



中华人民共和国林业行业标准

LY/T 2659—2016

立木生物量模型及碳计量参数——桦树

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

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、程志楚、李立球、黄湘南、李利伟、马克西、甘世书、丰庆荣、李智华、肖前辉、李国兴、孙继霖、时亚坤、冯强、闫宏伟、白卫国。

立木生物量模型及碳计量参数——桦树

1 范围

本标准规定了桦树(*Betula* 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。

本标准适用于全国桦树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,结合桦树的资源分布状况,将桦树划分为 4 个建模总体:
总体(一)指东北 3 省和内蒙古东部地区的白桦;
总体(二)指东北 3 省和内蒙古东部地区除白桦以外的其他桦树;
总体(三)指华北各省、内蒙古中西部和西北地区的桦树;
总体(四)指西南地区各省的桦树。

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:

$$\begin{cases} M_A = 0.102\ 98 D^{2.440\ 22} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.143\ 05 D^{2.236\ 03} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases}$$

.....(1)

二元模型:

$$\begin{cases} M_A = 0.068\ 07 D^{2.108\ 50} H^{0.520\ 19} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.104\ 08 D^{1.844\ 70} H^{0.520\ 19} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases}$$

.....(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: $R^2=0.941\ 9$, $SEE=56.69\ \text{kg}$, $MPE=5.04\%$ 。
二元模型: $R^2=0.955\ 0$, $SEE=50.10\ \text{kg}$, $MPE=4.46\%$ 。
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:

$$\begin{cases} M_A = 0.095\ 88 D^{2.425\ 64} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.138\ 63 D^{2.196\ 53} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases}$$

.....(3)

二元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.063\ 38 D^{2.108\ 50} H^{0.520\ 19} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.110\ 29 D^{1.764\ 26} H^{0.520\ 19} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

4.2.2.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.923\ 7$, $SEE=65.20\ \text{kg}$, $MPE=6.26\%$ 。
二元模型： $R^2=0.941\ 7$, $SEE=57.21\ \text{kg}$, $MPE=5.49\%$ 。

4.2.3 总体(三)

4.2.3.1 模型结构形式

一元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.111\ 46 D^{2.429\ 83} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.306\ 46 D^{1.801\ 36} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

二元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.073\ 67 D^{2.108\ 50} H^{0.520\ 19} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.202\ 54 D^{1.480\ 13} H^{0.520\ 19} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

4.2.3.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.944\ 6$, $SEE=58.59\ \text{kg}$, $MPE=4.71\%$ 。
二元模型： $R^2=0.953\ 1$, $SEE=54.03\ \text{kg}$, $MPE=4.35\%$ 。

4.2.4 总体(四)

4.2.4.1 模型结构形式

一元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.096\ 15 D^{2.418\ 61} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.130\ 97 D^{2.226\ 60} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

二元模型：
$$\begin{cases} M_A = 0.063\ 56 D^{2.108\ 50} H^{0.520\ 19} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_A = 0.089\ 07 D^{1.898\ 78} H^{0.520\ 19} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

4.2.4.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.875\ 2$, $SEE=86.52\ \text{kg}$, $MPE=8.44\%$ 。
二元模型： $R^2=0.895\ 4$, $SEE=79.47\ \text{kg}$, $MPE=7.75\%$ 。

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。
桦树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}	0.365 45	0.410 60	0.371 97	0.379 72
	a_{11}	－0.209 34	－0.209 34	－0.209 34	－0.209 34
	a_{20}	0.306 41	0.155 77	0.600 70	0.434 08
	a_{21}	0.132 69	0.355 48	－0.113 15	－0.065 21
	a_{30}	0.221 63	0.172 38	1.489 07	0.229 66
	a_{31}	－0.279 74	－0.216 75	－0.742 67	－0.348 62
二元模型	b_{10}	0.534 98	0.579 27	0.527 30	0.519 94
	b_{11}	0.090 04	0.090 04	0.090 04	0.090 04
	b_{12}	－0.465 20	－0.465 20	－0.465 20	－0.465 20
	b_{20}	1.051 67	0.949 02	0.914 90	0.702 84
	b_{21}	0.669 25	0.669 25	0.669 25	0.669 25
	b_{22}	－1.046 62	－1.046 62	－1.046 62	－1.046 62
	b_{30}	0.617 93	0.383 79	2.991 19	0.403 33
	b_{31}	0.170 97	0.251 87	－0.195 65	0.226 94
	b_{32}	－0.881 82	－0.881 82	－0.881 82	－0.881 82

4.3.2 模型评价指标

桦树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	0.932 1	35.32	5.54
		树皮	0.863 5	10.42	8.36
		树枝	0.852 2	27.32	8.88
		树叶	0.620 6	7.89	14.48

表 2 (续)

总体	模型	分量	R^2	SEE/kg	MPE/%
总体(一)	二元模型	树干	0.954 5	29.34	4.60
		树皮	0.867 8	10.40	8.35
		树枝	0.854 8	27.48	8.93
		树叶	0.631 1	7.89	14.49
总体(二)	一元模型	树干	0.851 0	50.14	8.90
		树皮	0.838 8	12.33	9.50
		树枝	0.857 7	29.90	9.95
		树叶	0.726 5	5.96	12.53
	二元模型	树干	0.923 3	36.49	6.48
		树皮	0.862 2	11.57	8.91
		树枝	0.829 0	33.25	11.06
		树叶	0.716 2	6.15	12.95
总体(三)	一元模型	树干	0.896 0	50.70	7.03
		树皮	0.823 1	13.01	9.49
		树枝	0.760 5	29.22	9.93
		树叶	0.546 6	14.32	14.84
	二元模型	树干	0.949 0	35.82	4.96
		树皮	0.851 0	12.05	8.79
		树枝	0.754 8	29.82	10.13
		树叶	0.545 4	14.47	14.99
总体(四)	一元模型	树干	0.880 3	53.10	8.40
		树皮	0.673 7	18.87	15.30
		树枝	0.712 1	33.62	14.94
		树叶	0.580 7	8.20	18.36
	二元模型	树干	0.909 5	46.84	7.41
		树皮	0.681 7	18.90	15.33
		树枝	0.686 0	35.63	15.83
		树叶	0.576 6	8.36	18.72

LY/T 2659—2016

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：
$$\begin{cases} M_B = 0.055\ 107 D^{2.254\ 64} & (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.056\ 118 D^{2.243\ 34} & (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (12)$$

二元模型：
$$\begin{cases} M_B = 0.044\ 090 D^{2.075\ 91} H^{0.280\ 28} & (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.047\ 286 D^{2.032\ 42} H^{0.280\ 28} & (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (13)$$

式中：
 M_B ——地下生物量估计值,单位为千克(kg)；
 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： $R^2=0.805\ 6$, $SEE=37.11\ \text{kg}$, $MPE=12.67\%$ 。
二元模型： $R^2=0.788\ 7$, $SEE=39.49\ \text{kg}$, $MPE=13.49\%$ 。
具体计算方法参照 LY/T 2258—2014 的有关规定执行。

