

QK1903344

ISSN 0577-6686
CODEN CHHKA2

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

面向航空发动机的镍基合金磨削技术研究进展

丁文锋 苗情 李本凯 徐九华



中国机械工程学会 主办

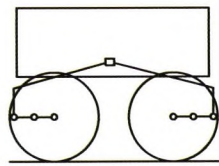
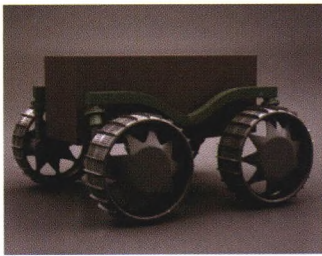
万方数据

2019年55卷1期 半月刊

/// 机构学及机器人 ///

1 轮-步复合式火星车移动系统设计及分析

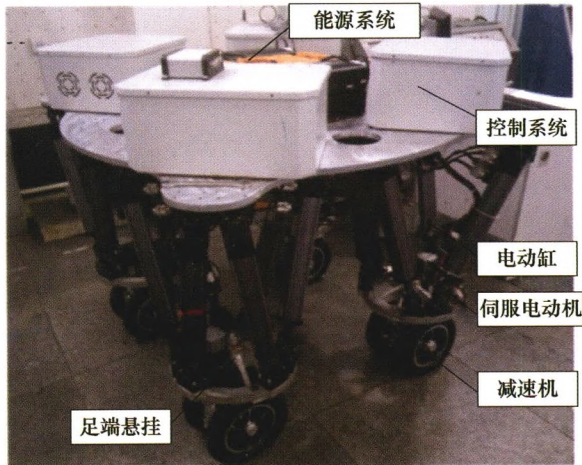
高海波 郑军强 刘 振 王亚彬 于海涛 邓宗全



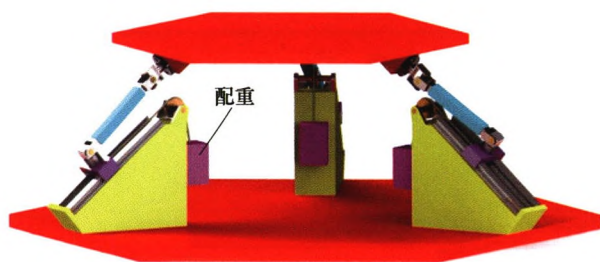
摘要: 为了解决轮式火星探测车在松软地面上的通过性受到轮-地作用机制限制的问题,提出一种具备轮-步复合移动能力的四轮火星探测车构型。基于地面力学数值计算方法对制动轮附着力和驱动轮牵引力进行了比较,明确了该车的地面力学机理。提出一种双摆杆式步行机构,确定了移动系统结构。利用带传动关联双摆杆步行机构的两个回转运动,使其比独立驱动具有更好的负载特性和功率特性。使用行星轮系和制动器实现轮行、步行、轮-步复合、制动四种运行状态,依托行星轮系实现轮-步匹配,使得轮-步复合移动的控制大幅简化。针对坡面行驶工况和坡面步行工况进行负载分析,给出了步行传动和车轮驱动传动的传动比计算方法和减速器布置,完成了轮-步复合移动机构设计和制造。分析了典型步态,并通过仿真方法对各步态下关节负载变化规律进行了分析。研究旨在拓展火星车研究理论和方法,为我国火星探测任务提供移动系统研制建议。

17 基于速度矢量的电动并联式轮足机器人全方位步态切换方法

刘冬琛 王军政 汪首坤 彭 辉



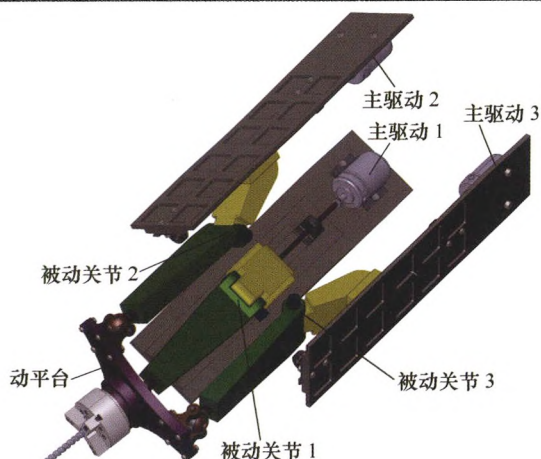
摘要: 搭建了电动并联式轮足机器人的运动学模型,在单腿工作空间约束和行走稳定性约束条件下完成了间歇步态和旋转步态的基本步态设计,保证机器人在大负重情况下的全方位稳定行走。分析了机器人运动速度矢量与不同基本步态之间的对应关系。提出了基于速度矢量的电动并联式轮足机器人全方位步态切换方法,分析了步态切换的最佳时机,详细介绍了不同种步态之间的步态切换过程。通过虚拟样机和物理样机试验平台对本步态切换方法进行仿真分析和试验验证。仿真与试验的结果表明,电动并联式轮足机器人在基本步态行走和步态切换过程中,稳定裕度始终不小于零,且机器人机身的横滚角和俯仰角分别在 $-1.5^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 和 $-2.8^{\circ} \sim 2.5^{\circ}$ 范围内变化,该方法能够保证电动并联式轮足机器人稳定的完成步态切换。



