

文章编号: 1001-1498(2000)06-0613-09

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

孙长忠¹, 沈国舫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: 以重点调查与全面搜集已有研究成果相结合的方式, 对杉木、马尾松人工林生产力现状与潜力, 分别不同所有制、不同经营水平, 进行了全面的调查研究。结果表明, 集体杉木人工林现实生产力多为气候生产力的 11%~18%, 国有林多为 20%~40%; 若达正常经营状态, 集体、国有杉木人工林其生产力可在现有水平上分别再提高 70% 以上和 40%。集约经营条件下, 杉木可达气候生产力的 50%, 马尾松可达 80% 左右。良种、良法条件下, 国有林生产力可在现有基础上再提高 80% 以上。相同条件下, 马尾松同杉木相比, 生物生产力高 20% 以上。

关键词: 人工林; 生产力; 杉木; 马尾松

中图分类号: S718.55⁺6 文献标识码: A

随着我国天然林保护工程的全面启动, 在未来很长一段时间内, 天然林的木材生产任务将大幅度下降。几十年来以天然林为主体的木材生产格局, 亦将发生根本的转变。因此, 我国木材生产的历史重任已无可置疑地要由人工林来分担。我国人工林面积虽已达全球人工林的 1/4, 但林分生产力低下, 用材成熟林每公顷蓄积量平均仅 75.95 m³[¹]。即使将现有 1 751.86 万 hm²[¹] 人工用材林全部看作成熟林, 其蓄积量也仅 13 亿 m³。按年消耗资源 3 亿 m³[¹] 的现有水平计, 几十年所积累的人工用材林资源, 仅需 4 a 便可消耗殆尽。迅速增加人工林资源, 已成为我国林业生产的一项迫在眉睫的任务。但从我国人多地少的国情来看, 现有人工林已占据了宜林荒山荒地优越的立地地段和相当大的面积比率, 特别是对立地条件要求较高的用材林, 在未来的人工造林中, 在数量和立地质量上的增长潜力甚为有限[²]。面对人工林蓄积量平均仅有 33.31 m³·hm⁻² 的清查数据, 加之受近年来反应强烈的人工林地力衰退问题的困扰, 我国现有人工林生产潜力的评价问题, 引起了林学专家的广泛关注[^{3,4}], 并已成为事关林业发展战略的重大问题。

收稿日期: 2000-07-10

基金项目: 中国博士后科学基金资助

作者简介: 孙长忠(1957), 男, 陕西三原人, 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, 广东省林业厅森林资源监测中心、广东省林学会, 福建省林业厅及种苗总站、福建省林科院、福建林学院、福建洋口林场、顺昌县洋口乡林业站等单位的大力支持; 承蒙黄宝龙、俞新妥、陈存及、何智英教授, 张水松研究员、廖泽钊总工、叶功富、杨玉盛、林思祖、林开敏博士等学者的鼎力帮助, 特此一并致谢!

1 研究方法

1.1 重点研究区域与资料的获取

根据我国荒山造林面积分布以南方集体林区为主及迹地更新以东北、西南林区为主的实际,选择有代表性的四川、广西、海南、广东、福建和黑龙江六省(区)为典型研究区域。以杉木 [*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.], 马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.), 桉树 (*Eucalyptus* spp.), 落叶松 (*Larix* spp.) 和樟子松 (*Pinus sylvestris* Linn. var. *mongolica* Litv.) 人工林为主要研究对象。在各典型区域内再选择代表性县、局或林场, 设点调查。在各调查点除主要收集二类调查资料外, 还重点收集各种作业设计调查样地, 并于 1997~1998 年间进行了必要的实地核查与补充调查。共收集到 3 956 块小班、样地调查资料。其中, 杉木 1 203 块, 马尾松 310 块, 桉树 1 214 块, 落叶松 916 块, 樟子松 313 块。对各研究树种分布区内现有有关研究成果, 通过计算机文献检索获取。

