

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國小-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：天空中的小怪物 — 風箏

關 鍵 詞：風 箏、尾 墜

編 號：080817

---

**學校名稱：**

臺北市中正區國語實驗國民小學

**作者姓名：**

曾紀華、劉彥宏、丁肇良、游秉憲

**指導老師：**

林淑妃、黃夢怡



# 天空中的小怪物-風箏

## 壹 摘要

在這個研究中，我們利用自己設計的「黃金比例」風箏，在實驗室中控制風力的大小，來研究在同樣情況下，什麼樣的風箏面會飛得比較好。然後再研究加上不同的尾墜以後，風箏飛行的情況會不會比較好。我們進行了尾墜數量、長短、材質、位置、側墜和尾墜比例的實驗。最後研究風箏面的提線變化，對放飛風箏的影響。研究結果發現：風箏面的材質要使用比較輕而且柔軟的材質；尾墜的數量、重量、長短都要適合風箏面的大小；提線最好是兩邊一樣長的，在放飛或是風箏飛行的時候，比較能夠保持平衡。我們將自己研究的模型風箏放大三倍以後，實際到戶外放飛，結果飛行的狀況十分良好，風箏可以飛得又高又遠，而且很久都不會掉落。所以證明我們所研究出來的風箏，符合了我們的「好風箏」的標準，可以成為小朋友自己在家製作的休閒玩具。

## 貳 研究動機

國語課本裡有一課講到「忙趁東風放紙鳶」(康軒版第八冊－鄉村即景)，紙鳶就是用紙做的鳥，也就是我們現在說的「風箏」。在上自然課的時候，我們也討論到風力可以使物體飄動(康軒版第八冊－力是什麼)，也能讓風箏上升飛行，引起我們的興趣，讓我們想進一步認識風箏。我們想了解風箏有哪些種類，哪些材料最適合用來做風箏，風箏運用了什麼原理讓它可以飛翔，風箏又是怎麼做的呢？

## 參 研究目的

- 一、比較不同的材質做出來的風箏面飛行的差異度。
- 二、研究尾墜對風箏飛行的影響。
- 三、研究提線的變化對風箏飛行的影響。
- 四、到戶外放飛我們研究的風箏。

## 肆 研究設備及器材

### 一、風箏的製作與設計

#### 製作實驗用風箏：

討論過幾種風箏的類型之後，有幾種風箏在家裡並不容易做出，因此我們決定使用全世界對風箏共同一致的印象，也就是用菱形的十字風箏，來做為我們實驗用的風箏。

在製作菱形十字風箏的時候，一開始我們用以前做過的風箏，將其比例縮小，做成小的模型風箏（如圖 1）。

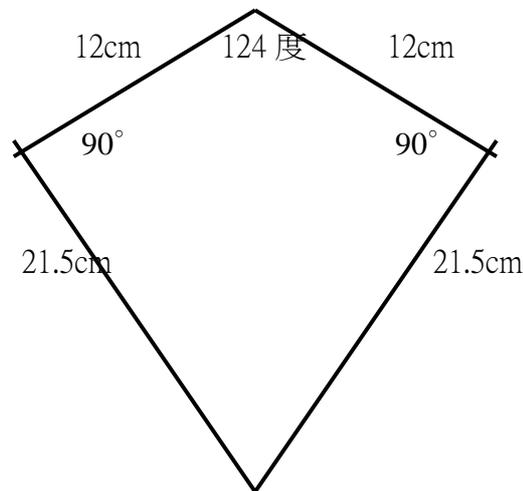


圖 1 無法飛行的風箏比例

這種模型風箏，在我們開始實驗的時候，都不能飛行。我們認為，這種風箏面的結構可能有問題，所以我們就嘗試自己設計風箏。我們設計了好幾種不同大小的風箏，最後終於找到一種飛得最好的風箏，我們把它叫做「**黃金比例**」風箏。

「**黃金比例**」風箏製作方式如下：

1. 在風箏紙上畫出，直軸 30cm，橫軸 24cm。直軸和橫軸垂直交叉，使得直軸上面和下面呈現 1：2 的比例，橫軸左右為 1：1（如圖 2）。再將四個頂

點連在一起，形成一個風箏面。

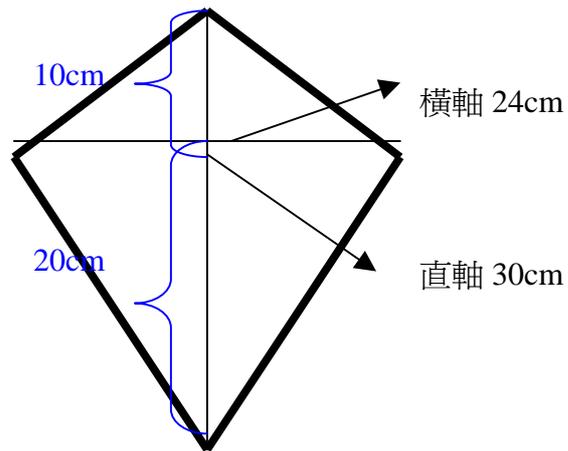


圖2 黃金比例風箏面

2. 把畫好的風箏面剪下來。
3. 用美工刀把線香的香料刮下來，利用中間的竹棒來作骨架。
4. 把竹棒分別剪成 30cm 和 24cm。
5. 再把竹棒用透明膠帶貼在風箏面的對角線上，就成為十字形的骨架。(直的先貼，橫的後貼，如圖3)。

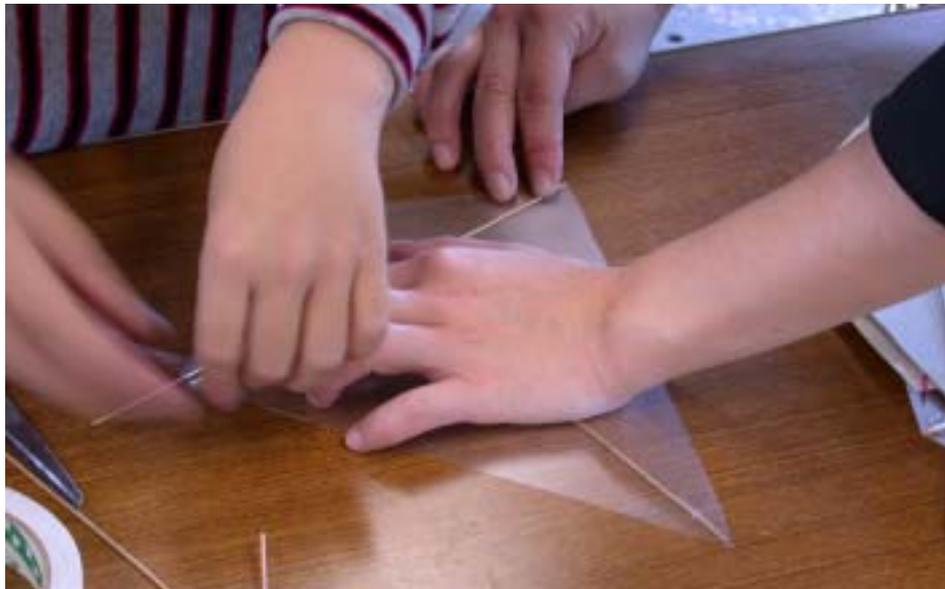


圖3 十字形的骨架。(直的先貼，橫的後貼)

