

广东省阔叶林生物量的分布规律研究

薛春泉^{1,2}, 叶金盛¹, 杨加志¹, 陈北光²

(1 广东省林业调查规划院, 广东 广州 510500; 2 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

摘要:基于网格系统抽样法对494块样地调查和已有各类生物量模型统计,系统研究了广东省阔叶林生物量的分布格局.结果表明,广东省阔叶林的平均生物量为76.82 t/hm²,处于偏低水平;全省阔叶林生物量在不同经济区和流域空间尺度分布严重不均;生物量与纬度、海拔的升高成正比关系,人类活动的干扰对阔叶林生物量的影响已经超出了气候条件影响;阔叶林的龄组结构、层次结构以及郁闭度结构与生物量之间有较强的相关性.

关键词:阔叶林;生物量;分布规律;广东省

中图分类号:S718.3

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2008)01-0048-05

Studies on the Distribution Patterns of Broadleaved Forest Biomass in Guangdong Province

XUE Chun-quan^{1,2}, YE Jin-sheng¹, YANG Jia-zhi¹, CHEN Bei-guang²

(1 Academy of Forestry Survey and Planning of Guangdong Province, Guangzhou 510500, China;

2 College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract:Based on the grid systemic sampling method and the biomass models, the distribution patterns of broadleaved forest biomass in Guangdong were studied. The results showed that the average biomass of Guangdong broadleaved forest is relatively low, only 76.82 t/hm²; Biomass was unevenly distributed on different economic regions and different drainage area. The biomass showed similar trend with latitudinal and altitudinal change, and human activity had more effect on the distribution of biomass than climate. The age structure, hierarchy and crown density show close relationship with biomass.

Key words: broadleaved forest; biomass; distribution pattern; Guangdong Province

森林植物生物量是反映森林生态功能的关键性指标,是森林固碳能力的重要标志,也是评估森林碳库收支平衡的重要参数.20世纪60年代以来,学者们开展了大量的森林植物生物量研究^[1],对主要森林群落的生物量进行了测定^[2-10],但大部分研究均是利用传统的群落调查方法对群落进行生物量估算.近年来,随着森林资源连续清查体系的逐步完善,基于森林资源连续清查资料的生物量研究大量出现^[11-16],方精云等^[12-14]以及赵敏等^[15-16]利用森林资源连续清查数据对全国森林植物生物量进行了研究,但是基于广东省区域内的此类研究鲜有报道.

阔叶林是广东省地带性植被类型.结合2002年广东省森林资源连续清查第5次复查的进行,研究广东省阔叶林的植物生物量分布规律,能够为广东省森林的碳源、碳汇研究提供基础,为碳汇营造林提供依据,为森林生态建设和政府科学决策服务.

1 材料与方法

1.1 样地的确立

基于广东省森林资源连续清查第5次复查,在2002年3—9月间,采用系统抽样的方法,在五万分之一地形图上,按照6 km × 8 km的网格进行机械布点,以每个网格的西南角交叉点为基准点布设25.82

收稿日期:2007-01-17

作者简介:薛春泉(1968—),男,教授级高级工程师,E-mail:87280459XCQ@21cn.com

基金项目:广东省科技计划项目(2002C20703)

$m \times 25.82 \text{ m}$ 的正方形固定样地, 每个样地面积 0.0667 hm^2 [17]。全省共布设 2 185 个林地样地, 其中 494 个样地为阔叶林抽样调查的样地。

1.2 样地生物量测定

一共调查了 494 块阔叶林样地。样地植物生物量测定包括乔木层、下木层、灌木层以及草本层 4 个层次, 各层次植物生物量的调查方法如下:

乔木层生物量: 调查样地中, 胸径 $\geq 5 \text{ cm}$ 的立木, 记录种名、胸径、树高、冠幅, 依据已有的乔木层生物量模型(表 1)计算样方该层生物量。

下木层生物量: 下木是指胸径 $< 5 \text{ cm}$ 的立木。在样地内有代表性的地段设置一个 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 的样方, 测定下木层立木的平均树高、平均基径和样方

株数, 依据已有的下木层生物量模型(表 1)计算样地该层生物量。

灌木层生物量: 在样地内选取典型地块确定灌木优势种, 调查优势灌木的盖度、平均高、平均基径。灌木优势种类按桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa*、岗松 *Baeckea frutescens*、竹灌、杂灌的其中一种调查记录, 依据已有的灌木层生物量模型(表 1)计算样地该层生物量。

