

2016 全國科學探究競賽-這樣教我就懂

隊名：猩猩特攻隊

指導老師：潘其忠

組員：王幸詠、李睿謙、張鈺翔、劉方澐

主題：無葉風扇-白努力定律

摘要

本研究旨在探究市售無葉風扇之基本構造及其原理，以了解白努力定律和帕斯卡定理，並自行製造無葉風扇裝置。經過實作測試證明無葉風扇風環的中心點是無風的、風速最大為距離出風口一小段距離處，並希望可以達到氣流倍增的效果。

探究題目和動機

炎炎夏日裡，各式各樣的電風扇及冷氣機紛紛出籠，當中最令人感到新奇的是一款 **Dyson** 無葉風扇，一臺要價數萬元，但其箇中原理卻不為大家所知，而且我們也想知道風環一定得是圓的嗎？其他形狀可不可以？

我們想了解沒有風葉的電風扇究竟是如何吹出風來，經過我們的觀察，我們發現無葉風扇風環的後部有一個個小小的縫隙，而風就是從那些一個個小小的縫隙吹出的。我們又好奇為何如此小的縫隙可以吹出如此大的風量，我們又聽到白努力定律與流體力學有關，因此我們決定要探討無葉風扇的原理。

探究目的與假設

我們觀察 **Dyson** 無葉風扇後，並在網路上查詢相關的資料，經由我們的討論後認為其風力來自下方馬達所產生的風力向上傳達後從隙縫中流出。

我們假設風扇所產生的風會從設計好的出風口流入風環部分，在風環內旋轉數圈後流出，並同時將風扇後方的空氣連帶往前吸入，以增加風的空氣流速及流量。依據白努力定律，流速如果越高，壓力就會越小，因此，後方

空氣會不斷的往前被吸入，進而產生強大而連貫的風。因此我們提出以下幾點研究目的：

1. 探討不同的風扇馬達功率，對風環出風口風力的影響？
2. 探討風環出風口不同的位置其風力影響程度如何？

探究方法與驗證步驟

一、收集器材：確認製作風扇所需工具和材料，如馬達種類，出風口形狀，風環出口位置，並測量風速及驗證無葉風扇的作用數據。



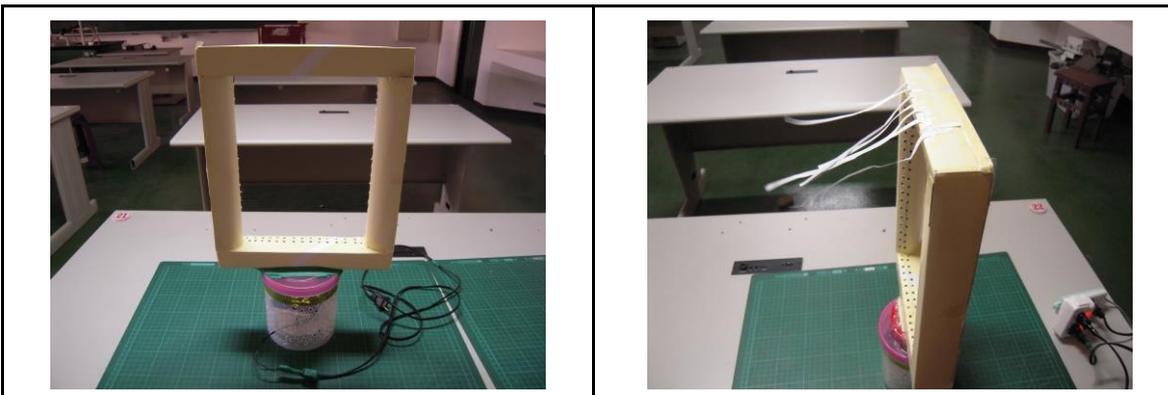
(圖一)無葉風扇製作工具和材料

二、進行實作：

1. 我們嘗試以電風扇連接塑膠罐，並逐漸縮小輸風管口徑，然後連接上方的方形紙盒（風環）。依據帕斯卡定律，流體壓力會平均分配到每一單位的面積。所以當風扇對內產生壓力時，壓力會使空氣往塑膠盒壁任何空隙輸出。
2. 我們使用塑膠盒的洞口當氣體出風口，風扇以大面積輸入壓力時，我們迫使所有空氣往一個小出口離開塑膠罐，使得大面積輸入的空氣得以小面積輸出，但空氣量相同，因此流速會變得更快。紙盒口以逐漸縮小的造型也使得因為風扇原本旋轉上升的空氣集中到流速較慢的中心，使得空氣像漩渦一樣快速的輸出。
3. 接著通過輸風孔來到上方的方型出風口，空氣流入後將從方型紙盒上的孔洞流出，吹出的風帶動風環中心的空氣向前流動。



(圖二)無葉風扇製作過程



(圖三)無葉風扇製作成品

三、資料分析：

1.我們利用平均風速乘以出風面積得到總風量，接著測試比較兩款不同的風扇所產生的風力，並驗證風環產生的風量是否大於原本風扇的風力。如果透過風環產生的風量大於原本風扇的風，就代表本裝置可以有效吸入後方空氣、增加風扇所吹出的風量，即是一個非常有用的裝置。

