

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

高热稳定性测风Fabry-Perot干涉仪标准具的设计

孙剑¹, 冯玉涛¹, 白清兰¹, 王咏梅², 汶德胜¹

1. 中国科学院 西安光学精密机械研究所
2. 中国科学院国家空间科学中心

摘要：针对星载测风Fabry-Perot (F-P) 干涉仪的核心部件F-P标准具的热稳定性对测风精度的影响，从标准具结构设计角度(材料、形状和固定方式)分析了标准具的热稳定性，并给出最优设计方案。通过对光学元件结构尺寸的优化设计，得出了F-P标准具光学元件的最佳形状尺寸，即平板厚度为25 mm，间隔元件的角度为40°。采用柔性结构固定方式，计算了F-P标准具机械结构的形状尺寸。最后基于有限元法，分析了光学元件和整个标准具的热变形。分析结果显示，当环境温度变化0.1℃时，光学组件平板中心间隔变化量为0.64 nm，整个标准具平板中心间隔变化量为0.28 nm，通光口径边缘处间隔变化量为0.2 nm，相对于波长 λ 为630 nm的气辉光谱线约为 $\lambda/2$ 250和 $\lambda/3$ 150，并且平板间隔变化量沿着径向向外逐渐减小。得到的结果显示，优化设计后的结构参数满足风速为5 m/s时测量精度对热稳定性的要求，同时满足力学性能要求。

关键词：F-P干涉仪 标准具 热稳定性 测风 优化设计 结构设计

Design of thermal stable Fabry-Perot etalon for measuring wind

SUN Jian¹, FENG Yu-tao¹, BAI Qing-lan¹, WANG Yong-mei², WEN De-sheng¹

1. Xi'an institute of Optics and Precision Mechanics, Chinese Academy of Sciences
2. National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences

Abstract: In consideration of the effect of thermal stability of a Fabry-Perot(F-P) etalon in the satellite-borne F-P interferometer on wind measurement, this paper analyzes the thermal stability of the F-P etalon from its construction design including materials, shapes and fixed forms, then, it optimizes the design. With optimization design, the optical elements in the etalon are constructed, which shows that the two plates are all 25 mm thick, and the spacers are all 40° in angles. Then, the dimensions of mechanical structure of the etalon are calculated using flexible structure. Finally, the thermal distortions of optical elements and the etalon are discussed. It shows that the gap dimension changes in the centers of the optical elements and the etalon are 0.64 nm and 0.28 nm and the gap dimension change of the etalon is 0.2 nm when the temperature changes 0.1 °C. Furthermore, the airglow spectral lines are $\sim\lambda/2$ 250 and $\sim\lambda/3$ 150 at 630 nm respectively, and the gap dimension changes of the etalon fall along the radius from the center to the verge. These results demonstrate that optimized structure parameters meet the requirements of measuring accuracy for thermal stability and mechanical stability at a wind velocity of 5 m/s.

Keywords: F-P interferometer etalon Heat Stability wind measurement optimization design structure design

收稿日期 2012-11-12 修回日期 2013-01-22 网络版发布日期 2013-05-24

基金项目:

大尺寸有障碍空间角度与基面位置测量的关键技术

通讯作者: 孙剑

作者简介: 孙剑(1981-), 男, 河南新乡人, 工程师, 2007年于西安交通大学获得硕士学位, 主要从事成像光谱仪结构设计和热力学分析方面的研究。

作者Email: sunjian@opt.ac.cn

参考文献:

