

QK1818956

ISSN 0577-6686

CODEN CHHKA2

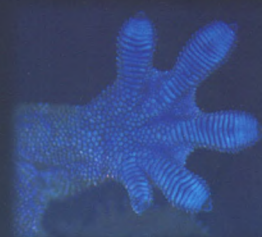
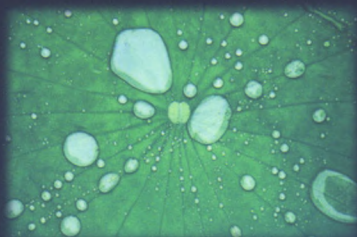
机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

特邀专栏

表面工程先进技术
及其服役行为 (下)

客座主编: 蔡振兵研究员 朱旻昊教授



特邀专栏

大国重器: 复兴之路上的
轨道交通技术

客座主编: 金学松 教授

客座编辑: 赵鑫 副研究员



中国机械工程学会 主办

万方数据

2018年54卷6期 半月刊

/// 特邀专栏 ///

表面工程先进技术及其服役行为(下)

客座主编: 蔡振兵 研究员(西南交通大学)
朱旻昊 教授(西南交通大学)
策划编辑: 田旭(《机械工程学报》编辑部)

1 基于能量耗散的 Q235 钢高周疲劳性能评估

樊俊铃



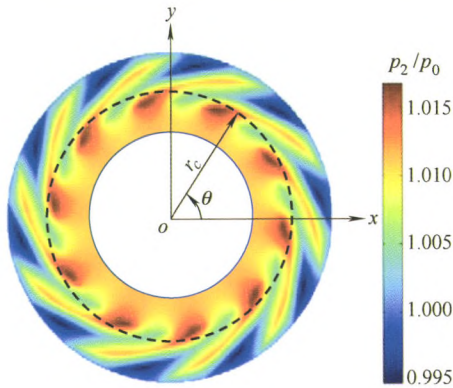
摘要: 通过宏微观力学和连续热力学理论, 推导疲劳能量耗散计算方法。结合局部热扩散方程, 建立物理意义明确的疲劳极限快速评估方法, 避免了以温升为损伤指标的预测方法的争议性。传统疲劳试验和本方法所给出的疲劳极限之间的误差为 9.9%, 表明了该方法的准确性。试验过程表明当材料内部生热率与外界散热率达到平衡时, 能量耗散的变化趋于稳定, 由此确定了材料的极限能, 构建了疲劳寿命的快速评估方法。结果发现所预测的 $S-N$ 直线斜率与传统结果之间的误差为 9.4%, 从而表明了该方法在快速评估材料疲劳性能方面的潜在前景。

10 动磁场磁流变效应抛光垫抛光力特性试验研究

潘继生 于鹏 阎秋生

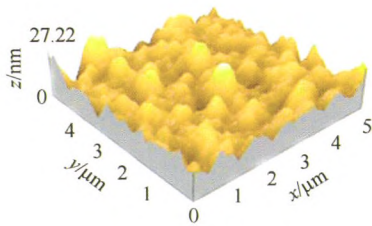


摘要: 基于动磁场磁流变效应抛光方法, 采用微型压电式传感器测试分析动磁场磁流变效应抛光垫法向抛光力特性, 研究磁极转速、加工间隙、工件运动方式对动磁场磁流变效应抛光力的影响。结果表明, 动磁场磁流变效应平面抛光法向力在抛光垫中心区域最大, pv 值在抛光垫的半径 6 mm 处最大; 相对静磁场, 在磁极转动的动磁场作用下磁流变抛光力和扭矩呈现大幅度波动的动态行为; 动磁场磁流变效应抛光力受到磁极转速影响, 大于 15 r/min 开始产生动磁场, 在试验所测得的范围内, 磁极转速 30 r/min 左右有最好效果; 工件运动方式是影响磁流变抛光作用力的因素, 当工件沿抛光盘径向往复偏摆时扭矩剧烈变化, 沿抛光盘法向运动加工间隙减小时抛光法向力会瞬间急剧增大, 最大峰值达到稳态值的 25 倍。



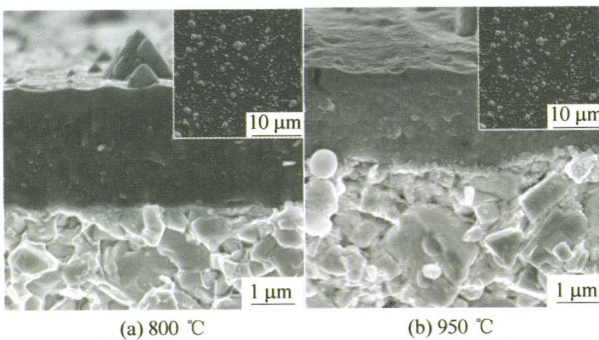
摘要: 考虑气体稀薄效应和表面粗糙度, 计算精密 H 型气体轴承的动态气浮力和接触力, 分析气体轴承起动过程中转子的轴向运动行为和最小气膜厚度, 讨论气浮面的螺旋槽数量和深度对气体轴承起动行为的影响。分析结果表明: 随着转子转速增加, H 型气体轴承的气浮力逐渐增大, 转速约为 200 r/min 时气浮面与转子脱离接触; 随着气浮面螺旋槽数量增加, 气浮力增加、接触力降低, 但槽数多于 10 时二者的变化量较小。考虑到微型螺旋槽的加工成本与效率, 气浮面螺旋槽数量的优化值为 10; 随着螺旋槽深度增加, 气浮力先增加后减小、接触力先降低后升高, 深度为 1.5 μm 的螺旋槽产生最大气浮力和最小接触力, 因此, 精密 H 型轴承起动状态最优的螺旋槽深度为 1.5 μm 。

