

基于 ALOS 数据的巨尾桉蓄积量遥感估测

——以广西平南县为例

刘庭威¹, 曾明宇¹, 旦增²

(1. 国家林业局中南林业调查规划设计院, 长沙 410014; 2. 西藏自治区林业调查规划研究院, 拉萨 850000)

摘要: 蓄积量是森林资源监测的一项重要指标, 蓄积量遥感估测一直是林业遥感研究的重要内容。本文采用 ALOS 数据为遥感信息源, 以广西自治区平南县优势树种巨尾桉为研究对象, 分析选取影响巨尾桉蓄积量估测主要的遥感信息和地理信息因子, 结合郁闭度实地调查因子, 建立了巨尾桉蓄积量估测模型, 模型精度达 91.18%。

关键词: 巨尾桉; 蓄积量; 遥感估测; 模型

中图分类号: TP 39 文献标识码: B 文章编号: 1003-6075(2011)04-0053-03

The Remote Sensing Estimation Model of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* Stock Volume Based on ALOS Data ——Taking Pingnan county of Guanxi Province as an Example

LIU Tingwei¹, ZENG Mingyu¹, DAN Zeng²

(1. Central South Forest Inventory and Planning Institute of State Forestry Administration, Changsha 410014, Hunan, China; 2. Forest Inventory and Planning Institute of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000, Tibet, China)

Abstract: The stock volume is an important indicator in forest resources monitoring, how to estimate forest stock volume by remote sensing had been an important part of remote sensing study. In this paper, the main dependent variables of remote sensing and geographic information which influencing stock volume estimation of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* were analyzed in Pingnan county of Guanxi province, then the estimation model of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* stock volume was established based on ALOS data combined with the crown density, the prediction precision was 91.18%.

Key words: *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*; stock volume; remote sensing estimation; model

森林蓄积的定量估测一直是林业遥感研究的难点和重点。应用遥感技术对森林资源进行估测, 国内外不少学者已做了大量的研究, 并取得了重要进展^[1-4]。巨尾桉是南方短周期工业原料林的主要树种, 能在较短时间内大量生产特定工业用途木材, 是解决生态保护压力下, 满足经济社会发展对林产品不断增长需求矛盾的较好选择。应用 ALOS 高分辨率数据, 探讨巨尾

桉蓄积量估测的新方法, 为减少实地调查工作量, 并快速、准确进行巨尾桉总蓄积估计, 为森林资源管理提供决策依据, 具有重要意义。

1 研究区概况

以广西自治区贵港市平南县为研究区域, 平南县位于广西东南部, 110°39'54"—110°39'42"E, 23°02'

* 收稿日期: 2011-08-30 修回日期: 2011-09-13

作者简介: 刘庭威(1979-), 男, 湖南衡阳人, 助理工程师, 从事林业调查规划设计工作。

19°—24°02'19"N。土地总面积 29.88 万 hm^2 。据 2009 年森林资源二类调查,全县林地总面积为 17.26 万 hm^2 ;有林地 14.58 万 hm^2 ,占土地总面积的 57.77%。近年来,平南县大力发展速生丰产林,将其作为全县林业跨越式发展和调整农村经济结构、增加农民收入的重要的突破口。巨尾桉为全县主要的速生丰产林树种,对全县经济具有较大影响。

2 数据

根据全县 2009 年森林资源二类调查实地调查数据,选取 200 个巨尾桉实地调查小班。收集 1:10 000 地形图,利用 ArcGIS 9.2 建立 DEM 数据,提取坡度、坡向、坡位等信息。遥感影像为 ALOS 高分辨率数据,成像时间为 2008 年 11 月,利用遥感图像处理软件 ENVI 对遥感影像进行了几何校正、彩色合成等处理。处理后的遥感影像与选取的 200 个巨尾桉实地调查小班叠加后见图 1。



图 1 ALOS 遥感影像与小班叠加图像

3 方法

建立蓄积量定量估测模型,并用此模型来估测未知地块的蓄积量。首先必须确定与蓄积量密切相关、易于获取的因子(自变量);其次要建立自变量与蓄积量关系的模型(模型结构),并确保预估精度。

3.1 自变量因子的选取

提取小班各波段的平均灰度值,并根据绿色植物的波谱反射曲线及 ALOS 卫星数据特点,设置比值波段: $\frac{Band4}{Band3}$, $\frac{Band3}{Band2}$, $\frac{Band1 \times Band2}{Band3}$, $\frac{Band2 \times Band3}{Band1}$ 。根

据遥感图像的各波段灰度值,绘制出各波段的植被指数反射曲线图,见图 2、图 3。从图 2、图 3 中可以看出: $Band1$ 对植被的敏感度不高,表现性差; $Band4$ 对植被的敏感度最好;其次为 $Band2$, $Band3$, $\frac{Band2 \times Band3}{Band1}$ 。

把遥感图像所有波段、上述比值波段和根据 DEM 提取的海拔、坡度、坡向、坡位等地理因子,在 SPSS18.0 软件中,按逐步回归分析方法确定最终的入选自变量。入选的最终自变量为: $Band2$, $Band3$, $Band4$, $\frac{Band2 \times Band3}{Band1}$, 海拔、坡向。同时,为了提高模型估测精度,对易于获取的郁闭度实地调查因子,也作为最终的蓄积量模型自变量。