6. 在骨架的反面綁上提線和拉線（提線用車線，拉線用釣魚線），提線的位置如圖 4 所示。拉線的長度為 50cm，在 30cm 處拉出一個小圓圈用來套在固定架上。

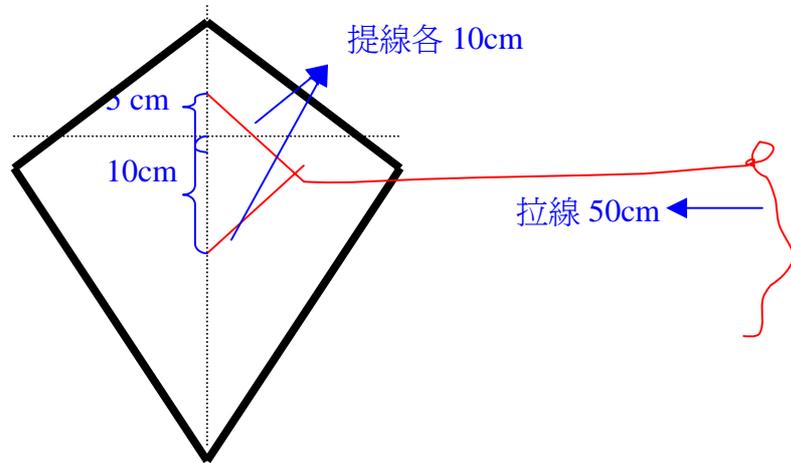


圖 4 在骨架的反面綁上提線和拉線



圖 5 製作黃金比例風箏

## 二、實驗設備及器材

### (一) 實驗設備：

1. 電風扇：我們曾經採用工業型大電風扇〈如圖 6〉來做實驗，但是它風力太強，不適合我們的小型模型風箏。接著我們使用家庭常常使用的直立式風扇〈如圖 7〉，但是那種電風扇的扇面是輻射狀的，吹出來的風是旋轉的，讓風箏根本飛不起來。最後我們找到一種電風扇，它有平行隔板的扇面，可以讓吹出來的風比較穩定，這種風扇就是「柏森牌高級冷風扇」〈如圖 8〉。
2. 網子：用網子包住電風扇，讓電風扇吹出來的風更平穩〈如圖 9〉。
3. 量角器：用來測量風箏放飛的角度〈如圖 10〉。
4. 固定架：用來固定風箏線〈如圖 10〉。



圖 6 風力太大的工業用電風扇



圖 7 直立式風扇扇面輻射狀



圖 8 柏森牌高級冷風扇  
平行隔板讓吹出來的風比較穩定



圖 9 網子

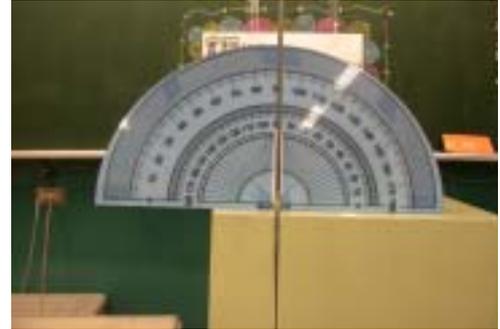


圖 10 量角器和固定架

## (二) 裝置方法：

1. 電風扇用雙層網子罩住出風口。
2. 風箏固定架固定在離電扇 35cm 遠處。
3. 將固定架對準風扇中心處，貼上黃色螢光貼紙做爲定點。
4. 量角器放在固定架的後面，量角器的中心點對準黃色螢光貼紙。



圖 11 電風扇  
用雙層網子罩  
住出風口



圖 12 裝置方法

**(三) 實驗器材：**

1. 瓦楞紙、銅板紙、厚紙板、L 夾、毛邊紙、塑膠袋、報紙、棉紙作成的風箏面。
2. 各種材質、長度的尾墜數條。
3. 用具：尺、碼錶、鉛筆、實驗記錄表、照相機。

## 伍 研究方法及過程

### 一、研究方法

(一) **好風箏的標準**：我們認為一個好的風箏，應該是**飛行穩定、飛得很久**，而且要**能夠容易放飛**，所以我們就從這三個標準來研究風箏。

(二) **測量項目**：

- (1) **飛行穩定度**：看風箏飛行的時候會不會上下左右搖動，或是亂彈亂晃。
- (2) **飛行的時間**：記錄風箏飛行的時間，風箏放飛以後超過 3 秒才算可以飛行，如果超過了 60 秒，就表示它“**很會飛**”。
- (3) **容不容易放飛**：如果一個風箏容易放飛的話，應該是把風箏面擺在任何角度都可以放飛。所以我們測量風箏面可以放飛的角度。

(三) **測量的方法**：

- (1) **飛行穩定度**：等風箏飛行後，看風箏面運動的情形，用文字敘述記錄下來，記錄的方式是先將風箏面的運動分成幾大類，在記錄表上用簡單的分類名稱，再用詳細的說明表說明風箏的運動類別情況（見附錄 1）。
- (2) **飛行的時間**：風箏起飛時開始用碼錶計時，掉落時停止計時。
- (3) **容不容易放飛**：風箏拉線由與地面成平行的 0 度開始放飛，每次上升 10 度直到風箏可以飛行為止。



圖 13 測量項目：飛行穩定度、飛行的時間、放飛的角度

## 二、研究過程：

### (一) 實驗 1 挑戰不同材質的風箏面（不加尾墜）

用不同材質的紙來做風箏面，比較哪一種材質飛得較好。



圖 14 不同材質的風箏面

1. 實驗步驟：

(1) 量好風箏拉線 30cm 處，綁在固定架的  
螢光貼紙上，再用透明膠帶固定。



圖 15 涼風鍵

(2) 電扇按涼風鍵。

(3) 風箏拉線由與地面成平行的 0 度開始放飛，每次上升 10 度直到風箏可以  
飛行為止。

(4) 一人放飛，一人計時，一人記錄，一人看角度。



圖 16 計時用的碼錶

(5) 風箏飛起時用碼錶計時，掉落時停止計時。

(6) 負責記錄的同學把時間記到表格裡。

(7) 每種材質和每個項目都測量 10 次，測量完繼續做下一種紙。



圖 17 0 度開始放飛，每次上升 10 度



圖 18 一人放飛，一人計時，一人記錄，一人看角度



圖 19 放飛報紙做的風箏



圖 20 放飛 L 夾做的風箏

## 2. 實驗結果：

(1) L 夾、厚紙板、銅版紙和瓦楞紙的風箏面，不管在任何角度都不能飛；報紙和棉紙要在 30 度才能飛行；毛邊紙和塑膠袋在 20 度就能飛行（如表 1）。

表 1 不同材質風箏面能夠飛行角度比較表

種類	報紙	毛邊紙	塑膠袋	棉紙	L 夾	厚紙板	銅版紙	瓦楞紙
角度	30 度	20 度	20 度	30 度	0 度~90 度都不能飛行			

(2) 報紙飛得比較不平穩，時間比較短；棉紙飛行時，會強烈搖晃；毛邊紙飛行的次數比較多，但是塑膠袋飛行狀況最穩定。



圖 21 毛邊紙風箏左偏



圖 22 毛邊紙風箏水平旋轉 180 度

(4) 以飛行時間統計來看，塑膠袋風箏有兩次飛到 60 秒以上，但是毛邊紙風箏 10 次都能夠飛行。

表 2 不同材質風箏面 飛行時間統計表 單位：次

時間統計 風箏面材質	不能飛	3 秒~60 秒	60 秒以上
報紙	2	7	1
毛邊紙	0	8	2
塑膠袋	2	6	2
棉紙	1	9	0
銅版紙	0	0	0
瓦楞紙	0	0	0
厚紙板	0	0	0
L 夾	0	0	0

