

機翼、風阻之研究

國中組物理科第三名

台北市立和平國中

作者：黃樂天、黃聖言

指導教師：趙綠寶

一、研究動機

我們看到飛機的飛行，玩模型飛機者的著迷，便引起我們探討的興趣，我們看了有關機翼的書刊，但從書本上所獲得的並不令我們滿意於是引近我們研究的動機。

二、研究目的

瞭解各種翼形在許多不同的因素下，所產生升阻的變化以及球體、圓柱體及圓錐體所拚成的各種形狀，所產生的阻力變化。

三、研究設備器材

R E 塑膠管、美耐板、鼓風機 1350 轉 / 分、小風扇、卡紙、巴沙木、鐵條、木條、透明壓克力、吸管、薄紙等。

四、研究過程

我們分兩部分研究

(一)機翼的升阻比

1. 風洞的製作：(風洞甲)

(1)將美耐板黏合成箱形(光滑面向內以減少阻力)在四個角上黏上木條(剖面三角形)以減少阻力。

(2)裝上吸風口和電扇，並蓋上壓克力板(進行測試時)。

2. 氣流的測試：

(1)先將細尼龍繩測試氣流，結果振動的太利害。

(2)加裝以二十五個 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm} \times 5.5\text{ cm}$ 的長方中空柱集成的整流器(卡紙製)，效果亦不佳。

(3)將吸管插入原整流器中，終於克服了這個問題。

(4)裝上支撐翼片的四個銅線套環及量角器等輔助設備，即可進行翼片的測試。

3. 實驗方法和過程：

(1)在第一回合中，以十種不同的機翼剖面的模型放入風洞，套住翼片四個角，看它在風洞內飛到位置的角度，每種情形只實驗一次即可求出其升阻比值。

(2)因原用的套環太粗($\phi = 1.5\text{ mm}$)，所以改爲塑膠片。

(3)因原用的整流器是將吸管插入卡紙內，而卡紙製的距離洞壁有些空隙，怕還有亂流，所以改爲全部用吸管塞滿，不留空隙。

(4)將十種不同的翼片再實驗，每種情形做三次，另加第十一號平板形剖面的翼片。2、5、9號因是對稱翼剖面形，所以反過來再作三次。

(5)計算平均的度數，求出升阻比值。

4. 翼片的製作：

(1)用細木條和木片製成拚裝黏合用模具，用卡紙製成畫助條用樣板。

(2)用巴沙木切出翼剖面形作助條，三個同樣的助條插在模具上，前後加以香燒剩的竹條用木工用瞬間膠黏接，再黏上補強材，即完成骨架。

(3)將骨架兩面貼上薄紙即成。

(4)完成的翼片規格是 $6\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ ，翼剖面形最厚位置是以翼片前緣看起，20%的位置。

(二)物體的風阻

1. 風洞的製作：(風洞乙)

(1)將長一公尺的P₁E塑膠直彎管接起來，裝上交流鼓風機便完成了風洞乙。

(2)在管的兩頭以硬紙板製成管狀整流器使風流穩定，但效果不佳。

(3)將吸管插入以卡紙製成的筒子，完成了整流器，效果較佳。

2. 風阻試體的製作：

(1)以圓錐、圓柱、半圓球三種其本形狀做了不同形狀的試體。
(圓錐、圓柱為紙板，半圓為乒乓球)

