

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080807

水能覆「車」，亦能載「車」－防水災「可拆卸  
組合式隨浮力升降停車位」研究與設計

學校名稱：屏東縣南州鄉同安國民小學

作者： 小六 倪旻勤 小六 葉俞君	指導老師： 謝誠文 黃雅雅
-------------------------	---------------------

關鍵詞：八八水災泡水車、浮力、彈力

# 水能覆「車」，亦能載「車」－防水災「可拆卸組合式隨浮力升降停車位」研究與設計

## 摘要

我們南部沿海地區遇颱風季節，很容易發生水災，生命財產損失慘重，爲了防止泡水車，我們規劃一連串的實驗與研究，並設計「可拆卸組合式隨浮力升降停車位」，製成模型和原型，並在泳池中試驗。設計實驗先在容器裡加水，再把切割好的保利龍放到水裡，然後放上不同重量的砝碼，測量看看不同重量的砝碼，保利龍會下沉多少，計算出它的承載重與下沈量的關係。再根據數據算出最適合尺寸的保利龍塊製做停車位原型，並用泳池試驗，把沙灘車放在停車位上面，慢慢的把水加進去，看看放了沙灘車的保麗龍塊是不是真的會浮起來。

## 壹、研究動機

每次颱風來，我們這邊都會淹水，許多車子都會變成泡水車。水退了以後，有些車還可以修，但有些車就完全報廢了。每次颱風走了之後，車子就要修一次。尤其是這次的八八水災，我們災區這裡，水直接淹到車頂。所以我們想，除了把車子開到高處、用千斤頂頂起來，還有沒有什麼東西是很容易取得又很便宜、做出來的成品很容易使用，而且是可拆卸組合、不佔空間、又很實用的呢？



說明：八八水災戶外泡水車(轉載自網路)



說明：八八水災車庫泡水車(轉載自網路)

因此我們上網去查詢，看看坊間有無現成可用的器材，我們找到了兩個與我們構想相似的器材：一是修車廠頂高器，另一是升降停車位。但是兩個都不符合我們設定：便宜、可拆卸組合、不佔空間、實用的原則。因此我們決定試著思考可行的方法並動手研究與設計。



說明：汽車修護廠頂高器(轉載自網路)



說明：三層升降停車位(轉載自網路)

## 貳、研究目的

- 一、 找出浮體可承載重物的原理。
- 二、 找出不同體積保麗龍的最大承載量及其相關性。
- 三、 構思避免讓車子泡水的設計，並繪製設計圖。
- 四、 依設計圖做出模型。
- 五、 依照設計好的「可拆卸組合式停車位」模型做成原型，並在小泳池測試，是否能浮起。

## 參、研究設備及器材

### 一、浮體承載力實驗：

- 1、 塑膠小水族箱、100c.c.方形量杯、顏料
- 2、 塑膠小水族箱、法碼、棉線、保麗龍板、三角板、天平



### 二、模型設計與製作：

塑膠小水族箱、保麗龍板、雙面膠、熱熔膠、PP 瓦楞板、長條鐵板、10cm 螺絲



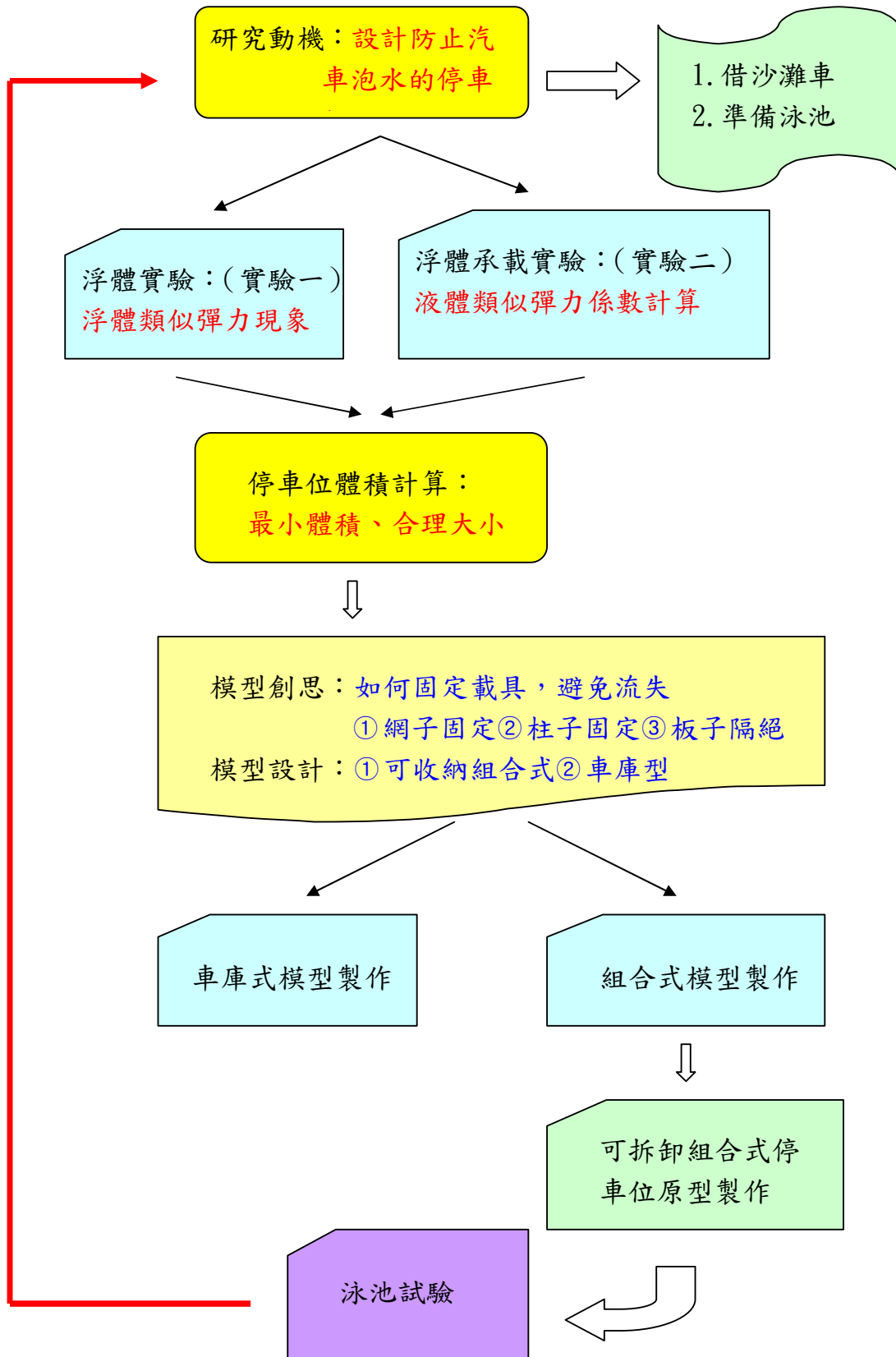
### 三、車位原型製作與注水測試：

請工廠製作的車位鐵架、保利龍、家庭用小泳池、沙灘車、磅秤、空壓機



## 肆、研究過程、方法及討論

研究流程圖



在實驗與設計之前，我們和老師及校長一起討論要如何用實物做試驗，一開始是想用小貨車來測試，但可能需要很大的水池或魚塢來做實驗，不過有安全性的考量。最後想到用沙灘車替代汽車，學校有家用型的泳池可以模擬注水試驗。於是，老師跟朋友借了一輛沙灘車。

聽到有人要借我們沙灘車時，有點半信半疑，誰會把這種東西借給我們當實驗品！？沒想到，真的有人那麼好心耶~果然在這種鄉下小地方，大家都很熱情，好感動~

我們在構思的過程當中，知道修車廠的頂高器和升降停車位都有高度上限，**如果我們利用水的力量，讓停車位像小船一樣，把車子承載在上方，不管水淹多高，車位會隨著上升，車子便泡不到水了，等水退了，停車位也會隨著降低。**因此，我們想到最符合我們要求的材料是「**保麗龍**」。以下是我們的實驗與測試：

### 一、浮力與承載力實驗

**實驗一：**我們要了解浮體的浮力跟承載物的重量的關係。

步驟一

準備一個大容器、100cc 的方形小量杯和一個大量杯。

步驟二

把大容器裝滿水並且將水染成淡藍色，再把大量杯裝水加進紅色顏料。



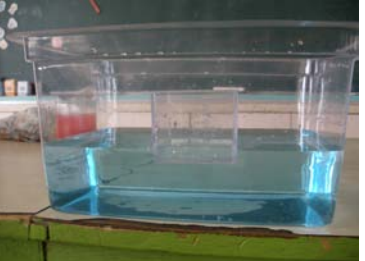
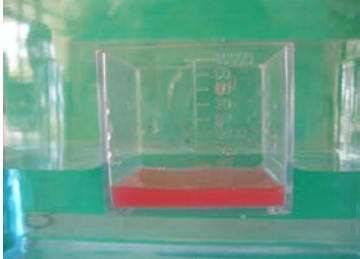