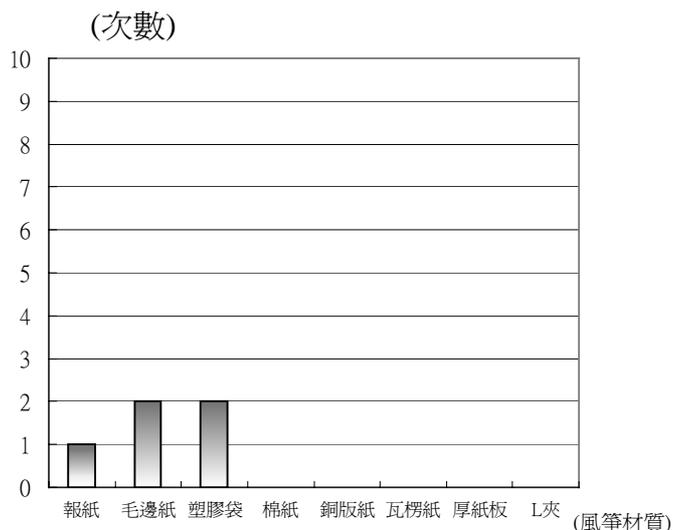


圖 23 不同材質風箏 飛行60秒以上統計圖

### 3. 討論：

- (1) 能夠飛行的風箏，都是在 20 度或 30 度以上才能飛行，0 度和 10 度因為角度太低，所以風箏都飛不起來。
- (2) 毛邊紙能夠飛行的次數最多，但是塑膠袋飛得比較穩定，時間也比較久。
- (3) 瓦楞紙、L 夾、銅版紙和厚紙板都不能飛，是不是因為材質太重？風箏的飛行和風箏面的重量會不會有關係？我們對於這一點很感興趣，所以將每個風箏面用天平測量，來比較它們的重量，測量的結果如表 3。



圖 24 測量風箏面重量

表 3 風箏面重量比較表

種類	報紙	毛邊紙	塑膠袋	棉紙	L 夾	厚紙板	銅版紙	瓦楞紙
重量	2.7g	2g	1.4g	2.7g	6.8g	11.1g	6.1g	28.7g

從上面的表格可以知道，瓦楞紙、L 夾、銅板紙和厚紙板的風箏面都太重了，所以飛不起來。塑膠袋和毛邊紙最輕，所以飛得比較好。

(4) 四種能飛的風箏，飛行的時間長短差距非常大，飛行的時候仍然會搖晃，這樣的風箏面我們還不滿足，是不是加了尾墜以後就會比較好呢？我們決定做下一個實驗來試試看。

## (二) 實驗 2 不同材質風箏面加尾墜之挑戰

選擇實驗 1 中可以飛行的四種材質風箏面，加上和風箏面同樣材質的尾墜，比較它們飛行的狀況。

1. 實驗步驟：同實驗一。
2. 實驗結果：

(1) 加了尾墜後，報紙在 20 度就可以飛了，毛邊紙和塑膠袋仍然維持在 20 度飛行，但是棉紙都不能飛行。

表 4 不同材質風箏面加尾墜能夠飛行角度比較表

種類	報紙	毛邊紙	塑膠袋	棉紙
角度	20 度	20 度	20 度	0 度~90 度都不能飛行

(2) 塑膠袋飛行時，能保持在固定的位置做輕微的搖動；毛邊紙在飛行時則是有規則的左右搖動。

(3) 報紙飛行時間大部分都在 3 秒到 60 秒之間；毛邊紙和塑膠袋飛 60 秒以上都有 4 次。

表 5 不同材質風箏加尾墜 飛行時間統計表 單位:次

時間統計 風箏面	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
報紙	4	5	1
毛邊紙	0	6	4
塑膠袋	0	6	4
棉紙	10	0	0

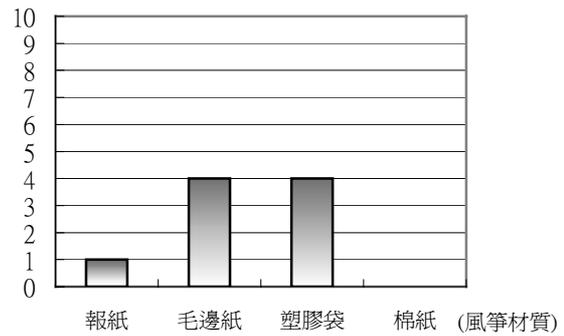


圖 25 不同材質風箏面加尾墜飛行 60 秒以上統計圖

### 3. 討論：

- (1) 三種材質的風箏面加了尾墜以後，飛行的狀況都有明顯的改善。
- (2) 但是棉紙的風箏面加了尾墜卻飛不起來，我們原本以為是因為重量太重的關係，可是卻發現棉紙和報紙的風箏面同樣都是 2.7g，表示棉紙跟報紙的重量應該相等，所以應該是跟尾墜的柔軟度有關。根據我們的觀察，棉紙的尾墜在放飛的時候無法飄動，表示它比較硬，報紙、塑膠袋和毛邊紙的尾墜都會飄動，所以應該比較柔軟，排風效果比較好。
- (3) 根據實驗 2 的結果，我們知道尾墜可以改善風箏飛行的狀況，但是到底怎麼樣的尾墜最適合呢？所以我們打算針對尾墜再進行下面的實驗。

### (三) 實驗 3 多樣性尾墜的實驗

根據實驗 1 和實驗 2 的結果，我們認為塑膠袋風箏的飛行狀況比較好，所以我們選它來做實驗 3 的風箏面。

**實驗 3-1 不同尾墜數量之挑戰：**將塑膠袋的風箏面，分別貼上不同數量的尾墜，比較它們飛行的狀況。

1. 實驗步驟：同實驗一。

2. 實驗結果：

(1) 加裝 1~8 條尾墜的風箏在 20 度的時候都能飛行（如表 6）。

表 6 不同尾墜數量能夠飛行角度比較表

尾墜數量	1 條	2 條	3 條	4 條	5 條	6 條	7 條	8 條
角度	20 度							

(2) 加裝 1~5 條尾墜的風箏飛行的時間相差不多；6 條尾墜的風箏飛得最久，超過 60 秒的有 5 次之多。加裝 7 條尾墜的風箏，飛行時間變短。裝了 8 條尾墜的風箏，飛行時間更短，都不超過 50 秒。

(3) 只有加裝 1 條尾墜的風箏出現左傾的現象，其他的風箏則大致上呈左右平衡的狀態。加裝 6 條尾墜的風箏，多以波浪型的姿態規則的飛行，不像其他的風箏變化劇烈。加裝 7、8 條尾墜的風箏在尾墜垂下後、風箏就接著掉落。

表 7 不同尾墜數量飛行時間統計表 單位：次

時間統計 尾墜數量	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
1 條	0	8	2
2 條	0	8	2
3 條	0	6	4
4 條	0	9	1
5 條	2	5	3
6 條	0	5	5
7 條	1	8	1
8 條	7	3	0

