

關卡
4

結構與機構

挑戰 1 結構與生活

- 闖關任務 1. 紙拖鞋結構設計
2. 結構塔挑戰

挑戰 2 常見結構的種類與應用

- 闖關任務 1. 桁架橋負重挑戰賽
2. 橋梁大探索

挑戰 3 機械與生活

- 闖關任務 機械產品大解密

挑戰 4 簡單機械與機械運動的類型

- 闖關任務 遊樂園工程師大挑戰

挑戰 5 常見機構的種類與應用

- 闖關任務 創意可動卡片製作



架構表與多媒體 ▶▶▶▶

結構與機構

常見結構的種類與應用

椅子

建築

橋梁

闖關任務 1. 紙拖鞋結構設計

闖關任務 2. 結構塔挑戰



常見結構的種類與應用

動畫

常見結構的種類與應用



常見結構的種類與應用

你住在哪種建築物裡呢？房屋裡有哪些結構呢？

學習重點

1. 了解椅子的結構。
2. 了解建築結構與材料。
3. 了解橋梁的結構與類型。



1 椅子

每天生活都會用到的椅子在設計時，需要考量結構的穩固性，並參考使用者的需求調整設計。



想一想

請思考一下你在學校所坐的椅子穩固嗎？哪一處的結構最常故障呢？

椅面

椅面下有兩根橫梁直接連接主椅腳，橫梁上放上數條與橫梁垂直的木板做為椅面，且木板長度略微超過兩根橫梁的距離，並用釘子固定，支撐學生重量。

主椅腳

椅背

不用任何釘子，以一根橫樑樺接在兩邊主椅腳，作為椅背支撐學生背部重量。

橫梁

與椅腳垂直的橫梁，用樺接方式連接各椅腳，不僅增加各椅腳結構穩定度，若在橫梁間加上一片木板，更可作為學生的置物架。

為了增加椅面與兩邊主椅腳的連結性與結構強度，會另外在外部釘上鐵片，或是用 L 型角鐵連接椅面底部與主椅腳，增加結構穩定性。



2 建築

建築結構

建築的主要結構包括如下：

1. 屋頂：

建築物最外層的結構，用來防止雨雪風霜的侵襲。

2. 天花板：

建築物的室內頂部，有防塵、隔熱、隔音等用途。

3. 柱：

支撐梁及上方的載重，可以承受壓力與彎矩的垂直結構物。



2 建築

建築結構

4. 牆：

用來分隔空間的結構，依用途不同又可細分為隔間牆、結構牆等。

5. 門窗：

建築牆面上的開口，通常用作採光、通風或出入口。

6. 基礎：

承載上部結構的重量，通常建築物的地下室可視為基礎的一部分。如果土壤的承載力不夠，便需打樁基礎至岩石層（稱為間接基礎）以增加穩固性。



2 建築

建築結構

7. 梁：

支撐屋頂或樓板的載重，可以承受彎矩的水平結構物。

8. 樓板：

用來分隔樓層之間的水平結構。

9. 樓梯：

連接不同高度的行走通道。

2 建築

常見的建築結構材料

○ 木結構：

1. 建築物的牆、梁、柱、樓板等主要結構皆用木材組成。
2. 木材的紋路、色澤均富美感，重量較輕，易於搬運且容易構築，但因受木材長度、強度及防火限制，房屋建造樓層不能太高。
3. 木造建築有防震、隔熱、保溼、抗風的功能，缺點是不耐火、不耐蟲蛀。

木構造房屋



2 建築

常見的建築結構材料

○ 磚石結構：

1. 建築物的基礎、牆、柱等承重主體以磚石構成。
2. 有的純以磚塊砌成，有的以磚石混合構成，其牆面貼有面磚、石片或洗石子等，多層的磚構造物其樓板地面會使用木材或鋼筋混凝土等材料。
3. 優點是有美觀的天然紋理，且耐火、耐腐蝕，但不耐震，建築高度會受到限制。

磚石構造房屋



2 建築

常見的建築結構材料

○ 鋼筋混凝土結構：

1. 鋼筋混凝土結構（Reinforced Concrete，簡稱 RC）。
2. 以鋼筋加上混凝土興建，是臺灣最常用的建築結構，施工難度較低，在地震來臨時感受到的晃動程度也較低。
3. RC 結構擁有最好的防火性、防水性、舒適性，是目前業界技術最為成熟的建築結構，且成本較為便宜，一般多用在樓層較低的住宅大樓。

鋼筋混凝土建築



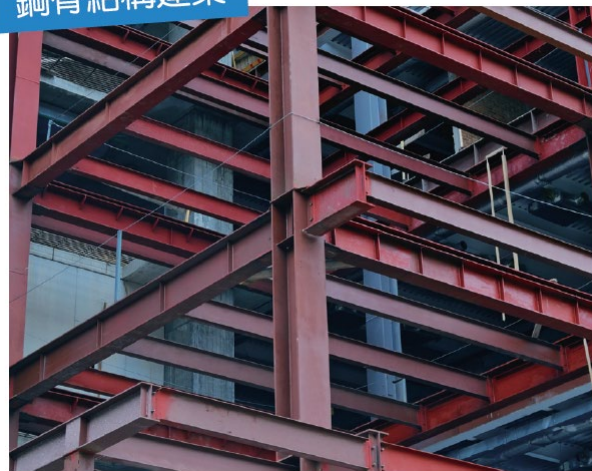
2 建築

常見的建築結構材料

○ 鋼骨結構：

1. 鋼骨結構（Steel Structure，簡稱 SS；或 Steel Construction，簡稱 SC）。
2. 以鋼骨做為主要梁柱建材施工的結構，擁有最高的耐震性能，但是遇到地震來臨時的搖晃程度感受較大。
3. 這種建材結構的造價成本較高，一般使用在高樓及超高大樓，優點在於梁柱小，施工快速，也比較不會占據到室內空間。

