

嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：蒸汽動力船探究

關 鍵 詞：蒸汽、鋁管、船

編 號：

蒸汽動力船探究

摘要

使用簡單的浮具來製作玩具船是每個人都有的童年回憶，利用細鋁管捲圈做成簡單的引擎，在鋁管內注水並用火加熱，就能噴出蒸氣讓船前進。為了能讓船跑得更快，利用內徑更大的鋁管、捲更多的卷圈、加強火力並將鋁管的長度做更好的配置，便能優化蒸汽船的性能，讓它高速前進，享受航行的樂趣。另外鋁管蒸汽船的製作方式也並非只有有單一方式，只要清楚它的原理，我們也可做出不同於一般樣式的蒸汽船。

壹、研究動機

記得在四年級自然科曾經有一個單元叫做「運輸工具與能源」，其中老師介紹過運輸工具的動力演進，從人力、獸力、自然的風力再進化成燃燒化石燃料來推動機械產生動力。最早的動力機械就是蒸汽機，利用燒煤煮開鍋爐的水，產生蒸氣的力量來推動活塞和輪軸，就會得到巨大的動力，但是蒸汽機的缺點是太過於巨大、笨重，所以我們一直認為它只適合裝置在大型的運輸工具上。直到我們看到卡通「崖上的波妞」裡，宗介的蒸氣玩具船，才發現原來利用蒸氣也能讓玩具動起來，一點也不笨重。所以我們想要研究，如何做才能讓這種好玩的玩具船跑得更快呢？

貳、研究目的

- 一、使用鋁管製作蒸氣動力船的方法。
- 二、研究不同的鋁管內徑對船速的影響。
- 三、研究不同的鋁管卷圈數對船速的影響。
- 四、研究不同的火力強度對船速的影響。
- 五、鋁管卷圈橫向或直立放置對船速的影響。
- 六、鋁管水面下的長度對船速的影響。
- 七、鋁管水面上的長度對船速的影響。
- 八、利用水族用具「止逆閥」製作新型的管式蒸汽動力船。

參、研究設備與器材

<p>細鋁管、木片、珍珠板</p> 	<p>塑膠板、雙面膠、竹籤</p> 	<p>小玻璃罐、鋁箔膠帶、鋁箔紙</p> 
<p>圓筒塑膠罐、熱熔膠、風管</p> 	<p>保麗龍板、尼龍繩、矽利康</p> 	<p>燃燒用酒精、打火機、棉繩</p> 
<p>老虎鉗、美工刀、打磨切割機</p> 	<p>止逆閥、電子秤、砝碼、手機</p> 	<p>剪刀、尺、量角器、鋸子</p> 

肆、研究的過程與方法

一、蒸氣動力船介紹與製作：

(一)蒸氣動力船(POP POP BOAT)的種類

目前常見的蒸氣動力船有三種：蒸氣室式動力船、金屬管式動力船、鋁片式動力船，分別在下列簡介。

1. 蒸氣室式動力船：構造上有一小型金屬蒸氣室連接金屬管，在蒸氣室及管內注滿水，再以火源加熱蒸氣室，就可以做為船的動力，而「崖上的波妞」裡，宗介的蒸氣船就是此類型。

(如圖一、圖二。)



圖一、蒸氣室式動力構造(來源:網路)



圖二(來源:網路)

2. 金屬管式動力船：沒有蒸氣室，直接以金屬管捲成卷圈狀代替蒸氣室，在管內注滿水，再以火源加熱金屬管圓圈，就可以做為船的動力，我們的研究就是以此類型為基礎做各種實驗。(如圖三、圖四。)



圖三、金屬管式動力構造(來源:網路)



圖四(來源:網路)

3. 鋁片式動力船：常用汽水罐裁剪成鋁片黏合起來製作蒸氣室，另外用塑膠吸管代替金屬管連接蒸氣室，在管內注滿水，再以火源加熱鋁片，就可以做為船的動力，是一種材料比較便宜的製作方法，但是相對的，蒸氣外洩及管線燒融的風險也比較大。(如圖五、圖六。)



圖五：鋁片式動力構造(來源:網路)



圖六(來源:網路)

(二) 金屬管式蒸氣動力船的製作方式

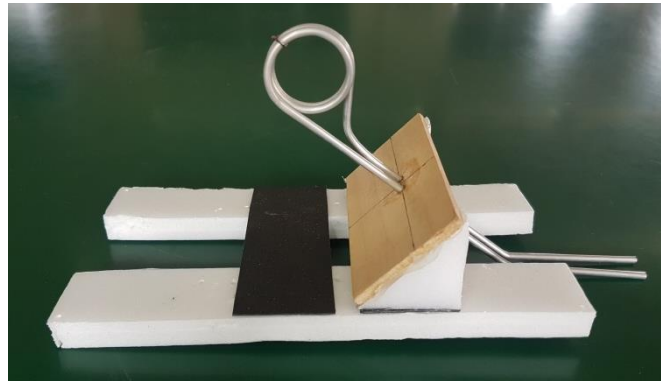
1.製作船體：

(1)用 1cm 厚的珍珠板裁切兩塊長方形。

(2)用薄塑膠板剪裁兩塊小長方形，用雙面膠黏貼，連接兩塊珍珠板做成雙洞式船體，薄塑膠板用來承載小酒精燈瓶及裝置金屬管的木板。

(3)裁切一塊長方形薄木板，在上方打洞，用來裝置金屬管。

(4)船體造型如圖七。



圖七、船體造型

2.金屬管捲曲方式：

我們使用比較容易加工的鋁製金屬管來製造管狀動力構造部分。

(1)先用老虎鉗一點一點彎曲鋁管，小心不要彎過頭造成管路阻塞。(如圖八。)

(2)將略為彎曲好的鋁管靠放在硬質的圓棒狀物體上彎曲纏繞所需要的圈數。(如圖九。)

(3)用電動打磨機裝上金剛砂圓鋸裁切鋁管。(如圖十。)



圖八



圖九



圖十

3.火瓶：

(1)使用小玻璃瓶裝酒精做成小型酒精燈。

(2)在罐蓋上打洞，用棉繩當燈芯。(如圖十一。)

(3)底部用防震貼黏土貼在塑膠板上固定。

4.防風遮罩：用鋁箔膠帶和竹籤黏貼組成。(如圖十二。)



