

文章编号: 1001-1498(2001)06-0657-11

我国主要树种人工林生产力现状及潜力的调查研究

II 桉树、落叶松及樟子松人工林生产力研究*

孙长忠¹, 沈国舫², 李吉跃², 贾黎明²

(1. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091; 2 北京林业大学 森林资源与环境学院, 北京 100083)

摘要: 在对我国桉树、落叶松及樟子松主要栽培区进行实地调查的基础上, 利用有关地区森林资源二类调查及样地测定资料, 以气候生产力为指标, 比较评价了广东和海南桉树人工林、广西桉树人工丰产林和黑龙江省国有林区落叶松、樟子松人工林现实生产力。结果表明, 广东粤西、海南省桉树人工林现实生产力分别是当地气候生产力的 22.81% 和 41.08%; 广西速丰林平均达 73.78%。落叶松、樟子松分别达当地气候生产力的 25.70%~41.68% 和 28.45%~51.55%。以典型局、场或丰产林项目为基础, 对各研究树种人工林生产潜力进行了系统分析, 提出在现有技术与经济条件下, 桉树人工速丰林应达到气候生产力的 80.00% 以上; 落叶松在 14 指数、樟子松在 12 指数立地上的生产力应分别达气候生产力的 70% 和 80% 以上。

关键词: 桉树; 落叶松; 樟子松; 生产力; 人工林

中图分类号: S718.55⁺6 **文献标识码:** A

桉树(*Eucalyptus* spp.) 是全球热带地区最主要的造林树种, 也是世界上栽培最广的人工林树种。其面积已达 1 340 多万 hm^2 , 约为全球人工林的 10%; 若除去桉树极少栽培的大多数欧洲国家, 则占全球栽培区内人工林的 15%。在非洲, 桉树面积占人工林的 38%, 亚洲为 8%, 美洲为 43%。而桉树人工林面积最大的印度为 480 万 hm^2 , 巴西为 360 万 hm^2 , 占世界桉树人工林面积的 63%。据估计^[1,2], 我国桉树人工林面积达 100 多万 hm^2 。桉树已成为我国热带和南亚热带地区工业用材林, 特别是人工纸浆材林最主要的树种。

东北林区森林面积约占全国的 1/3, 人工林面积占全国的 17.9%。在现有造林树种中, 落叶松(*Larix* spp.) 占有最大的比例。辽、吉、黑三省落叶松人工林面积为 22 870 hm^2 。在黑龙江森工系统人工林中, 落叶松面积约占 57.0%, 全省为 44.2%。樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litvin.)、落叶松人工林已成为东北林区木材生产的主要后备资源。因此, 开展桉树、落叶松及樟子松人工林生产潜力的研究, 对我国南方纸浆林基地建设以及东北林区森林后备资源的培育, 均有着重要的理论参考价值。

收稿日期: 2000-07-10

基金项目: 中国博士后科学基金资助项目(1997 年)

作者简介: 孙长忠(1957-), 男, 陕西西原人, 副研究员, 博士(后)。

* 在资料收集过程中, 承蒙广西壮族自治区林业厅及推广总站、林业勘察设计院、森林资源监测中心、广西林科院、广西东门林场, 中国林科院桉树研究中心, 广东雷州林业局、广东省林业厅森林资源监测中心、广东省林学会, 海南省林业厅、海南省林学会, 黑龙江省森工局、伊春市南岔林业局、佳木斯市孟家岗林场, 东北林业大学等单位的大力支持, 承蒙廖泽钊总工程师, 陈少雄、黄友桂、莫晓勇、李伟超高级工程师, 张彦东博士等学者的鼎力帮助, 特此一并致谢!

1 资料的获取与整理

1.1 研究地域范围与资料的获取

根据我国桉树人工林集中于热带和南亚热带的现状,选择有代表性的海南、广东和广西三省(区)为主要研究区域。落叶松、樟子松以黑龙江省为重点。在各省(区)除主要收集二类调查资料外,还重点收集各种作业设计样地调查资料,并进行必要的实地核查与补充调查。在此基础上,在各典型区域再选择代表性林业局或林场,进行设点调查。共收集小班、样地资料2400余块。其中,桉树1200余块,落叶松900余块,樟子松300余块。对所获取的各种数据、文献资料,采用由点到面,点面结合,综合分析的方法进行整理、统计与分析。研究的主要对象为人工林乔木层,目的在于探讨其木材生产潜力,为叙述方便仍以“人工林生产力”称之,其表示单位与内涵均与“森林生产力”有所不同。以 $t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 表示人工林乔木层(地上和地下生物量)生产力,以 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 表示人工林蓄积量生产力(即林分年蓄积生长量)。

1.2 数据、资料整理依据

1.2.1 现存蓄积量与生物量的转换 林分蓄积量与生物量的互算方法,常用的有利用两者样地资料,建立回归关系的经验公式法^[3-5]和以树干生物量占全株生物量的比率及干材基本密度为基础的简便算式方法。作者曾对不同方法进行了验证比较,认为回归估测方法应分区域建立回归关系较为适宜。鉴于本项研究区域的广阔性和树种的多样性特点,采用关系式 $B = V \cdot P_j \cdot C^{-1}$ 换算方法更为适宜。式中 P_j 和 C 为待定参数。石家琛^[6]在建立森林潜在生产力模型时,取数值0.564作为生物量与蓄积量的转换系数 C ;贺庆棠等^[7]将 C 值取0.6, P_j 取207个树种的均值0.5。本文在考虑到 P_j 值和 C 值随树种和林龄而变化等因素,分别树种进行研究,并以各参数相对稳定的中龄以上林分作为研究对象^[8],以尽可能减小误差。经对黑龙江63块落叶松样地资料,以关系式 $W_p = 0.0267D^{2.83184} \cdot N$ (W_p 为单株生物量, N 为样地株数)^[9]和 $B = V \cdot P_j \cdot C^{-1}$ 计算结果比较,误差为 $\pm 3\% \sim 7\%$ 。

依据公式 $B = V \cdot P_j \cdot C^{-1}$,将林分总蓄积量(现存蓄积量+间伐量)转换为生物量。式中, B 为生物量,单位 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ (或 $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$); V 为人工林蓄积量; C 为所换算树种树干生物量占全株生物量的比率; P_j 为该树种木材基本密度,单位 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。桉树、落叶松及樟子松种间各参数及各树种各龄组人工林间伐量估测依据为:桉树的 C 值取65.01%^[10-12],中龄林(6~10a)间伐量取 $7.50 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,近熟林(11~15a)、成熟林(16~25a)间伐量均取 $36.30 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[10,13];窿缘桉(*E. exserta* F. Muell.) $P_j = 0.68 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$;巨尾桉(*E. grandis* W. Hill ex Maiden \times *E. urophylla* S. T. Blake) $P_j = 0.4742 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$;尾叶桉(*E. urophylla* S. T. Blake) $P_j = 0.4678 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$;刚果12号(*E. ABL* No. 12)、雷林1号(*E. leizhouensis* No. 1) $P_j = 0.6320 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。落叶松的 C 值取68.51%^[14-16], $P_j = 0.5280 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ^[17];樟子松的 C 值取44.82%^[18,19], $P_j = 0.3810 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ^[17];落叶松、樟子松各龄级(中~成熟林)(21~60a)间伐量以黑龙江佳木斯市孟家岗林场经营资料为主,结合有关研究资料确定^[20-25]。