鋼骨結構建築

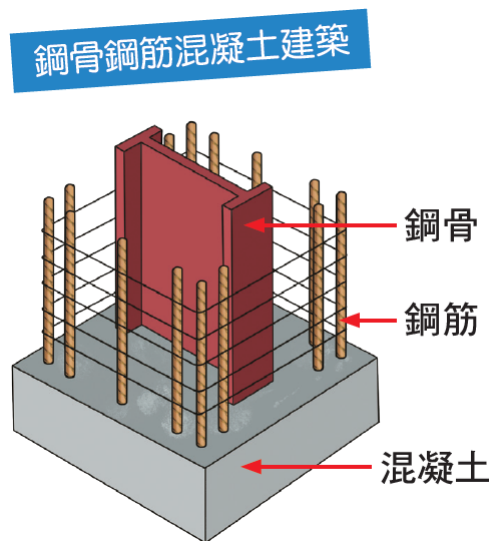


2 建築

常見的建築結構材料

○ 鋼骨鋼筋混凝土結構：

1. 鋼骨鋼筋混凝土結構（Steel Reinforced Concrete，簡稱 SRC）。
2. 結合RC 與SC 兩種特性的結構方式，以鋼骨做為梁柱結構，並在外圍包覆鋼筋和灌入混凝土，施工的難度較高，且常被標榜抗震、安全性高。
3. 一般會用在中、高樓建築，或高樓及超高大樓的低樓層部分，缺點是建造成本高，所以房價也會比一般住宅貴上許多。



2 建築

常見的建築結構材料

五種建築結構總比較

項目	缺點	優點	防火性	造價
木結構	不防水 易遭蟲蛀	隔熱、保溼		\$
磚石結構	重 不耐震	耐火、耐蝕		\$
RC 結構	不環保 回收性較差	鋼筋：抗震 混凝土：防火		\$ \$
SC 結構	不抗腐蝕 不耐高溫	耐震程度較 RC 佳 可回收再利用		\$ \$
SRC 結構	價格昂貴	耐火、耐震		\$ \$ \$

