

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 物理科

080114

前進吧！橡皮筋動力輪船

學校名稱：新北市三重區集美國民小學

作者：	指導老師：
小六 楊家齊	楊圳欽
小六 黃名嘉	吳昆霖
小六 曾楷歲	
小六 張淑鈞	
小六 楊子賢	

關鍵詞：橡皮筋、擋風玻璃傾斜角

前進吧！橡皮筋動力輪船

摘要：

我們的實驗目的主要是探討影響橡皮筋動力輪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**改變船輪的位置、船身重心、不同樣式與大小的輪、船型樣式、船體外型（前擋風玻璃傾斜角）**的各種變化來瞭解影響橡皮筋動力輪船的行進距離等因素，並針對**改變船輪轉軸製作方法不同、船的寬度與高度**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，可加以利用、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，去年我們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並提出難度更高**自製橡皮筋動力輪船**的可行性，不禁對影響橡皮筋動力輪船能跑得又快又遠的原因表示好奇！老師引導瞭解我們輪船的演進史(人力到蒸汽到柴電引擎)，而橡皮筋動力輪船的移動是用**轉軸轉動的方式扭轉橡皮筋**，待橡皮筋轉緊放鬆釋出的彈力**當動力**，引導我們透過動手實驗來了解影響橡皮筋動力輪船跑得更遠等的各項因素！







貳、 研究目的

- 一、活動一：探討船輪的位置對輪船行進距離的影響。
- 二、活動二：探討船身重心的位置對輪船行進距離的影響。
- 三、活動三：探討不同樣式與大小的船輪對輪船行進距離的影響。
- 四、活動四：探討不同船型對輪船行進距離的影響。
- 五、活動五：探討同重量船體甲板上建築物造型(前擋風玻璃)傾斜角的不同對行進距離影響。
- 六、活動六：探討同重量船體其橡皮筋動力船輪轉軸製作方法不同時，當船體的寬度改變或船體的高度改變的對輪船行進距離影響。

參、 研究設備及器材

- 一、測量器材：
電子秤（0.01g）、數位相機（拍照）、皮尺。
- 二、製作工具：
剪刀、雙面膠、透明膠帶、橡皮筋、簽字筆、原子筆、奇異筆、鑽子、熱熔槍。
- 三、裝置及實驗器材：

吸管、波霸吸管、特小橡皮筋、絕緣膠帶、有孔珠子、細鐵絲、鋁箔包、實驗水道等。

					
鋁箔包	熱熔槍	熱熔膠條	雙面膠、	電子秤	橡皮筋

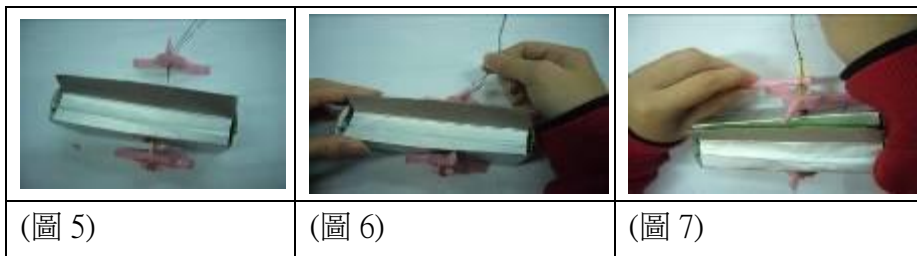
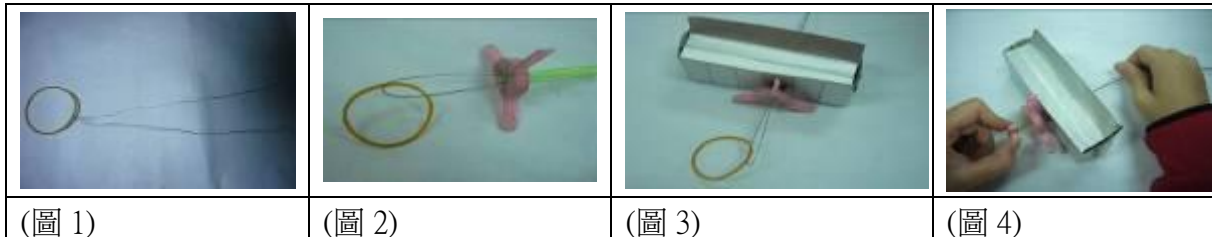
肆、研究過程及方法

一、橡皮筋動力輪船的製作方法：

(一)橡皮筋動力輪船的組裝含船輪轉軸與基本船型船體：

1.船輪轉軸製作方法：

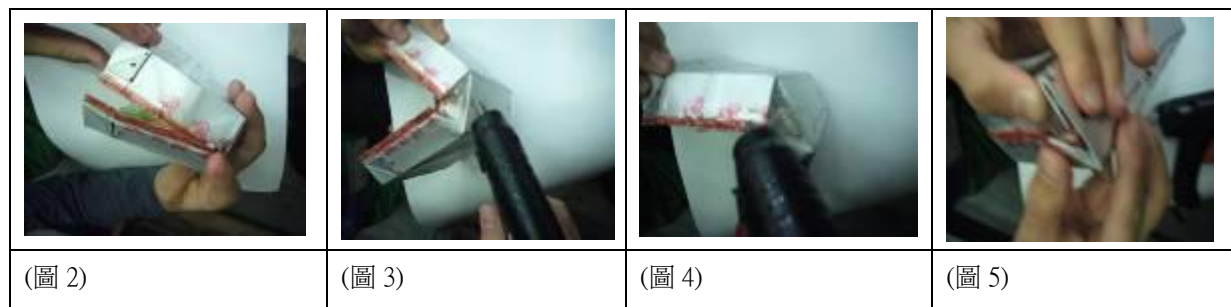
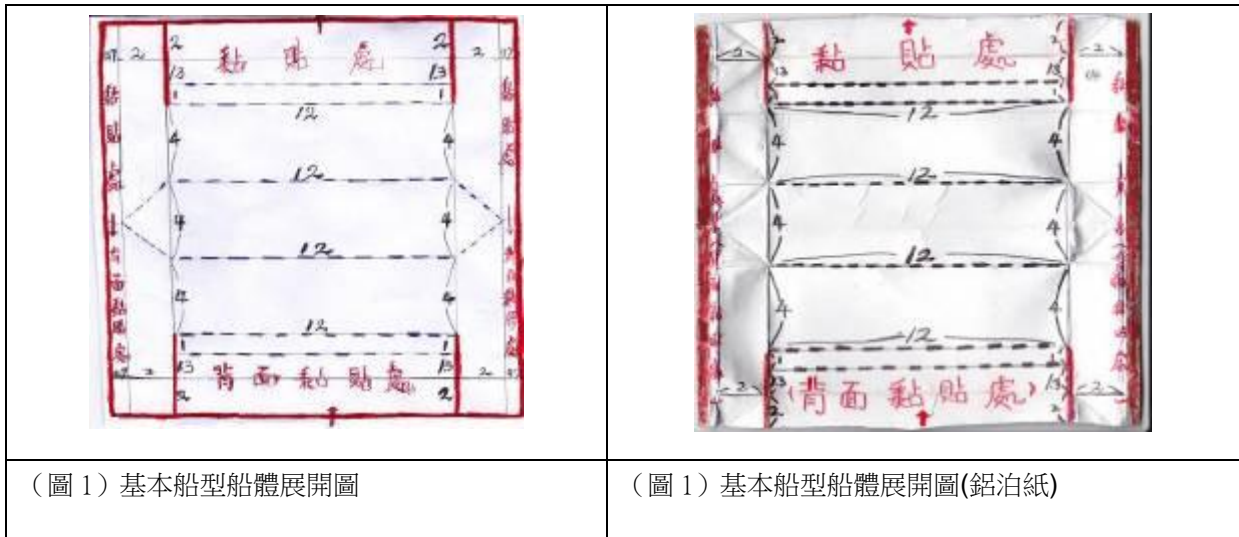
- (1). 把長軟鐵絲的一端反摺，使其能勾住橡皮筋。(圖 1)
- (2). 把勾著橡皮筋的鐵絲穿過一端連接船輪吸管中間的孔。(圖 2)
- (3). 再將其穿過船體轉軸外包口徑。(圖 3)
- (4). 把吸管穿過橡皮筋的一端。(圖 4)
- (5). 將另一個船輪穿入另一側鐵絲靠近船體。(圖 5)
- (6). 另一端的鐵絲再穿過珠子，這顆珠子的作用是降低吸管與船軸間的摩擦力，使橡皮筋動力輪船可以在橡皮筋的扭轉力帶動下往前跑。(圖 6)
- (7). 珠子外端再穿過吸管，抽出鐵絲，就完成了。



2、基本船型車體製作方法：

- (1).將下方橡皮筋動力輪船船身展開圖(圖1)摺起來即可成基本船型船體。
- (2).原船身的長度為 12 公分、寬度為 4 公分、高度為 4 公分(圖 1)而輪軸轉動孔長為 4.5 公分，轉動軸軸長為 7.5 公分，旋轉棒長度為 6.5 公分。

- (3).剪下多餘的部份，並在作為下方船身盒子的黏貼處用紅色簽字筆標示黏貼處，線條剪開處以紅色部份表示，折線的部份以線段---- ---- ---- ----表示。(圖 1)
- (4)折出下方船身盒子底面的長度折線。(圖 2)
- (5).底面兩面三角形的長度折線，並在黏貼處採熱熔膠處理。(圖 3)
- (6)黏貼下方船身盒子船頭側邊(圖 4)並壓實(圖 5)。
- (7)同理，重覆步驟(3)-(6)
- (8)折出下方船身盒子船身兩邊各兩折線(圖 6)並向內下壓折成甲板(圖 7)及黏貼船身甲板部份(圖 8)。
- (9).達實驗的基本船型船體，經測試均不滲水。(圖 9)



一、活動一：探討船輪的位置對輪船行進距離的影響

(一) 實驗步驟







1. 採用基本船型車體為測試船，船輪採用直徑分別為2.5 cm的海棉輪及3公分3支架的輪船船輪，將船身長12公分均分為六部份並將輪船轉動軸分別安裝在船身六部份的不同部份(輪船轉動軸兩旁即為輪船船輪的位置)，旋轉圈數設定為三十五圈，每次採計的測量單位為公分，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目原則上做八次，並立即重換動力船船輪轉軸內橡皮筋，扣除兩次上下極端值，共計實驗六次。
2. 測試環境：桌面鋪透明壓克力長條凹槽為直線水道，測試橡皮擦動力輪船。
3. 輪船轉動軸位置的圖例說明如下：



