

基于遥感技术的森林生物量估算应用

薛巍^{1,2}, 张秋良¹, 赵鹏翔², 李卫忠²

(1. 内蒙古农业大学 林学院, 呼和浩特 010018; 2. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 利用遥感技术估算森林生物量是快速准确地获取森林生态系统生物量信息的重要途径。森林生物量的遥感估测精度受遥感数据、自变量选择及模型建立方法等多种因素的影响。其中遥感数据和自变量选择是影响遥感技术森林生物量估算的主要因素。分析了 2 个主要因子的特点及当前解决方法, 并简要总结了遥感技术在森林生物量估算应用方面的发展趋势。

关键词: 遥感; 森林生物量; 影响因子

中图分类号: S718.43; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)02-0209-03

Review of the Estimation of Forest Biomass by Remote Sensing

XUE Wei^{1,2}, ZHANG Qiu-liang¹, ZHAO Peng-xiang², LI Wei-zhong²

(1. College of Forestry, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China; 2. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Remote sensing technology provide a very quick way to improve the accuracy of the estimation of forest biomass. Yet there are many factors affecting this process such as remote sensing data, the selection of independent variables and model methods. Among these factors, remote sensing data and independent variable selection are regarded as the factors having more impacts. This paper discussed the two factors and corresponding solutions to them. At the same time, this paper also briefly analyzed the trend of estimation of forest biomass by remote sensing.

Key words: remote sensing technique; forest biomass; impact factors

森林生态系统是陆地生态系统的重要组成部分, 随着全球气候变化影响的加剧, 森林生态系统所具有的强大的碳汇能力受到国际社会的广泛关注。森林生物量是森林生态系统碳汇潜力评估的重要基础, 如何快速准确地获取森林生物量信息, 成为近年来森林生态系统与全球气候变化关系研究的关键。利用遥感技术获取森林生态系统生物量是快速获取森林生物量的重要途径。

1 森林生物量估算概述

1.1 传统生物量估算

传统生物量的研究一般是在所估算地区内选取样区, 对样区中林木的生长指标进行实地测定, 并对其数据进行分析或建立相关模型, 从而宏观估算出其生物量。最早对生物量进行估算的是 Ebermery-

er 于 1876 年在德国进行的几种森林的树枝落叶量和木材重量的测定。目前对生物量研究的方法比较成熟, 常用的方法有平均木法、皆伐法、生物量回归模型估计法、材积源生物量法^[1-3], 并且国内外都取得了一定的研究成果。Kittredge^[4-5]在 1994 年利用叶重和胸径的拟合关系, 成功拟合了预测白松等树种叶量的对数回归方程, 2001 年又通过对具有试验地的树高和胸径的关系分析, 测得了影响森林生物量模型的参数, 从而减小了在混合次生林中森林生物量相对生长模型应用的不确定性。我国在 20 世纪 70 年代后期开始对生物量进行研究, 最早是潘为桢等 1976 年对杉木人工林的研究; 万里强^[6]等 2001 年采用回归分析法研究了长江三峡地区主要灌木植物的生物量及产量与植株冠幅的相关规律。

* 收稿日期: 2008-03-08

基金项目: 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目(2006HX01); 国家自然科学基金项目(40871246)

作者简介: 薛巍(1976-), 男, 陕西大荔人, 硕士研究生, 主要研究方向为遥感技术应用。E-mail: xuewei@nwsuaf.edu.cn

1.2 遥感技术下的生物量估算

传统的森林生物量统计要以实测数据为基础,需要进行大量的实地调查,工作量大,周期长,并对实物形成一定的破坏作用。因此在需要精确推测大面积林分生物量和生产力时,待测的林分林木每木检尺数据往往难以获得^[7]。随着遥感技术的普及,利用遥感技术和地理信息系统等先进手段可以测定从林分到区域等不同空间尺度的森林生物量。生物量的遥感估测是利用红波段和近红外波段的组合即植被指数(Vegetation Indices)和叶面积指数(LAI)及植被覆盖度等的关系,推断出植被指数与生物量之间的关系进而求得生物量^[4]。目前人们通过卫星、雷达等传感器对森林资源进行调查,从而形成多种遥感数据,应用于森林生物量的估算,大大提高了估算的准确性和快速性,且不会对实地生物产生破坏。Dong 等利用遥感数据估计了温带及寒带的森林生物量,并对其碳源或碳汇功能做了评价^[1];Santos 等利用了遥感技术估算了巴西热带雨林的生物量^[4]。马泽清等利用 TM 数据对江西千烟洲地区的湿地松林生物量估算,建立了生物量多元回归模型^[8]。

