

臺南市海洋油污染應變清理規劃策略

壹、一般說明

綜觀臺灣近年較大型之水體油污染事件，不僅須動員大量應變人力與機具實施應變清除與防治作業，並對環境生態、漁業資源、經濟活動造成相當高程度衝擊及衍生社會觀瞻不良等後遺症，因而，若能妥善先期適當部署油污染應變能量，並充分運用本市海岸地理特性，則油污染應變作業將可達到大幅縮短期程、節約能量及減輕損失之目的。本策略根據本市目前蒐整之臺灣環境敏感指標（ESI）地圖調查結果，並考量市轄地理環境、整合各類海岸地形適當之除污方法及海上溢油防堵圍攔方式等，彙整後提出適當之應變清理規劃策略建議，以為依循。

貳、海上溢油回收應變策略

發生海上溢油事故期間，執行海洋油污染海上緊急應變作業克不容緩，因海上溢油回收作業成效攸關海岸遭受污染損失之程度。海上溢油回收作業相較於岸際清理工作容易執行，惟海上溢油回收作業於實務上有其作業邏輯，執行策略及流程如次：

- 一、預測：運用海委會衛星影像、空中載具、溢油模擬模式及海洋委員會海巡署（簡稱海巡署）海面船艇現場觀測等方式，準確掌握溢油未來漂移擴散區域。
- 二、圍攔：藉由海流流向與事故海域潮汐流向預判，於當地海象許可之作業狀況下（風力五級以下、浪高二米以下之作業條件），運用外海型或近海型攔油索、中大型汲油器及工作船舶，採取海面溢油圍攔集中回收及改變溢流方向措施，儘可能將海面浮油控制於事故水域之內並清除之，防止擴散至他處。
- 三、集中：圈圍與封堵污染源繼續外洩，避免造成更大區域污染，並在油污溢漏點或附近海面布放攔油索，集中及增厚海面油膜層，以便於提升汲油器回收工作執行效率。
- 四、回收：整合海上溢油回收應變能量並執行浮油回收後，經本府環保局同意及根據清污船舶回收廢棄物特性，將含油廢棄物與廢油水委託合格廢棄物清除（處理）業者執行運送至本市永康或城西

