



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103604501 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 26

(21) 申请号 201310602788. 9

(22) 申请日 2013. 11. 22

(71) 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院  
地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路 350 号

(72) 发明人 秦敏 段俊 方武 卢雪 沈兰兰  
张天舒 谢品华 刘文清 王煜

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责  
任公司 11251

代理人 成金玉

(51) Int. Cl.

G01J 3/42 (2006. 01)

G01N 21/31 (2006. 01)

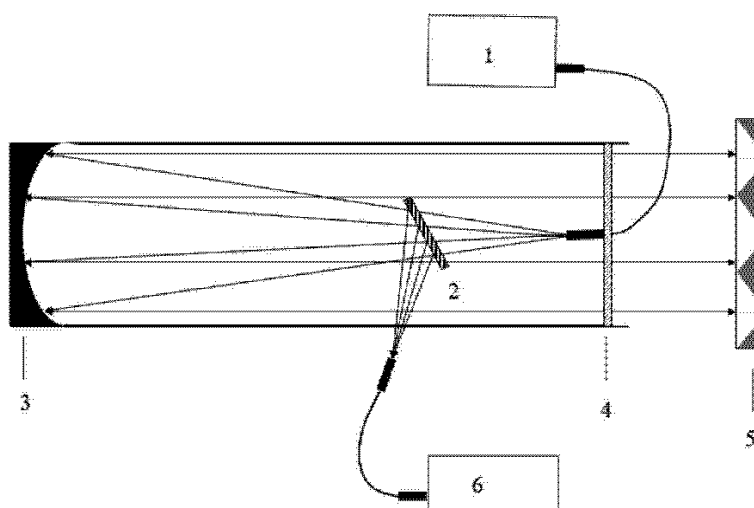
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

## (54) 发明名称

一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统

## (57) 摘要

一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱 (DOAS) 测量系统, 包括  $\lambda/4$  波晶片, 偏振分光片, 抛物面反射镜主镜, 角反射镜, 光纤, 光源装置以及光谱仪探测器。本发明利用偏振分光片的特性, 携带吸收光谱的信号由于两次通过  $\lambda/4$  波晶片, 偏振态将改变, 会被偏振分光片反射至接收光纤; 而未在大气传输不携带吸收光谱的望远镜杂散光信号由于不通过  $\lambda/4$  波晶片, 偏振态不改变, 将透过偏振分光片而不会被偏振分光片反射至接收光纤。本发明相比于现有光路收发一体 DOAS 测量系统可以减少望远镜内部杂散光和大气背景散射光在测量信号中所占比重, 在保证光效的同时可提高差分吸收光谱测量信噪比, 提高差分光学吸收光谱探测精度。



1. 一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统,其特征在于包括: $\lambda/4$ 波晶片,偏振分光片,抛物面反射镜主镜,角反射镜,光纤,光源装置以及光谱仪探测器;所使用的偏振分光片和 $\lambda/4$ 波晶片的中心均位于望远镜主光轴上,其中偏振分光片与光轴夹角为45度, $\lambda/4$ 波晶片与主光轴垂直;光源装置发出的光辐射被透镜耦合进入光纤,传输至抛物面反射镜主镜的焦点位置,光束经过望远镜内部偏振分光片后,其中P光透过偏振分光片,被抛物面反射镜主镜准直成为平行光,P光经过 $\lambda/4$ 波晶片,在大气中传输,被角反射镜反射后沿着原方向返回,再次通过 $\lambda/4$ 波晶片,原P光经过两次 $\lambda/4$ 波晶片后将变为S光,再次经过抛物面反射镜主镜汇聚,根据偏振分光片的特性,S光无法透过偏振分光片而被反射,最终汇聚耦合进入接收光纤并传输至光谱仪分光后被探测器接收,从而进行后期光谱分析。

2. 根据权利要求1所述的一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统,其特征在于:发射光纤端位于望远镜抛物面镜主镜的焦点位置,接收光纤位于望远镜镜筒外侧,均安装在三维调整平台上,能对所处位置方便地进行三维调节。

## 一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光路收发一体的差分光学吸收光谱空气质量测量系统,尤其是探测空气中痕量有毒有害气体的高灵敏度监测系统。

### 技术背景

[0002] 随着我国经济的快速发展,工业化和城镇化进程的加速,环境污染问题也随之而来,尤其近些年来出现的区域性大气复合污染问题如光化学污染、灰霾细颗粒物污染严重超标的现象,大气污染形势日益突出。环境监测作为环境保护的重要组成部分,环境监测技术的改进提高对促进环境保护和可持续发展有着重要作用和意义。差分光学吸收光谱(DOAS)技术作为痕量气体探测的一种非接触、开放式光程测量方法,经过几十年的不断发展,已成为研究大气化学及进行城市空气质量监测的有效手段,该技术在我国用于空气质量的连续监测被普遍应用。其基本原理就是利用不同气体分子对光辐射的窄带吸收特性来鉴别气体成分,并根据窄带吸收强度来反演气体的浓度。

