

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 化工、衛工及環工科

第三名

最佳(鄉土)教材獎

091102

開口笑的春天-浮油回收

學校名稱：高雄市立中正高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二 閻立峰	吳坤星
職二 吳佳峻	洪文榮
職二 簡正宇	
職二 李致豪	

關鍵詞： 海洋生態保育、油水分離、浮油回收

# 開口笑的春天-浮油回收

## 摘要

本研究乃針對歷年來海事意外所導致海洋受油類污染，其目的是將漂浮在海面上的浮油加以收集，油水分離、儲存、廢油再利用。

對於大面積的污染海域，效果僅次於分散劑(化油劑)的浮油回收系統將是最快速、最便捷的處理方法，大量的使用分散劑，反而造成了二次污染。

分散劑在使用上有許多限制，第一：24 小時內，除油效果最好，反之，因時間拉長則效果遞減；第二：分散劑對原油有 51% 效果，對船用油則僅 18%。

大面積的污染海域，雖然分散劑噴灑的成本遠較機械式浮油回收節省，但二次污染所造成水生生物的浩劫並不是金錢可以衡量的。而機械式浮油回收能將浮油處理的更環保，在持續不斷的改良進步下，回收效率超越分散劑指日可待。

## 壹、研究動機

2001 年 1 月 14 日希臘籍三萬五千噸雜貨輪阿瑪斯號(Amorgos)因失去動力，擱淺在墾丁海域，1 月 18 日船體破裂，發生漏油現象，至 2 月 16 日，總共撈除油污 462 公噸，動員人力 10000 人次，而後續的處理工作，人力及費用更是前者倍數之多。船舶因漏油所引起的重大災害，1999 年 12 月艾利卡號油輪，在法國外海沉沒，造成了漁業及觀光都陷入絕境，法院判決污染罰款折合新台幣 91 億元天價。

海洋能供給人類運輸、資源、休憩及最重要的食物，為了倡導生態保育及保護海洋資源的永續發展，每個人都是地球村的一份子，海洋保護是刻不容緩的，所以我們以學過的技能及知識來加以利用，最後討論出油水分離系統當做本次研究的題目。

## 貳、研究目的

探討如何配合實驗後設定及調整找出：

- 一、如何更有效的將海上的浮油回收和油水分離，突破現存的處理方式
- 二、如何能在最短的時間內將浮油撈起，以避免浮油污染的擴大
- 三、如何將油水分離系統的效率由 55%提高至 60%以上
- 四、如何能突破分散劑的所不能使用的限制{參考資料 1}
- 五、提高浮油回收船船舶使用率

