

四、本教材資訊科技篇的特色如下：

- (一) 章節結構嚴謹，能充分反映國中資訊科技課程綱要的學習重點。
- (二) 重視運算思維歷程，培養學生能面對問題、提出問題、分析問題、並解決問題的能力。
- (三) 圖文並茂讓課本內容生動活潑，能吸引學生注意並引起學習興趣。
- (四) 簡明扼要，以保留資訊科技發展快速之內容的適時性。
- (五) 強調實/操作，除可避免傳統記誦教學外，也可減輕學生學習的負擔，同時可提升學生的學習動機，維持學習的興趣。
- (六) 具有彈性，所有硬體及軟體未明確指定設備或環境，此種考慮也是為了增加適時性，選擇教學當時最適當的教學及學習環境。
- (七) 強調合作與共創學習，以培養學生團隊合作的態度與精神。
- (八) 視學習成果，主要考慮維持學生的學習動機與學習成就。
- (九) 配合學生之認知能力發展，個人的生活及學習經驗，使學生在課堂中能愉快且自然地學習資訊科技之基本能力及技能。

五、本教材期望能夠讓教師在授課時，能夠有豐富的參考資源，依據自己的教學需求，選用適切的活動或內容以進行教學。此外，學生也能夠把本教材當作是一本最棒的工具書，當遇到日常生活中的相關問題時，可以隨時拿出來查詢，以協助他們解決問題。

六、本教材如有未盡周詳之處，敬請各校教師隨時提供意見，以供修訂時之參考，不勝感激。

阿顯

星兒

拜特

波波

吉嘎

資訊科技



努力、勇於挑戰。



溫柔、善解人意。



熱心、大家的資訊站。



穩重、憨厚又樂於助人。



聽話、喜歡跟著星兒。

第二冊

目次

國民中學

科技

壹 生活科技

為了教導各位同學能夠設計與製作一個機構玩具，本書主要請大家一起團隊合作進行闖關活動，希望在經過七年級的生活科技課程學習之後，能夠協助大家設計與製作出一個科技玩具。

想要設計與製作出一個科技玩具，必須具備做、用、想的能力，為了按部就班的引導大家學習以具備這些能力，七年級主要設計六個關卡。

相信大家已經準備好且迫不及待的想開始學習了！請大家一起來**做、用、想**，設計與製作屬於自己的科技產品。

關卡 認識結構與機構的原理與應用。

4 結構與機構 4

挑戰1	結構與生活	6
闖關任務	紙拖鞋結構設計	16
闖關任務	結構塔挑戰	20
挑戰2	常見結構的種類與應用	24
闖關任務	桁架橋負重挑戰賽	34
闖關任務	橋梁大探索	38
挑戰3	機械與生活	40
闖關任務	機械產品大解密	47
挑戰4	簡單機械與機械運動的類型	49
闖關任務	遊樂園工程師大挑戰	55
挑戰5	常見機構的種類與應用	57
闖關任務	創意可動卡片製作	63

以機構玩具為主題，並學習應用前述習得的知能，設計與製作一個機構玩具。

5 製作一個創意機構玩具 66

1 任務緣起與說明	5 選擇機構種類
2 得分祕笈	6 選擇材料與設計
3 主題發想與蒐集資料	7 製作、測試與改良
4 繪製設計草圖	8 成果發表

介紹機械、建築和社會的關係，思考科技產品對社會帶來的貢獻與影響，以及介紹

關卡 科技達人和相關職業。

6 機械、建築與社會 98

挑戰1	機械與社會的關係	100
闖關任務	科技族譜大探索	114
挑戰2	建築與社會的關係	116
闖關任務	求職博覽會	128
闖關任務	科技達人追追追	130
生活科技相關競賽介紹		132

使用說明



做一做

自己動手操作與觀察，培養「做」的能力。



用一用

查詢相關資料或報告分享，學習使「用」科技產品。



想一想

用腦力激盪設計與批判科技，培養「想」的能力。



補給站

課程內容的延伸補充，增強知識的深度與廣度。

闖關任務

依條件進行闖關，透過做、用、想解決問題，並分享成品。



資訊科技 貳

第4章 資料保護與資訊安全

- 4-1 個人資料的定義
- 4-2 個人資料的保護措施
- 4-3 資訊安全與防範措施

第5章 基礎程式設計 (2)

- 5-1 Scratch 程式設計 — 遊戲篇
- 5-2 Scratch 程式設計 — 模擬篇

第6章 數位著作合理使用原則

- 6-1 數位著作的意義
- 6-2 著作合理使用的判斷
- 6-3 著作利用的其他建議

附錄

生科圖片來源	223
資訊圖片來源	
資訊中英文對照	
資訊條文參考	
第6章補充資料	
資訊 Scratch 補充資源手冊	
附件 1 生科三角格紙	272
附件 2 生科方格紙	274
附件 3 生科桁架結構	276
附件 4 生科凸輪機構	278
附件 5 生科曲柄機構	281

使用說明

小知識

課程內容的延伸補充，增強知識的深度與廣度。

小提示

針對陌生、易產生迷思的概念，進行補充及說明。

分析

有系統的歸納重要觀念、運算、程式…等。

範例

活用課文中提到的概念去延伸學習。

問題拆解

將範例問題做步驟式提問，引導學生思考。

關卡 4

結構與機構

在日常生活中，隨處可見許多運用巧思而設計出的科技產品，在設計的過程中，結構的設計提供穩固的構造及具功能性的外型；機構的設計則提供可動的構造以產生特定功能的運動。藉由學習各種結構與機構的概念，你也可以嘗試發明屬於自己的創意產品喔！

以前學過

- 關卡 1 生活科技導論
關卡 3 設計與製作的基礎

以後要學

- 關卡 5 製作一個創意機構玩具
關卡 6 機械、建築與社會

現在要學

挑戰 1

結構與生活

- ① 認識結構與生活的關係
- ② 建築物受力的形式

- 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

椅子、建築、橋梁

- 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

- ① 認識機械與運作系統
- ② 機械、產業與生活

- 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

- ① 認識簡單機械
- ② 機械運動的類型

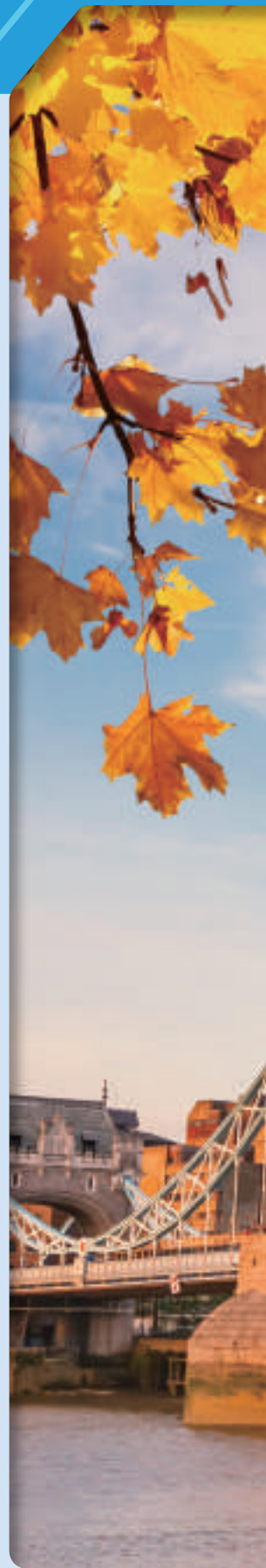
- 闖關任務 遊樂園工程師大挑戰

挑戰 5

常見機構的種類與應用

凸輪、連桿、曲柄、撓性傳動、齒輪機構

- 闖關任務 創意可動卡片製作





挑戰 1

結構與生活



學習重點

日常生活中有哪些結構的例子呢？結構有什麼樣的功能呢？

1. 了解結構的原理與功能。
2. 了解力的種類與應用。



1 認識結構

在生活科技中所指的「結構」，主要指人造物內部的連結與架構，例如：房屋結構、橋梁結構與機械結構等。人造物結構的主要元素包含：**支承**、**構件**和**節點**（圖 4-1），結構主要的特點為：

- (1)必須能抵抗力量。
- (2)在使用期間不能塌陷或傾倒。
- (3)必須把每個構件安裝在正確的位置上。

支承

將力量分散或緩衝後傳遞到各處。

構件

結構的基本要素，例如：梁、柱等。

節點

將兩個以上的固定體連結起來的構件。

日常生活中還有什麼物品也符合結構的三項特點呢？

▲圖 4-1 人造物結構的主要元素。

在我們的日常生活中，大至摩天大樓、橋梁、水壩等，小至電器、嬰兒床、酒瓶架等，都具有結構的設計，才能確保我們在使用時的穩固與安全（圖 4-2）。

嬰兒床必須能夠支撐嬰兒的重量，同時承受嬰兒的活動力。



酒瓶架將酒瓶穩固安置在適當位置，防止彼此碰撞。



▲圖 4-2 生活中的結構設計。

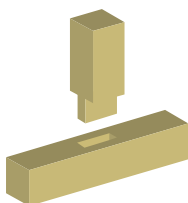


補給站

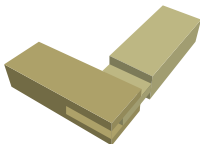
榫接

在一材料的側面鑿孔做榫眼（榫孔），另一材料的末端作凸榫（榫頭），將兩塊材料接合在一起，稱為榫接。常見的榫接分類有：

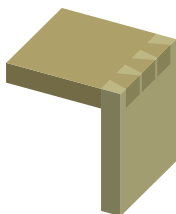
平榫



三缺榫



鳩尾榫



2

結構與生活的關係

建築物本身在考量外觀設計的美學時，同時也要兼顧建築內部結構的設計，才能讓人們安全地居住。而建築物內的生活用品，例如：桌椅、櫥櫃等，在滿足功能的同時，也要符合結構的特點與元素，才能讓人們安全且方便地使用。以下以最基本款的桌子來說明（圖 4-3）。

桌子主要可區分為：桌面、桌腳、連接桌腳的橫桿、抽屜底板、抽屜側板等五個主要結構。「桌面」符合「支承」的定義，可將放在桌面上的物品重量平均分散到底下的基礎結構；「桌腳」、「橫桿」等符合「構件」的定義，是組成桌子不可或缺的重要元素；而連接「桌腳」和「抽屜側板」或「桌腳」與「桌面」等榫接結構，就是所謂的「節點」。桌子的設計除了考慮結構的穩固性之外，也會配合使用者的條件或需求做尺寸上的調整。

▼圖 4-3 桌子的結構。



其他不同功能的桌子（例如：餐桌、摺疊桌、電腦桌等）也須符合上述結構元素及特點，才能讓使用者安全地使用，並穩固的支撐桌面物品。以下分享一些創意的家具範例，讓大家了解好的家具除了外觀新穎、滿足使用者需求、符合人因工程設計之外，也要兼顧結構的設計（圖 4-4）。

▼圖 4-4 各種創意的家具。

特殊造型的書架，不僅實用更富有創意。



設計簡約的桌椅，讓空間變得不擁擠。



這張椅子就像「搖籃」！這樣的包覆感會讓人小憩時感到無比安心。



雖然只有椅面與椅背兩個結構，但有半弧面作椅腳，相當穩固。



3 建築物受力的形式

臺灣處於地震帶上，經常會發生各種規模的地震，若建築結構不夠穩固，就可能造成房屋傾倒、梁柱斷裂，或牆壁產生裂痕等損壞。在夏、秋兩季，也常常會有颱風來襲，伴隨土石流等災害，不僅損毀居民家園與生命，更破壞臺灣的山林景緻（圖 4-5）。

房屋、道路及橋梁等建築物，除了需承受前述的自然外力，還必須承受兩種不同的載重：

靜載重 主要指建築物本身各部位的重量，以及固定於建築物構造上各種物件的重量，例如：牆壁、隔牆、梁柱、樓板及屋頂等。

活載重 指垂直載重中，不屬於靜載重者，例如：室內家具、設備、儲藏物、活動隔間，甚至是生活於其中的人都屬於活載重。



民國 98 年臺東的金帥飯店因莫拉克颱風破壞建築基礎而倒塌。



民國 105 年高雄美濃地震造成結構較差的房屋倒塌。



民國 105 年高雄美濃地震造成臺南關廟慈惠堂倒塌。



民國 107 年花蓮地震破壞建築物一樓結構柱，使得建物嚴重傾斜。



▲圖 4-5 自然災害造成建物的損壞。



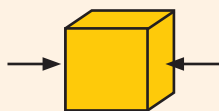
應力的種類

當材料受外力作用時，內部產生抵抗的內力，其單位面積所受的內力，即為應力（stress）。

為了符合居住與使用的需求，各種建築物在設計時，都需仔細計算內部應力與結構間的關係（圖 4-6），以提升結構的安全性。

壓力

受力圖示



物體受到相對方向的外力擠壓時，使物體本身受擠壓。

實例



建築物中的柱子，容易因為壓力影響，而導致變形扭曲，甚至斷裂。

拉力

受力圖示



物體受到相對方向的外力拉扯時，使物體本身受拉扯。

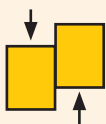
實例



建築物受到外力拉扯而變形。

剪力

受力圖示



物體受到不同方向的外力時，使物體產生形變或滑動。

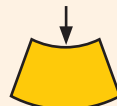
實例



受到地震水平向剪力破壞，使得建築物倒塌。

彎矩

受力圖示



物體受到一個來自上方或下方的外力時，使物體向兩端彎曲。

實例



建築物中的混凝土梁，受到上方外力產生彎矩，導致梁下方裂開。

扭力

受力圖示



就像用扭轉的方式，將毛巾擰乾所施的力。

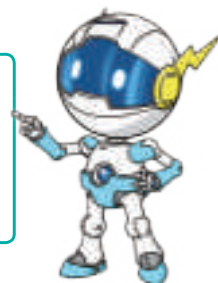
實例



活動扳手。

做一做

準備一塊海綿或菜瓜布，實際操作五種應力，觀察並感受其形變與抵抗的內力。



▲圖 4-6 應力的種類。

4 應力與結構

一個複雜的結構體，通常同時承受著多種應力影響。在此以桁架橋為例，說明結構體內部所承受的各种應力。桁架橋是橋梁的一種，基本結構可以分成梁（橫向）、柱（直向）、桿（斜向）、桁架（三角形）四個部分（圖 4-7），桁架中每一構件均為「只承受壓力及拉力」之構件，因此又稱為二力構件。

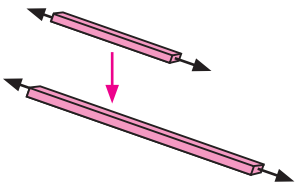
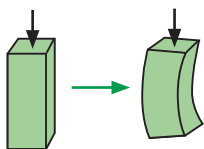
桿

AB 桿件承受壓力。

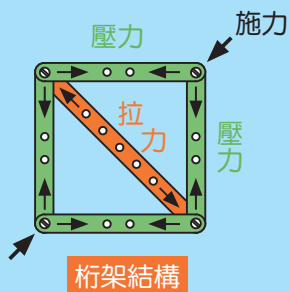
梁

車子行經橋面時，形成一股向下的力量，使橋面向兩端彎曲，也就是所謂的彎矩。

桿、梁、柱的受力圖示

桿	梁	柱
 承受同方向的壓力或拉力	 承受彎矩	 承受壓力與彎矩

想想看，為什麼桁架多為三角形呢？若要用數個桿件組成一個穩固的結構，大多數人直覺會排成方形結構，但實際操作後會發現，方形結構四個端點皆可任意移動，所以，並不是最穩固的結構。只要在方形結構的兩個對角之間加一個桿件，形成三角形結構，即是所謂的桁架。



TIPS 當 2 個黑色箭頭外力作用於此桁架時，綠色桿件承受壓力、中間橙色桿件承受拉力，桁架結構內之壓力與拉力形成平衡。



桁架

由二個斜向的桿及一個梁組成的三角形結構，即為穩固的桁架結構。

柱

車子行經橋面時，形成一股向下的力量，透過梁往下傳遞到柱，而柱所承受的是往下的壓力。

▲圖 4-7 桁架橋的基本結構示意圖。

做一做

請拿出附件 3 的卡紙，完成一個方形結構，試著推推看，觀察四個端點是否完全穩固？接著再取一片紙板加在原本的方形結構上，試著推推看，觀察效果和原來的方形結構有什麼不同？

TIPS 本活動中的紙板，教師可配合教學斟酌使用，或以市售的冰棒棍材料取代。



桁架具有結構強度高、施工方便且重量輕等特點，目前已被廣泛應用在橋梁、車站、體育館等建築（圖 4-8 ～ 4-10）。日常生活中，從腳踏車、建築鷹架、木造的屋頂或是高壓電塔，也可見到桁架的各式應用（圖 4-11 ～ 4-14）。



想一想

除了課本的這些例子之外，
你還可以舉出哪些桁架的應用嗎？



▲ 圖 4-8 許多車站的屋頂以桁架為主要結構（圖為捷運北投站）。



▲ 圖 4-9 桁架結構已廣泛使用於體育館等大型建築。



▲ 圖 4-10 雲林縣西螺大橋為典型的桁架橋。



▲圖 4-11 腳踏車架是最簡易的桁架應用。



▲圖 4-12 建築工地中常可見到桁架的應用。



▲圖 4-13 木造屋頂的桁架為主要的承重結構。



▲圖 4-14 高壓電塔以桁架結構建造而成。



塔式起重機也是
由桁架構成。



闖關任務 4-1-1



紙拖鞋結構設計

示範
影片
連結



同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 2~6 頁

目的

了解結構的原理，並應用於拖鞋鞋底的設計與製作上。

任務說明

運用紙張、黏著用具等材料，製作一雙紙拖鞋，使紙拖鞋能支撐自己的重量。

過關條件

- (1) 鞋底只能用紙製作，鞋底高度必須大於 2.5 公分。
- (2) 能穿著自己製作的紙拖鞋，繞行教室一圈。
- (3) 鞋面創意裝飾部分可運用任意材料。

工具

白膠、鉛筆、鋼尺、美工刀、剪刀、奇異筆或彩色筆。

材料

白色西卡紙 400 磅 A3 大小 2 張、瓦楞紙 A4 大小 2 張。

TIPS 另可使用手邊易取得的材料進行創意設計，例如：紙箱、厚紙板、用完的衛生紙捲筒等。

成品展示



參考製作步驟

步驟

1 利用習作 4-1-1 第一～五步驟，提出紙拖鞋的設計構想。



步驟

2 用鉛筆描繪出自己左右腳的腳底板形狀後剪下。



TIPS 考量到西卡紙的厚度，鞋面要比鞋底略大一些。

步驟

3 取鞋底以每隔 4 公分為距離，畫上橫線記號，接著在長方形內設計三角形。



TIPS (1) 三角形越多，整體結構越穩固。
(2) 畫線的同時，可標註長度，以節省時間。

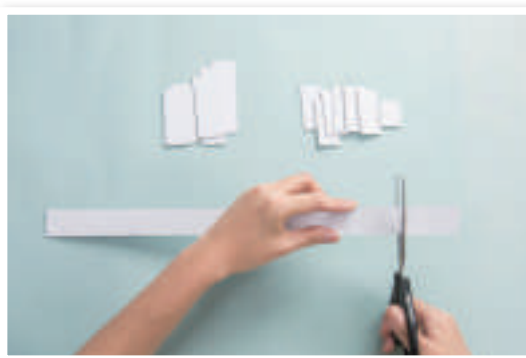
步驟

4 將剩下的紙板剪成數條寬 2.5 公分的長條。



步驟

5 將長條分別剪成鞋底所標註的長度。



步驟

6

用白膠將三角形邊的長條垂直黏貼於鞋底上繪製的三角形。



TIPS 黏貼時要適時剪裁露出鞋底的長條，每個接合的邊都要確實上膠，才可以穩固結構。

步驟

7

用寬 2.5 公分的長條在鞋底周圍環繞一圈，並用白膠黏牢。



TIPS 周圍黏貼時，盡量靠攏密合。

步驟

8

用白膠塗滿三角形結構與周圍，再蓋上鞋面黏牢。



步驟

9

取彩色瓦楞紙，並將腳放在鞋面上做鞋耳長度測量後剪下，黏貼於兩側。



步驟

10

依照個人喜好加上裝飾，即完成紙拖鞋。



參考作品



評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
結構設計	能穿著拖鞋繞教室一圈以上，並有特殊的鞋底結構設計。	能穿著紙拖鞋繞教室一圈。	無法穿著紙拖鞋繞教室一圈。
材料選用	選用紙類與其他材質來製作紙拖鞋與裝飾鞋面外觀（鞋底還是只能用紙類）。	妥善選用紙類製作整雙紙拖鞋。	未能選用紙類材料製作紙拖鞋。
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。
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）。

闖關任務 4-1-2



結構塔挑戰

示範
影片
連結



同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 7~11 頁

目的

了解如何設計穩固的建築結構，
及如何活用桁架概念於實際建築
結構的設計與製作上。

任務說明

利用木條搭建結構塔，並能承載
重量。

過關條件

- (1) 利用 $0.5 \times 0.5 \times 90\text{cm}$ 木條 3 支建造結構塔，塔高需高於 25 公分，至少要有兩層樓，且塔重需低於 100 公克。
- (2) 成品須能承載至少 10 本科技課本，負重比（課本重 / 塔重）越高者獲勝！

工具

手線鋸、熱熔膠槍（白膠）、鋼尺、筆。

材料

$0.5 \times 0.5 \times 90\text{cm}$ 木條 3 支。

TIPS 教師可視教學情況，以類似尺寸、數量之竹筷代替。

成品展示



參考製作步驟

步驟

1 利用習作 4-1-2 第一～五步驟，提出結構塔的設計構想。



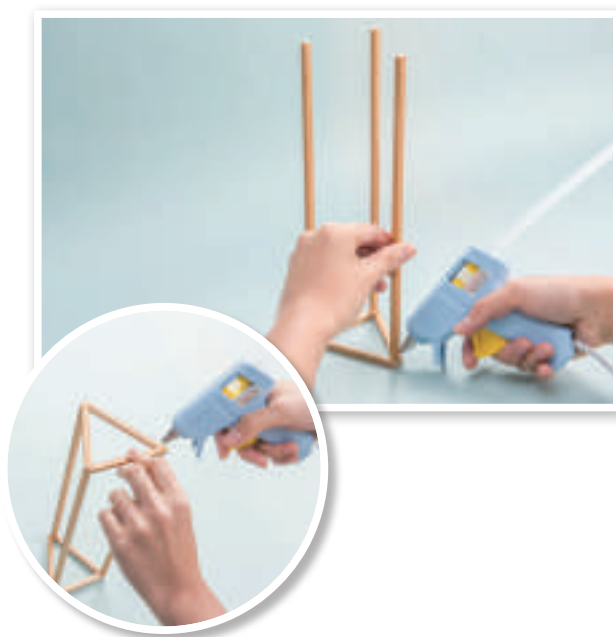
步驟

2 依設計的構想用手線鋸將材料切成 9 支 7 公分、3 支 24 公分的木條，分別為結構塔上、中、下層的三角形，與塔身的三邊支撐架。



步驟

3 用熱熔膠先黏底部的三角形，再於三個頂點黏上支撐架，最後黏上頂部的三角形。



步驟

4 大約在塔身長一半之處，黏上中間的三角形。



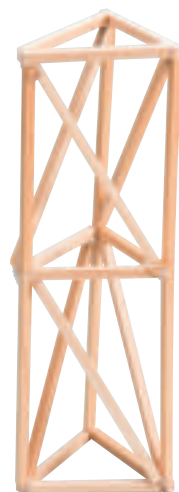
步驟

5

測量塔身長方形內的對角線，剪裁並黏貼支撐架。



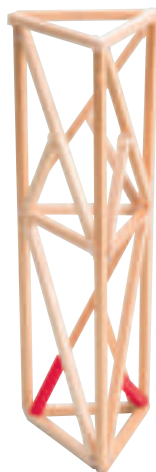
TIPS 下層的對角線為 13.5 公分，
上層的對角線為 13.9 公分。



步驟

6

將剩餘材料剪裁，並黏貼對角線內的支撐架，形成三角形桁架結構。

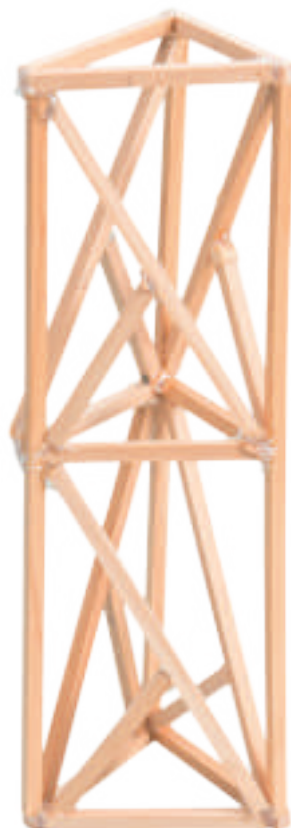


TIPS 支撐架可依剩餘材料狀況，
設計與調整木條長度。三角
形越多，結構越穩固。

步驟

7

完成後測試結構塔強度，能承載 10 本課本
即闖關成功！



設計結構塔與黏
貼時，必須考量
到材料的厚度！



參考作品

其他材料
參考作品

評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
結構設計	能應用課堂所學的桁架結構於結構塔設計中，在製作時有控制木條數量及熱熔膠量。	能應用課堂所學的桁架結構於結構塔設計中。	結構設計不良（忽略桁架，只設計方型結構），導致耐重度低。
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 10 本課本以上，且塔重小於 100 公克。	能負重 10 本課本以上，但塔重大於 100 公克。	未能負重 10 本課本。
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）。