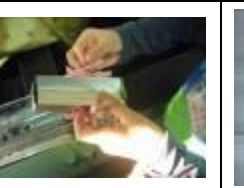


*代表轉動軸位置 *代表轉動軸旋轉棒位置	圖例

第一類船輪位置	第二類船輪位置	第三類船輪位置	第四類船輪位置	第五類船輪位置	第六類船輪位置

直徑為2.5 cm的海棉輪	用量角器量測各120度	3支架輪船船輪中心成品	3公分的吸管(支架原料)	用美工刀切割	使用熱熔膠黏著	3公分3支架輪船船輪

預備！開始第一類船輪位置	第一類船輪最終行進位置	預備！開始第二類船輪位置	第二類船輪最終行進位置	預備！開始第三類船輪位置	第三類船輪最終行進位置

					
預備！開始第四類船輪位置	第四類船輪最終行進位置	預備！開始第五類船輪位置	第五類船輪最終行進位置	預備！開始第六類船輪位置	第六類船輪最終行進位置

				
重換橡皮筋	實驗室一角	轉一轉	轉一轉	測量長度

(二) 實驗結果

公分 船輪位置	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	平均	總長度
		第一類船輪位置	13	13	9	8	12		
第二類船輪位置	14	10	13	8	16	12	12.17	73	
第三類船輪位置	12	11	14	14	13	14	13.00	78	
第四類船輪位置	10	14	11	13	14	14	13.17	79	
第五類船輪位置	13	12	9	12	13	15	12.33	74	
第六類船輪位置	11	9	10	11	10	15	10.83	65	

表 1-1 船輪的位置對輪船行進距離關係表

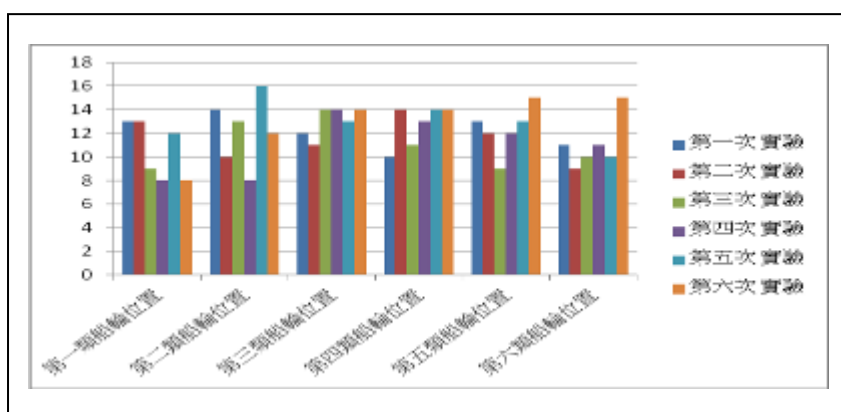


圖 1-1 船輪的位置對輪船行進距離直條圖

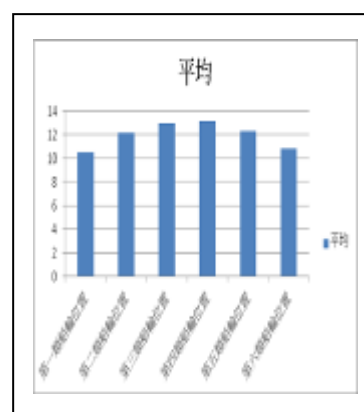


圖 1-2 船輪的位置對輪船行進距離平均值直條圖


(三) 發現討論






1. 船輪的位置擺哪裡，輪船在水道上的行進距離，會有明顯差異。
2. 船輪的位置距船體前端的6公分的第三類船輪位置或8公分的第四類船輪位置的輪船，可以讓船體跑的比較遠，但第四類船輪位置的輪船跑得最遠。
3. 比較各類輪船的轉輪距前面船體部份:轉輪距後面船體部份，**第三類船輪、第四類船輪**的比例，與蒸汽明輪輪船轉輪距前面船體部份:中間主體部份: 轉輪距後面船體部份最為相近。
4. 比較後發現:**第一類船輪**其位置過於前端，**第六類船輪**其位置過於後端，故行進距離均不遠。






二、活動二：探討船身重心的位置對輪船行進距離的影響。







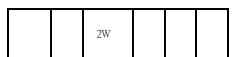

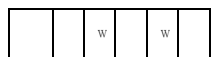

(一)實驗步驟







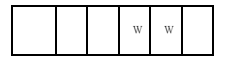

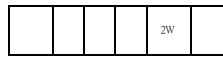
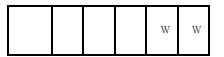
1. 採用活動一船輪位置距船體前端8公分的第四類輪船為測試輪船，船輪採用直徑分別為2.5 cm的海棉輪及3公分3支架的輪船船輪，將船身長12公分均分為六部份，旋轉圈數設定為**四十圈**，每次採計的測量單位為公分，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目原則上做八次，並立即重換動力船船輪轉軸軸內橡皮筋，扣除兩次上下極端值，共計實驗六次。
2. 測試環境：桌面鋪透明壓克力長條凹槽為直線水道，測試橡皮擦動力輪船。
3. 放入兩個一元硬幣的位置的圖例說明如下:



<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">W</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">W</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">10 12(公分)</td> </tr> </table>	W	W					0	2	4	6	8	10 12(公分)	
W	W												
0	2	4	6	8	10 12(公分)								
w 代表車身放物品的位置	圖例												





																																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">2w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	2w						<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	w	w					<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	w		w				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	w			w			<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	w				w	
2w																																		
w	w																																	
w		w																																
w			w																															
w				w																														
第一類	第二類	第三類	第四類	第五類																														

																																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> </tr> </table>	w					w	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>		2w					<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>		w	w				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>		w	w				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">w</td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>		w			w	
w					w																													
	2w																																	
	w	w																																
	w	w																																
	w			w																														
第六類	第七類	第八類	第九類	第十類																														

				
				
第十一類	第十二類	第十三類	第十四類	第十五類

				
				
第十六類	第十七類	第十八類	第十九類	第二十類



第二十一類

			
換橡皮筋	預備！開始的位置	最終行進位置	測量一景

(二)實驗結果

公分 重心位置	次第	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	平均	總長度
		實驗	實驗	實驗	實驗	實驗	實驗		
第一類輪船 		11	12	9	8	12	8	10.00	60(小)
第二類輪船 		12	8	10	11	10	11	10.33	62(小)
第三類輪船 		8	9	13	10	11	11	10.33	62(小)
第四類輪船 		11	14	8	11	13	8	10.83	65
第五類輪船 		11	12	11	9	13	9	10.83	65

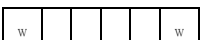
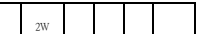

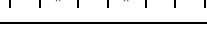
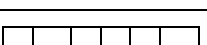
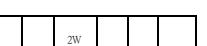


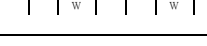
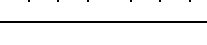
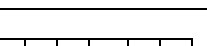


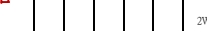

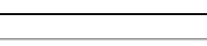
第六類輪船		11	14	13	10	8	9	10.83	65
第七類輪船		10	9	8	13	12	11	10.50	63
第八類輪船		8	13	10	8	11	12	10.33	62
第九類輪船		11	13	12	9	10	10	10.83	65
第十類輪船		11	10	10	11	14	10	11.00	66
第十一類輪船		12	9	10	13	10	13	11.17	67
第十二類輪船		11	13	12	14	12	12	12.33	74(5)
第十三類輪船		10	14	12	15	11	15	12.83	77(3)
第十四類輪船		11	12	13	12	15	12	12.50	75(4)
第十五類輪船		14	10	9	13	11	13	11.67	70
第十六類輪船		15	15	13	11	14	12	13.33	80(1)
第十七類輪船		13	10	13	15	11	16	13.00	78(2)
第十八類輪船		12	12	10	13	12	9	11.33	68(大)
第十九類輪船		11	10	11	11	14	12	11.50	69
第二十類輪船		9	9	12	13	12	10	10.83	65(大)
第二十一類輪船		13	11	10	11	10	8	10.50	63(大)

表 2-1 船身重心的位置對輪船行進距離關係表

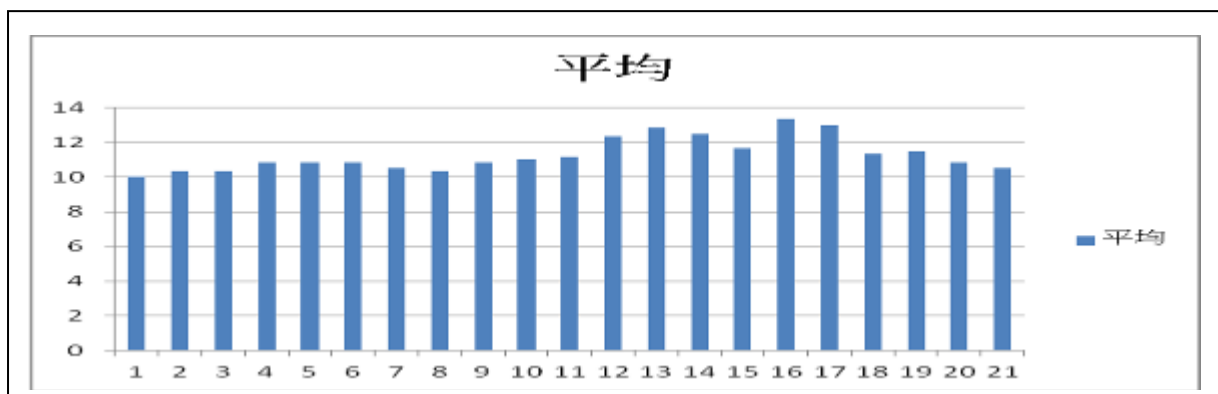


圖 2-1 船身重心的位置對輪船行進距離直條圖

(三) 發現討論

- (1) 從表2-1船身重心的位置對輪船行進距離關係中發現，行走距離的平均值與總長度比較前五名分別為**第十六類輪船 > 第十七類輪船 > 第十三類車 > 第十四類輪船 > 第十二類輪船**，其放入兩個一元硬幣的位置為較靠近船體長度中央處。
- (2) 從表2-1船身重心的位置對輪船行進距離測試關係中發現，行走距離的平均值與總長度比較：**第二十一類輪船 > 第一類輪船，第二十類輪船 > 第二類輪船，第十八類輪船 > 第三類輪船**，可以從中發現：距船體長度中央處相同距離的兩組中，放入兩個一元硬幣在靠近動力傳動軸後方的組別行走距離似乎較遠。

三、活動三：探討不同樣式與大小的船輪對輪船行進距離的影響。

(一) 實驗步驟

1. 採用活動一船輪的位置距船體前端的8公分的第四類輪船為測試輪船，船輪分別置換下列8種支架：直徑分別為3cm的3支架船輪、4支架船輪、5支架船輪、6支架船輪；直徑分別為4cm的3支架船輪、4支架船輪、5支架船輪、6支架船輪，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**四十圈**，每次採計的測量單位為公分，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目原則上做八次，並立即重換動力船輪轉軸軸內橡皮筋，扣除兩次上下極端值，共計實驗六次。
2. 測試環境：桌面鋪透明壓克力長條凹槽為直線水道，測試橡皮擦動力輪船。
3. 電子秤來測得車輪重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下：

空杯:6.15 公克

空杯+2 個 3 公分 3 支架輪船船輪=9.50 公克(最輕)

