



(12) 发明专利申请

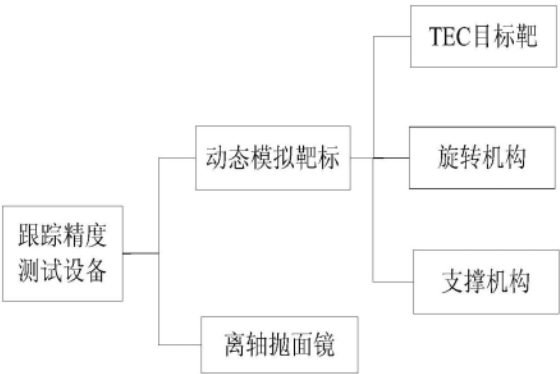
(10) 申请公布号 CN 115656990 A
(43) 申请公布日 2023. 01. 31

(21) 申请号 202211335201.8
(22) 申请日 2022.10.28
(71) 申请人 中国人民解放军96901部队25分队
地址 100094 北京市海淀区北清路109号
(72) 发明人 王岩 王长焕 赵杰 于挥
闫常浩 赵宏斌
(74) 专利代理机构 中国和平利用军工技术协会
专利中心 11215
专利代理师 刘光德
(51) Int.Cl.
G01S 7/497 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称
一种可模拟运动目标的跟踪精度测试方法

(57) 摘要
本发明提出一种能够模拟运动目标的跟踪精度测试设备系统和测试方法,所述系统包括:动态旋转靶标和离轴抛面镜组,所述动态旋转靶标包含:TEC靶标、旋转机构和支撑机构;所述动态旋转靶标借助离轴抛面镜模拟无穷远处目标。本发明相比于专用测试设备,该方法所用动态模拟靶标易于集成,在成本、体积、搬运便捷性上更具优势。动态模拟靶标只需要配合离轴抛面镜即可实现调测试环境搭建。旋转臂上设计了目标靶可移动接口,便于实现对旋转速度和加速度的比例调整。应用便捷,满足对大部分光电跟踪系统的跟踪精度测试需求。



1. 一种能够模拟运动目标的跟踪精度测试设备系统,其特征在于,所述系统包括:动态旋转靶标和离轴抛面镜组,所述动态旋转靶标包含:TEC靶标、旋转机构和支撑机构;所述动态旋转靶标借助离轴抛面镜模拟无穷远处目标。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述动态旋转靶标的具体组成包含:底座、支撑架、电机组件、导电滑环、旋转臂和TEC目标靶;

其中,底座和支撑架组成所述动态旋转靶标的支撑机构;底座上设置移动脚轮;所述脚轮能够被锁定;

所述电机组件、导电滑环和旋转臂组成所述动态旋转靶标的旋转机构;所述电机组件带动旋转臂的转动;所述导电滑环具有多个相互绝缘的导电环道,用于对TEC目标靶供电。

3. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,所述旋转臂采用金属型材,旋转臂上设置能够移动调整的部件,用于根据测试需求调整目标靶距离旋转中心的位置。

4. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,所述目标靶由TEC制冷片加散热件组成,散热件的散热面朝朝向离轴抛面镜组;所述目标靶的透热孔大小根据被测光电跟踪系统的分辨率设置。

5. 一种跟踪精度测试设备的操作方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

步骤1,依顺序摆放光电跟踪系统和动态模拟靶标;连接好显控台与动态模拟靶标及光电跟踪系统之间的测试线缆;

步骤2,动态模拟靶标上电,光电跟踪系统上电,待自检正常,准备就绪后,控制光电跟踪系统的运转使得目标靶3-5进入视场内;

步骤3,分别在动态模拟靶标的旋转中心的上下左右对称位置通过放置人手的方式确定动态模拟靶标在旋转过程中是否均进入光电跟踪系统的成像视场;如果否,则调整光电跟踪系统的角度和位置,使得动态模拟靶标的旋转中心的上下左右对称位置均进入光电跟踪系统的成像视场;

步骤4,在显控台4的控制界面设定角度引导值,令光电跟踪系统视场正对目标靶,完成目标捕获,使系统进入稳定跟踪状态;