步驟三

把空的小量杯放進大容器裡先目測沉下去的深度。

步驟四

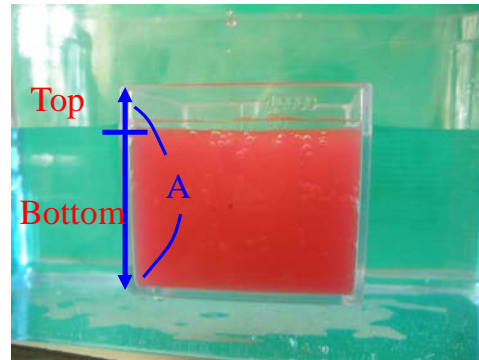
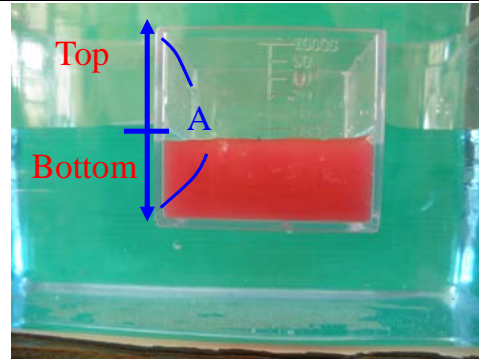
把大量杯裡的水放進小量杯先加進五分之一再加進三分之一、三分之二，到幾乎全滿，觀察方形量杯下沉的狀況。

**注意事項：**空的小量杯剛放進容器時和倒紅色液體進小量杯時要注意平衡，不然會翻倒。

		
<p><b>說明：</b>在大量杯裡加入紅色顏料後攪拌（步驟二）。</p>	<p><b>說明：</b>100c.c. 方形小量杯</p>	<p><b>說明：</b>把 100cc 的小量杯放進染色後的容器裡（步驟三）。</p>
		
<p><b>說明：</b>把大量杯裡的水倒 10cc 進小量杯裡。小量杯下降，水位上升（步驟四）。</p>	<p><b>說明：</b>再倒進 30cc 共有 40cc，下沉的情形（步驟四）</p>	<p><b>說明：</b>再倒進到幾乎全滿，下沉的情形（步驟四）</p>

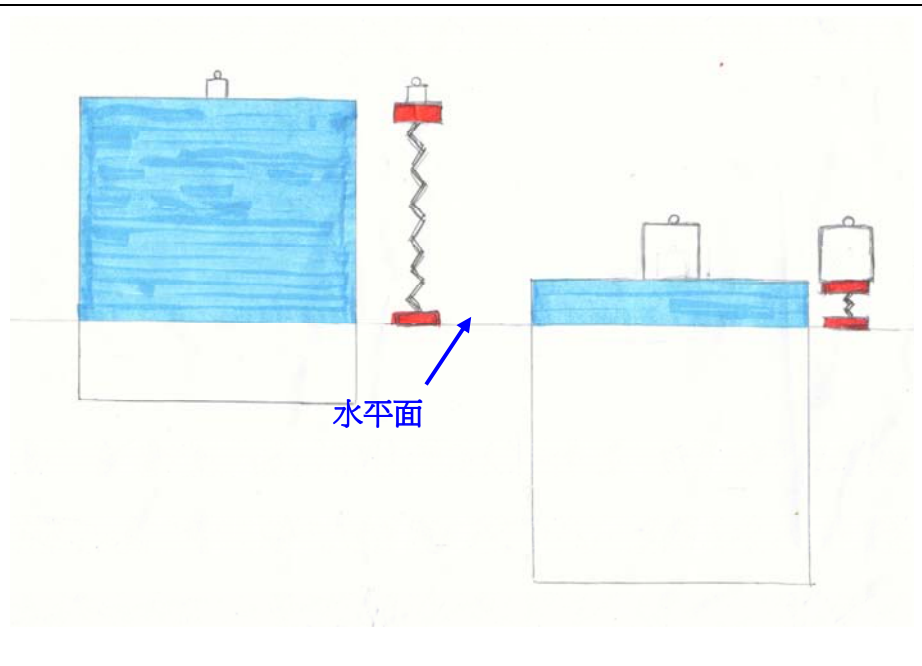
### 觀察與討論：

1. 承載的物體越重，沉下去的深度越長，就好像彈簧秤一樣，秤上掛的物體越重，秤的彈簧就被拉得越長，類似彈力原理（一）。
2. 把方形杯視為一個長方形，把寬的部分稱為線段  $A$ ，紅色液體所佔  $A$  的長度稱為  $Bottom$ ，上方線段稱為  $Top$ ，則  $A=T+B$ 。
3. 當  $B$  愈小時，相反的  $T$  就會愈大；也代表此浮體還可乘載相當的重量。反之， $B$  愈大則上方只剩一點點空間承載重物。
4. 不過此量杯所能承載的重量有其極限，一超過臨界重量便會下沉。
5. 由以上觀察與討論，我們可以得知：浮體可以乘載重物，但只要超過臨界重量，便會下沉。因此我們要使用的漂浮停車位體積夠大，汽車的重量可以不用太在意。
6. 漂浮停車位結構夠穩固，體積夠大，自己本身重量不要太重，甚至連坦克車都可以停在上方。
7. 接下來，為了設計較節省空間的停車位，我們要進行下一個實驗，找出我們該取多少合理體積的保麗龍。

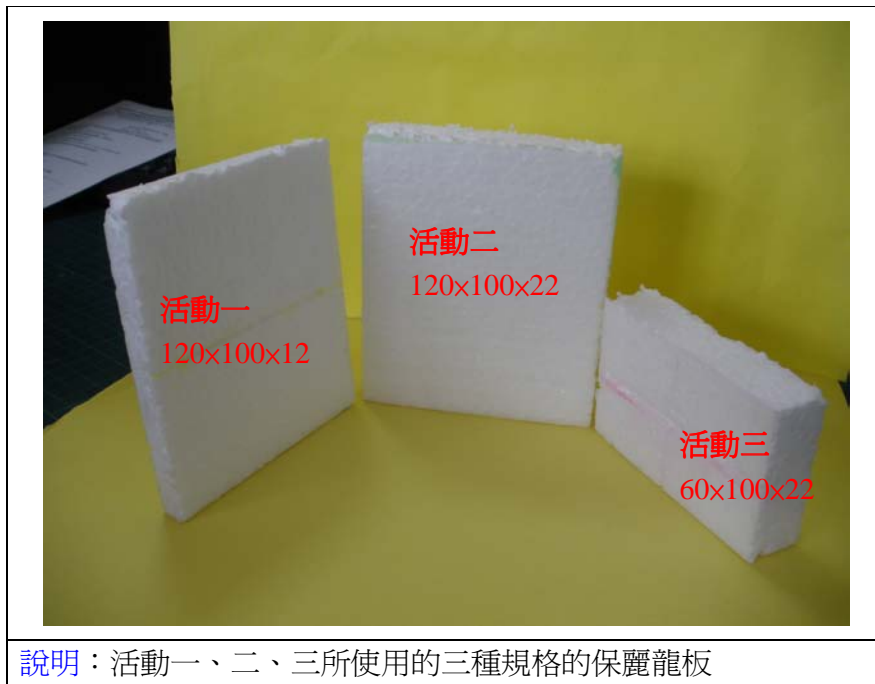


### 類似彈力原理（二）：

我們從實驗中觀察到，浮體浮在水面那部分好像一個彈簧，上面可以承載重物，置放輕砝碼時，彈簧被壓縮量較小（如左圖）；置放重砝碼時，被壓縮量較大（如右圖）。浮體上方還能承載多少重物，取決於藍色部分還有多少體積。



實驗二：我們要測試保麗龍板的承載重和沉入水中的下降量，並觀察其相關性。



活動一：探討體積 120mm×100mm×12mm 的保麗龍板承載砝碼重與下沉量的關係。

實驗變因：

操縱變因	砝碼重量分別是 20g、40g、60g、80g、100g 等
應變變因	不同承載重的下沉量

實驗步驟：

步驟一

先準備厚度 12mm 的保麗龍、三角板、兩個重量一樣的砝碼、一條棉線、裝一半水的大容器和紀錄用的紙、筆。

步驟二

把兩個法碼分別綁在棉線的兩端，然後掛在裝水容器的上方，讓棉線呈現水平當做基準線，並在紙上畫出紀錄用的表格

步驟三

把厚度 12mm 的保麗龍裁成 120mm×100mm

步驟四

把裁好的保麗龍正中央插進三角尺，再拿去秤重，然後把保麗龍的重量記錄於表格中。再放入半滿的水到容器中，再把水慢慢加進去，讓保麗龍慢慢上升，直到棉線對準三角尺刻度的 20mm 的刻度為止。

步驟五

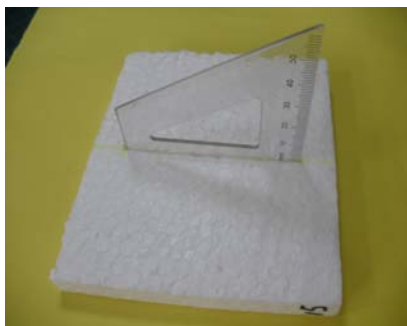
把不同重量的砝碼逐一放在保麗龍板上，再把棉線所標示的刻度記錄下來。

注意事項：

1. 三角尺最小刻度為 mm，取小數一位為估計值。
2. 讀取刻度數值時，要保持眼睛的水平線。
3. 砝碼每次最好要取偶數顆(如：取 40g，則用 20g 的砝碼兩顆；60g，則用 10g 的砝碼 6 顆)，才比較容易保持保麗龍板的水平。
4. 砝碼最好是用重量輕的去組合成大重量，避免大(重)砝碼重心太高，因不平衡而翻船。



說明：先把保麗龍裁成 120mm×100mm×12mm (步驟一)



說明：再把三角尺插在保麗龍的正中央 (步驟四)。



說明：把保麗龍板放在天平上秤重



說明：在裝水容器上，放上兩端各綁了砝碼的棉線，保持水平做為基準線。(步驟二)