空杯+ 2 個 3 公分 4 支架輪船船輪=10.00 公克

空杯+ 2 個 3 公分 5 支架輪船船輪=10.45 公克

空杯+ 2 個 3 公分 6 支架輪船船輪=10.95 公克

空杯+2 個 4 公分 3 支架輪船船輪=9.8 公克

空杯+ 2 個 4 公分 4 支架輪船船輪=10.40 公克

空杯+ 2 個 4 公分 5 支架輪船船輪=10.95 公克

空杯+ 2 個 4 公分 6 支架輪船船輪=11.50 公克(最重)

2 個 4 公分 6 支架輪船船輪-2 個 4 公分 5 支架輪船船輪=11.50 公克-10.95 公克=0.55 公克(1)

2 個 4 公分 6 支架輪船船輪-2 個 4 公分 4 支架輪船船輪=11.50 公克-10.40 公克=1.10 公克(2)











2 個 4 公分 6 支架輪船船輪-2 個 4 公分 3 支架輪船船輪=11.50 公克-9.8 公克=1.70 公克(3)

2 個 4 公分 6 支架輪船船輪-2 個 3 公分 6 支架輪船船輪=11.50 公克-10.95 公克=0.55 公克(4)





2 個 4 公分 6 支架輪船船輪-2 個 3 公分 5 支架輪船船輪=11.50 公克-10.45 公克=1.05 公克(5)

2 個 4 公分 6 支架輪船船輪-2 個 3 公分 4 支架輪船船輪=11.50 公克-10.00 公克=1.50 公克(6)

2 個 4 公分 6 支架輪船船輪-2 個 3 公分 3 支架輪船船輪=11.50 公克-9.50 公克=2.00 公克(7)







				
直徑為 2.5 cm 的海棉	量角器量測各 120 度	量角器量測各 90 度	量角器量測各 72 度	量角器量測各 60 度
				
4 公分和 3 公分的吸 管(支架原料)	4公分和3公分的3支 架船輪	4 公分和 3 公分的 4 支架船輪	4 公分和 3 公分的 5 支架船輪	4 公分和 3 公分的 6 支架船輪







			
空杯+2 個 3 公分 3 支架輪 船船輪=9.50 公克	空杯+2 個 3 公分 4 支架輪 船船輪=10.00 公克	空杯+ 2 個 3 公分 5 支架輪 船船輪=10.45 公克	空杯+ 2 個 3 公分 6 支 架輪船船輪=10.95 公克

			
空杯+2 個 4 公分 3 支架 輪船船輪=9.8 公克	空杯+2 個 4 公分 4 支架輪 船船輪=10.40 公克	空杯+ 2 個 4 公分 5 支架 輪船船輪=10.95 公克	空杯+ 2 個 4 公分 6 支 架輪船船輪=11.50 公克

					
6.15 公克空杯 +0.公克差額	2 個 4 公分 6 支 架輪船船輪的輪 船+左側 0 公克 差額	6.15 公克+0.55 公克差額(1)	2 個 4 公分 5 支 架輪船船輪的 輪船+左側 0.55 公克差額(1)	6.15 公克+1.10 公 克差額(2)	2 個 4 公分 4 支 架輪船船輪的 輪船+左側 1.10 公克差額(2)

					
6.15 公克+1.70 公克差額(3)	2 個 4 公分 3 支 架輪船船輪的 輪船+左側 1.70 公克差額(3)	6.15 公克+0.55 公克差額(4)	2 個 3 公分 6 支 架輪船船輪的 輪船+左側 0.55 公克差額(4)	6.15 公克+1.05 公克差額(5)	2 個 3 公分 5 支 架輪船船輪的輪船 +左側 1.05 公克差 額(5)

					
6.15 公克 +1.50 公克差 額(6)	2 個 3 公分 4 支 架輪船船輪的 輪船+左側 1.50 公克差額(6)	6.15 公克+2 公克 差額(7)	2 個 3 公分 3 支 架輪船船輪 的輪船+左側 2 公克差額(7)	2 個 4 公分 6 支 架 輪船船輪距離測 量	2 個 4 公分 5 支 架 輪船船輪距離測 量

					
2 個 4 公分 4 支 架輪船船輪距 離測量	2 個 4 公分 3 支 架輪船船輪 距離測量	2 個 3 公分 6 支 架 輪船船輪距離測 量	2 個 3 公分 5 支 架輪船船輪距 離測量	2 個 3 公分 4 支 架輪船船輪距 離測量	2 個 3 公分 3 支 架輪船船輪距 離測量

(二)實驗結果

公分 樣式與大小	次 第	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	平均	總 長 度
		實驗	實驗	實驗	實驗	實驗	實驗		
4公分6支架輪船船輪		15	16	17	15	15	17	15.83	95
4公分5支架輪船船輪		14	15	17	15	16	14	15.17	91
4公分4支架輪船船輪		12	12	17	16	16	17	15.00	90
4公分3支架輪船船輪		15	16	14	16	15	12	14.67	88
3公分6支架輪船船輪		15	17	14	16	15	15	15.33	92
3公分5支架輪船船輪		13	14	17	16	12	17	14.83	89
3公分4支架輪船船輪		14	14	16	15	11	17	14.50	87
3公分3支架輪船船輪		12	14	13	16	13	17	14.17	85

表 3-1 不同樣式與大小的船輪對輪船行進距離關係表

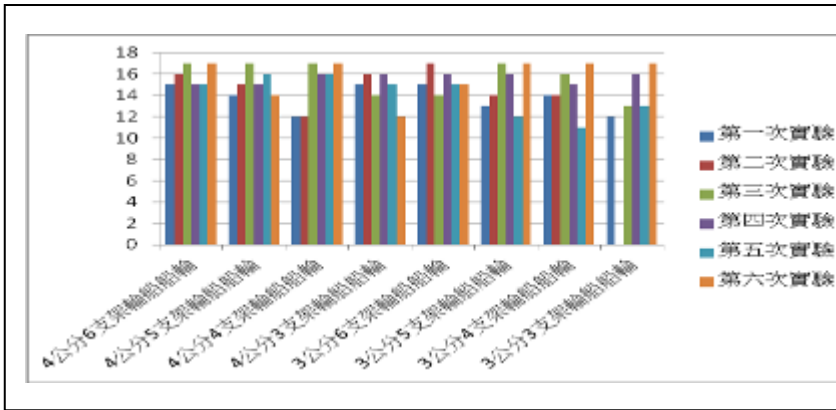


圖 3-1 不同樣式與大小的船輪對輪船行進距離直條圖

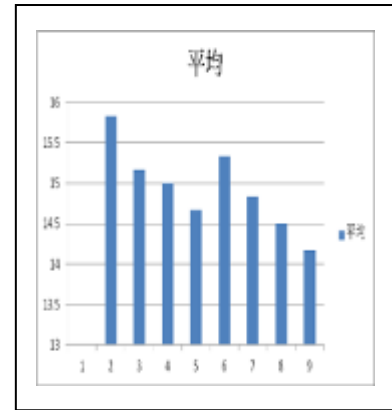


圖 3-2 不同樣式與大小的船輪對輪船行進距離平均值直條圖

(三) 發現討論

- (1) 從表3-1發現直線行走距離：4公分6支架輪船船輪均值为15.83公分>4公分5支架輪船船輪均值为15.17公分> 4公分4支架輪船船輪均值为15.00公分> 4公分3支架輪船船輪均值为14.67公分。
- (2) 從表3-1發現直線行走距離：3公分6支架輪船船輪均值为15.33公分>3公分5支架輪船船輪均值为14.83公分>3公分4支架輪船船輪均值为14.50公分>3公分3支架輪船船輪均值为14.17公分。
- (3) 從表3-1發現直線行走距離：4公分6支架輪船船輪均值为15.83公分>3公分6支架輪船船輪均值为15.33公分，4公分5支架輪船船輪均值为15.17公分>3公分5支架輪船船輪均值为14.83公分，4公分4支架輪船船輪均值为15.00公分>3公分4支架輪船船輪均值为14.50公分，4公分3支架輪船船輪均值为14.67公分>3公分3支架輪船船輪均值为14.17公分。
- (4) 從表3-1發現直線行走距離:4公分6支架輪船船輪均值为15.83公分>3公分6支架輪船船輪均值为15.33公分>4公分5支架輪船船輪均值为15.17公分>4公分4支架輪船船輪均值为15.00公分>3公分5支架輪船船輪均值为14.83公分>4公分3支架輪船船輪均值为14.67公分>3公分4支架輪船船輪均值为14.50公分>3公分3支架輪船船輪均值为14.17公分。

四、活動四：探討不同船型對輪船行進距離的影響。

(一) 實驗步驟

1. 採用活動一船輪的位置距船體前端的8公分的第四類輪船為測試輪船，船輪支架改採用長度為4cm的六支架船輪船輪，分別置換四組船頭及船尾改造物: 第一類船型(方型船頭、方型船尾)、第二類船型(半圓形船頭、半圓形船尾)、第三類船型(三角形船頭、三角形船尾)，且使用特小橡皮筋來讓測試輪船整體重量相同，旋轉圈數設定為**五十圈**，每次採計的測量單位為公分，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目原則上做八次，並立即重換動力船輪轉軸內橡皮筋，扣除兩次上下極端值，共計實驗六次。
2. 測試環境：桌面鋪透明壓克力長條凹槽為直線水道，測試橡皮擦動力輪船。

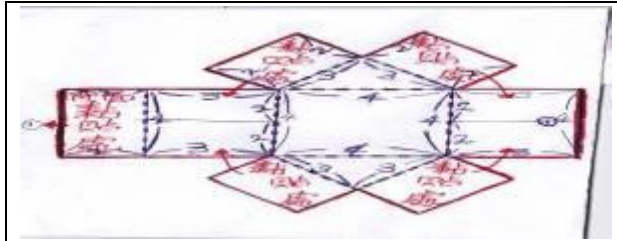
3.電子秤來測得船體重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下:

空杯:6.15 公克 空杯+第一類船體輪船= 33.05 公克 空杯+第二類船體輪船=33.60 公克
 空杯+第三類船體輪船=35.90 公克 空杯+第四類船體輪船=33.35 公克

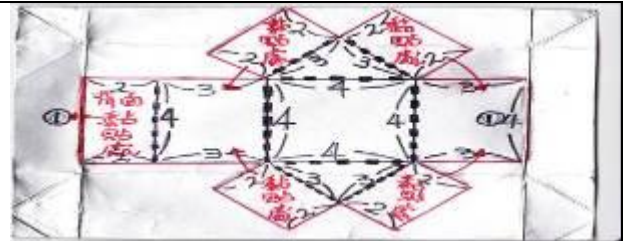
第三類船體輪船-第一類船體輪船=35.90 公克-33.05 公克=2.85 公克(1)

第三類船體輪船-第二類船體輪船=35.90 公克-33.60 公克=2.30 公克 (2)

