



中华人民共和国林业行业标准

LY/T 2661—2016

立木生物量模型及碳计量参数——枫香

Tree biomass models and related parameters to carbon accounting
for *Liquidambar formosana*

2016-07-27 发布

2016-12-01 实施

国家林业局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家林业局森林资源管理司提出。

本标准由全国森林资源标准化技术委员会(SAC/TC 370)归口。

本标准起草单位：国家林业局调查规划设计院、国家林业局华东林业调查规划设计院、国家林业局中南林业调查规划设计院。

本标准主要起草人：曾伟生、古育平、甘世书、黄国胜、姚顺彬、王亚卿、肖前辉、王六如、徐旭平、贺鹏、骆钦锋、胡觉、闫宏伟、白卫国。

立木生物量模型及碳计量参数——枫香

1 范围

本标准规定了枫香(*Liquidambar formosana*)的立木生物量模型及其相容性生物量转换因子函数、根茎比函数和含碳系数等。

本标准适用于全国枫香林木生物量与碳储量的计量和监测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

LY/T 2258—2014 立木生物量建模方法技术规程

LY/T 2259—2014 立木生物量建模样本采集技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

立木生物量 tree biomass

某一时刻存在于活立木中的有机物质总干重,分地上生物量和地下生物量,分别用 M_A 和 M_B 表示。其中,地上生物量包括树干(去皮)、树皮、树枝(含果)、树叶(含花)4个分量;地下生物量包括根茎、粗根(直径 ≥ 10 mm)和细根(2 mm $\leq$ 直径 < 10 mm),直径 2 mm以下须根不计入根系生物量而计入土壤有机质含量。

3.2

生物量转换因子 biomass conversion factor

林木地上生物量与立木材积之比(g/cm^3 或 t/m^3),用 BCF 表示。依据该参数可将立木材积 $V(10^{-3} \text{ m}^3)$ 转换为地上生物量 $M_A(\text{kg})$ 。当生物量转换因子不为常数,随林木胸径 $D(\text{cm})$ 和树高 $H(\text{m})$ 等变化时,将生物量转换因子与林木胸径和树高等之间的关系式称为生物量转换因子函数。

3.3

根茎比 root-to-shoot ratio

林木地下生物量与地上生物量之比,用 RSR 表示。依据该参数可由地上生物量 M_A 推算地下生物量 M_B ,从而得到全树生物量。当根茎比不为常数,随林木胸径 D 和树高 H 等变化时,将根茎比与林木胸径和树高等之间的关系式称为根茎比函数。

3.4

木材密度 wood density

单位体积木材质量(g/cm^3 或 t/m^3),用 WD 表示。通常分全干密度、气干密度和基本密度,此处指树干(含树皮)基本密度,即树干绝干质量与树干材积之比。

3.5

含碳系数 carbon factor

林木生物量中的有机碳占有机质总量的比值,也叫含碳因子或含碳率,用 CF 表示。依据该参数可

LY/T 2661—2016

由生物量推算碳储量。

4 生物量模型

4.1 地上生物量模型

4.1.1 模型结构形式

一元模型： $M_A = 0.106\ 15D^{2.466\ 50}$ (1)

二元模型： $M_A = 0.089\ 09D^{2.255\ 64}H^{0.304\ 14}$ (2)

式中：

M_A ——地上生物量估计值,单位为千克(kg)；

D ——林木胸径,单位为厘米(cm)；

H ——林木树高,单位为米(m)。

建模样本的基本情况参见附录 A。

4.1.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.949\ 6$, $SEE=70.80\ \text{kg}$, $MPE=5.27\ %$ 。

二元模型： $R^2=0.958\ 6$, $SEE=64.40\ \text{kg}$, $MPE=4.79\ %$ 。

其中, R^2 为确定系数, SEE 为估计值的标准差, MPE 为平均预估误差具体计算方法执行 LY/T 2258—2014 的有关规定。

4.2 分项生物量模型

4.2.1 模型结构形式

$$\begin{cases} M_1 = \frac{1}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \\ M_2 = \frac{g_1}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \\ M_3 = \frac{g_2}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \\ M_4 = \frac{g_3}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$M_1、M_2、M_3、M_4$ ——分别为树干、树皮、树枝、树叶的生物量估计值(kg)；