(2)試體內加少許紙黏土以增加重量。

(3)試體迎風面的半徑皆為 1.9 公分，圓錐形側面長 10 公分，圓柱形長 8.5 公分，各組內迎風面截面積都相等。

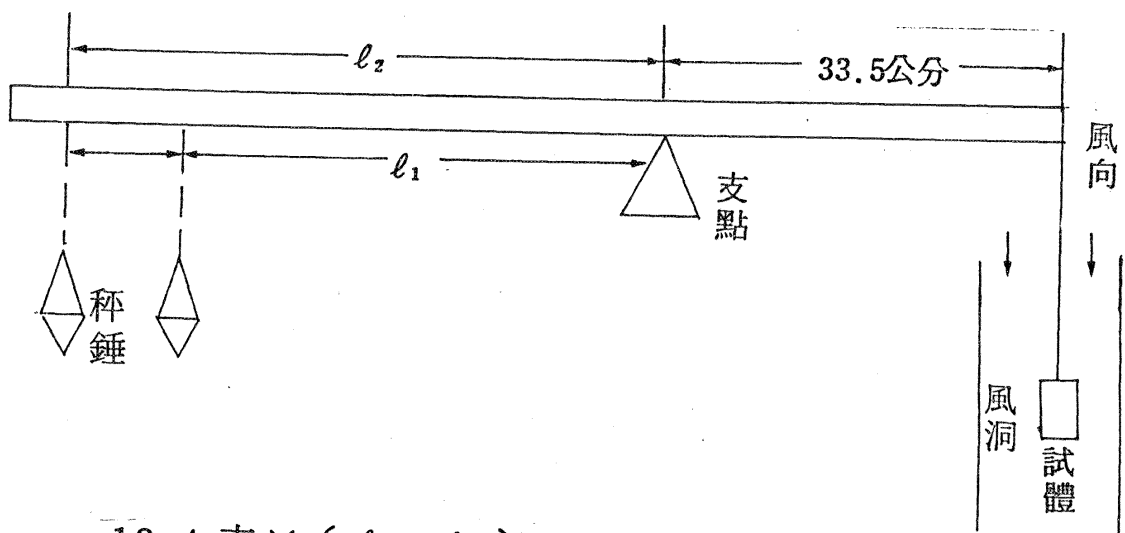
3. 風阻的測試：

(1)風阻測量是利用自製的天平測量風流動時的重量減掉無風時的重量。

(2)計算風阻的方法（所用的秤錘重 12.4 克）。

設未抽風時離支點的距離為 l_1

設抽風時離支點的距離為 l_2



$$\frac{12.4 \text{ 克} \times (l_2 - l_1)}{33.5 \text{ 公分}} = \text{風阻 (公克)}$$

五、實驗結果







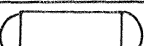



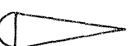
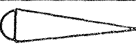
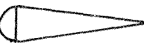
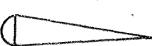
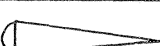
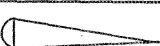


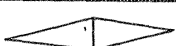



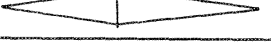
(一)機翼升阻比

各翼片剖面上下弧的關係

長差 (mm) \ 翼片	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11
上	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	0
下	0	1	0	1	3	0	1	3	5	5	0

迎角 \ 翼片	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11
0	51	10	60	54	10	57	24	14	10	57	10
5°	77	74	76	73	56	71	70	17	15	69	74
10°	80	77	76	75	61	69	63	23	14	67	77
15°	79	76	72	71	60	66	60	36	16	65	74
20°	74	70	69	69	65	64	59	45	37	63	71
25°	67	63	68	69	67	63	58	50	46	61	66
迎角 \ 翼片	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	10.
0°	1.25	0.2	1.8	1.4	0.2	1.7	0.4	0.3	0.2	1.7	0.2
5°	4.3	3.65	4.25	3.6	1.55	2.1	3	0.5	0.3	2.7	3.65
10°	5.9	4.3	4.25	4	1.9	2.7	2	0.35	0.3	2.4	4.3
15°	5.1	4.25	3.2	3.1	1.8	2.35	1.8	0.7	0.45	2.3	3.65
20°	3.65	2.9	2.7	2.7	2.3	2.1	1.75	1	0.75	2	3.1
25°	2.4	2	2.6	2.7	2.4	2	1.7	1.2	1.05	1.9	2.35

(二)物體的風阻

編號	型式	未抽風離支點之距離(公分)	抽風時離支點之距離(公分)	風阻(公克)
(一)~①		12	15	1.11
(一)~②		5.9	8.9	0.85
(一)~③		2.9	6.1	1.18
(一)~④		8.1	11.5	1.26
(二)~①		12	15	1.11
(二)~②		8	11	1.11
(二)~③		26	29.8	1.38
(二)~④		2.8	5	0.81
(三)~①		12	23	4.07
(四)~①		2.5	5.1	0.96
(四)~②		2.8	5	0.81
(四)~③		7	9.1	0.78
(四)~④		4.1	6.1	0.74
(四)~⑤		7.9	10	0.78
(四)~⑥		9.2	11.6	0.89
(四)~⑦		8	10.2	0.82
(五)~①		19.6	22	1.19
(五)~②		5.9	8.2	0.85
(五)~③		16.5	18.6	0.78
(五)~④		18	19.3	0.48
(五)~⑤		35.8	37.6	0.67
(五)~⑥		14.9	16.8	0.70
(五)~⑦		34	36	0.74