[0003] 目前广泛采用的光路收发一体式 DOAS 测量系统通常基于卡塞格林式望远镜结构,如图 1 所示,光源 1 发出的光辐射经过平面反射镜 2 反射后照射望远镜主镜 3 外圈部分,经望远镜主镜 3 准直后出射,经过一定距离的传输,光束被角反射镜 4 反射后沿原方向返回,再经过望远镜主镜 3 内圈部分和平面镜 5 反射,最后汇聚于光纤接收端位置,经光纤接收后传输进入光谱仪探测器 6 进行后期光谱数据处理分析。此望远镜系统的望远镜主镜分为两个部分,外圈部分用来发射,内圈部分用来接收,由于望远镜主光轴上器件的遮挡,只有通过望远镜主镜外圈部分准直发射出去的光辐射被角反射镜反射回内圈部分才能最终被光谱仪探测器接收,故光效较低。

[0004] 近些年提出的基于牛顿式望远镜的光路收发一体式 DOAS 测量系统,其结构如图 2 所示,光源 1 发出的光首先耦合进入分支光纤束的发射光纤端,传输至发射光纤与接收光纤公共端 2,经过望远镜内的望远镜主镜 3 准直,在大气中传输,光束被角反射镜 4 反射后沿原方向返回,经过望远镜主镜 3 反射汇聚至光纤公共端 2,最后由接收光纤接收传输至探测器 5。这种基于牛顿式望远镜 DOAS 测量系统虽然简化了系统,充分利用望远镜主镜。但是在实际测量中存在以下问题,通常将收发光纤公共端的接收部分设计在望远镜主镜的焦点位置,而发射部分则处于偏焦位置,但是这样会造成部分光辐射照射到望远镜主镜后,未在大气传输直接反射回到接收端,造成望远镜内部杂散光较大。

### 发明内容

[0005] 本发明提出的一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统,目的是减少望远镜内部杂散光和大气背景散射光在测量信号中所占比重,保证光效的同时可提高差分光学吸收光谱测量信噪比,从而提高差分光学吸收光谱探测精度。

[0006] 本发明提出的一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统,包括  $\lambda/4$  波晶片,偏振分光片,抛物面反射镜主镜,角反射镜,光纤,光源装置以及光谱仪探测器。光源装

置发出的光被透镜耦合进入光纤,传输至抛物面反射镜主镜的焦点位置,光束经过望远镜内部偏振分光片后,其中P光透过偏振分光片,被抛物面反射镜主镜准直成为平行光,P光经过 $\lambda/4$ 波晶片,在大气中传输,被角反射镜反射后沿着原方向返回,再次通过 $\lambda/4$ 波晶片,原P光经过两次 $\lambda/4$ 波晶片后将变为S光,再次经过抛物面反射镜主镜汇聚,根据偏振分光片的特性,S光无法透过偏振分光片而被反射,最终汇聚耦合进入接收光纤并传输至光谱仪分光后被探测器接收,从而进行后期光谱分析。

[0007] 所述的一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统充分利用抛物面反射镜主镜的有效面积,抛物面反射镜主镜不区分发射部分和接收部分,使发射到大气的光辐射较多反射回来望远镜系统并接收。

[0008] 所述的望远镜内部杂散光指的是未经过大气传输,由望远镜内部直接反射进入接收光纤的光辐射。光源发出的光辐射经过偏振分光片后变为P光,若仅通过抛物面反射镜主镜反射而不通过波晶片,将不改变其偏振态,即望远镜内部杂散光偏振态基本上仍为P态。根据偏振分光片的特性,P光将透过偏振分光片,而无法由偏振分光片反射至接收光纤,从而可以消除大部分望远镜内部杂散光。

[0009] 所述的大气背景散射光主要来自于被DOAS望远镜系统接收到的太阳散射光,而大气背景散射光通过本发明的望远镜系统中所使用的波晶片以及偏振分光片分光后,约半数大气背景散射光将透过偏振分光片而不会经过偏振分光片反射耦合进入光谱仪探测器,达到减少大气杂散光的目的。

