第36卷，第6期
2016年6月

光谱学与光谱分析
Spectroscopy and Spectral Analysis

Vol. 36, No. 6, pp1930-1935
June, 2016

基于棱镜扫描法的太阳光谱仪光谱定标

高震宇[1,2]，方　伟[1]，王玉鹏[1*]，张　浩[1,2]

1. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所，吉林 长春　130033
2. 中国科学院大学，北京　100049

摘　要　为了标定扫描式棱镜太阳光谱仪的棱镜不同转动角度对应的中心波长和光谱带宽，利用了一种棱镜扫描方法对太阳光谱仪的光谱响应函数进行测量。该方法使用固定的单色光波长，控制棱镜转动实现单色光的像在探测器位置扫描，并通过坐标映射得到响应位置的光谱响应函数。文中根据光谱响应函数的定义，推导出棱镜扫描法与单色仪波长扫描方法波长定标原理上的等效性。之后分别以532 nm固体激光器和632.8 nm氦氖激光器为光源，使用棱镜扫描法测量太阳光谱仪对应波长位置的光谱响应函数，并以单色仪波长扫描法实验作为对比。实验结果表明，对于扫描式棱镜太阳光谱仪，棱镜扫描法测量的中心波长分别为531.86和632.67 nm，其准确度优于单色仪波长扫描法测得的531.39和631.97 nm。由于不受单色仪性能的限制，前者测量的光谱带宽值也优于后者。最后以汞灯为光源使用棱镜扫描法对太阳光谱仪进行了光谱定标实验，实现了特征光谱定标法结合棱镜扫描法对中心波长及光谱带宽的标定。该方法同样可以应用于扫描式光栅光谱仪以及单色仪的光谱定标。

关键词　光谱响应函数；中心波长；光谱带宽；坐标映射
中图分类号：TH774　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.3964/j.issn.1000-0593(2016)06-1930-06

引　言

作为地球能量的主要来源，太阳辐射对全球能量平衡的至关重要[1]。并且由于大气、海洋以及不同地貌的陆地对太阳辐射的反射和吸收均具有不同的光谱选择性[2]，因此精确监测太阳光谱辐照度对地球气候研究和大气成分分析具有重要意义。太阳光谱仪是对太阳光谱辐照度进行连续定量化观测的仪器，准确、高精度的定标是保证其获得高质量监测数据的关键。太阳光谱仪的定标主要包括光谱定标和辐射定标，其中光谱定标是辐射定标的前提，且前者的定标精度将对后者的定标精度产生直接影响[3]。

光谱定标可视为求取光谱仪器各光谱通道的光谱响应函数(SRF)的过程，根据光谱响应函数可得到对应的中心波长和光谱带宽等特性。目前，光谱仪器常用的光谱定标方法主要有特征光谱定标法和单色仪波长扫描法[4]。其中，特征光谱定标法结构简单操作方便，在HRIS[5]，SCIAMACHY[6]等仪器的在轨定标过程中都有所应用，但该方法一般用于具有线性色散、高光谱分辨率的仪器定标，且只能标定中心波长，不能实现光谱带宽的标定[7]；单色仪波长扫描法作为光谱定标常用方法，可同时实现宽光谱范围的中心波长和光谱分辨率的标定，具有定标精度高，可全光谱定标等优点[8]，在AVIRIS[9]，MODIS[10]等光谱成像仪器中得到应用。但由于实验中光谱定标结果实际是定标光源光谱分布函数与光谱仪器光谱响应函数共同作用的结果[11]，其定标精度受限于所用单色仪的精度和波长准确度。另外，对于色散元件转动式的光谱仪和单色仪，色散元件的转动定位精度及定位准确度也会使该类仪器光谱定标产生不确定度及误差项，这种不确定度与误差无法通过提高定标用单色仪的精度来消除。

针对上述情况，本文分析并使用了一种棱镜扫描方法对一架棱镜色散型太阳光谱仪进行光谱响应函数测量，该方法与单色仪波长扫描法过程不同但原理类似[12]，以固定波长的单色光为光源，利用转动棱镜的方法实现单色光的像在探测器位置扫描，并通过坐标映射测得相应位置的光谱响应函数。文中利用一组单色仪波长扫描法测量光谱响应函数实验作为对比，结果表明，对于文中所述太阳光谱仪，棱镜扫描法测量的中心波长与光谱带宽均与单色仪波长扫描法的结果相符且具有更好的准确度与精度。本文最后基于棱镜扫描法

