

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01B 11/26 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710144880.X

[43] 公开日 2008年7月2日

[11] 公开号 CN 101210806A

[22] 申请日 2007.12.20

[21] 申请号 200710144880.X

[71] 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街92号

[72] 发明人 谭立英 马晶 韩琦琦 刘剑峰  
于思源 杨玉强 俞建杰

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所  
代理人 徐爱萍

权利要求书2页 说明书3页 附图2页

### [54] 发明名称

基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法

### [57] 摘要

基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法。本发明涉及测量领域，它解决了在光束发散角小、指向控制精度要求高的光学测试系统中，激光发射轴与机械基准面的夹角需要严格测出，目前并无方法对其进行测量的问题。步骤如下：首先探测被测激光发射系统出射光斑；其次安装小孔光阑；之后安装辅助光源进行反射光斑的探测；最终得出方向角度偏差和俯仰角度偏差。基于辅助光源及分光系统，利用焦平面成像法将测量精度提高到 $0.1 \mu \text{rad}$ 以上，同时最小测量范围不受成像光斑大小的限制。

1、基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于它的步骤如下：

步骤一：探测被测激光发射系统(9)出射光斑：被测激光发射系统(9)发出激光光束，激光光束经过长焦平行光管(1)聚焦，聚焦后被测激光光束照射在长焦平行光管(1)出光口与焦点之间的1:1分光器(3)上，50%被测激光光束经分光器(3)反射聚焦于 CCD 探测器(4)上，并记录成像光斑位置为 A ( $x_1, y_1$ )，另 50%被测激光光束在成像屏(5)上成点像，通过显微 CCD 探测器(7)对光斑位置进行记录；

步骤二：安装小孔光阑：关闭激光发射系统，将成像屏(5)移除，替换具有小孔的遮光板(6)，通过显微 CCD 探测器(7)所记录的光斑位置准确调整小孔中心位置，使小孔位置与光斑位置重合；

步骤三：安装辅助光源(8)进行反射光斑的探测：移除显微 CCD 探测器(7)，替换为辅助光源(8)，辅助光源(8)的光束通过小孔和长焦平行光管(1)照射到被测机械基准面(10)上，将高精度平面镜(2)的反射面粘接于被测机械基准面(10)，长焦平行光管(1)出射光经高精度平面镜(2)反射后，将在 CCD 探测器(4)的光敏面上成像，记录成像光斑位置为 B ( $x_2, y_2$ )；

步骤四：得出方向角度偏差和俯仰角度偏差：被测激光发射系统(9)的法线与被测机械基准面(10)法线沿方位轴方向角度偏差 $\alpha$ 、俯仰角度偏差 $\beta$ 分别为：

$$\alpha = (x_2 - x_1) / F, \quad \beta = (y_2 - y_1) / F$$

其中 F 为长焦平行光管(1)的焦距。

2、根据权利要求 1 所述的基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于步骤二中的调整遮光板(6)的小孔中心位置，是将小孔置于长焦平行光管(1)的焦平面处，在显微 CCD 探测器(7)位置不变的情况下监测小孔中心位置，同时进行调整，使遮光板(6)的小孔中心与被测激光发射系统(9)发射光路成像光斑位置重合。

3、根据权利要求 1 所述的基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于长焦平行光管(1)的焦距为 12m，口径为 400mm。

4、根据权利要求1所述的基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于高精度平面镜(2)为口径为 $\phi 300$ 的平面镜，面型精度(RMS)为 $1/70\lambda$ 。

5、根据权利要求1所述的基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于 CCD 探测器(4)采用像元数被测激光发射系统(9)95(H) $\times$ 596(V)面阵式 CCD 摄像机。

6、根据权利要求1所述的基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于成像屏(5)为半透明屏幕。

7、根据权利要求1所述的基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于遮光板(6)采用针孔滤波器，小孔直径为0.1mm。

8、根据权利要求1所述的基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法，其特征在于显微 CCD 探测器(7)为带有显微镜头的 CCD 相机。

## 基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法

### 技术领域

本发明涉及测量领域，具体涉及基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法。

### 背景技术

将激光发射系统安装于机械承载平台时，要求其激光发射轴与承载平台的基准面法线精确对准，这就要求在安装过程中可对激光发射轴与机械基准面同轴度进行高精度测量。目前大多数光学系统对光学轴与机械轴间的角度差要求并不严格，不需要对其间的差异进行精度测量。但对于光束发散角小、指向控制精度要求高的光学测试系统，其激光发射轴与机械基准面的夹角需要严格测出，目前并无方法对其进行测量。

