

超級基金綠色整治策略介紹

鄒倫

財團法人中技社環境技術發展中心主任

美國超級基金（Superfund/ CERCLA）法案自 1980 年實施以來，已超過 30 年，近來配合氣候變遷議題，在整治策略中納入減少溫室氣體排放的要求，減低其他對環境造成的負面影響，推出超級基金綠色整治策略（Superfund Green Remediation Strategy），現摘譯於後，提供讀者參考。

一、簡介

美國環保署超級基金整治辦公室管理著超級基金場址之長期整治，致力於其保護人類健康和環境的使命，超級基金綠色整治策略為優化整治活動之環境表現及成果。OSWER（Office of Solid Waste and Emergency Response）預期策略的施行將會提升環境表現和成果，施行的方式亦符合法規和管理規則，且不妥協其整治目標與行動、社區的利益、或合理的整治時間表等。

（一）緣由

整治活動使用能源、水資源、及物料資源來達成整治目標。如同所有的活動，每個整治階段（探討、評估、設計及施工、整治、監控及維護）皆產生環境足跡。場址的永續性考驗的不只是環境，並包含了場址使用人及當地社區所關注的社會和經濟面向。美國環保署定義綠色整治為考慮整治施行之所有的環境影響，並將環境足跡減到最小之作法。綠色整治為受污染土地整治之最佳化環境成果的主要措施，OSWER 指出綠色整治之五個核心要素：

- * **能源**：超級基金整治包含能源密集技術，綠色整治策略重點在增進能源效率及使用再生能源。

- * **空氣和大氣層**：許多超級基金整治包含場址內外活動（如處理過程、大

型機械的操作、和例行車輛或貨運卡車之運輸等)造成的溫室氣體排放及空氣污染，運用適當的科技此些排放可以減量。

＊ **水資源**：超級基金整治過程中包含大量用水，故需良好管理地表水。綠色整治策略重點於減少水資源消耗、重新利用處理過的水、和使用高效率技術管理地表水及地下水。

＊ **土地和生態系統**：超級基金整治場址通常包含場址內外的生態系統質損及各類狀況使之變為對人類不安全。綠色整治策略重點在減少地區未來的危機、保護場址內外及附近土地資源和生態系統、和恢復場址的生態、經濟、社會之整治行動。

＊ **物料和廢棄物**：整治場址使用原物料並產出廢棄物，綠色整治策略提供減少物料消耗及廢棄物的產生、使用回收或當地物料、和採購對環境友善的產品。

(二) 綠色整治及廢棄物方案

2009 年 8 月，OSWER 發行了綠色整治原則，焦點集中在評估整治活動之環境足跡 (<http://epa.gov/oswer/greencleanups/principles.html>)，綠色整治包含不僅是採用特定的技術或技巧而已。評估綠色整治策略之五個核心要素可幫助決策者評估更環保的整治。OSWER 整治計畫保證整治及環境足跡減量皆符合法規，且對整治目標、社區的利益、整治時間表、及整治行動之保護性決不妥協。

(三) 綠色整治及超級基金

綠色整治被視為增進整治措施保護的一種手段，而非積極整治過程的不利因素或降低整治保護性的方法。綠色整治策略提供重要的最大化整治之環境成果、降低計畫成本、和將場址變成再利用性地生產，且不違背整治目標。整治計畫包含價值工程及系統優化技術以降低燃料消耗。工作人員安全保護計畫是超級基金整治選項和執行的一部分，並配合職業安全與健康管理局規

定，規定含括危險廢棄物執行和緊急應變。整治計畫可輔助場址的永續性，如採用更環保的策略及施行在所有整治和重建項目階段中。綜合方法之活動包括：

- * 解構一個場址的建物及基礎設施，並重新利用該物料；
- * 設計能最大機會混合使用和土地再利用之整治計畫；
- * 使用綠建築設計；和
- * 規劃長期整治行動和重複用較不環境密集的活動，使其造成當地社區的不良影響降到最小。

