

冰棒棍機械——連動桿置物桶

教材設計：曾詠翔老師

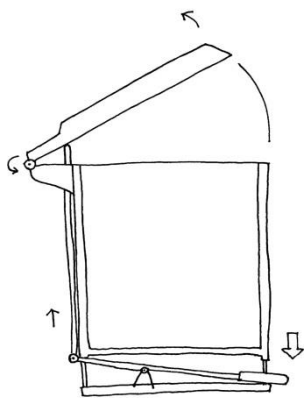


課程介紹：

許多日常用品存在著簡單機械結構，多些觀察與好奇心，處處隱藏科學技術的巧思。門的絞鍊、窗戶滑軌、汽車引擎、甚至馬桶水箱，無一不是透過槓桿、斜面、曲軸等簡單機械結構達成。在我們按下一個開關、撥動一個連桿的同時，你知道這些機械是如何動作進而達到目的嗎？

有種市售的「腳踏式垃圾桶」，可讓我們在不需彎腰的前提下，僅用腳踩即可將垃圾桶蓋打開，這究竟是如何辦到的？

原理：



當腳踏下踏板，運用了一個蹺蹺板結構改變了運動方向(向下→向上)，接著透過轉軸帶動連桿將力量繼續向上傳動，最後推動蓋子。蓋子的一端與桶子邊緣用活動軸連結，蓋子於是掀開。一連串的运动，全是槓桿與連桿的應用。

現在，讓我們透過冰棒棍為材料模擬這項機械結構，製作出一組同樣具有連動桿的小型置物桶！

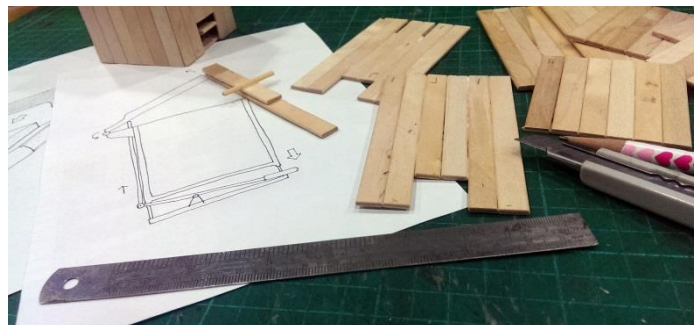
所需材料：冰棒棍 50 枝 (12cm)、竹籤 1 枝 (外徑 3mm，長 10cm)、牛皮紙膠帶 (冰棒棍紙套)

所需工具：美工刀、切割墊、15cm 鐵尺、白膠、無痕膠台 (帶)、手搖鑽(3mm 鑽頭)、長尾夾 4-6 個。

操作時間：4～5 節課

作品說明：

模仿市售之「腳踏開蓋」垃圾桶，使用冰棒棍為材料，透過手工工具加工製程，藉以瞭解生活中簡單機械原理。冰棒棍為一種很容易取得的手作材料，使用美工刀及白膠即可進行裁切與黏合，搭配上竹籤以及鑽孔工具，可讓這些作品具有「關節」進而活動起來！



本作品為冰棒棍的精細加工，需熟練的手作技巧與精準度。冰棒棍 50 枝為最節約用法，考慮失敗及耗損，建議一人準備 60-70 枝。

製程步驟：

(一) 平面成形



1. 六隻冰棒棍為一組，黏貼成為平面。待乾，共黏貼 6 組 (36 枝) (A)

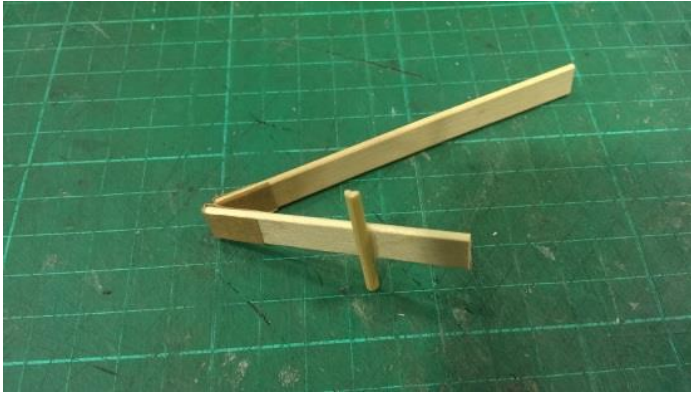


2. 二隻冰棒棍唯一組，黏貼成為平面。待乾，共黏貼 6 組 (12 枝) (B)



