

臺北市第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書



在充氣泳池測量最大載重



完成環保救生艇加上 4 瓶重錨



環保救生艇最大載重 107.4 kgw



環保救生艇可承載 93.4 kgw 兒童

科別：生活與應用科學（三）

組別：國小組

作品名稱：水中「膠」龍～DIY 環保救生艇之研究

關鍵詞：塑膠牛奶罐、最大載重、重錨

編號：

目錄

摘要-----	P.1
壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)-----	P.1
貳、研究設備及器材-----	P.3
參、研究過程或方法-----	P.3
一、研究架構圖-----	P.3
二、測量牛奶罐內部體積和浮力-----	P.4
三、固定底面積、變化內部體積，測量牛奶罐的最大載重-----	P.5
四、固定內部體積、變化底面積，測量牛奶罐的最大載重-----	P.6
五、固定底面積和內部體積、變化長寬比例，測量牛奶罐的最大載重-----	P.8
六、單層牛奶罐加上 4 瓶重錨，測量牛奶罐的最大載重-----	P.10
七、DIY 環保救生艇應用研究-----	P.11
肆、研究結果-----	P.15
伍、討論-----	P.23
陸、結論-----	P.25
柒、參考文獻資料-----	P.26

摘要

由於戲水容易發生危險，如果可以使用回收塑膠牛奶罐來組裝環保救生艇，就可以提供戲水時的臨時救生工具。研究測試了 6 個牛奶罐、12 個牛奶罐、18 個牛奶罐、36 個牛奶罐和環保救生艇，結果發現：一、固定底面積，牛奶罐層數越少，最大載重越大。二、固定內部體積，底面積越大，牛奶罐最大載重越大。三、固定底面積和內部體積，牛奶罐長寬比例 2.36：1，牛奶罐最大載重較大。四、36 個牛奶罐(6×6×1)加上 4 瓶重錨，最大載重較大。五、DIY 環保救生艇(6×6×1)加上 4 瓶重錨最大載重(107.4kgw)增加了 7.75kgw，表示「重錨」是有助於穩固環保救生艇的載重。環保救生艇容易快速 DIY 組裝，適合承載兒童或成人，也對環境保護有貢獻，可在水域推廣使用，未來我們也可以實際前往其他水域測試。

壹、前言

一、研究動機

民國 112 年 6 月聯合新聞報導說明臺南四草大橋下戲水被沖走，男子命大抱保麗龍游上岸。自然老師有說明生活中的力有浮力，如果小朋友可以使用回收的塑膠牛奶罐來組裝環保救生艇，就可以提供戲水時的救生工具，因此啟發了我們研究環保救生艇的興趣。

二、研究目的

- (一)測量牛奶罐內部體積和浮力
- (二)固定底面積、變化內部體積，測量牛奶罐的最大載重。
- (三)固定內部體積、變化底面積，測量牛奶罐的最大載重。
- (四)固定底面積和內部體積、變化長寬比例，測量牛奶罐的最大載重。
- (五)單層牛奶罐加上 4 瓶重錨，測量牛奶罐的最大載重。
- (六)DIY 環保救生艇應用研究

三、文獻回顧

(一)塑膠分類標誌

牛奶罐的材質是高密度聚乙烯(HDPE / )，耐熱度 90—110 °C，耐腐蝕、耐酸鹼，它的材質比聚對苯二甲酸乙二酯(PET / )還要硬，也是一般超市常見的瓶罐。

(二)浮力與最大載重

依據阿基米德定律，浮力與排開液體的重力(或重量)是相等的。因此當水的密度是 1，牛奶罐壓入水中排開水的體積會等於排開水的重量，也就是牛奶罐的浮力。本實驗定義的最大載重為 6 個牛奶罐、12 個牛奶罐、18 個牛奶罐、36 個牛奶罐和環保救生艇加上 4 瓶重錨在承載水瓶時，未翻覆前最大承載的重量。

(三)四「瓶」八穩~環保浮筏載重之研究

- 1.瓶筏的瓶內體積越大、底面積越大、底面積和高的比值越大，重心越低越穩定，載重能力越大。
- 2.本實驗的結果也是發現牛奶罐的內部體積越大、底面積越大、底面積和浮體高度的比例越大，測量牛奶罐的最大載重也越大，和四「瓶」八穩~環保浮筏載重之研究的結果相同。
- 3.上述的文獻並沒有針對浮筏的長寬比例做研究探討，看看是否會影響最大載重?
所以本實驗會繼續研究牛奶罐的長寬比例，看看是否會影響最大載重?

