



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112484855 A

(43) 申请公布日 2021.03.12

(21) 申请号 202011109442.1

G01J 3/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.10.16

(71) 申请人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号

(72) 发明人 陈铁桥 李思远 李海巍 王爽 刘学斌 张耿 冯向朋 陈小来 刘强 刘佳 刘杰 王一豪

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 赵逸宸

(51) Int.Cl.

G01J 3/28 (2006.01)

G01J 3/45 (2006.01)

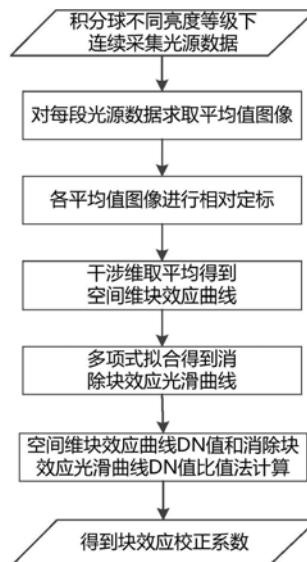
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法

(57) 摘要

本发明涉及一种块效应校正方法,为解决现有探测器响应不一致的矫正方法,由于忽略了探测器块效应的动态变化,无法适用于大视场高分辨率干涉成像光谱仪图像非均匀性校正的技术问题,提供一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,包括通过干涉成像光谱仪分别在积分球不同亮度等级下连续采集光源数据,按照时间顺序按预设时间间隔对采集数据进行分割后求取平均值图像,按照干涉维取平均得到空间维块效应曲线,再进行多项式拟合得到消除块效应光滑曲线,通过比值法求取块效应校正系数,干涉成像光谱仪采集的数据与相应时间的块效应校正系数相除得到消除块效应干涉图。



1. 一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,通过干涉成像光谱仪分别在积分球不同亮度等级下连续采集光源数据;

S2,按照时间顺序,对经步骤S1采集的光源数据按预设时间间隔进行分割,得到多段光源数据,在每段光源数据中选取连续的50-100%帧图像,分别对每段光源数据中选取的连续50-100%帧图像求取平均值图像,并分别对各平均值图像进行相对定标;

S3,对经步骤S2相对定标的各平均值图像按照干涉维取平均,得到多个空间维块效应曲线;

S4,对每个所述空间维块效应曲线进行多项式拟合,得到多个消除块效应光滑曲线;

S5,根据每个空间维块效应曲线对应的DN值和相应的每个消除块效应光滑曲线对应的DN值,通过比值法得到与预设时间间隔相应的各对应时间下的块效应校正系数;

S6,应用干涉成像光谱仪采集数据,对干涉成像光谱仪各对应时间下获取的数据进行相对定标,再通过步骤S5所得相应的块效应校正系数,得到对应时间下的消除块效应干涉图。

2. 根据权利要求1所述一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,所述步骤S2具体为:

按照时间顺序,以1秒钟时间间隔对经步骤S1采集的光源数据进行分割,得到多段光源数据,在每段光源数据中选取连续100帧图像,分别对每段光源数据中选取的连续100帧图像求取平均值图像,并分别对各平均值图像进行相对定标。

3. 根据权利要求1或2所述一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,所述步骤S3具体为:

通过下式对经步骤S2相对定标的各平均值图像按照干涉维取平均,得到多个空间维块效应曲线 $Line_B(t)$:

$$Line_B(t) = \text{mean}(I_c(t), Line_{start}, Line_{end}, \text{dim})$$

其中, $I_c(t)$ 为经步骤S2相对定标的平均值图像, $Line_{start}$ 和 $Line_{end}$ 分别表示起始位置和终止位置,mean表示求取平均值,dim表示图像行列纬度,t表示数据采集时间。

4. 根据权利要求3所述一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,所述步骤S4具体为:

通过二次多项式拟合对每个空间维块效应曲线 $Line_B(t)$ 进行平滑拟合,其中,选取拟合位置周围5%范围内的点进行拟合,并使超出六倍绝对离差的极端值拟合权重为0,得到多个消除块效应光滑曲线 $Line_{BS}(t)$ 。

