

應用監測式自然衰減整治法之可行性評估準則、設計及成效評估等規範建置計畫

期末報告定稿本

附冊二

監測式自然衰減整治法污染改善計畫審查參考手冊

計畫編號：EPA-96-GA13-02-A069

計畫執行期間：民國 96 年 6 月 14 日至 97 年 6 月 30 日

受託單位：美商傑明工程顧問（股）台灣分公司

印製年月：中華民國 97 年 10 月

行政院環境保護署編印

監測式自然衰減整治法污染改善計畫 審查參考手冊

目 錄

第一章	審查注意事項總說明	1-1
第二章	MNA 整治法污染改善計畫審查注意事項	2-1
第三章	審查參考手冊內容	3-1
第四章	實質審查	4-1

表 次

表 2-1	程序審查表	2-3
表 2-2	實質審查表	2-4

圖 次

圖 3-1	MNA 整治法污染改善計畫審查作業流程	3-5
-------	---------------------------	-----

第一章 審查注意事項總說明

- 一、為辦理監測式自然衰減（Monitored Natural Attenuation, MNA）整治法污染改善計畫相關審查事宜，特訂定「MNA 整治法污染改善計畫審查注意事項」（下稱本注意事項）。
- 二、所在地主管機關應成立土壤及地下水污染整治推動專案小組（下稱整治推動小組），執行 MNA 整治法污染改善計畫之審查工作。
- 三、為明確 MNA 整治法污染改善計畫審查程序，於本注意事項規定程序審查（由所在地主管機關執行）及實質審查（由整治推動小組執行）作業流程，俾使審查流程、作業方式及期限認定等方式能夠一致。
- 四、研訂「MNA 整治法污染改善計畫審查作業指引參考手冊」，提供所在地主管機關與整治推動小組進行 MNA 整治法污染改善計畫程序審查及實質審查時之依據。
- 五、如經整治推動小組審查通過，所在地主管機關應要求 MNA 整治法污染改善計畫提出者將相關污染改善計畫內容併入污染控制計畫或整治計畫中實施，並依據污染改善計畫中所擬定之監測計畫期程，進行定期監督查核工作，確認場址內自然衰減程序變化趨勢，確保場址工作人員、附近民眾健康及維護環境品質。

第二章 MNA 整治法污染改善計畫審查 注意事項

- 一、 為辦理 MNA 整治法污染改善計畫相關審查事宜，特訂定本注意事項。
- 二、 污染行為人及土地使用人、管理人或所有人等（下稱計畫提出者）依據土壤及地下水污染整治法第 11 條或第 16 條，欲提出污染控制計畫或污染整治計畫時，得研擬以 MNA 整治法作為場址污染改善整治方案或其他整治技術之配套措施，並應依據 MNA 整治法可行性評估準則、設計準則及成效評估準則等內容，研提 MNA 整治法污染改善計畫。
- 三、 所在地主管機關受理前項申請後，應送整治推動小組審查；整治推動小組得由環保機關、相關單位、代表及專家學者等組成，以執行 MNA 整治法污染改善計畫實質審查工作。
- 四、 計畫提出者應依 MNA 整治法可行性評估準則、設計準則及成效評估準則等內容撰寫 MNA 整治法污染改善計畫，並檢附應備書件提送所在地主管機關審核。所在地主管機關應先就 MNA 整治法污染改善計畫之完整性，依程序審查表（如表 2-1）進行審查，若計畫資料不符合程序審查表各項目者，所在地主管機關得限期要求計畫提出者補正，核准補正日數不得超過六十日，補正時間不計入審查期限；逾期末補正者，所在地主管機關應駁回其申請。
- 五、 MNA 整治法污染改善計畫報告內容符合程序審查表各項目者，再由整治推動小組依實質審查表內容（如表 2-2），就 MNA 整治法污染改善計畫之合理性進行審查。