4.4.2 总体(二)

4.4.2.1 模型结构形式

一元模型：
$$\begin{cases} M_B = 0.049\ 161 D^{2.246\ 78} & (D \geq 5\ \text{cm}) \\ M_B = 0.059\ 975 D^{2.123\ 25} & (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (14)$$

二元模型：
$$\begin{cases} M_B = 0.039\ 332 D^{2.075\ 91} H^{0.280\ 28} & (D \geq 5\ \text{cm}) \\ M_B = 0.054\ 085 D^{1.878\ 01} H^{0.280\ 28} & (D < 5\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (15)$$

4.4.2.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.709\ 3$, $SEE=39.03\ \text{kg}$, $MPE=16.75\%$ 。
二元模型： $R^2=0.710\ 5$, $SEE=39.79\ \text{kg}$, $MPE=17.07\%$ 。

4.3.3 总体(三)

4.3.3.1 模型结构形式

一元模型：
$$\begin{cases} M_B = 0.050\ 840 D^{2.249\ 04} & (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.088\ 747 D^{1.902\ 90} & (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (16)$$

二元模型：
$$\begin{cases} M_B = 0.040\ 676 D^{2.075\ 91} H^{0.280\ 28} & (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ M_B = 0.075\ 658 D^{1.690\ 31} H^{0.280\ 28} & (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (17)$$

4.4.3.2 模型评价指标

一元模型： $R^2=0.855\ 6$, $SEE=24.11\ \text{kg}$, $MPE=7.95\%$ 。
二元模型： $R^2=0.851\ 1$, $SEE=24.81\ \text{kg}$, $MPE=8.18\%$ 。

4.4.4 总体(四)

4.4.4.1 模型结构形式

$$\text{一元模型: } \begin{cases} M_B = 0.041\,591 D^{2.243\,00} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ M_B = 0.020\,038 D^{2.696\,73} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (18)$$

$$\text{二元模型: } \begin{cases} M_B = 0.033\,276 D^{2.075\,91} H^{0.280\,28} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ M_B = 0.017\,225 D^{2.485\,04} H^{0.280\,28} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (19)$$

4.4.4.2 模型评价指标

一元模型: $R^2 = 0.818\,2$, $SEE = 21.93 \text{ kg}$, $MPE = 11.11\%$ 。

二元模型: $R^2 = 0.816\,6$, $SEE = 22.48 \text{ kg}$, $MPE = 11.39\%$ 。

5 生物量转换因子函数

5.1 总体(一)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.627\,38 D^{0.033\,341} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.733\,59 D^{-0.063\,838} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (20)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.842\,79 D^{0.269\,86} H^{-0.370\,89} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.920\,32 D^{0.215\,18} H^{-0.370\,89} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (21)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型: } \begin{cases} V = 0.164\,15 D^{2.406\,88} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.195\,00 D^{2.299\,87} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (22)$$

$$\text{二元材积模型: } \begin{cases} V = 0.080\,77 D^{1.838\,64} H^{0.891\,08} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.113\,09 D^{1.629\,52} H^{0.891\,08} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (23)$$

其中,式(22)的评价指标为: $R^2 = 0.948\,2$, $MPE = 4.63\%$;式(23)的评价指标为: $R^2 = 0.979\,7$, $MPE = 2.91\%$ 。

5.2 总体(二)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.584\,07 D^{0.043\,740} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.438\,99 D^{0.221\,16} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (24)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.784\,62 D^{0.269\,86} H^{-0.370\,89} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.516\,74 D^{0.529\,36} H^{-0.370\,89} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (25)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型: } \begin{cases} V = 0.164\,15 D^{2.381\,90} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.315\,78 D^{1.975\,37} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (26)$$

$$\text{二元材积模型: } \begin{cases} V = 0.080\,77 D^{1.838\,64} H^{0.891\,08} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.213\,43 D^{1.234\,90} H^{0.891\,08} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (27)$$

其中,式(26)的评价指标为: $R^2 = 0.887\,5$, $MPE = 7.61\%$;式(27)的评价指标为: $R^2 = 0.944\,4$, $MPE = 5.37\%$ 。

5.3 总体(三)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.678\,98 D^{0.040\,747} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.904\,20 D^{-0.137\,24} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (28)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.912\,11D^{0.269\,86}H^{-0.370\,89} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 1.214\,80D^{0.091\,801}H^{-0.370\,89} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (29)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型: } \begin{cases} V = 0.164\,15D^{2.389\,09} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.338\,94D^{1.938\,60} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (30)$$

$$\text{二元材积模型: } \begin{cases} V = 0.080\,77D^{1.838\,64}H^{0.891\,08} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.166\,73D^{1.388\,33}H^{0.891\,08} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (31)$$

其中,式(30)的评价指标为: $R^2=0.861\,7$, $MPE=7.85\%$;式(31)的评价指标为: $R^2=0.928\,3$, $MPE=5.67\%$ 。

5.4 总体(四)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.585\,76D^{0.048\,747} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 0.810\,51D^{-0.153\,04} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (32)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} BCF = 0.786\,88D^{0.269\,86}H^{-0.370\,89} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ BCF = 1.066\,92D^{0.080\,692}H^{-0.370\,89} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (33)$$

其相应的相容性一元和二元立木材积模型分别为:

$$\text{一元材积模型: } \begin{cases} V = 0.164\,15D^{2.369\,86} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.161\,59D^{2.379\,63} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (34)$$

$$\text{二元材积模型: } \begin{cases} V = 0.080\,77D^{1.838\,64}H^{0.891\,08} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ V = 0.083\,49D^{1.818\,09}H^{0.891\,08} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (35)$$

其中,式(34)的评价指标为: $R^2=0.946\,2$, $MPE=5.75\%$;式(35)的评价指标为: $R^2=0.967\,6$, $MPE=4.48\%$ 。

6 根茎比函数

6.1 总体(一)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.535\,10D^{-0.185\,58} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.392\,29D^{0.007\,307\,7} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (36)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.647\,67D^{-0.032\,59}H^{-0.239\,91} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.454\,32D^{0.187\,72}H^{-0.239\,91} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (37)$$

6.2 总体(二)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.512\,76D^{-0.178\,85} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.432\,63D^{-0.073\,28} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (38)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.620\,63D^{-0.032\,59}H^{-0.239\,91} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.490\,40D^{0.113\,75}H^{-0.239\,91} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (39)$$

6.3 总体(三)

$$\text{一元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.456\,15D^{-0.180\,79} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.289\,58D^{0.101\,53} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (40)$$

$$\text{二元函数式: } \begin{cases} RSR = 0.552\,11D^{-0.032\,59}H^{-0.239\,91} (D \geq 5.0 \text{ cm}) \\ RSR = 0.373\,54D^{0.210\,18}H^{-0.239\,91} (D < 5.0 \text{ cm}) \end{cases} \dots\dots\dots (41)$$

6.4 总体(四)

一元函数式: $\begin{cases} RSR = 0.432\ 56D^{-0.175\ 61} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ RSR = 0.153\ 00D^{0.470\ 13} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots(42)$

