

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學(一)科

第三名

032813

輕功水陸飄~遙控氣墊船探究

學校名稱：高雄市立鳳西國民中學

作者： 國二 郭百仨 國二 黃紹倫 國二 黃子浩	指導老師： 許黃亮捷 林子敬
---	------------------------------

關鍵詞：氣墊船、飄浮、水陸兩用

摘要

遠端遙控及自動駕駛是當今世界各國極力發展的科技，在軍事和民生運用廣泛。本作品旨在探討如何利用簡單的材料及作法，完成一架水陸兩用的遙控氣墊船。從蒐集文獻資料著手，先製作 CD 氣墊船了解基本的飄浮原理，接著測試葉片推進及在陸上移動的可行性，再來製作簡易氣墊船，利用不同船身結構做比較，並且設計一代遙控氣墊船，在實驗失敗中找尋方法並且改進，重新設計二代遙控氣墊船，達到簡單、便宜、遠距離、快速等目標。

壹、研究動機

以前曾經玩過遙控車和遙控船，但車子只能在陸上跑，船也只能在水上航行，只有在電視或電影中才有看到可以水陸兩用的車子或兩棲登陸艇，在理化課【力與運動】談到遠端操控無人機的現代科技，於是興起自己動手做一台簡單、便宜遙控氣墊船的念頭。

貳、研究目的

- 一、 認識水上交通工具和原理探究。
- 二、 自製 CD 氣墊船飄浮原理探究。
- 三、 探討風力推動在陸上移動的可行性。
- 四、 探討自製簡易氣墊船的可行性。
- 五、 探討自製遙控氣墊船的可行性。
- 六、 改良設計二代遙控氣墊船。
- 七、 結論與建議。

參、研究設備及器材

- 一、 材料類：珍珠板、碳纖維棒、長竹籤、竹片、鋁條、滑輪、高轉速馬達、充電電池、遙控器模組、螺旋槳、鋰電池、起落架、束帶。
- 二、 工具類：尖嘴鉗、剪刀、熱熔膠、膠帶、烙鐵、雙面膠。

- 三、 設備類：風鼓機、電風扇、自製風洞箱、電子秤、風速計、碼表、攝影機、砝碼、量角器。

肆、研究目的

- 一、 認識水上交通工具和原理探究

何謂船，海上航行工具：(參考文獻 1)

舉凡利用水的浮力，依靠人力、風帆、發動機（如蒸氣機、燃氣渦輪、柴油引擎、核子動力機組）等動力，牽、拉、推、划、或推動螺旋槳、高壓噴嘴，使能在水上移動的交通運輸工具。另外，民用船通常稱為船（古稱舳艫）、船舶、輪機、舫，軍用船稱為艦（古稱蒙矴）、艦艇，小型船稱為艇、舢舨、筏或舟，其總稱為艦艇或船舶。

依船體結構可分為三類：

- (一) 單體船，多體船（雙體船，三體船等）。

一般常見的船隻為單體船，雙體船（TWIN HULL）有兩個瘦長的船體共用一個主甲板及上層結構，使用渦輪噴嘴發動機，通過向後噴水獲取反作用力向前推進，比普通螺旋槳推動更快速，而在高速時，雙體瘦長的船身能降低阻力。而且船體穩度高，不易翻船（但若風浪過大，翻過 90 度後，因為沒有單體船的靜穩度扶正力矩，反而有滅頂之虞）。常被應用於渡輪及軍事運輸上。

- (二) 水翼船

這是一種能高速航行的船舶。船底部有支架，裝上如飛機機翼般的水翼。當船加速後，水翼能產生浮力把船身抬離水面，從而減少水的阻力和增加航行速度。其轉向機構不使用常見的舵，而是控制左右兩支水翼的攻角來達成。

(三) 氣墊船

氣墊船（Hovercraft）是一種以空氣在船隻底部襯墊承托的交通工
具，其氣墊通常是由持續不斷供應的低壓氣體形成。氣墊船除了在水上
行走外，還可以在某些比較平滑的陸上地形行駛。氣墊船是高速行駛船
隻的一種，行駛時因為船身受氣壓自水面抬昇而起，大幅降低船體的流
體阻力，以致行駛速度比動力輸出接近的一般船體快許多。氣墊船是一
種能高速航行的船隻，利用空氣在底部襯墊承托減少水的阻力。很多氣
墊船的速度都可以超過五十節（約 92.59km/hr）。

無動力水上交通工具		
		
(圖 1)橡皮艇	(圖 2)風帆	
有動力水上交通工具		
		
(圖 3)快艇	(圖 4)潛艇	(圖 5)氣墊船

		
(圖 6)遙控船	(圖 7)遙控潛水艇	(圖 8)遙控風動船

表一、船航行時有關的力

阻力(Drag)	物體在水中前進時一定會有水阻，如果與前進方向接觸的截面積越大，水的阻力相對也會越大，另外還有摩擦阻力(因流體有黏力)。
重力(Weight)	物體本身的重量所產生的地心引力。
浮力(Buoyant)	是船、艇在水面或水中不會沉的關鍵，當重力大於浮力則船隻便會下沉。
推力(Thrust)	就是船機引擎將水向後推時所產生的反作用力使船、艇前進。

表二、氣墊船航行時有關的力

阻力(Drag)	物體在空中前進時一定會有空氣作用在物體形狀上的阻力，不管開車或跑步都會有一定的阻力。如果與前進方向接觸的截面積越大，空氣阻力相對也會越大。
重力(Weight)	物體本身的重量所產生的地心引力。
升力(Lift)	是氣墊船能飄浮空中的關鍵，當升力大於重力氣墊船便能飄浮
推力(Thrust)	後推渦輪將空氣向後推時所產生的反作用力使氣墊船前進。

由表一、表二我們查出以下公式：(參考文獻 2)

$$\text{阻力(Drag)} : F_D = \frac{1}{2}\rho AC_D v^2$$

F_D =阻力 ρ =流體質量密度 v =流體速度 A =受力面積 C_D 為阻力係數

$$\text{浮力(Buoyant)} : B=VD$$

B =浮力 V =被排開的液體體積 D =液體密度

$$\text{重力(Weight)} : F = ma$$

F =重力 m =質量 a =加速度

$$\text{升力(Lift)} : L = \frac{1}{2}\rho CSv^2$$

L 升力 ρ 空氣密度 C 升力係數 S 翼面積(氣墊面積) V 速度

綜觀上述研究可獲致以下結論

1. 一般的水面上或是水面下的航行工具都跟浮力(Buoyant Force)息息相關。
2. 氣墊船是因為飄浮在水面上，船體本身與水面並無接觸，所以在水中的浮力趨近於零，可以忽略水中的浮力(Buoyant Force)，但是必須要有大於船身重力(Weight)的升力(Lift)才得以飄浮。
3. 一般的水面上或是水面下的航行工具的推力(Thrust)是由船機引擎將水向後推時所產生的反作用力；氣墊船的推力(Thrust)則是由後推渦輪將空氣向後推時所產生的反作用力。

二、自製 CD 氣墊船漂浮原理探究

我們利用 CD 片、中藥罐、汽球等生活中常見的物品自製飄浮器，在此稱為 CD 氣墊船。當 CD 氣墊船無空氣注入氣球時，CD 片會與地面緊密的貼合，造成磨擦力增加而無法推動滑行；注入空氣後氣球內的壓力較大，會產生一股作用力，將空氣由氣球內部推向底部孔洞直到地面，當空氣撞擊地面

時會產生一股反作用力，使 CD 氣墊船飄浮起來。

(一)CD 氣墊船滑行時所受的力：

1. 摩擦力：(參考文獻 3)

摩擦力（英語：friction）指兩個表面接觸的物體相對滑動時抵制它們的相對移動的力，物體在液體和氣體中運動時也受到摩擦力。 摩擦力產生的成因：一物體在另一個物體表面上滑動或將要滑動時，兩個物體在接觸面上會產生阻止相對運動的作用力，這種作用力稱為摩擦力。

