

ISSN 0577-6686
CODEN CHHKA2

QK1909804

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

动力电池外部短路故障的热-力影响与建模分析

熊瑞 马骏骁 杨瑞鑫 陈泽宇

010101 0000 1001 01010 01010

010 0011 010100 110 0101 000110 100 100011010001

00110 01010 00101 010101 001010 000111 01010

001101010 00101 010101 001010 0010

11010101000110 100 1000 1010010

010101 0000 1001 01010 01010 0000111



中国机械工程学会 主办

万方数据

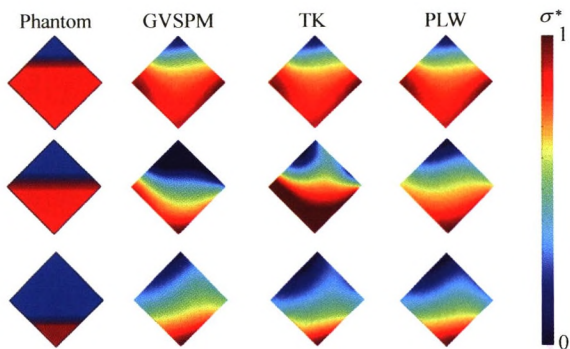
2019年55卷2期 半月刊

仪器科学与技术

1 基于微流控芯片的生物细胞电阻抗成像检测技术

姚佳峰 刘夏移 徐梓菲 赵 桐 陈 柏 吴洪涛

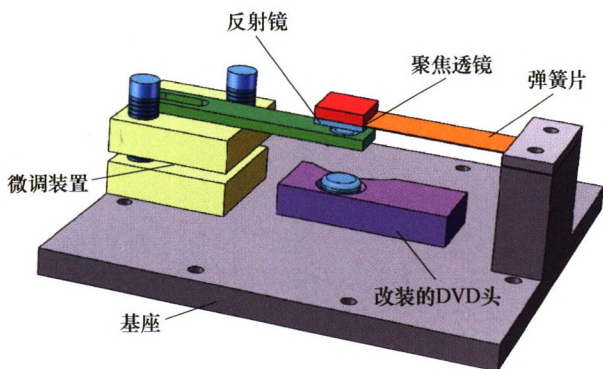
摘要: 基于多电极阵列微流控芯片通过仿真和试验的方法研究电阻抗成像检测技术 (Micro electrical impedance tomography, μ EIT) 在细胞检测方面的应用, 并在微尺度两相流复杂的电气性能中探索重建细胞分布图像的最佳条件。在仿真分析中, 对比了三种图像重构算法, 其为广义矢量模式匹配法 (Generalized vector sampled pattern matching, GVSPM)、Tikhonov 正则化迭代法 (Tikhonov regularization, TK) 和投影 Landweber 迭代法 (Projected landweber iteration, PLW)。仿真结果显示, GVSPM 以最高的图像相关性 $I_C = 0.84$ 和最低的图像误差 $I_E = 0.43$ 被认为是本研究中的最佳图形重建算法。在试验研究中, 用 μ EIT 系统对酵母菌溶液中的细胞沉降进行了图像重建, 试验结果显示, 在频率 $f = 1\text{ MHz}$ 的情况下, 所重建的图像具有最低的电压误差 $U_E = 0.582$, 故可认为该溶液的最佳成像频率为 $f = 1\text{ MHz}$ 。最后, 在频率 $f = 1\text{ MHz}$ 的情况下, 对微流道的三个不同横截面用 GVSPM 重建细胞沉降图像, 结果显示, 各个截面的细胞浓度沿着流向下降, 与以前研究中的各个截面上细胞浓度值 (体积分数) $\Phi = 17.5\%$ 下降至 $\Phi = 4.9\%$ 的结果一致。



10 基于 DVD 光学读取头的悬臂式低频加速度计

李瑞君 常振鑫 雷英俊 胡鹏浩 范光照

摘要: 低频振动对高精度加工和测量都有严重不利影响, 被动隔振方法无法有效减小低频振动, 精确测量低频振动是主动隔振的前提。研制了一种基于 DVD 光学读取头的悬臂式低频加速度计。介绍了低频加速度计的检测原理和结构; 将市售 DVD 光学读数头改装成了高精度位移传感器; 在分析和反复优化的基础上确定了悬臂梁式弹簧片合适的材料和结构参数。以自制振动台为振源, 高精度低漂移的电涡流传感器 (分辨率 0.07 nm) 作为基准, 对所研制的加速度计进行了标定, 结果为灵敏度 9.26 V/g , 频率响应范围 $3\sim 10\text{ Hz}$, 加速度测量范围 $0.4\sim 32.8\text{ mg}$, 10 次测量标准差优于 0.01 mg , 共振频率 44 Hz 。可以用于低频微小振动的检测。

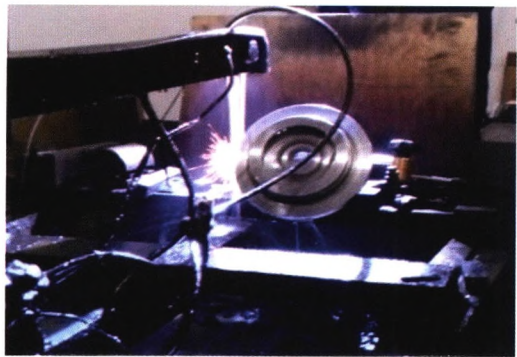




摘要: 驾驶员疲劳驾驶是造成交通事故的主要原因之一，为解决该问题，提出一种新的基于机器视觉的驾驶员疲劳状态检测方法。根据驾驶员视频图像特点，采用基于肤色检测的Adaboost 算法提取面部以及手部的感兴趣区域(Regions of interest, ROIs)。基于尺度不变特征变换(Scale invariant feature transform, SIFT)特征点匹配获取眼、嘴以及手部的 SIFT 特征点，据此得出面部以及手部特征参数。将 Perclos、MClosed、Phdown 以及 SA 4 个特征参数作为模型输入，疲劳度等级作为模型输出，建立三层 BP 神经网络模型，并应用贝叶斯正则化并结合动量梯度下降法较好地解决了传统 BP 神经网络训练高精度和预测低精度的过拟合现象。试验数据表明，该方法能够克服光照、背景、角度以及个体差异的影响，且疲劳检测的正确识别率达到 99.64%。

