

109524

中等專業學校教學用書

木 結 構

下 冊

B. E. 謝 什 金 著

張 維 嶽 譯

冶金工業出版社

428.2
K15

中等專業學校教學用書

木 結 構

下 冊

B.E. 謝 什 金 著

張 維 嶽 譯

冶金工業出版社

出版社請求讀者提出關於本書內容及裝幀的意見，並請記明住址、職業和職務；也請求圖書館工作者計算本書的需要量及收集讀者意見。函件請寄：北京市灯市口甲 45 号冶金工業出版社。

Б. Е. ШИШКИН: ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ
ГОС. ИЗД. ЛИТ ПО СТР. И АРХ. (Москва—1954)
木結構 (下冊) 張維嶽 譯

1956年12月第一版 1956年12月北京第一次印刷12,043冊

850×1168. 1/32. 120,000字. 印張5 $\frac{4}{32}$. 定價 (10) 0.80元

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行 書号9538

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲45号)
北京市書刊出版業營業許可証出字第083号

本書系根据苏联国立建筑工程与建筑艺术書籍出版社一九五四年出版的B. B. 謝什金所著“木結構”第二版修訂版譯出。

原書經苏联建造部教育司审定为建筑中等專業学校教科書，同时也可作为工程技術人員設計木結構时的参考書。

原書闡述工業与民用建筑中木結構設計和計算的原理。

原書所採用的基本構造方式，主要是以工厂化机械化制造和現場制造为方針。木結構的計算方法和例題均符合於現行的規範及技術条件（ИлТУ 2-47）。此外，專有一章介紹木結構按極限狀態計算的原理。

原書譯本分上、下兩冊出版。上冊包括一至六章。下冊包括七至十章及附录一至八。

下 册 目 录

第七章 组 合 柱

1. 概述和構造原理.....	1
2. 組合柱的計算.....	4
3. 受压受弯組合柱設計实例.....	11

第八章 桁 架 和 拱

1. 概述.....	17
2. 槽齿結合桁架.....	35
3. 木材下弦的多角形桁架.....	60
4. 弓形桁架.....	64
5. 弓形桁架組成的三鉸拱.....	78
6. 鋼木合用桁架.....	83
7. 平鋼环結合桁架.....	106
8. 桁架的空間支撐.....	107

