

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081511

造飛機--模擬飛行

臺中縣清水鎮清水國民小學

作者姓名：

小五 蔡旻軒 小五 陳韋甫

指導老師：

蔡宜修

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書



科別：自然科

組別：國小組

作品名稱：造飛機--模擬飛行

關鍵詞：機翼、飛行、偏轉

編號：

造飛機 -- 模擬飛行

壹、 摘要

飛機模型，是現在小朋友最喜歡的玩具之一。透過造飛機過程，對於彈射力、機身、機翼的各種實驗，我們得知發射位置應在機身 12 cm 處、力量 500gw；機身長 50 cm、載重 2g、載重位置距機首 3 cm；機翼長 30 cm、機翼寬 9 cm、機翼形狀長方形時，飛行距離可達最遠。尾翼控制飛行方向，使機身更穩定。載重不但使航向穩定，又能增加航行距離，因此飛機載重並不一定影響飛行距離。然而載重物若接近機尾處，因機尾升力不足，所以飛行距離不遠。

而各種機型的飛機模擬飛行中，透過偏轉、彈射時間和距離的實驗，可以很清楚的了解垂直翼穩定性最高；前掠翼機動性最高；垂直翼續航力最高。上反角確能增加飛機的穩定性及續航力，且上反角數越多影響越大。仰角 15° 時飛機可獲得最大升力。

各種機翼都有其優點和缺點，最好的方法就是視不同的情況擁有不同的機翼。

貳、 研究動機

每到下課時間，校園裡的天空都有滑翔機的身影。在綠油油的操場上；在平坦的水泥地上；在濃蔭的老榕樹下，滑翔的飛機載著孩子的夢四處遨翔，四周充滿著歡樂的笑聲。不過，當飛機劃過天際後，比賽飛機飛行距離遠近的小朋友，輸的一方總是愁眉苦臉；有時飛的方向未如所願，就不偏不倚卡在樹枝上，這時上課鈴聲響起，心情更是沮喪。

老師上課時，發現坐在角落的豆腐悶悶不樂，原來他又「卡機」了，這是他第 n 次發生的「不幸事件」，全班同學都抱著同情的眼光看他，並且熱心的建議他該「換機」，只是，又要花費不少的零用錢。老師看著我們七嘴八舌、滔滔不絕的討論著，也被我們的話題吸引，於是宣布一件重大事情-----造飛機比賽。

哈！仔細想想今年寒假出國坐飛機時，正好坐在飛機的機翼附近，見到飛機在起飛、轉彎或降落時，機翼的下緣部份會動來動去。憑著這個印象，我決定去研究到底哪一些因素，會影響到飛機的飛行，進而能做出更好的飛機。

參、 研究目的

- 一、 探討飛機能夠飛行的原因。
- 二、 探討彈射力對飛機飛行的影響。
- 三、 探討機身對飛機飛行的影響。
- 四、 探討機翼對飛機飛行的影響。
- 五、 機翼形狀不同時，副翼和上反角對飛機偏轉的影響。
- 六、 機翼形狀不同時，不同仰角對飛機升力的影響。
- 七、 機翼形狀不同時，飛機機動性之探討。
- 八、 機翼形狀不同時，飛機續航力之探討。

肆、 研究設備器材：

- 一、 電風扇、大塑膠袋、保特瓶、膠帶、雙面膠、鐵絲
- 二、 橡皮筋、量角器、細木棍、細棉線、碼表、鉛筆、吸管
- 三、 珍珠板、保麗龍、直尺、皮尺、美工刀、中性筆、白膠

伍、 研究過程方法及結果

探討（一）：飛機為何能夠飛行的原因

◎ 實驗一：蒐集飛機能夠飛行的資料

（一）結果發現

1. 主因是因為飛機它前進的力量（推力）帶動了兩翼上揚的力量（揚力）所致。
2. 機翼上側的壓力比大氣壓力低，有把機翼往上吸的作用；機翼下側的壓力比大氣壓力高，會產生推動機翼向上的力。
3. 伯努力定律：當流體作用於一物體時，如果產生速度差，就會產生壓力差。速度快的地方壓力小；速度慢的地方壓力大。

探討（二）：彈射力影響飛機飛行的原因

◎ 實驗二：了解彈射位置不同，對飛機飛行的影響

（一）實驗方法

1. 做一模型飛機，機身長 25 cm、機身高 1.5 cm、機翼長 24 cm、機翼寬 5 cm、水平尾翼長 14 cm、水平尾翼寬 3.5 cm
2. 在機身做記號，分別距機首 3 cm、6 cm、9 cm、12 cm、15 cm
3. 記號下挖一凹槽，並以細線勾住，另一端綁上重物 500g
4. 再把飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
5. 利用重物自由落體的力量把飛機彈射出去
6. 測量飛行距離和偏角



（二）實驗結果

位置	3 cm			6 cm			9 cm			12 cm			15 cm		
次數	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離									
1	左	18	105.6	右	17	112.5	右	12	152	右	2	183.5	右	8	155
2	左	14	106	左	14	116	左	15	158	左	15	172	左	19	138
3	左	8	110.5	左	4	121	左	3	164	左	5	180	左	12	140
4	右	21	104	中		124	右	22	147	右	9	179.6	左	3	148.5
5	左	23	103	左	21	103.5	左	9	158.4	中		188	右	15	152
6	右	12	109	左	9	117.5	右	15	149.5	左	7	177.5	左	17	136.6
距離平均	106.4 cm			115.8 cm			154.8 cm			180.1 cm			145 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數									
	左	4	15.8	左	4	12	左	3	9	左	3	9	左	4	13

	右	2	16.5	右	1	17	右	3	16.3	右	2	5.5	右	2	11.5
	中			中	1	0	中			中	1	0	中		
偏角範圍	32.3 度			29 度			25.3 度			14.5 度			24.5 度		

(三) 結果發現

1. 彈射的位置在 12 cm 前，偏角範圍大，彈射距離近
2. 彈射的位置在 12 cm 後，偏角範圍大，彈射距離近
3. 彈射的位置在 12 cm 處，偏角範圍最小，彈射距離最遠