27 整体叶盘通道去余量线切割加工技术研究

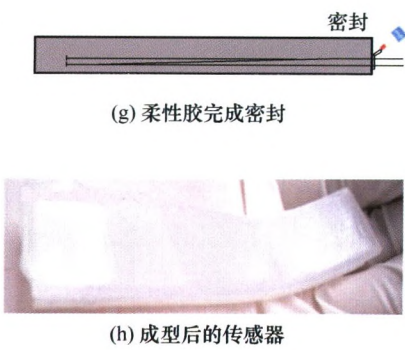
蔺小军 杨碧颖 张新鸽 吴 刚 单秀峰 胡良毅 余 杰



摘要: 整体叶盘的加工余量主要是在其通道开槽粗加工阶段去除的，合理选取整体叶盘粗加工通道余量去除方法是降低通道加工费用、实现整体叶盘加工经济性的关键。由于线切割机床加工单位成本低的原因，采用线切割加工方法对整体叶盘通道进行去余量加工。提出利用叶型与轮毂偏置面确定通道加工边界；通过比较通道边界投影后的投影面积大小确定最优矢量；然后根据最优矢量确定线切割丝与叶盘端面之间的夹角以及切割区域，实现整体叶盘粗加工阶段去除余量最大化。该方法可以有效地解决整体叶盘粗加工阶段经济性问题。试验表明，线切割加工可以应用在整体叶盘通道去余量加工中，并且与传统数控铣削相比，单个通道的加工费用仅为数控铣削加工费用的 1/20。

33 基于微孔抽丝成型工艺的软体力/位传感器

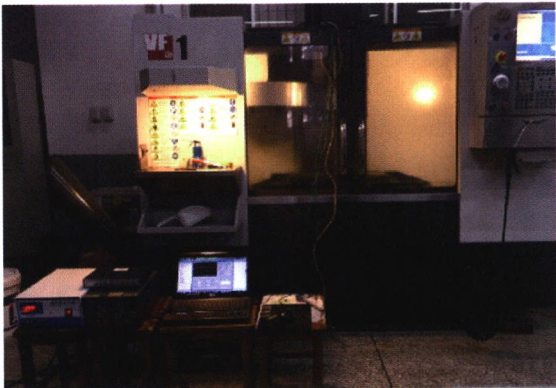
姚建涛 张 弘 勾栓栓 向喜梅 许允斗 赵永生



摘要: 提出一种全柔性力/位传感器的设计、建模和制造方法，并进行试验验证。该传感器可通过附着在待测物表面或嵌入其内部进行力位混合的测量。首先，创新性地提出将微孔抽丝成型工艺引入到软体结构的制造中，构建出低成本、易实现的软体微通道成型工艺体系，通过试验比对，验证了该工艺在软体微通道成型中的优势，成功实现了全柔性传感器高性能快速制造。其次，基于该成型方法设计了双层斜置并行多条的微通道传感器结构，有效地提高了灵敏度及线性度。最后通过试验对该传感器的性能进行验证。试验表明该传感器伸长率在 14%以内时，作为全柔性力传感器线性误差小于 5%，灵敏度为 16.95 mV/N；作为全柔性位移传感器线性误差小于 2%，灵敏度为 5.56 mV/mm。研究内容为全柔性传感器在实际应用中的结构设计和成型方法中有很大的参考价值。

42 超声振动-单点增量复合成形过程中成形力的分析与建模

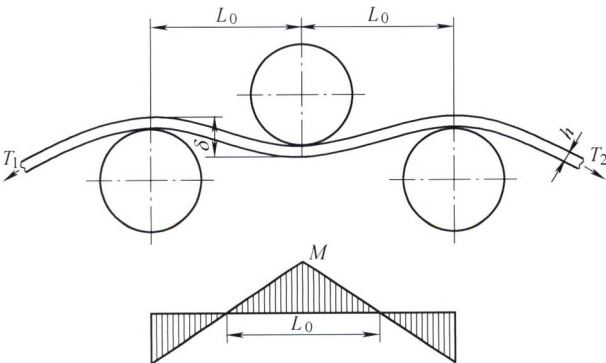
柏 朗 李 言 杨明顺 姚梓萌 姚志远



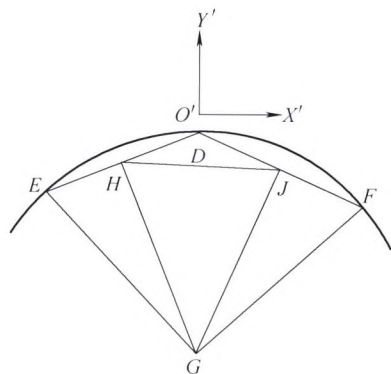
摘要：成形力过大一直是制约单点增量成形技术发展的主要问题之一，针对该问题将超声振动引入单点增量成形技术中，用以降低成形力。为定量揭示超声振动降低成形力的作用机制，对超声振动-单点增量复合成形技术的工作原理和运动规则进行分析总结，取成形接触区域板料微元作为重点分析对象，建立球坐标应力平衡方程，并对接触面上的各向应力进行积分，提炼板料变形处的受力情况并对其进行解析化表达，构建一种关于超声振动-单点增量复合成形技术成形力的解析模型，借此得到施振参数和工艺参数对成形力的影响规律。通过试验对解析模型进行验证，设计开发超声振动主轴及板料夹持系统，搭建 Kistler 的成形力测试系统。试验表明超声振动可以有效降低成形力，同时存在合适范围的频率和振幅使得成形力达到极小值，且试验中的施振参数和工艺参数对成形力的影响规律与理论计算结果具有很好的一致性，验证了解析模型的正确有效性。研究成果为深入分析超声振动对单点增量成形力的影响提供了理论及技术依据。