步骤5,在显控台4的控制界面设定动态模拟靶标旋转速度并启动旋转,使光电跟踪系统随动于目标运动;

步骤6,在显控台4的控制界面上保存图像偏差数据 $\Delta\theta_1$,通过分析计算跟踪精度评估。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述光电跟踪系统能够以红外跟瞄设备取代。

7. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,在光电跟踪系统和动态模拟靶标之间摆放离轴抛面镜,使得动态模拟靶标经过离轴抛面镜被反射到光电跟踪系统上成像。

8. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤5包括子步骤:

步骤5.1,从显控台4的控制界面看到看目标靶的图像始终在跟踪框中心;

步骤5.2,设置动态模拟靶标旋转速度 $25^\circ/\text{s}$,并启动旋转。

9. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述图像偏差数据的跟踪精度 δ 的分析计算公式如下

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta \theta_i^2}{n}}。$$

10. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,将动态模拟靶标的TEC目标靶更换成可见光目标,用于可见光成像支路的跟踪精度测试。

一种可模拟运动目标的跟踪精度测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光电跟踪技术领域,尤其涉及一种可模拟运动目标的跟踪精度测试方法。

背景技术

[0002] 跟踪精度是光电跟踪系统的一个重要指标,表征了对移动目标的跟踪能力,跟踪精度是一个系统综合指标,主要包括图像跟踪处理误差及跟踪转台伺服控制误差两部分。对跟踪效果的评估需要同时涵盖两个组成部分,即目标特性模拟和目标运动模拟。主要测试方法包括实验室测试和外场测试两类,后者涉及到较多的人力、物力和财力,实施起来难度较大,且有问题不便于现场调测及更改验证,因此多采用实验室测试。

[0003] 光电跟踪系统的跟踪精度指标考核的是对移动目标的跟踪能力。需要搭建的测试环境需要考虑能够满足对清晰成像的基本需求外,还需要能够模拟目标的运动特性,包含速度和加速度要素。

[0004] 从目前已知的测试方法看大都是基于可运动的目标模拟器方案。在申请公布号CN105589062A的中国发明专利中公开了一种光电探测设备动态目标跟踪精度测试装置,该装置通过将目标源悬挂到门型框架上实现了周视运动,有效扩大了跟踪范围,可以实现方位全工作范围的跟踪性能测试。但该方法所需门型框架对回转范围限制了被测光电跟踪系统的体积,并不适合较大型的光电设备。

[0005] 在申请公布号CN107478450A的中国发明专利中公开了一种具有动态仿真目标模拟功能的跟踪精度检测系统。设计了高仿真度的目标模拟器,通过斜挂式旋转臂实现目标周期性的模拟运动。并且能够通过自准直检测光斑完成对跟踪精度的评价。该方法比较完善,评价手段专业齐全,但成本十分昂贵,且场地要求很高,不便于实现。

[0006] 现有技术方案中跟踪精度测试设备的系统组成如图1所示。跟踪精度测试设备主要包含目标模拟器、旋转机构、支撑机构三部分组成。目标模拟器包括光源和光学系统,用于模拟无穷远处的目标。旋转机构主要包括旋转臂和调节机构。旋转臂中包含电机组件,可以根据控制指令完成旋转运动。调节机构主要用于调整目标光线位置,以便于更好的适应不同规格的光电跟踪系统的测试需求。支撑机构一般分为门型框架和悬臂结构两大类。在测试设备安装时需要先将目标模拟器安装到旋转机构上,再将旋转机构安装到支撑机构上。

[0007] 利用现有技术方案进行跟踪精度测量时需要专门的目标模拟器。目标模拟器是通过专门的光学系统模拟的无穷远处的目标,造价比较昂贵。另外,现有方法所用的测试设备均需要占用较大的空间,设备十分沉重,不便于移动,搭建测试环境时不够灵活。

发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明的目的在于克服以上现有技术的不足,提出一种能够模拟运动目标的跟踪精度测试设备系统,所述系统包括:动态旋转靶标和离轴抛面镜组,所述动态旋

转靶标包含:TEC靶标、旋转机构和支撑机构;所述动态旋转靶标借助离轴抛面镜模拟无穷远处目标。

[0009] 进一步的,所述动态旋转靶标的具体组成包含:底座、支撑架、电机组件、导电滑环、旋转臂和TEC目标靶;

