

掩星状态下的太阳形状及强度的理论及数值分析

孔令琴¹ 于飞² 赵跃进¹ 董立泉¹ 李冰¹ 靳小利¹

(¹北京理工大学光电学院, 北京 100081; ²北京空间机电研究所, 北京 100076)

摘要 提出了一种掩星状态下获得太阳形状及强度的方法, 并进行了理论推导, 建立了数值仿真模型。建立了无大气折射效应下的太阳形状及强度矩阵, 并以此作为参考, 通过阿贝尔积分公式及折射率垂直剖面反演得到经大气折射后的太阳像面任意位置处的大气弯曲角, 根据弯曲角计算得到掩星后太阳像面各个点位置相对于不发生掩星时的位移, 根据参考像面即可得到掩星后的太阳像面形状及强度矩阵。仿真结果表明, 采用此模型能实现掩星状态下, 不同轨道位置, 任意切点下的太阳形状及强度分布。同时, 以卫星轨道高度 600 km 作为仿真算例, 模拟获得了从 5~60 km 不同正切点高度位置处相应的太阳形状及强度分布, 并且仿真得到了云层遮挡下的太阳强度分布图。此模型对应用于卫星姿态部件的测试标定、遥感技术及材料测量等领域, 实现能够较为真实地反映太阳形状及强度的太阳模拟器, 具有较高的参考价值。

关键词 遥感; 太阳模拟; 太阳形状; 大气弯曲角; 太阳掩星

中图分类号 V524.2 **文献标识码** A **doi**: 10.3788/AOS201232.1201002

Theoretical and Numerical Analysis of Solar Shape and Intensity in State of Solar Occultation

Kong Lingqin¹ Yu Fei² Zhao Yuejin¹ Dong Liquan¹ Li Bing¹ Jin Xiaoli¹

(¹School of Optoelectronics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)
(²Beijing Institute of Space Mechanics and Electricity, Beijing 100076, China)

Abstract A method for capturing the solar shape and intensity on occurrence of solar occultation is proposed, and a numerical simulation model is established. The solar shape and intensity matrix without atmospheric refraction effects is taken as a reference; the atmospheric bending angle at any position of solar image surface produced by atmospheric refraction is inversely calculated through the Abel integral formula and the vertical distribution data of refractive index. Then the displacement occurred by the occultation state is obtained. Based on the reference image surface, the shape and intensity matrix of the solar image surface after the occultation state can be obtained by geometric calculation. The numerical results indicate that the model can simulate the solar shape and intensity in different orbital positions and any tangent point. Solar shape and intensity at the tangent points from 5 km to 60 km are simulated when the height of the satellite orbit is 600 km, and the distribution map of solar intensity is obtained. This model is of higher reference value for realizing the solar simulator which can comparatively truly reflect solar shape and intensity in application in such fields like measuring and calibration of posture parts of satellite, remote sensing technology, material measurement and so on.

Key words remote sensing; solar simulation; solar shape; atmospheric bending angle; solar occultation

OCIS codes 010.1290; 010.1320; 010.1615; 350.6050

1 引言

卫星研制是航空航天领域必不可少的内容, 其

研制水平是国家科研水平和科技实力的重要体现。

目前普遍采用的研究步骤是理论分析、建模仿真、小

收稿日期: 2012-07-06; **收到修改稿日期**: 2012-08-01

基金项目: 国家自然科学基金(61036006, 61177094)和 2010 北京市优博指导教师科研项目(YB20101000701)资助课题。

作者简介: 孔令琴(1983—), 女, 博士研究生, 主要从事太阳模拟方面的研究。E-mail: xiaoxiao6171875@163.com

导师简介: 赵跃进(1958—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事光电仪器、THz 成像技术和基于 MEMS 的红外成像技术等方面的研究。E-mail: yjzhao@bit.edu.cn(中国光学学会会员号: S0404210085)