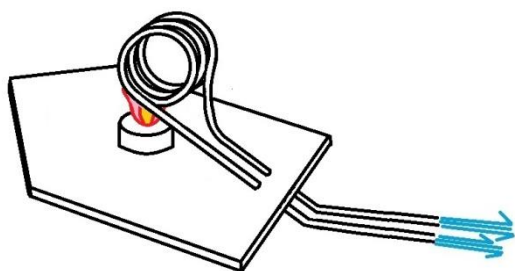
圖十一、小酒精燈



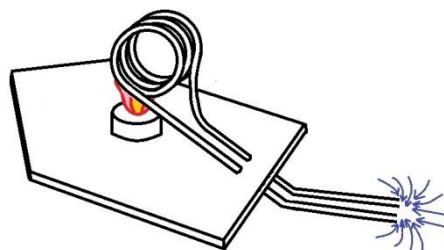
圖十二、船體裝置酒精燈及防風遮罩

(三)金屬管式蒸氣動力船前進的原理

- 1.在鋁管內先注滿水，鋁管的末端出口必須放置在水中。
- 2.用火加熱鋁管，管內的水煮成水蒸氣後體積膨脹壓力增加，連同管末端的水一起噴出。
- 3.因為水的慣性將管內的水過度噴出，管內壓力減少，會將周圍的水再度吸入管內。
- 4.同時，水蒸氣碰觸到末端浸水的管子時，水蒸氣也會冷卻變成水滴，管內壓力減少，也會將周圍的水再度吸入管內。
- 5.吸入的水再次被火加熱，又變成水蒸氣體積膨脹，連同管末端的水一起噴出。
- 6.噴出與吸入的過程不停的重復形成了規律的震動。
- 7.當水蒸氣和水噴出時，是由細管中同方向一起噴出，形成了推動船體前進的推進力。
- 8.當水由管口吸入時，是從四周圍的水一起吸入的，所以不會形成讓船體後退的力量。
- 9.船體會在上述的反復震動過程中前進。(如圖十三、十四。)



圖十三、水蒸氣和水噴出

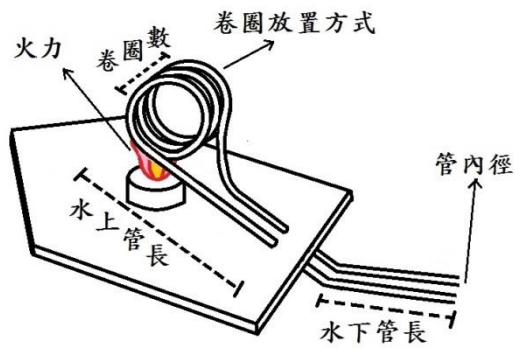


圖十四、水再度被吸入管中

二、實驗設計與實驗方法：

(一)操縱變因：

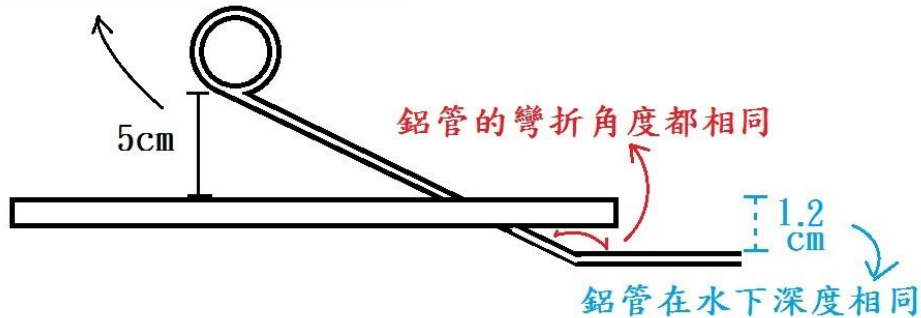
我們從船的整體構造去找出幾個不同的操縱變因來研究它們對船速的影響，包含：鋁管內徑、鋁管卷圈數、酒精燈火力、鋁管卷圈橫向或直立放置、鋁管水面上的長度、鋁管水面下的長度等。(如圖十五。)



圖十五、蒸氣動力船的操縱變因

(二)控制變因：固定保持不變的項目包含：鋁管厚度都是 0.5mm、船體都是由兩片長 16.5cm，寬 2.5cm，厚 1cm 的珍珠板組成的長 16.5cm，寬 8cm 的雙洞式船體、鋁管卷圈距離船體高度都是 5cm、排氣吸水管在水下的深度相同、排氣吸水管的彎折角度都相同。(如圖十六。)

卷圈距離船體的高度都相同



圖十六、蒸氣動力船的控制變因

(三)測速方式：

- 1.為了比較不同的操縱變因對船速的快慢的影響，我們使用長圓筒形容器去頭去底，將它們用矽利康黏接起來做成水道，測試蒸汽船行駛 100cm 的距離所需要的時間。(如圖十七。)
- 2.為了避免船體行進中偏向卡在水道邊緣影響測試，我們在水道架上兩條尼龍繩，並且在船體四角插上竹籤，當船行駛方向偏離中央時，竹籤會碰到尼龍繩，彈滑回中央的水道。
- 3.測速時全程在密閉室內進行，並加上防風遮罩，避免風對酒精燈的影響。(如圖十八。)



圖十七



圖十八

(四)實驗方法：

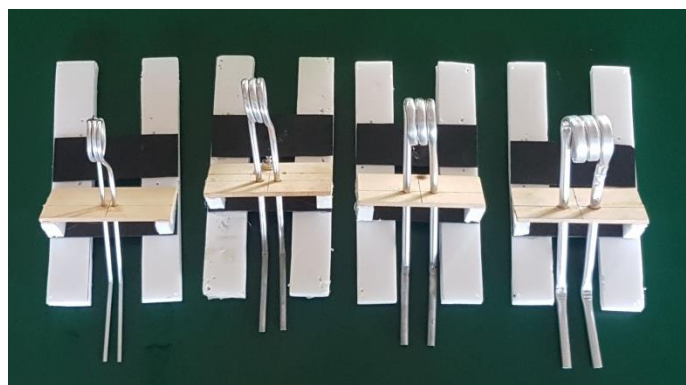
1. **【實驗 1】**：不同的鋁管內徑對船速度的影響。

(1)製作四台除了鋁管內徑不同，其他條件都相同的蒸汽船。(如表一及圖十九。)

表一：不同的鋁管內徑蒸汽船規格表

船編號	鋁管內徑	重量	鋁管卷圈數	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
1 號船	2mm	18.3g	直立 3 圈	單一束 棉繩燈芯	10cm	5cm
2 號船	3mm	20.2g				
3 號船	4mm	22.3g				
4 號船	5mm	24.4g				

