

風力汲水器

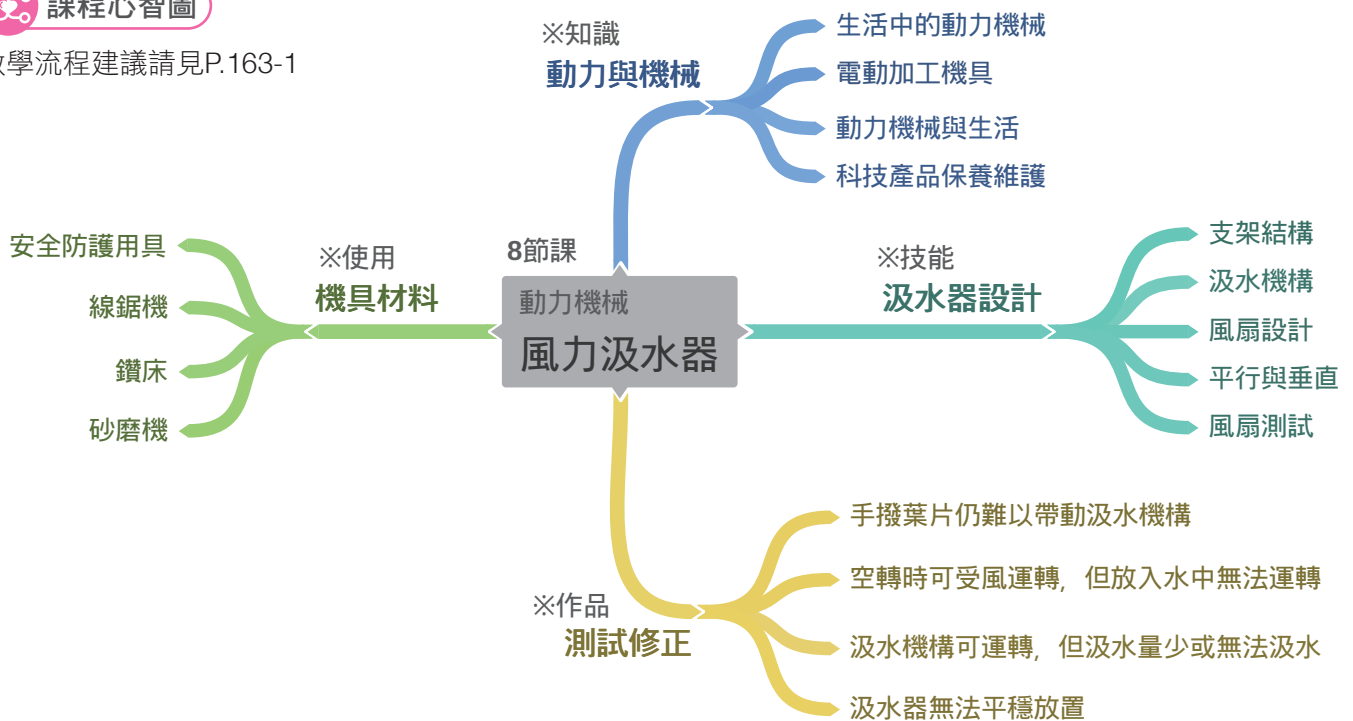


風是空氣流動的現象。人類利用風能由來已久，從風帆船、風力灌溉、風車穀倉，到現代的風力發電，風力已經成為水力之外的再生能源新星。

從很久以前，人類祖先便懂得利用風力來取得灌溉用水。現在就讓我們重現古人的智慧，透過團隊合作集思廣益，設計並製作能汲取並輸送水源的「風力汲水器」。設法在限定時間內取得最多的水，成為灌溉達人！

課程心智圖

教學流程建議請見P.163-1



▶ 教學影片清單



1-1 動力與機械 P.118

1-2 汲水器設計 P.132

1-3 測試修正 P.144

1-4 機具材料 P.150



教材設計說明

藉由以風能為動力的汲水任務，學習如何設計風扇葉片、汲水機構、支架結構，並選用適合的材料、零件、加工機具，完成風力汲水器的製作。

過程中必須活用傳動機構的運作原理，並學會「**電動機具操作**」及「**加工實務**」以進行製作，最後透過測試修正確保汲水器能順利完成任務。

替代活動說明

若有教學條件的考量，教師可利用課本P.204的「**探索活動1：逆風前行車**」進行教學活動。藉由與一般順風動力車不同的「逆風前行」任務，學習如何根據任務目標與條件限制，設計機構結構與受風葉片，並選用適合的材料與加工機具，完成逆風車的製作。

活動另附有學習單檔案，請見「數位百寶箱」光碟。教師可依需求列印，提供學生紀錄使用。

課前備課

1. 風力汲水器製作方式請參考「活動示範影片」。
2. 本活動評量規準參考請見 P.163-4。

活動教學示例

- 風力汲水器詳細製作步驟與技巧，請見「活動教學示例」P.163-5。

主題活動 風力汲水器



01 活動概述

本單元以「動力與機械」為核心概念，利用風能作為主要動力，透過氣流的分析與機構結構的設計，製作一臺能夠汲取並輸送水源的風力汲水器，同時藉由測試修正的過程進行最佳化，使汲水器在相同的時間內汲取更多的水。



1. 關於動力加工機具的介紹，請見 **通識概念** P.118「動力與機械」。
2. 風力汲水器機構與結構設計，請見 **核心技能** P.132「汲水器設計」。

02 活動目標

① 完成風力汲水器：

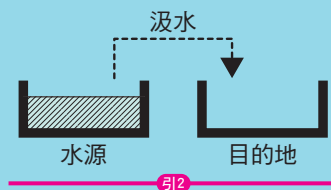
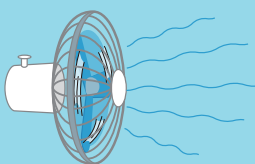
- (1) 任務：將水從水源汲取到目的地。
- (2) 動力：風源的位置與風速固定不變。
- (3) 時間：汲水時間 1 分鐘。

② 計分方式：有效水量最高者勝出。

引

③ 參考規則：有效水量 = 汲水量 - 扣除水量

註 競賽時間內，以手輔助調整汲水器的次數以 5 次為限，且每次輔助將於計分時扣除 10 mL 的汲水量。



引導建議 1

汲水時間、輔助次數，以及扣除汲水量，可由教師依實際教學情況調整。詳細可參考備課用書習作教師版解答 P.38、44。



引導建議 2

1. **水源容器**：可選擇稍大的容器，以盛裝足夠深度的水量。
2. **目的地容器**：放置高度會影響任務難度，依據水往低處流的慣性，目的地容器擺放越高，通常難度也越高。



03

資源條件



人力

2 人 1 組，或依老師指定的方式分組



機具

美工刀、剪刀、鋼尺、直角規、線鋸機、鑽床、砂磨機、夾具、鋼絲鉗、斜口鉗、尖嘴鉗、熱熔膠槍



材料

- ① 支架結構：木板（100×300 mm，厚 6 mm）、木條（6×21 mm，長 900 mm）、冰棒棍、L 型角鐵
- ② 汲水機構：夾板（300×300 mm，厚 3 mm）、軟管（內徑約 6.5 mm，長 1.2 m）、鐵絲、塑膠小湯匙、鋼軸（ $\phi 2 \times 150$ mm）、橡皮筋、透明塑膠片
- ③ 風扇：夾板、飛機木、紙杯（或紙碗）、寶特瓶（含蓋）、竹籤
- ④ 其他：砂紙、黏著劑、自備材料



時間

設計製作與測試競賽時間共 8 節課

1 熱熔膠

風力汲水器必須置入水中測試，使用接合較快速的熱熔膠，可避免白膠或木工白膠未乾、遇水導致結構解體的情況。



引導建議3

1. **支架結構**：除了木材，也可使用PP瓦楞板、發泡板、鋁片等具有一定強度的材料。惟須注意教室應有相應的加工機具。
2. **汲水機構**：可依據龍骨式、水輪式、阿基米德式水車等不同設計選擇不同材料。以可盛接水的材料即可，例如：瓶蓋、細水管、布丁杯、塑膠餐具等。
3. **其他材料**：風力汲水器作品設計彈性較大，因此材料也比較多樣。教師可依教室現有情況，指定部分材料為統一發放，其餘請學生自備（提醒學生盡量以回收、再利用材料為主）。



示範影片

「風力汲水器」
活動教學示範
影片：

- 1.活動簡介(2:50)
- 2.風力汲水器示
例(0:59)
- 3.機具材料(2:41)
- 4.活動提示(1:49)
- 5.活動製作：基座
結構(9:00)
- 6.活動製作：汲水
機構(14:37)
- 7.活動製作：風扇
(15:58)
- 8.活動製作：輸送
管道(2:49)

04

活動流程

請記錄於習作中

界定問題

- 1 確認水源容器尺寸、水源傳送距離、風源距離等測試場地相關條件。
- 2 討論並確認活動可用的資源條件。



想一想，哪些因素可能會影響汲水器的取水效果？葉片大小、汲水器結構穩定度、汲水器重量與尺寸等，考量得越全面，越有機會獲得更好的成績。

蒐集資料

- 1 蒐集古今各種汲水裝置與運作原理等相關資料。
- 2 蒐集生活中風扇的應用與外型特徵等相關資料。
- 3 蒐集葉片材料、數量、形狀、大小等與風扇製作有關的資料。



1. 風扇與汲水器設計相關概念，請見 **核心技能** P.132。
2. 機構傳動相關概念，請見 1 下課本 P.230。

05

發表分享

- 1 競賽活動：
 - (1) 依教師指示將風力汲水器放至測試場地進行實測。
 - (2) 各組競賽汲水時間 1 分鐘。
- 2 記錄結果：
 - (1) 量測並記錄成功汲取的水量。
 - (2) 依教師規定之競賽規則計分。



風力汲水器主要材料為木材，測試完後應晾乾汲水器、或在木材上噴防水塗料，以避免長時間泡水變形損壞。



引導建議

1. 教師可提示學生觀察汲水裝置的運作特性。例如：運用水由高處往低處流的慣性、運轉速度通常不會太快、皆使用「轉動」方式來帶動汲水機構等。
2. 本活動作品尺寸較小，適合的葉片形狀與風力發電機組的細長型葉片不同。若葉片數量少、且過於細長，可能導致受風後產生的動能不足以帶動汲水機構。教師可適時提示、引導學生。

發展方案

- 1 測試扇葉角度、數量、半徑對風扇效益的影響，找出最佳的風扇設計。
- 2 發想可能方案，並繪製設計圖。
- 3 選定最佳方案，繪製零件圖並標示尺寸與數量。



風扇測試，請見 **核心技能** P.140。

設計製作

- 1 規畫：設想汲水器的加工流程、接合方式、組裝順序。
- 2 放樣：依尺寸將零件畫在材料上。
- 3 加工：依樣進行各零件的加工。
- 4 組裝：按照設計圖依序完成各零件的組裝、調校。
- 5 表面處理：為避免木材遇水潮溼變形，在測試前可噴塗防水塗料，或在每次測試後將汲水器充分晾乾。



本活動需要運用線鋸機、鑽床、砂磨機，相關加工技巧請見 **機具材料** P.150。



1. 加工時請留意自身安全，並穿戴相應護具。
2. 如有需要鑽孔的零件，必須先鑽孔再鋸切，以免切下來的零件太小，不易夾持固定。

測試修正

- 1 測試汲水器的運轉，找出問題並改善。
- 2 測試汲水器功能是否符合需求，並設法提升汲水效能。



本活動 **測試修正** 內容，請見 P.144。

06

問題討論

- 1 加工過程碰到哪些問題？是否因為加工技巧而影響運轉的流暢度？
- 2 本組汲水器的汲水機構是參考或使用哪種方式？主要考量是什麼？
- 3 影響本組風扇運轉效能有哪些關鍵因素？你們如何得知？
- 4 汲水器的運轉過程中有哪些問題？可能原因為何？你們如何改善？
- 5 觀察其他組汲水器的優點，如果再做一次，你們最想改善哪個設計？為什麼？

1 風扇測試

可藉由P.140「體驗活動1-1：風扇測試」，找到適合的本組風扇的轉速與扭力，並將風扇設計圖繪製在習作P.41。

2 葉片方向影響汲水機構轉向

風扇葉片扭轉方向，會影響汲水機構的轉動方向。因此組裝風扇與汲水機構時，需先確認「風扇帶動汲水機構的轉向」能順利汲取水源，才能將風扇固定。

1-1

〔通識概念〕

動力與機械

51

教學重點

本跨頁透過風能應用、風力機械為引言，帶出動力機械概念。再藉由動力來源的演進延伸到現今生活中的動力機械。

補充影片

1. 荷蘭風力水車
(0:57)

知識快遞

1. 宋應星（西元 1578 ~ 1666 年）在《天工開物》一書中記載「揚郡以風帆數頁，俟風轉車，風息則止」，即以風力作為動力來源，帶動水車排除田中積水，以利栽種作物。
2. 荷蘭素有「低地之國」之稱，全國近 $\frac{1}{4}$ 的面積低於海平面。16 世紀時，改良並建造大型風車，用來帶動水車汲水，以與海爭地。

風是空氣流動所產生的自然現象，人類很早就利用風力推動帆船，成為重要的水上交通工具（圖 2-1-1）。其後，人類利用風車帶動各種不同的設備，用以排水、灌溉及磨碎穀物，使風力成為替代人力、畜力的重要動力來源（圖 2-1-2）。隨著科技發展，電能成為最廣泛應用的能源，而風力發電也逐漸成為常見的發電技術之一。



圖2-1-1 帆船應用風力航行，是古代重要的水上交通工具。

延伸閱讀 風力發電

風力發電是利用機械連接與動力傳遞，將風的「動能」轉變為輪軸轉動的「機械能」，再經由齒輪帶動發電機運轉而產生「電能」。關於風力發電與相關議題，將於 2 下的課程中有更詳細的介紹。

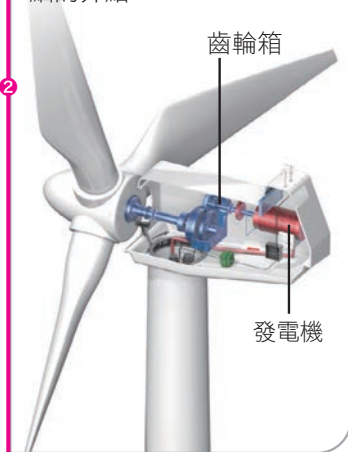


圖2-1-2 荷蘭風車有排水、灌溉及磨碎穀物的功能。

118 生活科技篇

引導建議

本節以「生活中的動力機械」與「生活科技教室常見的電動加工機具」為例，重點在讓學生了解機械中的動力傳遞與基本清潔、保養維護方式。

1 風力發電起源

19世紀末，丹麥的氣象學家製造出第一部「風力發電機」，於是風能的應用便朝向發電發展。後來科學家在既有的風車基礎中，加上近代科技，將風的動能轉變為風扇輪軸的機械能，進而帶動發電機運轉發電。透過這樣的機械連接與動力傳遞，使得風力成為再生能源中，較經濟且使用廣泛的能源。

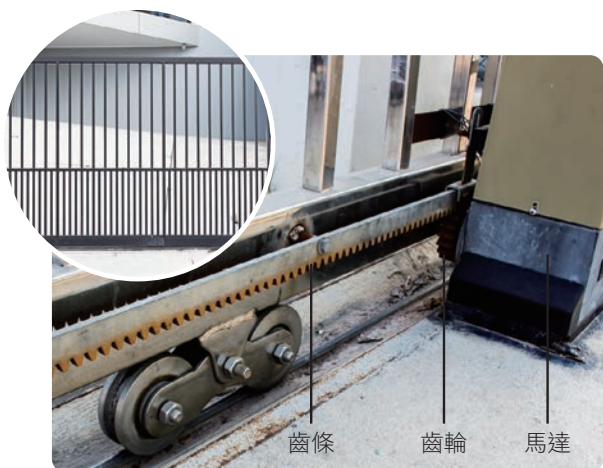
2 風力發電機動力傳遞

風力發電機組的齒輪箱裡有用來提高轉速的齒輪組，可使風扇的轉速傳遞至發電機時變快，提高發電機的發電效能。

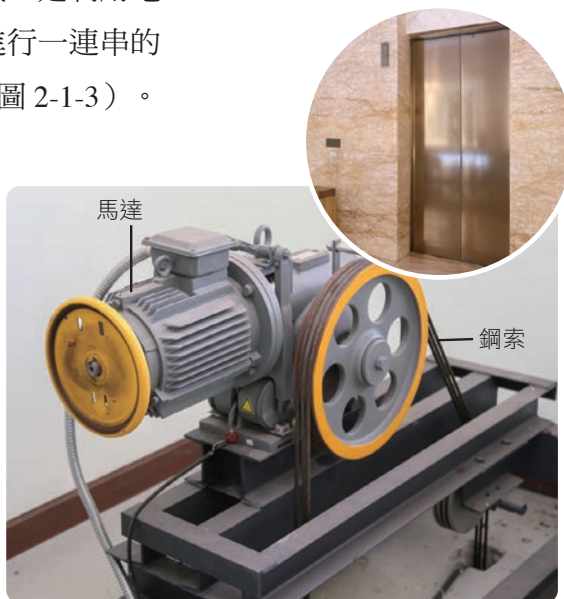
1 生活中的動力機械

現今生活中利用電力為能源且會動的機械，其動力來源大多來自「馬達」。馬達又稱為電動機，是利用電力產生旋轉動能的裝置，再連接不同機構進行一連串的運動，產生轉動、移動、擺動等特定動作（圖 2-1-3）。

▼ 圖2-1-3 馬達驅動電動門、電梯、電扇的方式。



A 電動門是將馬達的動力傳遞到齒輪，進而帶動齒條以控制大門開關。



B 電梯由電梯井頂端的馬達帶動鋼索，拉動電梯機廂上下運動。



C 電扇葉片與馬達直接連接，馬達旋轉時，直接轉動葉片。



D 電扇擺頭裝置：馬達轉軸帶動連桿，使電扇可以來回擺動。

補充影片

2. 電動門如何運作 (0:30)
3. 電梯如何運作 (3:47)
4. 電扇如何運作 (7:59)

補 動力來源的演進

早期的動力來源以人力、畜力為主，再透過大自然的風力與水力來推動風車、水車，帶動石磨或織布機。

待到工業革命後，廣泛使用外燃機（蒸汽機）與內燃機（引擎）來帶動大型機械。到了電力系統普及後，馬達則成為重要的動力來源。

圖 2-1-3C 電扇的馬達型態

目前市面上的電扇大致可分為直流（DC）電扇與交流（AC）電扇。兩者主要差別在於馬達設計，因此有了風量、功能、節能效果等差異。

1.DC電扇：省電、噪音小、風量調節的段數多，但價格普遍比AC電扇高。

2.AC電扇：風量穩定、空氣對流的效果較佳，但葉片運轉時的風切聲較大、較耗電。



使用馬達作為動力來源的電器，時常可能因為旋轉不順或運轉時零件鬆脫而產生噪音，以下就此類產品常發生的問題，說明簡單的保養與故障排除方式。

基本清潔

產品內堆積的灰塵可能會造成馬達運轉不順，因此可以將產品的外殼卸下，清理零件上的灰塵。平時定期清潔產品，適時去除灰塵、污垢、油垢、發霉等，即可延長產品的使用壽命（圖 2-1-4 ~ 2-1-9）。

A 電扇



1 葉片上累積的灰塵



2 網罩上累積的灰塵

▲ 圖2-1-4 由於葉片旋轉時會與空氣相互摩擦，使得葉片帶上靜電，進而吸附室內漂浮的細小微粒，導致灰塵越積越多。



1 拆解電扇，取出網罩、葉片。



2 以清水或溼布清潔網罩、葉片附著的灰塵。

▲ 圖2-1-5 電扇清潔保養步驟



引導建議

教師可以課本所舉的電器為例（例如：電扇），以實體物品供學生觀察並思考如何進行保養維護。若要拆解電器進行故障排除，務必提醒學生一定要先關閉電源再進行後續動作；反之，組裝亦然。

