

疲劳裂纹尖端场的准静态二维位错密度模拟

潘向南, 洪友士

(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)

摘要: 裂纹尖端场的塑性行为在循环载荷作用下的演化规律与材料的疲劳行为密切相关。本文借助 Bilby、Cottrell 和 Swinden 的 BCS 模型, 运用位错密度动力学 (DDFD) 方法, 在细观尺度对晶体材料的疲劳裂纹尖端场进行准静态的二维位错密度模拟。在 BCS 模型和位错密度动力学方法中, 视位错分布为细观点上的连续函数, 称之为位错密度函数, 根据位错滑移的 Peierls-Nabarro 力的不同来设置裂纹。所谓准静态是指: 在循环加载的每个瞬时, 位错密度的分布都处于平衡态。具体而言, 本文分别以 II 型和 III 型疲劳裂纹为算例做循环载荷剪切加卸的二维位错密度模拟, 将循环剪切下裂纹体的复杂不可逆塑性变形和应变不协调引起的残余应力行为转化为位错密度动力学行为。理论分析和数值计算给出疲劳裂尖场在初始加载和不同周次的加卸载状态下的位错密度的二维分布情况, 结果反映了疲劳裂纹尖端场塑性区的形成和演化过程。

关键词: 疲劳裂纹, 循环剪切, 位错模拟, BCS 模型, 位错密度动力学