挑戰 2

常見結構的種類與應用



學習重點

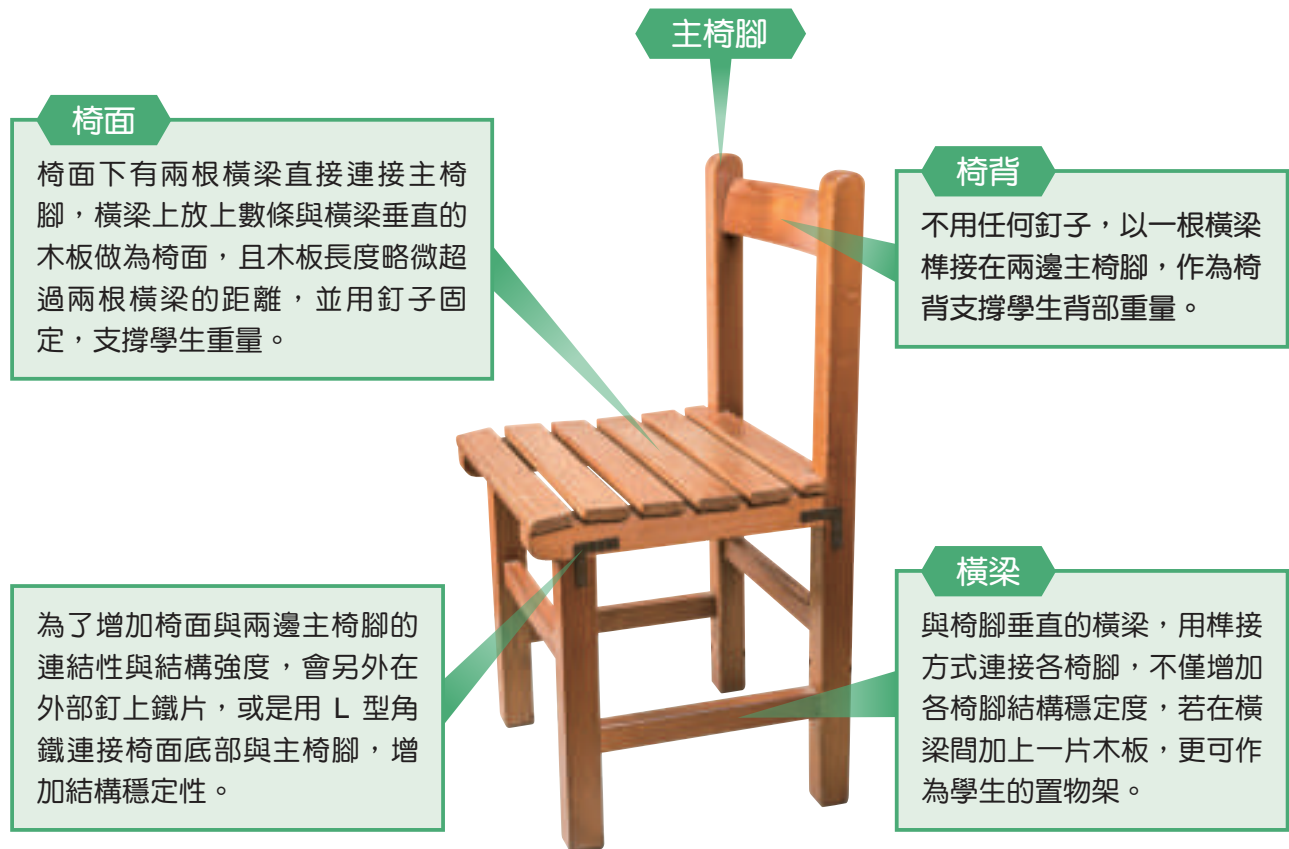
1. 了解椅子的結構。
2. 了解建築結構與材料。
3. 了解橋梁的結構與類型。



你住在哪種建築物裡呢？
房屋裡有哪些結構呢？

1 椅子

每天生活都會用到的椅子，外型千奇百怪、豐富有創意，由於主要是供人使用，因此設計師在設計椅子時還是會考量結構的穩固性，並參考使用者的需求調整設計。以下以學生每天都會使用的教室木椅作為範例，說明椅子的結構及設計的理念（圖 4-15）。



▲圖 4-15 教室木椅。

想一想

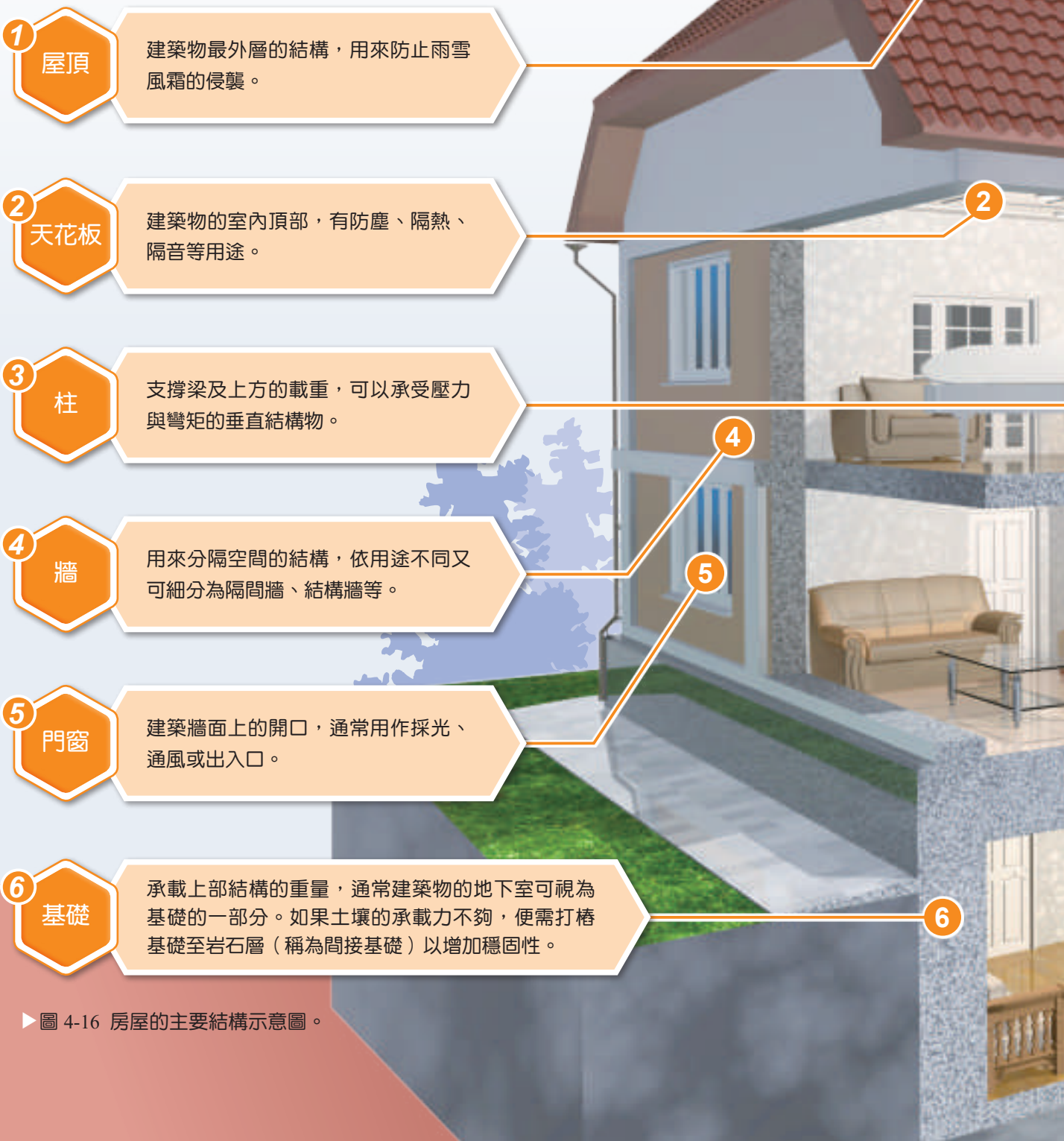
請思考一下你在學校所坐的椅子穩固嗎？哪一處的結構最常故障呢？

2 建築

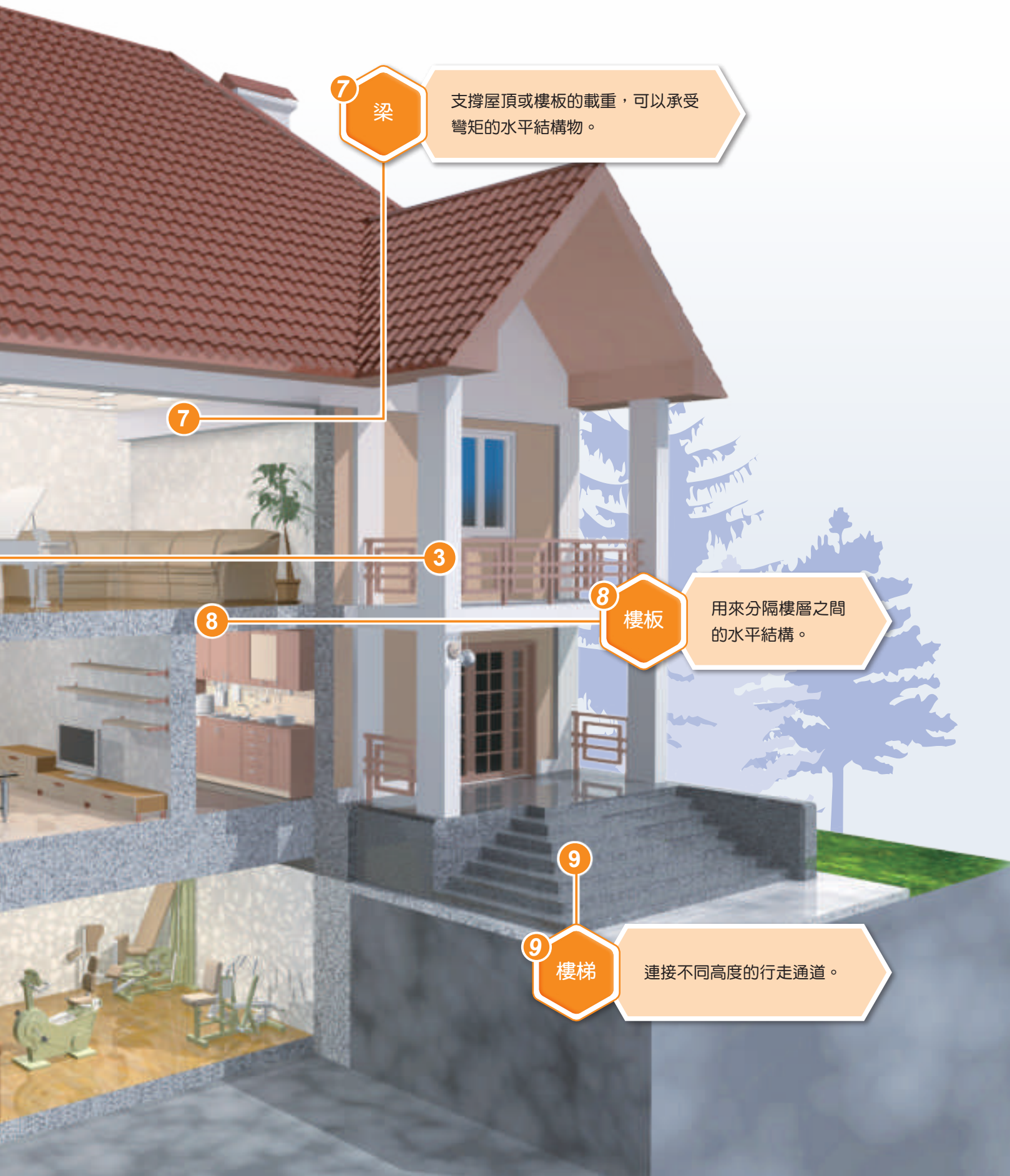
建築結構

建築結構最常見的應用即是我們每個人的家（圖 4-16）。

其主要結構包括如下：



►圖 4-16 房屋的主要結構示意圖。



7

梁

支撐屋頂或樓板的載重，可以承受彎矩的水平結構物。

7

3

8

8

樓板

用來分隔樓層之間的水平結構。

9

9

樓梯

連接不同高度的行走通道。



常見的建築 結構材料

○ 木結構

建築物的牆、梁、柱、樓板等主要結構皆用木材組成（圖 4-17）。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。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



▲圖 4-17

磚石構造房屋



▲圖 4-18

○ 磚石結構

建築物的基礎、牆、柱等承重主體以磚石構成（圖 4-18）。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。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。

○ 鋼筋混凝土結構

（Reinforced Concrete，簡稱 RC）

以鋼筋加上混凝土興建，是臺灣最常用的建築結構（圖 4-19），施工難度較低，在地震來臨時感受到的晃動程度也較低。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



▲圖 4-19

○ 鋼骨結構

（Steel Structure，簡稱 SS；或 Steel Construction，簡稱 SC）

以鋼骨做為主要梁柱建材施工的結構（圖 4-20），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。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



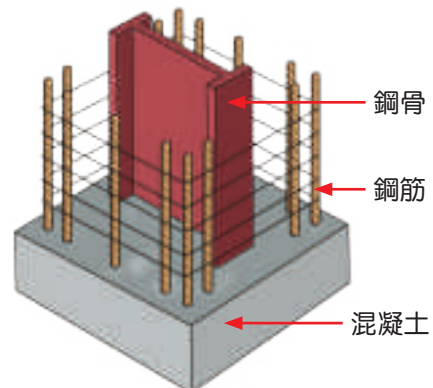
▲ 圖 4-20

○ 鋼骨鋼筋混凝土結構

（Steel Reinforced Concrete，簡稱 SRC）

結合 RC 與 SC 兩種特性的結構方式（圖 4-21），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，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。

鋼骨鋼筋混凝土建築



▲ 圖 4-21

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 可回收性較差	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（圖 4-22）可分為：



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。

○ 上部結構：

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。上部結構可將橋的重量傳給下部結構。

○ 下部結構：

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





興建一座橋梁時，除了選擇結構形式以外，還需考量許多相關條件，例如：經費、材料、當地天然資源、大自然環境及施工期限，這些考量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。

▼圖 4-22 橋梁結構示意圖。





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（圖 4-23）。



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）。



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。



臺灣臺東縣三仙台跨海拱橋。

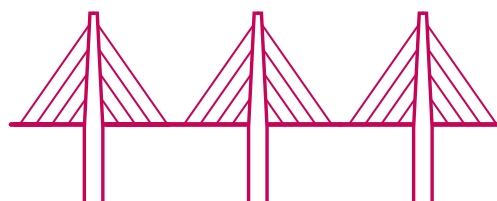


懸索橋：吊橋

主要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。懸索橋可又分為吊橋及斜張橋。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)。



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。



希臘里翁安提里翁大橋
(Rion-Antirion Bridge)。

闖關任務 4-2-1



桁架橋負重挑戰賽

示範
影片
連結



同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 12~16 頁

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。

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。

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。



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。



步驟

2

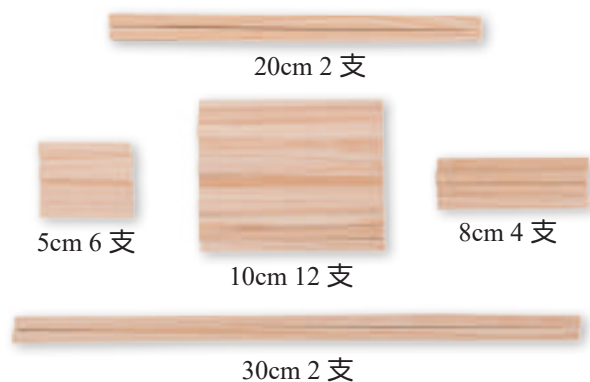
依照設計構想，在木條上做記號。



步驟

3

用手線鋸裁切。



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。

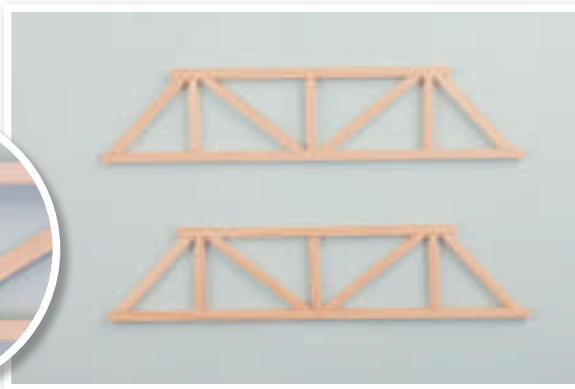
步驟

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。

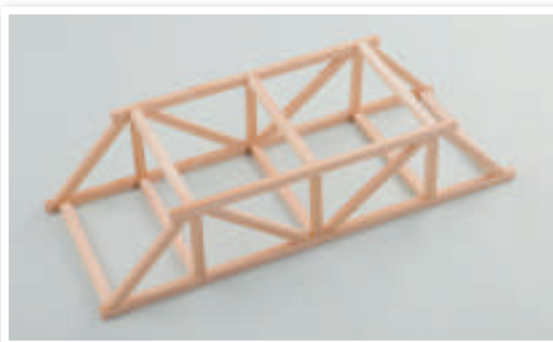
步驟

6

將兩側的桁架黏接即完成。



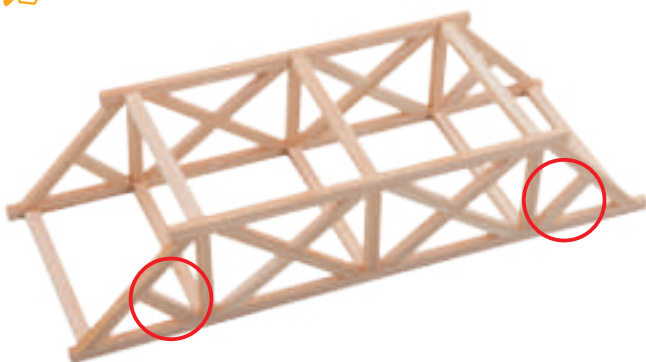
TIPS 中間的橫桿要與兩邊的桁架呈垂直。



步驟

7

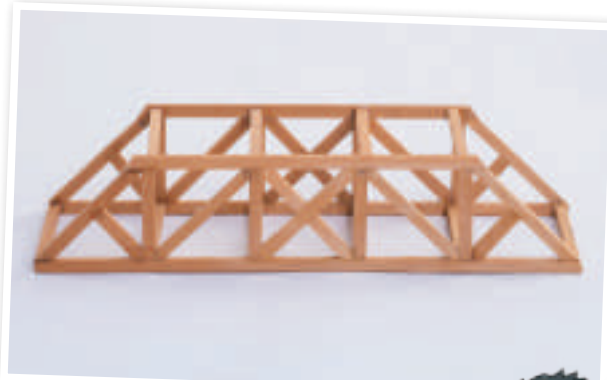
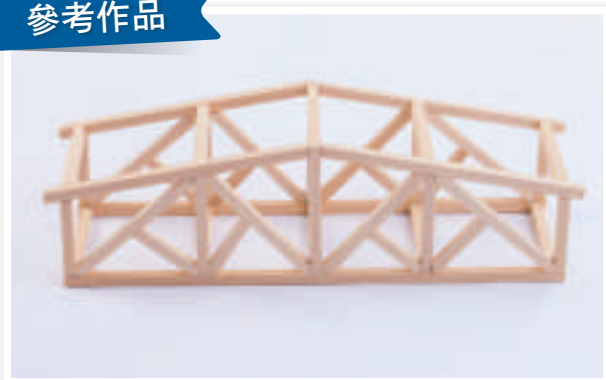
剩餘材料可進行結構加強設計。



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。
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。	能選用適切的工具，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）。	能展現主動積極的學習態度（做到習作科技態度自評表中的四項）。	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）。

闖關任務

4-2-2



橋梁大探索

同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 17、18 頁

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。

設備條件

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

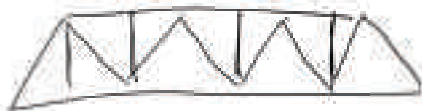
橋梁大探索：中橫 長春橋



長春橋於民國 47 年完成，過去為美援時期，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. 材料多為法國所提供，故上面還有艾菲爾鐵塔的標記。

長春橋



挑戰 3

機械與生活

現在的生活已經和機械密不可分。

是嗎？

你可以試試看一整天都不使用機械產品啊！

走路吧～腳踏車也算機械產品唷！

喔～



1 2
3 4

電梯也是機械產品，我先上樓，你慢慢爬。

要爬 13 層欸！



門鎖也是機械喔！

好啦！我投降了～～～



學習重點



如果有機會的話，你會發明一臺什麼樣的機械呢？

1. 了解機械的特性。
2. 認識機械組成之三大要素：機件、機構、機架。
3. 認識機械對於工業發展及日常生活的重要性。

1 認識機械

人類自石器時代開始，就懂得製造工具與簡單的機械作為生活的輔具，達到增加力量、提升速度、節省時間和減輕勞力等目的。時至今日，機械的功能與效率不斷精進，成為科技文明的推手（圖 4-24）。

在生活科技教室中，我們也能看到許多不同類型的機械，例如：線鋸機、鑽床、砂帶機，以及 3D 列印機等。我們可以運用線鋸機快速的鋸切木頭、運用鑽床鑽出各種大小的孔洞，或是運用砂帶機打磨材料的形狀，也可以透過電腦繪製設計圖以後，再運用 3D 列印機進行輸出。



結合油壓裝置的千斤頂，可以讓我們用較小的力量舉起極重的物體。



線鋸機可以代替手線鋸，快速地鋸切木頭。



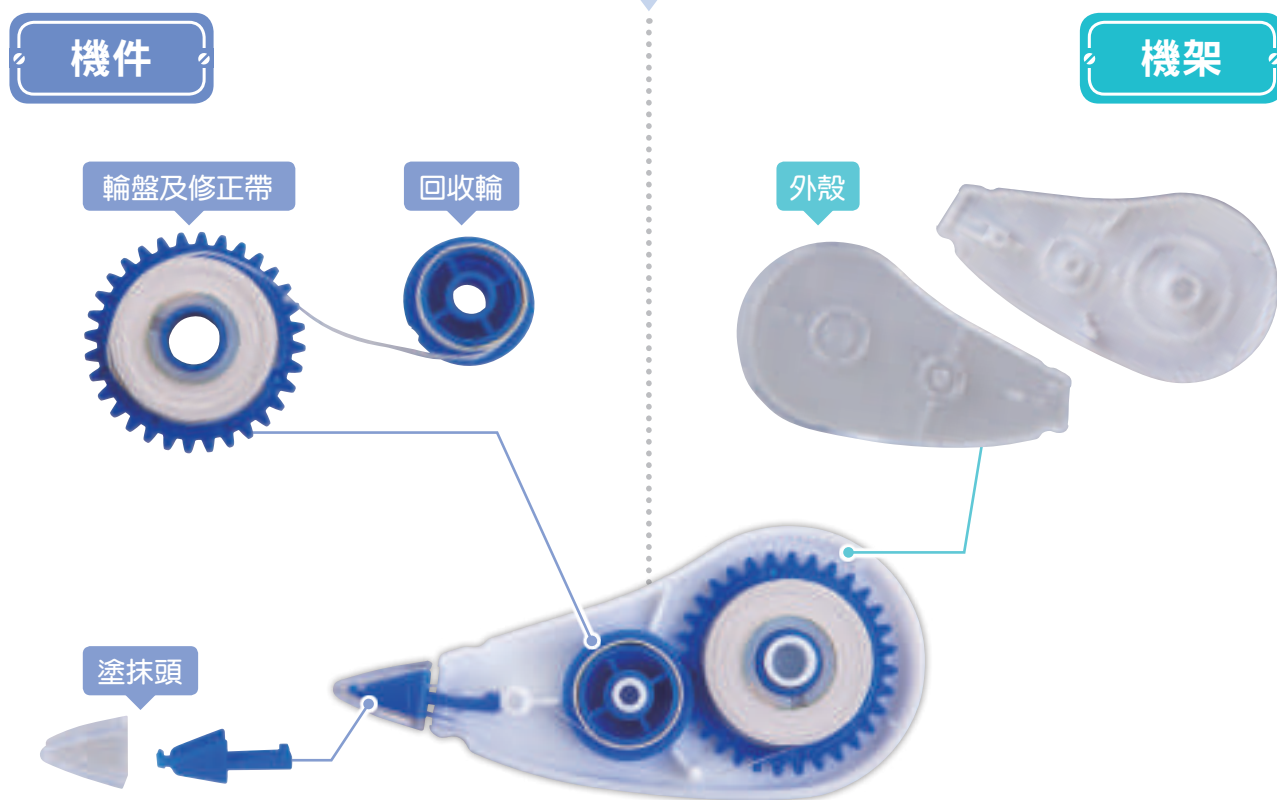
大型的挖土機、塔式起重機，可以提升建築施工的效率。

▲ 圖 4-24 機械為人們生活中不可或缺的輔具。

2 機械的組成與運作系統

機械的組成包括：機件、機構、機架三大要素，其中「機件」是構成機械的基本零件；「機構」是將機件以特定的接頭和方式組合，使其中一個或數個機件能產生確定的相對運動，而「機架」是由一個或數個結構體組成，用來支撐、固定或引導機件的運動方向。

