

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

團隊合作獎

032905

百元有找~簡易清淨抽排氣箱之研究

學校名稱：臺中市立豐東國民中學

作者： 國一 張雅筑 國一 劉虹均 國一 沈芷嫻	指導老師： 賴月琴
---	------------------

關鍵詞：電流磁效應、輕質排送風扇、節能減碳

摘要

我們利用馬達電流磁效應原理，組合抽風扇及排風扇的電能轉換成動能的設計，成功地自組出百元有找的簡易型的清淨抽排氣箱。對於經費拮据，動輒幾萬元的大型抽氣櫃設備都缺的國中實驗室而言，我們的設計，無疑地解決了學校需抽氣櫃或無菌操作台來做實驗之問題。

壹、研究動機

台灣地處亞熱帶、溫熱潮溼，所以，塵、空氣污染、沙塵暴，加上火力發電，使得空氣品質雪上加霜！因此，全台過敏、氣管不佳者眾，我也是其中的一員。書桌前，邊寫功課邊醒鼻涕是常有的事，上網查看空氣清淨機...，它的種類繁多，市售價格也由幾千元到上萬元都有，最重要的是它不但貴、要耗不少電、也不夠節能減碳。

媽媽向阿姨購買的薰香器，上面倒一些香精，下方則用圓形蠟燭點燃加熱，說什麼可以增加氣氛且有療效！但是，我想到的畫面是，室內燃燒不完全產生的一氧化碳中毒的問題...。

一上到生物教室做煮葉子的實驗，整個實驗室迷漫酒精的味道，對酒精過敏的我突然覺得癢癢的，垃圾桶旁的畚斗上有幾塊發霉的土司，是實驗後的廢棄物，突然，我的腦袋瓜有了一些畫面，我在生物實驗室裡裡外外找了二、三遍，就是沒有看到可以抽氣的抽氣櫃！我向老師詢問才知道，那是研究單位及大專院校才比較會有的設備，於是我就找了同班同學向科研社出發，希望能研究出最便宜、最節能的空氣清淨機給和我一樣同學用；說不定還可以做出抽氣櫃...。於是，我們就在科研社老師的指導下，展開一連串動手做的實驗了。

貳、研究目的

- 1.自製平行式旋轉式氣流的排送風扇設計
- 2.自組電腦專用的 USB 輕型濾風扇的節能測試
- 3.自製垂直型輕旋轉排送風扇模型設計
- 4.自製輕型排送風扇的氣流實測及分析
- 5.組合排送風扇自製清淨抽排氣箱的研究

參、研究設備及器材

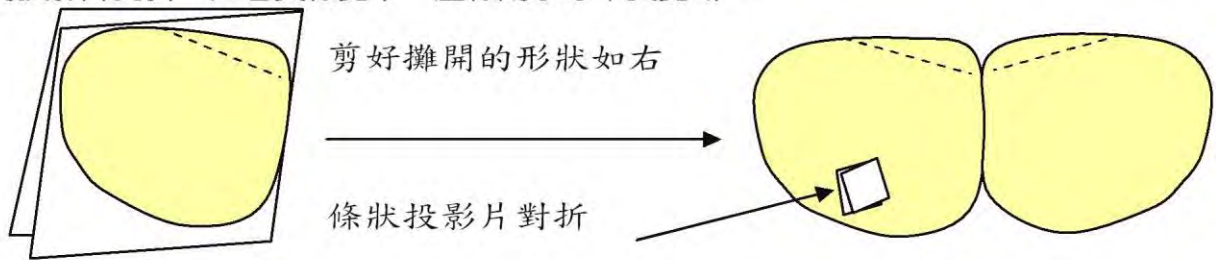
自製小風扇、USB 輕型濾風扇、垂直型輕旋轉風扇、抽排氣箱；太陽能充電器、充電電池、電池盒、小型馬達、可變電阻、電力省電監測器(電能檢測工具)、電子計時器、市售 USB 風扇、安培計、伏特計、鱷魚夾線、3M 靜電空氣濾網、USB 電腦接線、投影片、熱熔膠、熱熔膠槍、桌上型電腦、筆記型電腦、尖嘴鉗子、尖嘴鑷子、鑽子、剪刀、小刀、鋁箔、回收(電線、原子筆心、瓶蓋、塑膠管、塑膠容器、紙板、紙盒、紙箱、廣告用紙、鐵罐)、角鋼、螺絲、透明塑膠布、膠帶、培養皿、洋菜、蔗糖、電爐、蒸鍋、風速風力計、紫外線 UV 燈

肆、研究過程

[研究一] 自製平行式旋轉式氣流的排送風扇設計

1. 市售 30 元一組的馬達及電池盒，只要裝了兩顆電池可啟動馬達轉軸轉動，但軸心上的小扇葉有轉動，可是感覺不出其風量。由此可見市售小馬達的扇葉攪動空氣流動的效能很差；因此，有必要重新設計扇葉模型。
2. 仔細觀察家裡現有的扇葉形狀發現呈現中間略凹狀，面積也較接近 1/4 圓弧狀。而扇葉與軸心連結處也呈一斜角，與市售小馬達的扇葉幾近平面的大為不同。因此，我們用輕質又便宜的投影片當素材，最後終於想出如下圖的裁片才大功告成：

(1) 將投影片對折，沿著實線剪下，虛線則小心不要剪斷。



(2) 將兩對稱的投影片剪虛線的兩角向內塞進扇葉內黏好，再剪一條狀投影片 (三個扇葉的大小需相同) 後塞到斜對角的圓弧處黏好，圖示如下：



市售小馬達及扇葉組



市售馬達扇葉及已自製好的三片扇葉



馬達扇葉及已自製好的小型風扇模型



軟管包裹小馬達、可變電阻再接電池盒為電能來源

3. 以回收瓶蓋製作扇葉軸心，先數好瓶蓋凹痕共 120 個，則每 40 個凹痕用剪刀沿著瓶蓋向內剪出約 45 度的斜角，將三片扇葉插入瓶蓋後以保麗龍膠固定，使扇葉與軸心連結處也呈一致性的斜角。
4. 接上小型馬達後試轉，效果相當不錯，甚至只需一顆電池的電力就可啟動了。

[研究二]自組電腦專用的 USB 輕型濾風扇的節能測試

圖示相片及說明如下：



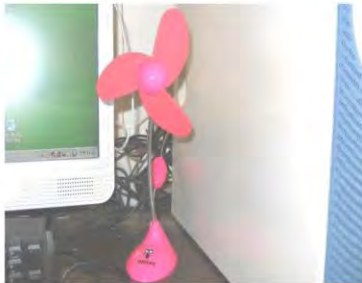
電力省電監測器包裝外觀



桌上型電腦專用的兩個插頭
插在電力省電監測器上方的
插孔



計時器提醒應記錄監測器的讀
數



市售 USB 風扇接在電腦主機後
方的插孔中與對照組比較做節
能實驗



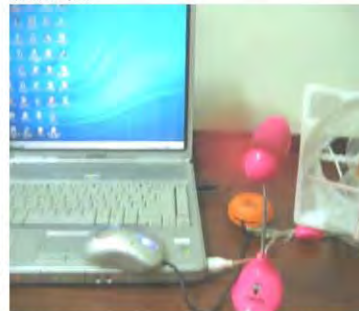
換成自製 USB 輕型濾風扇接在
電腦主機後方插孔中與對照
組比較



市售 USB 風扇接在電腦主機前
方的插孔中



自製 USB 輕型濾風扇接在電腦
主機前方插孔中



市售 USB 風扇插入筆電的 USB
插孔中



自製 USB 輕型濾風扇插入電腦
的 USB 插孔中

實驗一、自組電腦專用的 USB 輕型濾風扇的節能測試

實驗步驟：

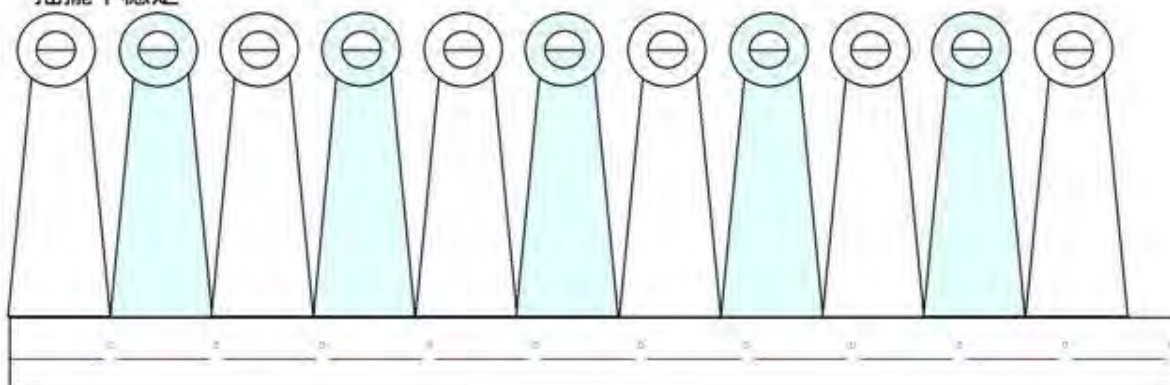
- (1)我們先將自製輕風扇連接馬達、可變電阻及 USB 電腦接線，加上一小段剪開的透明塑膠軟管、回收塑膠盤、簡單輕支架等組裝成可電腦專用的 USB 輕型濾風扇。
- (2)將電力省電監測器插在家用 110V 電源上，將桌上型電腦專用的兩個插頭插在三叉轉接頭上，再將三叉轉接頭插在電力省電監測器上方的插孔中。
- (3)打開電源，計時器開始計時，每十分鐘由左至右依序按電力省電監測器上的五個按鍵，記錄電壓、電流、電功率、頻率及用電度數至用電一小時截止，實驗記錄之。

[研究三]自製垂直型輕旋轉排送風扇模型設計

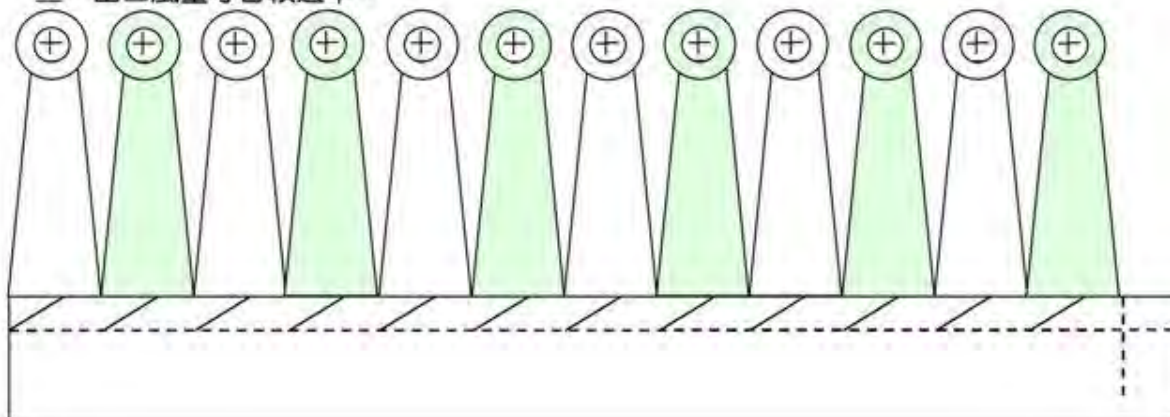
- 1.傳統浴室排風扇結構和電風扇的扇葉結構一樣，但電源反接，所以扇葉轉動方向也相反，所以可以將浴室的氣流抽出。
- 2.但是，氣流的流動是上下流動或是左右、前後直線型流動，無法形成角度 90° 的氣流。所以，找到最後，我們發現得需採用一般屋頂排風扇的型式，室外風力使排風扇轉動而使室內的氣流向上抽出，這樣才會形成角度 90° 的垂直氣流。
- 3.不過，一般的排風扇都是金屬製的、很重、風力不夠可能還動不了，我們家屋頂用的也是這種。如果要省能源、便宜又方便製造的，還是選擇輕質材料來製作是非常需要的。我們最後還是選擇可用電腦繪製黏貼的投影片素材來當垂直型輕旋轉風扇的模型材料。

