

QK1928542

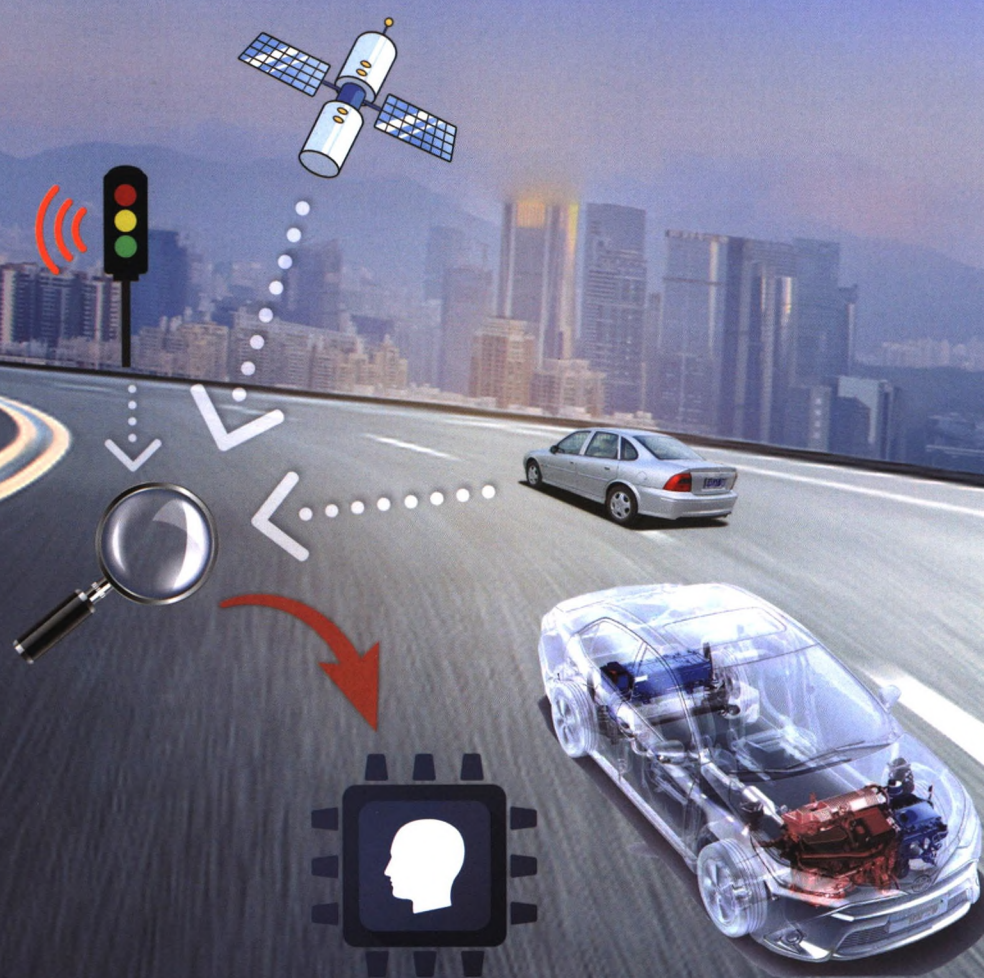
ISSN 0377-0308
CODEN CHHKA2

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

混合动力汽车模型预测能量管理研究现状与展望

张凤奇 胡晓松 许康辉 唐小林 崔亚辉



中国机械工程学会 主办

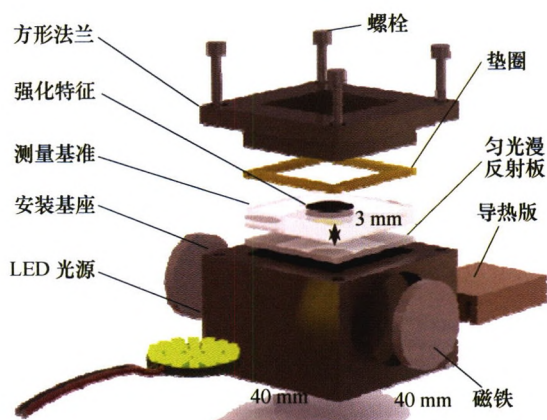
万方数据

2019年55卷10期 半月刊

/// 仪器科学与技术 ///

1 基于双目视觉的数控机床动态轮廓误差三维测量方法

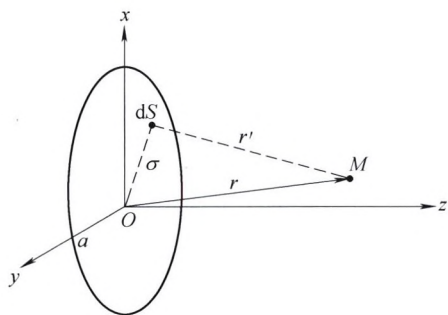
刘 巍 李 肖 李 辉 潘 翼 贾振元



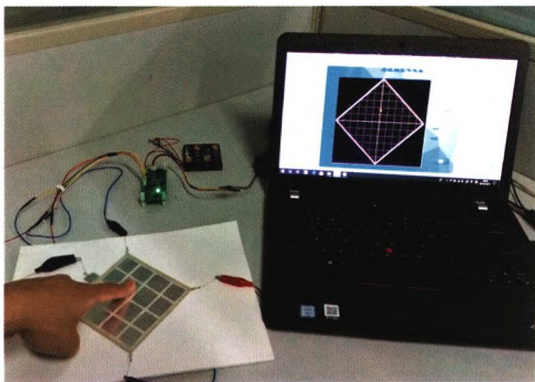
摘要: 轮廓误差是评估数控机床动态性能的重要指标。定期检测和标定数控机床动态轮廓误差对于稳定机床加工精度至关重要。针对采用现有单一测量手段所测的动态轮廓误差轮廓范围小、维数低、轨迹形式受限等问题,提出基于双目视觉的机床轮廓误差测量方法,实现数控机床任意轨迹轮廓误差三维高精度测量。具体包括设计基于高精度强化特征和高均匀光照的便携式合作靶标以准确表征机床运动位置信息,实现靶标与工作台的高精度安装以及强化特征的高质量成像;利用偏心补偿算法准确定位强化特征图像二维位置,解决圆型强化特征成像仿射畸变为椭圆问题,提高图像处理与机床位置的视觉定位精度;提出基于相机成像全局建模的测量基准姿态变换方法,准确完成数据转换并求解机床轮廓误差。以五轴数控机床平面插补的三叶玫瑰轨迹为研究对象,搭建轮廓误差视觉测量系统并开展测量试验。以平面光栅测量结果为标准验证视觉求解精度。结果表明,在 1 500 mm/min 进给速度下视觉轮廓误差求解误差为 9.79 μm ,平均测量误差为 3.36 μm 。

