

# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

<b>題目名稱：平衡翼與空氣火箭的關係</b>
<b>一、摘要</b>
本實驗利用卡紙來製作火箭，以空氣當作動力來源。在製作過程中，我們偶然發現平衡翼對空氣火箭的飛行時間有著顯著影響。因此，我們決定要從三個面向來探討它們之間的神祕關係。首先是探討平衡翼的形狀對火箭飛行時間的影響。第二則是平衡翼在箭身不同位置對於火箭飛行時間的影響。最後，進行平衡翼的數量對火箭飛行時間的影響探究。
<b>二、探究題目與動機</b>
在這學期的物理選修課中，我們第一次接觸到了空氣火箭。在試飛的過程中，發覺大家的火箭試飛結果都有著顯著差異。原來是因為在製作時，大家的平衡翼黏貼位置與平衡翼形狀都有些許不同。我們對於此現象感到好奇，當下便決定一起利用科展的機會，來深入探討造成此現象背後所隱藏的原因與相關科學知識。
<b>三、探究目的與假設</b>
一、比較初速度的理論值及量測值差異，進而進行後續飛行高度之探究。
二、比較平衡翼的改變對飛行時間及飛行軌跡狀態的影響：
(一) 平衡翼位置位於箭身 9.5 cm 至 16.5 cm 處 (對照組位於空氣火箭尾端)
(二) 平衡翼形狀變更為倒三角形 (對照組為長方形)
(三) 平衡翼數量變更為 4 翼 (對照組為 3 翼)
三、以飛行時間長短及飛行穩定性探討何種設計可讓火箭飛行時間最長。
<b>四、探究方法與驗證步驟</b>
1.探究方法:一般垂直發射(以附帶氣壓表的發射器發射紙火箭)
搭配智慧型手機(安裝 phyphox)固定於發射器用來測量發射角度和利用內建碼表測量飛行時間實驗探究步驟如下：
2.驗證步驟:
(1) 確定研究題目為空氣火箭
(2) 開始研究平衡翼在火箭中的作用
(3) 開始研究紙火箭製作方法
(4) 初次試飛結果：火箭重心不穩
(5) 利用膠帶調整火箭箭身配重
(6) 第二次試飛結果：飛行軌跡平穩

(7) 正式實驗

(8) 紀錄實驗結果和拍攝實驗結果(量測飛行時間)

(9) 測量、計算初速度和飛行高度

(10) 製作成果報告\

### 3.研究設備與器材

1.膠帶捲、紙



2.手機(錄影)



3.智慧型手機一台，安裝  
手機應用軟體 phyphox



4.氣動力發射器  
(附帶壓力表)



