



QK1729163
CODEN CHHKA2

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

特邀专栏：500 m口径球面射电望远镜工程（FAST）

 中国机械工程学会 主办
万方数据

2017年53卷17期 半月刊

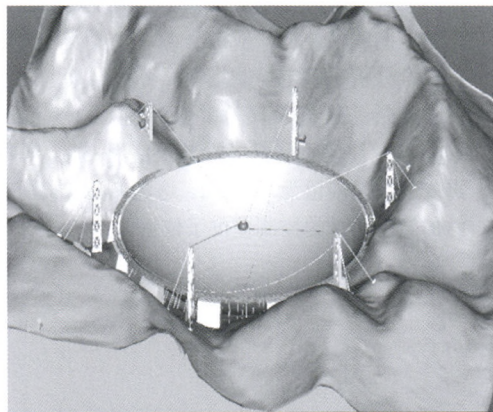
/// 特邀专栏 ///

500 m 口径球面射电望远镜 (FAST)

客座编辑: 姜 鹏 (中国科学院国家天文台)
策划编辑: 罗晓琪 (《机械工程学报》编辑部)

1 500 m 口径球面射电望远镜 (FAST)

南仁东 姜 鹏



4 FAST 反射面面板单元初始间隙

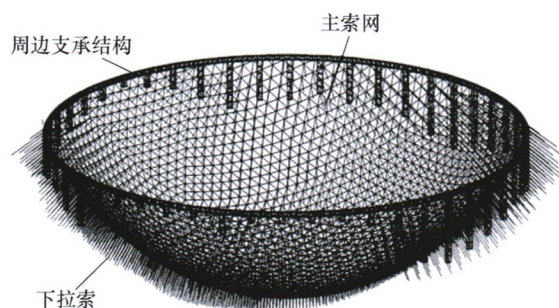
李庆伟 姜 鹏 南仁东



摘要: 500 m 口径射电望远镜(Five-hundred-meter aperture spherical radio telescope, FAST)的反射面由 4 450 块面板单元组成, 面板单元初始间隙的大小直接影响着望远镜的技术指标, 初始间隙过大会降低 FAST 的有效接收面积, 从而降低望远镜的灵敏度, 初始间隙过小又可能会导致面板单元在某些观测工况下发生碰撞, 因此合理确定反射面面板单元安装间隙对保证 FAST 的性能指标意义重大。采用矢量几何的方法给出了面板单元碰撞的判定准则, 并根据反射面整体有限元模型的分析结果, 结合判定准则, 研究了 FAST 在工作工况下, 以及在最不利的促动器故障情形下面板单元的碰撞干涉情况, 还给出了面板初始间隙的合理数值, 为下一步面板单元的设计提供参数。

10 FAST 反射面索网支承结构误差敏感性分析和多误差耦合分析

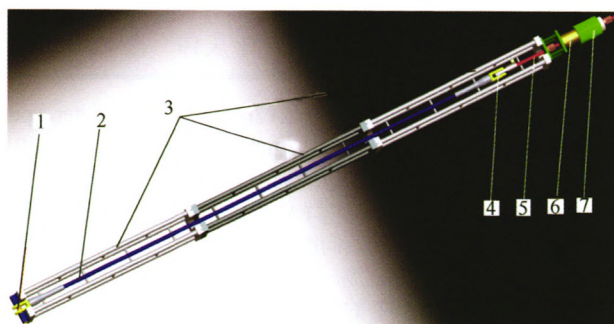
沈宇洲 罗 斌 谢国瑞 郭正兴 姜 鹏



摘要：500 m 口径球面射电望远镜 (Five-hundred-meter aperture spherical radio telescope, FAST)的主动反射面采用柔性索网作为支承结构，通过促动器连接下拉索控制索网实现主动变位观测，这对索网支承结构的制作和安装精度要求高。采用正态分布的随机误差分析方法，针对面索和下拉索的系统索长误差、主动面索张力误差及外联节点安装误差，分别进行了独立误差分析和多误差耦合分析，掌握各误差对索力的影响程度，确定各误差的控制指标。分析表明：面索系统索长误差和外联节点安装误差是影响索力的主要因素；多误差的耦合效应不是各独立误差效应的线性叠加，应综合考虑主要误差因素进行耦合分析来确定控制指标。分析结果：面索和下拉索的系统索长误差限值分别为 ± 1.5 mm 和 ± 20 mm，主动索张力误差限值为 $\pm 5\%$ ，外联节点安装误差限值为 ± 50 mm。这为 FAST 索网支承结构施工质量的控制提供了依据。

