



土壤及地下水污染預防技術手冊



序

為維護土壤及地下水品質，確保資源永續利用，環保主管機關陸續針對具土壤及地下水污染潛勢場址，進行土壤與地下水污染調查及查證，並依調查結果公告列管污染場址。此外，為預防土壤與地下水污染及釐清污染責任，於土污法第 8 條第 1 項規定，指定公告事業用地移轉時，讓與人必須提供土壤污染檢測資料予受讓人；另同法第 9 條規定，指定公告事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜。

由於污染場址數量逐年攀升，污染事業類型亦逐漸多元，環保主管機關鑑於原土污法第 8 條第 1 項及第 9 條之指定公告事業別已明顯不足，為擴大指定公告事業用地之管控機制，環保署遂於 98 年 7 月 27 日修正公布土污法第 8 條第 1 項及第 9 條之指定公告事業別，由原本 17 類指定公告事業別增加為 30 類，並自 99 年 1 月 1 日正式施行。因此，未來事業於工廠設立、停業或歇業前應進行土壤污染檢測，以掌握土地之品質；在工廠營運階段應加強土壤、地下水污染預防管理措施，避免土壤及地下水污染問題發生，已是事業需進一步關心及重視之課題。

本局為提升國內產業界對土壤及地下水污染預防之能力，特於 98 年度委託財團法人台灣產業服務基金會與中興工程顧問股份有限公司，邀請國內瞭解土壤與地下水污染成因及具污染預防管理豐富經驗之專家學者，共同編撰土壤及地下水污染預防技術手冊。本技術手冊內容除彙整國內土壤及地下水污染預防相關環保法令外，並闡述當製程、生產、廢水處理及廢棄物貯存等設施，如設置或操作不當可能成為廠內土壤及地下水污染來源；同時提供產業製程、廢水處理及廢棄物貯存等設施，於施工、營運及停歇業各階段應加強之污染預防管理措施，期能協助事業加強污染預防管理工作，減少土壤及地下水污染發生之機率。

本技術手冊編撰過程，承蒙各撰稿人及編審委員竭盡所長提供相關寶貴技術與經驗，並於百忙中全力參與編輯及審稿工作，使本手冊得以付梓，謹致上最誠摯之謝忱。

經濟部工業局 謹誌

中華民國 98 年 12 月

土壤及地下水污染預防技術手冊

目 錄

頁次

第一章	前言	1-1
第二章	各類型污染物污染來源、特性及案例	2-1
2.1	工業導致土壤與地下水污染之類型	2-2
2.1.1	工業污染源	2-3
2.1.2	工業導致土壤與地下水污染案件統計	2-9
2.1.3	農地重金屬污染	2-12
2.2	污染物類別及特性	2-13
2.2.1	重金屬污染物特性	2-14
2.2.2	LNAPL 特性	2-17
2.2.3	DNAPL 特性	2-21
2.3	污染物於地層中之宿命與傳輸	2-26
2.3.1	重金屬污染型態及在環境中之宿命與傳輸	2-27
2.3.2	有機污染物之宿命與傳輸	2-33
第三章	土壤及地下水污染調查管制方向及相關法令	3-1
3.1	土污法相關管理規定	3-1
3.1.1	土壤及地下水污染調查及列管作業程序	3-1
3.1.2	工廠土地移轉、設立、停業或歇業之土壤污染檢測 規定	3-3
3.2	國內土壤及地下水污染調查及管制方向	3-10
3.2.1	國內相關調查及查證計畫	3-11
3.2.1	歷年工廠類列管場址統計	3-13
3.3	污染預防相關之環保法令	3-15
第四章	製程及生產設施污染預防	4-1
4.1	製程及生產設施防漏設計及施工注意事項	4-1
4.1.1	地下儲槽設計及施工應注意事項	4-1

4.1.2	地上儲槽設計及施工應注意事項	4-5
4.1.3	管線設計及施工應注意事項	4-6
4.2	製程及生產設施營運階段污染監測及預防措施	4-7
4.2.1	營運階段定期維護檢查及監測方式	4-7
4.2.2	營運階段污染預防措施	4-13
4.3	製程及生產設施停止操作後污染預防及注意事項	4-18
第五章	廢水處理設施污染預防	5-1
5.1	廢水處理設施施工階段防漏預防	5-1
5.1.1	工廠污染成因	5-1
5.1.2	廢水處理設施施工階段防漏注意事項	5-3
5.1.3	廢水處理設施施工階段漏水試驗及檢驗	5-13
5.2	廢水處理設施營運階段污染監測及預防措施	5-15
5.2.1	廢水處理設施營運階段污染預防措施	5-15
5.2.2	廢水處理設施營運階段污染監測	5-20
5.2.3	廢水處理設施營運階段洩漏預防管制相關作業	5-23
5.3	廢水處理設施停止操作後污染預防及注意事項	5-24
5.3.1	相關環保法規規定	5-24
5.3.2	工廠結束營業應注意事項	5-26
第六章	廢棄物貯存設施污染預防	6-1
6.1	廢棄物貯存設施設計施工階段污染預防	6-1
6.1.1	廢棄物貯存設施污染預防之法定原則	6-1
6.1.2	預防管理原則	6-3
6.2	廢棄物貯存設施營運階段污染預防	6-5
6.2.1	廢棄物清除管理原則	6-5
6.2.2	廢棄物貯存設施之維護檢查	6-6
6.2.3	廢棄物貯存設施之監測方式	6-7
6.3	廢棄物貯存設施停歇業污染預防	6-9
6.3.1	廢棄物貯存設施貯存物之移除及處理	6-9
6.3.2	工廠停歇業應符合之法規作業程序	6-11

第七章	工廠土壤及地下水污染潛勢評量	7-1
7.1	廢水處理設施污染潛勢評量	7-1
7.2	廢棄物貯存設施污染潛勢評量	7-10
7.3	土壤及地下水污染潛勢評量	7-15

附錄

附錄一	土壤污染管制標準(97.05.01 修正發布)
附錄二	地下水污染管制標準(98.01.15 修正發布)
附錄三	土壤及地下水污染整治法第 8 條第 1 項之事業(98.07.27 修正公告)
附錄四	土壤及地下水污染整治法第 9 條之事業(98.07.27 修正公告)
附錄五	土壤污染檢測資料備查作業要點(96.07.09 公告)

圖目錄

	頁次
圖 2-1 不飽和層與地下水含水層示意圖	2-28
圖 2-2 污染物在水與土壤中的分配作用	2-32
圖 2-3 LNAPL 污染示意圖	2-34
圖 2-4 DNAPL 污染示意圖	2-34
圖 2-5 不飽和層土壤孔隙中 NAPL 四相動態平衡示意圖	2-36
圖 2-6 土壤與地下水中石油碳氫化合物的自然衰減作用	2-36
圖 2-7 石油碳氫化合物於土壤與地下水中之分布與傳輸示意圖	2-37
圖 2-8 污染物瞬時排放時水動力延散傳輸示意圖	2-39
圖 2-9 污染物連續排放時水動力延散傳輸示意圖	2-40
圖 3-1 國內土壤及地下水污染調查及管制方向流程圖	3-3
圖 3-2 環保署網格法進行採樣佈點之規劃流程	3-7
圖 3-3 歷年工業類污染列管場址列管統計	3-15
圖 4-1 地下儲槽二次阻隔設施型式	4-4
圖 4-2 土壤氣體監測井測漏管規格示意圖	4-16
圖 4-3 土壤氣體監測井配置方式	4-17
圖 5-1 防漏(洩)堤設備示意圖	5-7
圖 5-2 測漏計畫檢測流程圖	5-16
圖 5-3 測爆器設備圖	5-20
圖 5-4 光離子偵測器設備圖	5-21
圖 5-5 火焰離子偵測器設備圖	5-21
圖 5-6 陰極防護之犧牲陽極法	5-22
圖 5-7 陰極防護之外加電流法	5-22
圖 5-8 緊密電位法原理示意圖	5-23
圖 6-1 廢棄物清理管制與科技應用關係	6-6

表目錄

頁次

表 2-1	金屬電鍍處理程序之廢棄物來源、成分與特性	2-5
表 2-2	金屬噴漆處理程序之廢棄物來源、成分、特性與清理流向	2-7
表 2-3	半導體產業廢棄物產出關聯表	2-8
表 2-4	環保署列管狀態之土壤與地下水污染場址統計	2-9
表 2-5	環保署列管類別之土壤與地下水污染場址統計	2-10
表 2-6	國內土壤與地下水污染整治場址	2-10
表 2-7	國內土壤與地下水污染控制場址	2-11
表 2-8	國內土壤與地下水污染劃設之地下水限制地區	2-12
表 2-9	BTEX 物理化學基本特性	2-19
表 2-10	影響污染物質於地層中質與量變化之自然過程	2-27
表 2-11	三種代表性黏土礦物的離子交換容量	2-29
表 2-12	鎘的分配係數	2-32
表 2-13	六價鉻的分配係數	2-33
表 2-14	鉛的分配係數	2-33
表 3-1	環境場址評估法或網格法之最少土壤採樣點數	3-6
表 3-2	30 類指定公告事業檢測之污染物項目	3-8
表 3-3	我國工廠類列管場址狀況	3-13
表 3-4	各縣市工廠類列管情形	3-14
表 3-5	環保法令涉及污染防治相關條文內容	3-16
表 4-1	非腐蝕材料之儲槽材質及認證標準	4-2
表 4-2	鋼製之地下儲槽包覆物質材質及認證標準	4-2
表 4-3	二次阻隔層防漏襯布人造不透水材料種類	4-3
表 4-4	非腐蝕材料之管線材質及認證標準	4-6
表 4-5	鋼製管線包覆物質材質及認證標準	4-6
表 5-1	可能造成土壤、地下水污染之工廠行為特性一覽表	5-2
表 5-2	塗裝計畫一覽表	5-6
表 5-3	管道嚴密性試驗壓力及試驗穩壓時間規定	5-14
表 5-4	管道嚴密性試驗 24 小時的允許壓力降值	5-15
表 6-1	「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」中貯存之相關法規	

規定.....	6-2
表 6-2 人造不透水材料種類	6-7
表 6-3 「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」中監測之 相關法規規定.....	6-9
表 6-4 工廠高污染區或廢棄物處理設施種類	6-10
表 7-1 環保體質檢查表-廢水部份.....	7-2
表 7-2 廢水領域體檢評分表	7-8
表 7-3 廢水領域評分結果參考級距	7-9
表 7-4 某工廠完成該廠廢水領域之環保體質檢查表範例.....	7-9
表 7-5 環保體質檢查表-廢棄物部份.....	7-10
表 7-6 廢棄物領域體檢評分表	7-15
表 7-7 工廠土壤及地下水污染潛勢評量制度	7-16
表 7-8 工廠土壤及地下水污染潛勢評量評分表	7-19
表 7-9 土壤及地下水污染潛勢評分結果參考級距	7-19

第一章 前言

我國於民國 89 年公布施行「土壤及地下水污染整治法」(以下簡稱土污法)以來，政府為處理土壤及地下水污染，陸續針對具有污染潛勢之場址，進行土壤及地下水污染調查，並依調查結果公告列管污染控制場址或整治場址。此外，為預防土壤與地下水污染並釐清污染整治責任，土污法第 8 條第 1 項規定，指定公告事業於土地移轉時，土地讓與人應提供土壤污染檢測資料予受讓人，如未依規定提供相關資料者，當該土地公告為控制場址或整治場址時，土地讓與人之責任與場址土地所有人責任同；另同法第 9 條亦規定，指定公告事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜，以建立指定公告事業用地之管控機制。就經營者而言，產業為符合土污法規定，所面對的土壤及地下水污染課題已日趨複雜。

依土污法第 43 條「各目的事業主管機關應輔導事業預防及整治土壤及地下水污染」規定，所賦予經濟部工業局(以下簡稱工業局)輔導之權責，故工業局自民國 90 年起即積極協助事業辦理土壤及地下水污染預防及整治工作，除針對有土壤及地下水污染預防、調查及整治輔導需求之事業進行現場個案輔導工作外，工業局有感於事業對土壤及地下水污染預防與整治相關知識之需求與推廣，自民國 92 年以來已陸續完成 6 項高污染潛勢行業別(石化業、金屬表面處理業、印刷電路板業、半導體業、鋼鐵冶煉業與光電材料及元件製造業)土壤及地下水污染預防及整治技術手冊編製，復鑑於不同污染類型其污染調查、整治方法亦有所不同，為擴及更廣泛事業之運用，分別於民國 95 至 97 年分 3 年完成重金屬、石油碳氫化合物及含氯碳氫化合物等污染類型技術手冊編製，該等技術手冊提供運作該項污染類型事業土壤及地下水污染預防調查及整治相關技術之參考。考量事業發生土壤及地下水污染多肇因於管理及操作上的疏失，實應加強土壤及地下水污染預防管理措施，以減少土壤及地下水污染發生之機率，本(98)年度遂以整體產業為對象，針對製程及生產設施、廢水及廢棄物處理設施等應注意之相關污染預防管理措施為主題編撰本技術手冊。

本土壤及地下水污染預防技術手冊主要針對事業易發生土壤及地下水污染之區域，提供相關污染預防管理技術資訊。手冊內容先由產業常見土壤與地下水污染類型及污染物之特性說起，進而彙整目前國內與土水污染預防相關之環保法令，透過法令條文規定之說明讓事業了解應遵守之相關管理措施。此外，亦針對產業之製程(管、槽)設施、廢水處理設施及廢棄物處理設施於施工、營運及停歇業各階段之污染預防進行相關說明，並製作工廠環保領域之體檢評分表及污染潛勢評量表等自主管理資料，供產業界人士參考使用。

第二章 各類型污染物污染來源、特性及案例

土壤和地下水污染屬於非感官性污染，換言之，一般人無法用感官察覺土壤或地下水受到污染。因此，土壤與地下水污染狀況不易被察覺；多屬於長期的、慢性的污染。此外，因土壤及地下水污染與地表水和空氣污染相較是具有累積性的，污染物停留於土壤和地下水中雖可能持續散播，但總量持續累加，污染危害影響日積月累。若能做好事前污染管制措施，則可避免或減少土壤及地下水污染情事發生，否則一旦造成污染，曠日費時的事後整治工作，將花費龐大的經費及人力。

在國際上土壤與地下水污染受到重視的分水嶺，一般都認為是美國 1970 年代發生的『愛河』事件(Love Canal, New York)。紐約州愛河北部之廢運河河道於 1942 - 1953 年間，遭 Hooker 化工廠與 Plastics 公司傾倒廢棄物約 19,000 公噸。廢運河河道被填埋後，地表以黏土覆蓋，並植生綠化。1953 年 Hooker 公司以一元美金售予紐約州政府，以交換免除未來的可能災害責任。之後該地開發興建低價住宅約九百多戶，並設立小學。1976 年之後居民發現異常臭味、灼傷、畸胎，並發現黑色濃稠液體由管線與地下室湧出，且有些地面下陷、露出生鏽的金屬桶，引起居民恐慌，也引起了社會大眾對於土壤與地下水污染的關注。1978 年紐約州政府宣布該區封閉。由於媒體報導與居民持續抗爭，美國政府宣布該地區為國家災區。在該事件之後，1980 年美國立法通過處理土壤與地下水污染的『全面性環境應變、賠償及責任法』(Comprehensive Environmental Response Compensation, and Liability Act, CERCLA)，一般也稱之為超級基金(Superfund)法案，由美國政府向石油化學工業收取基金，作為處理污染場址之用。

