



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116184684 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 30

(21) 申请号 202211679374.1

(22) 申请日 2022.12.26

(71) 申请人 上海航天控制技术研究所

地址 201109 上海市闵行区中春路1555号

(72) 发明人 陈宗镁 杨俊彦 邵艳明 高冬阳

陈寰 经逸秋 刘浩伟 陈龙江

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

专利代理师 茹阿昌

(51) Int. Cl.

G02B 27/62 (2006.01)

G02B 7/02 (2021.01)

G02B 7/182 (2021.01)

G02B 17/08 (2006.01)

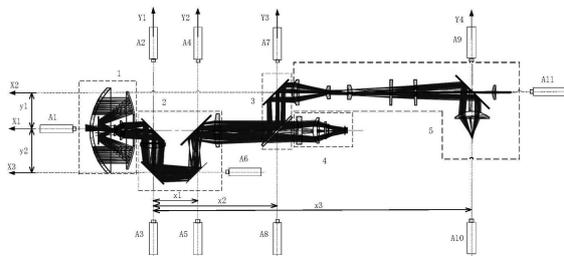
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

## (54) 发明名称

一种面向复合探测的多维微调光学系统及装调方法

## (57) 摘要

本发明提供了一种面向复合探测的多维微调光学系统及装调方法。所述光学系统包括：主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组等5个模块组件，利用自准直原理，卧式中心偏自准仪和立式中心偏自准仪等仪器，依次完成各个模块镜组的装调，然后再通过一次像面衔接、二次像面衔接完成初装，然后再以三次像面（焦面）的成像/信号幅度作为调整，针对各个镜组的偏心、倾斜、轴向距等进行二级调节，最后再根据图像数据，结合设计文件，按照公差分布特性，针对各个镜组内部的某型镜片进行补充微调，直到弥散斑特性/像质/信噪比能满足或接近三通道的指标要求。通过本发明所述方法，可以快速、有效和准确地实现面向复合探测的光学系统的装调。



1. 一种面向复合探测的多维微调光学系统,其特征在于,包括:主次镜组(1)、滚转镜组(2)、偏置镜组(3)、激光镜组(3)和红外镜组(5);

光路经过主次镜组(1)后形成一次像面衔接,进入滚转镜组(2);

光路经滚转镜组(2)四次反射后,通过二次像面衔接,进入偏置镜组(3);

偏置镜组(3)将光路中的激光经折返后进入激光镜组(3),同时,将光路中的红外光入射至红外镜组(5)。

2. 根据权利要求1所述的一种面向复合探测的多维微调光学系统,其特征在于,所述主次镜组(1)为卡氏折返镜组。

3. 根据权利要求1所述的一种面向复合探测的多维微调光学系统,其特征在于,滚转镜组(2)中的光路在俯仰轴和滚转框架转轴交叉平面上进行四次直角折反。

4. 根据权利要求3所述的一种面向复合探测的多维微调光学系统,其特征在于,所述滚转镜组(2)包括:第一转折反射镜(201)、第三激光红外共用校正透镜(202)、第二转折反射镜(203)、第三转折反射镜(204)、第四转折反射镜(205)和第四激光红外共用校正透镜(206);

第一次直角折反的光轴中心和俯仰框架转轴重合,第二次直角折反将光路折反到与滚转框架转轴平行的方向;通过第三、第四次直角折反,将光路又回归到滚仰轴重合方向;所述滚仰轴与初始入射的头罩光轴重合;每次直角折反对应的反射镜与入射光学的夹角均为 $45^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求2~4任意一项所述的一种面向复合探测的多维微调光学系统,其特征在于,偏置镜组(3)包括:第五转折反射镜(301)和第六转折反射镜(302);

第五转折反射镜(301)为激光红外分光镜,能够透射红外光,反射激光;

第六转折反射镜(302)为激光反射镜,将激光光路折反到与红外光路平行的光路上。

6. 一种装调如权利要求5所述的一种面向复合探测的多维微调光学系统的光学系统装调方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 利用自准直原理,架设中心偏自准仪和中心偏自准仪,依次分别完成主次镜组(1)、滚转镜组(2)、偏置镜组(3)、激光镜组(3)、红外镜组(5)的装调;

2) 通过一次像面衔接、二次像面衔接完成初装;

3) 以三次像面的成像幅度和信号幅度作为调整,针对主次镜组(1)、滚转镜组(2)、偏置镜组(3)、激光镜组(3)、红外镜组(5)的偏心、倾斜、轴向距等进行二级调节;

4) 最后再根据图像数据,按照公差分布特性,针对主次镜组(1)、滚转镜组(2)、偏置镜组(3)、激光镜组(3)、红外镜组(5)内部进行补充微调,直到弥散斑特性、像质和信噪比均能满足三通道的指标要求。

7. 如权利要求6所述的一种装调光学系统装调方法,其特征在于,步骤1)所述架设中心偏自准仪和中心偏自准仪的方法,具体为:

利用自准直原理,先设置初始基准轴:X1轴和Y1轴;在水平面上布置一台中心偏自准仪A1,以所述的中心偏自准仪A1的光轴中心为X1轴;

通过自准直原理,在水平面上与X1轴正交位置布置两合同轴的中心偏自准仪A2和中心偏自准仪A3,以所述两台中心偏自准仪光轴中心为Y1轴;

在同一平面上,与X1轴平行方向,间距一定距离 $y_1, y_2$ ;  $y_1$ 为光学设计中需要的红外通

过光轴与激光通道光轴的间距,  $y_2$ 为光学设计中光路经滚转镜组(2)的第二次直角折反到与滚转框架转轴平行的方向,所需要的与红外通道光轴的间距;

通过高精度水平位移台控制距离 $y_1$ ,布置中心偏自准仪A11,以所述的中心偏自准仪A11的光轴中心为X2轴;通过高精度水平位移台控制距离 $y_2$ ,布置中心偏自准仪A6,以所述中心偏自准仪A6的光轴中心为X3轴;

