

研 究 报 告

第 5 号
1957年12月 5 日

东北兴安落叶松和長白落叶松
木材物理力学性質的研究

李 元 江

林业部森林工业科学研究所編輯

中國林业出版社出版

協助整理資料：鮑甫成同志

試材採集人員：崔竟群、胡慕任、高一忱同志

試驗工作人員：李元江、鮑甫成、胡慕任、張文慶
張寿和、張寿槐、徐俊鴻、暨見習
員、試驗工及木工同志。

版權所有 不准翻印

**东北兴安落叶松和長白落叶松木材
物理力学性質的研究**

(研究报告第5号)

李 元 江 著

*

中国林业出版社出版、發行
(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可証出字第007号
崇文印刷厂印刷

*

31"×43"/16•1 $\frac{3}{4}$ 印張•36,000字

1958年4月 第 1 版

1958年4月 第 1 次印刷

印数：0001—1,000册 定价：10.24元

書号：內 50

東北兴安落叶松和長白落叶松木材

物理力学性質的研究

李 元 江

一、前 言

落叶松屬 *Larix mill* 又称紅杉屬，其屬名源自古拉丁，英文名 Larch，俄文名 Лиственница。本屬世界上共有14种，中国占7种。在东北有5种，其中一种系移入者，此外产于内地者2种，一种为太白落叶松 *Larix Potaninii* Batal 一种系西南落叶松 *Larix Griffithii* Hook. et thomas 除長白落叶松及兴安落叶松能生長于平湿地外，余均生長于高山坡，常形成大面积純林，为我国东北林区及高山地帶主要林木〔1〕。

兴安落叶松 *Larix dahurica* Turcz. [*Larix Gmelini* (Rupr.) Litvin.] 别名一 齐 松 或意气松〔1〕，产于内蒙（呼納盟）及黑龙江，为大兴安嶺首要树种，也是东北主要林木之一；黑龙江省小兴安嶺林区中，如伊春、翠巒及帶嶺所屬林区，多成团群狀或帶狀分布，形成純林，有时亦成为混交林。其純林多生長在山河南旁平坦地帶，生長良好；在山坡上多与其他树种成为混交林。此外朝鮮与苏联远东部分亦有分布〔1〕。

長白落叶松 *Larix olgensis* A. Henry 又名黃花落叶松〔1〕，分布于辽宁省东部及吉林省，为長白山林区主要树种之一，也是东北主要林木之一，为我国所特产〔1〕。它的垂直分布很高，可达于1800公尺，形成上部的針叶树林帶，多成为团群狀分布。在草甸子里生長良好，成为純林；有时亦可与紅松、魚鳞云杉等形成混交林，生長在阴湿山坡地帶。据在采集現場的观测，長白落叶松树干一般生長較兴安落叶松为高。

在木材使用上要求具有較高力学性質的条件下，落叶松木材确屬于优良針叶树种之一。此种木材一般少节，富于力学強度和堅性，并具有相当耐腐和耐水湿性質，供作土木建筑、造船、电杆、坑木（矿柱）、木（水）樁、桅杆及器具制造等用途甚为适宜。据謂該树种在清代称为“皇木”，限于宮殿、庙宇等建筑，平民不得僭用，足征其貴重〔2〕。树皮可以提取单宁，并可代瓦供盖屋使用；树脂能提出松节油可供医药及工

业的需要〔1〕。苏联近年来在車輛制造业中且有采用落叶松木材代替櫟屬木材〔3〕。

但另一方面，由于落叶松屬木材材質較重，在水道流送中会帶給技术操作复杂化。更因材質較坚硬，工作性質略差，不易于刨光，故亦增加机械加工上的不便。其他如干燥性質亦較差，有易于发生开裂以及轉变原有天然色澤等缺点〔3〕、〔4〕。

我国东北林区現所产兴安落叶松和長白落叶松木材，其蓄积量为数甚鉅，以往在建筑工程方面却未广为利用。但究其物理力学性質，除中国科学院土木工程研究所、建筑工程部建筑科学研究院暨我所等曾先后进行有东北、内蒙所产兴安落叶松木材一部分試驗外〔5〕、〔6〕、〔7〕，对于該兩树种木材材性的綜合性試驗研究，国内有关单位尚未进行。因此我所决定于1955年采集东北林区所产上述兩种落叶松木材从事系統試驗，以期从試驗結果加以初步分析和綜合性的研討，进而找到該兩树种木材物理力学性質上有关数据，以供作我国大規模經濟建設用材，以及利用为結構材及裝修材时的参考。

本报告写成后承朱惠方、成俊卿兩先生暨业务有关同志提供宝贵修正意見，特此一并志謝。

二、試材和試驗方法

(1) 試材采集

1955年2月，我所派出同志三人前往东北小兴安嶺伊春所屬双子河及長白山林区所轄临江一帶，分別采集供作試驗用兴安落叶松暨長白落叶松共29株。标准地的选定系按照树木的分布情况及生長特性，計选定有兴安落叶松林分組成(a)純林(б)兴安落叶松为主的混交林及(в)兴安落叶松針、闊叶树混交林(1953及1954年我所在伊春帶嶺采集的)及長白落叶松林分組成(a)純林和(б)落叶松針、闊叶树混交林。而在兴安落叶松林分組成(a)和(б)內各选标准木7株(в)內选标准木5株；并在長白落叶松林分組成(a)內选标准木8株(б)內选标准木7株供作試材。标准木采集記載項目詳見下表(1)