51 基于拉矫过程参数组合优化的带钢酸洗效率

张赵宁 张 杰 孔 宁 李洪波

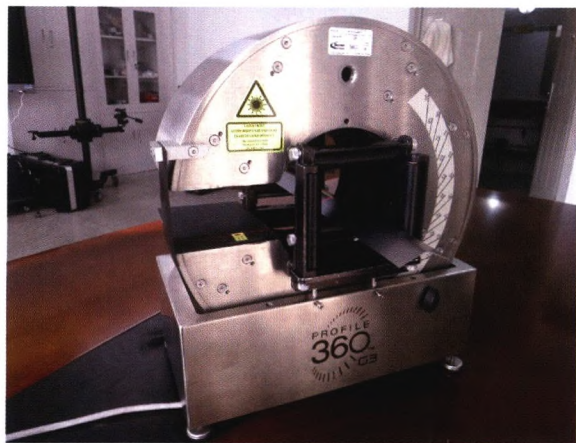


摘要：为研究拉矫过程中张力与弯矩组合条件对热轧带钢酸洗效率的影响，以热轧电工钢板为例，采用弹性力学分析方法讨论张力、弯矩对曲率和伸长率的影响，建立带钢在拉弯矫直过程中，曲率、伸长率随张力/弯矩变化的数学模型。以曲率、伸长率为目标值，通过不同塑性弯曲状态下的静力平衡方程组，构建不同目标值下张力和弯矩的关系。采用电化学酸洗试验，分别研究不同曲率和伸长率对酸洗时间的影响，建立酸洗时间缩短率的预测模型。以酸洗时间缩短率为评价标准，分别研究不同曲率和伸长率对酸洗效率的影响，并计算出带钢在达到酸洗饱和点时的相对曲率和伸长率分别为 2.33 和 1.51%。以不同目标曲率、伸长率时的张力-弯矩曲线作为左右边界，通过小张力-大弯矩条件下的相对张力临界值确定上下边界，计算出张力-弯矩调节域，研究结果可为酸洗前拉弯矫直过程参数组合优化提供理论依据。



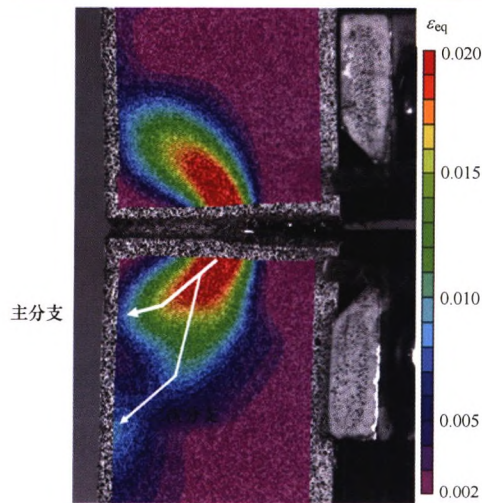
摘要：基于变幅应力循环的损伤等效恒幅应力计算方法和形状改变能密度理论，提出承受变幅循环，处于多轴应力状态下的结构的疲劳寿命分析方法。根据几何特征建立焊缝坐标系，计算节点在该坐标系下的应力分量，根据线路实测载荷谱获得节点应力谱；根据应力谱计算节点损伤等效恒幅应力，结合接头抗疲劳设计等级，计算节点材料利用度分量和综合材料利用度，评估结构在指定寿命下的疲劳强度。对敞车车体典型焊缝的疲劳强度进行评估，结果表明所研究焊缝的疲劳强度主要受正应力分量的影响，切应力对结构疲劳强度的影响较小。对比研究不同分析方法下的节点材料利用度特征，结果表明，当考察点具有显著的多轴应力特征时，依据 AAR 标准提供的方法和依据多轴应力法获得的结构疲劳强度评估结果间存在较大差异；依据多轴应力法进行评估时，所关注节点的材料利用度较采用 AAR 方法评估的结果小 18.5%。采用多轴应力法评估疲劳强度有利于车体结构轻量化设计。

73 超高强钢多道次辊弯成形回弹规律研究



摘要：超高强钢由于材料强度高、塑性较差等特点，成形难度也比普通钢更大，易发生回弹，是影响辊弯成形精度的重要原因。采用试验及有限元模拟的方法，对回弹规律及产生机理进行研究。设计三组道次数不同的辊弯成形试验，从成形角度、道次数、弯角增量等方面阐明回弹角度的变化规律。建立超高强钢辊弯成形的有限元仿真模型，分析 V 型件的成形特性，重点分析总应变、塑性应变和弹性应变在板材横向的分布，阐述辊弯成形回弹角度变化规律的产生机理。结果表明，对于单道次辊弯成形，随成形角度增大，回弹角度呈先增大后减小的变化趋势，弹性应变峰值的变化是回弹角度发生改变的主要原因；对于多道次辊弯成形，增多道次数有利于提高塑性变形量的积累、减小弹性应变峰值，这种多道次增量成形是辊弯成形所特有的工艺特性；增大弯角增量使板材弯角处厚度减薄，促进角部材料流动，有效减小了回弹量。对超高强钢多道次辊弯成形回弹规律进行了系统的阐述和研究，为减小回弹、提高成形精度提供了理论依据。