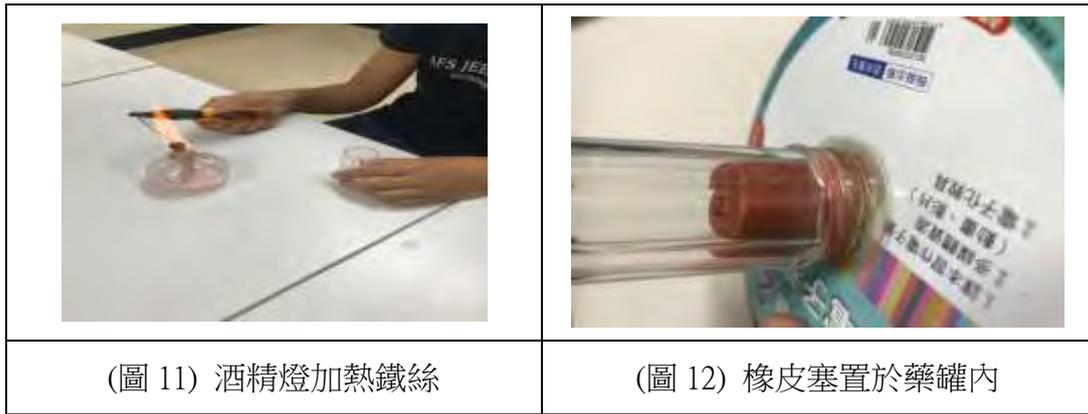
2. 作用力和反作用力

摩擦力減少後，光碟就會隨著氣球噴射出的氣體的反作用力移動!!與光碟片接觸面越光滑，氣墊船越容易移動。

(二)簡易 CD 氣墊船製作：

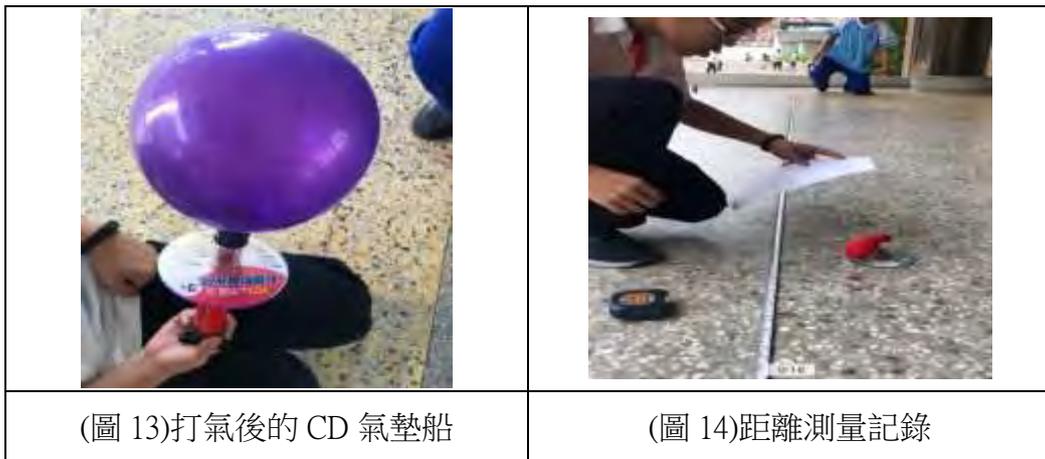
1. 我們利用酒精燈加熱軸徑 1mm 的鐵絲。
2. 並在中藥罐上的對稱位置穿 1~5 個孔洞。
3. 將橡皮塞外圍黏一圈雙面膠並放入中藥罐中固定。
4. 中藥罐及 CD 片用熱熔膠黏合，並且將氣球套到中藥罐上。





(三) CD 氣墊船出氣孔測試：

將 CD 氣墊船利用打氣筒充氣，氣球放開後摩擦力減少，只要輕輕推動氣墊船便能跑得很遠，我們以此方式用接近相同的打氣量及推動力道測試穿了多少孔的 CD 氣墊船可達到最遠的滑行距離。

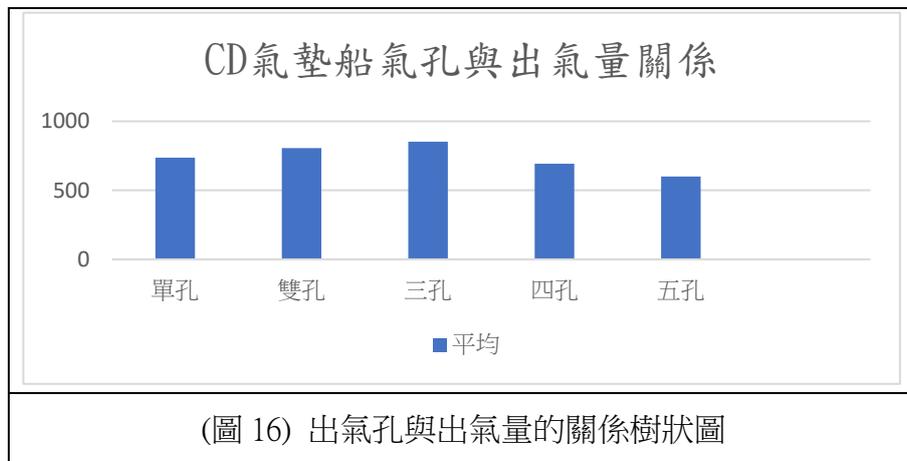
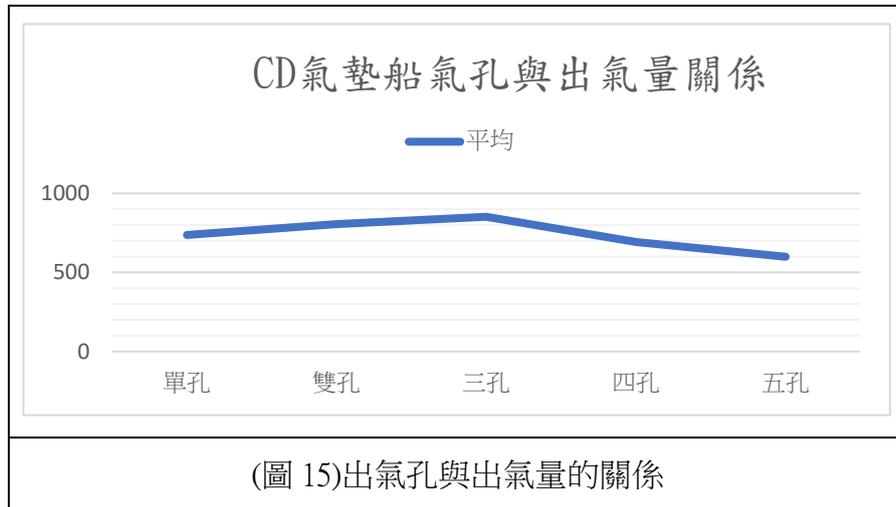


表三、CD 氣墊船氣孔與出氣量關係。

穿孔	單孔	雙孔	三孔	四孔	五孔
第一次	745	813	815	691	595
第二次	795	713	857	715	636
第三次	741	850	838	702	614
第四次	727	826	862	657	530

第五次	740	781	895	683	589
平均	737.6	806.6	852.3	692.0	599.3
效果			※		

(※：效果佳)



實驗後發現：

1. 三孔的氣孔漂浮效果最好，平均的滑行距離最遠。
2. 單孔跟雙孔的出氣量太少導致 CD 氣墊船飄浮不起來；四孔、五孔、六孔的出氣量太大，空氣消耗速度太快。
3. 我們原以為孔數愈多，出氣量愈大的效果會愈好，但實驗後發現實際上並不是這樣。

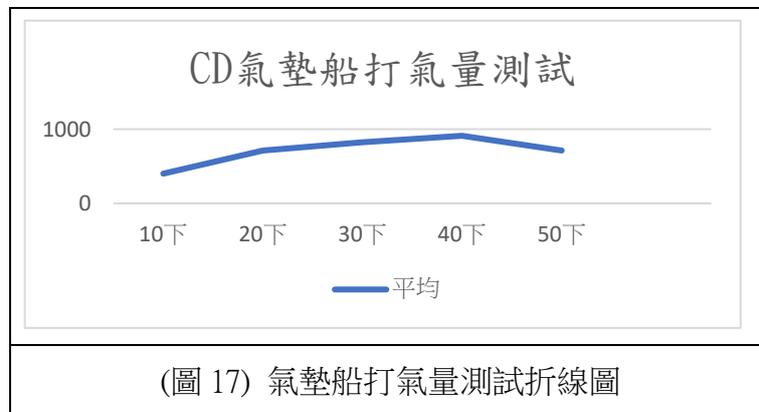
(四) CD 氣墊船打氣量測試：

根據前次實驗的結果選用 3 孔的 CD 氣墊船做後續實驗，並且改變打氣量。

表四、打氣量與 CD 氣墊船的滑行關係。

打氣次數	10 下	20 下	30 下	40 下	50 下
第一次	375	692	863	912	682
第二次	420	634	851	1014	749
第三次	389	730	811	964	775
第四次	450	752	813	1059	710
第五次	394	713	794	996	681
平均	401.0	711.6	825.0	991.3	713.6
效果				※	

(※：效果佳)



實驗後發現：

1. 打氣量 40 下效果最好，滑行距離最遠。
2. 10 下跟 20 下的衝氣量可能太少，滑行時一下子就沒氣了。
3. 打氣量 50 下會因為充氣量過多，使 CD 氣墊船過重，導致滑行過程中一開始會與地面稍為摩擦，等到消了一些氣後，才能恢復正常。