(四)錨固方式

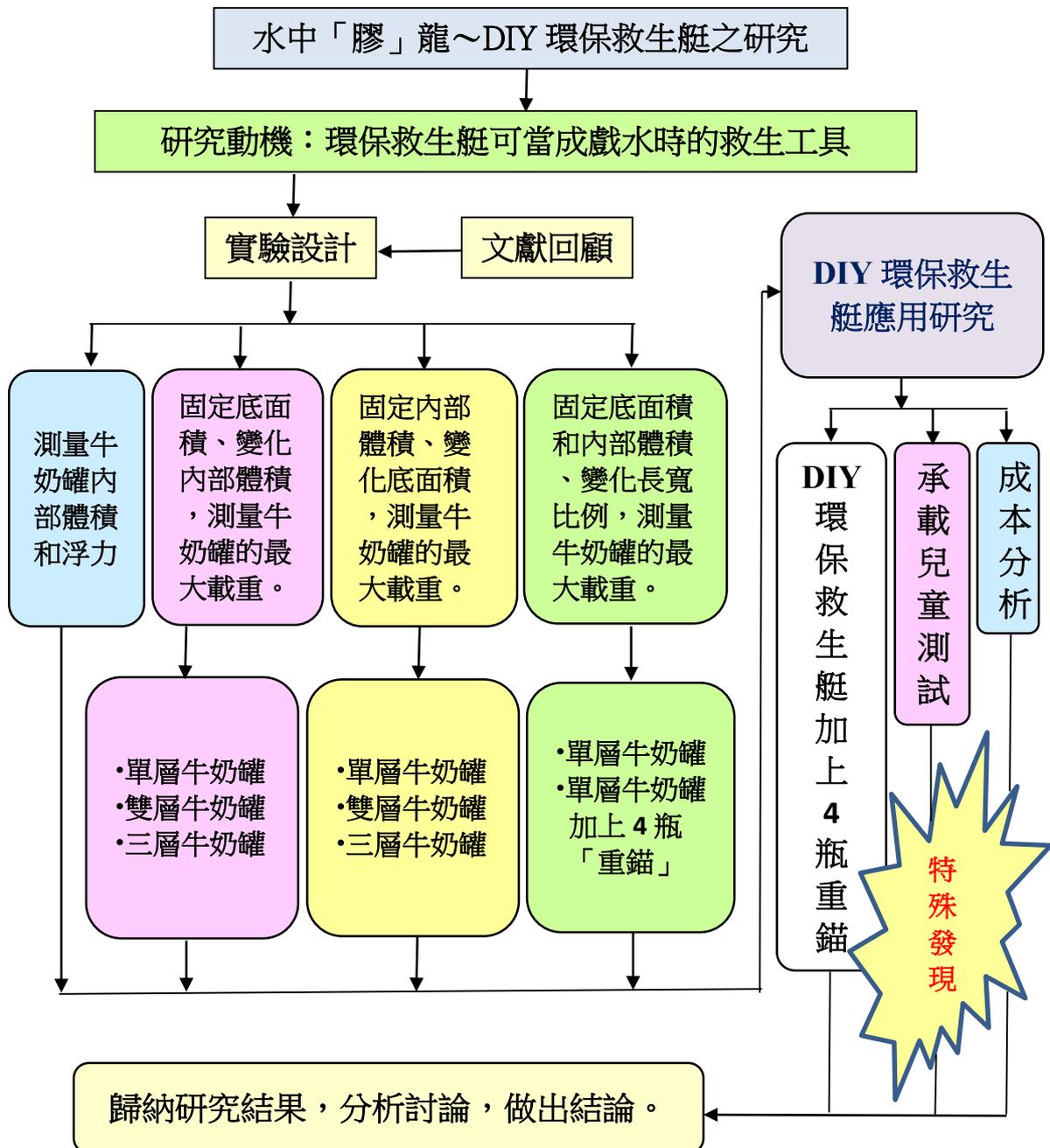
錨固良好的浮橋可以抵抗水流或風力的衝擊，而錨固不牢的浮橋則容易被水流或風力吹走或傾覆。本實驗以 4 個長方寶特瓶裝滿水來當成有重量的錨(重錨)，瓶蓋下方用塑膠繩綁緊，另一端綁在環保救生艇的四個角落牛奶瓶瓶蓋下方，並放入水中，以降低重心、穩固環保救生艇，來測試看看是否會影響最大載重?

貳、研究設備及器材

- 一、研究設備：體重計、電子秤、長方盒、尺、水箱、綠籃、充氣游池、電動充氣機。
- 二、研究材料：塑膠牛奶罐、長方寶特瓶、塑膠繩、塑膠板、EVA 大巧拼、透明膠帶。

參、研究過程或方法

一、研究架構圖



二、測量牛奶罐內部體積和浮力

(一)測量牛奶罐內部體積

		
<p>1.選擇塑膠牛奶罐，尺寸為 11cm×26cm×8.7cm。</p>	<p>2.測量空罐重 68gw。</p>	<p>3.內部裝滿水後測量重量為 1970gw，減空罐重 68gw，算出塑膠牛奶罐的內部體積為 1902cm³。</p>

圖 3-2-1 測量牛奶罐內部體積

(二)測量牛奶罐的浮力

		
<p>1.測量長方盒長 36.5cm</p>	<p>2.測量長方盒寬 26cm</p>	<p>3.測量長方盒深 24cm</p>

		
4.長方盒裝水深 10cm	5.在水中滴入藍色液體	6.牛奶罐剛好壓入水平面之下，水位上升到 12.1cm，測出浮力 1992.9gw。

圖 3-2-2 測量牛奶罐的浮力

三、固定底面積、變化內部體積，測量牛奶罐的最大載重。

		
1.膠帶貼 3 罐為 1 組	2. 2 組為單層牛奶罐	3. 4 組為雙層牛奶罐
		
4. 6 組為三層牛奶罐	5.單層牛奶罐淨重 463gw	6.雙層牛奶罐淨重 893gw
		
7.三層牛奶罐淨重 1381gw	8.綠籃淨重 350gw	9.單層牛奶罐放入水深 15cm 水面上，將水瓶疊上去。

		
10.測量單層牛奶罐能放置多少水瓶不沉沒	11.測量雙層牛奶罐能放置多少水瓶不沉沒	12.測量三層牛奶罐能放置多少水瓶不沉沒
		
13.測量單層牛奶罐最大載重(扣除綠籃)為 6683gw	14.測量雙層牛奶罐最大載重為 5969gw	15.測量三層牛奶罐最大載重為 3990gw

圖 3-3-1 固定底面積、變化內部體積，測量牛奶罐的最大載重

四、固定內部體積、變化底面積，測量牛奶罐的最大載重。

		
1.將直徑 168cm、深 46cm 的塑膠充氣泳池充氣。	2.將充氣泳池內部裝水，測量水深約為 15 cm。	3.組裝三層 36 個牛奶罐
		
4.三層 36 個牛奶罐淨重 2793gw	5.三層牛奶罐放入水平面上，將水瓶疊上去。	6.測量三層牛奶罐能放置多少水瓶不沉沒

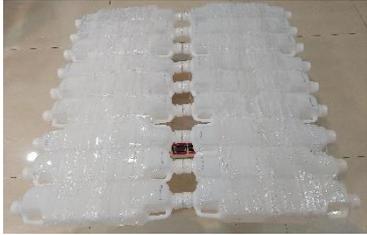
		
7.綠籃淨重 350gw	8.測量三層牛奶罐最大載重(扣除綠籃)為 12700gw	9.雙層 36 個牛奶罐淨重 2908gw
		
10.測量雙層牛奶罐能放置多少水瓶不沉沒	11.測量①雙層牛奶罐最大載重(扣除綠籃)為 18250gw	12.測量②雙層牛奶罐最大載重(扣除綠籃)為 15050gw
		
13.測量同學體重 37.1kgw	14.兩片塑膠板為 37.6-37.1 =0.5(kgw)=500(gw)	15.測量長方盒淨重 650gw
		
16.單層 36 個牛奶罐淨重 3244gw	17.測量單層牛奶罐能放置多少水瓶不沉沒	18.測量①單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 27200gw