5.打氣機



6.捲尺



### 7. 手機內碼錶



### 8. 剪刀



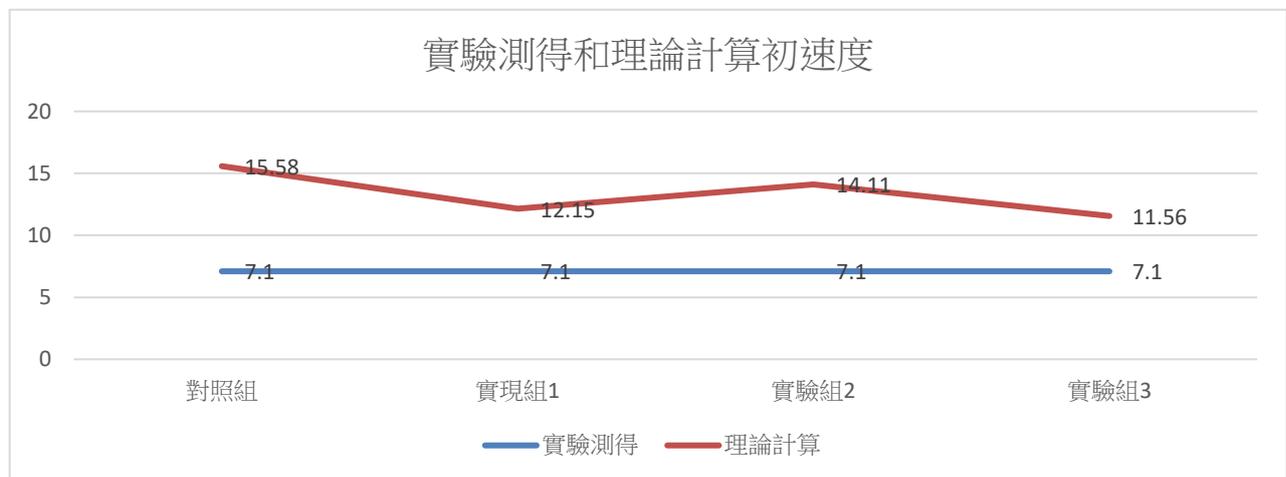
### 4. 實驗數據表格如下：

實驗項次	對照組	氣壓 (Bar)	角度	飛行時間 (秒)	平均飛行時間 (秒)	平均高度 (m)	平均初速度 (m/s)
1	尾端、長方形*3	2	90°	3.72	3.17	23.68	15.58
2	尾端、長方形*3	2	90°	3.06			
3	尾端、長方形*3	2	90°	2.73			
實驗項次	實驗組一	氣壓 (Bar)	角度	飛行時間 (秒)	平均飛行時間 (秒)	平均高度 (m)	平均初速度 (m/s)
1	9.5~16.5cm處	2	90°	2.26	2.48	16.34	12.15
2	9.5~16.5cm處	2	90°	2.58			
3	9.5~16.5cm處	2	90°	2.59			
實驗項次	實驗組二	氣壓 (Bar)	角度	飛行時間 (秒)	平均飛行時間 (秒)	平均高度 (m)	平均初速度 (m/s)
1	直角三角形	2	90°	3.07	2.87	20.38	14.11
2	直角三角形	2	90°	3.22			
3	直角三角形	2	90°	2.33			
實驗項次	實驗組三	氣壓 (Bar)	角度	飛行時間 (秒)	平均飛行時間 (秒)	平均高度 (m)	平均初速度 (m/s)
1	尾端、長方形*4	2	90°	2.9	2.36	15.2	11.56
2	尾端、長方形*4	2	90°	2.18			
3	尾端、長方形*4	2	90°	2.01			

### 5. 研究結果

(以下每個飛行時間數據皆為 3 次實驗取平均值)

一、從下方實驗測得的平均初速度  $V_0$  和由飛行時間( $t = V_0 / 9.8$ )反推計算得到的理論初速度，可以得知實驗組一(平衡翼位置位於箭身 9.5cm 至 16.5 cm 處)與實驗組三 (平衡翼數量變更為 4 翼) 的初速度  $V_0$  較接近，實驗組二 (平衡翼形狀變更為倒三角形)與對照組  $V_0$  較接近。

