

QK1823029

ISSN 0577-6686

CODEN CHHKA2

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

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8期 半月刊

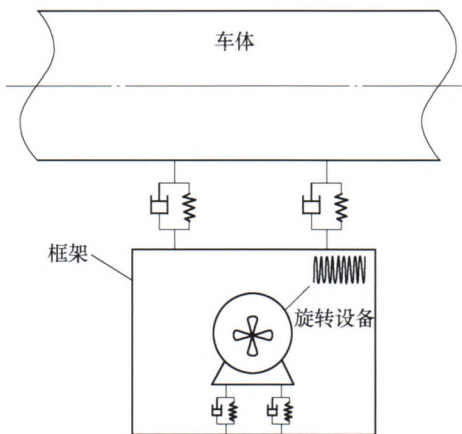
/// 特邀专栏 ///

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）

1 高速动车组车下悬挂系统两级悬挂隔振研究

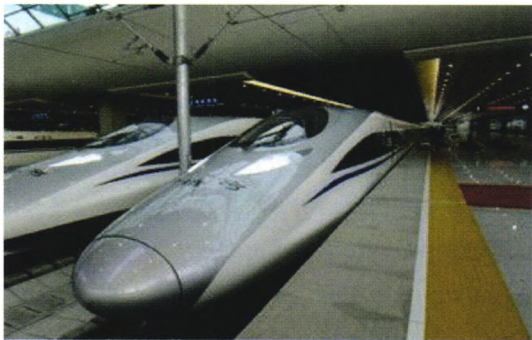
汪群生 曾 京 魏 来 张传英



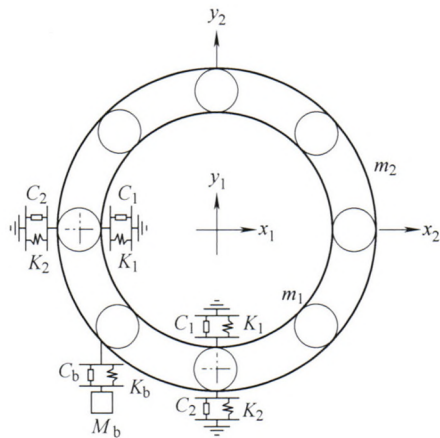
摘要：基于国内某型高速动车组车下旋转设备的振动测试试验，建立考虑车体弹性和车下旋转设备不均衡振动的刚柔耦合动力学模型，分析车下旋转设备两级悬挂方式对车体和旋转设备振动行为的影响。通过车体有限元完整模型、子结构模型和模态试验的分析结果，确保动力学模型中的弹性车体可以反映车体实际的振动模态。研究表明，两级悬挂方式主要降低车体受到的不均衡振动，对其他频率下的振动影响较小，与单级悬挂相比较，其振动幅值降低了约一半，减振效果明显；两级悬挂系统中的框架质量、悬挂频率和阻尼比对车体和旋转设备的振动影响明显，通过选取合理的悬挂参数使得车体减振效果更明显；与单级悬挂比较，两级悬挂结构复杂，不适用于所有的车下旋转设备，为确保某些重要电器元件满足长期服役运营的需求，对其冷却风机等旋转设备采用两级悬挂方式可以获取良好的减振效果。

8 高速铁路减载式声屏障减载特性的试验研究

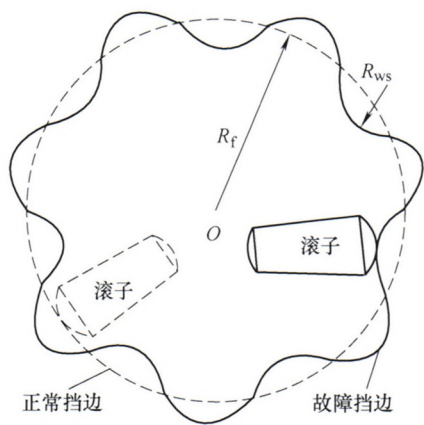
吕 明 李 强 宁 智 季 钊 孙春华



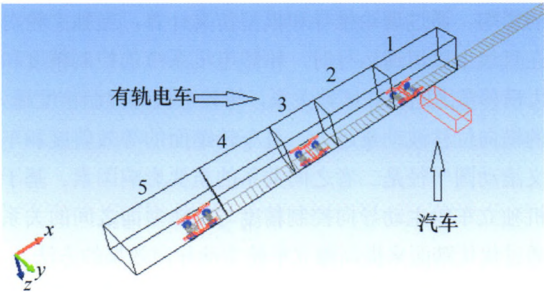
摘要：减载式声屏障是一种新型声屏障，作为提高高速铁路声屏障结构安全性和可靠性的有效途径之一，其减载特性的优劣是决定该产品能否推广应用的关键，对高铁减载式声屏障减载特性进行研究具有重要意义。提出两种减载式声屏障减载特性评价指标：应变减载率和压力减载率；在此基础上，对减载式声屏障的减载特性进行试验研究。通过研究发现，应变减载率和压力减载率均可以体现出减载式声屏障的减载能力，但不同车速及不同高度下的应变减载率与压力减载率亦有明显区别；应变减载率随车速的变化与声屏障高度的相关性较小，但声屏障越高，其应变峰值与谷值之差的变化受车速的影响越大；两种高度声屏障的压力减载率存在明显不同，且声屏障越高，其对应的压力减载率越大，两种高度声屏障的压力减载率与车速的相关性较小。



摘要：针对高速动车组列车的轴箱轴承，建立一种含外圈故障的滚动轴承非线性动力学模型，并分析轴承在正常状态和故障状态下模型的非线性动力学行为。该轴承为高速列车圆锥滚子轴承，模型考虑了轴承间隙、滚子和滚道之间的非线性赫兹接触力、由于转子质量偏心引起的不平衡力等因素。对模型进行数值求解，通过对比仿真和实际求得的变刚度频率外圈故障特征频率验证了模型的正确性。得到系统复杂的非线性动力学响应，分析转子速度、故障尺寸等因素对系统稳定性的影响，随着转子速度和故障尺寸的增大，系统会逐渐偏离稳定的运动状态，更早地进入混沌。通过频谱图、相平面图、分岔图以及 Poincare 映射图进行系统分岔和混沌特性分析，发现了通往混沌的拟周期运动、阵发性和倍周期分岔途径。分析结果对研究列车轴箱轴承故障的产生机理和演化规律具有一定的价值。