M_A ——地上生物量估计值(kg)；

$g_1、g_2、g_3$ ——分别为树皮、树枝、树叶生物量与树干生物量的比例函数：

一元模型： $g_1 = 0.186\ 67D^{-0.034\ 537}$, $g_2 = 0.517\ 48D^{-0.023\ 554}$, $g_3 = 0.502\ 56D^{-0.543\ 64}$ (4)

二元模型： $g_1 = 0.234\ 63D^{0.309\ 53}H^{-0.475\ 15}$, $g_2 = 0.853\ 43D^{0.691\ 15}H^{-1.002\ 46}$, $g_3 = 0.778\ 66H^{-0.783\ 26}$ (5)

4.2.2 模型评价指标

枫香一元和二元分项生物量模型的评价指标见表 1。

表 1 分项生物量模型的评价指标

模型	分量	R^2	SEE/kg	MPE/%
一元模型	树干	0.917 1	54.16	7.02
	树皮	0.847 8	13.27	10.20
	树枝	0.871 8	34.61	9.07
	树叶	0.715 5	8.15	13.22
二元模型	树干	0.948 1	43.31	5.62
	树皮	0.854 5	13.11	10.08
	树枝	0.871 3	35.05	9.19
	树叶	0.713 9	8.26	13.40

4.3 地下生物量模型

4.3.1 模型结构形式

一元模型： $M_B = 0.095\ 52D^{2.141\ 90}$ (6)

二元模型： $M_B = 0.120\ 52D^{2.421\ 78}H^{-0.403\ 70}$ (7)

式中：

M_B ——地下生物量估计值,单位为千克(kg)；

D ——林木胸径,单位为厘米(cm)；

H ——林木树高,单位为米(m)。

4.3.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.918\ 9$, $SEE=22.69\ \text{kg}$, $MPE=6.41\%$ 。

二元模型： $R^2=0.900\ 7$, $SEE=25.38\ \text{kg}$, $MPE=7.17\%$ 。

具体计算方法执行 LY/T 2258—2014 的有关规定。

5 生物量转换因子函数

一元函数式： $BCF = 0.822\ 90D^{-0.023\ 941}$ (8)

二元函数式： $BCF = 1.149\ 26D^{0.378\ 20}H^{-0.580\ 04}$ (9)

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为：

一元材积模型： $V = 0.128\ 99D^{2.490\ 44}$ (10)

二元材积模型： $V = 0.077\ 52D^{1.877\ 44}H^{0.884\ 18}$ (11)

其中,式(10)的评价指标为： $R^2=0.964\ 4$, $MPE=4.35\%$ ；式(11)的评价指标为： $R^2=0.992\ 2$, $MPE=2.04\%$ 。

6 根茎比函数

一元函数式： $RSR = 0.899\ 84D^{-0.324\ 60}$ (12)

二元函数式： $RSR = 1.352\ 70D^{0.166\ 14}H^{-0.707\ 84}$ (13)

LY/T 2661—2016

7 木材密度

枫香的平均木材密度为 0.503 5,标准差为 0.089 8。

8 含碳系数

枫香不同器官的含碳系数见表 2。

表 2 枫香不同器官的含碳系数

全树	地上	地下	树干	树皮	树枝	树叶
0.466 8 (±0.011 9)	0.469 0 (±0.013 6)	0.460 4 (±0.016 6)	0.473 7 (±0.014 5)	0.448 7 (±0.022 8)	0.469 4 (±0.015 8)	0.458 3 (±0.023 0)
注：括号中的数值为标准差。						

9 模型应用

- 9.1 本标准中的地上生物量模型、分项生物量模型和地下生物量模型可整列成表格形式,得出枫香一元和二元立木生物量表(见附录 B 和附录 C)。
- 9.2 本标准中的生物量模型、生物量转换因子函数和根茎比函数,宜在建模样本的变量幅度范围内应用(参见附录 A)。超出范围应用时,模型的预估误差会增大。在只需估计生物量的情况下(如碳汇造林项目),宜直接采用生物量模型;在需同时估计蓄积量和生物量的情况下(如森林资源连续清查项目),宜采用生物量转换因子函数和根茎比函数,以保证生物量与蓄积量之间的相容性。得到生物量估计值后,可进一步采用含碳系数进行碳储量估计。
- 9.3 模型应用时,宜采用通用性好的二元模型。超过一定年限应用,或缩小地域范围应用时,模型的预估误差会有所增大。一元模型在局部范围应用时(如市、县级以下行政区域范围),宜首先建立树高-胸径回归模型,再以二元模型为基础导算适用于该范围的一元模型;一元模型应用达到一定年限后,宜以二元模型为基础重新导算相容性一元模型。