1.2.2 植物气候生产力估算方法 依据各研究点气象资料,采用Thornthwaite Memorial模型^[8],计算植物气候生产力,并作为人工林生产潜力的参考依据。公式为: $TS P_v = 3000[1 - e^{-0.0009695(V-20)}]$,式中: $TS P_v$ 为植物气候生产力($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$);3000为统计得到的地球上自然植被最高生产力($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); V 为年均实际蒸散量,由Ture公式计算: $V = 1.05N \cdot$

$[1 + (1.05N \cdot L^{-1})^2]^{-1/2}$ 。式中: N 为年均降水量 (mm); L 为年均最大蒸散量, 由公式 $L = 300 + 25t + 0.05t^3$ 计算, 其中 t 为年均温。 L 与 t 的关系, 在 $N > 0.316L$ 时适用; 否则, 取 $V = N$ 。

2 结果与分析

2.1 人工林生产力现状分析^[26]

2.1.1 桉树人工林生产力现状

2.1.1.1 广东、海南桉树人工林生产力现状 桉树为工业用材林重要的造林树种, 近年来广东各地桉树人工林面积迅速扩大。1996 年桉树人工林面积已占该省人工林面积的 9.22%。粤西作为其适生区之一, 已有 70 余年的栽培历史, 已发展为重要的桉树工业用材基地, 其人工林集中连片, 面积约占广东省桉树面积的 40.00% 以上。其现实生产力见表 1。

表 1 广东桉树主要栽培区人工林生产力与气候生产力比较

| 统计单位 | $TSPV /$ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | 中龄林 (6~10 a) / ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | (中龄林 / $TSPV$) / % | 近熟林 (11~15 a) / ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | 近熟林 / $TSPV$ / % | 成熟林 (16~25 a) / ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | (成熟林 / $TSPV$) / % | 比值 平均 / % |
|-----------|--|---|---------------------------|--|------------------------|--|---------------------------|--------------|
| 1 湛江市 | 19 532.90 | 3 112.03 | 15.93 | 5 380.82 | 27.55 | 4 112.77 | 21.06 | 21.51 |
| 1.1 雷州林业局 | 18 848.85 | 4 903.05 | 26.01 | 7 405.53 | 39.29 | 4 925.87 | 26.13 | 30.48 |
| 河唇 | — | 4 584.88 | 24.32 | 4 302.38 | 22.83 | 2 788.22 | 14.79 | 20.65 |
| 石岭 | — | 5 778.09 | 30.65 | 6 563.00 | 34.82 | 5 132.86 | 27.23 | 30.90 |
| 林科所 | — | 14 584.62 | 77.38 | 8 246.81 | 43.75 | 5 961.75 | 31.63 | 50.92 |
| 1.2 湛江市属 | 19 532.90 | 2 714.32 | 13.90 | 4 940.19 | 25.29 | 3 843.01 | 19.67 | 19.62 |
| 市属林场 | — | 5 376.29 | 27.52 | 3 975.95 | 20.36 | 2 610.22 | 13.36 | 20.41 |
| 市属集体 | — | 2 697.53 | 13.81 | 4 941.20 | 25.30 | 3 845.09 | 19.69 | 19.60 |
| 赤坎区 | — | 4 709.02 | 24.11 | 7 739.57 | 39.62 | 5 464.91 | 27.98 | 30.57 |
| 东海区 | — | 6 605.28 | 33.82 | 7 879.58 | 40.34 | 5 265.05 | 26.95 | 33.70 |
| 吴川市 | — | 1 604.33 | 8.21 | 4 117.53 | 21.08 | 3 661.54 | 18.75 | 16.01 |
| 徐闻县 | 18 848.85 | 6 776.89 | 35.95 | 7 490.66 | 39.74 | 4 855.29 | 25.76 | 33.82 |
| 2 茂名市 | 19 357.45 | 5 866.53 | 30.31 | 7 087.27 | 36.61 | 4 541.49 | 23.46 | 30.13 |
| 茂南区 | — | 5 073.98 | 26.21 | 5 534.26 | 28.59 | 3 848.25 | 19.88 | 24.89 |
| 高州市 | — | 5 271.61 | 27.23 | 7 299.28 | 37.71 | 10 929.69 | 56.46 | 40.47 |
| 信宜市 | — | 5 296.90 | 27.36 | 10 027.11 | 51.80 | 3 966.01 | 20.49 | 33.22 |
| 3 阳江市 | 20 558.07 | 2 841.43 | 13.82 | 6 003.01 | 29.20 | 4 457.88 | 21.68 | 21.57 |
| 江城区 | — | 3 717.65 | 18.08 | 5 623.83 | 27.36 | 3 830.89 | 18.63 | 21.36 |
| 海陵区 | — | 5 433.48 | 26.43 | 5 823.85 | 28.33 | 5 653.97 | 27.50 | 27.42 |
| 阳春市 | — | 992.03 | 4.83 | 5 876.52 | 28.58 | 4 114.48 | 20.01 | 17.81 |
| 粤西三市加权平均 | 19 745.33 | 3 611.42 | 18.29 | 5 697.58 | 28.86 | 4 201.13 | 21.28 | 22.81 |

注: $TSPV$ 为植物的气候生产力。统计面积: 中龄林 55 584.7 hm^2 , 近熟林 42 332 hm^2 , 成熟林 23 334 hm^2 , 共计 121 251 hm^2 。

由表 1 可见, 粤西桉树近熟林生产力普遍高于中龄和成熟林。在中龄组, 各地最高达气候生产力的 77.38%, 最低仅 4.83%, 加权平均为 18.29%; 近熟林最高为 51.80%, 最低为 14.46%, 加权平均为 28.86%; 成熟林最高 56.46%, 最低为 9.03%, 加权平均为 21.28%。

海南是我国自然气候生产力最高的地区之一, 也是我国桉树栽培历史较长、面积较大的地区, 特别是近 10 多年来发展迅速, 面积已达 20 多万 hm^2 。其生产力高低不仅对该省人工林总体水平有着重要的影响, 且对其它地区桉树生产潜力的分析亦有着重要的参考价值。由表 2 可

