

COSMIC 电离层光度计观测数据反演峰值电子密度的算法与结果

江芳, 付利平, 王咏梅

中国科学院国家空间科学中心, 北京 100190

摘要 利用COSMIC小型电离层光度计测量的135.6 nm夜气辉辐射强度数据,反演得到峰值电子密度,并与地基垂测仪的观测结果进行比对。结果表明,受到来自130.4 nm波段和长波(近紫外至可见)波段杂散光的影响,电离层光度计测得的135.6 nm夜气辉辐射强度数据须进行带外杂散光修正,修正后的数据反演得到的峰值电子与垂测仪观测结果有较好一致性。

关键词 电离层光度计;夜气辉;辐射强度;地面垂测仪

在20世纪60年代末期,陆续有学者发现夜空中的紫外辐射与电离层有密切的关系,继而有人提出用夜气辉辐射观测电离层F层电子浓度梯度的方法,其中研究的较多的是氧原子的135.6 nm夜气辉辐射^[1-3]。夜间氧原子的135.6 nm气辉辐射主要由O⁺与电子的辐射复合过程产生,其强度可用来研究电离层变化^[4-5]。目前,利用135.6 nm气辉辐射探测电子浓度的仪器主要来自中国台湾地区福卫三号卫星(FORMOSAT-3/COSMIC)携带的小型电离层光度计TIP^[6-7]和美国热层、电离层及中层的能量与动力学卫星TIMED(Thermosphere Ionosphere Mesosphere Energy and Dynamics)携带的全球紫外光谱仪GUVI(Global Ultra-violet imager)^[8]。De Maistre等^[8]用GUVI获取的135.6 nm临边辐射强度来反演夜间电子浓度剖面。中国在风云三号卫星上也即将搭载一种小型、高灵敏度的电离层光度计,该仪器测量夜间135.6 nm波段的气辉辐射,实现电离层状态监测。为更好地研究135.6 nm气辉辐射强度和电离层电子浓度之间的关系,中国学者已经开展了相关的反演算法及气辉氧原子的135.6 nm激发模型研究,江芳等^[9]对氧

原子135.6 nm辉光模型的建立进行了详细介绍。

本文利用COSMIC电离层数据反演得到峰值电子密度,并与时空匹配的地面垂测仪产品进行比较。

1 COSMIC 电离层光度计数据源

中国台湾地区于2006年4月15日在美国西海岸加州范登堡空军基地(Vandenberg Air Force Base, VAFB)陆续发射福卫三号6颗低轨道微卫星^[10]。初期卫星轨道高度距地面512 km,之后陆续抵达距地表上空为800 km的任务轨道高度,观测范围涵盖全球大气层与电离层。6颗微卫星各自拥有自己的绕地轨道,其轨道间隔经度约30°,每100 min绕地球一圈,轨道倾角为72°,该卫星携带的小型电离层光度计,测量卫星正下方的电离层中氧离子(O⁺)与电子(e⁻)辐射再结合产生能级跃迁时所释放出来的135.6 nm大气辉光辐射强度,经反演后可获得高空解析度(视角为3.8°)的电离层峰值电子密度。135.6 nm辉光辐射强度可从美国大气研究大学联盟数据处理中心COSMIC数据分析与档案中

收稿日期:2017-05-20;修回日期:2017-10-24

基金项目:国家自然科学基金项目(41005013)

作者简介:江芳,副研究员,研究方向为中高层大气光学遥感技术,电子信箱:jiangf@nssc.ac.cn

引用格式:江芳,付利平,王咏梅. COSMIC电离层光度计观测数据反演峰值电子密度的算法与结果[J]. 科技导报, 2018, 36(5): 85-91; doi: 10.3981/j.

issn.1000-7857.2018.05.010

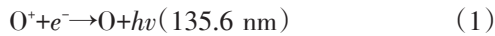
心 (COSMIC Data Analysis and Archival Center, CDAAC) 上获取^[11]。