第九章 無金屬菱網拱頂

1. 概述.....	118
2. 拱頂的構造.....	122
3. 拱頂的靜力計算.....	129
4. 拱頂的几何計算.....	133

第十章 木結構按極限状态的計算

1. 計算原理.....	134
2. 計算公式.....	139
俄中名詞对照表.....	147

第七章 組合柱

1. 概述和構造原理

使用範圍 木組合柱可用於木骨架式工業房屋中和臨時性木建築物中，以支承樓板桁條、桁架、棧橋梁等。

柱子是用來承擔由連接在它上面的樓板構件或屋蓋構件傳來的荷重的，並把荷重傳到基礎上。骨架式工業房屋的柱子，除上述荷重外，還可能承受起重機荷重和担负水平風力。

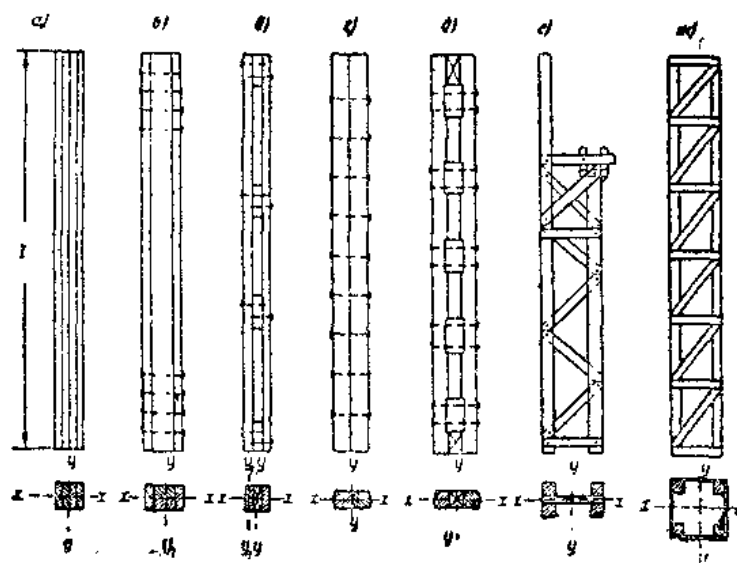


圖 97 木組合柱的形式

a—膠合柱；b—釘合柱；c—短塊塊式釘合柱；d—螺栓結合柱；e—間隙式
鍵合柱；f—階梯式螺栓結合柱；g—條樑式釘合柱

組合柱的構造 木組合柱由數根平行的分肢（彼此之間用各種組合方法連結在一起的木板、方木或圓木）形成。木組合柱的常用形式見圖 97。

柱按其構造可分为:

a) 拼合式柱，由互相直接貼合的構件或由互相分離但用填塊結合在一起的構件組合而成（圖 97, a, b, e, i, d）；

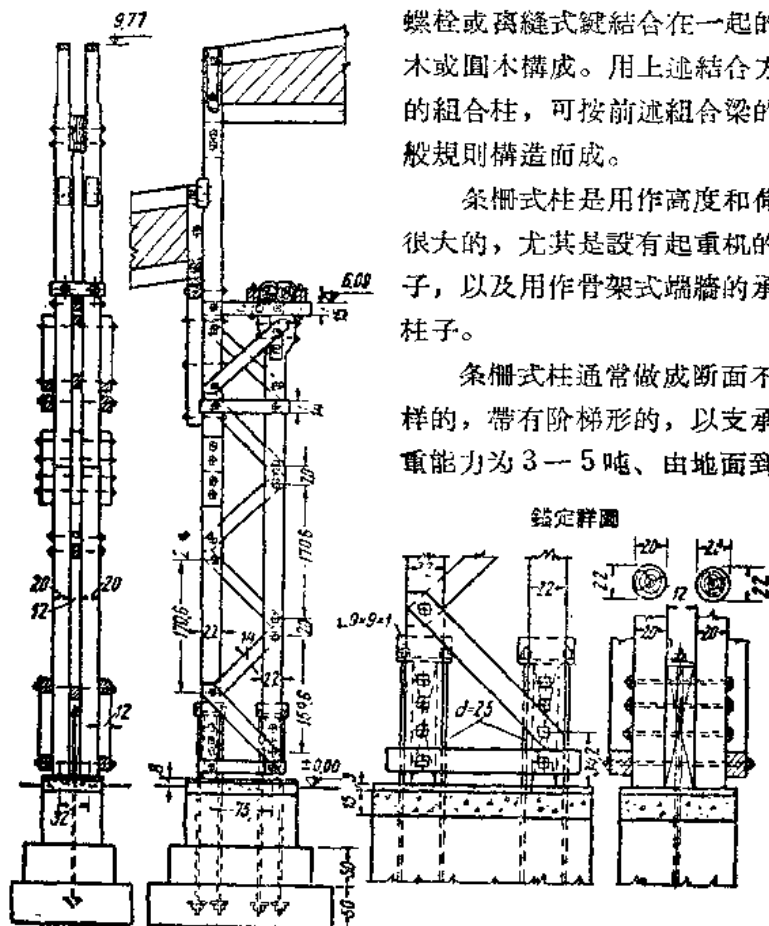
6) 条栅式柱，其各单独分肢相离较远但彼此间用斜撑条栅连系在一起（圖 97, e, ж）。

