

建筑用竹材丛书

竹筋的病害及其防治

辛永祺 编



建筑工程出版社

15.61
7.5A

內 容 提 要

本書是編者根据几年来对竹筋混凝土耐久性的研究，并参考有关書籍写成的。

本書叙述了竹筋的寿命、竹筋的病害及对竹筋病害的防治，为建筑用竹材的研究工作提供了有益的资料。

本書可供建筑科学研究机关、施工單位及高等学校的有关人員参考。

竹筋的病害及其防治

辛永祺 編

1960年1月第1版 1960年1月第1次印刷 2,555 册

787×1092 $1/32$ ·30千字·印張 $1\frac{3}{8}$ ·插頁1·定价(10)0.24元

建筑工程出版社印刷厂印刷·新华書店发行·統一書号: 15040.1764

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

竹筋的病害及其防治

辛永祺 編

建筑工程出版社出版

·1960·

目 录

第一章 緒言	(3)
第二章 竹筋寿命的研究	(5)
一、二千年來未腐朽的古墓里的竹制品	(5)
二、一千多年不腐朽的竹釘	(6)
三、几百年的民間竹制品	(7)
四、古代房屋耗完牆的竹枝	(8)
五、竹筋在混凝土內的情况	(14)
六、四十年的旧竹筋混凝土房屋	(14)
七、五年的新竹筋混凝土房屋	(21)
第三章 竹筋的病害	(22)
一、概述	(22)
二、竹筋的組織及其化学成分	(22)
三、碱的化学侵害	(23)
四、菌类的侵害	(24)
五、虫的蛀蝕	(25)
第四章 竹筋病害的防治	(25)
一、概述	(25)
二、煮竹	(27)
三、干燥	(28)
四、瀝青处理	(29)
五、防裂及防水滲措施	(38)
参考書籍	(44)

第一章 緒 言

一、概 述

我国盛产竹，种类繁多，尤以江南为著。竹子培植容易，生長迅速，价格低廉。竹筋可以代替鋼筋，节约鋼材。

竹筋的抗拉强度较高。一般茅竹的抗拉强度约在1,300公斤/平方厘米以上；如将竹黄去掉，而只用竹青部分，則抗拉强度可达2,000公斤/平方厘米以上。因此，将竹筋配置在混凝土的受拉区域以加强抗拉强度是很适宜的。

我国在四十多年前就曾經采用竹筋混凝土。根据目前調查的資料，在1914至1922年間，先后在广州建筑了近50幢的竹筋混凝土楼房，面积约达15,000平方米。但由于解放前沒有人重視，更沒有人对这种建筑材料进行系統的研究，因此，漸漸为人所遺忘了。

日本、德国、美国等虽研究过竹筋混凝土，但由于竹筋的耐久性问题及竹筋与混凝土間的粘結性能問題未获解决，因此，他們仍然只把竹筋混凝土作为一种暂时性的建筑材料。

解放后，由于党和政府的重視和支持，1953年即开始对竹筋混凝土作有系統的試驗和研究。1954年有两幢竹筋混凝土楼房在广州建成，它們引起了全国的注意。但因竹筋的耐久性问题还没有彻底解决，所以这几年来，我們就一方面稳步推广，一方面对竹筋的病害及防治再深入地进行試驗及研究。經過6年来反复的試驗和研究，终于找出侵害竹筋的原因，同时也研究出有效、簡單和經濟的防治办法，基本上解决了竹筋的耐久性问题。今后，竹筋

混凝土再也不是一种暂时性的建筑材料了。

二、对竹筋寿命的看法及其病害的探討

有些人認為竹筋混凝土的使用寿命很短，使用几年之后就有坍塌的危險，例如有不少三、四十年前的旧竹筋混凝土楼房的竹筋都腐坏了，只是因板厚未坍塌而已。但这些情况不能說明竹筋的使用寿命很短，正如不能以鉄生銹而腐坏的情况来証明鉄的使用寿命短一样。这只不过是說明某些材料受侵害的情况罢了。众所周知，广州第七中学第三宿舍等竹筋混凝土楼房已有四十年历史，但竹筋完好，强度也沒有降低。从調查資料中也发现：建筑物因使用的情況不同，或因所处的环境不同，其竹筋的腐坏情况也各有差別（有些是良好的，有些是腐坏的）。而且这些竹筋都沒有經過处理，所以也不能說这是由于不同处理方法所引起的。因此，足以証明，“竹筋的寿命本来是很長的，关键在于如何使它不受侵害；也就是說，竹筋的寿命長短决定于被侵害程度”。

