

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

題目名稱：飛上天！探討副翼和翼尖小翼的用途

### 一、摘要：

我們設計並製作了一架飛機，並在上面製作副翼、升降舵、方向舵等部件，然後設計了改變上述部件的實驗，並觀察這些改變對飛行軌跡的影響。

假設左右副翼的改變會影響飛機飛行的軌跡，左副翼下調時，飛機會向右滾轉，右副翼下調時反之；升降舵上調時，機頭會向上仰轉，下調時反之；方向舵左調時，機頭會向左，反之向右。我們發現，當左副翼下調時，飛機會向右滾轉 90 度後，平飛一段，再來迅速墜地。當右副翼下調時，飛機會先以類似拋物線的軌跡飛行一段後，平飛到落地。

當升降舵上調時，機頭在發射後立刻向上拉起，直到飛機速度不夠後，以機頭向上的姿勢墜地。升降舵下調時，飛機在發射後立刻墜地，並滑行很長一段距離。方向舵左調時，飛機以逆時針螺旋墜地。方向舵右調時，飛機向右飛行，並伴隨順時針螺旋飛行。

帶有翼尖小翼的飛機比沒有翼尖小翼的飛機還平穩，比較少滾轉、偏航。

### 二、探究題目與動機

大家都坐過飛機，當我們坐在機翼旁的位置時，我們發現了機翼上有著好幾片板子，我們好奇這些板子的用途，是為了改變速度？改變姿態？還是有其他用途？在機翼最外緣豎立的板子又是為了什麼。經過資料查詢後，我們發現，飛機在轉向時，會使用在機翼最邊緣的副翼，在起飛和降落時，會在機翼的前後緣向下伸出襟翼，在改變飛機的攻角時，會使用位在機尾的升降舵，而我們想要瞭解並驗證這些部件的運作和對飛機的影響。

### 三、探究目的與假設

大家只要抬頭就可能看見一架正在飛行的飛機，但是我們好奇飛機在飛行時是如何改變其飛行軌跡，於是我們設計並製作了一架飛機，並在上面製作副翼、升降舵、方向舵等部件，然後設計了改變上述部件的實驗，並觀察這些改變對飛行軌跡的影響。以下是我們的研究主題。

#### 一、研究左右副翼下調對飛行軌跡的影響

假設 1：左副翼下調時，飛機會向右滾轉 90 度

假設 2：右副翼下調時，飛機會向左滾轉 90 度

#### 二、研究升降舵上下調對飛行軌跡的影響

假設 1：升降舵上調時，飛機會向上仰轉 45 度

假設 2：升降舵下調時，飛機會向下仰轉 90 度

#### 三、研究方向舵左右調對飛行軌跡的影響

假設 1：方向舵左調時，飛機會向左偏航

假設 2：方向舵右調時，飛機會向右偏航

#### 四、研究翼尖小翼對飛行軌跡的影響

假設 1：加上翼尖小翼後，飛行距離會變遠

假設 2：加上翼尖小翼後，左右滾轉會變少

#### 四、探究方法與驗證步驟

##### 步驟一：製作一架飛機

背景資料：飛行時有四個作用力，分別是推力、阻力、升力、重力，若要成功飛行，作用力之間必須達到正確的差值：推力大於阻力、升力大於重力，但我們設計的飛機沒有推力，所以推力透過發射器提供。

飛機條件：飛機盡量每一架都一樣，所有的縫隙都盡可能的一致。

飛機造型：我們將飛機的調整部位分成六種，分別是升降舵上下調、方向舵左右調和左右副翼上下調。

##### 步驟二：測試不同調整部位時，飛機的飛行狀態

###### 1. 測試左副翼下調時，飛機的飛行軌跡

為瞭解左副翼下調時，飛機的飛行軌跡，我們設計了實驗，先把飛機的左副翼向下摺，然後使用發射器測試五次，在每次測試前，我們會確認每次摺的角度都相同，使用發射器是因為我們認為用手發射的力道、角度都不相同。