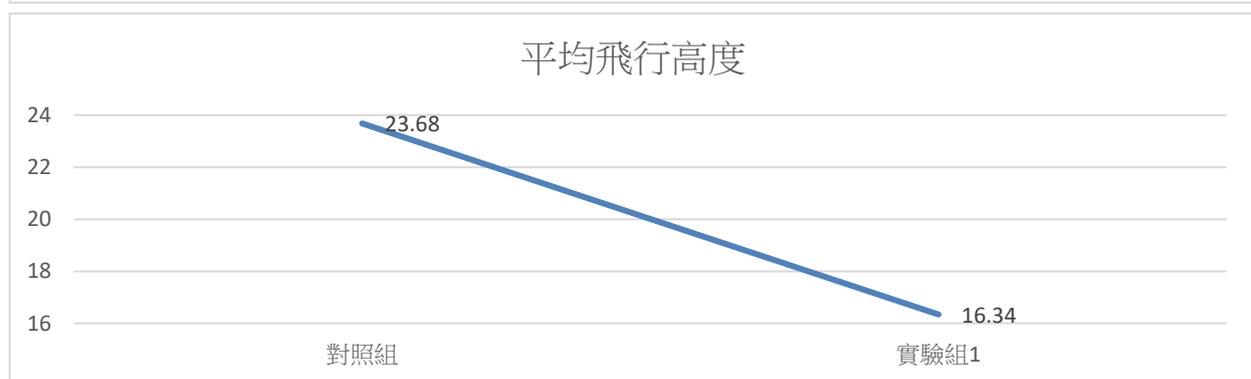
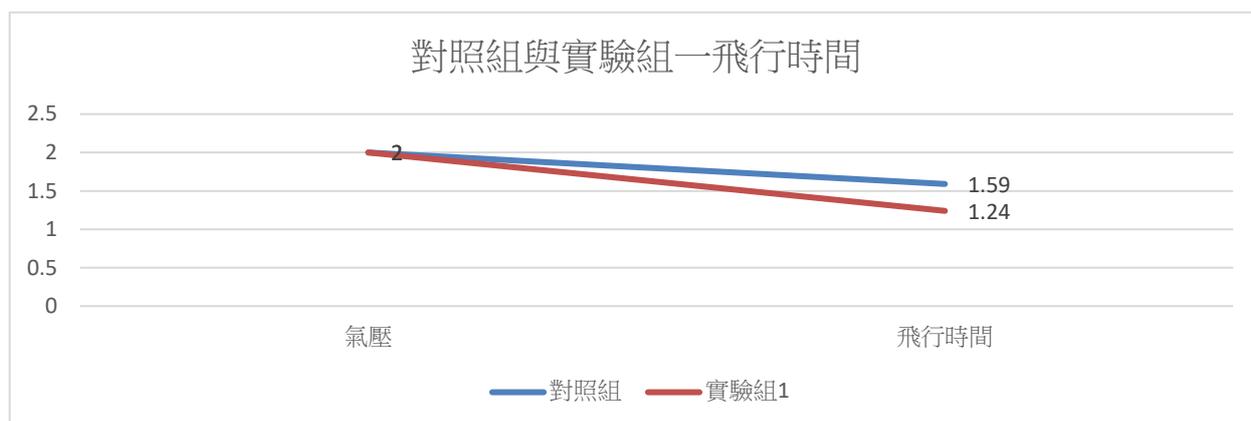


## 二、各實驗組與對照組之間的差異

### (一)、對照組(平衡翼位置位於箭身尾端)與

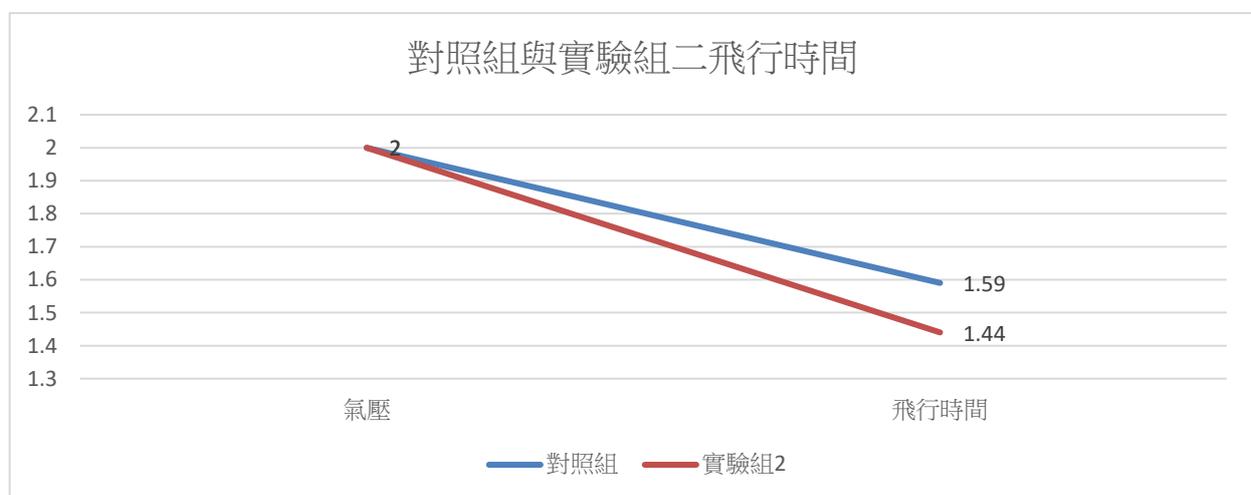
#### 實驗組一 (平衡翼位置位於箭身 9.5 cm 至 16.5 cm 處)

