

超級電風扇SUPER — 設計一種風力最強 範圍最廣的電風扇

高小組應用科學科第三名

高雄市愛國國民小學

作者：鄧歆龍、謝明翰、林貞儀、吳倍姿
指導教師：陳建良、楊宜倫

一、研究動機

上完體育課，大夥兒正熱得發狂，卻見倍姿愉快地拿起抽屜內的小電風扇，一個人吹得過癮，大家見狀，趕忙湊過去，可惜電風扇太小，不能滿足每一個人。到底電風扇的扇葉會不會影響風力呢？我們能不能自己找出一種風力較強吹得較廣的電風扇？大家心裡不約而同有了這樣的疑問；歆龍又提出曾看到一種自然通風的設施，覺得很奇妙。於是，我們就在老師的帶領下，進行了以下的實驗，希望能發現一種效果最好的超級電風扇。

二、研究目的

- (一) 觀察各種扇葉。
- (二) 探討影響扇葉轉動的各項因素。
- (三) 結合自然通風設施：無電力只靠風而能產生較大風力。
- (四) 培養科學研究的精神與態度。

三、研究設備與器材

養樂多罐底、蓄電池、馬達、開關、電算器、自製測風計、自製風力範圍測定計、量角器、螺絲、螺絲帽、厚紙板、塑膠墊板、珍珠板、雙面厚紙板、木片、西卡紙、空鋁罐。

四、研究過程或方式

研究(一) 觀察市面上各種風扇的規格及扇葉

規格 項目	安乙得 立扇	大川牌 立扇	大同牌 立扇	友情牌 箱扇	環島牌 立扇	正好牌 立扇	東元牌 立扇
扇葉數量	3	3	3	6	4	3	3
扇葉形狀							
扇葉厚度	0.3cm	0.1cm	0.3cm	0.2cm	0.1cm	0.2cm	0.3cm
扇葉材質	塑膠	塑膠	塑膠	塑膠	塑膠	塑膠	塑膠
扇葉角度	30°	20°	30°	25°	39°	23°	30°

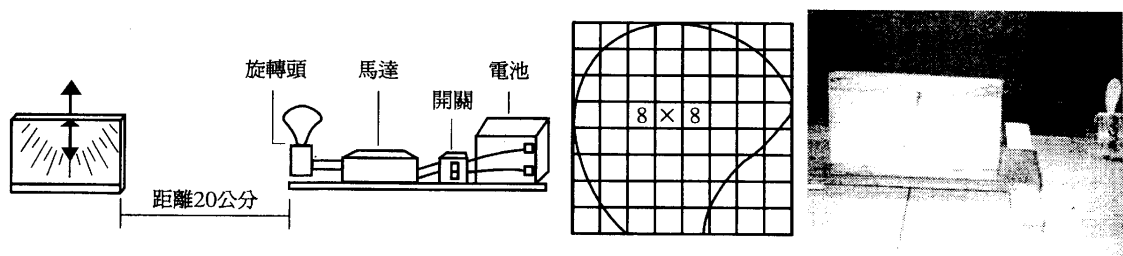
市售電風扇的扇葉規格調查表

發現：

- (1)並非每種電風扇的扇葉數量都一樣；數量不同的扇葉，是否影響其風力的大小？
- (2)各種品牌的扇葉大都呈形，為什麼呢？是否有更好的形狀來增強風力？
- (3)扇葉的厚度大多很薄；扇葉的厚薄是否影響風力大小？
- (4)扇葉的材質大多是塑膠；扇葉的重量是否影響風力大小？
- (5)各種品牌的電風扇，扇葉的傾斜角度不一樣；扇葉的傾斜角度是否影響風力？

研究（二）探討影響風扇風力大小的各項因素

根據以上的觀察，我們一起討論了許多可能會影響風扇風力大小的因素，再針對本身的能力，設計了以下幾個實驗，並參考觀察的結果自行製作了各種扇葉、馬達轉軸旋轉接頭、測風計、風力範圍測量器材及馬達組等，將這些器材裝置如下圖：