17 FAST 索网的索长高精度测控

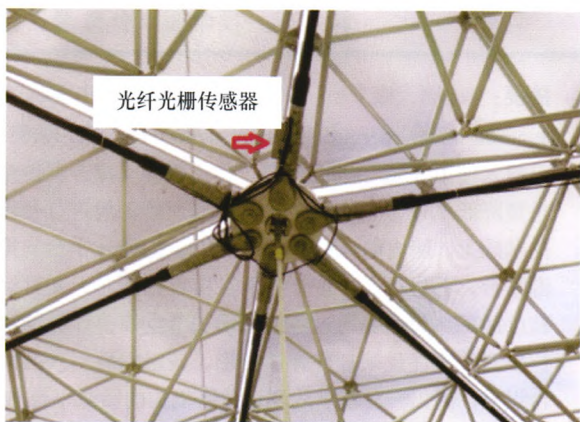
朱万旭 邓礼娇 黄 颖 欧进萍



摘要：500 m 口径球面射电望远镜((Five hundred meters aperture spherical radio telescope, FAST))是我国建成的世界第一大单口径射电望远镜，其反射面索网长度控制精度要求极其严格，误差要求控制在 ± 1 mm 以内，索长的万分之一。提出恒温持荷调索测控方法，并就钢索调索结构设计、索长稳定化措施、测量调索系统和调索操作工艺流程进行详述；对各因素导致的测量误差进行了计算和修正；通过索长测控试验，对 FAST 项目所用到的 16 种规格共抽取 48 根钢索的设计长度、实测长度以及长度误差进行统计分析。结果表明：钢索的长度控制精度在 ± 1 mm 以内，误差符合正态分布，满足 FAST 索网验收标准。

23 基于锚固区外置光纤光栅传感器的 FAST 工程拉索索力监测研究

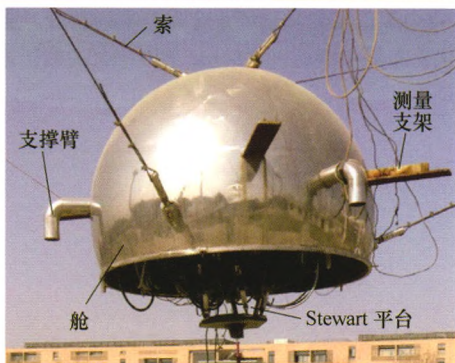
朱万旭 覃荷瑛 李居泽 欧进萍



摘要: 00 m 口径球面射电望远镜(Five-hundred-meter aperture spherical radio telescope, FAST)工程是我国重大科学工程。索网作为反射面的主要支承结构以及角度调整机构,其索力的实时有效监测对该工程的安全评估与维护起重要作用。提出在拉索的锚杯外壁耦合光纤光栅(Fiber Bragg grating, FBG)传感器测量应变值换算索力的方法。详细理论分析了拉索锚杯的轴向应力应变分布规律,推导出其与拉索索力的关系式;据此选择采用量程为 $1500\mu\epsilon$ 的光纤应变计,沿轴向安装于锚杯内孔大端附近的外壁;并采取了专用安装底座和保护外壳将补偿的温度传感器与应变传感器进行一体固定保护,确保了传感器的安全耐用及温度一体性。该工程的 316 根拉索索力监测使用了 FBG 传感器,索网安装完毕后均存活有效。在索网调节期间,将 B 区边缘索 FBG 传感器所测数据与辅助调索的测力传感器的进行比较,相对误差在 5% 以内,满足工程需求。

31 FAST 50 m 模型馈源支撑系统的结构参数优化

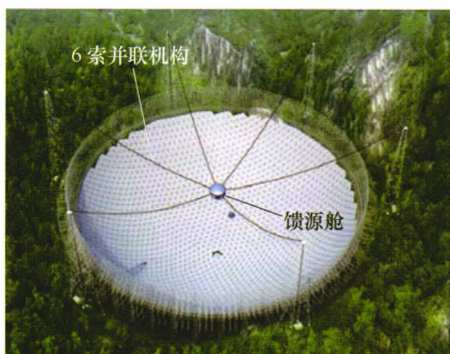
段清娟 殷成熙 段宝岩



摘要: 对大射电望远镜 50 m 缩比模型的索驱动馈源支撑系统三级结构及参数进行优化设计。考虑到馈源支撑系统的天顶角指标从 40° 增加到 60° 的技术要求,改变二级模型结构,提出了三级索驱动馈源支撑系统结构,由馈源舱, AB 轴, Stewart 平台三部分构成,为了降低索拉力差,馈源舱的调整角度设计为 20° , AB 轴调整 40° , Stewart 平台调整定位精度。对馈源舱, AB 轴的结构参数做了优化设计。并依优化结果,制造了新的三级索驱动馈源支撑系统的 50 m 缩比模型进行测试验证。

36 FAST 望远镜馈源舱精度分析研究

姚蕊 李庆伟 孙京海 孙才红 朱文白



摘要: 500 m 口径球面射电望远镜(Five-hundred meter aperture spherical radio telescope, FAST)馈源舱主要用于实现馈源的精调定位,馈源舱的精度控制机构即其内部的 Stewart 平台,根据控制方案可将馈源舱的精度分析研究简化为该 Stewart 平台的精度分析研究。根据馈源舱实际工况及控制方案,提出三类馈源舱定位精度主要影响因素,基于索驱动控制误差分析及舱索耦合情况,分析得到为避免舱索耦合而形成的馈源舱控制残差;考虑馈源舱的低刚度性,基于 Stewart 平台控制方案及结构变形分析参数,采用蒙特卡洛与区间分析方法得到结构变形造成的馈源舱定位误差;分析馈源舱实际测量手段得到测量误差,最终得到三类影响因素下馈源舱定位精度综合评估值。通过建立半物理仿真模型,使用仿真软件模拟实际工况及舱索耦合特性,以实际的馈源舱内机构为试验对象,试验验证了馈源舱精度分析的准确性,并为馈源舱后续调试及应用提供了必要的控制参数和参考。

