

翼的平面幾何形一對飛行的影響

國中組應用科學科第二名

台北市弘道國民中學

作者：林建宏、林昆鐘

陳詩翰、黃慶文

指導教師：柴根生、涂霞



一、研究動機

夜晚，一線火光劃破天際戰機急掠而過，突然心生疑問，為什麼戰機和客機翼的外形不大相同呢？所以我們做了以下的探討。

二、研究目的

本實驗以翼的平面幾何形及矩形翼的展弦比二組探討翼的速率及滯空時間以及各種癖性綜合比較。

〔實驗一〕各種翼平面幾何形測試

- 1.何種翼速率最快？
- 2.何種翼滯空時間最久？
- 3.各種翼的癖性？
- 4.綜合比較使用？

〔實驗二〕短形翼的展弦比？

- 1.何種展弦比速率最快？
- 2.何種展弦比滯空時間最久？
- 3.各種展弦比的癖性？
- 4.綜合比較使用？

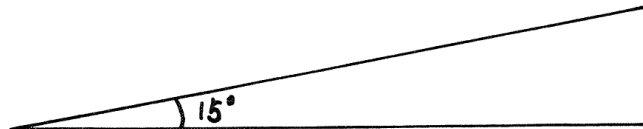
三、研究設備器材

巴爾沙木 木材 捲尺 碼錶 彈簧秤 像機等。

四、研究過程

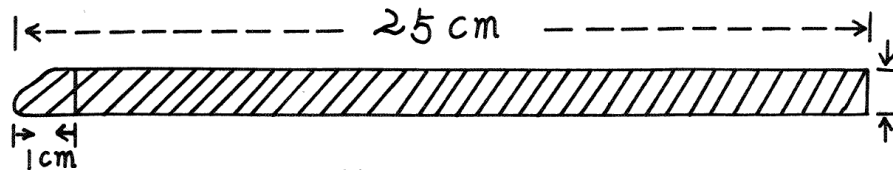
(一)發射台

如下(圖一)以一般木板鋸開再以鐵釘釘成有鈎槽中空三層夾板。主要以求 15° 以代替機身的攻角。

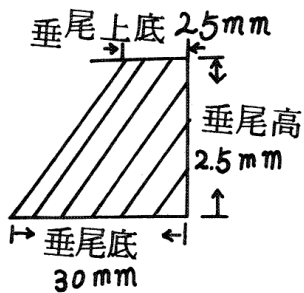


(圖一)

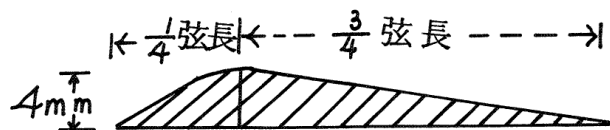
(二)因顧及木紋方向，所以機身和垂尾分開製做。機身用厚4mm長250mm寬10mm 垂尾是梯形，製成後再予膠黏接成機身。



(圖二)



(圖三)



(圖四)

(三)機翼：

用4mm厚巴爾沙木做成剖面高點保持4mm厚 A B 兩組兩頭用 $1/4$ 連線傾斜磨光。

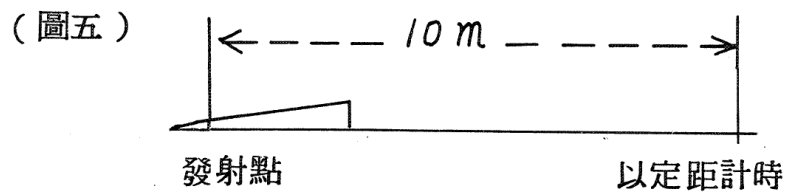
A組：分矩形翼，正梯形翼，逆梯形翼，後緣前進翼，前緣後退翼，前掠翼，後掠翼。

B組：展弦比翼設計（自1比1到10比1共分十組）

1:1	11.2 × 11.2 = 125.44(+0.44)	1:6	4.6 × 27.3=125.58(+0.58)
1:2	8 × 15.7 = 125.6(+0.6)	1:7	4.3 × 29.4=126.42(+1.42)
1:3	6.5 × 19.3 = 125.45(+0.45)	1:8	4 × 31.6=126.4 (+1.4)
1:4	5.6 × 22.4 = 125.44(+0.44)	1:9	3.7 × 33.8=125.06(+0.06)
1:5	5 × 25.0 = 125.0 (+0)	1:10	3.5 × 36 =126.0 (+1.0)

