耦合场中具缺陷MEMS微结构非线性静动力学性能与失效机理研究

一. 项目完成人及所在单位：

袁集海，机械与汽车工程学院

二. 项目简介：

以具缺陷的MEMS（Micro-electro-mechanical systems）微结构为研究对象，综合考虑微结构的大变形、几何非线性、表面效应、尺寸效应以及多物理场耦合作用等因素，探讨含微缺陷的MEMS微结构的非线性静动力学控制方程的建立，寻求该复杂非线性系统的求解方法，讨论微结构的缺陷、大变形、几何非线性、表面效应，尺寸效应以及不同物理场耦合下的诸因素对该非线性系统力学性能的影响，深刻地揭示MEMS微结构在加工、制造和使用过程中可能出现多种形式缺陷下的力学性能，探求其在复杂力学环境下的失效机理，为MEMS的设计和制造过程中的质量控制和可靠性控制提供理论依据。

三. 主要研究内容及创新点：

1. 基于克西霍夫板假设，建立了考虑尺度效应的具损伤弹性微板的运动控制方程，运用伽辽金法将偏微分方程转化为常微分方程，并利用龙格库塔法对控制方程进行求解。在数值分析中，讨论不同特征尺度参数以及损伤变量对弹性微板静动力坍塌电压的影响。给出了动力坍塌的定义，得到了损伤变量及特征尺度参数与临界静动力坍塌电压的关系。

2. 基于冯卡门板理论以及张量内变量损伤模型，建立了考虑尺度效应具初始挠度的含损伤弹性微板的非线性压屈平衡方程。采用损伤演化方程模拟板的损伤演化规律，并取冯米塞斯应力为等效应力来判断损伤是否发展。采用有限差分法和二次外推法将非线性偏微分方程转化为线性方程组，整个问题采用迭代法求解。在数值结果中，获得了微板屈曲问题数值解，讨论了初始挠度、压屈荷载、特征尺度参数对板中点后屈曲变形的影响。

四. 主要研究成果

[1] Jihai YUAN， Yiqi MAO， Shengmao LIN，Changping CHEN. Electrically Actuated Pull-in Analysis of Damaged Micro-plate Considering Size Effect [J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation.

[2] Changping Chen, Jihai Yuan, Yiqi Mao. Post-buckling of Size-dependent Micro-plate Considering Damage Effects[J]. Nonlinear Dynamics.

参评等级：■ 二等奖及以上　　□ 三等奖

联系人：袁集海，厦门理工学院机械与汽车工程学院　　邮编：361021

电　话：15080314273　　Email: 624296487@qq.com