整治推動小組可參酌 MNA 整治法污染改善計畫審查參考手冊

（如第 3 章）之內容進行審查，如有疑義，得辦理調查、現場履勘或要求計畫提出者回答。

整治推動小組審查時，其內容有應補正者，得限期要求計畫提出者補正，核准補正日數不得超過九十日，補正時間不計入審查期限；逾期末補正者，所在地主管機關應駁回其申請。

六、如經整治推動小組審查通過，所在地主管機關應要求計畫提出者將 MNA 整治法污染改善計畫內容併入污染控制計畫或整治計畫中實施，並依據污染改善計畫中所擬定之監測計畫期程，進行定期監督查核工作，確認場址內自然衰減程序變化趨勢及污染改善成效。

表 2-1 程序審查表

場址名稱：

第____次審查

項次	主要項目	撰寫內容	檢附圖表
一	執行摘要	<input type="checkbox"/> (1)報告提出者 <input type="checkbox"/> (2)報告撰寫者 <input type="checkbox"/> (3)計畫執行者 <input type="checkbox"/> (4)簡述評估結果	
二	場址基本資料	<input type="checkbox"/> (1)場址公告資料 <input type="checkbox"/> (2)場址名稱及地址、地號或位置及污染行為人資料 <input type="checkbox"/> (3)場址土地所有人或管理人資料及目前場址土地使用狀況 <input type="checkbox"/> (4)完整的場址使用資料	<input type="checkbox"/> 場區配置圖(註明污染源位置) <input type="checkbox"/> 都市計畫土地使用分區圖 <input type="checkbox"/> 載明場址利用變遷及相關環境調查資料
三	場址現況及污染情形	<input type="checkbox"/> (1)場址現況 <input type="checkbox"/> (2)場址過去洩漏資料及可能污染區域 <input type="checkbox"/> (3)歷史檢測數據彙整	<input type="checkbox"/> 場址地理位置圖 <input type="checkbox"/> 週邊土地利用分佈圖 <input type="checkbox"/> 地下水井與表面水體分佈圖 <input type="checkbox"/> 污染物檢測數據分佈圖
四	污染物、污染範圍及污染程度	<input type="checkbox"/> (1)主要關切污染物質界定 <input type="checkbox"/> (2)污染範圍的劃定 <input type="checkbox"/> (3)描述污染物可能影響之生物受體	<input type="checkbox"/> LNAPL <input type="checkbox"/> DNAPL <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> 污染物濃度分佈圖(註明污染源位置與污染帶範圍)
五	可行性評估	<input type="checkbox"/> (1)場址區域水文地質資料 <input type="checkbox"/> (2)場址初步篩選 <input type="checkbox"/> (3)場址特徵調查結果 <input type="checkbox"/> (4)場址概念模型 <input type="checkbox"/> (5)自然衰減模式模擬/驗證 <input type="checkbox"/> (6)潛在受體與曝露途徑分析	<input type="checkbox"/> 地下水位等高線圖/流向圖 <input type="checkbox"/> 場址土壤地質剖面圖 <input type="checkbox"/> 場址水文地質概念模型圖 <input type="checkbox"/> 場址污染概念模型圖 使用模式：
六	監測計畫	<input type="checkbox"/> (1)採樣監測頻率/期程 <input type="checkbox"/> (2)採樣點位/監測井位規劃 <input type="checkbox"/> (3)新增監測井位規劃 <input type="checkbox"/> (4)檢驗分析項目 <input type="checkbox"/> (5)緊急備用方案	<input type="checkbox"/> 二維 <input type="checkbox"/> 三維 <input type="checkbox"/> 深度 <input type="checkbox"/> 井篩長度/位置 <input type="checkbox"/> 井叢/巢 <input type="checkbox"/> 關注污染物 <input type="checkbox"/> 水文地質參數 <input type="checkbox"/> 其他
七	成效評估	<input type="checkbox"/> (1)自然衰減整治成效評估 <input type="checkbox"/> (2)驗證計畫	
八	其他經主管機關指定之事項		
九	參考資料		
十	程序審查結果	(1)格式	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 須再調整：
		(2)內容	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 須補件：項目 a. _____ b. _____ c. _____ 補件期限: 至____年____月____日止
備註：	進行可行性評估(2)場址初步篩選時，若污染物之代謝產物比原來污染物毒性更高(如 TCE 降解為 VC)，且未發現其會進一步再降解為無毒之物質的明確事證時，則不適合使用 MNA 做為場址之整治技術		

