附件六 海岸油污染應變要領

壹、一般說明

綜觀發生較大規模之海洋油污染（油料外洩數量超過 100 噸），均必須動員大量應變人力與機具實施應變清除與防治作業，該等規模之污染事件，亦預期將對環境生態、漁業資源、經濟活動造成相當大的衝擊與衍生社會觀瞻等後遺，故若能妥善將油污染應變能量先期佈署於適當場所，並充份運用海岸地理特性，則油污應變作業將可達到大幅縮短期程、節約能量與減輕損失之目的。

若能先期考量海岸地理環境及整合各類海岸地形適當之除污方法與配合海上溢油防堵圍攔方式等，預期將可大幅降低油污染各類型海岸所衍生之環境破壞。

依「臺灣環境敏感指標（ESI）地圖海岸調查手冊」，有關海岸線類型區分為 10 類（如附圖 1），針對各類型海岸彙整建議適當之清污策略與作業方式，以為依循。

附圖 1 ESI 海岸分類圖

貳、海岸清理作業考量的因素

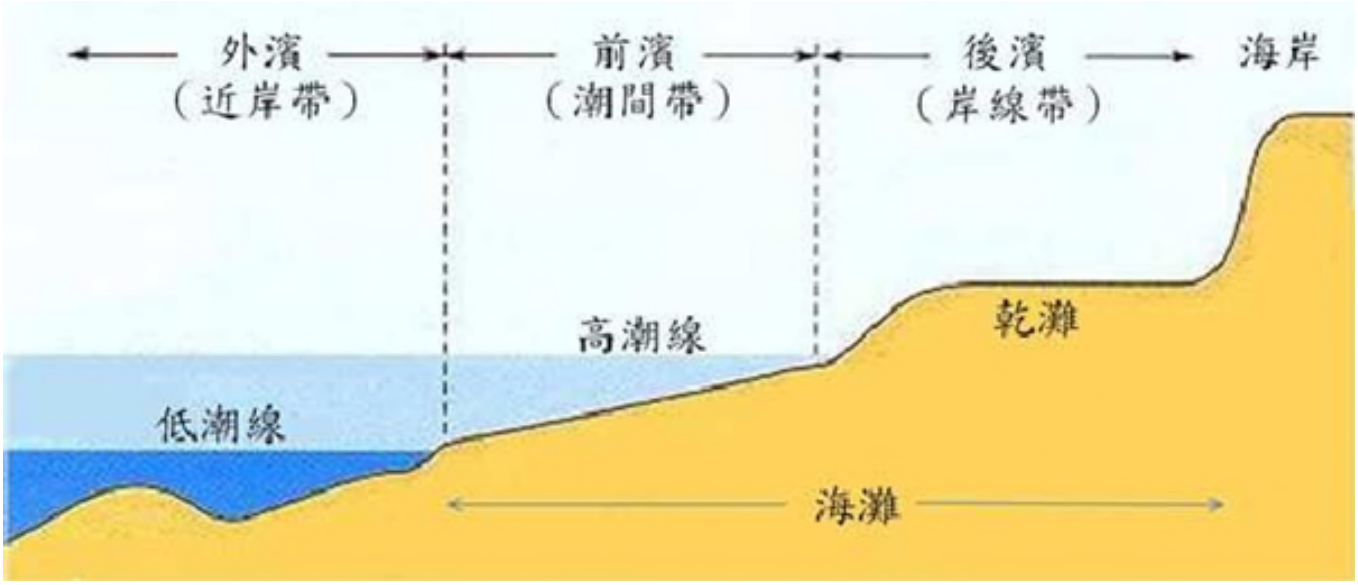
參考不同海岸類型的特性，並瞭解當地海岸的環境敏感、生態資源、人為利用等實際價值後，才能規劃適當的清除方法，並擬訂油污清除作業程序，而在決定海岸線清除作業或選擇清除技術時，為有效制定初始應變清除計畫，考慮因素如下：