1.2 各研究树种蓄积量与生物量的转换

依据公式 $B = V \cdot C^{-1} \cdot P_j$, 将各树种现存蓄积量转换为生物量。式中, B 为生物量 ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); V 为人工林蓄积量 (现存量 + 间伐量); C 为所换算树种树干生物量占全树生物量的比率; P_j 为该树种木材基本密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)。不同林龄林分间伐量的确定, 是根据林场样地调查材料, 以小班经营记录的间伐次数及各次间伐量统计数据为准。主要研究树种各参数及人工林间伐量估测依据见表 1。

表 1 主要树种现存蓄积量与生物量换算有关参数

树 种	C/%	$P_j / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$ [6]	11~20 a(中龄林)		21~25 a(近熟林)		26~35 a(成熟林)	
			A	B	A	B	A	B
杉 木	64.66 ^[8-12]	0.301	2	35 ^[13-15]	3	50	4	65
马尾松	64.7 ^[15-18]	0.43 ^[6,20,22]	1	38.73 ^[19,21,22]	1	38.75	2	66.55

注: A: 间伐次数(次); B: 总间伐量 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); 数据来源除有标注者外, 均为文献 [7]。

1.3 生产潜力评价指标的确定

林地生产潜力评价常用基于立地指数的标准蓄积量、最大蓄积量等为指标, 但同一树种不同区域间, 在相同立地指数条件下, 由于气候等因素的影响, 其生产力有所差别。且在比较同一地区相同立地不同树种生产潜力时, 应分别编制不同树种代换评价表。当研究树种较多时, 常需要做大量的前期工作。气候生产力常作为较大区域最佳立地因子组合时植物群落的可能生产力指标, 而应用于某一较小区域时, 则显得较为粗放。但作为最大生产力估计参考依据, 仍不失其应用价值。为反映气候条件的影响和便于不同树种生产潜力的比较, 以及对已有研究成果的应用, 该项研究采用标准蓄积量与树种气候生产力作为林地生产潜力评价的双重指标。气候生产力估测方法较多^[23-26], 该项研究采用 Thorntwaite Memorial^[23] 的 $TSP_v = 3000 [1 - e^{-0.0009695(v-20)}]$ 公式, 式中 TSP_v 为植物气候生产力 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); 3 000 为统计得到的地球上自然植被最高生产力; 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。 V 值的计算式在 $N > 0.316L$ 时适用。否则, 取 $V = N$ 。

2 结果与分析

2.1 杉木、马尾松主要产区典型县、场人工林生产力现状及潜力分析(表 1)

以杉木、马尾松和桉树占绝对优势的人工林, 构成了南方人工林的主体。据第 4 次(1989 ~ 1993 年)森林资源清查资料, 南方 10 省区杉木用材林占该区人工用材林的 83.2%, 占该区全部用材林的 28.5%; 马尾松(天然及人工林)占该区用材林的 38.2%。而桉树则作为南方最速生的用材树种, 在现在和未来的短轮伐期工业用材林建设中, 已经和将继续占有重要的地位。因此, 该三大树种生产力的高低, 生产潜力的大小, 对我国南方用材林基地建设的成效有着决