依據如上的標準及正確位置的擺設，進行以下實驗。

說明：1.本實驗中扇葉規格8×8，是指以方格紙面積8格×8格繪成。

2.實驗表格中的“強度”，是指測風計受扇葉吹動，指針所呈現的角度。

3. 實驗表格中的“範圍”，是指風力範圍測定計受扇葉吹動後，紙條呈現晃動情形的距離。

實驗1. 風扇的葉片數量不同會產生不同大小的風力嗎？

步驟(1) 將規格8×8大小的扇葉一片，以20°的傾斜角度固定在旋轉頭，並旋轉於馬達轉軸上，再啟動馬達開關，記錄測風計受風力後指針所指出的角度，並重覆實驗5次。

(2) 依序改變扇葉的數量，重覆實驗步驟，觀察並記錄。

數量 次 結果	1片		2片		3片		4片		5片		6片		7片		8片	
	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)
第1次	8°	33	11°	42	32°	42	29°	42	23°	51	41°	57	35°	36	27°	39
第2次	8°	33	15°	39	34°	42	30°	45	20°	54	40°	60	36°	39	29°	42
第3次	6°	36	14°	39	31°	45	31°	48	21°	51	35°	54	34°	39	26°	42
第4次	4°	42	16°	39	40°	339	30°	48	23°	48	37°	54	34°	45	25°	42
第5次	3°	39	18°	36	35°	39	29°	42	24°	48	36°	51	34°	45	27°	36
平均	5.8°	36.6	14.8°	39	34.4°	41.4	29.8°	45	22.2°	50.4	37.8°	55.2	34.6°	40.8	26.8°	40.2

風扇扇葉數量與風力大小，風力範圍之關係表。

結果：3片、6片、7片扇葉的風力在此實驗中是較強的，而1片、2片扇葉風力均較弱；並且以6片扇葉的風力範圍最廣。

實驗2. 扇葉的面積大小不同會產生不同大小的風力嗎？

步驟(1) 把規格6×6大小的扇葉4片，以20°的傾斜角度固定在旋轉頭，並旋緊於馬達轉軸上，再啟動馬達開關，記錄測風計受風力後指針所指出的角度，並重覆實驗5次。

(2) 依序改變扇葉的面積大小，重覆實驗步驟，觀察並記錄。

面積 次 結果	6×6		8×8		10×10		12×12		14×14		16×16	
	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)
第1次	13°	42	29°	42	40°	48	36°	48	34°	54	33°	48
第2次	12°	39	30°	45	40°	45	40°	45	38°	63	33°	45
第3次	11°	36	31°	48	41°	48	37°	45	39°	63	30°	45
第4次	11°	42	30°	48	37°	45	38°	51	35°	51	35°	51
第5次	13°	45	29°	42	42°	45	39°	51	36°	54	30°	51
平均	12°	40.8	29.8°	45	40°	46.2	38°	48	36.4°	57	32.2°	48

風扇扇葉面積與風力大小，風力範圍之關係表。

結果：6×6大小的扇葉風力最弱，只有12°；而10×10大小的扇葉風力最強，平均風力可達40°；然而，扇葉面積愈大，風力範圍也愈廣。

實驗3. 風扇的扇葉厚度不同會產生不同大小的風力嗎？

步驟(1)將規格8×8大小的扇葉4片，以20°的傾斜角度固定在旋轉頭，並旋緊於馬達轉軸上，再啟動馬達開關，記錄測風計受風力後指針所指出的角度，並重覆實驗5次。

(2)依序改變扇葉厚度的層數，重覆實驗步驟，觀察並記錄。

次數	一層		兩層		三層		四層		五層		六層	
	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)
第1次	29°	42	25°	51	6°	63	17°	63	11°	60	15°	63
第2次	30°	45	26°	51	9°	51	16°	60	9°	63	16°	63
第3次	31°	48	30°	54	9°	48	18°	69	10°	54	14°	66
第4次	30°	48	27°	51	9°	54	15°	66	12°	51	17°	69
第5次	29°	42	28°	54	8°	48	19°	60	9°	57	16°	66
平均	29.8°	45	27.2°	52.2	8.2°	52.8	17°	63.6	10.2°	57	15.6°	65.4

