

广东湛江热带松、南亚松、 湿地松和短叶松材性的初步研究*

陈鉴朝 郑凤兰 陈红跃 李云新 王观明 叶亲柏

(华南农业大学)

(湛江市林业研究所)

摘 要

热带松、南亚松、湿地松和短叶松均为热带和亚热带的速生松树，在湛江地区生长良好。四种松树属硬木松类，其中热带松管胞最长(4569 μm)，胞壁最厚(12.4 μm)，气干密度最大(0.623g/cm³)，硬度最硬(端面硬度6086N/cm²)；南亚松则强度最大(顺纹抗压3891N/cm²，抗弯强度8634N/cm²)；湿地松则树脂道数量最高(0.82条/mm²)。四种松树与国产硬木松类用途相似，更是优良的采脂用树种，应在华南地区加以发展。

前 言

热带松(*Pinus tropicalis* Moreo-et)、南亚松(*P. latteri* Mason)、湿地松(*P. elliotii* Engelm.)和短叶松(*P. echinata* Mill.)是热带、亚热带地区的优良松类树种。热带松原产加勒比地区的巴西西部，二针，双维管束；南亚松原产马来半岛、中南半岛、菲律宾及中国广东、广西，二针，双维管束；湿地松原产美国东南部墨西哥湾和大西洋沿岸，二或三针，双维管束；短叶松原产美国东部，二或三针，双维管束⁽¹²⁾。上述四种热带松树种除短叶松于1974年引种外，其余均于1964年引种广东湛江。生长情况均良好。热带松和短叶松因引种较迟，有关生长、材性和用途方面的情况，国内尚无报导，国外资料也不多⁽²²⁾。湿地松和南亚松的材性，国内曾有研究⁽²⁾⁽³⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽¹⁵⁾，但引种于湛江后有何变

异，尚需探讨。因此，本文拟对上述四种热带松树的木材解剖及其物理力学性质作一比较研究，为林业生产、引种及木材利用提供必要的参考。

材料和方法

试材采自广东省湛江市林科所试验基地，除短叶松为10年生外，其余三种均为20年生。平均树高及平均胸径依次为：热带松13.1米，19.2厘米；南亚松10.8米，14.6厘米；湿地松13.9米，20.1厘米；短叶松9.6米，13.1厘米。每一树种选伐三株平均木，短叶松因枝下高所限，只于距地面1.3—3.3米处截取木段，其余各树种则分别于1.3—3.3，5—7米处截取木段，供物理力学试验用。另于1.3米附近截取10厘米厚圆盘一个，在髓心向外的第3、6、9、12、15生长轮通过直径对称取样，供切片和离析用。

用硝酸—氯酸钾法离析，仿Echols

*本文承成俊卿先生、何天相教授和蔡则谟先生代为审正，谨此致谢。

表1. 四种松树的木材构造

树 种	粗 视 特 征						显 微 特 征										
	生 长 轮		早 晚 材 变 化	树脂道 的数量 和分布	材 色		其 它	管 胞 形 态 (微米)						早材 管胞 径壁 纹孔	交叉 场纹 孔式	射线 管胞 内壁 加厚	备 注
	明 显 度	每厘米 年轮数			边材	心材		早 材			晚 材						
								长度	壁厚 (径向)	腔径 (弦向)	长度	壁厚 (径向)	腔径 (弦向)				
热带松	明 显	2—7	急 变	多; 分 布在晚 材处	浅黄褐; 常蓝变	未形成	树脂气 味浓, 有油性 感	4333	8.2	32.0		4804	16.6	20.8	1—2 列	窗格 状和 松木 型	齿状
南亚松	明 显	2—6	急 变	同上	黄褐至浅 红褐; 常 蓝变	未形成	同上	3689	8.7	26.8		4081	14.2	20.0	1列 少数 2列	松木 型和 窗格 状	细齿 状不 明显
湿地松	明 显	1—5	急 变	同上	浅黄至浅 黄褐; 常 蓝变	黄褐至 红褐	同上	3486	7.7	29.3		3712	13.8	19.7	同上	松木 型	深齿 状至 网状 明显
短叶松	明 显	1—4	急 变	同上	黄褐至浅 红褐; 局 部蓝变	未成形		2842	5.9	28.0		3083	15.1	18.6	同上	松木 型	深齿 状至 网状 明显