3 橋梁

橋梁是跨越峽谷、山谷、道路、鐵路、河流、其他水域或障礙而建造的結構物，目的是允許人、車通過障礙，以便利兩岸的交通。橋梁的結構可分為：

○ 上部結構：

1. 橋梁的上部結構即橋身，主要是主梁、橋面板、支座等承重結構。
2. 上部結構可將橋的重量傳給下部結構。

○ 下部結構：

1. 橋的下部結構主要為橋臺、橋墩及橋梁基礎。
2. 下部結構支承上部結構的重量，並將其傳給橋墩、橋梁基礎。



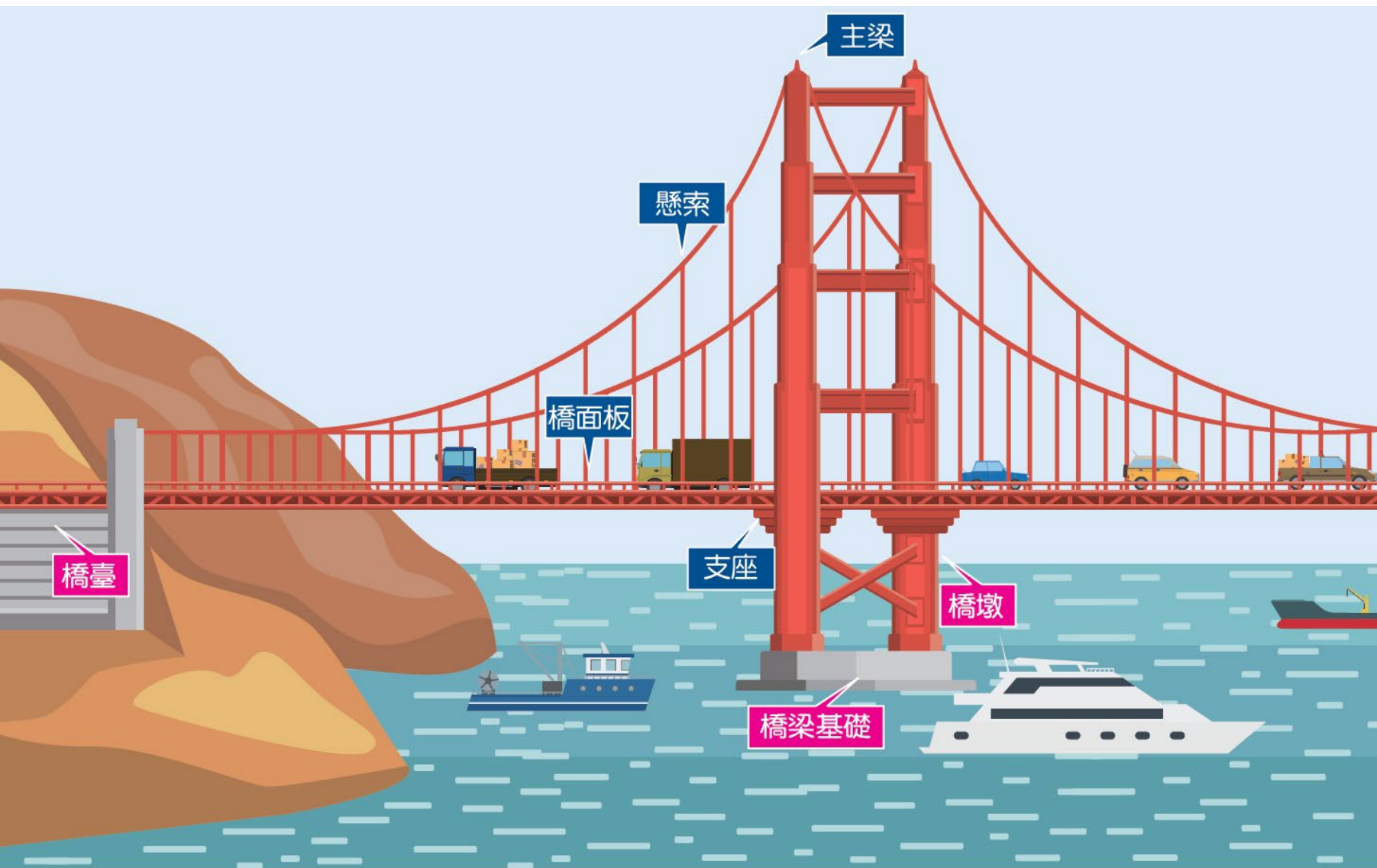
做一做

利用兩張A4紙、黏著用具（例如：白膠、膠帶、膠水等）、剪刀、美工刀等材料與工具，完成一座紙橋。橋的兩端要能穩定擺放跨接在兩張課桌上，並且能承重至少一本課本達到10秒。

TIPS

兩張紙可摺疊、剪貼或裁切成任意形狀，例如：摺扇形、圓筒形等，但不可使用紙以外的材料。





興建一座橋梁時，除了選擇結構形式以外，還需考量經費、材料、當地天然資源、大自然環境及施工期限等因素，這些皆需營建科技相關的從業人員運用專業知識，來選擇最適當的橋梁結構形式。

隨著資訊科技的發展，許多工程師都會運用電腦軟體輔助設計或模擬測試，使橋梁更加堅固、舒適、安全。



補給站

橋梁設計與測試軟體

西點橋梁設計者 (West Point Bridge Designer，簡稱WPB) 是一套網路上的免費軟體，各位同學可以免費下載使用，便可測試自己所設計的橋梁結構的穩固情形。

網址請搜尋：West Point Bridge Designer 即可。



3

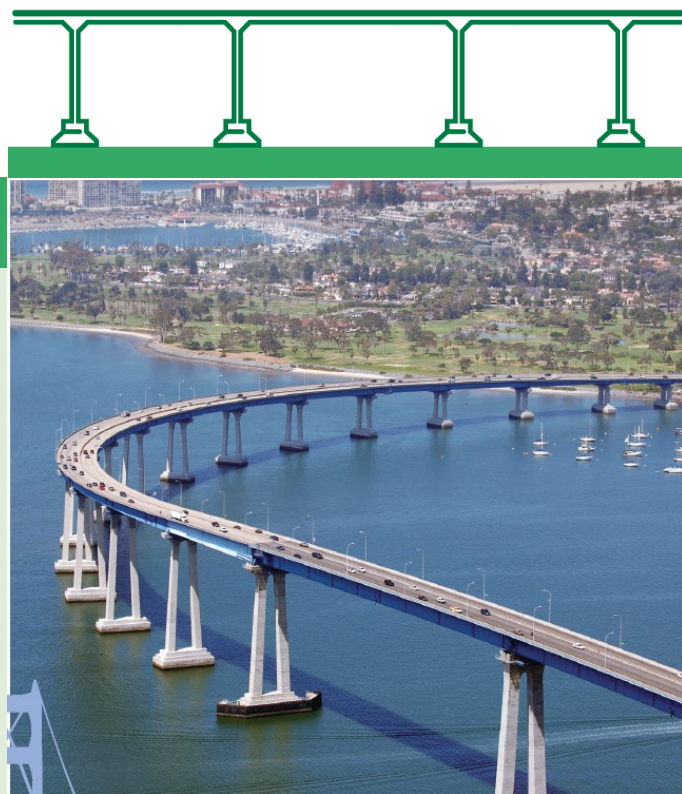
橋梁

橋梁的種類

除桁架橋外，橋梁依其結構不同可再細分為：梁式橋、拱橋、懸索橋。

梁式橋

橋面下利用多根橋墩，以撐起橋梁及載物的重量，一般跨距的高架橋多採用梁式橋設計。梁式橋的結構分成梁與柱，「梁」是人車行經的地方，「柱」是橋墩，「跨距」是橋墩與橋墩間的距離。



