

中華民國第四十五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

080804

登風造極

彰化縣員林鎮員林國民小學

作者姓名：

小六 魏卉齊 小六 許豈毓 小六 蕭理涵  
小六 謝昀臻 小六 張家華 小六 周曉彤

指導老師：

吳昇鴻 黃碧玲

# 登風造極



## 一. 【研究動機】

去年九月二十四日是個風和日麗的好天氣，學校舉辦了校外教學，到了科博館之後，我們這一組最感興趣莫過於「空氣魔術師」了，那是一台會吹風的機器，你要把放在一邊的皮球拿起來，並放在出風口上，接著球就會漂浮在空中。回家之後，一次偶然機會，打開電視恰巧看到Discovery 頻道正在播映一位新加坡籍建築工程師的研究，內容大約是工程師正在蓋高樓，但大樓卻莫名倒塌了，他非常沮喪，直到他妻子問他你為什麼不去找出原因，他恍然大悟，開始研究大樓倒塌的原因，原來是風所造成的，為什麼他所設計的大樓無法承受強大的颶風呢？看完之後我們就想到何不用依據這個主題來做實驗呢？在我們得到老師的協助之後，就開始了這次的實驗。

## 二.【研究目的】

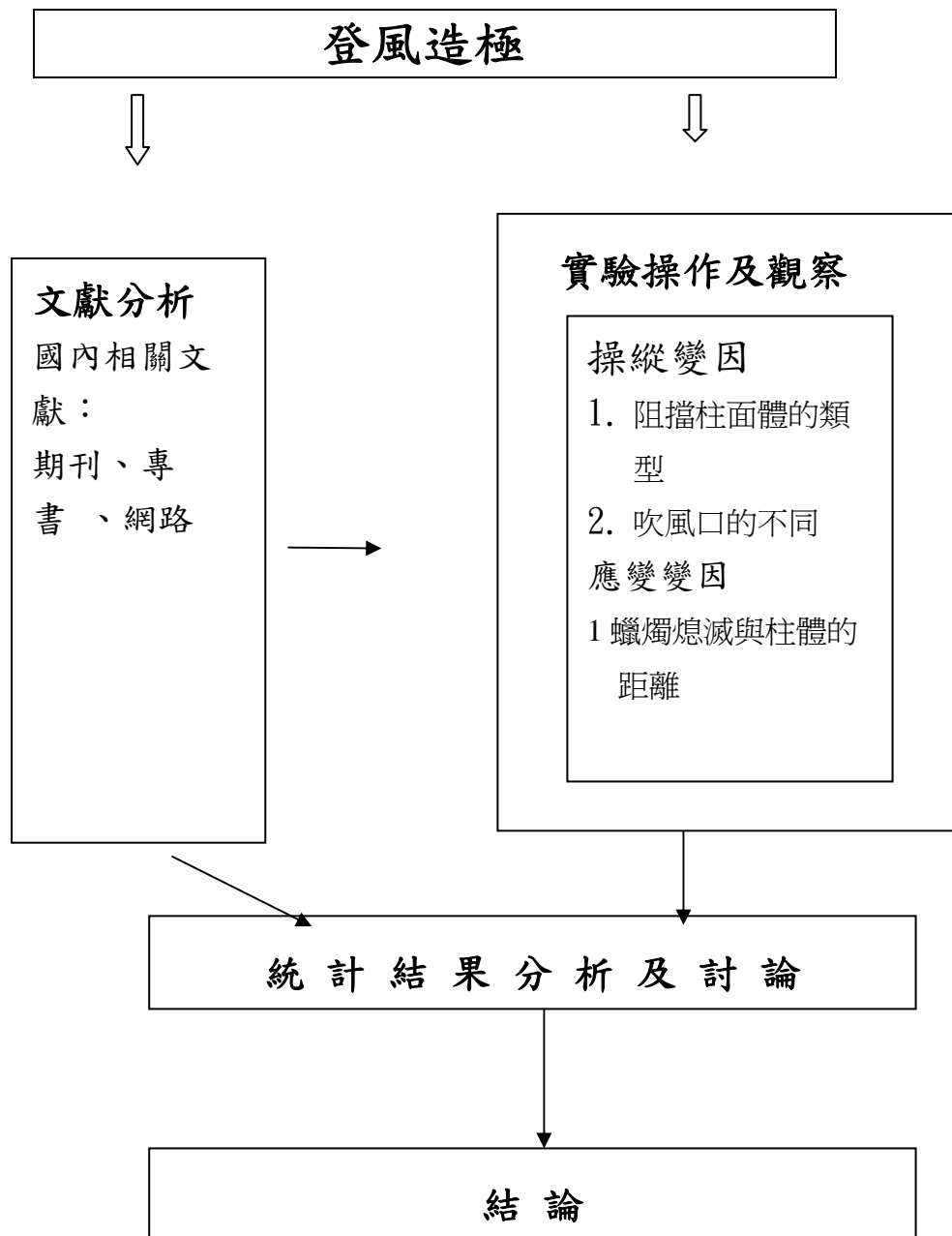
1. 探討各種不同柱體對冷空氣產生擾流的差異性
2. 探討改變柱體面對冷空氣產生擾流的差異性
3. 探討冷氣流流經各種柱體表面的路徑狀況
4. 探討空氣擾流對於日常生活的應用與影響

