

生活與應用科學科

科別：生活與應用科學科

組別：國中組

作品名稱：探討帆船在不同航行方向時帆面的操控原則
並應用其理論製作資源回收之遙控帆船

關鍵詞：帆船、資源回收利用、遙控

編號：030805

學校名稱：

澎湖縣立七美國民中學

作者姓名：

張荻堅、陳乃瑜、陳甘童

指導老師：

陳麗任



摘要

近年來澎湖縣在賴縣長積極推動帆船運動下，2002 年世界盃 49 人帆船錦標賽選擇在馬公觀音亭舉辦，同年亞洲盃風帆賽亦於同一地點舉辦，這足以證明了澎湖群島是非常適合發展帆船運動的。有鑑於此，我們做了一系列探討帆船操控的實驗，藉以求出一艘帆船於實際的風力吹拂下，他的帆面該與船身成何種角度以達到最快的速度，同時，我們也應用此一結論，利用手邊廢棄物做出資源回收之遙控帆船，藉以驗證帆船操控的原理。

壹、研究動機

在學習過理化課本第一冊第六章 6-4 節介紹浮力以及在 6-3 節中探討兩力平衡的觀念，當時老師以帆船為例子說明了一艘帆船的航行是結合了許多力的概念所組成時，同學們都表現出極大的興趣，那時想說如果剛好有一艘帆船的模型以及一些簡單的設備或許可以讓同學們對於力的認識更有概念；此外更呼應了縣長大力推動澎湖風帆的運動，因此有了想要自行製作帆船模型的想法，同時更進一步想了解帆船操控的概念。

貳、研究目的

- 一、 我們希望能做出一艘帆船在各種不同的航行角度下，如何調整帆面展開的角度以獲取最佳的航行速度。
- 二、 對於漁村環境中處處可見的保麗龍器皿，我們期望能將之回收利用，做出科學玩具-帆船模型，並以之驗證前述帆船操控的實驗結果。

參、研究設備及器材

- 一、 實驗用帆船

器材名稱	數量	單位	價格	來源
保麗龍(15 X 30 X3 cm)	1	個	0	撿拾
木板(15 X 30 X 0.5 cm)	1	片	0	撿拾
雨傘骨架(30 cm)	1	隻	0	撿拾
釣魚線	1	捆	0	贊助
垃圾袋	1	個	0	贊助
棉繩	1	捆	0	贊助
圓形玻璃缸	1	個	0	實驗室
電風扇	1	個	0	實驗室
支撐架	2	個	0	實驗室

二、 資源回收遙控帆船

器材名稱	數量	單位	價格	來源
2 動遙控器	1	組	1500 元	購買
寶麗龍板 (20 X 60 X 3 cm)	3	片	0	撿拾
木板 (100 X 100 X 0.5 cm)	1	片	0	撿拾
長條鋁板 (3 X 40 X 0.3 cm)	1	片	0	贊助
木頭 (10 X 5 X 5 cm)	1	個	0	贊助
木棒 (150 cm, 直徑 1 cm)	1	條	50	購買
垃圾袋 (家用最大型)	1	個	0	贊助
鉛槌 (約 0.5 Kg)	1	個	0	贊助
可樂鋁罐	1	個	0	撿拾
釣魚尼龍線	1	組	0	撿拾
大頭針	10	隻	0	贊助
細電線	10	條	0	撿拾
汽球	10	個	10	購買

肆、研究過程或方法

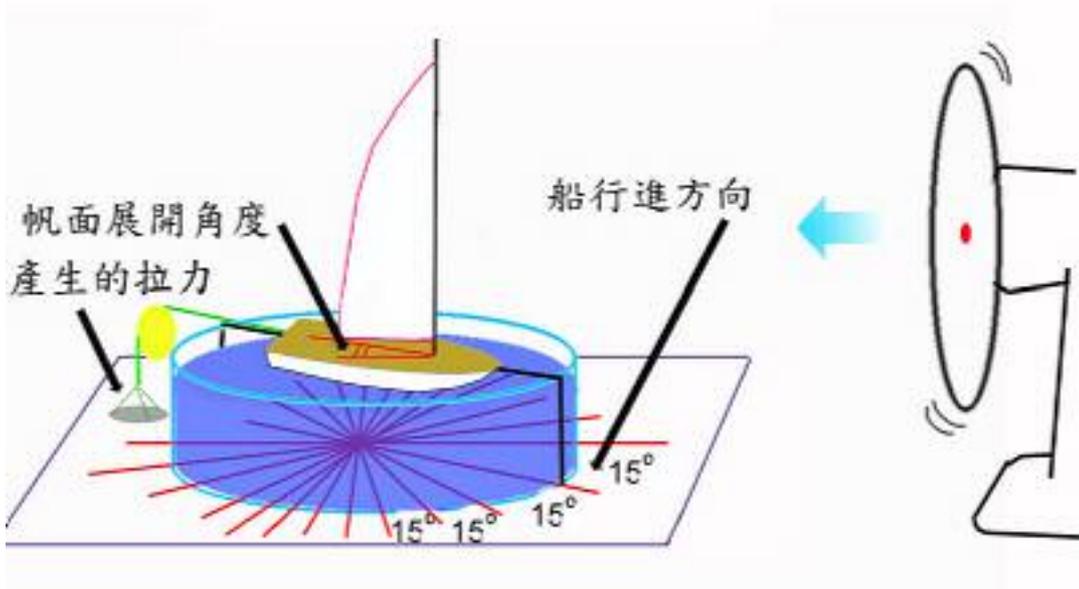
一、 實驗用帆船

(一) 製作

- 1.取一保麗龍板，於表面畫出船型，再以刀片裁切多餘的部分，之後再以砂紙磨出船身的外型，此為船身。另外，依照此船型裁切出相同形狀的木板作為其甲板。另外取約 30 公分的雨傘骨架作為桅杆，並將垃圾袋裁出適合大小的三角形帆面，將此帆面以膠帶黏貼於桅杆上，然後將此桅杆以釣魚線架設在剛才做好的木板上備用。將剛才的保麗龍船身上面縱向切刻出一溝槽，並於船首及船尾處置入一小段吸管，再以釣魚線穿過此兩截吸管，之後再將上一步驟做好的甲板蓋上船身，並以膠帶固定好。如圖一