拼合式柱主要用作單層木骨架牆的柱子和承重構件。拼合式柱，其斷面沿全高是不變的，由膠合或釘合的木板構成，也可由用

蝶栓或窩縫式鍵結合在一起的方木或圓木構成。用上述結合方法的組合柱，可按前述組合梁的一般規則構造而成。

条栅式柱是用作高度和荷重很大的，尤其是設有起重机的柱子，以及用作骨架式端牆的承重柱子。

条栅式柱通常做成断面不一样的，带有阶梯形的，以支承起重能力为3—5吨、由地面到吊



車軌的高度不大於 7 公尺的吊車梁。

条柵式柱的分肢由兩面鋸平或四面鋸平的圓木構成，並用条柵結合在一起。条柵構件由木板構成，並用螺栓与主分肢結合在一起。

承担屋蓋荷重的柱子的較長分肢，通常有接头。接头可置於柱子条柵的任一節間內。

条柵式柱的構造詳圖見圖 93。

柱子的支放和固定 木承重柱以其底端置於磚石基础或混凝土基础上、支於基础上的木材部分，應該用油毛毡、油毡紙或油浸毛毡等垫層与磚石或混凝土隔絕，並进行防腐处理。支承面应比地板面高，並应向四边傾斜以便排水（圖 99）。木柱的支点部分不許埋入基础內。

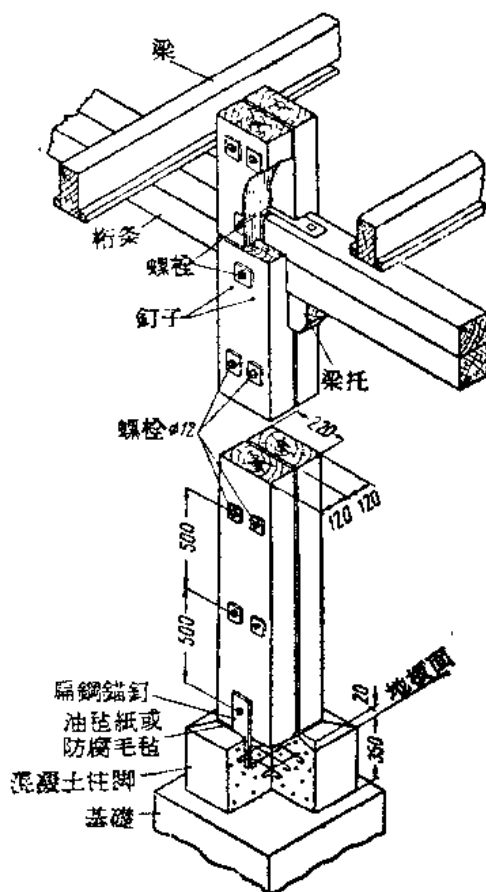


圖 99 拼合式木組合柱

为了使柱子和与它相連結構的下沉量为最小，必須讓垂直压力通过柱子的底端面傳遞。在多層結構中承重柱底端支於桁条上而桁条又支於下一柱上（圖 99），以及在單層房屋中承重柱底端支於橫臥的方木或枕木（木紋与傳遞的力相垂直）上，都是不宜採用的。

承受由樓板傳來之垂直荷重的柱子，通常以鉸結合的形式支承於基礎上（圖 99）。

承擔水平荷重和偏心荷重的工業房屋的柱子，通常在毛石基礎或毛石混凝土基礎中以圓鋼或扁鋼鉗釘做成剛性結合（圖 98）。屋蓋承重結構支承於柱子的頂部，不用剛性結合而用鉸結。

防腐和防火措施 在設計靠近外牆的支承桁架或房屋其他承重結構的木柱時，應保證木柱的各方面自由通風。承重木柱不許嵌於牆內。

工業及倉庫用房屋中的木柱要經過表面的防火處理——浸透或塗刷。民用建築中的木柱應抹灰或以不燃或難燃材料罩面。

2. 組合柱的計算

a) 中心受壓柱

計算長度和最大細長度 柱子是房屋結構中的主要構件。柱子的剛度和穩度取決於與其相連結構的剛度和它們之間的結合方法。根據組合柱的固定的可靠程度，柱的計算長度可在下述範圍之內：兩端鉸結者採用柱的實際長度，一端固定另一端自由者採用柱子實際長度的兩倍。組合柱以及其各單獨分肢的計算細長度，不得超過 120。

