

榧杉木材物理力学性质的研究

云南林科所 罗良才 徐莲芳

一、前言

台湾杉(属)是我国特有的珍贵树木,共二种,一种称台湾杉(*Taiwania cryptomerioides* Hay.),产台湾省;另一种即榧杉(*T. flousiana* Gaussen),产我省西部怒江流域的贡山、福贡、碧江、腾冲、盈江、龙陵及澜沧江流域的兰坪、云龙等县海拔1700—2700米的地带,常与松类、云南铁杉及其它阔叶树种混生。据记载山中有二千年生的大树。

榧杉是我省的速生、珍贵用材树种,树干通直,生长迅速,54年生的人工林,每公顷立木材积蓄积量可达1300立方米。材质优良,为建筑、家具、桥梁、电杆、桩柱、枕木及造低等良材。

根据我所大马山试验林场在昆明地区引种试验的初步结果表明,6年生的幼树平均胸径2.31厘米,平均树高2.70米,而且生长健壮,长势喜人,是我省很有发展前途的造林树种。

此次试验的试材采集工作,承本所速生、珍贵树种调查组王达明、杨绍增、朱荣兴和赵文书等四位同志不辞劳苦代为进行,特此致谢。

二、试验材料和方法

1979年,我们在腾冲县天台山的人工纯林内采集了榧杉试材5株,平均树龄37

年,平均胸径32厘米,平均树高26米。制得合格试样1236枚,进行了各项物理力学试验1768次。

试验方法完全按照国家标准《木材物理力学试验方法》(GB 1927~1943—80)的有关规定进行试验。

三、试验结果与分析

1. 木材通性

榧杉树皮棕褐色,略似杉木而色较浅,纤维质,浅纵裂,成不规则长片状剥落,韧皮暗红色。

心、边材区别显明,边材宽4—5厘米,淡黄褐色。心材紫红褐或黄红褐色。木材有光泽,具异于杉木的独特树脂香气,无特殊滋味。生长轮明晰,宽度略均匀,平均宽7.08毫米。管胞在扩大镜下略明晰,早材至晚材渐变,长0.25—0.58厘米。木射线细至甚细,扩大镜下可见,径面上有极细的射线斑纹。树脂道缺如。

本材纹理通直,结构中至细,组织均匀,材质轻柔(气干密度 $0.358g/cm^3$);干燥快,不翘裂;耐腐性强;切削容易,切面光滑;油漆后光亮性优美;胶粘性能良好,握丁力中等,不劈裂。

2. 木材纤维饱和点的测定

纤维饱和点是木材材性变化的转折点,在科研和生产上具有重要的意义。测定木材的纤维饱和点,通常使用干缩法,强度法和

导电法等三种方法。

南京林产工业学院徐永吉等用木材气干密度 ρ_q 、基本密度 ρ_j 和体积干缩系数 K_v 推导出木材的绝干密度 ρ_o 、纤维饱和点含水率 $\alpha\%$ 、最大吸水率 $W_{max}\%$ 和孔隙度 $C\%$ ，其公式如下：

$$\rho_o = \frac{(1 + 0.15K_v)\rho_q}{1.15}$$
$$\alpha \% = \frac{(1 + 0.15K_v)\rho_q - 1.15\rho_j}{1.15K_v \cdot \rho_j} \times 100\%$$

$$W_{max}\% = \frac{1.54 - \rho_j}{1.54\rho_j} \times 100\%$$

$$C \% = \left(1 - \frac{\rho_o}{1.54}\right) \times 100\%$$

根据上述公式推导出榿杉等三种木材的有关物理性质如表1。

根据我们用干缩法测得榿杉木材的纤维饱和点含水率为28.3%，而根据上列公式的导出值为28.8%，相差甚微。同样用干缩法测得南盘江产云南松木材的纤维饱和点含水率为28.4%，其导出值为27.5%。又用纵压强度法测得云南柏木材的纤维饱和点含水率为28.0%，而导出值为27.1%，二者的数值仍十分接近，因此，根据我们的初步实践表明，徐永吉等推导的公式是可行的。

3. 木材的品质系数

木材的力学强度与其气干密度之比称为品质系数。别列雷金曾将抗弯和顺纹抗压强度两项品质系数之和作为标准，将木材分为三类：第一类小于2000，为品质系数低的树种；第二类从2000至2200，为品质系数中等的树种，第三类大于2200，为品质系数高的

表1 榿杉等三种木材密度和干缩与其有关物理性质的推导

树 种	实 测 值			导 出 值			
	气干密度 ρ_q g/cm^3	基本密度 ρ_j g/cm^3	体积干缩 系 数 K_v	绝干密度 ρ_o g/cm^3	纤维饱和点 含水率 $\alpha\%$	最大吸水率 W_{max} $\%$	孔 隙 度 $C\%$
榿 杉	0.358	0.295	0.417	0.331	28.8	274.2	78.8
云南松	0.624	0.509	0.577	0.590	27.5	131.5	61.7
云南柏	0.518	0.430	0.403	0.478	27.1	167.6	69.0

