

蘇聯中等工業學校教材

木 結 構

著 者 蘇聯 B. E. 謝什金
譯 者 周 傳 耀

中央人民政府重工業部工業教育司

1952

B.E. 謝什金

木 結 構

經蘇聯重工業企業建設部教育局批准
作為土建技術學校教本之用



蘇聯國立建築圖書出版局

莫斯科1950

木 結 構

著 者:	B. E. 謝 什 金
譯 者:	周 傳 耀
主 編 者:	中央人民政府重工業部 工 業 教 育 司
發 行:	新 華 書 店 東 北 總 分 店
印 刷:	工 教 印 刷 廠

1952年12月初版

定價16,000元

冊數 10,000

本書闡述了工廠和住宅用的木結構設計及
計算原理，係土建技術學校之教材，亦可
作為木結構設計及裝備技術人員之參考書。

序 言

木材之用爲建築材料，始自遠古，其初僅有簡易之結構（柱，屋面梁等）以造住宅及其他建築，垂至今日，木材建築已精益求精，荷重之木結構日臻繁雜。

俄羅斯擁有廣大豐富之森林，故木材已成爲主要建築材料。俄羅斯之木建築其高度之水準與技藝，已表現於各種木結構中，溯由古舊，木材建築之都市，城堡，廟宇及橋梁均爲俄羅斯民族建築榮耀之源。

稽諸古史，早在公元1115年有巨大之木浮橋，橫過基輔之第聶伯河，橋梁中之顯赫有名者有橫過得魏（Днепр）之伏加爾河及跨於庫烈可夫平原附進之頓河橋，二橋爲得密特烈頓斯基所建，時在公元1380年。

木橋梁中，俄羅斯之工程界傑作有著名之尼瓦河橋設計，此橋爲單孔拱橋，跨長300米，設計者爲俄羅斯科學院機械院士И.П.庫烈必其大膽之企圖，成熟之思維與合理之構造，在此一設計中實有驚人之表現。

所可惋惜者，爲庫烈必之設計，僅有一比例爲 $\frac{1}{16}$ 之模型（長30米）以表明其結構。而未能現諸事實。後於1776年，科學院復研究此一模型，而予以斷論，謂此一偉大之工程，實爲一可施建之結構。

俄羅斯木材橋梁建設最傑出之專家，有П.И.朱拉夫斯奇，其設計之木梁有凡力必斯奇橋，橋孔凡九，孔長51米，有孟斯基橋，橋梁爲九孔，孔長61M（圖2）。有沃霍夫斯奇橋，橋孔凡五，孔長52米。諸橋均成於十九世紀中葉，其成果實俄羅斯之殊榮。朱拉夫斯奇氏尙有不少理論，經驗研究之心得，此中有價值之發明，久已爲世共曉。

