

# 花蓮縣112年第63屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：螺旋，槳不停--3D列印螺旋槳及其產生風速之探討

關鍵詞：螺旋槳 風速 3D列印

編號：

# 螺旋，槳不停--3D列印螺旋槳及其產生風速之探討

---

## 摘要

---

觀察了各式各樣的螺旋槳葉片，如電風扇、吊扇、螺旋槳飛機、直升機、遙控無人機，甚至船與潛水艇的水下用螺旋槳，發現有非常多種不同款式的設計。我們探討了葉片數、葉片形狀、長度(旋轉半徑)及螺距角等因素作為操作變因，想把電風扇(馬達)轉動動力輸出、重量及氣溫等作控制變因，以電風扇實驗來進行，想找出能產生最高風速或吹出氣流中風速的分布情形，來探討螺旋槳葉片設計上的各種想法。

關鍵詞：螺旋槳 風速 3D列印

目錄

---

壹、研究動機	4
貳、研究目的	4
參、原理分析與文獻探討	5
肆、研究方法	6
伍、研究材料與設備	8
陸、實驗過程	8
柒、實驗記錄	9
捌、數據分析與實驗結果	16
玖、自我建議與回饋討論	17
壹拾、參考文獻資料	18
壹拾壹、附錄 實驗數據紀錄表	19

## 壹、研究動機

我們在自然課中有學習過自製的風力風向計，但是用紙片飄起來的方式測量風力並非很準確，而有一種標準的風力計上有小飛機和螺旋槳的設計，老師說透過螺旋槳轉速就可以轉化計算成風速。為什麼我們要做這個研究，因為我們想要知道什麼樣的螺旋槳才會是世界上最好的螺旋槳，也想知道飛機或船舶工程師是怎樣設計研發螺旋槳的。

我們透過觀察電風扇(吊扇或壁掛扇)、操作遙控無人飛機，也透過書籍或網路影片看了很多種真正的螺旋槳飛機、直升機、船或是潛水艇等，覺得螺旋槳葉片有很多種形式，非常好奇，想知道各式各樣的螺旋槳到底會產生怎樣的風力或水底推進能力，而螺旋槳的設計上到底隱藏著什麼樣的奧妙呢。

觀察 紀錄 影音互動 學習平台

利用自製的風力風向計到戶外進行觀察，觀察風力與風向後，把觀察結果記錄下來。

風力與風向的觀察紀錄

紙條下墜 沒有飄動	紙條飄起 低於記號	紙條飄起 高於記號
無風	弱風	強風
觀測者: 小凱	觀測者: 操場	
觀測日期: 10月18日	觀測時間: 14時20分	
風力: 弱風	風向: 西北	

紀錄風向時，箭頭通常會指向中心點，例如：西風，箭頭就畫從西方畫到中心點。



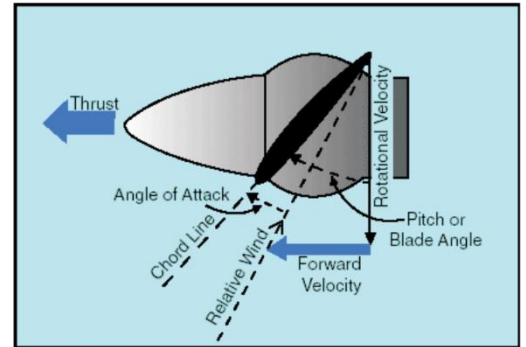
## 貳、研究目的

- 一、想知道各種形式的螺旋槳（操作變因）吹風時產生氣流之風速分佈情形。
- 二、探討如何找出可供設計出效能或效果（風速）較佳螺旋槳的可能因素。

## 參、原理分析與文獻探討

### 一、螺旋槳的觀察與整理：

一般熟知，電風扇是將風往前吹，也就是將空氣氣流推往前方(吊扇是往下吹)，讓人們享受清涼。而飛機多半是採用螺旋槳將空氣氣流推向後方，讓飛機有往前移動的反作用力(直升機是朝下方推動空氣氣流)。而近年來逐漸流行的四軸遙控飛機、或與許多款遙控飛機直升機等通稱遙控無人機，只要有採用螺旋槳在空氣中作為爬升或是前進的動力，也有著各式各樣的螺旋槳葉片。從葉片數量、形狀及葉片扭曲的方式(螺距角 pitch angle或blade angle)，都呈現不一樣的設計，包含水下的船隻或潛水艇的螺旋槳。因為我們目前只有電風扇作為技術支援，所以暫時不討論水下螺旋槳形式。



螺旋槳的葉片數量是最明顯的差異設計，再來就是形狀，這也是我們最好奇的原因，如果人類設計飛機或生活中的電風扇有這麼多種想法，那是否表示永遠沒有所謂最佳效能的螺旋槳?還是因為各種裝置有它不同的用途和目的呢?另外，對於我們小學生比較少知道的是螺距角，我們跟老師討論和查了資料，才理解了這是基本能產生風力，運用原本屬於空氣阻力的力道作為推動空氣氣流的方式。

### 二、風速計的使用：

先將風速計的高低位置調整到跟電風扇一樣的高度，然後風速計的小螺旋槳對準電風扇的軸心，按開關等待到風速計顯示的風速值呈現穩定、或不再明顯的改變時就可以紀錄了。風速測量的單位有：m/s、km/h、ft/h、knots、mph等，我們採用m/s即每秒多少公尺；測量模式有Max/最大值、Avg/平均值、Cu/瞬時速度等，我們採用Avg，於每次顯示數值達5秒後記錄。紀錄範圍依據研究方法設計，風速計軸心面對電風扇軸心左右位移至少達2倍的槳長即旋轉半徑，每個紀錄數值分布前後間距為5公分、左右間距為0.5倍槳長。



### 三、3D列印機的操作：

先以3D建模軟體(小畫家3D)製作基本構造，再以XYZ print調整出適當長度或比例，再輸出至3D列印機。本研究之操作便因:螺旋槳的螺距角、葉片數、葉片長度及形狀 等等，製作模型後把檔案傳到3D列印機裡 等待一下 3D螺旋槳模型就製作完成了。



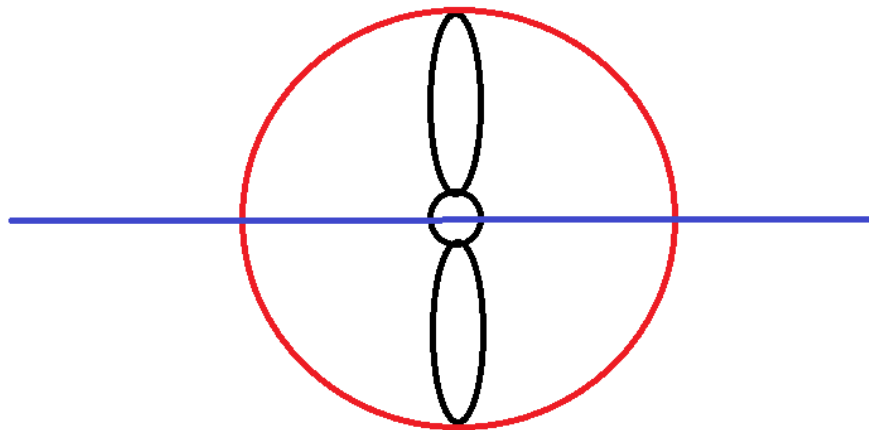
採用3D列印機的好處是可以快速設計出我們想研究的各種款式，尤其是螺距角可以更正確的做出來，同時與軸心的密合度、槳葉數不同的夾角，都比較精確。但是因為也很容易列印失敗，加上耗費時間，有的款式例如多數無人機採用的葉片形式也比較難設計，我們就採用印製葉片的方式，或直接取用無人機的葉片，再以熱熔膠黏在寶特瓶的塑膠瓶蓋邊緣。

## 肆、研究方法

- 一、先確認研究中想做實驗的操作變因有哪些，我們想嘗試的是研究螺旋槳的槳葉數、葉片長度、形狀及螺距角等，對產生的風速上有什麼影響。
- 二、考量整體研究的時程和設備材料，我們原本設計的實驗操作變因架構如下：

