

# 广东高州马尾松三个变型的材性比较

陈鉴朝 郑凤兰

张广炎

(林学系)

(韶关市林科所)

## 提 要

广东高州生长的马尾松由于树皮厚薄，松脂产量高低和枝条伸展情况而被分为三个类型——黑鳞松、黄鳞松和垂枝松。

本文试图通过对其材性的研究比较，从中发现它们之间在木材解剖和物理力学性质上的大小和差异。研究结果表明：黑鳞松材色较深，晚材率较高，管胞较长，轴向树脂道较多；黄鳞松则管胞壁较厚，各项力学性质较高；垂枝松除年轮较宽外，各项性质均低于前者。但根据方差分析检验，三个变型之间的主要性质均无显著差异，而各单株之间则差异显著或极显著。作者等认为在选择马尾松优良类型时，不应该依不同变型划分，而应从单株优树进行选择，这样可能更为有效。

**关键词** 黑鳞松；黄鳞松；垂枝松；材性；方差分析

## 前 言

马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 是我国南方的重要造林树种，用途极为广泛。往往因其叶色深浅，枝干夹角大小，树皮厚薄和松脂产量高低而被分成不同类型<sup>[5][10]</sup>。高州县所生长的马尾松，当地农民亦据此而分为黑鳞松、黄鳞松和垂枝松。黑鳞松树皮厚，黑褐色，裂沟深，材质较硬，产脂量高；垂枝松树皮较薄，黄褐色，裂纹浅，材质较软，产脂量较低，枝条下垂；黄鳞松的特征则介乎二者之间。广东省马尾松协作组为了摸清马尾松资源与品种情况，甄别各地优良品种，除对各地区进行深入调查外，并对各地马尾松的性状与用途进行研究。本文试图通过对马尾松三个变型的材性试验比较，从中寻找各变型之间在木材构造和物理力学性质上孰优孰劣，各项性质之间是否存在显著差异，为今后对马尾松的良种选育工作提出必要的科学依据。

## 材 料 和 方 法

马尾松三个变型的试材采自广东省高州县淡朋乡林区，每一变型分别选 2 株样木，其中除 17 号垂枝和 24 号黄鳞松外，其余均经采割松脂。树木伐倒后，除在 1.3 米处取一圆盘外，再从 3.6 米向上按常规方法锯取木段（表 1），备供观察试验。

木材解剖用的圆盘，从 3.6 米处截取，然后由髓心向外每隔 5 轮依次选取木样，

1987 年 5 月 9 日收稿

供离析和切片之用。其余试材则按我国标准试验方法<sup>111</sup>进行木材物理力学试验。

所选各生长轮木样分别早晚材用硝酸、氯酸钾法离析，依 Echols 纤维离散法处理<sup>14</sup>，在投影显微镜下测定管胞长度和宽度30次。切片材料用甘油酒精软化，每一生长轮分别早晚材测定管胞弦腔径和径壁厚，用称重法求得每一变型的组织比率，在显微投影仪下计算每平方毫米的树脂道数目。