(二) 實驗設計

- 1.取一圓形玻璃缸裝適量的水後放入實驗帆船，船上穿過吸管的釣魚線再繞過玻璃缸後以縱向方式打結固定好，此直線方向代表船行進方向，
- 2.首先，將船行進方向對準電風扇，此即代表船朝風來的方向前進，於船後牽引出一條線連接秤盤，秤盤上製砝碼，當開啓電風扇時，調整風帆展開角度，同時以砝碼測量其拉力，裝置如下圖二

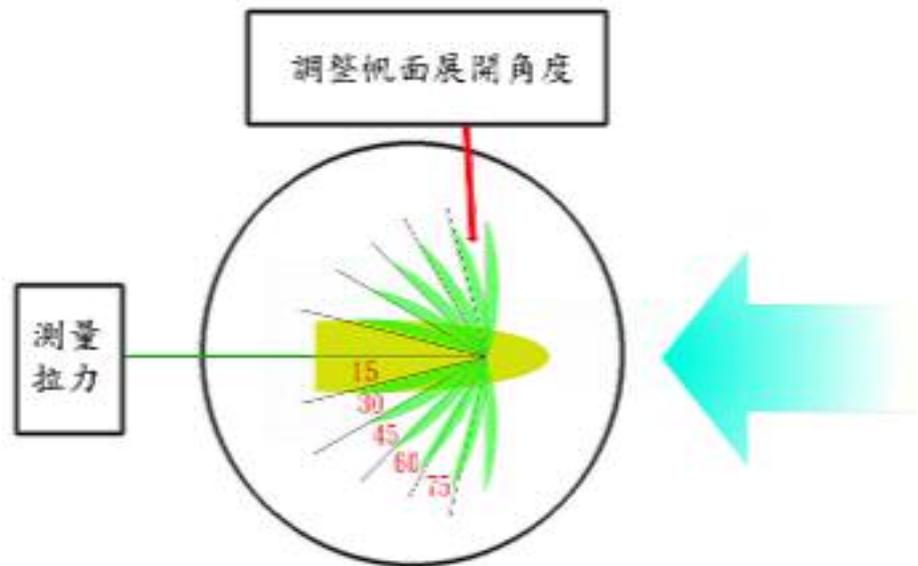


圖二. 實驗裝置圖



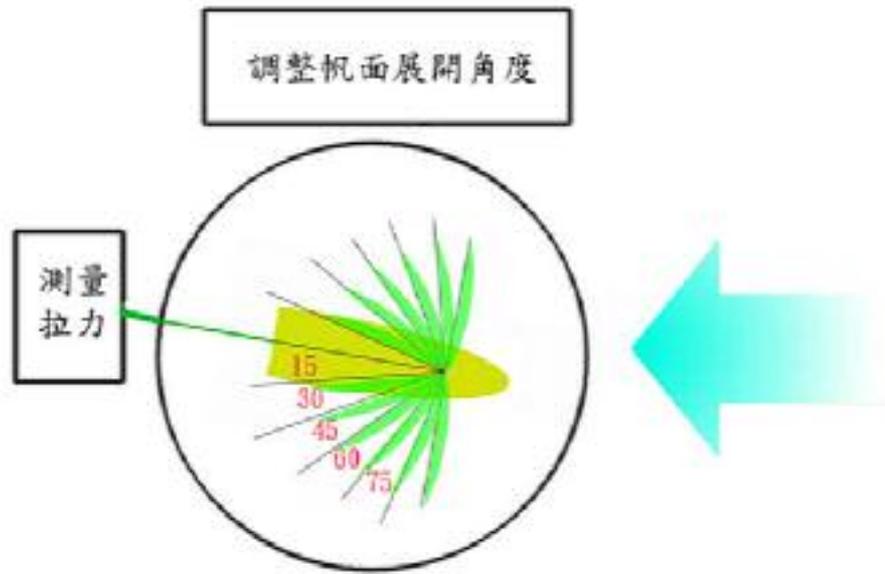
(三) 實驗步驟

1. 我們先做船朝風來方向成 0° 時, 分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖四所示



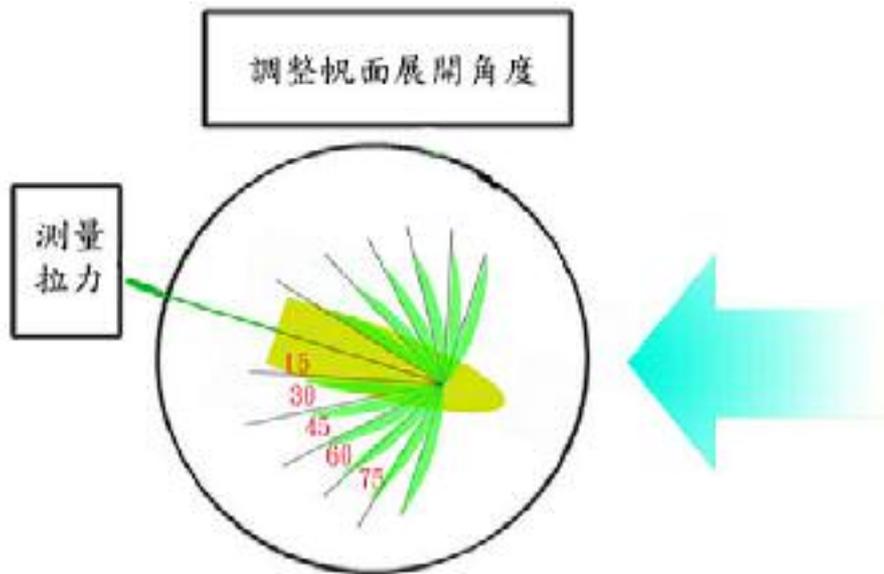
圖四. 將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時, 測量船所受的拉力

