



中华人民共和国林业行业标准

LY/T 2654—2016

立木生物量模型及碳计量参数——落叶松

Tree biomass models and related parameters to carbon accounting for *Larix*

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、国家林业局西北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、李立球、魏建祥、马克西、孙继霖、王雪军、李智华、肖前辉、许等平、闫宏伟、白卫国。

立木生物量模型及碳计量参数——落叶松

1 范围

本标准规定了落叶松(*Larix* spp.)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。

本标准适用于全国落叶松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 1353—1999 立木材积表

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。依据该参数可由生物量推算碳储量。

3.6

建模总体 modeling population

建立立木生物量模型的地理区域范围,简称总体。

4 生物量模型

4.1 建模总体划分

依据 LY/T 1353—1999 的有关规定,结合落叶松的资源分布状况,将落叶松的分布区域划分为 4 个总体:

- 总体(一)的区域范围包括东北 3 省和内蒙古东部地区;
- 总体(二)的区域范围包括华北各省和内蒙古中西部地区;
- 总体(三)的区域范围包括西北各省,重点是新疆维吾尔自治区;
- 总体(四)的区域范围包括西南 5 省区及湖北等省份。

4.2 地上生物量模型

4.2.1 总体(一)

4.2.1.1 模型结构形式

一元模型:

$$\begin{cases} M_A = 0.112\ 70 D^{2.395\ 82} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.182\ 54 D^{2.096\ 20} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases}$$

.....(1)

二元模型:

$$\begin{cases} M_A = 0.068\ 48 D^{2.015\ 49} H^{0.591\ 46} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.145\ 83 D^{1.545\ 81} H^{0.591\ 46} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases}$$

.....(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。

4.2.1.2 模型评价指标

一元模型: $R^2=0.959\ 3$, $SEE=47.53\ \text{kg}$, $MPE=4.34\ %$ 。
二元模型: $R^2=0.969\ 0$, $SEE=41.63\ \text{kg}$, $MPE=3.80\ %$ 。
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。

4.2.2 总体(二)

4.2.2.1 模型结构形式

一元模型:

$$\begin{cases} M_A = 0.073\ 02 D^{2.472\ 98} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.142\ 14 D^{2.059\ 10} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases}$$

.....(3)

二元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.062\ 33 D^{2.015\ 49} H^{0.591\ 46} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.170\ 51 D^{1.390\ 24} H^{0.591\ 46} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

4.2.2.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.915\ 9$, $SEE=50.47\ \text{kg}$, $MPE=6.31\%$ 。
二元模型： $R^2=0.920\ 9$, $SEE=49.13\ \text{kg}$, $MPE=6.14\%$ 。

4.2.3 总体(三)

4.2.3.1 模型结构形式

一元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.117\ 95 D^{2.336\ 12} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.142\ 36 D^{2.219\ 23} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

二元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.058\ 51 D^{2.015\ 49} H^{0.591\ 46} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.122\ 91 D^{1.554\ 32} H^{0.591\ 46} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

4.2.3.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.923\ 9$, $SEE=75.71\ \text{kg}$, $MPE=6.84\%$ 。
二元模型： $R^2=0.961\ 2$, $SEE=54.28\ \text{kg}$, $MPE=4.90\%$ 。

4.2.4 总体(四)

4.2.4.1 模型结构形式

一元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.111\ 61 D^{2.328\ 03} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.163\ 41 D^{2.091\ 18} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

二元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.055\ 77 D^{2.015\ 49} H^{0.591\ 46} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.156\ 78 D^{1.373\ 32} H^{0.591\ 46} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

4.2.4.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.898\ 0$, $SEE=74.76\ \text{kg}$, $MPE=7.69\%$ 。
二元模型： $R^2=0.946\ 7$, $SEE=54.25\ \text{kg}$, $MPE=5.58\%$ 。

4.3 分项生物量模型

4.3.1 模型结构形式

$$\begin{cases} M_1 = \frac{1}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \\ M_2 = \frac{g_1}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \\ M_3 = \frac{g_2}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \\ M_4 = \frac{g_3}{1 + g_1 + g_2 + g_3} \times M_A \end{cases} \dots\dots\dots (9)$$

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,其一元和二元模型的通式分别为:
一元模型: $g_i = a_{i0} D^{a_{i1}}$ (10)
二元模型: $g_i = b_{i0} D^{b_{i1}} H^{b_{i2}}$ (11)

式中:
 $a_{i0}、a_{i1}$ ——分别为一元模型的参数,其中 $i=1,2,3$,分别代表树皮、树枝、树叶;
 $b_{i0}、b_{i1}、b_{i2}$ ——分别为二元模型的参数,其中 $i=1,2,3$,分别代表树皮、树枝、树叶。
落叶松不同总体的一元和二元分项生物量模型的参数见表 1。

表 1 分项生物量模型的参数

模型	参数	总 体			
		总体(一)	总体(二)	总体(三)	总体(四)
一元模型	a_{10}	0.312 50	0.485 81	0.527 13	0.439 84
	a_{11}	-0.277 54	-0.277 54	-0.277 54	-0.277 54
	a_{20}	0.831 92	1.125 54	0.639 78	0.855 85
	a_{21}	-0.352 16	-0.352 16	-0.352 16	-0.352 16
	a_{30}	0.618 02	0.798 30	0.399 69	0.547 12
	a_{31}	-0.745 65	-0.745 65	-0.745 65	-0.745 65
二元模型	b_{10}	0.367 42	0.544 81	0.619 53	0.513 62
	b_{11}	-0.168 92	-0.168 92	-0.168 92	-0.168 92
	b_{12}	-0.173 13	-0.173 13	-0.173 13	-0.173 13
	b_{20}	2.306 34	2.404 65	1.802 09	2.051 13
	b_{21}	0.721 88	0.721 88	0.721 88	0.721 88
	b_{22}	-1.540 81	-1.540 81	-1.540 81	-1.540 81
	b_{30}	1.578 04	1.607 81	1.055 70	1.265 24
	b_{31}	0.192 57	0.192 57	0.192 57	0.192 57
	b_{32}	-1.362 74	-1.362 74	-1.362 74	-1.362 74

4.3.2 模型评价指标

落叶松不同总体的一元和二元分项生物量模型的评价指标见表 2。

表 2 分项生物量模型的评价指标

总体	模型	分量	R^2	SEE/kg	MPE/%
总体(一)	一元模型	树干	0.957 5	36.11	4.69
		树皮	0.847 5	6.67	7.81
		树枝	0.825 3	19.15	9.53
		树叶	0.751 6	3.81	9.78

表 2 (续)