槳葉數	有：2、3、4、5片
螺距角	有：30、40、50、60度
槳葉形狀	有： 長方形(槳長7.5cm即旋轉半徑)、 水滴形(槳長11cm即旋轉半徑)、 四軸無人機槳(槳長8cm即旋轉半徑)、 環形(槳葉數應屬6片，但其為新穎而非典型的設計故較難定義、旋轉半徑我們印製了有6.5與8cm兩款、螺距角則因呈現扭轉狀變化更無法定義)

- 三、因為3D列印機尺寸大小受限，所以(一體成形)含軸心長方形槳的部分長度最大只能到7.5cm；水滴型的單片槳葉也最大只能達11cm，再去用熱溶膠黏到瓶蓋上製作的軸心。槳葉數不同的夾角則以360度除以槳葉數得到黏接槳葉的夾角，例如2槳為180度、3槳為120度、4槳為90度、5槳為72度。
- 四、以3D建模設計的尺寸比較方便，尤其是針對螺距角的調整，會有比較高的準確度；非一體成形方式我們沒有比較精準的螺距角黏接技術，採用將奇異筆畫上量角器的方式，再轉印到瓶蓋邊緣。一般而言，螺距角太大或太小都無法產生足夠風速，故我們把實驗的螺距角設定在30~60度以取10度為間距是考量數據的誤差容忍度也不需要太精細而花費太多時間。
- 五、風速計測量方式是以電風扇軸心的垂直線為基準的水平面上分布(除非有更好的裝置設計，也許就能測量在旋轉吹風的圓形面上所有的風速分布)，如下圖所示：



正面視圖：2槳葉螺旋槳為黑色部分，其槳葉長度旋轉所畫出的為紅色圓圈部分，我們測量之風速計則於藍色水平線上分布、往風扇前方取5公分為測量間距、左右方向以槳葉長度之一半為測量間距(紅色圓圈的0.5倍半徑)。

六、所設計出的紀錄表格如下圖：

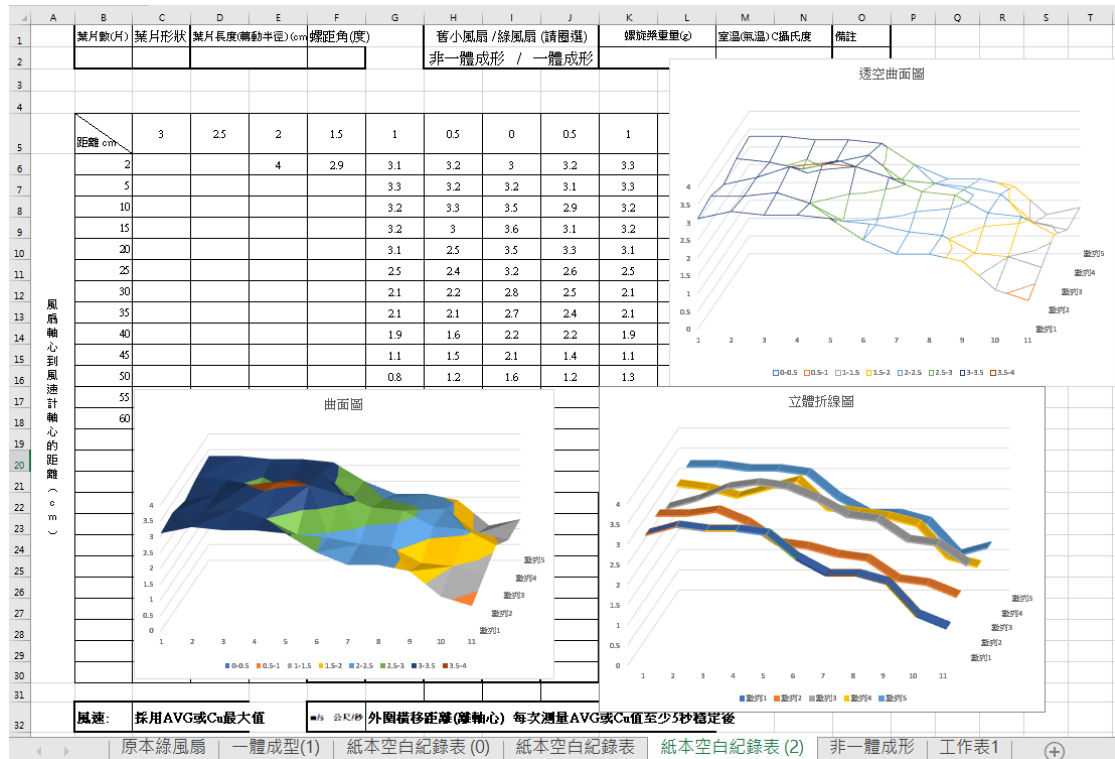
葉片數(片)	葉片形狀	葉片長度(轉動半徑)(cm)	螺距角(度)	舊小風扇 / 綠風扇 (請圈選) 非一體成形 / 一體成形	螺旋槳重量(g)	室溫(氣溫)C攝氏度	備註
--------	------	----------------	--------	----------------------------------	----------	------------	----

風扇軸心到風速計軸心的距離 (cm)

半徑距離 cm	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
2													
5													
10													
15													
20													
25													
30													
35													
40													
45													
50													
55													
60													

風速: 採用AVG平均值 m/s 公尺/秒 外圍橫移距離(離軸心) 每次測量 5秒得到 AVG 平均值, 直徑橫切一半的平面分布風速  
一體成形: 採用3D列印製作含軸心, 鑽孔後卡黏入風扇馬達軸 非一體成形: 僅3D列印葉片, 軸心用瓶蓋 熱熔膠製作

七、測量完各款螺旋槳產生之風速分布數據後, 輸入Excel進行立體的折線圖, 有三種模式, 我們選擇採用看起來像是自然課本中以紙彩帶做風力風向計的那個實驗。



八、討論分析與製作報告。

---

## 伍、研究材料與設備

---

1. 電風扇兩組
2. 風速計兩個
3. 3D列印機、口紅膠水
4. 塑膠寶特瓶瓶蓋
5. 熱熔膠(槍)
6. 電鑽+鑽頭
7. 直尺、游標尺、圓規等
8. 筆、簽字筆、橡皮擦等
9. 電腦

---

## 陸、實驗過程

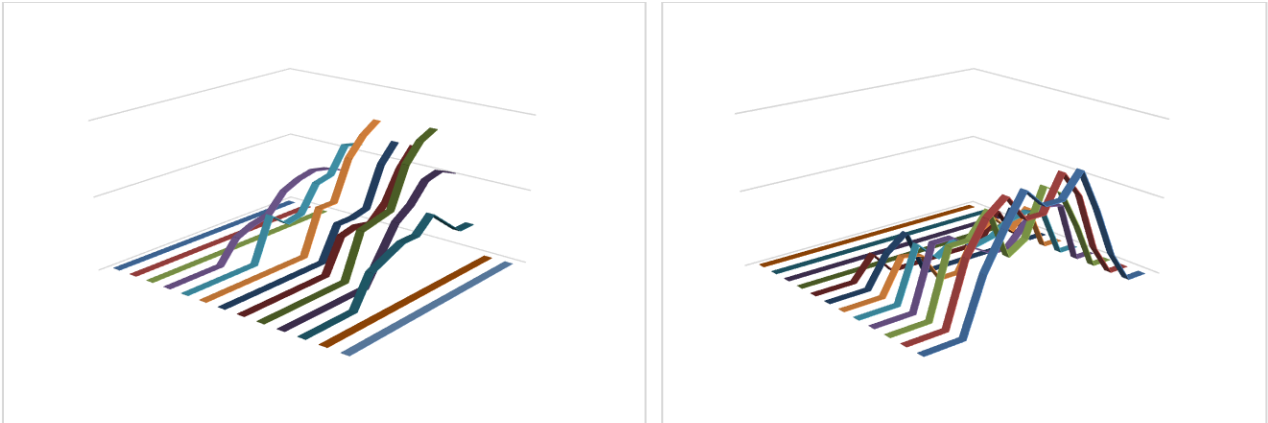
---

- 一、先將原本的電風扇螺旋槳之風速測量記錄一遍，作為對照組。測量完後把電風扇的螺旋槳拆下來。
- 二、再用3D列印機依據研究設計的各種操作變因規格，製作出各種一體成形螺旋槳(含軸心)；以及另外用3D列印機製先作螺旋槳的各種形式葉片，並用熱溶膠黏到寶特瓶蓋上(非一體成形)。
- 三、把用3D列印機製作出來的一體成形螺旋槳和粘製的非一體成形螺旋槳裝到電風扇。
- 四、分別測量風速的分布情形，先將螺旋槳(風扇馬達)軸心對準風速計的軸心，垂直往後延伸距離，每距離5公分測風速，也做往左及往右每0.5倍槳葉長作為間距，分別測量風速。
- 五、重複上述步驟分別完成2、3、4、5葉槳的螺旋槳，方形或水滴形、各式螺距角(30度~60度)，以及槳葉長度(旋轉半徑)對應風速的分布情形，紀錄在紀錄表上，用電腦Excel作圖分析、討論。