垃圾焚化廠、台灣中油股份有限公司豐德供油中心或台南供油中心或相關合格廢油水處理廠（如臺南市海洋油污染應變風險地圖）實施終端處理作業。

五、監測：海上作業船舶或監控油流船艇於當地海象與任務許可之作業狀況下執行清污程序期間，可視實況加強對海域環境監測及採樣作業，但務必以確保清污人員安全為前提。

六、海上溢油回收實際作業策略

（一）海上油污染回收系統組成：依據國內現有海洋油污染應變設備及器材，本策略規劃適用於港外風浪五級以下之近岸或外海水域，可執行汲油回收作業系統單一單位組合之需求：

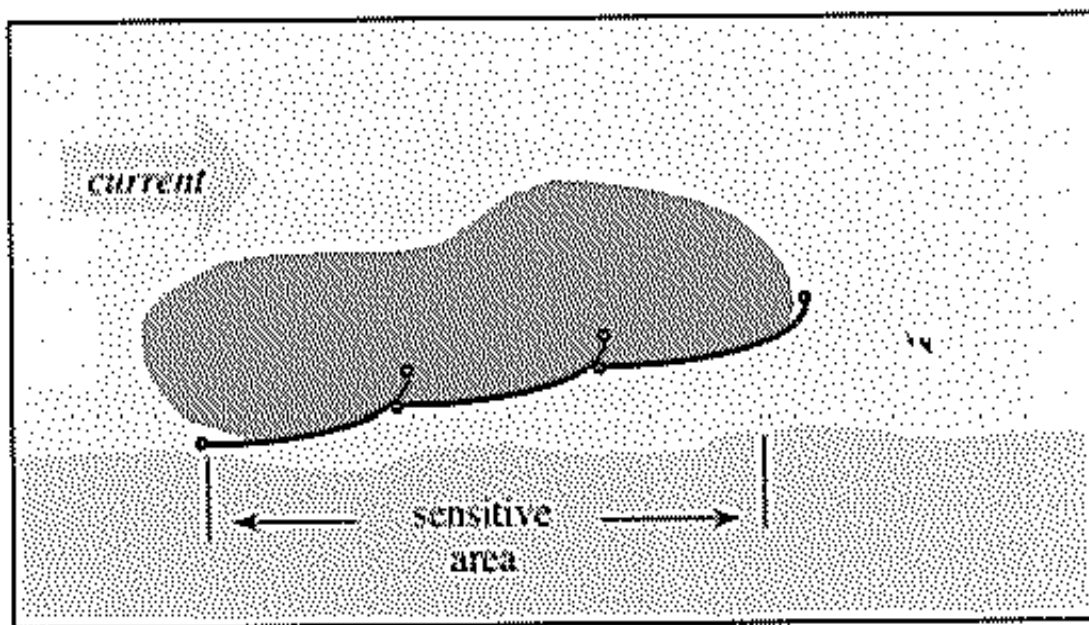
1. 大型堰式或中型以上之親油型汲油器及油污染回收船（ORB）。
2. 近海、外海型充氣式攔油索（用於圍攔集中回收浮油作業）；近海、外海型固體填充式/充氣式攔油索（用於防護圍堵難船或海岸作業）。
3. 具備吊放與收回汲油器之吊桿及寬闊甲板可布放攔油索之工作船舶。
4. 海上型儲油囊、油駁船、臨時之油污染回收儲存船艇或其他海上儲油設施（儲油量需二倍於當日油水回收量）。
5. 空中觀測尋油載具。

（二）海上油污染回收作業方式：囿於本市轄內汲油設備無遙控自走式，故應視實際海上作業需求，儘可能以雙船或三船共同執行U型或V型圍攔回收方式執行（作業示意如附圖一）。



附圖一 海上油污染回收作業

- (三) 利用沿岸流向導引移離油污染：在海面導引或移離油膜避免油污染進入敏感區之方式，可參採附圖二之策略執行，依此方式可依環境水文現地實況保護敏感區，或將油污染導入應變計畫所規劃之岸際清除區（可犧牲海岸）。



附圖二 敏感區的防護法

參、海岸油污染清除應變策略

本市地理位於臺灣本島西南部，西臨臺灣海峽，北與嘉義縣相接，南邊與高雄市為界，海岸線南起二仁溪口，北至八掌溪口，呈南北走向，略呈向外凸的弧形，曲折度不大，海岸長度約六十九點三公里，沿海行政區包括北門區、將軍區、七股區、安南區及安平區等，海岸重要河川由北至南包括八掌溪、急水溪、將軍溪、曾文溪、鹽水溪及二仁溪等，海岸地形屬於典型的砂質海岸，依「臺灣環境敏感指標（ESI）地圖海岸調查手冊」，本市海岸線類型分三類（如附圖三）：暴露岩岸、細沙灘及濕地；另依「臺灣地區沿海海域範圍及海域分類」本市海域水質以二仁溪至曾文溪口為乙類海域，曾文溪至八掌溪口為甲類海域（如附圖四），當發生海洋油污染應變事件時，兩者指標可作為判斷類型海岸之溢油應變策略及環境復原之參考依據。



附圖三 臺南市海岸線類型

海域範圍	水體分類
鼻頭角向彭佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域	甲
高屏溪口向琉球嶼延伸至曾文溪口向西延伸線間海域	乙
曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域	甲
王功漁港向西延伸線至鼻頭角向彭佳嶼延伸線間海域	乙
澎湖群島海域	甲
備註：在右列之一海域水體內之河川、區域排水出口或廢水管線排放口出口半徑二公里之範圍內之水體得列為次一級之水體。	

附圖四 臺灣地區沿海海域範圍及海域分類

海岸人工設施：主要港口設施包括安平區安平商港及北門區蚵寮漁港、北門區北門漁港、將軍區將軍漁港、將軍區青山漁港、七股區下山漁港、安南區四草漁港、安平區安平漁港等七個漁港；海岸防護措施計有雙春海堤等十九處海堤、離岸堤十一座、突堤二十五座及導流堤二座。