風扇扇葉厚度與風力大小，風力範圍之關係表。

結果：只有一層的扇葉風力最強，平均29.8°，而三層厚度的扇葉風力最弱，只有8.2°；風力範圍普遍以厚度較厚者為佳。

實驗4. 風扇的扇葉傾斜角度不同會產生不同大小的風力嗎？

步驟(1)將規格8×8大小的扇葉4片，以0°的傾斜角度固定在旋轉頭，並旋緊於馬達轉軸上，再啟動馬達開關，記錄測風計受風力後指針所指出的角度，並重覆實驗5次。

(2)依序改變扇葉的傾斜角度，重覆實驗步驟，觀察並記錄。

次數	0°		10°		20°		30°		40°		50°		60°		70°		80°	
	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)	強度 (°)	範圍 (cm)
第1次	0°	0	1°	27	29°	42	55°	48	70°	54	50°	69	45°	72	30°	123	3°	126
第2次	0°	0	1°	27	30°	45	60°	45	71°	60	50°	66	40°	65	25°	120	4°	126
第3次	0°	0	1°	30	31°	48	58°	51	70°	57	55°	57	41°	78	30°	126	3°	126
第4次	0°	0	1°	30	30°	48	54°	51	67°	57	45°	63	43°	78	28°	126	2°	126
第5次	0°	0	1°	27	29°	42	56°	54	70°	60	52°	60	40°	63	27°	123	3°	126
平均	0°	0	1°	28.2	29.8°	45	56.6°	49.8	69.6°	57.6	50.4°	63	41.8°	71.2	28°	123.6	3°	126

風扇扇葉傾斜角度與風力大小，風力範圍之關係表。

結果：發現扇葉傾斜角度愈小，風力愈小，但並不一定傾斜角度愈大就會產生較強的風力；其中以扇葉40°傾斜角度風力較大。而傾斜角度愈大，風力的範圍則愈廣。

實驗5.不同的扇葉形狀會影響風力產生的大小嗎？

步驟(1)將規格8×8大小的∩形扇葉4片，以20°的傾斜角度固定在旋轉頭，並旋緊於馬達轉軸上，再啟動馬達開關，記錄測風計受風力後指針所指出的角度，並重覆實驗5次。

(2)依序改變扇葉的形狀，重覆實驗步驟，觀察並記錄。

形狀 次數	∩		∪		D		△		○		□		▭		▭			
	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)		
第1次	29°	42	22°	39	12°	63	10°	45	27°	57	33°	51	10°	48	16°	42	30°	51
第2次	30°	45	18°	45	11°	60	12°	42	30°	63	29°	48	11°	51	14°	39	37°	48
第3次	31°	48	20°	42	14°	57	8°	39	28°	60	31°	45	14°	51	15°	39	26°	45
第4次	30°	48	18°	42	15°	60	9°	45	28°	51	33°	48	9°	48	16°	45	25°	48
第5次	29°	42	19°	39	12°	57	11°	45	30°	57	32°	48	13°	48	13°	42	26°	48
平均	29.8°	45	19.4°	41.4	12.8°	59.4	10°	43.2	28.6°	57.6	31.6°	48	11.4°	49.2	14.8°	41.4	26.8°	48

風扇扇葉形狀與風力大小，風力範圍之關係表。

結果：風力最強的是倒梯形（平均31.6°），最弱的是三角形，平均只有10°；而以平圓形扇葉的風力範圍最廣。

實驗6.不同的扇葉材料會影響風力產生的大小嗎？

步驟(1)將規格8×8大小的葉片，以20°的傾斜角度固定在旋轉頭，並旋緊於馬達轉軸上，再啟動馬達開關，記錄測風計受風力後指針所指出的角度，並重覆實驗5次。

(2)依序改變扇葉的材料，重覆實驗步驟，觀察並記錄。

材料 次數	西卡紙		厚紙板		雙面厚紙板		塑膠		木片		珍珠板	
	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)	強度(°)	範圍(cm)
第1次	50°	48	29°	42	32°	69	40°	51	33°	63	21°	48
第2次	51°	54	30°	45	36°	63	44°	54	31°	63	21°	54
第3次	51°	54	31°	48	36°	66	42°	42	34°	57	21°	48
第4次	50°	51	30°	48	37°	66	46°	45	32°	63	22°	51
第5次	51°	63	29°	42	34°	63	45°	48	36°	60	22°	45
平均	50.6°	54	29.8°	45	35°	65.4	43.4°	48	33.2°	61.2	21.4°	49.2

