

唐吉軻德

設計者：國立新竹高中 謝迺岳老師

還記得世界文學名著「唐吉軻德」故事中，唐吉軻德對抗大風車的那一段情節嗎？你想和唐吉軻德一較高下嗎？試試看你設計製作的紙風車，是否可以抵擋得住強大的風力呢？又是否能運用風力，舉起很重的物體呢？嘿！趕緊動手做做看，用所學科學知識對抗中古世紀的唐吉軻德吧！

一、目的

用西卡紙及筷子等材料製作紙風車，運用電風扇的風力吹動它，以舉起重物，功率愈大愈好。

二、原理

1. 風車可利用風力作功。若風速一定，則受風面積愈大時，紙風車的功率愈大。
2. 風車的扇面不可與風向平行或垂直。側面受風的扇面，才可以獲得部份風力而旋轉。
3. 風車扇面的半徑愈大，轉動慣量也愈大；則愈不易起動，也不易停止。轉動慣量為物體抵抗轉動變化的性質。質點的轉動慣量 $I = m r^2$ ，其中 m 為質量， r 為質點到轉軸的距離。

4. 紙風車的旋轉快慢及功率，還受摩擦力及結構平衡等因素影響。
5. 功率就是作功的效率；也就是相同的時間內，作功的大小。功率（ P ）可以用力（ F ）與速度（ v ）的乘積表示： $P = F \cdot v$ 。在本活動中，相同的時間內，風車舉起的物體愈重或愈高，則功率愈大。

三、競賽方式

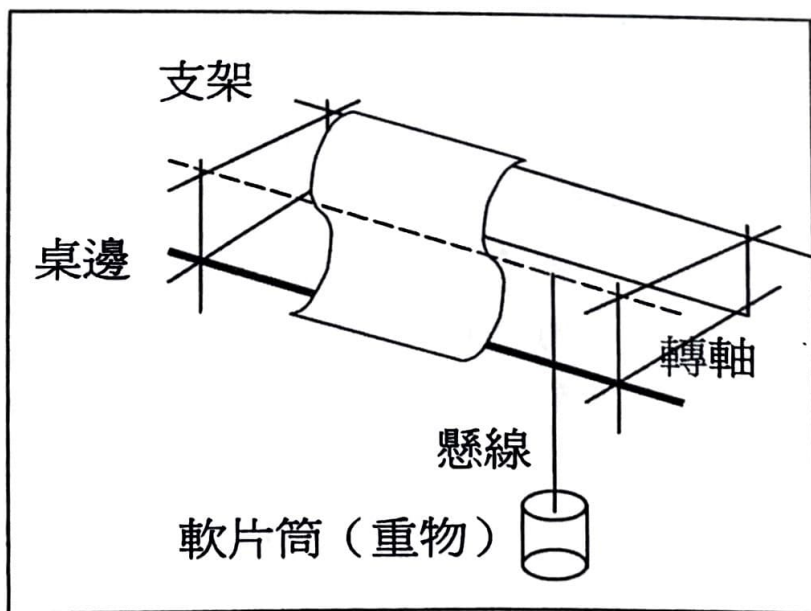
活動一：水車型風車

*水車型風車定義：

轉軸垂直於風向的風車，稱為水車型風車。（如圖3-1例）

*使用材料：

僅限使用競賽當日大會提供的八開西卡紙、一般免洗筷、橡皮筋、吸管、棉線、圖釘、白膠，做為製作紙風車及支架的材料，材料不必用完。又軟片筒及筒內硬幣須自備。



【圖3-1：水車型風車】

*競賽說明：

1. 競賽重點：將風車放在桌上用電扇吹，比比看誰舉起重物的功率最高。
2. 每隊共有3次比賽機會，每次僅限1分鐘內完成。
3. 安置競賽裝備的標準：
 - (1) 支架：放在桌上並自行想辦法卡住桌邊，使支架不致被風吹走。（注意：不得使用任何非大會提供的輔助器材）
 - (2) 紙風車與轉軸：將轉軸垂直於風向的方向置放。
 - (3) 懸線及軟片筒：懸線的一端綁於轉軸上，另一端繫上一個空的軟片筒，從轉軸到軟片筒頂端間的線長，拉直後距離至少為60公分。預備競賽時，懸線必須成完全伸展平直的狀態，且軟片筒不可碰到任何物體。此時稱為懸線的標準狀態。
 - (4) 轉軸只限繫綁一條懸線。但不限軟片筒的數量。
 - (5) 製作時間時，僅可使用測試區的風扇測試，評分用的風扇不提供測試。
4. 競賽程序與規定：
 - (1) 先檢查各隊送交的紙風車，是否均使用大會發給的材料且依規定製作。材料不符或未依規定製作者，不予評分。
 - (2) 將一台12吋電風扇面對已安置完成的紙風車。
 - (3) 筒內放十元硬幣數枚作為重物，且軟片筒不可碰到任何物體。
 - (4) 待紙風車的扇面及懸線靜止後，自選電扇風速，吹動紙風車。按鈕的同時，即開始計時1分鐘。
 - (5) 記錄軟片筒於1分鐘結束時，所上升的高度H（以



