

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：飛在陸地上的船

關 鍵 詞：氣墊船、螺旋風扇、柔性圍裙

編 號：080801

學校名稱：

臺北縣五股鄉德音國民小學

作者姓名：

劉華軒、張時峰、林欣儀、曾靜庭、陳俊儒、林聖開

指導老師：

方大維、蕭景隆



飛在陸地上的船

一、摘要：

本次的活動，堪稱為一個典型的「行動研究」，期望能藉由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能。其活動過程是在瞭解氣墊船的行進原理後，經由尋找手邊可利用的各項材料與資源，進行各項實驗活動，成功的自製一艘能行駛於陸面和水面的氣墊船。

二、研究動機：

(一)動機說明：

有一天晚餐過後，全家人聚在客廳觀賞成龍主演的「紅番區」影片，在影片中成龍大展拳腳功夫打擊壞蛋，我的一顆心也隨著劇情怦怦亂跳，不知不覺把拳頭都握緊了。影片結束後全家人都滿意極了，仍意猶未盡的討論著片中的劇情，但我卻一直有個疑問，那就是片中有艘奇怪的「船」，它不但在海上行駛時快如閃電，而且竟能開上陸地在大馬路上橫衝直撞，這真的是太不可思議了。

隔天一到學校，我就迫不及待的對同學說起我的新發現，老師無意中聽到了，他說這是一個適合科展研究的好題目，還說願意指導我們製作一艘水陸兩棲氣墊船，於是我們就邁向了氣墊船的探索之旅。

(二) 相關教學單元：

一-1 五官真有用、一-5 猜一猜、一-6 風車水車與線軸車、四-6 小燈泡亮阿亮
八-1 力是什麼、五-7 空氣的流動、十-2 電磁鐵與電動機、九-6 物體運動的快慢和方向、十二-3 家電與用電安全（82 年版康軒自然教科書）

三、研究目的：

- (一) 瞭解氣墊船的 X 檔案。
- (二) 探討何種材質適合製作氣墊船模型的船體和氣墊。
- (三) 探討氣墊設計形式對船體浮升力的影響。
- (四) 探討氣墊的高度對船體浮升力的影響。
- (五) 探討如何製作效益最佳的進氣系統。
- (六) 探討市售各種電池對進氣系統風力強弱的影響。
- (七) 探討如何製作出效益最佳的推進系統。
- (八) 動手設計並製作出一艘夢幻氣墊船模型。

四、研究設備及器材：

(一) 製作氣墊船模型的材料：

厚紙板、木板、保麗龍板、塑膠板、珍珠板、棉布、塑膠布、人造皮、垃圾袋、風衣布、各式馬達、各式風扇葉片、一般電池、充電電池、電池盒、電線。

(二) 其他器材和工具：剪刀、美工刀、充電器、數位相機、吹風機、鐵絲、膠帶、白膠、焊槍、焊錫、紙筆、學習單、科學書籍、電腦、印表機。

五、研究過程與結果：

研究（一）：瞭解氣墊船的 X 檔案。

活動 1：認識氣墊船的發展過程、行進原理、基本構造、適合使用的區域、對人類的便利之處。

研究方法：

利用圖書館和網路查詢資料並整理記錄。

研究結果：

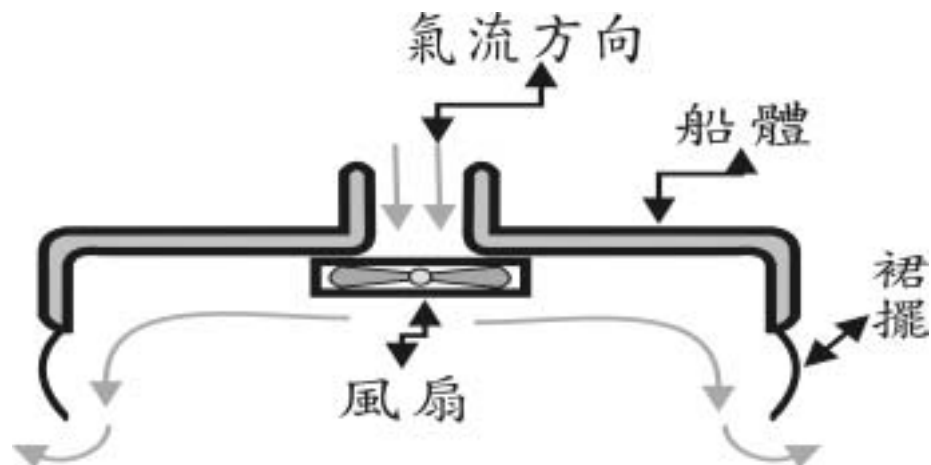
（1）發展過程：

氣墊船飛行器的基本設想，最初在 1716 年由一位瑞典科學家兼哲學家艾曼紐·斯威登堡提出，但直到 1935 年，第一艘氣墊飛行器才由芬蘭工程師托依福·卡裏奧製成並加以實際操作。到 50 年代，英國電子工程師克裏斯托弗·科克雷爾爵士在船舶設計中發現海水的阻力降低了船隻的速度，於是興起了要“把船舶的外殼變為一層空氣”的念頭，開始氣墊船的研究。他認真汲取總結前人的經驗教訓，系統地提出了氣墊理論，科學地論證了在船底用壓縮空氣來擡高船體的可能性。他把兩個空罐頭盒套在一起，然後用改裝過的真空吸塵器把空氣輸進兩罐之間的環形空隙內，再用廚用磅稱測量噴氣壓力。他發現這樣產生的空氣噴流壓力比平常增加兩倍。他利用這個原理製造了一條試驗船，從船底一排排的噴氣縫射出空氣，形成氣墊把船承托起來。1956 年冬末，這條氣墊船在白廳街的一座大樓的地板上進行表演時，在場的人們看到這個“現代飛毯”噴著煙霧在地板上起飛了，激動地跳了起來。

1959 年 6 月，英國政府撥款製成了一條長 9.1 米、寬 7.3 米、重 4.5 噸的 SRN1 型氣墊船，在賴特島進行試航。7 月 25 日，科克雷爾等 3 人乘這艘氣墊船順利地穿過了英吉利海峽，成為世界上第一艘實際載人航行的氣墊船。它宣告：在船舶技術世界中，又一種新型的船舶誕生了。

（2）行進原理：

氣墊船裏面裝有幾部很大的鼓風機，這些鼓風機產生的壓縮空氣，會繼續不斷的進入船底的氣室內，以很大的壓力向下沖向水面。根據作用和反作用的原理，船體就得到一個方向向上的反作用力。當這個反作用力達到足以托起船體重量時，船體就被擡出水面。這時，在水面和船體之間，形成了一層氣墊，因此這種船稱為氣墊船。然後，利用斜向插入水中的螺旋槳，或利用空氣螺旋槳產生推力，來推動船舶前進。（氣墊船浮升原理如下圖所示）