2. 將船朝風來方向成 15° 時, 分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖五所示



圖五.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

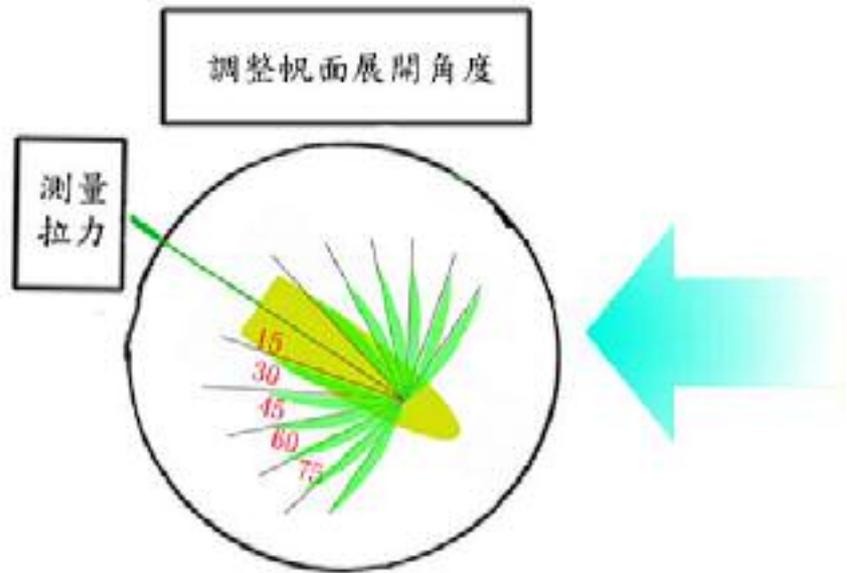
3.將船朝風來方向成 30° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力.如圖六所示



圖六.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量

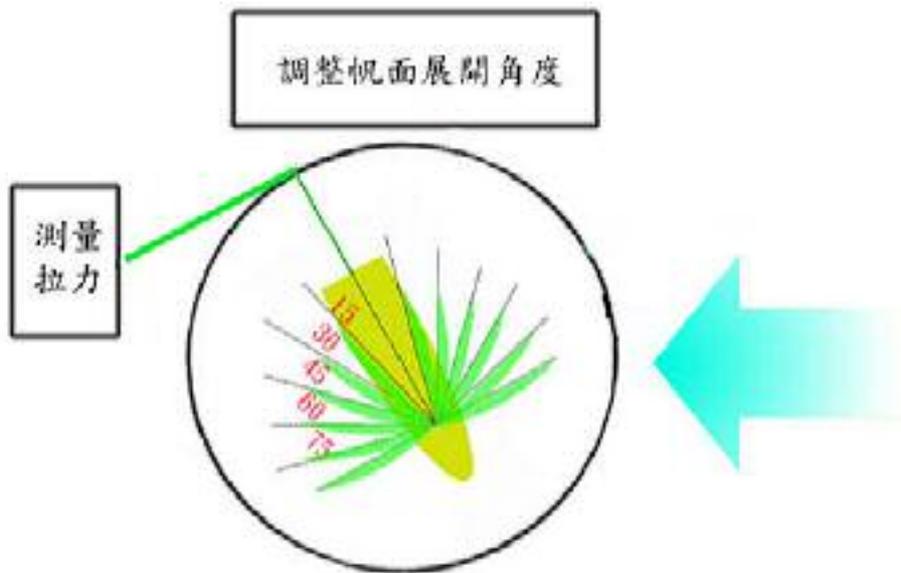
船所受的拉力

4. 將船朝風來方向成 45° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砵碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖七所示



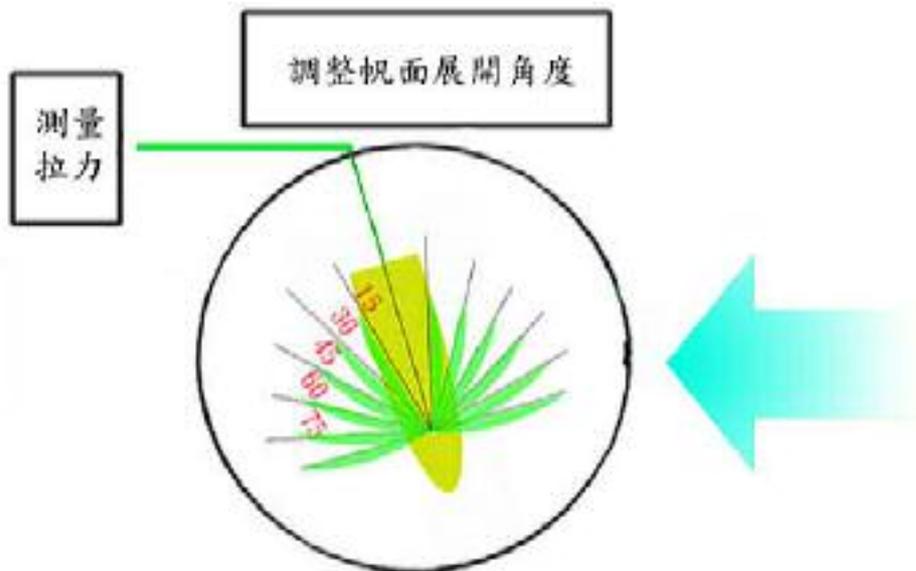
圖七.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

