

宜蘭高中 98 學年度學生數理自然科學專題研究

題目：

FPV~第一人稱視訊飛行之研究探討

指導老師：

吳旭峰

學生：

林浩鈺

林家漢

李正安

FPV~第一人稱視訊飛行之研究探討

208 林浩誌 208 林家漢 210 李正安

一、研究動機：

FPV 意思為 First Person View，以往在飛行時，螢幕上經常會有條紋般的干擾訊號，在網路上搜尋後，發現其他玩家也有類似情形，便激起我對此干擾成因的好奇，希望能找出干擾源，並降低其干擾程度，並加強影像訊號的強度，使 FPV 更加穩定、安全。

二、研究目的：

1. FPV 載具之研製
2. 2.4G 影像訊號發射器之干擾因素探討
3. 實驗金屬屏障對干擾現象之改善程度
4. 探討天線指向性對傳輸距離的影響
5. 研究天線種類對傳輸距離的影響

實驗 1、FPV 載具之研製

市面上 FPV 空攝載具有許多選擇，將其優缺點列成表，如下：
〈因其為經驗法則，並無確切之數據〉

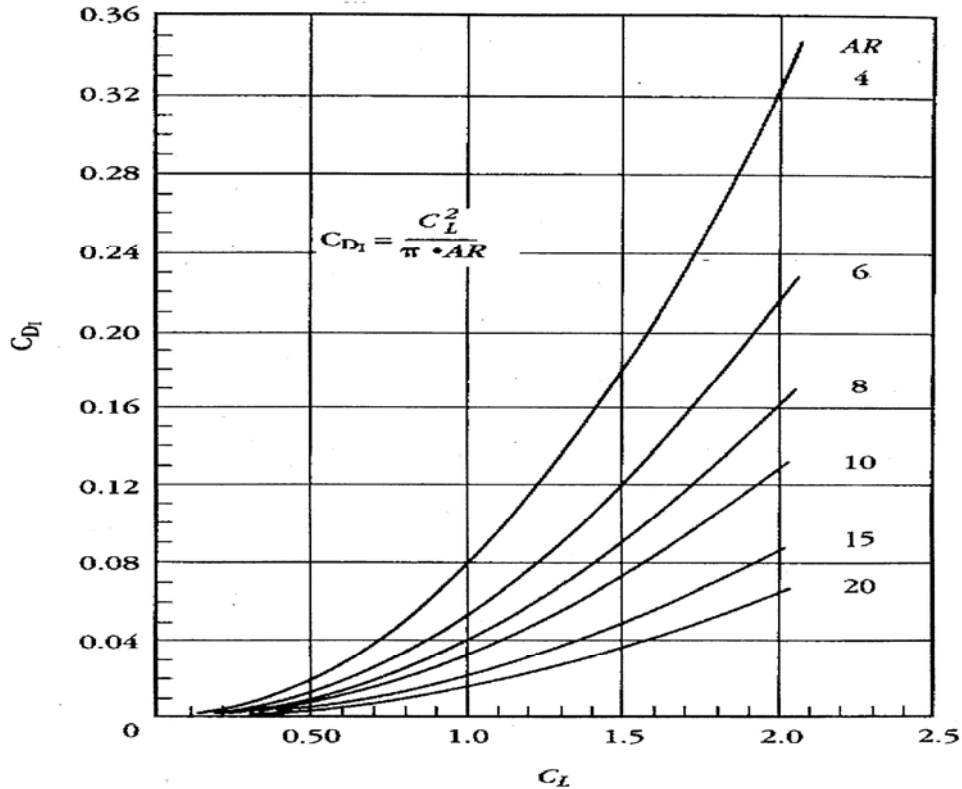
	直升機	定翼機	動力飛行傘
機體價格	10000~100000 不等	0~5000 〈可自製〉	700~1000 〈自製〉
搖控設備價格	10000~以上	3500~以上	3500~以上
操控性	極好	普通	差
遇風時穩定度	極好	視雷諾數而定	極差
安全性〈動力中斷時〉	垂直墜落	視雷諾數及翼荷比而定	等同於降落傘飄落