說明：把插著三角尺的保麗龍放在容器，再慢慢加水，保麗龍板會慢慢升起，直到三角尺的 20mm 的刻度對準棉線 (步驟四)。



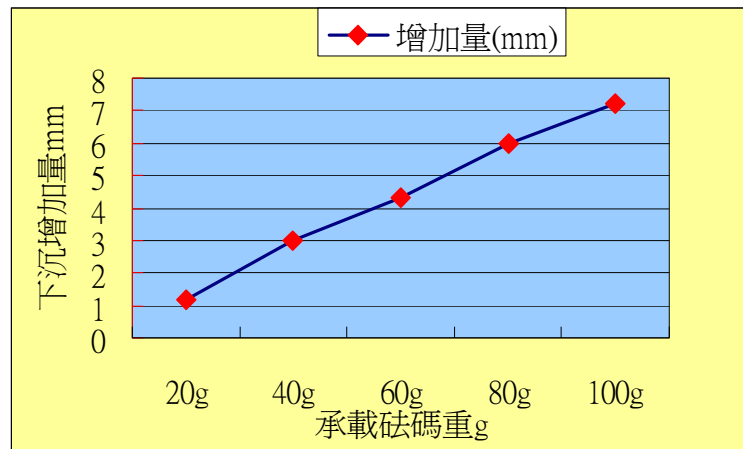
說明：放上偶數個砝碼，觀察棉線位於三角尺的哪一個刻度 (步驟五)。



實驗結果記錄：

保麗龍+三角板=6.2g      起始點：20mm  
 (120mm×100mm×12mm)      砝碼重大於 130g 保麗龍沉下去 (臨界承載重)

承載重	20g	40g	60g	80g	100g
法碼個數組合	10g×2	20g×2	10g×6	20g×4	50g×2
刻度量	21.2mm	23mm	24.3mm	26.0mm	27.2mm
下沈增加量	1.2mm	3.0mm	4.3mm	6.0mm	7.2mm



活動二：探討體積 120mm×100mm×22mm 的保麗龍承載砝碼重與下沉量的關係。

實驗變因：

操縱變因	砝碼重量分別是 20g、40g、60g、80g、100g、120g、140g、160g、180g、200g 等
應變變因	不同承載重的下沉量

實驗方法、步驟 及注意事項同活動一，唯一差別是保麗龍板的厚度改為較厚的 22mm。

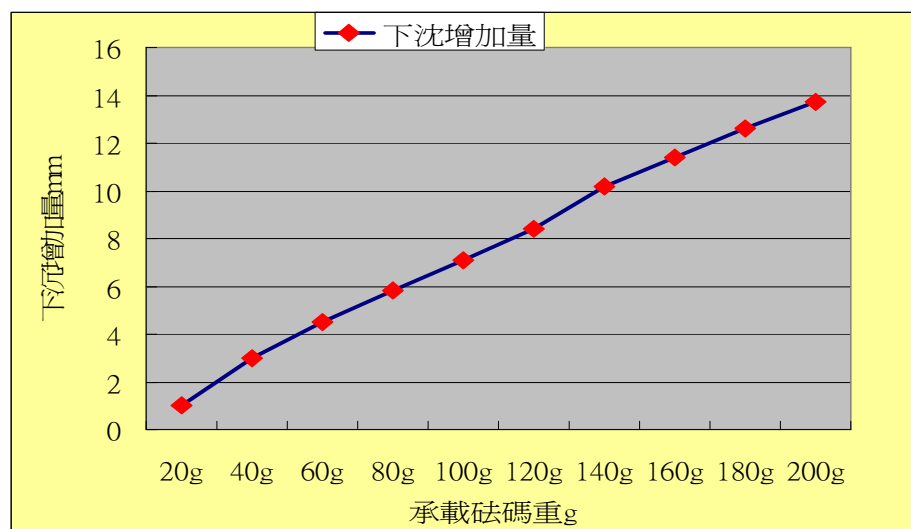
實驗結果記錄：

保麗龍+三角板=7.1g      起始點：20mm  
 (120mm×100mm×22mm)      砝碼重大於 270g 保麗龍沉下去 (臨界承載重)

承載重	20g	40g	60g	80g	100g
法碼個數組合	10g×2	20g×2	10g×6	20g×4	50g×2
刻度量	21.0mm	23.0mm	24.5mm	25.8mm	27.1mm
下沈增加量	1.0mm	3.0mm	4.5mm	5.8mm	7.1mm

(接上表)

承載重	120g	140g	160g	180g	200g
砝碼個數組合	50g×2 + 10g×2	50g×2 + 20g×2	50g×2 + 20g×2 + 10g×2	50g×2 + 20g×4	100g×2
刻度量	28.4mm	30.2mm	31.4mm	32.6mm	33.7mm
下沈增加量	8.4mm	10.2mm	11.4mm	12.6mm	13.7mm



活動三：探討體積 60mm×100mm×22mm 的保麗龍承載砝碼重與下沉量的關係。

實驗變因：

操縱變因	砝碼重量分別是 20g、40g、60g、80g、100g 等
應變變因	不同承載重的下沉量

實驗方法、步驟 及注意事項同活動一、二，唯一差別是保麗龍板的底面積為：60mm×100mm，厚度使用 22mm。

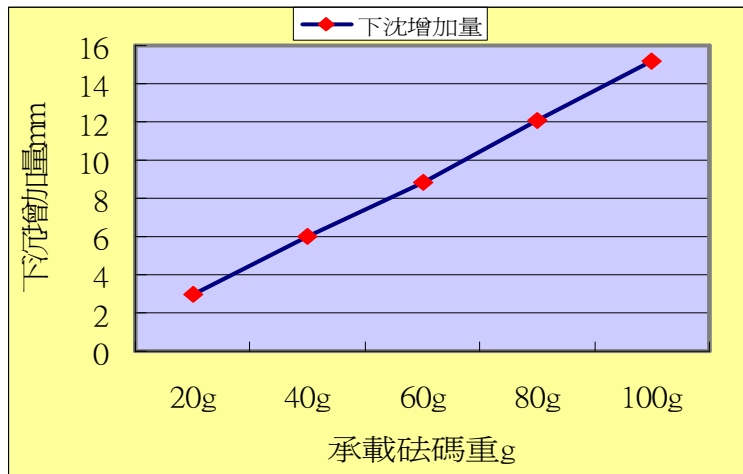
實驗結果記錄：

保麗龍 + 三角板 = 5.9g  
(60mm×100mm×22mm)

起始點：20mm

砝碼大於 100g 保麗龍板即不穩定無法置放砝碼  
因此無法得知最大承載重

承載重	20g	40g	60g	80g	100g
砝碼個數組合	10g×2	20g×2	10g×6	20g×4	20g×5
刻度量	23.0mm	26.0mm	28.8mm	32.1mm	35.2mm
下沈增加量	3.0mm	6.0mm	8.8mm	12.1mm	15.2mm



觀察與討論：

- 實驗數據判讀之誤差可能為以下的原因：
  - 因為法碼的放置位置遠離重心，而保麗龍板有傾斜的現象，三角板上升或下降法與棉線保持垂直，因此砝碼應置放於中央的位置。
  - 判讀時眼睛的位置未保持水平。
- 測量臨界承載重我們用加砝碼的方式，記錄保麗龍板快沈下的那一刻的重量，不過這樣的誤差比較大；但是此數據誤差與我們研究的主題並不影響，我們會用超過沙灘車重量的承載量的保麗龍塊。此數據只是協助我們計算我們要用的保麗龍塊最小需多少才能順利浮起沙灘車。
- 數據與圖表分析：

我們試著看看此浮力實驗是否如我們臆測的類似彈力定律，因此我們把

(承載重÷下沉增加量)，並給他代號 **k**

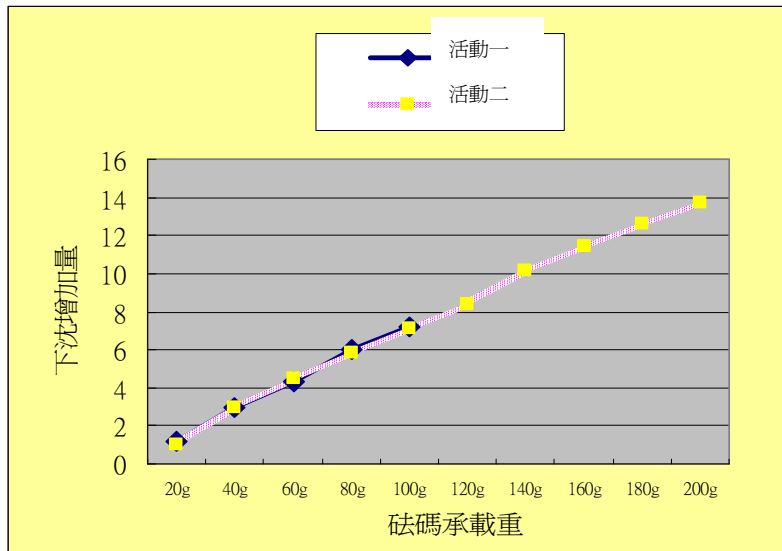
活動一

承載重	20g	40g	60g	80g	100g
下沉增加量	1.2mm	3.0mm	4.3mm	6.0mm	7.2mm
承載重÷下沉增加量 (k)	16.66	13.33	13.95	13.33	13.88

活動二

承載重	20g	40g	60g	80g	100g
下沉增加量	1.0mm	3.0mm	4.5mm	5.8mm	7.1mm
承載重÷下沉增加量 (k)	20	13.33	13.33	13.79	14.08

承載重	120g	140g	160g	180g	200g
下沉增加量	8.4mm	10.2mm	11.4mm	12.6mm	13.7mm
承載重÷下沉增加量 (k)	14.28	13.72	14.03	14.28	14.59