近年來，歐美已開發國家皆挹注龐大之資源於廢棄工廠潛在污染場址之管理。根據歐盟統計資料顯示，歐盟各國皆有數萬處具潛在污染之廢棄工業場址，如德國於 1996 年登錄之潛在污染場址中屬廢棄工業場址家數即已超過 112,000 處；英國估計應進行調查之潛在污染場址約超過 20,000 公頃（10,000 處場址）；瑞典於 1996 年即已確認約 2,046 處受污染場址及 7,005 處潛在性污染場址；芬蘭篩選出約 10,396 個潛在污染場址；荷蘭於 1991 年即統計出約有 8 萬處廢棄工業潛在污染場址待調查評定等^[1]。而依美國環保署之政策，由環保署及其夥伴於 2005 年前之計畫共減少或控制超過 375,000 處超級基金、The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)、Underground Storage Tank (UST)及褐地 (Brownfield) 場址之風險；並完成在 RCRA、Oil Pollution Act (OPA)及 The Clean Air Act (CAA)定義下約 282,000 處相關設施或設備之列管^[2]。

我國的土壤與地下水污染問題在 1987 年高雄後勁反五輕運動時尚並未被社

會大眾認知，直至 1994 年前環保署長趙少康卸任後在媒體投書揭露桃園 RCA 污染案，才逐漸引起社會大眾的關切。

土壤與地下水的污染是密不可分的。往往污染物通過土壤，往下滲漏到地下水中；反之，被污染的地下水也會將污染物帶到原本未被污染的含水層土壤中。一般而言，土壤中的污染物是隨著水的流動（廢水、雨水、地表水）而遷移，同時往下滲入表土層。部分污染物會因為土壤的吸附作用而停留在土壤中，但是假如污染物的量和下滲的水量很充足，則這些污染物會繼續往下滲，直達地下水含水層。因為吸附作用停留在土壤中的污染物，也會在日後因為水的入滲釋放出來；被下滲的水繼續往下帶到更深層土壤或地下水含水層中。因此，往往將被污染的土壤視為地下水的污染源。

相對而言，土壤與地下水污染較空氣污染、地表水污染更為複雜，本章將針對工業導致土壤與地下水污染之污染類型與污染傳輸之概念進行扼要的介紹。

2.1 工業導致土壤與地下水污染之類型

根據土污法之定義，土壤為「陸上生物生長或生活之地殼岩石表面之疏鬆天然介質」。「地下水」的定義為「流動或停滯於地面以下之水」。「土壤污染」的定義是指土壤因物質、生物或能量之介入，致變更品質，有影響其正常用途或危害國民健康及生活環境之虞。『地下水污染』則指地下水因物質、生物或能量之介入，致變更品質，有影響其正常用途或危害國民健康及生活環境之虞。法規中對於「污染物」的定義是指任何能導致土壤或地下水污染之外來物質、生物或能量^[3]。

土壤因具有物理性或化學性之吸附能力、化學氧化還原作用及土壤微生物分解作用，可緩衝污染物所造成的危害，降低污染物進入自然生態循環系統的風險，但如果超過此緩衝作用的負荷污染物就可能因地表水的持續入滲往下移動到地下水含水層中，造成地下水中的污染物濃度增加。一旦土壤中或地下水中的污染物濃度達到法定的標準，依法認定為土壤或地下水受到污染。

土壤與地下水的污染源包括：(1)都市/社區污水不當排放；(2)工業廢水不當排放；(3)廢棄物處置不當；(4)工業製造過程直接或間接之污染排放；(5)空氣污染衍生之土壤污染問題；(6)農業廢污；(7)地下儲槽或輸油管洩漏；(8)商業用途之有機溶劑不當處置或排放；(9)非點源污染；(10)自然環境變遷^[4]。

根據統計資料，台灣地區土壤因廢水導致之污染約占 80%，因空氣落塵造成之污染約占 13%，其餘廢棄物、農藥、肥料、酸雨等之污染，對土壤均

造成衝擊；而地下水污染大部分為工業與地下儲槽所造成^[4]。

2.1.1 工業污染源

工業在產品的製造或加工過程中，可能因為以下幾種原因導致土壤與地下水污染，包括：原物料之儲存不當、工廠內的管線與儲槽滲漏、製程機台管線或零件破損、廢水處理設施之管線與儲槽滲漏、廢棄物儲存與處理不當等。因此，無論是在工廠營運過程中，甚至於是工廠停止營運之後，都有可能導致土壤與地下水污染，而且極有可能是在工廠停止營運之後土地轉移時才被發現有污染的狀況。

依據近年來行政院環境保護署(以下簡稱環保署)推動之全國廢棄工廠污染調查等計畫^[2]之經驗歸納可知工廠可能造成土壤、地下水污染的相關活動類型，大致上包括：製程用水/放流水之放流污染、儲槽/管線之洩漏、廢棄物堆棧放置或掩埋、空氣污染落塵、意外洩漏等，其中最值得重視為關廠措施不當導致原料、成品或半成品、廢水及廢棄物四處散播而擴大污染範圍與程度。

若將工廠廢棄物不當棄置以及原料或廢棄物運送過程中意外洩漏造成其他地區污染排除在外，則工業導致土壤與地下水污染的類型可以概分為三大類：

- 一、工廠製程中管線與儲槽滲漏導致廠區污染。
- 二、工廠原料及廢棄物處理不當導致廠區污染。
- 三、工廠廢水或廢氣不當排放導致廠區周邊農地污染。

依據環保署針對各類型工廠發生問題機率之結果可發現，應提高關注的工廠類型眾多，例如：使用高毒性重金屬（如汞、鎘）之工廠，如鹼氯工業，使用水銀電解氯化鈉水溶液產氯製程均有汞污泥處理與棄置之問題；使用鎘、鉻、鉛、鎳、銅、鋅等重金屬為原料，如電鍍及金屬表面處理工業；又如製程廢料含重金屬、金屬基本工業之集塵灰棄置問題。此外，存放石油化學品、有機溶劑、含毒性化學物質之顏染料之儲槽洩漏；電子業及部分製造業大量使用含氯溶劑造成地下水污染問題等^[2]。

營運中之工廠若地面之管線與儲槽滲漏導致廠區污染，通常較易為員工發覺，且為了節約滲漏之物料造成額外的成本，通常於發現後能及時修復；因此而導致土壤地下水污染的可能性較低。大型石化廠之地下管線與儲槽之滲漏則較不易發覺，長期滲漏可能導致土壤與地下水污染。但以目前國內土壤與地下水相關污染案例來看，廢水與廢棄物的不當處置導致污

染事件個案之比例遠較管線與儲槽滲漏為高。

就廢水與廢棄物而言，由於各產業製程須依據產品設計需求而決定，故廢水及廢棄物種類隨製程改變而有相當大的變化。在一般產業中，排放廢水量較大且其水質較易造成環境污染的有：石化業、金屬冶煉業、皮革整製業、塗料與染色製造業、金屬表面處理業、印刷電路板業、半導體製造業等^[5]：

一、石化業

在石化業製程中，反應槽、中和槽、過濾槽等各單元之洗槽廢水及分餾塔之冷卻排水。

二、金屬冶煉業

在採礦或煉製過程中，含重金屬之微塵容易飄散於大氣中，之後經過沉降而進入到土壤中，而採礦所排出的廢水、廢棄物依照所開採的礦區而有所不同，這些污染物質都有可能受到淋洗而使所含的重金屬滲入土壤。

三、皮革整製業

其製程中用來處理皮革、皮套、皮衣等的鹽基性硫酸鉻為主要產生的重金屬廢水。

四、塗料與染色製造業

染料顏料製造與油墨及塗料製造業生產流程所產生之廢水中，重金屬來源主要來自塗料中的鎘黃、鎘紅、鉛白等發色材料，其他有染色過程中所需用到的重鉻酸鉀、醋酸鉛、硫酸鐵等媒染劑以及含有重鉻酸鉀與硫酸銅等後處理劑。

五、金屬表面處理業

本產業所產生的廢水包括前處理過程中各種酸液、電鍍過程中產生含銅、鉻、鋅、鎳之廢水與污泥、後處理之含鉻酸液、陽極處理的鉻酸廢液、化學電鍍的含鎳與銅廢液等。

六、印刷電路板業

印刷電路板製程可分為裁板、表面處理、內層印刷、壓合、鑽孔、鍍通孔、乾膜、線路鍍銅、蝕刻、濕膜、噴錫/鍍金、文字印刷以及品檢等程序，使用到的化學藥劑種類繁多，製程產生的廢水除了含有多種有機污染物之外，更含大量的銅、鉛及鎳等重金屬。

七、半導體製造業

晶圓製造、電晶體製造、閘流體製造、記憶體製造、積體電路(IC)製造、積體電路(IC)測試封裝等 7 項製程均屬於半導體製造業之範圍。半導體產業中製程與研磨所產生的廢水其種類複雜，使用大量酸液及有機溶劑，而主要產生重金屬廢液之程序為電鍍程序，其包含的化學物質有銅、鎳、鋅、鉛、銀、氰化物、氟化物等。

以各縣市政府環保主管機關列管數量最龐大的金屬表面處理業為例，電鍍製程各項廢棄物之產出來源、成分、特性與清理流向整理如表 2-1 所示。

表 2-1 金屬電鍍處理程序之廢棄物來源、成分與特性^[6]

廢棄物類別	來源	成分、特性
廢包裝材	包裝材	紙、塑膠類 固狀
廢溶劑	使用溶劑脫脂時產生	揮發油及汽油等碳化氫系溶劑 引火性高 液態
廢鹼液	電解脫脂時廢棄	pH $\geq$ 12.5 之有害性鹼液或一般性鹼液 液態
廢酸液	酸洗程序產生	pH $\leq$ 2.0 之有害性酸液或一般性酸液 液態
金屬電鍍廢液	電鍍過程產生	含重金屬（銅、鎳、鉻等）廢液 液態
		氰化物系廢液 液態
電鍍製程之廢水處理污泥	廢水處理後產生	含重金屬成分之污泥 污泥含水率約 60~70% 固狀

電鍍製程為濕式表面加工處理製程，製程中所採用的化學藥劑種類繁多，製程操作後會產生高濃度廢棄槽液或帶出液及較低濃度的廢水，通常電鍍工廠並未將此等廢液及廢水分流處理，而均併入廢水處理廠進行化學混凝沉澱處理並產生數量可觀的廢水污泥^[7]。

由於一般工廠之電鍍程序會採用不同之金屬電鍍，如先鍍鋅再鍍鉻，因而污泥之重金屬含量以鋅及鉻含量較多。一般電鍍製程比較常採用之電鍍浴槽以鋅、鎳及鉻佔多數，所以污泥中所分析出來的重金屬以此 3 種金屬為主^[8]。

金屬表面處理業的污染物型態包括「氣相」的空氣污染物、「固相」的廢棄物、及「液相」的鍍浴、廢液與廢水，推估其中較容易造成土壤或地下水污染的來源可能如下^[8]：

一、電鍍槽腐蝕或破裂造成鍍浴洩漏到土壤或地下水

一般電鍍槽的鍍浴皆為強酸或強鹼，對電鍍槽材質的腐蝕性極大，雖然通常工廠的電鍍槽都有內襯，如環氧樹脂等，但由於施工不當或其他不明緣故，使得電鍍槽被腐蝕的機率仍然相當大，若桶槽嚴重腐蝕造成大量洩漏時，或許可立即被發現採取緊急措施；但是若腐蝕的地方不明顯且孔洞微小，則此類少量洩漏將不易被察覺，因而容易造成長期的污染。

二、廢水排放不當

電鍍廠一般都有廢水處理廠，但其廢水處理容量的彈性一般不大，若遇產能增加或其他原因，可能廢水的妥善處理率會因此而降低。

三、廢棄物貯存不當

電鍍工廠幾乎都會產生含重金屬污泥，一般都是定期，如每月，將廢棄物交給處理業處置，但貯存於廠內期間若未依相關規定貯存，仍有可能在貯存期間造成二次污染。

四、廠內操作管理不當

電鍍廠內由於面對許多之化學物品，如果工廠管理不善，則極可能造成廠內遍地廢液，例如鍍浴的溶液隨鍍件的移動滴落於鍍槽外造成地面污染；或者桶槽清洗廢液不經意地倒入水溝等等，都可能造成土壤與地下水的污染。

另一方面，金屬表面塗裝製程產生之廢棄物成分與特性則如表 2-2 所示。除了廢水與污泥中的重金屬之外，也同時產生廢溶劑。以噴槍設備為例，噴槍設備在換色或清理時需進行清洗作業，以清洗用溶劑清洗噴槍設備所產生之清洗廢溶劑，產生量相當可觀，其中最多產生量之一為車輛業，少則每年數千公斤，多者可達數十萬公斤。清洗廢溶劑經收集後可利用溶劑回收設備進行溶劑回收工作。清洗廢溶劑經溶劑回收處理設備處理回收後，會產生廢溶劑殘渣，回收處理 100 公斤的廢溶劑，約產生 5~15 公斤之廢溶劑殘渣^[8]。

由於含有重金屬成分之廢水、污泥及廢溶劑，均屬於有害事業廢棄物，若未妥善處理及回收，將造成環境污染及資源浪費的雙重效應。目前國內業者大都將高濃度廢液送入廢水處理場進行混凝沉澱處理，而產

生之污泥大部分都未做妥善的處理，部分工廠將污泥委由清除機構代為清除掩埋，亦有少部分工廠不負責任自行傾棄有害污泥，因而極易造成河川、土壤及地下水等之污染^[8]。在廢溶劑方面，若為進行妥善的回收再利用或者最終處理，也同樣可能因為工廠本身或清除機構的不當處理而污染土壤與地下水。

表 2-2 金屬噴漆處理程序之廢棄物來源、成分、特性與清理流向^[8]

廢棄物類別	來源	成分、特性
廢油漆渣	廢棄噴塗塗料	• 合成樹脂塗料 • 固狀
廢溶劑	廢棄溶劑 (稀釋劑)	• 有機溶劑(甲苯、二甲苯、乙酸乙酯、乙酸正丁酯、正丁醇、異丙醇、丙酮、甲基異丁酮、乙二醇甲醚、乙二醇丁醚等) • 引火性高 • 液態
廢鐵容器	廢棄包裝材	• 鐵金屬材質之容器 • 固狀
無機性污泥	由廢水處理廠所產出	• 無機性污泥 • 固狀 • 污泥含水率約 80 %

此外，不僅傳統工業可能導致土壤與地下水污染，高科技產業一樣可能會造成土壤與地下水污染。以被一般人視為是明星產業的半導體業為例，因使用大量的化學藥液，故產生可觀數量之有害事業廢棄物，也使該產業成為潛在的土壤與地下水污染者。

半導體製造廠廢棄物可分為一般事業廢棄物及有害事業廢棄物，絕大部分都是由製程之中所產出(如表 2-3 所示)。一般事業廢棄物常摻雜部分有害物質，其中較易導致污染者，包括：廢溶劑、廢濾料、顯影廢液、微影清洗廢液、泵浦廢油、含氟廢水處理污泥、廢晶片，其中有一些是屬於有害之有機廢溶劑，包括三氯乙烷、異丙烷、丙酮、二甲苯、甲苯、乙酸丁酯等。有害事業廢棄物則包括廢酸、廢鹼、毒性氣體吸附廢料(常見為廢活性碳)、廢汞燈、電鍍製程污泥等。其中廢酸包括氫氟酸、硫酸、鹽酸、硝酸、醋酸等，廢鹼則為氫氧化銨(NH₄OH)^[9]。

表 2-3 半導體產業廢棄物產出關聯表^[10]

