



## 目 錄

一、前言	-----1
二、預防漏油之相關設備	-----2
三、污油回收之處理方式	-----9
四、除油劑之評估	----- 18
五、心得與建議	-----21

## 一、前言

隨著石油工業及海上原油運輸之發展，全世界漏油事件時有發生，其中最著名的，包括 1967 年發生於荷蘭沿岸的 Torrey Canyon 號事件，漏出原油 100,000 公噸、1978 年 Amoco Cadiz 號事件，所漏出的原油約有 220,000 公噸、1989 年於阿拉斯加威廉王子灣 Valdez 號事件，漏出約 360,000 公噸原油，每一案皆另人處目驚心，而其對環境造成的衝擊以及有形或無形的經濟損失更是難以估計。

針對海洋漏油事件的防止及處理，世界各個著名的研究單位，每年更是投入高額之經費做研究，而許多企業也相繼投入大筆預算去研發各式設備，其目的均是希望能預防意外漏油事件一再重演。

本廠在沙崙外海設置 2 座單點繫泊浮筒以卸收進口原油，為因應海洋污染防治法之施行，本廠亦依規定正積極研擬訂定『沙崙外海緊急應變計劃』，惟在策略上，預防意外漏油事件的發生應為上策，但防範不成而發生意外漏油事故時，則如何阻止漏油污染源繼續擴大，將成為非常重要的課題，而對於如何迅速有效的處理既已洩漏之油污，以降低對環境的污染及生態的衝擊，亦為本次赴美、日考察的主題。

## 二、預防漏油之相關設備

所謂預防勝於治療，如果能事先防範，減少漏油意外事故的發生，當然是最好的策略，因此近年來有許多企業，相繼投入研發各式各樣的防止漏油設備，其中具有及實用性之設備簡介如下：

### 1. 緊急脫接器 (breakaway coupling)

按裝於卸油蛇管上以防止卸油時，因繫泊大纜斷裂或油輪失控時，所造成的蛇管損壞及漏油和污染。

#### 本產品之特點

- (1) 在蛇管斷開時，避免了油品的外洩而不會造成對海洋環境的污染。
- (2) 在油輪出狀況時，保護卸油配備不會被損壞或蛇管破裂。這將可避免或減少工作停滯。在這種情形下，只需把脫接器拆下在把蛇管接回便可在繼續輸卸油工作。(拆下的脫接器還原後，可從新裝回蛇管上繼續使用)。
- (3) 避免急變壓力對油輪或浮筒系統的結構可能造成的損壞。
- (4) 目前為止所詳載的記錄中，油輪在卸油時所發生的游離事件約 70 件，但它們都因裝有此產品而免於漏油污染。

根據記錄指出，MEXICO 石油公司的一次油輪游離事件造成了蛇管斷裂及嚴重漏油等意外，該公司更因此污染事件而罰款六百萬美金。

## 脫接器的操作設計

一般設計的分開力量為 35 噸約 380psi(可調整)。這比起把蛇管撕裂(一般約 1,000psi burst pressure)或管接頭拆斷的力量還來得小。但對於蛇管在操作方面等狀況，仍能保持其完整。

### 蛇管資料：

蛇管爆裂壓力：1,000psi

測試壓力：225psi

操作壓力：150psi

### 操作設計：

在脫接器分開時，裡內的 8 片閥瓣，有 4 片會馬上關閉，另 4 片則會在時速控制下關閉(一般約在 2 - 10 秒內)。這是為了避免關閉時造成壓力起伏的效應。

原廠將會針對蛇管的操作情形和氣候狀況做相關的壓力起伏分析，以推薦適當的開關閥瓣速度。

閥瓣是相當精密的，在關閉時它是 100% 不漏水。

### 雙向關閉脫接器：

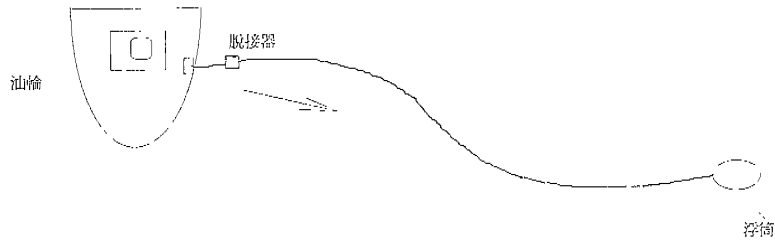
上流方向：控制開關

下流方向：即刻關閉

## 脫接器的安裝位置考慮因素

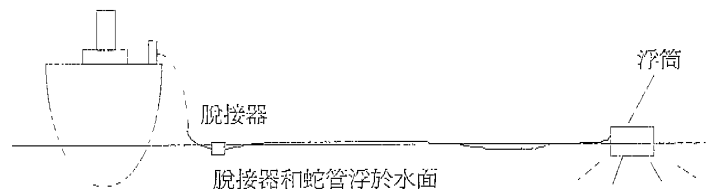
### (1) 負荷的產生和方向

在油輪游離時，油輪將會與浮筒分開。因油輪是游動而浮筒是定位的，所以一旦蛇管被拉緊時，負荷的產生將是油輪往浮筒方向送。



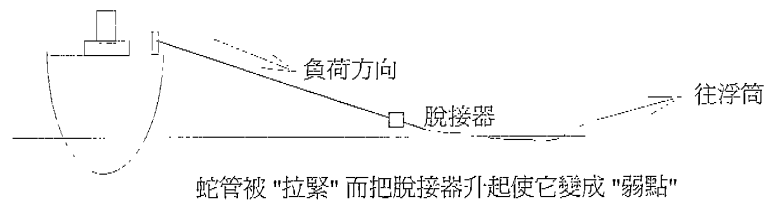
### (2) 脫接器必須是浮於水面

在卸油操作時，脫接器必需是和蛇管一起浮於水面。因此如果脫接器是吊在半空的話，那麼脫接器下端的油品重量和其它負荷可能會致使脫接器分開。



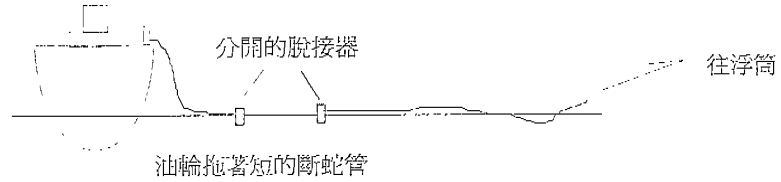
### (3) 油輪游離時，蛇管上的最弱點

蛇管的末端是接在油輪上的基座，所以在油輪游離時它會將蛇管漸漸拉緊，此時原來浮於水面的脫接器也會被吊起。以原理推斷，由水面上升起的第一條蛇管的接頭，將是最弱的一環。



