



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103792541 A

(43) 申请公布日 2014.05.14

(21) 申请号 201410021085.1

(22) 申请日 2014.01.16

(71) 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院

地址 230031 安徽省合肥市 1125 信箱

(72) 发明人 曹开法 胡顺星 黄见 邵石生

林金明 苑克娥 徐之海

(74) 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理

有限公司 34112

代理人 余成俊

(51) Int. Cl.

G01S 17/88(2006.01)

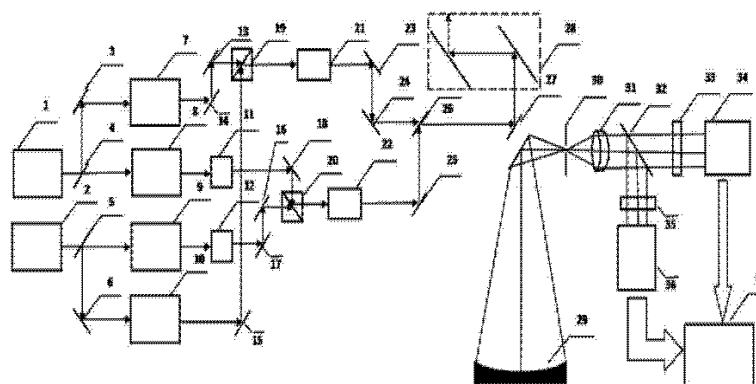
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,包含激光器及差分波长激光束的产生光路,及相关的激光合束、发射,光学扫描接收以及信号分光探测部分构成。特别是1. 激光雷达发射部分采用两台 YAG 激光器(1,2)作为四台可调谐激光器(7,8,9,10)的泵浦源;2. 可调谐激光器发射的四路激光束通过合束光学部分(19,20,26)通过一路发射出去;3. 采用潜望镜式的扫描器(28)实现空间分布扫描。本发明可以快速、高精度、实时探测大气中的二氧化氮、二氧化硫和臭氧等污染气体的空间分布,结构简单,制造成本低,精确误差小。



1. 一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,其特征在于:包括有泵浦激光器一和泵浦激光器二,泵浦激光器一发射的激光经过平面镜二透射进入可调谐激光器二中,泵浦激光器一发射的激光经过平面镜二反射后再经过平面镜一反射进入可调谐激光器一中,泵浦激光器二发射的激光经过平面镜三透射进入可调谐激光器三中,泵浦激光器二发射的激光经过平面镜三反射后再经过平面镜四反射进入可调谐激光器四中,可调谐激光器二发射的激光经过倍频器一进行频率转换后经过平面镜十反射进入偏振棱镜二中,可调谐激光器三发射的激光经过倍频器二进行频率转换后依次经过平面镜九的反射和平面镜八的反射进入偏振棱镜二中,且与平面镜十反射的激光经过偏正棱镜二合成一束激光一,可调谐激光器四发射的激光经过平面镜七反射进入偏振棱镜一中,可调谐激光器一发射的激光依次经过平面镜六的反射和平面镜五的反射进入偏振棱镜一中,且与平面镜七反射的激光经过偏振棱镜一合成一束激光二,激光二依次经过激光扩束器一的光束整形、平面镜十一的反射、平面镜十二的反射入射到平面镜十四中,激光一依次经过激光扩束器二的光束整形和平面镜十三的反射入射到平面镜十四中,平面镜十四将激光一和激光二合成一束激光后经过平面镜十五的反射进入扫描器中,扫描器将激光发射到大气中,发射到大气中的激光束与大气发生光散射后,后向散射光通过扫描器和望远镜接收成为激光雷达回波信号光,信号光依次通过视场光栏和准直透镜后由分色镜分成两路,一路依次通过滤光片一和光电探测器一后转换成电信号后通过工控机采集存储,另一路依次通过滤光片二和光电探测器二后转换成电信号后通过工控机采集存储。

2. 根据权利要求1所述的一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,其特征在于:泵浦激光器一和泵浦激光器二为Nd:YAG激光器或钛宝石激光器,泵浦激光器一和泵浦激光器二能同时输出可见光和紫外波段的激光。