表 2 典型地区(县、林场)杉木、马尾松生产力现状与潜力

省份	地点	树种	林龄/a	总蓄积量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	TSP_v / ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	标准林分/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	(现实/ TSP_v) / %	(现实/ 标准) / %	资料来源
福	顺昌(集体)	杉木	15	116.17	559.35		20.77		
			22.5	148.42	839.03		17.69		
			30	168.24	1118.70		15.04		
	将乐(集体)	马尾松	15	104.56	370.05		28.25		
			25	163.59	616.75		26.53		
			35	271.35	863.45		31.43		
	洋口乡(集体)	杉木	15	107.10	559.20		19.15		
			21.5	174.90	801.52		21.82		
			33.7	101.70	1256.34		8.09		
建	洋口林场 (国有)	杉木	13.6	175.64	507.01		34.64		[27]
			23.6	279.38	879.81		31.75		
			30.3	265.92	1129.58		23.54		
		马尾松	14.3	92.75	373.52		24.83		
			26	162.71	679.12		23.96		
			36	175.78	940.32		18.69		
广	国有(全区)	杉木	中龄林	42.36		93.20		45.45	[28]
			近熟林	130.58		176.60		73.94	
			成熟林	159.87		253.00		63.19	
	集体(全区)	杉木	中龄林	61.91		93.20		66.43	
			近熟林	64.96		176.60		36.78	
			成熟林	76.21		253.00		30.12	
	国有(全区)	马尾松	中龄林	76.32		167.00		45.70	
			近熟林	89.45		301.00		29.72	
			成熟林	209.43		347.00		60.35	
集体(全区)	马尾松	中龄林	39.34		167.00		23.56		
		近熟林	61.28		301.00		20.36		
		成熟林	156.38		347.00		45.06		
融水泗洞山林场 (国有)	杉木	中龄林	181.57	491.63	93.20	36.93	194.82	[29]	
		近熟林	244.60	727.61	176.60	33.62	138.50		
		成熟林	116.96	564.60	93.20	20.72	125.50		
贺县黄洞林场 (国有)	杉木	中龄林	116.96	564.60	93.20	20.72	125.50	[30]	
		近熟林	129.74	677.52	176.60	19.15	73.46		
		成熟林	155.91	941.00	253.00	16.57	61.62		
		马尾松	中龄林	156.96	395.55	167.00	39.68		93.99
近熟林	159.47		659.25	301.00	24.19	52.98			

定性的作用。

森林生产潜力研究,常以气候生产潜力、光能利用潜力等作为评价指标。考虑到潜力评价的实际应用价值,本文采用分树种的气候生产力,结合标准蓄积量表,对杉木、马尾松人工林生产潜力进行对比分析与评价。

福建顺昌、建阳、将乐等县各调查点均为杉木的中心产区和马尾松的I、II类产区。杉木中龄林各点生产力为气候生产力的13.27%~34.64%,近熟林为12.61%~31.75%,成熟林为9.15%~23.54%。生产力较高的顺昌县,各龄组平均蓄积量为 $144.28 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,达气候生产力的17.83%;而与顺昌县具有完全一致自然条件的洋口林场,其各龄组平均蓄积量为 $240.13 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,是顺昌县的1.67倍,达到了气候生产力的30%。因此认为,福建中心产区各县集体林,在现有技术经济条件下,理应达到洋口林场的生产力水平,即最低应达气候生产力的30%。杉木生产力应在现有基础上再提高68%~157%。马尾松以将乐县最高,各龄组平均达气候生产力的28.74%。洋口林场马尾松由于多分布于立地条件较差的地段,加之种源较差,生产力仅达气候生产力的22.49%。将乐县近熟林(35年生)蓄积量为 $271.4 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,达气候生产力的31.4%。因此认为,该地区马尾松最低应达气候生产力的30%以上。

在所调查的广西融水、贺县等县及相关林场均为杉木、马尾松的中心产区。就总体而言,杉木生产力最高达到了气候生产力的36.9%(是标准蓄积量的194.8%)(表2),最低仅为10%左右(达标准蓄积的38.9%),差异悬殊。对表2数据进一步分类整理,汇总于表3。

由表3可见,同一树种,在相近条件下,由于经营水平的不同,导致了生产力高低的较大差距。以达气候生产力的百分数为指标,各县平均与各林场均值相比,即集体林分生产力达国有林分的百分比,杉木中、近、成

熟林分别为55.84%、67.89%和95.42%;马尾松中、近熟林分别为82.1%和115.98%。从树种来看,杉木较马尾松对经营水平反应更敏感。从各林场横向比较来看,生产力水平最高的(融水泗涧山林场)杉木中、近熟林分别达气候生产力的36.9%和33.6%,分别为标准林分的194.8%和138.5%。马尾松生产力水平最高的(贺县黄洞林场)中、近熟林分别达气候生产力的39.7%和24.2%,分别为标准林分的94%和53%;各林场杉木中、近、成熟林分别平均达气候生产力的22.94%、20.89%和16.16%,分别达标准林分的123.29%、87.63%和65.08%。因此,就目前经济、技术水平而言,广西杉木在其中心产区,集体林最低应能达到各林场的平均水平,即达到气候生产力的20%,相当于标准林分的生产力水平。而各林场最低理应达到现有较高水平的均值,即达气候生产力的35%。集体经营的马尾松人工林生产力与国营林场的基本相当,均应达气候生产力的40%(达标准林分水平)。