#### (4) 脫接時拖最短的管

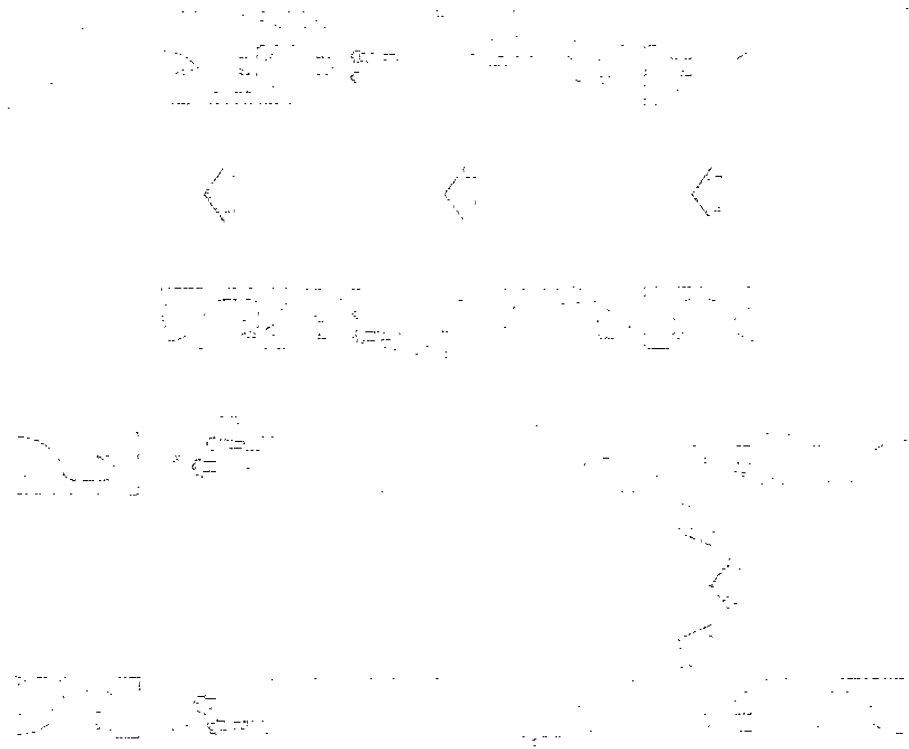
油輪游離造成蛇管斷裂時，基於安全考量，油輪拖著太長的斷管將可能卡到油輪的螺旋槳而造成危險。



#### (5) 結論

就以上各點得知，脫接器的一般安裝位置應該在靠油輪基座後的第四或第五條蛇管上。

#### 脫接器工作原理

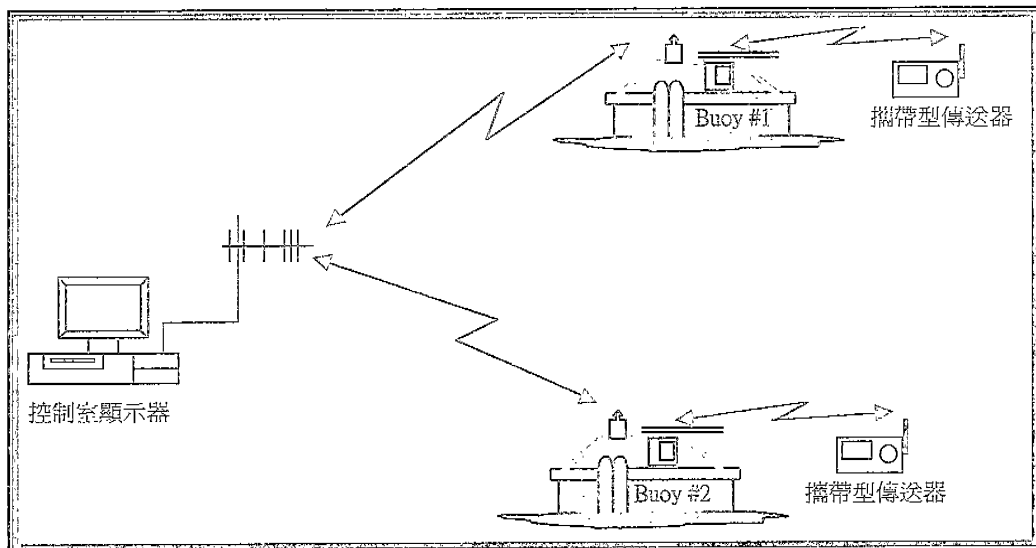


## 2. 單點繫泊浮筒監控系統(SPM Buoy Monitoring System)

在卸油浮筒上裝置風速風向儀，浪高感應器及大纜拉力儀等設施，經過 sensor 以無線電波發送至接收器上，故油輪值班人員可以從手提式接收器得知風速、浪高及大纜繩受力的情形，以通知 mooring master 做為是否解纜之重要依據，此裝置可以預知並減少大纜繩斷裂之機率，可有效防止因大纜繩斷裂所可能造成，卸油蛇管之損壞及大量漏油之事故。

監控系統包括下列項目：

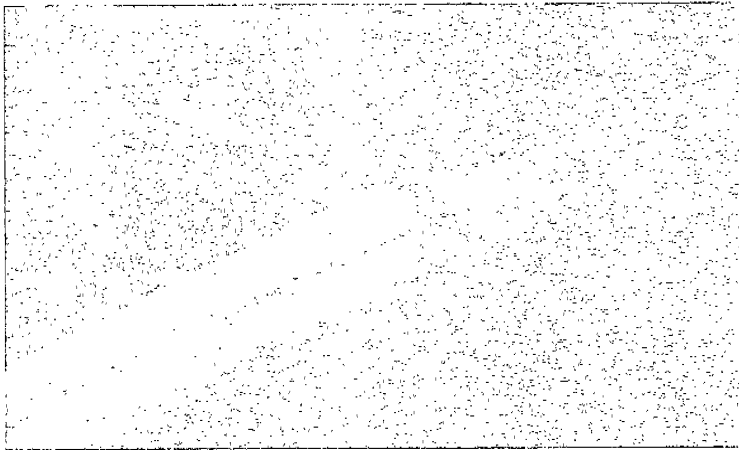
- (1) 風速及風向儀
- (2) 電子羅盤
- (3) 拉力間監控儀
- (4) 導航燈、霧笛監控裝置及電源切換系統
- (5) 浪高感應器
- (6) 電子箱和無線電傳送器
- (7) 供電系統(太陽能板)
- (8) 夜間照明系統



