中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生活與應用科學科

第三名

080821

風去橫生-無葉片電風扇的製作與研究

學校名稱：國立科學工業園區實驗高級中學(附設國小)

作者：	指導老師：
小五 郭柏延 小五 楊承澔 小五 林詠臻 小五 楊迦童 小五 鄧筠穎	林育生

關鍵詞：白努力、風速、氣流

摘要

本研究透過自製無葉片電風扇，了解其構造及原理，並透過改變其基本構造來了解影響其風力大小的因素，而在通過實驗及觀察後發現下列幾點:

一、本研究從實驗中推論無葉片電風扇壓縮的出風口應有一定的距離限制，來確保風可以被最大限度壓縮而放出。

二、無葉片電風扇在從加壓出風口將風送出的時候，無葉片電風扇的中心位置是幾乎沒有風的，而風速最大是在位於離開出風口處一段距離的地方(約 4 公分)。

三、從實驗可以推論無葉片電風扇的主體材質不同，會影響其風力表現及其所發出的聲音，而實驗中以塑膠為主體的無葉片電風扇表現較紙類為主體的為佳。

四、本研究所製出的無葉片電風扇在風量達到最大平均值時，經過計算已達到氣流倍增的效果。

壹、研究動機

「呼呼呼」，每次在天氣炎熱，開起電風扇時，聽到這樣的風聲，我都會覺得頭昏腦脹，好像有幾千隻蚊子在我身邊成群飛舞，使得原本炎熱的夏天變得更加炎熱，而看到葉片快速轉動時，試想如果有調皮的小朋友覺得好玩，把手指伸進電風扇裡，快速轉動的葉片就有可能會割傷手，用久了，葉片又會有許多灰塵，拆開清洗又是一件麻煩的事情，對許多人來說，是不盡完善的科技產物。

有一次去朋友家玩時，看到無葉片電風扇，不僅聲音小，風量又大，不用拆開就可以直接用抹布擦拭灰塵，看到之後，我心裡就想：「無葉片電風扇真是日新月異的科技產物呀！」從那時開始，我就想要擁有一台無葉片電風扇。

查了資料後，我才發現，一台無葉片電風扇要價一萬四千多元，嚇了我一大跳，原本我以為無葉片電風扇只要五六百元，沒想到無葉片電風扇賣這麼貴。不過我還是沒有放棄想要擁有無葉片電風扇的夢想。

升上五年級後，我們資優班多了幾個科目的課程，其中一個是專題研究，有：數學專題、人文專題、自然專題，我選擇了自然專題。第一堂課，老師要我們選科展的題目，我提議了無葉片電風扇這個主題，因為我可以借由這個主題了解無葉片電風扇的原理，也可以親手製作一台無葉片電風扇，這樣就可以滿足我想要無葉片電風扇的夢想了

貳、研究目的與待答問題

研究目的

1.了解無葉片電風扇的原理

2.了解無葉片電風扇的結構

3.透過自製無葉片電風扇了解其運作方式

4.透過變動自製無葉片電風扇結構以了解其影響

待答問題

1.了解無葉片電風扇的原理為何?

2.了解無葉片電風扇的結構為何?

3.改變無葉片電風扇的入風口大小對於風量的影響為何?

4.改變無葉片電風扇的壓縮出風口對於風量的影響為何?

5.改變無葉片電風扇的出風口外壁對於風量的影響為何?

6.改變無葉片電風扇的馬達轉速對於風量的影響為何?

7.改變無葉片電風扇的整體材質對於風量的影響為何?

參、研究設備與器材

360ml 飲料杯 (紙、塑膠)	500ml 飲料杯 (紙、塑膠)	蝸牛扇 (2800 轉、3300 轉)	110V 轉接頭 (12V、24V)
一公尺長尺	美工刀	剪刀	防電膠帶
奇異筆	風速計	雙面膠	軟尺

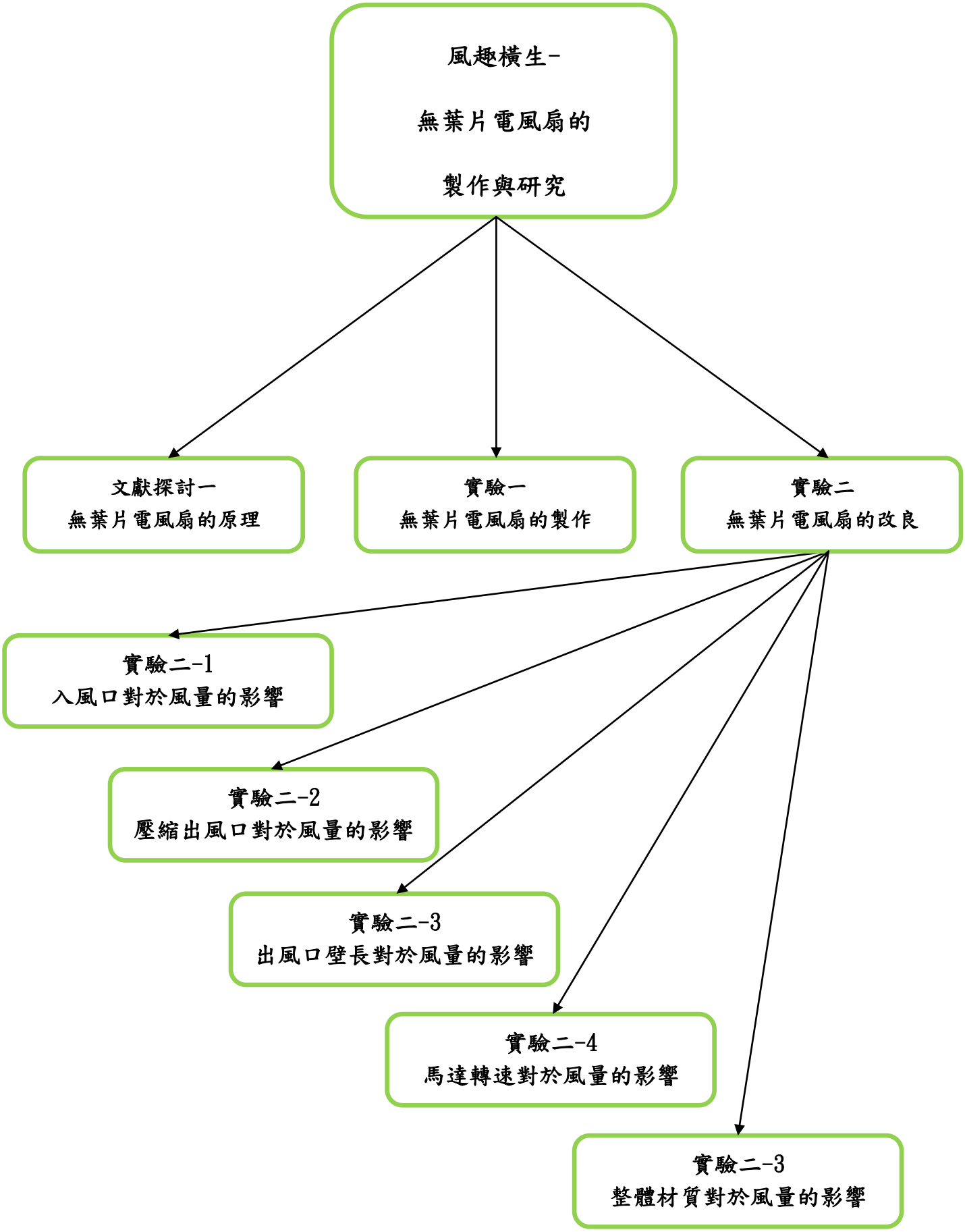
圖一　500ml 與 360ml 塑膠杯

圖二　500ml 與 360ml 紙杯

圖三　風速計

圖四　蝸牛扇

肆、實驗步驟與過程


風趣橫生-
無葉片電風扇的
製作與研究
文獻探討一
無葉片電風扇的原理
實驗一
無葉片電風扇的製作
實驗二
無葉片電風扇的改良
實驗二-1
入風口對於風量的影響
實驗二-2
壓縮出風口對於風量的影響
實驗二-3
出風口壁長對於風量的影響
實驗二-4
馬達轉速對於風量的影響
實驗二-3
整體材質對於風量的影響

實驗一　無葉片電風扇的製作

以下的實驗可以分成兩部分

一、測量蝸牛扇風速大小

(一)實驗說明:

因為我們要製作一台無葉片電風扇，所以我們必須先了解無葉片電風扇的心臟-蝸牛扇的風速大小，以便未來能加以比較。

(二)實驗步驟:

