

钟美,皮波,余勇,等. FY-3B TOU 与 Aura OMI 卫星臭氧总量产品的比对分析[J]. 气象研究与应用,2021,42(2):29-34.

Zhong Mei, Pi Bo, She Yong, et al. Comparative analysis of total ozone products between FY-3B TOU and Aura OMI satellite [J].

Journal of Meteorological Research and Application, 2021, 42(2): 29-34.

# FY-3B TOU 与 Aura OMI 卫星臭氧总量产品的比对分析

钟美<sup>1</sup>, 皮波<sup>2</sup>, 余勇<sup>3</sup>, 郑向东<sup>4</sup>

(1.重庆市气象信息与技术保障中心, 重庆 401147; 2.民航重庆空管分局, 重庆 401120;

3.成都信息工程大学, 成都 610225; 4.中国气象科学研究院, 北京 100081)

**摘要:** 通过 FY-3B TOU 与 Aura OMI 卫星臭氧总量产品的比对分析, 检验 FY-3B TOU 臭氧总量产品的适用性。结果显示, 两者的相对偏差(RD)在赤道、南北半球中纬度大部分地区为 2%~4%, 而在南北极区扩到 4%~6%和 8%~10%, 从赤道到两极 RD 随纬度升高而增大; 除南北极区外, 其余地区 RD 月平均值均呈现出明显的季节变化特征, 尤其南半球中纬度地区的季节特征更为显著; 赤道地区 RD 值随卫星臭氧总量的变化波动较小, 基本稳定在 0.1%~2.9%, 其余地区仅卫星臭氧总量在 230~500DU 之间时, RD 才出现相对稳定的波动, 可见除赤道地区外 RD 在不同区域对卫星臭氧总量值有一定程度的依赖性; 南北极区太阳天顶角(SZA)在 45°~65°期间, RD 随 SZA 增大均呈正的下降趋势, 在 70°~80°之间均呈现小幅度的回升, 总体来看, TOU 臭氧总量 RD 值受 SZA 变化情况并不明显。

**关键词:** FY-3B TOU; Aura-OMI; OMTO3e; 臭氧总量; 相对偏差 RD; 时空分布

**中图分类号:** P412.27

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.2.06

**OSID:**



## 引言

臭氧是大气中非常重要的痕量气体之一<sup>[1]</sup>, 平流层含有大气中 90% 的臭氧, 其强烈吸收对生物有害的紫外线辐射, 保护地球生物圈的进化与发展, 并直接影响大气辐射的收支平衡, 从而对地球大气环流和气候变化有着非常重要的影响<sup>[2-3]</sup>。

臭氧观测方式有地基观测和卫星遥感监测(简称星基观测)两种不同方式, 由于地基观测易受天气、地形、仪器状况等因素影响, 而无法获取覆盖全球的大气臭氧含量, 所以地基观测对全球大气臭氧变化研究工作的开展存在一定局限性<sup>[4-6]</sup>。星基观测可以弥补地基观测的局限性, 它具有覆盖面积广、周期观测能力强、空间时间连续性好等优势, 且不受恶劣天气及地形条件的影响<sup>[7-9]</sup>。因此, 为了对全球平流层臭氧损耗的可靠评估, 星基观测已成为精准分析全球臭氧时空变化的重要手段<sup>[10]</sup>。

FY-3B 卫星是我国新一代极轨气象卫星<sup>[11]</sup>, 它

所携带的紫外臭氧总量探测器(Total Ozone Unit: TOU)是我国自主研发并专门用于获取大气臭氧总量产品的星载仪器<sup>[12]</sup>, 该臭氧探测仪器已经实现业务化运行, 并在 2011 年北极臭氧损耗等重大事件监测中得到应用<sup>[13]</sup>。目前, 利用地基观测数据验证 TOU 臭氧总量产品精度的研究工作已经有很多<sup>[14]</sup>, 然而, 利用卫星遥感观测数据对连续时间序列 TOU 测值的验证并不多。

Aura-OMI 的 OMTO3e 是目前各界常用的卫星臭氧总量产品, 该产品是居于多国卫星数据以 TOMS V8.0 算法为基础进行反演的, 而 FY-3B TOU 反演臭氧总量算法是基于通道开发, 其工作原理与 TOMS V8.0 基本类似<sup>[15]</sup>。因此, 本文选择与 FY-3B TOU 反演算法相似的 OMTO3e 臭氧总量产品, 通过对两者反演臭氧总量产品的空间分布特征、时间变化规律、其他影响因素的对比分析和研究, 来进一步检验 FY-3B TOU 反演臭氧总量产品的精度水平。

