

同濟高工技術叢書

木料結構學

胡 璘 編 著
吳 忠 道 校 閱

大東書局出版

同濟高工技術叢書

木料結構學

胡 麟 編 著
吳 忠 道 校 閱
同濟高工技術叢書編審委員會主編

大東書局出版

一九五二年二月初版

同濟高工
技術叢書

木料結構學

定價人民幣：16000元

版權所有
不准翻印

編著者 胡 璜
校閱者 吳 忠 道
出版發行者 大東書局

上海福州路310號

印刷者 大東書局印刷廠
上海安慶路268弄

書號：5064(0001—3000)



同濟高工技術叢書序言

同濟高工從一九三三年設立到現在，已有十七年了。在這段時間內，我們深感到缺乏教科書和參考書的痛苦；爲着校內教學的需要，曾化去許多精力和時間編印講義、繪製藍圖來維持教學。目前，國家建設正趨高潮，要迎接這高潮，勢必先鞏固技術教育的基礎。我們願意在這方面貢獻一部份力量，因此將我們的講義整理出來，陸續出版，作爲訓練中級技術幹部的教材，並供給技術工人自修參考之用。

我們深知這部叢書不一定盡善盡美，但今天的問題不是“求精”而是“沒有”和“嫌少”的問題；只有普遍起來以後，才能進一步要求提高。因此這些書的出版，只不過作爲“拋磚引玉”，希望以後有更多、更好的書出版。

十七年來，我們如果在中級技術幹部的訓練中，曾有一點貢獻的話，也是非常微小的，因爲在舊統治者摧殘教育的政策下，絕難期望有好的果實；而且，我們的工作是孤單的，缺少與工業界密切的聯系，所以這些書只可說是我們過去工作中的一點收穫，缺點一定難免。但是我們相信：在新民主主義的道路上，在理論與實踐密切的結合裏，在與技術教育工作者的經驗交流下，我們一定盡全力，在技術教育工作中求改造，求進步。

因此，我們絕不自滿，除了經常研究，討論改進外，渴望工程界和技術教育工作者儘量給我們寶貴的批評。

同濟高工技術叢書編審委員會

一九五〇年九月

序 言

(一)自從鋼鐵和水泥混凝土在工程結構方面廣泛地被採用後，木結構似乎已趨向沒落的階段，但是木結構有它獨特的優點，例如施工方便、自重小等等……為其他結構所沒有的，因此它在土木工程領域裏，還不能為我們所漠視，特別屬於臨時性的結構，例如簡單的屋架、急造の木橋、和配合工程進行所必需的鷹架等，總以採用木結構為適宜，因此也是一般土木工程科的必修課程。

(二)本書內容共八章，首先說明木材的性質，使讀者有一般性的材料常識，其次討論接合的方法，作為構造上的基本認識，再次介紹基本構件的設計理論，把材料力學的理論智識實際運用到結構設計中去，第四章吊撐架乃木結構最通用的方式，目的使讀者明白它力學分析和構造特質，其餘四章分述木結構的應用範圍，以屋架、橋樑、鷹架為主要，雜項結構不過提供一二實例，作為增加讀者的見識而已。

(三)所舉實例除了舊的結構方法外，還列舉新穎的構造方式，這是根據國情為出發的。

(四)書內資料均以公制為基礎，兼述英制，但殘缺不全的地方很多，困難在乎國內尚少可靠而綜合性的，但祖國經濟建設飛躍進步，日後必有成就，筆者有信心，並願意於廣泛徵集之後，隨時加以補充。

