

论文

复合材料层合板的非线性组合共振特性及分岔

(燕山大学 建筑工程与力学学院, 秦皇岛 066004)

摘要:

考虑几何非线性项和阻尼的影响, 给出了四边简支的正交各向异性矩形层合板在两项横向简谐激励作用下的非线性振动微分方程, 利用伽辽金法导出了相应的达芬型非线性强迫振动方程。应用多尺度法对组合共振问题进行求解, 得到了系统在稳态运动下的幅频响应方程。基于李雅普诺夫稳定性理论, 得到了解的稳定性判定条件。通过数值算例, 分析了不同参数对系统组合共振及其分岔特性的影响。结果表明, 随着调谐参数、板厚度、阻尼系数以及激励力等参数的改变, 系统存在多幅值现象、滞后现象和跳跃现象, 出现不稳定解, 且在某些参数点处具有运动性态发生变化的分岔特性, 表现出较为复杂的动力学特性。

关键词: 正交各向异性 层合板 组合共振 分岔 多尺度法

Nonlinear combination resonances and bifurcation of orthotropic laminated plates

(School of Civil Engineering and Mechanics, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

Abstract:

Considering the effects of geometrical nonlinearity and damping, the vibration differential equation of simply supported rectangular orthotropic laminated plate excited by two-term harmonic forces was established. The non-dimensional Duffing nonlinear forced vibration equation was deduced by using Galerkin method. The amplitude frequency response equation of system steady motion under combination resonance was obtained by the method of multiple scales. Based on Lyapunov stable theory, the critical conditions of steady-state solutions stability were got. By some examples, the influence of different parameters on nonlinear combination resonances and bifurcation properties of system was analyzed. The results show that the detuning parameter, thickness of plate, damping and amplitude of excitation have different influences on combination resonance and bifurcation. With the change of parameters, the jump phenomenon, hysteresis phenomenon and unstable solutions will occur. It is also shown that the system presents relatively complicated dynamics behaviors, and there exists multi-valued phenomenon, and the dynamics behaviors will change in some values.

Keywords: orthotropic laminated plate combination resonance bifurcation multi-scale method

收稿日期 2009-04-01 修回日期 2009-06-15 网络版发布日期

DOI:

基金项目:

通讯作者: 胡宇达, 博士, 教授, 主要研究方向为非线性动力学理论及应用、复合材料结构动力学

作者简介:

作者Email: huyuda03@163.com

参考文献:

本刊中的类似文章

1. 冯振宇, 李顶河, 徐建新, 程小全. 含多分层损伤平面编织层合板的振动特性[J]. 复合材料学报, 2009,26(4): 186-190
2. 王轩, 李顶河, 冯振宇, 徐建新. 含穿孔-多分层混合损伤平面编织层合板自振特性[J]. 复合材料学报, 2009,26(4): 191-196
3. 李双蓓, 周小军, 黄立新, 郭相武. 基于有限元法的正交各向异性复合材料结构材料参数识别[J]. 复合材料学报, 2009,26(4): 197-202

扩展功能

本文信息

- ▶ Supporting info
- ▶ PDF(986KB)
- ▶ [HTML全文]
- ▶ 参考文献[PDF]
- ▶ 参考文献

服务与反馈

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ 引用本文
- ▶ Email Alert
- ▶ 文章反馈
- ▶ 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- ▶ 正交各向异性
- ▶ 层合板
- ▶ 组合共振
- ▶ 分岔
- ▶ 多尺度法

本文作者相关文章

PubMed

4. 赵群,金海波,丁运亮,迟鹏.加筋板总体失稳分析的等效层合板模型[J]. 复合材料学报, 2009,26(3): 195-201
5. 鲁国富,刘勇,张呈林.基于虚拟裂纹闭合技术的应变能释放率分析[J]. 复合材料学报, 2009,26(2): 210-216
6. 韩小平,郭章新,朱西平,曹效昂.含孔复合材料层合板孔边的应力集中[J]. 复合材料学报, 2009,26(01): 168-173
7. 高相胜,张凤鹏.短纤维层间增韧的三维有限元分析[J]. 复合材料学报, 2009,26(6): 182-188
8. 安逸,熊克,顾娜.采用梯度功能方法的 I PMC弹性模量改进模型[J]. 复合材料学报, 2009,26(6): 189-193
9. 王跃全,童明波,朱书华.三维复合材料层合板渐进损伤非线性分析模型[J]. 复合材料学报, 2009,26(5): 159-166
10. 林智育,许希武.复合材料层板低速冲击后剩余压缩强度[J]. 复合材料学报, 2008,25(1): 140-146
11. 王博.正交各向异性蜂窝材料多功能优化设计[J]. 复合材料学报, 2008,25(3): 202-209
12. 郭俊宏,卢子兴.含周期性裂纹正交各向异性板平面问题的应力场分析[J]. 复合材料学报, 2010,27(1): 162-166
13. 杨和振, Park H an-il, 李华军.温度变化下复合材料层合板的试验模态分析[J]. 复合材料学报, 2008,25(2): 149-155
14. 罗靛,沈真,杨胜春,李玉彬,张佐光.碳纤维增强树脂基复合材料层合板低速冲击性能实验研究[J]. 复合材料学报, 2008,25(3): 20-24
15. 张宏伟,武锋锋,卿光辉.四边简支压电层合板灵敏度分析的精确解[J]. 复合材料学报, 2010,27(1): 196-201
16. 崔浩,李玉龙,刘元镛,郭嘉平,许秋莲.基于粘聚区模型的含填充区复合材料接头失效数值模拟[J]. 复合材料学报, 2010,27(2): 161-168

文章评论

反馈人	<input type="text"/>	邮箱地址	<input type="text"/>
反馈标题	<input type="text"/>	验证码	<input type="text" value="2173"/>
反馈内容	<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>		