李　正　　顧　正　　編著

竹材及其在砧筑工程中的应用

封面設計：朱仰慈

統一書号：15119·604
定价：1.10元

竹材及其在建筑工程中的应用

李正·顧正 編著

科学技術出版社

內 容 提 要

本書分上下兩篇，上篇專論竹材，对于竹材的生長形态、組織成分、物理性質、力学强度、防治处理，以及竹子的种类、產量、栽植、采伐和銷售規格等均有詳述。下篇主要介紹竹材在建筑工程中的各种应用和它們的構造方式。包括竹棚、竹房架、竹垣籬、竹欄干、竹桥、竹筋混凝土、竹脚手，以及其他在房屋建筑中各組成部分的应用等等。

書中附有实驗数据及設計圖样，适合土建工作人員作为参考用書。

竹材及其在建筑工程中的应用

編著者 李 正·顧 正

*

科学技術出版社出版

（上海南京西路 2004 號）

上海市書刊出版業營業許可証出 079 号

啓智印刷廠印刷　新華書店上海發行所总經售

*

統一書号 15119·604

开本 787×1092 耗 1/27·印張 7 1/3·字数 151,000

1957 年 12 月第 1 版

1957 年 12 月第 1 次印刷·印數 1—1,500

定价：(10) 1.10 元

序　言

竹材是我國多產而廉价的建筑材料，在我國建筑工程中的应用，已有很悠久的歷史，也曾獲得了相当的經驗与成就；但是由于过去我國工程界过于保守，存在着一些偏見，对它的使用价值未免低估。因此在建筑工程中，对竹材的充分利用，从未加以适当的考慮与及时的总結。

解放后，由于我國建設事業日益开展，在建筑工程中常感到木材供不应求，当时我們覺得竹材在一定程度的建筑要求下，可以用來替代木材甚至鋼材，因此自 1950 年起，我們卽曾在若干建筑物中尝試性地采用了竹材。几年來，我們一方面曾对竹材的產品种类、銷售規格，進行了調查，并对竹材的物理性質、力学强度、防治处理等進行了研究；另一方面又蒙有关方面的支持与配合，設計探討了几种竹結構的連接处理与不同形式的竹房架，進行了荷重試驗，并在实踐中建造了不少竹構房屋。其中有些房屋的屋架、屋面、牆身，甚至門窗、地板等等全都采用了竹材，也有部分房屋用竹材配合了磚木等材料構架而成。这些建筑物經过实际应用的考驗后，都証明具有良好的实用价值，并且造价低廉，形式美观，因而得到了各方面的重視，也提高了我們的研究热情。我們在这群竹構房屋的施工过程中又从老年竹工那里獲得了許多有关竹結構的施工經驗，使我們对竹材的性能有了進一步的了解，对竹材在建筑方面的应用也有了新的啓發与認識。

1954 年，中央建筑工程部，就建筑施工方面提出了"推廣利用竹材，節約鋼材、木材及降低工程造价"的重要指示后，在我國建筑界掀起了研究竹材利用的高潮；因此竹材的進一步和多方面利用也随着有了新的發展。但是这項研究，目前还在初步階段；研究

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

的成果，各方面虽有片段的报道，尚还缺少有系統的著述。因此我們不憚譾陋將歷年來搜集和研究的資料，与实际工程中所獲得的点滴經驗，加以整理，編成本書。

本書的問世，主要为响应國家增產節約、勤儉建國的号召，貫徹中央建筑工程部关于利用竹材的指示，將竹材及其在建筑工程中的应用，作出比較全面而有系統的叙述，并初步总結了过去和現有的經驗，希望能在推廣利用竹材的运动中起一些作用，并提供有志于研究竹構建筑的同志們研究参考。不过，限于我們的学術水平，并对这方面的研究尚嫌不足，本書內容难免会有許多缺点，更因为此書是在業余匆促中寫成，尤覺难以惬意，如蒙專家与讀者們能賜以批評指正，我們將非常感謝。

本書在編寫初期，蒙苏州林春記、上海楊荣泰等竹行中不少同志提供了許多有价值的資料，并对本書中述及的許多实际施工事例，予以不少帮助，使我們的工作得以順利進行，我們的設計得以付諸实現，从而充实了本書內容，应該在这里首先提出鄭重的謝意。