收稿日期：2015-05-04，修订日期：2015-09-20
基金项目：国家自然科学基金项目(41474161)资助
作者简介：高震宇，1988年生，中国科学院长春光学精密机械与物理研究所博士研究生　e-mail：lnsygzy@126.com
*通讯联系人　e-mail：wangyp@ciomp.ac.cn

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

以汞灯为光源对太阳光谱仪进行了光谱定标，验证了棱镜扫描法光谱定标可行性。

1　棱镜扫描法定标原理

图 1 为自行研发并制造的棱镜型太阳光谱仪的结构原理图，由入射狭缝、Fery 棱镜、转动电机、出射狭缝和光电二极管探测器组成。该装置狭缝和探测器固定，通过电机控制棱镜转动获得工作光谱范围内的全光谱信息。棱镜的转动角度信息通过读取参考光路中的线阵 CCD 响应获得，并将线阵探测器像元编号作为角度代码。该太阳光谱仪分为三个通道对 300～2 500 nm 光谱范围太阳光进行监测，光谱分辨率为 1～42 nm。本文主要针对 300～1 000 nm 通道进行分析讨论。

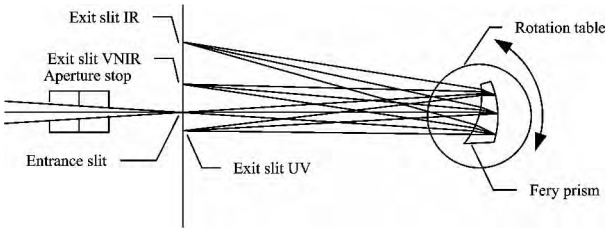

图 1　棱镜太阳光谱仪光路结构

Fig. 1　Schematic of the prism-dispersive solar spectrometer

上述系统中，探测器的响应是探测器在对应位置接收到的所有波长能量的叠加[13]，光谱响应函数即为光电二极管探测器对这些不同波长单色光能量响应随波长分布的函数。针对该系统，单色仪波长扫描法需要固定太阳光谱仪的分光棱镜在被测波长位置，通过连续改变单色仪输出光波长，测量并记录探测器输出则获得该波长位置处的光谱响应函数。由于不同波长对应的狭缝像沿着色散方向分布，此过程即为不同单色波长的像函数对固定的探测器的平移扫描。在所测的中心波长附近一定程度范围内，像差对单色像能量分布影响有限，可以考虑不同波长单色光的像能量分布相同，仅在色散方向上有位移。则像函数可以表示为

$$i(y;\lambda)=i(y;\lambda_0+\Delta\lambda)\approx i(y-\Delta y(\lambda;\lambda_0);\lambda_0) \quad (1)$$

式中，y 为像面坐标，λ 为波长，λ_0 为棱镜固定位置对应的中心波长，$\Delta\lambda$ 为波长与中心波长 λ_0 的波长差，Δy 为波长为 λ 的像中心距探测器中心的平移量，$\Delta\lambda$ 与 Δy 一一对应。光谱响应函数可表示为

$$\begin{aligned}\mathrm{SRF}(\lambda;\lambda_0)&=\int s(y)i(y;\lambda)\mathrm{d}y\\&\approx\int s(y)i(y-\Delta y(\lambda;\lambda_0);\lambda_0)\mathrm{d}y\\&=s(-\Delta y(\lambda;\lambda_0))\otimes i(-\Delta y(\lambda;\lambda_0))\\&=i(\Delta y(\lambda;\lambda_0))\otimes s(\Delta y(\lambda;\lambda_0))\end{aligned} \quad (2)$$

式中，$s(y)$为出射狭缝函数。

现在固定输入的单色光波长，通过电机控制分光棱镜旋转，使单色光的狭缝像在探测器附近移动完成扫描。此过程单色像能量分布变化可以忽略，仅在色散方向产生位移，可以等效为固定棱镜，改变单色光波长的扫描过程。该过程可以看作单色光的狭缝像固定，控制出射狭缝平移完成扫描。此时光谱响应函数可表示为

$$\begin{aligned}\mathrm{SRF}'(\lambda;\lambda_0)&\approx\int s(y+\Delta y(\lambda;\lambda_0))i(y)\mathrm{d}y\\&=i(\Delta y(\lambda;\lambda_0))\otimes s(\Delta y(\lambda;\lambda_0))\end{aligned} \quad (3)$$