## 參、研究設備器材

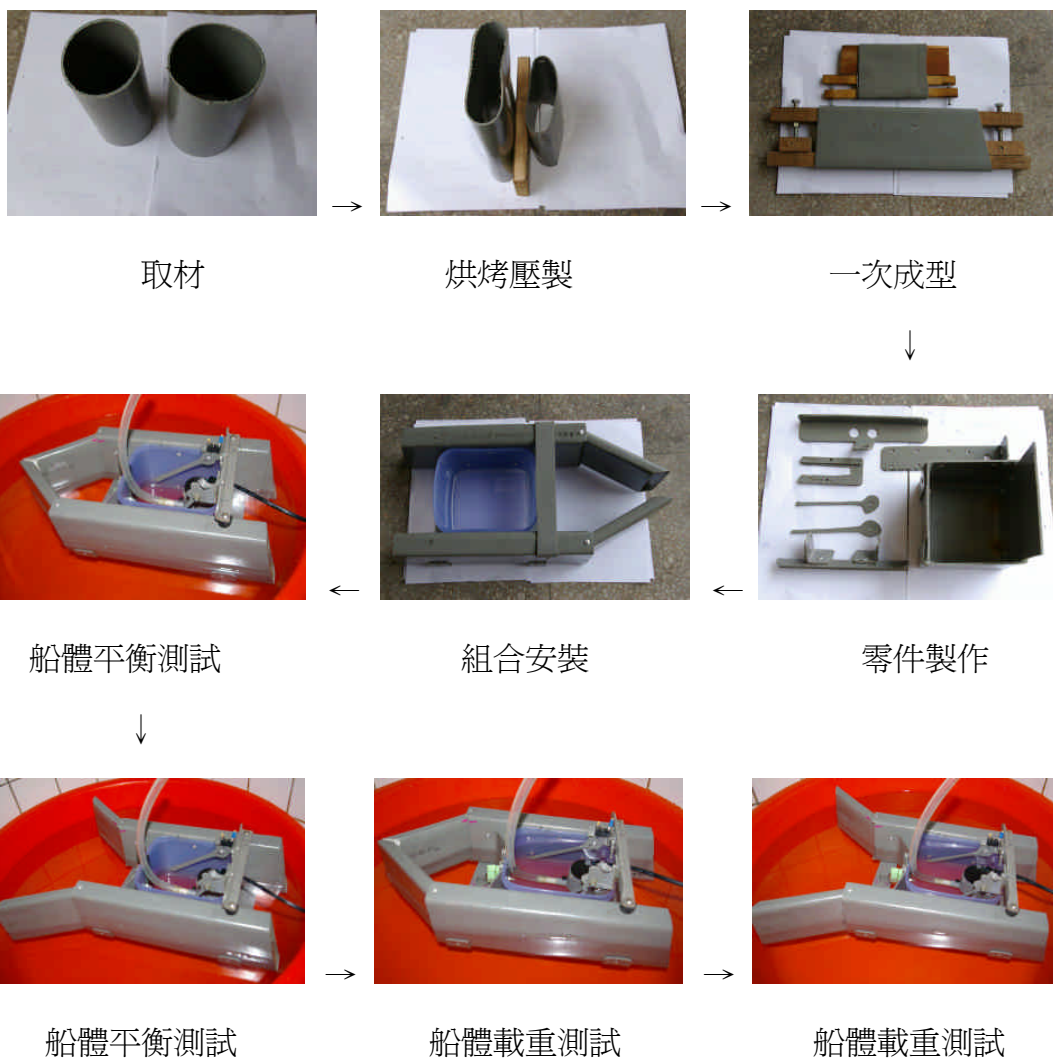
- 一、PVC 管(100mm、80mm、1/2 吋)
- 二、9mm 塑膠硬管及 9mm 透明管
- 三、水族使用抽水馬達
- 四、海水、淡水
- 五、沙拉油、潤滑油、海運燃料油
- 六、馬克筆
- 七、電磁接觸器及過載電驛
- 八、NFB 及二手電磁閥
- 九、保險絲及 MK2P 繼電器
- 十、液位開關(自行製造)
- 十一、浮動開關(自行製造)
- 十二、微動開關

## 肆、研究過程或方式

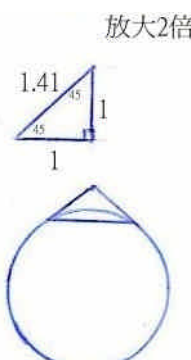
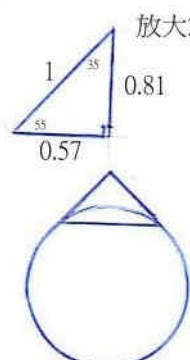
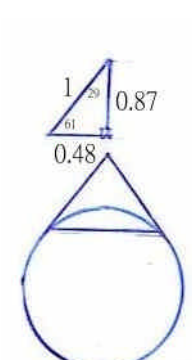
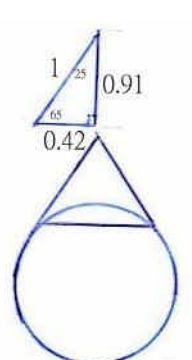
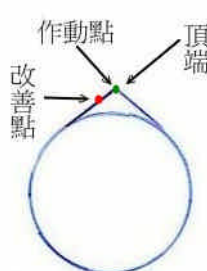
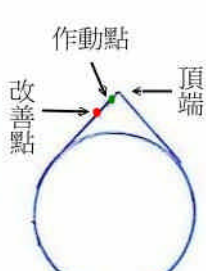
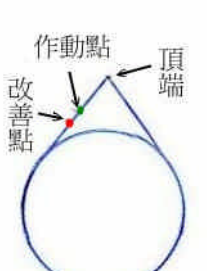