法⁽¹⁷⁾制成临时封片, 在显微投影下分别早晚材, 每试样随机测定30条管胞长度。

每轮切片材料制成永久封片⁽¹⁾, 在显微镜下分别早晚材管胞, 测定弦向直径(D), 弦向腔径(l)和径壁厚(2w), 每片各测30个。另在显微投影下测定轴向和径向树脂道的数量; 用面积法计算各组织比量。

木材物理力学试验, 按国家标准方法⁽³⁾进行。

结果与讨论

(一) 木材构造特征

1. 粗视特征和显微特征

四种松树的粗视和显微特征列于表1, 显微照相见封三。

它们之间构造上的差异是热带松的交叉场纹孔式主为窗格状次为松木型, 射线管胞内壁齿状加厚; 南亚松交叉场纹孔主为松木型次为窗格状, 射线管胞内壁浅齿状加厚,

稀疏; 湿地松和短叶松的交叉场纹孔式为松木型, 射线管胞内壁深齿状或网状加厚, 极为显著。

2. 木材组织比量

四种松树的木材组织比量从表2可以看出, 管胞率, 平均为80%—90%, 其中以南亚松和短叶松较高; 轴向树脂道平均为1.3%—3.3%, 以湿地松最高, 热带松次之。各种组织在不同生长轮之间变化的规律不明显。

四种松树无论是轴向还是径向树脂道的含量均高于马尾松⁽²⁾, 但不如加勒比松⁽¹¹⁾。它们的产脂能力比较高, 湿地松、短叶松在美国⁽²¹⁾, 南亚松在海南, 均已成为重要的产脂树种。因此, 对这四种松树在我国引种地的产脂特性及其发展前景, 应进行研究。

3. 管胞形态

四种松树中, 热带松的管胞长度、宽度、腔径和壁厚值最大, 短叶松最小(表3)

表2 四种松树的木材组织比量与树脂道含量

树 种	生 长 轮 (轮)	管 胞 (%)	木 射 线 (%)	树 脂 道 (%)	轴向树脂道 (条/毫米 ²)	径向树脂道 (条/毫米 ²)
热 带 松	3	85.9	11.5	2.6	0.72	1.91
	6	85.9	10.9	3.2	0.64	0.95
	9	80.9	15.5	3.6	0.64	0.80
	12	86.6	11.6	1.8	0.64	0.95
	平 均	84.8	12.4	2.8	0.66	1.15
南 亚 松	3	85.8	11.6	2.6	1.11	0.95
	6	88.6	9.1	2.3	0.64	0.64
	9	92.3	6.8	0.9	0.48	0.95
	12	93.1	6.6	0.3	0.16	0.32
	15	88.4	9.5	3.1	0.80	0.64
	平 均	89.5	8.7	1.8	0.64	0.70
湿 地 松	3	84.9	13.2	1.9	0.95	1.27
	6	82.3	14.2	3.5	0.84	1.27
	9	77.6	18.9	3.5	0.56	1.27
	12	80.5	15.5	4.0	0.80	0.32
	15	78.7	17.5	3.8	0.95	0.95
	平 均	80.9	15.9	3.3	0.82	1.02
短 叶 松	3	86.6	11.2	1.2	0.64	1.27
	6	88.3	10.0	1.7	0.80	1.27
	9	88.9	10.0	1.1	0.53	0.32
	平 均	88.3	10.4	1.3	0.66	0.95

表3 热带松、南亚松、湿地松、短叶松管胞形态

树 种	生长轮组	长 度 L (微米)	宽 度 D (微米)	弦 腔 径 l (微米)	径 壁 厚 2W (微米)	L/D	l/D	2W/l	
热 带 松	3	E	3062	33.8	26.0	7.5	90.7	0.77	0.291
		L	3867	33.0	21.6	11.5	117.2	0.65	0.532
	6	E	4070	40.1	32.6	7.2	101.5	0.81	0.219
		L	4234	38.5	22.2	16.4	109.9	0.58	0.739
	9	E	4832	44.4	36.0	8.3	108.8	0.81	0.230
		L	5213	39.1	22.5	16.5	133.4	0.58	0.734
	12	E	4745	42.3	33.1	9.1	112.3	0.78	0.274
		L	5308	39.4	19.6	19.8	134.7	0.50	1.013
	15	E	5271	41.2	32.1	9.0	127.9	0.78	0.279
		L	5696	36.3	16.7	19.5	157.1	0.46	1.169
	平均	E	4333	40.3	32.0	8.2	108.2	0.79	0.259
		L	4804	37.3	20.8	16.6	130.5	0.55	0.937