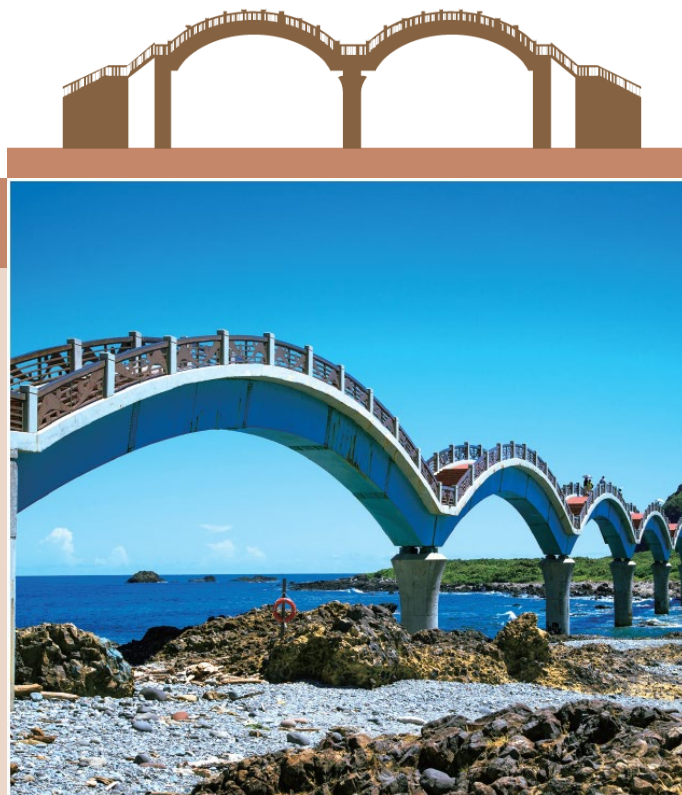
美國 聖地牙哥 科羅拉多大橋 (Coronado Bridge)

橋梁的種類

除桁架橋外，橋梁依其結構不同可再細分為：梁式橋、拱橋、懸索橋。

拱橋

石拱橋藉由類似梯形石頭的小單位，將橋本身的重量和橋面上的人車載重，水平傳遞到兩端的橋墩，各個小單位互相推擠時，同時也增加了橋體本身的強度。近代的拱橋多使用混凝土或鋼材建造。



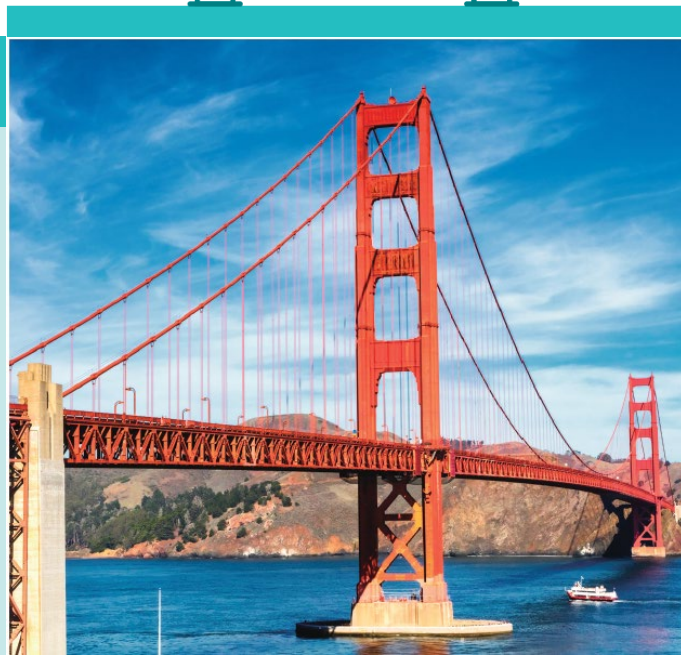
橋梁的種類

除桁架橋外，橋梁依其結構不同可再細分為：梁式橋、拱橋、懸索橋。



懸索橋：吊橋

懸索橋是以橋兩端的兩根塔架承受力量，由這兩根塔架間的懸索拉住橋面。分為吊橋及斜張橋。吊橋採密集式垂直吊索支撐橋面，相對於其他橋梁結構，吊橋可以使用比較少的材料來跨越比較長的距離。



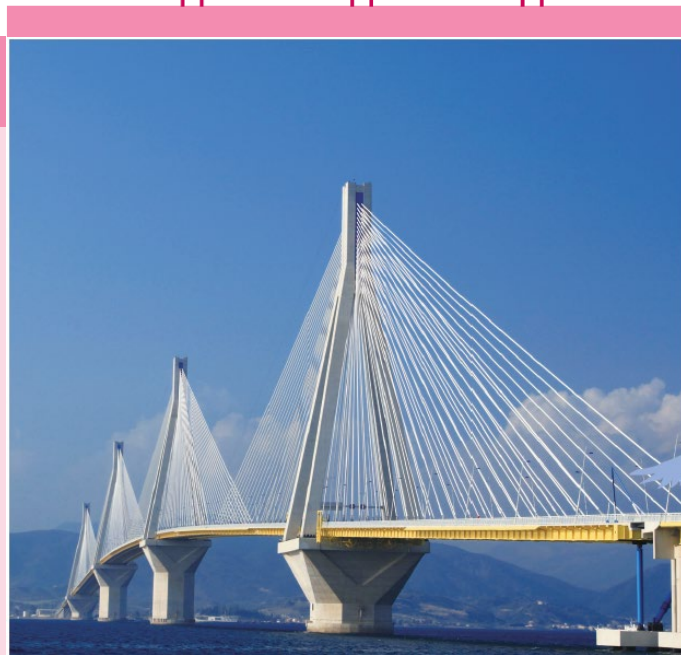
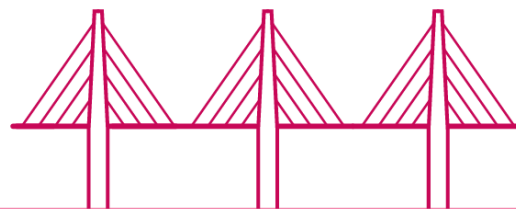
美國 舊金山 金門大橋 (Golden Gate Bridge)