(四) 聯邦及州政府章程和行政命令推廣節源及節水

綠色整治策略從 CERCLA 和美國國家油品及有害物質污染應變計畫（National Oil and Hazardous Substances Pollution Contingency Plan, NCP）架構而來，亦含括行政命令（Executive Order）的概念及聯邦或州的法規和規章，特別針對減少能源和水的消耗、增加可再生能源的使用、和其他自然資源的保護，例如第 13423 號行政命令—加強聯邦環境，能源和運輸管理。

第 13541 號行政命令—聯邦在環境、能源及經濟績效領導，使用第 13423 號行政命令之架構，建置一個朝向永續發展的聯邦政府之策略。第 13541 號行政命令要求聯邦機構：

- * 增加能源效益；
- * 衡量、報告、和減少溫室氣體排放；
- * 通過效率、再利用和雨水管理保護水資源；
- * 消除廢棄物、回收和防止污染；
- * 利用機構收購以促進永續發展的技術和對環境友善的物料、產品和優化服務之市場；
- * 設計、建造和維護高性能的建築物；和
- * 加強適宜居住的社區於聯邦所在處。

二、超級基金整治計畫之綠色整治目標和關鍵行動

綠色整治管理是個工具能改善廢棄物管理；能源、水資源、與其他天然資源的保護或保存；減少溫室氣體排放；促進永續的長期管理；和在整治期間及整治後減少對當地社區的負面影響。美國環保署提供一個綠色整治措施（如地下水優化方法、超級基金再開發行動倡議）審議和施行的平台。

環境之永續性再開發與再利用（Environmentally Responsible Redevelopment and Reuse Initiative, 簡稱 ER3）倡議鼓勵開發者和財產所有權人在開發受污染場址時，落實永續性。場址整治執行管理處（Office of Site Remediation Enforcement, OSRE）與超級基金整治暨技術創新管理處（Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, OSRTI）合作，以 ER3 倡議含綠色整治做為其努力的一部分，推動受污染場址之永續整治。

一般綠色整治步驟，締約雙方可採用整治生命週期，如減少場址之間的往返，決策者可整合綠色整治應用至整治過程之各階段，例如：

* 初步評估及場址勘測（Preliminary Assessment and Site Investigation）：

專案經理人應用更具效益、簡化方法減少場址間的運輸、降低物料和天然資源的耗用、及廢棄物之產生。

* 整治之調查及可行性研究（Remedial Investigation and Feasibility Study）：

管理人可考慮採用現場採樣、或其他降低整治活動之環境足跡的方法等。

* 整治之設計規劃（Remedial Design）：

整合綠色整治策略當 1.)規劃新的整治、2.)舉辦試驗計劃、3.)更新現有的整治資訊。

* 整治行動（Remedial Action）：

整治行動包括車輛及設備使用潔淨燃料與可再生能源，重新應用物料，廢棄物加工，和安裝雨水徑流等。

*** 短期及長期的整治行動和五年期之審查：**

污染場址整治後之定期審查是有其必要的。五年期之審查為確保整治仍有效運作及整治是否可整合至營運和維護（O&M）。

OSRTI 於美國環保署網頁上加入”超級基金與綠色整治”的策略與執行之最新資訊（<http://www.epa.gov/superfund/greenremediation>）。美國環保署於其每個區域皆有超級基金與綠色整治之配合機構，以增進區域之綠色整治，區域之配合機構名單可於網站上查詢（<http://epa.gov/superfund/greenremediation/coordinators.html>）。

策略包含九個關鍵行動（含括 40 個具體的行為）與（一）規定及指導發展、（二）資源發展及方案執行、（三）方案評估等相關。

（一）規定及指導發展

目標：

提供清楚的、具法律觀點的超級基金整治之綠色整治規定和指導方針。

簡介：

美國環保署規定與指導指在整合綠色整治觀念與超級基金行動，所以與法規和守則相符合。超級基金行動涵蓋在法規和相關守則包括的有非時間關鍵之清除行動、場址搜尋、可行性研究、整治設計、整治工程和長期整治行動等。

關鍵行動#1：在整治的選擇和執行上，確認綠色整治所扮演的角色

綠色整治目標指在與全面環境反應、賠償暨責任法（CERCLA）和國家油品及有害物質污染應變計畫（NCP）之目標和過程一致，CERCLA 和 NCP 提供詳細的期望和整治選擇及執行的規則。在此行動中，美國環保署付出努