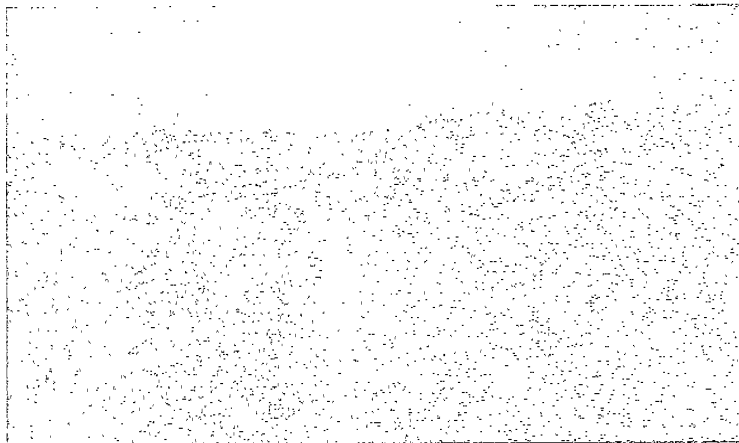


### 3. 沉水式攔油索 (submersible oil boom)

使用於卸油平台、加油碼頭或容易發生漏油的區域，以半封閉式或全封閉式之方式佈置，需用時可遙控打入空氣使其浮出水面，閒置時將其沉入水中。使用此種沉水式攔油索，可節省佈放及回收攔油索的人力及時間，且對船隻的通行不會造成干擾。



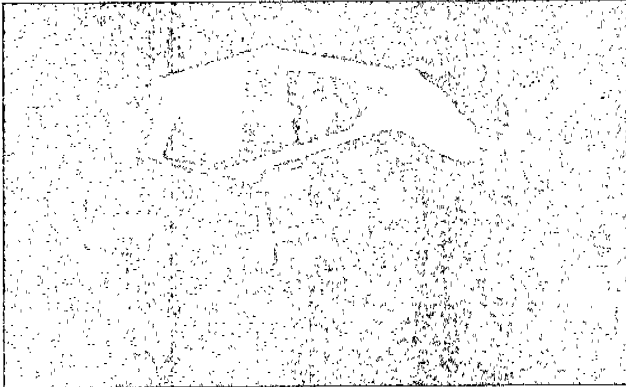
攔油索正在充氣漸漸浮出水面之情形



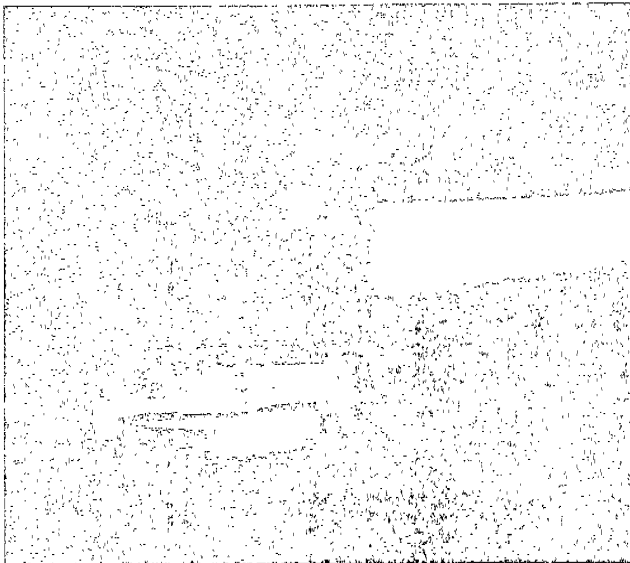
沉水式攔油索佈放完成之情形

#### 4. 浮動式漏油偵測器 (oil sheen monitoring system)

佈放於卸油碼頭等敏感水域，做為漏油偵測警報設備，於發生漏油時，發出警報信號，立即通知操作人員，即時阻斷漏油污染源，防止漏油範圍擴大。



置於敏感水域以偵測浮油



繫於工作船，以偵測浮油

### 三、油污回收之處理方式

#### 1. 攔油索

當海面上發生大量漏油時，只有兩個主要方法 1)、快速圍堵及 2)、迅速回收。而關於快速圍堵即是以攔油索圍住污染區域，避免擴散。攔油索的種類眾多，但適用於海域，依其用途可歸類為下列幾種：