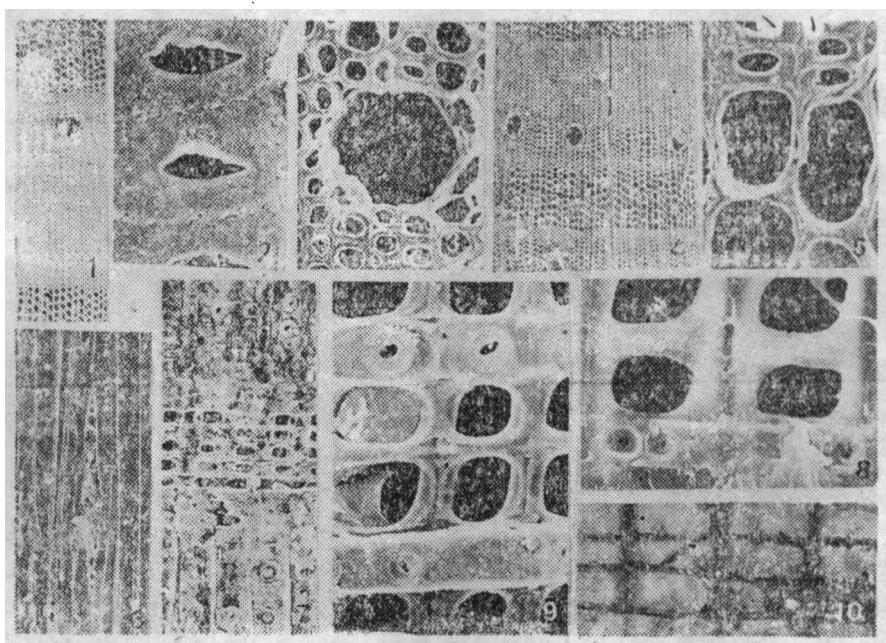
主要解剖特征及木材物理力学性，用统计方法进行方差分析，确定其差异显著性。

## 结 果 和 分 析

### (一) 木材构造

1. 宏观特征：马尾松三个变型之间的宏观特征比较，黑鳞松材色较深，呈红褐色；晚材率较高，油性感较强，特别是经过采脂后的木段断面，树脂渗透几乎遍及全面。黄鳞松与垂枝则材色黄，晚材率较低，即使经采脂的木段，其断面油性感亦不明显（垂枝松）或仅局部有树脂渗透（黄鳞松）。

2. 显微特征：马尾松三个变型的木材解剖与管胞形态测定数据列于表2，各显微特征的电镜扫描照片见图版（图1—10）。



图版 扫描电镜观察

1. 黑鳞松第15轮横切面， $\times 45$ 。
2. 黑鳞松晚材很厚的胞壁， $\times 1500$ 。
3. 黑鳞松的轴向树脂道， $\times 300$ 。
4. 黄鳞松第10轮横切面，假轮可见， $\times 45$ 。
5. 黄鳞松第10轮轮界处早晚材管胞， $\times 700$ 。
6. 垂枝松第15轮弦切面上的单列与纺锤射线， $\times 150$ 。
7. 黑鳞松第10轮径切面， $\times 300$ 。经50%硝酸处理后所见。
8. 黄鳞松第10轮径切面， $\times 1000$ 。示交叉场窗格状纹孔。射线管胞一列，具缘纹孔可见（下方）。
9. 垂枝松第10轮径切面， $\times 1000$ 。交叉场窗格状纹孔，两列射线管胞夹在其中。
10. 黑鳞松径切面显微照相， $\times 120$ 。示射线管胞内壁齿状加厚。

三个变型各种特征的比较大致如后：黑鳞松管胞最长，腔径最大，胞壁最薄；垂枝松管胞最短，直径最小，黄鳞松则胞壁最厚。射线密态（根/毫米）与单列射线高度上黑鳞松最大而黄鳞松最小。轴向树脂道黑鳞松最多，径向树脂道则黄鳞松居首，垂枝松的轴向和径向树脂道均较少。

各变型的交叉场纹孔式均为窗格状，1~2个，多数为1个，射线管胞内壁齿状加厚发育程度，三个变型之间无甚差异，可归入Hudson<sup>[16]</sup>的第9级，或根据它们的齿高 $>2.5\mu\text{m}$ 而归入第3级<sup>[2]</sup>。切向壁具缘纹孔数目甚少，三个变型之间无甚差别。总之各特征与以往记载相同<sup>[3][13][15][17]</sup>。

对松属木材解剖特征与其分类的关系，各学者均认为射线管胞内壁齿状加厚的发育程度，以及射线薄壁细胞与早材轴向管胞所形成的交叉场纹孔式是最重要的依据<sup>[3][18][19]</sup>。据此，马尾松三个变型之间并未发现有本质上的区别。

至于生长轮最后形成的晚材管胞切向壁上的具缘纹孔的有无<sup>[16][18][17]</sup>，本研究未作进一步观察。

采脂对马尾松木材构造有一定影响，但在距离割脂面0.5米的影响层上则仅有一些创伤树脂道和树脂囊<sup>[4]</sup>，且随着距离远些，其影响将消失<sup>[4]</sup>。故在三个变型的木材构造上，经采脂植株的木材构造并未出现异常。

表1

马尾松三个变型试材采集记录

树 种	树 株 编 号	树 龄 (年)	胸 径 (厘 米)	树 高 (米)	试材部位(米)		林地情况	
					A 段	B 段	地 形	植被
黑 鳞 松	14	26	31.0	17.9	3.6—5.6	7.6—9.6	南 坡	芒 薤
	22	28	33.7	19.6	3.6—5.6	7.6—9.6	25°,	野 牡 丹
黄 鳞 松	15	21	33.0	18.6	3.6—5.6	7.6—9.6	海 拔	蕨类等
	24	19	23.5	17.0	3.6—5.6	7.6—9.6	420米	
垂 枝 松	17	20	26.8	16.1	3.6—5.6	7.6—9.6		
	23	20	22.0	15.2	3.6—5.6	7.6—9.6		

