



ISSN **QK1923824**
CODEN CHHKA2

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

晶体硅电池表面光功能织构及其制备的研究进展

许志龙 徐西鹏 黄 辉 谭援强

 中国机械工程学会 主办

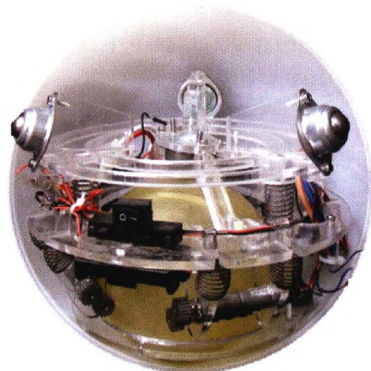
2019年55卷9期 半月刊

万方数据

/// 机构学及机器人 ///

1 球形移动机器人的研究进展与发展趋势

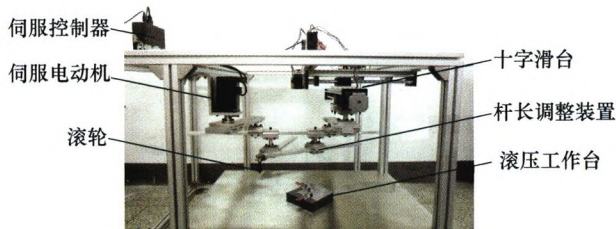
战强 李伟



摘要: 球形移动机器人(简称球形机器人)是一种拥有球形外壳的全封闭机器人,它通过质心偏移或者动量守恒等原理来实现运动。该类机器人具有良好的密封性,平衡性强且运动灵活性高,不存在侧翻问题,因此球形机器人在星球探索、危险环境探测等领域具有较大优势和广泛应用前景。然而球形机器人具有非完整约束、欠驱动、非链式等特点,导致其运动控制问题非常复杂且常规控制方法无法应用到它的运动控制上,阻碍了球形机器人的应用和发展。对国内外在球形机器人的机构设计、运动学和动力学建模方法以及控制方法等方面的研究进展进行回顾、综述与分析,其中也包括作者所在实验室对 BHQ 系列球形机器人研究工作的全面回顾;按照驱动方式对球形机器人进行归纳分类,并从运动学建模、动力学建模、开环控制和闭环控制四个方面介绍球形机器人研究的关键技术和发展趋势;最后针对球形机器人的研究进展和发展趋势给出五点结论。

18 基于小波特征参数的平面四杆机构轨迹综合方法

刘文瑞 孙建伟 褚金奎

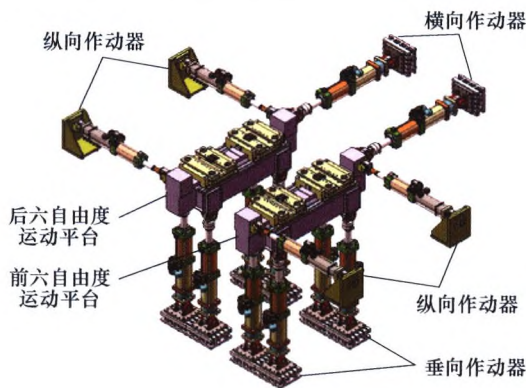


摘要: 小波分解可以在不同尺度下对函数曲线的特征进行提取,基于该理论,首先,对平面四杆机构连杆轨迹曲线进行小波分解,利用归一化处理提取轨迹曲线的小波特征参数,给出了平面四杆机构连杆轨迹曲线的小波特征参数近似描述方法。进而结合数值图谱法,将 11 维非整周期轨迹综合问题转换为 6 维机构尺寸型检索问题,同时建立包含 3 004 281 900 组平面四杆机构的机构尺寸型数据库。根据轨迹曲线小波特征参数的特点,利用多维搜索树,将各相对转动区间内的机构尺寸型进行分区,建立索引关键字数据库。从而通过比较给定轨迹曲线小波特征参数与索引关键字,查找并提取目标机构所在叶子结点中机构尺寸型的小波特征参数,建立自适应图谱库。在此基础上,根据给定设计要求的小波特征参数与自适应图谱库中的小波特征参数的相似程度,检索出满足设计要求的机构尺寸型。再根据理论公式计算目标机构的实际尺寸及安装位置,实现平面四杆机构非预定相对转动区间轨迹综合问题的求解。最后,利用小波特征参数法对滚压包边设备的滚轮进给机构进行设计,验证本方法实用性和有效性的同时,为传统滚压包边提供新的思路。



摘要: 对于足下垂和马蹄足内/外翻患者, 均需对踝关节进行大量、重复性的康复训练, 踝康复机器人是弥补人工康复训练不足、降低医师工作强度的关键设备。将踝关节的解剖结构及运动特性考虑在内, 提出并研制 2-UPS/RRR 型并联踝康复机器人样机, 可保证人-机转动中心近似重合。同时, 搭建了作用力/矩信息采集平台, 实现踝关节的被动、主动及人机交互训练, 提高了机器人、患者及医师之间的交互能力。建立了踝康复机器人的运动学模型, 通过求解其位置逆解, 得到了机器人的理论工作空间。借助机器人样机的 3 转动自由度, 精确地测量得到踝关节全域范围内的生理运动范围。通过机器人样机的全范围自主运动, 记录并获得装置的有效工作空间, 机器人有效工作空间小于理论工作空间, 有效工作空间的测量具有较大的实际意义。进一步, 对比分析机器人样机的有效工作空间和踝关节生理运动范围可知, 两者在踝全域运动范围内的吻合度可达 95%, 较好地保障了踝关节康复所需要的运动空间。基于并联踝康复机器人的量纲一速度雅可比矩阵, 对机器人的可操作性、灵巧性等运动学性能进行了分析, 结果表明踝康复机器人在工作空间内不存在奇异位形且具有良好的运动学性能。

