

航空委員會

航空研究院

研究報告第十三號

川產泡桐木之性質

余仲奎 黃鵬章

陳啟嶺 羅裕英

審核者 王 助

三十三年六月 成都

航空委員會
航空研究院

研究報告第十三號

川產泡桐木之性質

余 仲 奎 黃 鵬 章
陳 啟 嶺 羅 裕 英

三十三年六月 成都

一、前 言

木質飛機上受力較少之部份，或調整氣流之填充部份，或厚層板之心層部份等，宜採用重量較輕之木材，英美等國，多取美洲中部所產之「白塞木」(Balsa, 學名 *Ochroma* spp.) 以供上述用途。按白塞木之爐乾比重僅0.11[1]。為現有商用材中之最輕者。

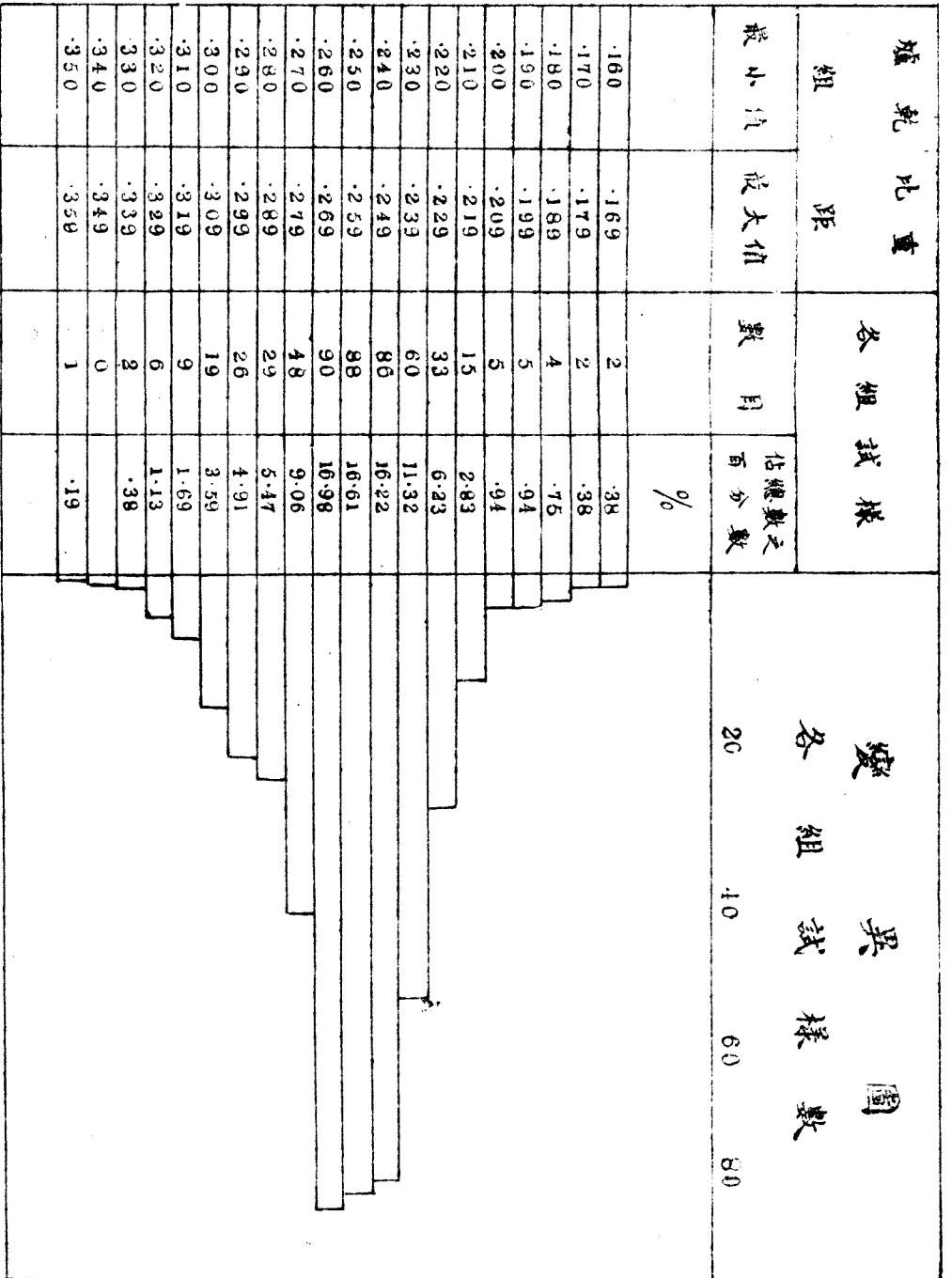
我國不產白塞木，惟國產泡桐，重量小於普通之木材，二十八年，本院副院長王助先生，即利用四川所產之泡桐木製造飛機，當時需用甚急，對其材性僅曾作初步之試驗，三十一年，由楊緒嶸君在成都採得栽植之泡桐5株，進行詳盡之試驗，求得各種材性，茲彙集而成本篇。