43 基于线驱动并联机构的 FAST 馈源平台位姿测量方法

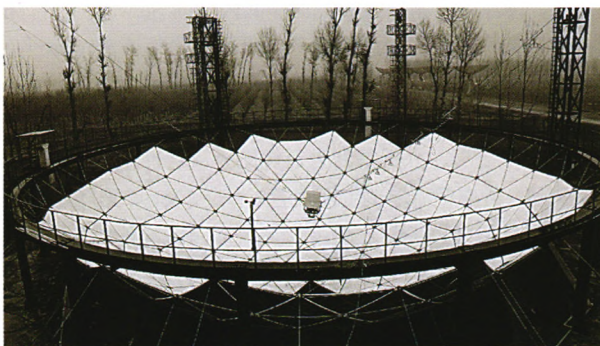
韩 旺 段学超 仇原鹰 段宝岩



摘要:“中国天眼”——500 m 口径球面射电望远镜(Five hundred meter aperture spherical radio telescope, FAST)日前已投入使用,其独创的光机电一体化馈源支撑方案使得结构重量降低 2 个数量级。在 6 根柔索对馈源舱进行初步定位的基础上,舱内的 AB 轴机构和精调 Stewart 平台支撑起馈源平台,并进行实时位姿补偿以实现馈源对天文目标的高精度跟踪。为避免通过各级驱动关节反馈值计算馈源平台位姿时,不能反映杆件弹性变形、铰链间隙引入的馈源平台误差,提出一种基于线驱动并联机构的馈源平台 6 自由度位姿直接测量方法,研究了测量系统的数学模型,利用机构构型的特点简化了线驱动并联机构的位姿正解算法。通过将简化后的位姿正解算法与传统 6 自由度机构位姿正解算法进行对比,验证了该方法的有效性和实时性;进一步分析了基于该方法的测量系统误差来源,得出了机构参数的误差映射关系。数值仿真结果表明:基于线驱动并联机构 6 自由度位姿测量系统具有误差平均效应,通过拉线连接点优化布局能够达到 0.5 mm 和 0.025°的测量精度。

50 FAST 馈源支撑系统的终端精度保证研究

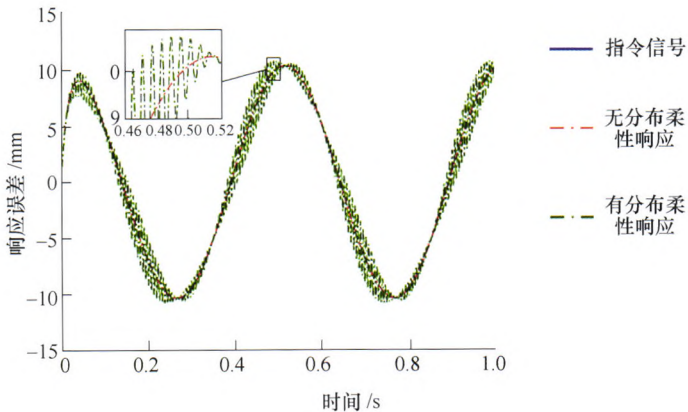
刘志远 陈 炼 邵珠峰 王立平 唐晓强



摘要:我国自主设计和建造的 500 m 口径大型射电望远镜 (Five-hundred-meter aperture spherical radio telescope, FAST)已经顺利完成主体工程,后续将转入控制调试和试运行阶段。创新的光机电一体化馈源支撑系统有效减轻了系统重量和造价,但是大跨度索并联机构的使用导致了风扰振动问题。FAST 馈源支撑系统的终端轨迹精度是实现其观测能力的关键,因此迫切需要展开抑振控制研究,以保证系统稳定性和终端精度,支撑后续天文观测功能的实现。针对该问题,建立轨迹补偿和内力抑振控制逻辑,并利用馈源支撑系统缩尺模型完成了轨迹补偿抑振控制的试验研究。建立 FAST 馈源支撑系统的整体动力学仿真模型,开展了内力抑振控制的仿真研究。对上述两种抑振控制方法的特点和适用性展开了讨论。抑振控制方法及对比讨论研究为 FAST 项目的工程实践提供了理论指导和试验支撑,并可拓展应用于其他柔性支撑机构的控制研究。

60 机电-刚柔耦合特性作用下线性进给系统动力学分析

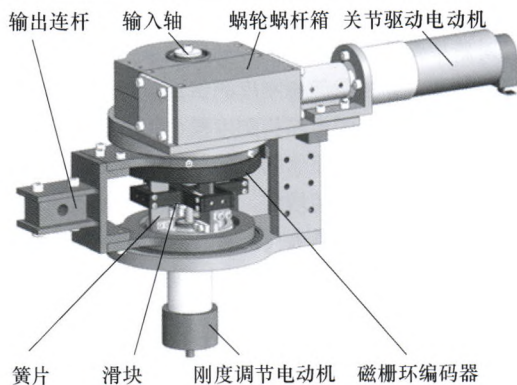
李 杰 谢福贵 刘辛军 刘大炜 李福华 姜 忠



摘要: 动力学特性是影响进给系统动态误差的关键因素。机电-刚柔耦合特性作用下动态误差的产生机理尚未得到系统性阐述,这使得进给系统动力学优化和动态误差抑制研究依然存在一定盲区。考虑线性进给系统的集中柔性和分布柔性特征,构建了进给系统的机电-刚柔耦合动力学模型,通过数值仿真讨论了进给系统对阶跃信号和正弦信号的响应特性,分析了线性进给系统动态误差的产生过程及各类因素对动态误差的影响规律。所构建的机电-刚柔耦合动力学模型能够系统性地阐述动态误差的产生过程,可为直线进给系统动力学优化设计以及动态误差抑制研究奠定理论基础。

