

木材結構

張 倬 編 譯

中國科學圖書儀器公司

出 版

木 材 結 構

張 倬 編 譯

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

中國科學圖書儀器公司

印 行

內容介紹

本書原係參考西文名著編譯而成，是一本近代木材設計的參考用書，對於結合物之原理及設計討論甚詳，全書原分七章 245 節並有三個附錄，書末並有中文索引及英文索引。

今由編譯者根據設計時的需要，加增了附錄四、屋面構架各肢之應力，及附錄五、屋架上弦之區格間有桁條等兩部份，使內容較前更為充實。

木 材 結 構 (增訂本)

編著者 張 倬

出版者 中國科學圖書儀器公司
上海延安中路537號 電話 64545

總經售 中國圖書發行公司

版權所有★不可翻印

CE. 15—0.10 26開340面 237千字 每千冊用紙13.46令
新定價 ¥28,000 1953年6月初版 0001—2000

上海市書刊出版業營業許可證出 027 號

序

木材爲人類在有史以前早經應用之建築材料，卽在今日，其取給之便，應用之廣，亦遠非鋼鐵，磚石，混凝土所得比擬。然關於其性能及結構學上之研究，反不若其他材料之深入而週密，此何故歟？良以其種類繁多，本質各殊，抵抗外力之性能既不易確斷，而受氣候演變及蟲類侵蝕之影響亦特別顯著。於是木材建築物往往不能盡量發揮其最大效能，使用之年限恆較短促，而設計時之顧慮條件未免太多。因此木材結構設計遂不爲一般工程師所注意，甚至大學課程中亦鮮列入。一旦實際應用時，大部分設計恆須憑藉經驗，加以臆斷，寧非憾事！

張倬君對於結構學之造詣頗深，從事實際工作亦已多年，學識經驗，兩俱宏富。因有感於木材結構設計之不被重視，爰取著名之西籍爲藍本，編譯成「木材結構」一書。特別注重較新穎之設計，故大部分資料取之於享生氏之“近代木材設計”一書者居多。

初稿既成，就商於余。余既具同感，復深韙其用意之確當，並佩其致力之勤奮，爰爲之統一名詞，稍事潤飾。既藏事復爲之介紹於中國科學公司付梓。今屆出版之時，爰書數語而爲之序。

顧世楫

一九五一年六月一日

編 譯 者 序

一九五〇年春，偶見亨生所著近代木材設計一書，深感木材結構之設計，確已更進一步，惟在吾國學術界，尙乏討論木材結構之專著，遂引起編者從事譯之意。又因此書所述之設計方法，雖頗新穎，但在國內，恐尙有不切實用之慮，故復取傑庫貝及戴維斯合著之木材設計與構造一書同爲藍本，重行編排，各取所長，其他如霍爾及開尼，啓德及派克等諸氏所著之鋼鐵與木材結構及建築師手冊中之資料，亦均酌量採取。經半載初稿始成，而復見亨生所著之再版新書，其中資料，增刪頗多，編者不得不重行整理，又歷時二月，乃得脫稿。全稿蒙之江大學土木工程系顧世楫教授悉心校閱，詳加指正，此書之成，贊助特多，應表感忱。編譯期間，又承至友方君春霖之協助及覆核例題等，亦應一同致謝。

張 倬

一九五一年一月

目 錄

第一章 木材及其資用應

力	1
一 木材	1
1 種類	1
2 硬木及軟木	1
3 木之構成	1
4 密度	2
5 木紋	2
6 木節,裂縫,劈縫	3
7 水分	3
8 木材之收縮	4
9 木材之尺寸	6
二 木材之資用應力	6
10 建築用木材之單位資 用應力	6
11 暴露情形	6
12 荷重之久暫	6
13 碰撞	6
14 張力	8
15 壓力平行於木紋	8
16 壓力垂直於木紋	8
17 壓力傾斜於木紋	8
18 剪力	9