树种。根据计算，榿杉的品质系数为2073；丽江产的云南松为2391；大理产的华山松为1930，丽江产者为2163（平均2047）；晋宁产的杉木为2334。由此证明，榿杉木材的品质系数与华山松相近，属于品质系数中等的树种，若将其它各种性质综合加以评价，榿杉仍然是优良的工程用材。

4. 榿杉木材的吸水性

根据50个试样，测定110昼夜所得榿杉木材的吸水性结果如表2及图1。

测定结果表明，榿杉木材的吸水性，在浸水10昼夜以后吸水速度非常缓慢，直至100昼夜才全部吸水饱和。而根据我们过去的试验结果，云南松木材50昼夜，麻楝、川楝等木材，一般40昼夜即可吸水饱和。这是榿杉木材的吸水性与其它针阔叶材的区别所在，也是榿杉木材的吸水特性。

根据此次测定结果，榿杉木材的最大吸水率为271.5%，而根据徐永吉等推导公式的计算值为274.2%（表1），二者相差2.7%，不到5%，再次表明徐永吉等推导

表 2 榧杉木材吸水性测定结果 (不同时间的吸水率%)

6 小时	1 昼夜	2 昼夜	4 昼夜	8 昼夜	12 昼夜	20 昼夜	30 昼夜
73.8	98.7	111.2	126.2	149.8	166.0	191.3	211.7

40 昼夜	50 昼夜	60 昼夜	70 昼夜	80 昼夜	90 昼夜	100 昼夜	110 昼夜
228.5	241.9	251.6	259.3	266.7	268.1	271.1	271.5

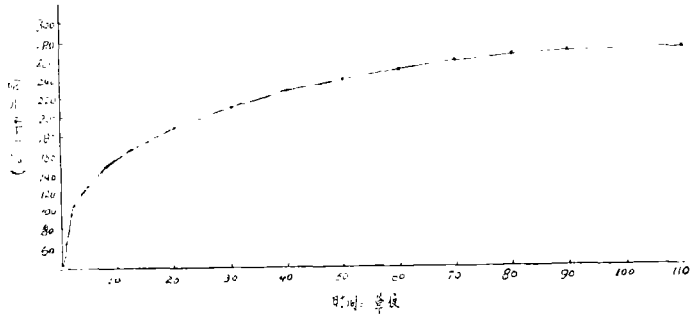


图 1 榧杉木材吸水曲线

的公式是可行的。

布曲线。

四、木材物理力学性质的统计分析

- 1. 根据试验结果, 榧杉木材物理力学性质的均值差异如表 3。
- 2. 榧杉木材主要物理力学指标的正态分

(1) 根据H.JI列昂节夫的方法, 作出了榧杉木材气干密度、顺纹抗压强度、顺纹抗拉强度、抗弯强度、顺纹抗剪强度及冲击韧性等六项物理力学指标的正态分布曲线(图 2—7)并计算出了正态分布的偏倚指标和过度指标(表 4)。

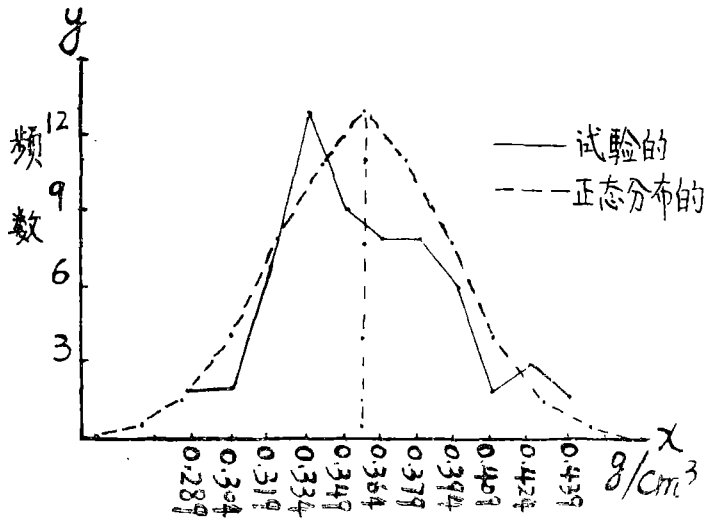


图 2 榧杉木材气干密度的正态分布曲线

表 3 榿杉木材物理力学性质均值差异 (W=15%)