10 空气耦合超声换能器的频域声场研究

李 骥 李 力 邓勇刚 PIWAKOWSKI Bogdan 陈法法

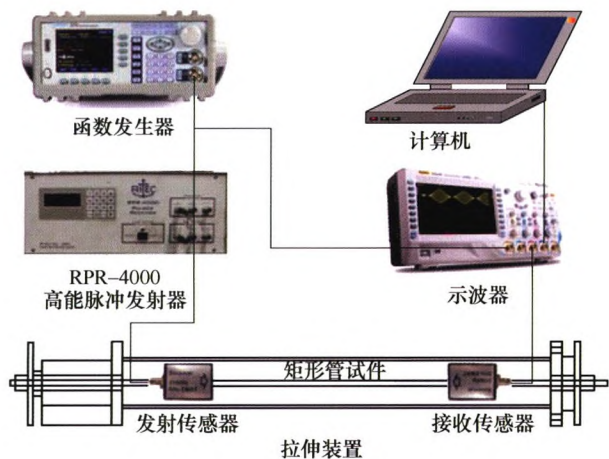


摘要: 考虑介质的衰减及其引起的频散对频域声场的影响,提出幂函数衰减介质中圆形换能器声场的解析公式。基于该公式研究空气耦合超声换能器的轴向声压与径向声压分布特征。结果表明:空气中的衰减是引起声场变化的主要因素;相对于零衰减介质,空气中的声压幅度随着传播距离的增加而明显降低,近场长度明显减小,近场内轴向声压的零点、极大值点无偏移,径向声压分布和声束扩散角无变化。研究结果对于空气耦合换能器的设计、空气耦合声场的测量、校准具有重要参考价值,并可以作为 ASTM E1065/E1065-14 和 IEC 62127 标准的补充。



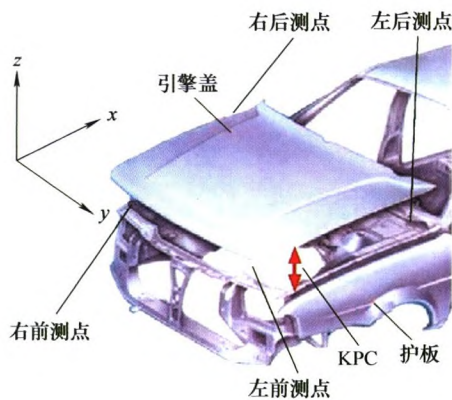
摘要：触觉感知是智能装备获取外部信息，并提升自身安全和人机交互共融性能的必备手段。以静电场唯一性定理为基础，提出一种能够检测接触位置的柔性触觉传感器模型。在一柔性矩形弱导电面的四周设置连续的强导电电极，并在对角处引入偏置激励，从而在与弱导电面的对角呈一定角度方向构建匀强电场。进一步通过对两组对角电极分时施加偏置激励，则可以分时在两个不同方向形成匀强电场。基于匀强电场中位置与电势的线性关系，通过获取弱导电面内某点的电势值进而确定该点的位置坐标，实现接触位置的检测。传感器采用三层结构，包括弱导电层，中间隔离层和信号引出层。采用 COMSOL 软件对导电面不同结构形状和不同接触面积对电场分布的影响进行仿真，并制作了传感器样品。仿真和试验结果表明，提出的用于检测接触位置的触觉传感器原理可行，对于 100 mm×100 mm 幅面大小的触觉传感器，具有较好的检测精度。

27 基于水平剪切波声弹特性的矩形管轴向应力检测方法



摘要：矩形管作为一种非典型波导结构，导波在其中的传播特性较为复杂，不便于利用其特有的模式进行检测。为实现矩形管结构应力的在役检测，基于特征频率法计算了水平剪切波 SH_0 模式的声弹特性，搭建了矩形管轴向应力评估检测系统。针对试验加载条件，利用有限元法分析受轴向拉伸矩形管的应力分布情况，以合理布置 SH_0 模式 EMAT 传感器，并对矩形管在承受不同拉应力条件下的声弹常数进行了试验研究。试验结果表明：矩形管中 SH_0 模式的试验声弹常数与理论计算结果的比值为 0.592 6，其声弹效应受材料织构效应影响较弱，通过应力评估误差结果可发现， SH_0 模式在低应力区域误差较大，当应力低于 100 MPa 时，应力偏差普遍在 20 MPa 以上；而在高应力区域偏差可稳定在 10 MPa 左右，结果表明基于 SH_0 模式声弹效应可以预估矩形管结构应力是否超载。

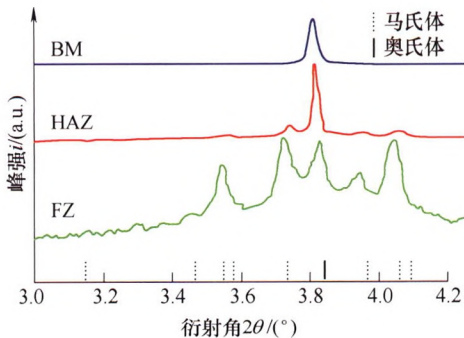
34 基于数据驱动建模的钣金装配过程误差分析



摘要：钣金装配过程的误差分析对于消除钣金装配质量故障具有重要意义。现有分析建模方法由于受钣金装配零件的材料、几何形状和装配工艺的限制，难于对钣金装配过程进行准确建模和误差分析。与分析建模方法不同，基于装配体关键产品特征的历史测量数据提出进行钣金装配过程误差分析的数据驱动建模方法。所提方法由工程经验和数学推导，建立钣金装配过程的多元一阶自回归模型和多元部分线性模型。基于极大似然估计方法和最小二乘核光滑估计方法给出所建立模型的参数和非参数估计。四元四工序典型汽车引擎盖的装配实例证明，所提方法在钣金装配误差分析过程中具有有效性。基于数据驱动的建模方法易于建模，分析结果准确可靠，可为钣金装配过程的误差分析提供新思路。

