

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 生活與應用科學科

佳作

080803

水中四腳獸-探討船體及槳與船速的關係

雲林縣口湖鄉下崙國民小學

作者姓名：

小五 吳鈺嫻 小五 王彥筑 小六 王楷綜  
小六 王美雲 小六 蔡尚宇 小六 王芷琪

指導老師：

廖恒霈 余永東



# 中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

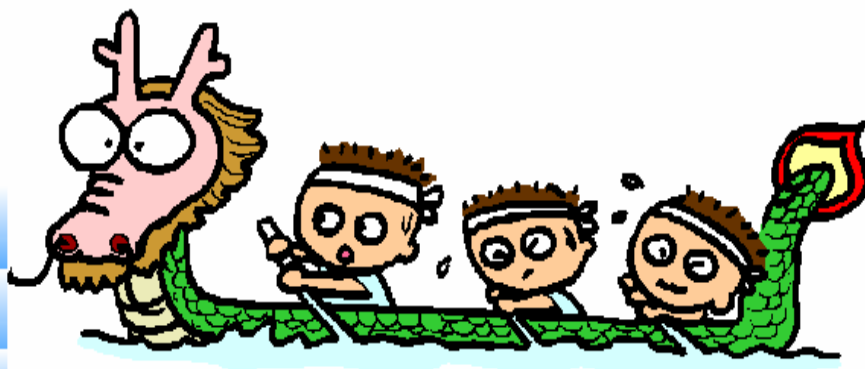
科別：生活與應用科學科

組別：國民小學組

作品名稱：水中四腳獸 -

探討船體及槳與船速的關係

關鍵詞：划船、槳、船速



# 第四十五屆國民中小學 科學展覽製作說明書

## 目 錄

|                  |    |
|------------------|----|
| 摘要 .....         | 1  |
| 壹、 研究動機 .....    | 1  |
| 貳、 研究目的 .....    | 1  |
| 參、 研究設備及器材 ..... | 2  |
| 肆、 研究過程或方法 ..... | 2  |
| 伍、 研究結果 .....    | 11 |
| 陸、 討論 .....      | 15 |
| 柒、 結論 .....      | 16 |
| 捌、 參考資料及其他 ..... | 17 |

## 摘要

此實驗旨在研究「單槳划船」與「雙槳划船」的速度比較及不同船體對於船速的影響因素；我國古代的划船方式及西洋的划船方式的不同之處是否會影響船的行進速度，藉由不同的操作變因來記錄船速的變化，最後利用實驗結果歸納出影響速度的原因。

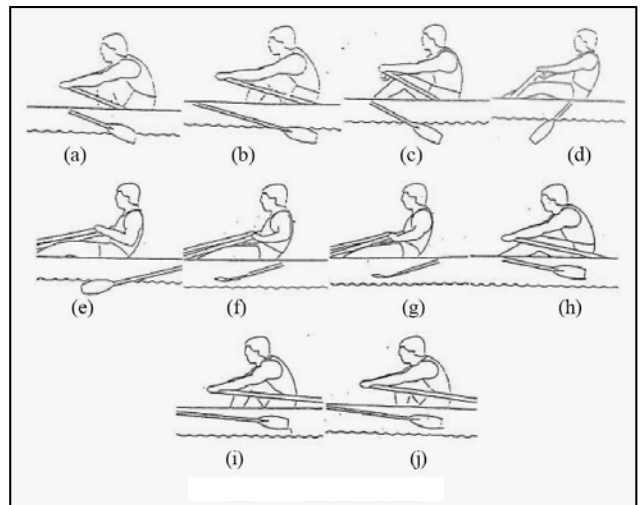
## 壹、研究動機

每年的端午節來到時，同樣的問題都會在我的腦海中盤旋，為什麼划龍船的選手都是要兩邊的選手聽著鼓聲，然後同時將槳划入水，而不是一邊的人划完後再換另一邊的選手划水；曾經看到電視上的划船方法有幾種，有的是用一枝長槳左右兩邊交替的划水；有的是使用兩枝槳同時划水；有的是一枝槳，然後左邊划個幾下，再換右邊划個幾下，不管是什麼方式似乎都蠻快的。

此外，大家都知道在游泳時「自由式」的游法是比較快速的，但我總覺得兩手同划的「蛙式」或是「蝶式」應該雙手同時出力，力量會比較大，但為什麼一左一右划水方式的自由式會比較快呢？既然如此，那船的行進是不是也同樣一左一右的划水會是較快的呢？或是又不一樣呢？



端午龍舟



划船技術圖解

## 貳、研究目的

### 一、浮體實驗

- (一) 網路搜尋划船競賽規則
- (二) 觀察船的形狀
- (三) 觀察船的動力來源及移動方式

### 二、模擬划船

- (一) 適合的製作模型的材質
- (二) 適合模擬船隻的動力製作
- (三) 測試

### 三、實際測速

- (一) 水道實作測速
- (二) 觀察並比較模型移動，再進行修正。

#### 四、設定變因

- (一) 船體的材質與船速的關係
- (二) 船體的形狀與船速的關係
- (三) 左右槳的下槳頻率與船速的關係
- (四) 下槳的深淺與船速的關係
- (五) 下槳與船體的夾角與船速的關係
- (六) 槳的數量與船速的關係