[設計一]第一代排風扇

- 1.第一代排風扇設計(扇葉剪下黏貼在直條記號上，沒有斜角標記，扇葉角度不一，轉動左右搖擺不穩定。



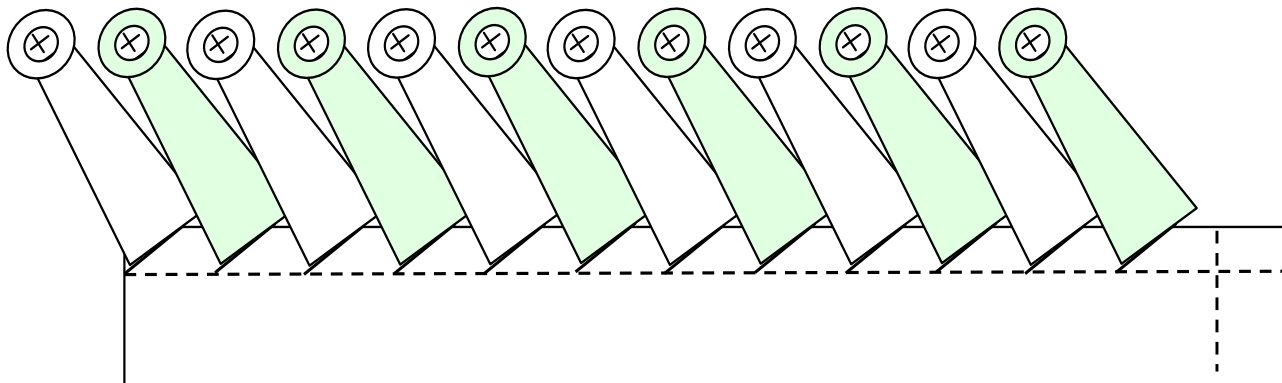
- 2.改良第一代排風扇設計如下圖，排風扇還是太大了，不夠穩，扇葉傾斜角度可以再略大一些，出口風量才會較適中。



[設計二]第二代排風扇

1. 第二代排風扇設計(比第一代精巧，A4 投影片橫版可擺進 15 個扇葉，實際做時只需 12 個扇葉即可)。製作方式及步驟如下：

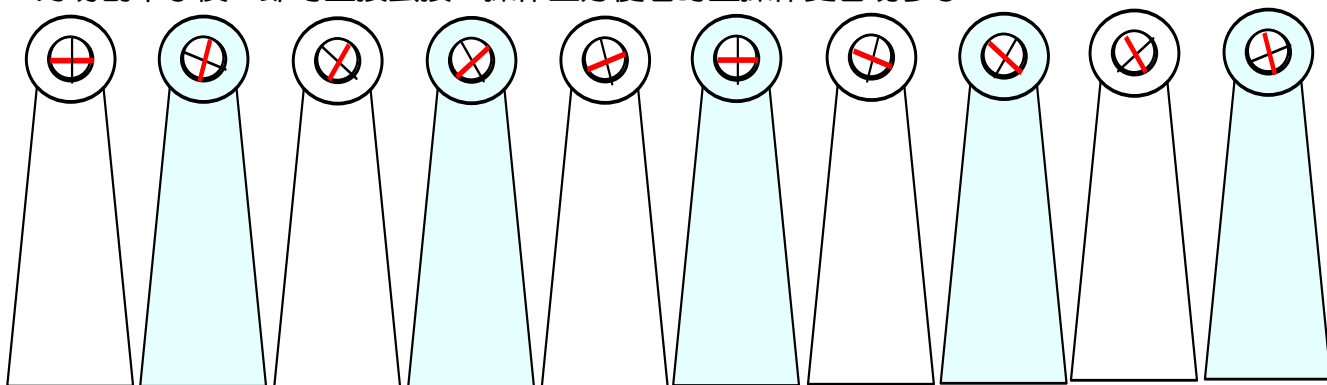
- (1) 雙圓內十字線以美工刀切割。
- (2) 將扇葉剪下並對齊長條形投影片斜角，以保麗龍膠黏貼。
- (3) 將各扇葉交錯的角向外翻出。



- (4) 依序將最左邊扇葉的十字插到回收的塑膠原子筆心桿子上，前後固定。
- (5) 再將長條形投影片黏貼成圓筒形。
- (6) 原子筆心桿子套接小型馬達。

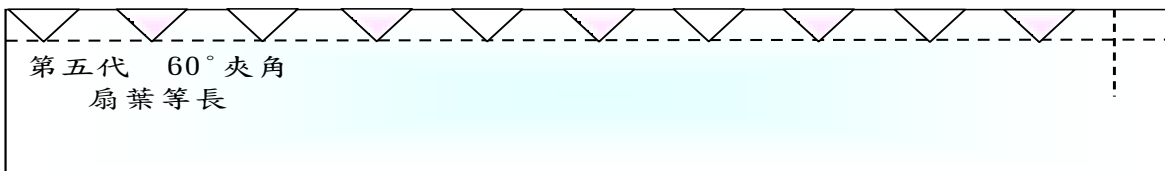
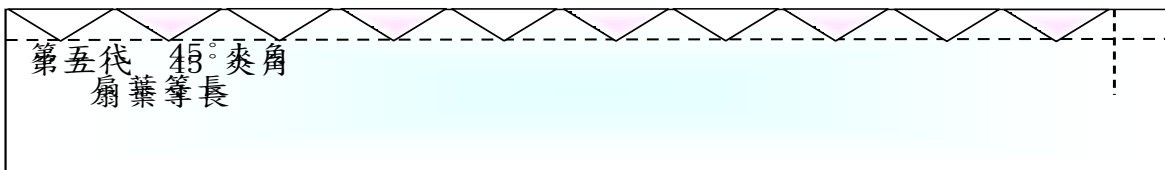
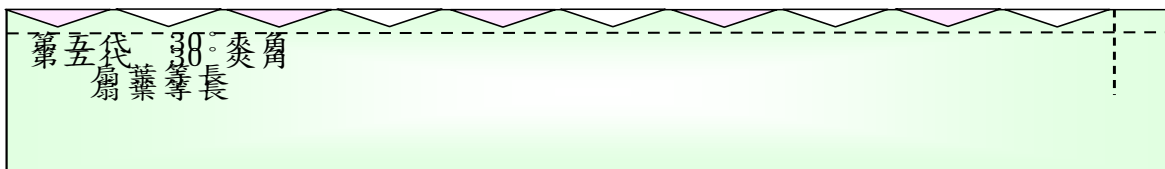
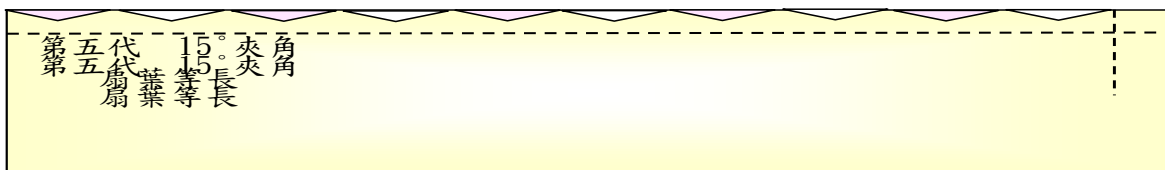
2. 改良第二代排風扇設計→解決扇葉頂端套接中空原子筆心時的間距不易拿捏的問題(以 A4 投影片橫版擺進 10 個扇葉即可)。

- (1) 製作方式及步驟如第 1 點，但扇葉及中空圓柱黏接則全部改以熱熔膠代替保麗龍膠。
- (2) 操作時以回收紙板繞成圓形後以膠帶固定，紙板可做為黏貼投影片裁片中空圓柱的施力支架，在製作排風扇時，可快速了許多。
- (3) 扇葉套接的十字按扇葉編號排序，且十字依序轉 15°、30°、45°、60°、75°、90°，再以小刀切割十字後，即可直接套接，操作上方便省時且操作更容易多了。

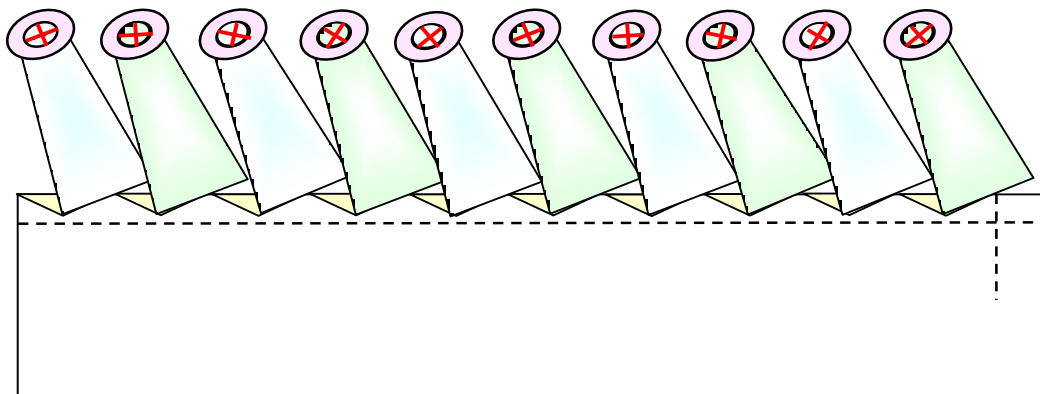


[設計三] 第三代排風扇

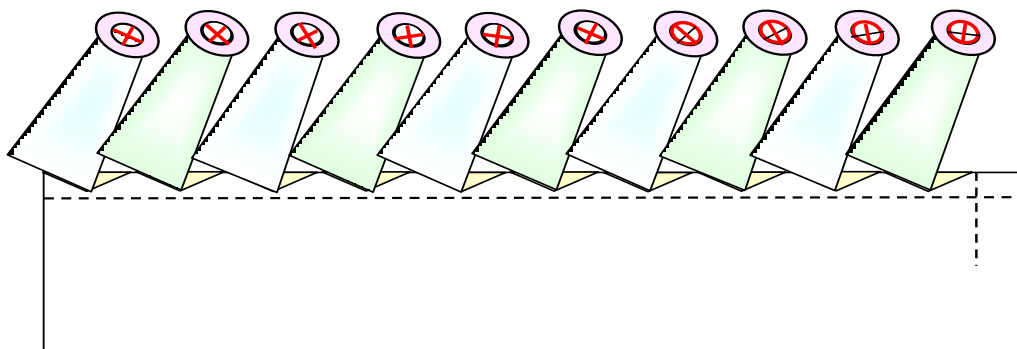
1. 中空圓柱在準備黏貼扇葉底端時，特別設計倒轉的 15°、30°、45°、60° 等腰三角形。



