

中華民國第 53 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

080825

風神演義－循環風扇的秘密

學校名稱：臺南市關廟區關廟國民小學

作者：	指導老師：
小五 張芷綾	謝名原
小五 徐筠倩	
小五 周義賢	
小五 林世賢	
小五 林冠廷	
小四 陳柏勳	

關鍵詞：循環、風扇、氣流

風神演義-循環風扇的祕密

摘要

本研究在於探討「循環風扇」與「一般風扇」功能上與結構上的差異處，並針對「循環風扇」三種主要結構 — **導流罩**、**風洞圓筒**、**中心圓板**等構造，結合風力發電機與電壓計，設計測量風力與最遠有效風距的實驗。

另外我們實地在教室中進行氣流循環實驗，比較兩者風扇間造成氣流與循環速度的優劣性，歸納使用風扇促進教室氣流循環的最佳效率，以期能達到**節省能源**的最大目的。

實驗中發現「**導流罩**」是影響風扇「**風力及最遠有效風距**」的最大因素，其中以「**漩渦狀導流罩**」能使風扇吹的風更集中及更遠。

在教室氣流循環實驗中我們發現「**一般風扇**」的表現比「**循環風扇**」好，能帶動氣流範圍較廣，其中以對著「**對角線**」吹送的效率最佳。

壹、研究動機

每到了夏天，氣溫驟然升高，教室裡異常悶熱，打開窗戶和窗簾陽光直射進來，使溫度更高；關了窗戶窗簾，卻使教室更不通風，再用更多的風扇都無法使教室有一絲的涼快。

這幾年市面上新出現了一種叫做「循環風扇」的產品，雖然都是風扇，但價格卻比一般風扇還貴，有的要價好幾千甚至要上萬，至於其功能與實用性如何卻少有比較，

所以借這次舉辦科展的時機，我們想探討「循環風扇」的性能與關鍵技術為何？是否能改造一般風扇使其具有相同功能？在一般教室裡如何使用風扇能使空氣達到最大的流動？

作品與教材的關聯主題說明：

三年級 空 氣（空氣的流動、測量風向與風力大小），

四年級 電路 DIY（製作小型風力發電機，測量風力大小）

六年級 熱和我們的生活（研究散熱與空氣流動的概念）

貳、研究目的

- 一、調查市面循環風扇產品說明與介紹，研究「循環風扇」與「一般風扇」有哪些構造上的差異處。
- 二、研究**循環風扇各種特殊構造**的差異對「風力強弱」與「吹送最遠距離」的影響程度。
- 三、研究「一般風扇」與「循環風扇」對**教室氣流循環功能**的效能比較。

參、研究設備及器材

- 一、電器類：一般風扇、循環風扇、數位式電錶、馬達、電線、相機、電動泡泡機、延長線。
- 二、耗材類：銅版紙、膠帶、雙面膠、氣球、棉紙帶。
- 三、工具類：剪刀、美工刀、皮尺。

肆、研究過程或方法

研究一：調查市面循環風扇的結構與原理。

(一)實驗步驟：

- 1.查詢及蒐集各種品牌對於循環風扇的介紹內容。
- 2.定義「循環風扇」。
- 3.統計並歸納各種應用於循環風扇的常見結構名稱。

(二)實驗結果：

- 1.調查市面上販售的循環風扇，分別如下：

品牌	型號	價格	漩渦狀 導流罩	側邊 風洞圓筒	導流罩 中心圓板	其他
Electrolux	EFN-125	2300	○	○	○	
大同	TF-J12B	1390	○	○	○	
勳風	HF-797	1190	○	○	○	雙培林馬達
順光	JF-300GH	2100	○	○	不明顯	靜音
新格	SF-0810	399	○	不明顯	○	
VORNADO	660	4600	○	○	○	螺旋扇葉片
尚朋堂	SF-909	590	○	○	○	
聲寶	SK-CB12S	699	○	○	○	
OSAKI	OS-VK08	990	○	不明顯	○	
山水	SF-AC0901	1980	○	○	○	特殊扇葉
歌林	KFC-R07	1480	○	○	○	
大家源	TCY-8992	990	○	不明顯	○	
Honey Air	HA-7889	1880	○	○	○	
上豪	FN-0923	680	○	○	○	
捷寶	JFS0819	380	○	○	○	
小太陽	TF-6890	699	○	○	○	
歐頓	EEF-07C	1680	放射狀	○	無	
東元	XYFXA09S	890	○	○	○	
加減零±0	XQS-W310	4200	○	○	○	
三菱	R30J-HRP	5850	○	不明顯	○	

2.定義「循環風扇」：

閱讀各廠牌對於循環風扇產品介紹後我們歸納幾種循環風扇主要的功能如下：

- (1)能吹出比一般風扇更遠的「漩渦形柱狀集中氣流」。
- (2)能加快室內空氣循環與對流。
- (3)能輔助冷氣冷房效果，達到省電目的。

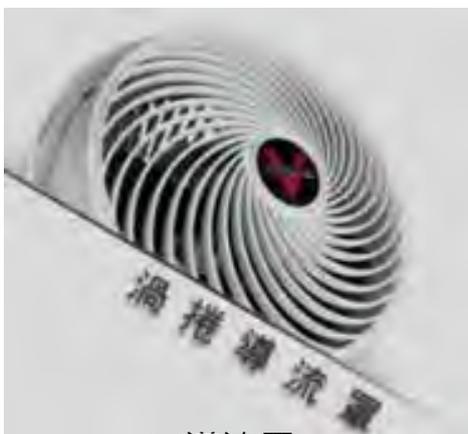
※綜合各項關於循環風扇的資訊，我們定義循環風扇為：**能吹送出柱狀集中的強勁氣流，加快室內空氣對流與流動的電風扇。**

3.統計各種結構：

	總調查 數量	漩渦狀 導流罩	側邊 風洞圓筒	導流罩 中心圓板
數量	20	19	16	18
百分比	100%	95%	80%	90%

4.循環風扇重要結構名稱介紹：

- (1) 95%循環風扇 扇葉前方皆有一片漩渦形蓋子，
本實驗以「導流罩」稱呼此結構。
- (2) 90%循環風扇 導流罩中心皆有一片圓形板子，
上頭都會標示品牌名稱，本實驗以「中心圓板」稱呼此結構。
- (3) 80%循環風扇 側邊呈現密閉式圓筒形狀，
本實驗以「風洞圓筒」稱呼此結構。



※導流罩



※中心圓板



※風洞圓筒

研究二：循環風扇各種特殊結構對風力與最大風距的影響

(一) 實驗步驟：

1. 尋找長度大於 20 公尺的室內空間，並將窗戶緊閉。
2. 將一般風扇置於場地前端朝向後方，扇葉正下方地面放置 15 公尺長皮尺以測量距離，並於皮尺上放置一部與「風扇葉片軸心」等高的「小型風力發電機」。



3. 在風扇外殼依序更換安裝「各種結構裝置」，啟動風扇。
4. 測量當風扇安裝一種結構裝置時，在 0.5m、1m、2m...等距離使 風力發電機轉動所產生的電壓(伏特)，及 最遠能推動風力發電機轉動的距離，風力發電機每移動一次距離需先讓扇葉靜止後再測量。
5. 更換下一種結構裝置，重複上一個步驟測量。
6. 風力發電機所產生的電壓越高，表示轉動越快、風力越強大。
最遠能推動風力發電機轉動的距離代表風扇的最遠有效吹送距離，距離越遠表示風扇所產生的風柱越集中、有力。