一、船體主要材料為 PVC(聚氯乙烯)，由於易於烘烤、壓製、成型，且重量適中，可分段完成，再予組合。

製作長方形船體時，使用擴管技術無法一次成型，經討論後，設計一木材模具，利用螺絲對木材的施力，依木模的形狀，經烘烤、壓製，即可一次成型。

船體施工說明過程

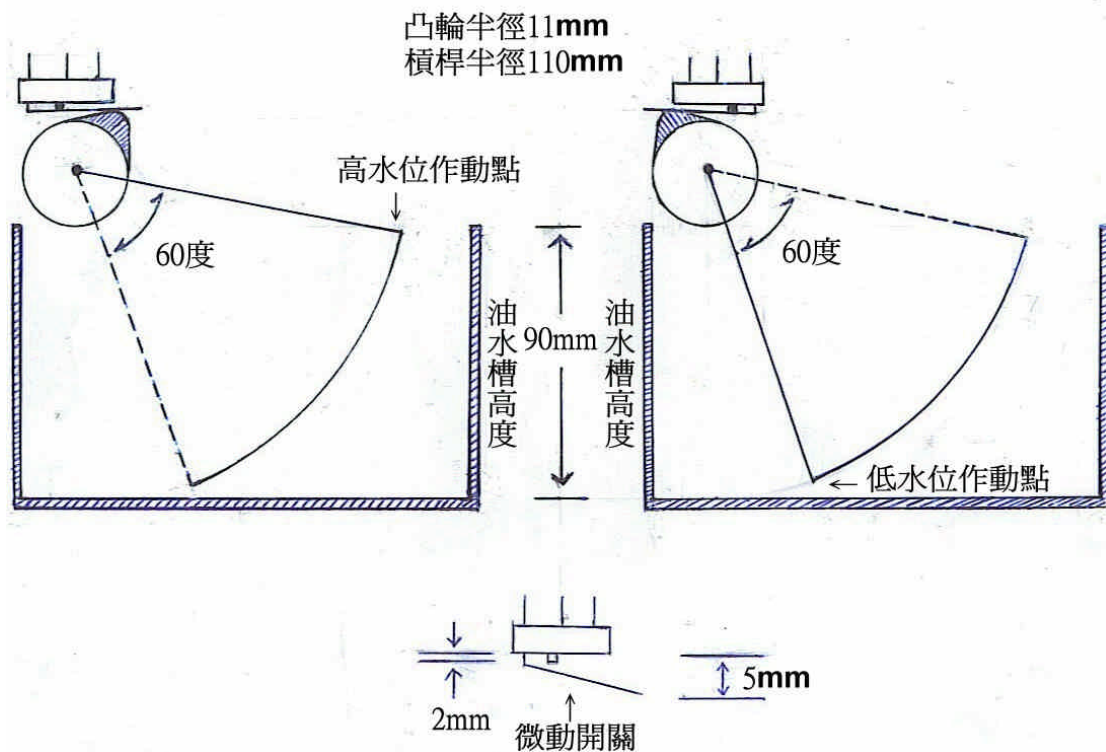


## 二、凸輪尺寸測試紀錄

凸輪尺寸	3mm	5mm	7mm	9mm
評估可行性	作動點在切線最頂端，位在修圓無效部份	作動點在切線 2mm 位置	作動點在切線 6mm 位置	作動點在切線 8mm 位置
改善情形	將作動點下移 4mm，作動距離過短，須調整微動開關	將動作點下移 2mm，提高圓心位置浮體槓桿增加長度，微動開關作動良好	將作動點下移至 2mm，降低圓心位置，微動開關需移位	無法改善
槓桿配合度	高低水位圓弧不足，油水槽高度有效範圍 50%	高低水位圓弧有效範圍可達油水槽高度 90%	高低水位圓弧過大，微動開關及凸輪需下移，油水槽高度有效範圍 60%	0
最佳選擇	不採用	採用	備用	不採用
三角函數計算改善點	<p style="text-align: center;">放大2倍</p> 	<p style="text-align: center;">放大2倍</p> 		
凸輪示意圖				