82 大变形海底管道工程临界评估研究进展

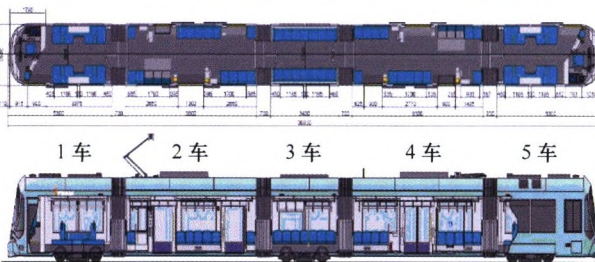


摘要：大变形海底管道作为长距离深海油气运输的主要载体，其性能非常重要。Reel-lay 卷管铺设方法是在传统的 S 型和 J 型铺管技术发展而来的可以陆上焊接的铺管技术，在卷管和铺设过程中管道会受到超过屈服强度的较大塑性变形，超出了常规意义上金属材料的力学应用范围，因此需要对管道的安全性进行工程临界评估(ECA)。含缺陷金属材料在塑性阶段的力学评估研究对于大变形海底管道的应用至关重要。工程临界评估常用方法包括 EPRI 法、参考应力法和参考应变法。介绍 EPRI 法，包括弯曲条件下管道环向裂纹的 J 积分解和高、低匹配 V 型坡口焊缝的极限载荷解，以及通过滑移线理论对冶金复合管 V 型坡口焊缝的等效转化方法。介绍参考应力法，包括管道极限载荷解的优化以及其在管道双轴应力条件下的修正。介绍修正的参考应变法，使之能够应用于大尺寸裂纹评估。最后将各种方法的优缺点和适用范围予以总结，并提出目前工程临界评估尚未解决的问题。

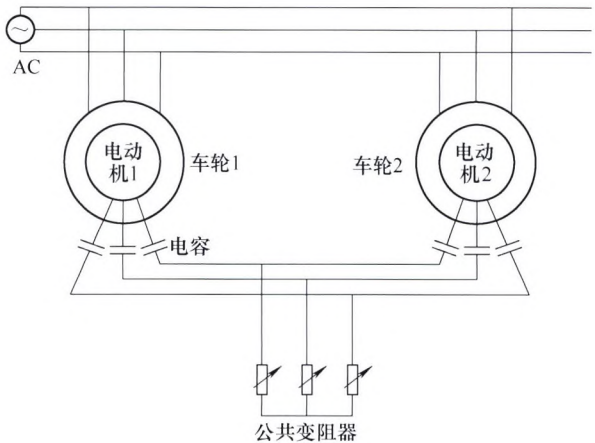


摘要：为减少高强钢冲压成形扭曲回弹，提出一种基于渐变凹模圆角半径的模具补偿方法。以高强钢 TRIP780 双 C 件为研究对象，采用板料冲压成形仿真软件 DYNAFORM 对该双 C 件的冲压、扭曲回弹过程进行数值模拟。提出一种评价双 C 件扭曲回弹程度的指标，并进行双 C 件扭曲回弹试验，通过三坐标测量仪测量扭曲回弹角，对有限元模型进行了验证。以冲压成形后的扭曲回弹为优化目标，结合相关的工艺参数，利用 BP 神经网络，基于正交试验，建立凹模圆角半径渐变量、工艺参数与扭曲回弹角之间的网络模型。最后采用遗传算法对该模型迭代寻优获得最优凹模圆角半径渐变量和工艺参数。通过对比优化前后的扭曲回弹角，证明了优化流程有效的减少了双 C 件扭曲回弹。该方法为扭曲回弹的控制提供了一种新的思路。

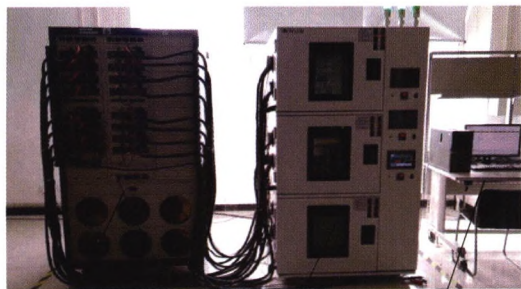
/// 运载工程 ///



摘要：为研究城市轻轨低地板列车通过道岔区的动力学行为，选取典型的 5 模块 M+F+T+F+M 编组列车为研究对象。低地板列车轮对结构逐步从传统轮对发展为独立轮对，两者导向能力有较大差异，分别选取全传统轮对与全独立轮对列车进行研究，采用多体系统动力学方法，建立列车的动力学模型；采用轮轨多点接触理论，建立道岔的变截面轮轨接触模型。以 7 号单开道岔为例，分析全传统轮对列车与全独立轮对列车的头车、中间车和尾车通过道岔区的动力学行为。结果表明：通过道岔区比通过普通曲线更容易出现横向位移波动和接触点跳跃，轮轨力迅速增大；独立轮对通过道岔区比传统轮对横移量更大，更容易发生轮缘接触和偏磨；列车通过道岔区时，头车的轮轨横向力比中间车和尾车大，而尾车比头车和中间车更容易出现瞬间车轮跳起现象，中间车的安全性优于头车和尾车。



摘要：为研究独立车轮导向问题，推导出独立车轮运动方程，建立独立车轮城市轻轨车辆动力学模型和基于速差反馈的滑模控制模型。通过 SIMAT 联合仿真，搭建机电耦合闭环控制系统模型。根据电机特性，选定控制系统关键参数。引入速差控制系数，仿真分析不同系数下独立车轮的直线稳定性和曲线通过性能，归纳速差控制系数对导向性能的影响规律，并给出建议值。在合理的速差控制系数下，对比控制前、后的直线复位性能和曲线通过性能，得出曲线通过性能指标的优化程度。结果表明：独立车轮城市轻轨车辆的速差控制系数在 $10^4 \sim 7.5 \times 10^5$ 范围内存在临界值，当控制系数小于临界值范围，车轮导向性能近似于独立旋转车轮；当控制系数大于临界值范围，车轮导向性能近似于传统刚性轮对；控制系数在临界值附近时，车轮出现不收敛的蛇行运动。选取合理的速差控制系数后，轮对冲角比控制前减小 23%，横向力和脱轨系数减小 16%，磨耗指数减小 35%。