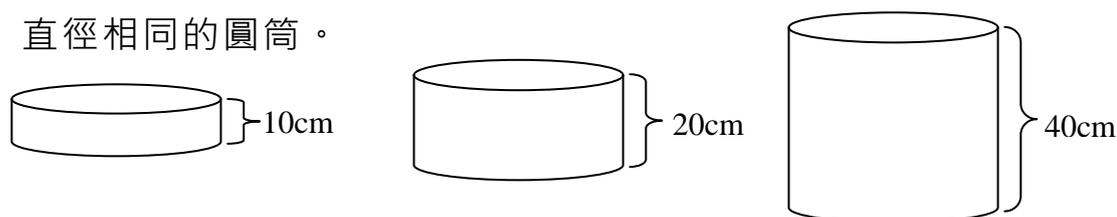
※為確保風扇送風中心能對準風力發電機，採用電動泡泡機制造大量泡泡，觀察泡泡的分佈情形，調整風扇角度。



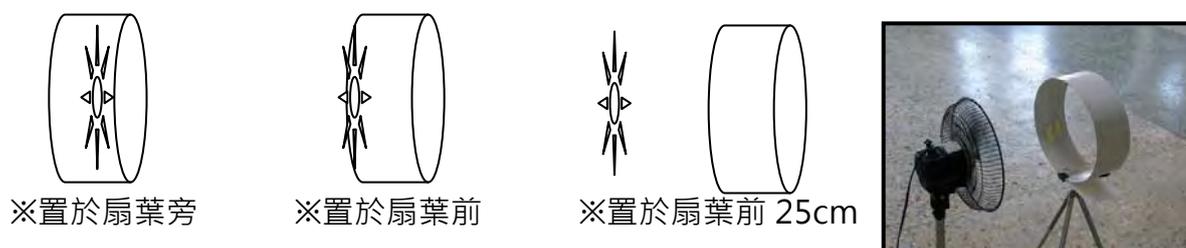
※利用小馬達搭配風車製作小型風力發電機，再將馬達連接數位式電錶測量電壓。

實驗一：「不同風洞圓筒」對風力與最大風距的影響。

- 1.分別製作 10cm、20cm、40cm 寬的長紙條，圍成與風扇外殼直徑相同的圓筒。



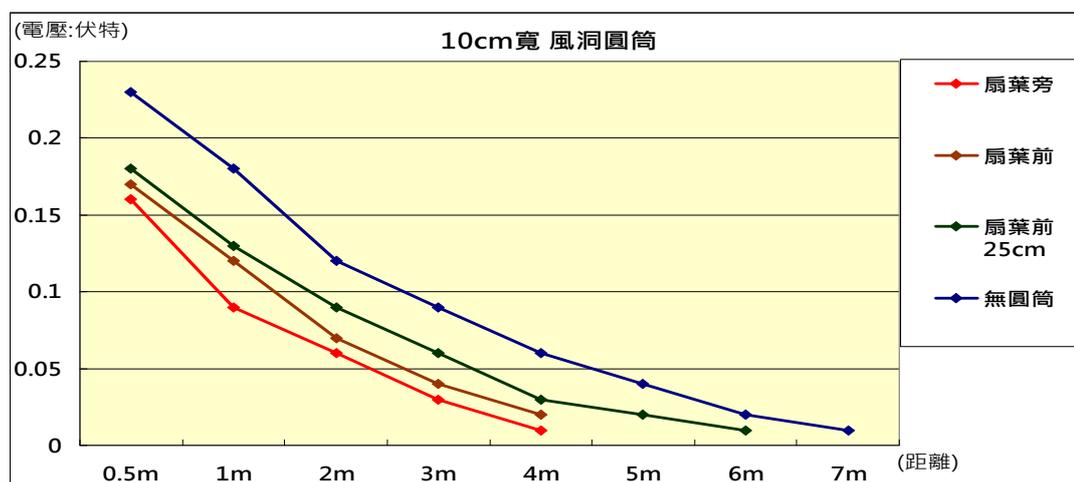
- 2.將各風洞圓筒分別放置「扇葉旁」、「扇葉前」、「扇葉前 25cm」等位置，再啟動風扇測量各距離風力發電機轉動所產生的電壓 及最遠能推動風力發電機轉動的距離。



3.實驗結果：

- (1) 10cm 寬 風洞圓筒： (單位：伏特)

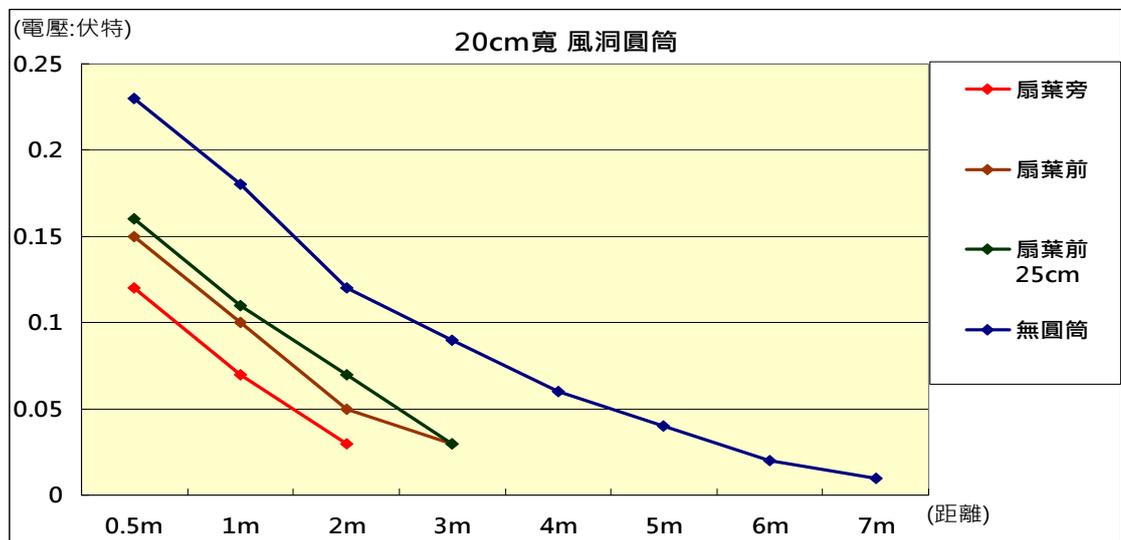
位置 距離	扇葉旁	扇葉前	扇葉前 25cm	無圓筒
0.5m	0.16	0.17	0.18	0.23
1m	0.09	0.12	0.13	0.18
2m	0.06	0.07	0.09	0.12
3m	0.03	0.04	0.06	0.09
4m	0.01	0.02	0.03	0.06
5m			0.02	0.04
6m			0.01	0.02
7m				0.01



(2) 20cm 寬 風洞圓筒：

(單位：伏特)

位置 距離	扇葉旁	扇葉前	扇葉前 25cm	無圓筒
0.5m	0.12	0.15	0.16	0.23
1m	0.07	0.1	0.11	0.18
2m	0.03	0.05	0.07	0.12
3m		0.03	0.03	0.09
4m				0.06
5m				0.04
6m				0.02
7m				0.01