由式(2)和式(3)可见，针对本文所述的太阳光谱仪，在假设中心波长附近的小光谱范围内单色像函数无明显变化时，固定输入单色光波长的棱镜扫描法具有和单色仪波长扫描法相同的推导结果，因此可以考虑上述两种方法等效。事实上，在中心波长的光谱带宽的范围内单色像函数的变化很小，允许上述假设成立。如图 2 所示为根据图 1 中太阳光谱仪点扩散函数(PSF)模拟[14]的太阳光谱仪 632.8 nm 的单色光像函数与 620 nm 以及 645 nm 单色光像函数的相对偏差，可知最大相对偏差小于 1%。

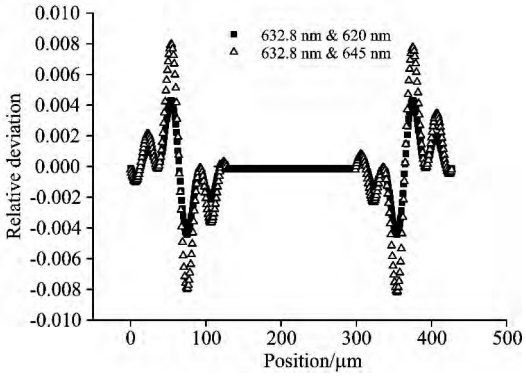

图 2　632.8 nm 与附近波长像函数相对偏差

Fig. 2　Relative deviation of image function between 632.8 nm and wavelengths nearby

2　棱镜扫描法测量光谱响应函数

根据棱镜扫描法的定标原理，针对棱镜太阳光谱仪，搭建的定标装置示意图如图 3 所示，由定标光源、石英会聚透镜、光纤、反射式抛物面准直镜构成。定标光源根据需要可以是单色仪出射的单色光、谱线灯或者激光，其中激光额外加入一片毛玻璃用来去偏振和匀光，将经过毛玻璃作用后出射的光作为定标光源。石英会聚透镜和反射式抛物面准直镜与光纤之间通过 SMA905 接口连接，并且可以通过微调接口处的距离来调节出射光的发散角。

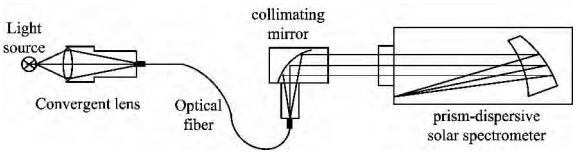

图 3　棱镜扫描法定标装置示意图

Fig. 3　Schematic of spectral calibration system with prism-rotating method

使用棱镜扫描法对太阳光谱仪 532 和 632.8 nm 处光谱响应函数进行测量，定标光源分别选择 532 nm 的固体激光器和 632.8 nm 的 He-Ne 激光器，二者的光谱带宽均远小于

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

0.1 nm，与单色仪出射的单色光相比，可以忽略定标光源本身光谱带宽对光谱响应函数测量的影响，且波长准确度和功率稳定性好。分别在 532 和 632.8 nm 对应的棱镜位置处，控制棱镜精密转动完成扫描并记录棱镜转角对应的响应值，得到探测器响应随太阳光谱仪棱镜转角变化的曲线，其中棱镜转角以一块线阵 CCD 像元编号表示。对上述测量结果进行一次坐标映射，将探测器像元坐标映射为波长坐标，则可以获得仪器的光谱响应函数。此过程可以通过光谱仪光学系统的相关参数模拟获得，但加工装调过程中引入的像差无法包含在模拟结果之中。因此本文采用实验方法，测量多组被测中心波长附近的波长的光谱响应曲线，分别拟合并记录波长对应的探测器像元，最后通过多项式拟合获得波长与探测器像元的对应关系。对 532 和 632.8 nm 波长附近分别进行上述测量，并对数据进行三次多项式拟合，可得对应 532 和 632.8 nm 的拟合结果分别为

$$y = -28\,949.27 + 20.27x - 4.67\times10^{-3}x^2 + 3.61\times10^{-7}x^3$$

$$y = -77\,827.24 + 47.54x - 9.64\times10^{-3}x^2 + 6.55\times10^{-7}x^3$$

拟合结果对应的拟合残差如图 4 所示，其中代表横坐标的棱镜转动角和波长的对应关系基于三次多项式拟合，因此并非是线性的。由图可知，在 532 和 632.8 nm 附近位置拟合残差分别小于 0.06 和 0.09 nm。