◎實驗三：了解彈射力大小對飛機飛行的影響

(一) 實驗方法

1. 重物分別為 100g、300g、500g、1 kg、2 kg
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 利用重物自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

重量	100g			300g			500g			1 kg			2 kg		
次數	偏向	度數	距離												
1	左	8	101	左	6	143	左	5	180	左	6	166	左	8	150.5
2	右	17	104.5	右	10	141.5	右	9	179.6	右	11	166	右	18	149.5
3	左	16	98	左	19	137.5	右	2	183.5	左	12	160	右	11	151
4	右	8	110	左	15	138	中		188	右	5	167.5	左	16	144.4
5	左	19	97	右	4	145	左	7	177.5	左	19	158.4	左	20	143
6	左	15	100.5	右	11	140	左	15	172	左	9	164.5	左	13	147
距離平均	101.8 cm			140.8 cm			180.1 cm			163.7 cm			147.6 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數												
	左	4	14.5	左	3	13.3	左	3	9	左	4	11.5	左	4	14.3
	右	2	12.5	右	3	8.33	右	2	5.5	右	2	8	右	2	14.5
	中			中			中	1	0	中			中		
偏角範圍	27 度			21.6 度			14.5 度			19.5 度			28.8 度		

(三) 結果發現

1. 重物的拉力小，偏角範圍大，彈射距離近
2. 重物的拉力大，偏角範圍大，彈射距離遠
3. 重物的拉力 500gw 時，偏角範圍最小，彈射距離最遠

◎實驗四：了解彈射角度對飛機飛行的影響

(一) 實驗方法

1. 彈射角度分別為 0° 、 10° 、 20° 、 30° 、 40°
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 利用重物 500g 自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

彈射角度	0°			10°			20°			30°			40°		
次數	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離
1	右	2	183.5	左	17	164.5	右	21	139	左	11	108.5	右	21	93.5
2	左	15	172	右	15	163	左	15	139	左	18	106.6	左	21	90.5
3	左	5	180	左	3	172	左	5	145	左	6	117.5	左	10	96.4
4	中		188	右	3	165	右	7	144.4	右	13	108	右	17	98
5	左	7	177.5	左	9	168.5	左	14	142.5	右	19	107	左	19	92
6	右	9	179.6	左	11	167	右	13	140.5	左	26	104	右	17.5	97
距離平均	180.1 cm			166.7 cm			141.7 cm			108.6 cm			94.57 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數
	左	3	9	左	4	10	左	3	11.3	左	4	15.3	左	3	16.7
	右	2	5.5	右	2	9	右	3	13.7	右	2	16	右	3	18.5
	中	1		中			中			中			中		
偏角範圍	14.5 度			19 度			25 度			31.3 度			35.2 度		

(三) 結果發現

1. 彈射角度小，偏角範圍小，彈射距離遠
2. 彈射角度大，偏角範圍大，彈射距離近
3. 彈射角度 0° ，偏角範圍最小，彈射距離最遠

探討 (三)：了解飛機飛行時，機身影響飛行的原因

◎實驗五：了解機身長度的對飛機飛行的影響

(一) 實驗方法

1. 機身長度的分別為 10 cm、20 cm、30 cm、40 cm、50 cm
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 利用重物 500g 自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

機身長度的	10 cm			20 cm			30 cm			40 cm			50 cm		
次數	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離
1	左	17	85.5	左	10	135	左	5	180	左	2	186.8	左	2	204.6
2	左	20	83	右	14	141	左	15	172	右	8	187.6	左	2	201
3	右	19	81	右	21	138.7	右	9	179.6	中		194	中		211
4	左	23	76.5	右	14	140.5	中		188	右	12	188.5	右	8	200
5	左	21	78	左	17	136.4	右	2	183.5	右	3	189	左	9	197.5
6	右	17	84	右	8	143	左	7	177.5	左	9	185	右	3	202.5
距離平均	81.33 cm			139.1 cm			180.1 cm			188.5 cm			202.8 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數
	左	4	20.3	左	2	13.5	左	3	9	左	2	5.5	左	3	4.33
	右	2	18	右	4	14.3	右	2	5.5	右	3	7.67	右	2	5.5
	中			中			中	1		中	1		中	1	
偏角範圍	38.3 度			27.8 度			14.5 度			13.2 度			9.83 度		

(三) 結果發現

1. 機身長短，偏角範圍大，彈射距離近
2. 機身長長，偏角範圍小，彈射距離遠
3. 機身太短，飛行時機身旋轉；機身較長，飛行時機身平穩

◎實驗六：了解載重位置影響飛機飛行的原因

(一) 實驗方法

1. 分別在機身 3 cm、6 cm、9 cm、12 cm 處加 2g 磁鐵片
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 利用重物 500g 自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

加重位置	3 cm			6 cm			9 cm			12 cm		
次數	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離
1	右	5	264	左	15	237	右	18	215	右	24	189
2	左	14	256	左	4	242	左	19	206.8	右	5	196
3	左	5	262	右	9	244.5	左	5	215	右	14	193.4

4	右	13	261.5	右	14	244	右	14	214	左	7	194.8
5	左	8	258.5	左	7	238.5	右	6	217.6	左	16	190.8
6	中		271.5	中		249	左	6	210.5	右	9	195.5
距離平均	262.3 cm			242.5 cm			213.2 cm			193.3 cm		
偏角	偏向	次數	平均 度數									
	左	3	9	左	3	8.67	左	3	10	左	2	11.5
	右	2	9	右	2	11.5	右	3	12.7	右	4	13
	中	1		中	1		中			中		
偏角範圍	18 度			20.17 度			22.7 度			24.5 度		

(三) 結果發現

1. 加重位置接近機首處，偏角範圍小，彈射距離遠
2. 加重位置接近機尾處，偏角範圍大，彈射距離近

◎實驗七：了解載重影響飛機飛行的原因

(一) 實驗方法

1. 機身 3 cm 處分別加 2g、4g、6g、8g 磁鐵片
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 利用重物 500g 自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

