

SEM 原位微尺度扭转试验机的研制及其应用

陈博^{1,2}, 杨荣^{1,2}, 王素芳^{1,2}, 董杰^{2,3}, 王君^{1,2}, 郇勇^{*, 1,2}

1.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

2. 中国科学院大学工程科学学院, 北京 100049

3.中国科学院物理研究所, 北京 100190

*.通讯作者: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 电子邮箱:huany@lnm.imech.ac.cn (Y.Huan)。

摘要:

扫描电镜 (SEM) 中的原位力学性能测试技术是目前力学、物理、材料等领域极为关注的前沿技术。由于可以在获得材料变形本构关系的同时, 对材料表面形貌变化细节进行同步观测, 因此该技术对研究微纳米材料的灾变、破坏等非线性力学行为具有重要意义。然而, 目前 SEM 原位力学性能测试技术, 主要集中在拉伸、压缩以及压入测试, 但是原位扭转实验技术却处于空白。其根本原因在于: 细丝扭转所需的 10^{-4} Nm 以下微小扭矩测量极其困难, 目前国际上尚无成熟技术。

针对上述科研需求和技术现状, 本文基于电磁驱动和扭矩测量原理, 研制了一种可在扫描电镜 (SEM) 中使用的原位微尺度扭转试验机。扭矩测量和控制由电磁线圈部件完成, 线圈通电后在磁场中受安培力产生旋转, 通过测量和控制电流实现对微小扭矩的测量和控制。扭转角由非接触角度传感器测量。标定结果表明, 试验机扭矩量程 1.6×10^{-4} Nm, 分辨率为 1×10^{-9} Nm。使用该仪器在 SEM 中对直径为 110 μ m 的钨基金属玻璃丝进行了原位扭转测试。测得试样的剪切应力-应变关系曲线表现出良好的线性关系, 剪切模量为 24.7GPa。该技术为微纳米力学以及相关问题的研究提供了一种新手段。

关键词: SEM; 原位; 微尺度; 扭转; 金属玻璃丝。

***基金项目:** 国家自然科学基金 (11372323, 11772336), 中国科学院关键技术人才项目

通讯作者: 郇勇, 1975 年 11 月生, 研究员, 主要研究方向实验固体力学, E-mail: huany@lnm.imech.ac.cn