六、原本打算將立體折線圖以彩帶紙被風吹的狀態呈現，後來發現這是風速在一個平面上的大小分布，也非真的把紙帶掛在風扇前的平面，而且如下右圖解釋起來比較容易理解：



七、因為在實驗測量多次後發現，原本根據實驗方法-五中所描述的圓形面推動氣流出風的範圍外，意即槳葉長度以外所測得風速值有時候會出現高出槳葉長以內的風速值，原本以為是因為我們安裝螺旋槳時軸心線沒有垂直於圓形面導致，但是調整後、甚至連無人機槳葉所呈現的數值分布都有此現象，覺得很奇怪，於是上網搜尋「螺旋槳氣流水流風洞實驗(Wind tunnel propeller)」發現了一款美國麻省理工學院MIT於2023年一月才新發表的「環形螺旋槳(toroidal propeller)」，於是我們也在網路上找到它的三款3D模型檔案下載後列印出來安裝測量，於實驗結果中描述。

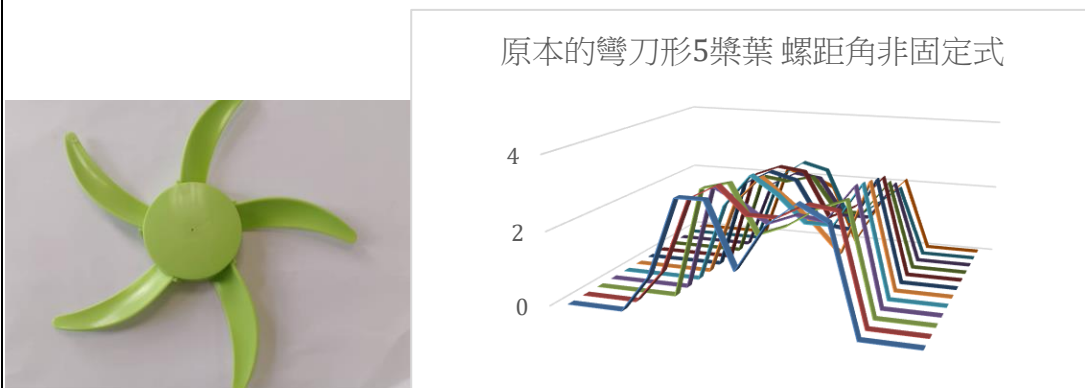


## 柒、實驗記錄

(數據資料詳見於附錄紙本表格中)