		
19.測量②單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 27950gw	20.測量③單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 20250gw	21.測量④單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 12650gw

圖 3-4-1 固定內部體積、變化底面積，測量牛奶罐的最大載重

五、固定底面積和內部體積、變化長寬比例，測量牛奶罐的最大載重。

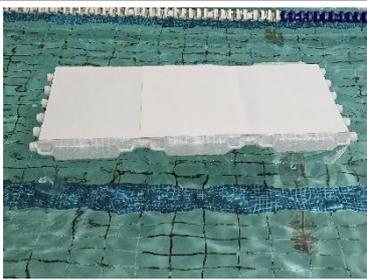
		
1.組裝單層 36 個牛奶罐 (12×3×1)淨重 2847gw	2.測量單層牛奶罐能放置 多少水瓶不沉沒	3.測量長方盒淨重 650gw
		
4.測量①單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 25400gw	5.測量②單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 24550gw	6.測量③單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 15900gw

		
<p>7.組裝單層 36 個牛奶罐 (4×9×1) (扣除長方盒) 淨重 3066gw</p>	<p>8.單層 36 個牛奶罐放入水 平面上，將水瓶疊上去。</p>	<p>9.測量單層牛奶罐能放置 多少水瓶不沉沒</p>
		
<p>10.測量①單層牛奶罐最大 載重(扣除長方盒)為 16100gw</p>	<p>11.測量②單層牛奶罐最大 載重(扣除長方盒)為 26800gw</p>	<p>12.測量③單層牛奶罐最大 載重(扣除長方盒)為 27350gw</p>
		
<p>13.單層 36 個牛奶罐淨重 3244gw</p>	<p>14.測量單層牛奶罐能放置 多少水瓶不沉沒</p>	<p>15.測量①單層牛奶罐最大 載重(扣除長方盒)為 27200gw</p>

		
16.測量②單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 27950gw	17.測量③單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 20250gw	18.測量④單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 12650gw

圖 3-5-1 固定底面積和內部體積、變化長寬比例，測量牛奶罐的最大載重

六、單層牛奶罐加上 4 瓶重錨，測量牛奶罐的最大載重

		
1.長方寶特瓶瓶蓋下方用 塑膠繩綁緊	2. 4 瓶裝滿水當作重錨， 秤重為 8.35kg	3.測量長方盒淨重 650gw
		
4.塑膠繩另一端綁在單層 牛奶罐的四個角落牛奶瓶 瓶蓋下方(繩長約 50cm)， 並將重錨放入水中。	5.測量在塑膠板上，放置 多少水瓶不沉沒。	6.測量①單層牛奶罐最大 載重(扣除長方盒)為 22550gw

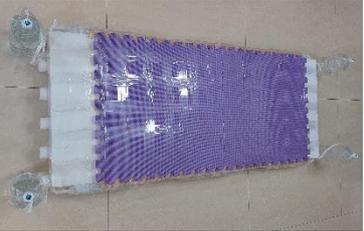
		
7.測量②單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 25300gw	8.測量③單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 26050gw	9.測量④單層牛奶罐最大載重(扣除長方盒)為 14850gw

圖 3-6-1 單層牛奶罐加上 4 瓶重錨，測量牛奶罐的最大載重

七、DIY 環保救生艇應用研究

(一)組裝環保救生艇和測量最大載重

		
1.用膠帶固定塑膠板	2.再把塑膠板固定在單層 36 個牛奶罐上	3.正反兩面都固定塑膠板
		
4.用膠帶固定米色大巧拼	5.再把米色大巧拼固定在 單層 36 個牛奶罐上	6.正反兩面都固定米色大 巧拼
		
7.用膠帶固定紫色大巧拼	8.再把紫色大巧拼固定在 單層 36 個牛奶罐上	9.正反兩面都固定紫色大 巧拼完成環保救生艇

		
10.測量環保救生艇淨重 7850gw	11.測量長方盒淨重 650gw	12.測量環保救生艇上， 放置多少水瓶不沉沒。
		
13.測量①環保救生艇最大 載重(扣除長方盒)為 24450gw	14.測量②環保救生艇最大 載重(扣除長方盒)為 20500gw	15.測量③環保救生艇最大 載重(扣除長方盒)為 20250gw
		
16.測量④環保救生艇最大 載重(扣除長方盒)為 18450gw	17.測量⑤環保救生艇最大 載重(扣除長方盒)為 16000gw	18.環保救生艇的四個角落 牛奶瓶瓶蓋下方，用塑膠 繩(繩長約 50cm)綁上 4 瓶 裝滿水的重錨。
		
19.測環保救生艇加上 4 瓶 重錨放置多少水瓶不沉沒	20.測量①環保救生艇最大 載重(扣除長方盒)為 20850gw	21.測量②環保救生艇最大 載重(扣除長方盒)為 20850gw

		
22.測量③環保救生艇最大載重(扣除長方盒)為 21900gw	23.測量④環保救生艇最大載重(扣除長方盒)為 21900gw	24.測量⑤環保救生艇最大載重(扣除長方盒)為 21900gw

圖 3-7-1 組裝環保救生艇和測量最大載重

(二)承載兒童測試

		
1.測量 A 兒童重量為 31.2kgw	2.測量 B 兒童重量為 38.1kgw	3.測量 C 兒童重量為 64.85kgw
		
4.測量 D 兒童重量為 24.1kgw	5.將環保救生艇加上 4 瓶 重錨放置泳池上	6.成功承載 A 兒童，重量 為 31.2kgw。

		
7.成功承載 B 兒童，重量為 38.1kgw。	8.成功承載 C 兒童，重量為 64.85kgw。	9.成功承載 A+B+D 兒童，重量總共 93.4kgw。

圖 3-7-2 承載兒童測試

(三)成本分析

- 1.計算環保救生艇加上 4 瓶重錨的材料費用（兒童 DIY 人工成本為零元）。
- 2.計算環保救生艇的尺寸：156cm×66cm×14.3cm
 長：26×6=156(cm)，寬：11×6=66(cm)，牛奶罐深度 8.7(cm)，
 浮體深度：8.7+0.3×2(正反面)+1.2×2(正反面)+1.3×2(正反面)=14.3(cm)。
 （一片塑膠板尺寸 100cm×60cm×0.3cm、一片米色大巧拼 60cm×60cm×1.2cm、
 一片紫色大巧拼 62cm×62cm×1.3cm）
- 3.上網查詢市面上相關尺寸救生艇的價格。