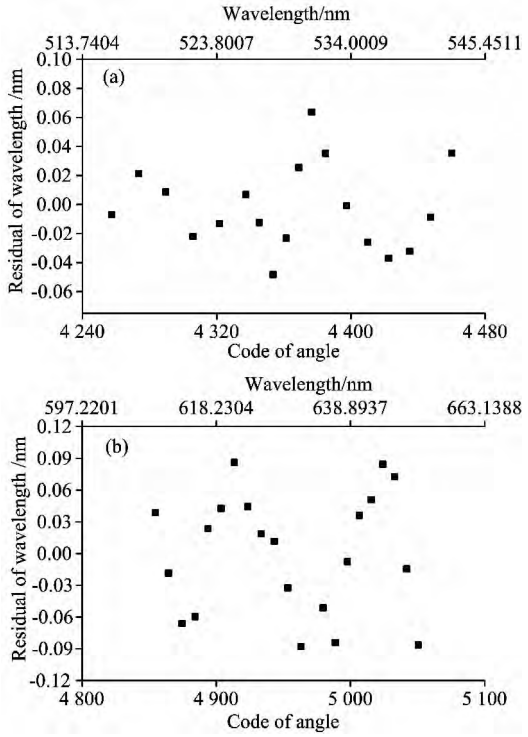

图 4 多项式拟合对应的拟合残差

(a)：532 nm 附近；(b)：632.8 nm 附近

Fig. 4 Residual of the polynomial fitting curves

(a)：532 nm；(b)：632.8 nm

根据拟合结果对棱镜扫描法的直接测量的探测器响应随棱镜转角变化曲线进行坐标映射，将角度坐标映射为波长坐标后获得光谱响应函数曲线，532 和 632.8 nm 波长位置的光谱响应函数如图 5 所示，其中波长坐标与探测器像元坐标的对应关系由上文所述的非线性拟合获得。对两波长的光谱响应函数分别进行高斯函数拟合，可得实验测量的中心波长分别为 531.86 和 632.67 nm，对应的函数 FWHM 值即光谱带宽分别为 9.39 和 15.14 nm。

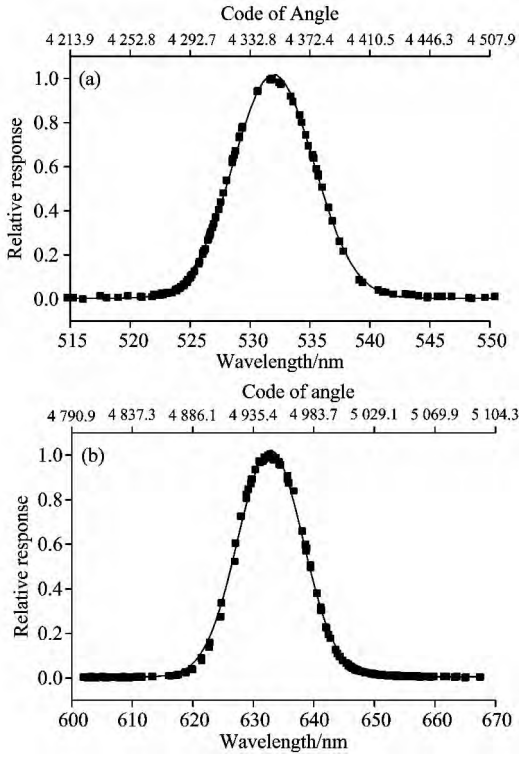

图 5 棱镜扫描法测量的太阳光谱仪光谱响应函数

(a)：532 nm；(b)：632.8 nm

Fig. 5 SRF of solar spectrometer measured with prism-rotating method

(a)：532 nm；(b)：632.8 nm

与棱镜扫描法作对比，使用单色仪波长扫描法对太阳光谱仪 532 和 632.8 nm 波长位置的光谱响应函数进行测量，实验中使用高功率卤钨灯作为光源，实验所用单色仪最优光谱分辨率为 0.1 nm，准确度为 0.2 nm，重复性为 0.1 nm。测量结果如图 6 所示，其拟合后的高斯曲线中心波长分别为 531.39 和 631.97 nm，对应的光谱带宽为 9.53 和 15.36 nm。