摘要: 提出一类全域恒平衡并联机构构型, 该机构由内外双层并联机构组成, 其中内层平衡机构具有雅可比矩阵恒定的特性, 在工作空间任意位姿下无须实时控制输入力的大小和方向即可提供恒定的平衡力。利用虚设机构法和影响系数法建立这类机构的动力学模型, 以 3-PUU/3-PRRR 机构为例, 分析验证了 3-PRRR 平衡机构相比与配重法所具有的优势。3-PUU/3-PRRR 并联机构能够在整个工作空间, 即全域内的任意位姿下实现恒定的平衡特性, 论证了提出的这类全域恒平衡并联机构具有优良的平衡特性。

32 并联机构驱动力优化配置方法及应用研究

王向阳 郭盛 曲海波 赵福群



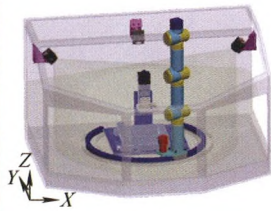
摘要: 驱动冗余作为机构驱动力优化配置的一种有效手段, 它的输入力大小以及冗余方式会对并联机构主驱动力有较大的影响。基于虚功原理建立了驱动冗余情形下的动力学方程, 采用最小二范数解作为冗余驱动的输入。并以 Z3 并联动头为例, 理论推导和计算了其在单冗余驱动与多冗余驱动下主驱动力的大小, 分析了不同冗余方式对主驱动力配置的影响。最后, 将理论解算得到的冗余驱动力作用在仿真计算环境中进行仿真验证, 结果证明该方法对主驱动力优化配置的有效性和可靠性。

42 机械臂高斯运动轨迹规划及操作成功概率预估计方法

祁若龙 张珂 周维佳 王铁军



(a) 实际系统结构

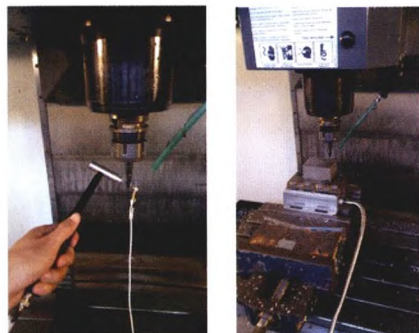


(b) 系统结构模型

摘要: 当机械臂系统的运动存在过程噪声, 或其外部闭环反馈传感器存在观测噪声时, 机械臂的单次实际运动轨迹会随机地偏离预定义轨迹, 但多次重复运动时又服从一定概率分布, 也就是系统存在高斯运动。以自然界最为普遍的高斯分布描述机械臂系统运动状态的非确定性。用概率论的方法结合机械臂本身的线性控制及卡尔曼滤波对机械臂可行轨迹进行规划和先验概率的评估, 从而得到机械臂运动误差的先验概率估计。采用线性控制方法和卡尔曼滤波相结合, 进行高斯运动系统误差建模; 用高斯运动模型对预规划轨迹进行迭代估计, 得到单周期轨迹点的误差分布, 以此定性评估其运动过程的安全性以及定量计算机臂到达目标区域的成功概率。通过仿真和试验数据的对比, 验证了算法的有效性和实用性。

52 基于接触区域的球头铣刀颤振稳定域预报方法研究

代月帮 魏兆成 李宏坤 张孟哲

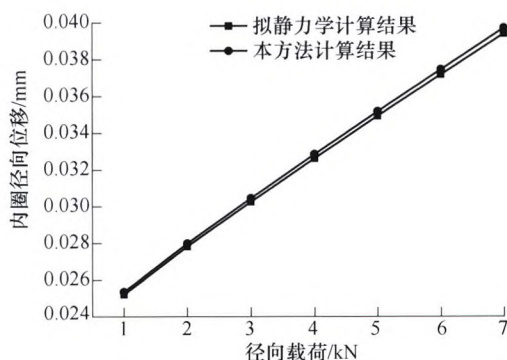


(a) 刀具系统模态测试 (b) 切削力获取试验

摘要: 运用半解析法精准搭建出球头铣刀与工件接触区域边界的投影方程, 对铣削系统时滞动力学方程进行全离散时域数值求解, 在单齿周期内球头铣刀视为圆弧切削的基础上, 通过接触区域投影和切削刃投影不同时刻的关系, 确定出数值求解方程中所需要的瞬时参与切削刀刃的实际切削部位, 利用 Floquet 定理获得了不同转速下的临界切削深度, 构建出了高精度的球头铣刀颤振稳定域叶瓣图, 并在三轴数控机床上进行了试验验证, 试验结果与预测结果相符合, 表明了该方法的正确性。同时, 与传统方法相比, 这里所提供的方法拥有较高的预测精度, 最后分析了不同参数对颤振稳定域的影响规律, 为叶瓣图指导实际加工奠定了基础。