草本层生物量: 在样地内选取典型地块确定草本的优势种, 调查各种类盖度、平均高。草本优势种类按芒萁 *Dicranopteris dichotoma*、蕨类、大芒、小芒、杂草的其中一种调查记录, 依据已有的草本生物量模型(表 1)计算样地草本层生物量。

表 1 广东省阔叶林 4 个层次植物生物量模型

Tab. 1 Biomass models of plant species in 4 layers in broadleaved forest in Guangdong Province

层次 layer	种类 species	模型 ¹⁾ model
乔木层 canopy layer	树干 tree stems	$W = 0.29700 \times D^{0.21272} \times H^{0.046734} \times V$
	树枝 tree branches	$W = 0.54541 \times D^{-0.27401} \times H^{-0.16565} \times V$
	树叶 tree leaves	$W = 0.22526 \times D^{-0.38874} \times H^{-0.21925} \times V$
	树根 tree roots	$W = 0.820322 \times D^{-0.39686} \times H^{-0.22275} \times V$
	总 total	$W = 1.23764 \times D^{-0.028090} \times H^{-0.067526} \times V$
下木层 under wood layer	阔叶树 broadleaved tree species	$W = 0.0000645384 \times d^{1.12837} \times H^{0.32853} \times N$
灌木层 shrub layer	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	$W = 0.844764 \times G^{0.57041} \times H^{0.91788}$
	岗松 <i>Baeckea frutescens</i>	$W = 0.20784 \times G^{0.78701} \times H^{0.55053}$
	竹灌 bamboo shrubs	$W = 0.0538344 \times G^{1.18518} \times H^{0.33621}$
	杂灌 other shrubs	$W = 0.056928 \times G^{1.25437} \times H^{0.662068}$
草本层 herb layer	芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	$W = 0.00541224 \times G^{1.67967} \times H^{0.56081}$
	其他蕨类 other ferns	$W = 0.40302 \times G^{0.501788} \times H^{0.223902}$
	大芒 tall awn	$W = 2.2872 \times \exp(0.0088 \times G \times H)$
	小芒 short awn	$W = 1.81704 \times G^{0.23427} \times H^{1.26045}$
	杂草 other grasses	$W = 4.16892 \times H^{0.91037}$

1) 模型引自: 叶金盛, 广东省主要树种生物量模型, 广东省林业调查规划院, 2003; 式中, W 为生物量/($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$), H 为平均高/m, D 为平均胸径/cm, V 为蓄积量/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$), d 为平均基径/cm, N 为密度/(株 $\cdot \text{hm}^{-2}$), G 为平均盖度/%

1.3 广东省阔叶林生物量空间分布格局

根据调查数据构建广东省阔叶林生物量数据库, 在此基础上, 利用 Excel 的统计功能, 分别对广东省阔叶林的平均生物量、不同经济区和流域的生物量以及生物量与地理因子、群落结构等的相关性进行了统计。

2 结果与分析

2.1 广东省阔叶林的生物量

通过对 494 个样地的统计分析, 广东省阔叶林的单位面积植物生物量平均为 $76.82 \text{ t}/\text{hm}^2$, 最大值为 $329.33 \text{ t}/\text{hm}^2$, 最小值为 $0.90 \text{ t}/\text{hm}^2$ 。494 个样地的生物量分布状况如图 1, 分布不符合正态分布。

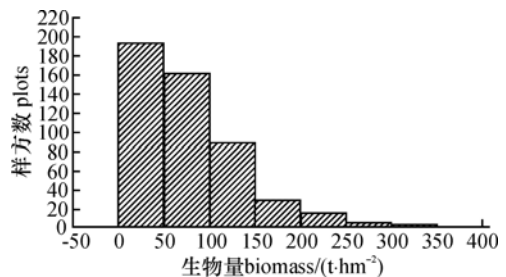


图 1 样地生物量的分布状况

Fig. 1 Distribution of plot biomass with 494 samples

494 个样地中, 单位面积生物量达 $300 \text{ t}/\text{hm}^2$ 以上的样地有 3 个, $200 \text{ t}/\text{hm}^2$ 以上的样地有 23 个, 单位面积生物量在 $100 \text{ t}/\text{hm}^2$ 以下的样地占 71.5%。73.2% 的调查样地属于幼龄林, 多为单层林, 与典型