试 验 项 目		试件数 (n)	平均值 (\bar{x})	标准差 (S)	标准误差 (S/\bar{x})	变异系数 (V %)	准确指数 (ρ %)
气 干 密 度(g/cm^3)		62	0.358	0.036	0.005	10.05	1.40
基 本 密 度(g/cm^3)		62	0.295	0.031	0.004	10.51	1.36
年 轮 宽 度(mm)		74	7.08	3.09	0.36	43.61	5.07
晚 材 率(%)		74	13.33	6.14	0.71	46.09	5.36
干缩系数 (%)	径向	62	0.106	0.024	0.003	22.64	2.83
	弦向	62	0.277	0.047	0.006	16.96	2.17
	体积	62	0.417	0.074	0.009	17.75	2.16
差 异 干 缩							
顺纹抗压强度(kgf/cm^2)		95	262	31.78	3.28	12.19	1.14
横纹局部抗压强度(kgf/cm^2)	径向	43	45	16.34	2.49	36.68	5.59
	弦向	44	33	10.81	1.63	32.75	4.93
横纹全部抗压强度(kgf/cm^2)	径向	64	34	10.55	1.32	31.39	3.92
	弦向	65	23	9.22	1.14	40.43	5.01
抗弯强度(kgf/cm^2)	径向						
	弦向	74	480	88	10.23	18.33	2.13
抗弯弹性模量($1000kgf/cm^2$)	径向						
	弦向	74	63	10.05	1.17	15.86	1.85
顺纹抗剪强度(kgf/cm^2)	径面	79	27	6.81	0.77	25.64	2.89
	弦面	78	41	10.66	1.21	25.91	2.93
抗 劈 力(kgf/cm)	径面	54	5.4	1.03	0.14	19.12	2.60
	弦面	47	8.1	1.57	0.23	19.34	2.81
冲 击 韧 性 ($kgf\cdot M/cm^2$)	径向						
	弦向	182	0.281	0.07	0.052	25.05	1.85
	端部	74	238	54.73	6.35	22.71	2.67
硬 度 (kgf/cm^2)	径面	74	125	36.03	4.19	28.93	3.21
	弦面	74	137	32.11	3.72	23.47	2.72
顺纹抗拉强度(kgf/cm^2)		77	792	155	17.69	19.54	2.23