对比上述两种方法的实验结果，可知对于文中所述的棱镜转动式光谱仪，棱镜扫描法的结果与单色仪波长扫描法的结果相符，且对中心波长的测量更具优势。因为单色仪波长扫描法测量的中心波长会受到拟合过程以及所用单色仪的准确度和重复性影响，除此之外，对于本文中的色散元件扫描式的光谱仪，使用单色仪波长扫描法测量光谱响应函数时需要固定色散元件在定标波长位置处，色散元件实际固定位置与标称位置之间的误差也对中心波长的测量产生直接影响。而棱镜扫描法是使用激光作为光源，光源本身造成的偏移可以忽略，并且该方法不存在色散棱镜固定位置的误差，因而避免了相应的对不确定度及准确度的影响，其不确定度主要来自拟合过程和坐标映射过程。在光谱带宽测量方面，由于

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

激光光源本身带宽引入的影响几乎可以忽略，而单色仪出射光的光谱带宽会对标定的光谱带宽产生影响[15]，因此单色仪波长扫描法测得光谱带宽数值大于棱镜扫描法测的数值。

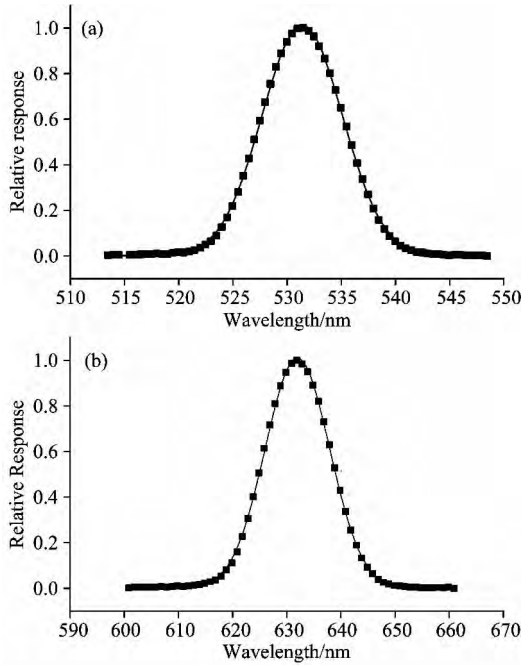

图 6　单色仪波长扫描法测量太阳光谱仪光谱响应函数

(a)：532 nm；(b)：632.8 nm

Fig. 6　SRF of solar spectrometer measured with wavelength-scanning method

(a)：532 nm；(b)：632.8 nm

3　棱镜扫描法的光谱定标

传统的特征光谱定标法只能实现中心波长的标定，无法标定光谱带宽。但是应用汞灯等具有特征谱线的光源，结合棱镜扫描法可以同时实现中心波长和光谱带宽的标定，并且由于特征谱线具有较高的稳定性和几乎可以忽略的光谱带宽，与单色仪波长扫描法相比可以减少波长偏移和光源本身光谱带宽对光谱定标的影响，提高定标的精度与准确度。