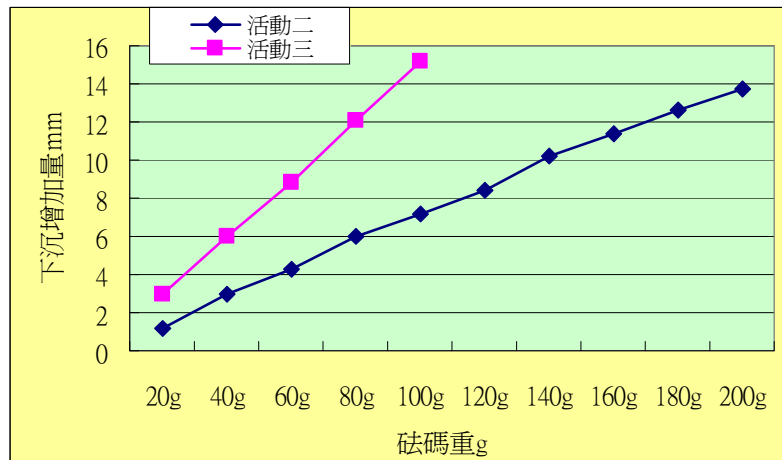


由以上數據得知：活動一與活動二使用的保麗龍板底面積相同， $k$  的數據差異不大，而且呈現成正比的曲線。

得到一個算式： $\text{砝碼重} = k \times \text{下沉增加量}$

類似彈力原理，虎克定律： $F = k \times x$

我們再根據活動二與活動三數據，討論底面積減半時其下沉量的關係：



由上圖得知，活動三用的保麗龍底面積是活動二的一半，承載同重的砝碼，下沉量比較大，而且幾乎是活動二的兩倍。因此在相同的承載重條件下，我們可以得到下列算式：

$$(\text{活動二的保麗龍板底面積}) \times (\text{下沉量}) = (\text{活動三的保麗龍板底面積}) \times (\text{下沉量})$$

(保麗龍板底面積)  $\times$  (下沉量) 約等於承載砝碼重的值 (不考慮兩者的單位)

- 根據以上討論的結果，我們就可以計算要承載沙灘車的保麗龍該如何取決會較適當，包含考量重心的問題。

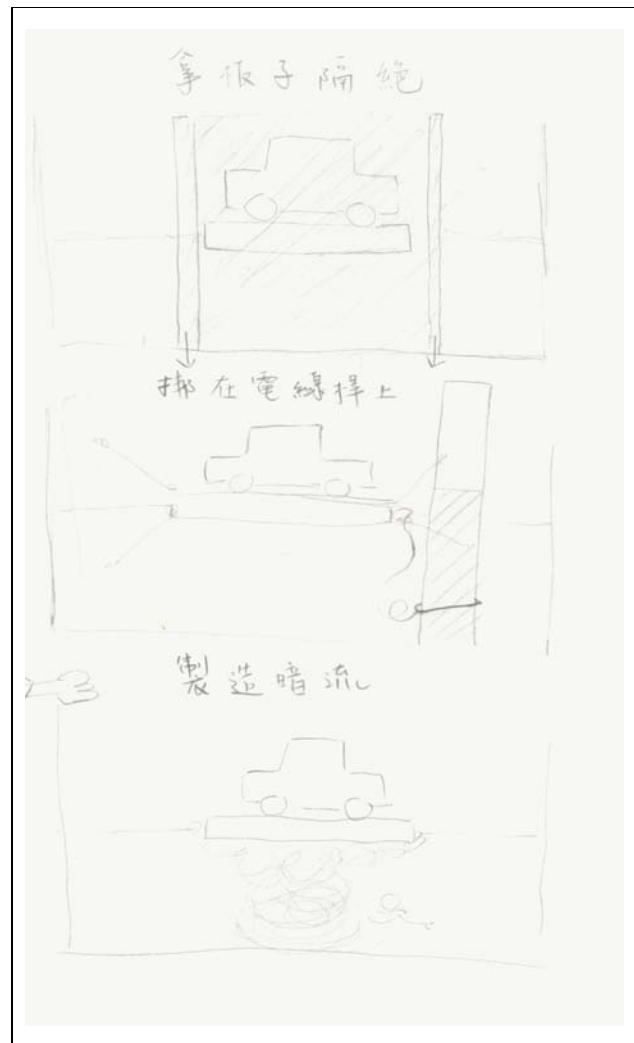
## 二、構思與設計浮力升降停車位

有了以上實驗結果的概念，接著我們就可以開始著手設計停車位，以下是我們構思的草圖與設計理念：

### 1、構思：

(組員 A)

待解決問題：如何避免停車位已浮起，但車子卻被水流沖走？

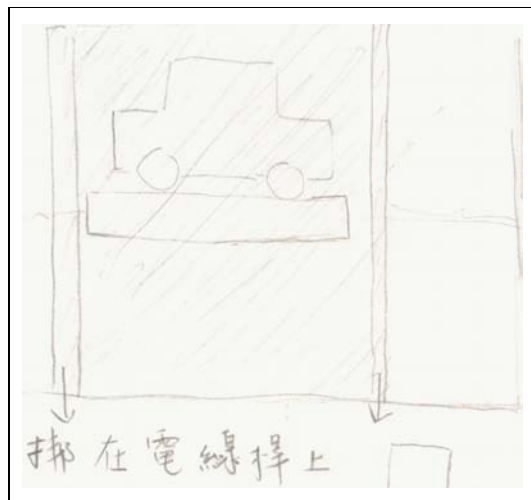


說明：

- 1.拿版子隔絕。把木板放在車子四周，水來了，也不用擔心會流走。
- 2.綁在電線桿上。車子停在兩根電線桿中間，在保麗龍上的四個角上穿洞，一個角分別綁上一條繩子，繩子另一端綁到電線桿上。
- 3.製造暗流。做一個會一直快速旋轉的東西，有水時就會有暗流。這樣保麗龍就會被吸住了。

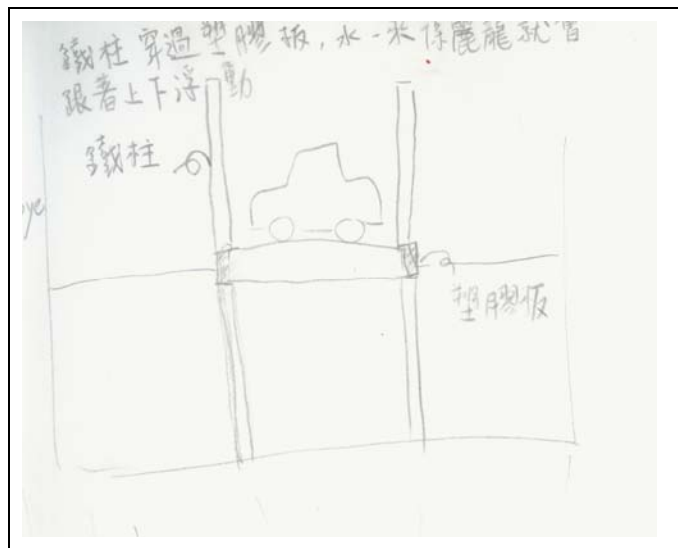
待解決問題：家裡沒有車庫，室外型停車位結構設計圖

(組員 A)



說明：在馬路上做一個小型車庫，用木板擋在四周，車子就不會任意流動。

沒車庫改良型：



說明：在保麗龍的兩端黏上兩個圓形的塑膠板，在地上固定兩支鐵柱，再把塑膠板穿過鐵柱。這樣水一來，保麗龍就會上下浮動又不怕流走。

(組員 B)

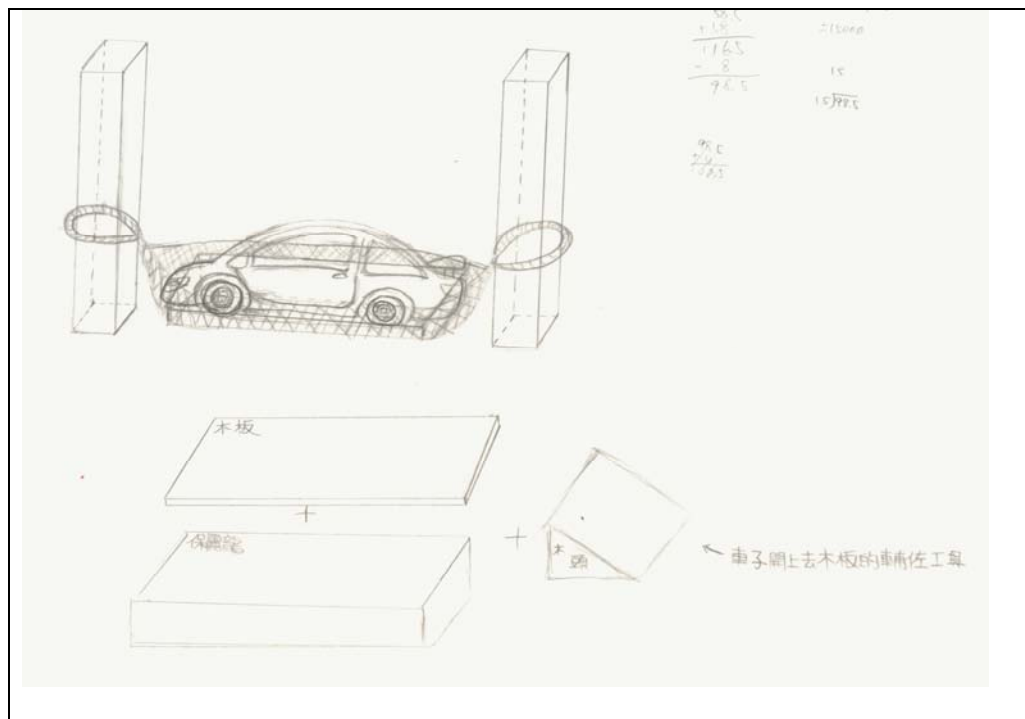


說明：在保麗龍車位下鋪網子並與車位固定，再把網子固定在柱子，淹水了車位浮起，網子會把車位拉住，不會被水流帶走。

## 2、設計

設計一：(組員 B)