2 电离层峰值电子密度反演算法

Rajesh 等^[12]通过测量天底 135.6 nm 夜气辉辐射强度反演 F 层峰值电子密度的算法。基于 135.6 nm 夜气辉辐射强度正比于电子密度的平方, F 层峰值电子密度与 135.6 nm 夜气辉辐射强度的相关性被称为“转换因子”的参数表示, 并且通过计算不同太阳活动周期以及不同地方时、季节的转换因子, 根据测量的 135.6 nm 夜气辉辐射强度, 就可以反演得到相应的 F 层峰值电子密度。“转换因子”的计算需要建立能定量描述电离层电子浓度与夜气辉氧原子 135.6 nm 辐射强度关系的模型。在 Rajesh 的算法中, 135.6 nm 夜气辉辐射强度仅考虑了该波段辉光辐射生成机制体发射率的计算, 而没有考虑 135.6 nm 辐射在传输过程中的散射和吸收过程。研究表明^[9], 135.6 nm 在辐射传输过程中, 除了会被氧气分子吸收一部分, 也会被大气中的氧原子散射。

2.1 辉光模型

Dymond 等^[13]认为, 夜间电离层的 OI 135.6 nm 气辉辐射主要由 O⁺与电子的辐射复合过程产生, 另外很小一部分来自 O⁺与 O 的中性复合:



式中, O^{*}表示激发态 O(⁵S), 发生能级跃迁 O(⁵S) → O(³P)的同时释放 135.6 nm 谱线。

包括辐射复合及中性复合激发机制的 135.6 nm 体发射率可由下式给出:

$$\varepsilon_0(z) = \frac{\gamma k_1 k_2 \beta n_0(z) n_e(z) n_{\text{O}^+}(z)}{k_2 n_0(z) + k_3 n_{\text{O}^+}(z)} + \gamma \alpha n_e(z) n_{\text{O}^+}(z) \quad (3)$$

式中, ε_0 为 135.6 nm 体发射率, cm^{-3} ; γ 为 135.6 nm 与 135.8 nm 的谱线比, 对于 135.6 nm 及 135.8 nm 波段分别为 0.791、0.209; k_1 、 k_2 、 k_3 为反应系数, 分别为 1.3×10^{-15} 、 1.5×10^{-7} 、 $1.4 \times 10^{-10} \text{ cm}^3/\text{s}$, β 为辐射复合率, 其值为 0.54, $n_0(z)$ 、 $n_e(z)$ 、 $n_{\text{O}^+}(z)$ 分别表示氧原子、电子及氧离子的数密度, cm^{-3} ; α 是辐射复合率, cm^3/s , 由下式给出:

$$\alpha = 7.5 \times 10^{-13} (1160/T_e)^{-1/2} \quad (4)$$

式中, T_e 为电子温标, K^[15]。

大气中的氧原子会使辐射产生多次散射现象, 若考虑多次散射的辐射传输, 那么某一高度的体发射率

还应该包括来自其他高度的辐射经过大气散射后传输到这一高度的贡献, 即其体发射率可表示为

$$\varepsilon(z) = \varepsilon_0(z) + n_0(z) \sigma \int_{z_{\min}}^{z_{\max}} \varepsilon(z') H(|\tau(z) - \tau(z')|, |t(z) - t(z')|) dz' \quad (5)$$

式中, σ 为散射截面, cm^2 ; 135.6 nm 及 135.8 nm 波段对应的值分别为 2.499×10^{-18} 和 1.242×10^{-18} ^[14], 由于 150 km 高度以上大气的中性成分几乎全部为氧原子, 因此仅考虑氧原子散射截面; τ 为垂直共振散射光学厚度, t 为垂直净吸收光学厚度, H 为 Holstein 方程^[15], τ 和 t 可分别表示为

$$\tau(z) = \sigma \int_z^{+\infty} n_0(z') dz' \quad (6)$$

$$t(z) = \sigma_{\text{O}_2}^{\text{abs}} \int_z^{+\infty} n_{\text{O}_2}(z') dz' \quad (7)$$

式中, $\sigma_{\text{O}_2}^{\text{abs}}$ 为氧分子的吸收截面, cm^2 ; 对于 135.6 nm 及 135.8 nm 分别为 7.6×10^{-18} 、 8.0×10^{-18} 。

H 可表示为

$$H(\tau, t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-2x^2} E_1(\tau e^{-x^2} + t) dx \quad (8)$$

