



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211668748 U

(45)授权公告日 2020.10.13

(21)申请号 201921931090.0

(22)申请日 2019.11.11

(73)专利权人 中国科学院上海技术物理研究所
地址 200083 上海市虹口区玉田路500号

(72)发明人 刘强 王欣 黄庚华 何志平
舒嵘

(74)专利代理机构 上海沪慧律师事务所 31311
代理人 郭英

(51)Int.Cl.

G01M 11/02(2006.01)

G02B 27/30(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

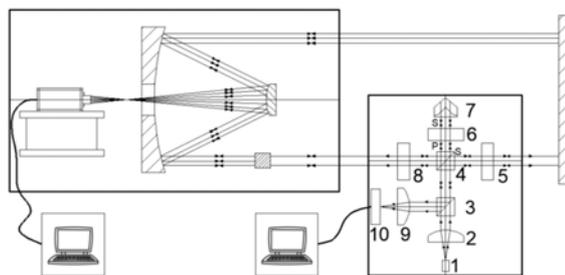
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

基于偏振分光反射望远镜光轴监测的光校装置

(57)摘要

本专利公开了一种基于偏振分光的反射望远镜光轴监测的光校装置。装置包括光纤光源,准直透镜,分光棱镜,偏振分光棱镜,一号平行平板,四分之一波片,角锥棱镜,二号平行平板,汇聚透镜,探测器;在光校望远镜系统过程中,采用偏振分光棱镜、四分之一波片和角锥棱镜产生两束共线、方向相反的光束,实现被光校的望远镜系统光轴与辅助平面镜法线的高精度配准。本专利所述的装置是一种相对测试,攻克了传统绝对测试光轴中人为判读误差与测试环境等带来的测试精度问题。另外,参考光轴与测试光轴共光路,不受测试过程中的振动影响,大大提高测试精度与光校效率。



1. 一种基于偏振分光反射望远镜光轴监测的光校装置,包括光纤光源(1),准直透镜(2),分光棱镜(3),偏振分光棱镜(4),一号平行平板(5),四分之一波片(6),角锥棱镜(7),二号平行平板(8),汇聚透镜(9),探测器(10),其特征在于:

所述的光纤光源(1)的光纤出射点位于准直透镜(2)的焦面上,由准直透镜(2)准直的平行光经过分光棱镜(3)到达偏振分光棱镜(4),被分为线偏振P光和S光两束测试光:

第一束测试光是透射偏振分光棱镜(4)产生的线偏振P光,经过四分之一波片(6),变为圆偏振光,再经过角锥棱镜(7)后原路返回,第二次经过四分之一波片(6),变为线偏振S光,到达偏振分光棱镜(4)中45°的分光面,线偏振S光呈与原光轴90°夹角方向出射,透射经过二号平行平板(8),到达光校望远镜系统的光轴基准棱镜上,整体调节本光校装置的方位,使得光束的方向与被光校望远镜系统的基准棱镜法线共线,原路返回,经过偏振分光棱镜(4)反射,第三次经过四分之一波片(6),变为圆偏振光,再经过角锥棱镜(7)后原路返回,第四次经过四分之一波片(6),变为线偏振P光,透射经过偏振分光棱镜(4),经过分光棱镜(3)反射到达汇聚透镜(9),成像到探测器(10)上,记录探测器上光斑质心 (x_1, y_1) ;

第二束测试光是偏振分光棱镜(4)中45°的分光面反射产生的线偏振S光,线偏振S光呈与原光轴90°夹角方向出射,透射经过一号平行平板(5),到达辅助光校的大口径平面镜上,调节辅助光校的大口径平面镜,使之法线与光束方向共线,原路返回,经过偏振分光棱镜(4)反射,经过分光棱镜(3)反射到达汇聚透镜(9),成像到探测器(10)上,记录探测器上光斑质心 (x_2, y_2) ;

另外,第一束测试光在入射到二号平行平板(8)时,分为两束,透射为上面说明的第一束测试光,反射的是参考光束一,后面传播的路径和第一束测试光一致;第二束测试光入射到一号平行平板(5)时,分为两束,透射为上面说明的第二束测试光,反射的是参考光束二,后面传播路径和第二束测试光一致;第一束测试光和第二束测试光在探测器上是重合的,是探测器自身光校的结果,其光斑质心为 (x_0, y_0) ;汇聚透镜(9)的焦距为 f' ,则可以得到被光校望远镜系统的光轴与辅助的大口径平面镜法线两维的夹角, θ_x 为水平方向的偏角, θ_y 为俯仰方向的偏角:

$$\theta_x = \frac{x_2 - x_1}{f'}$$

$$\theta_y = \frac{(y_0 - y_2) - (y_1 - y_0)}{f'}$$

当被光校望远镜系统的光轴与辅助的大口径平面镜的法线共线时, $\theta_x=0, \theta_y=0$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种基于偏振分光反射望远镜光轴监测的光校装置,其特征在于:光纤光源(1)为单模光纤输出,波长为633nm。