2. 扇葉底邊黏接中空圓柱的各角度時，全黏貼在倒轉等腰三角形的右邊即可在扇葉頂端套接時形成逆時鐘的排列。



3. 扇葉底邊黏接中空圓柱的各角度時，全黏貼在倒轉等腰三角形的左邊即可在扇葉頂端套接時形成順時鐘的排列。



[研究四]自製輕型排送風扇的氣流實測及分析

實驗二、以線香探究自製輕型排送風扇運轉排送風的實驗分析

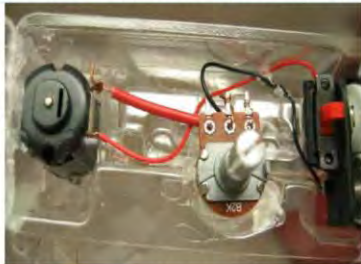
1. 以小馬達、線香、塑膠容器、筆心...等，設計「自製小型排送風扇運轉排送風的實驗裝置」如圖右。
2. 點燃的線香火焰煽熄留下煙後，即可一一測試各種自製排送風扇運轉的順逆方向以及上方扇葉處抽風、排風，排送風扇下方的中空圓柱處送風、排風的情形。



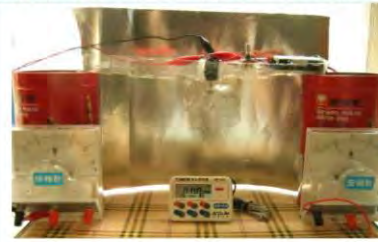
實驗三、自製輕型排送風扇的用電實測

步驟圖示說明：

1. 自製小型排送風扇與 3K 可變電阻串接。
2. 使用兩顆太陽能充電電池運轉排送風的分電流、分電壓實測。



3. 由左而右以導線銜接小馬達、3K 可變電阻、太陽能充電電池座等。再以熱熔膠黏接組裝於回收塑膠容器中



4. 測試 2 顆太陽能充電電池供應串接可變電阻及輕質排送風扇的總電流 (等於分電流) 及輕質排送風扇



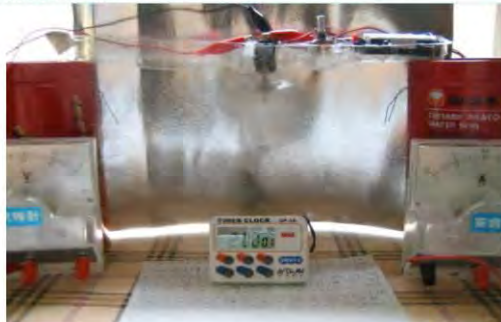
5. 記錄排送風扇運轉的起始的分電壓為 1.0V (說明) 及分電流為 1.0A



6. 使排送風扇穩定運轉一小時



7. 記錄排送風扇運轉每分鐘的電壓及電流

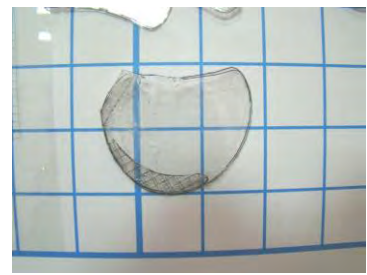
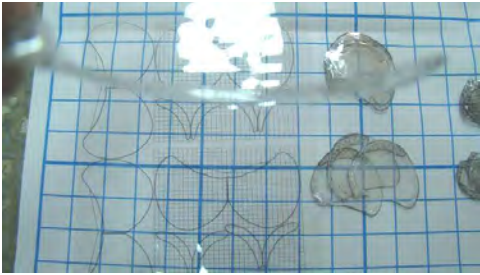


8. 持續記錄以充電電池總電壓約為 3V 能使排送風扇的時間、電壓、電流及電功率的大小

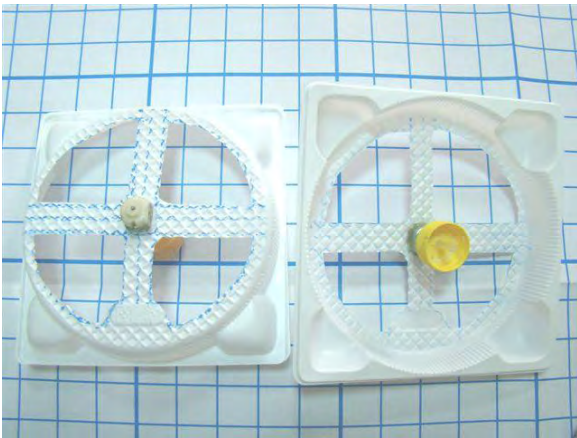


[研究五]組合排送風扇自製清淨抽氣箱的研究

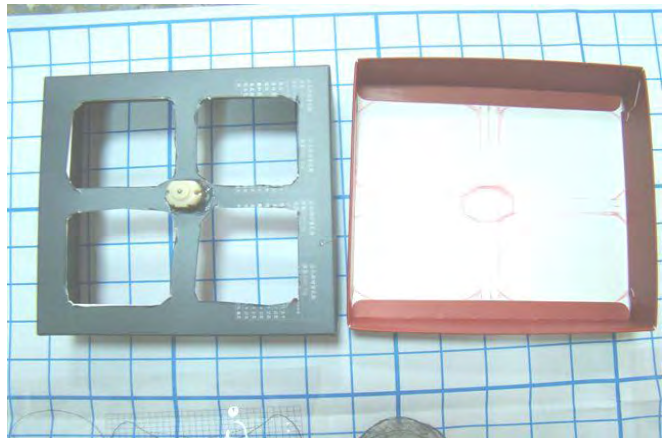
材料準備：



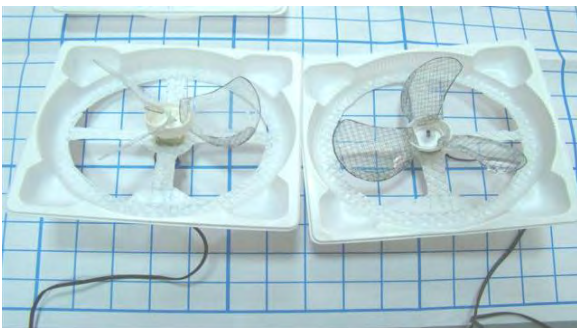
以電腦繪製投影片可製彎形扇葉 1 平面變凹面投影片 平面變凸面投影片



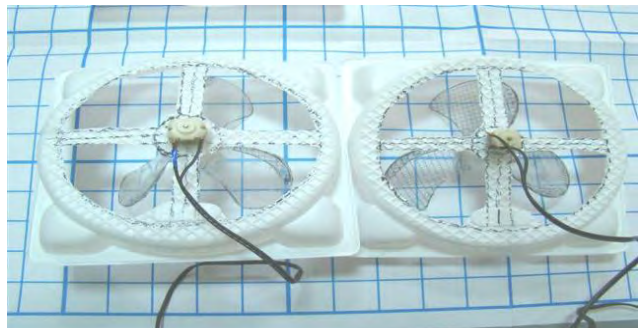
回收報廢塑膠盒當扇葉支架



回收報廢點心紙盒當扇葉支架



自製風扇正面



自製風扇背面

1. 組合排送風扇自製紙箱型清淨抽氣箱風扇試轉實驗



回收變壓器送風馬達



俯視向上抽風的風扇



補強支撐風扇及馬達支架

2. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第一組--有氧培育菌絲體的裝置)



做紙風扇架配合紙箱



一為送風扇、另一為排風扇



加淨化空氣的濾網



做放電池的支架



通電試轉幾乎無聲



左下送風、右上排風的設計



組合塑膠袋做可掀式膠門



膠門掀開放有氧培育菌絲體的裝置



紙箱頂可補液滴

3. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第二組--培養基觀察菌培養的裝置)若箱內先用 70%酒精溶液消毒，另加裝紫外燈管，抽排氣十分鐘後再將有培養基的培養皿置入，就相當於用小型的無菌操作箱進行生物菌類的實驗了。



另一組小型的清淨抽氣箱



濾網直接在箱外易拆換



膠門內放培養基觀察菌培養情形



4. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第三組—產氣比空氣輕(例如：氨水 $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$ 會飄散阿摩尼亞臭味的氨氣 $\text{NH}_3_{(g)}$ 之裝置)



洗淨便當盒廢棄物



底部切開四個風口及馬達裝設位置



底部貼泡棉膠及廢紙箱支撐強度



便當盒底部凹槽放紙材恰可貼齊



裝置馬達及自製扇葉



接電池盒正負極，測試馬達轉動風扇



自製風扇出風口呈現向上氣流



修剪折出氣流轉彎出口 1



修剪折出氣流轉彎出口 2



可加裝濾網的氣流入口及出口



抽氣箱門用 A3 護貝膠膜貼平



膠膜切割出兩個單手可伸入的米字入口

5. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第四組—產氣比空氣重(例如：硫粉(s) 燃燒會飄散臭味且具腐蝕鼻腔黏膜的二氧化硫 $\text{SO}_2(\text{g})$ 之裝置)



抽氣箱右側入口抽風扇



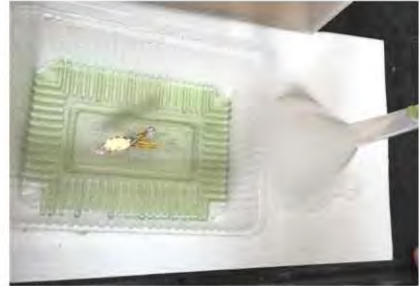
抽氣箱左側出口排風扇



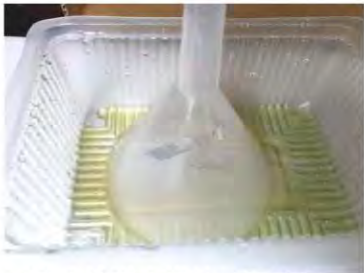
出口排風扇的馬達以小塑膠杯覆蓋
避免酸氣腐蝕馬達金屬部份



以束口帶固定自製小鋁箔湯匙黏貼於載玻片上(小型硫粉燃燒匙座 A) 的回收塑膠盒內，倒蓋的漏斗口上放置半片沾水的廣用試紙



將 A 小燃燒匙內加硫粉



以點火槍點火燃燒硫粉後將倒蓋的漏斗蓋住 A



可清楚看到漏斗口上潮溼的廣用試紙由綠色變成橙色；漏斗內 SO_2 氣體使綠色的廣用色水變成橘色



硫粉燃燒實驗在抽排氣箱內進行，可避免實驗時吸入惡臭且具腐蝕性的 SO_2 氣體(為清楚拍攝畫面，抽排氣箱尚未加外膠門)

6.組合簡易紙箱型提高抽送風速的小型清淨抽氣箱(第五組)



這是額定電壓較高的回收馬達



回收報廢電器的變壓器



回收手機的變壓器



已能相容配合的動力組



模擬測進口的風速大小



模擬測出口的風速大小



風力可達 4 公里/時的風扇



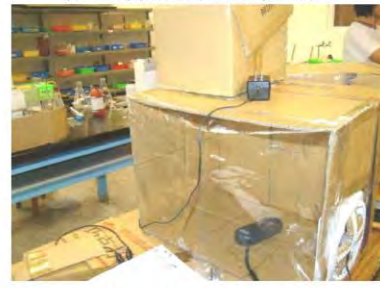
符合氣流動向的第五組



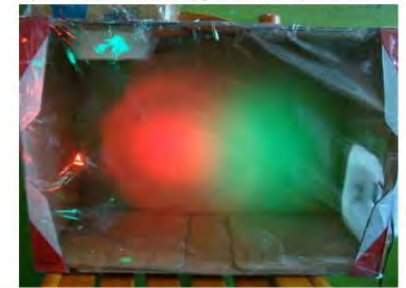
氣流出口加濾網避免污染物流出



加膠門放風速計測風速



測進、出的風速大小

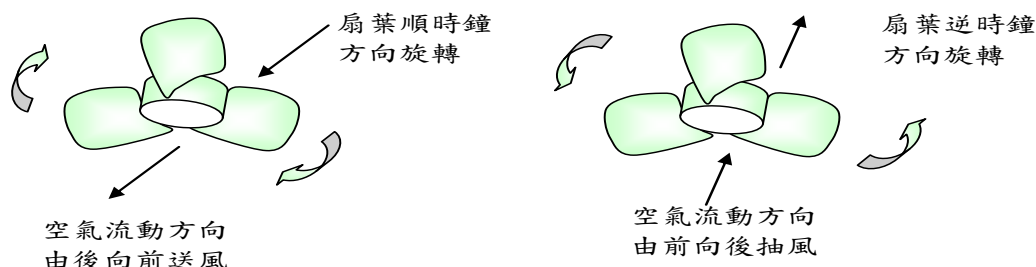


以 LED 紅綠光同時照氣流流動情形

伍、結果與討論

(一).研究一【自製平行式旋轉式氣流的排送風扇設計】

【轉軸上扇葉呈向右斜狀分佈】



【轉軸上扇葉呈向左斜狀分佈】



1. 我們經過觀察比較自製小風扇與市售風扇的排送風轉動後，發現兩者旋轉方向不同，市售風扇均為順轉送風，而我們自製小風扇卻逆轉送風、順轉則抽風。
2. 探究原因是扇葉組裝的傾斜方向恰好相反，因此擾動空氣的氣流流動方向恰好相反。