收稿日期: 2021-05-09

基金项目: “基于气象+大数据平台环境的重庆及周边省份雷达数据共享方法实现”(QNJJ-202105)

作者简介: 钟美(1989—), 女, 四川人, 硕士, 助理工程师, 主要从事气象信息技术工作。E-mail: 1055208211@qq.com

## 1 数据和分析方法

### 1.1 数据来源

#### (1) FY-3B TOU 及其臭氧总量产品资料

FY-3B 卫星其轨道高度为 836km, 轨道倾角为  $98.75^\circ$ , 降交地方时为北京时间 10:00—10:20, 升交地方时为 13:40—14:00。其紫外臭氧总量探测器 (TOU) 是我国首次自主研发的第一台臭氧总量探测器, 并于 2010 年 11 月 5 日成功发射升空<sup>[16]</sup>。FY-3B TOU 是采用固定光栅、狭缝阵列式的单光栅光谱仪<sup>[17]</sup>, 其主要科学目标是探测全球臭氧总量的分布, 为气候和环境监测提供可靠的臭氧分布参数。

研究使用的是 FY-3B TOU 臭氧总量日产品 (全球等经纬度投影), 空间分辨率达到  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ , 存储格式为 HDF, 时间是 2010 年 11 月 11 日至 2016 年 12 月 31 日。

#### (2) Aura-OMI 及其臭氧总量产品资料

卫星臭氧总量数据除了来源于我国 FY-3B 卫星数据, 还来源于国际同期在轨的 EOS-Aura 卫星上的 OMI 传感器数据。EOS-Aura 卫星于 2004 年 7 月 15 日在美国上空成功发射, 是一颗由多国共同研制的近极地、太阳同步科学探测卫星, 其轨道高度为 705Km, 约在当地时间 13:45 过境。其中臭氧检测仪 (OMI, Ozone Monitor Instrument) 由荷兰和芬兰与 NASA 合作制造, 是继全球臭氧监测实验 (GOME, Global Ozone Monitoring Experiment) 和扫描成像大气吸收光谱仪 (SCIAMACHY, Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Chartography) 之后的新一代大气成分探测传感器<sup>[19]</sup>。

本文使用 OMI Level 3 Gridded dataset 全球臭氧总量格网产品 OMT03e, 单位是 DU (Dobson Unit), 空间分辨率达到  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  覆盖全球 ( $89.5^\circ \text{S} \sim 89.5^\circ \text{N}$ ,  $179.5^\circ \text{W} \sim 179.5^\circ \text{E}$ , 极夜区除外), 存储格式为 HDF-EOS5, 时间从 2010 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日。

### 1.2 数据处理

首先利用 Matlab 中高级数据函数 `hdf5read()` 批量读取 TOU 和 OMI 反演的臭氧总量数据, 具体方法如下:

$$\text{data} = \text{hdf5read}(\text{hinfo}) \quad (1)$$

式中 data 是 FY-3B 和 Aura-OMI 卫星反演全球臭氧总量产品 HDF 数据集的所有数据, hinfo 是 HDF 中数据集结构。通过 Matlab 封装的高级函数对

HDF 文件读取的优势在于 Matlab 使用起来简单易懂, 运用广泛; 函数集成高, 简单几个函数命令就可提取数据, 避免大量的编程工作。

由于 OMI 与 TOU 臭氧总量数据空间格点分布不同, TOU 臭氧总量的空间分布为  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  等经纬度格点数据, OMI 为  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  等经纬度格点数据, OMI 与 TOU 臭氧数据的原始空间格点分布如下图 1 所示, 为便于对 TOU 臭氧总量数据的比对分析, 需将 OMI 臭氧总量数据的原始格点分布转换为 TOU 臭氧总量数据格点分布。