## 三.【研究設備器材】：

- (一) 蠟燭、火柴、吹風機、
- (二) 厚紙板自製各式形狀的柱體
- (三) 捲尺、氣流模擬器



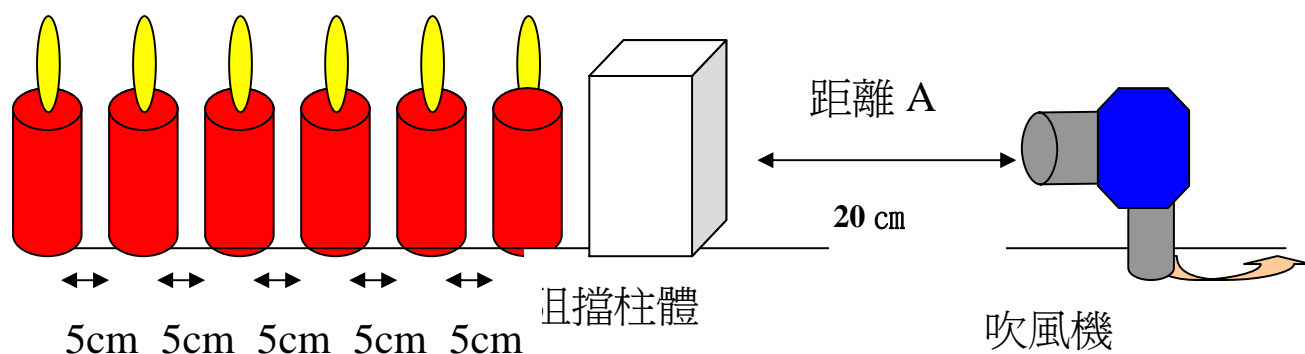
#### 四、【研究架構】：



## 五、【研究過程】：

### 研究一、探討各種不同柱體對空氣產生擾流的差異性

燭 火



實驗：.研究圓柱與平面柱體對於空氣擾流的情形

方 法：(1) 將捲尺拉直置於桌面上，丈量各點距離。

(2) 將吹風機放在直尺的 0 點，阻擋柱體放在 20 cm 點

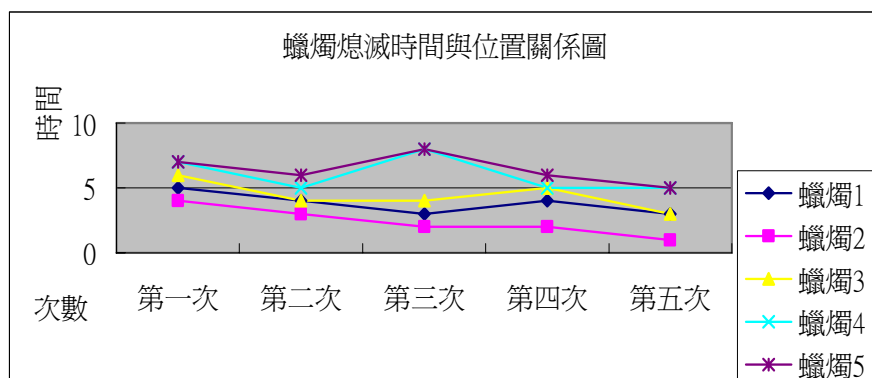
處，蠟燭放在阻擋柱體之後，從 20 cm 每 5 公分放一隻蠟燭，紀錄蠟燭火焰恰巧被吹熄滅時，此時的時間。

(3) 平面柱以長、高長度不變柱體，紀錄蠟燭火焰恰巧被吹熄滅距離。

(表一) 一、平面柱以長、高長度不變柱體，紀錄蠟燭火焰恰巧被吹熄滅距離。

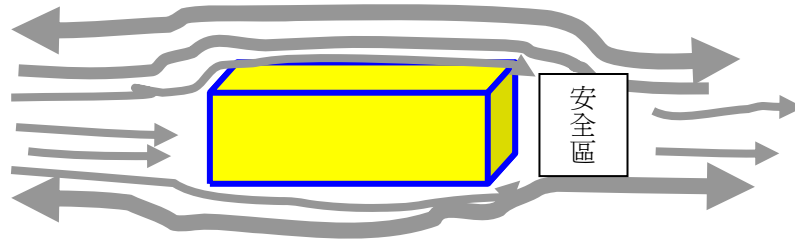
以(  吹風 ) 方式實驗求得蠟燭熄滅的時間)					
蠟燭 次數 \ 時間 (S)	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm
第一次	5	4	6	7	7
第二次	4	3	4	5	6
第三次	3	2	4	8	8
第四次	4	2	5	5	6
第五次	3	1	3	5	5
平均	3.8	2.4	4.4	6	6.4

(圖一)