B 果汁機



▲ 圖2-1-6 果汁機利用馬達帶動刀具，將食材打碎成汁。使用完常會殘留殘渣，久而久之，刀具附近就容易藏汙納垢，滋生細菌。



使用果汁機時，不可將食材塞滿整個機體，最多放入果汁機 $\frac{2}{3}$ 容量為佳，以免運轉時食材溢出機體。



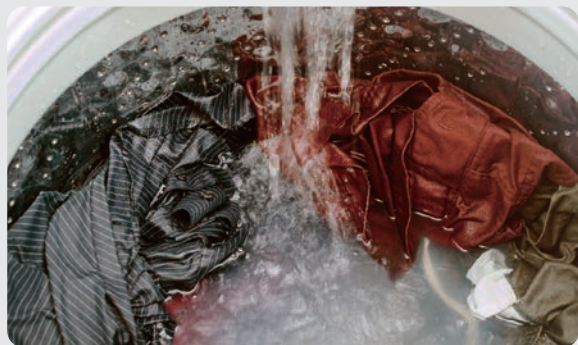
1 使用後馬上倒入清水轉動一次並沖洗乾淨。



2 空轉果汁機幾秒，以用乾刀具縫隙裡的水滴，再用乾抹布將零件擦乾。

▲ 圖2-1-7 果汁機清潔保養步驟

C 洗衣機



▲ 圖2-1-8 洗衣機是透過馬達的高速旋轉，產生強力水流來帶動衣物，藉由水與衣物纖維間的摩擦力，達到清洗的效果。因此定期清潔與保養洗衣機，才能避免衣服越洗越髒或出現異味。



1 洗完衣服後，打開蓋子保持通風。



2 定期清潔並更換濾網，清除灰塵與棉絮。



3 定期以過碳酸鈉、檸檬酸或洗衣機專用清潔劑清潔洗衣機。

▲ 圖2-1-9 洗衣機清潔保養步驟

2-1-9 洗衣槽定期清潔

洗衣機清洗衣物，常處於潮溼狀態，加上衣服的髒汙、皂垢多少會殘留在洗衣槽內，長期累積下來，便成為細菌、黴菌滋生的溫床。清潔洗衣槽頻率依使用狀況、住家環境而定，通常建議1~2個月清潔一次洗衣槽。

洗衣槽清潔步驟：

1. 注入清水：清洗時先放滿水位。
2. 加入清潔劑：加入清潔劑，例如：小蘇打粉、檸檬酸、過碳酸鈉等，讓洗衣機攪動3~5分鐘後，靜置浸泡30分鐘以上。
3. 執行清洗程序：把水放掉，再放滿清水，以一般洗程序運轉一次。行程結束脫完水後，便完成洗衣槽清潔。

❖ 上油

當產品已經清潔乾淨，但馬達運轉仍不順或是發出異音時，我們可以在馬達連接的軸承或機構連接處上油。常見潤滑保養油品有針車油、黃油等（圖 2-1-10），電扇軸承可使用針車油潤滑（圖 2-1-11）；電動鐵捲門可使用黃油潤滑（圖 2-1-12）。



補 A 針車油：常用來潤滑小零件、馬達、軸承等。



補 B 黃油：黃油較濃稠且耐高溫，常用來潤滑金屬機械零件。



補 C 噴霧式黃油：可深入零件縫隙噴灑，使用更方便。



補 D 除鏽油：常用於清潔鏈條、軸承或生鏽金屬。使用完建議再上一層針車油或噴霧式黃油，以延長金屬零件壽命。

補 圖2-1-10 常見潤滑保養油品。上油潤滑前，應先清除金屬表面的油漬髒汙與生鏽部分。

補 針車油成分

針車油成分由聚氯乙烯（PVC）與錠子油組成。PVC可溶在多數有機溶劑內，因為含氯，可藉由添加塑化劑來改變柔軟度，使其有潤滑的功效。而錠子油的特性是黏度低、顏色淺、安定性良好，潤滑效果極佳。可透過添加防鏽、抗氧化劑，增加防鏽效果。

補 黃油成分

黃油含牛油成分，是優良的潤滑油脂，具有極佳機械穩定性及輸送性，可確保各種機械零件的靈活運轉。同時，黃油也含有羊臘成分，具有優良的黏性，故幾乎能附著於任何表面，形成一層油膜，隔絕水與空氣，確保最佳防鏽效果。

臺灣氣候潮溼，金屬零件易生鏽，因此以上油的方式進行機器的基本保養，可以達到防鏽、潤滑的作用。

→ A 電扇 ←



1 拆下馬達殼，在軸承處以針車油或噴霧式黃油加以潤滑。



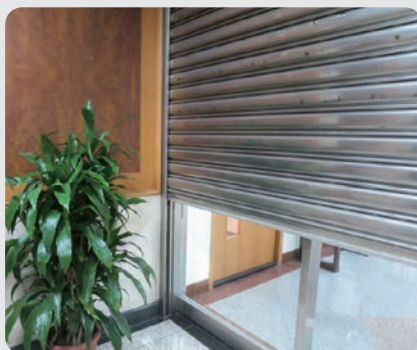
2 檢查周圍零件是否有鬆脫或崩牙。

▲ 圖2-1-11 電扇上油保養步驟

→ B 電動鐵捲門 ←



1 將電動鐵捲門開至最頂，在兩側軌道上塗上黃油潤滑。



2 開關電動鐵捲門一兩次，軌道內的滾輪會自動將黃油帶滿整條軌道，減少摩擦噪音。

▲ 圖2-1-12 電動鐵捲門上油與保養步驟

補 除鏽油成分

市面上的除鏽油最常見的是WD-40，可做為輕度潤滑用油、除膠劑、除鏽劑等用途。

舉例來說，若自行車鏈條或金屬產品的小零件生鏽，可先噴上除鏽油，等幾分鐘後用刷子刷一刷，再用布擦乾淨，最後噴一層潤滑油保護，即可延長零件使用壽命。

教學重點

P.124~127
透過「生科教室常見電動加工機具」，介紹機器動力傳遞方式，以及相關安全注意事項。

補充影片

1.線鋸機運作原理(2:27)

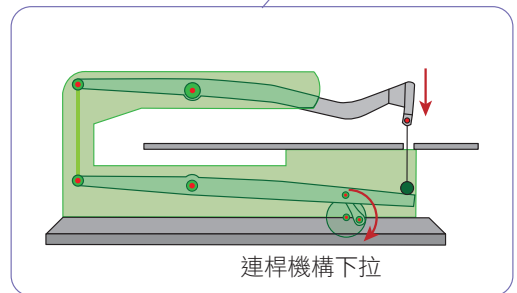
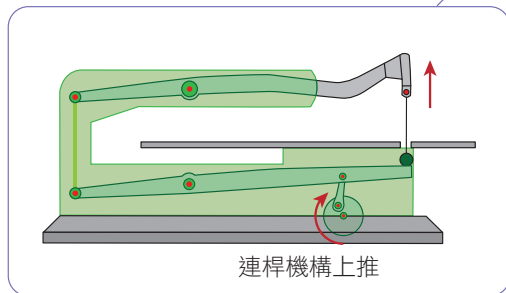
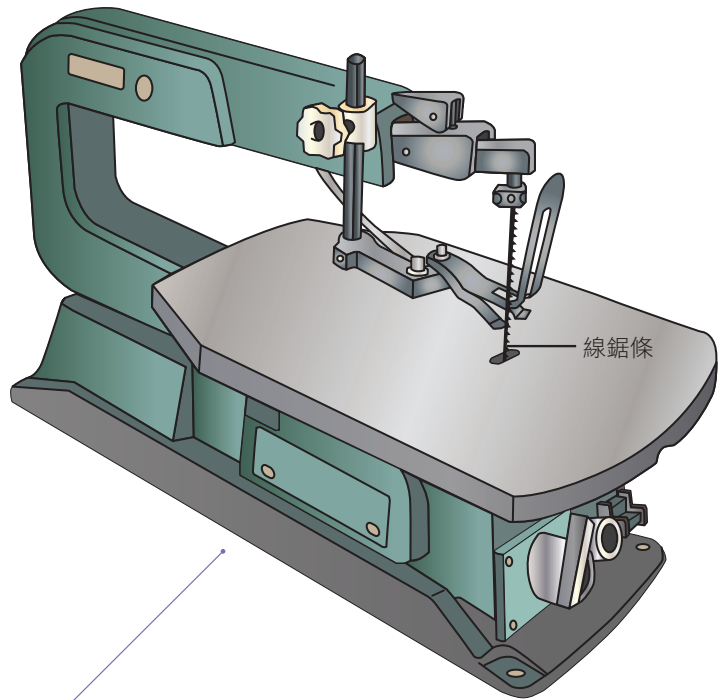
2 電動加工機具

生科教室中，最常見的電動加工機具是線鋸機、鑽床、砂磨機，這些機具也都是利用馬達作為動力來源。以下將分別介紹它們的運作原理與保養維護方式，機具的使用方法與加工實務，請見 P.150 機具材料。

1 線鋸機

鋸切是一種切斷的加工模式，藉由鋸條上的鋸齒刀鋒，不斷在材料上運動以達成切削作用。

線鋸機的刀具稱為「線鋸條」，為了達到持續加工的作用，鋸條係採用直線往復運動，故馬達的旋轉動力通常會先連接曲柄或凸輪機構輸出，然後再透過連桿機構，將動力傳送至鋸條，使鋸條產生直線往復運動的行為（圖 2-1-13）。



▲圖2-1-13 線鋸機運作原理。當電源啟動時，馬達連接的凸輪會做圓周運動，再經由傳動系統，帶動鋸條做上下往復運動。

引導建議

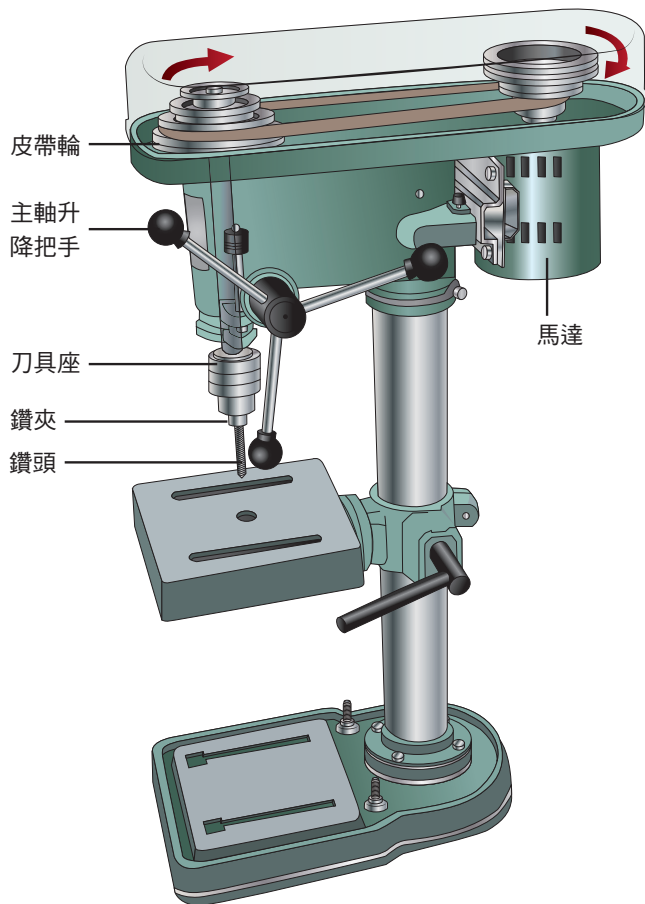
- 1.可引導學生觀察線鋸機的運動方式，比較其與七年級所使用的曲線鋸操作時之差異。
- 2.說明線鋸機是加入馬達，再結合凸輪機構、連桿機構，產生一連串的動力傳遞，達到鋸條產生直線往復運動之行為。
- 3.藉由線鋸機鋸條運動方式，說明鋸條方向的重要性。即安裝鋸條時，鋸齒方向應朝下，以免工作物向上彈起。

2 鑽床

鑽削是一種轉削取孔的加工模式。鑽床的刀具稱為「鑽頭」，加工時藉由鑽頭前端的兩道斜口刀鋒，不斷在材料上進行旋轉運動而達成切削作用。

通常較硬質的材料，刀具的轉速要較低；為了提供不同轉速，鑽床的刀具一般不會直接連接馬達驅動，而是透過皮帶輪輸出馬達動力，再藉由皮帶連接馬達與刀具座來進行傳動，藉由不同皮帶輪徑的組合，達到增速與減速的目的（圖 2-1-14）。

當我們推動主軸升降把手，即可透過鑽頭在材料上鑽孔。



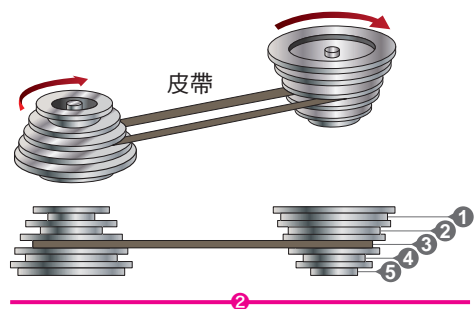
▲圖2-1-14 鑽床運作時，馬達會帶動皮帶輪與皮帶，傳遞動力至主軸進行旋轉運動。

補充影片

2. 鑽床運作原理 (1:51)

知識快遞

從動輪（接鑽頭） 主動輪（接馬達）



鑽頭轉動速率與皮帶輪的主動輪、從動輪直徑有關。

例如：

第①組：主動輪徑大 + 從動輪徑小 = 鑽頭轉速快

第⑤組：主動輪徑小 + 從動輪徑大 = 鑽頭轉速慢

1 皮帶傳動

當主動軸與從動軸之間的距離較長，不適合使用摩擦輪或齒輪等直接傳動方式，則會以「皮帶」做為中間連接物，藉其拉力來傳遞運動。

2 皮帶輪的主動輪與從動輪

- 1. 主動輪：**接受動力、首先轉動之輪，稱為主動輪。
- 2. 從動輪：**由皮帶帶動，承接主動輪動力而轉動之輪，稱為從動輪。

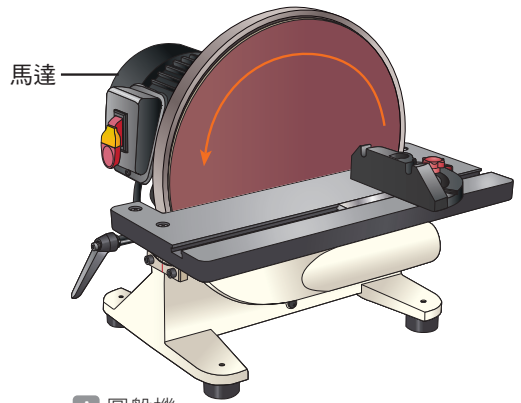
當主動輪接受動力後，靠輪面與皮帶間之摩擦力，將動力經由皮帶傳達至從動輪；而從動輪亦是藉由皮帶與輪面間的摩擦力，得以轉動。

③ 圓盤機、砂帶機

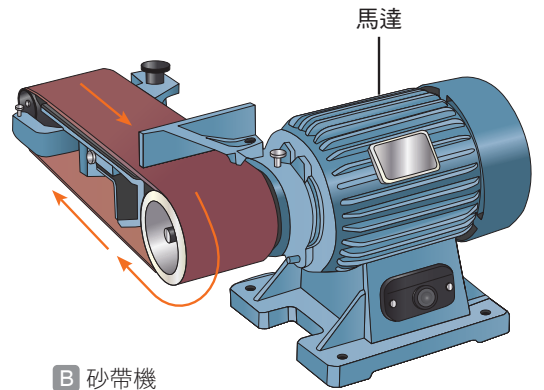
砂磨是一種磨削的加工方式，藉由刀具上的研磨砂粒，不斷在材料上運動以達成切削作用。

砂磨機有多種款式，常見有圓盤機、砂帶機，主要差別是運動的方式不同：

- (1) 圓盤機：動力直接帶動貼有砂布的圓盤中心，砂布以旋轉運動方式與材料交互作用，在材料表面形成的切削軌跡是弧線（圖 2-1-15A）。
- (2) 砂帶機：動力直接或間接帶動環帶砂布，砂布以直線運動方式與材料交互作用，在材料表面形成的切削軌跡是直線（圖 2-1-15B）。

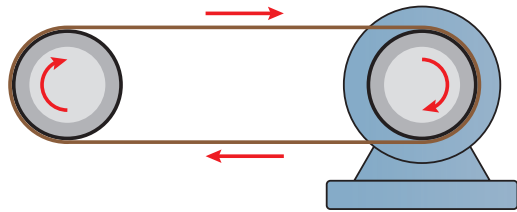


A 圓盤機



B 砂帶機

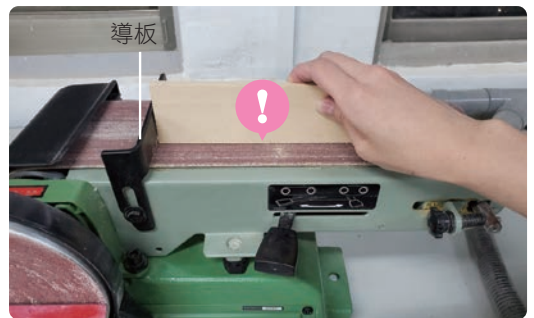
▲ 圖2-1-15 圓盤機、砂帶機運作原理



砂磨機具安全注意事項：



1 為了避免材料被向上擊飛，僅使用圓盤運動方向向下的一側進行砂磨。



2 使用砂帶機時，必須將材料倚靠導板，避免材料被擊飛；且須保持手與砂帶磨面的安全距離。

引導建議 1

藉由砂磨機運轉方式，說明：

1. 圓盤砂磨時，僅能使用「圓盤運動方向向下」的一側進行砂磨，以免工作物向上彈起。
2. 使用砂磨機時，應將材料倚靠砂磨平臺或導板，並注意手與砂布的安全距離。

1 砂磨機加工注意事項

1. 使用砂帶機時，若材料磨面長度超過砂帶機，則不建議使用砂帶砂磨。
2. 砂磨機可對材料進行打磨、切削。使用時避免讓砂磨機運轉時間過長，否則可能造成馬達燒壞或故障。

延伸閱讀 除塵裝置

在鋸切、鑽孔或是砂磨等加工過程中，皆會產生大量的碎屑與粉塵（圖 2-1-16），若這些微小的物質飛入眼睛或吸入體內，將會造成健康的危害，因此加工時應確實配戴護目鏡、口罩等安全防護用具，才能確保健康。



◀◻圖2-1-16 各種加工過程中，都會產生碎屑與粉塵。



此外，當大量粉塵懸浮在封閉的環境中，若遇上高溫物體或火源（例如：火焰、開關電器或加工金屬時產生的火花等），就可能引發塵爆而造成危害。因此工作環境應設置集塵、吸塵設備（圖 2-1-17）；在進行加工前應先打開門窗，保持環境的空氣流通；工作後應確實清理環境、避免灰塵堆積，才能打造健康、安全的工作環境。



▲圖2-1-17 除塵設備。線鋸機上方設有集塵管，可吸收鋸切時產生的粉塵。

生活科技教室常見的安全防護用具請見 **機具材料** P.150~151。

知識快遞

塵爆是空氣中高濃度的粉塵顆粒快速燃燒產生的爆炸現象，常發生於鋸木廠、麵粉廠、穀物倉庫，或其他存在大量粉塵的環境中。

西元 2015 年，臺北八仙樂園舉辦「彩色派對」，活動中向空中潑撒大量玉米澱粉製成的色粉，疑似因舞臺上的高溫燈具引發塵爆，造成 15 人死亡、484 人輕重傷的慘劇。

西元 2018 年，香港浸會大學宿舍舉辦慶生會，點燃蠟燭期間有人潑撒麵粉玩樂，不慎引發塵爆，造成 12 人燒燙傷。

補充影片

1. 塵爆發生條件 (1:30)
2. 新聞：八仙塵爆(1:33)
3. 糖廠粉塵爆炸案例(9:40)