### 三、凸輪與高低水位作動點設定

單位：mm



$$\text{大圓週} = 220\pi \div 690.8$$

$$\text{小圓週} = 22\pi \div 69.08$$

$$360/60 = 6$$

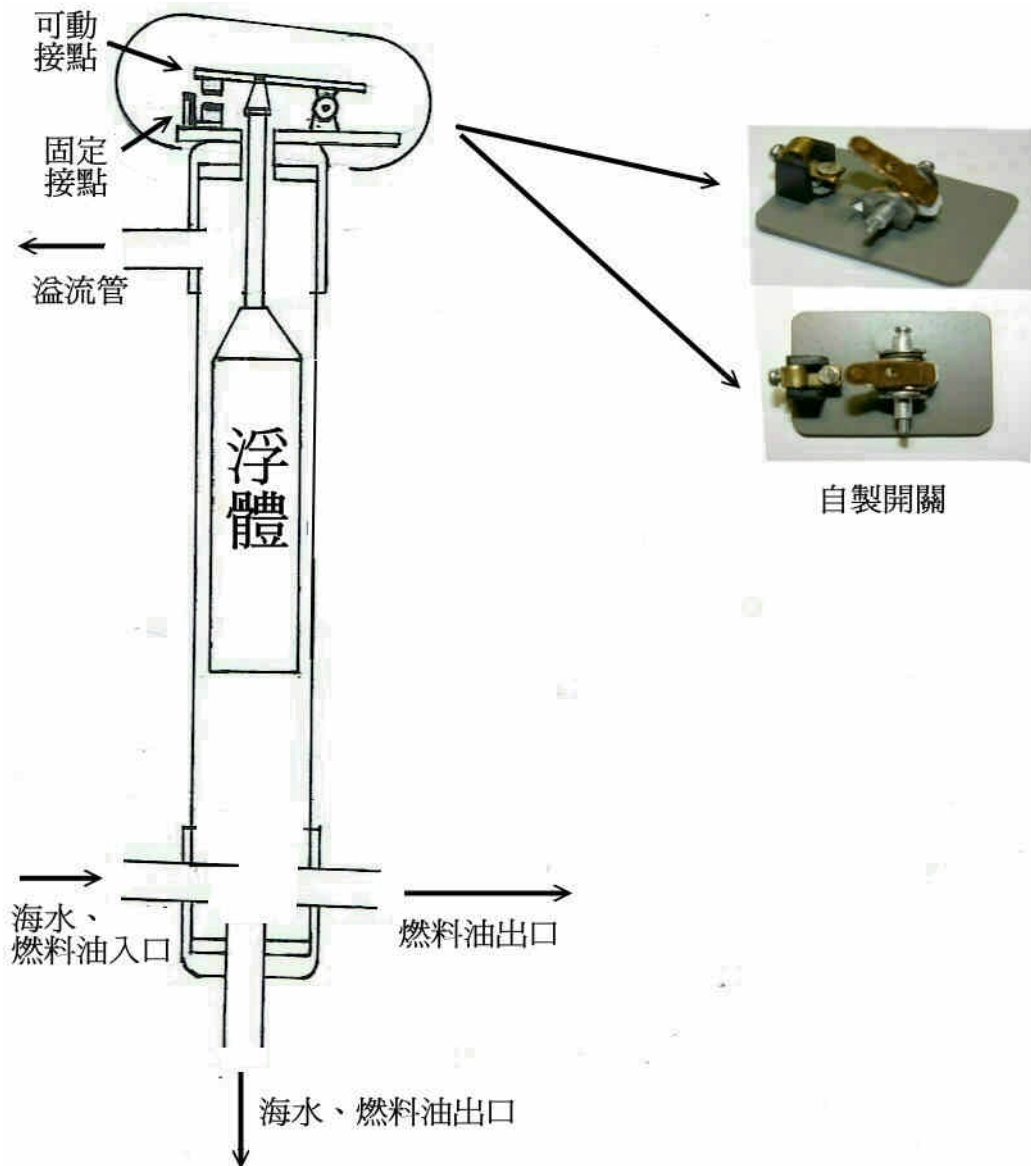
$$690.8/6 = 115$$

$$69.08/6 = 11.5$$

由於微動開關作動鐵片開閉之間有 5mm 的間隙，其中大約 2mm 是其內部彈簧的壓縮變位尺寸，剩下 3mm 可調整與凸輪的間隙。高水位凸輪需配合浮體槓桿的長度，其上下位移，所形成的弧度與凸輪轉動的距離要有一定的比例，低水位凸輪作動點則與高水位作動點相反，爲了增加浮體作動的準確度，浮體內增加小鐵塊，一但浮力消失，重力隨即發生作用。