总体	模型	分量	R^2	SEE/kg	MPE/%
总体(一)	二元模型	树干	0.970 1	30.73	3.99
		树皮	0.881 7	5.96	6.98
		树枝	0.815 3	19.98	9.94
		树叶	0.743 9	3.92	10.08
总体(二)	一元模型	树干	0.943 1	25.82	5.22
		树皮	0.845 2	8.91	9.07
		树枝	0.688 4	25.46	14.56
		树叶	0.490 7	5.96	17.97
	二元模型	树干	0.950 9	24.35	4.93
		树皮	0.860 6	8.58	8.74
		树枝	0.679 4	26.20	14.99
		树叶	0.479 6	6.11	18.43
总体(三)	一元模型	树干	0.883 1	68.05	8.93
		树皮	0.838 5	16.85	10.50
		树枝	0.676 0	26.37	16.61
		树叶	0.568 9	4.41	17.05
	二元模型	树干	0.960 4	40.20	5.28
		树皮	0.897 7	13.61	8.48
		树枝	0.726 0	24.59	15.50
		树叶	0.581 7	4.41	17.04
总体(四)	一元模型	树干	0.867 2	62.23	9.37
		树皮	0.815 0	12.72	11.19
		树枝	0.689 6	24.02	14.48
		树叶	0.487 9	5.16	18.27
	二元模型	树干	0.942 9	41.39	6.23
		树皮	0.917 1	8.64	7.60
		树枝	0.656 6	25.62	15.45
		树叶	0.507 0	5.14	18.18

4.4 地下生物量模型

4.4.1 总体(一)

4.4.1.1 模型结构形式

一元模型:

$$\begin{cases} M_B = 0.042\ 583 D^{2.370\ 53} \ (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.016\ 710 D^{2.951\ 76} \ (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (12)$$

二元模型:

$$\begin{cases} M_B = 0.044\ 407 D^{2.402\ 55} H^{-0.049\ 798} \ (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.016\ 321 D^{3.024\ 46} H^{-0.049\ 798} \ (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (13)$$

式中：
 M_B ——地下生物量估计值,单位为千克(kg)；

LY/T 2654—2016

D ——林木胸径,单位为厘米(cm);
 H ——林木树高,单位为米(m)。

4.4.1.2 模型评价指标

一元模型: $R^2=0.937\ 5$, $SEE=20.62\ \text{kg}$, $MPE=6.02\%$ 。
二元模型: $R^2=0.936\ 9$, $SEE=21.18\ \text{kg}$, $MPE=6.18\%$ 。
具体计算方法执行 LY/T 2258—2014 的有关规定。

4.4.2 总体(二)

4.4.2.1 模型结构形式

$$\text{一元模型:} \begin{cases} M_B = 0.028\ 287 D^{2.364\ 03} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.022\ 750 D^{2.499\ 38} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{二元模型:} \begin{cases} M_B = 0.028\ 667 D^{2.402\ 55} H^{-0.049\ 798} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.039\ 191 D^{2.208\ 24} H^{-0.049\ 798} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (15)$$

4.4.2.2 模型评价指标

一元模型: $R^2=0.900\ 3$, $SEE=16.58\ \text{kg}$, $MPE=8.52\%$ 。
二元模型: $R^2=0.899\ 8$, $SEE=16.99\ \text{kg}$, $MPE=8.73\%$ 。

4.4.3 总体(三)

4.4.3.1 模型结构形式

$$\text{一元模型:} \begin{cases} M_B = 0.020\ 548 D^{2.375\ 56} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.078\ 521 D^{1.542\ 59} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (16)$$

$$\text{二元模型:} \begin{cases} M_B = 0.021\ 797 D^{2.402\ 55} H^{-0.049\ 798} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.053\ 249 D^{1.847\ 56} H^{-0.049\ 798} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (17)$$

4.4.3.2 模型评价指标

一元模型: $R^2=0.697\ 7$, $SEE=28.39\ \text{kg}$, $MPE=17.87\%$ 。
二元模型: $R^2=0.696\ 4$, $SEE=29.08\ \text{kg}$, $MPE=18.30\%$ 。

4.4.4 总体(四)

4.4.4.1 模型结构形式

$$\text{一元模型:} \begin{cases} M_B = 0.021\ 364 D^{2.376\ 23} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.036\ 627 D^{2.041\ 27} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (18)$$

$$\text{二元模型:} \begin{cases} M_B = 0.022\ 649 D^{2.402\ 55} H^{-0.049\ 798} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.031\ 445 D^{2.198\ 67} H^{-0.049\ 798} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (19)$$

4.4.4.2 模型评价指标

一元模型: $R^2=0.708\ 2$, $SEE=30.45\ \text{kg}$, $MPE=18.53\%$ 。
二元模型: $R^2=0.709\ 7$, $SEE=31.06\ \text{kg}$, $MPE=18.90\%$ 。

5 生物量转换因子函数

5.1 总体(一)

$$\text{一元函数式:} \begin{cases} BCF = 0.636\ 96 D^{-0.042\ 71} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ BCF = 1.096\ 08 D^{-0.379\ 97} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (20)$$

$$\text{二元函数式:} \begin{cases} BCF = 0.892\ 92 D^{0.215\ 14} H^{-0.401\ 00} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ BCF = 1.276\ 30 D^{-0.006\ 815} H^{-0.401\ 00} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (21)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型:} \begin{cases} V = 0.176\ 94 D^{2.438\ 53} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ V = 0.166\ 54 D^{2.476\ 16} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (22)$$

$$\text{二元材积模型:} \begin{cases} V = 0.076\ 69 D^{1.800\ 35} H^{0.992\ 46} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ V = 0.114\ 26 D^{1.552\ 62} H^{0.992\ 46} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (23)$$

其中,式(22)的评价指标为: $R^2=0.961\ 7$, $MPE=4.30\%$;式(23)的评价指标为: $R^2=0.987\ 8$, $MPE=2.44\%$ 。

5.2 总体(二)

$$\text{一元函数式:} \begin{cases} BCF = 0.770\ 52 D^{-0.095\ 03} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ BCF = 1.310\ 83 D^{-0.425\ 17} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (24)$$

$$\text{二元函数式:} \begin{cases} BCF = 0.857\ 79 D^{0.215\ 14} H^{-0.401\ 00} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ BCF = 1.158\ 71 D^{0.028\ 298} H^{-0.401\ 00} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (25)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型:} \begin{cases} V = 0.094\ 77 D^{2.568\ 01} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ V = 0.108\ 44 D^{2.484\ 28} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (26)$$

$$\text{二元材积模型:} \begin{cases} V = 0.072\ 67 D^{1.800\ 35} H^{0.992\ 46} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ V = 0.147\ 15 D^{1.361\ 94} H^{0.992\ 46} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (27)$$

其中,式(26)的评价指标为: $R^2=0.957\ 4$, $MPE=4.32\%$;式(27)的评价指标为: $R^2=0.986\ 8$, $MPE=2.41\%$ 。

5.3 总体(三)

$$\text{一元函数式:} \begin{cases} BCF = 0.476\ 12 D^{-0.002\ 237} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ BCF = 0.682\ 35 D^{-0.225\ 83} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (28)$$

$$\text{二元函数式:} \begin{cases} BCF = 0.765\ 84 D^{0.215\ 14} H^{-0.401\ 00} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ BCF = 0.753\ 83 D^{0.224\ 96} H^{-0.401\ 00} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (29)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型:} \begin{cases} V = 0.247\ 73 D^{2.338\ 35} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ V = 0.208\ 64 D^{2.445\ 05} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (30)$$

$$\text{二元材积模型:} \begin{cases} V = 0.076\ 40 D^{1.800\ 35} H^{0.992\ 46} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ V = 0.163\ 05 D^{1.329\ 36} H^{0.992\ 46} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (31)$$