白膠乾燥需要至少 20-30 分鐘，可於課程剛開始時即進行，等待乾燥同時可著手進行步驟 (二)。

(二) 連桿



1. 裁切 10cm 冰棒棍，去圓邊。(1 枝) (C)



2. 裁切 6cm 冰棒棍，去圓邊。(1 枝) (D)



3. 裁切一段竹籤，三公分。



4. 將竹籤對剖，得到兩段剖半竹籤 (E)。



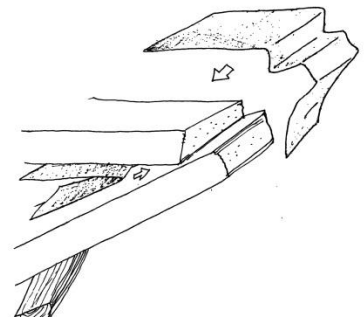
5. 取 D 材料，於 2cm 處黏上一段 E 材料，
一長邊，一短邊。



6. 用牛皮紙條裁切兩條 1cm x 3cm 紙條。



7. 紙條上白膠後將 C、D (長邊) 材料一
端黏合成為活動關節。



(三) A 材料裁切 (d 指冰棒棍的材料厚度)



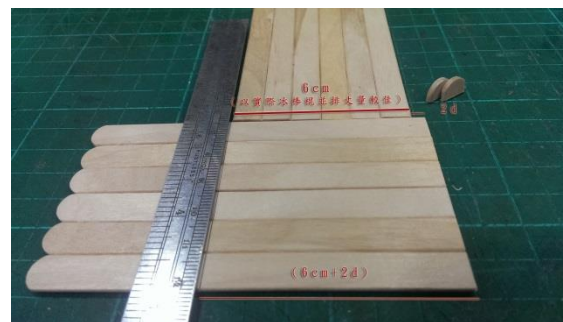
1. 取兩片 A 材料，去圓邊，切割成為長度 10cm 之面 (側板)



2. 取兩片 A 材料，去圓邊，切割成為長度 $(6\text{cm}-2d)$ 之面 (F)



3. 取一片 A 材料，去圓邊，切割成為長度 7cm 之面。(G)
4. 取一片 A 材料，去圓邊，切割成為長度 $(6\text{cm}+2d)$ 之面 (H)



(註：此處 6cm 為六隻冰棒棍加起來總寬度，為避免材料誤差，建議直接套量冰棒棍寬度再減去兩倍厚度)

◎所有裁切下的廢料皆須保留。



(四) B 材料裁切與加工 (d 指冰棒棍的材料厚度)



1. 取四片 B 材料，去圓邊。切割成為長度 $(10\text{cm}-d)$ 之面 (I)





2. 取一片 B 材料，去圓邊。切割成為長度 8cm 之面 (J)