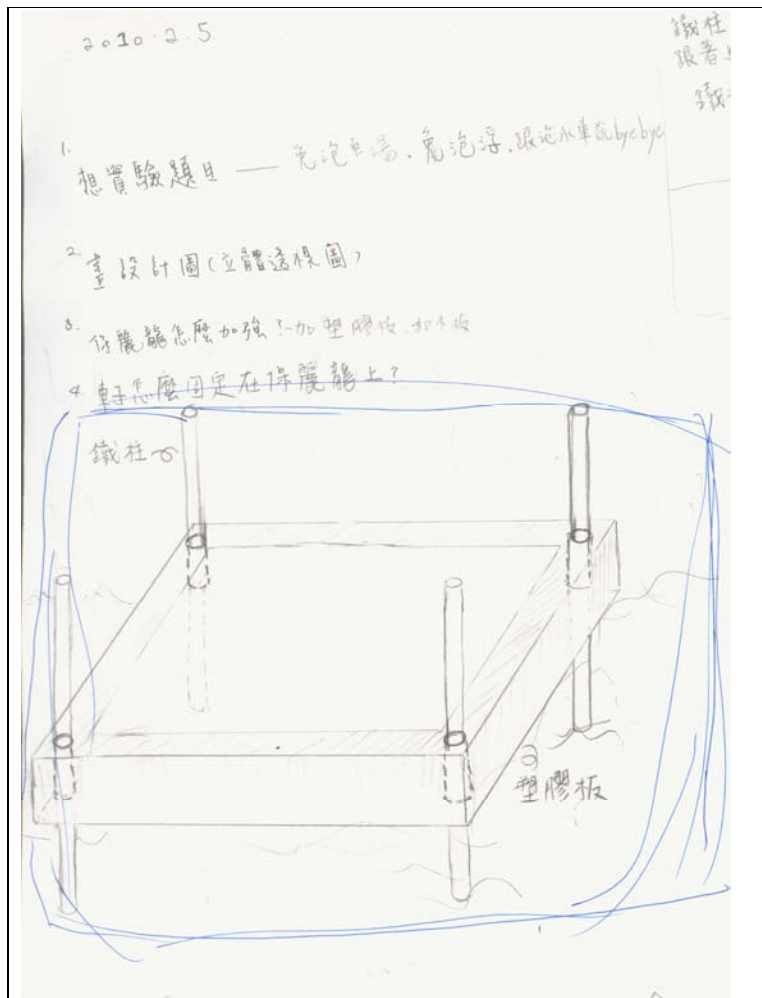
家裡沒有車庫，室外型停車位結構設計圖



說明：由以上構思延伸設計，把車位結構更加穩固。

## 設計二：（組員 A）

家裡有車庫，固定型停車位設計：



**說明：**在保麗龍四周貼滿塑膠板，在塑膠板的四個角穿洞。在車庫的地上裝上四根鐵柱，再把塑膠板上的四個洞洞對準鐵柱，用力一放！淹水時，完全不用擔心愛車會被無情的大水淹沒。

經過討論之後，我們發現把汽車停放在保麗龍或浮體載具上，如小船可以承載貨物，並不是很困難的；而要把浮力的停車位固定，才是一大難題。在老師的提醒之下，我們去村裡的漁塭觀察水車，水車的固定方式能讓水車不管水深水淺，都會停留在固定的位置。（如下圖）

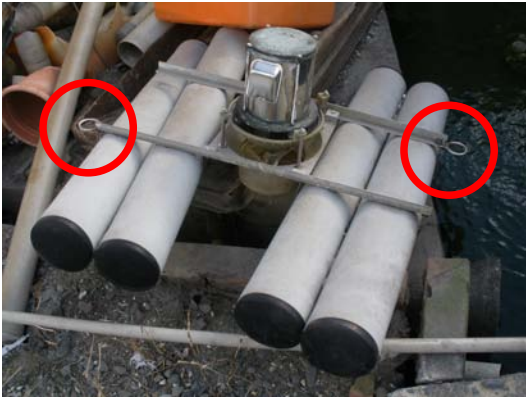




說明：魚塢中的水車



說明：固定水車的支柱

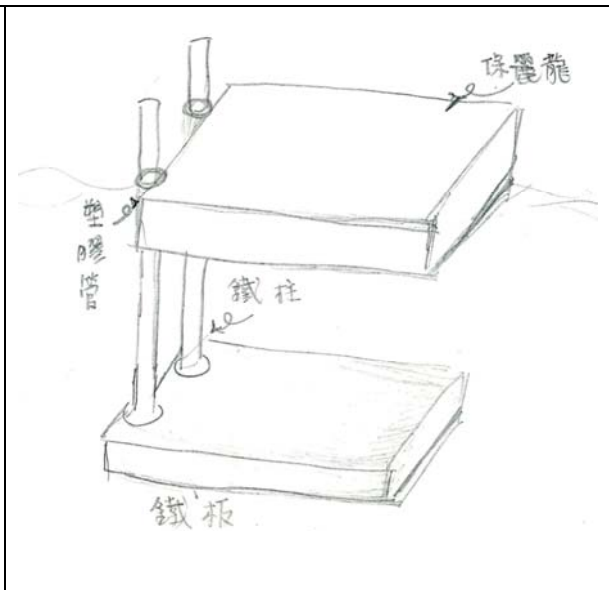
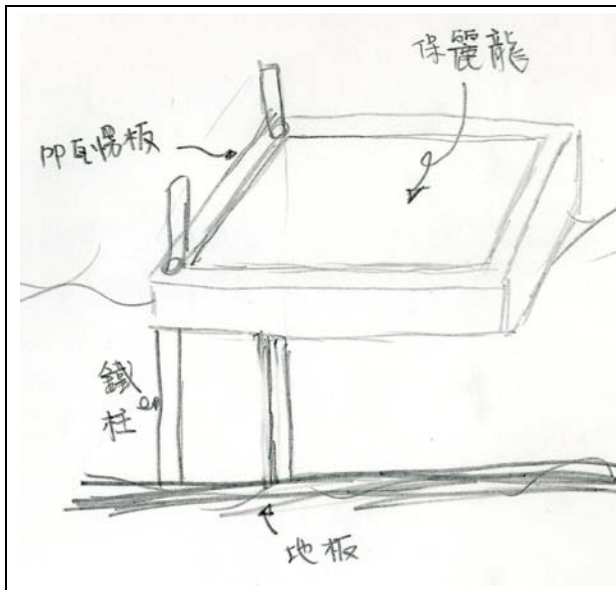