3. 根据权利要求1所述的一种基于偏振分光反射望远镜光轴监测的光校装置,其特征在于:所述的一号平行平板(5),二号平行平板(8)为透射石英材料,前后两面的平行度优于3秒,透射波前RMS值优于1/15波长@633nm,靠近偏振分光棱镜(4)一侧的平面镀反射膜,其反射率30%@633nm,另外一面镀增透膜,98%@633nm。

4. 根据权利要求1所述的一种基于偏振分光反射望远镜光轴监测的光校装置,其特征在于:所述的角锥棱镜(7)的材料为石英,入射与出射光线角度偏差优于3秒。

5. 根据权利要求1所述的一种基于偏振分光的反射望远镜光轴监测的光校装置,其特征在于:所述的探测器(10)为2048*2048像素,像元尺寸为3.45um×3.45um的商用CMOS探测器。

基于偏振分光的反射望远镜光轴监测的光校装置

技术领域

[0001] 本专利属于光学测试与光学装调领域,涉及一种基于偏振分光的反射望远镜光轴监测的光校装置,特别适用于反射式望远镜系统光校过程中,反射式望远镜系统光轴与大口径平面镜法线的配准与实时监测。还适用于大口径非球面反射镜加工,激光发射与接收配准等领域。

背景技术

[0002] 激光雷达,激光测高仪等反射式空间光学相机载荷,对于光学载荷中的反射式望远镜系统的光轴指向要求越来越高,这必然要求反射式望远镜系统在光校过程中,对于光轴指向的测试,配准精度要求越来越高。在光学装配过程中,最为重要的是将被光校空间反射式望远镜系统的光轴与辅助大口径平面镜法线进行共线配准。传统方案主要有两种:第一种,在望远镜主镜加工过程中,控制较严的主镜光轴与主镜背面的垂直度,在光校反射式望远镜系统时,将主镜背面法线与辅助大口径平面镜法线调共线,作为光轴配准,此种方法依赖与加工,精度较低,很难给出准确光轴指向。第二种,利用经纬仪对准望远镜系统的光轴,然后旋转经纬仪 180° ,调节辅助大口径平面镜,使之法线与经纬仪光轴重合,这样建立基准将会引入多种误差,经纬仪的固定误差,调节经纬仪水平的零位误差,旋转经纬仪引入的旋转误差等,其过程繁琐,重复精度不高,难以实现光校过程光轴的实时监测。

[0003] 因此,在反射式望远镜系统光校过程中,如何提高被光校反射式望远镜系统光轴与辅助大口径平面镜法线共线光轴配准的精度,排除测试人为误差和环境误差,实现高的重复测试精度,并在光校过程中实现实时监测,是光学测试、光校领域需要解决的问题。

发明内容

[0004] 本专利的目的是提供一种基于偏振分光的反射望远镜光轴监测的光校装置,本装置如附图1所示,在光校大口径反射式望远镜系统过程中的测试光路图,如附图2所示,其测试方法的具体步骤如下:

[0005] 步骤一:本装置测试前自检。打开光纤光源1,位于准直透镜2焦面的光纤出射光,经过准直透镜2发出平行光,经过分光棱镜3到达偏振分光棱镜4,被分为线偏振P光和S光两束。参考光束一经过偏振分光棱镜4透射,经过四分之一波片6,变为圆偏振光,再经过角锥棱镜7后原路返回,第二次经过四分之一波片6,变为线偏振S光,到达偏振分光棱镜4中 45° 的分光面,线偏振S光呈与原光轴 90° 夹角方向出射,到达二号平行平板8表面,反射部分光束经过偏振分光棱镜4反射,第三次经过四分之一波片6,变为圆偏振光,再经过角锥棱镜7后原路返回,第四次经过四分之一波片6,变为线偏振P光,透射经过偏振分光棱镜4,经过分光棱镜3反射到达汇聚透镜9,成像到探测器10上。参考光束二经过偏振分光棱镜4中 45° 的分光面,线偏振S光呈与原光轴 90° 夹角方向出射,到达一号平行平板5表面,反射部分光束经过偏振分光棱镜4反射,经过分光棱镜3反射到达汇聚透镜9,成像到探测器10上。比对两路参考光束在探测器10上光斑的质心位置,当二者质心位置综合误差小于被光校反射式望

