

竹 材

(防腐、干燥、强度、胶合、混凝土)

张 倬 編 譯

建 筑 工 程 出 版 社

材 竹

(防霉、干燥、强度、胶合、混凝土)

張 偉 編譯
刁國華 審校

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本書主要根据印度森林研究院对竹材所作的一些研究成果,和編譯者收集其他有关的資料編成,共分概論、防腐处理、干燥处理、竹材强度、胶合竹板及竹筋混凝土等六章。可供建筑工程部門的工程师、技术員参考。

竹 材

張 偉 編譯

刁國華 審校

*

建筑工程出版社出版 (北京市東城門外南風土路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 053 号)

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書号050 48千字 787/1092 $\frac{1}{32}$ 印張 3

1958年3月第1版 1958年3月第1次印刷

印數: 1—1,280册 定價(19) 0.43元

序

在建筑工程中用竹材代替木材与钢材，目前已成为我国的一个重要问题，但对竹材的物理力学性能和适应的化学处理方法等，据现有的资料看来，还是不很多的。

本书的编译，主要是根据印度森林研究院对竹材所作的一些研究成果，又收集一些其他有关资料，经笔者略加整理，并插入一些所见所闻，才写成这本小册子的。

原文资料中，尚有若干问题，应在这里作一些说明：

(1) 竹材用蒸汽处理后，在风干过程中仍有开裂的现象。但据笔者了解，凡经过蒸汽处理过的竹材，对于防止开裂有相当的效果。

(2) 静曲试件，他们采用整段竹杆。但我国常见的竹材如毛竹、撑篙竹等，竹肉都较薄，不到弯曲破坏即有压瘪的可能，故此法恐仅能适用于接近实心的竹材。

(3) 印度试验竹材，都取鲜竹，其含水量颇大。然竹材不似木材，它的纤维饱和点是否为30%左右，尚无定论。一般说来，在极高的含水量下进行干燥，即有收缩现象，故用鲜材试件，未必有显著优点。

(4) 竹筋混凝土中，竹筋的粘着力与竹筋的含水量有极大的关系。而在原文中看来，出入并不太大，是一疑问。

(5) 其他如窑干的温度湿度，试验机的加荷速度等等，均值得进一步讨论。

总之，上述一系列的问题，或因竹种不同，或因试验方法

不同，均待深入研究，方能肯定，笔者学力有限，不能一一提出，仅将資料譯出，以供国内学者作为参考。

全文承习国华工程师校对，竹材名称承南京大学耿伯介教授訂定，化学处理問題承寄生虫病研究所黄兰孙教授协助，均一并致謝。

張 偉

1957.1.20

目 录

第一章 概 論	9
1. 引言	9
2. 世界上竹类的分布	9
3. 竹材的一般用途	10
4. 竹材在建筑中的使用	12
5. 竹材的生理构造	14
6. 竹材的化学成分	17
第二章 防腐处理	18
7. 防腐的介紹	18
8. 布緒利处理方法	18
9. 鮮竹的处理	19
10. 竹材的自然耐久性	19
11. 防腐处理后竹材的寿命	21
12. 用砷銅剂的防腐处理	22
13. 处理的工具	22
14. 处理的方法	26
15. 药品的用量	26
16. 穩定試驗	26
17. 指示剂	27
18. 防腐后流出药液成分的检查	27
19. 六价路的測定	27
20. 方法	28
21. 实例	28
22. 銅的測定	28

23. 試劑和溶液	29
24. 實驗操作	29
25. 例題	30
26. 砷的測定	30
27. 所用試劑及溶液	30
28. 試驗方法	30
29. 計算例題	31
30. 已處理竹材的檢定	31
31. 防火處理	32
32. 滲透藥物及處理方法	32
33. 試驗的結果	33
34. 防火塗劑	33
35. 滲透防火處理後竹材的檢定	34
第三章 乾燥處理	35
36. 竹材的乾燥	35
37. 竹材的鑒別	35
38. 試驗時所採用的種類	36
39. 乾燥的方法	37
40. 觀察的方法	37
41. 乾燥中所發生的缺陷	38
42. 不同竹種的乾燥特性	41
43. 竹材的水浸和加熱處理	46
44. 竹材的收縮	47
45. 試件規格	48
46. 收縮試驗的方法	48
47. 結果	50
48. 結果的討論	50
第四章 竹材強度	62
49. 竹材特征	62