70 基于折叠式串联簧片的可调刚度致动器设计

刘 畅 毕树生 赵宏哲 周晓东



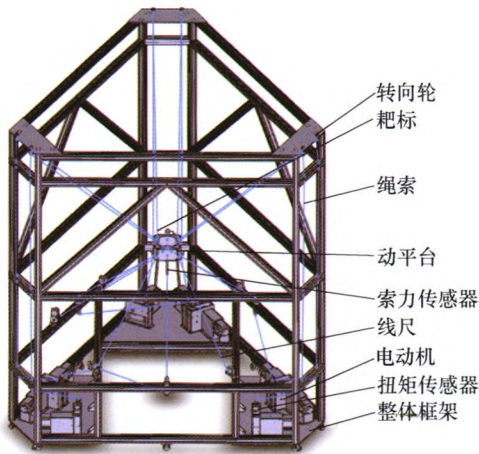
摘要: 可调刚度致动器能为机器人动态性能和人机交互安全性带来显著提升。在对常见簧片型变结构式刚度调节机理进行分析总结的基础上设计一种基于折叠串联型平行排布簧片组的新型旋转式可调刚度致动器,分析其刚度调节原理并介绍样机机械结构。针对实际刚度调节机构中簧片与滑块滚子的间隙,建立修正的关节旋转刚度解析模型。通过系统试验证明了模型的准确性和整体方案的可行性。折叠式串联簧片的应用使系统在有限的尺寸和足够的承载能力下获得了更大的刚度调节范围。簧片的平行排布设计则实现了多组柔性单元滑块滚子运动的同步及关节驱动与刚度控制的解耦。

78 机器人辅助膝关节置换术的术前规划研究综述

雷静桃 唐明瑶 王君臣 胡 磊 王田富



摘要: 膝关节置换术是治疗严重膝关节病变的骨科手术,进行胫骨和股骨病变部位的截骨操作并用人工假体替换,实现缓解膝关节病人疼痛和恢复患者膝关节功能。机器人辅助膝关节置换术的术前规划,根据患者膝关节的 CT 或 MRI 扫描图像,基于逆向工程技术重建患膝的三维数字化模型,在三维可视化软件导航下,进行股骨和胫骨截骨平面确定,为医生确定最佳手术方案、辅助医生完成精准的手术操作提供三维可视化界面。综述机器人辅助膝关节置换术的术前规划系统,包括关节三维模型重建、假体设计及术前预植入、下肢生物力学测量、植入假体关节生物力学分析等,阐述了国内外术前规划的研究现状及关键技术,分析了机器人辅助关节置换术的术前规划技术发展 趋势。

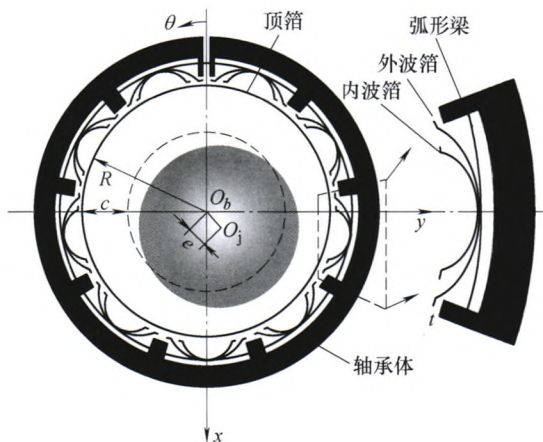


摘要: 提出一种九索驱动的 6 自由度柔性并联机构。依据静力学方程推导出该九索柔性并联机构的结构矩阵, 使用力封闭算法计算出九索并联机构在特定受力状态下索力的分布, 通过判断不同位置各索拉力的大小, 从而确定出柔索并联机构在特定设计参数和特定受力状态下的工作空间。并以工作空间和工作空间分布情况为优化指标对索并联机构进行优化设计, 利用三种试验设计方法布置试验点的位置, 利用响应面法构建二阶响应面模型, 从而对九索在框架上的安装位置、九索在动平台上下表面的连接位置进行优化设计, 获得能使工作空间最大且沿竖直方向分布最均匀的优化结果。最后利用 ADAMS 搭建九索并联机构的虚拟样机模型, 进行仿真分析, 验证优化结果的准确性和优化过程的合理性。