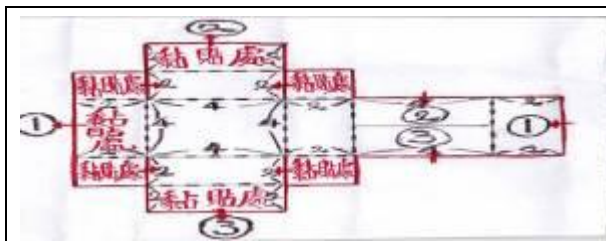
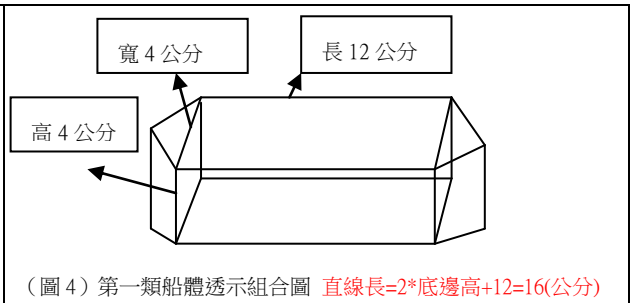
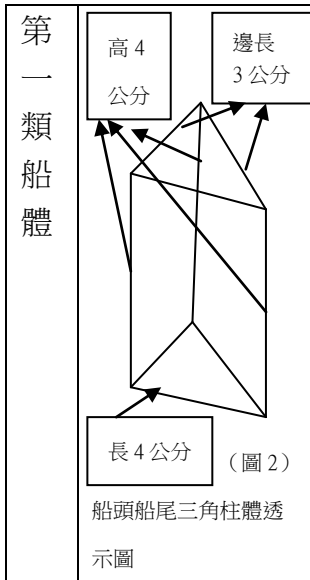
第三類船體輪船-第四類船體輪船=35.90 公克-33.35 公克=2.55 公克 (3)



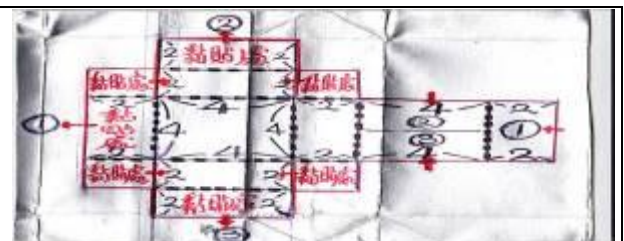
(圖 1) 船頭船尾三角柱體展開圖:
 三角形底邊為 4 公分、高為 2 公分、兩等腰邊約為 3 公分(2.828 公分)而柱高為 4 公分。(配合第一類船體的船頭船尾)



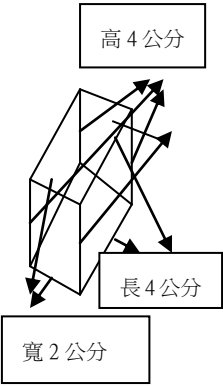

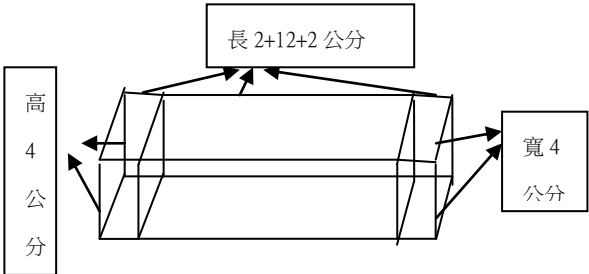

(圖 1) 船頭船尾三角柱體展開圖(鋁泊紙):
 三角形底邊為 4 公分、高為 2 公分、兩等腰邊約為 3 公分(2.828 公分)而柱高為 4 公分。(配合第一類船體的船頭船尾)

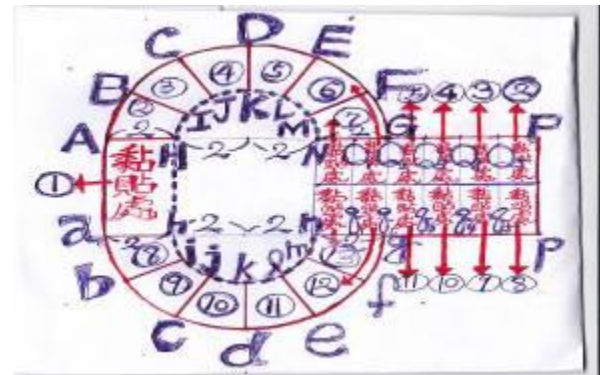
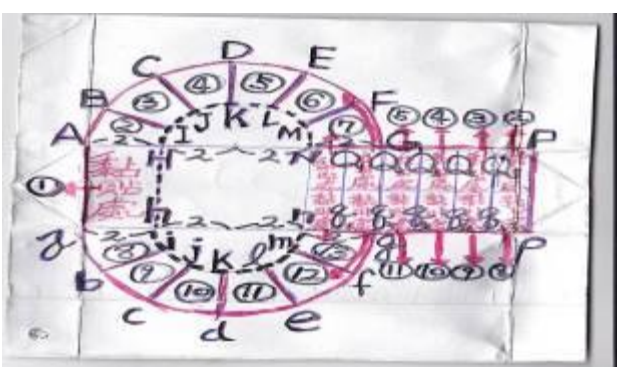


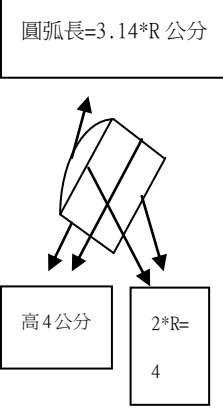

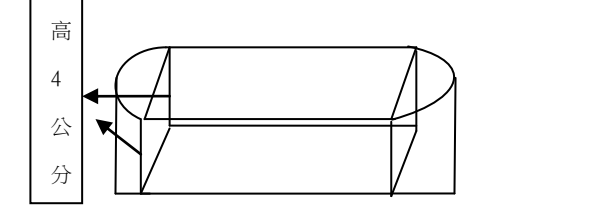

(圖 6) 船頭船尾長方型柱體展開圖:
 柱體長為 4 公分、寬為 2 公分而柱高為 4 公分。(配合第二類船體的船頭船尾)

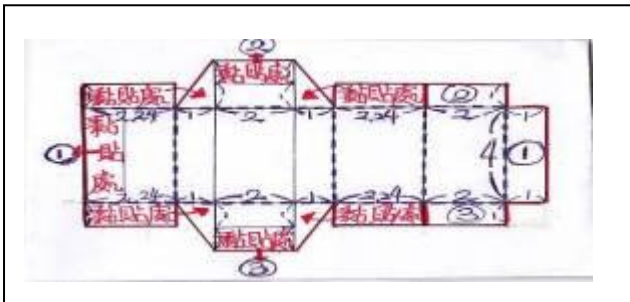


(圖 6) 船頭船尾長方型柱體展開圖(鋁泊紙):
 柱體長為 4 公分、寬為 2 公分而柱高為 4 公分。(配合第二類船體的船頭船尾)

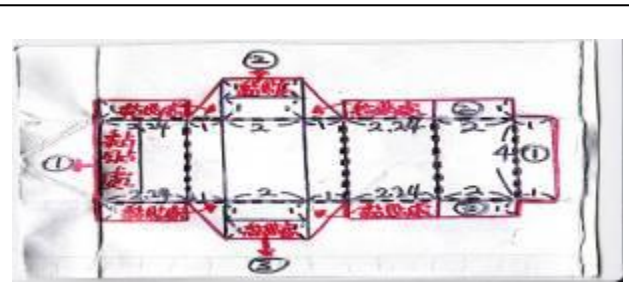
<p>第二類船體</p>	 <p>高 4 公分</p> <p>長 4 公分</p> <p>寬 2 公分</p>	 <p>(圖 8) 船頭船尾長方柱體成品圖</p>	 <p>長 2+12+2 公分</p> <p>高 4 公分</p> <p>寬 4 公分</p>
	<p>(圖 7) 船頭船尾長方柱體透視圖</p>		<p>(圖 9) 第二類船體透視組合圖 直線長=2*寬 +12=16(公分)</p>
			 <p>(圖 10) 第二類船體成品圖</p>

	
<p>(圖 11) 船頭船尾半圓柱體展開圖: 半圓柱的圓半徑 R 為 2 公分、圓柱高為 4 公分。 (配合第三類船體的船頭船尾)</p>	<p>(圖 11) 船頭船尾半圓柱體展開圖(鋁箔紙): 半圓柱的圓半徑 R 為 2 公分、圓柱高為 4 公分。 (配合第三類船體的船頭船尾)</p>

<p>第三類船體</p>	 <p>圓弧長=3.14*R 公分</p> <p>高 4 公分</p> <p>2*R=4</p>	 <p>(圖 13) 船頭船尾半圓柱體成品圖</p>	 <p>高 4 公分</p>
	<p>(圖 12) 船頭船尾半圓柱體透視圖</p>		<p>(圖 14) 第三類船體透視組合圖 直線長=2R+12=16(公分)</p>
			 <p>(圖 15) 第三類船體成品圖</p>



(圖 16) 船頭船尾等腰梯形柱體展開圖：
 梯形上底為 2 公分、下底為 4 公分、底面高為 2 公分、柱高為 4 公分。(配合第四類船體的船頭船尾)



(圖 16) 船頭船尾等腰梯形柱體展開圖 (鋁泊紙)：
 梯形上底為 2 公分、下底為 4 公分、底面高為 2 公分、柱高為 4 公分。(配合第四類船體的船頭船尾)

第四類船體

(圖 17) 船頭船尾等腰梯形柱體透視圖

(圖 18) 船頭船尾等腰梯形柱體成品圖

(圖 19) 第四類船體透視組合圖 直線長=2*2+12(公分)

(圖 20) 第四類船體成品圖

空杯+第一類船體輪船 = 33.05 公克

空杯+第二類船體輪船 = 33.60 公克

空杯+第三類船體輪船 = 35.90 公克

空杯+ 第四類船體輪船 = 33.35 公克

6.15 公克+2.85 公克差額(1)






第一類船體輪船+左側 2.85 公克差額(1)





6.15 公克+2.30 公克差額(2)

第二類船體輪船+左側 2.30 公克差額(2)

6.15 公克+0 公克差額(4)

第三類船體輪船+左側 0 公克差額(4)

					
6.15 公克+2.55 公克差額(3)	第四類船體輪船+左側 2.55 公克差額(3)	預備！開始第一類船型:	預備！開始第二類船型	預備！開始第三類船型	預備！開始第四類船型

			
第一類船型測量	第二類船型測量	第三類船型測量:	第四類船型測量

各類船外型				
資料來源	http://www.lvyou114.com/changshi/9/9737.html	http://home.netvigator.com/~badtziris/blogger/2007/20070124_02L.jpg	http://www.hkcts.com/CM/S/res/article/11_06(1).jpg	http://djyimg.com/i6/1102180918531497--ss.jpg
分類	近似第一及第三類船型	第二類船型	近似第一及第三類船型	第二類船型

(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		
第一類船型	11	13	14	15	14	14	13.33	81
第二類船型	10	11	13	12	13	12	11.83	71
第三類船型	12	12	13	12	13	13	12.50	75
第四類船型	13	12	12	11	12	13	12.17	73