(3) 基本構造：

氣墊船由硬質船體、柔性圍裙、進氣浮升系統和推進系統共同組合而成。

(4) 特點：

氣墊船是不靠水的浮力，而靠一定壓力的空氣墊航行的現代船舶。其特點是航速快、噪音小、甲板面積大、水陸兩棲，能深入一般船隻無法到達的區域。

(5) 適合使用的區域：

全墊升氣墊船是集飛行器與船舶為一體的兩棲新型高速運輸工具，能於水面、沙灘、沼澤、冰面、雪地等場所快速、穩定、安全的行駛。

(6) 對人類的便利之處：

氣墊船因其性能特殊，適合於高速客運、旅遊、沿海工程作業、抗洪救災、緝私巡邏、搜索救援、探測考察、登陸作戰等用途。

研究（二）：探討何種材質適合製作氣墊船模型的船體和氣墊。

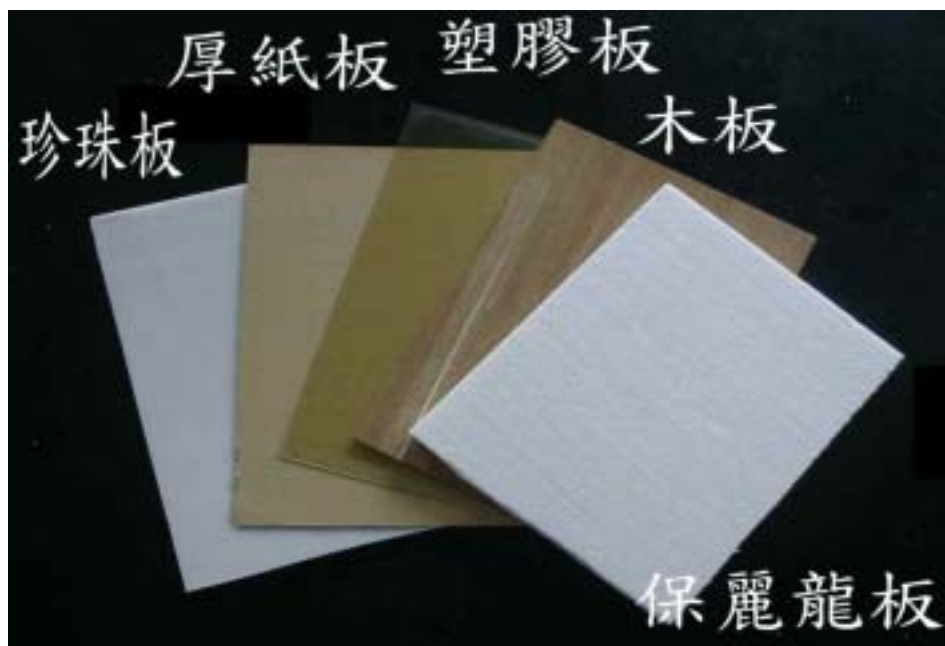
活動 2：探討何種材質適合製作氣墊船模型的船體。

實驗假設：

重量輕且易切割、黏合的材質較適合製作船體。

實驗過程：

(1) 收集各式材質。



(2) 將所收集的材質切割成同大小的長方形 (20cm x30cm)，測量其厚度和重量。

(3) 比較各式材質是否容易切割和黏合。

實驗結果：

	厚紙板	塑膠板	木板	保麗龍板	珍珠板
厚度（公分）	0.3	0.2	0.4	1.5	0.5
重量（公克）	32	30	45	18	25
切割性	優	劣	劣	優	優
黏合性	優	劣	劣	劣	優

實驗討論：

- （1）就重量而言，保麗龍板和珍珠板較輕，木板最重。
- （2）就切割性而言，塑膠板和木板都不容易以美工刀加以切割。
- （3）就黏合性而言，珍珠板和厚紙板可用透明膠帶黏接，方便性較佳。保麗龍板需用白膠，而木板和塑膠板需用熱融膠黏接，方便性較差。
- （4）綜合而言珍珠板具有質輕、易切割、易黏合的特性，且比保麗龍板堅固耐用，亦無厚紙板浸水後會潮濕變重的困擾，是較適合製作船體的材質。

活動 3：探討何種材質適合製作氣墊船模型的氣墊圍裙。

實驗假設：

不透氣且柔軟的材質較適合製作氣墊圍裙。

實驗過程：

- （1）收集各式材質。



- （2）將所收集的材質緊貼於嘴前吹氣，比較其透氣情形。
- （3）用手揉捏各式材質，比較其厚度、柔軟性，並觀察是否因此出現摺紋。
- （4）比較各式材質是否容易黏合。

實驗結果：

	棉布	垃圾袋	人造皮	塑膠布	風衣布
透氣性	極易透氣	不透氣	不透氣	不透氣	不易透氣
厚度	較厚	很薄	較厚	較厚	很薄
柔軟度	柔軟性極佳	柔軟性較差	柔軟性極佳	柔軟性較差	柔軟性極佳
柔捏後的皺摺情形	沒有皺摺	會有皺摺	沒有皺摺	會有皺摺	沒有皺摺
黏合性	不容易黏合	可用透明膠帶黏合	需用快乾膠黏合	可用透明膠帶黏合	需用快乾膠黏合

實驗討論：

- (1) 棉布透氣性佳，不適於製作氣墊船的氣墊圍裙。
- (2) 垃圾袋與塑膠布這兩種材質特性相近，但塑膠布的厚度較厚，相對的重量也較重。
- (3) 人造皮與風衣布都具有柔軟性佳、柔捏後不留皺摺痕跡的優點，可是用膠帶不易緊密黏合，如果改用快乾膠則黏合效果佳，但會產生黏接處硬化的缺點。
- (4) 經由對各種材質特性的綜合考量後，我們決定使用具有：價錢便宜、容易取得、不透氣、重量輕厚度薄且容易黏合等優點的垃圾袋作為製作氣圍裙墊的材質。

研究（三）：探討氣墊圍裙的設計形式對船體浮升力的影響。

活動 4 探討直立式氣墊圍裙該如何設計才能具有較佳的氣密效果。

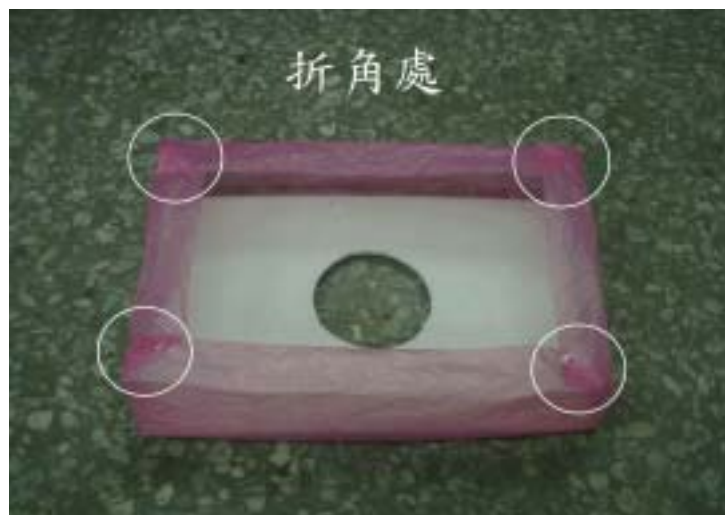
活動 4-1：探討氣墊圍裙底端折角對直立式氣墊圍裙的影響

實驗假設：

氣墊圍裙底端有折角氣密效果優於底端無折角

實驗過程：

- (1) 準備兩塊珍珠板(20cm×30cm)，在正中央各挖直徑 5 公分的圓孔。
- (2) 把塑膠袋剪成長方形（100cm×10cm）後黏於珍珠板的四周，並用膠帶黏貼塑膠袋兩端的接縫。
- (3) 在其中一塊珍珠板的塑膠袋底端摺出 90 度的折角(寬約 2 公分)並用膠帶黏貼固定。



