

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SiC轻量化主镜热变形的定标

吴小霞, 王鸣浩, 明名, 王富国

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: 为了准确地预算出大口径SiC轻量化主镜镜面的温度变形,研究了不同热模式下SiC轻量化主镜镜面面形的定标和计算方法。将SiC轻量化主镜上的温度传感器在轴向厚度方向上进行分层处理,对每层上的温度分布采用准Zernike多项式进行拟合。以4 m SiC轻量化主镜为例,采用有限元法分别对Zernike前9项温度模式(18种温度场)下的镜面变形进行定标计算,得出各种单位载荷作用下轻量化主镜镜面的最大变形以及面形误差PV值和RMS值。计算结果表明:准Zernike第一项模式、单位载荷作用下镜面变形最大,其面形误差RMS为278.3 nm。采用最小二乘法对各种温差场下的镜面误差进行准Zernike多项式拟合,获得了准Zernike像差项的系数。采用最小二乘法拟合计算出镜面变形误差产生的准Zernike像差项的系数,结果表明,18种温度场下产生的像差形式主要有:平移、倾斜、离焦、彗差和像散。

关键词: 大口径主镜 SiC轻量化主镜 热变形 定标 准Zernike多项式

Calibration of thermal distortion for large aperture SiC lightweight mirror

Wu Xiao-xia, WANG Ming-hao, MING Ming, WANG Fu-guo

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

Abstract: To estimate the thermal distortion of a large aperture SiC lightweight primary mirror exactly, the calibration and calculation methods for the SiC lightweight mirror were researched in different thermal modes. Temperature sensors stuck on the lightweight mirror were divided into three levels along an optic axial direction, and the temperatures at each level were fitted by quasi-Zernike polynomials, respectively. By taking a 4 m SiC lightweight mirror for an example, the Finite Element Method (FEM) built by MSC.Patran was used to calibrate and calculate the thermal distortion in eighteen kind temperature fields of the first ninth quasi-Zernike polynomials and the Max deformation, surface error PV and RMS values due to the lightweight mirror thermal distortion were obtained for different temperature patterns. Calculation results show that the deformation of lightweight mirror is max under the first quasi-Zernike polynomial temperature pattern, and the surface error RMS value is 278.3 nm. Using a least-square method, the aberration coefficients of surface errors are calculated by quasi-Zernike polynomial wavefront fitting program for each temperature field, and the main aberration caused by the thermal distortion is piston, tilt, defocus, coma and astigmatism.

Keywords: large aperture mirror SiC lightweight mirror thermal distortion calibration quasi-zernike polynomial

收稿日期 2012-02-06 修回日期 2012-03-28 网络版发布日期 2012-06-10

基金项目:

中科院三期创新工程专项基金资助项目(No. O65X32C060); 科技部国际合作项目(No. 2011DFA50590)

通讯作者: 吴小霞

作者简介:

作者Email:

参考文献:

- [1] IWONA A. P, ISAAC, G. Developing SiC for optical system applications[J]. *SPIE*, 2004, 5524: 14-20.
- [2] 王富国, 杨洪波, 赵文兴, 等. 1.2 m SiC主镜轻量化设计与分析[J]. *光学精密工程*, 2009, 17(1): 85-91. WANG F G, YANG H B, ZHAO W X, *et al.*. Lightweight design and analysis of a 1.2 m SiC primary mirror[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2009, 17(1): 85-91. (in Chinese)
- [3] 冯树龙, 张新, 翁志成, 等. 温度对大口径主镜面形变形的影响分析[J]. *光学技术*, 2005, 31(1): 41-43. FENG SH L, ZHANG X, WENG ZH CH, *et al.*. Study on deformation of surface figure of large-aperture mirror in temperature field[J]. *Optical Technique*, 2005, 31(1): 41-43. (in Chinese)
- [4] 王红, 田铁印. 轴向温差对空间遥感器光学系统成像质量的影响[J]. *光学精密工程*, 2007, 15(10): 1489-1494. WANG H, TIAN T Y. Effect of axial temperature difference on imaging quality of space remote sensor optical system[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2007, 15(10): 1489-1494. (in Chinese)
- [5] 杨恂, 张伟, 陈时锦. 空间望远镜主镜的热光学特性分析[J]. *光学技术*, 2006, 32(1): 144-147. YANG Y, ZHANG W, CHEN SH J. Study on the thermal optics property of primary mirror applied on a space telescope[J]. *Optical Technique*, 2006, 32(1): 144-147. (in Chinese)
- [6] 吴清文, 卢锲, 王家骥, 等. 主镜稳定温度场特性分析 [J]. *光学精密工程*, 1996, 4(6): 47-53. WU Q W, L E, WANG J Q, *et al.*. A study on static thermal properties of primary mirror[J]. *Opt. Precision Eng.*, 1996, 4(6): 47-53. (in Chinese)
- [7] PEARSON E, STEPP L. Response of large optical mirrors to thermal distributions[J]. *SPIE*, 1987, 0748: 164-177.
- [8] 解滨, 肖志宏, 余景池. 利用准Zernike多项式分析超薄镜热变形[J]. *光学精密工程*, 2007, 15(2): 173-179. XIE B, XIAO ZH H, YU J CH. Analyzing thermal deformation of ultra-thin mirror using Zernike polynomials[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2007, 15(2): 173-179. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 侯俊峰 王东光 邓元勇 张志勇 孙英姿. 斯托克斯椭圆仪的非线性最小二乘拟合偏振定标[J]. *光学精密工程*, 2013, 21(8): 1915-1922

2. 赵敏杰 司福祺 江宇 周海金 汪世美 刘文清.星载大气痕量气体差分吸收光谱仪的实验室定标[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 567-574
3. 刘恩超 郑小兵 李新 张艳娜.绝对光谱辐照度仪的波长定标[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 608-615
4. 杨勇 熊伟 叶擎昊 孙允珠.空间外差光谱仪系统平场波长定标实验设计与数据处理[J]. 光学精密工程, 2013,21(10): 2508-2512
5. 徐文清 詹杰 徐青山.天空背景亮度测量系统的研制[J]. 光学精密工程, 2013,21(1): 46-52
6. 王锐, 王淑荣, 郭劲, 王挺峰.高精度紫外标准探测器的定标[J]. 光学精密工程, 2012,(8): 1696-1703
7. 宋茂新, 孙斌, 孙晓兵, 洪津.航空多角度偏振辐射计的偏振定标[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1153-1158
8. 修吉宏, 黄浦, 李军, 李友一.大面阵彩色CCD航测相机的辐射定标[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1365-1373
9. 许杰, 蒋山平, 杨林华, 肖大舟, 张景川.卫星结构件常压热变形的数字摄影测量[J]. 光学精密工程, 2012,20(12): 2667-2673
10. 宋茂新, 杨本永, 袁银麟, 洪津.多角度偏振辐射计星上积分球结构设计及检测[J]. 光学精密工程, 2012,20(11): 2338-2344
11. 范磊, 张景旭, 吴小霞, 王富国, 陈夫林, 杨洪波.大口径轻量化主镜边缘侧向支撑的优化设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(10): 2207-2213
12. 叶钊, 任建伟, 李宪圣, 刘则洵, 全先荣, 刘洪兴.用于星上定标光源的LED筛选装置[J]. 光学精密工程, 2012,20(1): 64-71
13. 齐向东 撒芑芑 潘明忠 崔继承.凸面光栅成像光谱仪的光谱定标[J]. 光学精密工程, 2011,19(12): 0-0
14. 张春雷, 向阳.漫反射板法定成像光谱仪的精度分析[J]. 光学精密工程, 2011,19(12): 2828-2836
15. 齐向东, 撒芑芑, 潘明忠, 崔继承.凸面光栅成像光谱仪的光谱定标[J]. 光学精密工程, 2011,19(12): 2870-2876