通过在同一平面上,与Y1轴平行方向,中心偏自准仪A11与中心偏自准仪A6之间的间隔距离为 $x_1$ , $x_1$ 为所述光学系统的滚转镜组(2)的第一转折反射镜(201)(201)和第二转折反射镜(203)(203)的光路中心,与第三转折反射镜(204)(204)和第四转折反射镜(205)(205)的光路中心的间距;

初始布置中心偏自准仪A4和中心偏自准仪A5;中心偏自准仪A4和中心偏自准仪A5之间的间隔距离为 $x_2$ , $x_2$ 为所述光学系统的滚转镜组(2)的第一转折反射镜(201)(201)和第二转折反射镜(203)(203)的光路中心,与偏置镜组(3)的光路中心的间距;

初始布置中心偏自准仪A7和中心偏自准仪A8;中心偏自准仪A7和中心偏自准仪A8之间的间隔距离为 $x_3$ , $x_3$ 为所述光学系统的滚转镜组(2)的第一转折反射镜(201)(201)和第二转折反射镜(203)(203)的光路中心,与激光镜组(3)经第七转折反射镜(506)折反的光路中心的间距。

8.如权利要求7所述的一种装调光学系统装调方法,其特征在于,滚转镜组(2)的装调方式为:

利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴 $x_1$ 的位置上布置与X1轴正交的中心偏自准仪A2,中心偏自准仪A3,并且以中心偏自准仪A2,中心偏自准仪A3的中心轴为Y2轴;

利用X1轴上的中心偏自准仪A1,安装第四激光红外共用校正透镜(206),使所述的第四激光红外共用校正透镜(206)中心轴与X1轴同轴;

利用Y1轴上的中心偏自准仪A2或中心偏自准仪A3,安装第三激光红外共用校正透镜(202),使所述第三激光红外共用校正透镜(202)中心轴与Y1轴同轴;

利用X1轴,X3轴,Y2轴上的中心偏自准仪为基准,安装所述的第一转折反射镜(201)(201)、第二转折反射镜(203)(202)、第三转折反射镜(204)(204)和第四转折反射镜(205)(205);

使所述的第一转折反射镜(201)(201)都与X1轴、Y1轴成 $45^\circ$ ,

使所述的第一转折反射镜(201)(201)反射面经过X1轴,Y1轴的交点;使所述的第二转折反射镜(203)都(202)与X3轴、Y1轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第二转折反射镜(203)(202)反射面经过X3轴,Y1轴的交点;

使所述的第三转折反射镜(204)(204)都与X3轴、Y2轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第三转折反射镜(204)(204)反射面经过X3轴,Y2轴的交点;使所述的第四转折反射镜(205)(205)都与X1轴、Y2轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第四转折反射镜(205)反射面(205)经过X1轴,Y2轴的交点。

9.如权利要求7所述的一种装调光学系统装调方法,其特征在于,偏置镜组(3)的装调方式为:

利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴 $x_2$ 的距上布置与X2轴正交的中心偏自准仪A10,并且以中心偏自准仪A10的中心轴为Y3轴;利用X1轴,X2轴,Y3轴上的中心偏自准仪为基准,安装所述的第五转折反射镜(301)(301)和第六转折反射镜(302)(302),使所述

的第五转折反射镜(301) (301)和第六转折反射镜(302) (302)都与X轴、Y轴成45度,并且使所述的第五转折反射镜(301) (301)反射(301)面经过X1轴,Y3轴的交点;所述的第六转折反射镜(302) (302)反射面经过X2轴,Y3轴的交点。

10.如权利要求7所述的一种装调光学系统装调方法,其特征在于,激光镜组(3)的装调方式为:

在前光楔透镜(504)、后光楔透镜(505)加工、镀膜及检测完成后,封装电机,驱动器,轴承,码盘,形成双光楔扫描模块;

利用X2轴上的中心偏自准仪A10为基准,依次装入第一激光透镜(501)、第二激光透镜(502)、第三激光透镜(503)、第四激光透镜(507),使第一激光透镜(501)、第二激光透镜(502)、第三激光透镜(503)、第四激光透镜(507)的镜片中心在X2轴上实现同轴;

利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴x3的位置上布置与X2轴正交的中心偏自准A8和中心偏自准A9,并且以中心偏自准A8和中心偏自准A9的中心轴为Y4轴;利用在Y4轴上的中心偏自准仪A8,中心偏自准仪A9为基准,装入激光聚焦镜(509)和激光探测器光敏面(510),使激光聚焦镜(509)和激光探测器光敏面(510)的镜片中心在Y4轴上实现同轴;

利用自准直原理装配第七转折反射镜(506),使所述第七转折反射镜(506)与X2轴,Y4轴都成45度,且第七转折反射镜(506)的反射面经过X2轴、Y4轴的交点;

将双光楔扫描模块装入第三激光透镜(503)与第七转折反射镜(507)之间。

## 一种面向复合探测的多维微调光学系统及装调方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学技术领域,特别是涉及一种激光、红外复合探测的光学系统及装调方法。

### 背景技术

[0002] 经检索发现,专利文献CN201810967571.0中的一种小型化滚-仰式长波制冷光学系统是一种应用于长波红外制冷的光学系统,是单一红外光学系统。

[0003] 现有的成像光学系统,多为采用单一红外光学系统,或者单一主动/被动激光光学系统,两种模式光学系统单独存在,难以满足现有光电产品抗干扰能力和对隐身、弱小目标的探测能力不足的问题。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种面向复合探测的多维微调光学系统及装调方法。所述光学系统,是一种包含卡氏折返,滚仰式框架平台,红外激光分光的光学系统,包含主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组等5个模块组件。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 一种面向复合探测的多维微调光学系统,包括:主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组;

[0007] 光路经过主次镜组后形成一次像面衔接,进入滚转镜组。

[0008] 光路经滚转镜组四次反射后,通过二次像面衔接,进入偏置镜组。

[0009] 偏置镜组将光路中的激光经折返后进入激光镜组,同时,将光路中的红外光入射至红外镜组。

[0010] 可选的,所述主次镜组为卡氏折返镜组。

[0011] 可选的,滚转镜组中的光路在俯仰轴和滚转框架转轴交叉平面上进行四次直角折反。

[0012] 可选的,所述滚转镜组包括:第一转折反射镜、第三激光红外共用校正透镜、第二转折反射镜、第三转折反射镜和第四转折反射镜、第四激光红外共用校正透镜;