机械动力学

103 考虑滑移流影响的新型弹性支承微型箔片动压气浮轴承的性能分析

冯 凯 王乾振 李文俊 赵雪源 张智明



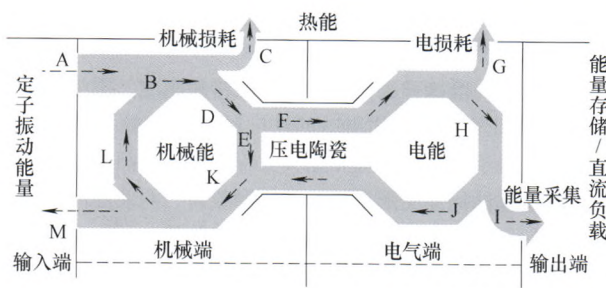
摘要: 针对新型弹性支承微型箔片动压轴承的弹性结构, 提出了刚度预测模型, 并搭载静态刚度测试试验台, 验证了计算模型的正确性。通过耦合弹性结构刚度模型和考虑一阶滑移流的雷诺方程, 研究了在滑移流影响下的轴承的静、动态特性。发现在定转速下, 随着载荷的增加, 滑移流对于轴承的偏心率和最小气膜厚度的影响逐渐增大; 随着转速的增加轴承刚度逐渐增加, 阻尼则逐渐减小; 在滑移流影响下轴承刚度减小, 阻尼增加。弹性支承结构的厚度和单元个数对于静态结果影响明显。

113 基于非规则网格的随机稀疏声阵列搭建方法

刘志红 仪垂杰 王文明 李燕超 王万凯



摘要: 为解决多源运动声场测量中声阵列的高效生成和搭建依据问题, 提出以非规则网格同轴圆环阵为基础结构形式, 制定非规则网格的规划方案, 采用均一概率密度分布, 将阵列面等面积分区, 网格点等量分配, 构建了以分区数和网格点数为维度的基础阵数学模型, 利用此模型和推导的运动声场随机声阵列结构滤波条件, 经伪随机生成, 随机筛选出阵列传声器位置, 形成候选阵, 进一步, 由提出的目标阵性能评价参数和原则, 从候选阵中生成目标阵。经模拟仿真和实车实验, 验证了随机阵生成过程的高效性和性能的稳健性。该方法将复杂冗长的阵列结构随机生成过程转化为传声器位置的矩阵优化运算, 大幅度提高了阵列生成速度。同时, 给出了测量多源运动声场的随机稀疏声阵列搭建原则。

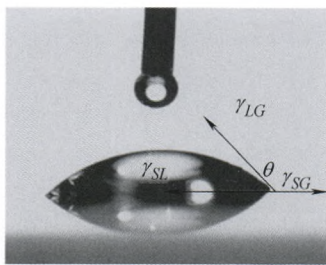


摘要: 针对能量回馈型超声波电动机振动能量采集系统, 建立了其等效电路模型, 给出了系统能量流图, 分析了不同接口拓扑电路下的系统能量组成, 建立了系统电荷-电压轨迹图, 定量分析系统采集能量、损耗能量以及提取能量, 数值分析了拓扑电路整流电压系数、二极管导通压降、电压翻转系数及机电耦合系数等对采集能量、损耗能量及提取能量的影响, 试验验证了数值分析结果的正确性。研究结果表明机电耦合系数越大、开关电路电压翻转系数和二极管导通压降越小, 越有利于提高能量采集系统的输出性能。

摩擦学

131 绿色切削微量润滑技术润滑剂特性研究进展

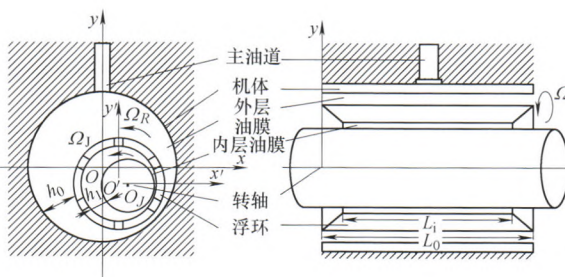
袁松梅 朱光远 王 莉



摘要: 微量润滑技术作为一种典型的绿色冷却润滑方式, 近年来逐渐受到科学界和产业界的重视。而目前在微量润滑技术工程化应用中, 由于机理研究的缺乏, 在加工工艺参数的选择上始终存在盲目性, 也难以实现微量润滑系统参数与加工工艺参数的最佳匹配, 以达到最优的切削效果。作为微量润滑技术工程化应用中的关键因素之一, 润滑剂特性决定于工艺参数及润滑剂的理化性质, 并直接影响到微量润滑技术的冷却润滑效果。综述微量润滑技术雾粒特性、渗透特性及润滑剂选择方面的最新研究进展, 旨在建立其与切削性能之间的量化关系。这些研究可为进一步揭示微量润滑技术增效机理提供理论依据; 为微量润滑系统参数和工艺参数的优化, 选择和研制微量润滑专用润滑剂, 建立微量润滑绿色切削整体解决方案提供科学指导。