Arbin 电池测试系统 可编程式高低温试验箱 上位机

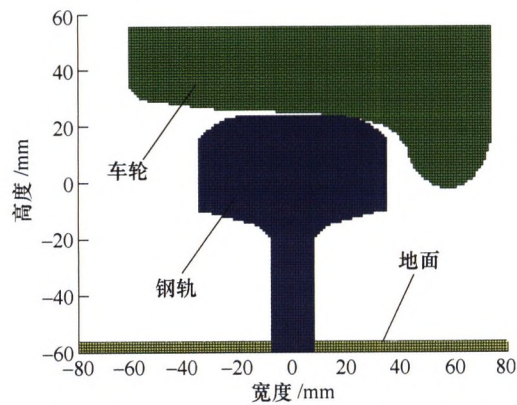
摘要：动力电池安全性问题因电动汽车安全事故频发而备受关注，短路故障则被认为是大部分动力电池安全事故发生的主要原因。针对外部短路故障，以某圆柱形锂离子动力电池为研究对象，根据能量守恒定律，建立动力电池在外部短路情况下的三维热模型，获取动力电池单体的内外温度场分布，并在此基础上建立热-力模型，仿真分析动力电池内部热应力分布，计算结果表明：在 25℃ 下动力电池两端内部活性材料与壳体的接触部位产生最大热应力，热应力随时间变化趋势与表面温度变化一致，且处于低段初始荷电状态 (State of charge, SOC) 动力电池的峰值热应力较高。该模型的应用可以为同类型动力电池节约测试成本、结构优化减少热应力以增加安全性提供一定的指导作用，并提高对外部短路的动力电池响应规律的认识。

126 基于可拓滑模线控转向控制策略研究

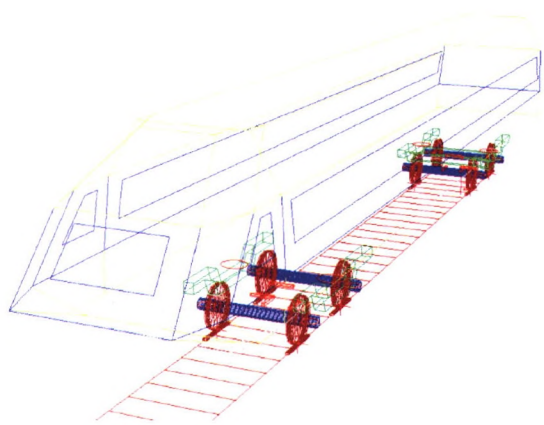


摘要：对于汽车线控转向系统的主动转向控制，研究基于可拓滑模控制方法的主动转向系统控制策略。在 MATLAB/ Simulink 中建立基于整车模型的线控转向系统动力学模型，在变角传动比前馈控制的基础上，设计出基于横摆角速度动态反馈的可拓滑模控制器，决策出合理的前轮转角。选取典型工况对所设计的基于可拓滑模控制方法的主动转向控制策略进行了仿真试验，并进行硬件在环试验验证。试验结果表明，基于可拓滑模控制的主动转向控制方法相对于无控制以及滑模控制，提高了汽车的行驶稳定性。

135 基于元胞自动机方法的地铁车轮磨损动态建模与仿真

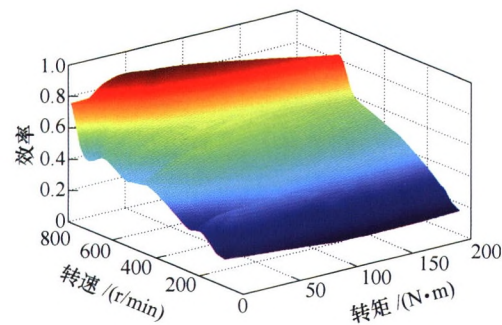


摘要：为解决轮轨之间的磨损预测问题，以地铁车轮为研究对象，利用元胞自动机方法建立轮轨磨损动态分析模型，将轮轨接触问题以局部演变规则表征，解析元胞的移动规则、受损规则、切削规则和脱落规则的自组织演变过程，实现了车轮在钢轨上宏观磨损的动态过程模拟，获得地铁运行过程中轮缘高度、轮缘厚度、轮缘综合值的变化情况，并且，同时考虑车轮和钢轨磨损的相互作用，采用皮尔逊相关系数对仿真结果与实测结果进行对比，发现具有极强相关和强相关性，验证了仿真模型的有效性。研究表明：建立的轮轨接触元胞自动机模型适用于车轮磨损的动态演变过程，设置的局部演化规则是合理的，形象的描述了车轮型面的变化过程，轮缘高度、轮缘厚度及轮缘综合值的仿真结果与实测结果对比证明了元胞自动机方法在车轮磨损上的可行性。论文的工作为轮轨磨损预测提供了一种新思路，在指导轮合理周期的制定方面具有一定的参考价值。



摘要: 钢轨滚动接触疲劳损伤在地铁线路上较为常见。建立包含地铁车辆系统动力学模型、基于安定图的疲劳指数和基于磨损数的损伤函数为一体的钢轨滚动接触疲劳预测模型，分析车辆在通过三种典型曲线时钢轨的受力状态、接触点位置和损伤情况。研究表明，车辆通过曲线时低轨侧钢轨蠕滑力的合力指向直角坐标系的第四象限，接触点主要位于轨顶区域；高轨侧钢轨蠕滑力的合力主要指向直角坐标系的第三象限，接触点主要位于高轨内侧轨距角处。钢轨表面疲劳指数大于 0 的概率较大，材料易处于棘轮效应区，同时根据损伤函数得到钢轨的损伤值大于 0，即属于疲劳裂纹损伤。容易导致钢轨表面在轮轨常接触区产生与蠕滑力合力方向相垂直的裂纹，其方向与现场观察到的裂纹方向相一致。随着曲线半径的减小，轮轨蠕滑力合力显著增大。磨损后的车轮和磨损后的钢轨在小半径曲线上频繁地相互作用，易使钢轨材料产生棘轮效应，是导致钢轨表面产生裂纹和剥离掉块的主要原因。