[0013] 第一次直角折反的光轴中心和俯仰框架转轴重合,第二次直角折反将光路折反到与滚转框架转轴平行的方向;通过第三第四次直角折反,将光路又回归到滚仰轴重合方向;所述滚仰轴与初始入射的头罩光轴重合;每次直角折反对应的反射镜与入射光学的夹角均为 $45^{\circ}$ 。

[0014] 可选的,偏置镜组包括:第五转折反射镜和第六转折反射镜;

[0015] 第五转折反射镜为激光红外分光镜,能够透射红外光,反射激光;

[0016] 第六转折反射镜为激光反射镜,将激光光路折反到与红外光路平行的光路上。

[0017] 一种装调上述的一种面向复合探测的多维微调光学系统的光学系统装调方法,包括以下步骤:

[0018] 1) 利用自准直原理,架设中心偏自准仪和中心偏自准仪,依次分别完成主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组的装调;

[0019] 2) 通过一次像面衔接、二次像面衔接完成初装;

[0020] 3) 以三次像面的成像幅度和信号幅度作为调整,针对主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组的偏心、倾斜、轴向距等进行二级调节;

[0021] 4) 最后再根据图像数据,按照公差分布特性,针对主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组内部进行补充微调,直到弥散斑特性、像质和信噪比均能满足三通道的指标要求。

[0022] 步骤1)所述架设中心偏自准仪和中心偏自准仪的方法,具体为:

[0023] 利用自准直原理,先设置初始基准轴:X1轴和Y1轴;在水平面上布置一台中心偏自准仪A1,以所述的中心偏自准仪A1的光轴中心为X1轴;

[0024] 通过自准直原理,在水平面上与X1轴正交位置布置两台同轴的中心偏自准仪A2和中心偏自准仪A3,以所述两台中心偏自准仪光轴中心为Y1轴;

[0025] 在同一平面上,与X1轴平行方向,间距一定距离 $y_1, y_2$ ;  $y_1$ 为光学设计中需要的红外通过光轴与激光通道光轴的间距,  $y_2$ 为光学设计中光路经滚转镜组的第二次直角折反到与滚转框架转轴平行的方向,所需要的与红外通道光轴的间距;

[0026] 通过高精度水平位移台控制距离 $y_1$ ,布置中心偏自准仪A11,以所述的中心偏自准仪A11的光轴中心为X2轴;通过高精度水平位移台控制距离 $y_2$ ,布置中心偏自准仪A6,以所述中心偏自准仪A6的光轴中心为X3轴;

[0027] 通过在同一平面上,与Y1轴平行方向,中心偏自准仪A11与中心偏自准仪A6之间的间隔距离为 $x_1$ ,  $x_1$ 为所述光学系统的滚转镜组的第一转折反射镜和第二转折反射镜的光路中心,与第三转折反射镜和第四转折反射镜的光路中心的间距;

[0028] 初始布置中心偏自准仪A4和中心偏自准仪A5;中心偏自准仪A4和中心偏自准仪A5之间的间隔距离为 $x_2$ ,  $x_2$ 为所述光学系统的滚转镜组的第一转折反射镜和第二转折反射镜的光路中心,与偏置镜组3的光路中心的间距;

[0029] 初始布置中心偏自准仪A7和中心偏自准仪A8;中心偏自准仪A7和中心偏自准仪A8之间的间隔距离为 $x_3$ ,  $x_3$ 为所述光学系统的滚转镜组的第一转折反射镜和第二转折反射镜的光路中心,与激光镜组经第七转折反射镜折反的光路中心的间距。

[0030] 进一步,滚转镜组的装调方式为:

[0031] 利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴 $x_1$ 的位置上布置与X1轴正交的中心偏自准仪A2,中心偏自准仪A3,并且以中心偏自准仪A2,中心偏自准仪A3的中心轴为Y2轴;

[0032] 利用X1轴上的中心偏自准仪A1,安装第四激光红外共用校正透镜,使所述的第四激光红外共用校正透镜中心轴与X1轴同轴;

[0033] 利用Y1轴上的中心偏自准仪A2或中心偏自准仪A3,安装第三激光红外共用校正透镜,使所述第三激光红外共用校正透镜中心轴与Y1轴同轴;

[0034] 利用X1轴,X3轴,Y2轴上的中心偏自准仪为基准,安装所述的第一转折反射镜、第二转折反射镜、第三转折反射镜和第四转折反射镜;

[0035] 使所述的第一转折反射镜都与X1轴、Y1轴成 $45^\circ$ ,

[0036] 使所述的第一转折反射镜反射面经过X1轴,Y1轴的交点;使所述的第二转折反射镜都与X3轴、Y1轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第二转折反射镜反射面经过X3轴,Y1轴的交点;

[0037] 使所述的第三转折反射镜都与X3轴、Y2轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第三转折反射镜反射面经过X3轴,Y2轴的交点;使所述的第四转折反射镜都与X1轴、Y2轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第四转折反射镜反射面经过X1轴,Y2轴的交点。

[0038] 进一步,偏置镜组的装调方式为:

[0039] 利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴x2的距上布置与X2轴正交的中心偏自准仪A10,并且以中心偏自准仪A10的中心轴为Y3轴;利用X1轴,X2轴,Y3轴上的中心偏自准仪为基准,安装所述的第五转折反射镜和第六转折反射镜,使所述的第五转折反射镜和第六转折反射镜都与X轴、Y轴成45度,并且使所述的第五转折反射镜反射面经过X1轴,Y3轴的交点;所述的第六转折反射镜反射面经过X2轴,Y3轴的交点。

[0040] 进一步,激光镜组的装调方式为:

[0041] 在前光楔透镜、后光楔透镜加工、镀膜及检测完成后,封装电机,驱动器,轴承,码盘等组件,形成双光楔扫描模块;