單元名稱		可能產出之廢棄物
矽晶圓製造	長晶	矽與砷化鎵(可回爐再利用)、廢石英鍋爐
	切片	矽粉塵、切削液、砷化鎵粉塵
	清洗	廢液、廢溶劑、廢水
	拋光 / 磨平	矽粉塵、廢液
	品檢	廢不良矽晶片、廢不良砷化鎵晶片
積體電路製造	氧化 / 擴散 / 離子植入	廢活性炭或其他類型吸附劑
	化學沈澱 / 金屬濺鍍	廢活性炭或其他類型吸附劑
	微影	廢光罩、廢汞燈、廢溶劑、廢液、廢光阻劑、廢玻璃容器
	蝕刻	廢蝕刻液
	清洗	廢(酸)鹼液、廢溶劑、廢水
	測試	廢矽晶圓、廢晶片、廢砷化鎵晶圓
光罩製造	顯影	廢顯影液、廢汞燈
	蝕刻	廢蝕刻液
	清洗	廢(酸)鹼液、廢溶劑、廢水
	品檢	廢光罩
封裝製程	黏晶 / 焊線	混合五金廢料
	封膠 / 固化	廢樹脂
	打印 / 去膠	廢液
	清洗	廢溶劑
	錫鉛電鍍	廢液
	成型	廢切邊料(混合五金)
	測試	廢不良品
污染防治設備	廢氣處理	廢活性炭、廢水
	廢水處理	有機污泥、無機污泥、電鍍製程污泥、廢活性炭、廢離子交換樹脂或其他過濾材
金屬製程	包裝	廢包裝材
	純水製造設備	廢濾心
	無塵室	廢塑膠手套、不織布口罩、鞋套
	其他	廢潤滑油、廢容器、廢木材棧板、廢紙、廢塑膠、廢日光燈管(直管)、廢鉛蓄電池

另一方面，半導體業中用水量最大之矽晶圓製程中，產生廢棄物略分為污泥、廢溶劑、混合五金及一般事業廢棄物等，主要來自酸洗廢液、清洗廢水、電鍍廢液、廢水處理後之污泥，因不同處理流程，所產生的污泥含金、銀、鉻、鎳、銅、鋅、錫、砷、鉛、鐵、錳、鋁等金屬成分。一般產生廢水主要來自晶片製程，其中包括為去除附著於晶片表面之氧化物所產生之酸性廢水、氫氟酸廢水及化學機械研磨廢水等。一般

酸性廢水僅需添加 NaOH 中和後，即可符合現行科學園區廢水下水道納管限值之要求。化學機械研磨廢水藉混凝 (Coagulation) 與絮凝 (Flocculation) 處理後微濾，可以有效去除污染物質^[10]。銅製程化學研磨廢水有時候可以僅靠混凝與微濾就可以去除重金屬；選用適當的絮凝劑 (Flocculant)，能夠將水中溶解銅減至最低。因為廢水中常存著複合劑或螯合劑。此外，氧分子的存在也可能促使銅化合物溶出。為了確保處理結果符合排放標準，添加適當的螯合沉澱劑，可以將溶解銅減至最低^[11]。而所產出之污泥經毒性溶出試驗檢測 (Toxicity Characteristic Leaching Procedure, TCLP) 其重金屬等有害物質含量若符合法規標準，則屬於一般事業廢棄物^[10]。

目前國內有不少有關化學機械研磨廢水之處理方法，像是利用化學藥品使廢水中之較微小之懸浮物質或膠質等進行聚集，成為較大之物體，使其容易沉澱而與液體分離之傳統化學混凝法、利用氣體與固體微粒結合形成比水輕的氣/固/液混合物，待混合物上浮至溶液表面後加以刮除之浮除法、利用薄膜孔徑大小或表面特性進行溶質與溶劑分離之薄膜過濾 (例如：微過濾法、超過濾、陶瓷膜過濾、動態膜過濾)、使用電化學以不同電極材料，以藉以溶出金屬物質與陰極上氫氧根離子，以產生混凝作用之電混凝法、利用掃流薄膜程序施加電場使帶電微粒產生電泳現象而遠離濾膜表面之電過濾法等，其他還有運用同步電混凝/電過濾程序、磁化效應程序、電聚浮除程序等化學機械研磨廢水處理方法^[12]。

2.1.2 工業導致土壤與地下水污染案件統計

目前環保署列管之土壤與地下水污染場址共有 707 處，已解除列管之場址有 1,468 處 (表 2-4)。在控制場址中佔大多數者為農地污染場址，共 567 處，加上工廠、儲槽共有超過 600 處場址與工廠導致之污染直接相關 (表 2-5)。在整治場址中，與工廠直接相關者 (包括工廠及儲槽) 共有 8 處場址。

表 2-4 環保署列管狀態之土壤與地下水污染場址統計^[4]

類型	公告列管 (處)	解除列管 (處)
控制場址	666	1,493
整治場址	28	0
地下水限制使用地區	12	0
總計	706	1,493

表 2-5 環保署列管類別之土壤與地下水污染場址統計^[4]

類型	工廠 (處)	加油站 (處)	農地 (地號)	儲槽 (處)	非法棄置場 (處)	其他 (處)
控制場址	48	44	553	5	5	11
整治場址	6	15	—	2	2	3
地下水限制地區	4	—	—	—	—	8

由表 2-6 現有整治場址列表中可知，整治場址中，台灣中油即佔了三處場址，除了煜林企業股份有限公司與益成化工公司的土壤與地下水受重金屬污染、前中石化安順廠遭汞與戴奧辛污染以外，其餘場址都是油品或含氯有機溶劑類污染。由表 2-7 中可知控制場址中，土壤污染者以油品污染造成的總石油碳氫化合物污染、油品中之苯、甲苯、乙苯、二甲苯以及重金屬污染為主；地下水污染者較少，污染物包括油品中之苯、甲苯、萘以及總酚、氯乙烯、含氯有機溶劑(如三氯乙烯、四氯乙烯)等。表 2-8 中已被環保署列管為限制地下水使用地區，但尚未公告為控制場址或整治場址的場址則大多是地下水遭到氯乙烯或含氯有機溶劑之污染。

表 2-6 國內土壤與地下水污染整治場址^[4]

場址名稱	場址種類	土壤/地下水污染物	場址現況概述	改善整治進度
中國石油股份有限公司苓雅寮儲運所(特貿二南)場址	工廠	總石油碳氫化合物/無	已整理為空地並作為停車場等使用	審查整治計畫中
台南縣永康市鹽南段 515 及 518 地號(煜林企業股份有限公司)	工廠	無/鉻	(一)煜林企業股份有限公司-電鍍廠 (二)永康市鹽南段 518 地號-家庭加工	執行整治計畫中
台灣氯乙烯工業股份有限公司頭份廠	工廠	無/1,2-二氯乙烷;三氯乙烯;氯乙烯;苯	廠房建築全數拆除，現場除道路設施外，尚餘有工作室、污水處理設施、儲水池設施	執行土壤、地下水調查及評估計畫中
前益成化工公司	工廠	鉻;鉛;鋅/無	本場址於民國 61 年至 84 年間原為益成化學工業股份有限公司，經營顏料製造事業，現土地所有權人係為泰仕電子工業股份有限公司。廠房目前閒置中	審查土壤、地下水調查及評估計畫中
高雄市楠梓區後勁段月眉小段 837 地號污染整治場址	工廠	苯;總石油碳氫化合物;二甲苯/無	該地號上原為由台灣中油股份有限公司第四加氫脫硫工場，已於民國 94 年 12 月前停工	無
臺灣美國無線電公司 RCA 原桃園廠	工廠	無/氯乙烯;1,1-二氯乙烯;三氯乙烯;四氯乙烯;	本場址於民國 81 年關廠停產,主要廠房仍保留空置,附屬建物多已拆除	審查整治計畫中
中國石油股份有限公司煉製事業部高雄煉油廠 P-37 油槽區	儲槽	總石油碳氫化合物/苯;	該 P-37 油槽區內有 P-36,P-37,P-58 及 P-59 四座儲槽	執行整治計畫中
玉弘企業股份有限公司廠址(原和協化學股份有限公司彰濱廠)	儲槽	無/總酚	由玉弘企業股份有限公司從事化學製品製造	審查土壤、地下水調查及評估計畫中
中國石油化學工業開發股份有限公司安順廠台南市中石化安順廠污染案	其他	戴奧辛;汞/無	1.廠區所有生產設備皆已拆除,廠房亦被推平,僅留原辦公室 1 棟.2.二等 9 號道路東側草叢區:目前為荒地,土地係中國石油化學工業開發股份有限公司所有,已設置圍籬,避免民眾進出	執行整治計畫中

表 2-7 國內土壤與地下水污染控制場址^[4]

場址名稱	場址種類	土壤/地下水污染物	場址現況概述	改善整治進度
三多鋼鐵工業股份有限公司岡山廠	工廠	砷;鎘;銅;鋅;鉛/無	原經營金屬基本工業，目前已停止營運	清除廢棄物中
大洋塑膠工業股份有限公司場址	工廠	鋅/無	大部分地已整理成空地，目前未從事生產作業	審查控制計畫中
中國石油化學工業開發股份有限公司前鎮廠場址	工廠	汞/氯乙烯	廢棄工廠；該場址大部分土地已整理成空地，目前未從事生產作業	審查控制計畫中
中國石油股份有限公司苓雅寮儲運所(273地號)場址[共八個場址]	工廠	總石油碳氫化合物/無	土地已整理為空地、停車場、辦公室等使用	執行控制計畫或執行驗證中
中國石油股份有限公司煉製事業部高雄煉油廠工廠區(不含 P-37 油槽區)	工廠	無/苯;甲苯;總酚	該場址 147 筆地號之土地所有權人係台灣中油股份有限公司，屬該公司煉製事業部高雄煉油廠之工廠區	執行控制計畫中
仁聖和回元科技股份有限公司	工廠	鉻;鎳;銅;鋅/無	從事含銅污泥等有害事業廢棄物之清除及處理業務	提出控制計畫中
台中市東區振興段八,十九,三十五地號	工廠	鉛;砷/無	無	執行控制計畫中
台灣中油股份有限公司煉製事業部高雄煉油廠工廠區[共 4 場址]	工廠	苯;二甲苯;總石油碳氫化合物;乙苯/無	場址內原第一輕油裂解工場已拆除、加氫裂解工場已停工，另尚有第五硫磺工場、RDS 工場等運作中。801 地號場址：目前有第二石油焦工場、第八加氫脫硫工場、第五真空蒸餾工場、第七蒸餾工場等工場運作中	審查或執行控制計畫中
台灣中華化學工業股份有限公司竹北廠	工廠	乙苯;甲苯;二甲苯/總酚	本場址前為台聯化工股份有限公司所有，其經營項目主要為硫酸及硫酸鹽染料之生產製作，並於民國 80 年間由中華化工公司併購，工廠製程及生產動線並未變動，主要生之產品為硫酸、硫酸鋁、染料、顏料及染料中間體等	審查控制計畫中
台灣肥料股份有限公司基隆二廠	工廠	砷;汞;銅;鉛/無	目前已完成場址周圍圍籬，位處基隆市信義區東明路與六合街交叉口	執行控制計畫中
台灣電力股份有限公司尖山發電廠	工廠	總石油碳氫化合物/無	發電廠	審查控制計畫中
台灣鋼聯股份有限公司	工廠	鎘;鋅;鉛/無	從事化學材料製造業(氧化鋅)	審查控制計畫中
永記造漆工業股份有限公司舊廠址	工廠	鉻;銅;鉛;鋅/無	該場址目前已無法生產行為，大部份廠房已廢棄，部份已開闢停車場，小部份廠房用來堆放罐裝油漆成品	審查控制計畫中
東奕環保事業股份有限公司	工廠	鉻;鎘;鋅;鉛/無	從事非金屬礦物製品製造業	無
欣榮建業股份有限公司欣榮鋼鐵廠	工廠	砷;鎘;鉻;鎳;銅;鉛;鋅/無	已於民國 87 年 2 月 9 日歇業，原工廠廠房及設施已拆除，工廠用地整平	執行控制計畫中
南海製革廠股份有限公司	工廠	銅;鉻;鎳/無	場址內之廠房已殘破	驗證計畫審核通過
原台灣塑膠工業股份有限公司前鎮分廠廠區	工廠	鋅;汞/無	該廠於民國 93 年 12 月 28 日歇業，現為廢棄工廠	審查控制計畫中
原高雄硫酸銨股份有限公司場址[共 3 場址]	工廠	砷;鉻;銅;總石油碳氫化合物/無	該廠區業已停止生產，並辦理自辦市地重劃，目前已整理為停車場	執行控制計畫中
原國泰化工廠股份有限公司高雄廠場址	工廠	鋅;總石油碳氫化合物/無	興邦段 83 地號為空地；興邦段 84 地號為廢棄工廠區；興邦段 84-1 地號為多功能經貿園區園道 5 南側便道	審查控制計畫中
原興亞鋼鐵股份有限公司場址	工廠	銅;鋅/無	目前廠房設備已拆除，現為廢棄空地，土地所有權人為交通部台灣鐵路管理局，目前由交通部台灣鐵路管理局管理	提出控制計畫中
高雄市前鎮區興邦段 62-5 地號土地	工廠	鉻;銅;鎳;鉛;鋅/無	自興邦段 62 地號分割，現為空地	清除廢棄物中
凱盛金屬企業股份有限公司橋頭廠	工廠	砷;鉻;鎳;銅;鋅;鉛;戴奧辛/無	廠房，該址目前停止運作	無
富盛實業股份有限公司大發鋼品廠	工廠	鉻;鎳;銅;總石油碳氫化合物/無	工廠，該地目前停止運轉	無
新亞電器股份有限公司新莊廠	工廠	銅;汞;鎘/無	無	無
新統銅業股份有限公司	工廠	銅;鋅/無	營運中，目前製程無廢水產生	無
興亞鋼鐵股份有限公司場址	工廠	砷;鉻;銅;鉛;鋅/無	該場址廠房設備皆已拆除，現況為空地	提出控制計畫中
鴻源科技股份有限公司高雄分公司場址	工廠	銅/無	該場址位於前鎮區高雄加工出口區內，鴻源科技股份有限公司高雄分公司從事印刷電路板製造加工，目前已停止生產作業	執行控制計畫中
豐穫工業股份有限公司	工廠	鉻;鎳/無	污染物質與原工廠運作製程(金屬電鍍製程)具高關聯性	提出控制計畫中
台灣氯乙烯工業股份有限公司林園廠	儲槽	無/1,2-二氯乙烷;三氯乙烷;四氯乙烷	無	執行控制計畫中
高雄縣中國石油股份有限公司石化事業部林園廠	儲槽	無/苯	無	執行控制計畫中
高雄縣台灣塑膠工業股份有限公司林園廠	儲槽	無/氯乙烯	無	執行控制計畫中
國喬石化高雄廠儲油槽漏油污染地下水案	儲槽	無/苯	無	執行控制計畫中
高雄市楠梓區後勁段月眉小段 735 地號[中國石油股份有限公司煉製事業部高雄煉油廠][共 5 場址]	其他	總石油碳氫化合物;奈;總酚	目前該地號地目為道，係中國石油股份有限公司煉製事業部高雄煉油廠東門外環道路，其中一部份土地係作為該道路及鐵軌間之綠帶用途	執行控制計畫中

表 2-8 國內土壤與地下水污染劃設之地下水限制地區^[4]

場址名稱	場址種類	土壤/地下水污染物	場址現況概述
台中縣大里市仁城段 174 地號	工廠	無/鉻	無
台中縣大里市光正段 1327 地號	工廠	無/鉻	無
台中縣大里市光正段 1531 地號	工廠	無/鉻	無
苗栗縣竹南鎮鹽館前段山子坪小段 279-3 地號(原國泰塑膠竹南廠南側廠區)	工廠	無/氯乙烯	簡易掩埋場
台中市北屯區景美段 377 地號	其他	無/1,1-二氯乙烯	公園綠地
台北縣淡水鎮林子段 231、231-2 地號	其他	無/四氯乙烯	場址現況概述:231 地號目前有一住戶；231-2 地號為倉庫用地及菜園
台南縣永康市鹽行段 1418 等 34 筆地號土地	其他	無/四氯乙烯;順-1,2-二氯乙烯;1,1-二氯乙烯;三氯乙烯;反-1,2-二氯乙烯;氯乙烯	無
台南縣永康市鹽行段 1426-5 地號	其他	無/氯乙烯;順-1,2-二氯乙烯;1,1-二氯乙烯;1,2-二氯乙烷;三氯乙烯;四氯乙烯	目前由冠誠公司執行「97 年度台南縣永康市地下水受污染使用限制地區應變計畫」
台南縣永康市鹽東段 809 地號	其他	無/氯乙烯;三氯乙烯;四氯乙烯	無
屏東縣新埤鄉箕箕湖段 370 至 376、376 之 1、705、709、714、715、727 至 757、740 之 1、766、767 地號，共計四十六筆地號	其他	無/1,1-二氯乙烯	無
苗栗縣竹南鎮公館子段 189-5 等五筆地號	其他	無/氯乙烯	無
苗栗縣頭份鎮永貞段 887 地號	其他	無/氯乙烯	無