二元函数式: $\begin{cases} RSR = 0.523\ 56D^{-0.032\ 59}H^{-0.239\ 91} (D \geq 5.0\ \text{cm}) \\ RSR = 0.193\ 38D^{0.586\ 26}H^{-0.239\ 91} (D < 5.0\ \text{cm}) \end{cases} \dots\dots\dots(43)$

7 木材密度

桦树不同总体的木材密度见表 3。

表 3 桦树不同总体的木材密度

平均	总体(一)	总体(二)	总体(三)	总体(四)
0.484 8 (±0.123 2)	0.472 4 (±0.063 6)	0.457 0 (±0.105 7)	0.503 0 (±0.145 0)	0.495 7 (±0.140 1)
注: 木材密度的单位为 g/cm³ 或 t/m³, 括号中的数值为标准差。				

8 含碳系数

桦树不同器官的含碳系数见表 4。

表 4 桦树不同器官的含碳系数

全树	地上	地下	树干	树皮	树枝	树叶
0.487 2 (±0.027 3)	0.489 7 (±0.029 0)	0.477 9 (±0.029 8)	0.484 8 (±0.028 0)	0.505 4 (±0.042 8)	0.487 0 (±0.037 9)	0.503 8 (±0.038 3)
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, 得出桦树 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)
桦树建模样本基本情况

桦树的建模样本共计 690 株样木。该样本涉及 4 个建模总体：总体(一)的样本采集自黑龙江、吉林和内蒙古东部地区的白桦林，样木数为 150 株；总体(二)的样本采集自黑龙江、吉林和内蒙古东部地区的其他桦树林，样木数为 150 株；总体(三)的样本采集自华北地区的河北、内蒙、山西和西北地区的陕西、青海、甘肃、宁夏、新疆 8 省区，样木数为 240 株；总体(四)的样本采集自西南地区的四川、云南 2 省，样木数为 150 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 桦树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	16.3	1.0	39.4	11.8	72.4
			树高 H/m	12.3	1.9	25.6	6.3	51.3
			立木材积 $V/10^{-3}\text{m}^3$	253.0	0.3	1 145.0	315.9	124.8
			地上生物量 M_A/kg	181.7	0.2	871.7	233.7	128.6
	地下生物量	53	胸径 D/cm	16.0	1.5	39.4	11.9	74.0
			树高 H/m	12.2	1.9	25.2	6.3	51.8
			地上生物量 M_A/kg	183.7	0.3	842.6	247.5	134.7
			地下生物量 M_B/kg	55.9	0.2	343.6	82.5	147.7
总体(二)	地上生物量	150	胸径 D/cm	16.5	1.3	46.0	11.9	72.5
			树高 H/m	11.3	2.0	24.5	6.0	53.3
			立木材积 $V/10^{-3}\text{m}^3$	240.6	0.4	2 017.3	335.6	139.5
			地上生物量 M_A/kg	168.4	0.3	1 451.0	234.4	139.3
	地下生物量	51	胸径 D/cm	16.2	1.3	46.0	12.3	75.7
			树高 H/m	11.2	2.0	24.1	6.3	56.1
			地上生物量 M_A/kg	180.3	0.4	1 451.0	279.1	154.8
			地下生物量 M_B/kg	45.7	0.2	314.1	70.9	155.4
总体(三)	地上生物量	240	胸径 D/cm	14.9	1.6	48.1	11.2	75.2
			树高 H/m	10.9	2.3	33.0	6.6	60.3
			立木材积 $V/10^{-3}\text{m}^3$	206.8	0.6	2 358.6	340.2	164.5
			地上生物量 M_A/kg	158.9	0.5	1 671.0	247.9	156.0
	地下生物量	79	胸径 D/cm	15.2	1.9	44.5	11.4	74.7
			树高 H/m	11.7	2.5	33.0	7.2	62.0
			地上生物量 M_A/kg	173.2	0.5	1 212.3	257.6	148.7
			地下生物量 M_B/kg	43.2	0.2	279.7	62.6	144.9

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	150	胸径 D/cm	16.7	1.5	60.8	12.4	74.0
			树高 H/m	11.1	2.2	25.7	5.8	52.3
			立木材积 $V/10^{-3}\text{m}^3$	257.1	0.3	2 782.7	391.3	152.2
			地上生物量 M_A/kg	165.7	0.3	1 514.8	243.2	146.8
	地下生物量	53	胸径 D/cm	15.9	1.5	41.0	11.8	74.5
			树高 H/m	10.9	2.4	25.7	5.8	52.7
			地上生物量 M_A/kg	149.2	0.3	940.4	211.3	141.7
			地下生物量 M_B/kg	36.2	0.1	237.9	50.4	139.2

附 录 B
(规范性附录)
桦树一元立木生物量表

表 B.1 桦树一元立木生物量表[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	0.95	0.68	0.37	0.12	0.12	0.07	0.27
4	4.43	3.17	1.77	0.48	0.65	0.27	1.26
6	11.30	8.17	4.60	1.16	1.79	0.62	3.13
8	22.46	16.47	9.33	2.21	3.77	1.16	5.99
10	38.27	28.37	16.14	3.64	6.71	1.88	9.90
12	59.22	44.28	25.25	5.48	10.76	2.79	14.94
14	85.65	64.5	36.83	7.75	16.02	3.90	21.15
16	117.93	89.35	51.08	10.45	22.61	5.21	28.58
18	156.38	119.11	68.14	13.60	30.64	6.73	37.27
20	201.29	154.02	88.16	17.21	40.20	8.45	47.27
22	252.95	194.35	111.28	21.29	51.39	10.39	58.60
24	311.62	240.32	137.63	25.86	64.29	12.54	71.30
26	377.56	292.16	167.33	30.92	79.00	14.91	85.40
28	451.01	350.08	200.50	36.48	95.60	17.50	100.93
30	532.18	414.26	237.25	42.54	114.16	20.31	117.92
32	621.31	484.92	277.69	49.12	134.77	23.34	136.39
34	718.60	562.23	321.91	56.23	157.49	26.60	156.37
36	824.26	646.39	370.02	63.86	182.41	30.10	177.87
38	938.48	737.55	422.11	72.04	209.58	33.82	200.93
40	1 061.46	835.89	478.28	80.75	239.09	37.77	225.57
42	1 193.38	941.58	538.61	90.01	271.00	41.96	251.80
44	1 334.41	1 054.77	603.19	99.83	305.37	46.38	279.64
46	1 484.73	1 175.61	672.10	110.20	342.27	51.04	309.12
48	1 644.53	1 304.28	745.43	121.14	381.77	55.94	340.25
50	1 813.94	1 440.89	823.25	132.65	423.91	61.08	373.05

