

## 「我的飛天夢」-----紙飛機的探究



學校名稱：教業中學(分校)

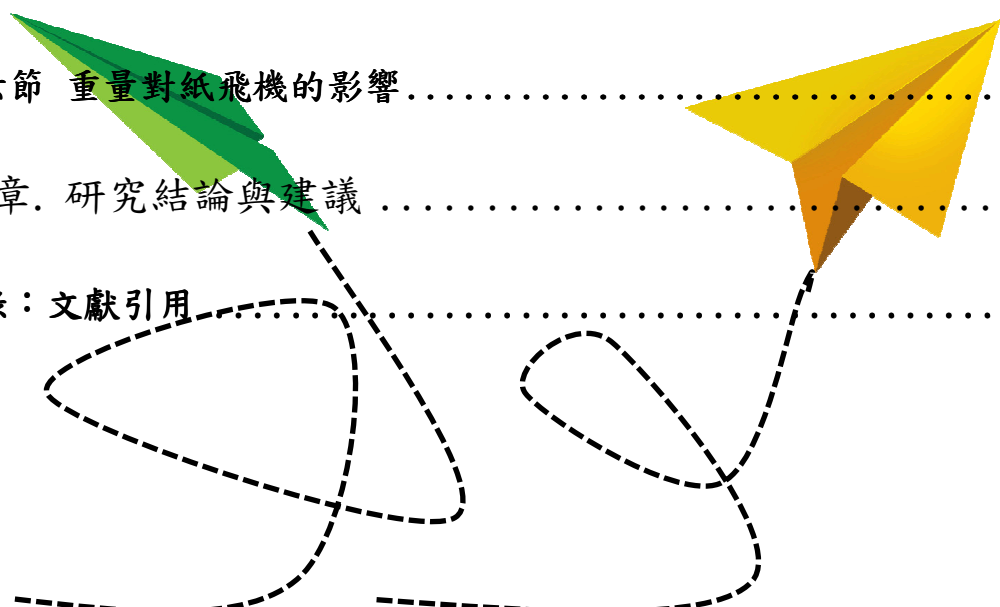
研究員：譚錦豪 李健鋒 冼文龍 蘇健新 李富城

指導老師：張鼎宏

完成日期：2012年 4月 27日

## 目錄

第一章. 緒論.....	4
第一節 研究動機.....	4
第二節 研究目的.....	4
第三節 研究問題.....	4
第四節 研究設計和方法.....	4
第五節 研究進程.....	4
第二章. 研究過程.....	5
第一節 認識飛機演變歷史.....	5
第二節 探索紙飛機的種類.....	6
第三節 了解紙飛機的飛行因素.....	7
第四節 紙飛機的投擲技巧.....	8
第五節 比較十二種飛機的飛行方向情況.....	9
第六節 重量對紙飛機的影響.....	9
第三章. 研究結論與建議.....	11
附錄：文獻引用.....	13



## 摘要

飛機的發明大約 100 年，但飛行速度的改變相當之大，已達到超音速，載容量也達 800 人之多，真是空中巨無霸呀！紙飛機的種類有很多，我們只認識「平頭飛機」和「尖頭飛機」的摺法。要使紙飛機飛得遠，摺疊技巧非常重要，務必要把兩邊機翼平衡；如果要紙飛機飛得快，就可以摺尖頭窄翼飛機；如果要紙飛機在空中滑翔時間長，可以摺疊寬翼平頭機。紙飛機的重量對飛行的距離和速度有影響，機身太重會增加飛行的阻力，飛機很快就會降落；機身太輕會降低升力的作用，但也增加紙飛機在空中滑翔的能力。其實摺一只滑翔效果佳的紙飛機並不難，重要的是我們有沒有用心把它做好而已。我們還發現同學對投擲紙飛機感興趣，希望學校能舉辦相關的紙飛機工作坊，能使同學增加對紙飛機的認識。



