ICS 65.020.40
B 65

LY

中华人民共和国林业行业标准

LY/T 2260—2014

立木生物量模型及碳计量参数——油松

Tree biomass models and related parameters to carbon accounting for *Pinus tabulaeformis*

2014-08-21 发布　　2014-12-01 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、国家林业局西北林业调查规划设计院、国家林业局华东林业调查规划设计院、中国林业科学研究院资源信息研究所。

本标准主要起草人:曾伟生、程志楚、李立球、陈新云、马克西、李晖、李智华、骆钦锋、张敏、李海奎、白卫国。

立木生物量模型及碳计量参数——油松

1 范围

本标准规定了油松(*Pinus tabulaeformis*)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。

本标准适用于全国油松林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 立木生物量建模样本采集技术规程

LY/T 2259—2014 立木生物量建模方法技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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

3.2

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,随林木直径 D 和树高 H 等变化时,将根茎比与林木直径和树高等之间的关系式称为根茎比函数。

3.3

木材密度 wood density

单位体积木材质量(g/cm^3 或 mg/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(含木材和树皮)基本密度,即树干绝干质量与树干材积之比。

3.4

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。依据该参数可由生物量推算碳储量。林木的含碳系数一般在 0.5 左右,但不同器官的含碳系数之间通常存在显著差异。

学兔兔 www.bzfxw.com

4 生物量模型

4.1 地上生物量模型

4.1.1 模型结构形式

$$\text{一元模型：}\begin{cases} M_A = 0.086\ 112 D^{2.461\ 57} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ M_A = 0.429\ 370 D^{1.463\ 29} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\text{二元模型：}\begin{cases} M_A = 0.067\ 765 D^{2.180\ 50} H^{0.436\ 10} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ M_A = 0.398\ 351 D^{1.079\ 94} H^{0.436\ 10} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (2)$$

其中，$D \geqslant 5$ cm 的二元模型通过树高胸径回归模型 $H = 1.732\ 24 D^{0.644\ 51}$ 与一元模型相关联，$D < 5$ cm 的二元模型通过 $H = 1.187\ 61 D^{0.879\ 04}$ 与一元模型相关联。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：$R^2 = 0.954\ 1$，SEE=30.82 kg，MPE=4.02%，MPSE=17.45%。

二元模型：$R^2 = 0.949\ 2$，SEE=32.44 kg，MPE=4.23%，MPSE=18.18%。

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，MPSE 为平均百分标准误差，具体参见 LY/T 2259—2014。

4.2 分项生物量模型

4.2.1 模型结构形式

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

式中：

M_1、M_2、M_3、M_4——分别为木材、树皮、树枝、树叶的生物量，单位为千克(kg)；

M_A——地上生物量估计值；

g_1、g_2、g_3——分别为树皮、树枝、树叶相对于木材生物量为 1 的比例函数：

一元模型：$g_1 = 0.432\ 78 D^{-0.335\ 79}$，$g_2 = 0.771\ 59 D^{-0.142\ 18}$，$g_3 = 1.214\ 90 D^{-0.581\ 31}$ ……(4)

二元模型：$g_1 = 0.375\ 83 D^{-0.514\ 40} H^{0.270\ 33}$，$g_2 = 1.176\ 27 D^{0.540\ 888} H^{-1.002\ 12}$，

$g_3 = 1.936\ 26 D^{0.193\ 71} H^{-1.131\ 12}$ ……(5)

4.2.2 模型评价指标

油松一元和二元分项生物量模型的评价指标见表 1。

学兔兔 www.bzfxw.com

表 1 分项生物量模型的评价指标

模型	分量	R^2	SEE/kg	MPE/%	MPSE/%
一元模型	木材	0.934 3	20.73	4.99	18.96
	树皮	0.856 9	4.41	7.20	21.04
	树枝	0.828 7	18.45	8.76	33.12
	树叶	0.795 2	7.03	8.74	35.62
二元模型	木材	0.940 1	20.01	4.82	18.63
	树皮	0.910 7	3.52	5.75	21.95
	树枝	0.837 0	18.19	8.64	32.05
	树叶	0.810 4	6.84	8.50	34.07