远镜系统光轴指向精度要求即可,则本装置自检完成。此光斑为基准光斑,基准光斑质心为 (x_0, y_0) 。

[0006] 步骤二:测试光束一与参考光束一是共光路的。位于准直透镜2焦面的光纤出射光,经过准直透镜2准直后为平行光,经过分光棱镜3到达偏振分光棱镜4,被分为线偏振P光和S光两束。测试光束一是直接透过偏振分光棱镜4的线偏振P光,经过四分之一波片6,变为圆偏振光,再经过角锥棱镜7后原路返回,第二次经过四分之一波片6,变为线偏振S光,到达偏振分光棱镜4中 45° 的分光面,线偏振S光呈与原光轴 90° 夹角方向出射,透射经过二号平行平板8,到达被光校反射式望远镜系统的光轴基准棱镜11上,整体调节本光校装置,使得光束的方向与被光校望远镜系统的光轴基准棱镜法线基本共线,返回,经过偏振分光棱镜4反射,第三次经过四分之一波片6,变为圆偏振光,再经过角锥棱镜7后原路返回,第四次经过四分之一波片6,变为线偏振P光,透射经过偏振分光棱镜4,经过分光棱镜3反射到达汇聚透镜9,成像到探测器10上,再次调节本装置,使得返回光斑质心与基准光斑质心一致,测试光束一的光斑质心 (x_1, y_1) 。

[0007] 步骤三:测试光束二与参考光束二是共光路的。位于准直透镜2焦面的光纤出射光,经过准直透镜2发出平行光,经过分光棱镜3到达偏振分光棱镜4,被分为线偏振P光和S光两束。经过偏振分光棱镜4中 45° 的分光面反射,线偏振S光呈与原光轴 90° 夹角方向出射,透射经过一号平行平板5,到达辅助光校的大口径平面镜上,调节辅助光校的大口径平面镜,使之法线与光束方向共线,原路返回,经过偏振分光棱镜4反射,经过分光棱镜3反射到达汇聚透镜9,成像到探测器10上,再次调节本装置,使得返回光斑质心与基准光斑质心一致,测试光束二的光斑质心 (x_2, y_2) 。

[0008] 步骤四:经过步骤一到步骤三,就完成了被光校反射式望远镜系统光轴与辅助大口径平面镜法线的光轴配准。此时调节本装置方位,此时测试光束一和测试光束二在探测器10上的光斑位置同时移动,基准光斑位置不变,使得三个光斑不重合。此时通过计算机实时计算三个光斑质心之间的关系,即可得到被校反射式望远镜系统光轴与辅助大口径平面镜12法线的漂移,计算公式如下:

$$[0009] \quad \theta_x = \frac{x_2 - x_1}{f'}$$

$$[0010] \quad \theta_y = \frac{(y_0 - y_2) - (y_1 - y_0)}{f'}$$

[0011] 当被光校望远镜的光轴与辅助的大口径平面镜的法线共线时, $\theta_x = 0, \theta_y = 0$ 。

[0012] 本专利的特点及有益效果主要体现在以下几个方面:(1)本装置的测试光束与参考光束共光路,不受测试环境的影响,测试重复精度高;(2)本装置是测试光束与参考光束之间的相对测量,并且利用探测器获取光斑质心,在计算光斑质心之间的差异,排除了人为读数误差,实现高精度实现光轴配准;(3)本装置可以在整个反射式望远镜系统光校过程中实时监测,除了监测相对位置变化,亦可监测是被校反射式望远镜系统光轴发生了变化还是辅助大口径平面镜发生了变化。(4)采用本专利所述的光校装置,不仅仅适用于反射式望远镜系统光校领域,还适用于大口径非球面反射镜加工,激光发射与接收配准等领域。

附图说明

[0013] 图1为本专利装置用于光校的示意图；

[0014] 图2为本专利装置自身光校步骤的示意图：其中图(1)是装置自身光校步骤一的示意图，图(2)是装置自身光校步骤二的示意图，图(3)是装置自身光校步骤三的示意图，图(4)是装置自身光校步骤四的示意图，图(5)是装置自身光校步骤五的示意图。