增加重量	0g			2g			4g			6g			8g		
次數	偏向	度數	距離												
1	左	5	180	左	3	262	左	3	215.5	左	4	169.4	左	6	150.5
2	左	7	177.5	中		271.5	左	7	209	右	4	166.5	右	6	152.5
3	中		188	左	14	256	中		220	左	8	165	左	8	146
4	左	15	172	右	9	261.5	左	8	213	右	6	158	左	9	145.6
5	右	9	179.6	右	2	264	右	11	202	右	7	157	右	7	148.6
6	右	2	183.5	左	8	258.5	右	2	209.6	右	6	165.5	右	7	146
距離平均	180.1 cm			262.3 cm			211.5 cm			163.6 cm			148.2 cm		
偏角	偏向	次數	平均 度數												
	左	3	9	左	3	8.33	左	3	6	左	2	6	左	3	7.67
	右	2	5.5	右	2	5.5	右	2	6.5	右	4	5.75	右	3	6.67

	中	1		中	1		中	1		中			中			
偏角範圍	14.5 度		13.8 度		12.5 度		11.75 度		14.34 度							

(三) 結果發現

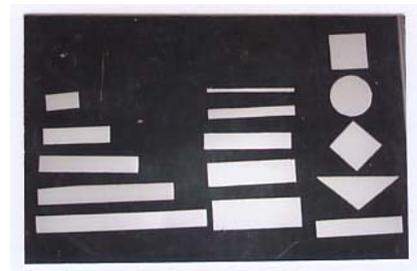
1. 飛機增加一些重量，彈射距離遠；飛機載重過重，彈射距離近
2. 飛機增加重量 2g，偏角範圍較小，彈射距離最遠

探討 (四)：了解飛機飛行時，機翼影響飛行的原因

◎實驗八：了解機翼長度對飛機飛行的影響

(一) 實驗方法

1. 機翼長分別為 10 cm、20 cm、30 cm、40 cm、50 cm
2. 將飛機置於光滑的平台，高 100 cm
3. 利用重物 500g 自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角



(二) 實驗結果

機翼長度	10 cm			20 cm			30 cm			40 cm			50 cm		
次數	偏向	度數	距離												
1	右	20	200	左	17	218	左	5	262	右	11	239.4	右	14	221
2	左	11	206.6	左	4	239	左	7	258.5	左	8	244	左	9	230
3	右	14	209.5	左	14	224	中		271	右	7	245	右	8	230.3
4	右	6	214	右	16	229.6	左	15	256	左	11	241	右	6	229
5	左	5	216	右	4	238	右	9	261	右	3	250.5	右	3	235.6
6	左	18	202.5	左	8	234.5	右	2	264.6	左	4	247.8	左	3	237.5
距離平均	208.1 cm			230.5 cm			262.2 cm			244.6 cm			230.6 cm		
偏角	偏	次	平均												
	向	數	度數												
	左	3	11.3	左	4	10.8	左	3	9	左	3	7.67	左	2	6
	右	3	13.3	右	2	10	右	2	5.5	右	3	7	右	4	7.75
	中			中			中	1		中			中		
偏角範圍	24.6 度			20.8 度			14.5 度			14.67 度			13.75 度		

(三) 結果發現

1. 機翼長，彈射距離遠；機翼短，彈射距離近
2. 機翼長度 30 cm 時，彈射距離最遠

◎實驗九：了解機翼寬度影響飛機飛行的原因

(一) 實驗方法

1. 翼寬分別為 1 cm、3 cm、5 cm、7 cm、9 cm
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 利用重物 500g 自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

機翼寬度	1 cm			3 cm			5 cm			7 cm			9 cm		
次數	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離	偏向	度數	距離
1	左	13	167.5	左	4	210	左	5	262	左	4	305	左	4	337
2	右	9	170.3	右	8	212	右	2	264.8	左	9	287.6	左	4	335.5
3	左	21	162.5	右	16	206.6	中		271	左	4	300.5	右	5	332.5
4	左	16	164	左	11	208.6	左	15	256	中		314	中		342.5
5	左	25.5	154	左	18	201.5	左	7	258.8	右	8	290	右	7	327
6	右	21	163	左	13	202	右	9	261	右	6	298.6	左	10	328
距離平均	163.6 cm			206.8 cm			262.3 cm			299.3 cm			333.8 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數
	左	4	18.9	左	4	11.5	左	3	9	左	3	5.67	左	3	6
	右	2	15	右	2	12	右	2	5.5	右	2	7	右	2	6
	中			中			中	1		中	1		中		
偏角範圍	33.9 度			23.5 度			14.5 度			12.7 度			12 度		

(三) 結果發現

1. 機翼寬度小，偏角範圍大，彈射距離近
2. 機翼寬度寬，偏角範圍小，彈射距離遠

◎實驗十：了解機翼形狀影響飛機飛行的原因

(一) 實驗方法

1. 機翼形狀分別為長方形、三角形、圓形、正方形、菱形，面積約 75 平方公分
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 重物 500g，自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

機翼形狀	三角形			圓形			正方形			長方形			菱形		
	次數	偏向	距離	次數	偏向	距離									
1	左	4	254.5	左	5	229.5	右	7	224	右	9	261.4	左	3	231.5
2	左	15	238	左	13	221	左	6	227.5	左	5	262.8	左	8	226
3	左	7	247.5	右	11	221	中		232	左	15	256.8	左	7	226.5
4	右	3	257	右	4	230.5	右	11	221	中		271	右	12	238
5	左	8	246.5	右	18	220	左	9	226	右	2	264	左	4	229
6	左	4	251	右	8	226	左	17	217	左	7	258	右	4	241
距離平均	249.1 cm			224.7 cm			224.6 cm			262.3 cm			232 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數									
	左	5	7.6	左	2	9	左	3	10.7	左	3	9	左	4	5.5
	右	1	3	右	4	10.3	右	2	9	右	2	5.5	右	2	8
	中			中			中	1		中	1		中		
偏角範圍	10.6 度			19.3 度			19.7 度			14.5 度			13.5 度		