結論：

- 1.依據實驗數據可知熄滅順序依序距離為：10cm、5 cm、15 cm、20 cm、25 cm。
- 2.由上圖可看出在平面柱面體之後的蠟燭火焰，通常離柱體 10 公分的距離，是最快熄滅的。(圖面上的第二跟蠟燭)，所以我們猜測，**蠟燭 2** 最快熄滅。
- 3.根據結論預測氣流流動方式：

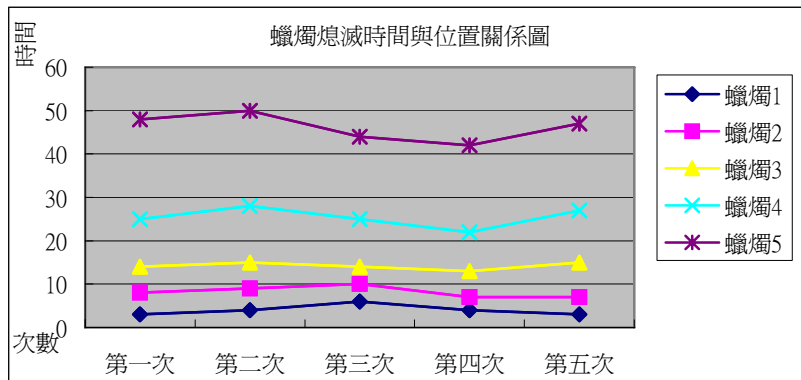


- 方法：(1) 將捲尺拉直置於桌面上，丈量各點距離。
- (2) 將吹風機放在直尺的 0 點，阻擋柱體放在 20 cm 點處，蠟燭放在阻擋柱體之後，從 20 cm 每 5 公分放一隻蠟燭，紀錄蠟燭火焰恰巧被吹熄滅時，此時的時間。
- (3) 平面柱以長、高長度不變改變寬度.紀錄在不同寬度的柱體.蠟燭火焰恰巧被吹熄滅時時間。
- (4) 圓型柱體已改變直徑長度.紀錄在不同半徑的柱體.蠟燭火焰恰巧被吹熄滅時的時間。

(表二) 一、不同寬度的柱體.蠟燭火焰恰巧被吹熄滅時時間。

以(  吹風 ) 方式實驗求得蠟燭熄滅的時間					
蠟燭 次數 \ 時間 (S)	蠟燭1	蠟燭2	蠟燭3	蠟燭4	蠟燭5
第一次	3	8	14	25	48
第二次	4	9	15	28	50
第三次	6	10	14	25	44
第四次	4	7	13	22	42
第五次	3	7	15	27	47
平均	4	8.2	14.2	25.4	46.2

(圖二)



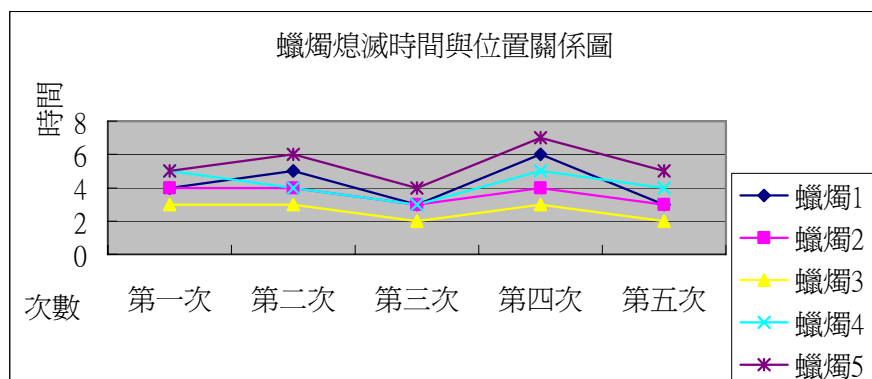
(表三) 二、不同半徑的柱體.蠟燭火焰恰巧被吹熄滅時的時間。

以(  吹風 )方式實驗求得蠟燭熄滅的時間

蠟燭 次數 \ 時間 (S)	蠟燭1	蠟燭2	蠟燭3	蠟燭4	蠟燭5
第一次	4	4	3	5	5
第二次	5	4	3	4	6
第三次	3	3	2	3	4
第四次	6	4	3	5	7
第五次	3	3	2	4	5
平均	4.2	3.6	2.6	4.2	5.4



(圖三)