由上表可得知，雖然直升機操控性極佳，如可停旋、原地旋轉等等特性，但其所需價格過高，且不易學習，因此選擇定翼機及動力飛行傘作為往後之實驗器材。

定翼機：

FPV 初學者不適合飛自製機種，因其視訊設備及動力設備價格偏高，無法承受因製作誤差造成墜機時的衝擊，而市場上有眾多廠商出產眾多機型，選擇以浮力公式、翼展長作為依據。

首先決定翼展長，因其受限於家中汽車後座之長度，設定於 100CM 以內，而〈表-1〉中，AR 為展弦比〈主翼長/翼弦長〉、 C_L 為雷諾數〈Re〉、 C_{Di} 為誘導阻力係數，由圖中可得知展弦比較大的主翼，擁有較低的誘導阻力，但卻會造成主翼結構強度上的問題，其彎曲力矩過大，可能造成斷裂。所以，選擇雙翼機即可解決相關問題，因為可將昇力值乘二，在相同負載下，將其單一主翼的 AR 值降低，可使主翼強度變大。



〈表-1〉

浮力公式： $\frac{1}{2} \rho V^2 A C_L = Wg$

ρ 為空氣密度， V^2 為空氣相對於機翼的流速平方， A 為翼面積， C_L 為升力係數， C_L 為雷諾數 $Re = \rho \times \nu \times b / \mu$ ，其中 b 為翼弦長， μ 為空氣黏性係數， ν 為空氣流速。

因此，只要得知翼展、翼弦長，所需最低空速、機體總重，即可求出 Re 值，由此選擇市面上符合升力係數之翼型機體。

運算如下：

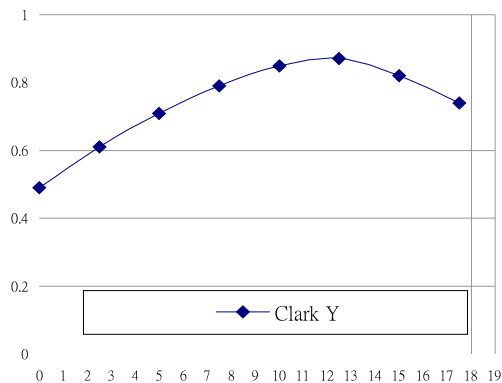
機身本身重量未知，將其設為 400g 〈一般機身重量為 200~300g，外加補強約 400g〉，動力設備及攝影設備總重為 500g。空氣密度一般用 1.225 kg/m^3 即可（海平面標準大氣）另外其他的單位通通換成公制單位（力量用 N，長度用 m，

質量用 kg)，機翼展約為 100cm，展弦比約為 15/100，而飛機飛行速度之最低值設為 10m/s。

將數據代入：

$$\langle 0.5+0.4 \rangle \times 9.8 \times 1.2 = (0.5 \times 1.225 \times 10^2) \times (0.15 \times 1 \times 2) \times \text{昇力係數}$$

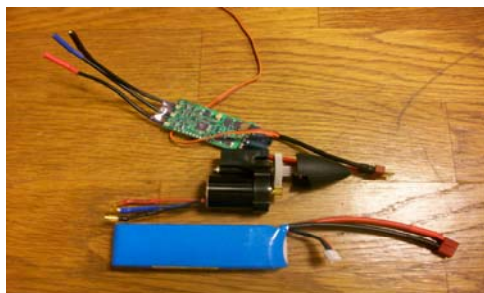
得出昇力係數為：0.48



左圖為克拉克 Y 翼在不同攻角下之昇力係數，由此可知，在攻角 0°時，其昇力係數大約為 0.5，非常符合所求數值。

總結以上，發現市售 GWS 虎娥雙翼機非常適合，其翼展為 96cm，展弦比為 15/96，採用克拉克 Y 翼，因此便決定改造此機作為空攝載具。

相關圖片：



此機採用 4000KV、400 型內轉無刷，400 型減速組〈齒比 3.18〉，45A 無刷電變，2200mah 26C 〈3S1P〉 11.1 離聚合物電池組，9050 槳，根據廠商所提供推力資料，約可達到 1700g，使推力比大於 1。



