

灾变破坏临界幂律奇异性前兆与预测方法

郝圣旺^{1,2*}

(1. 燕山大学建筑工程与力学学院, 河北 秦皇岛 066004;

2. 中国科学院力学研究所, 北京 100190)

摘要: 灾变破坏预测是防灾减灾与工程设计中的一个重要问题。灾变破坏难预测性的一个根本原因, 就在于其样本个性和不确定性。灾变破坏的不确定性和样本个性, 使得基于强度等统计方法难于预测单个具体事件。单个事件的精确预测, 需要从样本本身演化过程寻找信息。灾变破坏不确定性的一个重要原因, 是样本初始微小差异的跨尺度演化, 会导致临近破坏时非线性演化过程的巨大差异。尤其是局部化转变之后, 早期整体平均量不能再有效地描述临近破坏时段的特征。所以, 临灾预测的关键, 在于对临近灾变破坏的非线性演化动力学过程的描述, 寻找响应量演化的临界物理前兆特征。

我们的研究表明响应量在临近破坏时会呈现临界幂律奇异性加速前兆行为。区别于前期准静态发展, 临界幂律加速过程对应的是一个损伤演化的非线性动力学过程。响应量的加速发展是微损伤成核、发展、串级和相互作用的综合响应, 包含着进行破坏预测的关键信息。在此基础上, 给出了灾变破坏预测的方法, 并通过实验室岩石破坏实验、火山和滑坡实地测量数据等对这些方法进行了预测检验。说明了临界幂指数的变化特征及对应的物理控制机理。进一步地, 给出了提高预测精度、改善预测效果的处理方法。

关键词: 灾变破坏; 临界; 幂律奇异性; 前兆; 预测

基金项目: 国家自然科学基金项目 (11672258); 河北省自然科学基金项目 (D2015203398)

通讯作者: 郝圣旺, 1975 年 10 月, 教授, 灾变破坏机理、演化特征与预测方法, E-mail: hsww@ysu.edu.cn