



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113686797 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202110955416.9

(22) 申请日 2021.08.19

(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 赵敏杰 司福祺 江宇 周海金
詹锴

(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 江亚平

(51) Int. Cl.

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

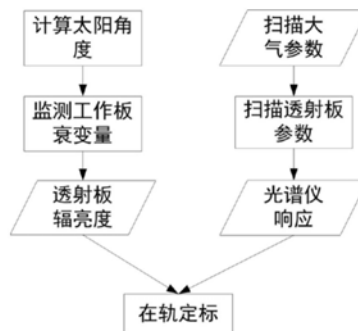
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法,包括步骤一、计算太阳光照射工作板的角
度;步骤二、获取临边扫描镜扫描工作板的参数;步骤三、监测工作板的衰变;步骤四、计算工作板透射面辐亮度值;步骤五、利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数。本发明以双透射板进行在轨定标,保证了定标光路和临边扫描光路的一致性,能够获取透射板在轨衰变监测参数,实现了高光谱临边扫描成像光谱仪在轨不同临边扫描方向上的高精度定标。



1. 一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法, 双漫透射板中使用频次较高的用于常规在轨定标的透射板记为工作板, 使用频次较低的用于监测工作板衰变的透射板记为参考板, 其特征在于, 该方法包括以下步骤:

第一步, 计算太阳光照射工作板的角度;

高光谱临边扫描成像光谱仪每周观测一次工作板, 基于该成像光谱仪的在轨定标时刻, 定标时刻的日地距离 d , 以及工作板与太阳的相对位置, 计算得到太阳光照射工作板的俯仰角 θ_i 和方位角 ϕ_i ;

第二步, 获取临边扫描镜扫描工作板的参数;

首先确定临边扫描镜扫描大气层的工作参数, 工作参数包括扫描俯仰角 θ_v 和方位角 ϕ_v , 扫描俯仰角间隔 $\Delta\theta_v$ 和方位角间隔 $\Delta\phi_v$, 单次扫描的驻留时间 $t(\theta_v, \phi_v)$; 然后设置临边扫描镜扫描工作板的工作参数;

第三步, 监测工作板的衰变;

成像光谱仪每两个月观测一次参考板, 参考板和工作板为相邻轨道, 以保证太阳照射两个透射板角度的一致性, 然后设置临边扫描参考板与临边扫描工作板的工作参数保持一致, 并查询获取参考板的双向透射分布函数 $B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 其中 λ 为波长; 获取成像光谱仪观测参考板与工作板的信号值分别为 $S_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 并进行暗背景、增益校正后得到 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$; 然后可得出工作板的衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 并对工作板的衰变量进行校正, 得到校正后的工作板的双向透射分布函数为 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

第四步, 计算工作板透射面辐亮度值;

选取大气层外标准太阳谱 $I(d_0, \lambda)$, 其中 d_0 为平均日地距离, λ 为波长, 将 $I(d_0, \lambda)$ 与成像光谱仪的光谱响应函数 $R(\lambda)$ 进行卷积, 得到太阳光谱 $I'(d_0, \lambda)$, 并进行日地距离校正, 得到成像光谱仪在轨定标时刻的太阳光谱 $I''(d_0, \lambda)$, 然后基于太阳照射俯仰角 θ_i 、方位角 ϕ_i 和扫描俯仰角 θ_v 、方位角 ϕ_v , 基于工作板衰变校正后的双向透射分布函数 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 计算得到工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

第五步, 利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数;

获取在辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 下的成像光谱仪的信号值 $S(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 将信号值进行暗背景、增益校正后得到响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 基于该响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 标定出成像光谱仪响应系数, 即绝对辐射定标系数 $\alpha(\lambda)$, 完成在轨定标。

2. 根据权利要求1所述的基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法, 其特征在于:

所述第一步, 计算太阳光照射工作板的角度, 具体步骤包括:

(11) 获取成像光谱仪在轨定标时刻、定标时的日地距离为 d ;

(12) 基于工作板的安装矩阵、工作板与太阳的相对位置、所述在轨定标时刻和定标时的日地距离为 d , 得到太阳光照射工作板的俯仰角 θ_i 和方位角 ϕ_i 。

3. 根据权利要求1所述的基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法, 其特征在于:

所述第二步, 获取临边扫描镜扫描工作板的参数, 具体步骤包括:

(21) 首先确定临边扫描镜扫描大气层的工作参数,工作参数包括扫描俯仰角 θ_v 和方位角 ϕ_v ,扫描俯仰角间隔 $\Delta\theta_v$ 和方位角间隔 $\Delta\phi_v$,单次扫描的驻留时间 $t(\theta_v, \phi_v)$;

(22) 然后设置临边扫描镜扫描工作板的工作参数和扫描大气层工作参数一致。

4. 根据权利要求1所述的基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法,其特征在于:

所述第三步,监测工作板的衰变,具体步骤包括:

(31) 设置临边扫描参考板与工作板的工作参数保持一致,设置工作板和参考板为相邻轨道;

(32) 得到成像光谱仪观测参考板与工作板的信号值分别为 $S_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,分别进行暗背景、增益校正后,得到观测参考板的响应信号为 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,观测工作板的响应信号为 $S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

(33) 基于 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 相对差异,可得出工作板的衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) = \frac{S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}{S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}$;

(34) 查询获取参考板的双向透射分布函数 $B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,基于衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 对工作板的衰变量进行校正,得到校正后的双向透射分布函数为 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) = \delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) \cdot B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 。

5. 根据权利要求1所述的基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法,其特征在于:所述第四步,计算工作板透射面辐亮度值,具体步骤包括:

(41) 选取大气层外标准太阳谱 $I(d_0, \lambda)$,其中 d_0 为平均日地距离, λ 为波长,将 $I(d_0, \lambda)$ 与成像光谱仪的光谱响应函数 $R(\lambda)$ 进行卷积,得到太阳光谱 $I'(d_0, \lambda)$;

(42) 对太阳参考光谱 $I'(d_0, \lambda)$ 进行日地距离 d 校正,得到成像光谱仪在轨定标时刻的太阳参考谱 $I''(d, \lambda) = I'(d_0, \lambda) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^2$;

(43) 基于太阳照射俯仰角 θ_i 、方位角 ϕ_i 和扫描俯仰角 θ_v 、方位角 ϕ_v ,得到工作板衰变校正后的双向透射分布函数 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,然后基于太阳参考谱 $I''(d, \lambda)$ 得到工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) = I''(d, \lambda) \cdot B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 。

6. 根据权利要求1所述的基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法,其特征在于:

所述第五步,利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数,具体步骤包括:

(51) 获取在辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 下的成像光谱仪的信号值 $S(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,将信号值进行暗背景、增益校正后得到 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

(52) 基于成像光谱仪的响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 标定出成像光谱仪响应系数,即成像光谱仪响应系数绝对辐射定标系数 $\alpha(\lambda) = \frac{L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}{S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}$ 。

一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法

技术领域

[0001] 本发明涉及星载高光谱临边扫描成像光谱仪遥感探测领域,具体涉及一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法。

背景技术

[0002] 高光谱临边扫描成像光谱仪采用一种水平凝视、垂直扫描的临边观测方式,水平覆盖200km,垂直扫描空间范围5km-75km,垂直扫描空间分辨率2km,基于大气在不同高度的辐射强度不同,在不同扫描高度设置不同的工作参数以保证高信噪比的遥感探测,为保证光谱仪在轨探测性能,需要基于其观测特性选取相应的在轨定标方法。

[0003] 国外探测紫外可见波段的高光谱临边观测载荷主要为SCIAMACHY和OMPS,其中SCIAMACHY在轨定标采用双漫反射铝板,一个安装在方位角扫描镜上,一个安装在俯仰角扫描镜上,定标时太阳光入射到铝板产生漫反射光,以完成在轨定标(C.E.Sioris, T.P.Kurosu, et al. Stratospheric and tropospheric NO₂ observed by SCIAMACHY: first results[J]. Advances in Space Research. 2004, 34: 780-785.)。OMPS有三个独立的垂直视场对地球临边凝视观测,其无法进行水平覆盖探测,垂直方向未安装扫描镜,在轨定标采用定标转轮,转轮上的开孔安装有漫透射板,太阳入射到漫透射板上,利用漫透射光完成在轨定标,定标时OMPS不对透射板进行扫描观测(Didier F.Rault, Rober Spurr. The OMPS Limb Profiler instrument Two-Dimensional retrieval algorithm. Proceedings of SPIE Vol. 7827 (2010): 78270P.)。