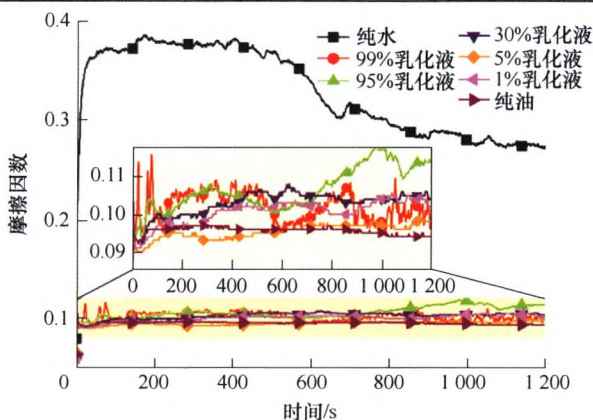
40 一种新型冗余驱动并联机构位姿正解研究



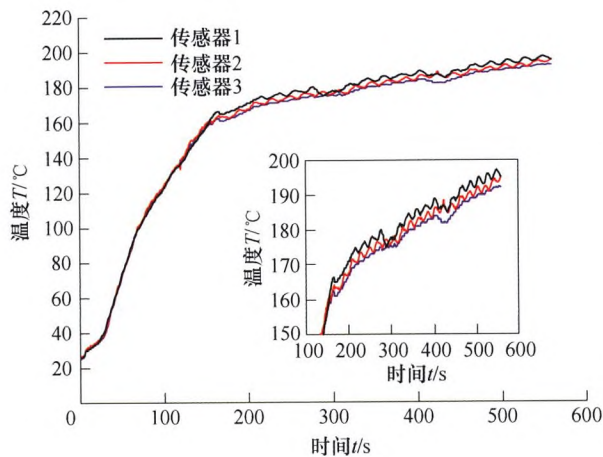
摘要: 针对冗余驱动并联机构建立的位姿正解方程组存在冗余, 而采用的 Newton-Raphson 迭代法位姿正解时对迭代初值选取较为敏感且计算速度较慢的问题, 提出基于 Levenberg-Marquardt(L-M)算法的改进 BP 神经网络模型与基于改进的 Genetic Algorithm 优化 BP(GA-BP)神经网络模型, 前者可在线计算满足实时性要求, 后者可离线训练满足较高精度要求; 解决了新型冗余驱动并联机构位姿正解问题。并与常用的基于拟牛顿算法(BFGS)和基于量化共轭梯度算法(SCG)的神经网络模型进行对比分析。结果表明, GA-BP 模型和 L-M 算法模型在误差性能分析上明显优于 BFGS 拟牛顿与 SCG 算法模型; L-M 算法在计算精度稍逊于 GA-BP 模型, 而 GA-BP 模型迭代时间较长, 因此更适用于离线高精度位姿正解。

/// 摩擦学 ///

48 油水乳化液的边界润滑行为及机理分析



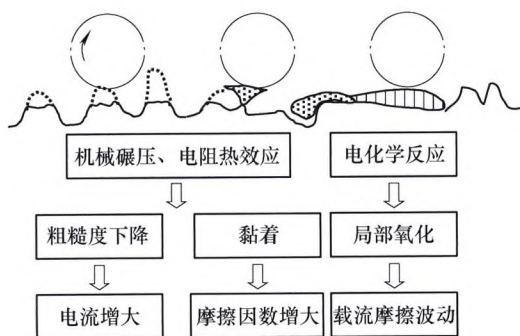
摘要: 在滑动轴承的实际应用中, 难以避免水对润滑油的侵入污染; 因此对油水乳化液的润滑研究至关重要。为探索轴承启停过程中油水乳化液的摩擦学行为及规律, 研究了不同水含量对于油水混合体系边界润滑性能及磨损状况的影响。发现在含水量低于 99.75%的乳化液中轴承钢间的摩擦因数与纯油润滑时相近, 但磨损状况较纯油差; 综合摩擦因数与磨损量测试, 认为含水量为 30%的乳化液, 其减摩抗磨效果接近纯油润滑的情况。通过黏度和润湿行为的观测, 给出了油水乳化液对于润滑作用机制的原理分析。当乳化液进入润滑接触区时, 由于液下超疏水性质, 水相极易被挤出接触区, 而油相则趋向于在试样表面润湿, 从而形成润滑油膜, 起到承载和润滑效果。



摘要: 在车辆传动系统中的密封环, 热失稳现象明显, 为掌握热失稳的形成规律和影响机制, 针对不同材料的密封环, 进行热失稳建模计算与试验研究。根据密封环热失稳现象的特点, 分别对局部高温热带和高温热点两种热失稳现象进行建模, 基于伽辽金有限元方法, 构建热-结构的耦合模型, 把非均匀分布物理场及其扰动问题, 转换为矩阵行列式进行求解, 获得了不同密封材料发生热失稳的临界速度值。随着摩擦因数的增大, 密封材料热失稳的临界速度值有下降的趋势。利用自主设计的密封环试验台进行试验分析和模型验证, 设计了密封环局部高温热带和热点的试验验证方法, 考察了聚酰胺亚和铜基粉末冶金材料密封环的热失稳试验过程, 试验与计算结果具有一致性。对试验后的密封环, 通过扫描电子显微镜观察密封表面形貌, 符合局部高温热带和热点的特征, 表明了密封环热失稳建模计算的有效性。