(二).研究二【自組電腦專用的 USB 輕型濾風扇的節能測試】之實驗一的節能測試比較為

1.桌上型電腦

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	114.7	114.7	114.5	115.3	115.6	115.1	115.3
電流(A)	0	1.78	1.77	1.81	1.77	1.79	1.81
用電功率(w)	0	124	123	123	123	123	123
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電度數(Kwh)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12

2.桌上型電腦+後插孔市售 USB 風扇

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	116.2	116.4	116.4	116.2	116.0	115.8	116.0
電流(A)	0	1.94	1.86	1.86	1.86	1.87	1.87
用電功率(w)	0	126	126	127	127	126	127
頻率(Hz)	0	60.0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電度數(Kwh)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13

3.桌上型電腦+後插孔自製 USB 輕型濾風扇

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	115.6	115.8	116.2	115.6	115.6	114.9	114.9
電流(A)	0	1.79	1.87	1.83	1.82	1.82	1.81
用電功率(w)	0	123	124	124	123	124	123
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電度數(Kwh)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12

4.筆記型電腦

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	116.6	116.6	117.1	115.8	116.2	116.4	114.7
電流(A)	0	0.35	0.37	0.35	0.36	0.36	0.33
用電功率(w)	0	20	20	19	20	20	19
頻率(Hz)	0	59.9	60.0	59.9	59.9	59.9	59.9
用電度數(Kwh)	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02

5.筆記型電腦+市售 USB 風扇

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	114.9	114.5	114.7	114.0	114.5	115.1	115.1
電流(A)	0	0.35	0.37	0.35	0.36	0.36	0.33
用電功率(w)	0	22	22	22	22	22	22
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電度數(Kwh)	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02

53 分時達 0.02 度

6.筆記型電腦+自製 USB 輕型濾風扇

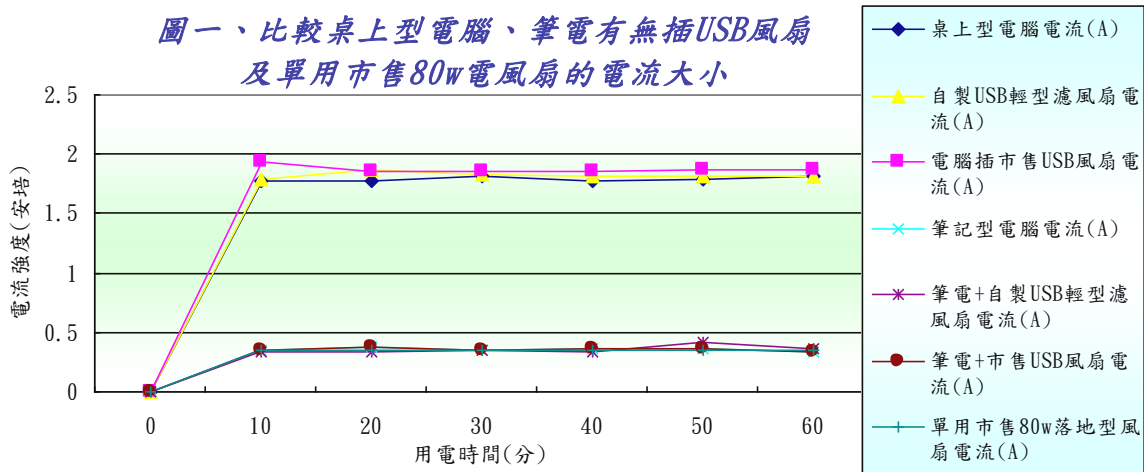
用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	115.1	115.1	115.6	114.3	114.7	114.9	114.7
電流(A)	0	0.33	0.33	0.35	0.33	0.41	0.36
用電功率(w)	0	20	20	20	20	23	20
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電度數(Kwh)	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02

31 分 26 秒時達 0.01 度，57 分 24 秒時達 0.02 度

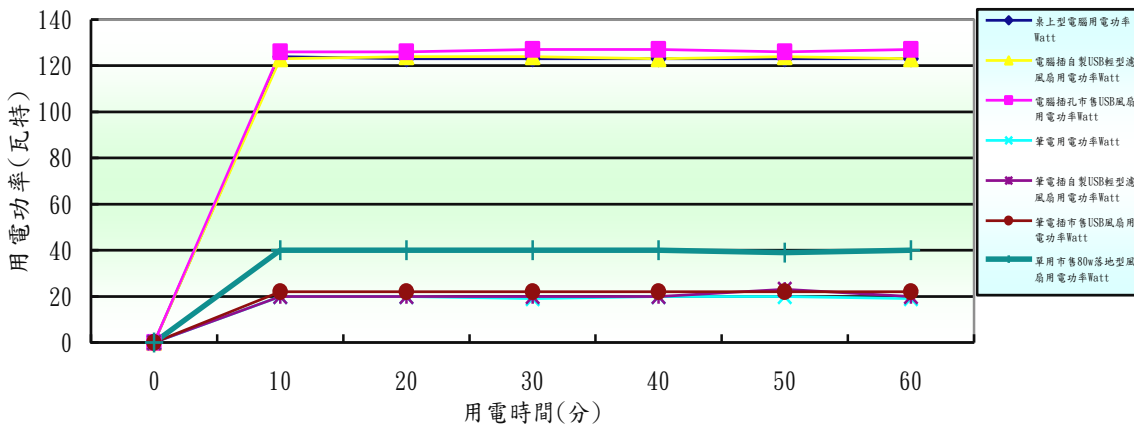
7.市售 80w 落地型風扇

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	116.2	116.6	116.6	116.6	116.9	116.0	116.0
電流(A)	0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
用電功率(w)	0	40	40	40	40	39	40
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電度數(Kwh)	0	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03

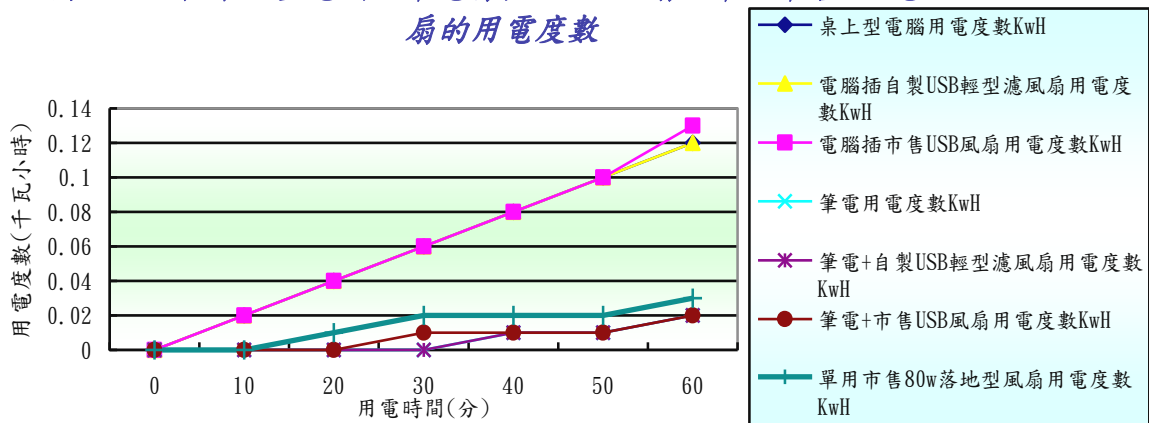
圖一、比較桌上型電腦、筆電有無插USB風扇及單用市售80w電風扇的電流大小



圖二、比較桌上型電腦、筆電有無插USB風扇及單用市售80w電風扇的用電功率



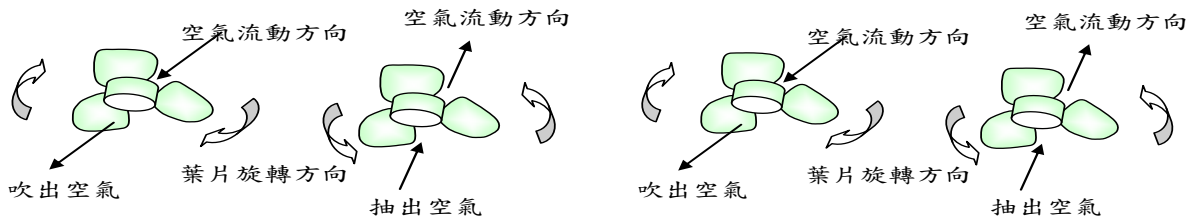
圖三、比較桌上型電腦、筆電有無插USB風扇及單用市售80w電風扇的用電度數



(三).研究三【自製垂直型輕旋轉排送風扇模型設計】

1.我們研究不同風扇的氣流結構為

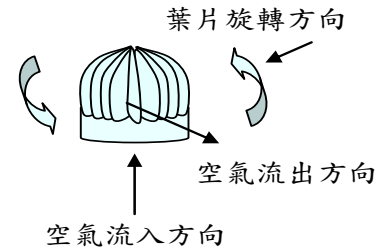
(1)風扇氣流的流動前後呈 180°直線型流動，圖示如下：



(2)屋頂專用的排風扇則呈現 90°垂直型的氣流流動，圖示如右：

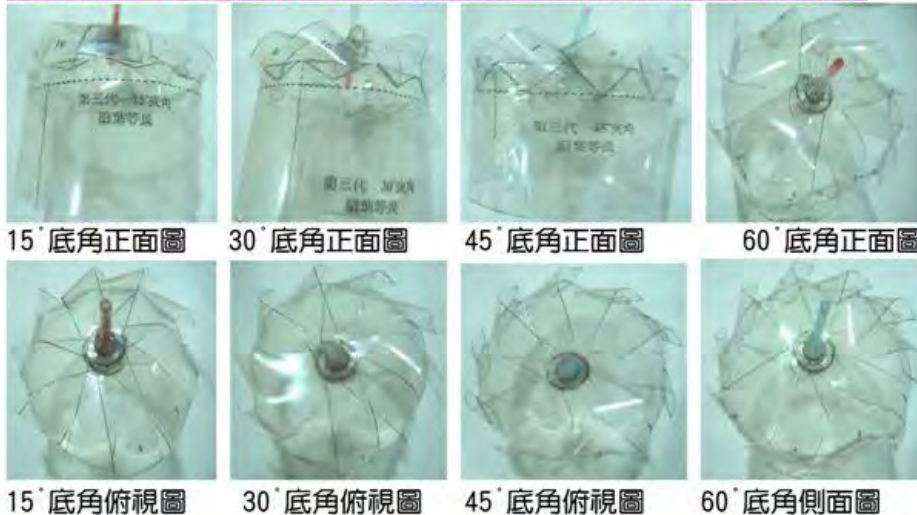
2.所以，為了做出我們要的垂直型氣流，經過了多次的紙型及投影片試作，才總算做出個像樣的設計。