1.先將外面買來的兩種轉速的蝸牛扇都加以焊接至 110V 的插頭轉接器上。

2.再將已焊接好的蝸牛扇置於一公尺長尺的末端。

3.利用風速計測量蝸牛扇的風速。

圖五　蝸牛扇焊接圖

圖六　蝸牛扇測量圖

二、製作無葉片電風扇

(一)實驗說明:

因為我們要進行改造無葉片電風扇的不同結構，以了解有何變化，所以我們必須先製作一台無葉片電風扇，而本研究之無葉片電風扇之結構為參考網路上所製作之無業電風扇教學之步驟，並作些許調整。

(二)實驗步驟:

1.先將 500ml 的塑膠杯從杯口數下來 2 公分，以美工刀進行環切。

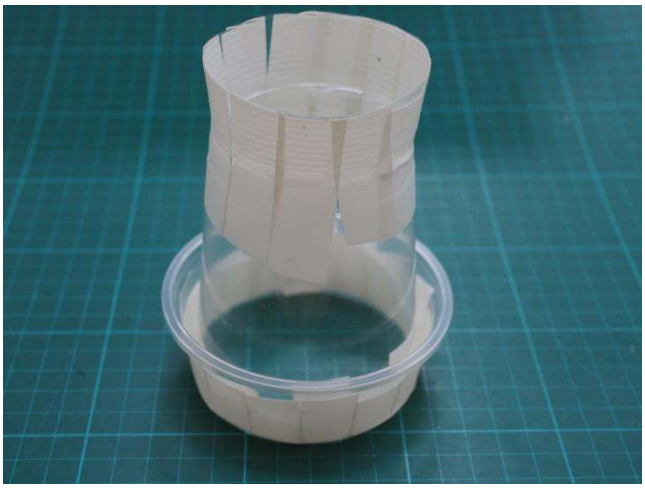
2.將其環切後的 A 部分(圖七)倒反過來與剩下的 B 部分(圖八)用防電膠帶黏緊，因此結構為無

葉片電風扇的壓縮艙的內壁，所以必須用防電膠帶一段一段交合黏好，以防止風跑走。

圖七　無葉片電風扇 A 部分

圖八　無葉片電風扇 B 部分

圖九　無葉片電風扇 A 部件



圖十　無葉片電風扇內壁

3.而後將此黏好的裝置的原杯底，數下來 1 公分，以美工刀進行環切，切好之後，此為 A 部件(圖九)。

4.再拿出一 360ml 的塑膠杯從杯底 1 公分處進行環切。

5.而後將進行環切的 360ml 塑膠杯從中一分為二，並取其杯底部分並杯底環切口與剛剛 A 部件的杯底環切口黏合，此為無葉片電風扇的內壁，也就是壓縮風壁(圖十)。

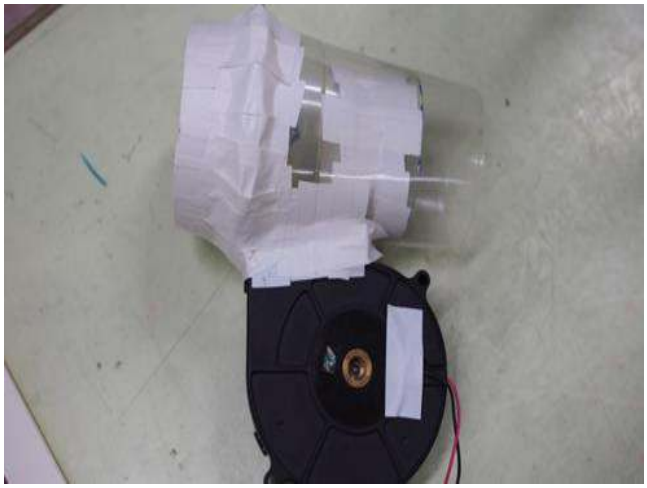
6.而後拿出 500ml 塑膠杯以一公分環切其杯底，則此部件為無葉片電風扇外壁(圖十一)，且將蝸牛扇之出風口大小描繪至此杯靠近杯口處，並用美工刀切開後，將其與蝸牛扇黏合，此為無葉片電風扇的入風口(圖十四)。

7.將此部件的杯口與剛剛所作的無葉片電風扇的內壁的杯口黏合在一起，則為本研究所指的

無葉片電風扇(圖十二)。

8.使用風速計對準其圓心處測量並記錄。

圖十一　無葉片電風扇外壁



圖十二　無葉片電風扇完成外觀

實驗二　無葉片電風扇的改良

以下可以分成五個實驗，來進行討論。

二-1　無葉片電風扇入風口的影響

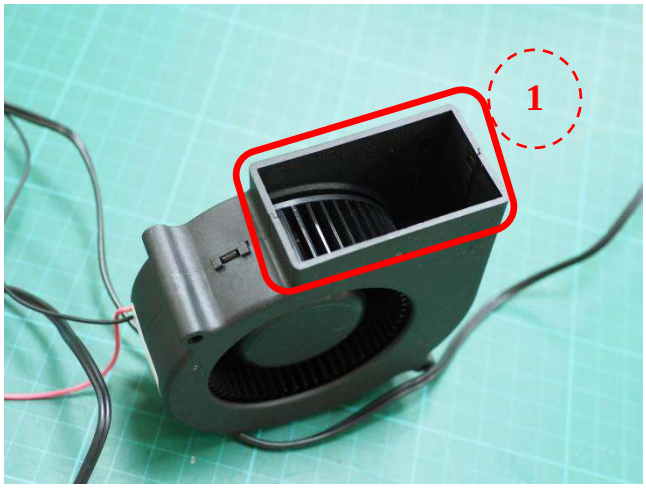
(一)實驗說明

透過改變無葉片電風扇入風口之大小來了解無葉片電風扇入風口對於無葉片電風扇的影響。

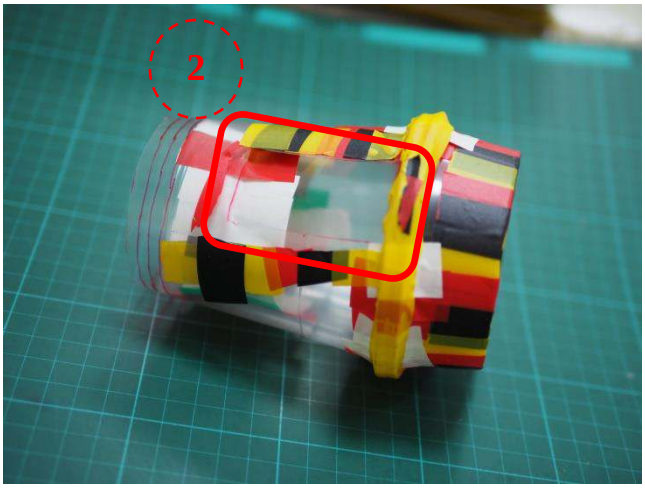
(二)實驗步驟

1.改變並製作無葉片電扇的外壁的無葉片電風扇入風口大小，以了解其改變的影響。

2.以風速計對準其無葉片電風扇之圓心處進行測量及觀察並記錄。



圖十三　蝸牛扇出風口(1)



圖十四　無葉片電風扇入風口(2)