表 2-2 實質審查表

場址名稱：

第____次審查

項次	主要項目	審查要點	備註
一	執行摘要及基本資料	(1)評估報告提出者資格	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 須說明或補件：
		(2)場址基本資料	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 須說明或補件：
		(3)簡述 MNA 整治法評估結果與結論	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 須說明或補件：
二	場址現況及未來土地利用、地下水使用狀況	(1)場址現況資料時效性，須以最接近進行 MNA 評估時間點之資料，作為評估之依據，避免取得不正確或過時的資料	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 須說明或補件：
		(2)土地利用資料涵蓋場址及周邊 30 年後之情形，同時包含地下水用途	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 須說明或補件：
三	關切污染物、污染範圍及檢測資料	(1)關切污染物項目是否齊全	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 未完整，建議納入：_____
		(2)污染範圍是否清楚描繪高污染源區與污染帶邊界	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須補充調查
		(3)檢測資料是否包括歷次檢測資料	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須補件：
		(4)是否明確指出進行評估所採用之檢測資料來源	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明或補件：
四	可行性評估	(1)是否已經回顧場址歷史背景相關資料並建立場址概念模型雛型	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明其他資料來源
		(2)場址是否具有生物降解機制	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明其他主要降解機制或進一步調查評估的方式
		(3)是否進行生物降解速率/常數估算	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明其他評估方式
		(4)是否利用模式模擬污染物傳輸與降解速率之比較	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明其他評估方式
		(5)初步篩選評估結果是否僅利用自然衰減整治法即可達到管制標準(或整治目標)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明其他污染源控制處理方式或採用之工程技術
		(6)是否進行場址特徵調查	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明其他補充調查方式
		(7)場址概念模型雛型是否須要依特徵調查結果進行修正	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明場址概念模型完整性
		(8)是否利用模式模擬自然衰減整治法整治結果	<input type="checkbox"/> 是，請說明使用之模式 <input type="checkbox"/> 否，須說明其他評估方式
		(9)場址可能潛在受體與曝露途徑分析結果是否具有危害風險	<input type="checkbox"/> 是，請說明危害程度(風險值) <input type="checkbox"/> 否，請說明評估結果風險值
五	監測計畫	(1)監測頻率是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明頻率設計原則
		(2)監測期程相對整治期程是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明修正方式(需小於 20 年)
		(3)監測點位/井位規劃是否完整	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須說明補充監測點位規劃
		(4)是否新設地下水監測井	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
		(5)新設井位深度/開篩是否合理	<input type="checkbox"/> 是，請說明設井深度、井篩長度、井篩位置 <input type="checkbox"/> 否，須重新進行設計
		(6)監測項目是否完整	<input type="checkbox"/> 是，請說明水文地質化學參數等監測項目 <input type="checkbox"/> 否，須補充監測項目
		(7)是否有合理的緊急備用方案	<input type="checkbox"/> 是，請說明計畫內容、工程技術 <input type="checkbox"/> 否，須補充計畫內容
六	成效評估	(1)是否有完善的成效評估計畫	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須補充說明
		(2)是否有完整的改善後之驗證計畫	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，須補充說明
<input type="checkbox"/> 資料齊備不須補件 <input type="checkbox"/> 須至場址現勘 <input type="checkbox"/> 須補件或說明，補件期限: 至____年____月____日止			
七	准駁程序	<input type="checkbox"/> 核准 <input type="checkbox"/> 駁回	
八	備註	進行可行性評估(2)場址是否具有生物降解機制之評估時，若污染物之代謝產物比原來污染物毒性更高(如 TCE 降解為 VC)，且未發現其會進一步再降解為無毒之物質的明確事證時，則不適合使用 MNA 做為場址之整治技術。	