表 B.2 桦树一元立木生物量表[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	0.89	0.63	0.37	0.13	0.07	0.06	0.26
4	4.05	2.91	1.72	0.53	0.44	0.22	1.14
6	10.15	7.40	4.37	1.23	1.29	0.51	2.75
8	20.13	14.87	8.74	2.32	2.85	0.96	5.26
10	34.23	25.55	14.93	3.79	5.27	1.56	8.68
12	52.82	39.75	23.09	5.64	8.70	2.32	13.07
14	76.27	57.79	33.37	7.89	13.28	3.25	18.48
16	104.84	79.89	45.87	10.54	19.14	4.34	24.95
18	138.80	106.30	60.69	13.61	26.41	5.59	32.50
20	178.44	137.25	77.93	17.09	35.21	7.02	41.19
22	223.98	172.96	97.68	21.00	45.66	8.62	51.02
24	275.65	213.61	120.02	25.34	57.86	10.39	62.04
26	333.63	259.37	145.01	30.10	71.92	12.34	74.26
28	398.16	310.45	172.73	35.30	87.96	14.46	87.71
30	469.41	366.99	203.23	40.94	106.06	16.76	102.42
32	547.59	429.19	236.59	47.03	126.33	19.24	118.40
34	632.86	497.18	272.86	53.55	148.87	21.90	135.68
36	725.39	571.12	312.09	60.52	173.77	24.74	154.27
38	825.36	651.16	354.33	67.94	201.12	27.76	174.20
40	932.92	737.44	399.64	75.81	231.02	30.97	195.48
42	1 048.21	830.08	448.06	84.13	263.54	34.35	218.13
44	1 171.40	929.24	499.64	92.90	298.77	37.92	242.16
46	1 302.62	1 035.03	554.41	102.13	336.81	41.68	267.59
48	1 442.03	1 147.59	612.43	111.82	377.72	45.62	294.44
50	1 589.77	1 267.04	673.73	121.97	421.60	49.74	322.73

表 B.3 桦树一元立木生物量表[总体(三)]

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	1.39	1.06	0.39	0.12	0.21	0.34	0.33
4	4.96	3.72	1.60	0.45	0.82	0.85	1.24
6	11.53	8.67	4.05	1.04	1.99	1.59	2.86
8	22.90	17.44	8.58	2.06	4.07	2.73	5.46
10	39.01	29.99	15.28	3.51	7.08	4.12	9.02
12	60.29	46.70	24.45	5.41	11.09	5.75	13.59
14	87.15	67.92	36.33	7.78	16.19	7.62	19.23
16	119.91	93.95	51.14	10.65	22.45	9.71	25.96
18	158.93	125.09	69.10	14.03	29.93	12.03	33.84
20	204.47	161.59	90.39	17.96	38.69	14.55	42.88
22	256.82	203.69	115.20	22.44	48.78	17.27	53.13
24	316.26	251.64	143.71	27.48	60.25	20.20	64.62
26	383.03	305.67	176.08	33.11	73.16	23.32	77.36
28	457.37	365.97	212.46	39.34	87.54	26.63	91.40
30	539.51	432.77	253.02	46.18	103.44	30.13	106.74
32	629.66	506.25	297.89	53.64	120.90	33.82	123.41
34	728.03	586.59	347.23	61.73	139.95	37.68	141.44
36	834.83	673.99	401.15	70.47	160.64	41.73	160.84
38	950.26	768.62	459.80	79.87	183.01	45.94	181.64
40	1 074.49	870.64	523.30	89.93	207.08	50.33	203.85
42	1 207.71	980.22	591.78	100.66	232.89	54.89	227.49
44	1 350.11	1 097.53	665.36	112.08	260.47	59.62	252.58
46	1 501.85	1 222.71	744.15	124.19	289.85	64.52	279.14
48	1 663.10	1 355.92	828.27	137.01	321.07	69.58	307.18
50	1 834.04	1 497.32	917.84	150.53	354.15	74.80	336.72

表 B.4 桦树一元立木生物量表[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	0.74	0.61	0.32	0.10	0.13	0.06	0.13
4	3.70	2.86	1.57	0.45	0.62	0.22	0.84
6	9.64	7.33	4.14	1.08	1.60	0.51	2.31
8	19.11	14.70	8.47	2.08	3.21	0.94	4.41
10	32.49	25.21	14.73	3.46	5.50	1.52	7.28
12	50.13	39.18	23.16	5.23	8.55	2.24	10.95
14	72.37	56.89	33.95	7.42	12.41	3.11	15.48
16	99.47	78.58	47.27	10.05	17.13	4.13	20.89
18	131.67	104.47	63.29	13.12	22.75	5.31	27.20
20	169.23	134.78	82.15	16.66	29.33	6.64	34.45
22	212.39	169.73	104.01	20.68	36.91	8.13	42.66
24	261.34	209.48	129.00	25.18	45.52	9.78	51.86
26	316.29	254.23	157.25	30.19	55.19	11.60	62.06
28	377.42	304.14	188.88	35.70	65.98	13.58	73.28
30	444.92	359.38	224.02	41.74	77.90	15.72	85.54
32	518.96	420.09	262.77	48.30	90.99	18.03	98.87
34	599.69	486.42	305.24	55.40	105.28	20.50	113.27
36	687.31	558.55	351.55	63.05	120.80	23.15	128.76
38	781.93	636.57	401.79	71.24	137.58	25.96	145.36
40	883.74	720.65	456.06	80.00	155.64	28.95	163.09
42	992.85	810.90	514.46	89.33	175.01	32.10	181.95
44	1 109.44	907.48	577.09	99.24	195.72	35.43	201.96
46	1 233.60	1 010.47	644.03	109.72	217.79	38.93	223.13
48	1 365.51	1 120.03	715.38	120.80	241.25	42.61	245.48
50	1 505.28	1 236.26	791.22	132.47	266.12	46.46	269.02

附 录 C
(规范性附录)
桦树二元立木生物量表

表 C.1 桦树二元立木生物量表[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	0.68	0.77	0.85	0.93	0.99	1.05	1.11	1.17
4			3.19	3.45	3.70	3.93	4.14	4.34
6					8.29	8.80	9.28	9.73
8							16.98	17.80
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	4.54	4.72	4.89	5.06	5.22			
6	10.16	10.56	10.95	11.33	11.69	12.04	12.37	12.70
8	18.58	19.33	20.04	20.72	21.38	22.02	22.64	23.24
10	29.68	30.87	32.01	33.11	34.16	35.18	36.17	37.13
12			46.94	48.55	50.10	51.60	53.04	54.45
14					69.25	71.32	73.32	75.26
16						94.40	97.05	99.62
18								127.58
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	13.02	13.33	13.63					
8	23.82	24.39	24.94	25.48	26.00	26.52	27.02	27.51
10	38.06	38.96	39.85	40.71	41.55	42.37	43.17	43.96
12	55.81	57.14	58.44	59.70	60.93	62.14	63.32	64.48
14	77.15	78.99	80.78	82.52	84.23	85.90	87.53	89.13
16	102.12	104.56	106.93	109.24	111.50	113.71	115.87	117.99
18	130.78	133.90	136.94	139.90	142.79	145.62	148.39	151.11
20		167.06	170.85	174.55	178.17	181.70	185.15	188.54
22			208.72	213.24	217.65	221.97	226.20	230.33
24				256.00	261.30	266.49	271.56	276.53
26						315.28	321.28	327.16
28							375.40	382.27

