

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102155990 A

(43) 申请公布日 2011.08.17

(21) 申请号 201110075668.9

G01J 3/28(2006.01)

(22) 申请日 2011.03.28

(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 巴音贺希格 何淼 崔继承 陈今涌

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

G01J 3/18(2006.01)

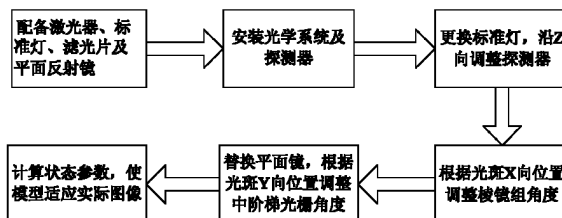
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种中阶梯光栅光谱仪的装调方法

(57) 摘要

一种中阶梯光栅光谱仪的装调方法属于光谱技术领域,该方法包括:配备装调用激光器、标准光源与平面镜;以激光为基准光束,安装光谱仪的光学系统和探测器组件,中阶梯光栅以平面镜替代;更换标准光源,根据探测器上得到的光谱图像,调整探测器位置,使像面整体象质最佳;根据谱图上的光斑 X 向位置与理想谱图模型中的谱线位置间偏差,调整反射棱镜组的放置角度;用中阶梯光栅替代平面镜,根据谱图上的光斑 Y 向位置,调整中阶梯光栅的俯仰角度;比较调整后探测器上的光谱图像与理想谱图模型,当两者比较接近时,可根据实际谱图反算出精确状态参数,调整谱图模型使其适应实际图像。本方法所需工具少,操作简单,有效简化了中阶梯光栅光谱仪的装调。



1. 一种中阶梯光栅光谱仪的装调方法,其特征在于,该装调方法包括如下步骤:

步骤一,配备装调用的激光器、标准光源、滤光片与平面反射镜;

步骤二,安装光谱仪的光学系统和探测器组件,其中,中阶梯光栅以步骤一所述的平面反射镜替代,基准光束由步骤一所述的激光器提供;

步骤三,更换步骤一所述的标准光源,根据步骤二所述的探测器上得到的光谱图像,调整探测器的位置,将离焦、象散等像差减小,使像面整体象质最佳;

步骤四,根据步骤三所述的光谱图像上的光斑 X 向位置与理想光谱图像模型中的谱线位置间偏差,调整光学系统中反射棱镜的放置角度;

步骤五,用中阶梯光栅替代步骤二所述的平面反射镜,根据步骤三所述的光谱图像上的光斑 Y 向位置,调整中阶梯光栅的俯仰角度;

步骤六,比较调整后探测器上的光谱图像与理想谱图模型,当两者比较接近时,可根据实际谱图反算出精确安装状态的参数,调整理想谱图模型使其适应实际图像,进而完成中阶梯光栅光谱仪的装调。

一种中阶梯光栅光谱仪的装调方法

技术领域

[0001] 本发明属于光谱技术领域,涉及一种中阶梯光栅光谱仪的装调方法。

背景技术

[0002] 光谱仪器是广泛应用在科研、工业生产等领域的重要分析测试仪器。适应更高分辨率、更宽谱段范围、全谱直读的应用要求,是光谱分析仪器的发展方向。中阶梯光栅光谱仪采用高色散、高分辨率、全波闪耀的中阶梯光栅作为主要分光元件,分辨能力高于常规的光谱仪 20 倍以上,且具有体积小、全谱瞬态直读的优点,属于高端的光谱分析仪器。此类仪器的装调通常都比较复杂:因为中阶梯光栅光谱仪采用中小型光学系统,交叉色散光路结构使得系统的主光线并不处在同一个平面内;凹面光学元件的曲率半径不大,表面面型比较弯曲,平面光学元件尺寸较小,限制了作为基准的精度,且这些光学元件的边缘多数并非沿着水平或垂直方向放置,不宜选择其表面或直边作为仪器测量准直的参考,需要建立基准;而较小的仪器体积提高了对光学元件位置摆放误差的敏感程度。基于以上原因,采用一般方法进行中阶梯光栅光谱仪安装和调校比较复杂,且不易保证精度。

发明内容

[0003] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种结合理想谱图模型、实用精准的中阶梯光栅光谱仪的装调方法,实现中阶梯光栅光谱仪的精确装调。

[0004] 为了实现上述目的,本发明所采取的技术方案如下:

[0005] 一种中阶梯光栅光谱仪的装调方法,包括如下步骤:

[0006] 步骤一,配备装调用的激光器、标准光源、滤光片与平面反射镜;