此外，在編寫过程中我們又承林允祺同志供給了不少竹棚的構架方案，承徐景猷、蔡鴻寿兩同志提供了許多有关資料，并承吳信忠、徐学芳兩同志代画了不少插圖，其中徐景猷同志費力尤多，使本書增色不少，謹致以深切的謝忱。

我們相信，在今天"竹材利用"已为各方面所重視，并正当積極發展的階段，各有关單位的同志們必在努力研究，今后一定会有很多新的成就，不断涌現出來。本書中的資料难免將逐漸趋于陈旧。故本書僅能作为現階段里，竹材在建筑工程应用中的初步总結，希望能起一些抛磚引玉的作用。無疑地，竹材利用，在今后必將能獲得更大的成就，在建筑实踐中也定会收到更丰富的經驗，从而獲得更大程度的推廣和更深入的研究，使我國特產"竹材"对社会主义建設事業作出巨大的貢献來的。

李正·顧正　1956 年 10 月于上海

目　录

上篇　竹　材

序　言

緒　論……1

第一章　我國竹子的產地分布及种类……10

第一節　我國竹子的產地分布……10
第二節　我國竹材的產量……11
第三節　竹的种类……12

第二章　竹的栽植生長与采伐……15

第一節　竹的栽植……15
第二節　竹林的养护与施肥……16
第三節　竹的生長……16
第四節　竹材的采伐……17

第三章　竹材的銷售品类及規格……19

第一節　竹材的貨別分类……19
第二節　竹材的售銷規格……20
第三節　竹材的选擇及鑒別……24
第四節　竹材的保藏……25

第四章　竹的生長形态及其組織成分……26

第一節　竹的生長形态……26
第二節　竹杆的構造……27
第三節　竹材的內部組織……29
第四節　竹材的成分……31

第五章　竹材的性質……34

第一節　竹材的物理性質……34
第二節　竹材的力学强度……40
第三節　竹材的持久性能……52

第六章　竹材的疵病缺点及其处理……53

第一節　竹材的疵病与缺点……53
第二節　竹材的防治处理……54
第三節　竹材的变形与变性处理……60

下篇　竹材在建筑工程中的应用

第七章　竹棚……68

第一節　引言……68
第二節　竹棚的形式及其适用范圍……69
第三節　竹棚的構造……73
第四節　竹棚的主要用料……75
第五節　竹棚的使用价值……77

第八章 竹房架……80
第一節 引言……80
第二節 竹房架形式……82
第三節 竹房架構件連接处理……86
第四節 几种竹房架荷重試驗情况介紹……99
第五節 竹房架的使用价值及展望……103
第九章 竹材在房屋建筑中各組成部分的应用……105
第一節 牆面……105
第二節 竹制門窗……110
第三節 竹地板……114
第四節 竹平頂……116
第五節 裝修……116
第六節 竹桁条……117
第七節 竹望板……119
第八節 竹格椽……121
第九節 竹瓦屋面……122
第十節 竹椿……123
第十章 竹制垣籬及欄杆……125
第一節 竹垣籬的种类及其应用……125
第二節 常用竹籬笆的構造……128
第三節 竹欄杆……130
第十一章 竹水管……134
第一節 竹管的应用沿革与范圍……134
第二節 竹管的制作……135
第三節 竹管的使用价值……138
第十二章 竹桥……140
第一節 竹材構架桥梁的沿革……140
第二節 竹桥的种类和形式……140
第三節 結語……144
第十三章 竹筋混凝土……146
第一節 引言……146
第二節 竹筋混凝土之适用范圍……147
第三節 竹筋……148
第四節 竹筋混凝土構造……159
第五節 竹筋混凝土的施工……163
第六節 竹筋磚过梁……164
第七節 竹筋柔模混凝土結構……166
第八節 竹筋混凝土構件荷重試驗情况……166
第九節 結語……168
第十四章 竹材在建筑施工中的应用……170
第一節 竹脚手架……170
第二節 竹脚手板……176
第三節 竹模板……179
結論……183
参考書目……192