(三) 結果發現

1. 正方翼形飛機，偏角範圍大，彈射距離近
2. 長方翼形飛機，偏角範圍小，彈射距離遠

◎實驗十一：了解水平尾翼影響飛機飛行的原因

(一) 實驗方法

1. 尾翼長分別為 10 cm、11 cm、12 cm、13 cm、14 cm
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 重物 500g，自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

尾翼長度	10 cm			11 cm			12 cm			13 cm			14 cm		
	次數	偏向	距離												
1	左	10	324.6	左	8	331	左	7	334	左	4	337	左	6	330.5
2	右	7	336	右	8	334.5	右	9	327	左	4	335.5	中		343
3	右	11	320	左	11	323	右	5	338.5	右	5	332.5	右	7	327.5
4	左	11	321	左	8	330.5	左	13	321	中		342.5	左	8	326

5	右	9	327.5	右	10	325	右	9	329	右	7	327	右	5	337.5
6	左	8	334	左	6	335.6	左	5	336.5	左	10	328	左	3	339.5
距離平均	327.2 cm			329.9 cm			331 cm			333.8 cm			334 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數
	左	3	9.67	左	4	8.25	左	3	8.33	左	3	6	左	3	5.67
	右	3	9	右	2	9	右	3	7	右	2	6	右	2	6
	中			中			中			中	1		中	1	
偏角範圍	18.7 度			17.3 度			15.3 度			12 度			11.7 度		

(三) 結果發現

1. 水平尾翼較小，偏角範圍較大，彈射距離較近
2. 水平尾翼較大，偏角範圍較小，彈射距離較遠
3. 水平尾翼 14 cm 時，偏角範圍最小，彈射距離最遠

◎實驗十二：了解垂直尾翼影響飛機飛行的原因

(一) 實驗方法

1. 翼高分別為 2 cm、2.5 cm、3 cm、3.5 cm、4 cm
2. 將飛機置於光滑的平台上，高 100 cm
3. 重物 500g，自由落體的力量把飛機彈射出去
4. 測量飛行距離和偏角

(二) 實驗結果

尾翼高度	2 cm			2.5 cm			3 cm			3.5 cm			4 cm		
次數	偏向	次數	距離	偏向	次數	距離	偏向	次數	距離	偏向	次數	距離	偏向	次數	距離
1	左	8	336	左	7	335.5	左	4	337	左	3	340.5	右	5	336.5
2	右	11	329	左	10	330	左	4	335.5	右	5	335.5	中		343
3	左	15	326	右	14	325	右	5	332.5	左	5	335	左	9	327.5
4	左	11	330	右	7	336.5	中		342.5	右	8	329.5	左	5	334.5
5	左	16	325	左	14	325.5	右	7	327	中		343.5	左	5	333.5
6	右	15	327	右	9	328	左	10	328	左	8	332	右	6	332.5
距離平均	328.8 cm			330.1 cm			333.8 cm			336 cm			334.6 cm		
偏角	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數	偏向	次數	平均度數
	左	4	12.5	左	3	10.33	左	3	6	左	3	5.33	左	3	6.33
	右	2	13	右	3	10	右	2	6	右	2	6.5	右	2	5.5

	中		中		中	1		中	1		中	1	
偏角範圍	25.5 度		20.33 度		12 度		11.83 度		11.83 度				

(三) 結果發現

1. 垂直尾翼較小，偏角範圍較大，彈射距離較近
2. 垂直尾翼較大，偏角範圍較小，彈射距離較遠
3. 垂直尾翼高 3.5 cm 時，偏角範圍最小，彈射距離最遠

探討 (五)：機翼形狀不同時，上反角和副翼影響飛機偏轉的原因

◎實驗十三：了解機翼上反角和副翼不同時，對飛機偏轉的影響

(一) 實驗方法

1. 機翼形狀分別為前掠翼、垂直翼、後掠翼、三角翼
2. 用塑膠袋將電風扇出風口包住，袋上留一個適當大小的洞
3. 利用膠帶把空心圓柱管和塑膠袋孔相連
4. 在圓柱管前放置吸管，吸管的一端連接六角柱，兩端置於圓滑凹槽
5. 飛機架在吸管中間，機身黏接細線
6. 1 級風正面吹，測量飛機偏轉角度