有些人認為竹材是有机物，使用寿命是不能長久的。根据近年来的研究結果，証明并非如此。例如：几百年前的竹笔筒、竹花瓶等竹制品，至今还完好无缺，金黃夺目；一千年前的竹釘沒有腐朽；二千多年前的竹制随葬品并未腐烂。这些都可以証明竹材的寿命是很長的。

有些人認為竹筋混凝土的竹筋最怕虫蛀，我們在研究竹筋混凝土耐久性初期，也認為防虫是很重要的。但經进一步研究証明，也并不完全如此，根据調查研究和試驗証明：混凝土內竹筋受侵害的主要原因，首先是碱的化学破坏，其次是菌类的侵害，再次才是虫的蛀蝕。

为了找出竹筋的病害，我們对二千年的古墓、一千年的竹釘、几百年的竹制品、四百九十年的蚝壳牆、四十多年及新建的

竹筋混凝土房屋中进行广泛深入的調查、試驗和研究。为了找出防治方法，我們针对病害的原因进行耐碱、防菌及防虫的試驗和研究。虽然我們基本上解决了竹筋的耐久性问题，但是，还要繼續研究出更新更好的防治办法。

第二章 竹筋寿命的研究

一、二千年來未腐朽的古墓里的竹制品

古墓中的竹制品文物很多，茲举一二介紹如下：

在長沙市左家公山所发掘的一座战国时代的古墓，距今已二千余年。棺槨的上下周圍，都用白泥填塞。隨葬品中有竹筐及竹弓。竹筐共三件，編織精緻；其中两件已殘破。竹筐內放有天平、砝碼、木梳、竹簽、竹片、毛笔、竹笔筒等。竹弓的弦已腐朽，弓由两根竹片做成，竹片接口处，用絲綫扎紧，外以絲帶纏繞。竹簽共四十根，長短一致，每根長12厘米。竹片共55根，每根長

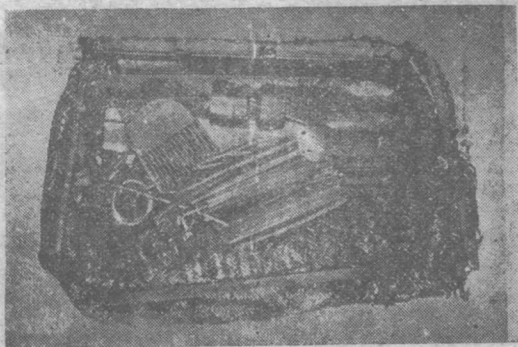


图1 在長沙市左家公山战国时代的古墓中发现的竹筐及竹筐內的竹片、竹簽、竹笔筒等

SJS21/029 04

32厘米，寬0.3厘米，表面光滑，作為刻字記事用物。竹筆筒可能是貯墨用的一種東西，直徑為3厘米，高為8厘米，蓋上有一小孔，孔內放有一根竹簽，如圖1所示。

長沙市北郊楊家灣所發掘的古墓（M006號），根據其形制、結構及隨葬品來看，初步推斷它的相對年代至早不出戰國末期，至遲也在西漢初期。棺槨的上下周圍，都用白泥填塞。隨葬品有

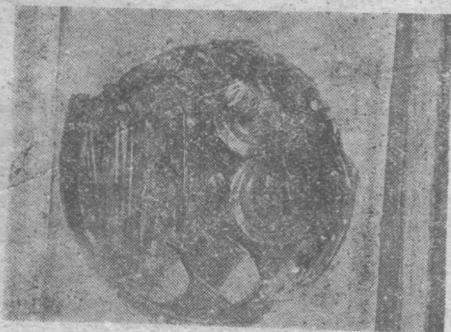


圖2 長沙市北郊楊家灣古墓（M006號）中掘出的方漆盒，盒內有竹片72片

竹片72片，色褐黑，長為13.5厘米，寬為6毫米，上面有墨迹文字。此次出土的竹筒較之長沙仰天湖楚墓所出的為短小。除竹筒外，還有破竹筐兩個，竹管一個。竹管織工精緻，有用紅色箔細竹片織成人字形的花紋，管徑1.3厘米，長18厘米，可能是樂器，如圖2所示。