2.1.3 農地重金屬污染

諸如金屬表面處理業、電鍍業、電子電機製造業、機械製造加工業等相關產業產生之廢棄物或廢水，甚至於模具與金屬加工造成之金屬微粒、廢五金燃燒之排煙及落塵，都可能導致土壤受到重金屬污染。目前控制場址中數量最龐大的是農地污染且絕大多數由廢水導致，極小部分則因工業排放廢氣或製程中產生的微粒落塵所導致。

目前受法規所規範的重金屬污染物共有砷、鎘、鉻、汞、鎳、鉛、鋅及銅等八種。受到重金屬污染的土壤可能出現土壤中細菌新陳代謝不良，而致使土壤之固氮作用降低造成農作物產量減少。植物生長對於重金屬的需求量不一，當土壤中重金屬含量過高時，亦可能導致植物受到毒害成長不良，甚至可能發生食用性作物吸收累積之重金屬經由食物鏈影響人類之健康。

農地污染之污染特性分析如下：

- 一、絕大多數為水田：因水田灌溉用水量大，每公頃每年約 2 萬噸水，極易將污染物質攜入農地，因此污染之農地 90% 以上均為水田。
- 二、工業發達工廠集中之縣市：如彰化、桃園、台北、高雄、新竹五個縣即占污染區 80% 以上，且工廠集中於少數鄉鎮如彰化市、鹿港、和美與香山，工廠集中排放含重金屬之廢水，會造成承受水體稀釋能力不足。
- 三、土地利用規劃不良：田區中間常混有工廠，需借用灌溉渠道排放廢水。

四、污染途徑絕大多數為灌溉系統傳輸：缺水地區灌溉使用回歸水，其組成幾乎都以廢水為主，如彰化東西二、三圳系統。

依據歷年土壤重金屬含量調查顯示，台灣地區農田約有一千公頃遭受銅、鋅、鉻、鎘、鉛、汞、砷、鎳等八種重金屬污染之威脅，由調查資料顯示土壤重金屬污染分布以彰化地區最為嚴重，污染集中在彰化市、鹿港、和美一帶，其他污染區域包括桃園縣蘆竹鄉黃墘溪、新竹市香山客雅溪下游、台南與高雄二仁溪下游等地。

這些數量龐大的控制場址雖歷年來已經進行各種復育工作，但因農作物由根部吸收土壤中重金屬的能力相當強，因此經常發生已完成復育的農地產出之稻米仍有重金屬含量超過食用標準的狀況。此一問題仍將持續困擾農業與環保主管機關以及為數眾多的農民與消費者。

2.2 污染物類別及特性

一般而言，環境中的污染物質可以概分為化學性污染物、生物性污染物、輻射性污染物。工業導致之土壤與地下水污染幾乎全都屬於化學性的污染物質。土壤地下水中的化學性污染物質種類繁多，主要可以區分為無機污染物與有機污染物；無機污染物包括各種重金屬，以及強酸、強鹼；有機污染物則包括可與水混溶或不可與水混溶之有機液體。其中對人類健康與環境影響最大者，又可概分為兩大類，分別是重金屬離子，例如我國土壤污染管制標準（詳如附錄一）與地下水污染管制標準（詳如附錄二）所列舉之：砷、鎘、鉻、汞、銅、鎳、鉛、鋅等八種重金屬離子；以及與水不混溶之有機液態污染物，包括各種密度較水低之油品與其中所含的有機溶劑、以及密度較水高之含氯有機溶劑。

相較於常見的重金屬污染物，有機污染物種類更為繁多且常溫下多半為液體。若以分子結構來區分，有機物污染物質可概分為單環芳香族碳氫化合物、多環芳香族碳氫化合物、酚類化合物、氯化碳氫化合物、農藥等五類。另一方面，土壤與地下水污染相關領域則習慣以有機污染物的物理性質來區分，主要可以區分為水相(Aqueous Phase)與非水相(Non-Aqueous Phase)的污染物。水相的污染物係指與水可以互溶者，包括有機酸和醇類等，通常此類污染物的危害度較低，因為其在土壤與地下水中較易為微生物分解。非水相的污染物，大都為石化產品。與水不相混溶的有機液體統稱為非水相液體(Non-Aqueous Phase Liquid, NAPL)。NAPL 依照和水的密度關係可分兩種，較水輕者稱為輕質非水相液體 LNAPL (Light Non-Aqueous Phase Liquid)，較水重者稱為重質非水相液體 DNAPL (Dense Non-Aqueous Phase Liquid)。

2.2.1 重金屬污染物特性

目前受法規所規範的重金屬污染物共有砷、鎘、鉻、汞、鎳、鉛、鋅及銅等八種。茲將其個別之特性說明如下^[5, 8]。

一、鉻

鉻主要用於鋼鐵、電鍍、皮革等工業，主要污染來源為皮革染整、不鏽鋼、金屬電鍍及化學藥品等製造業。在金屬表面處理中，大多是以六價的鉻酸或重鉻酸作為鍍浴，僅少數使用三價鉻。

元素鉻在地殼岩石組成中排名第 21 名，主要的物種型態有三價鉻(Cr(III))與六價鉻(Cr(VI))兩種。三價鉻主要存在於礦物中，與鐵錳氧化物共存^[16]。三價鉻則對人類的危害較小，且為生物體的必要元素。

六價鉻主要來自工業污染廢水，為氧化情況下穩定的鉻形式。六價鉻具有極高的毒性，且具有強氧化力，於人體內溶解度大。六價鉻較三價鉻擴散性大，可穿透細胞膜，其毒性遠大於三價鉻。攝入大量六價鉻所引起的影響是急性腎小管損傷，碰觸皮膚會引起皮膚表面潰爛，六價鉻已被美國環保署 IRIS (Integrated Risk Information System) 歸類為 A Group，為已證實的人體致癌物^[17]。

三價鉻在水環境中相當容易形成氧化物、氫氧化物、磷酸鹽沉澱，或是被水中懸浮固體所吸附。在土壤中則因為其存在形式為陽離子，因此容易被土壤中表面帶負電荷的礦物所吸附。六價鉻存在於自然界中的型態主要是 CrO_4^{2-} 、 HCrO_4^- 及 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 等陰離子型態^[18]，在土壤中的反應主要有吸附、淋洗至地下水、和還原成移動性較低的三價鉻。

由於鉻在電鍍廠中多為鉻酸的型態，其在水相中為帶負電的 HCrO_4^- ，而土壤表面的電位多為負電，因此鉻酸離子與土壤的吸附能力與其他重金屬離子相較之下要小，亦即一旦發生鉻酸洩漏，鉻酸根離子的移動性應較其他重金屬離子容易。

二、銅

銅為世界上利用量第三大之金屬元素，自然界地殼中銅濃度約為 70 mg/kg。銅主要用於電鍍、電子、印刷電路等方面之工業。銅的人為污染來源主要包括採礦業、銅純化業、都市垃圾焚化爐以及電鍍業；電鍍廠多採用硫酸銅或氯化銅鍍浴。

銅為人體必需元素之一，美國環保署 IRIS 歸類為非致癌物^[19]，但人體若吸入銅微粒會刺激上呼吸道，產生不適或導致化學性灼傷；若以口服途徑進入人體則會導致嘔吐，且慢性中毒有導致貧血、白內障以及視

力衰退的可能。

銅在於環境中有 Cu(I)及 Cu(II)兩種氧化態，在環境中可能生成碳酸銅、氧化銅、氫氧化銅等沉澱，亦有可能與鐵生成氧化物共沉澱^[20]。銅離子在含水層或土壤中的移動性較差，與一般陽離子重金屬的移動特性類似，容易被土壤中表面帶負電荷的礦物所吸附而降低其移動性。在土壤中，銅的物種包括土壤溶液中的離子與錯合物、可交換性銅、和腐植質生成錯合物、吸附在黏土礦物與鐵、鋁、錳氧化物表面、以及銅的化合物。

三、鎳

鎳的主要用途為鋼鐵之添加物、金屬合金，主要的污染來源為鎳電鍍工廠之廢水。近年來電池與電子產品及化石燃料的使用亦為污染來源之一。電鍍時多使用瓦茲鎳鍍浴，其成分含硫酸鎳極少數的硼酸與其他各種光澤劑。鎳離子對人體的毒性危害主要是會造成細胞組織壞死，引起過敏性接觸性皮膚炎^[21]，雖然美國環保署尚未完成鎳鹽(鎳離子)的致癌性評估^[22]，但是近年來有研究發現鎳精煉廠工人的喉癌、腸癌、組織肉瘤的發生機率都有增加的趨勢^[21]。

鎳元素具有 0、+1、+2、+3 價等氧化態，其在環境中以帶正二價的鎳離子為唯一穩定組態，在自然環境中也以 Ni^{2+} 為主要型態。由於土壤中的有機酸、鐵鋁錳氧化物與黏土礦物表面對鎳離子有較強的吸附力，因此其在土壤中的移動性較差，且其生物有效性也相當低，對植物危害較低。

四、鋅

鋅的主要用於金屬之防蝕、合金生產、顏料、還原劑，主要污染來源為電鍍業所產生的廢水所造成。鋅離子本身為人體所需的必要元素之一，許多與生長發育有關的人體生化反應都需要有鋅的參與，且非致癌物，但過量則可能傷害人體造血及免疫系統。

鋅在環境中主要以 Zn(II)為主要存在的形式，其物種型態可分為溶解態、土壤或底泥中的可交換態、有機物結合的錯合態，以及吸附或沉澱在礦物表面；而在水中的鋅離子主要則是以 $Zn(H_2O)_6^{2+}$ 為主^[23]。鋅在土壤中可與有機質形成穩定錯合物，有機物、鐵鋁錳氧化物與黏土礦物都是環境中對鋅主要的吸附劑。

鹼性氰化物的鍍浴為鍍鋅最廣為使用的鍍浴，一旦發生洩漏，其對人體的危害主要為氰化物，為列管的毒性化學物質，具有劇毒性^[24]。

五、鎘

鎘為第 67 豐富的元素。土壤中鎘濃度一般小於 1 mg/kg^[25]。土壤中對鎘吸附反應多呈不可逆性，故鎘會在土壤中累積，其在土壤之移動性較銅和鋅高；而在底泥和懸浮固體中，則主要受到鐵錳氧化物所吸附。

鎘的主要污染來源包括了工業採礦和冶金有關；在國內主要來自硬脂酸鎘製程廢水、鎘電鍍工廠所排放的廢水或污泥、以及塗料、染色工廠所排放的廢水。過量的鎘暴露會引起腎、肺、肝、骨和生殖效應以及癌症，對呼吸系統及心血管系統也有造成危害的可能性^[26]。

六、鉛

產生鉛污染之業別包含電子產業（如印刷電路版製程）、鉛蓄電池的製造及回收業、廢油及廢棄物焚化、鋼鐵產業、鉛鑄造業、焊接業等。鉛主要使用於鉛蓄電池、彈藥、電纜護套、鉛箱及焊接材料。但與其它重金屬相比，鉛的天然來源遠低於人為的污染。

鉛具有+2 和+4 價兩種氧化態，而在自然環境中以 Pb(II)為主要存在的形式^[27]。在表面水體或土壤溶液中，鉛離子的活性主要受到環境的 pH 及碳酸根離子活性所控制，在碳酸根離子存在下，游離鉛離子濃度甚低，當 pH 降低時則會使鉛離子濃度增加。另外，與鋅離子相同，鉛的磷酸鹽溶解度低，因此亦可施用磷肥來固定土壤中的鉛^[28]。

吸附反應為控制土壤溶液中鉛離子濃度的主要機制之一，如同其他重金屬陽離子，有機物、鐵鋁錳氧化物與黏土礦物亦為鉛的主要吸附劑^[29]，且鉛與土壤中的腐植酸有相當強的結合能力，所形成的錯合物相當穩定，不易受 pH 值變化所影響。另外，當環境中為還原狀態或是有機酸存在而使得氧化物溶解時，吸附於氧化物上的鉛也會被釋放出來，而會導致鉛的移動性及生物有效性增加，增加其危害性。

鉛的主要污染來源包括含鉛汽油燃燒所造成的大氣沉降、油漆、含鉛廢料及廢水等。鉛對兒童影響最大的是中樞神經的發育，在血中鉛低濃度之下即可發生心智發展較同年齡兒童差，而當血中鉛濃度過高時亦可能阻斷血紅素的合成引起貧血^[30]。

七、汞

汞在環境中主要有元素態、二價汞離子、有機汞、固態微粒的汞等型態，其中，元素態汞具有揮發性。其在環境中的傳輸途徑包含從水體與土壤表面的揮失，以及從大氣中沉降至地表上。汞在環境中的傳輸會受到化學型態與環境因子的條件而有所差異，在水溶液或土壤溶液中，

主要以 Hg(II) 和有機汞的形式存在，而在土壤中則以 Hg(II) 為主。

環境中人為的汞污染主要來自化石燃料的燃燒、冶礦、廢棄物的焚化以及含有水銀(如電池、溫度計)商品的使用等。汞俗稱水銀，銀白色液態金屬，具有腐蝕性，是對人體健康危害極大而且環境污染持久的有毒物質。在汞的長期暴露下可能產生四肢不自主抖動的症狀，且會傷害腦部、腎臟及肺部。急性的汞中毒會在數小時內頭痛、胸悶、噁心、嘔吐、腹瀉，甚至意識不清以及腎傷害等。

八、砷

土壤當中的砷污染來源並非以工業污染為主，而主要是以農業上的殺蟲劑、除草劑與肥料的使用，而工業上的來源則包含了化工、礦產以及煉焦等行業。一般水體或土壤中的微量砷多半是由土壤母質風化而來。砷在水體中或土壤中的物種型態包含有機與無機型態兩大類，其中以無機型態的五價砷(砷酸鹽)與三價砷(亞砷酸鹽)為最主要存在的型態^[32]，而五價砷與三價砷之間在環境中相對的分布情形受環境中 pH 值與氧化還原電位所決定。一般而言，三價砷比五價砷具有較高的移動性與毒性，因此危害較五價砷大。砷在土壤中的吸附行為主要受鐵鋁氧化物含量、黏土礦物含量、pH 值、以及氧化還原電位等因子決定。

若砷引起急性中毒，其呼吸道的症狀有咳嗽、胸痛、呼吸困難及眼花、頭痛，還有胃腸症狀發生之前會有極端虛弱的症狀。三價砷中毒引起的急性中毒是由於粘膜嚴重的發炎和微血管通透性大量增加。基於砷的毒性、與人類曝露，砷在美國國家優先管制有害物質中排名第一，而國際癌症研究組織將砷列為致癌物之一^[33]。

2.2.2 LNAPL 特性

石油本身是一種複雜的碳氫化合物，其主要成份包括 (1)飽和烴類，包括正烷類(N Alkane)、支鏈烷類(Branched Alkane)，化學通式為 C_nH_{2n+2} ，環烷類(Cycloaliphatic)化學通式為 C_nH_{2n} ，皆不含雙鍵，化學性質穩定；(2)芳香烴類，又稱苯系烴類，分子含雙鍵成閉鍊結構，如苯(Benzene)、甲苯(Toluene)、二甲苯(Xylenes)；(3)樹脂類：無定形之含氮、氧、硫之固體，可溶於石油中。瀝青類等碳氫化合物，主要為大型分子以膠體狀散佈在石油中。此上述類型外尚包括有氮氧及硫化合物。