綜觀上述實驗結果可獲致以下結論：

1. CD 氣墊船三孔的氣孔漂浮效果最好，平均的滑行距離最遠。
2. 出氣量愈大效果不見得會愈好，只會增加動力的消耗。
3. 船身的重量與 CD 氣墊船有很大的影響，過重會導致滑行不順。

三、探討風力推動在陸上移動的可行性

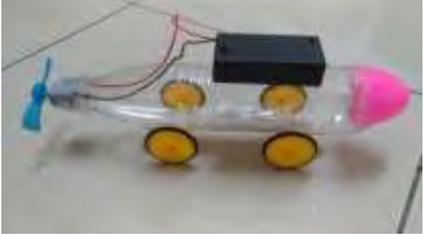
利用葉片旋轉後會產生風的原理，在車子後方加裝小馬達並裝上風扇，測試通電時車子是否能在路上前進，在此稱此車為風動車。

(一) 製作過程：

1. 將扭蛋的蓋子取下並用熱溶膠與寶特瓶黏合做為車身。
2. 利用把冰棒棍黏在寶特瓶下方做為車底。
3. 將馬達固定於車尾，電池座固定於車身中央。
4. 螺旋槳裝入馬達軸心做為推力裝置。
5. 將氣球棍固定在車底，並且穿入鐵棒結合輪胎，製成風動車。

表五、馬達規格。

Description	扁型小馬達(130 小電機)
電壓(V)	3-6V
電流(mA)	<240mA
高度(m/m)	25mm
外徑(m/m)(φ)	15*20mm
軸徑(m/m)(φ)	2mm
轉速 rpm	13000rpm
重量	16.45g

	
<p>(圖 18)風動車材料</p>	<p>(圖 19)風動車車體</p>
	
<p>(圖 20)風動車組裝</p>	<p>(圖 21)風動車完成</p>

(二) 葉扇葉片對風動車的影響及適用性：

葉扇的種類有許多，常見的葉扇葉片大多為 2~5 片，舉例來說大部分的螺旋槳飛機為 2 片，電風扇 3 片或 5 片，船槳 3 片……等等。大多數的螺旋槳飛機、直升機都是以 2 片葉扇為主，由於葉扇取得不易，葉片的直徑、弧度也不相同無法比較，為了找出何種葉扇能產生最大的推力，所以我們請教同學的爸爸並且利用 3D 列印技術以相同的弧度列印了不同的葉扇(2 片~5 片)。

實驗說明：

將 3D 列印好的葉片裝在風動車上，並以三伏特的電池通電，觀察記錄位移 10 公尺的時間，時間愈短愈快到達表示效果較佳。

		
(圖 22)3D 列印葉扇粗胚	(圖 23) 3D 列印葉扇	(圖 24) 3D 列印各式風槳

表六、不同葉片的推力成效。

葉片 測量(s)	2片	3片	4片	5片
第一次	10.98	12.83	13.58	14.88
第二次	11.65	13.15	14.21	15.27
第三次	12.34	13.26	14.92	15.59
第四次	13.71	13.74	15.43	16.04
第五次	14.30	14.23	16.10	16.83
平均	12.59	13.44	14.72	15.72
備註	1. 葉扇兩片的效果最佳。 2. 葉片愈多推力愈小。			

實驗後發現：

1. 風動車有越測越慢的情形發生，是因為電力下降。
2. 葉扇 2 片的效果最佳，我們採用做後續實驗。

(三) 不同電壓對風動車的影響

用捲尺在玄關拉出 10m 的距離，然後利用不同電壓(3V、4.5V、6V)測風動車在地面上移動的成效。

表七、陸上風動車。

電池 測試	3v	4.5v	6v
第一次	10.98	7.64	4.98
第二次	11.65	7.32	5.05
第三次	12.34	8.80	5.03
第四次	13.71	9.31	5.16
第五次	14.30	9.25	5.20
平均	12.59	8.46	5.08
備註	電壓 3v 時電量消耗的很快，有越來越慢的情形		

實驗後發現：

1. 電壓越強馬達轉速越快，車速也越快。
2. 電池用 3v 電量不夠，實驗次數越多誤差越大。
3. 6v 電池的效果最好，可以用來做後續實驗。

綜觀上述實驗結果可獲致以下結論：

1. 風動實驗中發現 2 片的葉扇效果最佳，可產生較大的風力。
2. 電壓愈強馬達轉速越快，產生的風力也愈大，車速也愈快。
3. 風力推動確實能取代輪子驅動，使風動車在陸上行駛。
4. 我們採用 2 片的葉扇進行後續研究

四、 探討自製簡易氣墊船的可行性

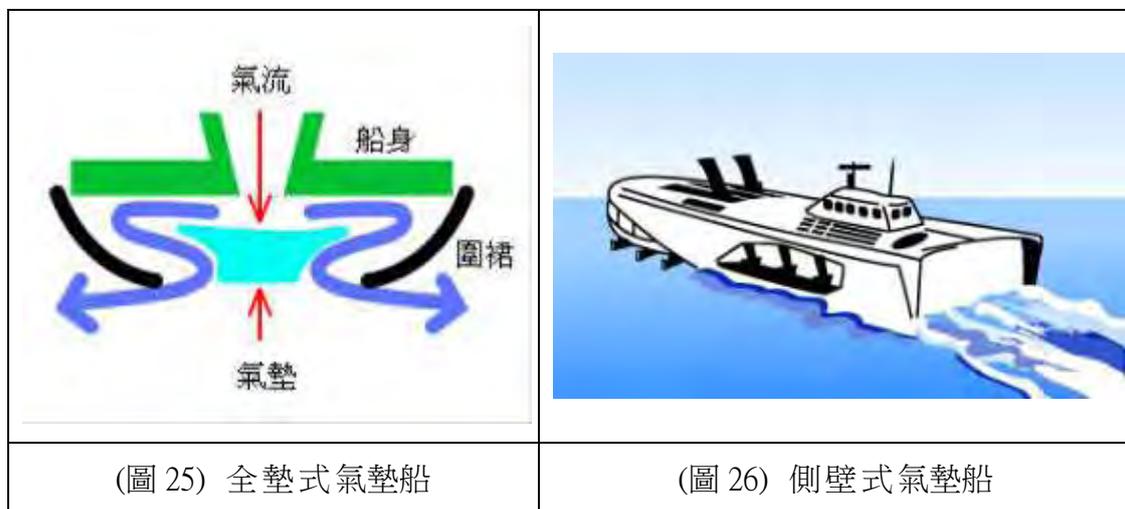
(一) 氣墊船的飄浮原理：(參考文獻 4)

氣墊船 (Hovercraft) 係指利用船艇內連續不斷鼓風所形成之空氣墊，對其下方水面所產生有效反作用力，使船身自水面升起，藉噴氣、空氣螺旋槳、水下螺旋槳或其他推進方式在水面航行之船舶。氣墊船是一種以空

氣在底部襯墊承托的工具，故除了在水上行走外，還可以在某些陸上地形行駛。行走時船身因為昇離水面，因此水的阻力相當小。

(二) 氣墊船依其構造可分為「全墊式」和「側壁式」：

1. 「全墊式」氣墊船四周用尼龍等物料圍成一個軟性的圍裙，利用風機把空氣充入底部形成氣墊，推進則多數使用空氣螺旋槳或噴氣方式；具備兩棲能力可以在陸上行走，這種氣墊船在軍事上用作兩棲登陸非常合適，能在一般排水式登陸艇無法行駛的海岸登陸。
2. 「側壁式」氣墊船，亦稱表面效應船（Surface Effect Ships；SES），在船底兩側有剛性側壁插入水中，只在首尾用軟性的圍裙。推進可以使用傳統水下螺旋槳或噴水機。跟全墊式相比，側壁式氣墊船的托力較大，流失亦較少，適合作大型艦艇；但不具兩棲能力。(參考文獻 4)



(三)製作簡易氣墊船

風鼓的說明：

為一種能產生壓差造成空氣流動的機器，風機的葉片對空氣做功，產生氣壓，一般分為螺旋槳型風機（ Propeller Fan ）、輸送管型風機（ Duct Fan ）、風車葉瓣型軸流風機（ Vane Axial Fan ）和圓盤型風機