根據這些資料初步分析：由於棺槨上下周圍都用很厚和夯得很實的白泥填塞，將棺槨內部與外界加以隔絕，以致菌類和蟲類都無法生長，因此，隨葬的竹製品，經二千年而未腐爛。

二、一千多年不腐朽的竹釘

古代建築多用竹釘；即使有鐵釘的時候，祠堂建築也有用竹釘的。因為他們認為鐵釘容易生鏽，竹釘比較耐久。在廣州近郊的幾間古祠，大約在300年至600年前建築的，其所用的竹釘絕大部分是完好的。其它各地也有同樣情況。

1958年1月18日广州羊城晚报登載了題为：“千年不朽的竹釘”的文章，报导苏州最近发现经历了整整十个世紀的竹釘。这些竹釘至今还象新的一样，沒有腐烂。

竹釘是在馳名全国的虎丘塔中發現的。这座塔建筑于五代末期，在塔里，古代建筑家們用竹釘把裝飾内壁的一层有牡丹花紋的坭灰浮雕同磚壁牢固地釘結在一起，以防止坭灰潮湿而脫落。

竹釘的長度約1市寸5市分左右，作方柱形；一端削得很尖銳，用竹节为釘头，使楔入壁縫时，不致折裂。

这也說明了竹材的寿命是很長的。

三、几百年的民間竹制品

民間日常用的东西有不少是用竹来制造的，几百年的旧竹制品是常見的。

广州市文化公园历史文物館內有很多明清两朝的竹制香薰竹笔筒、竹花瓶、竹香爐等，它們虽經三、四百年，但色泽金黄奪目，油潤光滑，如图3、4、5、6所示。



图 3 明代竹笔筒



图 4 清初竹花瓶



图 5 明末清初竹香爐



图 6 明代竹香薰

广州有六榕寺。該寺建筑于梁代，距今有一千四百余年。寺内有竹联一对，悬于斋堂两壁墙上已有一百五十余年，但极为完好，如图 7 所示。

广州市南郊有漱珠崗，崗上有純阳观，观的两边偏殿均悬挂竹联一对。据該观老道人張信祥称，这二对竹联悬挂在墙上已百余年，竹联的面及底都很完好，并未有腐烂现象，如图 8 所示。

这些民間竹制品的資料又說明竹材的寿命是相当長的。

四、古代房屋蚝壳墙的竹枝

广州古代建筑房屋多用蚝壳代替磚来砌成近似空斗牆。牆中以坭

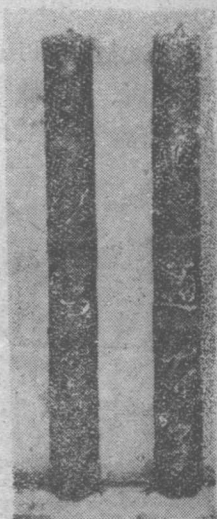


图 7 悬挂在六榕寺斋堂一百五十余年的竹对联

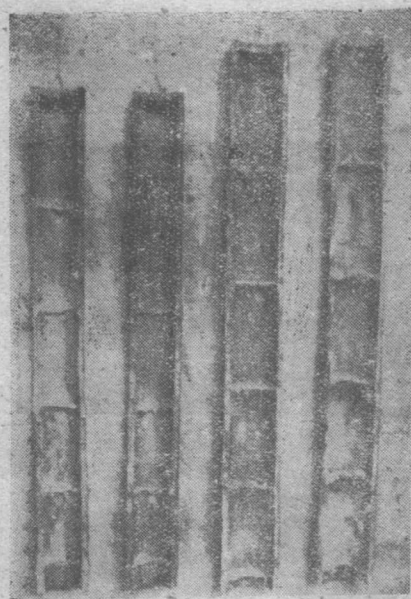


图 8 悬挂在漱珠岗纯阳观百余年的竹对联

填塞，并每隔80厘米高横置整枝竹。

广州南郊五风乡有绍康陈公祠，如图9所示；该祠的两边侧墙及后墙都是用蚝壳砌筑的，如图10所示。根据该乡年老的农民及该乡负责同志说，绍康陈公祠是德祥公出生的时候建筑的。从五风陈詒燕堂宗谱查出，德祥生于明代成化年。这样就证明这座公祠是建筑在明代成化年，即距今已490年了。我们在该祠后墙挖出四根籐竹。籐竹色泽棕黄，其中两根开始虫蛀，两根还十分完好。