141 增压器浮环轴承润滑和散热性能的影响因素研究

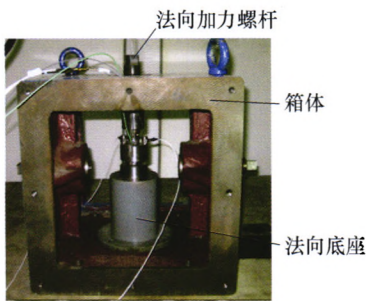
李佳琪 倪计民 石秀勇 徐晓川 陈振斌 刘 越



摘要: 在以往对增压器浮环轴承润滑性能的研究中, 大都忽略了转轴—浮环—轴承座之间的传热, 这与实际的浮环润滑摩擦状况相去甚远, 且没有研究浮环轴承的散热性能。考虑转轴—浮环—轴承座之间的热传递, 建立转轴—浮环—轴承座热量传递模型, 基于 Reynolds 方程和浮环平衡方程, 建立浮环轴承润滑模型, 同时对浮环轴承润滑性能和散热性能进行分析, 研究浮环厚度、外层间隙、内圆宽度和外圆宽度对浮环轴承润滑和散热性能的影响规律。结果表明: 减少浮环厚度可以明显改善浮环的润滑和散热性能; 浮环外层间隙增加可以降低浮环温度, 改善浮环轴承的散热性能; 内圆宽度增加, 环速比、内膜温度、浮环摩擦功耗和轴承座散热量增加; 外圆宽度增加, 环速比减小, 轴承座散热量增加; 黏压效应对浮环轴承润滑和散热性能的影响很小。

149 考虑微凸体相互作用的机械结合面接触刚度模型

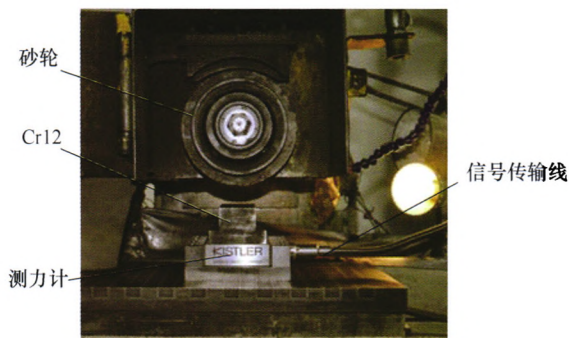
田小龙 王 雯 傅卫平 高志强 娄雷亭 吴洁蓓 李鹏阳



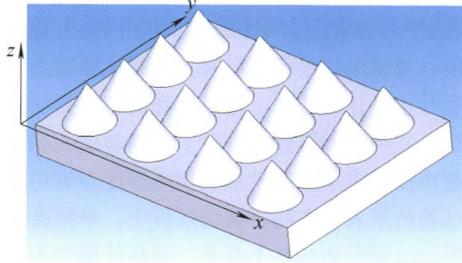
摘要: 为准确预测两粗糙表面的接触刚度, 围绕考虑微凸体间发生相互作用时的法向结合面接触问题展开研究。基于圣维南原理和勒夫方程, 建立微凸体相互作用所引起的局部变形量与局部接触载荷、两表面间压强、材料属性参数之间的函数关系; 将其代入 KE 弹塑性接触模型中, 建立考虑微凸体相互作用的 KE 接触刚度模型, 并提出数值迭代方法进行求解; 之后, 分析在不同塑性指数下微凸体相互作用对接触载荷、面积、刚度间关系产生的影响规律, 并给出考虑微凸体相互作用的 KE 及 ZMC 模型接触刚度对比。研究表明: 微凸体相互作用对于两表面间平均距离与接触载荷的关系有着明显的影响, 这使得真实接触面积与接触刚度与原未考虑微凸体相互作用的 KE 模型有明显差异, 且随着塑性指数的增大, 差异随之变小。最后, 通过试验对考虑与未考虑微凸体相互作用的 KE 及 ZMC 模型接触刚度计算结果进行验证, 试验对比分析表明: 建立的考虑微凸体相互作用的 KE 接触刚度模型更加贴近试验结果。

160 液体润滑剂/ β -环糊精包合物为填料的酚醛树脂砂轮自润滑性能研究

吕 涛 黄水泉 易 芳 万家傲 许雪峰



摘要: 以液体润滑剂(二烃五硫化物, RC2540)和 β -环糊精(β -CD)为原料制备了纳米级润滑剂包合物, 以包合物为填料制备了一种新型的具有自润滑性能的酚醛树脂砂轮。分析包合物在树脂中的形态及热重情况, 考察包合物填充量对砂轮力学性能的影响。分别研究包合物含量和磨削参数(磨削速度、进给速度、磨削深度)对砂轮磨削性能的影响, 分析包合物在磨削过程中释放 RC2540 并产生自润滑作用的机理。结果表明, 润滑剂包合物在酚醛树脂固化过程中未被破坏; 当包合物添加剂的填充量小于 20% 时, 砂轮的抗拉强度和硬度均可满足实际使用要求; 相同磨削条件下, 填充 10% 包合物砂轮的磨削力相比于普通砂轮减小 40% 左右, 温度降低 35% 左右, 显现出良好的磨削性能。砂轮中的包合物在磨削过程中破裂, 均匀释放出的 RC2540 与 β -环糊精的摩擦产物共同作用于磨面上形成自润滑层, 该自润滑层具有良好的减摩、抗磨和提高表面质量的作用。

