

Leveraging Shadows for Enhanced Satellite Data Analysis

Wang, Ping¹; 段民征²; Trees, Victor¹; Leune, Benjamin¹; 乔聪聪²; Donovan, Dave¹; Stammes, Piet¹

1 荷兰皇家气象研究所

2 中国科学院大气物理研究所

云和建筑物的阴影经常出现在可见光通道的卫星图像中。在日食期间，月球的阴影也可以出现在卫星图像中。生成卫星产品（例如云特性、气溶胶光学厚度、大气成分）时，阴影通常会被移除。我们分析了阴影对卫星产品的影响，并利用阴影反演了新的卫星产品，这里的阴影包括云、建筑物和月球的阴影。

我们开发了一种用于 TROPOMI 的自动云阴影检测算法，称为 DARCLoS (Trees 等, 2022)。该算法已用于推导 TROPOMI 地表朗伯面多角度等效反照率 (DLER) 产品 (Tilstra 等, 2024)。我们分析了 TROPOMI 云阴影像素和晴空像素的吸收气溶胶指数产物 (AAI) 和二氧化氮 (NO₂) 产品，但是没有发现云阴影中的 AAI (Trees et al., 2024b) 和 NO₂ 产品存在显著偏差。

我们校正了日食期间 TROPOMI 和 GOME-2 卫星观测的太阳辐射光谱。在 AAI 算法中用了校正后的太阳光谱，TROPOMI 和 GOME-2 AAI 产品中的超高异常值消失了 (Trees 等, 2021)。我们分析了日食期间的 TROPOMI NO₂ 产品，发现日食期间 NO₂ 柱密度随着遮光率的增加而增加 (Schrijver, 2024)。

静止卫星在日蚀期间有多时次的观测。我们发现卫星观测的陆地上空淡积云在日食期间会快速消失，并使用大涡模拟 (LES) 模式模拟了云在日食期间的演化 (Trees 等, 2024a)。

卫星图像中云和建筑物阴影也已用于反演气溶胶的光学厚度。我们利用高分二号卫星图像中的建筑物阴影导出了气溶胶光学厚度 (Qiao 等, 2024)，用 Sentinel-2 图像中的云阴影推导了气溶胶光学厚度，并用 MODIS 的气溶胶光学厚度做了验证。

在这个报告中，我们通过展示以上论文的结果，作为项目的总结。

References

Qiao, C., Zhou, Y., Zong, X., Huo, J., Sun, B., Duan, M.: A Novel Algorithm for Deriving Aerosol Optical Depth over Cities using the Building Shadows of High-resolution Satellite Imagery, submitted to TGRS, 2024.

Schrijver, Impact of solar eclipses on NO₂ in the Earth's atmosphere as measured from space by TROPOMI, master thesis, TU Delft, 2024.

Tilstra, L. G., de Graaf, M., Trees, V. J. H., Litvinov, P., Dubovik, O., and Stammes, P.: A directional surface reflectance climatology determined from TROPOMI observations, *Atmos. Meas. Tech.*, 17, 2235–2256, <https://doi.org/10.5194/amt-17-2235-2024>, 2024.

Trees, V., Wang, P., and Stammes, P. Restoring the top-of-atmosphere reflectance during solar eclipses: a proof of concept with the UV absorbing aerosol index measured by TROPOMI. *Atmos. Chem. Phys.* 21, 8593–8614, 2021.

Trees, V. J. H., Wang, P., Stammes, P., Tilstra, L. G., Donovan, D. P., and Siebesma, A. P.: DARCLOS: a cloud shadow detection algorithm for TROPOMI, *Atmos. Meas. Tech.*, 15, 3121–3140, <https://doi.org/10.5194/amt-15-3121-2022>, 2022.

Trees, V.J.H., Stephan R. de Roode, Job I. Wiltink, Jan Fokke Meirink, Ping Wang, Piet Stammes and A. Pier Siebesma. Clouds dissipate quickly during solar eclipses as the land surface cools. *Nature Communications Earth & Environment*. 12 February 2024a.

Trees, V. J. H., Wang, P., Stammes, P., Tilstra, L. G., Donovan, D. P., and Siebesma, A. P.: Cancellation of cloud shadow effects in the absorbing aerosol index retrieval algorithm of TROPOMI, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/amt-2024-40>, in review, 2024b.