### 參、研究設備及器材

一、設備：軌道車、碼錶、水池、剪刀、美工刀、圓規、天平、皮尺。

二、材料：百格板、強力膠、雙面膠帶、樹脂、快乾、塑膠繩、電池、水管、夾子、寶特瓶、厚紙板、竹筷子、鋁罐、膠帶、布丁湯匙、船型保麗龍、大吸管。

### 肆、研究過程或方法

#### 一、船體競速規則及觀察

##### (一) 網路搜尋划船競賽規則及方式

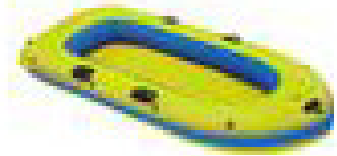
- 1、 乘坐特製小艇背向前進方向劃進，在規定距離內競速的一項划船運動，男子划船自 1900 年第二屆奧運會開始列為正式比賽項目；女子划船自 1976 年第廿一屆奧運會開始列為正式比賽項目。
- 2、 男子划船為單人雙槳、雙人雙槳、雙人單槳無舵手、雙人單槳有舵手、四人雙槳無舵手、四人單槳無舵手、四人單槳有舵手、八人單槳有舵手 8 項。
- 3、 女子划船為單人雙槳、雙人雙槳、雙人單槳無舵手、四人雙槳有舵手、四人單槳有舵手、八人單槳有舵手 6 項。
- 4、 划船比賽在直線水道上進行，用浮標分隔為寬 12.5~15 公尺的 6 條航道。
- 5、 划船船身狹長，形似織布梭子。船內有帶滑輪的活動座板，船兩側有固定槳架。
- 6、 槳為蒲扇形或橢圓形。
- 7、 船和槳均用質地堅固而重量又輕的材料如玻璃纖維、鋁合金等製成。

##### (二) 觀察船的形狀

- 1、 賽船:主要著眼於速度,其特色是細長
- 2、 划船:以安全為重,其船身較短
- 3、 遊船:以雙槳為主,需能負載行李
- 4、 初學者專用船:以平穩,耐用為特色



單人皮艇



救生艇



雙人雙底橡皮艇



三體帆船



電動游艇



工作快艇

### (三) 觀察船的動力來源

船體的移動大置可分為下列幾種：

- 1、以人力方式產生動力，例如：皮艇
- 2、以風力方式產生動力，例如：帆船
- 3、以電力致使引擎轉動的方式產生動力，例如：電動游艇
- 4、以柴油或核能等致使引擎轉動的方式產生動力，例如：快艇

## 二、模擬划船

### (一) 適合的製作模型的材質

(製作模型的材質以浮力佳者為優先)

- 1、木板
- 2、保麗龍
- 3、寶特瓶
- 4、鋁罐
- 5、吸管
- 6、竹子
- 7、充氣物體

### (二) 適合模擬船隻的動力製作

實驗模型船的製作方法：

- 1、將軌道車的輪子拆下。
- 2、把剪成小段的水管粘上夾子，之後再固定在輪框上。
- 3、使用百格板將軌道車墊高並將軌道車固定其上。
- 4、製作四枝槳，並夾在夾子上。
- 5、裝上電池，打開開關使其轉動。

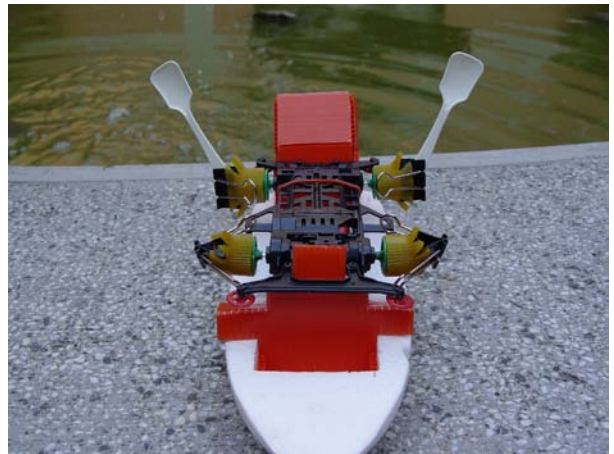
### (三) 測試

## 三、實際測速

### (一) 控制變因

- 1、直線水道，水深六十公分
- 2、距離二公尺
- 3、使用同一顆馬達
- 4、使用四枝槳、二枝槳

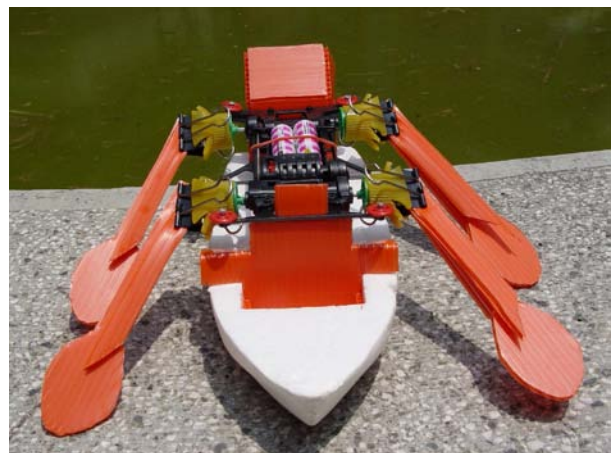
(其中一部份討論槳數和速度的關係)



