

[an error
occurred
while
processing
this
directive]

光学精密工程 2012, 20(12) 2667-2673 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

本期目录 | 下期目录 | 过刊浏览 | 高级检索

[打印本页] [关闭]

现代应用光学

卫星结构件常压热变形的数字摄影测量

许杰¹, 蒋山平¹, 杨林华¹, 肖大舟², 张景川¹

1. 北京卫星环境工程研究所, 北京 100094;

2. 北京空间机电研究所, 北京 100076

摘要: 针对卫星光学系统在轨工作时机上相机和星敏感器受温度影响其相互间夹角会出现变化而影响相机指向精度的问题, 利用数字摄影测量方法在实验室常温常压环境下对结构件进行了热变形测量试验。通过拍摄组合体结构件上相机和星敏感器的特定表面标志点, 计算了坐标值, 拟合了光轴矢量。以相机之一为基准计算法线矢量差和不同工况下矢量差的变化, 即夹角在各工况下的变形量。试验按照试件温度状态分为4个工况、20个子工况。测量结果显示最大变形量为227.9", 测量精度优于13.9"; 与有限元分析对比, 两者在各子工况的变化趋势一致, 均方值为30.4"。得到的结果表明, 通过用合理选择拍摄位置、剔除粗大误差以及将编码标志点作为公共点进行坐标系转换等方法, 可以提高数字摄影测量系统的测量精度, 满足卫星结构件热变形测量的需求。

关键词: 数字摄影测量 卫星结构件 热变形 平面拟合 精度分析

Digital photogrammetry for thermal deformation of satellite structures in normal environment

XU Jie¹, JIANG Shan-ping¹, YANG Lin-hua¹, XIAO Da-zhou², ZHANG Jing-chuan¹

1. Beijing Institute of Spacecraft Environment Engineering, Beijing 100094, China;

2. Beijing Institute of Space Mechanics and Electricity, Beijing 100076, China

Abstract: As the angles among the optical systems of cameras and star sensors would be changed when a satellite worked on orbits in space environments, this paper proposed a method to measure the angles to improve the orientation precision of cameras. A thermal deformation test for the changed angles of these structures was performed under air pressures and normal temperatures. The digital photogrammetry was used to take the pictures for signed positions on the cameras and star sensors and to calculate coordinates and fit the given planes. By taking a camera as the scale, the angles and their variations were calculated in different working conditions. Results show that the maximum thermal deformation is 227.9" under 4 working conditions and 20 sub-working conditions with different temperature distributions, and the test precision is better than 13.9". The result is very close to that of the finite element analysis, and the RMS between them is 30.4". It suggests that the precision of digital photogrammetry could be improved by choosing proper signed positions in photos, eliminating gross errors and taking coordinate conversion with code targets. The method satisfies test requirements for thermal deformation of the satellite structures.

Keywords: digital photogrammetry satellite structure component thermal deformation plane fitting precision analysis.

收稿日期 2012-08-07 修回日期 2012-10-12 网络版发布日期

基金项目:

十一五装备预先研究资助项目

通讯作者: 许杰

作者简介: 许杰 (1984-), 男, 北京人, 工程师, 2006年于浙江大学获得学士学位, 2009年于中科院长春光学精密机械与物理研究所获得硕士学位, 主要从事成像系统、照明系统光学设计, 杂散光分析以及低温光学等方面的研究。E-mail: xujie027@126.com
作者Email: xujie027@126.com

参考文献:

- [1] 张祖勋, 张剑清. 数字摄影测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1997. ZHANG Z X, ZHANG J Q. *Digital Photogrammetry* [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 1997. (in Chinese) [2] 黄桂平. 数字近景工业摄影测量关键技术研究与应用. 天津: 天津大学博士论文, 2005. HUANG G P. *Key Technology Research and Application of Digital Close Range Industry Photogrammetry System*. Tianjin: Tianjin University, 2005. (in Chinese) [3] PAPPAS R S, GIERSCHE L R, QUAGLIAROLI J M. Photogrammetry of a 5m inflatable space antenna with consumer digital cameras. Hampton, Virginia: Langley Research Center, NASA, 2000. [4] MEYER C G, JONES T W, LUNSFORD C B, et al.. In-vacuum photogrammetry of a 10-meter solar sail. Hampton, Virginia: Langley Research Center, NASA, 2005. [5] PAPPAS R S, JONES T W, BLACH J T, et al.. Photogrammetry methodology for gossamer spacecraft structures [J]. *Sound and Vibration*, 2002, 36(8): 12-21. [6] 于江, 蒋山平, 杨林华. 基于数字近景摄影测量的天线变形测量[J]. 航天器环境工程, 2008, 25(1): 56-58. YU J, JIANG SH P, YANG L H. Displacement measurement of antennas by means of digital close range photogrammetry [J]. *Spacecraft Environment Engineering*, 2008, 25(1): 56-58. (in Chinese) [7] 蒋山平, 杨林华, 于江. 真空低温环境用高精度CCD摄影测量系统[J]. 航天器环境工程, 2010, 27(3): 361-363. JIANG SH P, YANG L H, YU J. A high accuracy CCD photogrammetry system used in the vacuum cryogenic environment [J]. *Spacecraft Environment Engineering*, 2010, 27(3): 361-363. (in Chinese) [8] 王保丰, 李广云, 李宗春, 等. 高精度数字摄影测量技术在50m大型天线中的应用[J]. 测绘工程, 2007, 16(1): 42-46. WANG B F, LI G Y, LI Z CH, et al.. Application of high accuracy digital photogrammetry technology in a 50-meter large antenna [J]. *Engineering of Surveying and Mapping*, 2007, 16