- [1]HIDEAKI N, SHOICHI O, HIROSHI F, et al.. Observation of thermospheric wind velocities and temperatures by the use of Fabry-Perot Doppler imaging system at Syowa Station, Antarctica [J]. Applied Optics, 1995, 34(36): 8382-8395. [2] 卢镔, 牛晓明, 孙同和, 等. 基于CAD/CAE/CAT技术的空间遥感相机热设计研究[J]. 光学精密工程, 1998, 6(5): 21-32. LU E, NIU X M, SUN T H, et al.. Study on thermal control design of space camera based on CAD/CAE/CAT [J]. Opt. Precision Eng., 1998, 6(5): 21-32. (in Chinese) [3]王平, 王汝冬, 田伟, 等. Fizeau干涉仪主机的热稳定性设计与分析[J]. 光学精密工程, 2011, 19(9): 2100-2107. WANG P, WANG R D, TIAN W, et al.. Design and analysis of thermal stability for main frame in Fizeau interferometer[J]. Opt. Precision Eng., 2011, 19(9): 2100-2107. (in Chinese) [4]赵鹏, 卢镔, 王家骥. 空间光学仪器光、机、热一体化总体设计光学[J]. 光学精密工程, 1996, 4(6): 17-21. ZHAO P, LU E, WANG J Q. Integrated design for space optical instrument [J]. Opt. Precision Eng., 1996, 4(6): 17-21. (in Chinese) [5]PAUL B H, VINCENT J A, MICHAEL E D, et al.. The high-resolution doppler imager on the upper atmosphere research satellite[J]. Journal of Geophysical, 1993, 98(D6): 10, 713-723. [6]WILBER R S, PAUL B H, HEINZ J G, et al.. The high resolution doppler imager: instrument performance in orbit since late 1991[J]. SPIE, 2830: 202-214. [7]WILBERT R S, RICK J N, TIMOTHY L K, et al.. Operational performance of the TIMED doppler interferometer (TIDI)[J]. Proceedings of SPIE, 2003, 5175: 47-57. [8]朱益清, 王小力, 朱拓. 具有温度稳定的法布里-珀罗标准具设计[J]. 江南大学学报(自然科学版), 2007, 6(4): 438-441. ZHU Y Q, WANG X L, ZHU T. The thermally stable Fabry-Perot etalon devices made of crystals[J]. Journal of Jiangnan University(Natural Science Edition), 2007, 6(4): 438-441. (in Chinese) [9]REES D, FULLER R, LYONS A, et al.. Stable and rugged etalon for the dynamics explorer fabry-perot interferometer [J]. Applied Optics, 1982, 21(21): 3896-3912. [10]苗恩铭. 材料热膨胀系数影响因素概述[J]. 工具技术, 2005, 39(5): 26-29. MIAO E M. Applicability analysis and extension choice of using thermal

expansion character Parameter [J]. Tool Engineering, 2005,39(5):26-29. (in Chinese) [11]刘盛举,曹俊卿.关于法布里-珀罗标准具的研究[J].大学物理,2003,22(6):26-28. LIU SH J, CAO J Q. Research on Fabry-Perot etalon [J]. College Physics, 2003,22(6):26-28. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 朱明智 王美聪 陈晓娟 吴文凯 陈刚.惯性约束聚变装置总体布局和结构设计[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 701-708
2. 陈晓怀 陈贺 王珊 李瑞君 高伟.微纳测量机测头弹性结构的参数设计[J]. 光学精密工程, 2013,21(10): 2587-2593
3. 汤继强, 韩雪飞, 刘强.微框架效应磁悬浮飞轮转子轮缘优化设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(9): 1991-1998
4. 刘强, 房建成.磁悬浮飞轮用可重复抱式锁紧装置[J]. 光学精密工程, 2012,(8): 1802-1810
5. 张然, 褚金奎, 王海祥, 陈兆鹏.具有三层结构的SU-8胶V形微电热驱动器[J]. 光学精密工程, 2012,20(7): 1500-1508
6. 荣誉, 金振林.五自由度并联机械腿静力学性能评价与优化设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1233-1242
7. 辛宏伟, 关英俊, 柴方茂.离轴空间遥感器主支撑结构设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1257-1264
8. 胡俊峰, 张究民.3自由度精密定位平台的运动特性和优化设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(12): 2686-2695
9. 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
10. 王忠素, 翟岩, 梅贵, 江帆, 程志峰.空间光学遥感器反射镜柔性支撑的设计[J]. 光学精密工程, 2010,18(8): 1833-1841
11. 刘 强, 房建成, 韩邦成, 白国长.磁悬浮飞轮锁紧装置及其优化设计[J]. 光学精密工程, 2010,18(8): 1814-1821
12. 黎明;吴清文;江帆;黄涛,.三线阵立体测绘相机热控系统的设计[J]. 光学精密工程, 2010,18(6): 1367-1373
13. 王平, 张葆, 程志峰, , 赵阳.

变焦距镜头凸轮结构优化设计

[J]. 光学精密工程, 2010,18(4): 893-898

14. 魏群,艾兴乔,姜湖海,宣明,贾宏光.超音速光学导引头整流罩优化[J]. 光学精密工程, 2010,18(2): 384-389
15. 王生怀.一种新型三维精密位移系统的设计与分析[J]. 光学精密工程, 2010,18(1): 175-182

Copyright by 光学精密工程