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	44.73	45.49	46.24	46.97				
12	65.61	66.72	67.81	68.89	69.94	70.98	72.00	73.00
14	90.70	92.24	93.75	95.23	96.69	98.12	99.53	100.92
16	120.06	122.10	124.10	126.07	128.00	129.90	131.77	133.61
18	153.77	156.38	158.94	161.46	163.93	166.37	168.76	171.12
20	191.86	195.12	198.32	201.46	204.55	207.59	210.58	213.52
22	234.39	238.37	242.28	246.12	249.90	253.61	257.26	260.86
24	281.40	286.18	290.88	295.49	300.02	304.48	308.87	313.19
26	332.93	338.59	344.14	349.60	354.96	360.24	365.43	370.54
28	389.01	395.63	402.12	408.50	414.77	420.93	427.00	432.97
30	449.69	457.33	464.84	472.21	479.46	486.59	493.61	500.52
32		523.74	532.34	540.78	549.09	557.25	565.29	573.20
34			604.65	614.24	623.68	632.95	642.08	651.07
36					703.26	713.72	724.02	734.15
38						799.58	811.12	822.48
40							903.42	916.07
42								1 014.97
D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	102.29	103.64	104.97					
16	135.42	137.21	138.97	140.71	142.42	144.11		
18	173.44	175.73	177.99	180.22	182.41	184.58	186.72	188.83
20	216.42	219.28	222.09	224.87	227.61	230.32	232.99	235.63
22	264.40	267.89	271.34	274.73	278.08	281.39	284.65	287.88
24	317.44	321.63	325.77	329.85	333.87	337.84	341.76	345.63
26	375.58	380.54	385.43	390.26	395.02	399.72	404.36	408.94
28	438.86	444.66	450.38	456.02	461.58	467.07	472.49	477.85
30	507.32	514.03	520.64	527.16	533.59	539.94	546.21	552.40
32	581.00	588.68	596.25	603.72	611.09	618.36	625.54	632.64
34	659.93	668.65	677.26	685.74	694.11	702.38	710.53	718.59
36	744.14	753.98	763.69	773.25	782.70	792.01	801.21	810.30
38	833.67	844.70	855.57	866.29	876.87	887.31	897.62	907.80
40	928.54	940.82	952.93	964.88	976.66	988.29	999.78	1 011.12
42	1 028.78	1 042.39	1 055.81	1 069.05	1 082.11	1 095.00	1 107.72	1 120.29
44	1 134.42	1 149.43	1 164.23	1 178.83	1 193.23	1 207.45	1 221.48	1 235.34
46		1 261.97	1 278.22	1 294.25	1 310.06	1 325.67	1 341.08	1 356.30
48			1 397.80	1 415.33	1 432.62	1 449.69	1 466.55	1 483.19
50				1 542.10	1 560.94	1 579.54	1 597.91	1 616.05

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	190.92								
20	238.23	240.81	243.35						
22	291.06	294.21	297.32	300.39	303.43				
24	349.45	353.23	356.97	360.66	364.31	367.93	371.50		
26	413.46	417.94	422.36	426.73	431.05	435.33	439.56	443.74	
28	483.14	488.36	493.53	498.64	503.69	508.69	513.63	518.53	523.37
30	558.52	564.56	570.53	576.44	582.28	588.06	593.78	599.43	605.04
32	639.64	646.56	653.41	660.17	666.86	673.48	680.03	686.51	692.93
34	726.55	734.41	742.19	749.87	757.47	764.99	772.43	779.80	787.08
36	819.28	828.15	836.91	845.58	854.15	862.64	871.03	879.33	887.55
38	917.86	927.79	937.62	947.33	956.94	966.44	975.84	985.15	994.36
40	1 022.32	1 033.39	1 044.34	1 055.16	1 065.86	1 076.44	1 086.92	1 097.28	1 107.54
42	1 132.70	1 144.97	1 157.10	1 169.09	1 180.95	1 192.68	1 204.28	1 215.77	1 227.14
44	1 249.03	1 262.56	1 275.94	1 289.16	1 302.24	1 315.17	1 327.97	1 340.64	1 353.18
46	1 371.33	1 386.19	1 400.88	1 415.40	1 429.76	1 443.96	1 458.02	1 471.92	1 485.69
48	1 499.64	1 515.88	1 531.95	1 547.83	1 563.53	1 579.07	1 594.44	1 609.65	1 624.71
50	1 633.97	1 651.67	1 669.17	1 686.48	1 703.59	1 720.52	1 737.27	1 753.85	1 770.26
D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	528.17								
30	610.58	616.07							
32	699.28	705.57	711.80						
34	794.30	801.45	808.52	815.53					
36	895.69	903.75	911.73	919.63	927.47				
38	1 003.47	1 012.50	1 021.45	1 030.31	1 039.08	1 047.78			
40	1 117.70	1 127.76	1 137.72	1 147.59	1 157.37	1 167.06	1 176.66		
42	1 238.39	1 249.54	1 260.58	1 271.52	1 282.35	1 293.09	1 303.73		
44	1 365.59	1 377.89	1 390.06	1 402.12	1 414.07	1 425.91	1 437.65	1 734.88	
46	1 499.32	1 512.82	1 526.19	1 539.44	1 552.56	1 565.56	1 578.45	1 911.64	
48	1 639.62	1 654.38	1 669.00	1 683.49	1 697.84	1 712.06	1 726.16	2 097.77	2 114.41
50	1 786.51	1 802.59	1 818.53	1 834.31	1 849.95	1 865.4	1 880.81	2 293.34	2 311.49
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 桦树二元立木生物量表[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	0.69	0.78	0.86	0.93	1.00	1.06	1.12	1.18
4			2.99	3.25	3.48	3.70	3.90	4.09
6					7.62	8.09	8.53	8.95
8							15.61	16.37
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	4.27	4.44	4.60	4.76	4.92			
6	9.34	9.72	10.08	10.42	10.76	11.08	11.39	11.69
8	17.09	17.78	18.44	19.07	19.68	20.27	20.84	21.40
10	27.30	28.40	29.46	30.47	31.45	32.39	33.30	34.19
12			43.20	44.68	46.12	47.50	48.84	50.14
14					63.74	65.66	67.51	69.31
16						86.91	89.36	91.74
18								117.49
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	11.99	12.27	12.55					
8	21.93	22.46	22.97	23.47	23.95	24.43	24.89	25.35
10	35.05	35.88	36.70	37.50	38.27	39.03	39.78	40.51
12	51.40	52.63	53.83	54.99	56.14	57.25	58.34	59.41
14	71.05	72.75	74.41	76.02	77.60	79.14	80.65	82.13
16	94.06	96.31	98.50	100.64	102.73	104.77	106.77	108.73
18	120.46	123.34	126.15	128.89	131.57	134.18	136.75	139.26
20		153.89	157.40	160.82	164.16	167.43	170.63	173.76
22			192.28	196.47	200.55	204.54	208.45	212.28
24				235.87	240.77	245.57	250.26	254.86
26						290.54	296.09	301.53
28							345.97	352.33

