

运用数据同化和空间自相关强化小光斑机载 LiDAR 辅助的 森林碳汇清查

徐晴¹, 侯正阳²

(1 国际竹藤中心, 北京 100102, 中国 2 北京林业大学, 北京 100083, 中国)

摘要: 精确预测森林地上生物量对于掌握森林碳存量的变化至关重要, 然而, 对残差的空间自相关性和空间异质性的长期忽略导致森林生物量的预测方差被低估, 亟需融合森林生物量空间结构的方法, 以期全面估计且有效降低生物量预测的不确定性。本文有三个研究目标, 一是测试一个集小光斑机载 LiDAR、最佳线性无偏预测 (BLUP) 和生物量空间结构于一体的空间数据同化方法, 验证其降低生物量预测方差的效果和能力; 二是推导一个以组分分解为特征的方差估计量, 其组分对应生物量估计的各个误差来源; 三是将新方法即基于 BLUP 的空间数据同化和常规方法即 OLS 和 GLS 进行比较, 这三个方法不仅在基于树高的生物量模型拟合方面存在差异, 在如何运用 LiDAR 获取的单木坐标和结构属性预测生物量方面也不相同。结果表明, 第一, 由于新方法降低了残差的方差和协方差, 单木生物量和生物量密度的预测方差均有显著降低。第二, 忽略森林生物量的空间结构导致 LiDAR 极其乐观地估计了生物量密度。第三, 从模型预测的准确性视角, 新方法降低了单木生物量 RMSE 至少 11%, 降低了生物量密度 RMSE 至少 28%。最后, LiDAR 漏识误识模型发挥了校正森林生物量密度系统预测误差的作用。综合以上结论, 在 BLUP 的数学框架下融合基于 LiDAR 的森林生物量空间结构信息将显著降低森林生物量预测的不确定性, 有助于更加高效的森林碳汇清查。

关键词:

预测方差, 方差分解, 异方差, 空间自相关, 数据同化