## 第一章. 緒論

### 第一節 研究動機

操場上經常飛來幾隻小鳥啄食地面的小草，我們走過去試圖捉住一隻，但牠們立刻飛上天空，衝上雲霄。如果我們可以飛上天空，追趕牠們就好了。如果能夠自由自在地在天空飛行，可以飛上旅遊塔欣賞澳門的美景，飛到泰山欣賞祖國的偉大河山。所以我們希望製作一部滑翔飛機傲遊天地。

### 第二節 研究目的

1. 認識紙飛機的飛行原理及飛機的歷史演變；
2. 研究怎樣才能使紙飛機飛得更遠。

### 第三節 研究問題

1. 探索紙飛機的摺疊方法；
2. 怎樣摺疊的紙飛機飛得遠？
3. 怎樣摺疊的紙飛機飛得快？

### 第四節 研究設計和方法

1. 資料搜集，初步認識紙飛機的飛行原理；
2. 調查常見的紙飛機的摺疊方法
3. 測試不同機型的飛行效果。

### 第五節 研究進程

1. 9~10 月份開始搜尋資料；
2. 11~12 月份認識飛行原理，認識飛機結構；
3. 1 月~2 月模型飛機製作及配重試飛；
4. 3 月撰寫報告；
5. 7 月準備匯報。

## 第二章. 研究過程

### 第一節 認識飛機演變歷史

人類沒有發明飛機之前是利用熱汽球載人升天，最早期的熱汽球是中國的孔明燈，但當時並不是用作飛行之用，只作發射信號，後來歐洲人發明載人熱汽球，能直向升空(圖一)。1784 飛艇的出現，終於可以真正地在空中飛行(圖二)，人類可以坐著大型的飛艇慢慢地飛向目的地。1903 美國的萊特兄弟發明螺旋槳飛機，代表著人類航空業的開始；1939 年德國製造第一架裝有噴氣發動機的飛機，進入噴射飛行時代；1948 年美國製造的噴氣飛機時速已達到每小時 1224 公里，2011 年美國超音速無人駕駛戰機獵鷹 HTV-2 試飛失敗，但其速度可達每小時 20000 公里(約 20 倍音速)，若果成功，由澳門飛到北京只需要 6.6 分鐘，實在令人鼓舞，希望科學家繼續努力再創佳績。現今世界最大的客運飛機是法國航空公司的「空中巴士 A380」最高載客量 853 人，總長度 73 米，高 24.1 米，載客量驚人。飛機的發明，改變人類的生活界限，拉近人類生活的距離，現今各國繼續研發更高速和更大型的飛機，為人類生活作出供獻。