式中, x 为用多普勒单位表示的频率, e^{-2x^2} 为多普勒谱线加宽的高斯形态表达式; E_1 是对数积分的第一种形态, 表达式如下:

$$E_1(z) = \int_1^{+\infty} \frac{e^{-zy}}{y} dy = -Ei(-z) \quad (9)$$

式中 $z = \tau e^{-x^2} + t > 0$, $E_1(z) = \int_{-\infty}^z \frac{e^{-\mu}}{\mu} d\mu = \gamma + \ln(-z) + \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{z^k}{k!k}$,

这里的 γ 为欧拉常数。展开后的式(8)可写为

$$H(\tau, t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-2x^2} \left(-\gamma - \ln(\tau e^{-x^2} + t) - \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{(-z)^k}{k!k} \right) dx \quad (10)$$

将式(10)代入式(5), 对式(5)采用迭代法求解: 首先假设 $\varepsilon(z') = \varepsilon_0(z')$ 作为初估值代入式中, 可以求得发射率的一次解, 再将该值代入方程, 得到新的体发射率值, 以此类推, 直到体发射率的变化小于 0.01%, 迭代结束。

仪器探测的气辉辐射强度为体发射率沿视场路径的积分, 考虑了多次散射及大气吸收的辐射传输过程, 天底方向探测的辐射强度可表示为

$$I_{135.6} = 10^{-6} \sum \int_0^{+\infty} T \left(\left| \tau(z(s)) - \tau^s(z(s=0)) \right|, \left| t(Z(s)) - t^s(z(s=0)) \right| \right) \varepsilon(z(s)) ds \quad (11)$$

式中, Σ 表示 135.6 nm 与 135.8 nm 两个发射线的和, s 指视线位置, T 表示某点的发射率到探测器处得传递函

数,可表示为

$$T(\tau, t) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \exp(-\tau e^{-x^2} + t) dx \quad (12)$$

模式中所用的中性大气成分的浓度剖面来自 MSIS-86 模式^[16], 离子和电子的浓度剖面来自 IRI-2000 电离层模式^[17]。

2.2 转换因子计算

由于 135.6 nm 气辉主要贡献来自于辐射再结合反应, 而中和反应贡献较少, 若不考虑中和辐射的贡献, 文中的式(3)可简化为

$$\varepsilon_0(z) = \gamma \alpha n_e(z) n_0 + (z) \quad (13)$$

假设电离层 F 层呈电中性, 即 $ne(z) \approx n_0 + (z)$, 故式(13)可写成

$$\varepsilon_0(z) \approx \gamma \alpha n_e(z)^2 \quad (14)$$

在实际的天底探测中, 电离层气辉光度计测量的是天底方向 135.6 nm 的总辐射, 为此需要对垂直路径进行积分, 即测量的夜气辉 135.6 nm 的辐射强度为

$$4\pi I \approx 10^{-6} \int_0^{z_{\text{sat}}} \gamma \alpha_{1356} n_e(z) n_e(z) dz \quad (15)$$

式中, z_{sat} 为卫星高度。

若式(15)中电子浓度随高度的分布用 Chapman 函数^[18]表示, 则可简化为

$$4\pi I = K_1 (N_m F_2)^2 H_{km} \quad (16)$$

H_{km} 为电离层等离子体标高(单位 km), K_1 为和光化反应速率系数有关的常数^[19]。

由式(16)可知, 135.6 nm 的夜气辉辐射强度与 $N_m F_2$ (电离层峰值电子密度)平方呈正比, 若测得 135.6 nm 的夜气辉辐射强度, 即可反演 $N_m F_2$ 。

把全球经纬度分为经度 5° 和纬度 2.5° 的网格, 利用本文 2.1 节建立的辉光模型, 模拟每格点的 135.6 nm 气辉的辐射强度, 将每个格点的 135.6 nm 气辉辐射强度分别与 $N_m F_2$ 平方拟合(图 1), 以 2006 年 9 月 1 日 23:00 的模拟为例, 图 1 中给出了 135.6 nm 辐射强度与 $N_m F_2$ 的回归直线, 将该回归直线的斜率作为 135.6 nm 辐射强度与 $N_m F_2$ 的转换因子, 然后将各格点的 135.6 nm 辐射强度利用 $N_m F_2$ 的转换因子, 得到与图 1 相同时刻下 $N_m F_2$ 反演值随经纬度的分布, 如图 2 所示。