石油經過提煉之後產出工業上或生活中使用之油品，可區分為六大類：(1)車用汽油，供車輛動力燃料之汽油，主要自石油蒸餾，截取直餾汽

油，或低辛烷值之汽油經由重組而成之高辛烷值之汽油；(2)航空汽油，供往復式或活塞式飛機引擎之動力汽油，主要為丁烷至十二烷；(3)航空燃油，又稱噴射機油，分為兩種形式，一種為煤油型，另一種為煤油與汽油調製的混合型；(4)煤油；(5)柴油；(6)燃料油，主要當燃料使用，用於鍋爐、加熱爐。因此種油料主要來自原油中蒸餾汽油、煤油柴油之後餾份，而存在於鍋底下所剩餘之殘留重質可燃油份^[34]。

根據產業類型，產生 LNAPL 污染之產業主要可區分為兩大類 (1)油品儲運與銷售設施：例如：儲運所與加油站、港口與航站、燃油火力發電廠等儲油設施與管線；(2)石化工業工廠之設備、儲油設施與管線。此兩大產業於輸油管線破裂、地面儲槽洩、滲漏及地下儲槽洩、滲漏為主要造成土壤及地下水污染之原因。

石油碳氫化合物為混合物，含有各種化學物質對人體也都有一定程度的危害性，但是衡量這些物質對於人體與環境的危害輕重程度與行政管理上的務實考量，所以目前一般所公認石油碳氫化合物中的主要污染物則有兩大類，一為 BTEX，另一為石化產品之添加劑 MTBE (Methyl Tert-Butyl Ether)。此外，為了易於掌握石油碳氫化合物污染的概況，因此往往也會以總石油碳氫化合物(Total Petroleum Hydrocarbon, TPH)來作為法規中判斷污染狀況的基準。

一、BTEX

苯(Benzene)、甲苯(Toluene)、乙苯(Ethylbenzene)、及二甲苯(Xylenes) 四者通常被合起來簡稱為 BTEX，這四種化學物質為常用的有機溶劑，大多油品中存在此四種化合物。BTEX 均具揮發性及不易溶於水之特性，表 2-9 中為 BTEX 之基本物理化學性質。這四種單環芳香族碳氫化合物對人類身體之影響可能因誤食、呼吸、接觸皮膚等造成慢性毒性、致突變性致畸胎性及對人體免疫系統干擾抑制，其中苯更證實有生物毒性、致癌性及突變性等^[35, 36]。BTEX 中之苯、甲苯及乙苯均已被美國環保署列為 129 種優先列管污染物之一^[37]。

表 2-9 BTEX 物理化學基本特性^[38]

物理化學特性	苯 (Benzene)	甲苯 (Toluene)	乙苯 (Ethylbenzene)	二甲苯 (Xylenes)
分子式	C_6H_6	C_7H_8	C_8H_{10}	$C_6H_4(C_2H_3)_2$
分子量(mg/mole)	78	92	106	106
熔點(°C)	5.53	-95	-95	-25.2
沸點(°C)	80	111	135.2	144.4
密度(g/mL)	0.876	0.866	0.867	0.868
溶解度(mg/L)	1,780	500	150	150
土壤中有機碳-水分配係數(K_{oc})	97	242	622	570
辛醇-水分配係數(K_{ow})	135	540	1,410	1,320
蒸氣壓(mm Hg)	76	22	7	5
半衰期($t_{1/2}$)(day)	5	4	3	7
水中生物濃縮因子(BCF)	5.2	10.7	37.5	132
亨利常數(Pa·m ³ /mole)	562	673	864	493

苯(Benzene)為無色液體溶於乙醇及乙醚等有機溶劑，一般作為酚、硝基苯、氯苯、水楊酸、三基苯酚等有機化學品及合成染料、乾洗劑、皮鞋擦光劑、油漆等溶劑之用。苯對人體之影響，通常經由呼吸、皮膚接觸吸收，在人體脂肪中累積，而造成中樞神經及造血系統傷害。遇高濃度接觸，嚴重時會引起呼吸衰竭、神智喪失而死亡，且已證實長期累積會引起癌症，在 BTEX 中對人體危害程度最高。此外，更因苯對水的溶解度較 BTEX 中其他三者高，因此可能造成的環境危害更大。苯已被環保署公告為毒性化學物質，在飲用水質、土壤及地下水等均列有管制標準。根據「飲用水水源水質標準」指出，地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，苯濃度不得超過 0.005 mg/L。而根據「飲用水水質標準」，飲用水中亦不得含高於 0.005 mg/L 的苯。

甲苯(Toluene)為無色液體，氣味與苯相似，溶於乙醇及乙醚等有機溶劑。為焦煤油分餾而得，用於苯甲醛、苯甲酸、藥物、染料、糖精、溶劑及乾洗劑等。其 K_{ow} 值較苯為高，故比苯更易累積於人體脂肪中，對人體具催眠作用，亦可能造成中樞神經系統、肝臟、腎臟等方面之慢性及急性傷害。甲苯對水之溶解度於 BTEX 中居次，毒性亦較苯低，因此尚未被列入飲用水水質相關標準。目前亦尚無法肯定母親在懷孕期攝入含低濃度甲苯的飲水或吸入低濃度甲苯蒸氣，是否會對胎兒造成危害，因為對人類的研究尚不夠完整。然而若是有人在懷孕時蓄意吸入大量甲苯，胎兒可能有神經方面問題，並導致成長與發育受阻。職業暴露與動物研究顯示甲苯不會引起癌症，國際癌症研究署與美國衛生人力部尚未將甲苯歸類為致癌性物質，因而環保署也已決定不將甲苯歸類為致癌性物質^[39]。

乙苯(Ethylbenzene)為無色液體溶於乙醇及乙醚、苯、四氯化碳、醇醚等有機溶劑，為苯與氯甲烷於氯化鋁存在下加熱分餾而得，供有機合成、溶劑及稀釋劑用。乙苯之辛醇-水的分配係數 K_{ow} 值在 BTEX 中為最大，故生物累積性最為顯著，對人體具催眠及膽酸增加作用，對神經系統則無顯著毒性。

二甲苯(Xylenes)為無色澄清之有毒液體，具臭味溶於乙醇及乙醚等有機溶劑，由粗製二甲苯分餾而得，供有機合成、溶劑及顯微鏡之用，亦可用於人造麝香、油漆及染料。二甲苯有間位、鄰位及對位三種不同排列之同分異構物。二甲苯經人體吸入後在肺部滯留量高，其急性中毒現象與苯類似，又因其結構較複雜，在 BTEX 中比較難分解，半衰期亦較長。

二、MTBE

甲基第三丁基醚(Methyl Tert-Butyl Ether, MTBE)是近年來被高度關切的有機污染物。在 1920 年代為了改善汽油的性能，因此添加四乙基鉛(Tetra-ethyl lead, TEL)到汽油中，藉以提高辛烷值及鎮爆性。到了 1970 年代後期，因使用汽油而導致鉛排放造成嚴重的空氣污染，因此有替鉛劑的產生，比如乙醇、乙醚及 MTBE 等。這種替鉛劑的加入不但可提高辛烷值還可改善燃燒、減少爆震及改善空氣品質，MTBE 添加的體積百分比約為 7%。自 1979 年起 MTBE 開始被用作為含氧劑(Oxygenate)添加於汽油後，添加的體積百分比提高為 11 – 15%。從 1979 年至 1980 年中期則被新英格蘭、紐澤西、美國東海岸等地區廣泛地使用。

這幾年 MTBE 較引人注目係因 MTBE 已被美國環保署認定為對動物具致癌性。美國飲用水諮詢委員會在西元 1997 年 12 月對 MTBE 建議在飲用水中的濃度範圍需小於 20-40 ppb，而我國亦列管為第四類毒性化學物質。1994 年美國環保署聲明氧化劑的使用會超過 30%，到了 2000 年則會增加到 70%，未來將會持續增加^[40]。因此加州自 2003 年起、紐約自 2004 年起全面禁用，但歐盟則在 2006 年決議暫不禁用。

MTBE 在室溫時無色但在高溫的環境下有刺鼻味。沸點為 55.2°C，於水中之溶解度為 48 g/L，屬於高水溶性，且辛醇-水分配係數(K_{ow})低；密度為 0.74 g/mL，較水的密度小。MTBE 從溶解相(水中)揮發到氣相的量遠較苯低(亨利常數為苯的 1/10)，且 MTBE 不像苯較易被土壤或有機碳吸附，而其生物分解性亦較苯小。在空氣中，MTBE 會很快分解成其他的化合物，半衰期約為四小時。MTBE 和醚類、醇類一樣易溶於水。若 MTBE 洩漏於地表上，將會溶於水中下滲經過土壤而進入地下水中。

MTBE 的代謝物 TBA (Tert-Butyl Alcohol)對人體毒性亦曾被研究過，實驗結果顯示，暴露在高濃度 TBA 之劑量下，會產生一些急性症狀包括眼睛及上呼吸道黏膜刺激、頭痛、暈眩、疲倦及麻醉感等^[41]。截至目前為止，美國衛生部(U.S. Department of Health and Human Services, DHSS)、環保署(USEPA)都尚未將 MTBE 認定為致癌物質。美國政府機關例如國家職業安全衛生研究院(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)、職業安全衛生署(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)、環保署(USEPA)亦均尚未建立 MTBE 相關的標準。

2.2.3 DNAPL 特性

DNAPL 是較水密度高且於水中溶解度低的有機液體。該名詞首次出現是在 1970 年代末期美國紐約州的訴訟判例中。DNAPL 是單一或多種成分的液體，密度較水高，不易溶於水。常見的 DNAPL 包括工業和商業廣泛使用的化合物。DNAPL 主要包括了雜酚油(Creosote)、煤焦油(Coal tar)、多氯聯苯油(PCB oils)、以及鹵化有機溶劑。

最常見的 DNAPL 是含氯有機溶劑，其中最常見的即為三氯乙烯(Trichloroethylene or Trichloroethene, TCE)、四氯乙烯(Tetrachloroethylene or Perchloroethylene, PCE)、四氯化碳(即四氯甲烷)(Carbon Tetrachloride or Tetrachloromethane, CT 或 CTET)等；其用途包括乾洗、金屬除油、藥品製造、殺蟲劑製造、其他化合物製造。其他的 DNAPL 包括雜酚油、煤焦油、殺蟲劑、多氯聯苯等。

根據美國衛生部所轄之毒性物質和疾病管制署(Agency of Toxic Substance and Disease Registry, ATSDR)統計資料，截至 2004 年止之 1,608 處美國國家優先整治場址名單(NPL)場址中有 210 處場址有 1,1,1-三氯乙烷(1,1,1-Trichloroethane)、1,1-二氯乙烷(1,1-Dichloroethane)、三氯乙烯(Trichloroethylene)或四氯乙烯(Tetrachloroethylene)污染問題，這 210 處污染場址中，因廢棄物儲存、處理、最終處置設施不良造成污染者佔 35%，因工業製造生產污染者佔 29%，因廢棄物回收再利用設施不良而污染者佔 9%，其他各種場所或污染行為者佔 18%。這些污染場址，污染物與人體接觸之主要暴露途徑係因民井之地下水遭污染，居民因使用地下水以致污染傳輸至人體^[42]。

在較為人熟知的 DNAPL 中，被美國環保署等單位成立之跨部門組織「國家毒物計畫」(National Toxicity Program, NTP)列為合理相信致癌物

(Reasonably Anticipated to be a Human Carcinogen)的包括：四氯化碳(Carbon tetrachloride)、氯仿(Chloroform)、1,2-二氯乙烷(1,2-Dichloroethane)、三氯乙烯(TCE)、四氯乙烯(PCE)^[43]。NTP 中並未將 1,1,1-三氯乙烷和 1,1-二氯乙烷歸類為致癌物。國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)^[44]亦並未將 1,1-二氯乙烷歸類為致癌物，但是 1,1,1-三氯乙烷被歸類為 Cancer Group 3 非人類致癌物，三氯乙烯和四氯乙烯歸類為 2A 的可能致癌物。

以下針對氯烯、氯烷兩類屬最常見的 DNAPL 之含氯有機溶劑做較詳細的介紹，並針對氯酚、氯苯等常溫下非液態的含氯碳氫化合物略做說明。

一、氯烯類

DNAPL 中較常見的族群為氯烯類。其中三氯乙烯、四氯乙烯分別為污染場址最常見 DNAPL 的前二名。在氯烯類化合物中，除了氯烯是氣體之外，二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯在常溫下均為液體。

氯烯在常溫下為無色、帶甜味、具毒性的氣體。氯烯只是化學原料，並非最終產品，氯烯單體是用來合成聚氯烯的原料。一旦形成聚氯烯之後，就是穩定、無毒的物質。但是在 1974 年以前氯烯被用來作為髮膠等噴霧劑的推進劑。

氯烯的致癌性 IARC 分類屬於第 1 類，對人類致癌性證據充足。雖然在一般工廠並不使用氯烯，但是因為三氯乙烯、四氯乙烯等有機溶劑在自然環境中會因為微生物代謝之生化作用而還原成氯烯，因此在許多污染場址中，都可以發現氯烯。因此，氯烯在美國 CERCLA 場址優先危害物質清單中高居第四名，是有機物中的第一名。

二氯乙烯(Dichloroethene, Dichloroethylene, DCE)有 1,1-二氯乙烯(1,1-Dichloroethylene)與 1,2-二氯乙烯(1,2-Dichloroethylene)兩類，1,2-二氯乙烯又有順-與反-兩種同分異構物。1,1-二氯乙烯密度為 1.213 g/cm³。1,1-二氯乙烯用來製造氯烯、丙烯腈(Acrylonitrile)、烯酸酯類(Acrylates)，以及半導體儀器製程中高純度矽晶膜之成長。1,1-二氯乙烯對健康的主要影響是中樞神經系統，症狀包括麻痺、暈眩、抽搐、失去知覺等。1,2-二氯乙烯主要用途為脂肪、酚、樟腦的溶劑與抑制發酵劑；亦可用為天然橡膠的溶劑、冷凍工廠的冷媒、低溫溶劑，可用於粹取染料、香水、咖啡、瓷漆、耐熱塑膠及有機合成。

三氯乙烯(Trichloroethylene 或 Trichloroethene, TCE)是工業常用溶劑。化學式為 C₂HCl₃。三氯乙烯在常溫下為無色、透明之液體，易流動、

不燃燒、易揮發。密度 1.46 g/cm^3 ，在水中的溶解度約 $1,100 \text{ mg/L}$ 。具有芳香味的液體，對神經有麻醉作用。純三氯乙烯分解緩慢，當有紫外線照射三氯乙烯與氧氣混合物時，可加速三氯乙烯分解。

三氯乙烯主要用作金屬除油和羊毛及織物的乾洗劑。樹脂、瀝青、煤焦油、醋酸纖維素、硝化纖維素、橡膠和塗料等的溶劑。在醫藥上用作麻醉劑，農藥上是合成一氯醋酸的原料^[45]。

四氯乙烯(Tetrachloroethylene 或 Tetrachloroethene 或 Perchloroethene, PCE 或 perc)，又稱全氯乙烯，化學式為 C_2Cl_4 。四氯乙烯是一種有機化學品，被廣泛用於乾洗和金屬除油，也被用來製造其他化學品和消費品。四氯乙烯在室溫下是不易燃的液體。容易揮發，有刺激的甜味。密度 1.622 g/cm^3 ，水中的溶解度約 200 mg/L 。

二、氯烷類

鹵代烷或稱鹵代烷烴，是指烷烴分子中的一個或多個氫原子被鹵素原子（氟、氯、溴、碘）取代的有機化合物，屬於鹵代烴。可以作為滅火劑、冷媒、噴霧劑、乾洗劑及溶劑等，用途廣泛。