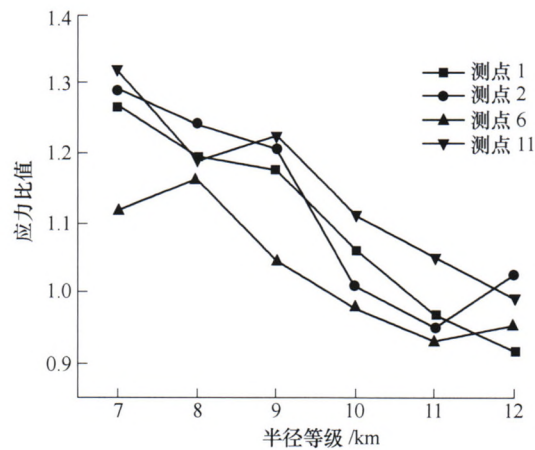


摘要：表面波纹度是圆锥滚子轴承滚道表面的主要形状误差之一。针对圆锥滚子轴承内圈挡边表面波纹度诱发的时变激励机理和动力学建模的问题，考虑流体动力润滑油膜与轴承轴向和径向变形耦合激励作用的影响，提出考虑时变激励的圆锥滚子轴承挡边表面波纹度动力学模型，并通过试验结果验证模型的有效性；研究内圈挡边表面波纹度时变激励下的圆锥滚子轴承的振动响应特征；分析内圈挡边表面波纹度幅值和阶次对圆锥滚子轴承振动响应特征的影响规律，解决圆锥滚子内圈挡边波纹诱发的时变激励及其动力学建模问题，为获得准确的含内圈挡边表面波纹度的圆锥滚子轴承的动力学响应特征提供新的手段和方法。结果显示，轴承的振动水平随着内圈挡边表面波纹度幅值的增大逐渐加剧；内圈挡边表面波纹度会改变轴承振动加速度响应频谱的峰值频率；当内圈挡边表面波纹度的阶次为滚动体数目的整数倍时，圆锥滚子轴承振动值将出现峰值。因此，控制内圈挡边表面波纹度的幅值与阶次将有利于抑制圆锥滚子轴承的振动水平。

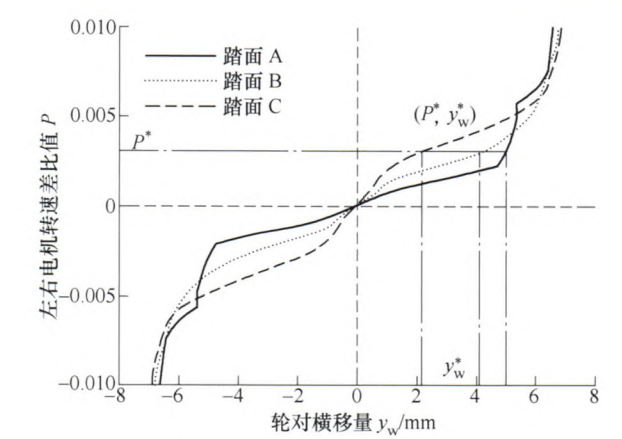


摘要：运用多刚体动力学理论对有轨电车与汽车在平交道口的碰撞进行仿真分析，该方法相比于传统的有限元仿真具有明显的计算速度优势，便于开展轨道车辆碰撞的动态响应分析。研究表明有轨电车在平交道口受到汽车以 20 km/h 的速度侧面撞击时，被撞击的有轨电车主要发生横向水平运动，其侧滚运动则相对较小。与此同时，有轨电车的最大脱轨系数达到 1.63，超过标准 GB5599-1985 中规定的第一限度 (1.2)，具有较大的脱轨风险。此外，当有轨电车前后两端头车受到汽车撞击时，被撞击车辆承受的横向碰撞力仅能通过一侧的车间铰接结构向其他车辆进行传递，导致有轨电车脱轨系数较高。不仅如此，针对现有有轨电车空间结构的局限，提出通过设置二系横向阻尼并增加横向间隙的方法来加大碰撞力从车体到轮对传递过程中的衰减程度，进而降低施加在轮对上的横向力，抑制有轨电车的脱轨风险。计算结果表明，改进后有轨电车的最大脱轨系数从 1.63 降低至 0.79，减少了 52%。

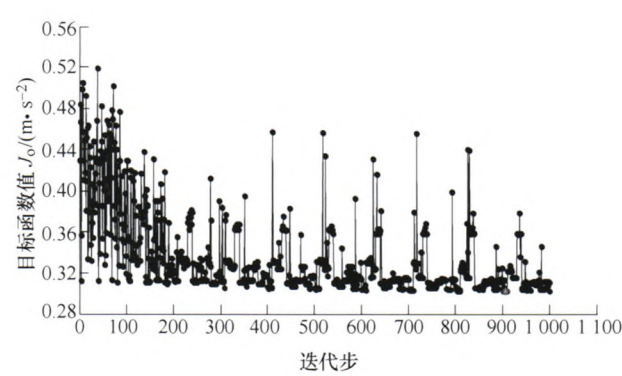
41 基于路况识别的高速动车组构架损伤规律



摘要：目前我国自主研发的复兴号动车组，在京沪高铁最高运营速度已达到了 350 km/h，随着速度的不断提高，对动车组构架的疲劳问题研究显得愈发重要。在对构架关键点进行动应力测试的过程中可以看到，动车组通过曲线、道岔等特定线路工况，相较直线线路，测点应力水平均有不同程度的变化。在对某型动车组构架关键点进行数月的线路实测基础上，依据 MEMS 陀螺仪、GPS 以及部分线路参数，提取到上述不同工况下测点充分的应力数据，进行统计分析和计算。研究发现大部分测点在通过曲线时应力水平有一定上升，而在通过道岔时的应力水平有大幅度提高；对比不同位置的测点，构架外部横侧梁连接处等位置相对于中心附近，对特殊工况的响应更加敏感。上述结论对分工况载荷谱的研究提供试验基础，同时也为结合构架损伤规律的线路设计给出参考建议。