42 NiTi 形状记忆合金激光焊接的研究进展

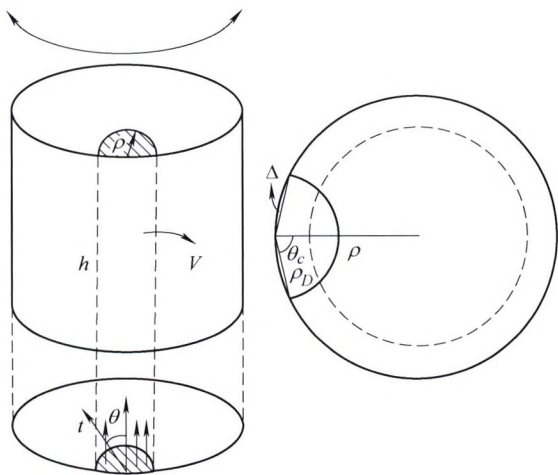
王晓南 汪 杰 陈夏明 胡增荣 刘珍光 周 健



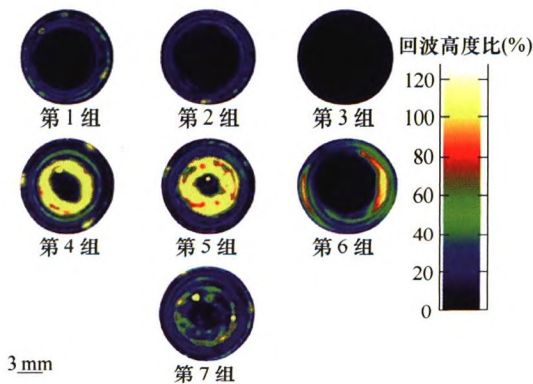
摘要: NiTi 形状记忆合金因具有良好的形状记忆效应、超弹性、耐蚀性及生物相容性等被应用于生物医疗、航空航天及汽车等领域。激光焊接作为材料连接领域的重要技术之一，在 NiTi 形状记忆合金上的应用也受到了广泛关注。详细总结及分析国内外研究工作中关于 NiTi 形状记忆合金激光焊接接头的显微组织、力学性能、耐蚀性及生物相容性等方面的研究进展，同时分析如何提升 NiTi 形状记忆合金激光焊接质量的措施与机理。激光焊接过程中焊缝处镍元素的蒸发及热影响区内含镍金属间化合物的析出是导致焊接接头质量降低的根本原因，尽管通过工艺控制、焊缝合金化或焊后热处理等可提高焊接接头质量，但从目前结果来看仍有进一步提升的空间和需求。最后，结合现有研究进展及课题组的实际工作，给出 NiTi 形状记忆合金激光焊接未来可能的研究方向，旨在为后续的研究提供参考与借鉴。

54 基于均布临界域本征损伤耗散的疲劳极限等量关系

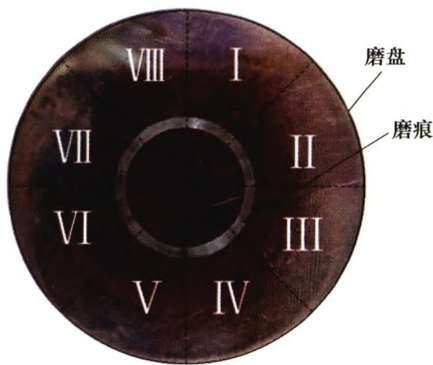
彭 艳 李浩然 刘 洋 章 健



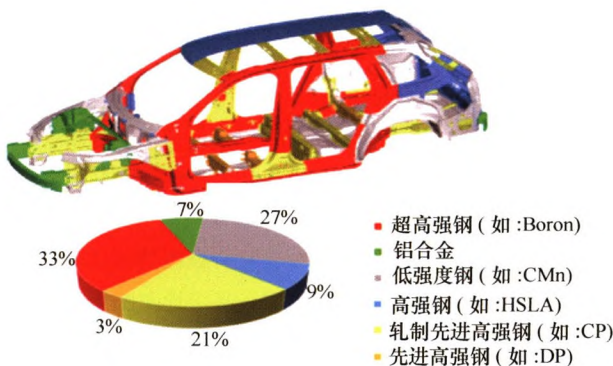
摘要: 疲劳极限预测是工程结构件复杂载荷下抗疲劳设计重要基础。应力场强理论，无法给出考虑平均应力的疲劳极限关系，属于临界域准则，而临界点准则无法刻画高周疲劳损伤局部域特点，与高周疲劳损伤特点不相吻合。基于连续介质损伤力学及其不可逆热力学框架，建立一种基于高周疲劳损伤临界域本征损伤耗散的疲劳极限等量关系模型。该等量关系包括考虑拉压异性的含平均应力的拉伸疲劳极限和对称旋转变曲疲劳极限与对称扭转疲劳极限之比。运用含平均应力的拉伸疲劳极限预测模型，对两种常见铝合金 LC4 和 LC9 进行寿命预测，结果表明所提模型优于现有的单一线性 (GOODMAN 和 THORDBERG) 和 GERBER 椭圆疲劳极限等量关系模型，与试验吻合较好，单一线性疲劳极限等量模型无法刻画拉压异性。利用对称旋弯-对称扭转疲劳极限比值预测模型分别对 11 种常见金属材料疲劳性能进行预测，结果表明所提模型明显优于基于应力场强法导出的比值预测模型。基于均布临界域本征损伤耗散开展疲劳极限预测，为金属材料疲劳强度预测研究提供了新思路。