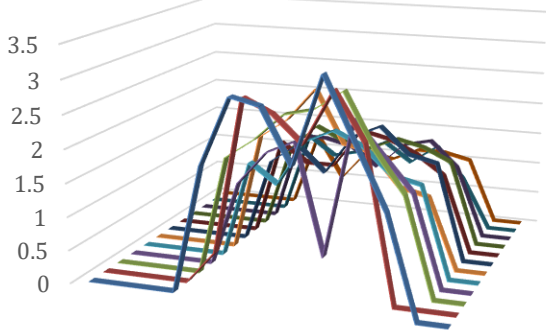
我們將每次測量得到的數據，輸入Excel試算表軟體中，以下以立體折線圖呈現；

先以原本電風扇的螺旋槳進行測量。

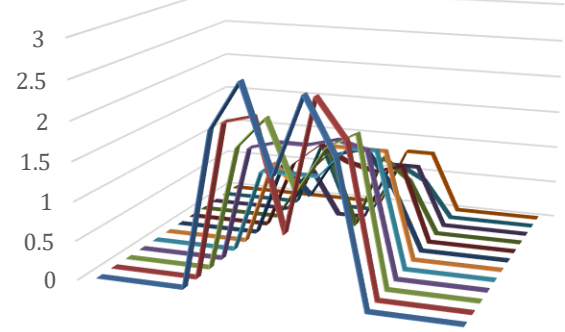


以下是一體成形長方形、槳葉數2~5、螺距角30、40、50、60，測量風速分布的呈現：

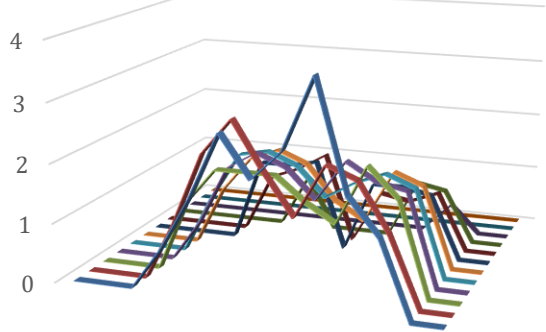
一體成形 2槳葉 長方形 螺距角30度



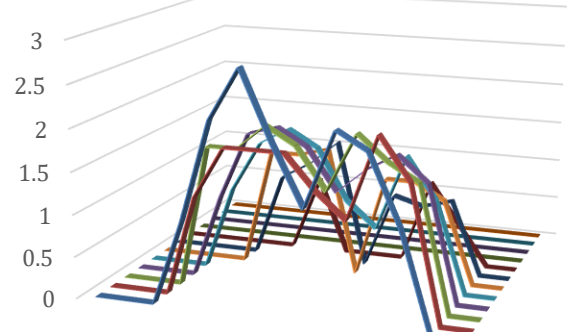
一體成形 2槳葉 長方形 螺距角40度



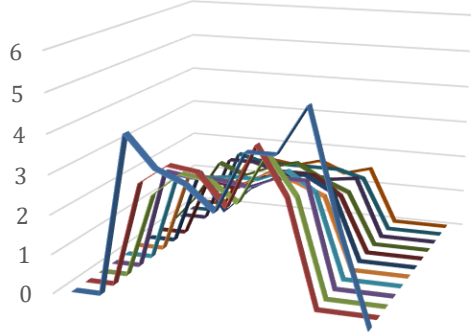
一體成形 2槳葉 長方形 螺距角50度



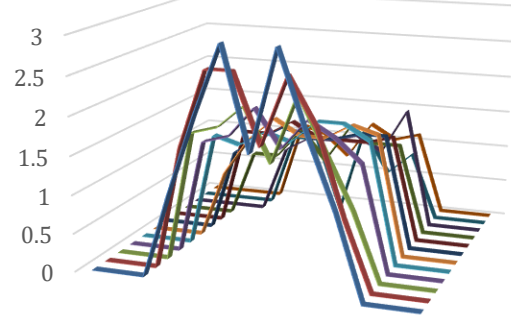
一體成形 2槳葉 長方形 螺距角60度



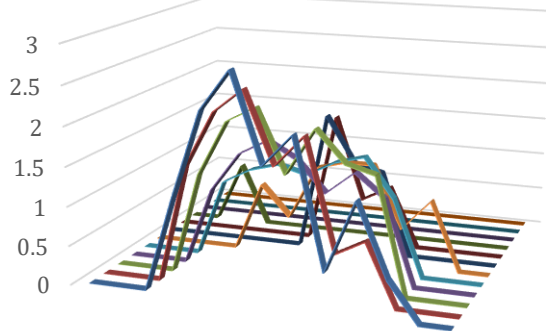
一體成形 3槳葉 長方形 螺距角30度



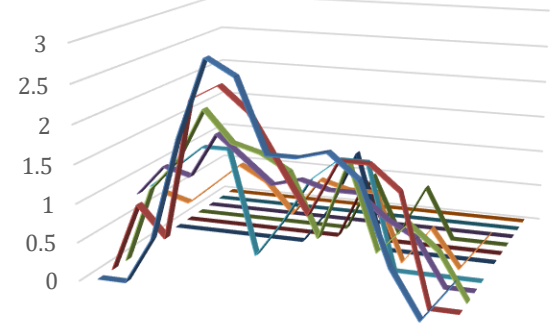
一體成形 3槳葉 長方形 螺距角40度

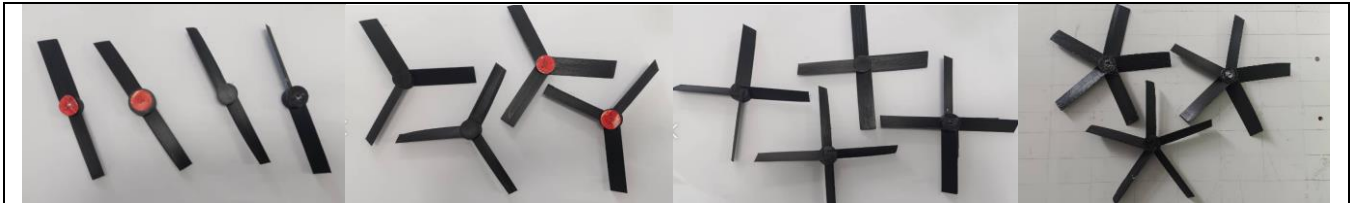


一體成形 3槳葉 長方形 螺距角50度

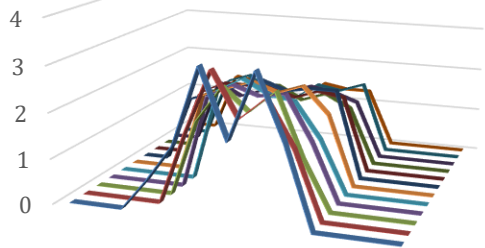