將半球形 CCD 裝於 FUTABA S3001 伺服器上，在將其裝於雙翼機之上翼〈上方翅膀〉，使其在空中飛行時能便於左右移動。



圖-1



圖-2



圖-3



圖-4

因其主翼設計不良，造成上主翼強度嚴重不足，並且與機身可說是無相連結構，因此在機身側面及上主翼背面裝設冰棒棍補強連接座，如圖-1、圖-2、圖-3 所示，此機於大年初一試飛成功，約飛行 7 分鐘，卻在初二不幸墜落，如圖-4 慘狀。在經歷長時間如同拼拼圖般的修復後，將其機身內側用竹籤做側面補強，並在下主翼嵌入 90CM6MM 之木棍作整體補強，而上主翼因為先天不良，補強不易，卻發現有些微裂痕，考慮將其切成 3 塊從內部做補強，不過這將會增加機體重量。

機上器材：

密集珍珠板 5MM	珍珠板 3MM
4000KV 400 型內轉無刷 x1	400 型減速組〈齒比 3.18〉x1
碳纖維棒 5MM 50M x1	45A 無刷電變 x1
9 克伺服馬達 x4	3S1P 2200mah 26C 鋰聚合物電池
廣角微型 CCD 鏡頭〈半圓形罩〉	2.4Ghz 無線影音傳輸器〈除去金屬外殼〉

可拆式飄飄機：

有鑒於雙翼機過於笨重及不易攜帶等原因，將網路上流行的飄飄機型版從新設計，改為可拆式機種，使其能收那於一般工具箱中，便於攜帶。

機上器材：

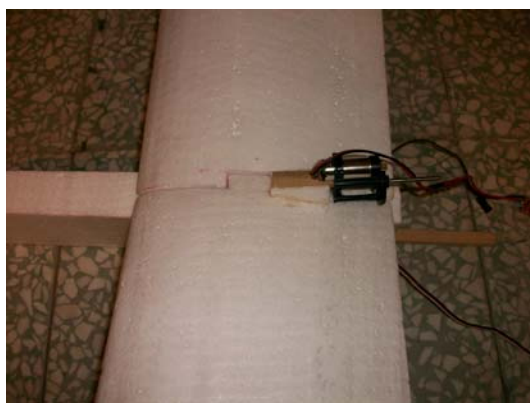
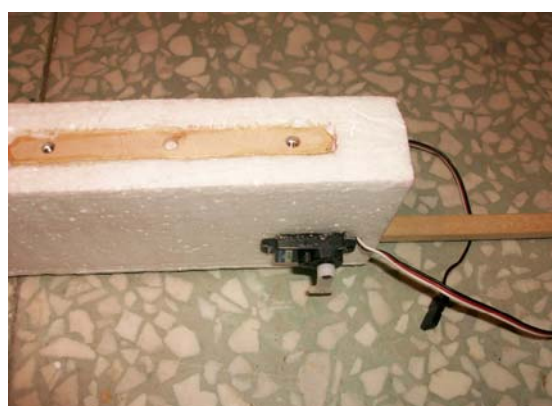
高密度保利龍	珍珠板 3MM
IPS 減速組 x1	2S1P 900mah 20C 鋰聚合物電池
8 克伺服馬達 X2	45A 無刷電變 x1
廣角微型 CCD 鏡頭〈含 2.4G 傳輸〉	10x5x390mm 飛機木條