二-2　壓縮出風口的影響

(一)實驗說明

透過改變壓縮出風口之大小來了解無葉片電風扇出風口對於無葉片電風扇的影響

(二)實驗步驟

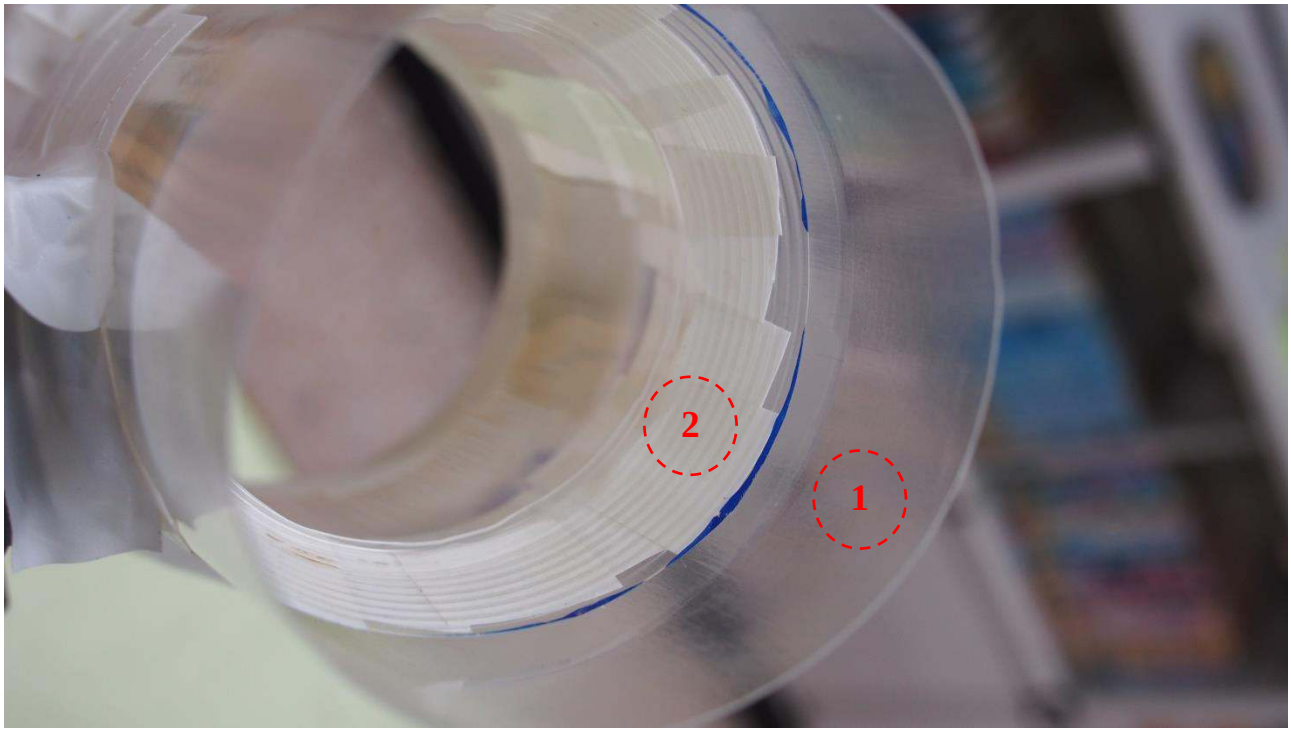
1.改變並製作上述所做內壁的壓縮風壁長度，以用來改變壓縮風壁與外壁所形成的壓所出風口，來了解壓縮出風口對於無葉片電風扇的影響。