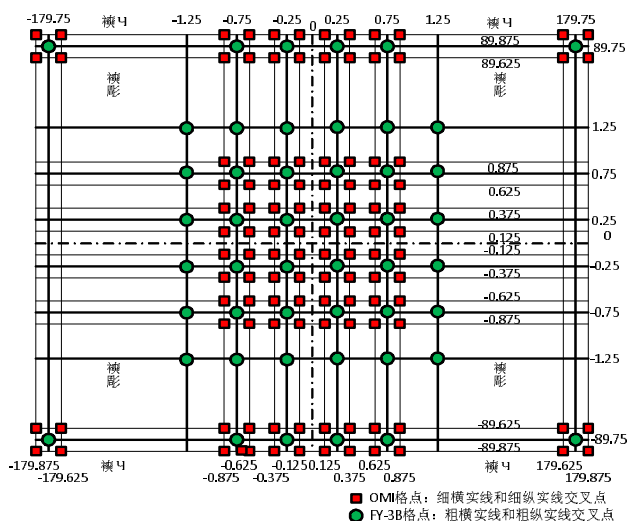


图 1 FY-3B 与 Aura-OMI 经纬度格点示意图

基于上图 1 经纬度格点分布规律, 采用空间就近平均值插值法将 OMI 格点数据按照 TOU 格点分布进行格点化处理, 即在 TOU 格点附近取 OMI 四个格点测值的算术平均值作为 OMI 对应 TOU 网格格点测值, 并与 TOU 测值进行比较, 例如: TOU 某网格格点 ( $lat_i, lon_j$ ) 的臭氧总量测值为  $O_{lat_i, lon_j}$ , 其附近 OMI 四个网格格点臭氧总量测值分别为  $O_{lat_i+0.125, lon_j+0.125}$ 、 $O_{lat_i+0.125, lon_j-0.125}$ 、 $O_{lat_i-0.125, lon_j+0.125}$ 、 $O_{lat_i-0.125, lon_j-0.125}$ , 通过公式 (2) 计算得到 OMI 对应 TOU 格点的臭氧总量值  $P_{lat_i, lon_j}$ 。

$$P_{lat_i, lon_j} = \frac{O_{lat_i+0.125, lon_j+0.125} + O_{lat_i+0.125, lon_j-0.125} + O_{lat_i-0.125, lon_j+0.125} + O_{lat_i-0.125, lon_j-0.125}}{4} \quad (2)$$

式中  $P_{lat_i, lon_j}$  表示 OMI 对应 TOU 网格格点 ( $lat_i, lon_j$ ) 的臭氧总量值。

### 1.3 数据分析

通过计算 TOU 与 OMI 在全球所有网格点测值

的相对偏差(Relative Difference:RD)来表征 TOU 的测量精度水平,进而分析 TOU 反演臭氧总量产品在全球不同区域的时空分布特征。

相对偏差 RD 的计算公式如下:

$$RD_i = \frac{TOU_i - OMI_i}{OMI_i} \times 100\% \quad (3)$$

式中  $OU_i$  表示 FY-3B 卫星臭氧总量值,  $OMI_i$  表示 Aura-OMI 卫星臭氧总量产品 OMT03e 值。

考虑到卫星反演的大气臭氧总量在不同纬度和时间的变化情况,本文 TOU 的验证分析通过将纬度分为 5 个区域,即南极区域(63.5°S 以南)、南半球中纬度区域(63.5°S~23.5°S)、赤道区域(23.5°S~23.5°N)、北半球中纬度区域(23.5°N~63.5°N)、北极区域(63.5°N 以北),对每一个纬度带所包含网格点的相对偏差进行平均计算。同时,将 TOU 臭氧总量覆盖时间(2010 年 11 月 11 日至 2016 年 12 月 31 日)按月对全球所有网格点的相对偏差进行平均计算。

卫星观测臭氧总量反演过程中需考虑大气臭氧总量值本身、太阳天顶角(Solar Zenith Angle, SZA)等因素,为进一步分析 TOU 臭氧总量 RD 对上述因素变化的敏感性,本文通过分析 TOU 臭氧总量 RD 随参考卫星臭氧总量、太阳天顶角(Solar Zenith Angle, SZA)的变化特点,以此来检验 TOU 臭氧总量的准确性和稳定性<sup>[20]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 TOU 臭氧总量 RD 的全球空间分布特征

首先看全球不同区域 TOU 臭氧总量 RD 的总体分布特征,图 2 分别将 TOU 与 OMT03e 在全球 360×720 个网格点上的相对偏差值利用色标图形式填充到世界图上,最终直观展现出 TOU 与 OMI 臭氧总量 RD 全球空间分布特征。

