

研 究 报 告

第 3 号

1957 年 7 月 25 日

湖南、貴州所产杉木的物理力学性質

李源哲 崔竞羣

森林工业部森林工业科学研究所編輯

森 林 工 業 出 版 社 出 版

研究报告

第3号 1957年7月25日

湖南、貴州所产杉木的物理力学性質

李源哲 崔竞群

林业科学研究所木材研究室在 1954 年曾进行了湘、黔、赣、闽、川、粤、桂七省杉木 (*Cunninghamia lanceolata* Hook) 的物理力学性質試驗(研究报告, 1954), 得到的結果初步說明由于生長地区不同, 杉木的材性有較显著的差異。惟該項試驗的試材数量不多, 包括地区很廣; 且試材均自建筑工程部調撥而来, 不仅生長条件无法明瞭, 有一部分材料的詳細产地亦不能确知, 同时更未按规定办法采集, 因此試驗所得的結果, 仅仅是对于各主要产区的杉木材性表达概略数值, 未能作进一步的比較。

1955 年林业科学研究所森林經理研究室在湖南会同、江华、洞口、貴州錦屏等調查工作时, 采集实生、萌芽和插条三种不同繁殖的杉木試材 48 株, 以后我室复至上述地区补充采集 72 株, 就不同地区, 不同繁殖方法及不同生長情况等, 进行材性比較試驗, 以期明瞭不同地区杉木材性及同一地区不同繁殖和生長的杉木性質的优劣, 以供木材使用上的参考。

本試驗参加人員有李源哲、崔竞群、罗良才、俞浩、張文庆、胡慕任、張寿和、張寿槐、全体見习員、試驗工、木工同志。一部分試材系森林經理研究室王宝田先生等采集; 文写成后又蒙朱惠方、成俊卿兩先生指正, 特此致謝。

試材的采集和試样制作

1. 試材的采集

采集試材时, 尚缺乏苏联 OCT/ИРЛес № 196 木材物理力学試驗用标准木选取法可資依据。因此采集方法系根据“苏联橡树木材及其物理力学性質”(Вухров, 1954), 参照苏联科学院林业研究所“为研究乔木树种木材構造及物理力学性質召开的联合科学會議決議(Труды, института леса, 1949)”的試材采集部分, 并結合我国林区情况所拟定的采集暫行办法进行的。

經理研究室所采集的試材, 系从代表該区杉木的标准地中选取生長优良树株, 其他

补充的試材，系自代表杉木一般生長情况的标准地內选取。

在各标准地內选定試材后，从距地0.3米处伐倒，記載树龄等，自伐口向上量出1米鋸下不要，再向上量2米長的木段鋸下作为試材。仅少数树株在取得第一段試材后繼續向上距伐口.5米处开始切取第二段試材（图1）。

經理研究室采集的試材记录見表 1a，我室采集的試材记录見表 16。

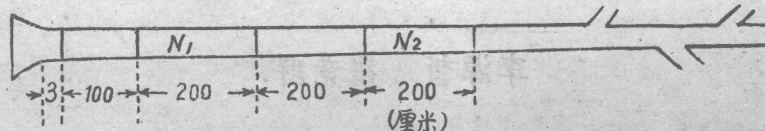


图 1. 从树干上切取試材法

試 材 采 集 記 錄 表

表1a

地 区	繁殖法	株数	胸高直徑 (不連皮)厘米			树 齡 (年)		树 高 (米)			采集段数	备 注
			最小	最大	平均	最小	最大	最低	最高	平均		
湖南江华	萌芽	3	15.7	16.4	16.0	36	37	—	—	14.5	3	选自一个标准地
	插条	9	15.6	21.4	18.1	25	45	15	18	16.3	9	选自三个标准地
湖南会同	萌芽	10	14.5	18.9	16.6	20	49	12	16	—	10	选自六个标准地
	实生	13	14.2	20.1	18.4	14	53	14	20	18.4	13	选自五个标准地
貴州錦屏	实生	7	18.7	23.5	22.8	17	40	16	25	20.1	7	选自三个标准地
湖南洞口	插条	6	17.2	20.5	18.5	20	24	12	17	12.6	6	选自二个标准地