地带性顶级群落还有较大的差距,生物量水平远低于地带性森林群落. 广东省典型地带性森林群落的单位面积生物量可达 200 t/hm^2 以上^[18],甚至可以达到 330 t/hm^2 的水平^[5],而李高飞等^[19]对中国不同气候带各类型森林生物量的研究表明,亚热带常绿阔叶林的平均生物量为 221.94 t/hm^2 . 因此,广东省阔叶林的单位面积生物量整体处于较低水平,幼龄林占较大比例且发育水平较低,是造成广东省阔叶林低生物量水平的主要原因. 必须加强对现有森林的培育,增强森林碳汇,体现森林尤其是常绿阔叶林作为碳库的生态功能.

2.2 不同经济区与流域的生物量

根据经济发展状况,把广东省划分为粤北经济区、粤东沿海经济区、粤西沿海经济区和珠三角经济区4个经济区;流域划分为北江流域、东江流域、西江流域、韩江流域及其他流域5个区域.

阔叶林在不同经济区的分布是极不均匀的. 研究表明,494个阔叶林样地中,粤北经济区分布有384个,占全部阔叶林样地的77.7%;粤东沿海经济区以及粤西沿海经济区的阔叶林样地共有51个,仅占10.3%;珠三角经济区有59个阔叶林样地,占12%. 粤北经济区单位面积生物量最大,珠三角经济区次之,粤东沿海经济区的阔叶林单位面积生物量最小(图2). 调查研究显示,人为活动是造成阔叶林在广东省不同经济区分布差异的主要因素.

从流域看,阔叶林主要分布在北江流域和东江流域,两者的阔叶林样地占总阔叶林样地数的65.4%;北江流域的阔叶林单位面积生物量最高,西江和韩江流域的阔叶林生物量次之,东江流域和其他流域的阔叶林生物量最低().