50. 試驗資料	63
51. 試件的采集	63
52. 試驗的布置	63
53. 影响强度的因素	63
54. 試件的尺寸	65
55. 加荷速度	65
56. 試驗	65
57. 試驗的結果	65
58. 竹节的位置	66
59. 沿竹杆高度的位置	69
60. 竹龄对强度的影响	70
61. 处理后强度的改进	71
62. 竹材的抗拉强度	72
63. 竹材的允許应力	73
第五章 胶合竹板	73
64. 一般介紹	73
65. 竹片的强度	74
66. 竹篾板的制造	74
67. 竹篾板的胶合	75
68. 竹篾宽度和編織方向	76
69. 竹篾在竹杆上的位置	76
70. 各种竹篾板的用途	76
71. 竹篾板的試驗	82
72. 空心胶竹板的創造	86
第六章 竹筋混凝土	89
73. 試驗目的	89
74. 拉力試驗的結果	89
75. 粘着力的試驗	90
76. 收縮試驗	91

77. 竹筋混凝土梁·····	91
78. 梁的試驗·····	92
79. 板的試驗·····	92
80. 試驗結果的討論·····	94
81. 竹筋的性能·····	95

第一章 概 論

1. 引言——竹材是很古老的植物，人类早就知道利用它作为建筑材料。很多国家的人民，如中国、印度、日本、印度尼西亚、马来亚，都用竹材来建造房屋，或用它来装修外表。

在多数情况下，竹材常和木材、粘土、石灰、水泥、钢铁、稻草等其他材料混合使用。

竹材生长很快，有些种类在2~3个月内即能长到14~30公尺高，并且在2~4年内就能成熟，所以在较短的时期便可砍伐。问题是到现在为止还没有系统地对竹材的一些物理力学性能得到肯定的结论，可能因为这个缘故，所以竹材在建筑结构中不像其他材料应用得那么广泛。

2. 世界上竹类的分布——竹类为禾本的竹亚科。它们有的生长如灌木，有的生长如乔木。竹杆直立，也有时攀悬，常很高大，一般均为木质。竹材原为热带产物，在多雨地带生长最佳，能充分发育。但在温带地区亦有退化成灌木状者。在南美洲安特士山上，海拔3,700公尺接近雪线地段，则又变成草本状态了。

竹材共有四族，即箭竹族、簕竹族、牡竹族及梨竹族，共约30属550种。亚洲有320种，南美洲有179种，中国有150余种，印度有136种，缅甸有39种，马来亚及安达门有29种，日本有9种，菲律宾有30种，新几内亚有8种，澳洲东北部的后土州仅有少数几种。

比较重要的竹属有北美箭竹属①、簕竹属、头穗竹属②、

① 北美箭竹属 *Genera Arundinaria*。

② 头穗竹属 *Genera Cephalostachyum*。

牡竹屬、巨草竹屬、梨竹屬及多蕊竹屬^①等。这些竹屬大都原产印度、緬甸、中国南部及馬來亞等地区；少数原产南美。北美洲及北墨西哥仅有一种野生竹材，学名北美箭竹^②。欧洲原不产竹材，仅有若干种是移植过去的。澳洲大陆也只有移植去的竹种。某些竹材在日本仅作为庭园观赏之用。

中国主要的竹种为毛竹屬、青篱竹屬、方竹屬、慈竹屬、簕竹屬及牡竹屬等。

印度竹材在喜馬拉雅山麓湿热地带产量很大。在海拔3,000余公尺的地区亦有生长。主要竹种为青篱竹屬、簕竹屬、头穗竹屬、牡竹屬、巨草竹屬、梨竹屬、多蕊竹屬等。

竹材的大小尺寸因它的品种不同，产地不同，亦有差异。如印度产的大麻竹，杆长可达37公尺，直径在20~30公分之間，而短穗竹杆长仅90公分，直径約0.8公分。又如牡竹，在干燥地区几呈实心，而在其他地区則为空心，竹肉厚度仅6~9公分。

一般說来，每一平方公里竹材的年产量約为246吨，或相当于7,400株。

3. 竹材的一般用途——竹材是极有用的材料，最普遍的是用来制作籃子筐子等家用器具，亦有用于房屋建筑，如泥牆的加筋及小河上的桥梁等。近来在中国、印度、日本試驗研究的結果，認為可以作为混凝土的配筋。中国于1919年在某些工程中首先使用竹筋混凝土桩。其次，中国亦曾用竹筋混凝土修建公路。在广州现还有40年前采用竹筋混凝土楼板的房屋。