俄羅斯首創之木材建築工程學校之一，即以朱氏爲名，以紀念其顯赫之科學勞績與實際工作之成就。

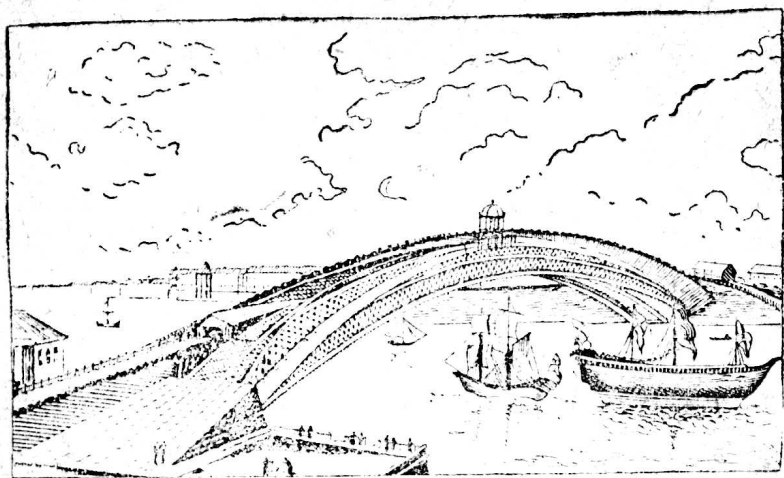


圖 1. И. П. Кулибина (1773年) 設計的拱橋

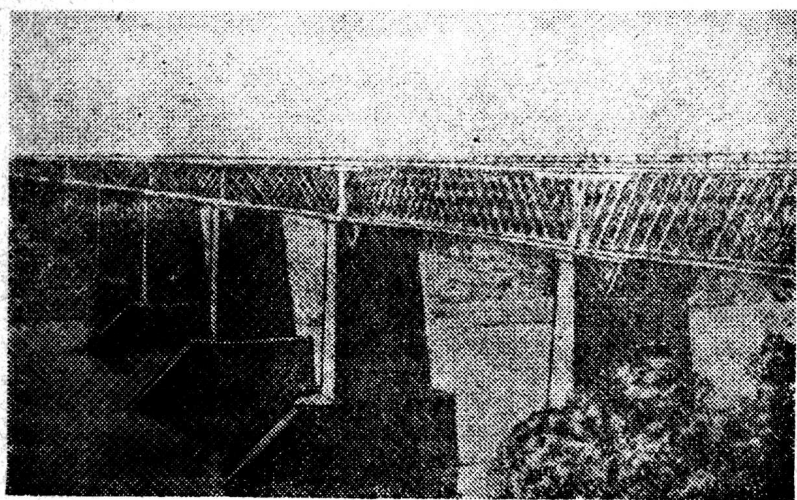


圖 2. Д. И. Журавкина 設計的橫跨在 Мсра 河上木橋 (1884年)

俄羅斯木建築在房屋中之傑作有著名之莫斯科練兵房之屋架，其跨長 49.6M (圖 3) 建自 1817 年，尚保存至今日，1854 年復有莫斯科大戲院廳堂木屋架之建立，其跨長 41 米。

木材結構在俄羅斯雖有其輝煌之成就，然在十月革命以前，由

於科學研究之貧乏。木材結構尚少採用。木材結構之理論於偉大十月革命後始得以生長成熟。於是木材結構乃廣泛採用於各種工程。

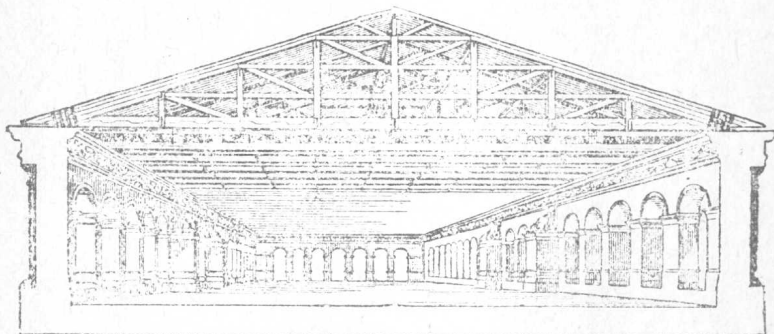


圖 3. 莫斯科練兵場的木屋架 (1817年)

蘇聯之初期建築中，於木材結構新方向之探求，新型接合方法及新穎之形式均有成就。

1923年於全蘇農業建築展覽會中，蘇聯專家於木造閣亭有卓越之成就。閣亭中之桁架，採用釘合木板。於是釘結合遂成為廣泛採用之結合方法。用以結合木板構成之建築。1925年釘合腰板梁出而問世。隨次而興者有釘合弧形桁架，釘合三稜弧形桁架，此三者均已廣泛使用於蘇聯之建築物中。

斯大林五年計劃中，木材建築之巨量採用實屬空前。在第一屆五年計劃中為適合建築之需求，得創立新型之木材結構新計算方法及新穎之構造與拼裝方法。

此時，蘇聯於世界建築史中首創釘合空間結構，如穹拱（跨長100米）此一結構為中央工業建築科學研究所〔ЛНИИП〕中Г.Г.卡洛塞 M.E. 卡加及 M.Φ. 可瓦拉楚克等所設計。

1933 年有 B. C 濟利瓦格者創立新穎且可靠之結構。不用鋼料而用板栓結合為梁（圖 4）並已施諸事實。此一有價值之方法可利用機械製作。於是上弦為板栓梁之鋼木合用桁架又得廣泛使用（圖 5）