(2)點燃酒精燈，等待船開始規律震動後，讓船行駛，計時並記錄每台船在水道上行駛 100cm 各 10 次的時間。



圖十九

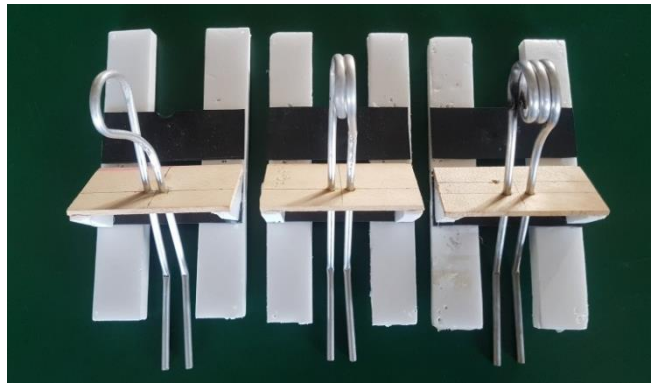
2. **【實驗 2】**：不同的鋁管卷圈數對船速度的影響。

(1)製作三台除了鋁管卷圈數不同，其他條件都相同的蒸汽船。這三台蒸汽船的捲圈都直立放置。(如表二及圖二十。)

表二：不同的鋁管卷圈數，直立放置的蒸汽船規格表

船編號	鋁管(直立)卷圈數	重量	鋁管內徑	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
5 號船	1 圈	17.7g	3mm	單一束 棉繩燈芯	10cm	5cm
6 號船	2 圈	18.6g				
2 號船	3 圈	20.2g				

(2)點燃酒精燈，等待船開始規律震動後，讓船行駛，計時並記錄每台船在水道上行駛 100cm 各 10 次的時間。



圖二十

3. 【實驗3】：不同的火力強度對船速的影響。

(1)分別製造細、中、粗三種酒精燈燈芯，點燃觀察火焰的大小。

(如表三、圖二十一、圖二十二。)

表三：不同粗細的酒精燈燈芯火焰的大小。

酒精燈燈芯粗細	細	中	粗
棉繩數量	單 1 束	2 束網在一起	3 束網在一起
目測火焰大小	小	中	大

(2)使用 6 號船，(6 號船規格見表二。)替換不同的酒精燈燈芯燃燒，點燃酒精燈等待船開始規律震動後，讓船行駛，計時並記錄使用不同燈芯的船在水道上行駛 100cm 各 10 次的時間。



圖二十一、三條不同酒精燈芯



圖二十二、不同大小的火焰

4. 【實驗4】：鋁管卷圈橫向或直立放置對船速的影響。

(1)製作三台除了鋁管卷圈數不同，其他條件都相同的蒸汽船，另外，這三台蒸汽船的捲圈都橫向放置。(如表四、圖二十三。)

表四、不同的鋁管卷圈數，橫向放置的蒸汽船規格表

船編號	鋁管(橫向)卷圈數	重量	鋁管內徑	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
7 號船	1 圈	17.2g	3mm	單一束棉繩燈芯	10cm	5cm
8 號船	2 圈	19.2g				
9 號船	3 圈	19.6g				

(2) 點燃酒精燈，等待船開始規律震動後，讓船行駛，計時並記錄每台船在水道上行駛 100cm 各 10 次的時間。把【實驗 4】當作實驗組和作為對照組的【實驗 2】的結果做比較。



圖二十三

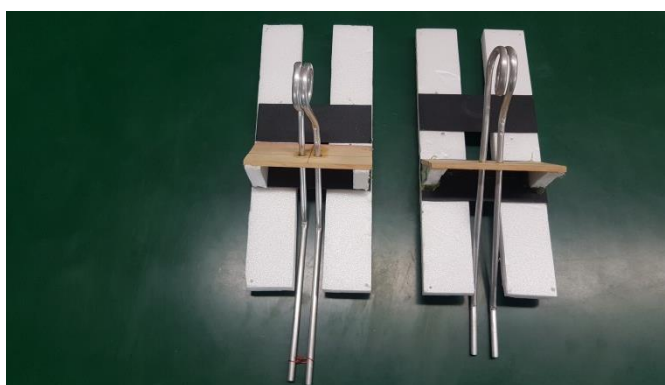
5. 【實驗 5】：鋁管水面下的長度對船速的影響。

(1) 製作兩台水面下的鋁管長度不同，但鋁管總長度都相同是 20cm、其他條件都相同的蒸汽船。(如表五、圖二十四。)

表五、水面下的鋁管長度不同，但鋁管總長度都相同是 20cm 的蒸汽船規格表。

船編號	鋁管 在水面下的長度	鋁管 在水面上的長度	重量	鋁管 內徑	鋁管(直立) 卷圈數	火力大小
10 號船	3cm	17cm	21.2g	3mm	2 圈	單一束 棉繩燈芯
11 號船	10cm	10cm	21.5g			

(2) 點燃酒精燈，等待船開始規律震動後，讓船行駛，計時並記錄每台船在水道上行駛 100cm 各 10 次的時間。



圖二十四

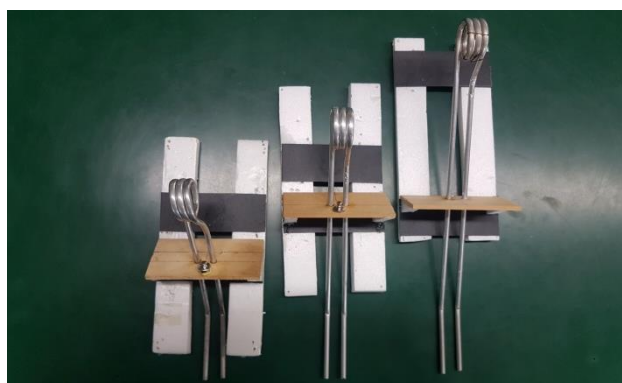
6. 【實驗 6】 鋁管水面上的長度對船速的影響。

(1) 製作三台水面上的鋁管長度不同，但是水面下的鋁管都是 5cm、其他條件都相同的蒸汽船。(如表六、圖二十五。)

表六、水面上的鋁管長度不同，但水面下的鋁管長度都相同是 5cm 的蒸汽船規格表。

船編號	鋁管在水面上的長度	重量	鋁管在水面下的長度	鋁管內徑	鋁管(直立)卷圈數	火力大小
2 號船	10cm	22.3g	5cm	3mm	3 圈	單一束棉繩燈芯
12 號船	15cm	22.6g				
13 號船	20cm	22.6g				

(2)在 2 號船籍 12 號船上加裝砝碼，讓三台船重量大致相等，點燃酒精燈，等待船開始規律震動後，讓船行駛，計時並記錄每台船在水道上行駛 100cm 各 10 次的時間。