5. 將船朝風來方向成 60° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砵碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖八所示



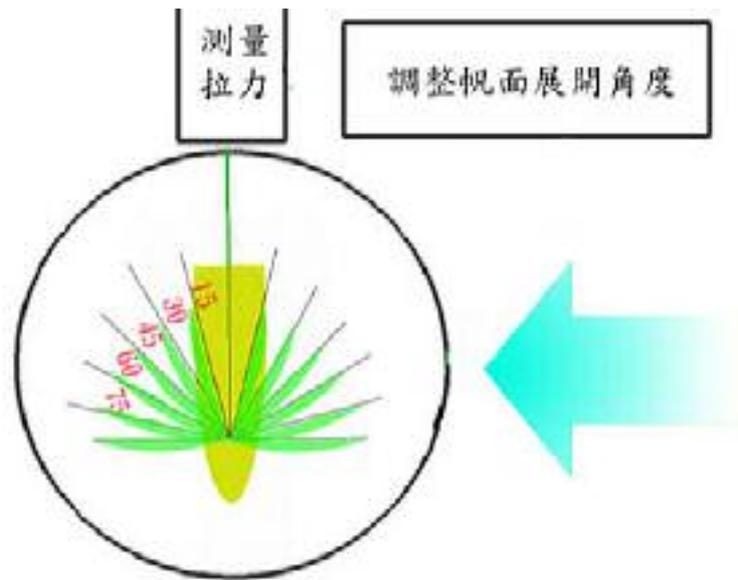
圖八.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

6.將船朝風來方向成 75° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力.如圖九所示



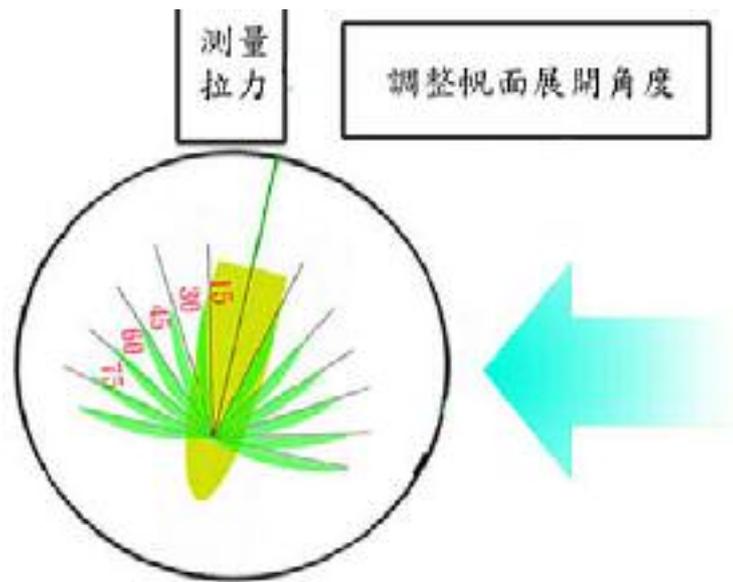
圖九.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

7.將船朝風來方向成 90° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖十所示



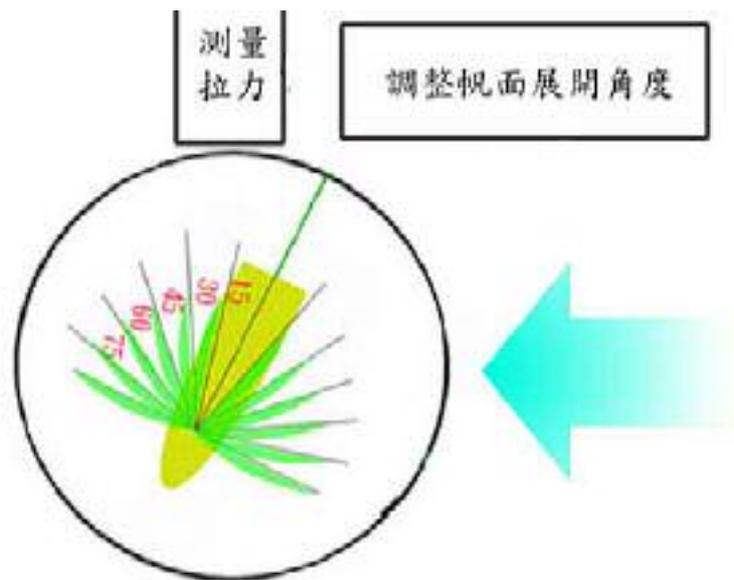
圖十.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

8.將船朝風來方向成 105° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖十一所示



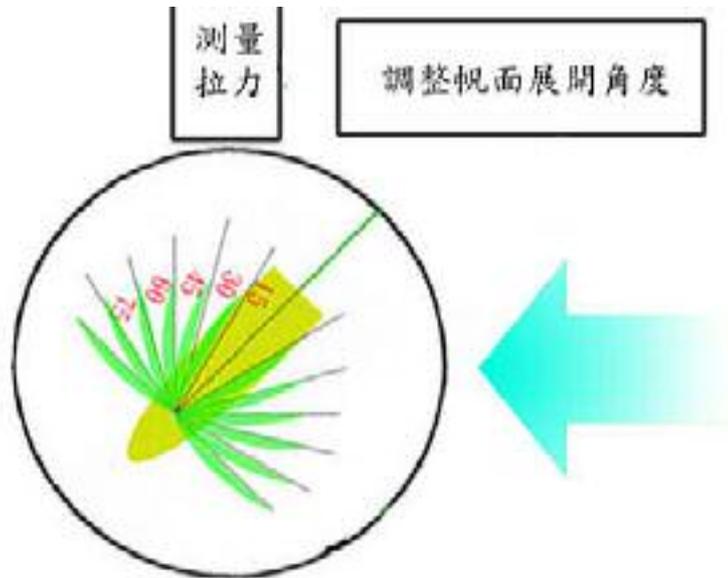
圖十一.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