[0010] 其中,底座和支撑架组成所述动态旋转靶标的支撑机构;底座上设置移动脚轮;所述脚轮能够被锁定;

[0011] 所述电机组件、导电滑环和旋转臂组成所述动态旋转靶标的旋转机构;所述电机组件带动旋转臂的转动;所述导电滑环具有多个相互绝缘的导电环道,用于对TEC目标靶供电。

[0012] 进一步的,所述旋转臂采用金属型材,旋转臂上设置能够移动调整的部件,用于根据测试需求调整目标靶距离旋转中心的位置。

[0013] 进一步的,所述目标靶由TEC制冷片加散热件组成,散热件的散热面朝朝向离轴抛面镜组;所述目标靶的透热孔大小根据被测光电跟踪系统的分辨率设置。

[0014] 本发明还还提供一种跟踪精度测试设备的操作方法,所述方法包括如下步骤:

[0015] 步骤1,依顺序摆放光电跟踪系统和动态模拟靶标;连接好显控台与动态模拟靶标及光电跟踪系统之间的测试线缆;

[0016] 步骤2,动态模拟靶标上电,光电跟踪系统上电,待自检正常,准备就绪后,控制光电跟踪系统的运转使得目标靶3-5进入视场内;

[0017] 步骤3,分别在动态模拟靶标的旋转中心的上下左右对称位置通过放置人手的方式确定动态模拟靶标在旋转过程中是否均进入光电跟踪系统的成像视场;如果否,则调整光电跟踪系统的角度和位置,使得动态模拟靶标的旋转中心的上下左右对称位置均进入光电跟踪系统的成像视场;

[0018] 步骤4,在显控台4的控制界面设定角度引导值,令光电跟踪系统视场正对目标靶,完成目标捕获,使系统进入稳定跟踪状态;

[0019] 步骤5,在显控台4的控制界面设定动态模拟靶标旋转速度并启动旋转,使光电跟踪系统随动于目标运动;

[0020] 步骤6,在显控台4的控制界面上保存图像偏差数据 $\Delta \theta_i$,通过分析计算跟踪精度评估。

[0021] 进一步的,所述光电跟踪系统能够以红外跟瞄设备取代。

[0022] 进一步的,在光电跟踪系统和动态模拟靶标之间摆放离轴抛面镜,使得动态模拟靶标经过离轴抛面镜被反射到光电跟踪系统上成像。

[0023] 进一步的,步骤5包括子步骤:

[0024] 步骤5.1,从显控台4的控制界面看到看目标靶的图像始终在跟踪框中心;

[0025] 步骤5.2,设置动态模拟靶标旋转速度 $25^\circ/\text{s}$,并启动旋转。

[0026] 进一步的,所述图像偏差数据的跟踪精度 δ 的分析计算公式如下

[0027]
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta \theta_i^2}{n}}。$$

[0028] 进一步的,将动态模拟靶标的TEC目标靶更换成可见光目标,用于可见光成像支路

的跟踪精度测试。

[0029] 本发明可以节约成本和实现的便捷性方面。相比于专用测试设备,该方法所用动态模拟靶标易于集成,在成本、体积、搬运便捷性上更具优势。动态模拟靶标只需要配合离轴抛面镜即可实现调测试环境搭建。旋转臂上设计了目标靶可移动接口,便于实现对旋转速度和加速度的比例调整。应用便捷,满足对大部分光电跟踪系统的跟踪精度测试需求。

附图说明

[0030] 图1是现有技术方案跟踪精度测试设备的系统组成

[0031] 图2是本发明的技术方案中跟踪精度测试设备的系统组成;

[0032] 图3是本发明的动态模拟靶标组成图;

[0033] 图4是本发明的跟踪精度测试硬件连接示意图;

[0034] 图5是本发明的人工确认靶标是否在视场示意图;