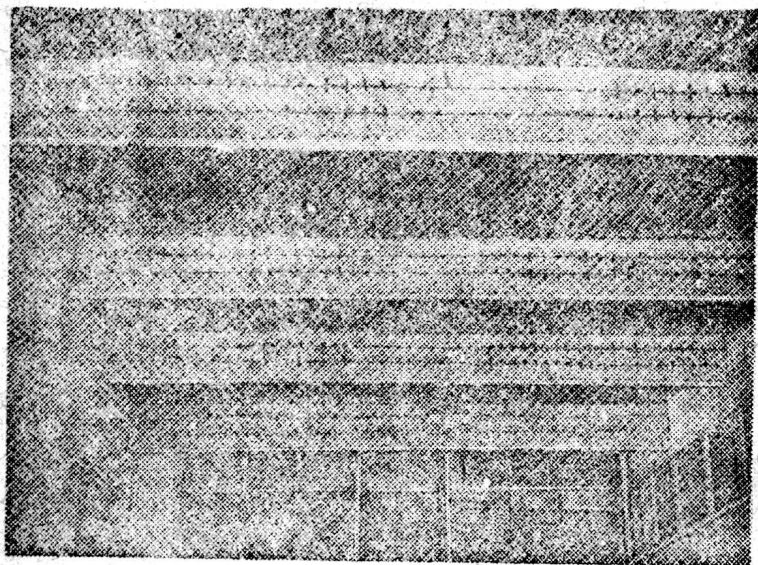


圖 4 . В.С.Деревягина式三合板木楔梁的外觀

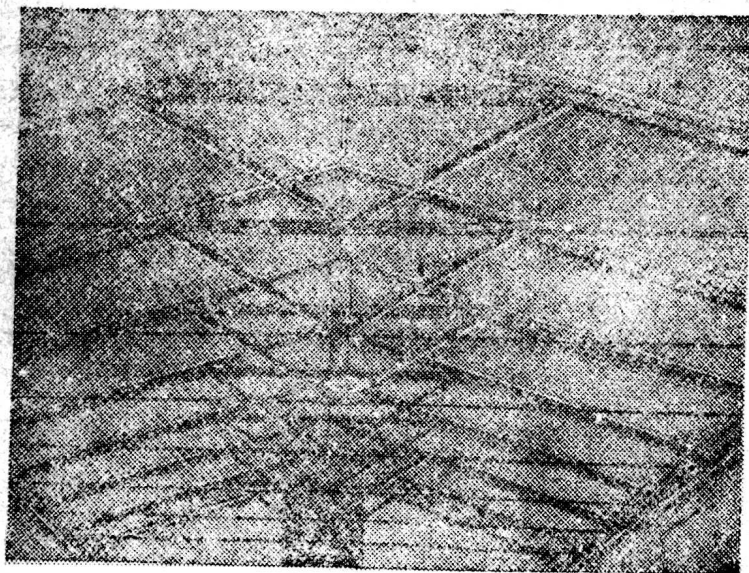


圖 5 . 跨長18米鋼木合用屋架(В.С.Деревягин梁)的外觀

有С.И. 比西拉力克者創造網式拱架（圖 6）

中央工業建築研究院А.Б. 古貝可等採用最新木材結構（以防水之膠合結構）作成主要之結構，其跨長巨大而所用木料與常用者相同，甚或較小。

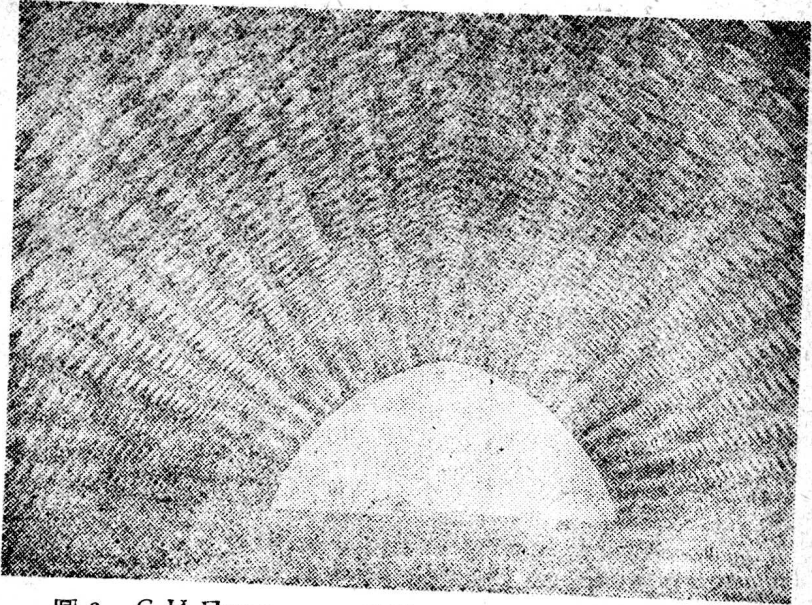


圖 6 . С.И.Песедника 設計跨長 28M 網式木拱架裝後照片建

與新型之結構相關者為全蘇科學研究機構（尤其在中央工業建築研究院）中之科學工作者，創始木材結構與構件新計算方法及規範，將木材結構段片之決定及其計算方法融為一爐，而為一有科學根據之系統。