高低水位之間的夾角，原設定爲 55 度，測試時，動作延遲，經多次測試，夾角提高至 60 度，動作合乎預期。

#### 四、油水分離器動作原理



油水分離器設計上是困難度最高的，黏度則是分離的重點，尤其進出口管徑的選擇，需配合幫浦的出力。浮體的浮力，對原設計的微動開關，無法作動，經參考其它開關，無一合乎浮力的條件，自製開關就變成唯一的選擇了。

自製開關：主要有可動接點及固定接點兩部分所組成。

因無彈簧或鋼片緊壓可動接點，當可動接點閉路時，所控制的繼電器，在開閉路之間不停的切換，而導致了整個控制系統的失靈。

經過調整後，以浮體連結可動接點，當浮體下移時，可動接點則因浮體的重量和固定接點緊密接觸，而解決了此一問題。

油水分離器動作：當海水進入，浮體上移，頂開可動接點，形成開路，海水管線開啓，當燃料油進入，浮體下移，可動接點閉路，海水管線關閉，燃料油管線開啓，而形成油水各成一路，達到分離的目的。

### 五、幫浦測試紀錄

幫浦瓦數	3W	6W	12W	18W
抽水高度	6mm 管徑 65cm	9mm 管徑 72cm	9mm 管徑 120cm	體積過大 無法容納使用
抽油高度	41cm	45cm	88cm	
評估可行性	出力不足	出力不足 更改困難	出力足夠 需配合油水 分離器的高 度的高度	無法使用
採用			V	

幫浦的選擇需考慮所佔的體積、出力及管徑的選取，12W 幫浦配合 9mm 溢流管，降壓的情況非常穩定，可避免水壓過高，頂部分離開關短路。

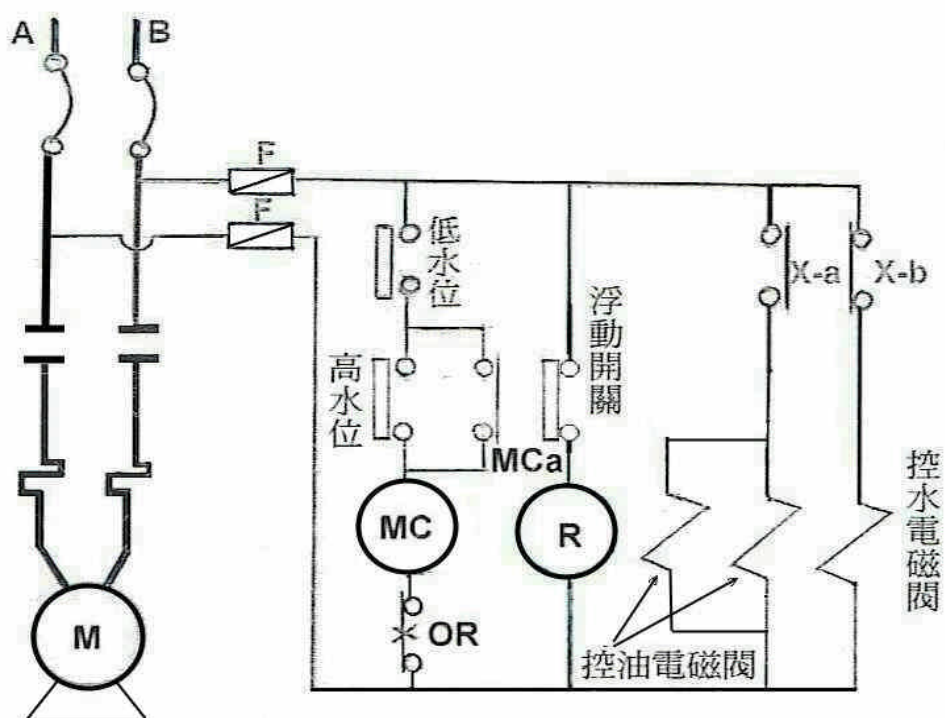
### 六、油水分離器測試紀錄

頂端高度	45cm	47cm	48cm	49.5cm
輸出水力	溢流量過大 頂部輸出量大	溢流量過大 頂部溢出	溢流量不穩定 油水分界不明顯	溢流量少量 作動良好
輸出油力	流量太多 開關無法閉路	流量太多 開關間歇性開閉	油量太多 開關間歇性開閉	開閉動作 明顯
旁通管壓力	過高	過高	次高	適中
分離效率	30%	38%	42%	63%
採用				V