公分計，不足1公分者，捨棄不計) 與當時筒內的硬幣數 N ，若上升高度超過50公分，則 $H=50$ 。

- (6) 將上升的高度乘以筒內的硬幣數，作為該次的成績($P=H_i N$ ，各隊共有3次機會，擇其中最佳成績列入活動一的得點。

5. 計時1分鐘內的規定：

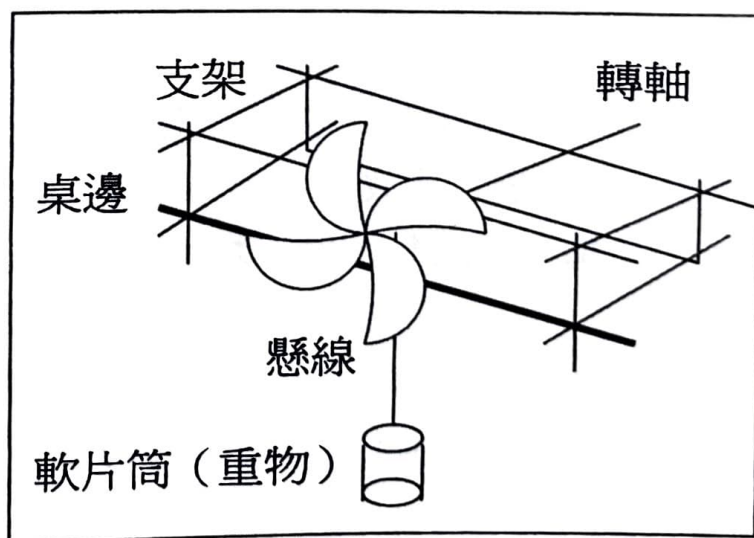
- (1) 不得有任何人用物品或身體的任何部位，碰觸裝置的任何部份。
- (2) 評分時風扇的轉速，一旦按鈕按下後，即不可更改。但可調整電扇的位置、高度及方向，使紙風車轉動的效果最佳。
- (3) 調整風向的規定：電風扇的扇面須平行於桌邊並垂直地面，但可做上、下、左、右、前、後的位置改變。違者不予計分。

活動二：螺旋槳型風車

※螺旋槳型風車定義：

轉軸平行於風向的風車，稱為螺旋槳型風車。(如圖3-2例)

※使用材料、各項競賽規定及得點標準，如同活動一。



【圖3-2：螺旋槳型風車】

四、器材

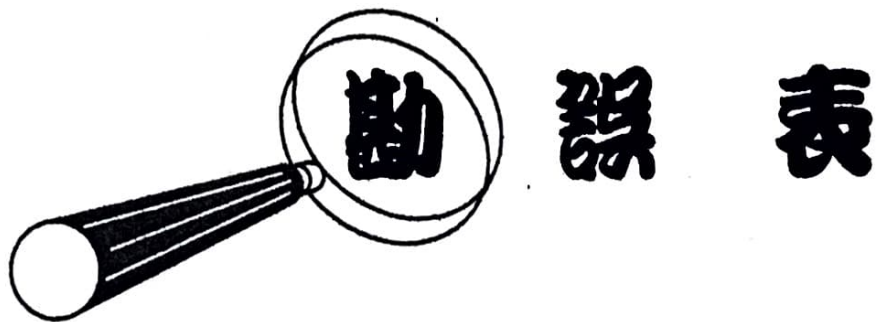
備註：

器材準備	名稱	規格	數量	備註
大會提供各隊	免洗筷	木筷	2支	當轉軸用
	免洗筷	竹筷	28支	當支架用
	橡皮筋	直徑約5cm	30條	
	西卡紙	八開	一張	
	吸管	直徑約5mm	一支	管徑稍大於筷子
	棉線	一般	二公尺	
	白膠	一般	一小瓶	
	圖釘		一根	
參賽者自備	軟片筒	一般	不限	
	十元硬幣	一般	不限	
	繪圖及切割工具		不限	

1. 大會提供之器材，參賽者可自行決定分配於活動一或活動二使用。
2. 僅限用大會提供之材料，製作成活動一、二之紙風車（西卡紙、筷子、橡皮筋、圖釘及白膠）及支架（筷子、橡皮筋、吸管）。
3. 不限紙風車與支架之重量及形狀，但筷子不可改變外形。

*評審工具

12吋電扇（桌上型）、馬錶、直尺、油性簽字筆、原子筆、評分表。



增加本手冊**P32**頁內容，其增加的內容為唐吉軻德項目：

四、器材：增加第四點、第五點之說明項目。

1.

2.

3.

4. 若須使用其它材料連結軟片筒，則除了不可利用浮力、電力等使筒子上升之外，不限連結物的形狀與材料。

5. 競賽時，大會僅提供各隊一張桌子使用。

五、時間

※製作時間：40分鐘（含說明及領材料）

※評審時間：30分鐘

六、評分方法

1. 活動一與活動二：

- (1) 各項活動均有3次競賽機會，取最高得點(P)列入大會計算。
- (2) 將各隊活動一與活動二的得點成績，分別與他隊相較，並以六等第排序計分。
- (3) 再將活動一與活動二兩項六等第排序計分相加之總和，再一次六等第計分，該成績即為「唐吉軻德」之總成績。
- (4) 將「唐吉軻德」之總成績，再與其他三項競賽活動項目之總成績相加，即為該隊之大會總成績。

2. 單項優勝獎：本項競賽（活動一與活動二）總排名第一名之隊伍，獲得此獎。

- (1) 若此項競賽有兩隊以上總成績相等時，依活動一得分高者為優勝。
- (2) 若活動一得分排序又相同時，則取活動一原始分數依序相比，較高者為優勝。