由以上分析可见,就对气候生产潜力的利用程度而言,同处中心产区的马尾松同杉木相比数值相当(各林场各龄组平均,两树种均为20%左右),但从其所达到的标准林分生产力的水

表3 广西县(集体)、场(国有)杉木、马尾松生产潜力比较

树种	统计单位	龄组	现实/ TSPv		现实/ 标准		%
			县/场	县/场	县/场	县/场	
杉木	县	中龄林	12.81		57.46		
	林场	中龄林	22.94	55.84	123.29	46.6	
	县	近熟林	14.20		44.44		
	林场	近熟林	20.89	67.98	87.63	50.71	
	县	成熟林	15.42		48.67		
	林场	成熟林	16.16	95.42	65.08	74.78	
马尾松	县	中龄林	17.61		40.19		
	林场	中龄林	21.46	82.06	50.84	79.06	
	县	近熟林	21.63		35.93		
	林场	近熟林	18.65	115.98	41.24	87.12	

平分析, 杉木生产潜力各林场、各龄组平均已达标准林分的 92%, 而马尾松仅达 46%。这说明虽为中心产区, 两树种由于受其它人为因素(如立地分布等)的影响, 而发挥其生产潜力的程度上, 有着较大的差距。如果均以达标准林分为应有之生产力水平, 马尾松生物生产力应高出杉木 1 倍左右。经对广西、福建两省区马尾松、杉木生长状况对比分析可见, 即使在马尾松较杉木立地和气候条件均为劣势的条件下, 马尾松所达到的气候生产力也高出杉木近 50%。因此马尾松较杉木生物生产力高。

2.2 速丰林基地杉木、马尾松人工林生产潜力分析

由表 4、5 可见, 福建省速丰林基地马尾松林分生产力已达气候生产力的 71%, 杉木中、近熟林分均达到了 34%; 而非基地一般林分, 马尾松仅达 33%, 仅相当于基地林分的 46.8%; 杉木为 22.5%, 相当于基地林分的 67.3%。由此可见, 一般林分与速丰林分生产力有着很大的差距。另外, 在同一类型(基地或一般)的林分中, 集体林生产力普遍低于国有林, 且随着林龄的增加而差距加大。

表 4 福建省杉木速丰基地林分及一般人工用材林分的生产力

林分	项目	中龄林			近熟林			成过熟林		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
丰产林	全省	163.50	6 160.27	34	239.78	5 995.38	34	280.72	5 364.56	30
	集体	156.74	5 950.48	33	216.14	5 506.28	31	176.57	3 748.46	21
	国营林场	170.39	6 374.10	36	247.15	6 147.86	34	296.53	5 609.88	31
	集体/国营	91.99	93.35		87.45	89.56		59.55	66.82	
一般林	全省	88.66	3 837.68	21	160.12	4 347.26	24	163.84	3 550.92	20
	集体	79.28	3 546.58	20	133.38	3 794.03	21	126.49	2 971.36	17
	国营林场	112.93	4 590.88	26	177.97	4 716.57	26	210.73	4 278.52	24
	集体/国营	70.20	77.25		74.95	80.44		60.02	69.45	
(全省丰产林/一般林)/%		184.41	160.52		149.75	137.91		171.34	151.07	

注: TSP_v 取南平地区均值 $17 891.99 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$; A: 蓄积 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); B: 生产力 ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); C: 生产力/ TSP_v (%); 资料来源: 文献[31]。