試 材 采 集 記 錄 表

表16

地 区	标編 准地号	坡 向	繁 殖 法	采 集 株 数	胸高直徑 (不連皮)厘米			树 齡 (年)		树 高 (米)			平 均 主 干 (米)	采 集 段 数	备 注
					最小	最大	平均	最小	最大	最低	最高	平均			
湖南江华	1	南	萌条	10	17.9	25.7	21.0	22	35	12	16	14.6	4.3	10	与标准地1同在一处 与标准地2同在一处
	2	东	"	4	18.3	20.0	19.0	31	36	14	16	15.7	6.0	7	
	1a	南	插条	3	20.0	23.0	21.5	26	27	14	16	15.3	6.4	3	
	2a	东	"	8	17.3	24.1	19.5	23	25	14	16	15.0	5.7	8	
	3	东北	"	7	17.1	21.8	18.3	27	28	15	18	16.0	7.8	7	
	4	西南	"	5	20.0	22.0	21.1	24	26	19	22	20.1	6.7	10	
湖南会同	5	西南	萌芽	7	17.8	24.1	21.3	32	34	18	21	19.6	7.6	11	
	6	西南	实生	6	20.3	27.2	22.5	30	33	23	25	23.9	11.0	10	
貴州錦屏	7	东南	"	8	17.9	27.5	22.4	37	52	18	20	18.9	8.1	8	
湖南洞口	8	南	插条	8	22.3	26.7	24.7	46	57	14	20	16.7	8.7	8	

2. 試样的制作

本区杉木一般直徑較小，胸徑大都在20厘米左右，选取試样較為困难，因此本試驗試

样的分配,除主要参照苏联林业人民委员会木材物理力学試驗方法 250 号 (ОСТ/ХК Лес 250, 1949),并考虑到杉木的树徑而进行。

按照上节所述方法采得的試材均为長 2 米的木段;分配試样时首先在每一木段下部,取厚 10 厘米的圓片,供測定选材寬度之用;另在上端部分切下厚 7、6.5、5 和 1.5 厘米的圓片各一个,分別供制取硬度、順紋剪力、橫紋拉力和收縮試样之用。余下的木段再橫切为上下兩段后,均按照苏联木材物理力学試驗方法 250 号,將上下兩木段鋸得的中心板,从外至內鋸为厚 3.5 厘米的木板,再从每一木板上解鋸成端面为 3.5×3.5 平方厘米的試条 (图2)。

上端木段所鋸得的試条供切取靜曲、順紋压力及橫紋压力試样,下端木段所鋸得的試条供切取冲击及順紋拉力試样之用。所有圓盤及試条均切取为粗制試样,堆积室內气乾,試驗前再创成試样。

靜曲彈性模量与极限强度同在一个試样上試驗;容重在靜曲試驗后取得的含水率試样上一併測定,含水率对强度关系試驗用的試样,另外采取适当的方法分配。

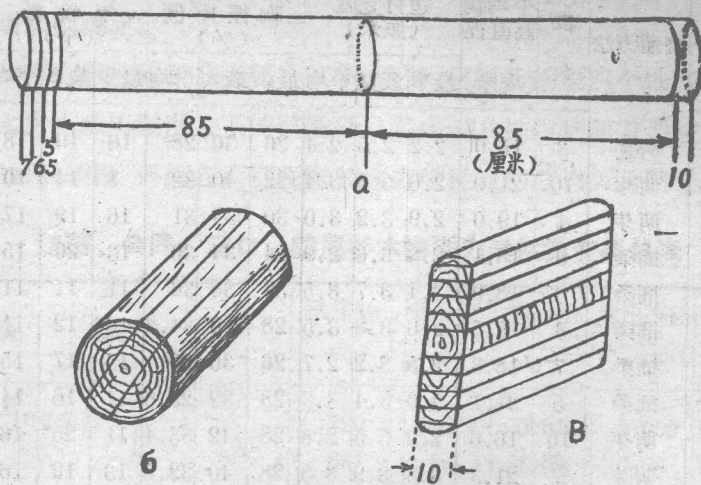


图 2: a. 从試材上切取圓片; 6. 中心板切取法; B. 从中心板上切取試条。

試驗方法

試驗包括: (1) 杉木生長情况的測定——杉木的生材含水率, 边材寬度, 每厘米年輪数及晚材率的測定等; (2) 物理性質測定——如容重、收縮等項; (3) 力学强度試驗有靜曲、靜曲彈性模量、順紋剪力、順紋压力、橫紋压力、冲击、順紋拉力、劈开和端部硬度試驗。