圖一：熱汽球



圖二：飛艇



圖三：螺旋槳飛機

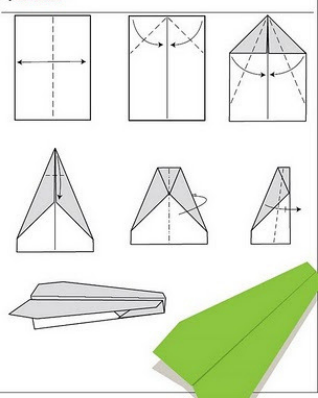
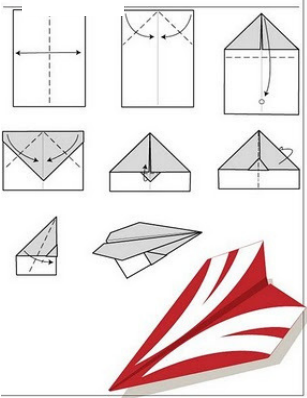
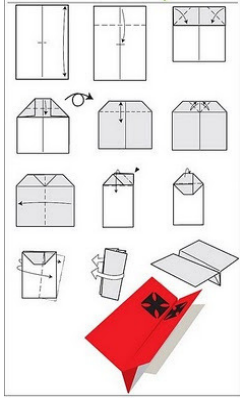
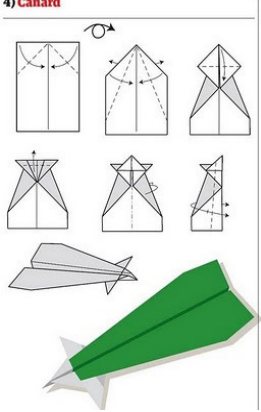
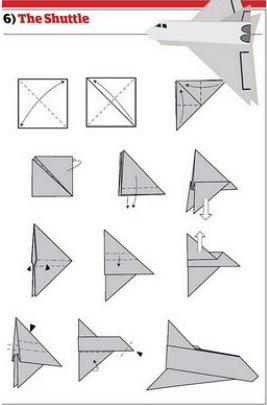
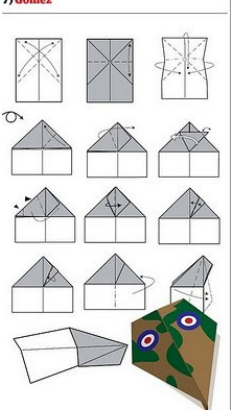
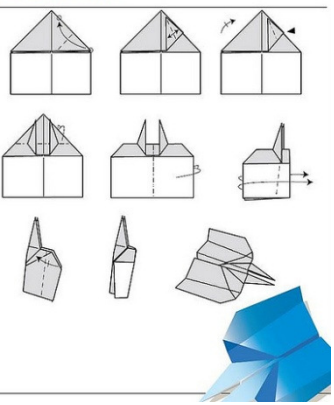
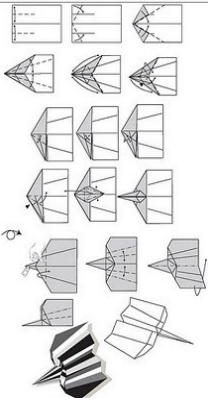
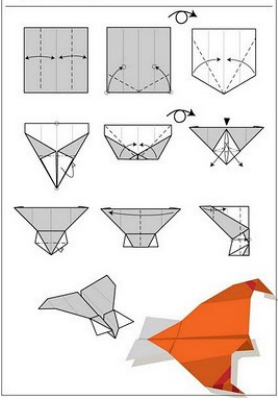


圖四：噴射客機

## 第二節 探索紙飛機的種類

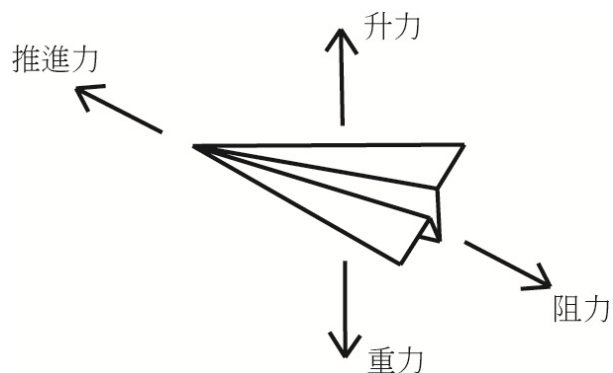
根據網上資料顯示，紙飛機的摺疊方法有很多種，我們研究討論後選取九種較常見的紙飛機作為本研究之藍本(表一)，並調查本校小三~小六學生對九種紙飛機的認識情況。

表一：九種紙飛機的摺疊方法

 <p>一、平頭飛機</p>	 <p>二、尖頭飛機</p>	 <p>三、平板飛機</p>
 <p>四、宇航飛船</p>	 <p>五、穿梭機</p>	 <p>六、三角盾牌機</p>
 <p>七、星際飛船</p>	 <p>八、尖頭蝙蝠</p>	 <p>九、獵鷹飛機</p>