四研究方式：

如圖五我們在一室內籃球場作為實驗試飛場地，故可設定無風狀態。本實驗均採攻角15°的發射台發射。我們要求十分嚴格，如果飛行高度超過3.5m或在定距內，都不予以計算。（採發射台到飛機落地的直線距離）。



五、實驗結果

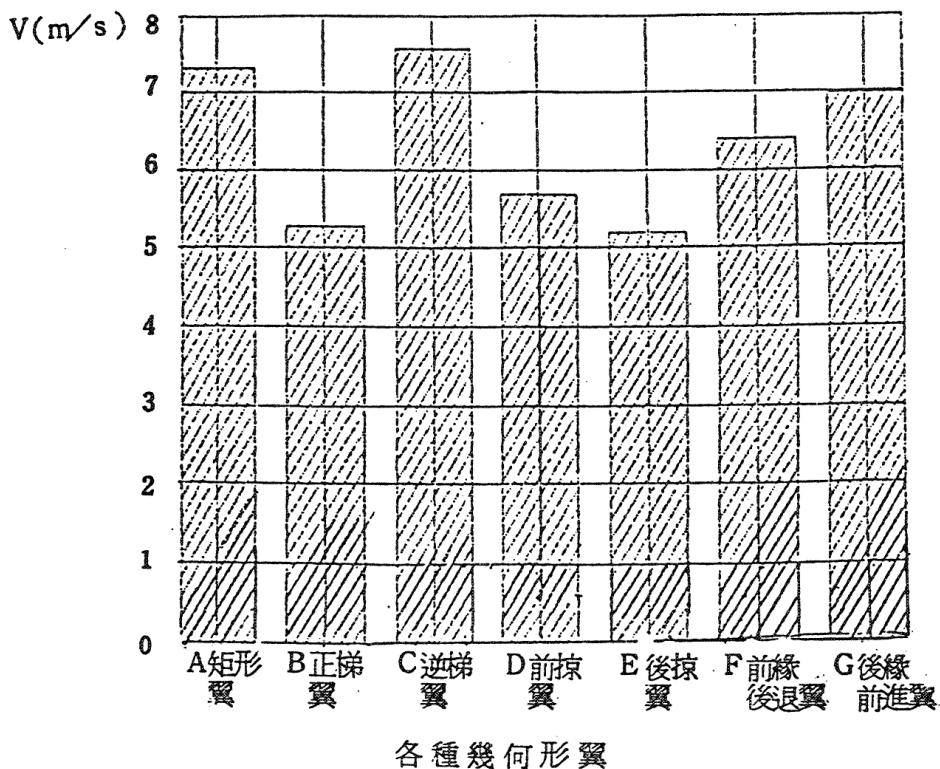
〔實驗一〕：翼的平面幾何形實驗

機翼 編號	機翼 種類	翼的平面幾何形	定距 (米)	平均 時間 (取 100次) (秒)	平均速率 (米/秒)	全 程 飛 行		
						距離(米)	時間(秒)	速率(米/秒)
A	矩形翼		10	2.04	4.90	22.1	3.01	7.34
B	正梯翼		10	2.59	3.86	24.3	4.59	5.29
C	逆梯翼		10	2.77	3.67	27.2	3.59	7.58
D	前掠翼		10	2.31	4.33	25.6	4.49	5.70
E	後掠翼		10	2.66	3.76	21.9	4.21	5.20
F	前緣後 退 翼		10	2.18	4.59	27.9	4.36	6.40
G	後緣前 進 翼		10	2.70	3.70	29.0	4.14	7.00