根据上述计算转换因子的方法, 可获得适用于不同地方时、季节和太阳活动周期的转换因子, 制作成查算表, 在对实际探测资料处理时, 查找与观测资料相对应的转换因子, 即可反演得到相应的 $N_m F_2$ 值。

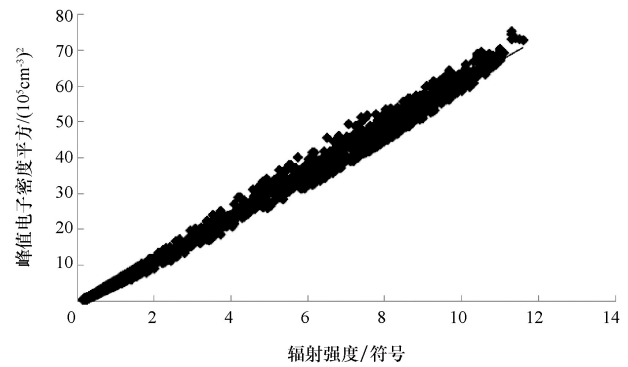


图 1 135.6 nm 辐射强度分别与峰值电子密度平方的拟合关系

Fig. 1 Linear relationship between the square of $N_m F_2$ with the OI 135.6 nm intensity

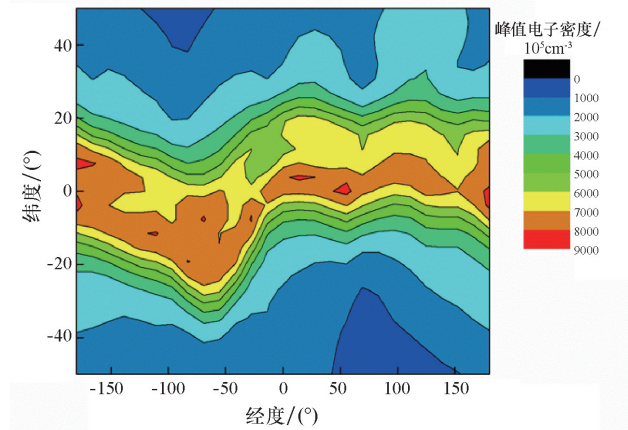


图 2 $N_m F_2$ 的反演值随经纬度分布

Fig. 2 Retrieval values of $N_m F_2$ with longitude and latitude

根据辉光模型模拟 2006 年不同月份、不同地方时的 OI 135.6 nm 夜气辉辐射强度, 利用上述转换因子计算方法得到 2006 年 7 月至 12 月夜间不同地方时的 135.6 nm 夜气辉辐射强度与电离层峰值电子密度平方之间的转换因子(图 3)可见转换因子随季节变而出现在的地方时变化较为平缓, 在临近早晨时值较低。

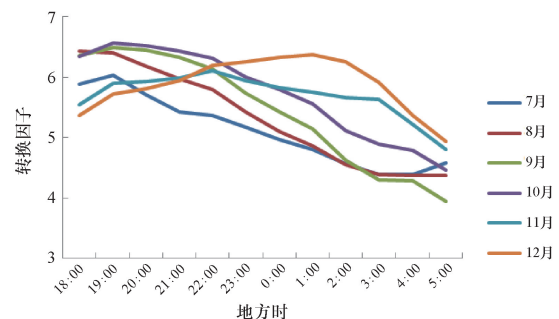


图 3 不同月份的转换因子随地方时的变化

Fig. 3 Local time variation of conversion factor at different months

3 反演结果分析与比对

利用上述方法对 Cosmic 光度计的观测数据进行峰值电子密度的反演,进行单位转换后与地面垂测仪的产品进行比对。本文选择罗威尔全球数字测高仪系统 (Lowell Digisonde International, LDI) 所测量的临界频率经单位转化后的峰值电子密度值与 Cosmic 光度计反演的峰值电子密度进行比较,其资料来源于 <http://digisonde.com/stationlist.html>。比较前两者须进行时空匹配,在保证卫星过台站的距离尽可能小又能保证取得足够数量空间匹配样本的条件下,选取星下点与台站的空间匹配条件:纬度不超过 0.5° ,经度不超过 2.5° 。从满足空间匹配的地面站观测数据中挑选出与卫星过顶时刻不超过 15 min 的临界频率值。

