

高等学校教学用书

木 结 构

上 册

Г. Г. 卡尔生, В. В. 波利莎柯夫 著
М. Е. 卡 岡, Г. В. 斯溫齐兹基

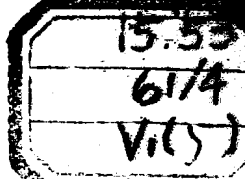
建筑工程出版社

7U366.2

9

高等学校教学用书

1



木 结 构

上 册

Г. Г. 卡尔生, B. B. 波利莎柯夫 著
M. E. 卡 岡, Г. B. 斯温齐兹基
同济大学结构系译



本书系根据苏联国家建筑书籍出版社(Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре)1952年出版的Г. Г. 卡尔生, В. В. 波利莎柯夫, М. Е. 卡冈, Г. В. 斯温齐兹基(Г. Г. Карлсен, В. В. Большаков, М. Е. Кагон, Г. В. Свенцицкий)著的“木结构”(Деревянные конструкции)第二版修订版译出。原书经苏联高等教育部审定作为高等土建学校及土建系的教科书。

本书介绍木结构设计及计算方法及制造、拼装及架设等细节,以及木结构防腐防火等规章。

计算方法和例题采用按极限状态的计算新法,并同时并列按准许应力的算法。

本书中译本分两册出版:上册主要包括木材处理,木构件及连接等的基本计算理论等;下册包括桁架,支撑架,拱,圆顶,桥梁,脚手架及模架以及木结构的修理和加固等。

书中所采用的构造方式主要是要采用工厂的或机械化现场的制造。

本书由同济大学结构系译出,参加上册翻译工作的为:序言、绪论、第一编——金成棣;第二编、第三编——陈伟宗;第四编——欧阳可庆、潘士劫;第五编——宗听聪、江景波、金成棣、馮之椿;附录——金成棣;由錢钟毅、潘梅祥两人核校。

* * *

本书原由高等教育出版社出版,自1961年3月转交本社出版,用该社纸型重印。

木 结 构

上 册

1955年3月第1版 1961年4月第10次印刷 22,001—24,020册

850×1168· $\frac{1}{32}$ ·334千字·印张 $13^8/16$ ·插页1·定价(4)1.50元

机械工业出版社印刷厂印刷 · 新华书店发行 · 书号: 2128

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第052号)

序 言

本书第一版是在偉大的卫国战争的年代里出版的。

在战后建設时期里，人們对木結構已提出了新的要求：要大大地提高持久性，要更进一步加快制造、拼装和架設的速度并降低劳动量，要提高鋼和木的效率并降低其用量。

同时由于下列因素，实现上述的要求的可能性亦大有增长：苏联的学者、設計師、技术工作者和斯达哈諾夫工作者等的成績提供了木結構——其中特别是容許利用小尺寸的鋸材的胶合木結構广泛地工业化的先决条件。对于組織木結構在木材加工厂和房屋制造企业的工业化生产也提供了先决条件。木結構制造的机械化施工和防腐防火的可能性亦大大增长了。

施工条件上的重大改革要求木結構构造方式也相应地改变，在编写本书第二版时，就需要把它的内容根本加以修改。

木結構計算方法的根本改变，对教本的内容亦有影响：本书首次根据“条例草案”按极限状态計算的新方法来闡述，但同时仍介紹了木結構按現行的标准和技术规范（Н и ТУ-2-47）的基本知識和計算例題。

书中介紹各构造的方式时，都考虑了如何在建筑工厂中和工地的条件下制造木結構时利用現代的机械化工具。

本书較第一版内容大大地精簡的主要是那些非标准典型的、或不再滿足現代建設要求的各种各样的木結構构造方式。某些旧的方式則仍保持在书中，这是由于年輕的工程师在現有的結構上还可能碰到它們的緣故，书中对于現時推荐采用的构造形式敘述得最为全面，这些形式是苏联部长會議国家建設委員會的节用鋼、水泥和木材的技术規則中所規定的。

