

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：為什麼單螺旋槳玩具飛機無法直線飛行？

一、摘要

本實驗使用順時針方向轉動單螺旋槳飛機與逆時針方向轉動單螺旋槳飛機，觀察飛機的飛行軌跡，探討飛機偏移飛行的科學原理(伯努利定律、牛頓第三運動定律、角動量守恆原理)。並以不同的操作變因，來觀察偏移的幅度。

關鍵字：螺旋槳，伯努利定律，牛頓第三運動定律，角動量守恆原理，左偏趨向

二、探究題目與動機

研究主題：「單螺旋槳飛機偏移飛行的科學原理」

研究動機：『男孩子的浪漫就是battle』，什麼事都要決鬥，看誰橡皮筋射得遠、紙飛機射得遠，直到我們想要比誰的玩具螺旋槳直昇機誰飛得遠，卻發現怎麼發射飛機都是飛歪的，無法直直飛！為了解決「螺旋槳飛機為什麼無法直直飛」的疑問，我們到科教館找資料並在網路查詢進行文獻探討，然後透過實驗去觀察飛機偏移的具體情況。

三、探究目的與假設

研究目的：

1. 研究螺旋槳葉片旋轉使載體起飛的原理。
2. 尋找飛機偏移的原理。

研究假設：

1. 假設飛機偏移的方向與螺旋槳葉片旋轉的方向有關。
2. 假設飛機偏移的幅度與作用力大小有關。

四、探究方法與驗證步驟

實驗器材：

單螺旋槳橡皮筋動力玩具飛機

單螺旋槳橡皮筋動力玩具直升機

▲螺旋槳葉片旋轉使載體起飛的原理

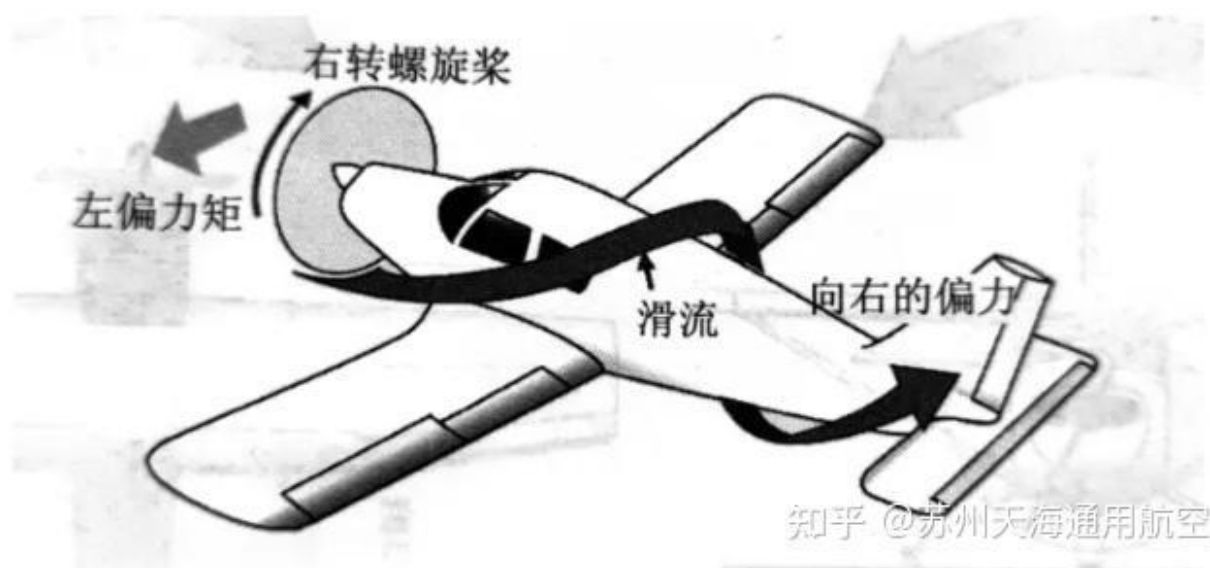
螺旋槳向前推進主要因下列兩種作用：

一、伯努利定律：葉片形狀特殊設計，使前後空氣速度有差值，產生壓力差，使螺旋槳載體獲得向前的動力。

二、牛頓第三運動定律：

飛機螺旋槳旋轉時將空氣向後推，作用力與反作用力的關係，使螺旋槳載體獲得向前的動力。

直昇機螺旋槳轉動向下推動空氣產生的反作用力要大於直升機總體重量，直升機才能上升。



▲螺旋槳葉片旋轉會產生的物理現象：

「角動量守恆原理」：由於螺旋槳的角動量方向向前方，因此該力矩就會產生一個向左的角動量變化量，造成飛機的航向有往左偏航的特性，



圖片來源：台灣遙控模型-RCTW，作者：lspeng
<https://rctw.net/forum.php?mod=viewthread&tid=88437>

實驗一、順時針方向單螺旋槳飛機，橡皮筋轉100圈，飛行實驗：

實驗結果：螺旋槳順時針方向旋轉的單螺旋槳橡皮筋動力玩具飛機，固定動力來源橡皮筋轉100圈，實驗人員手持飛機，水平於地，離地150公分，飛機飛行時，均會向左偏轉飛行，多次實驗，最終飛機落地時，飛機落地處與起飛中線的夾角均大於20度角。