(4) 吹風機對準圓孔吹氣，比較其充氣浮起的情形

(5) 在船身上放置砝碼（每個 20 克），並紀錄砝碼個數。

實驗結果：

	氣墊無折角	氣墊有折角
船身浮升情形	船身稍微浮起 (約 1 公分)	船身浮起的高度較高 (約 4 公分)
船身可承載砝碼的 最多個數	0 個 (改用 5 克砝碼，可承載 2 個)	6 個

實驗討論：

- (1) 當氣墊無折角時，船身浮起的高度很低，當在船身上放置一個砝碼時，砝碼會將氣墊壓扁，如改用較輕砝碼測試，發現約可承載 2 個 5 克的砝碼，也就是大約 10 克的重量。
- (2) 當氣墊有折角時，船身浮起的高度較高，能承載的砝碼個數較多。
- (3) 當氣墊無折角時，風容易吹動裙擺，使裙擺和地面產生空隙，當氣墊充氣時，氣流會從空隙溢出，使浮升的高度無法增高。
- (4) 當氣墊有折角時，裙擺不容易被風吹動變形，可把氣流包圍在氣墊內，讓氣流不容易溢出，因此氣墊會有較佳的浮升高度，承載的重量也較重。

活動 4-2：探討折角內加框對直立式氣墊圍裙的影響

實驗假設：

氣墊在折角內加框其氣密效果優於折角內無框

實驗過程：

- (1) 依據活動 4-1 的設計，製作兩個同大小且底端有折角的氣墊圍裙。
- (2) 在其中一個氣墊圍裙底端的折角內，加入一個長方形的框(以珍珠板製作，長 30cm、寬 20cm、高 1 公分)，並用膠帶黏貼固定。



- (3) 用吹風機對準圓孔吹氣，比較兩個氣墊圍裙充氣浮起的情形。
- (4) 在船身上放置砝碼（每個 20 克），並紀錄砝碼個數。

實驗結果：

	氣墊圍裙折角內無加框	氣墊圍裙折角內有加框
船身浮升情形	浮升速度慢、浮升高度低	浮升速度快、浮升高度高 (可達到最高高度)
船身可承載砝碼的 最多個數	6 個	20 個

實驗討論：

- (1) 當在氣墊船的折角內加框後，船體的浮升速度與高度都較無加框前增強
- (2) 我們發現折角內有加框的氣墊船，其可承載砝碼個數較多。
- (3) 氣墊船的浮升高度與能承載的重量與氣墊的氣密效果有很大的關係。當用框固定氣墊圍裙的底端時，能使原本在較大風力仍會變形的氣墊更不易變形，此時氣墊底端更平貼地面，與地面間間隙極小，所以浮升效果極佳。

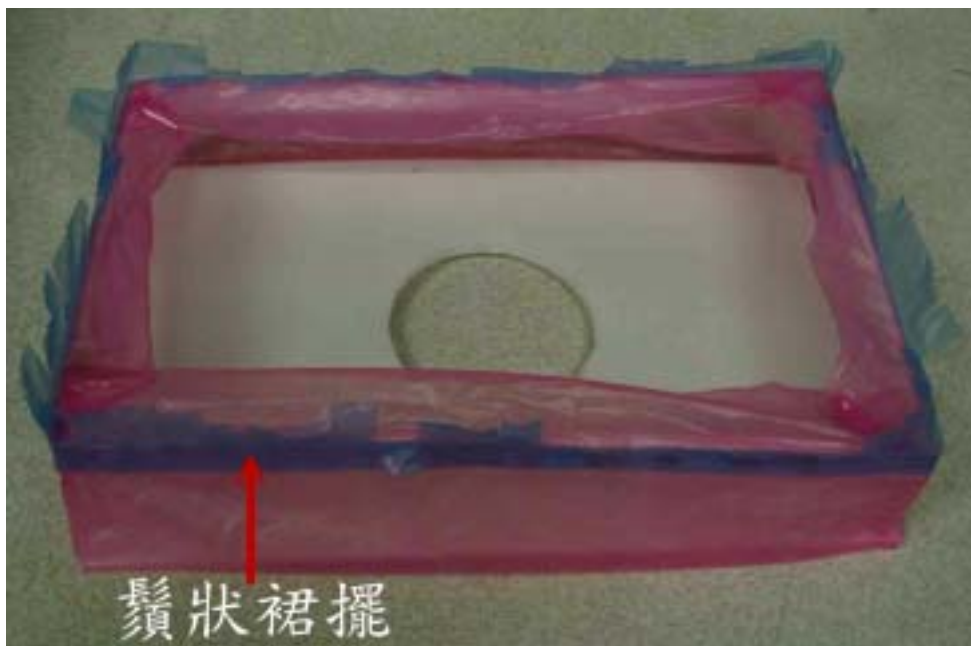
活動 4-3：探討氣墊圍裙底部周圍加裝鬚狀裙擺對直立式氣墊圍裙的影響

實驗假設：

氣墊圍裙底部周圍加裝鬚狀裙擺其氣密效果較佳。

實驗過程：

- (1) 依據活動 4-2 的設計，製作兩個同大小且折角內加框的氣墊圍裙。
- (2) 在其中一個氣圍裙墊底端的周圍貼上塑膠袋製成的鬚狀裙擺。



- (3) 用吹風機對準圓孔吹氣，比較兩個氣墊圍裙充氣浮起的情形。
- (4) 在船身上放置砝碼（每個 20 克），並紀錄砝碼個數。

實驗結果：

	氣墊圍裙周圍未加裝鬚狀裙擺	氣墊圍裙周圍加裝鬚狀裙擺
船身浮升情形	船體可浮升到最高高度 (約需 3 秒)	船體可浮升到最高高度 (約需 2 秒 80)
船身可承載砝碼的最多個數	20 個	26 個