[0004] 综上所述,目前还未实现基于水平凝视、垂直扫描方式的高光谱临边扫描成像光谱仪的在轨定标,以实现高光谱临边扫描成像光谱仪在轨不同临边扫描方向上的高精度定标。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法,在轨太阳入射到漫透射板上,基于照射条件和透射板光学参数计算透射散射光强度,然后扫描镜对漫透射板进行扫描,以完成不同扫描角度下的在轨高精度定标。

[0006] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案为:一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法,双漫透射板中使用频次较高的用于常规在轨定标的透射板记为工作板,使用频次较低的用于监测工作板衰变的透射板记为参考板,首先计算太阳光照射工作板的角度,并获取临边扫描镜扫描工作板的参数,然后监测工作板的衰变,基于此计算工作板透射面辐亮度值,最后利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数。

[0007] 具体实现方法如下:一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标

方法,包括如下步骤:

[0008] 第一步,计算太阳光照射工作板的角度;

[0009] 高光谱临边扫描成像光谱仪每周观测一次工作板,基于该成像光谱仪的在轨定标时刻,定标时刻的日地距离 d ,以及工作板与太阳的相对位置,计算得到太阳光照射工作板的俯仰角 θ_i 和方位角 ϕ_i ;

[0010] 第二步,获取临边扫描镜扫描工作板的参数;

[0011] 首先确定临边扫描镜扫描大气层的工作参数,工作参数包括扫描俯仰角 θ_v 和方位角 ϕ_v ,扫描俯仰角间隔 $\Delta\theta_v$ 和方位角间隔 $\Delta\phi_v$,单次扫描的驻留时间 $t(\theta_v, \phi_v)$;然后设置临边扫描镜扫描工作板的工作参数;

[0012] 第三步,监测工作板的衰变;

[0013] 成像光谱仪每两个月观测一次参考板,参考板和工作板为相邻轨道,以保证太阳照射两个透射板角度的一致性,然后设置临边扫描参考板与临边扫描工作板的工作参数保持一致,并查询获取参考板的双向透射分布函数 $B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,其中 λ 为波长;获取成像光谱仪观测参考板与工作板的信号值分别为 $S_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,并进行暗背景、增益校正后得到 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;然后可得出工作板的衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,并对工作板的衰变量进行校正,得到校正后的工作板的双向透射分布函数为 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0014] 第四步,计算工作板透射面辐亮度值;

[0015] 选取大气层外标准太阳谱 $I(d_0, \lambda)$,其中 d_0 为平均日地距离, λ 为波长,将 $I(d_0, \lambda)$ 与成像光谱仪的光谱响应函数 $R(\lambda)$ 进行卷积,得到太阳光谱 $I'(d_0, \lambda)$,并进行日地距离校正,得到成像光谱仪在轨定标时刻的太阳光谱 $I''(d_0, \lambda)$,然后基于太阳照射俯仰角 θ_i 、方位角 ϕ_i 和扫描俯仰角 θ_v 、方位角 ϕ_v ,基于工作板衰变校正后的双向透射分布函数 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,计算得到工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0016] 第五步,利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数;

[0017] 获取在辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 下的成像光谱仪的信号值 $S(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,将信号值进行暗背景、增益校正后得到响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,基于该响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 标定出成像光谱仪响应系数,即绝对辐射定标系数 $\alpha(\lambda)$,完成在轨定标;

[0018] 其中,所述第一步,计算太阳光照射工作板的角度,具体步骤包括:

[0019] (11) 获取成像光谱仪在轨定标时刻、定标时的日地距离为 d ;

[0020] (12) 基于工作板的安装矩阵、工作板与太阳的相对位置、所述在轨定标时刻和定标时的日地距离为 d ,得到太阳光照射工作板的俯仰角 θ_i 和方位角 ϕ_i 。

[0021] 其中,所述第二步,获取临边扫描镜扫描工作板的参数,具体步骤包括:

[0022] (21) 首先确定临边扫描镜扫描大气层的工作参数,工作参数包括扫描俯仰角 θ_v 和方位角 ϕ_v ,扫描俯仰角间隔 $\Delta\theta_v$ 和方位角间隔 $\Delta\phi_v$,单次扫描的驻留时间 $t(\theta_v, \phi_v)$;

[0023] (22) 然后设置临边扫描镜扫描工作板的工作参数和扫描大气层工作参数一致;

[0024] 其中,所述第三步,监测工作板的衰变,具体步骤包括:

[0025] (31) 设置临边扫描参考板与工作板的工作参数保持一致,设置工作板和参考板为相邻轨道;