本书第二版的起草者集体工作是按下列方式分配的：

工學博士卡爾生(Г. Г. Карлсен)教授——第一編(部份),第二編,第四編,第六編的第二章和附錄。

工學候補博士波利莎柯夫(В. В. Большаков)副教授——包括有木結構發展簡史的緒論。

工學博士卡岡(М. Е. Какан)教授——第六編,第八編,第九編和第七編的 § 128 節。

工學候補博士斯溫齊茲基(Г. В. Свенцицкий)副教授——第三編,第五編,第十編和第七編的 § 129 節。

工學候補博士福洛明(А. И. Фоломин)副教授編著了第一編的,第二,三,四 (§ 23—27)和第五章,工學候補博士西林(В. Н. Силин)副教授編著了第四章的 § 89 節,工學候補博士菲里莫諾夫(И. С. Филимонов)副教授編著了附錄 8, 10, 11 和 21。

卡爾生教授承擔草稿的總校閱工作。

在教科書中反映了下列科學研究所和設計單位最近的工作:中央工業建築研究所(ЦНИПС),全蘇建築學研究所(ВИА),定型設計與研究事務所(КТИС),機械建設局建築研究所(НИИ по строительству Минмашстрой),工業建設設計局(Индустройпроект)等。

對於編輯者工學候補博士庇斯企柯夫(В. Г. Писчиков)的整理草稿,及工學博士斯大林獎金獲得者古本柯(А. Б. Губенко)和工學候補博士傑連維雅金(В. С. Деревягин),彼謝里尼克(С. И. Песельник)等提供許多插圖,作者們表示深深的感謝。

作者對評閱者——獲得勞動紅旗勳章的列寧格勒工程建築學院木結構教研室全體人員,它的領導者工學博士伊凡諾夫(В. Ф. Иванов)教授和工學博士奧特烈施柯(А. И. Отрепко)教授所作寶貴指示表示感謝;作者對於他們仔細和寶貴的批評,特別表示滿意。

作者識

上 册 目 錄

序言

緒論	1
----------	---

§ 1. 原始社會中木結構的應用	1
§ 2. 奴隸制度下的木結構	4
§ 3. 封建時代的木結構	7
§ 4. 資本主義時代的木結構	24
§ 5. 社會主義社會中的木結構	28
§ 6. 蘇聯建築上有效地採用木結構的主要範圍	38
§ 7. 蘇聯木結構今後的發展	49

第一編 木材——建築材料

第一章 木材原料的產地	43
-------------------	----

§ 8. 林務	43
§ 9. 發展木材工業的任務	44
§ 10. 建築木料的採用選材	45

第二章 建築木材的構造、成份、化學和物理性質	46
------------------------------	----

§ 11. 木材的構造和成份	46
§ 12. 木材中的水份	48
§ 13. 對於木材和房屋中木構件的化學作用	51
§ 14. 木材的物理性質	54

第三章 木結構的防火	56
------------------	----

§ 15. 木結構單件的耐火性和可燃性	56
§ 16. 木結構防火的一般建築措施	58
§ 17. 木結構防火的化學措施	60
§ 18. 防火漆	62
§ 19. 防火的塗料和澆灰	63

第四章 木結構的防腐	63
------------------	----

§ 20. 概述	63
§ 21. 木結構腐爛發展的基本條件	64
§ 22. 防止木結構潮濕的基本措施	66
§ 23. 防腐劑	72
§ 24. 用防腐劑對木材作表面浸製	73
§ 25. 用防腐劑對木材作深透和穿透的浸製	74

§ 26. 防腐膏	77
§ 27. 木材防腐處理法的選擇	78
第五章 木材的害蟲和它們的防止措施	80
§ 28. 簡述	80
第二編 在房屋圍護部份中採用木結構的特點	
§ 29. 概述	83
第一章 屋蓋頂樓面樓面等中的木結構	84
§ 30. 屋蓋中的木結構	84
§ 31. 在閣樓面中的木結構	87
§ 32. 無頂樓的保暖屋蓋中的木結構	90
§ 33. 在樓面和地板面中的木結構	95
第二章 牆內的木結構	102
§ 34. 圓木牆和方木牆	102
§ 35. 在廠製房屋建築中的架子牆和板排塊牆	106
第三編 整體截面的木結構構件的計算和設計	
第一章 木材的力學性能和木結構構件所要求的木材品質	112
§ 36. 異向性的影響、木材的持久強度	112
§ 37. 木材的受拉作用	118
§ 38. 木材的順紋受壓作用	120
§ 39. 木材的受彎作用	121
§ 40. 木材的承壓作用	123
§ 41. 木材的受剪作用	126
§ 42. 含水量、溫度、單位體積重量、晚材含量和年輪寬度的影響	129
§ 43. 承荷結構的構件對木材品質的要求和木材的選擇	133
第二章 木結構按極限狀態和準則-2-47 的計算的基本法則	135
§ 44. 緒論	135
§ 45. 按極限狀態計算用的數據	138
§ 46. 按准許應力計算用的數據	143
第三章 木結構構件計算	145
§ 47. 軸心受拉	145
§ 48. 軸心受壓	146
§ 49. 縱向彎曲	147
§ 50. 橫向彎曲	156
§ 51. 壓——彎桿件	162
§ 52. 拉——彎桿件	169