橋梁的種類

除桁架橋外，橋梁依其結構不同可再細分為：梁式橋、拱橋、懸索橋。

懸索橋：斜張橋

斜張橋是由吊橋發展而來，最大的特色在於高聳的橋塔，它利用斜拉的吊索來支撐橋面的重量，對稱的吊索又將力量集中至橋塔，因此得以承受更大的重量，具有經濟及成本低的優點。





影片

設計製作桁架橋

目的

了解結構的原理，並應用於設計和製作一座桁架橋。

任務說明

1. 利用木條搭建桁架橋，並能承載重量。
2. 橋梁設計限制：橋面不得設置斜撐等有妨礙實際通行的設計。

成品展示



請逐漸加載負重物，若達到預期的載重比時，即可停止加載。



過關條件

1. 橋梁的總長度至少 30 公分、高度至少 5 公分、橋面寬度至少 10 公分。
2. 成品至少能負重 30 公斤，且負重比（＝實際承重／橋重）至少需大於 400。

TIPS

1. 負重物相當沉重，在抬舉時請保持腰部挺直，並蹲下後再站起，以免受傷。
2. 測試時須與負重物保持安全距離（50 公分以上），並配戴護目鏡，以避免被重物壓傷，或被木條噴射到眼睛。

工具

手線鋸、砂紙、白膠（或木工膠）、鋼尺、筆。
負重物：寶特瓶水、槓片、砂子等。

材料

0.5×0.7×90cm 木條 4 支。



闖關任務 4-2-1



桁架橋負重挑戰賽

35

參考製作步驟

步驟

1

利用習作 4-2-1 第一~五步驟，提出桁架橋的設計構想。

4-2-1 桁架橋負重挑戰賽

姓名：_____，共 _____ 人

日期：_____

1 設定問題

請根據以下條件，設計本活動的規則：

- 1 橋梁的總長度至少 30 公分。 ☐ 是 ☐ 否
- 2 必須能至少負重 30 公斤。 ☐ 是 ☐ 否

請根據以下條件，列出本活動的材料或可能使用的工具：

- 1 木條。 ☐ 是 ☐ 否
- 2 瓦楞紙。 ☐ 是 ☐ 否
- 3 瓦楞板。 ☐ 是 ☐ 否
- 4 牙籤。 ☐ 是 ☐ 否
- 5 美工刀。 ☐ 是 ☐ 否
- 6 砂紙。 ☐ 是 ☐ 否
- 7 白膠。 ☐ 是 ☐ 否
- 8 熱熔膠槍。 ☐ 是 ☐ 否

請思考以下條件，是在設計與製作桁架橋時，可能遇到的問題：

- 1 桁架橋結構強度不夠，無法負重 30 公斤。 ☐ 是 ☐ 否
- 2 結構比較複雜，老師指定的木條數量不夠使用。 ☐ 是 ☐ 否
- 3 切斷木條時發現其膠合處沒有空隙。 ☐ 是 ☐ 否
- 4 其他（請列出可能遇到的問題）