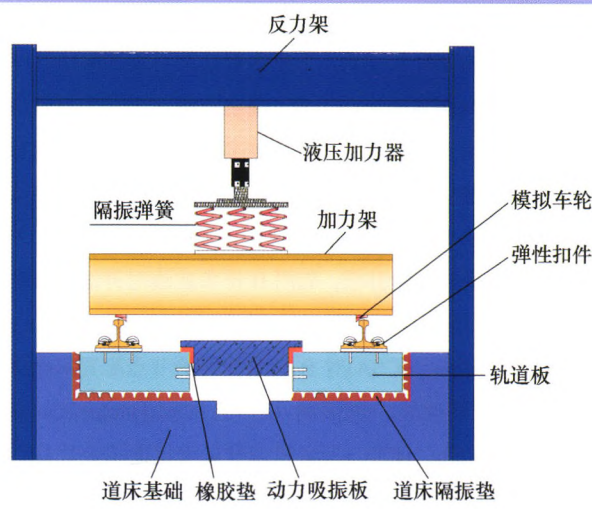
摘要：采用主动导向控制可有效提高独立车轮的导向能力。从永磁同步电机转矩波动的角度出发，分析永磁同步电机转矩波动的来源，计算轮毂电机的转矩波动误差。建立基于左、右轮转速差反馈的轮毂电机独立车轮主动导向控制的仿真模型，研究轮毂电机的转矩波动对轮毂电机独立车轮主动导向控制的影响。通过理论推导和模型仿真计算，当独立轮对转向架在直线上以恒速运行时，轮毂电机系统的控制精度和轮对最大横移量之间存在函数关系，轮毂电机的控制精度越大，轮对的横向位移波动量越大，且车轮踏面的等效斜度和车轮的名义滚动圆半径是二者之间关系的重要影响因素。基于轮毂电机独立车轮主动导向控制精度与轮轨型面之间的关系，提出通过优化踏面来提高独立车轮主动导向效果的方法。



摘要：针对高速列车中的垂向悬挂系统参数匹配问题，应用系统工程方法，将列车转向架系统、车体及座椅系统纳入一个统一的整体大系统，建立高速列车转向架-车体-座椅耦合系统垂向动力学模型，并探讨各系统间的相互耦合作用关系；在此基础上，以人体振动舒适性最佳为目标，对轨道随机不平顺激励下的高速列车垂向悬挂系统进行多目标、多参数优化，建立高速列车转向架-车体-座椅耦合系统垂向悬挂参数联合优化方法。分析比较优化后的结果可知，悬挂系统参数优化后高速列车的乘坐舒适性显著提高，不同位置处的座椅垂向振动加权加速度方均根值降低了 18.52%以上，表明所建立的高速列车转向架-车体-座椅耦合系统垂向悬挂参数联合优化方法是可行的。该研究为高速列车垂向悬挂系统参数的选取提供了有效借鉴。

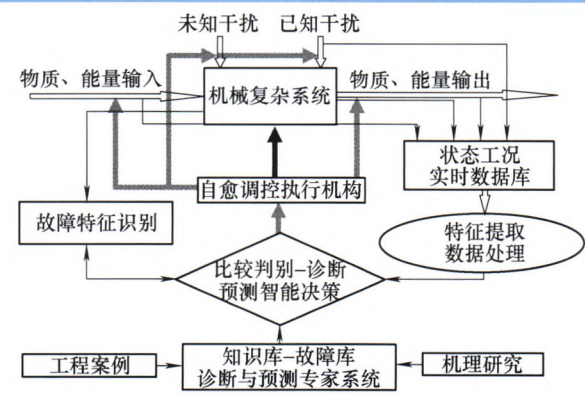


摘要：随着国内铁路运输需求的增加，轮轨间相互作用导致机车车轮踏面出现不同程度的剥离损伤，严重威胁了列车的安全运行。为研究增黏砂对机车车轮踏面剥离问题的影响，对机务段使用的石英砂及不同类型的河砂进行采样，搭建轮轨接触模拟试验台进行轮轨与石英砂及轮轨与河砂的碾压试验，并对车轮踏面鱼鳞状剥离部位进行金相分析。综合对比分析现场情况、碾压试验结果以及金相分析结果后，得出结论：由于河砂的存在，机车车轮踏面在运用初期形成麻点状损伤；由于河砂的存在，触发了轮轨间滚动接触疲劳的发生，继而在后期导致了机车车轮踏面出现鱼鳞状剥离损伤；不同类型的河砂会在车轮表面造成不同程度的坑状损伤，且破碎均匀性越差的砂粒所导致的车轮剥离损伤越严重；建议使用破碎均匀性较好的石英砂作为增黏介质。

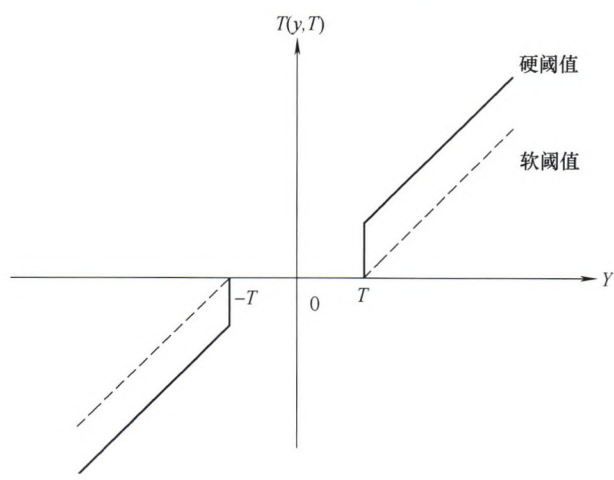


摘要：为研究多层弹性部件轨道系统的动态特性，提出一种实验室测试方案：首先以锤击法和模态分析为基础，按照实际轨道结构搭建一段 25 m 长的测试平台，进而在预荷载作用下测试并计算得到轨道系统的固有频率、阻尼比和振动传递率等，最后对比分析道床隔振垫、扣件刚度和预载荷对轨道动态特性影响。结果显示：采用隔振垫能使大于 40 Hz 的频段具有较好的减振隔振效果，但在小于 40 Hz 频段会出现较大的振动峰值；随着预载荷增加，20~100 Hz 频段的振动传递率急剧增大，并在 30 Hz 附近形成明显的共振峰值；扣件刚度减小能降低 28~100 Hz 频段的振动传递率和振动峰值，但同时会增加 28 Hz 以下频段振动传递率。试验方案和结论为研究减振产品的动态特性和减振效果提供了可靠的试验数据支撑。

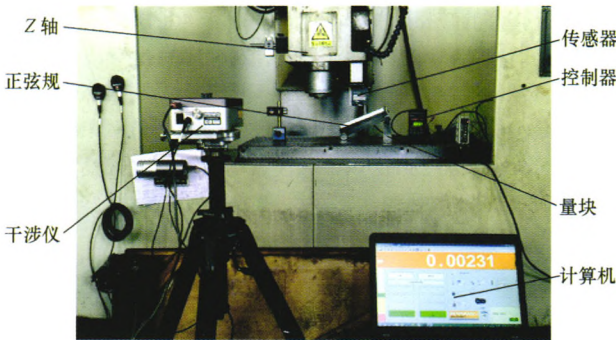
/// 仪器科学与技术 ///



摘要：首次提出了仿生机械学研究的新领域——人工自愈的概念，旨在改变仅靠故障停机保护机器安全和完全依赖人去修复机器的传统方式。人工自愈是将人和动物的自愈机制赋予机器，在运行中避免和抑制故障，实现自愈化以确保机器的本质健康。论述了工程自愈论是控制论研究的新领域，是人工自愈的理论基础，并对工程自愈论和工程控制论以及自愈化与自动化进行了分析对比。研讨了若干透平机械故障自愈调控原理和方法，并进行了试验验证。