知, 桉树林龄在 6~ 15 a 间, 随年龄增加生产力提高, 且各地区规律一致。其现实生产力与气候生产力线性关系显著。这说明海南桉树人工栽培已为林木的生长创造了较为适宜的林地环境条件, 较好地发挥了气候生产潜力。中龄林生产力最高已达气候生产力的 62.49%, 最低亦达 21.46%, 加权平均为 35.36%; 近熟林最高为 59.72%; 最低为 30.81%, 加权平均为 46.80%。

表 2 海南省各县市桉树人工林生产力与气候生产力比较¹⁾

| 县、市 | $TSP_v /$ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | 中龄(6~ 10 a)/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | (中龄/ TSP_v)/ % | 近熟(11~ 15 a)/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | (近熟/ TSP_v)/ % | 比值平均/ % |
|------|---|--|----------------------|---|----------------------|------------|
| 东方 | 17 128.50 | 4 850.35 | 28.32 | 7 977.42 | 46.57 | 37.45 |
| 三亚 | 18 940.50 | 7 980.15 | 42.13 | 6 036.89 | 31.87 | 37.00 |
| 临高 | 19 227.00 | 6 478.37 | 33.69 | 8 744.03 | 45.48 | 39.59 |
| 乐东 | 19 887.00 | 6 290.44 | 31.63 | 8 260.36 | 41.54 | 36.58 |
| 白沙 | 20 212.50 | 9 833.64 | 48.65 | 12 071.57 | 59.72 | 54.19 |
| 海口 | 20 236.50 | 8 088.25 | 39.97 | 7 494.88 | 37.04 | 38.50 |
| 詹县 | 20 242.50 | 6 773.85 | 33.46 | 9 605.00 | 47.45 | 40.46 |
| 陵水 | 20 343.00 | 6 525.52 | 32.08 | 7 553.65 | 37.13 | 34.60 |
| 昌江 | 20 347.50 | 4 367.51 | 21.46 | 6 268.40 | 30.81 | 26.14 |
| 澄迈 | 20 373.00 | 7 743.40 | 38.01 | 8 220.45 | 40.35 | 39.18 |
| 文昌 | 20 404.50 | 7 510.77 | 36.81 | 8 147.31 | 39.93 | 38.37 |
| 屯昌 | 20 772.00 | 12 979.83 | 62.49 | 9 148.42 | 44.04 | 53.26 |
| 琼中 | 20 800.50 | 8 940.97 | 42.98 | 8 872.20 | 42.65 | 42.82 |
| 定安 | 20 877.00 | 7 838.98 | 37.55 | 7 799.42 | 37.36 | 37.45 |
| 保亭 | 20 922.00 | 11 088.71 | 53.00 | 10 791.44 | 51.58 | 52.29 |
| 琼海 | 21 190.50 | 6 565.01 | 30.98 | 9 153.33 | 43.20 | 37.09 |
| 万宁 | 21 484.50 | 7 294.49 | 33.95 | 9 492.43 | 44.18 | 39.07 |
| 加权平均 | 20 199.35 | 7 142.27 | 35.36 | 9 454.28 | 46.80 | 41.08 |

注: TSP_v 为植物的气候生产力。统计面积: 中龄林 59 178.8 hm^2 , 近熟林 93 487.27 hm^2 , 共计 152 666.00 hm^2 。

由广东、海南桉树生长现状来看, 广东粤西三市中龄林仅达气候生产力的 18.29%, 比海南同龄林低 17 个百分点(仅相当于海南现实生产力的 50.56%), 近熟林平均为 28.86%, 比海南低近 18 个百分点(仅相当于海南的 60.26%)。两省对比地区其气候生产力相差不大, 但现实生产力相差悬殊。说明两者在立地条件和经营水平方面存在较大的差距。

2.1.1.2 广西良种桉短轮伐期工业用材林生产力现状分析 据广西“良种桉短周期工业用材林综合技术开发”项目及实地考察测定资料, 该项目在广西中、南部的广大范围内, 营造示范及辐射(推广)林分达 8 万余 hm^2 。各生产力等级所占面积比率为: 平均年蓄积生长量小于 15.00 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ (实际均值 10.50 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) 的面积占 37.36%; 15.10~ 22.50 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的面积占 30.30%; 22.60~ 30.00 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的面积占 21.92%, 30.10~ 45.00 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的面积占 9.45%, 大于 45.10 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的面积占 0.52%, 全部面积加权平均年蓄积生长量为 18.90 $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。将以上各等级生长量统计数据取中值转换为生物量, 并结合当地平均气候生产力, 得到各生长量等级所达到的气候生产力水平。结果为: 达气候生产力 40.94% 的面积占 37.36%, 达 73.10% 的面积占 30.30%, 达 102.35% 的面积占 21.97%, 达 146.21% 的面积占 9.45%, 大于 175.45% 的面积占 0.52%。全部面积加权平均年生长量达气候生产力的 73.78%。

从以上调查资料可见, 在面积达 2 861 hm^2 (占项目总面积 31.94%) 的林地上, 实际生产

1) 海南省林业厅. 海南省森林资源二类清查资料, 1995

力超过了气候生产力。其中, 有近 47 hm² 的林地竟达气候生产力的 1.75 倍以上。如此大面积超过气候生产力的事实, 已无法解释为特殊性或偶然性, 而恰恰说明了人工林完全具备超过其气候生产力的生产能力。对此, 可从以下方面加以分析论证:

(1) 从气候生产力计算模型本身(来源)及其适用性方面来看, 现被广泛采用的 Lieth 方法, 其模型 $TSP_v = 3000[1 - e^{-0.0009695(v-20)}]$ 是 1974 年 Lieth 利用世界各地 50 个地点净第一性生产力资料和实际蒸散量资料, 采用最小二乘法建立的统计模型, 式中的 3000 是 Lieth 经统计得到的地球上自然植被在每年每平方米上的最高干物质产量。从数学分析来看, 该模型只有当 v 时, TSP_v 值才可能接近 3000。这就是说, 若以此模型估算, 世界各地计算的理论结果均应小于 3000 g · m⁻² · a⁻¹ (即小于 30.00 t · hm⁻² · a⁻¹)。但实际上自然植物生产力大于 30.00 t · hm⁻² · a⁻¹ 的群落类型仍然不少, 如 Lieth 本人所统计的热带雨林生产力最高已达 35.00 t · hm⁻² · a⁻¹; 我国海南河港的海岸红树林, 其生产力也达到了 30.68~ 34.64 t · hm⁻² · a⁻¹[27]。本文无意去探究世界各地的最高植物产量, 只是引用以上数据, 籍以说明应用 Lieth 方法所估算的生产潜力, 本身存在着较实际生产力偏小的可能。