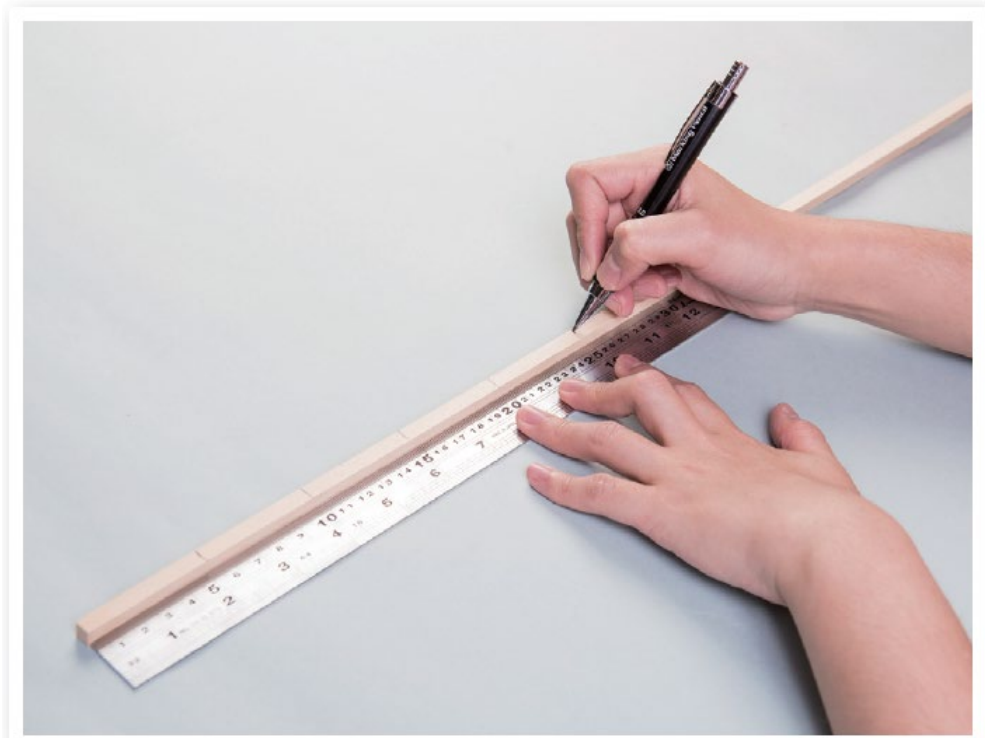


參考製作步驟

步驟

2

依照設計構想，在木條上做記號。





參考製作步驟

步驟

3

用手線鋸裁切。



20cm 2 支



5cm 6 支



10cm 12 支



8cm 4 支



30cm 2 支



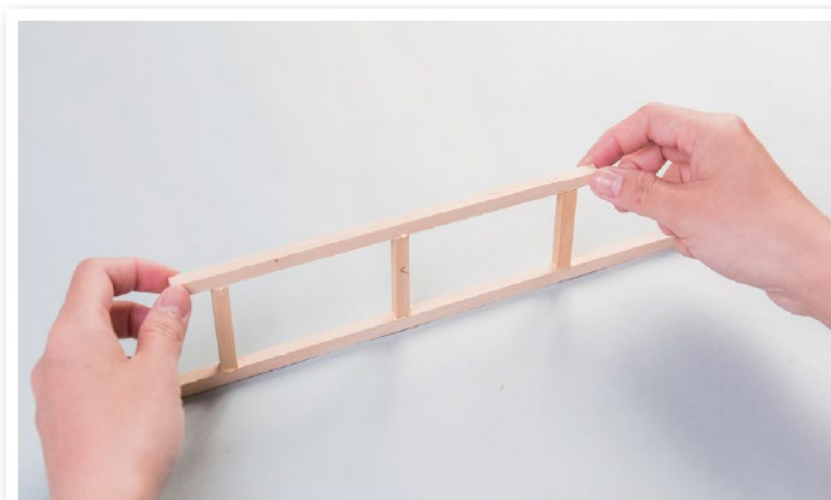


參考製作步驟

步驟

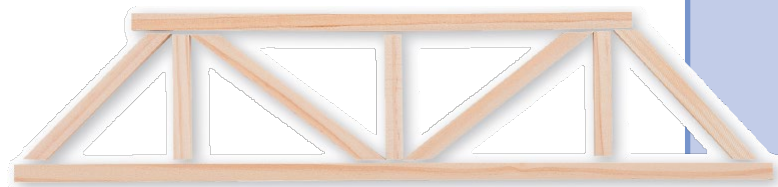
4

用白膠分別黏貼兩邊的結構。



TIPS

先黏梁柱。白膠比較慢乾，不要任意移動，以免歪斜造成結構不穩，建議可用膠帶加壓固定，待白膠乾後再拆掉膠帶。



TIPS

可以先將構想所需的木條排列好，再利用砂紙砂磨角度，以使其能黏貼密合。

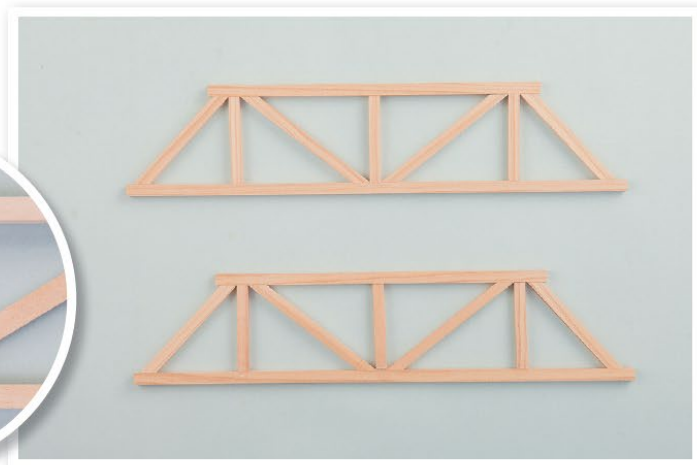
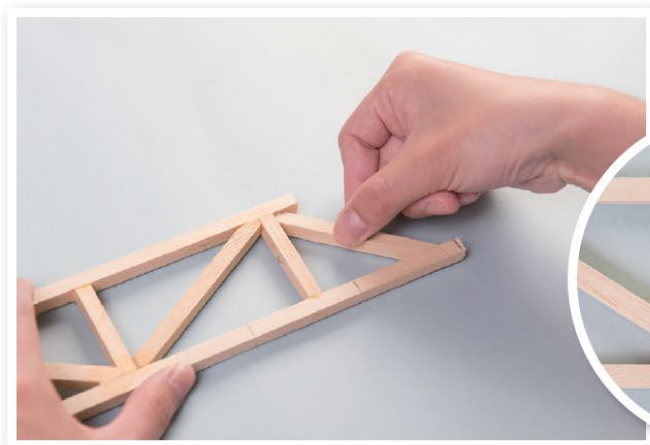