一體成形 3槳葉 長方形 螺距角60度

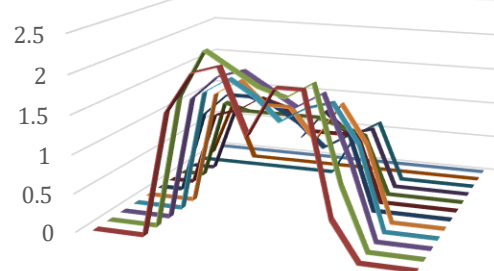




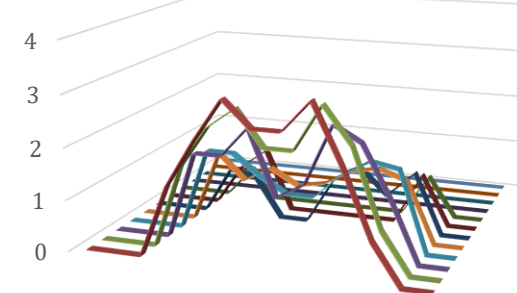
一體成形 4葉葉 長方形 螺距角30度



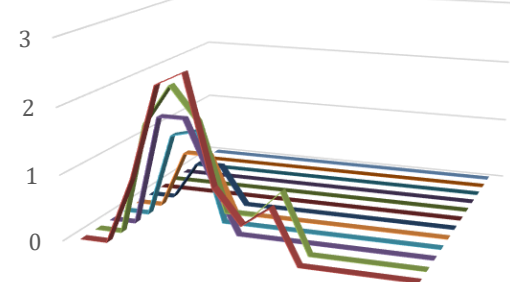
一體成形 4葉葉 長方形 螺距角40度



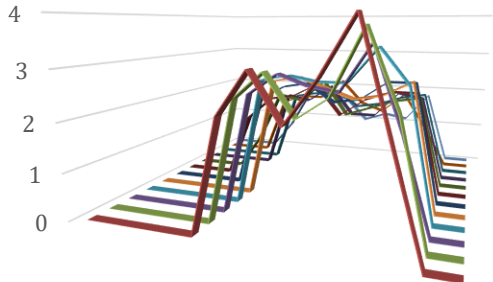
一體成形 4葉葉 長方形 螺距角50度



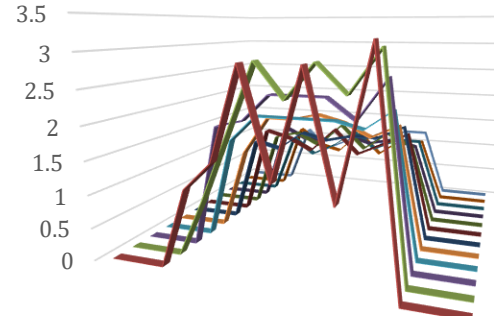
一體成形 4葉葉 長方形 螺距角60度



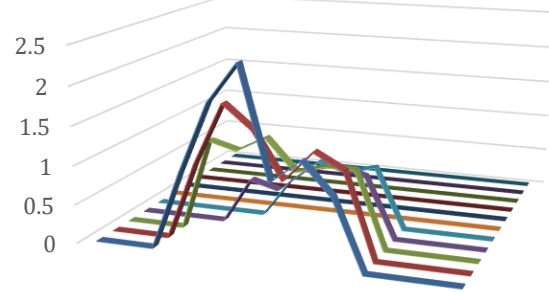
一體成形 5葉葉 長方形 螺距角30度



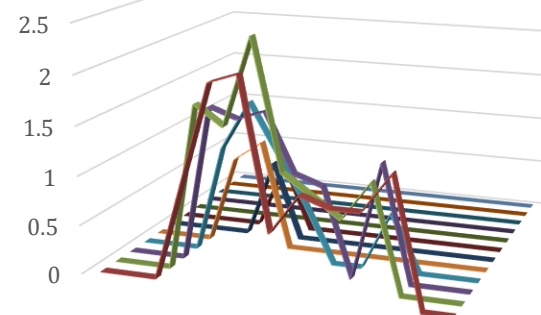
一體成形 5葉葉 長方形 螺距角40度



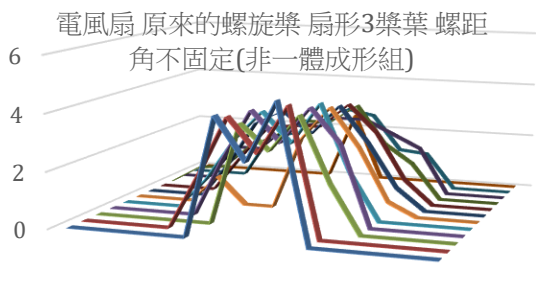
一體成形 5葉葉 長方形 螺距角50度



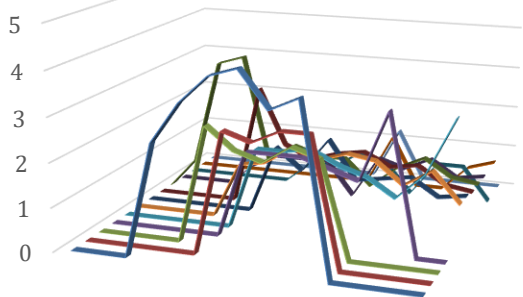
一體成形 5葉葉 長方形 螺距角60度



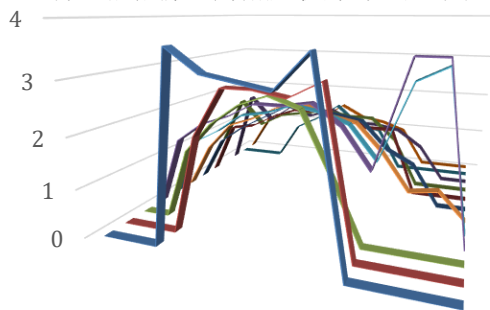
以下為採用非一體成形方式製作的螺旋槳實驗所測量的風速分布圖：