(Disc Fan) 等四種。

將馬達軸心朝下，並裝上葉片做為風鼓，通電後產生的氣旋作用力向下，船身就可能因為反作用力而飄浮起來。

製作過程：

1. 我們在長 250cm、寬 20cm、厚 2mm 的珍珠板中間切一個直徑 10cm 洞。
2. 在切開的洞周圍製作一塊高 2.5 公分的擋板圍住洞口。
3. 切 2 根長度相同的竹棍，並利用熱熔膠固定馬達製成風鼓。
4. 製作三種不同的船身結構，無氣墊、單層氣墊、雙層氣墊。
5. 用垃圾袋裁成適當形狀，做為氣墊。



(四) 不同船身結構的氣墊船在電子秤上重量測試

1. 我們製作了三種不一樣的船身結構，測試哪種結構最適合做為氣墊船的船身，由於我們實驗用的小馬達通電後產生的氣旋，不足以支撐電池的重量，所以我們把電池盒的電線延長，並且將電池盒固定於桌上的橫桿，這麼一來氣墊船就能有更好的飄浮效果。
2. 裝上電池後在電子秤上舖上墊板後歸零，再將不同船身結構的氣墊船至於墊板上方，通電後觀察記錄電子秤上的重量是否有減輕的情形。



(圖 29)電池和懸空



(圖 30)電子秤

表八、不同氣墊結構電子秤測重

結構 重量	無氣墊	單層氣墊	雙層氣墊
船身重量	24.1g	24.4g	29.0g
電子秤	24.2g	24.8g	29.2g
重量差	0.1g	0.8g	0.2g
備註	1. 無氣墊的船身結構增加的重量最多，雙層氣墊增加的最少。 2. 通電後無氣墊的結構幾乎沒有上升；單層氣墊的結構約經過 1 秒後才有飄浮現象；雙層氣墊結構通電後船身瞬間飄浮起來。		

實驗後發現：

1. 我們本來以為將氣墊船放置電子秤上方，通電後產生的氣旋向下會使船身飄浮，因此電子秤上的氣墊船重量也會減輕，但實驗的結果卻出乎意料跟我們想的剛好相反，電子秤上的重量不減反增，是因為氣旋產生的作用力向下的關係，導致電子秤測

出的重量增加。

2. 雙層氣墊的飄浮程度是三者中最高，但電子秤增加重量卻不是最多，與實驗結果不符，我們換另一種方式測量。

(五) 不同氣墊結構在陸上、水上的飄浮高度測試

因電池的重量過重，我們把電池盒的電線延長，並且將電池盒固定於桌上的橫桿，氣墊船則置於地面、水面，觀察其飄浮情形，並用直尺測量其高度的變化。

1. 不同結構的氣墊在陸上測試

	
(圖 31) 去除電池重量	(圖 32) 氣墊漂浮

表九、不同氣墊結構陸上測試

高度 \ 結構	無氣墊	單層氣墊	雙層氣墊
船身高度	0.2cm	0.5cm	2.8cm
船身離地高度	0.25cm	1.6cm	5.3cm
高度差	0.05cm	1.1cm	2.5cm
備註	雙層氣墊的結構效果最佳		

2.不同結構的氣墊在陸上測試



表十、不同氣墊結構水上測試

船身結構 \ 高度	無氣墊	單層氣墊	雙層氣墊
船身在水面上高度	0.1cm	0.4cm	2.5cm
船身離水高度	0.1 cm	1.1cm	5.3cm
高度差	0 cm	0.7 cm	2.8cm
備註	1. 水有附著力及黏滯力，雙層氣墊結構可以克服。 2. 關閉風扇時會稍有進水的情況，啟動時會將水排出。		

實驗後發現：

1. 飄浮效果排序分別為無氣墊 < 單層氣墊 < 雙層氣墊
2. 不論水上或陸上雙層氣墊都有不錯的飄浮效果。
3. 水上測試時，若風扇未轉動會因為水壓較大，水會由氣墊流至風鼓室；旋轉時風壓大於水壓，便能將水排出。
4. 只要將馬達架設的位置高於流入風鼓室的水位線，就能解決馬達進水的問題。

綜觀上述實驗結果可獲致以下結論：

1. 氣墊船無法直接放置電子秤上測量飄浮時減輕的重量，雖然船身飄浮

應當減輕重量，但氣旋產生的推力同時也會對電子秤做功，是因為作用力與反作用力的關係。

2. 雙層氣墊的飄浮效果最佳，其氣墊結構飄浮效果排序為無氣墊 < 單層氣墊 < 雙層氣墊。
3. 只要將馬達架設的位置高於流入風鼓室的水位線，風扇轉動時風壓大於水壓，就能把水排出，就能解決馬達進水的問題。
4. 我們採用雙層氣墊結構進行後續實驗。

五、探討自製遙控氣墊船的可行性

有了【自製簡易氣墊船】的概念與經驗後，深深覺得船身強度不足，若想改成遙控氣墊船，使用的電子零件也應該重新尋找匹配。

(一)馬達的比較：

一般常見的直流馬達分為兩種，有刷馬達與無刷馬達，下表為直流有刷馬達與直流無刷馬達的比較。

表十一、直流有刷馬達與直流無刷馬達簡易的簡易比較：

	直流有刷馬達	直流無刷馬達
控制方面	簡單	複雜
環境溫度	不耐高溫	耐高溫
效率	低	高
換相器(碳刷)	需定時清理	無換相器
維護	需定期維護	免
馬達體積	大	小
重量	重	輕
壽命	低	高
馬達溫升	高	低
轉子銅損	稍大	小
扭力	小	大
噪音	大	小

驅動方式	以機械整流或換相器(碳刷)來做換相動作	以電子元件做換相動作
火花	大	無
效果比較	劣	優

由表十一、直流有刷馬達與直流無刷馬達簡易的簡易比較得知直流無刷馬達適合做為遙控氣墊船的動力輸出。

(一) 第一代遙控氣墊船船體成型設計

1. 因為氣墊船必須利用氣流飄浮在水面及陸地上達到兩棲的效果，所以船身材料的選用必須輕巧且堅固又不吸水的材質。
2. 原先想以保麗龍板製作船身，但考量到摩擦時保麗龍會不斷的掉落碎屑造成環境污染，所以改以塑膠板製作。
3. 我們先將厚度 3mm 的塑膠空心板切成長 50 寬 30 大小作為船底，並切出一個直徑 16cm 的圓。
4. 馬達用木條固定於船底圓孔上方作為鼓風裝置；船體後方用冰棒棍固定後推馬達。
5. 轉向舵裝在船體中間，並用伺服馬達帶動。
6. 最後以黑色塑膠袋作為氣墊。



(圖 34) 第一代船製作



(圖 35) 第一代轉向舵

鹼錳電池：

電壓約 1.5V，電池容量及輸出的電池較鋅錳電池高，但不及鎳氫電池，長期存放後漏出有害腐蝕液體。

鋰電池：

電壓約 3V，電池容量及輸出的電池極高，可以存放十年仍有相當電力，但價錢較貴。

2.可充電電池

鉛酸電池：

每個 Cell 的電壓約 2V，容量低但可輸出較大的功率、電池，常使用於汽車中作啟動引擎用，或用於不斷電系統(UPS)、無線電機、通信機。

鎳氫電池：

電壓約 1.2V，有極輕微的記憶效應，容量較鎳鎘電池及鹼性電池大，可充放電循環使用數百至二千幾次。舊鎳氫電池有較大的自放電，新的低自放電鎳氫電池自放電低至與鹼性電池相約，而且可在低溫下使用(-20°C)，充電裝置、電壓與鎳鎘電池相同，已取代了鎳鎘電池，同時也可取代絕大部份鹼性電池的用途，也有用於混合動力車的。

鋰離子電池：

電壓約 3.6V、3.7V，鋰離子電池具有重量輕（容量是同重量的鎳氫電池的 1.5 倍~2 倍）、容量大、無記憶效應等優點，具有很低的自放電率，因而即使價格相對較高，仍然得到了普遍應用，包括許多電子產品，而且不含有毒物

質，但這類用於消費性電子產品的 Li-ion 電池在存放一段時期後電量會永久減少。另也有用於純電動車及混合動力車的 Li-ion 電池，用於這用途的鋰離子電池容量相對略低，但有較大的輸出、充電電流，也有的有較長的壽命。
(參考文獻 5)

根據上述參考資料得知

1. 我們希望選用的電池是可以重複使用的，所以不考慮一次性電池。
2. 鉛酸電池為可充電電池，但鉛酸電池的輸出功率高但容量小，體積大重量也重故不適用。鎳氫電池為可充電電池有極輕微的記憶效應，容量較鎳鎘電池及鹼性電池大，可充放電循環使用數百至二千幾次；鋰離子電池同樣也是可充電電池但重量輕、容量大且無記憶效應，目前已經漸漸地取代鎳氫電池。
3. 我們選用鋰離子電池作為遠端遙控氣墊船的電力來源。