圖二十五

伍、研究結果

一、【實驗 1】：「不同的鋁管內徑對船速度的影響」實驗結果

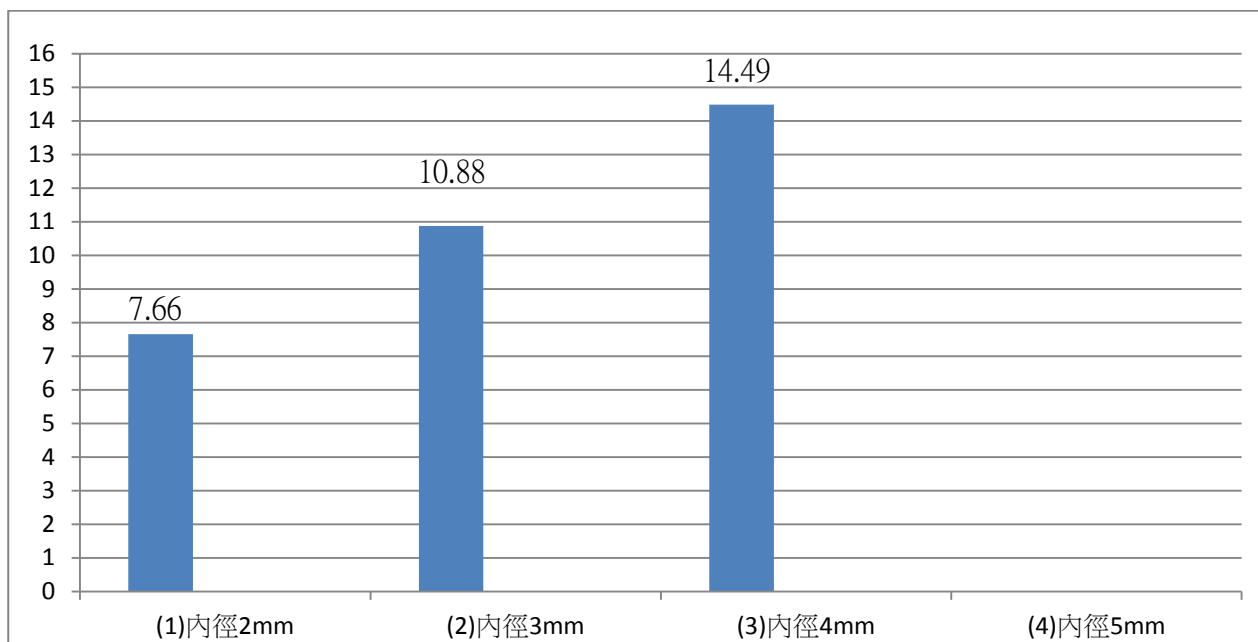
(一) 不同的鋁管內徑蒸汽船規格表

船編號	鋁管內徑	重量	鋁管卷圈數	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
1 號船	2mm	18.3g	直立 3 圈	單一束 棉繩燈芯	10cm	5cm
2 號船	3mm	20.2g				
3 號船	4mm	22.3g				
4 號船	5mm	24.4g				

(二)各蒸汽船行駛 100cm 所需時間 (單位：秒)

船編號 \ 行駛次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均
	1 號船	16.83	14.07	13.92	11.37	12.36	10.07	13.42	12.99	12.26	
2 號船	7.85	9.47	11.13	10.66	10.03	9.82	9.57	7.37	9.07	6.91	9.19
3 號船	7.22	7.00	6.75	6.95	7.07	6.69	6.82	6.59	7.16	6.75	6.90
4 號船	無法產生規律震動前進										

(三)將各船平均速度算出並以圖表比較 (單位:公分/秒)



從圖可看出，當鋁管的內徑越大時，蒸汽船的速度會越快，到內徑 5mm 時，蒸汽船一開始會有震動現象，但是無法持續，很快就停了，無法前進。

二、【實驗 2】：「不同的鋁管卷圈數對船速的影響」實驗結果。

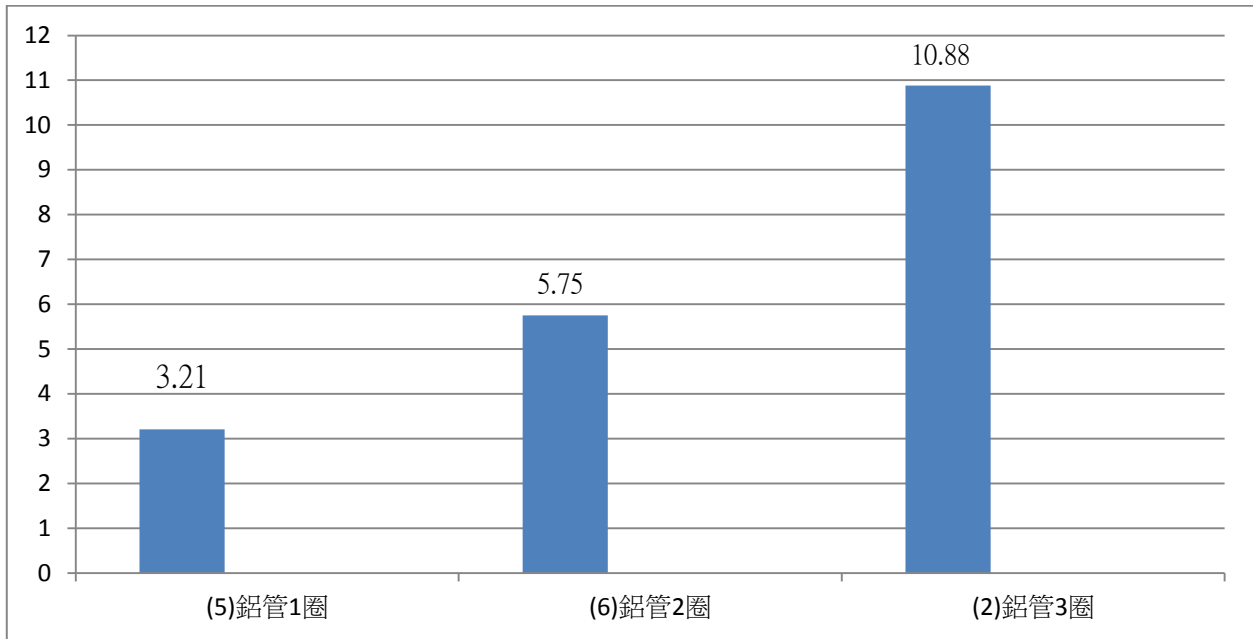
(一) 不同的鋁管卷圈數，直立放置的蒸汽船規格表

船編號	鋁管(直立)卷圈數	重量	鋁管內徑	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
5 號船	1 圈	17.7g	3mm	單一束棉繩燈芯	10cm	5cm
6 號船	2 圈	18.6g				
2 號船	3 圈	20.2g				