實驗討論：

- (1) 有無加裝鬚狀裙擺對船體浮升的速度並無太大的影響。
- (2) 我們觀察加框的氣墊因四個折角處厚度較厚，所以在氣墊充氣時，折角與地面的間隙較其它部位大。
- (3) 若加裝鬚狀裙擺能把從氣墊四個角落所溢出的空氣做進一步的阻隔，可讓空氣流失的速度減慢，達到最佳的氣密效果。

活動 4-4：比較各式的氣墊圍裙設計，找出能達到最佳氣密效果的氣墊圍裙。

實驗結果：

	氣墊無折角 無加框 沒加鬚狀裙擺	氣墊有折角 無加框 沒加鬚狀裙擺	氣墊有折角 有加框 沒加鬚狀裙擺	氣墊有折角 有加框 有加鬚狀裙擺
船身浮升情形	浮升高度最低 (約 1 公分)	浮升高度低 (約 4 公分)	船體可浮升到 最高高度 (8 公分) (約需 3 秒)	船體可浮升到 最高高度 (8 公分) (約需 2 秒 80)
船身可承載砝碼的最多個數	0 個	6 個	20 個	26 個

實驗討論：

- (1) 我們發現沒有經過設計的氣墊幾乎是不能浮起的，承載重量也很低，不能當作氣墊船的氣墊。
- (2) 經過一連串的改良和測試，發現在氣墊內加上折角，並在氣墊圍裙底端的折角內，加入一個長方形的框，以及在氣墊圍裙周圍加裝鬚狀裙擺，發現這樣的設計可以大大減空氣溢出，達到最佳氣密效果。

研究（四）：探討氣墊的高度對船體浮升力的影響。

活動 5：探討氣墊高度對直立式氣墊船浮力的影響。

實驗假設：氣墊高度越高則浮升力越強。。

實驗過程：

- (1) 依據活動 4 的設計，製作四組不同高度（3cm、6cm、9cm、12cm）的氣墊圍裙。

- (2) 用吹風機對準船身圓孔吹氣。
- (3) 在船身上放置砝碼（每個 20 克），並紀錄砝碼個數。

實驗結果：

	氣墊高度 3 公分	氣墊高度 6 公分	氣墊高度 9 公分	氣墊高度 12 公分
船身可承載砝碼的最多個數	18 個	25 個	31 個	38 個
穩定度	優	優	優	劣

實驗討論：

- (1) 由實驗結果來看，當氣墊高度增高時，船體載重量也隨著增加，這與我們的假設相同。
- (2) 在實驗中我們注意到一個現象：增加氣墊的高度雖然能提升船體的載重量，但船體穩定度卻也因而變差，使的船身容易傾斜而使砝碼滑落。
- (3) 爲了避免日後裝設進氣系統和推進系統後，造成船體重心過高影響穩定度，所以氣墊高度介於 6~9 公分間較適當(此時船體爲 30cm x20cm)。

研究（五）：探討如何製作效益最佳的進氣系統。

活動 6：探討不同種類的馬達與風力大小的關係。

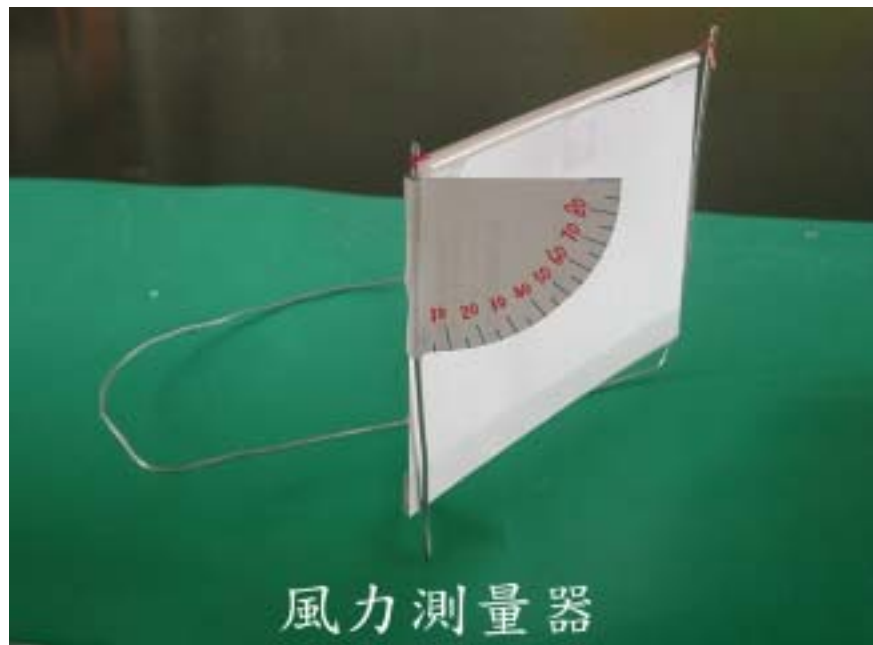
實驗假設：馬達轉速越快，風力越強

實驗過程：

- (1) 觀察日常生活中有哪些用品內部裝有馬達和風扇。
- (2) 收集不同種類的馬達。



- (3) 將不同種類的馬達裝上三葉螺旋風扇，並以兩個三號電池加以驅動。
- (4) 將吸管貼於紙張(15cm×10cm)長邊邊緣，把線穿過吸管綁於鐵架上，並在線與鐵架夾角黏貼一個量角器，以此方法製作出簡易的風力測量器。



- (5) 將測量器放至風扇前 30 公分處，記錄紙張飛起的角度。

實驗結果：

	市售 20 元馬達	四驅車馬達	吹風機馬達	搖控模型飛機馬達
飛起角度	45 度	60 度	15 度	50 度

實驗討論：

- (1) 吹風機馬達風力最弱可能是因為吹風機須要 110 伏特的電壓，而兩顆電池只有 3 伏特的電壓，與 110 伏特相差太多，所以產生的風力最弱。
- (2) 實驗進行前，我們原本預期搖控模型飛機馬達能產生最強的風力，但結果卻不如預期，這可能是因為兩顆電池（3 伏特）的電壓太弱所致，我們猜想如果增強電壓，應可產生較強的風力。
- (3) 四驅車馬達所使用的材料及製作上的精密度都優於 20 元馬達，所以馬達轉動的速度較快，產生的風力也較強。