9.將船朝風來方向成 120° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖十二所示



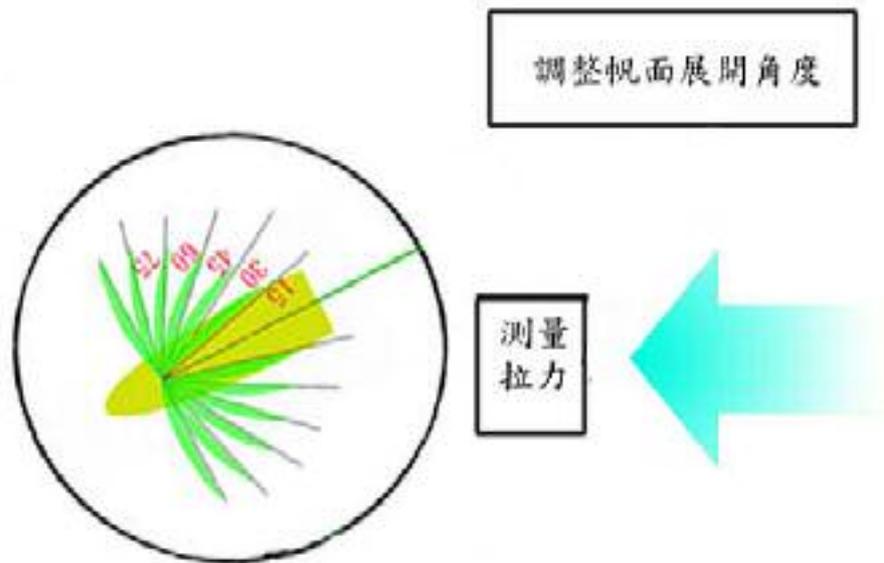
圖十二.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

10.將船朝風來方向成 135° 時,分別設定帆面展開角度為 0° ,
 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生
的拉力. 如圖十三所示



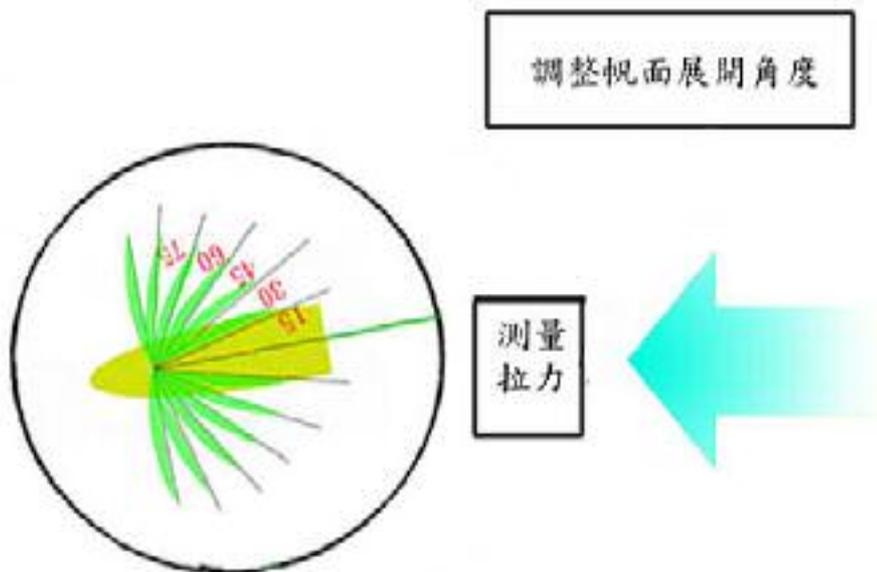
圖十三.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量
船所受的拉力

11.將船朝風來方向成 150° 時,分別設定帆面展開角度為 0° ,
 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生
的拉力. 如圖十四所示



圖十四.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

12.將船朝風來方向成 165° 時,分別設定帆面展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° ,同時以砝碼量出船收風吹拂產生的拉力. 如圖十五所示

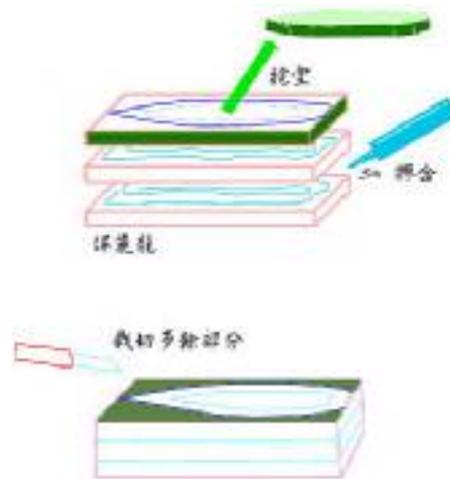


圖十五.將帆展開角度為 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° 時,測量船所受的拉力

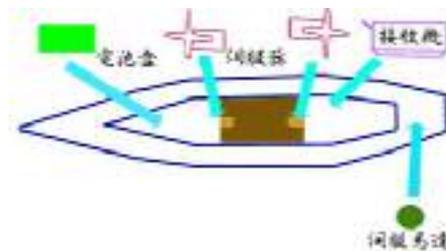
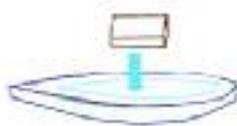
二、資源回收遙控帆船