(2) 人工林在选用良种、适宜立地和集约经营条件下, 生产力比同一地区其它自然植物群落生产力将有较大幅度的提高。“一般人工林生长量比天然林快 3~ 7 倍”[28]。以自然植被为基础建立的生产力估测模型, 其估算值并非人工林的可能最大值。因此, 人工林生产力, 特别是集约经营的速生丰产林, 超过 Lieth 方法所估算的自然植物气候生产潜力, 是完全可能和应当的。就桉树而言, 我国现有人工林多以短轮伐期速丰林经营为主, 其生产力应能达到或接近气候生产力水平。

2.1.1.3 落叶松、樟子松人工林生产力现状 由表 3 可见, 落叶松、樟子松中龄林现实林分生产力分别为 2.13~ 3.89、2.44~ 4.06 m³ · hm⁻² · a⁻¹, 分别达气候生产力的 25.70%~ 41.68% 和 28.45%~ 51.55%。同一树种, 各林管局间生产力高低相差近一倍, 而两树种生产力相当。就总体而言, 各林管局生产力均不高。

表 3 黑龙江省森工总局人工用材林现实生产力与气候生产力

| 树种 | 林管局 | 幼龄林/ (m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹) | 中龄林/ (m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹) | (中龄林/ TSP _v)/% | 近熟林/ (m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹) | TSP _v (下限值)/ (m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹) |
|-----|-----|--|--|-------------------------------|--|---|
| 落叶松 | 伊春 | 4.65 | 2.63 | 30.18 | 3.95 | 8.70 |
| | 牡丹江 | 3.79 | 3.59 | 37.94 | — | 9.46 |
| | 松花江 | 3.18 | 2.13 | 25.70 | — | 8.28 |
| | 合江 | 2.85 | 3.89 | 41.68 | — | 9.34 |
| 樟子松 | 伊春 | 4.71 | 4.06 | 51.55 | — | 7.88 |
| | 牡丹江 | 2.69 | 2.44 | 28.45 | — | 8.58 |
| | 松花江 | 4.42 | 2.95 | 39.31 | — | 7.51 |
| | 合江 | 3.50 | 3.19 | 37.65 | — | 8.47 |

注: TSP_v 为植物的气候生产力。

2.2 所研究树种人工林生产潜力分析

2.2.1 现阶段我国桉树人工林生产力应达水平及潜力分析 根据“广西良种桉树短轮伐期工业用材林示范推广项目”样地资料, 在面积达 2 861 hm² (占项目总面积 31.94%) 的林地上, 实际生产力超过了气候生产力。其中, 有近 47 hm² 的林地, 竟达气候生产力的 1.75 倍以上(表 4)。在同一调查地区(县、市), 巨尾桉无性系林分生长量始终大于尾叶桉实生苗林分。经对全

部项目区(示范区+ 辐射区)统计运算,无性系林分生长量平均为 $23.00 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,而实生起源林分生产力仅为 $17.62 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,前者生产力较后者高 30.53%。在所统计的县、区中,各示范区无性系生产力超过气候生产力者占 63.60%,而实生林仅占 28.52%;无性系林分最低亦达气候生产力的 80.00% 以上,实生林低者仅达气候生产力的 40.00% 左右。

表 4 广西桉树短轮伐期林分生产力与气候生产力对比分析

| 单位 | $TSP_V /$ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | 树种及 起源 | 示范区/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | 推广区/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | 示范/ TSP_V | 推广/ TSP_V | 示范/ 推广 |
|-------|---|-----------|--|--|----------------|----------------|-----------|
| 南 宁 | 17 915.34 | 尾无 | 17 876.88 | — | 1.00 | — | — |
| 合浦县 | 19 517.56 | 尾无 | 23 728.99 | — | 1.22 | — | — |
| 合浦县 | 19 517.56 | 巨无 | 24 330.38 | — | 1.25 | — | — |
| 钦北区 | 20 136.77 | 巨无 | 19 558.84 | — | 0.97 | — | — |
| 钦南区 | 20 136.77 | 巨无 | 24 090.76 | — | 1.20 | — | — |
| 浦北县 | 19 121.63 | 巨无 | 16 232.65 | — | 0.85 | — | — |
| 钦州林科所 | 20 136.77 | 巨无 | 21 875.13 | — | 1.09 | — | — |
| 武鸣县 | 17 915.34 | 巨无 | 22 999.90 | 18 327.93 | 1.28 | 1.02 | 1.26 |
| 横 县 | 17 915.34 | 巨无 | 30 203.72 | — | 1.69 | — | — |
| 来宾县 | 17 805.21 | 巨无 | 14 521.42 | 8 397.52 | 0.82 | 0.47 | 1.73 |
| 象州县 | 18 092.74 | 巨无 | 19 860.82 | — | 1.10 | — | — |
| 贵港市 | 17 915.34 | 巨无 | 16 769.87 | — | 0.94 | — | — |
| 宣州市 | 17 998.48 | 巨无 | 14 773.07 | — | 0.82 | — | — |
| 东门林场 | 17 248.07 | 巨无 | 24 382.90 | 20 481.19 | 1.41 | 1.19 | 1.19 |
| 南 宁 | 17 915.34 | 窿实 | — | 14 918.60 | — | 0.83 | — |
| 合浦县 | 19 517.56 | 窿实 | 20 482.63 | 17 109.21 | 1.05 | 0.88 | 1.20 |
| 南 宁 | 17 915.34 | 尾实 | 16 024.76 | 8 965.96 | 0.89 | 0.50 | 1.79 |
| 合浦县 | 19 517.56 | 尾实 | 16 930.31 | 9 743.08 | 0.87 | 0.50 | 1.74 |
| 浦北县 | 19 121.63 | 尾实 | 7 506.71 | — | 0.39 | — | — |
| 武鸣县 | 17 915.34 | 尾实 | 18 142.40 | 17 015.58 | 1.01 | 0.95 | 1.07 |
| 崇左县 | 18 298.29 | 尾实 | 15 557.41 | 9 318.90 | 0.85 | 0.51 | 1.67 |
| 横 县 | 17 915.34 | 尾实 | 20 469.42 | — | 1.14 | — | — |
| 柳州市 | 18 092.74 | 尾实 | 13 530.43 | — | 0.75 | — | — |
| 来宾县 | 17 805.21 | 尾实 | 14 994.00 | 10 731.74 | 0.84 | 0.60 | 1.40 |
| 象州县 | 18 092.74 | 尾实 | 19 042.55 | 16 189.89 | 1.05 | 0.90 | 1.18 |
| 鹿寨县 | 18 092.74 | 尾实 | 13 024.23 | — | 0.72 | — | — |
| 武宣县 | 17 805.21 | 尾实 | 14 711.22 | 11 155.92 | 0.83 | 0.63 | 1.32 |
| 贵港市 | 17 915.34 | 尾实 | 16 076.56 | — | 0.90 | — | — |
| 苍梧县 | 18 424.56 | 尾实 | 9 391.22 | — | 0.51 | — | — |
| 东门林场 | 17 248.07 | 尾实 | 22 808.32 | 17 770.03 | 1.32 | 1.03 | 1.28 |
| 平 均 | 18 432.20 | | 18 272.33 | 13 855.81 | 1.00 | 0.77 | 1.40 |