結論：1.觀察得到當柱體截面積愈大時，最快熄滅的蠟燭距離柱體愈遠，故得到：

**蠟燭熄滅的距離與柱體的截面積成正比關係。**



2.圓柱體與柱體熄滅時間作整體的比較後發現，圓柱體熄滅的時間遠比柱體時滅時間來得短，故得到


**柱體背面的形狀是影響氣體擾流的主要因素之一。**

3.根據 2.得柱體形狀越接近圓柱體時，**氣體擾流越小。**

探討改變柱體面對空氣產生擾流的差異性

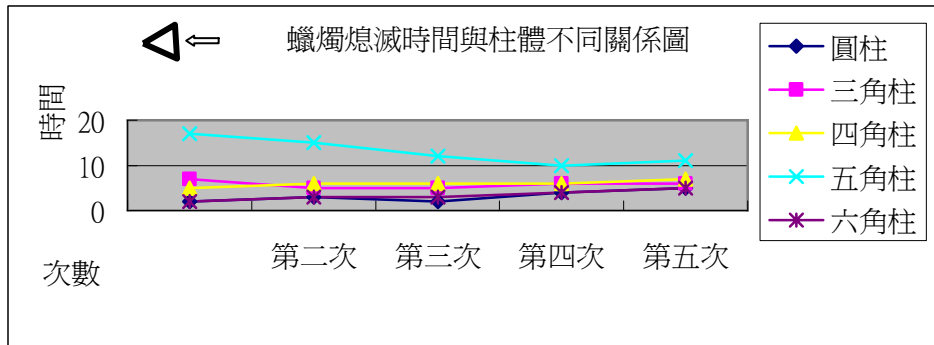
**方 法：**

- (1) 將捲尺拉直置於桌面上，丈量各點距離。
- (2) 將吹風機放在直尺的 0 點，阻擋柱體放在 20 cm 點處，蠟燭放在阻擋柱體之後，從 20 cm 每 **1 公分** 放一隻蠟燭，紀錄蠟燭火焰恰巧被吹熄滅時，此時的時間。
- (3) 分別以平面 (  ← 吹風 ) 或鄰邊 (  ← 吹風 ) 當作阻擋的正面，實驗並記錄熄滅的時間。
- (4) 柱體分別為圓柱、三角柱、四角柱、五角柱、六角柱、七角柱、八角柱進行實驗。

(表四) 一、以平面 (  吹風 ) 當作阻擋的正面

		以 (  吹風 ) 方式實驗求得蠟燭熄滅的時間					
柱體 距離(CM) 次數 時間(S)		圓柱	三角柱	四角柱	五角柱	六角柱	八角柱
							
第一次	距離	3cm	5 cm	5 cm	5 cm	3 cm	3 cm
	時間	2 s	7s	5 s	17 s	2 s	4 s
第二次	距離	2cm	3 cm	4 cm	5 cm	3 cm	3 cm
	時間	3 s	5 s	6 s	15 s	3 s	5 s
第三次	距離	3cm	2 cm	5 cm	4 cm	3 cm	2 cm
	時間	2 s	5 s	6 s	12 s	3 s	5 s
第四次	距離	2cm	3cm	6cm	4cm	2cm	2cm
	時間	4 s	6 s	6 s	10 s	4 s	5 s
第五次	距離	2cm	3cm	5cm	3cm	3cm	2cm
	時間	5 s	6 s	7 s	11 s	5 s	6 s
平均		3.2	5.8	6	13	3.4	5

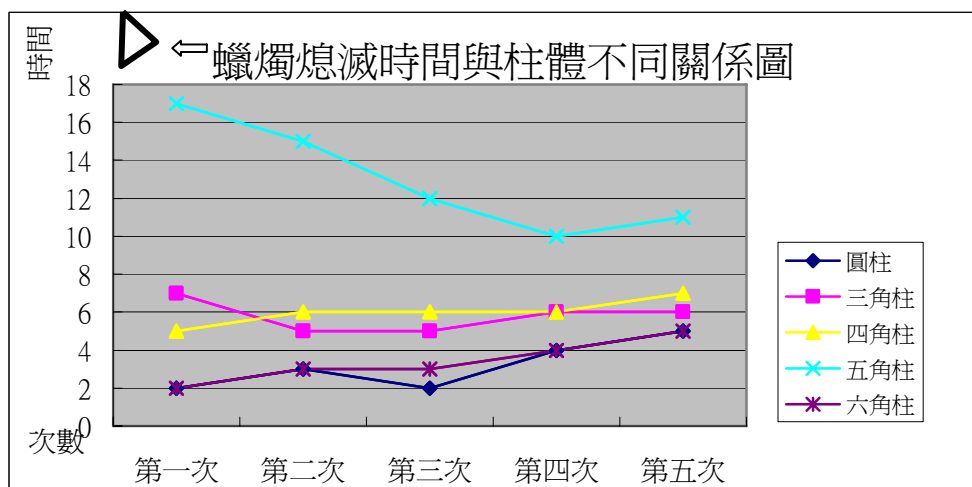
(圖四)



(表五) 以鄰面 (  ←  吹風 ) 當作阻擋的正面

		以 (  吹風 ) 方式實驗求得蠟燭熄滅的時間					
柱體 距離(CM) 次數 時間(S)	圓柱	三角柱	四角柱	五角柱	六角柱	八角柱	
							
第一次	距離	3cm	5 cm	5 cm	5 cm	3 cm	3 cm
	時間	2 s	1s	3 s	18s	41 s	4 s
第二次	距離	2cm	3 cm	4 cm	5 cm	3 cm	3 cm
	時間	3 s	2 s	3 s	15 s	30 s	5 s
第三次	距離	3cm	2 cm	5 cm	4 cm	3 cm	2 cm
	時間	2 s	1 s	4 s	12s	25s	6 s
第四次	距離	2cm	3cm	6cm	4cm	2cm	2cm
	時間	2 s	3s	5 s	13 s	32 s	4 s
第五次	距離	2cm	3cm	5cm	3cm	3cm	2cm
	時間	5 s	6 s	7 s	11 s	5 s	6 s
平均		3.2	5.8	6	13	3.4	5