摘要: 双金属受压变形复合过程中表面形貌是影响其界面变形行为及结合质量的重要因素。针对 AISI 304 不锈钢与 Q235A 碳钢,通过车削加工制备 3 种具有不同表面微观形貌的圆柱型试样组,在真空条件下实现该两种金属的热静压复合后,利用无损检测技术测定界面复合率、单轴拉伸破坏试验测定复合材料的强度,并在其复合区域取样,利用扫描电镜观察接触界面轮廓的几何特征,分析复合过程中界面变形规律及对复合质量的影响;基于商业有限元软件模拟分析复合过程接触表面粗糙峰变形,研究表面微观形貌对复合过程的影响机制。结果表明,表面微观形貌对热静压复合过程中界面的变形和复合质量影响显著;在复合过程中,较硬的不锈钢粗糙峰几乎无变形地嵌入进碳钢基体内,而较软的碳钢粗糙峰则明显被压扁变平;此外,不锈钢和碳钢试样在复合前通过表面预处理获得的不同粗糙度对于复合质量具有相反的影响作用,不锈钢表面越粗糙越有利于复合,碳钢表面越光滑越有利于复合;不锈钢侧界面粗糙度增大和碳钢侧界面粗糙度减小,都可以使得界面两侧金属相对滑动减小、界面间接触应力增大,从而提高了界面复合质量。



摘要: 为探讨大口径厚壁管热挤压模具的磨损规律,以 ASME SA-335P91 钢、AISI H13 钢为研究对象,结合实际试验与有限元模拟,分析温度与保温时间对模具磨损的影响情况。从模具工作条件观察得到:在金属坯料与模具接触初期,模具表面温升对磨损影响较大;在金属坯料与模具处于热平衡状态时,该状态持续时间与当前温度是影响磨损的主要因素。在金属坯料与模具接触初期得到了温度-硬度方程、温度-磨损系数方程;在热平衡状态下得到了时间-硬度方程、温度-磨损系数方程。结合 Archard 磨损理论,得到了适用于大口径厚壁管热挤压模具的磨损规律。最后对有限元软件进行二次开发,结果表明,预测值与高温磨损试验值基本一致,可为该类模具磨损优化设计提供理论支持。



摘要: 现阶段热冲压成形钢一直存在塑性差、冲击韧性低、弯曲吸能有限等潜在问题,需要采用一些新兴的技术来提高其塑性,使其更好地服役于车身轻量化。采用盐浴的方式对 1 800 MPa 新型热冲压成形钢进行一步 Q&P 热处理,研究淬火温度、配分时间和配分温度对热冲压成形钢微观组织和力学性能的影响,并通过 XRD, EBSD 研究残余奥氏体的含量与分布以及残余奥氏体的含碳量,得到最佳热处理工艺参数。研究结果表明:当配分温度一定时,随着配分时间的延长,试样的抗拉强度和屈服强度呈现下降趋势,而伸长率呈现增加的趋势。在 230 °C 配分 30 s 时,试验钢的综合力学性能达到最佳,其抗拉强度、伸长率和强塑积分别达到 2 034 MPa、10.2 %和 20 747 MPa·%;相比直接淬火分别提高 9.5%、73.5%和 90.0%。在保持超高强度的同时,塑性得到显著提高,满足汽车用钢要求,能够更好地服役于汽车轻量化制造。

86 混合动力汽车模型预测能量管理研究现状与展望

张风奇 胡晓松 许康辉 唐小林 崔亚辉

摘要：能量管理策略是混合动力汽车的核心技术，其直接决定了整车燃油经济性、动力性及驾驶性。然而，实际工况的不确定性和扰动性极大地增加了能量管理算法的设计难度。为此，开发高效、适应性强的能量管理算法至关重要。模型预测能量管理由于具有滚动优化、反馈校正等优点，可减少未来工况扰动对优化性能的影响，提升工况适应性和整车经济性。重点阐述基于模型预测控制的混合动力汽车能量管理策略的发展状况，并对其基本原理、优势、适用范围进行了综合分析。通过对比分析总结不同控制方法的优缺点，并运用具体算例阐释模型预测能量管理策略的特点。最后从不同角度对预测能量管理的发展方向进行了展望，为先进混合动力汽车能量管理控制器的研发提供一些参考。

109 碳纤维复合材料层合板三点弯曲损伤仿真研究

庄蔚敏 王楠 吴迪 武世杰 敖文宏 刘西洋

(a) 三点弯曲有限元模型

(b) 厚度方向

(c) 渐进式网格

摘要：研究碳纤维复合材料在弯曲载荷作用下的失效形式与损伤过程，以预测材料抗外力损伤性能，指导碳纤维复合材料车身结构设计。进行碳纤维复合材料性能试验和三点弯曲试验，获得材料力学性能参数。建立基于 Tiebreak 算法的碳纤维复合材料层合板三点弯曲有限元模型，与试验对比验证模型的有效性。研究单元划分方式和 Tiebreak 接触层设置方式对仿真结果的影响规律，实现碳纤维复合材料分层破坏和纤维断裂的复杂失效及弯曲大变形损伤过程模拟。研究表明，计算精度与 Tiebreak 接触层设置相关，层合板弯曲变形的层间裂纹和层内裂纹扩展速度不同且相互影响。

115 液力变矩器导轮叶片表面压力测量与分析

闫清东 宋泽民 魏巍 谭路 刘博深

摘要：为深入理解液力变矩器这种典型旋转叶轮机械内部复杂三维流动现象，获取导轮叶片表面典型部位压力分布规律，提出一种定子叶片表面液体压力场测试方案，通过在导轮叶片压力面埋入微型动态压力传感器，对不同输入转速和速比工况下的导轮叶片表面典型部位压力进行试验测试并进行流场数值模拟对比。结果表明，测试数据与模拟结果高度吻合，较准确地描述了叶片表面压力场的变化趋势，叶片表面压力脉动频率与旋转叶轮转速及叶片数有关。这种压力测试方法不仅对流场数值模拟进行有效性验证，同时也能为叶轮动态性能设计提供参考依据。