25 调制比对多层 DLC 涂层摩擦及电化学反应的影响

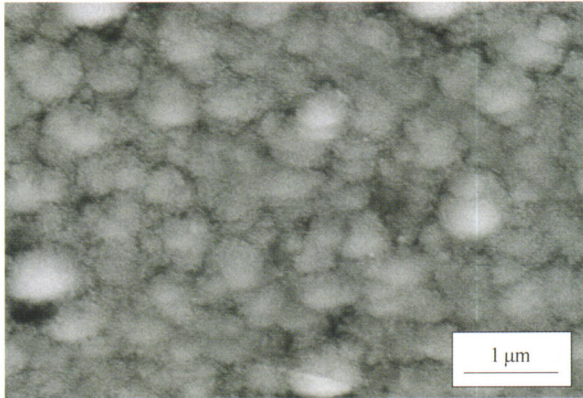


摘要: 研究调制比对多层类金刚石(Diamond-like carbon, DLC)涂层摩擦及腐蚀行为的影响。采用等离子体增强化学气相沉积技术成功制备了不同调制比的多层 DLC 涂层。利用扫描电子显微镜、原子力显微镜、划痕仪、摩擦磨损试验机及电化学工作站等表征手段评价了不同调制比多层 DLC 涂层的结构特点、力学性能、摩擦学性能以及耐腐蚀性能。结果表明: 所制备涂层表面光滑、结构致密、膜基界面结合良好。其中 1:1 为多层 DLC 涂层最佳调制比, 该调制比涂层的硬度、弹性模量和抗裂纹萌生的临界载荷最大。同时, 摩擦试验表明 1:1 涂层具有最低的磨损率, 且经 720 h 盐雾试验后仍然表现出较高的阻抗值。通过以上结果可以得出当调制比为 1:1 时, 多层 DLC 涂层具有良好的摩擦学性能及耐腐蚀性能。

32 TiSiN/AlCrN 纳米多层涂层高温热稳定性及摩擦学特性研究



摘要: 采用电弧离子镀技术于硬质合金基体上沉积 TiSiN/AlCrN 纳米多层涂层, 利用扫描电子显微镜(Scanning electron microscope, SEM)、透射电子显微镜(Transmission electron microscope, TEM)、X 射线衍射仪(X-ray diffraction, XRD)、能谱仪(Energy dispersive spectrometer, EDS)、纳米硬度计、划痕仪以及摩擦磨损试验机对 TiSiN/AlCrN 涂层的结构、高温热稳定性和高温摩擦磨损性能进行研究。结果表明, TiSiN/AlCrN 涂层呈现出纳米多层结构, 由 c-Cr(Al)N 与 c-Ti(Si)N 相构成, 涂层硬度为 49.7 GPa \pm 0.83 GPa, 结合力达到 83 N。经 800 $^{\circ}\text{C}$ 和 950 $^{\circ}\text{C}$ 真空退火后涂层微观结构变得更加致密, 缺陷密度下降, 而涂层硬度和结合力没有明显变化, TiSiN/AlCrN 纳米多层涂层经 950 $^{\circ}\text{C}$ 真空退火处理后未发生相变。摩擦磨损测试结果表明, 随着温度由室温增加至 400 $^{\circ}\text{C}$, 涂层摩擦因数急剧升高, 继续增加温度至 600~800 $^{\circ}\text{C}$, 涂层摩擦因数降低, 然而涂层磨损率随着测试温度的升高先降低后增加。在室温摩擦磨损测试中 TiSiN/AlCrN 涂层磨损机制主要以磨粒磨损、塑性磨损为主, 400 $^{\circ}\text{C}$ 时涂层处于二体摩擦转三体摩擦的过渡阶段, 主要磨损机制为磨粒磨损和粘着磨损, 600~800 $^{\circ}\text{C}$ 下涂层磨损机制主要为粘着磨损以及氧化磨损。



摘要: 采用离子束辅助沉积技术在 9Cr18 轴承钢材料上制备掺杂 Ag 的 WS_2 固体润滑膜,并将该膜层在室内环境(温度为 18~25 $^{\circ}C$, 空气相对湿度为 30%~50%)中保存 8 年。通过摩擦磨损试验机(MS-T3000)、场发射扫描电子显微镜、三维形貌仪及 XPS 检测保存前、后的 WS_2 -Ag 固体润滑膜样品的摩擦磨损、表面形貌、三维形貌、成分及化学态。结果显示:贮存后的 WS_2 -Ag 膜层内部氧含量的增加,膜层中 Ag 元素和少量 W 元素的氧化,以及 S 元素的损失,导致膜层摩擦磨损磨痕形貌出现了层状或者块状剥落;贮存后的 WS_2 -Ag 复合固体润滑膜耐磨寿命有较贮存前的 250 min 缩短了 103 min, 仍然具有较好的固体润滑性能,其中 Ag 掺杂抑制了 WS_2 的潮解,提高了其抗氧化性能,大幅度延长了固体润滑膜的性能和寿命。

/// 特邀专栏 ///

大国重器：复兴之路上的轨道交通技术

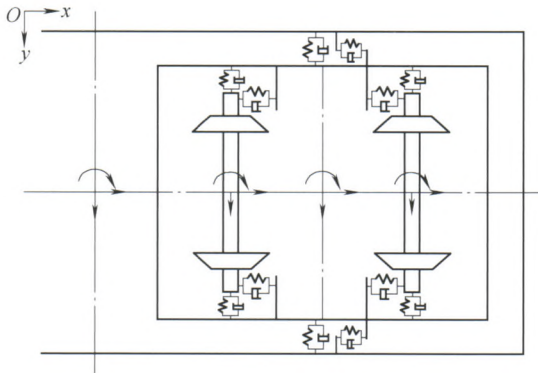
客座主编：金学松 教授（西南交通大学）
客座编辑：赵鑫 副研究员（西南交通大学）
策划编辑：张彤（《机械工程学报》编辑部）

48 考虑齿轮传动系统的重载电力机车动力学性能研究

王自超 翟婉明 陈再刚 张杰 王开云



摘要: 为揭示齿轮传动系统对机车动力学特性的影响,采用多体动力学的方法,建立完整的考虑齿轮传动系统的重载机车空间耦合动力学模型。利用该动力学模型,研究齿轮时变啮合刚度与轨道几何不平顺激励同时作用下的重载机车动力学响应特性;通过与传统未考虑齿轮传动系统的重载机车多体动力学模型进行对比,揭示齿轮传动系统对重载机车动力学性能的影响。最后,利用试验数据验证建立的耦合动力学模型和仿真结果的正确性。研究结果表明:齿轮传动系统对重载机车动力学响应有一定的影响;两种动力学模型计算获得的机车运行过程中轮轨垂向力变化趋势基本一致,但考虑齿轮传动系统的重载机车动力学模型在本文计算条件下获得的轮轨垂向力增大约 5 kN;两种动力学模型计算获得的轮轨横向力差异明显,在本文计算条件下比传统重载机车动力学模型增大约 6 kN。