靜曲极限强度及彈性模量的測定，在一个試样上首先根据“苏联国定标准6336—52 木材物理力学試驗方法”(ГОСТ 6336—52,1952)进行彈性模量的測定后，再按照苏联林业人民委员会“全苏国定标准 250 号”的方法測定出靜曲极限强度。

順紋剪力附件，采用“苏联国定标准 6336—52”規定的形狀；橫紋压力試驗按 Ю. М. 依瓦諾夫 (Иванов, 1949) 的方法进行。

除上述外，其余各項物理力学性質的測定，全部按照“苏联林业人民委员会全苏国定标准 250 号”的方法进行。

結果整理

1. 杉木边材寬度測定：在各株試材近根部（树高 1.3 米处）切制厚 10 厘米的圓盤，进行边材寬度的測定結果參看表 2。由表可知，杉木为一般边材較寬的树种。

杉木边材寬度測定記錄

表 2

地 区	标准地号	繁殖方法	株数	平均胸高直徑 (厘米)	边材寬度 (厘米)			边材寬度与 胸徑比例 (%)			边 材 內 年 輪 数 (个)			备 註
					最窄	最寬	平均	最小	最大	平均	最少	最多	平均	
江 华		萌芽	3	16.0	2.2	2.5	2.4	26	30	28	16	19	18	經理研究室采
	1	萌芽	10	21.0	2.6	3.8	3.4	22	40	32	8	14	10	
	2	萌芽	4	19.0	2.9	3.2	3.0	30	34	31	16	19	17	同 上
		插条	9	18.1	2.3	3.6	2.9	24	34	30	13	20	15	
	1a	插条	3	18.9	3.4	3.7	3.5	34	38	36	11	11	11	
	2a	插条	8	19.5	2.6	3.8	3.5	28	40	34.2	10	12	11	
	3	插条	7	18.3	2.5	3.2	2.7	26	30	28	13	17	15	同 上
	4	插条	5	21.1	3.0	3.4	3.3	28	32	29.6	11	16	14	
会 同		萌芽	10	16.6	2.2	3.5	2.8	28	42	33.4	11	25	16	同 上
	5	萌芽	7	21.3	3.3	3.9	3.5	28	40	32.6	13	19	16	
		实生	13	18.4	2.4	3.3	2.8	22	38	29.2	8	23	15	同 上
錦 屏	6	实生	6	22.5	3.0	4.0	3.5	26	38	30.6	12	19	16	同 上
		实生	7	22.8	2.1	4.3	3.2	18	40	28.2	9	19	12	
洞 口	7	实生	8	22.4	2.9	3.8	3.3	20	36	28.2	16	29	21	同 上
		插条	6	18.5	2.4	3.6	3.2	26	38	33.2	9	9	9	
	8	插条	8	24.7	2.7	3.6	3.3	22	28	25.4	16	24	21	

2. 杉木生材含水率的測定。在进行試材采集时，選擇了八株杉木測定其生材含水率。杉木于伐倒时，立即在离地 0.3 米及 3.3 米处各取厚 4 厘米的圓盤 1 个，分別測定心边材的的含水率。測定結果見表 3。

杉木生材含水率測定記錄

表 3

地 区	树株号	繁殖法	树 齡 (年)	心 材		边 材		备 註
				試样数	含水率均 值(%)	試样数	含水率均 值(%)	
江 华	B 36	插条	26	4	182	4	202	1955 年 2 月測定
	B 37	插条	25	4	140	4	224	
	B 48	插条	24	4	127	4	178	
	B 49	插条	24	4	138	4	191	
会 同	C 74	实生	23	6	87	6	200	
	C 75	实生	32	6	60	6	206	
錦 屏	C 111	实生	37	4	38	4	219	
	C 112	实生	38	4	45	4	189	

根据測定的結果：杉木在立木狀 态下心材含水率的变化极大，变異范围由 38%—182%；边材的变化略小，含水率平均約在200%左右，变異范围在178%—224%之間。

但由于生材含水率依季节，部位，树龄而有变化欲得可靠的結果，应当按照上述情况，分別进行更多的測定。

3. 杉木物理力学性質及其变異：江华、会同、洞口及錦屏四个地区的全部試材，除以 4 株进行杉木含水率对强度关系的試驗外，其余 110 株作物理力学基本性質的試驗，分別試驗項目加以統計，得到各产区杉木物理力学性質的总均值及其变異詳見表 4。