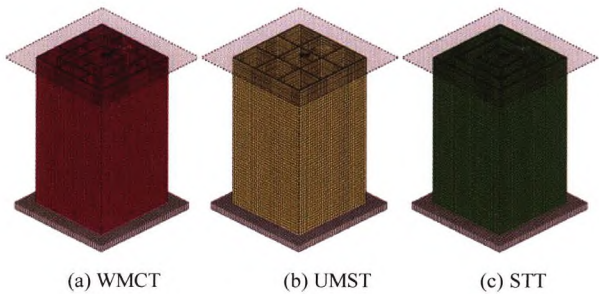
摘要：筛分停止准则是影响经验模态分解在高速列车旋转机械故障诊断准确率的关键因素之一。目前普遍采用预先设定阈值的方法，不具有自适应性，导致经验模态分解易出现模态混叠的问题，进而影响故障诊断结果。鉴于充分论证筛分停止准则对经验模态分解结果的影响，提出一种能够自适应控制筛分过程的软筛分停止准则，用于抑制模态混叠问题，提高经验模态分解精度和效率。针对目标信号，该准则通过定义一个刻画全局能量和局部冲击的目标函数，结合启发式搜索机制，实现每次筛分过程中筛分迭代次数的优化，进而保障经验模态分解获取最优分解结果。利用仿真数据和凯斯西储大学轴承基准数据集，对改进的经验模态分解与两种传统实现方法在不同的分解和诊断性能维度上进行对比讨论。最后，将提出的改进经验模态分解方法成功应用于高速列车旋转机械模拟试验台的故障诊断案例中。

133 有轨电车曲线啸叫噪声试验分析

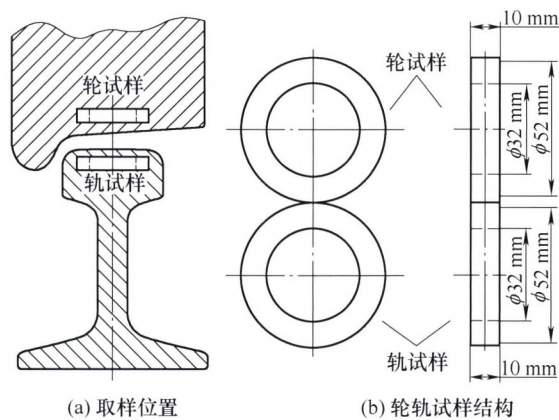


摘要：曲线啸叫噪声是城市轨道交通中一个亟待解决的问题，但目前国内对其研究较少。以 70%低地板有轨电车通过嵌入式轨道小半径曲线时为研究对象，通过测试和分析，研究其轮轨啸叫噪声特性及产生机理。测试曲线半径分别是 25 m 和 50 m，试验速度分别是 3~9 km/h 和 4~20 km/h。试验过程中轮轨接触表面状态分别考虑了自然状态、水润滑状态、油润滑状态和固体润滑状态。测试结果表明，未润滑状态下的车外标准点噪声 L_{Aeq} 在 56~91 dB(A)，其中 87%~92%的工况发生啸叫或轻微啸叫；导向轮对(第一位轮对)内侧车轮发出的啸叫噪声最为显著，其产生机理是轮轨间的横向蠕滑激励车轮 1 811 Hz 频率处(0, 3)轴向模态振动，从而产生强烈的单频振动并发出啸叫。试验对比了不同润滑状态(水、润滑油、固体润滑剂)对啸叫的控制效果，测试结果表明采取润滑后，测试工况中发生啸叫或轻微啸叫的比例降低到 19%~50%，车外噪声 L_{Aeq} 显著降低。研究补充了国内在有轨电车-嵌入式轨道曲线啸叫方面试验数据，并基于试验数据基本弄清了有轨电车-嵌入式轨道曲线啸叫噪声的产生机理。

142 窗型多壁结构的耐撞性研究



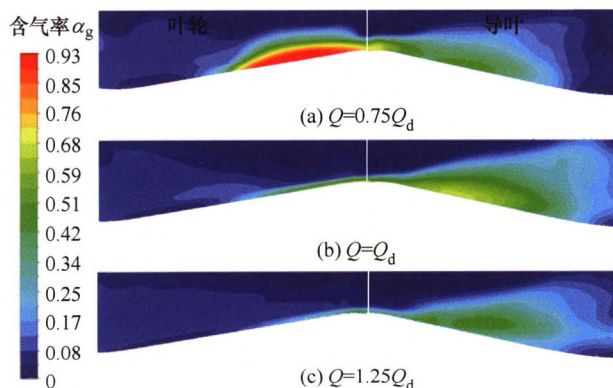
摘要：具有高效吸能特性的薄壁结构已被广泛应用于各种运载工具中，但传统单壁结构存在易陷入全局弯曲的不稳定吸能模式。因此，提出一种窗型多壁结构，并采用试验测试、仿真分析与理论预测相结合的方法，详细研究了窗型多壁结构、均匀方形多胞结构与方形三壁结构在轴向载荷作用下的吸能特性。研究结果表明：窗型多壁结构比同质量的另外两种结构具有更高的吸能效率。同时，窗型多壁结构的几何参数(壁厚 T 、内层壁边长 D ，壁间距比 N)对结构的耐撞性能有显著影响。并且，基于超折叠单元理论开发了窗型多壁结构的理论模型，该模型能较好的预测窗型多壁结构的平均碰撞力与吸能特性，并采用数值分析结果与理论预测结果的对比来验证了理论预测模型的可靠性。研究结果对开发新颖的轻量化薄壁吸能结构提供了良好的指导与理论支撑。



摘要：在轮轨滚动接触模拟试验机上采用均匀连续变化差的试验方法，进行不同工况和不同法向力条件下的轮轨黏着-蠕滑曲线试验，并利用两种数值拟合方法研究不同试验条件下的黏着-蠕滑曲线峰值点位置和初始斜率。结果表明：不同工况下的轮轨黏着-蠕滑曲线有较大差异，与干态相比，水、油工况下不仅导致黏着系数明显降低，还会导致峰值点发生明显左移；水、油工况下撒砂可有效提高黏着系数并使峰值点位置右移；干态下法向力增加对黏着系数和峰值点位置影响较小，但会导致曲线初始阶段斜率的下降；水、油工况下法向力的增加均会使黏着峰值点位置左移，并在水态下导致黏着系数的明显下降；撒砂后法向力对黏着系数及峰值点位置的影响较小，但曲线初始阶段斜率随法向力的增加呈下降趋势。通过试验和数值拟合获得轮轨黏着-蠕滑曲线特征参数的方法可为后续轮轨黏着研究提供参考。