已有研究报道^[9], 福建杉木中心产区 29 年生不同密度林分, 平均蓄积量为 $381.3 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$, 加间伐量后, 其生产力已达气候生产力的 40%。39 年生的高产林分, 平均蓄积量达 $1 170 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$, 其生产力已达气候生产力的 78.1%。再根据速丰林基地立地条件优越, 而现实林分仍有 16.4% 的面积未达“省标”, 56.9% 的面积未达“行标”的实际生产力水平, 综合分析认为, 在现阶段基地林分在原有生产力水平上, 杉木和马尾松分别达到气候生产力 50% 和 80% 是完全有可能的, 也是较为符合实际的。

2.3 杉木国有林现阶段生产潜力

福建省洋口林场是营林水平较高的典型人工林林场之一, 在南方集体林区具有很好的代

表 5 福建省马尾松速丰基地林分及一般林分生产力(中龄林)

林分	项目	蓄积/	生产力/	(生产力/
		($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)	TSP_v)/%
丰产林	全省	246.61	12 642.58	71
	集体	249.74	12 781.26	71
	国营林场	240.57	12 374.96	69
	集体/国营	103.81	103.28	
一般林	全省	94.68	5 911.00	33
	集体	77.90	5 167.53	29
	国营林场	123.55	7 190.15	40
	集体/国营	63.05	71.87	
(全省丰产林/一般林)/%		260.47	213.88	

表性。

由表6可见,立地指数16以上杉木各龄组林分高、径、材积生长,均达到了部颁速丰林标准,其面积达到了该场杉木林分的47%;14指数级中、成熟林,12指数级近熟林材积生长也达到了部颁标准,面积分别占杉木总面积的26.7%和4.96%。12指数级以上材积达部速丰林标准的面积占总面积的78.72%。国内杉木高产、速生林分(表7)就分布区域而言,除引种区外,均在其中心产区。福建顺昌、南平的“高产林分”蓄积量最高达到了1264.9 m³·hm⁻²。

从其树干解析资料分析,若推算至早期20a左右,则又是速生的典范。因此认为,这两处林分是国内目前所见最为典型的杉木速生丰产林分。64~66年生平均生产力为11.02~19.17

表6 福建洋口林场不同指数级杉木人工林生长现状

立地指数	项 目	中龄林	近熟林	成熟林	加权平均
> 16	林龄/a	14	24	29	
	林分高/m	11.7	15	16.3	
	平均直径/cm	14.6	20	20.5	
	生长量/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	21.45 [*]	15.45 [*]	11.25 [*]	
	(生产力/TSPv)/%	57.06	41.10	29.92	44.17
14	林龄/a	13	23	30	
	林分高/m	8.7	12	12.5	
	平均直径/cm	11.6	20	17.4	
	生长量/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	11.7 [*]	8.4	8.7 [*]	
	(生产力/TSPv)/%	31.13	22.35	23.14	28.27
12	林龄/a	14	23	31	
	林分高/m	7.2	10	11.6	
	平均直径/cm	10.5	16	16.8	
	生长量/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	9.45	10.5 [*]	7.65	
	(生产力/TSPv)/%	25.14	27.93	20.35	25.38
10	林龄/a	15	23	33	
	林分高/m	6.3	8	9	
	平均直径/cm	11.3	12	13	
	生长量/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	6.9	6.45	5.7	
	(生产力/TSPv)/%	18.36	17.16	15.16	16.86
总平均	生长量/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	12.91	11.84	8.78	
	(生产力/TSPv)/%	34.64	31.75	23.54	