63 纯铜滚动载流摩擦副在不同载荷和电压作用下的失效研究

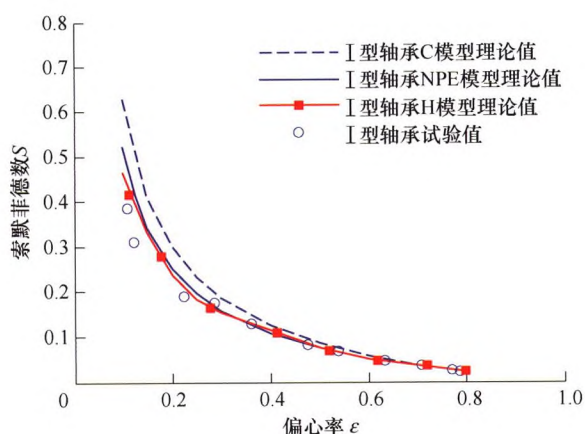
宋晨飞 孙毓明 张燕燕 孙逸翔 张永振



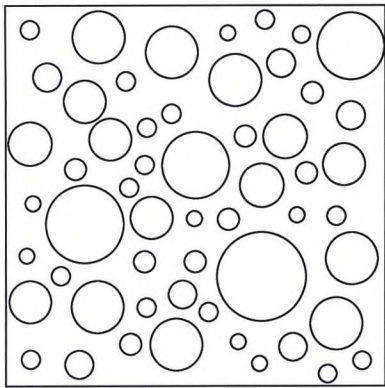
摘要: 采用FTM-CF100载流摩擦试验机, 以纯铜对滚配副为例研究了滚动载流摩擦副的失效行为和失效机制。随着测试时间的增加, 摩擦因数首先保持平稳然后逐步上升, 传导的电流在初期较快增加后保持稳定, 在此过程中摩擦因数和电流的波动性增加。经过至少180 min运行后, 保持电压不变时最终得到的摩擦因数和电流随载荷的增加而增加, 且高载荷有利于获取较低的载流/摩擦波动性; 保持载荷不变时高电压下摩擦因数更高而且波动性更大, 均高于无电流情形。滚动载流摩擦副性能失效表现为摩擦因数的大幅上升以及电流波动性恶化, 增加载荷和电压均加速失效过程。结合微观表征, 推测在高压力和电阻热的作用下表面微凸峰易发生形变, 造成载流摩擦表面粗糙度下降, 因而真实接触面积增加从而电流上升; 但此时铜材料易产生黏着, 引起摩擦因数的升高; 载流摩擦表面的局部氧化和氧化磨粒导致了载流/摩擦的波动性加剧。

71 粗糙表面湍流润滑的随机模型

朱少禹 孙 军 李 彪 张 潇 苗思铭 任燕平 朱桂香



摘要: 目前粗糙表面的湍流润滑分析一般都采用各向同性粗糙表面的湍流润滑模型, 但是该模型的适用范围过于狭窄, 不适合用于处理具有方向性特征的粗糙表面湍流润滑问题。基于Christensen的随机层流润滑理论和零方程形式的滑动轴承湍流润滑理论, 推导提出了适用于粗糙表面径向滑动轴承湍流润滑分析的随机湍流润滑理论模型。该理论模型包含三部分: 一维纵向粗糙表面径向滑动轴承的随机湍流润滑理论模型、一维横向粗糙表面径向滑动轴承的随机湍流润滑理论模型和各向同性粗糙表面径向滑动轴承的随机湍流润滑理论模型。应用提出的随机湍流润滑模型对均匀各向同性粗糙表面径向滑动轴承湍流润滑进行了分析, 结果与相应的试验数据一致性良好。提出的随机湍流润滑理论模型可以方便地用于具有方向性特征的粗糙表面湍流润滑分析。此外, 提出的随机湍流润滑理论模型不仅适用于径向滑动轴承, 而且也适用于滑块和推力轴承等摩擦副机械零件的湍流润滑研究。

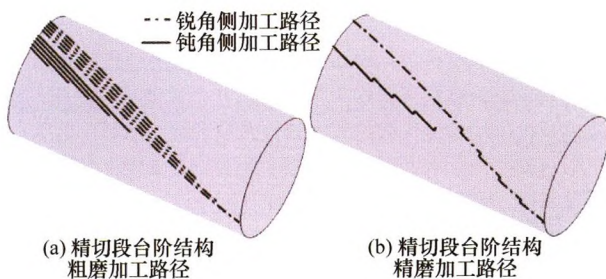


摘要: 提出了一种接触模型, 模型的建立基于经典的 Hertz 接触力学理论和现有的分形接触模型。研究了单个微凸体接触状态随尺度序数 n 的变化规律, 考虑了不同尺度序数 n 的影响而引入线性因子对模型进行修正, 采用了与以往分布函数计算方法不同的思路, 在此基础上对微凸体面积分布函数积分求和, 获得了接触表面真实接触载荷与接触面积的关系。结果表明: 单个微凸体的临界参数对接触参数有影响; 微凸体的变形顺序为弹性, 弹塑性, 塑性变形, 与传统的接触模型一致; 线性因子与特征系数 G , 分形维数 D 有一定的关系; 新的分布函数和线性因子的引入提高了接触参数的精度; 考虑多尺度特性的新模型相比经典的 GW 模型, MB 模型与 Bhushan 试验数据更接近, 尤其在接触载荷较大时; 与现有的考虑尺度因素的接触模型做比较, 计算精度有了更进一步地提高。

