



# 工程力学

ENGINEERING MECHANICS

ISSN 1000-4750

CN 11-2595/O3

CODEN GOLIEB

EI 收录期刊

首页 | 期刊介绍 | 编委会 | 投稿指南 | 期刊订阅 | 收录情况 | 留言板 | 联系我们 | English

工程力学 » 2012, Vol. 29 » Issue (6): 32-37,46 DOI: 10.6052/j.issn.1000-4750.2010.08.0604

基本方法 最新目录 | 下期目录 | 过刊浏览 | 高级检索

« « 前一篇 | 后一篇 » »

## 弱粘接结构中谐振频率与刚度比的数值研究

邱兆国, 吴斌, 何存富

北京工业大学机械工程与应用电子技术学院, 北京 100124

## NUMERICAL ANALYSIS OF RESONANCE FREQUENCY AND STIFFNESS RATIO IN WEAK BONDED STRUCTURES

QIU Zhao-guo, WU Bin, HE Cun-fu

College of Mechanical Engineering and Applied Electronics Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China

- 摘要
- 图/表
- 参考文献
- 相关文章

全文: [PDF](#) (1992 KB) [HTML](#) (1 KB) 输出: [BibTeX](#) | [EndNote](#) (RIS) [背景资料](#)

**摘要** 利用超声波垂直入射的方法,研究了粘接层界面具有弹簧模型的边界条件下,波的反射系数与谐振频率的关系。首先,利用粘接层界面的一次反射导出切向和法向刚度比表达式;其次,推导了粘接层界面存在多次反射和透射时刚度比、谐振频率及反射系数之间的关系,得到了弱粘接结构的反射系数随着不同刚度比的变化规律;最后,分析了弱粘接层厚度的变化对谐振频率的影响。理论分析和数值计算的结果表明:随着刚度比的增加,谐振频率向高频方向漂移;并且,随着粘接层厚度的增加,粘接结构将出现多阶谐振频率。

**关键词:** 弹簧模型 谐振频率 反射系数 厚度 刚度比

**Abstract:** Based on the method of ultrasonic normal incidence, the relationship between reflection coefficients and resonance frequencies under the boundary condition of an adhesive layer with a spring model is analyzed. The stiffness ratio expressions of tangent and normal are derived from the once reflection echo of the adhesive layer. The relationship between the stiffness ratio, resonance frequency and reflection coefficient of adhesive layer under multiple reflection echoes is derived, and the variation rule of reflection coefficients of weak bonded structures with different stiffness ratios is observed. Finally, the influence on the resonance frequency caused by the variation of thickness of a weak bonded structure is analyzed. The theoretical analysis and numerical calculation indicate that the resonance frequency has the trend of shifting to a higher frequency level with the increasing of the stiffness ratio, and the bonded structure has multi-order resonance frequencies with the increasing of the adhesive layer thickness.

**Key words:** spring model resonance frequency reflection coefficient thickness stiffness ratio

收稿日期: 2010-08-23;

PACS: 0347.4+4

基金资助:国家自然科学基金项目(10632020,10772009,10972014,10772008)

通讯作者: 吴斌(1962—),男,山西大同人,教授,博士,从事波动力学及应用和测控技术方面的研究(E-mail: wb@bjut.edu.cn). E-mail: wb@bjut.edu.cn

作者简介: 邱兆国(1979—),男,内蒙赤峰人,博士生,从事超声波无损检测研究(E-mail: hbsyjs@163.com);

何存富(1958—),男,山西大同人,教授,博士,从事现代测控技术与方法方面的研究(E-mail: hecunfu@bjut.edu.cn).

引用本文:

邱兆国,吴斌,何存富. 弱粘接结构中谐振频率与刚度比的数值研究[J]. 工程力学, 2012, 29(6): 32-37,46.

QIU Zhao-guo,WU Bin,HE Cun-fu. NUMERICAL ANALYSIS OF RESONANCE FREQUENCY AND STIFFNESS RATIO IN WEAK BONDED STRUCTURES[J]. Engineering Mechanics, 2012, 29(6): 32-37,46.

链接本文:




### 服务

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ E-mail Alert
- ▶ RSS

### 作者相关文章

- ▶ 邱兆国
- ▶ 吴斌
- ▶ 何存富

没有找到本文相关图表信息

- [1] 郭广平. C 夹层雷达罩无损检测技术[J]. 航空制造技术, 2008, 15(5): 47—49. Guo Guangping. Nondestructive testing for C-Sandwich radome [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2008, 15(5): 47—49. (in Chinese)
- [2] Thomson W T. Transmission of elastic waves through a stratified solid medium [J]. Journal Applied Physics, 1950, 21(89): 93.
- [3] Brekhoviskikh L M, Godin O A. Acoustics of layered media I [M]. New York: Academic Press, 1990: 23—61. 
- [4] 邓明晰. 复合结构界面粘接强度的声-超声评价研究[J]. 应用声学, 2005, 24(5): 292—299. Deng Mingxi. Nondestructive evaluation of adhesive strength composite structures using an acousto-ultrasonic approach [J]. Applied Acoustics, 2005, 24(5): 292—299. (in Chinese) 
- [5] Rose J L. 固体中的超声波[M]. 何存富, 吴斌, 王秀彦, 译. 北京: 科学出版社, 2004: 49—63. Rose J L. Ultrasonic waves in solid media [M]. Translated by He Cunfu, Wu Bin, Wang Xiuyan. Beijing: Science Press, 2004: 49—63. (in Chinese)
- [6] 钱梦騷, 王浩. 粘接界面的氢键模型与弹簧边界条件[C]. 中国声学会议, 上海, 2006: 181—183. Qian Menglu, Wang Hao. Hydrogen bonds and spring boundary conditions at bonding interface [C]. Chinese Academy of Sciences, Shanghai, 2006: 181—183. (in Chinese)
- [7] Tohmyoh Hironori, Suzuki Manabu. Measurement of the coating thickness on the back side of double-side coated structures by means of acoustic resonant spectroscopy [J]. Surface & Coatings Technology, 2009, 42(16): 546—550. 
- [8] Shi H, Dong X, Lv Y, et al. Multi-interaction of surface wave between subwavelength grooves surrounding a single metallic slit [J]. Applied Physics B, 2009, 30(8): 345—350.
- [9] 安志武, 王小民, 毛捷, 等. 等厚铝板粘接件超声反射 频谱的低频特征[J]. 应用声学, 2009, 28(3): 190—194. An Zhiwu, Wang Xiaomin, Mao Jie, et al. Low-frequency characteristic of ultrasound reflection spectrum form adhesively bonded aluminum plates [J]. Applied Acoustics, 2009, 28(3): 190—194. (in Chinese)
- [10] 张锐, 万明习. 超薄层状复合媒质弱界面深度与声导 波[J]. 物理学报, 2000, 49(7): 1297—1302. Zhang Rui, Wan Mingxi. Guided wave in ultra-thin layered composite structure with weak and slip interface in different depth [J]. Acta Physica Sinica, 2000, 49(7): 1297—1302. (in Chinese)
- [11] 廉国选, 周昌治, 毛捷, 李明轩. 双层板粘接质量的超 声谐振检测[C]. 中国声学学会, 厦门, 2007: 1—6. Lian Guoxuan, Zhou Changzhi, Mao Jie, Li Mingxuan. Analysis of the ultrasonic resonance test for a plate with a thin layer [C]. Chinese Academy of Sciences, Xiamen, 2007: 1—6. (in Chinese)
- [12] 胡文祥, 钱梦騷. 气-固界面波的激光热弹激励[J]. 中国科学(G 辑), 2003, 33(6): 509—514. Hu Wenxiang, Qian Menglu. Fluid-solid interface excited thermo elastically by pulsed laser [J]. Science in China (Series G), 2003, 33(6): 509—514. (in Chinese)
- [13] 赵艳, 沈中华, 陆建. 激光在气-固界面激励泄漏 Lamb 波的数值模拟与实验检测[J]. 中国科学(G 辑), 2008, 38(2): 126—134. Zhao Yan, Shen Zhonghua, Lu Jian. Finite element simulation and experiment of Lamb wave at fluid-solid interface excited thermo elastically by pulsed laser [J]. Science in China (Series G), 2008, 38(2): 126—134. (in Chinese)
- [1] 张宇, 范华林, 金丰年. 爆炸作用下拱形结构反射系数计算方法研究[J]. 工程力学, 2012, 29(9): 278-283.
- [2] 韩明岚, 王燕. 梁翼缘削弱型节点钢框架柱弹性稳定分析[J]. 工程力学, 2012, 29(8): 255-261.
- [3] 孔艳平, 刘金喜. 功能梯度压电双材料板中厚度-扭曲波的传播[J]. 工程力学, 2012, 29(7): 24-28,41.
- [4] 侯利军;张秀芳;徐世娘;. 拉伸应变硬化UHTCC材料的弯曲变形分析[J]. , 2011, 28(8): 9-016.
- [5] 顾祥林;蔡 茂;林 峰. 地震作用下钢筋混凝土柱受力性能研究[J]. , 2010, 27(11): 160-165,.
- [6] 王兆希;施惠基;薛 飞;屈宝平;窦宝峰;. 压杆法研究厚度对小圆片试样断裂韧性的影响[J]. , 2009, 26(7): 1-006,.
- [7] 康孝先;强士中. 初始缺陷对板钢结构极限承载力的影响分析[J]. , 2009, 26(6): 105-110.
- [8] 尹尚先;王尚旭;魏建新;狄帮让. 油气储层界面波传播规律研究[J]. , 2009, 26(6): 212-219.
- [9] 石建光;许岳周;叶志明. 骨料级配对混凝土性能影响的细观分析[J]. , 2009, 26(4): 134-138.
- [10] 吕晓聪;许金余;. 海底圆形隧道在渗流场影响下的弹塑性解[J]. , 2009, 26(2): 216-221.
- [11] 王明洋;施翠英;陈士林. 事故型撞击混凝土板的临界震塌与贯穿厚度计算方法[J]. , 2009, 26(11): 238-246.
- [12] 段静波;袁杰红;杨 政. 残余应力平板表面裂纹的线弹簧模型[J]. 工程力学, 2008, 25(8): 0-234.
- [13] 赵顺波;管俊峰;张学朋;程晓天;黄承逵. 钢筋混凝土梁裂缝分型试验研究及统计分析[J]. 工程力学, 2008, 25(12): 141-146,.
- [14] 王 燕;刘 慧;郁有升. 无侧移半刚接钢框架柱考虑剪切变形影响的计算长度系数研究[J]. , 2008, 25(11): 122-127.
- [15] 王元清;武延民;石永久;江见鲸. 含缺口受拉平板塑性应力场的有限元分析[J]. 工程力学, 2007, 24(4): 0-012.

Copyright © 2012 工程力学 All Rights Reserved.

地址：北京清华大学新水利馆114室 邮政编码：100084

电话：(010)62788648 传真：(010)62788648 电子信箱：[gclxbjb@tsinghua.edu.cn](mailto:gclxbjb@tsinghua.edu.cn)

本系统由北京玛格泰克科技发展有限公司设计开发 技术支持：[support@magtech.com.cn](mailto:support@magtech.com.cn)