其中，IPS 減速組推力約為 100g，可能有推力不足問題，雖然原先版型是使用 IPS 馬達直驅，推力約只有 50g，但因為需外加廣角微型 CCD 鏡頭〈含 2.4G 傳輸〉以及可拆式機關重量，所以有可能換成 2205/15T 無刷，推力約為 350g。

相關圖片：



使用自製保利龍切割器，切割出一體成型的翅膀



由此三張圖可以清楚看到主翼對折機構以及與機身相連機構之設計。使用兩顆螺絲將主翼及機體鎖住。

動力飛行傘：

因為想在市區及學校做空中拍攝，但定翼機仍有失事問題可能造成人財損失，所以滑翔翼機為另一種載具選擇，簡單來說就是在降落傘下掛上動力組，所以當失去動力、控制受到干擾亦或是遇到不穩定氣流，皆不會墜機，不過無法在風太大或無風狀況下飛行。如果無法改善定翼機墜機率，屆時將會製作滑翔翼作為必要時之替代載具。

初步計畫：

飛行傘部份：

- 1.使用飛行傘型特技風箏 200cmx80cm，將其原來附的繩子拆下。
- 2.此傘左右各四組拉繩，每組各三條，使用捆繩來重改拉繩,以下數據是目前網路上所提供之可飛行數據：

1-1 91cm1-2 97cm 1-3 112cm

2-1 92cm2-2 103cm2-3 108cm

3-1 94cm3-2 104cm3-3 113cm

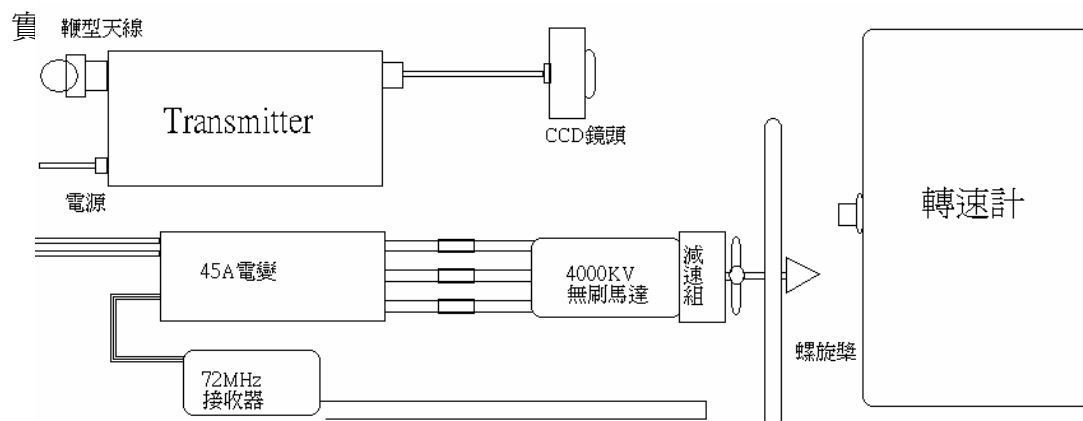
4-1 96cm4-2 108cm4-3 116cm

台車部份：

將使用鋁合金或巴爾沙木做車體，動力部份為 400 型 1700kv 外轉無刷，7 吋槳，20A 電變，2200mah16C 鋰聚合物電池，FUTABA S3001 伺服器並加上向量推進，轉向時槳會偏向橫桿往下那邊，使動力飛行傘的轉向更加明顯、順暢。

實驗 2、2.2. 4G 影像訊號發射器之干擾因素探討

以往在玩 FPV 時，經常在螢幕上看到條文干擾波，且在網路上的影片大部分也有此問題，因此猜想可能和電變、馬達或是接收器有關，利用示波器，將 2.4Ghz 無線影音發射模組的接收器所輸出的影像訊號接上，以進行分析。