/// 数字化设计与制造 ///

90 螺旋内齿圈拉刀结构分析及制造方法概述

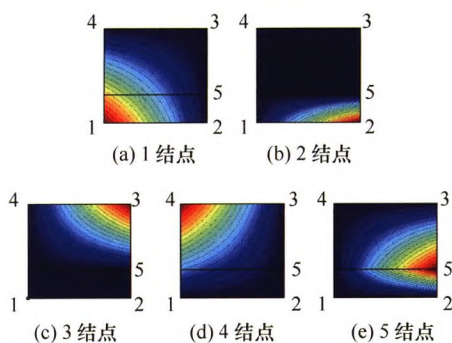
贾康 洪军



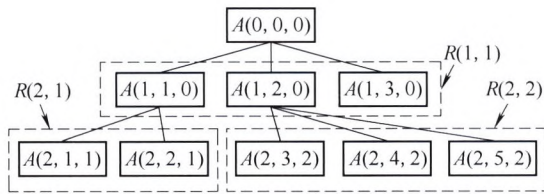
摘要: 对螺旋内齿圈螺旋拉刀的基本结构和整体制造流程及方法进行了解析。从轿车用自动变速箱的螺旋内齿圈结构出发, 对螺旋拉刀的粗切段、精切段的具体结构和工作原理进行了分析。对螺旋拉刀制造中前刀面刃磨的砂轮姿态设置、有后角要求的精切齿切削刃磨削、不同齿形交替排列粗切段的切削齿加工干涉、切削余量在廓形方向分布的精切齿铲背操作中的干涉等问题, 结合制造工艺进行了相应的基本分析。根据螺旋拉刀粗切段和精切段的切削齿分布形式和具体结构, 分别制订了合理的制造流程, 并给出了优化后的精切段台阶结构走刀路径形式。结合制造流程, 给出了简洁的在机检测工序, 并指出跨棒距和测头检测的可行条件及操作注意事项。开发出参数输入界面优化的螺旋拉刀制造 CAM 软件, 完整地实现了粗切段、精切段的试磨和检测。结果表明, 提出的整套制造流程和相关的制造问题数学解析有利地支撑了螺旋内齿圈拉刀的制造。

100 多尺度四边形单元网格连接方法研究

方锡武 林晓华 刘振宇



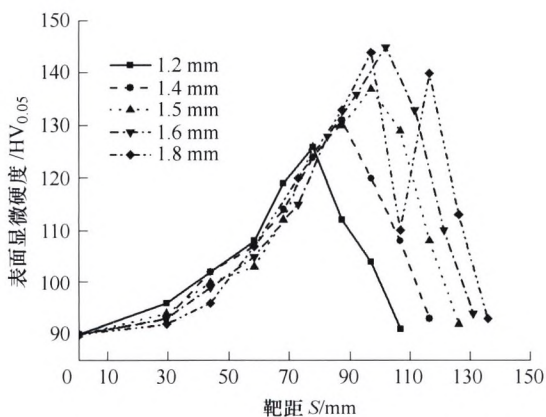
摘要: 针对多尺度问题分析时在两个异构的有限元网格接触界面存在单元结点不匹配而导致结点属性不能连续传递的问题, 提出了多结点四边形单元结点形函数构建方法。首先将不规则四边形单元及其多结点通过等参逆变换转成规则正方形单元及其多结点, 然后在规则单元中, 以每个结点为基点, 沿相互正交的两个方向在本单元内寻找近邻结点, 以基点与近邻结点之间的距离和它们的属性变化值来建立该结点形函数的两个乘积因子, 从而构建多结点形函数和修正原结点形函数, 形函数将结点属性值的影响域限制在由基点和近邻结点所确定的四边形可控区域之内, 实现了两接触网格结点属性在接触界面的无缝连接, 从而保证了分析区域的场量变化的连续性、一致性和各向同性。



摘要: 为了提高复杂产品的装配序列规划效率, 利用蚁群算法的并行性及其搜索过程的独立性, 对装配序列进行异步并行求解。首先, 调整产品结构树的装配层次关系, 并基于多色集合理论(PST)对装配层次结构进行形式化表达, 建立 PS 层次结构树; 其次, 基于“分治”原则, 建立“全局并行、区域线性”的蚂蚁搜索策略, 对 PS 层次结构树进行逐层规划和整合计算, 实现装配序列的异步并行求解, 并提高求解效率; 然后, 为了解决非线性装配序列表达方式问题, 建立装配序列树模型及其自相关矩阵。最后, 通过实验验证了异步并行装配序列方法的可行性与有效性。

120 空化水喷丸中空泡云动态演变及靶距优化研究

李富柱 谭中锐 陈立宇 李瑞涛 许桢英 王 匀



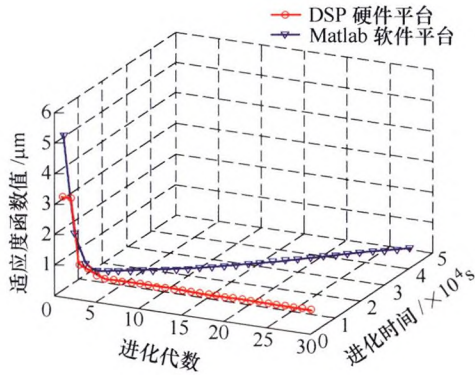
摘要: 空化水喷丸是利用空化水射流中空泡云溃灭的能量冲击金属零件表面, 使其表面产生强化效果的一种新工艺, 但目前靶距选择缺少依据。利用高速相机开展了空化水射流试验, 采用帧间差分法(Frame-difference method, FDM)分析了空泡云动态演变规律, 得出空泡集中溃灭范围。同时, 以 2A12 铝合金为例, 基于不同直径 d 的喷嘴, 进行空化水喷丸验证试验, 研究了不同靶距对材料表面性能的作用规律。结果表明, 空泡云具有明显的初生-发展-脱落-溃灭的周期性, 空泡集中溃灭范围为 $60\sim 75d$; 空化水喷丸的最佳靶距为 $60\sim 67.5d$, 但当 $d=1.8\text{ mm}$ 、靶距为 120 mm 时产生过喷现象; 提出了根据靶距空化水射流可分为液滴作用区、混合作用区和空化作用区。