[0007] 步骤二,安装光谱仪的光学系统和探测器组件,其中,中阶梯光栅以步骤一所述的平面反射镜替代,基准光束由步骤一所述的激光器提供;

[0008] 步骤三,更换步骤一所述的标准光源,根据步骤二所述的探测器上得到的光谱图像,调整探测器的位置,将离焦、象散等像差减小,使像面整体象质最佳;

[0009] 步骤四,根据步骤三所述的光谱图像上的光斑 X 向位置与理想光谱图像模型中的谱线位置间偏差,调整光学系统中反射棱镜的放置角度;

[0010] 步骤五,用中阶梯光栅替代步骤二所述的平面反射镜,根据步骤三所述的光谱图像上的光斑 Y 向位置,调整中阶梯光栅的俯仰角度;

[0011] 步骤六,比较调整后探测器上的光谱图像与理想谱图模型,当两者比较接近时,可根据实际谱图反算出精确安装状态的参数,调整理想谱图模型使其适应实际图像,进而完成中阶梯光栅光谱仪的装调。

[0012] 本发明的有益效果是:该方法涉及的工具简单,步骤较少,易于应用在仪器的装调与定标中,实现中阶梯光栅光谱仪的高分辨率、宽谱段范围、全谱瞬态直读的光谱分析。

附图说明

- [0013] 图 1 是本发明中阶梯光栅光谱仪的装调方法流程图；
[0014] 图 2 是本发明方法中的中阶梯光栅光谱仪的光路结构示意图；
[0015] 图 3 是本发明方法中涉及的由光学设计得出的理想谱图模型。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明。

[0017] 如图 1 所示,本发明中阶梯光栅光谱仪的装调方法包括如下步骤:

[0018] 步骤一,配备激光器、标准光源、滤光片与平面反射镜;激光器为光学系统的安装与准直提供基准光束,应保证选择的激光器工作波长在光谱仪的光谱范围内,并且,根据光学设计结果,成像在接近探测器中心的位置,以便于光路准直和各元件位置调整;标准光源采用具有分立特征谱线且主要分布在光谱仪工作谱段范围内的标准灯,作为装调和标定用光源;滤光片用来选择不同的特征谱线,根据选用的特征谱线选择窄带滤波片;平面反射镜用来在装调过程中替代中阶梯光栅,进行交叉色散维即 X 向的角度调整,其尺寸要求与中阶梯光栅相同。

[0019] 步骤二,安装中阶梯光栅光谱仪的光学系统及探测器组件;如图 2 所示,光学系统包括聚光镜 1、入射针孔 2、准直镜 3、中阶梯光栅 4、交叉色散棱镜组 5 和聚焦镜 6,探测器 7 是用于光谱图像接收的面阵 CCD 组件。安装时在入射针孔 2 位置建立坐标系,以入射针孔的高度作为基准,首先架设激光器,将激光束调整到针孔高度并保持水平,使光束入射方向一致,然后安装针孔架,使激光束通过入射针孔 2,此过程中用精度 0.5" 的徕卡经纬仪进行测量与调整。准直镜 3 与聚焦镜 6 为曲率半径相同的凹面离轴抛物镜,安装过程中要保证位置、放置角度、高度及俯仰角度的准确;机壳加工过程中已根据光学设计结果加工出定位孔;反射镜角度的检验采用平面反射镜以自准直方式放置在出射光路中,当通过抛物镜再次反射的光束会聚到针孔处时,可以认为抛物镜放置的角度满足设计要求;高度和光束水平度通过带有十字叉丝的小平板放在反射镜入射和出射光路中各处检验,首先将检验平板放置在入射光路中,调整其高度至针孔出射的光束照射在叉丝交点,然后调整反射镜的高度,以镜面中心与基准光束等高为准,(由于镜面中心无法观察且不易标记,在反射镜每条边中点作刻线标记,作为中心的基准),然后将检验平板放置在反射镜的出射光路不同距离,调整反射镜的俯仰角度直至出射光束水平、高度均与基准相同。交叉色散棱镜组 5 安装时,使用其垂直端面 and 上平面作为基准面,保证镜面中心高度与基准一致以及出射的色散光束高度不变且保持水平。探测器 7 为 CCD 组件,位置通过光学设计中的加工定位孔确定,可以在光路方向即 Z 向上进行调整;安装后,比较其得到图像上的光斑位置与该工作波长在理想谱图模型中光斑位置,调整聚焦镜 6 的角度及俯仰,使实际光斑位置与模型基本吻合。