##### (1)、浮體為填充式之糜式或牆式攔油索 (Cell-type Oil Boom)

體積小，常設計為小型至中型攔油索，適合進岸使用。

##### (2)、浮體為自動膨脹式之攔油索 (Self-Inflation Oil Boom)

自動膨脹，施放迅速，能快速圍堵浮油。

質輕、容易施放，常配置於大型工作船上。

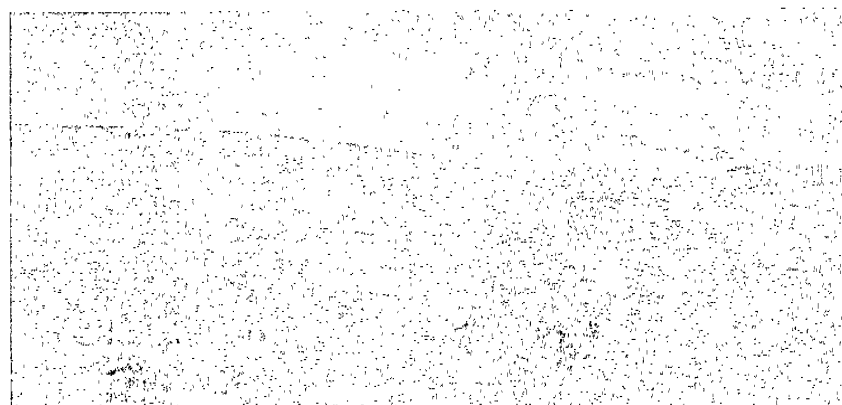
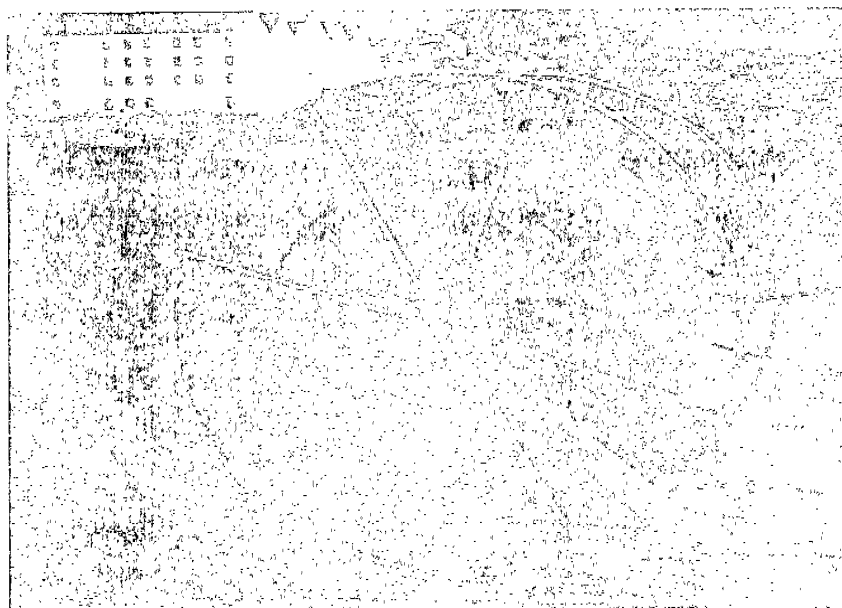
設計為大型規格，離岸使用。

##### (3)、附載具之離岸型攔油索 (Sea-Sledge)

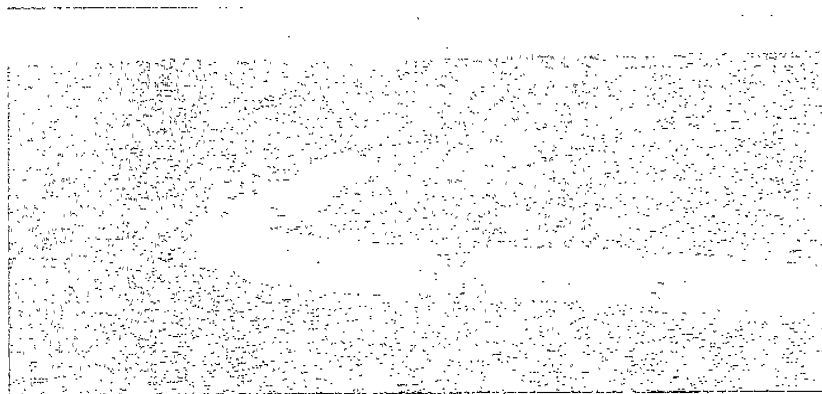
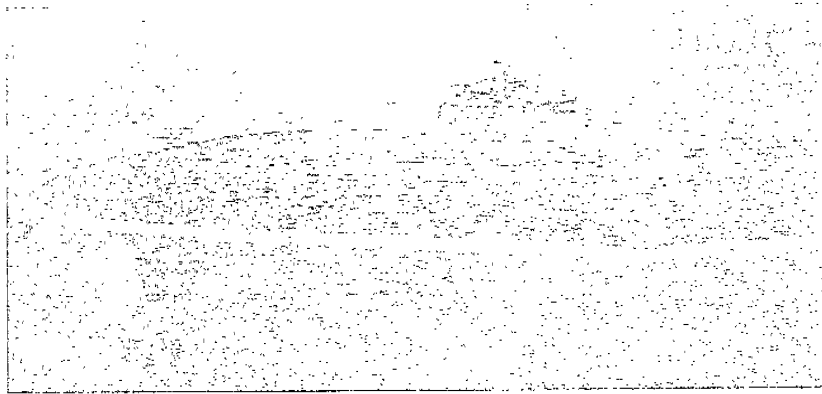
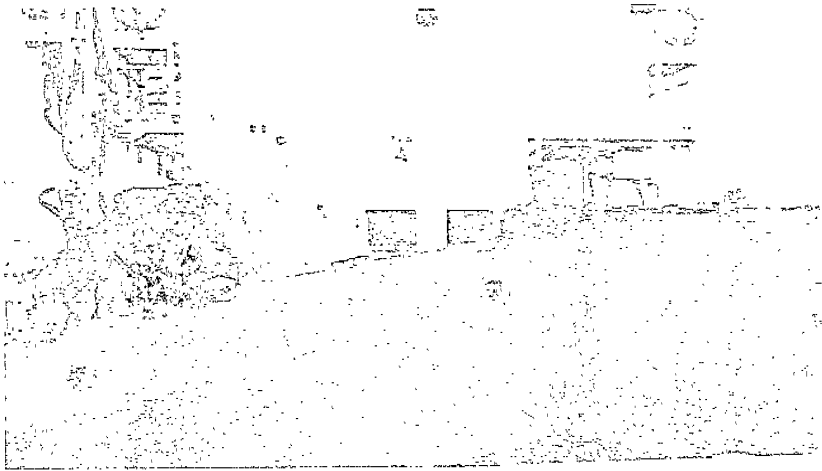
附載具之離岸型攔油索，是一種拖曳式可拖放至海中快速施放的新式攔油索設備，將攔油索、捲索機組、動力機組、錨組及其他附件，全部組合放置於一艘鋁製小艇上。