由于当时国内对供作木材試驗研究用标准木采集方法尚缺乏具体材料，1949年苏联林业人民委员会所頒行資料“林分木材物理力学性質試驗用标准木选取法” ОСТ/НКЛес №196〔8〕亦未搜集到；后来我們参照了苏联林学家 В.Е.Вихров 所著“櫟屬木材構造及物理力学的性質”內容叙述〔9〕，始初步拟訂出供选作試驗用标准木，規定在距地0.3米处伐倒，往上計量1米后，在树干不同高度上分別截取長2米的木段2至3段。第1段距地面1.3~3.3米处，第2段距地面5~7米处，第3段則距地9~11米处。經选定采集各株标准木有关記載如下表(1)：

东北產两种落叶松标准木采集記載表

表 1

樹 种	采伐地区	林分組成	标准地 編 号	标准木 編 号	截取 段数	樹 齡 (年)	胸徑(1.3 米处) (厘米)	樹 高 (米)	主干高 (米)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
I. 兴安落叶松 (<i>Larix dahurica</i> Turcz.)	伊春双子河	(a)兴安落叶松 純林	丁	I 1	3	141	41.0	30.0	21.0
				I 2	3	130	34.0	30.0	20.0
				I 3	2	131	29.0	25.0	15.7
				I 4	2	124	30.0	24.0	17.6
				I 5	3	122	26.0	26.0	
				I 6	2	126	23.0	23.0	17.0
				I 7	2	147	32.0	26.4	11.0
	伊春双子河	(c)兴安落叶松 为主混交 林 ⁽¹⁾	戊	I 8	3	123	36.0	23.6	19.8
				I 9	3	140	40.5	30.0	19.8
				I 10	1	141	40.0	33.0	21.0
				I 11	2	137	30.0	26.4	15.5
				I 12	2	143	33.0	29.8	21.0
				I 13	3	139	31.0	29.5	13.6
				I 14	2	146	29.5	28.0	18.0
II. 长白落叶松 (<i>Larix olgensis</i> A. Henry)	伊春带岭	(b)針闊叶樹混 交林	己	I 15	2		32.0	18.5	9.5
				I 16	2		43.0	23.5	11.3
				I 17	3		60.0	27.0	13.0
				I 18	3		48.0	27.0	11.0
				I 19	3		52.0	29.0	14.0
	吉林临江	(a)长白落叶松 純林	乙	II 1	3	140	34.0	35.0	21.0
				II 2	2	150	40.0	—	20.0
				II 3	3	157	31.0	26.0	16.5
				II 4	3	140	42.0	30.0	18.5
				II 5	2	141	35.0	31.0	21.5
				II 6	2	165	29.0	23.0	16.0
				II 7	2	144	30.0	29.0	19.0
				II 8	2	158	33.0	31.0	17.0
	吉林临江	(c)針闊叶樹混 交林 ⁽²⁾	丙	II 9	2	133	30.0	26.0	14.5
				II 10	3	174	44.0	35.5	16.0
				II 11	3	155	36.0	32.0	12.0
				II 12	2	175	33.0	28.5	10.5
				II 13	2	167	31.0	30.0	13.5
				II 14	2	143	30.0	27.5	12.5
				II 15	3	169	36.0	33.0	17.0

附 注

(1) 兴安落叶松为主混交林的林分組成: 落叶松为主, 混生臭冷杉 (*Abies nephrolepis* Maxim), 但为次级木。

(2) 长白落叶松所在針闊叶樹混交林的林分組成: 落叶松与椴、樺、水曲柳、臭冷杉等混生。

(2) 試样制作和試驗方法

試样的制作基本上按照全苏林业人民委员会1949年所編訂“木材物理力学試驗方法”OCT/HKЛec№250[10]进行。为保証自試材內截取到一定数量供作試驗各項性質用的試样起見，預先分別在試材兩端截取2厘米、1.5厘米厚度圓盤各一个，以供制作測定每厘米年輪数、迟材率及綫干縮性試样；同时再截取8厘米厚度圓盤一个，6厘米厚度圓盤二个，另供制作硬度、橫拉及順剪試驗用試样。余下木段分別截成上下兩段，依照OCT/HKЛec№250号規定方法，鋸制成中心板及方木条后，按規格順次截取有关各項試驗用試样。其中硬度試样尺寸系参考苏联有关資料[4]的建議：將国定标准ГОСТ6336—52規定尺寸改用 $5 \times 5 \times 7$ 厘米制作；至于含水率校正系数測定用試样則另采其他方法分配，茲不贅述。