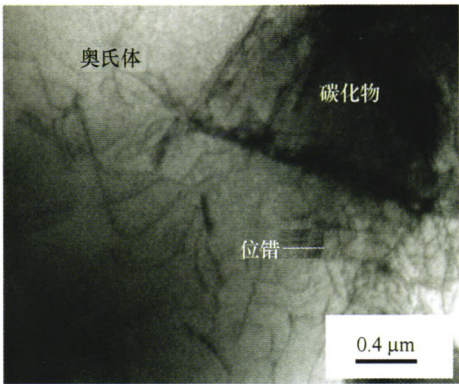


摘要：CO₂ 气保焊的焊接过程中电信号含有大量随机非平稳噪声，消噪预处理是电信号后期分析的重要环节。常见的信号滤波方法有硬件滤波和软件滤波，其中小波阈值消噪方法在软件滤波中应用最为广泛，该方法能够很好的消除电信号中的噪声，但在信号不连续点处易产生伪吉布斯现象。提出利用一种平移不变量小波方法(Translation invariant de-noising, TID)对焊接电信号进行去噪处理，其通过对信号进行多次循环平移，再将平移后的信号进行软(硬)阈值小波消噪处理，然后将消噪后的重构信号进行反向逆平移，最后再对去噪结果进行平均，该方法可消除软阈值小波消噪产生的伪吉布斯(Pseudo-Gibbs)现象。结果表明相对于传统软阈值小波去噪法，该方法去噪后的信噪比更高，去噪后信号更加逼近于真实信号。该方法在熔化极气体保护焊电信号降噪处理方面具有广泛的前景，进一步扩展了小波方法在焊接中的应用。

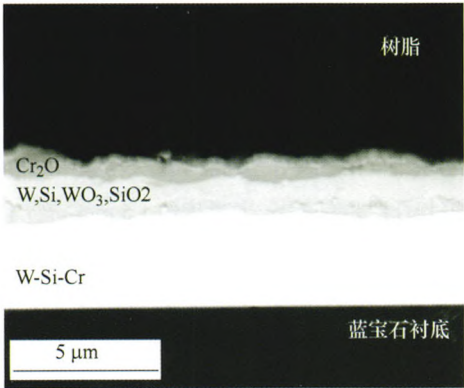


摘要: 针对石油钻杆尺寸长、重量大等装卸不便因素给其两端螺纹廓形参数测量带来的困难,提出一种在机精密检测方法,并成功应用于某数控石油螺纹修复机床。该方法利用数控刀架带动激光位移传感器获取螺纹轴截面廓形数据;为修正传感器因测点倾角带入的测量误差,构建了一个倾角误差模型,对数据进行实时补偿;应用 B 样条曲线对补偿后的数据进行拟合,结合改进的精英克隆选择算法(Elitist clonal selection algorithm, ECSA)对 B 样条曲线的节点配置问题进行多目标非线性优化,以汉南-昆信息准则(Hannan-Quinn information criteria, HQIC)为亲和力度量来权衡拟合优良性和计算复杂度,自动且精确地计算内节点数量,从而确定最优的节点矢量;最后通过选取的最佳模型获得螺纹参数。倾角误差实验表明,所构建的补偿模型准确有效且可以提高传感器的数据采集精度;仿真验证表明,拟合方法的数据重构精度高,且比其他用于 B 样条曲线节点配置的智能算法具备更优良寻优性能;NC50 型螺纹检测实验表明,研究的检测方法可以完成石油钻杆螺纹在机精密检测,测量精度为 $\pm 2\text{ }\mu\text{m}$,提高了测量精度和效率。

材料科学与工程

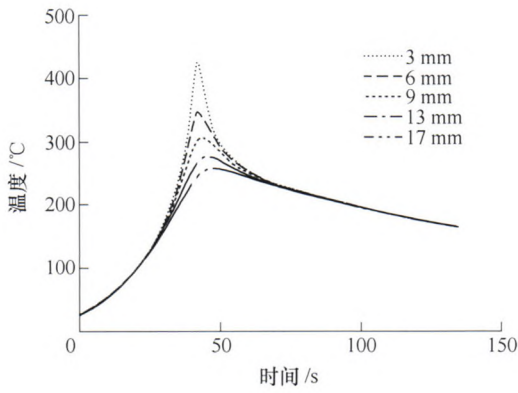


摘要: 研究离心铸造 25Cr35NiNb+微合金和 35Cr45NiNb+微合金乙烯裂解炉管初生碳化物分类及其高温持久性能。采用光学显微镜和扫描电镜观察分析了炉管原始铸态初生碳化物形态、分布和种类,采用高温持久蠕变试验机开展了试验温度 900~1 100 $^{\circ}\text{C}$ 、试验应力 12~45 MPa 条件下的高温持久试验。结果表明:离心铸造炉管初生碳化物形态可归纳为正常和异常两种类型,正常初生碳化物为晶界骨架状、细条状 Cr 碳化物+短棒状、颗粒状 NbC,异常初生碳化物为晶界团簇状、细颗粒状、点划线状 Cr 碳化物+团簇状 NbC(或者 G 相)。正常初生碳化物炉管高温持久断裂时间显著长于异常的情况。最后,为了便于离心铸造炉管行业快速判断炉管高温持久性能,给出了正常和异常两种初生碳化物的对照图谱。