同一顆馬達 二枝槳



實驗水池距離二公尺，水深三十公分



同一顆馬達 四枝槳

(二)

### 1、船體的材質與船速的關係

預測：在一定的穩度，與同樣的馬達下，船體的材質越重，阻力愈大，  
船速應該越慢。

| 時間<br>(秒)<br>次數 | 寶特瓶船<br>(38 公克) | 保麗龍船<br>(43 公克)<br>(最重) | 鋁罐船<br>(33 公克) | 吸管船<br>(25 公克)<br>(最輕) |
|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------|------------------------|
| 第一次             | 56" 96          | 47" 95                  | 38" 22         | 49" 82                 |
| 第二次             | 51" 68          | 48" 02                  | 37" 56         | 46" 16                 |
| 第三次             | 54" 40          | 49" 17                  | 39" 33         | 48" 99                 |



寶特瓶船



保麗龍船



鋁罐船



吸管船



## 2、船體的形狀與船速的關係

預測：在一定的穩度下,由於船身與水接觸愈廣時,阻力愈大,船速越慢，因此船的設計原理是:船身與水面的接觸面愈小愈佳,理想的船型仿如鉛筆。

| 時間<br>(秒) | 材<br>質 | 扁平狀<br>(竹筷船)<br>(與水接觸多) | 扁平與流線兼具<br>保麗龍船<br>(與水接觸居中) | 流線狀<br>(鋁罐船)<br>(與水接觸少) |
|-----------|--------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 第一次       | 次數     | 55" 20                  | 48" 28                      | 41" 33                  |
| 第二次       |        | 51" 97                  | 46" 21                      | 42" 68                  |
| 第三次       |        | 53" 61                  | 46" 80                      | 45" 12                  |



筷子船



保麗龍船



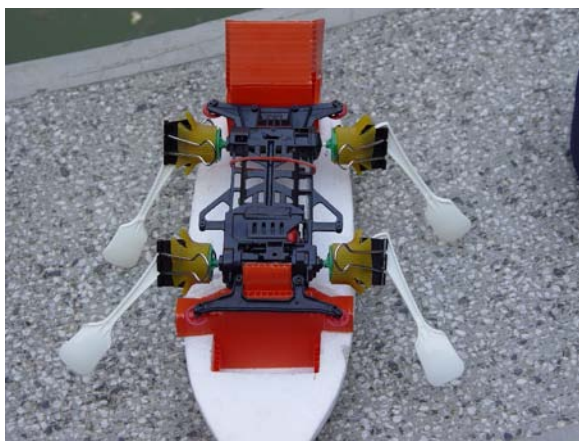
鋁罐船

### 3、左右槳的下槳頻率與船速的關係

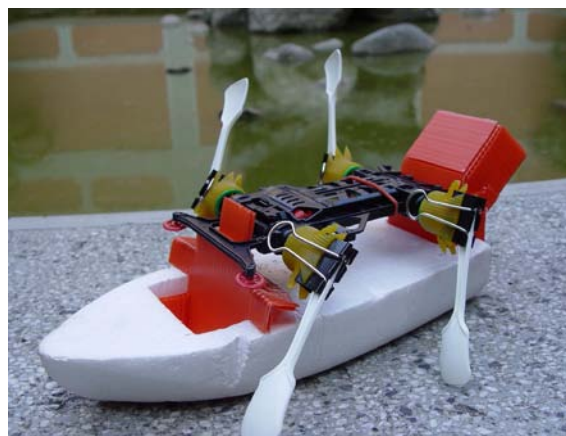
預測：左右槳如果同時下槳划動的話，船身應會較平穩，船速應該會比較快；相反的如果一左一右的划動的話，可能會造成船身晃動，影響船的行進速度。

| 時間<br>(秒) | 材質 | 左右槳同時  | 左右槳不同時 |
|-----------|----|--------|--------|
| 第一次       | 次數 | 40" 21 | 58" 11 |
| 第二次       | 次數 | 42" 50 | 52" 58 |
| 第三次       | 次數 | 41" 28 | 56" 52 |