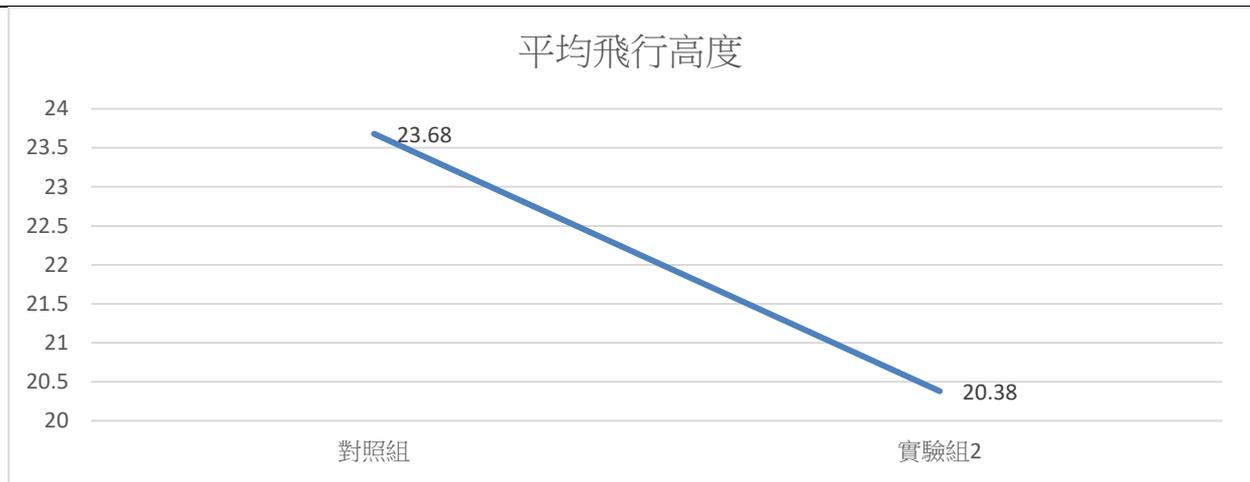
從下方對照組與實驗組一的表格，可以得知實驗組一的飛行時間比對照組少 0.35 秒。另外，從平均飛行高度表格，可以得知實驗組一的飛行高度比對照組少 7.34cm。經由實驗所拍攝火箭飛行影片分析，可能原因為改變平衡翼位置造成火箭力矩平衡被破壞，導致飛行時重心不穩，進而造成兩者飛行時間的落差。