江華、会同、洞口、錦屏杉木物理力学性質变異总表

表 4

試 驗 項 目		試样数 <i>n</i>	平均值 <i>M</i>	均方差 $\sigma, \pm$	均值誤差 $m, \pm$	变異系数 $v, \%$	准确指数 $P \%$
*容重 (克/立方厘米)		790	0.369	0.041	0.002	11.11	0.37
每厘米年輪数 (个)		634	3.1	1.59	0.06	51.3	2.03
晚材率 (%)		634	13.1	6.9	0.27	52.7	2.06
乾縮系数	徑向	348	0.127	0.038	0.002	29.9	1.57
	弦向	348	0.290	0.063	0.003	21.7	1.13
	体积	785	0.420	0.128	0.005	30.5	1.07
*順紋抗压极限强度 (千克/平方厘米)		659	386	59.0	2.3	15.3	0.59
*橫紋局部受压比例限度应力 (千克/平方厘米)	徑向	458	34.7	10.9	0.5	31.4	1.44
	弦向	458	39.0	11.7	0.54	30.0	1.38
*靜曲极限强度 (千克/平方厘米)	徑向	342	659	110.0	5.9	16.69	0.89
	弦向	312	672	124.0	7.0	18.45	1.04
*靜曲彈性模量 (1000千克/平方厘米)	徑向	334	102	13.3	0.73	13.0	0.71
	弦向	304	103	14.64	0.84	14.27	0.81

試 驗 項 目		試樣數	平均值	均方差	均值誤差	變異系數	準確指數
		n	M	$\sigma, \pm$	$m, \pm$	$v, \%$	$P\%$
*順紋剪切極限強度 (千克/平方厘米)	徑向	412	36	10.3	0.50	28.85	1.40
	弦向	416	44	12.6	0.61	28.96	1.40
順紋抗拉極限強度(千克/平方厘米)		205	783	179	12.5	22.9	1.59
沖擊強度 (千克米/立方厘米)	徑向	244	0.189	0.067	0.0042	35.44	2.22
	弦向	248	0.142	0.042	0.0026	29.57	1.83
*端部硬度 (千克)		200	2.54	42.0	2.90	16.53	1.11
橫紋抗拉極限強度 (千克/平方厘米)	徑向	307	19.2	4.50	0.25	23.43	1.30
	弦向	338	11.6	2.60	0.14	22.41	1.20
劈開強度 (千克/厘米)	徑向	422	5.3	1.20	0.05	22.64	0.94
	弦向	418	7.0	1.40	0.06	20.00	0.85

注：表內試驗項目具 * 者為調整至含水率 15% 時的結果。

由上表可知杉木的變異性很大，各項試驗統計的變異系數 $v\%$ ，一般都超過 ГОСТ 6336—52 記載的各種力學性質變異系數的均值。

4. 杉木物理性質與力學強度的關係：從 110 株杉木試驗得到的各項結果，求出容重與靜曲極限強度，順紋抗壓極限強度和沖擊強度的相關方程式，以供實用上簡易判定杉木品質的參考，各相關方程式見表 5。

杉木物理性質與力學強度的關係 表 5

項 目	相關系數	方 程 式	平 均 誤 差
容重與順紋抗壓極限強度	0.74	$D_{15} = 1455r_{15} - 151$	± 79
容重與靜曲極限強度	0.68	$B_{15} = 2841r_{15} - 381$	± 102
容重與沖擊強度	0.36	$A = 0.207r_{15} + 0.046$	± 0.036
順紋抗壓極限強度與靜曲極限強度	0.78	$B_{15} = 2.03D_{15} - 105$	± 79

注 r_{15} —容重； D_{15} —順紋抗壓極限強度； B_{15} —靜曲極限強度； A —沖擊強度

5. 杉木含水率校正系數：不同含水率 (18—22%) 的試樣測得的結果，必須調整至 15% 含水率時的強度，以便進行統計分析。由於已往缺乏杉木含水率對強度關係的試驗結果，本試驗挑選出生長快、慢和適中三種情況的杉木各 4 株，在不同含水率下 (纖維飽和點以下) 進行試驗。