普通性質

泡桐 (*Paulownia*) 隸玄參科 (*Scrophulariaceae*) 乃中國及日本之特產屬。國產種類中之重要者有：(1) 桐 *P. Fortunei* Hemsley, 產華北，華中，及華南，分佈最廣；(2) 泡桐 *P. Fargesii* Franchet, 產四川及雲南；(3) 紫桐 *P. Duclouxii* Dode, 產雲南，湖北，浙江，河南等省；(4) 毛泡桐 *P. tomentosa* Stendel, 產中國中部及東部。泡桐木材，在我國常用以製衣箱，風箏，樂器等，日人用以作木屐，戰前自青島輸出頗多，開戰時猶在浙江收買。

川省泡桐 *P. fargesii* Franchet, 分佈於平原及其附近之山麓一帶。為喬木，高達20公尺，具有粗壯之枝，樹皮深灰色或綠灰色，具有卵圓形之皮孔；冬芽小，腋生。葉對生，廣卵形，長10至25公分，寬8至23公分，或在幼枝上長35至50公分，寬34至46公分，頂端短尖或漸尖，基部心形或近於截頭狀，全緣或有時具淺三裂，薄，紙質，表面深綠色，背面淺綠色，兩面均具有淺黃色之短柔毛，總脈及側面在背面隆起，明顯；葉柄長6至20公分，或在幼枝上長達35公分，圓筒形，或稍扁平，稍具灰色短柔毛。花大而香，白色而帶紫，成圓錐花叢；萼鐘形，5裂，外面蜜生黃色柔毛，內面禿淨；萼片寬，短尖，

泡桐爐乾比重之變異圖



註：爐乾比重係指依據爐乾重量及爐乾體積而算出之比重

上圖係根據 530 次之試驗

爐乾比重之平均值为 0.256，最低容許值为 0.260。

不等大；花冠漏斗形，長約7公分，大蕊4，不等形，附着於花冠，細長，柔淨；子房圓錐狀，密具紫色腺斑；花柱內曲，基部具腺斑。蒴果橢圓形，具短柄，開裂。

木材淡紅褐色，心材與邊材之區別不顯明，生長輪甚寬，每2公分 $\frac{1}{2}$ 至5輪，為環孔材，早材管孔數略多，孔徑中，通常單獨；遲材管孔小，近生長輪末端處成切線狀。木質線細，在徑面略現銀光。木薄膜組織為環孔狀，在生末端略成切線狀。紋理直或斜，結構略粗。質量甚輕，收縮甚少，不易變形。容易施工。傳熱性弱。

三、物理性質及力學性質

選試之泡桐木共5株，製成無瑕疵之合格試材，依照標準方法[5]作物理試驗及力學試驗共2026次。

1. 物理性質 泡桐之各種物理性質如下：

含水量		比重		依據		爐乾		重量及		重量		體積收縮		徑向收縮		弦向收縮	
試樣數	平均值	生材體積		15%含水量時之體積	12%含水量時之體積	爐乾體積		生材時 公方尺	15%含水量時 公方尺	12%含水量時 公方尺	試樣數	平均值	試樣數	平均值	試樣數	平均值	
		試樣數	平均值	試樣數	平均值	最低容許值	試樣數		平均值	試樣數							平均值
125	48	125	236	245	247	530	256	260	35	28	28	125	6.7	8	1.02	8	4.27