(二)各蒸汽船行駛 100cm 所需時間 (單位：秒)

船編號 \ 行駛次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均
	5 號船	31.02	29.07	32.41	31.00	30.22	30.69	32.78	32.25	27.69	
6 號船	17.19	15.28	16.88	18.25	18.97	18.34	17.03	18.13	16.37	17.33	17.38
2 號船	7.85	9.47	11.13	10.66	10.03	9.82	9.57	7.37	9.07	6.91	9.19

(三)將各船平均速度算出並以圖表比較 (單位:公分/秒)



從圖可看出，當卷圈數越多時，蒸汽船的速度會越快。

三、【實驗3】「研究不同的火力強度對船速的影響」實驗結果

(一)不同粗細的酒精燈芯火焰的大小。

酒精燈燈芯粗細	細	中	粗
棉繩數量	單1束	2束綁在一起	3束綁在一起
目測火焰大小	小	中	大

(二)6號船行駛100cm所需時間

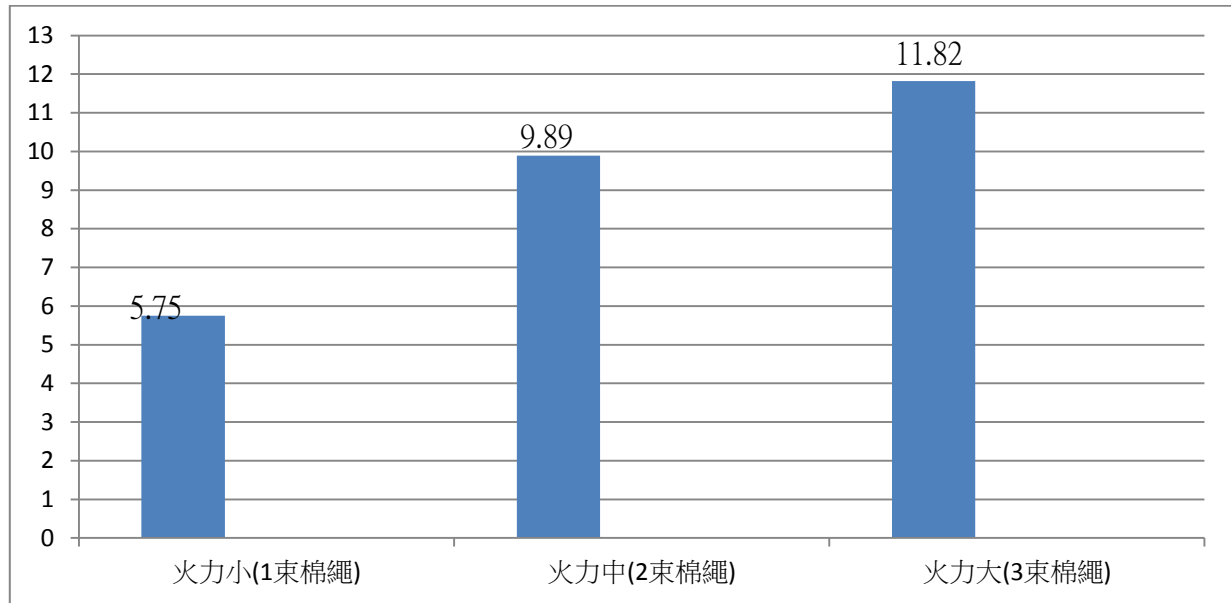
1. 6號船規格：

船編號	鋁管(直立)卷圈數	重量	鋁管內徑	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
6	2圈	18.6g	3mm	小(1束棉繩) 中(2束棉繩) 大(3束棉繩)	10cm	5cm

2.不同火力的6號船行駛100cm所需時間 (單位:秒)

火力	行駛次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次	平均
	小(1束棉繩)		17.19	15.28	16.88	18.25	18.97	18.34	17.03	18.13	16.37	17.33
中(2束棉繩)		11.69	9.56	8.18	11.40	8.17	10.35	9.08	11.85	9.24	11.53	10.11
大(3束棉繩)		9.24	8.28	7.33	7.89	9.35	7.21	9.15	8.25	8.38	9.55	8.46

(三)將 6 號船用各種火力行駛的平均速度算出並以圖表比較 (單位:公分/秒)



從圖可看出，當火力越強時，蒸汽船的速度會越快。

四、【實驗 4】：「鋁管卷圈橫向或直立放置對船速的影響」實驗結果

(一)實驗組：不同的鋁管卷圈數，橫向放置的蒸汽船規格表

船編號	鋁管(橫向)卷圈數	重量	鋁管內徑	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
7	1 圈	17.2g	3mm	單一束棉繩燈芯	10cm	5cm
8	2 圈	19.2g				
9	3 圈	19.6g				

