

文章编号: 1001-1498(2003)02-0203-06

# 马尾松优良种植材料现实遗传增益验证\*

陈跃<sup>1</sup>, 周志春<sup>2</sup>, 吴吉富<sup>3</sup>, 戴德升<sup>2</sup>

(1. 福建省南纸股份有限公司, 福建 南平 353000;

2. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

3. 福建省武平县林业局, 福建 武平 364300)

**摘要:** 利用设置在福建省武平县的马尾松遗传增益测定林材料,以验证优良种源、母树林及种子园混系的现实遗传增益。种源中试林和示范林测定结果都显示,选用优良种源具有显著的增产效果。在较好立地上,8年生时广西宁明和广东信宜种源的高径生长分别增益 17%~47%和 12%~25%。通过福建武平、江西吉安、广东信宜和广西宁明 4 处母树林子代 5 年生测定林材料,未发现预期显著的改良效果,有些母树林子代生长甚至低于相应试验对照。广西藤县和贵州黄平种子园混系在不同地理和立地环境上的生长表现验证了种子园混系较高的遗传增益,但这种增益估算值与测试点立地条件和种子园无性系构成有关。广西藤县种子园混系只有在较好立地上增产显著,而在较差立地上则难显其增益效果。贵州黄平种子园混系因速生和遗传稳定性高,在不同立地上都具有较高的遗传增益。

**关键词:** 马尾松; 种源; 母树林; 无性系初级种子园; 现实遗传增益

**中图分类号:** S791.248 S722 **文献标识码:** A

选育优良林木新品种是实施商品用材林建设工程的关键。相对于作物,林木育种周期长,成本高,加之林木生长地多为异质环境,致使难以及时确证一个育成品种的遗传增益,也正因为如此,估算已育成林木品种的现实遗传增益显得更为重要。纵观现有育种程序,多是基于较小试验小区的田间测定进行品种选择,较少布设正规的遗传增益测定林<sup>[1,2]</sup>。选用较小试验小区时因品种间的激烈竞争使得遗传增益估算值明显偏高,不能真实反映大面积栽植某一林木新品种的增益情况。本文利用设置在福建省武平县的马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)优良种源/种子园混系和母树林子代两片遗传增益测定林材料,以验证马尾松优良种源选择、优良种源内母树林改建以及无性系种子园营建等不同改良水平的现实增益,从而为正确评价和选用较高增益水平的良种生产方式提供基础数据。

## 1 材料与方法

本研究涉及马尾松优良种源(包括种子园混系)和母树林子代两片遗传增益测定林,这两片试验林设置在福建省武平县国有十方林场。福建省武平县位于马尾松优良种源区和中心产

收稿日期: 2002-06-27

基金项目: 世行贷款国家造林项目“马尾松速生丰产林研究与推广”课题、国家“十五”科技攻关项目“南方主要针叶用材树种新品种选育及培育技术”子课题(2002BA515B0102)及中国林科院亚林所与福建省武平县人民政府科技合作项目  
作者简介: 陈跃(1964—),男,浙江东阳人,高级工程师。

\* 参加研究的还有中国林科院亚林所秦国峰研究员、荣文琛副研究员,福建省武平县林业局兰永兆工程师、林荣联工程师等,谨此谢忱。

区之一的武夷山脉南端,116°21' E,25°41' N,年均气温19.5℃,1月平均气温9.4℃,10月的积温6263℃,平均降水量1625 mm,土壤为山地红壤,是发展马尾松速生丰产用材林的重点优选区域。

马尾松优良种源和种子园混系测定林:主要用于估算优良种源的增产效益及验证无性系初级种子园的现实增益。基于两次马尾松全分布区种源试验结果<sup>[3]</sup>,选用14个优良种源(广西南明、忻城,广东信宜、英德,福建武平、沙县、建阳,湖南安化,贵州都匀,江西安远、吉安,浙江庆元,四川蒲江、涪陵)和两个无性系初级种子园(广西藤县与贵州黄平)混系种子育苗造林。试验采用随机完全区组设计,6次重复,40株小区(4列×10行),株行距2 m×2 m,块状整地,穴规40 cm×40 cm×30 cm。试验林前茬为经择伐的竹阔混交次生林,立地指数在16以上。1992年4月16日利用半年生容器苗定植造林。