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
10	41.22	41.92	42.61	43.29				
12	60.46	61.49	62.50	63.49	64.47	65.43	66.37	67.30
14	83.58	85.01	86.41	87.78	89.13	90.46	91.76	93.05
16	110.65	112.54	114.39	116.21	117.99	119.75	121.48	123.19
18	141.72	144.13	146.51	148.84	151.13	153.38	155.60	157.78
20	176.83	179.85	182.81	185.71	188.57	191.39	194.15	196.88
22	216.04	219.72	223.34	226.89	230.38	233.82	237.20	240.53
24	259.37	263.79	268.14	272.41	276.60	280.73	284.79	288.79
26	306.87	312.11	317.25	322.30	327.26	332.14	336.95	341.68
28	358.57	364.69	370.70	376.60	382.40	388.11	393.73	399.26
30	414.50	421.58	428.52	435.35	442.06	448.66	455.15	461.55
32		482.80	490.76	498.58	506.26	513.82	521.26	528.58
34			557.43	566.31	575.04	583.63	592.08	600.40
36					648.42	658.11	667.64	677.02
38						737.29	747.97	758.48
40							833.09	844.81
42								936.02
D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	94.32	95.56	96.80					
16	124.86	126.52	128.15	129.76	131.34	132.91		
18	159.93	162.05	164.14	166.20	168.23	170.24	172.22	174.17
20	199.56	202.21	204.81	207.38	209.92	212.43	214.90	217.34
22	243.81	247.04	250.23	253.37	256.47	259.53	262.56	265.54
24	292.73	296.61	300.43	304.21	307.93	311.61	315.24	318.82
26	346.34	350.94	355.47	359.93	364.34	368.69	372.98	377.23
28	404.71	410.07	415.37	420.59	425.74	430.82	435.84	440.80
30	467.85	474.05	480.17	486.21	492.17	498.04	503.85	509.58
32	535.80	542.91	549.92	556.84	563.66	570.39	577.04	583.60
34	608.60	616.68	624.64	632.49	640.25	647.89	655.45	662.91
36	686.27	695.38	704.36	713.22	721.96	730.59	739.11	747.52
38	768.84	779.05	789.12	799.04	808.84	818.50	828.05	837.47
40	856.35	867.72	878.93	889.99	900.90	911.67	922.30	932.80
42	948.81	961.41	973.83	986.09	998.18	1 010.11	1 021.89	1 033.53
44	1 046.25	1 060.15	1 073.85	1 087.36	1 100.69	1 113.85	1 126.85	1 139.68
46		1 163.95	1 179.00	1 193.84	1 208.48	1 222.93	1 237.20	1 251.29
48			1 289.31	1 305.54	1 321.55	1 337.35	1 352.96	1 368.37
50				1 422.48	1 439.93	1 457.16	1 474.16	1 490.95

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
18	176.11								
20	219.75	222.14	224.49						
22	268.49	271.40	274.28	277.13	279.95				
24	322.36	325.86	329.32	332.74	336.12	339.47	342.78		
26	381.42	385.56	389.65	393.70	397.70	401.66	405.58	409.45	
28	445.70	450.54	455.32	460.05	464.73	469.36	473.94	478.47	482.95
30	515.24	520.84	526.37	531.84	537.25	542.60	547.89	553.13	558.32
32	590.09	596.50	602.84	609.10	615.30	621.43	627.49	633.49	639.43
34	670.28	677.56	684.76	691.87	698.91	705.88	712.77	719.58	726.33
36	755.83	764.04	772.16	780.19	788.13	795.98	803.75	811.44	819.05
38	846.79	855.99	865.09	874.08	882.98	891.78	900.48	909.10	917.63
40	943.18	953.43	963.56	973.58	983.49	993.29	1 002.99	1 012.59	1 022.09
42	1 045.02	1 056.38	1 067.61	1 078.72	1 089.70	1 100.56	1 111.31	1 121.95	1 132.48
44	1 152.36	1 164.89	1 177.27	1 189.52	1 201.63	1 213.61	1 225.46	1 237.19	1 248.81
46	1 265.21	1 278.97	1 292.57	1 306.01	1 319.31	1 332.46	1 345.48	1 358.36	1 371.11
48	1 383.60	1 398.64	1 413.52	1 428.22	1 442.77	1 457.15	1 471.39	1 485.48	1 499.42
50	1 507.55	1 523.94	1 540.15	1 556.17	1 572.02	1 587.70	1 603.21	1 618.57	1 633.76
D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	487.39								
30	563.45	568.54							
32	645.32	651.14	656.91						
34	733.02	739.63	746.19	752.68					
36	826.59	834.05	841.45	848.77	856.02				
38	926.07	934.44	942.72	950.93	959.06	967.11			
40	1 031.50	1 040.82	1 050.04	1 059.18	1 068.24	1 077.22	1 086.11		
42	1 142.90	1 153.22	1 163.45	1 173.58	1 183.61	1 193.56	1 203.42		
44	1 260.30	1 271.69	1 282.97	1 294.14	1 305.20	1 316.17	1 327.04	1 337.82	
46	1 383.74	1 396.24	1 408.62	1 420.89	1 433.04	1 445.09	1 457.02	1 468.86	
48	1 513.23	1 526.90	1 540.45	1 553.86	1 567.16	1 580.33	1 593.39	1 606.33	1 619.16
50	1 648.81	1 663.71	1 678.47	1 693.09	1 707.57	1 721.93	1 736.16	1 750.26	1 764.24
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 桦树二元立木生物量表[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	0.97	1.11	1.23	1.33	1.43	1.52	1.61	1.69
4			3.56	3.86	4.14	4.40	4.65	4.88
6					8.56	9.10	9.60	10.08
8							17.57	18.43
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	5.10	5.31	5.51	5.70	5.88			
6	10.52	10.95	11.36	11.76	12.14	12.51	12.86	13.21
8	19.26	20.04	20.80	21.52	22.21	22.89	23.54	24.17
10	30.77	32.03	33.23	34.38	35.50	36.58	37.62	38.63
12			48.73	50.43	52.07	53.65	55.18	56.66
14					71.98	74.16	76.28	78.33
16						98.18	100.98	103.70
18								132.81
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	13.54	13.87	14.19					
8	24.79	25.39	25.97	26.54	27.09	27.64	28.17	28.69
10	39.61	40.57	41.50	42.41	43.30	44.17	45.02	45.86
12	58.10	59.51	60.88	62.21	63.52	64.79	66.04	67.27
14	80.33	82.27	84.16	86.01	87.81	89.58	91.31	93.00
16	106.34	108.91	111.42	113.87	116.26	118.60	120.88	123.13
18	136.20	139.50	142.71	145.84	148.91	151.90	154.83	157.71
20		174.06	178.07	181.99	185.81	189.55	193.21	196.79
22			217.56	222.34	227.01	231.58	236.05	240.44
24				266.95	272.56	278.05	283.42	288.68
26						328.98	335.34	341.57
28							391.85	399.13