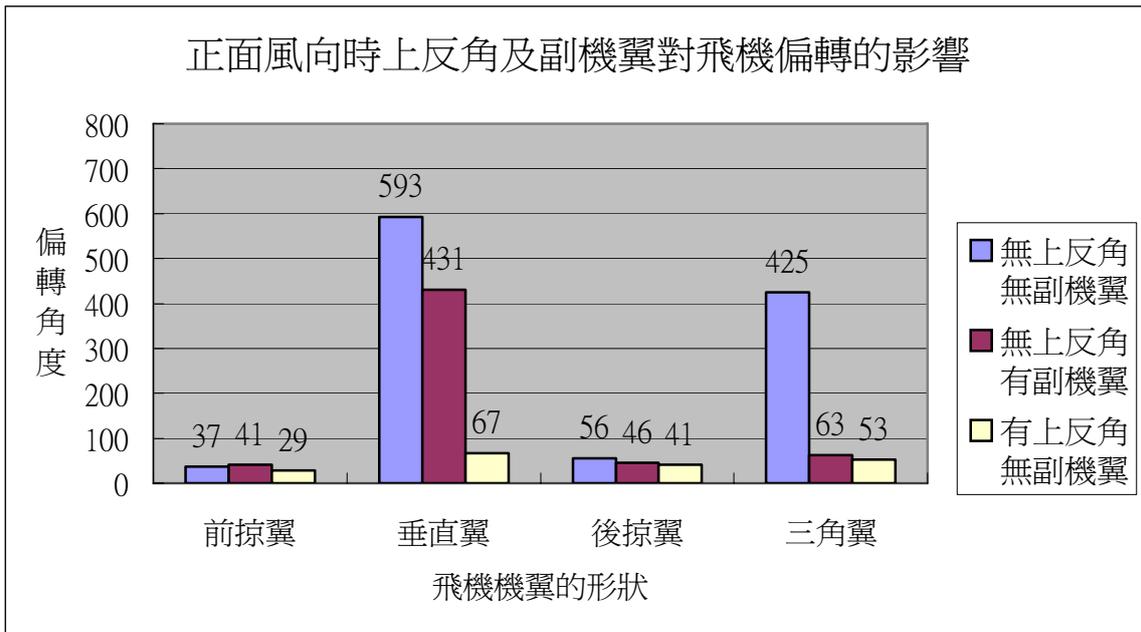


(二) 實驗結果

機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
上反角：無 副機翼：無	順	30	順	630	順	55	順	430	
	順	24	順	550	順	60	順	410.5	
	順	20	順	580	順	45	順	395	
	逆	12	順	610	順	65	順	445	
偏角	順	24.67	順	592.5	順	56.25	順	425.12	217.4°
	逆	12	逆		逆		逆		
偏角範圍	36.67°		592.5°		56.25°		425.12°		

機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
上反角：無 副機翼：有	順	21	順	410	順	51	順	54	
	逆	24	順	445	順	48	順	67	
	順	20	順	420	順	43	順	63	
	逆	19	順	450	順	43	順	69	
偏角	順	21.67	順	431.25	順	46.25	順	63.25	154.4°
	逆	19	逆		逆		逆		
偏角範圍	40.67°		431.25°		46.25°		63.25°		

機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
上反角：有 副機翼：無	順	20	順	58	順	45	順	34	
	逆	15	順	76	順	46	順	28	
	順	18	順	65	順	38	逆	20	
	逆	5	順	70	順	34	順	36	
偏角	順	19	順	67.25	順	40.75	順	32.66	47.42°
	逆	10	逆		逆		逆	20	
偏角範圍	29°		67.25°		40.75°		52.66°		



(三) 結果發現

1. 偏轉角度越大，穩定性越低；偏轉角度越小，穩定性越高
2. 飛機有副機翼，穩定性提高；飛機有上反角，穩定性更高

◎實驗十四：了解機翼上反角不同時，對飛機偏轉的影響

(一) 實驗方法

1. 機翼上反角分別為一級、二級、U 型、圓滑曲面
2. 飛機置於風洞口，以 1 級風側面吹
3. 測量偏轉角度

(二) 實驗結果



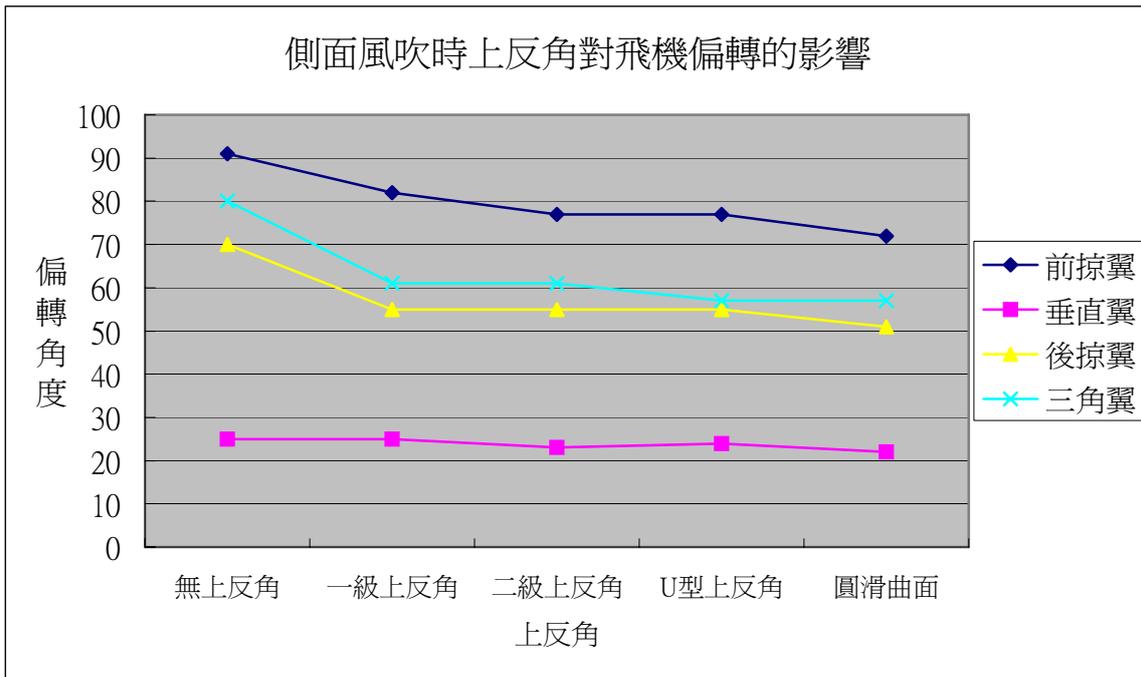
機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
無上反角	順	93	順	26	順	72	順	83	
	順	88	順	24	順	70	順	78	
	順	90	順	26	順	69	順	79	
	順	91	順	25	順	68	順	81	
偏角範圍	90.5°		25.25°		69.75°		80.25°		66.44°

機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
一級上反角	順	86	順	27	順	57	順	63	
	順	78	順	26	順	54	順	58	
	順	83	順	24	順	55	順	61	
	順	80	順	24	順	55	順	61	
偏角範圍	81.75°		25.25°		55.25°		60.75°		55.75°

機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
二級上反角	順	78	順	23	順	55	順	62	
	順	80	順	24	順	56	順	57	
	順	76	順	22	順	56	順	61	
	順	72	順	23	順	54	順	63	
偏角範圍	76.5°		23°		55.25°		60.75°		53.88°

機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
U型上反角	順	83	順	24	順	56	順	58	
	順	70	順	24	順	54	順	53	
	順	81	順	24	順	54	順	60	
	順	71	順	23	順	54	順	58	
偏角範圍	76.25°		23.75°		54.5°		57.25°		52.94°