19 金屬板上之支承	9
------------	---

20 壺端與壺端之支承	9
-------------	---

第二章 構架之連結物

一 螺栓及螺帽	11
21 螺栓及其製造	11
22 標準螺栓	11
23 粗端螺栓	12
24 各種螺帽	13
25 螺栓之應力	15
26 例題	17
27 螺栓之距離	20
二 螺栓墊	21
28 定義	21
29 螺栓墊之種類	21
30 鑄鐵碟形墊	22
31 鑄鐵有肋墊	22
32 馬鐵墊	23
33 圓形及方形鋼板墊	23
34 楔形墊	24
35 特種螺栓墊	25
36 支承面傾斜於木紋	25
三 釘及長釘	25
37 形狀及種類	25
38 釘之尺寸	25

39 釘及長釘之握着力	26	63 主要木材用鋼板夾持	43
40 釘及長釘之側面阻力	28	64 方頭螺絲之間距	46
41 例題	29	65 例題	46
四 栓釘	30	七 凸樁	47
42 栓釘之形狀	30	66 通論	48
43 栓釘之握着力	30	八 木串針及木釘	48
五 普通螺絲	31	67 木串針	48
44 形狀	31	68 木釘	48
45 普通螺絲之握着力	31	九 木鑰及木楔	49
46 普通螺絲之側面阻力	32	69 木鑰	49
47 鑽孔	33	70 鑰之應力	49
48 間距	33	71 例題	49
六 方頭螺絲	33	72 木楔	51
49 通論	33	十 結合物	52
50 方頭螺絲握着力之試驗	34	73 通論	52
51 鑽孔	34	74 種類及尺寸	52
52 旋入之深度	35	75 裂縫圈之作用	54
53 木材之比重	35	76 裂縫圈之試驗	55
54 方頭螺絲之直徑	35	77 螺栓及螺栓墊	59
55 方頭螺絲之安全握着力	36	78 安全荷重	59
56 方頭螺絲側面阻力之試驗	37	79 木材之情形	61
57 木材之比重	38	80 結合物之單位	64
58 方頭螺絲之直徑	38	81 邊距	65
59 夾持木材之厚度	38	82 盡端距	66
60 方頭螺絲旋入主要木材之深度	39	83 間距	68
61 經旋入主要木材之深度	40	84 厚度，距離及間距之相互關係	72
62 安全側面荷重	40	85 淨截面	72
		86 例題	73
		87 結合物在軸線上決定盡端距之法	78
		88 抵抗力矩之接合點	81

十一 締定螺栓	82
89 通論	83
十二 鋼帶及鋼板	83
90 鋼帶	83
91 鋼板	84
第三章 木材之結合	86
一 結合之種類	86
92 通論	86
二 木材凸片魚尾板	87
93 凸片魚尾板	87
94 凸片之數量及尺寸	88
95 設計步驟	88
96 例題	89
三 木材平面魚尾板	91
97 平面魚尾板	91
98 設計須知	91
99 例題	91
鋼板凸片魚尾板	93
100 凸片與鋼板	93
101 設計注意	93
102 例題	94
五 鋼板平面魚尾板	95
103 鋼板平面魚尾板	95
六 串棒夾接	96
104 串棒夾接	96
105 設計步驟	96
106 例題	96
七 串針夾接	97
107 串針夾接	98
108 例題	98
八 抵頭、半疊及斜面夾接	99

109 抵頭夾接	99
110 半疊夾接	99
111 斜面夾接	99
九 疊式夾接	100
112 疊式夾接	100
113 設計注意	100
114 例題	101
十 構架上之接合點	103
115 總述	103
116 盡端接合點	103
117 頂點接合點	104
118 其他接合點	104
第四章 梁與柱	111
一 梁之應力及設計	111
119 通論	111
120 最外纖維之彎曲應力	111
121 水平方向之剪力	111
122 支承力	112
123 垂度	112
124 梁上缺口	112
125 撓曲	113
126 例題	114
127 傾斜荷重	119
128 例題	119
二 加高梁	124
129 通論	124
130 用鑰加高梁	124
131 設計用鑰加高梁	124
132 用鑰加高梁之設計 步驟	126
133 例題	127