※20cm 的風洞圓筒實驗情形

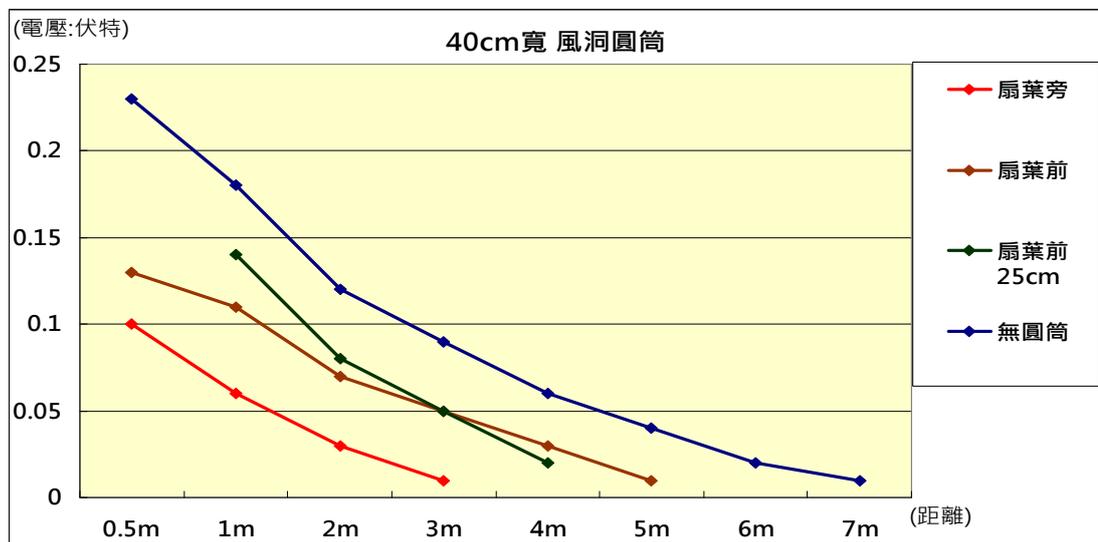


※40cm 的圓筒風洞非常的佔空間

(3) 40cm 寬 風洞圓筒：

(單位：伏特)

位置 距離	扇葉旁	扇葉前	扇葉前 25cm	無圓筒
0.5m	0.1	0.13		0.23
1m	0.06	0.11	0.14	0.18
2m	0.03	0.07	0.08	0.12
3m	0.01	0.05	0.05	0.09
4m		0.03	0.02	0.06
5m		0.01		0.04
6m				0.02
7m				0.01



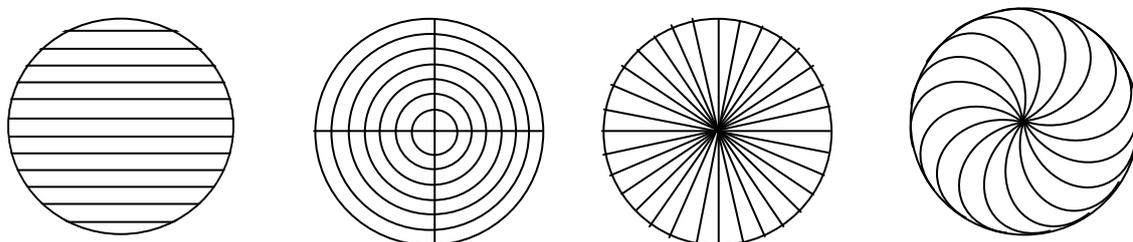
4. 實驗討論：

(1) 本實驗可發現「所有安裝風洞圓筒的實驗組」風力皆比不上「無安裝風洞圓筒的對照組」，表示風洞圓筒的構造並不是造成循環風扇風力強勁集中的主因。

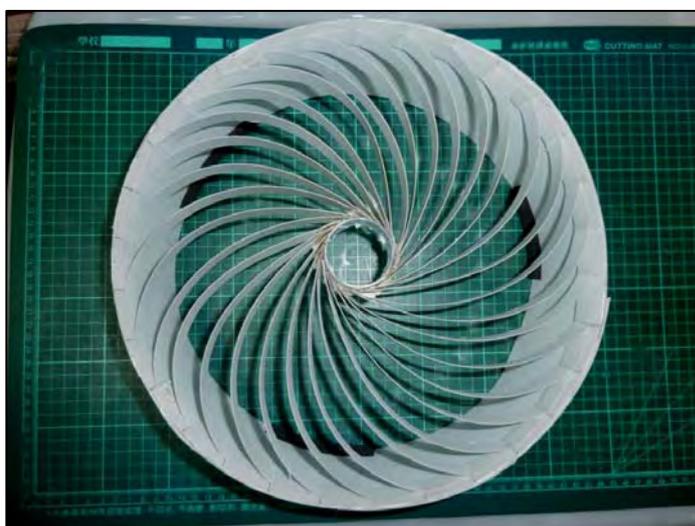
(2) 所有組別中，「10cm 寬、置於扇葉前 25cm」組吹出的風力和最遠風距最高。

實驗二：「不同樣式導流罩」對風力與最大風距的影響。

- 1.將厚紙板裁剪成寬 2cm 的紙條，將紙條黏接製作成圓周 90cm 的「各式圓形導流罩」。



- 2.將一般風扇的「前蓋鐵網」拆卸，安裝「各種自製導流罩」，再啟動風扇測量 各距離風力發電機轉動所產生的電壓 及 最遠能推動風力發電機轉動的距離。



※厚紙板樣式的漩渦狀導流罩

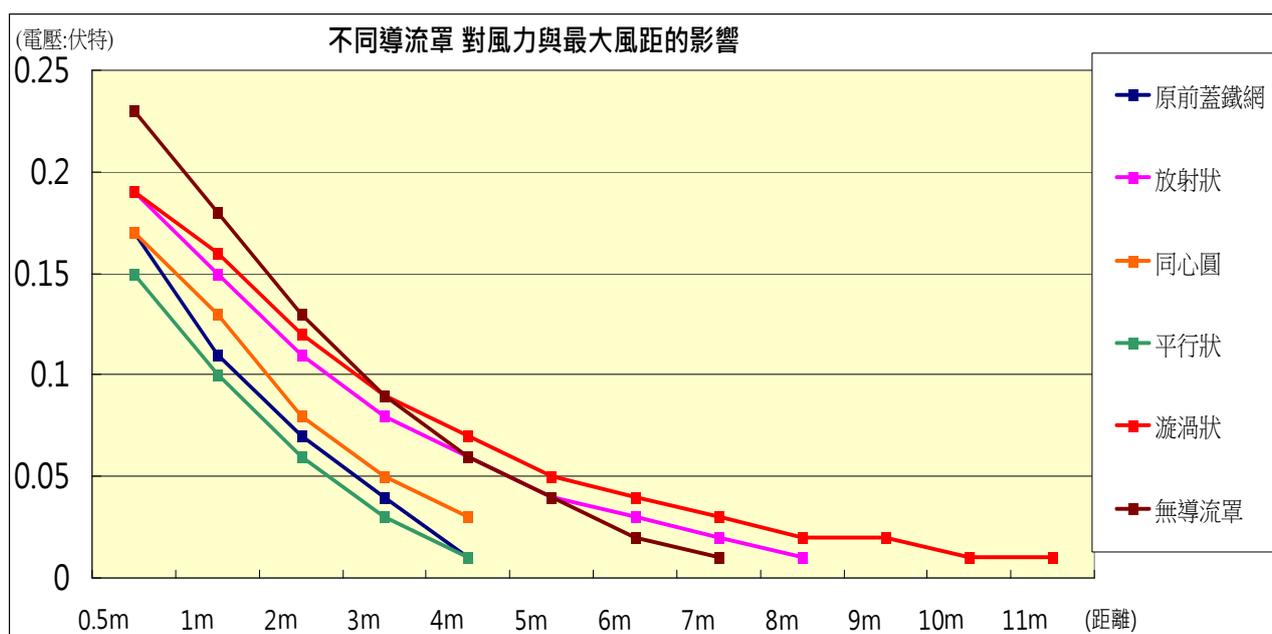


※將導流罩與風扇結合在一起

3. 實驗結果：

(單位：伏特)