广东各处都产籐竹，直径约在3厘米至10厘米，肉都比其他的竹为厚，约为直径1/5；竹高达10米，但竹身不很直，且节距



图 9 紹康陳公祠正面



图 10 紹康陳公祠后墻

較密。我們曾對生長4年及3年的籐竹進行拉力試驗，其試驗結果如表1所示。

一般籐竹的抗拉強度

表1

編 号	生長 年齡	受拉面積 (平方米)	荷 重 (公斤)	抗拉強度 (公斤/平方厘米)	附 注
籐 3-1	3	$1.2 \times 0.82 = 0.98$	1000	1020	①含水量平均14% ②3年籐竹平均為1118 公斤/平方厘米；4年 籐竹平均為1273公斤 /平方厘米
3-2	3	$1.38 \times 0.73 = 1.01$	1265	1256	
3-3	3	$1.3 \times 0.8 = 1.04$	1135	1091	
3-4	3	$1.35 \times 0.8 = 1.08$	1275	1180	
4-1	4	$1.1 \times 0.8 = 0.88$	1160	1319	③有節
4-2	4	$1.08 \times 0.8 = 0.86$	1235	1436	
4-3	4	$1.1 \times 0.80 = 0.88$	1140	1200	
4-4	4	$1.08 \times 0.8 = 0.86$	1065	1232	
平均				約1216	

我們將埋置在蚌壳牆中490年的籐竹進行各種試驗。

(1) 含水量的測定

埋入蚌壳牆中490年籐竹的含水量

表2

編 号	試件原重 (克)	烘至恆重 (克)	含 水 量 (%)	附 注
籐 5-1	50.38	45.01	11.93	有節
5-2	39.57	35.17	12.52	
5-3	41.87	37.37	12.05	
5-4	54.05	48.10	12.38	
5-5	—	—	12.22	

(2) 抗拉強度試驗

埋入蚝壳墙中490年的籐竹的抗拉强度

表 3

编 号	受拉面积 (平方米)	荷 重 (公斤)	抗拉强度 (公斤/平方 厘米)	附 注
籐490-1	$0.7 \times 1.36 = 0.952$	680	714	有节
490-2	$0.68 \times 1.38 = 0.938$	615	555	
490-3	$0.69 \times 1.43 = 0.987$	745	754	
平 均			約708	

(3) 化学分析

新的及490年籐竹化学分析

表 4

成分 (%) 竹 种	水分	灰 分	酸不溶 灰 分	粗纖維	蛋白質	授戊糖	木質素	醇本 溶物	水 溶物	附 注
新 籐 竹	10.03	1.75	1.56	49.76	1.4	22.18	27.52	6.04	4.1	
490 年籐竹	9.79	3.09	0.44	48.93	2.02	23.49	26.16	3.84	6.3	

(4) 断面組織情况

我們將新籐竹及埋在蚝壳中490年的籐竹的断面放大，如图11及12所示。

根据各种試驗的資料，埋入蚝壳墙中490年的籐竹，有两根竹是被虫蛀蝕，有两根竹是完好的，其抗拉强度平均为708公斤/平方厘米，比新籐竹約降低41.7%。这些竹沒有經過处理，埋在封閉并不密实的蚝壳墙中，又达490年之久，抗拉强度仍有708公斤/平方厘米。