活動 7：探討增強進氣系統效能的方法。

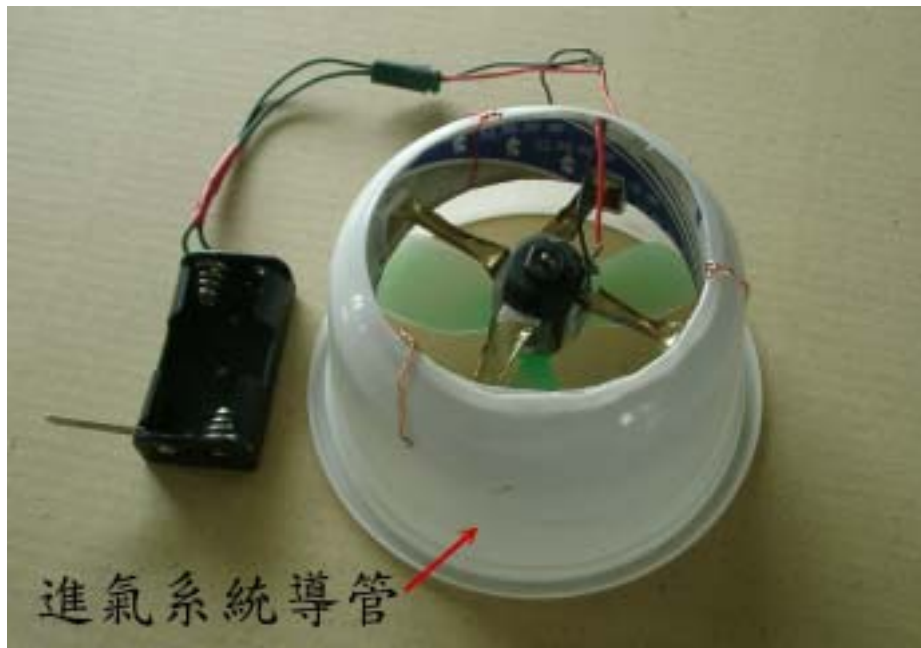
活動 7-1 探討裝設導管對進氣效能的影響。

實驗假設：

裝設導管會增強風力和進氣效能。

實驗過程：

- (1) 尋找一個圓柱形塑膠管當作進氣系統的導管。
- (2) 將活動 6 中的各種馬達裝上三葉螺旋風扇固定於導管內。



- (3) 將簡易風力測量器至於導管開口前 30 公分處，記錄紙張飛起的角度。
- (4) 船身中央挖一圓孔，分別將無導管和有導管的進氣系統固定於圓孔中央，測量充氣時船身的承載重量。

實驗結果：

	市售 20 元馬達	四驅車馬達	吹風機馬達	搖控模型飛機馬達
無導管時紙張飛起角度	45 度	60 度	15 度	50 度
加裝導管後紙張飛起角度	15 度	25 度	5 度	20 度
無導管時船身可承載砝碼的最多個數	1 個	2 個	船身無法浮起	2 個
有裝導管時船身可承載砝碼的最多個數	10 個	20 個	船身無法浮起	15 個

實驗討論：

- (1) 吹風機馬達因轉速慢風力微弱，其產生的氣流無法支撐起船體和馬達的重量，所以船身無法浮起。

- (2) 根據實驗結果，我們察覺在加裝導管後，紙張的飛起角度反而大幅的減少，在船身承載砝碼個數的實驗中，有裝導管的進氣系統其船身的承載力明顯優於無裝導管的進氣系統。
- (3) 進氣系統在加裝導管後風力雖然減弱，但卻可使船身的承載重量增加許多，我們認為這是因為加裝導管能將風扇所產生的氣流直接導入氣墊中，減少了氣流在輸送過程中因迴流所造成的損失。

活動 7-2 探討導管口徑大小對進氣效能的影響

實驗假設：導管口徑越接近葉片邊緣，進氣效能越佳。

實驗過程：

- (1) 收集數個不同口徑的導管。
- (2) 將四驅車馬達與三葉螺旋風扇(直徑 10 公分)固定於導管中。
- (3) 將不同口徑的導管裝於船身，在船身上放置砝碼（每個 20 克），測量船身的承載重量。

實驗結果：

	口徑 11 公分	口徑 12 公分	口徑 13 公分	口徑 14 公分
船身可承載砝碼的最多個數	20 個	12 個	5 個	2 個

實驗討論：

- (1) 實驗中得知導管口徑越大，船身的重量承載力越差。
- (2) 我們發覺把手放置於口徑較大的導管進氣口上方時，會有氣流從進氣口流出；把手放置於口徑較小的導管進氣口上方時，流出的氣流較少。
- (3) 根據上述兩點現象加以探討，我們推斷當導管口徑越接近葉片邊緣時，較能阻止輸入的風迴流造成損失，所以進氣的效果較佳。

活動 7-3：觀察吹風機的內部構造。

實驗過程：

- (1) 察吹風機是否具有導管的構造。
- (2) 觀察吹風機的風扇與螺旋風扇有何差異。

實驗結果：

	螺旋風扇	吹風機風扇
葉片數量	3 片	11 片
直徑	10 公分	7 公分
重量	11 克	14 克
外型特徵	葉片斜插於塑膠軸心上	葉片為放射型排列，並垂直插在一個圓盤上

實驗討論：

- (1) 我們發覺吹風機具有導管的構造，而且導管的口徑很接近葉片邊緣，由活動 7 - 2 可以得知，這樣的構造可讓吹風機的風力增強並集中。



- (2) 我們發覺吹風機的風扇構造與螺旋葉片有相當大的差異，經由和老師討論後得知吹風機使用的風扇叫做輻流式鼓風機。
- (3) 老師說真正的氣墊船進氣系統所使用的是鼓風機而非螺旋風扇，所以我們決定比較這兩者之間風力的差異。



活動 7 -4：探討螺旋葉片風扇與鼓風機風扇何者較適用於氣墊船。

實驗假設：

鼓風機風扇比螺旋葉片風扇更適用於氣墊船。

實驗過程：

- (1) 將三葉螺旋風扇與鼓風機風扇分別裝在外部加裝導管的馬達上，以 2 顆 3 號碳鋅電池驅動。
- (2) 將兩種加裝導管的風扇裝於船身中央的圓孔中。
- (3) 比較船體浮起的速度及載重量(砝碼每個 20 克)。

實驗結果：

	三葉螺旋風扇	鼓風機風扇
船身浮起速度	船身快速浮升	船身快速浮升
船身可承載砝碼 的最多個數	20 個	25 個

實驗討論：

- (1) 在船身浮升速度上，兩種風扇並無明顯差別。
- (2) 經由實驗證明，當進氣系統由使用螺旋風扇改為鼓風機風扇時，船身承載重量會再增加。

研究（六）：探討市售電池何者較適用於氣墊船的電力系統。

活動 8：比較市售各種電池的經濟效益。

實驗假設：充電電池為氣墊船進氣系統的最佳選擇

實驗過程：

- (1) 採購三號碳鋅電池、鹼性電池、充電電池各一組



- (2) 進行比較並記錄。
- (3) 將電力全滿的各種電池裝入氣墊船進氣系統的電池盒中
- (4) 記錄氣墊船使用各種電池的效能和持久性。

實驗結果：

	碳鋅電池	鹼性電池	充電電池
電池廠牌	勁量	金頂	國際
價錢(一組 4 個)	30 元	150 元	240 元
實用性(可否重複使用)	不可	不可	可充電重複使用
船身浮起情形	浮起速度較慢 (約需 3 秒 45)	浮起速度較快 (約需 2 秒 90)	浮起速度較快 (約需 2 秒 95)
電力持久性	劣	優	優