第一次試航

1. 在陸上試航時，由於船身重心不穩導致船體嚴重傾斜，調整電池的位置後情況稍有改善。
2. 控制轉向舵變換移動方向時，幾乎無法操控，只能往同一方向前進。
3. 連續操控約 30 秒後馬達轉速明顯下降，使得船體無法飄浮。
4. 在柏油路面行駛時鬆開油門，船體仍在移動中，導致氣墊破損。

第二次試航

1. 船體還是有傾斜的情況發生，航行時會一直偏一邊。

2. 轉向舵還是無法改變船體的移動方向。
3. 將電池充飽電後還是無法連續操控超過 60 秒。
4. 將麻布袋作為氣墊材質，厚度與強韌度都比塑膠袋好上許多，可惜的是在材質表面粗糙不夠光滑，導致在地面慢速行駛時容易被物體勾住或卡住(例如小石頭)。
5. 在水上航行時只要鬆開油門船體就開始進水。
6. 油門以最終動力輸出 100%，發現加速極快，但無法控制方向，第一代遙控氣墊船撞毀。

從兩次實驗失敗做出檢討：

1. 氣墊船零件擺放的位置重心很重要，會影響到飄浮效果。
2. 轉向舵裝置不能裝在後推馬達前方，一定要裝置在後方。
3. 前進時需要兩顆馬達同時推進，單顆電池的電流不足，可能需要兩顆以上的電池並聯較適合連續操作。
4. 氣墊材質還需要再找出更適合的材料。
5. 若不加油門的情況下，船體還需要加強一些浮力及防水效果。

六、改良設計二代遙控氣墊船

沿用舊有的動力模組和遙控裝置，所以本次設計的重點在二代遙控氣墊船機體成型設計。

(一) 船身結構材質：

1. 選用的船身材料必須輕巧且堅固又不吸水，同時也要容易取得。
2. 前次實驗我們試了塑膠板坐船底，但撞擊時容易裂掉損毀，這

次我們選用珍珠板，只要珍珠板達到一定的厚度，就蠻堅固。

3. 可能還有其他材料適合例如碳纖，但有些取得不易，有的價格不斐，所以最後我們選用價格便宜且容易取得的珍珠板作為船身。

(二)氣墊的選用：

1. 在水上因為較無障礙物，水上的摩擦力也比地面小，所以氣墊的材質適用性較無差異；但在陸地上卻相反，地面粗糙堅硬，可能使氣墊有破損的情形發生。
2. 一開始我們利用黑色垃圾袋製作氣墊，雖然飄浮效果不錯，但不夠耐用，摩擦地面時很容易破損。
3. 麻布袋作的氣墊厚度與強韌度都比塑膠袋好上許多，可惜的是在材質表面粗糙不夠光滑，導致在地面慢速行駛時容易被物體勾住或卡住(例如小石頭)。
4. 我們嘗試以帆布作為氣墊的材質。

(三)電池的選用：

1. 我們選用 11.1v 2250mAh 的鋰離子電池。
2. 以兩顆並聯的方式，供應兩顆馬達同時啟動。
3. 在靠近船身重心附近製作電池座防止電池移位，同時兼具防水功能。

(四)製作過程：

1. 船身：

我們先將 7mm 珍珠板切成 50cm*30cm 的大小製作船身，並把船身四周的直角切掉，使船身較有流線型，船身周圍鑽六個螺絲孔連接下層船艙，方便後續拆卸維修。

2. 風鼓：

為了平衡重量，我們在船身前 1/3 處切一個直徑 18cm 八邊型，並且利用松木棒製成風鼓支架固定馬達，同時裝上旋轉直徑為 15cm 的兩葉螺旋槳。

3. 後推馬達：

將 7mm 的珍珠板三塊黏合起來，裝在船身後 1/3 處作為支架，並且固定後推馬達，剩下來的珍珠板作為尾翼防止亂流。

4. 轉向舵：

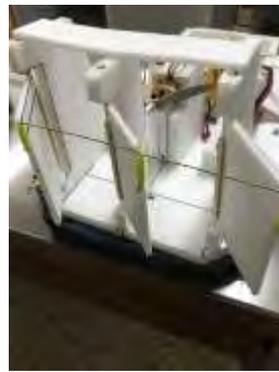
將尾翼末端利用竹筷子與冰棒棍作為轉向舵支架，再來用 5mm 的珍珠板切成三片 12*8 的長方形，裝在轉向舵支架上，與伺服馬達連接。

5. 電池座：

電池為氣墊船中最重的材料，我們在船身中心兩側製作電池座並且裝上電池，船身重量分為前、後、中：前為風鼓馬達，後為後推馬達，中為電池。



(圖 38)第二代風鼓室



(圖 39) 第二代轉向舵

	
<p>(圖 40)連接遙控晶片</p>	<p>(圖 41)完成圖</p>
	
<p>(圖 42)水上航行</p>	<p>(圖 43)陸上航行</p>

● 第二代遙控氣墊船航行測試：

鑒於一代氣墊船在高速移動時需要較寬敞的空間，我們移至操場進行陸上測試，水上航行則是在植物園區池塘進行。

1. 在陸上試航時，船身重心穩定沒有傾斜的情況發生。
2. 控制轉向舵變換移動方向時順暢，容易操控。
3. 以兩顆電池並聯供應兩顆馬達輸出，連續操控可達 10 分鐘以上。
4. 帆布做的氣墊不易破損，也不會因為有障礙物被勾住或卡住。

5. 第二代船體採用珍珠板製作，浮力佳就算停在水上也不會發生進水或下沉的情形發生。
6. 二代船在撞擊時比一代船堅固許多，不至於整台斷裂損毀。
7. 起初水上航行時非常順利，但當油門加到 100%時用普通膠帶黏合的氣墊突然裂開，二代氣墊船翻覆進水，導致晶片及馬達損毀。
8. 重新更換晶片及馬達後氣墊改用防水膠布接合，當油門全速時也不會有翻覆的情況發生。

表 11、自製二代遙控飛機試航紀錄。

	氣墊	電池	轉向舵	耐用度
一代	塑膠袋，麻布袋	單顆鋰離子電池	裝在後推馬達前	低
二代	帆布	兩顆鋰離子電池 並聯	裝在後推馬達後	高

表十二、實際測量遙控氣墊船之規格紀錄

名稱	規格	名稱	規格
船身總長	50(cm)	馬達&螺旋槳*2	152g
船身寬度	30(cm))	11.1v2250mha 電池*2	350g
船身高度	22(cm)無	變壓器+接收器	43g
方向舵片	12*8(3 副)	伺服馬達	9g
螺旋槳(直徑)	15(cm)	電線	40g
		船身重量	450g
		總重量	1044g

伍、討論

1. 熟練飛行控制技巧：

有性能優異的遙控氣墊船卻沒有有良好操控者，也很難達成目的，水中翻船或高速撞擊都可能使得心血結晶損毀，所以練習操控是非常重要的。

2. 隨時做好準備：

攜帶工具箱，操控飛行難免發生意外狀況，有了工具和材料可在現場進行維修；隨時充飽電源，操控地點幾乎沒有插座可供充電。

3. 可以更換功能更強的遙控模組，並且加裝微型攝影組件，不但可以遙控到更遠的距離，還可以遠端監控及攝影。

4. 我們自製的遙控氣墊船以遙控玩具來說算是很便宜的，市面上也幾乎沒有看到這樣子的商品，從設計、組裝到完成，每個步驟都可以使人獲得極大的進步與成就感，可做為 MAKER 的科學教材。

陸、結論

1. 氣墊船是因為飄浮在水面上，船體本身與水面並無接觸，所以在水中的浮力趨近於零，可以忽略水中的浮力(Buoyant Force)，但是必須要有大於船身重力(Weight)的升力(Lift)才得以飄浮。
2. 一般的水面上或是水面下的航行工具的推力(Thrust)是由船機引擎將水向後推時所產生的反作用力；氣墊船的推力(Thrust)則是由後推渦輪將空氣向後推時所產生的反作用力。
3. CD 氣墊船三孔的氣孔漂浮效果最好，平均的滑行距離最遠，而且出氣量愈大效果不見得會愈好，太多只會增加動力的消耗船身的重量與 CD 氣墊船也有很大的影響，過重會導致滑行不順。
4. 大部分的螺旋槳飛機、飛行器的葉片大多為 2 片，在風動實驗中我