上篇　竹　材

緒　論

随着社会主义建設高潮的不断增長，我國基本建設的發展，达到了歷史上从未有过的境地。

在我國發展國民經济的第一个五年計划中，規定了屬于基本建設的投資占总支出数的55.8%。这就体現了我國今天基本建設規模的龐大性和任务的重要性。

建筑工程是基本建設中不可或缺的重要环節之一，因而也就相应地要求它必須大大地向前推進一步。

目前我國基本建設的各种条件虽日有改善，但是由于建設規模的龐大，人力、物力和財力各方面的供应，还未能完全滿足需要。因而在現階段中，那些旨在節約我國社会主义經济的物質資源，和有效地利用其潜在儲备的措施，就更有其特殊的意义了。

在建筑用材的供应方面來講，近年來某些主要的建筑材料，已發生了供不应求的現象，其中尤以鋼鉄和木材为最。鋼材之所以缺乏，主要因为我國解放前重工業基礎的薄弱。至于木材的缺乏，一方面由于我國原有森林的面積本不敷需要；另一方面由于过去数十年來，帝國主义及反动統治階級掠夺性的砍伐，使我國森林遭受了嚴重的摧殘和破坏。解放后虽經人民政府大力植樹造林，但供給建筑用的木材，一般須經一二十年甚或更長的时間才能長成，因而仍赶不上目前的迫切需要。

在今天这样大規模建設中，各工業部門对于鋼材和木材这种

重要工程材料的需求量，都必然会大大地增加，因而这种供求不平衡的現象，也就可以不难理解它正是國民經济飛速發展的必然結果。

推廣利用竹材節約鋼材木材

为了正确对待目前建筑材料缺乏的問題，我們不但需要徹底減縮材料消耗的浮濫，合理地使用物質資源，并且更有必要創造条件推行代用品，挖掘現有其他物資的潜在能力。

早在 1951 年 8 月，政务院即頒布了“关于節約木材的指示”，明确地規定了各項節約办法，也更具体地提出了鼓励研究利用廢材和其他材料代替木材的發明和發現。

1954 年，中央建筑工程部在提倡節約鋼材、木材及降低工程造价时，敏銳地看出了我國丰富多產的竹材，能大量地在建筑工程中替代鋼材和木材。因而提出了关于在“施工中推廣利用竹材的指示”。这是一項極其現实而又富于經济意义和政治意义的倡議，引起了全國各建筑企業單位、各科学研究部門，以及不少对竹材有專門研究的科学工作者們的重視与更進一步的研究。

竹材是我國取之無尽用之不竭的天然資源

竹材是我國五大林產之一，根据不完全統計，目前我國竹材年產量的总数，約为 15,000 万市担以上。其中可以用在建筑工程中作为結構材料的毛竹，產量約占 50%。

竹材生長迅速，培植密度緊凑，养护管理方便，僅須三五年时間便可加工应用，因而从供应上來看，可說是我國“取之無尽，用之不竭”的天然資源。

竹材作为工程材料的使用价值

竹材有許多优良的性能，不但質地强韌、富有彈性，而且整体自

重很輕。就力学强度方面來看，竹材干身为圓柱形壳体，是一个理想的結構物。無論受弯或偏心受压时，它都是十分理想的材料。根据材料試驗結果，它的各項單位强度与木材、鋼材的比較，大致可如下表(有关竹材强度的各項数据詳見本書第五章第二節)。

表 0-1

材　料	竹　材	木　材	鋼　材
順紋抗拉强度	1800 公斤/公分^2	300 公斤/公分^2	3400～4200
順紋抗压强度	760公斤/公分^2	450 公斤/公分^2	3400～4200
比　重（爐干）	0.77	0.65	7.0

(摘自張維，"利用竹材，節約鋼材和木材"一文)

从上表看來，可知竹材的强度很高。它的抗拉、抗压等强度都可比我國东北最好的紅松强出好几倍。与鋼相比，它的抗压强度約相当于鋼材的 1/5～1/4，而抗拉强度竟可为鋼材的一半（三号鋼)。这就充分說明了竹材有很高的力学强度指标。但是它的單位重量却又与木材相差不多，而比鋼輕得多。这也就是說，在工程应用中，特别是在土木建筑工程的各方面，如果我們能利用竹材，充分發揮它的优点，就可以得到一种力强而質輕的建筑結構材料。