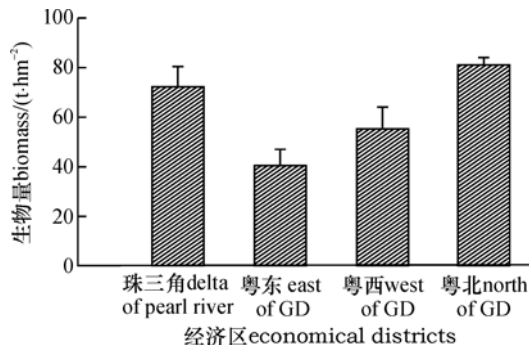


图2 广东省不同经济区阔叶林生物量

Fig. 2 The plot biomass of different economic districts in Guangdong Province

2.3 地理因子与阔叶林生物量

2.3.1 不同纬度的阔叶林生物量 受水热条件的影响,不同纬度带的森林植物生物量存在差异. 纬度

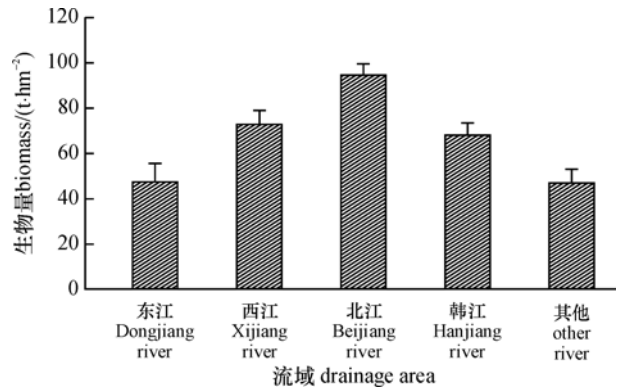


图3 广东省不同流域阔叶林生物量

Fig. 3 The plot biomass of different drainage areas in Guangdong Province

尺度上水热条件的优劣以及森林群落的立地条件的好坏,对植物生长速度、生物量累积速度具有显著的影响. 研究结果(图4)显示: $20 \sim 22^\circ\text{N}$ 的阔叶林群落平均生物量为 51.82 t/hm^2 , $22 \sim 23^\circ\text{N}$ 为 61.65 t/hm^2 , $23 \sim 24^\circ\text{N}$ 为 70.82 t/hm^2 , $24 \sim 25^\circ\text{N}$ 为 83.78 t/hm^2 , 25°N 以上地区的阔叶林群落生物量达到 107.23 t/hm^2 ; 方差分析表明,不同纬度范围生物量存在显著差异 ($P < 0.01$). 广东省的低纬度地带邻近南海与西太平洋海,水气通量较大、热量充足,地形条件大部分是平原,但阔叶林群落的生物量却最低,反映出在这一地区经济活动和人为活动的干扰影响远超出了气候生产力;而高纬度地区大部分是山区,人类的经济活动受到一定的限制,尤其是在粤北地区,目前人为活动相对较少,很多的天然林得以保存,森林发育程度较高,因此,生物量要比低纬度地区高(图4),从而表现为纬度越高,阔叶林生物量越高.

2.3.2 不同海拔的生物量 海拔是影响森林立地条件的重要因子之一,由于海拔对于温度、雨量垂直梯度增减的显著影响,决定着不同海拔森林群落分布的生物组成结构特征,所以海拔对于阔叶林的生物量分布具有重要影响. 本研究按照200m的海拔梯度跨度,对494个样地阔叶林生物量的调查结果表明,广东省阔叶林生物量在不同的海拔梯度上存在极显著差异 ($P < 0.01$),随海拔的增加,阔叶林的生物量呈增加的趋势(图5), $800 \sim 1300 \text{ m}$ 阔叶林群落的平均生物量最大,为 103.54 t/hm^2 ,按海拔从高到低阔叶林平均生物量依次为 91.50 ($600 \sim 800 \text{ m}$)、 83.12 ($400 \sim 600 \text{ m}$)、 67.66 ($200 \sim 400 \text{ m}$) 和 60.75 t/hm^2 ($0 \sim 200 \text{ m}$),样方的生物量最大值则出现在 $600 \sim 800 \text{ m}$ 的海拔带. 人为活动对于此种格局的形成具有重要影响:低海拔地区大多处于沿海一带,地形平坦,容易利用,所以阔叶林保存的数量和

质量都较低,而高海拔地区大多是中山和低山,人为的干扰强度相对较小,所以保存有较多的阔叶林,质量也比低海拔地区好,阔叶林生物量也较高。

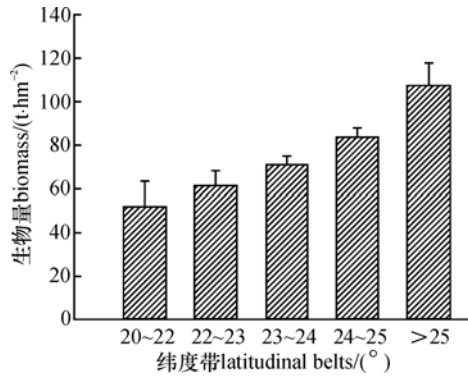
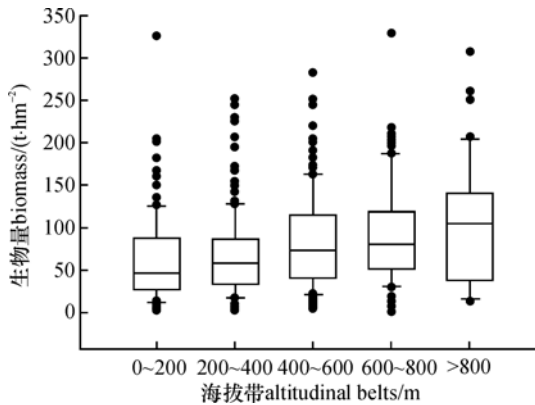


图 4 不同纬度带的生物量

Fig. 4 The plot biomass of different latitudinal belts



- : 中位数; □: 25% ~ 75% 的百分位数间距范围;
 ▮: 10% ~ 90% 的百分位数间距范围; · : 离群值
 - : median; □: the range between the 25th and 75th percentiles;
 ▮: the range between the 10th and 90th percentiles; · : outlier

图 5 不同海拔带的生物量

Fig. 5 The plot biomass of different altitudinal belts

2.4 阔叶林群落结构与生物量

2.4.1 龄组与生物量 494 个阔叶林群落样地中, 362 个样地属于幼龄林, 110 个样地属于中龄林, 近熟林样地有 12 个, 成熟林样地有 9 个。阔叶林中, 大部分都是幼龄林, 占总样本数的 73.3%。图 6 结果反映出, 阔叶林的生物量与林分的龄组成正比, 成熟林的生物量最大, 为 125.61 t/hm², 其次是中龄林, 为 103.23 t/hm², 幼龄林的生物量最低, 为 65.96 t/hm²。