具体实施方式

[0015] 以下结合附图对本专利方法的实施实例进行详细的描述。

[0016] 本专利中所使用的主要元器件进行说明：

[0017] 光纤光源1：将波长633nm激光耦合到芯径10um的单模光纤输出。

[0018] 准直透镜2：采样Edmund公司型号为#36-165模压非球面透镜，口径12.5mm，焦距10mm。

[0019] 分光棱镜3：采样Thorlab公司型号为BS016，口径20mm的分束立方体，材料石英，透射波前四分之一波长@633nm，分束比50:50。

[0020] 偏振分光棱镜4：采样Thorlab公司型号为PBS202，口径20mm的偏振分束立方体，材料SF1，透射波前四分之一波长@633nm，偏振分束比1000:1。

[0021] 一号平行平板5，二号平行平板8：元件定制，口径30mm，材料石英，前后两面的平行度优于3秒，透射波前RMS值优于1/15个波长@633nm，靠近偏振分光棱镜4一侧，镀膜，其反射率30%@633nm，另外一面镀增透膜，98%@633nm。

[0022] 四分之一波片6：采样Thorlab公司型号为WPMQ05M-633，口径二分之一英寸的四分之一波片，透射波前十分之一波长@633nm。

[0023] 角锥棱镜7：采样Thorlab公司型号为PS975-A，口径25.4mm，增透磨 350-700nm，面形精度优于十分之一波长@633nm，材料石英，入射与出射光线角度偏差优于3秒。

[0024] 汇聚透镜9：采样Edmund公司型号为39-560，口径为25.4mm，焦距50.8mm 的激光级非球面透镜。

[0025] 探测器10：采样Thorlab公司像元尺寸3.45um×3.45um，像元2448×2048 的500万像素的小型科研COMS传感器。

[0026] 本专利装置自身的装校的具体步骤如下，如附图2：

[0027] 1) 利用光电自准直仪16，对准一号平行平板5，调节光电自准直仪16，使得一号平行平板5返回的十字线在光电自准直仪中心，偏振分光棱镜4，使得其靠近二号平行平板8一侧表面返回的十字线与一号平行平板返回的重合，再安装二号平行平板8，使得其返回的十字线与前面两个十字线重合即可，如附图2(1)所示；

[0028] 2) 移动光电自准直仪16，与原来大致90度方向，调焦光电自准直仪16，使得其对准偏振分光棱镜4，返回的十字线在光电自准直仪16中心，并且微调光电自准直仪16和偏振分光棱镜4，使得参考光束一和参考光束二返回的十字线重合，再安装四分之一波片6和角锥棱镜7，如附图2(2)所示；