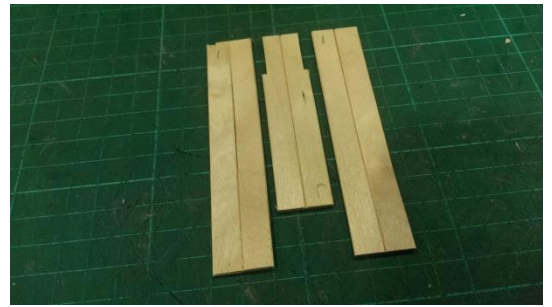
3. 取一片 J 材料單側切除左右對稱，長 2cm，寬 d 的缺口。



4. I + J + I，單側對齊，黏合為片狀，成為六枝一組的片狀結構 (前板)



5. I+J+I，單側對齊。裁缺口的 J 缺口朝內。成為六枝一組的片狀結構 (後板)



◎所有裁切下的廢材皆須保留。

(五) 底座製作

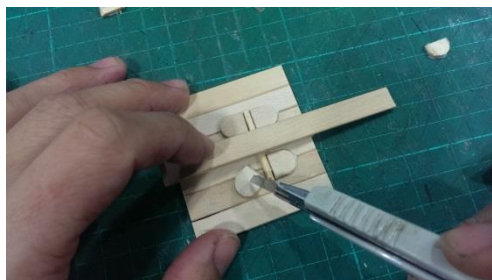


1. 取一片 F，將步驟二完成之連桿放置其上，竹籤對準底板邊緣 2cm 處，用筆做記號。位置如圖示：



2. 利用廢料將連桿固定其上形成溝槽，竹

籤為可轉動的支點。



3. 利用廢料裁取一塊兩片相連、長約 1.5cm 之片狀，製作「按鈕板」。



4. 將按鈕板黏貼於連桿短邊。使用長尾夾協助黏合。



5. 將連桿裝入溝槽(勿固定),後板暫裝上,連桿凸出部分做記。



6. 裁切連桿凸出的部分。

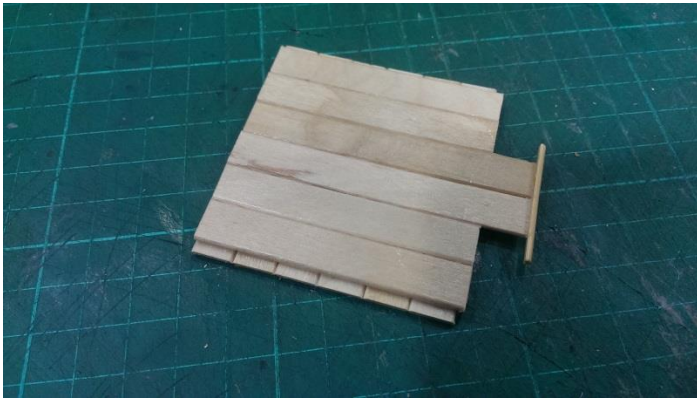


7. 裝回連桿，再用廢料蓋上溝槽作為蓋板固定，底板完成。(底座)



- ◎若竹籤太粗在溝槽中轉動不順，請在安裝前適度用美工刀修細竹籤。





1. 取 G 材料，依圖裁切去兩側 1cm x 2cm 塊面。



2. 黏貼剖半竹籤 E，待乾。



3. 取 H 材料，與 G 材料黏合(木紋垂直)。
使用長尾夾夾緊待乾 (兩側平均)。



4. 上蓋完成。

(七) 後板關節



1. 使用廢料裁切斜角圓邊木片兩片 (K)，
使用廢料裁切 2cm 六片 (L)



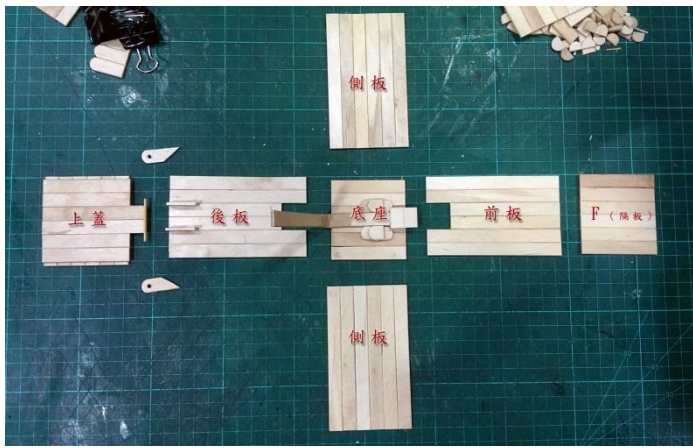
2. 在 K 材料鑽孔。



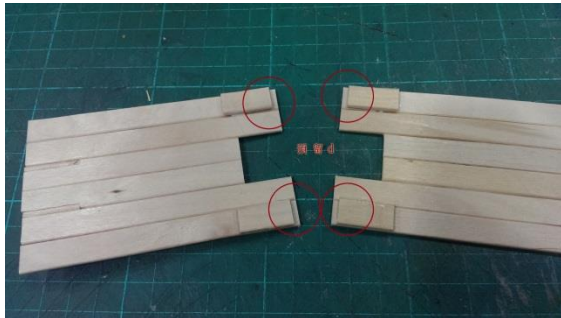
3. 兩片 L 上膠後，卡入後板細縫。



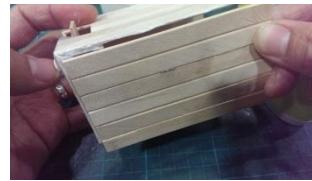
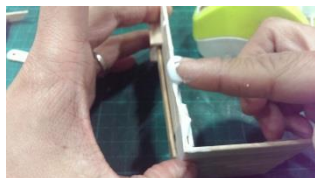
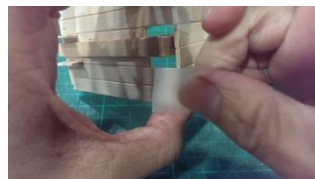
(八) 成形