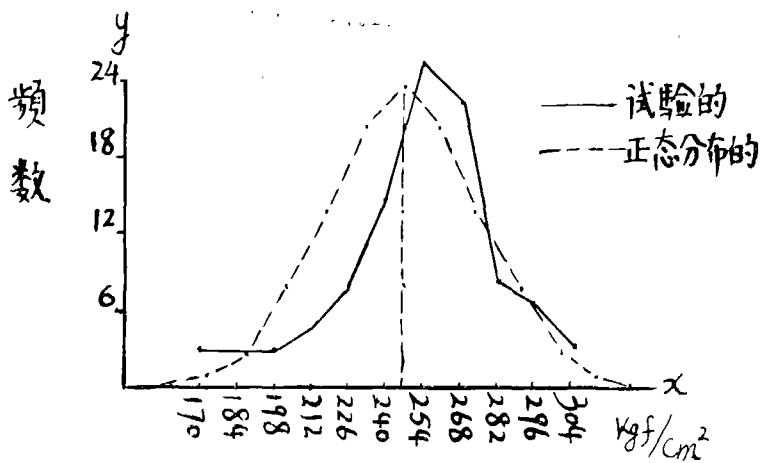


图3 榿杉木材顺纹抗压强度正态分布曲线

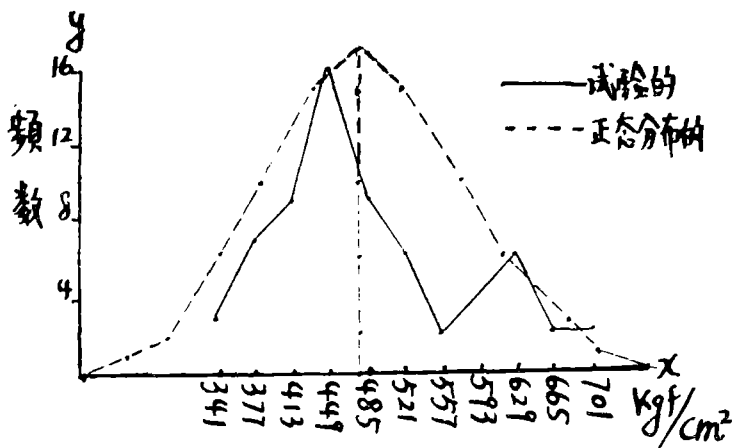


图4 榿杉木材抗弯强度正态分布曲线

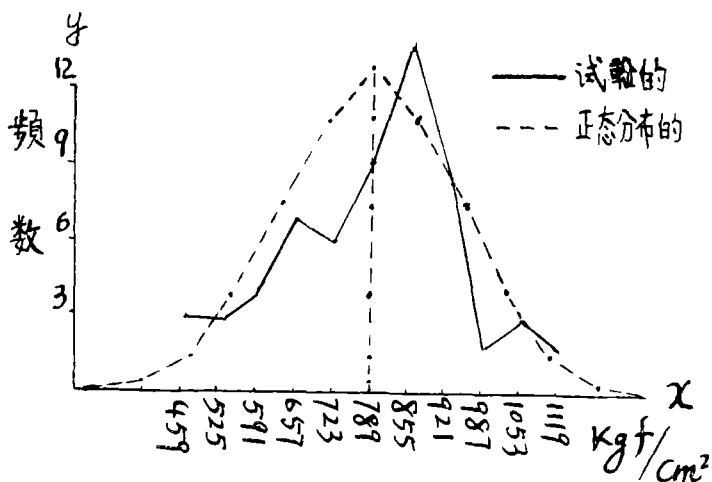


图5 榿杉木材顺纹抗拉强度正态分布曲线

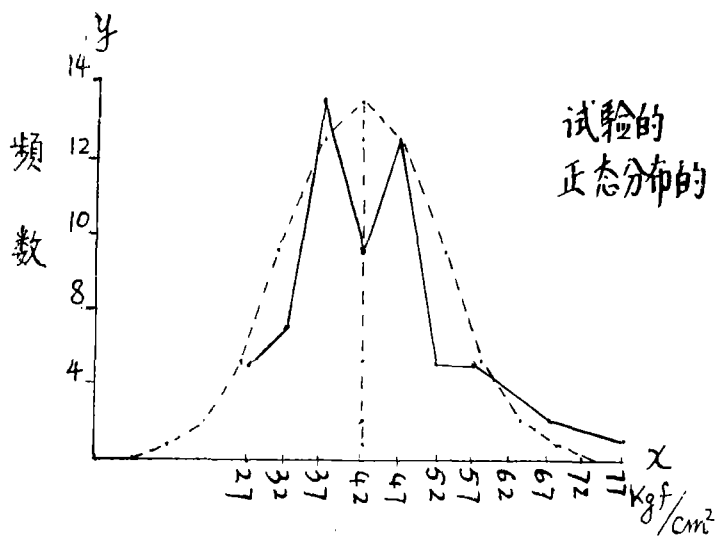


图6 榧杉木材顺纹抗剪强度正态分布曲线

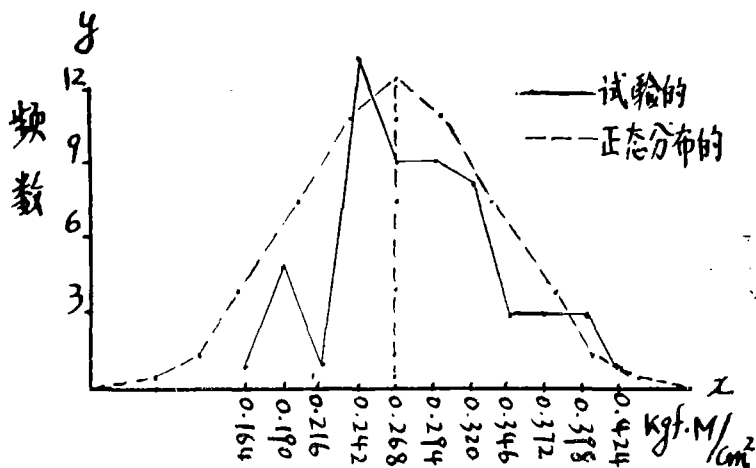


图7 榧杉木材冲击韧性正态分布曲线

从正态分布曲线及正态分布的偏倚指标和过度指标计算分析所得数据,其过度指标误差的比值,除顺纹抗拉强度外,其余均小于“3”。则根据三倍均方差的定则表明所研究的特征是符合正态分布规律的。