从图 2 可看出, RD 在全球各纬度区域的分布大

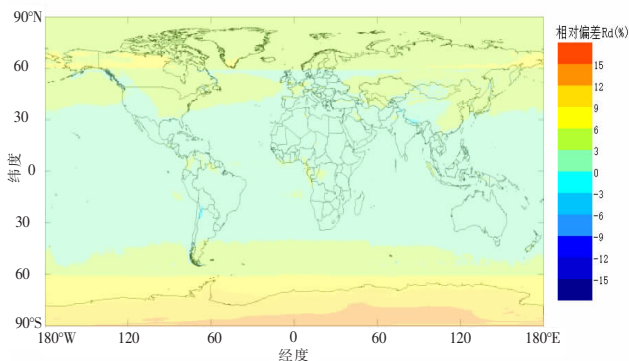


图 2 TOU 与 OMT03e 臭氧总量 RD 空间分布图

部分区域均大于零,可知全球大部分区域的 TOU 测值均大于 OMT03e。其中赤道区域大部分 RD 分布在 2%~4%之间,小部分在 0~2%之间,南北半球中纬度区域几乎都集中在 2%~4%之间,北极和南极地区扩大到 4%~6%和 8%~10%之间,故从赤道到两极地的 RD 分布是随纬度升高而增大。产生此种现象,主要是由于赤道地区的大气运动的上升气流将臭氧从低纬度带到高纬度区域,两极地区极昼期间臭氧含量较低,卫星辐射定标的误差对反演结果影响较大,从而导致两极地区区域特别是在南极上空相对偏差 RD 较大<sup>[21]</sup>。

### 2.2 TOU 臭氧总量 RD 的季节变化特征

为验证 TOU 臭氧总量 RD 值的季节变化特征,对全球不同区域 RD 值的月平均值做了对比分析,图 3 给出了 TOU 与 OMT03e 在全球及 5 个纬度区域的月平均 RD 比较结果。结果显示, TOU 与 OMT03e 在全球区域 RD 值波动在 2.1%~6.7%之间,变化幅度较小,赤道区域 RD 值在 0~4%,南北半球区域 RD 值分别在 0.1%~5.6%和 1.5%~5.9%,而南北极区域 RD 扩到 5%~19.9%和 2.3%~18.7%,明显看出,随着纬度的上升, RD 出现较大幅度的增长趋势。

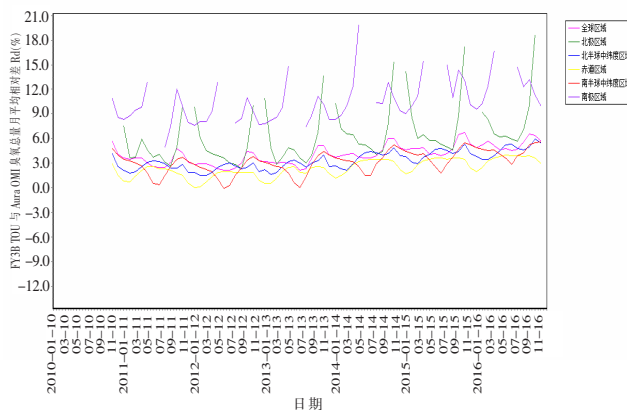


图 3 TOU 与 OMT03e 臭氧总量月平均 RD 季节分布图

由图 3 还可看出,全球所有区域的 RD 均为非负值,说明在全球各纬度 TOU 的测值均大于 OMT03e。其次,除南北极地区域外, TOU 臭氧总量 RD 均呈现出明显的季节变化特征,尤其南半球中纬度区域的季节变化较其他区域更加显著。赤道区域波谷出现在 1—2 月,类似于北半球中纬度区域的变化趋势,且变化幅度较为平稳,在南半球中纬度区域,波谷值出现在 6—7 月,冬春季节 RD 较大,夏秋季较小,北半球中纬度区域,波谷出现在 2—3 月,冬



春季 RD 较小,夏秋季 RD 较大,南北半球出现相位相反的变化规律。这与南北半球地形差异有关,南半球以海洋为主,而北半球以陆地覆盖为主,下垫面地形差异导致大气环流引起南北半球 RD 值变化差异。