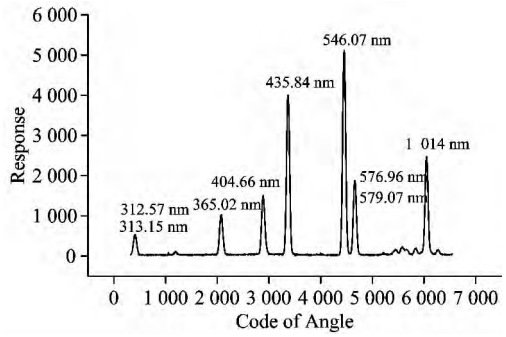

图 7　太阳光谱仪对汞灯光源精细扫描响应曲线

Fig. 7　Response of solar spectrometer by scanning the mercury vapor lamp

太阳光谱仪对汞灯光源光谱进行精细扫描的响应曲线如图 7 所示，图中响应峰值对应波长由太阳光谱仪测量波长与色散元件角度对应关系结合汞灯特征谱线推断获得。由于太阳光谱仪光谱分辨率有限，图中 312.57，313.15 nm 以及 576.96，579.07 nm 无法有效分开，因此不作为有效数据。对图中每一个谱线的响应数据进行高斯函数拟合，可以获得与该谱线波长对应的色散元件转动角，将这些定标数据进行多项式拟合，则实现太阳光谱仪在 365.02～1 014 nm 波段的波长定标。另外对拟合好的高斯函数进行坐标映射，求对应波长位置的光谱响应函数，进而获得对应波长位置的光谱分辨率。以汞灯为光源的光谱定标数据如表 1 所示。对表中光谱分辨率数据进行多项式拟合，可得太阳光谱仪 365.02～1 014 nm 波段范围内光谱分辨率变化曲线如图 8 所示，图中数据点为实验测试获得，曲线是各数据点经三次多项式拟合而成。

表 1　汞灯光源光谱定标有效数据

Table 1　Effective data of specural calibration with mercury vapor lamp

波长/nm	色散元件扫描位置	光谱分辨率/nm
365.02	2 075.22	3.10
404.66	2 887.61	4.38
435.84	3 369.07	5.39
546.07	4 453.43	10.46
1 014.00	6 047.23	36.71

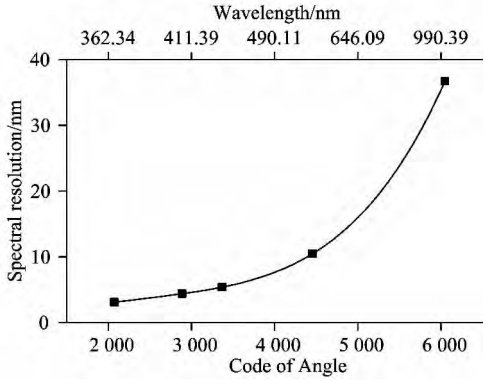

图 8　太阳光谱仪 365.02～1 014 nm 光谱分辨率曲线

Fig. 8　Spectral resolution of solar spectrometer between 365.02 and 1 014 nm

由上述过程可见棱镜扫描法可以实现文中太阳光谱仪的光谱定标，但由于汞灯在波长范围内特征谱线数量较少，因此上述光谱定标过程数据量较小，对此可以将氖、氩、氙等光谱校准灯组合使用，则特征谱线从紫外到近红外均有分布，结合棱镜扫描法可应用于宽光谱范围的色散元件扫描式光谱仪器的光谱定标。

4　结　论

针对棱镜扫描式太阳光谱仪，分析并使用了棱镜扫描法测量其光谱响应函数，并设置了单色仪波长扫描法测量光谱响应函数作为对比实验。对比结果表明，对于棱镜扫描式光

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

谱仪，棱镜扫描法的测量结果与单色仪波长扫描法测量结果相符，并且由于不受单色仪性能限制，在测定中心波长和光谱带宽方面相比单色仪波长扫描法具有更好的准确度。最后，本文以汞灯为光源利用棱镜扫描法对太阳光谱仪进行光谱定标，验证了棱镜扫描法光谱定标的可行性。对于色散元件转动式的光栅光谱仪和单色仪，将本文中的棱镜扫描改为色散元件扫描，上述方法同样有效。

References

[1] LIU En-chao, ZHENG Xiao-bing, LI Xin, et al(刘恩超，郑小兵，李 新，等). Opt. Precision Eng.(光学精密工程), 2013, 21(3): 608.

[2] ZHANG Hao, FANG Wei, YE Xin, et al(张 浩，方 伟，叶 新，等). Acta Optica Sinica(光学学报), 2013, 33(2): 178.

[3] ZHENG Yu-quan(郑玉权). Opt. Precision Eng.(光学精密工程), 2010, 18(11): 2347.

[4] ZHANG Chun-lei, XIANG Yang(张春雷，向 阳). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2012, 32(1): 268.

[5] Barry P S, Shepanski J, Segal C. SPIE, 2002, 4480: 231.