62 轴承零件几何误差对圆柱滚子轴承回转误差的影响: 第一部分 计算方法

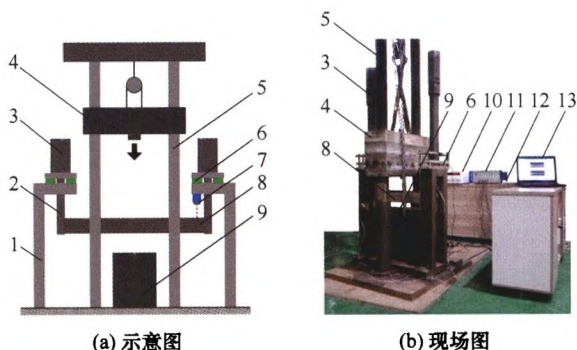
余永健 陈国定 李济顺 薛玉君



摘要: 轴承旋转精度的高低取决于轴承回转误差的大小, 而轴承回转误差又取决于轴承零件的几何精度。因此, 研究轴承零件几何误差和轴承回转误差的关系对轴承零件加工公差合理分配及成品轴承精度预测有重要意义。为此, 提出一种基于几何和载荷约束共同作用下圆柱滚子轴承回转误差计算方法。在几何约束模型中, 考虑轴承内圈滚道、外圈滚道和滚子表面的尺寸误差和形状误差, 同时还考虑由轴承零件几何误差引起的滚子-滚道接触位置变化。在载荷约束模型中, 考虑由轴承零件几何误差引起的滚子-滚道接触力方向的变化。在此基础上, 运用 Hertz 接触理论和静力学, 推导轴承回转误差计算方法。提出可用于分析轴承零件几何误差、弹性变形和滚子个数三者的耦合效应对轴承内圈回转误差的影响规律的计算方法, 为高精度滚动轴承的精度设计、公差分配及加工工艺参数的控制提供理论依据, 从而有效提高滚动轴承旋转精度。

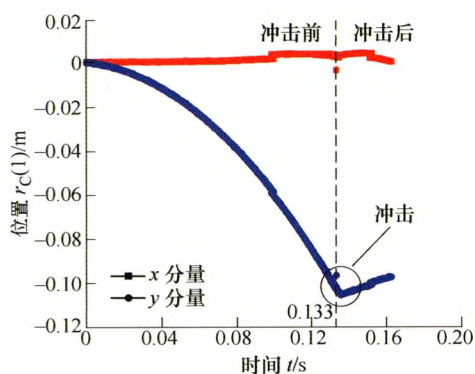
72 冲击载荷下磁流变缓冲器的动力学行为

寿梦杰 廖昌荣 叶宇浩 张红辉 付本元 谢磊



(a) 示意图 (b) 现场图

摘要: 传统力学模型很难准确预测冲击载荷下磁流变缓冲器的动力学行为, 关键原因之一是未考虑惯性效应和局部损耗、或仅考虑其一。针对此问题, 从理论与试验上研究分别考虑惯性效应、局部损耗, 以及两者同时作用下的环形通道磁流变缓冲器动力学行为。基于 Herschel-Bulkley (HB) 本构模型, 考虑惯性效应, 利用平均惯性效应法, 推导出环形通道内磁流变液的平均加速度与活塞杆加速度之间的关系, 建立包含惯性效应的 HB-Inertia (HBI) 模型; 考虑局部损耗, 利用流体力学的相关理论, 建立包含局部损耗的 HB-Minor Losses (HBM) 模型; 综合考虑惯性效应和局部损耗的影响, 提出同时包含惯性效应和局部损耗的 HB-Inertia-Minor Losses (HBIM) 模型。设计并制作一对参数相同的磁流变缓冲器, 搭建落锤式冲击试验平台, 将该对磁流变缓冲器并联, 测试不同冲击速度和电流下的动力学行为。试验结果显示所设计的磁流变缓冲器具有良好的控制效果, 且最大缓冲力高达 75 kN。将试验结果与理论模型进行比较, 发现 HBI 和 HBM 模型与试验结果有一定差异, 而 HBIM 模型与试验结果吻合较好, 表明惯性效应和局部损耗对缓冲器的力学特性都有影响, 其中局部损耗的影响更大。