一、海岸線依照不同的地理環境，可區分為外濱（近岸帶）、前濱（潮間帶）與後濱（岸線帶）三個部分（如附圖2所示），油污進入海岸區域後對各區的影響：

（一）外濱位於低潮線以下(經常遭水浸沒)的近岸區域，油污在本區會隨漲退潮流動。

（二）前濱位於高潮線與低潮線之間區域，因本區域始終受到浪潮衝擊，所以油污一旦污染，鄰近高潮線附近的區域受到污染將會最為嚴重，如果海浪作用小，油膜將覆蓋整個潮間帶。

（三）後濱是指平時的浪潮活動不會到達的區域，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 2 海岸線結構圖

二、溢油量、溢油特性（如毒性和黏度）：在考慮油污特性時，應在海岸線清污作業前，對外洩油污實施採樣分析，確定溢油是否具有毒性，並判定：

（一）海岸線生物及環境受到損害的程度。

（二）清污人員可能遇到的危險。

（三）油污在海岸線分佈的狀態。

三、現場條件（氣候、海象、潮汐、溫度）：在考慮現場情況方面，應主要掌握現場的風、流、波浪、氣溫等情況。這些因素影響著溢油的漂移，溢油的漂移又影響清除設備的應用；此外還要掌握污染海岸的高、低潮時間與潮位。