型化的模型仿真、空间卫星环境的测试和最终的太空实物运行。可以看出,任何一项卫星系统的最终升空运行,都必须经过大量的仿真和模拟,这样可以避免因不成功而浪费大量的人力、物力和财力。由于人造卫星在外层空间依靠地球、太阳和恒星等作为目标来确定自己的姿态,在仿真实验中分别用太阳敏感器、地球敏感器和星敏感器做姿态测量,因此,必须要有与这些敏感器相适应的光学辐射目标模拟设备。在这些模拟设备中,其中小型太阳模拟器作为太阳敏感器标定的最重要的目标模拟设备,越来越受到人们的关注^[1]。基于太阳掩星探测法,在以太阳光作为辐射源的大气物质探测过程中^[2~4],由于大气层中空气的不均匀性,使得星载探测器在轨道上通过不同的大气层高度看到的太阳形状及位置与太阳真实形状及位置有很大的不同,甚至受到云层遮挡会出现分块现象^[5]。在卫星控制系统及太阳敏感器的研制过程中,需要能够反映上述不同过程的太阳模拟设备作为目标辐射源,而传统的太阳模拟器由于无法提供太阳形状变化及云层遮挡引起的强度变化^[6~9],也就无法适配特定情况下太阳跟踪控制系统的研制精度要求。

因此,一种能够提供掩星状态下不同轨道、不同切点位置处的太阳形状及强度的仿真平台对太阳掩星仿真实验是非常重要的,而实现这一平台的前提是首先模拟得到掩星状态下真实的太阳形状、强度及位置。近年来,对通过星载探测器获得的太阳形状及强度等来反演大气折射率及温度等信息已有很多相关报道^[10,11]。然而,能否通过已知的大气折射率垂直剖面等信息来反演太阳形状、强度及位置信息,使其应用于太阳模拟器,至今还未见相关报道。基于此,本文提出利用光学反演法,建立了基于阿贝积分公式及折射率垂直剖面的太阳形状、强度及位置的模型。通过已知的卫星轨道参数,切点位置高度可以得到相应位置的太阳形状、强度分布;同时根据云层特点建立云掩膜,可以得到云层遮挡下的太阳强度分布图。本方法可应用于卫星姿态部件的测试标定^[12]、遥感技术^[13]及材料测量^[14]等领域,对真实地反映太阳形状及强度的太阳模拟器具有重要意义。

2 模型的建立

2.1 不发生掩星

首先建立无大气折射效应下的太阳形状、强度及位置矩阵,并将此作为掩星状态时的参考位置。仿真过程中,以正切点高度 h_t 处的太阳像面作为分

析对象。正切点 h_t 处的太阳像面情况如图 1 所示,图中 R_t 为太阳像面半径, R_s 为太阳半径, Z_{ts} 为卫星到正切点处的距离, ω 为太阳对卫星的张角, R_{es} 为卫星到地球球心的距离, D_{es} 为卫星与太阳之间的距离,近似为日地距离, r_p 为正切点到地心的距离。

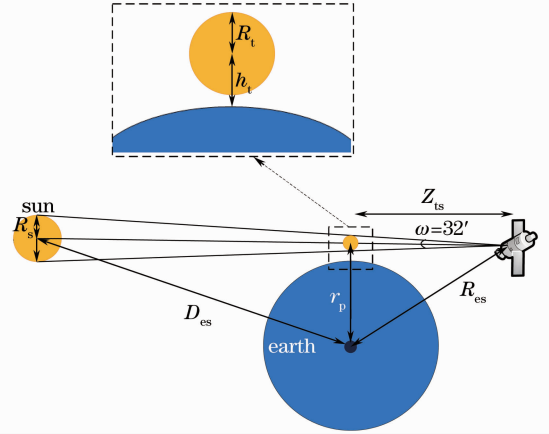


图 1 无大气折射时切点高度 h_t 处的太阳像面
Fig. 1 Solar geometry without refraction effect at height of tangent point h_t

1) 像面形状矩阵

切点 h_t 处的太阳像面半径 R_t 满足

$$R_t = Z_{ts} \times (R_s / D_{es}), \quad (1)$$

Z_{ts} 满足

$$Z_{ts} = \sqrt{R_{es}^2 - r_p^2}. \quad (2)$$

设中心切点 h_t 处为坐标原点,将半径 R_t 在垂直方向分成 n 等份,则其像面形状矩阵可表示为 $\mathbf{S}(x_i, y_i)$, 即有

$$\begin{aligned} x_i &= R_t \times i / n, \\ y_i &= \sqrt{R_t^2 - x_i^2}, \end{aligned} \quad (3)$$