2.以風速計對準改造過的無葉片電風扇圓心處進行測量及觀察並記錄。

二-3　出風口外壁的影響

(一)實驗說明

透過改變無葉片電風扇出風口外壁長度來了解對於無葉片電風扇的影響。



圖十五　出風口外壁(1)與壓縮風壁(2)內視圖

(二)實驗步驟

1.改變並製作上述所做的出風口外壁來了解出風口外壁長度對於無葉片電風扇的影響。

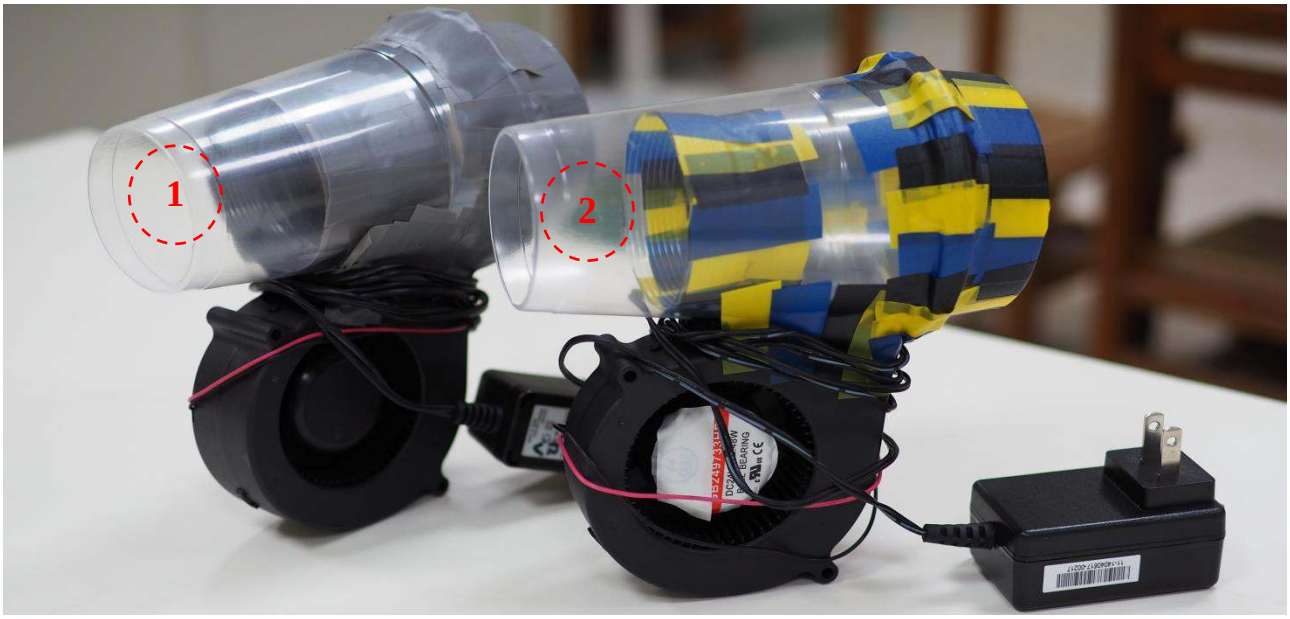
2.以風速計對準改造過的無葉片電風扇圓心處進行測量及觀察並記錄。

圖十六　出風口外壁(1)與壓縮風壁(2)外觀圖

二-4　馬達轉速的影響

(一)實驗說明

透過安裝不同轉速的蝸牛扇來了解不同轉速蝸牛扇對於無葉片電風扇的影響



圖十七　不同轉速的無葉片電風扇(1)為 2800 轉(2)為 3300 轉

(二)實驗步驟

1.安裝不同轉速的蝸牛扇於無葉片電風扇上，以了解不同轉速馬達對於無葉片電風扇的影響

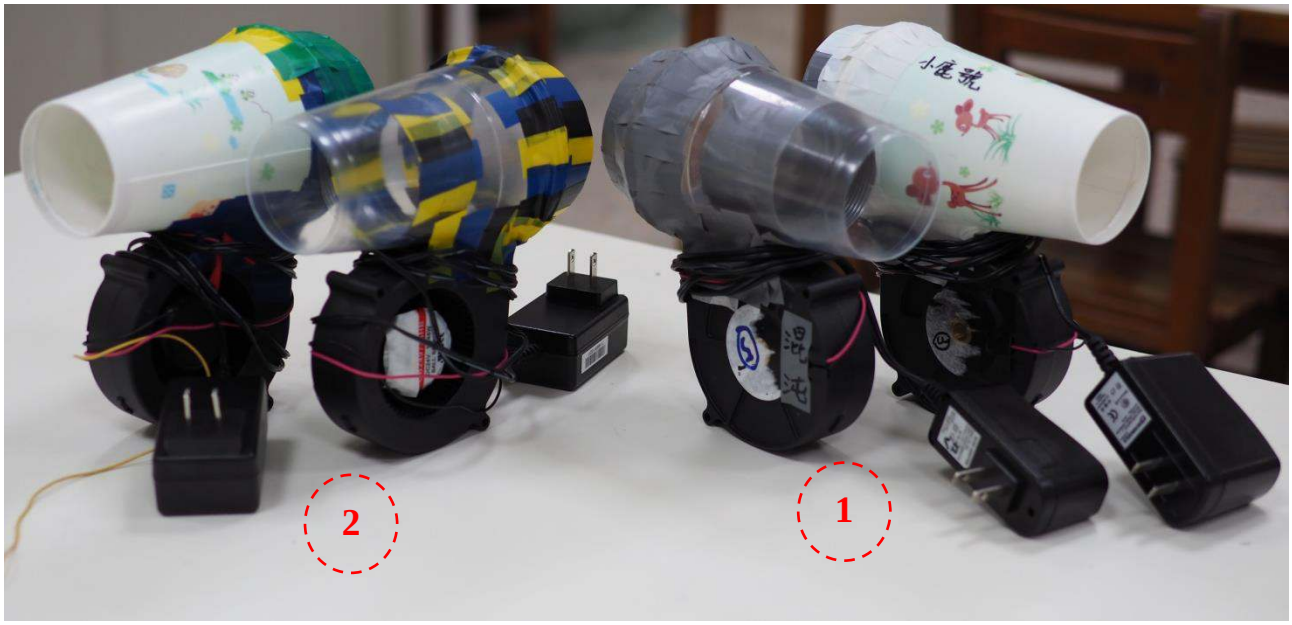
為何。

2.以風速計對準改造過的無葉片電風扇圓心處進行測量及觀察並記錄。

二-5　整體材質的影響

(一)實驗說明

透過安裝不同整體材質的無葉片電風扇來了解不同材質對於無葉片電風扇的影響



圖十八　不同材質的無葉片電風扇(1)為 2800 轉的紙材質與塑膠材質(2)為 3300 轉的紙材質與塑膠材質

(二)實驗步驟

1.透過改變不同材質的無葉片電風扇，以了解不同材質對於無葉片電風扇的影響為何。

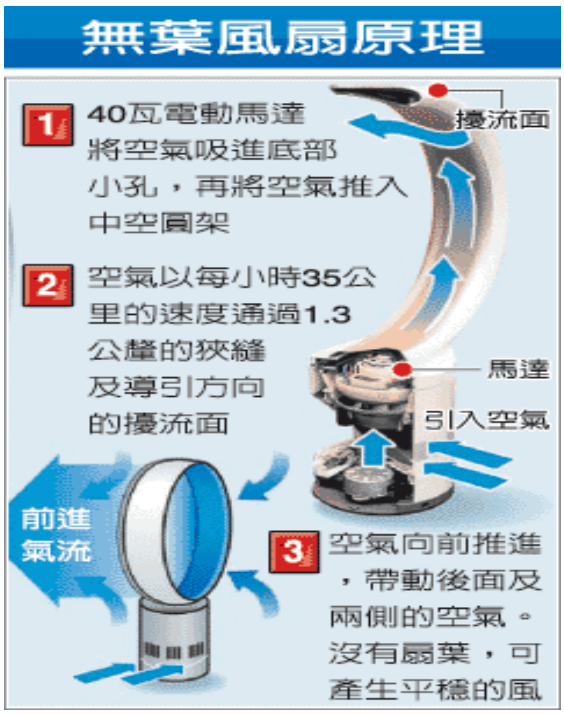
2.以風速計對準改造過的無葉片電風扇圓心處進行測量及觀察並記錄。

伍、研究結果及討論

以下將以回答待答問題進行結果討論

1.無葉片電風扇的原理為何?

無葉片電風扇是為了防止小孩子調皮,而把手指伸入風扇裡，導致手指被葉片割傷而設計的，因為不用葉片而降低了受傷的機率。那無葉片電風扇是如何運作的呢？而原理為何呢？敘述如下：



圖十九　無葉片電風扇原理圖

圖二十　無葉片電風扇剖面圖

無葉片電風扇是運用到了空氣力學中的白努利定律，白努利定律說明流體流速與壓力之間的關係。根據能量不滅原理，提出在一流體流動時，其動能、位能及壓力能之總和為恆定。所以在一個連續固定的流場中，當流體流速增加時，流體的壓力會下降。

2.無葉片電風扇的結構為何?

無葉片電風扇從剖面圖(圖二十)來看，可以分上下兩個部份，下面部分的底座負責吸氣加壓，將空氣推送到上面的圓形導流器。透過圓形導流器後面的細小縫隙將空氣吹出來，產生氣流，所以就算沒有扇葉也能吹出風。

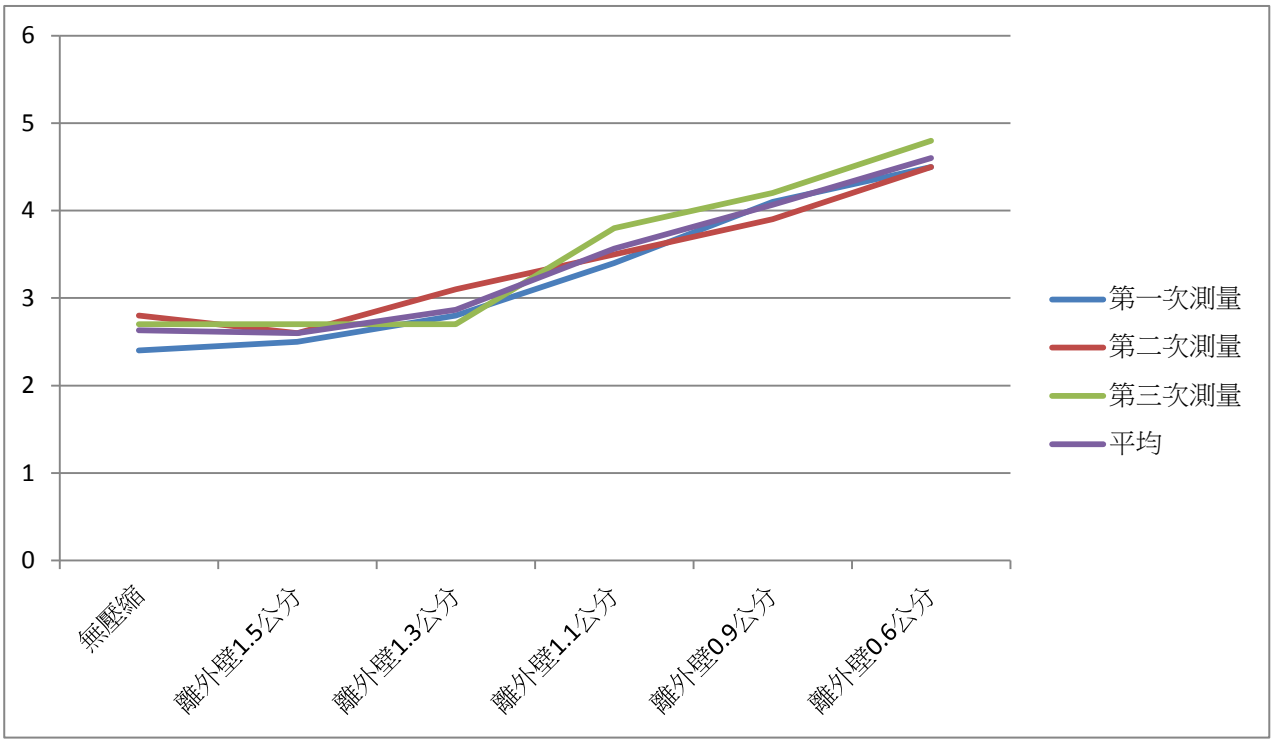
當然，吹出來的空氣並不全是從底座吸進來的，而是底部的空氣經由圓形導流器吹出來所產生氣流，有了氣流，在白努利定律下圓形導流器中間的壓力就會變低，而後方壓力較高的氣流就會往壓力較低的前方推送,進而形成更強勁的氣流，所以更強的風就從中間吹出來了!

3.改變無葉片電風扇入風口大小對於風量的影響為何?

表一 入風口大小面積圖

	第一次	第二次	第三次	平均
5.5*3 原本)	5	5.2	4.7	4.95
5*3	4.8	4.9	4.6	4.75
4.5*3	4.3	4.2	4.5	4.35
4*3	4.2	4.4	4.6	4.5
3.5*3	3.8	3.9	4.1	4
3*3	3.7	3.5	3.6	3.55

單位:公尺/秒



圖二十一　入風口大小及風速關係圖

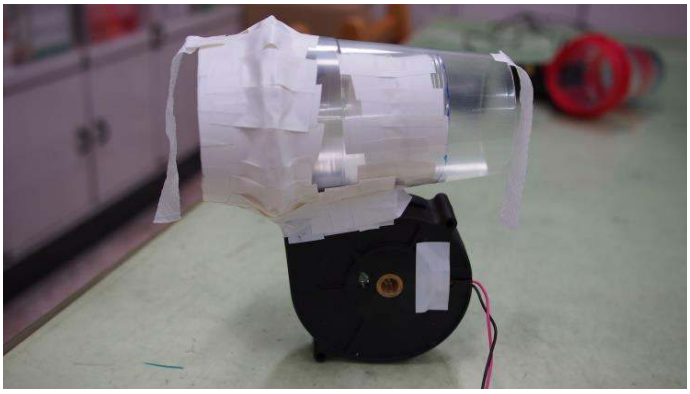
觀察與討論:

1.無葉片電風扇入風口的大小對於無葉片電風扇影響極大。

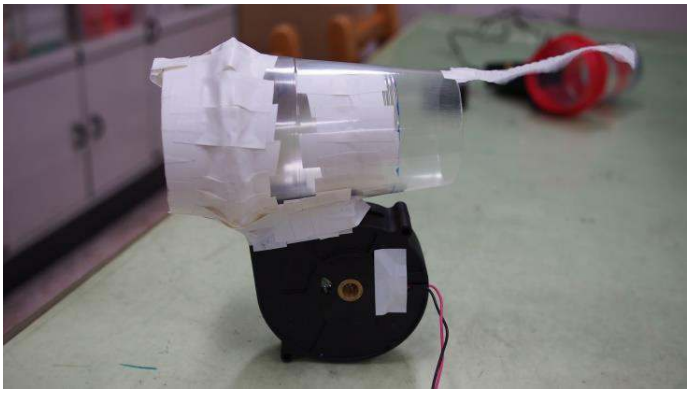
2.無葉片電風扇入風口越小對於無葉片電風扇所產生的聲音越大。

3. 無葉片電風扇入風口對於無葉片電風扇所產生的聲音越高且尖銳。

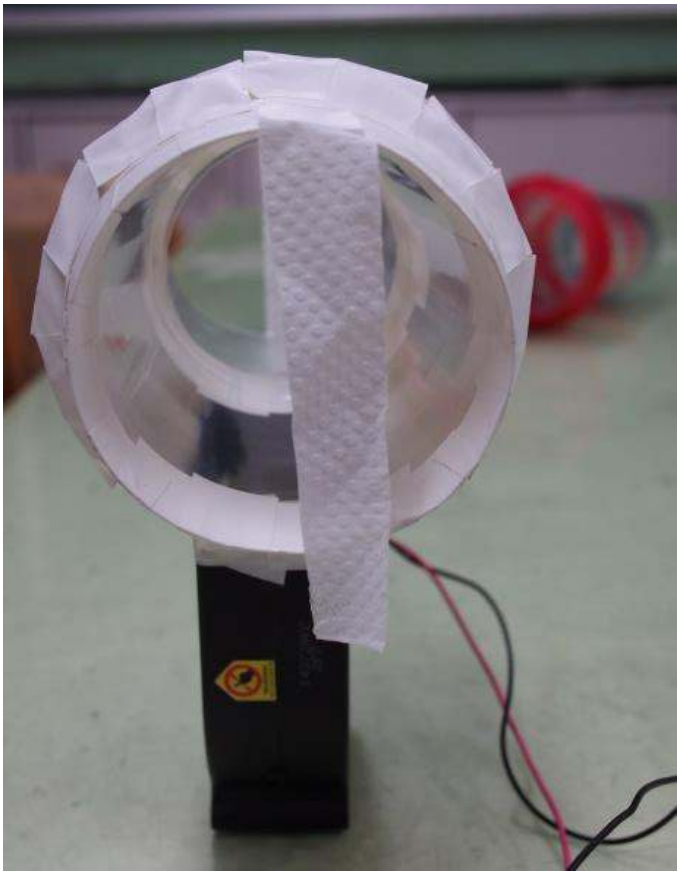
3.從實驗中可以大致推論，無法用蝸牛扇出風口及無葉片電風扇入風口進行壓縮空氣的作用。



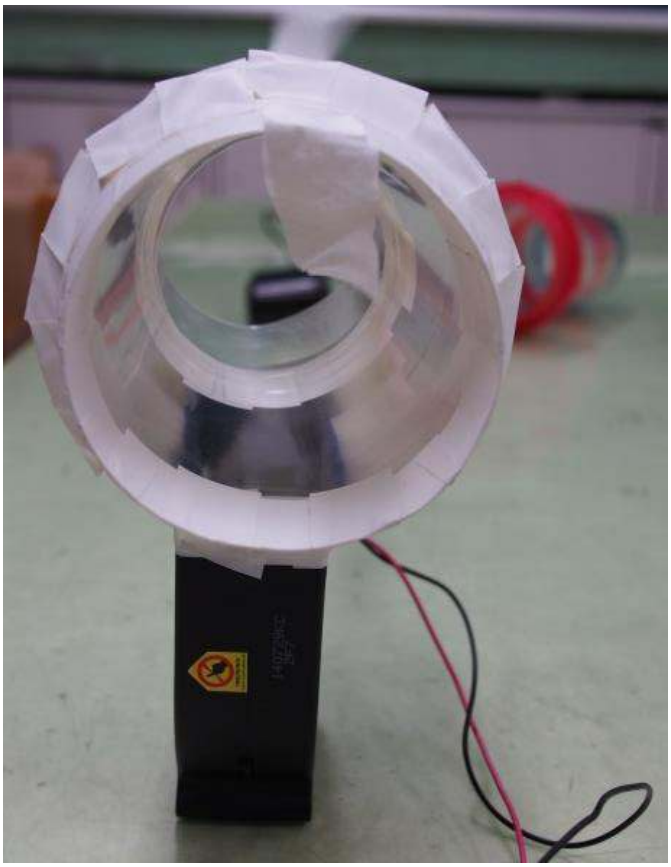
圖二十二　無葉片電風扇停止運轉圖



圖二十三　無葉片電風扇進行運轉圖



圖二十四　無葉片電風扇停止運轉側面圖



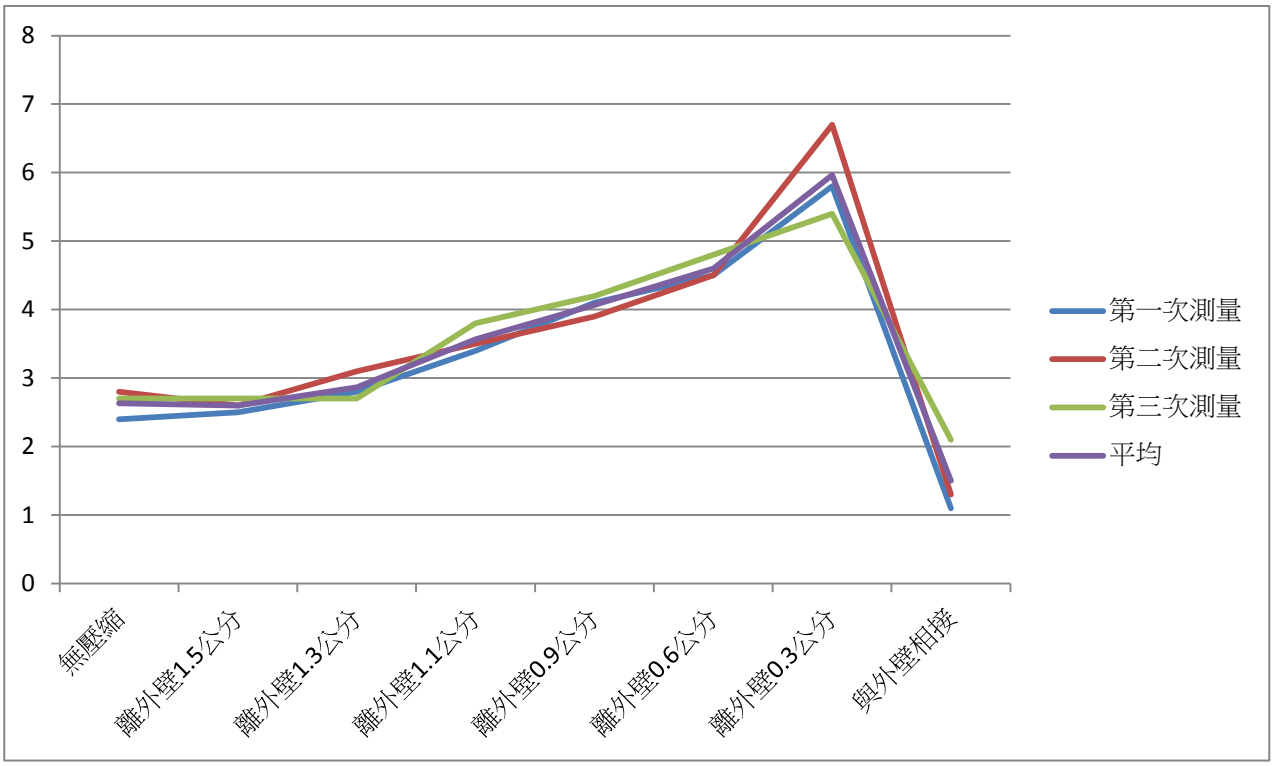
圖二十五　無葉片電風扇進行運轉面側面圖

4.改變無葉片電風扇的壓縮出風口對於風量的影響為何?