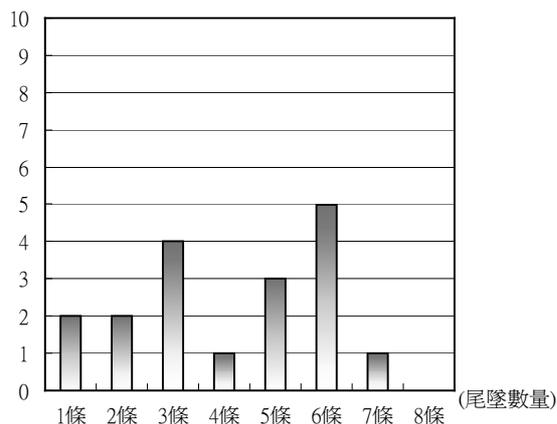
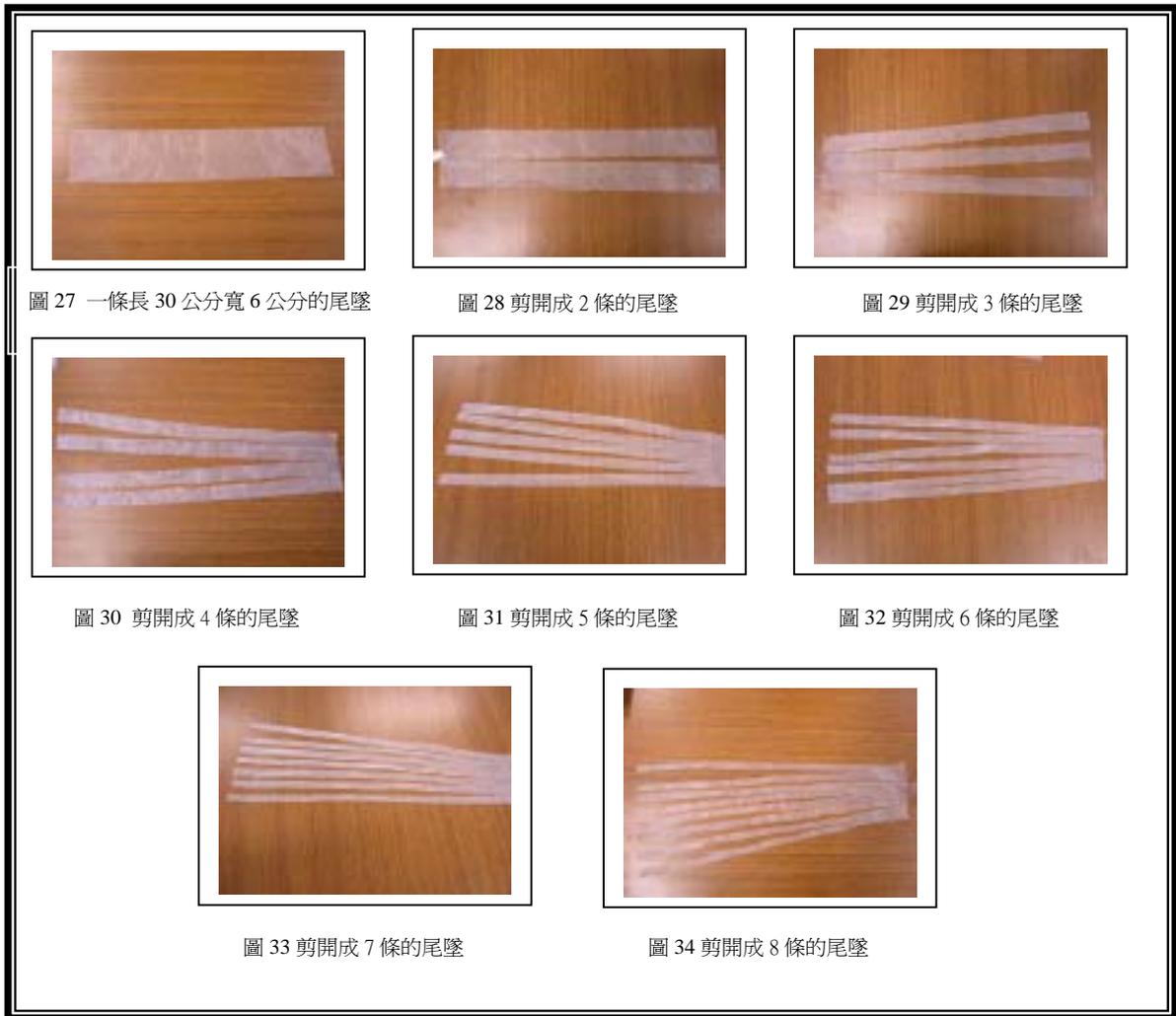


圖 26 不同數量尾墜飛行 60 秒以上統計圖

- (1) 加上一條尾墜的風箏飛行時有左傾的情況，可能是因為數量太少，無法達到排風的效果。
- (2) 尾墜數量慢慢增加，風箏飛行的狀況就越來越好，到了 6 條尾墜風箏飛行最好，本來以為加越多尾墜排風的效果會越好，結果加了 7 條或 8 條尾墜的風箏就不太會飛，是不是因為尾墜的數量增加，重量就變重了，反而把風箏拉下來了呢？如果尾墜重量相同，數量不同，會不會情況又不一樣呢？我們做了下面的實驗來試試看。

**實驗 3-2 尾墜數量之挑戰(二):** 為了控制尾墜的重量一樣，我們準備用長 30 公分、寬 6 公分的尾墜一條，然後把它從中間剪開，變成不同數量的尾墜來試試看。



1. 實驗步驟：同實驗一。

2. 實驗結果：

(1) 加裝長 30 公分寬 6 公分的尾墜時，不管將尾墜剪成幾條，風箏都在 10 度就可以飛了。

表 8 尾墜數量實驗（二）能夠飛行角度比較表

尾墜數量	1 條	剪開成 2 條	剪開成 3 條	剪開成 4 條	剪開成 5 條	剪開成 6 條	剪開成 7 條	剪開成 8 條
角度	10 度	10 度	10 度	10 度	10 度	10 度	10 度	10 度

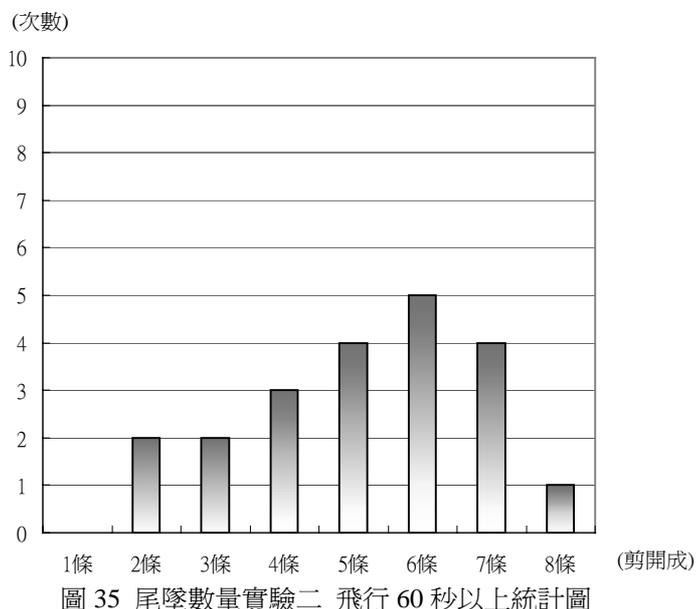
(2) 1 條的尾墜飛行的時間很短，都不超過 60 秒。將尾墜剪開之後，剪的條數越多，飛行的時間、次數和狀況都越好。六條尾墜的飛行次數最

多，飛行時間也比較久。

(3) 剪成 8 條尾墜的時候，飛行的時間和次數明顯的縮短。

表 9 尾墜數量實驗二 飛行時間統計表 單位：次

時間統計 尾墜數量	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
剪開成 1 條	1	9	0
剪開成 2 條	5	3	2
剪開成 3 條	5	3	2
剪開成 4 條	4	3	3
剪開成 5 條	4	2	4
剪開成 6 條	0	5	5
剪開成 7 條	4	2	4
剪開成 8 條	2	7	1



### 3. 討論：

(1) 一條的尾墜因為太粗，所以飛行的時候很難飄動，飛行的時間都很短。

將尾墜剪得越細的時候，風箏飛得越好，但是剪成 7 條或 8 條，風箏又飛得不好了。

(2) 尾墜重量相同的時候，還是剪成 6 條尾墜飛行的效果比較好，和我們實驗 3-1 中 6 條尾墜最好的結果是一樣的。所以尾墜的數量對風箏的飛行是有影響的。那麼尾墜的長度對風箏的飛行是否會也有影響呢？於是我們做了下面的實驗。

