

第二次青藏高原综合科学考察研究

快 报

2022 年第 5 期（总第 33 期）

第二次青藏高原综合科学考察研究队

2022 年 4 月 8 日

基于土壤呼吸和遥感数据估算的陆地生态系统碳通量存在巨大差距

2022 年 4 月 1 日，“人类活动与生存环境安全”任务“土地利用变化及其环境效应”专题西北农林科技大学水土保持研究所简金世教授团队，在国际著名学术期刊《自然—通讯》（Nature Communications）上发表了关于基于土壤呼吸和遥感数据估算的陆地生产系统碳通量存在巨大差距的最新研究成果。简金世为本研究的第一和通讯作者。

陆地植被生态系统通过光合作用固定二氧化碳（GPP），其中的大部分以植被地表呼吸、根系呼吸和微生物异养呼吸等形式返回大气，还有小部分以火烧、生物挥发性有机化合物排放、可溶性有机碳进入河流系统等形式参与碳循环。然而，以往在估算全球 GPP 和呼吸作用 CO_2 排放时通常独立进行，其中 GPP 通常基于遥感方式进行估算（自上而下），而全球呼吸作用估算通常通过集成全球不同站点的土壤呼吸数据进行数学建模和升尺度实现（自下而上）。因此，探索不同方法和数据源估算全球陆地植被 GPP 和呼吸作用 CO_2

排放，对理解全球碳循环至关重要。

本研究基于文献搜索得到的全球土壤呼吸估算量、GPP、根系呼吸与土壤呼吸的比值、根系呼吸与总自养呼吸比值以及总自养呼吸与 GPP 的比值等数据，采用重采样方法反推得到全球 GPP 为 149^{+29}_{-23} Pg C yr⁻¹，显著高于遥感方法估算得到的结果 (113^{+18}_{-18} Pg C yr⁻¹)；同时，基于文献搜索结果并进行重采样得到的全球土壤呼吸量为 87^{+9}_{-8} Pg C yr⁻¹，显著高于遥感方式反推得到的全球土壤呼吸量 (68^{+10}_{-8} Pg C yr⁻¹) (图 1)。两种方法得到的全球 GPP 之间一致的可能性小于 3%，而两种方法得到的全球土壤呼吸之间一致的可能性小于 2%，说明目前对全球 GPP 和土壤呼吸量的估算至少有一个与实际量存在较大偏差。

基于月时间尺度全球土壤呼吸数据，以月降雨量、月平均温度、氮沉降、土壤理化性状、地表生物量以及叶面积指数等环境指标为预测变量，采用随机森林建模估算得到全球土壤呼吸为 93 Pg C yr⁻¹ (图 1)，与基于土壤呼吸数据库得到的结果 (87^{+9}_{-8} Pg C yr⁻¹) 更为接近。进一步对来自文献的 GPP 估算量按照不同估算方法进行分组，并且按照分组后的数据进行重采样，得到的结果与基于土壤呼吸数据库的结果更为接近。同时，研究还发现基于同位素方法以及日光诱导叶绿素荧光 (SIF) 技术得到的全球 GPP 估算量和基于土壤呼吸数据库反推得到的结果更为接近。说明目前对全球陆地 GPP 的估算可能偏低，然而这一结论有待今后更多的证据给予证明。