134 用裂縫圈之加高梁	132	156 各種屋面板料之重量	156
135 例題	134	157 雪荷重之參考資料	157
三 構架梁及設計	136	158 風荷重	157
136 通論	136	159 木材之重量	158
137 構架梁之設計	136	160 構架之重	158
138 例題	138	161 橡及桁條之應力	159
四 梁之支承	141	162 區格點之荷重	159
139 鋼條掛鈎	141	163 經濟跨距	160
140 例題	141	二 豪烏構架設計——各	
141 鋼板支承	142	肢均用整塊木材	161
五 柱之應力及設計	143	164 設計步驟	161
142 柱之分類	143	165 設計條件	162
143 長柱	143	166 風力及木材資用應力	162
144 中柱	144	167 橡之設計	163
145 圓柱	144	168 桁條之設計	165
146 構成柱	144	169 構架之荷重及應力	167
147 空隔柱	145	170 各肢之橫截面	168
148 例題	147	171 螺栓墊之設計	170
149 柱承受直接壓力及 彎曲	148	172 接合點之設計	172
150 L/d_b 等於 10 或小 於 10 之柱	149	173 豎端接合點	175
151 L/d_b 等於 20 或 20 以上之柱	150	174 凸片鋼板結合	175
152 L/d_b 在 10 與 20 之間之柱	150	175 靴式結合	178
153 例題	151	176 缺口結合	180
第五章 屋面構架	154	177 嵌板結合	182
一 總述	154	178 墊枕結合	184
154 通論	154	179 支點及夾接	185
155 構架之式樣	155	180 重量之分析	187
		181 材料單及估價	188
		三 豪烏構架之設計——上	
		下弦用厚板拼成	188
		182 總論	188
		183 構架之應力	188

184 設計上弦	188
185 設計下弦	189
186 其他設計	191
四 設計芬克構架	191
187 50呎構架	191
188 設計 L_1-L_2 之接合點	192
189 設計下弦	194
190 設計 V_2 及 D_3	194
191 設計蠟端接合點	195
192 設計上弦	196
193 設計頂點接合點	197
194 80呎構架	198
195 設計上下弦	198
196 設計腹肢	199
197 設計接合點	200
198 構架之縮定	204
第六章 木橋	206
一 木橋總論	206
199 木橋	206
200 設計之原則	208
201 美國公路管理員協會之設計規範	209
202 樁帽	212
二 鐵路棧橋	212
203 通論	212
204 防火設備	215
三 公路棧橋	216
205 總述	216
206 荷重	216
207 荷重之分配	217
208 設計縱梁	219

四 木材混凝土混合橋面	222
209 總說	222
210 荷重	223
211 設計時之假定	224
212 設計例題	224

第七章 膠合建築 231

一 膠合材	231
213 總說	231
214 製造	231
215 形式係數	233
216 規範	234
217 木材中之水分	234
218 容許之缺點	234
219 膠合材之準備	237
220 寬度及長度間接合點之分配	237
221 逐漸細小之佈置	237
222 機製	238
223 膠水	238
224 壓力	238
225 溫度	239
226 設計應力	239
227 彎曲及壓力之混合	239
228 平行於木紋之壓力	240
229 垂直於木紋之壓力 (支承力或輻射壓力)	240
230 垂直於木紋之張力 (輻射張力)	240
231 水平剪力	240
232 設計	240
233 彎曲肢狀之輻射應力	245

234 標準詳圖.....	247
二 膠夾板.....	247
235 通論.....	247
236 薄片.....	247
237 膠水.....	248
238 熱度及壓力.....	248
239 高密度之膠夾板.....	248
240 尺寸.....	250
241 等級.....	250
242 設計應力.....	254
243 強度.....	255
244 墊板.....	256
245 夾板榫.....	256

附錄一

木材之尺寸.....	261
------------	-----

附錄二

上海市建築規則所規定木

材之各種資用應力.....	273
---------------	-----

附錄三

齒狀圈之設計資料.....	274
爪形板之設計資料.....	276
剪力板之設計資料.....	279

附錄四

屋面構架各肢之應力.....	282
----------------	-----

附錄五

屋架上弦之區格間有桁條	299
-------------	-----

參攷書目

索 引

中英文對照.....	302
英中文對照.....	317

木材及其應用

木材

1 種類 木材之種類，不下二百餘種，但用於建築方面者，僅十餘種，如：槐，檜，櫟，樺，杉，栗，柏，榆，樅，楓，橡，松，柞等。每種又有不同之類，如長葉松，短葉松，白松等。