§ 53. 板面和梁的設計	170
---------------------	-----

第四編 木結構構件的連結

第一章 概述	181
§ 54. 連結的分類	181
§ 55. 木結構桿件連結的基本要求和推薦的連結形式	183
§ 56. 連結計算概述	185
§ 57. 摩擦力的計算	191
§ 58. 連結的變形	192
第二章 接樑	192
§ 59. 概述	192
§ 60. 正接樑構造上的基本要求	193
§ 61. 單齒正接樑的計算	195
§ 62. 正接樑中的保險扣件	205
§ 63. 雙齒正接樑	208
§ 64. 簡單的正抵接	209
§ 65. 三面抵承	210
§ 66. 套接樑構造上和計算上的基本要求	212
第三章 鍵結合	215
§ 67. 概述	215
§ 68. 鍵結合主要形式的發展	216
§ 69. 離縫式鍵結合	220
§ 70. 光環式鍵(IIIK) 結合	223
§ 71. 齒環式鍵(III3K) 結合	227
§ 72. 鍵式墊板結合	230
第四章 梢結合	233
§ 73. 概述	233
§ 74. 板梢	237
§ 75. 圓梢結合的設計及計算的概述	239
§ 76. 鋼圓梢	246
§ 77. 木(橡木)圓梢	250
§ 78. 釘	251
§ 79. 梢式墊板	258
第五章 受拉扣件結合	260
§ 80. 概論	260
§ 81. 螺栓及拉條	260
§ 82. 鉚筋	262
§ 83. 夾板	265

§ 84. 馬釘	266
§ 85. 受拉拔作用的釘、螺絲釘、方頭螺釘	266
第六章 膠結合	269
§ 86. 概論	269
§ 87. 建築膠	271
§ 88. 鋸料的膠結合	273
§ 89. 膠鋼墊板	275
§ 90. 建築膠合板	278

第五編 平面實體木結構

第一章 平面實體木結構的主要式樣	282
§ 91. 平面實體木結構的主要圖式及其經濟-技術指標	282
§ 92. 平面實體木結構各主要形式的特性	282
§ 93. 結構自重的計算	295
第二章 撓性結合的組合桿件的橫向彎曲、縱向彎曲、複式抗度	296
§ 94. 扣件撓性的影響	296
§ 95. 用撓性扣件的組合構件依據技術準則的計算	299
§ 96. 用撓性扣件的組合梁的橫向彎曲的準確計算法	308
§ 97. 撓性扣件組合構件的縱向彎曲的準確計算法	314
計算例題	316
第三章 梁式實體木結構	319
§ 98. 板梢梁	319
§ 99. 鍵合梁和離縫鍵合梁	328
§ 100. 交叉腹板釘合工字梁	330
§ 101. 膠合梁	344
§ 102. 梁式實體木結構架設簡述	362
第四章 有水平推力的實體的木結構	364
§ 103. 板梢梁三鉸拱	364
§ 104. 模架拱	370
§ 105. 梢合彎木板拱	374
§ 106. 釘合交叉腹板拱	374
§ 107. 膠合拱	379
§ 108. 框架	384
§ 109. 有水平推力的實體木結構的製造與拼裝的特點	387
附錄	392
參考書目	419

緒 論

單純由木材或主要是由木材建成的承重結構物或其一部份称之为木結構。

木結構教程乃是培养土木工程師的基本科目之一，本教程中将研討木結構設計和計算的方法，以及制造、架設和使用的特点。

本教程中将先介紹工程事业中在木結構方面的发展簡史，說明过去时期中木材在建筑中所起的作用，并从而研究木結構在現阶段的发展。

就技术发展过程的辯証唯物主义的观点而論，作为建筑技术部門之一的木結構的历史发展同社会的发展有着密切的关系；因为“……社会发展史首先便是生产发展史，数千百年来新陳代謝的生产方式发展史，生产力和人們生产关系发展史”^①。