表 3-7-1 市售相關尺寸救生艇價格

1.A 牌救生艇外徑尺寸： 198cm×117cm×43cm， 內徑尺寸： 110cm×48cm×43cm 價格：1580 元。	2. B 牌救生艇外徑尺寸： 198cm×117cm×43cm， 內徑尺寸： 110cm×48cm×43cm 價格：1560 元。	3. C 牌救生艇外徑尺寸： 195cm×98cm×32cm， 內徑尺寸： 108cm×45cm×32cm 價格：1198 元。
--	---	--

資料來源：蝦皮網站

肆、研究結果

一、測量牛奶罐內部體積和浮力

表 4-1-1 測量牛奶罐內部體積和浮力

項目	測量結果
尺寸	11cm×26cm×8.7cm
空罐重	68gw
裝滿水總重	1970gw
內部體積	1902 cm ³
浮力	1992.9gw

二、固定底面積、變化內部體積，測量牛奶罐的最大載重。

表 4-2-1 固定底面積、變化內部體積，測量牛奶罐的最大載重

塑膠牛奶罐數量	單層 6 個牛奶罐 (3×2×1)	雙層 12 個牛奶罐 (3×2×2)	三層 18 個牛奶罐 (3×2×3)
底面積(cm ²)	1716	1716	1716
內部體積(cm ³)	11412	22824	34236
淨重(gw)	463	893	1381
最大載重(gw)	6683	5969	3990
總重(gw)	7146	6862	5371
底面積:浮體高度	197:1	99:1	66:1

(一)結果發現：

- 1.固定底面積時，內部體積增加會使層數增多，結果發現底面積除以浮體高度的比例越小時，因搖晃、重心不穩反而容易翻覆，最大載重相對的也越小。
- 2.當底面積除以浮體高度的比例越大時，較不容易搖晃，最大載重相對的也越大。

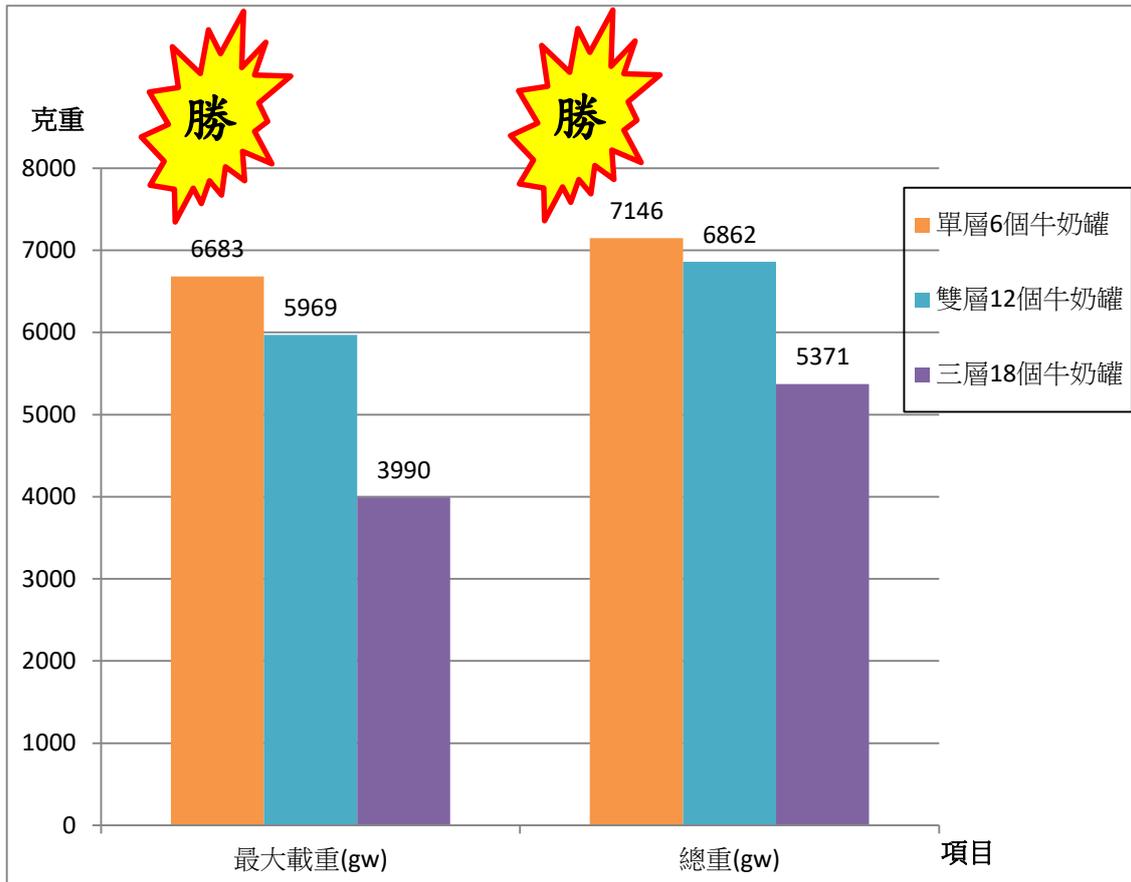


圖 4-2-1 固定底面積、變化內部體積，測量牛奶罐的最大載重

三、固定內部體積、變化底面積，測量牛奶罐的最大載重。

表 4-3-1 固定內部體積、變化底面積，測量牛奶罐的最大載重

塑膠牛奶罐數量	單層 36 個牛奶罐 (6×6×1)	雙層 36 個牛奶罐 (6×3×2)	三層 36 個牛奶罐 (6×2×3)
內部體積(cm ³)	68472	68472	68472
底面積(cm ²)	10296	5148	3432
淨重(gw)	3244	2908	2793
最大載重(gw)	88550	33300	12700
總重(gw)	91794	36208	15493
底面積:浮體高度	1144:1	296:1	131:1

(計算:18250+15050=33300，27200+27950+20250+12650+500=88550，10296/(8.7+0.3)=1144)