式中 R_{ti} 为像面上任意点 (x_i, y_i) 对应的半径, (x_i, y_i) 为太阳像面上任意点处的位置坐标。

2) 太阳圆面的辐射强度分布

由于临边昏暗效应,太阳像面的辐射强度分布为

$$I(\theta) = I(0)[1 - \omega(1 - \cos \theta_\omega)], \quad (4)$$

式中 $I(0)$ 为像面中心位置处的辐射强度, θ_ω 为日面上被观测点的法线方向与视线方向之间的夹角,亦即该点离日面中心的角距离。 ω 为临边昏暗系数,这里为 0.6。根据坐标标定,太阳像面任意点处的辐射强度可表示为

$$B(x, y) = I(0) \times \left(1 - 0.6 \sqrt{\frac{x^2 + y^2}{R_t}}\right). \quad (5)$$

2.2 掩星状态

大气密度随高度增加呈指数衰减,太阳光线通过不同密度的大气层时,由于折射效应,光线逐渐改

变方向而向下弯曲，并且随着光线接近地面，这种弯曲越来越大。大气的这种折射效应，使透过大气层的太阳的像的形状发生畸变，且位置也发生改变，如图 2 所示。在大气层中，水分对近红外及可见光折射指数的影响基本可以忽略，光线弯曲角主要取决于大气密度梯度。大气密度在水平方向上的变化一般很小，可以忽略不计，因此光线弯曲角的大小主要取决于大气垂直密度梯度的大小。

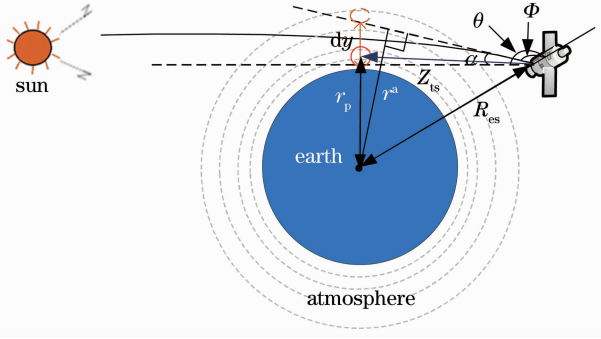


图 2 掩星状态下太阳几何光线示意图

Fig. 2 Solar geometry on occurrence of solar occultation

太阳光线经大气层过程中发生偏折，其路径示意图如图 2 所示， α 为光线弯曲角； θ 为太阳光线（无大气折射效应）与探测器和地心连线的夹角，称为几何入射角； Φ 为太阳到达探测器时的视光线与探测器和地心连线的夹角，称为实际入射角； r^a 为视光线近地点到地心的距离，称为碰撞半径，对应点的海拔高度称为碰撞高度。

由于特定区域大气折射指数随温度等因素变化很大，为了仿真的可行性，忽略大气湍流的影响，采用大气折射率指数模型^[15]，即 $N=315\exp(-0.136h)$ ，折射指数可表示为

$$\mu = \frac{315\exp(-0.136h)}{10^6} + 1. \quad (6)$$

在已知折射率垂直剖面的情况下，根据 Snell 折射定律：

$$\mu r \sin \theta = r_a, \quad (7)$$

式中 θ 为光线的入射角， r_a 为常数。对(7)式取对数得

$$\ln(\mu r \sin \theta) = \ln r_a, \quad (8)$$

对(8)式全微分后得到

$$\frac{d\mu}{\mu} + \frac{dr}{r} + \frac{\cos \theta}{\sin \theta} d\theta = 0, \quad (9)$$

也即

$$d\theta + \frac{dr}{r} \tan \theta = -\frac{d\mu}{\mu} \tan \theta, \quad (10)$$

由于微分弯曲角 $d\alpha$ 满足

$$d\alpha = d\theta + d\Psi = d\theta + \frac{dr}{r} \tan \theta, \quad (11)$$

式中 $d\Psi = \frac{dr}{r} \tan \theta$ ，由(10)式得到

$$d\alpha = -\frac{d\mu}{\mu} \tan \theta, \quad (12)$$

由于

$$\tan \theta = \frac{r\mu}{r\mu} \frac{\sin \theta}{\sqrt{r^2\mu^2 - r_a^2}} = \frac{r_a}{\sqrt{r^2\mu^2 - r_a^2}}, \quad (13)$$