[0042] 利用X2轴上的中心偏自准仪A10为基准,依次装入第一激光透镜、第二激光透镜、第三激光透镜、第四激光透镜,使第一激光透镜、第二激光透镜、第三激光透镜、第四激光透镜的镜片中心在X2轴上实现同轴;

[0043] 利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴x3的位置上布置与X2轴正交的中心偏自准A8和中心偏自准A9,并且以中心偏自准A8和中心偏自准A9的中心轴为Y4轴;利用在Y4轴上的中心偏自准仪A8,中心偏自准仪A9为基准,装入激光聚焦镜和激光探测器光敏面,使激光聚焦镜和激光探测器光敏面的镜片中心在Y4轴上实现同轴;

[0044] 利用自准直原理装配第七转折反射镜,使所述第七转折反射镜与X2轴,Y4轴都成 $45^\circ$ ,且第七转折反射镜的反射面经过X2轴、Y4轴的交点;

[0045] 将双光楔扫描模块装入第三激光透镜与第七转折反射镜之间。

[0046] 本发明与现有技术相比的有益效果是:

[0047] 本发明提供了一种面向复合探测的多维微调光学系统及装调方法,通过本发明所述方法,可以快速、有效和准确地实现面向复合探测的光学系统的装调。

## 附图说明

[0048] 图1为本发明实施例提供的一种面向复合探测的多维微调光学系统的装调示意图;

[0049] 图2为本发明实施例提供的主次镜组的装调示意图;

[0050] 图3为本发明实施例提供的滚转镜组的装调示意图;

[0051] 图4为本发明实施例提供的偏置镜组的装调示意图;

[0052] 图5为本发明实施例提供的红外镜组的装调示意图;

[0053] 图6为本发明实施例提供的激光镜组的装调示意图。

[0054] 附图标记说明:

[0055] 1-主次镜组,2-滚转镜组,3-偏置镜组,4-激光镜组,5-红外镜组;

[0056] A1-X1轴上的中心偏自准仪,A2-Y1轴上的中心偏自准仪一,A3-Y1轴上的中心偏自

准仪二,A4-Y2轴上的中心偏自准仪一,A5-Y2轴上的中心偏自准仪二,A6-X3轴上的中心偏自准仪,A7-Y3轴上的中心偏自准仪,A8-Y3轴上的中心偏自准仪,A9-Y4轴上的中心偏自准仪,A10-Y4轴上的中心偏自准仪,A11-X2轴上的中心偏自准仪;

[0057] 101-激光红外共用光学头罩,102-激光红外共用次镜,103-第一激光红外共用校正透镜,104-第二激光红外共用校正透镜,105-激光红外共用主反射镜;

[0058] 201-第一转折反射镜,202-第三激光红外共用校正透镜,203-第二转折反射镜,204-第三转折反射镜,205-第四转折反射镜,206-第四激光红外共用校正透镜;

[0059] 301-第五转折反射镜,302-第六转折反射镜;

[0060] 401-第一红外透镜,402-第二红外透镜和红外探测器光敏面;

[0061] 501-第一激光透镜,502-第二激光透镜,503-第三激光透镜,504-前光楔透镜,505-后光楔透镜,506-第七转折反射镜,507-第四激光透镜,508-主动激光发射端口,509-激光聚焦镜,510-激光探测器光敏面。

### 具体实施方式

[0062] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

[0063] 下面将结合本发明的实施例中的附图,对本发明的实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的实施例一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的实施例保护的范围。

[0064] 一种面向复合探测的多维微调光学系统,是一种包含卡氏折返,滚仰式框架平台,红外激光分光的光学系统,包括:主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组。光束经头罩后经主次镜组折返,光路经过主次镜组后形成一次像面衔接,进入滚转镜组。光路经滚转镜组四次反射后,通过二次像面衔接,进入偏置镜组。偏置镜组将光路中的激光经折返后进入激光镜组,同时,将光路中的红外光入射至红外镜组。所述主次镜组为卡氏折返镜组。

[0065] 滚转镜组中的光路在俯仰轴和滚转框架转轴交叉平面上进行四次直角折反,对四面反射镜的位置装调精度要求高,才能保证滚仰的光学系统高的成像质量。

[0066] 所述滚转镜组包括:第一转折反射镜、第三激光红外共用校正透镜、第二转折反射镜、第三转折反射镜和第四转折反射镜、第四激光红外共用校正透镜;

[0067] 光路经过滚转平台的俯仰框架的俯仰轴,先在俯仰轴上做两次直角折反,目的是将光路引到与滚转框架转轴平行的方向上同时又可以光学成像不受俯仰框架转动的影响。第一次直角折反的光轴中心和俯仰框架转轴重合,第二次直角折反将光路折反到与滚转框架转轴平行的方向;通过第三第四次直角折反,将光路又回归到滚仰轴重合方向;所述滚仰轴与初始入射的头罩光轴重合;每次直角折反对应的反射镜与入射光学的夹角均为 $45^{\circ}$ 。

[0068] 偏置镜组包括:第五转折反射镜和第六转折反射镜;第五转折反射镜为激光红外分光镜,能够透射红外光,反射激光,将激光红外复合光路内的红外激光分光;第六转折反射镜为激光反射镜,将激光光路折反到与红外光路平行的光路上。

[0069] 激光红外的复合光经所述的第五转折反射镜分光后,红外光进入红外镜组。所述

红外镜组包括第一红外透镜、第二红外透镜和红外探测器光敏面；激光红外的复合光经所述的第五转折反射镜分光后，激光光路被反射到第六转折反射镜上，再次折反进入所述激光镜组；所述激光镜组包括第一激光透镜、第二激光透镜、第三激光透镜、前光楔透镜、后光楔透镜、第七转折反射镜、第四激光透镜、主动激光发射端口、激光聚焦镜和激光探测器光敏面。

[0070] 所述的主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、红外镜组、激光镜组等5个模块镜组，各模块镜组之间再通过连接结构连接。

[0071] 一种装调上述的一种面向复合探测的多维微调光学系统的光学系统装调方法，包括以下步骤：

[0072] 1) 利用自准直原理，架设中心偏自准仪和中心偏自准仪，依次分别完成主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组的装调；