蘇聯之無數研究員與專家（П.Я.Камецев, Г.Р.Карлсен, В.ф.Иванов, Ю.М.Иванов, М.Е.Каган, А.И.Отрешко, В.М.Коченов, Г.В.Свенцицкий, А.Б.Губенко, В.В.Большаков, В.Г.Писчиков, Д.А.Кочетков · 等）在木結構中之工作與實踐之成就，使木材結構中之科學研究顯著充實。

蘇聯工程師（В.Г.Писчикову, Г.В.Свенцицкому, А.В.Ржани

-цыну, П. Ф. Плешкову) 首先計算木構合構件結合之鬆弛。

蘇聯學者 (Ф. П. Балякин, Ю. М. Изанов 等) 研究木材之塑性與應變。在計算木結構中創立節省木材最進步之方法——界限狀態之理論。

蘇聯學者，工程師，技師及先進之斯塔哈諾夫工作者一心一德，創立全蘇獨立之木結構學校。為合乎蘇維埃國民經濟之需要此一學校保證木材在建築結構中擔負其偉大之使命。

目 錄

序 言

第一章 建築用木材

面數

- | | |
|------------|----|
| 1. 建築木材之性能 | 1 |
| 2. 木材之分類 | 10 |
| 3. 容許應力 | 13 |

第二章 木結構構件之計算

- | | |
|----------------|----|
| 1. 彎曲構件 | 16 |
| 2. 拉力及拉力——彎曲構件 | 23 |
| 3. 壓力及壓力——彎曲構件 | 26 |
| 4. 擠壓力 | 34 |
| 5. 剪 力 | 37 |

第三章 構合梁

- | | |
|--------------------------|----|
| 1. 概 說 | 39 |
| 2. 板梢梁 (В.С.Деревягин氏梁) | 41 |
| 3. 木楔梁 | 51 |
| 4. 釘合腰板梁 | 61 |
| 5. 膠合梁 | 94 |

第四章 構合柱

- | | |
|---------------|-----|
| 1. 建築之一般論據與原則 | 107 |
| 2. 構合柱設計 | 109 |
| 3. 構合柱計算實例 | 116 |

第五章 屋頂蓋覆結構

1. 概 說.....	123
2. 不防寒屋面.....	124
3. 防寒屋面（無檣樓屋面）.....	147
4. 檣樓天花板.....	152
5. 天 窗.....	156

第六章 桁架與拱

1. 概 說.....	159
2. 槽齒接合桁架.....	173
3. 上弦爲折線多邊形之桁架.....	206
4. 弧形桁架.....	209
5. 弧形桁架之三鉸拱.....	235
6. 鋼圈結合桁架.....	239
7. 鋼木合木桁架.....	246
8. 桁架之空間連結.....	259
附 錄.....	269

第一章 建築用木材

1. 建築木材的性能

a) 概說： 木材爲一種優良而且便宜之建築材料，已廣泛使用於各種建築上。但木材與其他建築材料相同，有其優點亦有其缺點。因此在設計與架設木建築物與荷重結構時，必須充分利用其良好之性能，並使其不良性能所生之影響減至最小限度。

由實地建築得知，木結構使用於正常環境條件中，其能使用年月一般說來，不受限制。如羅夫哥洛頓(Новгород)寺院中之木屋架建自1198年，至1941年尚無任何明顯損壞，又如前述之莫斯科練兵房建自1817年，莫斯科之蘇聯大廈屋架建自1819年均保存至今日，此皆木材能經久耐用之明證。

但木材使用於不良之環境下，則破損異常迅速。如水中木樁其上部因水位高低變化無常，在3—5年內，即行損毀。

因之，木建築必須特別注意，嚴密分析木材使用之環境，並應消除使木材不良性能擴大之一切因素。

木建築物在設計，製作，拆裝及使用過程中如能完全遵守技術上之規定，則此種建築必定耐久而且經濟。

6) 木材性能之長處

剛強而質輕： 使用於建築上之材料除木材外尚有鋼，混凝土，及石工。比較各材料之強度與重量時，(表1)顯而易見，木材之強度僅次於鋼，但就重度而言則爲最輕。

如以適當之比較分析法以求材料之相對強度，由材料之強度與重度之比(如表1比較之結果)得知在荷重、安全係數及其他相同條件之下，受壓木材構件之相對強度較鋼料爲高，較混凝土及磚工則高出數倍。