其中,式(30)的评价指标为: $R^2=0.885\ 7$, $MPE=8.31\%$;式(31)的评价指标为: $R^2=0.966\ 9$, $MPE=4.49\%$ 。

5.4 总体(四)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.463\,76D^{0.003\,247} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.639\,54D^{-0.196\,44} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (32)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.742\,26D^{0.215\,14}H^{-0.401\,00} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.657\,74D^{0.290\,25}H^{-0.401\,00} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (33)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型: } \begin{cases} V = 0.240\,67D^{2.324\,78} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.255\,51D^{2.287\,62} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (34)$$

$$\text{二元材积模型: } \begin{cases} V = 0.075\,141D^{1.800\,35}H^{0.992\,46} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.238\,361D^{1.083\,07}H^{0.992\,46} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (35)$$

其中,式(34)的评价指标为: $R^2=0.880\,8$, $MPE=8.77\%$;式(35)的评价指标为: $R^2=0.976\,0$, $MPE=3.95\%$ 。

6 根茎比函数

6.1 总体(一)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.377\,83D^{-0.025\,29} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.091\,54D^{0.855\,56} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (36)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.648\,49D^{0.387\,06}H^{-0.641\,26} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.111\,92D^{1.478\,65}H^{-0.641\,26} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (37)$$

6.2 总体(二)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.387\,39D^{-0.108\,95} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.160\,05D^{0.440\,27} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (38)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.459\,90D^{0.387\,06}H^{-0.641\,26} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.229\,85D^{0.818\,00}H^{-0.641\,26} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (39)$$

6.3 总体(三)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.174\,21D^{0.039\,439} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.551\,55D^{-0.676\,64} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (40)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.372\,53D^{0.387\,06}H^{-0.641\,26} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.433\,25D^{0.293\,25}H^{-0.641\,26} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (41)$$

6.4 总体(四)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.191\,41D^{0.048\,205} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.224\,15D^{-0.049\,910} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (42)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.406\,08D^{0.387\,06}H^{-0.641\,26} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.200\,57D^{0.825\,35}H^{-0.641\,26} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (43)$$

7 木材密度

落叶松不同总体的木材密度见表 3。

表 3 落叶松不同总体的木材密度

平均	总体(一)	总体(二)	总体(三)	总体(四)
0.405 9 (±0.072 5)	0.430 6 (±0.055 3)	0.418 9 (±0.066 9)	0.398 5 (±0.062 2)	0.376 2 (±0.089 3)
注：木材密度的单位为 g/cm ³ 或 t/m ³ ，括号中的数值为标准差。				

8 含碳系数

落叶松不同器官的含碳系数见表 4。

表 4 落叶松不同器官的含碳系数

全树	地上	地下	树干	树皮	树枝	树叶
0.489 3 (±0.026 4)	0.489 5 (±0.029 2)	0.488 4 (±0.033 1)	0.482 6 (±0.029 2)	0.502 1 (±0.031 9)	0.499 0 (±0.032 6)	0.496 3 (±0.028 5)
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，得出落叶松 4 个总体范围应用的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 模型应用时应与建模总体范围一致，并宜采用通用性好的二元模型。超过一定年限应用，扩大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)

落叶松建模样本基本情况

落叶松的建模样本共计 602 株样木。该样本涉及 4 个建模总体：总体(一)的样本采集自东北 3 省(黑龙江、吉林、辽宁)和内蒙古东部地区,样木数为 150 株；总体(二)的样本采集自华北地区的河北、山西和内蒙古中西部地区,样木数为 150 株；总体(三)的样本采集自西北地区的新疆维吾尔自治区,样木数为 150 株；总体(四)的样本采集自西南地区的四川、云南和西藏 3 省区,样木数为 152 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 落叶松立木生物量建模样本基本情况

总体	项目	样本量	变量	平均值	最小值	最大值	标准差	变动系数/%
总体(一)	地上生物量	150	胸径 D/cm	16.6	1.6	44.1	11.9	71.8
			树高 H/m	12.9	2.5	28.2	7.0	54.5
			立木材积 $V/10^{-3} \text{ m}^3$	320.8	0.7	1 928.3	432.6	134.8
			地上生物量 M_A/kg	177.0	0.6	1 160.7	234.0	132.2
	地下生物量	50	胸径 D/cm	16.5	2.0	38.8	11.8	71.3
			树高 H/m	13.1	2.6	24.2	7.2	55.3
			地上生物量 M_A/kg	171.5	0.6	772.3	222.6	129.8
			地下生物量 M_B/kg	62.8	0.1	346.3	88.3	140.5
总体(二)	地上生物量	150	胸径 D/cm	15.9	1.8	38.8	11.0	69.1
			树高 H/m	10.7	2.2	24.0	6.3	58.8
			立木材积 $V/10^{-3} \text{ m}^3$	229.8	0.7	1 196.1	295.4	128.6
			地上生物量 M_A/kg	130.0	0.5	734.5	174.0	133.9
	地下生物量	50	胸径 D/cm	15.3	2.0	38.8	11.2	73.7
			树高 H/m	10.6	2.2	24.0	6.5	61.1
			地上生物量 M_A/kg	128.6	0.5	669.8	192.8	149.9
			地下生物量 M_B/kg	35.0	0.1	194.5	51.4	147.1
总体(三)	地上生物量	150	胸径 D/cm	17.2	1.6	54.2	13.1	76.3
			树高 H/m	14.2	1.5	33.5	8.5	60.2
			立木材积 $V/10^{-3} \text{ m}^3$	378.5	0.6	2 828.5	570.8	150.8
			地上生物量 M_A/kg	179.0	0.4	1 301.9	272.6	152.3
	地下生物量	50	胸径 D/cm	17.1	1.8	54.2	13.0	76.0
			树高 H/m	14.3	1.5	33.5	8.8	61.6
			地上生物量 M_A/kg	170.2	0.9	1 301.9	274.1	161.0
			地下生物量 M_B/kg	29.3	0.2	126.3	35.6	121.4

表 A.1 (续)

总体	项目	样本量	变量	平均值	最小值	最大值	标准差	变动系数/%
总体(四)	地上生物量	152	胸径 D/cm	17.0	1.5	50.7	13.1	76.9
			树高 H/m	12.7	1.4	37.5	7.9	62.3
			立木材积 $V/10^{-3} \text{ m}^3$	337.9	0.8	3 016.6	531.4	157.3
			地上生物量 M_A/kg	156.2	0.2	1 212.7	232.5	148.9
	地下生物量	49	胸径 D/cm	17.0	1.5	47.2	12.9	76.1
			树高 H/m	13.2	1.5	37.5	8.4	63.7
			地上生物量 M_A/kg	158.4	0.2	969.5	227.1	143.4
			地下生物量 M_B/kg	40.5	0.1	369.4	72.1	178.0

附 录 B
(规范性附录)
落叶松一元立木生物量表

表 B.1 落叶松一元立木生物量表[总体(一)]

