

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 物理科

最佳團隊合作獎

080101

衝衝衝—橡皮筋動力螺旋槳船

學校名稱：新北市三重區集美國民小學

作者： 小六 曾于縈 小六 馮亭潔 小五 鄧 薇 小五 李珮瑜 小五 陳奕鴻	指導老師： 楊圳欽 吳昆霖
---	-------------------------

關鍵詞：橡皮筋、螺旋槳、動力船

衝！衝！衝！橡皮筋動力螺旋槳船

摘要：

我們的實驗目的主要是探討影響橡皮筋動力螺旋槳船在水面航行距離的因素為何？瞭解其相同船身、相同重量且動力相同時**改變螺旋槳的位置、船身重心、不同樣式與大小的螺旋槳、船型樣式**的各種變化來瞭解影響橡皮筋動力船的行進距離等因素，並針對**改變螺旋槳吃水深度的不同、船身的形狀**對行進距離影響進行實驗與探討，來驗證我們的想法，藉此充份掌控一些符合**節能**的動力船艇技巧，並加以利用與了解。

壹、 研究動機







記得前年，上自然與生活科技康軒版四年級上學期第四單元「運輸工具與能源」時，老師教我們做『橡皮筋動力車』，當時我們覺得好有趣，紛紛拿著自己的橡皮筋動力車與同學PK比劃一下。去年上自然與生活科技康軒版五年級上學期第四單元「力與運動」，又提到橡皮筋的彈力，課堂上我們就在思考，如果將橡皮筋裝在船上，會不會也像橡皮筋動力車一樣前進，並討論製作難度更高的橡皮筋動力船可行性，我們先將研究範圍侷限於動力在**船尾後方**，製作了**橡皮筋動力螺旋槳船**，不禁對影響橡皮筋動力螺旋槳船能跑得又快又遠的原因表示好奇！老師也引導我們瞭解各民族乘船的歷史。而橡皮筋動力螺旋槳船的移動是用**轉軸轉動**的方式來扭轉橡皮筋，待橡皮筋轉緊放鬆時釋出的彈力當動力，帶動螺旋槳使船前進，並協助指導我們透過動手實驗來了解影響**橡皮筋動力螺旋槳船**跑得更遠等的各項因素！

貳、 研究目的










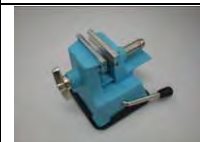
- 一、活動一：探討**螺旋槳在船尾不同截面位置**對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。
- 二、活動二：探討**螺旋槳在船底前後不同位置**對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。
- 三、活動三：探討**船身重心的位置**對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。
- 四、活動四：探討**船身形狀不同**對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。
- 五、活動五：探討**螺旋槳的大小與槳葉數多寡**對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。
- 六、活動六：探討**在相同截面積下，螺旋槳葉數**對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。

參、 研究設備及器材












一、測量器材：

					
電子秤	塑膠量杯	皮尺	數位相機	電子秤	攝影機




二、製作工具：

					
剪刀	刀片	量角器	鋼尺	砂紙	絕緣膠帶
					
保麗龍膠	油性簽字筆	原子筆	切割墊	鑽子	尖嘴鉗
					
熱熔槍	熱熔膠條	鋸子	割圓器	小型電鑽	小台鉗

三、裝置材料：

					
橡皮塞	透明塑膠管	長條橡皮筋	小串珠	細鐵絲	大、小迴紋針
					
寶特瓶	珍珠板	魔鬼氈	筆管	棉花棒	





四、實驗器材：

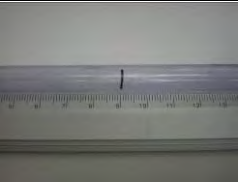
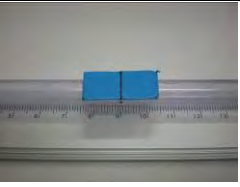
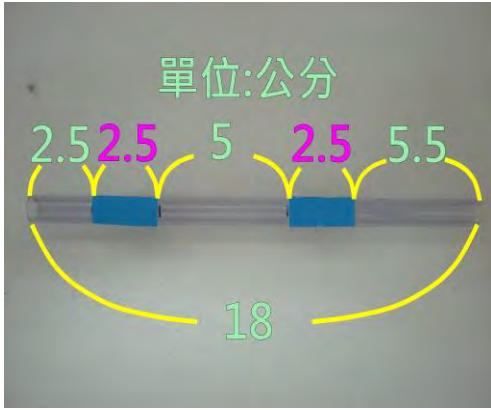

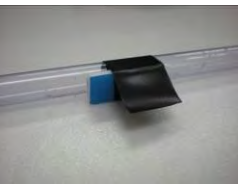
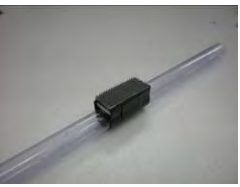
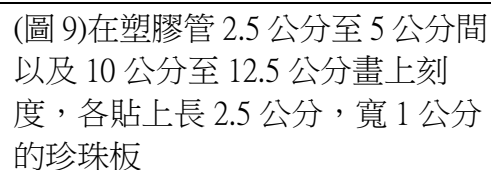

		
小橡皮圈	實驗水道	錢幣

肆、研究過程及方法



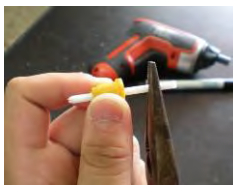

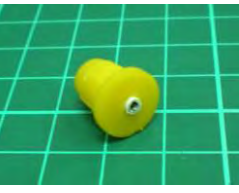
一、橡皮筋動力螺旋槳船動力系統的製作方法：

(一) 槳葉轉軸製作方法：





			
(圖 1)將裝實驗用溫度計的塑膠管及兩個橡皮塞取下	(圖 2)塑膠管量 18 公分長度鋸下	(圖 3)鋸下	(圖 4)再以砂紙磨平邊緣


			
(圖 5)在塑膠管中央畫上刻度	(圖 6)貼上長 2.5 公分，寬 1 公分的珍珠板		(圖 10)以絕緣膠帶加強固定
			
(圖 7)以絕緣膠帶加強固定	(圖 8)貼上魔鬼氈完成第一類的 槳葉轉軸支架(單柱)		(圖 9)在塑膠管 2.5 公分至 5 公分間以及 10 公分至 12.5 公分畫上刻度，各貼上長 2.5 公分，寬 1 公分的珍珠板

				
(圖 12)以鑷子將第一個橡皮塞的中央及邊緣各打一個洞	(圖 13)把小迴紋針一端折成直線，另一端折成能勾橡皮筋的勾勾	(圖 14)將迴紋針直線端由內而外穿過橡皮塞中央的洞	(圖 15)再以鉗子反折插入橡皮塞邊緣的洞，最後將其拉入橡皮塞，以此固定迴紋針	(圖 16)橡皮塞內側迴紋針的勾勾部分則修剪後繞進橡皮塞內

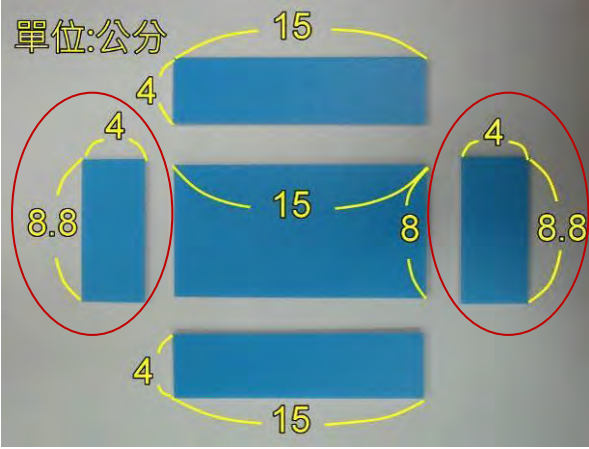
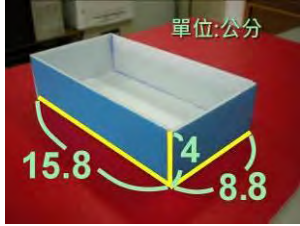

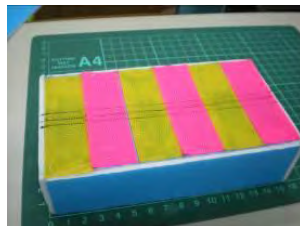

				
(圖 17)用鑷子將第二個橡皮塞的中央打一個洞	(圖 18)以電鑽增加洞的口徑	(圖 19)再將原子筆筆管剪下一截插入橡皮塞中	(圖 20)修剪長度使其與橡皮塞切齊	(圖 21)塞子一端完成。

				
(圖 22)將寶特瓶中央平整處取下	(圖 23)以割圓器畫出半徑 0.5 公分、1 公分及 1.5 公分之同心圓	(圖 24)在圓上用量角器量出所需等分之角度	(圖 25)用簽字筆畫出切割線，(折線則利用半徑 1 公分圓周與切割線的交叉點，連接相鄰半徑 0.5 公分圓周與切割線的交叉點畫出)	(圖 26)將外圓與內圓間的連線剪下 (紅線部分)
				
(圖 27)以鉗子將等分的葉片往下折	(圖 28)使葉片(黃色線條部分)傾斜角度呈 45 度	(圖 29)圓心部分以鑷子穿洞	(圖 30)以棉花棒之中空管穿過其中，修剪適當長度後塗上保麗龍膠固定	(圖 31)漿葉葉片部分完成

				
(圖 32)把大迴紋針從中央剪斷	(圖 33)然後把其中一半由內而外穿出步驟 3 所完成之橡皮塞	(圖 34)依序穿入串珠及步驟(4)所完成之漿葉	(圖 35)最後再用尖嘴鉗將直線端尾段反折，並夾緊漿葉上的塑膠管	(圖 36)再把塞子另一端的迴紋針折成能勾橡皮筋的勾勾， 漿葉組 部分完成


