



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101825446 A

(43) 申请公布日 2010.09.08

(21) 申请号 201010144833.7

(22) 申请日 2010.04.13

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 陈宝刚 王建立 杨飞 明名
林旭东

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 戚欢

(51) Int. Cl.

G01B 11/255(2006.01)

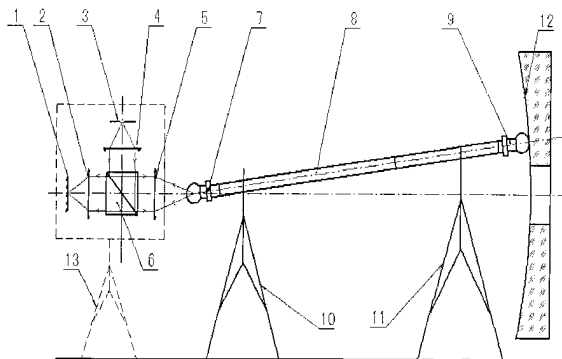
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种测量球面反射镜曲率半径的装置与方法

(57) 摘要

本发明公开了一种测量球面反射镜曲率半径的装置与方法,涉及光学加工检测的测量技术领域,其装置包括球心瞄准系统、组合测杆、测微头和支撑调整架。本方法首先通过球心瞄准系统找到被测球面的球心,然后把测微头安装在组合测杆的两端,再使用支撑调整架把测杆架设在被测球面的球径上,调整支撑架,使近球心端测微头的测头球心与球心瞄准系统的焦点重合。本发明测量精度高,使用简单方便,避免了采用昂贵的大尺寸测量仪器,降低了检测成本;本发明适用于球面光学加工的在线检测。



1. 一种测量球面反射镜曲率半径的装置,其特征在于,该装置包括球心瞄准系统、组合测杆(8)、测微头甲(7)、测微头乙(9)、支撑调整架甲(10)和支撑调整架乙(11);球心瞄准系统的焦点与被测球面(12)的球心重合,测微头甲(7)、测微头乙(9)分别安装在组合测杆(8)的两端,且测微头甲(7)和测微头乙(9)的测量线与组合测杆(8)同轴,组合测杆(8)通过支撑调整架甲(10)和支撑调整架乙(11)被架设在被测球面(12)的任一球径上。

2. 根据权利要求1所述的一种测量球面反射镜曲率半径的装置,其特征在于,所述的球心瞄准系统由点光源(3)、准直透镜甲(2)、准直透镜乙(4)、准直透镜丙(5)、分光棱镜(6)、CCD(1)和球心瞄准系统支撑调整架丙(13)组成,点光源(3)位于准直透镜乙(4)的焦点上,CCD(1)位于准直透镜甲(2)的焦平面上,准直透镜丙(5)与准直透镜甲(2)的光轴重合,点光源(3)发出的光经准直透镜乙(4)汇聚为平行光束,经分光棱镜(6)转折,被准直透镜丙(5)汇聚照射到被测球面(12)上,经被测球面(12)反射,原路返回,经准直透镜丙(5)变为平行光束,再经分光棱镜(6),被准直透镜甲(2)汇聚,成像在CCD(1)的靶面上。

3. 根据权利要求1所述的一种测量球面反射镜曲率半径的装置,其特征在于,所述的组合测杆(8)的每段测杆尺寸都经过标定。

4. 根据权利要求1所述的一种测量球面反射镜曲率半径的装置,其特征在于,所述的测微头甲(7)、测微头乙(9)均具有零位,其测头都为球形,且测微头甲(7)的测球镀有反射膜。

5. 应用权利要求1所述的测量球面反射镜曲率半径装置的方法,其特征在于,包括如下步骤:

首先,采用高精度测量仪器对测量装置中的组合测杆(8)进行标定,包括每段测杆的标定和组合测杆(8)装上测微头甲(7)、测微头乙(9)后的整体标定,先对每段测杆进行标定,记录其精确尺寸,再把测微头甲(7)和测微头乙(9)分别安装在测杆两端标定其零位,记录测微头甲(7)和测微头乙(9)零位之间的尺寸;