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	0.91	0.78	0.34	0.09	0.22	0.13	0.13
4	4.35	3.35	1.72	0.37	0.88	0.38	1.00
6	11.22	8.24	4.59	0.87	2.03	0.75	2.98
8	22.32	16.43	9.63	1.69	3.85	1.26	5.89
10	38.03	28.04	17.04	2.81	6.30	1.89	9.99
12	58.80	43.40	27.12	4.25	9.40	2.63	15.40
14	84.99	62.80	40.12	6.03	13.18	3.47	22.19
16	116.90	86.45	56.27	8.15	17.63	4.40	30.45
18	154.90	114.64	75.80	10.62	22.79	5.43	40.26
20	199.24	147.56	98.90	13.46	28.65	6.55	51.68
22	250.20	185.41	125.76	16.67	35.23	7.75	64.79
24	308.02	228.39	156.56	20.25	42.53	9.05	79.63
26	372.93	276.66	191.45	24.22	50.57	10.42	96.27
28	445.17	330.42	230.62	28.58	59.34	11.88	114.75
30	524.95	389.81	274.19	33.34	68.86	13.42	135.14
32	612.47	454.99	322.33	38.50	79.13	15.03	157.48
34	707.94	526.12	375.18	44.06	90.16	16.72	181.82
36	811.54	603.33	432.86	50.03	101.95	18.49	208.21
38	923.45	686.77	495.52	56.42	114.50	20.33	236.68
40	1 043.85	776.57	563.27	63.23	127.83	22.24	267.28
42	1 172.91	872.86	636.25	70.46	141.93	24.22	300.05
44	1 310.81	975.78	714.57	78.12	156.81	26.28	335.03
46	1 457.68	1 085.42	798.34	86.21	172.47	28.40	372.26
48	1 613.72	1 201.94	887.69	94.73	188.92	30.60	411.78
50	1 779.05	1 325.43	982.73	103.69	206.16	32.85	453.62

表 B.2 落叶松一元立木生物量表[总体(二)]

胸径 D cm	生物量 M kg						
	总量	地上	树干	树皮	树枝	树叶	地下
2	0.72	0.59	0.21	0.09	0.19	0.10	0.13
4	3.19	2.46	1.07	0.35	0.74	0.30	0.73
6	8.10	6.14	2.92	0.86	1.75	0.61	1.96
8	16.36	12.50	6.30	1.72	3.41	1.07	3.86
10	28.24	21.70	11.42	2.93	5.71	1.64	6.54
12	44.12	34.06	18.53	4.52	8.69	2.32	10.06
14	64.36	49.87	27.87	6.51	12.38	3.11	14.49
16	89.24	69.37	39.64	8.92	16.81	4.00	19.87
18	119.09	92.84	54.07	11.78	21.99	5.00	26.25
20	154.14	120.47	71.33	15.09	27.95	6.10	33.67
22	194.67	152.49	91.60	18.87	34.72	7.30	42.18
24	240.91	189.09	115.07	23.14	42.29	8.59	51.82
26	293.10	230.49	141.90	27.91	50.70	9.98	62.61
28	351.45	276.85	172.24	33.19	59.96	11.46	74.60
30	416.17	328.36	206.25	38.99	70.08	13.04	87.81
32	487.46	385.17	244.08	45.32	81.07	14.70	102.29
34	565.51	447.46	285.87	52.19	92.94	16.46	118.05
36	650.53	515.40	331.77	59.62	105.71	18.30	135.13
38	742.68	589.13	381.90	67.60	119.39	20.24	153.55
40	842.17	668.82	436.41	76.16	133.99	22.26	173.35
42	949.11	754.57	495.41	85.29	149.51	24.36	194.54
44	1 063.74	846.59	559.04	95.01	165.98	26.56	217.15
46	1 186.17	944.95	627.41	105.33	183.38	28.83	241.22
48	1 316.57	1 049.82	700.65	116.24	201.74	31.19	266.75
50	1 455.12	1 161.35	778.88	127.76	221.07	33.64	293.77

表 B.3 落叶松一元立木生物量表[总体(三)]

胸径 D cm	生物量 M kg						
	总量	地上	树干	树皮	树枝	树叶	地下
2	0.88	0.65	0.30	0.13	0.15	0.07	0.23
4	3.75	3.08	1.63	0.58	0.64	0.23	0.67
6	9.20	7.75	4.39	1.41	1.49	0.46	1.45
8	18.05	15.18	8.99	2.66	2.77	0.76	2.87
10	30.45	25.57	15.65	4.35	4.45	1.12	4.88
12	46.68	39.16	24.57	6.50	6.55	1.54	7.52

表 B.3 (续)

胸径 D cm	生物量 M kg						
	总量	地上	树干	树皮	树枝	树叶	地下
14	66.99	56.14	35.94	9.11	9.08	2.01	10.85
16	91.57	76.67	49.93	12.19	12.03	2.52	14.90
18	120.67	100.96	66.69	15.76	15.42	3.09	19.71
20	154.45	129.13	86.37	19.82	19.24	3.70	25.32
22	193.09	161.34	109.10	24.39	23.50	4.35	31.75
24	236.75	197.71	135.00	29.46	28.20	5.05	39.04
26	285.58	238.36	164.19	35.04	33.35	5.78	47.22
28	339.73	283.42	196.78	41.14	38.94	6.56	56.31
30	399.33	332.99	232.88	47.76	44.98	7.37	66.34
32	464.50	387.17	272.58	54.91	51.46	8.22	77.33
34	535.38	446.07	315.98	62.59	58.39	9.11	89.31
36	612.09	509.80	363.18	70.81	65.78	10.03	102.29
38	694.75	578.44	414.26	79.57	73.62	10.99	116.31
40	783.46	652.07	469.31	88.87	81.91	11.98	131.39
42	878.32	730.79	528.42	98.71	90.65	13.01	147.53
44	979.46	814.69	591.66	109.11	99.85	14.07	164.77
46	1 086.97	903.85	659.11	120.06	109.51	15.17	183.12
48	1 200.92	998.32	730.85	131.56	119.62	16.29	202.60
50	1 321.45	1 098.22	806.95	143.63	130.19	17.45	223.23

表 B.4 落叶松一元立木生物量表[总体(四)]

胸径 D cm	生物量 M kg						
	总量	地上	树干	树皮	树枝	树叶	地下
2	0.86	0.71	0.30	0.11	0.20	0.10	0.15
4	3.59	2.97	1.47	0.44	0.77	0.29	0.62
6	8.74	7.23	3.87	1.04	1.76	0.56	1.51
8	17.12	14.13	7.96	1.97	3.28	0.92	2.99
10	28.82	23.74	13.88	3.22	5.28	1.36	5.08
12	44.15	36.31	21.83	4.82	7.79	1.87	7.84
14	63.30	52.00	31.98	6.76	10.81	2.45	11.30
16	86.47	70.95	44.47	9.06	14.34	3.08	15.52
18	113.87	93.33	59.45	11.72	18.39	3.77	20.54
20	145.67	119.29	77.05	14.76	22.96	4.52	26.38
22	181.99	148.91	97.37	18.16	28.06	5.32	33.08
24	223.03	182.35	120.54	21.95	33.69	6.17	40.68

表 B.4 (续)