表二 壓縮出風口對於風量的影響

	第一次測量	第二次測量	第三次測量	平均
無壓縮	2.4	2.8	2.7	2.633333
離外壁 1.5 公分	2.5	2.6	2.7	2.6
離外壁 1.3 公分	2.8	3.1	2.7	2.866667
離外壁 1.1 公分	3.4	3.5	3.8	3.566667
離外壁 0.9 公分	4.1	3.9	4.2	4.066667
離外壁 0.6 公分	4.5	4.5	4.8	4.6
離外壁 0.3 公分	5.8	6.7	5.4	5.966667
與外壁相接	1.1	1.3	2.1	1.5

單位:公尺/秒



圖二十六 壓縮出風口對於風量的影響

觀察與討論:

1.由上述實驗可以大致推論在無壓縮的狀況下，其風力與原本的風速已有相差

2.但隨著壓縮風壁與外壁之間的距離越近，風速並不會因此而增加。

3.但在接近 0.3 公分左右時，風速會增強，但若再繼續增加壓縮壁的長度，風速並不會增加太多。

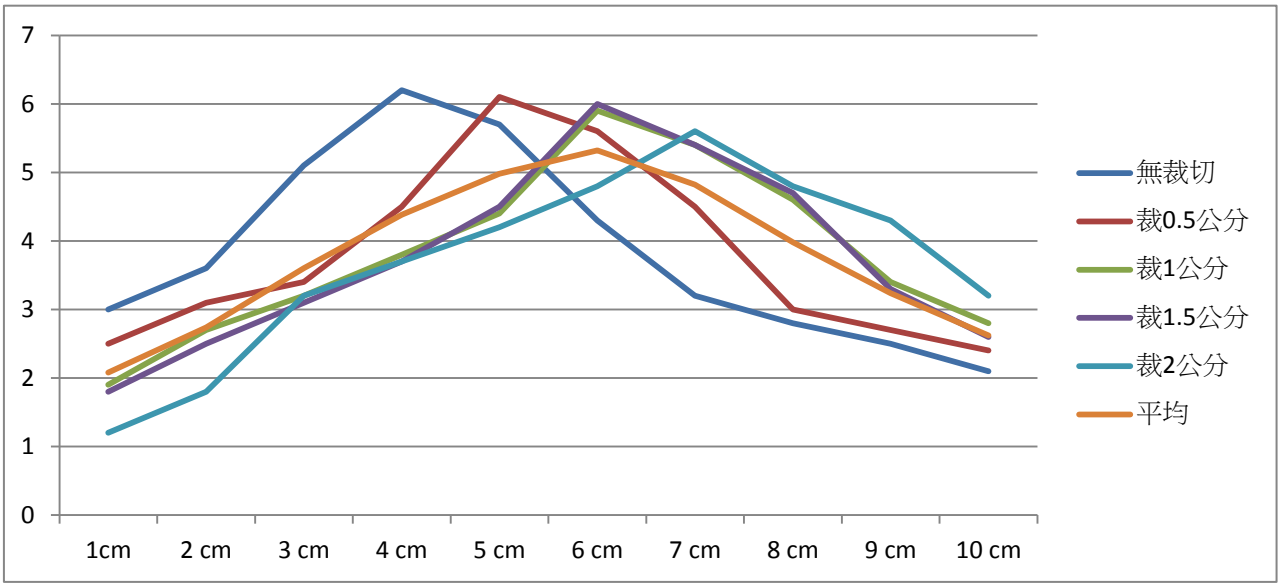
4.由此可以大致推論，壓縮出風口與壓縮壁有一定的距離限制時，風速會最大。

5.改變無葉片電風扇的出風口外壁對於風量的影響為何?

表三　出風口外壁長度對於風量影響圖

	1cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm
無裁切	3	3.6	5.1	6.2	5.7	4.3	3.2	2.8	2.5	2.1
裁 0.5 公分	2.5	3.1	3.4	4.5	6.1	5.6	4.5	3	2.7	2.4
裁 1 公分	1.9	2.7	3.2	3.8	4.4	5.9	5.4	4.6	3.4	2.8
裁 1.5 公分	1.8	2.5	3.1	3.7	4.5	6	5.4	4.7	3.3	2.6
裁 2 公分	1.2	1.8	3.2	3.7	4.2	4.8	5.6	4.8	4.3	3.2

單位:公尺/秒



圖二十七　無葉片電風扇的出風口外壁對於風量的影響

觀察與討論:

1.從實驗觀察中可以發現，無葉片電風扇在從加壓出風口將風送出的時候，無葉片電風扇的中心位置是幾乎沒有風的。

2.從實驗觀察中可以發現，無葉片電風扇風速最大的地方跟普通風扇不一樣，並時在出風口處風速最大，而是在位於離開出風口處一段距離的地方風速會較大。

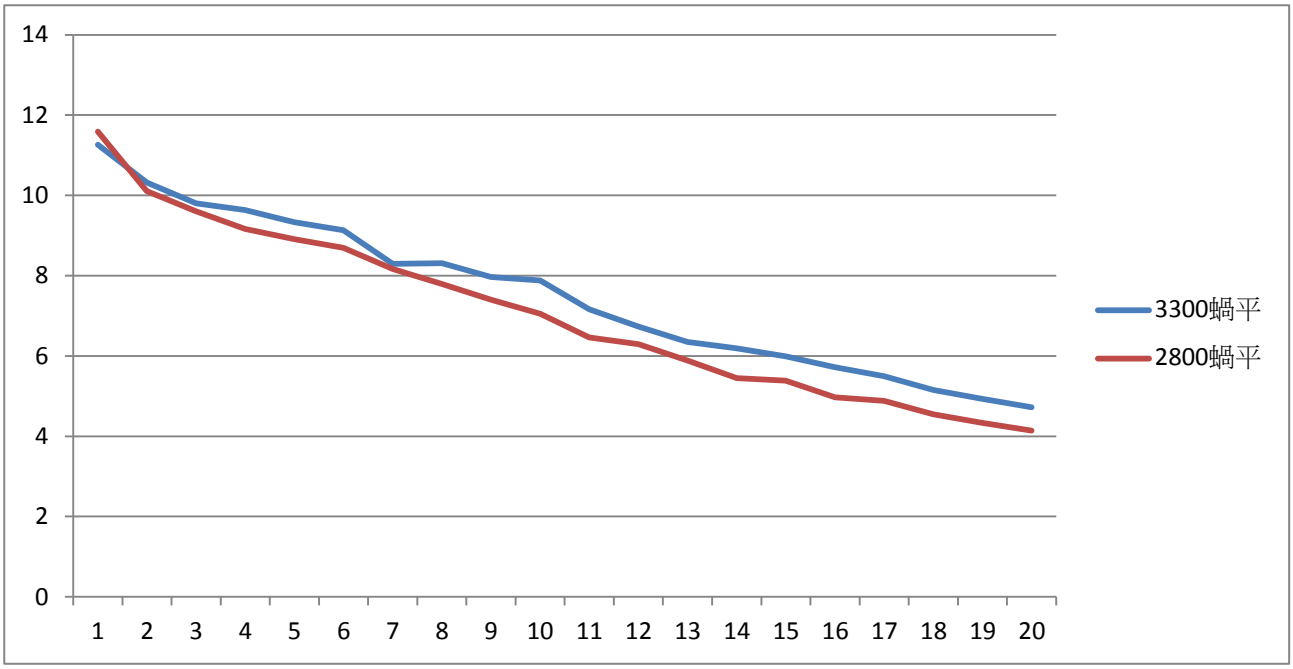
3.從實驗觀察中可以發現，當出風口外壁越短，我們的風速計越靠近無葉片電風扇時，上面所提到的無葉片電風扇的風的聚集點越遠。

6.改變無葉片電風扇的馬達轉速對於風量的影響為何?

表四　蝸牛扇基本風速表

與蝸牛扇距離(公分)	3300 轉蝸牛扇平均	2800 轉蝸牛扇平均
1	11.25833	11.585
2	10.31667	10.103
3	9.8	9.6
4	9.633333	9.165
5	9.333333	8.91
6	9.133333	8.69
7	8.291667	8.165
8	8.308333	7.79
9	7.966667	7.4
10	7.883333	7.05
11	7.166667	6.46
12	6.733333	6.295
13	6.35	5.89
14	6.191667	5.45
15	5.991667	5.385
16	5.716667	4.97
17	5.5	4.88
18	5.15	4.55
19	4.933333	4.335
20	4.725	4.14