[0026] (32) 得到成像光谱仪观测参考板与工作板的信号值分别为 $S_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S_w(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 分别进行暗背景、增益校正后, 得到观测参考板的响应信号为 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 观测工作板的响应信号为 $S'_w(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0027] (33) 基于 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S'_w(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 相对差异, 可得出工作

板的衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) = \frac{S'_w(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}{S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}$;

[0028] (34) 查询获取参考板的双向透射分布函数 $B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 基于衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 对工作板的衰变量进行校正, 得到校正后的双向透射分布函数为 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) = \delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) \cdot B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 。

[0029] 其中, 所述第四步, 计算工作板透射面辐亮度值, 具体步骤包括:

[0030] (41) 选取大气层外标准太阳谱 $I(d_0, \lambda)$, 其中 d_0 为平均日地距离, λ 为波长, 将 $I(d_0, \lambda)$ 与成像光谱仪的光谱响应函数 $R(\lambda)$ 进行卷积, 得到太阳光谱 $I'(d_0, \lambda)$;

[0031] (42) 对太阳参考光谱 $I'(d_0, \lambda)$ 进行日地距离 d 校正, 得到成像光谱仪在轨定标时

刻的太阳参考谱 $I''(d, \lambda) = I'(d_0, \lambda) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^2$;

[0032] (43) 基于太阳照射俯仰角 θ_i 、方位角 ϕ_i 和扫描俯仰角 θ_v 、方位角 ϕ_v , 得到工作板衰变校正后的双向透射分布函数 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 然后基于太阳参考谱 $I''(d, \lambda)$ 得到工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) = I''(d, \lambda) \cdot B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 。

[0033] 其中, 所述第五步, 利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数, 具体步骤包括:

[0034] (51) 获取在辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 下的成像光谱仪的信号值 $S(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$, 将信号值进行暗背景、增益校正后得到 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0035] (52) 基于成像光谱仪的响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 标定出成像光谱仪响应系数, 即成像光谱仪响应系数绝对辐射定标系数

$$\alpha(\lambda) = \frac{L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}{S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}$$

[0036] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0037] (1) 实现了基于水平凝视、垂直扫描方式的高光谱临边扫描成像光谱仪的在轨定标。

[0038] (2) 扫描镜对漫透射板进行扫描, 可以对不同扫描角度进行在轨定标, 提高了临边扫描成像光谱仪不同扫描方向上的定标精度。

附图说明

[0039] 图1为在轨定标方法流程图;

[0040] 图2为临边扫描在轨定标示意图;

[0041] 图3为透射板双向透射分布函数。

具体实施方式

[0042] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅为本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例,基于本发明中的实施例,本领域的普通技术人员在不付出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0043] 如图1~图3所示,本发明中,一种基于双漫透射板的高光谱临边扫描成像光谱仪在轨定标方法,在轨太阳入射到漫透射板上,基于照射条件和透射板光学参数计算透射散射光强度,然后扫描镜对漫透射板进行扫描,以完成不同扫描角度下的在轨高精度定标。

[0044] 第一步,计算太阳光照射工作板的角度;

[0045] 高光谱临边扫描成像光谱仪每周观测一次工作板,基于成像光谱仪在轨定标时刻,定标时刻的日地距离 d ,工作板与太阳的相对位置,计算得到太阳光照射工作板的俯仰角 θ_i 和方位角 ϕ_i ;

[0046] 第二步,获取临边扫描镜扫描工作板的参数;

[0047] 首先确定临边扫描镜扫描大气层的工作参数,然后设置临边扫描镜扫描工作板的参数,两个模式下的工作参数保持一致,工作参数包括扫描俯仰角 θ_v 和方位角 ϕ_v ,扫描俯仰角间隔 $\Delta\theta_v$ 和方位角间隔 $\Delta\phi_v$,单次扫描的驻留时间 $t(\theta_v, \phi_v)$;

[0048] 第三步,监测工作板的衰变;

[0049] 成像光谱仪每两个月观测一次参考板,观测参考板和工作板为相邻轨道,以保证太阳照射两个透射板角度的一致性,然后设置临边扫描参考板与工作板参数保持一致,并查询获取参考板的双向透射分布函数 $B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 。获取成像光谱仪观测参考板与工作板的信号值分别为 $S_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,并进行暗背景、增益校正后得到 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,然后可得出工作板的衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,并对工作板的衰变量进行校正,得到校正后的工作板的双向透射分布函数为 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 。