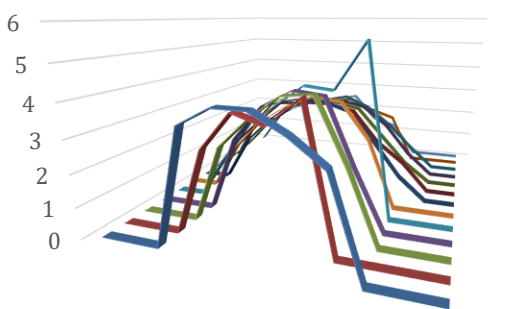
非一體成形 2片無人機槳葉 螺距角30度



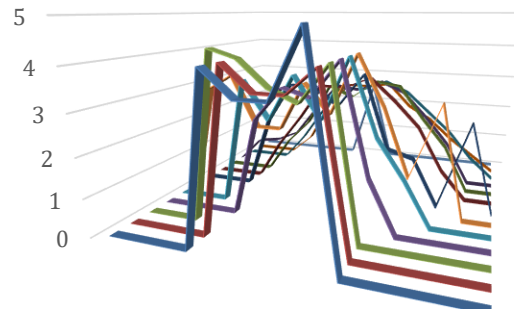
非一體成形 3片無人機槳葉 螺距角30度



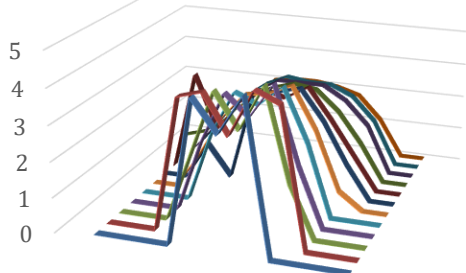
非一體成形 4片無人機槳葉 螺距角30度



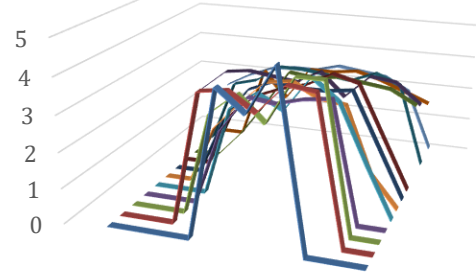
非一體成形 5片無人機槳葉 螺距角30度

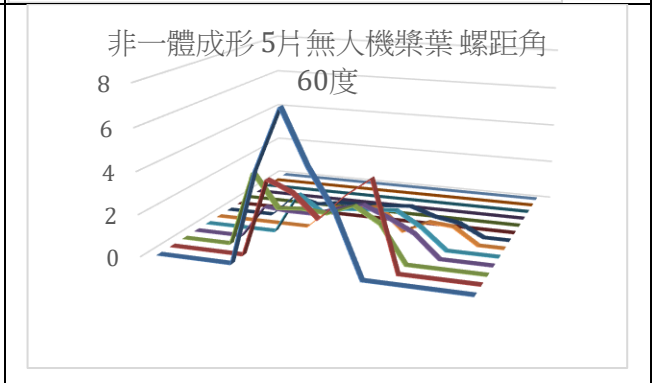
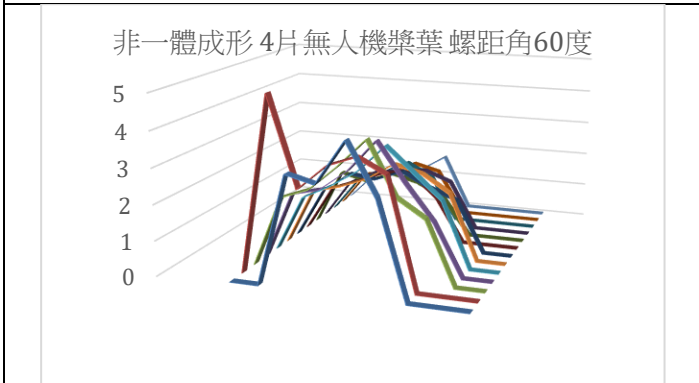
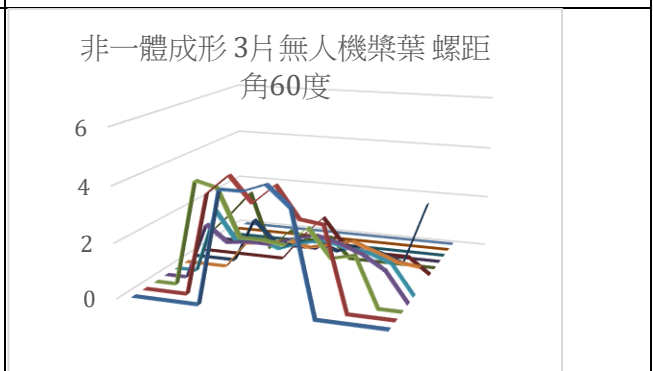
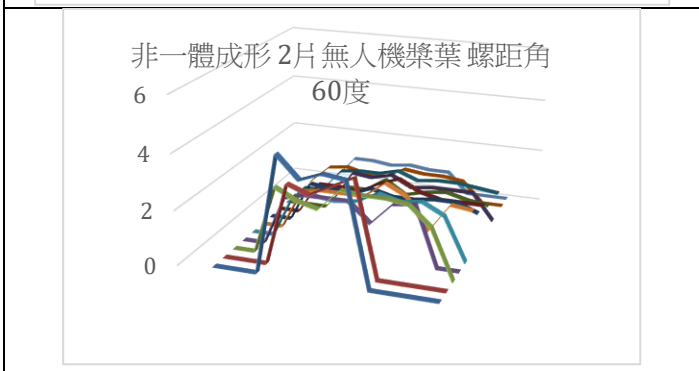
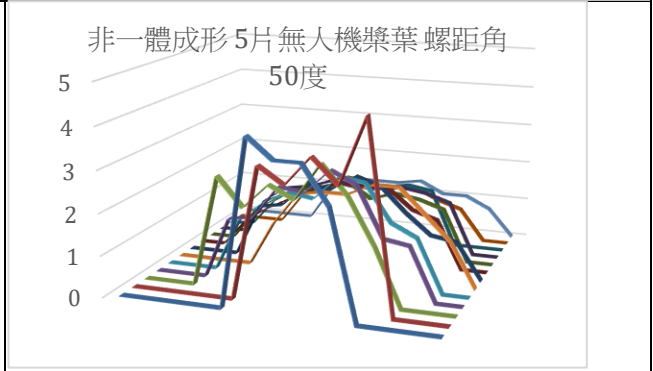
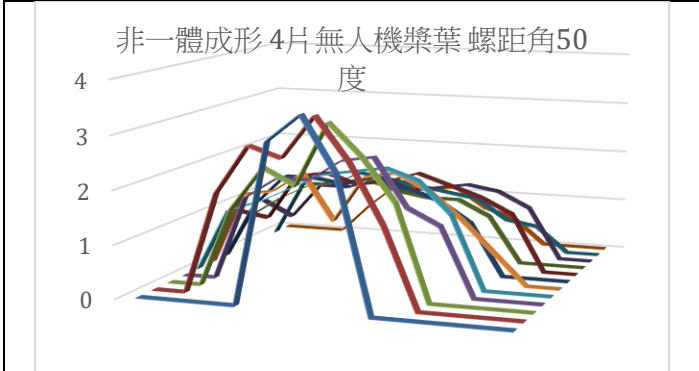
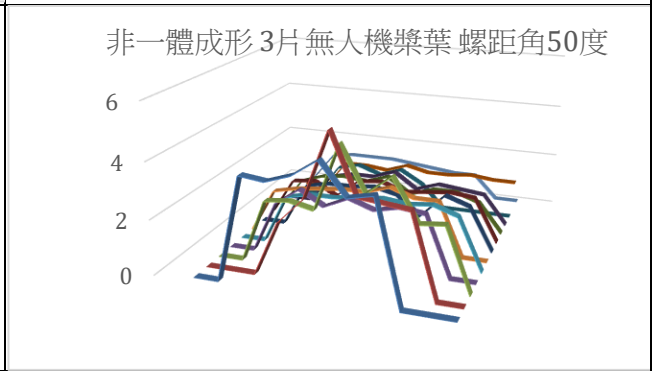
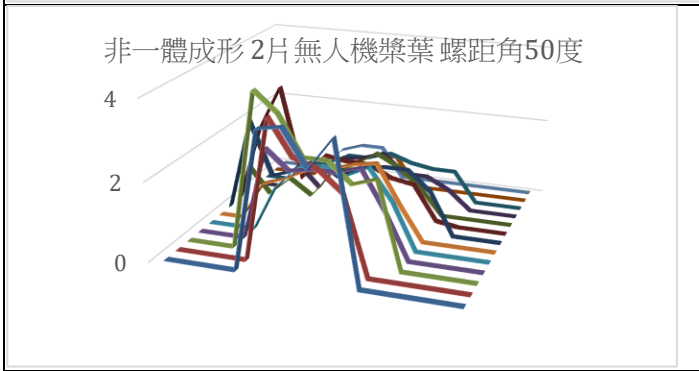
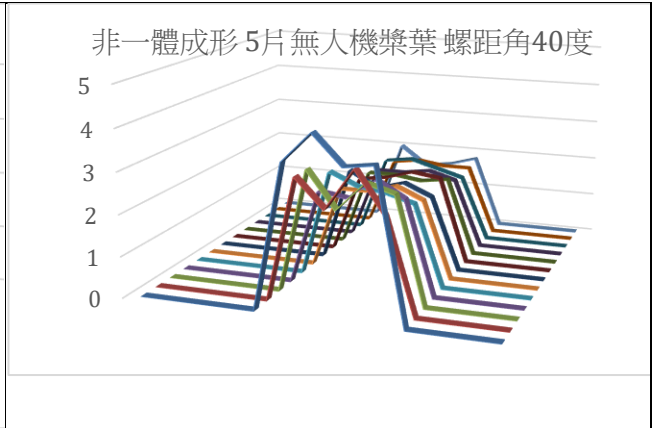
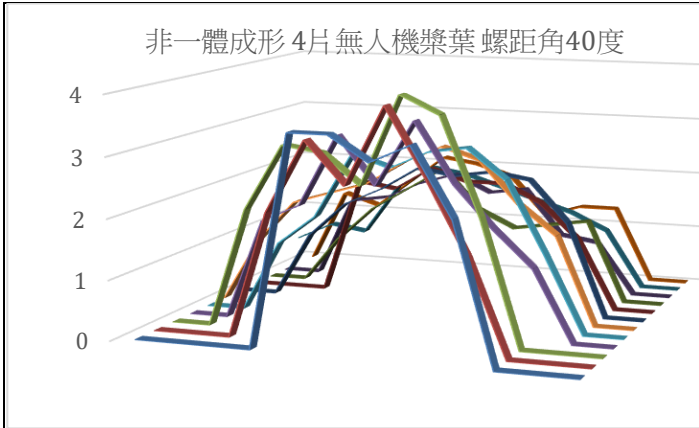