至于竹材的价格，在南方竹材產地如浙江、四川等处，僅几角錢就可買到一根毛竹，在上海地区也只一元多。即使运到北京，也不过二元左右。但是同样長短、粗細的杉木在北京却要八、九元。如以北京市場价格为准，其比較可如表 0-2 所示。

表 0-2

材　料	竹　(原材)	木　(原材)	鋼
每噸單价	80 元/噸	180 元/噸	700 元/噸

这說明竹材的价格比之木材一半还不到，只合鋼的九分之一。

最后將竹材的產量、性能及其价格綜合地來看。讓我們做一个最簡單的技術經济比較，設想三种材料，全用來做承拉的杆件

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

(例如拉杆、混凝土中的加筋)。当所要承受的拉力相同(等于 P),拉杆的長度也相同时,这三根由竹、木、鋼三种不同材料所做成的杆件的重量及价格可如表 0-3 所示。

表 0-3

項目 / 材料	設計应力 公斤/公分^2	比　重	單价/噸 北京地区	材料价格	价格比例
竹	300	0.8 (含水)	100(加工后)	0.267 P	1
木	80	0.7 (含水)	200	1.75 P	6.55
鋼	1400	7.8	700	3.9 P	14.6

表 0-3 說明了用不同的材料,承担同样的任务,木及鋼的代价要比竹高出 6 倍及 14 倍。

但竹材因系有机体,有虫蛀与开裂腐朽的缺点。其耐久性能既远不及鋼材,也比不上木材。又因其为管狀截面,帶來了連接上的困难。再者竹材的彈性模量頗低,其持久荷重系数也較低。此外,它是非等向性,其横紋受拉与順紋抗剪远不如其他强度。这些缺点,限制了它的应用范圍。因此我們今天須進一步加以研究,作出补救的办法,以及設法控制和改变它的性能。

竹材的一般利用

談到竹材的利用,二千年來,我們的祖先,就已掌握了这样一种有用而可貴的材料。他們憑着高度的智慧,利用了竹材的优越特性,結合了各时代生產的方式方法,予以廣泛的应用,从而滿足了人民生活的不同需要。

在日常生活方面,人們既可把竹材編成箱、籠、籃、簍,窑、席、梳、篦,做成壺、筷、扇、傘等日常用品;又可制成桌、椅、几、榻等家具;以及紙、筆、簫、笛等文娛用品。在生產方面竹材既可制作成漁、農業生產中的工具如魚鰾、蝦籠、連枷、稻床以及担架、農具柄材等等;又可構成灌溉農田的水車和輸水管等。在今天机械工業的

应用中它还可制成紡織工業中的各种器材用品；作为鹽井工業中的生產設备，如四川自流井的鹽水运輸管卽是竹管做成的。此外它也可被用來充作煤气輸送管。

在交通运輸方面不但可將竹材制成轎子和滑杆，更可構成竹筏作为內河航运上的工具。我國四川西部的雅江航运中，有許多大型竹筏往往長达 30 公尺以上，它們可能是世界上最輕的貨运船了。它在載貨时的排水量一般只有 7 公分，至多也只 15 公分。它的結構相当强韌，能承載 7 噸左右的貨物平穩地渡过雅江三十三处的急流，安全地滑过那些几乎与水面等高的暗礁，克服了一般船只所不能勝任的困难。

除了上面列举的这些不同应用以外，竹材在藝術家的手中更可作为雕刻的樣材，創造成珍貴的藝術作品。在精巧技人的手里又可做成不少精致的工藝品。

詳細介紹竹材的一般应用，就可寫成一本內容丰富的書籍，在此我們僅只簡單地列举一二；但綜上所述，也已可使我們窺見竹材在一般应用中的廣泛多样性，以及它对人們生活連系的密切性了。

竹材在建筑工程中的应用

我國宋代著名的建筑大师李誡（李明仲），当他总結了宋代以前我國建筑的营造制度、施工方法、傳統式样，以及工程限額等等以后，寫成了"李明仲营造法式"一書。書中卽曾專門而有系統地叙述了"竹作制度"、"竹作工程"与竹工的"工限"、"等第"等等。清代李斗所著"工段营造錄"一書中，也曾述及竹房、竹脚手架子、竹廊、欄杆等竹作工程。