[0073] 2) 通过一次像面衔接、二次像面衔接完成初装；

[0074] 3) 以三次像面的成像幅度和信号幅度作为调整，针对主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组的偏心、倾斜、轴向距等进行二级调节；

[0075] 4) 最后再根据图像数据，按照公差分布特性，针对主次镜组、滚转镜组、偏置镜组、激光镜组、红外镜组内部进行补充微调，直到弥散斑特性、像质和信噪比均能满足三通道的指标要求。

[0076] 结合参阅图1到图6，本发明提供一种面向复合探测的多维微调光学系统。

[0077] 所述面向复合探测的光学系统，是一种包含卡氏折返，滚仰式框架平台，红外激光分光的光学系统，包含主次镜组1、滚转镜组2、偏置镜组3、激光镜组4、红外镜组5等5个模块组件。

[0078] 如图2所示，光束经头罩后经主次镜组折返，所述主次镜组1为卡氏折返镜组，包括激光红外共用光学头罩101、激光红外共用次镜102、第一激光红外共用校正透镜103、第二激光红外共用校正透镜104和激光红外共用主反射镜105；光路经过主次镜组1后形成一次像面衔接，进入滚转镜组2。

[0079] 如图3所示，所述滚转镜组2，包括第一转折反射镜201、第三激光红外共用校正透镜202、第二转折反射镜203、第三转折反射镜204和第四转折反射镜205、第四激光红外共用校正透镜206；光路经过滚转平台的俯仰框架的俯仰轴，先在俯仰轴上做两次直角折反，目的是将光路引到与滚转框架转轴平行的方向上同时又可以光学成像不受俯仰框架转动的影响。第一次直角折反的光轴中心需要和俯仰框架转轴重合，第二次直角折反是将光路折反到与滚转框架转轴平行的方向，之后再进行第三、第四次直角折反，通过第三第四次直角折反，将光路又回归到滚仰轴重合方向。所述滚仰轴与初始入射的激光红外共用光学头罩101光轴重合；以上四次直角折反都是反射镜与入射光学夹角为 $45^\circ$ ，光路在俯仰轴和滚转框架转轴交叉平面上进行四次折反，对四面反射镜的位置装调精度要求高，才能保证滚仰的光学系统高的成像质量。

[0080] 光路经滚转镜组2四次反射后，通过二次像面衔接，进入偏置镜组3。如图4所示，所述偏置镜组3包括第五转折反射镜301和第六转折反射镜302；其中，所述第五转折反射镜301为激光红外分光镜，可以透红外，反射激光，将激光红外复合光路内的红外激光分光；第六转折反射镜302为激光反射镜，将激光光路折反到与红外光路平行的激光光路上；

[0081] 激光红外的复合光经所述的第五转折反射镜301分光后,红外光进入红外镜组4。如图5所示,所述红外镜组4包括第一红外透镜401、第二红外透镜402和红外探测器光敏面403;

[0082] 激光红外的复合光经所述的第五转折反射镜301分光后,激光光路被反射到第六转折反射镜302上,再次折反进入所述激光镜组5;如图6所示,所述激光镜组5包括第一激光透镜501、第二激光透镜502、第三激光透镜503、前光楔透镜504、后光楔透镜505、第七转折反射镜506、第四激光透镜507、主动激光发射端口508、激光聚焦镜509和激光探测器光敏面510;

[0083] 所述的主次镜组1、滚转镜组2、偏置镜组3、红外镜组4、激光镜组5等5个模块镜组,各模块镜组之间再通过连接结构连接。

[0084] 本发明提供了一种面向复合探测的多维微调光学系统的装调方法。具体过程为:利用多个中心偏自准直仪,基于自准直原理,先设置初始基准轴:X1轴和Y1轴。在水平面上布置一台中心偏自准直仪A1,以所述的中心偏自准直仪A1的光轴中心为X1轴;通过自准直原理,在水平面上与X正交位置布置两台同轴的中心偏自准直仪(A2和A3),以所述两台中心偏自准直仪光轴中心为Y1轴;在同一平面上,与X1轴平行方向,间距一定距离 $y_1, y_2$ ;  $y_1$ 为光学设计中需要的红外通过光轴与激光通道光轴的间距,  $y_2$ 为光学设计中光路经滚转镜组2的第二次直角折反到与滚转框架转轴平行的方向,所需要的与红外通道光轴的间距;通过高精度水平位移台控制距离 $y_1$ ,布置中心偏自准直仪A11,以所述的中心偏自准直仪A11的光轴中心为X2轴;通过高精度水平位移台控制距离 $y_2$ ,布置中心偏自准直仪A6,以所述中心偏自准直仪A6的光轴中心为X3轴;通过在同一平面上,与Y1轴平行方向,通过高精度水平位移台控制分别间隔距离 $x_1$ ,距离 $x_1$ 为所述光学系统的滚转镜组2的第一转折反射镜201和第二转折反射镜203的光路中心,与第三转折反射镜204和第四转折反射镜205的光路中心的间距;初始布置三台中心偏自准直仪(A4和A5);通过高精度水平位移台控制分别间隔距离 $x_2$ ,距离 $x_2$ 为所述光学系统的滚转镜组2的第一转折反射镜201和第二转折反射镜203的光路中心,与偏置镜组3的光路中心的间距;初始布置三台中心偏自准直仪(A7和A8);通过高精度水平位移台控制分别间隔距离 $x_3$ ,距离 $x_3$ 为所述光学系统的滚转镜组2的第一转折反射镜201和第二转折反射镜203的光路中心,与激光镜组5经第七转折反射镜506折反的光路中心的间距;初始布置三台中心偏自准直仪(A9和A10);

[0085] 所述主次镜组1的装调方式为:利用X1轴上的中心偏自准直仪为基准,依次装调激光红外共用主反射镜105,第二激光红外共用校正透镜104,第一激光红外共用校正透镜103,激光红外共用次镜102、激光红外共用光学头罩101、使所述镜组内的所有镜片中心同轴,所述主次镜组1内的镜片轴向的粗装调通过各镜片的安装结构的加工精度保证。由此组装成所述的主次镜组1。