3. 相关分析中的各统计量

根据东北林学院木材实验室及日本小野和雄推荐的方法,对榧杉木材气干密度与各项力学强度的相关关系作如下的统计分析。

原始数据坐标: x —横坐标

y —纵坐标

交换后的坐标: u —横坐标 代表气干密度

v —纵坐标代表各项力学强度值

各统计量的计算如表5。

4. 统计分析

(1) 平均值 M 与标准差 σ 的估计
根据有关公式计算结果如表6。

(2) 相关系数

表 4 榿杉木材密度和各项力学强度正态分布的偏倚指标及过度指标

计 算 指 标		气干密度 (g/cm³)	顺纹抗压 强 度 (kgf/cm²)	抗弯强度 (kgf/cm²)	顺纹抗拉 强 度 (kgf/cm²)	顺纹抗剪 强 度 (kgf/cm²)	冲击韧性 (kgfm/cm²)
试验次数	<i>n</i>	62	62	62	62	62	62
辅助总和	<i>S</i> ₁	- 26	- 4	- 73	1	11	- 23
	<i>S</i> ₂	354	262	479	359	265	295
	<i>S</i> ₃	- 128	- 400	- 661	- 155	575	- 155
	<i>S</i> ₄	4830	4366	6911	5423	4681	3895
中 差 之 二、三、四次方	$\sum x^2$	343	262	393	359	363	286
	$\sum x^3$	- 327	- 349	829	- 172	435	167
	$\sum x^4$	4983	4270	7425	5443	4323	2905
均方差 $q = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$		2.352	2.098	2.518	2.406	2.060	2.148
偏倚指标 $A = \frac{\sum x^3}{nq^3}$		- 0.405	- 0.609	0.838	- 0.324	0.390	0.272
过度指标 $E = \frac{\sum x^4}{nq^4} - 3$		1.149	- 0.124	- 0.020	2.007	- 1.120	- 0.799
偏倚指标 误差 $m A = \pm \sqrt{\frac{6}{n}}$		± 0.311	± 0.311	± 0.311	± 0.311	± 0.311	± 0.311
过度指标 误差 $m E = \pm 2m$		± 0.622	± 0.622	± 0.622	± 0.622	± 0.622	± 0.622
偏 倚 指 标 误差之比值 $\frac{A}{m A}$		- 1.302	- 1.985	2.695	- 1.042	1.254	0.815
过 度 指 标 误差之比值 $\frac{E}{m E}$		1.847	- 0.199	- 0.032	3.227	- 1.801	- 1.285

表5 榧杉木材物理力学性质统计量的计算

项 目 统 计 量	密度与晚材率		密度与顺压		密度与抗弯		密度与顺拉		密度与抗剪		密度与冲击	
	密 度	晚 材 率	密 度	顺 压	密 度	抗 弯	密 度	顺 拉	密 度	抗 剪	密 度	冲 击
N $\sum_u g(u)$ 及 $\sum_v h(v)$ $\sum_u u^2 g(u)$ 及 $\sum_v v^2 h(v)$	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
	-26	-135	-24	58	-24	-73	-25	1	-26	-113	-29	-53
	354	627	358	316	358	479	349	359	350	469	349	445
$\sum_u v^2$ $\sum_u v^2/g(u)$	4529		1120		2861		1815		3448		2590	
	586.670		287.071		449.441		484.974		445.853		405.711	
\bar{u} 及 \bar{v}	-0.387	-2.177	-0.387	0.936	-0.387	-1.177	-0.387	0.016	-0.387	-1.823	-0.387	-8.855
$S^2 u$ 及 $S^2 v$	5.560	5.374	5.624	4.221	5.624	6.341	5.479	5.790	5.495	4.242	5.479	6.446
S_u 及 S_v	2.358	2.318	2.372	2.055	2.372	2.518	2.341	2.406	2.344	2.060	2.341	2.539
$\sum_u u/\sum_v v$	381	381	261	261	385	385	336	336	336	336	380	380

表 6 榧杉木材物理力学性质平均值 M 与标准差 σ 的估计

项 目 估 计 值 及所在范围	密度与晚材率		密度与顺压		密度与抗弯		密度与顺拉		密度与抗剪		密度与冲击	
	密 度	晚材率	密 度	顺 压	密 度	抗 弯	密 度	顺 拉	密 度	抗 剪	密 度	冲 击
M	\bar{x}, \bar{y}	18.364	0.358	260	0.358	477.628	0.358	789.056	0.358	42.385	0.358	0.271
	原统计值	18.363	0.358	260	0.358	477.613	0.358	789	0.358	42.387	0.358	0.270
	S_x, S_y	9.476	0.035	28.770	0.035	90.648	0.035	158.796	0.035	10.3	0.035	0.066
	原统计值	9.551	0.036	29	0.036	91.382	0.036	160.109	0.036	10.383	0.036	0.067
σ	$\bar{x} \pm 1.96 \frac{S_x}{\sqrt{N}}$	18.364 ±0.009	0.358 ±0.009	260 ±7.161	0.358 ±0.009	477.628 ±22.564	0.358 ±0.009	789.056 ±39.529	0.358 ±0.009	42.385 ±2.564	0.358 ±0.009	0.271 ±0.016
	$\bar{y} \pm 1.96 \frac{S_y}{\sqrt{N}}$	20.723 ~	0.367 ~	267.166 ~	0.367 ~	500.129 ~	0.367 ~	828.584 ~	0.367 ~	44.949 ~	0.367 ~	0.287 ~
		16.005	0.349	252.834	0.349	455.064	0.349	749.528	0.349	39.821	0.349	0.255

说明 (1) 密度的 M 值与均方差采用几组相关的平均值计算;
(2) 表中估计区间的 1.96 系根据可靠性 0.95 查正态分布表而得。

根据有关公式计算结果如表 7。相关系数显著性测验中,密度与晚材率、密度与顺压、密度与抗弯、密度与抗拉、密度与抗剪和密度与冲击的 F 值均大于 F_0 ,所以它们之间存在着相关关系。而且,相关系数均大于 0.9,由此表明,相关关系非常密切。