2.4.2 不同层次的阔叶林生物量 分别统计主林层(优势木为主的上层)、下木层、灌木层和草本层 4 个层次样地生物量, 结果表明, 阔叶林的生物量集中分布在主林层, 该层平均生物量为 54.22 t/hm², 占样地平均生物量的 70.6%; 下木层与灌木层的平均生物量均为 10.51 t/hm², 各占 13.7% 的比例; 草本层的生物量最低, 仅占 2%, 主林层对于样地生物量

的贡献是非常大的。主林层生物量中, 干、枝、叶、根的分配比例分别为 50.4%、19.4%、6.9% 和 23.3%。

森林群落的层次结构对于样地的生物量有很大的影响, 复层林的样地生物量显著地大于单层林样地生物量, 方差分析表明, 两者的差异达到极显著水平 ($P < 0.01$)。

2.4.3 不同郁闭度的阔叶林生物量 郁闭度是反映森林发育程度的重要指标之一, 与生物量有较大的相关性^[18,20]。从图 7 可以看出, 随着郁闭度的增加, 样地单位面积生物量增加。统计表明, 不同郁闭度的阔叶林生物量存在极显著差异 ($P < 0.01$)。

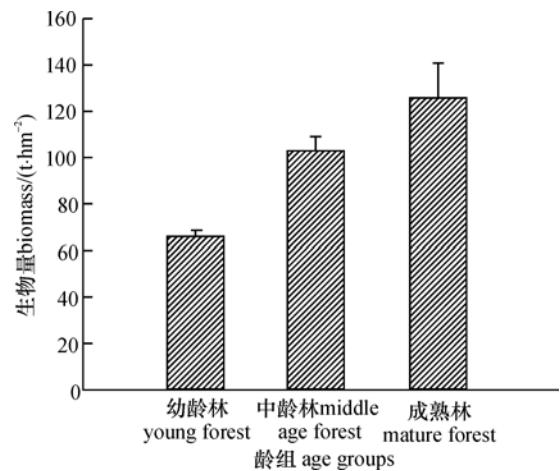


图 6 不同龄组的阔叶林生物量

Fig. 6 The plot biomass of forest with different age groups

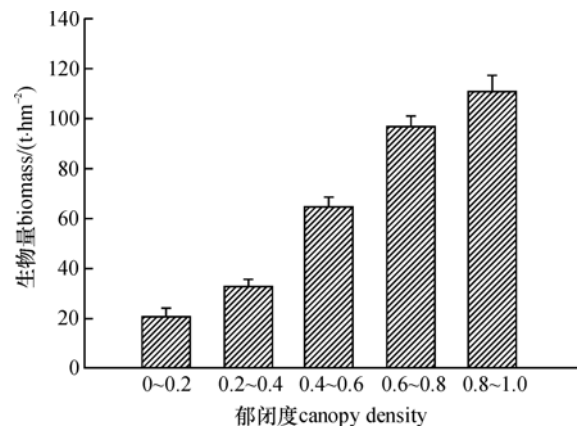


图 7 郁闭度与阔叶林生物量

Fig. 7 The plot biomass of forest with different canopy densities

3 结论

本文利用网格系统进行样地的布设, 从一个宏观的角度对阔叶林的生物量进行了研究, 充分揭示了阔叶林生物量的分布规律。主要分析结果如下:

(1) 广东省阔叶林整体单位面积生物量较低, 仅为 76.82 t/hm², 远低于中国亚热带常绿阔叶林的单位面积平均生物量。广东省森林中, 幼龄林多, 森林

发育水平较低是造成广东省阔叶林生物量水平较低的主要原因。

(2)广东省阔叶林生物量在经济区和流域上的分布都是不均匀的。粤北经济区单位面积生物量最大,珠三角经济区次之,粤东沿海经济区的阔叶林单位面积生物量最小;北江流域的样地阔叶林单位面积生物量最高,西江和韩江流域的阔叶林生物量次之,东江流域和其他流域的阔叶林生物量最低;调查研究显示,人为活动是造成阔叶林在广东省不同经济区和流域分布不均的主要因素。