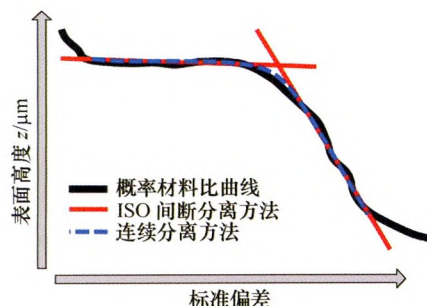


摘要: 针对弹塑性倾斜冲击问题, 测量和预测冲击对象在接触冲击过程中的运动参数及接触力仍然是一个难点。考虑振动响应的影响, 结合假设模态法和广义动量定理建立冲击对象的运动模型; 根据 Jackson-Green 模型, 将振动响应考虑到接触变形中, 系统探讨和研究了弹塑性接触冲击过程中的接触力变化; 基于数字图像处理方法, 通过设计多标识点的冲击试验, 描述与跟踪冲击对象在接触冲击过程中的运动规律, 并对恢复系数和冲击后的运动参数进行试验与仿真对比分析。试验与仿真结果表明: 滑动摩擦判断条件 Δ 呈 W 形分布, 且存在 3 个临界冲击角, 分别为 27.5° 、 42.5° 和 58.4° ; 对于初始冲击角 $\theta=45^\circ$, 接触点冲击后反弹速度、角速度和恢复系数的仿真与试验结果基本吻合, 其相对误差均小于 5%, 验证了所建模型的正确性。

摩擦学

91 基于双高斯分层表面理论的机械密封研究综述

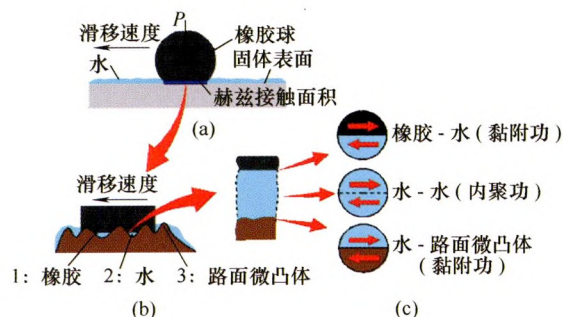
胡松涛 黄伟峰 史熙 彭志科 刘向锋



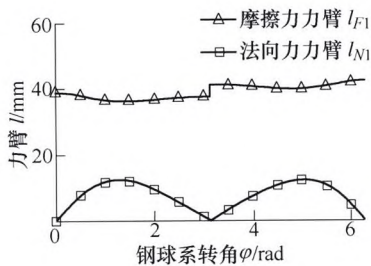
摘要: 表面作为零部件的“指纹”, 其科学性是开展后续润滑、接触、摩擦磨损、监测控制等研究的基础。现有学者多从单层表面视角出发理解表面, 而忽视了双工序、磨损等表面存在的双高斯分层特征。少量学者受到双工序表面加工制造过程的启发, 提出了双高斯分层表面理论, 并成功拓展至磨损表面的研究。从表面表征仿真、润滑接触、摩擦磨损、监测控制四个方面归纳总结了国内外有关双高斯分层表面理论的研究工作, 特别关注该理论在机械密封领域的应用, 进而提出了后续可深入探讨的双高斯研究方向, 以期对机械密封的设计与研究提供理论和工程指导。

106 表面润湿性对橡胶滑动接触界面摩擦特性的影响

焦云龙 叶家鑫 刘小君 刘焜



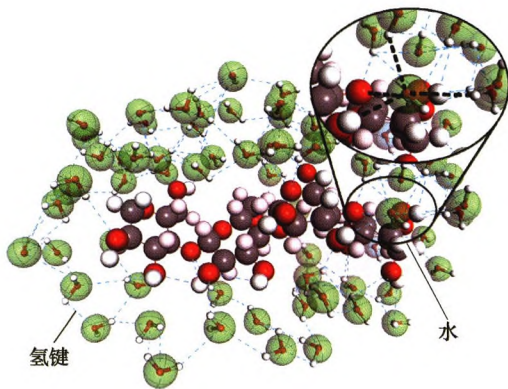
摘要: 针对橡胶滑动接触界面, 利用自主研发的光学原位观测线性往复摩擦试验机, 通过控制蒸馏水与添加剂的配比, 对不同润湿性液体润滑条件下的橡胶滑动摩擦过程进行了试验性探究, 在此基础上建立了固-液接触角与橡胶滑动摩擦因数之间的关联性, 以期从微观界面润湿的角度解释湿滑条件下橡胶滑动摩擦因数变化的原因。研究表明: 当润滑液进入橡胶滑动接触界面时, 橡胶的黏滞效应大幅度降低, 导致摩擦因数出现断崖式下跌, 稳态摩擦因数减小; 随着添加剂配比的降低, 固-液接触角逐渐增大, 润滑液在固体表面上的铺展与润湿性变差, 润滑作用减弱, 稳态摩擦因数逐渐增大。另外试验结果分析表明, 固-液接触角与稳态滑动摩擦因数具有一定的线性相关性($R^2 \approx 0.92$), 摩擦因数随着接触角的增大而增大。



摘要: 在修正精密钢球传动受力模型和相对滑动模型基础上, 建立精密钢球传动啮合副耦合热弹性半解析接触模型。采用热源法推导啮合副接触温升的半解析式, 并利用影响系数法计算考虑耦合热弹性影响的啮合刚度和啮合副变形。为提高模型的计算效率, 给出了对应公式的离散卷积形式。深入分析精密钢球传动的耦合热弹性接触特征, 并通过对分析验证半解析模型的可行性。结果表明: 中心盘外侧齿面上的接触温升相对最高, 行星盘内侧齿面上的接触温升相对最低; 啮合副耦合热弹性接触模型计算的啮合副变形和啮合刚度要大于 Hertz 接触模型的计算结果。研究结果可为考虑热特性的精密钢球传动动力学特性的研究以及实际工程应用提供一定的理论依据。