表 4-1 不同船型對輪船行進距離關係表

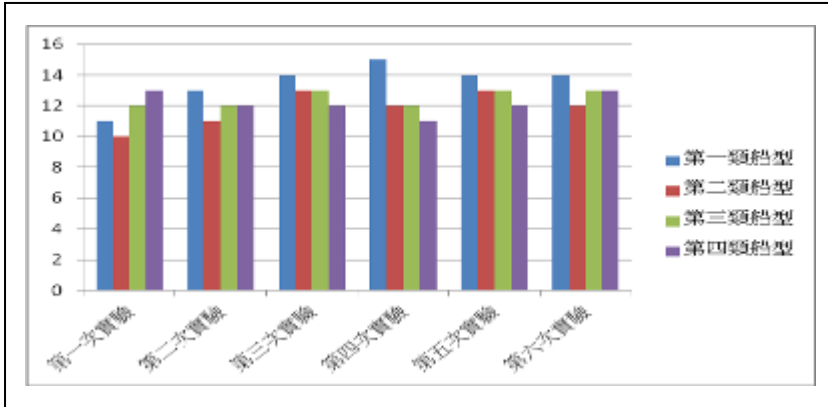


圖 4-1 不同船型對輪船行進距離直條圖

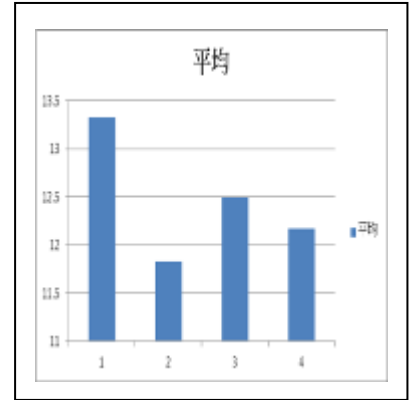


圖 4-2 不同船型對輪船行進距離平均值直條圖

(三) 發現討論

- 從表4-1中發現直線行走距離：第一類船型均值13.33公分 > 第三類船型均值12.50公分 > 第四類船型均值12.17公分 > 第二類船型均值11.83公分。
- 從表4-1中發現直線行走距離：船頭船尾為三角柱體 > 船頭船尾為半圓形柱體 > 船頭船尾為等腰梯形柱體 > 船頭船尾為長方形柱體。

五、活動五：探討同重量船體甲板上建築物造型(前擋風玻璃)傾斜角的不同對行進距離影響。

(一) 實驗步驟





- 採用活動四中第一類船體為下半部船體，再加上船體甲板上建築物造型前擋風玻璃不同傾斜角的上半部船體為不同傾斜角的完整測試船體，上半部船體的傾斜角分別設定為30度、45度、60度、90度的並利用電子秤來測得完整測試船體重，並使用小橡皮筋來補其差額，旋轉圈數設定為六十五圈，每次採計的測量單位為公分，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目原則上做八次，並立即重換動力船輪轉軸內橡皮筋，扣除兩次上下極端值共計實驗六次。
- 測試環境：(1)透明壓克力的水槽為直線航道，測試橡皮擦動力輪船。
- 電子秤來測得車體重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下：
 - 空杯:6.15 公克
 - 空杯+傾斜角 90 度的完整測試船體重=43.65 公克
 - 傾斜角 90 度的完整測試船體重= 43.65 公克-6.15 公克=37.50 公克
 - 空杯+傾斜角 60 度的完整測試船體重=41.75 公克
 - 傾斜角 60 度的完整測試船體重= 41.75 公克-6.15 公克=35.60 公克
 - 空杯+傾斜角 45 度的完整測試船體重=44.50 公克
 - 傾斜角 45 度的完整測試船體重= 44.50 公克-6.15 公克=38.35 公克
 - 空杯+傾斜角 30 度的完整測試船體重=43.90 公克

傾斜角 30 度的完整測試船體重=43.90 公克-6.15 公克=37.75 公克



傾斜角 45 度的完整測試船體重-傾斜角 90 度的完整測試船體重=((44.50-6.15)- (43.65-6.15))公克=(44.50-43.65-6.15+6.15)公克=(44.50-43.65)公克=(38.35-37.50)公克=0.85 公克(1)

傾斜角 45 度的完整測試船體重-傾斜角 60 度的完整測試船體重=((44.50-6.15)- (41.75-6.15))公克=(44.50-41.75-6.15+6.15)公克=(44.50-41.75)公克=(38.35-35.60)公克=2.75 公克(2)

傾斜角 45 度的完整測試船體重-傾斜角 30 度的完整測試船體重=((44.50-6.15)- (43.90-6.15))公克=(44.50-43.90-6.15+6.15)公克=(44.50-43.90)公克=(38.35-37.75)公克=0.60 公克(3)

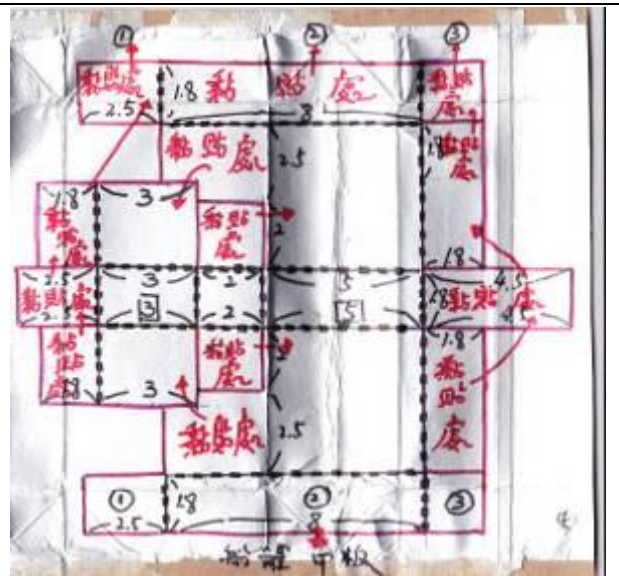
			
空杯+傾斜角 90 度的完整測 試船體重 =43.65 公克	空杯+傾斜角 60 度的完整測 試船體重 =41.75 公克	空杯+傾斜角 45 度的完整測 試船體重 =44.50 公克	空杯+傾斜角 30 度的完整測 試船體重 =43.90 公克

					
6.15 公克空杯 +0.公克差額	傾斜角 45 度的 完整測試船體+ 左側 0 公克差 額	6.15 公克+0.85 公克差額(1)	傾斜角 90 度的 完整測試船體+ 左側 0.85 公克 差額(1)	6.15 公克+2.75 公 克差額(2)	傾斜角 60 度的 完整測試船體+ 左側 2.75 公克 差額(2)

	
6.15 公克空杯 +0.6 公克差額 (3)	傾斜角 30 度的 完整測試船體+ 左側 0.6 公克差 額(3)

4. 前擋風玻璃的傾斜角分別設定為 90 度、60 度、45 度、30 度的四種上半部船體製作方法如下：

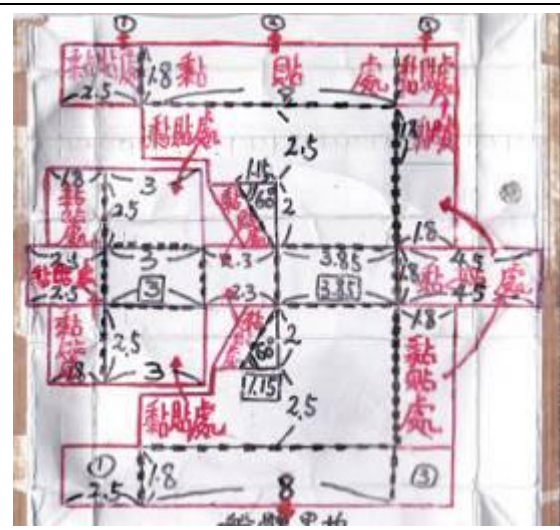
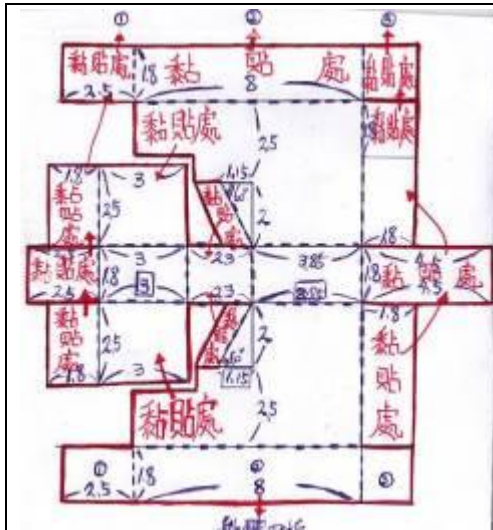
- (1).將下方90度（圖1）、60度（圖7）、45度（圖13）、30度（圖19）橡皮筋動力輪船船身展開圖摺起來即可成四種上半部船體。
- (2).線條剪開處以紅色部份表示，請剪下多餘的部份。
- (3).將上半部船身展開圖標示黏貼處的地方上熱熔膠，依箭號指示即可完成。



（圖 1）前擋風玻璃傾斜角為 90 度的船上建築物展開圖：長度 8 (3+5)公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。






（圖 1）前擋風玻璃傾斜角為 90 度的船上建築物展開圖(鋁箔紙)：長度 8 (3+5)公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。

上部船體製作					
	（圖 2）（以 90 度的船上建築物為例）(剪裁)	（圖 3）（以 90 度的船上建築物為例）(摺線整理)	（圖 4）（以 90 度的船上建築物為例）(黏貼 1)	（圖 5）（以 90 度的船上建築物為例）(黏貼 2)	（圖 6）（以 90 度的船上建築物為例）(黏貼 3)



(圖 7) 前擋風玻璃傾斜角為 60 度的船上建築物展開圖：長度 $8(3+1.15+3.85)$ 公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。

(圖 7) 前擋風玻璃傾斜角為 60 度的船上建築物展開圖(鋁箔紙)：長度 $8(3+1.15+3.85)$ 公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。

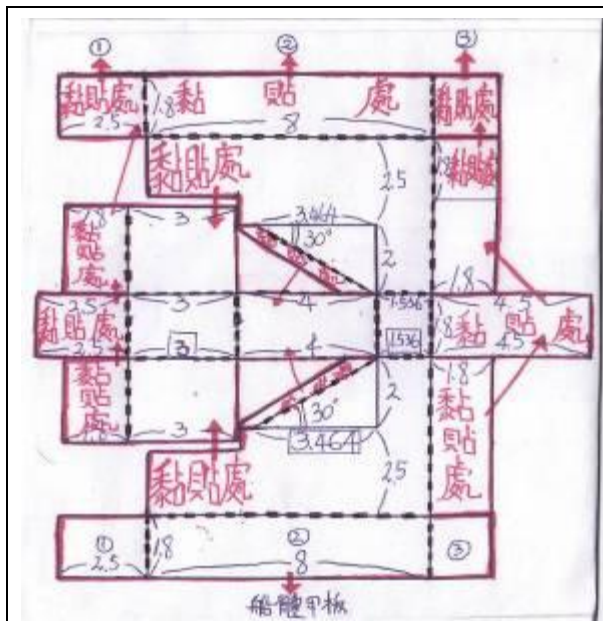
上部船體製作					
	(圖 8) (以 60 度的船上建築物為例)(剪裁)	(圖 9) (以 60 度的船上建築物為例)(摺線整理)	(圖 10) (以 60 度的船上建築物為例)(黏貼 1)	(圖 11) (以 60 度的船上建築物為例)(黏貼 2)	(圖 12) (以 60 度的船上建築物為例)(黏貼 3)