(五)本書適合一般高工土木工程或專科學校的程度，每周上課三小時，可將前六章講完，第七八兩章可以留作自學，但每周四小時，可以全

部授畢。又書內強調指出各種構造方法的優缺點，因此也可以作為一般土木工程人員施工的參考書。

(六)本書承欽關淦工程師校閱前半部，全稿承同濟高工同仁吳忠道先生校閱，提出意見甚多，均一一修訂，又同濟高工茅彙征同志在協助出版工作中，曾作努力，在此一併致謝。

(七)初版問世，錯誤難免，如有指教，極表歡迎。

胡 璘 1951. 9. 於上海

目 錄

第 一 章 木材和木結構.....	1
(1.1) 木材的組織.....	1
(1.2) 木材的通性.....	2
(1.3) 結構工程上應用的木材.....	3
(1.4) 木材的鋸解和規格.....	4
(1.5) 木材的材料強度和允許應力.....	5
(1.6) 木材的伸縮性.....	8
(1.7) 木材的腐蝕和害蟲.....	9
(1.8) 木材的防火.....	10
(1.9) 木結構的優缺點.....	10
第 二 章 木料的接合.....	12
(2.1) 鐵件.....	12
(2.2) 受力微小的連結法.....	17
(2.3) 受力較大的桿件用接鉸和螺拴的接合法.....	18
(2.4) 用鐵鉸和鐵榫的接合法.....	25
(2.5) 抵撐.....	26
(2.6) 鑲榫.....	29
(2.7) 嵌合.....	30

(2.8) 頂嵌.....	31
(2.9) 斂撐.....	32
(2.10) 新型木結構接合物.....	32
(2.11) 膠接.....	36
(2.12) 接合法通則.....	37
第三章 拉桿、柱頭和樑的設計.....	39
(3.1) 拉桿.....	39
(3.2) 柱頭的設計.....	40
(3.3) 樑的設計.....	46
(3.4) 疊合樑.....	52
(3.4.1) 鋸齒式疊合樑.....	54
(3.4.2) 樺木式疊合樑.....	59
(3.4.3) 墊樺式疊合樑.....	63
第四章 吊撐架.....	66
(4.1) 概論.....	66
(4.2) 吊架.....	66
(4.3) 撐架.....	75
(4.4) 吊撐架.....	78
(4.5) 加固樑.....	79
第五章 屋架.....	81
(5.1) 概論.....	81
(5.2) 設計概要和步驟.....	82
(5.3) 屋架上的載重.....	82

(5.4) 屋架設計舉例.....	86
(5.5) 吊撐架式的屋架.....	89
(5.6) 板樑.....	91
(5.7) 桁構.....	93
(5.7.1) 平行桁構.....	94
(5.7.2) 三角形屋架.....	95
(5.7.3) 孟柴式屋架.....	97
(5.7.4) 拱形屋架.....	97
(5.7.5) 兩鉸及三鉸拱屋架.....	98
第六章 橋 樑.....	99
(6.1) 概論.....	99
(6.2) 橋樑的載重.....	100
(6.3) 橋樑的淨空.....	103
(6.4) 扶欄和人行道.....	104
(6.5) 橋面構造.....	108
(6.6) 單樑橋.....	115
(6.7) 疊合樑.....	128
(6.8) 撐架橋.....	130
(6.9) 桁構橋.....	135
(6.10) 橋座和橋墩.....	135
第七章 鷹 架.....	142
(7.1) 概論.....	142
(7.2) 模樣架.....	143
(7.3) 模殼架.....	156

(7.4) 裝吊架..... 159

(7.5) 輔助架..... 160

第 八 章 木塔、木看臺及其他特殊木結構物.....163

第一章 木材和木結構

(1.1) 木材的組織

木材由管狀纖維所組成，其中含有多量的細胞汁，而細胞汁中，水分又佔了大部分，木材纖維的排列大都和樹幹平行，如果將樹幹作一橫斷面，就可以看到圖 1 所表示的圖形。中心有一個小圈，稱為髓心，外圍很多同心圓，就是通常所稱的年輪，年輪的形成是由於木材生長不一律所致。大凡春夏所生長的纖維，含水分較多，管壁較薄而管徑較大，色澤亦