3.但是，扇葉頂端套接中空原子筆心時的間距不易拿捏，而扇葉黏接方向為順轉或逆轉也會有抽風及排風的問題，最後，一邊開發、一邊修正，一直到第三代的設計及試轉後，才總算大功告成。



4.第三代排風扇

(1)扇葉黏接在中空圓柱倒轉等腰三角形的左邊形成扇葉順時鐘旋轉的排列



【說明】

- ①.黏貼倒三角形 15°底角的左邊，拍攝排送風扇的三種角度，每片扇葉的出風口均在弧形右彎扇葉的左側。
- ②.黏貼倒三角形 30°底角的左邊，扇葉右彎的弧形弧度增大；每片扇葉的出風口在弧形右彎扇葉的左側開始略偏向上方、出風口大小比黏貼 15°角的略小。
- ③.黏貼倒三角形 45°底角的左邊，扇葉右彎的弧形弧度再增大；每片扇葉的出風口在弧形右彎扇葉的左側已明顯偏向上方、出風口大小比黏貼 30°角的再略小。但組合扇葉在中空原子筆心的轉軸會較傾斜，造成馬達帶動扇葉旋轉時擺動圓周較 30°的大。
- ④.黏貼倒三角形 60°底角的左邊，扇葉右彎的弧形弧度再增大；每片扇葉的出風口在弧形右彎扇葉的左側且明顯偏向上方。60°底角的組合扇葉在中空原子筆心的轉軸比 45°底角的更傾斜，造成馬達帶動扇葉旋轉時擺動圓周較 30°的更大。

(2) 扇葉黏接在中空圓柱倒轉等腰三角形的左邊形成扇葉逆時鐘旋轉的排列



15° 底角側面圖

30° 底角側面圖

45° 底角側面圖

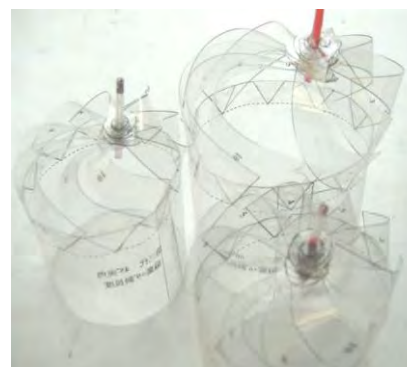
60° 底角側面圖

【說明】

- 黏貼倒三角形 15° 底角的右邊，拍攝排送風扇的三種角度，每片扇葉的出風口均在弧形左彎扇葉的右側。
- 黏貼倒三角形 30° 底角的右邊，扇葉左彎的弧形弧度增大；每片扇葉的出風口在弧形左彎扇葉的右側開始略偏向上方、出風口大小比黏貼 15° 角的略小。
- 黏貼倒三角形 45° 底角的右邊，扇葉左彎的弧形弧度再增大；每片扇葉的出風口在弧形左彎扇葉的左側已明顯偏向上方、出風口大小比黏貼 30° 角的再略小。但組合扇葉在中空原子筆心的轉軸會較傾斜，造成馬達帶動扇葉旋轉時擺動圓周較 30° 的大。
- 黏貼倒三角形 60° 底角的右邊，扇葉左彎的弧形弧度再增大；每片扇葉的出風口在弧形左彎扇葉的右側且明顯偏向上方。組合扇葉在中空原子筆心的轉軸比 45° 底角的更傾斜，造成馬達帶動扇葉旋轉時擺動圓周較 30° 的更大。

(3) 修正扇葉長度，以拉正第三代排送風扇組合扇葉轉軸傾斜之問題

- 組合扇葉在中空原子筆心的轉軸桿傾斜角度明顯變小，扇葉旋轉的穩定度雖有提高了一些，但馬達帶動扇葉旋轉時擺動圓周仍較扇葉軸心在中間的大。所以，並沒有同時解決軸心傾斜及扇葉旋轉的穩定度的問題。因此，排送風扇的扇葉黏貼中空圓柱的倒三角形側邊仍以 15° 及 30° 的底角為佳。
- 以扇葉軸心較不易傾斜且扇葉旋轉的穩定度而言，15° 及 30° 的明顯優於 45° 及 60°。因此，若考慮氣流由排風扇中空圓柱下方進入後，氣流往上幾乎呈 90° 垂直角輻射散出者，可採用扇葉黏貼中空圓柱倒三角形 15° 底角的設計。若排送風扇位置比預定送風的位置略低，則 30° 底角的設計為佳。



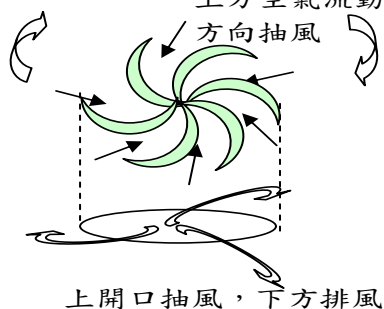
(四). 研究四【自製輕型排送風扇的氣流分析及實測】

實驗二、以線香探究自製輕型排送風扇運轉排送風的實驗分析

1. 我們發現扇葉組裝的順轉、逆轉方向不同，扇葉旋轉方向不同時的擾動空氣的氣流流動排送風方向也恰好兩者相反。

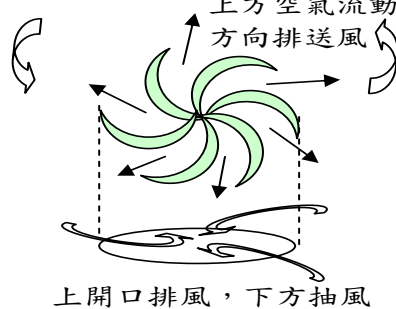
2. 【扇葉頂端黏接後扇葉呈順時鐘方向分佈】

排送風扇整個順時鐘方向旋轉
上方空氣流動



上開口抽風，下方排風

排送風扇整個逆時鐘方向旋轉
上方空氣流動

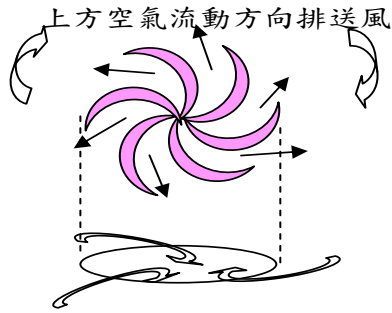


上開口排風，下方抽風

3.

【扇葉頂端黏接後扇葉呈逆時鐘方向分佈】

排送風扇整個順時鐘方向旋轉



上開口排風，下方抽風

排送風扇整個逆時鐘方向旋轉

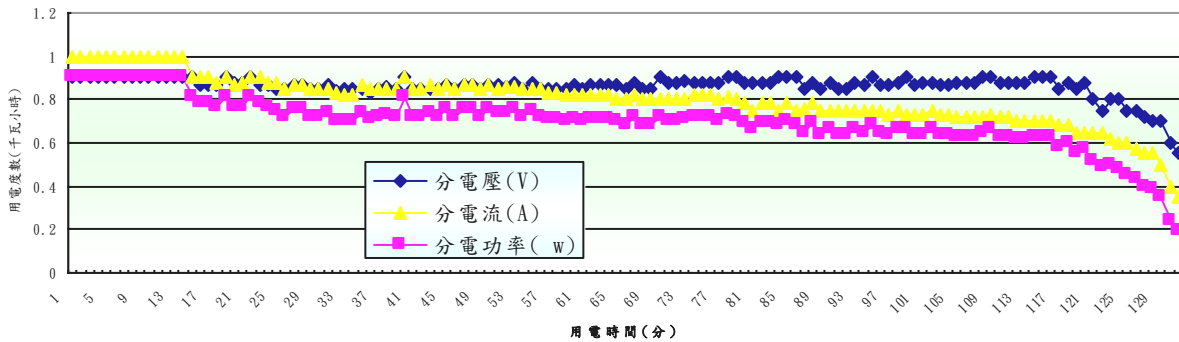


上開口抽風，下方排風

自製輕型排送風扇的用電實測

- 1.以充電電池總電壓約為 3V 而言，排送風扇只用了 1V，其餘 2V 為電池內電阻、線路及 3K 可變電阻器所耗用。由可變電阻器發熱的情形來看，此為電能消耗比馬達還要多的電能轉熱能。
- 2.自製小型排送風扇與 3K 可變電阻串接使用兩顆太陽能充電電池運轉排送風的分電流、分電壓實測，數據表如附件一，圖示結果如下：

圖四、實測自製輕型排送風扇用電情形(與3K可變電阻串接)



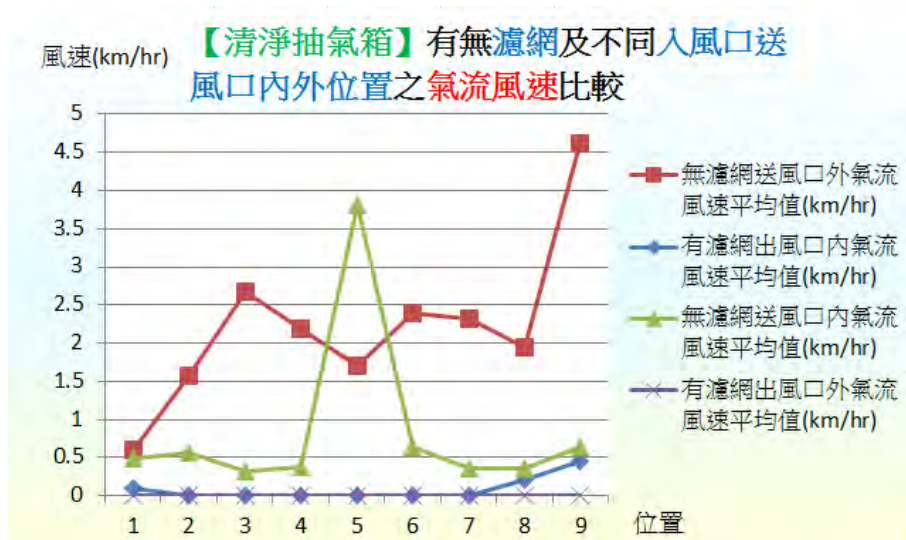
(五).研究五【組合排送風扇自製清淨抽氣箱的可行性】

【清淨抽氣箱】無濾網及不同送風口內位置之氣流風速比較											測 10 次 的平均值
位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.60
2	1.4	1.4	1.6	1.4	1.7	1.5	1.8	1.8	1.4	1.7	1.57
3	2.6	2.5	2.7	2.6	2.7	2.6	2.8	2.8	2.7	2.7	2.67
4	2.1	2.0	2.3	2.2	2.1	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.18
5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.8	1.8	1.5	1.9	1.7
6	2.4	3.1	2.1	2.3	2.5	2.0	2.2	2.7	2.3	2.4	2.4
7	1.6	2.3	2.1	2.0	2.2	2.5	2.6	2.8	2.4	2.7	2.32
8	1.1	1.7	1.6	1.5	3.1	2.5	2.4	1.8	1.6	2.1	1.94
9	4.5	4.3	4.7	4.8	4.6	4.4	4.7	4.7	4.6	4.8	4.61

【清淨抽氣箱】無濾網及不同送風口外位置之氣流風速比較											測 10 次 的平均值
位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.0	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.09
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01
7	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01
8	0.0	0.4	0.0	0.5	0.1	0.6	0.2	0.0	0.3	0.0	0.21
9	0.0	0.5	0.1	0.6	0.2	0.7	0.3	0.8	0.4	0.9	0.45