摘要: 为掌握直线轨道上车辆发生正面对心碰撞时的动态响应规律, 建立三维碰撞车辆移动轨道模型。分别建立碰撞车辆模型和轨道模型。然后, 提出了处理轮轨非线性几何的向量法, 将三维车辆模型和移动轨道模型耦合起来。采用一种简化的钩缓装置模型连接车辆端部和外部系统。利用一种新的时间积分算法对三维动力学模型进行计算。采用上述方法研究了车辆中低速撞击刚性墙的碰撞场景, 得到车辆的动态响应。研究结果表明: 中低速车辆在直线轨道正面对心碰撞时, 车辆一般不产生横向运动和侧滚运动, 由非线性轮轨几何引起的横向轮轨力对车辆的动态响应几乎没有影响。碰撞结束后, 车体和轮对在纵向不断振荡。轮轨垂向相对位移在准静态压缩量上下波动, 最大的车轮抬升量出现在第3个轮对上。

62 一种磁流变阻尼器模型参数识别新方法

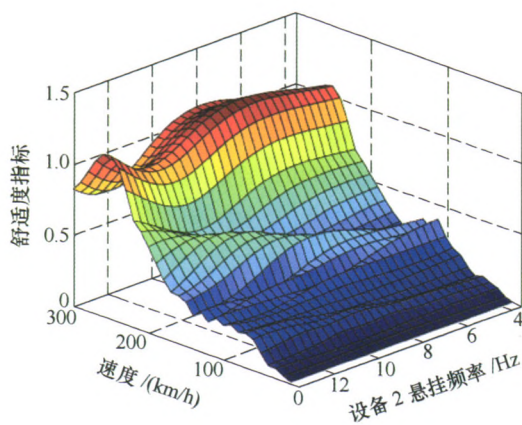
刘永强 杨绍普 廖英英



摘要: 提出一种磁流变阻尼器模型参数识别新方法, 该方法不需模型参数的任何先验知识, 能够评估各参数对输出阻尼力的影响大小, 从而选择最佳的阻尼力调控参数。利用试验台获取磁流变阻尼器在多种激励幅值、频率和电流作用下的阻尼力。针对 Bouc-Wen 模型表达式搭建 Simulink 计算模型, 以仿真值与试验值之间的误差作为目标函数, 通过遗传算法和模式搜索算法对模型参数进行识别。综合评估各参数对模型输出阻尼力的影响大小, 从而确定最佳的阻尼力调控参数, 并利用曲线拟合工具箱确定阻尼力调控参数与电流之间的函数关系。根据调控参数的电流函数对原有 Simulink 模型进行扩展, 最终识别出全部未知参数。采用多种幅值和频率激励下的试验数据对模型进行验证, 表明该模型识别结果正确, 可准确刻画磁流变阻尼器物理元件的滞回特性。该方法不限于所使用的 Bouc-Wen 模型, 可广泛用于磁流变阻尼器的其他力学模型的参数识别。

69 多悬挂设备对高速列车乘坐舒适性影响分析

贺小龙 张立民 鲁连涛



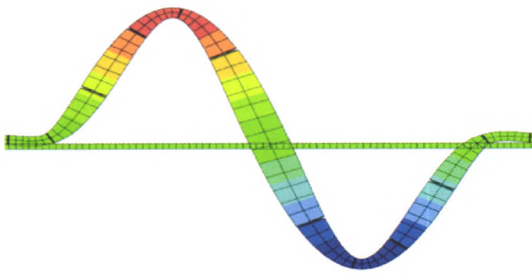
摘要: 为研究悬挂多设备对高速列车舒适度指标影响规律, 建立车体-设备的 27 自由度的刚柔耦合数学模型, 获得车体及车下设备悬挂系统的加速度频率响应函数表达式, 结合德国垂向不平顺轨道谱和舒适度滤波函数计算车体参考点的舒适度指标。分别研究有无设备、不同悬挂频率、不同悬挂位置对车辆垂向舒适度指标的影响规律。研究结果表明: 合理设计车下设备悬挂参数不仅能降低车体中部舒适度指标, 还能在一定程度上改善车体端部乘坐舒适性, 尤其是 200~300 km/h 时车体端部舒适度指标; 通过分析最终确定设备 1 最优悬挂频率为 10.2 Hz; 双层悬挂系统中框架最优悬挂频率小于 8 Hz, 设备 2 最优悬挂频率为 11~12 Hz; 设备的空间布置也会对舒适度产生影响, 设备 1 悬挂位置对车体中部和端部舒适度影响不大, 而双层悬挂系统悬挂于 13.5 m 位置处时车体中部和端部都能获得较好舒适性。



摘要: 为控制曲线工况下跨座式单轨列车走行轮胎的磨损,通过胎面橡胶摩擦特性试验提出修正的衰减指数摩擦模型,并采用有限元分析方法研究走行轮双胎的磨损特性,提出采用虚拟外倾方法控制走行轮胎磨损,采用构建曲面走行踏面的方法对虚拟外倾方法进行优化,研究表明:虚拟外倾方法使内、外走行轮胎总的摩擦功降低 3.4%,但外侧走行轮胎的摩擦功偏度值增加了 25%;相对于虚拟外倾方法,曲面走行踏面方法使走行轮胎总的摩擦功降低了 12.9 J,外侧走行轮胎的摩擦功偏度值降低了 5.17%,内侧走行轮胎的摩擦功偏度值降低了 8.87%,有效降低了走行轮胎的磨损并改善了其磨损均匀分布程度。