我們常用到的修正帶，就是一種簡易的機械。其整體構造包括：外殼、修正帶、修正帶的輪盤、回收輪、齒輪，及使用時接觸紙張的出口等零件。其中，外殼是固定機構的機架；而修正帶、輪盤、回收輪、齒輪以及使用時接觸紙張的塗抹頭皆是機件，所有機件則構成運作的機構（圖 4-25）。



▲圖 4-25 修正帶構造圖。



想一想

很多修正帶的機構都有防止倒轉的設計，仔細觀察是哪些機件負責這一項功能呢？

機械是依照一定的工作目的，由一個或數個機構組合而成，藉由輸入力或能量以及搭配適切的控制裝置，產生有效的運動或能量形式的轉換供人類使用。從科技系統的角度來看，機械運作的過程包括：力或能量輸入、機構運動或傳動，進而輸出特定動作完成工作。

以咬人小狗玩具其輸入、處理、輸出的過程（圖 4-26）為例：小狗的頭部、身體、上顎與下顎等造型外殼是機架；小狗的牙齒、內部彈簧及轉盤等是機件，組合成可以隨機改變的觸發機構，當按壓到具觸發功能的牙齒時，即產生咬合的動作。



▲圖 4-26 咬人小狗玩具的機械運作過程。

3 機械、產業與生活



補給站

智慧視覺系統機器人

結合機器學習能力與智慧視覺技術，運用深度視覺感測器及3D掃描技術來判斷空間位置，使機器人能完成倒咖啡、下西洋棋等動作。

傳統機械的功能，大多僅能完成特定的、具重複性的工作，且必須依靠人力的控制與操作。近年來，隨著電腦與資訊科技的快速發展，藉由電腦程式或人工智慧控制的智慧型機器人，除了能完成步驟更為複雜的任務，甚至還能進行邏輯判斷（圖 4-27）。智慧型機器人可分「工業機器人」與「服務機器人」兩大類，對於節省人力、改善危險的工作環境，以及強化製造與加工精密度，都有很大的幫助。

◀ 圖 4-27 工研院研發的智慧視覺系統機器人。
（照片提供：工業技術與資訊月刊）



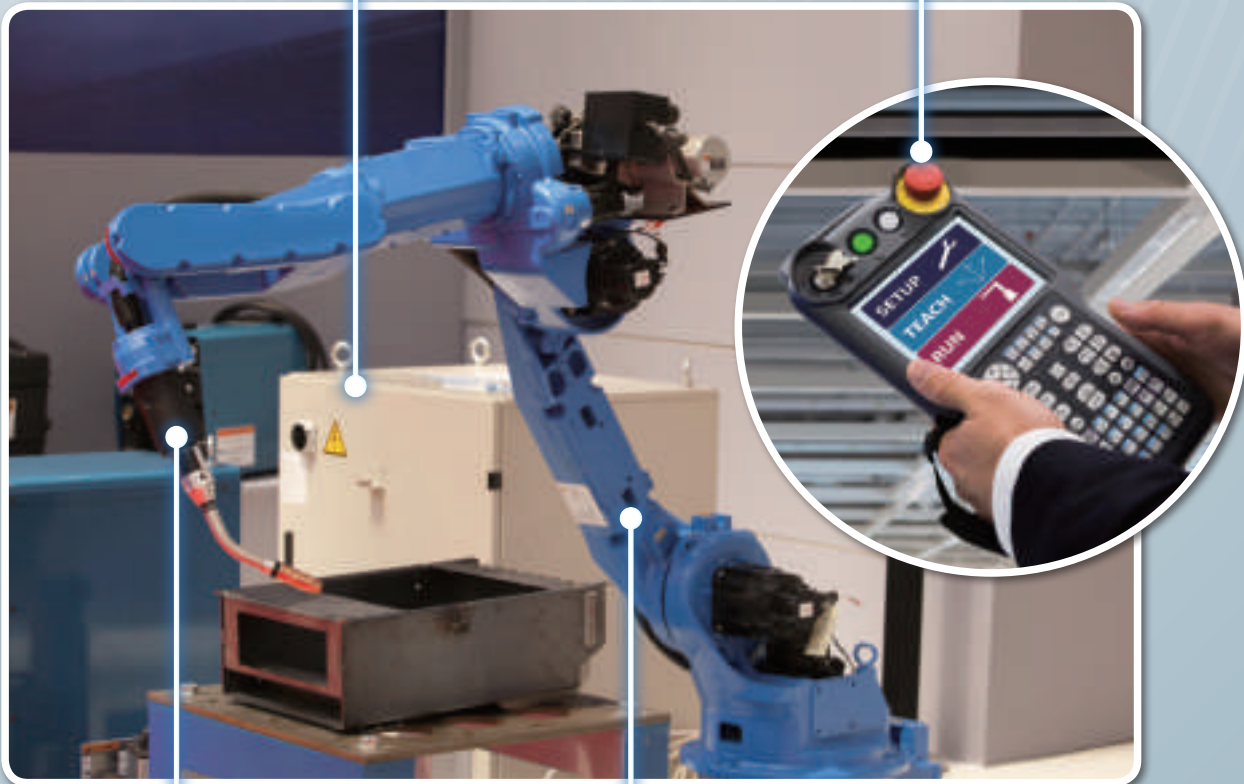
工業機器人是「用來達成工業自動化應用目的之機器」，而機械手臂則是工業機器人常見的型態，具有模仿人類手臂功能，可完成各種作業的自動控制設備，主要由機械主體、伺服系統、感測系統和控制系統四個部分組成（圖 4-28）。

伺服系統

相當於身體內的神經組織和血液。如同我們藉由食物提供身體活動的熱量。機器人則是藉由電力做為動力的來源。

控制系統

相當於人類的大腦，用來發布指令，控制機器人的「身體」按照輸入的指令編碼執行運作，完成作業要求。



感測系統

相當於五官，用來感應周遭環境的變化，蒐集聲音、顏色、距離、方向等資訊，以供控制系統進行判斷。

機械主體

相當於我們的身體，包括：軀幹、手臂、手腕和手等部位。要能夠達成靈活的伸縮、旋轉等動作，必須依靠多關節的結構與機構設計。

▲圖 4-28 機械手臂的主要系統。



產業脈動

臺灣木工機械產業的智慧化之路，仍處於起步階段，若要在這場轉型戰爭獲勝，產業必須朝向數位 / 智慧轉型之路邁進，藉此拉近與德、義競爭對手的距離，並同時突顯設計 / 產品 / 服務差異化，才能站穩世界的舞臺。

～張聰捷董事長 / 勝源機械



想一想

科幻電影中經常出現各式各樣的機器人，如果可能的話，你最想要設計出具有何種功能的機器人呢？

工業機器人是現代化工廠不可或缺的重要環節，在汽車製造廠中，機械手臂可協助進行擋風玻璃、儀表板、天窗、引擎等零件的安裝，以及車體烤漆等工作，減輕操作者的勞動強度與職業危害。

而在網路商店的倉庫中，理貨機器人則可以快速的完成撿貨與包裝的工作，加快出貨的速度（圖 4-29）。

服務機器人是「用於執行除了工業自動化應用目的外，對人類或設備有用的任務。」其定義較為廣泛，舉例來說：當機械手臂用於工業生產線的製造時，屬於工業機器人；但是用在餐廳做為準備餐點或提供上菜服務時，就算是服務機器人（圖 4-30）。藉由物聯網技術的快速發展和資訊科技的普及，服務機器人在生活中的應用也越來越廣泛，例如：家庭中的掃地機器人，或在機場的客服機器人。在逐步學習結構、機構、電機控制與程式設計等相關知識後，你也有機會設計出自己獨一無二的智慧型機器人喔！



◀ 圖 4-29 倉庫中的理貨機器人。



▲ 圖 4-30 餐廳的服務機器人。

闖關任務 4-3



機械產品大解密

同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 19、20 頁

目的

透過拆解與觀察，了解機械產品當中，機件、機構、機架的組成與運作方式。

任務說明

- (1) 選擇一個故障的文具、玩具或簡單的機械產品，分析其動作流程。
- (2) 逐步拆解並拍照、記錄其內部機構組成、構造及運作方式。

過關條件

- (1) 能分析機械產品的輸入、處理、輸出三個階段的動作。
- (2) 能完成拆解，並說明各個機件的功能，與組成機構的運作方式。

工具

十字或一字螺絲起子。

材料

壞掉的文具、玩具或簡單的機械產品。

參考材料



咬人小狗玩具之分解



評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
產品拆解	能順利拆解機械產品，並仔細記錄每一項機件。	能順利拆解機械產品，並能大致記錄主要的機件。	使用不正確的方法拆解，或導致機件損壞。
機構分析	能分析整體構造，並正確說明各項機構的組成及運作方式。	能觀察整體構造，並說明部分機構的組成及運作方式。	對於整體構造、內部機構的組成及運作方式的說明錯誤。

成品展示

步驟 1：選定主題

我找的故障機械產品是：咬人小狗玩具

步驟 2：實際記錄

請使用簡單文字說明、分析這個產品的輸入、處理、輸出三個階段的動作。

輸 入

用手指按下咬人小狗的牙齒。

處 理

牙齒降下去，推動下方齒盤，並引發以下情況：

1. 沒推動下方 V 型卡樁。
2. 推動下方 V 型卡樁。

輸 出

1. 沒推動下方 V 型卡樁：咬人小狗嘴巴不會闔上。
2. 推動下方 V 型卡樁：帶動固定上顎之卡樁，使咬人小狗嘴巴受彈簧彈力闔上。

嘗試小心地把它拆開，記錄裡面的零件與構造（如果不知道機件的名稱，可以自行命名），想想看，哪些是機構？哪些是機架？試著以口頭說明的方式，跟同學解釋各個機件的功能與運作方式。

編號	名稱	外型尺寸與功能描述	材質	與零件組合的相對位置
1	螺絲	金屬螺絲，用於固定惡犬外殼。	金屬	咬人小狗玩具外殼下方螺絲孔位處。
2	齒型機構齒盤	末端有牙齒造型物，固定於咬人小狗下顎，作為壓下物件。	塑膠	咬人小狗下顎下方。
3	小型扇形撥動機件	小型扇形撥動機件，固定於齒型機構齒盤下方，可以小角度擺動，用以觸發下方 V 型卡樁。	塑膠	固定於齒型機構齒盤下方。
4	V 型卡樁	作為機構運動極限與啓動所用。當齒型機構齒盤按下後，撥動小型扇形機件，帶動 V 型卡樁產生位移，觸發後續機構。	塑膠	固定於咬人小狗底部基座。
5	L 型機件	作為固定與觸發機件。	塑膠	固定於咬人小狗底部基座。
6	圓形限位機件	限制 V 型卡樁移動之最大範圍。	塑膠	固定於咬人小狗底部基座。
7	咬人小狗底部機架	固定下方機件與下顎。	塑膠	
8	上顎機構	白色齒輪作為能量傳遞機構，固定於上顎機架上。	塑膠 金屬	
9	紅色下顎	固定齒型機構齒盤、小型扇形撥動機件，並在其後方作為 L 型機件的卡樁固定點。	塑膠	

挑戰 4

簡單機械與機械運動的類型



1 2
3 4



學習重點

觀察或回想一下，在日常生活中
哪些情況下，會運用到槓桿原理
呢？

1. 了解簡單機械的原理。
2. 了解機械的運動類型及應用方式。



1 認識簡單機械

生活周遭隨處可見各種工具與機械，這些物品能讓我們省力、省時或操作方便。機械的種類與功能繁多，主要多由槓桿、輪軸、滑輪、斜面、螺旋與楔子等基本元件組合而成，這些元件就稱為簡單機械（圖 4-31）。

▼圖 4-31 簡單機械示意圖。

輪軸

輪和軸的組合，是一種槓桿的變形應用。

滑輪

繞著中心軸旋轉的圓輪，可藉由滑輪組的搭配，達到省力或改變施力方向的效果。

螺旋

將斜面圍繞著圓柱即形成螺旋。例如：容器的螺旋蓋、固定物件的螺絲釘。

楔子

由兩個斜面組成的工具。例如：刀子、斧頭。



簡單機械之於一部機械，就如同一篇文章中的單字與詞彙。所有複雜的機械都可以分解成簡單機械，也可以透過簡單機械的組合形成複雜的機械，產出預期的動作。



斜面

傾斜的平板，能夠較省力的將物體從低處移動至高處。例如：學校內的無障礙坡道。

槓桿

可繞著固定點（支點）轉動的桿件，改變支點和施力點之間的距離，可以達到省力或省時的功效。

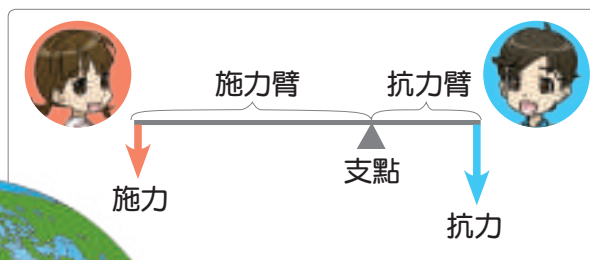
在應用簡單機械的過程中，無論是想達到省力或省時的目的，其主要方式都是透過改變支點、施力點和抗力點的相對位置（圖 4-32）。舉例來說，用扳手轉動螺絲的時候，如果握得越靠近螺絲，則轉動的時候越費力，握得越尾端則越省力。而其中可以改變的因素，包括手握的位置跟施力的大小。具體來說，轉軸至作用力的垂直距離稱為力臂，如果出的力氣固定，力臂愈大，可得到愈佳的轉動效果；力臂愈小，產生的轉動效果較小。因此，支點與力臂長度的選擇，在簡單機械的設計中是非常重要的。



▲圖 4-32 修剪樹使用的園藝剪刀，施力臂大於抗力臂，所以能夠省力。

想一想

你覺得開瓶器可以省力嗎？在國小階段，你還曾經學習過哪些簡單機械的概念呢？

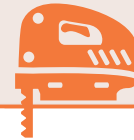


2 機械運動的類型

為了讓機械代替我們工作，人們必須讓機械產生不同種類的運動方式（圖 4-33 ～ 4-40），透過結合不同的運動方式，便能夠使機械完成許多重複性的工作。



直線往復運動



物體在固定範圍內，沿直線上下或前後移動。



▲圖 4-33 線鋸機鋸條的上下運動。



▲圖 4-34 自動筆的上下運動。



旋轉運動



物體中心為定點，以順時針或逆時針方向轉動。轉動過程中，外部各點至固定點的距離保持不變。



▲圖 4-35 吊扇的馬達帶動扇葉轉動。



▲圖 4-36 電鑽鑽頭的運動。



弧線擺動

物體與一個固定點的半徑距離保持不變，並在固定的範圍內作弧線往返的運動。



▲圖 4-37 汽車雨刷的運動。



▲圖 4-38 節拍器的擺動運動。

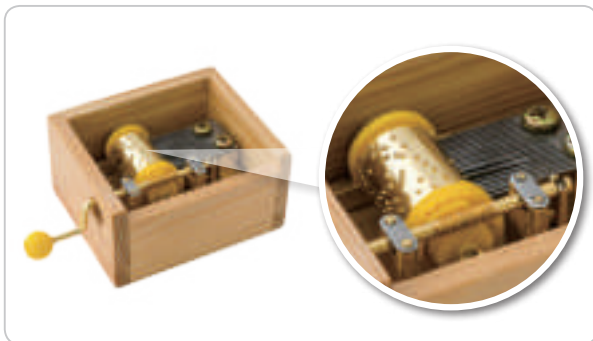


間歇運動

當一個物體（主動件）做穩定運動，帶動另一個物體（從動件）產生周期的運動和停歇，即為間歇運動。



▲圖 4-39 機械手錶秒針每秒精確的移動一格。



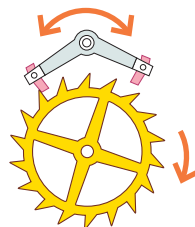
▲圖 4-40 音樂盒金屬圓筒的凸點可撥動音梳。



補給站

擒縱器

機械鐘錶內使用到的間歇機構叫「擒縱器」，藉由發條的力量讓上方叉子形狀的擒縱叉穩定的左右擺動，藉以控制下方齒輪產生轉停的運動，進而帶動秒針一格一格的前進。



闖關任務 4-4



遊樂園工程師大挑戰

同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 21、22 頁

目的

了解機械運動在生活中的應用。

任務說明

觀察遊樂園中任一設施的運作方式，並嘗試發揮創意，設計一項有趣的遊樂設施。

過關條件

- (1) 可說明常見遊樂設施的機械運動類型。
- (2) 完成一項遊樂設施設計圖，並與同學分享設計理念。

設備條件

電腦與網路、海報紙一張、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
設計圖繪製	設計圖繪製正確，能透過圖文搭配的方式清楚呈現設計概念。	設計圖較為簡略，但透過圖文搭配能大致呈現設計概念。	設計圖繪製潦草，文字的說明也不清楚。
機械運動分析	能具體描述遊樂設施的機械運動方式，並能推測產生此運動的方式。	能大致描述遊樂設施的機械運動方式。	對於遊樂設施機械運動方式分析有錯誤。
報告分享	報告的方式活潑有創意、內容豐富。	能陳述資料重點內容。	內容表達不清楚或有錯誤。



成品展示

旋轉木馬

我選擇的遊樂設施是

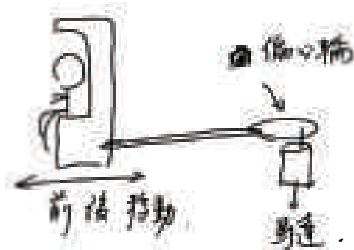
一年五班 季霸芬



當開關啟動後，旋轉木馬的平台會開始旋轉，平台上的木馬會上下移動。人可以坐在木馬上，跟著木馬及平台運轉，就像真的在騎馬一樣。

我設計的遊樂設施：搖晃機

有一根桿子可以將人推動並快速拉回，可以體驗急速G力！



挑戰 5

常見機構的種類與應用



戰鬥陀螺是一種齒輪玩具，藉由發射器齒輪傳輸動力，陀螺得以轉動。



1 2
3 4



學習重點

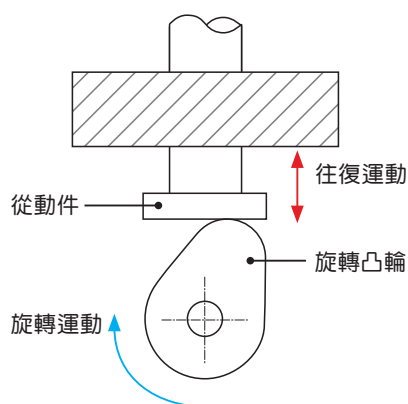
想想看，日常生活中有哪些產品會運用到齒輪的機構呢？

1. 認識常見機構的種類與功能。
2. 辨識各種常見機構於生活中的應用。



1 常見機構的種類

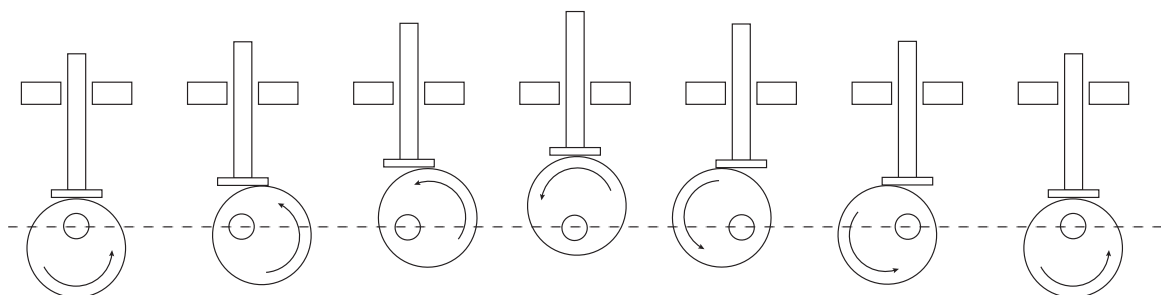
要驅動機械設備工作，必須先有動力的來源，大部分的機械都是藉由馬達或引擎所產生的旋轉作為動力來源，再利用不同的機構組合，將旋轉的動力轉換成不同的機械運動，以產生符合特定的使用目的。因此，機構設計的主要目的，在於「傳遞力量、產生特定運動軌跡、改變力量大小、改變運動方向或改變速度」等功能。



▲ 圖 4-41 凸輪構造。

凸輪機構

凸輪機構是藉由凸輪的旋轉運動或往復運動推動被動的機件，使其作規定往復移動或擺動的機構（圖 4-41 ~ 4-43）。



▲ 圖 4-42 凸輪機構示意圖。



▲ 圖 4-43 利用凸輪設計的鎖頭，被帶動的機件可以靠外力（例如：本身重量或彈簧的作用力）來保持與凸輪永遠接觸。

連桿機構

連桿機構是由至少一組槓桿接合而成的，主要用來轉換運動型態與方向、引導特定機件的位置，以及產生特定的運動路徑（圖 4-44），常見的應用方式有：

做一做

蒐集不同樣式的雨傘（例如：直傘、折疊傘、反向雨傘等），觀察其連桿機構運作的方式，並嘗試動手修理家中壞掉的雨傘。

改變運動型態

把旋轉運動轉換直線往復運動或相反。例如：學校的自動門、汽車的引擎等。



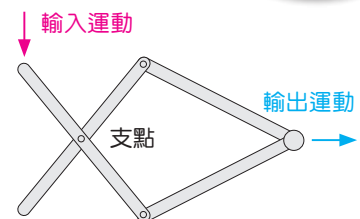
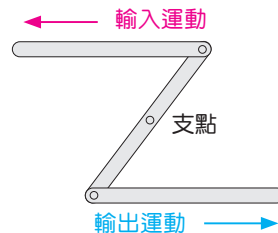
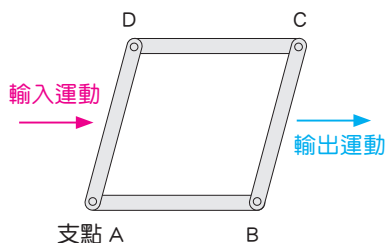
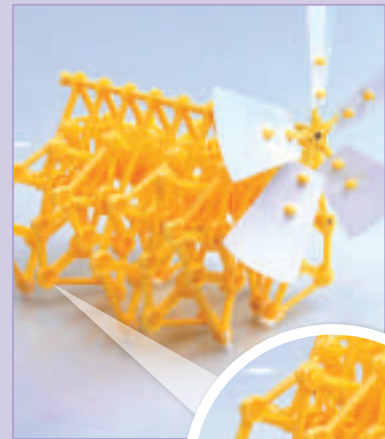
改變運動方向

改變輸入及輸出的運動方向，例如：雨傘的傘骨構造、伸縮檯燈的支架等。



產生特定運動路徑

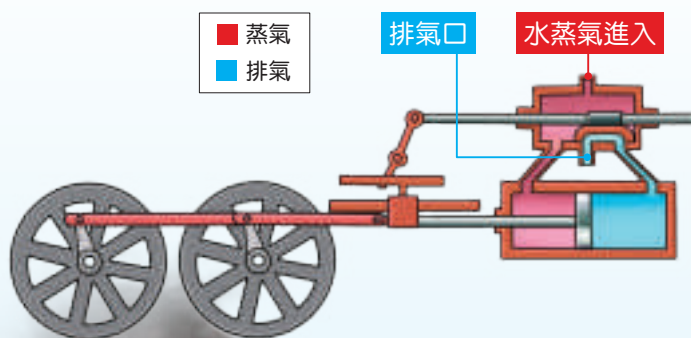
把旋轉運動轉換為特定的運動軌跡，例如：仿生獸的足部機構是藉由連桿的綜合應用，產生類似於動物肢體運動的動作。



▲圖 4-44 連桿機構示意圖。

曲柄機構

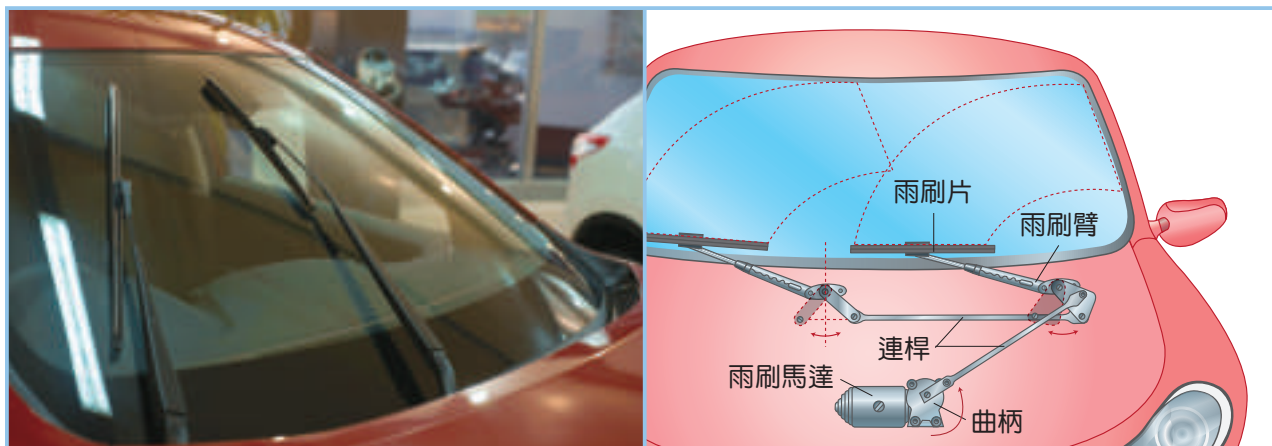
曲柄機構是連桿機構的一種變化，可以將旋轉運動轉變為直線往復運動。傳統的蒸汽火車車輪，即是透過曲柄機構傳動（圖 4-45）；而在遊樂園裡面，帶動旋轉木馬上下運動的機構，也是曲柄機構。



