光学 精密工程
OPTICS AND PRECISION ENGINEERING
核心期刊
主管：中国科学院
主办：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
中国仪器仪表学会
主编：曹健林

光学精密工程 2012, (8) 1669-1675 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

现代应用光学

应用双摆动技术加工离轴碳化硅反射镜

李俊峰, 宋淑梅

中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 光学系统先进制造技术重点实验室,吉林 长春 130033

摘要： 研究了用双摆动技术抛光离轴非球面的工艺。介绍了用双摆动抛光加工离轴非球面的原理,分析了双摆动抛光过程中抛光盘与工件的相对运动特性及各个工艺参数对相对运动路径的影响。建立了双摆动抛光运动的数学模型,进行了计算机仿真,并对不同参数下的仿真结果进行了比较。给出了抛光模形状模型,实验验证了不同形状抛光模的材料去除特性。应用双摆动技术加工了一个224 mm×108 mm离轴碳化硅反射镜,结果显示:应用该技术加工离轴非球面镜可以有效抑制光学表面中频误差,具有较高的材料去除效率,面形精度可以稳定达到λ/30(rms, @633 nm)。因此,双摆动抛光技术的研究有助于推动离轴非球面制造技术的发展。

关键词： 碳化硅反射镜 离轴非球面 双摆动技术 光学加工

Manufacture of SiC off-axis aspheric mirrors by double-swing method

LI Jun-feng, SONG Shu-mei

Key Laboratory of Optical System Advanced Manufacturing Technology, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China

Abstract: The polishing principle of Double-Swing Method (DSM) was introduced, the relative movement characteristic between polishing lap and workpiece was analyzed, and the influence of polishing parameters on the relative movement was discussed. A mathematical model of the DSM in a movement state was established and its movement was simulated in a programming language. Then, simulation effects under different parameters was compared. The shape model of the polishing lap was presented, and the material removal character of the polishing lap with diffident shapes was verified.Finally,a rectangle off-axis aspheric mirror in a size of 224 mm×108 mm was polished by the DSM. The experiment result shows that to manufacture the off-axis aspheric mirror by the DSM can control the middle-frequency error and can obtain high working efficiency, and the surface precision is about λ/30 (rms, @633nm). Therefore, the DSM benefits the development of the manufacture technique for off-axis aspheric mirrors.

Keywords: SiC mirror off-axis asphere mirror double-swing method optical manufacture

收稿日期 2012-03-21 修回日期 2012-04-17 网络版发布日期

基金项目:

国家863高技术研究发展计划资助项目(No.2007AA12Z113);科技部国际合作项目(No.2011DFA50590)

通讯作者: 宋淑梅

作者简介: 李俊峰 (1980-),男,吉林长春人,博士,助理研究员,2005年于长春理工大学获得学士学位,2010年于中国科学院长春光学精密机械与物理研究所获得博士学位,主要从事大口径非球面多模式组合加工技术的研究。E-mail:ljf220@sohu.com
作者Email: smsong@ciomp.ac.cn