四、海岸線類型（沙、泥、人工設施、沼澤、紅樹林）：依據各種不同的海岸地質特性、觀光、經濟與社會需求，制定適宜的應變清除策略，通常海岸保護工作執行的優先順序為：

（一）清除污染工作人員人體的健康與安全。

（二）生態棲息地和人類文化資源。

（三）稀有、或受危害的植物群和動物群。

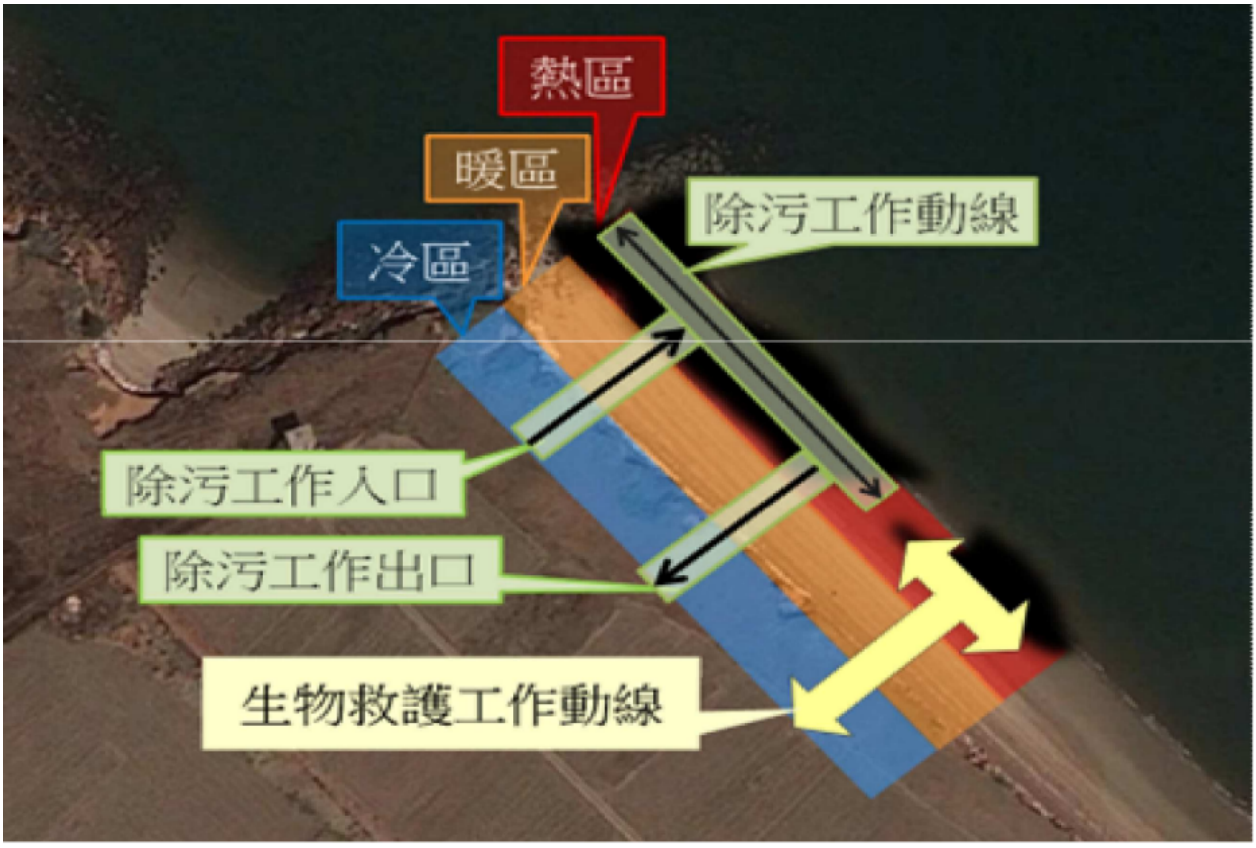
（四）商業資源。

（五）娛樂設施。

五、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。

參、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 3。



附圖 3 工區設置方式

一、生態敏感保護區優先順序

依據環境部製作完成之環境敏感指標（ESI）地圖，在溢油緊急應變期間，足可提供敏感區位所在，故應於油污上岸前，事先針對敏感區進行防護，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的損害；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），因為野生動物數量的恢復及補充替換是相對較慢且困難；保護魚類及甲殼海產資源要優於保護休閒娛樂設施（沙灘、碼頭），因為混凝土或沙石可相對較快被清理恢復。據此環境敏感區之保護優先順序，生物棲息地優於瀕危或稀有生物、生物資源的保護優於漁業和商業資源、商業資源優於娛樂設施，因此，在第一時間有限的資源動員下，將溢油應變設備投入於第一優先保護區實施防護與移離作業，預期可將油污染所造成的損害降至最低，並達到最大的保護成效。

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ESI地圖上提供之生態環境敏感區，先行以攔油索保護，再依據不同的海岸類型選用較合適之除污法；而在生態敏感區執行油污清理作業，應以下列方式執行，以取得最大環境淨利益

（一）運用攔油索佈放於敏感區外，配合當地風流狀況，以移離、圍堵、導引等方式阻擋尚未進入敏感區內之海面浮油，或可視環境許可狀況，以小快艇造浪方式暫時拘束海面浮油流向。

（二）徵詢當地熟悉該生態敏感區之生物專家與海洋環境專家，以決定以何種方式進入敏感區清理及清理的程度；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. 敏感區內尚未遭污染生物，可移離者儘速展開移離工作，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受污染生物救護工作，工作動線與除污團隊工作動線及冷、暖、熱區相區隔，以避免相互干擾。

（三）決議進入已遭污染之生態敏感區執行油污清理作業時，將以下列作法監督施行

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、輕裝與分隊、分區方式，設定各劃設除污區域之完成時限。
3. 以吸油棉吸附、鏟土清除、水瓢舀水等方法回收油污，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，視環境現況利用舖設稻桿等有機吸附方式清理油污，舖設之有機材料置放原地以待自然分解。

5. 無法進入地區或進入後對人身安全有疑慮區域時,不可強行進入清污，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。

7. 避免使用油分散劑。

三、各類型海岸之溢油應變策略

油污對於各類型海岸滯留與衝擊之反應不同，故海岸清理也須以海岸類型選擇合適的清理方法，始能快速有效清理、避免不當的處理造成二次污染或傷害；有關各海岸類型油污染清除建議如附表1。