一氯甲烷（英文名 Chloromethane 或 Methyl chloride），又稱甲基氯。商業上俗稱 Freon 40、R-40、HCC 40，在過去是廣泛使用的冷媒。分子式是 CH_3Cl 。無色、極易燃、高毒性氣體。沸點 -24.2°C ，液態時比重為 0.95，比重較水低，不列入 DNAPL。水中溶解度 $5,325 \text{ mg/L}$ 。主要用於生產甲基氯矽烷、聚矽酮、四甲基鉛(汽油抗爆劑)、甲基纖維素。

二氯甲烷分子式 CH_2Cl_2 。二氯甲烷主要用作脫漆用的溶劑(Paint remover)，此用量約佔 23%；噴霧劑中的推進劑 20%，在類固醇、抗生素、維生素、藥丸外層等製藥過程中用之溶劑約 20%；除油劑約 8%，電器製造 7%，聚氨脂泡棉(Polyurethane foam)發泡劑 5%^[45]；還用作膠片生產中的溶劑、石油脫蠟溶劑、有機合成萃取劑等。在含氯碳氫化合物中，二氯甲烷毒性很小，且中毒後甦醒較快，故可用作麻醉劑。根據動物實驗的結果，二氯甲烷被推定為疑似人類致癌物^[46]；但沒有直接證據顯示人類在暴露於二氯甲烷和發生癌症的關係。

三氯甲烷(Trichloromethane)，又名三氯甲烷、三氯化碳，俗名氯仿(Chloroform)或音譯為哥羅芳。分子式 CHCl_3 ，分子量為 119.38。常溫下為無色有氣味液體。密度 1.48 g/cm^3 ，在水中的溶解度約 $8,000 \text{ mg/L}$ 。三氯甲烷能夠溶解塑膠，故此也有作手工（非專業性）塑膠黏著劑用。氯仿是有機合成的原料，醫藥上用作麻醉劑及萃取劑，也可作為抗生素、

香料、油脂、橡膠的溶劑和萃取劑。在古時氯仿已被知道可作鎮靜劑用，短時間吸入已經會產生暈眩、疲倦、頭痛等徵狀。氯仿也擁有有機化合物常見的致癌性。

四氯化碳(Carbon Tetrachloride)，又稱四氯甲烷(Tetrachloromethane)，簡稱 CTC。分子式為 CCl_4 。為無色、易揮發、不易燃的液體。具三氯甲烷的微甜氣味。密度 1.595 g/cm^3 ，蒸氣壓 15.26 kPa 。水中溶解度約為 $785 - 800\text{ mg/L}$ 。 $\log K_{ow}$ 約為 2.64 ，亨利常數(k_H)約 365 kJ/mol 。

四氯化碳用途廣泛，以往曾用作殺蟲劑、乾洗劑。目前主要作為化工原料，用於製造氯氟甲烷、氯仿和多種藥物；作為有機溶劑，性能良好，用於油、脂肪、蠟、橡膠、油漆、瀝青及樹脂的溶劑；也用作滅火劑、薰蒸劑，以及機器部件、電子零件的清洗劑等。在其生產製造及使用過程中，均可有四氯化碳的接觸。

四氯化碳是典型的肝臟毒物，但接觸濃度與頻度可影響其作用部位及毒性。高濃度時，首先是中樞神經系統受累，隨後累及肝、腎；而低濃度長期接觸則主要表現肝、腎受累。目前認為四氯化碳無致畸和致突變作用，但具有胚胎毒性。根據 IARC 的歸類，四氯化碳長期作用可以引起齧齒動物的肝癌，被列為「對人類有致癌可能」。

三、氯乙烷類

氯乙烷亦為工業上常用之溶劑與原料。氯乙烷類中，一氯乙烷(Chloroethane, Monochloroethane, Ethyl Chloride)在常溫下為無色氣體，溫度在沸點 12.3°C 以下時為無色液體。一氯乙烷分子式為 C_2H_5Cl 。密度較水小，僅 0.92 g/cm^3 ，因此不歸類於 DNAPL。在過去，一氯乙烷被用來製造汽油添加劑四乙基鉛。水中溶解度為 0.6 g/100 ml 。在所有的氯乙烷類中，一氯乙烷毒性最小，對中樞神經有抑制作用；IARC 將其列為 A3 類致癌物質，證實有動物致癌性，但尚未證實人類致癌性。

二氯乙烷(Dichloroethane,DCA)，商業上也被稱做 CFC-150a，分子式為 $C_2H_4Cl_2$ ，有兩個異構體：1,1-二氯乙烷與 1,2-二氯乙烷。密度為 1.2 g/cm^3 。

1,1-二氯乙烷是無色油狀液體，有類似氯仿的氣味。1,1-二氯乙烷過去在美國每年生產超過一百萬磅以上，用於製造其他的化合物，如 1,1,1-三氯乙烷等。它也被用作溶劑和除油劑、殺蟲劑與滅火器中的推進劑、橡膠的接著劑等，也曾被用作外科手術時之吸入式麻醉劑。

1,2-二氯乙烷常被稱為(Ethylene dichloride, EDC)，常溫下為無色液體

，具有類似氯仿的氣味。1,2-二氯乙烷主要用來製造氯乙烯單體（約佔80%），也被用作其他化合物製造的原料、溶劑、除油劑、脫漆劑；也被添加在含鉛燃油中作為抗爆震劑。1,2-二氯乙烷具腐蝕性，易燃，具毒性，且為可能之致癌物。

1,1,1-三氯乙烷(Trichloroethane, TCA)是廣泛應用的工業溶劑。其別名包括甲基氯仿及 Chloroethene。化學式為 $C_2H_3Cl_3$ 。常溫下為無色液體，密度為 1.32 g/cm^3 。1,1,1-三氯乙烷最常作為其他化學物質的溶劑，在1990年約生產8億磅，但因其破壞臭氧層，故美國不再製造含1,1,1-三氯乙烷之一般消費性產品，如膠水、家庭清潔劑、噴霧器等；在工作場所的暴露來源可能有金屬去漬油、膠水、油漆塗料和清潔用品等。目前沒有證據顯示1,1,1-三氯乙烷會導致癌症，國際癌症研究署已將1,1,1-三氯乙烷歸類為非人類致癌性物質，美國環保署也已決定將1,1,1-三氯乙烷歸類為非致癌性物質^[47]。美國環保署已經訂定飲用水中1,1,1-三氯乙烷的濃度標準，最高濃度不可超過0.2 ppm，湖水、溪水的濃度不得超過18 ppm。

四氯乙烷有兩種異構體，對稱四氯乙烷(1,1,2,2-四氯乙烷)和不對稱四氯乙烷(1,1,1,2-四氯乙烷)。四氯乙烷為無色液體，密度約 1.6 g/cm^3 ，也屬於 DNAPL。1,1,1,2-四氯乙烷主要用途為溶劑和木製品的保護漆。1,1,2,2-四氯乙烷過去曾廣為使用，因其亦可用作殺蟲劑、除草劑，或脂肪、藥物及橡膠的溶劑、脂肪與油類及蠟的不可燃性溶劑，以及金屬清潔除油劑和脫漆劑；若用作冷媒則其商品名稱為R-130。在環境中，1,1,2,2-四氯乙烷可經由不需催化的去氯化氫作用而形成三氯乙烯。但因其毒性較高，因此在美國已經逐漸減少使用，其毒性被美國環保署歸類為C類可能人類致癌物。

四、氯酚類與氯苯類

氯酚類物質是芳香族化合物中用途最廣、毒性較大、污染較嚴重的一類化合物。於使用過程中的污染為其主要來源，如用作殺蟲劑、木材防腐劑以及工業廢水的排放(例如紙漿漂白廢水)。由於氯酚辛醇-水分配係數較大($\log K_{ow}$ 為 2.17~5.01)，具有明顯的脂溶性，能夠通過食物鏈在生物圈中積累，從而加劇了它們的危害性。

氯酚類中又以五氯酚最常見，五氯酚固體，在美國只有一家製造廠，一度是廣用的殺生物劑之一，現在只限經申請核准的人使用或購買，一般人再也不准取得。其他氯酚類的化合物，例如2,4,6-三氯酚則是用來除草、殺蟲的農藥之一，其亦為毒性物質。五氯酚的使用，約有3%用作家庭除草劑與殺蟲劑；在限制使用前，曾經廣泛用為木材的防腐劑。五

氯酚一旦進入水中或土壤，依其理化性質再蒸發進入空氣中的不多；大部分隨水移動，一般會附著土粒，因土壤的酸度而定。

五氯酚對健康的危害，大部分與不純的混存物有關，因工作或誤用而在短時間暴露大量五氯酚，會引起肝、腎、血液、肺、神經系統、免疫系統與腸胃系統的危害。國際癌症研究署將五氯酚歸類為 2B 人類可能致癌物質^[48]。

多氯聯苯（又稱多氯聯二苯，Polychlorinated Biphenyls, PCBs）是許多聯苯的含氯化合物的統稱，在多氯聯苯中，部份苯環上的氫原子被氯原子置換，一般式為 $C_{12}H_nCl_{(10-n)}$ ($0 \leq n \leq 9$)。依氯原子的個數及位置不同，多氯聯苯共有 209 種異構體存在。

多氯聯苯在常溫下是比水重的液體，多氯聯苯耐熱性及電絕緣性能良好，化學性質穩定。不溶於水，易溶於有機溶劑及脂肪。多氯聯苯常用作加熱或冷卻時的熱載體、電容器及變壓器內的絕緣材料、也常作為塗料及溶劑使用，應用的範圍很廣。常以混合物型態使用，稱為 Aroclors；最常用的是 Aroclor-1254、Aroclor-1260、Aroclor-1242。多氯聯苯屬致癌物質，容易累積在脂肪組織，造成腦部、皮膚及內臟的疾病，並影響神經、生殖及免疫系統。IARC 將其列為 Group 2A：疑似人體致癌^[49]。

多氯聯苯的污染最常與變壓器的製造、回收、再利用的工廠有關。當多氯聯苯釋放至土壤中，會被土壤緊緊吸附住，且具高度的脂溶性與生物濃縮特性，因此是一種處理起來極為棘手的污染物。

2.3 污染物於地層中之宿命與傳輸

除非是透過深井直接將廢水、廢液打入地下水含水層，否則任何污染物均會先進入不飽和層然後才可能更進一步往下移動至地下水含水層。在不飽和層中的污染物將因為物理、化學、生物等作用而發生量與質的變化（表 2-10），有可能污染物僅僅污染了不飽和層的土壤而沒有進一步導致地下水的污染。

本節中將扼要敘述不同類型污染物在地層中的狀態與變化機制以及其傳播擴散機制。

表 2-10 影響污染物質於地層中質與量變化之自然過程

過程	化合物種類	效果
吸持 (Sorption)	有機物	遲滯(Retardation)
沉澱(Precipitation)	無機物	遲滯
離子交換(Ion Exchange)	無機物	遲滯
過濾(Filtration)	有機物/無機物	遲滯
氧化-還原(Oxidation - Reduction)	有機物/無機物	轉變(Transformation)/遲滯
生物吸收(Biological Uptake)	有機物/無機物	遲滯
生物分解(Biodegradation)	有機物	轉變
水解(Hydrolysis)	有機物	轉變
揮發(Volatilization)	有機物	經介質轉換消散
溶解(Dissolution)	有機物/無機物	提高移動性(Mobility enhancement)
共溶(Co-Solvation)	有機物	提高移動性
離子化(Ionization)	有機物	提高移動性
錯合 (Complexation)	無機物	提高移動性
不互溶相(Immiscible Phase)	有機物	分配(Various Partitioning)

2.3.1 重金屬污染型態及在環境中之宿命與傳輸^[50]

一、不飽和層中重金屬污染物之狀態

不飽和層(Unsaturated Zone) (圖 2-1) 位於地下水位面以上，土壤孔隙中同時含有水和空氣；許多文獻中多稱不飽和層為通氣層(Vadose Zone)，因為此層中的毛細水邊緣層(Capillary Fringe)，雖位於地下水位以上，但因毛細力作用，含水比近飽和，故以通氣層取代不飽和層更能清楚地描述其特性。毛細水邊緣層的厚度乃依土壤粒徑大小而異。土壤顆粒愈小者，其顆粒間孔隙愈小，相當於毛細管的管徑較小，所以毛細水的高度較高，亦即毛細水邊緣層厚度較厚；反之，土壤顆粒愈大者，毛細水邊緣層厚度較小。毛細水邊緣層是不飽和層的底層，其下就是地下水位，緊接著地下水含水層。一般狀況下，污染物必須經過不飽和層才會往下進入地下水含水層。

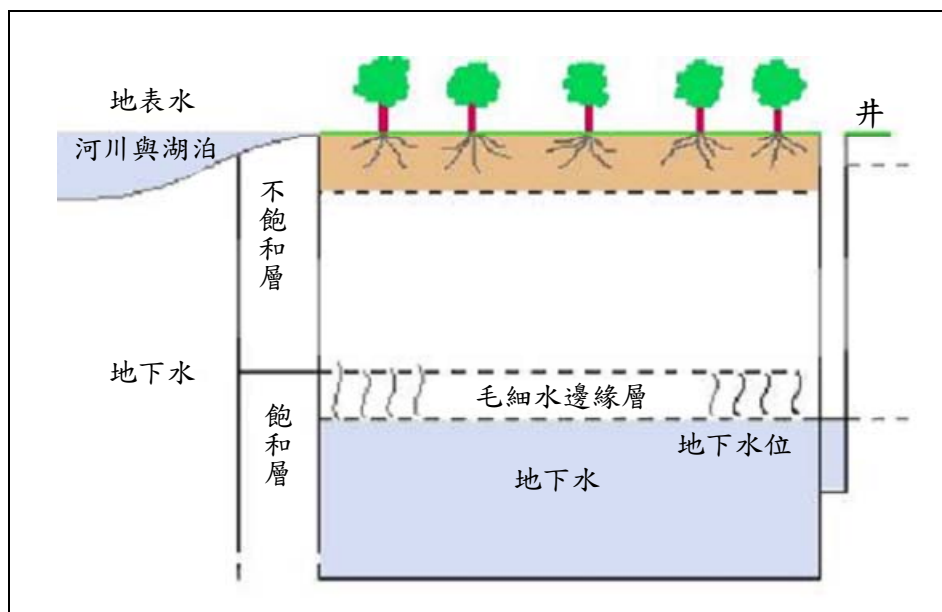


圖 2-1 不飽和層與地下水含水層示意圖

重金屬污染物在土壤中是否容易移動，是否會向下擴散，最主要的關鍵在於重金屬污染物存在於土壤中的狀態。重金屬在土壤中的型態可區分為：可溶解態、結合態與固定態。可溶解態(或可交換態)為最容易在土壤中移動也是最容易被植物所吸收的型態；結合態則是指重金屬物質在土壤中與有機物質結合，會伴隨著有機物質而移動，且會緩慢釋出的型態；而固定態則是最不容易移動，與其他物質形成沉澱，或是存在於粘粒之中，植物也最不容易吸收的型態。

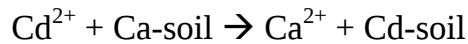
重金屬污染物在自然環境中的型態，最主要的影響因子為酸鹼度與氧化還原電位，且酸鹼度的影響又較氧化還原電位的影響顯著，不同的金屬離子有其對應的範圍。一般而言，正常土壤的 pH 值在 5 至 7 之間，氧化還原電位介於 -200 至 400mV。大部分的金屬離子在 pH 5 以下，氧化還原電位小於 100 mV 的土壤中溶解度較高。亦即，在酸性、還原狀態的土壤中，金屬離子較容易移動。

在探討土壤的重金屬污染問題時，最主要考量的是土壤對重金屬物質的吸附能力，是否容易因淋洗而移動擴散，重金屬物質的型態是否會轉變等，以下簡介幾種不同的作用方式：

(一) 離子交換作用

重金屬離子與土壤中的黏土顆粒上所吸附的陽離子，例如鈉離子、鈣離子等，發生離子交換而產生之取代反應，例如金屬鎘離子(離子半徑 0.103 nm)與土壤表面的鈣離子(離子半徑 0.11-0.12 nm)的交