[0029] 3) 安装分光棱镜3，使得其返回的自准直仪十字线与2)的重合，如附图 2(3)所示；

[0030] 4) 安装汇聚透镜9和探测器10，使得3)中的十字线经过分光棱镜3反射进入到探测器的中心，如附图2(4)所示；

[0031] 5) 安装光纤光源1和准直透镜2,使得到达探测器10上参考光束一和参考光束二光斑在探测器的中心,即完成了本装置的自身光校,如附图2(5)所示。

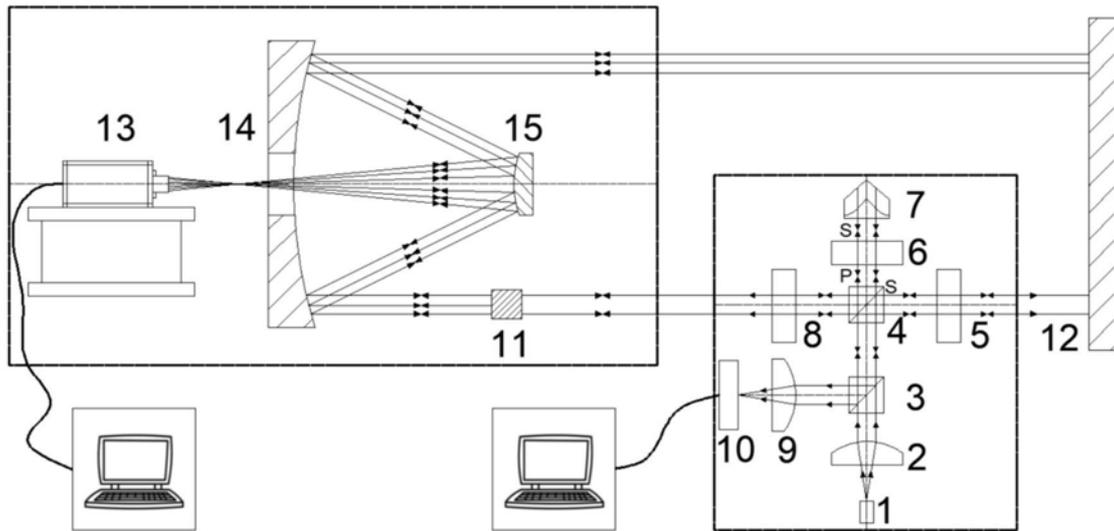


图1

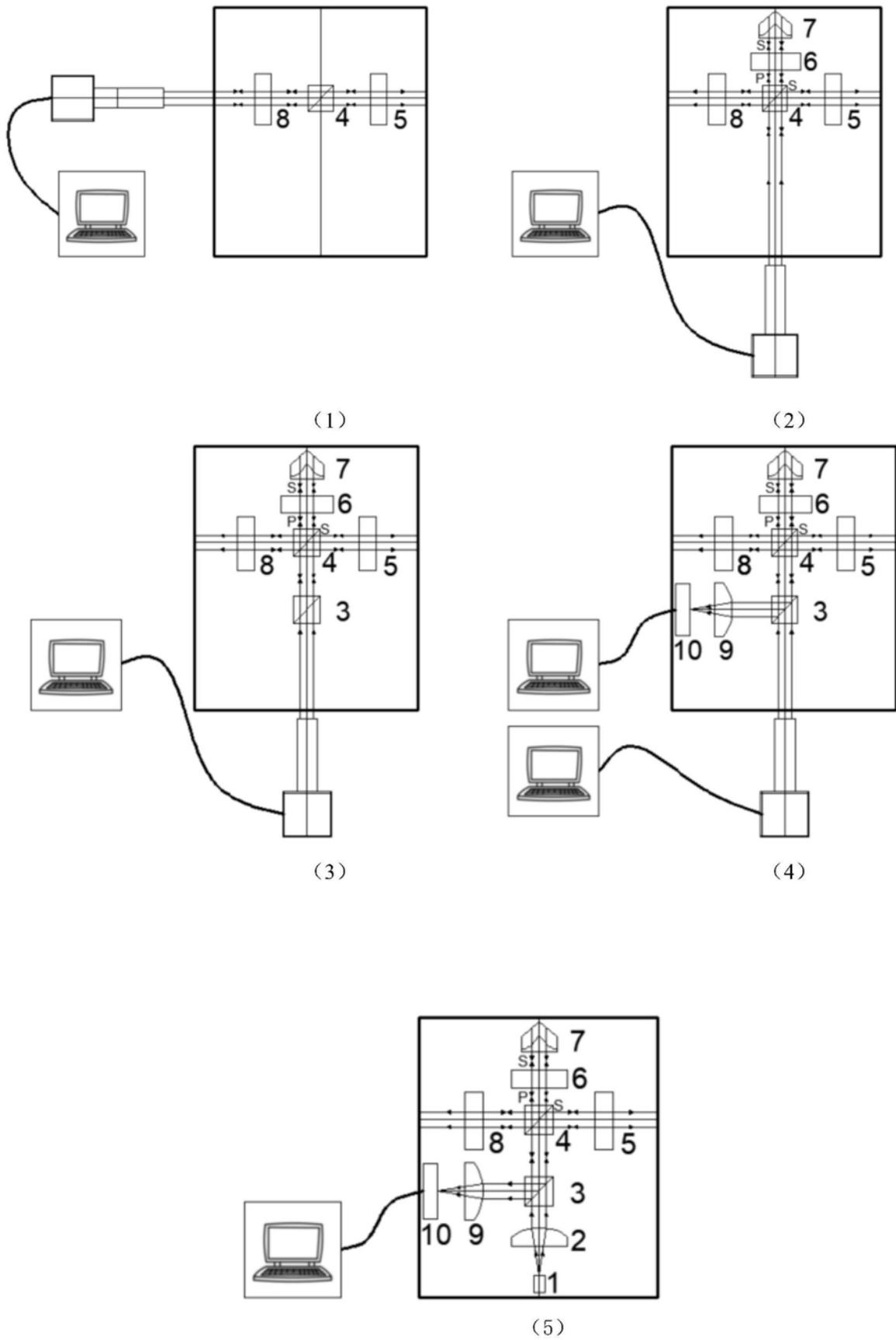


图2