选取 Cosmic 光度计 05 星 7—9 月的数据,与全球 LDI 地面垂测仪进行时空匹配后,将卫星反演的峰值电子密度与地面垂测仪的产品进行比较。对卫星测量的辐射强度直接反演取得的峰值电子密度与地基的比较结果并不理想。

根据 Scott Budzien^[20]可知, Cosmic 光度计的滤波器并不能完全将波长为 130.4 nm 的夜气辉辐射滤除,根据仪器参数可知,所测得的辐射强度中除了 135.6 nm 波长的辐射外,还残留约 20% 的波长为 130.4 nm 的辐射,以及少量长波杂散光。根据不同地方时、季节以及太阳活动周期等情况下大气成分比例不同,可以用理论模型求出特定条件下的 130.4 nm 和 135.6 nm 两条谱线的辐射强度比值,而条件相似情况下,130.4 nm 与 135.6 nm 的谱线比几乎不变。所以,求出对应条件下的谱线比之后就可以将卫星所测数据中 20% 的 130.4 nm 波长的辐射强度误差去除。而长波杂散光主要是由

于光电倍增管的碘化铯光阴极在长波波段的截止不完全引起,其强度除了与探测器本身的量子效率相关,还取决于卫星所经路径的城市灯光、月光等光源强度^[21]去其影响非常困难。本文分析了 2006 年 Cosmic 光度计 05 星全年的卫星测量数据后,决定将长波杂散光误差按照近似占 135.6 nm 夜气辉辐射强度的 20% 处理,所反演得到的峰值电子密度值与相对应的地基最为接近。

将 2006 年 7 月 Cosmic 光度计 05 星的卫星数据与地面垂测仪进行时空匹配,由于卫星与地面站满足空间匹配的点是若干连续星下点轨迹,因此符合时空匹配条件的每个台站的一个临界频率值对应的是若干卫星数据的反演值。

修正前后的卫星数据反演得到的峰值电子密度值转化成临界频率后与时空匹配的地面站垂测仪产品如图 4 所示,其中方块连线表示修正前的卫星反演结果,圆形连线表示修正后的卫星反演结果,三角形表示地面垂测仪的结果。可见在大多情况下,进行带外杂散光去除后的卫星反演结果与地面垂测仪的有较大提高,如 7 月 15 日的 Learmonth Australia 站、7 月 20 日的 Port Stanley Falkland Islands 站、7 月 21 日和 22 日的 Saoluisbrazil 站、7 月 25 日和 26 日的 Madimbo South Africa 站、7 月 27 日的 Learmonth Australia 站、7 月 28 日的 Ascension Island 站和 Learmonth Australia 站。本文中姑且认为这些经数据修正后反演值更接近垂测仪测量值的站次为有效站次。另外还有 3 个站次在经过数据修正后的反演误差较修正前的大,如 21 日 Learmonth Australia 站,27 日和 28 日的 Saoluisbrazil 站。有两种可能性,一是这些站次的带外杂散光所占比例与现采用的扣除方法相差甚远,尤其是对于随卫星位置不同而比例数