2 粉塵與健康

1. 粉塵定義：直徑 100 μm 以下、懸浮於空氣中的微粒，且成分與原物質大致相同。
2. 粉塵與疾病：長期暴露在粉塵環境，且未配戴口罩等防護用具，可能導致胸悶、呼吸不適，嚴重可能造成肺纖維化等症狀。

引導建議2

西元2015年6月27日，臺北八仙樂園於園內游泳池舉辦「Color Play Asia 彩色派對」，不慎引發塵爆，造成多人死亡、輕重傷之慘劇。

教師可播放網路新聞畫面，引導學生探討粉塵相關知識與環境問題，並讓學生延伸思考在生活科技教室加工時，應注意粉塵，以及加工後務必要清潔、打掃工作區域，以維持環境與安全。

教學重點

本跨頁說明生活科技教室機具基本保養與維護方式。教師可視情況指派學生定期檢查、上油保養機具。

! 機器進行保養維護時，須關閉電源。

! 1.噴灑潤滑油時，應保持環境通風，並遠離火源。
2.保養時，噴上薄薄一層潤滑油即可，若殘留太多油，反而會沾附灰塵髒汙。



電動加工機具保養 | 小知識

基本清潔

機具使用完畢後，必須清理加工時所產生的木屑、清除機具與馬達上的灰塵，除了保持環境清潔，更可維持機具的精度、延長機具的使用壽命（圖 2-1-18）。



A 先以空壓機噴槍清除機具細部的木屑。



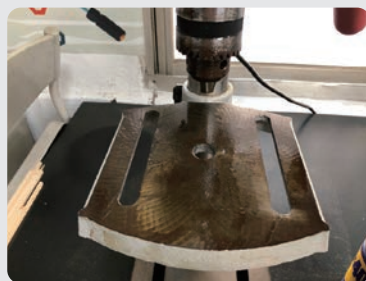
B 再用小掃把清潔桌面。

▲ 圖2-1-18 機具基本清潔方式介紹。

金屬表面上油防鏽

除了基本清潔之外，機具的金屬外殼、平臺、鑽床夾頭等部位，應定期以潤滑油擦拭，以達到防鏽效果。若機器表面已生鏽，則先以除鏽油處理，再上潤滑油保護（圖 2-1-19）。

上油保養頻率應視環境而定，若環境較潮溼，就應增加保養頻率，例如每週一次，避免機器生鏽。



A 先噴上薄薄一層潤滑油。



B 再以乾抹布擦拭，讓潤滑油均勻分布。

▲ 圖2-1-19 機具金屬表面上油防鏽方式介紹。

傳動構造檢查、保養

為了使機具運轉順利，應定期檢查保養傳動構造的轉軸、關節（圖 2-1-20）。



A 鑽床鑽頭夾的轉軸和關節處，應上油保養，避免零件生鏽卡死。



B 拆開鑽床上蓋，在皮帶輪的主軸孔點入針車油潤滑保養。

◀ 圖2-1-20 機具傳動構造檢查、保養方式說明。

零件檢查

定期檢查機具各部位的螺絲是否安裝緊固，避免鬆脫而影響運作與安全。另外，應檢查刀具狀況是否需要更換，以確保加工安全與品質（圖 2-1-21）。



A 螺絲鬆脫會影響機器的運作，應定期檢視鎖緊。



B 鑽頭歪斜或未夾緊，加工時均會造成危險。



C 線鋸機的鋸條扭曲變形時，即應更換新鋸條。



D 圓盤機上的砂紙破損時，應撕除更換。

◀ 圖2-1-21 機具零件檢查與維修方式說明。

- ! 1.沒有老師的指導與允許，不可擅自拆卸機具外殼、零件。
- 2.皮帶與皮帶輪之間依賴摩擦力傳動，不可上油，避免打滑。

- ! 若發現刀具損壞，應立即停止使用，並報告老師。

- 🔗 線鋸機的鋸條拆裝方法，請見 **機具材料** P.155。

補充影片

1. 汽車生產線
(5:59)

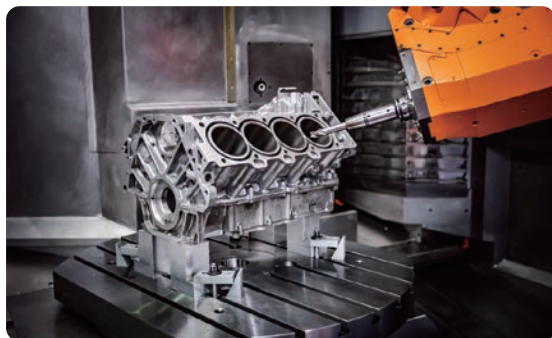
3 動力機械與生活

在我們生活與工作的環境中，處處充滿了由馬達組成的動力機械產品，例如：學校自動門、教室投影布幕、大賣場裡的電扶梯等。大量動力機械的應用，提供穩定的動力來源，除了帶來便利的生活，也讓工業生產更有效率，經由精細準確測量、加工與控制，解決高精密化、微型化與複雜化的問題（圖 2-1-22）。

A 3D列印是以精密控制的列印頭將產品逐漸堆疊成形。



B CNC工具機可依照電腦指令控制刀具，進行精密加工。



C 機械手臂銲接，可避免高溫強光傷害人體。



▲ 圖2-1-22 精密加工控制機械

130 生活科技篇

Ans 動腦時間

我們每天早上起床被**傳統鬧鐘**喚醒；到刷牙時使用的**電動牙刷**；出門上班時，啟動汽車或搭乘大眾交通運輸工具的**冷氣**、**電動窗**、**雨刷**；進到學校或工作地點時，搭的**電梯**、使用的**自動門**；辦公室裡的**印表機**、**吊扇**、**空調**等，都含有馬達。

1.傳統鬧鐘：當指針抵達鬧鐘預定要響的時間時，便會通電讓小馬達轉動，而馬達的轉軸上通常會有一個不對稱的小塑膠環，當塑膠環較凸的一側打到敲鐘的鐵片，鐵片就會向左或向右擺動，敲打鬧鐘上的小金屬鐘。

隨著科技的進步，近年來開始發展智慧動力機械的相關產品（圖 2-1-23），也就是在原本的動力機械基本架構上「長出智慧」，進行感測辨識、自動控制等功能，其中以無人載具最為熱門。機械產品智慧化是未來重要的發展方向。

💡 動腦時間

想一想，從你早上起床到放學回家的過程中，使用到哪些含有馬達的產品呢？它們是如何運作的？



A 無人機可用來配送包裹，免去人力奔波消耗的資源。



B 自動駕駛汽車不須隨時由駕駛控制，因此汽車內部空間設計有更大的彈性。

C 掃地機器人能自動感應周圍障礙，並吸除毛髮灰塵。

➤➤ 圖2-1-23 智慧化機械產品



1-1 動力與機械 131

2. 電動牙刷：電動牙刷透過內部電動馬達的快速震動或旋轉，帶動牙刷頭高速擺動，使牙刷頭能將牙膏與水打散成細微泡沫，深入牙縫清潔污垢。

3. 雨刷：汽車的雨刷是用來刮除擺動面積中的水滴，經由連桿機構將馬達的旋轉運動，轉變為雨刷的搖擺運動。

4. 吊扇：吊扇是安裝於天花板的電扇，以馬達驅動風扇旋轉，加速空氣流通與循環。

風力汲水器（圖 2-1-24）是利用風扇將風的能量轉換為帶動汲水機構運轉的動力，將水帶往他處。如何透過傳動機構的設計，減少能量耗損、提高風扇運轉的效益，是影響汲水效率的重要關鍵。因此製作時，必須考慮風扇設計、結構穩定度、傳動摩擦力、水的阻力、取水速度等因素。以下將針對汲水器設計時需要考慮的因素進行說明。

知識快遞

圖 2-1-24 的汲水機構由轉盤與螺旋狀的軟管組成。當轉盤轉動、軟管開口通過水下時，水會流入軟管中；隨著轉盤的轉動，水會沿著軟管旋轉上升，最後從軟管位於轉盤中心的開口流出。

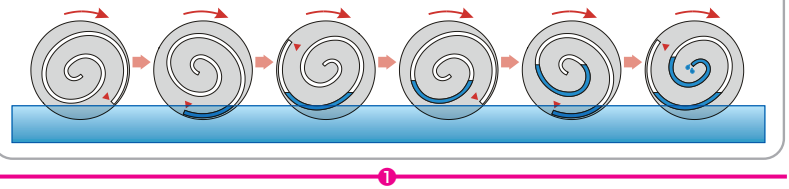
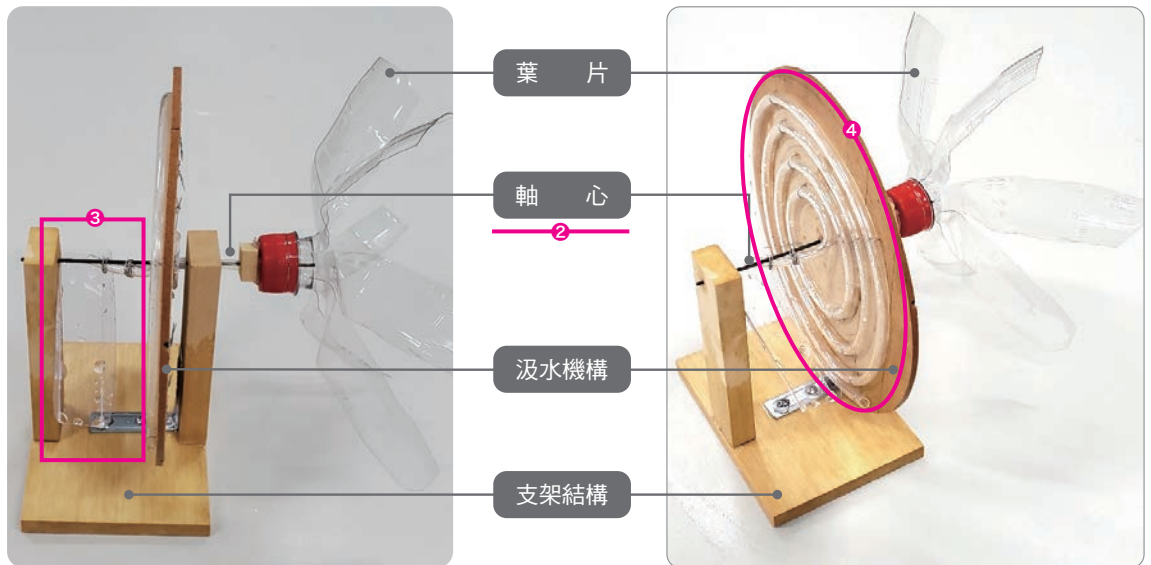


圖2-1-24 風力汲水器各部位名稱



① 汲水機構原理

本活動汲水機構與阿基米德水車（Archimedes' screw）的原理類似，都是利用重力使水留在螺旋底部，並隨著螺旋曲面上升至高處。在現代工業中也常會使用這種螺旋原理來輸送黏稠的液體。

② 軸心加固技巧

葉片轉動時產生的轉矩容易使軸心處鬆脫，可以適當增加軸心處的黏合面積，例如：多黏一層小木塊。

③ 輸送水道

除了汲水器本身的機構與結構設計之外，還需要根據測試場地水源容器尺寸、擺放位置等，設計適當的輸送水道，以順利將水運送至目的地。

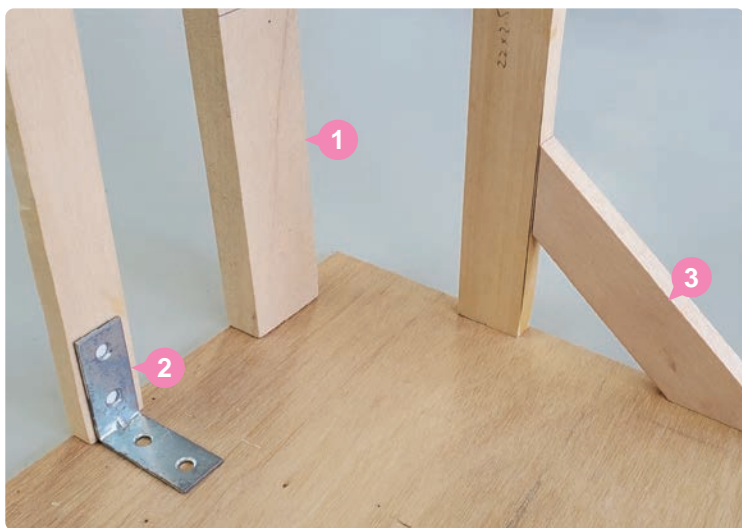
④ 軟管固定技巧

軟管具有彈性，且與木材之間不易使用熱熔膠、木工膠等方式固定，因此可以在底板上鑽小孔，再使用細鐵絲扭緊固定。

1 支架結構

穩定的結構是機構流暢運轉的基礎。支架結構在取水過程中，除了要承受風扇運轉時產生的振動，也會受到水的阻力及浮力影響。結構重量太輕可能使汲水器受到水的浮力而翻倒，或是被水的重量壓毀；結構不穩或未適當加固，則可能使汲水器在取水過程中損壞而喪失功能。

因此，承受較多重量或外力的關鍵部位，建議使用較「厚實」的材料製作，材料之間的接合處也要有足夠的接觸面積，或是利用外部零件以增加接合強度（圖 2-1-25）。



▲ 圖2-1-25 材料以五金零件或斜撐材接合，增加結構強度。

- ❶ (×) 單純釘接或黏合，結構強度低，易受力歪斜。
- ❷ (○) 利用角鐵增加結構強度。
- ❸ (○) 利用斜撐材增加結構強度。

❸ 避免汲水器翻倒的技巧

除了重量太輕之外，底座的面積太大也容易使汲水器翻倒。規畫汲水器支架結構時，可適當鏤空、增加重量，或改以木條製作底座。

另外，亦可準備幾塊磚塊，用以壓在汲水器底座上，增加穩定性。

圖 2-1-25 增加結構強度的方式

若結構強度不足，除了❷、❸之方式，可將❶改為粗一點的材料，以增加膠合面積。

補充影片

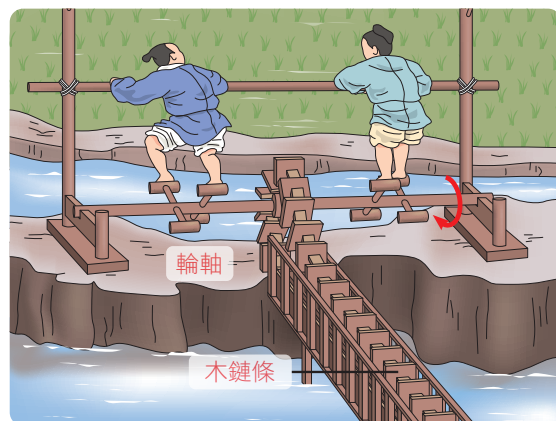
- 1.筒車實際應用 (0:43)
- 2.龍骨水車動畫 (1:34)
- 3.阿基米德水車動畫(0:13)

2 汲水機構

汲水機構的設計是將水由低處往高處傳送的關鍵，大多是利用集水（刮水）容器搭配水自然向下的慣性來汲取水源。如圖 2-1-26 的各式水車，都是利用外力使機構轉動，再搭配特定的取水方法，一點一滴將低處的水送往高處集中。



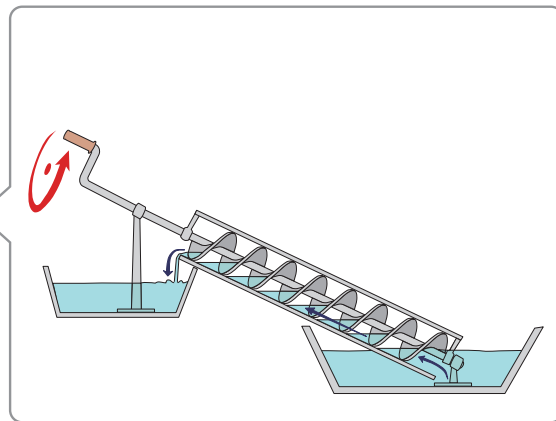
A 筒車是以水流推動加有水桶的水車，水車轉輪下半圈入水時，輪上的水桶裝滿水，待轉輪轉到頂端時，水桶中的水便因為重力傾瀉流入水槽。



B 龍骨水車是以人力轉動輪軸，帶動木鏈條將水運往高處。因為木鏈條形似龍的骨頭，故得名。



C 阿基米德水車是透過底部開口入水時取水，水隨著螺旋轉動而上升，最後從頂部的開口流出。



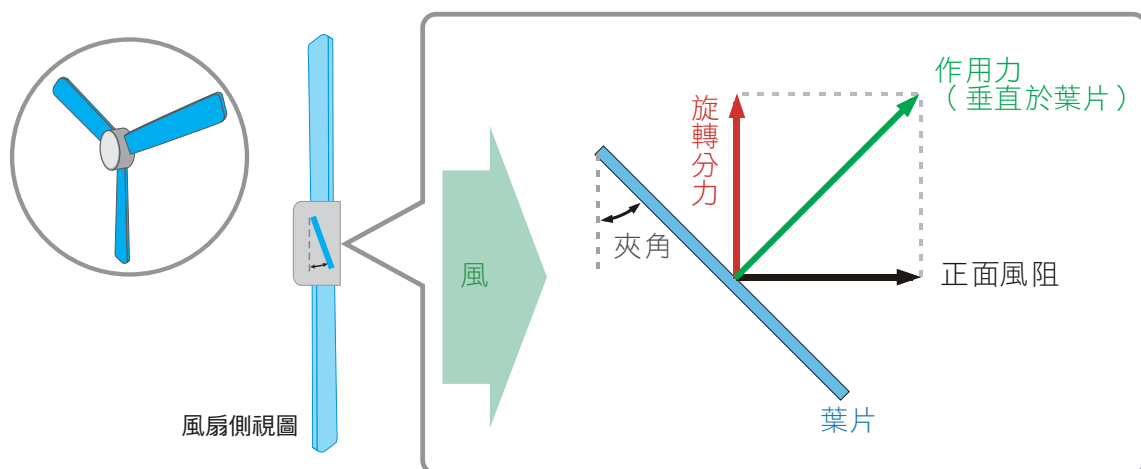
▲圖2-1-26 古代中西方國家發展出各種不同的汲水方式。

引導建議

- 1.傳統水車多以水力、人力或畜力來推動，本活動則是使用風力為動力來源。教師可提醒學生風力所產生的扭力，可能小於水力或人畜力，因此風扇與機構的設計就顯得格外重要。
- 2.若學生無法憑空設計汲水器的結構、機構，教師可適時提供現有水車或汲水器照片引導，並鼓勵學生進行適度的變化。

3 風扇設計

風扇轉動產生的動能是風力汲水器的動力來源。風迎面吹來，每一片葉片都受風而產生轉動（圖 2-1-27），影響風扇運轉效能的因素包括：葉片數量、葉片半徑、葉片形狀、葉片角度等。



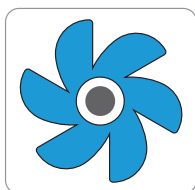
▲ 圖2-1-27 傾斜一定角度的葉片，受風時，氣流在葉片表面形成垂直作用力，其中一股分力可以讓葉片旋轉。

教學重點

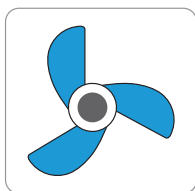
影響風扇轉動效能因素眾多，且許多因素會互相影響。考量活動難度與學生理解能力，本活動僅列出關鍵因素進行探討。

1 葉片數量

葉片多可以增加受風面積使扭力提高，但重量較重可能增加軸心負荷而降低轉速；葉片少則可減輕風扇重量，但受風面積會跟著變少，大部分的氣流都從葉片間穿過，可能導致產生的扭力不足（圖 2-1-28）。