注: TSP_V 为植物的气候生产力。表中“尾无”指尾叶桉无性系;“巨无”指巨桉×尾叶桉无性系;“窿实”指窿缘桉实生苗;“尾实”指尾叶桉实生苗。此表为 800 余个样地统计结果(代表 $8\,957.5 \text{ hm}^2$ 林分面积),样地资料由广西壮族自治区林业技术推广站提供。

从经营水平对生产力的影响来看,同为项目区内的推广区与示范区相比,生产力已出现明显的差距。在立地条件及树种均相同的条件下,示范区的生产力平均为辐射区的 1.4 倍以上。若示范林同当地一般林分相比,以经营水平相对较高的广西东门林场为例,桉树一般林分生产力仅为示范林的 25.50%,即一般林分仅相当于速丰林的 1/4。

综合以上分析认为,我国以短轮伐期速丰林经营为主的桉树人工林,在良种良法条件下,

其生产潜力应能达到或超过气候生产力水平。

从现实大面积桉树人工林生产力水平来看, 广东粤西三市平均仅达气候生产力的 22.81%, 海南亦仅为 41.08%, 显得十分低下。而广西短轮伐期工业用材林项目, 在面积达 8 万余 hm^2 的中、南部广大地区, 平均生长量是气候生产力的 73.78%, 并创造了较大面积超过气候生产力的国内最高记录。因此认为, 在现有技术与经济条件下, 我国大面积桉树人工林生产力, 至少应能达到气候生产力的 80.00% (广东雷州林业局林科所已达 77.38%, 海南屯昌已达 62.49%)。这样, 粤西三市桉树生产力平均应达 $15.80 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$; 若以刚果 12 号(或雷林 1 号)而论, 蓄积生长量则应达 $16.00 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上; 若以巨尾桉为主, 则应达 $21.70 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上。海南则应达 $16.16 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 若以窿缘桉为主, 则其生产力应达 $15.50 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上; 若以巨尾桉而论, 则应达 $22.50 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上的生产力水平(海南临高 3 年生示范林生产力已达 $55.50 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)^[29]。

2.2.2 落叶松、樟子松人工林生产力现状及潜力

2.2.2.1 典型林场(林业局)落叶松、樟子松生产力

(1) 佳木斯市孟家岗林场人工林生产力现状 黑龙江省佳木斯市孟家岗林场有较为正规的森林经营管理体系和生长较好的人工林资源。其林地生产力水平及其潜力评价对以营林为主的国营林场之生产潜力估价, 有着一定的典型意义。

方差分析结果表明, 落叶松、樟子松各样地年材积生长量均值差异不显著。落叶松年蓄积生长量各龄组(幼~近熟林)平均为 $5.80 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$, 樟子松为 $5.75 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$; 中~近熟林落叶松平均为 $5.59 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$, 樟子松为 $5.04 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ (表 5)。对两树种(幼~近熟林)各样地生产力进一步分组分析, 结果显示(表 6), 落叶松生产力小于 $5.00 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的样地占 22.74%, 而以 $5.00 \sim 8.00 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的占 68.00%, $10.00 \sim 12.09 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的样地占 1.47%。达气候生产力 50.00% 以下的样地占 14.53%, 而达气候生产力 50.00% ~ 70.00% 的样地占 56.21%; 达 70.00% ~ 99.00% 的样地占 26.74%; 达到和超过气候生产力的样地占 2.53%。

表 5 黑龙江省佳木斯市孟家岗林场人工林(蓄积)生产力现状

| 树种 | 龄组 | 平均林龄/a | 平均高/m | 平均胸径/cm | 平均郁闭度 | 密度/(株· hm^{-2}) | 现存蓄积量/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$) | 总蓄积量/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$) | 生产力(总蓄积)/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$) | (生产力/ TSP_v)/% | 样地数/块 |
|-----|--------------|--------|-------|---------|-------|---------------------------|---|--|--|-------------------|-------|
| 落叶松 | 中龄林(21~30 a) | 25.3 | 13.3 | 13.7 | 0.9 | 1 347 | 111.23 | 145.34 | 5.74 | 60.68 | 171 |
| | 近熟林(31~40 a) | 32.6 | 17.2 | 16.7 | 0.8 | 1 948 | 125.91 | 177.37 | 5.44 | 57.51 | 56 |
| | 平均(合计) | 29.0 | 15.3 | 15.2 | 0.9 | 1 148 | 118.57 | 161.36 | 5.59 | 59.10 | (227) |
| 樟子松 | 中龄林(21~30 a) | 23.8 | 11.2 | 13.1 | 0.9 | 1 872 | 100.56 | 122.26 | 5.14 | 59.91 | 31 |
| | 近熟林(31~40 a) | 33.1 | 16.2 | 18.0 | 0.8 | 1 213 | 122.00 | 163.21 | 4.93 | 57.46 | 7 |
| | 平均(合计) | 28.5 | 13.7 | 15.6 | 0.9 | 1 543 | 111.28 | 142.74 | 5.04 | 58.69 | (38) |

注: TSP_v 为植物的气候生产力。将 TSP_v 转换成林分蓄积生产潜力时, 落叶松、樟子松分别为 9.46 、 $8.58 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

樟子松生产力从 $3.00 \sim 10.00 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 各组间, 样地数目相近(表 6)。即各等级所占比率相当。大于 $10.00 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的样地占 6.17%。超过气候生产力的样地数目达样地总量的 22.22%。综上所述, 孟家岗林场落叶松幼~成熟林各龄组材积生产力平均为 $5.80 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$; 生物量生产力达气候生产力的 63.67%。樟子松材积生产力平均为 5.75 m^3

· hm⁻² · a⁻¹; 生物量生产力达气候生产力的 71.75%。落叶松年蓄积生长量与樟子松相当,但由于其木材密度及生物量分配中干材所占比率的差异,就其对气候资源利用程度而言,樟子松较落叶松高 12.71%。