【清淨抽氣箱】有濾網及不同入風口送風口外位置之氣流風速比較											測 10 次 的平均值
位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.2	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.3	0.7	0.4	0.49
2	0.4	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.57
3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.32
4	0.1	0.5	0.5	0.2	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.37
5	3.5	3.9	3.7	3.6	4.1	3.9	3.7	4.4	3.6	3.8	3.82
6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.63
7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.4	0.35
8	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.35
9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.8	0.5	0.9	0.6	0.63

【清淨抽氣箱】有濾網出風口內的各個位置之氣流風速比較全部都是零。



- 1.組合排送風扇自製小型清淨抽氣箱的氣場對流實驗，若只用可承載 3V 的小馬達，風力只達 1~2 公里/時的風速而已。
- 2.所以，我們找到報廢的 6V、9V 或 12V 變壓器及可承載 6V、9V 或 12V 電源的的各型馬達，目前風扇的風力已可達到 4.0 公里/時以上的風速了。

陸、結論

1. 我們以回收瓶蓋(瓶蓋凹痕共 120 個，則每 40 個凹痕)以美工刀斜切出約 45 度的斜角，嵌入自製有弧度的三片扇葉加馬達軸心的風扇設計，以相同動力攪動空氣流動的效能比市售的小玩具馬達風扇，軸心上扇葉有動卻無風量為佳，不僅明顯吹到涼風，甚至只需一顆電池的電力就可啟動了。
2. 經過觀察比較自製小風扇與市售風扇的排送風轉動後，發現兩者旋轉方向不同，市售風扇均為順轉送風，而我們自製小風扇卻逆轉送風、順轉則抽風。原因是扇葉組裝的傾斜方向恰好相反，因此擾動空氣的氣流流動方向恰好相反。
3. 以自組電腦專用的 USB 輕型濾風扇的節能測試發現
 - (1) 同樣啟動一小時的時間，桌上型電腦用電度數達 0.12 度；而筆記型電腦卻只要 0.02 度而已，使用筆記型電腦比桌上型電腦節電。
 - (2) 同樣在電腦上啟動市售 USB 風扇一小時，桌上型電腦每小時用電達 0.13 度，而筆記型電腦卻仍維持 0.02 度(53 分時達 0.02 度)；改以啟動自製 USB 輕型濾風扇，桌上型電腦每小時用電維持 0.12 度，筆記型電腦也仍維持 0.02 度(57 分 24 秒時達 0.02 度)，由此可知，自製的 USB 輕型濾風扇比市售 USB 風扇略為節電些。
 - (3) 單只用市售 80w 落地型風扇，每小時的用電度數就高達 0.03 度，若需用桌上型電腦工作每小時再加 0.12 度，兩者各別使用每小時用電共達 0.15 度；如果使用筆記型電腦加市售 USB 風扇或自製 USB 輕型濾風扇，每小時用電只需 0.02 度，甚為節電！
4. 以電腦繪製黏貼的投影片素材來當垂直型輕旋轉風扇的模型材料，排送風扇位置在高點，由排送風扇上方扇葉處抽風，排送風扇下方的中空圓柱處呈輻射狀送風時，扇葉黏貼中空圓柱 30°底角的扇葉開口略傾向上方，所造成的對流效果會比 15°底角的扇葉設計為佳。



15°黏貼順轉及逆轉扇葉的俯視圖



30°黏貼順轉及逆轉扇葉的俯視圖

5. 將自製輕型排送風扇與 3K 可變電阻串接使用兩顆太陽能充電電池運轉排送風的分電流、分電壓用電實測，起始電壓為 0.9 V，電流為 1.0 A，分電功率為 0.9w，運轉至 2 小時 11 分 20 秒，電流強度約變成原來的 1/3 後，才停止運轉。
6. 我們將喝過的茶包袋曬乾放入或茶包袋內裝沾香精的棉花，當輕質排送風扇旋轉時，可利用抽、排旋轉的氣流將香氣過濾出來，而且風扇圓柱底部還可以用 3M 空氣濾網過濾掉一些會引起塵璊的過敏原，這樣只需組裝 20 元簡易型馬達+(一張 2.09 元電腦繪製的排風扇投影片設計)+(12 元 2K 可變電阻器)+(25 元 USB 電腦接線)+(一些鐵絲、熱熔膠、回收塑膠製品)+(一小塊 3M 空氣濾網)等，就可以不到百元的價錢自製可坐在電腦桌前、室內專用且不用燃燒的清淨薰香機了，若再更節能減碳，少掉 25 元的 USB 電腦接線換成 2 顆太陽能充電電池也可運轉 2 個多小時也是挺不錯的。

7.我們以電腦繪製彎形扇葉投影片及增加部份厚度使平面變凹凸面的作法，及回收廢塑膠盒、紙盒、紙箱、便當木盒當馬達及扇葉的支架，共研究出五種百元有找~簡易清淨抽排氣箱的組合：

- (1).第一組—有氧培育菌絲體的小型清淨抽排氣箱裝置。
- (2).第二組—培養基觀察菌培養的小型清淨抽排氣箱裝置。
- (3).第三組—實驗產生臭氣(氨水 $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$ 產生氨氣 $\text{NH}_3(g)$)比空氣輕的小型清淨抽排氣箱裝置。
- (4).第四組—實驗產生臭氣(硫粉 (s) 燃燒出的二氧化硫 $\text{SO}_2(g)$)比空氣重的小型清淨抽排氣箱裝置。
- (5).第五組—以回收馬達、報廢電器或手機的變壓器，組合可固定且提高抽送風速的小型實驗室抽排氣箱裝置。

8.也可加碼加裝二千元的紫外燈管，組合成小型的無菌操作箱箱，使用前箱內先用 70%酒精溶液消毒，再抽排氣十分鐘後，即可進行簡易克難的無菌式實驗了，這對於經費拮据，動輒幾萬元的大型抽氣櫃設備都缺的國中實驗室而言，我們的設計，無疑地解決了學校需抽排氣櫃或無菌操作台來做實驗之問題(市售排氣煙櫃及直立式無菌無塵操作台圖示價格如下)。



柒、參考資料

- 1.「風扇系統」節能簡訊 經濟部能源局高效率馬達應用技術開發與推廣計畫 第3期 97年9月第
- 2.太陽能電池：<http://www.nsc.gov.tw/dept/acro/version01/battery/electric/types/solar.htm#basic>
- 3.無塵無菌操作台：www.strider.com.tw
- 4.48屆全國科展高職組土木科「八方風雲 輪風換發」
- 5.國中自然課本第六冊第一章 1-1 簡單電路「電阻的串聯與並聯」1-2 電功率「電流熱效應」
- 6.國中自然課本第六冊第二章 2-2 電生磁「馬達」
- 7.本校歷屆科展作品

附件一 自製輕型排送風扇的用電實測

時間(分)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
分電壓(V)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
分電流(A)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
分電功率(w)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
時間(分)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
分電壓(V)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.87	0.87	0.87	0.9	0.88
分電流(A)	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.88	0.9	0.87
分電功率(w)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.81	0.78	0.78	0.77	0.81	0.77
時間(分)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
分電壓(V)	0.88	0.9	0.87	0.87	0.85	0.85	0.87	0.87	0.85	0.85
分電流(A)	0.88	0.9	0.9	0.88	0.88	0.85	0.87	0.87	0.85	0.85
分電功率(w)	0.77	0.81	0.78	0.77	0.75	0.72	0.76	0.76	0.72	0.72
時間(分)	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
分電壓(V)	0.87	0.84	0.85	0.85	0.85	0.83	0.85	0.86	0.85	0.9
分電流(A)	0.85	0.83	0.82	0.82	0.87	0.85	0.85	0.85	0.85	0.9
分電功率(w)	0.74	0.70	0.70	0.70	0.74	0.71	0.72	0.73	0.72	0.81
時間(分)	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
分電壓(V)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.87	0.85	0.87	0.87	0.85	0.87
分電流(A)	0.85	0.85	0.87	0.85	0.87	0.85	0.87	0.87	0.85	0.87
分電功率(w)	0.72	0.72	0.74	0.72	0.76	0.72	0.76	0.76	0.72	0.76
時間(分)	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
分電壓(V)	0.87	0.86	0.88	0.85	0.88	0.85	0.85	0.85	0.85	0.87
分電流(A)	0.85	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.83	0.83	0.82	0.82
分電功率(w)	0.74	0.74	0.76	0.72	0.75	0.72	0.71	0.71	0.70	0.71
時間(分)	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
分電壓(V)	0.85	0.87	0.87	0.87	0.87	0.85	0.88	0.85	0.85	0.9
分電流(A)	0.82	0.82	0.82	0.82	0.80	0.80	0.82	0.80	0.80	0.80
分電功率(w)	0.70	0.71	0.71	0.71	0.70	0.68	0.72	0.68	0.68	0.72
時間(分)	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
分電壓(V)	0.88	0.88	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.9	0.9	0.88
分電流(A)	0.80	0.80	0.80	0.82	0.82	0.82	0.80	0.81	0.80	0.78
分電功率(w)	0.70	0.70	0.71	0.72	0.72	0.72	0.70	0.73	0.72	0.69
時間(分)	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
分電壓(V)	0.88	0.88	0.88	0.9	0.9	0.9	0.85	0.88	0.85	0.88
分電流(A)	0.75	0.78	0.78	0.75	0.78	0.75	0.76	0.78	0.75	0.75
分電功率(w)	0.66	0.69	0.69	0.68	0.70	0.68	0.65	0.69	0.64	0.66
時間(分)	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
分電壓(V)	0.85	0.85	0.88	0.87	0.9	0.87	0.87	0.88	0.9	0.87
分電流(A)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.73	0.75	0.73	0.73
分電功率(w)	0.64	0.64	0.66	0.65	0.68	0.65	0.64	0.66	0.66	0.64
時間(分)	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
分電壓(V)	0.88	0.88	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.9	0.9	0.88
分電流(A)	0.73	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.72
分電功率(w)	0.64	0.66	0.64	0.64	0.63	0.63	0.63	0.65	0.66	0.63

時間(分)	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
分電壓(V)	0.88	0.88	0.88	0.9	0.9	0.9	0.85	0.88	0.85	0.88
分電流(A)	0.72	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.68	0.68	0.65	0.65
分電功率(w)	0.63	0.62	0.62	0.63	0.63	0.63	0.58	0.60	0.55	0.57
時間(分)	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
分電壓(V)	0.8	0.75	0.8	0.8	0.75	0.75	0.72	0.7	0.7	0.6
分電流(A)	0.65	0.65	0.62	0.6	0.6	0.57	0.55	0.55	0.5	0.4
分電功率(w)	0.52	0.49	0.50	0.48	0.45	0.43	0.40	0.39	0.35	0.24
備註	自製小型排送風扇與 3K 可變電阻串接使用兩顆太陽能充電電池運轉排送風的分電流、分電壓實測 2 小時 11 分 20 秒電流強度不足，約變成原來的 1/3 後，停止運轉。									

【評語】 032905

本作品利用馬達電流磁效應原理，以回收瓶蓋自製有弧度的扇葉加馬達軸心的風扇設計，雖此自製之風扇便宜省電又環保，整體內容似嫌單薄。例如，作者所言自製風扇攪動空氣流動的效能比市售玩具馬達風扇略佳，但並未考量其風速不同，風速實驗亦未清楚標明檢測位置。報告結論很多，可惜與作品主題之相關性並不密切。

摘要

我們利用馬達電流磁效應原理，組合抽風扇及排風扇的電能轉換成動能的設計，成功地自製出百元有找的簡易型的清淨抽排氣箱。對於經費拮据，動輒幾萬元的大型抽氣櫃設備都缺的國中實驗室而言，我們的設計，無疑地解決了學校需抽氣櫃來守護實驗安全之問題。

研究動機

台灣地處亞熱帶、溫熱潮溼，所以，塵、空氣污染、沙塵暴，加上火力發電，使得空氣品質雪上加霜！因此，全台過敏、氣管不佳者眾，我也是其中的一員。書桌前，邊寫功課邊醒鼻涕是常有的事，上網查看空氣清淨機...，它的種類繁多，市售價格也由幾千元到上萬元都有，最重要的是它不但貴、要耗不少電、也不夠節能減碳。

媽媽向阿姨購買的薰香器，上面倒一些香精，下方則用圓形蠟燭點熱，說什麼可以增加氣味且有療效！但是，我想到的畫面是，室內燃燒不完全產生的一氧化碳中毒的問題...