靜曲彈性模量、順紋抗剪和順紋抗壓等強度與含水率的關係試驗，根據得到的結果，分別以統計方法求得各項強度在不同含水率情況下的坡度，從而找到含水率對各項

强度的关系和调整至 15% 含水率时的平均校正系数值 (見表 6)。

杉木校正各項强度至含水率15%时的系数

表 6

試 驗 項 目	校 正 系 数 α
順紋抗压极限强度	0.04
靜曲极限强度 徑向和弦向	0.04
靜曲彈性模量 徑向和弦向	0.02
順紋抗剪极限强度 徑向	0.05
弦向	0.03

除上表各項强度以所求出的系数进行强度的調整外, 其余橫紋压力及端部硬度則采用 OCT/HK.Tec № 250 号所載的針叶树校正系数值。

結 果 分 析

1. 各产地杉木的物理力学性質: 从試驗得到各地区杉木的結果, 分別求出其均值及变異, 以比較其相互間的差別。比較的方法以会同杉木主要的物理力学性質均值作标准, 用其他产地相同試驗項目的均值比較, 并于各均值之下以百分率表示之。另外并根据統計方法, 按照 0.997 的机率, 比較其差異是否显著。列如表 7。(見書末插頁)

由表 7 可知各地区杉木的物理力学性質, 按照均值的百分率比較所表現出的差異。总的說来, 江华与洞口兩地所产者其物理力学性質較为接近, 并高于錦屏, 而錦屏所产者又高于会同。

此外根据差異可靠性計算的結果, 除靜曲彈性模量、順紋抗拉及冲击强度等各地一般均无显著差異外, 其余各項物理力学性質, 会同与江华、洞口的杉木相比較, 都有較显著的差異。洞口与錦屏, 江华的杉木, 除剪力外, 一般均不显著; 会同与錦屏的杉木比較, 大部分差異不显著; 錦屏与江华杉木, 除部分物理力学性質有較显著的差異外, 一般均不显著。

2. 不同繁殖生長杉木的物理力学性質: 通常認為杉木由于繁殖方法不同, 其物理力学性質有很大的差異。在江华所選擇的标准地中同时具有萌芽与插条兩種生長的杉木, 茲將其試驗結果列如下表。(表 8)

可見不同繁殖方法生長的杉木, 其材性确有較大的差異。茲再綜合經理研究室所采集的試材試驗結果, 以其主要的物理力学性質比較如表 9a, 我室补采試材試驗的結果比較如表 9b。

相同生長地區不同繁殖生長的杉木物理力学性質

表 8

标准地編號	繁殖法	容 重 (克/立方厘米)	順紋抗压极限强度 (千克/平方厘米)	靜曲极限强度 (千克/平方厘米)	端部硬度 (千克)
1	萌 芽	0.385	408	706	0.180
	插 条	0.367	397	642	0.157
2	萌 芽	0.386	417	691	0.216
	插 条	0.364	369	650	0.153

不同繁殖方法生長的杉木物理力学性質

表9a

物 理 力 学 性 質	江 华		会 同		錦 屏	洞 口
	插 条	萌 芽	萌 芽	实 生	实 生	插 条
容重 (克/立方厘米)	$\frac{0.391}{104\%}$	$\frac{0.405}{108\%}$	$\frac{0.379}{101\%}$	$\frac{0.375}{100\%}$	$\frac{0.348}{93\%}$	$\frac{0.362}{97\%}$
順紋抗压极限强度(千克/平方厘米)	$\frac{417}{103\%}$	$\frac{457}{113\%}$	$\frac{421}{104\%}$	$\frac{405}{100\%}$	$\frac{342}{84\%}$	$\frac{349}{86\%}$
靜曲极限强度(徑向)(千克/平方厘米)	$\frac{713}{112\%}$	$\frac{758}{119\%}$	$\frac{682}{107\%}$	$\frac{635}{100\%}$	$\frac{603}{95\%}$	$\frac{616}{97\%}$
端部硬度 (千克)	$\frac{267}{105\%}$	$\frac{286}{113\%}$	$\frac{259}{102\%}$	$\frac{253}{100\%}$	$\frac{210}{83\%}$	$\frac{250}{99\%}$