單位:公尺/秒

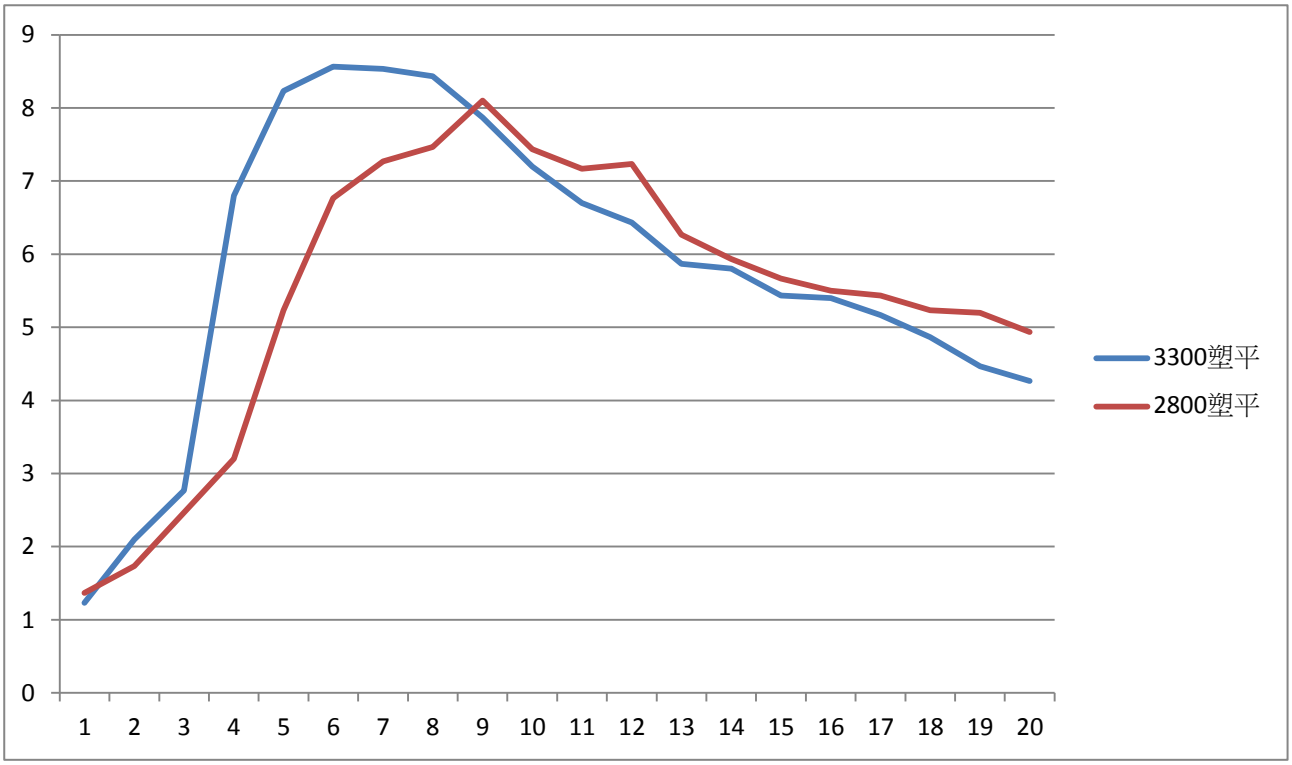


圖二十八　蝸牛扇基本風速平均圖

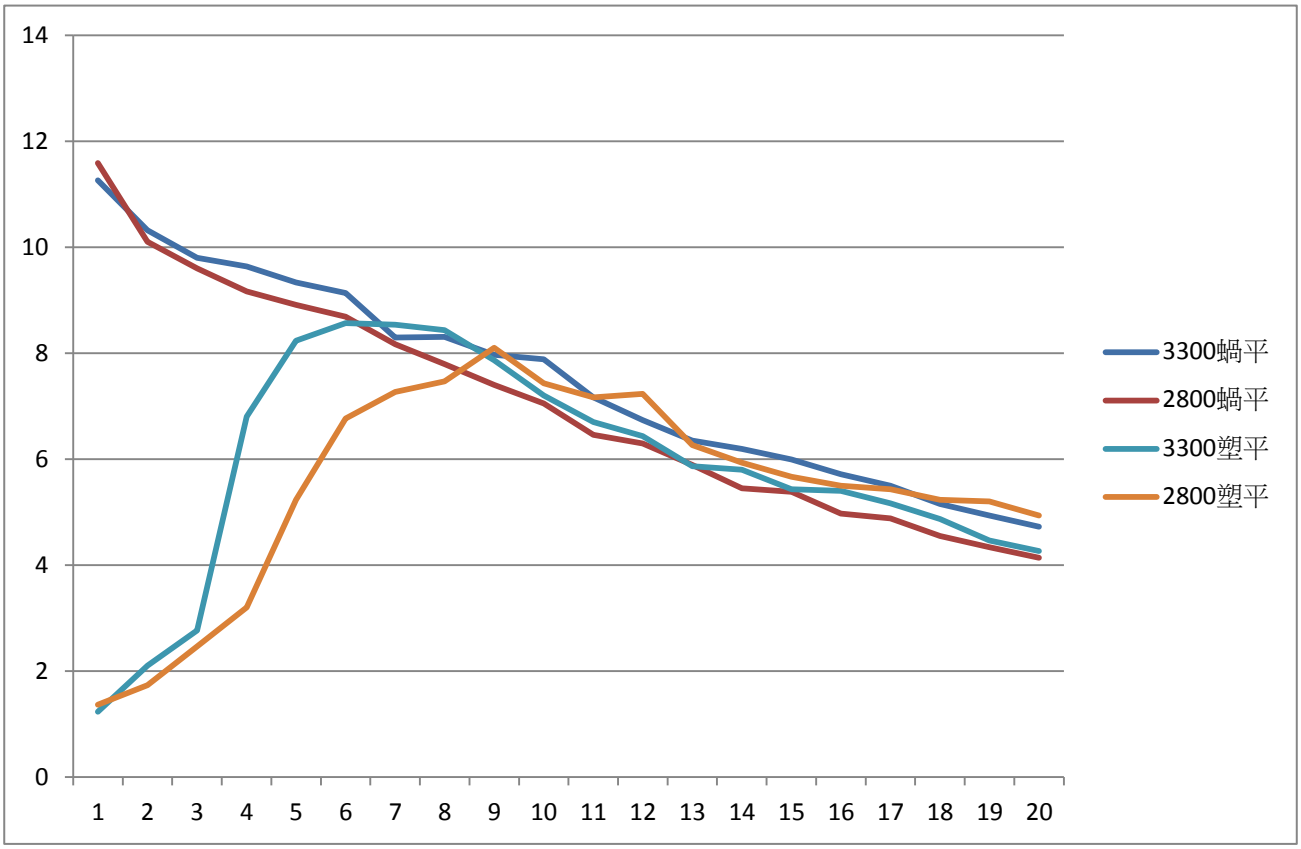
表五　無葉片電風扇風力表

與無葉片電風扇距離(公分)	3300 轉無葉片電風扇平均	2800 轉無葉片電風扇平均
1	1.233333	1.366667
2	2.1	1.733333
3	2.766667	2.466667
4	6.8	3.2
5	8.233333	5.233333
6	8.566667	6.766667
7	8.533333	7.266667
8	8.433333	7.466667
9	7.866667	8.1
10	7.2	7.433333
11	6.7	7.166667
12	6.433333	7.233333
13	5.866667	6.266667
14	5.8	5.933333
15	5.433333	5.666667
16	5.4	5.5
17	5.166667	5.433333
18	4.866667	5.233333
19	4.466667	5.2
20	4.266667	4.933333

單位:公尺/秒



圖二十九　無葉片電風扇基本風速平均圖



圖三十　蝸牛扇與無葉片電風扇風力比較圖

觀察及討論:

1.從實驗中，我們可以觀察到無葉片電風扇搭配 3300 轉的蝸牛扇時，在 4 到 10 公分的風力是略大於搭配 2800 轉的無葉片電風扇的，但在 10 公分之後，我們發現 2800 轉的無葉片電風扇的風力較 3300 轉的無葉電風扇為大，但經我們討論，可能是我們在製作 3300 轉無葉片電風扇過程中有出現瑕疵，而產生這種結果，但我們依樣可以從上述推論出來以 3300 轉蝸牛扇為核心的無葉片電風扇比以 2800 轉蝸牛扇為核心的無葉片電風扇，風力要來的大。