(一) 製作

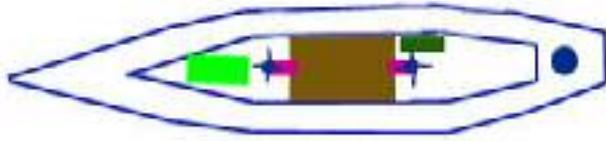
- 1.取三塊保麗龍板（20 X 60 X 3 cm）,在第一塊保麗龍板上畫好船型，並挖空中心部分，將其餘兩片保麗龍上膠 3M 矽膠塗勻。



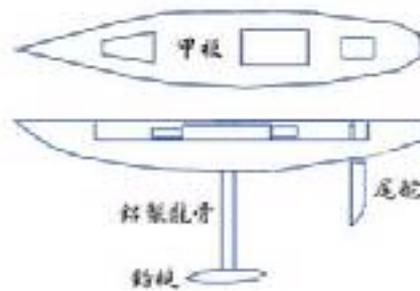
- 2.帶膠合成功後以刀片裁切不要的部分，再以砂紙磨出船型底部，之後將作為重心及固定桅杆，龍骨の木塊放入船中，之後再將伺服器裝入木塊定位(事先挖好孔)



- 3.再放入接收器，並接好電線，電池，將控制帆用的伺服馬達裝入尾端，完成後如下圖



4. 以木板切割出尾舵，鉛槌連接至鋁板，鋁板連接至船中木頭，切割木板作出甲板，並於電池，帆控制部分，尾舵控制部分預留空洞，如下圖所示

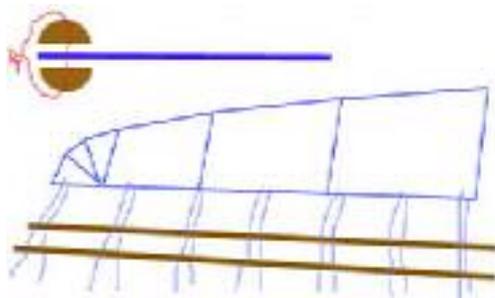


5. 接好電線作出帆控制伺服馬達控制開關，以尼龍線連接至帆控制伺服器，及尾舵伺服器跟尾舵如下圖示





6.將木棒鑽孔，並以尼龍線連接木棒與塑膠帆布，並綁緊，將桅杆固定於木塊上連接好加強，作出前三角帆，最後連接主帆與前三角帆至帆伺服馬達



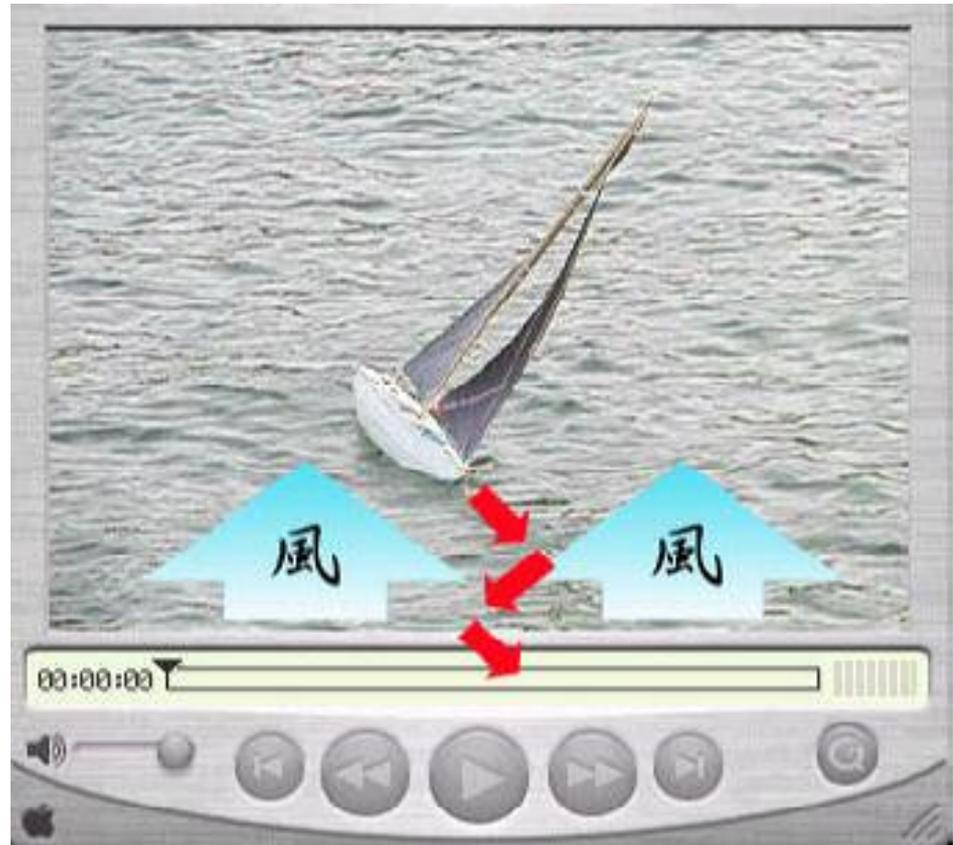
7.作細部加強，甲板開口鎖上螺絲.即完成. 完成圖入詳見下圖



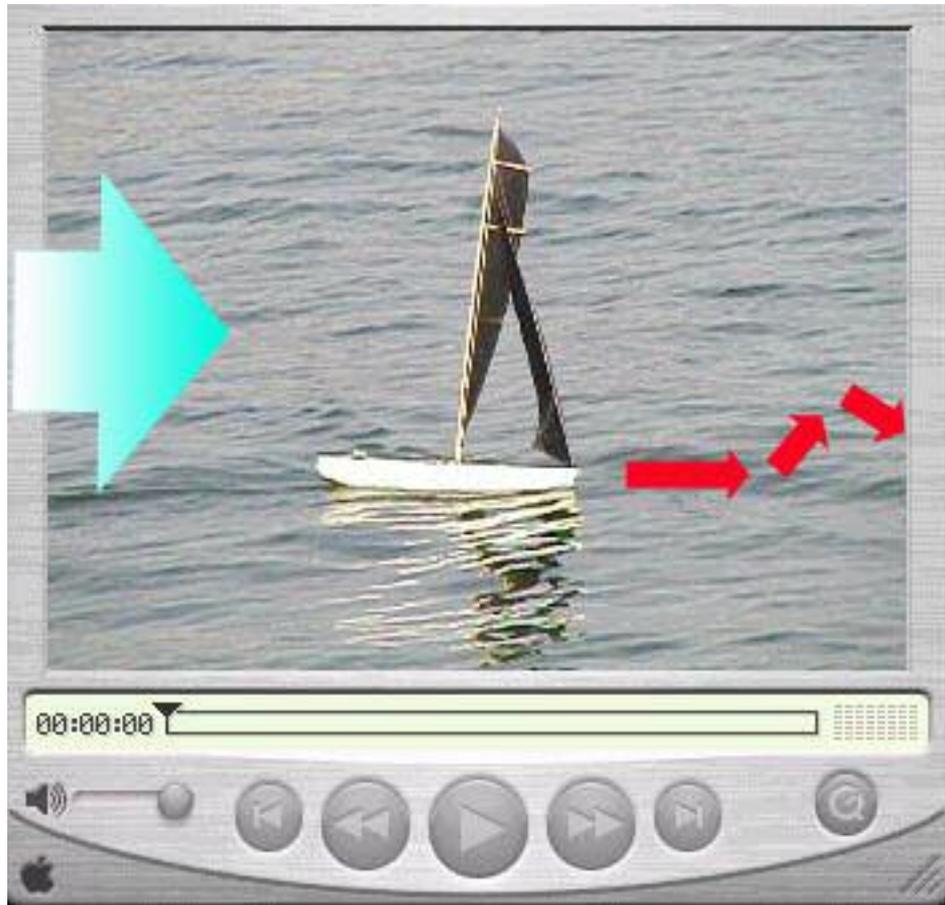
(二) 實際操作

這個部分我們分成幾個主題 逆風前進及轉向，順風前進及轉向，順風前進轉逆風，都是以數位攝影機拍攝成電影檔。