木材受拉力時其效能不如受壓力，因此受拉力之木材及鋼構件就相對強度而言木材不如鋼料，但就全部相對強度而言，木材幾可與鋼料相等，比混凝土、鋼筋混凝土及磚工則高出甚多。

建築材料之重度與壓力強度之比較表

表 1

材 料	壓力強度 kg/cm ²	重 度 kg/m ³	強度與重度之比值
鋼 料	4200	7850	0.535
木材(松)	350	500	0.700
水 泥	110	2200	0.050
石 塊	22	1700	0.013

在建築物上，材料之自重佔建築物荷重之主要部分時，（如屋架）採用木材最能適合需要與發揮效力。

受壓構件（特別當彎曲甚大時）採用木材較鋼料為好，但木材之抗拉能力不如鋼料，為適合材料之性質起見採用鋼木合用結構，全部受壓構件用木料，受拉構件用鋼料。

製作簡易 在蘇聯大部份地區木材為地方建築材料，因木材供給迅速，費用最小。其初步製作不需要如同鋼料混凝土之複雜技術設備。

製作木材及結構物之工場，須用人工極少，且費電不多。

在必須條件下，木材可用簡單工具（斧，鉋，鑿，）以手工製作

製作之特殊性 木建築物不因冬季，而增加費用。

木材之又一優點是能在建築材料工廠或木料廠內製成構件或零件，運至工地拼裝。

在可能有拼合，折散，運般再拼合之建築物中，木材最為適用。

對溫度及熱度之性能 順木紋之膨脹係數較鋼料與鋼筋混凝土小 2 倍至 3 倍。由於對溫度變形甚小，木結構中不用膨脹接縫，使建築支持處設備簡單。

在全部建築材料中，木材最難導熱，由於導熱性能小，故木材可用為隔熱材料。厚 11cm 之木牆其隔熱效能與兩磚厚（51cm）之磚牆相等。

B) 木材之不良性能及減小此種性能影響之方法

組成不均一 木材為有機物質。由相互連通之管狀細胞組成，靠近細胞充滿水，空氣及細胞汁。細胞沿樹幹連成一氣。樹木即依賴細胞由根部傳送鹽份水份至枝葉上。

木材因內部組織關係如外力與纖維所夾之角度不同，木材之強度亦不相同。在順木紋方向能抵抗較大之拉力及壓力。垂直木紋方向，受拉力則細胞易於分離，受壓力則細胞容易壓扁，故木材垂直木紋之強度與順木紋相比拉力比後者小20—40倍，壓力小7—10倍。

外力與木紋成角度時，此角度越小，木材之強度越大。

在樹幹之橫斷面上木材之組成亦不均一，夏材異於春材，髓材遠遜于心材。

為使結構中木構件發揮其最大強度，應使順木紋受力，垂直木紋方向受力者，僅用于墊板、枕木、板栓及用以承受擠壓力之小構件等。

不容許木材在垂直木紋方向受拉力。髓材部份強度最小又易于發生裂縫，故不容許在髓材部設置螺栓、釘子及其他連結器。

疵 所有與木材正常組織不同而影響木材之機械性能者叫做疵。疵之最重要者為節，歪及裂縫等。

(ГОСТ 2140—43)

節為木材生長時期在組成上不可避免之缺點。節破壞木材之均一性增加製作困難，減少機械性能。即對外力之抵抗發生差異。

由于木材之機械性能，

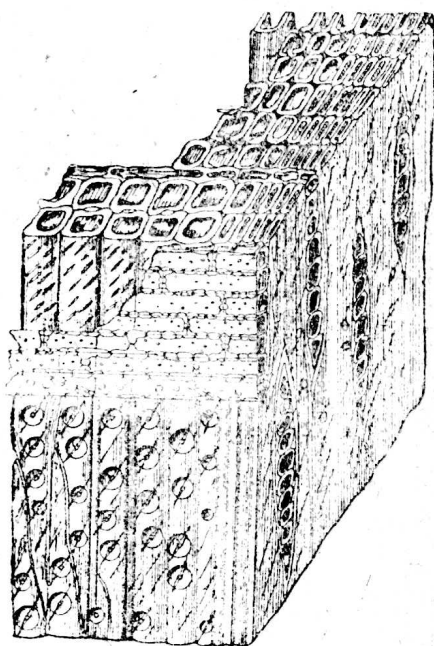


圖 7. 針葉樹之組織

節對沿木紋拉力之抵抗減少最大。對受彎曲木材最壞之影響為節在危險斷面上，在受拉力區域，特別是在拉力區域之邊緣或其附近。節在沿木紋受壓力對木材所生影響較受彎曲力者為小。