其次,装调球心瞄准系统,即调整点光源(3)、准直透镜甲(2)、准直透镜乙(4)、准直透镜丙(5)、分光棱镜(6)和CCD(1)之间的相对位置,使点光源(3)发出的光束经准直透镜乙(4)变为平行光,被分光棱镜(6)反射后再次被准直透镜甲(2)、准直透镜丙(5)汇聚,经球心瞄准系统的焦点返回的光束经准直透镜丙(5)和分光棱镜(6),再被准直透镜甲(2)汇聚后正好落在CCD(1)的靶面中心,并用十字标记点光源(3)在CCD(1)上的成像位置;

最后,进行调整与测量,包括三个步骤:步骤一,在被测球面(12)球心位置架设调整球心瞄准系统,使点光源(3)发出的光束经被测球面反射,最后成像在CCD(1)上为一光斑,再调球心瞄准系统的位置,使光斑最小并与十字标记重合,此时球心瞄准系统的焦点已与球面(12)的球心重合;步骤二,根据测量范围,选用组合测杆,在组合测杆(8)两端安装测微头甲(7)、测微头乙(9),利用支撑调整架甲(10)和支撑调整架乙(11)架设组合测杆(8),测微头乙(9)一端靠近球面方向,调整支撑调整架,使测微头甲(7)测头的球心与球心瞄准系统的焦点重合,记录测微头甲(7)的读数;步骤三,解锁测微头乙(9),使其接触镜面,并记录其读数;

通过上述步骤,被测球面反射镜曲率半径R表示为:

$$R = L + L_2 - L_1 + d_2 + d_1 - r,$$

其中 L 为组合测杆的长度, L_1 为组合标定时使用测杆的长度, L_2 为组合标定距离, r 为测微头甲的测头半径, d_1 为测微头甲的读数, d_2 为测微头乙的读数。

一种测量球面反射镜曲率半径的装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学加工检测领域的测量技术,特别是涉及一种对球面反射镜曲率半径检测的装置与方法。

背景技术

[0002] 光学球面曲率半径的精密测量是光学加工检测过程中的重要环节,作为大口径球面反射镜的一个重要参数,其曲率半径的高精度测量一直是一个难点。大口径球面镜曲率半径一般都在数米量级,目前光学加工中常用的办法是使用刀口仪定焦,米尺测量的办法,该方法首先使用刀口仪找到被测球面的焦平面,再用米尺进行简单的测量,刀口仪定焦精度很高,但是米尺测量精度很低,只能满足毫米级精度的使用要求。

[0003] 《光仪技术》1985年1期:P30-35.42中的《中长曲率半径测量仪》一文以及北京理工大学出版社2010年出版的《光学测试技术》第51页中介绍的曲率半径测量技术,使用自准直显微镜分别瞄准被测球面和球心,标准杆作为测量基准,该技术的最大缺点是测量不同长度的曲率半径,需要不同长度的标准杆,也就是说测量前必须提前制备合适的标准杆,测量适应性差。公告号为CN2441116Y的中国实用新型专利,在上述技术的基础上进行了改进,去掉了标准杆,采用双频激光干涉仪作为长度测量的基准,对于不同长度的曲率半径,适应性好,但是双频激光干涉仪价格昂贵,并且需要不短于被测曲率半径长度的高精度导轨,测量系统的配置复杂,增加了检测成本。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提高测量精度,提供一种基于大尺寸几何量检测原理的测量方法,实现大口径球面反射镜曲率半径检测的装置与方法。

[0005] 本发明的目的通过以下技术方案予以实现:

[0006] 一种测量球面反射镜曲率半径的装置,包括球心瞄准系统、组合测杆、测微头甲、测微头乙、支撑调整架甲和支撑调整架乙;球心瞄准系统的焦点与被测球面的球心重合,测微头甲、测微头乙分别安装在组合测杆的两端,且测微头甲和测微头乙的测量线与组合测杆同轴,组合测杆通过支撑调整架甲和支撑调整架乙被架设在被测球面的任一球径上。