[0010] 所述的偏振分光片和 $\lambda/4$ 波晶片的中心均位于望远镜主光轴上,其中偏振分光片与光轴夹角约45度, $\lambda/4$ 波晶片与主光轴垂直。

[0011] 所述发射光纤端位于望远镜抛物面镜主镜的焦点位置,接收光纤位于望远镜镜筒外侧,均安装在三维调整平台上,能对所处位置方便地进行三维调节。

[0012] 所述的角反射镜尽量正对望远镜镜筒,保证望远镜准直的发出的平行光近似垂直照射在角反射镜平面,从而提高反射效率。

[0013] 本发明的优点和积极效果:本发明提出的一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统,可以减少望远镜内部杂散光和大气背景散射光在测量信号中所占比重,保证光效的同时可提高差分光学吸收光谱测量信噪比,从而提高差分光学吸收光谱探测精度。

#### 附图说明

[0014] 图1是现有技术基于卡塞格林式望远镜的差分光学吸收光谱测量系统的结构示意图;

[0015] 图2是现有技术基于牛顿式望远镜的差分光学吸收光谱测量系统的结构示意图;

[0016] 图3是本发明提供的一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统的结构示意图。

#### 具体实施方式

[0017] 如图3所示,本发明提供的一种利用偏振分光的差分光学吸收光谱测量系统包括 $\lambda/4$ 波晶片,偏振分光片,抛物面反射镜主镜,角反射镜,光纤,光源装置以及光谱仪探测器。

[0018] 测量时,光源装置 1 发出的光被透镜耦合进入光纤,传输至抛物面反射镜主镜 3 的焦点位置,光束经过望远镜内部偏振分光片 2 后,其中 P 光透过偏振分光片,被抛物面反射镜主镜 3 准直成为平行光,P 光经过  $\lambda/4$  波晶片 4,在大气中传输,被角反射镜 5 反射后沿着原方向返回,再次通过  $\lambda/4$  波晶片 4,原 P 光经过两次  $\lambda/4$  波晶片后将变为 S 光,再次经过抛物面反射镜主镜 3 汇聚,根据偏振分光的原理,S 光无法透过偏振分光片 2 而被反射,最终汇聚耦合进入接收光纤并传输至光谱仪分光后被探测器 6 接收,从而进行后期光谱分析。可根据气体的特征吸收反演得到空气中痕量气体的浓度,实现高灵敏度高精度性的空气有害痕量气体测量。

[0019] 本发明将偏振分光片和  $\lambda/4$  波晶片运用于差分光学吸收光谱测量系统,光源发出的光辐射透过偏振分光片成为 P 光,再两次通过  $\lambda/4$  波晶片变成 S 光,携带吸收光谱的信号会被偏振分光片反射至接收光纤,可以保证光效;而未在大气传输不携带吸收光谱的望远镜杂散光信号由于不通过  $\lambda/4$  波晶片,偏振态不改变,将透过偏振分光片而不会被偏振分光片反射至接收光纤,故可以消除大部分望远镜内部杂散光;大气背景散射光透过  $\lambda/4$  波晶片,偏振分光片,约半数也将透过偏振分光片而不进入吸收光纤。本发明可以减少望远镜内部杂散光和大气背景散射光在测量信号中所占比重,在保证光效的同时可提高差分吸收光谱测量信噪比,提高差分光学吸收光谱探测精度。