天生的與人為的（鋸裁不當）歪扭，因紋路（纖維）與年輪之斜傾關係，減小木材之機械性能。歪扭對沿木紋之拉力與彎曲之抵抗能力減少最為迅速。

對木材之強度發生不良影響者尚有他種疵陷。

完全消除木材之疵陷為不可能。僅能用嚴密選擇木材及採用適當等級之木材以減少其影響，

木材既有種種疵陷。疵陷之大小與多少遂決定木料之等級，建築上分為Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四等。結構上木材之使用，必須合乎所需要之標準。

愈重要之結構，建築以及建築中之特殊構件，木料之疵陷應愈少。

木建築上使用木材在工廠製作，或在現場製作，其外形分為三類，每類指定製作荷重結構上某種構件。建築上構件因其性質與重要而分為三類。

第一類——拉力及壓力——彎曲構件，包括受拉力——彎曲之構合梁。

第二類——壓力及彎曲構件

第三類——屋面板，屋面條及不重要之構件，其破損不致引起全部建築之破壞者。

當設計時，建築構件之等級應于圖上及說明書上指明。

木材因其性質，分為若干類，由于結構構件對方料或圓料之要求條件，及其採取之類別，參看附錄 1, 2。決定木材等級之主要性質之特徵為節之多少與大小，不同等級之荷重結構中，木構件之容許木節之尺寸，如圖 8 所示

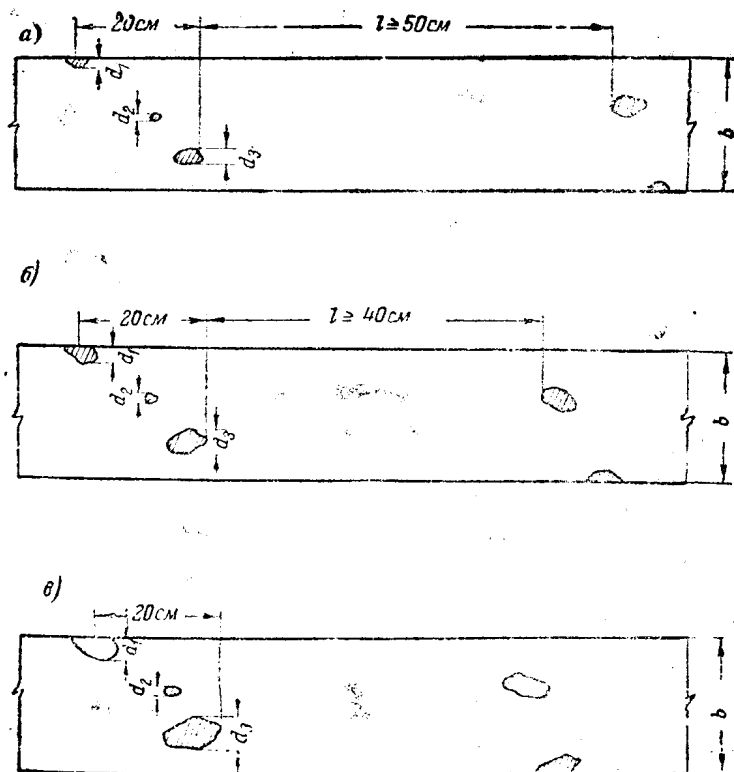


圖 8. 木結構中不同等級的構件所容許木節的大小

a—第一級: $\Sigma = d_1 + d_2 + d_3 + \dots < \frac{1}{4} b$;

b—第二級: $\Sigma = d_1 + d_2 + d_3 + \dots < \frac{1}{3} b$;

c—第三級: $\Sigma = d_1 + d_2 + d_3 + \dots < \frac{1}{2} l$

木材除因性質分類之外尚應對每一構件加以額外之檢查，使在按設連結器處或彎曲構件之拉力最大地區避免有木節，局部歪扭及裂縫等存在。

含水量 生材之水分，存在於細胞及細胞空隙中，長期自然乾燥，水分可以蒸發，最先蒸發者為細胞空隙中水分。此項水分蒸發迅速而且容易。不影響木材之尺寸及其機械性能。細胞空隙中水