5. 根据权利要求4所述一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,所述步骤S5具体为:

通过下式得到块效应校正系数 $C(t)$:

$$C(t) = \text{repmat}\left(\frac{Line_B(t)}{Line_{BS}(t)}, N\right)$$

其中, $\text{repmat}(*, N)$ 表示对图像进行扩展,N表示沿干涉维扩展次数。

6. 根据权利要求5所述一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,所述步骤S6具体为:

S6.1,对干涉成像光谱仪各对应时间下获取的数据进行去暗电流、坏像元校正和探测

器响应校正,得到各对应时间下相对定标后的数据 $I_d(t)$;

S6.2,通过下式得到消除块效应干涉图 $I_{dc}(t)$:

$$I_{dc}(t) = \frac{I_d(t)}{C(t)}。$$

7. 根据权利要求1所述一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,步骤S2中,所述相对定标包括去暗电流、坏像元校正和探测器响应校正。

8. 根据权利要求1所述一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特征在于,所述步骤S1具体为:在温度15-30℃,相对湿度20-70%,外部无光源的条件下,通过干涉成像光谱仪分别在积分球不同亮度等级下连续采集光源数据。

一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种探测器块效应校正方法,具体涉及一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法。

背景技术

[0002] 对于大视场高分辨率干涉成像光谱仪,由于对其获取图像具有范围广和分辨率高的需求,一般需要配置大探测器面阵。在实际的仪器制造过程中,大探测器面阵通常采用多个探测器拼接而成,CCD驱动信号经过驱动器后输送给CCD,光谱仪CCD(电荷耦合器件)水平驱动信号与AD采样时钟之间的相位关系会随温度产生变化,驱动器对信号的延迟随器件工作温度有ns级漂移,造成采样位置随成像时间漂移,导致探测器拼接缝位置响应发生变化,随温度和时间变化,即形成块效应。

[0003] 目前,探测器响应不一致的校正方法往往是针对稳定工况下的不一致进行校正,忽略了探测器块效应的动态变化,因此,该类校正方法无法适用于大视场高分辨率干涉成像光谱仪图像非均匀性校正。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有探测器响应不一致的矫正方法,由于忽略了探测器块效应的动态变化,无法适用于大视场高分辨率干涉成像光谱仪图像非均匀性校正的技术问题,提供一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 一种干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,其特殊之处在于,包括以下步骤:

[0007] S1,通过干涉成像光谱仪分别在积分球不同亮度等级下连续采集光源数据;

[0008] S2,按照时间顺序,对经步骤S1采集的光源数据按预设时间间隔进行分割,得到多段光源数据,在每段光源数据中选取连续的50-100%帧图像,分别对每段光源数据中选取的连续50-100%帧图像求取平均值图像,并分别对各平均值图像进行相对定标;

[0009] S3,对经步骤S2相对定标的各平均值图像按照干涉维取平均,得到多个空间维块效应曲线;

[0010] S4,对每个所述空间维块效应曲线进行多项式拟合,得到多个消除块效应光滑曲线;

[0011] S5,根据每个空间维块效应曲线对应的DN值和相应的每个消除块效应光滑曲线对应的DN值,通过比值法得到与预设时间间隔相应的各对应时间下的块效应校正系数;

[0012] S6,对干涉成像光谱仪各对应时间下获取的数据进行相对定标,再通过相应的块效应校正系数,得到对应时间下的消除块效应干涉图。

[0013] 进一步地,所述步骤S2具体为:

[0014] 按照时间顺序,以1秒钟时间间隔对经步骤S1采集的光源数据进行分割,得到多段光源数据,在每段光源数据中选取连续100帧图像,分别对每段光源数据中选取的连续100

帧图像求取平均值图像,并分别对各平均值图像进行相对定标。

[0015] 进一步地,所述步骤S3具体为:

[0016] 通过下式对经步骤S2相对定标的各平均值图像按照干涉维取平均,得到多个空间维块效应曲线 $Line_B(t)$:

[0017] $Line_B(t) = \text{mean}(I_c(t), Line_{start}, Line_{end}, \text{dim})$

[0018] 其中, $I_c(t)$ 为经步骤S2相对定标的平均值图像, $Line_{start}$ 和 $Line_{end}$ 分别表示起始位置和终止位置, mean 表示求取平均值, dim 表示图像行列纬度, t 表示数据采集时间。

[0019] 进一步地,所述步骤S4具体为:

[0020] 通过二次多项式拟合对每个空间维块效应曲线 $Line_B(t)$ 进行平滑拟合,其中,选取拟合位置周围5%范围内的点进行拟合,并使超出六倍绝对离差的极端值拟合权重为0,得到多个消除块效应光滑曲线 $Line_{BS}(t)$ 。

[0021] 进一步地,所述步骤S5具体为:

[0022] 通过下式得到块效应校正系数 $C(t)$:

[0023] $C(t) = \text{repmat}\left(\frac{Line_B(t)}{Line_{BS}(t)}, N\right)$

[0024] 其中, $\text{repmat}(*, N)$ 表示对图像进行扩展, N 表示沿干涉维扩展次数。

[0025] 进一步地,所述步骤S6具体为:

[0026] S6.1,对干涉成像光谱仪各对应时间下获取的数据进行去暗电流、坏像元校正和探测器响应校正,得到各对应时间下相对定标后的数据 $I_d(t)$;

[0027] S6.2,通过下式得到消除块效应干涉图 $I_{dc}(t)$:

[0028] $I_{dc}(t) = \frac{I_d(t)}{C(t)}$ 。

[0029] 进一步地,步骤S2中,所述相对定标包括去暗电流、坏像元校正和探测器响应校正。

[0030] 进一步地,所述步骤S1具体为:在温度15-30℃,相对湿度20-70%,外部无光源的条件下,通过干涉成像光谱仪分别在积分球不同亮度等级下连续采集光源数据。

[0031] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0032] 1.本发明干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,通过干涉成像光谱仪和积分球搭建的建议采集平台,即可利用长时间序列中各对应时间下的数据,通过干涉维取平均、多项式拟合和比值计算,得到各对应时间下的块效应校正系数,利用该块效应校正系数,能够使干涉成像光谱仪采集的数据适用随时间变化的块效应校正,达到长时间序列动态高精度校正的效果;另外,在块效应校正系数求解中使用多帧平均和干涉维平均,获取的系数稳定性更高。

[0033] 2.本发明中计算消除块效应光滑曲线时,通过二次多项式拟合,在使用局部区域拟合的同时剔除绝对值偏差较大的点,能够得到精度更高的消除块效应光滑曲线,使得最终获得的块效应校正系数稳定性和准确性更好。

[0034] 3.本发明中的相对定标处理,去除了采集数据中较大的不良影响,使后续处理达到更佳的效果。

[0035] 4.本发明中干涉成像光谱仪在积分球不同亮度等级下连续采集光源数据时,在设

定的温度、相对湿度和光源条件下进行,减少了外部环境对采集的影响,进一步提高了采集的稳定性和准确性。

附图说明

[0036] 图1为本发明干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法中计算块效应校正系数的流程示意图;

[0037] 图2为未消除块效应时干涉成像光谱仪采集积分球数据快视图;

[0038] 图3为与图2对应的积分球图像数据干涉维平均曲线;

[0039] 图4为本发明实施例中干涉成像光谱仪采集积分球不同亮度等级光源数据时的结构示意图;

[0040] 图5为本发明实施例中对每100帧数据进行平均得到的平均值图像;

[0041] 图6为本发明实施例中求取的平均值图像经相对定标后的图像;

[0042] 图7为本发明实施例中求取的消除块效应光滑曲线和相对定标后干涉维平均曲线对比图;

[0043] 图8为本发明实施例中求得的60s块效应校正系数;