[0007] 上述的球心瞄准系统由点光源、准直透镜甲、准直透镜乙、准直透镜丙、分光棱镜、CCD和球心瞄准系统支撑调整架丙组成,点光源位于准直透镜乙的焦点上,CCD位于准直透镜甲的焦平面上,准直透镜丙与准直透镜甲光轴重合,点光源发出的光经准直透镜乙汇聚为平行光束,经分光棱镜转折,被准直透镜丙汇聚照射到被测球面上,经被测球面反射,原路返回,经准直透镜丙变为平行光束,再经分光棱镜,被准直透镜甲汇聚,成像在CCD靶面上。

[0008] 一种测量球面反射镜曲率半径的方法,包括组合测杆的标定,球心瞄准系统的装调,测量时的调整和给出测量结果。测量前首先采用高精度测量仪器标定该装置,装调球心瞄准系统,测量时调整该装置,最后给出测量结果。

[0009] 上述组合测杆的标定,包括每段组合测杆的标定和组合测杆装上测微头甲和测微头乙后的整体标定;使用高精度的长度测量仪器标定每段测杆,记录其精确尺寸;再把测微头甲和测微头乙分别安装在一根测杆的两端标定其零位,记录测微头甲和测微头乙零位之间的尺寸。

[0010] 上述球心瞄准系统的装调,即调整点光源、准直透镜甲、准直透镜乙、准直透镜丙、分光棱镜和 CCD 之间的相对位置,使点光源发出的光束经准直透镜乙变为平行光,被分光棱镜反射后再次被准直透镜甲、准直透镜丙汇聚,经球心瞄准系统的焦点返回的光束经准直透镜丙和分光棱镜,再被准直透镜甲汇聚后正好落在 CCD 的靶面中心,并用十字标记点光源在 CCD 上的成像位置。

[0011] 上述测量时的调整,包括:步骤一:在被测球面球心位置架设调整球心瞄准系统,使点光源发出的光束经被测球面反射,最后成像在 CCD 上为一光斑,再调球心瞄准系统位置,使光斑最小并与十字标记重合,此时球心瞄准系统的焦点已与被测球面的球心重合;步骤二:根据测量范围,选用组合测杆,组合测杆两端安装测微头甲、测微头乙,利用支撑调整架甲和支撑调整架乙架设组合测杆,测微头乙一端靠近球面方向,调整支撑调整架,使测微头甲测头的球心与球心瞄准系统的焦点重合,方法与步骤一相同,记录测微头甲的读数;步骤三:解锁测微头乙,使其接触镜面,并记录其读数。

[0012] 通过上述步骤,即可得出被测球面反射镜的曲率半径。

[0013] 本发明的有益效果是:直接测量被测参数,测量精度高;结构简单,测量效率高;接近于非接触式测量,不会划伤镜面,测量安全性高;对于不同曲率半径的镜面,测量适应性强;同时还可以用于光学加工最后的精抛阶段保证镜面与检测仪器之间的位置精度。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明瞄准被测球面球心示意图。

[0015] 图 2 为本发明曲率半径测量示意图。

[0016] 图 3 为本发明球心瞄准系统的光路示意图。

[0017] 图中:1 为 CCD,2 为准直透镜甲,3 为点光源,4 为准直透镜乙,5 为准直透镜丙,6 为分光棱镜,7 为测微头甲,8 为组合测杆,9 为测微头乙,10 为支撑调整架甲,11 为支撑调整架乙,12 为被测球面,13 为支撑调整架丙。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明做进一步详细的说明。

[0019] 如图 1 至图 3 所示,本发明测量球面反射镜曲率半径的装置包括球心瞄准系统、组合测杆 8、测微头甲 7、测微头乙 9、支撑调整架甲 10 和支撑调整架乙 11;所述的球心瞄准系统由点光源 3、准直透镜甲 2、准直透镜乙 4、准直透镜丙 5、分光棱镜 6、CCD1 和球心瞄准系统支撑调整架丙 13 组成,测微头甲 7、测微头乙 9 分别安装在组合测杆 8 的两端,且测微头甲 7 和测微头乙 9 的测量线与组合测杆 8 同轴,组合测杆 8 通过支撑调整架甲 10 和支撑调整架乙 11 被架设在被测球面 12 的任一球径上。