### 第三節了解紙飛機的飛行因素

紙飛機在空中滑行時依照滑翔過程的受力狀況分析，影響紙飛機的力量主要有推進力、阻力、升力、重力（如圖五）。



圖五：紙飛機滑翔過程受力狀況

#### 一、推進力

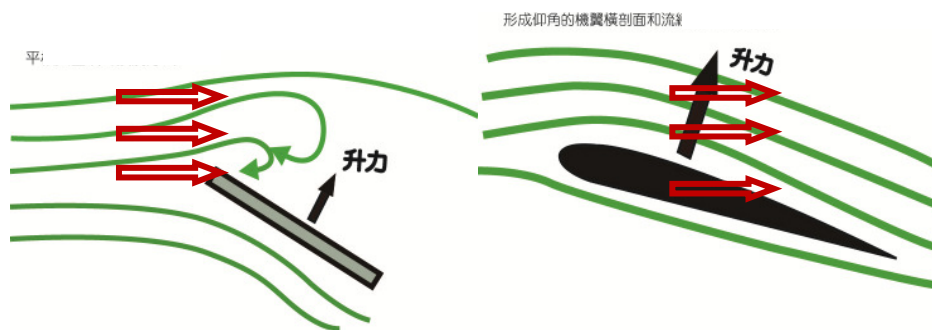
為了使飛機前進，由引擎所產生的力，叫做推進力。幾十年前，飛機的動力大多數由螺旋槳推動的，以螺旋槳產生氣流推動飛機航行。現在大多數飛機用噴射引擎飛行，利用噴射引擎來產生推力。紙飛機與一般的飛機不同，它的推力是不用螺旋槳，也不用引擎推動，而利用人手投擲出的力量，是對地球的重力而產生；也就是說，紙飛機投擲後是靠重力滑落的一種力飛行。

#### 二、阻力

飛機前進時，與空氣相反的力，叫做阻力。空氣對機身產生阻力及摩擦力，所以飛機的設計儘量接近流線型減少不必要的阻力。但阻力不是全部負面的，例如飛機要減速時會升起機翼上的擾流器提高阻力、當需要穩定機身時也等靠阻力的協助。

#### 三、升力

飛機前進時，主翼上產生向上的力，叫做升力。例如板狀的東西遇到強風就會被吹起，我們所認識的風箏便是一個好例子。風箏如果和風向成直角，就會被風往後推動，如果風成一適當的角度如圖(六)，便會不斷地往上升；飛機的機翼與氣流保持某一傾斜角度時(圖七)，會較水平時產生更大的升力。

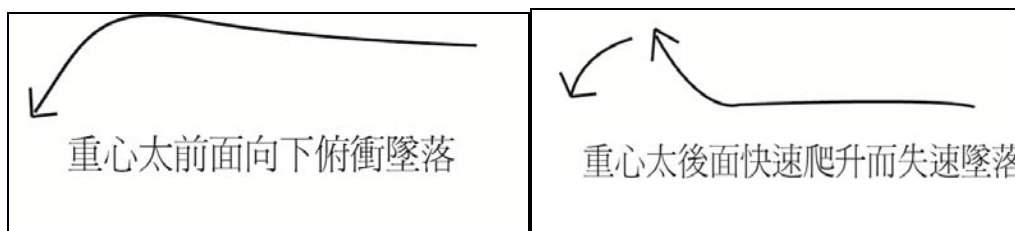


圖四：風箏與風形成的升力

圖五：飛機與風形成的升力

#### 四、重力和重心

重力就是飛機本身的重量，這些力對飛行的影響及能量的消耗都是負面的，因此飛機機身的設計都儘量採用較輕的材料。在重力場中，物體處於任何方位時所有各組成質點的重力的合力都通過的那一點，叫做重心。如果紙飛機重心的位置太前，飛機機頭向下俯衝(圖六)；重心位置太後，與升力產生的力矩會使飛機快速爬升，阻力增加而墜機(圖七)。



圖六

圖七

#### 第四節 紙飛機的投擲技巧

紙飛機的飛行技巧有很多種，投力的大小十分重要，會影響紙飛機的飛行效果，太大力令飛機失去方向，力太小又使飛機無法滑翔。以下是四種紙飛機的投擲飛行技巧：

- 一、水平飛行，只要把紙飛機向前水平擲出，飛機自然會水平直飛，這是紙飛機的飛行入門技巧，調較力度的大小可以使飛機飛得更遠。
- 二、貼地低飛，飛機超低空貼地面滑行，只要用力往地面用力擲出飛機，使重力加速度和升力板平衡而低空飛行，這種飛行技巧較難掌握。
- 三、轉彎飛行，調較機翼兩邊高度使左右高度不同，飛機擲出後自然會轉彎飛行。