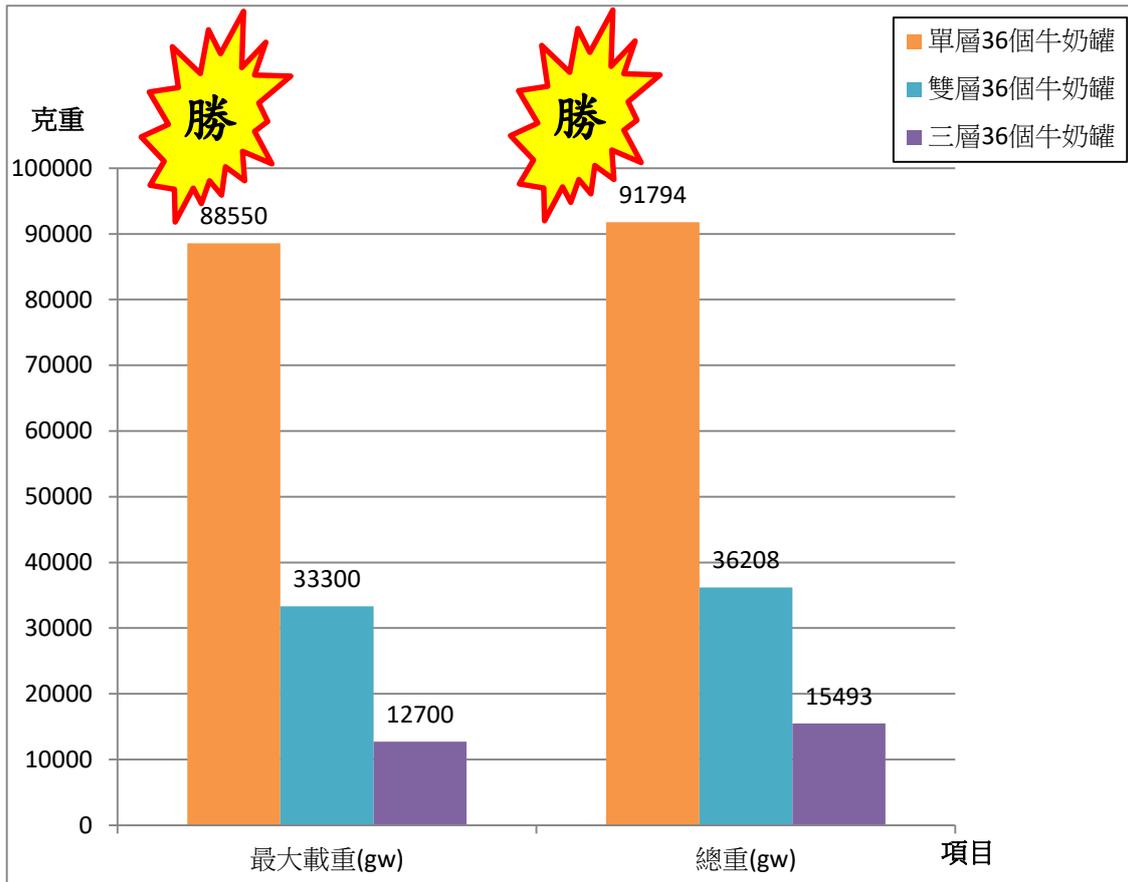


圖 4-3-1 固定內部體積、變化底面積，測量牛奶罐的最大載重

(一)結果發現：

- 1.固定內部體積時，層數越多，底面積就越小。結果發現底面積除以浮體高度的比例越小時，因搖晃、重心不穩反而容易翻覆，最大載重相對的也越小。
- 2.固定內部體積時，層數越少，底面積就越大。結果發現底面積除以浮體高度的比例越大時，較不容易搖晃、重心較穩，最大載重相對的也越大。

四、固定底面積和內部體積、變化長寬比例，測量牛奶罐的最大載重。

表 4-4-1 固定底面積和內部體積、變化長寬比例，測量牛奶罐的最大載重

塑膠牛奶罐數量	單層 36 個牛奶罐 (12×3×1)	單層 36 個牛奶罐 (4×9×1)	單層 36 個牛奶罐 (6×6×1)
底面積(cm ²)	10296	10296	10296
內部體積(cm ³)	68472	68472	68472
長寬比例	1.69 : 1	1.05 : 1	2.36 : 1
淨重(gw)	2847	3066	3244
最大載重(gw)	66350	70750	88550
總重(gw)	69197	73816	91794
底面積:浮體高度	1144:1	1144:1	1144:1

(計算:25400+24550+15900+500=66350，16100+26800+27350+500=70750，

27200+27950+20250+12650+500=88550，10296/(8.7+0.3)=1144)