測定比重含水量及體積收縮係根據同一試樣。

2. 力學性質 包含生材力學性質試驗，氣乾材力學性質試驗，及含水量與力學性質關係試驗，共1470次，所得各種力學性質分別載於第一表及第三圖。

3. 飛機設計值 泡桐飛機設計值見第二表，其計算方法參照本院研究報告第十二號[7]。

第二表 泡桐在15%含水量時飛機設計用強度值表

比 重 依據爐乾重量 及爐乾體積		平 均 值	0.256		
		最 容 許 低 值	0.260		
收 縮 率 (由生材至爐乾)	體積(依據生材體積)	%	6.7		
	徑向(依據生材寬度)	%	1.62		
	弦向(依據生材寬度)	%	4.27		
在 15% 含水量時之重量		公斤/立方公尺	28	磅/立方呎	17.5
靜 曲 試 驗	比例限度應力	公斤/平方公分	255	磅/平方吋	3600
	破壞係數	公斤/平方公分	370	磅/平方吋	5300
	彈性係數	公斤/平方公分	33900	磅/平方吋	0.48×10^6
順紋壓 縮試驗	比例限度應力	公斤/平方公分	150	磅/平方吋	2100
	最大抗壓強度	公斤/平方公分	200	磅/平方吋	2800
橫紋壓縮試驗：比例限度應力		公斤/平方公分	41	磅/平方吋	580
順紋最大抗剪強度		公斤/平方公分	38	磅/平方吋	540
簡卡氏抗凹硬度(側面)		公斤/平方公分	105	磅/平方吋	230

四、結 論

泡桐爲國產商用木材中之最輕者，氣乾後之重量約爲雲杉 [3] 之三分之一。泡桐木比重之平均值，最大值及最小值，有如下表所列：

比 重	平均值	最大值	最小值	試樣數
依據爐乾重量 及生材體積	0.236	0.336	0.160	125
依據爐乾重量 及爐乾體積	0.256	0.359	0.165	530

上表爲根據 5 株不叢生一處之泡桐木製成試材所測得之結果。此外，國人亦有作泡桐比重之測定者 [6]，求出之數值，較本院所得者低 30%，惟僅係四塊試樣之平均值。

泡桐之各種強度均不高。惟與美洲最輕之商用材白塞木比較，重量及強度俱較大。近年英國製造「蚊式」轟炸機 (Mosquito)，使用白塞木甚多。但此種木材之強度數字，發表者極爲少見。茲將美國之記載 [1] 錄於下表，以供參考。因數據不多，且試驗方法有異，雖不能與泡桐木作一合理的比較，然可看出二者之順紋抗壓強度與比重之比率，約略相等，實有趣者也。

樹 種	比重，依據爐乾重量及體積	生材順紋抗壓強度	生材順紋抗壓強度，爐乾比重 [(3)/(2)]
1	2	3	4
泡 桐 Pautong paulownia Forgesii	0.256	磅/平方英寸 1,560	6,090
白塞木 Balsa Ochroma spp.	0.11	644	5,850

泡桐木不易開裂變形，其收縮率甚小，膠合及施工性質亦甚優良，國產木材中，在未發見其他更輕且性質更佳之種類以前，泡桐可作飛機製造上優良之調整氣流、填充、及厚層板之心層等材料。此種樹木，繁殖容易，生長迅速，且外形雄壯，花美麗芬香，大宜提倡作普遍之造林。

引用文獻

1. Markwardt, L. J. ;
Aircraftwoods: Their Properties, Selection and
Characteristics, N. A. C. A. Report No. 354, 1930.
2. Trayer, G. W. ;
Wood in aircraft Construction, 1930. 276 PP.
3. 余仲奎, 黃鵬章, 陳啓嶺, 羅裕英: 川產雲杉之性質, 航空研究院研究報告第四號, 三十一年。
4. 余仲奎, 黃鵬章, 陳啓嶺, 羅裕英: 四川理番六種木材之性質, 航空研究院研究報告第五號, 三十二年。
5. 木材力學試驗標準草案, 航空研究院技術叢編第四號, 三十年。
6. 唐耀, 屠鴻遠: 國產重要木材之基本比重及計算出之力學抗強。
經濟部中央工業試驗所木材試驗室特刊第三卷,
第四期, 三十一年。
7. 余仲奎, 黃鵬章, 陳啓嶺, 羅裕英: 黔產核桃木之性質, 航空研究院研究報告第十二號, 三十四年。

泡 桐

勘 誤 表

頁	行	字	誤	正
封面背頁	11	20	引	分析
;	15	21	孫	校
;	16	5	士	士
1	18	7	franchet	Franhet
5	8	15	Mosquito	Mosquito
	第三圖		韌性量	韌性
	第一表	第一列	Fargessi Franchef	Fargessii Franchet
	第一表	第11列	427	4.27
	第一表	順紋剪力試驗欄	抗剪硬度	抗剪強度

BUREAU OF AERONAUTICAL RESEARCH

TECHNICAL REPORT NO. 13

PROPERTIES OF THE WOOD OF PAOTUNG (PAULOWNIA FARGESII)
GROWN IN SZECHUAN

C. F. YEE

HWANG PUN-CHEUNG

CHEN CHI-LING

LO YU-YING

JULY 1944 CHENGTU