因此，按照五种基本类型的生产关系来編写木結構的发展簡史是合理的。

§1. 原始社会中木結構的应用

考古学——研究苏联以及其他国家的領土內关于最古人类生活的遺迹和原始社会的物质文明的科学——的資料証明，原始人曾广泛地和多样地使用了木材。这是由于木材分布得广，它的重量輕而强度高，且采伐和加工簡單之故。

除了用为制造武器、劳动工具和生活用品各方面以外，木材尚广泛

① 約·斯大林，辯証唯物主义与历史唯物主义，国家政治出版局，1949（俄文本），22頁。

地用作各種建築物。但是，不完善的生產工具(圖1)——多半是石頭製造的——限制了木材加工的可能性；生產力發展的微弱決定了石器時代的結構和建築物的低級構造。

第一個工程結構很可能是被人所推倒的樹幹，樹幹橫跨着山谷或

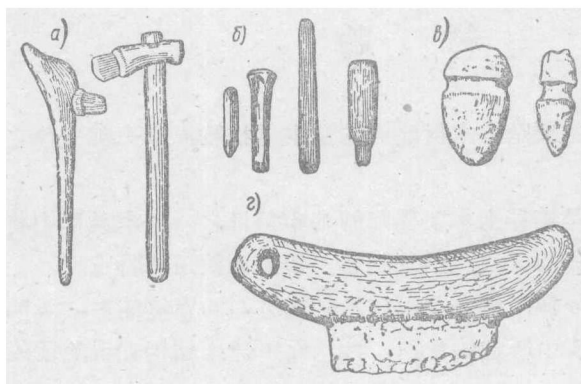


圖1. 原始人用於木材加工的石器：

a—斧頭；б—鑿子；в—鑽子；г—鏟石製的鋸。

的時期仍保持着原始生活的習慣——可以推測在很遠的古代就已有用

河流，以便從這一岸橫渡到那一岸，這種最簡單的梁式橋沒有幾個單件的聯結，就可能在小的荷重下越過不超過6—12M的跨度。

根據旅行家所編寫的民族結構的記載——這些民族直到最近不久以前的

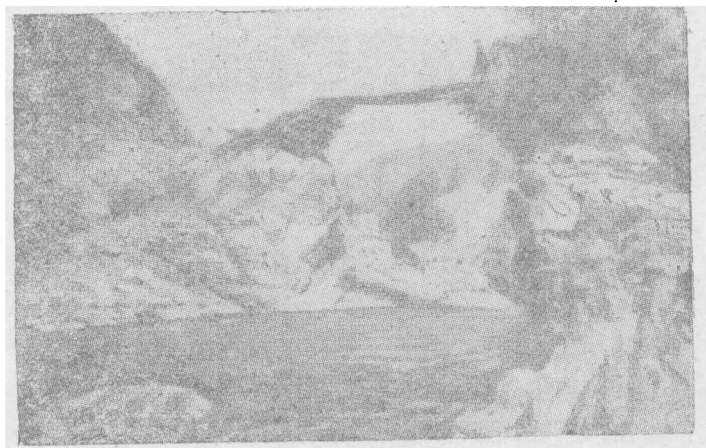


圖2. 原始的懸臂橋。

懸臂梁結構來增大跨度的橋梁。這種原始橋梁的岸邊部份做成木排垛，縱向的木頭逐漸外伸，而在兩岸則用泥土和石頭壓住（圖2）。

“柵欄”乃是木防禦結構最古的形式，這即是用豎立的木頭築成的排柵。原始人的住所常常用有柵欄和壕溝的土堡來護衛。

顯然，由樹桿和樹枝做成的棚是木材住宅的最古形式，以後出現了有負荷的豎柱構成骨架的建築物，骨架之間編上籬笆再用一厚層黏土塗起。

樁建築物也出現在原始公社制度時代，它們建造在湖上，以保障居住的安全。這種建築物的遺跡，曾在中歐的湖沼底被發現^①。根據考古學的推考所覆製的石器時代建在樁上的住屋如圖3所示。它屬於公元前四千年末到二千年的時期。