們也發現 2 片的葉扇效果最佳，可產生較大的風力。

5. 雙層氣墊結構的飄浮效果最佳，而且只要將馬達架設的位置高於流入風鼓室的水位線，風扇轉動時風壓大於水壓，就能把水排出，就能解決馬達進水的問題。
6. 為了製作便宜又好用的遙控氣墊船，我們請教遙控模型店的老闆，聽取建議，以 Walkera 華科爾 DEVO 7 遙控器+RX601 接收器，搭配新西達 A2212 2450KV 無刷馬達，遙控範圍：100~150 公尺，電池則依所需電力、電壓自行串連搭配。
7. 鋰離子電池具有重量輕（容量是同重量的鎳氫電池的 1.5 倍~2 倍）、容量大、無記憶效應等優點，所以我們選用鋰離子電池作為遙控氣墊船的電力來源。
8. 氣墊船零件擺放的位置重心很重要，會影響到飄浮效果，而且轉向舵裝置不能裝在後推馬達前方，一定要裝在後推馬達後方。
9. 遙控氣墊船前進時需要兩顆馬達同時推進，單顆電池的電流不足，需要兩顆以上的電池並聯較適合連續操作。
10. 自製二代遙控氣墊船遙控範圍可達 100m~150m，可飄浮於水上及陸上，操控效果極佳。

柒、參考文獻

1. <http://eportfolio.lib.ksu.edu.tw/~4970S032/wiki/index.php/%E8%88%B9>
2. <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%BB%E5%8A%9B>
3. <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%91%A9%E6%93%A6%E5%8A%9B>
4. <http://ship.nmmst.gov.tw/ship/content/131/522>
5. <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E6%B1%A0>

【評語】 032813

1. 此作品研製遙控水路兩用之氣墊船，主題具有實用性與趣味性。
2. 作者從基本構想出發，循序從打洞數、葉片數、氣墊的構造、逐一研究改進各項缺點，富有鍥而不捨之科學研究精神。
3. 遙控氣墊船可在路上與水上滑行操作達 10 分鐘，作品之完成度很高，值得讚許。

摘要

遠端遙控及自動駕駛是當今世界各國極力發展的科技，在軍事和民生運用廣泛。本作品旨在探討如何利用簡單的材料及作法，完成一架水陸兩用的遙控氣墊船。從蒐集文獻資料著手，先製作CD氣墊船了解基本的飄浮原理，接著測試葉片推進及在陸上移動的可行性，再來製作簡易氣墊船，利用不同船身結構做比較，並且設計一代遙控氣墊船，在實驗失敗中找尋方法並且改進，重新設計二代遙控氣墊船，達到簡單、便宜、遠距離、快速等目標。

壹、研究目的

一、認識水上交通工具和原理探究依船體結構可分為三類：

(一)單體船，多體船（雙體船，三體船等）

一般常見的船隻為單體船，雙體船（TWIN HULL）有兩個瘦長的船體共用一個主甲板及上層結構，使用渦輪噴嘴發動機，通過向後噴水獲取反作用力向前推進，比普通螺旋槳推動更快速，而在高速時，雙體瘦長的船身能降低阻力。而且船體穩度高，不易翻船（但若風浪過大，翻過90度後，因為沒有單體船的靜穩度扶正力矩，反而有滅頂之虞）。常被應用於渡輪及軍事運輸上。

(二)水翼船

這是一種能高速航行的船舶。船底部有支架，裝上如飛機機翼般的水翼。當船加速後，水翼能產生浮力把船身抬離水面，從而減少水的阻力和增加航行速度。其轉向機構不使用常見的舵，而是控制左右兩支水翼的攻角來達成。

(三)氣墊船

氣墊船（Hovercraft）是一種以空氣在船隻底部襯墊承托的交通工具，其氣墊通常是由持續不斷供應的低壓氣體形成。氣墊船除了在水上行走外，還可以在某些比較平滑的陸上地形行駛。氣墊船是高速行駛船隻的一種，行駛時因為船身受氣壓自水面抬昇而起，大幅降低船體的流體阻力，以致行駛速度比動力輸出接近的一般船體快許多。氣墊船是一種能高速航行的船隻，利用空氣在底部襯墊承托減少水的阻力。很多氣墊船的速度都可以超過五十節（約92.59km/hr）。

表一、船航行時有關的力

阻力(Drag)	物體在水中前進時一定會有水阻，如果與前進方向接觸的截面積越大，水的阻力相對也會越大，另外還有摩擦阻力(因流體有黏力)。
重力(Weight)	物體本身的重量所產生的地心引力。
浮力(Buoyant)	是船、艇在水面或水中不會沉的關鍵，當重力大於浮力則船隻便會下沉。
推力(Thrust)	就是船機引擎將水向後推時所產生的反作用力使船、艇前進。

表二、氣墊船航行時有關的力

阻力(Drag)	物體在空中前進時一定會有空氣作用在物體形狀上的阻力，不管開車或跑步都會有一定的阻力。如果與前進方向接觸的截面積越大，空氣阻力相對也會越大。
重力(Weight)	物體本身的重量所產生的地心引力。
升力(Lift)	是氣墊船能飄浮空中的關鍵，當升力大於重力氣墊船便能飄浮。
推力(Thrust)	後推渦輪將空氣向後推時所產生的反作用力使氣墊船前進。

綜觀上述研究可獲致以下結論

- 1.一般的水面上或是水面下的航行工具都跟浮力(Buoyant Force)息息相關。
- 2.氣墊船是因為飄浮在水面上，船體本身與水面並無接觸，所以在水中的浮力趨近於零，可以忽略水中的浮力(Buoyant Force)，但是必須要有大於船身重力(Weight)的升力(Lift)才得以飄浮。
- 3.一般的水面上或是水面下的航行工具的推力(Thrust)是由船機引擎將水向後推時所產生的反作用力；氣墊船的推I(Thrust)則是由後推渦輪將空氣向後推時所產生的反作用力。

一、自製CD氣墊船漂浮原理探究

我們利用CD片、中藥罐、汽球等生活中常見的物品自製飄浮器，在此稱為CD氣墊船。當CD氣墊船無空氣注入氣球時，CD片會與地面緊密的貼合，造成摩擦力增加而無法推動滑行；注入空氣後氣球內的壓力較大，會產生一股作用力，將空氣由氣球內部推向底部孔洞直到地面，當空氣撞擊地面時會產生一股反作用力，使CD氣墊船飄浮起來。

簡易CD氣墊船製作：

- 1.我們利用酒精燈加熱軸徑1mm的鐵絲。
- 2.並在中藥罐上的對稱位置穿1~5個孔洞。
- 3.將橡皮塞外圍黏一圈雙面膠並放入中藥罐中固定。
- 4.中藥罐及CD片用熱熔膠黏合，並且將氣球套到中藥罐上。



(圖9)所需材料



(圖10)1~5個孔洞



(圖11)酒精燈加熱鐵絲



(圖12)橡皮塞置於藥罐內

CD氣墊船出氣孔測試：

將CD氣墊船利用打氣筒充氣，氣球放開後摩擦力減少，只要輕輕推動氣墊船便能跑得很遠，我們以此方式用接近相同的打氣量及推動力道測試穿了多少孔的CD氣墊船可達到最遠的滑行距離。

(一)CD氣墊船打氣量測試：

根據前次實驗的結果選用3孔的CD氣墊船做後續實驗，並且改變打氣量。



(圖13)打氣後的CD氣墊船



(圖14)距離測量記錄

綜觀上述實驗結果可獲致以下結論：

- 1.CD氣墊船三孔的氣孔漂浮效果最好，平均的滑行距離最遠。
- 2.出氣量愈大效果不見得會愈好，只會增加動力的消耗。
- 3.船身的重量與CD氣墊船有很大的影響，過重會導致滑行不順。

三、探討風力推動在陸上移動的可行性

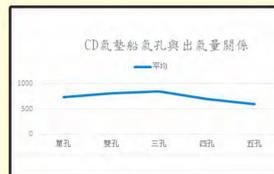
利用葉片旋轉後會產生風的原理，在車子後方加裝小馬達並裝上風扇，測試通電時車子是否能在路上前進，在此稱此車為風動車。

(一)製作過程：

- 1.將扭蛋的蓋子取下並用熱溶膠與寶特瓶黏合做為車身。
- 2.利用把冰棒棍黏在寶特瓶下方做為車底。
- 3.將馬達固定於車尾，電池座固定於車身中央。
- 4.螺旋槳裝入馬達軸心做為推力裝置。
- 5.將氣球棍固定在車底，並且穿入鐵棒結合輪胎，製成風動車。

(二)葉扇葉片對風動車的影響及適用性：

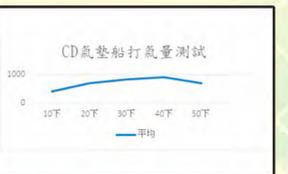
葉扇的種類有許多，常見的葉扇葉片大多為2~5片，舉例來說大部分的螺旋槳飛機為2片，電風扇3片或5片，船槳3片……等等。由於葉扇取得不易，葉片的直徑、弧度也不相同無法比較，所以我們請教同學的爸爸並且利用3D列印技術以相同的弧度列印了不同的葉扇(2片~5片)。