在相关系数直线性测验中,密度与晚材率以及各项力学强度的 F 值均小于 F_0 ,

所以它们之间存在着直线关系。

(3) 回归直线方程

1) $\bar{y} = \bar{y} + b(x - \bar{x})$

根据相关系数和回归系数,列回归直线方程如表 8。回归方程中, D_{15} 即代表 y 值。

为了更直观起见,将此等方程及其误差限绘成图 8—11。

表 7 密度与各项力学强度值间的相关系数(r)

密度与各项 力学强度	相关系数的显著性测验				相关系数的直线性测验			
	r	F	F_0	$F > F_0$	η^2_{yx}	F	F_0	$F < F_0$
密度与晚材率	0.970	956.949	7.08	$956.949 > 7.08$	0.878	-0.341	2.8	$-0.341 < 2.8$
密度与顺压	0.973	431.803	7.08	$431.803 > 7.08$	0.890	1.617	2.8	$1.617 < 2.8$
密度与抗弯	0.961	729.474	7.08	$729.474 > 7.08$	0.927	0.233	2.8	$0.233 < 2.8$
密度与顺拉	0.964	785.070	7.08	$785.070 > 7.08$	1.353	-0.147	2.8	$-0.147 < 2.8$
密度与顺剪	0.976	1190	7.08	$1190 > 7.08$	0.913	-0.394	2.8	$-0.394 < 2.8$
密度与冲击	0.962	740	7.08	$740 > 7.08$	0.901	-0.728	2.8	$-0.728 < 2.8$

说明: (1) 相关系数显著性测验中的 F_0 , 系根据显著水平 1%, 自由度 $n_1 = 1$ $n_2 = N - 2$ 查《 F 检验临界值表》得 $F_0 = 7.08$ 。
(2) 相关系数直线性测验中的 F_0 , 系根据显著水平 5%, 自由度 $n_1 = N - K$ $n_2 = K - 2$ 查《 F 检验临界值表》得 $F_0 = 2.8$ 。

表 8 密度与各项力学强度值间的回归方程

密度与各项力学强度	r	b	\bar{x}	\bar{y}	回 归 方 程
密度与晚材率	0.970	262.621	0.358	18.364	$D_{15} = 263x - 76$
密度与顺压	0.973	770.214	0.358	260	$D_{15} = 770x - 15.66$
密度与抗弯	0.961	2488.953	0.358	477.628	$D_{15} = 2489x - 413$
密度与抗拉	0.964	4373.696	0.358	789.056	$D_{15} = 4374x - 818$
密度与抗剪	0.976	287.223	0.358	42.385	$D_{15} = 287x - 61$
密度与冲击	0.962	1.814	0.358	0.271	$D_{15} = 1.814x - 0.378$

