

## 生物材料与仿生力学

**MS27** CCTAM2009-004053

仿生纳米界面及其热性能研究

宋凡

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, songf@lnm.imech.ac.cn

通过对超高温陶瓷材料表面进行仿蜻蜓翼膜表面结构的粗糙化处理, 使陶瓷表面成为一种纳米尺度的散热肋结构。实验证明, 这种仿生纳米肋结构能够使陶瓷材料在直到接近其熔点温度的热震下也不会发生强度突变。进一步对其机制的研究表明, 在陶瓷材料的热震过程中, 表面仿生纳米肋结构能够在陶瓷和热震介质的界面上自动生成一层纳米厚度的空气膜, 由此可以提高陶瓷和热震介质的界面热阻近 104 倍, 使得强烈的热梯度只发生在热震介质内部, 而陶瓷材料内部温度仅发生均匀变化, 从而使陶瓷材料不会发生热震失效。国家自然科学基金项目资助 (10672164, 10732050, 90716004)

关键词: 陶瓷, 热震, 仿生, 界面结构

**MS27** CCTAM2009-004054

纳米手性形貌力学

王建山\*, 徐军<sup>+</sup>, 冯西桥\*

\* 清华大学力学系, 北京 100084

wang-js@mail.tsinghua.edu.cn

fengxq@mail.tsinghua.edu.cn

<sup>+</sup> 清华大学化工系高分子研究所, 北京 100084

jun-xu@mail.tsinghua.edu.cn

基于高分子片晶的实验结果, 建立了纳米扭转带、纳米螺旋带等纳米手性形貌形成的力学模型, 阐述了其形成的表面应力机制, 给出多种情况下的形貌相图, 分析了表面弹性性能对形貌参数的影响。本文的模型和分析不仅可用来调控上述纳米材料的力学性能和光电等物理性能, 还可以阐释一些纳米生物材料的形貌。国家自然科学基金项目 (10732050, 10525210, 10572067, 10772093 和 10802041, 20504019, 50673050) 和博士后基金 (2008043040) 资助

关键词: 准一维纳米材料, 手性形貌, 表面应力, 形貌参数

**MS27** CCTAM2009-004055

聚合物胶体的化 - 力耦合行为研究

孟令图, 杨庆生

北京工业大学机电学院, 北京 100081

menglingtu@emails.bjut.edu.cn

采用多孔介质理论建立聚合物胶体的三相模型, 其中三相分别为: 聚合物胶体网状结构、内部吸收水和自由离子。模型中内部吸收水可以自由扩散。聚合物网络结构上带有固定的负电荷。当聚合物胶体浸入含离子溶液中时, 必然导致聚合物胶体中的质子向外部溶液扩散和溶液中自由离子向聚合物胶体内部扩散。一方面改变溶液的离子浓度就会引起聚合物胶体内部离子向溶液扩散, 反之

亦然。由于离子通常有一个水合外壳, 即大约有四、五个水分子包围着离子, 自由离子浓度的变化必然导致聚合物胶体的膨胀或缩小。另一方面聚合物胶体受到力学载荷作用时, 由于耦合作用的影响聚合物胶体中离子必然重新分布。本文推导了包含力学 - 化学耦合的聚合物胶体本构方程, 建立了聚合物胶体力 - 化耦合的有限元方程, 并对聚合物胶体受到力学和化学载荷作用过程进行数值模拟, 并与已有的试验数据进行比较。

通过对聚合物胶体力 - 化学耦合的研究, 为揭示聚合物胶体力 - 化学耦合的力学机制作出了有意义的探索, 同时对聚合物胶体的工程应用有重要的指导意义。国家自然科学基金 (1087201), 北京市自然科学基金项目 (3092006) 资助

关键词: 聚合物胶体, 化 - 力耦合, 有限元

**MS27** CCTAM2009-004056

蚯蚓爬行的生物力学分析与数值计算

刘芳\*, 施卫平<sup>+</sup>

\* 吉林大学数学研究所, 长春 130012

fairfang@gmail.com

<sup>+</sup> 吉林大学数学学院力学系, 长春 130012

shiw@jlu.edu.cn

蚯蚓是典型的多体节软体动物。从生物力学的角度, 分析了蚯蚓在静止和运动状态下的体壁应力, 又分析了蚯蚓爬行过程中的变形以及与地面之间的摩擦力, 给出了蚯蚓在地表爬行的动力学模型。进一步, 又数值计算了一定质量范围的蚯蚓在静止和运动状态下体壁承受的最大应力和动力学模型方程, 得到蚯蚓爬行的平均速度与质量的关系。计算结果与实验测量值基本一致。国家自然科学基金项目资助 (J0630104)

关键词: 蚯蚓, 体节, 应力, 爬行速度

**MS27** CCTAM2009-004057

计算细观生物力学 - 从细胞到组织

杨庆生, 马连华

北京工业大学机电学院, 北京 100124

qsyang@bjut.edu.cn

将复合材料等效夹杂理论扩展到了生物组织有效性能问题中, 提出了生物组织与细胞的细观力学模型, 对建立的含流体生物复合材料的细观力学模型作以下基本假设: (a) 复合材料中只存在一类流体夹杂; (b) 材料中的流体夹杂为饱和静流体, 不考虑流体与基体间的渗透, 细胞与外界之间没有物质交换。流体夹杂的形状、体分比等都对生物组织有效力学性能产生影响, 考虑到流体夹杂的特殊性质, 含流体的生物组织的有效性能具有不同于固体夹杂复合材料的性质。通过阐述生物组织细观力学的基本问题、基本理论和研究方法, 将 Eshelby-Mori-Tanaka 等效夹杂理论扩展到含流体夹杂的生物组织有效性能问题中。利用等效特征应变, 将固体和流体夹杂分别用基体材