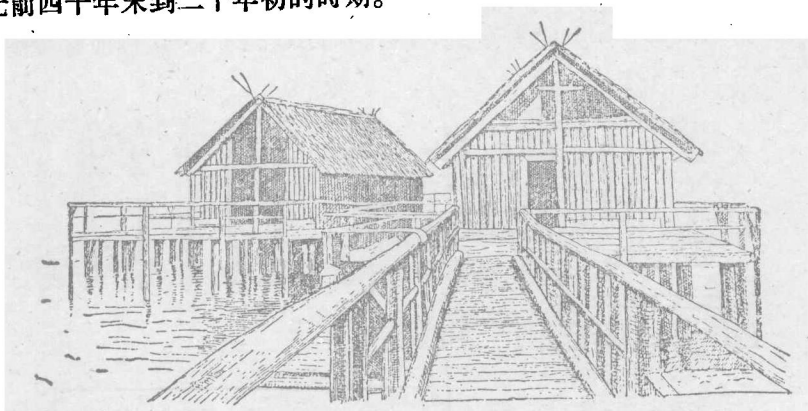


圖3. 石器時代造在樁上的住屋（根據考古學的資料複製）。

在住宅建築方面，木結構有二種主要的構造方式：（a）圓木豎排成牆，（b）圓木橫排成牆；第二種牆式的房屋與結構出現較遲。

在原始社會生活的後期出現了鐵的生產工具和金屬的鉗子，減輕了伐木的困難，改進了木材的加工，並甚至可能把筒木和木板用來造船隻。

① 參閱參考書目[1]。

§ 2. 奴隸制度下的木結構

在奴隸制度下，生產力比較原始公社制度下有了很大的發展，這樣，決定了建築水平——包括木結構在內的大大提高。

“此時人們所擁有的已經不是石器，而是金屬工具；此時所有的已不是那種不知畜牧業為何物，也不知農業為何物的貧乏原始的狩獵經濟，而是已經出現了畜牧業、農業、手工業以及這些生產部門彼此間的分工；此時已有可能在各個人間和各部落間交換生產品，……”^①。

由於古代各個國家間的貿易和戰爭，導致必須興築道路網和道路上的工程結構——橋梁。

在奴隸制度下的古代羅馬，木結構有了極大的進步。羅馬的建築者已經擁有極完備的鐵製的粗木和細木工具（圖4）。這個使有可能做

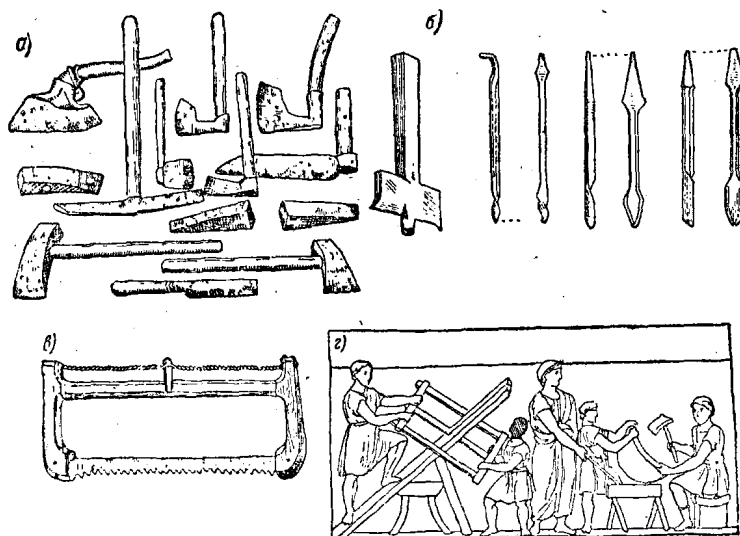


圖4. 古羅馬木材加工的工具：

a—整套的木工具；b—鑽子；c—架鋸；d—細木工場。

① 約·斯大林，辯證唯物主義與歷史唯物主義，國家政治出版社，1949（俄文版），26頁。

更完善的木結構構件的集合——主要是用各種鑲樑，建於公元前 630 年左右跨過羅馬底勃爾河(Тибр)的橋梁(圖 5)和建於公元前一世紀跨過萊茵河的橋梁(圖 6)可以作為羅馬人所大量建築的小跨度梁式木橋合理的構造的例子。跨過底勃爾河的橋的構造上的基本構件(樁、帽木、大梁以及其他等)在現代的小跨度橋梁中也採用。