六、結論與討論

(一)機翼的研究

1. 2、5、9號的升力較其他翼片小，因為兩面對稱，兩面對稱的翼剖面形較不對稱的小。
2. 1、2、3、4、5、6、7、8、9號最大升阻比值時的迎角相等，表示對稱的翼剖面形最大升阻比值時的迎角和不對稱的翼剖面形最大升阻比值時的迎角度數一樣。
3. 2號和9號與1號和6號的翼片可明顯看出越薄的翼剖面形所最良好的迎角比越厚的翼剖面形所最良好的迎角大。

(二)風阻的研究

1. 在第一組的實驗，迎風面是圓錐形狀，背風面依次為①平面②圓錐體③半球型④圓柱加半球型，結果顯示背面圓錐型風阻最小，平面次之，半球體形再次之，圓柱加半球風阻最大。
2. 第二組實驗迎風面為半球型，背風面有①柱體②圓柱加圓錐③圓柱加半球④圓錐型，結果顯示背風面為圓錐風阻最小，圓柱加圓錐和圓柱型次之，兩面均為半球型最大。
3. 第三組迎風面為平面，所造成的風阻最大。
4. 在第四、五組的實驗，主要是實驗增加流程對風阻的影響，在第四組迎風面是半球型，背風面都是圓錐型，只是其長度不同，依次為①6公分②10公分③11公分④12公分⑤13公分⑥14公分⑦17公分，結果風阻由小排到大依次為④號風阻最小，③號和⑤號第二小，②號第三，⑦號第四，⑥號第五，①號風阻則最大。
5. 第五組的實驗與第四組同性質，主要是進一步求證第四組的結果。第五組的迎風面是圓錐型，側面長10公分，背風面也是圓錐型，長度也不同，依次為①6公分②8.5公分③10公分④11公分⑤12公分⑥13公分⑦17公分，結果風阻由小排到大依次為④號風阻最小，⑤號第二小，⑥號第三，⑦號第四，③號第五，②號第六，①號風阻則最大。

6. 從以上實驗第一、二組結果顯示背風面如為圓錐型之設計會降低風阻，其原因可能是流線形氣流在試體背風面造成和風阻反方向的力量，施於試體抵消了風阻。背風面(一)~③為半球型風阻最大，可能是背風面產生了渦流，增加了風阻。從第三組中可見迎風面的形狀還是很重要。從第四、五組的實驗結果顯示出，不一定是流程越短或越長結果風阻就越小，其影響風阻的原因可能是氣流遇到某種形狀的物體，會產生一定的流程，如果物體過短或過長，會增加風阻，但流程長度可能要看迎風面的形狀能決定。有關此分析，希望能藉由其他實驗來求證。

七、參考資料

航空科學、遙控飛機入門、科儀新知、航空的世界。

八、檢 討

- (一)甲風洞內部的套環因會產生阻力，須減去套環的阻力，才是較正確的值，因無法測出套環在各種斜度下的阻力，所以實驗誤差較大。
- (二)試體表面的光滑程度，仍可繼續研究，球體在旋轉時與氣流的關係如何，須重新設計風洞再來實驗。
- (三)甲風洞所用的翼片，展弦比希望能增大，乙風洞所用的試體精準度和表面光滑度有待加強。
- (四)我們曾用煙來試看氣流，但煙很薰人，又難聞，導致實驗失敗，將來想用乾 或其他物質代替。
- (五)希望能加強或調節風洞的風力及風洞的大小。

評 語

廣泛涉獵參考資料，針對問題探討「升阻比」及「風阻」等問題，頗富研究精神。作者對問題本身亦有超出學齡的了解。