续表 3

南 亚 松	3	E	2124	32.0	23.3	8.8	66.3	0.73	0.376
		L	2424	30.9	19.7	11.3	78.4	0.64	0.573
	6	E	3276	34.7	26.0	8.7	94.3	0.75	0.333
		L	3336	34.6	21.3	13.3	96.5	0.62	0.624
	9	E	4001	35.7	27.0	8.7	112.1	0.76	0.322
		L	4493	35.0	20.1	14.81	128.4	0.58	0.736
	12	E	4328	36.6	27.9	8.7	118.1	0.76	0.312
		L	4961	34.2	18.2	16.0	145.0	0.53	0.878
	15	E	4720	38.6	29.9	8.7	122.4	0.78	0.289
		L	5192	36.0	20.5	15.5	144.4	0.57	0.755
	平均	E	3689	35.5	26.8	8.7	102.6	0.75	0.326
		L	4081	34.1	20.0	14.2	118.5	0.59	0.713
湿 地 松	3	E	2477	32.3	25.5	6.8	76.6	0.79	0.268
		L	2704	28.6	18.3	10.5	94.5	0.64	0.575
	6	E	2972	36.4	28.0	8.3	81.8	0.77	0.298
		L	3140	33.4	19.5	13.9	94.0	0.58	0.715
	9	E	3685	37.8	29.9	8.1	97.4	0.79	0.270
		L	3792	34.2	19.9	14.3	111.0	0.58	0.720
	12	E	3917	39.2	31.7	7.7	99.9	0.81	0.244
		L	4212	35.0	19.9	15.1	120.4	0.57	0.760
	15	E	4085	38.4	30.6	7.9	106.4	0.80	0.258
		L	4531	34.6	20.4	14.2	130.8	0.59	0.698
	18	E	4363	41.3	31.3	10.1	105.6	0.76	0.323
		L	4252	38.1	22.0	16.2	111.5	0.58	0.736
	平均	E	3486	37.1	29.3	7.7	94.6	0.79	0.277
		L	3712	33.5	19.7	13.8	110.4	0.59	0.701
短 叶 松	3	E	2145	31.6	26.2	5.4	67.9	0.83	0.210
		L	2859	30.7	22.8	12.6	93.2	0.74	0.550
	6	E	2795	33.1	27.3	6.4	84.4	0.82	0.230
		L	3114	31.8	16.1	15.8	97.9	0.93	0.980
	9	E	3587	36.2	30.4	5.9	99.1	0.84	0.190
		L	3277	33.9	16.9	17.0	96.6	0.50	1.010
	平均	E	2842	33.6	28.0	5.9	83.8	0.83	0.212
		L	3083	32.1	18.6	15.1	95.9	0.58	0.848

说明: 表中生长轮一栏中, E指早材, L指晚材

根据分级标准⁽⁷⁾, 热带松管胞长度属“长”级, 其余三种属“中”级。长宽比(L/D)也以热带松最高。

四种松树的管胞形态变异与加勒比松早期变异情况相同⁽¹¹⁾。与原产地及其它引种

地同种木材比较, 短叶松管胞长度略短⁽²¹⁾, 湿地松则接近于原产地⁽²¹⁾。与广东台山⁽²⁾及安徽⁽¹⁵⁾引种的湿地松比较, 湛江的湿地松生长较快, 管胞长度与台山的接近而长于安徽的; 胞壁厚度以湛江的最厚, 而细胞直径

最小。

湛江南亚松与海南的⁽⁷⁾相比，管胞长度和直径较小，生长速度也较慢。

(二) 木材物理力学性质

从表4可知，热带松具有较高的密度、硬度和韧性，而南亚松的抗弯性能较好。据我国的分级标准⁽⁸⁾，四种松树木材重量属中等（南亚松稍轻），干缩性小（热带松中等），强度弱（短叶松、湿地松）至中（热带松、南亚松），硬度中等，韧性中等（湿地松低等），彼此之间差异不大，故从材性考虑，它们在木材的加工和利用方面并无多大差别。

至于不同产地对其材性的影响，从湿地松的材性比较而言，以广东的较好⁽²⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。