[0020] 步骤三,安装聚焦镜 1,使收集的光会聚到入射针孔 2 处,通过入射针孔 2 形成入射光线;更换标准光源,观察此时的光谱图像,由于光源采用特制谱线分立的标准灯,谱图上得到的是一系列孤立的光斑,每一有效光斑对应标准灯的一个特征波长;观察光斑的特征,如存在明显的象散、彗差形状弥散,适当调整探测器 7 的俯仰角度,使像面整体象质比较均匀,即各位置光斑形状基本一致;沿光路方向即 Z 向,调整探测器 7,寻找像面上光斑弥散最小、最为清晰的位置,保证各光斑大小均在 3×3 像素以内,此位置即离焦最小的位置,固定

探测器 7 于此位置和角度。

[0021] 步骤四,根据光斑 X 向位置调整交叉色散棱镜组 5 的放置角度;由于标准灯包含一系列特征波长,光束经过交叉色散棱镜组 5 反射后会发色散,不同波长的光以不同角度出射,成像在探测器 7 靶面上的 X 向一条直线上的不同位置;通过在标准灯后放置特定的滤光片,选择某一特征波长,观察其光斑在谱图上的 X 向位置,与光学设计结果中理想谱图模型上该波长光斑的坐标位置进行比较,微调交叉色散棱镜组 5 的放置角度,使二者的偏差减小至零;选择其它特征波长,重复此调整过程,最终使谱图与模型的 X 向整体偏差最小。

[0022] 步骤五,用中阶梯光栅 4 替代其位置处的平面反射镜,根据光斑 Y 向位置调整光栅的俯仰角度;中阶梯光栅 4 的安装过程中要求放置角度和高度与平面镜的完全相同,这里通过激光准直时的出射光线检验,关注出射的 0 级衍射光,当出射的方向和高度与平面镜反射后相同时,即认为可以接受;由于中阶梯光栅 4 的色散作用,此时谱图上的光斑不再落在 X 向的同一直线上,而是在 Y 向上的不同位置, X 向位置变化较小;关注特征波长的光斑 Y 向位置,调整中阶梯光栅 4 的俯仰角度,使得谱图与理想模型尽可能接近。

[0023] 步骤六,根据调整后得到的光谱图像,反算出仪器的状态参数,使模型适应实际的谱图;调整后的谱图已与理想模型比较接近,此时根据谱图上的光斑位置推算出仪器的状态参数,此处即中阶梯光栅 4 与交叉色散棱镜组 5 的入射角度,得到的实际角度值会与设计值存在微小偏差,用其修正谱图模型,使模型适应实际的光谱图像;此时即可从图像上任意光斑位置得出其准确波长。

[0024] 本发明的工作原理是:待测光由聚光镜 1 收集,聚焦到入射针孔 2 处,经入射针孔 2 透射后,入射光线由准直镜 3 反射形成平行光束,经中阶梯光栅 4 衍射形成 Y 方向色散光束,通过交叉色散棱镜组 5 反射,光束在 X 方向上产生色散,使不同的衍射级次从交叉色散棱镜组 5 出射的角度不同,形成二维交叉色散光束;此光束经抛物聚焦镜 6 反射,成像到探测器 7 的靶面上,得到二维色散谱图。由于 X、Y 方向的色散分别由两色散元件棱镜和中阶梯光栅 4 产生,二者间相互影响较小,可以根据 X、Y 向光斑位置与理想模型的偏差确定棱镜与中阶梯光栅 4 的入射角,在光路中即棱镜放置的偏转角度和中阶梯光栅 4 的俯仰角度;步骤四中以平面反射镜替代中阶梯光栅 4,因此只有 X 向一维色散,步骤五中更换为中阶梯光栅 4 后,中阶梯光栅 4 带来的色散使光斑 Y 向位置不同, X 向位置变化微小。聚焦镜 6 到探测器 7 之间的距离为离轴抛物聚焦镜即聚焦镜 6 的焦距,沿光路方向(Z 向)微调探测器 7 可以达到改变焦距的效果,直接影响靶面上的光斑象质。

[0025] 实施例:

[0026] 本发明中阶梯光栅光谱仪的装调方法按照图 1 所示的步骤进行实施。其中,步骤一中的激光器采用 MGL-593.5nm,10nW,工作波长 593.5nm,适合本发明方法应用的中阶梯光栅光谱仪 200-800nm 波段范围;标准灯采用 Gp3Hg-1 笔型汞灯,其在光谱仪波段范围内具有 253.7nm、365.0nm、404.7nm、435.8nm、546.1nm、577.9nm 与 579.1nm 多条特征谱线,结合探测器 7 的响应曲线,选择汞灯的能量较强的可见光范围内的 404.7nm、546.1nm、577.9nm 与 579.1nm 作为仪器调校的基准谱线;根据选定的基准谱线波长选择窄带滤光片,其通带宽度都在 3nm 以下,峰值透过率能达到 80%。如图 3 所示,步骤二中的入射针孔 2 的材质采用 45# 钢片,针孔直径 15 μ m;准直镜 3 和聚焦镜 6 均为离轴抛物反射镜,离轴角 18°,基底材质采用 K9 光学玻璃,表面镀铝,焦距为 321.8mm;中阶梯光栅 4 采用中国科学院长

春光学精密机械与物理研究所光栅工程中心生产的 54.49g/mm 刻划中阶梯光栅,46° 入射;交叉色散棱镜组 5 由顶角 37° 的氟化钙棱镜与顶角 13.45° 的熔石英棱镜胶合组成,28.3° 入射;探测器 7 采用 e2v 背照式 CCD47-10 芯片,分辨率 1024×1024 像素,光谱响应在 400-800nm 范围内最高。

