

考虑应变梯度效应的贝壳材料力学行为研究

宋晶如^{1*}, 魏悦广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. 北京大学工学院力学与工程科学系, 北京 100871)

摘要: 贝壳等生物多级微纳米结构材料的力学性能表现出明显的微结构依赖性, 传统的连续介质理论不能够有效地描述其力学行为。本文采用考虑应变梯度效应的跨尺度力学理论模型描述贝壳类多级微纳米结构材料的有机质层, 并将此模型与粘聚力模型结合, 模拟该类材料的界面强韧及断裂机制。首先, 通过跨尺度力学理论模型和实验分析相结合, 得到贝壳材料的应变梯度特征尺度参量的取值范围, 通过在有效范围内调控特征尺度参量与有机质层厚度的比值, 获得材料的微结构及其变形特征对宏观力学行为的影响机制。研究发现: 相对于传统力学理论, 引入应变梯度效应后, 能够有效地刻画出多级有机质层的剪切和拉伸强韧行为, 从微结构尺度到宏观尺度的多级有机质层, 其多级的应力响应将逐渐回归到传统力学理论解, 同时由该模型模拟得到的贝壳珍珠层材料的应力应变关系与微观宏观实验所得到的结果相符合。研究结果可为该类生物多级微纳米结构材料的系统深入的仿生研究提供理论基础。

关键词: 贝壳材料; 多级微纳米结构; 应变梯度效应; 粘聚力模型

*基金项目: 多级结构贝壳材料力学性能的跨尺度理论表征和实验观测 (11502273)

通讯作者: 宋晶如, 1984 年 12 月, 助理研究员, 主要研究方向: 材料的跨尺度力学, E-mail: songjingru@lnm.imech.ac.cn