(3)广东省阔叶林生物量沿纬度的增加而增加,与海拔成正比,呈现出与气候生产力分布格局相背离的状况,主要的原因是人为活动所造成的干扰远超出了地理环境因子对阔叶林生物量的影响。

(4)研究表明,广东省阔叶林的生物量与林分的龄组成成正比;阔叶林生物量集中分布在主林层;复层林生物量远高于单层林生物量;郁闭度对阔叶林生物量有较大的正面影响。

森林植物生物量是生态建设的关键指标,是森林发挥生态作用的基础,是体现森林作为碳库作用的载体。阔叶林是森林的重要组成部分,但是从整体上看,广东省阔叶林生物量受到森林结构不合理的制约,从而直接影响森林生态效益的发挥。因此,需要进行林分龄组结构、树种结构、平面空间结构和立体空间结构的全面调整,提高森林结构质量水平,从而增加森林生物量,更好地发挥森林生态功能。

参考文献:

- [1] 冯宗炜,王效科,吴刚. 中国森林生态系统的生物量 and 生产力[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [2] 潘维涛,李利村,高正衡. 2个不同地域类型杉木林的生物产量和营养元素分布[J]. 中南林业科技,1979(4):1-14.
- [3] 冯宗炜,陈楚莹,张家武. 湖南会同地区马尾松林生物量的测定[J]. 林业科学,1982,8(2):127-134.
- [4] 李文华,邓坤枚,李飞. 长白山主要生态系统生物量生产量的研究[J]. 森林生态系统研究,1981(试刊):34-50.
- [5] 张祝平,丁明懋. 鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林的生物量和光能利用效率[J]. 生态学报,1996,16(5):158-167.
- [6] 郭志华,彭少麟,王伯荪. 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.
- [7] 柯金虎,朴世龙,方精云. 长江流域植被净第一性生产力及其时空格局研究[J]. 植物生态学报,2003,27(6):764-770.
- [8] 段爱国,张建国,何彩云,等. 杉木人工林生物量变化规律研究[J]. 林业科学研究,2005,18(2):125-132.
- [9] LAURA A B G, AUST W M, RANDALL K K, et al. Biomass and carbon pools of disturbed riparian forests[J]. Forest Ecology and Management, 2003, 180: 493-508.
- [10] RYUNOSUKE T, TAKUO H, HIROSHI T. Above- and belowground biomass and net primary production in a cool-temperate deciduous forest in relation to topographical changes in soil nitrogen[J]. Forest Ecology and Management, 2004, 193:297-306.
- [11] 王玉辉,周广胜,蒋延玲,等. 基于森林资源清查资料的落叶松林生物量和净生长量估算模式[J]. 植物生态学报,2001,25(4):420-425.
- [12] 方精云,刘国华,徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生物量[J]. 生态学报,1996,16(5):497-508.
- [13] FANG Jing-yun, CHEN An-ping, PENG Chang-hui, et al. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998[J]. Science, 2001, 292: 2320-2322.
- [14] 方精云,陈安平,赵淑清,等. 中国森林生物量的估算:对 Fang 等 Science 一文(Science, 2001, 292: 2320-2322)的若干说明[J]. 植物生态学报,2002,26(2):243-249.
- [15] 赵敏,周广胜. 基于森林资源清查资料的生物量估算模式及其发展趋势[J]. 应用生态学报,2004,15(8):1468-1472.
- [16] ZHAO Min, ZHOU Guang-sheng. Estimation of biomass and net primary productivity of major planted forests in China based on forest inventory data[J]. Forest Ecology and Management, 2005, 207:295-313.
- [17] 王登峰. 广东省森林生态状况监测报告:2002年[M]. 北京:中国林业出版社,2004:19-22.
- [18] 温达志,魏平,孔国辉,等. 鼎湖山锥栗+黄果厚壳桂+荷木群落生物量及其特征[J]. 生态学报,1997,17(5):167-174.
- [19] 李高飞,任海. 中国不同气候带各类型森林的生物量和净第一性生产力[J]. 热带地理,2004,24(4):140-144.
- [20] 温远光. 杉木林生产力与森林结构关系的研究[J]. 福建林学院学报,1997,7(3):246-250.

【责任编辑 李晓卉】