**實驗 3-3 不同長短尾墜之挑戰：**為了避免重量影響實驗結果，我們讓不同長度的尾墜維持相同的重量(以上一個實驗 6 條尾墜的重量)，分別測試 15cm、30cm、60cm、90cm 不同長度尾墜的風箏面飛行的表現。

1. 實驗步驟：同實驗一。

2. 實驗結果：

(1) 尾墜長 15cm 和 90cm 都要在 30 度才能飛行，尾墜 30 cm 和 60 cm 在 20 度就能飛了。

表 10 不同長短的尾墜能夠飛行角度比較表

尾墜長度	15cm 12 條	30cm 6 條	60cm 3 條	90cm 2 條
角度	30 度	20 度	20 度	30 度

(2) 30cm 的尾墜飛的時間最久，飛得也最穩定而且 10 次都能飛，有 5 次超過了 60 秒。。

(3) 90cm 的尾墜飛的時間最短，只飛了 3 次，而且都不超過 5 秒。

表 11 不同長短尾墜 飛行時間統計表 單位:次

時間統計 尾墜長度	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
15 cm	6	4	0
30cm	0	5	5
60cm	5	5	0
90cm	7	3	0

(次數)

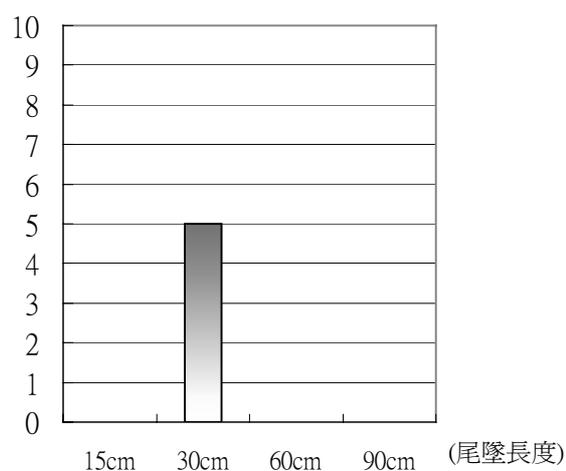


圖 36 不同長短尾墜 飛行 60 秒以上統計圖

### 3. 討論：

- (1) 我們發現 90cm 的尾墜只會垂在風箏的尾端，因為它太長了，反而把風箏面給拉了下來，所以如果尾墜太長的話，對風箏的飛行沒有幫助。
- (2) 15cm 的尾墜也飛得不好，因為尾墜數量太多，會互相干擾，反而不利風箏的飛行。
- (3) 30cm 的尾墜，多以波浪型的姿態規則的飛行，不像其他的風箏變化劇烈，所以我們認為 30cm 長度的尾墜最適合我們的黃金比例風箏。
- (4) 一開始的時候，為了控制尾墜的重量，所以每一種長度的尾墜數量都不一樣，但是會不會是因為尾墜數量太多或太少的關係，影響風箏的飛行呢？根據我們實驗 3-1 的結果，6 條尾墜的數量是最好的，所以如果 15cm 和 60cm 的尾墜也變成 6 條，會不會飛得更好呢？我們提出了這樣的問題，所以又針對這兩種尾墜來做比較。

表 12 15cm6 條和 15cm12 條尾墜之飛行時間統計表 單位:次

時間統計 尾墜長度	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
15cm 6 條	0	7	3
15cm 12 條	6	4	0

由上表可知，尾墜長 15cm 的時候，如果用 6 條尾墜，不管是飛行的時間或是飛行的狀況，都比 12 條尾墜好很多，所以表示前面的實驗中，15cm 的尾墜是因為 12 條的數量太多，風箏的飛行受到干擾，所以飛得不好。

如果我們再把 15cm6 條和 30cm6 條做比較，則可以看出尾墜長度對風箏飛行的影響：

表 13 15cm6 條和 15cm12 條尾墜之飛行時間統計表

單位:次

時間統計 尾墜長度	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
15cm6 條	0	7	3
30cm6 條	0	5	5

表 3 經過實驗之後，我們知道 30cm6 條的尾墜還是表現的比 15cm6 條的尾墜好，所以風箏尾墜的長度對飛行也會有影響。

再把 60cm 的尾墜變成 6 條試試看，這時候必須注意的是，如果 60cm 的尾墜也用 1cm 的寬度的話，尾墜的重量就會太重了（根據我們實驗 3-1 的結果，長 30cm 寬 1cm 的尾墜 7 條就會讓風箏飛得比較差）。因此我們將 60cm 尾墜的寬度減半，變成寬 0.5cm、長 60cm 的尾墜 6 條，來做實驗。

表 14 60cm6 條和 60cm3 條尾墜之飛行時間統計表

單位:次

時間統計 尾墜長度	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
60cm6 條	1	3	6
60cm3 條	5	5	0

60cm 的尾墜 6 條和 60cm 的尾墜 3 條，重量是一樣的，但是風箏飛行的狀況確有很大的差別，顯示風箏尾墜的數量對風箏的飛行是有影響的。所以我們原先認為 60cm 的尾墜太長，其實只要讓它變細一點，數量適當的話，也可以幫助風箏飛得好。

再來看看 60cm 的尾墜 6 條和 30cm 的尾墜 6 條的比較：

表 15 60cm6 條和 30cm6 條尾墜之飛行時間統計表 單位:次

尾墜長度 \ 時間統計	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
60cm6 條	1	3	6
30cm6 條	0	5	5

表 3 由上表的比較可以知道，當尾墜數量、重量都相等的時候，把尾墜變細（0.5cm）、變長（60cm），風箏飛行的時間會比較久，飛行的狀態也比較穩定。

**實驗 3-4 不同材質的尾墜之挑戰：**我們已經做過了尾墜的數量、長度、位置等實驗，現在我們再來試試看不同材質的尾墜對風箏飛行的影響。我們選擇可以飛行的風箏材質，毛邊紙、報紙和塑膠袋來做尾墜，試試看哪一種尾墜效果比較好。

1. 實驗步驟：同實驗一。
2. 實驗結果：
  - (1) 毛邊紙跟塑膠袋做尾墜的風箏，在 20 度就能放飛。報紙的尾墜在 30 度才能放飛。

表 16 不同材質的尾墜能夠飛行角度比較表

尾墜材質	報紙	毛邊紙	塑膠袋
角度	30 度	20 度	20 度

- (2) 塑膠袋跟毛邊紙做尾墜的風箏，每次都能夠飛，飛行時間多次超過 60 秒。
- (3) 報紙尾墜的風箏，有 5 次不能飛，可以飛起來的時候，飛行時間也不長。

表 17 不同材質尾墜飛行時間統計表 單位:次

時間統計 尾墜材質	不能飛	3-60 秒	60 秒以上
報紙	5	5	0
毛邊紙	0	7	3
塑膠袋	0	5	5

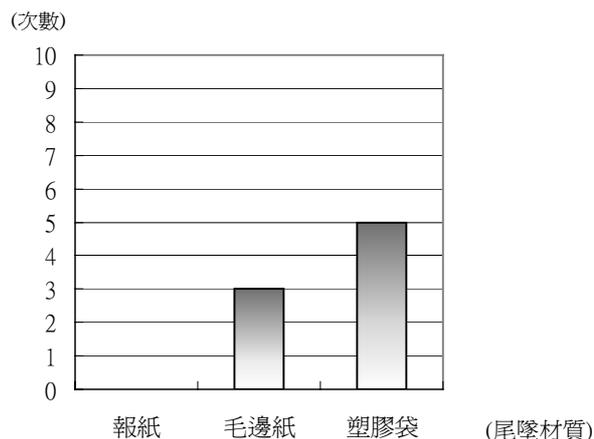


圖 37 不同材質尾墜飛行 60 秒以上統計圖

### 3. 討論：

用同樣長度同樣數量，但是不同的材質做為尾墜，飛行的結果有明顯的不同，材質最柔軟的塑膠袋尾墜，最容易飄動，飛行的時間也最久。報紙的尾墜因為材質較硬，所以有幾次尾墜無法飄動，飛行狀況不佳。可見用愈容易飄動的材質來做尾墜，風箏的飛行效果最好。