第三章 審查參考手冊內容

一、適用範圍

為辦理 MNA 整治法污染改善計畫審查相關事宜。

二、審查機關

污染行為人及土地使用人、管理人或所有人等（下稱計畫提出者）依土壤及地下水污染整治法第 11 條或第 16 條提出污染控制計畫或整治計畫，擬採用 MNA 整治法作為場址污染改善整治方案或其他整治技術之配套措施時，應依 MNA 整治法可行性評估準則、設計準則及成效評估準則等，研擬「MNA 整治法污染改善計畫」與相關評估內容，並檢附應備書件提送所在地主管機關審查。

所在地主管機關應成立土壤及地下水污染整治推動專案小組(以下簡稱整治推動小組)，進行 MNA 整治法污染改善計畫之審查，並於計畫審查通過後，要求計畫提出者將相關內容併入污染改善計畫或整治計畫內實施。必要時，所在地主管機關應依個案實際狀況會商其他相關主管機關，如土地管理、都市計畫或區域計畫主管機關及開發事業目的事業主管機關等，以確保污染改善計畫或整治計畫能妥適執行。

三、審查作業流程

MNA 整治法污染改善計畫審查作業流程詳如圖 3-1 所示，主要分為程序審查及實質審查，以下分項說明執行程序與要點。

四、程序審查

程序審查須審核 MNA 整治法污染改善計畫報告格式，是否符合可行性評估準則、設計準則及成效評估準則之要求撰寫，項目內容是否完整。若計畫資料不符合程序審查表（如表 2-1）各項目者，所在地主管機關得限期要求計畫提出者補正，核准補正日數不得超過六十日，補正時間不計入審查期限；逾期未補正者，所在地主管機關應駁回其申請。內容完備及應備書件齊全者，則將計畫書分送整治推動小組及相關會商機關，並續召開審查會進行審查，會商機關意見須一併參採。程序審查要點分別說明如下：

（一）執行摘要

是否說明報告提出者、撰寫者及執行者，並簡要說明評估之結果。

（二）場址基本資料

是否說明場址公告資料、名稱及地址、地號或位置，以及污染行為人等基本資料。另應說明土地所有人或管理人資料及目前場址土地使用狀況，包括：場址區域配置圖以及都市計畫土地使用分區圖。另針對場址使用資料中，是否說明場址利用之變遷以及提出相關的環境調查資料。

（三）場址現況及污染情形

是否有說明場址現況，包括：場址地理位置圖、週邊土地利用分佈圖及地下水井與表面水體分佈圖。是否有說明場址過去洩漏資料與可能的污染區域，並彙整歷史的調查檢測數據加以說明。

（四）污染物、污染範圍及污染程度

是否說明場址內主要的關切污染物質，是屬於 LNAPL 或是 DNAPL 之類型。是否有提供污染物濃度分佈圖，並劃定污染之範圍。是否描述污染物可能影響之受體。

(五) 可行性評估

是否有提供場址區域水文地質資料，包括：地下水位等高線圖與流向圖及場址土壤地質剖面圖等。

場址初步篩選結果是否具有生物降解之潛勢，若場址內污染物之代謝產物比原來污染物毒性更高(如 TCE 降解為 VC)，且未發現其會進一步再降解為無毒之物質的明確事證時，則不適合使用 MNA 做為場址之整治技術。