然在此十餘種中，首推松及樅為建築上最普遍應用之木材。

2 硬木及軟木 各種不同之木材，又可分成硬木及軟木兩大類。所謂硬木與軟木，並無明顯之硬度以區別之。大致依其性質外貌而分，通常針葉者為軟木，闊葉者為硬木。但在硬木類者，其強度未必較軟木大，如栗為硬木類，而其強度尚不及長葉松大。

3 木之構成 木由長形細胞構成纖維，其在樹中之組織，影響樹之外貌及性質。一般樹之橫截面，如圖 1 所示。

A 為樹皮，乃已死亡之枯乾組織，為樹身之保護層。

B 為潮濕之軟樹皮，由葉內輸送養料至其他部分。

C 為形成層，在軟樹皮裏面之一薄層，形成新木及新樹皮。

D 為液木，色甚淡，由樹根吸收液體，傳至樹葉。

E 為心木，色較深，由液木漸漸變成。

F 為木髓，新木之嫩枝由此處長出。

G 為木之放射紋，儲藏及傳達養料。

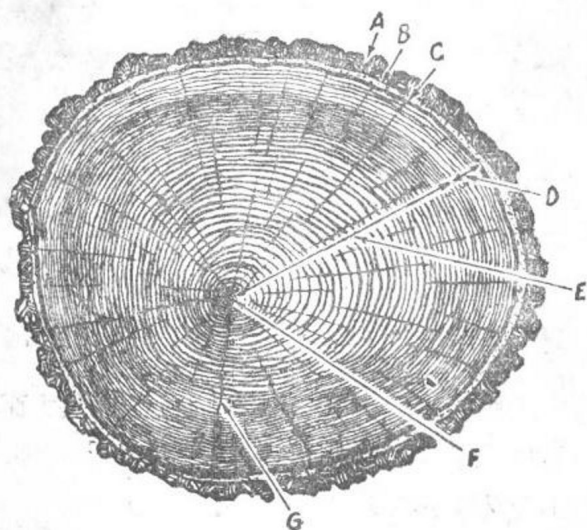


圖 1 樹 幹 之 橫 截 面。

圖中自中心點至樹皮，有許多同心圓圈，每圈表示一年，曰年齡圈。新木在形成層內長成，推動樹皮向外發展。

每年長成之一圈，又分內外兩層，內層在春季生成，細胞較大而色淡。外層在夏季生成，細胞較小而色深。較春季生成者重且強。

4 密度 木材之強度，恆以其密度判別之。而密度則又依其生長之速度，及其夏季生成木材之多寡而定。

5 木紋 若木材之生長速度快，則年齡圈稀，曰鬆木紋。反之，則年齡圈密，曰緊木紋。

木材之一邊，與其木紋（纖維）成平行者，曰直木紋；與其木紋（纖維）成一角度者，曰橫木紋。

木紋與木材之邊所成之角度，若超過規定時，則對於其強度，有相當影響。

通常所謂木紋者，為一塊木材外表上之形狀。若木材鋸成後，其

年齡圈與其面所成之角大於 45 度時，曰邊木紋，或曰直木紋。若小於 45 度時，曰平木紋，見圖 2。

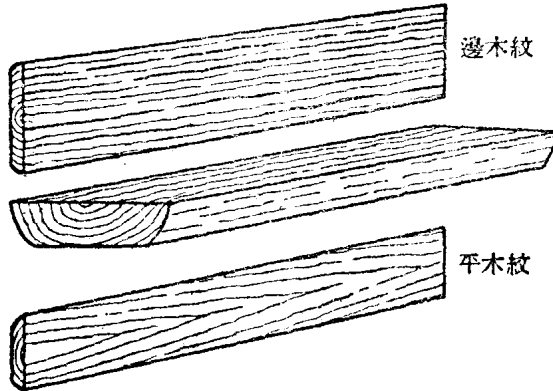


圖 2 直木紋及平木紋。

6 木節，裂縫，劈縫 木材鋸成之表面，有若干木節存在，依其形狀之不同，可分成若干種類。工程師應注意木節對於木材強度之影響，而形式反不甚重要。

木材中有木節之處，其木紋成彎曲，且常沿木節之邊發生裂縫。至於影響強度，則依木節在橫截面中之地位及面積而定，故優良木材之資用應力有規定者，木節之尺寸，亦應有所限制。