南、北极区因极夜无法观测而导致数据的连续性出现规律性断点,南极出现在 6—7 月,北极出现在 12—1 月,由于南北极区在极夜期间臭氧含量较少,卫星辐射定标的误差对反演结果影响较大,甚至导致极区缺测,且昼夜交替时长随纬度升高而加长<sup>[21]</sup>。

### 2.3 影响 TOU 臭氧总量 RD 的可能因素

为验证 TOU 臭氧总量 RD 值对参考卫星臭氧总量和太阳天顶角 SZA 因素变化的敏感性,针对全球 5 个不同区域的 RD 值对上述因素变化的敏感性进行逐一分析。图 4 给出全球及 5 个纬度区域 TOU 臭氧总量 RD 值随 OMT03e 臭氧总量变化结果。

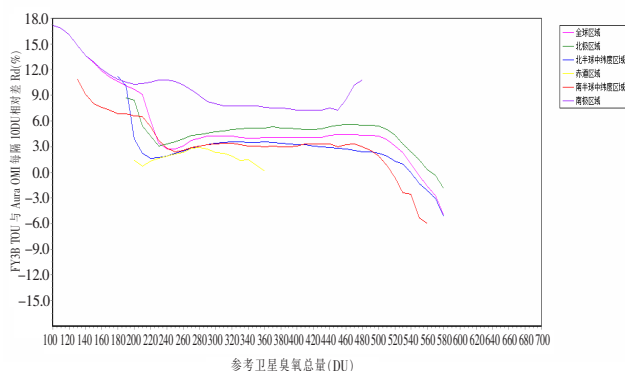


图 4 TOU 与 OMT03e 臭氧总量 RD 与参考卫星臭氧总量关系图

从图 4 可看出,在全球不同区域 TOU 臭氧总量 RD 均对 OMT03e 卫星臭氧总量产品呈现出一定区域特征。结果显示,赤道区域 RD 值随卫星臭氧总量的变化波动较小,基本稳定在 0.1%~2.9%之间。除赤道区域以外,仅卫星臭氧总量在一定范围值内变化时,TOU 臭氧总量 RD 才出现相对稳定的波动。全球、南半球、北半球区域 RD 值均在卫星臭氧总量 230~500DU 之间相对平稳,全球区域 RD 值在 2.7%~4.4%,南半球区域 RD 值在 1.9%~3.4%,北半球区域 RD 值在 1.9%~3.6%之间,而低于 230DU 和高于 500DU 区域则出现明显拐点变化趋势,南极区域当在 200~460DU 范围内时,RD 值波动于 7.3%~8.5%,低于 200DU 的“臭氧空洞”时,RD 值变化幅度明显增大,北极在 230~500DU 可达到 7.3%~11.4%,由此可见,TOU 臭氧总量 RD 在不同区域对卫星臭氧总量值均出现了一定程度的依赖性。

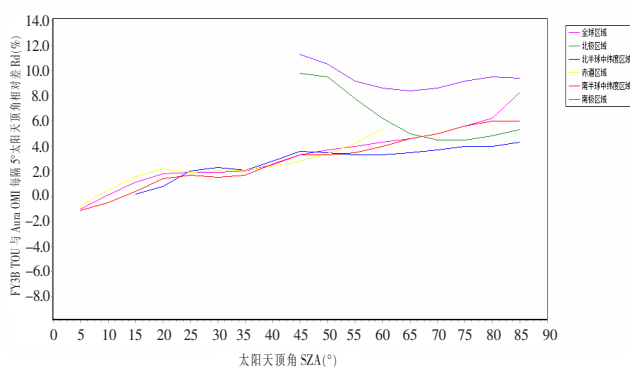


图 5 TOU 与 OMT03e 臭氧总量 RD 与太阳天顶角(SZA)关系图

在理想状态下,TOU 相对差别的变化随着太阳天顶角的变化不应有明显的变化趋势<sup>[22]</sup>。从图 5 可看出,赤道区域基本符合这种情况,这是由于热带赤道区域的纬度低,卫星过境期间的太阳天顶角比较小的缘故,便会减小卫星测值对 SZA 的依赖性。在南北极区域,太阳天顶角 SZA 在 45°~65°期间,TOU 臭氧总量 RD 随 SZA 增大均呈正的下陷趋势,RD 值分别波动在 11.3%~8.4%和 9.8%~4.5%,在 70°~80°之间均呈现小幅度回升趋势,总体上南极区域的 RD 值明显高于北极区域。在全球、和南北半球区域,随着 SZA 太阳天顶角增大,TOU 臭氧总量 RD 值均呈现缓慢的上升趋势,但全球区域的上升幅度相对较大,约为 9%左右。不过从总体上来看,TOU 臭氧总量误差受 SZA 变化情况并不明显。