A 受風面大、扭力大
重量重、轉速低

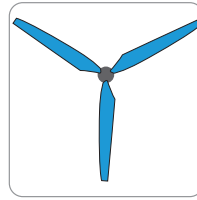


B 受風面小、扭力小
重量輕、轉速快

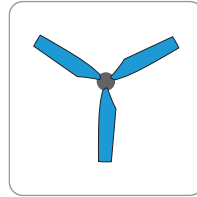
▲ 圖2-1-28 葉片數量比較

② 葉片半徑

葉片半徑越大，對軸心的力矩 \square 越大，在同樣的受風情形下，轉速低於半徑較小的葉片，但順利轉動後的慣性大，因此較不容易停下來（圖2-1-29）。



A 半徑大、力矩大
慣性大、轉速慢

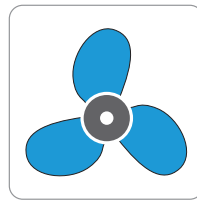


B 半徑小、力矩小
慣性小、轉速快

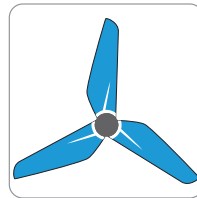
▲圖2-1-29 葉片半徑比較

③ 葉片形狀

像電扇一樣寬扁型的葉片，迎風的風阻較大，轉速也低，但質量大使得轉動後的慣性也大。像風力發電機一樣細長型的葉片，因為風阻小，轉速也高，但轉動後的慣性較小（圖2-1-30）。



A 風阻大、轉速低
質量大、慣性大

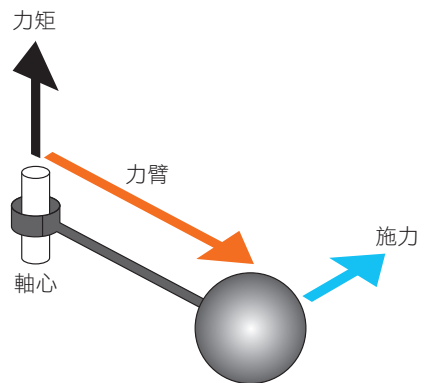


B 風阻小、轉速高
質量小、慣性小

▲圖2-1-30 葉片形狀比較

知識快遞

力矩是使物體繞著軸心轉動的趨勢，力矩大小 = 施力 \times 力臂。對風扇來說，施力是葉片本身的重量，力臂則是葉片的半徑長度。因此葉片越重、半徑越長，會產生越大的力矩。



① 風力發電機葉片

大型風力發電機的葉片為細長型，是為了降低風阻、減輕重量，使風扇在風速較低時就能達到高轉速。但風力汲水器需要高扭力，因此不適合以細長型葉片進行設計。

引導建議

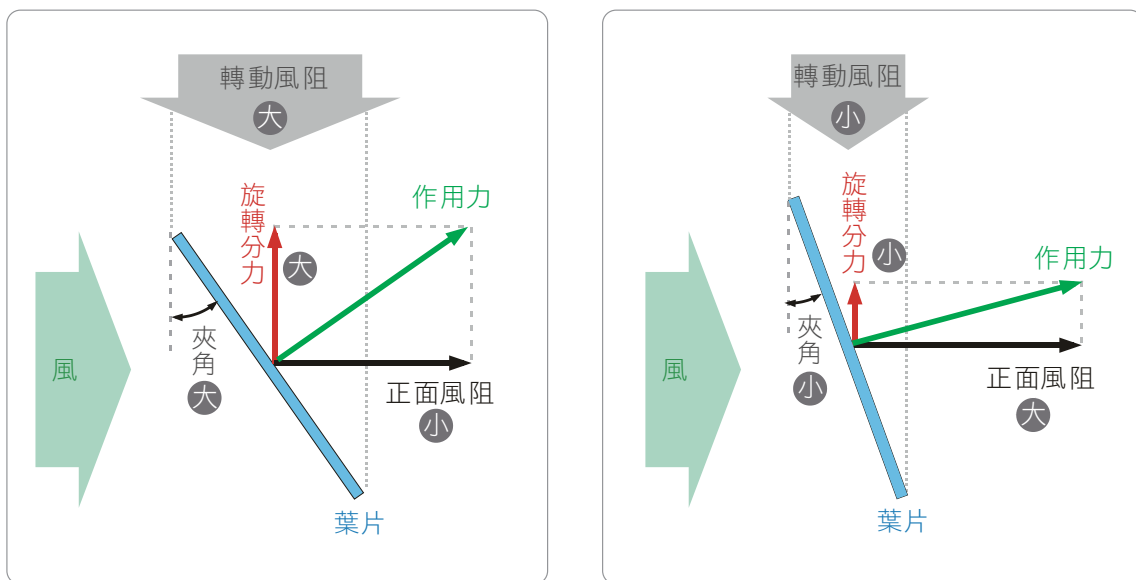
轉速、扭力概念將於第2章動力越野車提及，若欲在此補充，可先講解課本P.187相關內容。

② 力矩相關概念

使物體產生轉動的力矩稱為**轉矩**，而維持轉動狀態的則是**轉動慣量**。質量越大的物體，轉動慣量越大，不容易停下。

4 葉片角度

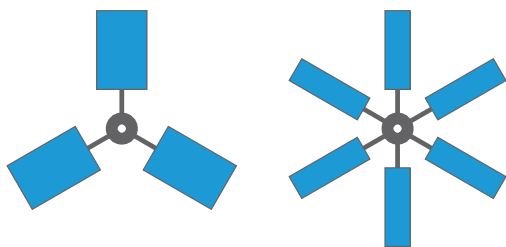
葉片角度大，受風所產生的旋轉分力大，讓風扇可在低風速啟動，但旋轉過程中所受的空氣阻力也大，因此轉速較慢；葉片角度小，受風所產生的旋轉分力小，需要較高的風速才能啟動風扇，但在旋轉過程中所受的空氣阻力較小，因此轉速較快（圖 2-1-31）。



▲圖2-1-31 葉片與風源之間必須有一定的夾角，才能產生分力使葉片轉動，但夾角大或小各有其優缺點，應視需求加以設計。

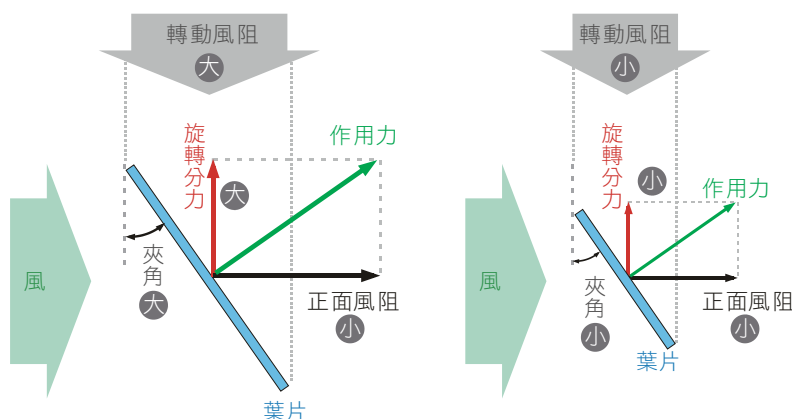
💡 動腦時間

如果把三個寬葉片變成六個寬度只有原來一半的葉片，葉片的迎風總面積不變，那麼風扇轉動的情況會有所改變嗎？



Ans 動腦時間

雖然葉片的迎風總面積不變，但是每一片葉片寬度變小，可以減少旋轉時的轉動風阻，因此能提高風扇轉動的速度。

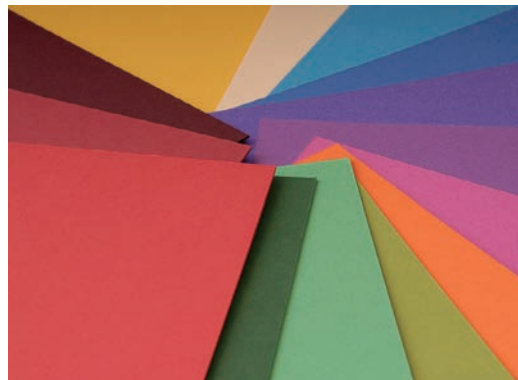


3 葉片角度規畫

汲水器風扇的葉片角度並非越大越好，過大的角度會使風直接從葉片之間通過，無法吹動葉片轉動。

⑤ 葉片材料

製作風扇葉片時，可依需求與加工條件選擇適當的材料，但須特別留意材料強度問題，以確保其效能表現。



▲ 圖2-1-32 紙板

1. 紙板（或紙碗、紙杯）

紙板可使用剪刀或美工刀進行剪切，加工較方便（圖 2-1-32）；但容易產生不可復原的折痕，且產生折痕處的材料強度會明顯減弱，而使葉片變形甚至坍塌。製作葉片時，可使用竹籤或鐵絲加固紙板，以增加強度。

2. 寶特瓶

寶特瓶可使用剪刀或美工刀進行剪切，加工較方便，且易於塑形（圖 2-1-33）；但瓶身常帶有凹凸輪廓，會影響葉片平整度。此外，由於寶特瓶是以塑膠製成，當葉片為細長形狀時，塑膠容易疲軟。



▲ 圖2-1-33 寶特瓶



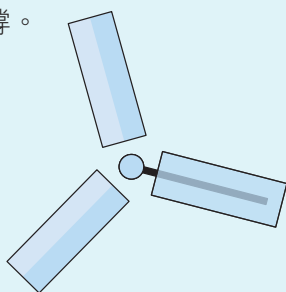
▲ 圖2-1-34 透明塑膠片

3. 透明塑膠片

透明塑膠片可使用剪刀或美工刀進行剪切，加工較方便（圖 2-1-34）。且有多種厚度規格，厚度 0.5 mm 以上的塑膠片，製成的葉片強度可接近寶特瓶。塑膠片質地均勻，可自由規畫葉片形狀，但細長形狀同樣容易疲軟。

① 增加材料強度的技巧

當材料疲軟時，可用竹籤、鐵絲等材料，在葉片的背面加以支撐。

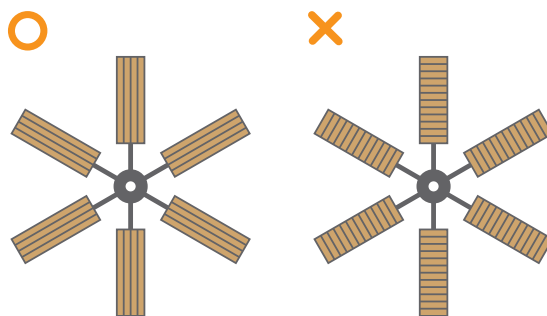


4. 飛機木

飛機木質輕、可使用美工刀加工，是手工藝的常用材料（圖 2-1-35）；但飛機木木紋方向單一，橫縱紋對材料強度影響甚大（圖 2-1-36）。



▲ 圖2-1-35 飛機木



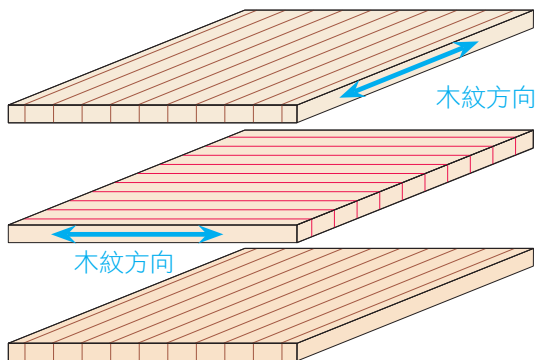
▲ 圖2-1-36 相同尺寸的葉片，以左側的強度較佳。

5. 夾板

夾板是使用奇數層薄木片堆疊膠合而成的木板（圖 2-1-37），各木片的木紋方向互相垂直（圖 2-1-38），較不容易有木紋方向影響強度的問題，且材料重量較為紮實；但夾板必須使用手線鋸或線鋸機鋸切加工。



▲ 圖2-1-37 夾板



▲ 圖2-1-38 夾板木紋示意圖

② 飛機木加工技巧

以美工刀切割飛機木時，可使用鋼尺壓著輔助切割。

③ 夾板加工技巧

夾板鋸切後容易有毛邊，可使用砂紙輕磨修飾，以避免刺傷。

教學重點

藉由體驗活動，了解各種變因對風扇葉片的影響，並找出適合風力汲水器的風扇設計。

體驗活動1-1 風扇測試

請以小組為單位，製作不同規格的風扇，將各風扇安裝於風力測試架上進行測試（圖 2-1-39），並記錄：

1. 轉速：風扇將一個螺帽捲起至相同高度時所花費的時間。
2. 扭力：可捲起最大的重量（螺帽數量）。

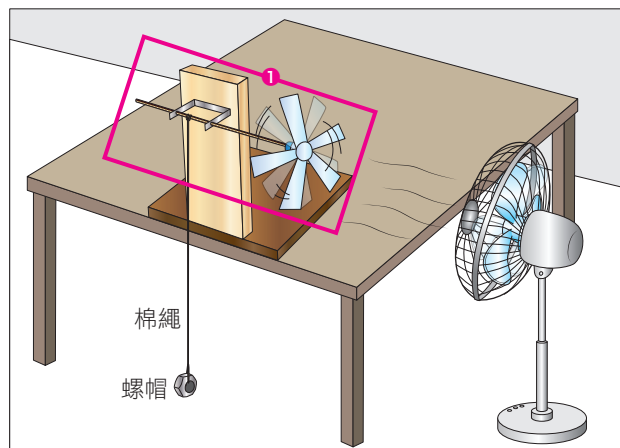
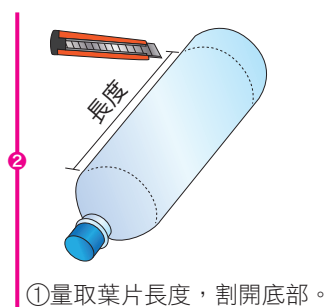


圖2-1-39 風扇測試示意圖

● 寶特瓶風扇製作方式

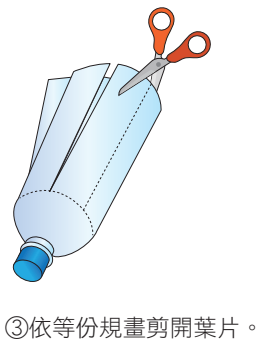
可使用課本附件 1 紙尺與角度貼紙，輔助規畫葉片。



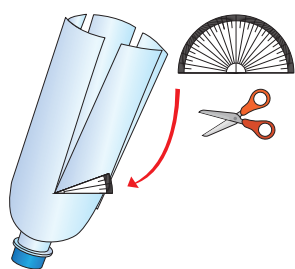
①量取葉片長度，割開底部。



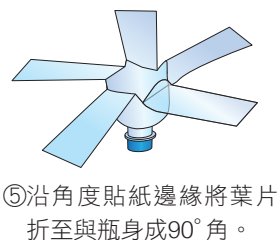
②在葉片頂端與底部對齊貼上紙尺，方便畫分等份。



③依等份規畫剪開葉片。



④依需求剪下角度貼紙，貼在葉片底部。

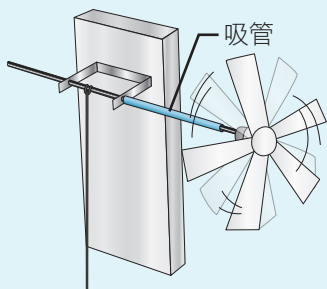


⑤沿角度貼紙邊緣將葉片折至與瓶身成90°角。

- 1. 切割時請注意安全。
- 2. 可將葉片的尖角剪除，避免轉動時刮傷。
- 3. 應選用材質較厚的寶特瓶，避免葉片受風時變形，影響轉動。
- 4. 折葉片時，可先以美工刀輕劃刻痕，折出來的角度會較精準。

1 固定風扇技巧

測試時，若風扇被風向後吹而抵住測試架，影響風扇轉動，則可在風扇與測試架之間套入一段吸管，讓風扇不至受風後退。



2 寶特瓶加工技巧

寶特瓶表面光滑且外型圓弧，使用美工刀切割時，容易因滑動而發生危險。可先用美工刀在瓶身戳一個洞，再將剪刀刀刃伸入寶特瓶，以剪切方式加工，較為安全。

【測試規畫】

依據探討因素製作葉片，並將各風扇安裝在測試臺上，比較轉動速度、捲起螺帽數量。

| 探討因素 | 葉片數量 對風扇效益的影響 | 葉片角度 對風扇效益的影響 | 葉片半徑 對風扇效益的影響 |
|------|--|---|--|
| 控制變因 | 1. 在相同位置、以相同風力進行實驗。 2. 葉片材質、大小、角度均固定。 | 1. 在相同位置、以相同風力進行實驗。 2. 葉片材質、數量、大小均固定。 | 1. 在相同位置、以相同風力進行實驗。 2. 葉片材質、數量、角度、形狀均固定。 |
| 操縱變因 | 葉片數量 | 葉片角度 | 葉片半徑 |
| 測試方法 | 1. 各葉片的面積皆固定為 _____ cm^2 ，葉片角度統一為 _____ 度。 2. 分別製作 4、5、6 片葉片的風扇。 | 1. 統一製作葉片 _____ 片、面積為 _____ cm^2 的風扇。 2. 葉片角度分別為 25° 、 35° 、 45° 夾角。 | 1. 統一製作葉片 _____ 片的風扇。 2. 分別將各葉片半徑剪為 15 cm、12 cm、9 cm 的長度。 3. 葉片角度皆為 _____ 度。 |

教學重點

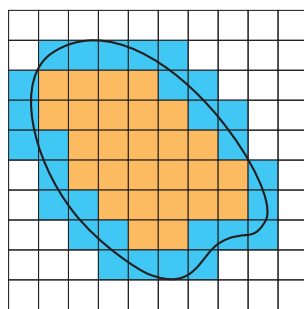
1. 學生在 7 上自然科「科學方法」已學過實驗設計、變因等概念。

2.8 上自然科「基本測量」有準確數值、估計數值概念，可用來說明方格法計算葉片表面積的原理。

● 葉片表面積計算

若葉片為不規則形狀，可使用課本附件 2 透明格紙，以「方格法」進行葉片表面積之測量與概算，以右圖為例：

1. 以白板筆將葉片外形描繪在格紙上，計算格數。
2. 完整一格 ■ 為 1 cm^2 ，共 27 格；未滿一格 ■ 以 0.5 cm^2 計算，共 28 格，則右圖面積約為 41 cm^2 。



1-2 汲水器設計 141

引導建議

影響風扇葉片效能因素眾多，以風源為例，一般生活科技教室較難有「風洞」進行風扇測試。因此「體驗活動1-1風扇測試」僅以葉片數量、葉片角度、葉片半徑為操縱變因，引導學生找出適合風力汲水器的風扇設計。

補 變因相關概念

1. 變因：會影響實驗結果的因素。
2. 操縱變因：實驗組與對照組間不同的變因。
3. 控制變因：實驗中其他保持不變的變因。
4. 應變變因：實驗後要觀察的項目或結果。

【測試結果】

| 葉片數量 對風扇效益的影響 | 葉片角度 對風扇效益的影響 | 葉片半徑 對風扇效益的影響 |
|---|---|--|
| <p>4片葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> | <p>25° 葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> | <p>半徑15 cm葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> |
| <p>5片葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> | <p>35° 葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> | <p>半徑12 cm葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> |
| <p>6片葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> | <p>45° 葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> | <p>半徑9 cm葉片</p> <p>1. 轉速：捲起一個螺帽花費 _____ 秒。</p> <p>2. 扭力：最多能捲起 _____ 個螺帽。</p> |