我們發現，當左副翼下調時，飛機會向右滾轉 90 度後，平飛一段，再來迅速墜地。

###### 2. 測試右副翼下調時，飛機的飛行軌跡

我們先把飛機的右副翼向下摺，然後使用發射器測試五次。

當右副翼下調時，飛機會先以類似拋物線的軌跡飛行一段後，平飛到落地。



飛行準備圖

	滾轉	移動
左副翼下調	向右滾轉 90	平飛一段→迅速墜地
右副翼下調	X	拋物線的軌跡飛行→平飛到落地

以上是我們根據 1、2.的敘述整理成的表格，我們可以發現一個有滾轉，一個沒有，但是飛機在理想上應該是對稱的，應該都滾轉或都不滾轉，所以我們嘗試在飛機上尋找原因，我們發現左機翼上有一條摺痕，這條摺痕會產生類似翼尖小翼的效果。

###### 3. 測試升降舵上調時，飛機的飛行軌跡

我們先把飛機的升降舵向上摺，然後使用發射器測試五次。

當升降舵上調時，機頭在發射後立刻向上拉起，直到飛機速度不夠後，以機頭向上的姿勢墜地。

###### 4. 測試升降舵下調時，飛機的飛行軌跡

我們先把飛機的升降舵向下摺，然後使用發射器測試五次。

升降舵下調時，飛機在發射後立刻墜地，並滑行很長一段距離。

#### 5. 測試方向舵左調時，飛機的飛行軌跡

我們先把飛機的方向舵向左摺，然後使用發射器測試五次。

飛機在發射後，以逆時針螺旋墜地。

#### 6. 測試方向舵右調時，飛機的飛行軌跡

我們先把飛機的方向舵向右摺，然後使用發射器測試五次。

發射後，飛機向右飛行，並伴隨順時針螺旋飛行。



方向舵右調的飛行圖

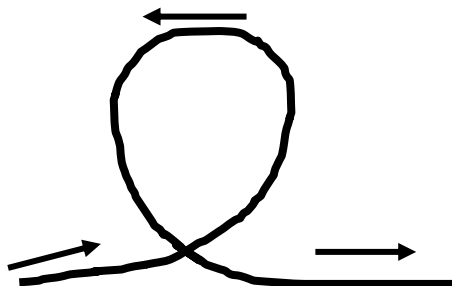
### 步驟三：製作帶有翼尖小翼的飛機

#### 1. 我們製作了一架帶有翼尖小翼的飛機，然後使用發射器測試五次。

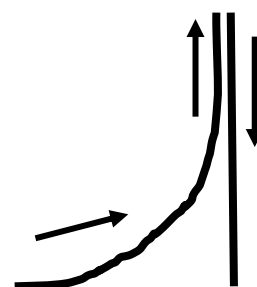
飛機比沒有翼尖小翼的飛機還平穩，晃動變少了。

### 步驟四：創造一個漂亮的飛行

我們想創造一個漂亮的飛行，希望飛機發射時可以在空中旋轉 360 度後再向前飛去，所以從步驟二中可知向上摺升降舵，可以使飛機飛行的傾角以逆時針方向改變，所以我們將飛機上升降舵上摺的角度加大，使飛機飛行角度偏折的更明顯，但發現飛機最多只能向上改變約 90 度然後飛機就迅速墜地，相關飛機飛行軌跡示意圖如下。



預想飛行路徑



實際飛行路徑

從實際飛行路徑中觀察，我們推測飛機無法旋轉 360 度可能的原因如下：

#### 1. 飛機飛行的速度不足，導致飛機還未旋轉過去時就直接墜地。

改良方式：增加飛機射出的力道，藉以加快飛機飛行的速度。

#### 2. 飛機旋轉時提供的向心力不足，導致無法再產生較大的選轉角度，導致飛機直接墜地。

改良方式：使向上摺升降舵的幅度增加，使壓力更為明顯，藉以增加向心力。

## 五、結論與生活應用

機翼上的那些板子，每個都有不同的功用，方向舵和副翼負責控制飛機的轉向，升降舵負責控制飛機的高度，當左副翼下調時，飛機會向右飛，當右副翼下調時，飛機會向左飛，當升降舵上調時，機頭會向上，反之向下。飛機加上翼尖小翼後，飛機更平穩了。我們認為這些發現可以用來加強我們的紙飛機，使紙飛機更能照著我們所想的方式飛行，當升降舵上

摺時，機頭會向上，像是向上繞一圈的機動動作，我們可以透過把飛機的升降舵向上摺來完成。

**參考資料**

秋本俊二《飛機如何飛上天？：從機場發現 50 個航空常識》

阿施光南《航空知識の ABC》

二宮康明《二宮康明の紙飛行機集》