因其機動性高，附載具離岸型攔油索，通常被使用於離岸數百公尺至數海浬的位置，於漏油事件中經常扮演重要角色。

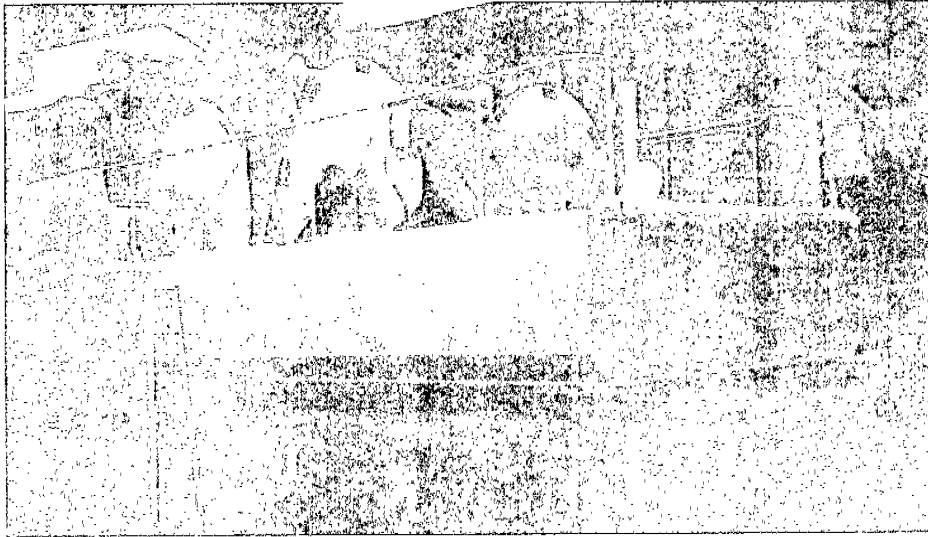
# 填充浮體式攔油索(Cell-foamed Oil boom)



自動澎脹式欄油索(Self-Inflatable boom)

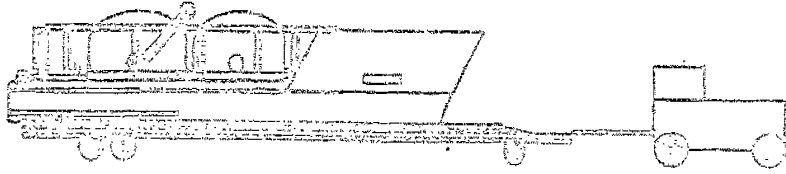


附載具離岸型攔油索 Flexi Sea Sledge

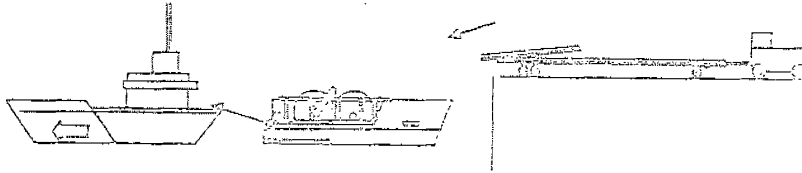


## 攔油索施放及回收步驟

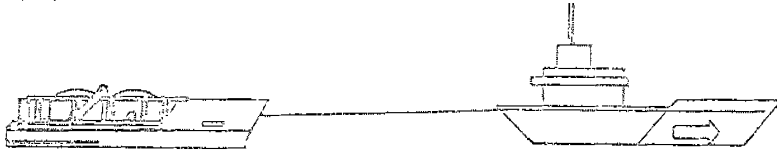
- (1) 將鋁艇利用拖車拖至岸邊。鋁艇所附之拖車架前端，有 2 個可操縱方向的方向輪及 1 個拖曳孔，使鋁艇可輕易的拖曳。



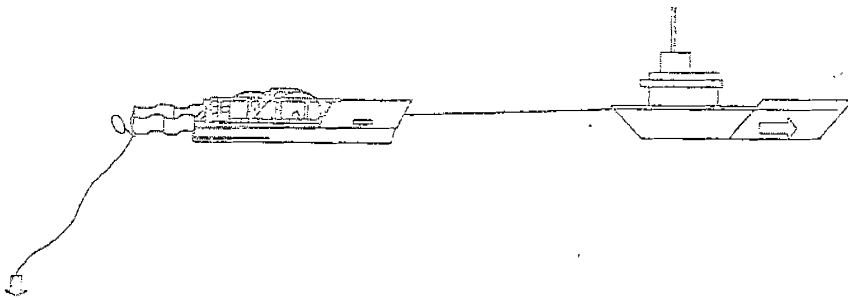
- (2) 利用拖車架上的活動滑軌，順勢將鋁艇拖曳入海。



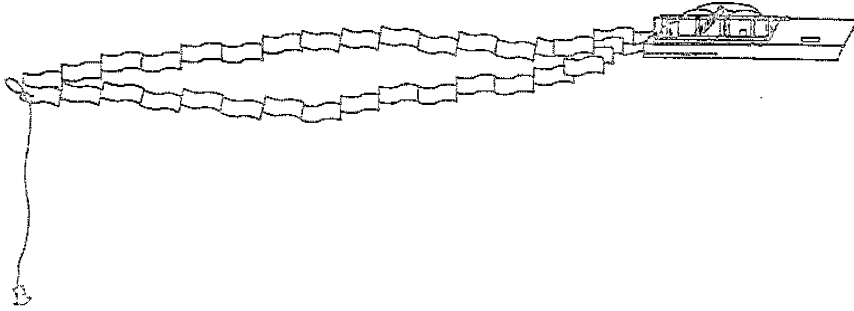
- (3) 鋁艇被前方的拖曳船，拖曳至漏油地點。



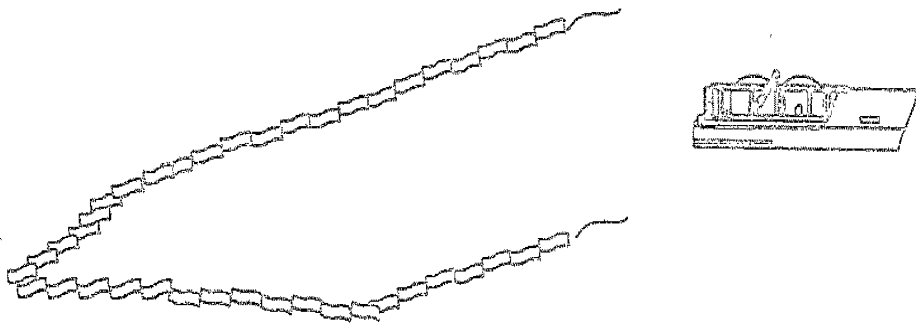
- (4) 到達漏油地點後，利用線控方式，將一組裝置於鋁艇尾端，錨組箱裡錨組下錨固定，使攔油索自行施放。