127 BFPC 机床龙门框架组件优化设计及综合性能分析

沈佳兴 徐 平 于英华 郑思贤

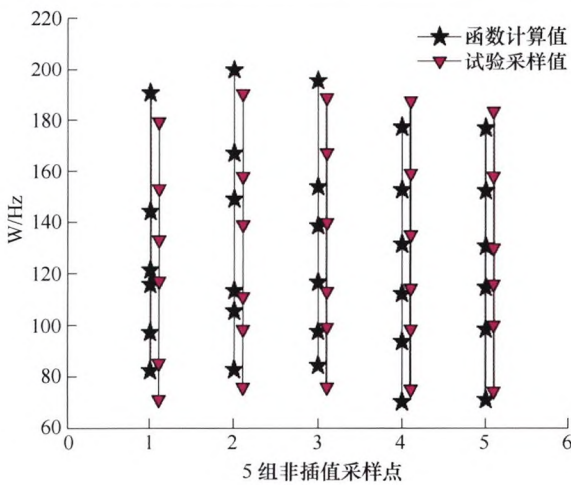


摘要: 为探索提高龙门机床综合性能的新途径, 以某型龙门加工中心框架组件为原型, 设计一种玄武岩纤维树脂混凝土龙门框架组件。然后采用拓扑优化设计、正交实验、参数优化设计相结合的方法设计并得到了最优拓扑和最优参数的龙门框架组件。最后对其静态性能、动态性能及热和热-结构耦合性能进行仿真分析, 将结果与原型比较。结果表明: 玄武岩纤维树脂混凝土龙门框架组件在质量减轻的前提下其静、动态等性能都得到了不同程度的提高。



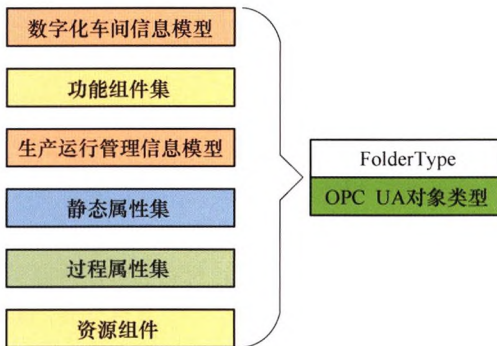
摘要: 提高微定位工作台的性能是提升高端制造装备加工性能的重要方式之一, 针对现有微定位工作台驱动系统存有驱动力小、行程短、定位精度低等问题, 研制了一台以超磁致伸缩材料为核心元件微定位工作台的驱动系统。为提高驱动系统输出位移的建模精度, 以 Jiles-Atherton 磁滞模型为基础, 建立该驱动系统的输出位移模型; 为提高模型参数的辨识精度, 将粒子群算法快速局部搜索性与人工鱼群算法全局收敛性相结合, 提出一种高精度的混合优化参数辨识算法; 为补偿驱动系统的输出位移误差, 引入一种动态递归神经网络前馈-模糊 PID 反馈控制策略; 为提高程序的执行效率, 采用了高速 DSP 芯片开发控制系统; 通过研制样机, 搭建试验平台进行验证。结果表明: 所研制驱动系统的最大位移为 30.8 μm, 最大输出力为 292.3 N, 定位精度达到 0.75 μm, 最大重复性误差为 0.4 μm, 为研制高性能精密定位装置奠定了理论基础。

144 基于径向基函数法的五轴数控机床空间动态性能研究



摘要: 在对数控机床进行动态性能分析时, 局限于某一固定位姿获取的动态特性信息不足以描述整个加工空间内的机床动态特性。针对这一问题, 提出一种基于径向基函数理论的五轴数控机床空间动态特性分析方法, 利用机床实测试验数据和径向基函数法来构建五轴联动数控机床的空间动态特性函数模型。该方法以机床固有频率这一关键动力学性能指标为例, 建立机床整机动态特性与机床位姿之间的数学关系。以一五轴数控机床为研究对象, 将试验设计方案确定的各联动轴的坐标作为试验样本点, 采用德国 M+P 振动试验设备提取样本点的试验数据, 构建反映机床空间位姿与机床前 6 阶固有频率关系的函数表达式, 并通过计算模型质量评价指标验证该模型的有效性。结果表明, 该方法能有效预测在加工空间内固有频率的分布规律及其各轴向位移变化的灵敏度, 为合理规划工艺路线提高加工精度提供技术支持。

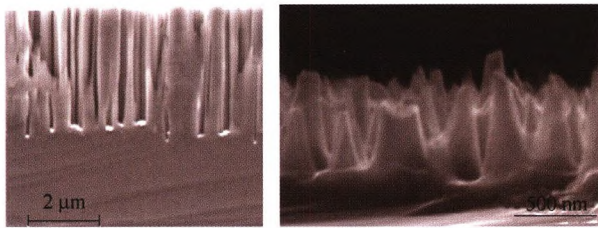
154 机床制造加工数字化车间信息模型及其应用研究



摘要: 车间/工厂内普遍存在来自不同厂家且功能各异的自动化装备和系统, 其在信息层面表现为分布于不同网络层次的异构数据。异构系统与设备之间的互联互通是实现制造信息化和智能化的基础, 是数字化车间集成的一个核心问题。解决这一问题的关键是建立规范一致的信息模型。针对机床制造加工数字化车间的信息互联互通问题, 在分析数字化车间架构、功能要求和信息流的基础上, 建立了机床制造加工数字化车间的信息模型架构。通过明确数字化车间信息模型的元素定义、建模规则和建模方法, 实现了模型的标准化和一致性。随后, 基于 OPC 统一构架(OPC unified architecture, OPC UA), 建立了该信息模型在 OPC UA 地址空间中的映射规则和基于 OPC UA 服务器/客户端实现信息模型数据存储和交互的方法。最终, 采用 OPC UA 协议将信息模型映射到 OPC UA 地址空间, 选取典型现场应用场景, 完成了信息模型的实例化, 验证了所提出的机床制造加工数字化车间信息模型的实用性。