是否說明場址特徵調查結果。是否建立場址概念模型，包括：場址水文地質概念模型圖與污染概念模型圖。

是否有利用自然衰減模式進行模式，若有，是否有說明其模擬之結果。是否有進行場址與週圍環境潛在受體與曝露途徑的分析。

(六) 監測計畫

是否有說明採樣監測頻率、期程、點位或監測井位規劃及檢驗分析項目等。是否需要新增加監測井位以及其規劃內容。是否有提出緊急備用方案。

(七) 成效評估

是否有說明成效評估的方式與改善後的驗證計畫。

(八) 其他經主管機關指定之事項

是否有其他經主管機關指定之事項，並進行說明。

(九) 參考資料

是否有說明相關參考資料的來源。

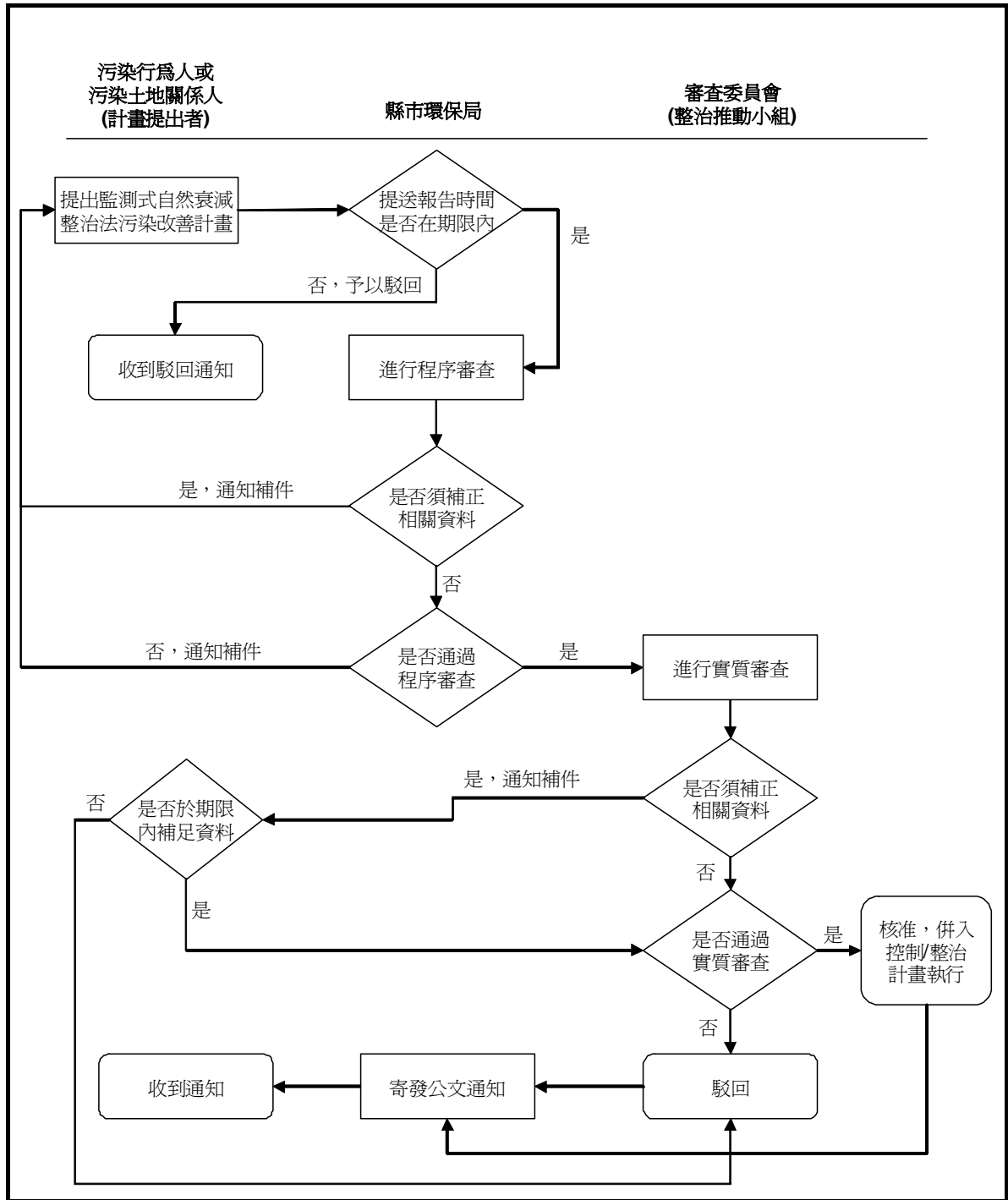


圖 3-1 MNA 整治法污染改善計畫審查作業流程

第四章 實質審查

MNA 整治法污染改善計畫書應經整治推動小組依「MNA 整治法可行性評估準則、設計準則及成效評估準則」(以下簡稱評估準則)及本參考手冊審查所述重點進行審查，整治推動小組得就相關問題要求計畫提出者回答或進行補正，必要時，並得進行現勘或調查；整治推動小組審查時，其內容有應補正者，得限期要求計畫提出者補正，核准補正日數不得超過九十日，補正時間不計入審查期限；逾期未補正者，所在地主管機關應駁回其申請。審查要點分別說明如下：

一、執行摘要及基本資料

1. MNA 整治法污染改善計畫提出者

應確定計畫提出者是否為污染控制場址或整治場址之污染行為人、土地使用人、管理人或所有人。

2. MNA 整治法污染改善計畫其他工作執行者

相關工作若有資格限制時(如檢測工作)應確認執行者是否具有法定資格。

3. 場址基本資料

應確認提供資料、場址位置及圖件是否與公告資料相符、必要時應透過現勘確認目前使用狀況，完整的場址使用資料應載明場址利用變遷及相關環境調查資料。

4. 簡述 MNA 整治法污染改善計畫之結果與結論