### (二)、對照組(平衡翼形狀為長方形)與實驗組二(平衡翼形狀變更為倒三角形)

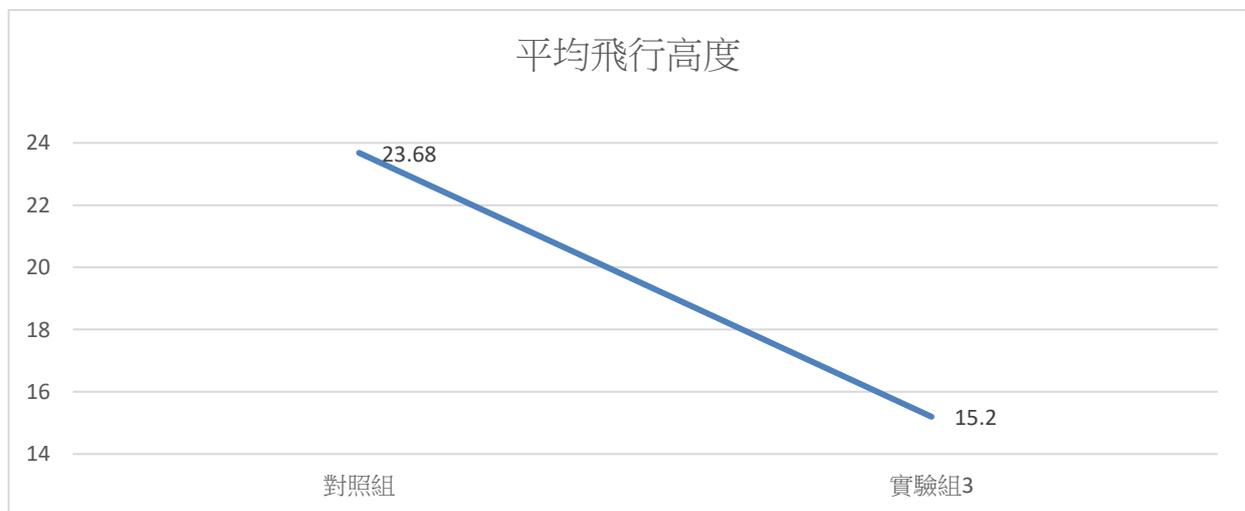
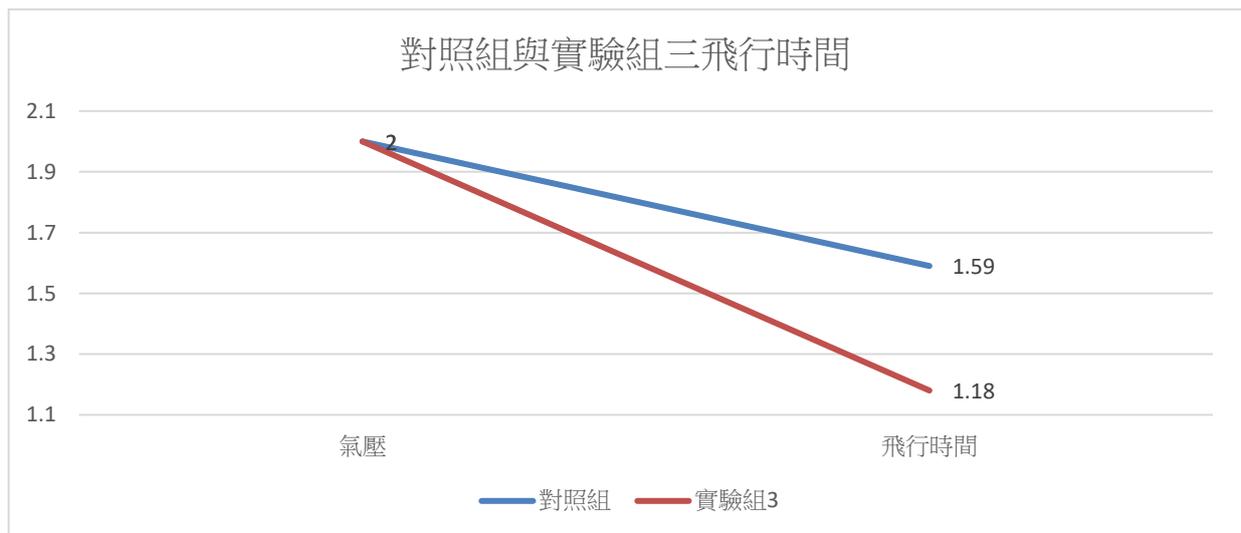
此組飛行時間和平均飛行高度為 3 種實驗組別中表現最佳，但並未超過對照組。另外，藉由從平均飛行高度表格來看，可得知實驗組二的飛行高度比對照組少 3.3cm。利用實驗所拍攝火箭飛行影片分析，火箭飛行時是呈現旋轉狀態，可能因此造成兩者飛行時間的落差。