力確認綠色整治可以有效達成及與超級基金行動整合，同時堅持遵循 NCP 的要求與相關規則。

1.固體廢棄物暨緊急應變管理處（OSWER）政策關於綠色整治清除行動之整治抉擇：OSRTI 將會持續與聯邦機構復原和再利用辦公室（Federal Facilities Restoration and Reuse office, FFRRO）、OSWER 及其他機構合作發展遵循著 NCP 和 CERCLA 之綠色整治策略，方針則是關於目前整治決策文件之修訂，如整治保護措施、誠信原則和成本。

2.評估應用及相關規則（ARARs）：OSRTI 分析、簡介目前各州和聯邦法規（如州再生能源憑證制度）以判定評估應用及相關規則是否符合 CERCLA，並將總結資料發布給美國環保署各區域辦公室及將大綱公告在”綠色整治重點”網路平台上（<http://www.cluin.org/greenremediation>）。

（二）資源發展及方案執行

目標：

制定和發展綠色整治執行方法和資源來幫助現場協調員（on-scene coordinator）和整治專案管理人（remedial project manager）以確保綠色整治之周密過程並達成整治目標。

簡介：

在超級基金整治的每個過程中，都有機會改善整治環境的結果及對場址的永續有所貢獻。當整治技術不斷更新及整治相關選項更多元，綠色整治策略在符合並達成整治行動的目標情況下，降低專案成本。關鍵行動含括研究、評估目前或演進的綠色整治新技術資料、資金、新工具和新的資源等。

關鍵行動#2：草約和工具之彙編幫助管理者整合綠色整治實行

美國環保署設計實務執行概要和工具，幫助對綠色整治的了解和執行。OSRTI 則建置質量管控步驟以確認效率、操作容易度和概要的更新。發展概要的行動包含：

1.確認綠色整治所需資源：OSRTI 與計畫合作單位在研究、評估現有綠色整治工具及架構等項目共同合作。

2.確認綠色整治補充資訊：計畫合作單位會給予社區、州政府、技術供應商、其他環保署單位和非政府組織關於綠色整治評估、個案研究、表格等相關支援。美國環保署也鼓勵其他聯邦單位紀錄和分享實務運作及工具等。

3.發展科技評估工具和事實表：OSRTI 將持續發展事實表以顯示或示範最佳綠色整治的管理實踐，和環境足跡以評估整治行動生命週期所耗用的物料、能源、水資源與溫室氣體排放等。

4.綠色整治之間與答 (Q&A)：超級基金綠色整治計畫將繼續與州政府合作發展”問與答”和”迷思 vs.事實”概要來增進對綠色整治的了解。

5.綠色整治清單：OSRTI 發展關於超級基金目前作業和長期應變行動之國家清單。清單可應用於 5 年回顧審查，以促進包含科學與技術之策略性行動。行動整合現有的清單，發展區域性的或跨計畫的初步行動達到最大的應用，如工程論壇的節約能源和生產清單 (USEPA, 2004)。

6.科技創新和場址服務部門(美國環保署)之綠色整治訓練：訓練通常在同個地點，如美國環保署超級基金場址整治專案經理人協會 (NARPM) 年

會和北美環境合作委員會會議等。

7.特定場址協助和援助機制：OSRTI 在場址查訪時，給予地區工作人員審查綠色整治方案選項協助，協助包括直接且專業的技術支援。特定場址的提供協助機制亦包含 OSWER。

關鍵行動#3：綠色整治施行之選項

超級基金整治計畫需要檢視附加選項，例如綠色整治應與 NCP 和 CERCLA 之目標和規定相符，其行動包括：

1.最佳化使用再生能源之方法，目標為電廠運行使用 100%再生能源：

OSWER 鼓勵使用再生能源以減少場址營運之溫室氣體排放。可再生能源來源包括場址本身製造、向電力供應商採買綠能、或購買再生能源認證（renewable energy certificate）。計畫最終目標為電廠之運行係採用 100% 的再生能源，但是達成整治目標比此目標更為優先。