故

$$d\alpha = r_a \frac{1}{\mu} \frac{d\mu r^a}{\sqrt{r^2\mu^2 - r_a^2}}. \quad (14)$$

当光线从大气层外穿越地球大气层传播时，令这条光线近地点的地心距离为 r_p ，光线以该切点两边对称，总的弯曲角为其 2 倍，于是弯曲角 α 可由阿贝尔积分公式得到：

$$\alpha(r_p) = 2r^a \int_{r_p}^{\infty} \frac{1}{\mu} \frac{d\mu r_a}{\sqrt{r^2\mu^2 - r_a^2}} \alpha = 2r^a \int_{r_p}^{\infty} \frac{1}{\mu} \times \frac{r^a - 42.84\exp[-0.136(r - R_e)]}{10^6 \sqrt{r^2\mu^2 - r_a^2}} dr, \quad (15)$$

在 $r = r_p$ 处， $\theta = 90^\circ$ ， $r_p\mu |_{r=r_p} = r^a$ ，于是：

$$\alpha(r_p) = 2r_p\mu |_{r=r_p} \int_{r_p}^{\infty} \frac{1}{\mu} \times \frac{r_p\mu |_{r=r_p} - 42.84\exp[-0.136(r - R_e)]}{10^6 \sqrt{\mu^2 r^2 - [r_p\mu |_{r=r_p}]^2}} dr. \quad (16)$$

式中 $r_p = h_i + R_e$ (R_e 为地球半径)。

根据(16)式，大气弯曲角与光线切点高度的关系如图 3 所示，从图中可以看出，大气折射率随海拔高度指数衰减，因此大气弯曲角随光线切点高度的减小呈指数增加。从图中可以看出光线最大弯曲角约为 1° 。

由于已知任意切点高度光线的大气弯曲角，通过图 2 的几何关系，可知太阳参考像面上任意位置点 y_i 经大气层发生折射后对应的位置 y_i' 可表示为

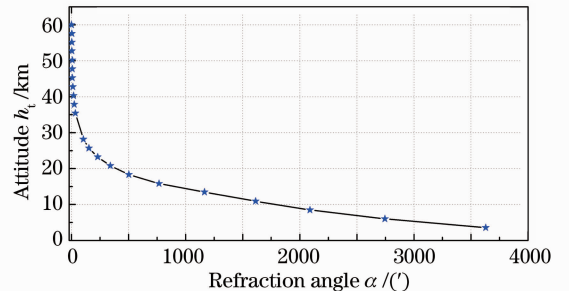


图 3 大气弯曲角与光线切点高度的关系

Fig. 3 Atmospheric bending angles α versus altitude h_i

$$y'_i = y_i + dy_i, \quad (17)$$

式中 dy_i 为大气折射效应引起的位置偏移量,且 dy_i 满足

$$dy_i = Z_{ts} \tan \alpha_{yi}, \quad (18)$$

式中 α_{yi} 为切点高度为 $h_t + y_i$ 处的光线大气弯曲角,其表达式为

$$\alpha_{yi} = 2(R_e + h_t + y_i) \mu \Big|_{r=R_e+h_t+y_i} \int_{h_t+y_i}^{\infty} \frac{1}{\mu} \frac{(R_e + h_t + y_i) \mu \Big|_{r=R_e+h_t+y_i} - 42.84 \exp[-0.136(r - R_e)]}{10^6 \sqrt{\mu^2 r^2 - [(R_e + h_t + y_i) \mu \Big|_{r=R_e+h_t+y_i}]^2}} dr. \quad (19)$$

1) 掩星状态下的太阳像面形状矩阵

经大气折射效应后太阳像面形状矩阵变为 $S'(x_i, y'_i)$, 即有

$$x_i = R_t \times i/n, \\ y'_i = y_i + dt_i = \sqrt{R_{ti}^2 - x_i^2} + Z_{ts} \tan \alpha_i. \quad (20)$$

2) 位置坐标

经大气折射效应后的太阳像面上端点及下端点对应海拔高度为

$$H_s = y'_s + h_t = y_s + dy_s + h_t, \\ H_x = y'_x + h_t = y_x + dy_x + h_t, \quad (21)$$