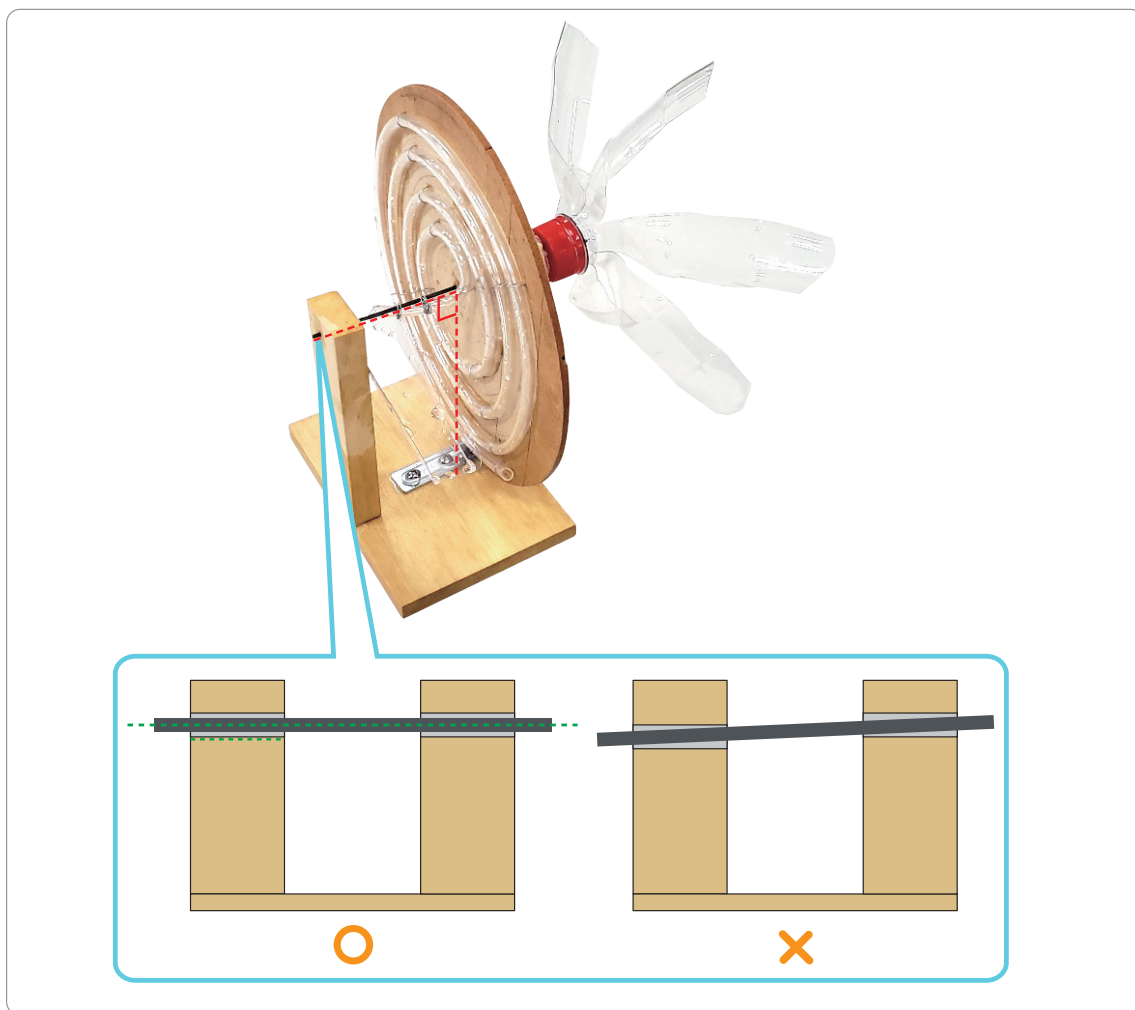
引導建議

若礙於授課時數或材料限制，無法製作9種風扇，可在每一種操縱變因取兩種規格進行測試，即可略知效能差異。

或是使用測試過的風扇進行改裝，例如：重新扭轉成不同角度的葉片，或是將長的葉片從15 cm剪短為12 cm等。

4 平行與垂直

平行度與垂直度對汲水器的運作效能影響很大。以圖2-1-40為例，風扇軸心與汲水機構的盤面是否垂直，會影響汲水機構轉動的平衡；而風扇軸心與支架軸孔是否平行，則會影響摩擦力的大小。必要時，可將兩支木條疊在一起同時鑽孔，以確保鑽孔位置的精準度。且應使用稍大於鋼軸的鑽頭，使軸孔與鋼軸之間保有轉動的裕度。



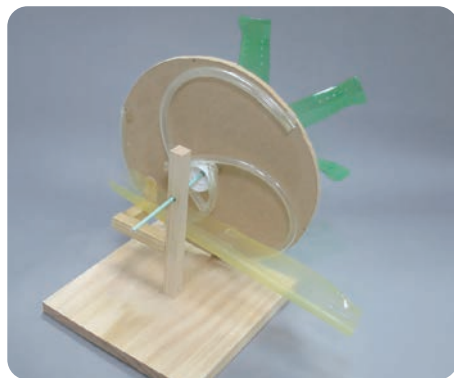
▲圖2-1-40 支架上的軸孔會決定軸心的垂直度。須讓風扇軸心與汲水機構互相垂直（紅線），軸心與軸孔互相平行（綠線），才能減少運轉時的摩擦力與不必要的晃動及碰撞。

1-3

〔測試修正〕

測試修正

本活動由動力機械出發，經歷設計、放樣、製作、修正，打造能汲取、輸送水源的風力汲水器，其中「風能效益」與「加工實務」是使作品能完成任務的重要關鍵。以下將針對較常發生的問題及其可能的成因進行說明，請於製作過程中多加留意，並加以避免。



| 問題 | 可能成因 |
|--------------------|--|
| 手撥葉片仍難以帶動汲水機構 | 1.風扇空轉無法帶動軸心轉動 2.汲水機構與軸心之間空轉 3.軸心與支架結構之間沒有裕度 4.支架結構上的軸孔歪斜 |
| 空轉時可受風運轉，但放入水中無法運轉 | 1.風扇提供的動能太小 2.汲水機構所受水的阻力太大 3.汲水機構汲取的水量太多 |
| 汲水機構可運轉，但汲水量少或無法汲水 | 1.汲水處太高、吃水太淺 2.汲水處的入水、出水角度不佳 3.風扇轉動方向與汲水方向相反 4.汲水機構轉速過快，來不及使水流入 |
| 汲水器無法平穩放置 | 1.重量太輕或浮力太大 |

引導建議

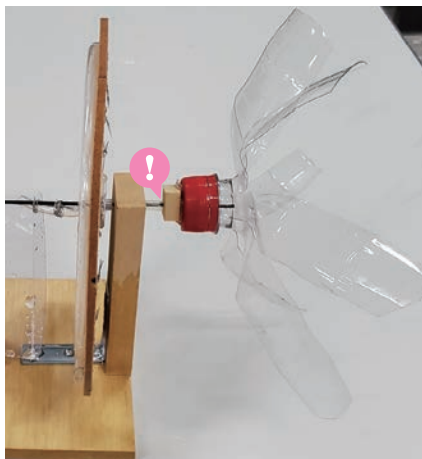
可透過常見問題與習作測試修正檢核表項目解說，提醒學生製作作品時應注意的事項。

1 使用熱熔膠技巧


使用熱熔膠前，務必確認膠槍充分加熱。溫度不足或膠量過少，都會降低熱熔膠的黏著強度。

若是直接用手轉動葉片，汲水機構也無法順利運轉，大多是機構空轉或緊迫的問題。可留意與轉動軸接觸的部位，例如：風扇與軸心處、支架與軸心處，以及汲水機構與軸心處等。

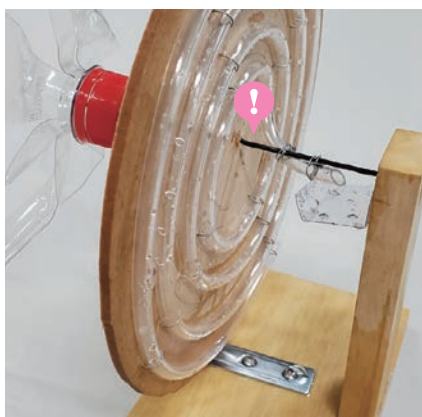
1 | 風扇空轉無法帶動軸心轉動



風扇中心與軸心的接合處，容易因為轉動時的磨耗，使得孔洞變大，造成風扇空轉，削弱風扇轉動的力量。

- ! 1.選用徑度較粗、表面材質粗糙的軸心材料，例如：竹籤、竹筷等。
- 2.在軸心接合處滴膠，以增加材料間的咬合力。 
- 3.再黏一塊鑽有小孔的木塊，以增加與軸心之間的接觸面積。

2 | 汲水機構與軸心之間空轉



汲水機構因為帶有較大的慣性，風扇開始轉動後，接合處容易受到旋轉力矩拉扯而鬆脫，使得汲水機構無法被風扇順利帶動。

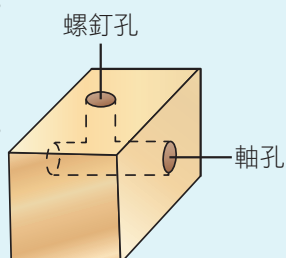
- ! 1.參考前項方法進行修正。
- 2.汲水機構改用質地較輕的材料，或是使用鏤空方式減輕重量。
- 3.在機構軸心處黏合一鑽孔的木塊，並以螺絲迫緊固定軸心。



1-3 測試修正 145

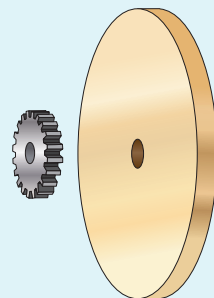
② 固定軸心步驟

- 1.以小木塊與木螺釘迫緊固定軸心：
 - (1)小木塊上鑽出軸孔與螺釘孔。
 - (2)小木塊與汲水機構的軸孔對齊、黏合。
 - (3)穿過軸心，以螺釘迫緊固定。



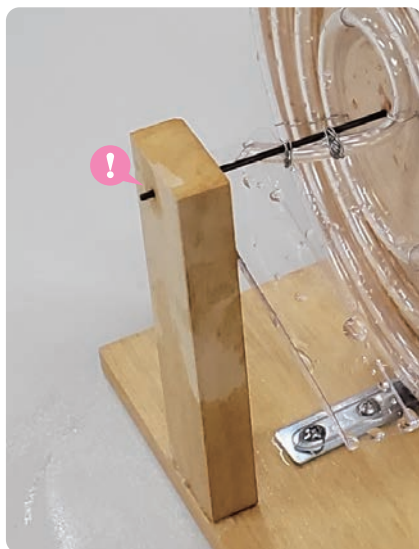
- 2.以齒輪迫緊固定軸心：

亦可將齒輪對準軸孔固定在汲水機構上，再穿過軸心，利用軸心與齒輪緊密配合帶動機構轉動。



汲水機構

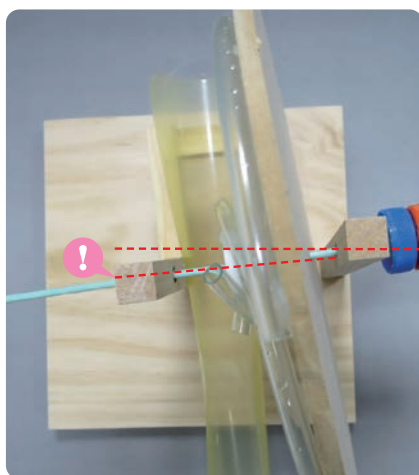
3 | 軸心與支架結構之間沒有裕度



「裕度」是刻意在各機件之間保留間隙，使機構能運轉得更順暢。因此軸孔通常會比軸心大上 0.5 mm ~ 1 mm，以免軸孔夾緊軸心，使摩擦力增大。

! 可將軸心拆下，使用稍大的鑽頭再鑽一次，將孔洞擴大。但須注意軸孔不能過大，以免轉動時產生不必要的滑動與晃動。

4 | 支架結構上的軸孔歪斜



支架結構前後軸孔歪斜，導致安裝軸心後，汲水機構無法順利運轉。可能是鑽孔時鑽頭歪斜、組裝時未對準、或支架歪斜所致。若軸心變形不再筆直，亦會造成影響。

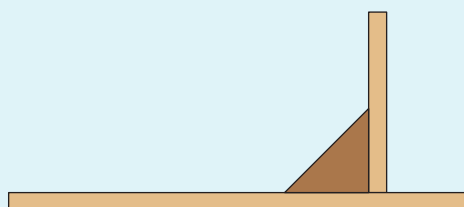
! 1.製作時，可將作為支架的木條疊放，以鑽床同時鑽孔，確保鑽孔位置相同。
2.支架可用角鐵安裝固定，確保與底座垂直。

引導建議 1

組裝好的作品如果不方便移到鑽床上鑽孔，可提供手電鑽讓學生進行擴孔。

引導建議 2

- 1.有時軸孔歪斜是因為熱熔膠厚度的影響，需提醒學生將膠槍充分加熱，並在黏上零件時施以適當壓力。
- 2.若角鐵的成本過高，可使用**直角三角形的木塊**代替。



汲水器懸空受風時，汲水機構可以順利運轉，且轉動汲水方向正確，但放入水中後便無法轉動。大多是出自於阻力太大或動能不足，只要增加風能效益或降低水阻力即可。

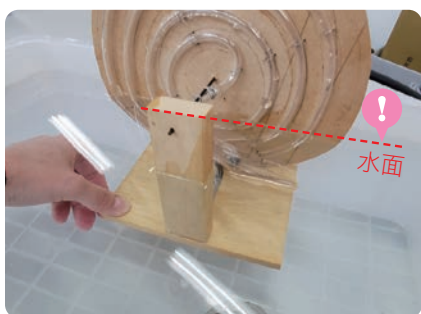
1 | 風扇提供的動能太小



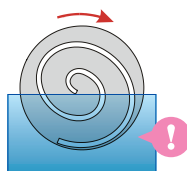
葉片半徑太小影響受風面積，大部分氣流皆從葉片間穿過，導致產生的動能僅能帶動汲水機構，一旦加上水的重量便停止運轉。

！ 重新製作葉片，將葉片半徑加大或增加葉片數量。

2 | 汲水機構所受水的阻力太大



汲水深度越深，汲水機構轉動時受到的水阻力越大，會消耗越多風能。



！ 可在不影響取水效果的前提下，調整汲水機構高度或汲水器吃水深度。

引3

3 | 汲水機構汲取的水量太多



每次取水的量越大，越容易使汲水機構的轉動不平均、重量偏向一邊，就不容易維持順暢的轉動。

！ 可縮小汲水機構的管徑或刮水容器大小，來減少每次的取水量。

1-3 測試修正 147

1 其他動能太小原因

有時候動能太小也可能是因為葉片扭轉角度不足，可試著調整角度，確定無法修正才重新製作。

引導建議3

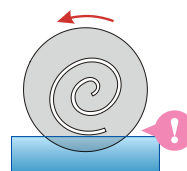
教師可準備幾塊磚塊或小鋼杯讓學生墊高用。

若汲水器入水後能受風運轉，但無法順利汲水，或是汲水量非常少。可觀察汲水深度是否太淺，或是調整汲水速度，以及檢查汲水容器內是否有異物。

1 | 汲水處太高、吃水太淺



汲水容器需在水中轉動一定的距離，才能讓水進到容器或管中。吃水越淺，可能導致水還來不及進入容器中，汲水機構就已轉離水面。



! 可降低汲水機構高度至適當的深度，並檢查調整後的汲水量是否改善。

2 | 汲水處的入水、出水角度不佳



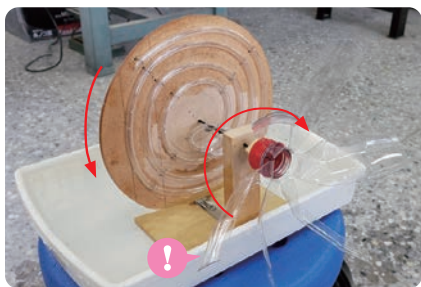
就像生活中舀水的動作，汲水機構入水時，開口向下傾斜以便取水；出水時，則是開口朝上避免漏水。汲水機構開口位置或角度，都會影響汲水效果。

! 觀察並調整取水角度，直到取水情形改善。

1 改善入水角度的技巧

可在入水處外加一片塑膠片當作導流板，引導水流進入汲水機構。

3 | 風扇轉動方向與汲水方向相反



風扇葉片扭轉的方向錯誤，使汲水機構轉動方向錯誤。

- ❗ 1. 葉片的扭轉朝向會決定受風時軸心的旋轉方向，使軸心順時鐘或逆時鐘轉動
- 2. 可將葉片往反方向扭轉，但須注意反覆彎折容易使材料疲勞而斷裂。
- ❗ 2. 若使用寶特瓶則可稍微加熱，使塑膠軟化後再扭轉。

4 | 汲水機構轉速過快，來不及使水流入



汲水容器需在水中轉動一定的時間，才能讓水進到容器或管中，當汲水機構轉速太快，可能導致水還來不及進入容器中，汲水機構就已轉離水面（從圖中濺起的水花可觀察到此問題）。

- ❗ 透過齒輪減速、增加葉片、加大葉片、或增加配重、增加吃水深度，以降低汲水機構轉動的速度，並觀察調整後的汲水情形是否改善。

汲水器無法平穩放置

1 | 重量太輕或浮力太大



當汲水器整體重量過輕，或是與水面的接觸面積太大，都會使汲水器浮起來，而無法平穩置於水中。

- ❗ 可將與水接觸面的板材鏤空、黏貼重物，或是改以長條狀的材料製作結構底座。

1-3 測試修正 149

❷ 寶特瓶加熱扭轉技巧

若要加熱寶特瓶，可使用吹風機來回吹拂欲折彎處，折彎後等待冷卻定形。加熱時，可穿戴棉布手套防止燙傷。

引導建議

教師在解說活動以及進行風扇測試時，可反覆提醒學生，汲水器的轉速並非追求快速，而須以穩定汲水為目標。

1-4

〔機具材料〕

機具材料

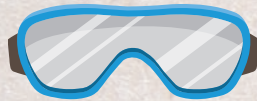
教學重點

教師可視情況準備機器傷人的新聞，藉此說明穿戴安全防護用具的重要性。

補充影片

1.新聞：長髮捲進車床(1:40)

安全防護用具



護目鏡 保護眼睛

- 1 進行材料加工時配戴，避免木屑、粉塵飛濺，傷害眼睛。例如：線鋸機鋸切、鑽孔機鑽洞、砂磨機砂磨。
- 2 進行含有揮發性物質的材料加工時配戴，避免揮發物接觸眼睛。例如：銲接、上漆。



口罩 保護口鼻

- 1 進行材料加工時配戴，避免吸入過多粉塵。例如：線鋸機鋸切、鑽床鑽孔、砂磨機砂磨。
- 2 使用含有揮發性物質的材料加工時配戴，避免吸入過多揮發物。例如：銲接、上漆、溶劑接合。





1 工作圍裙穿戴注意

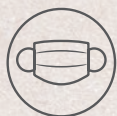
工作圍裙後腰帶應妥善綁好，以發揮約束衣物的功能。

示範影片

1. 桌上型線鋸機 (13:56)

線鋸機

安全防護



壓板調節旋鈕

鋸片調節柄

壓板

平臺

開關

調速鈕

平臺角度標示板

平臺固定旋鈕

用途 鋸切材料

規格

1 木材常用鋸條有10T、15T、18T等，數字越大表示齒數越多、鋸條越窄。

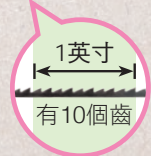
齒數多、鋸條窄
鋸條較容易進行曲率大、複雜彎曲輪廓鋸切。

齒數少、鋸條寬
鋸條不容易轉彎，所鋸切的曲線曲率較小。



知識快遞

鋸條規格的T是TPI (teeth per inch) 的簡稱，表示每英寸鋸齒數，例如：10T代表每英寸鋸條中含有10齒鋸齒。



引導建議

可藉圖示提醒學生，操作機具時，應穿戴相應安全防護用具。

- 2 常見鋸條固定方式有「插銷式」與「平面式」
補 圖，差別在於插銷式鋸條的上下端皆有凸起的插銷。

知識快遞

插銷式鋸條安裝時，可快速於線鋸機或曲線鋸的溝槽定位，鋸條較容易垂直固定；平面式鋸條安裝時較不容易定位，須特別注意鋸條的垂直度。

平面式

插銷式

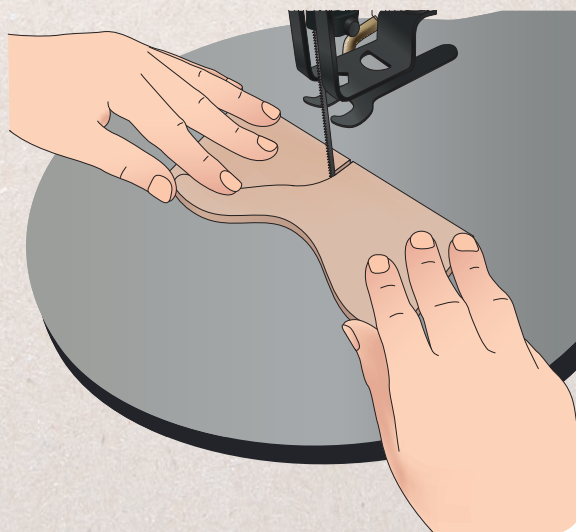
插銷

用法與注意事項

- 1 操作前，需將長髮紮起，配戴護目鏡、口罩。
- 2 取下手上垂落的手環、飾品、外套抽繩。且禁止戴手套進行操作，避免機器運轉時，將其捲入。
- 3 操作前，須檢查線鋸機鋸條的方向是否安裝正確，鋸齒應朝下。