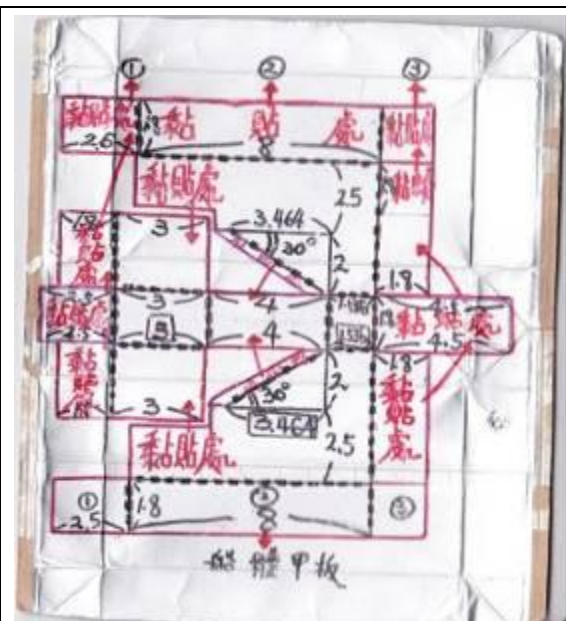
(圖 13) 前擋風玻璃傾斜角為 45 的船上建築物展開圖：長度 $8(3+2+3)$ 公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。

(圖 13) 前擋風玻璃傾斜角為 45 的船上建築物展開圖(鋁箔紙)：長度 $8(3+2+3)$ 公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。

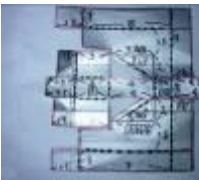




上部 船體 製作					
	(圖 14) (以 45 度的船上建築物為例)(剪裁)	(圖 15) (以 45 度的船上建築物為例)(摺線整理)	(圖 16) (以 45 度的船上建築物黏貼為例)(黏貼 1)	(圖 17) (以 45 度的船上建築物黏貼為例)(黏貼 2)	(圖 18) (以 45 度的船上建築物黏貼為例)(黏貼 3)











(圖 19) 前擋風玻璃傾斜角為 30 度的船上建築物展開圖：
 長度 $12(3+3.464+2.536+1+2)$ 公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。



(圖 19) 前擋風玻璃傾斜角為 30 度的船上建築物展開圖(鋁箔紙)：
 長度 $12(3+3.464+2.536+1+2)$ 公分、寬度為 1.8 公分、高度為 4.5 公分。

上部 船體 製作					
	(圖 20) (以 30 度的船上建築物為例)(剪裁)	(圖 21) (以 30 度的船上建築物為例)(摺線整理)	(圖 22) (以 30 度的船上建築物為例)(黏貼 1)	(圖 23) (以 30 度的船上建築物為例)(黏貼 2)	(圖 24) (以 30 度的船上建築物為例)(黏貼 3)

			
預備！前擋風玻璃傾斜角為 90 度整體船體	預備！前擋風玻璃傾斜角為 60 度整體船體	預備！前擋風玻璃傾斜角為 45 度整體船體	預備！前擋風玻璃傾斜角為 30 度整體船體

			
前擋風玻璃傾斜角為 90 度整體船體測量	前擋風玻璃傾斜角為 60 度整體船體測量	前擋風風玻璃傾斜角為 45 度整體船體測量	前擋風玻璃傾斜角為 30 度整體船體測量

(二)實驗結果

公 分 傾 斜 角	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		
90度	10	12	13	15	11	11	12.00	72
60度	12	14	15	13	11	11	12.67	76
45度	12	13	15	11	13	15	13.17	79
30度	12	13	14	14	15	13	13.50	81

表 5-1 同重量船體擋風玻璃傾斜角的不同對輪船行進距離關係表

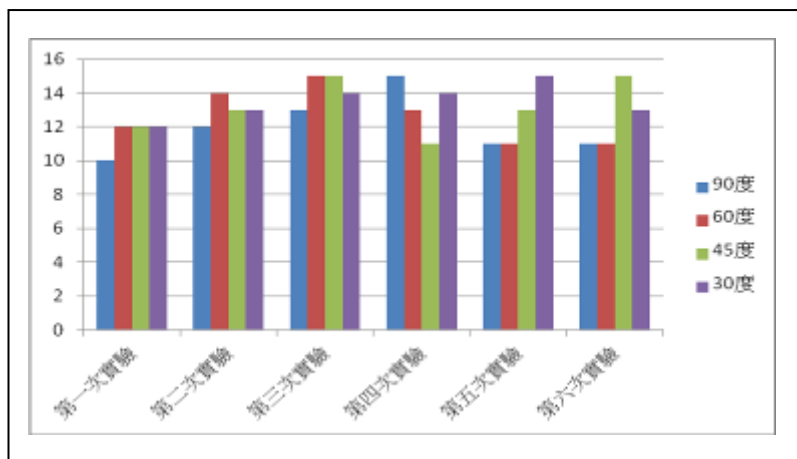


圖 5-1 同重量船體擋風玻璃傾斜角的不同對輪船行進距離直條圖

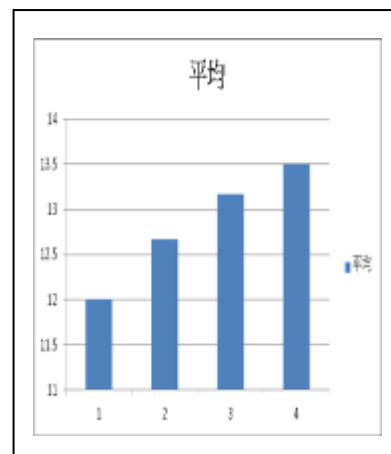


圖 5-2 同重量船體擋風玻璃傾斜角的不同對輪船行進距離平均值直條圖

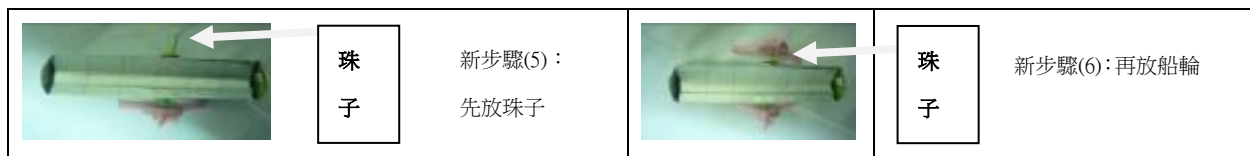
(三) 發現討論

- (1) 從表5-1中發現直線行走距離:同重量擋風玻璃傾斜角為30度均值13.50公分 >同重量擋風玻璃傾斜角為45度均值13.17公分 >同重量擋風玻璃傾斜角為60度均值12.67公分 >同重量擋風玻璃傾斜角為90度均值12.00公分。同重量擋風玻璃傾斜角越小直線行走距離均值越大。

六、活動六：探討同重量船體其橡皮筋動力船輪轉軸製作方法不同時，當船體的寬度改變或船體的高度改變的對行進距離影響。

(一) 實驗步驟

1. 船體採活動四的第一類輪船且採船輪轉軸製作方法(1)為活動六的第一類輪船，改採船輪轉軸製作方法(2)為第二類輪船。將第一類輪船的船寬度改為 2 公分為第三類輪船(輪軸轉動孔長為 2.5 公分，轉動軸軸長為 5.5 公分)，改採船輪轉軸製作方法(2)為第四類船。第三類輪船的船體高度減少到 2.5 公分為第五類輪船，改採船輪轉軸製作方法(2)為第六類輪船。上述輪船採用利用電子秤來測得完整測試船體重，並使用特小橡皮筋來補其差額讓測試輪船整體重量相同，船輪採用 4 公分的 6 支架為船輪，旋轉圈數設定為五十圈，每次採計的測量單位為公分，以四捨五入方式計算到整數，每個實驗項目原則上做八次，並立即重換動力船輪轉軸內橡皮筋，扣除兩次上下極端值，共計實驗六次。
2. 橡皮筋動力船輪轉軸製作方法(1)如第二頁所示步驟(1)到(7)，船輪轉軸製作方法(2) 如第二頁步驟(1)到(4)相同，步驟(5)及(6)對調，且無步驟(7)。



3. 測試環境：(1)透明壓克力的水槽為直線航道，測試橡皮擦動力輪船。
4. 電子秤來測得車體重，並使用小橡皮筋來補其差額方法如下：

空杯:6.15 公克

空杯+第一類輪船船體體重=33.75 公克

第一類輪船船體體重=33.75 公克-6.15 公克=27.60 公克

空杯+第二類輪船船體體重=33.45 公克

第二類輪船船體體重=33.45 公克-6.15 公克=27.30 公克

空杯+第三類輪船船體體重=28.00 公克

第三類輪船船體體重=28.00 公克-6.15 公克=21.85 公克

空杯+第四類輪船船體體重=27.75 公克

第四類輪船船體體重=27.75 公克-6.15 公克=21.60 公克

空杯+第五類輪船船體體重=24.25.公克

第五類輪船船體體重=24.25 公克-6.15 公克=18.10 公克

空杯+第六類輪船船體體重=24.10.公克

第六類輪船船體體重=24.10 公克-6.15 公克=17.95 公克




第一類輪船船體體重-第二類輪船船體體重=((33.75 -6.15)- (33.45 -6.15))公克
 =(33.75-33.45-6.15+6.15)公克=(33.75-33.45)公克=(27.60-27.30)公克=0.30 公克(1)



第一類輪船船體體重-第三類輪船船體體重=((33.75 -6.15)- (28.00-6.15))公克
 =(33.75-28.00-6.15+6.15)公克=(33.75-28.00)公克=(27.60-21.85)公克=5.75 公克(2)

第一類輪船船體體重-第四類輪船船體體重=((33.75 -6.15)- (27.75 -6.15))公克
 =((33.75-27.75-6.15+6.15)公克=(33.75-27.75)公克=(27.60-21.60)公克=6.00 公克(3)

第一類輪船船體體重-第五類輪船船體體重=((33.75 -6.15)- (24.25 -6.15))公克
 =((33.75-24.25-6.15+6.15)公克=(33.75-24.25)公克=(27.60-18.10)公克=9.50 公克(4)

第一類輪船船體體重-第六類輪船船體體重=((33.75 -6.15)- (24.10 -6.15))公克
 =((33.75-24.10-6.15+6.15)公克=(33.75-24.10)公克=(27.60-17.95)公克=9.65 公克(5)

			
空杯+第一類輪船船體 = 33.75 公克	空杯+第二類輪船船體 =33.45 公克	空杯+第三類輪船船體 =28.00 公克	空杯+第四類輪船船體 =27.75 公克