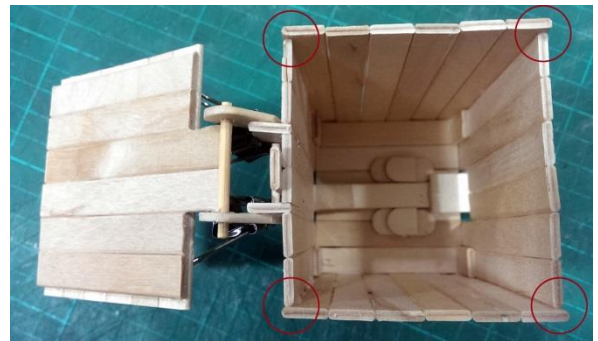
1. 剩餘四片 L 黏於前、後版內側，，使用長尾夾夾緊。



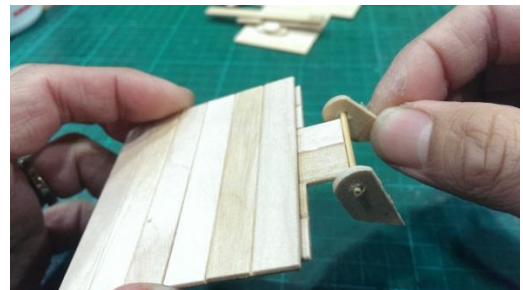
2. 將前、後板以及兩塊側版對齊底面黏合，請使用無痕膠帶固定待乾。



3. 本作品設計為「側版蓋前後板 四邊繞底座」，請注意接合方向。

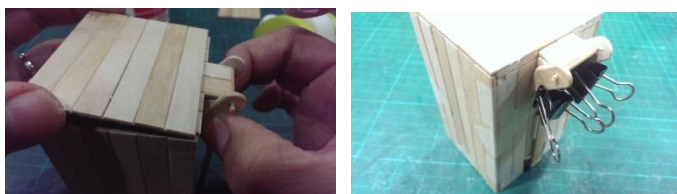


4. 上蓋竹籤處套上 K 材料。

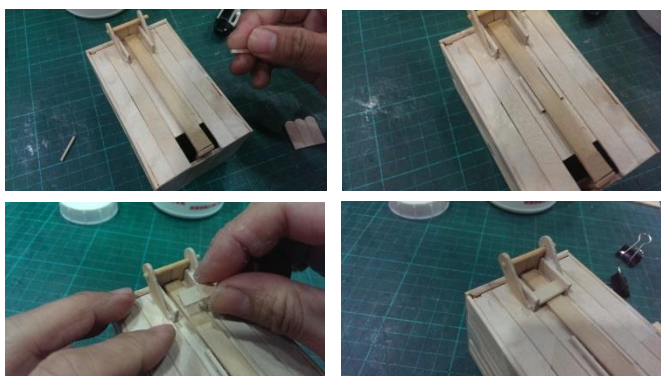


5. 將上蓋關節與後板關節黏住。





6. 於後板關節處利用廢材加裝輔助架。



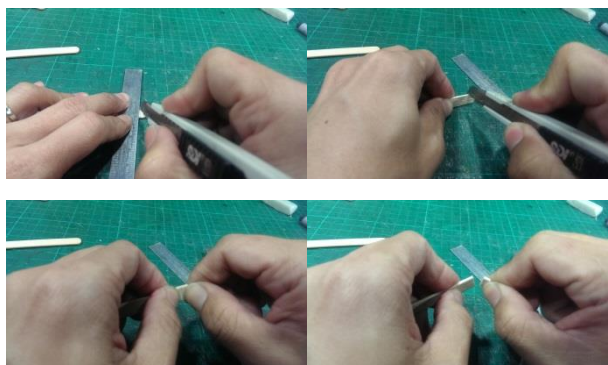
7. 將最後一塊 F 由上而下塞入盒中。



8. 完成。

小提醒

1. 凡材料具不可忽視的厚度，在尺寸設計時都必須把厚度跟黏貼處的位置考量進去（以 d 表示）。
2. 加工時請勿過於拘泥尺寸，因製作過程一定會產生誤差，誤差產生時可做適時的調整。材料塊與材料塊組合時，請盡量採用對比的方式丈量，不要都用尺。
3. 本作品為精細加工，切割材料時務必用刀雙面切割後折斷，切勿使用剪刀或鉗子，以維持斷面整齊精確。



4. 善用切割墊格線，材料對準一條線後再行切割，維持作品的方正。
5. 切割直線時左手壓尺、右手拿刀。左手壓尺的力氣要比右手持刀的力氣更大更穩，才不致於在切割時位移。
6. 使用廢料切割同尺寸的冰棒棍，可一次切好再拆。



想一想

1. 生活中還有哪些用品應用到簡單機械原理？請找一項主題研究，並繪出機械結構圖。