▲圖 4-45 蒸汽火車車輪與示意圖。

汽車的雨刷應用了曲柄與連桿機構的組合，藉由馬達的旋轉，使曲柄呈現旋轉的動作，並將動力傳給連桿組及雨刷，由於連桿一端與曲柄連接，所以當曲柄旋轉時，連桿組與雨刷便會產生扇形的左右來回擺動（圖 4-46）。

▼圖 4-46 曲柄與連桿結合的例子。

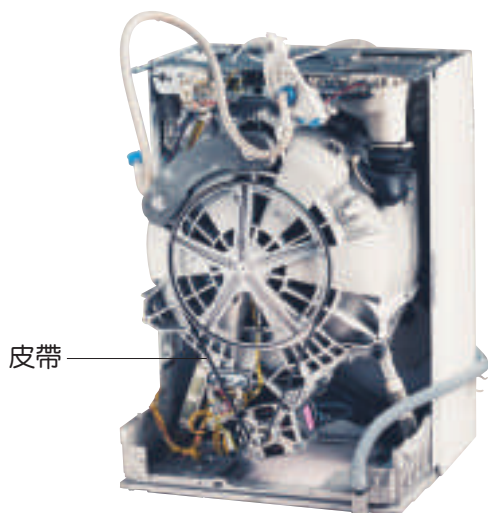


撓性傳動機構

撓性傳動機構（滑輪系統、鏈條）是將旋轉的動力藉由皮帶傳送到不同的機構上，改變轉動的速度或力量的大小。舉例來說：家庭常見的洗衣機，便是藉由皮帶與皮帶輪來帶動滾筒的旋轉（圖 4-47）。

有些機械的設計要求傳動過程中，必須精確的傳遞動力，或是必須抵抗較大的阻力時，可以使用鏈條與鏈輪來傳動。例如：重型機車的引擎能夠產生很大的動力，然而在高速行駛的過程中，必須能夠負荷騎士的重量及克服不同路面的摩擦力。因此，大部分的重型機車，都採用鏈條與鏈輪作為傳動的機構（圖 4-48）。

此外，在車站及百貨公司常見的電扶梯，也是將馬達的驅動力藉由鏈輪及鏈條的傳動，帶動電扶梯及乘客上升或下降（圖 4-49）。



▲ 圖 4-47 洗衣機內部構造圖。



▲ 圖 4-48 重型機車。



▲ 圖 4-49 電扶梯及內部構造示意圖。

齒輪機構

齒輪是在輪的表面製造適當形狀的輪齒，使其能互相嚙合，並傳遞動力，因此，齒輪同樣是用來傳遞旋轉運動及力量的機構。然而，齒輪與滑輪或鏈條不同，齒輪的傳動是靠齒的接觸來傳遞力量，較不會產生滑輪傳動過程中的滑動現象，所以能較精確的傳遞動力。

齒輪是機械設備關鍵的傳動零件之一，廣泛的應用於日常生活及傳動系統。具體來說，齒輪具有三種主要用途：傳達動力、改變運動方向、改變旋轉速度等（圖 4-50）。

► 圖 4-50 齒輪機構能精確的傳遞動力。

當大齒輪順時針旋轉時，小齒輪就會逆時針旋轉。

大齒輪的齒數較多，所以它的轉速較慢。

齒輪轉速計算

$$\begin{aligned} & \text{大齒輪齒數} \times \text{圈數} \\ &= \text{小齒輪齒數} \times \text{圈數} \end{aligned}$$



闖關任務 4-5



創意可動卡片製作

示範
影片
連結



同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 23~25 頁

目的

班上同學的生日快到了，試試看，能不能應用連桿機構製作出具有創意的可動卡片呢？

任務說明

運用不同的連桿組合，設計製作出具有創意及趣味性的可動卡片。

過關條件

- (1) 找出能產生運動型態的連桿機構。
- (2) 畫出你的卡片設計圖，並實際製作出你所設計的卡片。

工具

切割墊、口紅膠、雙面膠、剪刀、美工刀、鉛筆、簽字筆、打洞機、鋼尺。

材料

西卡紙、色紙數張、雙腳釘數個。

成品展示



參考製作步驟

步驟

1 利用習作 4-5 步驟 1、2，提出創意卡片的设计構想。



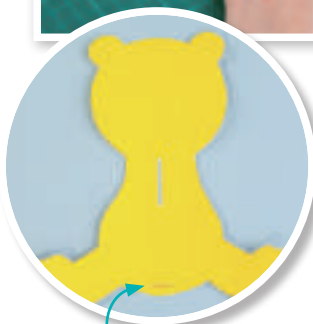
步驟

2 在西卡紙上繪製卡片的底圖與其他部位，再一一剪下。



步驟

3 於兩側肩膀的中心位置，在底圖上的中間裁一個小長方形，並在尾端上方取適當距離，割一條約 2 公分的橫線。



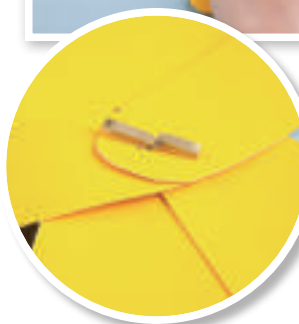
TIPS 2cm。

TIPS

中間的小長方形是連桿移動的軌道，尾端的直線是為了讓尾巴穿進去，讓主動件能帶動從動件運作。

步驟

4 製作連桿裝置。在需要打洞的地方做上記號後打洞；再將各部位零件穿進雙腳釘後，用雙腳釘固定連桿裝置。



TIPS

雙腳釘太長容易使各部位的雙腳釘卡在一起，影響連桿機構的運作，可以適當彎折雙腳釘的長度。

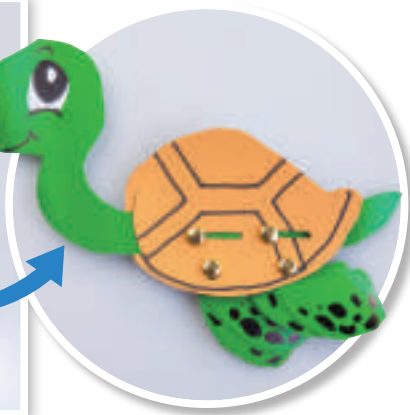
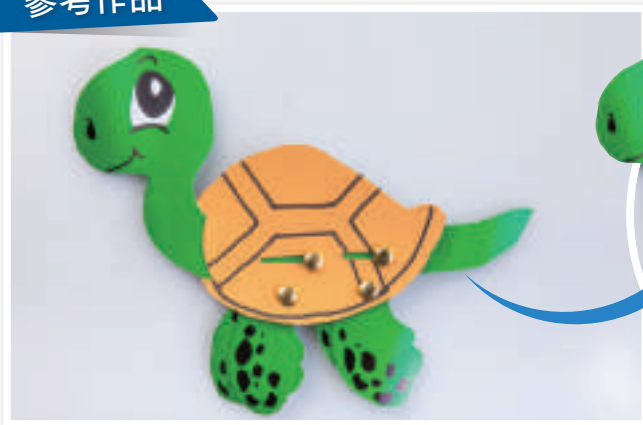
步驟

5 找出要固定的手臂零件位置，做上記號後用打洞機同時打穿手臂與底圖，再用雙腳釘固定。測試連桿裝置是否可以做出指定動作。再加上裝飾就完成了作品了！



TIPS 打洞時要注意，手一定要抓好手臂零件與底圖，避免滑動而打歪。

參考作品



評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
機構設計	能符合故事情境需求設計連桿機構，並能運作順暢。	能參考製作步驟與範例製作連桿機構，並可順利運作。	連桿機構無法運作。
卡片設計	卡片的造型設計具有故事性及創意，製作精美。	卡片的設計具有創意，製作良好。	卡片造型缺乏創意，製作粗糙。
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）。

關卡 5

製作一個創意機構玩具

經過前面四個關卡的挑戰，大家學習了許多與科技發展、創意發想、設計製作及結構與機構的相關知識。在這個關卡中，希望同學們善用問題解決的歷程，整合你所學習的內容，發揮你的創意與技能，完成一個獨一無二的機構玩具！

以前學過

關卡 1 生活科技導論
關卡 3 設計與製作的基礎
關卡 4 結構與機構

以後要學

八年級 電動機具操作與使用
八年級 材料的選用
八年級 能源與動力專題

現在要學

專題

製作一個創意機構玩具

- ① 任務緣起與說明
- ② 得分祕笈
- ③ 主題發想與蒐集資料
- ④ 繪製設計草圖
- ⑤ 選擇機構種類
- ⑥ 選擇材料與設計
- ⑦ 製作、測試與改良
- ⑧ 成果發表

學習重點

1. 了解專題活動內容與規範。
2. 回顧問題解決歷程，檢視所學習到的重點知識與技能。
3. 運用創意思考、結構與機構的知識，設計創意機構玩具。
4. 運用製圖技巧，繪製完整的工作圖並進行尺度標註。
5. 依據設計需求，選擇適切的材料。
6. 運用結構知識，確認機架設計之穩定性。
7. 規畫適切的加工步驟，進行加工、組裝、測試及問題修正。
8. 能用口頭或書面方式，表達自己的設計理念與成品。



示範
影片
連結



1 任務緣起

在沒有電力驅動與電腦控制的時代，人們就能利用有限的資源，發揮想像與創意，累積經驗與智慧，設計出各種精巧的機構協助完成繁重的工作，進而改善生活。

在義大利文藝復興時期，達文西（Leonardo da Vinci）便提出許多深具創意的機械設計構想，例如：飛行機、機器人、戰車等。明朝科學家宋應星所著的天工開物中，也可以發現許多不同的古代機械，例如：織布機、舟車、兵器等（圖 5-1）。這些機械的運作，都是運用各種機構的組合來達到需求的效果。

在現代，機構更是許多科技產品運作不可或缺的關鍵。



請你試著挑戰利用各種簡單的機構，做出別具創意的機構玩具，讓自己也成為一個創意發明實踐家吧！



▲圖 5-1 古代的機械設計。

2

任務說明

配合習作第 31 頁

在設計與製作機構玩具的過程中，從提出設計構想、繪製設計草圖、選定材料與工具、繪製工作圖並規畫製作步驟與時程、實際執行製作，到最後的測試與改良，一定會遭遇到許多問題需要逐一解決，但是不要擔心害怕，這是很重要的學習經驗。請詳細記錄所有的過程，並仔細執行每一個步驟，在作品完成後，和同學分享你的學習成果喔（圖 5-2）！

1. 應用凸輪、連桿、曲柄和齒輪等機構知識，設計並製作一個創意機構玩具。
2. 機構玩偶的外觀及動作設計，需有故事性及趣味性。
3. 此機構玩具需能產生一種以上不同型態運動，例如：上下、旋轉、擺動、左右平移等。
4. 機構要能帶動主體，產生特定路徑的反覆運動。
5. 整體結構設計必須兼具穩固、平整、美觀。



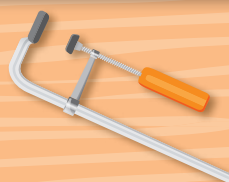
▲ 圖 5-2 不同的創意構想，
可以設計出不同的作品。

3 得分祕笈

老師將依據同學執行過程及製作成果的表現進行評量，以下是評估各項表現的參考標準，希望大家都能達到最佳成績！



機 構 玩 具 學 習 單	評量項目	評量重點	表現優異	順利過關	挑戰失敗
	機構設計	機構選用與傳動設計的多元性。	應用兩種以上、不同類型的機構。	應用兩個同類型的機構。	僅使用一個機構。
	結構設計	結構設計與加工的精緻度與精確度。	加工精緻且組裝精確，整體運作順暢。	加工精緻度尚可，偶爾會卡住但可排除。	重要零件或組裝位置加工錯誤，嚴重影響運作。
	材料選用	材料選用的適切性與創意性。	能發揮創意，應用多元化的材料。	能選擇適合的材料。	選用的材料不適當。
	主題創意	機構玩具主題的創意與趣味性。	有創意、動作設計具互動性及故事性。	有創意、動作設計較為簡單。	缺乏創意，僅參考範本模仿製作。
	設計構想	設計圖的完整度。	能清楚傳達設計構想，具備正確的尺寸及零件規畫。	能傳達設計構想，但零件及尺寸規畫不完整。	繪製潦草，無法呈現設計構想。
	問題解決	問題發現與解決的有效性。	能詳細記錄或說明問題、原因，並能有效解決。	能大致記錄或說明問題、原因，並能有效解決。	無法記錄或說明問題、原因，且未能解決問題。





密技 問題解決

「製作創意機構玩具」的關卡，看起來雖然很困難，但只要善用問題解決的歷程，一定能順利闖關成功！



在問題解決的歷程中，有些步驟可以反覆進行或同步實施，例如：在蒐集資料激發創意時，也可獲知更多機構的設計方式；而執行製作的過程中，可以隨時進行測試與修正，以完成最好的作品！



4

主題發想與蒐集資料

配合習作第 30、31 頁

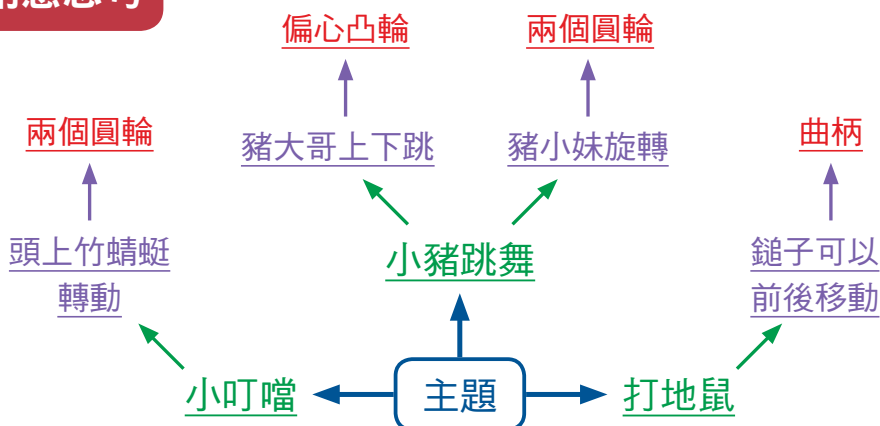


密技 創意與思考

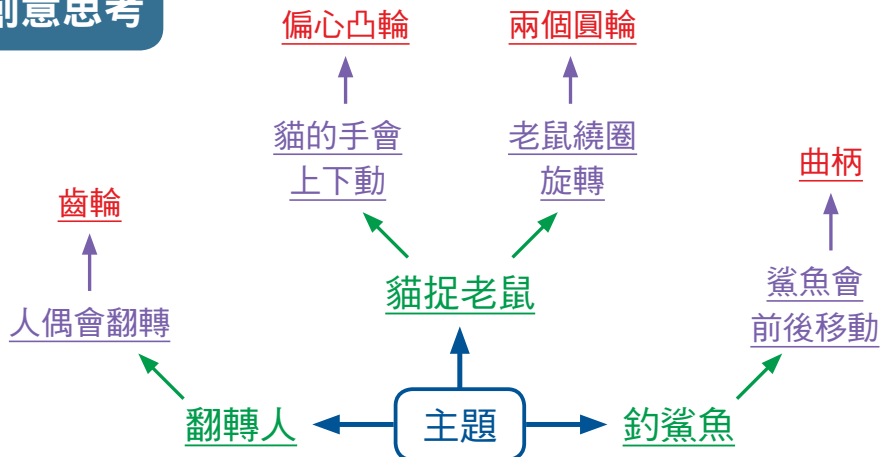
你是不是也迫不急待，想要開始製作自己獨一無二的機構玩具了？先不要急，在製作前還必須先想一想你的玩具主題。在上冊關卡 1 中，我們學過許多不同的創意思考法，試著運用不同的創意思考技巧，想想看有哪些有趣的主题吧。



的創意思考



的創意思考



除了利用創意思考發想主題外，透過蒐集多元的參考資料，也可以讓你的創意機構玩具更出色喔！同學們可以參考市售的機構玩具、了解古人的機構發明、閱讀相關叢書，來發掘更多的設計方向，也可以上網搜尋機構相關知識，了解機構組合與運動的關係，讓你的機構玩具動作更生動、造型更酷炫（圖 5-3）。

▼圖 5-3 參考市售的玩具與書籍，可以激發出不同的創意思考。



5

繪製設計草圖

配合習作第 32、33 頁

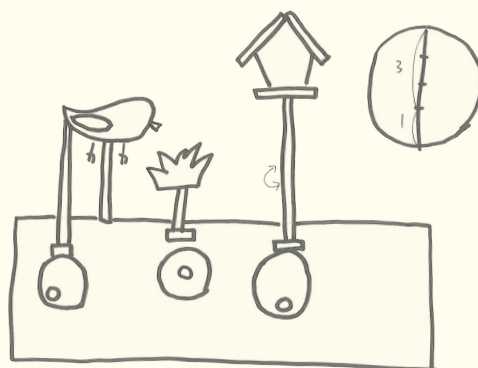
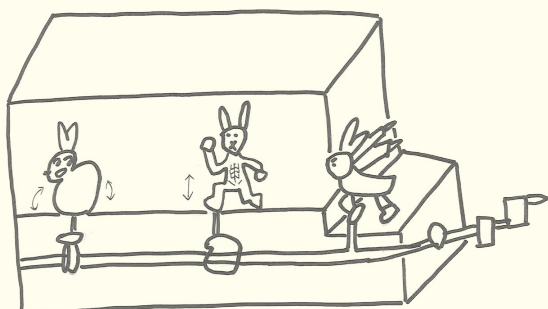
經過蒐集資料並改良構想之後，就可以選定你的機構玩具的主題囉！接下來，先將設定的故事劇情、外觀與動作，利用簡單的草圖描繪出來。繪製草圖的目的，在於將想法與設計概略的記錄下來，同時也能清楚方便的進行說明溝通。



的設計草圖



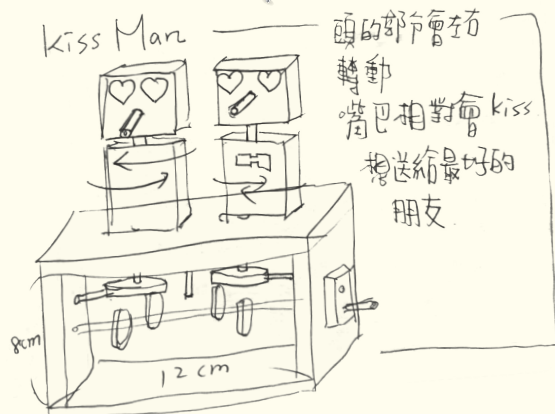
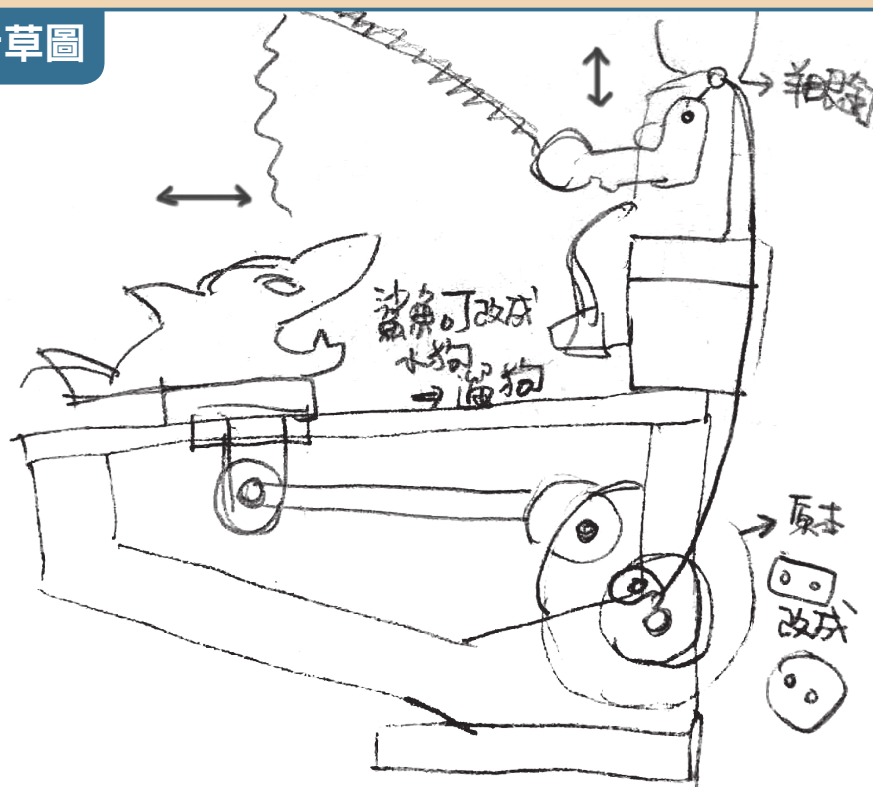
其他參考範例



試著用簡單的輪廓線條呈現玩具的外觀，再針對外觀主體及各部位零件的運動方向，用簡單的箭頭標示。此時可能還無法確定該使用哪一種機構，驅使玩具達到預期的動作，因此，可以將希望產生的運動方式，以文字及符號輔助說明，例如：哪些零件是不動的，哪些零件是被帶動的，以及要如何動作，例如：跳躍、升降、旋轉等。描述得越清楚，將有助於後續機構的選用。



的設計草圖



6

選擇機構種類

配合習作第 34 頁

完成設計草圖後，相信你對自己的創意機構玩具已經有了具體的規畫。接下來，就是要將前面所學習到的機構知識，應用到你所設計的玩具中。

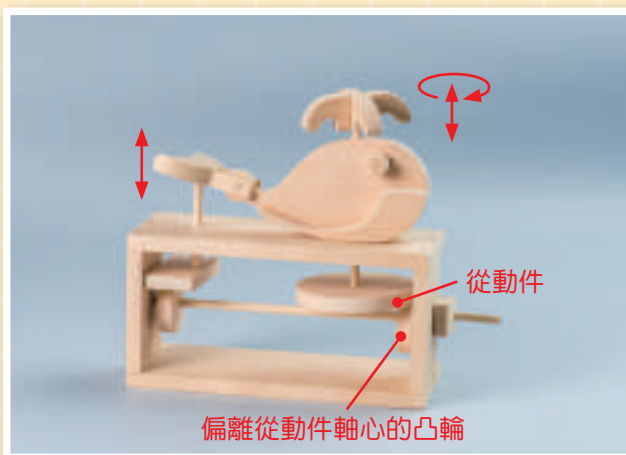


密技

凸輪應用



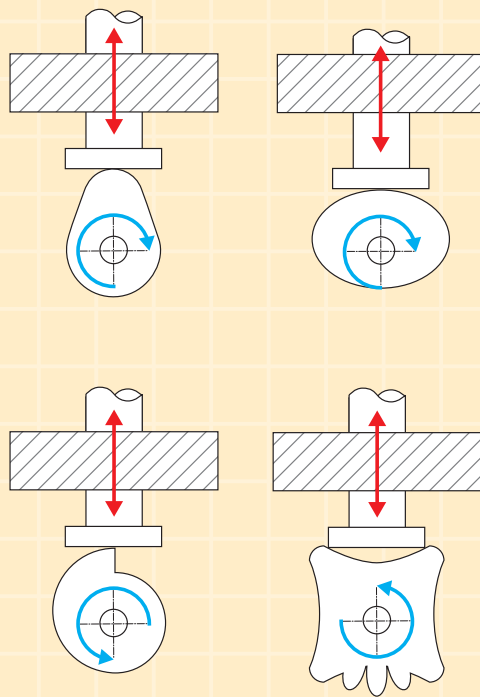
凸輪機構的設計，是藉由不同造型的凸輪，帶動從動件，將旋轉運動轉變為特定路徑的上下運動。除了藉由凸輪的設計改變運動軌跡以外，從動件的設計也是影響機構運作的重要關鍵（圖 5-4 ~ 5-6）。



▲ 圖 5-4 偏離從動件軸心的凸輪，能使從動件除了上下運動外，同時產生旋轉的效果。



▲ 圖 5-5 結合多顆凸輪或改變擺放的角度，都能產生更生動的效果。



▲ 圖 5-6 各種形狀的凸輪機構。



做一做

拿出附件 4 動手組裝，透過操作觀察來了解凸輪的運動過程。



密技 連桿應用

連桿是將機構動力傳動至玩偶的重要關鍵，也可以用來改變動力的大小與位置。舉例來說：利用凸輪產生上下運動時，凸輪的位置必須位於傳動軸的正上方，因此玩偶的位置就會受到限制；但藉由連桿的搭配，就可以輕易地改變玩偶的運動型態或相對位置。在使用連桿機構時，必須仔細思考固定點（支點）與施力點（活動）之間的相對位置，如果沒有支點的話，連桿是無法順利動作的喔（圖 5-7）！



▲ 圖 5-7 夾子也是一種連桿機構。



密技 曲柄應用

運用曲柄機構，可使玩偶同時產生前後及上下的運動，或是結合連桿使玩偶能產生垂直或水平的直線運動（圖 5-8）。

做一做

拿出附件 5 動手組裝，透過操作觀察來了解曲柄的運動過程。



▲ 圖 5-8 曲柄機構與連桿的結合應用範例。



密技 齒輪應用

齒輪可以用來傳遞動力、改變運動方向，也可以用來改變旋轉速度。因此，當你想要讓兩個玩偶產生不同速度或方向的運動時，就可以嘗試運用齒輪。舉例來說：兩個正齒輪可以用來帶動兩根互相平行的軸、而傘形齒輪則可以讓旋轉的方向由水平轉為垂直（圖 5-9）。