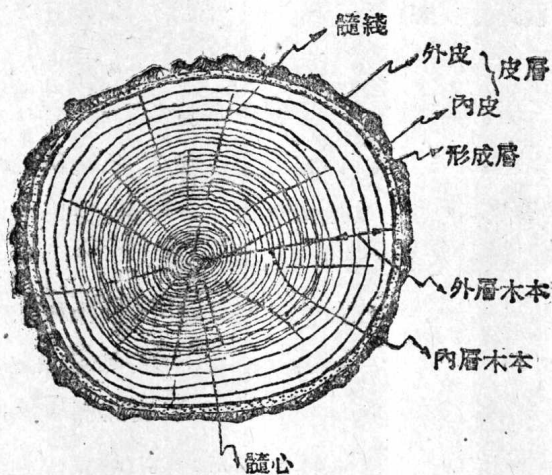


圖 1 木材橫斷面圖

淡，通常稱為“早材”。秋冬所生長的纖維，含水少，管壁厚，管徑小，色澤亦較濃，通常稱為“晚材”。而四季氣候變遷愈著，年輪愈較明顯。又木材

中部顏色較深的，稱為“內層木本”，在這部分中的纖維，不再繼續生長，組織上比較堅實，外圍淡色的稱為“外層木本”，在這部分內的纖維尚在生長狀態，因此組織比較鬆弛。此外尚有作放射狀的線條叫做“髓線”。

(1.2) 木材的通性

木材生長在山嶺地帶，採伐的時間大都在秋冬之交，因為春夏時木材的含水較多，而隆冬時期山嶺地帶又多雪，不易開採和搬運，普通在秋冬之交鋸倒樹幹後，即將樹皮枝葉清除，以免腐爛，待來年山洪暴漲時期，利用洪水轉運他處。

剛伐的木材含水量在 50 % 以上，經過長時期的堆儲後，可以減至 25 至 35 %，經過剖竅後開始蒸發水份，稱為“風乾”，含水量可以減至 15 至 20 %，當視周圍空氣的潮濕度而定。木材的含水量大大地影響了它的材料強度。通常木材的含水量都以 15 至 20 % 為標準，意思就是說，我們所供給的一切材料強度數字，是當含水量為 15 至 20 % 時的實驗結果。

木材既是天然的工程材料，自難完全均勻一致。例如晚材中的纖維比較早材中的緊密，內層木本比較外層木本堅韌。但影響木材的材料強度最大的因素，還是它的生長環境，例如氣候、土質、陽光、風以及種植密度等。更和樹木的疾病和生長的情形，例如多枝節和扭轉生長等等都有莫大關係。所以即使同一根樹幹，各部分的材料強度也不一律。木心部分較木本部分弱。梢尖部分較根部為弱。因此應用木材作為工程材料，不如利用鋼鐵或混凝土等那樣來得稱手。首先必須經過有經驗的人，憑着眼力、聽覺、和嗅覺去作一般的判斷。

一般來說，年輪愈密，深色的晚材部分較多，則品質愈高。健康的木材必然是傳聲的，特別在順纖維生長的方向，雖然木材內部的病態不能用肉眼直接去觀察出來，但是擊以重錘，而發出清脆的聲音者，必屬

佳品。如果用單位體積的重量來權衡，也可以約略地判斷材料強度的高下。

木材中的缺點，可能影響材料強度的如圖 2 所示。節疤可以減少抗彎曲應力，裂縫能使木材沿木紋方向分開，減少平行木紋的抗剪應力，如果木紋傾斜度大於 1:20，應用時應加以注意，傾斜度為 1:6 時可以減少強度 5%。至腐損祇減少它的斷面積，却不很影響它的強度。

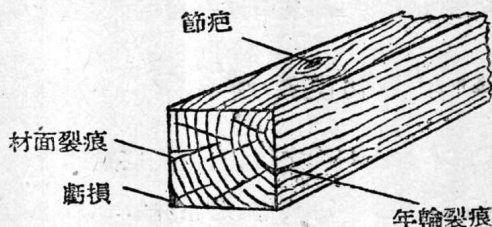


圖 2 木材的缺點

木材單位體積重量，松杉木可以每立方公尺 600 至 700 公斤或每立方呎 35 至 45 磅計算。硬木則為每立方公尺 800 公斤或每立方呎 50 磅。

(1.3) 結構工程上應用的木材

工程上常用的木材，必需具備下列幾個條件：

- (一) 樹幹挺直，少枝節，不能有扭轉生長的情形。尖縮情形在 1% 和 1.5% 之間。
- (二) 年輪清楚，距離平均，皮層厚度佔幹徑最多為 5%。
- (三) 并無腐蝕、蟲蝕、腐損等毛病。

用在工程上的木材以針葉樹居多，闊葉樹較少。我國幅員廣大，所產木材的種類很多，凡山嶺地區都有大量的森林，過去反動政府對於農林事業，缺乏科學的經營，生產漫無計劃，開採之後，又不加補植，童林也不加以保護，以致影響國計民生很大。