實驗討論：

- (1) 就價錢而言，碳鋅電池最便宜，充電電池最貴。
- (2) 就電力持久性而言，碳鋅電池最差，鹼性電池和充電電池較佳。
- (3) 就船身浮起而言，碳鋅電池最慢，鹼性電池和充電電池較快。
- (4) 整體而言，雖然充電電池較貴，但其電力持久性明顯優於碳鋅電池；若以鹼性電池與充電電池相比較，雖兩者電力持久性不相上下，但充電電池具有可重複使用的優點。因本實驗會耗費大量電力，在經濟效益的考量下我們決定選用充電電池。

研究（七）：探討如何製作出效益最佳的推進系統。

活動 9 - 1：比較各種風扇葉片的差異。

實驗過程：

採買各種不同類型的風扇，比較其差異



實驗結果：

	自然課實驗 用風扇	電腦散熱 風扇	搖控飛機二葉 式螺旋葉片	搖控飛機三葉 式螺旋葉片	抽風機機風 扇
葉片數	3 片	7 片	2 片	3 片	5 片
葉片形狀	圓短形	圓短形	扁長形	扁長形	圓短形
葉片直徑	10 公分	6 公分	13 公分	15 公分	8 公分
葉片重量	11 克	15 克	8 克	25 克	13 克
葉片柔軟性	軟質	硬質	軟質	硬質	硬質
葉片傾斜角度	15 度	35 度	10 度	10 度	30 度

活動 9 - 2：探討何種風扇葉片會有最佳的推進效果。

實驗假設：

風扇葉片直徑越大推進效果較佳

實驗過程：

- (1) 將活動 9 - 1 中的各種風扇裝於四驅車馬達上，利用簡易風力測量器觀察並記錄(兩者距離 30 公分)。
- (2) 用厚紙板製作長 5 公尺，寬 25 公分的跑道。
- (3) 將馬達及風扇用支架固定於船尾，將氣墊船置於跑道中，比較其推進速度。



實驗結果：

	自然課實驗 用風扇	電腦散熱 風扇	搖控飛機二葉 式螺旋葉片	搖控飛機三葉式 螺旋葉片	吹風機 風扇
飛起角度	45 度	15 度	55 度	20 度	20 度
氣墊船跑完跑 道所花時間	17 秒	85 秒	11 秒	35 秒	60 秒

實驗討論：

- (1) 除了搖控飛機三葉式螺旋葉片以外，其餘的風扇都如我們原本的假設一樣，風扇葉片直徑越大，風力也越強，推進效果較佳。
- (2) 三葉式螺旋葉片的風力比其它風扇葉片弱，其原因可能是本身的重量太重，因而使馬達轉速降低所致。
- (3) 風扇的葉片數量與風力強弱並無明顯直接的關連。
- (4) 由實驗得知二葉式螺旋葉片所產生的風力最強時，氣墊船行進的速度也最快。

研究(八)：動手製作出一艘夢幻氣墊船模型。

活動 10：探討進氣風扇擺放高度對浮升力的影響

實驗假設：風扇擺放位置與甲板相同高度時浮升力最強

實驗過程：

- (1) 將加裝導管的風扇放入船身圓孔中，並調整其高低位置。
- (2) 在船身上放置砝碼（每個 20 克），並紀錄砝碼個數。

實驗結果：

	風扇在甲板上方	風扇與甲板相同高度	風扇在甲板下方
船身可承載砝碼的最多個數	25 個	25 個	25 個

實驗討論：

風扇放置位置的高低對氣墊船船身的承載重量並無造成明顯影響。

活動 11：探討船身平衡對氣墊船行進速度的影響。

實驗假設：

當船身重心失去平衡時，前進速度會減慢。

實驗過程：

- (1) 把兩個電池盒置於進氣系統之前，觀察船身浮起與前進情形。
- (2) 把兩個電池盒置於能使船身平衡的位置，觀察船身浮起與前進情形。
- (3) 把兩個電池盒置於進氣系統和推進系統之間，觀察船身浮起與前進情形。

實驗結果：

	船身失去平衡	船身達到平衡	船身失去平衡
電池盒擺放的位置	進氣系統前方	進氣系統左右兩邊 (船身要平衡)	進氣系統和推進系統之間
重心位置	前	中	後
浮起情形	船艏浮起快 船艉浮起慢	船身前後同時浮起	船艏浮起快 船艉浮起慢
推進情形	行進速度慢	行進速度快	行進速度慢

實驗討論：

- (1)以浮起情形而言，當船身重心失去平衡時，船艏船艉浮起的速度不一，且在充氣後會造成船身的傾斜。
- (2)當船身重心失去平衡時，會因船艉較重造成船艏翹起，以至於船艏下方氣墊漏氣較多，影響氣墊的氣密效果和前進速度。

活動 12：探討推進風扇傾斜角度對氣墊船行進速度的影響。

實驗假設：

當風扇傾斜時氣墊船前進速度較快。

實驗過程：

- (1) 調整推進統支撐架的傾斜角度，使風扇葉片分別與地面成 90 度角、75 度角、60 度角和 45 度角。



- (2)將氣墊船置於活動 9 - 2 中的跑道上。
- (3)比較不同角度時的前進速度。

實驗結果：

	90 度角	75 度角	60 度角	45 度角
跑完跑道 所需時間	11 秒	8 秒	9 秒	15 秒

實驗討論：

- (1)由實驗測量結果得知，當風扇傾斜角度為 75 度角時，氣墊船行進速度最快。
- (2)我們推測氣墊船行進速度增快的原因是當風扇以斜角吹向地面時，地面會給予船身一反作用力，此反作用力促使氣墊船的行進速度增快。
- (3)當風扇傾斜角度不斷增大時，其行進速度反而減慢，可能是因為地面促使氣墊船的行進速度增快的反作用力減小所造成。