**實驗 3-5 不同尾墜位置之挑戰：**我們選用 30cm 的尾墜 6 條，分別放在風箏面的不同位置，看看對風箏飛行的影響。

1. 實驗步驟：同實驗一。

2. 實驗結果：

(1) 將尾墜放在風箏的左側和右側，都要 30 度才能飛得起來；放在尾端、左右兩邊和左右尾三邊，都只要 20 度就能飛了。

表 18 不同位置的尾墜能夠飛行角度比較表

尾墜位置	左側	右側	尾端	左右兩側	左右兩側和尾端
角度	30度	30度	20度	20度	20度

(2) 根據飛行時間統計的結果，除了尾墜加在尾端的之外，其他位置的尾墜都沒有超過 60 秒以上的。

表 19 尾墜位置飛行時間統計表 單位:次

時間統計 尾墜位置	不能飛	3~60 秒	60 秒以上
右側	8	2	0
左側	6	4	0
尾端	0	5	5
左右	3	7	0
左右尾	5	5	0

(次數)

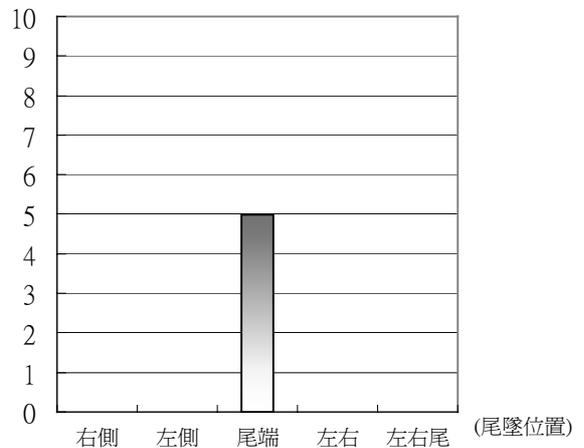


圖 38 尾墜位置飛行 60 秒以上統計圖

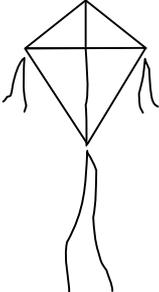
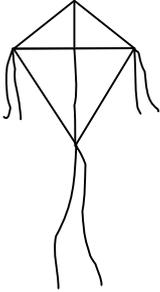
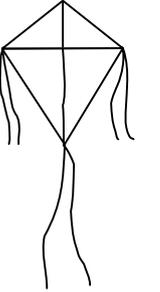
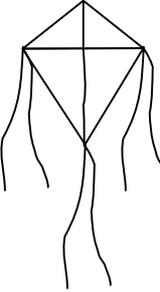
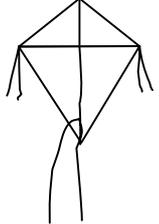
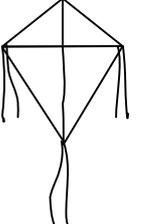
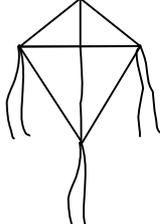
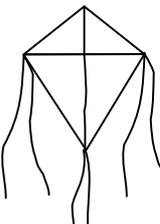
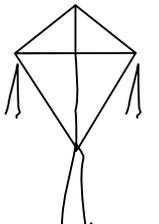
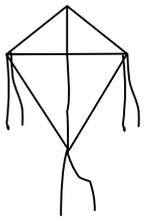
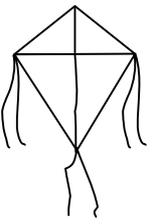
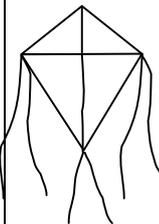
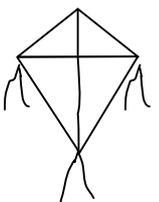
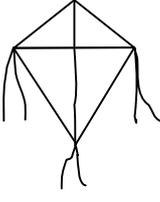
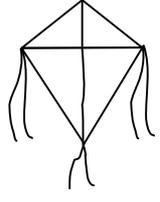
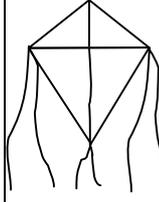
### 3. 討論：

- (1) 尾墜放在風箏尾端飛行得最久、最穩定；放在左右兩側和左右尾三端，則表現較差；如果只放在左側或右側，會讓風箏面左傾或右傾，結果就掉下來。所以尾墜的位置會影響風箏的飛行狀況。
- (2) 尾墜放在左右兩側對風箏的排風效果，並沒有我們預期的好。我們原本以為尾墜如果平分在風箏的左右尾三側，可以使風箏面比較平衡，飛行比較穩定，但是實驗結果卻不是這樣，對於這一點我們感到很奇怪，會不會跟左右側墜和尾墜長度比例有關？於是我們想進一步研究側墜和尾墜的關係。

#### (四) 實驗 4 側墜與尾墜比例之挑戰

在實驗 3-5 中，我們用同樣 30 公分長度的尾墜放在左右兩側和尾端，結果風箏飛行的狀況並不好。我們想知道，如果改變側墜和尾墜的長度，會不會讓風箏飛得比較好，所以我們設計了幾種不同的比例，來做實驗。

表 20 16 種側墜和尾墜不同長度的風箏

	側墜 10 cm (1)	側墜 15 cm (2)	側墜 20 cm (3)	側墜 30 cm (4)
尾墜 30 cm (A)	(A1)側墜 10cm 尾墜 30cm	(A2)側墜 15cm 尾墜 30cm	(A3)側墜 20cm 尾墜 30cm	(A4)側墜 30cm 尾墜 30cm
				
尾墜 20 cm (B)	(B1)側墜 10cm 尾墜 20cm	(B2)側墜 15cm 尾墜 20cm	(B3)側墜 20cm 尾墜 20cm	(B4)側墜 30cm 尾墜 20cm
				
尾墜 15 cm (C)	(C1)側墜 10cm 尾墜 15cm	(C2)側墜 15cm 尾墜 15cm	(C3)側墜 20cm 尾墜 15cm	(C4)側墜 30cm 尾墜 15cm
				
尾墜 10 cm (D)	(D1)側墜 10cm 尾墜 10cm	(D2)側墜 15cm 尾墜 10cm	(D3)側墜 20cm 尾墜 10cm	(D4)側墜 30cm 尾墜 10cm
				

1. 實驗步驟：同實驗一。

2. 實驗結果：

(1) 在風箏面加上不同比例側墜和尾墜時，風箏可以放飛的角度都不一樣，有的在 10 度的時候就可以放飛，有的在 20 度才能飛。

表 21 側墜和尾墜不同比例飛行角度比較表

風箏代號	A1	A2	A3	A4
角度	20 度	10 度	10 度	20 度
風箏代號	B1	B2	B3	B4
角度	10 度	10 度	20 度	20 度
風箏代號	C1	C2	C3	C4
角度	10 度	20 度	10 度	20 度
風箏代號	D1	D2	D3	D4
角度	10 度	10 度	10 度	10 度

(2) C2 風箏（側墜和尾墜都是 15 cm）的飛行狀況最好，而且十次都飛在 60 秒以上。

(3) 其餘飛行的較好的風箏是 A1,A2,A3,B2 和 B3，這幾個風箏都是側墜比尾墜短的風箏。

表 22 側墜和尾墜不同比例實驗 飛行時間統計表 單位：次

	不能飛	飛 3 秒~60 秒	飛 60 秒以上
A1	0	5	5
A2	3	3	4
A3	0	5	5
A4	5	5	0
B1	3	7	0
B2	B	4	3
B3	1	5	4
B4	3	5	2
C1	4	3	3
C2	0	0	10
C3	3	6	1
C4	2	6	2
D1	3	5	2
D2	3	5	2
D3	4	6	0
D4	3	6	1

