

充分利用竹材以節約木材 及降低建築成本

中央人民政府建築工程部技術司 合編
北京市人民政府建築工程局

建築工程出版社

充分利用竹材以節約木材 及降低建築成本

中央建築工程部技術司
北京市建築工程局 合編

建築工程出版社出版

• 一九五四 •

內容提要 本書是根據對竹材的重點調查資料，和北京市建築工程局等單位利用竹材的試驗研究經驗彙編的。對竹材的產地、種類、產量、性能及使用竹材代替木材的初步經驗，均作了介紹與分析。並總結了竹材在建築上的用途和從節省木材，節省國家投資的經濟價值上說明使用竹材的必要。

書號006 787×1092 1/32 20千字 28定價頁

編著者 中央建築工程局技術司
北京市建築工程局

出版者 建築工程出版社
(北京市東單區大柵欄胡同32號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第052號

發行者 新華書店

印刷者 中央民族印刷廠
(北京市西四區北溝沿祖家街13號)

印數0001—6000册 一九五四年六月第一版
每册定價 2,100元 一九五四年六月第一次印刷

中央人民政府建築工程部

關於在施工中推廣利用竹材的指示

在國家大規模建設中，木材是重要材料，可是木材的供應是有困難的，這是一方面；另一方面，我國又是一個竹材產量頗為豐富的國家，目前在竹材供應上是綽有餘裕的。爲了節約木材，並充分發揮竹材在國家建設中的作用，我們必須在施工中充分利用竹材。根據北京市建築工程局按照北京市的定額計算的結果，僅竹工棚、竹腳手架、竹腳手板三項，如按一千萬平方公尺的建築面積計算，使用竹材即可節約木材約六、七十萬立方公尺。

在施工中充分利用竹材的經驗證明：不僅就國家的資源情況說是必要的，而且在技術上也是可能並比較方便的，在經濟上還可以大大降低建築成本。根據北京及西南建築工程局的推行經驗，使用竹材從未發生安全事故。竹材在抗拉、抗壓強度上，均優於松木及杉木兩倍以上，又具有很大的彈性，不易驟然折斷。如發現變形，可及時採取加固或減少荷重的措施。此外，毛竹比杉槁輕，既易搭拆，又易搬運。

根據華東建築工程局計算，採用毛竹搭建工棚及腳手，與木料的價格相比，約爲一比三左右。再根據北京市建築工程局，按北京市的價格計算，在竹工棚、竹腳手架、竹腳手板三項上，仍按一千萬平方公尺的建築面積計，使用竹材與使用木材比較，即可節省國家投資六三八〇億元。

因此，爲了節約木材，降低建築成本，我們提倡在施工中充分利用竹材；目前，可以先在以下三方面推廣使用

1. 一般新建暫設工程：如工地辦公室、宿舍、倉庫、飯廳、工作棚、廁所、浴室以及臨時工人宿舍等，其中除門窗地板外，其他均可採用竹材。

2. 腳手架及腳手板：凡在三層以下的建築物，可普遍推廣竹腳手。北京曾在七層的建築物上使用過竹腳手。北京市建築工程局採用過兩種竹腳手板，第一種經荷重試驗，其抗彎強度，（荷重能力）和剛度（以荷重後的下垂度比較）都比木材高一倍以上；第二種的抗彎強度與剛度亦相當高。

3. 用竹材作竹筋混凝土：北京擬先在蓋溝板等工程上採用竹筋混凝土。在這方面的進一步發展使用，尚待進行試驗研究。

爲了很好地推廣利用竹材，我們可以首先進行下述三項工作：

1. 在製定本年度降低建築成本的技術組織措施計劃時，應充分考慮利用竹材，推廣利用竹材並應向職工進行教育。

2. 在北方非產竹地區推廣利用竹材，應準備培養少數竹工。

3. 應注意總結利用竹材的經驗。本部技術司和北京市建築工程局合編的：“充分利用竹材以節約木材及降低建築成本”一書可供參考。各地亦應注意總結這方面的經驗，並將有關資料報部。