非一體成形 2片無人機槳葉 螺距角40度

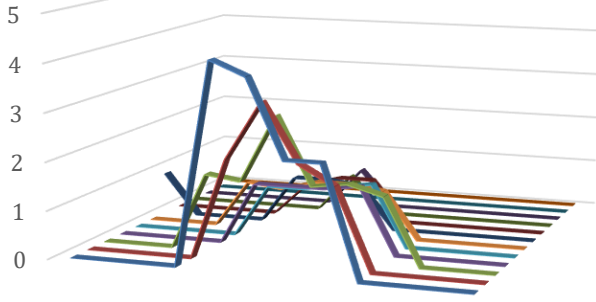


非一體成形 3片無人機槳葉 螺距角40度

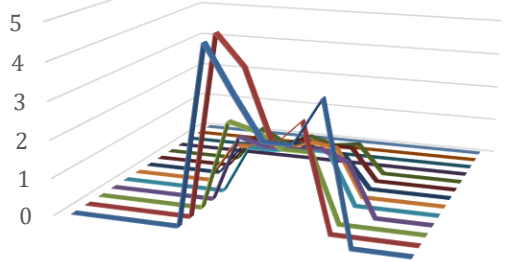




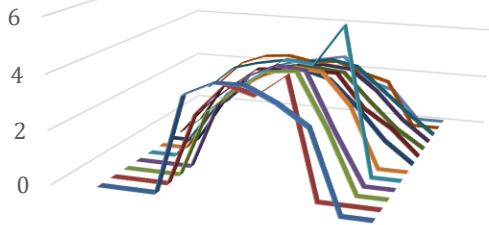
非一體成形 2 槳葉 水滴狀 螺距角 30



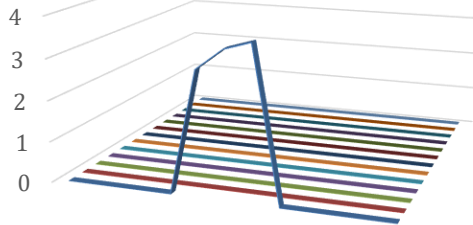
非一體成形 3 槳葉 水滴狀 螺距角 30



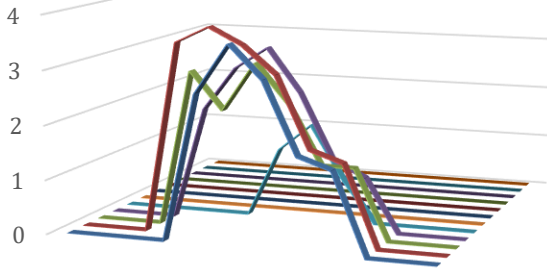
非一體成形 4 槳葉 水滴狀 螺距角 30



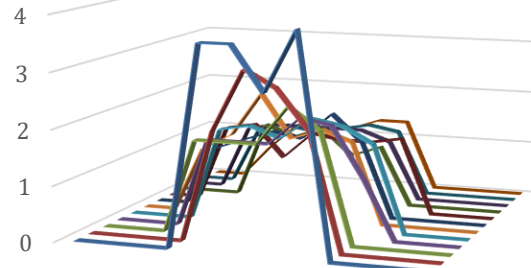
非一體成形 5 槳葉 水滴狀 螺距角 30



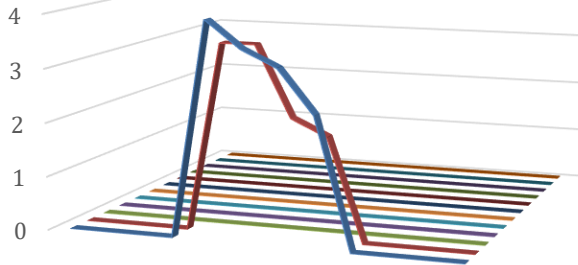
非一體成形 2 槳葉 水滴狀 螺距角 40



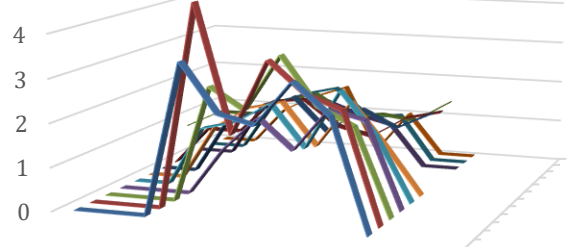
非一體成形 2 槳葉 水滴狀 螺距角 50



非一體成形 2 槳葉 水滴狀 螺距角 60



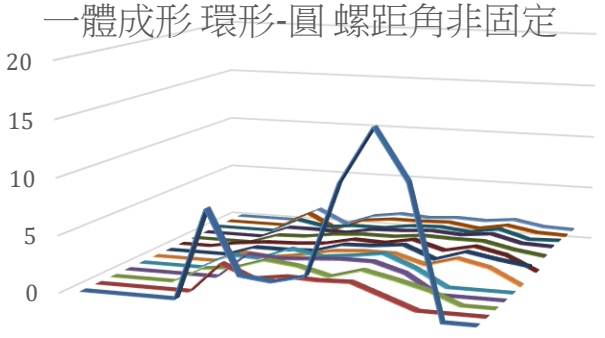

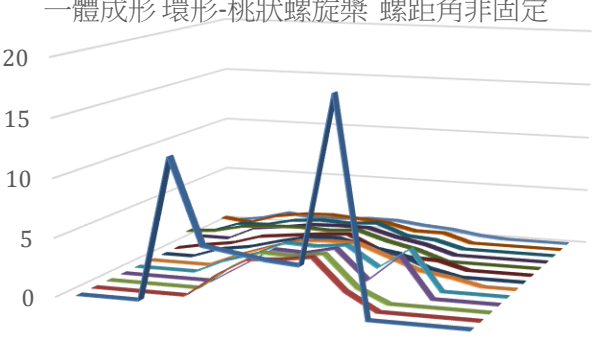

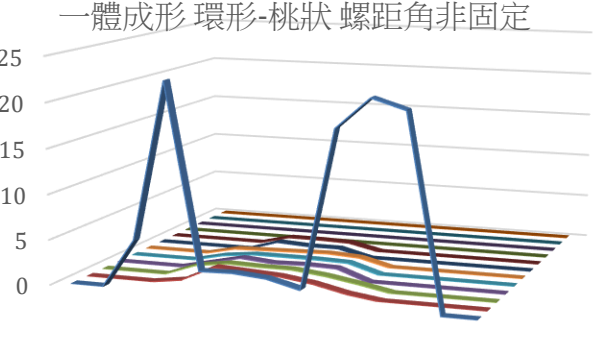

非一體成形 2 槳葉 小水滴狀 螺距角 30



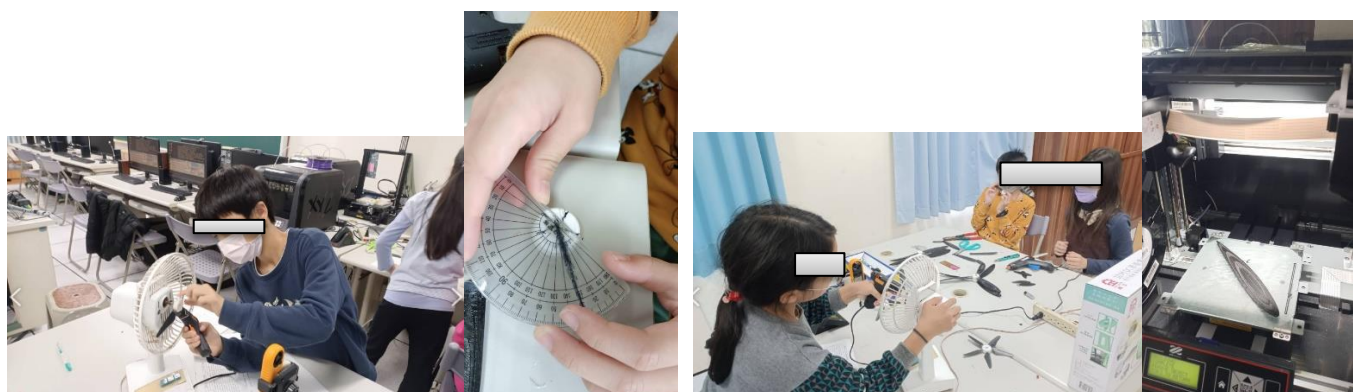
以上根據實驗記錄所繪製的立體折線圖，皆為屬於傳統形式螺旋槳的設計，除了無人機槳葉的螺距角非固定之外，我們採用3D列印的槳葉都以固定螺距角的簡單形狀做基本測量，再來分析它們所呈現的風速分布表現結果。



以下是環形螺旋槳的實驗測量結果：

<p>一體成形 環形-圓 螺距角非固定</p> 	 <p>半徑 6.5cm</p>
<p>一體成形 環形-桃狀螺旋槳 螺距角非固定</p> 	 <p>半徑 6.5cm</p>
<p>一體成形 環形-桃狀 螺距角非固定</p> 	 <p>半徑 8.0cm</p>

因為3D列印的PLA線材最後已經快用完了，所以我們就沒有能繼續再印製更多款環形螺旋槳，例如有2個對圈或4個對圈的，或是旋槳半徑大一點及更小一點的來進行實驗測量。但是已經紀錄到有別於傳統螺旋槳所呈現的風速分布數據資料了。



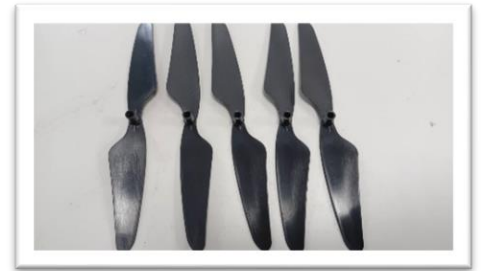
## 捌、數據分析與實驗結果

一、在長方形一體成形槳葉所吹出風的結果中，可以看出離軸心最近的位置風速值分布圖都呈現類似M形的狀態然後逐漸降低，我們推論是因為槳葉寬度固定及螺距角固定時，軸心處並不會出風且距離遠時旋轉半徑邊緣的風速都均勻地減弱了。



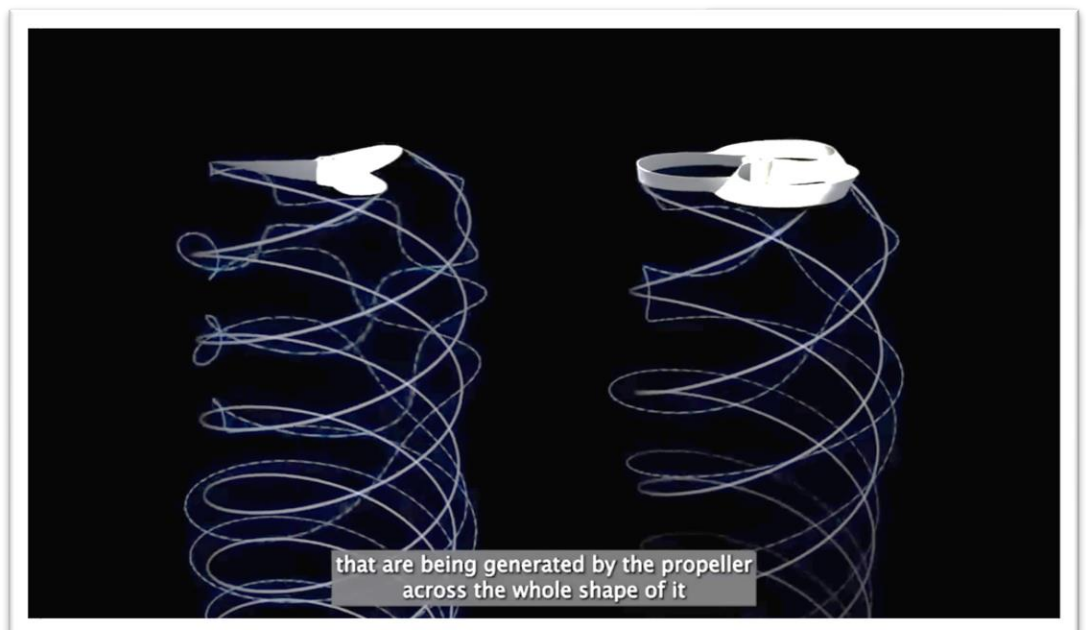
二、長方形槳葉剛開始瞬間出風的風速普遍不會太高，且吹遠後比較穩定的減弱，應該是屬於吊扇這類比較不講求高風速、只要有氣流能緩慢讓室內空氣對流即可；所以此時槳葉數並非重要因素，且螺距角也不需要過大，否則會伴隨噪音及震動產生，不然馬達轉速就要減慢。

三、水滴狀的槳葉風速效果都不會很好，且槳葉數一多或螺距角變大之後，整個風速都會減弱很多，但它們幾乎沒有軸心中央的垂直方向吹不出風的狀況，這可能跟槳葉外緣變寬後的推動力其實就是空氣阻力變大，氣流也會受擾動向內聚集，所以應該會導致馬達轉動較為吃力(耗電)，我們觀察到是因為螺旋槳轉動後影響整個電風扇震動變大。