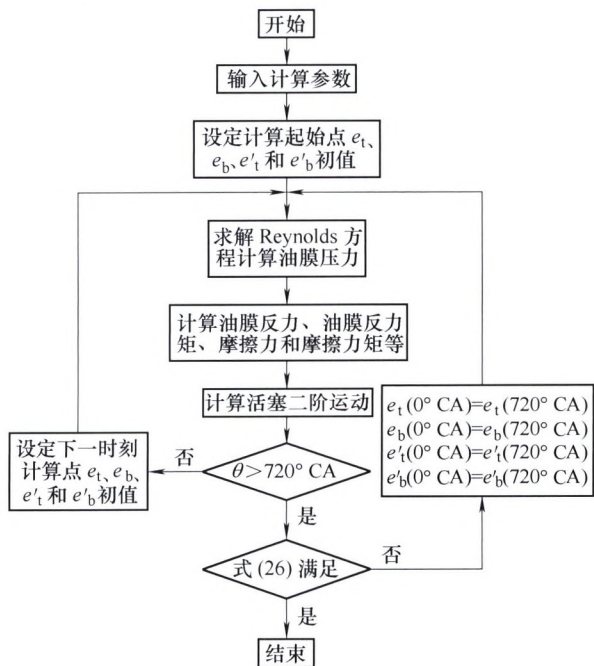
摘要：金属带式无级变速器 (Continuously variable transmission, CVT) 夹紧力是影响 CVT 系统传动效率及整车燃油经济性的重要因素，针对传统控制策略难以准确、合理地获得最优夹紧力控制范围的问题，提出了基于模型预测控制 (Model predictive control, MPC) 的控制策略。根据传动系统运动学原理，建立 CVT 动态方程及状态空间表达式，设计 CVT 模型预测控制器。考虑夹紧力具体约束限制，将无约束优化问题转化为二次规划问题，利用预测控制器求解每一时刻的夹紧力最优控制序列，构造最优夹紧力输入。在 CVT 系统输出侧施加干扰转矩，结果显示系统鲁棒性良好。同时，为验证 MPC 控制策略的可行性，利用 Simulink 和 AMESim 进行联合仿真，并在紧急加速、紧急制动及综合工况下进行实车验证。结果表明：相较于传统控制，基于 MPC 的控制系统能够将传动效率提高 8.72%~9.23%、油耗降低 5.61%，为进一步解决 CVT 控制问题提出新思路。



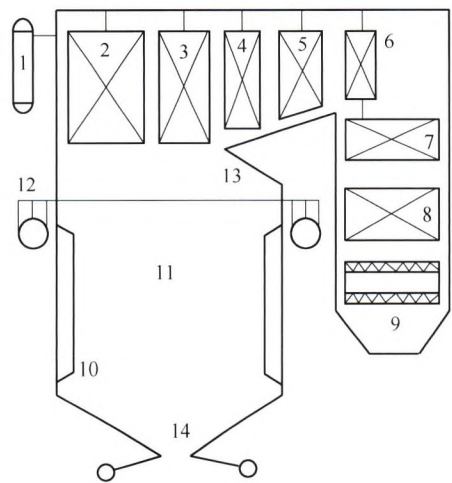
摘要：有关叶片式气液混输泵全流道内流场特性的研究还不充分，因此选取空气-水作为输运介质，基于 ANSYS_CFX 对一叶片式气液混输泵进行全流道数值模拟。计算域采用 ICEM_CFD 和 TurboGrid 进行了结构化网格划分。通过数值计算获取的外特性数据与试验数据进行对比，数值计算方法的可靠性得到了验证。计算结果显示，不同进口含气率下叶轮流道内的气体主要聚集在叶轮出口轮毂处的吸力面附近且随着进口含气率的增加，气体在该处的聚集程度增强，分布的不均匀度增加。9%、15%和 21%进口含气率下叶轮内流体的最大湍动能分别是 3%进口含气率下的 1.07 倍、1.53 倍和 1.83 倍。不同进口含气率下导叶内的气体均在轮毂处聚集，且沿着流动方向，轮毂处的气体逐渐向主流区扩散。9%进口含气率下，叶轮内气体的聚集程度随着流量的增加逐渐减小，而导叶内的气体在设计流量(Q_d)时聚集程度最大，大流量($1.25Q_d$)次之，小流量($0.75Q_d$)最小。以上研究结果更深入地揭示了叶片式气液混输泵的内流场特性，可以为该类泵的优化设计提供参考，提高其输运效率。

175 不同工况下活塞二阶运动和活塞裙部润滑研究

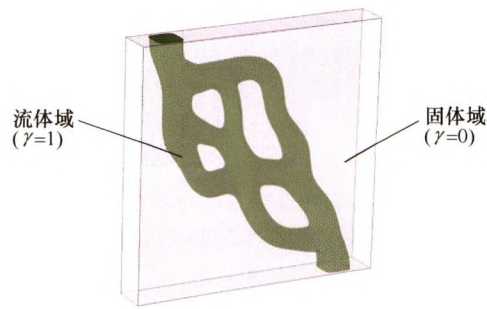
孙 军 朱剑雄 刘广胜 黄 祥 李 彪 朱少禹 苗恩铭 郝飞飞 胡新亮 李 悦



摘要：目前研究内燃机活塞二阶运动和活塞裙-缸套摩擦副润滑时一般仅针对标定工况进行，不考虑实际使用内燃机工作中工况的不断变化。另外，分析中一般都假设活塞裙-缸套摩擦副在一个内燃机工作循环中处于充分润滑状况。以某四行程内燃机为研究对象，基于实测的气缸压力，考虑实际润滑油流动确定摩擦副的润滑状况，进行不同内燃机工况下的活塞二阶运动和活塞裙-缸套摩擦副润滑分析。结果表明，不同工况下的活塞二阶运动性能和活塞裙-缸套摩擦副润滑性能都存在差异，活塞二阶运动性能和活塞裙-缸套摩擦副润滑性能的最不利情况不一定出现在标定工况。因此，内燃机活塞组件设计时，如果仅分析标定工况下的活塞二阶运动和活塞裙-缸套摩擦副润滑性能将不够全面合理，需要进行不同工况下活塞二阶运动和活塞裙-缸套摩擦副润滑性能的分析计算。