2 遥感技术森林生物量估算的主要影响因素及解决方法

遥感数据和自变量的选择是生物量模型精度高低的主要影响因素。

2.1 遥感数据

遥感数据是利用卫星、雷达等传感器对森林资源进行调查取得的。它对生物量估算的影响主要表现在遥感及实测数据的不确定性、对遥感数据和处理手段的不同及传感器选择的不同等。目前常用的遥感数据源有 Landsat TM、NOAA/AVHRR、SAR、SPOT、MSS 等,每种遥感数据都有其自身分辨率特征,如 NOAA/AVHRR 具有时间分辨率高、成像面积大特点,但空间分辨率较低;Landsat TM 图像时间分辨率差,但有较高的空间分辨率。由于在取得遥感数据的过程中,遥感图像受地形、大气、植被结构等因素的影响,传感器得到的测定值往往与目标的光谱反射率和光谱辐射亮度等物理量不一致,导致图像模糊失真,造成图像的分辨率与对比度相对下降,在很大程度上影响到遥感数据的精确性。如阴坡和阳坡的光谱特性就有很大不同,云层的反射及树叶的透射率等也影响遥感数据的精确性。

为了减少遥感数据对估测精度的影响,国内外学者采取各种方法将影响减少到最低。如在形成遥感图像时选择高精度传感器或将光学遥感与雷达遥

感相结合。目前该领域比较有发展前景的是在传统卫星基础上安装能测量林冠高度或垂直结构的激光雷达系统,这种传感器能监测地面上 98% 的郁闭森林。St-Onge 等用激光雷达技术进行森林林冠高度和树高的测定,获得了高精度的测定结果^[6]。同时根据各种遥感数据特点选择合适的的数据源,例如选择 NOAA/AVHRR 数据,可广泛应用于植被生物量动态监测、趋势分析等领域,Landsat TM 适合于局部地区中小尺度生物量的精确估测^[5]。或采用多源数据进行融合提高生物量估测的精确性^[4]。Fensholt R 结合 MODIS 和 NOAA/AVHRR 数据对非洲西部撒哈拉和苏丹植被生长进行监测,并拟合出生物量模型,试验结果表明多源遥感数据结合可使估测结果的精确性大大提高^[2]。其次在对已经形成的遥感图像应用之前首先对图像进行预处理,主要包括对遥感数字图像进行范围调整、误差校正、坐标转换及图像的辐射校正等,使处理后的图像更好地接近真实景物。此外遥感数据还应尽量与样地数据间隔时间短,选择的样地要具有一定的代表性等。

2.2 自变量的选择

自变量应是通过遥感和 GIS 所能获取的地面样地信息。遥感所能提供的信息包括:各波段的灰度值、灰度比值及色彩等。GIS 和样地能提供的信息包括:样地的纵横坐标、海拔、地类、坡度、坡向、郁闭度等。目前大多数研究者选择植被指数和原始波段及其派生波段作为自变量参与模型的构建^[1,3,8]。Lee^[4]等对日本西部 Hiroshima 地区森林生物量估算时,通过归一化植被指数 NDVI 及差值植被指数 DVI 与生物量之间的线性关系,建立生物量回归模型。吴展波^[3]等利用波段灰度值建立鹿门寺马尾松生物量回归方程。

在利用遥感信息参数进行生物量估算时,自变量的选择尤其重要。变量数量少不能真实地反映生物量。但如果把所有的变量都选择进来,不仅计算量大许多,而且得到的回归方程稳定性也差,直接影响着估算的精度。因此在估算精度允许的前提下,应使模型中所含的自变量个数尽可能的少。通过遥感数据与生物量之间进行相关分析,选出与生物量相关系数较高的自变量。李娜^[9]等在对川西亚高山针叶林生物量遥感估算模型研究中通过相关性分析得出生物量与 TM1、TM5、TM7 及 PVI、BVI、NDVI 相关性显著,因此将这些因子选入进行回归分析。同时,如果选择的自变量之间存在显著的相关性,则它参与模型构建时,会出现回归系数求不出或回归系数不稳定现象,从而影响估算结果。对此可