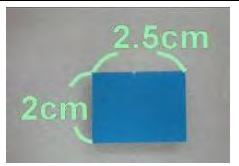

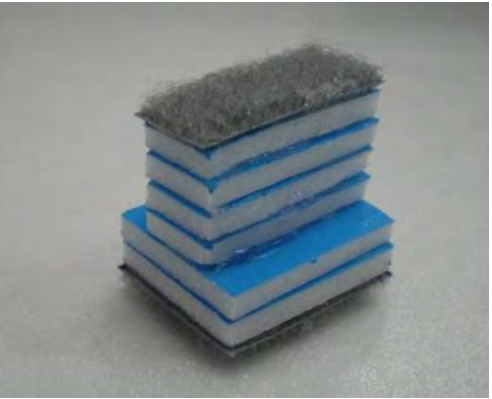


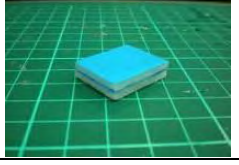
			
(圖 37)取出步驟 2 之塑膠管，將橡皮筋穿入管中	(圖 38)將槳葉部分的勾子勾住橡皮筋的一端	(圖 39)橡皮塞塞入塑膠管中	
			
(圖 40)再將橡皮筋的另一端拉出打結	(圖 41)以步驟 2 完成橡皮塞的勾子勾住	(圖 42)塞入塑膠管的另一端	
			(圖 43)槳葉轉軸完成

(二)基本船型船體製作方法：

			
	(圖 2) 完成後船身的長度為 15.8 公分、寬度為 8.8 公分、高度為 4 公分	(圖 3) 在內外側接縫處塗上保麗龍膠，以確保船身不會進水公分	
		<p>(圖 1) 將珍珠板裁切如展開圖(單位公分)，即可成基本船型船體。但要注意珍珠板本身的厚度，繪製與裁切時，要預留寬度(紅圈所示)，力求船體密合。</p>	<p>(圖 4) 將船底分六等分，每等分 2.5 公分，並貼上不同顏色之魔鬼氈</p>
		<p>(圖 5) 基本船型船體，經測試均不滲水</p>	

(三)船底連接底座製作方法

依實驗不同需求將珍珠板製成單柱及雙柱連接底座

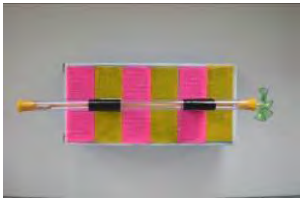

			
<p>(圖 1)將珍珠板裁切成長 2.5 公分，寬 1 公分的長方形</p>	<p>(圖 2)將珍珠板裁切成長 2.5 公分，寬 2 公分的長方形</p>	<p>(圖 3)把(圖 1)的長方形 6 片為一組，以保麗龍膠黏貼疊成柱狀，共 2 組，在上下各黏上同尺寸的魔鬼氈，就完成了第一類連接底座</p>	
			<p>(圖 7) 將(圖 5)及(圖 6)的珍珠板黏貼成 T 字型，在上下各黏上同尺寸的魔鬼氈，就完成了第三類連接底座</p>
<p>(圖 4)把(圖 1)的長方形 12 片一組以保麗龍膠黏貼疊成柱狀，共 2 組。在上下各黏上同尺寸的魔鬼氈，就完成了第二類連接底座</p>	<p>(圖 5)把(圖 1)的長方形 4 片為一組，以保麗龍膠黏貼疊成柱狀</p>	<p>(圖 6)把(圖 2)的長方形 2 片為一組，以保麗龍膠黏貼</p>	

(四)槳葉轉軸安裝

1. 單柱槳葉轉軸的安裝

		
<p>(圖 1) 將單柱槳葉轉軸、船底連接底座與基本船型船體利用魔鬼氈連接</p>	<p>(圖 2) 要注意槳葉轉軸是否對正</p>	<p>(圖 3) 利用魔鬼氈連接是為了便於移動，控制螺旋槳前後的距離以利後續實驗的需求</p>

2. 雙柱槳葉轉軸的安裝











	
<p>(圖 4) 將雙柱槳葉轉軸、船底連接底座與基本船型船體利用魔鬼氈連接，位置在距船頭 5 至 7.5 公分和 10 至 12.5 公分的兩個地方要注意槳葉轉軸是否對正。</p>	<p>(圖 5) 利用魔鬼氈連接是為了更換連接底座長度，控制螺旋槳與船體的距離，以利後續實驗的需求</p>

二、活動一：探討**船槳槳葉在船尾截面不同**位置對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響

(一)、實驗步驟











1.採用基本船型船體為測試船，採用**雙柱槳葉轉軸**安裝方法如第6頁，**槳葉旋轉半徑為1.5公分，槳葉長為1公分**，將船寬長度8.8公分、均分為3部份，並將**槳葉轉軸**分別安裝在船尾左中右3部份3層不同深度的不同部份，旋轉圈數設定為**四十圈**，**每次採計的測量單位為公分(以船尾的移動為測量依據)**，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目原則上做十二次，扣除兩次上下極端值，共計實驗十次。

2.為了更精確的測量出螺旋槳船的行進距離，實驗之前，我們先讓船試行，找出大約行進距離，架設攝影機於該處(圖1)，再開始正式測量。測量完畢之後，再利用影片編輯軟體(圖2)，以**定格方式找出船的停止位置(圖3~8為從影片所擷取之定格相片)**，增加測量之精確度。如(圖3~4)船行進距離為76.2公分，(圖5~6)船行進距離為76.3公分，(圖7~9)船行進距離為76.2公分，這顯示螺旋槳船行進至76.3公分後，已沒有前進的動力，所以才會有**停滯或往後飄移**的情況，我們就可以記錄此次實驗中，船的行進距離為76.3公分。

				
<p>(圖 1)</p>	<p>(圖 2)</p>	<p>(圖 3) 距離 76.2 公分</p>	<p>(圖 4)距離 76.2 公分</p>	<p>(圖 5)距離 76.3 公分</p>
				
<p>(圖 6)距離 76.3 公分</p>	<p>(圖 7)距離 76.2 公分</p>	<p>(圖 8)距離 76.2 公分</p>	<p>(圖 9)距離 76.2 公分</p>	<p>(圖 10)距離 76.1 公分</p>





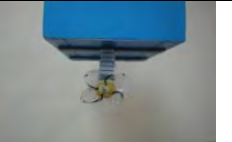
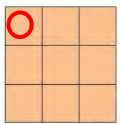
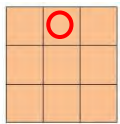
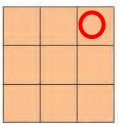
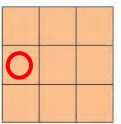
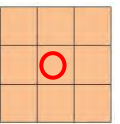




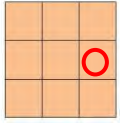
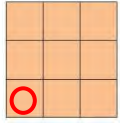
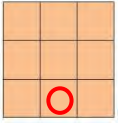
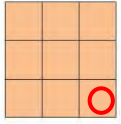
3.為了避免橡皮筋彈性疲乏，影響橡皮筋螺旋槳船的實驗結果，**每一類的實驗活動均更換新的橡皮筋**，每一條橡皮筋僅會使用**10 至 20 次**左右。但為了更進一步確保螺旋槳船的行進距離不會受橡皮筋彈性疲乏影響，每一條橡皮筋在實驗之前與實驗之後均會使用電子吊秤做彈性

測試(圖 1)，測試方法為在木板上釘上鐵釘，然後將橡皮筋之一端固定(圖 2)，再依序拉長 5 公分、10 公分、15 公分以及 20 公分再測量橡皮筋的拉力，當伸長量達 20 公分時，已超過橡皮筋的原長，實驗中轉的圈數並不會讓橡皮筋伸長到這樣的長度，所以測試結束。所得的結果如下：




	原長 14 公分橡皮筋	伸長量 5 公分	伸長量 10 公分	伸長量 15 公分	伸長量 20 公分
	實驗前橡皮筋拉力				
(圖 1)		0.24 公斤	0.31 公斤	0.42 公斤	0.53 公斤
	實驗後橡皮筋拉力				
(圖 2)		0.23 公斤	0.34 公斤	0.42 公斤	0.50 公斤










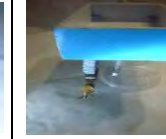
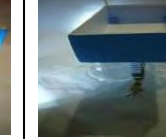
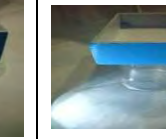
由以上結果得知橡皮筋在實驗前後的拉力，在不同的伸長量時，並未產生明顯變化，所以可以說明在實驗活動當中橡皮筋並沒有明顯的彈性疲乏現象產生。










4. 槳葉轉軸位置的圖例說明如下(○ 表示該實驗的轉軸位置)：

				
				
第一類船槳位置	第二類船槳位置	第三類船槳位置	第四類船槳位置	第五類船槳位置
				
				
第六類船槳位置	第七類船槳位置	第八類船槳位置	第九類船槳位置	

5.電子秤來測得船體重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下(如圖示):

		
空杯(6.15 公克)+第三層船漿位置的連接底座 = 8.35 公克(1)	空杯(6.15 公克)+第二層船漿位置的連接底座==7.55 公克(2)	空杯(6.15 公克)+第一層船漿位置的連接底座=6.15 公克(3)

					
6.15 公克+2.20 公克差額(1)(第一層)	第一類船漿船體(第一層)+左側 2.20 公克差額(1)	第二類船漿船體(第一層)+左側 2.20 公克差額(1)	第三類船漿船體(第一層)+左側 2.20 公克差額(1)	6.15 公克+1.40 公克差額(2)(第二層)	第四類船漿船體(第二層)+左側 1.70 公克差額(2)
					
第五類船漿船體(第二層)+左側 1.70 公克差額(2)	第六類船漿船體(第二層)+左側 1.70 公克差額(2)	6.15 公克+0 公克差額(3)(第三層)	第七類船漿船體(第三層)+左側 0.00 公克差額(3)	第八類船漿船體(第三層)+左側 0.00 公克差額(3)	第九類船漿船體(第三層)+左側 0.00 公克差額(3)

各類船漿位置行進距離測量						
	第一類船漿	第二類船漿	第三類船漿	第四類船漿	第五類船漿	第六類船漿
						
	第七類船漿	第八類船漿	第九類船漿			

(二)、實驗結果

公分 船漿位置	次第	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七	第八	第九	第十	平均	總長度
		次實驗	次實驗	次實驗	次實驗	次實驗	次實驗	次實驗	次實驗	次實驗			
第一類船漿位置		52.6	54.2	62.3	56.5	56.1	58.3	61.1	58.0	57.1	54.5	57.1	570.7
第二類船漿位置		57.2	56.6	62.3	65.6	57.1	57.3	56.1	63.1	55.2	67.7	59.8	598.2
第三類船漿位置		55.4	57.9	53.3	52.1	58.2	56.4	62.3	56.5	61.6	54.2	56.8	567.9
第四類船漿位置		56.2	61.8	65.5	54.1	64.8	58.2	63.5	58.2	60.5	60.4	60.3	603.2