86 温度力作用下纵连式轨道结构振动特性及稳定性研究

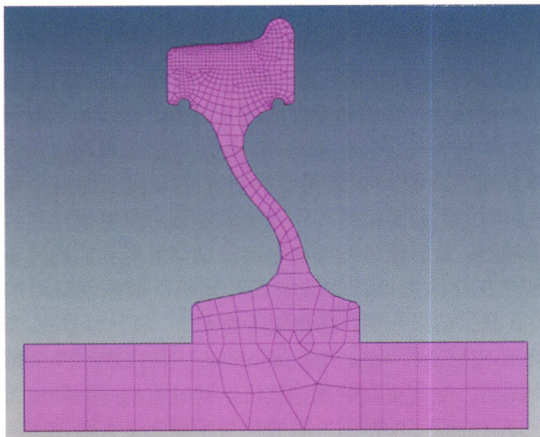
刘笑凯 肖杰灵 赵春光 全 毅 刘学毅



摘要: 以 CRTS II 型板式无砟轨道为例,建立纵连式轨道结构垂向振动模型,利用有限单元法求解了有初始上拱时轨道板在纵向温度压力作用下的自振频率,并基于结构稳定性分析的动力准则研究轨道结构在纵向温度压力作用下的垂向稳定性。分析温度梯度、假缝和基础刚度对轨道板自振频率和垂向稳定性的影响。研究表明,纵向温度压力会导致纵连式轨道结构自振频率的下降,当温升接近于其失稳的临界温度时,其低阶自振频率趋近于 0 Hz;温度梯度会降低轨道板的自振频率,其中正温度梯度的影响较负温度梯度更为明显;假缝会降低轨道板的自振频率,但影响较小;基础刚度越小轨道板的自振频率越小;温度梯度、假缝和基础刚度对纵连式轨道结构失稳的临界温度均影响有限。

93 基于旋转热源法和均布热源法的列车踏面制动温度场分析

张金煜 虞大联 林 鹏



摘要: 针对列车踏面制动,分别基于旋转热源法和均布热源法建立了温度场计算模型。在包含匀减速制动、停止、匀加速启动和匀速运行四个阶段的一个基本制动工况下,选取车轮踏面以及踏面以下 1 mm 和 2 mm 处三个节点作为分析对象,对比了旋转热源法和均布热源法计算得到的温度变化曲线。同时考察了不同闸瓦接触面积、不同制动功率以及连续五个基本制动工况条件下,旋转热源法和均布热源法计算得到的上述三个节点温度变化曲线的变化规律及差异性。计算结果表明,对于踏面上的节点,旋转热源法与均布热源法计算得到的温度值及其变化特性存在很大的差异,但随着距离踏面深度的增加,两种计算方法得到的温度值差异迅速减小,在 2 mm 处可近似认为相同。此外在连续制动条件下,某一次制动中旋转热源法与均布热源法计算结果的差异性与之前的制动无关。

102 基于 Contourlet 变换的阴影恢复形貌方法及产品表面缺陷检测应用

胡 琨 张树有 赵昕玥 敖志刚



摘要: 为实现对物体表面三维深度缺陷检测, 提出一种基于 Contourlet 变换的明暗恢复形状算法来解决三维物体表面重建问题。针对在传统的明暗恢复形状方法重建过程中出现的计算收敛速度较慢的问题, 从图像多尺度几何分析的角度进行研究, 利用 Contourlet 变换系数来表达图像, 用基系数近似的计算微分算子, 从而优化目标函数的求解过程。试验结果表明使用 Contourlet 系数的 SFS 算法比传统和小波系数的算法获得更优的迭代步长, 可以使得计算过程中的误差项下降到较低的水平, 从而获得更准确的三维信息。检测所使用的三维形状恢复方法只需要根据单幅测量图像, 就可实现对零件三维缺陷的检测。

110 单晶硅多晶面表面波波速曲线超声测量方法

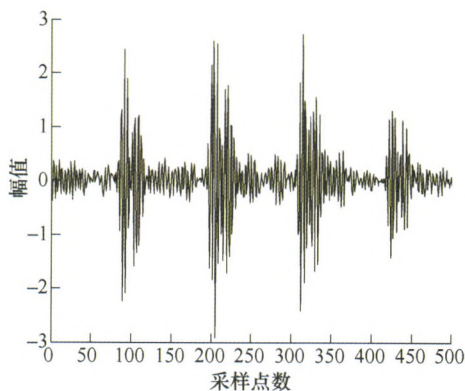
宋国荣 洪广富 卢东 吕炎 何存富 吴 斌



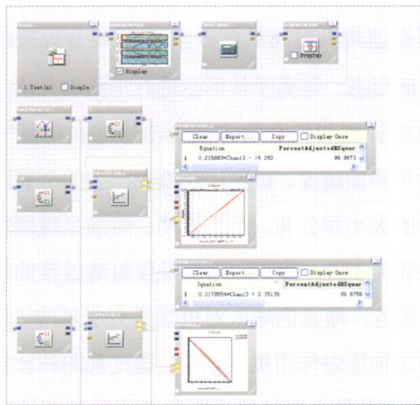
摘要: 随着晶体材料在航空航天、交通、电子电气工程、能源和环保等领域的广泛应用, 对材料特殊性能的研究和检测工作也提出了新的要求。基于声波在材料中传播特性与材料力学性能之间的本构关系, 建立了单晶硅弹性常数矩阵与表面波波速之间关系的声弹性理论模型, 并利用晶面的转换矩阵得到不同晶面下, 表面波波速随角度变化的理论曲线。基于线聚焦超声换能器、高精度散焦测量系统和 $V(f, \alpha)$ 分析法获得单晶硅三个晶面沿不同角度的表面波波速变化曲线, 试验测量结果与理论曲线相吻合, 表明超声显微镜技术在各向异性材料表面波波速测量方面具有很高的精确度和可靠性。同时, 论文还研究了单晶硅的晶体结构与表面波波速之间内在对应关系, 为单晶硅等各向异性材料的性能检测与评价奠定了理论与试验基础。