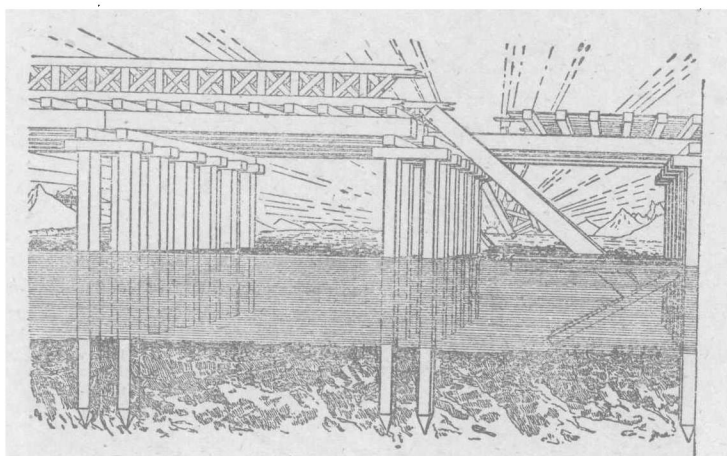


圖 5. 羅馬跨過底勃爾河的梁式橋梁，築成於公元前 630 年左右。

跨過萊茵河橋上的縱梁前後搭接(梁伸過少許)，直接密排於帽木上，並由橫向的板彈性地把荷重分佈，使上部結構的建築高度有可能降到最低。拼裝式的構造和工作合理的組織使建築一個寬 12m 長 500 m 以上的橋梁，能在 10 天內完成。

在公元二世紀初，世界上第一個木拱橋跨過了多瑙河，這是在橋梁建築方面更進一步的成就。這個木拱橋由來自大馬士革(Дамаск)的古代偉大建築師阿帕洛多爾(Аполлодор)所設計(圖 7)。橋全長 1070 m。有 20 個各寬 18m 的石墩台，墩台與墩台間的淨跨 35 m。上部結構的基本承荷結構由木拱組成。這些木拱的佈置成三道同心圓弧曲線，並用成對的輻向支撐桿連牢。