參考製作步驟

步驟

5

接著黏貼桿件。



TIPS

接合處盡量緊密貼合（需適當進行裁剪），上膠處不要欠膠，結構才會穩固。

TIPS

兩側桁架完成。



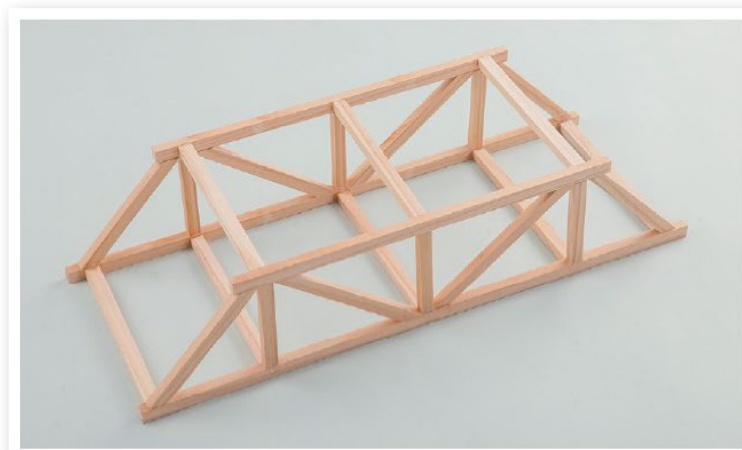
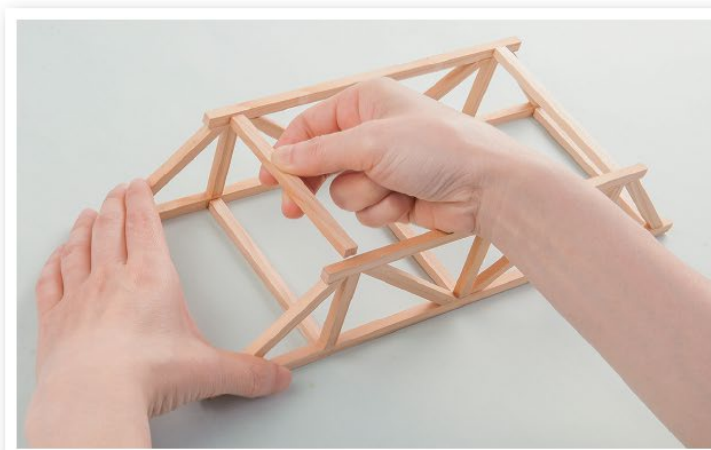