本試驗采用方法，基本上系依照苏联木材試驗規格OCT/HKЛec№250号內所規定者。其中关于靜曲試驗与靜曲彈性模量測定，并在同一試样上进行；至靜曲彈性模量測定方法，系依照苏联科学院林业研究所1949年刊行資料“木材力学性質指标的測定方法”[12]；橫紋压力試驗系按照苏联科学院林业研究所Ю.М. 依瓦諾夫提出的測定方法进行[13]。

三、試驗結果和分析

(一) 兴安落叶松和長白落叶松

木材物理力学性質均值及變異性統計

东北小兴安嶺产的兴安落叶松暨長白山林区产的長白落叶松木材物理力学性質，根据試驗結果分別整理出在含水率15%时的均值和變異性統計見表[2]。

由表(2)內所記載出試驗結果：可了解到东北所产兩種落叶松木材在針叶树种中确具有高的力学強度（如順紋压力、靜曲極限強度、順紋拉力及端部硬度等均值）和堅性（指試驗出的靜曲彈性模量均值），又按冲击比能量均值表示出的韌性都远較紅松木材等为大。此兩種落叶松木材主要力学性質（順压、靜曲）略低于1954年我所試驗西南（指四川）产的柏木屬（*Cupressus*）木材[6]。兴安落叶松木材的单位体积重（容重）及順紋压力、靜曲極限強度均值略高于長白落叶松木材的相应性質均值。但此兩種树种木材在弦向及徑向的橫紋比例限度应力均值間有較大程度相差；此外干縮系数均值在弦向与徑向間相差亦較大，由此可以說明落叶松木材在干燥过程中易于发生开裂，因而增加人工干燥技术上一些困难。

(二) 物理力学性質在樹干高度上的變異

按上述东北所产兴安落叶松暨長白落叶松,在各标准地内分別选取标准木进行試驗,找到木材物理力学性質在樹干高度上的變異。由下表(3)就不同林分組成來說,兩種落叶松木材的单位体积重暨基本力学性質如順压、靜曲、順拉及冲击均值在基段上有較大数值,以后均随樹干高度增加而有不同程度的降低数值。茲將各段木材主要物理力学性質均值以及占有原基段数值的百分率列后,以供研究参考。

(三) 物理力学性質間的差異可靠性

(1) 不同林分組成内兴安落叶松木材物理力学性質的差異性

1955年3月我所在东北小兴安嶺伊春所屬双子河林区采集有兴安落叶松14株,其中标准地依林分組成有(A)純林及(B)落叶松为主的混交林。試驗結果經統計整理后,分別按質量指标計算公式〔14〕找出不同林分組成内兴安落叶松木材主要物理力学性質間的差異可靠性。由本試驗結果初步看到相应物理力学性質均值間相差不大,同时多无差異显著性存在,詳见表(4)内A与B間关系。

(2) 不同林分組成内長白落叶松木材物理力学性質的差異性

1955年3月我所同时在东北長白山所屬临江林区采集有長白落叶松15株,其中标准地依林分組成有(A)純林及(B)針闊叶树混交林。茲由試驗結果看到就相应的主要物理力学性質均值言:(B)实較(A)为高。更由試驗結果統計找到不同林分組成内長白落叶松木材主要物理力学性質間如单位体积重、順压及順拉等具有差異性存在,其余性質尚无差異性。詳見差異性統計表表5。

(3) 兴安落叶松木材物理力学性質因地区間的差異性

根据1953及1955年在东北小兴安嶺伊春所屬帶嶺以及双子河林区前后采集有属于三个标准地的兴安落叶松19株,标准地依林分組成分为(A)純林,(B)落叶松为主混交林及(C)針、闊叶树混交林。按試驗結果比較:后者木材物理力学性質普遍較前二者为弱。更就标准地A与C;B与C相較,找到不同林分組成内兴安落叶松木材,因“地区”所帶給木材物理力学性質上的一定差異性。詳见表4。

表 3 东北产兴安落叶松置长白落叶松木材物理力学性质均值因树干高度的变異 (含水率15%)