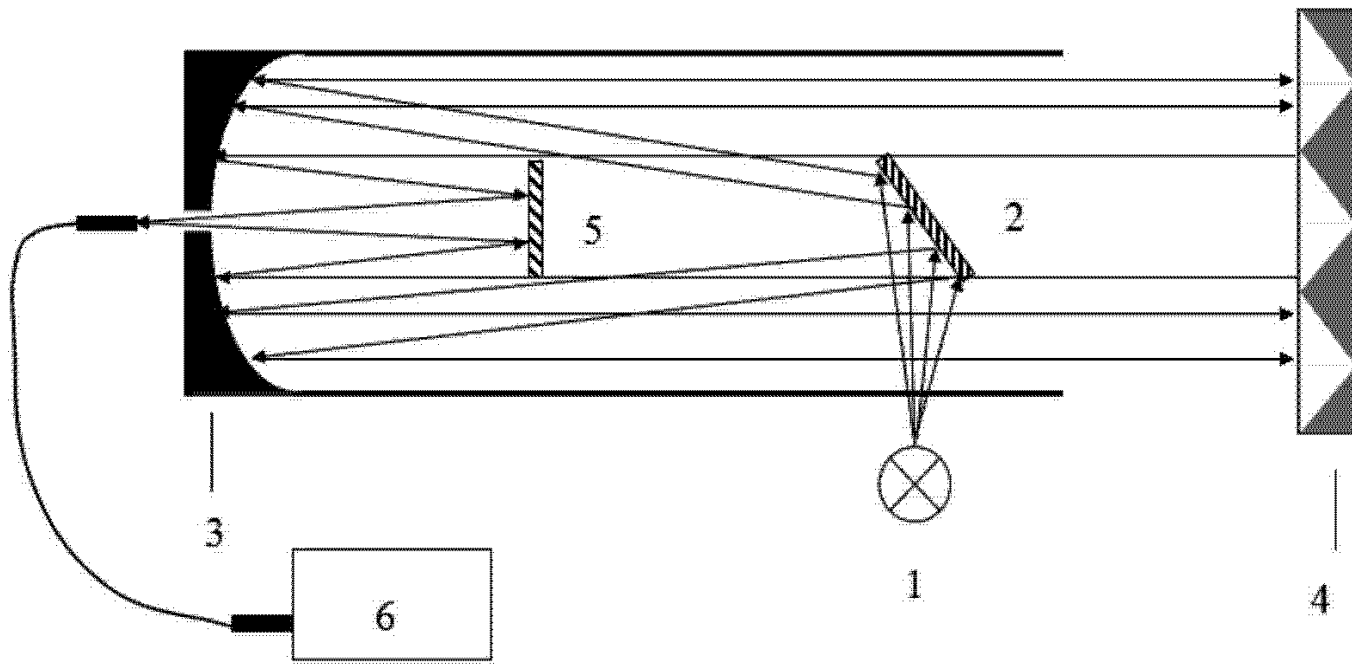


图 1

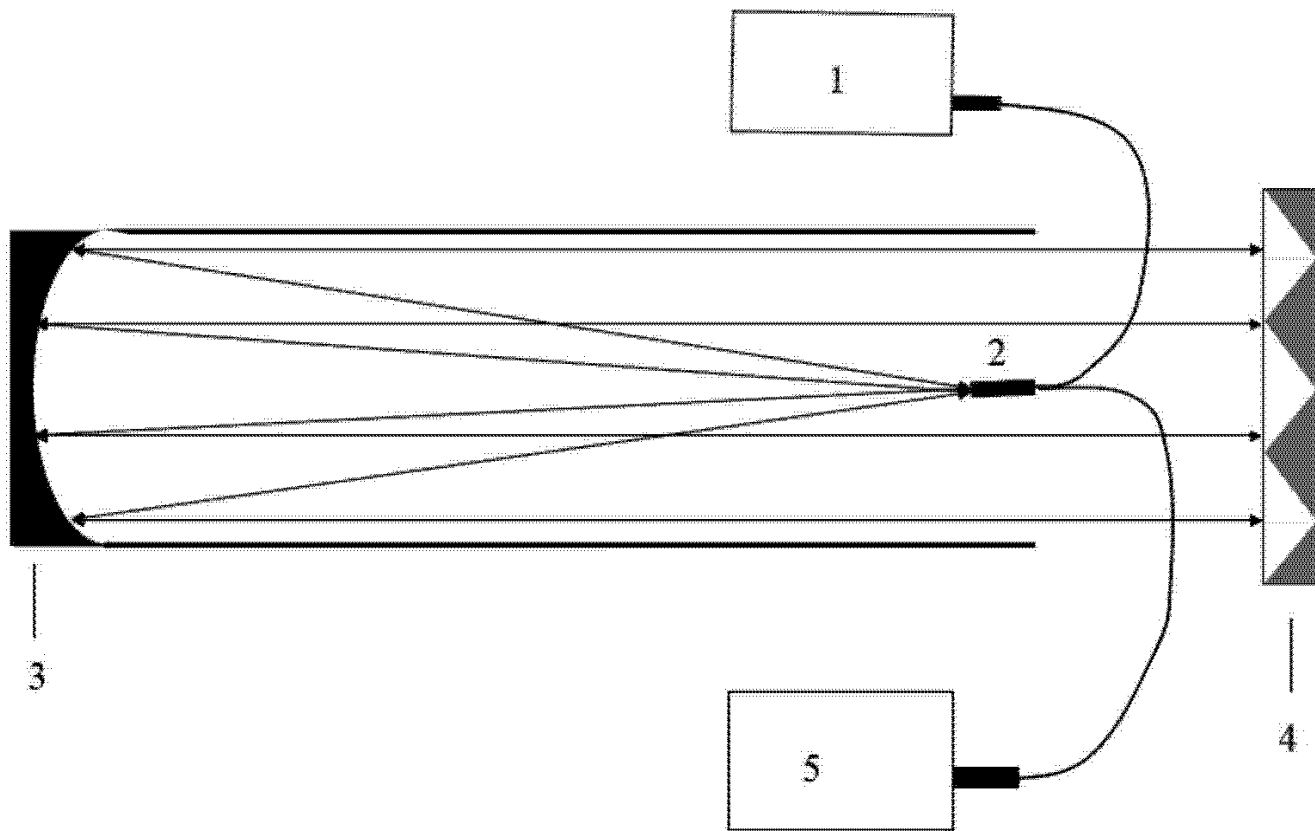