第五類船槳位置	60.1	65.1	58.4	64.4	66.3	68.7	59.3	68.2	64.6	63.2	63.8	638.3
第六類船槳位置	63.9	56.2	58.7	61.5	62.6	54.2	61.3	65.2	57.3	58.2	59.9	599.1
第七類船槳位置	56.4	52.4	61.8	53.6	61.0	56.5	51.2	56.5	55.2	53.1	55.8	557.7
第八類船槳位置	57.5	59.4	53.4	62.6	58.2	65.9	57.8	56.7	55.9	61.4	58.9	588.8
第九類船槳位置	54.3	53.7	54.7	52.3	57.1	56.1	53.4	58.8	62.4	59.6	56.2	562.4

表 1-1 船槳的位置對船行進距離關係表

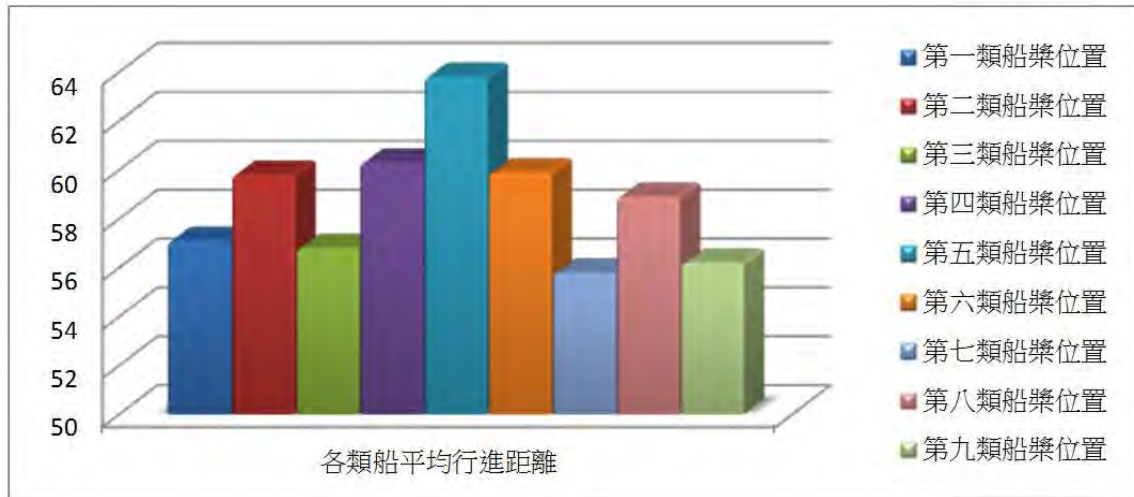


圖 1-1 船槳的位置對船行進距離平均值直條圖

(三)發現

- 1.船槳的位置擺哪裡，船在水道上的行進距離，會有明顯差異。
- 2.船槳離水面相同距離的船行進距離比較:船槳在船體中間主體部份與在船體兩側的，第二類船槳、第五類船槳、第八類船槳，船行進距離較遠。
- 3.船槳離水面不相同距離但位置相同的行進距離比較：
 - 船槳的位置在左側：第二層的第四類船槳>第一層的第一類船槳>第三層第七類的船槳。
 - 船槳的位置在中間：第二層的第五類船槳>第一層的第二類船槳>第三層第八類的船槳。
 - 船槳的位置在右側：第二層的第六類船槳>第一層的第三類船槳>第三層第九類的船槳。

三、活動二：探討船槳槳葉在船底前後不同位置對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響

(一)、實驗步驟

- 1.採用活動一船槳轉軸離水面第二層的中央位置的第五類船槳為測試船，槳葉轉軸製作方法如第2頁，槳葉長為1.5公分，將船底部分為六區段(如：圖例)，每一部份長為2.5公分，並將船槳轉軸(寬度約1公分)放在船寬8.6公分中間(圖例)，並將轉軸黏貼處沿船寬8.8公分((扣除外圍邊長0.4*2公分，內部長為8公分))中間在六區段移動，旋轉圈數設定為四十圈，其餘條件同活動一實驗步驟。

2. 槳葉轉軸位置的圖例說明如下:

<p>○ 代表黏貼處可能位置</p> <p>數字為區域編號</p>	<p>簡例</p> <p>1 2 ③ 4 5 6</p>

<p>① 2 3 4 5 6</p> <p>第一類槳葉位置</p>	<p>1 ② 3 4 5 6</p> <p>第二類槳葉位置</p>	<p>1 2 ③ 4 5 6</p> <p>第三類槳葉位置</p>	<p>1 2 3 ④ 5 6</p> <p>第四類槳葉位置</p>

<p>1 2 3 4 ⑤ 6</p> <p>第五類槳葉位置</p>	<p>1 2 3 4 5 ⑥</p> <p>第六類槳葉位置</p>

<p>各類槳葉 位置行進 距離測量</p>						
	<p>第一類槳葉</p>	<p>第二類槳葉</p>	<p>第三類槳葉</p>	<p>第四類槳葉</p>	<p>第五類槳葉</p>	<p>第六類槳葉</p>

(二)、實驗結果

公分 槳葉位置	次 第										平均	總 長 度
	第一 次 實 驗	第 二 次 實 驗	第 三 次 實 驗	第 四 次 實 驗	第 五 次 實 驗	第 六 次 實 驗	第 七 次 實 驗	第 八 次 實 驗	第 九 次 實 驗	第 十 次 實 驗		
第一類槳葉位置	55.9	53.6	56.3	55.2	53.5	57.8	52.4	51.6	50.2	59.3	54.6	545.8
第二類槳葉位置	56.4	58.7	52.1	59.3	62.5	54.1	59.7	57.4	56.2	52.9	56.9	569.3
第三類槳葉位置	56.8	65.2	57.5	61.6	60.8	55.3	57.9	63.7	61.8	58.6	59.9	599.2
第四類槳葉位置	58.3	62.5	67.5	62.8	65.4	66.4	68.5	62.3	57.5	63.2	63.4	634.4
第五類槳葉位置	60.5	72.4	70.8	62.5	66.1	68.5	64.1	67.5	69.7	65.5	66.8	667.6
第六類槳葉位置	59.2	62.3	62.7	63.7	70.2	66.5	69.8	67.3	67.7	64.8	65.4	654.2

表 2-1 槳葉位置對船行進距離關係表

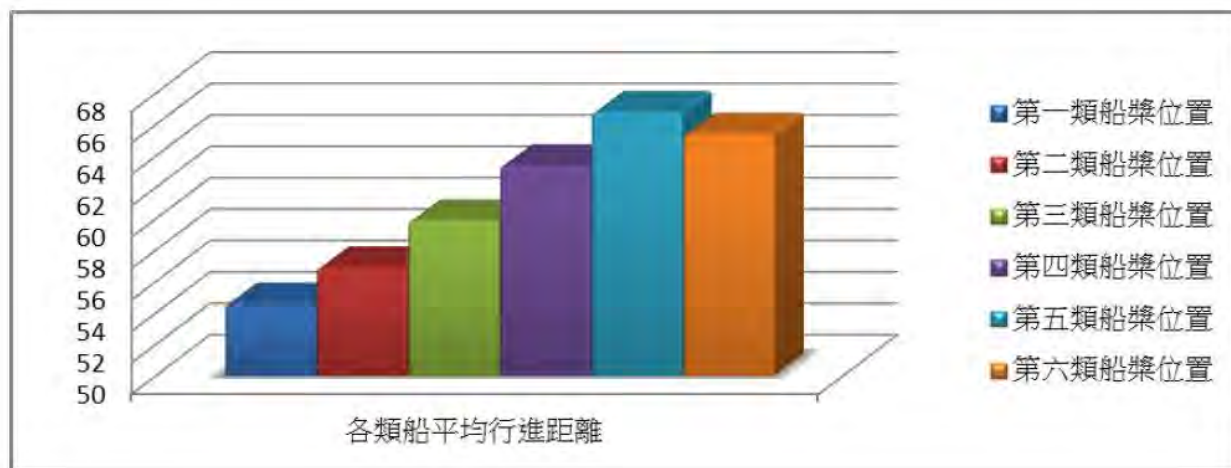


圖 2-1 槳葉的位置對船行進距離平均值直條圖

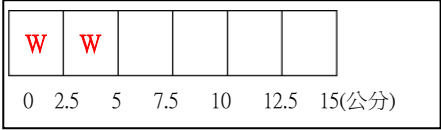

(三)發現

1. 船槳的位置擺哪裡，船在水道上的行進距離，會有明顯差異。
2. 第五類槳葉行進距離 > 第六類槳葉行進距離 > 第四類槳葉行進距離 > 第三類槳葉行進距離 > 第二類槳葉行進距離 > 第一類槳葉行進距離。
3. 船槳在船體外離船底邊緣愈遠，船的行進距離愈近：第一類槳葉行進距離 < 第二類槳葉行進距離 < 第三類槳葉行進距離 < 第四類槳葉行進距離。
4. 船槳在船體下方離船底邊緣愈遠，船的行進距離愈近：第六類槳葉行進距離 < 第五類槳葉行進距離。

四、活動三：探討船身重心的位置對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。

(一)實驗步驟

- 1.採用活動二第五類槳葉位置船體為測試船，槳葉轉軸製作方法如第2頁，槳葉裝置處活動二的第五類，槳葉長為1.5公分，將船底部分為六區段(如：活動二圖例)，旋轉圈數設定為**十五圈**，其餘條件同活動一實驗步驟。
- 2.放入兩個五元硬幣組的位置的圖例說明如下(每一個五元硬幣組為三個五元硬幣以1公分*1公分的雙面膠相黏):