附表 1 不同海岸類型之保護與清污建議表

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
暴露岩岸	1	暴露岩岸	1A	➢ 由於一般情況下,暴露岩岸受到強烈的波浪作用,油污易被波浪帶到外海。 ➢ 暴露岩岸之基質為堅硬岩盤，油污可能因風化作用而附著在基質表面或裂縫中，但不會滲透海岸基質 ➢ 其污染衝擊較小,不會持續太久,且清除工作有危險性,因此不建議進行清除;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輿情,可以考慮在自然風化方式實施大海自淨策略。 ➢ 在較封閉的海岸時,當油仍是液態時,可採用高壓水柱清除。 ➢ 倘若油污污染海堤等人工結構物時，殘存的重油有影響居民與遊客之疑慮時,可採取清除措施;另若為了當地輿情或後續岸際殘油實際可能有污染其它海岸之虞，則調集應變能量執行岸際油污清除工作。

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
		暴露、固體的人工結構物	1B	➢ 經評估在不損及當地環境生態或損失短期內可恢復之情況下，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的殘油，以避免油污慢慢滲出。 ➢ 經評估如採用高壓水柱沖洗將損及當地環境生態或損失短期內無法恢復之情況下，運用人力與吸附油污材料擦拭或輕便設備汲取之方式清除結構物或其縫隙中的殘油，以避免油污慢慢滲出。 ➢ 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區域，除污策略應回歸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。 ➢ 清除油污若需重機具進出，則應開闢至少4米以上之救援通道，以利大型機具清理移除海岸遭油污染之漂流木或大型廢棄物。 ➢ 海岸附近或水下若有傳統漁場，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，均勻散佈於污染處，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，油污清除應將對該區域生物之影響降至最小。

ESI海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
暴露海蝕海岸	2	暴露海蝕平臺、礁岩	無	➢ 由於暴露海蝕海岸受到強烈的波浪、海流與潮流作用，油污通常不會附著於海蝕海岸，且可在短期內復原。 ➢ 除海蝕海岸上植物生長處所積聚之油污與油污大量集中處，一般而言，暴露海蝕海岸之油污不需要特別清除。除非是高度休閒遊憩用（如野柳、佳洛水等）。 ➢ 倘若屬於熱門遊憩區域，在非植物生長區域，可在油污未受風化、乳化前使用高壓水柱沖洗。 ➢ 如果是在事件發生後數天，或有植物生長區域， 建議使用低壓水柱沖洗較為合適。 ➢ 低潮期間進入潮間帶，使用人力機具移除高度集中的油（如潮池）。
細砂灘	3	細到中度粒徑之砂灘	無	➢ 細砂灘顆粒細密，可阻止油污滲透，油污最深僅可滲透至表面以下10公分處，覆蓋作用效果不顯著，屬於最容易清潔的海岸類型。 ➢ 本類海岸若具觀光或人類利用價值則應防護，可嘗試海上佈設攔油索防護方式保護海岸，若海岸已遭油污染，清理油污期間應適時停止觀光活動，以避免二次污染肇生。 ➢ 海灘若可關閉人為活動或運用，則可導流油污至本類海岸實施油污清理，若無法停止人為活動，則可將海面漂浮油污移離至其它可犧牲之海岸實施清理作業。 ➢ 清除工作只須集中於受污染之沉積物與植物，因此

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
				所需去除的沉積物數量較少。沉積物之清除行動應於所有油污均上岸之後再開始。 ➢ 狀況允許時應採用人工清除，可將沙移除量降到最少，避免使用大型機具，可能使油污受到擠壓而滲入更深，增加清除的困難。 ➢ 一旦油上岸後，應從灘面潮間帶上方開始除油。 ➢ 應嚴格限制含油區和沙丘區間的交通，以免污染乾淨的沙灘。 ➢ 利用機械移除油污應由沙灘外圍輕度油污染的高潮線處開始往潮間帶下方移動。
粗砂灘	4	粗粒狀之砂灘	無	➢ 粗砂灘遭受油污染而滲透或因沉積作用覆蓋污染物的潛力較細砂灘強，滲透沉積物之深度約10-25公分，輕油類之油品可滲透入更深處，如果灘面上層覆蓋乾淨之沉積物，則油污可能被覆蓋而埋藏在30-60公分處。 ➢ 粗砂灘屬於較柔軟的底質型態，不利應變設備與機具之運輸。 ➢ 清除時，建議由砂灘上部開始進行。清除重點在移除海灘表面受污染沉積物及其它受污染碎片，並避免因移除過多沉積物而導致海岸侵蝕。 ➢ 沉積物之清除行動應於所有油污均上岸之後再開始。 ➢ 因機動車輛的移動可能使油污滲入沉積物深處，故非屬必要情況，應儘量避免使用機動車輛。