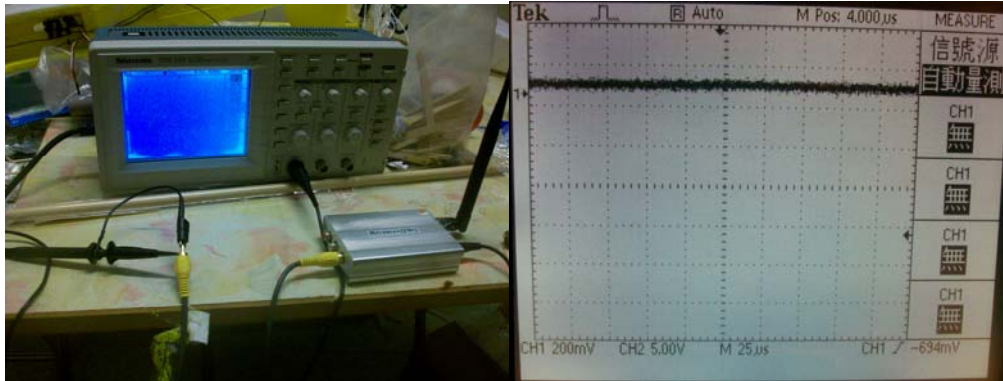
經討論後將干擾成因分為以下幾項：

1. 電變干擾
2. 馬達干擾
3. 接收器干擾
4. Transmitter 與電變共電源所造成的干擾

實驗過程：

- 1.剛開始，將示波器上的 CH1 訊號端接上 2.4GHz 鞭形天線，並且將 Transmitter 〈2.4GHz 無線影音傳送模組發射器〉開啓，發現，波形毫無變化，決定將

訊號端接上 Receiver (2.4GHz 無線影音傳送模組接收器) 之影像輸出端上，將 Transmitter 關掉時，波形非常混亂。當 Transmitter 開啓而 CCD 鏡頭並未開啓時波型如圖-5 相當穩定，如將 CCD 鏡頭開啓時，可得到如圖-6 之波形，這時將 72MHz 之遙控器打開，會使波形變爲如圖-7，但發現 72MHz 遙控器不只對 Transmitter 發生影響，靠近 Receiver 及示波器時也會得到相同干擾波形，這時將 Receiver 之影像端接上螢幕後觀察，發現無任何影響，所以將遙控器影響排除在外。



實驗裝置圖

圖-5

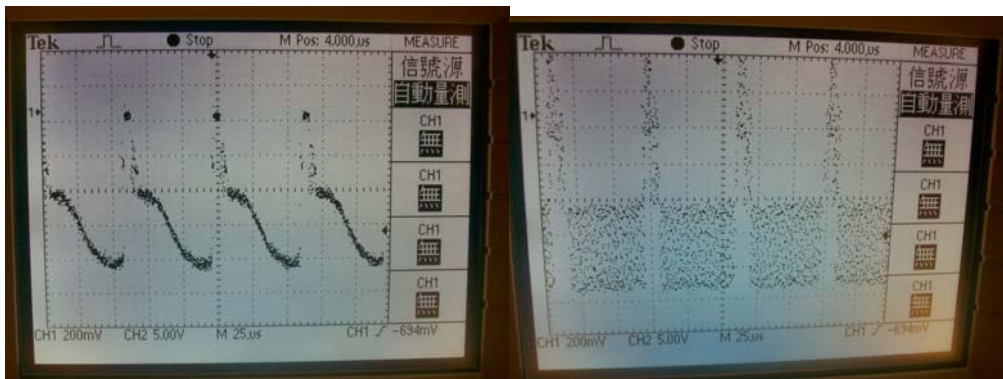


圖-6

圖-7

接著，使用 72MHz 遙控器控制無刷馬達，發現 Transmitter 有外殼時毫無影響，接著將外殼除去後，當馬達啓動時，在螢幕上會出現條紋，如圖 8，畫面中桌子部分及畫面上方皆出現條紋干擾，不過在示波器上卻看不出有干擾訊號，因此決定將 CCD 鏡頭關閉，再度啓動馬達時，卻發現有微小干擾，如圖 9，其干擾波的震幅與馬達轉速有關，當轉速越快，振幅越大，初步認爲干擾波是馬達所發出，而不是電變本身。