 <p>0 2.5 5 7.5 10 12.5 15(公分)</p>	
w 代表船身放物品的位置	圖例

				
2w	w w	w w	w w	w w
第一類	第二類	第三類	第四類	第五類
				
w w	2w	w w	w w	w w
第六類	第七類	第八類	第九類	第十類
				
w w	2w	w w	w w	w w
第十一類	第十二類	第十三類	第十四類	第十五類
				
2w	w w	w w	2w	w w
第十六類	第十七類	第十八類	第十九類	第二十類



(二)實驗結果

公分 重心位置	次第										平均	總 長 度
	第一 次 實 驗	第二 次 實 驗	第三 次 實 驗	第四 次 實 驗	第五 次 實 驗	第六 次 實 驗	第七 次 實 驗	第八 次 實 驗	第九 次 實 驗	第十 次 實 驗		
第一類船	48.3	48.0	52.8	50.5	57.4	51.6	58.1	49.4	55.2	58.5	53.0	529.8(近)
第二類船	59.5	56.7	49.5	48.3	52.3	49.0	56.5	54.3	58.6	52.4	53.7	537.1(近)
第三類船	58.2	54.3	49.3	59.9	47.7	47.9	54.8	58.8	52.1	56.5	54.0	539.5(近)
第四類船	53.7	56.5	49.3	56.5	58.3	61.4	49.4	54.9	48.3	54.7	54.3	543.0
第五類船	51.5	52.4	57.6	56.6	50.6	60.3	59.9	49.5	53.8	53.0	54.5	545.2
第六類船	50.4	51.3	58.1	59.6	59.8	56.2	51.6	56.8	52.7	53.6	55.0	550.1
第七類船	56.0	59.5	52.4	54.5	47.8	53.6	58.3	54.3	55.5	48.5	54.0	540.4
第八類船	54.1	52.4	60.1	56.0	49.5	52.1	55.5	58.3	54.3	50.2	54.3	542.5
第九類船	56.8	53.7	56.2	53.6	58.6	50.0	59.7	51.3	52.4	58.0	55.0	550.3
第十類船	55.9	53.1	56.8	54.2	57.6	59.6	51.5	52.8	51.0	60.7	55.3	553.2
第十一類船	53.2	57.6	58.6	51.3	52.8	60.7	56.6	57.1	56.8	52.4	55.7	557.1
第十二類船	60.0	63.5	56.6	57.2	53.8	56.5	62.3	58.3	59.5	55.5	58.3	583.2(5)
第十三類船	61.8	58.7	62.1	58.3	64.6	55.0	65.8	56.2	57.1	63.0	60.3	602.6(3)
第十四類船	57.1	63.9	58.9	56.3	61.8	57.4	61.1	58.4	59.7	55.2	59.0	589.8(4)
第十五類船	57.7	55.6	57.4	59.8	60.6	52.8	63.7	53.3	54.1	62.0	57.7	577.0
第十六類船	63.6	60.7	64.3	63.9	66.6	57.5	67.8	58.7	59.0	65.1	62.7	627.2(1)
第十七類船	59.1	65.8	64.7	58.5	63.9	59.2	62.2	60.3	56.9	59.6	61.0	610.2(2)
第十八類船	59.7	61.5	55.4	56.2	53.1	55.3	61.6	57.1	58.5	54.3	57.3	572.7(遠)
第十九類船	56.4	56.2	53.1	54.3	61.6	59.6	58.5	54.3	59.7	59.5	57.3	573.2

第二十類船	51.7	57.3	52.5	59.6	56.4	57.4	52.6	53.1	56.7	53.1	55.00	550.4(遠)
第二十一類船	50.7	57.3	52.3	49.8	56.5	51.4	58.6	53.1	56.7	53.1	54.00	539.5(遠)

表 3-1 船身重心的位置對船行進距離關係表

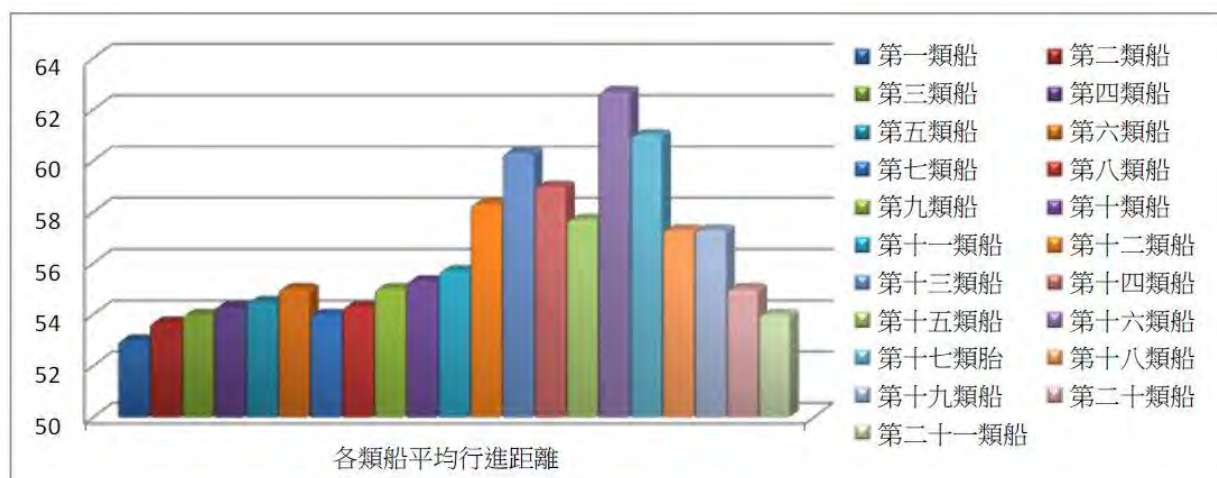


圖3-1 船身重心的位置對船行進距離平均值直條圖

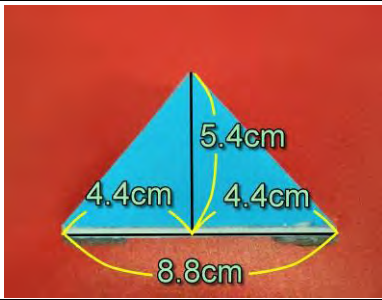
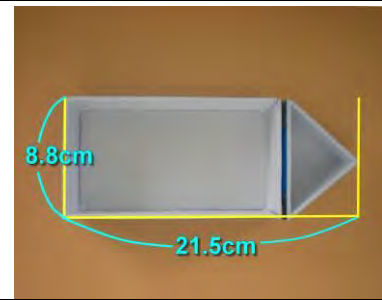
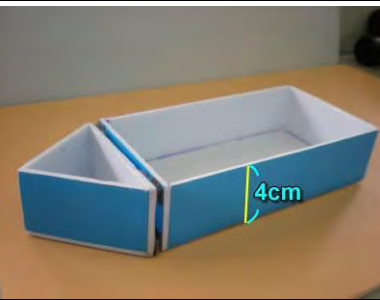
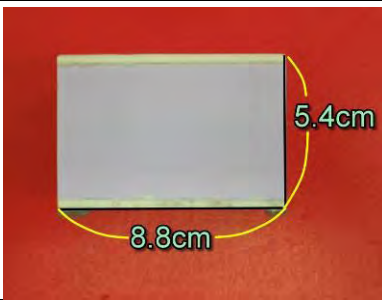
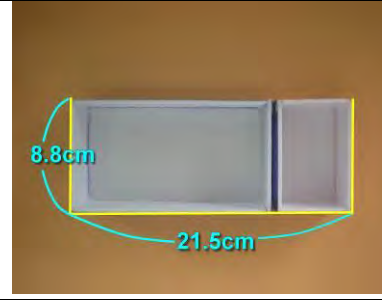

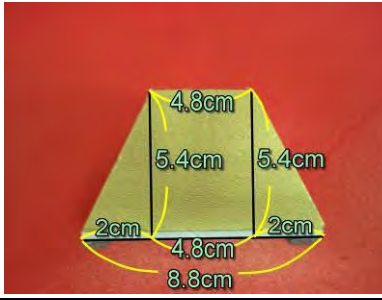
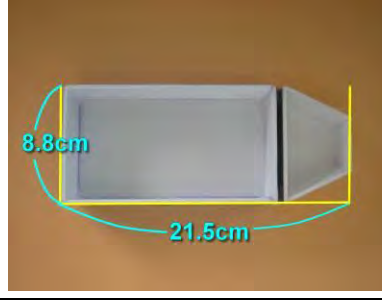
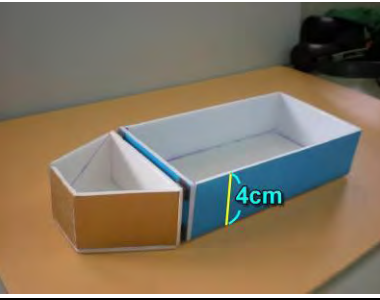

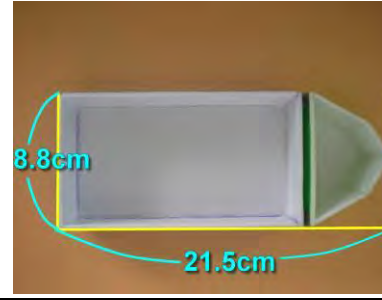
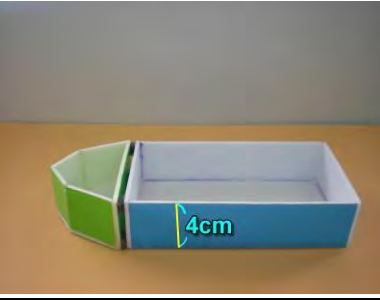

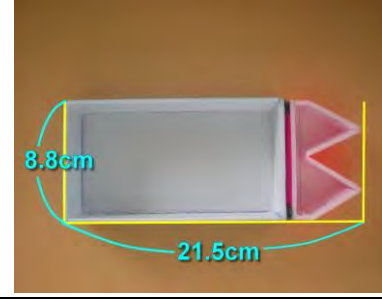
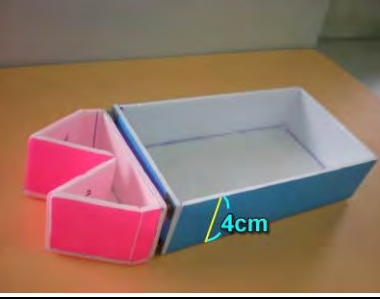
(三) 發現

- (1) 行進距離的平均值與總長度比較前五名分別為**第十六類船(1)**> **第十七類船(2)**> **第十三類船(3)**> **第十四類船(4)**> **第十二類船(5)**，行進距離較遠的為放入兩個五元硬幣組合的位置為較靠近船體長度中央處。
- (2) 行進距離：**第二十一類船(遠)**> **第一類船(近)**，**第二十類船(遠)**> **第二類船(近)**，**第十八類船(遠)**>**第三類船(近)**，可以從中發現：**在距船體長度中央處相同距離的兩組中**，放入兩個五元硬幣在靠近動力傳動軸前方的組別行走距離似乎較遠。