導流罩 距離	原前蓋鐵網	放射狀 導流罩	同心圓 導流罩	平行狀 導流罩	漩渦狀 導流罩	無導流罩
0.5m	0.17	0.19	0.17	0.15	0.19	0.23
1m	0.11	0.15	0.13	0.1	0.16	0.18
2m	0.07	0.11	0.08	0.06	0.12	0.13
3m	0.04	0.08	0.05	0.03	0.09	0.09
4m	0.01	0.06	0.03	0.01	0.07	0.06
5m		0.04			0.05	0.04
6m		0.03			0.04	0.02
7m		0.02			0.03	0.01
8m		0.01			0.02	
9m					0.02	
10m					0.01	
11m					0.01	



4. 實驗討論：

- (1)「漩渦狀導流罩」在 3 公尺內風力皆不如「無導流罩」的風扇強，但 3 公尺後「無導流罩」的風扇風力迅速減弱，「漩渦狀導流罩」的風扇風力穩定緩和的下降。
- (2)「漩渦狀導流罩」的風扇最遠能在 11 公尺處使風力發電機轉動，而「無導流罩」的風扇只能達到 7 公尺，所以可證明：「漩渦狀導流罩」確實能使風吹的更遠更集中。

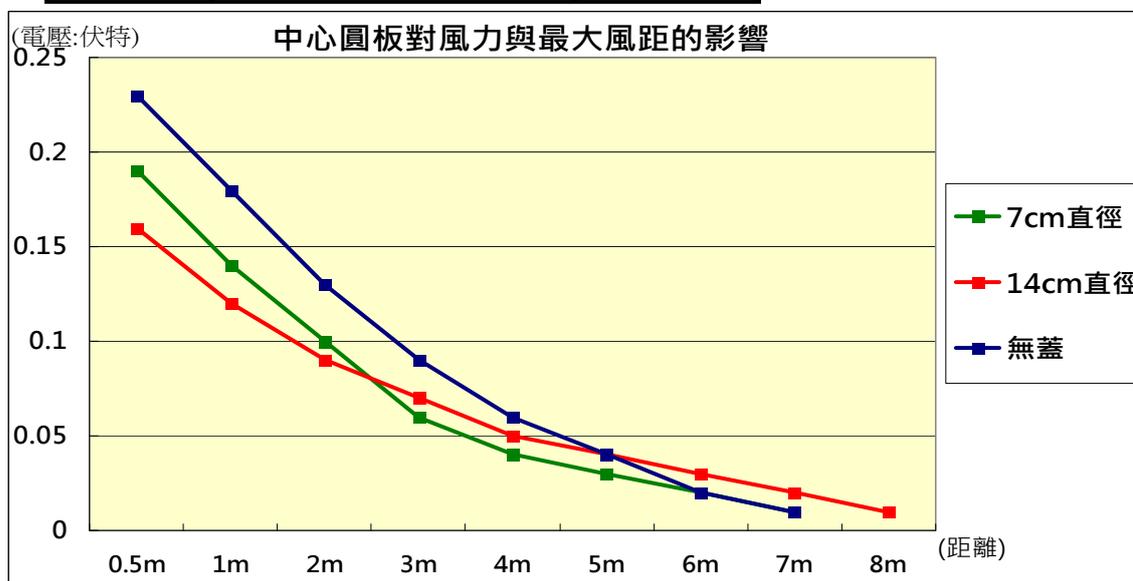
實驗三：「風扇中心圓板大小」對風力與最大風距的影響。

我們觀察到每一台風扇的導流扇葉中心皆有一塊圓形的板子，樣式有大有小，可能會對風扇的風力大小有影響。

1. 將一般風扇的「前蓋鐵網」拆卸，在扇葉中心前方利用塑膠束帶與膠帶固定安裝「圓形紙板」，再啟動風扇測量各距離風力發電機轉動所產生的電壓 及最遠能推動風力發電機轉動的距離。

2. 實驗結果： (單位：伏特)

尺寸 距離	7cm 直徑	14cm 直徑	無蓋
0.5m	0.19	0.16	0.23
1m	0.14	0.12	0.18
2m	0.1	0.09	0.13
3m	0.06	0.07	0.09
4m	0.04	0.05	0.06
5m	0.03	0.04	0.04
6m	0.02	0.03	0.02
7m	0.01	0.02	0.01
8m		0.01	



3. 實驗討論：

(1) 加裝中心圓板的風扇在近距離風力不如無前蓋鐵網的風扇。

(2) 加裝中心圓板不會明顯減弱風力，

14cm 直徑的紙板還有提高最遠距離的效果。

研究三：「循環風扇」與「一般風扇」對於教室氣流循環效率測試

本研究在於實地測試「循環風扇」與「一般風扇」在教室方形空間內，對於氣流循環效率的影響，希望能找出使教室氣流循環的最佳方式。

(一)實驗步驟：

1.於教室上方每隔 1 公尺黏貼不同顏色之等長紙彩帶。

(於等高處每格 1 公尺先架設尼龍線充當支架，再黏貼紙彩帶)



2.將「一般風扇」與「循環風扇」分別以「教室高度÷2」之高度(175cm) 架設於教室中「各式不同位置」測試。

3.在無導流罩狀態下，「一般風扇中速」與「循環風扇全速」在 0.5m 距離，風力發電機皆是產生 0.18 伏特的電壓，本研究皆以此段風速進行(加裝導流罩後再進行本研究)。