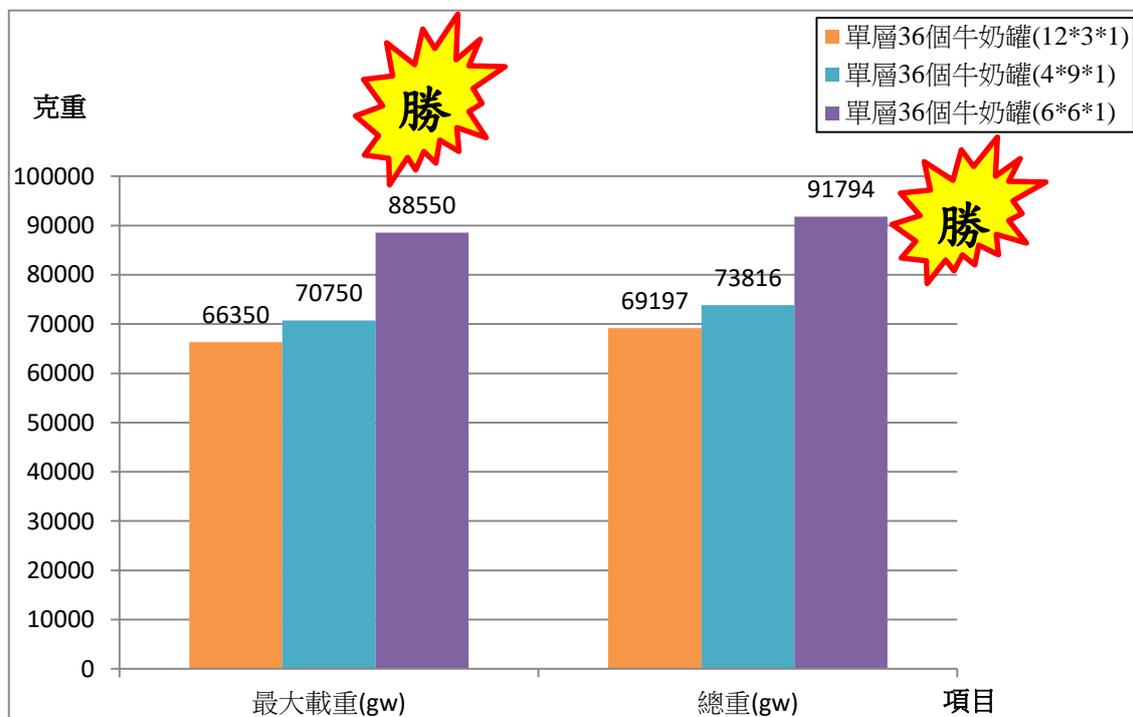


圖 4-4-1 固定底面積和內部體積、變化長寬比例，測量牛奶罐的最大載重

(一)結果發現：

- 1.固定底面積和內部體積時，單層 36 個牛奶罐的底面積和浮體高度的比例一樣，都是 1144:1。當長寬比例為 2.36：1，結果發現單層 36 個牛奶罐(6×6×1)不容易搖晃、重心較穩，最大載重相對的也越大。

五、單層牛奶罐加上 4 瓶重錨，測量牛奶罐的最大載重

表 4-5-1 單層牛奶罐(6×6×1)加上 4 瓶重錨，測量牛奶罐的最大載重

塑膠牛奶罐數量	單層 36 個牛奶罐(6×6×1)	單層 36 個牛奶罐(6×6×1) 加上 4 瓶重錨
底面積(cm ²)	10296	10296
內部體積(cm ³)	68472	68472
長寬比例	2.36：1	2.36：1
淨重(gw)	3244	11594
最大載重(gw)	88550	89250
總重(gw)	91794	100844
底面積:浮體高度	1144:1	1144:1

(計算:27200+27950+20250+12650+500=88550，3244+8350=11594，

22550+25300+26050+14850+500=89250，10296/(8.7+0.3)=1144)

(一)結果發現：

- 1.固定底面積、內部體積和長寬比例時，單層 36 個牛奶罐(6×6×1) 加上 4 瓶重錨的最大載重和總重都大於只有單層 36 個牛奶罐(6×6×1)，單層 36 個牛奶罐(6×6×1)加上 4 瓶重錨較不容易搖晃、重心較穩，表示「重錨」有助於穩固單層 36 個牛奶罐(6×6×1)的載重。

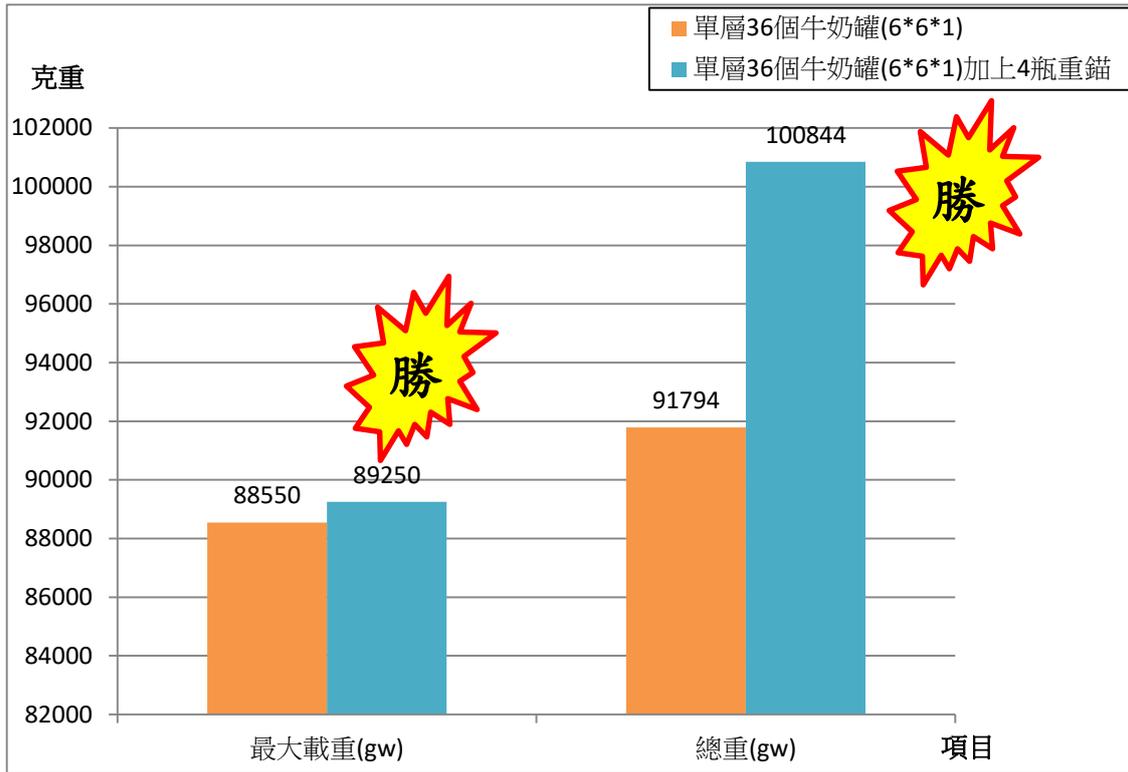


圖 4-5-1 單層牛奶罐(6×6×1)加上 4 瓶重錨，測量牛奶罐的最大載重

六、DIY 環保救生艇應用研究

(一)組裝環保救生艇(6×6×1)和加上 4 瓶重錨測量最大載重

表 4-6-1 測量環保救生艇(6×6×1)和加上 4 瓶重錨的最大載重

環保救生艇	環保救生艇(6×6×1)	環保救生艇(6×6×1) 加上 4 瓶重錨
底面積(cm ²)	10296	10296
內部體積(cm ³)	68472	68472
長寬比例	2.36 : 1	2.36 : 1
淨重(gw)	7850	16200
最大載重(gw)	99650	107400
總重(gw)	107500	123600

(計算:24450+20500+20250+18450+16000=99650，7850+8350=16200，

20850+20850+21900+21900+21900=107400)