活動 13：探討如何有效控制氣墊船的行進方向。

活動 13 -1：探討在推進系統外加裝導管，是否有助於穩定氣墊船前進方向。

實驗假設：加裝導管的推進系統，有助於穩定氣墊船前進方向。

實驗過程：

- (1)尋找一口徑大於飛機兩葉螺旋葉片直徑的塑膠管。
- (2)將塑膠管套於推進系統外部並固定於船身上。



- (3)比較加裝導管前後氣墊船前進方向的差異。

實驗結果：

	推進系統未加裝導管前	推進系統加裝導管後
氣墊船 前進情形	前進方向不受控制 會在原地打轉	能往前行進 但行進時會稍微偏向左方

實驗討論：

加裝導管能讓推進風扇所產生的風集中往船艉後方吹出，使氣墊船前進方向不受控制隨意偏轉的情形獲得改善。

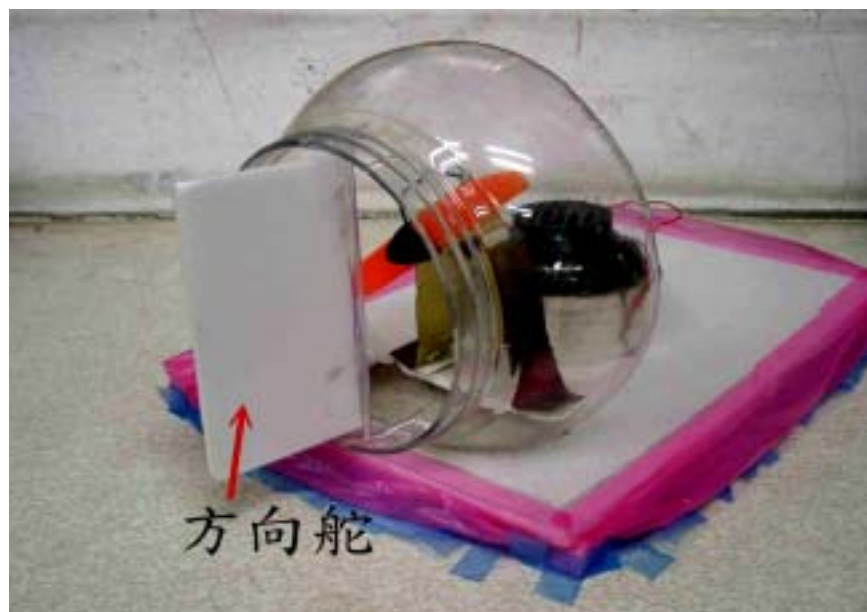
活動 13 -2：探討在推進系統導管後方加裝方向舵，能否控制氣墊船前進方向。

實驗假設：加裝方向舵的推進系統，能有效控制氣墊船前進方向。

實驗過程：

- (1)以珍珠板製作一長方形方向舵。

(2)將方向舵垂直固定於導管末端的中央。



(3)調整方向舵左右偏移的角度，觀察對前進方向的影響。

實驗結果：

	方向舵向右偏擺	方向舵向左偏擺
氣墊船前進情形	船身往右前方偏移行駛	船身往左前方偏移行駛

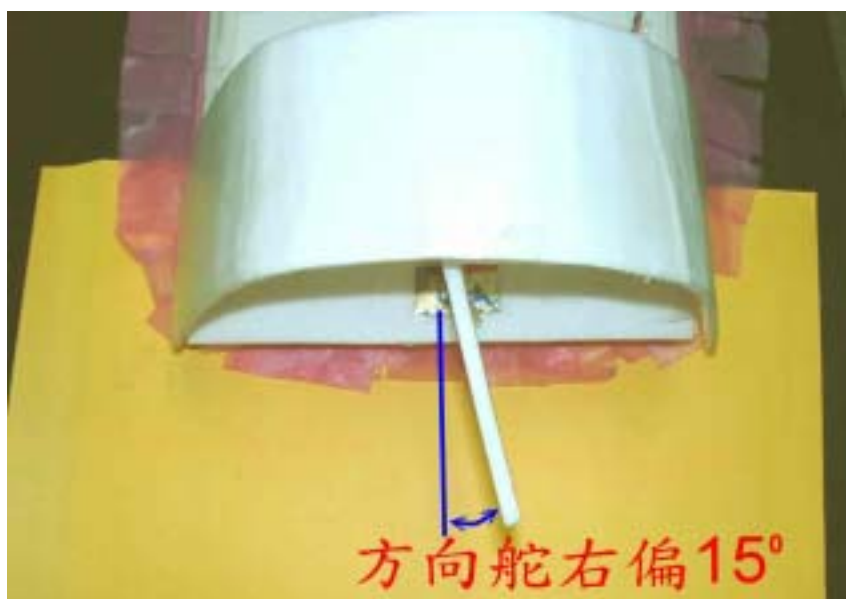
實驗討論：

- (1)當在實驗中不斷改變方向舵的角度時，我們發覺氣墊船行進的方向也會隨著改變。
- (2)經由實驗我們發現氣墊船前進的方向與方向舵偏擺的方向相同。
- (3)當我們將方向舵偏擺的角度增大，發現氣墊船行進時偏移的角度也增大。

活動 13 -3：尋找出方向舵能使氣墊船直線前進的最佳角度。

實驗過程：

- (1) 調整方向舵角度，分別測量三次不同方向、不同角度，氣墊船前進的情形。



(2) 找出能使氣墊船直線前進的角度。

實驗結果：

方向舵 角度	氣墊船前進情形	方向舵 角度	氣墊船前進情形
0 度		向右偏 5 度	
方向舵 角度	氣墊船前進情形	方向舵 角度	氣墊船前進情形
向左偏 5 度		向右偏 10 度	
方向舵 角度	氣墊船前進情形	方向舵 角度	氣墊船前進情形
向左偏 10 度		向右偏 15 度	

第一次 ——— 第二次 ——— 第三次 ———

實驗討論：

- (1) 在方向舵 0 度，也就是方向舵是正中，沒有偏向左邊或是右邊的時後，發現氣墊船大多是偏左前進。
- (2) 從實驗結果可以知道，在方向舵約偏右 5 度時，氣墊船較能夠朝直線前進，而如果方向舵調整的角度太大，氣墊船行進的路線就會偏離。
- (3) 再把氣墊船拿到別的場地做測試，發現測量出來的結果跟我們原本的數據有所差異，而且有時在測試同一個方向舵偏離角度時，有的同學可以讓氣墊船直線前進，有的同學就會偏向一邊，經過和老師討論的結果，發現除了方向舵要調整好之外，讓氣墊船開跑前，船體的平衡也很重要，如果沒有平衡，它可能就會偏向一邊前進，加上風力也會影響氣墊船前進的方向，所以在測試時除了要注意氣墊船的平衡之外，還要注意到場地問題，如此才能讓氣墊船跑得又快又直。