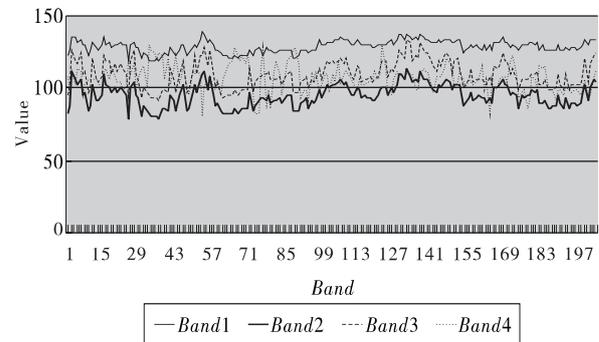


图 2 各波段植被指数曲线

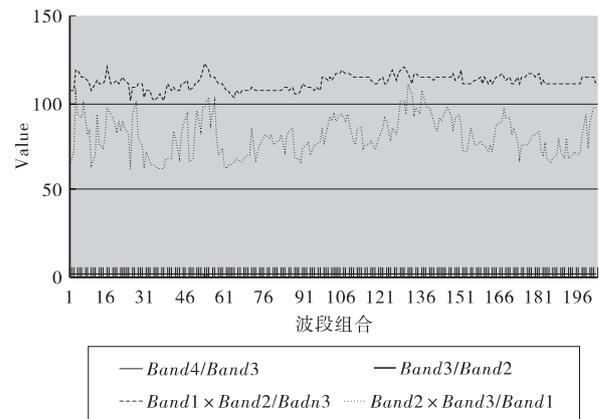


图 3 波段组合曲线图

3.2 蓄积量模型结构

采用多元线性回归模型进行巨尾桉蓄积量估测。假定被解释变量(因变量) Y 与多个解释变量(自变量) X_1, X_2, \dots, X_k 之间具有线性关系,是解释变量的多元线性函数,称为多元线性回归模型^[5]。即

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \mu$$

式中: Y 为被解释变量, $X_j (j=1, 2, \dots, k)$ 为 k 个解释变量, $\beta_j (j=0, 1, 2, \dots, k)$ 为 $k+1$ 个未知参数, μ 为随机误差项。模型参数采用最小二乘法(OLS)估计。

模型检验评价的统计指标采用以下3项: 确定系数(R^2)、估计值的标准误差(Standard Error of Estimate, SEE)、平均预估误差(Mean Prediction Error, MPE)。其计算公式^[6]如下:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}}$$

$$MPE = t_\alpha \cdot (SEE/\bar{y}) / \sqrt{n} \times 100$$

式中: n 为样本单元数; p 为参数个数; t_α 为置信水平 α 时的 t 值; y_i 和 \hat{y}_i 分别为立木生物量的实测值和预估值; \bar{y} 为样本平均值。

4 结果

4.1 模型结果

通过逐步回归分析, 得出平南县巨尾桉单位面积蓄积量的估测模型为:

$$Y = 81.26 + 90.86X_1 + 0.00200X_2 - 0.0440X_3 - 0.200X_4 - 1.005X_5 - 0.0450X_6 + 1.010X_7$$

式中: Y 为单位面积蓄积量(m^3/hm^2); $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ 分别为郁闭度、海拔、坡向、Band2, Band3, Band4, $\frac{\text{Band2} \times \text{Band3}}{\text{Band1}}$ 。其中坡向为东坡、北坡、东北坡和西北坡时取值为-1, 坡向为南坡、西坡、东南坡和西南坡取值为1, 无坡向时取值为0。

该模型各项统计指标结果见表1。从表1可以看出, 模型的确定系数为0.823, 建立的模型与巨尾桉单位面积蓄积存在显著的线性回归关系, 估计值的标准误差为 $26.75 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 平均预估误差为8.82%。

表1 模型统计指标

确定系数 R^2	估计值的标准误差 (SEE) / (m^3/hm^2)	平均预估误差 (MPE) / %
0.823	26.75	8.82

4.2 全县巨尾桉蓄积量估测

根据上述建立的巨尾桉单位面积蓄积量估测模型, 计算平南县2009年森林资源二类调查优势树种巨尾桉各小班蓄积量。平南县巨尾桉面积为 528.1 hm^2 , 根据模型计算得平南县巨尾桉总蓄积量为 $44\,351.72 \text{ m}^3$, 与2009年森林资源二类实地调查 $45\,912.38 \text{ m}^3$ 比, 仅相差 $1\,560.66 \text{ m}^3$, 平均预估误差为8.82%。

5 结论与讨论

应用ALOS高分辨率遥感数据建立了巨尾桉蓄积量估测模型, 对平南县巨尾桉蓄积预估效果较好。本文是利用遥感数据进行蓄积量估测的有益尝试, 由于实例数据都来源于平南县二类调查, 模型仅适用于平南县。建立的线性模型还包含有郁闭度实地调查因子, 因此还未完全脱离实地调查。影响蓄积量的因子较多, 本文建立的模型利用的因子有限, 如何进一步找出影响蓄积量更为有效、易获取的遥感信息或地理信息因子, 并建立更为合理、精度更高的估测模型, 有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 李崇贵, 赵宪文, 李春干. 森林蓄积量遥感估测理论与实现[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [2] 赵宪文, 李崇贵. 基于“3S”的森林资源定量估测[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
- [3] 包盈智, 袁凯先, 赵宪文, 等. 森林二类调查中蓄积量遥感测方法应用实例[J]. 林业科学研究, 1996, 9(3): 234-238.
- [4] 赵宪文. 林业遥感定量估测[M]. 北京: 北京林业出版社, 2007.
- [5] 薛薇. SPSS统计分析方法及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [6] 骆期邦, 曾伟生, 贺东北. 林业数表模型理论、方法与实践[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2001.