## (二) 木材物理学性质

三个变型的木材物理力学性质见表3。从木材密度，干缩系数，顺纹抗压，抗弯及其弹性模量，顺纹抗拉，硬度和冲击韧性各项数值比较，以黄鳞松最高而垂枝松最低。按我国分级标准<sup>[1]</sup>，黑鳞松与黄鳞松密度为中，垂枝松为小；顺压与抗弯强度黄鳞松属中，黑鳞松与垂枝松属低；冲击韧性三者均属中等；端面硬度黄鳞松属中而黑鳞松与垂枝松属软。从上述各项性质的比较结果来看，高州马尾松三个变型之间木材物理力学性大小差异程度，似较粤北的油松和糠松为甚<sup>[5]</sup>。

至于采脂后对三个变型材性的影响<sup>[7]</sup>，以及树龄略有大小所带来的影响<sup>[8]</sup>，从各项强度值大小差异来看似乎并不明显。

轮宽与晚材率及管胞长度存在一定的反比关系<sup>[5][12]</sup>，则高州马尾松与粤北马尾松变型结果所示一致。但与粗皮类型红松生长快<sup>[9]</sup>的结果相反。

表2 马尾松三个变型的木材解剖特征

项 目			黑 鳞 松	黄 鳞 松	垂 枝 松
管 胞 长 度 (L) (毫 米)	早	材	4.361	4.299	4.230
	晚	材	4.337	4.207	4.168
	平	均	4.349	4.253	4.199
管 胞 宽 度 (D) (微 米)	早	材	44.5	37.1	36.2
	晚	材	31.0	29.6	28.8
	平	均	37.75	33.4	32.5
管 胞 壁 厚 (2W) (微 米)	早	材	6.31	7.86	8.05
	晚	材	11.16	15.69	14.06
	平	均	8.735	11.78	11.06
管 胞 腔 径 (l) (微 米)	早	材	37.1	36.6	35.2
	晚	材	24.8	23.4	24.3
	平	均	30.95	30.0	29.8
射 线 数	(根/毫米)		5.0	4.3	4.8
单 列 射 线 高	(细胞 个数)		6.5	5.9	6.1
轴 向 树 脂 道 (个/毫米 <sup>2</sup> )	早	材	0.50	0.44	0.40
	晚	材	0.87	0.73	0.66
	平	均	0.69	0.59	0.53
径 向 树 脂 道	(个/毫米 <sup>2</sup> )		1.00	1.15	0.63
管胞长宽比 (L/D)	早	材	98.0	115.9	116.9
	晚	材	139.9	142.1	144.7
	平	均	115.2	127.3	129.2
管胞壁腔比 (2W/l)	早	材	0.170	0.215	0.229
	晚	材	0.450	0.671	0.579
	平	均	0.282	0.393	0.371
管胞腔径比 (l/D)	早	材	0.834	0.987	0.972
	晚	材	0.800	0.791	0.844
	平	均	0.820	0.898	0.917
组 织 比 率 (%)	管	胞	94.4	94.7	94.7
	木	射	4.1	4.0	4.2
	树	线	1.5	1.3	1.1
脂	道				

• 表中管胞宽、管胞腔径均为弦向宽度，管胞壁厚指径壁厚。下同。

表 8

马尾松三个变型的木材物理力学性

项 目		黑 鳞 松	黄 鳞 松	垂 枝 松
年 轮 宽 (毫 米)		4.17	5.23	5.57
晚 材 率 (%)		46.9	42.1	36.3
气干密度 (克/厘米 <sup>3</sup> )		0.571	0.642	0.500
干 缩 系 数 (%)	径 向	0.185	0.196	0.131
	弦 向	0.297	0.315	0.242
	体 积	0.502	0.533	0.391
顺 纹 抗 压 强 度 (公 斤 力 / 厘 米 <sup>2</sup> )		434	532	411
抗 弯 强 度 (公 斤 力 / 厘 米 <sup>2</sup> )		773	1059	719
抗 弯 弹 性 模 量 (1000公斤力/厘米 <sup>2</sup> )		110	144	93
顺 纹 抗 剪 强 度 (公 斤 力 / 厘 米 <sup>2</sup> )	径 面	98	94	80
	弦 面	79	99	80
横 纹 局 部 抗 压 强 度 (公 斤 力 / 厘 米 <sup>2</sup> )	径 向	61	71	51
	弦 向	63	74	54
顺 纹 抗 拉 强 度 (公 斤 力 / 厘 米 <sup>2</sup> )		635	913	562
冲 击 韧 性 (公 斤 力 · 米 / 厘 米 <sup>2</sup> )		0.381	0.618	0.351
硬 度 (公 斤 力 / 厘 米 <sup>2</sup> )	端 面	372	443	319
	径 面	257	361	206
	弦 面	269	391	210
抗 裂 力 (公 斤 力 / 厘 米)	径 面	10.8	12.4	9.9
	弦 面	11.1	14.3	12.5