目 錄

一、竹材的種類.....	1
1.毛竹	2.剛竹
3.淡竹	
二、竹材的物理性能.....	5
1.成分及比重	2.收縮率及吸水率
3.竹材的強度	4.竹材採伐季與蟲害
5.毛竹年齡的鑑別	6.竹材乾裂對於強度之影響
三、竹材在建築上的用途.....	8
1.搭腳手架	2.做腳手板
3.搭建竹結構房屋	4.竹筋混凝土
5.其他	
四、利用竹材代替木材的經濟價值分析.....	10
1.從節省木材上來看	2.從節約國家投資上來看
五、竹屋架的幾種型式介紹.....	11
六、丁種屋架的試驗記錄.....	13
1.試驗目的	2.試驗記錄
七、丙種屋架的試驗記錄.....	16
1.丙種屋架	2.試驗記錄
八、竹櫟試驗記錄.....	19
1.試驗目的	2.試驗結果
九、竹立柱試驗記錄.....	20
十、竹工的來源問題.....	21
十一、竹結構施工技術操作規程.....	21
1.竹腳手架、竹腳手板的操作規程	2.竹結構房屋操作規程
附藍圖 (1—3)	

一、竹材的種類

竹材是我國出產最多的建築材料之一，我國勞動人民對使用竹材具有極其豐富的經驗。我國的竹材種類很多約有二十六屬一百七十餘種，連同變種共達二百種左右；但能為建築材料者，主要有毛竹、剛竹及淡竹三種。

1. 毛竹 又稱孟宗竹，俗名江南竹，高約10—25公尺，直徑約10—20公分，是竹材中質地堅韌，用途最廣的一種。出筍後約50日即長成定型，其大小及皮色之深淺，隨受陽光之多少、土壤之肥瘠及竹林之疏密而異。大抵土壤肥沃、竹林茂密、受陽光較少者，莖高肉較厚，表皮呈深綠色，向陽光者，表皮多呈赤黃色。

2. 剛竹 又名苦竹或台竹，產量比毛竹小，地下莖粗大而橫生，葉為長卵形，多呈綠色。夏初生筍，桿之特大者，一月許即可長成，高約6—22公尺，直徑約10餘公分，質地強韌，用途很廣（僅次於毛竹）。

3. 淡竹 呈綠色，表面平滑而蒙有一層稀薄白粉，高約在10公尺以上，直徑約3—10公分，主枝有二，小枝甚多，質地堅韌密緻，易於劈細，可製上等工藝品。

竹材在我國分佈極廣，除黃河以北及東北外各省均產，其中以長江流域和珠江流域各省最多，特別是嶺南和浙江幾乎滿山遍野都是竹林。竹的繁殖率甚高，全國總年產量約為15000萬市擔（其中毛竹產量約佔50%），可以說是我國取之不盡用之不竭的資源；但目前由於未被充分利用，供過於求，形成滯銷現象；因此在建築中利用竹材以節省資金和木材，是從事建築業者刻不容緩的事情。