性 质	A. 兴 安 落 叶 松			B. 长 白 落 叶 松		
	标 准 地	距 地 高 度 (米)		标 准 地	距 地 高 度 (米)	
		a 段 1.3—3.3米	b 段 5—7米		a 段 1.3—3.3米	b 段 5—7米
(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	(8)
1. 單位体积重 (克/立方厘米)	A. 伊春双子河純林	0.700	0.641	A. 吉林臨江純林	0.593	0.547
	B. 伊春双子河落叶松为主混交林	100	91.5		100	92.2
	C. 伊春帶嶺針闊叶樹混交林	0.700	0.618	B. 吉林臨江針闊叶樹混交林	0.649	0.616
2. 順紋压力 (千克/平方厘米)		100	88.2		100	95.2
		0.610	0.573			
		100	93.9			
3. 靜曲極限强度 (千克/平方厘米)	A. 伊春双子河純林	622	572	A. 吉林臨江純林	515	480
	B. 伊春双子河落叶松为主混交林	100	91.9		100	93.2
	C. 伊春帶嶺針闊叶樹混交林	625	550	B. 吉林臨江針闊叶樹混交林	582	544
4. 冲击比能量 (千克米/立方厘米)		100	88.0		100	93.4
		494	469			
		100	94.6			
5. 順紋拉力 (千克/平方厘米)	A. 伊春双子河純林	1232	1134	A. 吉林臨江純林	990	928
	B. 伊春双子河落叶松为主混交林	100	92.0		100	93.7
	C. 伊春帶嶺針闊叶樹混交林	1239	1060	B. 吉林臨江針闊叶樹混交林	1078	1058
6. 冲击比能量 (千克米/立方厘米)		100	86.0		100	98.1
		961	909			
		100	94.5			
7. 順紋拉力 (千克/平方厘米)	A. 伊春双子河純林	0.250	0.233	A. 吉林臨江純林	0.263	0.224
	B. 伊春双子河落叶松为主混交林	100	93.2		100	85.1
	C. 伊春帶嶺針闊叶樹混交林	0.257	0.249	B. 吉林臨江針闊叶樹混交林	0.238	0.229
8. 冲击比能量 (千克米/立方厘米)		100	96.9		100	79.5
		0.262	0.227			
		100	86.6			
9. 順紋拉力 (千克/平方厘米)	A. 伊春双子河純林	1368	1331	A. 吉林臨江純林	1220	1198
	B. 伊春双子河落叶松为主混交林	100	97.2		100	98.1
	C. 伊春帶嶺針闊叶樹混交林	1532	1390	B. 吉林臨江針闊叶樹混交林	1488	1339
10. 冲击比能量 (千克米/立方厘米)		100	90.7		100	89.9
		1132	1136			
		100	100			

(1) 冲击比能量及順紋拉力, 系按未經調整含水率至15%的木材試驗結果均值。
(2) 靜曲極限强度及冲击比能量, 系按試样橫截面上弦向加荷試驗結果的均值。

附 注

东北産兴安落叶松和長白落叶松木材物理力学性質 (含水率15%) 的差異性

表 6

木 材 性 質	A. 長 白 松			B. 興 安 松			差 異 可 靠 性 計 算 公 式
	試 樣 數			試 樣 數			$\sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{(A+B)}}$
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
(1)	M	$\pm \sigma$	$\pm m$	$v \%$	P %	M	$\frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2}$
							$\frac{P}{(13)}$
1. 單位體積重 (Y15) (克/立方厘米)	329	0.594 100%	0.064	0.003	10.77	0.58	0.641 107%
2. 順紋壓力 (千克/平方厘米)	307	522 100%	76	4.3	14.55	0.82	557 106%
3. 橫紋比例限度應力 (千克/平方厘米)							
徑向	182	40 100%	11.3	0.83	28.03	2.05	48 120%
弦向	174	81 100%	18.2	1.37	22.30	1.67	88 108%
4. 靜曲極限強度 (弦向)							
(千克/平方厘米)	130	993 100%	142	12.4	14.30	1.24	1094 110%
5. 靜曲彈性模量 (弦向)	131	126 100%	23	2.0	18.07	1.57	141 115%
6. 冲击比能量 (弦向)							
(千克力/立方厘米)	117	0.244 100%	0.066	0.006	27.04	2.45	0.245 100%
7. 順紋剪力 (千克力/平方厘米)							
徑向	149	87 100%	11.5	0.94	13.11	1.07	84 96%
弦向	148	70 100%	12.8	1.05	18.15	1.48	67 95%
8. 順紋拉力 (千克力/平方厘米)	89	1226 100%	319	33	26.01	2.69	1299 105%
9. 端部硬度							
(千克力/平方厘米)	76	334 100%	66	7.5	19.76	2.24	377 112%

(1) 冲击比能量暨順紋拉力, 系未經調整含水率至15%的气干材試驗結果均值。

(2) 靜曲極限強度暨彈性模量, 冲击比能量, 系按試樣橫截面上弦向加荷試驗結果的均值。

附 注

(4) 兴安落叶松和長白落叶松木材物理力学性質的差異性

由本試驗結果，找出东北产兴安落叶松和長白落叶松木材在物理力学性質的差異可靠性如下表(6)。其单位体积重暨力学性質如順压、靜曲等显示有差異性。即按机率0.997断定：所試驗出兴安落叶松和長白落叶松木材順压或靜曲極限強度等的相应两个数列之間有着本質上的差別。其余性質間有无差異性存在可參閱表6。

四、物理力学性質間的联系

(1) 物理力学性質間相关系数和相倚方程式

根据試驗結果的統計整理，得出兴安落叶松和長白落叶松木材物理力学性質間，以及主要力学性質彼此間的相关系数及相倚方程式，以表示出上述性質間的相关程度与相倚的关系式見下表7：