機型 \ 偏轉角度	前掠翼		垂直翼		後掠翼		三角翼		平均
	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	偏向	角度	
圓滑曲面	順	67	順	22	順	52	順	57	
	順	73	順	21	順	51	順	53	
	順	69	順	21	順	51	順	57	
	順	77	順	22	順	50	順	59	
偏角範圍	71.5°		21.5°		51°		56.5°		50.13°



(三) 結果發現

1. 飛機無上反角，偏轉角度大；飛機有上反角，偏轉角度小
2. 垂直翼偏轉角度小，穩定性高；前掠翼偏轉角度大，穩定性低

探討(六) 探討機翼形狀不同時，不同仰角影響飛機升力的原因

◎實驗十五：了解機翼形狀不同時，不同仰角對飛機升力的影響

(一) 實驗方法

1. 飛機仰角分別為 0°、5°、10°、15°、20°
2. 飛機置於風洞口，1 級風正面吹
3. 測量橡皮筋伸長量

(二) 實驗結果

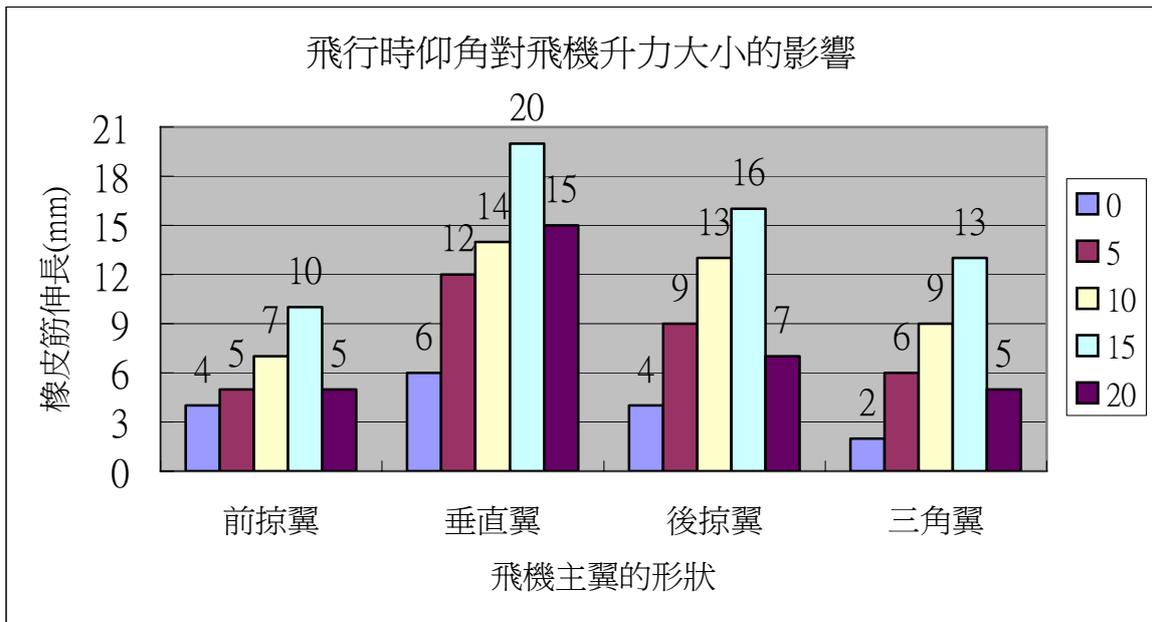
機型 伸長量mm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
	0°	2	3	2.5	
	2	3	2.5	2	
	2.5	2.5	2.5	1.5	
	2.5	3	2	1.5	
平均	2.25	2.87	2.37	1.75	2.31

機型 伸長量mm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
5°	2.5	4.5	3.5	3	
	3	4.5	3	3	
	3	5	3.5	3.5	
	3	4.5	3	3	
平均	2.87	4.62	3.25	3.12	3.46

機型 伸長量mm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
10°	4.5	6.5	6	4.5	
	4.5	6	5.5	5	
	5	6.5	6	5	
	4.5	6.5	6	5	
平均	4.62	6.37	5.87	4.87	5.43

機型 伸長量mm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
15°	6	7.5	7.5	6.5	
	6.5	7.5	7	6.5	
	6.5	8	7	7	
	6.5	8	7	6.5	
平均	6.37	7.75	7.12	6.62	6.96

機型 伸長量mm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
20°	3	6	4	3.5	
	3	6	3.5	3.5	
	2.5	6.5	4	3	
	3	6.5	3.5	3	
平均	2.87	6.25	3.75	3.25	4.03