五、活動四：探討**船身形狀不同**對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。

(一) 實驗步驟

1. 採用活動二第五類槳葉船體為測試船，分別置換六組不同船型：第一類三角形船頭、第二類方型船頭、第三類等腰梯形船頭，第四類五邊形船頭、第五類雙三角形船頭、第六類半圓形船頭，且使用特小橡皮筋來讓測試船整體重量相同，旋轉圈數設定為**四十五圈**，其餘條件同活動一實驗步驟。



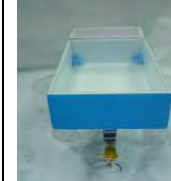







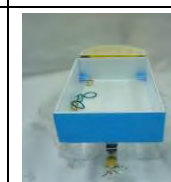
		
<p>(圖 1) 三角形船頭尺寸圖</p>	<p>(圖 2) 三角形船體尺寸圖</p>	<p>(圖 3) 三角形船體立體圖</p>
		
<p>(圖 4) 方形船頭船尺寸圖</p>	<p>(圖 5) 方形船體尺寸圖</p>	<p>(圖 6) 方形船體立體圖</p>
		
<p>(圖 7) 等腰梯形船頭尺寸圖</p>	<p>(圖 8) 等腰梯形船體尺寸圖</p>	<p>(圖 9) 等腰梯形船體立體圖</p>
		
<p>(圖 10) 五邊形船頭尺寸圖</p>	<p>(圖 11) 五邊形船體尺寸圖</p>	<p>(圖 12) 五邊形體立體圖</p>
		
<p>(圖 13) 雙三角形船頭尺寸圖</p>	<p>(圖 14) 雙三角形船體尺寸圖</p>	<p>(圖 15) 雙三角形船體立體圖</p>

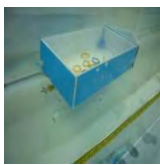
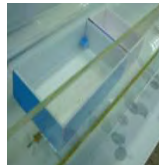
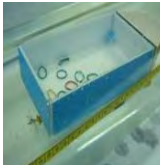
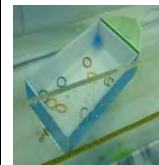
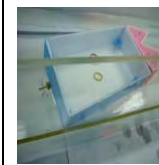

<p>單位：公分</p>		
(圖 16) 類半圓形船頭尺寸圖	(圖 17) 類半圓形船體尺寸圖	(圖 18) 類半圓形船體立體圖

2. 電子秤來測得船體重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下圖示：

空杯+第一類船型船體= 8.45 公克	空杯+第二類船型船體 =9.10 公克	空杯+第三類船型船體 =8.35 公克	空杯+ 第四類船型船體 =8.60 公克

空杯+第五類船型船體= 9.00 公克	空杯+第六類船型船體 =8.70 公克

					
6.15 公克+0.65 公克差額(1)	第一類船型船體+左側 0.65 公克差額(1)	6.15 公克+0.00 公克差額(2)	第二類船型船體+左側 0.00 公克差額(2)	6.15 公克+0 公克差額(3)	第三類船型船體+左側 0.75 公克差額(3)
					
6.15 公克+0.65 公克差額(4)	第四類船型船體+左側 0.50 公克差額(4)	6.15 公克+0.10 公克差額(2)	第五類船型船體+左側 0.10 公克差額(2)	6.15 公克+0.40 公克差額(6)	第六類船型船體+左側 0.40 公克差額(6)

各類船型 行進距離 測量						
	第一類船型	第二類船型	第三類船型	第四類船型	第五類船型	第六類船型

(二)實驗結果

公 分 船型	次 第										平均	總長度
	第一 次 實 驗	第二 次 實 驗	第三 次 實 驗	第四 次 實 驗	第五 次 實 驗	第六 次 實 驗	第七 次 實 驗	第八 次 實 驗	第九 次 實 驗	第十 次 實 驗		
第一類船型	65.5	67.2	72.8	59.8	60.7	61.9	65.8	63.3	68.0	68.4	65.3	653.4
第二類船型	55.7	56.7	62.3	52.6	63.4	51.2	59.1	60.5	57.8	53.2	57.3	572.5
第三類船型	64.2	55.6	64.8	65.4	54.8	54.3	52.2	57.3	61.4	57.9	58.8	587.9
第四類船型	65.3	60.4	63.6	61.4	62.1	71.3	57.8	59.6	65.1	68.5	63.5	635.1
第五類船型	55.5	51.5	60.6	56.9	56.6	52.2	59.5	50.8	54.3	53.3	55.1	551.2
第六類船型	54.8	57.9	64.6	65.6	56.5	68.1	59.1	62.9	63.2	66.0	61.9	618.7