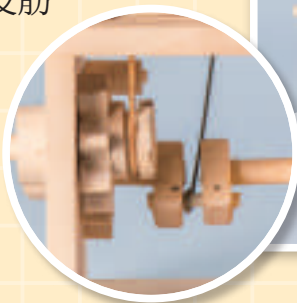


▲圖 5-9 齒輪的應用範例。



密技 其他機構之組合應用

當你想運用兩根以上的傳動軸時，除了藉由齒輪作為傳動機構外，也可以選擇使用皮帶傳動機構，在機構玩具中，我們可以使用橡皮筋做為皮帶。想一想：如果要讓被動輪的旋轉方向與主動輪相反，橡皮筋應該怎麼安裝比較好呢？此外，橡皮筋也能讓機構主動回復到起始位置，可以嘗試應用在左右移動的動作設計之中喔（圖 5-10）！



▲圖 5-10 皮帶傳動機構的應用範例。

7 選擇材料與設計

配合習作第 35～37 頁

當確定想法後，我們就要來進行實際製作前的預備動作了。在開始製作前，必須先確認可以使用的材料種類，並了解它的特性，才能選擇最適合的材料喔！

機構玩具可以使用厚紙板、木材、鐵絲、塑膠材料（例如：塑膠瓦楞板、珍珠板、壓克力等）、黏土等材料製作，使用適合的材料可以增加成品的耐用度、精緻度與趣味性。在這個活動中，老師可能會幫同學準備統一的材料，同學也可以自己思考加入不同類型的材料。

不同類型的材料

項目	紙張材料	木材	金屬材料 (鐵絲、螺絲等)	塑膠材料 (塑膠瓦楞板、珍珠板、壓克力等)	黏土
圖片					
優點	手工加工容易、種類多元、容易取得。	材質較為堅固、質地溫暖、容易取得。	材質較木材與紙張更堅固，且具有韌性。	重量輕、耐用性佳、耐蝕性強。	容易塑形、可做出 3D 立體造型。
缺點	製成機件時耐用度較差。	加工較為費時，可能需要運用特定工具或機具。	規格較為固定、需依照需求購買適切的規格；可能會生鏽。	製成機件時耐用度較差。	部分黏土重量較重或較不堅固。
適合用途	製作背景、玩偶。	製作機構箱、機件。	製作連桿、活動關節。	製作背景、玩偶、機件。	製作玩偶。

我想使用木材來製作。

除了木材之外，我可能還需要一些鐵絲。

 想一想

你所設計的機構玩具，適合採用哪些材料呢？



密技 設計穩固的結構

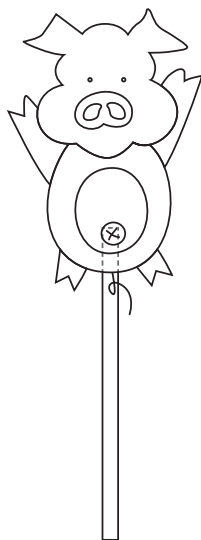
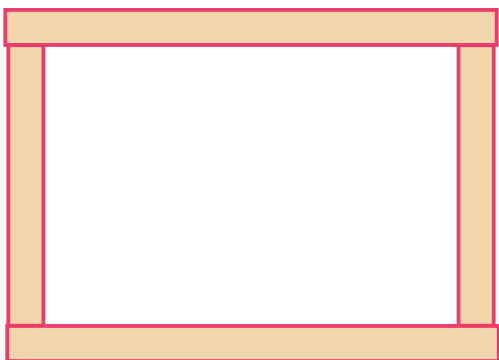
在製作機構時，機架的穩固性是非常重要的關鍵，如果沒有穩固的機架，機構會容易鬆脫或無法順利運作。我們曾在關卡 4 學過結構的原理，想想看應該如何組裝比較穩固？如果想要使用材質較軟的材料（例如：西卡紙）製作機架或機件，要怎樣設計才能增加它的強度呢？



請比較看看，哪一款的結構較為穩固呢？



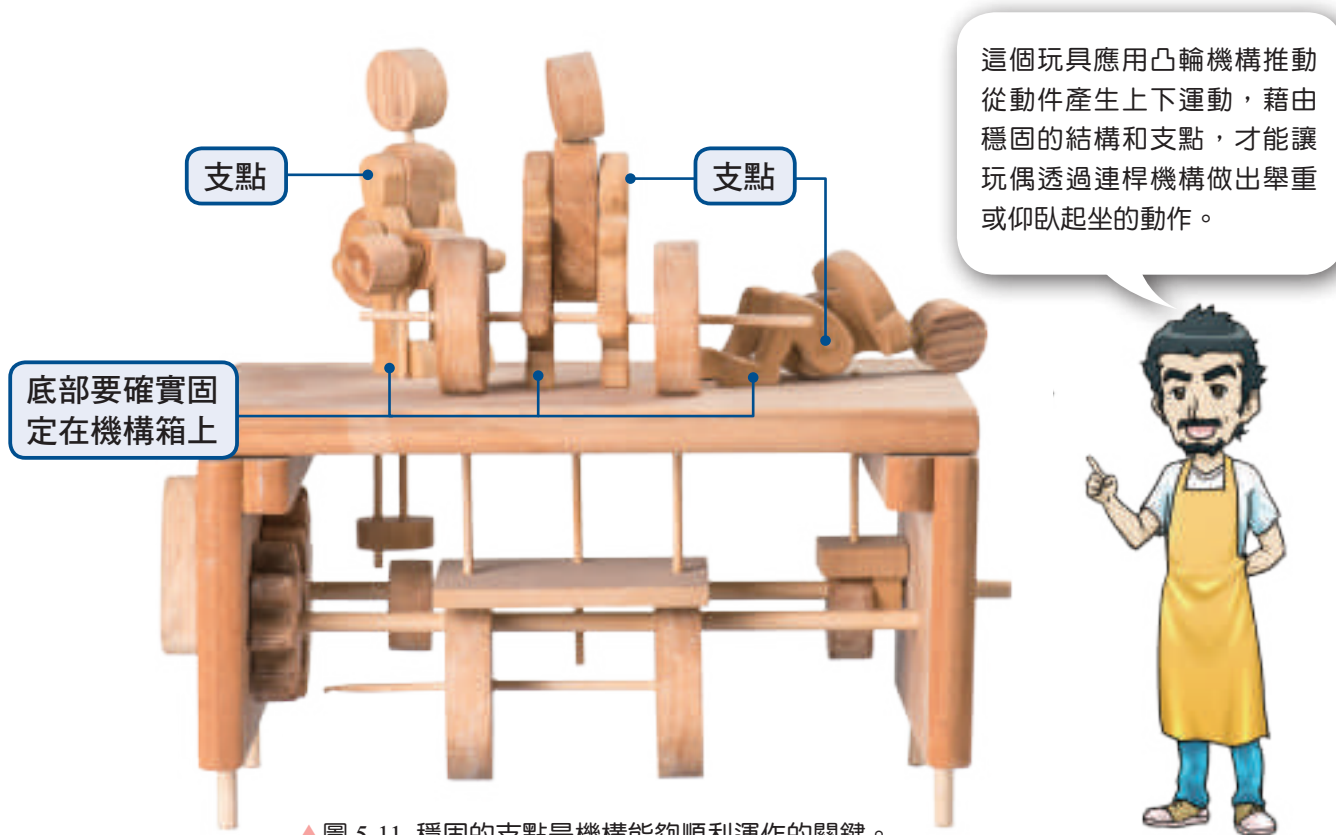
的結構與玩偶設計



我的外觀結構簡單但穩固，只要讓玩偶的支撐桿保持穩定，就可以跳舞了。



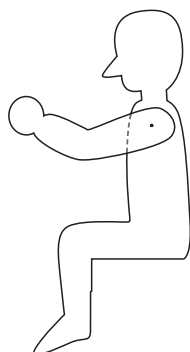
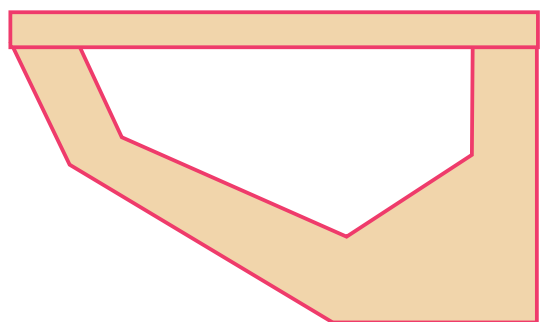
此外，穩固的支點（固定點）是機構能夠順利運作的關鍵，因此，在設計玩偶時，也要記得思考如何將玩偶穩定的組裝在機構箱或機構上面，避免一轉動就鬆脫故障。



▲圖 5-11 穩固的支點是機構能夠順利運作的關鍵。



的結構與玩偶設計



我的外觀結構超炫，而且我想要讓玩偶的手能夠上下擺動，你知道要怎麼樣才能做得到嗎？



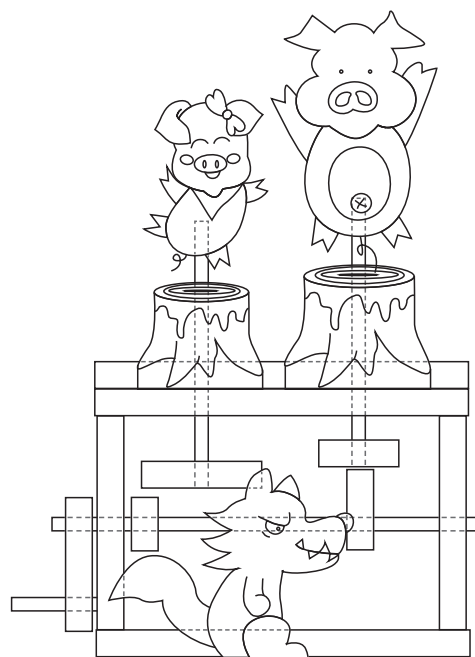
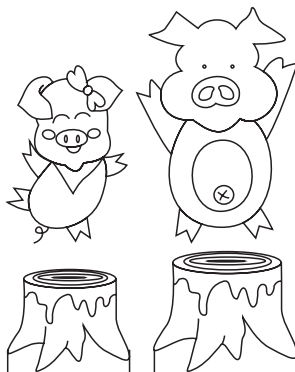
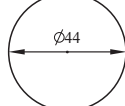
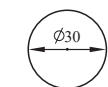
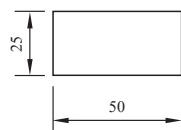
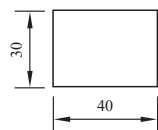
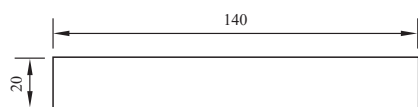
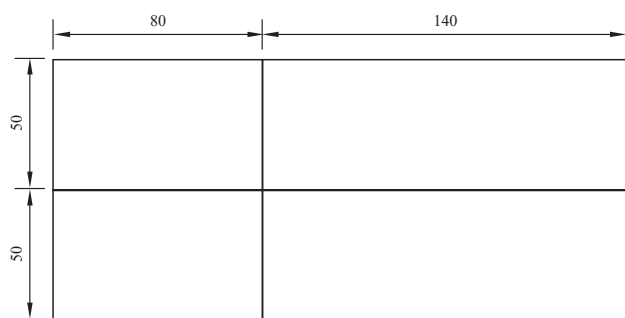


密技 繪製工作圖及尺度標註

接著，要來完成作品的工作圖了！在這階段需要比草圖繪製階段更為精確，且須標示出各機件的尺寸，才能順利施作。同學們可以用上冊關卡 3 學到的製圖技巧或是 3D 繪圖技巧進行機構玩具的繪製。結構與機構在設計上最困難的地方，就是各個機件在整體機構上擺放的位置與機件的大小。此時必須仔細考量機構與機構之間的相對位置，確認彼此之間不會互相干擾，我們可以透過電腦繪圖軟體呈現虛擬模型、或實際製作簡單模型等方式，幫我們明確表現出各個物件的外型與位置。



的工作圖及尺度標註



單位：mm

畫完工作圖以後，接著則是要思考如何拆解成一個個單獨的零件，這時候尺寸的精確性就相當重要。另外，機件之間要如何互相搭配，預留足夠的組裝空間，也是相當重要的關鍵喔！為了確認工作圖的正確性，我們可以先將剛剛畫好的機件印在卡紙上剪下，測試與模擬出各個物件運動出來的活動範圍與接觸位置，以確保我們在使用成品材料時能如我們所希望的運作。

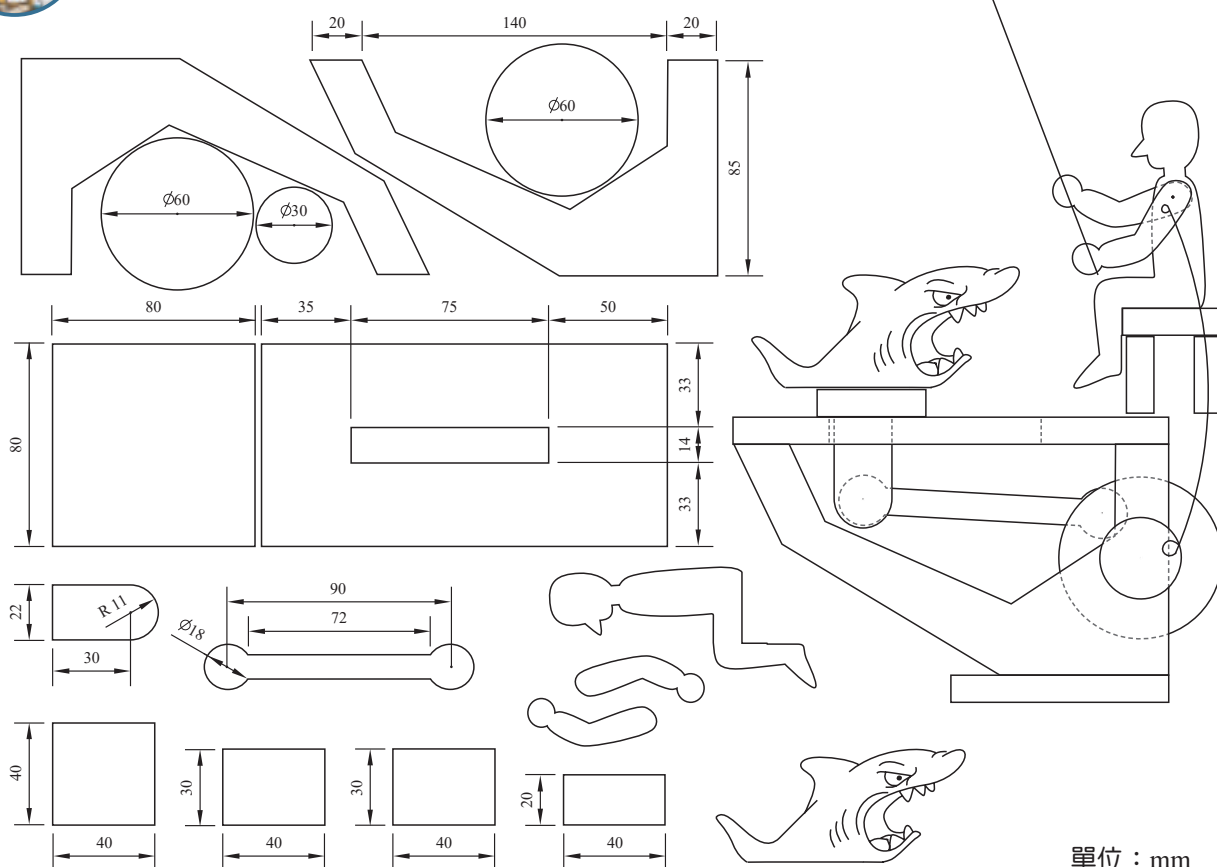


用一用

請使用尺規或是 3D 繪圖的方式，畫出你所設計的機構玩具工作圖，並標上尺度標註。



的工作圖及尺度標註



單位：mm

8

製作、測試與改良

配合習作第 38 頁

終於快要完成機構玩具的成品了！在加工製作的過程中要實際測試運作，可能會發現許多在設計時沒有發現的問題。當遇到困難時，請不要灰心！試著發揮觀察力，仔細思考是哪個環節出了問題。



的主題製作步驟

工具

手線鋸、快速夾（F 型夾）、虎鉗、手電鑽或手搖鑽（鑽頭直徑 5mm 與 6mm）、鐵鎚、鋼尺、直角規、錐子、圓規、鉛筆。

材料

直徑 0.5cm 的圓棒（約 90cm）或竹筷 4 根、60×10×1cm 的白木板 1 塊、鐵釘 8 根（小於一寸釘）、瞬間接著劑（白膠、木工膠）、砂紙。



請依照你的設計，一起列出你需要的工具及材料清單吧！

TIPS 使用瞬間接著劑時應注意通風，不要一次塗抹過多，且避免與肌膚接觸。

步驟 1

先在木板上畫出設計的外框尺寸，再用手線鋸鋸切。

TIPS 鋸切木板時會有鋸路消耗，會影響尺寸精確度，建議保留 2mm 的鋸路。



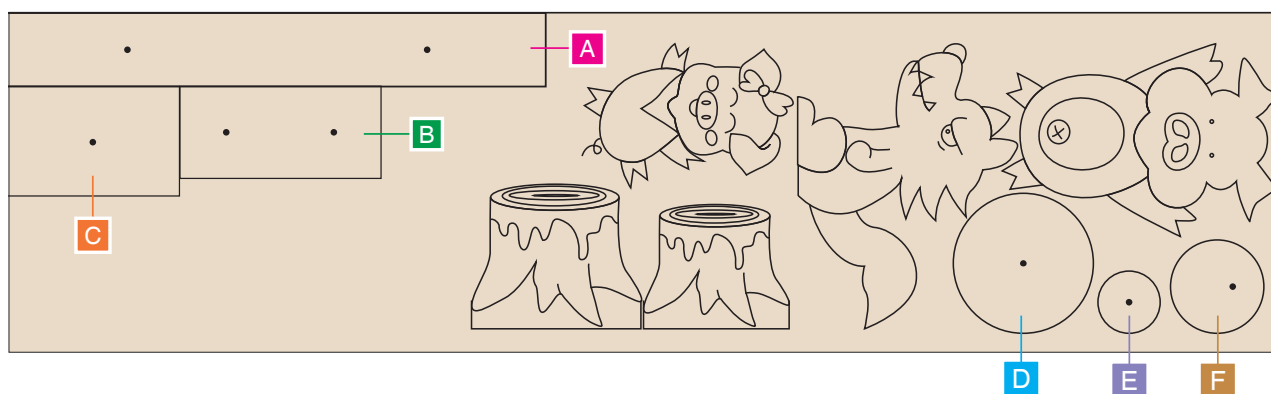
TIPS 手線鋸應與木板呈垂直狀態，或可使用快速夾固定木板，以利裁切。



步驟 2

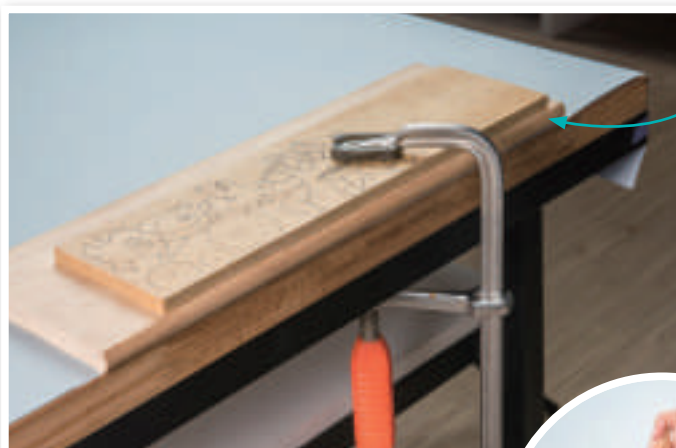
在木板上畫出設計的其他零件尺寸與自由發想的主題圖案，並點出要鑽洞的位置。

- A** 左右距離 4cm 取中心點。
- B** 左右距離 1cm 取中心點。
- C** 取對角線的中心點。
- D** 圓心在 2.2cm 的位置。
- E** 圓心在 1cm 的位置。
- F** 圓心在 2cm 的位置（偏心圓）。



步驟 3

將畫好的木板用快速夾固定在桌上，再用手電鑽（或手搖鑽）鑽孔（鑽頭直徑 5mm）。



TIPS 下方需墊一塊木板，防止鑽到桌面。

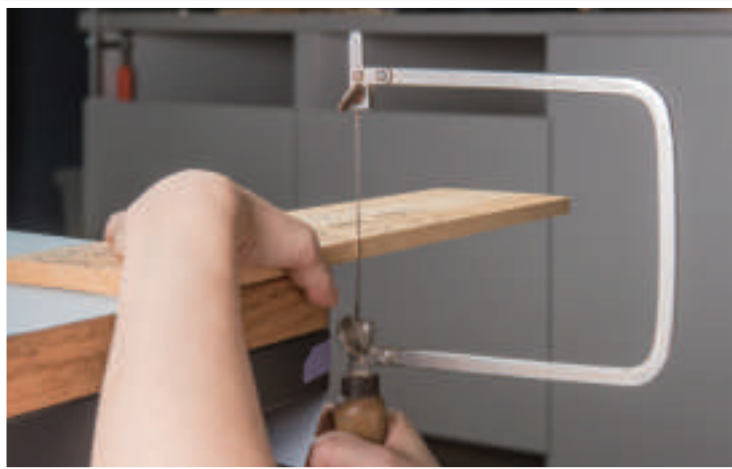


TIPS 先用錐子鑽個小孔作為導孔。

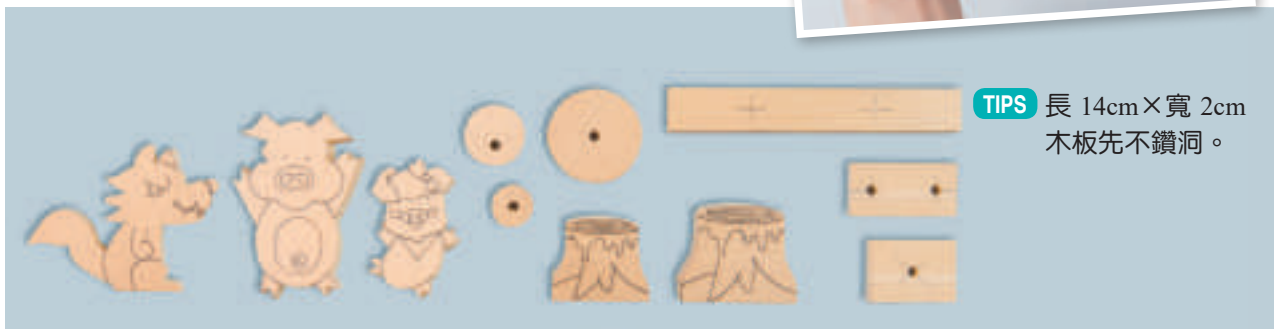


步驟 4

用手線鋸把木板的其他零件與主題圖案分別鋸開，再利用砂紙把鋸下的外框、零件磨光滑。



TIPS 可先將木板鋸成幾小塊，再分別細鋸零件。



TIPS 長 14cm×寬 2cm 木板先不鑽洞。

步驟 5

利用瞬間接著劑將外框固定，再於上、下 4 個角釘上鐵釘，加強外框結構的穩固。



TIPS 先以手指或尖嘴鉗協助穩固鐵釘，使鐵釘與木板垂直，再用鐵鎚輕輕敲打，鐵釘剩下 1/3 時，檢查是否釘歪分岔；若釘歪，將鐵釘拔出重新釘，但不可再釘同一個洞。



步驟 6 將長條木板黏在外框上，並在外框左右兩邊畫出中心線，取中心點。

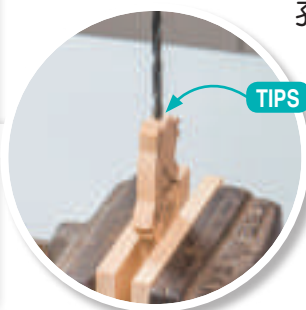
TIPS 增加厚度能提供圓棒更穩定的運動路徑，降低左右擺幅，使凸輪運作更順暢。



TIPS (1) 標出的中心點為放入轉軸的洞口。
(2) 轉軸上方的空間要足夠，避免凸輪轉動時，空間不足而卡住。



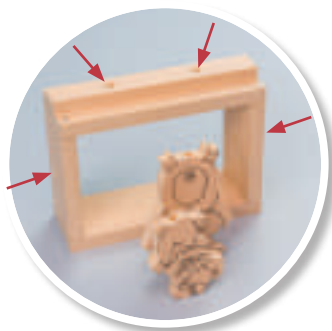
步驟 7 使用虎鉗將主題圖案夾住，再用手電鑽（或手搖鑽）鑽孔（鑽頭直徑 5mm）。