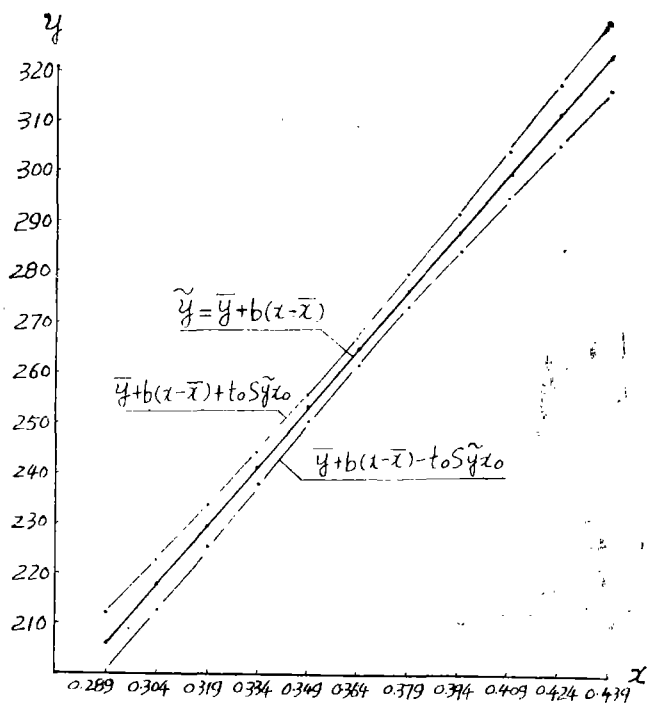


图 8 榿杉木材密度与顺压的回归直线方程

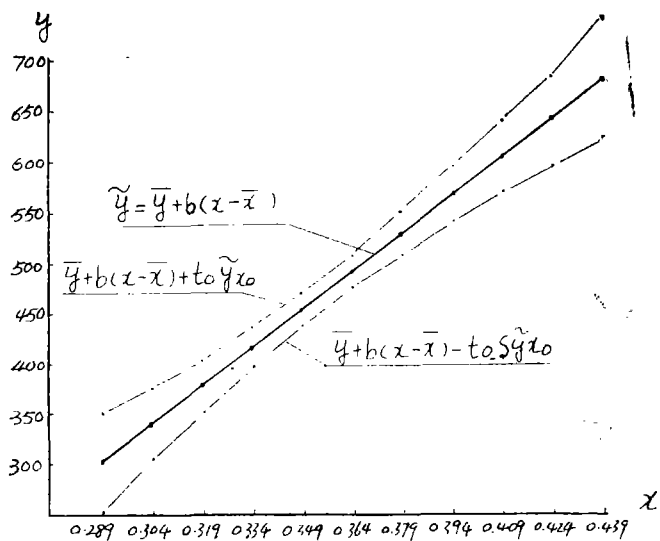


图 9 榿杉木材密度与抗弯的回归直线方程

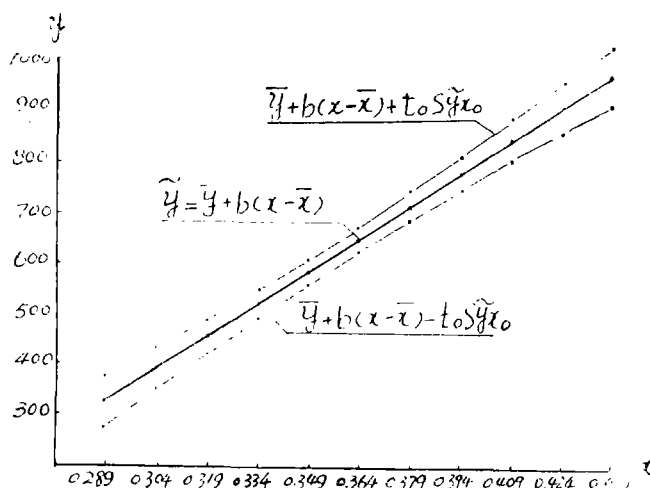


图10 榿杉木材密度与抗拉的回归直线方程

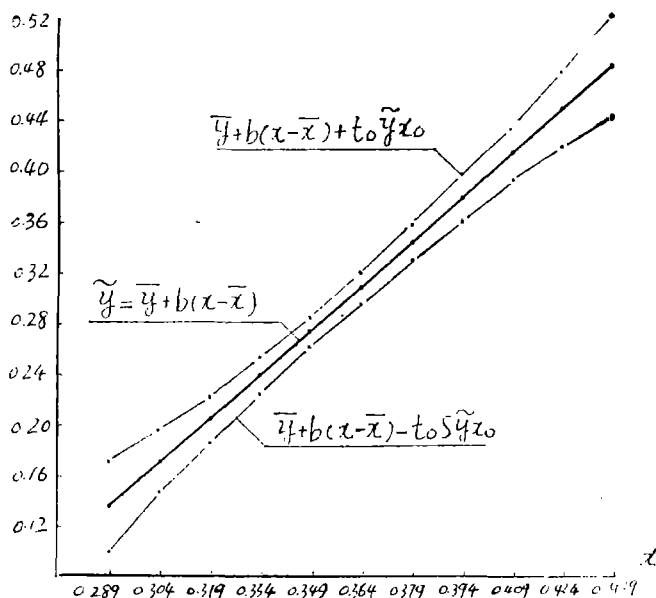


图11 榿杉木材密度与冲击的回归直线方程

2) 由密度估计其它各项强度的标准差
根据有关公式计算所得全部数值均已列入表9中。

五、结 论

榿杉木材纹理直，结构细而匀；干燥

快，不翘裂；能防腐；易加工，切面光滑；油漆后光亮美观；胶粘性能良好。因此，榿杉木材是我省优良的建筑、舟、车、家具、桥梁、电杆、枕木、桩柱及造纸等的优良用材。

表 9

根据密度预测晚材率、顺纹抗压、抗弯强度、

项 目 回 归 方 程 及 误 差 限	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}x_1}$	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}x_2}$	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}x_3}$	$\bar{y} \pm 1.69S_{\bar{y}x_4}$	$\bar{y} \pm 1.69S_{\bar{y}x_5}$
密度与晚材率 95% 置 信 区 间	0.289 0.007 ± 1.374	0.304 3.952 ± 1.133	0.319 7.897 ± 0.909	0.334 11.842 ± 0.719	0.349 15.787 ± 0.597
密度与顺纹抗压 95% 置 信 区 间	0.289 206.53 ± 6.00	0.304 218.08 ± 4.949	0.319 229.63 ± 3.971	0.334 241.18 ± 3.138	0.349 252.73 ± 2.601
密度与抗弯强度 95% 置 信 区 间	0.289 306.321 ± 14.932	0.304 343.656 ± 12.311	0.319 380.991 ± 9.878	0.334 418.326 ± 7.810	0.349 455.661 ± 6.468
密度与顺纹抗拉 95% 置 信 区 间	0.289 330.089 ± 25.280	0.304 395.696 ± 20.845	0.319 461.306 ± 16.642	0.334 526.916 ± 13.167	0.349 592.526 ± 10.954
密度与抗剪强度 95% 置 信 区 间	0.289 21.943 ± 1.350	0.304 26.284 ± 1.113	0.319 30.553 ± 0.894	0.334 34.858 ± 0.706	0.349 39.163 ± 0.586
密度与冲击韧性 95% 置 信 区 间	0.289 0.146 ± 0.009	0.304 0.173 ± 0.008	0.319 0.201 ± 0.006	0.334 0.228 ± 0.005	0.349 0.255 ± 0.005