(1):42-46. (in Chinese) [9] 李旭东,崔磊,赵慧洁,等. 双振镜点扫描三维形貌测量系统[J]. 光学精密工程,2010,18(7):1648-1653. LI X D, CUI L, ZHAO H J, *et al.*. Three-dimensional shape measurement system based on dual oscillating mirrors with point scanning [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(7):1648-1653. (in Chinese) [10] 姜宏志,赵慧洁,李旭东,等. 用于强反射表面形貌测量的投影栅相位法[J]. 光学精密工程,2010,18(9):2002-2008. JIANG H Z, ZHAO H J, LI X D, *et al.*. Projected fringe profilometry for profile measurement of high reflective surface [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(9): 2002-2008. (in Chinese) [11] XIAO ZH ZH, LIANG J, YU D H, *et al.*. Large-field-of-view deformation measurement for transmission tower based on close-range photogrammetry [J]. *Measurement*, 2011, 44(9):1705-1712. [12] 刘建伟,蒋志强,刘元朋,等. 输电塔架承载变形的三维光学测量[J]. 光学精密工程, 2012,20(5): 942-948. LIU J W, JIANG ZH Q, LIU Y P, *et al.*. Measurement on structural deformation of load-bearing power transmission tower based on 3D optical method [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2012, 20(5): 942-948. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 寇婕婷, 吴娜, 巴音贺希格, 唐玉国, 齐向东, 于宏柱. 凹面光栅衍射效率测试仪精度分析和优化[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1225-1232
2. 吴小霞, 王鸣浩, 明名, 王富国. 大口径SiC轻量化主镜热变形的定标[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1243-1249
3. 王显军. 光电轴角编码器细分信号误差及精度分析[J]. 光学精密工程, 2012,20(2): 379-386
4. 李延伟, 远国勤. 面阵彩色航空遥感相机前向像移补偿机构精度分析[J]. 光学精密工程, 2012,20(11): 2439-2443
5. 唐玉国, 何淼, 崔继承, 巴音贺希格, 陈少杰. 用于红外晶体双折射测量的单1/4波片法[J]. 光学精密工程, 2012,20(10): 2176-2183
6. 冯志庆, 白 兰, 张增宝, 林冠宇. 高能激光反射镜热变形补偿[J]. 光学精密工程, 2010,18(8): 1781-1787
7. 孙莹,, 万秋华, 王树洁, 余容红, 卢欣然, 梁立辉. 航天级光电编码器的信号处理系统设计[J]. 光学精密工程, 2010,18(5): 1182-1187
8. 王书新, 李景林, 刘磊, 齐光, 任建岳. 大尺寸焦平面空间相机调焦机构的精度分析[J]. 光学精密工程, 2010,18(10): 2239-2243
9. 许杰,汪逸群. 高集成度新型摆镜驱动模块的研制[J]. 光学精密工程, 2009,17(12): 2997-3000
10. 解 滨;肖志宏;余景池. 利用Zernike多项式分析超薄镜热变形[J]. 光学精密工程, 2007,15(2): 173-179
11. 王向军;韩双来. 弹落点坐标测量系统的快速校准方法及精度分析[J]. 光学精密工程, 2005,13(6): 686-690
12. 王国民, 姚正秋, 马礼胜, 李国平. 大型天文望远镜高精度摩擦传动的研究[J]. 光学精密工程, 2004,12(6): 592-597
13. 曾志雄, 胡晓东, 高立民. 天顶摄影仪轴系误差对垂线偏差测量精度的影响及其修正方法[J]. 光学精密工程, 2004,12(1): 6-10
14. 闫占辉, 于骏一, 曾福胜, 曹毅. 机床床身模拟件的弯曲刚度对其热态几何精度影响规律的应用研究[J]. 光学精密工程, 2002,10(2): 214-219
15. 宋洪涛, 宾鸿赞. 精密长丝杠磨削过程中工件热变形的分析[J]. 光学精密工程, 1997,5(2): 30-36