次數

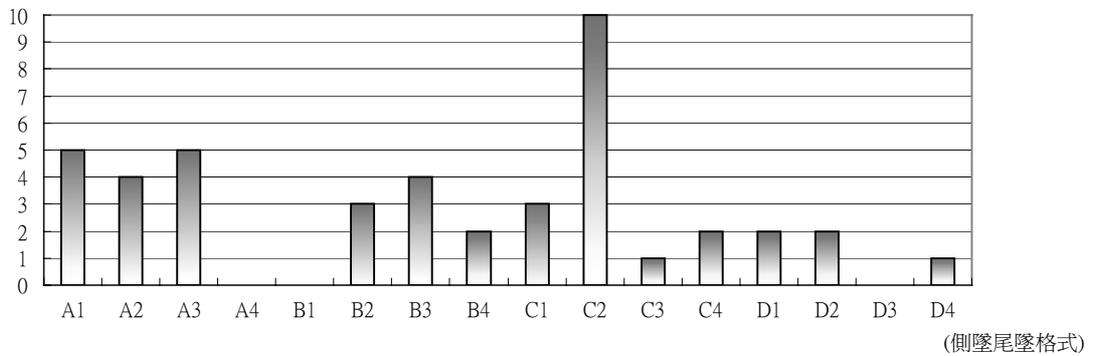


圖 39 側墜和尾墜不同比例飛行 60 秒以上統計圖

### 3. 討論：

- (1) 在實驗 3-5 中，我們的側墜和尾墜都是 30 cm 各兩條，風箏飛行的狀況並不好。這個實驗，我們改變側墜和尾墜的比例（三邊也是各兩條）之後，各個風箏飛行的情形都很不一樣。我們認為可能是因為同一個風箏面做了很多個實驗，它已經被風吹得很鼓了，所以後來放飛的時候，居然 10 度就可以飛了。
- (2) 仔細比較分析之後，我們發現側墜和尾墜的關係還是有一個規則，從表 23 中可以看出，畫斜線的格子是飛行超過 60 秒以上 3 次的，這些風箏的側墜大部分都比尾墜短。側墜比尾墜長的風箏，飛得都不怎麼樣。

表 23 16 種側墜和尾墜不同比例的風箏 飛行 60 秒以上次數表

	側墜 10 cm (1)	側墜 15 cm (2)	側墜 20 cm (3)	側墜 30 cm (4)
尾墜 30 cm (A)	A1 5	A2 4	A3 5	A4 0
尾墜 20 cm (B)	B1 0	B2 3	B3 4	B4 2
尾墜 15 cm (C)	C1 3	C2 10	C3 1	C4 2
尾墜 10 cm (D)	D1 2	D2 2	D3 0	D4 1

### (五) 實驗 5 提線比例之挑戰

在進行前面的實驗時，我們發現在放飛風箏時，風箏面的斜度和放飛不成功很有關係。我們之前放飛都是以拉直提線的方法來保持固定的斜度，如果改變提線的比例，風箏面的斜度就會不同，所以我們想試試看，風箏面斜度不同對飛行的影響。

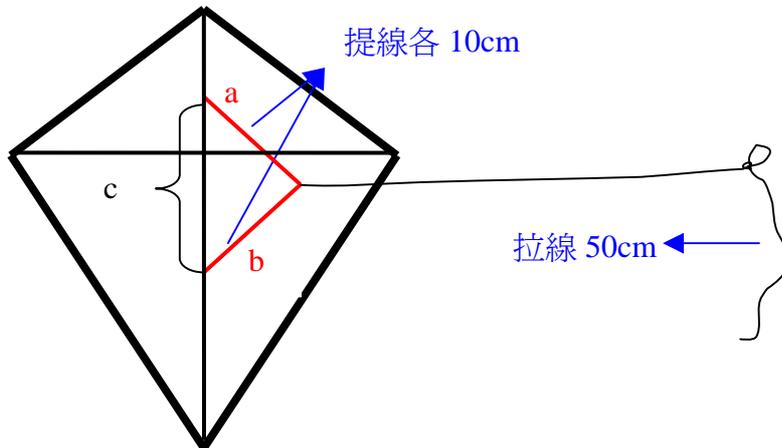


		表 24 提線 a 和 b 的長度比例																		
	a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	b	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

1. 實驗步驟：同實驗一。

2. 實驗結果：

(1) 這十九種比例有九種不能飛；1:19 的提線在 30 度才可以飛，10:10 的提線在 20 度可以放飛，其他可以飛的都是 10 度就飛起來了。

表 25 提線比例實驗飛行角度比較表

提線比例	1:19	2:18	3:17	4:16	5:15	6:14	7:13	8:12	9:11	10:10
角度	30 度	10 度	20 度							
提線比例	11:9	12:8	13:7	14:6	15:5	16:4	17:3	18:2	19:1	
角度	不能飛									

(2) 10:10 的提線比例十次都能飛 60 秒以上，只有 2:18、6:14、8:12、9:11、10:10 這些比例才有飛行超過 60 秒。

表 26 提線比例飛行時間統計表

單位：次

時間統計 提線比例	不能飛	3 秒~60 秒	60 秒以上
1 : 19	4	6	0
2 : 18	4	5	1
3 : 17	4	6	0
4 : 16	4	6	0
5 : 15	1	9	0
6 : 14	4	3	3
7 : 13	3	7	0
8 : 12	2	4	4
9 : 11	3	4	3
10 : 10	0	0	10
11 : 9	9	1	0
12 : 8	10	0	0
13 : 7			
14 : 6			
15 : 5			
16 : 4			
17 : 3			
18 : 2			
19 : 1			

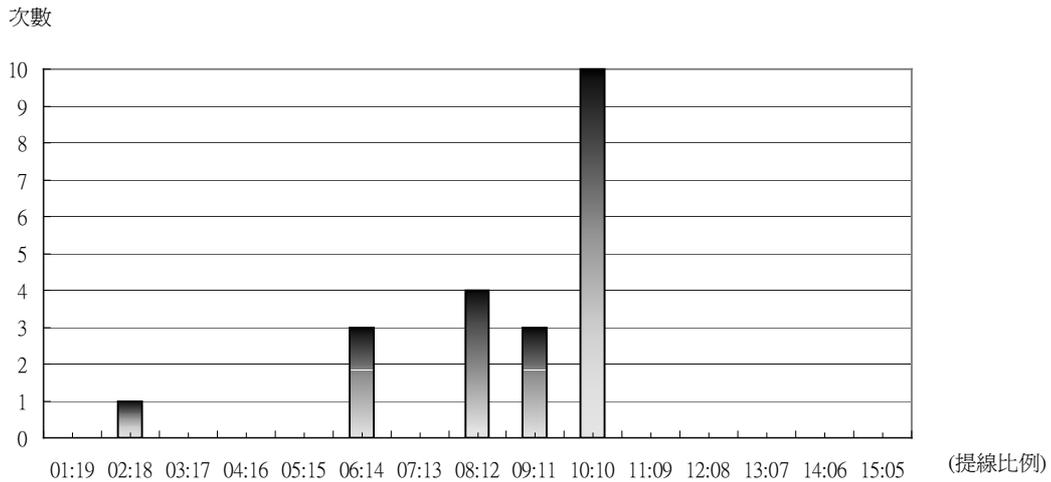


圖 40 提線比例實驗飛行超過 60 秒統計圖

(3) 提線的比例  $a : b$  相差太大，不容易放飛。前提線比後提線長時，風箏怎麼放都飛不起來。

### 3.討論：

- (1) 前提線比較長的時候，會讓風箏面太斜，使它飛不起來。
- (2) 前提線如果太短的話，也不好放飛。提線  $a$  的長度在 5 cm~9 cm 的時候，雖然很好放飛（10 度就可以飛），但是風箏飛得時間都不會很長，因為風在吹風箏面的時候，風箏面沒辦法保持平衡。
- (3) 兩邊提線一樣長的時候，雖然不能在 10 度就放飛，但是風箏卻可以飛很久。