(圖五)



發現：(1) 在三角、四角、五角、六角、八角柱等不同類型的阻擋柱面體後方的燭火，**都會熄滅**。

(2) 固定距離 A 時，以柱體平面當作正面，則蠟燭熄滅的距離與以柱體鄰面當作正面時來得小。

故得：蠟燭熄滅的距離(柱體平面) < 蠟燭熄滅的距離(柱體鄰面)

(3) 當固定蠟燭與柱體熄滅距離時，以柱體鄰邊當作正面，則距離 A 大於以柱體平面當作正面時。

故得：距離 A (柱體鄰邊當作正面) > 距離 A' (柱體平面當作正面)

(4) 此次實驗間以平面作為對照組。

(5) 觀察圖四、圖五得

設 n 角柱阻擋柱面體，則：

ㄟ、當 n = 3、4 時，求得最快熄滅的蠟燭距離柱體成遞增狀態，兩者大約成正比關係。

ㄨ、但是，當 n > 4 時，求得最快熄滅的蠟燭距離柱體成遞減，兩者大約成反比關係。

(6) 表示當  $n = 4$  時，圖形為轉折點（臨界點），即阻擋柱面體大於四角柱面體時，其柱體便越接近圓柱體；故當  $n > 4$  時，阻擋柱面體與圓柱體越來越相近，所以氣流的擾流現象會變小。【如圖四、圖五】

(7) 表示當  $n = 4$  時，其受風角度=90 度；當  $n > 4$  時，其受風角度 < 90 度。(以五角柱為例，其受風角=180 度-108 度=72 度)

故得：

ㄅ、當受風角度>90 度時，其空氣擾流較大；

ㄆ、當 45 度<受風角度<90 度時，其空氣擾流現象變化最明顯的角度；

ㄇ、當受風角度<90 度時，其空氣擾流較小。

**研究二、**比較阻擋柱體，相同形狀的正面，改變背面的形狀對於氣體擾流現象，有何異同。

**方法：**(1) 分別製作角度為 30、45、60、90、120 度等五組的扇形柱，且具有相同形狀的正面，並改變背面的形狀。

(2) 承實驗 1，僅改變阻擋柱體，實驗並記錄熄滅距離(cm)及時間(s)數值。

**結果：**(1) 背面成流線形的阻擋柱體，後方的蠟燭火焰會熄滅，記錄熄滅距離數值較小且時間較短。

(2) 背面成切直線形的阻擋柱體，後方的蠟燭火焰也會熄滅，但記錄的距離數值較大且時間較長。

(表六)

以  吹風)方式實驗求得蠟燭熄滅的時間

		角度				
次數	時間	30 度	45 度	60 度	90 度	120 度
	第一次	距離	1 cm	1 cm	4 cm	7 cm
時間		2 s	13 s	19 s	7 s	3 s
第二次	距離	1 cm	2 cm	4 cm	7 cm	15 cm
	時間	7 s	6 s	7 s	8 s	23 s
第三次	距離	2 cm	2 cm	5 cm	9 cm	14 cm
	時間	5 s	10 s	21 s	31 s	32 s
第四次	距離	1 cm	2 cm	5 cm	10 cm	15 cm
	時間	9 s	14 s	17 s	13 s	10 s
第五次	距離	1 cm	3 cm	5 cm	9 cm	14 cm
	時間	5 s	12 s	19 s	13 s	12 s
平均		5.6	11	16.6	14.4	16

(表七)

以  吹風)方式實驗求得蠟燭熄滅的時間

		30 度	45 度	60 度	90 度	120 度
次數	角度					
	時間					
第一次	距離	1 s	2 s	3 s	3 s	4 s
	時間	1 cm	1 cm	5 cm	9 cm	16 cm
第二次	距離	10 s	10 s	11 s	11 s	12 s
	時間	2 cm	2 cm	4 cm	8 cm	17 cm
第三次	距離	7 s	18 s	19 s	20 s	21 s
	時間	1 cm	2 cm	5 cm	10 cm	16 cm
第四次	距離	19 s	20 s	22 s	23 s	25 s
	時間	2 cm	3 cm	5 cm	11 cm	15 cm
第五次	距離	24 s	28 s	29 s	31 s	35 s
	時間	1 cm	3 cm	5 cm	9 cm	14 cm
平均		12	15	17	18	19

(表八)

以 (  吹風 ) 方式實驗求得蠟燭熄滅的時間						
次數	角度	30 度	45 度	60 度	90 度	120 度
	時間					
第一次	距離	1 s	2 s	3 s	3 s	4 s
	時間	4	5	3	11	12
第二次	距離	10 s	10 s	11 s	11 s	12 s
	時間	2 cm	2 cm	4 cm	8 cm	17 cm
第三次	距離	7 s	18 s	19 s	20 s	21 s
	時間	1 cm	2 cm	5 cm	10 cm	16 cm
第四次	距離	19 s	20 s	22 s	23 s	25 s
	時間	2 cm	3 cm	5 cm	11 cm	15 cm
第五次	距離	24 s	28 s	29 s	31 s	35 s
	時間	1 cm	3 cm	5 cm	9 cm	14 cm
平均		12	15	17	18	19