[6] Mager R, Fricke W, Burrows J P. SPIE, 1997, 3106: 84.

[7] QI Xiang-dong, HAN Peng-peng, PAN Ming-zhong, et al(齐向东，撖芃芃，潘明忠，等). Opt. Precision Eng.(光学精密工程), 2011, 19(12): 2870.

[8] JIN Hui, JIANG Hui-lin, ZHENG Yu-quan, et al(金 辉，姜会林，郑玉权，等). Chinese Journal of Luminescence(发光学报), 2013, 34(2): 235.

[9] Vane G, Chrien T G, Miller E A, et al. SPIE, 1987, 834: 91.

[10] Arnold G T, Fitzgerald M F, Grant P S, et al. SPIE, 1996, 2820: 56.

[11] WANG Ming-zhi, YAN Lei, YANG Bin, et al(王明志，晏 磊，杨 彬，等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2013, 33(8): 2280.

[12] Harder J W, Thuillier G, Richard E C, et al. Solar Physics, 2010, 263(1): 3.

[13] Mouroulis P, Sellar R G, Wilson D W, et al. Optical Engineering, 2007, 46(6): 063001.

[14] Mouroulis P, Green R O. SPIE, 2007, 6667: 66670.

[15] SUN Ci, Bayanheshig, CUI Ji-cheng, et al(孙 慈，巴音贺希格，崔继承，等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2014, 34(8): 2289.

Spectral Calibration of a Solar Spectrometer Based on the Prism-Rotating Method

GAO Zhen-yu[1,2], FANG Wei[1], WANG Yu-peng[1*], ZHANG Hao[1,2]

1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract In order to calibrate the corresponding center wavelength and bandwidth to the prism's rotating angle of a scanning prism-dispersive solar spectrometer, a prism-rotating method to measure the spectral response function (SRF) of the solar spectrometer is suggested. The measuring process is as follows. With the wavelength of monochromatic light invariant, the prism is rotated for scanning the monochromatic image at the location of detector. Then the spectral response function is obtained by mapping the coordinate in position to the coordinate in wavelength. At first in this paper, by analyzing the definition of SRF, the conclusion is deduced that the prism-rotating method is equivalent to the wavelength-scanning method in practice. Then the 532 nm solid-state laser and 632.8 nm He-Ne laser are used as light source. The measurement of SRF of the solar spectrometer based on prism-rotating method is performed. A measurement of SRF with wavelength-scanning method is also performed to be used as a comparison. Experimental results indicate that the center wavelength of the scanning prism-dispersive solar spectrometer measured with prism-rotating method is 531.86 and 632.67 nm respectively. On the other hand, the result is 53139 and 631.97 nm with wavelength-scanning method, which is less precise than the result of prism-rotating method. The values of bandwidth measured with prism-rotating method are also more precise than the latter owing to avoiding the performance deficiency of monochromator. At last, using mercury vapor lamp as light source, an experiment for spectral calibration of the solar spectrometer with prism-rotating method is performed. The values of center wavelength and bandwidth are both achieved with the method combining the prism-rotating method and chracteristic spectrum. This method can also be used to calibrate the monochromator

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

and the grating-dispersive spectrometer whose grating is rotatable.

Keywords　Spectral response function (SRF); Center wavelength; Spectral bandwidth; Coordinate mapping

* Corresponding author　(Received May 4, 2015; accepted Sep. 20, 2015)

《光谱学与光谱分析》投稿简则

《光谱学与光谱分析》是由中国科协主管，中国光学学会主办，钢铁研究总院、中国科学院物理研究所、北京大学、清华大学共同承办的专业学术期刊。国内外公开发行，从 2004 年起为月刊，大 16 开本，2016 年仍为月刊，每期 306 页。《光谱学与光谱分析》主要报道我国光谱学与光谱分析领域内具有创新性科研成果，及时反映国内外光谱学与光谱分析的进展和动态；发现并培育人才；推动和促进光谱学与光谱分析的发展。为科教兴国服务。读者对象为从事光谱学与光谱分析的科研人员、教学人员、分析测试人员和科研管理干部。

