



中国大陆生态系统碳汇评估影响因素分析

王婧¹, 刘毅¹, 冯量², Paul I. Palmer², 方双喜^{3,4}, 唐小平⁵, 杨东旭¹, 刘立新⁴, 夏朝宗⁵

1 中国科学院大气物理研究所
2 英国爱丁堡大学
3 浙江工业大学环境学院
4 中国气象局气象探测中心
5 国家林业和草原局调查规划设计院



摘要

研究使用全球地面观测网以及中国区域背景站CO₂浓度观测, 采用基于大气浓度观测的“自上而下”反演方法提出我国陆地生态系统存在被低估的巨大碳汇: 2010~2016年, 我国陆地碳汇约为1.11±0.38 PgC/yr。本研究对观测站点数据代表性和化学传输模式误差等影响碳汇估算的关键问题进行深入研究, 分别采用卫星和地面观测进行计算, 2015年中国陆地碳汇约为0.62~0.81 PgC, 结果基本在原研究的不确定度范围之内, 进一步表明“中国陆地生态系统存在巨大碳汇”这一结论的可靠性。

数据 & 方法

数据

- NOAA ESRL obspack_co2_1_GLOBALVIEWplus_v4.1_2018-10-29 数据集
- 日本和俄国西伯利亚高塔内陆观测网(JR-STATION)数据
- 中国气象局区域大气背景站数据
- JPL OCO-2 ACOS 10秒平均XCO₂ V8r, V10数据
- JPL ACOS-V7.3 GOSAT XCO₂ 数据

模式方法

- 化学传输模式: 全球三维大气化学传输模式 (v9.02), 水平分辨率 4° (latitude) × 5° (longitude) 以及 2° (latitude) × 2.5° (longitude)
- 气象场: GEOS-5 (GEOS-FP from 2013)
- 同化方法: 集合卡尔曼滤波(EnKF)

讨论1: 化学传输模式影响

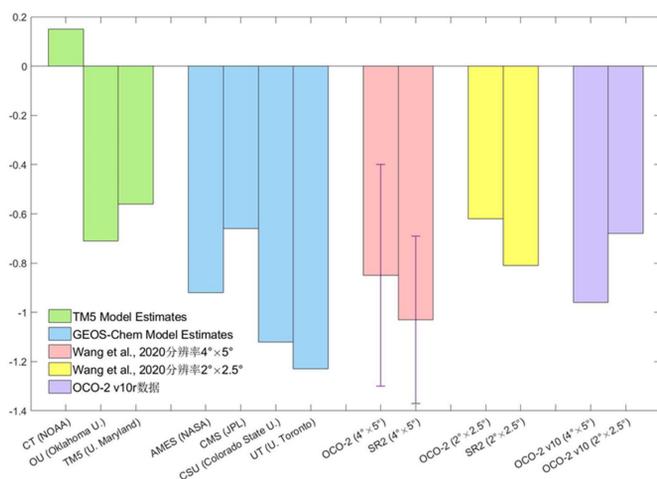


Fig. 1 2015年中国陆地生态系统碳通量 (PgC/yr)

- 1 使用GEOS-Chem和TM5化学传输模式的反演结果之间存在系统性偏差?
 - TM5 组计算的碳汇整体偏低, 但和GEOS-Chem组存在重叠。
 - 本研究结果 (-1.03 PgC) 在使用GEOS-Chem的几组反演模式中结果基本居中。
- 2 GEOS-Chem不同水平分辨率之间的差异?
 - 2° × 2.5° 分辨率的计算结果仍表明中国存在巨大陆地碳汇。
 - 新版OCO-2 v10数据也证实了这一结论。

参考文献

- (1) Jing Wang; Liang Feng; Paul I. Palmer*; Yi Liu*; Shuangxi Fang*, et al. Reply to: The size of the land carbon sink in China. Nature, 2022, 603, E10–E12.
- (2) Jing Wang; Liang Feng; Paul I. Palmer*; Yi Liu*; Shuangxi Fang*, et al. Reply to: On the role of atmospheric model transport uncertainty in estimating the Chinese land carbon sink. Nature, 603, 2022, E15–E16.

讨论2: 观测站点数据代表性影响

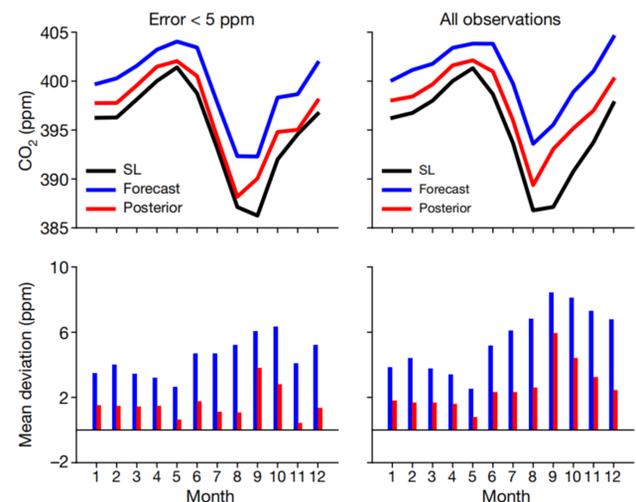


Fig. 2 大气CO₂浓度。上排为香格里拉站(SL) 2010-2016年CO₂月平均观测值(黑色)、模式预测值(蓝色)和后验值(红色)。下排为2010-2016年月平均的模式预测值和后验值偏差。左列为选择观测误差小于5 ppm结果, 右列为使用所有观测结果。

- 过滤观测数据: 控制条件为误差小于5 ppm, 模式预测平均偏差约为3-6 ppm。经过拟合同化后, 后验值误差降低为0.1 - 4 ppm。
- 不过滤观测数据: 平均偏差从3-8 ppm降低到同化后的0.3 - 6 ppm。

本研究经过严格的数据质量控制程序, 过滤掉远低于模型模拟值的数据。在同化过程中, 需要慎重考虑站点数据误差。

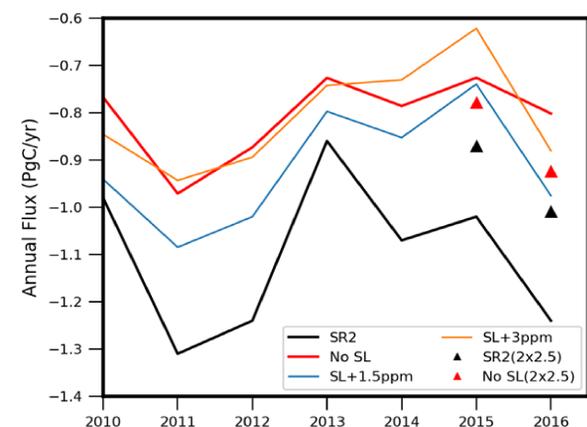


Fig. 3 2010-2016年中国陆地生物系统CO₂通量。蓝色和橙色线与SR2实验设置对应, 但对香格里拉站点观测分别增加了1.5 ppm和3 ppm的系统误差。红线与SR2实验设置对应, 但不使用香格里拉站点观测数据。黑色和红色三角形对应SR2设置, 但使用更高分辨率(2° × 2.5°)版本的化学传输模型, 黑色和红色分别包含和不包含香格里拉数据。

不使用香格里拉数据

- 4° × 5° 分辨率: 碳汇降低 0.27 PgC/yr
- 2° × 2.5° 分辨率: 碳汇降低 0.3 PgC/yr

结果仍在原文不确定度范围内, 说明文章结论并非由单个站点的观测决定

研究不同团队计算结果的差异来源: 先验通量不确定度和观测数据处理方式