[0035] 图6是本发明的跟踪精度测试硬件连接示意图。

具体实施方式

[0036] 本申请从当前光电跟踪系统测试需求角度出发,提出了一种适用于光电跟踪系统调测试的可以简易模拟动态目标运动的跟踪精度测试方法。该测试方法中考虑采用一种可以带动目标靶旋转的方案来实现对运动目标特性的模拟。动态模拟靶标主要包括可以模拟目标辐射特性的目标靶、旋转机构、支撑机构等,另外还需要借助离轴抛面镜搭建光路以实现无穷远处目标的模拟。

[0037] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

[0038] 本发明中提及的跟踪精度测试设备系统组成如图2所示,主要由动态旋转靶标和离轴抛面镜组成,离轴抛面镜实现无穷远处目标的模拟。动态旋转靶标主要包括TEC靶标、旋转机构和支撑机构组成。

[0039] 图3为动态模拟靶标组成图;图中,3-1.底座;3-2.支撑架;3-3.电机组件;3-4.旋转臂;3-5.TEC目标靶;支撑机构包含底座和支撑架。旋转机构包括电机组件和旋转臂。

[0040] 主要实现方案如下:

[0041] 1) 目标靶:考虑红外目标特性的目标靶,用TEC制冷片加散热件组成,热面朝向外;透热孔大小需要根据被测光电跟踪系统的分辨率进行设定;

[0042] 2) 旋转机构:旋转机构主要包括电机组件、导电滑环、旋转臂;电机组件采用带智能驱动器的成熟工业产品;导电滑环只要用于对目标靶供电,有2个环道即可;旋转臂采用铝质型材,长度不小于1.5m,上面设置可移动调整部件,便于根据测试需求调整目标靶距离旋转中心的位置;

[0043] 3) 支撑机构:底座要稳固,带移动脚轮以方便搬运。支撑架保证强度前提下尽量减重,并设计好电机组件线缆走线固定位置。

[0044] 4) 光路搭建:由于目标靶不是无穷远目标,因此需要借助离轴抛面镜进行光路调整,将目标靶变成平行光后反射到光电跟踪系统的光学窗口上。

[0045] 据此实现的动态模拟靶标,按照角速度 ω 旋转时,在光电跟踪系统端两轴运动可以描述为如下公式

$$[0046] \quad \begin{cases} \dot{\theta}_{fw} = \omega\lambda \cos(\omega t) \\ \dot{\theta}_{\delta} = \omega\lambda \sin(\omega t) \end{cases} \quad (1)$$

[0047] 其中, ω 为目标靶旋转角速度, λ 由目标靶和光电跟踪系统摆放距离及目标靶的旋转半径决定。

[0048] 从公式可知, 方位、俯仰跟踪时的运动为正弦、余弦信号, 通过调整转速可以实现对不同目标运动特性的模拟。

[0049] 实施例1

[0050] 图4为某红外跟踪系统跟踪精度测试硬件连接示意图; 图中, 1. 离轴抛面镜; 2. 光电跟踪系统; 3. 动态模拟靶标; 4. 显控台; 5. 测试线缆; 6. 旋转中心;

[0051] 以某型红外跟踪系统测试过程为例, 如图4所示, 技术方案实施过程如下:

[0052] 步骤一: 根据图4摆放离轴抛面镜1、光电跟踪系统2和动态模拟靶标3。并根据抛面镜1焦距, 调整动态模拟靶标3和光电跟踪系统2位置。连接好显控台4和动态模拟靶标3及光电跟踪系统2之间的测试线缆5。

[0053] 步骤二: 动态模拟靶标3上电, 调整红外目标靶3-5辐射孔大小, 使其在图像上能够满足图像稳定跟踪需求。光电跟踪系统2上电, 待自检正常, 准备就绪后, 控制光电跟踪系统2的运转使得目标靶3-5进入视场内。

[0054] 步骤三: 如图5所示, 分别在动态模拟靶标3旋转中心6对称位置D及两侧垂直位置B和C, 通过放置人手并观察光电跟踪系统输出图像中是否显示的方式确定动态模拟靶标3旋转过程中是否均能进入成像视场。若不能需要调整离轴抛面镜1角度和位置;

[0055] 步骤四: 在显控台4的控制界面设定角度引导值, 令光电跟踪系统2视场正对目标靶3-5, 完成目标捕获, 待系统进入稳定跟踪状态;