[0050] 第四步,计算工作板透射面辐亮度值;

[0051] 选取大气层外标准太阳谱 $I(d_0, \lambda)$,其中 d_0 为平均日地距离, λ 为波长,将 $I(d_0, \lambda)$ 与成像光谱仪的光谱响应函数 $R(\lambda)$ 进行卷积,得到太阳光谱 $I'(d_0, \lambda)$,并进行日地距离校正,得到成像光谱仪在轨定标时刻的太阳光谱 $I''(d_0, \lambda)$,然后基于太阳入射俯仰角 θ_i 、方位角 ϕ_i 和扫描俯仰角 θ_v 、方位角 ϕ_v ,基于工作板衰变校正后的双向透射分布函数 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,计算得到工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0052] 第五步,利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数;

[0053] 获取在辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 下的成像光谱仪的信号值 $S(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,将信号值进行暗背景、增益校正后得到 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,基于成像光谱仪的响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 标定出其绝对辐射定标系数 $\alpha(\lambda)$,完成在轨定标。

[0054] 根据本发明的一个实施例上面的各步骤具体实施如下:

[0055] 1、第一步,计算太阳光照射工作板的角度,具体实现如下:

[0056] (11) 获取成像光谱仪在轨定标时刻、定标时的日地距离为 d ;

[0057] (12) 如图1所示,基于漫透射板的安装矩阵、透射板与太阳的相对位置、在轨定标

时刻,太阳光照射工作板的俯仰角 $\theta_i=15^\circ$ 和方位角 $\phi_i=20^\circ$;

[0058] 2、第二步,获取临边扫描镜扫描工作板的参数,具体实现如下:

[0059] (21) 首先确定临边扫描镜扫描大气层的工作参数,工作参数包括扫描俯仰角 $\theta_v=25^\circ$ 和方位角 $\phi_v=33^\circ$,扫描俯仰角间隔 $\Delta\theta_v=20'$ 和方位角间隔 $\Delta\phi_v=12'$,单次扫描的驻留时间 $t(\theta_v, \phi_v)=200\text{ms}$;

[0060] (22) 然后设置临边扫描镜扫描工作板的工作参数和扫描大气层工作参数一致,如图2所示;

[0061] 3、第三步,监测工作板的衰变,具体实现如下:

[0062] (31) 设置临边扫描参考板与工作板参数保持一致,设置观测工作板和参考板为相邻轨道;

[0063] (32) 得到成像光谱仪观测参考板与工作板的信号值分别为 $S_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,分别进行暗背景、增益校正后,得到观测参考板的响应信号为 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,观测工作板的响应信号为 $S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0064] (33) 基于 $S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和 $S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 相对差异,可得出工作板的衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)=\frac{S'_W(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}{S'_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}$;

[0065] (34) 查询获取参考板的双向透射分布函数 $B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,如图3所示,基于衰变量 $\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 对工作板的衰变量进行校正,得到校正后的双向透射分布函数为 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)=\delta(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda) \cdot B_R(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0066] 4、第四步,计算工作板透射面辐亮度值,具体实现如下:

[0067] (41) 选取大气层外标准太阳谱 $I(d_0, \lambda)$,其中 d_0 为平均日地距离, λ 为波长,光谱分辨率优于 0.1nm ,将 $I(d_0, \lambda)$ 与成像光谱仪的光谱响应函数 $R(\lambda)$ 进行卷积,得到光谱分辨率为 0.5nm 的太阳参考光谱 $I'(d_0, \lambda)=I(d_0, \lambda) \otimes R(\lambda)$;

[0068] (42) 对太阳参考光谱 $I'(d_0, \lambda)$ 进行日地距离 d 校正,得到成像光谱仪在轨定标时刻的太阳参考谱 $I''(d, \lambda)=I'(d_0, \lambda) \cdot (\frac{d_0}{d})^2$;

[0069] (43) 基于太阳入射俯仰角 θ_i 、方位角 ϕ_i 和扫描俯仰角 θ_v 、方位角 ϕ_v ,得到工作板衰变校正后的双向透射分布函数 $B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,然后基于太阳参考谱 $I''(d, \lambda)$ 得到工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)=I''(d, \lambda) \cdot B'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0070] 5、第五步,利用工作板透射面辐亮度标定成像光谱仪响应系数,具体实现如下:

[0071] (51) 获取在辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 下的成像光谱仪的信号值 $S(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$,将信号值进行暗背景、增益校正后得到 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$;

[0072] (52) 基于成像光谱仪的响应值 $S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 和工作板透射面的辐亮度 $L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)$ 标定出其绝对辐射定标系数 $\alpha(\lambda)=\frac{L(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}{S'(\theta_i, \phi_i, \theta_v, \phi_v, \lambda)}$ 。

[0073] 获取到定标系数后,此系数更新到在轨遥感数据处理流程中,完成临边大气散射光的绝对辐亮度定标。

[0074] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术

人员理解本发明,且应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

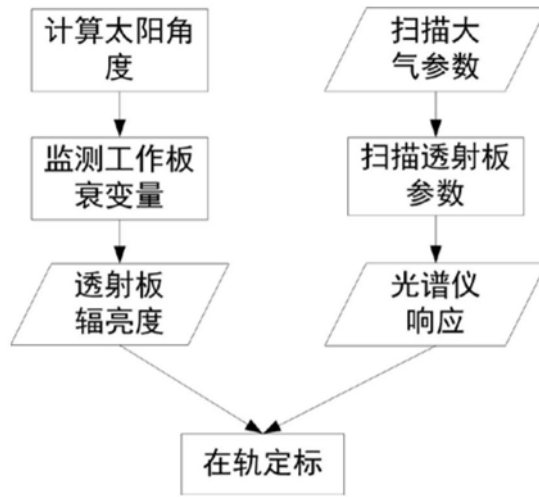


图1

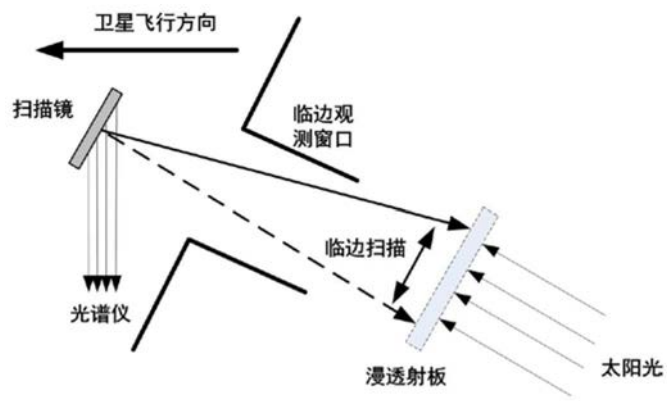


图2

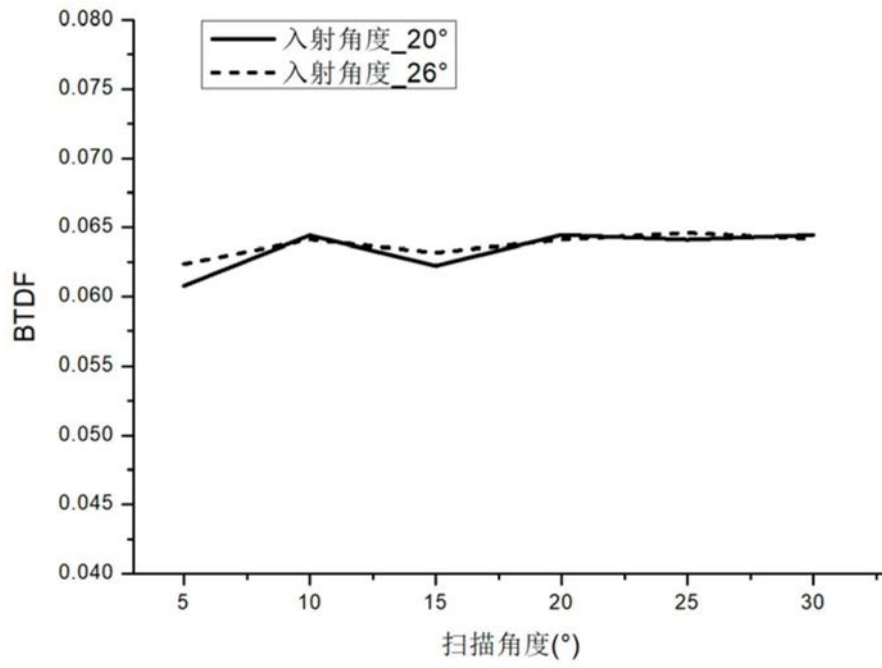


图3