2.增加能源效率之方法：OSWER 鼓勵所有超級基金之場址減少其營運的能源消耗及溫室氣體排放。美國環保署將與其它機構合作確認先進技術及舉辦專題討論會或訓練課程。

3.採用綠色整治策略和施行之成本和節約：OSRTI 評估各種綠色整治策略衍生的成本及節省，美國環保署建立內部及外部的努力推動綠色整治，並與聯邦單位、州政府機構及產業界等合作，找尋獨立融資機制（如貸款、獎勵、整治合約商紅利）、建置綠色整治認證系統、和加速州政府及地方政府的許可過程。

4.應用綠色能源場址清理之事實表：OSRTI 主導建立太陽、風力、地熱、生質能、填埋場之甲烷氣體等再生資源發電之良善管理事實表。事實表內

容含括場址生產的電力購買合約及使用場址內資源進行商業規模之生產等。

5.增加偏遠綠色整治廠之再生能源使用：美國環保署與合作單位及供應商確認整合再生能源系統，提供場址處理系統供電的機會。

6.建置綠色整治研究、發展和示範之籌資機制：OSRTI 和 FFRRO 尋找聯邦經費專門用於綠色整治研究及應用。美國環保署需建立關於基金額度、基金使用條件、及將結餘款回存基金或當地地區等規則。

7.參與發展國家標準和認證程序：計畫合作單位在美國環保署參與下，建立了具國際性、自發性的綠色整治標準。美國環保署與州合作單位建立草案概要關於綠色整治規範之理想成果和制定具共識的標準。

關鍵行動#4：空氣污染排放

本關鍵行動目標是減少由超級基金活動造成的空氣污染和轉換廢棄體成再生能源之各種方案。由 OSRTI 探討超級基金所有合約中使用潔淨能源和排放技術。

1.建置潔淨燃料和排放技術之事實表：OSRTI 與美國環保署交通運輸與空氣品質辦公室及區域辦事處配合編譯事實表，事實表內容含括減少石化燃料消耗之方案和空氣污染物之排放，並指向最佳營運和維護、進階柴油技術應用、和燃料效益、運輸、替代燃料（如生質柴油）、燃油添加劑等選項之管理實務。

2.建置潔淨燃料和排放技術清潔合約條款：此為關鍵行動#6 的補充條款。本行動包含超級基金場址的空氣排放減量和追蹤之詳細調查和合約樣本（含使用文字、語言）。

3. 填埋場甲烷氣體回收和利用：美國環保署與超級基金場址之填埋場合作執行具有成本效益的甲烷氣體回收計畫，以補充填埋場址營運所需的能源需求。地區可申請由 OSRTI 和 FFRRO 所發展的填埋場甲烷轉換成能源之篩選工具，評估填埋場甲烷回收技術之可行性、相關成本與實用性、和預期之溫室氣體排放減量。

關鍵行動#5：評估和示範綠色整治應用之試驗計畫

試驗計畫可幫助建構綠色整治之真實成本和成果、營運和行政課題與訓練等資料的蒐集。美國環保署可提供地區性的工作人員資金，以支援綠色整治試驗計畫之規模、規畫或相關活動。

1. 建置創新綠色整治試驗計畫資料庫：OSRTI 和各區域蒐集由美國環保署和其他單位辦理的創新綠色整治實驗計劃資料，建立全面性資料庫以支援未來的整治行動。

2. 綠色整治模型分析及各場址每整治階段資訊蒐集：預期模板含括一系列的事實表以編譯基本資訊及比較潛在的綠色整治策略，主題包括更優的資源效益及長期風力發電廠、太陽能或熱能收集、和氣體生產場址之合適性。

3. 合併綠色整治因素到改善評估：綠色整治努力追求能源效益、應用其它替代能源、減少空氣污染排放、水資源保護管理、有效率使用物料、因整治而產生之廢棄物減量、使用回收物料等。

4. 超級基金場址之卓越的再生能源潛力，呼應土地再生計畫：OSWER 鼓勵環保署區域與發展再生能源機構及利益相關者，評估將再生能源發電工程設置在受污染土地及礦區之可行性。

關鍵行動#6：綠色整治之選訂改善的承諾合約和協助

符合聯邦採購條例及第 13423 號行政命令（2007 年），OSWER 與收購管理辦事處合作：

1.修正環保署合約含括綠色整治施行：美國環保署確定工作說明(statement of work)之開發語言，修改工作說明語言應用在目前的整治和清除合約，及發展國家層級合約語言樣本。