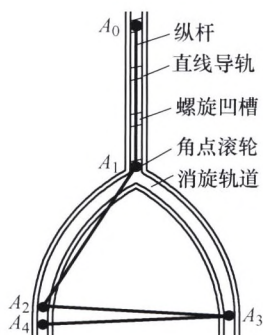
156 基于最小能耗的电动汽车横摆稳定性灰色预测可拓控制研究



摘要: 根据四轮驱动轮毂电机电动汽车车轮驱动转矩独立可控的特点，通过控制轮毂电机的输出转矩从而控制四个车轮的驱动力/制动力，产生附加横摆力矩，实现电动汽车的横摆稳定性控制。整车控制策略采用分层控制，上层为附加横摆力矩控制器，分别设计基于横摆角速度的模糊控制器、基于质心侧偏角的模糊控制器和可拓联合控制器，下层为驱动力分配控制器，分为稳定性控制模式、最小能耗控制模式和联合控制模式，采用伪逆优化算法对各车轮的驱动力矩进行优化分配。采用灰色控制模型对实际的横摆角速度和质心侧偏角数据进行预处理。根据电动汽车行驶状态，将控制域划分为经典域、可拓域和非域，在不同的域内采用不同的控制模式，在保证整车横摆稳定性的同时降低整车驱动能耗，提高续航里程。在 Matlab/Simulink 软件中建立整车动力学模型，并在双移线工况下进行横摆稳定性控制与最小能耗控制的仿真分析。仿真结果表明，整车控制策略能有效保障汽车行驶时的横摆稳定性，同时可以降低整车的驱动能耗。最后，利用轮毂电机试验台并采用 Carsim 和 LabVIEW 进行硬件在环试验，验证整车控制策略。

168 基于椭球模型的机构非精确概率可靠性分析方法

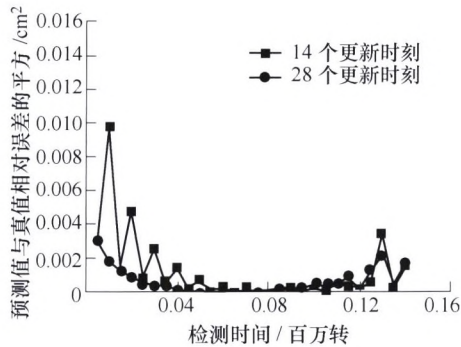
檀中强 潘 骏 胡 明 贺青川 陈文华



摘要：航天机构可靠性分析中经常遇到不确定参数样本数较少的问题。在此情形下样本数据的边界往往小于参数的边界，以此建立区间或椭球凸集模型，并采用均匀分布简单量化凸集变量进行非概率可靠性分析的传统方法与结果值得怀疑。针对非概率可靠性方法的不足，提出一种基于椭球模型的非精确概率可靠性分析方法。建立一种基于样本特征的椭球模型高维构建方法。将椭球模型标准化为圆球模型，采用无差别减小原则进行不确定性量化，推导出标准空间中变量在圆球域内的联合概率密度函数。采用基于椭球模型的重要抽样法进行非精确概率可靠度求解。通过算例和工程实例验证了方法的准确性和可行性。新方法较好地实现了可靠度分析中稳健性与精度的兼顾，可作为概率可靠性方法的一种有益补充。

177 基于实时可靠度评估的航空产品序贯检测模型

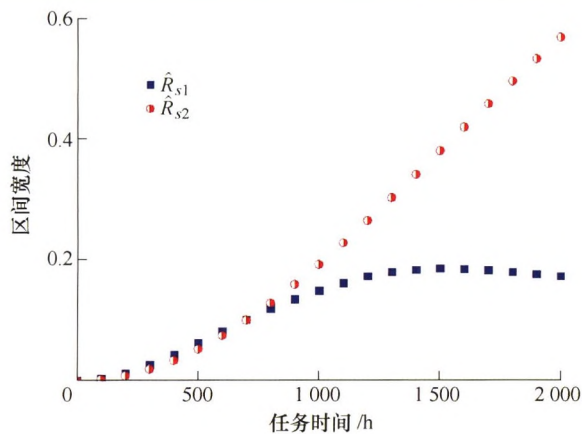
白森洋 程志君 郭 波 杨 勇



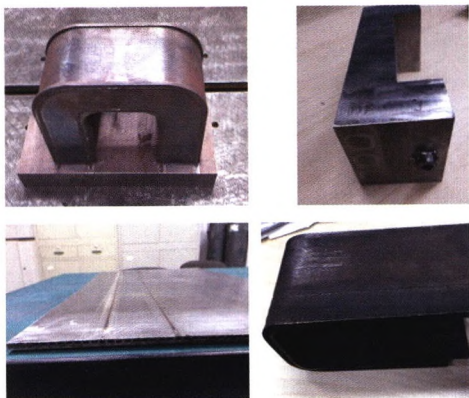
摘要：针对航空产品相关部件性能退化不确定性强的特点，为了较为科学合理地确定产品检测维修的时刻，提出一类基于实时可靠度评估的序贯检测模型。采用 Wiener 过程描述产品的性能退化规律，然后基于随机过程首次时理论给出产品实时可靠度的解析表达式，并综合利用强跟踪滤波算法、最优平滑算法和期望最大化算法对模型未知参数进行自适应估计。当获得新的退化数据信息时，根据贝叶斯规则重新迭代对模型参数进行实时更新。在更新过程中，融合同类型产品的历史信息选取初始参数，实现了更新算法的快速收敛。接着根据对产品的实时可靠度要求确定出了优化的序贯检测间隔期。通过某航空铝合金材料的疲劳裂纹增长的实例验证了模型与算法的有效性。研究表明：实时可靠度评估模型能够最大限度利用运行期的实时数据，有效提高不确定条件下产品可靠度估计的准确性，从而保证相应序贯检测策略的效率和实用性。