式中 $y_s + h_t, y_x + h_t$ 分别为不考虑大气折射效应下太阳像面上端点及下端点的海拔高度。

3) 太阳像面的辐射强度分布

太阳辐射强度由于大气吸收整体会变弱,但像面强度分布的整体规律不变,即经大气折射后其任意点的强度 $B'(x, y') = (1 - \eta)B(x, y)$, 其中 η 为大气消光系数,这里取 0.1。

2.3 云层遮挡下的太阳像面强度分布

在卫星运行过程中,由于大气中云层的存在,使星载探测器获得的太阳图像的部分位置会由于云层遮挡出现亮度突降的情况。因此为了更真实地反映掩星状态下的太阳像面情况,在仿真过程中,需要根据云层形状及类型建立云掩膜函数矩阵来仿真云层遮挡下的太阳像面。云的种类较多且形状复杂,在这里把云简化分成高层云(主要指极地平流层云)及低层云(对流层云)。极地平流层云水平范围很广,可以遮挡整个太阳像面,且云底无明显起伏。对流层云形状不规则,且体积较小,具有水平及垂直方向的运动。根据云层特点,建立了平流层云及对流层云掩膜形状矩阵 Z , 则遮挡后的太阳像面上任意一点的强度分布变为

$$B'(x, y') = \begin{cases} B(x, y)[1 - \delta(x, y)], & x, y \in Z \\ B(x, y), & x, y \notin Z \end{cases} \quad (22)$$

式中 δ 为云遮挡系数,取值范围为 $0 \sim 1$,其大小主要取决于云层种类及厚度。

3 算法流程

整个算法流程分为三大部分。首先根据轨道半径 R_{es} 及中心切点半径 r_p 建立无大气折射效应下的太阳像面形状及强度矩阵。如果中心切点高度大于 60 km, 则太阳像面情况不考虑大气折射效应的影响,直接输出;反之,进入掩星状态流程,输出大气折射效应后的太阳像面形状、强度及位置信息。若有云层遮挡,则进入有云层遮挡流程,输出相应云层遮挡下的太阳像面的强度分布图。

4 仿真结果及分析

以轨道高度为 600 km 的卫星作为算例进行了模拟实验。由图 3 可以看出在 60 km 以上切点位置,大气的折射效应基本可以忽略。因此文中假设发生掩星的大气层高度范围为 $5 \sim 60$ km。图 4 为仿真模拟得到的正切点高度 h_t 为 7、15、25、38、55 km 的太阳真实形状、位置及相应的掩星后的像面形状、位置;图 5 为仿真得到的与图 4 对应位置处的太阳强度分布图。由于大气折射率随海拔高度的

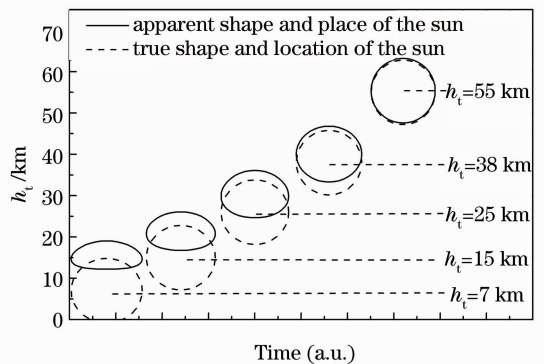


图 4 不同正切点高度太阳真实位置、形状及视位置及形状

Fig. 4 True locations, shapes and apparent places of sun at different tangent-point heights

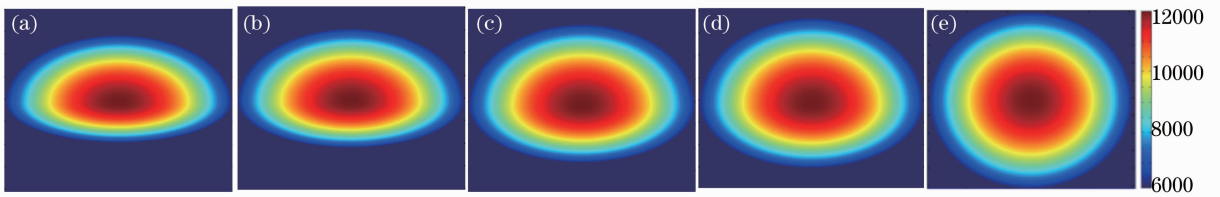


图 5 掩星状态不同正切点高度下的太阳强度分布图。(a) $h_t = 7$ km; (b) $h_t = 15$ km;
(c) $h_t = 25$ km; (d) $h_t = 38$ km; (e) $h_t = 55$ km