一上到生物教室做煮葉子的實驗，整個實驗室迷漫酒精的味道，對酒精過敏的我突然覺得癢癢的，垃圾桶旁的畚斗上有幾塊發霉的吐司，是實驗後的廢棄物，突然，我的腦袋瓜有了一些畫面，我在生物實驗室裡裡外外找了二、三遍，就是沒有看到可以抽氣的抽氣櫃！我向老師詢問才知道，那是研究單位及大專院校才比較會有的設備，於是我就找了同班同學向科研社出發，希望能研究出最便宜、最節能的空氣清淨機給和我一樣的同學用；說不定還可以做出抽氣櫃...。於是，我們就在科研社老師的指導下，展開一連串動手做的實驗了。

研究目的

- 一、自製平行式旋轉式氣流的排送風扇設計
- 二、自組電腦專用的USB輕型濾風扇的節能測試
- 三、自製垂直型旋轉排送風扇模型設計
- 四、自製輕型排送風扇的氣流實測及分析
- 五、組合排送風扇自製清淨抽排氣箱的研究

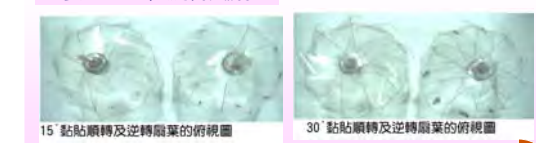
研究設備及器材

太陽能充電器、充電電池、電池盒、小型馬達、可變電阻、電力省電監測器(電能檢測工具)、電子計時器、市售USB風扇、安培計、伏特計、鱷魚夾線、3M靜電空氣濾網、USB電腦接線、投影片、熱熔膠、熱熔膠槍、桌上型電腦、筆記型電腦、尖嘴鉗子、尖嘴鑷子、鑷子、剪刀、小刀、鋁箔、回收(電線、原子筆心、瓶蓋、塑膠管、塑膠容器、紙板、紙盒、紙箱、廣告用紙、鐵罐)、角鋼、螺絲、透明塑膠布、膠帶、培養皿、洋菜、蔗糖、電爐、蒸鍋、風速風力計、紫外線UV燈

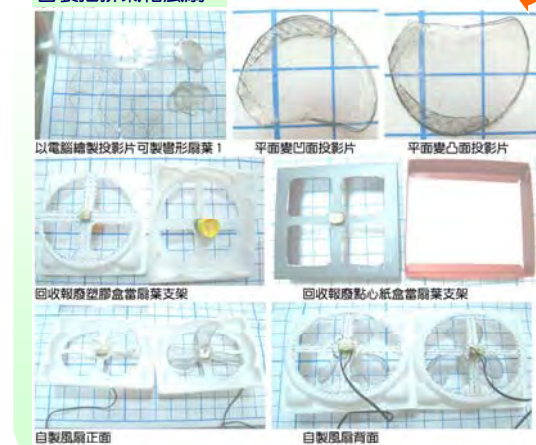
自製USB風扇與市售USB風扇



自製垂直型輕旋轉風扇



自製抽排氣箱風扇



研究過程及方法

【研究一】自製平行式旋轉式氣流的排送風扇設計



【轉軸上扇葉呈向右斜狀分佈】



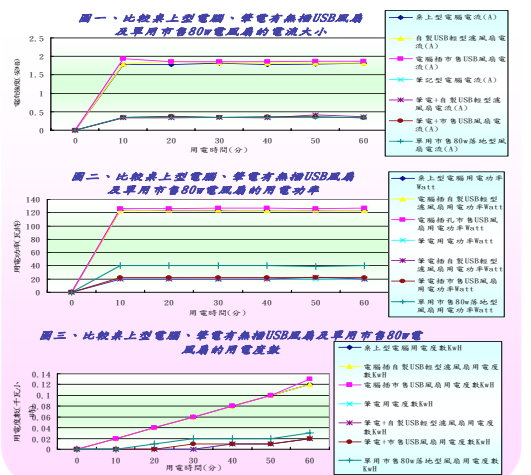
【轉軸上扇葉呈向左斜狀分佈】



【研究二】自組電腦專用的USB輕型濾風扇的節能測試

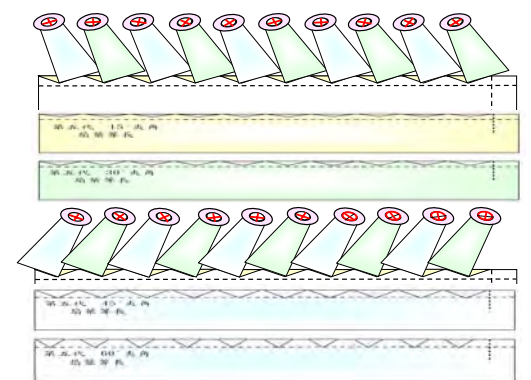


【實驗一、自組電腦專用的USB輕型濾風扇的節能測試】



【研究三】自製垂直型輕旋轉排送風扇模型設計

中空圓柱在準備黏貼扇葉底端時，特別設計倒轉的15°、30°、45°、60°等腰三角形。



【研究四】自製輕型排送風扇的氣流實測及分析

自製輕型排送風扇的用電實測

步驟圖示說明：

1. 自製小型排送風扇與 3K 可變電阻串接。
2. 使用兩顆太陽能充電電池連轉排送風的分電流、分電壓實測。



3. 由左而右以導線銜接小馬達、3K 可變電阻、太陽能充電電池座等。再以热熔膠黏接組裝於回收塑膠容器中
4. 測試 2 顆太陽能充電電池供應串接可變電阻及輕質排送風扇的總電流 (等於分電流) 及輕質排送風扇
5. 記錄排送風扇運轉的起始的分電壓為 1.0V (說明) 及分電流為 1.0A



6. 使排送風扇穩定運轉一小時
7. 記錄排送風扇運轉每分鐘的電壓及電流



8. 持續記錄以充電電池總電壓約為 3V 能使排送風扇的時間、電壓、電流及電功率的大小

以線香探究自製輕型排送風扇運轉排送風的實驗分析



5. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第四組—產氣比空氣重(例如：硫粉_(S) 燃燒會釋放臭味且具腐蝕鼻黏膜的二氧化硫 SO_{2(g)})-裝置)



抽氣箱右側入口抽風扇

抽氣箱左側出口排風扇

出口排風扇的馬達以小塑膠杯覆蓋避免酸氣腐蝕馬達金屬部份



以開口帶固定自製小鋸箔濕點黏貼於數玻璃片上(小型硫粉燃燒座 A)

將 A 置放於裝有黃色色水稀釋液於回收塑膠盒內，倒置的漏斗口上放置半片沾水的廣用試紙

將 A 小燃燒匙內加硫粉



以點火槍點火燃燒硫粉後將倒置的漏斗蓋住 A

可清楚看到漏斗口上潮濕的廣用試紙由綠色變成棕色；漏斗內 SO₂ 氣體使綠色的廣用色水變成棕色

硫粉燃燒實驗在抽排氣箱內進行，可避免實驗時吸入惡臭且具腐蝕性的 SO₂ 氣體 (為清楚拍攝畫面，抽排氣箱尚未加膠門)

6. 組合簡易紙箱型提高抽送風速的小型清淨抽氣箱(第五組)



這是額定電壓較高的回收馬達

回收發電器的變壓器

回收手機的變壓器



已能相容配合的動力組

模擬測進口的風速大小

模擬測出口的風速大小

【研究五】組合排送風扇自製清淨抽排氣箱的研究

1. 組合排送風扇自製紙箱型清淨抽氣箱風扇試轉實驗



回收變壓器送風馬達

俯視向上抽風的風扇

補強支撐風扇及馬達支架

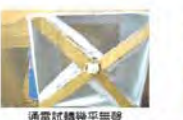
2. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第一組--有菌培育菌絲體的裝置)



微板風扇架配合紙箱

一為送風扇、另一為排風扇

加淨化空氣的濾網



微放電池的支架

通氣試轉幾乎無聲

左下送風、右上排風的設計



組合塑膠袋做可掀式膠門

膠門掀開放有菌培育菌絲體的裝置

紙箱頂可補液滴

3. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第二組--培養基觀察菌培養的裝置)若箱內先用 70%酒精溶液消毒，另加裝紫外燈管，抽排氣十分鐘後再將有培養基的培養皿置入，就相當於用小型的無菌操作箱進行生物菌類的實驗了。



另一組小型的清淨抽氣箱

濾網直接在箱外易拆換



膠門內放培養基觀察菌培養情形

4. 組合簡易紙箱型可移動式的小型清淨抽氣箱(第三組--產氣比空氣輕(例如：鹼水 NH₄OH_(aq) 會釋放阿摩尼亞臭味的氨氣 NH_{3(g)})-裝置)



洗淨便當盒廢物

底部切開四個風口及馬達裝設位置

底部粘泡棉膠及廢紙箱支撐強度



便當盒底部凹槽放紙材恰可粘附

裝置馬達及自製扇葉

接電池盒正負極，測試馬達轉動風扇



自製風扇出口風現向上氣流

修緊折出氣流轉彎出口 1

修緊折出氣流轉彎出口 2



可加裝濾網的廣用入口及出口

抽氣箱門用 A、膠與膠膜粘平

膠膜切割出兩個單手可伸入的米字入口



風力可達 4 公里/時的風扇

符合氣流動向的第五組

氣流出口加濾網避免污染物流出



加膠門放風速計測風速

測進、出的風速大小

以 LED 紅綠光同時照氣流流動情形

結果與討論

研究一【自製平行式旋轉式氣流的排送風扇設計】

1. 我們經過觀察比較自製小風扇與市售風扇的排送風轉動後，發現兩者旋轉方向不同，市售風扇均為順轉送風，而我們自製小風扇卻逆轉送風，順轉則抽風。
2. 探究原因是扇葉組裝的傾斜方向恰好相反，因此擾動空氣的氣流流動方向恰好相反。
3. 以回收瓶蓋製作扇葉軸心，先數好瓶蓋共120個，則每40個瓶蓋用剪刀沿著瓶蓋內面刻出約45度的斜角，將三片扇葉插入瓶蓋後以保龍膠固定，使扇葉與軸心連結處也呈一致性的斜角。
4. 接上小型馬達後試轉，效果相當不錯，甚至只需一顆電池的電力就可啟動了。

研究二【自製小風扇專用的USB輕型濾風扇的節能測試】

1. 桌上型電腦

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	114.7	114.7	114.5	115.3	115.6	115.1	115.3
電流(A)	0	1.78	1.77	1.81	1.77	1.79	1.81
用電功率(w)	0	124	123	123	123	123	123
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電量(kWh)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12