## (六) 實驗 6 戶外放飛大風箏

我們研究過這麼多影響風箏飛行的因素之後，想試試看我們研究出來的風箏到底在外面會不會飛，所以我們採用前面研究的黃金比例風箏，(塑膠袋材質、15 公分的側墜和尾墜各兩條、提線比例 10 : 10)，放大不同的倍數，來測試我們的風箏有沒有和外面賣的風箏一樣，能夠在外面高高的飛翔。

1. 實驗步驟：

- (1) 將黃金比例風箏，按照比例製作放大 2 倍和 3 倍的風箏。



圖 41 製作戶外大風箏

- (2) 選擇適合放風箏的場所：我們選擇一個空曠、風大的場地來放風箏。

- (3) 用簡單的器材自製風力計，測量風力和風向。

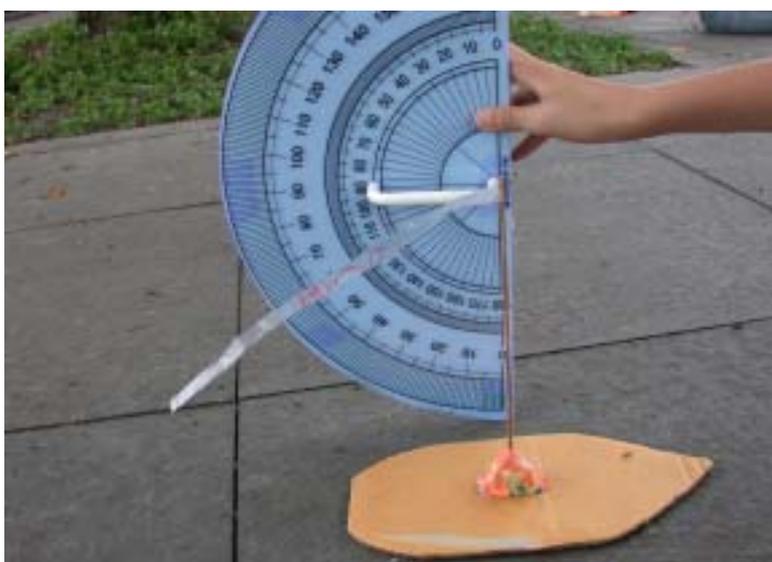


圖 41 自製簡單的風力計，用量角器測量風力大小

(4) 開始放風箏，一人拉著風箏線，一人舉起風箏面，逆著風跑到另外一邊。



圖 42 放飛大風箏

(5) 開始放線和計時，十分鐘後，停止計時。風箏飛到最高的時候，另一人拿著量角器到手和風箏線角度的地方量角度。



圖 43 測量大風箏飛的角度

(6) 將現在手抓住風箏線的位置貼上貼紙做記號，收回風箏。

## 2. 實驗結果：

- (1) 原本的風箏因為風箏面太小，在戶外風大的時候，風箏面就一直旋轉，根本無法放飛。2 倍的風箏也會旋轉，只能低低的拖著走，放不起來。但是三倍大的風箏（骨架直軸 60 公分，橫軸 48 公分）就可以很順利的放飛，飛得很高。



圖 44 原比例的風箏一直旋轉，不能飛



圖 45 兩倍的風箏，放不起來

- (2) 我們測量當天的風力大約在 80 度到 100 度之間，風力算是很大，風箏可以被吹得很高，就像外面賣的風箏一樣，而且超過 10 分鐘都不會掉下來。老師說用量角器測量風箏線的角度和拉線的長度，就可以大約算出風箏飛的高度。

我們量的結果是，拉線角度大約在 50 度左右。拉線收回來以後用尺量，發現拉線放了超過 48 公尺以上（第一次是 48.46 公尺，第二次和第三次都超過第一次的長度）。



圖 46 風箏起飛了！



圖 47 風箏飛得好高！

我們做出這樣的風箏，心裡覺得很滿意。我們製作的風箏，都是使用身邊容易取得的材料，不但製作容易，而且可以飛得很好，可以介紹給其他小朋友，成爲一項自己製作的假日休閒玩具。但是我們的實驗還有很多不足的地方，明年再做科展的時候，可以再進一步的研究，期待我們能夠研究出更棒的風箏來！！

## 陸 結 論

- 一、風箏面的材質如果比較柔軟有彈性（如：毛邊紙、塑膠袋、報紙），可以吸收、排除多餘的風力，使風箏飛得比較平衡。但是如果材質比較硬、重量太重（如：厚紙板、瓦楞紙等），則會使風箏不能飛行。
- 二、加上尾墜後，風箏的飛行效果比較好。飛行時間變長，飛行狀況也較穩定，只有棉紙的風箏面加了尾墜以後反而飛不起來。
- 三、
  - （1）尾墜的數量對風箏的飛行有影響，尾墜數量太多，重量太重的話，風箏就會飛不起來。
  - （2）當尾墜重量相同的時候，剪成較細的尾墜，風箏飛得較好。
  - （3）尾墜的長度也會影響風箏的飛行。如果尾墜的數量一樣，重量又不會太重的話，長度較長的尾墜，可以幫助風箏飛得比較穩定、比較久。
  - （4）尾墜的材質要使用較輕、較柔軟的（如塑膠袋、毛邊紙），這樣風箏在飛行的時候，尾墜才能飄動，幫助風箏排風。如果材質太硬，不能幫助排風，就不適合做尾墜。
  - （5）尾墜如果只放在風箏的左端或右端，因為不平衡，會使風箏傾斜。放在左右兩端，飛行的效果並沒有特別好。放在左右側和尾端，飛行狀況沒有我們預期中得好，只放在尾端是飛行得最好的。
- 四、果在風箏面的左右側和尾端都加上，改變側墜和尾墜的長度比例，飛行狀況最好的是側墜和尾墜都是 15 cm 的風箏’。而在 16 種不同的尾墜側墜比例風箏中，側

隆比尾隆短的風箏大部分都飛得比較好，側隆比尾隆長的風箏大部分飛得比較差。

五、提線決定風箏面的斜度，而風箏面的斜度對能不能放飛有很大的影響。前提線比較長的時候，會讓風箏面太斜，使它飛不起來。前提線如果太短的話，也不好放飛。提線 a 的長度在 5 cm~9 cm 的時候，雖然很好放飛，但是風箏飛得時間都不會很長。兩邊提線一樣長的時候，雖然不能在 10 度就放飛，但是風箏卻可以飛很久。

六、將實驗用的黃金比例風箏（骨架直軸 30 公分，橫軸 24 公分）拿到戶外放飛時，因為風箏面太小，風太大，風箏面一直旋轉不能飛行。放大 2 倍後，還是飛不起來，但是把風箏放大三倍以後（骨架直軸 60 公分，橫軸 48 公分）就可以很順利的放飛，飛得很高。

## 柒 參考資料

劉鎮（1996）。『風箏技藝入門』。台北市：添翼文化事業有限公司。

黃景楨（2001）。『風箏—夢之翼』。台北市：時報出版。

柴茂智、劉中（2001）。『風箏的製作與放飛』。台北市：國家出版社。

黃景楨（2001）『黃景楨開拓風箏新世界』，大地地理雜誌 No.164。台北：大地地理雜誌社。

K2 技術風箏 網址：[http://home.kimo.com.tw/k2team\\_98/](http://home.kimo.com.tw/k2team_98/)

### (第三名)

題材生活化，記錄詳實，團隊合作無間，採用科學方法適切，實驗要因考量充分。書面與口頭表達能力優良，樣品生動活潑。