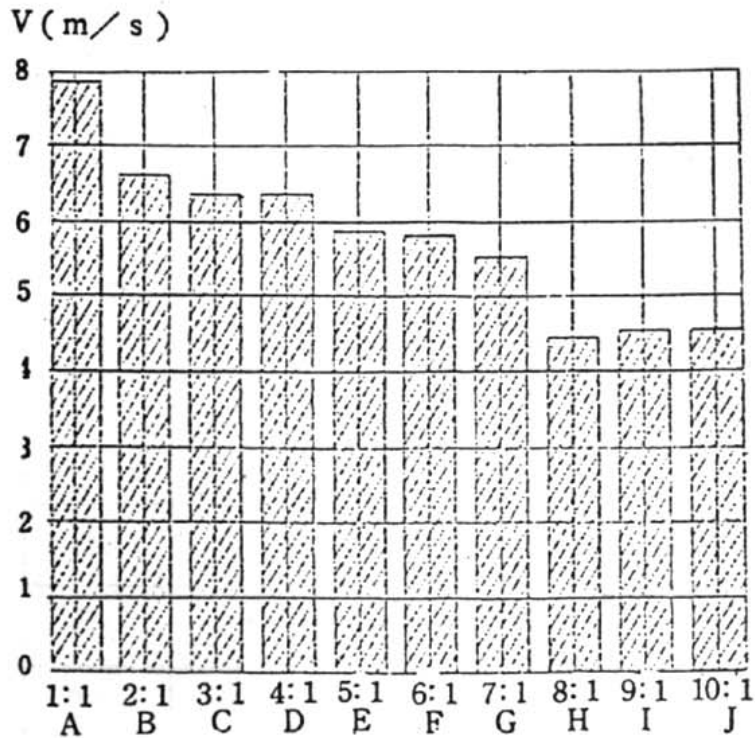
〔實驗二〕：展弦比實驗（面積為控制變因，展弦為操縱變因。）

展弦比 種類	長：寬	定距 (米)	時間(秒) 100次平均	平均速率 (米/秒)	飛行總距離 (米)	飛行總時間 (秒)	平均速率 (米/秒)
A	1:1	10	2.71	3.69	24.1	3.06	7.88
B	2:1	10	2.51	3.98	26.3	3.98	6.61
C	3:1	10	2.61	3.83	26.0	4.08	6.37
D	4:1	10	2.40	2.17	28.4	4.46	6.37
E	5:1	10	2.38	4.20	28.6	4.87	5.87
F	6:1	10	2.26	4.24	29.1	4.99	5.83
G	7:1	10	2.58	3.88	30.9	5.57	5.55
H	8:1	10	2.48	4.03	30.2	6.72	4.49
I	9:1	10	2.56	3.91	31.8	6.98	4.56
J	10:1	10	2.49	4.02	32.9	7.21	4.56

實驗一：翼的平面幾何形實驗統計圖



實驗二：翼的展弦比實驗統計圖



各種展弦比翼

六、討論

由實驗一結果推知：

1. 何種翼的速率最快？

在定距離測試中，速率快慢以 矩形翼 > 前緣後退翼 > 前掠翼 > 正梯形翼 > 後掠翼 > 後緣前進翼 > 逆梯形翼。

2. 何種翼滯空時間最久？

以飛行時間長短排列：正梯形翼 > 前掠翼 > 前緣後退翼 > 後掠翼 > 後緣前進翼 > 逆梯形翼 > 矩形翼。

3. 各種翼的癖性：

A. 矩形翼：速率最快，滯空時間最短，飛行平穩。

B. 正梯形翼：速率中等，滯空時間最長，飛行時稍不穩定。

C. 逆梯形翼：速率最慢、滯空時間也短，惟飛行非常平穩。

D. 前掠翼：速率快，滯空時間長，飛行平穩。

E. 後掠翼：速率稍慢，滯空時間較長，飛行極不穩定。

F. 前緣後退翼：速率快，滯空時間長，飛行時機體稍微抖動。

G. 後緣前進翼：速率慢，滯空時間短，飛行平穩。

綜合比較：在本實驗中，以前掠翼及前緣後退翼總體表現較佳，而兩者之飛行表現以前掠翼滯空力較好，平穩度較佳，而前緣後退翼速率較快。由實驗二面積為控制變因，展弦為操縱變因，求得下列實驗