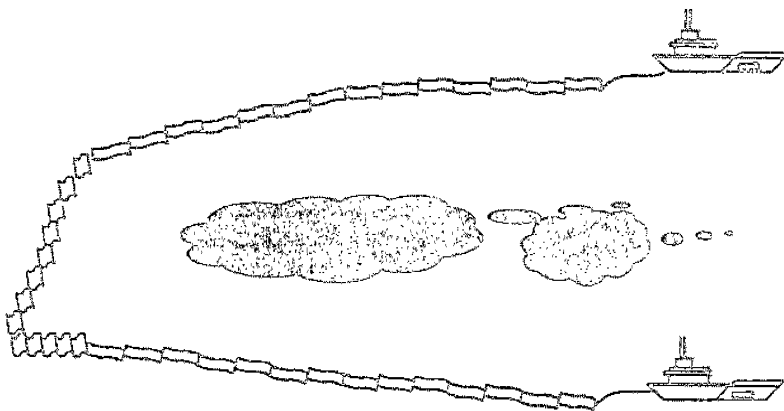
(5) 攔油索施放的速度增快。



(6) 攔油索施放完畢，鋁艇離開攔油索。

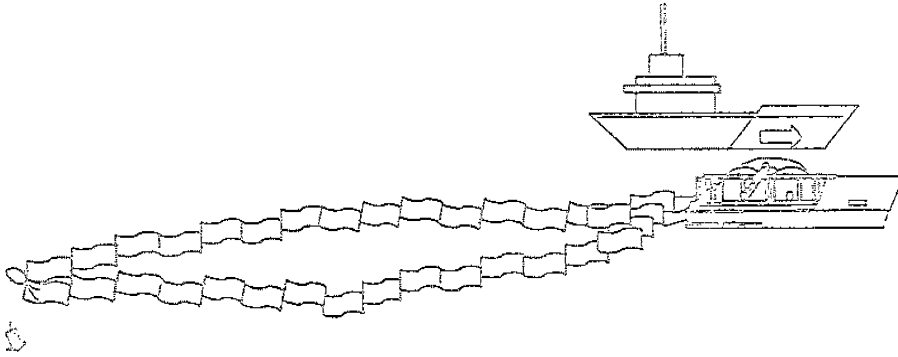


(7) 利用左右兩艘小艇，調整攔油索方向、範圍以完全圍堵住漏油區域。

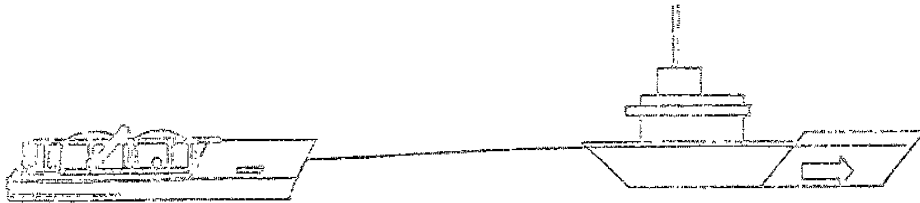




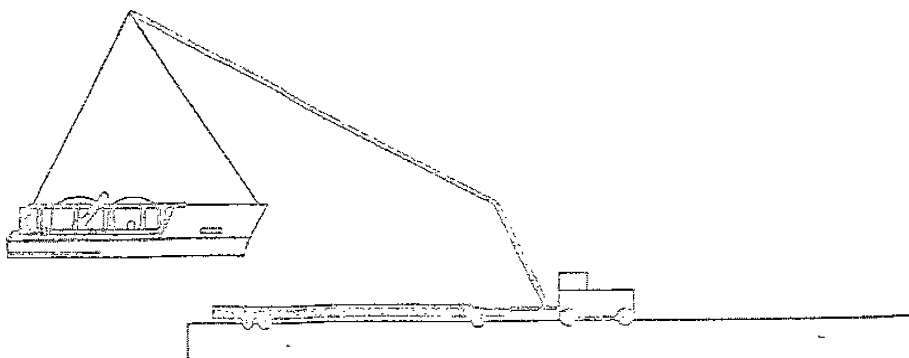
(8) 漏油清除完畢後，啟動油壓動力，將攔油索收捲至攔油索捲盤上。



(9) 攔油索收捲完畢後，再用拖船將其拖回靠岸。



(10) 利用吊車將鋁艇放置岸上的拖車架上，並拖回岸邊或倉庫。



## 2. 汲油器(Skimmer)

汲油器之種類：

汲油器之種類、型式很多，但依其工作原理，可歸納如下：

### (1) 堰板式汲油器(Weir Skimmer)

改良型堰板式汲油器為目前經實際操作，在原理和設計上比較實用的機型，也是目前全球使用量最多的汲油器。利用油壓泵浦驅動，將由泵至岸上或船上。此種設計的汲油器本體具有主動凝聚浮油能力，利用低迴轉之渦漩力，將油聚集於聚油鉢中間。以目前依比重差方式，作為設計原理之汲油器而言，此種設計是比較理想並切合實際。

浮油回收能力 10~120 m<sup>3</sup>/hr。

### (2) 碟式汲油器(Disc Skimmer)

典型的碟式汲油器，汲取能力約 15~30 m<sup>3</sup>/hr

### (3) 索式汲油器(Mop Skimmer)

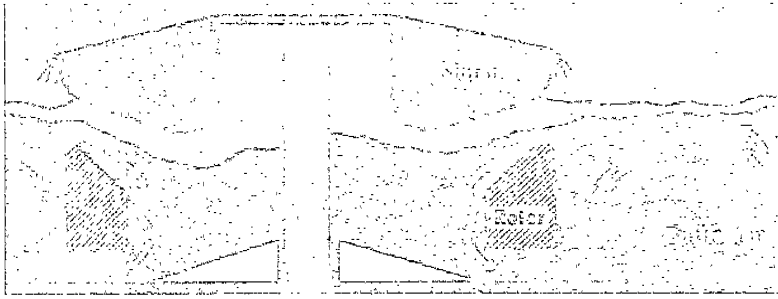
利用吸油帶經過水體表面，將浮油回收，再經過榨油機組，將吸附油壓出收集，並作初級之油水分離。

### (4) 鼓式汲油器(Drum Skimmer)

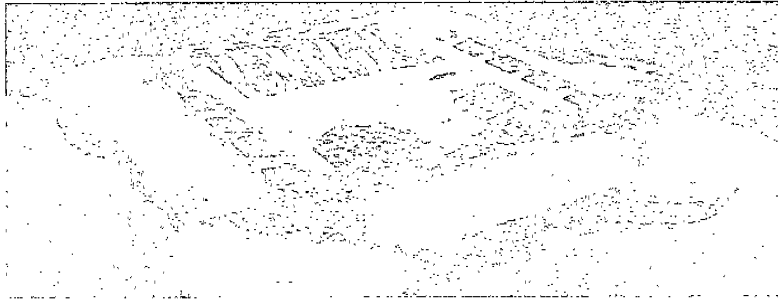
鼓式汲油器是利用表面張力原理，將浮油粘附於格狀帶的不斷旋轉的螺旋體上，再利用括油刀括除落入一只阿基米德螺旋內，再泵送出去。鼓式汲油器適合用於回收比重大、黏度高的重質燃料油及原油。