3. 根据权利要求1所述的一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,其特征在于:可调谐激光器一、可调谐激光器二、可调谐激光器三和可调谐激光器四为染料激光器或者参量振荡激光器。

4. 根据权利要求1所述的一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,其特征在于:所述的扫描器和望远镜的通光口径为300-400mm,表面镀介质膜。

5. 根据权利要求1所述的一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,其特征在于:所述的准直透镜为JGS1和CaF₂材料构成的胶合透镜。

一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置

技术领域

[0001] 本发明涉及污染物廓线激光雷达测量装置,尤其涉及一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置。

背景技术

[0002] 目前,人们为了探测大气中污染气体的空间分布廓线,常常采用多波长差分吸收激光雷达的方法。如在本申请人之一中国科学院安徽光学精密机械研究所的一项发明专利 CN 1877308A (授权公告日为 2006 年 12 月 13 日) 中叙述的一种“基于拉曼光源的车载测污激光雷达装置”。该装置采用一台 Nd:YAG 激光器分时泵浦不同的拉曼管产生不同的受激拉曼波长用来探测污染气体。但是,这种方法和装置存在一些不足之处:(1)受激拉曼光源虽然简单便宜,但是受激拉曼波长固定,不能选择最优的差分波长,因此测量的精度比较差;(2)为了发射不同的激光波长需要来回移动拉曼管,影响了测量的稳定性,带来了测量误差;(3)一个时刻只能探测一种污染气体。

发明内容

[0003] 本发明目的就是为了弥补已有技术的缺陷,提供一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置。

[0004] 本发明是通过以下技术方案实现的:

一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,包括有泵浦激光器一和泵浦激光器二,泵浦激光器一发射的激光经过平面镜二透射进入可调谐激光器二中,泵浦激光器一发射的激光经过平面镜二反射后再经过平面镜一反射进入可调谐激光器一中,泵浦激光器二发射的激光经过平面镜三透射进入可调谐激光器三中,泵浦激光器二发射的激光经过平面镜三反射后再经过平面镜四反射进入可调谐激光器四中,可调谐激光器二发射的激光经过倍频器一进行频率转换后经过平面镜十反射进入偏振棱镜二中,可调谐激光器三发射的激光经过倍频器二进行频率转换后依次经过平面镜九的反射和平面镜八的反射进入偏振棱镜二中,且与平面镜十反射的激光经过偏正棱镜二合成一束激光一,可调谐激光器四发射的激光经过平面镜七反射进入偏振棱镜一中,可调谐激光器一发射的激光依次经过平面镜六的反射和平面镜五的反射进入偏振棱镜一中,且与平面镜七反射的激光经过偏振棱镜一合成一束激光二,激光二依次经过激光扩束器一的光束整形、平面镜十一的反射、平面镜十二的反射入射到平面镜十四中,激光一依次经过激光扩束器二的光束整形和平面镜十三的反射入射到平面镜十四中,平面镜十四将激光一和激光二合成一束激光后经过平面镜十五的反射进入扫描器中,扫描器将激光发射到大气中,发射到大气中的激光束与大气发生光散射后,后向散射光通过扫描器和望远镜接收成为激光雷达回波信号光,信号光依次通过视场光栏和准直透镜后由分色镜分成两路,一路依次通过滤光片一和光电探测器一后转换成电信号后通过工控机采集存储,另一路依次通过滤光片二和光电探测器二后转换成电信号后通过工控机采集存储。

[0005] 泵浦激光器一和泵浦激光器二为 Nd:YAG 激光器或钛宝石激光器,泵浦激光器一和泵浦激光器二能同时输出可见光和紫外波段的激光。

[0006] 可调谐激光器一、可调谐激光器二、可调谐激光器三和可调谐激光器四为染料激光器或者参量振荡激光器。

[0007] 所述的扫描器和望远镜的通光口径为 300-400mm,表面镀介质膜。

[0008] 所述的准直透镜为 JGS1 和 CaF₂ 材料构成的胶合透镜,可以消除色差。

[0009] 滤光片一针对一种污染气体的多个差分波长设计;滤光片二针对另一种污染气体的多个差分波长设计。

[0010] 本发明的优点是:本发明可以快速、高精度、实时探测大气中的二氧化氮、二氧化硫和臭氧等污染气体的空间分布,结构简单,制造成本低,精确误差小。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明的结构示意图。