附 录 A
(资料性附录)
枫香建模样本基本情况

枫香的建模样本共计 152 株样木,采集自枫香主要分布区 8 省(市、区),其中广西 42 株,福建、江西、湖南、贵州各 20 株,浙江、安徽、重庆各 10 株。建模样本的采集按 LY/T 2259—2014 要求执行,其基本情况见表 A.1。

表 A.1 枫香立木生物量建模样本基本情况

项目	样本量	变量	平均值	最小值	最大值	标准差	变动系数/%
地上生物量	152	胸径 D/cm	16.3	1.3	48.5	11.9	72.8
		树高 H/m	11.5	1.6	29.8	6.9	59.6
		立木材积 $V/10^{-3} \text{ m}^3$	275.6	0.4	1 938.0	396.7	143.9
		地上生物量 M_A/kg	215.9	0.3	1 241.9	314.5	145.7
地下生物量	50	胸径 D/cm	16.2	1.5	42.2	12.1	74.5
		树高 H/m	11.3	2.1	26.5	6.8	60.1
		地上生物量 M_A/kg	213.9	0.3	1 149.5	307.3	143.7
		地下生物量 M_B/kg	63.4	0.1	313.0	78.9	124.3

附 录 B
(规范性附录)
枫香一元立木生物量表

表 B.1 枫香一元立木生物量表

胸径 <i>D</i> cm	生物量 <i>M</i> kg						
	总量	地上	树干	树皮	树枝	树叶	地下
2	1.01	0.59	0.29	0.05	0.15	0.10	0.42
4	5.10	3.24	1.69	0.30	0.85	0.40	1.86
6	13.25	8.82	4.74	0.83	2.35	0.90	4.43
8	26.13	17.92	9.80	1.70	4.83	1.59	8.21
10	44.31	31.07	17.20	2.97	8.43	2.47	13.24
12	68.29	48.72	27.23	4.66	13.29	3.54	19.57
14	98.48	71.26	40.11	6.84	19.51	4.80	27.22
16	135.29	99.05	56.10	9.52	27.19	6.24	36.24
18	179.09	132.45	75.39	12.74	36.45	7.87	46.64
20	230.20	171.75	98.19	16.53	47.35	9.68	58.45
22	288.95	217.27	124.69	20.92	59.99	11.67	71.68
24	355.65	269.28	155.05	25.93	74.45	13.85	86.37
26	430.58	328.06	189.46	31.60	90.80	16.20	102.52
28	513.99	393.84	228.06	37.94	109.11	18.73	120.15
30	606.20	466.91	271.03	44.99	129.45	21.44	139.29
32	707.41	547.47	318.50	52.75	151.90	24.32	159.94
34	817.89	635.78	370.63	61.25	176.51	27.39	182.11
36	937.87	732.04	427.55	70.52	203.34	30.63	205.83
38	1 067.57	836.47	489.40	80.57	232.46	34.04	231.10
40	1 207.21	949.27	556.30	91.42	263.92	37.63	257.94
42	1 357.04	1 070.68	628.40	103.10	297.78	41.40	286.36
44	1 517.20	1 200.84	705.81	115.61	334.09	45.33	316.36
46	1 687.96	1 340.00	788.65	128.98	372.92	49.45	347.96
48	1 869.48	1 488.31	877.05	143.23	414.30	53.73	381.17
50	2 061.97	1 645.97	971.11	158.37	458.30	58.19	416.00