沿海地區有相當多臺灣特有種與稀有動物等龐大物種族群，主要分布於西南沿海溼地（如附圖五），另沿海保護區共計四處（如附圖六）：北門沿海保護區、紅樹林保護區、黑面琵鷺保護區及四草野生動物保護區。



附圖五 臺南市沿海溼地



附圖六 臺南市沿海保護區

縱上所述，本市海岸類型主要有：

- 暴露人工結構物 (ESI 1B) — 底質為不可滲透性，通常為水泥建築。
- 細沙灘 (ESI 3) — 海底平淺，退潮時露出寬廣之沙灘及沙洲。
- 河川出海口濕地與潟湖 (ESI 10) — 底質多為沙泥灘，生態物種豐富。
- 河川感潮段 — 底質多為沙泥質，兩岸雜草叢生，生態物種豐富。

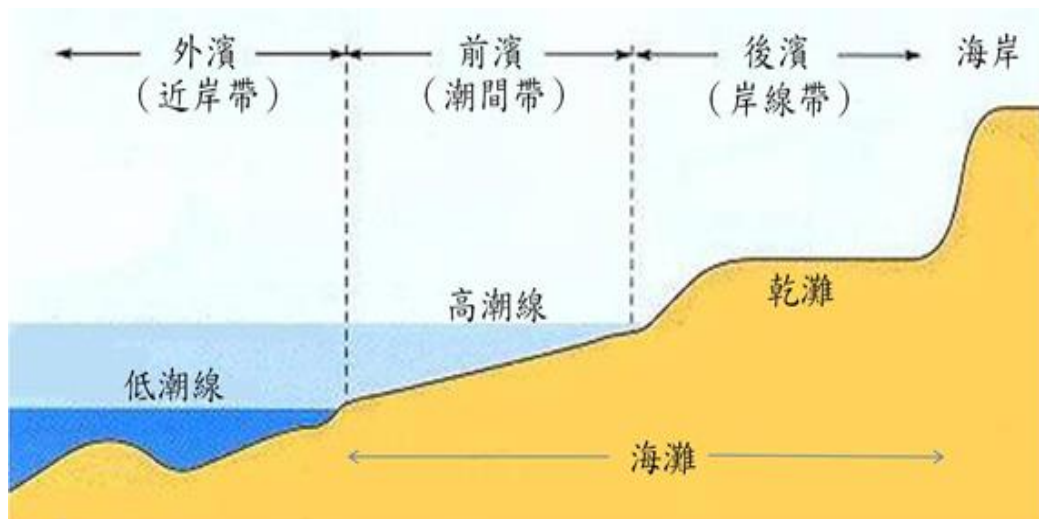
一、海岸清理作業考量之因素

參考不同海岸類型之特性，並瞭解當地海岸之環境敏感、生態資源、人為利用等實際價值後，始能規劃適當之清除方法並擬訂油污清除方式，而在決定海岸線清除作業或選擇清除技術時，為有效制定初始應變清除計畫，應考慮因素如下：

(一) 海岸結構

海岸線依照不同之地理環境，可區分為外濱（近岸帶）、前濱（潮間帶）與後濱（岸線帶）（如附圖七），油污染進入海岸區域後對各區之影響：

1. 外濱位於低潮線以下（經常遭水浸沒）之近岸區域，油污染於本區會隨漲退潮流動。
2. 前濱位於高潮線及低潮線之間區域，因本區域始終受到浪潮衝擊，所以一旦發生油污染，鄰近高潮線附近之區域受到污染將最為嚴重，若海浪作用小，油膜將覆蓋整個潮間帶。
3. 後濱係指平時之浪潮活動不會到達之區域，但本區若逢颱風暴潮或朔望大潮期間會受到油膜污染。