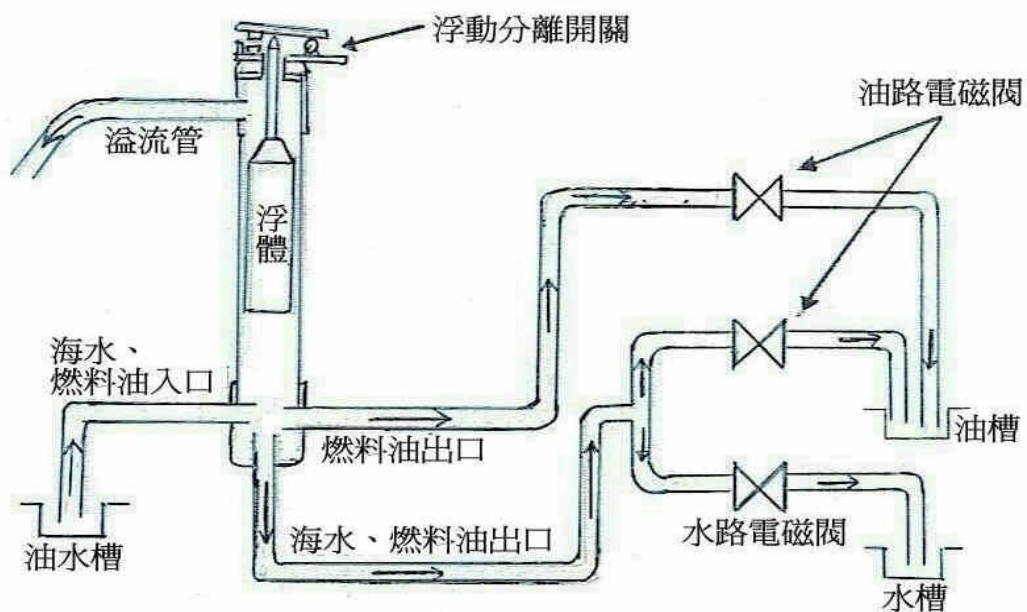
油水分離器的高度選取主要以水的黏度做基準，在幫浦壓力不改變下，油類因黏度較高，以不作動浮體的流量輸送。