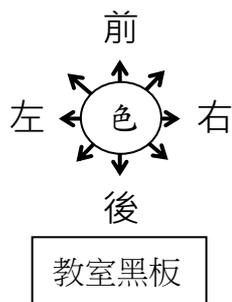
4.記錄：風扇完成直線送風，風力抵達對面牆壁所需時間。

5.待風力吹送穩定後(5 分鐘)，

記錄：各紙彩帶「飄動方向」與「飄動強度」。

記錄方式為：

(1)飄動方向：



(2)飄動強度：



圈 1 個圈，微風，彩帶末端 $\frac{1}{3}$ 飄動。



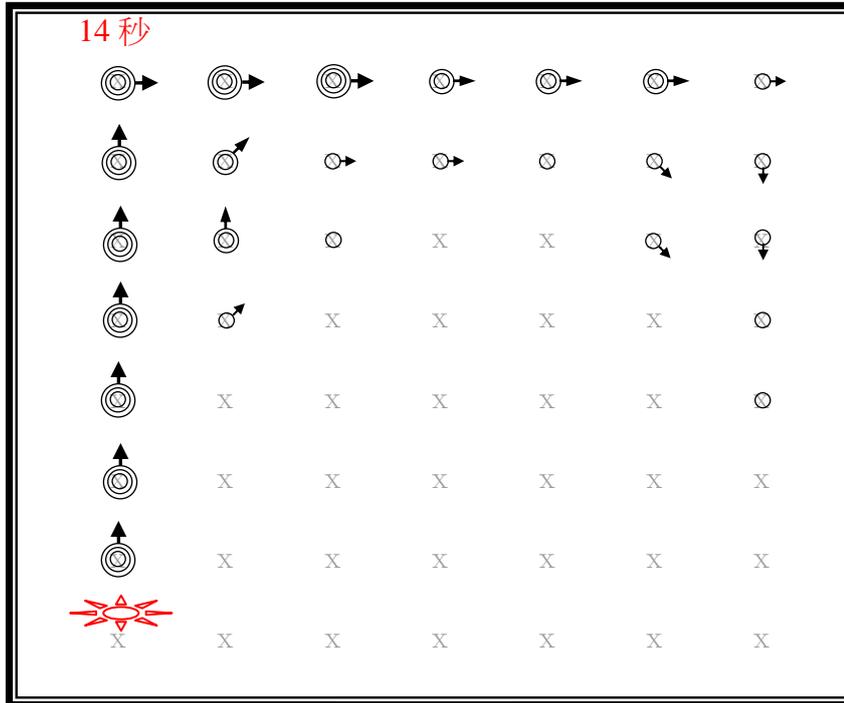
圈 2 個圈，弱風，彩帶末端 $\frac{2}{3}$ 飄動。



圈 3 個圈，強風，彩帶整段劇烈飄動。

實驗一：「一般風扇」與「循環風扇」氣流循環比較

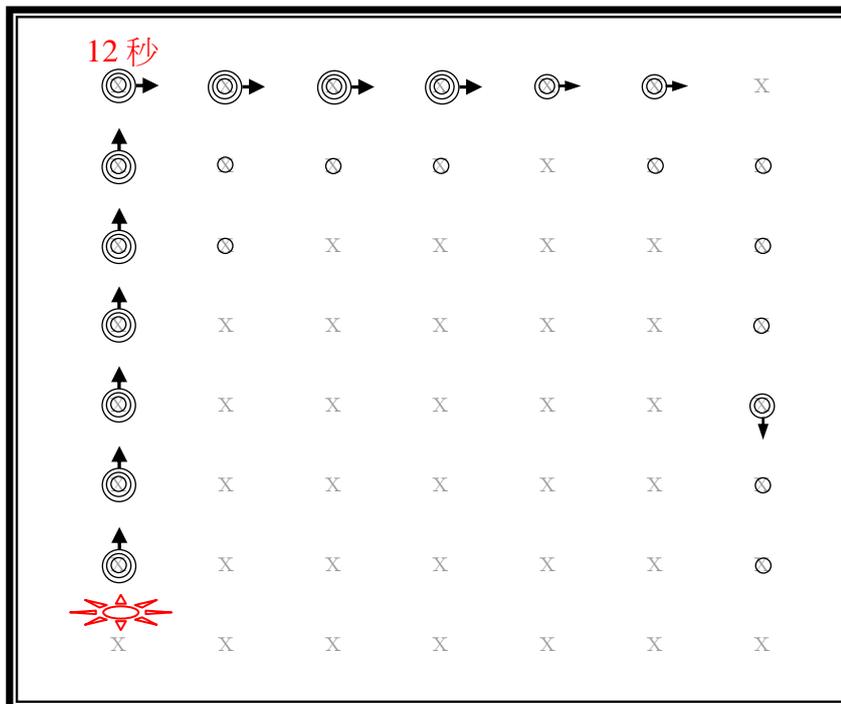
1-1 教室前方左側 向後吹：一般風扇



黑板

※統計：9 個 ◎，5 個 ⊙，12 個 ○，共 47 個圈圈。

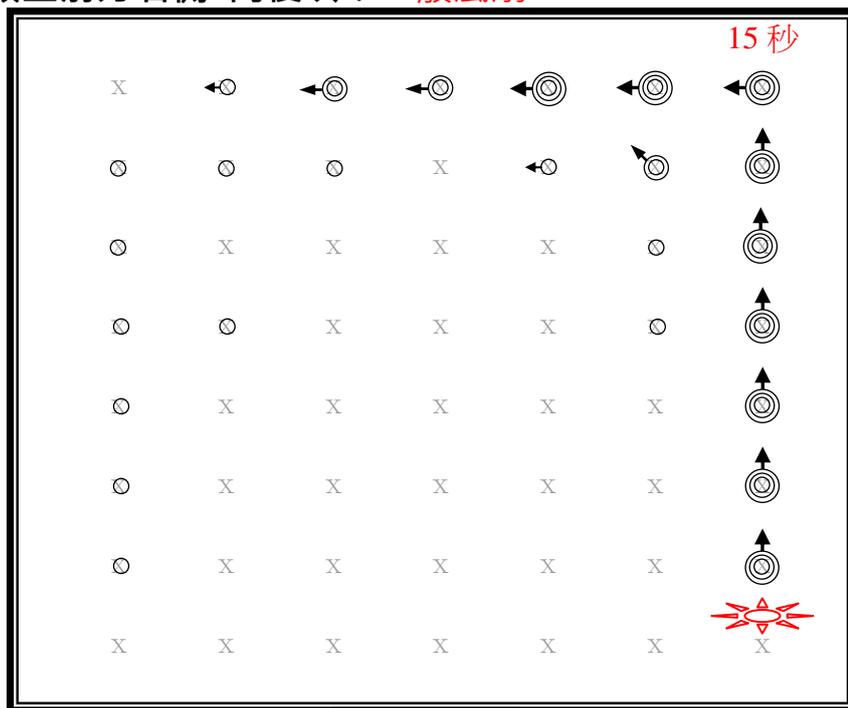
1-2 教室前方左側 向後吹：循環風扇



黑板

※統計：10 個 ◎，3 個 ⊙，10 個 ○，共 46 個圈圈。