4.3 地下生物量模型

4.3.1 模型结构形式

$$\text{一元模型：}\begin{cases} M_B = 0.010\,926 D^{2.664\,78} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ M_B = 0.109\,305 D^{1.233\,82} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (6)$$

$$\text{二元模型：}\begin{cases} M_B = 0.010\,898 D^{2.661\,84} H^{0.004\,56} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ M_B = 0.139\,014 D^{1.079\,94} H^{0.004\,56} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (7)$$

其中，式(6)由地上生物量模型式(1)乘以根茎比函数式(11)得出，式(7)由地上生物量模型式(2)乘以根茎比函数式(12)得出。

4.3.2 模型评价指标

一元模型：$R^2 = 0.873\,9$，SEE=15.07 kg，MPE=9.54%，MPSE=25.73%。

二元模型：$R^2 = 0.873\,9$，SEE=15.07 kg，MPE=9.54%，MPSE=25.75%。

地下生物量模型的平均预估误差 MPE 是根据双重抽样估计公式算出，具体参见 LY/T 2259—2014。

5 生物量转换因子函数

$$\text{一元函数式：}\begin{cases} \text{BCF} = 0.669\,25 D^{0.011\,06} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ \text{BCF} = 1.342\,70 D^{-0.421\,57} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (8)$$

$$\text{二元函数式：}\begin{cases} \text{BCF} = 0.792\,89 D^{0.209\,94} H^{-0.308\,57} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ \text{BCF} = 1.415\,87 D^{-0.150\,32} H^{-0.308\,57} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (9)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为：

$$\text{一元材积模型：}\begin{cases} V = 0.128\,67 D^{2.450\,51} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ V = 0.319\,78 D^{1.884\,86} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (10)$$

$$\text{二元材积模型：}\begin{cases} V = 0.085\,466 D^{1.970\,57} H^{0.744\,67} (D \geqslant 5\ \text{cm}) \\ V = 0.281\,348 D^{1.230\,26} H^{0.744\,67} (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \quad \cdots\cdots (11)$$

其中，式(10)的评价指标为：$R^2 = 0.965\,9$，MPE=3.45%；式(11)的评价指标为：$R^2 = 0.987\,6$，MPE=2.09%。

学兔兔 www.bzfxw.com

6 根茎比函数

一元函数式：$\begin{cases} RSR = 0.126\ 88D^{0.203\ 21} (D \geqslant 5\ cm) \\ RSR = 0.254\ 57D^{-0.229\ 45} (D < 5\ cm) \end{cases}$ ……（12）

二元函数式：$\begin{cases} RSR = 0.160\ 82D^{0.481\ 34} H^{-0.431\ 54} (D \geqslant 5\ cm) \\ RSR = 0.348\ 97D^{0.000\ 00} H^{-0.431\ 54} (D < 5\ cm) \end{cases}$ ……（13）

式(12)和式(13)分别由联立方程组联合估计得到，等于地下生物量模型与地上生物量模型之比。

7 木材密度

油松树干平均基本密度为 0.424 3，标准差为 0.061 1。

8 含碳系数

油松不同器官的含碳系数见表 2。

表 2 油松不同器官的含碳系数

全树	地上	地下	木材	树皮	树枝	树叶
0.516 5 (±0.005 7)	0.518 4 (±0.008 7)	0.509 3 (±0.006 6)	0.510 4 (±0.006 8)	0.524 7 (±0.012 7)	0.522 9 (±0.009 4)	0.538 0 (±0.018 4)
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，得出油松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。

9.3 模型应用时不宜超出建模总体范围，并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，宜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。

学兔兔 www.bzfxw.com

附 录 A
（资料性附录）
油松建模样本基本情况

油松的建模样本共计149株样木，采集自油松分布区12省（市、区），其中河北、山西各25株，北京、天津、内蒙古、辽宁、山东、河南、甘肃、青海、宁夏各10株，陕西9株。建模样本的采集按LY/T 2258—2014要求执行，其基本情况见表A.1。