裂縫之裂開，常經過數個年齡圈，劈縫之裂開，則沿木紋將兩個年齡圈分開，可參看圖 3。裂縫及劈縫若過多，則將減小木材之抗剪應力，故在建築用木材中，對裂縫及劈縫之地位及多少，亦有所限制。

7 水分 木材在其細胞壁中，常含有大量水分。樹木伐倒後，開始減少水

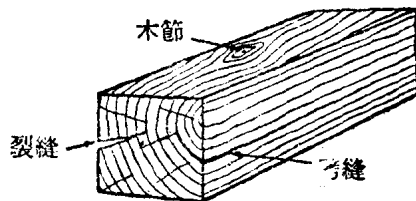


圖 3 木節，裂縫，劈縫。

分，且在製作過程中，水分繼續消失。所謂水分，為木材中所含水之重量，與烘乾木材之百分比。木材被應用後，仍繼續乾燥至與其周圍大氣成平衡狀態而止。其意即木材最後所含之水分，隨大氣之溫度及相對濕度而定。圖4為在三種不同溫度下，木材所含水分與大氣相對濕度之平均關係。

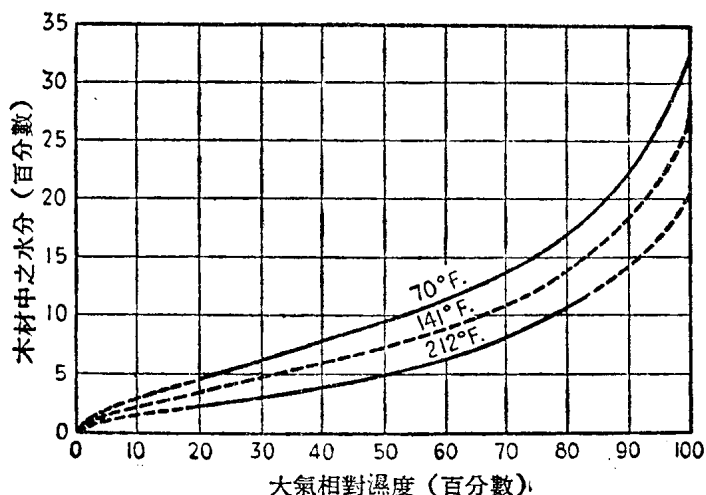


圖4 木材中之水分與大氣相對濕度之關係。

木材有一纖維飽和點，此點即木材中約有24%至30%之水分。若使木材乾燥超過此飽和點，其強度可以增加，但其韌力及對於震動之抵抗，反而減低。因其可彎之程度，不及含相當水分者為大。

8 木材之收縮 若令木材中之水分繼續減少，至低於纖維飽和點，則木材之尺寸亦因之縮小。木材之收縮，大致依切線方向(或曰依年齡圈方向)，及輻射方向(或曰正交年齡圈方向)。但後者僅為前者之二分之一至三分之二。縱向之收縮，多數木材均甚微小，可以不計。