[0012] 图 2 为扫描器的运行示意图。

具体实施方式

[0013] 如图 1 所示,一种基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置,包括有泵浦激光器一 1 和泵浦激光器二 2,泵浦激光器一 1 发射的激光经过平面镜二 4 透射进入可调谐激光器二 8 中,泵浦激光器一 1 发射的激光经过平面镜二 4 反射后再经过平面镜一 3 反射进入可调谐激光器一 7 中,泵浦激光器二 2 发射的激光经过平面镜三 5 透射进入可调谐激光器三 9 中,泵浦激光器二 2 发射的激光经过平面镜三 5 反射后再经过平面镜四 6 反射进入可调谐激光器四 10 中,可调谐激光器二 8 发射的激光经过倍频器一 11 进行频率转换后经过平面镜十 18 反射进入偏振棱镜二 20 中,可调谐激光器三 9 发射的激光经过倍频器二 12 进行频率转换后依次经过平面镜九 17 的反射和平面镜八 16 的反射进入偏振棱镜二 20 中,且与平面镜十 18 反射的激光经过偏正棱镜二 20 合成一束激光一,可调谐激光器四 10 发射的激光经过平面镜七 15 反射进入偏振棱镜一 19 中,可调谐激光器一 7 发射的激光依次经过平面镜六 14 的反射和平面镜五 13 的反射进入偏振棱镜一 19 中,且与平面镜七 15 反射的激光经过偏振棱镜一 19 合成一束激光二,激光二依次经过激光扩束器一 21 的光束整形、平面镜十一 23 的反射、平面镜十二 24 的反射入射到平面镜十四 26 中,激光一依次经过激光扩束器二 22 的光束整形和平面镜十三 25 的反射入射到平面镜十四 26 中,平面镜十四 26 将激光一和激光二合成一束激光后经过平面镜十五 27 的反射进入扫描器 28 中,扫描器 28 将激光发射到大气中,发射到大气中的激光束与大气发生光散射后,后向散射光通过扫描器 28 和望远镜 29 接收成为激光雷达回波信号光,信号光依次通过视场光栏 30 和准直透镜 31 后由分色镜 32 分成两路,一路依次通过滤光片一 33 和光电探测器一 34 后转换成电信号后通过工控机 37 采集存储,另一路依次通过滤光片二 35 和光电探测器二 36 后转换成电信号后通过工控机 37 采集存储。

[0014] 泵浦激光器一 1 和泵浦激光器二 2 为 Nd:YAG 激光器或钛宝石激光器,泵浦激光器一 1 和泵浦激光器二 2 能同时输出可见光和紫外波段的激光。

[0015] 可调谐激光器一 7、可调谐激光器二 8、可调谐激光器三 9 和可调谐激光器四 10 为

染料激光器或者参量振荡激光器。

[0016] 所述的扫描器 28 和望远镜 29 的通光口径为 300-400mm, 表面镀介质膜。

[0017] 所述的准直透镜 31 为 JGS1 和 CaF₂ 材料构成的胶合透镜, 可以消除色差。

[0018] 滤光片一 33 针对一种污染气体的多个差分波长设计; 滤光片二 35 针对另一种污染气体的多个差分波长设计。

[0019] 本发明包含激光器及差分波长激光束的产生光路, 及相关的激光合束、发射, 光学扫描接收以及信号分光探测部分构成, 整个装置放在集装箱中, 激光器的发光部分及相关的光学部件放置在光学平台上。光学平台放置在集装箱里面的固定支撑架上, 接收望远镜也支撑架固定成为一体, 这样可以有利于光路调整。激光光源的电源及附属部件放置的支撑架的下面。三维扫描器放置在集装箱的顶上, 光轴与望远镜一致。后继光路及光电采集部分放置在机柜中, 用于整个系统的控制和数据显示。

