

文章编号: 1001-1498(2008)03-0415-04

桉树短周期工业原料林立地指数模型研究

郑曼¹, 陈永富^{2*}

(1. 国家林业局调查规划设计院, 北京 100714; 2. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091)

关键词: 桉树; 短周期; 立地指数; 基准胸径

中图分类号: S792.39 文献标识码: A

Study on the Site Index Model of Eucalyptus Short-Rotation Industrial Raw Material Forest

ZHENG Man, CHEN Yong-fu

(1. Academy of Forest Inventory and Planning, State Forestry Administration, Beijing 100714, China;

2. Institute of Forest Resource Information Techniques, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract W5 eucalyptus clones short-rotation industrial raw material forest owned by Leizhou Forestry Bureau were selected to be the object of site quality evaluation, the relations among tree height, DBH, and age were analysed by forest resources survey data. The average height and average DBH of dominant tree in forest stand were selected to be dependent variable and independent variable of site quality evaluation model. The standard age was 3.2 years (40 months), and the curve function was Richard function. The site quality evaluation model of eucalyptus short-rotation industrial raw material forest was established. The adaptability of the model was tested, correlation coefficient was 0.95, and the result showed that the difference between theoretical value and investigating value was not obvious. The accuracy of site quality evaluation model was high enough for practical purposes.

Keywords: eucalyptus; short-rotation; site index; standard DBH

短周期工业原料林包括以下几方面的含义: 轮伐期短或培育周期相对较短; 培育目标明确, 即为特定的工业加工提供原料; 实现优质、高产、高效; 采取集约经营措施, 适度规模经营^[1]。桉树 (*Eucalyptus* spp.) 自 1890 年引入中国, 至今已有 100 多年的发展历史。我国从 20 世纪 50 年代开始试验种植桉树人工林, 并将桉树作为主要造林树种之一在我国南方推广^[2], 特别是近年来, 以桉树为主的短周期工业原料林发展突飞猛进。适地适树是短周期工业原料林可持续经营的基础, 而立地质量评价则是实施适地适树的前提。关于立地质量评价的方法很多, 归纳为年龄-材积表达法; 年龄-林分平均树高表达法; 年龄-林分优势高表达法; 直径-树高表达

法; 环境因子-优势高表达法; 生态法 (指示植物法); 环境因子-植被表达法等 7 大类^[3-11]。至今关于桉树短周期工业原料林立地质量评价研究方面的系统报道尚未见到。本文试图为桉树短周期工业原料林立地质量评价探讨一种可行的方法。

1 材料与方法

本次研究所用资料来自雷州林业局提供的 2005 年森林资源二类调查的 W5 桉树短周期无性系林分样地资料 525 个。这些样地分布于雷州林业局的 10 个林场, 代表了各种不同的立地条件类型和造林年代, 林分的整地、施肥等经营措施基本一致。样地调查因子包括空间位置、立地因子和林分因子, 具

收稿日期: 2008-03-15

作者简介: 郑曼 (1974—), 女, 北京人, 研究方向为林业信息应用与管理。

* 通讯作者: 陈永富, 研究员。E-mail: chenylf@caf.ac.cn

体涉及林场、林班、小班、细班、地类、林种、树种、密度、造林规格、起源、郁闭度、造林年度、立木胸径、林分平均树高、优势木树高、优势木胸径、海拔、坡度、土壤等。调查的样地中,最小胸径 0.3 cm,最大胸径 13.5 cm,最小树高 0.2 m,最大树高 20.8 m,单位产量最低 $1.52 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,最高单位产量为 $270.37 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。造林年度为 1993—2005 年,各年度均有分布。样地为正方形,边长为 25.8 m,胸径利用围尺测量,树高利用树高器和测高杆测量,郁闭度采用样地对角线目测法测量。

按树短周期工业原料林基本不采取间伐抚育措施,林分优势高是理想的立地质量表达因子,故立地质量评价采用年龄-林分优势高表达法。根据林分优势高和年龄的成对数据,绘制林分优势高与林分年龄关系散点图,根据散点图初步确定函数类型;通过求二阶导数,确定林分基准年龄,建立林分立地指数模型;利用等斜距法绘制立地指数曲线族图,编制立地指数表。