[0056] 步骤五: 在显控台4的控制界面设定动态模拟靶标3旋转速度 (如 $25^\circ/\text{s}$), 并启动旋转, 此时光电跟踪系统2随动于目标运动, 从图像上看目标靶3-5始终在跟踪框中心为效果最佳;

[0057] 步骤六: 在显控台4的控制界面上保存图像偏差数据 $\Delta\theta_i$, 通过分析即可进行跟踪精度评估。分析计算公式如下

$$[0058] \quad \delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta\theta_i^2}{n}} \quad (2)$$

[0059] 实施例2

[0060] 图6为某型红外跟瞄设备跟踪精度测试示意图, 与图4相比减少了离轴抛面镜, 其他组成不变。

[0061] (1) 结合上述附图, 描述实施例2技术方案详细的实现过程

[0062] 以某型红外跟瞄设备测试过程为例, 如图6所示。由于光学系统的差异, 可以直接将设备放到动态模拟靶标近前即可实现对目标的清晰成像。相对于实施例1省去了离轴抛面镜。跟踪精度测试流程如下:

[0063] 步骤一: 根据图6所示摆设红外跟瞄设备1和动态模拟靶标3。连接好显控台4和动态模拟靶标3及红外跟瞄设备1之间的测试线缆5。

[0064] 步骤二:动态模拟靶标3上电,红外跟瞄设备1上电,待自检正常,准备就绪后,控制红外跟瞄设备1的运转使得目标靶3-5进入视场内。先调整动态模拟靶标3和红外跟瞄设备1位置。再调整红外目标靶3-5辐射孔大小,使其在图像上能够满足图像稳定跟踪需求。

[0065] 步骤三:分别在动态模拟靶标3旋转中心6对称位置D及两侧垂直位置B和C(如图3所示),通过放置人手方式确定动态模拟靶标3旋转过程中是否均能进入成像视场。若不能需要调整红外跟瞄设备1的角度和位置;

[0066] 步骤四:在显控台4的控制界面设定角度引导值,令红外跟瞄设备1视场正对目标靶3-5,完成目标捕获,待系统进入稳定跟踪状态;

[0067] 步骤五:在显控台4的控制界面设定动态模拟靶标3旋转速度(如 $25^{\circ}/s$),并启动旋转,此时红外跟瞄设备1随动于目标运动,从图像上看目标靶3-5始终在跟踪框中心为效果最佳;

[0068] 步骤六:在显控台4的控制界面上保存图像偏差数据 $\Delta\theta_i$,通过分析即可进行跟踪精度评估。分析计算公式如下

$$[0069] \quad \delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta\theta_i^2}{n}} \quad (2)$$

[0070] 若将图3中的TEC目标靶3-5更换成可见光目标,还可以实现对可见光成像支路的跟踪精度测试。若考虑可见光目标则可以直接换成带黑色圆形光斑的白纸即可。黑色光斑的大小需要根据被测光电跟踪系统的分辨率进行调整。

[0071] 上述实例仅用以说明本发明的技术方案而非对其进行限制,尽管参照最佳实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而这些修改或者等同替换亦不能使修改后的技术方案脱离本发明技术方案的精神和范围。