胸径 D cm	生物量 M kg						
	总量	地上	树干	树皮	树枝	树叶	地下
26	268.90	219.70	146.66	26.12	39.85	7.07	49.20
28	319.74	261.06	175.83	30.67	46.54	8.02	58.68
30	375.68	306.55	208.14	35.62	53.77	9.02	69.13
32	436.83	356.24	243.68	40.96	61.54	10.06	80.59
34	503.32	410.25	282.55	46.70	69.85	11.15	93.07
36	575.24	468.63	324.81	52.84	78.70	12.28	106.61
38	652.73	531.50	370.56	59.39	88.09	13.46	121.23
40	735.85	598.91	419.87	66.34	98.02	14.68	136.94
42	824.73	670.95	472.81	73.70	108.50	15.94	153.78
44	919.45	747.70	529.46	81.47	119.53	17.24	171.75
46	1 020.11	829.22	589.88	89.66	131.10	18.58	190.89
48	1 126.79	915.59	654.15	98.26	143.22	19.96	211.20
50	1 239.58	1 006.86	722.32	107.27	155.89	21.38	232.72

附 录 C
(规范性附录)
落叶松二元立木生物量表

表 C.1 落叶松二元立木生物量表[总体(一)] 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	0.67	0.77	0.86	0.94	1.02	1.09	1.16	1.23
4			3.17	3.40	3.62	3.83	4.03	4.22
6					8.41	8.82	9.22	9.60
8							17.11	17.78
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	4.40	4.58	4.75	4.91	5.07			
6	9.97	10.32	10.66	11.00	11.32	11.64	11.94	12.24
8	18.44	19.06	19.67	20.27	20.84	21.40	21.95	22.48
10	29.76	30.74	31.69	32.62	33.52	34.39	35.25	36.09
12			46.85	48.18	49.47	50.73	51.97	53.17
14					68.82	70.53	72.21	73.85
16						93.89	96.09	98.23
18								126.39
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	12.54	12.83	13.11					
8	23.01	23.52	24.02	24.52	25.00	25.48	25.95	26.41
10	36.90	37.71	38.49	39.27	40.02	40.77	41.50	42.23
12	54.35	55.51	56.64	57.75	58.85	59.92	60.98	62.02
14	75.46	77.03	78.58	80.09	81.58	83.04	84.48	85.90
16	100.33	102.38	104.40	106.38	108.32	110.23	112.12	113.97
18	129.04	131.64	134.19	136.70	139.16	141.58	143.97	146.31
20		164.90	168.05	171.15	174.19	177.18	180.12	183.02
22			206.05	209.79	213.47	217.09	220.65	224.15
24				252.71	257.08	261.39	265.63	269.80
26						310.15	315.13	320.03
28							369.21	374.89

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	42.94	43.64	44.33	45.01				
12	63.05	64.06	65.05	66.04	67.01	67.97	68.92	69.85
14	87.30	88.68	90.04	91.38	92.70	94.00	95.29	96.57
16	115.80	117.60	119.37	121.12	122.85	124.56	126.24	127.91
18	148.63	150.90	153.15	155.37	157.56	159.72	161.85	163.96
20	185.87	188.68	191.46	194.20	196.90	199.57	202.21	204.81
22	227.61	231.01	234.37	237.69	240.96	244.19	247.38	250.54
24	273.91	277.97	281.96	285.91	289.80	293.65	297.45	301.21
26	324.85	329.61	334.30	338.93	343.50	348.02	352.48	356.89
28	380.49	386.01	391.45	396.82	402.13	407.36	412.54	417.65
30	440.89	447.23	453.48	459.64	465.73	471.74	477.68	483.56
32		513.32	520.43	527.45	534.38	541.22	547.98	554.66
34			592.38	600.30	608.12	615.85	623.48	631.02
36					687.03	695.69	704.24	712.70
38						780.78	790.32	799.74
40							881.76	892.20
42								990.12
D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	97.83	99.08	100.31					
16	129.56	131.19	132.80	134.39	135.97	137.53		
18	166.05	168.11	170.15	172.17	174.17	176.15	178.11	180.05
20	207.39	209.94	212.46	214.95	217.42	219.87	222.29	224.68
22	253.66	256.74	259.79	262.81	265.80	268.76	271.69	274.59
24	304.92	308.59	312.22	315.82	319.38	322.90	326.39	329.84
26	361.25	365.56	369.82	374.04	378.22	382.35	386.45	390.51
28	422.71	427.71	432.66	437.55	442.40	447.19	451.94	456.65
30	489.36	495.10	500.78	506.40	511.97	517.48	522.93	528.33
32	561.27	567.80	574.26	580.66	586.99	593.26	599.47	605.62
34	638.48	645.86	653.16	660.38	667.53	674.61	681.62	688.56
36	721.06	729.33	737.52	745.61	753.63	761.57	769.43	777.21
38	809.06	818.27	827.39	836.42	845.35	854.19	862.95	871.63
40	902.52	912.74	922.84	932.84	942.74	952.54	962.24	971.86
42	1 001.51	1 012.77	1 023.91	1 034.93	1 045.84	1 056.65	1 067.35	1 077.95
44	1 106.05	1 118.41	1 130.64	1 142.74	1 154.72	1 166.58	1 178.33	1 189.96
46		1 229.72	1 243.08	1 256.31	1 269.40	1 282.37	1 295.21	1 307.93
48			1 361.29	1 375.69	1 389.95	1 404.06	1 418.05	1 431.90
50				1 500.92	1 516.39	1 531.71	1 546.88	1 561.91

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	181.97								
20	227.06	229.41	231.74						
22	277.46	280.31	283.14	285.94	288.71				
24	333.26	336.66	340.02	343.35	346.65	349.93	353.18		
26	394.52	398.51	402.45	406.37	410.25	414.09	417.91	421.70	
28	461.31	465.93	470.51	475.05	479.55	484.02	488.44	492.84	497.20
30	533.69	538.99	544.25	549.47	554.63	559.76	564.85	569.89	574.89
32	611.71	617.75	623.73	629.67	635.55	641.38	647.17	652.91	658.61
34	695.44	702.26	709.02	715.71	722.36	728.95	735.48	741.96	748.40
36	784.93	792.57	800.15	807.66	815.11	822.50	829.83	837.10	844.31
38	880.23	888.74	897.19	905.56	913.86	922.10	930.26	938.37	946.41
40	981.39	990.83	1 000.19	1 009.46	1 018.67	1 027.79	1 036.84	1 045.82	1 054.73
42	1 088.46	1 098.87	1 109.19	1 119.42	1 129.57	1 139.63	1 149.61	1 159.51	1 169.33
44	1 201.49	1 212.92	1 224.25	1 235.48	1 246.61	1 257.66	1 268.61	1 279.48	1 290.27
46	1 320.53	1 333.02	1 345.40	1 357.68	1 369.85	1 381.92	1 393.90	1 405.78	1 417.57
48	1 445.62	1 459.22	1 472.71	1 486.07	1 499.33	1 512.48	1 525.52	1 538.46	1 551.29
50	1 576.81	1 591.57	1 606.20	1 620.70	1 635.09	1 649.35	1 663.51	1 677.55	1 691.48
D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	501.52								
30	579.86	584.79							
32	664.26	669.87	675.44						
34	754.78	761.12	767.40	773.65					
36	851.47	858.57	865.63	872.63	879.58				
38	954.38	962.30	970.16	977.96	985.71	993.41			
40	1 063.57	1 072.35	1 081.06	1 089.71	1 098.29	1 106.82	1 115.29		
42	1 179.08	1 188.76	1 198.37	1 207.90	1 217.37	1 226.78	1 236.12		
44	1 300.97	1 311.59	1 322.14	1 332.60	1 343.00	1 353.32	1 363.58	1 373.76	
46	1 429.27	1 440.88	1 452.41	1 463.85	1 475.22	1 486.50	1 497.71	1 508.84	
48	1 564.03	1 576.68	1 589.23	1 601.70	1 614.07	1 626.36	1 638.57	1 650.69	1 662.74
50	1 705.31	1 719.03	1 732.65	1 746.18	1 759.61	1 772.95	1 786.19	1 799.35	1 812.42
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。									