附圖七 海岸結構

（二）溢油量、溢油特性（如毒性和黏度）：

於考慮油污染特性時，應於海岸線清潔作業進行前，對外洩油污染實施採樣分析，確定溢油是否具有毒性，並判定下列因素：

1. 海岸線生物及環境受到損害之程度。
2. 清污人員可能遭遇之危險。
3. 油污染於海岸線分布之狀態。

（二）現場條件（氣候、海象、潮汐與溫度）：

於考慮現場情況方面，應主要掌握現場之風向、流向、波浪及氣溫等情況，此等因素影響溢油之漂移，溢油之漂移又影響清除設備之應用。此外，尚須掌握油污染海岸之高、低潮時間及潮位。

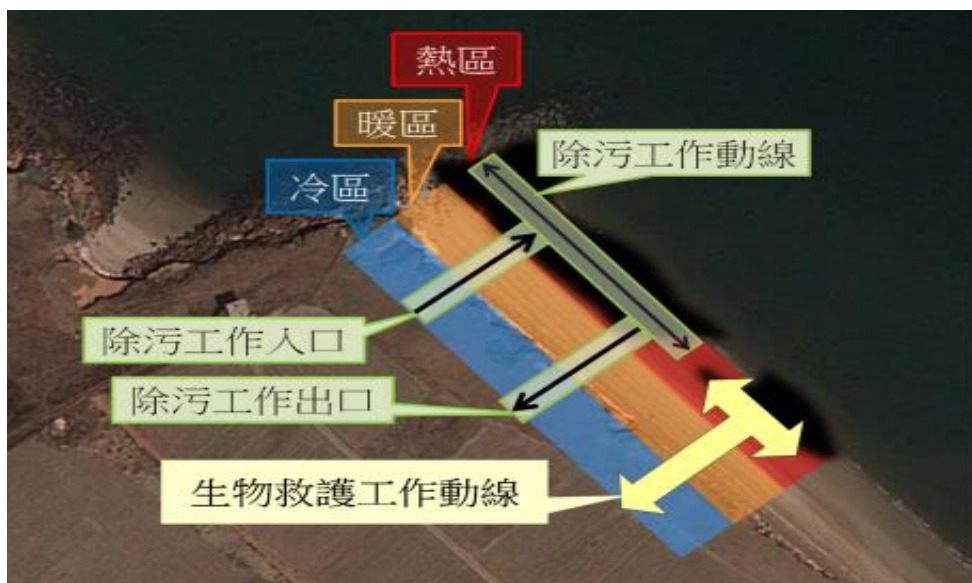
（三）海岸線類型（沙、泥、人工設施、沼澤及紅樹林）：

依據各種不同之海岸地質特性、觀光、經濟與社會需求，制定適宜之應變清除策略，海岸保護工作執行之優先順序通常如下：

1. 人體健康及安全。
2. 生態棲息地及人類文化資源。
3. 稀有、或受危害之植物群及動物群。
4. 商業資源。
5. 娛樂設施。

（四）海岸通路（道路、人行路、器械通路、船舶通路）及應考慮的其他特殊因素。

二、海岸清理作業階段與方法（海岸油污染清除工區設置方式如附圖八）



附圖八 海岸油污染清除工區設置方式

（一）生態敏感保護區優先順序

於溢油緊急應變期間，依據本市調查完成之臺灣環境敏感指標（ESI）地圖，足可提供生態敏感保護區位所在，故應於油污擴及海岸前，事先針對生態敏感保護區進行防護，並根據其海岸類型採用適當之清理方式，以減緩油污染對生態及人類環境造成之損害。一般而言，保護野生動物（如海鳥、海龜）要優先於保護岸邊生物（如海藻、藤壺、溼地植物），因為野生動物數量之恢復相對較慢且困難；保護魚類及甲殼海產資源優於保護休閒娛樂設施（沙灘、碼頭），因混凝土或沙石相對較快清理恢復。據此，生態敏感保護區之優先順序，為生物棲息地優於瀕危或稀有生物，生物資源優於漁業及商業資源，商業資源優於娛樂設施，從而本市台江國家公園及七股濕地一帶應列為第一優先保護區。於時間有限、資源充分利用之原則下，將溢油應變設備投入於第一優先保護區實施防護及油污染移除作業，以促成將油污染所造成之損害降至最低並達到最大保護成效之目的。