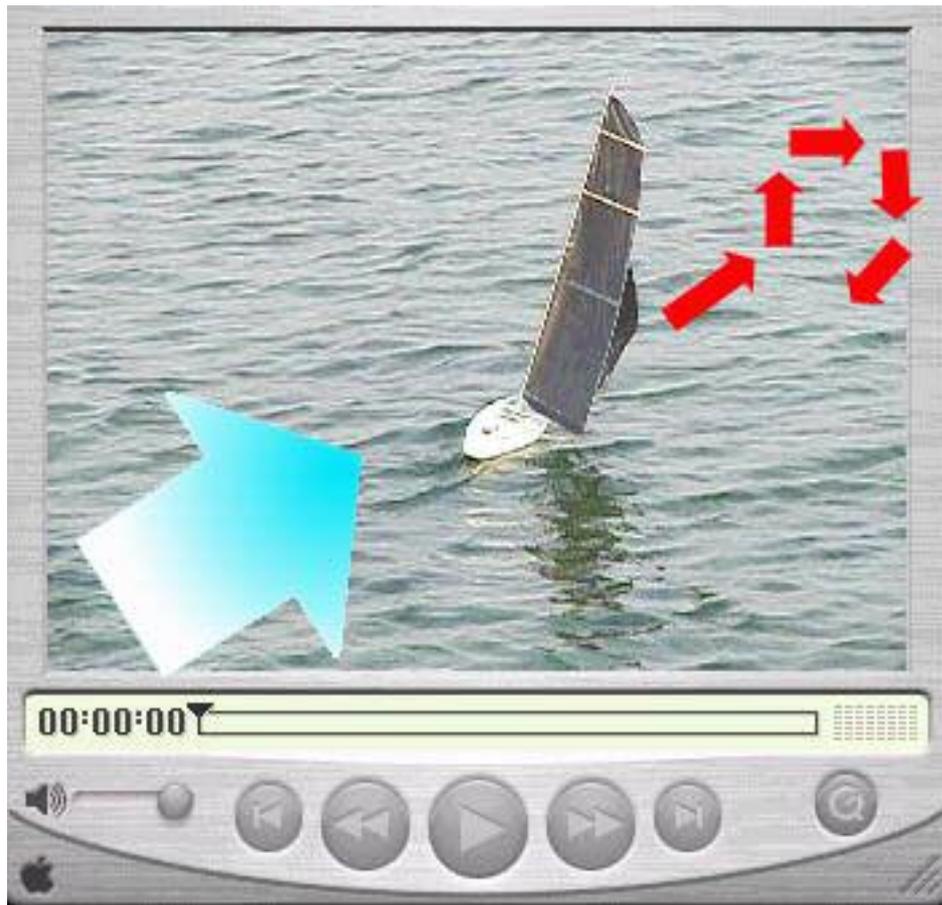
1. 逆風前進及轉向-



2. 順風前進及轉向-



3. 順風前進轉逆風



伍、研究結果與討論

一、來風角度與帆面展開角度所產生拉力的對應表

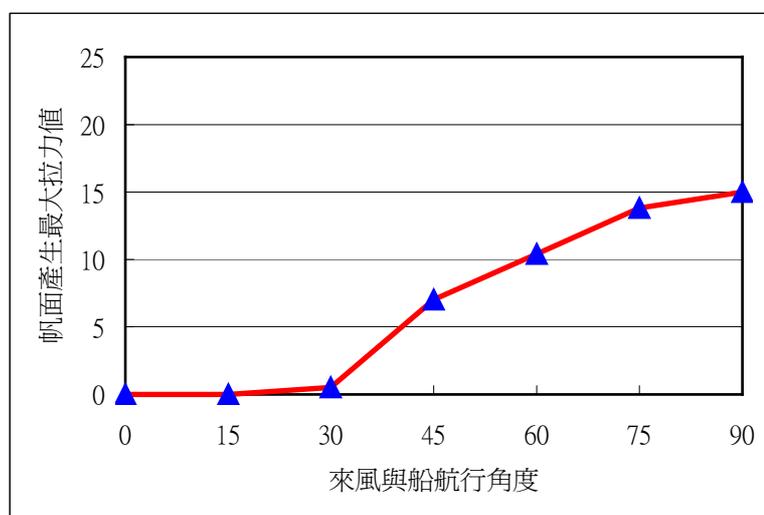
航向與風向夾角 砵碼克數 帆面展開角度	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
15°	0	0	0	7.0	10.4	11.0	10.5	14.0	16.0	16.0	11.0	12.5	16.5
30°	0	0	0.5	2.5	7.0	12.0	15.0	17.5	15.0	15.0	15.4	15.0	17.0
45°	0	0	0.3	1.5	4.5	13.8	13.3	15.0	19.0	14.0	15.5	15.0	20.0
60°	0	0	0	0	6.2	11.0	7.1	12.4	17.0	17.0	15.2	12.5	16.0

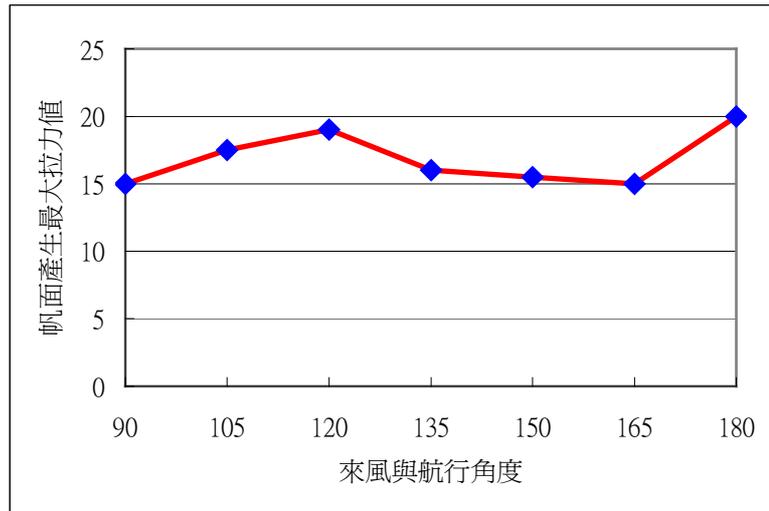
航向與風向夾角	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
帆面產生最大拉力值	0	0	0.5	7.0	10.4	13.8	15.0	17.5	19.0	16.0	15.5	15.0	20.0

進一步整理如下表