國產的木材有紅松、黃松、白松、椴木、楠木、檜木、雲杉、鐵杉、冷杉等等，其中不乏好材料。可惜都沒有經過合理鋸解和正確底試驗，

明定它的材料強度，以致一般工程師，採用國產材料時，缺乏信心，亦是難怪的事實。今天人民政府，已在大力經營，做到不用舶來品，非但可以挽回外匯的支出不少，還可發展農林事業。以上海來說，福建、台灣、江西、湖南、東北、都有運來，舶來品已經絕跡。硬木如麻栗、柚木、啞克、桃木、克龍等等，都是南洋一帶的產品。

(1.4) 木材的鋸解和規格

木材在開採之後，置放在空氣流通而有遮蓋的涼棚內風乾，然後用人工或者機器鋸解它，通常先鋸正料或稱大料，然後將邊皮鋸成小料，作為不同的應用，如圖 3 所示便是各種鋸解法，要之在乎充分利用而不致有所浪費。

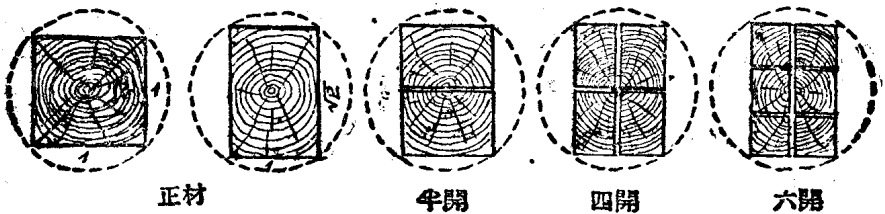


圖 3 木材的鋸解

作為梁的材料最合理的解法，是寬度等於 0.7 的高度或者接近 5:7 的數字，其實一般工業先進國家，對於木材的規格常常根據需要，規定一律的標準，例如歐陸各國工業標準把木材分成板料、攔柵和樑料三大類，每一類中又有各種尺度，備設計時採用，頗感便利。

我國目下對於木材的規格還沒有得到統一的和合理的確定，即市場上賣買的單位，也沒有一定名稱。上海木材市場過去因受帝國主義優畧的影響，方料論板呎，所謂一板呎就是一英吋厚、一英呎長和一英呎寬，因為買料時往往講斷面的尺寸，而且以英吋為單位，例如 2" × 4"，但

長度却又以英尺為單位的，例如 $2'' \times 4'' - 10'$ ，所以計算木材的量可以利用下面的一個算式：

$$\frac{\text{斷面尺寸(平方英尺)}}{12} \times \text{長度(英尺)} = \text{板呎數}$$

例題： $2'' \times 10'' - 10' - 0''$ ， $\frac{2 \times 10}{12} \times 10 = 16\frac{2}{3}$ (板呎)

$$2'' \times 10'' - 12' - 0''$$

$$\frac{2 \times 10}{12} \times 12 = 20 \text{ (板呎)}$$

東北木材已採用立方公尺計算，合424板尺，以後必需推行至全國。在價格上又劃分了小條、中條和大條的區別，因為運輸和其他方面的成本的關係，大條自必比較小條為高。至於圓桶木整根的，常採用龍泉碼，它的意義和大小條完全一樣，龍泉碼是以灘尺在離根6魯班尺處量它的周圍，查表求得錢碼(單位為兩)表示木材的份量，然後以每兩若干貫計算，貫乃是木價的單位，市場上的規則，圍碼以7寸起算，7寸以下不列等，7寸至1尺9寸謂之“小錢”，1尺9寸至2尺6寸半謂之“中錢”，2尺7寸以上稱為“大錢”。

圓桶木“段頭”，以小頭的斷面積乘以長度，以尺論價，另加基數。

如果採用英制的話，還有一點值得提出的，那就是各種表格中所列的數字是“名數”，“實數”要小一些，大概4"以上的減少 $\frac{1''}{2}$ ，4"以下減少 $\frac{3}{8}''$ ，例如4"×6"的木材實有斷面積 $3\frac{5}{8}'' \times 5\frac{1}{2}''$ ，設計時應以實有尺寸計算。

