

森林资源全覆盖与 全覆盖遥感监测的联系与统一

侯正阳^{1,*}, 郑炎¹, 徐晴²

¹ 森林培育与保护教育部重点实验室, 北京林业大学, 北京 100083

² 国家林业和草原局/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 国际竹藤中心竹藤资源与环境研究所, 北京 100102

*通讯作者: houzhenyang@bjfu.edu.cn, 森林培育与保护教育部重点实验室, 北京林业大学, 北京 100083

摘要:

如期实现“双碳”目标, 根据中共中央、国务院《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》, 重点在于提升统计监测能力(第29条)。如何在样地实测数据(Y)、遥感数据(X)样本量有限条件下提升统计推断的抽样精度, 是森林资源遥感调查迫切需要解决的科学问题, 即小样本推断瓶颈。

CMB与Hybrid估计量属于基于模型的统计推断, 均可在Y样本量较小条件下提供显著优于基于设计的统计推断如简单随机抽样的抽样精度。然而, CMB估计量要求X完全覆盖调查总体即每个总体单元必须有遥感模型自变量的观测值, 条件苛刻, 与国家林草生态综合监测等目标总体大尺度、频监测相悖, 不适用机载或地基激光雷达、高空间/高光谱分辨率等高质量、高成本遥感技术; Hybrid估计量虽然支持非全覆盖X, 但限定X须按照简单随机抽样、群团抽样或分层抽样抽得, 进而借助X的包含概率和遥感模型参数的不确定性量化抽样精度, 择定过程复杂且与CMB关系不明, 阻碍了上述高质量、高成本遥感技术的检验与推广。

因此, 本研究旨在(1)通过数学分析和蒙特卡罗模拟, 阐明三种Hybrid估计量之间以及它们与CMB估计量之间的联系; (2)比较X的抽样设计、覆盖率和群团大小对于抽样精度的影响, 进而优化非全覆盖遥感监测的权衡策略。

主要发现有四: (1)简单随机抽样上的Hybrid估计量是群团抽样上的Hybrid估计量的特例, 群团抽样上的Hybrid估计量是分层抽样上的Hybrid估计量的特例; (2)CMB估计量是三种Hybrid估计量的特例, 即全覆盖遥感是非全覆盖遥感的特例; (3)分层抽样上的Hybrid估计量是基于模型统计推断的广义估计量, 直接适用全覆盖或非全覆盖遥感调查, 大幅简化抽样与估算过程; (4)非全覆盖遥感监测的抽样精度可以高于全覆盖遥感的监测精度。

本研究结论支撑高质量、高成本遥感技术服务森林资源大尺度监测, 为突破小样本推断瓶颈提供新思路, 对“双碳”目标下的国家林草生态综合监测具有重要意义。