[0020] 泵浦激光器一 1 和泵浦激光器二 2 发射 355nm 和 532nm 的激光束, 其指标为 100mJ@355nm, 450mJ@532nm, 发散角小与 0.5mrad。泵浦激光器发射的激光通过发射镜分成四路泵浦激光束。其中两路 532nm, 两路 355nm。通过二维调整镜把激光束调整到与可调谐激光器泵浦光束匹配的光路上。可调谐激光器采用的是染料激光器。其中两台可调谐激光器采用 355nm 泵浦, 染料为 C120, 产生 448.1nm 和 446.8nm 的激光用以测量 NO₂ 廓线。另外两台可调谐激光器采用 532nm 泵浦 R610 染料, 产生 600nm 和 603nm 的激光, 经过倍频器后产生 300.05nm 和 301.5nm 两束激光用于测量用于 SO₂ 测量。倍频器中的倍频晶体采用采用 BBO 晶体 (β -BaB₂O₄), 这种晶体在紫外激光中普遍使用, 转化效率高以及损伤阈值高等特点。晶体放在高精度光学调整架中控制晶体的方向使倍频转换效率最优。倍频器带有温控系统, 温度控制在 55℃。300.05nm 和 301.5nm 两束偏振激光经过偏振棱镜后合为一束, 光经消色差扩束镜压缩发散角。发散角控制在 0.1mrad 以内。同样 448.1nm 和 446.8nm 的激光两束偏振激光也经过偏振棱镜 19 后合为一束, 光经消色差扩束镜 21 压缩发散角。发散角控制在 0.1mrad 以内。两路激光经平面镜被分色镜 26 合成一路发射到大气中。扫描器 28 的运行如图 2 所示, 二维扫描单元安装在集装箱的顶部, 主要用于改变发射激光的方位和俯仰, 即激光雷达的测量方向, 同时收集大气后向散射光。它采用光学潜望式结构, 由两块大口径平面反射镜、水平旋转机构和垂直旋转机构组成, 有效通光孔径为 350mm。镀有反射 300nm 和 447nm 波段发射介质膜的平面反射镜成 45° 角安装在水平旋转机构和垂直旋转机构上, 垂直旋转机构和水平旋转机构之间转动连接, 垂直旋转机构下端有转盘, 水平旋转机构和垂直旋转机构均通过涡轮蜗杆传动机构驱动。水平方位旋转绕水平旋转轴进行水平 0° ~ 360° 旋转, 垂直俯仰绕垂直旋转轴进行垂直 0° ~ 180° 旋转。

系统接收望远镜 29 采用口径为 350mm 的牛顿式望远镜。在望远镜 29 焦点处设置了孔径光阑 30。光阑口径根据实际需要使得望远镜的接收视场可以在 0.1-2mrad 之间选择。光阑的作用主要是压制白天背景光和压缩信号的动态范围以减小信号失真。望远镜接收的信号光由准直镜 31 准直成平行光, 平行光经过分光系统。为了实现多波长的色差平衡, 准直镜透镜往往需要选择不同折射率和色散率的透光材料, 准直镜采用消色差透镜结构。我们考虑使用 CaF₂ 晶体, CaF₂ 晶体在波长为 0.125 ~ 0.9 μm 的光波之间具有良好的透光性和较低的折射率。可在紫外、红外光学和不可见光谱范围内的消色差组合镜头中运用。

[0021] 平行光经分色片 32 分成 300nm 通道和 450nm 通道上。在两路光束上加有两个

滤光片 33、35,其通光口径为 25mm,带宽为 2-3nm,透过率优于 40%,带外抑制比为 OD5。经过分出的两路信号光由光电倍增管 34、36 后转变为电信号。我们采用了日本滨松公司的 R7400U-03 型光电倍增管,有效探测面积 8mm,光谱响应范围为 185-650nm,峰值波长 420nm。该光电倍增管正常状态工作电压环境 750-850V,工作温度可为常温。电信号由数据采集和控制系统 37 采集保存,用以反演显示污染物的空间分布情况。