表 C.2 落叶松二元立木生物量表[总体(二)]

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	0.75	0.85	0.94	1.03	1.11	1.18	1.26	1.33
4			2.81	3.04	3.24	3.44	3.63	3.81
6					6.83	7.22	7.59	7.94
8							13.96	14.58
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	3.98	4.15	4.31	4.46	4.61			
6	8.27	8.60	8.91	9.22	9.52	9.81	10.09	10.36
8	15.18	15.76	16.33	16.87	17.40	17.91	18.42	18.91
10	24.36	25.27	26.14	26.99	27.82	28.63	29.42	30.18
12			38.45	39.68	40.87	42.03	43.17	44.27
14					56.61	58.20	59.74	61.25
16						77.18	79.20	81.18
18								104.12
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	10.63	10.90	11.16					
8	19.39	19.86	20.32	20.78	21.22	21.66	22.09	22.51
10	30.94	31.67	32.40	33.11	33.80	34.49	35.16	35.82
12	45.36	46.42	47.46	48.49	49.49	50.48	51.45	52.40
14	62.73	64.18	65.60	66.99	68.36	69.70	71.02	72.33
16	83.11	85.00	86.86	88.68	90.47	92.22	93.95	95.66
18	106.56	108.96	111.31	113.61	115.88	118.11	120.30	122.45
20		136.10	139.00	141.85	144.65	147.40	150.11	152.77
22			169.99	173.44	176.83	180.16	183.44	186.66
24				208.43	212.46	216.43	220.33	224.17
26						256.26	260.84	265.35
28							305.00	310.23
D/cm	H/m							
	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
10	36.48	37.12	37.75	38.38				
12	53.35	54.27	55.19	56.09	56.98	57.86	58.73	59.59
14	73.61	74.87	76.12	77.35	78.56	79.76	80.95	82.11
16	97.33	98.99	100.62	102.22	103.81	105.38	106.92	108.45
18	124.58	126.67	128.74	130.77	132.78	134.77	136.73	138.66
20	155.40	157.98	160.53	163.05	165.53	167.98	170.40	172.80
22	189.84	192.97	196.06	199.10	202.11	205.08	208.01	210.91
24	227.95	231.68	235.36	238.99	242.57	246.10	249.59	253.04

表 C.2 (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	
26	269.79	274.17	278.48	282.74	286.95	291.10	295.20	299.25	
28	315.39	320.47	325.47	330.42	335.29	340.11	344.87	349.57	
30	364.79	370.62	376.37	382.04	387.65	393.18	398.64	404.04	
32		424.67	431.21	437.67	444.05	450.34	456.56	462.70	
34			490.04	497.33	504.53	511.64	518.66	525.60	
36					569.13	577.11	584.98	592.76	
38						646.78	655.55	664.23	
40							730.42	740.03	
42								820.20	
D/cm	H/m								
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	
14	83.27	84.41	85.54						
16	109.96	111.46	112.94	114.40	115.84	117.28			
18	140.58	142.47	144.34	146.19	148.03	149.84	151.64	153.41	
20	175.16	177.50	179.81	182.10	184.37	186.61	188.83	191.03	
22	213.77	216.60	219.40	222.17	224.92	227.63	230.32	232.98	
24	256.45	259.83	263.16	266.46	269.73	272.96	276.16	279.33	
26	303.25	307.21	311.13	315.00	318.84	322.63	326.39	330.12	
28	354.21	358.81	363.35	367.85	372.30	376.70	381.06	385.38	
30	409.37	414.65	419.87	425.03	430.15	435.21	440.21	445.18	
32	468.78	474.78	480.72	486.60	492.42	498.18	503.88	509.53	
34	532.46	539.24	545.95	552.59	559.16	565.66	572.10	578.48	
36	600.46	608.06	615.59	623.03	630.40	637.69	644.92	652.07	
38	672.80	681.28	689.67	697.96	706.18	714.31	722.36	730.33	
40	749.53	758.93	768.22	777.42	786.52	795.53	804.46	813.30	
42	830.68	841.04	851.29	861.43	871.47	881.41	891.25	901.00	
44	916.27	927.64	938.90	950.03	961.05	971.96	982.76	993.47	
46		1 018.78	1 031.08	1 043.25	1 055.30	1 067.22	1 079.04	1 090.73	
48			1 127.86	1 141.12	1 154.24	1 167.23	1 180.09	1 192.83	
50				1 243.66	1 257.90	1 272.00	1 285.96	1 299.79	
D/cm	H/m								
	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5
18	155.18								
20	193.20	195.36	197.50						
22	235.62	238.23	240.82	243.39	245.93				
24	282.47	285.58	288.66	291.72	294.75	297.76	300.74		
26	333.80	337.46	341.08	344.67	348.23	351.76	355.26	358.73	
28	389.66	393.90	398.11	402.27	406.40	410.50	414.56	418.59	422.58

表 C.2 (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
30	450.09	454.96	459.79	464.57	469.32	474.02	478.68	483.31	487.90
32	515.12	520.67	526.16	531.61	537.01	542.36	547.67	552.94	558.17
34	584.80	591.06	597.27	603.42	609.52	615.57	621.56	627.51	633.41
36	659.16	666.18	673.14	680.04	686.88	693.66	700.39	707.06	713.68
38	738.23	746.06	753.82	761.50	769.13	776.69	784.19	791.63	799.00
40	822.05	830.73	839.33	847.85	856.30	864.68	872.99	881.24	889.42
42	910.65	920.22	929.70	939.10	948.42	957.67	966.83	975.93	984.95
44	1 004.07	1 014.57	1 024.98	1 035.30	1 045.53	1 055.68	1 065.74	1 075.73	1 085.63
46	1 102.32	1 113.81	1 125.19	1 136.47	1 147.66	1 158.75	1 169.75	1 180.67	1 191.50
48	1 205.45	1 217.96	1 230.36	1 242.65	1 254.83	1 266.91	1 278.89	1 290.78	1 302.58
50	1 313.48	1 327.06	1 340.51	1 353.85	1 367.07	1 380.19	1 393.19	1 406.10	1 418.90
D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	426.55								
30	492.46	496.98							
32	563.35	568.50	573.61						
34	639.27	645.08	650.85	656.58					
36	720.25	726.77	733.24	739.67	746.04				
38	806.33	813.59	820.81	827.97	835.08	842.13			
40	897.53	905.59	913.58	921.52	929.40	937.22	944.99		
42	993.90	1 002.78	1 011.60	1 020.35	1 029.05	1 037.67	1 046.24		
44	1 095.46	1 105.21	1 114.89	1 124.50	1 134.05	1 143.52	1 152.93	1 162.27	
46	1 202.24	1 212.91	1 223.49	1 234.00	1 244.43	1 254.79	1 265.08	1 275.30	
48	1 314.28	1 325.90	1 337.42	1 348.87	1 360.23	1 371.51	1 382.72	1 393.85	1 404.90
50	1 431.60	1 444.21	1 456.72	1 469.14	1 481.48	1 493.72	1 505.88	1 517.96	1 529.96
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。									