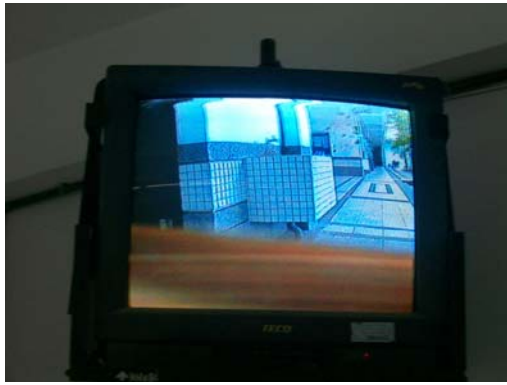


圖-8

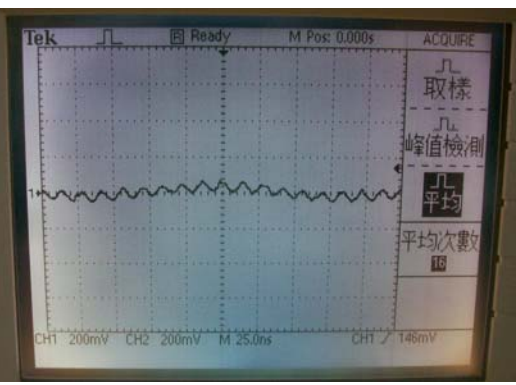


圖-9

結論：

初步排除電變干擾、接收器干擾、Transmitter 與電變共電源所造成的干擾等影響，將其鎖定為馬達干擾，但卻無法將其量化。雖然後來到三星去測量，將傳輸設備及鏡頭裝上遙控車上，仍無法將干擾成因量化。

實驗 3、實驗金屬屏障對干擾現象之改善程度

在三星實測時，是在廟前鐵皮遮陽處下方測量，可視為一大型電磁波屏障，雖然如此，卻仍無法測出馬達轉速對 Transmitter 的影響，因此無法更進一步實驗金屬屏障對干擾現象之改善。

實驗 4、探討天線指向性對傳輸距離的影響

目前 2.4GHz 無線影音傳送模組所使用之天線，大多為鞭型天線，因其無指向性，其輻射場模型如圖 10。

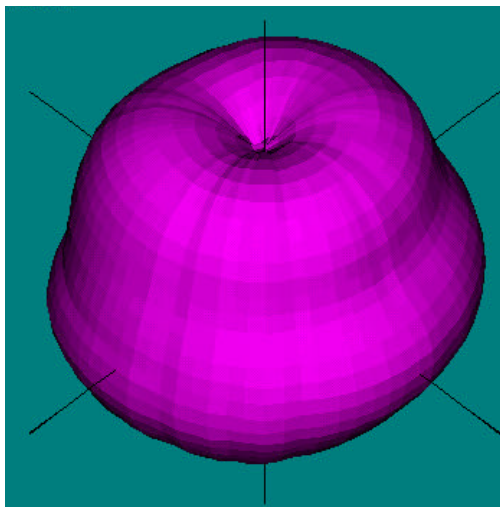


圖-10

但在飛行時卻發現天線指向會影響其影像品質，但因實驗二無法精確量化，導致此實驗難以進行。

資料來源：

真理大學航空服務管理學系航空氣動力學應用升力係數公式與失速的概念—盧衍良(Prof. Alex Lu)

國立中央大學2.4GHz 之無線電波室內傳播通道特性量測與分析—周宇亮

國立成功大學 Aerodynamic Performance Investigation for Finite Wing at Low Reynolds Number—張嘉原

國立大同大學大型遙控飛機-造物啓蒙一號之開發設計

國立成功大學The Study of Super-Light Magnesium Alloy Use to Unmanned Aerial Vehicles—黃柏強

GWS 廣營電子

飛行披薩