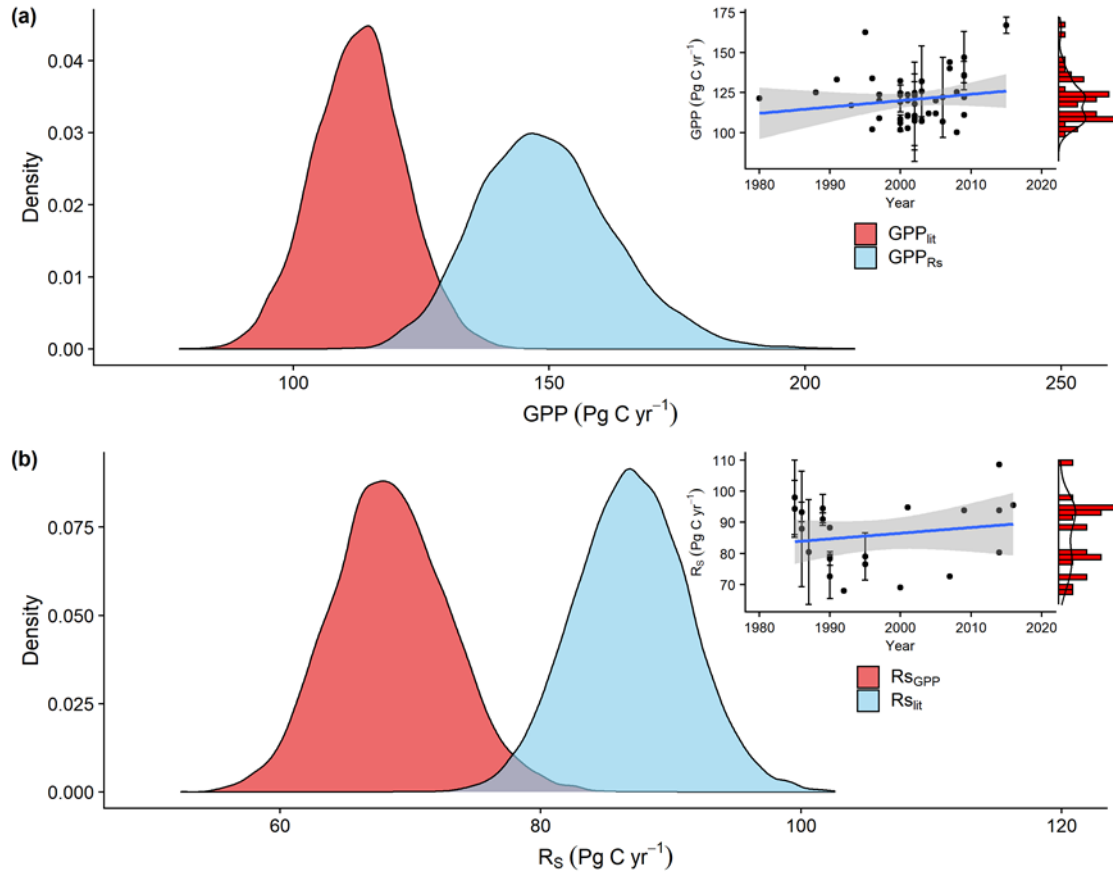


图 1 (a) 基于遥感影像 (红色) 和基于土壤呼吸数据库 (淡蓝色) 估算得到的全球陆地植被初级生产力 (GPP); (b) 基于遥感影像 (红色) 和基于土壤呼吸数据库 (淡蓝色) 估算得到的全球土壤呼吸量 (RS)。内插的图为从文献中搜集得到的全球 GPP 和 RS 估算量及其随时间的变化趋势。

本研究用到的站点数据在空间上的分布具有明显的不均匀性，大部分数据来自北半球中纬度的北美、欧洲和中国东部，而其它地区的数据较少 (图 2)。特别强调了来自青藏高原和沿北极等寒冷区域的数据较少，以后的研究应增加在青藏高原的野外实验工作并获得实测数据，对于降低全球碳循环估算的不确定性具有重要作用。

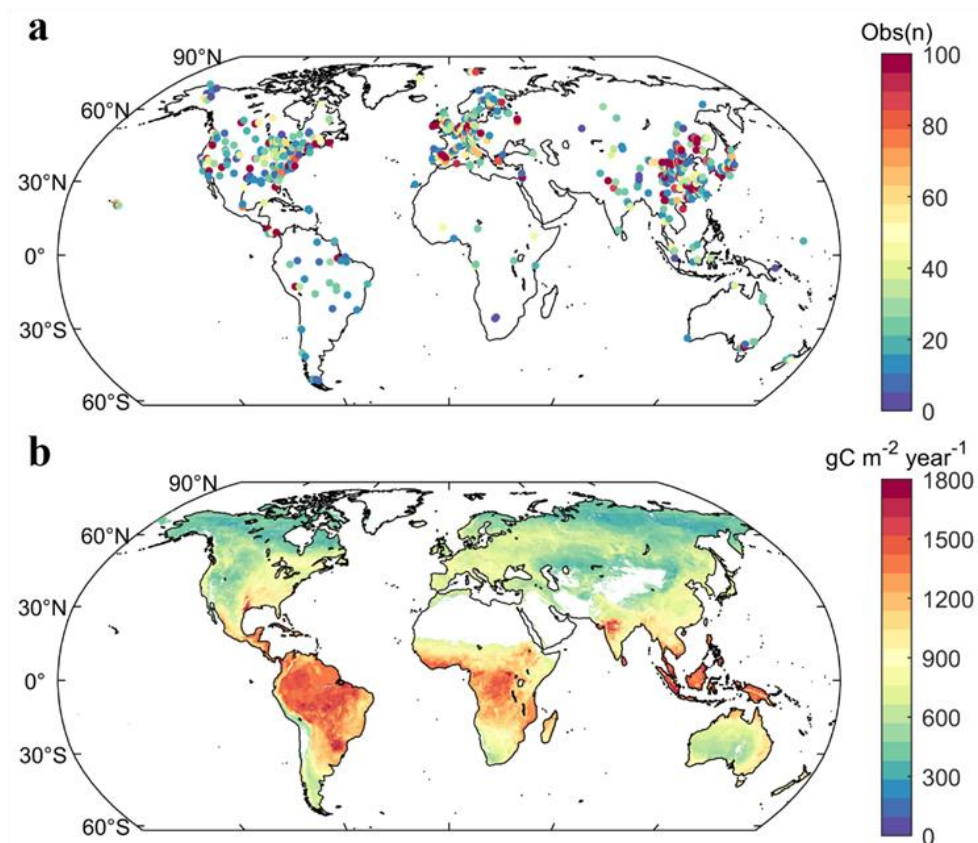


图 2 基于天时间尺度的全球土壤呼吸数据，采用随机森林建模估算得到的全球土壤呼吸。(a) 随机森林模型中使用的土壤呼吸站点空间分布；(b) 随机森林模型预测得到的土壤呼吸全球空间分布。

原文链接: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29391-5>

主送: 第二次青藏科考领导小组办公室、项目管理办公室、专家咨询委员会、总体专家组、中科院第二次青藏科考领导小组办公室、科考队依托单位、西藏、青海、甘肃等第二次青藏科考领导小组办公室及服务保障机构

分送: 第二次青藏科考 10 大任务及各专题，成果第一及通讯作者

第二次青藏高原综合科学考察研究队办公室

总编: 安宝晟 聂晓伟 余健

编辑: 王伟财 李久乐 王传飞 赵华标 张强弓 郭燕红

电子邮箱: step@itpcas.ac.cn

网址: <http://www.step.ac.cn>

联系电话: 010-84249468; 传真: 010-84249468

通信地址: 北京市朝阳区林萃路 16 号院 3 号楼, 中国科学院青藏高原研究所, 100101