[0020] 上述球心瞄准系统的点光源 3 位于准直透镜乙 4 的焦点上,CCD1 位于准直透镜甲 2 的焦平面上,准直透镜丙 5 与准直透镜甲 2 光轴重合,点光源 3 发出的光经准直透镜乙 4

汇聚为平行光束,经分光棱镜 6 转折,被准直透镜丙 5 汇聚照射到被测球面上,经被测球面反射,按原路返回,经准直透镜丙 5 变为平行光束,再经分光棱镜 6,被准直透镜甲 2 汇聚,成像在 CCD1 靶面上。

[0021] 上述组合测杆 8 的每段测杆尺寸都经过标定,通过组合可以满足不同曲率半径的测量。

[0022] 测微头甲 7 和测微头乙 9 都具有零位,在量程内任一点可锁定,测量接触力小,测量精度高,两测微头的测头都为球形,且圆度高,其中测微头甲 7 的测球镀有反射膜。

[0023] 支撑调整架甲 10 和支撑调整架乙 11 具有四维调整功能,可以实现左右、高低和绕支撑架两个角度旋转 4 个自由度的调整。球心瞄准系统的支撑调整架丙 13 具有五维调整功能。

[0024] 本发明测量球面反射镜曲率半径的方法如下:

[0025] 首先,结合测微头甲 7 和测微头乙 9 的量程设计不同长度的测杆,使组合测杆 8 配合测微头能实现测量区间不间断。标定组合测杆 8 的方法是采用测长仪、三坐标(如上海量具刃具厂 SLCMM)、激光跟踪仪(如美国 API 公司 T3 激光跟踪仪)等高精度仪器测量每段测杆的两端面之间的距离;测杆两端安装测微头的标定方法是,先把一标定过尺寸为 L_1 的测杆两端装好测微头甲 7 和测微头乙 9,再把组合后的测头两端各放一平晶,使平晶垂直方向接触测微头并使测头指零,然后测量两平晶内端面之间的距离 L_2 ,完成测微头甲 7 和测微头乙 9 零位的标定,并记录两测头零位之间的尺寸。

[0026] 其次,装调好球心瞄准系统,调整点光源 3、准直透镜甲 2、准直透镜乙 4、准直透镜丙 5、分光棱镜 6、CCD 1 之间的相对位置,使点光源 3 发出的光束经准直透镜乙 4 变为平行光,被分光棱镜 6 反射后再次被准直透镜甲 2、准直透镜丙 5 汇聚,经球心瞄准系统的焦点返回的光束经准直透镜丙 5 和分光棱镜 6,再被准直透镜甲 2 汇聚后正好落在 CCD1 的靶面中心,并用十字标记点光源 3 在 CCD1 上的成像位置。

[0027] 装置使用时,步骤一:在被测球面 12 球心位置架设调整球心瞄准系统,使点光源 3 发出的光束经被测球面反射,最后成像在 CCD 1 上为一光斑,再次精调球心瞄准系统位置,使光斑最小并与十字标记重合,此时球心瞄准系统的焦点已与被测球面 12 的球心重合;步骤二:根据测量范围,选用组合合适长度的测杆 L,组合测杆 8 两端安装测微头甲 7 和测微头乙 9,利用支撑调整架甲 10 和支撑调整架乙 11 架设组合测杆 8,未镀膜的测微头乙 9 一端靠近球面方向,调整支撑调整架甲 10 和支撑调整架乙 11,使测微头甲 7 的球心与球心瞄准系统的焦点重合,记录测微头甲 7 的读数;步骤三,解锁测微头乙 9,使其接触被测球面 12,并记录其读数;

[0028] 通过上述步骤,最后结果关于被测球面反射镜曲率半径 R 表示为:

[0029] $R = L + L_2 - L_1 + d_2 + d_1 - r$,

[0030] 其中:L 为组合测杆的长度, L_1 为组合标定时使用测杆的长度, L_2 为组合标定距离,r 为测微头甲的测头半径, d_1 为测微头甲的读数, d_2 为测微头乙的读数。

[0031] 本发明使用标定过的组合测杆作为长度测量的基准,组合测杆解决了传统标准杆的适应性差缺点;组合测杆的两端安装专用测微头,解决了接触式测量的缺点,保证了测量的安全性。本发明适合光学加工企业、科研院所和检测计量单位使用。