拼合式柱 中心受壓木組合柱，按照整斷面受壓桿件的一般規則來計算。包括縱向彎曲的壓應力，按下列常用公式求得：

$$\sigma = \frac{N_0}{F_{\sigma p \varphi}} \leq [\sigma_0] .$$

核算受壓組合桿件在平行於接縫的平面內的穩度時（對 x — x 軸，見圖 97），不考慮結合的撓性而視為整體桿件。

核算受壓組合桿件在垂直於接縫的平面內的穩度時（對 y — y 軸，見圖 97），要考慮到接縫中縱向剪力的影響。

撓性結合的組合桿件的細長度，大於整體桿件（如膠合桿件）的細長度。

組合桿件的計算細長度等於：

$$\lambda_p = \mu \lambda_y,$$

式中 λ_y ——在不考慮撓性結合的情況下，桿件對 $y-y$ 軸的細長度；

μ ——估計撓性結合影響的係數。

係數 μ 的值不可小於 1。對於某些最常見的場合，根據經驗為此係數規定了一些固定值。例如，在計算方木或圓木的板鋸結合受壓受彎構件時，採用 $\mu = 1$ ，如系鍵或窩縫式鍵結合時，則採用 $\mu = 1.2$ 。在計算各個分肢由釘子和螺栓結合在一起的受壓組合桿件時，係數 μ 值按下式來確定：

$$\mu = \sqrt{1 + k_e \frac{b h n_m}{l_o^2 m}},$$

式中 b 和 h ——構件橫斷面尺寸（公分）；

n_m ——各分肢之間接縫的計算數目；

l_o ——構件的計算長度（公尺）；

m ——構件長 1 公尺內每一接縫內的釘子或螺栓的計算受剪面數；

k_e ——係數，按表 12 採用之。

表 12

係數 k_e 的數值

結 合 器	k_e	
	中 心 受 壓	受 彎 受 壓
釘子.....	$\frac{1}{10d_{r\pi}^2}$	$\frac{1}{5d_{r\pi}^2}$
螺栓.....	$\frac{1}{3d_n^2}$	$\frac{1}{1.5d_n^2}$

釘尖插入木料的深度 $a_{r\pi}$ 小於 $4d_{r\pi}$ 者，在計算中不予考慮。

螺栓直徑 d_n 不應大於結合構件中 最薄構件厚度 $a_{\pi r\pi}$ 的 $\frac{1}{4}$ ；

當螺栓直徑大於上述範圍時，在計算中採用 $d_n = \frac{1}{4} a_{\pi r\pi}$ 。

釘子、螺栓或其他結合器，沿中心受壓桿件的全長均勻佈置，並且每一接縫中的數目都一樣。

按上述公式求得的組合桿件的細長度，不得大於各個互不相連分枝的細長度的平均值：

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sum J_{y_i}}{F_{\text{CP}}}},$$

式中 $\sum J_{y_i}$ —— 全部分枝對其平行於 $y-y$ 軸的慣性矩的總和；

F_{CP} 桿件的斷面積 全部分枝的斷面積的總和。

如果計算細長度大於各單獨分枝的平均細長度，則這種桿件按照各單獨分枝細長度的平均值來進行計算，而不考慮它們之間的連結。

例 23. 試核算一木柱，此木柱承受着由樓板傳遞的垂直荷重 $N_0 = 16500$ 公斤。柱由兩根 22×12 公分方木彼此間用直徑 12 公厘的螺栓拼合而成，螺栓每兩個置成一排，各排之間的距離為 50 公分（圖 99）。柱長 $l = 4.0$ 公尺。