## 3 结论

(1)FY3B TOU 与 OMT03e 在全球各纬度区域的 RD 大部分均大于零,可知全球大部分区域的 TOU 测值均大于 OMT03e。其中赤道区域 RD 大部分在 2%~4%,小部分在 0%~2%,南北半球中纬度区域几乎集中在 2%~4%,北极地区大部在 4%~6%,南极地区扩大到 8%~10%。由此可见,从赤道到两极的 RD 随纬度升高而不断增大。

(2)FY3B TOU 与 OMT03e 在全球区域 RD 月平均值在 2.1%~6.7%之间,变化幅度较小,赤道 RD 值在 0~4%,南北半球 RD 值分布在 0.1%~5.6%和 1.5%~5.9%,而南北极 RD 扩大到 5%~19.9%和 2.3%~18.7%,随着纬度的上升,RD 出现较大幅度的增长。除南北极地区域外,TOU 臭氧总量 RD 均呈现出明显的季节变化特征,尤其南半球中纬度区域的季节变化较其他区域更加显著。

(3)FY3B TOU 与 OMT03e 在赤道区域 RD 值

随卫星臭氧总量的变化波动较小,基本稳定在 0.1%~2.9%之间。除赤道区域以外,仅卫星臭氧总量在 230~500DU 之间,TOU 臭氧总量 RD 才出现相对稳定的波动。全球及南北半球区域 RD 值在低于 230DU 和高于 500DU 时均出现明显拐点变化,低于 230DU 时,RD 随卫星臭氧总量值的增大而降低,大于 500DU 时,RD 则随臭氧总量值由正往负下滑。故 TOU 臭氧总量 RD 在不同区域对卫星臭氧总量值均出现了一定程度的依赖性。

(4)在全球、赤道、南北半球区域,随着 SZA 太阳天顶角增大,TOU 臭氧总量 RD 值均呈现缓慢的上升趋势,在南北极区域 SZA 在 45°~65°期间,TOU 臭氧总量 RD 随 SZA 增大均呈正的下降趋势,在 70°~80°之间均呈现小幅度回升趋势。从总体上来看,TOU 臭氧总量 RD 值误差受 SZA 变化情况并不明显。