茲將我國主要竹材之名稱、出筍期、產地、特性和用途列表如下：

名	稱	出 筍 期	產 地	特 性	用 途
毛竹 (又名江南竹, 孟宗竹, 南竹)		清明前後	江蘇、浙江、安徽、廣東、廣西、四川。	桿粗高、壽命長、質堅韌。	劈篾或全用均宜, 大的可做屋架的樑柱、船桅桿, 棚漏水管及牀榻, 劈篾後可編做各種用具, 筍殼可做鞋靴襯底或裹物, 枝可做掃把, 筍可供食。
剛竹 (又名台竹、苦竹)		立夏至小滿	浙江、江蘇、湖北、湖南、廣東、廣西、台灣、河南、山東、安徽。	大的桿圍可至1尺, 桿強硬、枝特長、枝滿特深, 轉出筍, 轉赤色長至三度(5年)就枯死, 根先腐敗。	做鋤柄、搭腳手架, 搭棚、做竹耙、大脚及擔竿, 桿較大的劈篾可裹物, 筍可食惟稍有苦味。最大一株可達35市斤, 桿有黃皮及青皮兩種。
淡竹		立夏至小滿	浙江、江蘇、湖北、四川。	性柔韌, 桿黃光澤(生在陰山)如在陽山為青皮, 筍色黃如枯死狀, 韌光滑, 邊緣發紫色, 在基部之韌有花斑。	劈篾編篾、篾、簍、籃和扇骨, 桿可做帳竿及把柄, 筍可供食用與藥材。
石竹		立夏至小滿	浙江、廣東、廣西。	桿粗韌, 老竹生白粉, 新竹生黑斑, 連觀竹葉如白霧, 桿不甚大, 但很長, 桿節嚴, 枝細向上作弧狀。	質稍脆可全用, 不宜劈成篾, 桿做鉛筆條、椰沙桿柄、涼竿、帳竿、篾、搭棚及蠶山竹, 籬笆、扇面, 可做草帽、草鞋、掃帚。

(接上)

名	稱	出 荷 期	產 地	特 性	用 途
黃 枯	竹	立夏至小 滿	浙江、江蘇、 江西。	節淡而帶點，桿直長，節稀 而平。	質韌，劈篾量較多，篾可編製涼 席、米篩，桿可做柄、鈎竿、帳竿 等，價格在小竹中最貴。
早	竹	驚蟄至穀 雨			筍可食，桿可做竿柄及劈篾。
紅 殼	竹	穀雨至立 夏		纖維赤色	用途與剛竹同。
哺 鷄	竹	芒種至夏 至	大江南北。	桿不甚高大，每節向左右 稍有偏歪，全桿不成直綫， 皮細直，節隆起，有早、 中、晚三種。桿材肉薄而 脆，適宜人家庭園栽植，籜 寬鬆。	桿不能劈篾，可搭架用，筍可 食。
青 籬	竹		兩廣、雲集和 廣寧交界的 勐甸、到四會 一帶。	質堅韌	能作建築材料、水管、竹筏、簍、 桅桿、日用傢具、各種農具及 手工用品。
蒼	竹	立夏至小 滿	浙江、安徽。	節間長，每節3—7枝，鞭深 皮紫，葉闊二、三寸。	桿大的可做棚架、帳竿、稻架（ 三脚架），桿小的可做傘柄、烟 筒、筆桿，葉可包粽子，有香味， 可作茶葉與葡萄乾包裹。

(接上)

名	稱	出 旬 期	產 地	特 性	用 途
油	竹 (篾竹)	立夏至小 滿		油竹長至四度(七年)就枯 死,自梢端向下逐漸枯死, 枝條向上,葉尖向下。篾上 少有白粉,桿瘦節隆起。	桿大的劈篾,做捕蝦籠(據說有 一種特別的氣味,引蝦入籠)桿 小的可做竹籬,筍可食。
光	竹 (光根竹)	清明前後 幾天		形如毛竹,籾耳彎曲,無 毛,色稍似桃色,帶綠紋, 籾尖綠紫色。	桿性韌,可劈篾作涼席。
水	竹	立夏至小 滿	浙江、江蘇、 安徽、江西、 湖北、兩廣 及四川。	生長高山及水邊,梢端桿 淡黃色有花紋,下節青色, 中部大。	劈篾編涼席、笠帽及其他工 藝 品,筍可食。
竹	胖 竹	立夏至小滿		桿青,籾尖,黃色。	同水竹。
五 月	季 竹	芒種至夏 至		籾形彎曲,上部大下部小, 籾節彎曲,有一邊特別顯 著。	筍食用,桿劈篾編製工藝品,可 做農具柄。
牙	竹	小滿至芒種			筍食用,桿做柄及搭架。