### 发明内容

本发明为了解决在光束发散角小、指向控制精度要求高的光学测试系统中，激光发射轴与机械基准面的夹角需要严格测出，目前并无方法对其进行测量的问题，而提出了一种基于辅助光源的激光发射轴与机械基准面同轴度测量方法。

本发明的步骤如下：

步骤一：探测被测激光发射系统 9 出射光斑：被测激光发射系统 9 发出激光光束，激光光束经过长焦平行光管 1 聚焦，聚焦后被测激光光束照射在长焦平行光管 1 出光口与焦点之间的 1:1 分光器 3 上，50% 被测激光光束经分光器 3 反射聚焦于 CCD 探测器 4 上，并记录成像光斑位置为 A ( $x_1, y_1$ )，另 50% 被测激光光束在成像屏 5 上成点像，通过显微 CCD 探测器 7 对光斑位置进行记录；

步骤二：安装小孔光阑：关闭激光发射系统，将成像屏 5 移除，替换具有小孔的遮光板 6，通过显微 CCD 探测器 7 所记录的光斑位置准确调整小孔中心位置，使小孔位置与光斑位置重合；

步骤三：安装辅助光源 8 进行反射光斑的探测：移除显微 CCD 探测器 7，

替换为辅助光源 8，辅助光源 8 的光束通过小孔和长焦平行光管 1 照射到被测机械基准面 10 上，将高精度平面镜 2 的反射面粘接于被测机械基准面 10，长焦平行光管 1 出射光经高精度平面镜 2 反射后，将在 CCD 探测器 4 的光敏面上成像，记录成像光斑位置为 B ( $x_2, y_2$ )；

步骤四：得出方向角度偏差和俯仰角度偏差：被测激光发射系统 9 的法线与被测机械基准面 10 法线沿方位轴方向角度偏差 $\alpha$ 、俯仰角度偏差 $\beta$ 分别为：

$$\alpha = (x_2 - x_1) / F, \quad \beta = (y_2 - y_1) / F$$

其中 F 为长焦平行光管 1 的焦距。

本发明提出了应用于高精度光学测试系统中，激光发射轴与机械基准面同轴度进行精确测量的方法。基于辅助光源及分光系统，利用焦平面成像法将测量精度提高到  $0.1\mu\text{rad}$  以上，当长焦平行光管的焦距为 12m 时，测量位置偏差为  $1\mu\text{m}$ ，测量精度为  $0.083\mu\text{rad}$ 。同时最小测量范围不受成像光斑大小的限制。

### 附图说明

图 1 是步骤一中装置结构示意图；图 2 是步骤二中装置结构示意图；图 3 是步骤三中装置结构示意图；图 4 是 50%被测激光光束聚焦于 CCD 探测器 4 上成像光斑位置 A 的效果图；图 5 是高精度平面镜 2 反射在 CCD 探测器 4 上成像光斑位置 B 的效果图。

### 具体实施方式

具体实施方式一：结合图 1~5 说明本实施方式，本实施方式的步骤如下：

步骤一：探测被测激光发射系统 9 出射光斑：被测激光发射系统 9 发出激光光束，激光光束经过长焦平行光管 1 聚焦，聚焦后被测激光光束照射在长焦平行光管 1 出光口与焦点之间的 1:1 分光器 3 上，50%被测激光光束经分光器 3 反射聚焦于 CCD 探测器 4 上，并记录成像光斑位置为 A ( $x_1, y_1$ )，另 50%被测激光光束在成像屏 5 上成点像，通过显微 CCD 探测器 7 对光斑位置进行记录；

步骤二：安装小孔光阑：关闭激光发射系统，将成像屏 5 移除，替换具有小孔的遮光板 6，通过显微 CCD 探测器 7 所记录的光斑位置准确调整小孔中心位置，使小孔位置与光斑位置重合；

步骤三：安装辅助光源 8 进行反射光斑的探测：移除显微 CCD 探测器 7，替换为辅助光源 8，辅助光源 8 的光束通过小孔和长焦平行光管 1 照射到被测机械基准面 10 上，将高精度平面镜 2 的反射面粘接于被测机械基准面 10，长焦平行光管 1 出射光经高精度平面镜 2 反射后，将在 CCD 探测器 4 的光敏面上成像，记录成像光斑位置为  $B(x_2, y_2)$ ；