东北產兴安落叶松和長白落叶松木材物理力学性質

(含水率15%时)間相关关系

表 7

木 材 性 質	A. 兴 安 落 叶 松		B. 長 白 落 叶 松	
	相关系数	相 倚 方 程 式	相关系数	相 倚 方 程 式
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. 迟材率与容積重	0.70	$\gamma_{15} = 0.0106m + 0.323$	0.63	$\gamma_{15} = 0.012m + 0.236$
2. 迟材率与順紋压力	0.62	$D_{15} = 12.63m + 163$	0.52	$D_{15} = 13.55m + 118$
3. 迟材率与靜曲極限強度	0.57	$B_{15} = 21.47m + 607$	0.34	$B_{15} = 21.72m + 341$
4. 順紋压力与單位体積重	0.80	$D_{15} = 1191.75\gamma_{15} - 209$	0.75	$D_{15} = 1192.96\gamma_{15} - 188$
5. 靜曲極限強度与單位体積重	0.68	$B_{15} = 2000\gamma_{15} - 177$	0.69	$B_{15} = 2500\gamma_{15} - 495$
6. 靜曲極限強度与順紋压力	0.88	$B_{15} = 2.07D_{15} - 87$	0.78	$B_{15} = 1.99D_{15} - 62$
附 注	靜曲極限強度系按試样橫截面上弦向加荷試驗結果的均值。			

由上表7內說明东北产兩種落叶松木材中单位体积重与順紋压力、靜曲極限強度間有着密切的联系，其相关系数值在0.68以上。茲依統計方法找到兴安落叶松木材的兩個直綫相倚方程式見图1所示，長白落叶松木材的兩個直綫相倚方程式見图2所示出。

东北所产上述兩種落叶松木材力学強度間如靜曲与順压都呈密切的联系：兴安落叶松木材在靜曲与順压間相关系数 $r=0.88$ ，長白落叶松木材在靜曲与順压間相关系数为

$r=0.78$ 。此項系数可以利用來說明每兩性質間联系的密切程度，其直綫相倚方程式图解，見附录內图1及图2所示。

(2) 含水率对木材强度的关系

以兩种落叶松試材按一定分配方法截取試样后，合并进行含水率对木材强度影响的关系試驗，按統計整理得到东北所产落叶松木材含水率在纖維飽和点以下，分別調整至15%时的强度校正系数均值。其中靜曲極限强度（弦、徑向）校正系数均值为0.05，靜曲彈性模量（弦、徑向）校正系数均值为0.024，順紋压力校正系数均值为0.055。除此三項力学性質使用上述系数分別予以調整至含水率15%时外，其余均照苏联木材物理力学試驗方法 OCT/HKЛec №250 各項性質所規定的系数值校正。