柱兩端可認為是鉸結。

在這種情況下柱的自由長度就等於柱的長度 $l_0 = l = 4.0$ 公尺。

柱的斷面積：

$$F = 2bh = 2 \times 12 \times 22 = 528 \text{ 公分}^2。$$

柱對通過接縫的 $y-y$ 軸的細長度（不考慮結合的撓性）：

$$\lambda_y = \frac{l_0}{r_y} = \frac{400}{0.289 \times 24} = 57.7。$$

結合撓性影響係數：

$$\mu = \sqrt{1 + k_0 \frac{bh}{l_0^2} \frac{n_m}{m}} = \sqrt{1 + 0.232 \frac{22 \times 24 \times 1}{4^2 \times 4}} = 1.71。$$

式中：

$$k_0 = \frac{1}{3\alpha_n^2} = \frac{1}{3 \times 1.2^2} = 0.232；$$

$n_m = 1$ （縱向受剪接縫的數目）；

$m = \frac{2}{0.5} = 4$ （每柱長 1 公尺內所置的螺栓數目）。

柱的計算細長度:

$$\lambda_y = \mu \lambda_y = 1.71 \times 57.7 = 99 < 120.$$

縱向彎曲係數:

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda_y^2} = \frac{3100}{99^2} = 0.32.$$

計算應力:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{F \varphi} = \frac{16500}{528 \times 0.32} = 98 < 100 \text{ 公斤/公分}^2.$$

柱對 $x-x$ 軸的細長度:

$$\lambda_x = \frac{l_0}{r_x} = \frac{400}{0.289 \times 22} = 63 < 99.$$

短填塊式柱 當受壓組合桿件單獨分枝的連結點的間距大於分枝厚度的 7 倍時，或分枝之間置有短填塊時（圖 97, a），各個單獨分枝在連結點之間可能有獨立的變形。

在這種情況下，確定組合桿件的計算細長度時，除整個桿件的細長度之外，還必須考慮到各個單獨分枝的連結點之間區段的細長度。

計算細長度按下式求得：

$$\lambda_p = 1 / \sqrt{(\mu \lambda_y)^2 + \lambda_{y_1}^2},$$

式中 λ_y 和 λ_{y_1} —— 整個桿件和分枝對 $y-y$ 和 y_1-y_1 軸的細長度，都當作整斷面的桿件求得，桿件的計算長度為 l_0 ，分枝的連結點之間的計算距離為 l_1 。

條柵式柱 計算條柵式（穿孔式）柱時，假定垂直荷重只由柱的主要分枝來承擔，而條柵的構件不直接參與傳遞壓力。

條柵式桿件按照計算受壓組合柱的一般規則對 $y-y$ 軸進行計算，同時，在確定計算細長度 λ_p 時，如果各個分枝的細長度 λ_1 ，不超過整個桿件的細長度 $\mu \lambda_y$ ，則 λ_1 採用零。每 1 公尺柱長上釘子或螺栓的計算受剪面數 m ，可認為等於柱節點處每一接縫內釘的受剪面數除以節間 l_1 。在求係數 μ 時，桿件的計算寬度 b 採用柱子的弦在垂直於條柵平面方向的寬度的和。

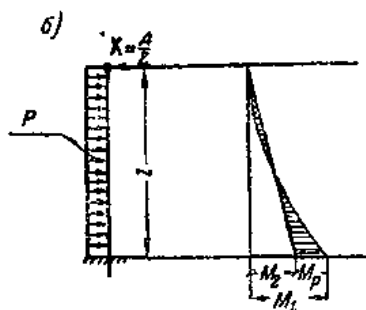
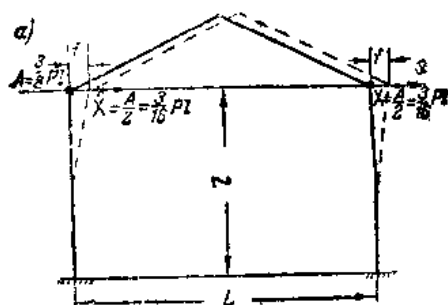


