

## 微纳尺度实验力学检测技术与应用

MS23

CCTAM2009-003364

**AFM 轻敲模式测量中由悬臂梁振幅反推针尖与样品相互作用力的方法**

徐金明

中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室,  
北京 100190

中国科学院研究生院, 北京 100190

原子力显微镜 AFM 的轻敲模式是测量软物体表面形貌的常用模式。但在测量过程中针尖与样品间的相互作用会使得测量形貌与真实形貌产生差异, 包括样品变形的效应, 不同轻敲振幅设置导致的不同形貌测量结果, 样品与悬臂梁的耦合振动对测量信号产生的影响等。本文首先验证了伯努利梁模型在 AFM 轻敲模式下的适用性, 然后采用伯努利梁模型研究了针尖与样品的相互作用对测量的影响。在此基础上, 给出了由测量振幅反推针尖与样品间相互作用力的方法, 为进一步改进用 AFM 轻敲模式测量样品形貌及其力学性质提供了思路。

**关键词:** AFM, 轻敲模式, 伯努力梁模型, 耦合振动, 形貌修正

MS23

CCTAM2009-003365

**SiC 陶瓷粉末烧结过程微结构演化的 SR-CT 技术实时研究**

许峰 \*, 胡小方 \*, 赵建华 \*, 袁清习 +

\* 中国科学技术大学, 中国科学院材料力学行为和设计重点实验室, 合肥 230026, xufeng3@ustc.edu.cn

+ 中国科学院高能物理研究所, 北京 100039

采用 SR-CT 方法实现了碳化硅粉末高温烧结过程中内部微观结构演化的实时观测。通过数字图像处理方法对不同烧结时刻的样品孔隙率进行了统计, 得到了孔隙率随烧结时间和烧结时间对数的变化曲线, 并结合现有烧结理论进行了初步的分析, 为进一步验证烧结理论和优化烧结过程提供了有力的实验支持。

(1) 在高温烧结过程中对碳化硅粉末样品实时投影成像, 应用滤波反投影算法和数字图像处理技术, 得到了样品在整个烧结过程中内部微结构演化的二维和三维重建图像, 通过重建图像清晰观测了样品在烧结初、中、后期不同的微结构演化特征: (1) 烧结时间  $t < 300\text{min}$  (烧结温度  $T < 1300^\circ\text{C}$ ) 时颗粒间逐渐形成接触, 烧结颈初步形成, (2) 烧结时间  $300\text{min} < t < 450\text{min}$  ( $T = 1300 \sim 1500^\circ\text{C}$ ) 时, 颗粒间开始发生物质传输, 颗粒和气孔随烧结颈长大而长大, (3) 烧结时间  $t > 450\text{min}$  ( $T = 1500^\circ\text{C}$ ) 时, 颗粒形成连通网络、气孔孤立球化并收缩。

(2) 通过孔隙率 - 烧结时间和孔隙率 - 烧结时间对数的变化曲线, 可以得到样品在各烧结阶段不同的致密化特点: (1) 当烧结时间  $t < 300\text{min}$  (烧结温度低于  $1300^\circ\text{C}$ ) 时, 样品孔隙率减小但速率缓慢, 样品虽发生致密化但致密化程度较低, 样品处于烧结初期; (2) 当烧

结时间  $t > 300\text{min}$  (烧结温度高于  $1300^\circ\text{C}$ ) 时, 样品孔隙率变化加剧, 为烧结中期。(3) 当烧结时间  $t > 450\text{min}$  时, 样品孔隙率变化减缓, 致密化趋于停止, 此时烧结已经进入了后期。

(3) 当烧结时间处于  $t = 300 \sim 450\text{min}$  阶段时 (烧结中期), 样品孔隙率和烧结时间对数曲线具备良好的线性关系, 很好地吻合了现有烧结理论。国家自然科学基金重点项目 (10732080) 与北京同步辐射实验室 (BSRF) 基金共同资助。

**关键词:** 材料检测与分析技术, 固相烧结, 同步辐射 CT, 碳化硅粉末, 微结构演化

MS23

CCTAM2009-003366

**不同压力弹塑性接触界面非线性超声检测研究**

焦敬品, 曾宪超, 杨敬, 何存富, 吴斌

北京工业大学机械工程与应用电子技术学院,

北京 100124, jiaojp@bjut.edu.cn

利用非线性超声波技术进行机械结构非完好接触界面评价方法研究。基于非线性界面刚度模型, 理论分析和数值模拟了不同外载压力作用时的界面刚度特性。在此基础上, 采用不同表面粗糙度的铝试件, 进行了加压 - 卸载作用下, 接触界面处二次谐波产生行为的试验研究。矩形窗调制的 35 个周期, 中心频率为 5MHz 的正弦波, 垂直入射到接触界面, 通过接收到的透射信号, 提取了基波和二次谐波幅值, 获得了接触界面的非线性参数和一阶、二阶界面刚度系数。理论及实验结果表明, 接触界面的接触状态对二次谐波的产生具有较大的影响, 表面粗糙度小的界面产生的二次谐波明显强于粗糙表面二次谐波产生率。借鉴和吸收了 Biwa 的幂律公式, 对一阶刚度和外载压力关系式进行了修正, 理论与实验具有较好的吻合性。为了验证铝试件本身存在的非线性对接触界面造成的影响, 试验采用长度为一对铝试件长度的单一铝试件进行二次谐波产生试验, 结果表明, 接触界面产生的二次谐波幅值明显大于试件本身造成的非线性二次谐波幅值。国家自然科学基金 (10772008) 资助项目

**关键词:** 接触界面, 非线性超声, 表面粗糙度, 机械密封

MS23

CCTAM2009-003367

**光学测量方法在复合材料缺陷检测上的应用研究**

陆鹏

\* 中国船舶重工集团公司第七一一研究所, 杨浦区共青路 357 弄 1 号, 上海 200090

复合材料材质轻盈、强度却并不弱, 是流行的结构选材, 在航空、航天、船舶、建筑等领域广泛应用。但是复合材料一般由多层结构焊接或黏结组合在一起, 其内部的缺陷必然存在且难以找到。本文选择光测这一高灵敏度的非破坏性检测方法有效的检测了蜂窝复合材料中的缺陷。应用同样方法检测其它复合材料也能实现。本文设计了一种大角度的剪切干涉测量系统, 可以快速大范围