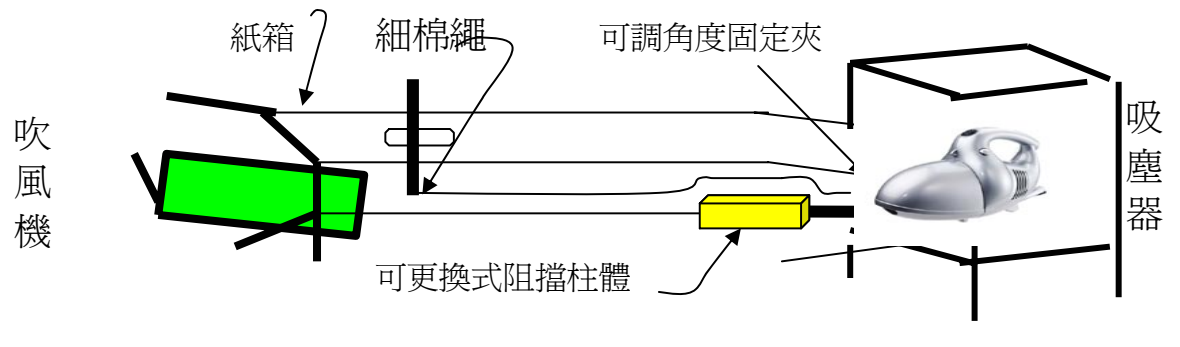
**研究三**、利用自製氣流模擬器觀察氣流流經各種柱體表面的路徑情況。

**方法**:(1) 分別利用四角柱體、圓柱體、橢圓柱體、流線形柱體等四種柱體，當作阻擋柱面體。

(2) 啓動吹風機級吸塵器開關，以細棉繩當作氣流的行經路線，觀察並記錄結果。

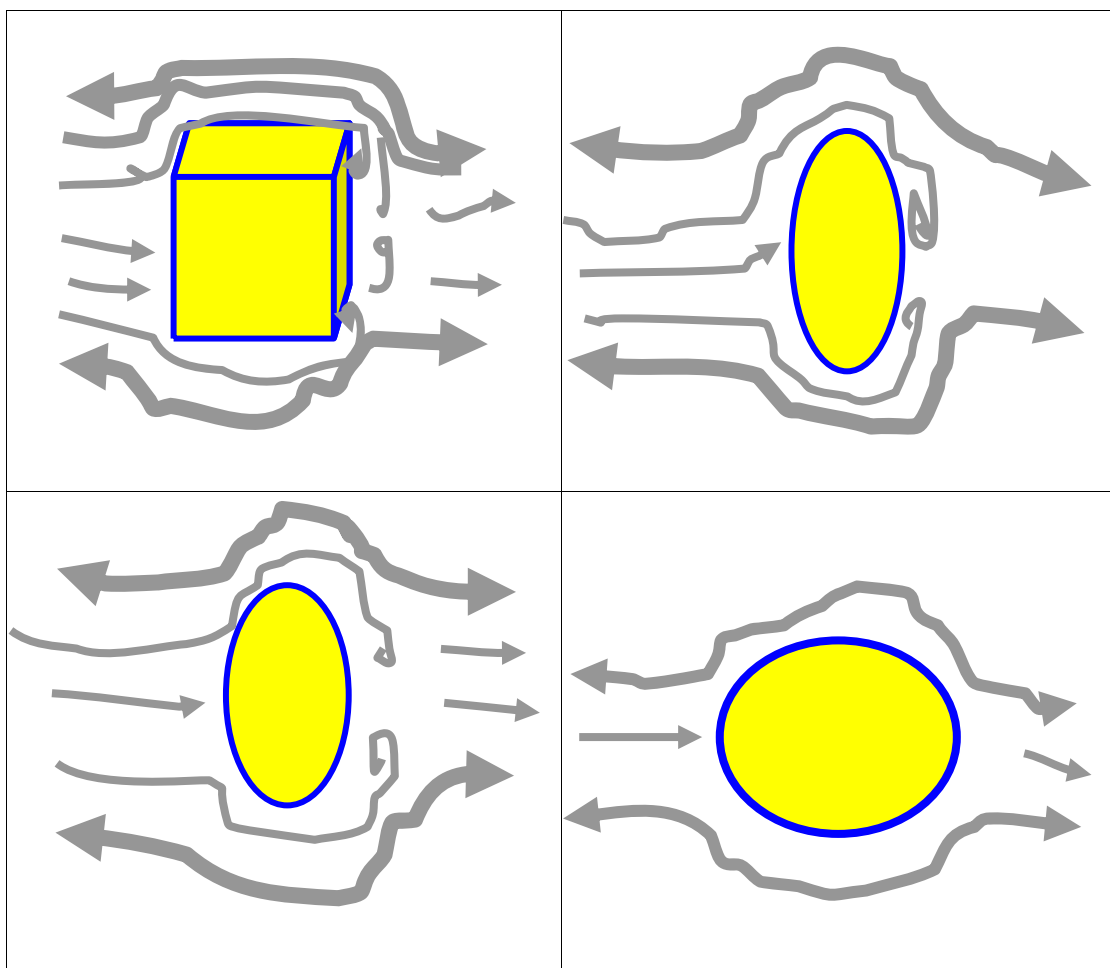
(3) 氣流模擬器外形構造介紹如下：





【 氣 流 模 擬 器 】

結 果：繪圖如下。

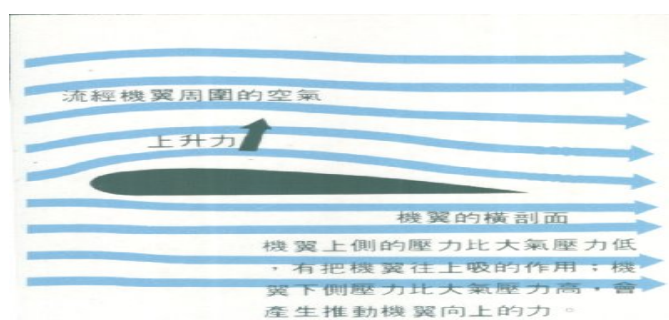


結論：

- 1、氣流流動會順著阻擋柱面體表面前進，在柱面體背面產生氣體擾流現象。
- 2、氣流有擾亂的現象只有在柱面體表面而已，而且柱面體上下表面都會發生。至於離表面較遠的距離，則氣流較不受影響。
- 3、阻擋柱面體表面越呈現流線外形，則氣流擾流現象越小。
- 4、透過氣流模擬器，我們也發現空氣對物體表面會產生摩擦作用，使空氣流速減慢，而形成阻力。

#### 研究四、探討空氣擾流對於日常生活的應用和影響。

- 方法：
- 1、尋找及探討在日常生活之中利用空氣擾流原理的用品或器材。
  - 2、蒐集相關的資料和照片。
  - 3、上網查詢相關的資料和照片。



將飛機的機翼橫切開來（如上圖），可以看到它的橫切面，有一相當流線型的弧面。當氣流沿著機翼流過時，氣流在此橫切面前緣分成上下兩道氣流。通過機翼上側的氣流比通過機翼下側的氣流速度還快。於是機翼上側氣流速度快，壓力要來的低，因此有將機翼往上吸的作用，而在下側的壓力比大氣壓力高，因此產生將機翼向上的力，於是這兩股壓力合併，便形成一個相當大的上升力。

於是機翼上側氣流速度快，壓力要來的低，因此有將機翼往上吸的作用，而在下側的壓力比大氣壓力高，因此產生將機翼向上的力，於是這兩股壓力合併，便形成一個相當大的上升力。



高速時尾翼的上端翼面會向後傾倒，降低擾流翼的撞風面積與角度，就是使翼面朝與地面更接近平行的方向彎曲，如此，能減少賽車在高速時的風阻，提昇直線道尾段的車速；最神奇的部份是當進彎前踩煞車減速時，尾翼會向前回倒，因此增加了撞風面與阻力，正好有助於賽車進彎前轉向所需的下壓力。