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
				➢ 當所有可行的方法都已達到實際可行之極限時，必要時，可考慮添加營養鹽以加強清除工作。
砂、礫混合灘	5	砂、礫混合灘	無	➢ 砂礫混合灘孔隙較砂灘多，因此油污的滲透性相對較高。顆粒粗且篩選良好之沉積物，可滲透達數十公分之多，在粗粒狀海灘上使用低壓噴洗可能更有效；沙移除應減至最小，避免底質侵蝕。 ➢ 在高潮線以上平階地形處，受污染的部分可能被乾淨沉積物所覆蓋，覆蓋深度可能達一公尺以上。 ➢ 沉積物清除工作應於油污全部上岸後再開始進行。 ➢ 受油污染垃圾與水草應以人工移除。 ➢ 底質顆粒較大之海灘，可使用低壓水柱沖洗。 ➢ 當所有可行的方法都已達到實際可行之極限時，必要時，可考慮添加營養鹽以加強清除工作。
礫石灘	6	礫石灘	6A	➢ 礫石灘底質的孔隙大、滲透性高，因此油污滲入底質可達數十公分。且清除表面油污後，海岸自然復原能力差，灘面受到嚴重油污染垃圾、水草與漂流木應移除。 ➢ 由於礫石灘沉積物的自然補充速度緩慢，為避免造成海岸侵蝕，故不建議移除沉積物。 ➢ 高度集中的油應儘速從上灘面移除，底質的移除量越少越好。 ➢ 可以低壓沖洗讓沉到底部的油浮上表面，再以汲油器或吸附材回收；應避免高壓水柱沖洗，因為可能

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
				將受污染的細小沉積物帶到低潮帶或潮間帶。 ➢ 可運用重型機具由灘面外圍輕度油污染的高潮線處，開始往潮間帶下方移動移除油污，但是含油的廢棄物勿堆放於潮間帶。 ➢ 當所有可行的方法都已達到實際可行之極限時，必要時，可考慮添加營養鹽以加強清除工作。
		拋石海岸	6B	➢ 拋石海岸屬人造海岸，可使用高壓水柱沖洗拋石海岸以清理表面油污，但對於縫隙中的油污清理效果不佳。 ➢ 小型洩漏或油污已硬化時，可以人工刮除表面油污，或直接移除受污染的底質。 ➢ 嚴重污染的拋石建議移除，並補充乾淨的拋石。 ➢ 油尚未風化仍為液態時，高壓清洗有效，但需回收沖洗的油。已風化的油更難移除，需要刮除或熱水噴洗。 ➢ 前述一般的處理油污方法都不經濟可行時，可使用攔油索收集受污染區域自然滲出的油。
開闊潮間帶	7	開闊潮間帶	無	➢ 開闊潮間帶通常是緊密、飽含水的淺灘，油污通常會被推至高潮線附近堆積。 ➢ 開闊潮間帶的清除工作是比較困難的，只有在低潮時才可能進行清除作業，因此應優先採取保護措施。 ➢ 任何情況下均不建議使用重機具進行清除作業，惟若在海岸可以特殊車輛機具快速行進且不會造成二