(三) 結果發現

1. 仰角小，橡皮筋伸長度短；仰角大，橡皮筋伸長度長
2. 仰角 15°時橡皮筋伸長度最長

探討 (七)：探討機翼形狀不同時飛機的機動性

◎實驗十六：了解機翼形狀不同時，機動性最佳的飛機

(一) 實驗方法

1. 機翼上反角分別為一級、二級、U 型和圓滑曲面
2. 飛機置平滑桌面，重物自然向下滑落
3. 測量飛機彈射飛行 150 cm 的時間

(二) 實驗結果

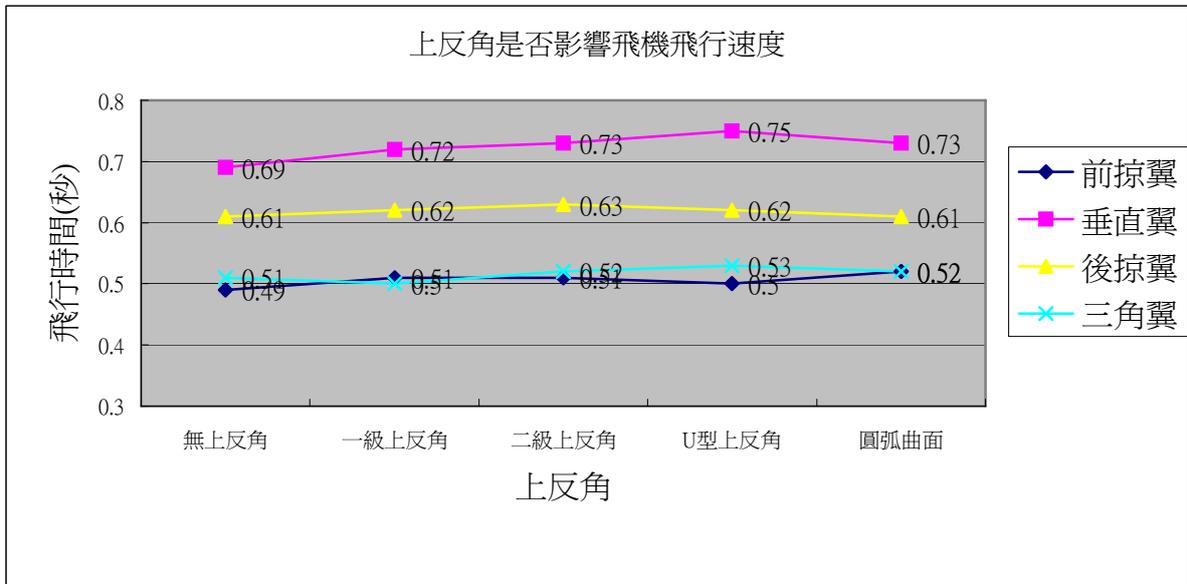
機型 \ 秒 (sec)	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
無上反角	0.49	0.71	0.62	0.51	
	0.5	0.69	0.61	0.5	
	0.49	0.68	0.61	0.53	
平均	0.49	0.69	0.61	0.51	0.57

機型 \ 秒 (sec)	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
一級上反角	0.51	0.73	0.64	0.5	
	0.51	0.72	0.61	0.49	
	0.5	0.73	0.61	0.51	
平均	0.50	0.72	0.62	0.5	0.58

機型 秒 (sec)	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
二級上反角	0.52	0.75	0.64	0.51	
	0.5	0.71	0.63	0.54	
	0.51	0.73	0.64	0.52	
平均	0.51	0.73	0.63	0.52	0.6

機型 秒 (sec)	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
U 型上反角	0.5	0.74	0.62	0.53	
	0.49	0.76	0.61	0.54	
	0.51	0.76	0.63	0.53	
平均	0.5	0.75	0.62	0.53	0.60

機型 秒 (sec)	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
圓滑曲面	0.51	0.73	0.61	0.52	
	0.53	0.74	0.62	0.52	
	0.52	0.74	0.61	0.52	
平均	0.52	0.73	0.61	0.52	0.59



(三) 結果發現

1. 飛機無上反角，所需時間短；飛機有上反角，所需時間長
2. 前掠翼所需時間短，垂直翼所需時間長

探討（八）探討機翼形狀不同時飛機的續航力

◎實驗十七：了解機翼形狀不同時，續航力最佳的飛機

（一）實驗方法

1. 機翼上反角分別為一級、二級、U型和圓滑曲面
2. 飛機置平滑桌面，重物自然向下滑落
3. 飛機彈射飛行最遠距離

（二）實驗結果

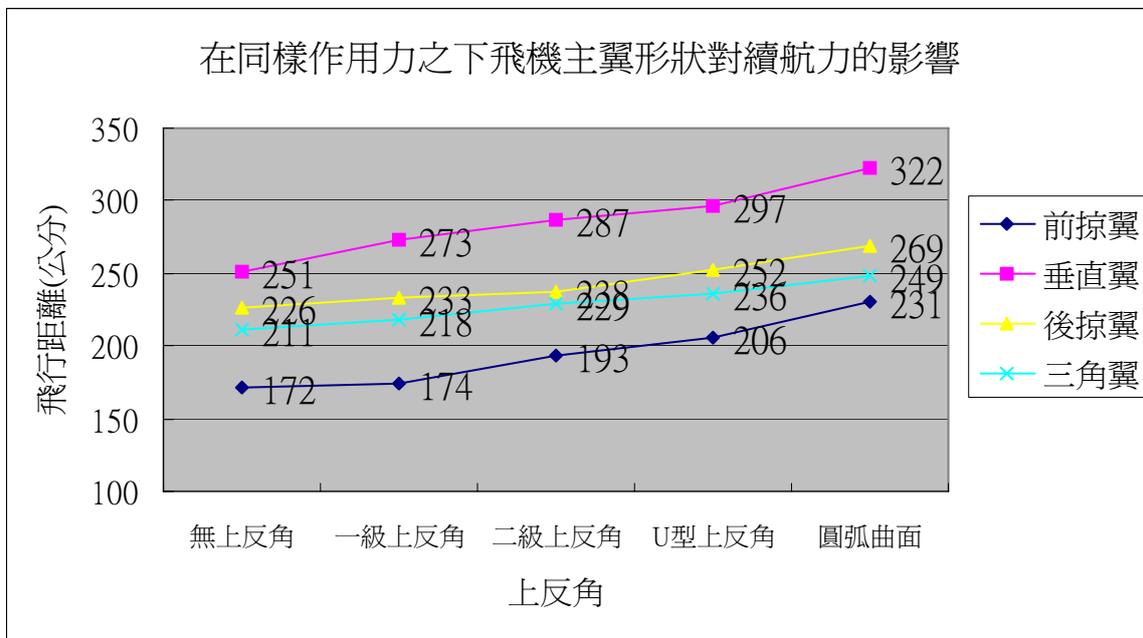
機型 距離cm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
無上反角	176	245	229	212	
	171.6	256	230.5	214	
	167	251	217.5	206.5	
平均	172.02	251.16	226.16	211.32	215.16

機型 距離cm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
一級上反角	168	274.5	236	216.5	
	176	269.8	229	220	
	179.5	277.5	235.5	219	
平均	174.5	273.93	233.5	218.5	225.10