七、油水分離系統電路控制圖



八、浮油回收工作流程

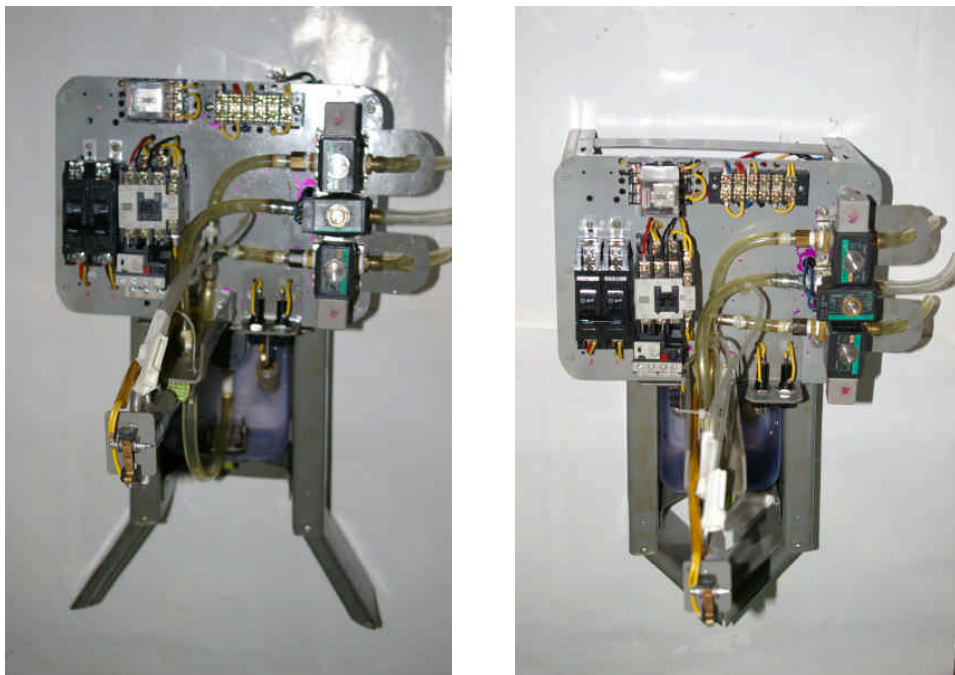


## 伍、研究結果

經過各部份零主件安裝完成，由最簡易的自動控制，槓桿機構、浮力、重力等驅動方式組成。

浮油回收工作流程：首先船艙由兩片活動 PVC 利用模擬油壓方式，分別向左右各旋轉 30 度，增加攔截浮油的表面積，船體前進時，浮油則經由導流而流至浮體所控制的閘門，浮體隨著海平面調整入口的高低，待油水槽達到設定上高位時，高水位開關因浮力而作動，同時，電磁接觸器 MC 通路，同步啓動幫浦，海水及燃料油因黏度不同，海水先輸送至油水分離器，頂部分離開關因浮體浮力頂開可動接點，形成開路，繼電器則切換至 b 接點，b 接點則控制電磁閥 A，水路管線開啓，待油水界面通過後，浮體下移，頂部活動接點閉路，繼電器則切換至 a 接點，a 接點則控制電磁閥 B、C，油路管線開啓，形成油水各成一路，達到油水分離的目的，待油水槽抽至低位時，幫浦自動停止，當油水槽的再次高水位啓動時，油水分離循環動作再次開始。

由於幫浦出力與浮力開關的配合，燃油黏度由 30cst~150cst 的範圍內，分離效率都可達到 63%以上，已超越現存浮油分離 55%的效率，且油水槽體積愈大，效率則愈高。



作品完成圖

## 陸、討論

- 一、 Q： 光電開關代替浮動開關的設計圖，不是比較簡單嗎？那為什麼不用光電開關？  
A： 使用光電開關時，經實驗證實，只要比較混濁的海水，遇到鏡片反射型的光電開關 45cm 距離時，光電開關還是會動作，會誤把較混濁的海水以為是油，因此使用浮力開關代替光電開關較為理想。
- 二、 Q： 浮力開關為何需自行設計，而不使用市面上能購得之零件？  
A： 經過了數次的實驗證明，浮力對於直接施力點作用不大，連對最迷你的微動開關，作動時也常誤判。
- 三、 Q： 之前使用 PVC 管做成的油槽，為何最後不採用了，而使用塑膠盒子？  
A： 使用 PVC 油水槽時，當組合完成下水試驗，發現 PVC 油槽過重使船增加重量，易造成下沉與傾斜，所以採用市售較輕的塑膠盒來取代。
- 四、 Q： 浮力開關可配合水銀接點開關，為何不採用？  
A： 水銀開關因開閉作動範圍極小，僅適合陸地，並不適合海上使用。
- 五、 Q： 海上處理浮油使用真空抽設備效果如何？  
A： 真空抽設備就像抽化糞池所使用衛生工程設備，一有空氣滲入，真空失效，將無法抽取，尤其吸口需置放水下 5cm 左右位置，若浮油厚度不足，則抽取的液體大部分都是水。
- 六、 Q： 為何船艏設計左右各旋轉 30 度？以何作依據？  
A： 當新船於海上試航時，其舵角角度不可超過左右舷各 35 度，且船舵裝置在船尾，船艏衝擊力比船尾大，設定在 30 度，則考量作業時的安全。
- 七、 Q： 為何浮油回收船舶使用率偏低？  
A： 浮油回收船使用率偏低的原因，主要因洩漏的事件平均幾年才發生一次，空置的時間過長，並不合乎成本，因此回收船可設計成多用途。
- 八、 Q： 若意外事故發生離海岸幾日的航程，浮油回收如何儲存浮油？  
A： 船舶往返之間，耗日費時，只需在船上增設廢油鍋爐，將浮油含水量降至 10% 以下，供其燃燒，雖然會產生大量一氧化碳，若和海上污染比較，兩害取其輕。