[0044] 图9为本发明实施例中干涉成像光谱仪块效应校正过程对比图;其中,(a)为干涉成像光谱仪采集的原始图,(b)为经相对定标后得到的校正图,(c)为经块效应校正系数校正后得到的消除块效应干涉图;

[0045] 图10为本发明实施例中干涉成像光谱仪块效应校正过程干涉维平均对比图;其中,(a)为干涉成像光谱仪采集的原始图对应干涉维平均,(b)为经相对定标后得到的校正图对应干涉维平均,(c)为经块效应校正系数校正后得到的消除块效应干涉图对应干涉维平均;

[0046] 图11为采用本发明实施例进行不同亮度等级相互校正时的过程对比图;其中,(a)为干涉成像光谱仪采集的原始图,(b)为经相对定标后得到的校正图,(c)为经块效应校正系数校正后得到的消除块效应干涉图;

[0047] 图12为采用本发明实施例进行不同亮度等级相互校正时的过程干涉维平均对比图;其中,(a)为干涉成像光谱仪采集的原始图对应干涉维平均,(b)为经相对定标后得到的校正图对应干涉维平均,(c)为经块效应校正系数校正后得到的消除块效应干涉图对应干涉维平均。

[0048] 其中,1-积分球、2-干涉成像光谱仪。

具体实施方式

[0049] 下面将结合本发明的实施例和附图,对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例并非对本发明的限制。

[0050] 干涉成像光谱仪采样随温度(时间)变化,导致块输出图像存在块效应,使得图像均一性较差。如图2为干涉成像光谱仪1秒时采集的积分球数据快视图,经过去暗电流、坏像元校正和探测器响应校正,可以看到,图像仍然存在明显的块效应,其空间维差异曲线(用干涉维平均表示)如图3所示,曲线向下凹陷部分表示块的边缘。

[0051] 本发明实施例中的干涉成像光谱仪探测器块效应校正方法,首先,干涉成像光谱

仪开机连续采集积分球稳定光源数据;然后,按照一定时间间隔求对应多帧图像的平均值,并对数据进行相对定标;再对相对定标后的平均值图像按照干涉维取平均得到空间维块效应曲线;之后,对空间维块效应曲线进行多项式拟合求得消除块效应光滑曲线,并利用空间维块效应曲线对应的DN值除以消除块效应光滑曲线对应的DN值得到块效应校正系数;最后,利用块效应校正系数对干涉成像光谱仪采集的数据进行校正,得到消除块效应干涉图。

[0052] 如图1所示,具体的,以下述的实施例为例,对本发明的具体实现方法进行说明:

[0053] 步骤1:具体按照如下方式进行数据采集:

[0054] 首先,按照图4所示搭建积分球1和干涉成像光谱仪2的采集场景,使干涉成像光谱仪2正对积分球1,打开积分球1中的不同灯光组合,本实施例中分两次取两种亮度等级,直至光源亮度稳定;

[0055] 然后,打开干涉成像光谱仪2,连续采集一段时间数据,可以是干涉成像光谱仪2开机工作一次时长。

[0056] 进行数据采集时,环境温度应约为15-30℃,相对湿度20-70%,关闭实验室其他无关光源。

[0057] 步骤2:具体按照如下方式求取平均值图像并进行相对校正:

[0058] 首先,按照时间顺序对步骤1采集的数据按照预设时间间隔进行分割,得到多段光源数据,在每段光源数据中选取连续的50-100%帧图像,分别求取平均值图像。在本实施例中,按照时间顺序,按照1s的时间间隔对数据进行分割,从每1s的143帧数据中选取100帧连续数据,得到不同时间序列的多段光源数据,并对每100帧数据进行平均得到如图5所示的平均值图像 $I(t)$ 其中, t 表示数据采集时间。

[0059] 然后,对平均值图像 $I(t)$ 进行相对定标,包括去暗电流、坏像元校正、探测器响应校正,得到定标后如图6所示的平均值图像 $I_c(t)$ 。

[0060] 步骤3:具体按照如下方式求取空间维块效应曲线:

[0061] 对相对定标后的平均值图像按照干涉维取平均,得到块效应曲线 $Line_B(t)$

[0062] $Line_B(t) = \text{mean}(I_c(t), Line_{start}, Line_{end}, \text{dim})$

[0063] 其中, $I_c(t)$ 为某一时间点相对定标的平均值图像, $Line_{start}$ 和 $Line_{end}$ 分别表示起始位置和终止位置,在本实施例中 $Line_{start}$ 为150, $Line_{end}$ 为256, $\text{mean}(*)$ 表示求取平均值, dim 表示求取平均值时图像行列维度(干涉维为1,空间维为2),这里取干涉维平均,得到的 $Line_B(t)$ 如图7。另外,需要说明的是, $Line_{start}$ 和 $Line_{end}$ 表示的起始位置和终止位置选择需要避开干涉条纹的影响,一般取离零光程差较远的均匀区域,离零光程差约70个像元左右的位置作为起始位置,终止位置一般到图像干涉维的边缘。

[0064] 步骤4:具体按照如下方式进行多项式拟合,求得消除块效应光滑曲线:

[0065] 对空间维块效应曲线进行平滑拟合,得到 $Line_{BS}(t)$:

[0066] $Line_{BS}(t) = \text{smooth}(Line_B(t))$

[0067] 其中, $\text{smooth}(*)$ 表示多项式拟合函数,这里使用二次多项式拟合,选取拟合位置附近5%的点进行拟合,并且对超出6倍绝对离差的极端值,其拟合权重为0,获得的拟合曲线,即消除块效应光滑曲线如图7所示。

[0068] 步骤5:具体按照如下方式求得块效应校正系数:

[0069] 通过比值法求得块效应校正系数 $C(t)$:

$$[0070] \quad C(t) = \text{reapmat}\left(\frac{\text{Line}_B(t)}{\text{Line}_{BS}(t)}, N\right)$$

[0071] 其中, $\text{Line}_B(t)$ 表示空间维块效应曲线, $\text{Line}_{BS}(t)$ 表示消除块效应光滑曲线, $\text{reapmat}(*, N)$ 表示对图像进行扩展, 本实施例中, 表示沿干涉维扩展 N 次, 取值 256, 得到与原图像尺寸一致的校正系数, 求得的 60s 块效应校正系数如图 8 所示。

[0072] 步骤 6: 具体按照如下方式对干涉成像光谱仪的数据进行块效应校正:

[0073] 首先, 对待校正的干涉光谱仪数据进行相对定标, 包括去暗电流、坏像元校正和探测器响应校正, 得到相对定标后的数据 $I_d(t)$;

[0074] 然后, 利用对应时间下的块效应校正系数 $C(t)$, 对相对定标后的数据进行校正, 得到消除块效应干涉图 $I_{dc}(t)$:

$$[0075] \quad I_{dc}(t) = \frac{I_d(t)}{C(t)}$$

[0076] 如图 9 (a) 是干涉成像光谱仪采集的原始图, 图 9 (b) 是经相对定标后得到的校正图, 图 9 (c) 是经块效应校正系数校正后得到的图, 从图 9 (a)、图 9 (b) 和图 9 (c) 中可以看出, 通过校正后, 图像视觉上的块效应无法分辨, 校正效果较好。另外, 如图 10 所示, 校正之后空间维差异, 此处用干涉维平均表示, 图 10 (a) 干涉成像光谱仪采集的原始图对应的干涉维平均, 图 10 (b) 为经相对定标后得到的校正图对应的干涉维平均, 图 10 (c) 是经块效应校正系数校正后对应的干涉维平均, 可以看出经校正后, 空间差异块凹陷情况几乎完全消除。

