

李瑞雪等-ESR-多视角揭示了行星反照率与反射短波辐射通量基本特征，变化机制及未来变化

兰州大学大气科学学院 2025年9月20日 11:17 甘肃

近日，兰州大学大气科学学院黄建平院士团队在国际权威期刊《Earth-Science Reviews》上发表题为《Planetary albedo and reflected shortwave flux: basic characteristics, mechanisms of change and future projections》的综述论文。行星反照率是地球系统能量平衡的核心参数，其微小变化能通过辐射强迫显著影响全球温度，并触发多圈层反馈机制，其持续下降已成为加剧全球能量失衡的关键因素，因此精确量化其时空变异与气候互馈对理解气候变化至关重要。基于2001-2023年的CERES EBAF Ed4.2最新观测数据，该综述系统回顾了二十年来地球行星反照率与反射短波辐射的时空演变特征、驱动机制及未来趋势，为优化气候预测模型、评估未来气温变化以及制定有效的气候减缓策略提供了重要科学依据。

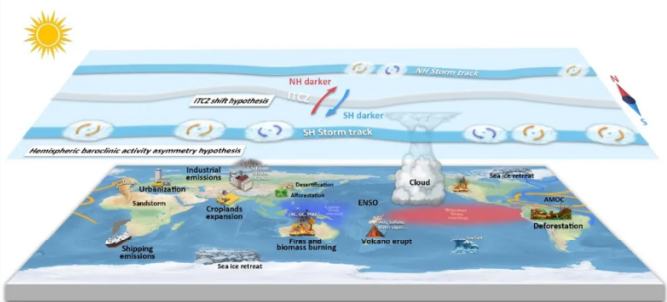


图1.行星反照率影响因子及半球对称性维持假说示意图。

地球行星反照率显著下降

全球平均行星反照率正以 -0.0023/decade 的速度下降，2023年降至卫星记录最低值 0.286，导致地球吸收的太阳辐射持续增加，加剧全球变暖。其中北半球反照率下降速率高于南半球，显示出区域气候响应的显著不对称性。研究指出这一变化主要由热带和副热带海洋低云减少、极地冰雪融化以及气溶胶排放下降（如污染控制和航运减排）等因素共同驱动。

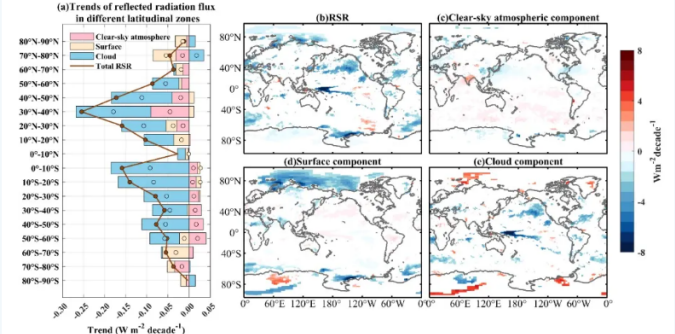


图2. 反射太阳辐射及其晴空大气、地表和云分量的纬度带和空间趋势分解。

令人惊讶的行星反照率“半球对称性”

“半球对称性”年平均尺度下，行星南北半球反射太阳辐射几乎相等，即反照率半球对称性。但其维持机制仍是未解之谜，对气候模式模拟能力构成严峻考验。该论文全面回顾了半球对称性的特征、维持假说和模式模拟最新进展，强调了云、气溶胶、地表以及大尺度环流（热带云系、温带斜压活动）间的复杂补偿作用。

观测约束：下降趋势将持续

研究团队利用“涌现约束”方法大幅降低反射短波辐射预测不确定性，揭示在本世纪内地球反射的太阳辐射将持续减少，意味着更多热量将被地球吸收。在以化石燃料为主的传统发展路径情景（SSP5-8.5）下，反射辐射下降速度将加快，加剧全球变暖；而在可持续发展路径情景下（SSP1-2.6）则有望逐步减缓这一趋势，凸显可持续发展路径对地球能量平衡的关键影响。

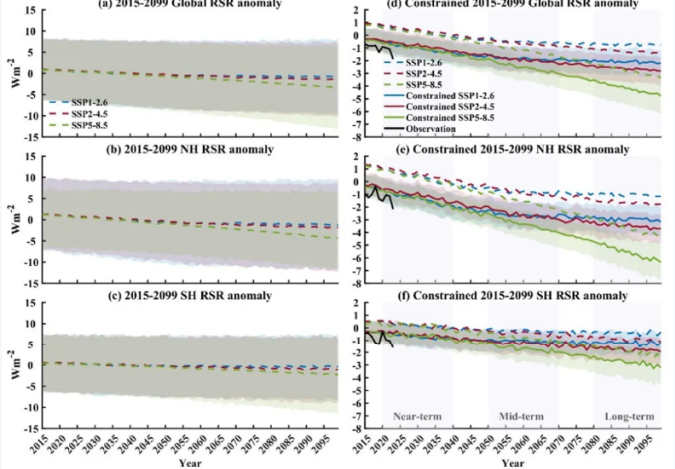


图3. CMIP6模式集合模拟的全球和半球平均2015-2099年的大气层顶反射太阳辐射异常时间序列（相对于观测基准期2001-2014年）。

文章信息：Ruixue Li, Bida Jian, Jiming Li, Jiayi Li, Zhenyu Cao, Yang Wang, Yuan Wang, Jianping Huang, Planetary albedo and reflected shortwave flux: Basic characteristics, mechanisms of change and future projections, Earth-Science Reviews, 2025, 105274, ISSN 0012-8252, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2025.105274>.

该文章的通讯作者为兰州大学李积明教授，共同第一作者为博士研究生李瑞雪和青年研究员简碧达。研究得到了国家自然科学基金重点项目（42430601）、国家自然科学基金（42305072）、中国博士后科学基金（2023M731454）以及甘肃省教育厅优秀研究生“创新之星”培养计划（2025CXZX-075）等项目的共同支持。

欢迎阅读团队相关工作文章:

Jian, B., Li, J., Wang, G., He, Y., Han, Y., Zhang, M., Huang, J., 2018. The Impacts of Atmospheric and Surface Parameters on Long-Term Variations in the Planetary Albedo. J. Clim. 31(21): 8705-8718. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-17-0848.1>

Jian, B., Li, J., Zhao, Y., He, Y., Wang, J., Huang, J., 2020. Evaluation of the CMIP6 planetary albedo climatology using satellite observations. Clim. Dyn. 54(11-12): 5145-5161. <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05277-4>

Li, R., Jian, B., Li, J., Wen, D., Zhang, L., Wang, Y., Wang, Y., 2024. Understanding the trends in reflected solar radiation: a latitude- and month-based perspective. Atmos. Chem. Phys. 24(17): 9777-9803. <http://dx.doi.org/10.5194/acp-24-9777-2024>.



兰州大学大气科学学院
College of Atmospheric Science, Lanzhou University



学篤 時宜 風正 人和



长按关注 兰大大气

图文来源|兰州大学大气科学学院
编辑|孟思羽
责编|李慧平
审核|史万峰