马尾松母树林子代测定林:用于评价母树林遗传改良效果。从福建武平、江西吉安、广东信宜和广西南明4处母树林分别去劣疏伐和未去劣疏伐样地采种育苗建立子代测定林。造林按分组随机区组设计(即各母树林及其对照安排在一起),5次重复,18株小区(3列,每列6株)。试验林前茬为退化的马尾松天然次生林,立地指数在12~14。林地准备同上,1995年3月29日利用半年生容器苗造林。

2000年12月分别对8年生和5年生的两片测定林进行全林生长量调查。鉴于马尾松优良种源和种子园混系测定林完全郁闭,植株间竞争激烈,仅量测每试验小区中间部分16株树木的树高和胸径,以避免小区边缘效应对试验结果的影响。以试验小区内单株测定值为单位,采用SAS软件包中的GLM程序,在单因素方差分析的基础上通过多重比较以检验不同改良水平种植材料的高径和材积生长与其试验对照差异显著性。以当地福建武平种源作参照估算优良种源的增产效益,改建母树林的增益估算以相应未经去劣疏伐林分作对照。在验证种子园现实增益时,由于缺乏商品对照,这里以种子园所在省区的优良种源作参照。

## 2 结果与分析

### 2.1 马尾松优良种源的增产效益印证

利用地理种源间存在的遗传变异是林木育种方案优先考虑的内容,对生境条件多变的广布树种尤其重要。中国林科院亚林所曾分别于1981和1984年组织开展两次全分布区马尾松种源试验。基于9年生种源试验(利用单列或双列试验小区)发现,不同造林区的种源选择效果显著,材积增益平均达46.2%,其中尤以北带和中带东、中区高达60%~110%<sup>[3]</sup>。根据14个种源的中间试验结果(表1),证实来自两广(广西南明、忻城和广东信宜、英德)的种源远优于当地福建武平种源,其增产效果非常显著,树高和胸径分别增益13.7%~23.1%和11.2%~24.8%,单株材积增益则高达32.6%~78.4%。由于马尾松种源中试林采用的是较大的试验小区,这里的增益估算值是真实客观的。根据种源中试结果,在闽西地区营建马尾松商品用材林时应优先选来自两广的优良种源,以获得显而易见的增产效果。此外,江西安远和福建沙县种源也能获得一定的增产。

根据同地同期营造的6 hm<sup>2</sup>广西南明和广东信宜种源示范林,同样可印证选用优良种源的增产效果。样地调查(样本大小50株,重复3次)发现,8年生时两种源的树高生长较之当地对照分别增益46.6%和34.2%(平均树高为10.7 m和9.8 m),胸径生长分别增益23.2%和12.1%(平均胸径为12.2 cm和11.1 cm)。

表 1 马尾松优良种源筛选及其增产效益估算值

种源	树高/m		胸径/cm		单株材积/m <sup>3</sup>	
	均值	> CK/ %	均值	> CK/ %	均值	> CK/ %
广西宁明	9.81	23.1	11.91	24.8	0.058 5	78.4
广西忻城	9.35	17.3	11.00	15.3	0.050 3	53.4
广东信宜	9.30	16.7	10.68	11.9	0.045 9	39.9
广东英德	9.06	13.7	10.70	11.2	0.043 5	32.6
江西安远	8.41	5.5	10.44	9.4	0.040 1	22.3
福建沙县	8.43	5.8	10.22	7.1	0.039 1	19.2
福建武平(CK)	7.97		9.54		0.032 8	