[0077] 为了验证本发明的块效应校正方法的有效性, 在本发明的其他实施例中, 还利用求得的块效应校正系数, 校正了其他亮度等级的数据, 如图像平均值 1800 下求得系数校正平均值 2600 图像块效应, 校正结果对比如图 11 所示, 如图 11 (a) 是干涉成像光谱仪采集的原始图, 图 11 (b) 是经相对定标后得到的校正图, 图 11 (c) 是经块效应校正系数校正后得到的图, 视觉上块效应明显减弱, 达到肉眼几乎不能分辨的状态。校正之后空间维差异 (用干涉维平均表示) 如图 12 所示, 图 12 (a) 干涉成像光谱仪采集的原始图对应的干涉维平均, 图 12 (b) 为经相对定标后得到的校正图对应的干涉维平均, 图 12 (c) 是经块效应校正系数校正后对应的干涉维平均, 经过校正后空间差异块凹陷情况明显减弱。因此, 本发明中提出的块效应校正方法, 还能够适用不同亮度等级数据块效应的相互校正。

[0078] 以上所述仅为本发明的实施例, 并非对本发明保护范围的限制, 凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换, 或直接或间接运用在其他相关的技术领域, 均包括在本发明的专利保护范围内。

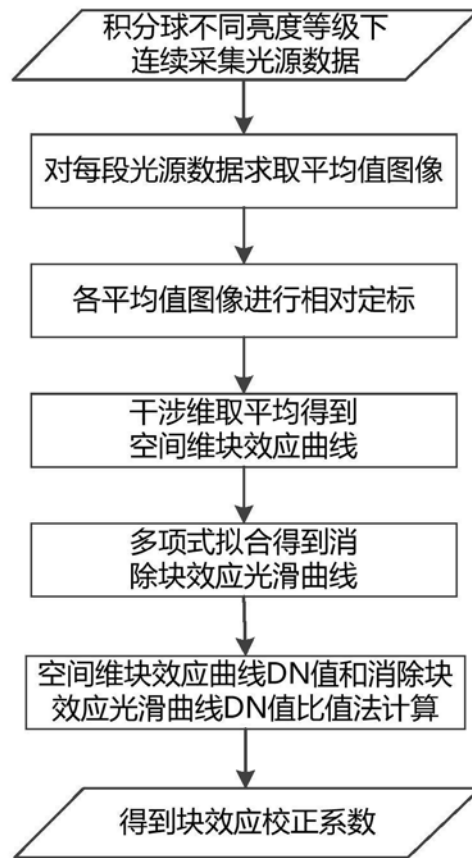


图1



图2

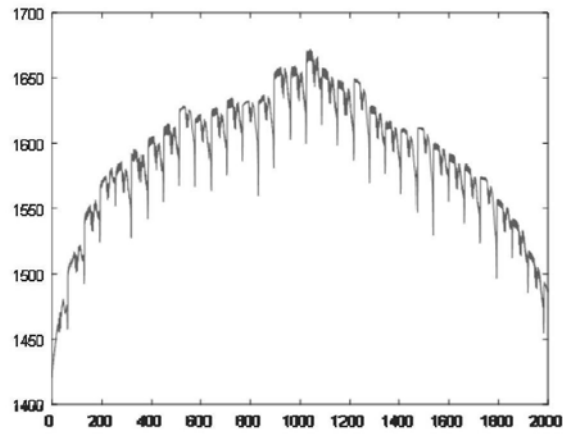


图3

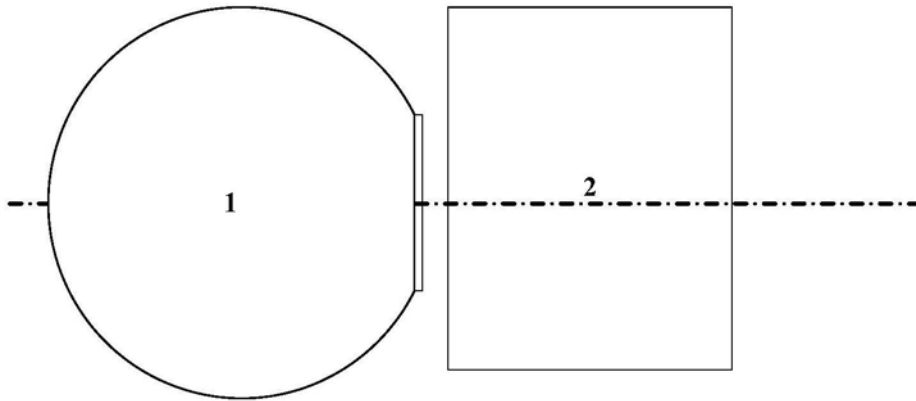


图4



图5



图6

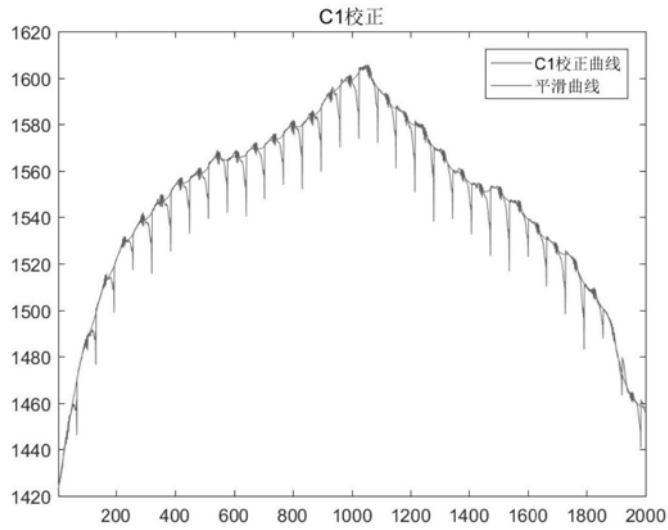


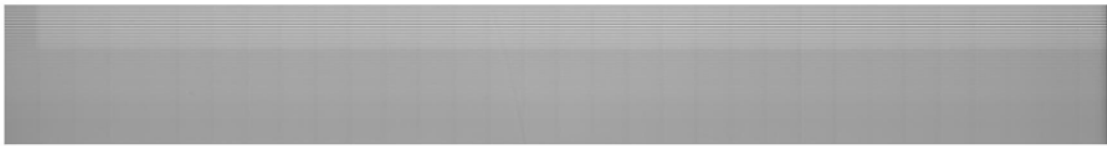
图7



图8



(a)

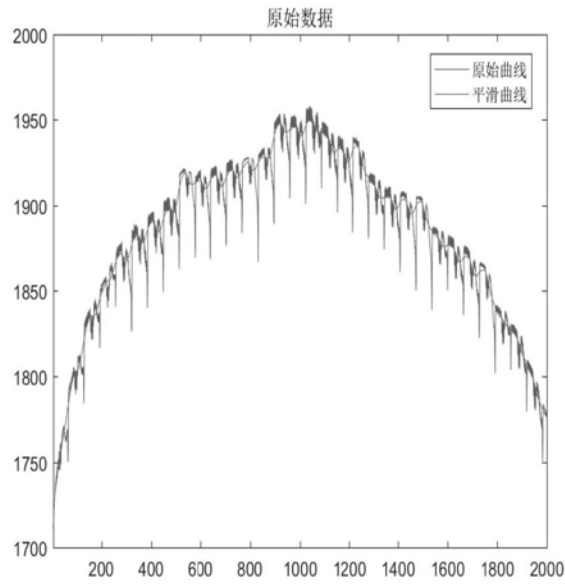


(b)