表 4-1 不同船型對船行進距離關係表

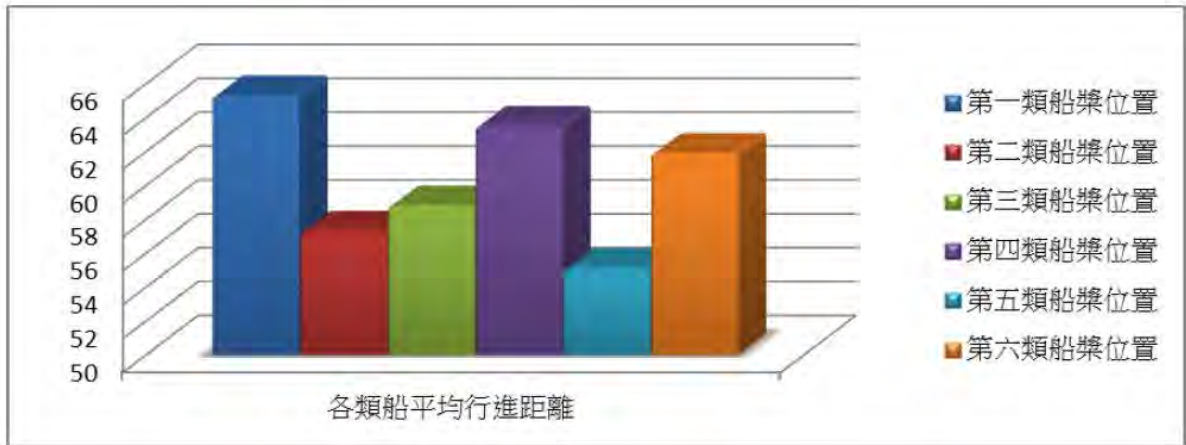


圖 4-1 不同船型對船行進距離平均值直條圖

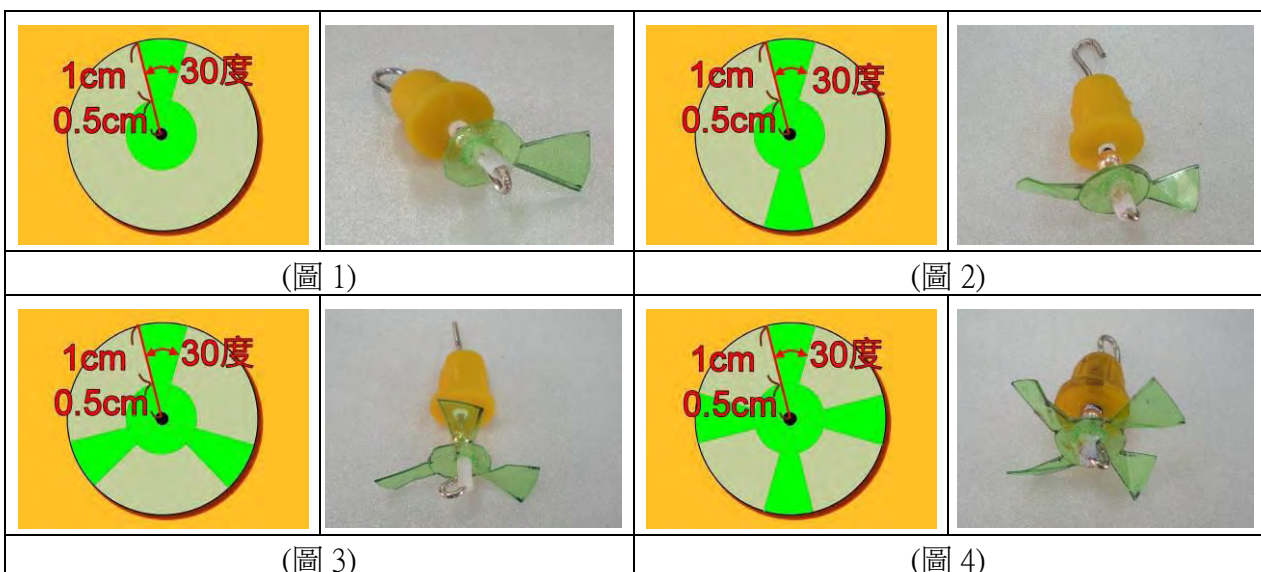
(三) 發現

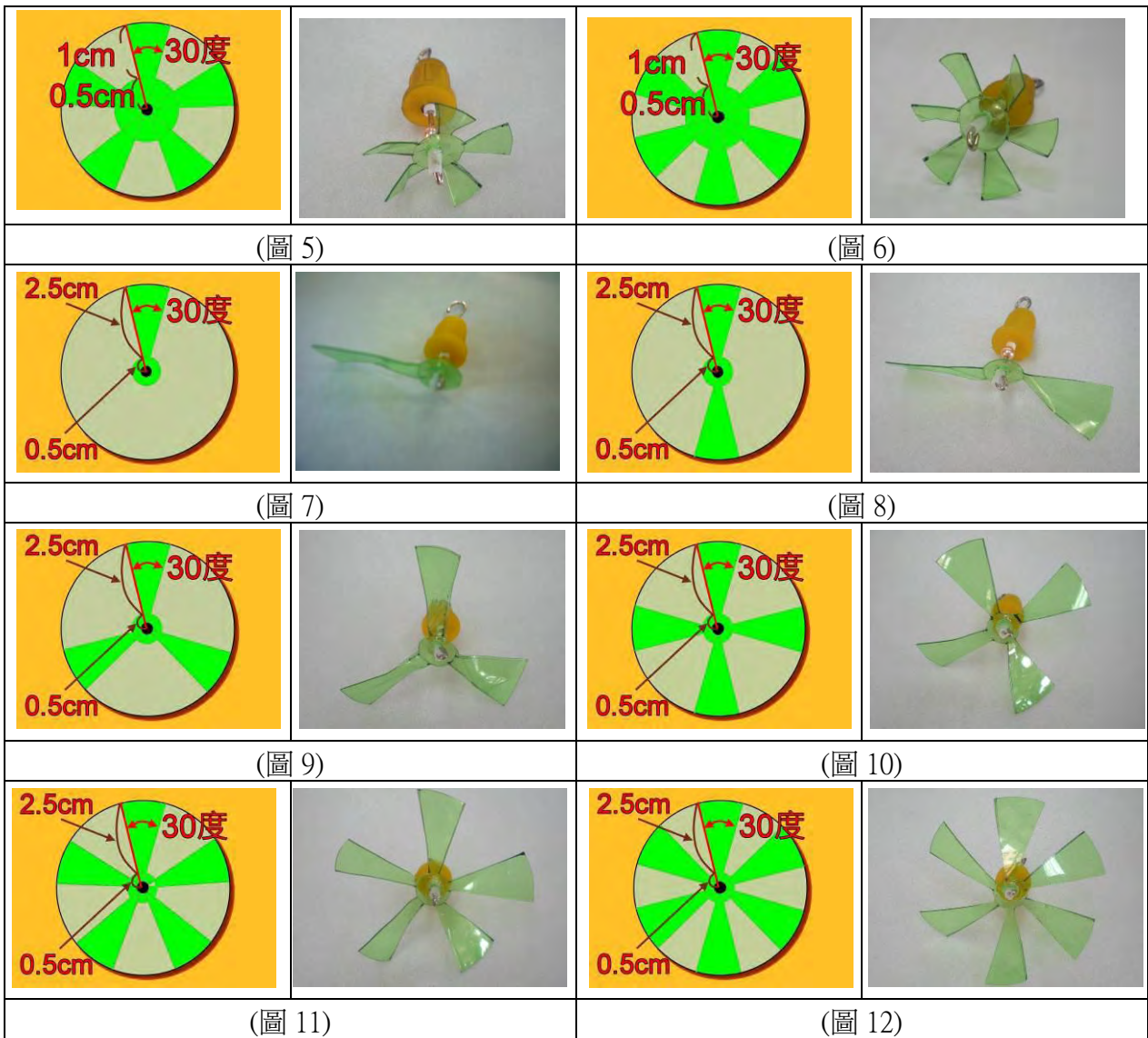
1. 行進距離：船頭為三角柱體 > 船頭為五邊形柱體 > 船頭為類半圓形柱體 > 船頭為等腰梯形柱體 > 船頭為方形柱體 > 船頭為雙三角形柱體。

六、活動五：探討螺旋槳的大小與槳葉數多寡對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。

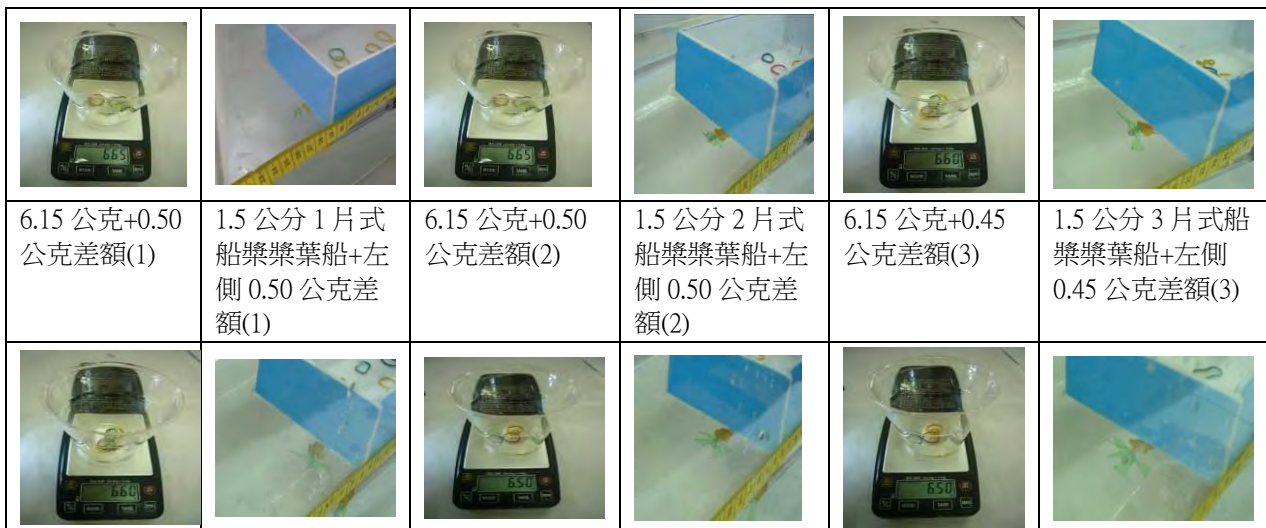
(一) 實驗步驟


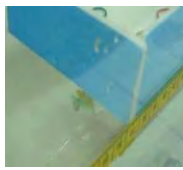

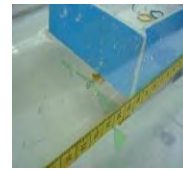

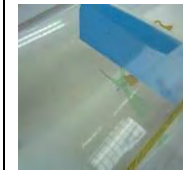

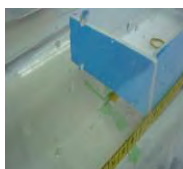



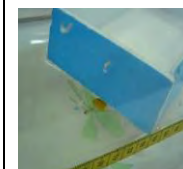
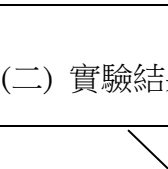
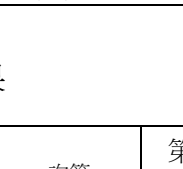



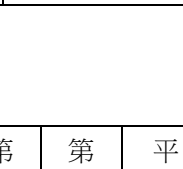
1. 採用活動四第一類船型(三角形船頭)船為測試船，槳葉分別置換下列大小兩類各 6 種樣式：旋轉半徑 1.5cm，槳葉長 1 cm 以及旋轉半徑 3cm，槳葉長 2.5 cm 的兩種，且使用特小橡皮筋來讓十二類具有不同樣式與大小的船輪整體重量相同，旋轉圈數設定為二十五圈，每次採計的測量單位為公分，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目做十二次，扣除兩次上下極端值，共計實驗十次。
2. 槳葉轉軸位置的圖例說明如下：





3.電子秤來測得螺旋槳重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下圖示:



6.15 公克+0.45 公克差額(4)	1.5 公分四片式 船槳槳葉船+左 側 0.45 公克差 額(4)	6.15 公克+0.35 公克差額(5)	1.5 公分 5 片式 船槳槳葉船+左 側 0.35 公克差 額(5)	6.15 公克+0.35 公克差額(6)	1.5 公分 6 片式船 槳槳葉船+左側 0.35 公克差額(6)
					
6.15 公克+0.40 公克差額(7)	3.0 公分 1 片式 船槳槳葉船+左 側 0.40 公克差 額(7)	6.15 公克+0.30 公克差額(8)	3.0 公分 2 片式 船槳槳葉船+左 側 0.30 公克差 額(8)	6.15 公克+0.10 公克差額(9)	3.0 公分 3 片式船 槳槳葉船+左側 0.10 公克差額(9)
					
6.15 公克+0.10 公克差額(10)	3.0 公分 4 片式 船槳槳葉船+左 側 0.10 公克差 額(10)	6.15 公克+0.00 公克差額(11)	3.0 公分 5 片式 船槳槳葉船+左 側 0.00 公克差 額(11)	6.15 公克+0.00 公克差額(12)	3.0 公分 6 片式船 槳槳葉船+左側 0.00 公克差額(12)
					

(二) 實驗結果

公分 樣式與大小	次第										平均	總 長 度
	第一 次 實 驗	第二 次 實 驗	第三 次 實 驗	第四 次 實 驗	第五 次 實 驗	第六 次 實 驗	第七 次 實 驗	第八 次 實 驗	第九 次 實 驗	第十 次 實 驗		
1.5公分1片式槳葉	26.8	29.3	32.7	33.2	36.5	30.5	36.7	28.8	28.3	28.5	31.1	311.3
1.5公分2片式槳葉	36.9	33.7	31.5	36.5	37.4	41.6	36.6	33.5	31.4	33.3	35.2	352.4
1.5公分3片式槳葉	39.5	32.8	33.2	34.0	35.0	30.6	42.5	41.4	36.2	42.3	36.8	367.5
1.5公分4片式槳葉	41.3	41.0	37.6	36.4	32.9	35.3	43.4	39.6	36.8	40.6	38.5	384.9
1.5公分5片式槳葉	38.1	38.9	36.4	43.6	39.4	45.1	38.0	41.3	39.4	42.5	40.3	402.7
1.5公分6片式槳葉	42.0	40.8	39.3	44.3	42.2	46.7	36.6	42.6	40.4	42.1	41.7	417.0
3.0公分1片式槳葉	53.6	47.6	44.3	45.2	50.3	51.6	54.8	52.9	50.6	46.4	49.7	497.3
3.0公分2片式槳葉	55.2	52.6	57.8	59.0	52.4	54.1	63.3	59.2	53.3	63.7	57.1	570.6
3.0公分3片式槳葉	64.8	63.5	67.7	56.1	57.4	58.5	58.4	66.7	64.0	67.1	62.4	624.2
3.0公分4片式槳葉	67.3	63.6	72.6	62.9	68.3	68.2	72.8	70.9	65.3	65.6	67.8	677.5
3.0公分5片式槳葉	71.2	71.3	68.6	72.4	73.5	82.7	70.5	81.6	67.2	69.3	72.8	728.3
3.0公分6片式槳葉	67.4	69.4	70.6	74.5	75.0	67.3	68.2	74.2	72.6	73.6	71.3	712.8