通过逐步回归法、主成分分析法、聚类分析法、偏最小二乘法等方法来解决变量之间的相关性问题。另外,除遥感数据外,与生物量有关的环境因子如地形、气候或生物因子也是影响模型精度的重要因子^[13],因此将这些影响因子参与到模型的构建中来,对提高模型精度有重要作用

3 遥感技术森林生物量估算的发展趋势

3.1 传感器技术的日益成熟使大尺度上对森林生物量实时监测成为可能

传统光学遥感在生物量高的森林监测,存在一定的局限性。多时相、多波段、高分辨率的传感器的应用,使得生物量研究更进一步。MODIS 是当前世界上新一代“图谱合一”的光学遥感仪器,有 36 个离散光谱波段,光谱范围宽,从 0.4 μm (可见光)到 14.4 μm (热红外)全光谱覆盖。全球许多国家和地区都在接收和使用该数据。王正兴^[12]等利用 MODIS 形成增强型植被指数 EVI,能够弥补由于 NDVI 植被指数的缺陷,使其与生物量的线性关系得到明显改善,生物量估算精度得到提高。

3.2 新的数学方法的不断应用,使得森林生物量遥感估算模型越来越完善和适用

如何更好地利用数学方法,将更多的方法融入到森林生物量估算,建立合适的生物量估算模型,是今后森林生物量遥感估算研究的热点之一。神经网络方法、决策树回归法等都是数学方法运用的体现。尤其是神经网络方法虽然难以归纳出指导性规律,但可以消除传统多元回归分析法中变量之间的相关性,提高生物量的估算精度。

4 结 语

利用遥感技术估测森林生物量是一个复杂的过程。所建立的模型并不是任何时期、任何区域都适用,比如在模型建立期间对所在的样地内实施间伐、造林等经营措施,则遥感数据与样地信息不匹配,建

立的估算模型的精确度会大大受到影响。因此,基于遥感技术的森林生物量估测需要运用多种技术,综合多种方法,使估测模型达到最优。

参考文献:

[1] 邢艳秋. 基于 RS 和 GIS 东北天然林区域森林生物量及碳贮量估测研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2005.

[2] 何红艳,郭志华,肖文发. 遥感在森林地上生物量估算中的应用[J]. 生态学杂志,2007,26(8):1317-1322.

[3] 吴展波,郑炜,刘胜祥,等. 利用 3S 技术估算鹿门寺林场马尾松林生物量[J]. 西北林学院学报,2007,22(6):196-199.

[4] 张慧芳,张晓丽,黄瑜. 遥感技术支持下的森林生物量研究进展[J]. 世界林业研究,2007,20(4):30-34.

[5] 郭志华,彭少麟,王伯苏. 利用 TM 数据提取粤西地区的森林生物量[J]. 生态学报,2002,22(11):1832-1839.

[6] 陶伟国,徐斌,杨秀春. 草原产草量遥感估算方法发展趋势及影响因素[J]. 草业学报,2007,26(2):1-9.

[7] 国庆喜,张峰. 基于遥感信息估测森林的生物量[J]. 东北林业大学学报,2003,31(2):13-16.

[8] 张锋. 基于遥感信息估测森林生物量的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2003.

[9] 李娜,黄从德. 川西亚高山针叶林生物量遥感估算模型研究[J]. 林业资源管理,2008(3):100-104.

[10] 李仁东,刘纪远. 应用 Landsat ETM 数据估算鄱阳湖湿生植被生物量[J]. 地理学报,2001,56(5):532-540.

[11] Fensholt R. Earth observation of vegetation status in the Sahelian and Sudanian West Africa:Comparison of Terra MODIS and NOAA AVHRR satellite data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2004,25:1641-1659.

[12] 王正兴,刘闯, HUETE Alfredo. 植被指数研究进展:从 AVHRR - NDVI 到 MODIS - EVI[J]. 生态学报,2003,23(5):79-88.

[13] 徐小军,杜华强,周国模,等. 基于遥感植被生物量估算模型自变量相关性分析综述[J]. 遥感技术与应用,2008(2):239-247.