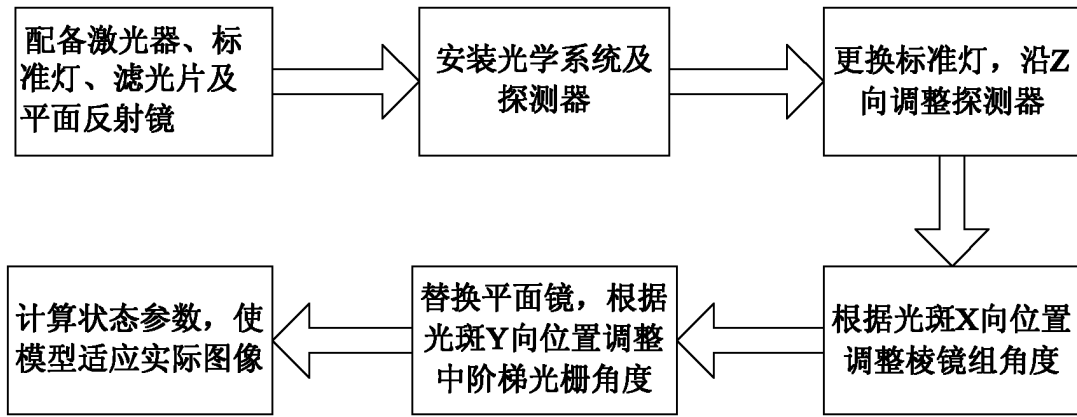


图 1

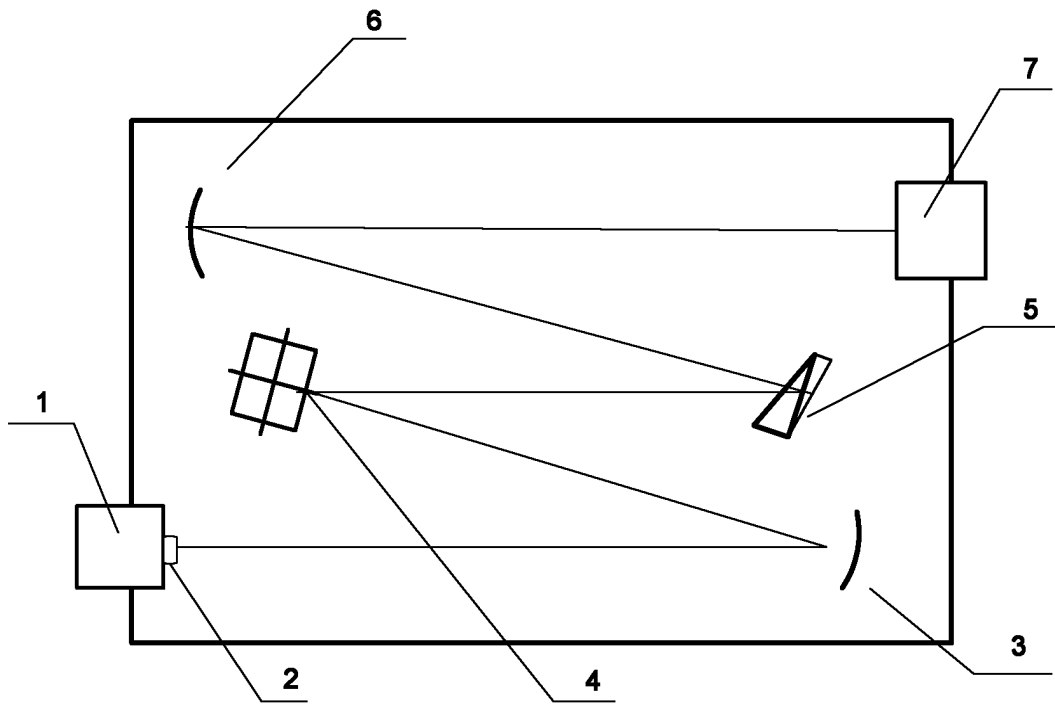


图 2

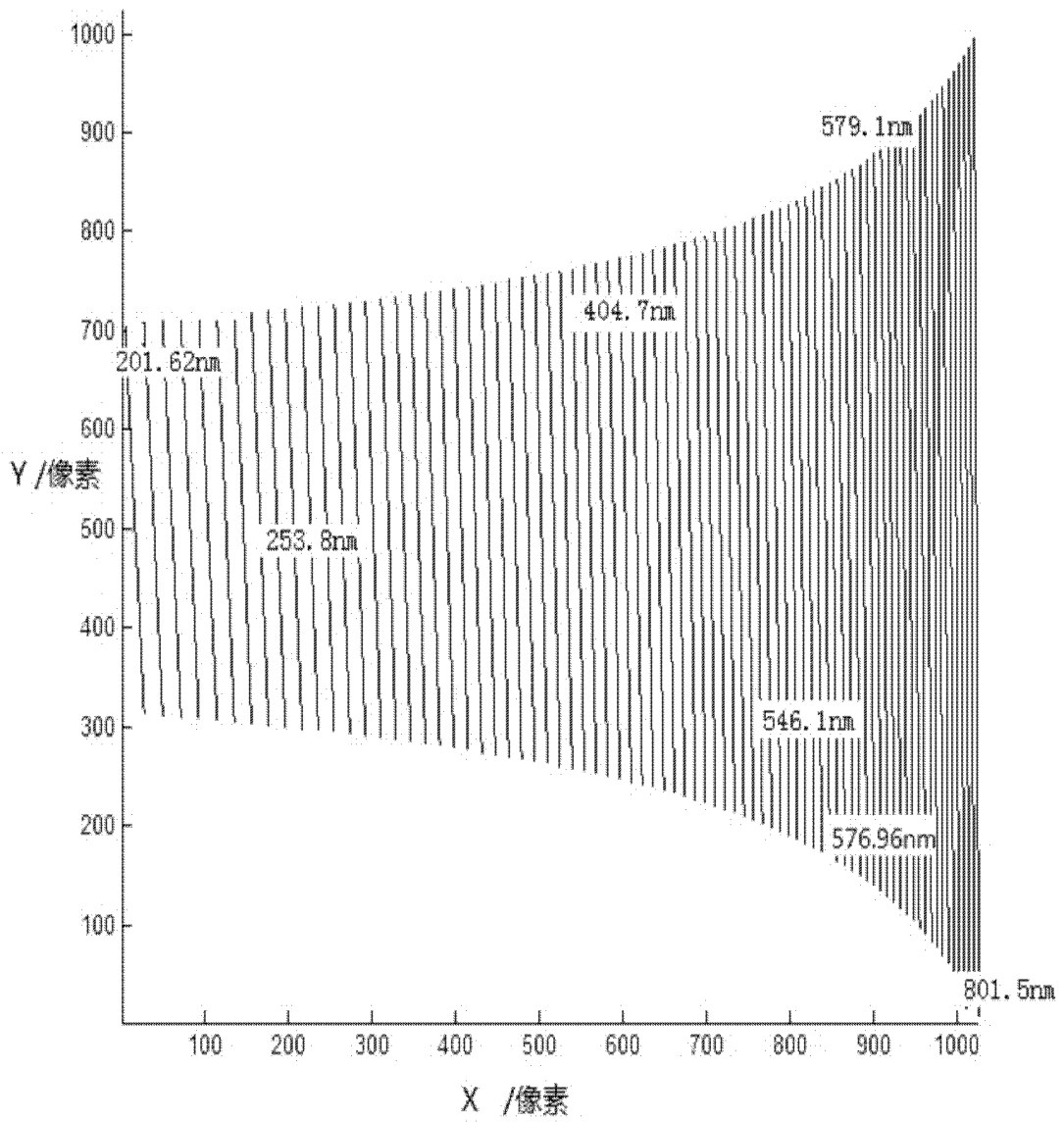


图 3