風扇扇葉材料與風力大小，風力範圍之關係表。

結果：所有材料中，西卡紙的扇葉風力最強，平均 50.6° ，珍珠板做的扇葉風力最弱，平均 21.4° ；而以雙面厚紙板的扇葉風力範圍最廣。

綜合研究：

經過了上述六個實驗，我們找出了在各組中實驗較佳的結果，合併製作了6片扇葉、規格 10×10 大小、傾斜角度 40° 、以一層西卡紙做成的倒梯形扇葉，進行風力大小的測量，看是否的是最佳的風扇扇葉。

步驟(1)將各組實驗的最佳條件合併做成扇葉，固定在旋轉頭，並旋緊於馬達轉軸上，再啟動馬達開關，記錄測風計受風力後指針所指的角度，並重覆實驗5次。

(2)觀察實驗的結果並記錄，再與實驗1至實驗6最佳數據比較。

實驗 次數	實驗1		實驗2		實驗3		實驗4		實驗5		實驗6		超級扇葉	
	強度 ($^{\circ}$)	範圍 (cm)	強度 ($^{\circ}$)	範圍 (cm)	強度 ($^{\circ}$)	範圍 (cm)	強度 ($^{\circ}$)	範圍 (cm)	強度 ($^{\circ}$)	範圍 (cm)	強度 ($^{\circ}$)	範圍 (cm)	強度 ($^{\circ}$)	範圍 (cm)
第1次	41°	57	40°	54	29°	63	70°	126	33°	63	50°	69	91°	126
第2次	40°	60	40°	63	30°	63	71°	126	29°	60	51°	63	92°	126
第3次	35°	54	41°	63	31°	66	70°	126	31°	57	51°	66	95°	126
第4次	37°	54	37°	51	30°	69	67°	126	33°	60	50°	66	93°	126
第5次	36°	51	42°	54	29°	66	70°	126	32°	57	51°	63	92°	126
平均	37.8°	55.2	40°	57	29.8°	65.4	69.6°	126	31.6°	59.4	50.6°	65.4	92.6°	126

超級扇葉與各組實驗最佳結果風力大小，風力範圍之關係表。

結果：在最佳組合的風扇扇葉實驗操作後，我們發現其風力大小角度超過 90° ，而風力範圍也大於其他實驗組別。

應用製作：結合通風設施：無電力只靠風而能產生較大風力曾經在馬路旁，我們見過這種無需電力的自然通風設施，覺得很新奇。於是我們嘗試製作此設備，並結合我們研究出來的“超級扇葉”來進行測試，希望能藉自然風來產生風力：

材料：空鋁罐、鐵絲、木條、竹筷子、萬能糊、小輪軸、螺絲

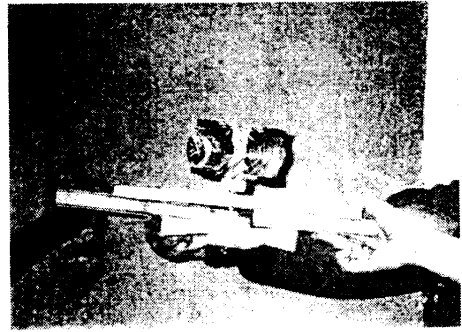
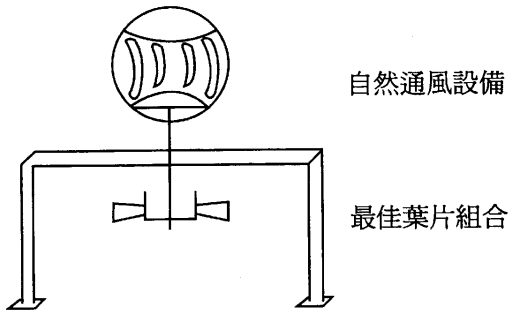
方法：1.將鋁罐拆開切成1cm長條。