二、竹材的物理性能

1. 成分及比重：竹材的組織成分，最主要的為纖維素與非纖維素（包括澱粉、蛋白質和脂肪等），下表為日本和歌山縣所產已生長四年的苦竹，在採伐十天後，試驗所得的結果。

竹之組織成分

成 分	水分	可溶性成分		纖維素	灰粉	非纖維素(澱粉、蛋白質、脂肪等)	糖	砍酸
		水	酒精					
含量(%)	8.68	7.42	3.52	50.79	1.15	26.55	2.67	0.22

竹的比重，依據加納瓦金氏之測定，台灣所產生長2—3年的各種竹材，截取長約2公分、寬約1.5公分之竹片為：(1)高出地面一公尺，平均肉厚為8公厘之竹材，平均比重等於0.77；(2)高出地面三公尺，平均肉厚為5公厘之竹材，平均比重為0.79。

2. 收縮率與吸水率：在普通條件下，竹之風乾，整竹約需三月，劈竹約需二週。竹材在長度方向的收縮率甚小，據宇野昌一氏的測驗，含水率減少1%時，其平均收縮率長度方向為0.022%、寬度方向為0.274%、厚度方向為0.255%；又據豐田常人氏對竹材收縮率的研究，將竹材的無節部分（竹節間距附近15公分左右）劈成寬1公分、長10—15公分的試驗片四塊，每塊再分為內側及外側二片，各試驗其收縮率所得結果如下表：

竹材的收縮率表

竹 名	部 分	收 縮 率 %		
		長 度 方 向	寬 度 方 向	厚 度 方 向
毛 竹	內 側	0.0563	0.3515	0.06141
	外 側	0.0309	0.7187	0.06109
苦 竹	內 側	0.0401	0.8266	1.6647
	外 側	0.0400	1.0427	1.2857
淡 竹	內 側	0.0330	0.8563	2.0822
	外 側	0.0293	0.8445	1.9290

3. 竹材的強度

試驗者 類 別	毛 竹				松 木	杉 木
	僑全國經濟委員會	清 華 學 大	宇昌野一氏	日本土木工 程師手冊		
順紋極限 抗壓強度	388 Kg/cm ²	552 Kg/cm ²	540 Kg/cm ²	600 Kg/cm ²	233 Kg/cm ²	320 Kg/cm ²
橫紋極限 抗壓強度		169 Kg/cm ²		126 Kg/cm ²	28 Kg/cm ²	27 Kg/cm ²
順紋極限 抗拉強度	986 Kg/cm ²	1,375 Kg/cm ²	2,834 Kg/cm ²	915 Kg/cm ²	520 Kg/cm ²	580 Kg/cm ²
順紋極限 彎曲強度	915 Kg/cm ²				393 Kg/cm ²	
順紋極限 抗剪強度	31.5 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²		70 Kg/cm ²	42 Kg/cm ²	86 Kg/cm ²
竹皮極限 抗張強度	1,760 Kg/cm ²					

(接上)

引長彈性 係 數	116,900 Kg / cm ²	120,700 Kg / cm ²				
壓縮彈性 係 數		43,600 Kg / cm ²				
劈裂力破 壞 強 度		41 Kg / cm ²		73 Kg / cm ²		

由上表可見毛竹是一種優良的建築材料，其抗拉、抗壓及抗彎強度平均約為松木及杉木的兩倍以上。

4. 竹材採伐季與蟲害 竹材的採伐季節與蟲蛀關係很大。春季竹材含水量較多，這種水分含有甘味滋養液體，採伐後易罹蟲害，俗稱“起粉”，故竹材一般多在秋季霜後及冬季採伐。竹材另有一種先天性蟲害，即在竹出筍時即被蠶狀竹蟲侵入，這種病竹，皮發黑沒有光澤，節及皮處有小蛀孔，甚易鑑別。