（二）生態敏感保護區溢油應變方法

生態敏感保護區溢油應變策略，主要需針對臺灣環境敏感指標（ESI）地圖上提供之生態敏感保護區，先行以攔油索保護，再依據不同之海岸類型選用較合適之除污法；而在生態敏感保護區執行油污染清理作業，應以下列方式執行，以取得最大環境淨利益：

1. 運用攔油索布放於生態敏感保護區外，配合當地風流狀況，以移離、圍堵與導引等方式阻擋尚未進入生態敏感保護區內之海面浮油，或亦可視環境許可狀況，以小快艇造浪方式暫時拘束海面浮油流向。
2. 徵詢當地熟悉該生態敏感保護區之生物專家及海洋環境專家，以決定何種方式進入生態敏感保護區清理及清理程度；另可視環境實況實施下列生物救援作業：

（1）運用各種可用器具驅趕污染區域內活動之生物。

(2) 儘速就生態敏感保護區內尚未遭污染之生物中可移離者展開移離工作，並由受過訓練之工作人員執行。

(3) 由生態生物專家帶領團隊執行生態敏感保護區內受污染生物之救護工作，其工作動線應與除污團隊工作動線及冷、暖、熱區相區隔，以避免相互干擾。

3. 決議進入已遭污染之生態敏感保護區執行油污染清理作業時，應遵守下列作法：

(1) 依污染實況建立臨時通道，避免人員與除污器材進入後，全面破壞未污染區域。

(2) 各類型重型機械不得進入，除污通道完成後，以人力、輕裝及分隊、分區方式，劃設除污區域及設定完成時限。

(3) 以吸油棉吸附、鏟土清除及水瓢舀水等方法回收油污染，所有含油廢棄物以不易破裂之裝袋方式運離污染區，避免造成二次污染情況。

(4) 若遭遇不利回收清除區域，視環境現況利用鋪設稻桿等有機吸附方式清理油污染，鋪設之有機材料置放原地以待自然分解。

(5) 無法進入或進入後有人身安全虞，不可強行進入該區域，應以環境自淨方式處理。

(6) 視現況可考量以低溫低壓沖洗配合吸油棉圈圍吸附方式集中回收油污染。

(7) 避免使用油分散劑。

(三) 本市各類型海岸之溢油應變策略

油污染對於各類型海岸滯留與衝擊之反應不同，故海岸清理亦須以海岸類型選擇合適之清理方法，始能快速有效清理、避免不當處理造成二次污染。依據本市調查完成之海洋油污染應變風險地圖，據以提出本市各類型海岸之溢油應變策略如下：

1. 暴露人造結構物 (ESI 1B)

- (1) 通常無清除之必要；若不清除人工結構物沾附之油污，同時亦無損附近敏感區位或當地輿情，可考慮以自然風化方式實施大海自淨策略。
- (2) 若為當地輿情或岸際殘油後續有污染其他海岸之虞，則調集應變能量執行岸際油污清除工作。
- (3) 經評估於不損及當地環境生態或短期內可恢復損失之情況下，可採用高壓水柱沖洗併同吸附油污材料清除結構物或其縫隙中之殘油，以避免油污慢慢滲出。
- (4) 經評估如採用高壓水柱沖洗將損及當地環境生態或短期內損失無法恢復，運用人力與吸附油污材料擦拭或以輕便設備汲取之方式清除結構物或其縫隙中之殘油，以避免油污慢慢滲出。
- (5) 實際執行應變清除作業期間應充分考量、交互調整運用高溫高壓、低溫高壓、低溫低壓水柱沖洗人工結構物，或實施人工擦拭清洗之工法，若海岸位於人力機械無法到達之區域，除污策略應考量大海自淨或海上油污回收方式，以避免產生清污人員危安狀況。
- (6) 清除油污若需重機具進出，則應開闢至少四米以上之救援通道，以利大型機具清理移除海岸遭油污之漂流木或大型廢棄物。
- (7) 本類海岸若於應變作業計畫內，宜定調為較不敏感之可犧牲海岸，可將海面飄浮油污導流至本類海岸實施清理作業，清理油污期間應劃分冷、暖、熱區，以避免工安意外與二次污染肇生。
- (8) 水下若有傳統漁場，應事先以圍堵或移離海面油膜方式使油污不繼續湧進，並以人工撈除，或使用吸附材料均勻散布於污染處再以人力清理，殘餘油污以水沖洗