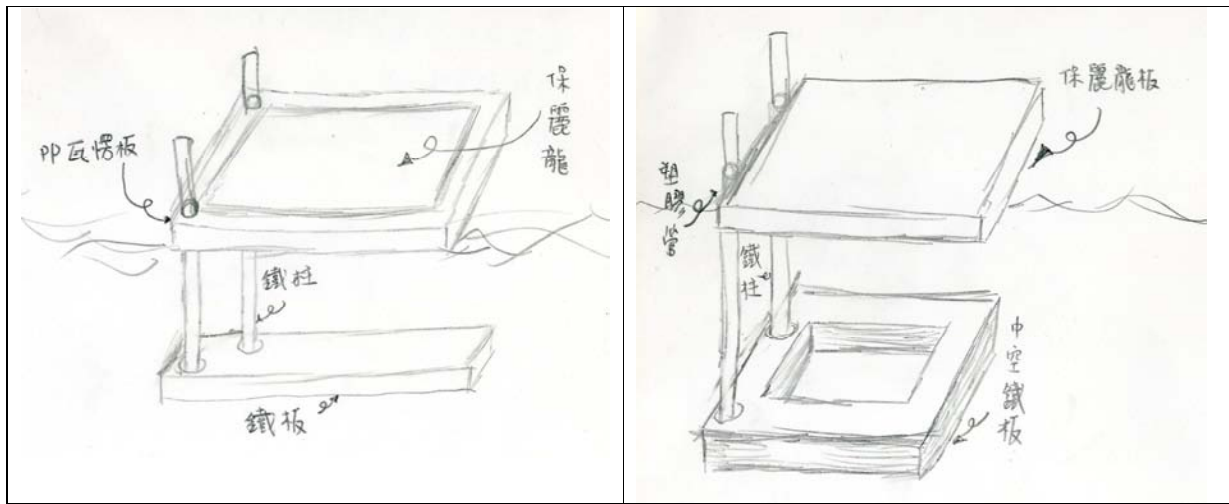
說明：水車支架的鐵環



說明：鐵環與鐵柱保留空隙，可上水車隨浮力上升下降

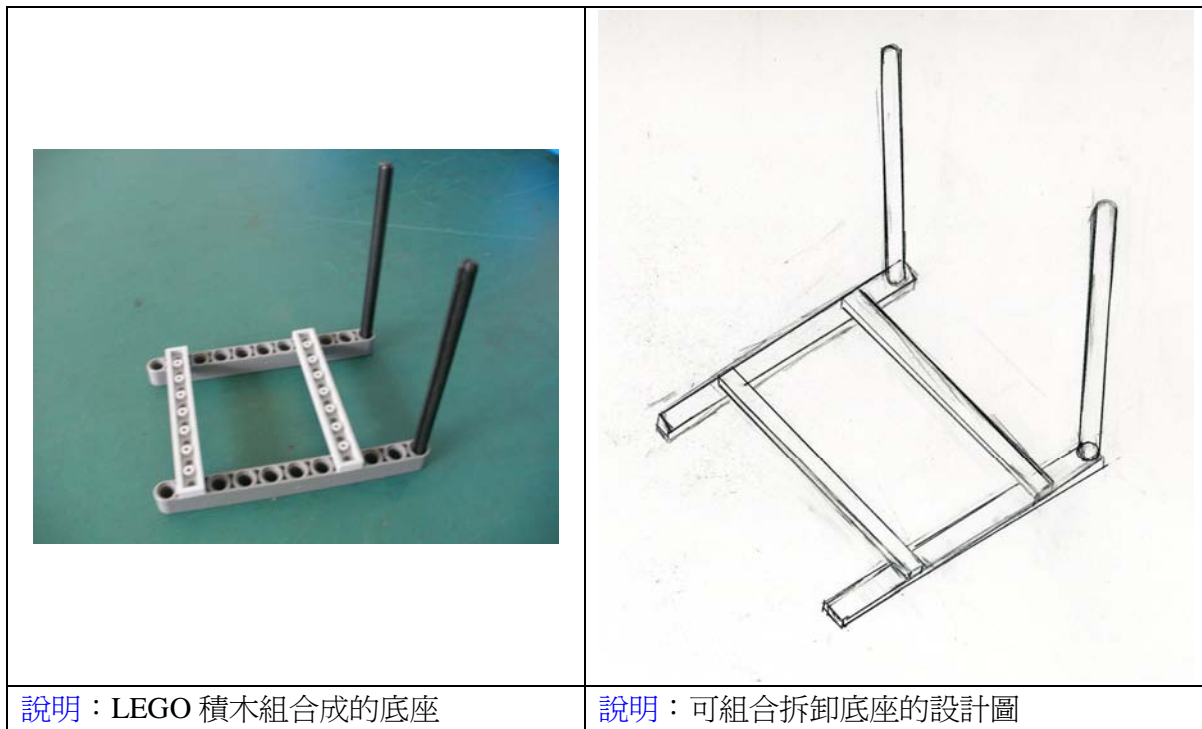
於是，我們再開始構思設計符合我們最初理念需求的設計圖：



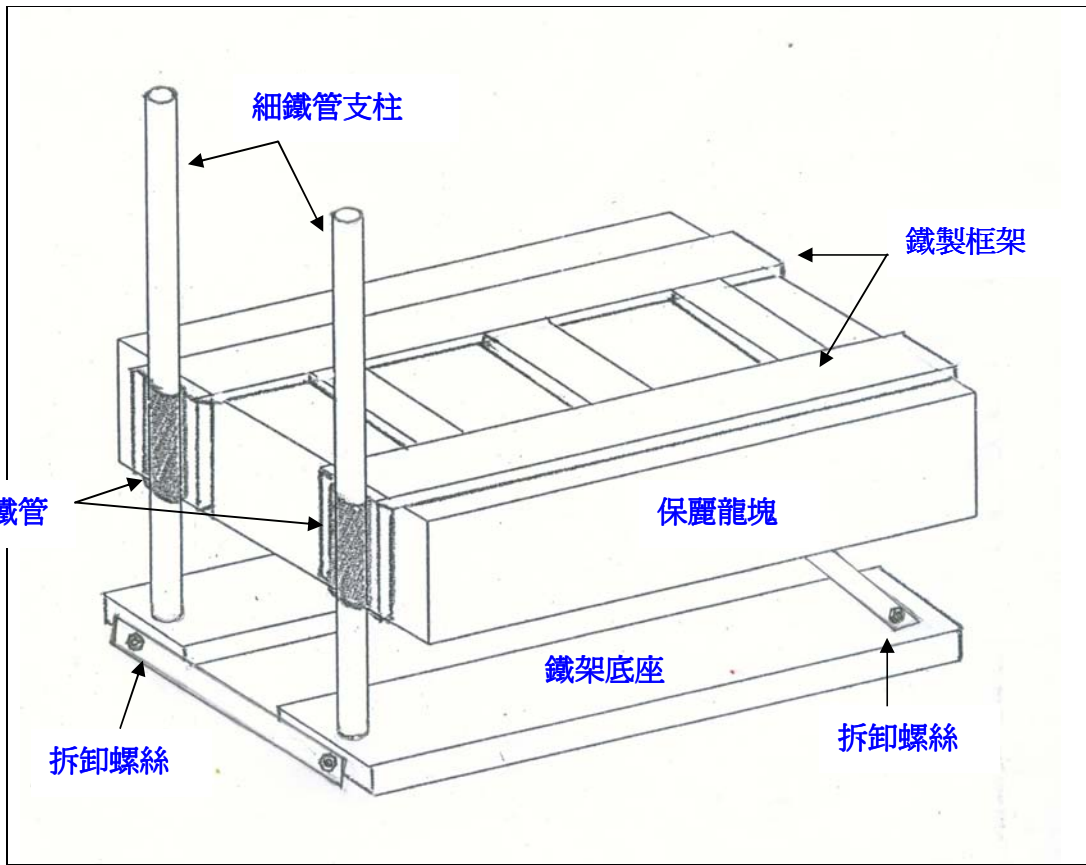


說明：為了減輕重量把底座的鐵板中間挖空，比較容易搬運

為了能夠達到「可組合拆卸」的目的，我們參考 LEGO 積木組成如下的裝置，並手繪底座的设计圖。



經過與老師討論後，老師幫我們把設計修改成如下圖的結構，要拆卸組裝比較簡單，而且不佔空間，室內室外都可以使用，我們就可以輕易的搬運與操作了。



### 三、模型製作

接著我們自己先做一個收納組合式模型和一個車庫型模型，並且模擬注水測試，因為我們只是想求證設計的結構是否實用，因此我們不特別考慮模型的尺寸。

#### 收納組合式模型



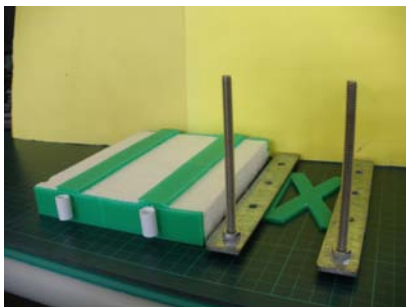
說明：製作底座支架



說明：停車位黏上外管



說明：鎖上底座支架螺絲



說明：模型完成



說明：把模型置入容器中



說明：模型置入容器中（俯視）



說明：注入水後，車位緩緩升起。

模擬結果：

1. 老師建議我們底座鐵柱部分用長螺絲鎖在鐵片上比較容易保持垂直。
2. 底座鐵架黏貼時務必保持平行與垂直，不然管子無法順利隨水上升跟下降。
3. 第一次注水，我們會懷疑我們製作的角度是否夠精準，沒想到水慢慢注入後，水的浮力與流動會把車位微調，左右搖擺，很順利的一次就成功了。所以只要外管和內管的管徑不要太過接近，浮力會幫忙微調，並且保持水平上升跟下降。

### 車庫型模型



說明：老師幫忙在 C 型鋼鑽孔作為車庫底座



說明：在底座上鎖上四根螺絲



說明：用 PP 瓦楞板包覆保麗龍的停車位



說明：車庫模型，未注水



說明：模擬低水位注水



說明：模擬高水位注水

模擬結果：

1. 爲了模擬車庫的地板，老師幫我用一塊可放入水槽的 C 型鋼，在上面鑽四個孔，並鎖上螺絲，保持與底面垂直。
2. 我們把車位的四個孔盡量挖大，讓它上升與下降比較沒有阻力。
3. 第一次注水試驗，也如同組合式模型一樣，很順利的上升了。

#### 四、停車位原型製作與事前準備

在實驗之前我們和老師去把跟別人借的沙灘車帶回來了！這台沙灘車已經不能發動了，所以不用擔心他會暴衝。老實說，我剛看到這台沙灘車有點擔心，我們的實驗真的做得起來嗎？

沙灘車到時候要放在保麗龍上，保麗龍放在游泳池哩，然後在慢慢的把水灌到游泳池裡，如果保麗龍有浮起來，我們的實驗就成功了！



秤沙灘車的重量：

要知道沙灘車的重量，才能推測保麗龍要多大塊，才能浮起來！

方法一

1. 在秤上面放一塊長木板，沙灘車的輪子才能一次放兩個，第一次先秤前兩輪。
2. 第二次再秤後兩個輪子。
3. 將兩次秤出來重量加起來，再減掉木板重量乘以二。

測量結果：

木板：4kg 沙灘車第一次測量：58.5kg 第二次測量：58kg

沙灘車： $58.5+58-4\times 2=108.5$  kg

方法二

1. 在磅秤上放上四塊磚頭，再把整台沙灘車底座支架放到磚塊上。
2. 將秤出來的重量減掉磚塊的重量。

測量結果：

磚塊：7kg 沙灘車+磚塊：121.5kg

沙灘車： $121.5-7=114.5$  kg

(兩個數據雖有差距，但此數據只是要計算保麗龍的長、寬、高至少要多少)