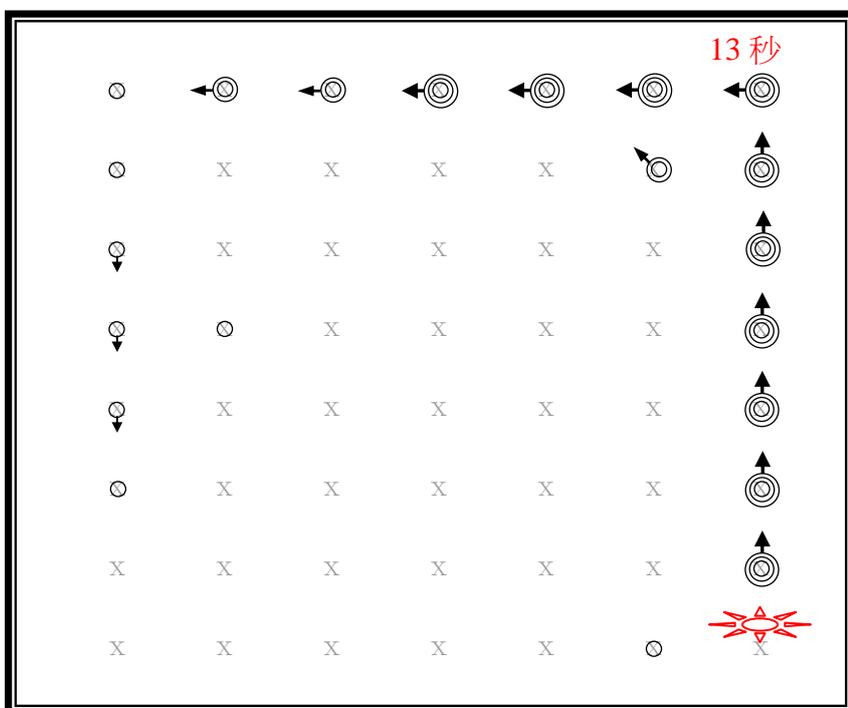
2-1 教室前方右側 向後吹：一般風扇



黑板

※統計：9 個 ◎ ， 3 個 ⊙ ， 13 個 ○ ， 共 46 個圈圈。

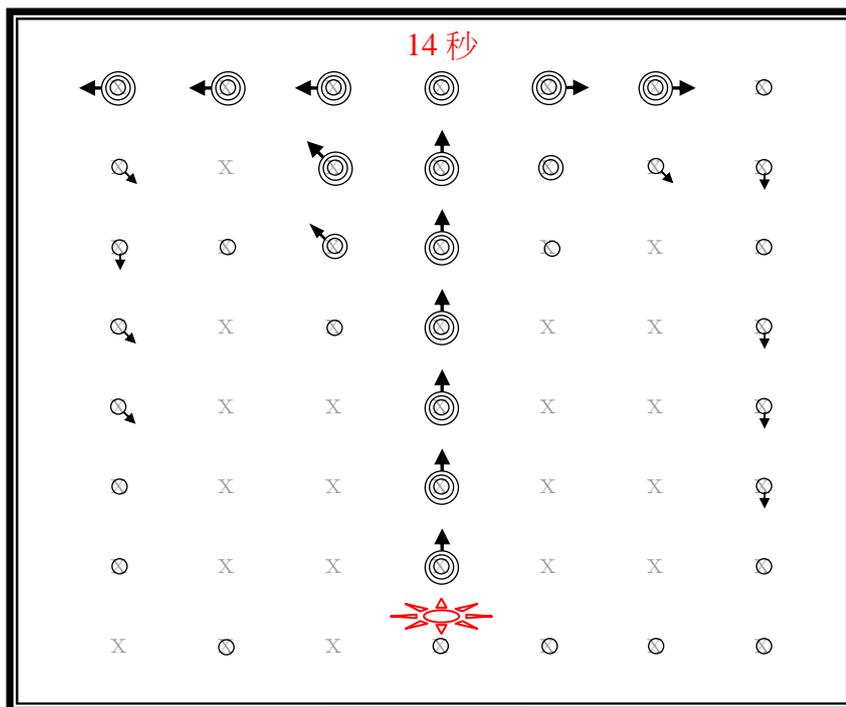
2-2 教室前方右側 向後吹：循環風扇



黑板

※統計：10 個 ◎ ， 3 個 ⊙ ， 8 個 ○ ， 共 44 個圈圈。

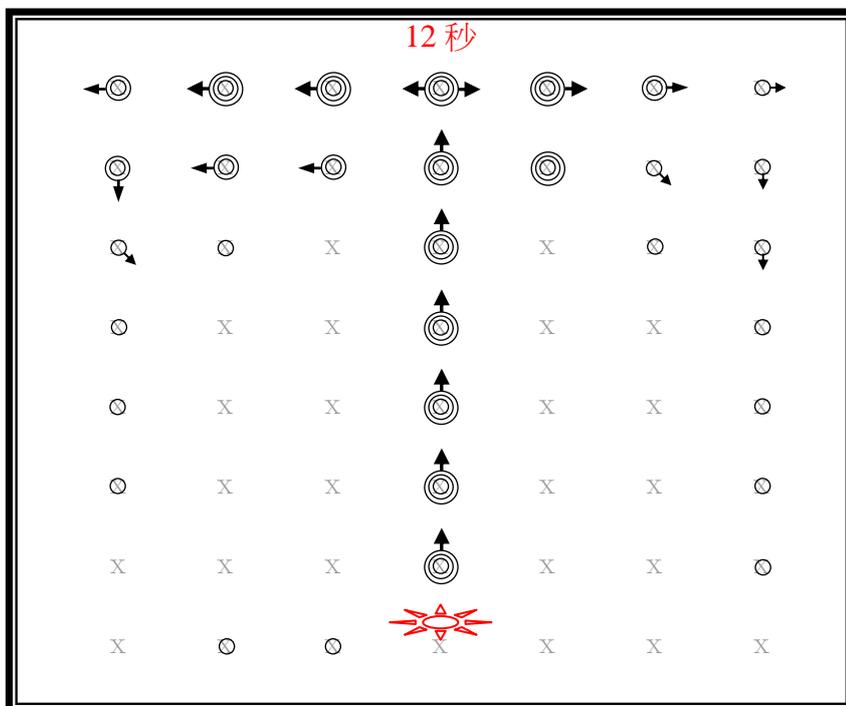
3-1 教室前方中間 向後吹：一般風扇



黑 板

※統計：13 個 ◎ ， 2 個 ⊙ ， 22 個 ○ ， 共 65 個圈圈。

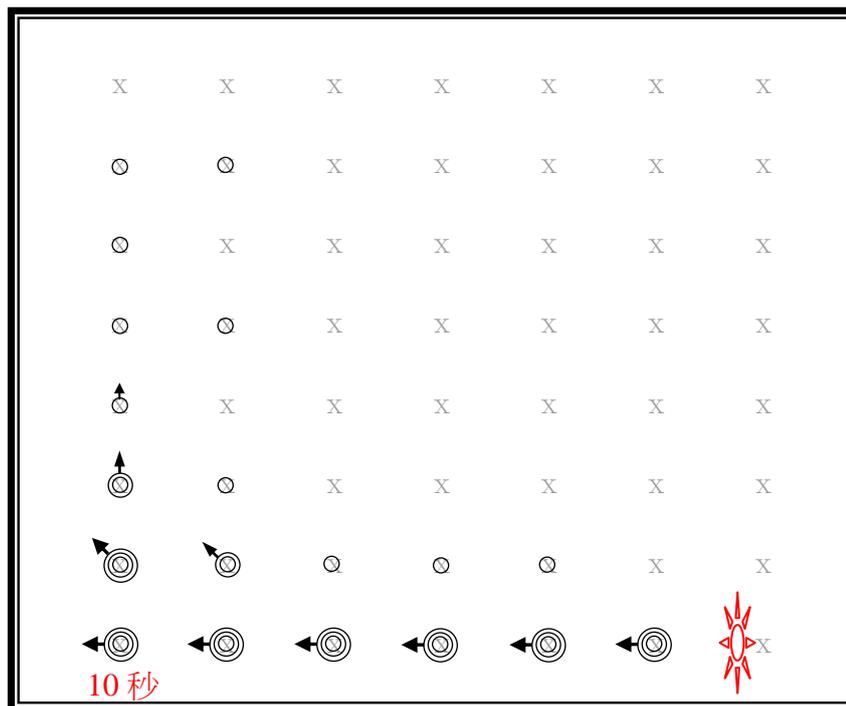
3-2 教室前方中間 向後方吹：循環風扇



黑 板

※統計：11 個 ◎ ， 5 個 ⊙ ， 16 個 ○ ， 共 59 個圈圈。

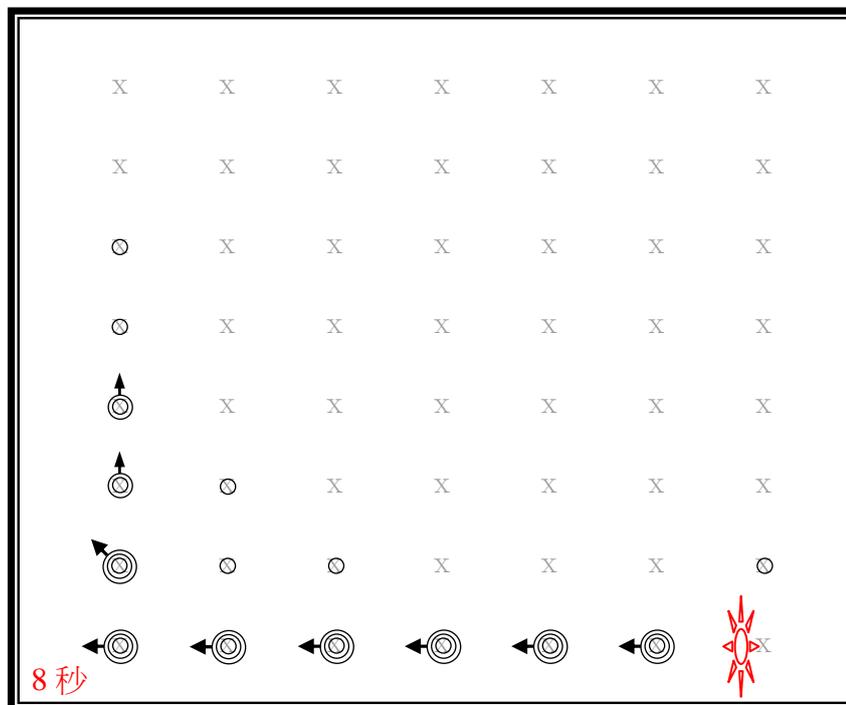
4-1 教室前方右側 向左側吹：一般風扇



黑板