TIPS 深度不要超過 1cm。

步驟 8

將外框用快速夾固定在桌上，再用手電鑽（或手搖鑽）鑽孔（鑽頭直徑 6mm）。



步驟 9

在圓棒標上長 16、10、10、3cm 的記號，接著用手線鋸鋸切。

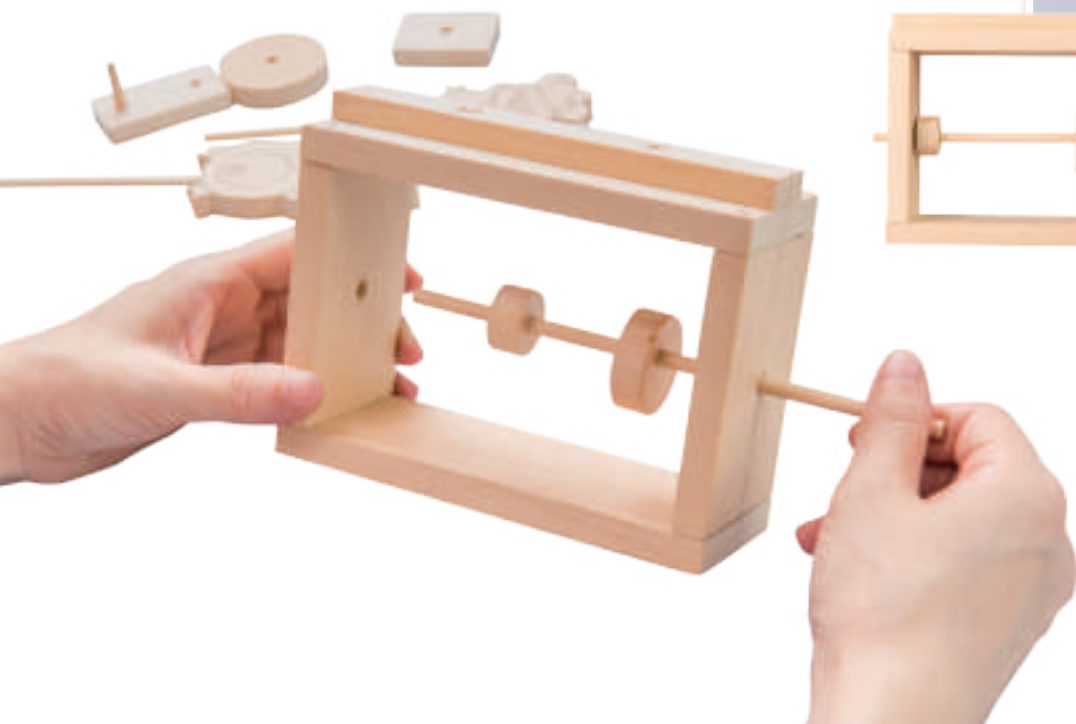


TIPS 拉鋸不用太長，輕輕鋸。



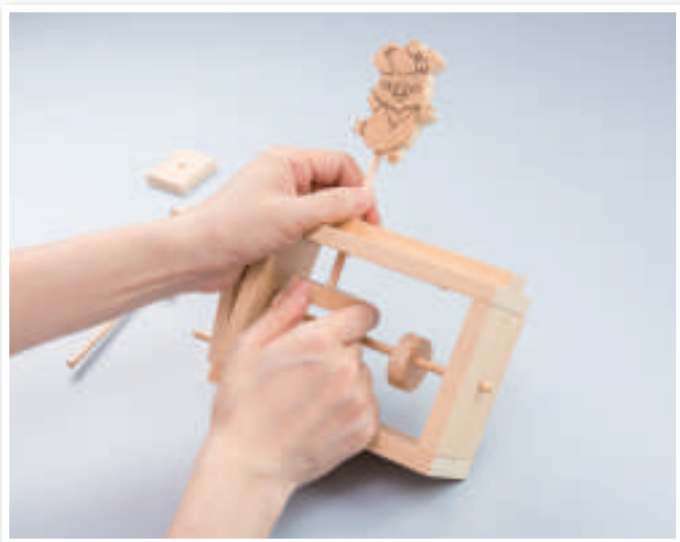
步驟 10

組裝把手、凸輪與中心軸（16cm），並做測試。



TIPS 若把手放右側，則左側必須固定中心軸，否則轉動時容易被拉出。

步驟 11 裝上主題圖案、大圓、長方形，並做測試，確認機構玩具是否順利運作。



TIPS 可調整機構的小圓與偏心輪的位置，再確認是否順利運作。

步驟 12

零件都能順利運作後，就可用瞬間接著劑固定，防止位置跑掉。



TIPS 裝飾零件可用壓克力原料繪圖上色，或其他材料代替，例如：瓦楞紙、黏土。



步驟 13

最後黏上裝飾零件，機構玩具就完成了。



的主題製作步驟

工具

手線鋸、快速夾（A 型夾）、虎鉗、手電鑽或手搖鑽（鑽頭直徑 3.2mm、4mm、8mm 與 9mm）、尖嘴鉗、鋼尺、圓規、鉛筆。

材料

60×10×1cm 的白木板 1 塊、30×10×1cm 的白木板 1 塊、直徑 0.8cm 的圓棒 1 根（約 20 公分）、20 公分的鐵絲 1 根、竹籤 2 支、羊眼釘 1 根、瞬間接著劑（白膠、木工膠）、砂紙。

TIPS 使用瞬間接著劑時應注意通風，不要一次塗抹過多，且避免與肌膚接觸。



請依照你的設計，一起列出你需要的工具及材料清單吧！



步驟 1

先在木板上畫出設計的外框、其他零件尺寸，與自由發想的主題圖案，並點出要鑽洞的位置。

TIPS 角度可以自行設計。

TIPS 外框的結構設計須考量能節省材料。

A 由上而下在約 4.2cm 處，左右距離 1cm 取中心點。

B 圓心在 3cm、5.2cm 的位置。

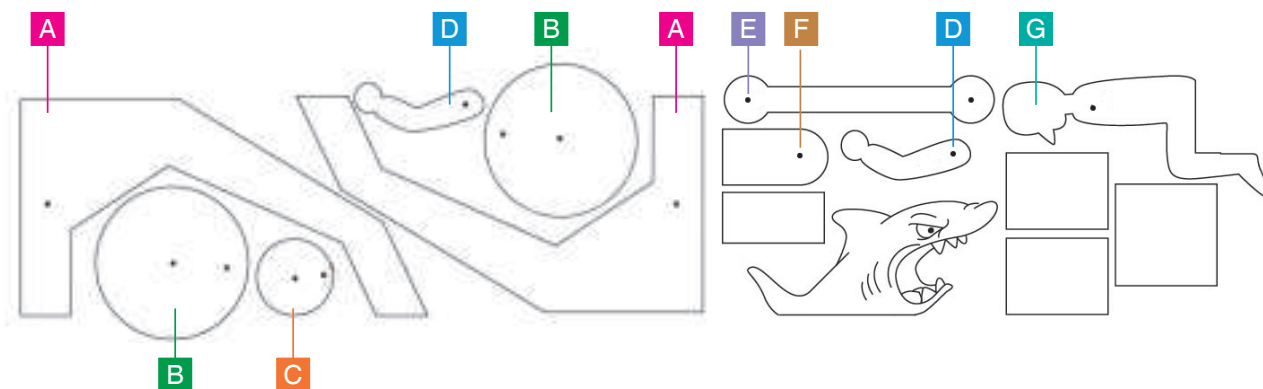
C 圓心在 1.5cm、2.5cm 的位置。

D 圓心在 0.7cm 的位置取中心點（可自行斟酌）。

E 圓心在 0.9cm 的位置，左右各 1 個。

F 圓心在 1.1cm 的位置。

G 圓心在 3.5cm 的位置取中心點（可自行斟酌）。



步驟 2

依照設計的需要，對材料進行加工處理（加工處理的方式可參考第 84 ~ 87 頁）。



鑽孔：利用虎鉗或快速夾固定，再用手電鑽（或手搖鑽）鑽孔。

鋸切：利用手線鋸鋸開零件。

砂磨：利用砂紙細磨零件。

TIPS 數字代表使用的鑽頭直徑（單位：mm）。



TIPS 把手跟擋片可利用剩餘材料製作。

TIPS 先用手電鑽（或手搖鑽）鑽一個孔（鑽頭直徑 9mm），把手線鋸的鋸條拆開，穿過孔洞，組合鋸條後，把中間長方形鋸開。

步驟 3

利用瞬間接著劑將外框固定，可自行在上、下 4 個角釘上鐵釘，加強外框結構的穩固。



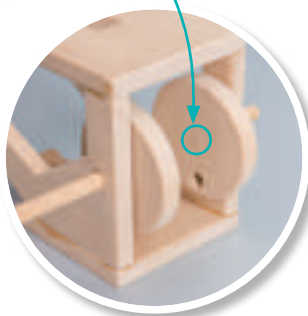
TIPS 組裝時，注意長邊在後。

步驟 5

取 4 公分的圓棒，與剩下的圓棒，分別組裝曲柄的零件。



TIPS 兩邊內側的圓棒不可凸出來，否則連桿轉動會卡住。



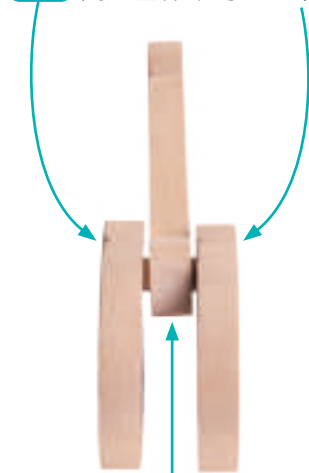
步驟 4

取 3.5 公分的圓棒，組裝曲柄機構的零件。



TIPS 兩邊緊配合。

TIPS 兩邊圓棒不可凸出來。



TIPS 中間鬆配合。

步驟 6

機構部分先進行測試，確認是否順利運作，就可用瞬間接著劑固定，防止位置跑掉。



TIPS (1)圓的部分要確認對稱性，否則轉動時會偏一邊。
(2)大圓也可用任何形狀取代，但要注意形狀設計的尺寸。

步驟 7

裝上擋片後做記號，再把多餘的圓棒鋸掉。



步驟 8

取適當長的竹籤作為把手，並裝在外框的另一邊。

**步驟 9**

組裝其他的零件，並黏上設計的主題圖案。



TIPS 黏在中間的位置。

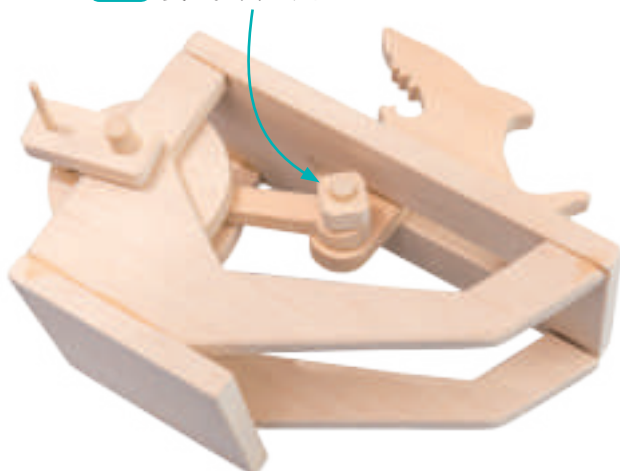


TIPS 主題圖案也可等機構都完成後再一起組裝。

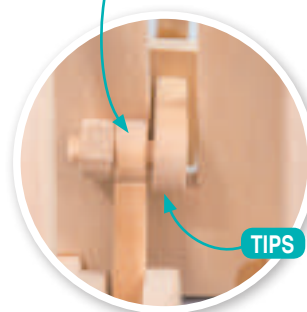
步驟 10

組裝另一邊的機構零件，並做測試，確認機構是否順利運作。

TIPS 裝上擋片固定。



TIPS 中間鬆配合。



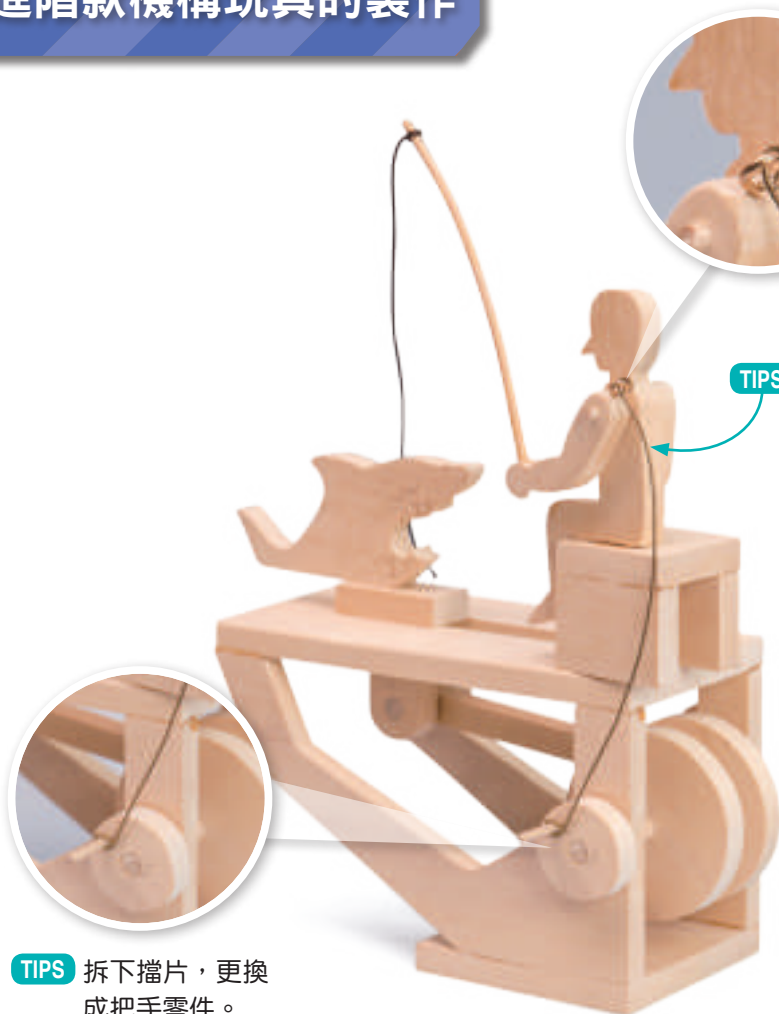
TIPS 兩邊緊配合。



基礎款的機構
玩具完成。



進階款機構玩具的製作



TIPS 組裝椅子人物手臂，並
將羊眼釘裝在手臂上。

TIPS 黏上椅子與人物，最後在羊眼
釘及把手處裝上鐵絲即完成。

進階款的機構玩具
完成，人物設計可
以改成划船被鯊魚
追，或其他自行設
計的主題喔！



TIPS 拆下擋片，更換
成把手零件。

9

成果發表

配合習作第 39 頁

經過許多週的努力，大家終於完成自己獨一無二的機構玩具了！回想一下，在過程中，你是如何克服所遭遇到的問題？又從中學到了哪些知識與能力？班上同學的作品中，是否有令你會心一笑的作品？為了讓更多人都能欣賞到這些有趣的作品，同學們可以與朋友或家人分享你用心製作的成果喔！



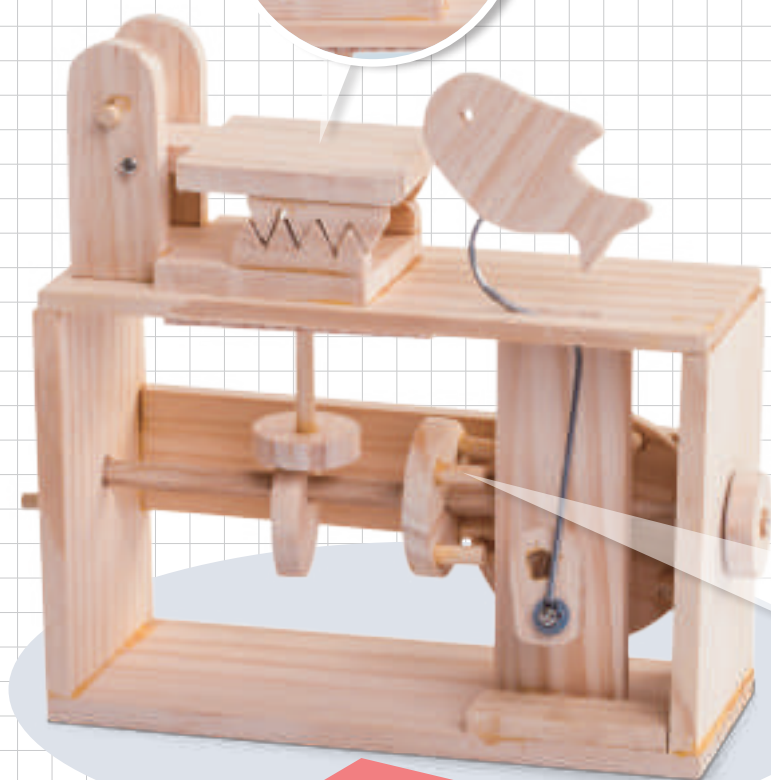
熱血健身房



鬼抓人



開心鬼打招呼



鯢口逃生





坦克車



水中樂園



殭屍跳

關卡 6

機械、建築與社會

本關卡主要以機械和建築為例，介紹機械、建築與人類社會的關係，請大家一起來思考機械、建築對社會所帶來的正、負面影響。同時，也簡單介紹機械、建築產業的相關職業，再為你精選出這個領域的科技達人，介紹科技達人工作的內容及貢獻，以及目前產業界情況，並期望同學能探索自己的興趣。在你學習完本單元的內容後，必須能夠針對機械、建築與社會的關係表達你的看法。

現在要學

挑戰 1

機械與社會的關係

- ① 機械產品與日常生活
- ② 機械對社會的影響
- ③ 機械相關的職業介紹
- ④ 科技達人

闖關任務 科技族譜大探索

挑戰 2

建築與社會的關係

- ① 建築與日常生活
- ② 建築對社會的影響
- ③ 建築相關的職業介紹
- ④ 科技達人

闖關任務 ① 求職博覽會
② 科技達人追追追

以前學過

關卡 2 認識科技

關卡 4 結構與機構

以後要學

八年級 能源與生活周遭的關聯

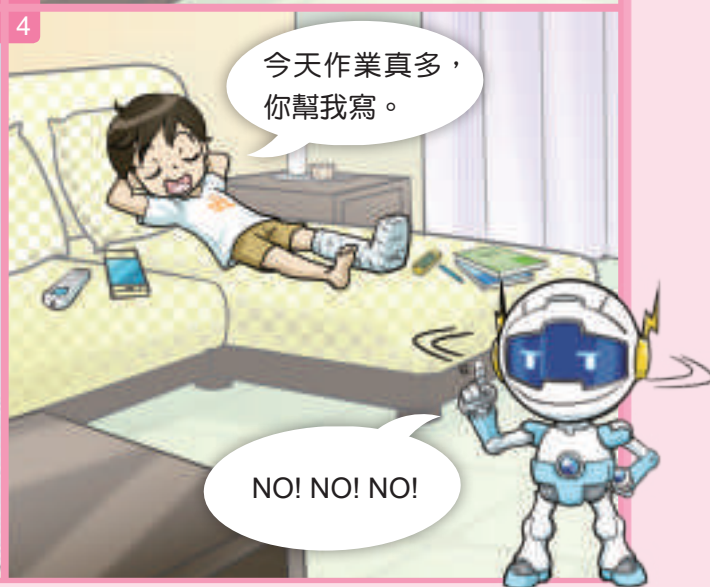
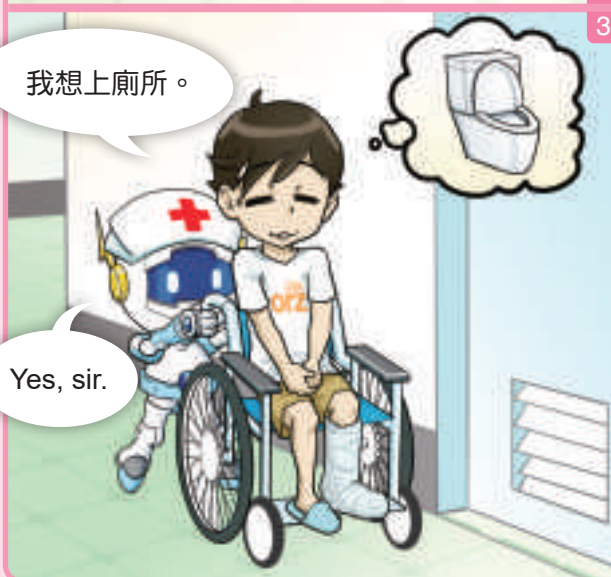
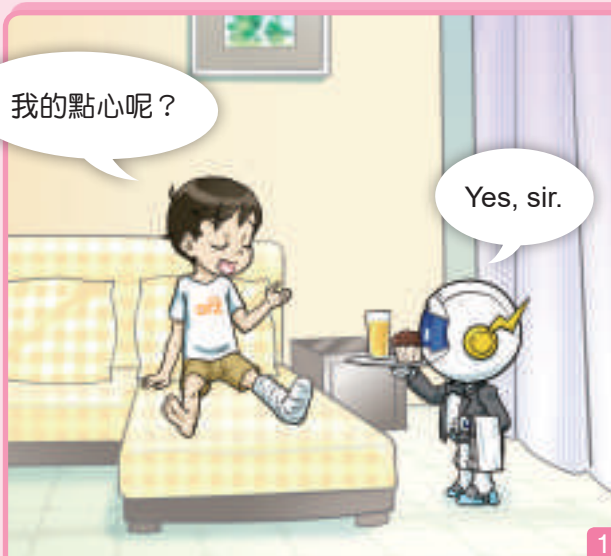
八年級 運輸科技對社會與環境的影響





挑戰 1

機械與社會的關係



學習重點

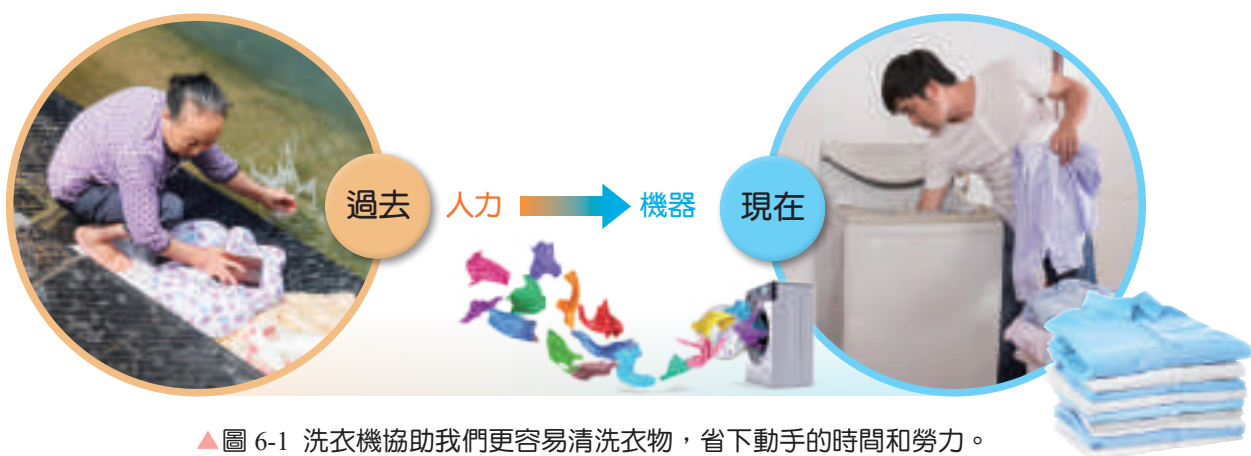


機械科技改變人們的生活習慣，想想看：機器人大量取代人力，對社會有什麼影響？

1. 了解機械產品與日常生活的關係。
2. 機械對社會的貢獻與影響。
3. 機械的相關職業與達人介紹。

1 機械產品與日常生活

機械產品能夠幫助我們更輕鬆簡單的完成更多事情，代替人們進行各種動作，以協助或取代人力工作。例如：洗衣機的發明與普及，可以協助我們更容易清洗衣物，省下動手洗滌衣物的時間和勞力，還可以享受每天穿乾淨衣物的生活品質（圖 6-1）。



▲圖 6-1 洗衣機協助我們更容易清洗衣物，省下動手的時間和勞力。

這些科技產品在被發明後就是一直保持相同的型態嗎？當然不是！科技產品會隨著人類的需求以及時代的演變而不斷的改變。以「筆」為例來說，早期的人類撿拾石塊、木桿等，在土地、石板或石穴壁上留下記號，之後發明了毛筆及鵝毛筆等可以沾汁液進行書寫，使得筆的功能愈來愈強大。

原本的毛筆或鵝毛筆不是一種機械，但人類為了滿足使用的需求，於是增加了彈簧、滑軌等機件，並以塑膠或金屬殼作為機架，變成生活中的機械產品——伸縮筆，也就是現代原子筆的型態（圖 6-2）。