2.選定活動報告：修改整治和清除合約工作說明之語言，要求合約商定期報告，例如能源和燃料使用。

3.發展並定期更新綠色整治工具組：OSRTI 發佈綠色響應行動採購與管理工具集給區域計畫管理人和超級基金合約廠商。計劃合作單位持續編制被區域或其他機構採用的新語言、創新合約資訊及管理機制，並公佈於 OSRTI 之綠色整治網頁（www.cluin.org/greenremediation）。

4.場址整治協助合約之條款及狀態範本：OSWER 起草州政府之地方綠色整治規範合約樣本並將其制度化。

5.發掘使用現行聯邦合約和建置新合約的機會：OSWER 提供地方有關特定場址之技術協助與支援。

6.推動聘請當地專家進行綠色整治：超級基金工作訓練計畫徵求綠色整治之利益關係人參與綠色整治工作訓練和員工招募。

關鍵行動#7：成果發表和改進項目共享

泛綠色整治計畫及場址層級的發展起始，有賴於活動及資訊的分享給利益相關相關者、專業機構和聯邦及州政府整治相關單位等。一個良好溝通含括：1.確保所有利益相關者都有參與的機會、2.確認綠色整治訊息的一致性、3.分享技術及計畫性的資訊、和 4.提供納入綠色整治施行的選項。OSRTI 針對以上需求所採取的行動：

1.發展聯絡溝通計畫：溝通計劃內容包含成功案例分享和改進事項等資訊分享給社區、聯邦及州政府單位、當地機構和合約商。資訊分享的管道有網站、網路之專題討論、環保署一年兩次社區參與的培訓會、計畫承辦、地區工作人員及管理人等定期的視訊研討會、和場址協調人員之年度教育訓練等。

2.聯合合約商及產業界：促進當地機構、合約商及產業界關於最佳施行管理方案、成功案例、疑難雜症及技術障礙、成本及節約績效等資訊分享。

3.與其他聯邦機構及各州公司機構合作促進全國性綠色整治策略：計劃合作廠商分享成功案例與學習心得與其它州政府組織和及他機構等。OSRTI 及 FFRRO 與聯邦及州政府單位配合編譯綠色整治出版品並分送與各相關政府單位及計畫管理人等。

4.使各地團體充份參與綠色整治評估及導入相關事項：OSRTI 與地方承辦單位合作加強地區利益相關者(包括受到場址整治整治影響的低收入戶和弱勢團體)之參與。綠色整治參與及導入機制如協助社區了解綠色整治相關技術及機會(社區技術援助服務計畫)及教育當地工作人員能源效益及再生能源應用(超級基金工作訓練計畫)等。

(三) 方案評估

目標：

確認並推廣評估綠色整治施行之場址層級和計畫層級的協調工作，OSWER 使用綠色整治目標評估結果整合至美國環保署策略計劃並調整綠色整治活動預算。

簡介：

超級基金利益相關者需要場址層級和計畫層級之綠色整治目標評估，故 OSWER 建置了概念架構包括選擇綠色整治衡量標準，如不同評量參數之分析可接受度、不同使用者（場址經理人、地區承辦單位及國家層級計畫管理人）的需求、配合環保署之最新目標、和不同衡量之比重及處理不同數據資料方法等。

綠色整治衡量關鍵行動從檢測美國環保署、聯邦單位、州政府及產業界現有的應用工具開始。場址和計畫評估之共同需求包括：基線之估算、表現衡量標竿、評估衡量及一致的核心度量。

關鍵行動#8：專案進行整治之環境足跡評估路線圖

作出場址層級綠色整治之明智的決定需要一致的方法來量化與綠色整治之五個核心要素相關的整治足跡，雖然目前有衡量一個或多個要素對場址活動的影響，但卻沒有一個環境足跡衡量是符合美國環保署之整治需求。從試驗計畫蒐集到的資料用以發展綠色整治策略的場址評估路線圖（roadmap）。

