

森林生物量及固碳量估算方法简介

文 / 闫德仁

森林生物量是固碳量估算的前提,目前关于森林生物量计算的方法很多,大致可分为三类,即样地清查法、模型模拟法和遥感估算法。其中遥感估算法和模型模拟法多属于自然科学范畴,计算方法繁琐,使用较少,而在实际工作中样地清查法使用最为普遍。

样地清查法是通过典型样地研究植被、枯落物或土壤等碳库的碳储量和碳通量,该方法适用于小尺度森林生态系统的研究。样地清查法通常用样地进行植被生物量、碳蓄积量等的估算,一般进一步分为以生物量法、蓄积量法、生物量与蓄积量为基础的植物碳贮量估算法以及微气象学法等。

一、生物量测定法

生物量测定法(样地法)是根据单位面积生物量、森林面积生物量在树木各器官中的分配比例与树木各器官的平均碳含量等参数计算而成,计算公式: $W = V \times 0.45 \times (1 + 0.3)$ 。其中, W 为单位面积生物量(吨/公顷); V 为单位面积平均蓄积量(立方米/公顷);林木生物量的平均密度为 0.45(吨/立方米);树叶、树根生物量占树干生物量的 30%。

二、换算因子法

换算因子法是以森林清查中立木材积数据为基础,再乘以换算因子得出森林固碳量。

德国研究森林碳汇量时就采用此方法,每立方米木材体积到碳吨数的换算因子是云杉为 0.215、冷杉为 0.205、松树为 0.245、落叶松为 0.275。法国(Peyron 等, 2002)从木材体积到碳吨数的换算因子是针叶树和杨树为 0.28,除杨树外的阔叶树为 0.30,树叶、地被植物和森林土壤中的碳含量根据森林面积估计,使用 Dupouey 等(1991)的换算因子。所用的因子为阔叶树和杨树的树叶为每公顷 3.4 吨碳、针叶树的树叶为每公顷 9.6 吨碳,地被植物为每公顷 1 吨碳,森林土壤为每公顷 70 吨碳。

近年来,以建立生物量与蓄积量关系

为基础的植物碳贮量估算方法已得到广泛应用。王效科等利用该方法提出具体公式如下: $P_c = V \times D \times R \times C_c$ 。其中, P_c 是总碳量; V 是某一森林类型的单位面积森林蓄积量; D 是树干密度; R 是树干生物量占乔木层生物量的比例; C_c 是植物中碳含量。2001 年,王效科等根据我国 1994 年底以前 160 多篇有关森林生物量的研究报道中的 561 个调查样地的生物量调查资料,又对该方法进行了改进,提出如下计算公式: $TC = V \times D \times SB \times BT \times (1 + TD) \times C_c$ 。其中, V 是某一森林类型或省市的森林蓄积量(来自林业部第三次全国森林资源普查资料); D 是树干密度(采用中国林业科学研究院木材工业研究所的研究结果); C_c 是植物中碳含量(0.45~0.5); SB 是各林龄级各个森林类型的林木树干与乔木层生物量的比值; BT 是乔木层和群落总生物量 f 包括林下所有植物的生物量的比值。

方精云等使用我国森林资源清查资料和文献发表的生物量实测资料,总结提出了生物量换算因子(BEF)法建立生物量与蓄积量关系,具体关系式如下: $BEF = a + b/x$ 。其中, a 、 b 为常数,成熟林的 a 值趋于恒定,幼龄林的 a 值较大。

利用森林资源清查资料的面积和蓄积量数据以及生物量换算因子方程中的参数,计算各森林类型的生物量,其计算公式如下:某森林类型的某地区总生物量 $Y = \sum [a(\text{蓄积量} / \text{面积}) + b] \times \text{面积}$,或 $Y = \sum BEF \times x_i \times s_i = a \sum s_i x_i + bS$ 。其中, Y 和 S 分别是某森林类型的某地区总生物量和总面积, s_i 和 x_i 分别是第 i 地区某一森林类型的面积和平均林分蓄积量。

赵海珍等根据生物量和蓄积量的关系提出单位面积林木的固碳量(C_1)按如下公式计算: $C_1 = M \cdot (w/v) / a \cdot b \cdot C_b$ 。其中, C_1 为林木地上部分或地下部分单位面积的固碳量; M 为林木干材单位面积的蓄积量; w/v 是生物量与蓄积量的比值; a 为树干木材生物量与林木总生物量的比值; b 为地上部分或地下部分生物量占林木总生物量的百分数; C_b 为 1 克生物量中含碳量

的平均值。

单位面积林下植物的固碳量(C_2)可按如下公式计算: $C_2 = 0.61M \cdot (w/v) / a \cdot b \cdot C_b$ 。其中,系数 0.61 是林下植物与林木总生物的比值,其它字母含义同上。

单位面积森林枯落物的固碳量(C_3)计算公式如下: $C_3 = d \cdot C_b$ 。其中, d 为各类森林单位面积的枯落物干物质贮量平均值,其余字母含义同上。

三、森林蓄积量扩展法

以森林蓄积(树干材积)为计算基础,通过蓄积扩大系数计算树木(包括枝桠、树根)生物量,然后通过容积密度(干重系数)计算生物量干重,再通过含碳率计算其固碳量,这样可计算出来以立木为主体的森林生物量碳汇量。在此基础上,进一步根据树木生物量固碳量与林下植物固碳量之间的比例关系、树木生物量固碳量与林地固碳量之间的比例关系计算森林全部固碳量。森林全部固碳量计算公式为: $C_f = \sum (S_{ij} \times C_{ij}) + a \sum (S_{ij} \times C_{ij}) + \beta \sum (S_{ij} \times C_{ij})$, 这里 $C_{ij} = V_{ij} \times \delta \times \rho \times r$ 。其中, S_{ij} 为第 i 类地区第 j 类森林的面积; C_{ij} 为第 i 类地区第 j 类森林类型的森林碳密度; V_{ij} 为第 i 类地区第 j 类森林类型的森林单位面积蓄积量; a 为林下植物碳转换系数; β 为林地碳转换系数; δ 为生物量扩大系数; ρ 为容积系数; r 为含碳率。各种换算系数取 IPCC 默认值: δ 为 1.92, r 为 0.5, ρ 为 0.5, a 为 0.195, β 为 1.244。

四、根系生物量

根系地下生物量估算有挖掘法,但成本高,而实际中多采用标准根冠比和异速生长方程进行计算。其中,标准根冠比(Cairns et al 1997)方法如下: $R = W \times 0.26$ 。其中, W 为单位面积生物量(吨/公顷);平均根冠比为 0.26(区间 0.18~0.30)。

综上所述,研究者可以根据数据来源选择适当的方法计算某地区森林生物量和固碳量,并根据二氧化碳分子式,采用 3.67 系数将纯碳量换算成二氧化碳量。

(作者单位:内蒙古林业科学研究所)