

本期目录 | 下期目录 | 过刊浏览 | 高级检索

[打印本页] [关闭]

微纳技术与精密机械

大口径反射镜组件温度适应性

刘巨\*, 董得义, 辛宏伟, 李志来, 张学军, 崔抗

中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033

**摘要:** 考虑温度适应性是大口径反射镜组件设计过程中的重要因素, 本文研究了温度影响空间相机大口径反射镜组件的机理, 讨论了进行温度适应性分析与试验的必要性。结合其设计流程, 总结了大口径反射镜组件温度适应性分析的方法。采用有限元方法, 建立了研究对象的物理模型, 进行了结构-热耦合的优化设计, 确定了最终设计状态。对优化设计结果进行了在轨状态及地面检测状态的温度适应性分析。结果显示: 在轨工作状态下的温度适应范围为 $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 温差适应范围为 $X$ 向 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $Y$ 向 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $Z$ 向 $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 地面检测试验状态温度适应范围为 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 温差适应范围为 $X$ 向 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $Y$ 向 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $Z$ 向 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在实验室进行了组件均匀温变的温度适应性试验, 并与相应分析结果进行对比, 结果表明:  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 内PV值误差优于4%, RMS值误差优于7%。

**关键词:** 空间相机 大口径反射镜 热弹理论 温度适应性

## Temperature adaptation of large aperture mirror assembly

LIU Ju\*, DONG De-yi, XIN Hong-wei, LI Zhi-lai, ZHANG Xue-jun, CUI Kang

Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China

**Abstract:** As the temperature adaptation effects the design process of a large aperture mirror assembly seriously, this paper researches the influence mechanism of temperature on the large aperture mirror assembly and discusses the necessity of temperature adaptation analysis and test. With the design flow of the large aperture mirror assembly given, the temperature adaptation analysis method is summarized. The physical calculation model of the large aperture mirror assembly is constructed by Finite Element Method(FEM). The final design status is confirmed after structural-thermal optimization. The temperature adaptation of the optimal design is analyzed in the orbit environment and on the ground environment. The results indicate that the temperature adaptation in the orbit environment is at the range of  $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  and the temperature distribution demands are  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  in X, Y, Z directions, respectively. Moreover, the temperature adaptation on the ground environment is at the range of  $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , and the temperature distribution demands are  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  in X, Y, Z directions, respectively. The temperature adaptation test of temperature uniform change for the assemblies is performed, and compared with the test results of the corresponding analysis results. It shows that the PV value error is in 4% and the RMS value error is in 7% within a  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperature range.

**Keywords:** space camera Large aperture mirror Thermal-elastic theory Temperature adaptation

收稿日期 2012-07-17 修回日期 2012-09-25 网络版发布日期 2013-12-25

基金项目:

国家863高技术研究发展计划资助项目-激光共性技术研究

通讯作者: 刘巨

**作者简介:** 刘巨(1974-), 男, 吉林省吉林市人, 2005年于中国科学院长春光学精密机械与物理研究所获博士学位, 副研究员, 主要从事空间光学仪器热设计、热分析、热试验等方面的研究。

作者Email: yanwuqiu@hotmail.com

### 参考文献:

- [1] 宫辉, 连华东. 大口径SiC反射镜背部筋板布局设计研究 [J]. 航天返回与遥感, 2009, 30(2): 56-61. GONG H, LIAN H D. Study on design of back ribs of large aperture SiC mirror [J]. Spacecraft Recovery & Remote Sensing, 2009, 30(2): 56-61. (in Chinese)
- [2] 陈晓丽, 王彬, 杨秉新. 大口径超轻型反射镜定位和支撑方案研究 [J]. 航天返回与遥感, 2010, 31(3): 15-20. CHEN X L, WANG B, YANG B X. Study of positioning and mounting scheme of large aperture ultra-light space reflector [J]. Spacecraft Recovery & Remote Sensing, 2010, 31(3): 15-20. (in Chinese)
- [3] 闫勇, 王栋, 金光. 大口径SiC反射镜组件研制技术 [J]. 光电工程, 2010, 37(6): 108-112. YAN Y, WANG D, JIN G. Design and fabrication technology of large aperture SiC mirror assembly [J]. Opto-Electronic Engineering, 2010, 37(6): 108-112. (in Chinese)
- [4] 傅学农, 陈晓娟. 大口径反射镜组件设计及稳定性研究 [J]. 光学精密工程, 2008, 16(2): 179-183. FU X N, CHEN X J. Design of large aperture mirror support and its stability [J]. Opt. Precision Eng., 2008, 16(2): 179-183. (in Chinese)
- [5] DAWSON T. Theory and Practice of Solid Mechanics [M]. Berlin: Springer, 1976.
- [6] 黄克智, 黄永刚. 固体本构关系 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1999. HUANG K ZH, HUANG Y G. Solid Constitutive Relationship [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999. (in Chinese)
- [7] 王瑁成, 邵敏. 有限单元法基本原理和数值方法 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1997. WANG M CH, SHAO M. Essential Theory and Numerical Analysis of the Finite Element Method [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1997. (in Chinese)
- [8] 李斌成, 曾昭信, 何舜华. 光热变形理论中热弹性方程的解 [J]. 电子科技大学学报, 1992, 21(5): 524-529. LI B CH, ZENG ZH X, HE SH H. A solution to thermo-elastic equation relevant to photo thermal deformation in solids [J]. Journal of UEST of China, 1992, 21(5): 524-529. (in Chinese)

本刊中的类似文章

2. 王秀红 李俊峰 王彦荣.天基照相机监测空间目标定轨方法及精度分析[J]. 光学精密工程, 2013,21(6): 1394-1403
3. 陈洪达 陈永和 史婷婷 郑庚 刘晓华.空间相机调焦机构误差分析[J]. 光学精密工程, 2013,21(5): 1349-1356
4. 杨会生 张银鹤 柴方茂 徐宏 李志来 关英俊.离轴三反空间相机调焦机构设计[J]. 光学精密工程, 2013,21(4): 948-954
5. 刘磊.空间三反相机调焦范围的确定[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 631-636
6. 刘磊, 曹国华.大视场长焦面光学传感器双凸轮式焦面调焦机构[J]. 光学精密工程, 2012,20(9): 1939-1944
7. 孔林, 王栋, 金光, 李宗轩.大型空间反射镜发射率测量及误差分析[J]. 光学精密工程, 2012,20(9): 2014-2020
8. 张雷, 姚劲松, 贾学志, 安源, 金光.同轴空间相机碳纤维复合材料桁架结构的研制[J]. 光学精密工程, 2012,20(9): 1967-1973
9. 李进, 金龙旭, 韩双丽, 李国宁, 王文华.空间图像存储器NAND Flash的可靠性[J]. 光学精密工程, 2012,20(5): 1090-1101
10. 李伟雄, 闫得杰, 徐抒岩, 胡君.空间相机地心距误差修正[J]. 光学精密工程, 2012,20(5): 1126-1133
11. 武星星, 刘金国.三线阵立体测绘相机时间系统优化与实时检测[J]. 光学精密工程, 2012,20(5): 1022-1030
12. 张金平, 张学军, 张忠玉, 郑立功.Shack-Hartmann波前传感器检测大口径圆对称非球面反射镜[J]. 光学精密工程, 2012,20(3): 492-498
13. 曹乃亮, 徐宏, 辛宏伟, 袁野, 李志来, 杨会生.基于NiTi合金丝的反射镜柔性支撑结构的应力补偿[J]. 光学精密工程, 2012,20(10): 2161-2169
14. 胡君, 王栋.空间相机地面实时动态集成测试技术[J]. 光学精密工程, 2011,19(9): 2177-2185
15. 陈立恒, 李延春, 罗志涛, 董吉洪, 王忠素, 徐抒岩.空间相机大功率CCD器件的热设计与热试验[J]. 光学精密工程, 2011,19(9): 2117-2122