166 晶体硅电池表面光功能织构及其制备的研究进展

许志龙 徐西鹏 黄辉 谭援强



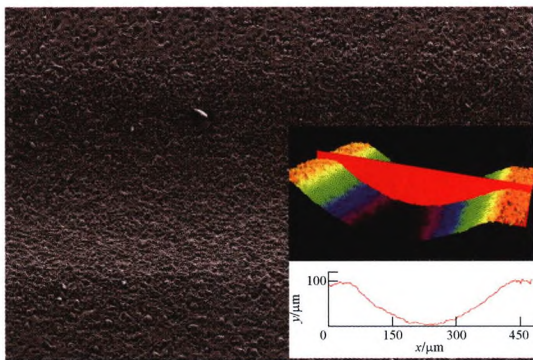
(a) MCCE 法

(b) RIE 法

摘要: 表面功能织构研究已逐步发展到多学科交叉整体性设计和制造科学问题, 晶体硅电池是太阳能光伏发电的主流产品, 表面光功能织构可有效提高晶体硅电池光电转换效率。从晶体硅电池表面光功能织构的作用出发, 介绍常规晶体硅电池表面织构的类型及其制备方法, 分析直接在晶体硅电池表面制备光功能织构的瓶颈问题, 论述复合光功能织构晶体硅电池的研究现状、存在的难点和核心问题, 指出高效晶体硅电池表面光功能织构制备的发展趋势。

176 基于液相电极的微细电火花加工方法研究

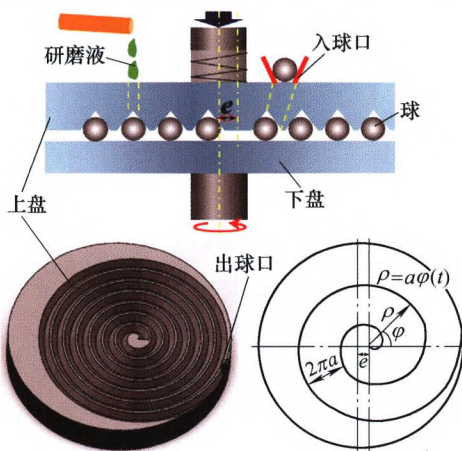
黄瑞宁 熊小刚 朱二磊



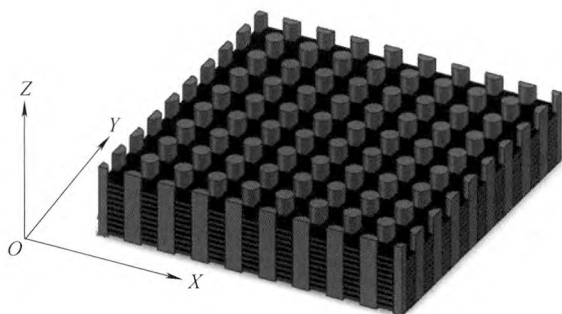
摘要: 提出了一种利用液态金属作为加工电极的新型微细电火花放电加工方法, 用于解决传统电火花加工中电极损耗引起的相关问题。该方法将导电的液态金属——镓铟锡合金注入毛细管工具电极中, 通过控制管内压力使其悬挂在工具电极末端, 脉冲电源施加在液体金属、工件之间, 并控制它们之间的间隙来进行火花放电, 从而达到蚀除工件的目的。放电过程中, 尖端的液态金属会损耗, 但在静电力以及虹吸作用下, 工具电极中的液态金属会连续供应以补偿损耗。试验结果表明, 镓铟锡合金能够作为电极进行电火花放电, 任意图案扫描刻蚀结果表明镓铟锡合金电极进行电火花放电加工的方案是切实可行的, 并且 Parylene C 镀层能够有效的保护工具电极。

183 基于偏心式变曲率沟槽的高精度球体加工理论与试验研究

郭伟刚 袁巨龙 周芬芬 项震 赵萍 吕冰海



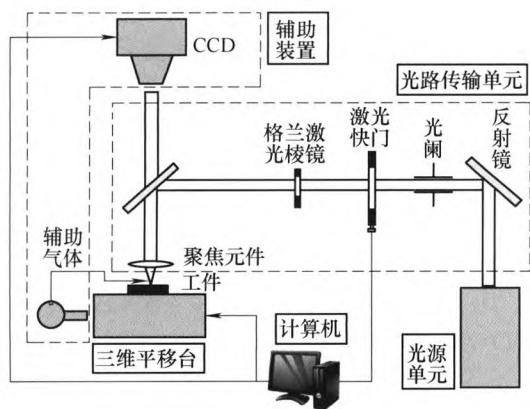
摘要: 提出基于偏心式变曲率沟槽的高精度球体批量加工方法, 加工过程中球体运动状态随磨盘沟槽曲率半径的变化而变化, 送料机构将球体从磨盘外沿的出料口依序送至磨盘中心的入料口进行循环加工。基于纯滚动运动假设, 建立单颗球体几何运动学模型, 通过旋转坐标变换计算并仿真球面加工轨迹。在自主研发的偏心式变曲率沟槽加工系统上进行加工试验, 对球体运动的宏观验证试验结果与仿真结果一致, 证明了所建的运动学模型的有效性。在加工试验研磨阶段球体的批直径变动量、球度偏差及表面粗糙度偏差均得到明显改善并逐渐收敛, 抛光阶段后得到单颗球体最好的球度值为 $0.114 \mu\text{m}$, 表面粗糙度 R_a 为 9 nm 。



摘要: 为实现柔性导向三维织造复合材料构件预制体织造过程中结构的致密化,采用数字化压实致密系统对三维织造复合材料构件进行压实特性研究,测量并记录压实过程中压实位移、压实载荷及构件回弹量与成形工艺参数之间的作用规律,揭示了纤维体积分数与压缩应力的关系。研究表明数字化柔性导向三维织造复合材料构件致密化压实过程可分为低应力线性预压实、非线性过渡压实和高应力紧密压实三个阶段,并建立复合材料构件预制体结构致密化特性的理论公式。在压实致密过程中对构件进行保压处理,分析压实载荷与保压时间的关系,表明柔性导向三维织造构件的可压缩性随着织造层数的增多而逐渐降低,回弹量与织造层数正相关,平均每层纤维回弹量逐渐降低并趋于稳定。