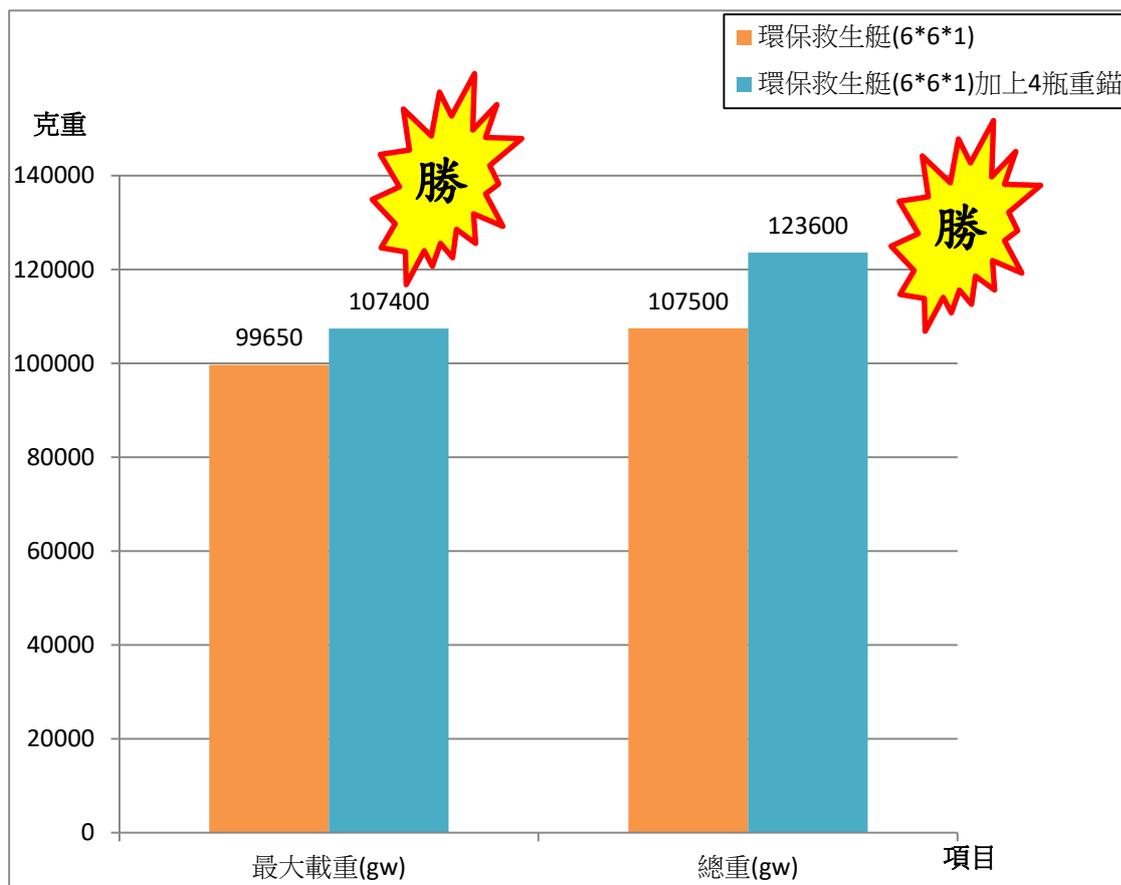


圖 4-6-1 測量環保救生艇(6×6×1)和加上 4 瓶重錨的最大載重

(一)結果發現：

1. 固定底面積、內部體積和長寬比例時，環保救生艇(6×6×1) 加上 4 瓶重錨的最大載重比不加重錨的相差 7750gw，環保救生艇(6×6×1) 加上 4 瓶重錨的總重比不加重錨的相差 16100gw。它較不容易搖晃、重心較穩，表示「重錨」是有助於穩固環保救生艇(6×6×1)的載重。

(二)承載兒童測試

- 1.測量 A 兒童重量為 31.2kgw，環保救生艇加上 4 瓶重錨可以成功乘載 A 兒童。
- 2.測量 B 兒童重量為 38.1kgw，環保救生艇加上 4 瓶重錨可以成功乘載 B 兒童。
- 3.測量 C 兒童重量為 64.85kgw，環保救生艇加上 4 瓶重錨可以成功乘載 C 兒童。
- 4.測量 D 兒童重量為 24.1kgw，環保救生艇加上 4 瓶重錨可以成功乘載 A+B+D 兒童，重量總共 93.4kgw。
- 5.環保救生艇加上 4 瓶重錨的最大載重為 107.4kgw，適合承載兒童或成人。

(三)成本分析

表 4-6-2 計算環保救生艇(6×6×1)加上 4 瓶重錨的材料數量與成本

材料名稱	數量	單位	成本(元)	備註
塑膠牛奶罐	36	罐	0	資源回收 再利用
長方寶特瓶	4	瓶	0	資源回收 再利用
塑膠繩	4	條	4	十元商店購買
透明膠帶	7	捲	99	量販店購買
塑膠板	3	片	114	網購價
米色大巧拼	4	片	399	量販店購買
紫色大巧拼	4	片	399	量販店購買
總成本			1015	

- 1.計算 DIY 環保救生艇(6×6×1)加上 4 瓶重錨的總成本為 1015 元。
- 2.市售相關尺寸的救生艇(不含船外機馬達推進器)，品質較穩定的網購價錢大約為 1198~1580 元，因此環保救生艇(6×6×1)加上 4 瓶重錨的總成本為 1015 元較為便宜。