在房屋建筑中，竹材既可用來作为柱、梁、桁架乃至基礎樁材等結構構件，又可做成牆垣、屋盖、地板、天花以及門、窗、裝修等等。現在我們所常見的竹棚，由來卽已很久。它的每一个構件和每一

处組成部分，几乎無一不是用竹材做成的。我們的竹工能够利用高度的智慧，从实踐中体会力学的規律，做出各种不同的形式，并采用竹抛撐等組成大跨距的拱形屋頂。

竹構房屋在我國民間的应用亦極普遍，例如在四川嘉陵江边即有大量竹構民房。其構架是用整根竹杆作为支柱，自灘岸傍崖或臨空逐根接連而上，最高至十公尺左右，然后再在上部用竹材修建房屋。用竹木、竹土、磚竹、竹石等混合結構建成的民房，在我國南方產竹地区为数更多。其構架与質量虽較簡陋，但其修建高度也有达二三層楼的。据不完全調查，它們的使用年限一般可以保持一、二十年之久。

1937 年，上海市曾有人对竹構房屋進行过一度的研究，并曾采用了新型的結構方式，設計成跨度达 7.00 公尺的人字形竹屋架，用以建成竹房。其屋盖、桁条、牆垣等也都采用了竹材。这种竹房的質量顯然有了不少提高，对于防火問題与持久問題也都有了相当改進。

竹材在建筑中除了可以構筑房屋外，又可用來在高層房屋的施工过程中搭成脚手架子，以解决高空作業的实际問題。至于把竹材編構成垣籬、欄杆等，更屬普遍。它們不但制作簡便，造价低廉，而且形式多样，别具風格。此外利用竹材架成桥梁的事例，在我國亦屢見不鮮。其結構方法与構架形式又極多样。在某些条件下，它更可解决过去木架桥所难以克服的困难。我國四川灌縣的安瀾竹索桥卽是其中特出的一个例子。

随着鋼筋混凝土結構的發明，利用竹材又可以構成竹筋混凝土來替代鋼筋混凝土的使用。早在 1919 年間，我國卽已有人从事竹筋混凝土的研究，随后卽曾有此类工程的实施。至今那些用竹筋混凝土構成的建筑物，还有許多依然完整而在正常的使用着，証实了它的实用性和持久性。这是竹材在近几十年中，在建筑工程方面应用的新發展。

綜上所述，我們已可認識到竹材在以往建筑工程中应用的廣泛性和重要性。惜乎解放前，由于帝國主义國家的建筑材料充斥國內市場，再加当时政府与大多数技術人員，对國產材料存有輕視的思想，認为搞結構非搞鋼鉄或鋼筋混凝土結構不可，用木材非用洋松不可，对竹材的应用反处之漠然，致使竹材在建筑应用中已有的成就与宝貴經驗，長期滯留于原有基礎上，未能得到及时的总結和提高。然而日本却在 1937 年發动侵略战爭后，由于國內鋼鉄木材極度缺乏，在建筑工程中，引起了对竹材利用的重視。他們对竹材的性能及其在建筑中的应用等方面，曾進行了研究与实际施工。其成績虽还不够尽善，但对竹材在現代建筑工程中的使用价值，却有了進一步的提高与較大的推廣。但当第二次世界大战結束后，由于美帝國主义者势力的侵入，日本就步上了我國解放以前的道路，因而目前他們对于这一項研究也就中断了。

我國解放以來，随着建設事業的蓬勃發展，建筑工程的日益繁忙，对于建筑材料的需要量也就与日俱增。由于鋼材和木材等建筑材料供不应求的情况，也就促使"竹材"在今天建筑工程中的使用，得到了高度的重視与進一步的推廣应用。近几年來，我國对于