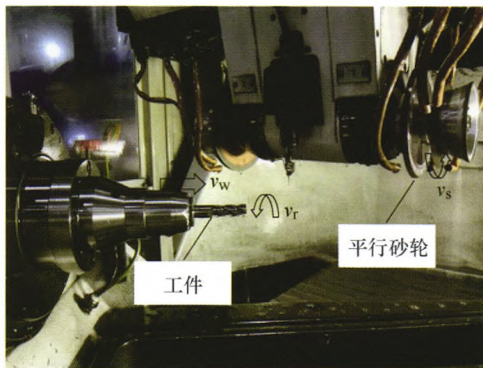


摘要:按照一个弹性微凸体的平均接触压强构筑微凸体顶端接触变形。计及动摩擦因数计算微凸体最初屈服的临界平均压强。采用以无阻尼自然角频率为自变量的功率谱密度函数,给出识别界面分形维数、特征长度的理论和试验方法。仿真结果表明:微凸体最初屈服的临界平均压强随着动摩擦因数的增加而变小;分形区域扩展因数随着分形维数的增加而减小;微凸体最大结合面积随着分形维数的增加呈现线性减小;增加动摩擦因数、面积比和特征长度都将衰减法向接触刚度;法向接触刚度随着分形维数、接触面积的比率、法向接触载荷或微凸体最大结合面积的增加而增强。按照有限元模拟对界面法向接触参数识别结果进行证明。考虑界面参数的有限元模型得到的动柔度、法向接触刚度数据与试验数据一致。

/// 制造工艺与装备 ///

185 硬质合金立铣刀螺旋槽磨削表面粗糙度模型研究

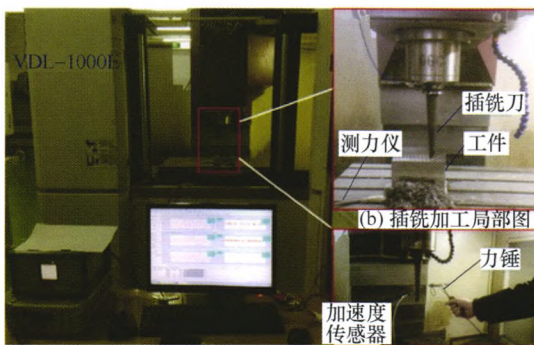
宋铁军 周志雄 李伟 黄向明 陈启迪



摘要:基于立铣刀螺旋槽的加工原理,根据安装参数确定砂轮磨削螺旋槽的磨削接触区;分析螺旋槽磨削接触区内砂轮与工件的等效直径和有效速度,发现立铣刀螺旋槽磨削既有外圆磨削的特点也有内圆磨削的特征。考虑硬质合金工件材料塑性隆起和砂轮速度与工件速度之间夹角对表面粗糙度的影响,建立立铣刀螺旋槽磨削表面粗糙度计算模型,分析砂轮直径、砂轮速度和工件进给速度对磨削表面粗糙度的影响。在五轴联动数控工具磨床上使用金刚石平行砂轮进行螺旋槽磨削试验。使用超景深显微镜对立铣刀螺旋槽磨削表面形貌进行分析,使用白光干涉仪测量螺旋槽磨削表面粗糙度大小。试验结果验证了硬质合金立铣刀螺旋槽磨削表面粗糙度计算模型的正确性。该模型为其他整体式刀具螺旋槽磨削表面粗糙度的计算提供了理论参考。

193 基于动态切削力系数的插铣加工过程稳定性研究

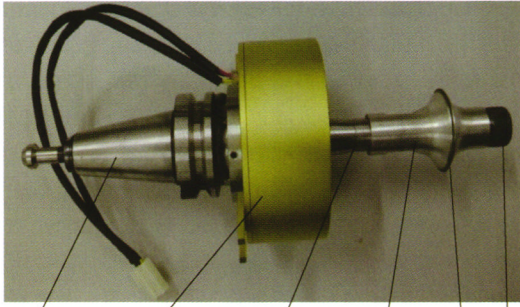
岳彩旭 高海宁 刘献礼



(a) 加工总布局图

(c) 模态试验局部图

摘要:插铣过程中切削力系数随切削参数的改变而变化,但在切削力仿真和稳定性边界绘制过程中总假定切削力系数是不变的,这样使得预测结果误差较大。针对上述问题,以冲击式水轮机水斗材料 0Cr13 不锈钢插铣过程为研究对象,结合修正的插铣力模型,采用正交试验法、平均切削力法及偏最小二乘法得到随切削参数变化的动态切削力系数模型。对模型系数标准化分析得到影响切削力系数 K_t 、 K_r 和 K_a 大小的最主要因素分别为进给量、径向切宽和进给量。基于动态切削力系数对插铣加工过程切削力及稳定性进行了研究,使用恒定切削力系数、动态切削力系数分别得到切削力仿真与稳定性边界,验证试验结果表明动态切削力系数的仿真精度更高,结果为冲击式水轮机水斗插铣加工工艺优化和刀具设计提供理论支持。



BT40刀柄 旋转信号系统 一级变幅杆 二级变幅杆 锯片 螺栓

摘要：超声加工为硬脆性材料零件制造提供了一种高效精密加工方式，随着对超声加工研究的不断深入，超声辅助加工的形式也越来越多，提出一种结合径向超声振动辅助超薄金刚石锯片进行光学玻璃材料锯切研究。利用 Pro/E 建模与有限元分析手段，对采用二级变幅杆来实现超声振动方向的轴—径向转变进行了设计和仿真，完成了径向超声振动锯切装置的设计制造，并利用该装置，进行了光学玻璃的锯切试验，探索径向超声振动中单颗磨粒最大切削厚度对锯切过程机理的影响，试验结果表明在超声锯切过程中，单颗磨粒最大切削厚度对锯切比能的影响并不显著，而传统锯切方式中锯切比能随之增大而减小，这与光学玻璃材料在锯切过程中的材料去除方式有着一定关系，超声锯切过程中材料更多以脆性断裂方式去除，同时，超声振动在锯切过程中减少了金刚石锯片与工件间的摩擦，从而降低其能耗。