參考製作步驟

步驟

6

將兩側的桁架黏接即完成。



TIPS 中間的橫桿要與兩邊的桁架呈垂直。

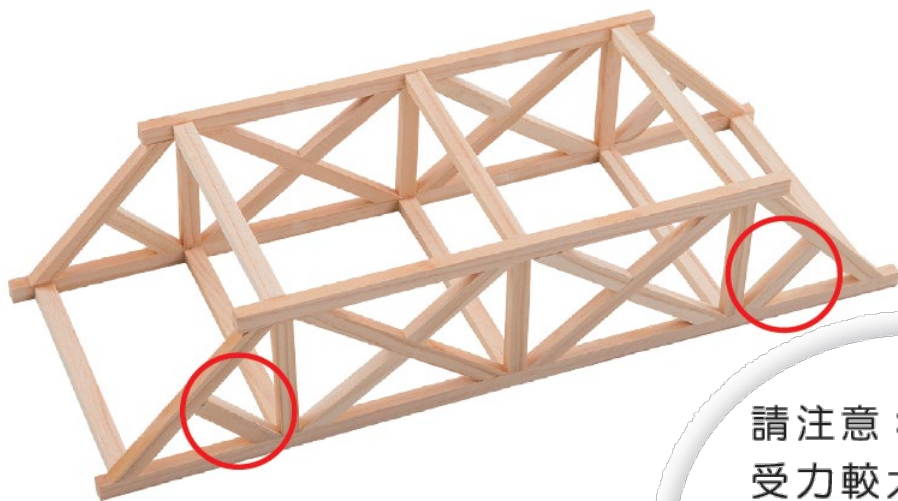


參考製作步驟

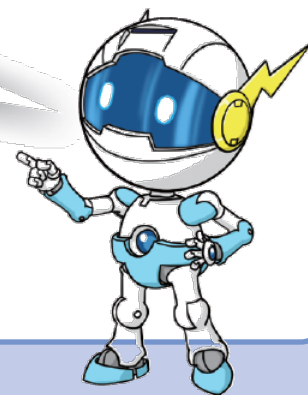
步驟

7

剩餘材料可進行結構加強設計。

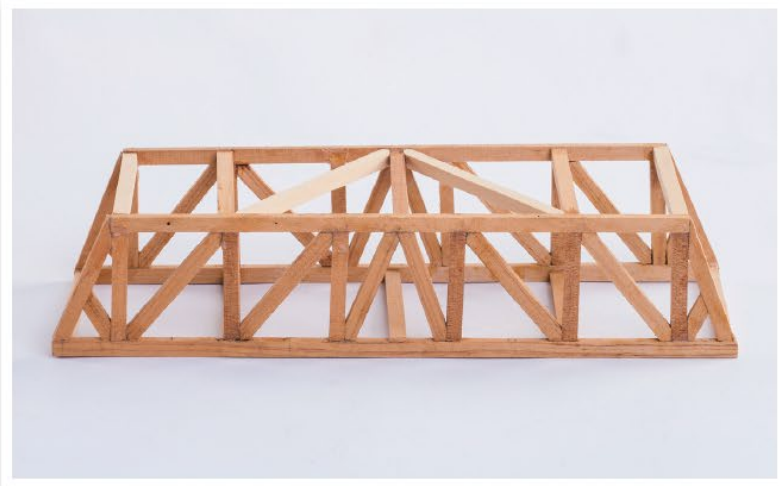
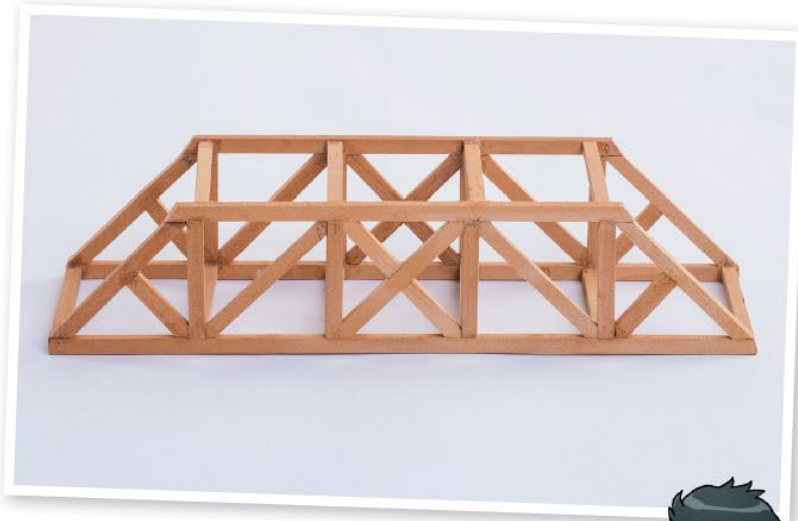
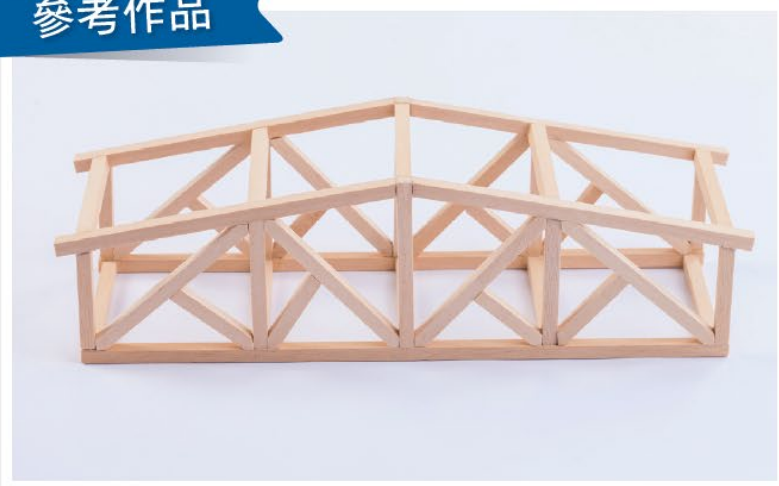


請注意：側邊桿件
受力較大，實際測
試時經常是斷裂處，
可特別加強此處的
結構穩固。





參考作品



不同結構設計的橋梁有其優缺點，可參考不同作品並思考如何改善設計。例如：上圖兩個橋梁的橋面負載主要仰賴膠合方式，與實際的橋梁設計略有差異，請思考如何改善。





評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
結構設計	能夠參考不同桁架橋形式設計橋梁結構。	能夠參考一種桁架橋形式以設計橋梁結構。	未能參考相關資料以設計橋梁結構。
加工精細度	鉛筆線有擦除，且邊緣貼合處平整。	邊緣貼合處平整，但有一部分殘膠、線段未擦除。	貼合處無法貼合，且有多處殘膠、線段未擦除，以及材料接合處有空隙。
負重比	能負重 30 公斤以上，且負重比在 600 以上。	能負重 30 公斤以上，且負重比在 400 ~ 600 之間。	未能負重 30 公斤。





評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
工具操作	能選用適切的工具，且依據安全操作要領進行操作，並能於使用後進行保養與收藏。	能選用適切工具，且依據安全操作要領進行操作，但在保養與收藏方面仍有小缺失待改善。	未能選用適切的工具，或未能依據安全操作要領進行操作。
科技態度	能展現主動積極的學習態度（做到習作科技態度自評表中的四項）。	能展現主動的學習態度（做到習作科技態度自評表中的三項）。	未能展現主動的學習態度（僅做到習作科技態度自評表中的二項以下）。





目的

探究位於臺灣的橋梁，依照外觀分辨其橋梁的種類，並試著去了解它。

任務說明

1. 找一座在臺灣的橋梁，並貼上照片觀察它的外觀，分辨它屬於哪一種類的橋梁。
2. 上網搜尋它的建造背景、目的、特色及地點、橋長等資訊。
3. 能用文字及口頭介紹此橋梁。

過關條件

能將資訊蒐集完整，並彙整成一篇報告。

設備材料

電腦與網路、海報紙 1 張、彩色筆等繪圖工具。





評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
資料蒐集	能搜尋兩種以上的橋梁資訊，且內容完整、正確。	能蒐集到一種橋梁的資訊，且內容完整、正確。	未能蒐集到一種橋梁的完整資訊。
資料分析	能準確分辨橋梁的種類，並說明此橋梁的特色。	能分辨橋梁的種類。	未能分辨橋梁的種類。
成果報告	能將資料彙整成一篇報告，且報告的方式活潑有創意，內容豐富。	能將資料彙整成一篇報告，且能陳述資料重點內容，口語表達可理解。	未能將資料彙整成一篇報告，且報告過程沉悶，內容表達不清楚或有錯誤。





成品展示

橋梁大探索：中橫 長春橋



長春橋於民國 47 年完成，過去為美援時期，鋼材由法國協助建造，因此上面鋼材有些還貼有艾菲爾鐵塔的標籤。由於舊橋歷經歲月而鏽蝕，故於 2014 年重建。新建的長春橋長 60.7 公尺，寬 3.7 公尺，單向車道外，加設人行步道，是進入長春祠的必經要道。由於材料為鋼材，因此以桁架橋的形式建造，為許多常前往中橫旅遊民衆的共同回憶。

1. 桁架橋的一種，
2. 位於中橫，
3. 全長 60.7 公尺，寬 3.7 公尺。
4. 材料多為法國所供應，故上面還有艾菲爾鐵塔的標籤。

長春橋。