浮油回收能力每小時約 90 噸之原油。

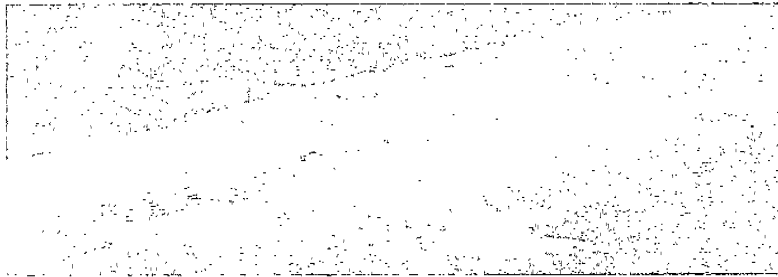
改良型堰板式汲油器



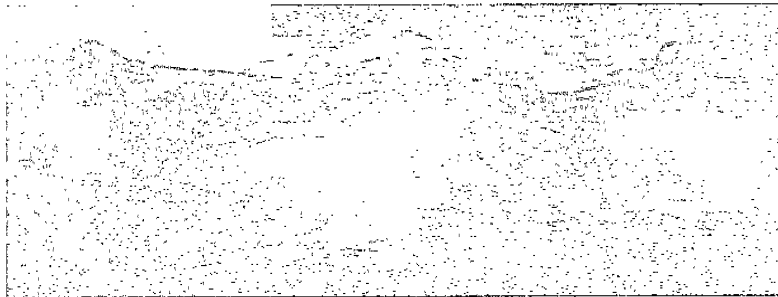
碟式汲油器



索式汲油器



鼓式汲油器



#### 四、除油劑之評估

先進國家對分散劑的使用，各有不同的使用限制及法令規範，其主要目的為避免對環境造成更大的破壞，由於各國對環境破壞程序看法不一，所以對於處理海上漏油事件，所採用的方法也有所不同，美國主要是以機械圍攔除油的方式，來處理海上漏油事件。反之，英國即以分散劑處理海上油污染事件，其主要論點是使用分散劑處理海上油污迅速有效，可以使生態及景觀上所受損害之程度降至最低，並可在短時間內處理面積廣擴之海上油污，若以傳統機械圍攔很難達到相同的效率，並且機械圍攔法也比較容易受到天候所影響。

分散劑其成分類似乳化劑或清潔劑，它是使油污的塊狀分散，變成非常小的部份，使它懸浮於海水中，由海流之過散使它散佈於廣大的海洋中，靜待自然界之氧化與微生物分解。它必須使用噴灑的方式施放，分散劑可以稀釋或不稀釋來使用，可以人力、船隻、飛機等方式施放，在海面平靜的狀況下必須借助機械的攪動，來增加其對海上油污之分散效果。

使用分散劑時有一非常主要的觀念，那就是選擇有效的分散劑與如何正確的使用它同樣的重要，好的分散劑要以正確的方式來使用，所以研究施放方法也同樣的重要。

目前本廠使用之分散劑係煉製研究所開發產製，「國光牌除油劑 A」其組成成份為＝

60% 之基礎油(N-paraffin)不含芳香族化之正烷烴。

40% 之界面活性劑(Sur factaut)生物分解性大於 99%

比重 0.84 懸浮於水中

經日本食品研究所與台大漁科研究所檢驗，生物毒性合格。

### 分散劑之優點：

1. 除油快速、簡便。
2. 降低對水鳥等之污染危害。
3. 增加油價分散程度。
4. 對易揮發之輕質油消除火災之疑慮。
5. 減少對岸邊及海灘之污染。
6. 清理成本較經濟。