表5-1 不同樣式與大小的槳葉對船行進距離關係表

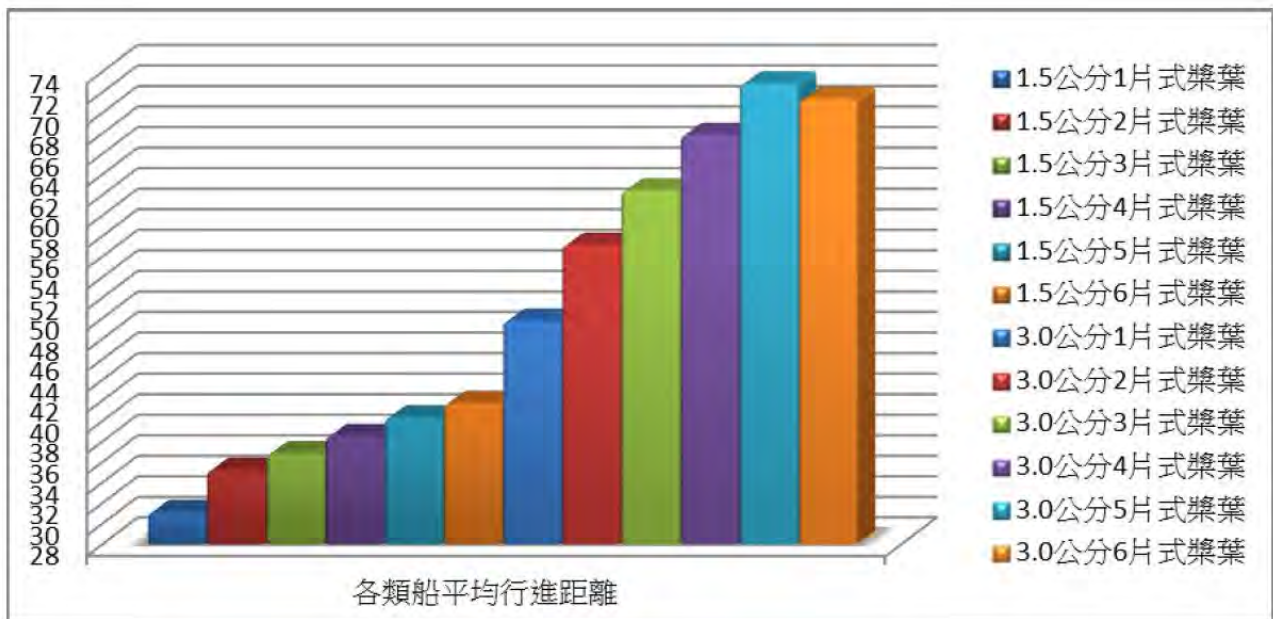


圖 5-1 不同樣式與大小的槳葉對船行進距離平均值直條圖

(三) 發現

- (1) 行進距離：1.5公分6片式槳葉>1.5公分5片式槳葉>1.5公分4片式槳葉>1.5公分3片式槳葉>1.5公分2片式槳葉>1.5公分1片式槳葉。
- (2) 行進距離：3公分5片式槳葉>3公分6片式槳葉>3公分4片式槳葉>3公分3片式槳葉>3公分2片式槳葉>3公分1片式槳葉。
- (3) 行進距離：3公分6片式槳葉>1.5公分6片式槳葉。3公分5片式槳葉>1.5公分5片式槳葉。3公分4片式槳葉>1.5公分4片式槳葉。3公分3片式槳葉>1.5公分3片式槳葉。3公分2片式槳葉>1.5公分2片式槳葉。3公分1片式槳葉>1.5公分1片式槳葉。
- (4) 行進距離：3公分5片式槳葉>3公分6片式槳葉>3公分4片式槳葉>3公分3片式槳葉>3公分2片式槳葉>3公分1片式槳葉>1.5公分6片式槳葉>1.5公分5片式槳葉>1.5公分4片式槳葉>1.5公分3片式槳葉>1.5公分2片式槳葉>1.5公分1片式槳葉。

七、活動六：探討在相同截面積下，螺旋槳葉數對橡皮筋動力螺旋槳船行進距離的影響。

(一) 實驗步驟



1. 採用活動四第一類船型(三角形船頭)船為測試船，槳葉分別置換下列 6 種樣式全圓分割式槳葉(旋轉半徑1.5cm，槳葉長1 cm)：2片式槳葉、4片式槳葉、6片式槳葉、8片式槳葉、10片式槳葉、12片式槳葉，且使用特小橡皮筋來讓八類具有不同樣式與大小的船輪整體重量相同，旋轉圈數設定為二十五圈，其餘條件同活動一實驗步驟。







<p>○ 代表轉軸可能位置 ● 此實驗的轉軸位置</p>	<p>圖例</p>







(圖 1)		(圖 2)	
(圖 3)		(圖 4)	
(圖 5)		(圖 6)	


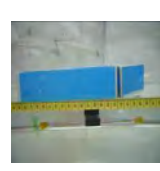

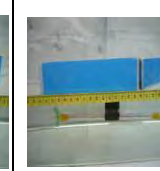
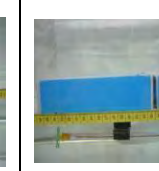
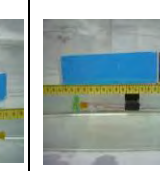
2. 電子秤來測得螺旋槳重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下圖示:

<p>空杯+1 個全圓分割 2 片式 槳葉旋轉頭=7.95 公克</p>	<p>空杯+1 個全圓分割 4 片 式槳葉旋轉頭=8.05 公克</p>	<p>空杯+ 1 個全圓分割 6 片 式槳葉旋轉頭=7.80 公克</p>	<p>空杯+ 1 個全圓分割 8 片式 槳葉旋轉頭=7.90 公克</p>

	
空杯+ 1 個全圓分割 10 片式槳葉旋轉頭=7.80 公克	空杯+ 1 個全圓分割 12 片式槳葉旋轉頭=8.10 公克

					
6.15 公克+0.15 公克差額(1)	分割 2 片式槳葉船+左側 0.15 公克差額(1)	6.15 公克+0.05 公克差額(2)	分割 4 片式槳葉船+左側 0.05 公克差額(2)	6.15 公克+0.05 公克差額(3)	分割 6 片式槳葉船+左側 0.05 公克差額(3)

					
6.15 公克+0.20 公克差額(4)	分割 8 片式槳葉船+左側 0.20 公克差額(4)	6.15 公克+0.15 公克差額(5)	分割 10 片式槳葉船+左側 0.15 公克差額(5)	6.15 公克+0.00 公克差額(6)	分割 12 片式槳葉船+左側 0.0 公克差額(6)

全圓分割 各類槳葉 船行進距 離測量						
	一片式槳葉	二片式槳葉	三片式槳葉	四片式槳葉	五片式槳葉	六片式槳葉

(二) 實驗結果

公分 樣式	次第	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗	第四次實驗	第五次實驗	第六次實驗	第七次實驗	第八次實驗	第九次實驗	第十次實驗	平均	總長度
		1.5公分全圓分割2片式槳葉	18.3	19.2	16.7	26.7	22.4	20.3	19.9	23.9	23.5	24.5	21.5
1.5公分全圓分割4片式槳葉	32.8	40.6	38.2	32.5	39.2	35.4	38.6	37.4	37.4	33.6	36.6	365.7	
1.5公分全圓分割6片式槳葉	49.2	39.3	44.5	48.7	38.6	40.9	49.5	43.4	45.3	47.8	44.7	447.2	
1.5公分全圓分割8片式槳葉	50.2	46.5	47.8	53.5	45.9	47.7	49.8	43.5	54.6	45.8	48.5	485.3	
1.5公分全圓分割10片式槳葉	51.5	47.1	51.3	48.5	69.3	53.1	48.9	66.8	50.7	51.9	53.9	539.1	
1.5公分全圓分割12片式槳葉	50.5	47.8	47.5	55.5	49.3	54.4	50.2	52.3	51.2	54.9	51.4	513.6	

表 6-1 不同樣式的槳葉對船行進距離關係表

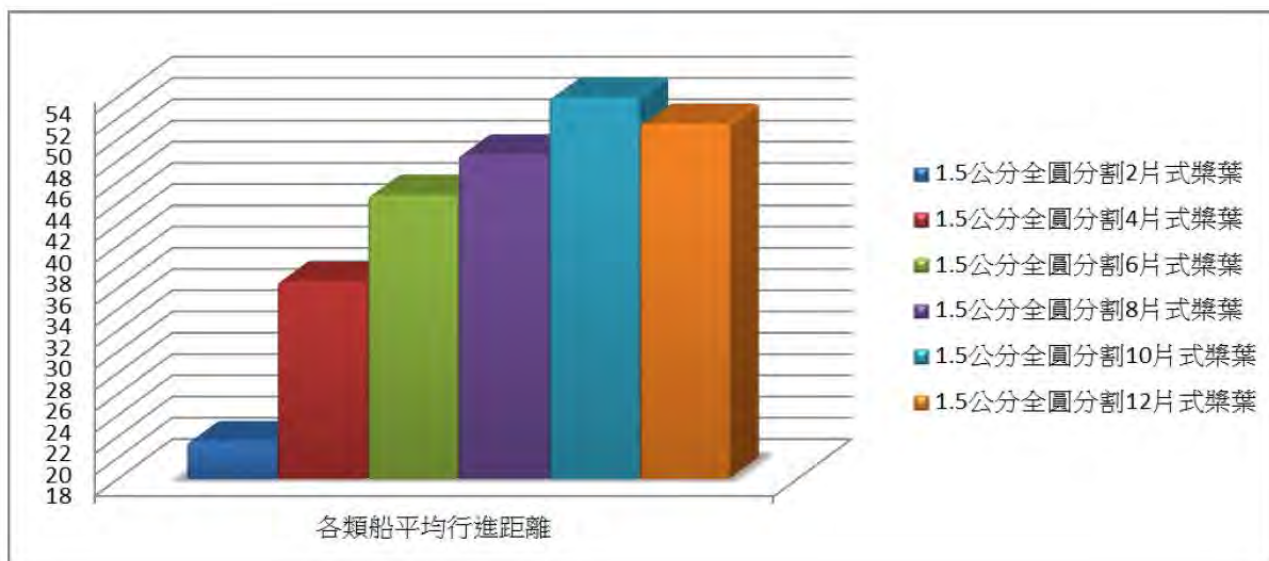


圖 6-1 不同樣式的槳葉對船行進距離平均值直條圖

(三) 發現

- (1) 1.5公分全圓分割10片式槳葉>1.5公分全圓分割12片式槳葉>1.5公分全圓分割8片式槳葉
>1.5公分全圓分割6片式槳葉>1.5公分全圓分割4片式槳葉> 1.5公分全圓分割2片式槳葉。

伍、討論

一、在活動一中，透過老師引導大家討論將船身下方分為三層共九類為宜，並透過科學的方法實驗來了解螺旋槳在船尾截面位置與橡皮筋動力螺旋槳船行進的關係。

二、在活動三中，透過老師引導大家討論認為船身分為三等份或四等份太簡單，故擬將船身分為六等份，並放置兩組硬幣(三個五元硬幣為一組)來改變身船的重心，透過科學的方法實驗來了解船身重心位置與橡皮筋動力螺旋槳船行進的關係。在活動(二)實驗結果發現：距船體長度中央處相同距離的兩組中，放入兩組五元硬幣在靠近船身前方的組別行走距離似乎較遠，推測可能是螺旋槳與硬幣組均在後方，重量可能不平均造成後方過重，甚至前方船體懸空，後方船體後傾而吃水阻力大增。