備註：使用兩枝槳操作



左右槳同時



左右槳不同時

#### 4、下槳的深淺與船速的關係

預測：下槳的深度太淺的話，獲得的反作用力越少，船速應該會比較慢；  
下槳的深度如果越深，阻力應會變得越大，船速應該也會比較慢。

| 時<br>間<br>(秒) | 材<br>質 | 次數     | 吃水深<br>0.5 cm | 吃水深<br>1 cm | 吃水深<br>1.5 cm | 吃水深<br>2 cm |
|---------------|--------|--------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|               |        |        | 第一次           | 49" 19      | 40" 50        | 36" 11      |
| 第二次           | 50" 28 | 42" 18 | 38" 59        | 40" 92      |               |             |
| 第三次           | 51" 85 | 42" 27 | 36" 60        | 41" 29      |               |             |

備註：使用兩枝槳操作



槳吃水深 0.5 cm



槳吃水深 1 cm



槳吃水深 1.5 cm



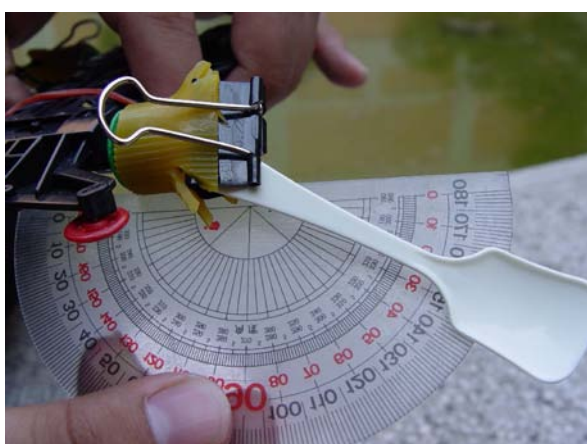
槳吃水深 2 cm

## 5、 下槳與船體的夾角與船速的關係

預測：槳的角度越小的話，力矩越大，撥水比較有力，船速應該會比較快；  
槳的角度越大的話，力矩越小，船速應該會比較慢。

| 時間<br>次數 | 夾角 30  | 夾角 45  | 夾角 60  |
|----------|--------|--------|--------|
| 第一次      | 43" 20 | 38" 22 | 47" 18 |
| 第二次      | 46" 19 | 37" 46 | 45" 27 |
| 第三次      | 45" 57 | 38" 90 | 46" 98 |

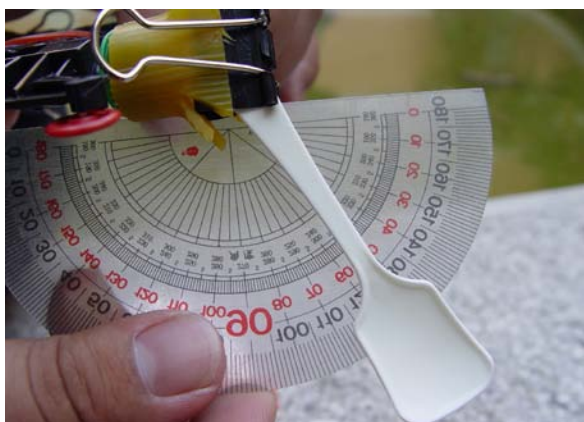
備註：本項操作吃水深均為 1 cm，使用兩枝槳操作



槳的夾角為 30 度



槳的夾角為 45 度

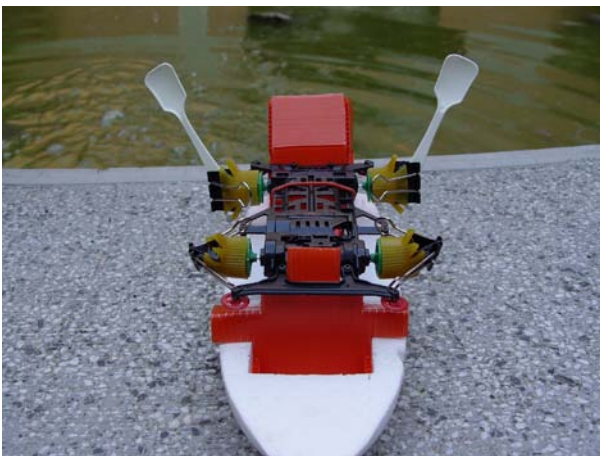


槳的夾角為 60 度

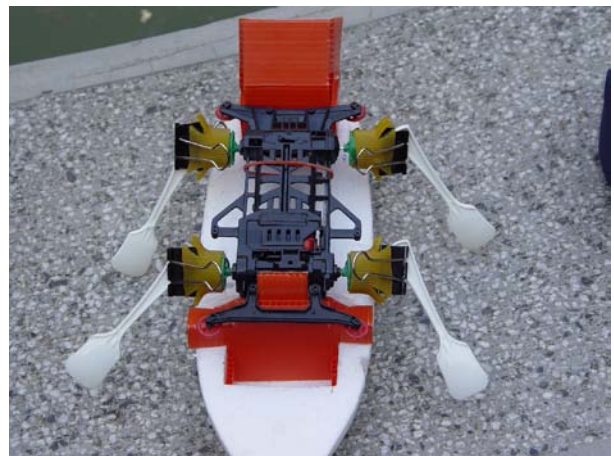
## 6、槳的數量與船速的關係

預測：槳愈多時，船速應該會愈快。

| 時間<br>(秒) | 材質 | 兩支槳    | 四支槳    |
|-----------|----|--------|--------|
| 第一次       | 次數 | 48" 20 | 37" 92 |
| 第二次       |    | 50" 12 | 40" 19 |
| 第三次       |    | 48" 95 | 39" 02 |