表 C.3 落叶松二元立木生物量表[总体(三)]

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	0.65	0.73	0.80	0.87	0.94	1.00	1.06	1.11
4			2.48	2.68	2.87	3.05	3.22	3.38
6					6.06	6.42	6.77	7.10
8							12.40	12.99
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	3.54	3.69	3.84	3.98	4.11			
6	7.42	7.73	8.02	8.31	8.59	8.86	9.13	9.39

表 C.3 (续)

单位为千克

D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
8	13.56	14.11	14.64	15.15	15.65	16.13	16.61	17.07
10	21.68	22.53	23.36	24.17	24.95	25.71	26.45	27.18
12			34.27	35.43	36.55	37.65	38.72	39.77
14					50.52	52.01	53.47	54.90
16						68.85	70.76	72.62
18								92.98
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	9.64	9.89	10.14					
8	17.53	17.97	18.40	18.83	19.25	19.66	20.07	20.47
10	27.89	28.58	29.26	29.93	30.59	31.23	31.87	32.49
12	40.79	41.79	42.77	43.74	44.68	45.61	46.53	47.43
14	56.29	57.66	58.99	60.31	61.60	62.87	64.11	65.34
16	74.44	76.23	77.98	79.69	81.38	83.04	84.67	86.28
18	95.29	97.55	99.77	101.94	104.08	106.18	108.25	110.28
20		121.67	124.40	127.09	129.73	132.33	134.88	137.39
22			151.93	155.19	158.38	161.52	164.62	167.66
24				186.26	190.07	193.81	197.49	201.11
26						229.21	233.53	237.79
28							272.78	277.72
D/cm	H/m							
	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
10	33.10	33.71	34.31	34.90				
12	48.32	49.19	50.05	50.90	51.74	52.57	53.39	54.19
14	66.55	67.74	68.92	70.07	71.22	72.35	73.46	74.56
16	87.86	89.41	90.95	92.47	93.96	95.44	96.89	98.33
18	112.28	114.26	116.20	118.12	120.01	121.88	123.73	125.56
20	139.87	142.31	144.71	147.08	149.42	151.73	154.02	156.27
22	170.65	173.61	176.52	179.39	182.23	185.02	187.79	190.52
24	204.68	208.20	211.66	215.08	218.46	221.79	225.08	228.34
26	241.98	246.11	250.18	254.20	258.16	262.07	265.94	269.76
28	282.58	287.38	292.10	296.76	301.36	305.90	310.39	314.82
30	326.53	332.03	337.46	342.81	348.09	353.31	358.46	363.55
32		380.10	386.28	392.37	398.39	404.33	410.19	415.99
34			438.60	445.48	452.27	458.98	465.60	472.15
36					509.78	517.30	524.73	532.07
38						579.31	587.59	595.78
40							654.22	663.29
42								734.65

表 C.3 (续)

单位为千克

D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	75.65	76.73	77.79					
16	99.76	101.16	102.56	103.93	105.29	106.64		
18	127.36	129.14	130.91	132.65	134.38	136.08	137.78	139.45
20	158.50	160.70	162.88	165.04	167.17	169.28	171.37	173.44
22	193.22	195.89	198.52	201.14	203.72	206.28	208.81	211.32
24	231.55	234.73	237.87	240.98	244.06	247.10	250.12	253.11
26	273.53	277.27	280.96	284.61	288.22	291.80	295.34	298.85
28	319.20	323.53	327.82	332.06	336.25	340.40	344.51	348.58
30	368.59	373.56	378.48	383.35	388.17	392.94	397.66	402.33
32	421.71	427.38	432.98	438.52	444.01	449.44	454.81	460.13
34	478.62	485.02	491.34	497.60	503.80	509.93	516.00	522.01
36	539.33	546.50	553.60	560.62	567.57	574.44	581.25	588.00
38	603.86	611.86	619.77	627.60	635.34	643.01	650.60	658.12
40	672.26	681.12	689.89	698.57	707.15	715.65	724.06	732.40
42	744.53	754.31	763.98	773.55	783.02	792.39	801.67	810.86
44	820.71	831.45	842.06	852.57	862.96	873.25	883.44	893.53
46		912.56	924.17	935.65	947.02	958.27	969.41	980.44
48			1 010.31	1 022.82	1 035.20	1 047.45	1 059.59	1 071.60
50				1 114.09	1 127.53	1 140.83	1 154.00	1 167.04

D/cm	H/m								
	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5
18	141.11								
20	175.49	177.53	179.54						
22	213.80	216.26	218.70	221.12	223.51				
24	256.07	259.00	261.90	264.78	267.63	270.46	273.27		
26	302.33	305.77	309.18	312.56	315.91	319.24	322.53	325.80	
28	352.62	356.61	360.57	364.49	368.38	372.24	376.07	379.86	383.63
30	406.97	411.56	416.10	420.61	425.08	429.51	433.91	438.27	442.59
32	465.41	470.63	475.81	480.94	486.03	491.07	496.08	501.04	505.96
34	527.97	533.87	539.72	545.52	551.26	556.96	562.61	568.22	573.78
36	594.68	601.30	607.86	614.36	620.81	627.20	633.54	639.82	646.06
38	665.56	672.94	680.26	687.50	694.69	701.81	708.88	715.89	722.84
40	740.65	748.83	756.94	764.97	772.94	780.84	788.67	796.44	804.15
42	819.97	828.99	837.93	846.79	855.57	864.29	872.93	881.50	890.00
44	903.53	913.43	923.25	932.98	942.63	952.19	961.68	971.09	980.42
46	991.37	1 002.20	1 012.93	1 023.57	1 034.12	1 044.58	1 054.95	1 065.24	1 075.44
48	1 083.51	1 095.30	1 106.99	1 118.58	1 130.07	1 141.46	1 152.76	1 163.96	1 175.08
50	1 179.97	1 192.77	1 205.46	1 218.03	1 230.50	1 242.87	1 255.13	1 267.30	1 279.36

表 C.3 (续)

单位为千克

D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	387.36								
30	446.88	451.14							
32	510.85	515.70	520.51						
34	579.30	584.77	590.21	595.60					
36	652.25	658.39	664.49	670.54	676.55				
38	729.74	736.59	743.39	750.13	756.83	763.48			
40	811.80	819.39	826.92	834.40	841.82	849.19	856.51		
42	898.44	906.81	915.12	923.37	931.55	939.69	947.76		
44	989.69	998.88	1 008.00	1 017.06	1 026.05	1 034.98	1 043.84	1 052.65	
46	1 085.57	1 095.62	1 105.60	1 115.50	1 125.33	1 135.09	1 144.79	1 154.41	
48	1 186.11	1 197.06	1 207.93	1 218.72	1 229.42	1 240.06	1 250.62	1 261.10	1 271.52
50	1 291.34	1 303.22	1 315.02	1 326.73	1 338.35	1 349.89	1 361.35	1 372.74	1 384.04
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。									