120 面接触下水合羟乙基纤维素的润滑特性研究

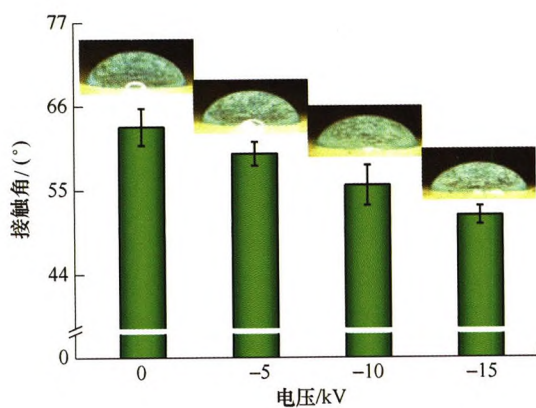
盛德尊 张会臣



摘要: 以羟乙基纤维素(HEC)作为水基润滑添加剂, 研究面接触条件下 HEC 润滑液的润滑特性。采用红外光谱仪分析 HEC 化学组成, 结合分子动力学模拟分析 HEC 与水分子的相互作用, 采用白光干涉三维表面形貌仪测量试样的表面形貌, 借助微摩擦磨损试验机(UMT-2)探究转速、载荷、质量分数对润滑液润滑特性的影响。结果表明: HEC 可以与水分子形成中、高强度的氢键; 转速变化在摩擦副入口处对润滑液的成膜过程产生影响, 进入摩擦副的润滑膜可以保持稳定的润滑状态, 摩擦因数随转速增大几乎不变; 增大载荷, 润滑液在摩擦副间分布更加均匀, 提升润滑性能, 摩擦因数随载荷增大而减小; 随润滑液质量分数增大, 摩擦因数先减小后增大, 质量分数为 1.00% 时摩擦因数最小。提出羟乙基纤维素水基润滑模型, 模型包括水分子层和水合羟乙基纤维素层, 其中水合羟乙基纤维素层起主要作用。

129 静电微量润滑气雾特性及其切削加工性能研究

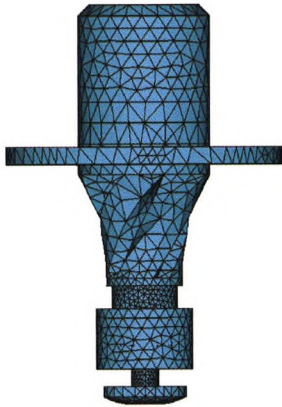
吕涛 黄水泉 胡晓冬 冯伯华 许雪峰



摘要: 静电微量润滑(Electrostatic minimum quantity lubrication, EMQL)技术可显著提高荷电润滑液滴在加工区域的润湿、渗透和沉积性能, 改善气雾的润滑冷却能力, 降低切削环境油雾浓度。在构建静电微量润滑切削加工系统的基础上, 分析了 EMQL 下荷电电压对润滑油液滴粒径、分布、润湿性和沉积性的影响。研究了 EMQL 的稳态换热能力, 加工环境油雾浓度和切削性能。最后通过刀具磨损分析, 揭示了 EMQL 切削加工时的作用机理。结果表明: 荷电后润滑油液滴的粒径减小, 分布更加均匀, 润湿和沉积性提高。与传统 MQL 比较, EMQL 下的切削温度降低了~14%, 环境油雾浓度减小了~8%, 刀具磨损下降了~37%, 工件表面质量提高了~28%。EMQL 加工时, 润湿渗透性能改善的小粒径润滑油液滴易在刀具-工件接触面吸附, 渗透和铺展, 利于切削界面的润滑与换热, 车削加工性能更好。

139 纵扭超声换能器设计及其性能测试研究

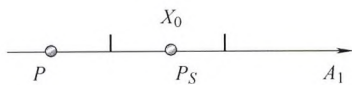
袁松梅 唐志祥 吴奇 宋衡



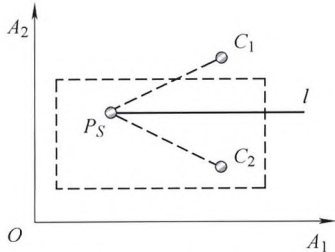
摘要: 纵扭超声振动加工在碳纤维复合材料等硬脆性材料上的应用越来越得到重视,针对现有纵扭超声换能器存在扭振分量较小或纵扭节面不重合等问题,设计一种新型的纵扭超声换能器。通过理论解析法设计了一种指数型变截面杆纵扭超声换能器,然后在指数型变截面杆上设计螺旋槽,将一部分纵向振动转换为扭转振动;利用有限元软件分析螺旋槽结构参数对纵、扭谐振效果的影响规律,优选出最佳的螺旋槽参数;在此基础上对换能器进行模态分析和瞬态分析,结果表明换能器能够实现纵扭超声振动,且谐振频率与设计值误差较小,振幅值满足一般加工要求;最后对设计好的换能器实物进行阻抗分析和振幅测试,结果表明谐振频率与仿真值相差较小,纵振振幅 $9.4 \mu\text{m}$,扭振振幅 $5.3 \mu\text{m}$,能够适用于大部分的超声加工,也验证了设计方法的正确性。