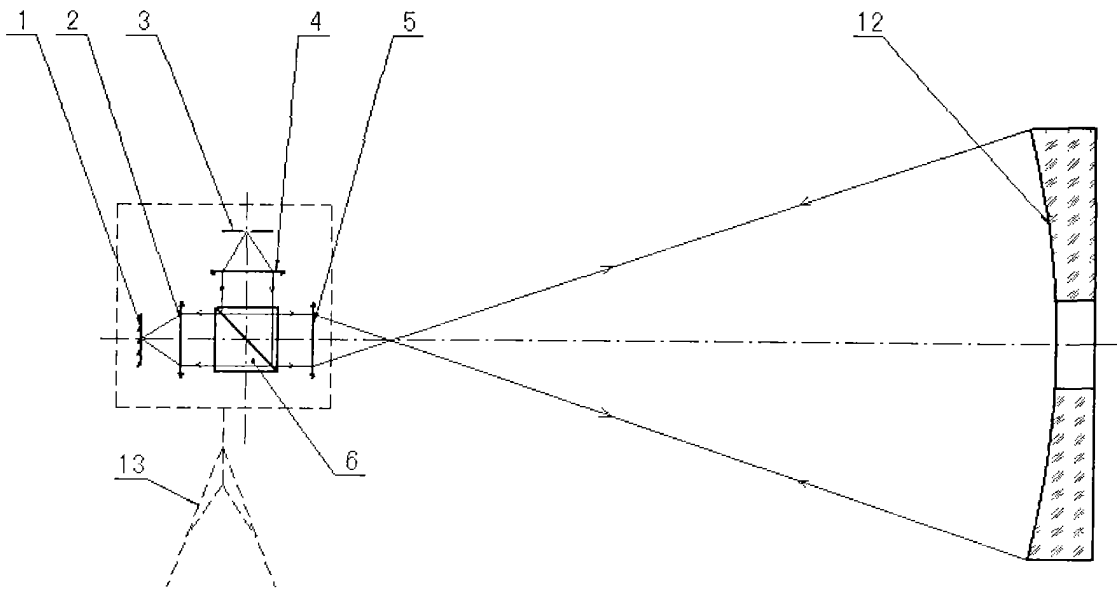


图 1

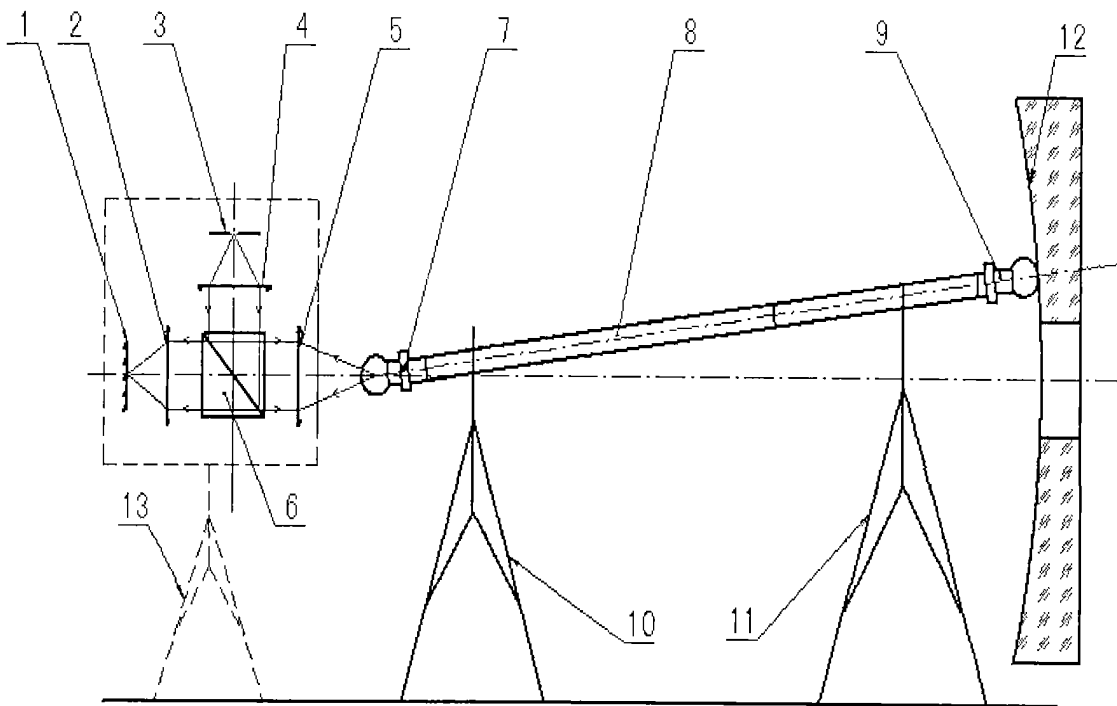