注:**林分高、径、材积生长量均达部颁速丰林标准;*材积生长量达部颁速丰林标准。

表7 我国杉木高产(或速丰)林分的生产力

地 点	测定范围	林龄/a	密度/(株·hm ⁻²)	林分高/m	平均直径/cm	蓄积量/(m ³ ·hm ⁻²)	生产力/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	TSPv/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	(生产力/TSPv)/%	资料来源
福	顺昌 全林	66	1476	25.87	26.9	779.4	11.81	37.59	31.42	[32]
	高阳 最优样地	66	1875	27.7	28.6	1264.91	19.17	-	50.99	
	南平 全林	64	1215	26.2	25.7	739.5	11.55	38.50	30.01	[33]
	溪后 最优样地	64	1305	31.4	29.9	1185	18.52	-	48.09	
	洋口林场	7	-	9.8	14.2	198	28.29	37.59	75.25	[33]
建	(混合家系)	12	2637	12.64	14.4	(154.819)	(12.90)	17.50	73.71	[34]
		16	2546	15.8	17.1	(217.128)	(13.57)	-	77.54	
		20	2250	17.4	18	462(234.9)	(11.74)	-	67.09	
邵武		13	3195	13.4	15.7	385.7(302)	(23.23)	17.16	135.35	
海南	尖峰岭(引种区)	14	-	12.5	12.9	386.6	27.61	41.44	66.64	[33]
贵 州	锦屏九寨建丰	18	2040	22	20.1	729	40.50	32.82	123.40	[33]
	锦屏九寨岭	21	1950	20.3	19	601.05	29.25	-	89.12	
湖 南	会同广坪疏溪口	21	3300	17.1	18.6	696.9	33.15	32.82	101.01	
		32	2853	20.1	19.5	1061.4	33.00	-	100.56	
	会同炮团	47	2430	21	24.8	1232.55	26.10	33.38	78.20	
	江华贝江	17	2475	14	18.5	481.5	28.35	37.03	76.6	[33]

注:括号内数字为生物量,单位为t·hm⁻²。

$\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。林内样地间达气候生产力的29.3%~51%,两处全林平均为31.4%和30.0%。湖南会同炮团47年生速丰林,生产力为 $26.1 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,达到了气候生产力的78.2%。其它各地速生丰产林,由于多处于中、近熟龄阶段,正值速生期或速生期刚过,生产力很高且尚有很大潜力,多数均达气候生产力的80%以上,部分超过了气候生产力。

福建洋口林场杉木人工林生产力为 $7.06 \sim 10.41 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 的面积占总面积的39.6%; $10.5 \sim 14.95 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 占34.86%, $33 \sim 34.39 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 占2.74%。已达气候生产力30%以上的面积占49.62%。其中,达50%~92.22%的面积占10.44%,最高达88.5%~92.23%的面积占2.74%。从其现实生产力所达气候生产力的高产水平来看,洋口林场大于16指数级的近熟林,也已达气候生产力的40%,14指数级的中龄林生产力已达气候生产力的

的31.38%。因此,在集约经营条件下,14指数级以上的林分均可达速丰标准。若该场杉木按速丰林培育,各指数级各龄组生产力均达标准林分水平,则生产力可再提高40%(表8)。

因此认为,现有标准林分生产力水平,应是现实国有林所能和应该达到的基本要求。而根据全国国有林经营水平与生产力现状分析,若能达此标准,

其生产力水平在现有基础上至少可再提高40%以上。

2.4 未来杉木人工林可能达到的高产水平

根据福建林学院试验^[36],23年生林分,仅用湖南会同种源,就比当地(南平)种源材积生长量大18%;又由表6可知,杉木混合家系16年生时生产力已达气候生产力的77.5%,20年生时仍达67%。结合其它类似研究成果推算^[35~38],若改用高产种源,大于16指数级中龄林至少可达气候生产力的67%,已超过了标准林分。若采用经遗传改良后有更高增益的良种,其大于16指数级的林分生产力至少应达气候生产力的70%以上。若按指数级间距2m,生产力相差10%计,预计将可使现实林分生产力在现有水平上再提高80%左右。

3 小结

(1)杉木中心产区正常经营的人工林典型林分,生产力已达气候生产力的20%~50%,最高达135.35%;一般产区可达30%左右。10、12、14及大于16指数级杉木生产力分别为5.04、7.64、8.77和 $10.3 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,以12指数为适生与否的临界指数。