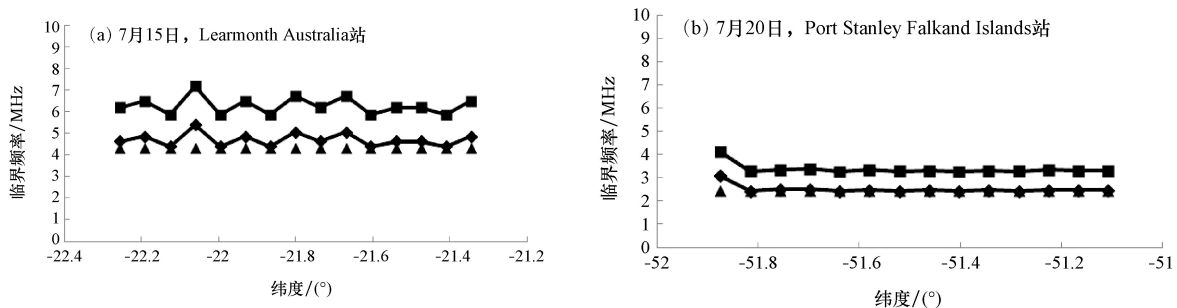
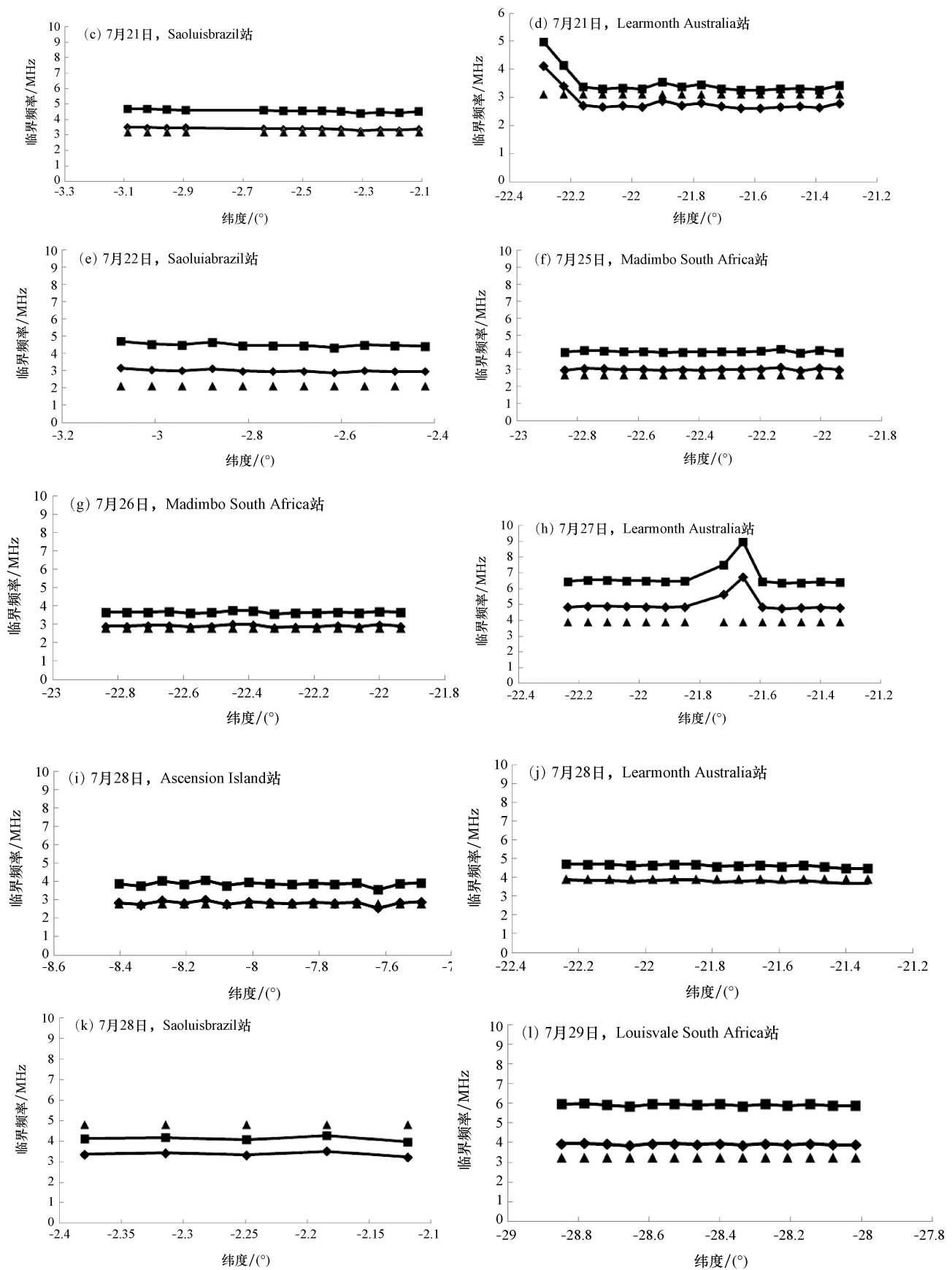


图4 修正前后的卫星数据反演得到的峰值电子密度值转化成临界频率后与时空匹配的地面站垂测仪比较

Fig. 4 Comparison of the ionosonde results with the peak electron density retrieved from the satellite data both the revised and the not revised data