图 2

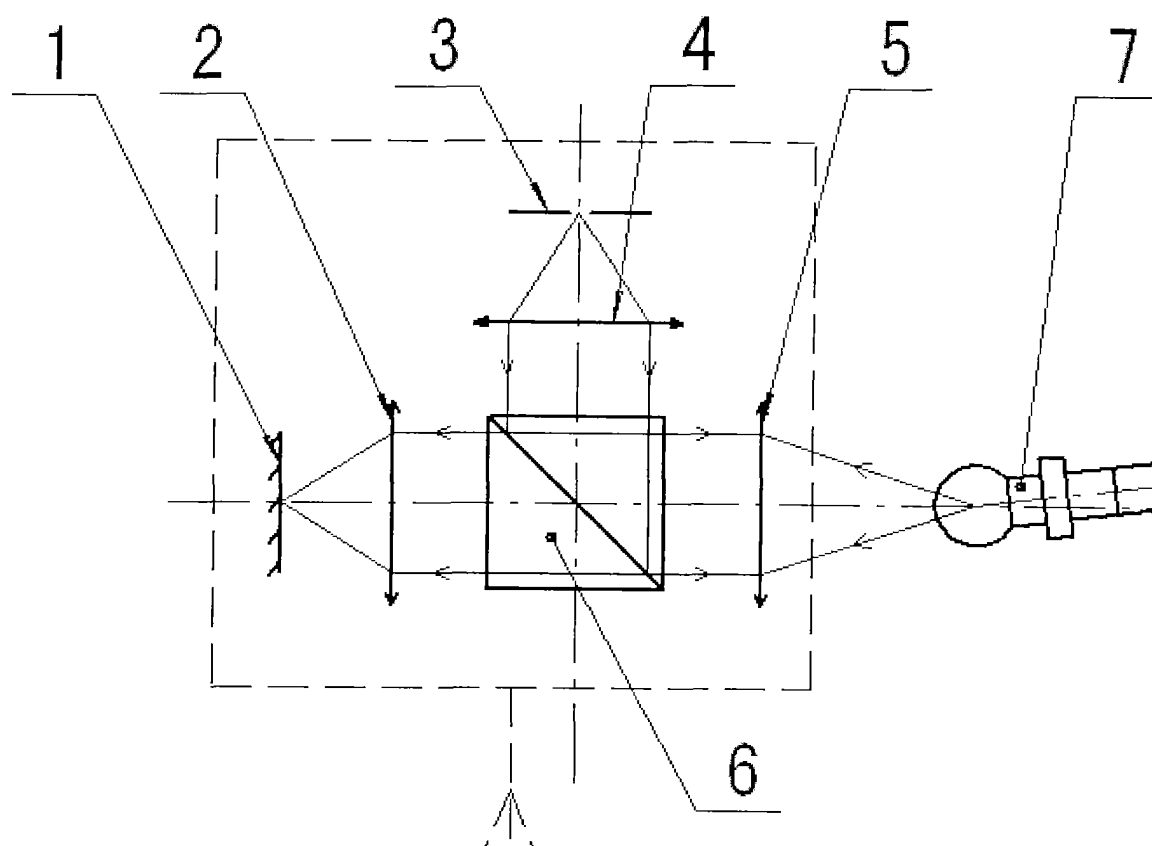


图 3