2.將長條鋁片上下各鑽一洞，用鐵絲串成圓形。

3.將鋁片平均分配、擠壓，並用萬能糊固定。

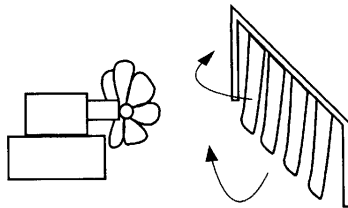
4.利用長螺絲串接“超級扇葉”，再固定於輪軸上即完成。

果然我們的理想實現了，模型的結合圖片如下：



五、討論


- (一) 我們發現平常的扇葉大多都是用塑膠做的；大部份的涼風吊扇的扇葉都是用木頭做的。
- (二) 從實驗1中，我們發現風扇的扇葉，除了數量7片以外，其他是3的倍數（如3片、6片）效果較好，不知此關係是否影響風扇的風力，值得進一步再去研究。
- (三) 從實驗2中，我們發現：面積愈大時風力愈強，而超過 10×10 大小時，就開始變弱了；而面積愈大，風力也就愈廣，但超過 14×14 大小時，風力範圍就開始減小了。
- (四) 從實驗3中我們發現：扇葉的厚度較薄時，風力較強；但扇葉較厚者風力範圍普遍較廣。
- (五) 在實驗4中，我們發現傾斜角度是 0° 時，葉片前面沒感覺到風力但旁邊仍有微弱的風。
- (六) 實驗4中，我們發現扇葉的角度若到 80° 以上時，風力範圍測定器的紙條會被吸到另一面。如圖：



- (七) 實驗中，只有“改變傾斜角度”的這個實驗使指針飄晃得最厲害，角度不太容易判定；而在“改變扇葉形狀”的這個實驗中，指針卻最平穩，角度很容易判定。
- (八) 從實驗5中，發現倒梯形的扇葉形狀風力最強，而各種扇葉形狀的風

- 力範圍差異並不大，其中以半圓形及圓形扇葉的風力範圍較大一些。
- (九) 從實驗6中，我們發現西卡紙材料的扇葉風力最強，而以雙面厚紙板與木片的扇葉風力範圍較大。
- (大) 從實驗結果與觀察發現：扇葉面積大小、厚度、重量、材料與電壓大小、馬達大小及旋轉頭大小之間存在一種大小比例的關係，必須更深入探討研究。

六、結論

- (一) 風扇扇葉數量以6片扇葉風力最大，風力範圍也最廣；不過扇葉數量愈多，風力不一定愈大，風力範圍也不一定愈廣。
- (二) 面積愈大，風力範圍愈廣，但風力不一定愈強，在本實驗中以面積 10×10 大小的扇葉風力最大，以 14×14 大小的扇葉風力範圍最廣。
- (三) 厚度愈厚，風力不一定愈大，風力範圍也不一定愈廣，在本實驗中以1層的風力最大，6層的風力範圍最廣。
- (四) 風扇扇葉以 40° 的傾斜角度風力最大，而傾斜角度愈大時，風力範圍會越廣，但是風力不一定愈大。
- (五) 當扇葉是倒梯形時，風力最大；當扇葉是半圓形時，風力範圍最廣。
- (六) 在我們的實驗中，薄薄的西卡紙扇葉風力最大，而較厚的雙面厚紙板與木片則是風力範圍較廣。
- (七) 規格 10×10 ，傾斜角度 40° ，葉片數量是6片，以一層西卡紙做成的倒梯形扇葉 ，是我們發現的最佳扇葉組合。
- (八) 將“自然通風設施”與“最佳扇葉”組合成的設備，可以達到節約能源與通風涼爽的效果。

七、研究與展望

- (一) 在本實驗中，我們結合了各項實驗的最好結果，設計出了心目中最好的扇葉，最後並和通風設施結合，希望能在無馬達動力的情況下產生風力。至於這種理想的實踐性如何，有待以後我們再做實驗來證明。
- (二) 其實自然通風設施本身可能就有許多因素影響其轉動，以後也值得我們去探究。

八、參考資料

- (一) 飛行自如的大蜻蜓—直昇機，4~5頁。

- (二) 小牛頓科學百科—第四冊16，23頁。
- (三) 動手做科學1—有趣的物理遊戲，26~31頁、98~99頁。
- (四) 中華兒童百科全書。 第三冊，957~960頁。

評語

作者詳盡地比較了眾多不同材料，形狀與角度的風扇扇葉的設計，並據以歸納出最佳扇葉的設計方向。研究方法細密且周延，充份掌握應用科技的方法與精神。