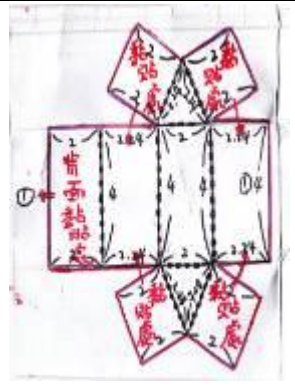

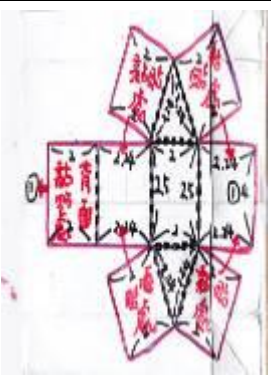
	
空杯+第五類輪船船體 = 24.25 公克	空杯+第六類輪船船體 =24.10 公克





白色箭號指船輪
轉軸製作方法(2)
珠子的位置(無步
驟(7)-旋轉棒)




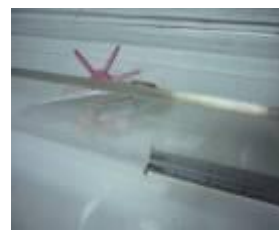
					
6.15 公克空杯 +0.公克差額	第一類輪船船 體+左側 0 公克 差額	6.15 公克+0.30 公克差額(1)	第二類輪船船 +左側 0.30 公克 差額(1)	6.15 公克+5.75 公 克差額(2)	第三類輪船船 +左側 5.75 公克 差額(2)

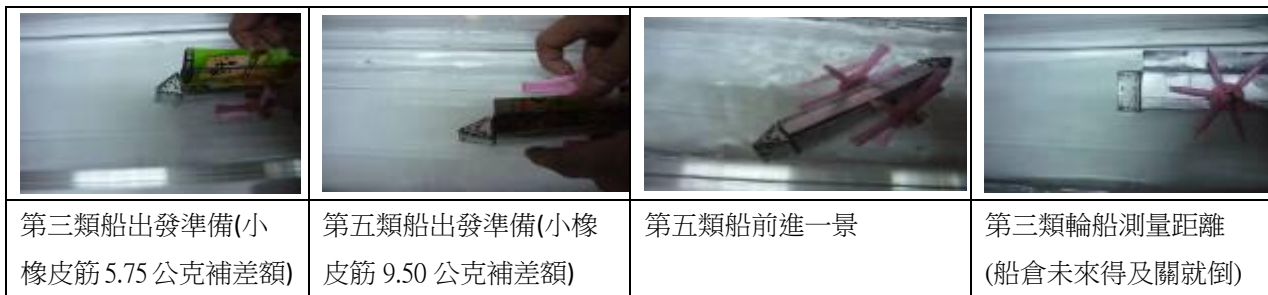
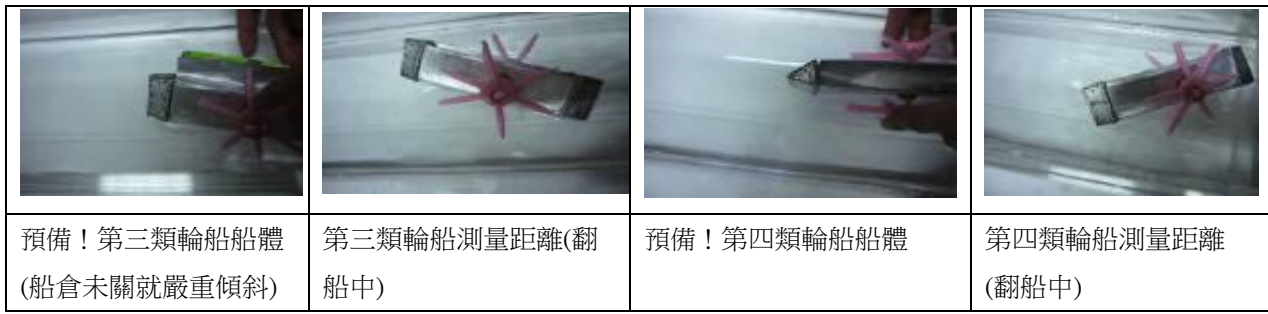
					
6.15 公克+0. 公克差額 6.00 公克差額(3)	第四類輪船船體+左側 6.00 公克差額(3)	6.15 公克+9.50 公克差額(4)	第五類輪船船體+左側 9.50 公克差額(4)(放船體內)	6.15 公克+9.65 公克差額(5)	第六類輪船船體+左側 9.65 公克差額(5)(放船體內)

5.第三、四類輪船船體及第五、六類船體展開圖如下(作法同活動一及活動四)：

			
第三、四類輪船船體中間主體展開圖	第三、四類輪船船體船頭船尾三角柱展開圖	第五、六類輪船船體中間主體展開圖	第五、六類輪船船體船頭船尾三角柱展開圖

			
預備！第一類輪船船體	第一類輪船測量距離	預備！第二類輪船船體	第二輪船測量距離

			
預備！第五類輪船船體	第五類輪船測量距離	預備！第六類輪船船體	第六類輪船測量距離



(二)實驗結果

公 分 不 同 條 件	次 第						平均	總長 度	註 記 翻 船
	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			
第一類輪船	14	14	13	13	15	14	13.83	83	
第二類輪船	16	14	16	15	18	14	15.50	93	
第三類輪船	3	4	3	3	3	5	3.5	21	✓
第四類輪船	4	6	5	6	6	7	5.67	34	✓
第五類輪船	28	25	26	21	25	27	25.33	152	
第六類輪船	28	33	36	32	29	35	32.17	193	

表 6-1 不同條件(轉軸製作方法、船寬、船高)對輪船行進距離關係表

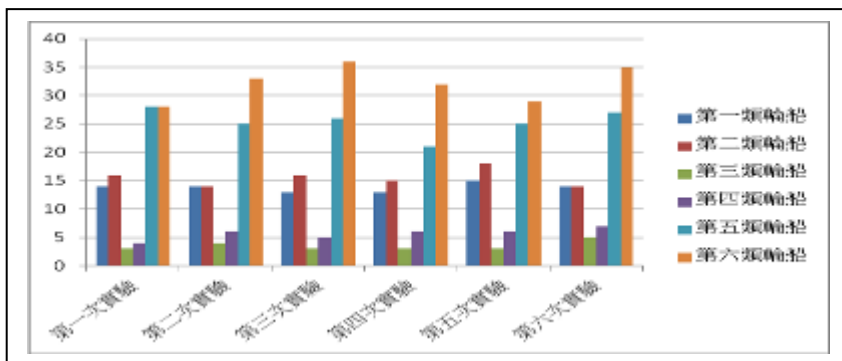


圖 6-1 不同條件(轉軸製作方法、船寬、船高)對輪船行進距離直條圖

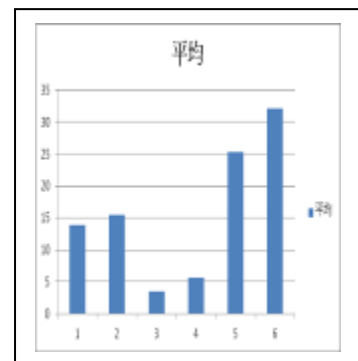


圖 6-2 不同條件(轉軸製作方法、船高、船高)對輪船行進距離平均值直條圖

(三) 發現討論

- (1) 從表6-1中發現直線行走距離:第六類輪船均值32.17公分>第五類輪船均值25.33公分>第二類輪船均值15.50公分>第一類輪船均值13.83公分>第四類輪船均值5.67公分>第一類輪船均值3.5公分。
- (2)從表6-1中發現直線行走距離:第二類輪船均值15.50公分>第一類輪船均值13.83公分，第四類輪船均值5.67公分 >第三類輪船均值3.50公分，第六類輪船均值，32.17公分 >第五類輪船均值 25.33 公分，明顯看出改採船輪轉軸製作方法(2)時，輪船直線行走距離較遠。
- (3) 第三類輪船均值3.50公分與第四類輪船均值5.67公分皆偏低，而出發後皆有翻船的現象。尤其以第三類輪船特別明顯，往往手一放開就翻船。
- (4) 從表6-1中發現直線行走距離:第六類輪船均值32.17公分>第五類輪船均值25.33公分> 其他類輪船，輪船直線行走距離遠近，不僅和與輪船的船輪轉軸製作方法有關，也與輪船的寬度及高度有關。

伍、討論

- 一、輪船要停下來，可以藉由船體與水之間產生的阻力，橡皮筋動力輪船若動力小，橡皮筋動力車行進的距離會太近，因為場地範圍等條件的限制，故討論後，本實驗前後分別選用固定橡皮筋的轉數為三十五圈、四十圈、五十圈和六十五圈來從事以下所有的實驗。而每次實驗後，皆須將實驗的橡皮筋動力輪船重新整理，除更換橡皮筋外、並應留意橡皮筋動力輪船內有無進水，如有須評估此次實驗的可靠性及正確性外，還應確實將橡皮筋動力輪船內的水倒掉並擦拭，以免進水的水量影響實驗結果。實驗中橡皮筋動力輪船如果船行歪斜或碰撞軌道，或卡住無法順行，須稍為調整，排除無法正常運作的原因，可以減少船行歪斜對船行的影響。船行歪斜或碰撞軌道過於離譜，必須重新實驗，求得較準確實驗結果。在活動三至活動六的實驗中，使用特小橡皮筋等來補齊車體相同重量時，使用電子秤操作時要很小心，確實將待秤物放在秤中，將誤差減到最小。
- 二、在活動一中，透過老師引導大家討論將車身分為六等份為宜，並透過科學的方法實驗來了解船輪轉動軸位置與橡皮筋動力輪船行進的關係。
- 三、在活動二中，透過老師引導大家討論認為分成一堆且車身分為三等份或四等份太簡單，故擬將船身分為六等份，並放置兩枚硬幣來改變車身的重心，透過科學的方法實驗來了解船身重心位置與橡皮筋動力輪船行進的關係。在活動二中(三)發現討論(2)發現: 距船體長度中央處相同距離的兩組中，放入兩個一元硬幣在靠近動力傳動軸後方的組別行走距離似乎較遠，推測可能是手勢不自覺的行為所致。
- 四、在活動三中(三)發現討論(1)(2)發現**支架數量較多**可以讓行進的距離較遠，發現討論(3)發現**船輪支架較長**可以讓行進的距離較遠，但發現討論(4)中發現行進的距離的長短和支架的長短與支架的數量兩變數有相關，當同時考慮支架的長短與支架的數量時，行進距離長短的比較非單一條件所能決定。

例如: 4公分6支架輪船船輪均值15.83公分>4公分5支架輪船船輪均值15.17公分

(發現討論(1)(2)發現**支架長度相同時，支架數量較多**行進的距離較遠)

4公分6支架輪船船輪均值15.83公分>3公分6支架輪船船輪均值15.33公分

(發現討論(3)發現**支架數量相同時，支架長度較長**行進的距離較遠)

但4公分6支架輪船船輪>3公分6支架輪船船輪>4公分5支架輪船船輪>4公分4支架輪船船輪>3公分5支架輪船船輪>4公分3支架輪船船輪>3公分4支架輪船船輪>3公分3架輪船船輪。