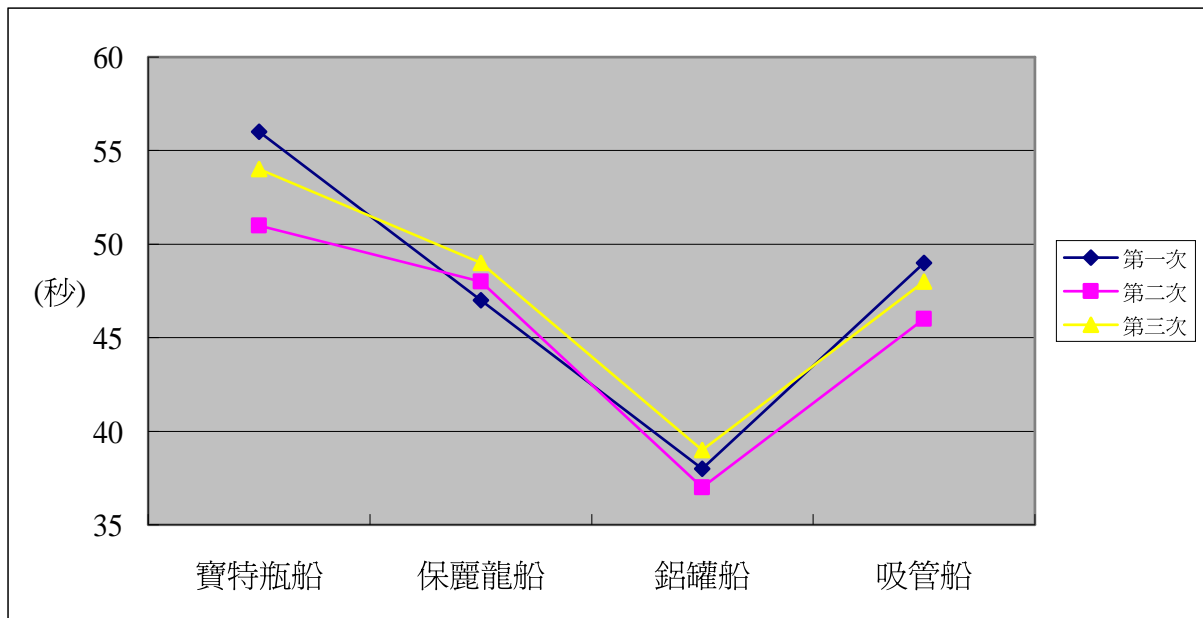
使用兩枝槳划船



使用四枝槳划船

## 伍、研究結果

### 一、船體的材質與船速的關係

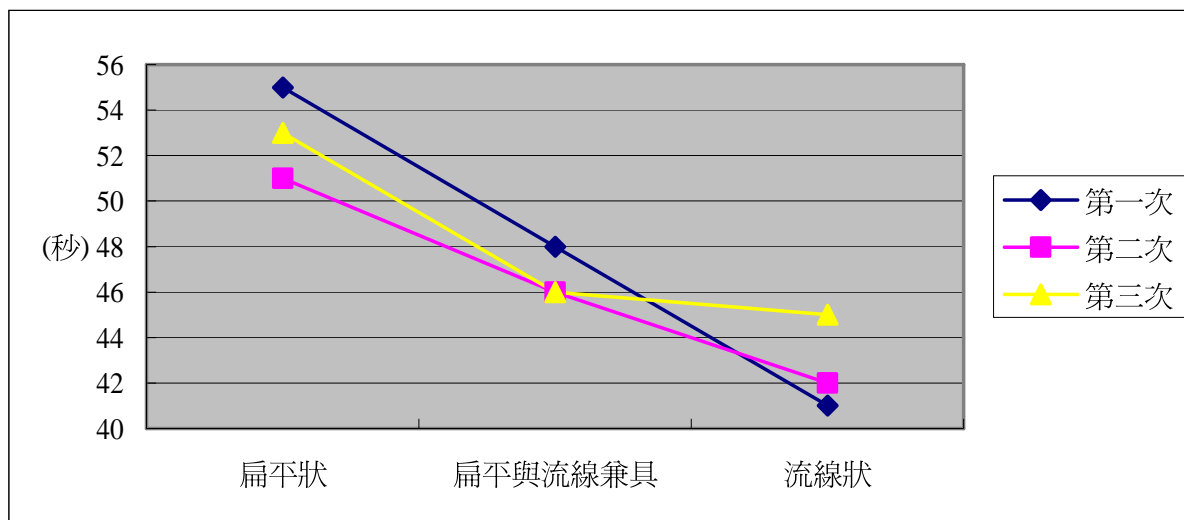


船體的材質與船速關係圖

#### (一)結果：

- 1、船速最快的是鋁罐船而不是最輕的吸管船；理論上應該是在同樣的馬達下較輕的船體會比較快，然而，實驗的結果卻不相符，可能是因為接觸面的關係所影響，船身與水面的接觸面越小速度越快。
- 2、最慢的是寶特瓶船，而不是最重的保麗龍船；本來較重的船體應該會比較慢，而實驗有誤差可能是因為寶特瓶的船身問題，頭重尾輕，造成前進的不穩定而影響速度。