OSRTI 建置計畫層級之綠色整治路線圖：

- 1.分析現有評估整治之環境足跡方法及軟體工具：OSRTI 提供目前的決策工具摘要並定期更新。

2.發展機構評估整治環境足跡方法：OSRTI 與美國環保署合作發展一致性的方法來量化整治計畫之環境足跡。方法參照綠色整治試驗計畫結果及概述在美國環保署技術入門的策略。

3.評估綠色整治策略模組：OSRTI 與美國環保署合作建立環境足跡衡量方法學檔案為評量核心要素足跡。OSRTI 預期使用整合模組幫助決策者量化不同情境之足跡、確認最佳降低足跡之管理、及修正場址整治活動之優先順序等。

關鍵行動#9：進行評估超級基金整治環境足跡方案

有效執行超級基金整治計畫策略，靠著具有品質的工具：

- * 報知計畫未來方向之決策；
- * 編譯資料支援 OSWER 之綠色整治原則；和
- * 提供美國環保署關於行政命令 13541 之新資料。

跨計畫或跨層級（區域層級、國家層級）評估整治活動之環境足跡，包含建置全面性的基線和衡量策略表現。衡量過程及目標仿效聯邦機構第 13541 號行政命令規定和符合 NCP。計畫評估行動包括：

1.估算超級基金整治環境足跡方案基線：OSWER 用已定義的基線評估場址整治對環境及社區造成的影響。基線估算包含使用經驗模型反映：

- 1.) 歷史資料的初步研究
- 2.) 彙總新的資訊，資訊出處：(a) 應用特定場址方法學的綠色整治試驗計畫、(b) 整治系統評估和地下水、土壤或泥沙處理系統之綠色整治評估、和 (c) 特定場址報告。

2.設定超級基金綠色整治策略目標和衡量：應用美國環保署策略之邏輯模型的評估行動：並入美國環保署策略計畫的目標、策略應用的表現評量、和衡量施行策略的環境成果。邏輯模型包含五種構成要素：策略投入（如資金、人力、資訊資源）、策略活動概要、超級基金整治社區之策略產出、綠色整治核心要素之階段性成果、和永續採用策略產出之長期環境成果。

3.發展可能的測量誤差選項：OSRTI 審查由特定場址資訊總結之區域簡報資訊合適度。誤差可能是因為量化環境結果困難所致，或與其他複雜的因素（如碳封存）相關。解決衡量誤差之應用選項，如運用現今價值分析方法。

4.生命週期評估方案應用和影響：OSRTI 確認和發展工具和指導以探討：

1.)上、下游的影響，對整治行動之環境足跡而言、2.)匯總不同衡量標準的數據之方法、和 3.)比較不同期間選項之方式。

策略產出和階段結果之增量式測量，幫助美國環保署確認策略投入和行動的改善，進而改進長期的環境結果。

三、策略執行

美國環保署超級基金整治計畫之合作夥伴將會持續地進行這些策略性的行動。在 2011 年，美國環保署預計重新考慮策略整體狀況、達成成果和挑戰。策略的更新及策略行動的有關物料將可從以下網站取得資料：

* 超級基金與綠色整治（www.epa.gov/superfund/greenremediation），和

* 綠色整治重點（www.cluin.org/greenremediation）。

更多的執行綠色整治資訊可詳美國環保署超級基金綠色整治地區合作夥伴網站（<http://www.epa.gov/superfund/greenremediation/coordinators.html>）。

【作者簡介】



鄒倫，North Carolina State University 環境工程博士。目前任職於財團法人中技社環境技術發展中心主任、以及中央大學環境工程研究所兼任副教授、環保署事業廢水處理專責人員訓練班講師、環保署空氣污染防治專責人員訓練班講師、環保署廢棄物處理專責人員訓練班講師。

曾擔任中國技術服務社環保科技中心副主任、工業局委辦「工業污染防治技術服務團」副團長、台北科技大學兼任副教授、淡江大學兼任副教授。曾獲得「中華民國環境工程學會九十九年度服務貢獻獎」。研究領域為空氣品質管理、水質及流域管理、事業廢棄物管理、環境資訊管理、毒性物質管理、環境影響評估、工業衛生及工業安全、環境工程實驗室管理及運作。

電話：02-27049805 ext 60

傳真：02-27059184

E-Mail： leontzou@email.ctci.org.tw