(發現討論(4)發現**同時考慮**支架的長短與支架的數量時，行進距離長短的比較**非單一條件**所能決定)

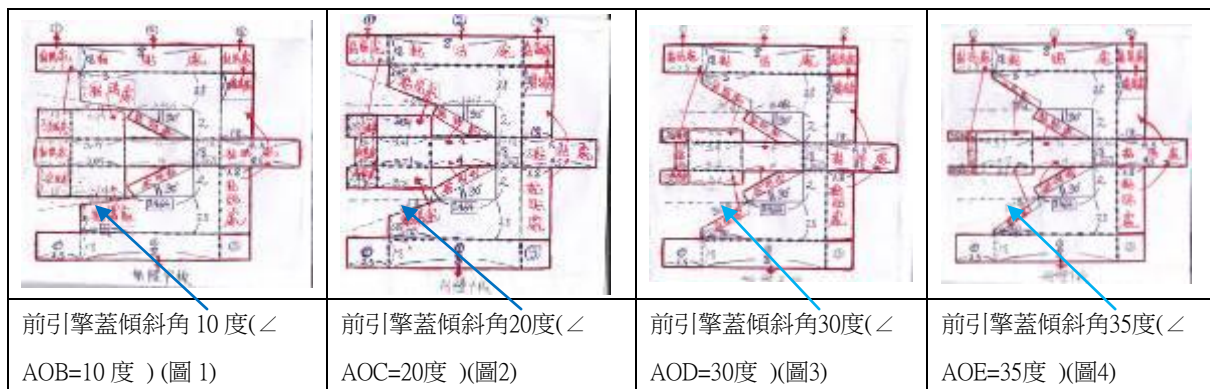
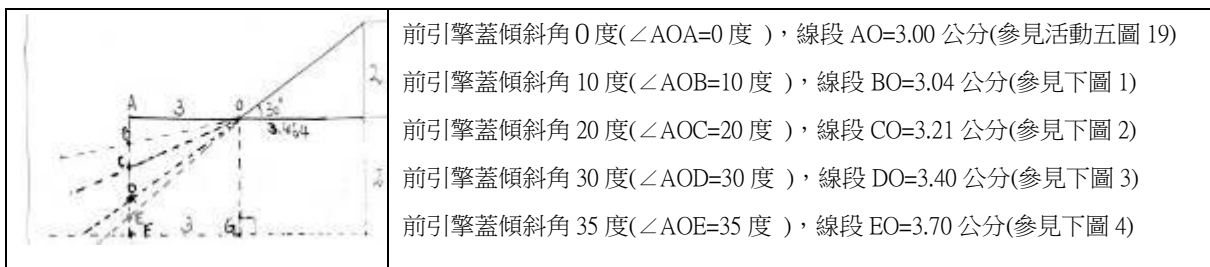
五、在活動四中，從表 4-1 中發現直線行走距離:船頭船尾的形狀有關:

(一).柱體形狀與水流阻力的影響，例如:船頭尾船為三角柱體時，水流的阻力最小；船頭尾船為三角柱體時，阻力次之；船頭尾船為等腰梯形柱體時，水流的阻力再次之；船頭尾船為長方體柱體時，阻力最大。

(二)在生活中較常見的船體其船頭與船尾形狀大多為第一類船型與第三類船型，即船頭船尾為三角柱體與半圓柱體居多(參照活動四圖例)。

六、在活動五中發現直線行走距離遠近：同重量擋風玻璃傾斜角為30度>同重量擋風玻璃傾斜角為45度>同重量擋風玻璃傾斜角為60度>同重量擋風玻璃傾斜角為90度。同重量**擋風玻璃傾斜角**越小**直線行走距離**均值越大。可以由此**探討**當船舶的動力相同時，可以從船舶前進的距離遠近轉化得到以**能量耗損**或**船速高低**為船舶設計的設計導向參考。

七、從活動五中發現前擋風玻璃的傾斜角很小，行走的距離較遠，同學們討論後提出可以在**未來進一步實驗**的新方向：引擎蓋向下不同角度時其直線行走距離遠近的比較。並先提出**可能的答案**：引擎蓋向下角度30度>引擎蓋向下角度35度>引擎蓋向下角度20度>引擎蓋向下角度10度>引擎蓋向下角度0度。當擋風玻璃的傾斜角與引擎蓋向下角度成**流線型**，即成一直線時，橡皮車動力車行走距離最長。**端賴以後進一步的實驗印證**。



- 八、從活動六表 6-1 中發現，等重的各類輪船轉動軸的製法改變(2)(先裝珠子在放船輪並拿掉原本的**旋轉棒**)，似乎能使直線前進的距離較遠，推測其原因是珠子的摩擦力受左側物體接觸面積大小影響甚鉅(因橡皮筋固定端在船體另一側，而造成橡皮筋轉動後能量釋放時，反轉的彈力以**反方向運動**(反作用力)，故珠子與其左側所受的衝擊力為先且摩擦力較大，當轉動軸的製法改變(2)時珠子左側只需與轉動軸接觸即可，而不須也不會和大面積的轉動軸和船輪接觸，摩擦力明顯變小。
- 九、從活動六表 6-1 中發現，第三類的輪船與第四類的輪船皆免不了會翻船，且行走的直線距離皆不遠，尤其以第三類輪船為甚，討論後推論，當船的寬度由 4 公分減少至 2 公分，而船的高度不變時，相對而言，船體的底面積形狀變得太狹窄，容易造成翻船的事件，而第三類輪船多增加一支轉動軸，重心更因而失去平衡因此更易翻覆。
- 十、從活動六表 6-1 中發現，第五類輪船與第六類輪船的直線行走距離較遠，討論後推論，當船的寬度變小後，船前進時，水流的阻力變小，而船高也跟著變小，免於第三類的輪船與第四類的輪船易翻覆的命運。

陸、結論

- 一、從活動一中，透過實驗來發現船輪轉動軸位置在中間的**第三類船輪、第四類船輪**可以讓橡皮筋動力輪船子跑的比較遠。比較各類輪船的轉輪距前面船體部份和轉輪距後面船體部份中發現，透過實驗來發現，車軸位置在中間的**第三類船輪、第四類船輪**，與蒸汽明輪船轉輪距前面船體部份:中間主體部份:轉輪距後面船體部份最為相近。
- 二、從活動二中，**第十六類輪船>第十七類輪船>第十三類輪船>第十四類輪船>第十二類輪船**，發現其放入兩個一元硬幣所在位置較靠近車體長度中央處，即車體**重心靠車體中心**，所走的距離比較遠。
- 三、從活動二中，**第二十一類輪船>第一類輪船**，**第二十類輪船>第二類輪船**，**第十八類輪船>第三類輪船**，可以從中發現:距船體長度中央處相同距離的兩組中，放入兩個一元硬幣在靠近動力傳動軸後方的組別行走距離似乎較遠，**推測可能是手勢不自覺的行為所致**。
- 四、從活動三中發現相同長度的塑膠吸管，其支架數目越多，輪船直線行走距離愈長，可能的原因是，塑膠吸管所製作的支架較**多**提供拍打排開的水量較多。但當不同長度的塑膠吸管相比較時，若船輪的支架數量相同，其支架較**長**，輪船直線行走距離愈長，可能的原因是，塑膠吸管所製作的支架較**長**提供拍打排開的水量較多。但當不同長度的塑膠吸管相比較時，若船輪的支架數量不相同時，長度較短的塑膠吸管若其支架若較多，仍可能**比**長度較長的塑膠吸管但支架較少的船輪輪船直線行走距離明顯較遠。
- 五、從活動四中發現不同直線行走距離與水流阻力有關，船頭船尾的形狀攸關水流阻力的大小。直線行走距離遠近比較如右:船頭船尾的形狀是三角柱體>船頭船尾的形狀是半圓形柱體>船頭船尾的形狀是等腰梯形柱體>船頭船尾的形狀是長方形柱體。而絕大部份的船型介於第一類船型(船頭船尾是三角柱)與第三類船型(船頭船尾是半圓形)應有其科學原理。
- 六、從活動五中發現直線行走距離遠近:同重量擋風玻璃傾斜角為30度>同重量擋風玻璃傾斜角為45度>同重量擋風玻璃傾斜角為60度>同重量擋風玻璃傾斜角為90度。同重量**擋風玻**

璃傾斜角越小直線行走距離均值越大。而絕大部份的快艇其擋風玻璃傾斜角很小皆有其科學原理。

七、從活動六中發現直線船的寬度減少，水的阻力會變小，行走距離較遠，但船高未變矮時，易翻覆。第二類輪船、第四類輪船、第六類輪船屬於船輪轉軸製作方法(2)先放珠子時，少了原本船輪轉軸製作方法(1)時，珠子與左側船輪的彈力釋放較大的摩擦作用力，增加了不少行進的距離。

八、從活動一到活動六實驗中，不僅可以習得輪船的演進(動力由人力轉為蒸氣進而到柴油引擎)，而本實驗雖由橡皮筋為動力，但其實驗所得一些影響船舶前進速度、油料耗損多寡、明輪船輪位置(見參考資料五、六)及支架的設計，提供頗為不錯的參考價值。

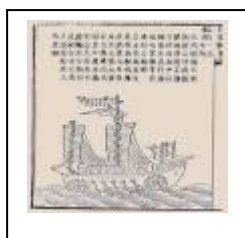
柒、參考資料與其他

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>



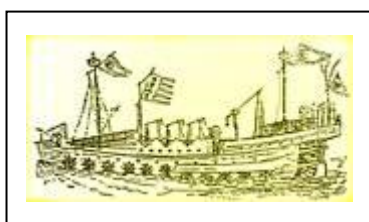
《防海輯要》中的「輪船」圖(如左圖)



《古今圖書集成》中的「車輪舸」圖(如左圖)

四、水車的由來 取自

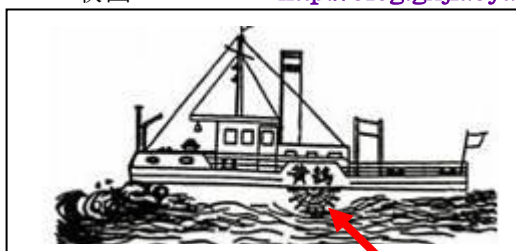
<http://www.solar-i.com/watw-1.htm>



南宋輪船(岳飛水軍)
水車用在中國古代戰船轉用為交通工具的 -- 推進器

五、中國建造第一艘輪船“黃鵠”號的故事

取自 <http://blog.gxjiaoyan.com/?uid-2217-action-viewspace-itemid-36296>



“黃鵠”號復原圖

六、船舶數字博覽館

船輪位置

取自 <http://amuseum.cdstm.cn/AMuseum/ship/history/time2/zqjc.html>

【評語】 080114

1. 有趣的童玩，經過幾位同學用心的製作了各種質量、前端與外型的橡皮筋動力船。可惜因為製作工藝技術有限，使用的材質品質也有所參差，所以在變因的控制尚有繼續努力的空間。
2. 傳達能力可以再加強些。
3. 若能加強質量的分析，此作品完整性就更佳。