### (三) 方差分析

马尾松三个变型的木材构造及其物理力学性大小已见前述，为了检验所得结果在三个变型之间有无显著性差异，特选择材性中的主要项目进行分析，依梯级模型<sup>[1]</sup>方差分析方法进行计算。在所分析的项目中，每株树木采用同等的观测次数，以避免由此而引起的影响。各项性质的方差分析见表4。

马尾松三个变型的7项主要木材物理力学性质方差分析结果显示，各变型之间并无差异显著性，但株间则存在极显著差异。同样在管胞长度和壁厚项目中，不论相同年轮的早材或晚材管胞在各变型(种间)均无显著差异，只有晚材管胞平均壁厚的差异显著。至于株间则除早晚材管胞的平均长度外，均存在显著或极显著的差异。在轴向树脂道数目中，只有早材在各变型间存在差异，而株间不存在差异。晚材的轴向树脂道数

表4

马尾松三个变型主要性质的方差分析

项 目	变异来源	自由度df	平方和Qi	均方Si		均方比F
早材管胞	种间	2	182040	91020		$F_3 = 0.425 < 1$
	株间	3	488519	162840		$F_2 = 0.716 < 1$
	误差总和	12	2727615	227301		
晚材管胞	种间	2	370837	185418		$F_3 = 0.526 < 1$
	株间	3	1494918	498306		$F_2 = 1.579 < F_{0.10}$
	误差总和	12	3788153	315679		$= 2.61$
平均长	种间	17	5653908			
	株间					
	误差总和					
早材管胞	种间	2	6.181	3.090		$F_1 = 0.463 < 1$
	株间	3	20.04	6.681		$F_2 = 10.69 > F_{0.01}$
	误差总和	12	7.503	0.625		$= 5.95^{**}$
平均壁厚	种间	17	33.73			
	株间					
	误差总和					
晚材管胞	种间	2	18.66	9.329		$F_1 = 12.406 > F_{0.05}$
	株间	3	2.256	0.752		$= 9.55^*$
	误差总和	12	34.98	2.915		$F_2 = 0.258 < 1$
平均壁厚	种间	17	55.89			
	株间					
	误差总和					
早材轴向	种间	2	0.8497	0.425		$F_3 = 3.144 > F_{0.05}$
	株间	3	0.2996	0.0999		$= 2.82^*$
	误差总和	42	5.7806	0.138		$F_2 = 0.726 < 1$
树脂道数	种间	47	6.930			
	株间					
	误差总和					

陈鉴朝等: 广东高州马尾松三个变型的材性比较

续表4

马尾松三个变型主要性状的方差分析

项 目	变 异 来 源	自由 度 df	平 方 和 Qi	均 方 Si	均 方比 F
晚材 轴 向	种 间	2	0.047	0.0233	$F_3 = 1.108 < F_{0.10}$ = 2.425
	株 间	3	0.914	0.3045	
	误 差	42	8.541	0.2033	$F_2 = 1.497 < F_{0.10}$ = 2.22
	总 和	47	9.501		
气 干 密 度	种 间	2	0.227	0.114	$F_1 = 2.304 < F_{0.01}$ = 5.46
	株 间	3	0.148	0.0493	
	误 差	78	0.432	0.00553	$F_2 = 8.904 > F_{0.01}$ = 4.05**
	总 和	83	0.807		
顺 纹 抗 压	种 间	2	217295	108648	$F_1 = 1.675 < F_{0.01}$ = 5.46
	株 间	3	194608	64869	
	误 差	78	490054	6283	$F_2 = 10.325 > F_{0.01}$ = 4.05**
	总 和	83	901958		
冲 击 切 性	种 间	2	1.252	0.6258	$F_1 = 1.983 < F_{0.10}$ = 5.46
	株 间	3	0.947	0.3156	
	误 差	90	1.595	0.0177	$F_2 = 17.81 > F_{0.01}$ = 4.01**
	总 和	95	3.793		
端 面 硬 度	种 间	2	32550	16265	$F_1 = 1.046 < F_{0.10}$ = 5.46
	株 间	3	46646	15548	
	误 差	18	51746	2875	$F_2 = 5.409 > F_{0.01}$ = 5.09**
	总 和	23	130923		

