

# 營建科技教學活動—結構的練習

林弘昌

## 壹、前言

過去的工藝教學過程往往指導學生如何完成一件作品，著重於各項操作技能的培養以及結果的評量。教育部於八十三年十月修訂發布之現行「國民中學生活科技課程標準」的教學目標則強調學生應能運用基本工具、設備、材料、產品以及其相關的程序和方法，並且培養學生問題解決和創造思考的基本能力。本活動利用竹筷、熱熔膠槍等簡單的材料及工具製作一個水塔支撐架，設定問題並加以條件限制，透過動手做的經驗，培養學生解決問題的能力。

## 貳、活動內容

一般住家的水塔都位於房屋的頂樓，提供住屋的用水。本活動將利用竹筷製作一個水塔支撐架，比比看，誰的水塔支撐架又高又堅固。

### 一、建議教學時數

1. 第一週：營建科技概說（2節）。
2. 第二週：營建科技教學活動設計與製作（2節）。
3. 第三週：營建科技教學活動評鑑與講評（2節）。

### 二、工具及材料(見下表)

項次	品名	規格	數量	備註
1	免洗筷	20cm	5雙/組	
2	直尺	30cm	1支/組	
3	砂紙	#120	1/4張/組	
4	美工刀		1支/組	
5	曲線鋸	18cm	1支/組	切割竹筷用
6	切割墊	3mm×30cm×30cm 合板	1塊/組	保護桌面用
7	熱熔膠槍	110V, 40W	1支/組	
8	熱熔膠條	30cm	2條/組	膠合竹筷用
9	鋁箔包飲料	375 c.c.	4瓶/組	測試載重用
10	直尺	60cm	1支	測試高度用

### 三、實施步驟

1. 以四位學生為一組，向老師領取一份活動記錄單。
2. 各組進行工作分工，並開始撰寫活動記錄單。
3. 共同發展構想，完成活動記錄單之「四、發展解決方案」後，向老師領取工具及材料。
4. 選定一個最佳方案，開始使用竹筷製作水塔支撐架。
5. 成品模型測試，並發掘問題。
6. 思考改進的方法，修正成品模型，然後再測試。
7. 小組測量成品模型最後高度，注意勿壓垮作品。
8. 各組將成品模型及活動記錄單繳回。
9. 老師於下週進行測試、比賽及講評。

### 四、條件與限制

1. 成品須以竹筷及熱熔膠來製作；竹筷為主體，熱熔膠為膠合劑。
2. 設計與製作的時間共計 90 分鐘（二節課），其餘時間進行測試與比賽。
3. 竹筷若製作失敗，可向老師更換，最後成品的竹筷數量不得超過 5 雙。

### 五、評鑑標準

1. 以竹筷製作水塔支撐架，其頂端須能至少放置 4 包 375ml 的鋁箔包飲料（約重 1.5kg）。
2. 選出鋁箔包飲料底部至桌面間距離最高的前三名，並給予獎勵。
3. 飲料底部至桌面間距離在 30cm 以

上者另可參加載重比賽。即以鋁箔包飲料一直向上堆疊，選出載重最重的前三名，並給予獎勵。

### 六、問題討論

1. 有那些方法可以增加水塔支撐架的高度？
2. 有那些方法可以強化水塔支撐架的結構強度？

### 七、注意事項

實施本活動之前，老師應提醒學生：

1. 使用美工刀切削竹筷時須注意安全。
2. 熱熔膠槍槍口會產生高熱，應注意避免被灼傷，用畢應即拔除插頭。
3. 使用美工刀或曲線鋸切削竹筷時，應於切割墊上進行，以免破壞桌面。

另外，作品測試及進行載重比賽時，鋁箔包飲料應由該組選派一名組員自行擺置，以維公平。

### 八、水塔支撐架製作技巧

老師可於活動結束後，補充說明以下水塔支撐架的製作技巧：

1. 由於每組的竹筷數量限制為 5 雙，而支撐架的承重主要係垂直方向受力，水平方向受力較小。因此可以利用美工刀剖開竹筷後連接水平方向的結構，以節省竹筷。
2. 支撐架的結構如果為四隻腳，固然可能較為穩固；但三隻腳的結構可以節省竹筷，向上發展支撐架的高度。
3. 作品應考慮使用竹筷斜撐，以避

免支撐架傾斜變形（圖1）。

4. 欲接合竹筷時，可直接以熱熔膠膠合。爲了加強結構的強度，可

以考慮如圖2的接合方式，然後再以熱熔膠膠合固定。

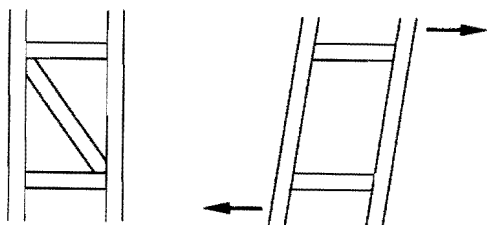


圖1 支撐架以竹筷斜撐可防止變形

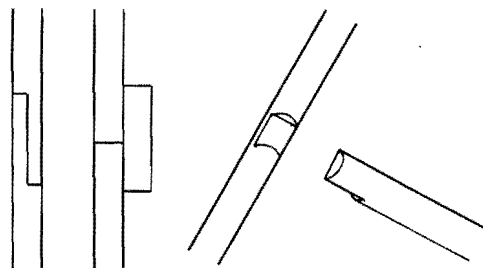


圖2 支撐架接合方式示例

## 附錄：活動記錄單（範例）

### 一、組織工作小組

組別	第一組	組長	李國威
小組成員	姓名	負責工作	
	張秀秀	設計、蒐集資料	
	王小明	劃線、裁切	
	林心茹	組合（膠合）、測試	
	朱小棟	填寫活動記錄單	

