微尺度晶体塑性流动的位错机制研究

胡剑桥 [1], Hengxu Song[2], 柳占立 [3], 刘小明 [1], Erik Van der Giessen[4], 庄茁 [3]

[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] Chair of Micromechanical Materials Modelling, Institute of Mechanics and Fluid Dynamics, TU Bergakademie Freiberg, Freiberg 09599, Germany

[3] 清华大学航天航空学院 北京 100871

[4] Zernike Institute for Advanced Materials, Department of Applied Physics, University of Groningen, Nyenborgh 4, 9747 AG Groningen, The Netherlands

摘要 通过离散位错动力学与分子动力学方法系统地研究了微尺度晶体材料在不同服役环境下的力学行为。一方面，通过对不同应变率加载下的亚微米单晶微柱进行离散位错动力学模拟，揭示了微尺度晶体塑性流动的应变率效应，建立了综合考虑应变率、位错密度、微柱尺寸的理论模型来预测其流动应力，理论模型预测结果与实验吻合较好。另一方面，通过分子动力学模拟研究了粗糙表面中单接触对的尺寸、相对滑移速度与接触晶向对其接触力学行为的影响，并揭示了单接触对变形过程中的位错机理。从单接触对的力学响应出发，基于 Greenwood-Williamson 统计学模型建立了描述宏观粗糙表面摩擦行为的跨尺度力学模型。通过该模型研究了微纳米摩擦实验中摩擦因数与正压力的相关性，同时揭示了摩擦滑移速度、表面粗糙度和接触晶向对粗糙表面摩擦因数的影响。

关键词： 微尺度晶体塑性，应变率效应，单接触对力学行为，位错机制，动摩擦因数

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net