

[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

接触式大型非球面镜面形测量中测量点分布的确定

李杰<sup>1,2</sup>, 伍凡<sup>1</sup>, 吴时彬<sup>1</sup>, 匡龙<sup>1</sup>, 林常青<sup>1</sup>

1. 中国科学院 光电技术研究所, 四川 成都 610209;
2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

**摘要:** 为准确有效地检测大型非球面光学元件的面形,研究了接触式测量光学元件的测量点分布方式。使用不同密度的径向分布及均匀分布的测量点分别对以不同Zernike多项式表示的面形偏差进行采样,然后计算采样所得面形相对给定面形PV值及RMS值的最大相对误差,并对计算结果进行了分析。对1.8 m抛物面镜面形实测结果表明:在镜面加工的成型及粗磨阶段,由于面形偏差主要呈旋转对称分布,低密度径向分布测量点即可满足继续加工的检测需求;在精磨及初抛阶段,面形偏差主要为像散或其它非对称面形偏差,测量点均匀分布是提升测量精度的有效手段。此分析方法可以指导测量点的排布方式,从而确保由测量点分布引入的测量误差小于镜面本身面形误差的1/5,提高检测效率。

**关键词:** 光学面形检测 非球面 接触式测量 测量误差 Zernike多项式

Determination of measurement point distribution for contact measurement of large aspheric mirror surface

LI Jie<sup>1,2</sup>, WU Fan<sup>1</sup>, WU Shi-bin<sup>1</sup>, KUANG Long<sup>1</sup>, LIN Chang-qing<sup>1</sup>

1. Institute of Optics & Electronics, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610209, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

**Abstract:** Measurement point distribution in contact measuring large aspheric optical surface was researched. By the radial and uniform measurement points with different density distributions, various surface deviations represented by different Zernike polynomials were sampled respectively. Then, the maximum PV and RMS errors were calculated and analyzed. Measurement results of a 1.8 m parabolic mirror were taken as examples, and it indicates that the low density radial measurement point distribution can meet the measurement needs at the forming and coarse grinding stages because the surface deviations show large rotate-symmetrical forms. Moreover, the uniform distribution of measurement points is an effective way to improve measurement accuracy at fine grinding and initial polishing stages, for the main surface deviations are astigmatism or other asymmetrical aberrations. This method can guide the measurement point distribution, control the measurement error caused by distribution to be less than 1/5 of surface error, and can improve measurement accuracy efficiently.

**Keywords:** optical surface testing aspheric surface contact measurement measurement error Zernike polynomial

收稿日期 2011-09-14 修回日期 2011-12-08 网络版发布日期 2012-04-22

基金项目:

国家自然科学基金资助项目(No.60838002)

通讯作者: 李杰 (1984-),男,安徽淮南人,博士研究生,主要从事光学精密检测技术的研究。E-mail: newuser9919@sohu.com.cn

作者简介:

作者Email:

参考文献:

- [1] WOLFGANG O, AXEL M, HEINZ S. Measuring large aspherics using a commercially available 3D-coordinate measuring machine[J]. *SPIE*, 2000,4003: 91-97. [2] TOM L Z, JAMES H B, WARREN B D, *et al.*. Measurements of large optical surfaces with a laser tracker[J]. *SPIE*, 2008,7018: 70183U-1-70183U-12. [3] 唐健冠,伍凡,吴时彬. 大口径非球面精磨表面形状检测技术研究[J]. *光学技术*,2001,27(6):509-511. TANG J G, WU F, WU SH B. Research on testing techniques for larger aperture aspherical surface in the fine grinding stage [J]. *Optical Technique*, 2001,27(6):509-511. (in Chinese) [4] 贺俊,陈磊. 使用红外干涉仪测量非球面面形[J]. *光学精密工程*,2010,18(1):69-74. HE J, CHEN L. Measurement of aspheric surfaces by infrared interferometer[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010,18(1):69-74. (in Chinese) [5] 王孝坤,王丽辉,邓伟杰,等. 用非零位补偿法检测大口径非球面反射镜[J]. *光学精密工程*,2011,19(3):520-528. WANG X K, WANG L H, DENG W J, *et al.*. Measurement of large aspheric mirrors by non-null testing[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2011,19(3):520-528. (in Chinese) [6] 黎发志,罗霄,赵晶丽,等. 离轴非球面的计算全息图高精度检测技术[J]. *光学精密工程*,2011,19(4):709-716. LI F ZH, LUO X, ZHAO J L, *et al.*. Test of off-axis aspheric surfaces with CGH[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2011,19(4):709-716. (in Chinese) [7] 何煦,马军. 共光路径向剪切干涉仪的设计[J]. *光学精密工程*,2011,19(9):2029-2035. HE X, MA J. Design of common path radial shearing interferometer[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2011,19(9):2029-2035. (in Chinese) [8] MARCIN S, WLADYSLAW J. Optimization of measuring strategies in coordinate measuring technique[J]. *Measurement Science Review*,2001,1(1):191-194. [9] VIRENDRA N M. Zernike polynomials and aberration balancing[J]. *SPIE*, 2003,5173: 1-17. [10] 单宝忠,王淑岩,牛慧笨,等. Zernike多项式拟合方法及应用[J]. *光学精密工程*,2002,10(3):318-323. SHAN B ZH, WANG SH Y, NIU H B, *et al.*. Fitting method and apply of Zernike polynomials [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2002,10(3):318-323. (in Chinese) [11] 亓波,陈洪斌,刘顺发,等. Zernike多项式波面拟合的回归分析方法[J]. *光学精密工程*,2007,15(3):396-400. QI B, CHEN H B, LIU SH F. Regression analysis of wavefront fitting using Zernike polynomial[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2007,15(3):396-400. (in Chinese) [12] 徐德衍,王青,高志山,等. 现行光学元件检测与国际标准[M]. 北京: 科学出版社,2009. XU D Y, WANG Q, GAO ZH SH, *et al.*. *Current Optics Testing and International Standards* [M]. Beijing: Science Press,2009. (in Chinese)

1. 于新峰 巩岩 倪明阳 秦硕.基于运动学支撑的透镜光学表面面形及其复现性[J]. 光学精密工程, 2013,21(8): 2000-2007
2. 高松涛 王高文 张健 隋永新 杨怀江.用计算全息图校正非球面的畸变[J]. 光学精密工程, 2013,21(8): 1929-1935
3. 李俊峰, 宋淑梅.应用双摆动技术加工离轴碳化硅反射镜[J]. 光学精密工程, 2012,(8): 1669-1675
4. 夏毅敏, 张刚强, 罗松保, 张建国.非球面超精密机床静压轴承温度场的分布[J]. 光学精密工程, 2012,(8): 1759-1764
5. 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
6. 卢海平, 刘伟奇, 康玉思, 魏忠伦, 冯睿, 付瀚毅.超大视场头盔显示光学系统设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(5): 979-987
7. 陈新华, 季轶群, 沈为民.基于星点图像的小像差复原[J]. 光学精密工程, 2012,20(4): 706-711
8. 李显凌.数控非接触式超光滑光学元件加工机床的设计[J]. 光学精密工程, 2012,20(4): 719-726
9. 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
10. 王旭.使用优化的固着磨料磨盘全口径加工碳化硅反射镜[J]. 光学精密工程, 2012,20(10): 2123-2131
11. 田春林, 林彦男, 孙文信, 林采薇, 林宸生, 张正阳.用于高速数据传输的微透镜模块设计及评价[J]. 光学精密工程, 2011,19(9): 2271-2276
12. 闫勇, 金光.RB-SiC反射镜的材料制备、表面改性及非球面加工[J]. 光学精密工程, 2011,19(8): 1750-1756
13. 李俊峰, 宋淑梅.离轴抛物镜检测中调整误差对波前畸变的影响[J]. 光学精密工程, 2011,19(8): 1763-1770
14. 高瑀含, 安志勇, 李娜娜, 赵伟星, 王劲松.高斯光束整形系统的光学设计[J]. 光学精密工程, 2011,19(7): 1464-1471
15. 史永杰, 郑堤, 王龙山, 胡利永.非球面精密数控研抛中研抛力的控制[J]. 光学精密工程, 2011,19(5): 1013-1021