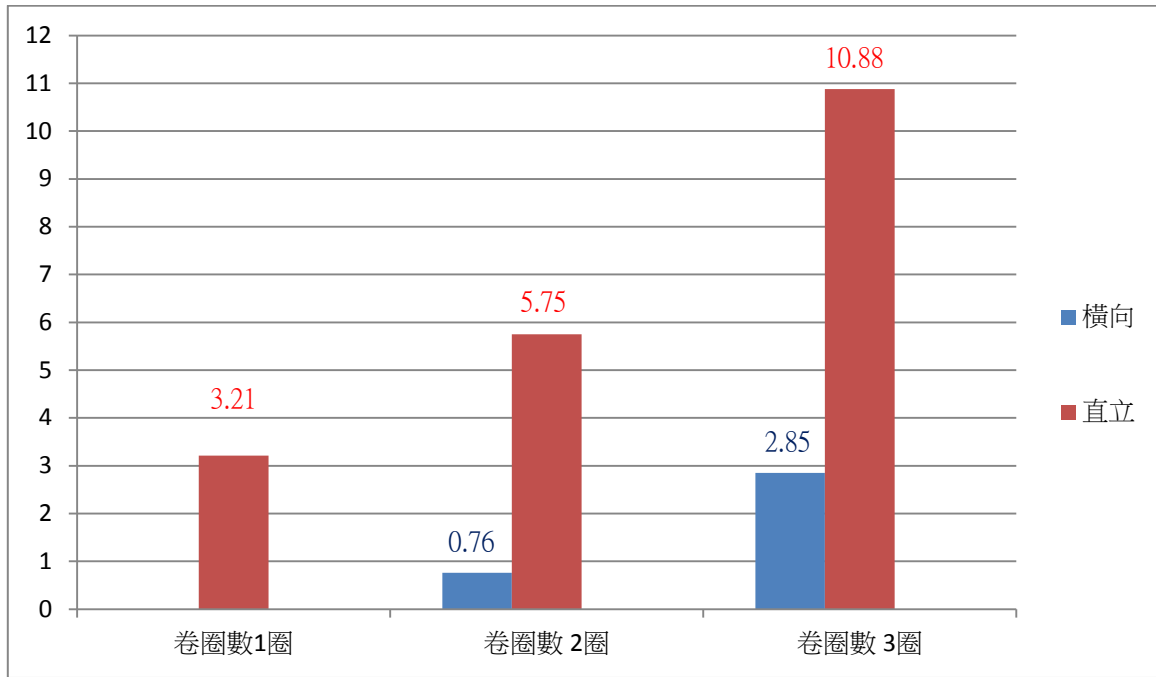
(二) 對照組：不同的鋁管卷圈數，直立放置的蒸汽船規格表

船編號	鋁管(直立)卷圈數	重量	鋁管內徑	火力大小	鋁管在水面上的長度	鋁管在水面下的長度
5	1 圈	17.7g	3mm	單一束棉繩燈芯	10cm	5cm
6	2 圈	18.6g				
2	3 圈	20.2g				

(三)實驗組各船行駛 100cm 所需時間：

行駛次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均
船編號											
7	無法啟動										
8	122.67	135.13	140.25	118.32	120.58	141.21	130.55	104.32	152.58	147.50	131.31
9	42.22	31.36	35.02	45.90	29.50	24.16	33.84	37.92	35.11	34.73	34.98

(四) 將實驗組各船的平均速度算出，並以圖表和對照組的各船平均速度比較(單位:公分/秒)



橫向放置鋁管卷圈數 1 圈時，蒸汽船無法啟動前進，卷圈數越多，同樣速度也會越快。可是和對照組鋁管卷圈直立式的蒸汽船相比，速度慢非常多。

五、【實驗 5】「鋁管水面下的長度對船速的影響」實驗結果

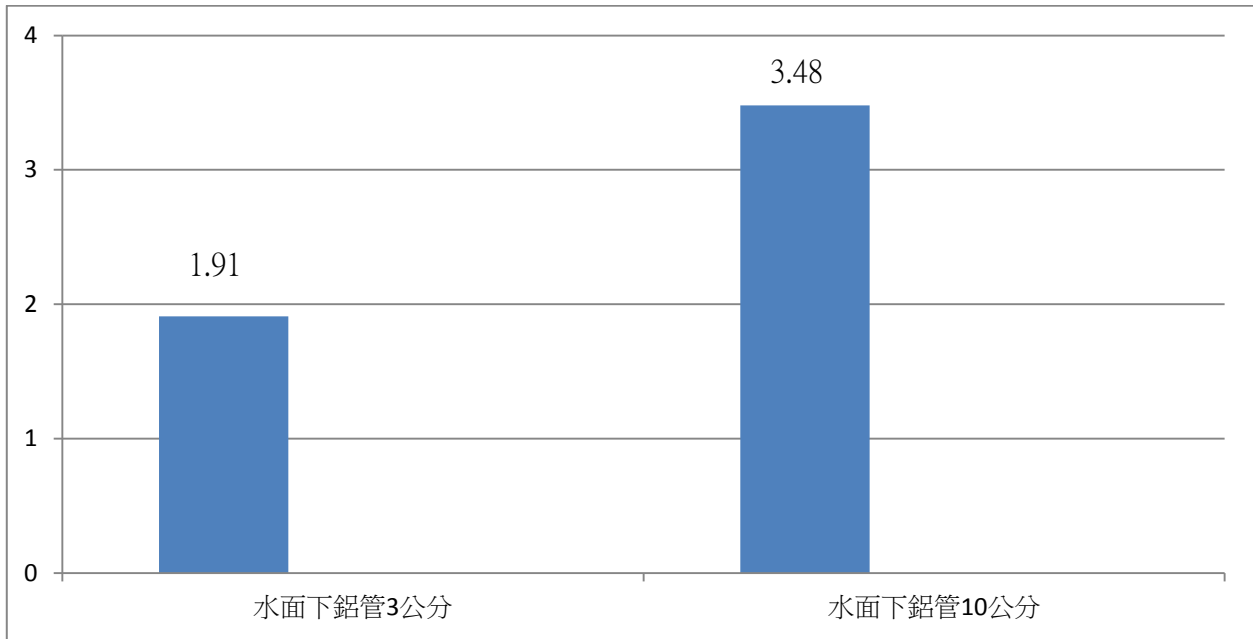
(一) 水面下的鋁管長度不同，但鋁管總長度都相同是 20cm 的蒸汽船規格表。

船編號	鋁管在水面下的長度	鋁管在水面上的長度	重量	鋁管內徑	鋁管(直立)卷圈數	火力大小
10	3cm	17cm	21.2g	3mm	2 圈	單一束棉繩燈芯
11	10cm	10cm	21.5g			

(二) 各蒸汽船行駛 100cm 所需時間 (單位：秒)

船編號 \ 行駛次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均
	10 號船	69.09	65.07	48.16	50	62.78	59.53	62.72	51.82	52.34	
11 號船	29.28	27.88	26.44	28.69	28.53	29.69	26.69	31.28	26.75	32.50	28.77

(三)將各船平均速度算出並以圖表比較 (單位:公分/秒)