[0022] 显然,本领域的技术人员可以通过对本发明所涉及基于可调谐光源的差分吸收激光雷达装置各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,如果这些修改和变动属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些修改和变型在内。

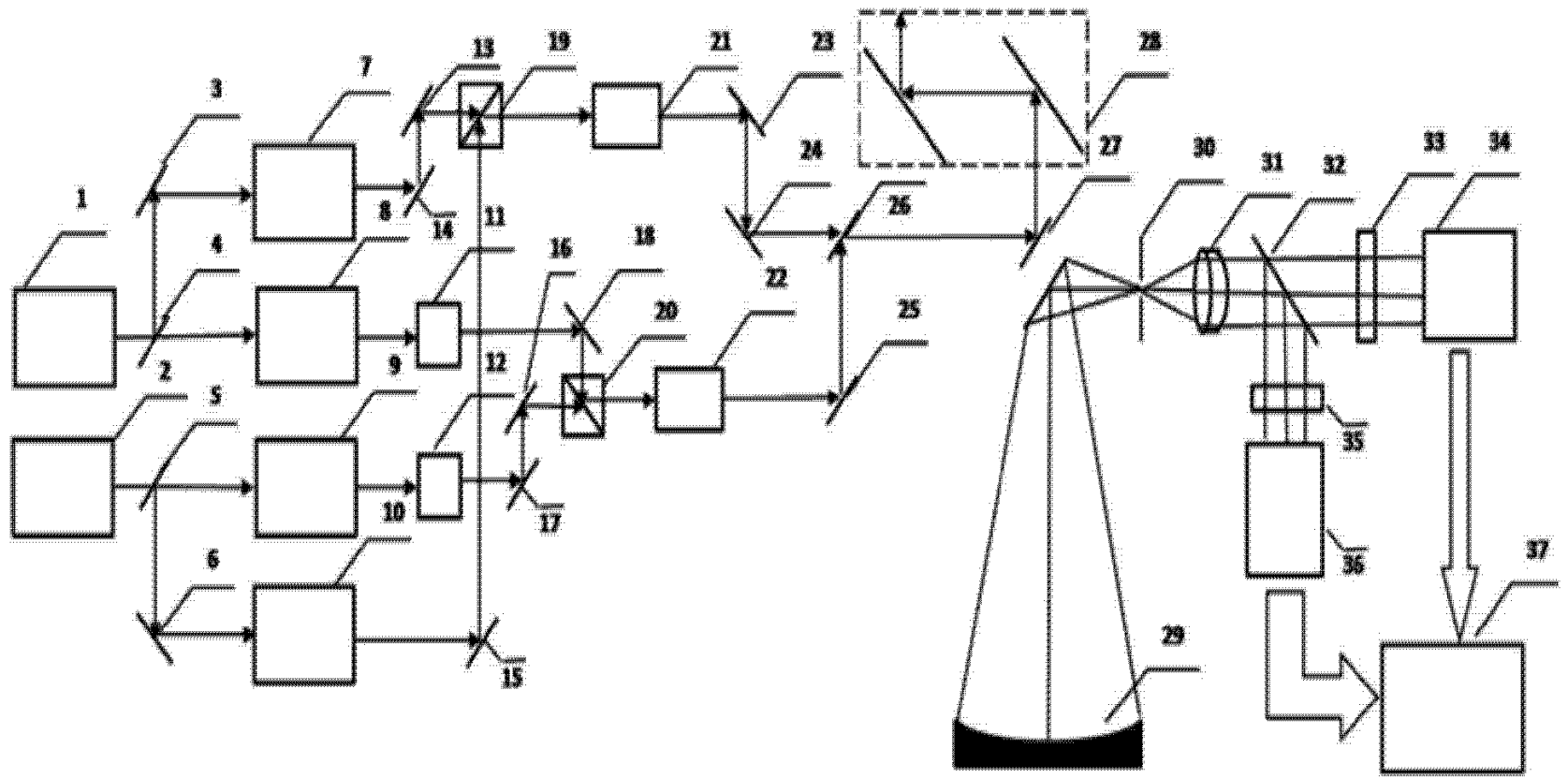


图 1

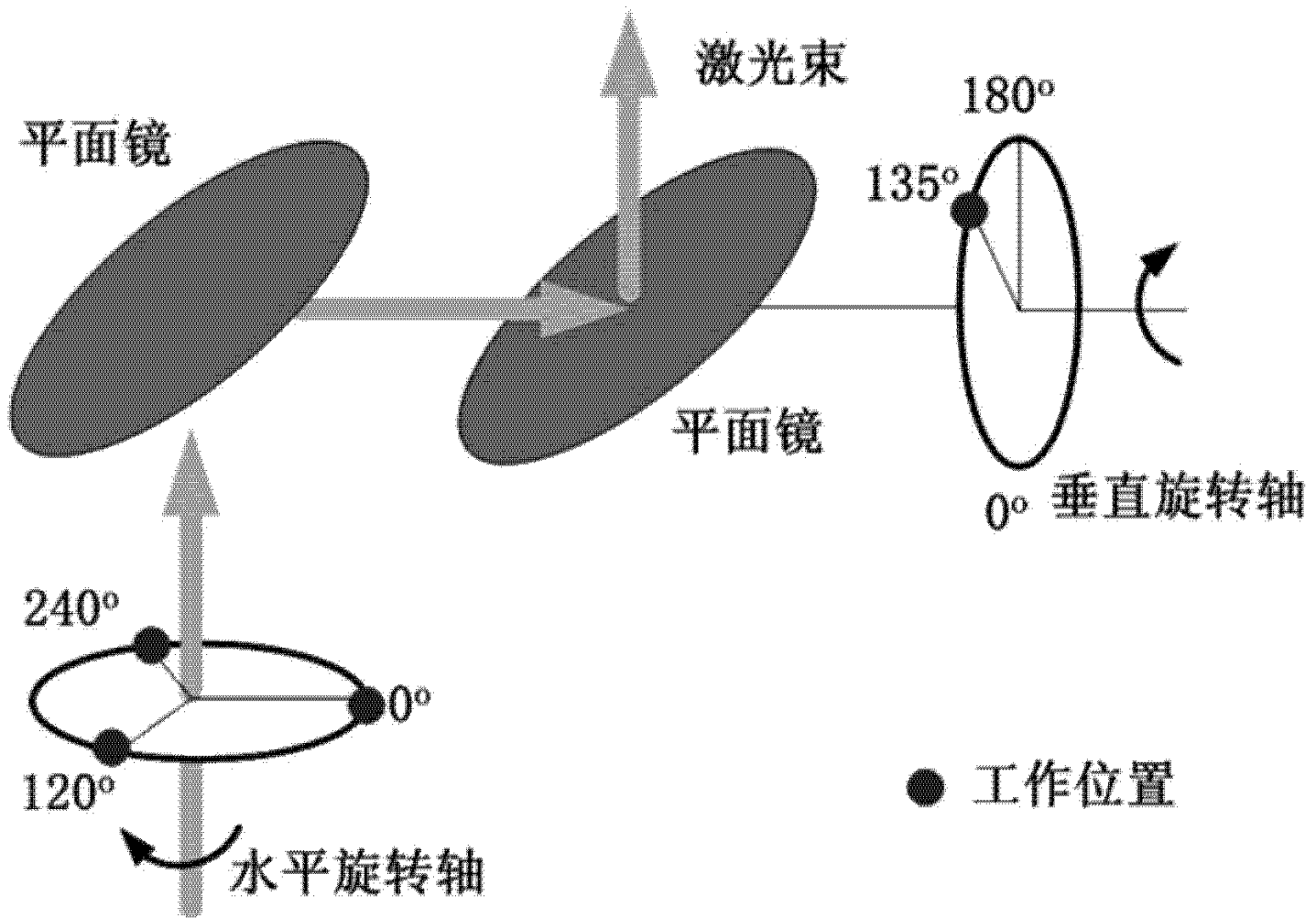


图 2