短叶松因树龄较幼，各项强度值不能直

表4 热带松、南亚松、湿地松、短叶松木材物理力学性质※

项 目		热 带 松	南 亚 松	湿 地 松	短 叶 松
年 轮 宽	(mm)	4.5 (24.2 4.4)	4.1 (19.9 4.5)	5.3 (20.4 3.6)	4.8 (24.4 7.7)
晚 材 率	(%)	64 (16.9 3.1)	53 (18.7 4.2)	48 (20.8 3.6)	4.8 (2.70 8.5)
气 干 密 度	(g/cm ³)	0.623 (11.7 2.2)	0.545 (10.0 3.3)	0.575 (14.6 2.3)	0.557 (9.1 4.5)
干 缩 系 数	径向	0.175 (32.5 5.4)	0.168 (29.2 9.7)	0.167 (31.4 5.0)	0.141
	弦向	0.254 (15.2 2.8)	0.231 (21.0 7.0)	0.196 (31.1 4.9)	0.219 (16.5 8.3)
	体积	0.460 (19.0 3.5)	0.433 (21.2 7.1)	0.397 (25.0 4.0)	0.384
顺 纹 抗 压 强度 (N/cm ²)		3871 (13.3 3.2)	3891 (12.9 2.9)	3989 (18.5 3.2)	3675 (16.3 5.2)
抗弯强度 (N/cm ²)	弦向	8007 (22.2 4.1)	8634 (22.5 8.5)	6282 (34.7 5.5)	6458
抗弯弹性模量 (1000N/cm ²)	弦向	804 (41.4 7.7)	1343 (23.6 8.9)	941 (28.1 4.4)	666 (12.5 7.2)
顺纹抗剪强度 (N/cm ²)	径面	1215 (14.5 3.6)	1029 (31.2 9.0)	1235 (28.9 5.5)	1205
	弦面	1235 (13.1 3.2)	1019 (27.4 9.1)	1019 (19.2 4.2)	1127 (12.4 5.1)
冲击韧性 (J/cm ²)	弦向	4.224 (45.8 8.2)	2.960 (27.2 8.2)	1.921 (37.9 5.0)	3.420 (10.0 4.5)
硬 度 (N/cm ²)	端面	6086 (9.5 2.0)	4782 (19.8 5.5)	4880 (27.4 5.1)	4096 (14.2 5.8)
	径面	5057 (12.0 2.6)	4106 (28.0 7.6)	3704 (29.6 5.9)	3979 (17.8 7.3)
	弦面	4616 (16.3 3.5)	3891 (15.2 4.2)	3910	4224
抗 劈 力 (N/cm)	径面	141 (14.7 2.9)	137 (22.6 6.0)	130 (13.2 2.2)	150 (20.0 7.1)
	弦面	156 (16.6 3.5)	148 (13.7 3.7)	130 (14.6 2.5)	138 (12.1 3.8)

※木材物理力学性质栏中，第一行为平均值 $\bar{x}$ ；括号内 左边为变异系数V（%），右为准确指数P（%）。

接比较。

根据四种松树木材的物理力学性质,并对照马尾松的有关数值⁽⁴⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾,四种松树可与国产的松木类一样具有同样的用途⁽⁸⁾。它们除可供采脂和造纸外,并可广泛地用于建筑、桥梁、枕木、坑木、矿柱、木桩、电杆、车辆、农具、民用(次等)家具、包装箱、锯材、一般胶合板和纤维板等。同时其加工性能与防腐能力也可与松木类等同对待。

结 论

(一) 热带松、南亚松、湿地松和短叶松均为优良的热带、亚热带松类树种,适生能力强,对土壤要求不高,在湛江引种生长良好,生长速度较快,材性与国产南亚松类或松木类相似。

(二) 四种松树均能用于制浆造纸,可在早期(9—15年生)加以利用;超过15年后则以原木利用为佳。

(三) 四种松树的树脂道含量均高于当地的马尾松,应考虑进一步试验推广,发展为华南地区重要的采脂树种。

(四) 四种松树就其微观构造而言,热带松、南亚松属于南亚松类;短叶松、湿地松属美国南方松类。材质与国产松木类无多大差异,可按松木类使用。

参考文献

- (1) 丁水汀, 1983, 木材切片材料的处理方法,《林业科学》, 19(1): 110.
- (2) 广东省林业科学研究所, 1978, 广东湿地松与马尾松木材性质的比较研究, 广东省林业科学研究所研究报告, 研字第55号.
- (3) 中国林业科学研究院木材工业研究所等, 1980, 《木材物理力学试验方法》(GB1927—1943—80), 技术标准出版社.
- (4) 中国林业科学研究院木材工业研究所, 1982, 《中国主要树种的木材物理力学性质》, 中国林业出版社.
- (5) 卢鸿俊, 1984, 中国针叶树材管胞形态的研究, 中国林业科学研究院研究报告, 木工2号.
- (6) 成俊卿等, 1963, 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木材工业研究所.