2 结果与讨论

2.1 林分立地指数导向曲线模型

2.1.1 林分生长时间与优势高变化关系 根据林分生长时间与林分优势高生长变化的成对数据,绘制散点图 1。从林龄与优势高关系散点图可知,

其关系呈明显的非线性关系。

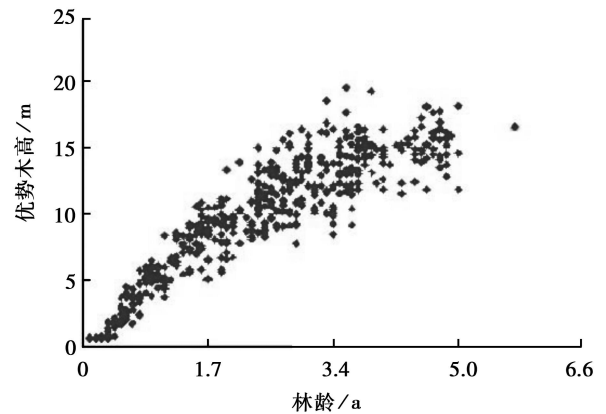


图 1 林分优势高与林龄的关系散点图

2.1.2 立地指数导向曲线模型 本文选取了常用的理查德曲线函数等 5 个非线性函数进行拟合比较,5 个函数式如下:

$$\text{理查德曲线函数, } Y = a(1 - \text{EXP}(-cX))^b$$

$$\text{单分子曲线函数, } Y = a + b\text{EXP}(-cX)$$

$$\text{苏玛克曲线函数, } Y = a\text{EXP}(-b/X^c)$$

$$\text{逻辑斯蒂曲线函数, } Y = a/(1 + b\text{EXP}(-cX))$$

$$\text{Gompertz曲线函数, } Y = a\text{EXP}(-b\text{EXP}(-cX))$$

根据已确定的候选曲线函数,拟合结果见表 1、图 2~6。

表 1 林分立地指数导向曲线模型拟合参数

曲线函数名称	a	b	c	协方差	相关系数
单分子曲线函数	18.472 0	-19.474 7	-0.033 5	-520.049 3	-0.941 4
理查德曲线函数	20.858 0	1.160 6	0.028 5	272.613 6	0.957 8
逻辑斯蒂曲线函数	12.266 2	19.007 5	0.232 0	382.762 6	0.797 9
苏玛克曲线函数	33 003.403 9	11.415 7	0.103 0	-27.449 3	-0.953 1
Gompertz曲线函数	14.057 6	3.646 6	0.103 5	-88.374 5	-0.966 6

从表 1 可知,相关系数最高是 Gompertz 曲线函数,其次是理查德曲线函数,第三是苏玛克曲线函数,第四是单分子曲线函数。逻辑斯蒂曲线函数的相关系数最低,而且与其他 4 个函数的拟合精度相比,它的精度要低 20% 以上,该函数首先被淘汰,其余 4 个函数的拟合精度比较接近,只从相关系数难以确定哪个是最理想的函数。为此,本文再从散点图(图 2~6)形状分析,也就是从参数 a 的值分析,苏玛克曲线函数的 a 值太大,不符合按树生长的客

观规律,应去除。在剩余的 3 个函数中, Gompertz 曲线函数拟合曲线衰减太快,树高在 3 a 以后几乎停止生长,也不符合按树生长规律,该函数也应去除,单分子曲线函数与理查德曲线函数相比,相关系数略低,而协方差明显要大。因此,理查德曲线函数是 W5 按树短周期工业原料林最理想的立地指数导向曲线函数。

立地指数导向曲线模型:

$$Hy = 20.858 0(1 - \text{EXP}(-0.02853A))^{1.160 6} \quad (1)$$

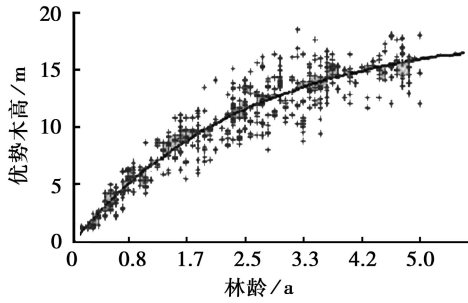


图 2 单分子函数拟合图

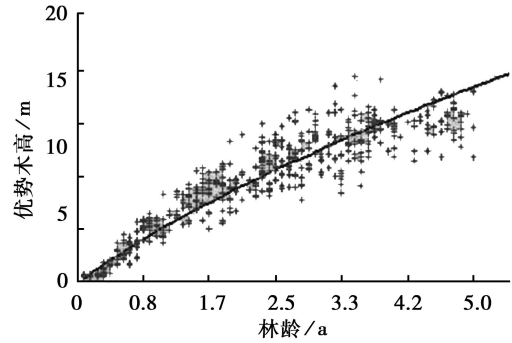


图 5 苏玛克函数拟合图

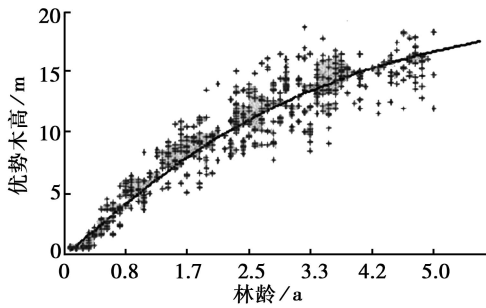


图 3 理查德函数拟合图

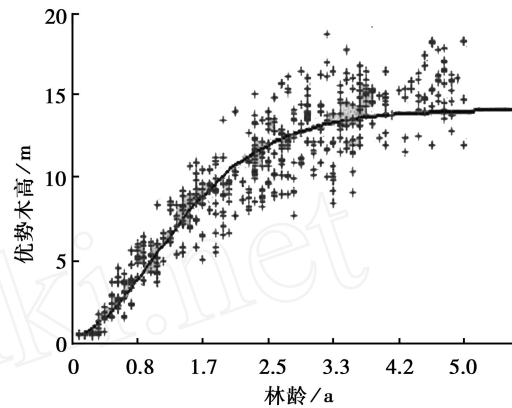


图 6 Gompertz 函数拟合图

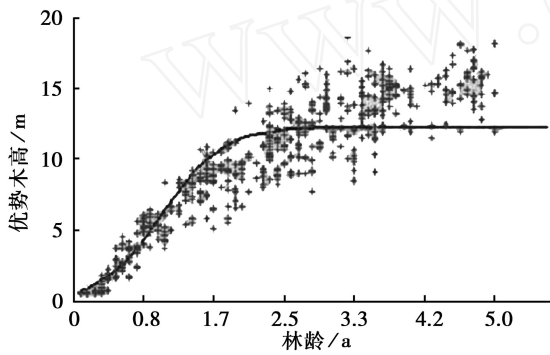


图 4 逻辑斯蒂函数拟合图

2.1.3 模型适合性检验 模型精度的高低直接影响其使用价值和林业科研与林业生产的指导作用。为了证明上述模型的可靠程度,是否存在系统偏差,随机抽取 30 个样地资料,用样本实测值与理论值再进行一次线性回归分析即适合性检验,检验结果见表 2、图 7。

从表 2 和图 7 可知,模型适合实际需要,满足精度要求。

表 2 立地指数导向曲线模型精度检验

样地号	理论高	实测高	样地号	理论高	实测高	样地号	理论高	实测高
1	9.7	8.5	11	9.1	8.8	21	18.7	18.3
2	10.5	11.2	12	2.2	2.5	22	15.2	15.5
3	16.6	15.6	13	5.5	5.3	23	16.8	16.2
4	7.2	7.7	14	0.6	0.8	24	17.1	17.0
5	5.5	5.6	15	1.7	1.6	25	2.8	3.0
6	8.9	9.2	16	2.3	2.2	26	11.0	11.1
7	10.2	9.7	17	11.1	10.9	27	12.8	13.2
8	8.0	7.6	18	6.1	6.6	28	16.0	15.5
9	12.0	12.5	19	4.0	3.7	29	9.5	9.4
10	12.3	12.2	20	4.5	4.7	30	14.4	14.6
(F临界值)	3.340 4	(F统计值)	1.548 1	(相关系数)	0.996 4	(差异性)	不显著	