利用半片竹片可以筑成很美丽的围牆或屋頂。整枝竹材在乡村中被广泛的用作房屋的桁条及椽子，在田园中作为爬

① 多蕊竹屬 *Genera Ochlandra*。

② 北美箭竹 *Arundinaria macrosperma*。



图 1 加尔各答用的竹脚手架

藤作物的架子，在城市中很普遍地用作工程脚手架。更有将竹节打通作为引水之用，1956年同济大学曾试用之作工地供水的水管，效果尚好。

数年前又发展利用竹篾编席，用各种不同的胶在高压或高温高压下压制成板，名为胶竹板。此种板强度很大，为中国首创，可参阅余仲奎教授所著的“层竹之创造”一书，印度森林研究院根据余教授的创作继续进行研究，并已作了适当的改进。

竹材也是造纸工业中重要原料之一，其他如在码头方面，



图 2 森林研究院用防腐处理过的竹材及稻草
作为試驗用所建的亭子

将它捆扎成排,作为浮动的缓冲器。竹笋可供食用,竹蜡可制鞋油、复写纸等,根据最近报导,自竹材中又可提炼燃料油。竹纤维经精细的碳化后,又可作为碳丝灯泡之白热丝。竹材的利用,正在一日千里的发展中。

4. **竹材在建筑中的使用**——竹材经防腐处理后可应用在建筑物的各个部分,如:

(1) 支柱:用作简易房屋的柱子,通常采用竹肉较厚,直径较大,竹节较密的竹材。如不能得到上述材料则可将几根直径较小的竹材,结合成一束使用。

(2) 桁架:一般在制作桁架时宁可采用木材而不用竹

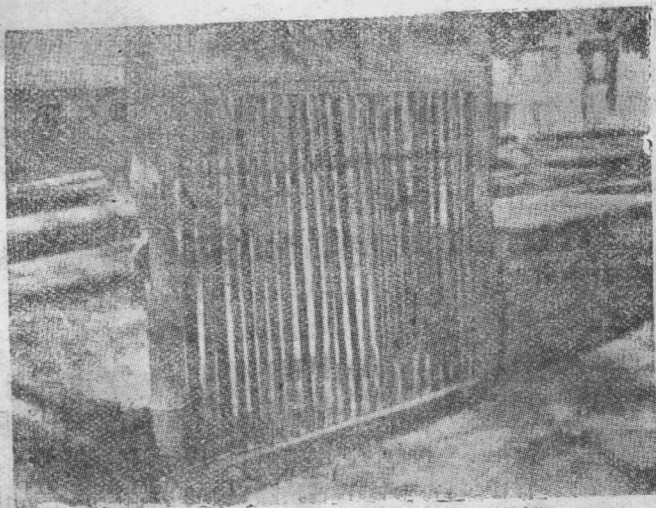


图 3 經防腐处理过的竹片所制成的篱棚



图 4 森林研究院用防腐处理过的竹材所建的房屋

(A)為瓦楞鐵；(B)竹材瓦楞屋面；(C)半月竹片牆；(D)竹筋牆用泥及鋸末混合抹面；(E)竹筋混凝土牆；(F)與(D)相同，外抹水泥面；(G)與(D)同，外抹石灰面；(H)竹筋泥牆，塗抹黃泥；(I)竹筋土牆外塗已經處理過的鋸末；(J)半竹水落；(K)整竹落水；(L)竹籬欄及竹扉

材,但是在常发生地震的地区,竹桁架則比較适宜,因为竹材有高度的韌性。竹桁架在节点处的結合不易制作,应先对通用的土法加以研究改善,取得經驗后,才能得出較良好的方案。

(3) 地板:一般簡易的竹屋都不做地板,但有时也可用竹板、竹杆、竹片等来鋪設。

(4) 牆壁:竹牆可用整竹或半竹制造,或者用竹片編制再进行单面或双面粉刷,用同样方法亦可制成天花板。

(5) 門窗:用竹篾編制的蓆或竹片安装于木制的框架上可以做成竹門竹窗,有时也可用圓竹杆作为門的框架。

(6) 屋面:竹材的强度很高,用作屋面結構材料是很合适的,屋面上可用稻草、棕树叶、半片竹材或瓦楞板等盖复。

(7) 竹管:将竹节处的隔膜除去,可以制成管子,用作落水管是很合适的,在簡易房屋中也可用作排水管。

(8) 竹筋:竹材也可以作为混凝土中的加强材料,但竹筋的吸水、收縮等問題需多加注意。用作受力不大的配件如隔牆、地板等是可以的。当用作主要的承重构件时应多加考虑,并反复进行試驗研究。

作为建筑材料的竹材,有下列几个特点:

- (1) 外皮清洁并且坚硬,成熟之后顏色很美。
- (2) 搬运、儲藏都很方便。
- (3) 竹材的加工如鋸开、劈开等都不需要貴重的机械。
- (4) 强度与重量的比值很高。
- (5) 废料很少,也不須进行剝皮等工作。