续图4 修正前后的卫星数据反演得到的峰值电子密度值转化成临界频率后与时空匹配的地面站垂测仪比较
Fig. 4 Comparison of the ionosonde results with the peak electron density retrieved from the satellite data both the revised and the not revised data (continued)

不同的长波杂散光。另一种可能就是该站次的地面垂测仪自身问题。

将上述有效站次的每个站点对应的若干卫星反演值求平均,与垂测仪的进行比较(图5),图5中短虚线为修正前卫星反演结果,实线为修正后卫星反演结果,长虚线为垂测仪产品所示。由图5可见,修正后的卫星反演值比修正前的值更加接近地面垂测仪的实测值,修正后反演值的平均误差为7.2%,修正前反演值的平均误差为46.3%,修正后反演精度提高了39.1%。

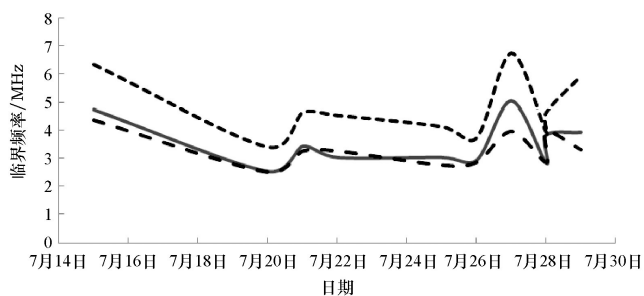


图5 有效站次的卫星数据反演值与垂测仪产品的比较

Fig. 5 Effective retrieved results from the satellite and the ionosonde

4 结论

介绍了夜间 135.6 nm 辐射强度反演峰值电子密度的反演算法,并用该方法对 COSMIC 光度计的实测辐射强度数据进行反演。研究表明,由于仪器自身对带外杂散光截止的不够干净,故实测的辐射强度值受到带外杂散光的影响比较大,本文通过理论模式估算并对带外杂散光进行了扣除,并对修正后的数据进行了反演。结果表明,修正后反演值的平均误差为7.2%,修正前反演值的平均误差为46.3%,修正后反演精度提高了39.1%。本文主要是利用 COSMIC 的数据进行研究,文中对 130.4 nm 杂散光的修正可以根据物理模型修正,该方法对其他卫星探测也是适用的,与卫星高度及采样地方时关联不大。对于长波杂散光的修正,是基于一种统计算法,与仪器本身参数相关性很强,而长波杂散光误差与探测器本身及卫星所经路径的城市灯光,月光等光源强度相关,因此该方法是否适用于其他卫星还需要进行进一步研究。

参考文献 (References)

- [1] Chra S, Reed E I, Meier R R, et al. Remote sensing of the ionospheric F layer by use of OI 6300-Å and O I 1356-Å observations[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1975, 80(16): 2327-2332.
- [2] Tinsley B A, Bittencourt J A. Determination of F region height and peak electron density at night using airglow emissions from atomic oxygen[J]. *Journal Geophysics Research*, 1991, 80(16): 2333-2337.
- [3] Meier R R. Ultraviolet spectroscopy and remote sensing of the upper atmosphere[J]. *Space Science Reviews*, 1991, 58(1): 1-185.
- [4] Dymond K F, Thonnard S E, McCoy R P, et al. A technique for determining F region electron densities using optical measurements of recombination radiation[J]. *Proceedings of the Ionospheric Effects Symposium*, 1996, 316-353.
- [5] Dymond K F, Thonnard S E, McCoy R P, et al. An optical remote sensing technique for determining nighttime F region[J]. *Radio Science*, 1997, 32(5): 1985-1996.
- [6] Dymond K F, Budzen S A, Coker C, et al. The Tiny Ionospheric Photometer (TIP) on the constellation observing system for meteorology, ionosphere, and climate (COSMIC/FORMOSAT-3)[J]. *Journal of Geophysics Research of Space Physics*, 2016, 121: 10614-10622.
- [7] Coker C, Dymond K F, Budzien SA, et al. Observations of the ionosphere using the Tiny Ionospheric Phtometer[J]. *Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences*, 2009, 20, Doi: 10.3319/TAO.2008.01.18.02(F3C).
- [8] DeMajistre R, Paxton L J, Morrison D, et al. Retrievals of nighttime electron density from Thermosphere Ionosphere Mesosphere Energetics and Dynamics (TIMMED) mission Global Ultraviolet Imager (GUVI) measurements[J]. *Journal of Geophysics Research of Space Physics*, 2001, 109: A5.
- [9] 江芳, 毛田, 李小银, 等. 利用 OI135.6 nm 夜气辉辐射探测电离层峰值电子密度及电子总含量的研究[J]. *地球物理学报*, 2014, 57(11): 3679-3687.
Jiang Fang, Mao Tian, Li Xiaoyin, et al. The research on N_mF_2 and TEC derived from nighttime OI 135.6 nm emission measurement[J]. *Chinese Journal of Geophysics*, 2014, 57(11): 3679-3687.
- [10] Tsai L C, Liu C H, Hsiao T Y. Profiling of Ionospheric Electron Density Based on FormoSat-3/COSMIC Data: Results from the Intense Observation Period Experiment[J]. *Terrestrial Atmospheric & Oceanic Sciences*, 2009, 20(1): 181-191.
- [11] 徐美兰. 电离层 1356 埃大气辉光之研究[D]. 台湾桃园: 中央