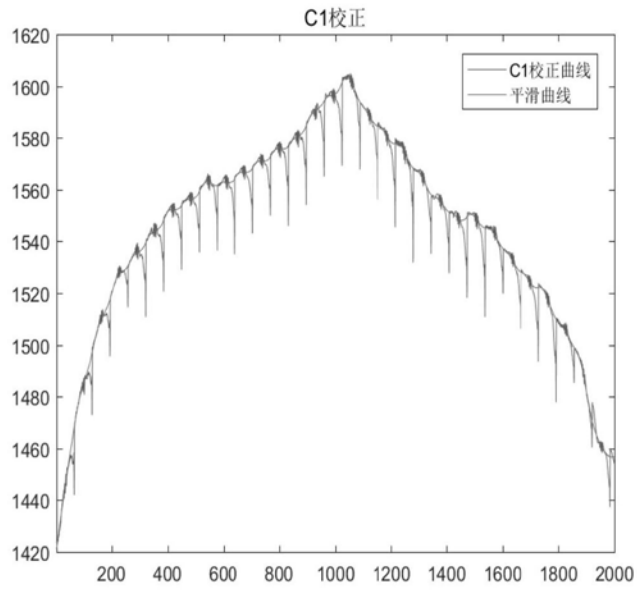


(c)

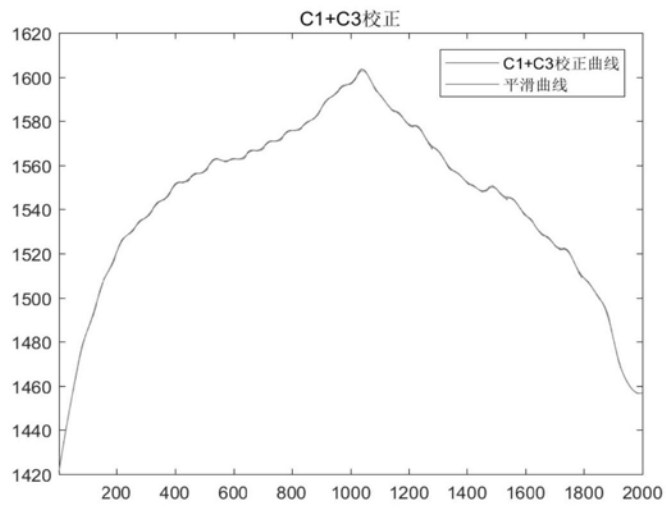
图9



(a)



(b)



(c)

图10



(a)

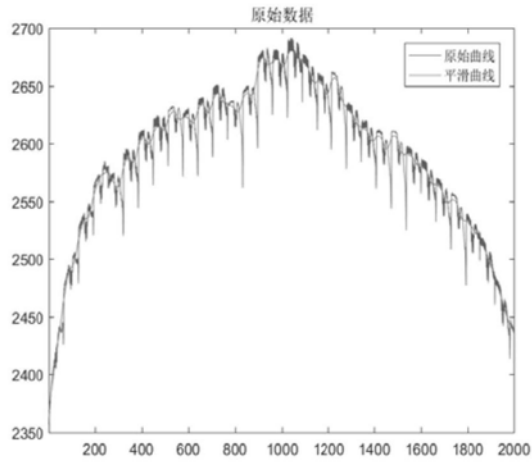


(b)

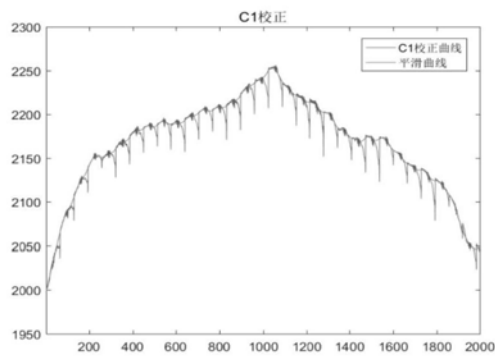


(c)

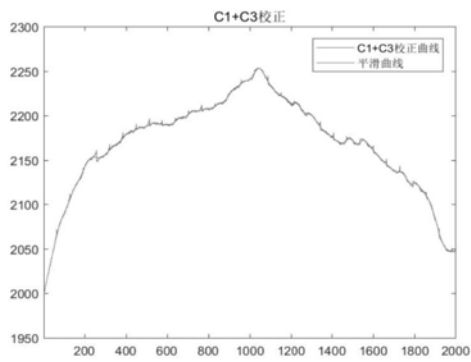
图11



(a)



(b)



(c)

图12