表 C.3 (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	46.67	47.48	48.26	49.04				
12	68.47	69.64	70.80	71.94	73.05	74.15	75.23	76.30
14	94.66	96.29	97.89	99.46	101.01	102.53	104.02	105.49
16	125.33	127.48	129.60	131.68	133.73	135.74	137.72	139.68
18	160.52	163.29	166.00	168.67	171.29	173.87	176.41	178.91
20	200.31	203.76	207.15	210.48	213.75	216.97	220.14	223.26
22	244.73	248.95	253.09	257.16	261.16	265.10	268.97	272.78
24	293.84	298.91	303.88	308.76	313.57	318.29	322.95	327.53
26	347.67	353.67	359.55	365.33	371.02	376.61	382.12	387.54
28	406.27	413.27	420.15	426.91	433.55	440.09	446.52	452.86
30	469.66	477.76	485.71	493.53	501.21	508.77	516.21	523.54
32		547.17	556.28	565.23	574.03	582.69	591.21	599.60
34			631.87	642.04	652.04	661.88	671.56	681.09
36					735.28	746.37	757.29	768.04
38						836.20	848.43	860.48
40							945.02	958.44
42								1 061.96
D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	106.95	108.38	109.79					
16	141.60	143.49	145.36	147.20	149.02	150.81		
18	181.37	183.80	186.19	188.55	190.88	193.18	195.45	197.69
20	226.34	229.36	232.35	235.30	238.21	241.08	243.91	246.71
22	276.54	280.24	283.89	287.49	291.05	294.55	298.02	301.44
24	332.04	336.48	340.87	345.19	349.46	353.67	357.83	361.94
26	392.88	398.14	403.33	408.45	413.50	418.48	423.40	428.27
28	459.10	465.25	471.32	477.30	483.20	489.03	494.78	500.46
30	530.75	537.86	544.88	551.79	558.62	565.36	572.01	578.58
32	607.87	616.01	624.05	631.97	639.79	647.51	655.13	662.65
34	690.48	699.74	708.86	717.87	726.75	735.52	744.17	752.72
36	778.63	789.07	799.36	809.52	819.54	829.42	839.19	848.83
38	872.35	884.05	895.58	906.96	918.18	929.26	940.20	951.01
40	971.67	984.70	997.54	1 010.22	1 022.72	1 035.07	1 047.26	1 059.29
42	1 076.61	1 091.05	1 105.29	1 119.33	1 133.19	1 146.87	1 160.37	1 173.71
44	1 187.21	1 203.13	1 218.84	1 234.33	1 249.61	1 264.69	1 279.59	1 294.30
46		1 320.98	1 338.22	1 355.23	1 372.01	1 388.58	1 404.93	1 421.09
48			1 463.47	1 482.07	1 500.42	1 518.54	1 536.43	1 554.10
50				1 614.87	1 634.87	1 654.61	1 674.11	1 693.36

表 C.3 (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	199.91								
20	249.47	252.21	254.91						
22	304.82	308.16	311.46	314.72	317.95				
24	366.00	370.01	373.98	377.90	381.77	385.61	389.41		
26	433.07	437.82	442.51	447.15	451.74	456.28	460.77	465.22	
28	506.08	511.63	517.11	522.54	527.90	533.21	538.46	543.65	548.80
30	585.07	591.49	597.83	604.10	610.30	616.44	622.51	628.52	634.47
32	670.09	677.44	684.70	691.89	698.99	706.02	712.97	719.86	726.67
34	761.17	769.52	777.78	785.94	794.01	801.99	809.89	817.71	825.46
36	858.36	867.78	877.08	886.29	895.39	904.40	913.31	922.13	930.86
38	961.69	972.24	982.67	992.98	1 003.18	1 013.28	1 023.26	1 033.14	1 042.93
40	1 071.19	1 082.94	1 094.56	1 106.05	1 117.42	1 128.66	1 139.78	1 150.79	1 161.69
42	1 186.89	1 199.92	1 212.80	1 225.53	1 238.12	1 250.58	1 262.91	1 275.11	1 287.19
44	1 308.84	1 323.20	1 337.41	1 351.45	1 365.34	1 379.08	1 392.67	1 406.13	1 419.45
46	1 437.05	1 452.82	1 468.42	1 483.84	1 499.09	1 514.18	1 529.11	1 543.88	1 558.51
48	1 571.56	1 588.81	1 605.87	1 622.73	1 639.41	1 655.91	1 672.24	1 688.40	1 704.40
50	1 712.39	1 731.19	1 749.77	1 768.15	1 786.33	1 804.31	1 822.11	1 839.72	1 857.15
D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	553.89								
30	640.36	646.19							
32	733.42	740.10	746.72						
34	833.12	840.71	848.23	855.68					
36	939.51	948.07	956.55	964.95	973.27				
38	1 052.62	1 062.21	1 071.71	1 081.13	1 090.45	1 099.70			
40	1 172.48	1 183.17	1 193.76	1 204.24	1 214.63	1 224.93	1 235.14		
42	1 299.15	1 310.99	1 322.72	1 334.34	1 345.86	1 357.27	1 368.58		
44	1 432.64	1 445.70	1 458.64	1 471.45	1 484.15	1 496.74	1 509.21	1 521.58	
46	1 572.99	1 587.34	1 601.54	1 615.62	1 629.56	1 643.38	1 657.08	1 670.66	
48	1 720.24	1 735.93	1 751.47	1 766.86	1 782.11	1 797.23	1 812.21	1 827.06	1 841.79
50	1 874.41	1 891.51	1 908.44	1 925.21	1 941.84	1 958.31	1 974.63	1 990.82	2 006.87
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 桦树二元立木生物量表〔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	0.52	0.59	0.66	0.72	0.77	0.83	0.87	0.92
4			2.69	2.93	3.14	3.34	3.53	3.71
6					7.28	7.74	8.17	8.57
8							14.95	15.69
D/cm	H/m							
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
4	3.88	4.04	4.19	4.34	4.48			
6	8.96	9.33	9.68	10.02	10.34	10.66	10.96	11.26
8	16.39	17.07	17.71	18.33	18.93	19.50	20.06	20.60
10	26.20	27.27	28.30	29.29	30.24	31.17	32.06	32.93
12			41.51	42.96	44.36	45.72	47.03	48.30
14					61.33	63.20	65.01	66.77
16						83.67	86.07	88.40
18								113.22
D/cm	H/m							
	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
6	11.54	11.82	12.10					
8	21.13	21.64	22.14	22.63	23.10	23.57	24.03	24.47
10	33.77	34.59	35.39	36.17	36.93	37.67	38.40	39.12
12	49.53	50.74	51.91	53.05	54.17	55.26	56.33	57.38
14	68.48	70.14	71.77	73.35	74.90	76.41	77.89	79.34
16	90.66	92.87	95.01	97.11	99.16	101.16	103.12	105.04
18	116.12	118.95	121.70	124.39	127.01	129.58	132.09	134.55
20		148.43	151.86	155.22	158.49	161.69	164.83	167.90
22			185.54	189.64	193.64	197.56	201.39	205.15
24				227.69	232.50	237.20	241.80	246.31
26						280.66	286.11	291.44
28							334.33	340.57