步骤四：得出方向角度偏差和俯仰角度偏差：被测激光发射系统 9 的法线与被测机械基准面 10 法线沿方位轴方向角度偏差  $\alpha$ 、俯仰角度偏差  $\beta$  分别为：

$$\alpha = (x_2 - x_1) / F, \quad \beta = (y_2 - y_1) / F$$

其中  $F$  为长焦平行光管 1 的焦距。

具体实施方式二：本实施方式与具体实施方式一不同点在于步骤二中的调整遮光板 6 的小孔中心位置，是将小孔置于长焦平行光管 1 的焦平面处，在显微 CCD 探测器 7 位置不变的情况下监测小孔中心位置，同时进行调整，使遮光板 6 的小孔中心与被测激光发射系统 9 发射光路成像光斑位置重合。其它组成和步骤与具体实施方式一相同。

具体实施方式三：本实施方式与具体实施方式一不同点在于长焦平行光管 1 的焦距为 12m，口径为 400mm。其它组成和步骤与具体实施方式一相同。

具体实施方式四：本实施方式与具体实施方式一不同点在于高精度平面镜 2 为口径为  $\phi 300$  的平面镜，面型精度(RMS)为  $1/70\lambda$ 。其它组成和步骤与具体实施方式一相同。

具体实施方式五：本实施方式与具体实施方式一不同点在于 CCD 探测器 4 采用像元数被测激光发射系统  $995(H) \times 596(V)$  面阵式 CCD 摄像机。其它组成和步骤与具体实施方式一相同。选用敏通公司生产的 MTV-1801。