目，无论变型（种间）或株间，差异均不显著。

由此可见，黑鳞松、黄鳞松和垂枝松三者互相之间，虽然在外部形态上有所区别，各解剖分子之间存在数量大小的变化，亦有木材软硬强弱之分，但这些差异均属不显著性，彼此之间并无本质上的区别。可以认为，在同一地理分布范围内，马尾松类型之间各项性质并无显著差别<sup>10</sup>是可信的。但在各单株之间，则可能由于立地条件不同，或遗传因子各异而有所影响，以致株间的差异显著或极显著。因此在马尾松的优良类型中，进行单株选择可能更为有效。（本节由何昭衍副教授指导完成，谨此致谢）

#### 引用文献

- (1) 中华人民共和国国家标准(GB1927—1943—80)：《木材物理力学试验方法》，北京，1980年
- (2) 成俊卿主编：《木材学》119，中国林业出版社，1985年
- (3) 成俊卿等：中国松属树种的木材解剖特性与木材归类的研究，《中国林业科学研究院研究报告》，森工(63)9号，1963年
- (4) 何天相：初期采脂对马尾松木材构造的影响，《广西植物》7(1)1987: 29—38
- (5) 何天相、陈鉴朝、方文彬：粤北马尾松两个变型的材性初步研究，《林业科学》9(4)1964: 332—344
- (6) 陈鉴朝、王观明：不同树龄对加勒比松早期材性影响的研究，《华南农业大学学报》6(4)1985: 15—25
- (7) 陈光华：马尾松采割松脂后木材物理力学性质的试验，《南京林产工业学院学报》(4)1980: 62—70
- (8) 柯病凡等：再论黄山松的定名问题，《安徽农学院学报》(2)1983: 1—7
- (9) 戚长顺：红松细皮、粗皮类型的初步研究，《林业科学》7(1)1962: 11—17
- (10) 蒋怒等：马尾松形态解剖特征的地理变异，《南京林产工业学院学报》(2)1985: 29—39。
- (11) W.B. 马瑟尔著，梁中宇译：《数量遗传学原理》人民教育出版社，1979年
- (12) Bisset I.J.W., et al: Factors influencing tracheid length in conifer stems, *Austr. Forestry*, 1951, 15(1): 17—30
- (13) Core H.A., et al: *Wood structure and identification*, 2nd Ed., Syracuse Univ. Press, 1979
- (14) Echols R. M.: Liquid dispersion method for mounting wood fibers on slides, *For. Sci.*, 1961, 7(4): 369—370
- (15) Greguss P.: Identification of living Gymnosperms on the basis of xylotomy, *Akademiai kiado*, Budapest, 1955, 224—225
- (16) Hudson R.H.: The anatomy of the genus *Pinus* in relation to its classification, *J. Inst. Wood Sci.*, 1960, 6: 26—46
- (17) Panshin A. J., et al: *Textbook of wood technology*, 3rd Ed., Vol.1 1970

THE COMPARISON STUDY ON THE WOOD PROPERTIES OF THREE  
FORMS OF PINUS MASSONIANA LAMB. OF GAOZHOU,  
GUANGDONG PROVINCE

Chen Jianchao Zheng Fenglan

(Department of Forestry)

Zhang Guangyan

(Forest Research Institute of  
Shaoguan, Guangdong Province)

ABSTRACT

*Pinus massoniana* Lamb. grown in Gaozhou, Guangdong Province is divided into three forms because of the bark of the tree thicker or thinner, the resin production higher or lower and the extending condition of branches, i. e., the black scale bark pine, the yellow scale bark pine and the weeping branch pine.

It was undertaken to study and compare the wood properties of the three forms of masson pine in this paper to find out their differences and qualities of anatomy and physical mechanical properties. The results show that the black scale bark pine has the darker bark, higher rate of late wood, longer tracheid length and much more resin canal, the yellow scale bark pine has the thicker tracheid cell wall and higher strength properties, the weeping branch pine has the lower figure in all properties except the ring width. But according to the tests of analysis of variances there are no certain differences occurred in wood anatomy and physico-mechanical properties among the three forms of masson pine. However, there are differences or significant differences occurred in wood properties in the single trees. It is advised that, when we select the fine varieties from masson pine, don't make a choice among the forms but should select from the single trees which have the good qualities.

Key words: Black scale bark pine, yellow scale bark pine, weeping branch pine;  
Wood property, Variance analysis