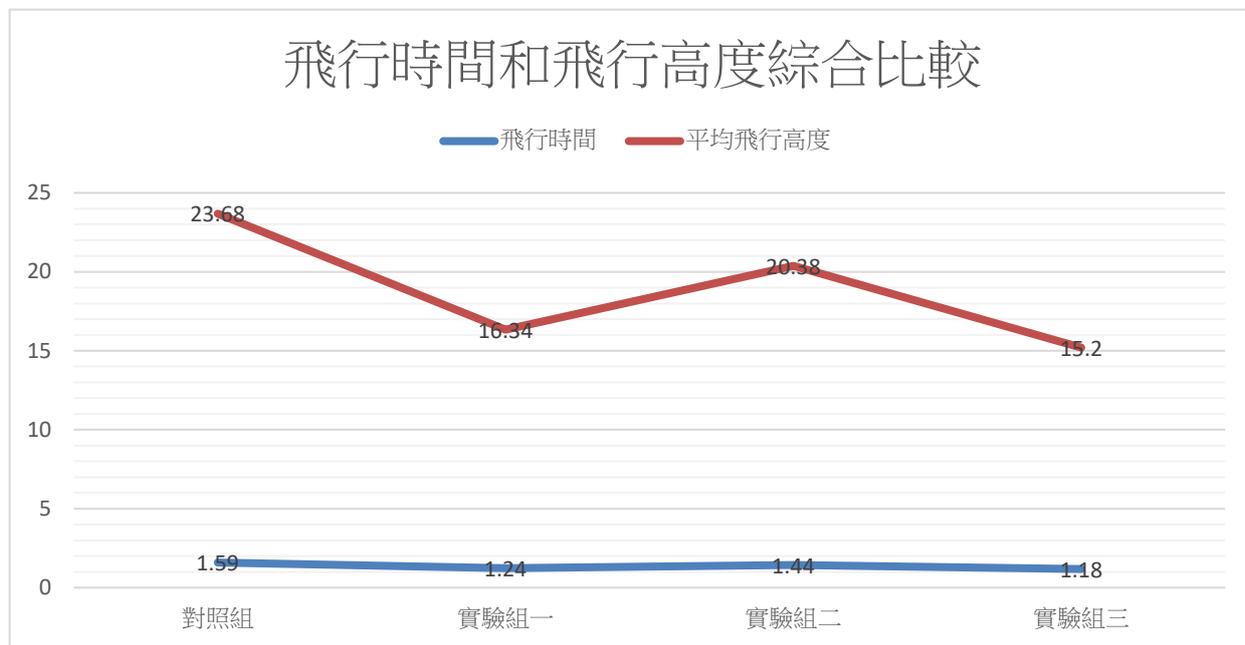
(三)、對照組(平衡翼數量 3 翼)與實驗組三(平衡翼數量變更為 4 翼)

從下方表格可以得知實驗組三的飛行高度和飛行時間是 3 種實驗組別中差異最大的一組，並沒有如預期表現出超過對照組的飛行高度與飛行時間，反而是實驗組中最低的一組。推測可能是因為平衡翼的增加改變了火箭配重及增加了飛行時空氣阻力(平衡翼分角由 120 度降為 90 度)，導致表現不如預期。



### 三、3 種實驗組別一同分析

實驗組一(平衡翼位置位於箭身 9.5 cm 至 16.5 cm 處)與實驗組三(平衡翼數量變更為 4 翼)飛行時間與飛行高度較相近，對照組(平衡翼為長方形)與實驗組二(平衡翼形狀變更為倒三角形)飛行時間與飛行高度較相近。可能因為三角形的平衡翼降低了飛行阻力(如高鐵列車車頭設計)，實驗組二因此而成為 3 種實驗組別中，飛行時間表現最佳的一組。



### 五、結論與生活應用

在此研究題目「平衡翼與空氣火箭的關係」中就是在研究何種設計可讓火箭飛行時間最長。本次實驗 3 組實驗組別表現皆未超越對照組，建議維持原火箭設計。但從實驗組二發現火箭會以旋轉狀態飛行，而實驗場地的高度限制可能造成實驗組二表現未超越對照組，平衡翼剪裁上不是完美的直角三角形，這是我們後續可以改善的地方，這些問題改善後，實驗組二表現可能超越對照組。

### 參考資料

台北:南一文教事業(2023)。高中物理全(3-2)物體的運動(3-3)牛頓運動定律。