丈量沙灘車的長、寬、軸距及輪距：

長：150cm 寬：90cm 軸距：97cm 輪距：66cm（停車位框架的寬）

		
說明：測量前輪（方法一）	說明：測量後輪（方法二）	說明：墊磚塊在車架下，整車測重
		
說明：磚塊加車子重	說明：測量輪距 66cm	說明：測量軸距 97cm

由以上測量車重及車長、車寬的數據，我們知道根據我們在實驗二所得到的一個算式：

（保麗龍板底面積）×（下沉量）約等於承載砝碼重的值（不考慮兩者的單位）

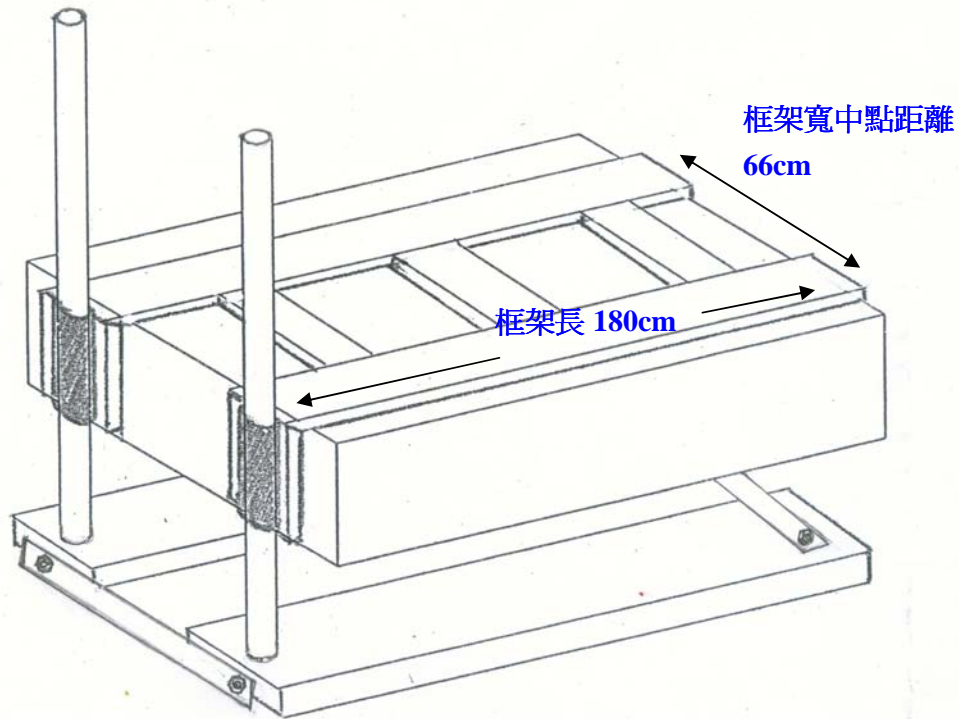
因此我們取可以承載沙灘車最小底面積  $150\text{cm} \times 90\text{cm} \times \text{厚度} = 108.5\text{kg} \times 1000$

得知厚度  $= 8.04\text{cm}$

我們請老師幫我們訂購保麗龍塊，老師詢問的結果是：工廠生產出來的保麗龍塊有統一的兩種長寬尺寸，第一種是 180 cm×90 cm，第二種是 184 cm×100 cm，厚度由我們自己決定，但第一種是高密度，第二種是低密度。和老師討論的結果是：選擇第二種保麗龍，雖然是低密度，但底面積較大，比較不容易翻車。請工廠長寬、不裁切，但厚度裁成 20cm，這樣強韌度比較好，而且實驗也較容易成功。

由以上的算式得知  $184 \times 100 \times 20 = 368000$  整塊大概可以承載 368 kg 的重物。

在做模型的過程中，老師也拿組合型車位的模型設計圖請開鐵工廠的親戚製作停車位框架與底座和支柱，尺寸如下：



說明：製做停車位框架



說明：製做底座與支柱



說明：完成品

停車位支架完成了，保麗龍塊也購買回來了，我們先完成秤重，鐵框架是 18kg，保麗龍塊是 2kg，老師也協助我們組裝。



說明：車架秤重（18kg）



說明：保麗龍塊秤重（2kg）



說明：保麗龍塊放入車架



說明：把沙灘車放到組好的車位上，檢視結構是否穩固



說明：框架和底座一起組裝完成



說明：框架和底座拆卸後收納，所佔空間不大

在組裝時，我們發現底座的支柱管徑似乎太大，地面不平整時，鐵柱與地面就不會保持垂直了，車位會因鐵柱角度的問題無法順利上升下降。和老師們討論後，決定請工廠修改成較細的支柱。



說明：把粗管鋸掉後的底座



說明：改裝成細管



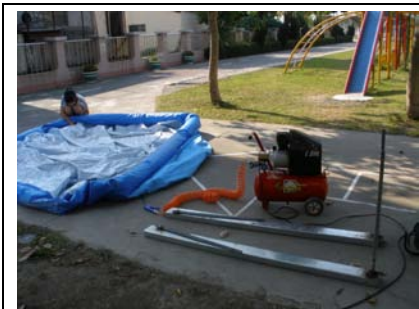
說明：新細管支柱完成

## 五、停車位原型注水測試

### 第一次注水測試：

#### 步驟：

1. 先把底座放到游泳池裡，並充氣。
2. 把框架放到保麗龍上。
3. 框架跟保麗龍組裝好，穿過支柱放到底座上。
4. 沙灘車搬上保麗龍車位上，並讓重心保持在車位中央。
5. 開始放水到游泳池裡。
6. 水放到保麗龍的大約一半高時，車位就會慢慢的浮起來。



說明：準備注水測試器材



說明：準備注水測試器材



說明：老師幫忙組裝底座

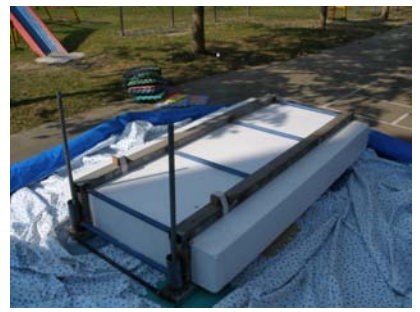




說明：底座組裝完成



說明：框架組裝完成



說明：整組停車位組裝完成



說明：把沙灘車搬上停車位



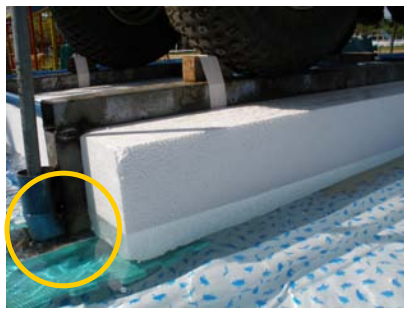
說明：測量未注水時車位高度



說明：開始注水



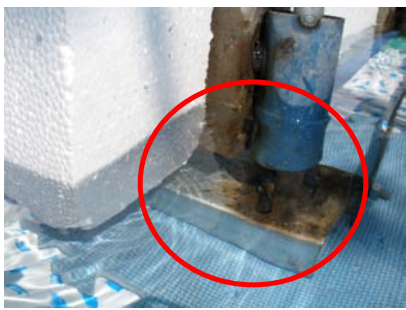
說明：車位未浮起時，左側支柱與框架相對位置



說明：車位未浮起時，右側支柱與框架相對位置



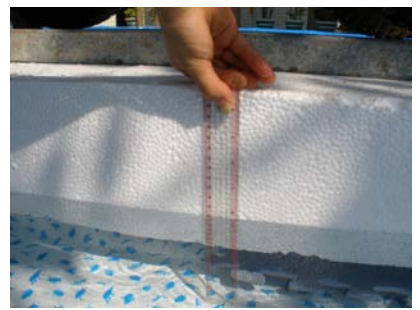
說明：繼續注水，車位剛浮起



說明：車位剛浮起時，左側支柱與框架相對位置



說明：車位剛浮起時，右側支柱與框架相對位置



說明：車位剛浮起時，測量車位保麗龍塊下沈入水深



說明：繼續注水



說明：請一位組員坐在車上，車位仍在漂浮狀態

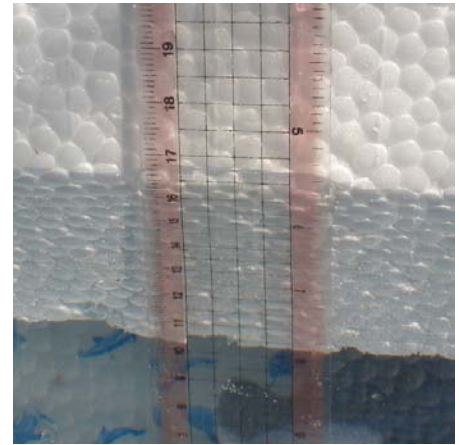


說明：兩位組員一起坐上車，車位仍然漂浮著

### 觀察、操作與討論：

#### 觀察與測量：

1. 未注水時，保麗龍塊頂端距離池底 27cm，所以底座高度是  $27 - 20 = 7\text{cm}$ 。
2. 我們左右搖動車位判斷車子是否浮起，車子開始很容易搖動時，停止注水，此時大概是浮起的瞬間，測量保麗龍頂端距離水面大約是 13.5cm，所以保麗龍入水深  $20 - 13.5 = 6.5\text{cm}$ ，跟之前我們所得的理論計算的入水深 6.96cm（註 1）有差距，不過讓我們很放心的是：車位很順利的浮起來了。
3. 由相片觀察保麗龍塊入水深約 6.5cm（如右圖）。