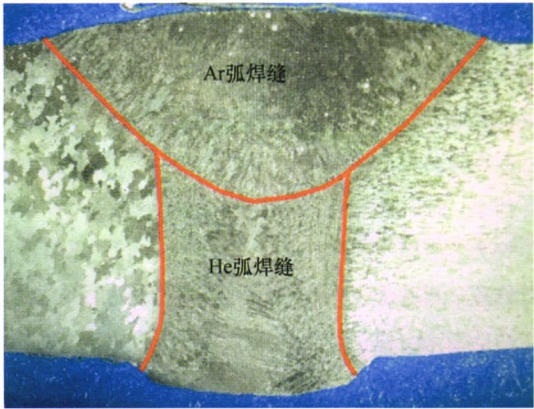
摘要：开发受控核聚变能源是一种解决未来能源问题的有效途径。多年来国内外研究发现，钨具有高熔点、高热导率、低物理溅射率、低氘滞留、低肿胀等优点,被认为是最有潜力作为第一壁的候选材料。应用于核聚变反应堆极端环境中的材料，要求具有良好的抗氧化性能、力学性能、抗辐照性能等综合性能。但钨的抗氧化性能较差、再结晶温度较低、脆韧转变温度较高和辐照敏感性，实际应用中还有许多待解决之处。因此需要通过合金化，掺杂第二相弥散强化和制备超细晶钨的手段改善钨基材料性能。合金化是最常用的改善钨基体材料性能的手段之一。结合了近些年来研究成果，综述了掺杂合金元素对钨基材料性能方面的改善效果、作用机理以及分析了未来的发展趋势。

129 6005-T6 铝合金搅拌摩擦焊接微观组织演变计算及力学性能预测

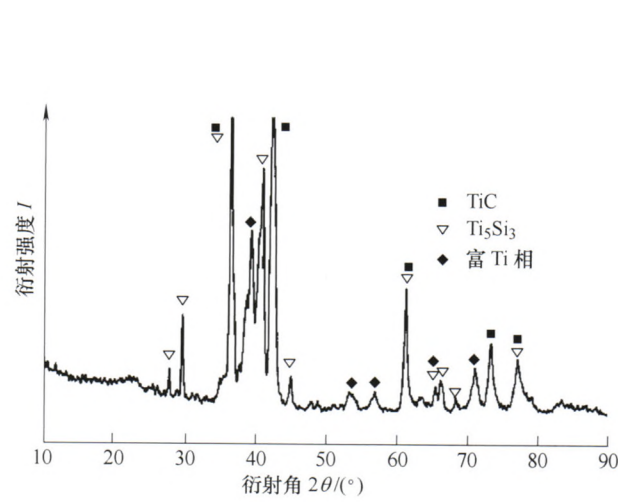


摘要：基于 Al-Mg-Si 系铝合金等温及非等温过程的微观结构演变规律，建立沉淀相粒子微观组织演变模型，包括沉淀相粒子的形核、长大、溶解以及粗化阶段。结合基于自适应网格重剖分的有限元热力耦合模型建立的 6005-T6 铝合金搅拌摩擦焊接的数值模拟，建立搅拌摩擦焊接过程中对于该种合金的组织演变和强化模型。通过充分考虑了固溶强化、沉淀强化对力学性能的影响，预测了 AA6005-T6 铝合金焊接接头组织的沉淀相变化及力学性能变化，预测结果与试验验证结果吻合良好。通过模拟计算焊后人工时效研究表明：焊接状态下焊接接头的软化区域在焊接核心区域范围；经过焊后人工时效后的接头软化区域集中在热影响区域，而焊接核心区域通过焊后人工时效后再次析出沉淀相，强度得到恢复。

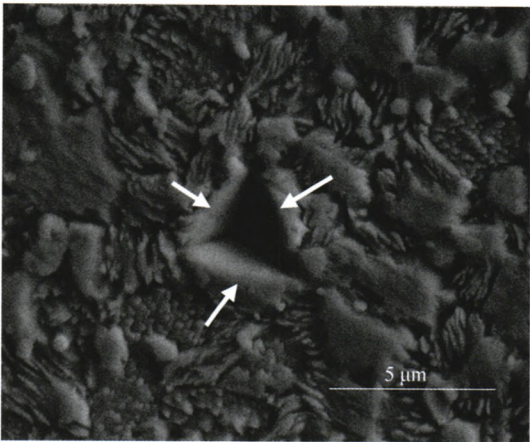
137 氦弧与氩弧电弧特性对比研究



摘要：相对于氩弧焊而言，氦弧焊能够获得更大的熔深、熔化效率和更高的焊缝质量，在航天产品铝合金的焊接中表现出更为良好的作用。为比较两种热源电弧热力特性，采用高速摄像观测不同弧长下氦弧和氩弧电弧形态，采用电弧压力传感器测量电弧压力径向分布曲线，并采用分裂阳极法测量氦氩电弧阳极电流密度分布。结果表明，氦弧在阳极附近收缩明显，随弧长的增加氦弧由球形形态逐渐转变为梨形形态。氦弧和氩弧电弧压力均随电流的增大而增加，在相同的电流条件下，氦弧的电弧压力明显小于氩弧。相对于氩弧而言，氦弧阳极电流密度更集中，峰值电流密度也较大。更为集中的阳极电流密度和较高的电弧电压，使得氦弧具有更高的能量和分布更集中的阳极功率密度，有利于增加焊缝熔深，提高焊缝深宽比，实现较厚工件的焊接。



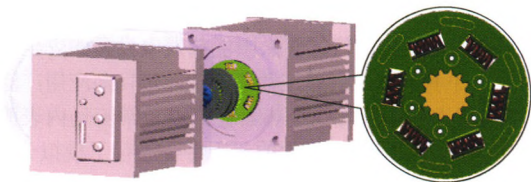
摘要：设计从基体到 Ti 连接层、Ti+SiC 混合过渡层、陶瓷复合层的结构，通过激光熔覆原位反应成功制备 $\text{Ti}_2\text{AlNb/TiC}+\text{Ti}_3\text{SiC}_2$ 体系梯度材料。通过扫描电子显微镜、能谱分析和 X 射线衍射仪分析了梯度复合层的微观组织。结果表明，层与层之间结合良好，实现了成分与显微结构的梯度过渡。梯度复合层共有 6 层，总厚度约 1.5 mm，在 Ti+SiC 的混合过渡层中，Ti 与 SiC 反应生成 TiC 和 Ti_5Si_3 ，并保留了残余的富 Ti 相，在 Ti+Si+C 的陶瓷复合层中，Ti、Si、C 元素反应生成 Ti_5Si_3 、TiC 和 Ti_3SiC_2 。梯度材料从基体、Ti 连接层、Ti+SiC 混合过渡层再到陶瓷复合层，显微硬度逐渐升高，最高硬度达到 1 341 HV，最外层由于三元陶瓷相 Ti_3SiC_2 的生成，硬度比起 TiC、 Ti_5Si_3 明显降低，因此复合层硬度有所下降。反应产物 TiC、 Ti_5Si_3 和 Ti_3SiC_2 均是高熔点化合物，有利于提高材料的耐高温性能。