118 基于双稀疏字典模型机械振动信号压缩感知方法

郭俊锋 石 斌 雷春丽 魏兴春 李海燕



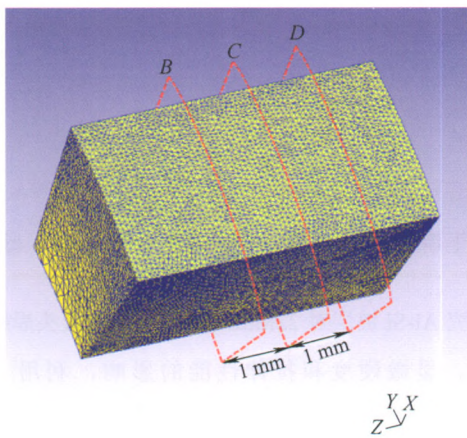
摘要: 针对机械装备在状态监测与故障诊断过程中, 依据传统香农-内奎斯特采样定理进行数据采集时, 面临的大量机械振动信号存储、传输和处理等困难问题, 提出基于双稀疏字典模型机械振动信号压缩感知方法。分析机械振动信号在基于双稀疏字典模型训练得到的过完备字典上的近似稀疏性; 然后利用高斯随机矩阵作为测量矩阵对机械振动信号进行压缩测量; 最后通过双稀疏字典模型训练得到的过完备字典, 结合正交匹配追踪算法完成对原始机械振动信号的重构。仿真测试结果表明, 在相同压缩率下, 相比经典 K-奇异值分解(K-Singular value decomposition, K-SVD)字典训练方法, 所提的方法有更高的重构精度, 同时重构时间缩短将近 50%。该方法既可以得到较高的信号压缩比又有着精确的信号重构性能。



摘要: 针对于工程机械产品钢制液压管件的疲劳失效问题, 需要对其复杂的受力情况进行研究分析。采用台架载荷标定试验分析油缸直角弯管受力情况, 通过应变片组桥方式滤去温度对应变的影响, 把直角弯管的外部承载力等效为空间三向力系和管压作用力, 最后对测量结果进行多元线性回归分析, 得到载荷输入与应变输出关系方程。把实际工况液压管件的实测应变谱转化为输入载荷大小, 最终获得测量截面在实际工作过程中的受力情况。为液压管件的有限元分析、寿命估算和可靠性设计提供真实可靠的承载条件或边界条件。

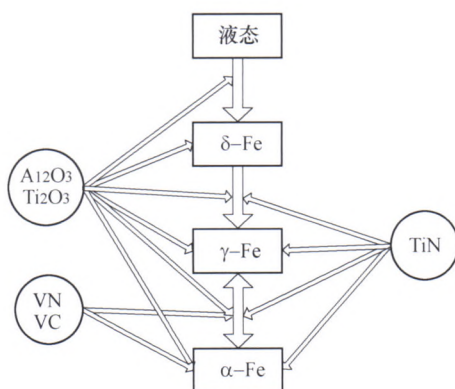
材料科学与工程

133 齿轮轴向滚轧成形建模与轮齿完整性研究

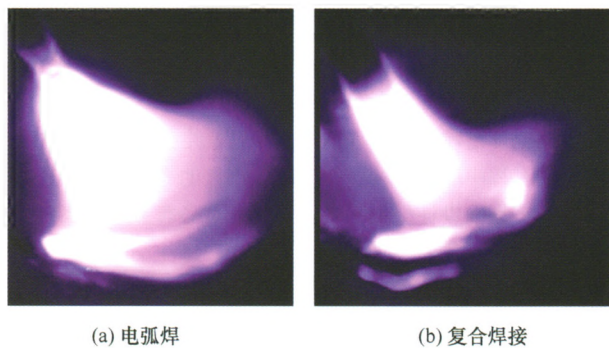


摘要: 齿轮滚轧成形的轮齿完整性对轧轮齿根应力和寿命有着重要影响。为了揭示齿轮轴向滚轧成形齿高的增长规律, 便于设计轧轮以及提高轧轮寿命, 依据平面啮合理论及轴向滚轧工艺特点, 推导出成形件的齿廓方程式; 基于坐标变换法及齿轮轴向滚轧渐进成形特征, 求得任意时刻轧轮半齿在齿坯截面上的包络面积; 根据体积守恒, 建立任意时刻齿轮轴向滚轧成形件的齿高估算模型, 并据此得到轧轮修整段齿全高计算方程式。以模数为 1.75 mm, 压力角为 20°, 齿数为 46 的直齿轮滚轧为例, 利用有限元和滚轧试验对所提出的模型与轮齿完整性进行分析。结果表明: 齿高估算模型的理论值与试验值最大相对误差为 4.97%; 由齿全高计算模型设计的轧轮能保证轮齿完整性, 避免成形齿顶出现“完全光顶”现象, 防止免耳缺陷埋入齿顶, 影响成形齿的性能; 同时, 降低轧轮齿根应力 32.89%。本研究为解决轧轮齿全高精确计算提供了理论基础。

146 钒含量对 Ti-V 微合金钢 CGHAZ 韧性影响研究



摘要: 现阶段“Ti 氧化物冶金+V 微合金化”复合技术用于研发大线能量焊接用钢已引起人们的广泛关注, 这种复合技术能够充分利用在 Ti 的氧化物上析出的 Ti、V 碳氮化物粒子诱导焊接粗晶热影响区大量针状铁素体形核, 改善 CGHAZ 韧性。本研究从运用 Thermo-Calc 热力学软件定量计算第二相颗粒固溶析出规律入手, 考察了 Ti、V、O、N 等元素构成的氧化及碳氮化夹杂物在诱导 AF 形核中的关键作用。与此同时, 在研究中也利用了热力模拟试验机、力学测量设备、高倍电镜等, 对 V 含量为 0、0.05%、0.1% 的 Ti-V 微合金钢进行大线能量焊接、力学性能测量及形貌分析。通过分析试验结果得出 V 元素在提高 Ti-V 微合金钢强度和 CGHAZ 韧性的一般规律, 并进一步阐述了 Ti-V 微合金钢 CGHAZ 中析出夹杂物诱导 AF 形核机制。



(a) 电弧焊

(b) 复合焊接

摘要: 利用高速相机对高氮钢激光-电弧复合焊接过程的熔滴过渡、熔滴形态、等离子体形态进行采集与分析。采用图像处理与数学计算相结合的方法给出熔滴在电弧空间飞行时的受力大小和加速度。初步计算激光产生的金属蒸气对熔滴的反冲力的大小和分布。结果表明: 熔滴呈现颗粒过渡的临界焊接电流为 180 A 附近; 熔滴呈现射滴过渡的临界焊接电流 200 A 附近。激光的加入对电弧具有明显的压缩作用, 在熔池表面这种压缩作用更为剧烈。通过观测和计算给出电弧焊和激光-电弧复合焊时熔滴刚脱离焊丝的加速度分别达到 70 m/s^2 和 50 m/s^2 。在实际复合焊接过程中, 当熔滴落入熔池位置与激光匙孔间距为 3 mm 时, 从激光匙孔喷发的金属蒸气对熔滴的反冲力非常小。激光的加入主要改变了电弧形态, 进而改变熔滴上下表面的压力差, 使得熔滴在接近熔池表面发生合并和过渡频率减慢。