5. 毛竹年齡的鑑別 一年毛竹皮色嫩青，節下附有白粉，近地面處有稈附着；第二年毛竹皮色老青，節下無白粉；第三年自桿梢向下變白；第四年全部變白；五年以後皮色逐漸變為淡黃或赤黃；六、七年以上，則較難區別；故一般的均以色澤赤褐、枝葉枯黃者為老竹。

6. 竹材乾裂對於強度之影響 一般乾裂並不影響竹材的強度，經試驗結果，一根已經乾燥並有很多小裂縫的圓竹(平均直徑11公分)，它與毫無乾裂的圓竹(平均直徑12公分)相比較並不遜色。竹材乾裂後，它的抗拉強度並無任何影響，惟其耐壓強度則因此稍有減小。

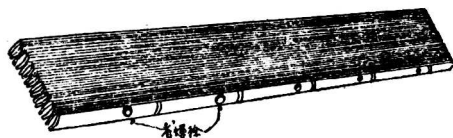
註：一般的竹材由於乾縮的不等即發生“爆響”，並有大小不同的裂縫，這是易於被發現的。

三、竹材在建築上的用途

1. 搭腳手架 南方各省大多採用竹腳手，不少高層建築也都用竹子搭腳手架。近幾年來，在東北、西北也曾用過竹腳手架（蓋三層以上的房屋）；北京市第三建築工程公司去年在某大禮堂工程上搭的竹腳手架，至今已近一年，雖經風吹日晒雨淋竹子有些乾裂，但並不影響安全。施工時，只要遵照操作規程，經常注意檢查。即或北方架子工用小三股繩，也能完全有把握綁出堅固牢靠的竹腳手架。用竹搭腳手架，不僅安全經濟，而且由於竹比杉槁輕，搬運、裝卸、堆存都很省勁，工人都樂於使用。如果認為在西北、東北、華北等地天氣乾燥不宜採用竹材和怕沒有熟練的竹工綁得不牢固，事實證明這些顧慮是不必要的（如藍圖二）。

2. 做腳手板 腳手板因要遭受風吹、日晒、雨淋和泥污磨損，傷耗很大，但為了安全生產做腳手板的木材，都要求質量較好的（一般的為二等材及三等材）紅白松及黃花松等，如果利用竹材代替木材做腳手板，將可節省大量質地優良的木材。現在介紹幾種竹腳手板的形式（如下圖）：第一種是北京市人民政府建築工程局第二工程公司研究試製的。這一種腳手板經過荷重試驗，其抗彎強度（荷重能力）和剛度（以荷重後的下垂度比較）都比木材高出一倍以上；而且由於竹片是立排的，在上面工作行走一點也不會滑。第二種腳手板編造也很簡單結實，使用時，板下須加設橫楞，兩後宜鋪草袋防滑，其抗彎強度與剛度也很高。這兩種腳手板，都很容易製造（其製造法，可參照操作規程及圖一、圖二酌情處理），普通工（小工、壯工）稍經訓練就能做，大量生產毫無問題。

圖一：第一種竹脚手板式樣示意圖

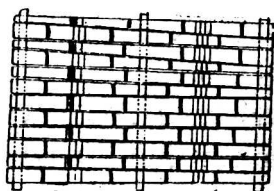


註：該脚手板厚5公分
寬30~50公分 長3~4公尺

圖二：第二種竹脚手板式樣示意圖。

註(1)以14號鉛絲編紮約10道，以遠近或蓋節爲宜。

(2) 長3公尺圓整竹直徑大頭3公分左右，小頭2~2.5公分，大小頭一倒一順排列。



(3) 3.5~4公分1~1.5公分硬雜木板上下夾住，用寸釘釘牢，兩邊長出約3公分，以卡住另外一塊，與鉛絲編紮的相同。

3. 搭建竹結構房屋 一般新建暫設工程（如工地辦公室、宿舍、倉庫、工作棚及一般半永久性的工人宿舍和倉庫等）的屋架、檁、柱及望板等，都可使用竹材。南方有二、三十年以上的竹房屋；解放後北京市土產公司、北京市第二、第三、第七建築工程公司等蓋的各種竹結構房屋及試驗用的竹結構房屋，兩三年以來，其屋架、檁、柱皆安然無恙。根據試驗結果證明竹結構屋架、竹檁、竹立柱等之荷重能力，比規定的荷重還要大兩倍以上。