### 除油劑之正確使用要點：

#### 1. 使用理由

- 增進並加速自然分解過程。
- 減少對岸邊之污染。

#### 2. 使用時機

- 無法機械回收。
- 避開敏感地區。
- 掌握處理時間與油污黏度。

#### 3. 使用劑量

- 合適量為漏油量之 5~20% 。

#### 4. 施用方式

- 以噴霧器噴灑於油污上面，避免倒入水中。

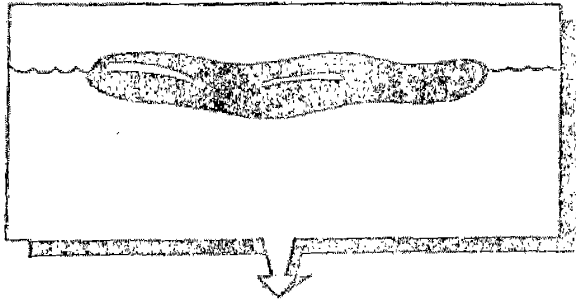
#### 5. 目測效能評估

- 橘色或棕色表示發揮功效。

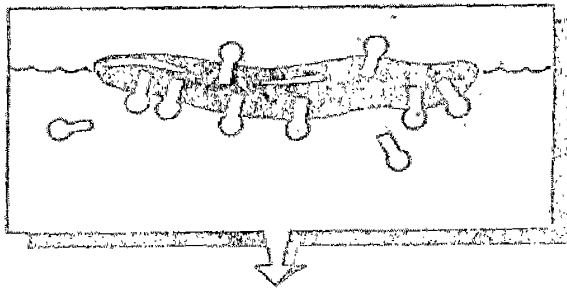
#### 6. 注意事項

- 沾到皮膚或眼睛等，立即以水沖洗。
- 除油劑可燃，發生火災先以水冷卻。
- 注意防滑。

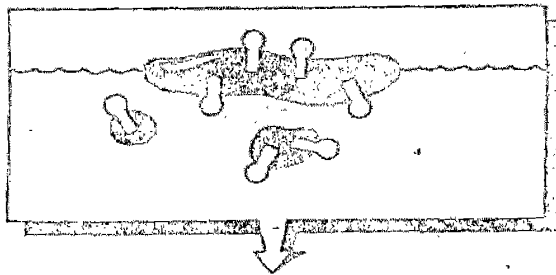
## 分散劑的機制



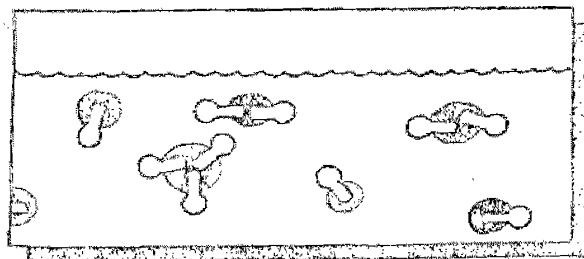
(1) 未處理的油污



(2) 噴灑分散劑



(3) 形成小油滴



(4) 分散的油被稀釋

## 五、心得與建議

1. 日本南西石油公司之外海設備維修，長期來一直交由其某家有經驗之外海承包商負責維修，其潛水作業人員因長期從事卸油設備之維修，故對外海設備狀況瞭若指掌，那些設備及那些配件何時必須試壓、檢查或更換，皆能適時掌握，長期來該 terminal 皆維持零漏油事故記錄。本公司目前尚未民營化，依政府採購法之規定，南西時油公司之模式並無法適用於本廠，但其作法值得參考。三年前本廠開始以約雇方式僱用六名潛水員，從事外海設備之檢查保養及油輪卸油帶纜作業，多年來之成效亦有目共睹，惟外海設備維修仍以最低標方式辦理，可能影響有外海實務經驗廠商之投標意願，故偶有不適任之廠商得標後，甚且引發合約糾紛，使工程無法如期完成，進而影響本廠油料煉製及調度作業，故如何評估合適之外海維修承包商，是當前之問題。
2. 本廠為卸收進口原油在外海設置兩座單點繫泊浮筒，輸送原油係以 20 英吋橡膠蛇管，連結至 42 吋海底鋼管而輸送至岸上油槽，水面及水下之蛇管在泵油過程中扮演關鍵角色，目前本廠平均每年約需汰換 30-40 根之蛇管，每年即需準備 40-50 根蛇管，每根平均以 60 萬估計，本廠每年平均需 3 仟萬資金積壓，此金額相較本產之產值雖不成比例，但在油品市場日益競爭下，降低成本是必然的趨勢，及早規畫是取得先機之不二法門。以國外 terminal 之案例，為先評估選定蛇管供應商，再依 terminal 之計畫適時供料，此種方式之優點：
  - (1) 蛇管製造商提供之蛇管品質穩定較不易損害。
  - (2) 避免意外損壞產生之污染及賠償費用。
  - (3) 減少蛇管存放遮陰空間不足，而使橡膠老化致影響品質。
  - (4) 減少資金機積壓。

3. 多年來損壞已汰換之蛇管因不易處理，均堆放於沙崙堆置場，目前已累積至 3~4 百根，除有礙觀瞻外，對環境亦有所影響，數年前福利會曾處理過一批(廠商取走法蘭其餘橡膠燒毀)。但造成空氣及環境污染外其餘仍在堆置場。本次赴 Bridgestone 日本橫濱工廠考察蛇管之生產步驟及檢驗方式，進而提及廢棄蛇管之處理方式，該公司提供下列處理方式供參考：

- (1) 廢蛇管部份移至外海做人工魚礁。
- (2) 少部份以機器切碎混合 PU 等材料在工廠區內鋪設路面，有防滑果。
- (3) 近年來賣給抽砂公司做抽砂用管。

廢棄蛇管如再利用，依現行環保法規定須提再生計劃，審核後才可執行，賣給抽砂公司做抽沙用管，不失為一可行方式。

#### 4. 國外卸油作業之特性

- (1) 帶纜船、工作船及浮筒裝設強力照明設備，適合 24 小時全天候靠船卸油。
- (2) 大纜繩系統於靠泊前安裝(安裝作業僅費時 15 分鐘)離泊後即拆卸，如此可避免纜繩系統纏繞造成設備損壞，影響卸油延誤之情事。
- (3) 工作船馬力足且船艙有推進器，較一般工作船更適於惡劣海象下操作。在靠船過程中輕易拖帶浮蛇管至油輪接合處下方。
- (4) 工作船本身即是自航式吊桿船，平時可供外海設備維修之用，同時亦可處理緊急突發狀況，機動性高。

近年來本廠外海卸油設備及船舶機具已日愈提升，卸油之機率較往年已提高不少，惟受東北季風影響卸油設備故障率亦高，故冬季期間維持兩座浮筒之完整確有必要，即使海象因素造成單座卸油設備損壞，亦能因應。



5. 海上漏油時，以攔油索來圍攔漏油的方式對生態影響被公認為最小。為了在海上漏油意外發生時，能夠有效的採取適當之處理方式，必須有妥善之總體性規劃(諸如對海域漏油事件進行模擬、妥善規劃各海域之攔油索之儲存量、儲存地點等)及漏油事件緊急理體系，才能迅速有效地解決漏油事件，使污染及損失減到最低。
6. 海岸油污的清除是一件耗時、費力的工作，到現在沒有一個較好的清除方法。最常用的仍是利用水來沖洗，水可為高壓或低壓，也可以是熱水或冷水(水蒸氣較少使用)。其他的機械方法，則因時、因地而異。事前充分的準備，對不同海岸區之詳細劃分，設定防範步驟方法，一旦發生海上漏油事件，充分掌握資訊，規劃處理之先後次序，當可減少損失。利用細菌來分解油污在處理海岸油污是一種新的潛力的方法，值得進一步去注意它的發展。
7. 本廠已編列非計畫型預算建造多功能工作船，然對工作船功能之組合宜慎選，為因應污染防治法之施行，應考量兼具施放攔油索及儲油之完整作業能力，此外汲油器部份的回收速率及回收液中含油百分比亦應合理搭配。
8. 在海洋污染防治方面未來努力方向：
  - (1) 外海卸油管線及設備應定期檢修以防止卸油中發生洩漏。
  - (2) 儘量以機械圍攔方式回收油污，減少除油劑之使用，避免再度造成環境傷害。
  - (3) 實漏油應變計畫之執行，平時即應加強對海上漏油災害處理之應變能力。
  - (4) 因應海洋防治污染法之施行，建議政府專責機構明訂除油劑之規範及使用管理辦法，以利各界遵循，共同保護海域環境和杜絕海事糾紛。
  - (5) 加強研發並密切注意及評估替代之油污清理方式。