換作用：



黏土礦物依定義其顆粒之直徑小於 0.002mm。所謂黏土礦物構成通稱為膠質黏土(Colloidal Clay)，即大部份小於 0.002mm 的黏土。在特定的環境條件下(溫度、壓力、pH、水的化學和生物組成等)，黏土會吸附特定種類與數目之陽離子。吸附的總數量會平衡黏土顆粒的電荷。環境改變則可能會引發交換反應。這些反應牽涉它種陽離子置換反應，用來吸附部份或全部的某些吸附離子。雖然置換反應本身通常並不會影響黏土顆粒的結構，但可能會導致土壤物理(Physical)或物化(Physicochemical)性質的重大改變。

陽離子交換容量 (Cation Exchange Capacity, CEC)的數值意指在以含置換能力較吸附離子高之離子的溶液溶出時，可以置換出離子的量。一種離子可由另一種離子置換。例如 Ca^{2+} 可以置換 Na^+ ， Na^+ 可以置換 Ca^{2+} ，而 Fe^{3+} 可以置換 Mg^{2+} 等。置換的難易主要依離子價數、不同離子相對多寡、離子大小而定。若其它因素相同，三價離子較二價離子更強被吸附、二價吸附較一價離子強。正常狀況下，小離子傾向取代大離子。

陽離子交換容量依環境狀況改變，所以黏土礦物之離子交換容量並無一單一定值。一般常見的黏土礦物在標準試驗條件下之陽離子交換容量值如表 2-11。

表 2-11 三種代表性黏土礦物的離子交換容量

黏土礦物種類	離子交換容量(meq./100 gm)
高嶺土	3 - 15
伊萊土	10 - 40
蒙脫土	100 - 150

典型陽離子置換序列如下：

較容易從土壤中被交換出來的金屬離子依序為 $\rightarrow \text{Na}^+ < \text{Li}^+ < \text{K}^+ < \text{Rb}^+ < \text{Cs}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Ba}^{2+} < \text{Cu}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+} < \text{Th}^{4+} \rightarrow$ 較容易吸附到土壤上把其他陽離子取代掉。相較於原子量較低的金屬離子，重金屬離子較容易被土壤吸附。

(二)有機質吸附作用

泛指土壤中的有機質對金屬離子的固定作用，為影響重金屬在

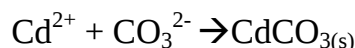
土壤中的行為及生物有效性最重要的作用方式，包含有機物結合及共沉澱等作用。一般而言，細質地及高有機物含量之土壤具有較大的吸附力。

(三)溶解作用

重金屬污染物以固體型態之鹽類進入土壤中，其在土壤所含的水分中具有一定之溶解度，金屬離子會因而溶解釋出。

(四)沉澱作用

金屬陽離子與土壤中的陰離子作用形成不可溶性之固體沉澱，此時污染物在土壤中之移動性及生物有效性會降低很多。例如金屬鎘離子與土壤中的碳酸根離子形成不可溶的碳酸鎘沉澱：



(五)氧化還原反應

金屬離子在土壤中由於土壤環境狀態的改變，金屬離子會有氧化或還原的變化。

(六)轉變作用

污染物之物種(Species)發生改變，改變方式包含下列 4 項：

- 1.無機污染物之水解或錯合反應
- 2.無機污染物之氧化還原反應
- 3.無機污染物之生物分解反應(微生物)
- 4.有機污染物之非生物分解反應(水解及光分解及揮發作用)

以幾種常見的重金屬相較，重金屬鉛較不易溶解及移動，不易污染農作物之品質及污染地下水。重金屬銅易與土壤中之有機物質形成錯合物，如有機物少則易溶解及移動於土壤中，較易污染農作物之品質及污染地下水。重金屬鎘與鋅則在一般土壤條件下，易溶解及移動於土壤中，較易污染農作物之品質及污染地下水。

就土壤的性質而言，與重金屬污染物宿命最有關之土壤性質為：

(一) pH 值

影響污染物之溶解度，大部分的金屬離子在 $\text{pH} \leq 5$ 的土壤中溶解度較高。

(二)有機物含量

污染物主要之吸附作用之一，土壤有機物含量越高越容易形成錯合物，對環境危害越少。

(三)黏土含量

污染物之吸附位置及轉變之主要部分，土壤中黏土含量越高越容易被吸附固定，對環境危害越少。

(四)黏土礦物種類

影響污染物移動及吸附，不同粘土礦物種類有不同之吸附量及吸附位置，因此會影響污染物之吸附量及未來之宿命。

(五)土壤粒徑

影響土壤之通氣與排水及污染物之移動、吸附及轉變，礫石與砂質土壤顆粒較大、孔隙較大，透水性高，污染物之移動越快。黏土與粉土類的細顆粒土壤，通氣與排水較差，污染物之移動不易，較不易污染環境及地下水。

二、地下水含水層中重金屬污染物之狀態

污染物在地下水含水層中，也會和其中的土壤與岩石發生與不飽和層中一樣的各種反應而影響其狀態。一旦重金屬離子進入地下水位面以下，也同樣地會和含水層的土壤與岩石等地質材料發生離子交換、吸附等作用。吸附在土壤顆粒上的重金屬離子之濃度和地下水中的重金屬離子濃度會透過分配作用達到動態平衡，地下水中的重金屬離子會以溶解態隨地下水流動而傳輸。

被吸附的金屬離子和土壤孔隙水（或地下水）中同一金屬離子的濃度，存在著動態的平衡關係。水中的金屬離子濃度愈高、土壤吸附量會愈多；反之亦然。這是一種動態的平衡關係，稱之為分配作用 (Partitioning)。如圖 2-2 所示，雖然土壤與水中金屬離子濃度之間的並不一定是線性關係，但通常在濃度較低時，可以用線性關係來表示：

$$C^* = K_d C \quad (2.1)$$

C^* 金屬離子在土壤中的濃度（離子重/土壤重）[mg/kg]； C 金屬離子在水中的濃度（離子重/總水溶液體積）[mg/L]； K_d = 分配係數 (Partition Coefficient; Distribution Coefficient) [L/kg]。

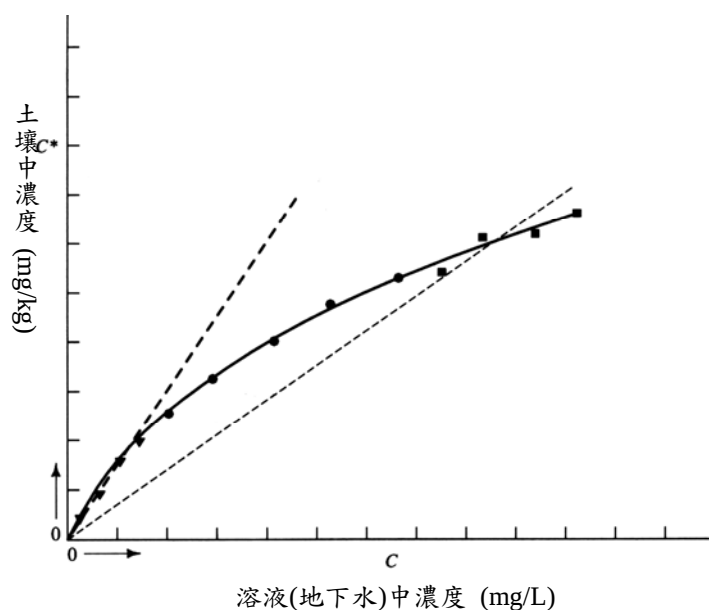


圖 2-2 污染物在水與土壤中的分配作用

以下以對環境污染影響較大的鎘、鉻、鉛三種重金屬為例來說明分配係數的範圍。在未受污染的土壤中，鎘的濃度通常小於 1 mg/kg。鎘的吸附能力和土壤的陽離子交換容量成正比，在陽離子交換時鎘通常和土壤中的鈣和鎂離子交換。美國環保署的研究報告中，共從眾多文獻中取得了 174 筆鎘分配係數(表 2-12)^[51]。這些數據代表在水中濃度較低(< 0.1 M)時之結果，且吸附的土壤均為天然土壤而非純黏土礦物，因此這些數據均為進行污染評估時較為可靠的分配係數參考值。

表 2-12 鎘的分配係數^[51]

	Soil pH		
K_d (mL/g)	3 - 5	5 - 8	8 - 10
最小值	1	8	50
最大值	130	4,000	12,600

鉻在環境中以三價和六價陽離子狀態存在，六價鉻離子和其他離子形成陰離子，移動性高，毒性極強；三價鉻離子較易形成沈澱、若以溶解的陽離子狀態存在時在，於弱酸性至鹼性狀態下不易移動，毒性很低。三價鉻離子遠較六價鉻離子易吸附在土壤上，因為三價鉻離子是以陽離子狀態存在，而六價鉻離子以 CrO_4^{2-} 或 HCrO_4^- 陰離子狀態存在。美國環保署的研究報告中彙整的六價鉻分配係數如表 2-13。在一般土壤的可溶解硫化物濃度和 pH 範圍內，六價鉻的 K_d 值約在 10 - 300 mL/g 之間。

表 2-13 六價鉻的分配係數^[51]

可溶解硫化物濃度 (mg/L)	K_d (mL/g)	soil pH											
		4.1 – 5.0			5.1 – 6.0			6.1 – 7.0			> 7.1		
		DCB Extractable Fe (mmol/g)			DCB Extractable Fe (mmol/g)			DCB Extractable Fe (mmol/g)			DCB Extractable Fe (mmol/g)		
		≤0.25	0.26 – 0.29	≥3.0	≤0.25	0.26 – 0.29	≥3.0	≤0.25	0.26 – 0.29	≥3.0	≤0.25	0.26 – 0.29	≥3.0
0 – 1.9	Min	25	400	990	20	190	390	8	70	80	0	0	1
	Max	35	700	1,770	34	380	920	22	180	350	7	30	60
2 – 18.9	Min	12	190	460	10	90	180	4	30	40	0	0	1
	Max	15	330	820	15	180	430	10	80	160	3	14	30
19 – 189	Min	5	90	210	4	40	80	2	15	20	0	0	0
	Max	8	150	380	7	80	200	5	40	75	2	7	13
>190	Min	3	40	100	2	20	40	1	7	8	0	0	0
—	Max	4	70	180	3	40	90	2	20	35	1	3	6

鉛在未受污染的土壤中之天然背景濃度約在 2 – 200 mg/kg 之間，平均值為 16 mg/kg^[51]。美國環保署的研究報告中彙整之鉛分配係數如表 2-14。在灰渣掩埋場滲出水中鉛濃度和 pH 範圍內，鉛的 K_d 值約在 500 – 5,000 mL/g 之間^[51]。

由於溶解態的重金屬和溶解態的有機物傳輸機制相同，因此將於 2.3.2 節中一併介紹。

表 2.14 鉛的分配係數^[51]

Equilibrium Lead Concentration (g/L)	K_d (mL/g)	Soil pH		
		4.0 - 6.3	6.4 - 8.7	8.8 - 11.0
0.1 - 0.9	Minimum	940	4,360	11,520
	Maximum	8,650	23,270	44,580
1.0 - 9.9	Minimum	420	1,950	5,160
	Maximum	4,000	10,760	20,620
10 - 99.9	Minimum	190	900	2,380
	Maximum	1,850	4,970	9,530
100 - 200	Minimum	150	710	1,880
	Maximum	860	2,300	4,410

2.3.2 有機污染物之宿命與傳輸

一、非水相液態有機污染物之宿命與傳輸

大部分的 NAPL 污染物在水中的溶解度甚低，因而形成多相流 (Multiphase Flow)，這些不互溶的流體之流動行為及性質與可溶性污染物大不相同，如 LNAPL 浮於水面上或被嵌在孔隙介質中；浮在地下水位上，順著地下水流向傳播(圖 2-3)。DNAPL 則因重力之影響而繼續往下移動(圖 2-4)，穿透地下水含水層，順著含水層底部往低處移動。

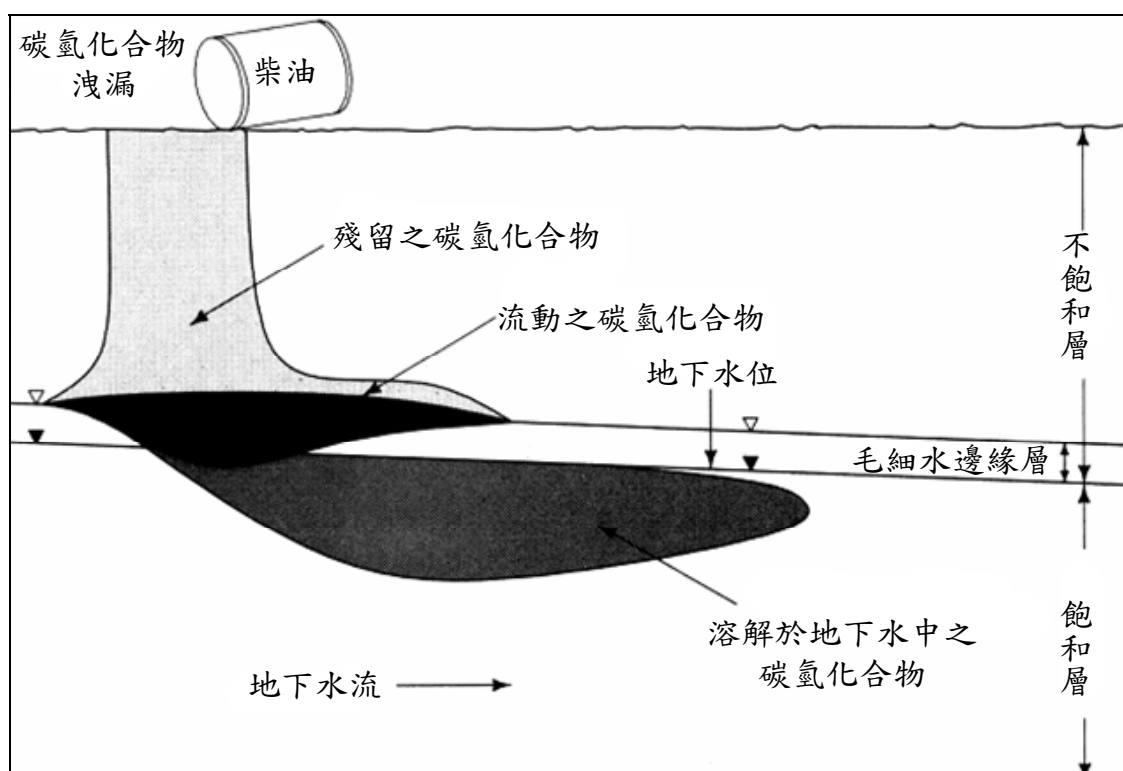


圖 2-3 LNAPL 污染示意圖^[52]