## 柒、結論

對我們而言，所謂的理論，只能一知半解的揣測，從何處切入還真是一大困難，剛開始設計時，只能透過天馬行空的想像力和指導老師的解答，有時甚至連問題都提不出來，作品的概念只存在腦海中，到最後還是回到了原點。一切還是以理論來做基礎，再一步一步的驗證，僅能用有限的專業知識，一次又一次的突破瓶頸，絲毫馬虎不得，總算有些成果，能做到這種進度，連同學都認為不太可能。

在研究初期，許多看似簡單，反而成為問題；研究中後期，為了尋求問題的解答，反而發現的更多可利用的知識，空氣動力，使用在海上及含有油氣的區域，比電器安全的多，尤其小型浮油回收器具，幫浦都是以電力或引擎為動力來源，空氣動力則不會產生火花及漏電的危險。

在幫浦測試紀錄中，發現管內摩擦力，可表示出黏度的數據，在定量同溫的油，以小型幫浦輸送，所得到的高度，比照標準燃油黏度的高度，即可判斷出燃油黏度，雖然會有誤差，但比毛細管黏度測定及黏度杯測定要經濟的多，且不會阻塞。

為了增加分離低黏度燃料油，則需設計另一組油水分離器，分離黏度介於 2.9cst~30cst 的範圍。150cst 以上的燃料油，則需增加幫浦的出力，配合出口的回流調整壓力，以浮體上下位移來作為油水分離的關鍵。現存浮油處理設備中，除了分散劑的使用外，大多偏重於真空抽油。在小面積漏油意外，常使用吸油棉、吸油纖維、頭髮等，當這些吸油物質飽和時，必須以擠壓方式將油水分離，效率與速度提升將受到限制。

在日常生活中，許多微小的事物，往往隱藏著大學問，只要用心去探討，所得到的收穫是無窮無盡的，成就感更是造就了進步的原動力。

## 捌、參考資料及其他

### 【單篇文章】

一、漏油處理面面觀(<http://study.nmmba.gov.tw/upload/Resource/conserv1024.htm>)

### 【網路資源】

二、維基百科

(<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%BF%E7%91%AA%E6%96%AF%E8%99%9F%E8%B2%A8%E8%BC%AA%E6%B2%B9%E6%B1%A1%E4%BA%8B%E4%BB%B6>)

三、浮油回收裝置

(<http://www.penda.com.tw/pro-02-002.htm>)

四、淺灘型充氣浮油回收器操作保養手冊

(<http://www.ecoequipments.com/cht/pdf/boat-skimmer.pdf>)

五、晶誠股份有限公司、旺德實業有限公司

(<http://www.commerce.com.tw/wd/c/d.htm>)

六、施樂百達國際科技有限公司

([http://www.slpd.com.tw/new\\_page\\_58.htm](http://www.slpd.com.tw/new_page_58.htm))

七、奇摩部落格-羅米船長的航海日誌

(<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!VJRapz2eXQOEiejTh1A-/article?mid=674>)

八、奔達貿易有限公司

(<http://www.penda.com.tw/pro-02-002.htm>)

九、國立交通大學環境工程研究所 第二十四屆廢水處理技術研討會論文集

(<http://www.cfiln.nkmu.edu.tw/paper/Conference/1999/99-2.pdf>)

十、中油油品行銷事業部-船用燃油規範

([http://www.cpc.com.tw/big5\\_BD/tmtd/content/index.asp?pno=4](http://www.cpc.com.tw/big5_BD/tmtd/content/index.asp?pno=4))

### 【工具書】

十一、幼獅文化事業公司-柴油機

作者:郭錦榮 第 242 頁 表 7-2 柴油混合比例與重油黏度之變化

十二、建興出版社-新編圖解自動控制

作者:浩司 第 152 頁~160 頁

十三、科友圖書股份有限公司-電工實習 II

作者:楊慶祥、黃盛豐 第 246 頁~247 頁

**【評語】** 091102

本研究設計一模型船體進行浮油回收和油水分離試驗。主要理論為利用油水黏度及比重不同，由簡單之槓桿機械控制，啓動分離器之運轉。研究頗具環保與實作意義，尤其研究動機建立乃基於台灣過去之數起輪船漏油污染事件，具有關懷鄉土的精神，未來建議進一步釐清油水黏度、比重與抽油管徑交互影響之原理。