表 C.4 落叶松二元立木生物量表[总体(四)]

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	0.66	0.75	0.84	0.91	0.99	1.06	1.12	1.19
4			2.44	2.64	2.83	3.01	3.18	3.34
6					5.91	6.25	6.58	6.90
8							12.08	12.64
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	3.49	3.64	3.79	3.93	4.06			
6	7.20	7.49	7.77	8.05	8.31	8.57	8.83	9.07
8	13.18	13.70	14.20	14.69	15.17	15.63	16.08	16.52
10	21.10	21.91	22.70	23.47	24.21	24.93	25.64	26.33
12			33.33	34.43	35.51	36.55	37.57	38.56
14					49.12	50.54	51.92	53.28
16						66.95	68.76	70.53
18								90.37
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	9.32	9.55	9.79					
8	16.95	17.38	17.79	18.20	18.59	18.99	19.37	19.75
10	27.00	27.67	28.31	28.95	29.57	30.19	30.79	31.39
12	39.54	40.49	41.42	42.34	43.24	44.13	45.00	45.86
14	54.61	55.91	57.18	58.43	59.66	60.86	62.05	63.22

表 C.4 (续)

单位为千克

D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
16	72.27	73.97	75.63	77.26	78.87	80.45	82.00	83.53
18	92.57	94.72	96.83	98.90	100.93	102.93	104.89	106.83
20		118.20	120.81	123.37	125.88	128.35	130.78	133.17
22			147.62	150.72	153.76	156.75	159.69	162.58
24				180.98	184.61	188.17	191.67	195.11
26						222.64	226.75	230.80
28							264.97	269.67
D/cm	H/m							
	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
10	31.97	32.55	33.12	33.68				
12	46.70	47.53	48.35	49.16	49.96	50.75	51.53	52.30
14	64.37	65.50	66.62	67.72	68.81	69.89	70.95	72.00
16	85.03	86.51	87.98	89.42	90.84	92.25	93.63	95.00
18	108.73	110.61	112.46	114.29	116.09	117.87	119.63	121.37
20	135.52	137.84	140.13	142.39	144.61	146.81	148.99	151.13
22	165.43	168.24	171.01	173.75	176.44	179.11	181.74	184.34
24	198.51	201.86	205.15	208.41	211.62	214.79	217.93	221.02
26	234.78	238.71	242.59	246.41	250.18	253.91	257.58	261.22
28	274.29	278.85	283.35	287.78	292.16	296.48	300.75	304.97
30	317.07	322.31	327.47	332.56	337.59	342.55	347.45	352.30
32		369.10	374.98	380.78	386.50	392.15	397.73	403.24
34			425.91	432.46	438.92	445.30	451.61	457.83
36					494.89	502.04	509.11	516.09
38						562.39	570.27	578.06
40							635.12	643.75
42								713.19
D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	73.03	74.06	75.07					
16	96.36	97.70	99.02	100.33	101.63	102.91		
18	123.08	124.78	126.46	128.12	129.76	131.39	133.00	134.60
20	153.25	155.35	157.42	159.48	161.51	163.52	165.51	167.48
22	186.91	189.45	191.96	194.44	196.90	199.34	201.75	204.13
24	224.08	227.10	230.10	233.06	235.98	238.88	241.75	244.60
26	264.81	268.36	271.88	275.35	278.79	282.20	285.57	288.91
28	309.14	313.26	317.34	321.37	325.36	329.31	333.22	337.10
30	357.09	361.82	366.50	371.14	375.72	380.26	384.75	389.21
32	408.69	414.08	419.41	424.69	429.91	435.07	440.19	445.26
34	463.99	470.08	476.10	482.05	487.95	493.78	499.56	505.28
36	523.00	529.83	536.58	543.26	549.87	556.41	562.89	569.31
38	585.75	593.36	600.89	608.33	615.70	623.00	630.22	637.38

表 C.4 (续)

单位为千克

D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
40	652.28	660.71	669.05	677.31	685.47	693.56	701.57	709.50
42	722.60	731.90	741.10	750.20	759.21	768.13	776.96	785.70
44	796.74	806.95	817.05	827.04	836.93	846.72	856.42	866.02
46		885.89	896.93	907.86	918.67	929.37	939.97	950.47
48			980.77	992.67	1 004.44	1 016.10	1 027.65	1 039.08
50				1 081.50	1 094.28	1 106.93	1 119.46	1 131.87

D/cm	H/m								
	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5
18	136.18								
20	169.43	171.37	173.28						
22	206.50	208.84	211.16	213.46	215.74				
24	247.41	250.20	252.97	255.71	258.43	261.12	263.79		
26	292.21	295.49	298.74	301.96	305.15	308.31	311.45	314.56	
28	340.94	344.74	348.51	352.24	355.95	359.62	363.26	366.87	370.46
30	393.61	397.98	402.31	406.60	410.86	415.07	419.26	423.41	427.52
32	450.27	455.25	460.18	465.06	469.90	474.71	479.47	484.19	488.88
34	510.95	516.57	522.13	527.65	533.12	538.54	543.92	549.26	554.55
36	575.67	581.97	588.21	594.40	600.54	606.62	612.65	618.64	624.58
38	644.46	651.48	658.44	665.34	672.18	678.96	685.69	692.36	698.98
40	717.35	725.14	732.85	740.50	748.08	755.60	763.05	770.45	777.78
42	794.37	802.95	811.46	819.89	828.25	836.55	844.77	852.93	861.02
44	875.53	884.96	894.30	903.56	912.74	921.84	930.87	939.82	948.71
46	960.87	971.18	981.39	991.51	1 001.55	1 011.50	1 021.37	1 031.16	1 040.88
48	1 050.41	1 061.63	1 072.76	1 083.78	1 094.71	1 105.55	1 116.31	1 126.97	1 137.55
50	1 144.17	1 156.35	1 168.42	1 180.39	1 192.26	1 204.02	1 215.69	1 227.27	1 238.75

D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	374.01								
30	431.61	435.66							
32	493.53	498.14	502.72						
34	559.81	565.02	570.19	575.33					
36	630.47	636.31	642.12	647.88	653.60				
38	705.55	712.06	718.53	724.95	731.33	737.66			
40	785.06	792.29	799.46	806.58	813.64	820.66	827.63		
42	869.05	877.02	884.92	892.78	900.57	908.31	916.00		
44	957.52	966.27	974.96	983.58	992.13	1 000.63	1 009.07	1 017.45	
46	1 050.52	1 060.08	1 069.58	1 079.00	1 088.36	1 097.65	1 106.88	1 116.04	
48	1 148.05	1 158.47	1 168.81	1 179.08	1 189.27	1 199.39	1 209.44	1 219.42	1 229.34
50	1 250.15	1 261.46	1 272.68	1 283.82	1 294.89	1 305.87	1 316.78	1 327.62	1 338.38

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——落叶松
LY/T 2654—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 2 字数 54 千字
2017年4月第一版 2017年4月第一次印刷

*

书号: 155066·2-31350 定价 30.00 元



LY/T 2654-2016