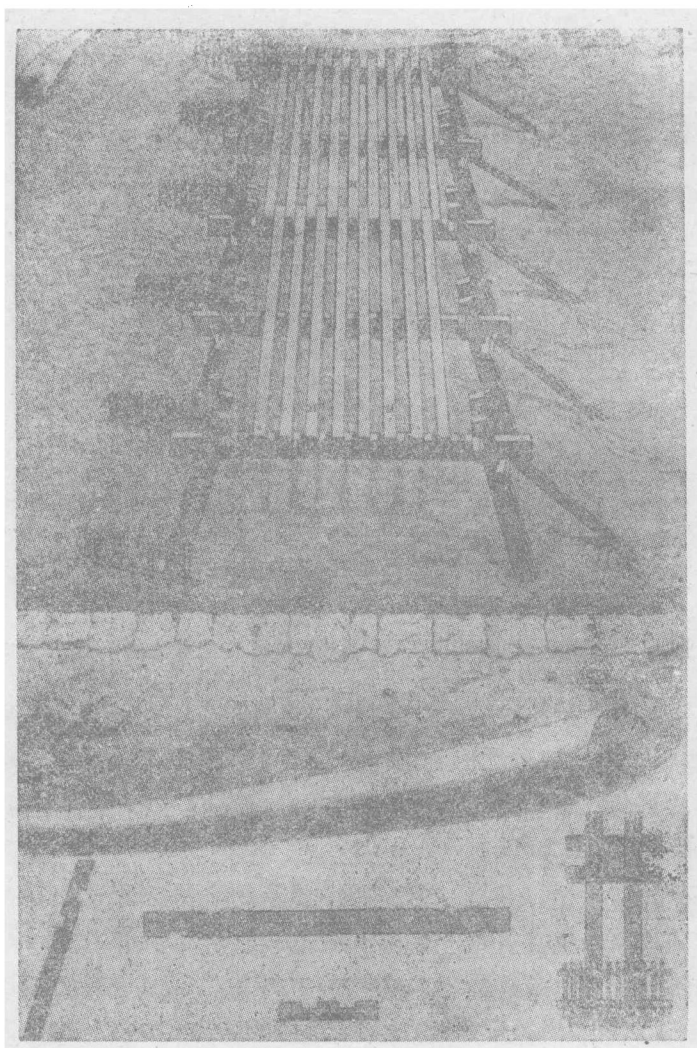


圖 6. 跨過萊茵河的橋，由凱撒的軍隊建於公元前一世紀（意大利的建築師派拉地奧根據凱撒記述制成的圖畫）。

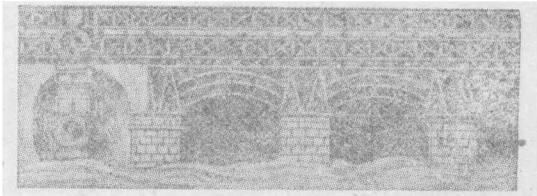


圖7. 跨越多瑙河的拱橋建於公元二世紀(描繪在脫拉揚柱子上的浮雕)。

在房屋屋蓋的範圍內，羅馬的建築者們也給予了木結構很多新穎的進步的辦法。羅馬人和古代的埃及、兩河流域、希臘等的建築者不同：古代的埃及和兩河流域多半建造簡單的梁式屋頂——以一層圓木或方木，頂面上塗抹一層黏土和泥土；古代的希臘採用那種所謂人字木屋架；而羅馬人則造出所謂三角形的吊式屋架，跨度達 23m，這種形式與現代的構造很少有區別。

在這樣的桿件系中，人字木的橫推力由受拉的拉弦承受，而拉弦的自由跨度則藉豎柱——“皇柱”減少一半。

§ 3. 封建時代的木結構

在封建制度下的生產力的狀況決定了這時代全部時期木結構的手工業生產的特質。這時薄板結構雖然已有出現，但在建築中木結構仍主要為圓木和方木形式。因為手工鋸木——甚至就是小型的水力鋸坊（十七世紀在俄國出現）——不能以大量廉價的鋸料（木板）供應建築，所以，薄板系沒有獲得大量採用。接榫依然是木結構中圓木和方木構件結合的基本方式。

封建時代的建築（和前面那些時代一樣）的結構和其各部份的尺寸全憑着建築師經驗數據和直覺來指定。直到十八世紀的後半期之初，才發展了結構計算和材料強度檢驗的科學方法。

如此的概況代表着封建制度下木結構發展。

蘇聯有豐富的森林資源。在經濟技術上來說，把木材採用為主要建



圖 8. 尼古拉-卡列耳斯基修道院的門樓(建於 1691—1692 年)(阿爾漢格爾區內)。

阿爾漢格爾 (Архангельский) 區的尼古拉-卡列耳斯基 (Николо-Карельский) 修道院的門樓 (建於 1691—1692 年), 它在現今的哥洛明斯克村 (с. Коломенск) 博物館的基地上; 在圖 9 中表示了這門樓的構造和相毗連的圍牆的一部份。雅庫茨克 (Якутск) 的城牆和城樓 (圖 10) 建於 1683 年, 這個建築也可以作為十六世紀至十七世紀同類結構的典例。疊木式的堡壘牆的構造通常由許多橫放的圓木構成, 所謂“框垣”, 它包括二層平行的牆, 彼此間每隔 6—8 м 用橫向連接牆連接。

蘇聯的北方有很多的教堂, 它們的形式表現美觀, 構造上極為繁妙; 在疊木建築方面, 其他的國家是無與倫比的。這些建築物有的高達

築材料之一, 總是合理的。在十二世紀至十八世紀中, 在莫斯科、基也輔、諾伏高羅德 (Новгород)、普司柯夫 (Псков)、符拉基米爾 (Владимир)、蘇士達爾 (Суздаль) 以及在西伯利亞和蘇聯的北部的民用結構和堡壘結構上, 俄羅斯民族的建築學創造了許多傑出的風格^①。

十六世紀建造的古代的堡壘和教堂的結構的遺跡表明了俄羅斯匠師技藝上高度的水準和風格。圖 8 表示了(後來修復的)在阿爾漢格爾 (Архангел

^① 參閱[2, 3]。