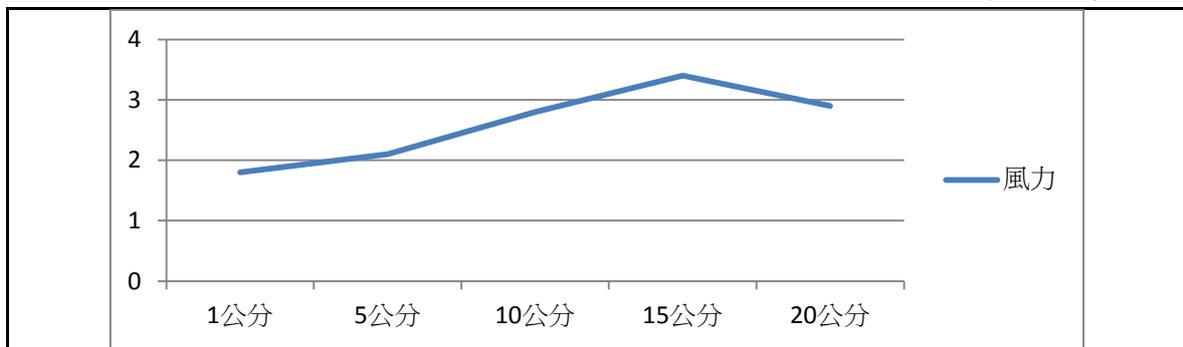
2.接著我們也測試在距離出風口不同的位置，將所測量到的風力做比較。



(圖四)無葉風扇風速測量

距離	1 公分	5 公分	10 公分	15 公分	20 公分
風力	1.8	2.1	2.8	3.4	2.9

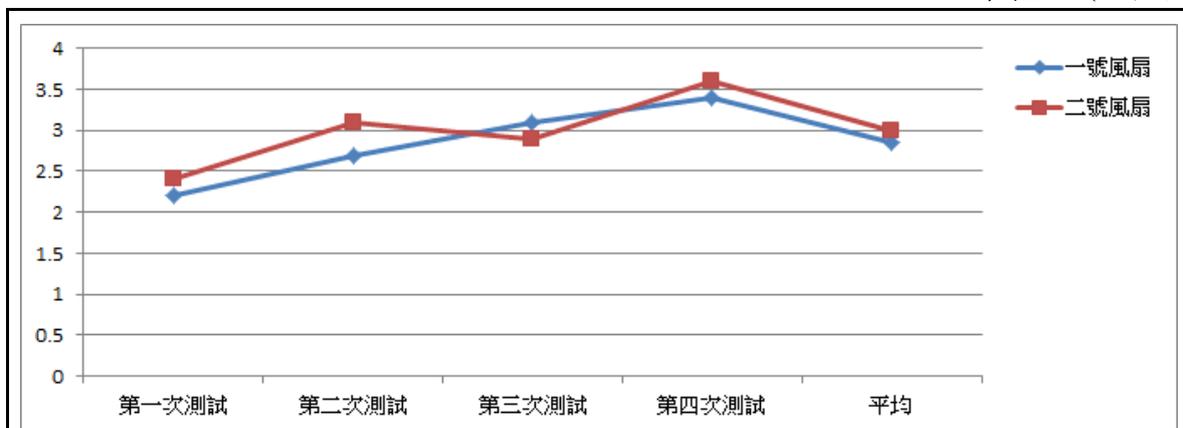
單位：(公尺/秒)



(圖五)距離不同所測風速之比較圖

	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
一號風扇	2.2	2.7	3.1	3.4	2.85
二號風扇	2.4	3.1	2.9	3.6	3.0

單位：(公尺/秒)



(圖六)無葉風扇風速之比較圖

探究結論

我們根據製作方法製造出兩款風扇，其輸出風口徑皆採用相同標準，但功率不同，經交互測試做比較。並證明兩款風環所產生的風量確實大於原本風扇的風力。

結果我們發現其中第四次測試的風速增加效率最強，第三次測試則為其次，由此可知每一次測試的風力都越來越強。一號風扇的風力平均值比二號風扇風力平均值低，我們探討主要原因，二號風扇之馬達功率較大，出風口風力亦較大。

另外在距離出風口不同位置的測出的風力不同，風速由近處到遠處會越來越大，但在一定距離之後又會開始變小。

背景知識

一、**白努力定律**：無粘流的流體的速度增加時，流體的壓力能與位能總和將減少。白努利定律可以從能量守恆定律來推演。說明如下：在一個穩定的水流，沿著直線流向的所有點上，各種形式的流體機械能總和必定相同。也就是說，動能，位能，與內能的總和保持不變。

二、**帕斯卡定律**：在密閉容器中流體任一部分的壓強，必然按照原來的大小由流體向各個方向傳遞。

參考資料

- 1.第 55 屆科展 風趣橫生~無葉片電風扇的製作與研究. 國立科學工業園區實驗高中附小。
- 2.無葉片風扇外型修改對性能的研究影響 Dyson 宣傳影片
- 3.帕斯卡定律. 維基百科, 自由的百科全書。
- 4.白努力定律. 維基百科, 自由的百科全書。