四、無定向飛行，飛機的摺疊效果欠佳，飛機沒有標準的飛行路線，是失敗的滑翔飛行。

### 第五節比較九種飛機的飛行方向情況

九種紙飛機的摺法各有不同，有些飛機的摺法比較簡單，容易掌握，兩邊機翼互相平衡，所以(一)平頭飛機、(二)尖頭飛機、(三)平板飛機、(四)宇航飛船、(七)星際飛船容易以直線飛行；(八)尖頭蝙蝠和(六)三角盾牌機翼較寬，升力效果佳，所以容易造成轉彎飛行的效果；(五)穿梭機、(九)獵鷹飛機的設計和摺法較複雜，機翼的平衡效果較差，重心偏移，較難掌握飛行方向。我們摺了該九種飛機，反覆地進行測試，試找出它們的飛行方向(表二)。

表二：九種紙飛機的飛行方向

	直飛	轉彎飛行	無定向
一、平頭飛機	✓		
二、尖頭飛機	✓		
三、平板飛機	✓		
四、宇航飛船	✓		
五、穿梭機			✓
六、三角盾牌		✓	
七、星際飛船	✓		
八、尖頭蝙蝠		✓	
九、獵鷹飛機			✓

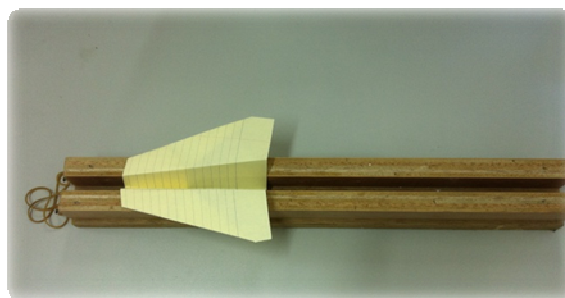
### 第六節重量對紙飛機的影響

研究過程中我們發現九種紙飛機中，飛行效果較佳的是「平頭飛機」，所以本研究採用「平頭飛機」測試重力對飛機的影響。

首先，我們利用紙飛機測試飛行距離，記錄投擲十次的數據，捨去最大和最小的一次，計算八次的平均飛行路程。然後分別加上一個、三個、五個、七個、九個回形針，測試不同重量對平頭飛機的帶來甚麼影響。為統一推力的大小，本研究原計劃採用自制的飛行發射器(圖八)作推力，可是發射器的橡皮根破壞紙飛機的機型，影響飛行效果，最後我們只好使用人手投出。

表三顯示，不加回形針的飛機平均飛行 13.5 米，加上一個回形針的紙飛機平均飛行 12.8 米，加上三個回形針的紙飛機平均飛行 13.3 米，加上五個回形針的紙飛機飛行的距離平均可達 15.3 米，加上七個回形針的紙機平均飛行 10.8 米，加上九個回形針的紙飛機平均飛行 8.7 米。

圖：八



實驗說明紙飛機的重量影響到滑翔的距離，適當的重量能夠穩定機身，加強飛機的飛行距離，太重或太輕的機身會減低紙飛機的飛行距離。在測試過程中數據顯示五個回形針的紙飛機的飛行較遠，而且速度快，但我們觀察到它在空中滑翔的時間較短；相反，較輕的紙飛機(不加回形針)在空中的滑翔時間較長，有輕輕滑翔的感覺。

表三：重力對紙飛機的飛行影響(單位：米)