除了筆之外，在我們的日常生活中還有許多機械產品，同學們經常使用的鎖和腳踏車便是很好的例子。



►圖 6-2 毛筆及鵝毛筆是現代原子筆的前身。

補給站

魯班鎖

魯班鎖也常被稱為八卦鎖或孔明鎖，曾廣泛流傳於民間，且被用於中國傳統的土木建築之接合用。

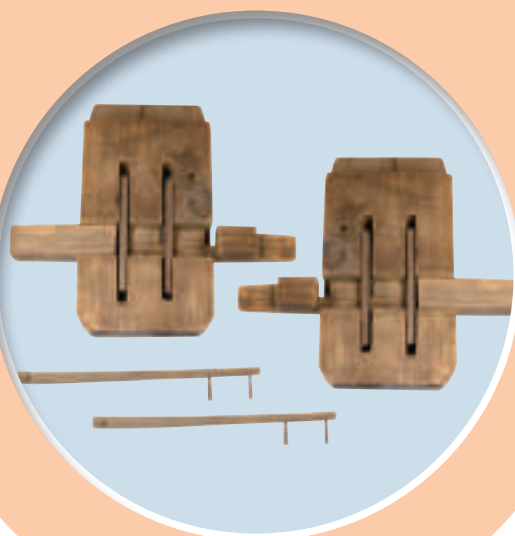


鎖的發展史

鎖具的發展（圖 6-3）和材料、工具與文化之間有密切的關聯，透過鎖具的演進，我們可以大致了解當時社會的工藝技術、文化背景，以及經濟發展的概況。

木鎖

木鎖是最早的鎖具，主要構造為門上有一個孔，利用竹竿製的鑰匙插入孔中，藉此驅動門內的木栓來達到開門和關門的效果。



金屬鎖

金屬鎖最早出現於青銅器時代，鎖內裝有片狀彈簧，利用鑰匙與彈簧片的形狀和彈力作用，來達到開鎖與上鎖的功能。



▲圖 6-3 鎖具的演進示意圖。

 補給站

人臉辨識解鎖

隨著人臉辨識技術愈來愈成熟，已能多角度辨識臉部的眼睛、鼻尖、臉頰、嘴唇、下巴等精細特徵，目前已應用於手機或一般大門中。



喇叭鎖

喇叭鎖是利用鑰匙插入鎖孔，使上下鎖栓接觸的連線和鎖筒旋轉位置相同，再藉由鑰匙旋轉轉動鎖筒，便可以開啟鎖具。



電子鎖

電子鎖是透過輸入密碼、磁卡、圖形辨識或按壓指紋，就可以很方便的開門。電子鎖主要的原理是透過電子式設計以比對密碼，若密碼正確則會驅動電磁執行器開鎖。



磁卡鎖



密碼鎖



指紋鎖



腳踏車發展史

法國人西夫拉克（Comte de Sivrac）在 1791 年發明了第一架代步的木馬輪小車。這輛小車前後各有一個木質的車輪，中間連著橫梁，上面裝上一條板凳，像現代的滑步車。這輛小車既沒有傳動鏈條，也無轉向裝置，被認為是最早的腳踏車（圖 6-4）。後來人們以此為基礎不斷改良，才演變成現在看到的各式腳踏車（圖 6-5）。

◀ 圖 6-4 早期的腳踏車沒有傳動鏈條及轉向裝置。

▼ 圖 6-5 腳踏車的演進示意圖。



腳踏車演進史



第四階段的設計是前輪高大，導致坐墊高度甚高，不但操作難度提高，且有危險性。直至第五階段採用鏈條及齒輪的方式，解決了使用上的問題，腳踏車才被普遍推廣使用。



補給站

變速器

在腳踏車踏板及後輪處裝設大小不同的齒輪組，藉由讓鏈條在大小不一的齒輪間切換，達到踩踏輕、車速慢，或踩踏重、車速快的效果。



5

第 5 階段

將腳踏車改為前後輪大小相同，並將後輪及踏板用齒輪與鏈條連結，以及裝上前叉和煞車，且首次使用橡膠的車輪。



6

第 6 階段

將橡膠管黏成圓形，並打足氣裝在腳踏車輪子上，增加了車子的彈性，降低因路面不平而產生的震動。



7

第 7 階段

美國人製造出登山用途的腳踏車，車子的變速器被研發出來，成為腳踏車的標準配備，使得各種用途的腳踏車陸續出現。

腳踏車被大量生產後，價格降低，讓更多人可以使用，經過廠商陸續改良，推出多種滿足消費者需求而設計的腳踏車，例如：折疊車、公路車、登山車、變速車、淑女車及電動腳踏車等（圖 6-6）。



▲圖 6-6 市面上的各種腳踏車。

補給站

如何租借 YouBike

在第一次租借 YouBike 之前，要先在「Kiosk 自動服務機」或是官方網站，以自己的手機號碼註冊，並且登錄悠遊卡或一卡通後，才能開始借車。拿已登錄的票卡感應停車柱上的控制器面板後即可借車。



改變生活的型態

大多數的機械產品，都是為了滿足人們的日常生活需求，因此，當機械產品改變時，人們的生活型態也容易隨之改變。例如：腳踏車在早期是重要交通工具，人們多半是買來自用，近年來隨著腳踏車的共享租借服務興盛，更能滿足都會民眾的移動需求，並達到節能減碳的目的，例如：YouBike、TBike 等（圖 6-7）。

▼圖 6-7 臺灣各縣市共享租借腳踏車示意圖。



機械產品除了會改變人們的生活型態，如果能具有其他不同的功能，更能符合社會的需求。

以腳踏車為例，在臺灣，人們多以機車代步，不利腳踏車騎乘，因此降低了大眾的使用意願。隨著環保與休憩意識抬頭，政府大力提倡腳踏車運動、規畫腳踏車專用道，並鼓勵辦理親子共乘活動。針對此一商機，腳踏車製造商也設計專門提供休憩或長途騎乘的車子，使得此運動再度活躍於現代社會（圖 6-8、6-9）。

隨著騎乘腳踏車的風氣日益盛行，為了保障用路人安全，政府也特別制定腳踏車相關法規約束，腳踏車已無法任意騎上騎樓、人行道等，也不能為了貪圖方便而隨意逆向行駛。



想一想

日常生活中的科技產品，可以跟哪些機械配合，以產生不同的創新功能呢？



▲ 圖 6-8 和家人一同騎乘腳踏車出遊，已是現今常見的休閒娛樂。



▼ 圖 6-9 腳踏車專用道。



2

機械對社會的影響

正面貢獻

更高的工作效率

只需要少數的人員進行機器操作，就能達到大量人力的效果。

提升產品品質

工廠中利用各式機械協助生產，可以大量製造各種精密且優質的產品。

改善生活品質

機械除了可以製造出價格親民的產品之外，也能使食衣住行的品質獲得提升。

產業脈動

現今木工機械已具備越來越多智慧化功能，例如：透過雲端擷取機臺電流資料、建構智慧化系統平臺等，以使產線數位化並具備多元管理功能模組，藉此掌握工廠即時狀態，有效提高產能與生產效率。

～張聰捷董事長 / 勝源機械

▲圖 6-10 機械對社會的貢獻與影響。



想一想

以前的農業社會，需要大量的人力進行耕作，才能有足夠的糧食供應；而現在僅有少數人從事農耕，卻也能使產量不受影響，為什麼呢？

過去



現在



負面影響

環境污染

機械可製造出許多價格便宜的產品，使得人們不知珍惜隨意扔棄，造成大量的垃圾，引發生態浩劫。

不當使用

若不當使用機械產品時，會造成負面的影響，演變成社會的問題，例如：酒駕會嚴重危害自己與他人生命安全等。

造成失業

工廠採買自動化機械（例如：機械手臂等）大量取代原有的作業員，造成許多人員失業或產業消失。

想一想

你曾在馬路上看見哪些不恰當的駕駛行為？可能會造成哪些危險呢？



3 機械相關的職業介紹

和機械產業相關的職業，大致可分為：設計、製造與組裝、養護與維修、回收與再利用等。以下針對此一程序介紹與機械相關的職業（圖 6-11）。

設計

機械產品在設計階段除了考慮產品的功能、成本及消費者需求外，通常還要考量製造與組裝的難易度、維修與養護的便利性，以及材質是否可回收及再利用。

機械產品的設計工作內容多以專案方式進行規畫與構思，最後的產出為產品設計圖。相關從業人員多為研發單位工作者，是每個公司的核心技術人員。



設計工程師

製造與組裝

機械皆由機件組合而成，所有零件皆需標準化，再依設計圖進行製造與組裝。

相關從業人員有：工程師、工程師助理、技術員、作業員。工程師負責設計機械產品的製造流程，並管控產品的品質；工程師助理則多為協助工程師完成前述的工作；技術員與作業員則是生產線上的操作人員，負責操作機械設備以進行製造與組裝。



技術員

除此之外，機械相關的職業還包含機械的操作人員，此類人員都需要具備證照，例如：聯結車、吊車、堆高機及公車等。

▼圖 6-11 機械產業相關的職業介紹。

養護與維修

機械的養護工作，目的在於預防機械損壞及確保機械運作的品質，相關從業人員如：各式機械的保養人員。

機械的維修工作，是在機械損壞後，由維修人員進行修護工作，讓機械恢復正常運作，相關從業人員如：各式機械的維修人員。



維修人員

回收與再利用

機械老舊或不堪使用後，就會被回收、拆解可用零件、煉製再利用或整修後進入二手市場。

相關從業人員為：資源回收廠人員、再煉製廠人員、二手市場人員。



回收廠人員



達人 / 馬祥原

世界鈹金冠軍—— 越艱困的環境，越能讓自己成長

鈹金是汽車修護的重要工作之一，無論是一般的汽車或是高級跑車，都需要具備優異鈹金技術的汽車修護人才。

世界鈹金冠軍馬祥原是七年級生，國中時候不喜歡唸書，成績在班上總是倒數第一名，但老師的一段話打動了他：

「你學這個技術可以賺錢，你既然不喜歡讀書，畢業就要去工作，何不現在就準備好，將來會比人家有更多的技能和機會。」

於是國中畢業後，馬祥原選擇就讀汽修科，因為遇到好老師，激起他對汽車鈹金的熱愛與執著。日夜苦練鈹金技術，終於能把鈹金敲鎚到像鏡子般光亮，在 2001 年獲得國際技能競賽金牌，目前也擔任汽車鈹金培訓師，為許多世界知名車系品牌培訓專業的汽車鈹金技師。





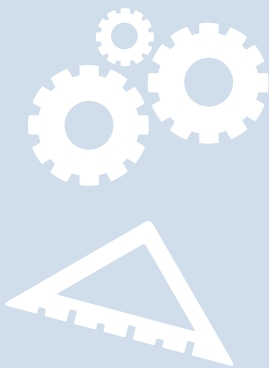
達人 / 陳明妍

全國技能競賽機械修護冠軍—— 男生做得到，女生也可以！

銑床是相當龐大且笨重的機具，且其運作過程中所發出的尖銳切割聲音，常會使人感到不舒服。陳明妍從小就對修理機械很有興趣，時常拆解家中的電器研究，推甄進入新竹高工後，練習時常被刀具割傷，也常被刺耳的銑床切割聲嚇到，一度萌生放棄念頭。在師長和哥哥的鼓勵下，她咬牙堅持下去，終於從超過 3000 名的參賽選手中脫穎而出，獲得第 47 屆全國技能競賽機械修護冠軍，更打破工業機械修護職類紀錄，成為首次摘金的女性銑床手。



未來陳明妍將繼續選擇攻讀機械相關科系，持續朝向第一位女銑床國手與專業機械工程師而努力。



闖關任務

6-1



科技族譜大探索

同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 44、45 頁

目的

藉由科技產品的演進發展，了解科技與社會之間的關係，並進一步思考科技的演進如何影響人類的生活。

任務說明

- (1) 選定一項科技產品，並透過不同管道的資料蒐集方式（例如：網路、書籍或向長輩請教），整理成科技產品演進的過程說明。
- (2) 針對選定的科技產品，至少須列出三個不同時期的演進歷程。
- (3) 報告內容必須包含：不同時期的科技產品演進過程中，可能造成此一改變的主要因素，以及其對當時人類社會的可能影響。

過關條件

選定一項科技產品，透過資料蒐集整理出至少三個階段的演進歷程，並說明其改變的可能因素與對人類社會的影響，將資料整理成簡報或報告，並於課堂分享成果。

設備條件

電腦與網路、海報紙 1 張、彩色筆等繪圖工具。

成品展示

步驟

1 選定主題

我選擇的科技產品主題是：手機

步驟

2 請蒐集相關資料

- 1 請列出你的資料蒐集管道，例如：書、雜誌、網路等。雜誌、網路
- 2 請依據你所蒐集到的資料年代，依序填入以下空格，例如：西元 1900 年便請填入 3 的空格中。



範例 書信
(西元 208 年)

年代：西元 1500 年前

你所挑選的科技產品最早期的情況為何？



- 1 當時的功能為何？
透過按壓傳送類似摩斯密碼等電報。
- 2 對當時人類社會或日常生活的影響為何？
使得訊息可以快速傳遞。



範例 電報
(西元 1837 年)

年代：西元 1501 ~ 1850 年

你所挑選的科技產品改善後的情況為何？



- 1 當時的功能為何？
傳送電報。
- 2 對當時人類社會或日常生活的影響為何？
相較於過去的電報機，這臺可以直接輸入文字。
- 3 會這樣演進的可能理由為何？
電報密碼轉換較麻煩，直接輸入文字則較便利。

評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
資料蒐集	能透過多元管道（兩種或兩種以上）蒐集科技產品演進的相關資料，並能詳細說明演進歷程。	能透過單一管道（例如：僅透過網路或書籍）蒐集科技產品演進的相關資料，並能大致說明演進歷程。	未能確實蒐集相關資料（或僅憑個人直覺想像），且未能說明科技產品演進歷程。
科技發展史的階段	能將科技產品確實區分出四個階段以上的演進歷程。	能將科技產品確實區分出三個階段的演進歷程。	僅能將科技產品區分出二個階段以下的演進歷程。
科技發展史的內涵	能詳細說明各個階段可能改變的因素，及其對人類社會的影響。	能大致說明各個階段可能改變的因素，及其對人類社會的影響。	無法說明各個階段可能改變的因素，及其對人類社會的影響。
科技態度	能挑選自己有興趣的科技產品，並展現正向的科技學習興趣，且能主動深入了解與該產品的其他相關資訊。	能挑選自己有興趣的科技產品，並展現正向的科技學習興趣。	未能挑選自己有興趣的科技產品，或無法展現正向的科技學習興趣。



範例 電話
(西元 1876 年)

年代：西元 1851 ~ 1950 年

你所挑選的科技產品改善後的情況為何？



1. 當時的功能為何？

講電話、聯繫。

2. 對當時人類社會或日常生活的影響為何？

從電報時代轉變為電話時代。

3. 會這樣演進的可能理由為何？

文字已無法滿足大家的需要，故增加聲音。



範例 呼叫器
(西元 1976 年)

年代：西元 1951 ~ 1980 年

你所挑選的科技產品改善後的情況為何？



1. 當時的功能為何？

進行簡單的文字代碼傳輸。

2. 對當時人類社會或日常生活的影響為何？

人們開始可以隨時接收訊息。

3. 會這樣演進的可能理由為何？

無線電與半導體技術的提升。



範例 手提式電話
(西元 1990 年)

年代：西元 1981 ~ 2000 年

你所挑選的科技產品改善後的情況為何？



1. 當時的功能為何？

第一款行動電話。

2. 對當時人類社會或日常生活的影響為何？

人們開始可以隨時進行電話溝通。

3. 會這樣演進的可能理由為何？

無線電與半導體技術的提升。



範例 智慧型手機
(西元 2005 年)

年代：西元 2001 年~

你所挑選的科技產品現況為何？



1. 目前的功能為何？

具備通訊、上網、娛樂等等功能。

2. 對人類社會或日常生活的影響為何？

逐漸變成 APP 世代，資訊取得更為便捷。

挑戰 2

建築與社會的關係



臺北 101 大樓

臺灣第一高樓。目前為世界第九高樓，也是地震帶最高的摩天大廈。



石岡水壩

提供大臺中地區公共給水及灌溉用水。



雪山隧道

將臺北宜蘭往返路程從 3 小時縮短至 30~40 分鐘。



澎湖跨海大橋

是澎湖群島主要交通要道之一。



花蓮港

1963 年開放為國際商港，年裝卸量可達 3,400 萬噸。



安平古堡

臺灣最早的要塞建築，曾是荷蘭人統治臺灣的中樞，也曾是鄭氏王朝統治者的住處。



臺東石板屋

如百步蛇鱗片般的石板，可有效阻隔雨水進入屋內。



高屏斜張橋

聯絡高雄市與屏東縣重要的交通要道。



鵝鑾鼻燈塔

臺灣最南端、照射距離最遠的燈塔。

除了圖中營建科技的產品之外，臺灣還有哪些具有特色的營建科技產品呢？



學習重點

1. 了解建築與日常生活的關係。
2. 建築對社會的貢獻與影響。
3. 建築的相關職業與達人介紹。

結構相關的科技產品十分多元，包含處處可見的建築物，例如：房舍、辦公大樓、高塔等；也包含非建築物的科技產品，例如：桌子、椅子等家具。以下以建築為例，介紹建築與我們日常生活之間的關係。

1 建築與日常生活

建築能夠提供我們遮風避雨的居住環境，堅固的建築可以減少外力及天然災害的損壞。因此，早期的人類就已經知道就地取材進行建築（圖 6-12）。隨著材料技術的進步與空間的需求，新的材料能建造出更高、更堅固和各種外觀設計的建築物。除了實用性之外，也兼具當地文化特色與觀光地標的代表性（圖 6-13）。



▲圖 6-12 咕硿石為露出海面的珊瑚礁，澎湖居民就地取材拿來建造房屋。



▲圖 6-13 高雄捷運美麗島站的「光之穹頂」，是全球最大的彩繪玻璃藝術作品。

良好的結構可確保居住安全

近年來，有許多天災導致建築物倒塌的事件頻傳，假使建築物沒有良好的結構，便無法確保人們的居住安全，也會造成更多遺憾發生（圖 6-14、6-15）。



▲圖 6-14 建物設計不良無法抵擋地震而崩塌。



▲圖 6-15 隧道的拱形設計可抵擋上方土石重量。

建築材料會影響結構的堅固

選用不同的材質，會影響建築物的外觀。例如：以木材為材料搭建房屋，多會使用榫接與膠合的方式固定，有些則會使用各種釘子進行釘接。但礙於木材本身堅固度不如鋼鐵，所能支撐的負荷亦不如鋼構造，所以木構造房屋大多不會超過兩層樓。如欲建造高樓層房屋，多會採取鋼構造（圖 6-16）。



▲ 圖 6-16 木造房屋多為兩層樓，高樓層房屋多採取鋼構造。

建築常是世界各國的景觀代表

建築通常是世界各國的景觀代表，在不同的建築中，我們也常會見到該國的文化特色（圖 6-17 ～ 6-20）。



想一想

除了課本的這些例子之外，你還知道哪些足以代表當地特色的建築嗎？



▲圖 6-17 哈里發塔（Burj Khalifah）位於杜拜境內，是目前世界第一高塔。

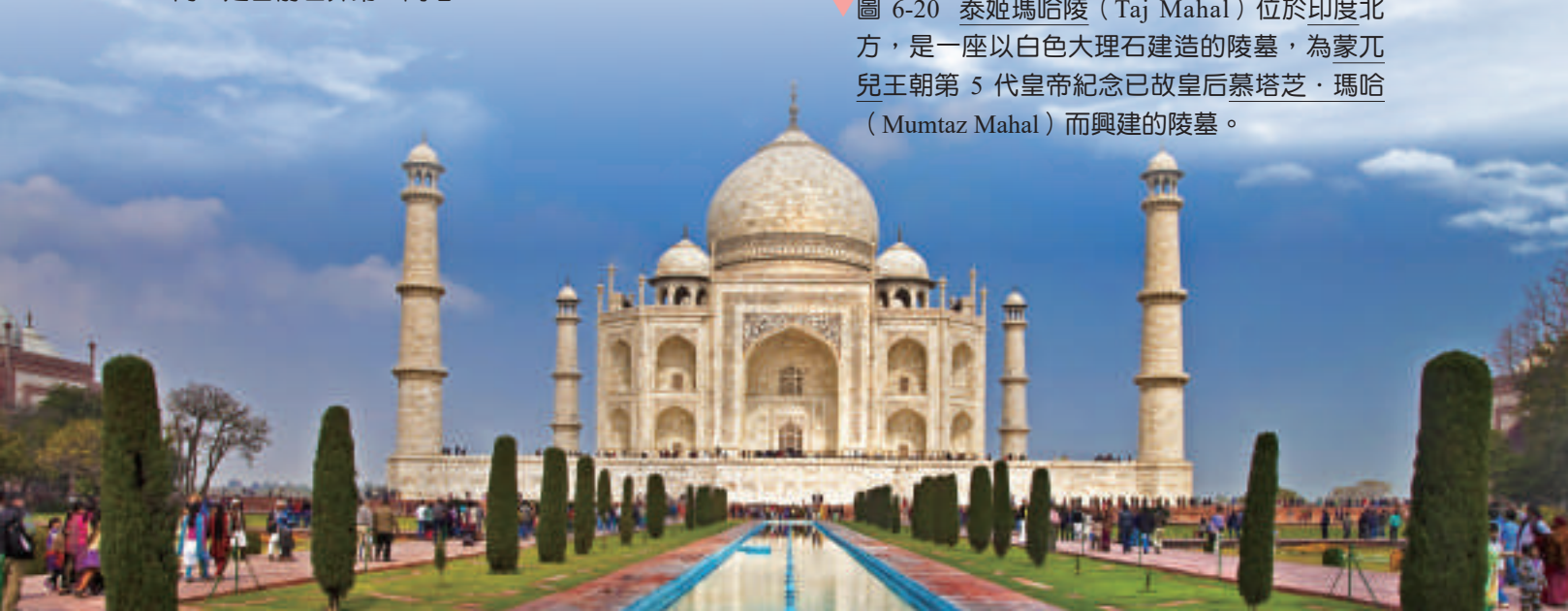


▲圖 6-18 埃及金字塔為古埃及文明的代表，作為法老王的陵寢之用。



▲圖 6-19 雪梨歌劇院（Sydney Opera House）位於澳洲雪梨，是 20 世紀最具特色的建築之一，也是世界著名的表演藝術中心。

▼圖 6-20 泰姬瑪哈陵（Taj Mahal）位於印度北方，是一座以白色大理石建造的陵墓，為蒙兀兒王朝第 5 代皇帝紀念已故皇后慕塔芝·瑪哈（Mumtaz Mahal）而興建的陵墓。



世界著名的高塔

世界各地著名的高塔會因其高度、外觀、建材、結構，而成為當地的代表建物。建造塔時，如果需要增加高度，就必須面臨結構及材料上的難題，因此具代表性的高塔，其結構設計大多是當代一時之選（圖 6-21）。

▼圖 6-21 世界各地著名的高塔。



義大利比薩斜塔（Leaning Tower of Pisa）

結構 以黏著劑接合大理石而成的圓形牆面作為支撐。



建造年 1173 年
材料 大理石
重量 約 14453 公噸



中國應縣木塔（Yingxian Wooden Tower）

結構

木塔平面分為內外槽兩部分，採用兩個內外相套的八角形，以木頭卡榫的方式建造，是世界現存最高的木塔。



建造年 1056 年
材料 紅松木等
重量 總重量約 7400 公噸
紅松木約 2600 公噸



324 公尺

巴黎艾菲爾鐵塔 (Eiffel Tower)

結構

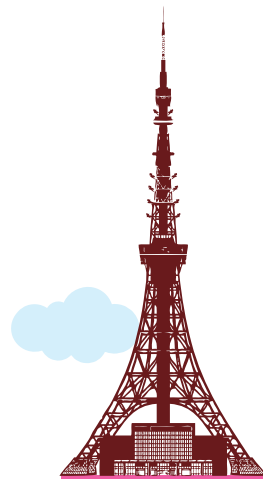
為了世界博覽會而建造，採用類似金字塔形狀的鏤空結構設計，由 250 萬個鉚釘連接固定，曾為當時全世界最高的建築物。



建造年 1889 年

材料 熟鐵

重量 約 10000 公噸



做一做

請查詢馬來西亞的國油雙塔 (Petronas Twin Towers) 主要是利用什麼建材所建造而成的呢？

333 公尺

東京鐵塔 (Tokyo Tower)

結構

以艾菲爾鐵塔為範本，特色為頂部高而鏤空的桁架結構。



建造年 1957 年

材料 鋼鐵

重量 約 4000 公噸

由於碳燃料的燃燒加溫技術突進，使得鋼的煉製技術提升，使用鋼構的建築物也日益普遍；且鋼較鐵堅固，同樣的體積也比鐵輕，除了可以設計跨距更大的結構，還能用較少的構件，便可建造更高、重量更輕的建築物。

2

建築對社會的影響

正面貢獻



展現文化思維與美感

建築師以中國人的吉祥數字「八」為設計主軸，每八層樓為一個結構單元，彼此接續、層層相疊而成。大樓造型像竹子般節節高升，象徵生生不息的意涵，無反射光害的透明省能隔熱玻璃，讓我們可以在 101 觀天看地，是全球獨特的摩天大樓，也是臺北的重要地標之一。



便利與優質的生活

隨著材料科技及結構技術的進步，人類已經能夠建造堅固及舒適的建築物，並將建築運用於居住及交通之外，東京鐵塔的建造，就是為了發射電視及廣播訊號，所以必須建造的很高，讓電磁波天線能在不被高樓阻擋之下順利傳播至遠方。

▲圖 6-22 建築對社會的貢獻與影響。



想一想

房子的結構構造為柱、梁、板及牆等，如果某天發生嚴重的地震災害後，你應該如何判斷房子是否遭受損害，是否安全？

負面影響

人定勝天的迷思

人類工程技術的突破，造就很多偉大的建設，讓我們誤以為可以人定勝天。民國 49 年，臺灣中部橫貫公路完成通車，一時之間舉國歡騰，民國 88 年 9 月 21 日集集大地震，導致中部山區邊坡崩塌，路基流失，道路嚴重受損，專家考量後建議不急於修建。礙於梨山地區居民交通問題還是進行修建，完工後不久又遇敏督利颱風侵襲，造成多處崩塌。