2.2 马尾松母树林的遗传改良效果评价

改建母树林的目的是基于优良种源选择结果进一步利用林分水平的变异,通过对优良林分的去劣疏伐以获得大量种子,满足近期内生产上的急需用种。然而,已有研究未能充分证明改建母树林的遗传增益<sup>[4]</sup>。这里以福建省武平县马尾松母树林为例说明改建效果。从表 2 可以看出,通过去劣和立木密度调整,马尾松母树林现有保留密度 398 株 hm<sup>-2</sup>,为未疏伐对照林分的 41%,优良母树比例为 89.7%,高于对照一倍左右。去劣疏伐母树林的结实母株枝下高较低,影响结实的冠幅不断增长,疏伐后第 6 年母树林结实母株冠幅达 5.80 m,远高于未疏伐对照林分的 3.60 m,达到了通风透光和留优去劣的母树林改建目的。

表 2 福建省武平县马尾松改建母树林的林分状况

标准地号	去劣疏伐后第 3 年						去劣疏伐后第 6 年	
	密度/(株 hm <sup>-2</sup> )	优良母树比例/%	胸径/cm	树高/m	枝下高/m	冠幅/m	胸径/cm	冠幅/m
1	360	87.5	12.7	6.3	0.90	4.80	17.6	5.84
2	375	100.0	9.8	5.5	0.56	4.50	15.5	5.70
3	435	100.0	11.9	6.1	0.86	4.84	16.3	5.85
4	420	71.4	10.6	5.5	0.60	4.20	14.9	5.75
平均	398	89.7	11.3	5.9	0.73	4.60	16.1	5.80
CK(未疏伐)	960	43.8	12.0	7.5	2.81	3.57	12.3	3.60

表 3 给出了福建武平、江西吉安、广东信宜和广西宁明 4 处母树林子代 5 年生高径生长测定结果。研究发现,虽然以上母树林经过强度的疏伐,优良母树的比例大大提高,但较之未去劣疏伐样地,改建马尾松母树林并未显示出显著的遗传增益,有些母树林子代的高径生长甚至低于未去劣疏伐样地。通过马尾松母树林改建的形式将难以获得期望的遗传增益,而提高种子产量及其播种品种应是母树林改建的主要目标。广东省信宜县林科所也曾开展马尾松改建母树林遗传增益的研究。与

表 3 马尾松母树林的遗传改良效果估算

母树林及未去劣疏伐(CK)林分	树高/m	胸径/cm
福建武平母树林	2.88	3.14
未去劣林分	2.90	3.08
江西吉安母树林	2.52	2.54
未去劣林分	2.51	2.51
广东信宜母树林	3.42	3.77
未去劣林分	3.41	3.73
广西宁明母树林	3.76	4.23
未去劣林分	3.76	4.30

本研究结论不同的是,广东信宜母树林 8 年生子代林测定证实,留优去劣疏伐对干形和生长都

有一定改良效果,虽然树高、胸径和材积的增益不显著,但分别提高了 5.44%、3.99% 和 4.06%<sup>[5]</sup>。

### 2.3 马尾松无性系初级种子园遗传增益验证

种子园是能控制大量生产遗传改良种子的生产方式,也是较难无性繁殖的松科树种普遍推广的一种良种生产方式<sup>[4]</sup>。近 20 a 来我国已建立马尾松无性系初级种子园近 1 000 hm<sup>2</sup>,其中广西藤县和贵州黄平两种子园投产较早。为验证种子园的遗传增益,1992 年在福建武平、广西桂平、江西分宜等多个地点开展包括两个种子园混系和 14 个优良种源的中间造林试验,这里分别以参试的广西宁明、忻城和贵州都匀优良种源作参照。马尾松广西宁明和忻城种源其实就是为大家熟悉的“桐棉松”和“古篷松”,前者位于马尾松自然分布区的最南端,后者所处地理纬度则与广西藤县种子园相近。表 4 给出的结果发现,8 年生时广西藤县种子园混系的高径和材积生长较之相似纬度上广西忻城种源分别增产 11.66%、10.09% 和 24.06% (表 4),说明该种子园具有较高的遗传增益。广西宁明是著名的速生型种源,在优异的立地条件上,广西宁明等种源的速生潜力得以充分表达。通过与广西宁明种源比较,虽然广西藤县种子园混系在径生长方面未有显著表现,但其树高生长仍有 6.42% 的增益。以贵州都匀作参比种源,贵州黄平种子园在胸径生长方面的遗传增益高达 14.83%,而在树高生长方面增益仅为 1.63%。