	不加 回形針	一個 回形針	三個 回形針	五個 回形針	七個 回形針	九個 回形針
第一次測試	11.4	15.3	14.1	15.9	13.2	8.9
第二次測試	11.1	15.0	15.0	13.8	12.4	10.4
第三次測試	14.1	9.0	11.4	18.0	9.6	8.6
第四次測試	15.0	11.1	11.1	18.0	10.5	5.7
第五次測試	7.2	12.9	10.7	17.4	5.6	8.2
第六次測試	12.3	6.9	12.2	13.8	12.8	9.4
第七次測試	15.0	13.5	14.7	11.4	10.4	10.8
第八次測試	12.9	14.1	14.7	13.8	11.3	8.6
第九次測試	15.9	14.3	16.2	12.3	9.2	7.3
第十次測試	16.2	12.8	13.5	18.0	10.2	7.8
平均 飛行距離	13.5	12.8	13.3	15.3	10.8	8.7

## 第三章. 研究結論與建議

### 一、 研究結論

飛機的發明不足一百年，但現今飛行速度已突破音速，載人能力也可以達 800 多人，我們對飛機充滿希望，充滿幻想。

調查中發現紙飛機的的摺法有很多種，有簡單的、有複雜的，不同的紙飛機有不同的飛行效果，我們五人掌握的摺法相當有限。不同的機型有不同的飛行效果，直線飛行就要保持機翼的水平分佈，而且機身要直。調較機翼的高低可以控制紙飛機的飛行方向。機翼較寬在空中停留的時間較長，機翼較窄飛行速度較快，但空中停留時間短。紙張的硬度會影響紙飛機的飛行，紙張太硬會使飛機超重；紙張太輕機身欠缺支撐力，令紙飛機浪費升力。適當的重力對紙飛機滑翔有促進的作用，重力能使機身順著投擲的推力向前飛，使其速度較快，但空中滑翔時間較短，這現象好像用手投擲一元硬幣和石頭一樣，同一種力的作用下一元硬幣比石頭投擲的距離遠。現實生活中的飛機就要採取較輕的機身，因為可以減少推動力，節省燃油成本。

### 二、 研究建議

透過本研究我們發現同學對投擲紙飛機感興趣，但低年級同學對紙飛機的認識不足，希望學校能舉辦相關的紙飛機工作坊，能使同學增加對紙飛機的認識。

### 三、 研究後感想

問卷調查中，我們要訪問其它年級同學，了解同學對不同紙飛機的認識度，使我感到十分難為情，走進別人的課室時感到陌生，有點害怕，老師和同學給我的鼓勵，促使我堅持完成任務。



李富城

我們輸入數據的過程中，要結合我們學過的數學知識，真的學以致用。調查活動完結後操場上增加了同學在操場上投擲紙飛機的現象，又知道鄰座的同學希望當一名飛機師，像小鳥一樣飛向世界各地。



李鍵峰

譚錦豪

我最喜愛摺飛機，研究中大部份紙飛機都是我第一個完成的。有一次我在課室試機，飛機碰到剛進入課室的陳老師，陳老師大發雷霆把我教訓一番，我覺得十分無奈！後來我才知道老師不希望我的飛機傷害到其他同學，令我感到十分慚愧。



蘇健新

在三樓上投擲紙飛機時，看到飛機在空中滑翔，真的很想製造一架能夠托起我的大飛機直衝下，讓我嘗試滑翔的感覺，我真的很想飛下去！幸好教師在我身旁，叮囑我不要做傻事。



冼文龍

## 附錄：文獻引用

談紙神功-紙飛機的滑翔研究

[http://science.tc.edu.tw/up47/87\\_%E7%B4%99%E9%A3%9B%E6%A9%9F96s.pdf](http://science.tc.edu.tw/up47/87_%E7%B4%99%E9%A3%9B%E6%A9%9F96s.pdf)

飛機的種類

<http://www.cshps.kl.edu.tw/hp/category.htm>

气球（航空器）

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%86%B1%E6%B0%A3%E7%90%83>

簡介滑翔機原理

<http://www.me.ntu.edu.tw/~ifplab/airplane/fly/fly5.htm>

飛行的原理

<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2005/efs94/page-4/P-4-11/d-4-11-6.htm>

紙飛機模型

<http://www.ablmcc.edu.hk/~scout/aviation.htm>

TONY.S 2000 競技紙飛機

<http://home.so-net.net.tw/5448/>