二、場址現況及未來土地利用、地下水使用狀況

場址現況須包括任何可能涉及造成土壤及地下水污染之物質運作現況，應列出場址內結構物、設施或設備相關資料，必要時審查委員會得透過現勘確認場址現況。審查時須注意所提場址現況資料之時效性，須以最接近進行 MNA 整治法可行性評估時間點之資料，作為評估場址是否符合以 MNA 整治法作為場址整治技術之依據，以避免取得不正確或過時的資料；此外，須提具目前與未來場址及周邊土地利用與地下水利用設定之依據，例如，縣市政府都市計劃及土地利用規劃等相關資料，以評估在未來執行 MNA 整治法的改善工作時，是否有可能因為土地用途的改變，而影響監測式自然衰減整治的執行成果。

三、關切污染物判定、污染範圍及檢測資料

1. 關切污染物判定

凡超過土壤或地下水污染管制標準之污染物皆為 MNA 整治法評估時之關切污染物，報告書中須詳列所有可能關切污染物及其降解產物，包含場址歷次採樣結果中檢測出之污染物，以作為決定關切污染物之依據；審查委員會得依場址狀況及可能關切污染物特性(如是否有相關降解產物)，要求將非屬污染管制項目之污染物質，納入關切污染物。

2. 污染範圍

污染範圍之劃定，應與現場地圖結合，並判斷是否須要補充調查，同時採樣點必須涵蓋高污染潛勢區；注意污染物之分解產物是否有更高的毒性、移動性或是亦屬管制項目，必要時應要求

評估者對於分解產物產生的可能性或是目前的濃度進行評估調查或風險計算。

3. 檢測資料

針對檢測數據，應儘可能蒐集彙整場址過去之調查報告結果，並進行綜合研判分析。若公告為控制場址後無該關切污染物相關採樣檢測資料，則以公告為控制場址時所依據之檢測資料作為評估參考依據；若相關的調查報告執行期間距進行評估時間久遠，則須評估重新調查可行性，避免檢測數據因代表性不足而無法代表場址污染現況，此外，採樣點必須涵蓋主要高污染源區域、污染帶範圍及高污染潛勢區域。