149 一种面向低碳设计的多属性相似实例检索方法

任设东 赵燕伟 洪欢欢 桂方志 谢智伟



(a) 一维欧式距与可拓距计算

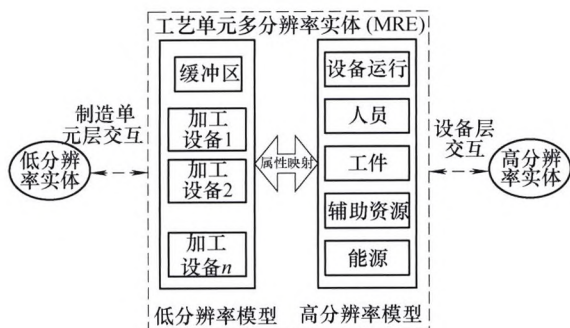


(b) 多维欧式距与可拓距计算

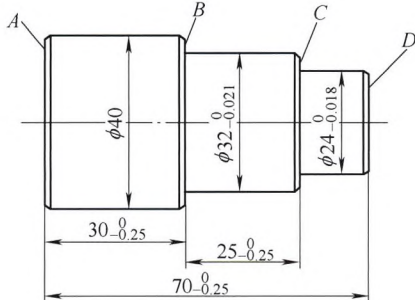
摘要: 低碳设计纳入产品全生命周期对环境的影响因素,是协调产品常规性能与低碳性能的回溯设计过程。设计知识重用技术在已有设计知识的基础上提高产品低碳设计效率,而知识重用的前提是相似实例的检索。提出一种基于关联函数的多属性相似实例检索方法,结合原有多维关联函数构造方法和侧距原理,将可拓一维关联函数拓展到多维,从最优点只在中点的应用条件推广到最优点在区间内任意点;推导出多维关联函数的降维计算规则,构建相似度函数。该方法应用于螺杆空压机多维低碳属性需求检索,计算结果与实例空间位置关系相一致;并与欧式几何距方法和 KNN 分类检索方法对比分析,分析表明基于关联函数的方法与欧式几何距方法检索结果一致,并且能够克服欧式距忽略属性物理含义造成检索不合理的缺陷;与 KNN 方法的检索分类结果一致,同时每维属性关联函数数值可以作为对应属性修改难度的参考评价。

160 机械加工工艺单元多分辨率实体动态能效获取方法

朱硕 张华 江志刚



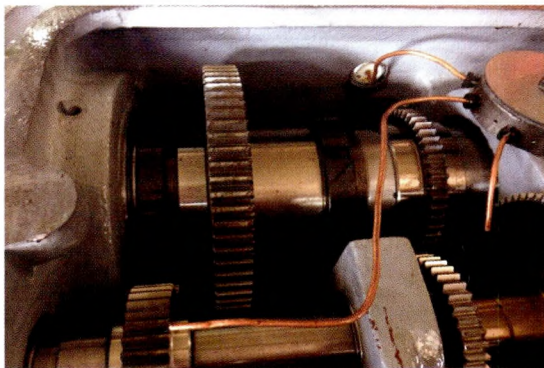
摘要: 机械加工工艺单元是机械加工过程的基本构成单元和活动的主体。为适应机械加工过程能量精细化管理的要求,通过分析机械加工工艺单元设备层、制造单元层的能量消耗动态特性,建立面向不同层级的能效指标体系。基于多分辨率实体(Multiple resolution entity, MRE)的思想,采用离散事件系统规范(Discrete event system specification, DEVS)的层次化建模方法,构建机械加工工艺单元 MRE 动态能效模型,获取工艺单元运行过程中能量利用率、能量消耗与有效产出(加工利润、合格品数量、材料去除量)等动态信息。结合 Eclipse 平台下的 CD++ 插件对实际案例进行仿真分析,验证该方法的有效性。



摘要: 目前毛坯尺寸基准确定的确定忽略了其具体的机械加工过程,均采用零件图的基准,即毛坯的各个尺寸都是在零件图对应尺寸上加减总余量而生成,这已成为一种经典的设计方法,但该方法显然没有按照毛坯尺寸影响加工过程的规律来确定其基准,将会导致较多的毛坯尺寸误差累计到加工过程而产生不利的影响。基于尺寸路径图原理阐述毛坯尺寸及其基准的特点,以毛坯尺寸误差对加工过程中精度影响最小为目标,给出确定毛坯尺寸基准的原则,重点研究平面毛坯尺寸基准确定的方法。首先将工件在平面内组合定位时的3个基准抽象成一个矢量,称基准矢量,针对粗基准矢量常常不在毛坯几何要素的交点上等问题,提出基准就近准则,总结归纳出平面毛坯尺寸基准确定的一般方法。通过箱体等零件加工的实例分析计算,验证了采用新方法确定各个毛坯尺寸基准,对于减小加工余量及提高零件尺寸精度是一种有效的方法。