1.何種展弦速率最快？

由快至慢排列如下：（100次平均值） $1:1 > 2:1 > 3:1 > 4:1 > 5:1 > 6:1 > 7:1 > 8:1 > 9:1 > 10:1$ （即 $A > B > C > D > E > F > G > H > I > J$ ）

2.何種展弦滯空時間最久？

由長至短排列： $10:1 > 9:1 > 8:1 > 7:1 > 6:1 > 5:1 > 4:1 > 3:1 > 2:1 > 1:1$ （即 $J > I > H > G > F > E > D > C > B > A$ ）

3.各種展弦的特性？

看過數據之後發現展弦比愈大，滯空時間愈久，展弦比愈小，速率愈快。

4.綜合比較使用：

(1)如果要增加航程，則要將展弦比加大，但加大展弦比，即橫斷面積加大，張線阻力增加，速度變慢。

(2)如果增加速率減少阻力，則加大展弦比，但展弦比太大時如 $1:1$ 或 $1:2$ 會有偏搖擺動產生。故展弦比為適應各種飛行要求，應將展弦比適當調整。（以上以低速狀態為主）。

七、結論

1.經由本實驗可以了解，當我們需要一架「速度最快」的飛機就可以用矩形翼再加上 $1:1$ 的展弦比為佳。如果想要「滯空時間最久」的飛機可以用正梯形翼加上 $10:1$ 的展弦比最好，至於其他性能要求，也可以依此表自行調整。

2.本實驗是由兩個實驗連鎖而成，藉以了解主翼平面形改變對飛機飛行的影響，我們曾就此實驗準確性，先後二次寫信至成功大學航太研究所請教，回信中答到我們是做低速飛行實驗，只能以低速狀態實際飛行論，高速不在此限。

3.飛行改進：

(1)機身選用：為了不影響氣流，最好使用水滴狀機體較佳。（此為美太空署博士研究員嚴學長（弘道國中畢業）返國探親之便順道蒞校指導，原先設

計橢圓機體修正為水滴狀機體。)

- (2)上反角使用：本實驗在室內進行，但在室外飛行時會有風力影響，最好使用上反角後再固定投影面積計算。
- (3)機體大型化：對氣流的影響反應更明顯。

八、參考文獻

- 1.飛機總論：P31~P104飛行原理及翼的平面形種類。
- 2.現代戰機雜誌：第37期P38~P50前掠翼及後掠翼特性。
- 3.流體力學：徐氏基金叢書P383~P388升力和機翼的揚力。
- 4.滑翔機製作叢書。
- 5.牛頓雜誌。

評語

這是一個經細心安排的科學實驗。作者充份表現出求知的態度；在文獻的研習，圖書之運用，乃至於向專家請教的事實，可知作者已經可以掌握基本的科學求知態度和方法。這個特點，是難能可貴的。在作者安排的兩種實驗中，對變因之控制和實驗時細心的測量，亦足表示這個科學活動，已經給作者很好的科學方法和態度的教育。然而，所選的題目對國中同學而言，是屬於高難度的問題。因此，對題目所能掌握的，就常顯示出有過份簡化之嫌；也正如此，有些實驗的結果，並非能全如所期。綜合而言，整個作品條理清漸，層次井然，雖然所選之題目過份困難，作者卻已在此情形下，學到了科學的正確精神，方法，並掌握了正確的求知途徑和相關工具之運用，是一個很好的作品。