機型 距離cm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
二級上反角	198	284	237	230	
	189	288	239	227.5	
	193.5	289.5	240.5	230	
平均	193.5	287.16	238.83	229.16	237.16

機型 距離cm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
U型上反角	202	293	251.3	234	
	206.5	301	256	236	
	211.6	299.5	249	238.5	
平均	206.7	297.83	252.1	236.16	248.2

機型 距離cm	前掠翼	垂直翼	後掠翼	三角翼	平均
圓滑曲面	229.5	320.4	276	243.5	
	234	322	265	258.5	
	230.5	326	268	247	
平均	231.33	322.8	269.66	249.66	268.36



(三) 結果發現

1. 飛機無上反角，飛行距離短；飛機有上反角，飛行距離長
2. 前掠翼飛行距離短，垂直翼飛行距離長

陸、 討論

- 一、本實驗以自製模型飛機模擬真實的飛機，實驗中以偏轉角度求得穩定性，飛行時間求得機動性，飛行距離求得續航力。
- 二、利用物體自由落體的力量製作簡易發射器，讓飛機彈射出去，避免人為出力不當發射飛機，造成實驗誤差。
- 三、為了維持飛機平衡及比較容易裝卸，所以使用珍珠板製造。
- 四、彈射位置在飛機重心時，兩翼升力平均，能保持平衡，飛行距離遠。
- 五、實驗（四）中，發射台高度固定，調整彈射角度，以免高度增高，重力加速度的力量增大，影響飛行結果。發射角度越大，飛機受風的面積越大，阻力也越大，飛行不平穩。
- 六、模型飛機因為材質輕，飛行距離較近，在實驗（七）中，可以明顯發現飛機加重後，飛行距離變遠了。載重不但使航向穩定，又能增加航行距離，因此飛機載重並不一定影響飛行距離。
- 七、載重物接近機尾處，因機尾升力不足，所以飛行距離不遠。
- 八、實驗（十三）中因電風扇容易取得，所以以電風扇來替代鼓風機。以塑膠袋和圓柱筒集中風力，以減少變因。
- 九、飛機偏轉角度實驗中，飛機盡可能減輕重量，以利比較出差異性；機動性和續航力實驗就必須加重重量，飛機才能順利被彈射出去。

- 十、偏轉角度越大代表其穩定性越差，上反角利用牛頓的作用力等於反作用力來幫助維持穩定，而副翼則是利用伯努力定律來幫助維持穩定。
- 十一、飛機依不同仰角來獲得不同的升力，也是利用牛頓的作用力等於反作用力來取得浮力及阻力的平衡。
- 十二、相同作用力下的總飛行距離，指飛機所能的飛行距離，或指其在突然失去推力時的安全性。
- 十三、相同作用力下的前 1.5 公尺，飛行時間越短代表飛機越能高速飛行。
- 十四、實驗（四）後發現飛機仰角在 0° 最佳，所獲得升力最大，和書上所提不同，最後做實驗（十五）才得以驗證，研討結果是模型飛機重量太輕所致。
- 十五、上反角確能增加飛機的穩定性及續航力，且上反角個數越多影響越大，所以才會設計出圓滑曲面。
- 十六、本實驗主要討論飛機主翼的各種變化，其他如飛機的尾翼變化，因實驗變因過多，留待以後繼續深入探討。

柒、 結論

- 一、飛機在彈射時，發射位置應在機身 12 cm 處，力量 500gw，發射角度 0° 時，飛行距離可最遠。
- 二、在製作飛機時，機身長 50 cm，載重 2g，載重位置距機首 3 cm 時，飛行距離可最遠。
- 三、在製作飛機時，機翼長 30 cm，機翼寬 9 cm，機翼形狀長方形，飛行距離可最遠。
- 四、各種機型的飛機，其穩定性依序是：垂直翼 > 後掠翼 > 三角翼 > 前掠翼。
- 五、各種機型的飛機，其機動性依序是：垂直翼 < 後掠翼 < 三角翼 < 前掠翼。
- 六、各種機型的飛機，其續航力依序是：垂直翼 > 後掠翼 > 三角翼 > 前掠翼。
【說明一】美國的 B-1 長程轟炸機、F-14 雄貓式戰鬥機，都是採用可變翼設計，因其任務都是長程作戰，所以在一般巡弋情況時使用垂直翼以加大航程，在作戰需要加速時，機翼則往後縮小角度成爲三角翼，如此可增加其機動性。
【說明二】一般客機的要求是安全至上，所以在穩定性及機動性上取得平衡點，採用後掠式設計；而英國的協和式超音速客機則是例外，因其要以超音速飛行，機動性的要求大於穩定性，所以採用三角翼設計。
- 七、副機翼確能增加飛機的升力，因此飛機起降時副機翼特別重要。
- 八、上反角確能增加飛機的穩定性及續航力，且上反角數越多影響越大。
【說明】大部分的飛機都有一個上反角的設計，而兩個上反角以上的設計在真實飛機的建造上有所困難，所以只知美國的 F-4 幽靈式戰鬥機有兩個上反角設計。
- 九、仰角 15° 時飛機可獲得最大升力。
【說明】俄國的航空母艦前頭翹起使飛機能獲得最大升力。
- 十、各種機翼都有其優點和缺點，最好的方法就是視不同的情況而能擁有不同的機翼。

捌、 參考資料：

- 一、鄧美貴、吳榮邦。【自然科教材教法】。力是什麼。康軒出版社。
- 二、焦維城。【飛行】。正中書局。
- 三、簡芳隆。【飛機、火箭】。光復出版社。
- 四、劉鐵虎。【飛機總論】。銀禾出版社。
- 五、呂紹鄂。【飛行世紀】。冠南出版社出版。p.97-112。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

081511

造飛機--模擬飛行

臺中縣清水鎮清水國民小學

評語：

本作品利用自製飛機探討各項變因對飛機飛行的影響，雖然各項變因考慮非常詳實，但是飛機製作若能加以改良以符合真實飛機時，例如將機翼儘量做成圓弧型式，則實驗結果將會更具有實用性。