伍、討論

- 一、選擇塑膠牛奶罐的原因是材質 HDPE 比一般塑膠寶特瓶 PET 硬，比較可以承受重物的壓力，而且塑膠牛奶罐是一般家庭經常資源回收的物品，若是能再利用，對於環境的保護也能盡一份心力。
- 二、固定底面積時，內部體積增加會使層數增多，重心會往上提。因搖晃、重心不穩反而容易翻覆，最大載重相對的也會越小。反而底面積除以浮體高度的數值越大時，代表層數較少，重心會較低，牛奶罐比較不容易搖晃、重心較穩，最大載重相對的也較大。
- 三、固定內部體積時，層數越多，底面積就越小。不但重心會上提，而且底面積除以浮體高度的比例越小時，因搖晃、重心不穩反而容易翻覆，最大載重相對的也越小。反而固定內部體積時，層數越少，底面積就越大。不但重心會較低，而且底面積除以浮體高度的比例越大時，較不容易搖晃、重心較穩，最大載重相對的也越大。
- 四、固定底面積和內部體積時，單層 36 個牛奶罐的底面積和浮體高度的比例一樣，都是 1144:1，也就是單層牛奶罐的層數最少，重心較低較穩，最大載重相對的也越大，所以我們要選擇單層牛奶罐繼續做研究。那麼長寬的比例是否會影響最大載重呢？我們發現當長寬比例為 2.36:1 時，單層 36 個牛奶罐不容易搖晃、重心較穩，最大載重相對的也越大。
- 五、固定底面積、內部體積和長寬比例時，我們發現單層 36 個牛奶罐(6×6×1)加上 4 瓶重錨的最大載重比不加重錨的多了 700gw，而單層 36 個牛奶罐(6×6×1)加上 4 瓶重錨的總重比不加重錨的多了 9050gw，表示加上 4 瓶重錨較不容易搖晃、重心較穩，表示「重錨」是有助於穩固單層 36 個牛奶罐(6×6×1)的載重。

六、固定底面積、內部體積和長寬比例時，我們發現環保救生艇(6×6×1) 加上 4 瓶重錨的最大載重比不加重錨的相差 7.75kgw，環保救生艇(6×6×1) 加上 4 瓶重錨的總重比不加重錨的相差 16.1kgw。這個結果和討論五一樣，它較不容易搖晃、重心較穩，也表示了「重錨」是有助於穩固環保救生艇(6×6×1)的載重。

七、目前 DIY 環保救生艇加上 4 瓶重錨，已經在泳池中分別成功乘載 A 兒童(31.2kgw)、B 兒童(38.1kgw)、C 兒童(64.85kgw)和 A+B+D 共三位兒童(總重 93.4kgw)。而且也已經測出 DIY 環保救生艇(6×6×1)加上 4 瓶重錨的最大載重為 107.4kgw，表示也適合承載兒童或成人，成為提供戲水時的救生工具。若要再乘載更重更多的人或物品，可以再按照長寬比例 2.36：1 來放大環保救生艇的尺寸，來提高最大載重量。

八、為了要讓載重物的重量平均分散，以及增加更大的浮力，我們在 DIY 環保救生艇(6×6×1)的正反面貼上了塑膠板和大巧拼(EVA: 乙烯/醋酸乙烯酯共聚物)。根據文獻資料，EVA 的特點是具有良好的柔軟性，橡膠一樣的彈性，透明性和表面光澤性好，化學穩定性良好，抗老化和耐臭氧強度良好，無毒性，有助於提高浮力。

九、計算 DIY 環保救生艇(6×6×1)加上 4 瓶重錨的總成本為 1015 元，然而市售相關尺寸的救生艇(不含船外機馬達推進器)，品質較穩定的網購價錢大約為 1198~1580 元。因此，DIY 環保救生艇(6×6×1)加上 4 瓶重錨的總成本較為便宜一些，容易快速 DIY 組裝，也對環境保護有貢獻，可在水域推廣使用。

陸、結論

- 一、測量牛奶罐內部體積為 1902 cm^3 、浮力為 1992.9gw 。
- 二、固定底面積、變化內部體積，以單層 6 個牛奶罐的最大載重 6683gw 最大，它的底面積和浮體高度的比例為 $197:1$ 也最大。表示單層 6 個牛奶罐重心較低較穩、搖晃較小，最大載重相對的也較大。
- 三、固定內部體積、變化底面積，以單層 36 個牛奶罐($6 \times 6 \times 1$)的最大載重 88550gw 最大，它的底面積和浮體高度的比例為 $1144:1$ 也最大。表示固定內部體積時，層數越少，底面積就會越大，較不容易搖晃、重心較低較穩，最大載重相對的也越大。
- 四、固定底面積和內部體積、變化長寬比例，以單層 36 個牛奶罐($6 \times 6 \times 1$)的最大載重 88550gw 最大。它的長寬比例為 $2.36:1$ 時，單層 36 個牛奶罐($6 \times 6 \times 1$)不容易搖晃、重心較穩，最大載重相對的也越大。
- 五、固定底面積、內部體積和長寬比例時，單層 36 個牛奶罐($6 \times 6 \times 1$)加上 4 瓶重錨的最大載重(89.25kgw)增加了 700gw ，總重(100.844kgw)增加了 9050gw ，表示「重錨」是有助於穩固單層 36 個牛奶罐($6 \times 6 \times 1$)的載重。
- 六、固定底面積、內部體積和長寬比例時，環保救生艇($6 \times 6 \times 1$)加上 4 瓶重錨的最大載重(107.4kgw)增加了 7.75kgw ，總重(123.6kgw)增加了 16.1kgw ，表示「重錨」是有助於穩固環保救生艇($6 \times 6 \times 1$)的載重。
- 七、DIY 環保救生艇($6 \times 6 \times 1$)加上 4 瓶重錨的最大載重為 107.4kgw ，適合承載兒童或成人，成為提供戲水時的救生工具。
- 八、DIY 環保救生艇($6 \times 6 \times 1$)加上 4 瓶重錨的總成本較為便宜，容易快速 DIY 組裝，也對環境保護有貢獻，可在水域推廣使用。
- 九、未來可以再按照長寬比例 $2.36:1$ 來放大環保救生艇的尺寸，來提高最大載重量。同時也可以加強重錨的研究，並且實際前往其他水域測試。

柒、參考文獻資料

- 一、聯合新聞網，網址：<https://udn.com/news/story/7320/7267554>。
- 二、國小自然科學康軒版三上。第二單元：生活中的力。
- 三、維基百科，塑膠分類標誌，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/塑膠分類標誌>。
- 四、維基百科，浮力，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/浮力>。
- 五、錨固方式，網址：<https://poe.com/chat>。
- 六、謝善晞、林品妤、吳定燁、陳佩安、劉芯羽、陳盼兮，四「瓶」八穩~環保浮筏載重之研究，中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書，國小組物理科，臺北市私立復興實驗高級中學(附設國小)。
- 七、充氣船-橡皮艇，網址：<https://shopee.tw/充氣船-橡皮艇>
- 八、維基百科，乙烯/醋酸乙烯酯共聚物，網址：[https://zh.wikipedia.org/zh-tw/乙烯/醋酸
乙烯酯共聚物](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/乙烯/醋酸乙烯酯共聚物)。