[0086] 所述滚转镜组2的装调方式为:利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴 $x_1$ 的距上布置与X1轴正交的中心偏自准直仪A2,A3,并且以其中心轴为Y2轴;利用X1轴上的中心偏自准直仪A1,安装第四激光红外共用校正透镜206,使所述的第四激光红外共用校正透镜206中心轴与X1轴同轴,其在X1轴上的位置通过安装结构保证;利用Y1轴上的中心偏自准直仪A2或A3,安装第三激光红外共用校正透镜202,使所述的第三激光红外共用校正透镜202中心轴与Y1轴同轴,其在Y1轴上的位置通过安装结构保证;利用X1轴,X3轴,Y2轴上的中心偏

自准仪为基准,安装所述的第一转折反射镜201、第二转折反射镜202、第三转折反射镜204和第四转折反射镜205。使所述的第一转折反射镜201都与X1轴、Y1轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第一转折反射镜201反射面经过X1轴,Y1轴的交点;使所述的第二转折反射镜都202与X3轴、Y1轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第二转折反射镜202反射面经过X3轴,Y1轴的交点;使所述的第三转折反射镜204都与X3轴、Y2轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第三转折反射镜204反射面经过X3轴,Y2轴的交点;使所述的第四转折反射镜205都与X1轴、Y2轴成 $45^\circ$ ,并且使所述的第四转折反射镜反射面205经过X1轴,Y2轴的交点;

[0087] 所述偏置镜组3的装调方式为:利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴x2的距上布置与X2轴正交的中心偏自准仪A10,并且以其中心轴为Y3轴;利用X1轴,X2轴,Y3轴上的中心偏自准仪为基准,安装所述的第五转折反射镜301和第六转折反射镜302,使所述的第五转折反射镜301和第六转折反射镜302都与X轴、Y轴成45度,并且使所述的第五转折反射镜301反射301面经过X1轴,Y3轴的交点;所述的第六转折反射镜302反射面经过X2轴,Y3轴的交点;

[0088] 所述红外镜组4的装调方式为:利用X1轴上的中心偏自准仪为基准,依次装入第一红外透镜401,第二红外透镜402、红外探测器光敏面403,使以上各镜片中心光轴与X1轴同轴地安装于红外镜组4安装结构中,如此即完成红外镜组4的镜片装调;

[0089] 所述激光镜组5的装调方式为:

[0090] 在两双光楔镜片(前光楔透镜504、后光楔透镜505)加工、镀膜及检测完成后,进行封装电机,驱动器,轴承,码盘等组件,再进行双光楔和转动机构的装调和封装,形成双光楔扫描模块;

[0091] 利用X2轴上的中心偏自准仪A10为基准,依次装入第一激光透镜501、第二激光透镜502、第三激光透镜503、第四激光透镜507,使以上镜片中心在X2轴上实现同轴,其在X2轴上的位置通过安装结构保证;

[0092] 利用自准直原理,在装调基准平面上,距离Y1轴x3的距上布置与X2轴正交的中心偏自准A8和A9,并且以其中心轴为Y4轴;利用在Y4轴上的中心偏自准仪A8,A9为基准,装入激光聚焦镜509,和激光探测器光敏面510,使以上各镜片中心在Y4轴上实现同轴,其在Y4轴上的位置通过安装结构保证;

[0093] 利用自准直原理装配第七转折反射镜506,使所述第七转折反射镜506与X2轴,Y4轴都成 $45^\circ$ ,且反射面经过X2轴,Y4轴的交点;

[0094] 将双光楔扫描模块装入第三激光透镜503与第七转折反射镜507之间,安装基准面与通过前光楔透镜与后光楔透镜始终相互平行的面平行;

[0095] 经过上述步骤,完成激光镜组5的装调;

[0096] 利用自准直原理,卧式中心偏自准仪和立式中心偏自准仪等仪器,依次完成各个模块镜组的装调,然后再通过一次像面衔接、二次像面衔接完成初装,然后再以三次像面(焦面)的成像/信号幅度作为调整,针对各个镜组的偏心、倾斜、轴向距等进行二级调节,最后再根据图像数据,结合设计文件,按照公差分布特性,针对各个镜组内部的某型镜片进行补充微调,直到弥散斑特性/像质/信噪比能满足或接近三通道的指标要求。

[0097] 通过本发明所述方法,可以快速、有效和准确地实现面向复合探测的光学系统的装调。

[0098] 自准直原理：可以通过自准直仪和标准晶体，实现在同一平面上的两中心偏自准直仪中心光轴正交垂直，并且通过自准直原理，可以较快调出与该两正交的中心偏自准直仪中心光轴都成 $45^\circ$ 的反射镜片，且反射镜的反射面经过两正交的中心偏自准直仪中心光轴的交点。具体方法为：先在以第一个的中心偏自准直仪的中心光轴作为X轴，其在正前方放置一个 $45^\circ$ 标准角反射镜，在X轴上放一道光束，经过 $45^\circ$ 标准角反射镜反射后的光路上布置第二个中心偏自准直仪；通过调整第二个中心偏自准直仪的位置，使第一个中心偏自准直仪经反射镜反射到第二个中心偏自准直仪的像与第二个中心偏自准直仪的中心重合，则此时两个中心偏自准直仪的中心光轴正交垂直；在使第一、第二个中心偏自准直仪中心光轴正交垂直后，再安装需要调整出与两光轴都成 $45^\circ$ 的折反射镜。先将折反射镜粗安装于所述第一个中心偏自准直仪中心光轴和第二个中心偏自准直仪中心光轴的交叉位置点，通过第一个中心偏自准直仪打出一个十字靶标的光束，经过需要调整的折反射镜反射，会在第一个中心偏自准直仪里产生一个十字靶标像，通过调整折反射镜位置和角度，使十字靶标像在第二个中心偏自准直仪的中心，则完成折反射镜与两个中心偏自准直仪的光轴成 $45^\circ$ 的调整，并且折反射镜的反射面经过两个中心偏自准直仪的光轴交叉点。