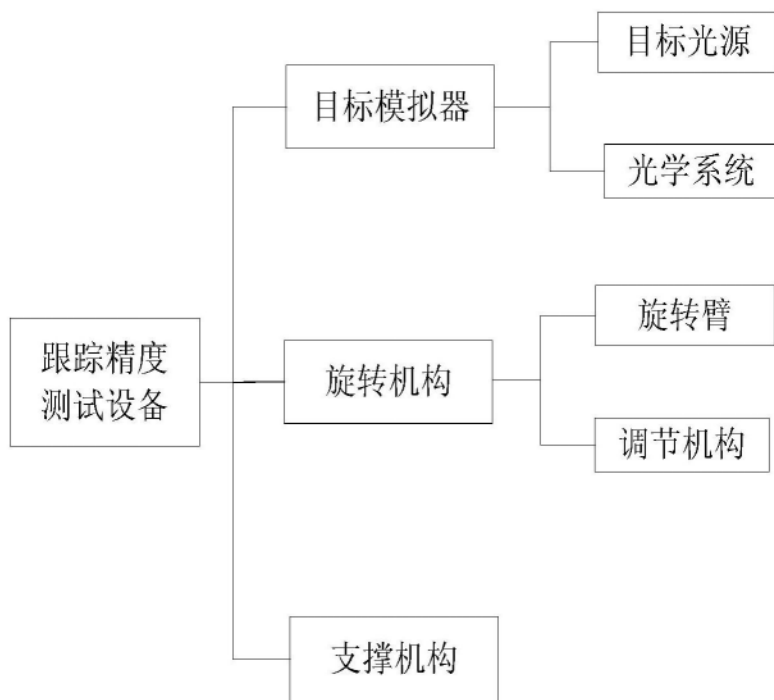


图1

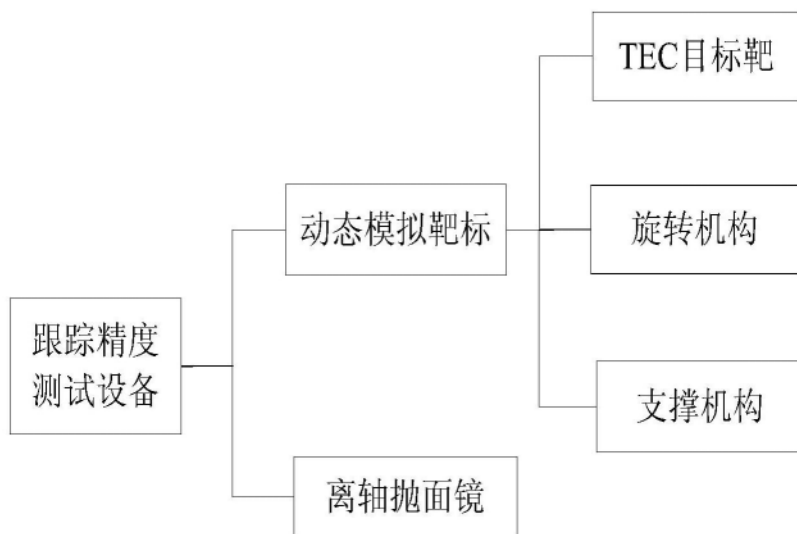


图2

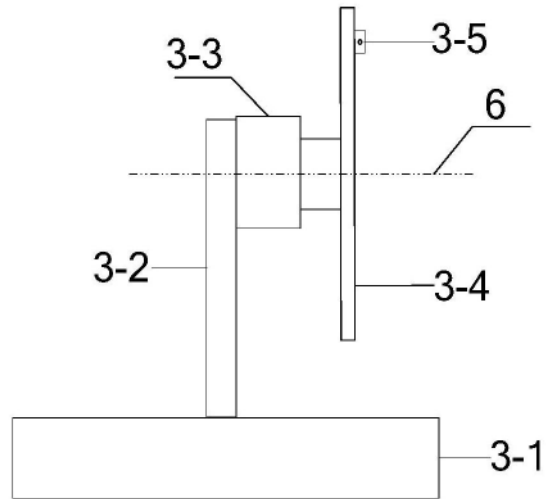


图3