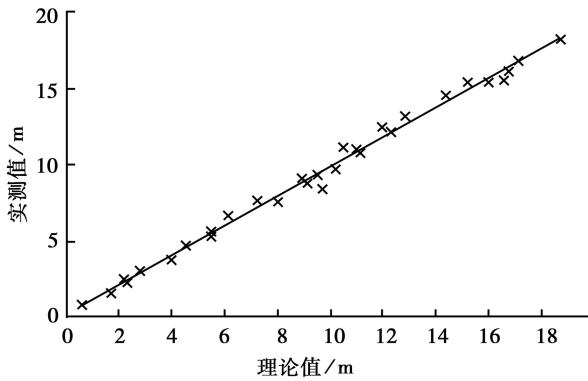


图 7 优势高理论值与实测值回归图

2.2 立地指数模型

2.2.1 基准年龄 立地指数是指林分在基准年龄时的优势木高,基准年龄指林分优势高生长达到最高峰或趋于稳定时期的年龄。根据立地指数导向曲线模型,求二阶导数,令二阶导数为零,求出的时间为基准年龄。经计算 W5 桉树无性系林分的基准年龄为 3.2 a。

2.2.2 立地指数模型 将基准年龄代入立地指数导向曲线模型,与任意时间的林分优势高变化模型比,再乘以任意时间的林分优势高,便求出任意林分的立地指数,具体如下。

$$SI = Hy \left((1 - \exp(-1.14)) / (1 - \exp(-0.02853A)) \right)^{1.1606} \quad (2)$$

Hy : 林分优势高, A 为林分年龄。

3 小结

桉树自引进到中国已有 100 多年历史,经过引种栽培,广泛分布于我国热带、亚热带地区,目前在我国的生长的桉树超过 100 种,桉树已成为我国主要的工业原料林树种之一,因其生长快和良好的纸浆加工性能,普遍将桉树材作为纸浆材,桉树短周期工业原料林一般采伐周期为 5 a,培育桉树短周期工业原料林的经济效益十分显著,现在的桉树纸浆材出现供不应求的状况。通过立地指数模型的构建,为

科学评价桉树林分立地质量,开展桉树短周期工业原料林经营规划和管理提供科技支撑。

桉树无性系林分是桉树短周期工业原料林的主要林分类型,仅 W5 一个桉树无性系林分的面积就占雷州林业局全部桉树林分面积的 30% 以上。因此,选择 W5 桉树无性系林分作为研究对象具有十分重要的意义。

通过研究表明,W5 桉树无性系短周期工业原料林分优势高与年龄之间存在显著的非线性相关性,理查德曲线函数是拟合该林分立地指数导向曲线的理想函数,拟合模型的相关系数为 0.9578,模型曲线形状与实际吻合。利用随机抽取的 30 个样地进行模型适合性检验,理论值与实际值之间的线性回归相关系数达到 0.9964, F 统计量为 1.5481 远小于 F 临界值为 3.3404,说明理论值与实际值之间差异不显著,满足精度要求。

参考文献:

- [1] 张顺恒. 福建省短周期工业原料林发展战略研究 [J]. 华东森林经理, 2000 (14): 8 - 11
- [2] 祁述雄. 中国桉树 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2002
- [3] 陈永富, 张怀清, 杨彦臣, 等. 海南岛热带天然山地雨林立地质量评价研究 [J]. 林业科学研究, 2000, 13 (2): 134 - 140
- [4] 章礼拐. 皖西黄山松人工林立地质量数量化评定的研究 [J]. 安徽林业科技, 1995 (2): 20 - 22
- [5] 骆期邦, 肖永林. Richards 函数拟合多形立地指数曲线模型的研究 [J]. 林业科学研究, 1989, 2 (6): 534 - 539
- [6] 骆期邦, 肖永林. 用于立地质量评价的杉木标准蓄积量收获模型 [J]. 林业科学研究, 1989, 2 (5): 447 - 453
- [7] 骆期邦, 吴志德, 肖永林. 立地质量的树种代换评价研究 [J]. 林业科学, 1989, 25 (5): 382 - 389
- [8] 顾春. 单形与多形立地指数曲线对比研究 [J]. 云南林业调查规划, 1990 (1): 18 - 22
- [9] 杨继稿, 王国祥, 华网坤, 等. 太行山区适地适树与评价 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1994
- [10] 马建路, 宣立峰, 刘德君. 用优势木全高和胸径的关系评价红松林的立地质量 [J]. 东北林业大学学报, 1995, 23 (2): 20 - 26
- [11] Stout B B. Shumway D L. Site quality estimation using height and diameter [J]. For Sci, 1982, 25: 639 - 645