

基于无人机激光雷达的中国和欧洲多树种单木尺度生物量模型

杜黎明^{1,2}, 庞勇^{1,2}, 蔡尚书^{1,2}, 孔丹^{1,2}, 顾德糯^{1,2}, 李玲娜^{1,2}, 李博文^{1,2}

1. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091, 中国;

2. 国家林业和草原局林业遥感与信息系统重点实验室, 北京 100091, 中国;

准确估算森林地上生物量 (AGB) 是量化碳储量和固碳速率的主要方法。激光雷达信号能够穿透森林冠层, 获取从森林顶部到底部的三维结构信息, 有助于了解森林生态系统的碳固定能力。基于激光雷达技术的传统森林 AGB 反演方法通常需要设置大量的野外样地, 且难以获得个体树水平的 AGB 结果。激光雷达生物量指数 (LBI) 已被证明能够基于从地面和航空激光扫描数据中获取的冠幅和树高参数, 完成单木尺度的准确 AGB 估算。更重要的是, 只需要少量的样本单木就能实现对某种树种的模型校准。

无人机激光雷达技术具有高精度、便携和低成本的优势, 逐渐成为森林调查中常用的数据获取方法。本研究旨在基于无人机激光雷达数据, 构建中国和欧洲不同树种和树种组的单木尺度的地上生物量 (AGB) 模型, 并验证其准确性以供进一步应用。首先, 选择中国和欧洲等世界范围内的 10 个主要针叶树和阔叶树树种, 并获取或收集这些树种的无人机激光雷达数据。其次, 将激光雷达数据分割成单木, 并与野外测量数据匹配。根据匹配结果, 选择每个树种的不同径级的少量 (≥ 30) 样本树。基于激光雷达数据计算样本树的 LBI 和树高参数, 并结合测得的地上生物量构建和验证各树种的单木 AGB 模型。然后, 评估相似树种生物量模型之间的可转移性, 并结合树种的几何特征探索树种组的高精度建模方法。

研究表明, 利用无人机激光雷达数据计算的 LBI 可以用于构建 10 种树种的单木尺度地上生物量 (AGB) 模型 (不同树种的 AGB 模型的 R^2 范围为 0.82 至 0.90)。在选择单木验证每个模型的准确性时, 不同树种的 R^2 值介于 0.72 和 0.88 之间, 均方根误差 (RMSE) 介于 45.32kg 和 282.90kg 之间。同时, 生物量模型在具有相似几何特征的树种之间具有一定的普适性, 因此对于树种组获得了可接受的建模精度。本研究结果表明, 利用无人机激光雷达获得的 LBI 对不同树种的单木尺度生物量计算具有高精度和稳定性, 为“双碳”目标下的生物量计算提供了一种新方法, 并为其广泛应用奠定了研究基础。