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
				次污染疑慮可採用。 ➢ 清除作業應著重於油污的清除，以及高潮線附近受油污染的垃圾與廢棄物清除。 ➢ 若由海上以小型船舶清除可行時，應優先採用，以降低對沉積物的擾動。
遮蔽岩岸	8	遮蔽岩岸(拋石海岸、懸崖)	8A	➢ 遮蔽岩岸由於受到的波浪、海流及潮流能量影響程度較低，油污可能覆蓋潮間帶表面的岩石，並穿透岩石縫隙或孔洞。 ➢ 建議使用高壓水柱與低壓水柱沖洗岩石表面或海岸結構物表面。除可清除表面油污外，亦具有提供底棲生物復原所需的環境、改善民眾觀感，與避免油污慢性滲漏的二次污染優點。當清洗油污時，避免讓油流到潮下帶(生態敏感區)。 ➢ 當油尚未風化且仍為液態時，常溫低壓水柱清洗最有效。 ➢ 高壓水柱沖洗海岸結構物應於高潮時進行，避免沖洗出的油污附著於海岸結構物底部；此外，亦可搭配使用吸附材料以清除油污。 ➢ 通常為了美觀及避免油滲出才會清潔海堤。
		遮蔽、固體的人工結構物	8B	
遮蔽潮間帶	9	遮蔽潮間帶	無	➢ 遮蔽潮間帶的底質柔軟、進出困難，使得遮蔽潮間帶的污染幾乎無法清理。因此，遮蔽潮間帶為高敏感性海灘，為海岸油污優先保護之區域，應及早使用攔油索等預防措施，以避免並減輕可能的衝擊。 ➢ 若經評估需採取清除措施，應僅限於高潮線周圍與

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
				波浪破碎帶的範圍內進行處理，或以船舶由海上進行 ➢ 清除作業可使用攔油索並搭配吸附材料使油污自然清除，並時常更換吸附材料以維持清除效果。 ➢ 對於已受到油污染的灘面應禁止人員穿越與踐踏，避免油污滲入沉積物更深處，而延長恢復所需的時間 ➢ 若清除是必要的，清污行動應限制至高潮線或以舢筏從海上處理。任何清除行動應就近監督，並使油污與區域內的沉積物混合量減到最小。
濕地、紅樹林	10	濕地(鹽沼及河口濕地)	10A	➢ 濕地有大量植物生長，油污可能附著於植物表面而不易清除。因此濕地具高敏感性，為海岸油污染最優先保護之區域。 ➢ 一般而言，若現場的自然淨化作用效果不錯，例如暴露於波浪與潮汐能量作用的河道區域等，最好的清除方法乃任由其自然恢復而不採取清除行動。 ➢ 執行清除作業時，可沿著植被邊緣佈設攔油索與吸附材料以減少進入濕地的油污量。 ➢ 油污大量堆積處可使用汲油器或低壓水柱沖洗，但須注意避免導致油與沉積物混合，倘若無法避免，則建議不採取清除行動，留待其自然風化。含油垃圾、漂流木與其它廢棄物應移除，以避免造成二次污染，移除時應注意避免擾動底質。 ➢ 受污染的植物視情況割除或用其它方法移除，或者

ESI 海岸種類	大類代碼	海岸組成	次類代碼	清污建議
				可使其自然復原。
		紅樹林濕地	10B	➢ 執行清除作業時，可沿著植被邊緣佈設攔油索與吸附材料以減少進入濕地的油污量。 ➢ 紅樹林濕地為生態豐富、生產力高的棲地環境，且一旦遭受污染將非常難以清除。因此紅樹林濕地為高敏感性海岸，建議列為最高優先保護地點，並在紅樹林溼地周圍佈置吸附材料與攔油索，以降低進入紅樹林濕地的油污量。 ➢ 攔油索的佈放應儘量保護最大的區域，並維持攔油索持續有效。但佈放攔油索對於低黏性精煉油效果不大。 ➢ 油污大量堆積處可使用汲油器或低壓水柱沖洗，但須注意避免導致油與沉積物混合。倘若無法避免，則建議不採取清除行動，如果經過環境評估允許，靜待自然風化使環境生態恢復亦是策略選項之一。 ➢ 含油垃圾、漂流木與其它廢棄物等應移除，以避免造成二次污染，移除時應注意避免擾動底質。 ➢ 受污染的植物不需割除或用其它方法移除，可使其自然復原；堅硬底質區域，可使用吸附材料抹除覆蓋植物根部的重油，作業期監避免踐踏到紅樹林的根。 ➢ 可考慮添加營養鹽做為去除殘油的處理方法，但使用效果依個案情況不同。