三、在活動四中，從表 4-1 中發現直線行走距離:船頭的形狀有關。

(一).柱體形狀與水流阻力的影響，例如:船頭為三角柱體時，水流的阻力最小，船行進距離最遠；船頭為五邊形柱體時，阻力次之，船行進距離第二遠；船頭為類半圓形柱體時，水流的阻力再次之，船行進距離第三遠；船頭為雙三角柱體時，阻力最大，船行進距離最近；船頭為長方體柱體柱體時，水流的阻力第二大，船行進距離第二近；船頭為等腰梯形柱體時，阻力第三大，船行進距離第三近。

四、在活動五中(三)發現討論(1)(2)發現：相同半徑長度的槳葉比較，基本上槳葉片數愈多可以讓行進的距離較遠，推測可能原因：使用汽水瓶為槳葉的材質，槳葉重量可能差異不大時(例如:1片至6片槳葉)，多槳葉整體面積較大，則轉動時推動的水流較多，當然受水的阻力也會更大，但其整體的淨推力較大，橡皮筋動力螺旋槳船行近距離會較遠但3公分的5片式槳葉行走的距離大於3公分6片式槳葉行走的距離，經討論有可能是受到3公分的5片式槳葉行走的距離實驗有二次極端值 82.4 及 81.6 公分的影響，若實驗樣本數增多，可能就更易看出趨勢方向。

五、在活動五中(三)發現：討論(3)發現相同：槳葉片數相同時，但槳葉長度面積不同時，槳葉長度較長面積較大(3公分>1.5公分)，則橡皮筋動力螺旋槳船行近距離較遠，推測可能原因，當槳葉重量差異不大時，槳葉長度較長面積較大，則轉動時推動的水流較多，當然受到水的阻力也會更大，但其整體的淨推力較大，橡皮筋動力螺旋槳船行近距離會較遠。推測若大小槳葉的重量差異若更大(如果是有更重的材質來做槳葉)，大槳葉重量大到抵消大槳葉所產生更多的淨推力，則槳葉片數相同時，大小槳葉橡皮筋動力螺旋槳船可能行近距離差異不大；反之，推測若大小槳葉的重量差異若更大(如果是有更重的材質來做槳葉)，且大槳葉重量大到不僅抵消大槳葉所產生更多的淨推力，反而產生的重量使船行更加困難，則槳葉片數相同時，大槳葉橡皮筋動力螺旋槳船可能行進距離遠不及小槳葉橡皮筋動力螺旋槳船。

六、在活動六中(三)發現討論(1)發現：相同半徑長度的槳葉比較，基本上槳葉片數愈多可以讓行進的距離較遠，但 1.5 公分 10 片式槳葉行走的距離大於 1.5 公分 12 片式槳葉行走的距離，經討論有可能是受到 1.5 公分 10 片式槳葉行走的距離實驗有二次 69.3 及 66.8 公分的影響，若扣除此次數值干擾，1.5 公分 10 片式槳葉行走的距離均值，介於 1.5 公分 8 片式槳葉行走的距離均值及 1.5 公分 12 片式槳葉行走的距離均值之間，若實驗樣本數增多，可能就更易看出趨勢方向，推論：由 1.5 公分全圓多片式槳葉實驗得，片數愈多，單一槳葉面積雖相同，但葉數多，螺旋轉動時，水流過槳葉的水量增加，槳葉所產生的推力會更多。

七、活動五及活動六的綜合比較：

- (一)旋轉半徑 1.5cm，槳葉長 1 cm 的 2 片式槳葉均值為 35.2 公分，和全圓分割的 2 片式槳葉均值為 21.8 公分相較：雖然後者槳葉面積較大，但其槳葉的切割縫最少，反而槳葉轉動的推水力不足，槳葉面積大成為水的阻力變大的原因。
- (二)旋轉半徑 1.5cm，槳葉長 1 cm 的 4 片式槳葉均值 38.5 公分，與全圓分割 4 片式槳葉均值 36.6 公分相較：由於全圓分割的切割縫由 2 處增為 4 處，槳葉轉動的推水力會增加(水流由切縫處流動推動槳葉)，故與 4 片式槳葉槳葉推動力差異不大。
- (三)旋轉半徑 1.5cm，槳葉長 1 cm 的 6 片式槳葉均值 41.7 公分，與全圓分割 6 片式槳葉均值 44.7 公分相較：由於全圓分割的切割縫增加更多，槳葉轉動的推水力會更增加(水流由切縫處流動推動槳葉)，故與前者槳葉推動力差異不大，但因後者應槳葉總面積較大，其行進距離亦較遠。
- (四)槳葉片數相同時，但槳葉長度面積不同時，槳葉長度較長面積較大(3.0 公分>1.5 公分)，則橡皮筋動力螺旋槳船行近距離較遠，同理,合理推論活動六，若有 3.0 公分全圓分割槳葉的實驗，則 3 公分全圓分割槳葉的行進距離應大於 1.5 公分全圓分割槳葉（原理詳討論七）。

八、螺旋槳動力船實驗中的螺旋槳的補充實驗發現：

- (一)螺旋槳若使用太薄的材質，槳葉的行進距離及方向均不理想，容易產生亂流(擾流)。
- (二)螺旋槳若使用太軟的材質，槳葉的行進距離及方向均不理想，也有類似現象。
- (三)螺旋槳的轉速若增快(例如：橡皮筋轉得圈數增多很多)，活動五及活動六槳葉次數較多的螺旋槳動力船，行走距離比原推估的距離還遠，尤其以活動五較多片式槳葉螺旋槳表現為佳，推論：轉速越高 槳葉角度相對的要越小，槳葉角度越小 相對的推力也越大。
- (四) 由(三) 推論：一般小船的船用螺旋槳有一個適合高推力低船速耐撞擊的螺旋槳，此槳葉較厚，槳葉粗短(如柒參考資料(四))；反之則轉速較高，會使用很薄較修長及小角度的槳葉。

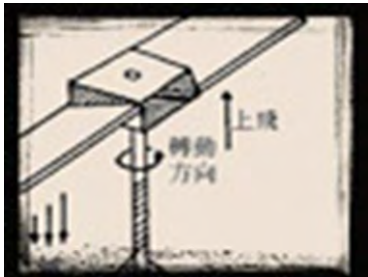
陸、結論

- 一、從活動一中，透過實驗來發現船槳轉動軸位置在第一層的**第二類船槳位置**、第二層的**第五類船槳位置**、第三層的**第八類船槳位置**是船槳位置在各層中橡皮筋動力螺旋槳船跑得比較遠，而第二層的第五類船槳位置是三層九類船槳位置中最遠的。比較各類船的船槳位置中發現：船槳都在船體尾部中間的位置。
- 二、從活動二中發現，槳葉位置離船尾邊緣愈近，船走得愈遠。
- 三、從活動三中，**第十六類船>第十七類船>第十三類船>第十四類船>第十二類船**，發現其放入兩個五元硬幣組所在位置較靠近船體長度中央處，即硬幣組**重心靠船體中心**，所走的距離比較遠。**第二十一類船>第一類船**，**第二十類船>第二類船**，**第十八類船>第三類船**，可以從中發現：距船體長度中央處相同距離的兩組中，放入兩個五元硬幣在靠近動力傳動軸前方的組別行走距離似乎較遠，**推測可能是推測可能是動力傳動軸在後方加上硬幣組在後方，重量可能不平均過重。**
- 四、從活動四中發現不同直線行走距離與水流阻力有關，船頭的形狀攸關水流阻力的大小。行走距離遠近比較如右：船頭的形狀是三角柱體>船頭的形狀是五邊形柱體>船頭的形狀是類半圓形柱體>船頭的形狀是等腰梯形柱體>船頭的形狀是長方形柱體>船頭的形狀是雙三角柱體。而絕大部份的船型介於第一類船型(船頭是三角柱)與第六類船型(船頭是類半圓形)應有其科學原理。
- 五、在活動五中(三)發現討論(1)(2)發現：相同半徑長度的槳葉比較，**基本上槳葉片數愈多**可以讓行進的距離較遠，但 1.5 公分全圓 10 片式槳葉行走的距離大於 1.5 公分全圓 12 片式槳葉行走的距離，可能受到極端值的影響。
- 六、在活動五中(三)發現：討論(3)發現相同：**槳葉片數相同時，但槳葉長度面積不同時，槳葉長度較長面積較大(3 公分>1.5 公分)**，則橡皮筋動力螺旋槳船行近距離較遠。
- 七、在活動六中(三)發現討論(1)發現：相同半徑長度的槳葉比較，**基本上槳葉片數愈多**可以讓行進的距離較遠，單一槳葉面積雖相同，但葉數多，螺旋轉動時，水流過槳葉的水量增加，槳葉所產生的推力會更多。
- 八、活動五及活動六的綜合比較：在輕材質重量相差不大的槳葉比較，相同半徑長度的同葉面數目但不同樣式(面積)槳葉，其**槳葉總面積愈大**，其槳葉淨推力可能愈大(原理同討論七)，但**槳葉間的流量、槳葉的角度、槳葉形狀**也有不少影響，活動六全圓式分割 2 片式槳葉的**槳葉間的流量**影響船行進距離可見一斑。

柒、參考資料與其他

- 一、自然與生活科技～四年級上學期第四單元:運輸工具與能源(民 99) ，台南：康軒。
- 二、自然與生活科技～五年級上學期第四單元: 力與運動:(民 99) ，台南：康軒。
- 三、中國古代機械工程

取自 <http://www.chiculture.net/0811/html/c26/0811c26.html>



歐洲人製造的各種
飛行器中曾經以「中
國螺旋」命名(如左
圖)

四、產品資訊：產品資訊：不銹鋼 4 葉片船用螺旋槳

取自 http://www.cens.com/cens/html/zh/product/product_main_37327.html



不銹鋼 4 葉片船用螺
旋槳(如左圖)

【評語】 080101

本作品探討船身、螺旋槳位置、船身重心等變因對橡皮筋螺旋槳船航行距離的影響，由實驗結果歸納出一些具體的結論，綜觀本作品整體實驗有很完整的規劃，唯在創意上仍有些微改進的空間。