表 C.4 (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	39.82	40.51	41.18	41.84				
12	58.41	59.42	60.41	61.39	62.34	63.28	64.21	65.12
14	80.76	82.16	83.53	84.88	86.20	87.50	88.79	90.05
16	106.93	108.78	110.59	112.38	114.13	115.86	117.56	119.23
18	136.97	139.33	141.66	143.95	146.20	148.41	150.58	152.73
20	170.92	173.88	176.78	179.63	182.44	185.20	187.92	190.59
22	208.83	212.44	215.99	219.48	222.91	226.28	229.60	232.87
24	250.74	255.08	259.34	263.53	267.65	271.70	275.69	279.61
26	296.68	301.82	306.86	311.82	316.69	321.49	326.21	330.85
28	346.69	352.69	358.59	364.38	370.08	375.68	381.20	386.63
30	400.79	407.73	414.55	421.25	427.84	434.32	440.70	446.98
32		466.98	474.79	482.46	490.00	497.43	504.73	511.93
34			539.31	548.03	556.61	565.04	573.34	581.51
36					627.67	637.18	646.54	655.76
38						713.88	724.37	734.70
40							806.84	818.35
42								906.75
D/cm	H/m							
	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
14	91.29	92.52	93.73					
16	120.88	122.50	124.10	125.68	127.24	128.78		
18	154.84	156.92	158.97	160.99	162.99	164.96	166.91	168.83
20	193.23	195.82	198.39	200.91	203.41	205.87	208.30	210.70
22	236.09	239.27	242.40	245.49	248.53	251.54	254.51	257.44
24	283.48	287.29	291.05	294.76	298.42	302.03	305.60	309.12
26	335.43	339.94	344.39	348.78	353.11	357.39	361.61	365.78
28	391.98	397.25	402.46	407.59	412.65	417.64	422.58	427.45
30	453.16	459.26	465.28	471.21	477.06	482.84	488.54	494.18
32	519.01	526.00	532.89	539.68	546.39	553.01	559.54	566.00
34	589.56	597.50	605.33	613.05	620.66	628.18	635.61	642.94
36	664.84	673.79	682.62	691.33	699.92	708.40	716.77	725.04
38	744.87	754.90	764.79	774.55	784.18	793.68	803.06	812.33
40	829.69	840.86	851.88	862.75	873.47	884.06	894.51	904.84
42	919.31	931.69	943.90	955.94	967.83	979.56	991.14	1 002.58
44	1 013.76	1 027.42	1 040.88	1 054.17	1 067.27	1 080.21	1 092.99	1 105.60
46		1 128.06	1 142.85	1 157.44	1 171.83	1 186.04	1 200.06	1 213.92
48			1 249.83	1 265.78	1 281.52	1 297.06	1 312.40	1 327.56
50				1 379.21	1 396.37	1 413.30	1 430.02	1 446.53

表 C.4 (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	170.73								
20	213.07	215.41	217.73						
22	260.34	263.21	266.04	268.84	271.61				
24	312.60	316.04	319.44	322.81	326.13	329.42	332.68		
26	369.90	373.97	377.99	381.97	385.91	389.80	393.66	397.47	
28	432.27	437.02	441.73	446.38	450.98	455.53	460.04	464.49	468.91
30	499.75	505.25	510.69	516.07	521.39	526.65	531.86	537.01	542.11
32	572.37	578.68	584.91	591.07	597.16	603.19	609.16	615.06	620.91
34	650.19	657.35	664.43	671.43	678.35	685.20	691.98	698.69	705.33
36	733.21	741.29	749.27	757.17	764.98	772.70	780.35	787.91	795.40
38	821.49	830.54	839.48	848.33	857.08	865.74	874.30	882.78	891.17
40	915.04	925.12	935.09	944.94	954.69	964.33	973.87	983.32	992.67
42	1 013.89	1 025.06	1 036.11	1 047.03	1 057.83	1 068.52	1 079.09	1 089.56	1 099.92
44	1 118.07	1 130.39	1 142.57	1 154.62	1 166.53	1 178.32	1 189.98	1 201.53	1 212.95
46	1 227.61	1 241.14	1 254.52	1 267.74	1 280.83	1 293.77	1 306.58	1 319.25	1 331.80
48	1 342.53	1 357.33	1 371.96	1 386.42	1 400.73	1 414.89	1 428.90	1 442.76	1 456.48
50	1 462.85	1 478.98	1 494.92	1 510.69	1 526.28	1 541.70	1 556.97	1 572.08	1 587.03
D/cm	H/m								
	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0
28	473.28								
30	547.17	552.17							
32	626.70	632.43	638.11						
34	711.90	718.41	724.86	731.26					
36	802.82	810.17	817.44	824.65	831.79				
38	899.49	907.72	915.87	923.94	931.95	939.88			
40	1 001.93	1 011.10	1 020.18	1 029.18	1 038.09	1 046.93	1 055.68		
42	1 110.18	1 120.34	1 130.40	1 140.37	1 150.25	1 160.05	1 169.75		
44	1 224.27	1 235.47	1 246.57	1 257.57	1 268.47	1 279.27	1 289.97	1 300.58	
46	1 344.22	1 356.53	1 368.72	1 380.79	1 392.76	1 404.62	1 416.37	1 428.02	
48	1 470.07	1 483.53	1 496.86	1 510.07	1 523.16	1 536.13	1 548.98	1 561.73	1 574.36
50	1 601.84	1 616.51	1 631.03	1 645.43	1 659.69	1 673.82	1 687.83	1 701.72	1 715.49

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——桦树
LY/T 2659—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

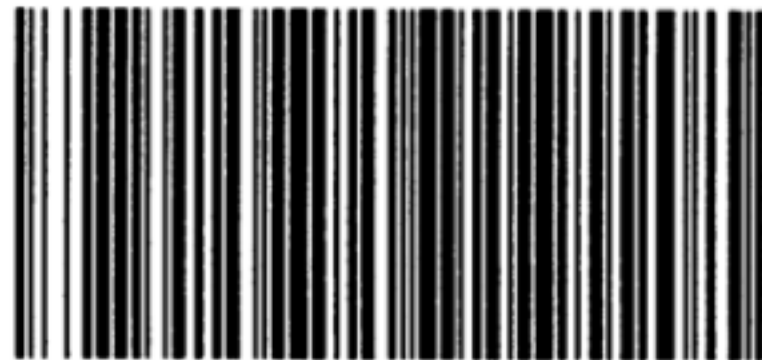
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 58 千字
2017年4月第一版 2017年4月第一次印刷

*

书号: 155066·2-31348 定价 30.00 元



LY/T 2659-2016