顺纹抗拉、抗剪强度和冲击韧性及其置信区间

x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}
$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}_{w6}}$	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}_{w7}}$	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}_{w8}}$	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}_{w9}}$	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}_{w10}}$	$\bar{y} \pm 1.96S_{\bar{y}_{w11}}$
0.364	0.379	0.394	0.409	0.424	0.439
19.732 ± 0.582	23.766 ± 0.686	27.622 ± 0.866	31.567 ± 1.086	35.512 ± 1.325	39.457 ± 1.574
0.364	0.379	0.394	0.409	0.424	0.439
264.28 ± 2.546	275.83 ± 3.000	287.38 ± 3.790	298.93 ± 4.746	310.48 ± 5.788	322.03 ± 6.877
0.364	0.379	0.394	0.409	0.424	0.439
492.996 ± 6.332	530.331 ± 7.468	567.666 ± 9.427	605.001 ± 11.805	642.336 ± 14.397	679.671 ± 17.106
0.364	0.379	0.394	0.409	0.424	0.439
658.136 ± 10.723	723.746 ± 12.620	789.356 ± 15.958	854.966 ± 19.992	920.576 ± 24.373	986.186 ± 28.967
0.364	0.379	0.394	0.409	0.424	0.439
43.468 ± 0.572	47.773 ± 0.674	52.078 ± 0.853	56.383 ± 1.068	60.688 ± 1.301	64.993 ± 1.546
0.364	0.379	0.394	0.409	0.424	0.439
0.282 ± 0.004	0.310 ± 0.005	0.337 ± 0.006	0.364 ± 0.007	0.391 ± 0.009	0.418 ± 0.011

(下转44页)

样本,用以推断集团总体百分比,则得:

$$\bar{x} = 216.5\% \quad s = 75.27\% \quad n = 8$$

由于 $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n-1}} = 28.45\%$ 当 $p = 0.95$ 时

$$t = 2.37$$

则 $\bar{x} \pm (2.37\%)(28.45\%) = (149\%, 284\%)$ 。

据随机抽取的8个龄组所得数据,娘青核桃在本试验的两立地条件类型下,以95%的概率推得,是大核桃产仁量的1.5—2.8倍。

三、结 论

娘青核桃是一个抗贫瘠品种,即使在较贫瘠山地上栽培也有早期丰产性能(5—18龄),娘青核桃无论在较贫瘠还是较肥沃土

壤条件下,在海拔1600—1900m范围内,产仁量都是大核桃的1.5—2.8倍。

为此建议:

1.娘青核桃目前即可在滇西地区进行区域性推广种植。

2.有条件的单位应对娘青核桃进行无性系苗圃高接鉴定。

3.把娘青核桃作为夹绵类型值得商榷,娘青壳厚1.3毫米,与美国钻石牌核桃同,种仁能整仁取出。娘青横径为30毫米,达到出口核桃标准。其丰产株每平方米树冠投影产仁量可达0.466斤,有资料表明,娘青核桃出仁率和出油率都比本试验引用数据为高。其弱点为外壳不美观,与大核桃比个小壳厚,虽能出口,但竞争力弱,作为仁用型品种,完全可以,风味甚至更佳。

(上接37页)

参 考 文 献

[1]中国林业科学研究院木材所等,木材物理力学试验方法,中华人民共和国国家标准($GB_{1927-1943-80}$),技术标准出版社,1980

[2]成俊卿等,中国热带及亚热带木材科学出版社,1980。

[3]徐永吉等,西藏几种主要木材的研究,南林科技,1979.3。

[4]东北林学院木材实验室,小兴安岭林区七种重要阔叶材物理力学性质试验报告,东北林学院学报1981.1,

[5]中国科学院数学研究所统计组,常用数理统计方法,科学出版社1979。

[6]北京林学院,数理统计,中国林业出版社,1980。

[7](美)斯蒂尔等著,杨纪珂等译,数理统计的原理和方法,科学出版社1979。

[8](苏)列昂节夫著,吕敏申等译,试验与观察结果的统计分析,中国林业出版社1958。

[9](日)小野和雄,木材物理实验书,农业图书株式会社,1973。

[10]罗良才等,云南松木材物理力学性质的研究,研究报告(木)第16号,1980。