198 纳米孪晶立方氮化硼的飞秒激光材料去除机理

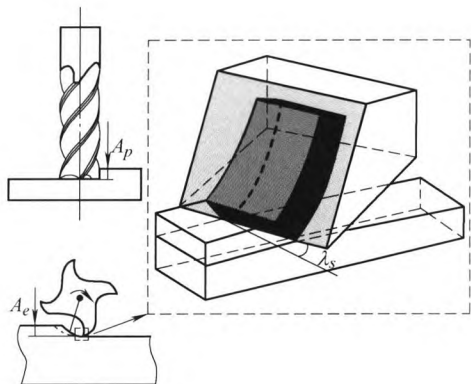
靳田野 陈俊云 王金虎 赵清亮



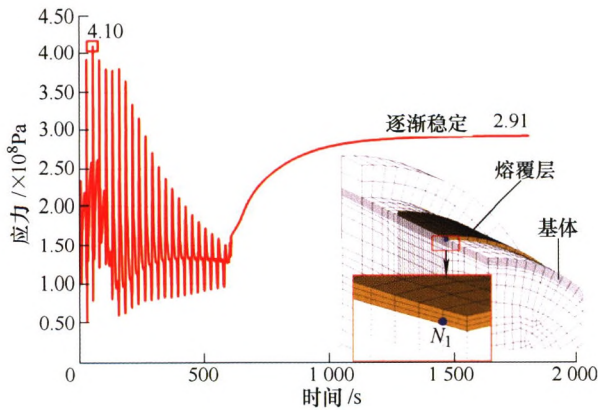
摘要: 为实现能应用于超精密切削的新型超硬纳米孪晶立方氮化硼(nt-cBN)刀具的制备,探索了飞秒激光烧蚀方法及理论公式计算出了nt-cBN的烧蚀阈值及阈值功率,分别为 0.523 J/cm^2 和 4.1 mW ;基于烧蚀阈值,对nt-cBN材料在多种烧蚀功率下的单点烧蚀圆孔形貌进行了表征,并分析了不同阶段圆孔内壁多种微结构的形成与演变机理,阐明了随激光功率增加,nt-cBN表面经历了快速热汽化、熔化和相爆炸三种材料去除机理,并形成了纳米驼峰、爆裂和周期性波纹等不同烧蚀显微结构;对nt-cBN块材进行了直线扫描烧蚀加工,提出了基于光束扫描的动态烧蚀过程对材料的破坏形式及去除原理,并与单点烧蚀形成对比;建立了不同烧蚀功率下,飞秒激光扫描速度与加工微槽宽度和深度的关系曲线,并分析了烧蚀功率和扫描速度对加工效率和加工质量的影响规律,提出了能够保证加工效率并同时改善加工质量的激光扫描速度在 0.1 mm/s 左右。

206 考虑时变性热强度和时变性热量分配比的铣刀前刀面瞬态温度场建模研究

岳彩旭 都建标 刘献礼 LIANG S Y WANG Lihui 高海宁 李恒帅



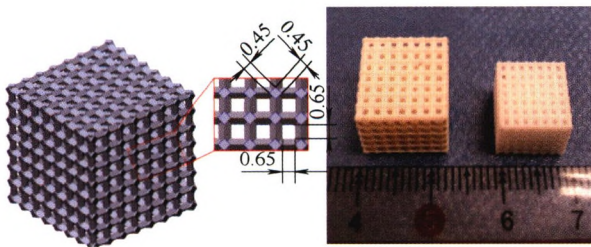
摘要: 高速周铣是一种加工范围广和生产效率高的机械加工方式,其加工过程中会出现大量铣削热,尤其是加工导热率较低的工件时更为显著,铣削温度上升和下降的周期性变化会加速刀具磨损,进而降低工件表面加工质量。由于目前在周铣加工研究中缺乏对铣刀前刀面瞬态温度场的研究,为此,综合考虑第二变形区时变性热强度、时变性热量分配比以及前角因素,提出了一种基于“移动热源法”的铣刀前刀面瞬态温度场建模方法。首先建立第一变形区热源影响下的铣刀前刀面瞬态温度场温升模型,其次建立第二变形区热源影响下的铣刀前刀面瞬态温度场温升模型,最后进行温升模型叠加计算,进而建立铣刀前刀面瞬态温度场模型。仿真与试验结果验证了模型的准确性,该模型将进一步为研究铣刀前刀面抗磨设计提供理论支持。



摘要: 为了避免激光熔覆过程产生微裂纹缺陷,对磨损轴面激光熔覆过程的热力耦合问题进行研究。根据磨损轴面激光熔覆试验建立其非线性瞬态分析数学模型,并引入有序网格离散算法进行轴面激光熔覆有限元建模,通过 ANSYS 参数化设计语言(APDL)和单元生死法编程实现金属粉末圆周堆积的瞬态热-力循环及其耦合问题求解,获得了熔覆过程的三维温度和热应力分布规律。结果表明,熔池的温度梯度较大且光斑中心靠后位置的温度最高(2 035.99 °C),各节点瞬时温度衰变规律具有相似性和时间滞后性;热应力与温度梯度对应,冷却后的应力(约 279 MPa)集中于热影响区(HAZ)且靠近覆层材料边沿侧,这与试验获得的激光熔覆残余应力基本吻合,可用于优化损伤轴面激光熔覆工艺及质量。