從上表我們可以得知帆船在各個不同的航行角度下,欲產生最快速的表現,所需展開的帆面角度,其中以順風 180° 所產生的拉力值最大,有 20kgw,而在逆風情況下,所能航行的最小角度 45°,這也符合一般帆船在逆風情況下的表現。

二、分別比較逆風及順風下, 航行風向夾角與帆面產生最大值的關係圖

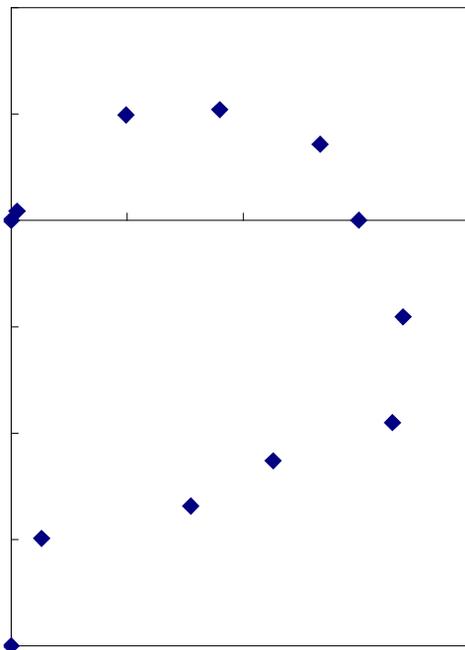




在逆風情況下,我們發現當航行角度越大時,所產生的拉力也越大.順風時則較無規則.

三、各航行角度與拉力對應圖

由右圖我們可以迅速地評估帆船在各航向的最佳速度表現,這在實際航行中是非常重要的參考依據.



陸、討論

- 一、 由實驗結果得知,在逆風情況下,帆展開角度恆小於風向與航向夾角,這樣的結果完全符合一般航行的原理.
- 二、 在求各個拉力值時,我們發現到側向的摩擦力問題,當風力過大時,實驗結果會變得極不理想.
- 三、 這次實驗最大的突破在於我們做出了縮小版的帆船模型,並將實驗的場地縮小到一個玻璃缸的大小,同時透過滑輪的設計,可以準確地量出帆面所產生的拉力.
- 四、 由於帆船運動在台灣尚不普及,相關的書籍及參考資料也較少,能夠有實際的帆船模型,並有實驗數據解釋其航行原理,相信有助於推展帆船運動.

柒、參考資料

Steve Sleight, Complete Sailing Manual, DK, America, 320 , 1999

評語

與鄉土環境關連非常好，利用簡易實驗平台，來測量、探討帆船的操控問題，並嘗試解決模型船之問題，具科學、工程上創新、解決問題的精神及能力。

