

傅伯杰团队量化了气候和人类活动对中国植被固碳的贡献

陆地生态系统固碳是实现绿色碳汇的重要途径，相关研究表明中国生态工程提高了植被碳汇，对全球变绿有重要贡献。同时农业发展和城市扩张也从不同方向影响着植被的空间格局和固碳效应。然而，在国家 and 区域尺度生态系统固碳量化方法不确定性较大，21 世纪以来自然气候和人类活动影响下中国植被固碳的变化趋势、路径及稳定性特征还不甚明确。

针对上述问题，傅伯杰团队一方面优化遥感光能利用率模型框架，包括：1) 发展了基于通量观测数据和遥感植被观测的水分胁迫方程优化方法；2) 发展了全球植被最适生长温度 (T_{opt}) 空间制图方法；3) 发展了基于遥感叶绿素荧光 (SIF) 和总初级生产力 (GPP) 相关关系的植被光能利用率 (E_{max}) 空间制图算法。另一方面，发展生态系统自养呼吸 (R_a) 模型，并通过收集样点观测数据和运用机器学习方法确定地上和地下 R_a 模块中的关键参数，从而有效提升遥感量化全国尺度植被固碳的准确性。研究采用机器学习、控制变量等归因分解方法识别人类干扰对生态系统植被固碳的影响特征，量化了 2000 年以来气候变化和人类活动（包括生态恢复、农田扩张和城市化等）对中国植被碳吸收的贡献及其路径。

研究发现：2001-2018 年间，我国植被的 GPP 不断增加 ($49.1-53.1 \text{ TgC yr}^{-2}$)，气候和人类活动对 GPP 增加的贡献相当，分别为 48%-56%和 44%-52%。在空间上，生态恢复是中国北方农牧交错带、黄土高原和西南喀斯特地区森林覆盖扩展和固碳增加的主要途径，而气候条件促进了中国东南部大部分地区的植被覆盖和 GPP 增加。对于净初级生产力 (NPP) 而言，其增长趋势 ($22.4-24.9 \text{ TgC yr}^{-2}$) 与人类活动高度相关 (71%-81%)，尤其是在中国南部、东部和东北部。值得注意的是，2001-2010 年期间气候条件（如辐射和降水减少）导致的 NPP 损失抵消了生态恢复产生的植被固碳收益。但 2010 年后，受中南、东部和西南地区辐射和降水条件改善的影响，中国陆地生态系统 GPP 和 NPP 均出现加速增长，说明近十年来气候作用进一步凸显了生态恢复的碳汇效益。

研究成果近期发表在国际著名期刊 *Global Change Biology* 和 *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences* 上。

相关数据发布在 PANGAEA 网站 <https://www.pangaea.de/?q=Chen%2C+Yongzhe>;

全球 T_{opt} , E_{max} 和 GPP 产品已发布于 <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.911385>

文章链接:

- 1) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.15854>
- 2) <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2020JG005651>