表A.1 油松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	149	胸径 D/cm	15.3	1.2	32.9	9.9	64.8
		树高 H/m	9.4	1.6	20.1	4.8	51.5
		立木材积 $V/10^{-3}\,m^3$	179.5	0.8	729.8	205.5	114.5
		地上生物量 M_A/kg	124.5	0.5	555.2	142.9	114.8
地下生物量	49	胸径 D/cm	14.8	1.9	32.5	9.8	66.0
		树高 H/m	9.3	1.8	20.1	4.8	52.0
		地上生物量 M_A/kg	117.7	0.5	555.2	148.8	126.5
		地下生物量 M_B/kg	31.0	0.1	201.8	48.0	150.1

学兔兔 www.bzfxw.com

附　录　B
（规范性附录）
油松一元立木生物量表

表 B.1　油松一元立木生物量表

胸径 D cm	生物量 M kg						
	总量	地上	地下	木材	树皮	树枝	树叶
2	1.44	1.18	0.26	0.41	0.14	0.29	0.34
4	3.88	3.26	0.62	1.34	0.36	0.84	0.72
6	8.39	7.08	1.31	3.13	0.74	1.87	1.34
8	17.19	14.39	2.80	6.68	1.44	3.84	2.43
10	29.99	24.92	5.07	12.01	2.40	6.68	3.83
12	47.26	39.04	8.22	19.36	3.64	10.49	5.55
14	69.43	57.06	12.37	28.95	5.17	15.35	7.59
16	96.89	79.26	17.63	41.00	6.99	21.33	9.94
18	130.02	105.92	24.10	55.69	9.13	28.49	12.61
20	169.16	137.29	31.87	73.21	11.59	36.90	15.59
22	214.64	173.59	41.05	93.74	14.37	46.60	18.88
24	266.76	215.05	51.71	117.42	17.48	57.66	22.49
26	325.84	261.89	63.95	144.44	20.93	70.12	26.40
28	392.15	314.30	77.85	174.91	24.73	84.03	30.63
30	465.97	372.47	93.50	209.01	28.87	99.43	35.16
32	547.58	436.61	110.97	246.87	33.37	116.37	40.00
34	637.22	506.89	130.33	288.63	38.23	134.89	45.14
36	735.15	583.47	151.68	334.40	43.45	155.02	50.60
38	841.62	666.53	175.09	384.34	49.04	176.80	56.35
40	956.86	756.23	200.63	438.55	55.00	200.27	62.41

学兔兔 www.bzfxw.com

附 录 C
（规范性附录）
油松二元立木生物量表

表 C.1 油松二元立木生物量表

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	1.30	1.43	1.55	1.66	1.75	1.84	1.92	1.99
4			3.28	3.50	3.70	3.88	4.06	4.22
6					7.11	7.46	7.79	8.09
8							14.94	15.52

D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	4.37	4.52	4.65	4.79	4.91			
6	8.38	8.66	8.92	9.17	9.41	9.64	9.87	10.09
8	16.06	16.57	17.06	17.53	17.99	18.42	18.84	19.25
10	26.64	27.47	28.27	29.04	29.77	30.48	31.16	31.82
12			42.76	43.90	45.00	46.05	47.07	48.05
14					63.86	65.33	66.75	68.13
16						88.51	90.41	92.25
18								120.60

D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	10.30	10.50	10.70					
8	19.64	20.02	20.39	20.75	21.11	21.45	21.79	22.11
10	32.46	33.08	33.69	34.28	34.85	35.41	35.95	36.49
12	49.00	49.93	50.82	51.70	52.55	53.38	54.20	54.99
14	69.46	70.76	72.01	73.24	74.43	75.60	76.74	77.85
16	94.04	95.77	97.45	99.09	100.69	102.25	103.77	105.26
18	122.91	125.15	127.32	129.44	131.51	133.52	135.49	137.42
20		159.05	161.79	164.46	167.06	169.59	172.07	174.49
22			201.01	204.29	207.49	210.62	213.67	216.65
24				249.11	252.98	256.75	260.44	264.04
26						308.15	312.54	316.83
28							370.10	375.14