栏目设置和要求

1. 研究报告　要求具有创新性的研究成果，一般文章以 8000 字（包括图表、参考文献、作者姓名、单位和中文、英文摘要，下同）为宜。

2. 研究简报　要求在前人研究的基础上有重大改进或阶段性研究成果，一般不超过 5000 字。

3. 评述与进展　要求评述国内外本专业的发展前沿和进展动态，一般不超过 10000 字。

4. 新仪器装置　要求介绍新型光谱仪器的研制、开发、使用性能和应用，一般不超过 5000 字。

5. 来稿摘登　要求测试手段及方法有改进并有应用交流价值，一般以 3000～4000 字为宜。

稿件要求

1. 投稿者请经本刊编委（或历届编委）一人或本专业知名专家推荐，并附单位保密审查意见及作者署名顺序，主要作者介绍。文章有重大经济效益或有创新者，请说明，同时注明受国家级基金或国家自然科学基金资助情况。

2. 来稿要观点明确、数据真实可靠、层次分明、言简意明、重点突出。来稿必须是网上在线投稿（含各种符号和外文字母大写、小写、正体、斜体；希腊字母、拉丁字母；上角、下角标位置应标清楚）。中文摘要以 500 字为宜，英文摘要以 2500 字符（相当于 400 个英文单词）为宜；另附关键词。要求来稿应达到“齐、清、定”，中文、英文文字通顺，方可接受送审。

3. 为了进一步统一和完善投稿方式、缩短论文发表周期，本刊只接收网上在线投稿，不接收以邮寄方式或 e-mail 方式的投稿，严禁“一稿多投”，对侵权、抄袭、剽窃等学术不端行为，一经发现，取消三年投稿资格。

4. 文中插图要求完整，图中坐标、线条、单位、符号、图注等应标注准确、完整。如作者特殊要求需出彩色插图者，必须在投稿时事先加以说明，并承担另加的彩印费用。图幅大小：单栏图 7.5cm（宽）×6cm（高）；双栏图：14cm（宽）×6cm（高）；图中数字、图题、表题全部用中文、英文对照，图中数字、中文、英文全用 6 号字（电子文档中除实物图外，曲线图尽可能用 Matlab，Excel，Visio 或 Origin 等软件制作，稿件中图片的原图并转成相应的文件格式（.fig，.xls，.vsd，.opj），非“.jpg”格式的文档，随电子版修改稿一同发送到本刊的修改稿专用邮箱）。

5. 文中出现的单位必须按“中华人民共和国计量标准”及有关 GB 标准规定缮写。物理量符号一律用斜体，单位符号和词头用正体字母。

6. 名词术语，请参照全国科学技术名词规定缮写。

7. 参考文献，采用顺序编码制，只列主要文献；以 15～20 条为宜。内部资料、私人通讯、未经公开发表的一律不能引用。日文、俄文等非英文文献，请用英文表述；中文文献和中文图书采用中、英文对照表述，文献缮写格式请参照本刊。

8. 请在投稿第一页左下角写明投稿联系人的电话和两个 e-mail，以便及时联系。

稿件处理

1. 自收到稿件之日起，一个月内作者会收到编辑部的稿件处理意见。请根据录用通知中所提出的要求认真修改，希望修改稿在 30 天内寄回编辑部，并作为作者最终定稿（当作者接到校样时，以此修改稿为准进行校对，请勿再做大的改动），若二个月内编辑部没收到修改稿，将视为自行撤稿处理。

2. 有重大创新并有基金资助者可优先发表；不录用的稿件，编辑部将尽快通知作者，底稿一律不退，请自留底稿。

3. 来稿一经发表将酌致稿酬并送样刊 2 册。

4. 遵照“中华人民共和国著作权法”，投稿作者须明确表示，该文版权（含各种媒体的版权）授权给《光谱学与光谱分析》期刊社。国内外各大文献检索系统摘录本刊刊出的论文；凡不同意被检索刊物无稿酬摘引者，请在投稿时事先声明，否则，本刊一律认为已获作者授权认可。

5. 修改稿请寄：100081 北京市海淀区学院南路 76 号，《光谱学与光谱分析》期刊社（收）

电话：010-62182998 或 62181070　　**传真**：010-62181070

e-mail：chngpxygpfx@vip.sina.com；　**修改稿专用邮箱**：gp2008@vip.sina.com　**网址**：http://www.gpxygpfx.com

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net