- 4 鋸切時，必須以雙手穩穩的壓住工作物，避免工作物跳動而發生危險。
- 5 鋸切時，須將工作物緩速向前推進，避免因太快推進而使鋸條斷掉。



1-4 機具材料 153

1 鋸切注意

1. 電源開啟前，不可將工作物觸碰鋸條，以免開啟瞬間沒有壓緊工作物，造成危險。
2. 電源關閉後，鋸條仍會持續往復運動一陣子。須待鋸條完全停止後，才能移出工作物。

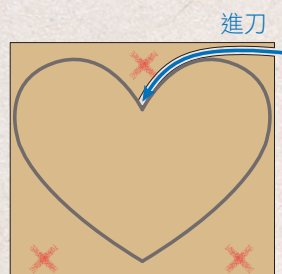
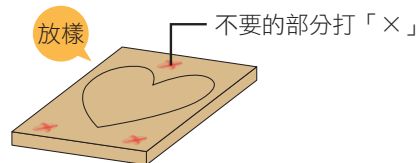
補 鋸條規格

各廠牌線鋸機、曲線鋸鋸條規格略有差異，若教室內有不同廠牌的線鋸機，或學生同時會用到曲線鋸，應視情況說明兩者鋸條規格不同，不能交互使用。

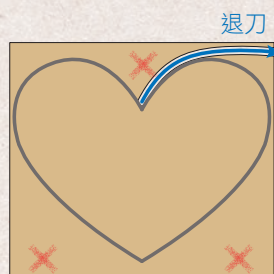
6 銳角輪廓鋸切：

- (1) 鋸切輪廓線時，應放慢鋸切速度，並沿著輪廓線緩速旋轉材料。
- (2) 鋸切轉彎幅度較大的輪廓線時，如果直接旋轉材料，容易使鋸條斷裂。
- (3) 銳角輪廓鋸切技巧 A

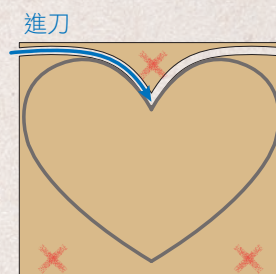
放樣時，應盡量靠近木板邊緣，並將不要的部分打「×」。



① 由一側進刀至銳角處。

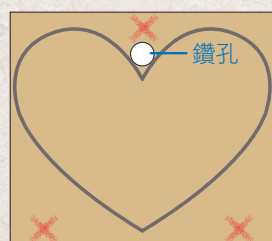


② 沿原路徑退刀。

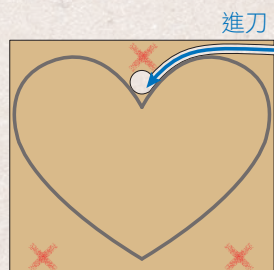


③ 從另一側進刀至銳角處。

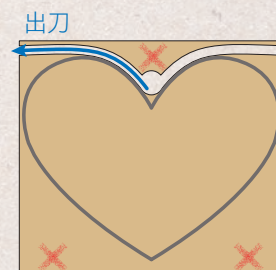
(4) 銳角輪廓鋸切技巧 B



① 於銳角處鑽孔，孔徑稍大於鋸條。



② 由一側進刀至鑽孔處。



③ 利用孔洞轉向，繼續向外鋸切。

7 鏤空圖案鋸切技巧：

- (1) 先在預計挖除部分的轉彎處鑽孔。



- (2) 卸下鋸條，將鋸條穿過孔洞並裝回，在材料內部進行鋸切。

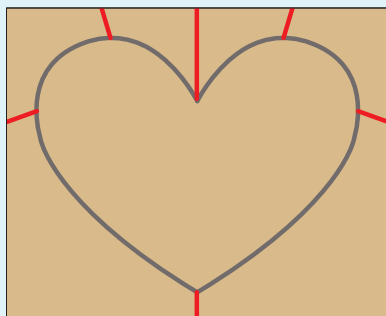


- (3) 鋸切完成後，拆卸鋸條、退出材料。



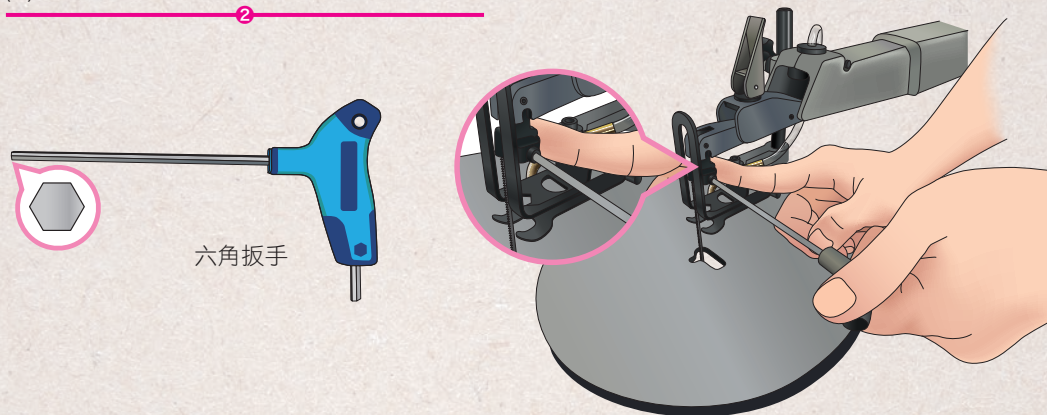
1 長路徑鋸切技巧

若鋸切路徑較長，可在鋸切路徑鋸幾條斷點（如右圖紅線）。如此一來，鋸切到斷點處，板材會自然脫落，可減少因為夾到鋸條而使鋸條斷裂的機率。

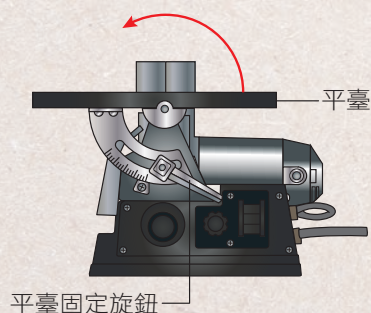


8 鋸條拆裝方式：

- (1)關閉線鋸機電源，待機器完全靜止後，才可進行鋸條拆裝作業。
- (2)將鋸片調節柄向上扳直。
- (3)使用六角扳手將上方鋸條固定螺絲鬆開。

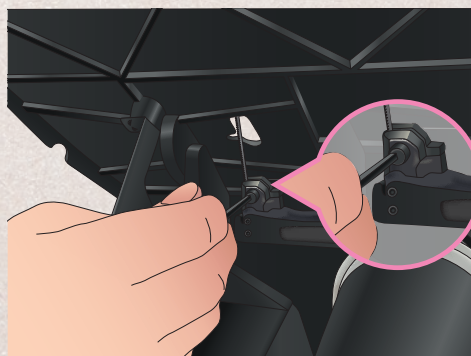


- (4)鬆開平臺固定旋鈕，將平臺掀起。



- !
1. 更換鋸條作業，應先看老師操作示範，或在老師監督下進行。
 2. 可以另一手食指抵住夾頭，減少晃動，較易施力鬆開螺絲。

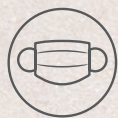
- (5)使用扳手將下方鋸條固定螺絲鬆開，取下鋸條（右圖）。
- (6)鋸齒朝下安裝鋸條，鎖上固定螺絲。
- (7)旋轉並壓下鋸片調節柄，使鋸條呈現稍微緊繃的程度，即完成鋸條拆裝。
- (8)重新安裝鋸條後，務必先確認鋸條兩端是否固定穩妥、鋸條是否緊繃有張力，並快速開關電源一次，確認線鋸機正常運轉之後，再開始鋸切。

**2** 螺絲鏽蝕處理技巧

有時螺絲會因鏽蝕而難以轉動，可噴一點WD-40等輕質潤滑油，待幾分鐘後再行卸除。

鑽床

安全防護



用途 在材料上鑽孔

規格 1 常用鑽頭可分為木工鑽頭、金工鑽頭、水泥鑽頭，應依照加工材料選擇合適的鑽頭。

2 鑽頭尺寸以直徑表示，例如：鑽頭大小3 mm，即鑽出的孔洞直徑為3 mm。

木工鑽頭
鑽尖呈尖刺狀



金工鑽頭
鑽頭呈麻花狀

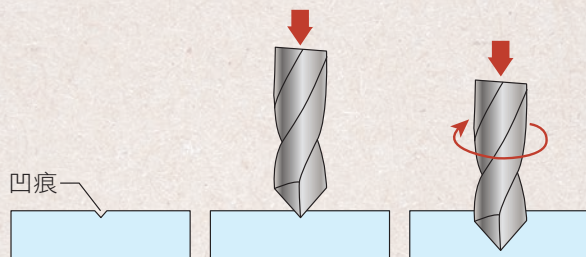


水泥鑽頭
前端較厚實



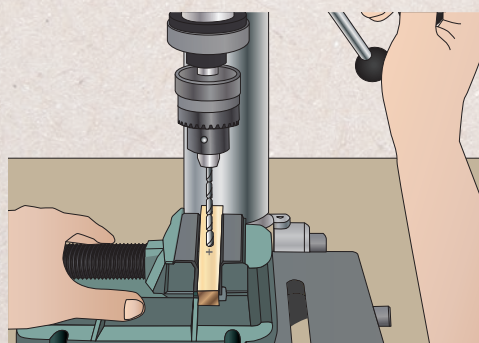
用法與注意事項

- 1 操作前，需將長髮紮起，配戴護目鏡、口罩。
- 2 取下手上垂落的手環、飾品、外套抽繩，且禁止戴手套進行操作，避免機器運轉時，將其捲入。
- 3 鑽孔前，確認工作物材質以及孔洞位置，選擇適當的鑽頭種類與大小。
- 4 鑽孔前，可先以中心衝（或釘子）與鐵鎚在要鑽孔的位置打出一個凹痕，以便鑽尖定位。

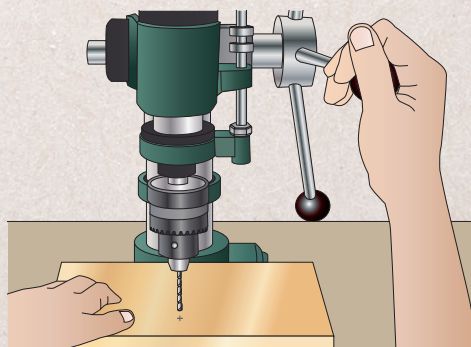


- 5 鑽孔前，使用床臺固定桿調整鑽床平臺高度，使鑽頭距離工作物約10~20 mm。
- 6 鑽孔時，以右手握持主軸升降把手，使鑽頭緩速下降，進行鑽孔。
- 7 鑽孔時，須固定工作物。若工作物較小，可使用夾具或鑽床虎鉗固定。

鑽床虎鉗



▲工作物較小，以鑽床虎鉗或夾具夾持。



▲工作物較大，以手用力壓緊。

1 確認鑽尖與鑽孔位置

調整完鑽尖與工作物距離後，可稍微下壓主軸升降把手，從正面、側面觀察鑽尖是否對到鑽孔位置。

2 鑽孔技巧

1. 鑽大孔徑孔洞：

- (1) 因為鑽頭對工作物產生的扭矩較大，因此同樣須使用夾具夾持工件，以維護加工安全。
- (2) 可先以小鑽頭鑽孔，再換成大鑽頭擴孔。除了可以減少扭矩，也可讓孔位更準確。

2. 鑽深孔：可分多段進行鑽削，即進刀一段深度後退刀，以便排除木屑，然後再次進刀。如此可避免木屑卡住使鑽頭不易轉動。
3. 電源關閉後，鑽頭仍會持續旋轉一陣子。須待鑽頭完全停止後，才能移出工作物。

8 鑽孔技巧：

- (1)無論何種材料鑽孔，下鑽時的速度都不能太快，避免材料劈裂。
- (2)鑽大孔時，應先由小的鑽頭漸進鑽孔，避免材料劈裂。
- (3)不同材料鑽孔時，可利用下列方式避免毛邊、劈裂或破損。

Q

鑽頭鑽穿材料的瞬間外力，容易使材料破裂或產生毛邊。

A 木材



B 壓克力

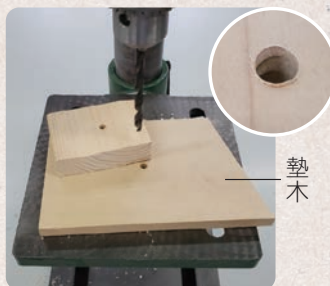


C 鋁片

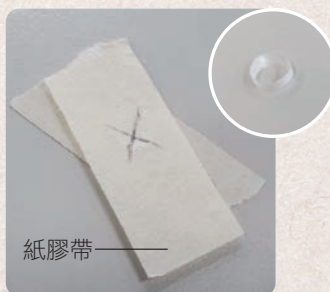


A

不同的材料可以使用不同方法鑽孔，保持鑽孔位置的平整與美觀。



下方加上墊木可以提供支撐力，使鑽頭向下的力量得以延續，避免鑽頭鑽穿的瞬間拉扯材料纖維或產生毛邊。



降低壓克力鑽孔破裂的方式：

- 1.使用壓克力專用鑽頭、或較鈍的金工鑽頭，以較慢速度鑽削。
- 2.壓克力表面貼上紙膠帶可以提供緩衝力及圍束力。



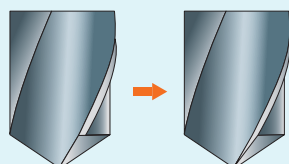
利用比孔洞稍大的鑽頭，一邊旋轉一邊輕壓鋁片背面將毛邊去除。也可使用銼刀修除毛邊。

補 壓克力鑽頭

在壓克力板上鑽孔時，若要避免壓克力破損，較好的方式是使用壓克力專用鑽頭，或是用很久、很鈍的鑽頭，以免壓克力破裂。

若沒有很鈍的鑽頭，可將金工鑽頭前端磨鈍使用。

1.將金工鑽頭置於磨刀石上，磨掉斜角（如圖1）。

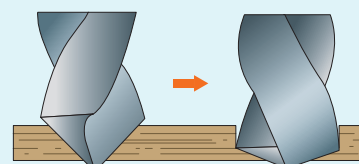


正斜角

零斜角

▲圖1鑽頭斜角

2.將金工鑽頭置於砂輪機，將鑽頭角度磨大（如圖2）。



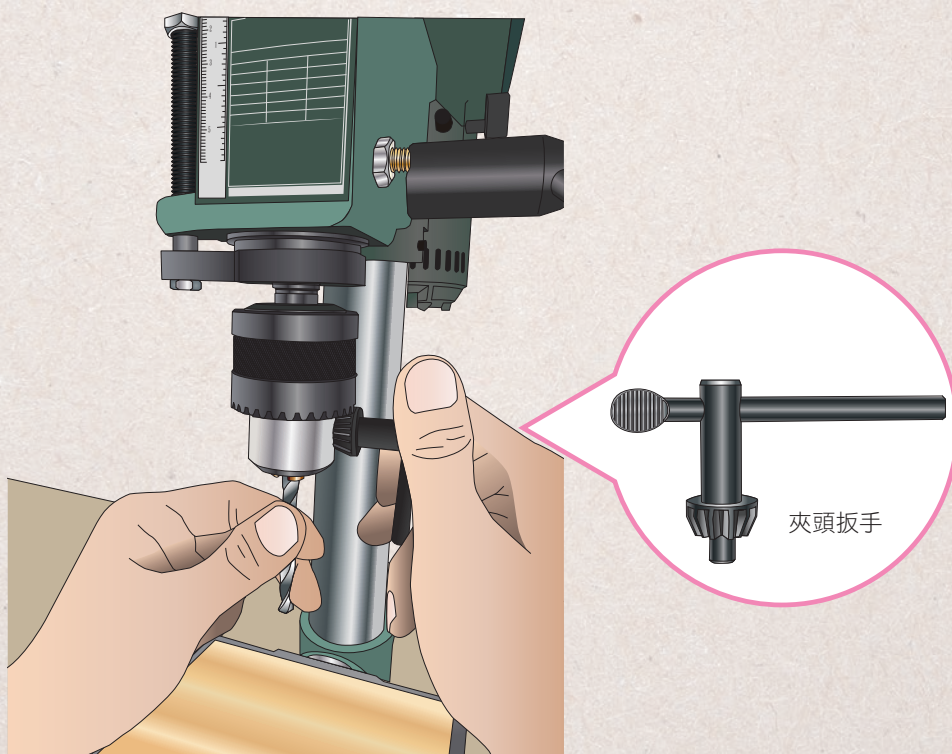
小角度

大角度

▲圖2鑽頭角度

9 鑽頭拆裝方式：

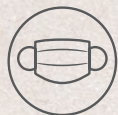
- (1)關閉鑽床電源，待機器完全靜止後，才可進行鑽頭拆裝作業。
- (2)拆卸前，在鑽床平臺上放一塊墊木，以免鑽頭掉落損傷。
- (3)一手輕握鑽頭，另一手拿夾頭扳手，以逆時鐘方向旋轉即可鬆開夾頭、取下鑽頭。
以相反順序即可安裝鑽頭。

**1** 更換鑽頭注意事項

換裝鑽頭後，先打開電源觀察鑽頭是否正常旋轉，確認安裝正確後，才開始鑽孔作業。若鑽頭晃動歪斜的話，需將鑽頭拆下，重新安裝。

砂磨機

安全防護



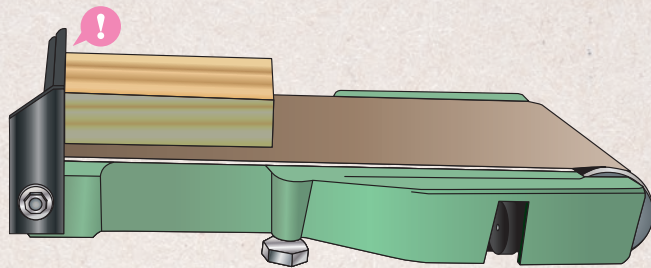
用途 砂磨材料

用法與注意事項

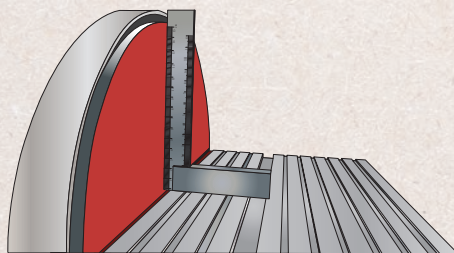
- 1 操作前，需將長髮紮起，配戴護目鏡。
- 2 取下手上垂落的手環、飾品、外套抽繩，且禁止戴手套進行操作，避免機器運轉時，將其捲入。
- 3 砂磨時，務必戴上口罩，以免吸入過多粉塵。
- 4 砂磨機使用的砂紙較粗（例如：50號砂紙），適合初步砂磨。
- 5 砂磨時，須隨時注意工作物砂磨狀況，避免過度砂磨。