- 大学, 2008.
- Xu Meilan. The research of 1356A atmospheric airglow at ionospheric[D]. Taoyuan: Central University, 2008.
- [12] Rajesh P K, Liu J Y, Hsu M L, et al. Ionospheric electron content and NmF2 from nighttime OI 135.6 nm intensity[J]. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 2011, 116 (A2): 1-11.
- [13] Dymond K F, Thomas R J. A technique for using measured ionospheric density gradients and GPS occultations for inferring the nighttime ionospheric electron density[J]. *Radio Science*, 2016, 36(5): 1141-1148.
- [14] Meier R R. Ultraviolet spectroscopy and remote sensing of the upper atmosphere[J]. *Space Science Reviews*, 1991, 58: 1-185.
- [15] Strickland D J, Donahue T M. Excitation and radiative transport of OI 1304A resonance radiation: The dayglow[J]. *Planetary and Space Science*, 1970, 18(5): 661-689.
- [16] Hedin A E. MISIS-86 thermospheric model[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1987, 92(A5): 4619-4664.
- [17] Bilitza D. International reference ionosphere[R]. 1990 NSSDC WDC-A-RAS, 90-20. Greenbelt, MD: National Space Science Data Center, 1990.
- [18] Chamberlain J W, Smoluchowski R. Theory of planetary atmospheres: An introduction to their physics and chemistry (Int. Geophysics Series, Vol 22)[J]. *Physics Today*, 1978, 68(51): 126-126.
- [19] Budzien S, C hua D, Coker C, et al. Evolved Tiny Ionospheric Photometer (ETIP): A sensor for ionospheric specification 2010 Decadal Strategy for Solar and Space Physics[M]. Washington, DC: National Academies Press, 2010.
- [20] Budzien S, Dymond K, Coker C, et al. Tiny Ionospheric Photometers on FORMOSAT-3/COSMIC: on-orbit performance [C]// SPIE Optical Engineering Applications. International Society for Optics and Photonics, 2009.
- [21] Dymond K F, Budzien S A, Chua D, et al. Tomographic Reconstruction of the Low-latitude Nighttime Electron Density Using COSMIC/FORMOSAT-3 Radio Occultation and UV Photometer Data[J]. *Terrestrial Atmospheric & Oceanic Sciences*, 2009, 20(1): 215-226.

Retrieval algorithm and results from the COSMIC tiny ionospheric photometer measurement

JIANG Fang, FU Liping, WANG Yongmei

National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

Abstract The peak electron density of the 135.6 nm nightglow radiation data by COSMIC tiny ionospheric photometer measurement is retrieved. The peak electron density values from the tiny ionospheric photometer and the ionosonde observation are compared. The results show that the 135.6 nm nightglow radiative intensity values must be revised to suppress the influences of the 130.4 nm band and the near ultraviolet upto visible wavelength radiation. The retrieval results from the revised data have good consistency.

Keywords ionospheric photometer; nightglow; radiative intensity; ground-based ionosonde ●



(责任编辑 田恬)