### 二、界定問題

● 情境說明：

如何利用 5 雙竹筷來建造一個塔狀結構體，讓它可以又高又堅固呢？

● 條件限制：

想想看，在解決本問題時，你遇到那些限制與障礙？

1. 成品須以竹筷及熱熔膠來製作；竹筷爲主體，熱熔膠爲膠合劑。
2. 設計與製作的時間共計 90 分鐘（二節課），其餘時間進行測試與比賽。
3. 竹筷若製作失敗，可向老師更換，最後成品的竹筷數量不得超過 5 雙。

● 依據需求，界定問題：

想想看，解決問題後的理想狀況應該如何？（將你的想法撰寫於下）

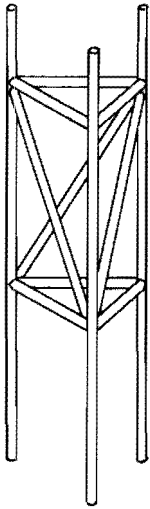
1. 支撐架頂端能支撐至少四瓶 375 ml 鋁箔包飲料。
2. 完成後結構體高度在 30 公分以上。
3. 結構堅固、美觀，載重量越大越好。

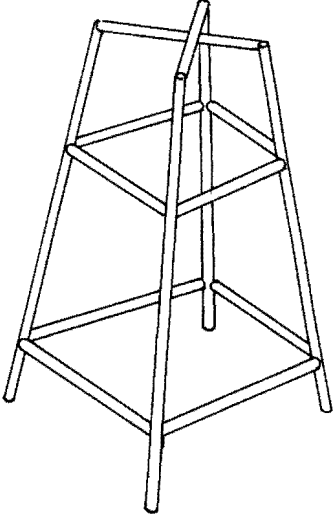
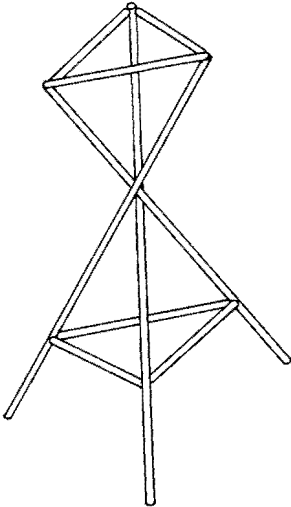
### 三、蒐集資料

1. 有那些生活中常見的結構是可以參考的？  
巴黎鐵塔、招牌架子、水塔、房屋屋頂、橋樑、童軍營火架等。
2. 我從書籍中找到一些與結構有關的資料：  
王明雄（1986），結構分析。台北：曉園出版社。
3. 除了結構的問題外，還要考慮那些問題，還要再找那方面的資料？  
竹筏數量及時間的限制。

### 四、發展解決方案

依據發展的創意與資料蒐集分析的成果，重新發展可行性較高的創意，並畫出三個草圖，說明作品的特色。

方案	草 圖	說明作品特色
構 想 一		1. 三隻腳的結構 2. 具斜撐結構，可防止結構傾斜
		可行性 高 中 低 評估 6 5 ④ 3 2 1

方案	草圖	說明作品特色
構 想 二		<p>1. 四隻腳的結構 2. 底面積大，結構較穩定</p> <p>可行性 高 中 低 評估 6 ⑤ 4 3 2 1</p>
構 想 三		<p>1. 三隻腳的結構，節省材料 2. 底面積大，不易傾斜</p> <p>可行性 高 中 低 評估 6 5 4 ③ 2 1</p>

## 五、選定解決方案

- 繪製你們決定製作的水塔支撐架之工作圖（見下頁）。
- 選擇這個方案的理由是：
  1. 三隻腳的結構，較節省材料。
  2. 底面積大，結構體穩定。
  3. 具斜撐，不易傾斜變形。

4.竹篾接合處加強結構，更形穩固。

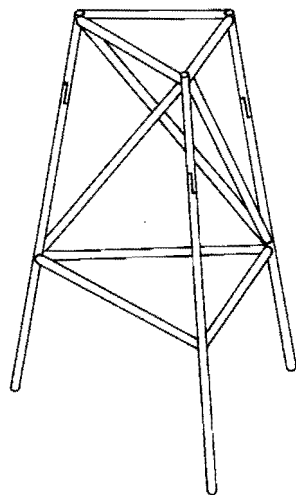
●製作的流程是：

設計→劃線→裁切→組合→測試→修正結構  
→完成

## 六、評鑑結果

●雛型測試結果：

次數	1	2
結果	高度不夠	支撐架彎曲
原因	竹篾數量不足	支撐架傾斜變形
改進方法	利用剖開後的竹篾， 連結水平方向的結構	加強斜撐



水塔支撐架之工作圖

●終結評估：

※優點：

穩定並堅固，不易變形。

※缺點：

高度稍低。

●如果能重新設計作品，宜改進的地方有：

1.多利用剖開的竹篾連接水平方向的結構，以增加結構體的高度。

2.熱熔膠可塗整潔些。

## 參考文獻

王明雄（民 75），結構分析。台北：曉園出版社。

林弘昌等（民 88），營建科技活動一萬丈高樓，國中生活科技教學研習。台北：康和出版公司。

（作者現為臺灣師大工業科技教育系講師）