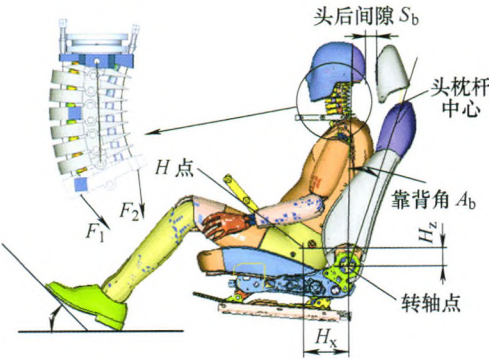
摘要：为了研究 Ag-GNSs/SnAgCu 钎料在微纳米尺度下的变形行为，采用恒加载速率/载荷法在室温下对复合钎料进行纳米压痕试验，通过载荷-压痕深度曲线分析，并结合压痕形貌，研究载荷-压痕深度曲线中出现屈服台阶(pop-in)现象的机制，以及复合钎料在纳米压痕试验中的变形情况。结果表明，载荷-深度曲线中存在的“pop-in”是由于纳米压痕过程发生了弹塑性变形的转变。弹塑性转变与位错的形核与生成有关，并且通过透射电子显微镜在压痕点附近观察到交错的位错网络。通过观察复合钎料的压痕形貌，发现了压痕附近存在明显的凸起现象，这与材料的屈服应力与弹性模量之比有关。凸起现象将导致通过 Oliver-Pharr 方法计算的接触面积比实际值小，而引起纳米压痕试验方法测量的硬度和弹性模量数值偏大。应用“半椭圆模型”对产生凸起现象的接触面积进行修正，再基于 Oliver-Pharr 方法求得硬度和弹性模量，修正后的结果与修正前相比，硬度降低了 18.3%，弹性模量降低了 9.5%。



摘要：汽车动力电池包多由单体电池、模组、壳体、电器联接部件及管理系统装配成整体，在变温、振动环境下完成充放电功能。其性能的可靠和安全直接决定了电动汽车的正常运行。研究复杂电池包结构的动力学建模和分析，探索其内部精细结构以及整体电池包的力学响应，是车用电池包开发和结构、性能优化的迫切需要。提出了基于单体等效力学参数和实际接触连接条件的复杂电池包系统建模和动力学分析方法，结合电池包开发实例，建立各部分子模型并进行试验验证，通过优化算法确定最佳接触参数；对比集中质量模型、简化连接模型、接触模型的模态仿真结果，验证所建模型的有效性和精度，说明建模方法的可行性；获得了实例电池包内部关键电接触点在随机振动下的响应，发现同一振动工况下不同位置触点的加速度响应差异很大，呈现很强的不均匀性。给出了螺栓连接的电池包装配体动力学精细化建模方法和分析思路，对同类型电池包结构设计、安全性分析有实际意义。

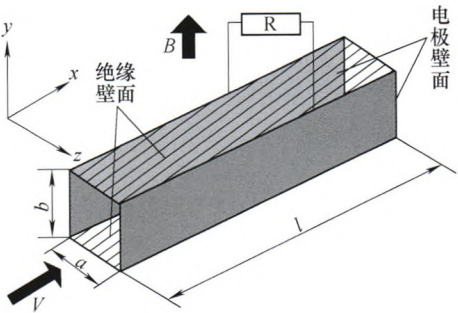


摘要：电动汽车双模耦合驱动系统实现集中式驱动系统与分布式驱动系统的一体化集成，可以大幅提高整车的动力学性能，但其驱动模式切换会造成车辆的平顺性下降。为解决上述问题，提出并验证基于机电耦合控制的变模冲击抑制方法。针对双模耦合驱动系统的独特构型，建立其传动总成模型，揭示出加装扭转减振器以减小变模冲击的动力学机理；综合考虑变模时间限制和冲击度要求，根据前期系统参数优化结果拟合得到变模执行机构驱动电机的角位移曲线；建立变模过程的预测函数控制器，实现对变模执行机构驱动电机拟合角位移的跟踪控制，完成了驱动模式的平滑切换。研究表明，将扭转减振器与预测函数控制器相结合进行机电耦合控制，可以在保证变模时间需求的前提下大幅减小系统冲击，达到所需的变模平顺性指标要求。

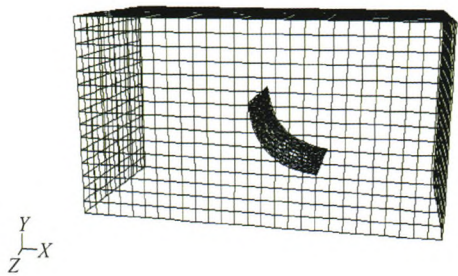


摘要：复杂非线性系统试验测试结果的不确定度分析对于保证产品的质量可靠性具有重要意义。以评价车辆座椅头枕对乘员颈部保护效果的鞭打试验为例，提出一种基于支持向量机模型的复杂非线性系统试验不确定度评定方法。研究鞭打试验的主要影响因素概率密度分布，采用拉丁超立方抽样对影响因素进行试验设计；利用试验结果，采用最小二乘支持向量机，建立鞭打试验的数学模型，并与BP神经网络建立的数学模型进行对比，结果显示，最小二乘支持向量机建立的数学模型具有更高的预测精度，满足后续不确定度的评定要求；采用蒙特卡罗法实现鞭打试验测量不确定度的评定，并与国家标准《测量不确定度指南》规定的方法得到的不确定度进行了比较。结果表明，对于复杂非线性系统，应用基于支持向量机模型的蒙特卡罗法得到的不确定度评定结果准确可靠，提出的方法可广泛应用于各种产品的复杂试验结果不确定度分析中。

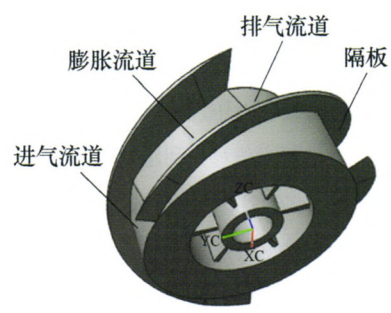
/// 可再生能源与工程热物理 ///



摘要：通过分析三维磁流体动力学与电磁场方程，对气液两相流磁流体发电机等截面直方通道内的流体流动现象进行数值模拟，分别研究了通道截面尺寸、空泡率、磁场强度、入口速度、负载系数、工质对对磁流体发电机的性能影响。数值模拟结果表明，当负载系数为0.5时输出功率达到最大，输出功率与磁场强度、流动速度和工质对中混合电导率成正比关系，同时输出功率与空泡率成反比关系。磁流体发电通道尺寸越大输出功率越大，但输出效率与发电通道尺寸形状密切相关，笔者研究的两个尺寸模型，较小模型由于边界层射流增强及电流聚集的存在使其效率较高。