註 1：我們之前實驗所得的算式：

（保麗龍板底面積） $\times$ （下沉量）約等於承載砝碼重的值（不考慮兩者的單位）

代入保麗龍塊的長、寬與（車重+車位重）


$$184 \times 100 \times (\text{入水深}) \approx (108 + 20) \times 1000$$



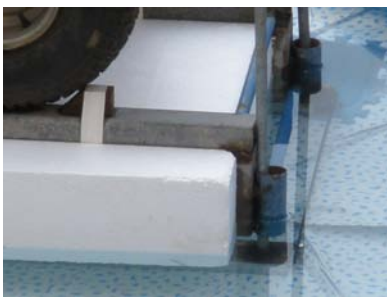

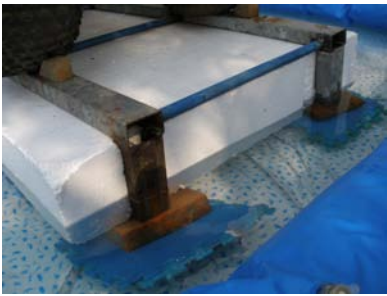

$$(\text{入水深}) \approx 6.957$$

#### 討論：

1. 測試前我們需先規劃操作的流程，因為如果步驟如錯置了，需把水漏掉，重新來過，這樣會浪費很多水，也會浪費很多等待注水的時間，水資源珍貴、時間寶貴。
2. 水慢慢加進泳池，水深一直一直增加，我們的心跳也隨著增加，深怕理論與實務有很大的差距，但是水深超過保麗龍 6.5cm 後，車位便開始浮起。測量水深與理論水深差距的原因可能是：①水有波動判讀不易。②測量時，車位稍微傾斜，保麗龍一邊入水較深一邊入水較淺。
3. 我們一開始深怕框架的外管與支架的內管會相互干擾而卡住，以致無法順利上升，試驗的結果發現，我們的疑問是多慮的，因為水慢慢淹上來一直讓車位保持水平上升，而且框架會受水的流動自行微調，所以置放底座時，只要支柱的角度誤差不太大都不會影響上升。

第二次注水測試：  
步驟同第一次注水測試。

		
<p>說明：準備試驗器材</p>	<p>說明：組裝底座</p>	<p>說明：組裝框架與保麗龍塊</p>
		
<p>說明：框架與底座組合</p>	<p>說明：停車位組裝完成</p>	<p>說明：游泳池充氣</p>
		
<p>說明：老師幫忙把沙灘車搬上車位</p>	<p>說明：老師講解給學校的小朋友聽我們的研究</p>	<p>說明：未注水前左側支柱與框架相對位置</p>
		
<p>說明：未注水前右側支柱與框架相對位置</p>	<p>說明：大家一起幫忙注水</p>	<p>說明：停車位浮起來了</p>

		
說明：這次水注入比較多	說明：浮起後左側支柱與框架相對位置	說明：浮起後支柱與框架相對位置
		
說明：開始洩水	說明：停車位慢慢下降	說明：停車位又回到原來位置

### 第二次注水測試：

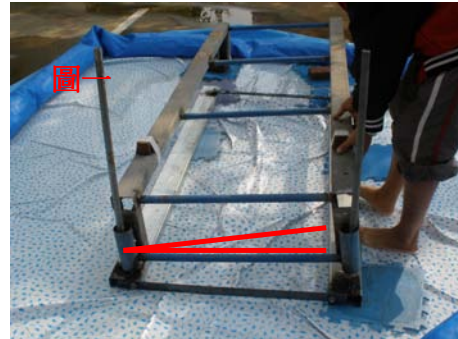
#### 討論：

1. 我們邀請學校的小朋友一起觀看，我們一邊操作，老師一邊講解，事前我們和老師問小朋友，「這樣的車位構造是否能把車子抬（浮）起？」，未注水前大部分的人都認為「這麼輕的保麗龍不可能抬起這麼重的車子」。而這次的水加得更多，水深更深，車位浮起時，他們都覺得不可思議！老師抱起更多人上車乘坐，車位也是依舊漂浮。
2. 這次的試驗，車子停放重心有點偏右，車位浮起時稍不水平，但因支柱卡住框架外管，而不至於翻車。
3. 很多人提出疑問，當浪來時整組結構會不會翻覆？我們的想法是：

- (1) 底座的橫向支架我們的設計如下圖一、二可防止擺放錯位，而導致框架外管卡住內管支柱，無法升降。



- (2) 底座的部分是一個長方形的框架結構，類似翻倒的書桌，頭下腳上（如右圖），我們搖動桌腳要相當大的角度才有辦法把桌子搖成側翻。
- (3) 框架的部分它因受制於支柱與外管的間隙，所以能傾倒的角度有限度，車子還不至於側滑下去（如下圖一）。
- (4) 而且兩個結構是獨立的，不是綁在一起的，所以互相影響的因素較小，浪來了，車位應該只會隨浪上下升降。
- (5) 我們刻意用力把車子下壓（如圖二），停車位的最大傾斜度如圖，因為內外管徑的間隙只允許成這樣的角，因此車子的重心還留在中央，不至於翻車。



## 伍、研究結果

一、在浮力與承載力實驗中，我們得知：

浮體水面以上的空間（體積）愈大，它的承載力愈大，類似彈簧秤原理（請參照實驗一：觀察與討論）。

二、在保麗龍板的承載重和沉入水中的下降量實驗，我們得到：

1、承載砝碼重 =  $k \times$  下沉增加量，類似彈力原理，虎克定律： $F = k \times x$ 。

2、保麗龍板底面積減為一半，承載同重的砝碼，下沉量幾乎是原來的兩倍；下沉量與厚度無關，與底面積的大小有關。

三、浮體承載重物有一個最大承載量（臨界承載重），超過此量便會下沉。

四、我們設計的可拆卸組合型的車位和車庫型的模型注水測試都是成功的，歡迎到我們學校來參觀。

- 五、根據我們設計製做的可拆卸組合式的車位原型，拆卸組裝簡易，收納也不佔空間，符合我們原始動機，注水測試也是成功的。
- 六、車位在慢慢上升時，我們發現「水流像溫潤的雙手」，會扶起車位，左右搖擺微調，柔順的把車位浮起，並不會因為地面不平，底座稍有錯位、支柱角度稍不垂直，而框架外管與底座支架內管卡住，影響上升或下降。

## 陸、結論

- 一、水災很可怕會把汽車淹沒，財產損失很大，但是我們也可以利用水有浮力與流動的特性，可以抬起重物。我們的設計理念與實驗證實此研究是可行的。
- 二、浮體的底面積越大、厚度越愈，可承載的重物愈重；因此，只要保利龍塊的體積夠大，框架結構體夠穩固，甚至連坦克車、飛機都可以停在上方而不下沉。
- 三、根據我們的研究結果，容易積水地區的居民也可依照我們設計的理念，自行 DIY 一個停車位，以便不時之需。
- 四、車庫的原型因場地與設備經費關係，我們無法製作一個原型模擬，不過老師告訴我們此設計理念若做成原型，比可拆卸組合型更容易成功。
- 五、可拆卸組合型停車位可再放大製作，增加結構的穩固，我們計算過底面積大約放大五倍，厚度不變，即可承載 1.5 公噸的汽車。
- 六、日後有機會，我們再延伸製作與設計，校長說要借汽車與魚塢和請吊車來協助我們試驗，若有更進一步的研究報告，再找機會發表。
- 七、保利龍塊可以用其他材質替代，框架也可以用較輕的金屬材質替代，比較容易搬運與保存。

## 柒、心得感想

組員 A：

- 1. 在做科展時，我們和老師準備了很多實驗用品，我們也做了很多次實驗。實驗過程非常有趣，也讓我學到了以前不曾聽說過的東西，讓我多動手、動腦筋。
- 2. 在實驗過程中，有好多次的實驗結果都跟理論上不同，但老師說其實我們這次實驗最主要目的是讓停車位可以順利升降，所以只要保有科學精神與態度，才是我們該學習的。
- 3. 這次我們做出來的東西，只要淹水時就一定派得上用場，雖然可能還需要再改良，但對我們這些住在低窪地區的居民來說，已經有很大的幫忙了。

組員 B：

1. 看到這次八八水災後一大堆車子、家具全泡在水中，我就在想：有沒有方法可以避免這些問題呢？就開始研究浮力，我想讓車子浮在水上。在研究的過程中我學到了許多新知識，也研究出解決方法，真是一舉兩得。
2. 感謝在做研究時，曾經幫助過我們的人，如果沒有你們，我們也不能那麼順利的完成這項研究報告。對於你們的從旁協助，讓我們快速的解決了許多難題，尤其是我們的指導老師，犧牲了許多私人的時間來指導我們，我們要向你們致上十二萬分的感謝！

### 捌、參考資料

(英)查理斯·泰勒(2004.3)。漂浮與下沉。載於**資優生科學百科第七冊—力學與動能**(326-327頁)。台北縣：閣林國際圖書有限公司

張震洋(2002)。浮力。載於**科學小釣手(物理走廊)—力、功、能**(45-51頁)。台北縣：泛亞國際文化科技股份有限公司

涂維聖(2000/12/15)。浮力原理。雲林縣國中組教育網，自然與生活科技。2000年12月15日，取自 <http://class.ylc.edu.tw/~boe02/sin/bandit/floating.htm>

台北教育大學教育傳播與科技研究所(無日期)。淺談浮力。學習加油站。取自 [http://content.edu.tw/junior/phy\\_chem/tp\\_ct/lab/244/ch1\\_4.htm](http://content.edu.tw/junior/phy_chem/tp_ct/lab/244/ch1_4.htm)

台灣師大物理系物理教學示範實驗教室(無日期)。阿機米得浮力原理。Demolab 悟理！物理。取自 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/html.php?html=flash/buoyant>

## **【評語】 080807**

本作品基於泡水車在台灣颱風水災後之損失龐大，而欲研發可拆卸組合式隨浮力升降之停車位，經作者不斷就浮力、液體彈力、固定載具、板子隔絕及可收納組合式等進行探討及改良設計，最後提出之設計作品，確實有隨水位升降停車位之功能，故被推薦為佳作作品。