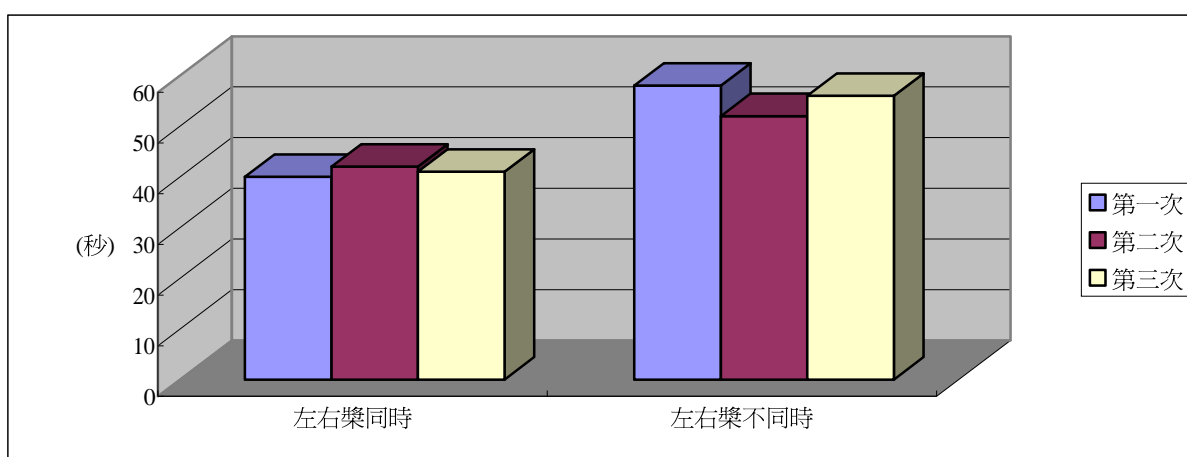
## 二、船體的形狀與船速的關係



船體的形狀與船速關係圖

(二) 結果：果然是流線形的鋁罐船再度蟬連第一的寶座，實驗結果也因應了在一定的穩定度下，船身與水面接觸愈廣時，阻力愈大，船速越慢；而船身與水面的接觸面愈小時，阻力也越小，船速當然會越快

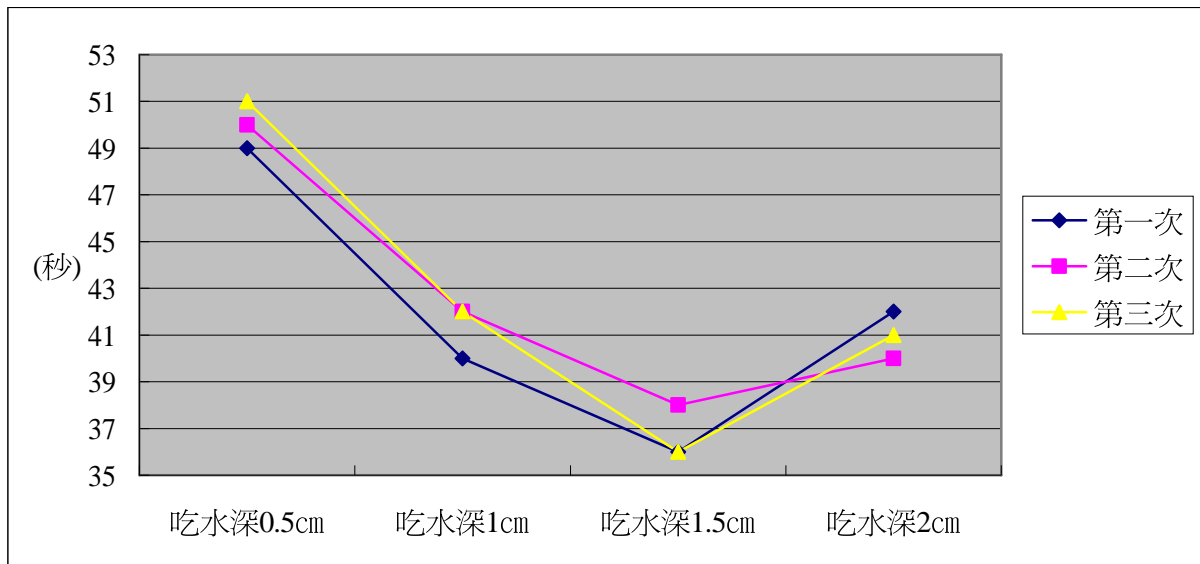
## 三、左右槳的下槳頻率與船速的關係



左右槳的下槳頻率與船速關係圖

(三) 結果：經由這一次的實驗發現，左右槳同時划動時，每一次的划水量比較大，且同時下槳的話，船身較平穩，所以船速較快；相反的一左一右划動的話，一次的划水量較小，且船身晃動較大，直接就影響到船速了。