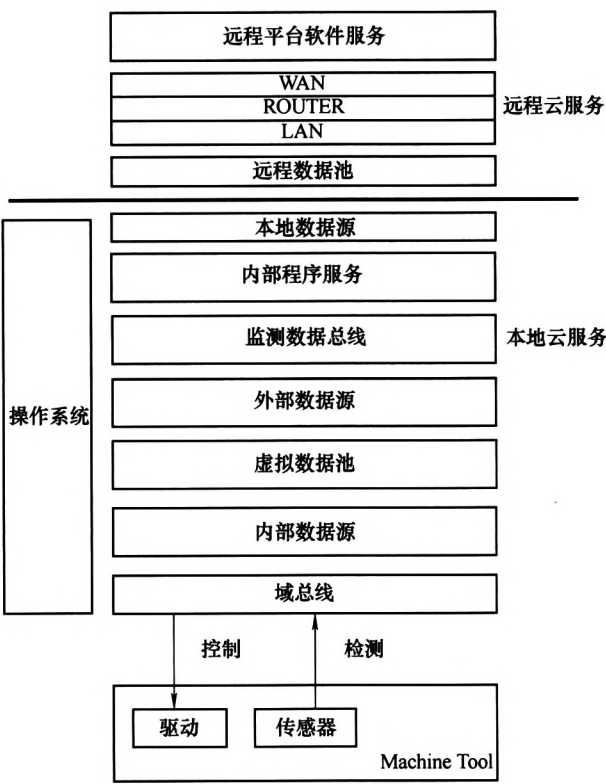


摘要：具有丰富太阳能辐射资源、土地资源的中国西北荒漠化地区是建设太阳能热发电站的理想场所，然而这些地区终年多风、多沙尘的气候对太阳能热发电设备的安全可靠运行产生了不利的影响。通过数值模拟，对目前应用广泛的RP-3型槽式太阳能热发电集热器在三维定常流场内表面风压特性和风沙两相流场中沙尘的沉降特性进行了模拟分析，得出迎风角和风速对槽式太阳能热发电集热元件表面压力及其周围沙尘沉降规律的影响关系。结果表明迎风角的变化对集热器迎风面风压系数的最大值变化影响不大，对集热器背风面风压系数的最值变化影响较大；不同角度时集热器表面及周围流场中沙尘体积分数的变化存在较大差异。本研究为槽式太阳能热发电集热元件在适合我国气候特点的风沙环境中高效稳定运行提供了一定的理论依据。

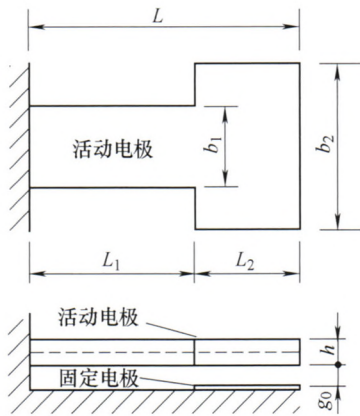


摘要：为了进一步提高超声速膨胀器转子性能，采用数值方法对其内部流动特性和损失机理进行研究。发现膨胀流道入口处膨胀波和出口处斜激波的波系分布控制超声速膨胀器转子内部的三维流动结构；泄漏涡的产生、发展和破碎过程是其内部旋涡运动的主要特征；超声速膨胀器转子内部的流动损失可分为叶型损失、端壁损失、间隙泄漏损失和尾迹损失，吸力面下表面附面层与隔板之间的摩擦损失是叶型损失的主要形式，斜激波作用下附面层的分离、回流、低能流体与主流掺混以及斜激波与斜激波、斜激波与附面层相互作用所导致的损失是端壁损失的主要来源。

交叉与前沿

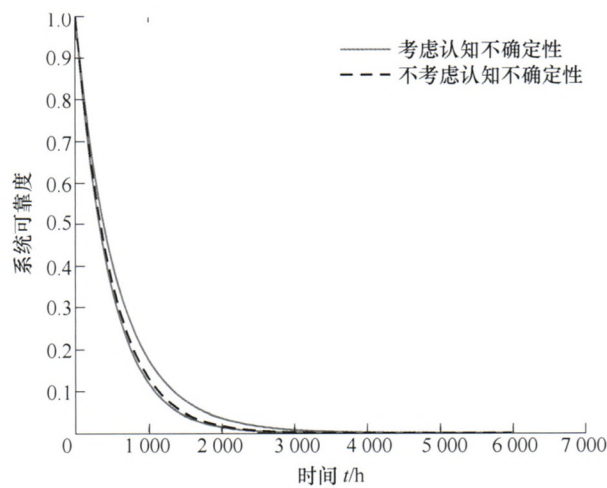


摘要：以智能机床的控制体系为着眼点，通过分析机床控制系统的发展及所存在问题，提出将云计算的概念与数控机床智能控制相结合是解决问题的有效途径。针对国内外云计算在制造业的应用现状，分析得出以云计算为基础设计和调整机床控制体系这一研究思路，具有一定的创新性，可以依靠云计算的本质特点，构建一种新颖的、具备云计算基本特点的开放式控制结构，根据计算的压力来对计算能力进行配置，符合机床智能化的总体趋势。研究提出智能机床云控制体系的概念，剖析其内涵，并结合云计算架构，给出控制体系设计可采取分层级、任务化、数据流控制的思路。最后，设计智能机床云控制体系的总体结构，并研究将智能机床云控制体系的进行分解而后依据总体框架汇总的具体实施方法。研究结果为进一步分析在这种控制架构下，数控系统的计算能力、存储能力、数控机床的加工精度等内容，用以验证设计方案的可行性及特点提供了总体构想。因此，研究结果可以为解决智能机床的系统集成、大数据处理、计算速度和精度以及开放性问题提供一定的方法论。



摘要：针对静电驱动微机电系统(Micro-electro-mechanical system, MEMS)器件中常见的阶梯型微悬臂梁结构，提出一种吸合电压的计算方法。基于欧拉梁理论和修正的偶应力理论，运用能量法推导出吸合电压理论模型。采用试函数与待定系数的积来表示微悬臂梁位移，利用泰勒展开来简化求解过程。通过与有限元结果对比来验证模型的正确有效性，讨论试函数的选取以及泰勒展开阶数的确定，并与传统质量弹簧模型方法进行对比，最后研究其吸合特性。结果表明，泰勒展开阶数取 8 时截断误差可以忽略，试函数选择阶梯型微悬臂梁位移函数，理论模型预测误差小于 5%，预测结果明显优于传统方法。吸合电压随宽度比增加而单调递增，随长度比增加出现先减小后增加的变化现象，可为低驱动电压 MEMS 器件设计提供参考。该理论模型中考虑了边缘场效应、尺度效应的影响，可应用于微纳米尺度的微悬臂梁的吸合电压预测。