從圖可看出，當水面下的鋁管長度越長，蒸汽船行駛速度越快。

六、【實驗 6】「鋁管水面上的長度對船速的影響。」實驗結果

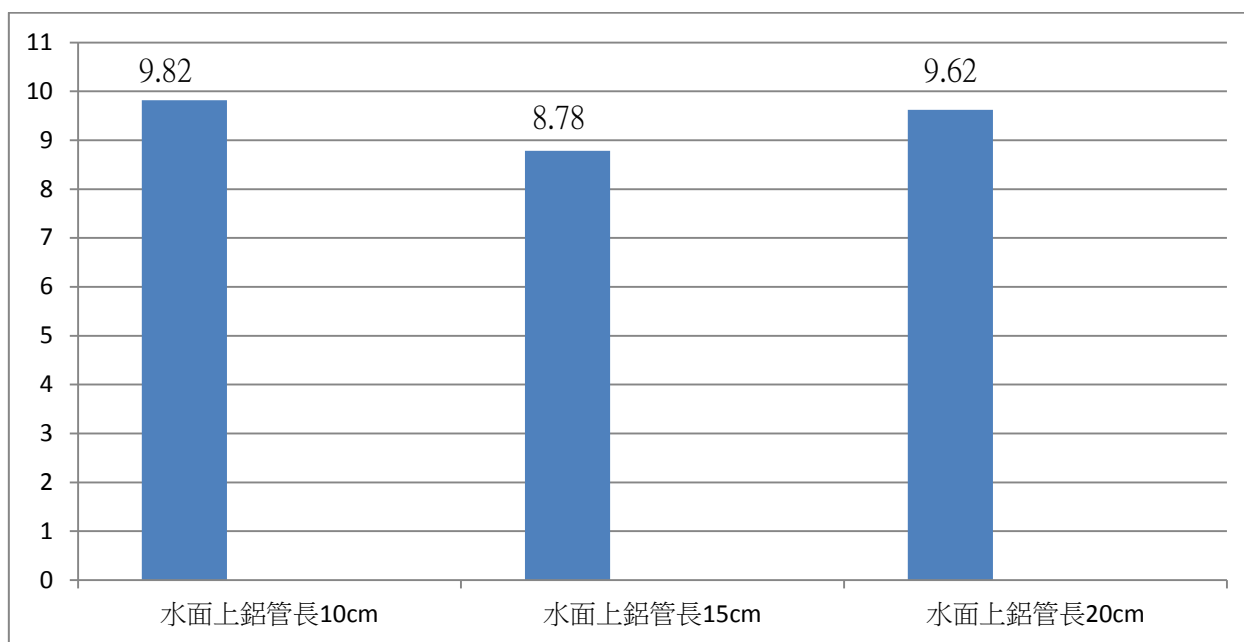
(一) 水面上的鋁管長度不同，但水面下的鋁管長度都相同是 5cm 的蒸汽船規格表。

船編號	鋁管在水面上的長度	重量	鋁管在水面下的長度	鋁管內徑	鋁管(直立)卷圈數	火力大小
2	10cm	22.3g	5cm	3mm	3 圈	單一束棉繩燈芯
12	15cm	22.6g				
13	20cm	22.6g				

(二) 各蒸汽船行駛 100cm 所需時間 (單位：秒)

船編號 \ 行駛次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均
2 號船	9.72	10.74	11.21	10.25	11.03	9.78	8.92	8.38	10.23	11.52	10.18
12 號船	13.49	9.89	11.00	11.40	10.44	10.44	9.57	12.34	13.70	11.50	11.38
13 號船	9.37	11.97	11.90	7.78	9.00	9.66	12.25	11.07	8.94	11.91	10.39

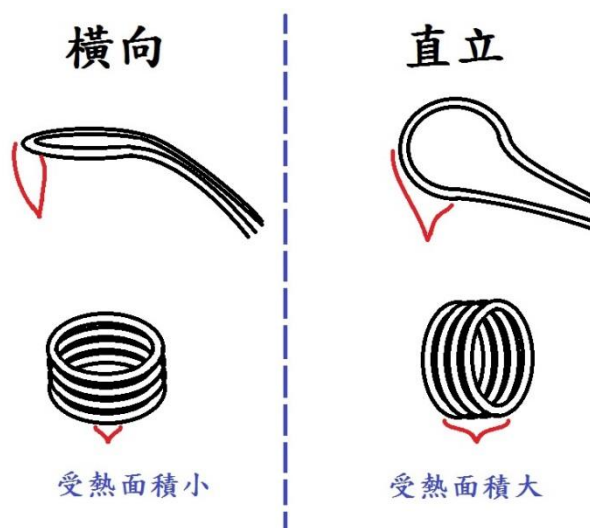
(三)將各船平均速度算出並以圖表比較 (單位:公分/秒)



從圖可看出，只要水下的鋁管長度相同，當水面上的鋁管長度改變時，速度不會有太大變化。

陸、討論

- 一、在【實驗 1】中，我們發現，鋁管的內徑較小，震動頻率較大，但是不太穩定，容易有突然噴出大量蒸氣的情形，只要發生這種情形時，船會爆衝，我們會將爆衝的情形不列入實驗的數據而重做。鋁管的內徑越大，震動頻率會減少，也較穩定，比較沒有爆衝的情形，雖然震動頻率較少，但我們推測是因為噴水的口徑較大，排水量大，所以前進速度也比較快，可是鋁管內徑大到 5mm 時，加熱鋁管只讓它震動一下子後就停了，無法持續震動。
- 二、在【實驗 2】中，當卷圈數變多時，推測是鋁管烤火受熱的面積增加，熱的吸收效率變高，所以卷圈數越多，速度會越快，另外也有可能是作為蒸氣室的卷圈數多，蒸氣室擴大了，有較大的蒸氣量同時噴出，所以速度變快了。
- 三、在【實驗 3】中，我們控制了酒精燈芯棉繩的長度，但調整了棉繩的粗細，越粗的棉繩燈芯，能吸收更多的酒精，所以在燃燒時，火力會越旺盛，我們發現，火力越大，加熱鋁管時，雖然能讓蒸汽船速度變得更快，但是也有一個缺點，那就震動變得不穩定，容易有突然噴出大量蒸氣的情形。
- 四、【實驗 4】我們將鋁管卷圈橫向放置和直立放置做比較，直立放置的鋁管在加熱時，蒸汽船會快很多，應該也是鋁管烤火受熱的面積較大，熱的吸收效率比較高，所以船的速度也會比較快。(如圖二十六。)



圖二十六

五、【實驗 5】在鋁管總長度維持相同的情況下，可控制船的重量不變，水面下的鋁管越長，可能讓蒸氣冷的速度變快，快速減少管內的壓力，立即讓水再度吸進管內加熱再噴出，所以震動頻率會增加，排水間隔短，船速也會增加。

六、【實驗 6】要維持水面下的鋁管長度相同，又要改變水面上的鋁管長度，所以每台船的重量會不同，因此我們在 2 號船和 12 號船上加黏砝碼，讓三台船的重量維持相同，做出水面上的鋁管長度不同，但不會影響蒸汽船速度的結果。可能是水面上加熱的鋁管部分在 10cm 左右的長度變化不太會影響到蒸氣排放和冷凝的過程。