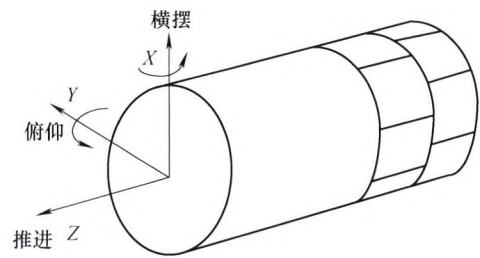


摘要：目前超临界机组设置 0 号高压加热器后给水温度和锅炉排烟温度之间的函数关系及其影响机理尚不清楚，这不仅对火电机组设置 0 号高压加热器后机组性能的评价造成了障碍，也不利于超临界机组运行参数的调整和机组性能的优化。通过建立超临界机组给水温度和锅炉排烟温度之间的定量分析模型，给出超临界机组给水温度变化后引起燃料量、排烟温度、SCR 入口烟温及锅炉热效率的变化关系和相互影响机理，同时给出锅炉燃料量和给水温度分别对锅炉排烟温度的定量影响程度和影响机理。结果指明，在不同的给水温度变化范围，排烟温度对燃料量和给水温度变化的敏感程度不同。在 75% BMCR 和 100% BMCR 工况，当给水温度升高值低于 40 ℃ 时，锅炉排烟温度随给水温度升高而增加，之后随着给水温度的继续升高，受燃料量大幅下降的影响，锅炉排烟温度又会降低。而在 50% BMCR 和 30% BMCR 工况，排烟温度和给水温度的变化趋势一致。所得结论澄清了超临界机组给水温度对排烟温度的影响程度及其影响机理，对于设置 0 号高压加热器后机组性能的评价奠定了理论基础。

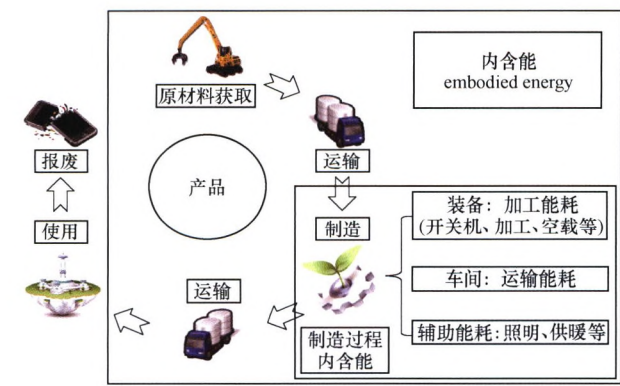


摘要：以换热量最大为目标进行液冷通道分布优化设计，构建拓扑优化设计数学模型，采用霍尔姆兹偏微分方程形式的密度过滤避免拓扑形态出现棋盘格现象；同时，采用双曲正切投影方法以得到清晰的流体通道拓扑形态。对不同进出口布置的典型算例进行优化设计，设计结果与传统直通道比较，通过有限元数值模拟，以最高温度为评价指标，对比各进出口布置的拓扑优化通道与传统直通道的散热性能。仿真结果表明，拓扑优化通道比直通道的最高温度低，且采用垂直对角出入口布置散热性能最佳。进一步制作液冷板，通过试验验证了设计方法的有效性数值模拟的准确性。

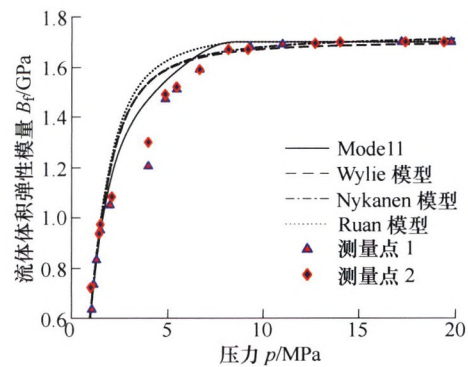
交叉与前沿



摘要：盾构机是一种用于地下隧道施工的大型设备，其装备复杂，经济价值很高。由于地下施工的环境恶劣，盾构掘进的现场研究工作较难开展，因此利用盾构推进模拟试验台在实验室条件下进行研究，是一种经济、安全的替代方法。盾构掘进过程中的受力十分复杂，为研究盾构掘进中的力学问题，对盾构模拟试验台提出对模拟掘进中的环境载荷的要求。针对盾构掘进中的环境载荷的特点，提出基于并联绳牵引的多维载荷加载机制；对模拟试验台的载荷模拟能力进行分析；设计模拟加载的试验方法，并进行盾构掘进载荷的模拟试验。理论分析和试验研究结果表明，该盾构载荷模拟装置能够通过调节作用在试验台盾构刀盘上的分布载荷的大小，形成等效的推力、俯仰矩、横摆矩和转矩，能够实现环境载荷的模拟。



摘要：冲压制造离散性强、工艺复杂、能量损耗较大，为实现冲压制造过程的节能和高效运行，在保证最大完工时间受影响较小的前提下降低能耗，以冲压车间为对象进行了节能调度研究。建立面向冲压车间的多目标节能调度模型，采用多目标优化算法进行求解，得到 Pareto 解集。提出基于产品制造过程内含能分级的方案评价与选择方法，计算出不同调度方案下各产品的制造过程内含能并进行分级处理，选择出产品制造过程内含能较小的调度方案作为最优执行方案，提高了节能调度的可行性。最后，应用某冲压车间生产实例验证了节能调度模型和基于产品制造过程内含能分级的方案评价与选择方法的可靠性，与原始调度方案相比，车间总能耗与最大完工时间均实现了降低。