223 考虑认知不确定性的多状态系统 Birnbaum 重要度分析方法



摘要：重要度分析是辨识复杂系统可靠性薄弱环节的有效手段。但现有的重要度分析方法均假设系统及组成部件的退化规律是完全精确已知的，即系统和部件的退化或失效模型是可以被精确估计的。针对实际工程中由于小样本、失效数据不足且难以获取、失效或退化机理不明确等因素所产生的退化模型参数认知不确定性，提出一种考虑认知不确定性的多状态系统 Birnbaum 重要度分析新方法，利用证据理论和马尔科夫模型分别开展认知不确定性量化和多状态系统可靠性建模，从而有效地量化部件退化参数的认知不确定性对系统可靠度和重要度的影响。该方法被应用在重型数控车床的刀具进给控制系统的可靠性分析中，以阐明认知不确定性对部件重要度分析和排序的作用与影响。

CONTENTS

1	Research on Vibration Reduction of Carbody Underframe Suspended System Applied with Two-stage Suspension in High-speed EMU	WANG Qunsheng ZENG Jing WEI Lai ZHANG Chuanying
8	Investigation on the Deloading Characteristic of Sound Barrier on High-speed Railway	LÜ Ming LI Qiang NING Zhi JI Zhao SUN Chunhua
17	Nonlinear Dynamic Behaviors Analysis of the Bearing Rotor System with Outer Ring Faults in the High-speed Train	LIU Yongqiang WANG Baosen YANG Shaopu
26	Investigation for Vibrations of Tapered Roller Bearing Considering the Surface Waviness on the Rib of the Inner Race	LIU Jing WU Hao SHAO Yimin SHI Zhifeng
35	Simulation of the City Tram Collision at the Level Crossing	ZHOU Hechao ZHAN Jun ZHANG Chao WANG Wenbin ZHANG Jimin
41	Damage Law of High-speed EMU Frame Based on Working Condition Recognition	ZHANG Yizhe LI Qiang XUE Hai HU Weigang ZHOU Pingyu ZOU Xiaolong
48	Influence Factors of Active Steering Control of Independent Wheel Set Based on Hub Motor and Speed Difference Feedback	JI Yuanjin LI Rui REN Lihui
57	Vertical Coupled Vibration Mechanism of Bogie-body-seat System and Joint Optimization of Suspension Parameters for High-speed Train	YU Yuewei ZHOU Changcheng ZHAO Leilei
68	Experimental Study on Influence of Sanding on Peeling of Wheel Tread of Locomotive	ZHANG Jun WANG Xueping MA He
74	Research on Test Method and Dynamic Characteristics of the Rail System with Multi-player Elastic Components	XU Guanghui WANG Anbin SONG Yuechao WANG Zhiqiang
83	Artificial Self-recovery and Machinery Self-recovery Regulation System	GAO Jinji
95	Translation Invariant Wavelet De-noising of CO ₂ Gas Shielded Arc Welding Electrical Signal	HUANG Yong WANG Kehong ZHOU Xiaoxiao
101	Research on the On-machine Precise Measurement Method for Drill Pipe Thread	DONG Zhixu SUN Xingwei WANG Ke HUA Jinwei

- 109 Classification of Primary Carbides in Ethylene Pyrolysis Furnace Tubes and the Effects on High Temperature Rupture Performance**
CHEN Tao CHEN Xuedong LIU Chunjiao QIAN Bing
- 117 Research and Development of Alloy Modified Tungsten-based Materials**
LUO Laima HUANG Ke ZAN Xiang ZHU Xiaoyong LI Ping WU Yucheng
- 129 Calculations of Microstructural Changes and Predictions of Mechanical Properties in Friction Stir Welding of AA6005-T6**
WAN Zhenyu ZHOU Xia ZHANG Zhao
- 137 Comparative Research of Helium and Argon Arc Characters**
ZHAO Hongxing WANG Guoqing SONG Jianling LIU Xianli ZHOU Zheng YANG Chunli
- 144 Microstructure and Mechanism of $\text{Ti}_2\text{AlNb/TiC}+\text{Ti}_3\text{SiC}_2$ Gradient Materials by In-situ Reaction Laser Cladding**
LI Neng XIONG Huaping QIN Renyao LIU Wei HUANG Shuai GAO Chao
- 151 Research on the Deformation Behavior of Ag-GNSs/SnAgCu Solders during Nanoindentation Tests**
XU Lianyong ZHANG Shuting JING Hongyang HAN Yongdian
- 157 Study on the Method of Structural Dynamic Modeling and Analyzing of the EV's Battery Pack**
LAN Fengchong HUANG Peixin CHEN Jiqing LIU Jin
- 165 Impact Reduction Method for Electric Vehicle Dual-mode Coupling Drive System with Modes Shift**
ZHANG Lipeng GU Dingjie QI Bingnan DONG Chuangchuang
- 177 Uncertainty Evaluation Method of Complex Nonlinear System Test Based on Support Vector Machine Model**
ZHU Daye DING Xiaohong WANG Shenlong WANG Haihua YU Huijie
- 185 The Performance Investigation of Magnetohydrodynamic Generator with Two Phase Flow**
CAO Jiabin HUANG Hulin ZHU Guiping LI Linyong LI Lai
- 192 Simulation Study about the Influence of Wind Pressure to Dust Sedimentation on the Surface of Solar Power Component under the Action of Wind Load**
ZHAO Mingzhi ZOU Lulu ZHANG Xiaoming KANG Xiaobo
- 202 Investigation of the Internal Flow Characteristics and the Loss Mechanisms in the Supersonic Expander-rotor**
HUANG Zhenyu WEI Haijun ZHANG Xusheng CAO Xiongtao
- 210 Application of Cloud Computing in Intelligent Machine Tool Control System**
HUANG Ying LU Bingheng ZHAO Wanhua
- 217 Pull-in Voltage Analysis of Electrostatically Actuated Stepped Micro-cantilever Beam**
ZHU Junhua SU Wei LIU Renhuai SONG Fangfang HUANG Qinwen
- 223 Birnbaum Importance Measure of Multi-state Systems under Epistemic Uncertainty**
XIAHOU Tangfan LIU Yu ZHANG Haodong ZHANG Chenglin

《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) 陈绍彰 (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)