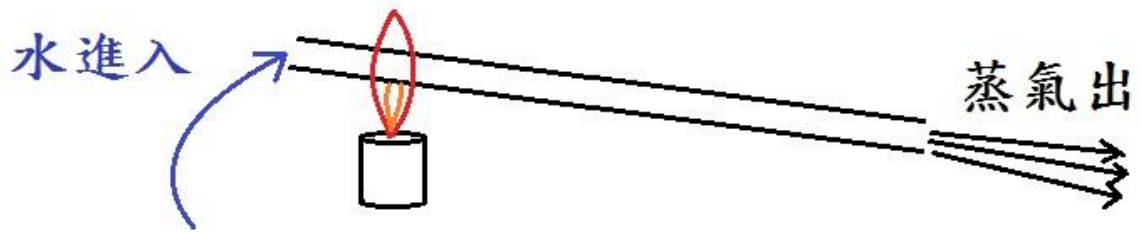
七、本來應該也要做鋁管在水面上的長度固定，在水面下的長度改變對蒸汽船速度的影響，但是根據【實驗 5】、【實驗 6】就可以知道這個結果，只要用砝碼控制各船的重量相同，應該也是水面下的鋁管長度越長，蒸汽船的速度越快，所以我們並沒有做這個實驗。

八、【實驗 1】、【實驗 2】、【實驗 4】中，本來內徑較小的船或鋁管卷圈數較少的船，重量會稍輕，可能會讓船前進速度比較快，應該也是要用砝碼來控制每台船的重量相同，但是我們一開始認為重量沒差太多，所以沒加砝碼，而且從實驗結果來看，內徑較小的船或鋁管卷圈數較少的船速度都比較慢，加上砝碼吃水會更大，速度也會更慢，所以並不會影響實驗結果，我們也就沒有再加砝碼重做實驗了。

九、根據以上的實驗及討論結果，我們想試著做出另一種不同的管式蒸汽動力船，我們思考的方向如下：

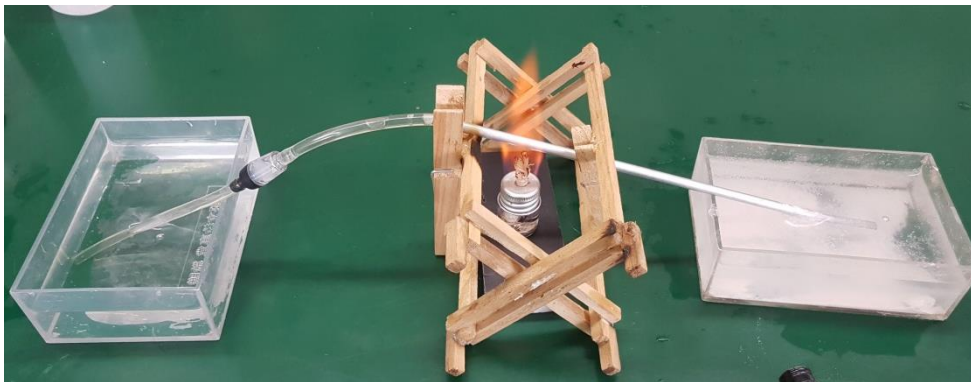
(一)因為鋁管卷圈並不容易製做，常常在彎曲的過程中折斷耗損材料，如果能不用做卷圈，直接注水到鋁管中加熱的話，應該也能讓水變成水蒸氣噴出。

(二)如果能從一邊補充水，另一邊噴出蒸氣的話，應該能提升推進效率，所以我們提出新的管式動力構造構想如圖二十七。

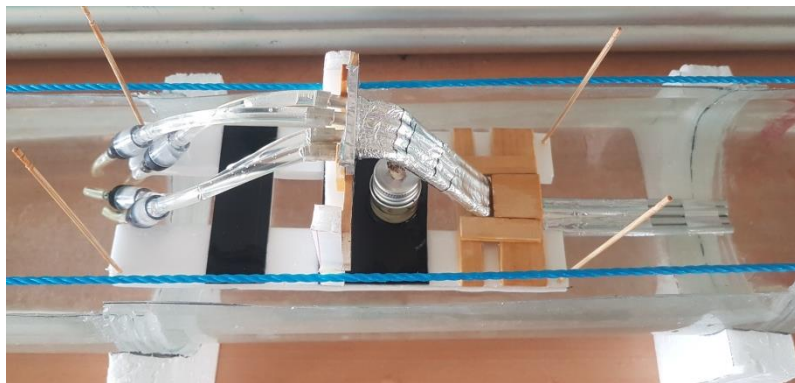


圖二十七、無卷圈的管式動力構造

(三)為了能讓水進入又不讓蒸氣從同一側排出，我們使用水族用的打氣簡易道具「止逆閥」做出新的管式動力構造及蒸汽船，(如圖二十八、圖二十九。)也成功地讓蒸汽船順利的運轉前進，可惜速度不快，如何提升它的速度可以做為我們下次研究的主題。



圖二十八、不同側的吸水排氣動力構造



圖二十九、新管式蒸汽動力船

柒、結論

- 一、彎曲鋁管以卷圈代替蒸氣室的管式蒸汽船速度受到鋁管的內徑大小的影響，鋁管的內徑越大，速度越快；鋁管的內徑越小，速度越慢，但是內徑大到一定程度，無法長時間的維持震動，就不能產生推進力。另外鋁管的內徑越小，蒸汽船震動不穩定，容易有突然爆衝的情形。

- 二、鋁管的卷圈數越多，蒸汽船前進的速度越快。
- 三、加熱鋁管卷圈的火力越大，蒸汽船前進的速度越快，但是火力越大，蒸汽船震動不穩定，也容易有突然爆衝的情形。
- 四、鋁管卷圈直立放置的方式，會比橫向放置的方式更快。
- 五、蒸汽船水面下的鋁管越長，前進的速度會越快，但是要考慮到船身平衡的配置。
- 六、蒸汽船水面上的鋁管長度，對前進的速度的影響不明顯。

捌、參考文獻

- 一、科學蔡正立老師的蒸氣船：

https://www.youtube.com/watch?v=xAQ_YHyladM

- 二、蒸氣船 DIY 教學：

<https://www.youtube.com/watch?v=QCIS0wnIbfk&t=87s>

- 三、「ポンポン船」をつくろう 水蒸気の力で進む：

<https://www.youtube.com/watch?v=vedfGFYJxg8>

- 四、おもしろ科学実験 ポンポン蒸気船を作ろう パート2 Let's make a steamship：

<https://www.youtube.com/watch?v=rzIVApmlzk8>

- 五、陳宥任、鄧詠丞、林禹辰、許以琳、林軒邑(民 104 年)。進擊的波妞-蒸氣嘖嘖船的進化。
中華民國第 55 屆中小學科學展覽會作品。