学兔兔 www.bzfxw.com

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	37.01	37.52	38.02	38.51				
12	55.77	56.53	57.28	58.01	58.73	59.43	60.12	60.81
14	78.94	80.00	81.05	82.07	83.08	84.06	85.03	85.99
16	106.72	108.14	109.54	110.91	112.26	113.58	114.87	116.15
18	139.30	141.14	142.95	144.72	146.46	148.17	149.85	151.50
20	176.86	179.18	181.45	183.68	185.87	188.02	190.13	192.21
22	219.56	222.42	225.22	227.97	230.66	233.31	235.91	238.46
24	267.57	271.03	274.41	277.73	280.99	284.19	287.33	290.42
26	321.03	325.14	329.17	333.13	337.01	340.81	344.56	348.24
28	380.08	384.92	389.65	394.30	398.86	403.34	407.74	412.06
30	444.86	450.48	455.99	461.39	466.69	471.90	477.01	482.04
32		521.98	528.32	534.54	540.64	546.63	552.52	558.31
34			606.77	613.87	620.84	627.68	634.39	641.00
36					707.40	715.15	722.76	730.24
38						809.18	817.74	826.16
40							919.46	928.88

D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	86.92	87.85	88.75					
16	117.40	118.64	119.85	121.05	122.23	123.39		
18	153.12	154.72	156.29	157.83	159.36	160.86	162.34	163.81
20	194.25	196.26	198.24	200.18	202.10	204.00	205.86	207.70
22	240.98	243.45	245.88	248.28	250.64	252.97	255.27	257.53
24	293.46	296.45	299.39	302.29	305.15	307.96	310.74	313.47
26	351.85	355.42	358.92	362.37	365.77	369.13	372.43	375.69
28	416.32	420.50	424.62	428.68	432.68	436.62	440.50	444.33
30	486.99	491.85	496.64	501.36	506.00	510.58	515.10	519.55
32	564.00	569.60	575.12	580.55	585.90	591.17	596.37	601.50
34	647.50	653.89	660.18	666.38	672.49	678.51	684.44	690.29
36	737.60	744.85	751.97	759.00	765.91	772.73	779.45	786.08
38	834.44	842.59	850.61	858.51	866.30	873.97	881.53	888.99
40	938.14	947.26	956.23	965.06	973.77	982.35	990.81	999.15

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
18	165.25							
20	209.51	211.30	213.07					
22	259.77	261.97	264.15	266.30	268.42			
24	316.18	318.84	321.47	324.07	326.64	329.18	331.68	
26	378.91	382.08	385.21	388.31	391.37	394.39	397.37	400.32
28	448.11	451.85	455.53	459.17	462.76	466.31	469.82	473.29
30	523.95	528.29	532.57	536.80	540.97	545.10	549.18	553.21
32	606.55	611.55	616.48	621.35	626.15	630.90	635.60	640.24
34	696.07	701.77	707.39	712.95	718.44	723.86	729.22	734.52
36	792.62	799.08	805.45	811.75	817.97	824.11	830.18	836.18
38	896.35	903.62	910.79	917.87	924.87	931.78	938.61	945.37
40	1 007.38	1 015.51	1 023.53	1 031.45	1 039.27	1 047.01	1 054.65	1 062.20

D/cm	H/m							
	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0
28	476.72	480.11						
30	557.20	561.14	565.04					
32	644.83	649.37	653.86	658.30				
34	739.76	744.94	750.06	755.13	760.15			
36	842.12	847.99	853.79	859.54	865.22	870.85		
38	952.04	958.65	965.18	971.64	978.04	984.37	990.63	
40	1 069.67	1 077.05	1 084.36	1 091.59	1 098.74	1 105.82	1 112.83	1 119.77

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。

LY/T 2260—2014

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——油松
LY/T 2260—2014
*
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)64275323 发行中心:(010)51780235
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 19 千字
2015年1月第一版 2015年1月第一次印刷
*
书号:155066·2-28055

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

LY/T 2260-2014