Fig. 5 Sun intensity distribution maps at different tangent-point heights on occurrence of solar occultation. (a) $h_t = 7$ km;
(b) $h_t = 15$ km; (c) $h_t = 25$ km; (d) $h_t = 38$ km; (e) $h_t = 55$ km

增加呈指数衰减,因此光线弯曲角也随切点高度增加迅速减小,即太阳下缘圆弧上每一点比上缘相应的点都要抬得高些,导致太阳像面形状为上宽下窄的扁圆形,图 4 及图 5 反映了随着正切点高度增加,太阳像面形状的变化过程。

由于在太阳掩星期间,光线可能会受云层遮挡,使观察到的太阳像面形状产生分块,即云层遮挡部位强度突降。根据建立的云掩膜函数矩阵 Z ,模拟

了云层遮挡下的太阳强度分布图。图 6(a)为仿真得到的对流层云遮挡、正切点位置为 10 km 处的太阳强度分布图;图 6(b), (c)为不同平流层云遮挡、正切点位置为 35 km 处的太阳强度分布图。

将文中仿真得到的结果与文献[16]中的卫星探测得到的实际太阳强度分布图进行了对比,仿真结果能较为真实地反映实际太阳强度分布情况。

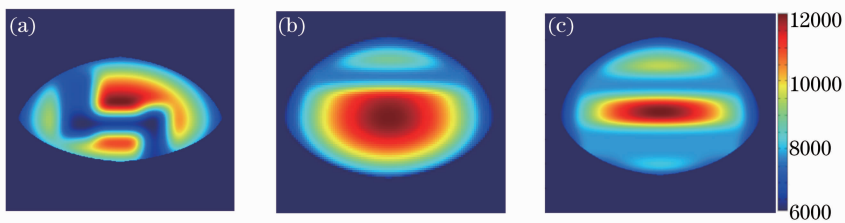


图 6 云层遮挡下的太阳强度分布图。(a)对流层云遮挡, $h_t = 10$ km; (b)单层平流层云遮挡,
 $h_t = 35$ km; (c)双层平流层云遮挡, $h_t = 35$ km

Fig. 6 Sun intensity distribution maps on occurrence of cloud covering. (a) Tropospheric cloud covering, $h_t = 10$ km;
(b) single stratosphere cloud covering, $h_t = 35$ km; (c) double stratosphere cloud covering, $h_t = 35$ km

5 结 论

通过理论分析,建立了掩星状态下太阳形状位置及强度的仿真模型,该模型能获得掩星状态下任意轨道,不同切点高度处的太阳的形状位置及强度分布。通过已知的卫星轨道参数及切点位置高度可以得到相应位置的太阳形状及强度分布。仿真结果表明,该模型能较为真实地反映掩星状态下,任意轨道位置、不同正切点处的太阳形状及强度的分布。利用此模型以卫星轨道高度 600 km 作为仿真算例,得到了正切点为 5~60 km 处的太阳形状及强度;同时仿真得到了不同云层遮挡下的太阳强度分布图。研究结果对应用于卫星姿态部件的测试标定、遥感技术及材料测量等领域,对实现能够较为真实地反映太阳形状及强度的太阳模拟器的研究具有

一定的指导意义。

参 考 文 献

- 1 Li Gang, Zhou Yanping. Design of solar simulator and earth simulator for satellite attitude simulation [J]. *Infrared Technology*, 2007, **29**(5): 283~287
李 刚, 周彦平. 卫星仿真测试用太阳模拟器和地球模拟器设计[J]. *红外技术*, 2007, **29**(5): 283~287
- 2 J. H. Yee, R. J. Vervack, R. De Majistre *et al.*. Atmospheric remote sensing using a combined extinctive and refractive stellar occultation technique 1. overview and proof-of-concept observations[J]. *J. Geophys. Res.*, 2002, **107**(D14, 4213): ACH1/15
- 3 R. DeMajistre, J. H. Yee. Atmospheric remote sensing using a combined extinctive and refractive stellar occultation technique 2. inversion method for extinction measurements[J]. *J. Geophys. Res.*, 2002, **107**(D15, 4260): ACH1/6
- 4 R. J. Vervack, J. H. Yee, J. F. Carbary *et al.*. Atmospheric remote sensing using a combined extinctive and refractive stellar occultation technique 3. inversion method for refraction