162 Al-Si 镀层对 22MnB5 钢激光焊接接头组织和性能的影响

陈夏明 王晓南 孙茜 张敏 陈长军 邱洪双



(a) 带Al-Si镀层样品

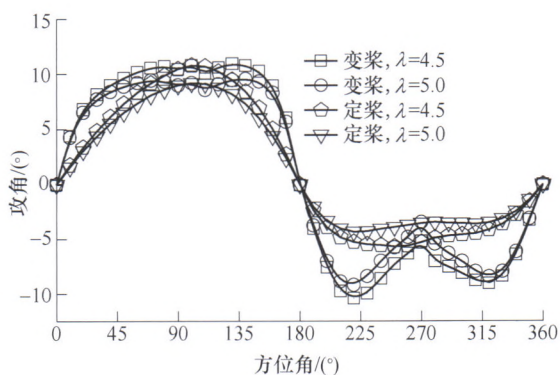


(b) 去Al-Si镀层样品

摘要: 为研究 Al-Si 镀层对 22MnB5 钢激光焊接接头焊缝区显微组织、显微硬度和拉伸性能的影响, 利用 IPG YLR-6000 型光纤激光器对 1.5 mm 厚有/无 Al-Si 镀层 22MnB5 钢进行激光焊接试验。结果表明: 带 Al-Si 镀层样品焊缝和熔合区的显微组织均为板条马氏体+富铝 δ 铁素体, 而去 Al-Si 镀层样品焊缝和熔合区的显微组织则为板条马氏体。其主要原因在于: 在激光焊接过程中 Al-Si 镀层熔化并进入焊接熔池, 由于 Al 元素在焊缝部分区域及熔合区处富集, 导致高温 δ 铁素体稳定性提高, 同时在激光快速冷却的条件下, 部分 δ 铁素体无法发生包晶转变而被保留至室温。两种焊接接头的整体显微硬度分布规律一致, 焊接接头硬度均高于母材, 但是由于带 Al-Si 镀层样品焊缝中存在软相 δ 铁素体导致其硬度低于去除 Al-Si 镀层焊缝。尽管 Al-Si 镀层对于显微组织和显微硬度产生了影响, 但是对于拉伸性能未见影响, 两种焊接接头拉伸断裂位置均出现在母材区, 且为典型的韧性断裂。

168 基于双盘面多流管模型立轴风轮变桨方法研究

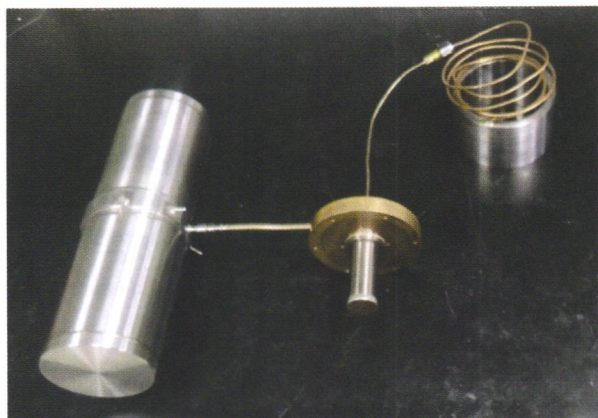
赵振宙 严 畅 王同光 许波峰 曾冠毓



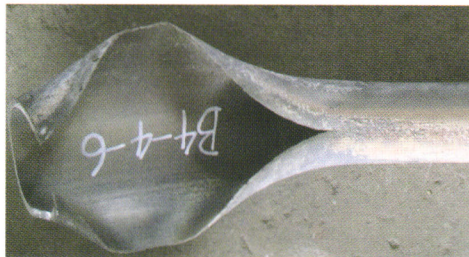
摘要: 叶片旋转一周, 攻角随方位角近似呈正弦曲线变化, 力矩随之上下波动。传统变桨重在改善最大攻角对应方位角的叶片性能, 且改善程度随攻角减小而减弱。提出在小攻角区域采用大桨角, 在大攻角区域采用小桨角, 重点改善小攻角区域性能的变桨思路。以采用 NACA0012, 高 2 m 和旋转直径 2 m 的两叶片 H 型风轮为研究对象, 基于双盘面多流管模型, 分析变桨方案下尖速比分别为 4.5 和 5 时, 攻角、切向力系数、转矩和风能利用系数的变化规律。研究结果表明新变桨方案下小攻角区域的攻角、切向力系数、转矩, 较定桨方案均有明显提高; 增大了高性能区域范围, 缩小低性能区域; 风能利用系数在尖速比 5 时提高了 18.9%。计算结果与试验结果及文献计算结果均吻合良好, 证明了计算结果具有一定的精度。

175 13W@80K 空间大冷量脉冲管制冷机的模拟设计与试验验证

王乃亮 赵密广 陈厚磊 梁惊涛 蔡京辉



摘要: 目前, 空间红外探测领域对 80 K 温区的冷量需求越来越大, 然而为其提供冷源的大冷量的空间脉冲管制冷机相对缺乏。为了提高空间脉冲管制冷机的制冷量, 基于 Sage 平台, 建立大冷量的同轴型脉冲管制冷机的整机模型, 通过模拟计算, 对制冷机的蓄冷器尺寸、脉冲管尺寸、惯性管调相与导流结构等进行设计。依据设计结果, 加工了同轴型脉冲管制冷机的冷指, 并通过试验研究了调相机构、充气压力、热端导流结构、蓄冷器丝网目数、输入电功率等因素对脉冲管制冷机的影响规律。将试验与模拟结果进行对比, 两者具有较好的一致性, 从而验证了该大冷量脉冲管制冷机整机模型的准确性。研制出的制冷机在输入电功率为 300 W, 热端温度为 300 K 时, 在 80 K 获得了 13 W 的制冷量, 相对卡诺效率可以达到 11.9%。且该工程样机已应用到空间项目中。