(2)集体杉木人工林,在正常经营条件下其生产力可达气候生产力的30%以上,可在现有生产力水平上再提高70%以上。国有林应达到标准林生长水平,生产力可在现有基础上再提高40%。集约经营条件下,杉木生产力可达气候生产力的50%,马尾松可达80%左右。12指数级以上立地,杉木均可达到速生丰产林标准。良种、良法条件下,国有林生产力可在现有基础上普遍提高80%以上;16指数级以上立地,杉木生产力可达气候生产力的70%以上。

表8 福建洋口林场杉木生产力与标准林分比较

立地指数	林龄/a	现实林生产力 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)	标准林生产力 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$)	标准与实现差	(标准/现实) / %
> 16	14	21.45	24.26	2.82	64.56
	24	15.45	18.74	3.29	49.85
	29	11.25	17.2	5.95	45.76
14	13	11.7	20.53	8.83	54.61
	23	8.4	15.86	7.46	42.18
	30	8.7	14.29	5.59	38.02
12	14	9.45	16.92	7.47	45.01
	23	10.5	13.07	2.57	34.78
	31	7.65	11.79	4.14	31.37

(3) 马尾松在其适宜的分布区域内, 人工林生产力普遍达到了气候生产力的 30% ~ 50%, 平均为 43%, 最高达 127.9%, 速生丰产林可达 70% 以上。

(4) 马尾松生物生产力比杉木高 20% 以上。在未来一段时期内, 造林树种选择应加大松树的比重, 以充分发挥树种与林地的自然生产潜力。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国林业部. 全国森林资源统计. 1994.
- [2] 沈国防. 中国森林可持续发展问题讨论[A]. 见: 沈国防. 面向 21 世纪的林业国际学术讨论会论文集[C]. 中国林学会, 加拿大林学会, 1997. 1~ 8.
- [3] 徐化成. 人工林和天然林的比较评价[J]. 世界林业研究, 1991, 4(3): 50~ 55.
- [4] 盛炜彤. 我国人工林长期生产力的保持与持续经营[A]. 见: 沈国防. 面向 21 世纪的林业国际学术讨论会论文集[C]. 中国林学会, 加拿大林学会, 1997, 88~ 94.
- [5] 张建国. 现代林业研究[A]. 见: 沈国防. 面向 21 世纪的林业国际学术讨论会论文集[C]. 中国林学会, 加拿大林学会, 1997, 121~ 127.
- [6] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.
- [7] 林业部. 森林资源调查主要技术规定[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983.
- [8] 惠刚盈, 罗云伍, 张校林. 江西大岗山丘陵区杉木人工林生产力的研究[J]. 林业科学, 1989, 25(6): 564~ 569.
- [9] 林开敏, 俞新妥, 何智英, 等. 不同密度杉木林分生物量结构与土壤肥力差异研究[J]. 林业科学, 1996, 32(5): 385~ 391.
- [10] 冯宗炜, 陈楚莹, 张家武, 等. 不同自然地带杉木林生产力[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1984, 8(2): 93~ 100.
- [11] 林生明, 徐土根, 周国模. 杉木人工林生物量的研究[J]. 浙江林学院学报, 1991, 8(3): 288~ 294.
- [12] 秦建华, 姜志林. 杉木林生物量及其分配的变化规律[J]. 生态学杂志, 1996, 15(1): 1~ 7.
- [13] ZB B 64001~ 88. 杉木速生丰产林[S].
- [14] 庄晨辉, 潘润荣, 郑广源. 杉木中幼林抚育间伐的研究[J]. 林业资源管理, 1994, (3): 47~ 51.
- [15] 许绍远, 史荣金. 浙江省杉木抚育间伐技术标准[J]. 浙江林学院学报, 1991, 8(1): 1~ 7.
- [16] 江波, 袁位高, 朱光泉, 等. 马尾松、湿地松、火炬松人工林生物量与生产结构的初步研究[J]. 浙江林业科技, 1992, 12(5): 1~ 8, 22.
- [17] 刘煊章. 不同年龄马尾松生物量的研究[J]. 林业资源管理, 1993, (2): 77~ 80.
- [18] 宁晓波, 刘茜. 不同地域马尾松幼龄林生物生产力的研究[J]. 林业资源管理, 1996, (1): 48~ 51.
- [19] 刘煊章, 文仕知, 项文化. 马尾松人工林生物量间伐效果的研究[J]. 林业资源管理, 1995, (5): 43~ 48.
- [20] 吕勇. 马尾松干材容积密度的探讨[J]. 林业资源管理, 1996, (5): 54~ 56.
- [21] 庄晨辉. 马尾松定量间伐研究[J]. 林业科技通讯, 1995, (6): 20~ 22.
- [22] 伍家荣, 谭著明, 李午平, 等. 湖南省马尾松用材林经济效益分析与评价[J]. 湖南林业科技, 1990, (4): 1~ 5.
- [23] 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.
- [24] 刘世荣, 徐德应, 王兵. 气候变化对中国森林生产力的影响 II. 中国森林第一性生产力的模拟[J]. 林业科学研究, 1994, 7(4): 425~ 430.
- [25] 宛志沪, 许军, 刘先银, 等. 安徽省马尾松人工林气候生产潜力的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(2): 156~ 162.
- [26] 庄尔奇, 刘强, 高方彬, 等. 湖北省马尾松人工林生产力的调查研究[J]. 湖北林业科技, 1991, (5): 1~ 19.
- [27] 福建省洋口林场森林资源二类调查成果. 洋口林场档案室, 1997.
- [28] 广西森林资源二类调查成果. 广西林业勘测设计院资料室, 1995.
- [29] 广西融水县森林资源二类调查成果. 广西林业勘测设计院资料室, 1995.
- [30] 广西贺县森林资源二类调查成果. 广西林业勘测设计院资料室, 1994.
- [31] 福建省速生丰产用材林基地调查分析与发展战略研究报告(内部资料). 福建省森林资源管理总站资料室, 1993.