180 考虑质量、成本与资源利用率的再制造机床优化选配方法

姜兴宇 王蔚 张皓垠 张凯 李丽

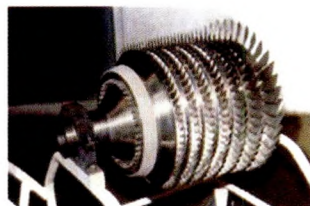


摘要: 针对再制造机床装配过程中存在的装配精度低,再制造资源利用率低以及生产成本高等问题,提出一种新的再制造机床综合优化选配方法,综合考虑装配精度、再制造资源利用率与成本,采用田口质量损失函数与剩余件成本函数,以封闭环尺寸链为约束条件,在保证装配精度及最小成本的目标下,建立综合选配模型,并给出基于粒子群遗传算法的模型求解过程,求解出再制造装配过程的最优选配方案,减少了再制造装配过程中的不确定因素,降低因选配方案不合理而带来的资源浪费,保证了装配产品的质量。最后,以废旧CAK6150机床主轴箱为例,对其主轴装配过程进行优化选配,最终验证了该方法不仅解决了再制造零件选配过程中精度低的问题,而且大大提高了选配过程的再制造资源利用率,降低企业成本。

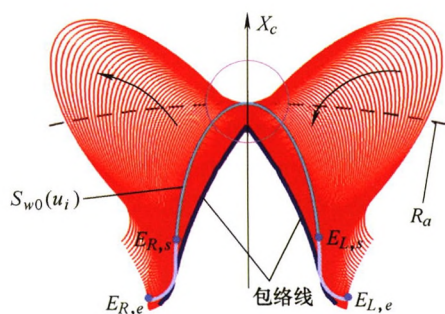
/// 制造工艺与装备 ///

189 面向航空发动机的镍基合金磨削技术研究进展

丁文锋 苗情 李本凯 徐九华



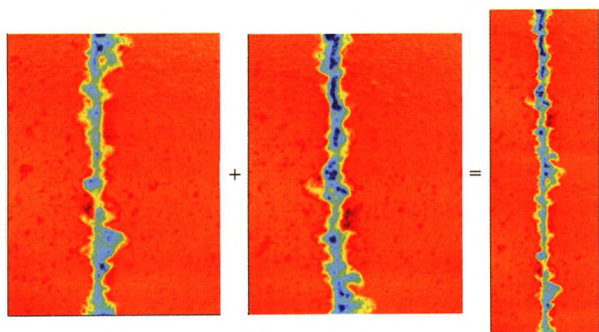
摘要: 磨削加工是制造航空发动机镍基合金零件的重要方法。为进一步提高镍基合金磨削加工的材料去除效率、提升工件表面质量,国内外学者开展了诸多基础理论与工艺探索工作。在概述镍基合金材料磨削加工技术发展过程的基础上,全面总结了国内外学者在镍基合金材料磨削去除机理、磨削工艺特性、磨削加工新方法等方面的主要研究成果,并对镍基合金磨削加工技术的难点与发展趋势进行了展望。



摘要: 针对非特定内外廓形的刮削加工, 基于刮削加工原理与展成运动, 提出一种基于离散廓形包络的切削齿刃形曲线通用计算方法, 适用于任意结构前刀面, 并给出切触点的求解方法与相应的空间刮削切触运动的计算仿真方法。首先剖析了刮削加工原理, 从工件、刀具和运动配置参数角度构建了刮削加工的运动学模型; 然后, 基于曲面共轭原理分析了刮削加工的正逆问题, 提出基于相对刀具运动的工件曲面与前刀面相交内包络的切削刃曲线求解方法, 给出了详细的计算流程与方法以及切削刃可行性的判定规则; 随后, 进一步提出了基于切削刃的刮削过程切触点计算方法, 并给出了时序对应的空间切触运动仿真分析方法; 最后, 分别以内外廓形的刮削加工为例, 对所提出的切削刃计算方法和加工运动仿真方法的有效性进行了验证。