※統計：7個◎，2個○，10個○，共35個圈圈。

4-2 教室前方右側 向左側吹：循環風扇



黑板

※統計：7個◎，2個○，6個○，共31個圈圈。

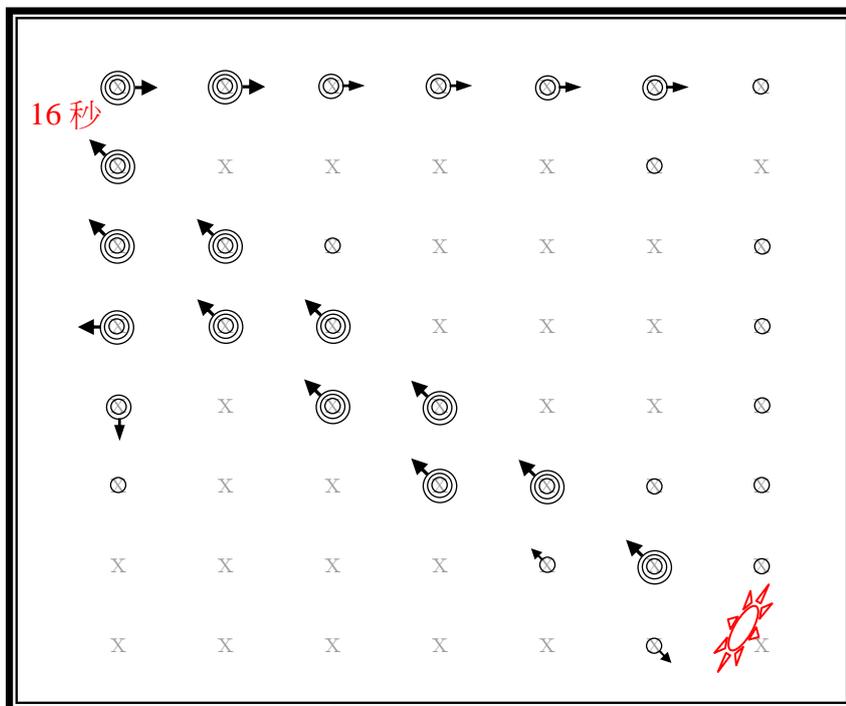
5-1 教室前方右側 向對角線後方吹：一般風扇



黑板

※統計：13 個 ◎ ， 7 個 ○ ， 18 個 ◯ ， 共 71 個 圈圈 。

5-2 教室前方右側 向對角線後方吹：循環風扇



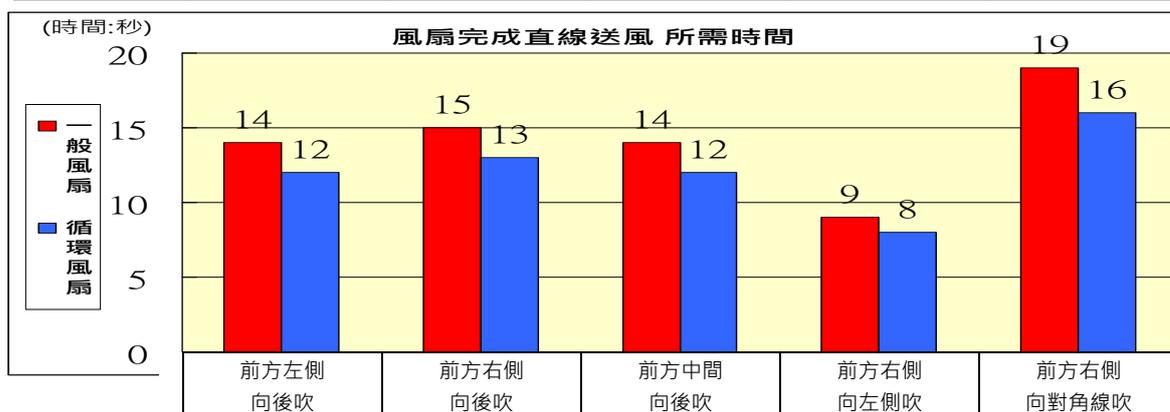
黑板

※統計：13 個 ◎ ， 5 個 ○ ， 12 個 ◯ ， 共 61 個 圈圈 。

6. 實驗結果與統計：

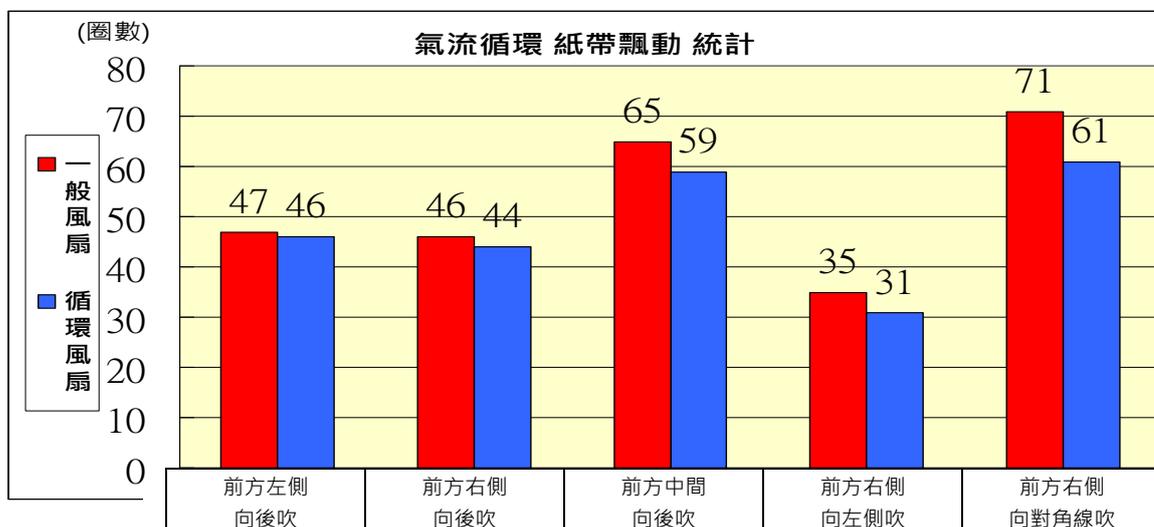
(1) 「風扇完成直線送風，風力抵達對面牆壁所需時間」比較：(秒)

風扇位置	前方左側 向後吹	前方右側 向後吹	前方中間 向後吹	前方右側 向左側吹	前方右側 向對角線吹
示意圖					
一般風扇	14 秒	15 秒	14 秒	9 秒	19 秒
循環風扇	12 秒	13 秒	12 秒	8 秒	16 秒