摘要：气液混合流体的体积弹性模量是流体本身的物理性质，直接影响流体传动的准确性、快速性和稳定性。建立准确的气液混合流体体积弹性模量理论模型是实现流体机械设计和优化的基础，具有重要的理论和工程应用价值。通过分析流体空化演变过程，在亨利定律的基础上，运用五次多项式法建立流体内气相组分含量与压力间的数学模型，推导出气液混合流体体积弹性模量理论模型(Model1)。结合物理试验样本数据，选取三种流体体积弹性模量理论模型与 Model1 的计算结果进行对比，并分析初始含气量和流体压力对气液混合流体体积弹性模量的影响规律。研究结果表明：Wylie 与 Nykanen 模型在等温条件下的体积弹性模量差别很小，在全压力范围内的体积弹性模量均比较接近；Ruan 模型在高压区的体积模量预测结果偏大，而在低压区与 Wylie 模型比较接近；所建立的 Model1 模型的体积弹性模量预测结果与物理试验实测点更接近，且在考虑低压区流体呈现气态特性的基础上，给出了更加准确的低压区气液混合流体体积弹性模量预测方法。本项研究可为建立准确的气液混合流体体积弹性模量理论模型提供参考。

CONTENTS

- 1 Binocular Vision-based Three-dimensional Contouring Error Calibration Method for NC Machine Tools**
LIU Wei LI Xiao LI Hui PAN Yi JIA Zhenyuan
- 10 Study on Acoustic Field of Air-coupled Ultrasonic Transducer in Frequency Domain**
LI Ji LI Li DENG Yonggang PIWAKOWSKI Bogdan CHEN Fafa
- 17 Research on Flexible Tactile Sensor Based on Double Diagonal Uniform Planar Electric Field**
ZHANG Youzhi WU Haibin HE Keyao WANG Haomiao YE Jinhua
- 27 Horizontal Shear Wave Acoustoelasticity Based Axial Stress Testing of Rectangular Tube and Experimental Research**
WU Yingsi LIU Fei WU Bin HE Cunfu DU Wenliang
- 34 Data-driven Modeling-based Variation Analysis for the Compliant Sheet Metal Assemblies**
ZHANG Lei HUANG Chuanhui ZHU Enxu WANG Lei DONG Yan
- 42 Research Progress of NiTi Shape Memory Alloy Laser Welding**
WANG Xiaonan WANG Jie CHEN Xiaming HU Zengrong LIU Zhenguang ZHOU Jian
- 54 Fatigue Limit Equivalent Relation Based on Uniform Intrinsic Damage Dissipation in Critical Domain**
PENG Yan LI Haoran LIU Yang ZHANG Jian
- 62 Effect of Surface Micromorphology on the Deformation and Bonding Quality of Stainless Steel/Carbon Steel during Hot Isostatic Pressing**
ZHANG Boyang LI Shuo ZHANG Qingdong LIU Jiyang ZHANG Liyuan
- 70 Wear of Hot Extrusion Die for Large Diameter Thick-walled Pipes**
WANG Ruiqi LI Yongtang
- 77 Influence of Quenching and Partitioning Process on Microstructure and Mechanical Properties of a Novel 1 800 MPa Hot Stamping Steel**
LIN Li LIANG Wen ZHU Guoming LI Baoshun KANG Yonglin LIU Rendong
- 86 Current Status and Prospects for Model Predictive Energy Management in Hybrid Electric Vehicles**
ZHANG Fengqi HU Xiaosong XU Kanghui TANG Xiaolin CUI Yahui
- 109 Simulation and Analysis of the Damage of Carbon Fiber Composite Laminates under Three Point Bending Load**
ZHUANG Weimin WANG Nan WU Di WU Shijie AO Wenhong LIU Xiyang

- 115 Pressure Measurement and Analysis of Stator Blade Surface of Hydrodynamic Torque Converter**
YAN Qingdong SONG Zemin WEI Wei TAN Lu LIU Boshen
- 122 Improved EMD with a Soft Sifting Stopping Criterion and Its Application to Fault Diagnosis of Rotating Machinery**
PENG Dandan LIU Zhiliang JIN Yaqiang QIN Yong
- 133 Measurements and Analyses of Curve Squeal Caused by Tram**
ZHAO Yue HE Yuanpeng HAN Jian XIAO Xinbiao LIAN Fengyu WANG Rui
- 142 Crashworthiness Study of Window Multi-wall Structure**
HE Ning ZHANG Yong CHEN Tengteng LIN Jiming XU Xiang
- 151 Adhesion-creep Curve Characteristics of Wheel/Rail under Various Conditions**
SHI Lubing LI Qun GUO Jun WANG Wenjian LIU Qiyue
- 158 Study on Control Optimization Strategy of Continuously Variable Transmission Based on Model Predictive Control**
HAN Ling LIU Hongxiang WANG Jinwu LIU Chang
- 168 Flow Characteristics Analysis for the Whole Flow Passage of a Multiphase Rotodynamic Pump**
ZHANG Wenwu YU Zhiyi LI Yongjiang CHENG Xueliang
- 175 On the Piston Secondary Motion of Piston and Lubrication of Piston Skirt at Different Operating Conditions**
SUN Jun ZHU Jianxiong LIU Guangsheng HUANG Xiang LI Biao ZHU Shaoyu MIAO Enming
HAO Feifei HU Xinliang LI Yue
- 185 Quantitative Effect Model of Setting No.0 High Pressure Heater on Exhaust Flue Gas Temperature of Supercritical Once-through Boiler**
LI Yong WANG Yanhong CAO Lihua HU Pengfei NING Zhe DONG Enfu
- 198 Experimental and Numerical Investigation of Fluid Cooling Channel Layout Designed by Topology Optimization**
LI Hao DING Xiaohong JING Dalei
- 207 Multi-DOF Loading Principle to Simulate Thrust Loads for Shield Machines with Experimental Study**
LI Yingbin GUO Weizhong GUO Wentao LIANG Qinghua
- 217 Energy-saving Scheduling in Stamping Workshop Based on Ranks of Product Embodied Energy during Manufacturing**
XIONG Wei HUANG Haihong ZHU Libin LIU Zhifeng
- 226 Investigation on Bulk Elastic Modulus of Air and Liquid Mixing Fluid**
YUAN Xiaoming WANG Chu ZHAO Shiyi ZHANG Lijie

《机械工程学报》第十一届编委会

名誉主任

王补宣 (院士) 钟群鹏 (院士) 路甬祥 (院士) 潘际銮 (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 (教授)
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 (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 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 (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)

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)		