木材的長度，英制的以2英尺為進度，但是也有幾種例外，完全根據實際需要而定的，公制中以0.25公尺為進度。

(1.5) 木材的材料強度和允許應力

木材的含水量對於材料強度影響很大，可以從下面的數字中看出：

龍泉法碼表

	圓碼(灘尺)			錢碼(兩)	
	圓碼(灘尺)	錢碼(兩)		圓碼(灘尺)	錢碼(兩)
小	0.70	0.010	中	1.90	0.230
	0.80	0.015		1.95	0.255
	0.90	0.020		2.00	0.280
	1.00	0.025		2.05	0.305
	1.05	0.030		2.10	0.330
	1.10	0.035		2.15	0.355
	1.15	0.040		2.20	0.380
	1.20	0.045		2.25	0.405
	1.25	0.0525		2.30	0.430
	1.30	0.060		2.35	0.455
	1.35	0.0675		2.40	0.480
	1.40	0.075		2.45	0.505
	1.45	0.0825		2.50	0.530
	1.50	0.090		2.55	0.580
錢	1.55	0.105	2.60	0.630	
	1.60	0.120	2.65	0.680	
	1.65	0.135	大	2.70	0.730
	1.70	0.150		2.75	0.730
	1.75	0.165		2.80	0.830
	1.80	0.180		2.85	0.880
	1.85	0.205	2.90	0.930	
			2.95	0.980	
		3.00	0.030		

[註] (1) 魯班尺: 1尺=11吋 6尺=66吋 約合 5 灘尺

(2) 灘尺: 1灘尺=10灘寸=100灘分
1灘尺=137/16英吋=13.4375吋

(3) 錢碼: 1兩=10錢=100分

(4) 關於龍泉碼的數學根據, 可以查生產與技術雜誌第五卷第六期及第九期。

含水量增加1%影響:

減少%

彈性係數 E

2

抗壓材料強度 σ_{dB}

5

抗拉材料強度 σ_{2B}

3

抗彎材料強度 σ_{bB} 4

抗剪材料強度 τ 3

通常在含水量為 5 至 25% 時可以用直淺的比例來決定。

除了含水量足以影響材料強度之外，作用力和木紋方向所作的角度，大有關係，一般可以用下面的計算公式：

$$\sigma_r = \sigma_{\parallel} \cdot \sigma_{\perp} / (\sigma_{\parallel} \sin^2 r + \sigma_{\perp} \cos^2 r)$$

式中 σ_r — 作用力和木紋所作的角度為 r 時的允許應力。

σ_{\parallel} — 作用力和木紋平行 ($r = 0^\circ$) 時的允許應力。

σ_{\perp} — 作用力和木紋垂直 ($r = 90^\circ$) 時的允許應力。

實際上桿件在垂直木紋方向上很少受拉應力，垂直木紋的壓應力簡單計算時，可以假設等於 $\frac{1}{4}$ 的平行木紋壓應力。

下面所列舉的二個表格：一個是德國工業標準局的規定，一個是上海市人民政府工務局的規定，可以作為設計的參考。

德國工業標準局規定木材允許應力表

受 力 種 類	品 格 III		品 格 II		品 格 I	
	針 葉	闊 葉	針 葉	闊 葉	針 葉	闊 葉
彎 曲 應 力 σ_{bzul}	70	75	100	110	130	140
彎曲應力(連續樑) σ_{bzul}	75	80	110	120	140	155
拉應力(順木紋) $\sigma_{zzul\parallel}$	0	0	85	100	105	110
壓應力(逆木紋) $\sigma_{dzul\perp}$	20	30	20	30	20	30
壓應力(順木紋) $\sigma_{dzul\parallel}$	60	70	85	100	110	120
剪 應 力 τ_{zul}	9	10	9	10	9	12

[註](一)表中數字部以公斤/平方公分計算。

(二)木材的品格高下視生長環境、枝節多少、有否疤節等等而決定，通常以品格 II 為標準。

(三)新鮮木材中排擠鷹架等可以將允許應力減少，最大僅及表中數字的 $\frac{2}{3}$ 。

(四)木材用於潮濕的地方最大僅及表中數字的 $\frac{5}{6}$ 。