附 录 C
(规范性附录)
枫香二元立木生物量表

表 C.1 枫香二元立木生物量表

单位为千克

D/cm	H/m							
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
2	1.03	1.01	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03
4			5.08	5.06	5.06	5.07	5.10	5.12
6					12.99	13.01	13.05	13.10
8							25.43	25.51
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	5.15	5.18	5.22	5.25	5.28			
6	13.16	13.23	13.30	13.38	13.45	13.53	13.62	13.70
8	25.61	25.73	25.85	25.99	26.13	26.27	26.42	26.56
10	42.95	43.12	43.31	43.52	43.73	43.96	44.19	44.42
12			66.04	66.33	66.64	66.96	67.29	67.63
14					95.15	95.59	96.04	96.50
16						130.12	130.71	131.31
18								172.33
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	13.78	13.86	13.94					
8	26.71	26.86	27.01	27.16	27.31	27.46	27.61	27.75
10	44.66	44.90	45.13	45.37	45.61	45.85	46.08	46.32
12	67.97	68.32	68.66	69.01	69.36	69.71	70.06	70.40
14	96.97	97.44	97.92	98.40	98.88	99.37	99.85	100.33
16	131.93	132.55	133.18	133.82	134.45	135.09	135.73	136.36
18	173.11	173.90	174.70	175.51	176.32	177.14	177.95	178.77
20		221.72	222.71	223.72	224.73	225.74	226.76	227.78
22			277.44	278.66	279.89	281.13	282.37	283.61
24				340.53	342.00	343.48	344.97	346.46
26						413.01	414.76	416.52
28							491.93	493.98

表 C.1 (续)

单位为千克

D/cm	H/m							
	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
10	46.55	46.78	47.01	47.24				
12	70.75	71.09	71.43	71.77	72.10	72.44	72.77	73.09
14	100.80	101.28	101.75	102.22	102.69	103.15	103.61	104.06
16	137.00	137.63	138.25	138.88	139.50	140.12	140.73	141.34
18	179.58	180.39	181.20	182.00	182.80	183.59	184.38	185.16
20	228.79	229.80	230.81	231.82	232.82	233.81	234.80	235.78
22	284.85	286.08	287.32	288.55	289.77	290.99	292.20	293.40
24	347.95	349.43	350.92	352.40	353.87	355.33	356.79	358.24
26	418.28	420.04	421.80	423.55	425.30	427.03	428.76	430.48
28	496.04	498.09	500.15	502.19	504.23	506.27	508.29	510.31
30	581.38	583.75	586.13	588.49	590.86	593.21	595.56	597.89
32		677.19	679.90	682.62	685.33	688.02	690.71	693.39
34			781.63	784.72	787.79	790.86	793.92	796.97
36					898.42	901.88	905.33	908.77
38						1 021.21	1 025.08	1 028.94
40							1 153.32	1 157.62
42								1 294.94
D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	104.52	104.97	105.41					
16	141.94	142.54	143.13	143.72	144.30	144.88		
18	185.94	186.71	187.48	188.23	188.99	189.74	190.48	191.21
20	236.75	237.72	238.68	239.63	240.58	241.52	242.45	243.38
22	294.60	295.79	296.97	298.14	299.30	300.45	301.60	302.74
24	359.68	361.11	362.54	363.95	365.35	366.74	368.13	369.50
26	432.19	433.89	435.58	437.26	438.93	440.58	442.23	443.86
28	512.31	514.30	516.28	518.25	520.21	522.15	524.08	526.00
30	600.21	602.52	604.82	607.10	609.37	611.62	613.86	616.08
32	696.06	698.71	701.34	703.97	706.57	709.16	711.73	714.29
34	800.00	803.02	806.02	809.01	811.97	814.92	817.85	820.77
36	912.20	915.60	919.00	922.37	925.73	929.06	932.38	935.67
38	1 032.78	1 036.61	1 040.42	1 044.20	1 047.97	1 051.72	1 055.44	1 059.14
40	1 161.91	1 166.17	1 170.42	1 174.65	1 178.85	1 183.03	1 187.19	1 191.32
42	1 299.69	1 304.43	1 309.14	1 313.83	1 318.50	1 323.14	1 327.76	1 332.35
44	1 446.28	1 451.50	1 456.71	1 461.89	1 467.04	1 472.17	1 477.27	1 482.35
46		1 607.52	1 613.25	1 618.94	1 624.61	1 630.25	1 635.86	1 641.44
48			1 778.88	1 785.11	1 791.32	1 797.50	1 803.65	1 809.76
50				1 960.52	1 967.30	1 974.04	1 980.75	1 987.42