从化学分析結果，經過490年的旧籐竹和新籐竹没有什么变化，只是前者机械强度降低而已。經初步研究，可能是由于纖維

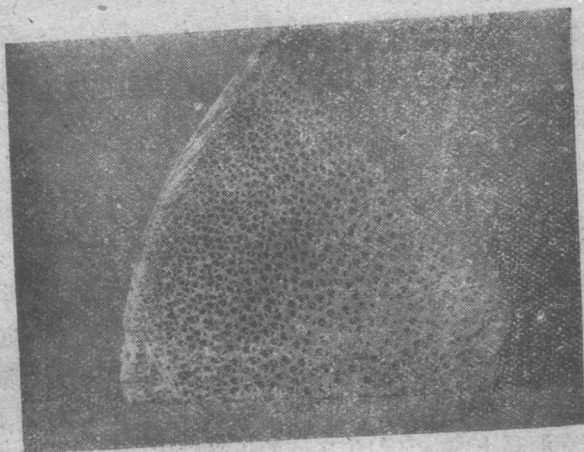


图 11 新笋竹的断面组织

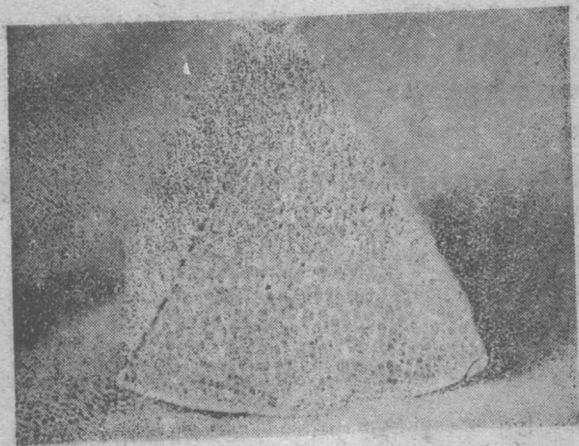


图 12 埋入蚝壳墙中490年的笋竹的断面组织

的鏈長及聚合度发生变化所引起的。

从断面观察，经过490年的旧籐竹的纖維管束已发生了变化；机械强度也有降低。

五、竹筋在混凝土內的情况

前述很多資料都說明竹材的寿命本来是很長的，但是受了外界的侵害而縮短了。由于侵害的情况和程度不同，因而竹材的寿命也長短不一。竹筋混凝土內的竹筋也是如此。不过，竹筋混凝土的竹筋是埋入混凝土內，因此竹筋获得混凝土的保护，減少了外界的侵害，这比露于大气中的竹制品所处的环境好多了；但是由于埋在混凝土內，又引起了碱的化学侵害。我們曾將广州市旧竹筋混凝土房屋进行檢查研究。这些房屋都是建筑于1914年至1922年，距今有30多年或者40多年了。这些竹筋全部都沒有經過处理。根据这次所檢查的28幢旧竹筋混凝土房屋来看，有些房屋的竹筋基本上全部都是好的；有些房屋大部分是好的，有少部分是坏的；有些房屋大部分是坏的，好的很少。凡是使用时經常保持干燥的房屋，或很少受到水浸透的竹筋混凝土，竹筋虽經40多年，但都完好，試驗后的强度也和新的—样（如第七中学第三宿舍等房屋）。又如洞天茶楼、公立医院等的竹筋受損害很严重，但在干燥地方的竹筋仍保持完好。凡是經常潮湿的地方，竹筋使用时則受損害甚深，若楼板面带有裂縫則其程度更甚，如洞天茶楼、源源茶楼等及其他房屋的浴室、廁所、厨房及屋面板等即是。

六、四十年的旧竹筋混凝土房屋

广州第七中学（前培正中学）于1918年采用竹筋混凝土作楼板，建成了一座三层楼的第三学生宿舍及二层楼的圖書館，如图13及图14所示。这两座房屋至今还是十分完好。楼板的靜跨度最

大为3.04米，楼板为14厘米，它采用水泥煤渣混凝土和茅竹片竹筋。



图 13 广州第七中学第三学生宿舍

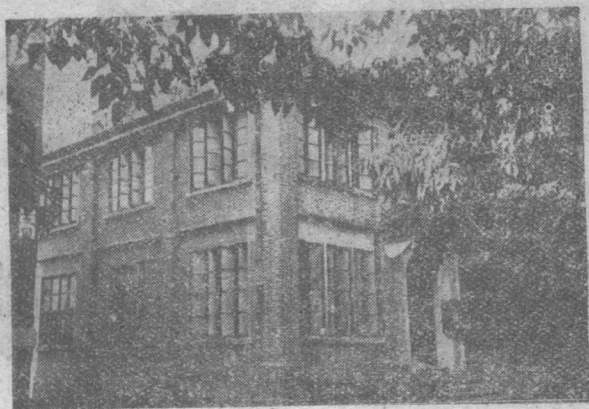


图 14 第七中学图书馆