[0099] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上，但其并不是用来限定本发明，任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内，都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改，因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰，均属于本发明技术方案的保护范围。

[0100] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域专业技术人员的公知技术。

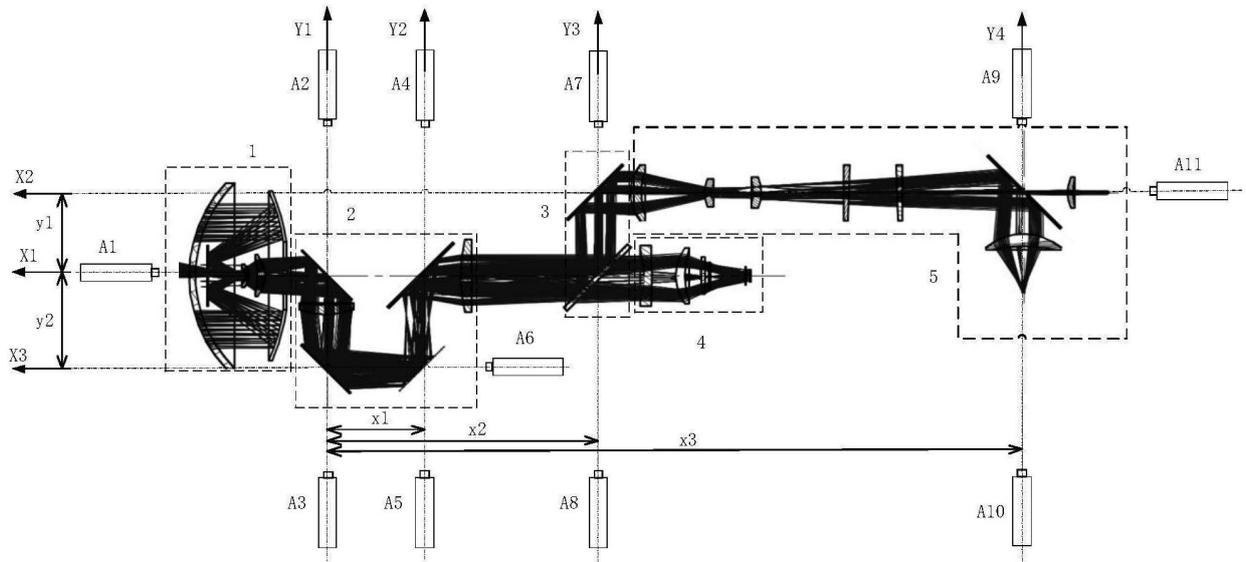


图1

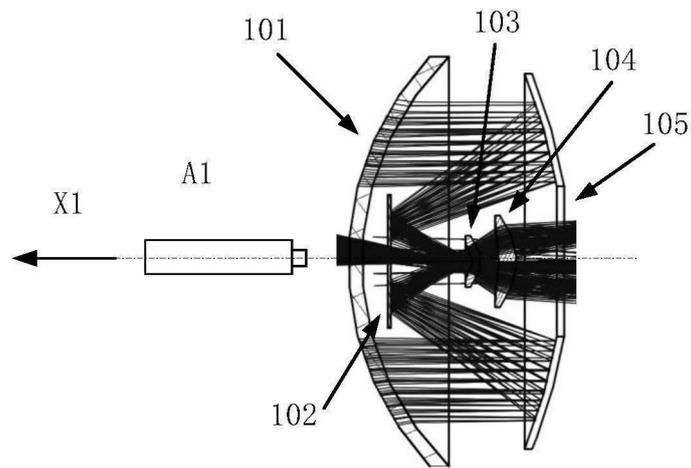


图2

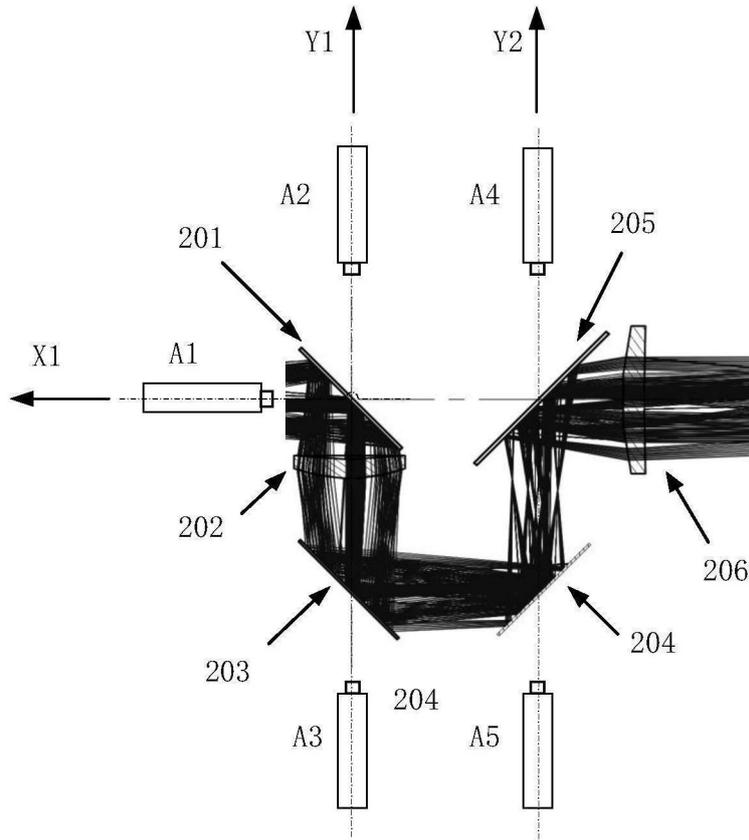


图3

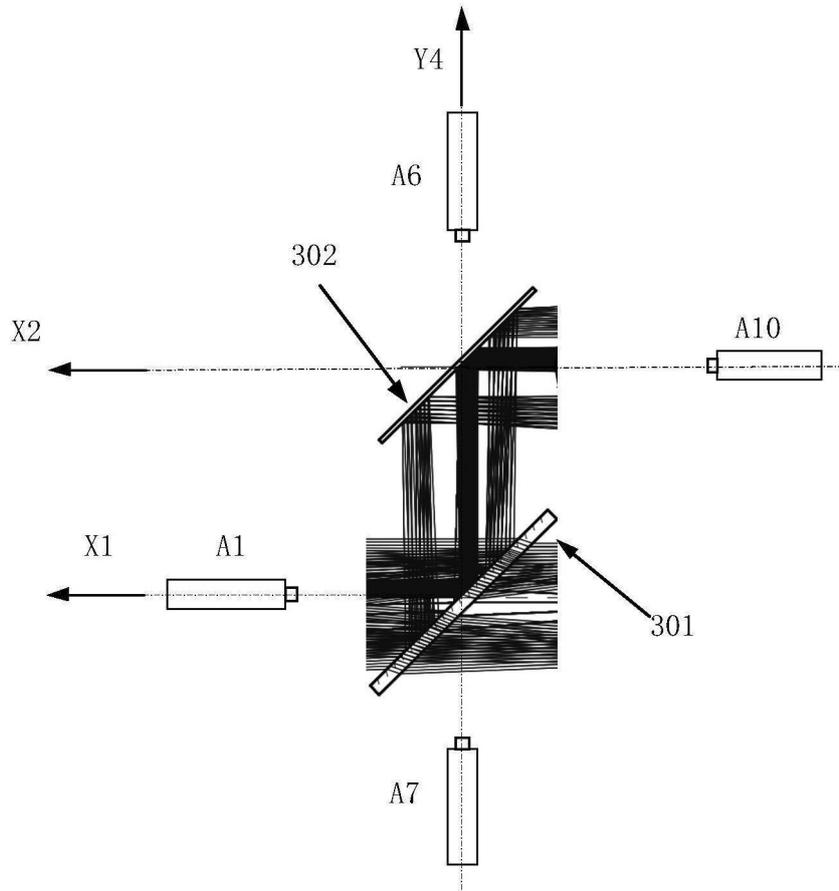


图4

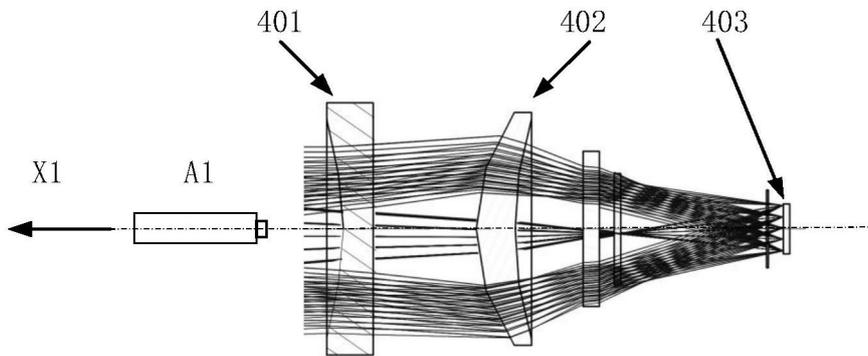


图5

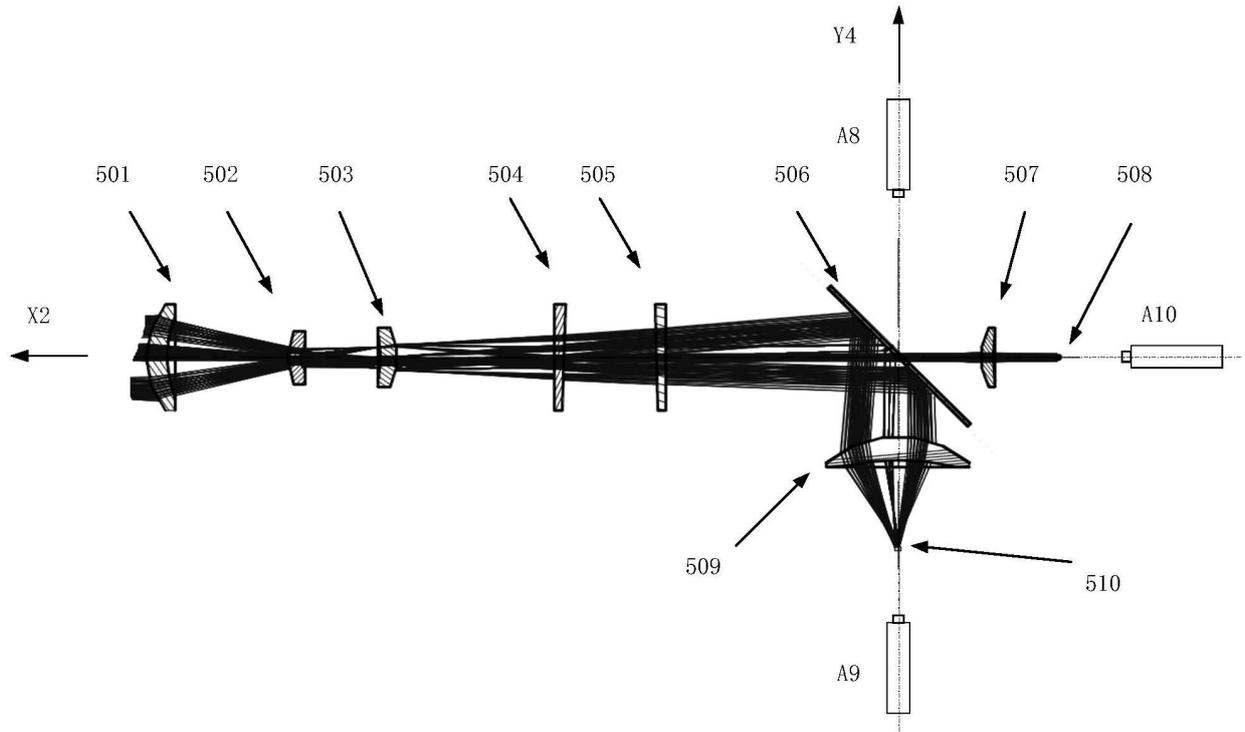


图6