按下图(3)求出含水率与东北所产落叶松木材主要力学性質的关系式。

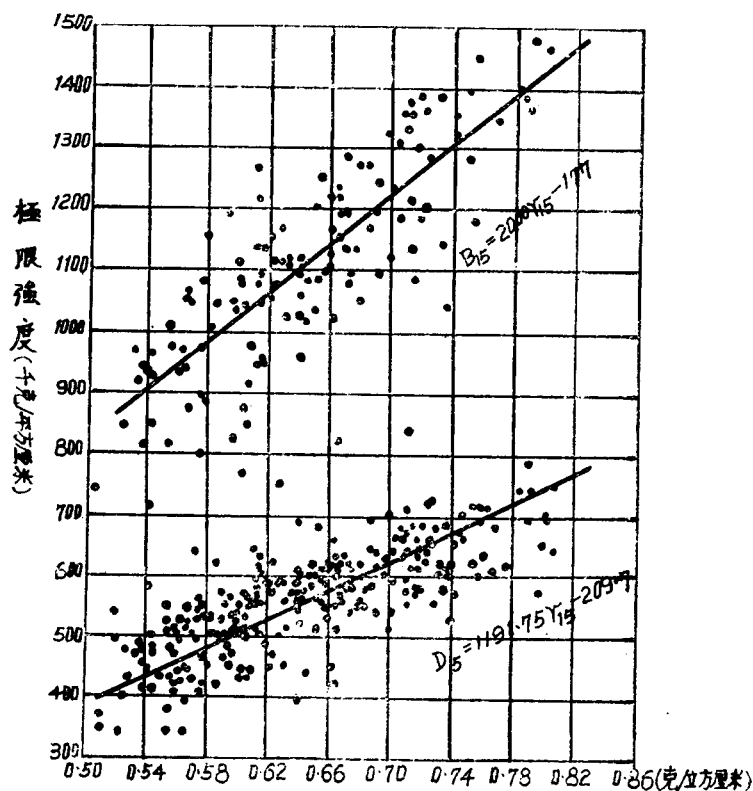


圖1：兴安落叶松木材靜曲、順压与單位体積重相倚方程式

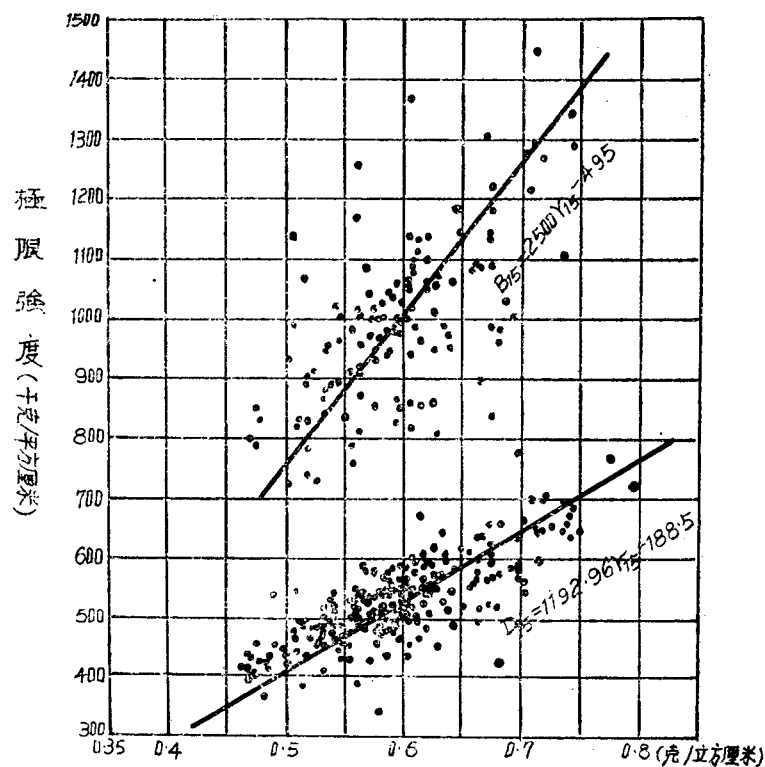
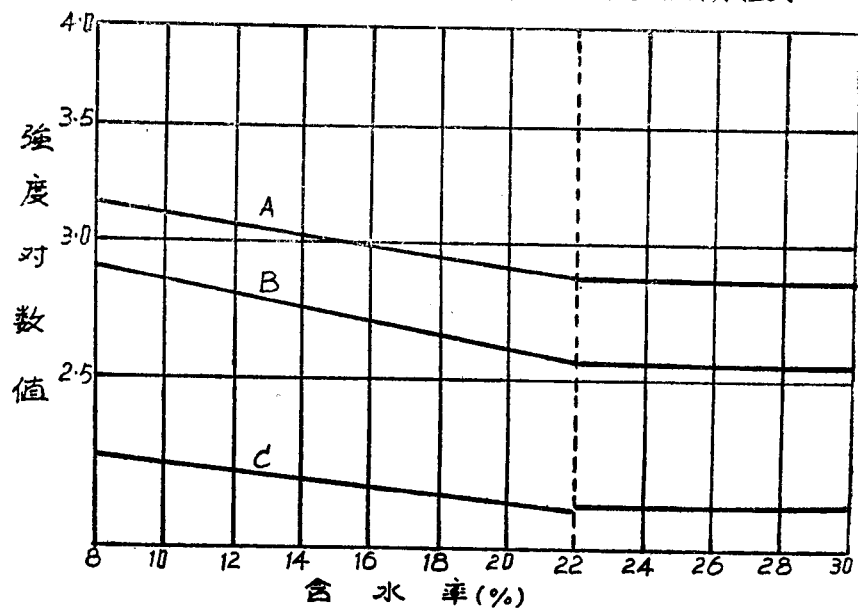


圖 2：長白落叶松木材靜曲、順压与單位体積重相倚方程式



- A. 靜曲極限强度 $B_w = 2053 \times 10^{-0.0204w}$
 B. 順压極限强度 $D_w = 1248 \times 10^{-0.0248w}$
 C. 靜曲彈性模量 $E_w = 212 \times 10^{-0.0105w}$

圖 3：东北所產落叶松木材含水率与强度关系方程式

(3) 力学性質間的联系

按东北产兴安落叶松和長白落叶松木材力学性質的試驗結果, 取其順紋压力为基数 1 [15], 依次求出有关各基本力学强度对它的比值, 以示該兩树种木材力学性質間的联系。茲將苏联国家标准 ГОСТ 4631—49 “木材物理力学性質指标” [16] 載达呼尔落叶松木材力学强度間上述关系一并列入下表8, 以供参照:

东北产兴安落叶松、長白落叶松木材力学性質

(含水率15%) 間的联系

表 8

种 别	順紋 压力	橫紋压力		順紋 拉力	橫紋 拉力		靜 曲	順紋 剪力	
		徑向	弦向		徑 向	弦 向		徑 向	弦 向
(1)	(2)	(3)		(4)	(5)		(6)	(7)	
1. 兴安落叶松	1	0.08	0.15	2.33	0.045	0.045	1.96	0.15	0.12
(苏联產达呼尔落叶松)	(1)						(1.85)	(0.13)	(0.10)
2. 長白落叶松	1	0.07	0.15	2.20	0.054	0.044	1.90	0.16	0.13

附 注 靜曲指按試样橫截面上弦向加荷試驗的極限强度。

(4) 質 量 系 数

用已測定东北产兩种落叶松木材单位体积重除各該种各項力学强度值、相应地得出各該力学性質的質量系数, 见表9 所載。表內諸質量系数中以順拉的为最大, 靜曲、順压的依次减小。兩种落叶松木材虽在单位体积重数值間有一定相差, 但各相应力学性質的質量系数彼此間相差不远。茲按 ГОСТ 4631—49 將苏联所产达呼尔落叶松木材各項力学性質的質量系数同时求出, 列入下表內。