實驗二、逆時針方向單螺旋槳飛機，橡皮筋轉100圈，飛行實驗：

實驗結果：螺旋槳逆時針方向旋轉的單螺旋槳橡皮筋動力玩具飛機，固定動力來源橡皮筋轉100圈，實驗人員手持飛機，水平於地，離地150公分，飛機飛行時，均會向右偏轉飛行，多次實驗，最終飛機落地時，飛機落地處與起飛中線的夾角均大於20度角。

實驗三、順時針方向單螺旋槳飛機，橡皮筋轉**200**圈，飛行實驗：

實驗結果：螺旋槳順時針方向旋轉的單螺旋槳橡皮筋動力玩具飛機，固定動力來源橡皮筋轉100圈，實驗人員手持飛機，水平於地，離地150公分，飛機飛行時，均會向左偏轉飛行，多次實驗，最終飛機落地時，飛機落地處與起飛中線的夾角均大於30度角。

實驗四、逆時針方向單螺旋槳飛機，橡皮筋轉**100**圈，飛行實驗：

實驗結果：螺旋槳逆時針方向旋轉的單螺旋槳橡皮筋動力玩具飛機，固定動力來源橡皮筋轉100圈，實驗人員手持飛機，水平於地，離地150公分，飛機飛行時，均會向右偏轉飛行，多次實驗，最終飛機落地時，飛機落地處與起飛中線的夾角均大於30度角。

實驗五、順時針方向單螺旋槳直昇機飛行實驗：

實驗結果：螺旋槳順時針方向旋轉的單螺旋槳橡皮筋動力玩具直昇機，固定動力來源橡皮筋轉200圈，實驗人員手持直昇機，離地100公分，直昇機起飛時，直昇機機身均會向左旋轉。

五、結論與生活應用

結論：

1. 單螺旋槳旋轉時，會向後噴射氣流產生向前的推力(伯努利定律)，且往後噴射的氣流會環繞飛機機身，當環繞氣流打到飛機尾端的垂直尾翼時，會使飛機機身產生偏移。提高螺旋槳旋轉的動力，會產生更大的噴射氣流，飛機偏移的情況更明顯。
2. 單螺旋槳旋轉時，因牛頓第三定律，凡施一作用力必同時產生反作用力，兩者量值相等、方向相反，另外基於「**角動量守恆原理**」，假設螺旋槳以順時針方向轉動，則機身應該會以相反方向，即以逆時針轉動，反之亦然(螺旋槳以逆時針方向轉動，則機身以順時針轉動)，所以順時針方向轉動的單螺旋槳飛機將產生左傾斜趨向，逆時針方向轉動的單螺旋槳飛機將產生右傾斜趨向。
3. 當飛機的飛行動力(作用力)越大時，反作用力也會更大，所產生的偏移現象也更明顯。

生活應用：

疑問:多啦A夢中的竹蜻蜓確實是否可行?

1. 竹蜻蜓旋轉時, 會向下噴射氣流產生向上的推力(伯努利定律), 且往後噴射的氣流會環繞人體, 向下氣流要大到能讓人飛起來, 頭腦要承受的風力會使人爆頭!
2. 竹蜻蜓旋轉時, 因牛頓第三定律, 凡施一作用力必同時產生反作用力, 兩者量值相等、方向相反, 另外基於「角動量守恆原理」, 假設竹蜻蜓以順時針方向轉動, 則人體應該會以相反方向, 即以逆時針轉動, 反之亦然(竹蜻蜓以逆時針方向轉動, 則人體以順時針轉動)。

破解:多啦A夢中的竹蜻蜓, 在現實生活是不可行的。

參考資料

國立臺灣科學教育館:常設展「物質科學展示區(一)」- 伯努力定律

<https://www.ntsec.gov.tw/article/detail.aspx?a=64>

國立臺灣科學教育館:常設展「5F物質科學展示區」科學遊戲世界 - 角動量守恆律

<https://www.ntsec.gov.tw/article/detail.aspx?a=5363>

國立臺灣科學教育館:常設展「敲敲打打工作坊」- 風管與飛行器 Wind Tubes

<https://www.ntsec.gov.tw/article/detail.aspx?a=505>

遙控飛行模型載具的基本設計原理

<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=6843&p=1&lid=8337>

【機師阿楷】為什麼螺旋槳飛機喜歡左轉? Left Turning Tendencies

<https://www.youtube.com/watch?v=h0SaeDU525M>