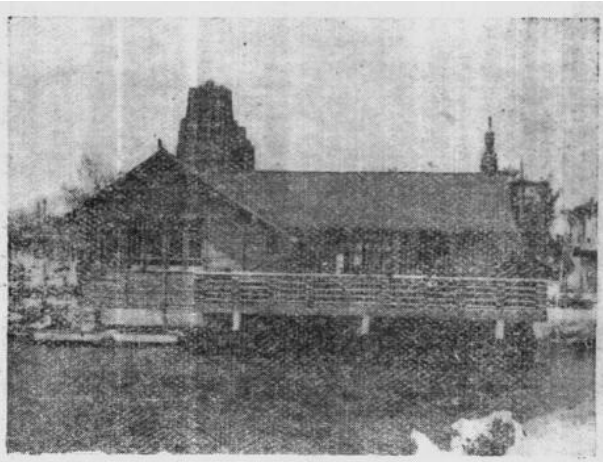

圖 0-1　上海人民公園中叠部用竹材建造的水榭

竹材性能的研究和竹材强度的試驗等方面，都已有了不少新的進展，并得出了比較具体的数据。在竹材的防治处理与加工处理等方面，更作出了不少新的成績。例如我們現在已經試制成功了膠合竹材和变性竹材等等。

至于利用竹材構筑房屋，不但在数量上有了增加，在質量上也有了提高。它在結構方面的应用，也已相当普遍，并獲得很好的成就；对于竹屋架的設計和应用上，更有了顯著的進步与新型的創制。我國現有竹制人字屋架的跨距已可达到20公尺，而拱形竹屋架的跨度亦已达到24公尺。可以相信，如能進一步結合合理的結構方式，它的跨距在將來或可超出30公尺以上的。

附圖即系利用竹材建成的数幢房屋，在它們建造五年以后所拍攝的照片。这群竹房，結構牢固，形式美观，它的造价又極为低廉。經过实际使用后証明，它的坚固和耐久性等方面，均能滿足实际使用的要求，这群竹結構建筑物对于竹材的应用，均系就它原有形态進行建造的（如整竹和劈竹方面的应用，采用竹屋面板、竹桁条、竹屋架、竹笆条灰墁牆等）。它們的構造和施工均極簡單，在目前的施工条件下，是便于推廣采用的。

圖0-2 竹構工人宿舍

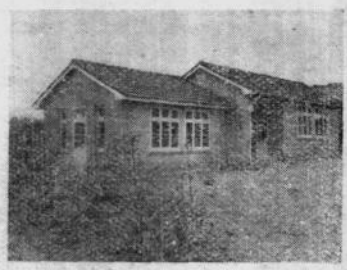

圖0-3 竹構办公室及托兒所

竹棚作为暫設性房屋的运用几已遍及全國。至于竹脚手的应用，近年來更得到了飛快的推廣与迅速的提高。它的構架高度，已可达到一百公尺以上。另外更有新型竹脚手与脚手板的創制。再談到竹筋混凝土，全國不少地区也都已經有了許多新的应用实例，

它們一般都能滿足实用的要求。在混凝土搗制工程中，更有了应用竹模板的創制。事实証明，竹模板既經济又实用，还存在着許多优越的特点。此外更有了竹門窗框、竹筋暖气管、竹筋磚过梁……等等的創制。以上这些新事例，和竹材利用方面的新發現，尙在繼續不断地湧現出來。它們再一次証明了竹材在建筑工程中的实用价值。

進一步提高竹材建筑效用在現階段中的意义

我們的建設問題，永远不僅是經济問題，而且是政治問題，这一点是很明顯的。社会主义的明天，首先依賴于我們今天建設工作的成就；正因为如此，我們应該体会到，今天我們从事竹材——"一种有助于目前國家建設的重要資源"——的研究以及对其在建筑工程中廣泛运用的試驗工作，是具有經济上和政治上双重的重大意义的。

我們認为：今天如果能把过去歷史上有关竹材的研究資料，及其应用在建筑工程中的成就与可貴經驗，包括今天各方面的創制，及时总結，并結合現代的科学技術，進行深入仔細的研究，在已有基礎上探討出各种各样的方式方法，一方面掌握竹材的特点，控制竹材的性能，另一方面改善其在过去应用中的缺点、解决存在的問題。那末，我們可以确信，竹材在未來的应用中，必將能得到更大的提高与推廣；在我國今后基本建設的事業中，亦將能为節約鋼材和木材，降低建筑成本，作出更多更大的貢献來的。

本書就有关竹材研究的各項資料及其在以往建筑工程中的种种应用，進行綜合的介紹。希望通过它，能对現階段進一步研究竹材性能、改善竹材缺点和推廣利用竹材的运动，有所貢献。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com