- [32] 何智英, 俞新妥. 顺昌县高阳乡虎头山杉木丰产林调查研究报告[J]. 福建林学院学报, 1987, 7(3): 1~ 11.
- [33] 俞新妥. 杉木栽培学[M]. 福建: 福建科学技术出版社, 1997.
- [34] 钱能智, 叶镜中. 福建省洋口林场杉木混交家系人工林的生物量[J]. 南京林业大学学报, 1992, 16(3): 19~ 24.
- [35] 俞新妥, 陈承德, 何智英, 等. 杉木种源试验林(23年)的生长和材性研究[J]. 福建林学院学报, 1984, 4(1): 1~ 8.
- [36] 李晓储, 王伟, 王敏敏. 杉木优良种源家系选择[J]. 江苏林业科技, 1999, 26(1): 13~ 19, 34.
- [37] 周天相, 徐金良, 叶连祥. 杉木无性系改良增产效益的研究[J]. 林业科技开发, 1997, (2): 11~ 14.
- [38] 王金富. 杉木二代家系区域选择[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(1): 24~ 26.

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

I. Study on the Forest Plantation Productivities of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana*

SUN Chang-zhong¹, SHEN Guofang²

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

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

Abstract: The present conditions and the potentialities of forest plantation productivities of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana*, with different ownerships and different management intensities, were studied. The results showed: (1) The present productivities of the collective ownership and the state-owned forest plantation are 11% ~ 18% and 20% ~ 40%. (2) In normal management state, the productivity of the collective ownership forest plantation will be raised over 70% based on its present productivity, and the state-owned forest plantation will be raised by 40%. (3) In intensive management, *Cunninghamia lanceolata* forest plantation will be 50% of the climatic productivity, and *Pinus massoniana* will be 80% of the climatic productivity. (4) In using good strain and scientific cultivating, the productivity of the state-owned plantation will be raised over 80% based on its present productivity. (5) In the same management condition, the productivity of *Pinus massoniana* stand is 20% higher than that of *Cunninghamia lanceolata*.

Key words: forest plantation; productivity; *Cunninghamia lanceolata*; *Pinus massoniana*