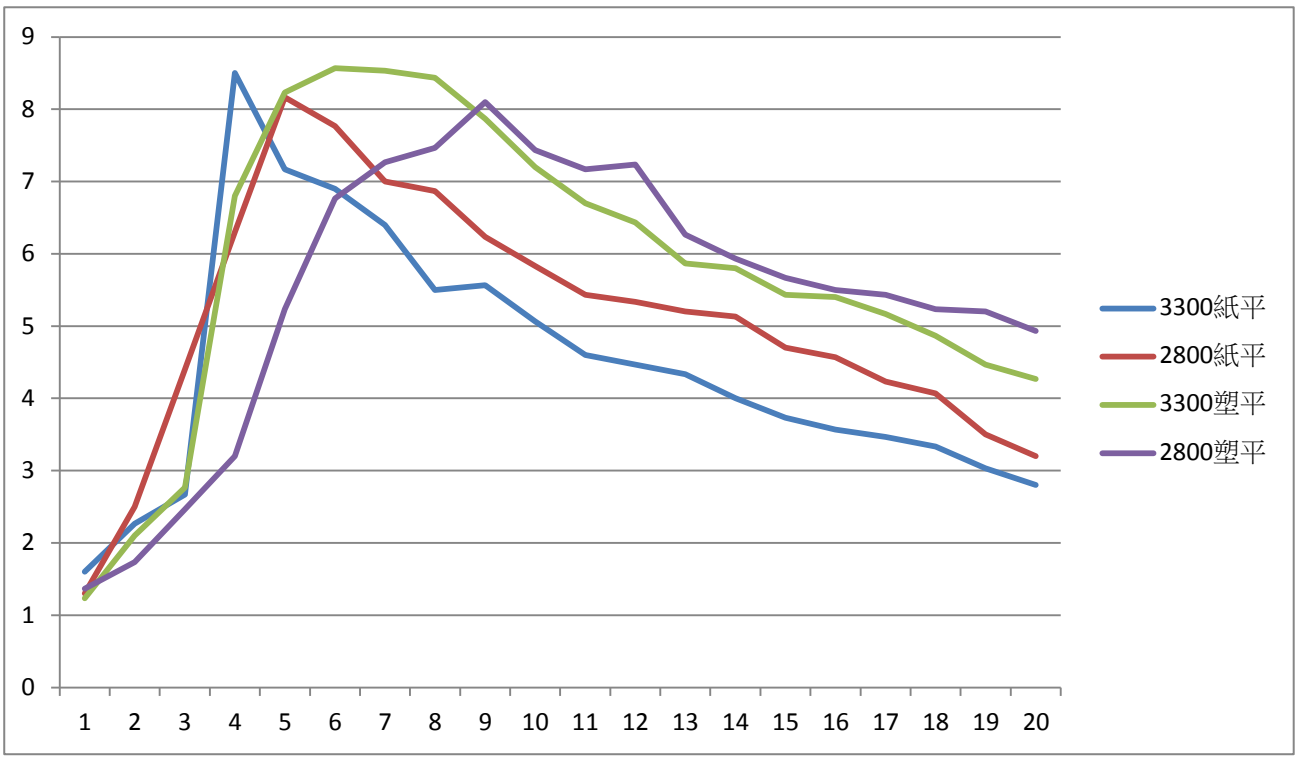
2.從圖三十，我們可以看到製作過程較無瑕疵的 2800 轉無葉片電風扇的表現，在 10 公分後，風力幾乎都在 3300 轉蝸牛扇及 2800 轉蝸牛扇的上方，我們可以由此推論，無葉片電風扇的工作原理有助於風力的吹送距離拉長。

7.改變無葉片電風扇的整體材質對於風量的影響為何?

表六　不同材質無葉片電風扇風力表

與無葉片電風扇距離(公分)	3300 轉無葉片電風扇(塑膠)平均	2800 轉無葉片電風扇(塑膠)平均	3300 轉無葉片電風扇(紙)平均	2800 轉無葉片電風扇(紙)平均
1	1.233333	1.366667	1.6	1.3
2	2.1	1.733333	2.266667	2.5
3	2.766667	2.466667	2.666667	4.4
4	6.8	3.2	8.5	6.3
5	8.233333	5.233333	7.166667	8.166667
6	8.566667	6.766667	6.9	7.766667
7	8.533333	7.266667	6.4	7
8	8.433333	7.466667	5.5	6.866667
9	7.866667	8.1	5.566667	6.233333
10	7.2	7.433333	5.066667	5.833333
11	6.7	7.166667	4.6	5.433333
12	6.433333	7.233333	4.466667	5.333333
13	5.866667	6.266667	4.333333	5.2
14	5.8	5.933333	4	5.133333
15	5.433333	5.666667	3.733333	4.7
16	5.4	5.5	3.566667	4.566667
17	5.166667	5.433333	3.466667	4.233333
18	4.866667	5.233333	3.333333	4.066667
19	4.466667	5.2	3.033333	3.5
20	4.266667	4.933333	2.8	3.2

單位:公尺/秒



圖三十一　不同材質無葉片電風的風力比較圖

觀察與討論:

1.從實驗及觀察中，可以發現以塑膠材質為主體的無葉片電風扇的風力要遠大於以紙為主體的無葉片電風扇，且不同主體的無葉片電風扇所發出來的聲音並不一樣，我們可以從此推論無葉片電風扇的主體材質不同，會影響其風力表現及其所發出的聲音，而在我們的實驗中以塑膠為主體的無葉片電風扇的表現較以紙類為主體的無葉片電風扇為佳。

2.從實驗中可以發現，我們在之前實驗中所發現到的，越靠近無葉片電風扇，其風力越小及需要離無葉片電扇一段距離，風才會開始變大，這兩個現象，皆有在不同材質的電風扇上呈現，且其開始風速增大的距離大都在 3 到 4 公分之後，且在我們與之前的蝸牛扇比較後發現，我們所作做的無葉片電風扇在 1 置 4 公分左右的表現會落後蝸牛扇，而在 5 公分之後的表現大多會優於蝸牛扇，由此我們可以推論，無葉片電風扇工作的原理，有助於將電風扇本身的風力呈現與送風距離的增進。

陸、結論

1.從實驗中我們可以推論，當馬達通往無葉片電風扇主體的通道越小時，氣體無法得到壓縮，所以所送出來的風會變小。

2.從實驗中我們可以觀察到，當馬達通往無葉片電風扇主體的通道越小時，聲音會越大且聲音越尖。

3.在風無壓縮的狀態下，無葉片電風扇所吹出的風速度會減慢，但若是是無葉片電風扇過度壓縮，風的速度也會慢下來。

4.無葉片電風扇壓縮的出風口應有一定的距離限制，來確保風可以被最大限度壓縮而放出。

5.無葉片電風扇在從加壓出風口將風送出的時候，無葉片電風扇的中心位置是幾乎沒有風的。

6.無葉片電風扇風速最大的地方跟普通風扇不一樣，並時在出風口處風速最大，而是在位於離開出風口處一段距離的地方(約 4 公分)，風速會開始加大，且送風距離較遠。

7.我們所製作的無葉片電風扇其風力較一般市面上的電風扇相比風速較大，市面上的電風扇風力大都在 3m/s 至 5m/s 之間，由此我們可以大致推論人們所需的電風扇並不是風力越大越好，聲音、方便性都可能在考慮條件內。

圖三十二　教室風扇風力測量圖

8.使用較大出力的蝸牛扇作為風源，其聲音也會隨著風速增加而增加。

9.從實作觀察中可以了解到，並非無葉片電風扇的本體越大越好，而是必須與所用的馬達進行配合，才能有最大的風速。

10.從本研究的實驗中，我們可以發現無葉片電風扇的工作原理有助於風力及送風距離的增加。

11.從實驗及觀察中，可以發現以塑膠材質為主體的無葉片電風扇的風力要遠大於以紙為主體的無葉片電風扇，且不同主體的無葉片電風扇所發出來的聲音並不一樣，我們可以從此推論無葉片電風扇的主體材質不同，會影響其風力表現及其所發出的聲音，而在我們的實驗中以塑膠為主體的無葉片電風扇的表現較以紙類為主體的無葉片電風扇為佳。

12.從實作觀察中可以了解到，本研究所做的無葉片電風扇，如果在其增壓內壁部分做歪，則在裝上馬達開始運轉時，會發現風會偏向而運轉，不會吹在中心線上。

圖三十三　無葉片電風扇製作示意圖

13.對著運轉中的無葉片電風扇說話，並不會有如對著傳統電風扇說話所產生的迴音現象。

10.市面上聞名的無頁電風扇品牌所標榜的氣流倍增器，並非如同我們所想的一樣，是將風速倍增，而是取其本體的截面積進行計算風量，而本研究所製出的無葉片電風扇在風量達到最大平均值時，經過計算也已達到氣流倍增的效果。

部位名稱	半徑	截面積	抽風/送風速度	風量
蝸牛扇抽風口	3	28.26	4.8m/s	8138.88
壓縮出風口	4	50.24	7m/s	21100.8

柒、未來研究

因此實驗的實作過於繁複，而且實驗數據較難以獲得，以至於此研究不夠完整，之後可以以下列數項建議繼續研究

一、無葉片電風扇外環形狀對於風力的影響

二、了解各項變化對於本身產生聲音的大小

三、各項分項實驗的實驗數據量

捌、參考文獻

奇摩知識-無葉片電風扇-來源

https://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1511060401081-

科技新報-來源 http://technews.tw/2014/08/09/air-multiplier/-

尋找最佳效能的"Super Fans"-科展群傑廳

空穴來風－無扇葉風扇之風向、風速與曲率改變之探究－科展群傑廳

DYSON-來源:http://www.dyson.tw/vacuums.aspx-DYSON

【評語】080821

1. 研究主題與生活科技有銜接性。

2. 實驗結果之描述應注意邏輯性，例如實驗二-4、對於 3300 轉、2800 轉之差異的描述。

3. 結論比一般電風扇風速大，有其限制，應避免過度推論，宜更客觀。