圖 100 柱中彎曲力矩的確定
（起重機橫向列車等）進行計算。

下端固定在基礎上而上端與屋蓋承重結構（梁或桁架）鉸接的兩根柱子，形成房屋的橫向框架（圖 100，a）。

風壓通過牆壁骨架的系桿而傳遞在柱上。荷重沿柱長的分布取決於牆壁骨架的結構。如果認為荷重是沿柱長均勻分布的，則當柱子上端支於不可移動的鉸支點而下端固定在基礎中時，屋架支點處的水平反力等於：

$$A = \frac{3}{8}pl,$$

式中 p ——每 1 公尺柱長上的風荷重。

實際上屋蓋並不是不可移動的，而是彈性支點，因此在水平

如果條樑式中心受壓桿件中各個分肢的細長度 λ_1 大於整個桿件的細長度 $\mu\lambda_y$ ，則需要再按下式核算各個分肢的穩度：

$$\sigma_a = \frac{N_a}{F\varphi_1} \leq [\sigma_a],$$

式中 φ_1 ——各個分肢的縱向彎曲係數，按分肢的計算長度 l_1 和最小旋轉半徑算出。

6) 受壓受彎柱

彎曲力矩的確定 受壓受彎組合柱按其垂直荷重和水平荷重（風壓力、

压力 A 的作用下屋盖会移动的，並且有部分的荷重傳遞到第二根柱子上。在單跨框架中可以認為，柱頂端的水平压力 A 平均分布在兩根柱子上，即每根柱子上的压力为：

$$X = \frac{A}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{8} pl = \frac{3}{16} pl.$$

計算时可把柱子視為固定在基础中的、承受着均佈荷重並在頂端作用有水平力 X 的悬臂梁（圖 100，6）。

悬臂梁上的均佈荷重在埋設处引起最大弯曲力矩：

$$M_1 = \frac{pl^2}{2}.$$

柱頂端的水平力所引起的埋設处的弯曲力矩为：

$$M_2 = Xl.$$

由於風力和水平力所引起的上述力矩的差額，作为該断面的計算力矩：

$$M_x = M_1 - M_2 = \frac{pl^2}{2} - Xl.$$

穩度的核算 同时又受压又受橫向弯曲的組合柱，也和整断面柱一样，按下列公式計算其弯曲平面內的穩度：

$$\sigma_e = \frac{N_e}{F_{\text{HT}}} + \frac{M}{W_{\text{HT}} \xi} \leq [\sigma_e].$$

計算系数 ξ 时要加用柱的計算細長度 λ_p 来考慮結合的撓性：

$$\xi = 1 - \frac{\lambda_p^2}{3100} \times \frac{\sigma_e'}{[\sigma_e]}.$$

条柵式和短填塊式組合柱，除上述外，还要按下式核算受力的最大的个别分肢的穩度：

$$\sigma_e = \frac{N_e}{F_{\text{GP}}} + \frac{M}{W_{\text{GP}} \xi} \leq [\sigma_e] \varphi_1,$$

式中 φ_1 ——縱向弯曲系数，按个别分肢的細長度求得：

$$\lambda_{y1} = \frac{l_1}{r_{y1}}.$$

計算的斷面系數 W ，也像整斷面桿件一樣求得，但要加入系數 k_w ， k_w 為估計結合撓性影響的系數。此系數值與計算組合梁時的一樣。

核算受壓受彎柱在彎曲平面外的穩度時，不考慮彎曲力矩的影響。

結合處的計算 在受壓受彎桿件的 $\frac{1}{2}$ 計算長度內接縫中所集聚的縱向剪力，按下式求得：

$$T_o \cdot \frac{1}{2} l_o = \frac{M S_{cp}}{J_{cp} \xi},$$

式中 M 桿件計算長度中央的彎曲力矩，根據已知荷重按一般方法算出；

S_{cp} 被接縫劃分開的橫斷面部分對中性軸的毛力矩；

J_{cp} 桿件的全部橫斷面的毛慣性矩；

ξ 估計桿件變形時彎曲力矩會增大的系數。

結合器 —— 沿接縫均佈的釘子、螺栓、鍵 —— 的必須數量，由下式求得：

$$m = \frac{1.5 T_o \cdot \frac{1}{2} l_o}{[T_c]} = \frac{1.5 M S_{cp}}{J_{cp} \xi [T_c]},$$