表 6 黑龙江省佳木斯市孟家岗林场人工林现实生产力(蓄积)等级分布

| 树种 | 生产力(蓄积)/ (m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹) | 样地 数/块 | 比率/ % | (生产力/TSPV)/% | 样地 数/块 | 比率/ % |
|-------------|--|-----------|----------|-----------------|-----------|----------|
| 落 叶 松 | 2.03 ~ 2.94 | 4 | 0.84 | 17.74 ~ 28.65 | 4 | 0.84 |
| | 3.04 ~ 3.99 | 20 | 4.21 | 30.88 ~ 38.99 | 14 | 2.95 |
| | 4.06 ~ 4.98 | 84 | 17.68 | 40.10 ~ 49.96 | 51 | 10.74 |
| | 5.01 ~ 5.99 | 144 | 30.32 | 50.02 ~ 59.88 | 148 | 31.16 |
| | 6.00 ~ 6.98 | 120 | 25.26 | 60.11 ~ 69.52 | 119 | 25.05 |
| | 7.02 ~ 7.99 | 59 | 12.42 | 70.18 ~ 79.39 | 70 | 14.74 |
| | 8.01 ~ 8.98 | 28 | 5.89 | 80.04 ~ 88.04 | 38 | 8.00 |
| | 9.24 ~ 9.77 | 9 | 1.89 | 90.51 ~ 98.67 | 19 | 4.00 |
| | 10.73 ~ 10.92 | 5 | 1.05 | 100.53 ~ 103.27 | 5 | 1.05 |
| | 11.84 ~ 12.09 | 2 | 0.42 | 113.43 ~ 127.84 | 7 | 1.47 |
| 分 组 统 计 | | | | | | |
| | 2.00 ~ 5.00 | 108 | 22.74 | 17.00 ~ 50.00 | 69 | 14.53 |
| | 5.01 ~ 8.00 | 323 | 68.00 | 50.01 ~ 70.00 | 267 | 56.21 |
| | 8.01 ~ 10.00 | 37 | 7.79 | 70.01 ~ 99.00 | 127 | 26.74 |
| | 10.01 ~ 12.10 | 7 | 1.47 | 100.01 ~ 128.00 | 12 | 2.53 |
| 樟 子 松 | 2.97 ~ 3.88 | 14 | 17.28 | 34.63 ~ 38.83 | 2 | 2.47 |
| | 4.04 ~ 4.86 | 16 | 19.75 | 40.14 ~ 49.44 | 19 | 23.46 |
| | 5.09 ~ 5.88 | 15 | 18.52 | 51.19 ~ 59.63 | 11 | 13.58 |
| | 6.00 ~ 6.91 | 11 | 13.58 | 60.74 ~ 69.93 | 15 | 18.52 |
| | 7.24 ~ 9.64 | 20 | 24.69 | 70.19 ~ 99.87 | 16 | 19.75 |
| | 10.15 ~ 11.25 | 5 | 6.17 | 101.84 ~ 131.15 | 18 | 22.22 |

注: TSPV 为植物的气候生产力。

7.25 m³ · hm⁻² · a⁻¹。达气候生产力 25.36% ~ 49.63% 与 51.28% ~ 83.39% 的样地数量,约各占一半。同孟家岗林场相比,其气候生产力稍低,但仍在落叶松适生区中心。经对两地 20 a 以上各样地方差分析,现实生产力差异达极显著水平。孟家岗的幼、中龄林及近熟林,分别是南岔局的 1.93、1.31、0.87 倍。南岔局近熟林生产力高于孟家岗的现实说明,各龄组生产力的差异并非气候生产力所致,而与立地条件、经营水平等因素有关。

表 7 黑龙江省伊春市南岔林业局落叶松人工林生产力(蓄积)现状

| 龄 组 | 平均 林龄/ a | 林分 平均 高/m | 林分平 均胸径/ cm | 平均 郁闭度 | 密度/ (株 · hm ⁻²) | 现存蓄 积量/ (m ³ · hm ⁻²) | 总蓄 积量/ (m ³ · hm ⁻²) | 生产力 (总蓄积)/ (m ³ · hm ⁻² · a ⁻¹) | (生产力/ TSPV)/ % | 样地 数/块 |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------|--------------------------------|--|---|---|----------------------|-----------|
| 幼龄 (20 a) | 20.0 | 9.2 | 8.0 | 0.8 | 1 732 | 58.93 | 64.06 | 3.20 | 36.82 | 15 |
| 中龄 (21~ 30 a) | 24.8 | 12.3 | 11.8 | 0.7 | 1 384 | 88.14 | 99.67 | 4.01 | 46.13 | 42 |
| 近熟 (31~ 40 a) | 37.1 | 16.0 | 18.7 | 0.7 | 1 994 | 164.89 | 186.52 | 5.03 | 57.78 | 19 |
| 成熟林 (42~ 47 a) | 43.3 | 19.9 | 22.5 | 0.6 | 1 601 | 170.00 | 221.16 | 4.99 | 57.40 | 24 |
| 平 均 (合计) | 31.3 | 14.4 | 15.3 | 0.7 | 1 178 | 120.49 | 142.85 | 4.31 | 49.53 | (100) |

注: TSPV 为植物的气候生产力。

2.2.2.2 落叶松、樟子松人工林生产潜力 表 9 说明,高产林分的生产力为 6.40~ 10.56 m³ · hm⁻² · a⁻¹,达气候生产力的 68.09% ~ 119.08%。分析典型林分高产数据及孟家岗林场生

(2)南岔林业局人工林
生产力现状 南岔林业局位于小兴安岭林区,其地理位置与人工林经营水平,在森工系统各局中有一定的代表性。由表 7 可见,平均年龄 20、25、37、43 a 的落叶松幼、中、近及成熟林,在幼~ 近熟林各龄组,其蓄积年生长量呈逐渐上升趋势,分别为 2.95、3.55、4.44 m³ · hm⁻² · a⁻¹,分别达到了气候生产力的 33.87%、40.80%、51.08%。成熟林较近熟林虽有所降低,但仍高于中、幼龄林。对所有样地以生产力归类,各等级间样地数目分布形式近于正态(表 8)。以 4.02~ 4.99 m³ · hm⁻² · a⁻¹ 占 38.0%,最高为 7.12~

产力现状认为, 在较好的立地条件下(地位指数: 落叶松 14, 樟子松 12 以上), 正常经营的落叶松人工林, 其生产力应达气候生产力的 70.00% 以上; 樟子松应达 80.00% 以上。