四、無人機的槳葉形狀應該都經過比較精密的設計和測試，槳葉末端寬度及螺距角都逐漸變小，我們發現它的瞬間出風風速較高，而且槳葉數增加或螺距角增加後，風速整體分布狀態雖然會變差但在瞬間出風風速仍算高。不過我們有觀察到在槳葉旋轉外圍會呈現比較雜亂的忽高忽低風速，比較紊亂，原本以為是器材哪邊有偏歪或測量誤差，但發現所製作的每一款無人機槳葉都有類似現象。

五、因為上面四的發現，老師跟我們再去查詢網路資料，發現了一個2023年一月才發表的新款「環形螺旋槳(toroidal propeller)」的設計是為了解決上述紊流的問題。



仔細瞭解之後於是大致上做了一個通論、若要有瞬間高風速表現，螺旋槳葉片形狀應逐漸向外縮減寬度，或要逐漸減少螺距角；而槳葉數如果要增加，除非材料輕巧，不然可能就要加強馬達動力及轉速。環形螺旋槳提供了一種想法，它的作用好像可以減緩周圍環流造成



的紊流影響，資料上說在船隻水下螺旋槳的應用已經證實可以增加推進力效能且減緩船尾震動(影響航行)。

六、綜合以上，發現我們所採用的實驗方法真的可以測出專業螺旋槳設計上所考量的因素，還好我們也有3D列印機可以運用作為螺旋槳實驗改變操作變因的工具，幫助我們進行測試。

## 玖、自我建議及回饋討論

- 一、這個研究非常有挑戰性，因為一旦進行槳葉數或葉片長度的改變，就會導致整個螺旋槳重量改變，包含非一體成形製作方式時增加的熱熔膠重量，因為技術問題反而多出了一個變因，但我們暫時也無法去調整列印材質或厚度。不知道電風扇是否因為重量的改變而影響了馬達動力，則沒有進行測量，但我們有裝回電風扇原本的螺旋槳再進行對照測量，大致上風速分布沒有明顯的改變。(馬達電能+動力充足且穩定)
- 二、長方形以及水滴形槳葉所產生的振動和噪音好像比較高，也許以後進行相關的後續研究時也可以測量其產生的振動和噪音值。
- 三、使用3D列印機輔助雖然有很多好處，例如：尺寸或角度更精確、可以做出新款新穎且普通方式做不出來的環形螺旋槳，來供我們測試，但是更精細的品質也會有很高失敗率、尺寸大小也受到限制，而且材料花費也比較多。
- 四、我們這次只有使用電風扇作為動力，可是如果要探討飛機、直升機或無人機上的螺旋槳應用，就必須要使用比較昂貴的設備和材料，雖然可以深入了解更多關於飛行、氣流或穩定上的問題，但是也會有更多的因素要探討。例如遙控無人機也需要考量飛行電池的續航時間問題，講求的是時間還是速度，也會有不同的實驗方法可以加以研究。
- 五、螺旋槳的應用在水下也是一個很有趣值得我們探討的方向，但是設備和技術也都要更高級。
- 六、研究方法上，如果能把風速計所測量的位置從平面加強為立體空間，也許可以仿造風洞實驗的作法，用彩色圖呈現風扇螺旋槳所產生氣流的風速分布情形。
- 七、根據我們的實驗結果，其實我們應該還可以進行一個三角形槳葉的實驗測量；如果再把3D建模設計軟體學習到扭曲方式製作非固定螺距角的螺旋槳，那個就會有更多設計方式和想法可以花更多時間去研究，真是個探究實驗無底洞啊！



---

## 拾、參考文獻資料

---

- 一、自然與生活科技課本第二單元熱的傳導，翰林版第一冊P. 52~P. 53
- 二、【機師阿楷】螺旋槳巧妙的設計 越多葉面越好? Propeller Blades Design
- 三、Private Pilot Ground School(飛行學校教學網站) <http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com/propeller-aerodynamics.html>
- 四、網站getit01.com 為什麼飛機的螺旋槳葉片比較細長，而電扇或船的螺旋槳要呈圓片狀?  
<https://www.getit01.com/p20180101519717241/>
- 五、MIT Lincoln Lab toroidal propeller <https://www.youtube.com/watch?v=M0nMW1E8J90>
- 六、百度知道，螺旋槳飞机或直升机，产生的风速多少? [https://zhidao.baidu.com/question/1738044789162242627.html?qbl=relate\\_question\\_0](https://zhidao.baidu.com/question/1738044789162242627.html?qbl=relate_question_0)
- 七、XYZ Printing 官方影音網站，印出夢想藍圖 <https://www.youtube.com/@xyzprintingtw5819>
- 八、『螺旋槳飛機不安全?』機師分享 | 渦輪螺旋槳飛機? 往復式引擎是什麼? ✈️ 單單機長說 Ep. 177 <https://www.youtube.com/watch?v=j183FBxSZ-0>
- 九、把螺旋槳做成圓環，出力會更大嗎? 既成功又失敗的環形螺旋槳【萌萌戰隊】 <https://www.youtube.com/watch?v=yjUBqQITSiw>
- 十、TOP 5 FASTEST PROPELLER AIRPLANES IN THE WORLD <https://www.youtube.com/watch?v=-NA6p04t6yI>
- 十一、蘇聯人如何比西方更勝一籌：TU-114的故事 <https://www.youtube.com/watch?v=22H8M8h6Hdo>

# 附錄

實驗記錄數據表範例，都由紙本輸入電腦Excel中就不一一呈現了。

葉片數(片)		葉片形狀	葉片長度(轉動半徑)(cm)		螺距角(度)	舊小風扇 / 綠風扇 (請圈選)				螺旋槳重量(g)	室溫(氣溫)C攝氏度		備註	
5		彎刀	12		非固定	非一體成形 / 一體成形				28.1	25			
風扇軸心到風速計軸心的距離 (cm)	距離 cm	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
	2													
	5	0	0	0	1	3.1	3.1	1.4	2.6	3.2	2.8	0	0	0
	10	0	0	0	0.9	2.9	3.3	2.6	2.6	3	2.9	0	0	0
	15	0	0	0	0	3	3.2	1.9	2.2	2.7	3	0	0	0
	20	0	0	0	0	2.9	2.5	2	2.3	2.2	3.2	0	0	0
	25	0	0	0	0	2.2	3.1	2.6	1.9	1.9	3.1	0	0	0
	30	0	0	0	0	2.1	2.9	2.3	1.7	0.9	3	0	0	0
	35	0	0	0	0	2.5	2.9	2.7	1.5	1.4	2.9	0	0	0
	40	0	0	0	0	2.6	2.9	2.8	1.5	1.9	2.8	0	0	0
	45	0	0	0	0	2.4	2.3	2.5	1.5	1.5	2.5	0	0	0
	50	0	0	0	0	2	2.4	2.3	1.2	1.2	2.3	0	0	0
	55	0	0	0	0	2.1	2.6	2.4	0.8	1.4	2	0	0	0
	60	0	0	0	0	2.2	2	1.7	0	1.3	2.1	0	0	0

葉片數(片)		葉片形狀	葉片長度(轉動半徑)(cm)		螺距角(度)	舊小風扇 / 綠風扇 (請圈選)				螺旋槳重量(g)	室溫(氣溫)C攝氏度		備註	
3		無人機	8		60	非一體成形 / 一體成形				8.3	24.1			
半徑距離 cm	半徑	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
	2	0	0	0	0	4.1	4.1	4.4	3.7	0	0	0	0	
	5	0	0	0	3.7	4.4	3.5	4.2	3.1	3	0	0	0	
	10	0	0	3.9	3.7	2	2	1.9	2.6	1.6	1.8	0	0	
	15	0	0	2.1	1.5	1.6	1.6	1.9	2.1	1.9	1.6	1.1	0	
	20	0	0	2.4	1.3	1.5	1.2	1.5	1.7	1.5	1.4	1.1	0	
	25	0	0	0	1	1.1	1.3	1.1	1.3	1.5	1.2	0.9	0.8	
	30	0	0	0	1.7	0.9	0.9	1.1	0.8	1.1	0.9	0.6	2.9	
	35	0	0	0	0	0	1	1.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0	
	40	0.6	1.4	2.3	0.1	0.9	0.6	0.8	0	0	0	0	0	
	45	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	