#### 四、下槳的深淺與船速的關係



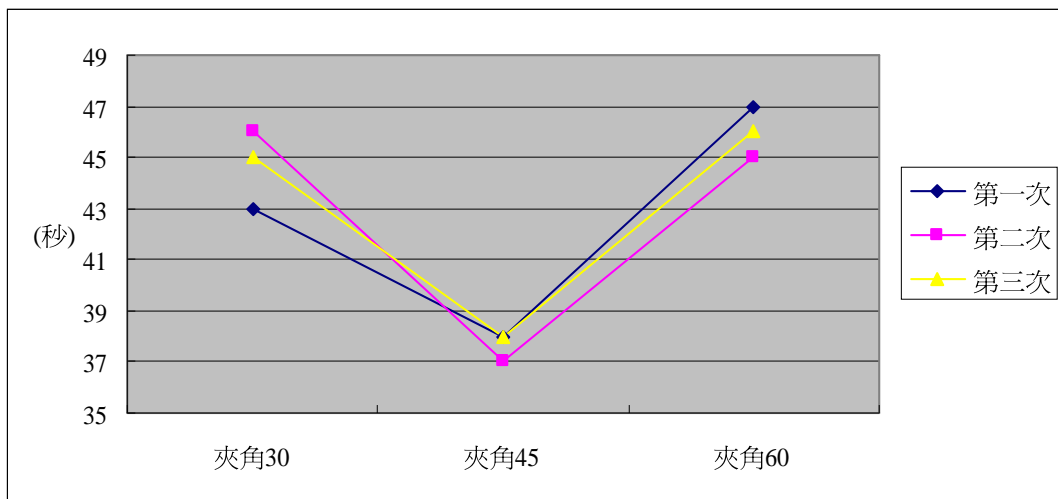
下槳的深淺與船速的關係圖

(四) 結果：

- 1、下槳深度最淺的 0.5 公分，因為獲得的反作用力是最小的，因此就算槳可以轉的很快，也不能讓它快速的前進，所以它的速度是最慢的。
- 2、而下槳深度最深的 2 公分，可能因為水的阻力太大，其實應該是馬達的力量不夠大才對，所以槳的旋轉不是很快，不能有足夠的動力前進。
- 3、其實在實驗前我們覺得應該是下槳深度 1 公分的船會是最快的，但是實驗的結果卻是 1.5 公分的船最快，可能是船的槳夾的角度與深度剛好可以發揮出它最大的力量！



## 五、下槳與船體的夾角與船速的關係



下槳與船體的夾角與船速的關係圖

(五) 結果：

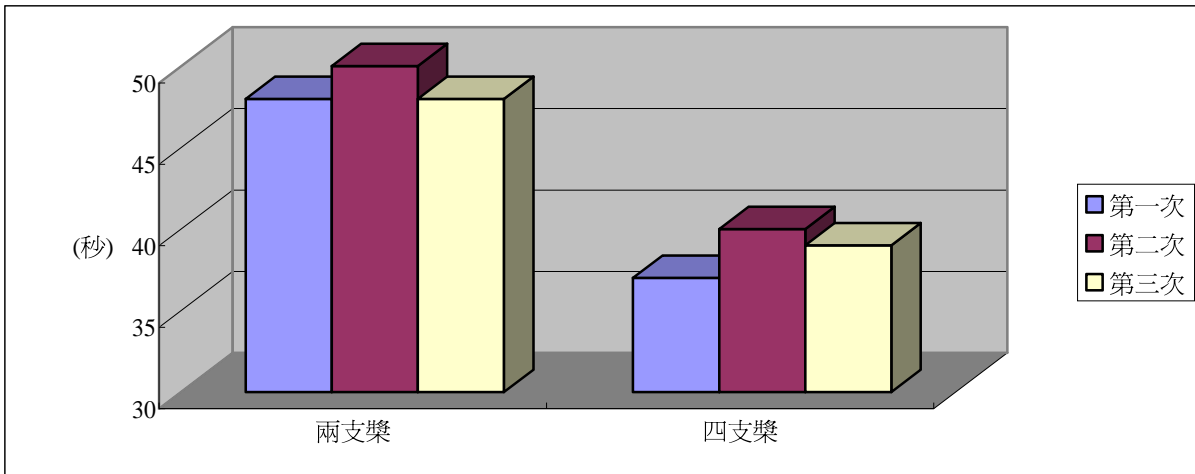
1、詢問老師所得「力矩=力臂 力量  $\sin \theta$ 」

( $\theta$ ：力量與力臂之夾角)( $\theta$  越大， $\sin \theta$  值會越大)