186 无失效数据场合智能换刀机器人中轴承的可靠性评估

李海洋 谢里阳 刘 杰 袁延凯 姚常辉 姜春龙



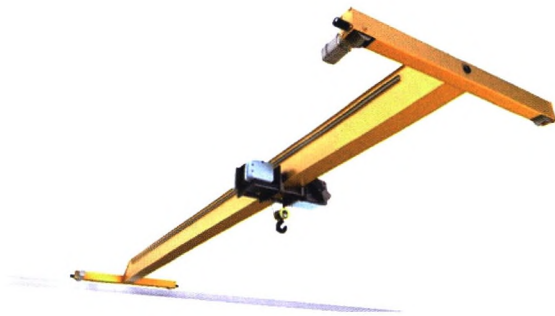
摘要：在目前无失效数据可靠性评估方法中，采用一个模型很难同时得到参数的点估计和置信区间估计。如果采用不同方法分别进行点估计和区间估计，则会造成结果的一致性问题。为此在无失效数据情况下对某型号智能换刀机器人系统中转动关节处的滚动轴承进行可靠性分析，提出一种新的无失效数据可靠性评估模型。新模型采用 E-Bayes 方法推导出产品寿命概率分布曲线，进而得到产品可靠度的点估计。再利用参数 Bootstrap 法从寿命概率分布中重新抽取新样本，通过新样本获得产品可靠度的区间估计。在不降低结果可信度的情况下，同时得到产品可靠度的点估计和区间估计。算例分析结果表明，在威布尔分布条件下，新模型不仅能够满足可靠性评估的要求，还可以提高可靠度区间估计精度。所提模型已经验证在进行无失效数据可靠性评估过程中具有良好的可行性，且便于工程应用。



摘要：低活化铁素体/马氏体钢(Reduced Activation Ferritic / Martensitic steel, RAFM)被普遍认为是未来聚变示范堆和聚变动力堆第一壁包层的首选结构材料,由于第一壁服役环境苛刻,特别是焊缝区,不可避免会产生辐照缺陷、表面脆化、化学刻蚀、再沉积等各种损伤和缺陷,严重影响其使用寿命和聚变堆运行安全,合理的 RAFM 钢焊接工艺是提高聚变堆安全性和使用寿命的关键。概述 RAFM 钢的材料特点和应用现状,然后将适用于 RAFM 钢的焊接技术和工艺进行系统分析,并对每种焊接技术的原理、国内外相关研究及 RAFM 钢焊接发展现状进行详尽的评述。最后展望了 RAFM 钢激光焊接的应用前景,指出当前的几种 RAFM 钢几乎都推荐的是激光焊接工艺,可以得到综合力学性能良好的焊接接头,并积累了相关数据,可为我国试验包层模块(Test blanket module, TBM)制造提供关键技术支持,以全面提升我国核聚变堆发展水平。

204 考虑区间不确定性的双摆吊车运动轨迹规划

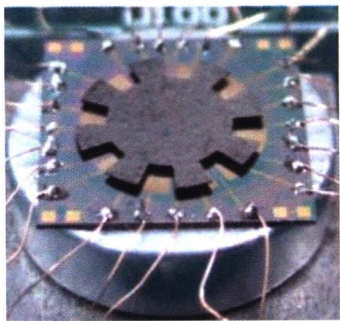
彭海军 施博洋 王昕炜 谢小辉 孙立宁



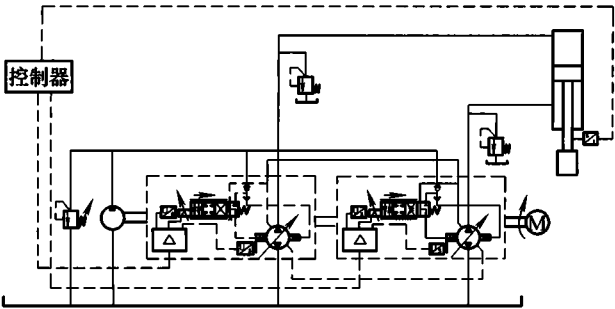
摘要：不确定因素会使吊车运动偏离预定轨迹,导致严重安全事故。为在轨迹规划时研究不确定性对吊车运动的影响,提出一种基于区间模型的不确定性研究方法。该方法首先采用区间模型描述不确定性,形成区间形式的不确定性轨迹规划问题,使用保辛伪谱方法进行采样,并提出 Chebyshev 代理模型法(CSMM)近似原轨迹规划问题,通过扫描代理模型求得不确定性区间结果。在数值算例中,利用该方法求解吊车的运动轨迹区间,并分析不确定度对运动轨迹的影响。对比其他方法,所提出方法具有计算成本低、结果精度令人满意的特点。所提出的方法可快速准确求出不确定性下吊车运动轨迹区间,直观表达不确定性对吊车运动轨迹的影响,为吊车系统的稳定性与鲁棒性提供参考。

214 抗磁悬浮研究综述

徐园平 周 瑾 金超武 BLEULER Hannes



摘要：抗磁悬浮技术利用物质的抗磁特性,无需外界能量输入即可实现常温被动静态稳定悬浮,获得众多学者的关注。尤其是近 30 年来,随着微细制造与强磁场技术的发展,抗磁悬浮相关研究持续增加。目前,国外众多研究机构基于抗磁悬浮原理已经开展了较为丰富的相关工作,但国内在该领域的研究成果相对较少,研究内容较为单一。针对国内该领域这一研究现状,从抗磁悬浮机理、抗磁悬浮特点及抗磁悬浮相关应用研究成果进行全面的综述。提出抗磁悬浮不仅具备无磨损、无需润滑、低能耗等优点外,还具有常温被动静态稳定悬浮、微纳米尺度应用、低刚度等特点;指出该技术在微纳旋转机械、振动能量捕获、高灵敏度传感器、生物细胞/微粒子操纵等领域具有非常广阔的应用前景。为国内学者开展相关抗磁悬浮研究提供了综述资料。