表 8 黑龙江省伊春市南岔林业局落叶松人工林生产力等级分布

| 生产力(蓄积)/ ($m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$) | 样地 数/块 | 比率/ % | (生产力/ TSP_v)/% | 样地 数/块 | 比率/ % |
|--|-----------|----------|----------------------|-----------|----------|
| 2.21~ 2.78 | 8 | 8.0 | 25.36~ 29.96 | 5 | 5.0 |
| 3.12~ 3.98 | 32 | 32.0 | 30.53~ 49.63 | 49 | 49.0 |
| 4.02~ 4.99 | 38 | 38.0 | 51.28~ 59.97 | 28 | 28.0 |
| 5.02~ 5.96 | 20 | 20.0 | 60.20~ 68.56 | 16 | 16.0 |
| 7.12~ 7.25 | 2 | 2.0 | 81.82~ 83.39 | 2 | 2.0 |

注: TSP_v 为植物的气候生产力。

落叶松林地生产力未达应有标准, 而这部分林分生产力现已达气候生产力的 50.00%~60.00% 和 60.00~ 69.00%。二水平段林分面积相当。若按中值 60.00% 推算, 这 50.00% 的未达标林分, 其生产力尚可再提高 10.00%。对全部落叶松林分来说, 可使其生产力在现有水平 ($6.16 m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$) 上再提高 5.00%。

表 9 东北地区落叶松人工林高产典型林分生产力水平

| 地 点 | 林龄/ a | 树高/ m | 胸径/ cm | 现存密度/ (株· hm^{-2}) | 现存蓄积 量/($m^3 \cdot$ hm^{-2}) | 间伐蓄积 量/($m^3 \cdot$ hm^{-2}) | 总平均生产力/ ($m^3 \cdot hm^{-2}$ $\cdot a^{-1}$) | TSP_v / ($m^3 \cdot$ $hm^{-2} \cdot a^{-1}$) | (生产力 / TSP_v)/ % | 资料 来源 |
|---|----------|----------|-----------|-----------------------------|--|--|--|--|---------------------------|----------|
| 黑龙江尚志 市帽儿山 | 24 | 16.4 | 17.1 | 1 158 | 173.58 | 78.64 | 10.51 | 10.20 | 103.03 | [14] |
| | 24 | 15.2 | 15.8 | 1 300 | 168.87 | 81.03 | 10.41 | 10.20 | 102.08 | |
| | 24 | 14.6 | 14.9 | 1 358 | 152.87 | 40.99 | 8.08 | 10.20 | 79.19 | |
| | 24 | 14.1 | 13.1 | 1 475 | 119.03 | 57.84 | 7.37 | 10.20 | 72.25 | |
| 辽东东部(清 原, 开原) | 20 | — | 14.7 | — | 211.19 | — | 10.56 | 11.79 | 89.56 | [21] |
| | 20 | — | 13.4 | — | 193.16 | — | 9.66 | 11.79 | 81.92 | |
| | 20 | — | 12.6 | — | 197.73 | — | 9.89 | 11.79 | 83.85 | |
| | 20 | — | 13.6 | — | 188.88 | — | 9.44 | 11.79 | 80.10 | |
| 内蒙大兴安 岭林管局 (岭北) (岭东) (岭南) (岭南) | 15 | 8.5 | 8.5 | 3 925 | 131.9 | — | 8.79 | 7.46 | 117.80 | [30] |
| | 15 | 9.5 | 8.8 | 3 855 | 129.5 | — | 8.63 | 7.46 | 115.66 | |
| | 27 | 10.3 | 10 | 4 500 | 186.8 | — | 6.92 | 6.32 | 109.41 | |
| | 27 | 12.6 | 15 | 1 600 | 178.4 | — | 6.61 | 6.36 | 103.87 | |
| | 27 | 14.1 | 17.5 | 2 896 | 172.8 | — | 6.40 | 7.50 | 85.36 | |
| | 18 | 11.0 | 12.5 | 3 200 | 160.0 | — | 8.89 | 7.46 | 119.08 | |
| 辽宁西丰 | 24 | 15.7 | 12.6 | 2 445 | 201.3 | — | 8.39 | 11.14 | 75.29 | [31] |
| | 27 | 18.5 | 19.2 | 1 900 | 204.8 | — | 7.59 | 11.14 | 68.09 | |
| 黑龙江带岭 | 25 | — | — | — | — | — | 7.24 | 9.10 | 79.56 | |

注: TSP_v 为植物的气候生产力。 面积 592 hm^2 ; 面积 3 030 hm^2 ; 面积 18 326 hm^2 。

该场樟子松林分若仍按 80.00% 的面积应达气候生产力的 80.00% 计算, 则尚有约 50% 的面积未达标(已达标比率为 30.82%)。这部分未达标面积生产力水平平均值为 $5.50 m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ 。若全部达标则可使樟子松林分整体生产力再提高 6.80%。

南岔林业局若按 I、II 地位级立地面积占林地面积 35.00% 计算, 这类立地的落叶松人工林生产力均应达气候生产力的 70.00% (生产力为 $6.01 m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$)。其余立地至少应达孟家岗林场同类立地生产力水平, 即应达气候生产力的 50.00% 以上。根据该局现实生产力,

根据孟家岗林场立地质量各等级比率, 大于 14 指数的落叶松林面积占 80.00% 以上。这就是说有 80% 的林分生产力应达气候生产力的 70.00% 以上。即蓄积生长量应达 $6.60 m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ 以上(樟子松达 $6.01 m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$)。按此比率匡算, 该场尚有约 50.00% 的

这 35% 的 I、II 地位级面积上, 落叶松生产力均值已达气候生产力的 60.00%, 尚有 10.00% 的生产潜力。而其余立地生产力平均约为气候生产力的 40.00%, 也至少应有 10.00% 的生产潜力。

综合以上分析认为, 在立地条件优越的地段, 落叶松、樟子松生产力应能分别达到当地气候生产力的 70.00% 和 80.00%, 其余立地平均也应能达 50.00% 以上。根据黑龙江省的立地条件和现有生产力水平推算, 落叶松平均生产力水平应达气候生产力的 60.00% 左右, 在现有技术、经济条件下, 正常经营的林分, 就森工系统而论, 应比现有水平再提高 70.00% 左右。

3 小 结

在我国热带和南亚热带地区, 桉树在良种及集约栽培条件下, 生产力完全可以达到和超过气候生产力。广西速丰林最高已达气候生产力的 170.00% 以上。

广东粤西、海南省桉树现实林分的生产力分别为其气候生产力的 22.81% 和 41.08%。集约经营的桉树人工林, 在现有技术与经济条件下, 应达其气候生产力的 80.00% 以上。若以巨尾桉等速生良种为主, 则蓄积生长量应达 $22.50 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上。

黑龙江省地方国有林区代表性林场, 现实落叶松、樟子松人工林各龄级材积生产力均值分别为 5.80 、 $5.75 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 已分别达气候生产力的 61.70% 和 67.02%, 最高分别达气候生产力的 127.80% 和 131.20%。生物量生产力均值分别达气候生产力的 63.67% 和 71.75%。森工系统的南岔林业局, 落叶松各龄级材积生产力平均为 $4.34 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 达气候生产力的 49.53%。