四、二次污染防範工作

為避免在清除過程中造成環境的二次污染，有關二次污染防範之建議作為可分為以下二個部分：

（一）針對各類型海岸可能造成二次污染的防範工作：因不同的海岸類型有不同的地理型態與環境特性，所以執行海洋油污染應變處理作業時，應注意各類型海岸的二次污染防範

（二）除上述預防措施外，第二部分為清理油污染過程產生的含油廢棄物，其回收處置作業可能造成現地環境的二次污染，參考海洋環境污染清除處理辦法第八條，造成海洋環境污染之污染物，其性質屬廢棄物者，應符合廢棄物清理法及相關規定，下列針對各種不同型式的廢棄物，建議防範二次污染之處置作為

1. 回收廢棄物前須先考慮廢棄物的種類及數量，如回收油料、油性沉積物和油性殘渣等，以及使用過的作業機具與防護設備，如沾附油污的攔油索、吸油棉、汲油器、儲油囊、個人防護設備等，方便規劃與安排清污處理措施。

2. 規劃油污清除工作區域，將清理工作現場分成熱區、暖區、冷區和廢棄物儲放區，固定除污進出入口與清除作業路線， 並管制油污工作區域內人員及車輛，防止閒雜人等進出：

(1) 熱區：油污清除工作進行之區域，所有進入人員需經許可，並著必要之個人防護裝備。

(2) 暖區：鄰近熱區，為污染減輕之過度區，亦為熱區與冷區之緩衝區。

(3) 冷區：支援區域為指揮所、醫療、休息及補給之區域。

(4) 廢棄物儲放區：回收油料、油性沉積物和油性殘渣的暫時存放場所，並在地面下放置不透水塑料襯墊提供第二層防擴散設備，以防止地表受到二次污染。

3. 將含油廢棄物與一般廢棄物分開放入大型垃圾桶（袋）分別集中堆置，並協請地方政府環保局（海洋局、環境資源局等）調派清潔隊員及清潔車前來現場，協助除污作業以及清運廢棄物至最終處理場。

4. 將岸際清洗回收之含油廢水集中，商請台灣中油股份有限公司等機關單位前往支援，並將含油廢水運至合格處理廠處理。

5. 若重型機具要運往海邊進行除污，不適合行進於像濕地和泥灘等鬆軟土地，應選取合適的運送路線。

五、環境復原與求償

（一）海域水質監測項目：總碳氫化合物濃度、礦物性油脂、多環芳香烴。

（二）環境復原

1. 海上水質總碳氫化合物與礦物性油脂與背景值比對已一致且未超標。

2. 海上不應存有可見浮油；潮間帶不應存有液態油、焦油球或是油渣等；附著在礁岩，石塊上的油污清除程度，應以手套觸摸且已無油污沾附。

3. 環境復原會勘驗收作業依據應變中心開設初期議定確認污染清除與復原程度實施現地驗收。

4. 委由第三公證單位，確認污染清除狀況，並由有關單位現場確認污染是否完成清除或臚列待改善事項。

（三）求償

1. 相關應變人員之出差、食宿、加班、應變資材、技術人力支援、衛星、UAV 拍攝、油污染模擬及公文寄送等費用。

2. 若油污染造成鯨豚、鳥類、藻礁、珊瑚、海草床等重要海洋物種擱淺、受傷、死亡、損害，統籌彙整擱淺救援數量、影像、

受損地點、範圍等資訊，邀集相關利害關係人研商油污造成的生態損失，及所需後續生態監測及復原費用，納入求償項目。

3. 污染事件受影響區位範圍，以及相關商港、工業港、漁業敏感區等協助緊急生態調查費用納入求償項目。
4. 漁船、漁具及漁獲受油污染影響、養殖漁業之損失，以及因漁港封閉無法出港作業、進港卸貨之損失，納入求償項目。
5. 前述內容未載列，惟經應變中心合議須納入求償項目者。