美國農林產物實驗所，曾作試驗，決定各種木材之平均收縮。圖

5 僅示道格拉斯樅及南方松之水分與收縮之關係。由此可估計因所含水分不同而引起尺寸之變化。

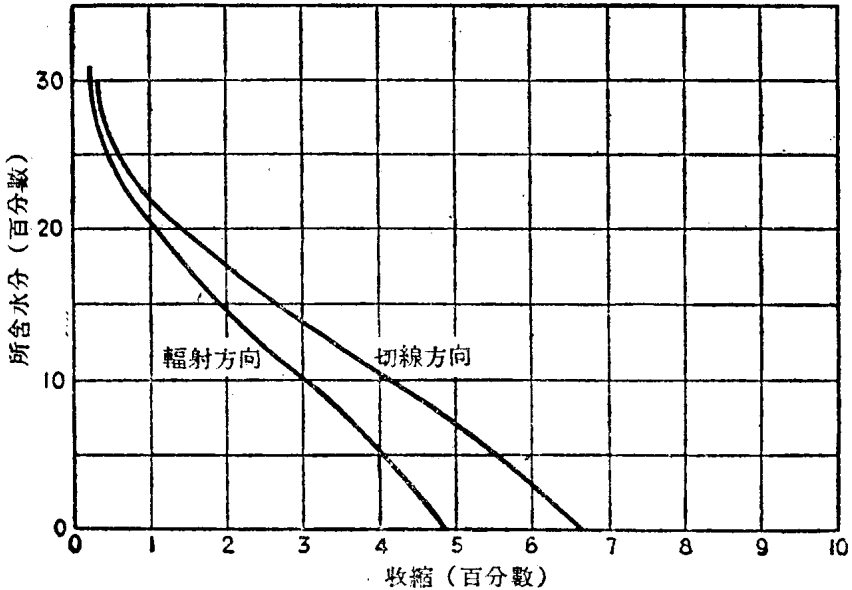


圖5 木材水分與收縮之關係。

當然工程師應選取充分乾燥之木材，但巨大之木材，甚難完全乾燥，故在設計時，須預計某種程度之收縮。並應避免與木紋正交之垂直支承面。例如設計欄柵時，若直接置於梁之上面，則增加垂直方向之高度，而加大收縮程度。但若在梁之一邊置一掛鉤，而安置欄柵（此種結合法將在第四章中說明之），則可減小垂直方向之高度，亦即減小收縮程度。其他可採用之方法尚多，須隨機應變，不令發生極大之收縮。

若設計接合點時，所用之木材尚未乾燥，而使其承受荷重，則當逐漸乾燥時，應按時加以檢查。若釘已鬆動，則顯然釘之數量不夠，須再加新釘數隻，若為螺栓接合點或結合物接合點（其設計方法將

在第二章及第三章中討論之),則其安全荷重須視其乾燥程度而分別增減之。

9 木材之尺寸 木材之尺寸,在我國各地,目前在4吋以上者仍以雙數吋為單位。如 2×8 吋或 6×10 吋等。但在國外,木材之標準尺寸,已有以奇數吋為單位。如 3×5 吋,或 7×9 吋等。

上述之尺寸,為木材之虛尺寸,此數僅用於商業上,故亦可曰商業尺寸。其實際尺寸如上述者,應為 $1\frac{1}{2} \times 7\frac{1}{2}$ 吋, $5\frac{1}{2} \times 9\frac{1}{2}$ 吋等,及 $2\frac{3}{4} \times 4\frac{3}{4}$ 吋, $6\frac{1}{2} \times 8\frac{1}{2}$ 吋等。書後之附錄,為一般木材之標準尺寸,設計時面積、截面係數、轉動慣量等,皆以實際尺寸為根據。每一板呎為 $12 \times 12 \times 1$ 吋之體積。

二、 木材之資用應力

10 建築用木材之單位資用應力 表1為主要建築用木材之單位資用應力,此應力可在一般設計時採用之。在我國各大都市,均有建築規則,設計時應以當地所規定之資用應力為準。表1中之應力,或可作為參考資料。

11 暴露情形 普通木材之資用應力,應視其暴露情形酌量減低。減低之程度,視木材暴露時是否已腐爛。建築物可有之壽命,視察是否過密,及造價與修理費之多寡而定。表2可作參考。

12 荷重之久暫 構架上有某種荷重,僅為暫時性質,則其資用應力除彈性係數外,均可稍增加。例如雪荷重與死荷重混合時可增加15%,但雪荷重如永久存在則不可增加。死,活,風三種荷重混合時,資用應力可增加50%。但此時所算出各肢之尺寸,不得小於僅受死荷重及活荷重混合時而算出之尺寸。

13 碰撞 若碰撞應力,不超過活荷重之資用應力時,則木材之