在东北林区, 落叶松在 14 指数立地上, 樟子松在 12 指数立地上的生产力应分别达气候生产力的 70.00% 和 80.00% 以上。这两个树种在其余立地质量条件下, 生产力均应达气候生产力的 50.00% 以上。在现有技术、经济条件下, 就黑龙江省森工系统而言, 落叶松生产力应较现有水平再提高 70.00% 左右。

参考文献

- [1] 吴博. 中国桉树发展概况[A]. 国际桉树学术研讨会论文集[C]. 北京: 中国林业出版社, 1992. 19~ 22
- [2] 杨民胜, 彭彦. 中国桉树人工林发展现状和实木加工利用前景[J]. 桉树科技, 2001, (1): 1~ 6
- [3] 方精云, 刘国华, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. 生态学报, 1996, 16(5): 497~ 508
- [4] 温远光. 用蓄积量估测森林生物量的初步尝试[J]. 林业科技通讯, 1989, (7): 7~ 10
- [5] 李际平, 吕勇. 会同杉木人工林生物产量全林预估模型研究[J]. 林业科学, 1997, 33(专刊 2): 143~ 147
- [6] 王哲华, 闻殿辉. 黑龙江森林潜在生产力与现实生产力[J]. 林业资源管理, 1996, (2): 69~ 71
- [7] 贺庆棠, Baumgartner A. 中国植被的可能生产力[J]. 北京林业大学学报, 1986, 8(2): 84~ 97
- [8] 鲍甫成, 江泽慧. 中国主要人工林树种木材性质[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998. 211~ 217, 242~ 244
- [9] 陈传国, 朱俊凤. 东北主要林木生物量手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 1987.
- [10] 郑海水, 翁启杰, 黄世能. 窿缘桉生物量表的编制[J]. 广东林业科技, 1995, 11(1): 41~ 46
- [11] 黄世能. 桉树新炭林混交试验 II. 林分生物量和能量分配的研究[J]. 林业科学研究, 1991, 4(5): 545~ 549
- [12] 莫晓勇. 雷州林业局桉树无性系良种繁育展望[J]. 桉树科技, 1996, (2): 8~ 12
- [13] 欧阳权, 黄刃石. 开发桉树新技术[M]. 南宁: 广西民族出版社, 1992
- [14] 丁宝永, 刘世荣, 蔡体久. 落叶松人工林群落生物生产力的研究[J]. 植物生态学与地植物学报, 1990, 14(3): 226~ 235
- [15] 王喜武, 李喜运, 关晓铎, 等. 长白落叶松生物量测定的初步探讨[J]. 辽宁林业科技, 1993, (6): 31~ 34
- [16] 宿以明. 日本落叶松人工林生物量和生产力的研究[J]. 四川林业科技, 1995, 16(3): 37~ 42
- [17] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985

- [18] 王贺新 辽西山地樟子松、油松生物产量的研究[J]. 辽宁林业科技, 1989, (1): 26~ 29
- [19] 王立明 山地樟子松天然林干、枝、叶生物量测定[J]. 内蒙古林学院学报, 1986, (2): 63~ 68
- [20] 吴耀先, 王永祥 落叶松人工中幼龄林抚育间伐技术指标制定[J]. 辽宁林业科技, 1993, (6): 25~ 30
- [21] 徐耀华 落叶松人工林伐期龄及其经济效益[J]. 林业科技, 1991, 16(2): 4~ 6
- [22] 王义廷 对落叶松人工林抚育间伐提高林分干材总产量的探讨[J]. 辽宁林业科技, 1991, (2): 29~ 33
- [23] 张其保 兴安落叶松人工林最适密度探讨[J]. 北京林业大学学报, 1993, 15(3): 41~ 43
- [24] 《黑龙江森林》编委会 黑龙江森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993 250~ 263
- [25] ZB B 64002~ 86 长白落叶松、兴安落叶松速生丰产林[S].
- [26] 孙长忠, 沈国航 我国主要树种人工林生产力现状及潜力的调查研究 I. 杉木、马尾松人工林生产力研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(6): 613~ 621.
- [27] 刘世荣, 徐德应, 王兵 气候变化对中国森林生产力的影响 I. 中国森林现实生产力的特征及地理分布格局[J]. 林业科学研究, 1993, 6(6): 633~ 642
- [28] 盛炜彤 我国人工林长期生产力的保持与持续经营[A]. 见: 中国林学会, 加拿大林学会 面向 21 世纪的林业国际学术讨论会论文集[C]. 1997. 88~ 94
- [29] 罗晓宁 海南桉树现状与发展趋势[J]. 热带林业, 2001, 29(1): 33~ 37.
- [30] 薛振恒 兴安落叶松丰产林营造技术及其经营管理措施[J]. 内蒙古林业科技, 1993, (1): 11~ 18
- [31] 考察组 辽吉黑三省落叶松速生丰产林学术考察报告[J]. 辽宁林业科技, 1993, (2): 56~ 61.

Study on the Present Condition and the Potentialities of the Productivity of Main Tree Species Plantation of China

II. Study on the Plantation Productivities of *Eucalyptus*, *Larix* and *Pinus sylvestris* var. *mongolica*

SUN Chang-zhong¹, SHEN Guo-fang², LI Ji-yue², JIA Li-ming²

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China;

2. College of Resource and Environment of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the sample plots of forest surveying, the present productivities of the *Eucalyptus* plantation in three provinces, Guangdong, Guangxi and Hainan, and of the *Larix* plantation and of the *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantation in Heilongjiang Province were evaluated with climate productivities of the different provinces. The results show: (1) The present productivity levels of *Eucalyptus* plantations are 22.81% and 41.08% of themselves climate productivities respectively in the west regional of Guangdong Province and in Hainan Province. (2) The present productivity of the fast growing and high yield *Eucalyptus* plantation is 73.78% of the climatic productivity in Guangxi Province. (3) The present productivities of *Larix* and *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantation are 25.70% ~ 41.68% and 28.45% ~ 51.55% of the climate productivity in Heilongjiang Province. The potentialities of the main three species of plantations were studied systematically. The productivity levels of the plantations, in the present conditions of the forest management technique and economy, are advanced. The fast growing and high yield *Eucalyptus* plantation would be higher than 80.00% of the climate productivity. The *Larix*, in 14 site index, and *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantations, in 12 site index, would be higher than 70.00% and 80.00% of the climate productivities.

Key words: *Eucalyptus*; *Larix*; *Pinus sylvestris* var. *mongolica*; productivity; plantation