图 2

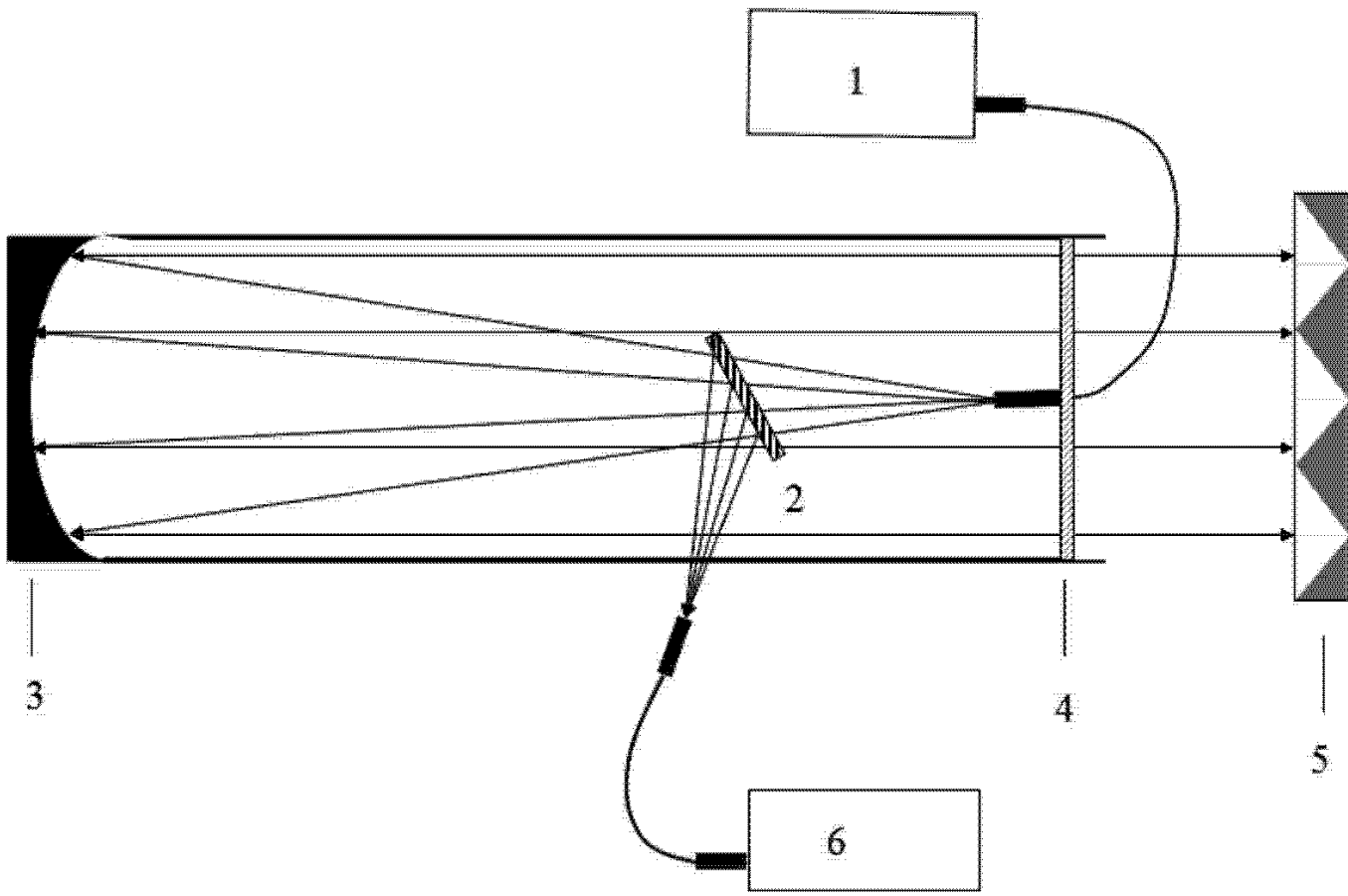


图 3