参考文献：

[1] 郑立功,张学军,张峰. 矩形离轴非球面的数控加工[J]. 光学 精密工程,2004,12(1):113-117. ZHENG L G, ZHANG X J, ZHANG F. NC surfacing of two off-axis aspheric mirrors[J]. *Opt. Precision Eng.*,2004,12(1):113-117. (in Chinese)
[2] 李锐钢,郑立功,张峰,等. 大口径高陡度离轴非球面精磨阶段的数控加工[J]. 光学 精密工程,2007,15(5):633-639. LI R G, ZHENG L G, ZHANG F, *et al*.. Computer controlled manufacturing during fine grinding stage of highly steep off-axis asphere with large aperture [J]. *Opt. Precision Eng., 2007,15(5):*633-639.(in Chinese)
[3] 欧阳渺安. 超精密非球面镜面模具直轴磨削的研究[J]. 光学 精密工程,2006,14(4):545-552. OUYANG M A.Study of ultra-precision vertical grinding for aspheric lens mould[J].*Opt.Precision Eng.*,2006,14(4):545-552.(in Chinese)
[4] 王贵林.SiC光学材料超精密研抛关键技术研究 . 北京:中国科学院,2002. WANG G L. *A study on key techniques in ultra-precision lapping and polishing for optical SiC materials* .Beijing:Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, 2002.(in Chinese)
[5] 程灏波,张学军,郑立功,等. 离轴非球面加工、检测轨迹优化研究[J]. 光学技术,2003,29(2):247-249. CHENG H B, ZHANG X J, ZHENG L G, *et al*.. Optimizing the moving-orbit for off-axis aspheric manufacturing and test [J]. *Optical Technique, 2003,*29(2):247-249. (in Chinese)
[6] WANG P, LI J F, XUAN B, *et al*.. Double-swing method used for polishing off-axis aspherical mirrors[J]. *SPIE*, 2009,7282:728203.
[7] 赵文兴,张舸,赵汝成,等. 轻型碳化硅质反射镜坯体的制造工艺[J]. 光学 精密工程,2011,19(11):2609-2617. ZHAO W X, ZHANG G, ZHAO R CH, *et al*..Fabrication of silicon carbide lightweight mirror blank[J]. *Opt. Precision Eng.*,2011,19(11):2609-2617. (in Chinese)
[8] 邓伟杰,郑立功,史亚莉,等. 离轴非球面抛光路径的自适应规划[J]. 光学 精密工程,2009,17(1):65-71. DENG W J, ZHENG L G, SHI Y L,*et al*.. Adaptive programming algorithm for generating polishing tool-path in computer controlled optical surfacing[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2009,17(1):65-71.(in Chinese)
[9] KIM D W, KIM S W.Static tool influence function for fabrication simulation of hexagonal mirror segments for extremely large telescopes[J]. *Optics Express, 2005, 13(3):910-917*.
[10] SONG C,WALKER D, YU G Y. Misfit of rigid tools and interferometer subapertures on off-axis aspheric mirror

segments[J]. *Optics Engineering,* 2011,50(7):073401.

本刊中的类似文章

1．张媛媛, 敬畏, 程云涛, 胡桂涛, 方敬忠.Φ510 mm SiC超轻量化反射镜的设计与有限元分析[J]. 光学精密工程, 2012,(8): 1718-1724

2．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

3．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

4．罗霄, 郑立功, 张学军.平转动大磨头加工大口径非圆形球面的粗磨试验[J]. 光学精密工程, 2011,19(6): 1199-1206

5．黎发志, 罗霄, 赵晶丽, 薛栋林, 郑立功, 张学军.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

6．赵文才.离轴三反射光学系统的新设计[J]. 光学精密工程, 2011,19(12): 0-0

7．赵文才.改进的离轴三反光学系统的设计[J]. 光学精密工程, 2011,19(12): 2837-2843

8．宣斌, 谢京江, 宋淑梅.多模式组合抛光技术在光学加工中的应用[J]. 光学精密工程, 2011,19(1): 41-50

9．张峰.高精度离轴凸非球面反射镜的加工及检测[J]. 光学精密工程, 2010,18(12): 2557-2563

10．石峰,戴一帆,彭小强,王卓.磁流变抛光消除磨削亚表面损伤层工艺研究[J]. 光学精密工程, 2010,18(1): 162-168

11．王旭, 张学军.固着磨料加工碳化硅反射镜的微观理论模型[J]. 光学精密工程, 2009,17(3): 513-518

12．邓伟杰, 郑立功, 史亚莉, 张学军.离轴非球面数控抛光路径的自适应规划[J]. 光学精密工程, 2009,17(1): 65-71

13．陈强,袁家虎,伍凡.Φ1.2m F/1.5抛物面主镜补偿器[J]. 光学精密工程, 2008,16(8): 1384-1388

14．焦长君,解旭辉,李圣怡.光学镜面离子束加工材料去除效率[J]. 光学精密工程, 2008,16(8): 1343-1348

15．薛栋林.表面改性非球面碳化硅反射镜的加工[J]. 光学精密工程, 2008,16(12): 2479-2484