具体实施方式六：本实施方式与具体实施方式一不同点在于成像屏 5 为半透明屏幕。其它组成和步骤与具体实施方式一相同。

具体实施方式七：本实施方式与具体实施方式一不同点在于遮光板 6 采用针孔滤波器，小孔直径为 0.1mm。其它组成和步骤与具体实施方式一相同。

具体实施方式八：本实施方式与具体实施方式一不同点在于显微 CCD 探测器 7 为带有显微镜头的 CCD 相机。其它组成和步骤与具体实施方式一相同。

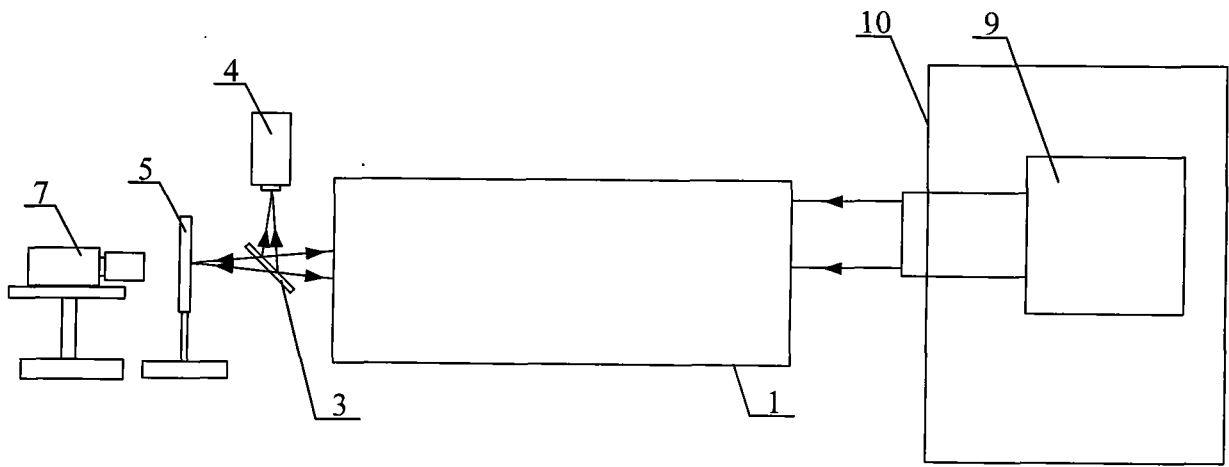


图 1

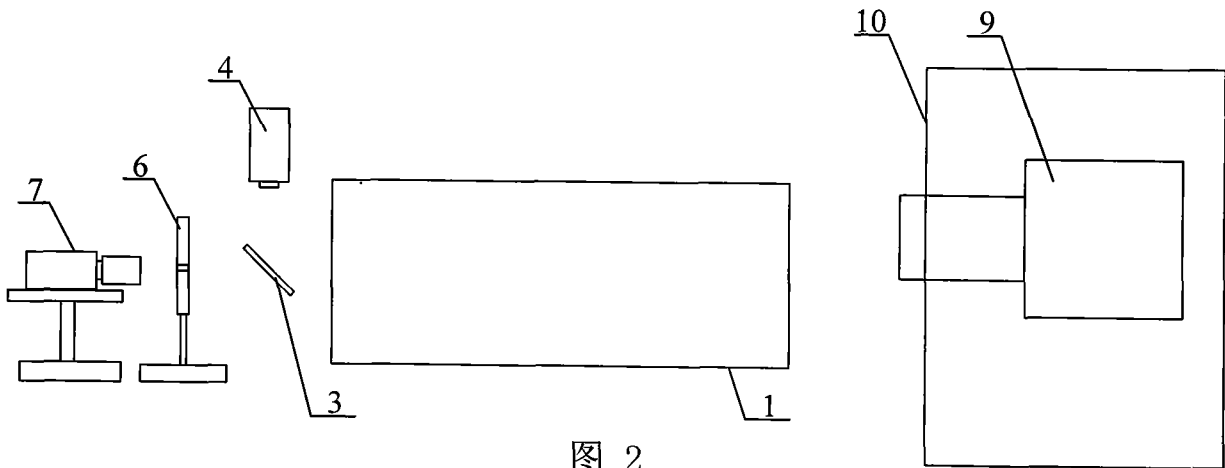


图 2

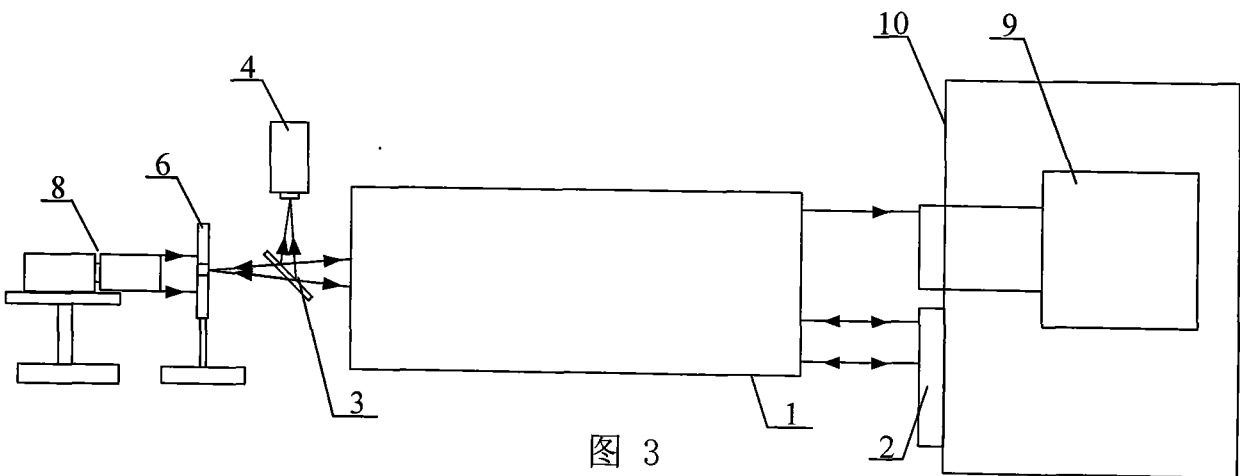


图 3

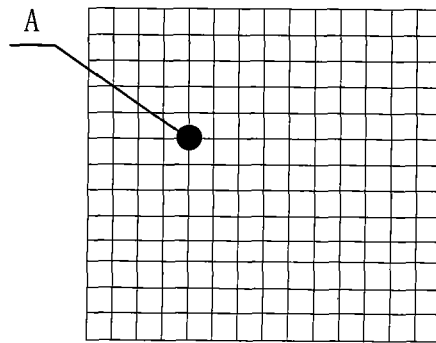


图 4

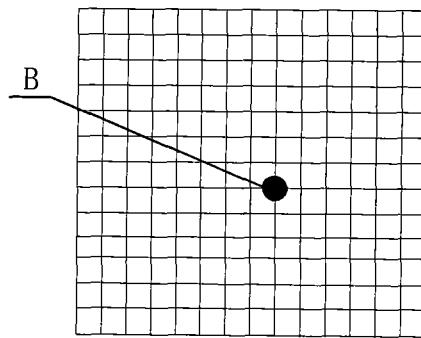


图 5