(圖15)出氣孔與出氣量的關係



(圖16)出氣孔與出氣量的關係樹狀圖



(圖17)氣墊船打氣量測試折線圖



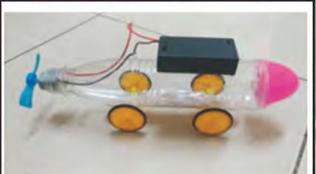
(圖18)風動車材料



(圖19)風動車車體



(圖20)風動車組裝



(圖21)風動車完成

實驗說明：

將3D列印好的葉片裝在風動車上，並以三伏特的電池通電，觀察記錄位移10公尺的時間，時間愈短愈快到達表示效果較佳。

實驗後發現：

- 1.風動車有越測越慢的情形發生，是因為電力下降。
- 2.葉扇2片的效果最佳，我們採用做後續實驗。

(三)不同電壓對風動車的影響

用捲尺在玄關拉出10m的距離，然後利用不同電壓(3V、4.5V、6V)測風動車在地面上移動的成效。

綜觀上述實驗結果可獲致以下結論：

- 1.風動實驗中發現2片的葉扇效果最佳，可產生較大的風力。
- 2.電壓愈強馬達轉速越快，產生的風力也愈大，車速也愈快。
- 3.風力推動確實能取代輪子驅動，使風動車在陸上行駛。

4.我們採用2片的葉扇進行後續研究

四、探討自製簡易氣墊船的可行性

(一) 氣墊船的飄浮原理：(註4)

氣墊船 (Hovercraft) 係指利用船艇內連續不斷鼓風所形成之空氣墊，對其下方水面所產生有效反作用力，使船身自水面升起，藉噴氣、空氣螺旋、水下螺旋或其他推進方式在水面航行之船舶。氣墊船是一種以空氣在底部襯墊承托的工具，故除了在水上行走外，還可以在某些陸上地形行駛。行走時船身因為昇離水面，因此水的阻力相當小。

(三)製作簡易氣墊船

風鼓的說明：

為一種能產生壓差造成空氣流動的機器，風機的葉片對空氣做功，產生氣壓，一般分為螺旋槳型風機(Propeller Fan)、輸送管型風機(Duct Fan)、風車葉瓣型軸流風機(Vane Axial Fan)和圓盤型風機(Disc Fan)等四種。將馬達軸心朝下，並裝上葉片做為風鼓，通電後產生的氣旋作用力向下，船身就可能因為反作用力而飄浮起來。

製作過程：

- 1.我們在長250cm、寬20cm、厚2mm的珍珠板中間切一個直徑10cm洞。
- 2.在切開的洞周圍製作一塊高2.5公分的擋板圍住洞口。
- 3.切2根長度相同的竹棍，並利用熱熔膠固定馬達製成風鼓。
- 4.製作三種不同的船身結構，無氣墊、單層氣墊、雙層氣墊。
- 5.用垃圾袋裁成適當形狀，做為氣墊。

(四)不同船身結構的氣墊船在電子秤上重量測試

1.我們製作了三種不一樣的船身結構，測試哪種結構最適合做為氣墊船的船身，由於我們實驗用的小馬達通電後產生的氣旋，不足以支撐電池的重量，所以我們把電池盒的電線延長，並且將電池盒固定於桌上的橫桿，這麼一來氣墊船就能有更好的飄浮效果。裝上電池後在電子秤上鋪上墊板後歸零，再將不同船身結構的氣墊船至於墊板上方，通電後觀察記錄電子秤上的重量是否有減輕的情形。

(五)不同氣墊結構在陸上、水上的飄浮高度測試

因電池的重量過重，我們把電池盒的電線延長，並且將電池盒固定於桌上的橫桿，氣墊船則置於地面、水面，觀察其飄浮情形，並用直尺測量其高度的變化。

綜觀上述實驗結果可獲致以下結論：

- 1.氣墊船無法直接放置電子秤上測量飄浮時減輕的重量，雖然船身飄浮應當減輕重量，但氣旋產生的推力同時也會對電子秤做功，是因為作用力與反作用力的關係。
- 2.雙層氣墊的飄浮效果最佳，其氣墊結構飄浮效果排序為無氣墊 < 單層氣墊 < 雙層氣墊。
- 3.只要將馬達架設的位置高於流入風鼓室的水位線，風扇轉動時風壓大於水壓，就能把水排出，就能解決馬達進水的問題。
- 4.我們採用雙層氣墊結構進行後續實驗。

五、探討自製遙控氣墊船的可行性

有了【自製簡易氣墊船】的概念與經驗後，深深覺得船身強度不足，若想改成遙控氣墊船，使用的電子零件也應該重新尋找匹配。

(一) 第一代遙控氣墊船船體成型設計

- 1.因為氣墊船必須利用氣流飄浮在水面及陸地上達到兩棲的效果，所以船身材料的選用必須輕巧且堅固又不吸水的材質。
- 2.原先想以保麗龍板製作船身，但考量到摩擦時保麗龍會不斷的掉落碎屑造成環境污染，所以改以塑膠板製作。
- 3.我們先將厚度3mm的塑膠空心板切成長50寬30大小作為船底，並切出一個直徑16cm的圓。
- 4.馬達用木條固定於船底圓孔上方作為鼓風裝置；船體後方用冰棒棍固定後推馬達。
- 5.轉向舵裝在船體中間，並用伺服馬達帶動。
- 6.最後以黑色塑膠袋作為氣墊。

(二) 遙控模組的選用

上網查詢馬達及控制模組，縱使標列規格，但也無法知道其實際的性能。所以請教遙控模型店的老闆，聽取建議，以Walkera華科爾DEVO 7遙控器+RX601接收器，搭配新西達A2212 2450KV無刷馬達，電池則依所需電力、電壓自行串連搭配。(表9)

第一次試航

- 1.在陸上試航時，由於船身重心不穩導致船體嚴重傾斜，調整電池的位置後情況稍有改善。
- 2.控制轉向舵變換移動方向時，幾乎無法操控，只能往同一方向前進。
- 3.連續操控約30秒後馬達轉速明顯下降，使得船體無法飄浮。
- 4.在柏油路面行駛時鬆開油門，船體仍在移動中，導致氣墊破損。

第二次試航

- 1.船體還是有傾斜的情況發生，航行時會一直偏一邊。
- 2.轉向舵還是無法改變船體的移動方向。
- 3.將電池充飽電後還是無法連續操控超過60秒。
- 4.將麻布袋作為氣墊材質，厚度與強韌度都比塑膠袋好上許多，可惜的是在材質表面粗糙不夠光滑，導致在地面慢速行駛時容易被物體勾住或卡住(例如小石頭)。
- 5.在水上航行時只要鬆開油門船體就開始進水。
- 6.油門以最終動力輸出100%，發現加速極快，但無法控制方向，第一代遙控氣墊船撞毀。

從兩次實驗失敗做出檢討：

- 1.氣墊船零件擺放的位置重心很重要，會影響到飄浮效果。
- 2.轉向舵裝置不能裝在後推馬達前方，一定要裝置在後方。
- 3.前進時需要兩顆馬達同時推進，單顆電池的電流不足，可能需要兩顆以上的電池並聯較適合連續操作。
- 4.氣墊材質還需要再找出更適合的材料。
- 5.若不加油門的情況下，船體還需要加強一些浮力及防水效果。