CONTENTS

- 1 Five-hundred-meter aperture spherical radio telescope(FAST)**
NAN Rendong JIANG Peng
- 4 Initial Gap between Panels of the Reflector of FAST**
LI Qingwei JIANG Peng NAN Rendong
- 10 Error Sensitivity Analysis and Multiple Error Coupling Analysis of FAST Cable-net Supporting Structure**
SHEN Yuzhou LUO Bin XIE Guorui GUO Zhengxing JIANG Peng
- 17 Design and Process Control of Cable Length with Millimeter Accuracy of FAST Project**
ZHU Wanxu DENG Lijiao HUANG Ying OU Jinping
- 23 Monitoring Cable Force of FAST Project Based on Fiber Bragg Grating Sensor External Installed on Anchorage Zone**
ZHU Wanxu QIN Heying LI Juzhe OU Jinping
- 31 Parameter Optimization of a Feed Structure for 50 m Scaled Model of the Large Spherical Radio Telescope**
DUAN Qingjuan YIN Chengxi DUAN Baoyan
- 36 Accuracy Analysis on Focus Cabin of FAST**
YAO Rui LI Qingwei SUN Jinghai SUN Caihong ZHU Wenbai
- 43 Position-orientation Measurement Method for the FAST Feed Platform Based on Wire-driven Parallel Mechanism**
HAN Wang DUAN Xuechao QIU Yuanying DUAN Baoyan
- 50 Terminal Accuracy of the Feed Support System in FAST**
LIU Zhiyuan CHEN Lian SHAO Zhufeng WANG Liping TANG Xiaoqiang
- 60 Dynamic Modeling of a Linear Feed Axis Considering the Characteristics of the Electro-mechanical and Rigid-flexible Coupling**
LI Jie XIE Fugui LIU Xinjun LIU Dawei LI Fuhua JIANG Zhong
- 70 Novel Variable Stiffness Actuator Based on Folded Serial Leaf Springs**
LIU Chang BI Shusheng ZHAO Hongzhe ZHOU Xiaodong
- 78 Review of the Preoperative Planning of Robot Assisted Knee Arthroplasty**
LEI Jingtao TANG Mingyao WANG Junchen HU Lei WANG Tianmiao
- 92 Optimization Design of a Parallel Mechanism Driven by Nine Cables Based on Experimental Design Methods and Response Surface Methods**
ZHENG Yu MENG Fanwei YANG Zhanli YI Wangmin

- 103 Static and Dynamic Performance Analysis of a Novel Mesoscale Gas Foil Bearings Consider the Effect of Slip Flow**
FENG Kai WANG Qianzhen LI Wenjun ZHAO Xueyuan ZHANG Zhiming
- 113 The Building Method of Random Sparse Acoustic Array Based on Irregular Grids**
LIU Zhihong YI Chuijie WANG Wenming LI Yanchao WANG Wankai
- 122 Analysis on the Vibration Energy Harvesting System of the Energy Harvesting Type Ultrasonic Motor**
WANG Guangqing XU Wentan YANG Binqiang
- 131 Recent Progress on Lubricant Characteristics of Minimum Quantity Lubrication (MQL) Technology in Green Cutting**
YUAN Songmei ZHU Guangyuan WANG Li
- 141 Study on Factors Affecting Lubrication and Heat Dissipation Performance of Floating Ring Bearing in Turbocharger**
LI Jiaqi NI Jimin SHI Xiuyong XU Xiaochuan CHEN Zhenbin LIU Yue
- 149 Contact Stiffness Model of Mechanical Joint Surfaces Considering the Asperity Interactions**
TIAN Xiaolong WANG Wen FU Weiping GAO Zhiqiang LOU Leiting WU Jiebei LI Pengyang
- 160 Self-lubrication Performance of Phenolic Resin-bonded Grinding Wheel Filled with Inclusion Complex of β -Cyclodextrin and Liquid Lubricants**
LÜ Tao HUANG Shuiquan YI Fang WAN Jiaao XU Xuefeng
- 172 Fractal Model of Normal Stiffness for Slow Sliding Surface in Machine Tool Ground Foot and Experimental Confirmation**
TIAN Hongliang DONG Yuanfa YU Yuan ZHANG Yi CHEN Tianmin ZHENG Jinhua
- 185 Roughness Model for Helical Flute of Cemented Carbide End Mill under Grinding**
SONG Tiejun ZHOU Zhixiong LI Wei HUANG Xiangming CHEN Qidi
- 193 Research on the Stability of the Machining Process Based on the Dynamic Cutting Force Coefficient**
YUE Caixu GAO Haining LIU Xianli
- 202 Study on Manufacturing of Radial Ultrasonic Sawing System and Its Application**
SHEN Jianyun CHEN Jianbin WANG Jiangquan XU Xipeng

《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(教授) 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(教授)
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 668170