- (7) 成俊卿等, 1980, 《中国热带及亚热带木材》, 29—30页, 科学出版社.
- (8) 成俊卿主编, 1985, 《木材学》, 178, 435, 993—994页, 中国林业出版社.
- (9) 何天相、王明观, 1959, 广东石牌马尾松幼期的木材解剖, 《林业科学》, (1): 63—78.
- (10) 何天相、陈鉴朝、方文彬, 1964, 粤北马尾松两个变型的材性初步研究, 《林业科学》, 9(4): 332—344.
- (11) 陈鉴朝、王观明, 1985, 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): 15—25.
- (12) 宋朝枢, 1983, 世界松属种类及我国引种国外松的概况, 《北京林学院学报》, (2): 1—11.
- (13) 周崑、卢鸿俊, 1979, 中国重要工业用材—造纸材扩大树种利用的研究, 中国林业科学研究院研究报告, 木工4号.
- (14) 郑明强, 1980, 湿地松、火炬松木材物理力学性质, 《湖北林业科技》, 第1期: 24—25.
- (15) 柯病凡等, 1974, 安徽生长的湿地松材性的研究, 安徽农学院研究报告, (74) 第1号.
- (16) 孟广润等译, 1975, 日本农林省林业试验场木材部: 世界有用木材三百种—性质与用途, 34—37, 46—48页, 中国林业出版社.
- (17) Echols, R.M., 1961, Liquid dispersion method for mounting wood fibers on slides. For. Sci., 7(4): 369—370.
- (18) Hudson, R.H., 1960, The anatomy of the genus *Pinus* in relation to its classification. J. Inst. Wood Sci., 6: 26—46.
- (19) Kukachka, B.F., 1960, Identification of coniferous woods. Tappi, 43(11): 887—896.
- (20) Panshin, A. J. et al., 1964, Textbook of wood technology. Vol. I., McGraw-Hill Book Co. New York.
- (21) Peter, K., 1972, Utilization of the southern pines. Vol. I.
- (22) TRADA, 1980, Timbers of the world Lancaster, England, The Construction Press Ltd., Vol. II: 215.

三种以聚磷酸铵为主剂的木材 阻燃浸渍剂的试验研究

(一) 阻燃性能的测定

刘燕吉 李玉栋 崔润华

(中国林科院木材工业研究所)

摘 要

选用以聚磷酸铵为主剂的三种阻燃浸渍剂进行了椴木单板浸渍量与未燃面积的关系、马尾松处理材的氧指数、发烟等级、炭化长度以及模拟木板房屋点燃等阻燃性能的测定。每立方米马尾松木材对配方一、二、三的吸渍量分别为 32、30、25 公斤时, 可达 JIS D1201-77 难燃一级和 JIS D1322-75 抗燃一级标准、三个配方的阻燃效果按配方一、二、三的顺序提高。用配方一、二、三处理的木材可在室内常规温度、湿度条件下使用。

A Preliminary Study on Wood Properties of *Pinus tropicalis*, *P. echinata*, *P. elliotii*, *P. latteri* grown in Guangdong Province

Chen Jianchao et al.

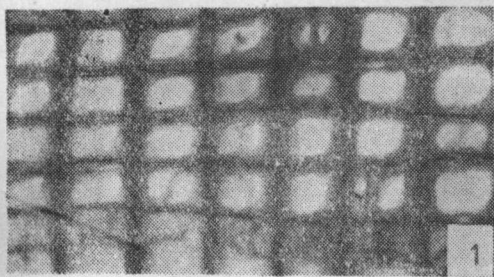
Wang Guanming et al.

