

论文

超高速摄影仪转镜动力学性能的研究

余春晖¹,李春波^{2a},刘春平^{2b},潘莹^{2a},柴金龙^{2a},王红志^{2a},李景镇^{2b},黄虹宾²

(1 深圳职业技术学院 汽车与管理学院,广东 深圳 518055)

(2 深圳大学 a.机电与控制工程学院|

b.深圳市微纳光子信息技术重点实验室,广东 深圳 518060)

摘要:

对超高速摄影仪转镜动力学特性提出了系统的数值分析方法,包括对转镜分别进行模态、谐响应、灵敏度数值分析和试验研究.首先利用数值方法提取出转镜前5阶固有频率、振型及转镜幅频特性曲线,发现转镜的1阶和2阶共振带出现了叠加现象,在1阶弯曲振动处幅频特性曲线上的峰值远大于其它各阶的峰值,最大应力出现在转轴上,说明转轴的损伤是转镜失效的主要形式,1阶弯曲是转镜失效的主要原因.为验证转镜结构尺寸与转镜固有频率的关系,利用ANSYS参量化设计语言建立转镜固有频率灵敏度分析模型,使用ANSYS概率设计模块对转镜进行了固有频率灵敏度数值分析.计算结果表明,镜体外接圆半径和转轴轴段2半径对转镜固有频率影响最大.灵敏度实验结果表明,转镜的结构尺寸改变引起的转镜固有频率的改变方式和改变程度与数值分析结果是一致的.为转镜动力学设计提供了较高准确度的数值分析方法.

关键词: 超高速摄影仪 转镜 模态分析 谐响应分析 灵敏度分析 实验研究

Dynamic Research for Rotating Mirror of Ultra-high Speed Camera

YU Chun-hui¹,LI Chun-bo^{2b},LI U Chun-ping^{2b},PAN Ying^{2a},CHAI Jin-long^{2a},WANG Hong-zhi^{2a},LI Jing-zhen^{2b},HUANG Hong-bin²

(1 Automotive &Transportation Engineering,Shenzhen Polytechnic,Shenzhen,Guangdong 518055,China)

(2 a.College of Mechatronics and Control Engineering|

b.Shenzhen Key Laboratory of Micro-Nano Photonic Information Technology, Shenzhen University,Shenzhen,Guangdong 518060,China)

Abstract:

A model and harmonic simulation analysis and experiments have been done separately by the finite element analysis software ANSYS and its first five natural frequencies,vibration models and the frequency response curve of rotating mirror were obtained.In the displacement frequency response curve of rotating mirror,the resonance bands of torsional vibration and bending vibration were overlapped,and the maximum peak value at the first bending vibration was greater than others.The stress of the first bending vibration was much larger than the others and the maximum stress appeared in the shaft.The main form of failure is the damage of the shaft,and the front bending vibration is the main reason of rotating mirror failure.With the model of rotating mirror natural frequency sensitivity compiled by ANSYS Parametric Design Language ,the numerical analysis and experiment of rotating mirror natural frequency have been done using the Probabilistic Design System of ANSYS to study the interrelationship between physical dimensions and the natural frequencies.The numerical results reveal that the dependency of the circumcircle radius R5 of mirror body and the radius of shaft 2 with the same frequency is opposite,and the degree of correlation of R5 and R2 is higher than anther.The results of experiment show that the change mode and degree due to the same change of different structural parameters of rotating mirror is identical with numerical analysis.This study provides a quantifiable indicator for dynamic design of rotating mirror.

Keywords: Ultra-high speed camera Rotating mirror Modal analysis Harmonic analysis Degree of sensitivity Resonance

收稿日期 2010-12-20 修回日期 2011-02-21 网络版发布日期 2011-07-25

DOI: 10.3788/gzxb20114007.1013

基金项目:

国家自然科学基金 (No.60978039) 资助

扩展功能

本文信息

Supporting info

PDF(1664KB)

HTML

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

超高速摄影仪

转镜

模态分析

谐响应分析

灵敏度分析

实验研究

本文作者相关文章

余春晖

黄虹宾

李景镇

李春波

刘春平

潘莹

柴金龙

王红志

通讯作者: 黄虹宾 (1964-), 男, 教授, 主要研究方向为超高速摄影. Email: huanghb@szu.edu.cn

作者简介:

参考文献:

- [1] LI J Z, SUN F S, GONG X D, et al. Model S-150 ultra-speed framing camera with continuous access [C]. SPIE, 2003, 4948: 336-341.
- [2] TAN Xian-xiang. The uncertainty analysis of the measurement results of high speed rotating mirror streak camera [J]. Acta Photonica Sinica, 2002, 31(11): 1387-1390. 谭显祥. 高速扫描相机时间测量不确定度分析 [J]. 光子学报, 2002, 23(11): 1387-1390.
- [3] HUANG Hong-bin, CHAI Jin-long, GONG Xiang-dong, et al. Advance deforming mirror faces of rotating for streak camera [J]. Acta Photonica Sinica, 2008, 37(5): 1015-1018. 黄虹宾, 柴金龙, 龚向东, 等. 扫描式超高速摄转镜镜面的几何补偿 [J]. 光子学报, 2008, 37(5): 1015-1018.
- [4] HUANG Hong-bin, CHAI Jin-long, LI Jing-zhen, et al. Design and mechanical analysis on rotating mirror with honeycomb cellular structure in ultra-high speed camera [J]. High Power Laser and Particle Beams, 2008, 20(3): 363-366. 黄虹宾, 柴金龙, 李景镇, 等. 超高速摄影中蜂窝结构转镜的设计与力学性能 [J]. 强激光与粒子束, 2008, 20(3): 363-366.
- [5] LI J Z, SUN F S, GONG X D, et al. Study on dynamic behavior of rotating mirrors [C]. SPIE, 2005, 5638: 117-123.
- [6] HUANG Hong-bin, LI Jing-zhen, GONG Xiang-dong, et al. Modal analysis of rotating mirror clipped by the elastic bearings for ultra-high speed photography [J]. High Power Laser and Particle Beams, 2007, 9(2): 225-228. 黄虹宾, 李景镇, 龚向东, 等. 超高速摄影中弹性支撑转镜的模式分析 [J]. 强激光与粒子束, 2007, 9(2): 225-228.
- [7] HUANG Hong-bin, SUN Feng-shan, LI Jing-zhen, et al. Modal analysis for aluminous rotating mirror of ultra-high speed camera [J]. Acta Photonica Sinica, 2007, 36(4): 746-749. 黄虹宾, 孙凤山, 李景镇, 等. 超高速摄影中铝转镜的模式分析 [J]. 光子学报, 2007, 36(4): 746-749.
- [8] LI Jing-zhen, SUN Feng-shan. Dynamic property of rotating mirror of high intensity [J]. Acta Photonica Sinica, 2000, 29(5): 636-639. 李景镇, 孙凤山. 超高速摄影用高强度铝合金转镜动态特性的研究 [J]. 光子学报, 2000, 29(5): 636-639.
- [9] HUANG Hong-bin, CHAI Jin-long, LI Jing-zhen, et al. Mechanical analysis on beryllium rotating mirror of ultra-high speed camera [J]. Journal of Shenzhen university Science and Engineering, 2007, 24(2): 122-125. 黄虹宾, 柴金龙, 李景镇, 等. 超高速摄影中铍转镜静力学与动力学性能分析 [J]. 深圳大学学报理工版, 2007, 24(2): 122-125.
- [10] HUANG Hong-bin, LI Jing-zhen, SUN Feng-shan, et al. Numerical simulation on static property for rotating three-faced mirror of ultra-high speed photography [J]. Acta Photonica Sinica, 2007, 36(7): 1364-1368. 黄虹宾, 李景镇, 孙凤山, 等. 超高速摄影中三面体转镜力学特性的计算机仿真 [J]. 光子学报, 2007, 36(7): 1364-1368.
- [11] 李德葆, 陆秋海. 实验模态分析及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2001: 4-23.
- [12] 王静龙, 梁小药. 非参量统计分析 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 130-137.

本刊中的类似文章

1. 李景镇; 谭显祥; 龚向东; 李善祥; 艾月霞. 超高速转镜分幅摄影时间信息参量测量的研究 [J]. 光子学报, 2004, 33(7): 854-858
2. 黄虹宾; 孙凤山; 李景镇; 龚向东; 艾月霞. 超高速摄影仪中铝转镜的模式分析 [J]. 光子学报, 2007, 36(4): 746-749
3. 谭靖; 陈伟民; 符欲梅.

基于Sagnac原理的单轴分布式光纤传感系统偏振态分析

- [J]. 光子学报, 2007, 36(3): 492-497
4. 苏丽娟; 袁艳; 相里斌; 张文喜; 陶然. 高速转镜干涉成像光谱仪的光程差分析 [J]. 光子学报, 2007, 36(6): 1120-1123
5. 张文喜; 相里斌; 袁艳; 陶然; 杜述松; 陈曦; 苏丽娟. 高速转镜干涉成像光谱仪 [J]. 光子学报, 2006, 35(8): 1153-1155
6. 杨晓许; 周泗忠; 相里斌. 转镜式傅里叶变换光谱仪光程差非线性的拟合法补偿 [J]. 光子学报, 2005, 34(11): 1647-1650
7. 汪伟; 畅里华; 李剑; 尚长水; 肖正飞. 超高速转镜扫描相机扫描速度的校准及应用方法 [J]. 光子学报, 2006, 35(7): 1113-1116
8. 袁艳; 相里斌. 转镜式高灵敏度干涉光谱成像仪 ROSI [J]. 光子学报, 2005, 34(6): 935-938
9. 黄虹宾; 柴金龙; 龚向东; 李景镇; 孙凤山; 何铁锋. 扫描式超高速摄影中转镜镜面变形量的几何补偿 [J]. 光子学报, 2008, 37(5): 1015-1019
10. 孙建虎; 马腾云; 王晓波; 藏鹏程; 肖连团; 贾锁堂. 法拉第旋转镜用于补偿单光子偏振漂移的实验研究 [J]. 光子

学报, 2009,38(3): 528-531

11. 宗思光,王江安,蒋兴舟,王雨虹.水中激光击穿空泡的高速摄影研究[J].光子学报, 2009,38(6): 1543-1547

12. 袁艳;相里斌.转镜式高灵敏度干涉光谱成像仪ROSI的设计方法[J].光子学报, 2007,36(2): 279-281

13. 黄虹宾 李景镇 孙凤山 龚向东 艾月霞.超高速摄影中三面体转镜力学特性的计算机仿真[J].光子学报, 2007,36(7): 1364-1368

文章评论 (请注意:本站实行文责自负, 请不要发表与学术无关的内容!评论内容不代表本站观点.)

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="4328"/>
	<input type="text"/>		