东北产兴安落叶松和長白落叶松木材的質量系数 (含水率15%) 表 9

种 别	單位体 積 重 (克/立方 厘米)	以 下 力 学 性 質 的 質 量 系 数						
		順紋 压力	靜 曲	順紋 拉力	順紋 剪力		冲 击 比 能 量	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	徑向	弦向	徑 向	弦 向
1. 兴安落叶松	0.641	868	1706	2026	132	105	0.58	0.38
(苏联產达呼尔落叶松)	(0.650)	(881)	(1632)		(118)	(92)		(0.38)
2. 長白落叶松	0.594	878	1671	2063	147	118	0.68	0.41

附 注 靜曲系指按試样橫截面上弦向加荷試驗出極限强度的質量系数

(5) 兴安落叶松与苏联所产达呼尔落叶松木材

在物理力学性質上的比較

茲根据 ГОСТ4631-49 將苏联所产达呼尔落叶松木材主要物理力学性質均值列入下表10, 而与我国东北小兴安嶺产兴安落叶松木材进行比較。显然看到無論就物理或力学性質來說, 其相应性質的均值間都相差不多, 詳見下表10所載:

东北产兴安落叶松与苏联达呼尔落叶松木材

物理力学性質 (含水率15%) 比較

表 10

木 材 性 質	A. 东北产兴安落叶松		B. 苏联产达呼尔落叶松
	試样数 (N)	算術平均值 (M)	算 術 平 均 值
	(1)	(2)	(3)
1. 單位体积重 (γ_{15}) (克/立方厘米)	314	0.641	0.650
2. 徑向干縮系数 (K_p)	174	0.169	0.180
3. 弦向干縮系数 (K_t)	174	0.398	0.370
4. 体积干縮系数 (K_o)	321	0.588	0.550
5. 順紋压力 D_{15} (千克/平方厘米)	286	557	573
6. 靜曲極限强度 B_{15} (千克/平方厘米)	144	1094	1062
7. 靜曲彈性模量 E_{15} (1000 千克/平方厘米)	145	141	115
8. 冲击比能量 A (千克米/立方厘米)	117	0.244	0.250
9. 順紋剪力 G_{15} (千克/平方厘米)			
徑向	188	84	77
弦向	176	67	60
10. 端部硬度 T_{15} (千克/平方厘米)	83	377	420
附 注	以上靜曲彈性模量、冲击比能量系指按試样橫截面上弦向試驗結果的均值。		

(6) 試驗值与理論值相比較

依据苏联多年來所进行木材无疵小試样的大量試驗結果, 并从理論上推論得出主要力学性質如順紋压力、靜曲極限强度和順紋拉力間相联系公式。茲按公式得出东北产兴安落叶松暨長白落叶松木材靜曲与順压理論值的比值, 此項比值与本試驗所得出的結果

極為接近。現就試驗值 R_{II}/R_c 与理論值 R_{II}/R_c 分別列入下表11，以資參照。

东北產兴安落叶松和長白落叶松木材試驗值与理論值比較 表 11

种 別	試 驗 值		理 論 值	試驗值 R_{II}/R_c 理論值 R_{II}/R_c
	順拉/順压 (R_p/R_c)	靜曲/順压 (R_{II}/R_c)	靜曲/順压 (R_{II}/R_c)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. 兴安落叶松	2.20	1.96	1.80	1.08
2. 長白落叶松	2.34	1.90	1.80	1.05
附 注	(1) 靜曲極限強度，系按試樣橫截面上弦向加荷試驗結果數值。 (2) 靜曲及順压理論值的比值計算公式为 $\frac{R_{II}}{R_c} = \frac{\frac{3R_p}{R_c} - 1}{\frac{R_p}{R_c} + 1}$ 。			

五、兴安落叶松和長白落叶松木材的計算強度

本結構構件按極限狀態計算時所需用計算強度，苏联是以該國內產主要樹種歐洲松 (*Pinus silvestris* L.) 及云杉屬木材力學性質為計算的標準。在中央木材機械加工科學研究所(ЦНИИМОД)根據以往進行上兩樹種無疵木材力學強度系統試驗結果，依變異性統計方法和計算公式進而找出該兩類樹種木材的持久強度最小值 R_{min}^{ap} ，即所謂該兩類樹種木材實際最小持久強度[17]。再分別乘以根據試驗找到的大尺寸構件木材的勻質系數和缺點影響系數，則得出在靜荷載及活荷載作用下，有防潮和防熱保護結構內歐洲松暨云杉屬木材的計算強度數值[17]、[18]（詳見附錄內附表1）。

目前由於供作本試驗的東北所產兩種落叶松木材代表區域性尚嫌不夠，所以暫依本試驗所獲得結果，經變異性統計分別找到兴安落叶松和長白落叶松木材各基本力學性質的變異系數 $v\%$ 。現時在缺乏可供作東北所產落叶松木材勻質系數和缺點影響系數數據的情況下，暫時應用經苏联試驗出歐洲松暨云杉屬木材的大尺寸構件勻質系數、缺點影響系數，以求出上述兩種落叶松木材在含水率15%時的計算強度值，參見表12內所載。今後為了更合理地找到東北所產落叶松木材的計算強度，對於國產主要樹種木材各基本力學性質所需具有的平均變異系數、構件勻質系數、缺點影響系數以及持久荷載系數等尚待國內有關木材材性研究單位在一定的辦法下，分工合作去進行系統的試驗研究。