4. 竹筋混凝土 早在十餘年前，我國工程界已有人試用竹筋混凝土，其他國家也曾在這方面做過一些研究試驗，解放以來，有些單位（如西南、華東建築工程局等）也做了一些試驗工作，結果說明利用竹筋代替鋼筋製做一般承重不大的混凝土構件（如暖氣溝蓋等），是符合經濟實用原則的。希望建築業中的技術人員和工人同志們，能在這方面從事研究，俾為國家節約更多財富。

5. 除上述用途之外，質地較差的竹子尚可劈成板條，做竹心泥色牆或吊頂。

四、利用竹材代替木材的經濟價值分析

1. 從節省木材上來看

(1) 工棚方面：一般標準工棚（如跨度 = 5.6 公尺，間距 = 3.8 公尺）以屋架、檁、望板等所用木料計算，每平方公尺建築需要的木材平均約為 0.07 立方公尺，以 1,000 萬平方公尺建築任務計，所需的工棚面積以全任務 20% 計算，如全用竹材，則可節約木材 $10,000,000 \times 20\% \times 0.07 = 140,000$ 立方公尺。

(2) 腳手架方面：根據統計定額，每平方公尺建築面積約需腳手架杉槁 0.6 根（以兩層房屋所用平均數計），如建築面積 1,000 萬平方公尺，全用竹材的話，就可節約木材如下：
 $10,000,000 \times 0.6 = 6,000,000$ 根。

(3) 腳手板方面：根據統計定額，每平方公尺建築面積約需腳手板木材 0.025 立方公尺，如建築面積為 1,000 萬平方公尺，若全用竹材時，可節約木材 $10,000,000 \times 0.025 = 250,000$ 立方公尺。

2. 從節約國家投資上來看

(1) 工棚方面：根據北京市建工局第四公司的工棚預算，每平方公尺木工棚屋架、檁、望板三項工料合計13.1萬元，竹工棚4.6萬元，每平方公尺相差8.5萬元，因此如建築面積為1,000萬平方公尺，其中蓋工棚所需的木材全以竹材代替，則可節省投資 $(140,000 \div 0.07) \times 85,000 \text{元} = 1,700 \text{億元}$ 。

(2) 腳手架方面：每根中央直徑12.8公分長8公尺的杉槁約需8萬元，每根同樣尺寸的毛竹只需2.7萬元，相差5.3萬元。如1,000萬平方公尺建築面積所需的600萬根杉槁都以竹材代替，則可節省投資 $6,000,000 \times 53,000 = 3,180 \text{億元}$ 。

(3) 腳手板方面：松木腳手板每立方公尺約170萬元。竹腳手板寬 $40 \times 5 \times 300$ 公分，需用毛竹($\Phi 12.80$ 公分 $\times 8 \sim 9$ 公尺)1.6根，折合4.3萬元($1.6 \times 2.7 \text{萬} = 4.3 \text{萬元}$)。

螺栓及鉛絲等計	2 萬元
人 工	0.3萬元
	6.6萬元

竹腳手板每立方公尺合計 $= 6.6 \div (0.4 \times 0.05 \times 3) = 110$ 萬元

比木腳手板每立方公尺約便宜 $= (170 - 110) = 60 \text{萬元}$

則可省投資 $= 250,000 \times 600,000 = 1,500 \text{億元}$

總計可節省投資 $= 1,700 + 3,180 + 1,500 = 6,380 \text{億元}$

五、竹屋架的幾種型式介紹

北京市建築工程局作了四種不同式樣的竹屋架，茲將其型式介紹於後：