2. 桌上型電腦+後插孔市售USB風扇

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	116.2	116.4	116.4	116.2	116.0	115.8	116.0
電流(A)	0	1.94	1.86	1.86	1.86	1.87	1.87
用電功率(w)	0	126	126	127	127	126	127
頻率(Hz)	0	60.0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電量(kWh)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13

3. 桌上型電腦+後插孔自製USB輕型濾風扇

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	115.6	115.8	116.2	115.6	115.6	114.9	114.9
電流(A)	0	1.79	1.87	1.83	1.82	1.82	1.81
用電功率(w)	0	123	124	124	123	124	123
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電量(kWh)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12

4. 筆記型電腦

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	116.6	116.6	117.1	115.8	116.2	116.4	114.7
電流(A)	0	0.35	0.37	0.35	0.36	0.36	0.33
用電功率(w)	0	20	20	19	20	20	19
頻率(Hz)	0	59.9	60.0	59.9	59.9	59.9	59.9
用電量(kWh)	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02

5. 筆記型電腦+市售USB風扇 53分鐘達0.02度。

用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	114.9	114.4	114.7	114.0	114.5	115.1	115.1
電流(A)	0	0.35	0.37	0.35	0.36	0.36	0.33
用電功率(w)	0	22	22	22	22	22	22
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電量(kWh)	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02

6. 筆記型電腦+自製USB輕型濾風扇 31分26秒達0.01度，57分24秒達0.02度。

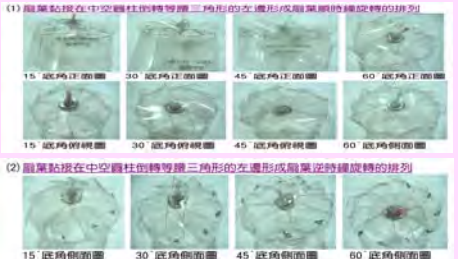
用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	115.3	115.3	115.6	115.2	114.7	114.9	114.7
電流(A)	0	0.33	0.33	0.33	0.33	0.41	0.34
用電功率(w)	0	20	20	20	20	23	20
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電量(kWh)	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02

7. 市售80w落地型風扇

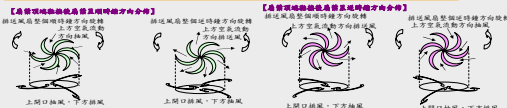
用電時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	116.2	116.6	116.6	116.6	116.0	116.0	116.0
電流(A)	0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
用電功率(w)	0	40	40	40	40	39	40
頻率(Hz)	0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
用電量(kWh)	0	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03

研究三自製垂直型輕旋轉排送風扇模型設計

屋頂專用的排風扇則呈現90°垂直型的氣流流動如右
扇葉頂端裝接中空原筆心筆軸的間距不易拿捏，而扇葉黏接方向為順轉或逆轉也會有抽風及排風的問題，直到第三代的設計及試轉後，才算大功告成！



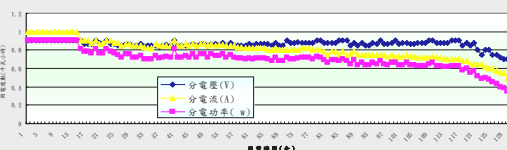
研究四自製輕型排送風扇的氣流分析及實測



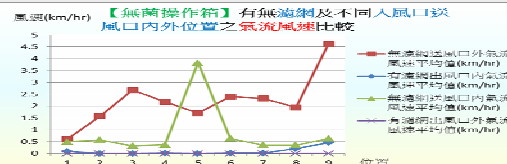
自製輕型排送風扇的用電實測

1. 以充電池總電壓約為3V而言，這排風扇只用了1V，其餘2V為電池內電阻、線路及3K可變電阻器所利用。由可變電阻器發熱的情形來看，此為電能消耗比馬達還要多的電能轉熱能。
2. 自製小型排送風扇與3K可變電阻串接使用兩顆太陽能充電電池連轉排送風的分電流、分電壓實測

圖四、實測自製輕型排送風扇用電情形(與3K可變電阻串接)



研究五-(一)組合排送風扇自製清淨抽氣箱的可行性



1. 組合排送風扇自製小型清淨抽氣箱的氣場測流實驗，若只用可承載3V的小馬達，風力只達1~2公里/時的風速而已。
2. 所以，我們找到較強的6V、9V或12V變壓器及可承載6V、9V或12V電源的各型馬達，目前風扇的風力已可達到4.0公里/時的風速。

研究五-(二)組合排送風扇自製清淨抽氣箱的效能



傳統實驗與有無抽排氣箱排氣之效能比較 (以燃燒粉生成二氧化碳氣體為例)
實驗結果之差異比較
傳統方法：以自製抽排氣箱排氣之效能比較，以燃燒粉生成二氧化碳氣體為例，其抽排氣箱內之二氧化碳氣體濃度較低。

實驗方式	未燃燒完的粉量(g)	0.3	0.6	0.9
傳統	SO ₂ 氣體對於水的導電度大小	205	244	255
傳統箱內(註1)	箱口風外，面上10cm立方格支架外插用市售抽排氣箱濾網色格數	前：無 左：無 右：無	前：12格 左：6格 右：6格	前：11格 左：1格 右：1格
	箱口風外，面上15cm立方格支架外插用市售抽排氣箱濾網色格數	前：無 左：無 右：無	前：13格 左：7格 右：7格	前：11格 左：1格 右：1格
	箱口風外，面上10cm立方格支架外插用市售抽排氣箱濾網色格數	前：無 左：無 右：無	前：13格 左：7格 右：7格	前：11格 左：1格 右：1格

實驗方式	未燃燒完的粉量(g)	0.3	0.6	0.9
標示箱外(註2)	SO ₂ 氣體對於水的導電度大小	24	34	41
標示箱內(註3)	箱口風外，面上10cm立方格支架外插用市售抽排氣箱濾網色格數	前：171格 左：25格 右：25格	前：23格 左：11格 右：11格	前：11格 左：1格 右：1格
	箱口風外，面上15cm立方格支架外插用市售抽排氣箱濾網色格數	前：171格 左：25格 右：25格	前：23格 左：11格 右：11格	前：11格 左：1格 右：1格
	箱口風外，面上10cm立方格支架外插用市售抽排氣箱濾網色格數	前：171格 左：25格 右：25格	前：23格 左：11格 右：11格	前：11格 左：1格 右：1格

結論與應用

1. 我們以回收瓶蓋(瓶蓋內共120個，則每40個瓶蓋)以美工刀斜切出約45度的斜角，嵌入自製有弧度的三片扇葉加馬達軸心的風扇設計，以相同動力機動空氣流動的效能比市售的小玩具馬達風扇，軸心上扇葉有動卻無風量為佳，不僅明吹到涼風，甚至只需一顆電池的電力就可啟動了。
2. 經過比較自製小風扇與市售風扇的排送風轉動後，發現兩者旋轉方向不同，市售風扇均為順轉送風，而我們自製小風扇卻逆轉送風，順轉則抽風。原因是扇葉組裝的傾斜方向恰好相反，因此擾動空氣的氣流流動方向恰好相反。
3. 以自組電腦專用的USB輕型濾風扇的節能測試發現
 - (1) 同樣啟動一小時的時間，桌上型電腦用電度數達0.12度，而筆記型電腦卻只要0.02度而已，使用筆記型電腦比桌上型電腦節電。
 - (2) 同樣在電腦上啟動市售USB風扇一小時，桌上型電腦每小時用電達0.13度，而筆記型電腦卻仍維持0.02度(53分鐘達0.02度)；又以啟動自製USB輕型濾風扇，桌上型電腦每小時用電僅0.12度，筆記型電腦也仍維持0.02度(57分24秒達0.02度)，由此可知，自製的USB輕型濾風扇比市售USB風扇更為節電些。
 - (3) 單只市售80w落地型風扇，每小時的用電度數就高達0.03度，若需用桌上型電腦工作每小時再加0.12度，兩者各別使用每小時用電共達0.15度；如果使用筆記型電腦加市售USB風扇或自製USB輕型濾風扇，每小時用電只需0.02度，甚為節電！
4. 以電腦繪製黏貼的投影片素材來垂直型旋轉排送風扇的模型材料，排送風扇位置在高點，由排送風扇上方扇葉處抽風，所造成中空區域呈輪廓射狀送風時，扇葉黏貼中空區域30°底角的扇葉開口略傾向上方，下方向的中空區域呈輪廓射狀送風時，扇葉黏貼中空區域30°底角的扇葉開口略傾向上方，所造成對流效果會比15°底角的扇葉設計為佳。
5. 將製成排送風扇與3K可變電阻串接使用兩顆太陽能充電電池連轉排送風的分電流、分電壓用電實測，起始電壓為0.9V，電流為1.0A，分電功率為0.9w，運轉至20分鐘12分20秒，電流強度均變成原來的1/3後，才停止運轉。
6. 我們將滴過的茶包袋塞乾放入或茶包袋內裝沾香精的棉花，當輕型排送風扇旋轉時，可利用抽、排旋轉的氣流將香氣過濾出來，而且風扇圓柱底部還可以用3M空氣濾網過濾掉一些會引起塵埃的過敏源，這樣只需裝裝20元易易型馬達(一張2.09元電腦繪製的排風扇投影片設計)(12元2K可變電阻器)(25元USB藍線接線)(一些鐵絲、熱熔膠、回收膠膠袋)(一小塊3M空氣濾網膠布)，就可以不到百元的價錢自製可坐在電腦桌前、室內專用且不用燃燒的清淨香檯了，若再更換節能燈，少掉25元的USB電線接換成2顆太陽能充電電池也可運轉多個小時也再趕不節的。
7. 以電腦繪製香檯扇葉投影片及增加部份厚度使平面變凸面的作法，回收廢膠盒、紙盒、紙瓶、硬書本當馬達及扇葉的支架，共研出五種百有找 高淨清淨抽氣箱的組合：
 - (1) 第一組 一有氣筒有齒輪的小型清淨抽排氣箱裝置。
 - (2) 第二組 培養基培養菌培養的小型清淨抽排氣箱裝置。
 - (3) 第三組 實驗產生臭氣(氨氣NH₄OH(aq)生臭氣NH₃(g))比空氣輕的小型清淨抽排氣箱裝置。
 - (4) 第四組 實驗產生臭氣(硫磺粉S)燃燒生二氧化硫SO₂(比空氣重)的小型清淨抽排氣箱裝置。
 - (5) 第五組 以回收馬達、發聲電器或手機的變壓器，組合可固定自製高抽送風速的小型實驗自製抽排氣箱裝置。
8. 也可加碼加裝一千元的紫外光管，組成小型的無菌操作箱，使用前箱內先用70%酒精溶液消毒，再抽排氣10分鐘後，即可進行無菌操作的無菌式實驗了，這對於經費拮据、動輒幾萬元的大型設備設備缺的國中實驗而言，我的設計，無疑地解決了學校需抽排氣箱或無菌操作台來實驗之問題(市售排氣煙箱及直立式無菌無塵操作台顯示價格如右)。

參考資料

1. 「風扇系統」節能開關 經濟部能源局高效率馬達應用技術開發與推廣計畫 第3期 97年9月
2. 太陽能電池 <http://www.nsc.gov.tw/dept/acro/version01/battery/electric/types/solar.htm#basic>
3. 無塵無菌操作台 www.strider.com.tw
4. 48屆全國科展獲職組土不科「八方風雲 輪風換發」
5. 國中自然課本第六冊第一章1-1簡單電路「電阻的串聯與並聯」1-2電功率「電流熱效應」
6. 國中自然課本第六冊第二章2-2電生磁「馬達」
7. 本校歷屆科展作品