熱島效應

指一日當中不論何時，都市的氣溫都比鄰近郊區來得高。都市異常高溫的主要原因來自於建築物太密集，水泥建物 and 柏油路對日照的儲熱、大量冷氣空調與車輛排出的廢熱及樹木減少所致。



想一想

近年來政府興建大量的交通建設，例如：東西向快速道路、環島鐵路電氣化及高架化，對我們的生活有哪些影響？

3 建築相關的職業介紹

建築的範疇十分廣泛，所產生的職業類別眾多，一般而言，建築的興建過程，通常需要經過地質調查與規畫設計、建築執照申請、建材生產、施工興建等程序。以下針對此一程序介紹與建築相關的職業（圖 6-23）。

地質調查與 規畫設計

興建前必須進行土地地形評估及土壤鑽孔並送樣檢測，以了解土地地質狀況及地下水紋狀況。相關從業人員為鑽探機操作員，負責操作及維修鑽探機，並將鑽探土壤取出並包裝；地質工程師則負責測試樣本並提出地層檢驗報告。

建築師進行建物的外型、動向、採光等設計；電機技師設計建物的水電線路；土木技師繪製土木施工圖並規畫、監造施工程序；結構技師負責建物結構的耐震及安全性。

建築執照申請

在興建前必須確認結構設計、施工方式、進度規畫等狀況，以及對周遭環境的影響是否符合法律規定，這些都需要專門的技師出示證明，才能依證明文件到政府部門申請建築執照。在此階段也需要各級政府公務員如工務局科員、工程師等及相關專家、學者教授進行審核建物設計；若未經過許可自行建造，即屬違建。



建築師及各類技師



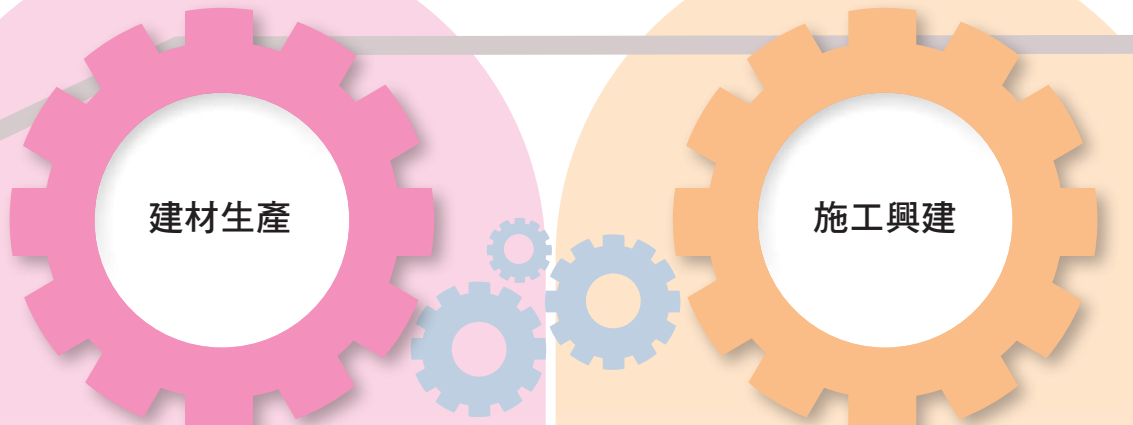
工務局公務人員及專家學者



想一想

請同學上網查詢臺灣就業通 / 工作百科 (<https://jobbooks.taiwanjobs.gov.tw/>) 中，結構工程師的職務簡介與工作內容為何？並請上網查詢人力銀行其所要求的學歷、專業能力以及提供的待遇為何？

▼圖 6-23 建築產業相關的職業介紹。



建材生產

建築的興建需要選用許多不同的建材，例如：鋼筋、混凝土、砂石、磁磚、紅磚、塑膠管等，這些建材的生產也有賴於各種專業人員，以鋼筋為例，便有鋼筋工程師、軋鋼技術員、鋼筋堆高機轉運員等。有了這些辛苦的專業人員，才能生產品質優良的鋼筋以供建築使用。

施工興建

工程開工後，各種機具如挖土機、推土機、吊車、混凝土預拌車及各種卡車等，依工程需求陸續被安排進行土木工程，這之間除各種機具的操作人員外，各種技師也都必須定期監督施工是否依據設計來建造，協調各種技工，例如：鋼筋工、板模工、泥作工及水電工等，才能讓工程順利進行。



建材生產技術員



現場施工人員



國際技能競賽家具木工 金牌選手——帶孩子翻轉人生

家具木工是屬於結構科技相關職業之一，臺灣歷年來在國際技能競賽家具木工類中，獲得許多優異的成績。花蓮 玉東國中的王嘉納老師曾獲得第 31 屆荷蘭 阿姆斯特丹國際技能競賽家具木工雙金牌，王老師的家境清寒，但靠著自己的努力與家人的支持，終於在家具木工方面有相當優異的表現，若進入家具設計產業中，更可以獲得優渥的薪水。然而，王老師回想起自己的成長背景、求學歷程，並觀察到許多來自弱勢家庭學生的學習困境後，決定留在學校任教，藉此協助更多學生試探學習的興趣，並讓學生在動手實作中找到學習的自信。



王嘉納老師不放棄任何一個學生，成立「玉東卡本特」木工班，在老師的帶領下，學生每年將畢業作品帶到華山文創園區展覽並販售，義賣金額除了作為木工專班材料費，還能捐給社福機構。



(照片提供：玉東卡本特)



達人 / 趙若晴

每天跪練 6 小時 她在全國建築鋪面比賽摘金

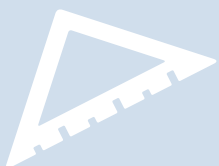
建築鋪面主要應用於房屋、工業或公共建築，在建築物的外牆牆面、地板、樓梯等處鋪設陶瓷磚、馬賽克或天然石材，藉此達到保護與裝飾等目的。

趙若晴畢業於室內空間設計科，剛開始接受建築鋪面職類競賽的訓練時，表現並不出色，參加過兩次全國鋪面比賽皆敗北，但她並未因此放棄，經過每天 6 小時以上的練習訓練後，成為職業類科建築鋪面首位摘下金牌的女生。

因為常碰水泥，趙若晴一雙原本嬌嫩的手不僅脫皮，指縫還會卡水泥，看起來永遠髒髒的，但她從不介意，即使是做攪拌水泥等粗重的工作，她也樂在其中。因此只要能夠用心投入自己喜愛的領域，你也可以闖出屬於自己的一片天。



了解各種職業及工作內容後，你希望未來可以成為哪一種科技達人呢？



闖關任務 6-2-1



求職博覽會

同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 46、47 頁

目的

了解機械與建築相關職業需求、專業能力及其參考待遇。

任務說明

請同學上網搜尋機械或建築相關工作各三個，說明這些工作的內容及待遇，並依照自己的喜好做出排序。

過關條件

完成學習單，並上臺報告與分享。

設備條件

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
資料蒐集與分析	(1)能找出機械與建築的相關工作各三個，及其工作內容、專業能力與待遇。 (2)能清楚說明自己對於各種工作喜好的原因。	(1)能找出機械或建築的相關工作各三個，及其工作內容、專業能力與待遇。 (2)能大致說明自己對於各種工作喜好的原因。	(1)僅能找出1~2個工作，且無法分析其所需的相關能力。 (2)無法說明為什麼選擇這項職業的原因。
報告分享	報告的方式活潑有創意，內容有趣，口語表達容易理解。	報告的內容清楚，口語表達容易理解。	報告過程沉悶，內容表達不清楚。



成品展示

	工作職務	工作內容	須具備的證照或學歷	參考待遇
機械相關工作	電機工程師	1. 修理或改進工廠生產電機或電器設備。 2. 生產流程及作業技術改善。	大學以上電機相關科系畢業	碩士 月薪 37800 元以上 學士 月薪 34300 元以上
	電梯維修工程師	1. 電梯保養、維護。 2. 向顧客說明保養重點及必要性。	具有升降機相關技術士證照、有電梯維護保養經驗者，從優辦理。	月薪 28000 元以上
	機械設計師	1. 製作機械零件的詳細設計圖及說明。 2. 採購機械組裝零件。	大學以上機械相關科系畢業 具備 Autocad 執照者優先錄取	月薪 29200 元以上
建築相關工作	建築師	1. 繪製建築物設計藍圖。 2. 建築執照的申請。 3. 規畫施工動線，避免施工可能發生的問題。 4. 監督品質，確保建築物符合工程圖及相關建築條例。	大學建築系畢業 具建築師執照	月薪 45000 元以上
	泥作師	砌磚造牆，抹水泥砂打粗底或細砂粉光等工作。	丙級以上泥水技術士執照	日薪 2000 元以上
	結構技師	1. 建築結構規畫、分析與設計。 2. 計算設計堅固性，確保建築物結構安全。 3. 建築物耐震詳細評估。	土木技師或結構技師執照	月薪 38000 元以上

嗯…該選哪個好呢？
每一種都很不錯～

闖關任務

6-2-2



科技達人追追追

同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 48 頁

目的

藉由訪談或搜查身邊科技達人的成長過程，了解科技達人工作的內容及貢獻，進一步了解目前產業界情況，並期望同學能探索自己的興趣。

任務說明

- (1) 訪問自己周遭從事機械或建築相關工作（例如：機構設計工程師、土木工程師等）的親人或朋友，如果周遭沒有親友從事機械或建築的相關工作，則可以透過新聞報導、上網搜尋等方式，找到感興趣的科技達人，並蒐集這位達人的相關資訊。
- (2) 藉由訪談、資料蒐集與閱讀，了解科技達人的工作內容、環境以及對社會的影響等，以深入了解其相關工作特性。
- (3) 能將前述資料彙整成簡報，並向老師、同學們介紹科技達人的工作特性，讓同學能更加認識機械或建築的相關工作。

過關條件

能訪談或蒐集身邊科技達人的資料，完成學習單並與同學分享。

設備條件

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
資料來源	能透過訪談或其他管道，蒐集科技達人的完整相關資料（完成習作步驟 1 中的五項）。	能透過訪談或其他管道，蒐集科技達人的大部分相關資料（完成習作步驟 1 中的四項）。	未能確實蒐集科技達人的相關資料（僅完成習作步驟 1 中的三項以下）。
簡報完整度	能妥善說明科技達人的工作內容、環境以及對社會的影響等相關資料。	能說明科技達人的工作內容等相關資料。	僅能部分說明與科技達人相關的資料，無法妥善介紹科技達人的工作特性。
自我反思	能體會科技達人工作的辛苦，並能更進一步探索自己的興趣。	能體會科技達人工作的辛苦。	未能進行自我反思。

成品展示

在你周遭如果有從事機械或建築的親友，就是你的科技達人對象，如果親友中沒有人從事相關產業，可以從網路或新聞等媒體搜尋自己有興趣的達人作為目標。

步驟

1 實際記錄

達人的基本資料	達人的姓名： <u>徐昱勁</u>
	達人的工作職稱： <u>機械維修保養員</u>
	達人是我的： <u>叔叔</u> （請填稱謂或無關係）
	達人的資訊來源： <u>訪談</u> （請填訪談、報導或網路等）
達人的工作時間	<u>早上 10 點到晚上 7 點。</u>
達人的工作內容	<u>進行車輛修復、保養、零件維修等等。</u>
達人的工作壓力來源	1. 工作不穩定，有人需要修車時才有收入。 2. 臺灣對於專業技術者的技術價值不太重視。
達人對社會的影響	<u>提供人們舒適且安全的運輸工具，讓大家能平平安安出門、快快樂樂回家。</u>

步驟

2 自我反省

如果有機會成為未來的科技達人，你希望像這位達人一樣嗎？為什麼？

如果有機會，希望能學習這位科技達人的技術與知識。因為對其技術內容感到好奇。

但同時擔心科技達人所說的工作收入以及社會氛圍的問題。因此，如果要以此工作

為生涯方向，要再想看看如何提升顧客對我技術上的信賴度與忠誠度。



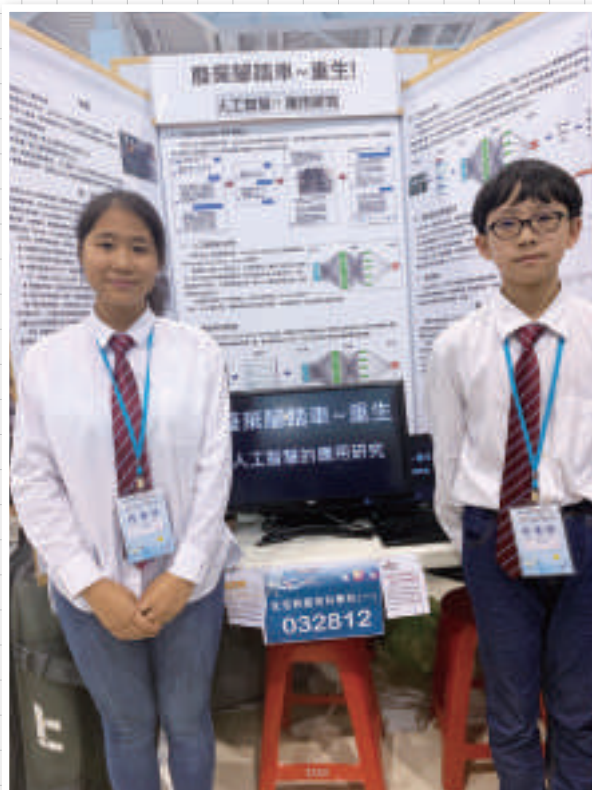
生活科技

相關競賽介紹



全國中小學科學展覽會

針對國中及國小學生舉辦的「全國中小學科學展覽會」，是集全國菁英於一堂的科學競賽活動，其中的「生活與應用科學類」鼓勵學生從生活中尋找研究主題，藉著研究過程應用學科技能，例如：蒐集資料、解讀資訊、設計創造、研究發現、整理並繪製圖表，以及成果發表與口頭報告等能力，激發學生的科學探究素養與問題解決能力，以面對未來的挑戰。



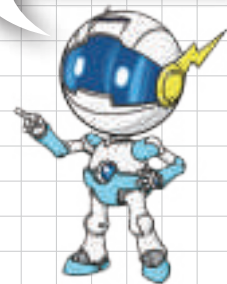
(照片提供：國立臺灣科學教育館)

IEYI 世界青少年發明展

「IEYI 世界青少年發明展」以 6 ～ 19 歲青少年為主要參賽對象，提供來自世界各地傑出的青少年一個舞臺，鼓勵大家將自己的發明與創造展現出來，透過競賽將其創新想法具體化，並從創意作品觀摩與發表中發現問題，再激盪更多解決的創意，藉此加強青少年動腦思考、創造發明的素養。



每年會先在國內辦理臺灣選拔賽，評選出國家代表隊後，再赴各主辦國參加世界青少年發明展國際賽，等你來挑戰吧！



(照片提供：國立臺灣師範大學 工業教育學系)

生科圖片來源

關卡 4 結構與機構

頁碼	圖號內容	提供來源
4-5	關卡頁	shutterstock 提供
6	挑戰 1 漫畫	編輯部 製作
7	圖 4-1 人造物結構的主要元素 圖 4-2 生活中的結構設計	編輯部 製作 葉治欣 攝 shutterstock 提供
8	圖 4-3 桌子的結構 補給站 樁接	shutterstock 提供 編輯部 製作
9	圖 4-4 各種創意的家具 特殊造型書架、半弧面的 搖籃椅子、設計簡約的桌 椅、半透明椅子	depositphotos 提供 shutterstock 提供
10	圖 4-5 災害造成建物損壞 金帥飯店倒塌、美濃地震 寺廟倒塌 花蓮地震、小房屋地震	聯合圖文庫 提供 作者 提供 dreamstime 提供
11	圖 4-6 應力的種類 壓力、拉力、剪力 彎矩 扭力 各受力圖示	作者 提供 dreamstime 提供 depositphotos 提供 編輯部 製作
12-13	圖 4-7 桁架橋結構示意圖 桿、梁、柱的受力圖示	shutterstock 提供 編輯部 製作
14	圖 4-8 車站屋頂的桁架 圖 4-9 體育館桁架結構 圖 4-10 西螺大橋	shutterstock 提供 shutterstock 提供 alamy 提供
15	圖 4-11 腳踏車 圖 4-12 建築工地 圖 4-13 木造屋頂 圖 4-14 高壓電塔 塔式起重機	Adobe Stock 提供 Adobe Stock 提供 alamy 提供 depositphotos 提供 Adobe Stock 提供
24	挑戰 2 漫畫	編輯部 製作
25	圖 4-15 教室木椅	編輯部 製作 葉治欣 攝
26-27	圖 4-16 房屋的主要結構圖	dreamstime 提供
28	圖 4-17 木構造房屋 圖 4-18 磚石構造房屋 圖 4-19 RC 建築	dreamstime 提供 depositphotos 提供 depositphotos 提供
29	圖 4-20 SC 建築 圖 4-21 SRC 建築	depositphotos 提供 編輯部 製作
30-31	圖 4-22 橋梁結構示意圖	shutterstock 提供
32-33	圖 4-23 橋梁的種類 科羅拉多大橋、三仙台跨 海拱橋、金門大橋 安提里翁大橋	dreamstime 提供 depositphotos 提供

40	挑戰 3 漫畫	編輯部 製作
41	圖 4-24 機械是生活中不可 或缺的輔具 千斤頂 線鋸機、挖土機、塔式起 重機	編輯部 製作 depositphotos 提供
42	圖 4-25 修正帶構造圖	編輯部 製作 葉治欣 攝
43	圖 4-26 咬人小狗機械運作 過程	編輯部 製作 葉治欣 攝
44	圖 4-27 智慧視覺系統機器 人	工研院 提供
45	圖 4-28 機械手臂的主要系 統 遙控器	depositphotos 提供 shutterstock 提供
46	圖 4-29 理貨機器人 圖 4-30 服務機器人	depositphotos 提供 shutterstock 提供
49	挑戰 4 漫畫	編輯部 製作
50-51	圖 4-31 簡單機械示意圖	編輯部 製作
52	圖 4-32 園藝剪刀 想一想照片	編輯部 製作 編輯部 製作
53	圖 4-33 線鋸機 圖 4-34 自動筆 圖 4-35 吊扇 圖 4-36 電鑽鑽頭	depositphotos 提供 編輯部 製作 depositphotos 提供 depositphotos 提供
54	圖 4-37 汽車雨刷 圖 4-38 節拍器 圖 4-39 機械手錶 圖 4-40 音樂盒	depositphotos 提供 depositphotos 提供 shutterstock 提供 shutterstock 提供
57	挑戰 5 漫畫	編輯部 製作
58	圖 4-41 凸輪構造 圖 4-42 凸輪機構示意圖 圖 4-43 以凸輪設計的鎖頭	編輯部 製作 編輯部 製作 編輯部 製作
59	圖 4-44 連桿機構示意圖 自動門、傘骨構造 仿生獸	shutterstock 提供 編輯部 製作 葉治欣 攝
60	圖 4-45 蒸汽火車與示意圖 圖 4-46 曲柄與連桿結合的 例子	shutterstock 提供 編輯部 製作 depositphotos 提供 編輯部 製作
61	圖 4-47 洗衣機內部構造 圖 4-48 重型機車 圖 4-49 電扶梯及內部構造 示意圖	depositphotos 提供 shutterstock 提供 dreamstime 提供 編輯部 製作
62	圖 4-50 齒輪機構	depositphotos 提供 編輯部 製作

關卡 5 製作一個創意機構玩具		
頁碼	圖號內容	提供來源
66-67	關卡頁	編輯部 製作 葉治欣 攝
68	圖 5-1 古代的機械設計 兵器、織布機 舟車 達文西	depositphotos 提供 dreamstime 提供 shutterstock 提供
69	圖 5-2 不同的創意構想設計出的作品 機械狗、搖擺人 投石器、手推車 小鴨玩具	魁風文化 提供 編輯部 製作 葉治欣 攝 Adobe Stock 提供
70	得分祕笈	shutterstock 提供 編輯部 製作
71	問題解決歷程	編輯部 製作
72	妹妹、哥哥的創意思考	編輯部 製作
73	圖 5-3 參考市售的玩具與書籍 魚與波浪、摩天輪 小蚱蜢、音樂盒 到圖書館借閱書籍	編輯部 製作 葉治欣 攝 魁風文化 提供 depositphotos 提供
74-75	妹妹、哥哥的設計草圖 其他參考範例	編輯部 製作 編輯部 製作
76	圖 5-4 凸輪玩具（鯨魚噴水） 圖 5-5 凸輪玩具（彈指） 圖 5-6 各種形狀的凸輪結構	編輯部 製作 葉治欣 攝 編輯部 製作 葉治欣 攝 編輯部 製作 葉治欣 攝
77	圖 5-7 夾子也是連桿機構 圖 5-8 曲柄與連桿機構結合的例子	編輯部 製作 葉治欣 攝 編輯部 製作 葉治欣 攝
78	圖 5-9 齒輪的應用範例 圖 5-10 皮帶傳動機構的應用範例	編輯部 製作 葉治欣 攝 編輯部 製作 葉治欣 攝
79	不同的類型材料 紙張、木材、金屬、黏土 塑膠	depositphotos 提供 dreamstime 提供
80-81	外框結構 妹妹、哥哥的結構與玩偶設計 圖 5-11 穩固的支點是機構能順利運作的關鍵	編輯部 製作 葉治欣 攝 編輯部 製作 葉治欣 攝 編輯部 製作 葉治欣 攝

82-83	妹妹、哥哥的工作圖及尺度標註	編輯部 製作
84-94	製作步驟	編輯部 製作 葉治欣 攝
95-97	成果發表 妹妹、哥哥成品、熱血健身房、鬼抓人、開心鬼打招呼、鱷口逃生、坦克車、水中樂園、殭屍跳	編輯部 製作 葉治欣 攝



關卡 6 機械、建築與社會		
頁碼	圖號內容	提供來源
98-99	關卡頁	depositphotos 提供
100	挑戰 1 漫畫	編輯部 製作
101	圖 6-1 洗衣機清洗衣物 過去 現在 圖 6-2 毛筆及鵝毛筆是現代原子筆的前身	shutterstock 提供 depositphotos 提供 shutterstock 提供
102-103	圖 6-3 鎖具的演進 木鎖、金屬鎖（下） 金屬鎖（上）、喇叭鎖、密碼鎖 磁卡鎖、指紋鎖 補給站 魯班鎖 補給站 人臉辨識解鎖	國立科學工藝博物館 提供 depositphotos 提供 shutterstock 提供 編輯部 製作 葉治欣 攝 depositphotos 提供
104-105	圖 6-4 早期的腳踏車 圖 6-5 腳踏車的演進示意 圖 6-6 各種腳踏車 補給站 變速器	達志影像 提供 depositphotos 提供 編輯部 製作 depositphotos 提供 depositphotos 提供
106	補給站 如何租借 YouBike 圖 6-7 共享租借腳踏車 臺北 YouBike、臺中 iBike、嘉義 YouBike、臺南 TBIke、高雄 YouBike、屏東 PBike	shutterstock 提供 shutterstock 提供
107	圖 6-8 和家人騎乘腳踏車 圖 6-9 腳踏車專用道	shutterstock 提供 shutterstock 提供
108-109	圖 6-10 機械對社會的貢獻與影響 想一想 過去農業、現代農業 想一想 危險駕駛	shutterstock 提供 shutterstock 提供 shutterstock 提供
110-111	圖 6-11 機械產業的職業介紹 技術員、回收廠人員 設計工程師、維修人員	shutterstock 提供 dreamstime 提供
112	科技達人：馬祥原	dreamstime 提供
113	科技達人：陳明妍	聯合圖文庫 提供
116	挑戰 2 漫畫	編輯部 製作

117	圖 6-12 咕啞石房屋 圖 6-13 高雄捷運美麗島站的光之穹頂 圖 6-14 建物設計不良無法抵擋地震而崩塌 圖 6-15 隧道的拱形設計可抵擋上方土石重量	維基百科 shutterstock 提供 shutterstock 提供 dreamstime 提供
118	圖 6-16 木造房屋與鋼構造房屋 樁接、螺栓接合 釘接合、鉚接	shutterstock 提供 depositphotos 提供 shutterstock 提供
119	圖 6-17 杜拜哈里發塔 圖 6-18 埃及金字塔 圖 6-19 雪梨歌劇院 圖 6-20 印度泰姬瑪哈陵	dreamstime 提供 shutterstock 提供 dreamstime 提供 shutterstock 提供
120-121	圖 6-21 世界著名的高塔 比薩斜塔、應縣木塔、艾菲爾鐵塔 東京鐵塔	shutterstock 提供 dreamstime 提供
122-123	圖 6-22 建築對社會的貢獻與影響 臺北 101、東京鐵塔、熱島效應 人定勝天的迷思	shutterstock 提供 shutterstock 提供 dreamstime 提供
124-125	圖 6-23 建築產業的職業介紹 建築師及各類技師 工務局公務人員及專家學者 建材生產技術人員、現場施工人員	shutterstock 提供 聯合圖文庫 提供 dreamstime 提供
126	科技達人：王嘉納	玉東卡本特 提供
127	科技達人：趙若晴	自由時報 提供
132	全國中小學科學展覽會	國立臺灣科學教育館 提供
133	IEYI 世界青少年發明展	臺師大工教系 提供