摘要：泵控技术在工程机械、重型机械等领域应用广泛，但目前对其输出特性的分析较少。为了探究泵控系统关键参数对系统输出特性的影响，基于开式泵控非对称缸系统状态方程建立系统一阶轨迹灵敏度模型，并求出各参数的灵敏度函数曲线。提出了峰值灵敏度、均值灵敏度两个衡量指标，分析各参数变化对位移输出特性影响程度的大小。基于 0.6 MN 开式泵控油压机试验平台，验证灵敏度理论分析的准确性。结果表明：空载时，伺服变量泵 2 先导级伺服阀增益、伺服变量泵 2 和伺服变量泵 1 的先导级伺服阀时间常数影响较大；加载时，各参数两项灵敏度指标数值相近，其中伺服变量泵 2 的先导级伺服阀的增益、时间常数和油缸面积以及流量增益、系统比例增益影响较大。分析结果可为泵控非对称缸系统性能优化提供理论依据。

CONTENTS

1 **Electrical Impedance Tomography for Biological Cell Sensing with Microfluidic Device**
 YAO Jiafeng LIU Xiayi XU Zifei ZHAO Tong CHEN Bai WU Hongtao

10 **Low-frequency Accelerometer Based on DVD Pick-up Head and Cantilever**
 LI Ruijun CHANG Zhenxin LEI Yingjun HU Penghao FAN Guangzhao

18 **Based on Facial Geometric Features and Hand Motion Characteristics Driver Fatigue Detection**
 LIU Mingzhou JIANG Qiannan HU Jing

27 **Study on Wire Cutting Machining Techniques in Removing Allowance of Blisk Tunnel**
 LIN Xiaojun YANG Biying ZHANG Xinge WU Gang SHAN Xiufeng HU Liangyi YU Jie

33 **Software Force and Displacement Sensor Based on Microporous Wire Drawing Molding Method**
 YAO Jiantao ZHANG Hong GOU Shuanshuan XIANG Ximei XU Yundou ZHAO Yongsheng

42 **Analytical Model of Ultrasonic Vibration Single Point Incremental Forming Force**
 BAI Lang LI Yan YANG Mingshun YAO Zimeng YAO Zhiyuan

51 **Strip Pickling Efficiency on the Basis of Combined Parameters Optimization during Tension Leveling Process**
 ZHANG Zhaoning ZHANG Jie KONG Ning LI Hongbo

64 **Fatigue Life Analysis Method for Freight Carbody Based on Multi-axial Criteria**
 AN Qi ZHAO Hua LIU Yingan FU Maohai

73 **Springback Law of Ultra High Strength Steel in Multiple Stands Roll Forming Process**
 HAN Fei LI Rongjian

82 **Research Progress of Engineering Critical Assessment of Submarine Pipelines with Large Deformation**
 ZHAO Xiaoxin XU Lianyong JING Hongyang JIA Pengyu HUANG Jiangzhong

91 **Compensation of Twist Springback in High-strength Steel Based on Gradient Die Radius**
 XIE Yanmin ZHANG Fei WANG Zihao HUANG Renyong YANG Junfeng HU Yunchuan

98 **Dynamic Behavior Analysis of Urban Light Rail Low Floor Train with Different Wheelset Passing Turnout Area**
 ZHOU Cheng CHI Maoru LIANG Shulin WU Xinwen JIANG Yiping WU Lei

107 Investigation on Steering Performance and Speed-differential Control of the Urban Light Rail Vehicle with Independently Rotating Wheels
LI Haotian CHI Maoru WU Xingwen WU Hao ZHOU Cheng

115 Thermo-mechanical Influence and Analysis of External Short Circuit Faults in Lithium-ion Battery
XIONG Rui MA Suxiao YANG Ruixin CHEN Zeyu

126 Research on Steering-by-wire Control Strategy Based on Extension Sliding Mode Control
ZHAO Linfeng CHEN Wuwei WANG Jun CONG Guanghao XIE Youhao

135 Dynamic Modeling and Simulation of Metro Wheel Wear Based on Cellular Automata Method
YIN Borun WEN Yongpeng SHANG Huilin

147 Study on the Rail Rolling Contact Fatigue of Subway
LIANG Xiren TAO Gongquan LU Wenjiao GUAN Qinghua WEN Zefeng

156 Study on the Grey Predictive Extension Control of Yaw Stability of Electric Vehicle Based on the Minimum Energy Consumption
CHEN Wuwei WANG Xiao TAN Dongkui LIN Shu SUN Xiaowen XIE Youhao

168 Imprecise Probabilistic Reliability Analysis Method for Mechanism Based on Ellipsoid Model
TAN Zhongqiang PAN Jun HU Ming HE Qingchuan CHEN Wenhua

177 Sequential Inspection Model for Aviation Product Based on Real-time Reliability Evaluation
BAI Senyang CHENG Zhijun GUO Bo YANG Yong

186 Reliability Evaluation of Bearings in the Intelligent Robot for Changing the Hob without Failure Data
LI Haiyang XIE Liyang LIU Jie YUAN Yankai YAO Changhui JIANG Chunlong

195 Review on Welding Technology of RAFM Steel
WU Shikai ZHANG Jianchao LIAO Hongbin WANG Xiaoyu

204 Trajectory Planning of Double Pendulum Crane Considering Interval Uncertainty
PENG Haijun SHI Boyang WANG Xinwei XIE Xiaohui SUN Lining

214 Diamagnetic Levitation: A Review
XU Yuanping ZHOU Jin JIN Chaowu BLEULER Hannes

223 First-order Trajectory Sensitivity Analysis of Open Circuit Pump-controlled Asymmetric Cylinder Systems
YAO Jing JIANG Dongting ZHANG Wei DONG Zhaosheng

《机械工程学报》第十一届编委会

名誉主任 (按姓氏笔划为序)

王补宣 (院士) 钟群鹏 (院士) 路甬祥 (院士) 潘际銮 (院士)

名誉委员 (按姓氏笔划为序)

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 (按姓氏笔划为序)

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 (教授)
黄 田 (教授) 黄庆学 (院士)

委 员 (国内, 按姓氏笔划为序)

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 (教授) 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 (教授) 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 崢 (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 (研究员) 项昌乐 (教授) 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 (教授) 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 (教授) 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 (教授)
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)

委 员 (国际, 按字母顺序)

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)		