按上述東北產兩種落叶松木材主要的相應力學性質計算強度來說，在數值間彼此極為相近，所以當兴安落叶松和長白落叶松木材用於木結構按極限狀態計算時，其相應力

东北產落叶松木材計算强度值 (含水率15%)

表 12

樹 种	应 力 种 类	瞬时强度 平均值 R_{cp} Kg/cm ²	变異系数 % v%	实际最小 瞬时强度 R_{min}^{cp} Kg/cm ²	实际最小 持久强度 R_{min}^{an} Kg/cm ²	大尺寸構 件的勻質 系数 K _{разм}	缺点影响 系数 K _{пор}	計算强度 $R_{расч}$ Kg/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
A. 兴安落 叶松	1. 順紋压力及承压力	557	16.0	356	237	1.0	0.67	159
	2. 順紋拉力	1299	24.7	577	385	0.75	0.36	104
	3. 靜 曲	1094	16.5	678	452	0.90	0.44	179
	4. 順紋剪力							
	徑向	84	15.6	54.9	36.6	0.90	0.75	24
	弦向	67	22.0	34.2	22.8	0.90	0.75	15
B. 長白落 叶松	1. 順紋压力及承压力	522	14.6	351	234	1.0	0.67	157
	2. 順紋拉力	1226	26.0	509	339	0.75	0.36	92
	3. 靜 曲	993	14.3	674	449	0.90	0.44	173
	4. 順紋剪力							
	徑向	87	13.1	61.9	41.3	0.90	0.75	27
	弦向	70	18.2	41.6	27.7	0.90	0.75	13

附 注 靜曲極限强度系按試样橫截面上弦向加荷試驗結果的数值。

学性質的計算强度可采用同一数值。木材在不同含水率以及温度和荷载的持久性影响,得依附录内(附表2)所載,分別加以照顧之。

六、結 果 討 論

(1) 我国东北所产兴安落叶松和長白落叶松木材基本物理力学性質与苏联产达呼尔落叶松木材相应性質相差不多,可供作本篇研究报告內所提叙多种用途,更可利用为結構材及裝修材等方面。

(2) 东北所产兴安落叶松木材的基本物理力学性質,如单位体积重、順紋压力、靜曲極限强度以及端部硬度均值略高于長白落叶松木材的相应性質均值。

(3) 两种落叶松木材在弦向及徑向的橫紋比例限度应力均值間有較大程度上相差;另外干縮系数均值在弦向与徑向間相差亦較大,所以落叶松木材在干燥过程中易导致开裂。此外建筑工程部建筑科学研究院于1954年試驗到内蒙所产落叶松木材橫紋拉力均值

在14—18千克/平方厘米間，估計可能較一般木材偏低下50%左右（一般木材橫紋拉力約為順紋拉力的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}$ 之間），這可能成為落叶松木材容易開裂的原因之一。

(4) 兩種落叶松木材縱濕漲系數近似值均值在弦、徑向上的比值約為2 $\frac{1}{3}$ 。

(5) 兩種落叶松木材單位體積重及其主要力學強度完全符合一般規律性，即自基部至梢部而有一定程度的降低。

(6) 按機率 0.997 判斷，兩種落叶松木材的單位體積重、順紋壓力及靜曲極限強度等物理力學性質具有差異可靠性。在不同林分組成內，某些物理力學性質（見本報告內）有差異可靠性存在；並具有地區差異可靠性。

(7) 兩種落叶松木材木材率與單位體積重有一定直線相關關係。靜曲、順壓與木材率或單位體積重亦有一定的直線相關關係存在，但靜曲、順壓與單位體積重的相關系數均較與木材率者為高。在缺乏進行實驗室試驗的可能條件時，直線相關方程式內可利用單位體積重近似地估計靜曲或順壓數值。至力學性質靜曲與順壓間亦有較密切的直線相關，且相關系數都高於+0.75，因此可以用方程式按順壓數值來判斷靜曲極限強度。

(8) 測出兩種落叶松木材含水率對強度校正系數 α 為：順紋壓力， $\alpha=0.055$ ；靜曲極限強度（弦向或徑向）， $\alpha=0.05$ ；靜曲彈性模量（弦向或徑向）， $\alpha=0.024$ 。

(9) 兩種落叶松木材按極限狀態設計，對備有防潮和防熱保護條件下的木結構構件時，其相應力學性質的計算強度可採用同一數值。其順拉、靜曲、順壓、及承壓應力，橫紋壓應力及承壓應力均採用計算強度系數1.2；剪應力採用計算強度系數1（以上均暫以蘇聯所產歐洲松及雲杉屬木材各力學性質的計算強度分別定為整數1計算，詳見附錄內附表1所載及蘇聯木結構設計規範ННТУ122-55）。