表 4 广西藤县和贵州黄平马尾松无性系初级种子园遗传增益验证

性状	广西藤县种子园			贵州黄平种子园		
	均值	> 广西宁明/ %	> 广西忻城/ %	均值	> 贵州都匀/ %	> 贵州黄平/ %
福建武平试验点(8年生)						
树高/ m	10.44	6.42	11.66	7.47	1.63	
胸径/ cm	12.00	0.76	10.09	9.37	14.83	
单株材积/ m <sup>3</sup>	0.062 4	6.67	24.06	0.029 1	27.07	
广西桂平试验点(9年生)						
树高/ m	4.82	3.43	4.33	3.62	10.37	9.04
胸径/ cm	6.40	3.23	4.92	4.90	11.36	16.67
单株材积/ m <sup>3</sup>	0.009 9	5.31	12.50	0.004 6	24.32	35.29
江西分宜试验点(8年生)						
树高/ m	6.24	20.23	19.54	5.52	7.81	
胸径/ cm	10.76	25.85	27.19	9.53	9.79	
单株材积/ m <sup>3</sup>	0.031 1	81.87	95.60	0.021 2	29.27	

注: 、 数据分别来自周全连等<sup>[6]</sup>和本课题组。

这里还以两种子园混系在广西桂平和江西分宜试验点的表现进一步验证其遗传增益。广西桂平试验点位于国有金田林场,虽然水热资源丰富,但立地条件较差。已有研究证实马尾松两广的种源属速生型不稳定性种源,在较差立地上其速生潜势的表达受到一定制约<sup>[7]</sup>。但即便如此,广西藤县马尾松种子园混系的高径生长仍较宁明和忻城优良种源有 3%~5% 的增益(表 4)。贵州种源属于马尾松大娄山优良种源区,兼具速生和遗传稳定性高的优点。在立地较差的广西桂平试验点,贵州黄平马尾松种子园混系的高径生长较之贵州都匀和黄平优良种源提高了 9%~17%。江西分宜试验点的立地条件略逊于福建武平试验点,但仍属中上等立地。在这一地理和立地条件下,种用价值测定结果显示广西藤县和贵州黄平马尾松无性系初级种子园混系 8 年生树高和胸径分别增益 19.5%~27.2% 和 7.8%~9.8%。

### 3 结论与讨论

已有许多文献报道过林木育种取得的遗传增益,这些增益值大多是利用较小试验小区的遗传测定林获得的,往往估算偏高。如在生产上常夸大优良种源的增产效果,导致不当的长距离调种。母树林和种子园的现实增益研究还未受到应有的重视,因缺少现实增益估算值等信息,人们对种子园等改良形式缺乏足够的信心,加之许多种子园又未能达到预期的种子产量,一些学者认为“种子园已在危机中”<sup>[8]</sup>。较好的办法是在准备推广的区域内专门设置多点的遗传增益测定林,并通过最佳线性预测方法预测推广品种的育种值,从而估算其现实遗传增益<sup>[2]</sup>。

本文利用设置在福建武平县的两片马尾松遗传增益测定林材料,验证了马尾松优良种源、母树林及种子园混系的遗传增益。不管是基于中试林还是基于示范林测定材料,都验证选用优良种源的显著增产效果。在福建武平点,在较好立地上 8 年生广西宁明和广东信宜种源的平均树高和胸径分别较当地优良种源增益 17%~47%和 12%~25%,其绝对生长量分别达 10 m 和 12 cm 左右。为估算马尾松母树林的遗传增益,在福建武平布设了福建、江西、广东和广西 4 处母树林的子代测定(5 年生)。测定表明,母树林的留优去劣并没有达到预期的遗传改良效果,有些母树林子代的高径生长甚至低于对照(未去劣疏伐样地)。有关马尾松种子园种用价值的研究已有一些报道,如据秦国峰等估算<sup>[9]</sup>,浙江省淳安县姥山林场马尾松无性系初级种子园混系 6 年生树高和胸径的增益分别为 15%和 18%。这里根据广西藤县和贵州黄平马尾松种子园混系在不同地理和立地环境上的生长表现,证实两种子园混系具有较高的遗传增益。然而种子园混系的增益估算值不仅与测试点立地条件有关,而且还与其无性系构成有关。广西藤县种子园的建园亲本来自本区所选的优树无性系。与两广种源一样,其混系同样具有速生和遗传不稳定性的特性。在福建武平点,因立地条件优越,藤县种子园混系及参照种源(广西宁明和忻城)的速生性得以充分表达。与广西宁明著名速生种源比较,藤县种子园混系的速生性并不显得非常突出,但较相似纬度上的广西忻城种源其高径和材积生长分别增产 11.66%、10.09%和 24.06%。在江西分宜点,立地条件已不成为生长限制因子,藤县种子园混系的增产效果非常显著。但在广西桂平点,藤县种子园混系的增产效果受制于较差的立地,其增益仅为 3%~5%。贵州黄平种子园混系具有速生和稳定性双重特点,因此不管是在较差立地的广西桂平点,还是在较好立地的福建武平点和江西分宜点,贵州黄平种子园混系的增益效果都较显著。