#### 参考文献:

- [1] WMO. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006, Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No. 50 [R]. Geneva, Switzerland, 2007.
- [2] WMO, UNEP. Assessment for decision maker: scientific assessment of ozone depletion: 2014//Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No.56[R]. Geneva, Switzerland, 2014.
- [3] Shine K P. Atmospheric ozone and climate change [J]. Ozone: Science Engineering. 2001, 23(6): 429-435.
- [4] 杜君平,朱玉霞,刘锐,等.基于 OMI 数据的中国臭氧总量时空分布特征[J].中国环境监测,2014,30(2):191-196.
- [5] 肖钟湧,江洪.亚洲地区 OMI 和 SCIAMACHY 臭氧柱总量观测结果比较[J].中国环境科学,2011,31(4):529-539.
- [6] 李天奕.基于 OMI 和 TOMS 的大气臭氧柱总量时空变化的研究[D].中国科学技术大学,2011,4-6.
- [7] 莫伟华,陈燕丽,莫建飞,等.卫星遥感在广西气象服务中应用的回顾与展望[J].气象研究与应用,2020,41(4):81-87.
- [8] 黄永磷,农民强,孙涵.基于 FY-3A/MERSI 的洪涝灾害遥感监测初探[J].气象研究与应用,2009,30(2):59-61,112.
- [9] 陈兴鹏,黄淑娥,樊建勇,等.基于 FY-3A/VIRR 卫星资料的江西省大雾遥感监测[J].气象研究与应用,2018,39(1):91-95,153.
- [10] 杨双艳,周顺武.对流层顶研究回顾 [J]. 气象科技, 2010,38(2):145-151.
- [11] 黄荣,刘日胜,刘国忠等.FY3 极轨卫星资料在暴雨短时预报中的应用分析[J].气象研究与应用,2018,39(2):41-44,71,144.
- [12] 杨忠东,卢乃锰,施进明,等.风云三号卫星有效载荷与地面应用系统概述[J].气象科技进展,2013,3(4):6-12.
- [13] 刘年庆,黄富祥,王维和.2011 年春季北极地区臭氧低值事件的卫星遥感监测[J].科学通报,2011,56(27):2315-2318.
- [14] Bai K X, Liu C H, Shi R H, et al. Global validation of FY-3A total ozone unit (TOU) total ozone columns using ground-based Brewer and Dobson measurements [J]. International Journal of Remote Sensing, 2013, 34(14): 5228-5242.
- [15] Wang W H, Flynn L, Zhang X Y, et al. Cross-Calibration of the Total Ozone Unit (TOU) with the Ozone Monitoring Instrument (OMI) and SBUV/2 for environmental applications [J]. Advance in Meteorological Science and Technology, 2013, 3(4): 97-107.
- [16] 江芳,王维和,王咏梅,等.FY-3 气象卫星紫外臭氧总量探测仪辐亮度在轨定标与反演结果分析[J].地球物理学报,2012,55(3):760-767.
- [17] 王咏梅,王英鉴,王维和,等.FY-3 卫星紫外臭氧总量探测仪[J].科学通报,2009,54(23):3778-3783.
- [18] Bhartia P K. OMI Algorithm Theoretical Basis Document, Volume II [R]. NASA Goddard Space Flight Center Greenbelt, Maryland, USAATBD-OMI-02, 2002.
- [19] Antón M, Kroon M, López M, et al. Total ozone column derived from GOME and SCIAMACHY using KNMI retrieval algorithms: Validation against Brewer measurements at the Iberian Peninsula [J]. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 2011, 116(D22303).
- [20] Li L, Zhang X D, Chen S, et al. Validation study of FY-3A-TOU total ozone using ground-based data [J]. Chinese Journal of Space Science, 2015, 35(6): 696-706.
- [21] 王维和,张兴赢,安兴琴,等.风云三号气象卫星全球臭氧总量反演和真实性检验结果分析[J].科学通报,2010,55(17):1726-1733.
- [22] 郑向东,韦小丽.中国 4 个地点地基与卫星臭氧总量长期观测比较[J].应用气象学报,2010,21(1):1-10.

## Comparative analysis of total ozone products between FY-3B TOU and Aura OMI satellite

Zhong Mei<sup>1</sup>, Pi Bo<sup>2</sup>, She Yong<sup>3</sup>, Zheng Xiangdong<sup>4</sup>

(1. Chongqing Meteorological Information and Technology Support Center, Chongqing 401147;

2. Civil Aviation Chongqing Air Traffic Control Branch, Chongqing 401120;

3. Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225;

4. Chinese Academy of Meteorological Sciences (CAMS) China Meteorological Administration, Beijing, 100081)

**Abstract:** The total ozone products of FY-3B TOU (November 2010 to December 2016) were verified and analyzed by OMT03e, the total ozone product of Aura-OMI satellite. The results show that RD values of the equator and in most of the middle latitudes of northern and southern hemispheres are in the range of 2%~4%, and the RD values in the north and south polar regions are in the range of 4%~6% and 8%~10%. In different spaces from the equator to the poles, RD increases with the increase of latitude. Except for the north and south polar regions, the monthly mean RD shows obvious seasonal variation characteristics, especially in the middle latitude region of the southern hemisphere. The RD value in the equatorial region fluctuates slightly with the variation of the total satellite ozone, which is basically stable in the range of 0.1%~2.9%. In the other regions, RD fluctuates is relatively stable only when the total satellite ozone is between 230~500 DU. The RD shows a certain degree of dependence on the total satellite ozone value in different regions. The RD shows a positive downward trend with the increase of the solar zenith angle (SZA) in the period of 45°~65° in the south and north polar regions, and a slight upward trend between 70°~80°. To sum up, the RD of total ozone between TOU and OMT03e is not significantly affected by SZA.

**Key words:** FY-3B TOU; Aura-OMI OMT03e; total ozone; relative difference(RD); space-time distribution