5. 竹材的生理构造——竹材在一年內即全部生长至其应有的高度,自第二年起,內部漸漸坚实。通常三四年即生长成熟。竹杆成中空的管状,竹肉因竹种的不同,有厚有薄。

竹材的外表沒有树皮狀的粗糙物質，而呈堅硬、光滑，一般均為深綠色的表面，即所謂竹青。竹肉的內壁，常較外皮軟弱，最內呈淡黃色，即所謂竹黃。

竹杆沿其長度方向每隔適當距離，有竹節，杆的中空部分被竹節處的隔膜分成一段一段，互不相通。將竹材橫向切開，在它的橫斷面上，可以見到許多維管束，愈近竹青維管束愈多。圖5表示竹材斷面上維管束分布的情況。圖6為一個維

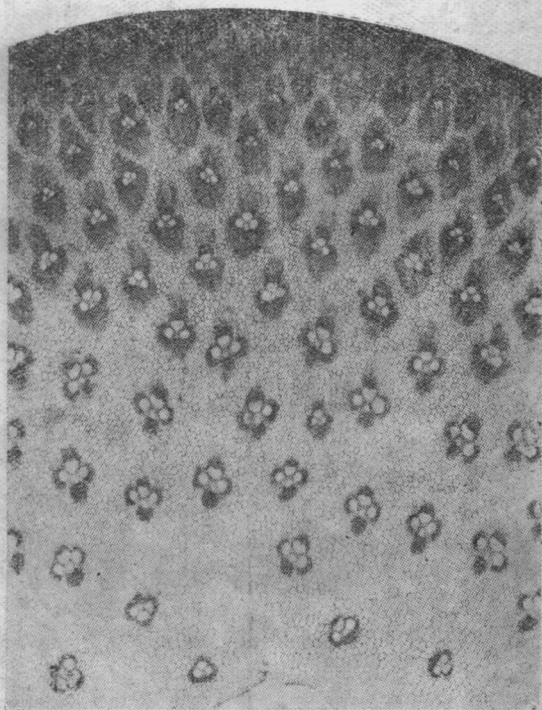


圖 5 竹材的橫斷面(放大25倍)

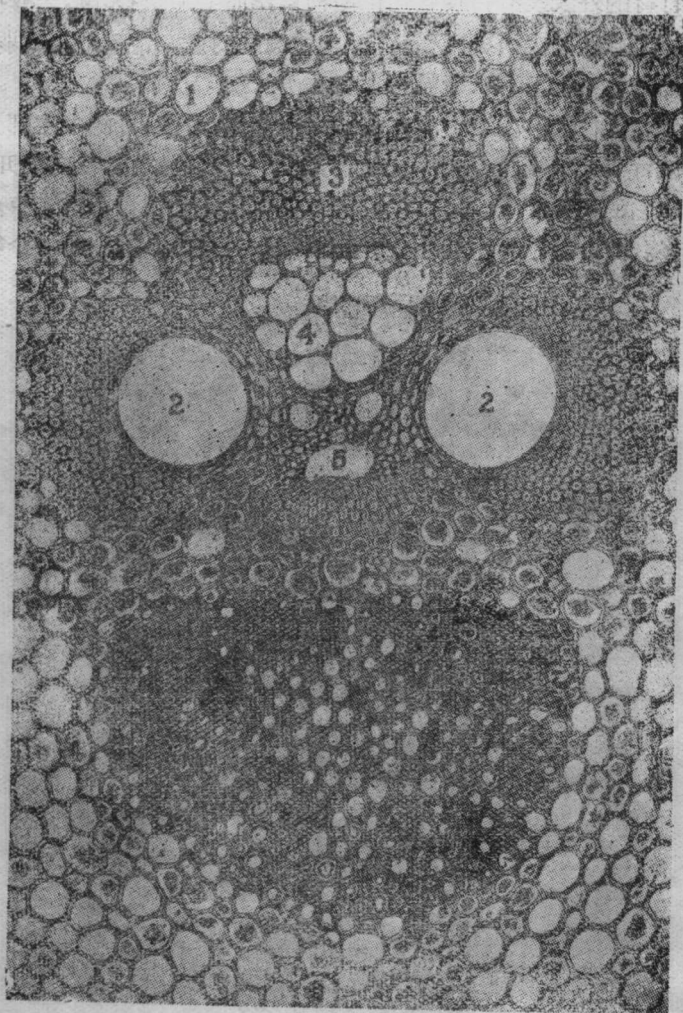


图 6 維管束的放大图(放大80倍)

1-軟細胞組織； 2-導管； 3-纖維； 4-篩管； 5-环狀管