- measurements[J]. *Geophys. Res.*, 2002, **107**(D14, 4261); ACH1/7
- 5 J. M. Russell. Satellite solar occultation sounding of the middle atmosphere[J]. *Pure and Applied Geophysics*, 1980, **118**(1): 616~635
- 6 Liu Hongbo. Solar simulation technology [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2001, **9**(2): 179~181
刘洪波. 太阳模拟技术[J]. *光学精密工程*, 2001, **9**(2): 179~181
- 7 Chen Wenzhi, Jiang Lulin, Jiang Li *et al.*. Experimental research of spectral design of solar simulator[J]. *Acta Optica Sinica*, 2011, **31**(2): 0222002
陈文志, 蒋绿林, 姜黎等. 太阳模拟器的光谱设计实验研究[J]. *光学学报*, 2011, **31**(2): 0222002
- 8 Gao Yue, Zhang Guoyu, Zheng Ru *et al.*. Solar simulator irradiation uniformity based on optical integrator[J]. *Acta Optica Sinica*, 2012, **32**(6): 0623003
高越, 张国玉, 郑茹等. 光学积分器对太阳模拟器辐照均匀性的影响[J]. *光学学报*, 2012, **32**(6): 0623003
- 9 Qu Wenchao, Li Jianjun, Zheng Xiaobing *et al.*. Research on method of calibrating sun channels of sun radiometers[J]. *Acta Optica Sinica*, 2012, **32**(4): 0412004
翟文超, 李健军, 郑小兵等. 太阳辐射计直射通道实验室定标方法研究[J]. *光学学报*, 2012, **32**(4): 0412004
- 10 L. Gordley, J. Burton, B. T. Marshal *et al.*. High precision refraction measurements by solar imaging during occultation; results from SOFIE[J]. *Appl. Opt.*, 2009, **48**(25): 4814~4825
- 11 D. M. Ward, B. M. Herman. Refractive sounding by use of satellite solar occultation measurements including an assessment of its usefulness to the stratospheric aerosol and gas experiment program[J]. *Appl. Opt.*, 1998, **37**(36): 8306~8317
- 12 Ding Tianhuai, Zheng Zhimin. Principle experiments of micro-digital sun-sensor [J]. *J. Tsinghua Univeristy. (Sci. & Tech.)*, 2005, **45**(2): 177~181
丁天怀, 郑志敏. 微型数字式太阳传感器的原理实验[J]. *清华大学学报(自然科学版)*, 2005, **45**(2): 177~181
- 13 Ren Jianyue, Su Keqiang, Wang Bing *et al.*. Development of vacuum application solar simulation Xe flash-lamp array [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2010, **18**(8): 1699~1706
任建岳, 苏克强, 王兵等. 真空应用太阳模拟灯及其灯阵的研制[J]. *光学精密工程*, 2010, **18**(8): 1699~1706
- 14 Wang Zhiming, Gong Zhenbang, Wei Guangpu *et al.*. Solar simulation technique for solar cell measurement[J]. *Optics and Precision Engineering*, 2009, **17**(7): 1542~1547
王志明, 龚振邦, 魏光谱等. 用于太阳电池测试的太阳模拟技术[J]. *光学精密工程*, 2009, **17**(7): 1542~1547
- 15 B. R. Bean, G. D. Thayer. Models of the atmospheric radio refractive index[J]. *Proceedings of the IRE*, 1959, **47**(5): 740~755
- 16 J. Dodion, D. Fussen, F. Vanhellefont *et al.*. Cloud detection in the upper troposphere-lower stratosphere region via ACE imagers: a qualitative study [J]. *J. Geophys. Res.*, 2007, **112**(D03208): 1~7

栏目编辑: 王晓琰