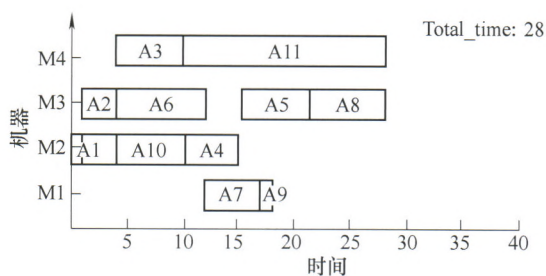


摘要: 锅炉承压受热管泄漏建模可以帮助人们确定该故障管在泄漏过程中管壁超温的位置、幅度和时间,这是管子失效分析和现场抢修时较为关注的问题。建立了单根锅炉受热管泄漏过程数学模型,用于模拟一台 300 MW 锅炉再热器从微量泄漏到爆口充分发展过程中受热管内工质流量和壁温变化,并采用实际泄漏受热管的运行参数对泄漏过程进行了模拟,得到爆口发展过程;结果表明,爆口面积发展到一定范围内,下游管段将出现超温,超温的时间、幅度和位置与爆口面积及发展过程有关;本模型对泄漏过程的预测与受热面失效分析工作中所观察到爆口及过热段的分布相一致,模型可用于故障管的分析和评估,并对于开发早期泄漏诊断方法,减少原始泄漏管对相邻受热管的吹损有一定实际意义。

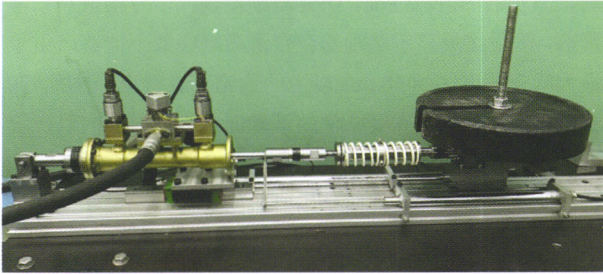
交叉与前沿

191 考虑串行工序紧密度的择时综合调度算法

谢志强 张晓欢 高一龙 辛 宇



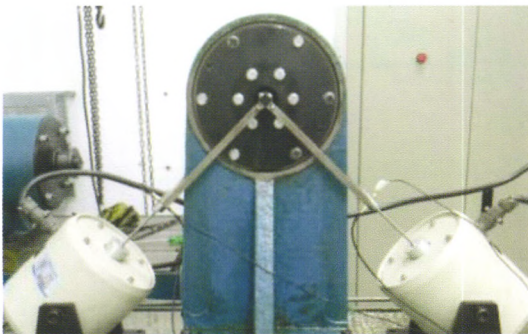
摘要: 针对目前综合调度算法在处理一般综合调度问题时为了兼顾加工工艺树中工序的并行处理,忽略串行工序之间紧密度,影响调度结果的问题,提出考虑串行工序紧密度的择时综合调度算法。该算法提出工序序列排序策略,从工艺树的整体结构出发,将其划分成内部工序只具有串行关系的工序序列,根据工序序列的长短确定其调度顺序;提出择时调度策略,结合工艺树自身特点,为调度工序选择若干合法加工时间点,分别在每个时间点调度工序,得到该工序的试调度方案集合,从中选择加工总用时最小的方案作为工序调度方案,若不唯一,则选择工序加工时间最早的方案。实例表明,该算法既保证并行工序的并行处理,又有效提高串行工序的紧密度,优化了综合调度的结果。



摘要: 在大型足式机器人的驱动系统中, 使用液压柔顺驱动器进行补充能量控制可以极大地提高机器人的续航能力, 因此具有很强的实用价值。首先通过扫频的方式分别得到驱动器输出端空载状态位置频率特性曲线和输出端静止状态力频率特性曲线, 然后通过 MATLAB 的 ident 系统辨识工具箱进行模型辨识得到较准确的驱动器数学模型。基于上述模型采用自抗扰力控制器, 实时估计扰动及对其进行有效的补偿, 取得了较好的力控制效果, 进而通过力控制将液压缸等效为变刚度弹簧。建立液压柔顺驱动器中液压能、驱动器能量和热能三种能量的动态模型, 并对简化运动过程中三种能量之间的转换规律进行分析。基于变刚度策略对运动过程进行了补充能量控制, 提高了能量使用效率。不同负载质量和不同液压缸刚度情况下的水平方向运动试验结果验证了上述控制策略的有效性。

215 供油条件对挤压油膜阻尼器等效阻及周向位置阻尼的影响

周海仑 张 明 成晓鸣 唐振寰 曹 鹏



摘要: 为研究供油条件对挤压油膜阻尼器减振特性的影响, 利用计算流体力学软件进行阻尼器的建模和数值仿真模拟。为了保证数值模拟的正确性和合理性, 借助于双向激励试验器, 基于机械阻抗法获得油膜阻尼, 与数值仿真结果进行对比验证。通过数值仿真, 研究供油孔数量、供油孔横截面积、供油槽尺寸以及供油流量等对阻尼器等效阻尼和周向位置阻尼的影响。结果表明: 由于受到供油孔处的供油压力影响, 单孔供油阻尼器提供的阻尼随周向位置呈现近似简谐函数曲线的变化规律, 多个对称分布的供油孔可以有效地抑制这种影响, 含有三个或者四个对称供油孔的阻尼器, 不同周向位置的阻尼在一个进动周期内几乎保持不变。对于供油槽较浅的情况, 阻尼器的等效阻尼随着偏心率的增加呈现非线性增加的趋势; 随着供油槽深度的增加, 非线性增加的趋势逐渐减弱; 而供油槽较深时, 等效阻尼随着偏心率的增加先减小后增加。另外, 阻尼器供油槽宽度和供油流量对阻尼器的阻尼特性也有着明显的影响。研究结果将为挤压油膜阻尼器的设计提供依据。