四、可行性評估

1. 回顧場址歷史背景相關資料並建立場址概念模型雛型

針對所蒐集之場址歷史調查資料，進行彙整分析研判，並列出可用之參考資料，包括場址背景環境資訊、水文地質條件及污染物檢測分析結果等，並據此建立場址概念模型之雛型。

2. 評估場址是否具生物降解機制

依據不同的污染物特性，由前述相關資料，初步評估場址內是否具有生物降解機制，或是生物降解反應發生，若資料不足時，則須再蒐集其他的相關資訊或是規劃進一步的調查工作。

3. 進行生物降解速率/常數估算

若場址內確有生物降解反應機制，則由已經蒐集到的資料，進一步估算生物降解速率常數。例如：沿著平行地下水流方向選取適當的檢測分析資料，估算其一階衰減常數。

4.以模式模擬污染物傳輸與降解速率比較

利用相關自然衰減評估模式，模擬污染物移動傳輸速率及降解速率，並將模擬結果作綜合研判分析，以瞭解場址污染帶是呈現穩定、擴大或是縮小狀態。

5.初步篩選評估結果

依據初步篩選評估結果是否僅利用自然衰減整治法即可達到管制標準或整治目標，若否，則須說明是否有配合其他污染源控制處理方式或是採用之工程技術。

6.進行場址特徵調查

如前述所蒐集彙整的資訊不足或是無歷史資料時，則必須進行場址特徵調查或是補充調查，調查的項目包括場址水文地質條件及污染範圍分佈等，以充分掌握場址特性。

7.建立場址概念模型

由前述場址特徵調查結果建立場址概念模型，或是修正先前已先建立之場址概念模型雛型。場址概念模型包括地下水流場概念模型、場址地質環境概念模型及污染分佈概念模型等。

8.模式模擬及驗證

由前述建立之場址概念模型及相關參數資料，利用自然衰減評估模式進行模擬，並將模擬結果與實際調查數據進行比較分析，以修正相關模式輸入參數。並評估達到管制標準(或整治目標)所須要的時間。

9.潛在受體與曝露途徑分析

針對場址周圍可能的潛在受體，及場址污染物可能的曝露途徑進行分析，評估潛在受體是否有可能因為實施 MNA 整治法而受到影響，並量化可能的危害風險值。

五、監測計畫

1. 監測頻率

建議土壤監測頻率至少每年 1 次。地下水監測頻率於前兩年每季 1 次，之後則至少豐、枯水季各 1 次。

2. 監測期程

建議適當的 MNA 整治法改善期程以不超過 20 年為原則，監測期程應依據可行性評估過程中之污染物之衰減模擬結果，規劃適當的期程，必須規劃在達到管制標準(或整治目標)後，繼續持續監測 1 至 2 年，以確認污染物濃度無回升情形。

3. 監測點位/井位

建議每一次土壤採樣點位至少 8 組，且涵蓋場址內主要的高污染源區域。地下水監測井位至少選擇污染帶上、下游各 1 口、高污染源區內 1 口、污染帶範圍內 2 口及污染帶外圍 2 口，共 7 口進行地下水水質監測。若設置有井巢，則應選擇不同開篩深度之井位進行監測。必要時，可以新設置地下水監測井進行監測，並依據不同的污染物特性，設計適當井深、井篩長度及井篩位置。

4. 監測項目

監測項目應包括場址內主要關切污染物質及其衍生之降解產物等，另依據場址特性，選擇適當水文地質參數進行監測。

5. 緊急備用方案

依據場址主要關切污染物特性，選擇適當整治工程技術，並規劃緊急備用方案。另應提出場址內啟動該緊急備用方案之時機。

六、成效評估

1.成效評估計畫

依據場址主要關切污染物特性，研擬 MNA 整治法改善成效評估方式，評估方法應可以明確說明污染物濃度變化趨勢與現況。必要時可以搭配圖表進行說明。

2.改善後驗證計畫

完成污染改善後的自行驗證計畫，包括：驗證採樣區域範圍、驗證採樣點位/井位、驗證檢測分析項目及驗證採樣作業方式等。