224 基于氧阻聚效应的陶瓷面成形工艺优化研究

刘小林 连琴 李涤尘 曹毅 伍尚华 武向权 孟佳丽 何晓宁



摘要: 氧阻聚效应的应用使得陶瓷光固化增材制造技术的加工速度和成形精度有了显著提升。利用自制的陶瓷面成形快速成型系统和具有氧阻聚效应的 Al_2O_3 陶瓷浆料,开展了氧气浓度、液槽底部 PDMS 膜的厚度对已固化层与 PDMS 膜粘接引起的分离力大小的研究;在最优 PDMS 膜厚(0.3 mm)条件下,氧气浓度对陶瓷件尺寸精度、收缩率以及力学性能的影响研究中发现,氧阻聚效应减小了固化层与 PDMS 膜粘接形成的分离力大小,但不影响陶瓷零件的弯曲强度(约 175 MPa),而且适当的氧气浓度可以显著改善零件的尺寸精度和表面质量。正交实验确定了陶瓷多孔结构成形的工艺参数(包括氧浓度、曝光强度和分层厚度)最优集,对比空气条件下(即氧气浓度约 20%)打印成形的多孔结构,最优条件下(即氧气浓度 40%)所成形的多孔结构形貌有明显提升,最大尺寸偏差减小 45%。

17 第 8 届上银优秀机械博士学位论文——佳作奖

CONTENTS

- 1 Research Progress and Development Trend of Spherical Mobile Robots**
ZHAN Qiang LI Wei
- 18 Synthesis Method for Path Generation of a Planar Four-bar Mechanism Based on the Wavelet Feature Parameters**
LIU Wenrui SUN Jianwei CHU Jinkui
- 29 Design and Kinematic Performance Evaluation of Parallel Ankle Rehabilitation Robot**
LI Jianfeng ZHANG Kai ZHANG Leiyu ZHANG Zikang ZUO Shiping
- 40 Research on Forward Kinematics of a New Type of Redundant Actuation Parallel Mechanism**
WANG Qiming SU Jian SUI Zhen LIN Huiying ZHAO Lihui
- 48 Boundary Lubrication Behavior and Mechanism Analysis of Oil-Water Emulsion**
LIU Chenxu CHEN Chaolang ZHANG Jiping DAI Yuanjing
- 55 Modeling Research on Characteristics of Two Types of Thermal Instability for Rotary Seal**
GONG Ran CHENG Zhigao XU Yi ZHANG Yudong ZHANG He
- 63 Failure of Cu Rolling Triboelectric Pairs under Various Load and Voltage**
SONG Chenfei SUN Yuming ZHANG Yanyan SUN Yixiang ZHANG Yongzhen
- 71 Stochastic Models for Turbulent Lubrication of Rough Surfaces**
ZHU Shaoyu SUN Jun LI Biao ZHANG Xiao MIAO Enming REN Yanping ZHU Guixiang
- 80 New Fractal Contact Model Considered Multi-scale Levels**
YUN Ruide DING Bei
- 90 A Survey on the Structure and Manufacturing of Helical Broaching Tools**
JIA Kang HONG Jun
- 100 Research on the Connection of Multi-scale Quadrilateral Finite Element Meshes**
FANG Xiwu LIN Xiaohua LIU Zhenyu
- 107 Asynchronous Parallel Assembly Sequence Planning Based on Ant Colony Algorithm**
LIU Xiaoyang LIU Enfu JIN Jiangyan
- 120 Study on Dynamic Evolution of Cavitation Clouds and Optimization of Standoff Distance in Water Cavitation Peening**
LI Fuzhu TAN Zhongrui CHEN Liyu LI Ruitao XU Zhenying WANG Yun

- 127 Optimization Design and Comprehensive Performance Analysis of BFPC Gantry Machine Framework Components**
SHEN Jiaying XU Ping YU Yinghua ZHENG Sixian
- 136 Development of Drive System of High Performance Micro Positioning Worktable Based on Giant Magnetostrictive Material**
YU Caofeng WANG Chuanli XIE Tian YANG Linjian JIANG Zhi
- 144 Study on the Spatial Dynamic Performance of Five-axis NC Machine Tool Based on Radial Basis Function Method**
YANG Shanshan WANG Ling LIAO Qihao LIANG Feiran YIN Guofu
- 154 Research on the Information Model of Digital Machining Workshop for Machine Tools and Its Applications**
WANG Liping ZHANG Zhaokun SHAO Zhufeng WANG Min
- 166 Progress in Surface Optical Functional Texture and Preparation of Crystalline Silicon Cells**
XU Zhilong XU Xipeng HUANG Hui TAN Yuanqiang
- 176 Investigation of Liquid Electrode for Micro-electro-discharge Machining**
HUANG Ruining XIONG Xiaogang ZHU Erlei
- 183 Theoretical and Experimental Research on Processing Balls with Eccentric Variable-radius V-groove**
GUO Weigang YUAN Julong ZHOU Fenfen XIANG Zhen ZHAO Ping LÜ Binghai
- 191 Compaction and Densification Process of Composite Component Preforms**
HU Peili SHAN Zhongde LIU Yunzhi LIU Feng HOU Zhuojian
- 198 Material Removal Mechanism of Nanotwinned Cubic Boron Nitride by Femtosecond Laser Ablation**
JIN Tianye CHEN Junyun WANG Jinhu ZHAO Qingliang
- 206 Modeling Research on Transient Temperature Field of Rake Face on End Mills Considering Time-varying Heat Intensity and Time-varying Distribution Ratio**
YUE Caixu DU Jianbiao LIU Xianli LIANG S Y WANG Lihui GAO Haining LI Hengshuai
- 217 Numerical and Experimental Investigation on Laser Cladding Treatment of Wear Shaft Surface**
SHU Linsen WANG Jiashen BAI Haiqing HE Yajuan WANG Bo
- 224 Process Optimization of Oxygen-inhibition-based Ceramic Mask-projection Stereolithography**
LIU Xiaodong LIAN Qin LI Dichen CAO Yi WU Shanghua WU Xiangquan MENG Jiali HE Xiaoning

《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)

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)		



ISSN 0577-6686



9 770577 668194