表 C.1 (续)

单位为千克

D/cm	H/m								
	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5
18	191.94								
20	244.30	245.21	246.11						
22	303.87	304.99	306.10	307.20	308.30				
24	370.86	372.22	373.56	374.89	376.21	377.53	378.83		
26	445.48	447.09	448.69	450.27	451.85	453.41	454.96	456.50	
28	527.90	529.79	531.66	533.53	535.38	537.21	539.03	540.84	542.64
30	618.29	620.49	622.67	624.83	626.98	629.11	631.23	633.33	635.42
32	716.83	719.35	721.86	724.34	726.81	729.27	731.70	734.12	736.52
34	823.66	826.54	829.39	832.23	835.05	837.85	840.62	843.38	846.12
36	938.95	942.20	945.43	948.64	951.83	955.00	958.14	961.27	964.37
38	1 062.82	1 066.48	1 070.11	1 073.72	1 077.30	1 080.86	1 084.40	1 087.91	1 091.41
40	1 195.43	1 199.52	1 203.57	1 207.61	1 211.61	1 215.59	1 219.54	1 223.47	1 227.37
42	1 336.91	1 341.45	1 345.96	1 350.44	1 354.89	1 359.31	1 363.70	1 368.07	1 372.41
44	1 487.39	1 492.41	1 497.39	1 502.34	1 507.26	1 512.16	1 517.02	1 521.84	1 526.64
46	1 646.99	1 652.51	1 658.00	1 663.45	1 668.87	1 674.25	1 679.60	1 684.92	1 690.20
48	1 815.84	1 821.89	1 827.90	1 833.88	1 839.82	1 845.72	1 851.59	1 857.42	1 863.21
50	1 994.06	2 000.66	2 007.23	2 013.75	2 020.24	2 026.69	2 033.09	2 039.46	2 045.79
D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	544.42								
30	637.49	639.55							
32	738.91	741.28	743.63						
34	848.85	851.55	854.23	856.90					
36	967.45	970.51	973.55	976.57	979.57				
38	1 094.87	1 098.32	1 101.74	1 105.13	1 108.51	1 111.86			
40	1 231.25	1 235.10	1 238.92	1 242.72	1 246.49	1 250.24	1 253.97		
42	1 376.72	1 381.00	1 385.25	1 389.47	1 393.67	1 397.84	1 401.98		
44	1 531.41	1 536.15	1 540.85	1 545.52	1 550.17	1 554.78	1 559.37	1 563.92	
46	1 695.45	1 700.67	1 705.85	1 711.00	1 716.12	1 721.20	1 726.25	1 731.27	
48	1 868.97	1 874.69	1 880.38	1 886.02	1 891.64	1 897.21	1 902.75	1 908.26	1 913.73
50	2 052.08	2 058.33	2 064.55	2 070.72	2 076.85	2 082.95	2 089.00	2 095.02	2 101.00
注：本表的生物量为总生物量，包括地上生物量和地下生物量。									

中华人民共和国林业
行业标准
立木生物量模型及碳计量参数——枫香
LY/T 2661—2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

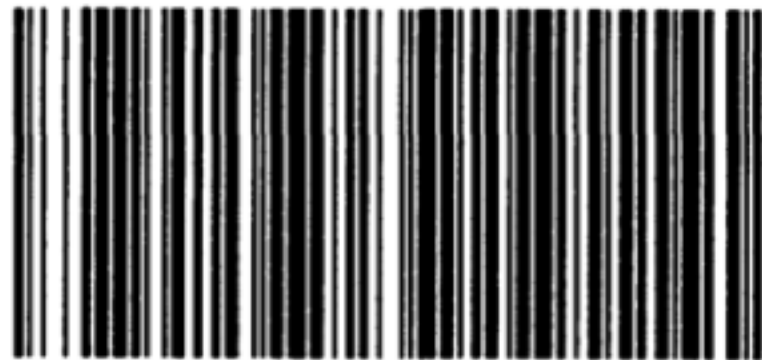
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2017年4月第一版 2017年4月第一次印刷

*

书号: 155066·2-31353 定价 18.00 元



LY/T 2661—2016