6 砂帶砂磨：

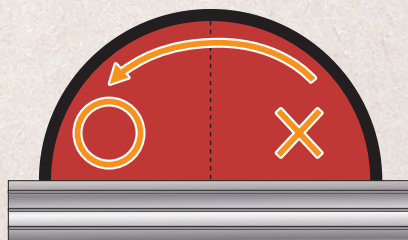
- (1) 使用時，須將工作物拿好，並讓物件倚靠導板，避免滑落飛出。
 (2) 砂磨時，下壓力勿過大，避免馬達燒壞。

**7 圓盤砂磨：**

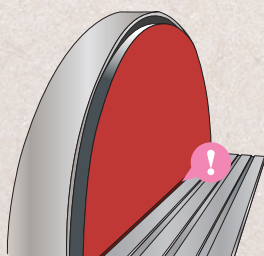
- (1) 使用前，以直角規校正，確認圓盤砂磨機的圓盤與平臺垂直。



- (2) 使用時，工作物須放置在平臺上，並使用左側 $\frac{1}{4}$ 圓的地方進行砂磨，避免工作物飛出，以及造成手指受傷。



- (3) 砂磨平臺與砂磨面應保留適度空隙，不可使砂磨面直接接觸平臺，以免損壞機器。

**1 圓盤砂磨技巧**

使用圓盤進行砂磨需**左右輕移**工作物，如此有助於排除切屑，並可避免在同一處長時間磨削，造成砂紙磨耗程度不均。

雷射切割

創作者的客製化商機

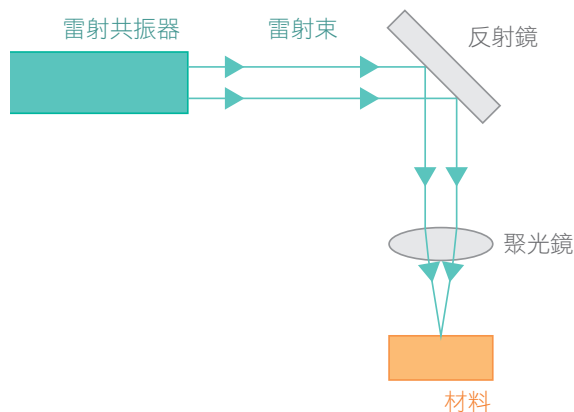


圖 2 雷射切割機的加工原理。



隨著消費型態逐漸改變，大量生產、制式化的產品已經無法滿足所有人的需求；越來越多消費者期望可以擁有客製化的商品，以彰顯自己獨特的品味；而雷射切割機的興起，使創作者可以小量設計與製作自己的作品，帶動了商品客製化的商機（圖 1）。

在傳統加工方式中，若要對材料進行切割或雕刻，必須仰賴各種刀具進行加工；而雷射切割機是透過高功率的雷射束聚集在材料上，使材料迅速灼燒汽化，進而切斷材料或是在材料上雕出圖案（圖 2）。



圖 1 雷射切割機讓創作者可以發揮創意，製作出個性化的精緻作品。

切割功率低、切割速度快的搭配，可在材料表面進行雕刻。

切割功率高、切割速度慢的搭配，能將材料切斷。

圖 3 運用雷射切割機切斷與雕刻功能的作品。



 補充影片

1.雷射切割收納盒 (1:31)

使用雷射切割機進行創作時，必須注意「材料、功率、速度」這三項要素的搭配。切割前，要先確認材料的材質以及厚度，並透過電腦調整切割功率及切割速度，以控制「切斷材料」或是「在材料上雕刻」（圖 3）。另外，雷射切割雖然為平面切割，但創作者可發揮創意與巧思，設計出以平面零件組裝而成的立體作品或可活動的機構（圖 4）。

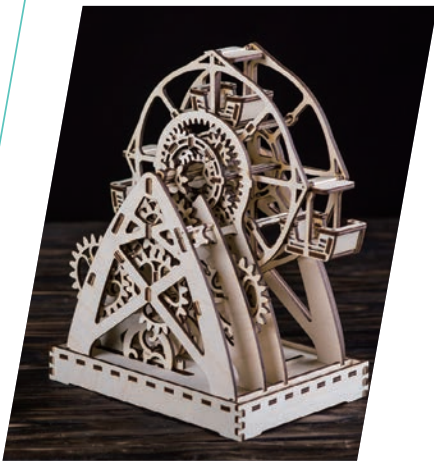
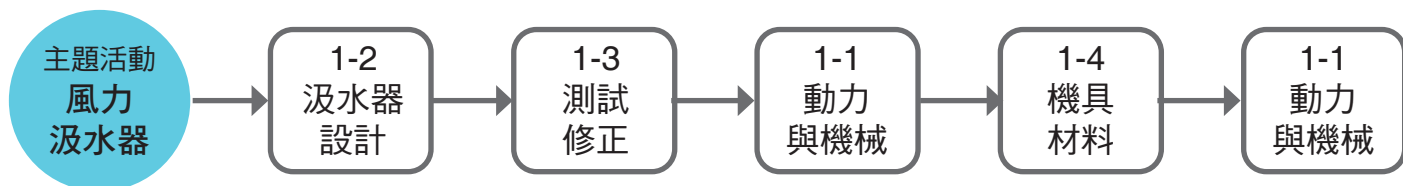


圖 4 只要發揮創意，就能利用平面零件組成立體作品。





教學流程建議





教學流程建議說明：



1. 講解完主題活動「風力汲水器」之後，先說明與主題活動設計細節較為相關的「1-2汲水器設計」與「1-3測試修正」。
2. 檢視完學生的設計圖、開始進行材料加工前，回到「1-1動力與機械」介紹機具操作實務技能，並搭配「1-4機具材料」的安全與操作說明，接著回到主題活動「風力汲水器」並開始製作、測試修正與競賽評分。
3. 課程末回到「1-1動力與機械」講解生活中常見科技產品的運作原理、動力傳遞方式，並示範簡易保養、維護、故障排處技巧。若有教學時數考量，此小節可請學生自行閱讀。



教學活動步驟

| 週次 | 教學段落 | 教學主題 | 搭配教材 | 說明重點 |
|----|------|------|-------------------------------------|--|
| 一 | | 引起動機 | 課本 章扉頁 頁112~113 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 請學生分享利用「風」作為能源或動力的實例。 2. 引導學生思考「各種輸送水源」的方法。 |
| | | 活動概述 | 課本 主題活動 頁114~115 習作 頁38~39 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 簡單介紹主題活動：根據活動目標與條件限制設計風力汲水器，並使用適合的材料完成製作及測試修正。 2. 由活動概述引入教學重點： <ol style="list-style-type: none"> (1)傳動方式的發想、歸納與設計產出。 (2)材料的特性與加工方法的選擇。 |
| | 核心概念 | 設計實務 | 課本 1-2 頁132~143 習作 頁40 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹汲水器各部位名稱。 2. 說明葉片設計、結構穩定度、傳動摩擦力、水的阻力、取水速度的等因素對汲水器效能的影響。 3. 交代學生當週作業：查找資料、繪製概念草圖。 |

| 週次 | 教學段落 | 教學主題 | 搭配教材 | 說明重點 |
|-------------|---|--------------|--|---|
| 二 ~ 三 |  | 活動流程說明 | 課本 主題活動 頁114~117 習作 頁42~43 | <ol style="list-style-type: none"> 說明主題活動的實施細節： <ol style="list-style-type: none"> 確認製作時間與可用材料工具。 參考1-2汲水器設計以及1-3測試修正進行汲水器設計規畫。 說明「評量規準」。 請學生檢視先前繪製的草圖，進行修正與改善。 小組選定設計方案並繪製零件圖。 教師檢視各組方案與零件圖，學生根據意見進行修正。 |
| | | 風扇測試 | 體驗活動 1-1 頁140~142 課本附件1、2 習作 頁41 | <ol style="list-style-type: none"> 介紹變因控制的實驗方法。 說明如何使用測試架進行風扇效能測試。 引導學生製作風扇進行測試，並記錄結果。 選擇適合的風扇。 設計圖面確認無誤的組別，可領取材料進行材料放樣。 |
| 四 | 機具操作 零件製作 | 加工實務 | 課本 1-1 頁124~129 課本 1-4 頁150~159 | <p>※根據活動要用到的技巧說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 說明安全防護用具的重要性，並示範穿戴方式。提醒加工時，須將服裝鬆散處固定、長髮綁起、避免垂墜飾品等。 加工前的準備與示範：組裝方式對零件尺寸的影響、材料放樣與標示的方法。 線鋸機加工實務與示範：鋸條選用、銳角鋸切、鏤空圖形鋸切。 鑽床加工實務與示範：鑽頭選用、墊木、導孔。 夾具與治具用途介紹與示範。 砂磨機加工實務與示範：砂磨位置、材料大小限制。 示範機具用畢，清理材料碎屑方式。 |
| 五 ~ 六 |  | 加工評估 設計製作 | 課本 1-3 頁144~149 | <ol style="list-style-type: none"> 問題情況與可能成因說明。 介紹修正改善的可用方式。 提醒學生避免錯誤的設計或製作方法，可減少後續測試修正的時間與材料成本。 學生實際操作機具進行加工製作。 |

| 週次 | 教學段落 | 教學主題 | 搭配教材 | 說明重點 |
|----|---|--------------|----------------------------------|---|
| 七 |  | 設計製作 測試修正 | 課本 1-3 頁144~149 習作 頁44 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 進行汲水器的組裝，並完成活動紀錄。 2. 參考1-3小節，於測試場地進行測試與修正，直到汲水器符合活動目標。 |
| 八 |  | 測試與評分 | 課本 主題活動 頁114~117 習作 頁45 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 各組進行競賽與評分，記錄競賽成績。 2. 根據競賽結果進行分析，並填寫習作「問題討論」。 3. 教師依據「評量規準」完成汲水器作品評分。 |
| | 通識概念 | 加工機具 運作原理 | 課本 1-1 頁118~131 | <p>※補充1-1動力與機械略過的部分：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 透過風能應用引入動力機械概念，說明現今生活中動力來源多為馬達。 2. 講解生活中常見科技產品的運作原理、動力傳遞方式。 3. 說明並示範科技產品簡易保養、維護、故障排除技巧。 |



評分規準參考

| | A | B | C | D | E | 加權 |
|------|---|---|---|--|---|-----|
| 加工評估 | <ol style="list-style-type: none"> 1.零件的尺寸精準、加工完全準確。 2.確實去除零件的加工痕跡。 3.作品外觀經過精巧修飾及表面處理。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.零件的尺寸與加工大部分準確，僅有1~2處少許誤差。 2.殘留1~2處鋸路、毛邊或尖刺等。 3.作品外觀經過適度修飾及表面處理。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.零件的尺寸與加工有部分誤差，但仍在可接受範圍。 2.殘留鋸路、毛邊、尖刺等。 3.作品外觀經過些許修飾及表面處理。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.零件的尺寸與加工有多處誤差。 2.殘留多處鋸路、毛邊、尖刺等。 3.作品外觀經過少處修飾及表面處理。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.零件的尺寸紊亂，加工誤差極大。 2.未去除鋸路、毛邊、尖刺等加工痕跡。 3.作品外觀未經過修飾及表面處理。 | 20% |
| 葉片 | <ol style="list-style-type: none"> 1.製作精良，完全對稱。 2.全面考慮扭轉角度、葉片形狀、葉片半徑、軸向等因素進行合理設計。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.製作良好，對稱性佳。 2.大多考慮扭轉角度、葉片形狀、葉片半徑、軸向等因素進行合理設計。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.製作尚可，對稱性普通。 2.部分考慮扭轉角度、葉片形狀、葉片半徑、軸向等因素進行合理設計。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.製作粗糙，對稱性不佳。 2.鮮少考慮扭轉角度、葉片形狀、葉片半徑、軸向等因素進行合理設計。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.粗製濫造，毫無對稱性。 2.毫無考慮扭轉角度、葉片形狀、葉片半徑、軸向等因素進行合理設計。 | 20% |
| 支架結構 | <ol style="list-style-type: none"> 1.支架設計完全考量結構受力原則。 2.零件之間的膠合組裝穩固，完全無晃動或縫隙。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.支架設計大多考量結構受力原則。 2.零件之間的膠合組裝大致穩固，有些微搖動與少許孔隙。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.支架設計部分考量結構受力原則。 2.零件之間的膠合組裝還算穩固，有少許搖動與結構晃動。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.支架設計鮮少考量結構受力原則。 2.零件之間的膠合組裝不穩固，結構晃動並出現明顯縫隙。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.支架設計未考慮結構受力原則。 2.零件之間的膠合組裝極不穩固，最終結構鬆脫或解體。 | 20% |
| 汲水機構 | <ol style="list-style-type: none"> 1.完全使用正確的零件進行汲水機構設計。 2.零件咬合的密合度極佳。 3.汲水機構運轉滑順流暢。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.大多使用正確的零件進行汲水機構設計。 2.零件咬合的密合度良好。 3.汲水機構運轉順利。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.部分使用正確的零件進行汲水機構設計。 2.零件咬合的密合度尚可。 3.汲水機構可運轉，偶有干擾。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.大多使用不正確的零件進行汲水機構設計。 2.零件咬合的密合度不佳。 3.汲水機構運轉不流暢。 | <ol style="list-style-type: none"> 1.完全未使用正確的零件進行汲水機構設計。 2.零件咬合的密合度極差。 3.汲水機構幾乎無法運轉。 | 20% |
| 競賽實測 | 根據實測結果與教師訂定汲水量進行評分。 | | | | | 20% |



風力汲水器

目次

| | |
|--------|----------|
| 一、活動簡介 | P.163-5 |
| 二、製作要點 | P.163-5 |
| 三、設計製作 | |
| 1 基座結構 | P.163-6 |
| 2 汲水機構 | P.163-8 |
| 3 風扇 | P.163-10 |
| 4 輸送管道 | P.163-12 |

一、活動簡介

※ 製作風力汲水裝置，並將水源運送到目的地。

課本以「阿基米德螺旋」改良的汲水裝置作為示範，但學生可自行發揮創意，透過機構結構設計，製作不同形式的汲水裝置。

二、製作要點

1. 主要構造

風扇、汲水機構、支架結構、輸送管道。

2. 場地條件

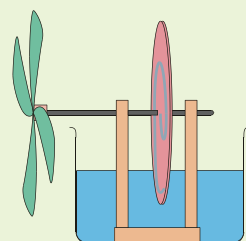
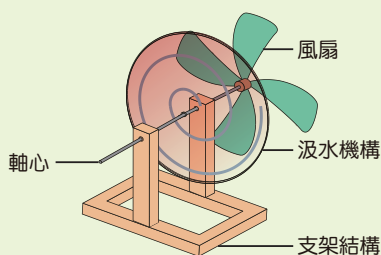
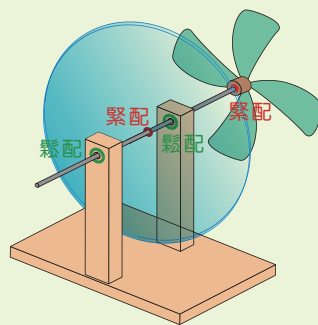
設計製作前先了解場地的大小、水源容器的距離與高度、水的深度等條件，確保汲水器的機構結構都不會與容器產生干擾。

3. 緊配與鬆配

「風扇與軸心」、「汲水機構與軸心」應使用緊配，「支架結構與軸心」則使用鬆配。

4. 作品尺寸與注意事項

- ① 風扇：
 - a. 較大的風扇，獲取風力的能力較佳。
 - b. 葉片不能過長，避免卡到桌面。
 - c. 風扇要伸出容器之外，以利獲取風力。
- ② 軸心：
 - a. 軸心高度須高於容器，以利風扇伸出容器外。
- ③ 汲水機構：
 - a. 汲水機構下端必須低於水面，以利汲水。
 - b. 汲水機構若入水太深，會使轉動阻力加大。
 - c. 汲水機構不可太大，避免卡住支架基座。
- ④ 支架結構：
 - a. 支架基座要能平穩放置於容器中。
 - b. 基座以木條組成，所受浮力比整塊木板底座小。
 - c. 若支架入水傾倒，可用磚塊或重物壓住底座。
 - d. 注意支架結構的平行、垂直，確保軸心轉動順暢。



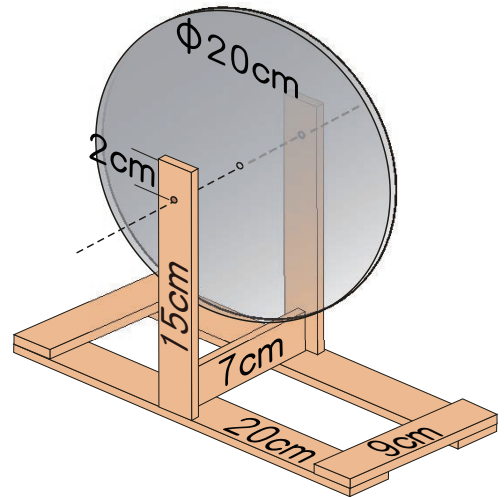
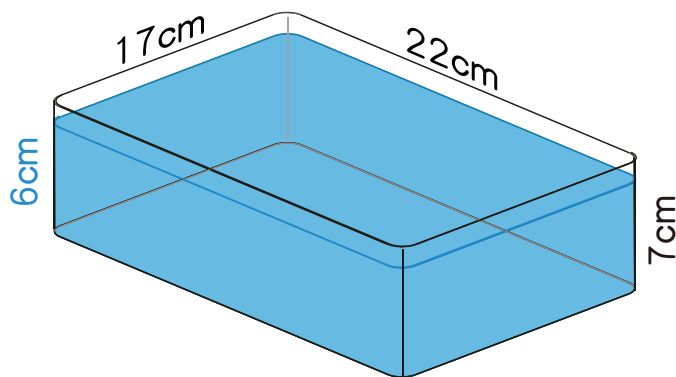