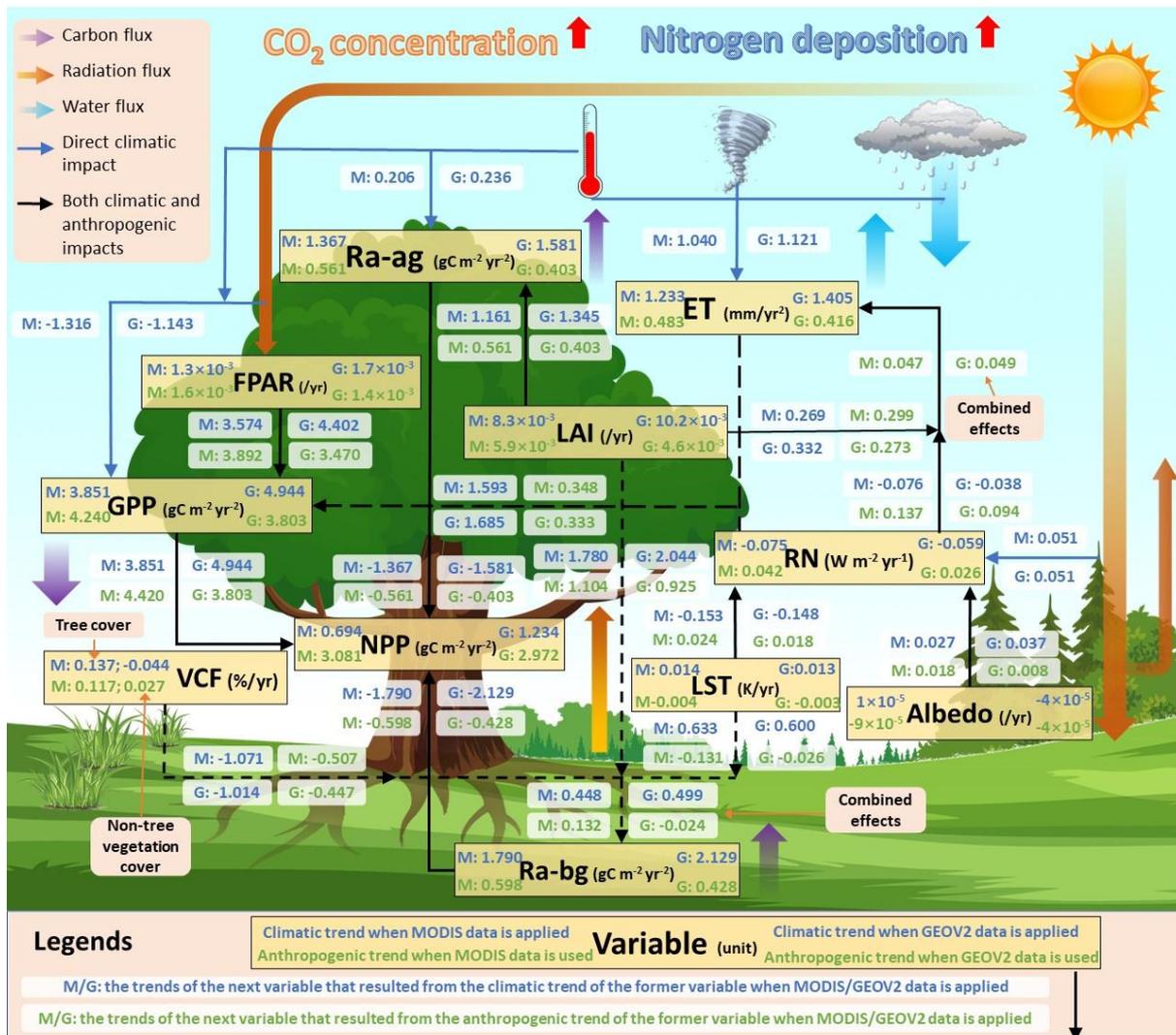


图 1: 气候变化和人类活动对中国 2001~2018 年间植被固碳影响的路径

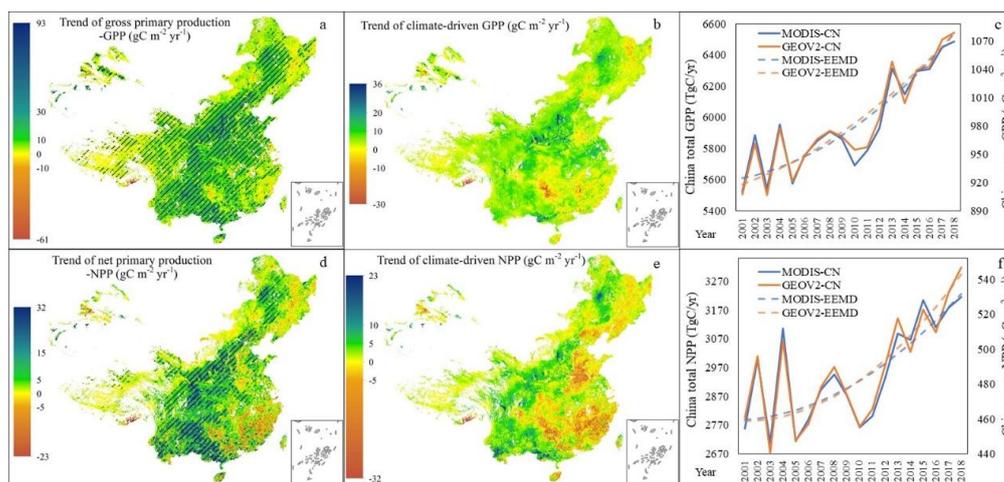


图 2: 2001~2018 年间中国植被固碳变化 (a) GPP 变化趋势; (b) 气候驱动下 GPP 的变化趋势; (c) GPP 的年度变化; (d) NPP 变化趋势; (e) 气候驱动下 NPP 的变化趋势; (f) NPP 的年度变化