不同繁殖方法生長的杉木物理学性質

表9b

物 理 力 学 性 質	江 华		会 同		錦 屏	洞 口
	插 条	萌 芽	萌 芽	实 生	实 生	插 条
容重 (克/立方厘米)	$\frac{0.365}{106\%}$	$\frac{0.385}{112\%}$	$\frac{0.341}{99\%}$	$\frac{0.344}{100\%}$	$\frac{0.389}{113\%}$	$\frac{0.391}{114\%}$
順紋抗压极限强度(千克/平方厘米)	$\frac{375}{109\%}$	$\frac{411}{120\%}$	$\frac{324}{94\%}$	$\frac{343}{100\%}$	$\frac{405}{118\%}$	$\frac{410}{119\%}$
靜曲极限强度 (徑向) (千克/平方厘米)	$\frac{648}{113\%}$	$\frac{701}{122\%}$	$\frac{564}{98\%}$	$\frac{575}{100\%}$	$\frac{693}{120\%}$	$\frac{714}{124\%}$
端部硬度(千克)	$\frac{250}{101\%}$	$\frac{283}{114\%}$	$\frac{202}{82\%}$	$\frac{247}{100\%}$	$\frac{275}{111\%}$	$\frac{280}{113\%}$

注：1. 表列各物理力学性質，其上为其均值；均值下的百分率，系依会同的物理力学性質均值作为一百，以各地区不同繁殖法得到同項性質的均值相比較所得出的百分数。

2. 各項物理力学性質，均已調整至含水率 15% 时的平均值。

根据上列二表可以說明如下：

一、江华萌芽較插条繁殖生長的杉木，其容重及各項强度均較高。

二、会同萌芽繁殖的杉木，其容重及各項力学强度与实生杉木比較，除极个别外，

均差異很小。

三、江华与会同萌芽繁殖的杉木，江华与洞口插条繁殖的杉木，及会同与锦屏实生的杉木，其容重及各项力学强度相互比较，差异均较高。

四、同一地区生长情况不同，其木材性质亦有较大差异，如表 9a 江华较洞口插条生长的杉木，会同较锦屏实生的杉木，其各项物理力学性质均高，表 9b 则反是，且其相差甚大。

結 語

1. 根据以上代表性欠完整的材料，繁殖方法相同，产地不同的杉木的木材物理力学性质表现出的差异较大。例如江华与会同所产的杉木，同为萌芽生长者，其物理力学性质的差异较大；又如会同与锦屏的实生杉木，江华与洞口的插条繁殖杉木，其差异亦较大。

同一地区其生长环境情况相接近者，如江华萌芽生长的杉木较插条繁殖的杉木，其物理力学性质亦有差异，以萌芽生长者略高。一般在同一生长条件下，萌芽生长的杉木比实生和插条者生长缓慢，因此材较緻密，强度较大；但会同萌芽生长的杉木则与实生的杉木很少差别，有时反低。

在同一地区内，即使繁殖法相同，而生长条件不同时，其物理力学性质亦有较大的差别，如表 9a 与 9b 各区情况相比较即可得知。

由此我们认为可以初步说明杉木的物理力学性质，仍主要是受生长地区条件的影响。

2. 本试验除初步说明杉木基本力学性质因生长地区不同而有较大的变异外，在木材利用上，如树干的形状，疵病的多少，皆在很大程度上影响其使用价值。而这个问题与其产地因子及经营等有密切关系，今后应进行研究。

参考文献

- (1) 林业科学研究所木材工业系物理力学组七省杉木物理力学性质试验报告, 研究报告, 1954.
- (2) Вихров В. Е. Стрoение и физико-механические свойства древесины дуба. Москва, 1954.
- (3) Иванов Ю. М. Новая характеристика прочности древесины и методы ее определения. Труды института леса Том IV, Издательство академии наук СССР. 1949.
- (4) Постановление междудомственного научного совещания при институте леса академии наук СССР по изучению строения и физико-механических свойств древесины древесных пород СССР, Труды института леса Том IV, издательство академии наук СССР 1949.
- (5) СССР. Стандартгиз ОСТ/НКСлес № 250 Методы физико-механических испытаний древесины 1949.
- (6) СССР. Стандартгиз ГОСТ 6336-52 Методы физико-механических испытаний древесины. 1952.

版权所有 不准翻印

湖南、貴州所产杉木的物理力学性質

李源哲 崔竟群

森林工業部森林工業研究所編

*

森林工業出版社出版、發行

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可證出字第103號

有色局印刷所印刷

*

31 $\frac{1}{2}$ ×43 $\frac{1}{2}$ /16 · 7/8 印張 · 11,000 字

1957 年 8 月第 1 版

1957 年 8 月第 1 次印刷

印數：0001—1,000 冊 定價：(10) 0.16 元

書号：內 005