225 超声振动对单颗金刚石工具划擦 RB-SiC 材料去除行为的影响

郑非非 董志刚 张嘉桐 刘津廷 康仁科



摘要: 超声辅助磨削在硬脆材料加工领域的诸多优势已被广泛认可, 研究超声辅助磨削机理对于促进超声辅助磨削工艺技术的应用有重要价值。通过单颗金刚石压头模拟砂轮磨粒, 在反应烧结碳化硅(Reaction bonded silicon carbide, RB-SiC)上进行超声振动辅助的划擦试验, 研究超声辅助磨削的材料去除行为。对比分析了划擦过程中不同超声振幅下的法向划擦力和切向划擦力的变化规律, 通过对划痕宽度、划痕深度和划痕截面积的统计分析研究了不同振幅下划痕的三维形貌特征。在综合分析划擦力、划痕微观形貌和金刚石压头磨损的基础上, 讨论了超声振动对硬脆材料加工的去除行为的影响。相比于常规的划擦试验, 引入超声振动作用后, 划擦力显著下降, 而划擦导致材料去除体积显著增加。超声振动划擦中金刚石压头对工件表面独特的高频冲击作用及断续的能量输入方式被认为是导致上述现象的根本原因。

CONTENTS

- 1 Design and Performance of a Wheel-legged Mobility System of Mars Rover**
GAO Haibo ZHENG Junqiang LIU Zhen WANG Yabin YU Haitao DENG Zongquan
- 17 Omnidirectional Gait Switching Method of Electric Parallel Wheel-foot Robot Based on Velocity Vector**
LIU Dongchen WANG Junzheng WANG Shoukun PENG Hui
- 25 Design of Global Constant Balance Parallel Mechanism and Its Balance Performance Analysis**
ZHAO Yanzhi LIANG Bowen BIAN Hui YANG Wei ZHAO Tieshi
- 32 Optimal Allocation Method of Parallel Mechanism and Its Application**
WANG Xiangyang GUO Sheng QU Haibo ZHAO Fuqun
- 42 Trajectory Planning and Success Probability Estimation of Operation for Gaussian Motion Manipulators**
QI Ruolong ZHANG Ke ZHOU Weijia WANG Tiejun
- 52 Research on Prediction Method of Stability Lobe Diagram for Ball-end Mill Based on Engagement**
DAI Yuebang WEI Zhaocheng LI Hongkun ZHANG Mengzhe
- 62 Effect of Geometric Errors of Bearing Components on Motion Error of Cylindrical Roller Bearings Part I: Calculation Method**
YU Yongjian CHEN Guoding LI Jishun XUE Yujun
- 72 Dynamic Behavior of Magnetorheological Energy Absorber under Impact Loading**
SHOU Mengjie LIAO Changrong YE Yuhao ZHANG Honghui FU Benyuan XIE Lei
- 81 Experimental and Numerical Analysis of the Elasto-plastic Oblique Contact-impact Dynamics Using Digital Image Processing Method**
WANG Yao MENG Wenjun XIANG Dan LI Shujun
- 91 Review on Mechanical Seals Using a Bi-Gaussian Stratified Surface Theory**
HU Songtao HUANG Weifeng SHI Xi PENG Zhike LIU Xiangfeng
- 106 Influence of Surface Wettability on the Sliding Frictional Property of NBR Rubber**
JIAO Yunlong YE Jiabin LIU Xiaojun LIU Kun

- 112 Coupled Thermoelastic Semi-analytical Contact Model and Contact Characteristics for Precision Ball Transmission**
SUN Pengfei AN Zijun
- 120 Water-based Lubricating Properties of Aqueous Hydroxyethyl Cellulose in Surface Contact**
SHENG Dezun ZHANG Huichen
- 129 Study on Aerosol Characteristics of Electrostatic Minimum Quantity Lubrication and Its Turning Performance**
LÜ Tao HUANG Shuiquan HU Xiaodong FENG Bohua XU Xuefeng
- 139 Design of Longitudinal Torsional Ultrasonic Transducer and Its Performance Test**
YUAN Songmei TANG Zhixiang WU Qi SONG Heng
- 149 A Retrieval Method for Similar Cases with Multiple Attributes in Low-carbon Design**
REN Shedong ZHAO Yanwei HONG Huanhuan GUI Fangzhi XIE Zhiwei
- 160 An Acquisition Method of Dynamic Energy Efficiency for Multi-resolution Entity of Mechanical Processing Unit**
ZHU Shuo ZHANG Hua JIANG Zhigang
- 172 A New Method for Determining the Dimension Datum of Plane Blanks Based on Shortest Path**
WANG Xiaohui SONG Fangjie HUO Guojun WANG Youli
- 180 Optimal Selective Assembly Method for Remanufacturing Product Considering Quality, Cost and Resource Utilization**
JIANG Xingyu WANG Wei ZHANG Haoyin ZHANG Kai LI Li
- 189 Review on Grinding Technology of Nickel-based Superalloys Used for Aero-engine**
DING Wenfeng MIAO Qing LI Benkai XU Jiuhua
- 216 A Method of Cutter Profile Identification and Machining Motion Simulation for Skiving**
JIA Kang ZHENG Shuai GUO Junkang HONG Jun
- 225 Influence of Ultrasonic Vibration on Material Removal of Scratching on RB-SiC with Single Diamond Tool**
ZHENG Feifei DONG Zhigang ZHANG Jiatong LIU Jinting KANG Renke

《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) 官声凯 (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)		



ISSN 0577-6686



9 770577 668194

0.1