後以吸油棉等物質吸附油污染；油污染清除作業應將對該區域生物之影響降至最小。

2. 細沙灘 (ESI 3)

- (1) 係最容易清潔之海岸類型。
- (2) 本類海岸若具觀光或人類利用價值則應防護，可嘗試以海上布設攔油索之防護方式保護海岸，若海岸已遭油污染，清理油污染期間應適時停止觀光活動，以避免二次污染肇生。
- (3) 海灘若可關閉人為活動或運用，則可導流油污染至本類海岸實施油污染清理；若無法停止人為活動，則可將海面飄浮油污染移離至其他可犧牲之海岸實施清理作業。
- (4) 一旦浮油上岸後，應從灘面潮間帶上方開始除油，因基質滲透率低，作業時可以人工或機械刮除表面含油沙層之工法，惟應注意防範工作人員清理期間造成二次污染。
- (5) 應嚴格限制含油區與沙丘區之交通通道，以免輸具及工作人員污染乾淨之沙灘。
- (6) 儘量以人力移除，不建議以怪手、小山貓或鏟土機清除含油沙層，期將沙粒移除量降至最低；另外車輛或工作人員之移動亦應防止油污遭壓至沙層更深處。
- (7) 利用機械移除油污染期間，應由沙灘外圍輕度油污染之高潮線處開始往潮間帶下方移動清除油層，並避免在潮間帶清洗遭污染之沙。

3. 濕地與瀉湖 (ESI 10)

- (1) 為優先保護區，應使用攔油索或吸油棉索等防護設備防止油污染漂入本區，使生態影響降至最小。
- (2) 含油之潮間帶禁止人員通行。

- (3) 若有清除之必要，則清污行動應限制於高潮線作業，同時要求清污團隊於潮間帶實施清污工作期間，必須嚴格掌握污染區位漲退潮時間，以避免發生人員危安狀況；亦得以舢舨載運清污設備器材，自外海潮下帶向潮間帶實施清污處理作業。
- (4) 實施低壓沖洗或由吃水淺之舢舨布放油吸附材料，可有效減輕油污染繼續進入本區。
- (5) 均應就近監督任何清除，並使油污染及區域內之沉積物混合減至最小。
- (6) 於細粒狀黏質海灘，可視實際需求有效運用低壓清洗法，作業期間避免擾動或混合，促使油污染深入底層。若無法避免擾動底層時，採取油污染自然風化係較佳方式。
- (7) 含油垃圾因可能變成長期性污染源，故應予以移除，並注意勿擾動底層。
- (8) 本區位為高度敏感區且非常難清除，故列為第一優先保護順序。
- (9) 若經過環境評估後，現地環境允許靜待自然恢復亦為應變策略選項之一。

4. 河川感潮段（敏感度視同 ESI 10 海岸）

- (1) 為優先保護區，應使用攔油索或吸油棉索等防護設備防止油污染漂入本區，使生態影響降至最小。
- (2) 相關應變清除策略與濕地及瀉湖之清除方式相同。
- (3) 可以舢舨載運清污設備器材，自外海出海口向河川內陸水域實施水面污染清除作業。
- (4) 退潮期間，於河川兩岸運用怪手或吊卡車清除雜草並運離處理。

- (5) 河川感潮帶若設置水門，應於地區海水漲潮前，將閘門置於半關閉狀態，以利漂浮於河面之油污染不再溯溪而上，減輕河道污染範圍。