式中 $[T_c]$ —— 每一個結合器的容許力；

1.5 估計結合器受力不均勻的系數。

錨釘的計算 柱子支點處的構造，應能保證承擔支點處的傾復力矩。在此力矩的作用下，柱的一分肢受壓力，另一分肢受拉力。由傾復力矩所產生的拉力的數值，可按下式大約地求出：

$$N_{\Sigma} = \frac{M}{e_{\Sigma}},$$

式中 e_{Σ} 抵抗傾復力矩的力偶的臂長。

把柱子固結在基礎上用的錨釘和把錨釘夾板與柱子結合在一起用的螺栓，按分肢中的拉力進行計算，此拉力應考慮到，由於作用在一分肢上的永久性垂直荷重而有所減小：

$$N_p = N_{\Sigma} - \frac{N_{\Sigma}}{2}.$$

3. 受压受弯组合柱设计实例

例 24. 试设计由两根圆木组合成的柱子，两根圆木彼此间用榫于圆木中的短垫块（离缝式榫）结合在一起（图 101）。圆木小头直径 $d_0 = 20$ 公分。圆木从两边锯平，沿柱全长的宽度都一样，即 $b = 18$ 公分。柱底端固定在基础中，顶端与屋盖铰结。柱长 $l = 5.6$ 公尺。

荷重：

- a) 永久性垂直荷重 $N_g = 6000$ 公斤；
- б) 临时性垂直荷重（雪荷重） $N_{ap} = 6000$ 公斤；
- в) 水平均布荷重（风荷重） $P = 240$ 公斤/公尺。

弯曲力矩的确定 柱顶端的水平反力：

$$X = \frac{3}{16}Pl = \frac{3}{16} \times 240 \times 5.6 = 252 \text{ 公斤。}$$

把柱子当作悬臂梁来考虑，它固定在基础中，承受着均布风荷重和水平反力。

与基础相交处的弯曲力矩：

$$M_K = \frac{Pl^2}{2} - Xl = \frac{240 \times 5.6^2}{2} - 252 \times 5.6 = 2350 \text{ 公斤公尺。}$$

弯曲平面内的稳度核算 与基础相交处圆木的计算直径：

$$d_K = d_0 + 0.8l = 20 + 0.8 \times 5.6 \approx 24 \text{ 公分。}$$

柱子此处断面的横截面积，按附录 4 求得（圆木从两边锯平，宽度 $b = 18$ 公分）：

$$F_{op} = 2(452.4 - 2 \times 0.057 \times 24^2) \approx 2 \times 387 = 774 \text{ 公分}^2。$$

固定锚钉夹板用的螺栓对断面的削弱面积为（图 101，a）：

$$F_{oc.1} = 2 \times 2.2 \times 18 \approx 79 \text{ 公分}^2。$$

净断面积：

$$F_{HT} = F_{op} - F_{oc.1} = 774 - 79 = 695 \text{ 公分}^2。$$

一根 $d_K = 24$ 公分圆木的断面（两边锯平后的宽度 $d = 18$ 公分）对 $y'-y'$ 轴（图 100，б）的惯性矩，用附录 5 的图线求得：

$$J_y' = k_z J = 0.58 \times 16286 = 9940 \text{ 公分}^4。$$

全部断面对 $y-y$ 轴的惯性矩为：

$$J_{op} = 2J_y' + F_{op} \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 9940 + 774 \times 14^2 = 170900 \text{ 公分}^4。$$