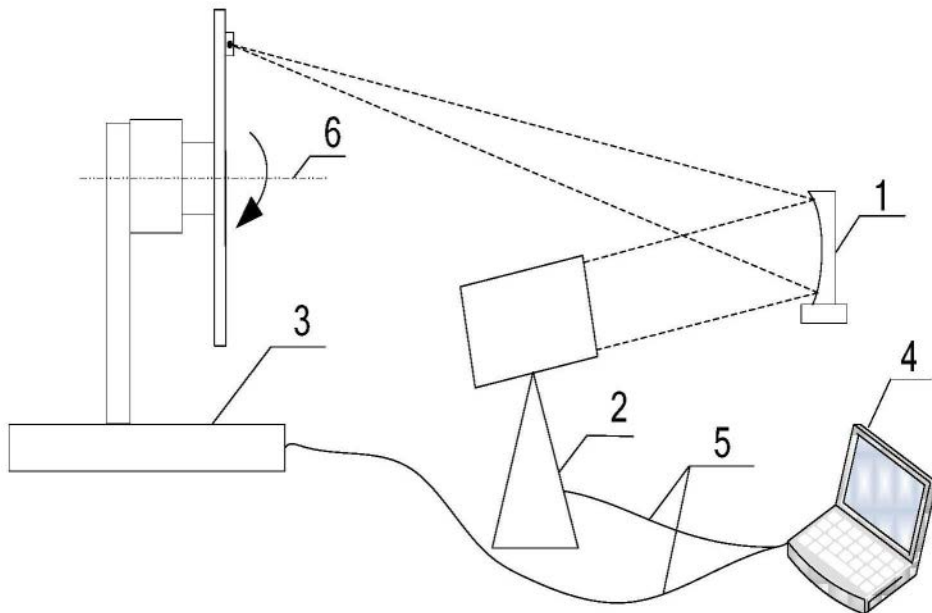


图4

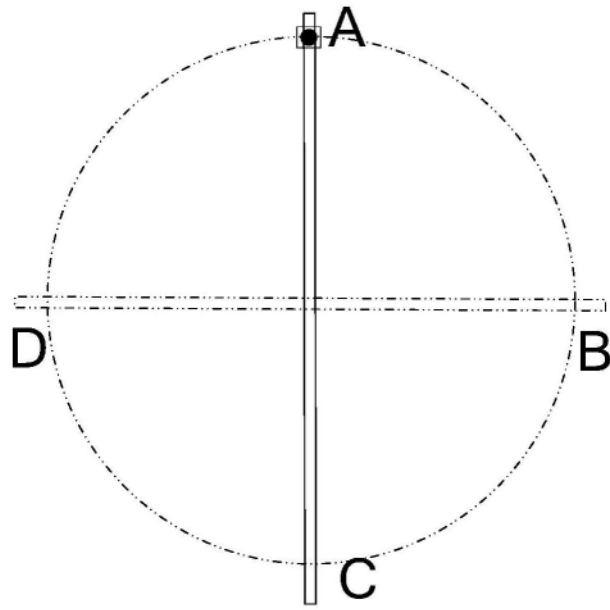


图5

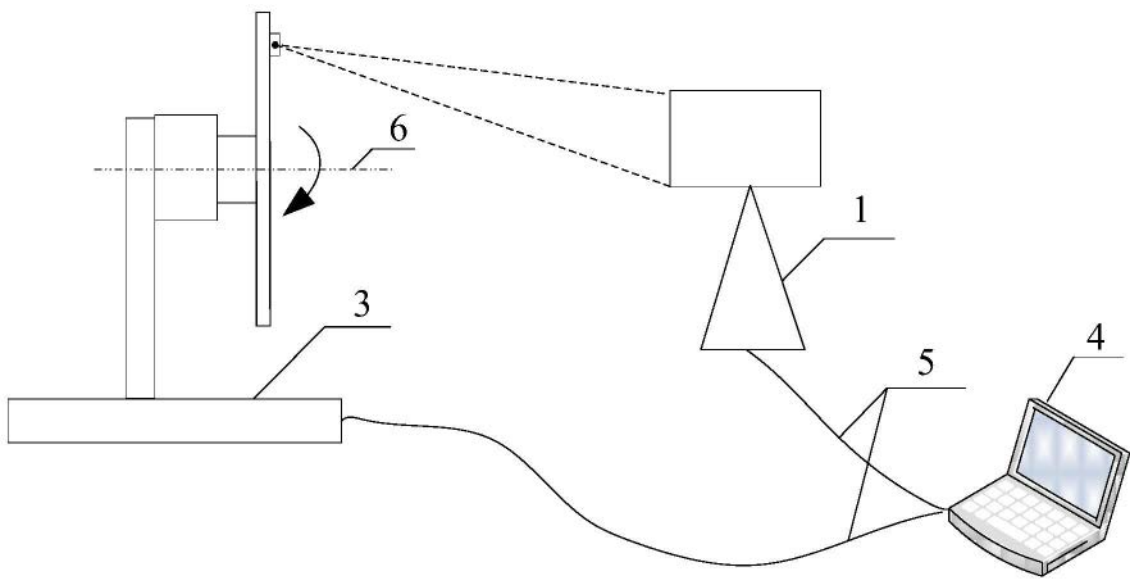


图6