六、改良設計二代遙控氣墊船

沿用舊有的動力模組和遙控裝置，所以本次設計的重點在二代遙控氣墊船機體成型設計。



(圖22)3D列印葉扇粗胚

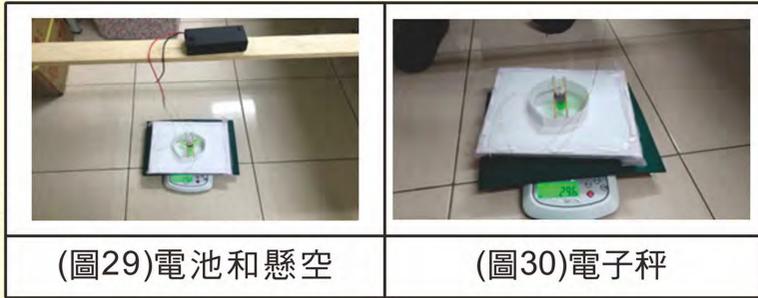
(圖23) 3D列印葉扇

(圖24) 3D列印各式風槳



(圖27)風鼓

(圖28)測試風鼓漂浮能力



(圖29)電池和懸空

(圖30)電子秤

1.不同結構的氣墊在陸上測試



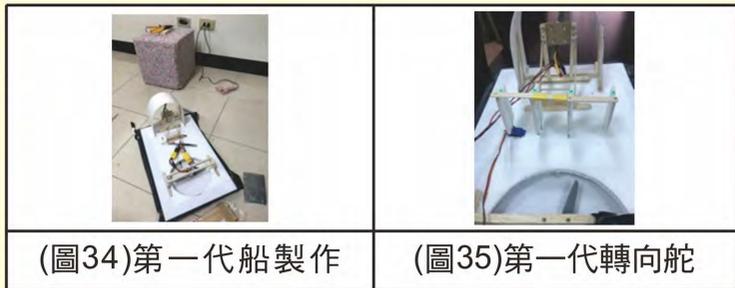
(圖31)去除電池重量

2.不同結構的氣墊在陸上測試



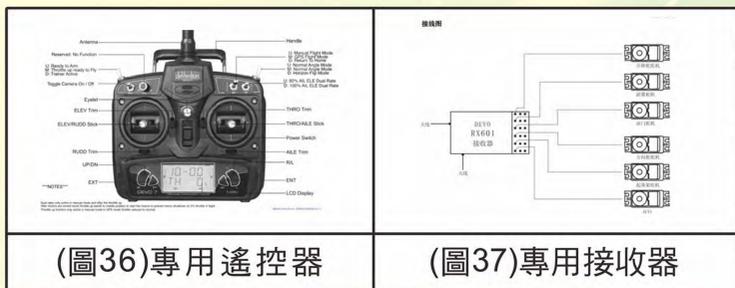
(圖32)氣墊漂浮

(圖33)水上實測圖



(圖34)第一代船製作

(圖35)第一代轉向舵



(圖36)專用遙控器

(圖37)專用接收器

(一) 船身結構材質：

- 1.選用的船身材料必須輕巧且堅固又不吸水，同時也要容易取得。
- 2.前次實驗我們試了塑膠板坐船底，但撞擊時容易裂掉損毀，這次我們選用珍珠板，只要珍珠板達到一定的厚度，就蠻堅固。
- 3.可能還有其他材料適合例如碳纖，但有些取得不易，有的價格不斐，所以最後我們選用價格便宜且容易取得的珍珠板作為船身。

(二) 氣墊的選用：

- 1.在水上因為較無障礙物，水上的摩擦力也比地面小，所以氣墊的材質適用性較無差異；但在陸地上卻相反，地面粗糙堅硬，可能使氣墊有破損的情形發生。
- 2.一開始我們利用黑色垃圾袋製作氣墊，雖然飄浮效果不錯，但不夠耐用，摩擦地面時很容易破損。
- 3.麻布袋作的氣墊厚度與強韌度都比塑膠袋好上許多，可惜的是在材質表面粗糙不夠光滑，導致在地面慢速行駛時容易被物體勾住或卡住(例如小石頭)。
- 4.我們嘗試以帆布作為氣墊的材質。

(三) 電池的選用：

- 1.我們選用11.1v 2250mAh的鋰離子電池。
- 2.以兩顆並聯的方式，供應兩顆馬達同時啟動。
- 3.在靠近船身重心附近製作電池座防止電池移位，同時兼具防水功能。

(四) 製作過程：

- 1.船身：
我們先將7mm珍珠板切成50cm*30cm的大小製作船身，並把船身四周的直角切掉，使船身較有流線型，船身周圍鑽六個螺絲孔連接下層船艙，方便後續拆卸維修。
- 1.風鼓：
為了平衡重量，我們在船身前1/3處切一個直徑18cm八邊型，並且利用松木棒製成風鼓支架固定馬達，同時裝上旋轉直徑為15cm的兩葉螺旋槳。
- 2.後推馬達：
將7mm的珍珠板三塊黏合起來，裝在船身後1/3處作為支架，並且固定後推馬達，剩下來的珍珠板作為尾翼防止亂流。
- 3.轉向舵：
將尾翼末端利用竹筷子與冰棒棍作為轉向舵支架，再來用5mm的珍珠板切成三片12*8的長方形，裝在轉向舵支架上，與伺服馬達連接。

- 4.電池座：
電池為氣墊船中最重的材料，我們在船身中心兩側製作電池座並且裝上電池，船身重量分為前、後、中：前為風鼓馬達，後為後推馬達，中為電池。

第二代遙控氣墊船航行測試：

鑒於一代氣墊船在高速移動時需要較寬敞的空間，我們移至操場進行陸上測試，水上航行則是在植物園區池塘進行。

- 1.在陸上試航時，船身重心穩定沒有傾斜的情況發生。
- 2.控制轉向舵變換移動方向時順暢，容易操控。
- 3.以兩顆電池並聯供應兩顆馬達輸出，連續操控可達10分鐘以上。
- 4.帆布做的氣墊不易破損，也不會因為有障礙物被勾住或卡住。
- 5.第二代船體採用珍珠板製作，浮力佳就算停在水上也不會發生進水或下沉的情形發生。
- 6.二代船在撞擊時比一代船堅固許多，不至於整台斷裂損毀。



表十一、自製二代遙控飛機試航紀錄。

	氣墊	電池	轉向舵	耐用度
一代	塑膠袋，麻布袋	單顆鋰離子電池	裝在後推馬達前	低
二代	帆布	兩顆鋰離子電池並聯	裝在後推馬達後池後	高

表十二、實際測量遙控氣墊船之規格紀錄

名稱	規格	名稱	規格
船身總長	50(cm)	馬達&螺旋槳*2	152g
船身寬度	30(cm)	11.1v2250mha電池*2	350g
船身高度	22(cm)	變壓器+接收器	43g
方向舵片	12*8(3副)	伺服馬達	9g
螺旋槳(直徑)	15(cm)	電線	40g
		船身重量	450g
		總重量	1044g

伍、討論

- 1.熟練飛行控制技巧：
有性能優異的遙控氣墊船卻沒有有良好操控者，也很難達成目的，水中翻船或高速撞擊都可能使得心血結晶損毀，所以練習操控是非常重要的。
- 2.隨時做好準備：
攜帶工具箱，操控飛行難免發生意外狀況，有了工具和材料可在現場進行維修；隨時充飽電源，操控地點幾乎沒有插座可供充電。
- 3.可以更換功能更強的遙控模組，並且加裝微型攝影組件，不但可以遙控到更遠的距離，還可以遠端監控及攝影。
- 4.我們自製的遙控氣墊船以遙控玩具來說算是很便宜的，市面上也幾乎沒有看到這樣子的商品，從設計、組裝到完成，每個步驟都可以使人獲得極大的進步與成就感，可做為MAKER的科學教材。

陸、結論

- 1.氣墊船是因為飄浮在水面上，船體本身與水面並無接觸，所以在水中的浮力趨近於零，可以忽略水中的浮力(Buoyant Force)，但是必須要有大於船身重力(Weight)的升力(Lift)才得以飄浮。
- 2.一般的水面上或是水面下的航行工具的推力(Thrust)是由船機引擎將水向後推時所產生的反作用力；氣墊船的推力(Thrust)則是由後推渦輪將空氣向後推時所產生的反作用力。
- 3.CD氣墊船三孔的氣孔漂浮效果最好，平均的滑行距離最遠，而且出氣量愈大效果不見得會愈好，太多只會增加動力的消耗船身的重量與CD氣墊船也有很大的影響，過重會導致滑行不順。
- 4.大部分的螺旋槳飛機、飛行器的葉片大多為2片，在風動實驗中我們也發現2片的葉扇效果最佳，可產生較大的風力。
- 5.雙層氣墊結構的飄浮效果效果最佳，而且只要將馬達架設的位置高於流入風鼓室的水位線，風扇轉動時風壓大於水壓，就能把水排出，就能解決馬達進水的問題。
- 6.為了製作便宜又好用的遙控氣墊船，我們請教遙控模型店的老闆，聽取建議，以Walkera華科爾DEVO 7遙控器+RX601接收器，搭配新西達A2212 2450KV無刷馬達，遙控範圍：100~150公尺，電池則依所需電力、電壓自行串連搭配。
- 7.鋰離子電池具有重量輕(容量是同重量的鎳氫電池的1.5倍~2倍)、容量大、無記憶效應等優點，所以我們選用鋰離子電池作為遙控氣墊船的電力來源。
- 8.氣墊船零件擺放的位置重心很重要，會影響到飄浮效果，而且轉向舵裝置不能裝在後推馬達前方，一定要裝在後推馬達後方。
- 9.遙控氣墊船前進時需要兩顆馬達同時推進，單顆電池的電流不足，需要兩顆以上的電池並聯較適合連續操作。
- 10.自製二代遙控氣墊船遙控範圍可達100m~150m，可飄浮於水上及陸上，操控效果極佳。