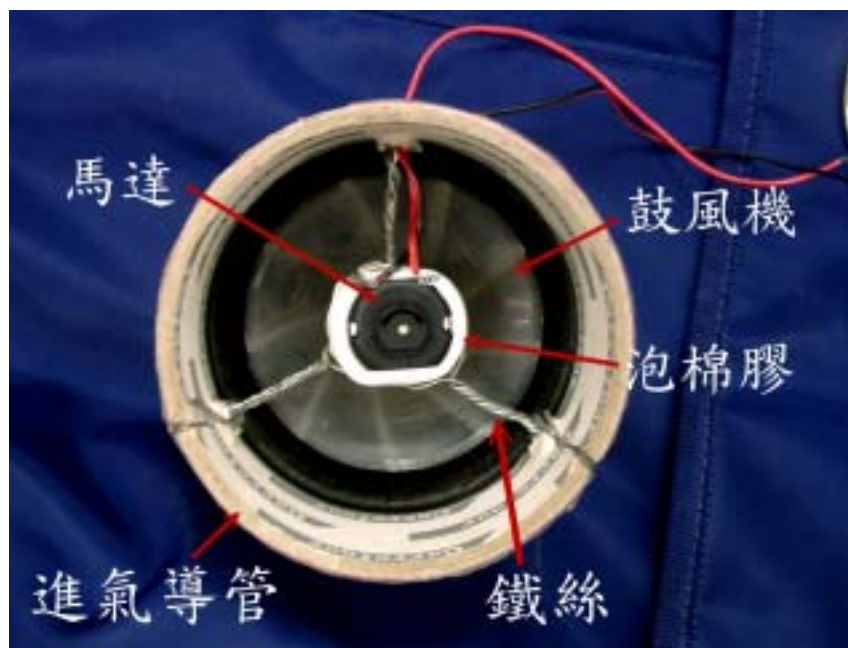
六、研究結論：

（一）從製作模型氣墊船的多次測試實驗中，我們歸納出以下幾點：

- 1、在船體方面：我們使用珍珠板來製作船身，以垃圾袋來製作氣墊圍裙；爲了達到較佳浮升效果，我們採用直立式的圍裙設計，並在圍裙底部摺出折角後加框、加上鬚狀裙擺。
- 2、在進氣系統方面：爲了使氣墊船有較佳的浮升力及承載力，我們模仿鼓風機的構造，在風扇葉片外加裝導管。
- 3、在推進系統方面：我們選擇以四驅車馬達和模型飛機葉片當作推進系統，並加裝導管及方向舵來控制方向；四驅車馬達已可使氣墊船緩慢前進，但因速度較慢，所以改用模型飛機馬達，並串聯四顆電池來增強電壓，果然使氣墊船推進速度大幅增快。

（二）在選擇氣墊圍裙的製作材質時，我們面臨了兩難的局面：柔軟性與黏合性那個較重要呢？雖然最後決定以垃圾袋來製作，但柔軟性欠佳的缺點也使氣墊的氣密效果打了折扣，如果能找到兼具柔軟性與黏合性的材質來製作氣墊就更完美了。

（三）在進行活動 7-1 時我們發覺要把馬達固定於導管中並不事件簡單的事，經過多次嘗試，我們發展出兩種方法。其一，將珍珠板黏合成井字型並固定於導管中，再將馬達放入。其二，將鐵片折成口字型（共需四片），兩端分別以泡棉膠固定於馬達和導管上。不過這兩種方法在風扇快速轉動時，容易造成馬達鬆動以致於風扇被導管卡住而停止。在老師的指導下，我們改以鐵絲來固定馬達，效果十分良好。



（四）雖然偏轉方向舵能控制氣墊船的前進方向和偏移角度，可是一旦氣墊船啓動後，就僅能朝單方向前進，無法像遙控車一樣自由地操控前進方向，這一點令我們不大滿意，我們決定在科展結束後，繼續研究以遙控方向舵來控制氣墊船前進方向的方法。

- (五) 在整個製作流程與方法都能掌握後，我們緊接著要製作一艘展示船，因考量到以四驅車馬達製作推進系統時前進速度較慢，所以我們嘗試使用模型飛機馬達替換四驅車馬達。爲了增強飛機馬達的轉速，我們串聯四顆以上的電池來增強電壓，果然如預期般產生了足夠的風力使氣墊船推進的速度大幅增快。
- (六) 雖然自製的模型氣墊船能在教室走廊上疾行如飛，不過當我們將它放在 PU 跑道和草地上時，卻分別面臨無法順利前進和根本無法浮升的問題。前者可能是因爲跑道的表面粗糙，摩擦力比地板大了許多的緣故；後者則因氣墊底端無法平貼地面嚴重漏氣所造成。關於這些問題，我們所想到的解決方法有兩個。其一，再增加一個同型的進氣系統，讓兩個進氣系統同時運作增強船體浮升力；其二，將進氣系統也改用飛機馬達，希望藉著較高轉速能充分供給氣墊所需的壓縮空氣，使氣墊船也能在草地上浮升。不過這兩種作法都會使船身負擔的重量相對增加，其真正效果只能從實做中來驗證了。
- (七) 模型氣墊船行駛於水面的可行性，我們曾在學校的小池塘中進行測試。在測試中發現氣墊船確實能在水面上浮升前進，但因受場地太小的限制無法展現出該有的性能，所以應該另尋一個合適的場地做進一步測試。

七、研究心得：

本次自製模型氣墊船的研究，我們在整個活動過程中投入了相當多的時間，不管是早自習或午休時間，都可以在自然教室中看到我們忙碌的身影。雖然每個人都曾在遇到困難時感到灰心與迷惘，但所幸沒有人因此而埋怨放棄。在最後的實驗階段，當氣墊船能夠前進的那一刻，我們所有人都不禁歡呼起來，因爲這一刻已經盼望很久了。在活動的過程中，我們認識了許多原本不同班的同學，藉由面對困難時互相打氣鼓勵，彼此間培養出深刻的友誼。感謝老師們辛苦的指導，憑藉著不斷付出，我們終於能不辜負老師的期望交出一張漂亮的成績單，這其中的喜悅與成就感是難以形容的。

八、參考資料：

（一）影片資料：

- ◎ 成龍電影「紅番區」 嘉禾公司發行
- ◎ Discovery 影片「廢棄物拼裝系列之氣墊船」 協和國際代理發行

（二）網路資訊：

- ◎ 九田船世界之船品種類 http://home.kimo.com.tw/gutn243/new_page_13.htm
- ◎ 中國航天科技研究所之氣墊船 <http://www.bia701.com/BIA-mycp%A3%ADchuan.htm>
- ◎ 科學小芽子之科學 Q&A <http://www.bud.org.tw/answer/0001/000159.htm>
- ◎ 科普之大家動手做 <http://www.scitom.com.cn/iq/create/cre013.html>
- ◎ 國防科普知識問答 <http://www.yuhoo.com.cn/kpwd/wd0014.htm>
- ◎ 御虎科普視野 2001 年 12 期 <http://www.yuhoo.com.cn/kpsy/2001/12/12-22.htm>
- ◎ 深圳商報之經濟百年
<http://www.szed.com/szsb/20010102/GB/szsb%5E3361%5Eb19%5E0102b001.htm>
- ◎ 華教遠程教育網之科學故事集錦
<http://www.chinaedu.org/jyxsd/fuzhpeiyushi/renshishijie/kxfmgsjj7.htm>
- ◎ 新華網專題 2000 之百年系列
<http://202.84.17.11/21ce/100xl/st/faming/qidianchuan.htm>
- ◎ 學習加油站之運輸工具的演進
http://content.edu.tw/junior/life_tech/tc_jr/student/course/307/brief02.htm

（三）期刊書籍：

- ◎ 牛頓雜誌 223 期－打造超級科技班輪，牛頓出版社，民國 91 年 3 月。
- ◎ 侯展文，氣墊船工藝學，財團法人徐氏基金會，民國 69 年初版。
- ◎ 楚秦玉，氣墊船設計原理，交通部交通研究所，民國 59 年初版。