摘要: 基于直流吸盘式电磁铁在通电状态下能够产生强劲吸附力及其磁性在周期性输入信号的作用下将会改变的原理, 设计一种由空腔部件、连接部件和电磁部件组成的电磁合成射流激励器。采用 TSI-IFA300 恒温式热线风速仪和 X 型探针测量激励器的射流性能, 研究激励器输入信号幅值和频率的影响, 测量结果显示激励器在合适激励参数下能够产生平均最大吹气速度达到 30 m/s 以上的稳定合成射流。然后, 在后台阶上游 1/2 台阶高度站位的下壁面, 沿风洞展向以台阶高度为间距对称分布了 9 个激励器, 并分别测量它们的射流性能。在此基础上选择展向平均射流的最佳激励频率开展了台阶高度雷诺数为 42 993 的后台阶分离剪切层流动控制研究, 试验结果表明激励流动剪切层内的平均速度和雷诺应力增加。

CONTENTS

- 1 High Cycle Fatigue Behavior Evaluation of Q235 Steel Based on Energy Dissipation**
FAN Junling
- 10 Experimental Investigations on the Polishing Forces Characteristics of Dynamic Magnetic Field Magnetorheological Effect Polishing Pad**
PAN Jisheng YU Peng YAN Qiusheng
- 18 Dynamic Contact Behaviors of Precision H-type Air Bearings during Startup Process**
ZHANG Chuanwei LI Dongsheng GU Le WANG Liqin SUN Tao
- 25 Influence of Modulation Ratio on the Tribological and Electrochemical Behaviors of Multilayer DLC Coatings**
CUI Mingjun REN Siming FAN Xiaoqiang ZHANG Guangan WANG Liping XUE Qunji
- 32 High-temperature Thermal Stability and Tribological Property of TiSiN/AlCrN Nano-multilayer Coatings**
LI Haixu TANG Peng WU Zhengtao DAI Wei WANG Qimin QI Zhengbing
- 41 Friction and Wear Properties of a Long-term Storage WS₂-Ag Films Prepared by IBAD Technology**
QIU Weiwei JIN Jie LÜ Lili MENG Xiangyu MENG Hui
- 48 Dynamic Performance of Heavy-haul Electric Locomotive Considering Effect of Gear Transmission System**
WANG Zichao ZHAI Wanming CHEN Zaigang ZHANG Jie WANG Kaiyun
- 55 Modelling and Investigations of 3D Colliding Vehicles and Moving Tracks**
YANG Chao LI Qiang XIAO Shoune
- 62 A New Method of Parameters Identification for Magnetorheological Damper Model**
LIU Yongqiang YANG Shaopu LIAO Yingying
- 69 Impact Analysis of Multi Hanging Equipment on High Speed Train Ride Comfort**
HE Xiaolong ZHANG Limin LU Liantao
- 78 Study on Reducing Wear of Straddle-type Monorail Trains' Running Wheel Tires**
WANG Guolin ZHENG Zhou ZHANG Song LI Kaiqiang YANG Jian ZHOU Haichao
- 86 Vibration Characteristics and Stability of the Longitudinal Coupled Track under Temperature Force**
LIU Xiaokai XIAO Jiuling ZHAO Chunguang QUAN Yi LIU Xueyi
- 93 Analysis of Temperature Field of Train Tread Braking Based on Rotating Heat Source Method and Uniformly Distributed Heat Source Method**
ZHANG Jinyu YU Dalian LIN Peng

- 102 Defect Detection Based on Contourlet-based Shape from Shading**
HU Kun ZHANG Shuyou ZHAO Xinyue AO Zhigang
- 110 Measurement of Surface Acoustic Wave Velocity Curves of Silicon Crystal by Ultrasonic Method**
SONG Guorong HONG Guangfu LU Dong LÜ Yan HE Cunfu WU Bin
- 118 Method of Compressed Sensing for Mechanical Vibration Signals Based on Double Sparse Dictionary Model**
GUO Junfeng SHI Bin LEI Chunli WEI Xinchun LI Haiyan
- 128 Load Calibration Test and Multiple Linear Regression Analysis for Hydraulic Pipeline Fittings**
BIN Shibo XIONG Yaozhi GAO Ting WEN Zhisheng
- 133 Integrity and Modeling of Gear Tooth Forming in the Roll-forming of Gear with Axial Infeed**
MA Ziyong LUO Yuanxin WANG Yongqin WANG Yu
- 146 Effect of Vanadium Content on Toughness in the Coarse-Grained Heat Affected Zone of Ti-V Microalloyed Steels**
ZOU Zongyuan LI Yinxiao
- 154 Study on the Characteristics and Mechanics of Droplet Transfer in Laser Arc Hybrid Welding Process**
XU Chunying LIU Shuangyu ZHANG Hong LI Yanqing LIU Fengde
- 162 Effect of Al-Si Coating on Microstructure and Properties of 22MnB5 Steel Laser Welded Joint**
CHEN Xiaming WANG Xiaonan SUN Qian ZHANG Min CHEN Changjun DI Hongshuang
- 168 Study on Variable Pitch Strategy of VAWT Based on Double Multiple Stream Tubes Model**
ZHAO Zhenzhou YAN Chang WANG Tongguang XU Bofeng ZENG Guanyu
- 175 Simulation and Experimental Verification of a 13 W@80 K High Capacity Pulse Tube Cryocooler to be Used in Space**
WANG Nailiang ZHAO Miguang CHEN Houlei LIANG Jingtao CAI Jinghui
- 182 Modeling of Tube Rupture Process of Boilers**
LIU Fuguo ZHOU Xingang JIANG Bo
- 191 Time-selective Integrated Scheduling Algorithm Considering The Compactness of Serial Processes**
XIE Zhiqiang ZHANG Xiaohuan GAO Yilong XIN Yu
- 203 Supplement Energy Control for Hydraulic Compliant Actuator Based on Force Feedback**
QI Haitao LIU Zilong CHAI Hui
- 215 Effects of Oil Supply Conditions on Equivalent Damping and Circumferential Position Damping of Squeeze Film Damper**
ZHOU Hailun ZHANG Ming CHENG Xiaoming TANG Zhenhuan CAO Peng
- 224 Characteristics of a Synthetic Jet Actuator and Its Application on Control of Flow over a Backward Facing Step**
ZHANG Zhenhui LI Dong

《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) 周孔亢 (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) 陈韶彰 (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) | | |



ISSN 0577-6686



9 770577 668187