2、由實驗結果證明，夾角越大，船走得越快。原本我們還想再把夾角增加至 90 度，這樣馬達給予槳的能量就可以完全發揮，無奈輪軸之間距離太短，如果使用 90 度夾角，船槳會卡住，導致無法進行實驗，因此作罷。但是由這兒的實驗結果，理論上應該會是最快的！

3、所以槳的角度越大的話，力矩越大，撥水比較有力，船速應該會比較快；槳的角度越小的話，力矩越小，船速應該會比較慢。

## 六、槳的數量與船速的關係



槳的數量與船速的關係圖

(六) 結果：

- 1、基本上，人多就是力量，所以槳愈多時，船獲得的前進力量會越大，船速當然愈快。
- 2、在實驗中，因為軌道車的輪軸限制，所以槳的數量只能使用到最多四枝，而不能再增加，我們都覺得，如果可以再多使用幾枝槳的話，速度應該還可以再更快。
- 3、當然，槳的數量也要有一定的限制，因為造成船會前進的主要力量還是馬達，如果馬力夠的話，再多的槳也沒問題。

## 陸、討論

討論 1：我覺得這次的實驗讓我對划船有更多的認識，我們做的實驗都蠻有趣的，有改變船的材質、形狀，也有槳的形狀、划船的方式…等。

討論 2：其實我們有幾種方案可以做動力來推動船，例如利用橡皮筋或迴力車的馬達，結果最後我們還是選擇了使用電力的軌道車，我覺得如果使用其它的動力，可能會有很大的變異，而沒有辦法客觀的下決定。

討論 3：這一次的實驗，如果可以直接使用兩艘船做實驗，這樣比較可以判定出彼此的差異性。但是在技術上沒有辦法做出相同的兩艘船，這是很可惜的。

討論 4：在做實驗六時，只有我認為兩枝槳的速度會比四枝槳快，因為我覺得同樣的馬達下，兩枝槳獲得的力量應該會比四枝槳獲的力量大一倍，因此會比較快，可是實驗的結果卻不如我所猜測。

討論 5：為什麼有些實驗是用兩枝槳來推動船，有的則是用四枝槳；這是因為我們認為這樣的實驗結果會比較正確的關係，例如在「槳與船體的角度」這個實驗中，因為槳夾的角度不會很準，所以只用兩枝槳會比較好。

討論 6：剛開始本來是用百格板製成的槳來做實驗，但是它並不好夾；後來在吃午餐布丁的時候發現，布丁湯匙好像是更好的實驗工具，因為它很好夾，而且轉起來也比較快，因此我們後來都改用布丁湯匙來做船的槳。

共同討論：其實這次的實驗因為在技術上有很多東西無法克服，例如在做船體實驗時，船的形狀應該要相同才能比較；還有電池的電力也必須每次都相同才能做出可靠的實驗數據；因此我們實驗的結果變得不是很準確，偶而會有人意料的結果，如果下次還有機會再做的話，我們一定會讓結果更精準的。

## 柒、結論

這次我們設定的變因有六個：分別是船體的材質、船體的形狀、下槳的方式、槳的吃水量、槳與船體的角度、槳的數量，目的就是要討論看看這些不同的原因是否會直接的影響到划船的速度，也可以證明出划船比賽時所需要注意的獲勝原因。

實驗的結果發現，除了槳的形狀是沒有辦法很專業的模仿之外，其他的變因經過歸納，都應該與划船比賽有直接的關係，特別是船的形狀、下槳的方式以及下槳的深度這三個變因，可以很明確的感受到船的速度的增加。

實驗結果：

|         | 速度快 | 速度慢 |
|---------|-----|-----|
| 船體的材質   | 輕   | 重   |
| 船體的形狀   | 流線形 | 扁平狀 |
| 下槳的方式   | 同時  | 不同時 |
| 下槳的吃水量  | 適中  | 少   |
| 槳與船體的角度 | 適中  | 大   |
| 槳的數量    | 多   | 少   |

## 捌、參考資料及其他

- 一、李龍輝, 1995, “划船運動器之改良構造,” “中華民國專利編號第 254124 號.
- 二、[http://www.sportsnt.com.tw/Contents/FairSingle\\_Sample.asp?struct\\_id=4743](http://www.sportsnt.com.tw/Contents/FairSingle_Sample.asp?struct_id=4743)
- 三、<http://www.epochtimes.com/b5/4/7/1/n583683.htm>
- 四、<http://www.ebigchina.com/ebcps/3/pl/2010-1.html>
- 五、<http://www.dudu.com.tw/rowing/organi01.htm>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080803

水中四腳獸-探討船體及槳與船速的關係

雲林縣口湖鄉下崙國民小學

評語：

本作品改裝四輪軌道車成為划槳船，極具創意，並發揮科學的精神，改善划槳的構造與材質，是一件兼具創意與動手能力的作品，故推薦為佳作。