- 發現：
- 1、我們發現空氣擾流的原理可以廣泛運用日常生活中如跑步、游泳、汽車及飛機。
  - 2、克服空氣擾流的原理：飛機的機翼造型。
  - 3、利用空氣擾流的原理：
    - (1) 汽車的擾流板設計
    - (2) 氣艇的外型設計

結論：空氣擾流的原理對於我們日常生活是有利亦有弊，只要善加利用都能造福我們人類自己。

## 六、結果與討論：

◎綜合以上所有的實驗結果，我們的結論是：

- 1、我們藉由氣流模擬器這個工具進行觀察，觀測氣流流經各種柱體表面的路徑，可以讓我們清楚的觀察，並紀錄氣流在任何阻擋物表面的行經路徑。
- 2、氣體流經各種柱體時，一開始氣流受到擾動的情況與各種柱體正面的截面積有關。截面積越大，氣流受到擾動的情形越大。  
故得：阻擋物的**截面積與擾流成正比**
- 3、氣體流經阻擋物時，阻擋物的正面部分只會些微影響到擾動氣流，最主要引起氣體擾流變化的因素，主要取決於**阻擋物背面**部分。
- 4、根據實驗阻擋物形狀越接近圓柱體時，則氣體擾流的現象會越小。
- 5、分別以阻擋物的平面和鄰邊為迎風正面時，可以得知以平面為迎風正面時，氣體擾流的現象會越小，表示阻擋物背面才是造成氣體擾流的位置。
- 6、阻擋物越接近**流線形**時，即表面越平順，即越趨於圓柱形，越有平穩氣流，相對氣體擾流的現象會越小。
- 7、我們得到阻擋柱面體兩個臨界點：四角柱與角度**45度**。表示當正面角度在**45度至90度**之間的阻擋柱面體，是空氣擾流現象變化最明顯的角度。**角度比45度小**，空氣擾流較小；**角度比90度大**，空氣擾流較大。
- 8、在這些實驗的過程當中，藉著蠟燭火焰在柱體之後有往吹風機的方向（反向）飄搖的現象，我們間接發現了所謂的**白努力定律**及**氣體擾流**現象。
- 9、數值經由歸納整理後，可得到結論：  
當吹風點固定，所得到的數值距離 **B** 會隨著阻擋柱面體的角度而有所不同。  
故得：阻擋柱面體會直接影響燭火點的距離。
- 10、空氣擾流的原理大多是運用在流體的運動中，而且是對高速運動中物