(South China Agricultural University)

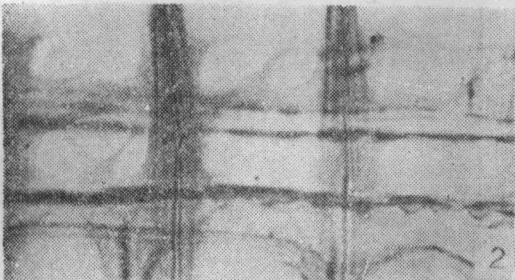
(Zhanjiang Institute of Forestry
Guangdong Province)

ABSTRACT

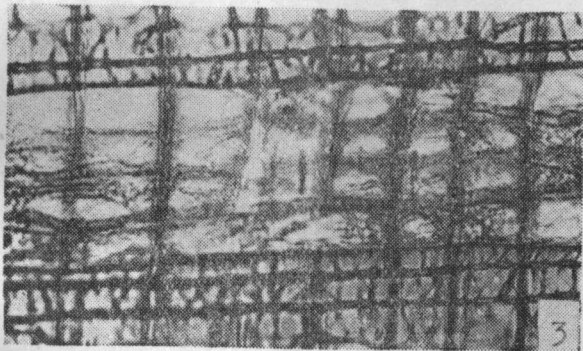
Pinus tropicalis, *P. echinata*, *P. elliotii* and *P. latteri* are fast-growing pine trees in the tropical and subtropical regions. They are introduced and growing well in Zhanjiang Prefecture, Guangdong Province. A comparison is made among the wood anatomical-mechanical properties of 20-year-old *P. tropicalis*, *P. elliotii*, *P. latteri* and 10-year-old *P. echinata* grown on the same site. The results of this study show that they all belong to the hard pine group and the properties of the former 20-year-old pines are better than that of the latter 10-year-old one (*P. echinata*). These four pine species can be used for paper making before 15 years old and the mature trees can be used just like the hard pines native to China. Besides, they can be considered as resin - tapping trees suitable to develop in South China.



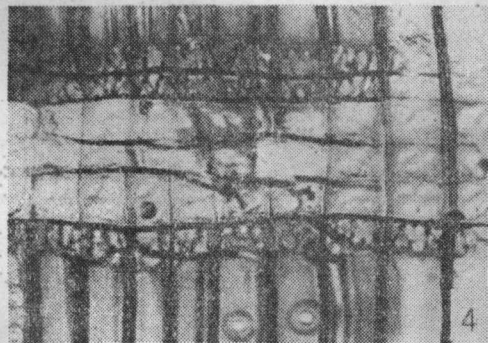
1. 热带松径切面×240。示交叉场纹孔式为窗格状和松木型；射线管胞内壁齿状加厚。



2. 南亚松径切面×480。示交叉场纹孔式为松木型和窗格状；射线管胞内壁浅齿状加厚，稀疏。



3. 湿地松径切面×240。示交叉场纹孔式为松木型；射线管胞内壁深齿状或网状加厚，十分明显。



4. 短叶松径切面×240。示交叉场纹孔式为松木型；射线管胞内壁深齿状或网状加厚明显。

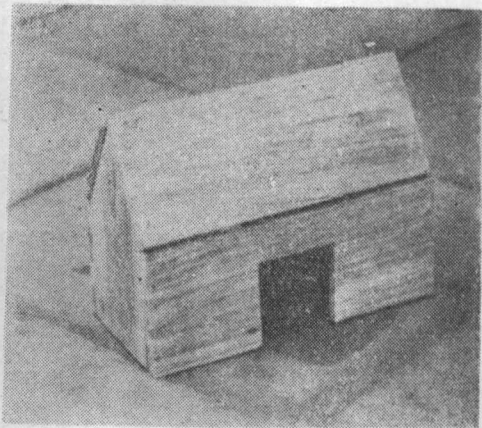


图2 模拟木板房屋点烧试验

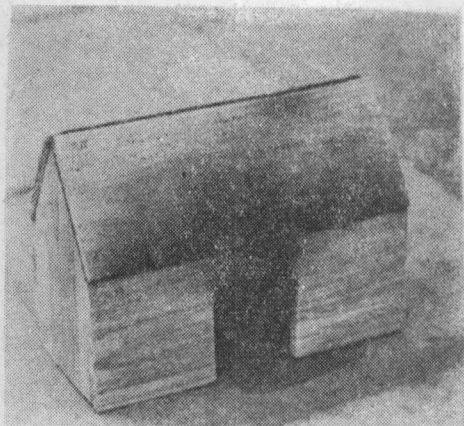


图3 用配方一、二、三处理的木板房屋被烧后情况



图4 用蒸馏水处理的木板房屋被烧后情况