三、設計製作

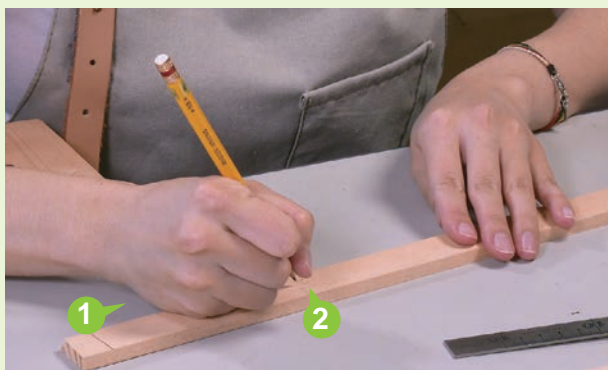
※ 作品外觀、尺寸參考

風力汲水器尺寸受到水源容器影響，須請學生先確認場地資訊，再進行汲水器設計。以下提供作品外觀與尺寸參考：

❗ 汲水機構大約入水 2.4 cm。



1 基座（支架）結構



1. 放樣

- ① 將相關的尺寸放樣到材料上，注意預留鋸路。
- ② 可以在材料上標示尺寸，方便辨識、區分零件。

註 可使用鉛筆來回畫記，加粗線條，模擬鋸路寬度。

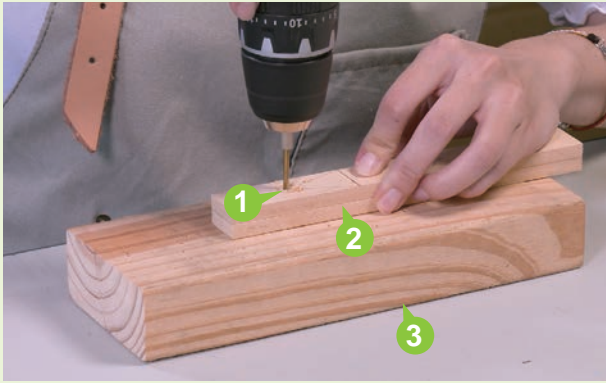


2. 鋸切

- ① 使用 F 型夾把材料固定好，以線鋸機（或曲線鋸）進行鋸切。

註

1. 材料快要切斷時放慢速度，以免末端劈裂。
2. 鋸切後先以砂紙（或砂磨機）修整材料尺寸，使零件長度符合規畫。



3. 支架鑽孔

- ① 以交叉線在木條上找到正中間處。
- ② 將兩根木條疊在一起鑽孔，確保孔洞位置一致。
- ③ 木條下放好墊木，以保護桌面。

註

1. 本活動使用 2 mm 鋼軸，故可選用 3 mm 的鑽頭，達成鬆配效果。
2. 須選用較厚實的墊木，以免墊木被鑽穿而使桌面損壞。



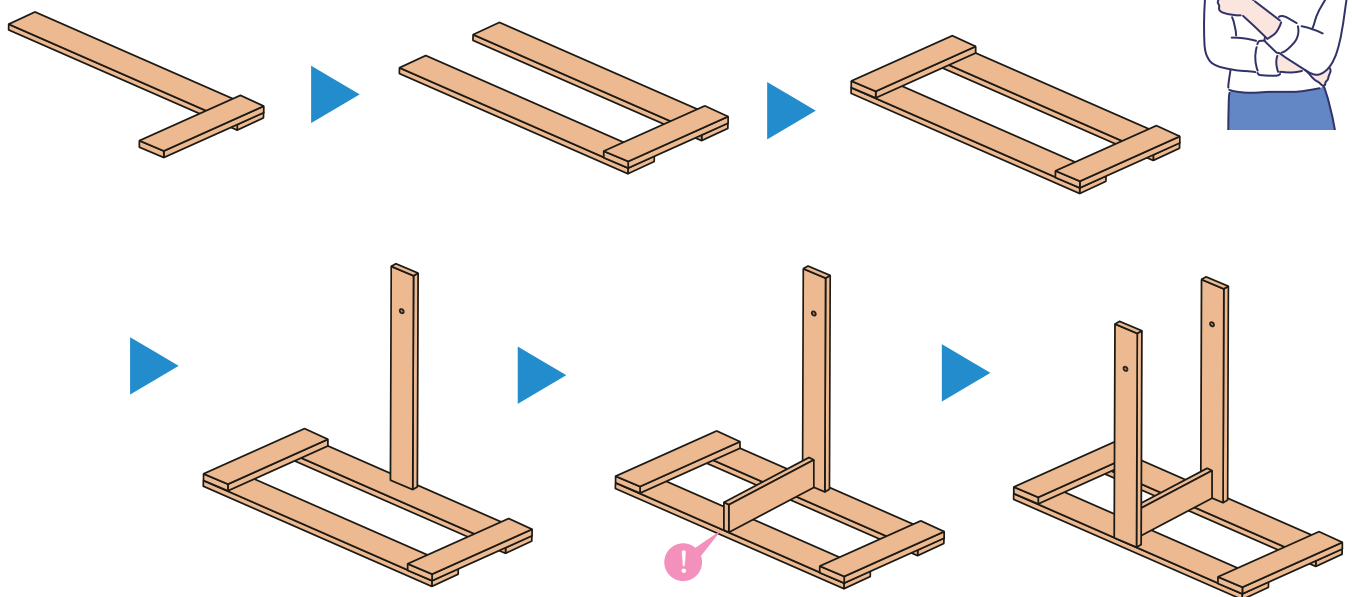
4. 組裝支架

- ① 以熱熔膠固定支架基座，黏合時注意四角須垂直對齊。

註

- 熱熔膠易凝固，應擠一處、黏一處，避免同時黏多處，造成黏合不牢。

※ 組裝支架參考步驟



❗ 支架中間可加入木塊輔助，增加結構強度，也可使用 L 型角鐵增加結構強度。



2 汲水機構



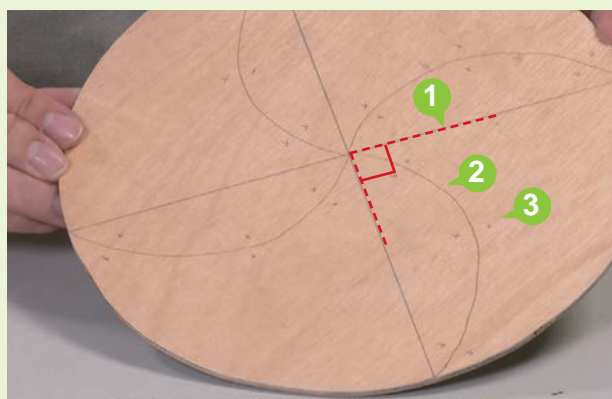
1. 以線鋸機鋸切圓盤

- ① 手需壓好板材，以免隨線鋸上下跳動。
- ② 轉彎時速度需放慢。



2. 以砂紙修飾圓盤邊緣

- ① 手持砂紙，以 45 度角慢慢砂磨，修飾毛邊或不夠平整的地方。



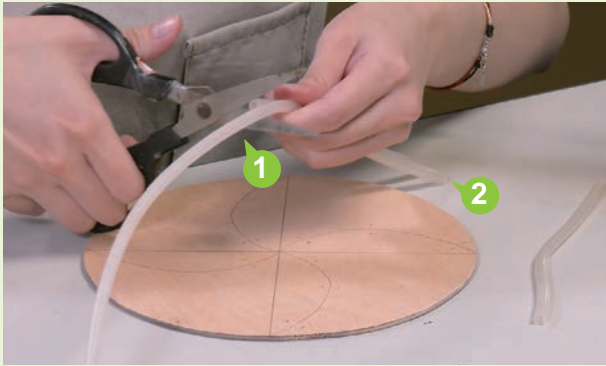
3. 畫出汲水軟管裝設和鑽孔位置

- ① 以鋼尺和直角規輔助畫出過圓心的垂直線。
- ② 大致繪出汲水軟管的安裝位置。
- ③ 畫出固定軟管時，鐵絲要穿過的鑽孔記號。



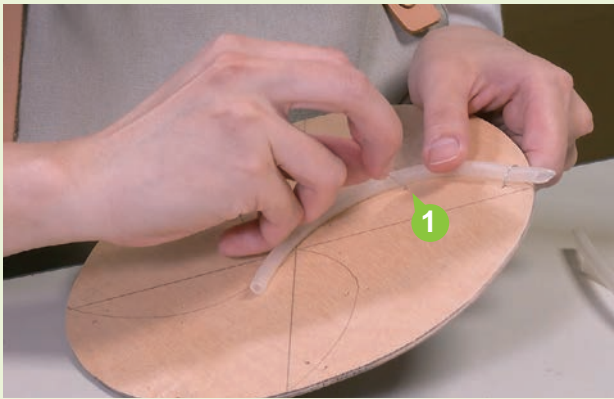
4. 以手電鑽鑽孔（軸心孔、鐵絲孔）

- ① 軸心為緊配，故使用 1.5 mm 的鑽頭。
- ② 以墊木保護桌面。



5. 修剪汲水用軟管

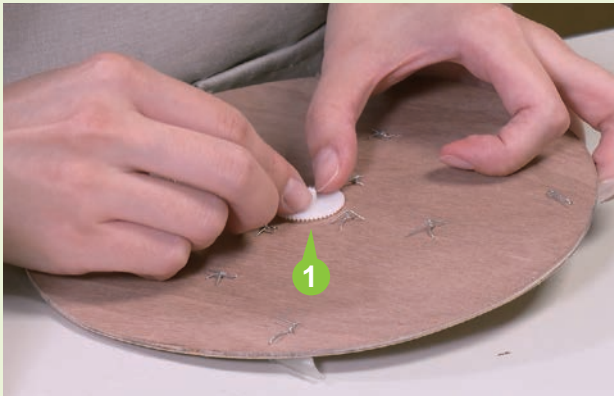
- ① 需多預留一些長度，讓軟管汲水端可露出圓盤，出水端也可固定在軸心上。
- ② 汲水端可剪成斜角，方便汲水。



6. 用鐵絲將軟管固定在圓盤上

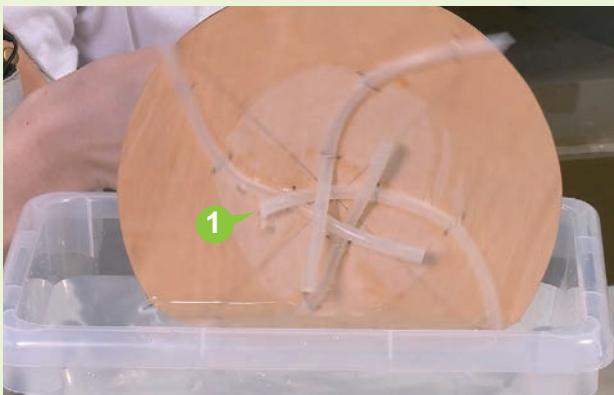
- ① 將細鐵絲彎成 U 字型，固定軟管、穿過圓盤後，在背面扭轉壓平。

註 可使用尖嘴鉗彎折鐵絲。



7. 用小木塊或齒輪固定軸心

- ① 用熱熔膠將小木塊（或齒輪）黏在圓心處，再穿過鋼軸，使軸心與汲水機構達到緊配的效果。

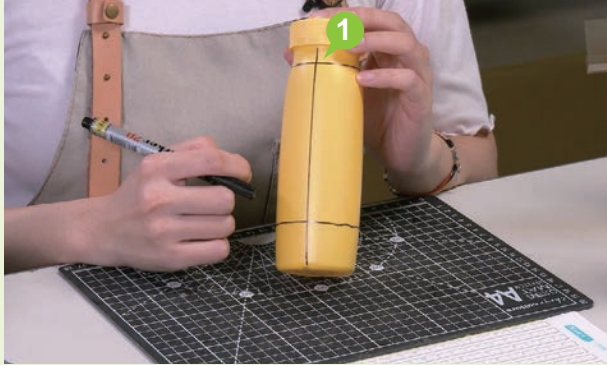


8. 測試汲水機構的效果

- ① 將圓盤放入水中轉動，若水能從軟管出水端流出，即代表製作成功。



3 風扇



1. 在塑膠瓶上畫出基準線

- ① 畫出三條基準線，作為黏貼貼紙、裁分葉片的參考線。

註

1. 三條基準線分別是：上、下、側邊。上、下基準線之間的距離即為風扇葉片長度；側邊基準線作為紙尺貼紙黏貼的起點。
2. 風扇葉片長度不是越長越好，過長可能與桌面接觸，影響轉動效果。



2. 切除塑膠瓶底部

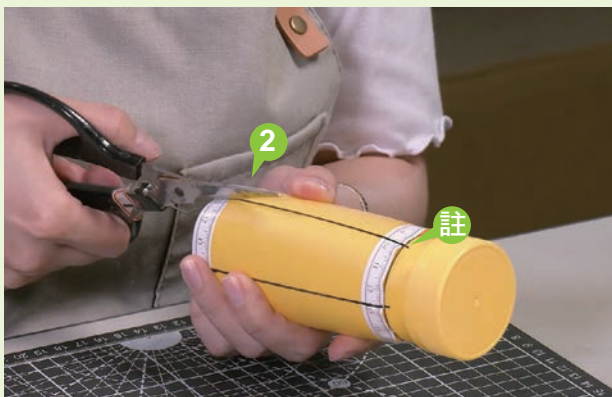
- ① 塑膠瓶底部需切除。

註 因塑膠瓶表面光滑，切除底部時，可先以美工刀切出一個小洞，再用剪刀繼續操作。



3. 將紙尺貼紙沿上下基準線黏貼

- ① 貼滿一圈後，用美工刀切除多餘貼紙，以便對齊。
- ② 若貼在瓶身有弧度的地方，也可先用美工刀切一刀，使其平整貼好。



4. 均分周長、畫出葉片等分並剪開

- ① 計算葉片寬度，並在塑膠瓶上畫記。
- ② 剪開葉片。剪好後撕下紙尺貼紙，並將葉片尖角修圓。

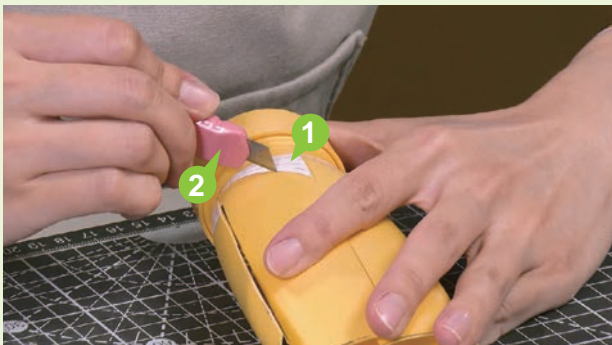
註 畫記線條可略超出上方的紙尺貼紙，以作為稍後黏貼角度貼紙的參考點。



5. 剪下葉片所需的角貼紙

- ① 依照設計剪下每片葉片的角貼紙，再撕下背面的離型紙。

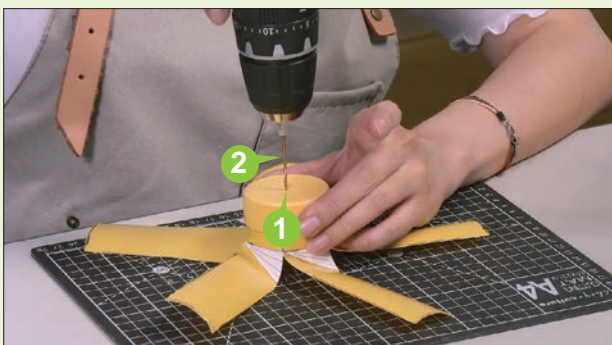
註 剪裁貼紙時，貼紙下方的離型紙先不要撕下，以免貼紙黏到剪刀上。



6. 黏貼角貼紙並折起葉片

- ① 將角貼紙黏貼於基準線上。
- ② 若塑膠瓶較硬，可先用美工刀沿貼紙邊緣輕割一刀，以便彎折葉片。

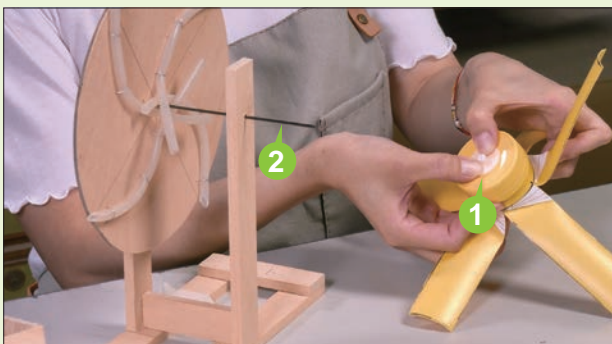
註 黏貼貼紙前，先確認葉片折角方向。折角方向應與汲水機構旋轉方向一致。



7. 在瓶蓋圓心鑽孔

- ① 找出瓶蓋圓心。
- ② 軸心為緊配，注意鑽頭大小。

註 若瓶蓋沒有圓心記號，可先找出瓶蓋直徑。在瓶蓋上畫兩條直徑線，兩線交點即是圓心。

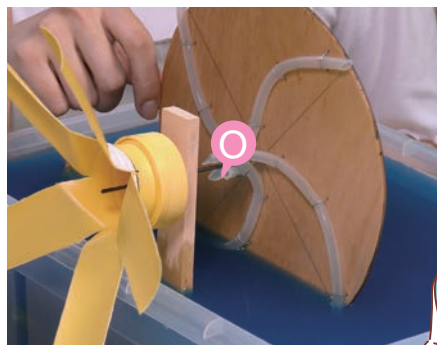
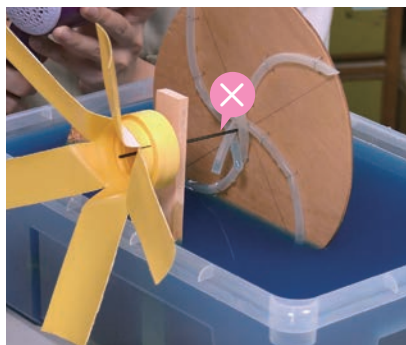


8. 使風扇與軸心緊配，測試汲水效果

- ① 瓶蓋材料薄，需先以熱熔膠將小木塊（或齒輪）黏在圓心處，再穿過鋼軸，使風扇與軸心達到緊配的效果。
- ② 組裝風扇與汲水機構，確認轉動狀況。適度調整軟管位置，以便製作輸送管道。

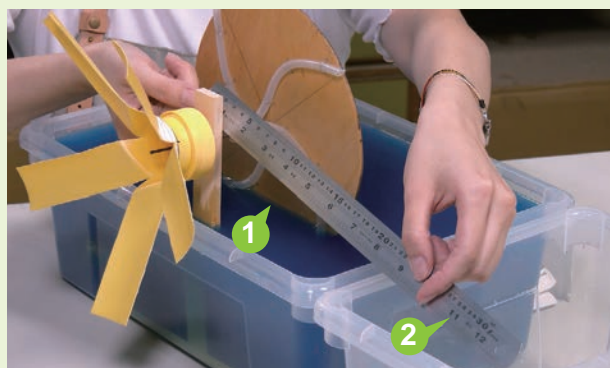
※ 出水端位置調整

軟管出水端位置若離汲水機構太近，將不利於輸送管道製作。可使用鐵絲調整出水端位置，使其集中，以便輸送。



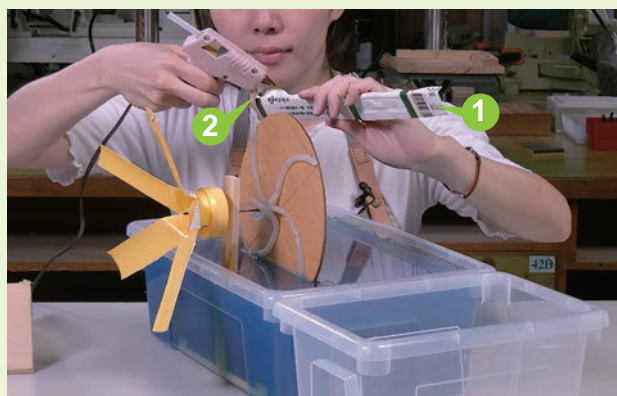


4 輸送管道



1. 測量輸送管道長度

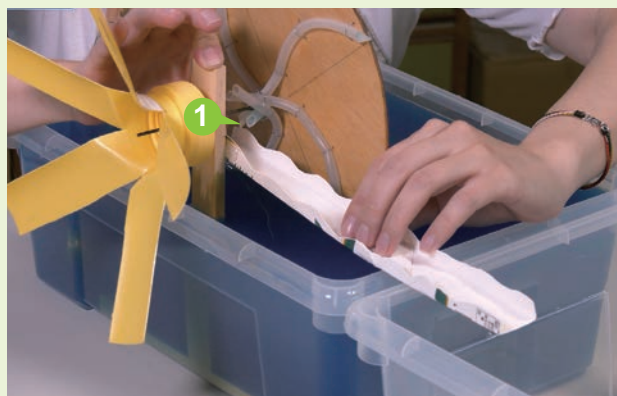
- ① 將汲水器放入水源容器，測量水源容器到目的地容器需要的輸送管道長度。
- ② 可預留多一些長度，以便調整修飾。



2. 將管道固定於出水端下方

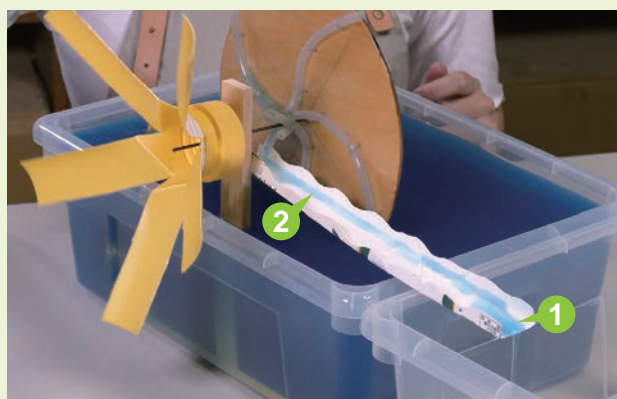
- ① 可用有硬度的防水材料製作輸送管道。
註 飲料紙盒、塑膠片。
- ② 上膠前，先將黏貼處擦乾再使用熱熔膠。

註 黏貼加壓時，若覺得熱熔膠很燙，可使用小木塊等不要的短料輔助黏貼。



3. 確認管道角度

- ① 配合水往下流的特性，調整管道角度與出水端位置。



4. 完成汲水器作品

- ① 測試汲水器輸送狀況。
- ② 微調機構、結構，使汲水器順暢轉動。