體的作用。

11、克服空氣擾流的實際應用：飛機的**機翼造型**。

12、利用空氣擾流的實際應用：

(1) 汽車的**擾流板設計**。

(2) 氣艇的**外型設計**。

13、空氣擾流的原理對於我們日常生活是有利亦有弊，只要善加利用都能造福我們人類自己。

## 七、檢討：

藉由參與這一次的實驗，使我們對於大氣中無所不在的空氣擾流現象和原理，有更深入的認識；雖然我們的能力還未能隨心所欲地掌控擾流現象，但我們卻可以信誓旦旦地說，我們不止知道它是如何生成的，也明瞭人類是如何運用智慧來減低擾流現象加諸於我們的傷害，甚至利用其特殊之處來造福人類自己，尤其是藉由氣流模擬器來觀察氣流行經路徑，讓無形的氣流概念化、有形化；在尋找及探討在日常生活中有哪些利用空氣擾流原理的用品或器材時，亦使同學們體會科學生活化的偉大，我們深深相信：這是此次實驗最大的收穫。

然而美中不足的是，由於時間的緊迫、技術的不成熟，我們發現了以下幾項有待改進的項目：

- (1) 本次實驗製作阻擋柱面體多採上下對稱型，即上下兩平面外表形狀相同，只改變前後形狀有所不同。但是在日常生活之中的物體仍有許多非對稱型，例如整輛汽車的外形、高速火車等等……。
- (2) 有空氣擾流就會形成空氣阻力，這是這次實驗所未及討論的重點之一。
- (3) 伯努利原理也是伴隨空氣擾流自然形成的重點之一。
- (4) 風力流動也會造成阻擋物的顫動、抖動、窩激震動等等。

對於以上這些伴隨著擾流現象所發生的物理現象，我們希望他日有機會能作更進一步的研究，期望能對空氣擾流的現象和原理做一番更完整的了解。

## 八、心得

- (1) 豈毓：我覺得這次的科展是我做三次科展以來收穫最多的一次，透過與同學們的分工合作，讓我學到許多新知識；透過老師的幫助，讓我知道實驗結果的對錯，我想這就是科學的真諦吧！希望藉此謝謝曾幫助過我們的師長與朋友，謝謝！
- (2) 昀臻：這一次的科展讓我們學習到很多的知識，各種測試擾流的實驗都很有趣，老師常常協助我們，一一把問題迎刃而解，讓我們順利完成這件科展，謝謝曾經協助過我們的老師，讓我們的科展大功告成。
- (3) 卉齊：這是我第三次做科展，我對科展非常的有興趣，這次的科展非常的深奧，也非常的有趣，讓我們學到了很多知識與經驗，也讓我們再畢業之時留下難忘的回憶。
- (4) 理涵：這是我初次做科展，從實驗中我得到非常大的樂趣，才深刻的了解到做中學的道理。

## 九、小朋友的建議：

- 1.減少擾流情形發生，物品可以盡量設計成流線型。
- 2.當我們約好朋友騎腳踏車時，要時常換領隊，原因是帶頭的單車面對的是未受擾動屬層流的空氣，阻力大較費力，尾隨在後的單車，因前面的空氣已受帶頭單車的擾動，阻力小，騎起來較省力。
- 3.體育課中長距離的賽跑，若同學實力相差不多時，我們可以跟在領先同學中，但由別的選手帶頭去擾亂風阻，自己後面跟著跑較省力，以保持體力，最後的階段再衝刺奪冠。
- 4.上游泳課時在水池裡游泳，若想省體力，游的久，可試著跟在別人後面，前面的人踢水，已把的水體變成擾流區，您跟著游自然會省體力，游的久。

## 十、參考資料

- (1) [http://content.edu.tw/vocation/chemical\\_engineering/tp\\_ss/content-wa/wch1/wpage1-3.htm](http://content.edu.tw/vocation/chemical_engineering/tp_ss/content-wa/wch1/wpage1-3.htm)
- (2) <http://apple.tngs.tn.edu.tw/~s0726/1.飛行原理.html>
- (3) [www.todo.com.tw/cgi-bin/search/](http://www.todo.com.tw/cgi-bin/search/)
- (4) 大英科技百科全書（光復書局）
- (5) 歷屆科展
- (6) 國民小學自然與生活科技第十一冊第四單元-空氣

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

國小組 生活與應用科學科

080804

登風造極

彰化縣員林鎮員林國民小學

評語：

本作品探討不同柱體對空氣流動所產生的擾流與作品所提之研究動機—”物體受風的阻力”略有出入，但作品仍不失趣味，所得結論亦具實用價值，在探討優流時若能以其他方式輔助如用煙替代細棉繩，將使本作品更成功。