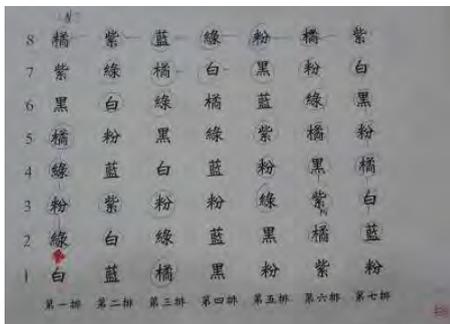
(2) 氣流循環紙帶飄動統計：(圈)

風扇位置	前方左側 向後吹	前方右側 向後吹	前方中間 向後吹	前方右側 向左側吹	前方右側 向對角線吹
示意圖					
一般風扇	47 圈	46 圈	65 圈	35 圈	71 圈
循環風扇	46 圈	44 圈	59 圈	31 圈	61 圈



7.實驗討論：

- (1)「循環風扇」完成直線吹送的時間皆比「一般風扇」時間少，表示其風速較快，能較快完成氣流循環。
- (2)「一般風扇」所帶動的紙條數和強度總和皆比「循環風扇」多，表示「一般風扇」較能使教室大部分氣流循環。
- (3)本實驗我們發現「循環風扇」雖然吹出來的風力較為集中、快速，但推動的空氣卻比較少；而「一般風扇」因為送風範圍大，反而能推動較多空氣一起流動。
- (4)如果是長距離且較狹窄的空間，可使用「循環風扇」較有效率；如果是長寬相差不大或近圓形空間，可使用「一般風扇」較有效率。
- (5)「對角線吹」直線距離最長，較容易帶動更多的空氣一起流動；「中央向後吹」表現也很好，能形成左、右兩個循環，帶動教室大部分的氣流流動。



※氣流循環記錄表



※觀察教室紙彩帶飄動情形



※實驗中使用的循環風扇
勳風 HF-7608A



※實驗中所使用的一般風扇
巧福 UC-610H

伍、討論

一、測量風力與最大風距的方法：

- (一)我們試了很多種方法來測量風力與最大風距，但大多數結果都不明顯，或是無法數據量化，最後發現使用簡單的小馬達配合風車，馬達轉動時會產生微弱的電壓，而且轉動越快，電壓越大，非常適合本實驗的測量。
- 1.噴煙霧測量：可以明顯看出煙霧被風扇吸進去的路徑，但吹出來時就散掉了，無法觀察。
 - 2.噴泡泡測量：泡泡機產生泡泡的數量與大小無法精確控制，而且泡泡持續短暫時間就馬上消失，無法計數，只能用來輔助觀測風柱有無偏離中心。
 - 3.棉線測量：在直立棍子上綁一條棉線，棉線末端綁一顆保麗龍球，觀測保麗龍球飄起高度，實驗發現不夠精準，所以放棄。

二、循環風扇主要結構實驗：

- (一)我們發現加裝了側邊的圓筒風洞後，風柱變得較不穩定，而且會產生較大的風聲，利用泡泡機測試後發現圓筒讓風產生紊亂的氣流，使風力沒有得到增強。
- (二)實驗用的導流罩非常難以製做，我們採用厚紙板為材料，比較容易變形，需要一條一條仔細的黏接，利用紙張本身的彈性形成漩渦狀的形狀，大部分的導流罩對最大風距沒有幫助，反而形成阻礙，而「漩渦狀」與「放射狀」的導流罩卻能增加最大風距，可能跟其中間密集、四周稀疏的樣式有關聯。
- (三)我們發現幾乎每一品牌的風扇導流罩中心都會有一個小圓板，正常來說風扇前方有阻礙的話應該會降低風力才對，但實驗結果卻發現風力沒有受到明顯的阻礙，推測可能風繞過了圓板，在圓板後方向中心集中繼續前進的關係。

三、教室氣流循環實驗：

- (一)在循環風扇廣告中，有些廠商強調循環風扇使用較強力的馬達，使風力更強勁，我們希望比較出一般風扇與循環風扇外在結構上的性能差異，所以測試無導流罩時兩台風扇產生相同風力的風速段，再進行實驗。
- (二)教室天花板高低不同，為了使彩帶的條件、高度都一樣，我們先在教室裡 3 公尺高的位置綁了許多粗尼龍繩，再將彩帶每隔一公尺綁在粗尼龍繩上，相鄰兩條彩帶顏色皆不同，以方便觀察記錄。從彩帶飄動方向和程度，大致可以觀察到教室氣流循環的情形，也發現風扇吹出來的風如果撞到牆壁就減弱了不少，單一台電風扇不容易達到全教室的氣流循環。

四、未來研究方向與展望：

- (一)我們希望將來能嘗試進行**不同密度與間隙的「漩渦狀導流罩」**對風力與最大風距的影響，深入研究「漩渦狀導流罩」如何使風力集中及產生如風扇廠商宣稱的如龍捲風般漩渦狀集中氣流。
- (二)測量風力部分建議可以將風力發電機排列成九宮格樣式的立體陣列，使用 9 台甚至是 16 台、25 台小型風力發電機排成正方形陣列，不單可以測量風力與最大風距，也能測量風柱集中情形與中心偏離狀況，對風扇吹出的風能有最精確的觀測。
- (三)本實驗受限於器材製做，無法進行風扇扇葉形狀的測試，未來有機會也許可以灌模訂做或蒐集不同形狀樣式的風扇扇葉進行測試。

陸、結論

一、循環風扇最主要的結構為：「導流罩」、「中心圓板」、「風洞圓筒」。

二、循環風扇各部結構對「風力與最大風距」的影響實驗：

(一)風扇側邊加裝「風洞圓筒」並不能明顯使風力增強。

(二)「導流罩」對「風力與最大風距」的影響非常明顯，

「漩渦狀流罩」比「無導流罩」的風扇最遠距離多了 4 公尺，

最遠可使風力發電機轉動的距離為 11 公尺。

(三)導流罩中間的「中心圓板」不會使風力減弱，

14 公分的「中心圓板」還能使最遠距離增加 1 公尺。

三、教室氣流循環實驗：

(一)「循環風扇」吹出的風比「一般風扇」速度更快，也更集中。

(二)「循環風扇」適合使用於狹長形空間；

「一般風扇」適合使用於方形或圓形空間。

(三)將風扇對著「對角線」吹送是效率最好且空氣流動最廣的方式，

從「中央向後吹」也有不錯的效果，僅次於向對角線吹。

四、「循環風扇」與「一般風扇」最大的差別為前方的漩渦狀導流蓋，

我們建議也許能製做出可更換導流罩的風扇產品，讓消費者能依照

自己的需求自行更換導流罩，以適應不同的使用環境。

柒、參考資料及其他

1. 空氣循環扇 購買指南 :) 給我 節能 省電 環保。2008 年 10 月 22 日，取自：

<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!9et27C6YFRF7.m0fqU8mZZ.cFbg-/article?mid=32>

2. 循環扇與傳統立扇的戰爭-循環扇的真相。(無日期)，取自：

http://www.mychinabusiness.com/magazine/1107/life/life_02.html

3. 市售循環扇性能比一比：能源效率相差 4 倍多。財團法人中華民國消費者文教基金會，

2009 年 8 月 4 日，取自：

<http://www.consumers.org.tw/unit412.aspx?id=1223>

【評語】 080825

1. 由生活中取材，並提出新構思，具改變、轉化的發明家特質。
2. 探究的內容明確可行，面向可稍加拓展，讓作品更具完整性。