#### 参考文献:

- [1] 徐金良,洪昌端,沈辛作,等. 杉木不同类别良种改良效果的比较研究[J]. 林业科学研究, 1997, 10(3):337~340
- [2] Dhakal L P, White T L, Hodge G R. Realized genetic gains from slash pine tree improvement[J]. *Silvae Genetica*, 1996, 45(4): 190~197
- [3] 荣文琛,岳水林,赵世远,等. 马尾松造林区优良种源选择[J]. 林业科学研究, 1994, 7(5):542~549
- [4] Zobel B J, Talbert J T. *Applied Forest Tree Improvement*[M]. Wiley, New York, 1984
- [5] 秦国峰,鄢振武,丰炳财,等. 马尾松改良及培育[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2000. 259~273
- [6] 周全连. 十四个马尾松优良种源的生长表现[J]. 广西林业科学, 2001, 30(2):82~83
- [7] 周志春,金国庆. 马尾松不同产地的遗传稳定性和生态学基础[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(3):75~80

- [8] Gertych M. Opening address: Seed orchards in crisis[J]. Forest Ecology and Management, 1987, 19(1~4): 1~7  
[9] 秦国峰, 金国庆, 徐高建, 等. 姥山马尾松 1 代种子园良种选择[J]. 浙江林业科技, 1999, 19(6): 37~42

## Certification of Actual Genetic Gains from Good Planting Materials in *Pinus massoniana*

CHEN Yue<sup>1</sup>, ZHOU Zhi-chun<sup>2</sup>, WU Ji-fu<sup>3</sup>, DAI De-sheng<sup>3</sup>

(1. Fujian Nanping Paper CO.Ltd., Nanping 353000, Fujian, China;

2. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

3. Wuping Forestry Bureau, Fujian Province, Wuping 364300, Fujian, China)

**Abstract :** The genetic gain test plantations of masson pine located in Wuping of Fujian (China) were used to certificate realized genetic gain of superior provenances, seed stands and clonal seed orchards. Pilot and demonstration plantation indicated that application of superior provenance will bring on marked increase of productivity. At good site, the genetic gains of tree height and DBH at age 8 for both superior provenances (Ningming of Guangxi and Xinyi of Guangdong) were 17% ~ 47% and 12% ~ 25% respectively. Progeny of four seed stands at age five (including Wuping of Fujian, Ji'an of Jiangxi, Ningming of Guangxi and Xinyi of Guangdong) did not show significant expected genetic gain. The progeny of some seed stand was not as good as check. Growth performance of two seed orchard seedlots (Tengxian of Guangxi and Huangping of Guizhou) at different latitude and site demonstrated high realized genetic gains which were related to site condition tested and clone constitute of seed orchard. Marked genetic gain of seed orchard seedlot from Tengxian of Guangxi was only found at good site. The genetic gain of seed orchard seedlot from Huangping of Guizhou was high in spite of site condition, because of its high growth rate and genetic stability.

**Key words :** *Pinus massoniana*; provenance; seed stand; clonal seed orchard; realized genetic gains