率控制在 2.1%以内(变化范围 0.2 ms),可控占空比范围的变化率稳定在 2.1%以内,最大工作频率的差异系数保持在 4.6%以内。



摘要: 针对蝙蝠算法在优化过程中未充分利用蝙蝠间搜索信息交互影响的不足, 借鉴拟态物理学中的作用力规则, 基于阶段性搜索策略将搜索过程分为两个阶段, 分别构造符合算法阶段性搜索特点的作用力规则, 提出多形态作用力蝙蝠算法, 并利用 Benchmark 函数对所提算法与标准蝙蝠算法、变异蝙蝠算法、标准微粒群算法、两阶段微粒群算法进行性能对比测试, 结果表明, 所提算法具有更好的寻优能力。针对标准蚁群算法在离散空间优化时信息素更新机制单一、容易早熟收敛的不足, 结合蚁群的实际社会活动提出多阶段自适应信息素机制蚁群优化算法, 并在算法出现长时间停滞时, 引入混沌算子使算法跳出早熟收敛, 更好地发挥蚁群算法的优势, 相对于标准蚁群算法、引入差分进化算法交叉变异机制的混合微粒群算法、基于动态局部搜索蚁群算法, 所提算法在旅行商问题中具有更高的寻优精度、更好的稳定性。为综合不同群智能算法的优势, 针对多形态作用力蝙蝠算法全局搜索能力强、收敛速度快, 多阶段自适应信息素机制蚁群优化算法局部精细化能力强的特点, 将两种算法串行混合, 提出了多阶段自适应蝙蝠-蚁群混合群智能算法。最后, 通过液压系统可靠性优化和串-并联多态系统可靠性优化实例, 验证了所提混合群智能算法的有效性。

CONTENTS

- 1 Development of Electromagnetic Testing Instrument for Plate Corrosion of Large Steel Structure Based on Variable Frequency Technique**
SHEN Gongtian WU Xinjun WANG Baoxuan HU Bin
- 10 Study on Inspection for Small Diameter Tubes Using Pulsed Remote Field Eddy Current Method**
YU Zhaohu FU Yuewen JIANG Lifan YANG Fan
- 19 Development of New Type of Worm Gear Pair Mother Machine Based on the Integrated Process of Machining and Measurement**
PENG Donglin ZHENG Yong ZHOU Qiwu YANG Jisen WANG Yangyang XU Shi
- 26 Retrospect and Prospect on Century-long Research of Structural Fatigue**
XUAN Fuzhen ZHU Mingliang WANG Guobiao
- 52 Study on Prediction and Influencing Factors of Cryogenic Compressed Hydrogen Storage and Supply Process**
LIU Yunong XU Zhan NI Zhonghua WEI Wei YAN Yan
- 60 Computation and Analysis of the Influence of Transient Thermal Tensioning Intensity on Welding Distortion in Butt Joint with 304L Stainless Steel**
YI Bin ZHOU Fangming WANG Jiangchao
- 70 Influence of External Restraint on Welding Distortion of Aluminum Alloy Thin-plate Structures**
LIANG Wei ZHENG Ying DENG Dean
- 78 Study on Melt Flow and Grain Refining Ultrasonic-assisted Laser Filler Wire Welding Process of 5A06 Aluminum Alloy**
LEI Zhenglong GUO Hengtong ZHANG Dengming LI Qian
- 87 Analysis of Welding Interface and Joint Properties of High Power Ultrasonic Welding of Aluminum Alloy**
LI Huan ZHOU Kang CAO Biao ZHANG Jinzhou

- 96 Effects of the Variation of Alloy Composition on Microstructures of As-cast AlMoNbTaTiZr High-entropy Alloys**
YU Qiuying HE Xiaoyong XIE Xiaochang FANG Shuang LI Neng HUANG Shuai
XIONG Huaping
- 106 Advances in Formation Mechanism and Mitigation Measures of Out-of-round Railway Vehicle Wheels**
TAO Gongquan WEN Zefeng JIN Xuesong
- 121 Economic Cruising Velocity Optimization Using Iterative Dynamic Programming of Connected Electric Vehicle**
DONG Haoxuan YIN Guodong ZHUANG Weichao CHEN Hao ZHOU Yichen WANG Yan
- 131 Multi-condition Parking Space Recognition Based on Information Fusion and Decision Planning of Automatic Parking System**
JIANG Wuhua XIN Xin CHEN Wuwei CUI Weiwei
- 142 Path Following Control for Four-wheel Drive Electric Intelligent Vehicle Based on Coordination between Steering and Direct Yaw Moment System**
LIANG Yixiao LI Yinong KHAJEPOUR Amir ZHENG Ling
- 156 Study on the Classification and Verification of Bogie Frame Loads of the High-speed EMU**
ZHANG Yayu SUN Shouguang WANG Binjie YIN Zhenkun LI Qiuze WANG Wenjing
- 164 On the Piston Secondary Motion of IC Engine Considering the Lubricating Oil Transport**
SUN Jun ZHANG Xiao ZHU Jianxiong GAO Yaming LI Biao ZHU Shaoyu LI Yue
REN Yanping ZHU Guixiang
- 171 Dynamic Response of Floating Wind Farm Platform Based on Barge Platform under Common Sea Conditions**
WANG Bo DING Qinwei LI Chun YUE Minnan
- 184 Optimization of Thermoelectric Performance of Offset-strip Fin Type Exhaust Heat Exchanger**
HE Wei YAO Guangsen CAI Zihan SHI Ying YANG Tianhui WANG Yulin
- 192 Influence of Structural Factors on the Performance of He-Xe Mixture Gas Volute**
YUAN Ze ZHENG Qun WANG Liguó YUE Guoqiang
- 200 Energy Consumption Optimization of Selective Disassembly Planning Considering Product Embodied Energy during Manufacturing**
REN Yaping GUO Hongfei ZHANG Chaoyong LI Lei MENG Leilei QU Ting HE Ping

211 Multi-objective Optimization of Bucket Wheel Reclaimer Based on Improved Dragonfly Algorithm

YUAN Yongliang GUO Zhenggang WANG Peng SONG Xueguan

224 Research on Control Algorithm for High-speed on/off Valves that Adaptive to Supply Pressure Changes

ZHONG Qi HE Xianjian LI Yanbiao ZHANG Bin YANG Huayong CHEN Bo

236 Multi-stage Adaptive BA-ACO Hybrid Swarm Intelligence Algorithm

CHEN Dongning LIU Yidan YAO Chengyu YANG Xiaorong

《机械工程学报》第十一届编委会

名誉主任

钟群鹏 (院士) 路甬祥 (院士) 潘际奎 (院士)

名誉委员

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)

主任

陈学东 (院士)

副主任

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)

国内委员

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)

国际委员

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)