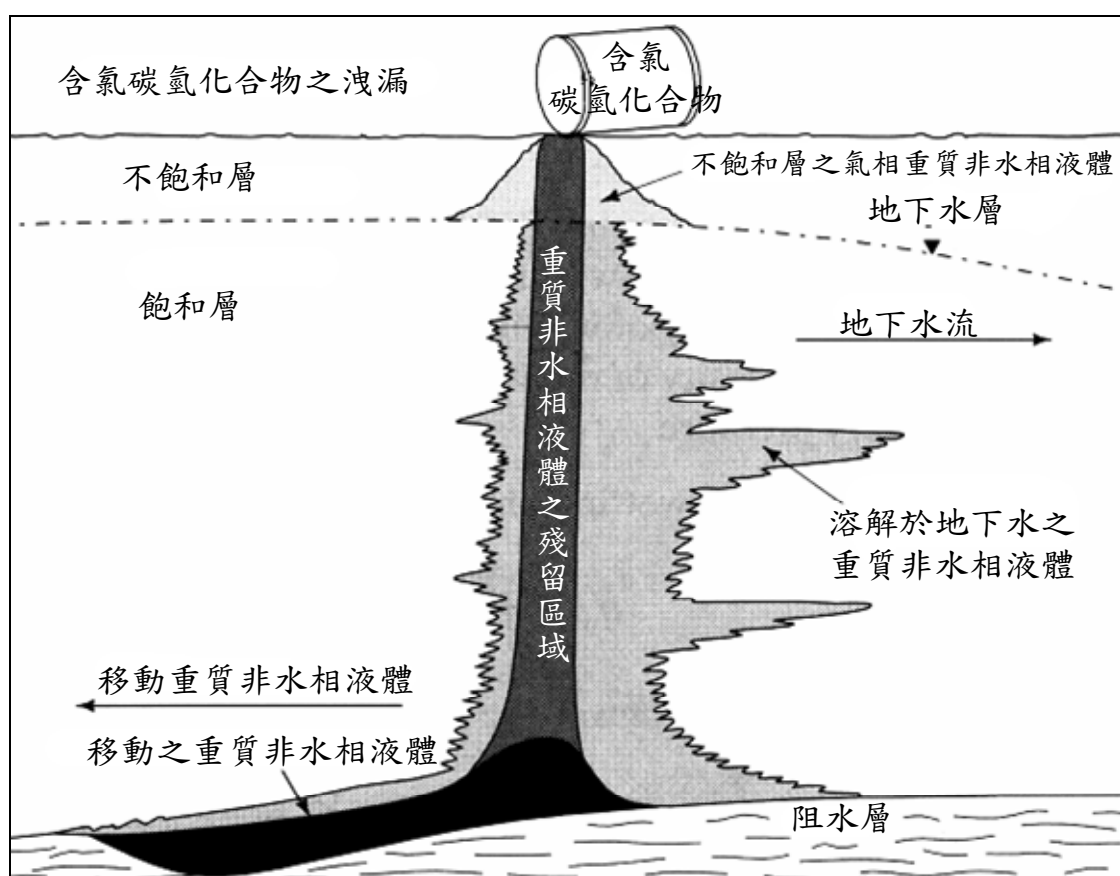


圖 2-4 DNAPL 污染示意圖^[52]

當 LNAPL 滲入地下時，由於表面張力作用，會停滯浮在毛細水邊緣層之上；當係 DNAPL 滲入地下時，若其水頭不大，無法克服進入壓力 (Entry Pressure)，則也會浮在毛細水邊緣層之上。

當 NAPL 在土壤與地下水中移動時，自然的物理、化學、生物過程，使得在土壤和地下水中的污染物因而減少數量、毒性、移動、體積、或濃度。非飽和層孔隙中，除液相外也有氣相。無機污染物或不具揮發性污染物分佈在固相(吸附在土壤顆粒表面)與液相(溶解在孔隙液體)中，依化學反應之溶解度達平衡。若為具揮發性之有機污染物，則其所處狀態更為複雜，在四個相達平衡(圖 2-5)：污染物本身(純液體)、吸附在土壤顆粒表面、揮發後之氣態、溶解於孔隙水中。如汽油等 LNAPL 中之成分多屬於揮發性有機化合物(Volatile Organic Compound, VOC)，這些有機污染物在地表下會因揮發形成氣態(Vapor Phase)而從不飽和層逸散至大氣、以純液相之自由態(Free Phase)流動、以水中之溶解相隨著水流動(Dissolved Phase)、或者吸附在土壤或有機質中(Adsorbed Phase)殘留在土壤中。

這些就地發生的過程包括了污染物的生物降解、延散、稀釋、吸附、揮發、輻射衰減、化學或生物穩定、轉換、氧化還原等(圖 2-6)。吸附作用主要是因為土壤中的有機質(腐植質)造成。土壤中的有機質愈多，可以吸附的有機污染物也愈多。通常淺層的土壤所含的有機質較多，所以會吸附較多的有機污染物。而有機污染物，雖在土壤中都可以被細菌分解。但毒性較低、較易分解的有機污染物(油品)，會較快被土壤中的微生物分解，最終成為無害的二氧化碳和水。但是通常毒性較高的有機溶劑(DNAPL 等含鹵素的有機溶劑、農藥等)，難為微生物分解，因此在土壤和地下水中將存在很長的時間。

當 NAPL 在土壤與地下水中移動時，因為這些過程的作用會使得 NAPL 的分布與傳輸更難掌握(圖 2-7)。然而，也同時因為這些作用，可能會使得 NAPL 的質量減少，減輕污染對於土壤和地下水的衝擊。

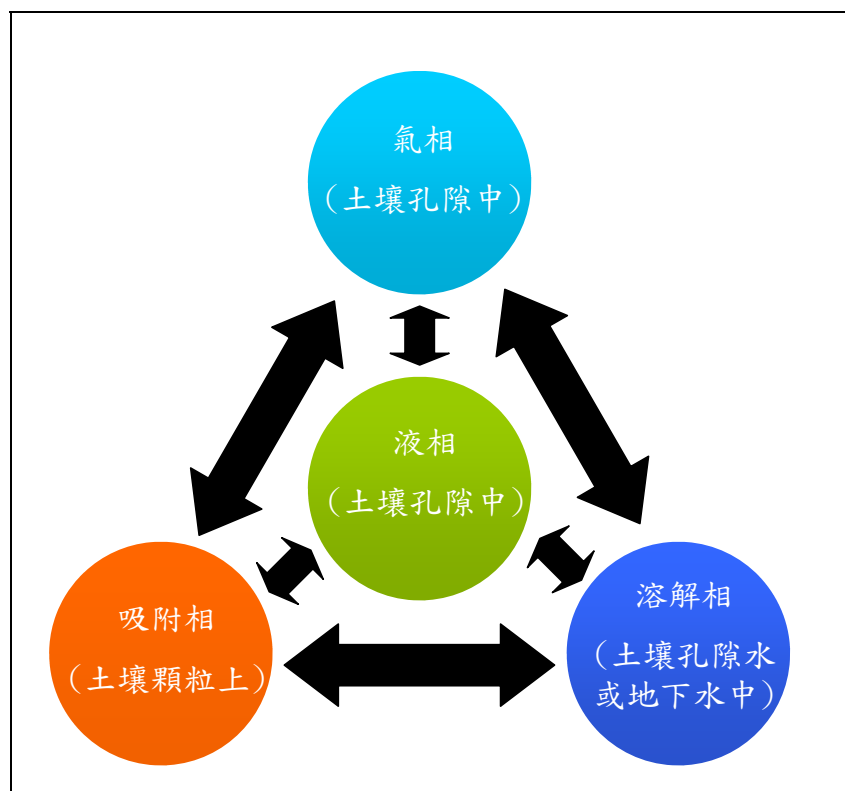


圖 2-5 不飽和層土壤孔隙中 NAPL 四相動態平衡示意圖

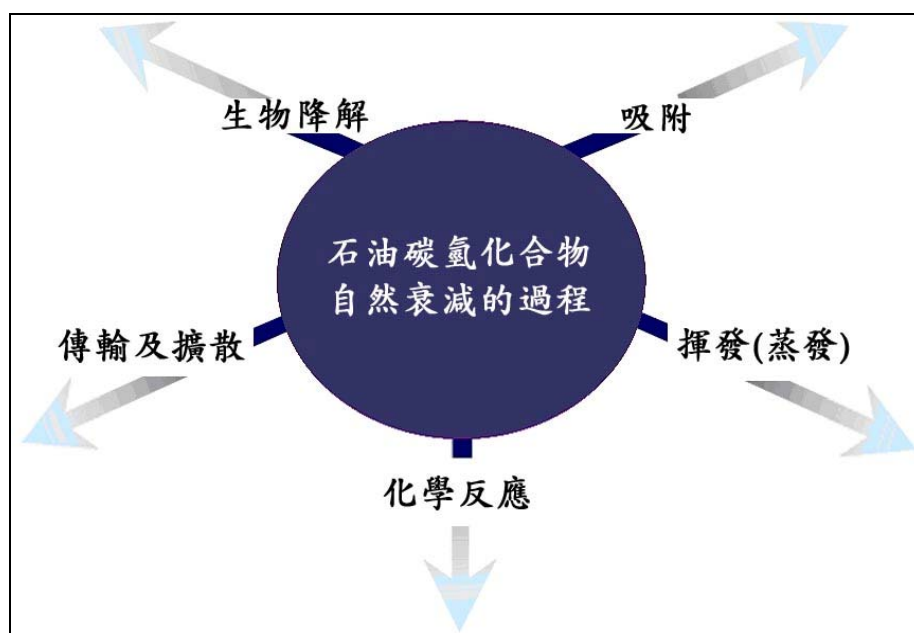


圖 2-6 土壤與地下水中石油碳氫化合物的自然衰減作用

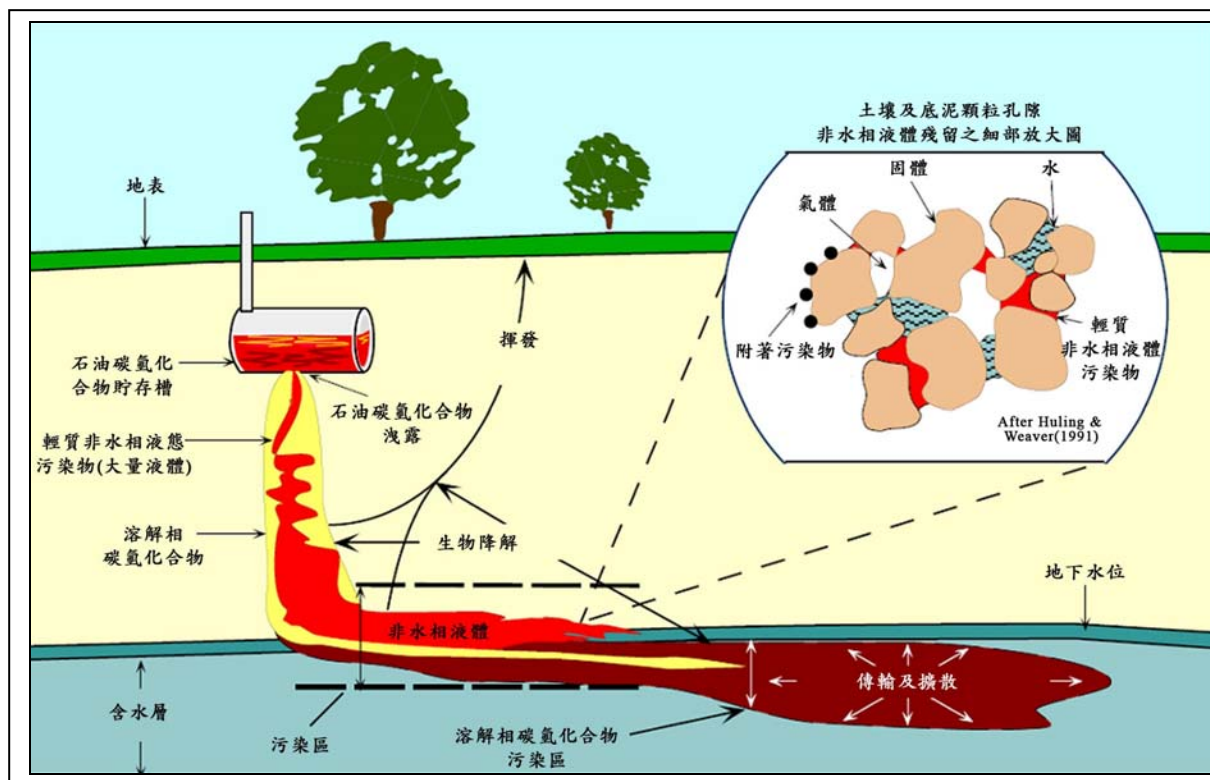


圖 2-7 石油碳氫化合物於土壤與地下水中之分布與傳輸示意圖

由圖 2-7 中可以明顯看出，當 LNAPL 經過地下時有些液體會以殘餘飽和度存在於不飽和層的土壤孔隙中，有些會揮發經土壤孔隙再逸散至地表與大氣，有些會吸附在土壤與有機質的表面。往下移動到地下水位面的 LNAPL 會往側向擴張形成薄層的浮油而往地下水位面較低的方向移動，另有一部分較易溶解的成分則會溶解在不飽和層的土壤水中或地下水中隨著地下水傳輸。浮流在地下水位面上的浮油層會因為地下水位的上下變動而侵入原本在水位面以下被水飽和的孔隙，當水位再度上升時，無法完全被水取代排出，而以殘餘飽和度困在地下水位面以下的土壤孔隙中，擴大了污染的範圍，因而成為在地下水位面以下的二次污染源。

二、水相與溶解態有機污染物於地下水含水層中之傳輸

飽和層係指在地下水面以下的區域，在地下水流通性良好且厚度夠高的地層中即為所謂的「地下水含水層」(Aquifer)，亦即為鑿井取水之水源。

石油碳氫化合物在飽和層中的分布與傳輸的狀態遠不若在不飽和層中複雜，在飽和層中 LNAPL 有兩種形式，一為溶解態，一為吸附態。但是若發生地下水位變動，使得部分液態的 LNAPL 以殘餘飽和度被困在地

下水位面以下的土壤孔隙中，則 LNAPL 就以三態存在。但卡在孔隙中的液態 LNAPL 油粒(Globule)被毛細力牽引並不會因為地下水的流動而移動，除非地下水的流速因為有抽水井抽水（例如在污染整治時的抽水），使得困住的油粒的動能大到足以掙脫毛細力的牽絆而隨水流動，或者採用界面活性劑(Surfactant)或以熱蒸汽灌注降低毛細力作用，讓油粒可以隨水流動，否則這些油粒的作用就是二次污染源，將污染物成分不斷地溶解至地下水中。因此，污染傳輸的機制仍是以溶解於地下水中的 LNAPL 為主。

當 LNAPL 接觸到地下水時，部分的 LNAPL 會溶解於水中並隨地下水的流動傳輸，但在此過程中，LNAPL 會接觸到含水層的土壤而因分配作用會有一部分吸附於土壤或有機質上。除此之外，一部分 LNAPL 也可能因其他的物理、化學、生物作用，而造成質變而轉換為其他的物質，甚至於最後變成了無害的二氧化碳和水。

溶解於地下水中的污染物（包括重金屬離子與有機物），會隨著地下水的流動而傳輸。其運動和擴散模式一般稱之為水動力延散(Hydrodynamic Dispersion)。這個傳輸機制中包括了三種基本機制：

(一) 平流(Advection)

驅動力為水的能量梯度，溶解的污染物分子隨著水分子流動而順著地下水方向流動，理想的模型為這些污染物在地下水中以同向直線且等速運動。此種傳輸機制的速度與地下水含水層土壤的導水度成正比；因此，在透水性良好的礫石、粗砂含水層中，污染傳播速度很快，在透水性不佳的細砂、沈泥地層中運動速度較慢；在透水性非常小的黏土層中，其運動速度和分子擴散差不多。

(二) 分子擴散(Molecular Diffusion)

驅動力為水中污染物的濃度梯度，高濃度區域的污染物分子會往低濃度區域運動。理想的模型是污染物往四面八方輻射狀運動。此種傳輸機制的速度非常慢。

(三) 機械延散(Mechanical Dispersion)

機械延散的驅動力是因為在真實的地下水環境中水分子的運動方向和速度並不是都一致。因為土壤的孔隙小且孔隙並非連成一直線，所以實際上水分子的運動有快有慢、並且路徑曲折。因此，溶解在水中的污染物就隨著水分子的真實運動路徑，有的運動較快、有的較慢，且在過程中會同時往左右、上下運動。

這三種機制綜合的結果，溶解在地下水中的污染物，除了會往地下水流動的方向運動之外，也同時會逐漸擴大其範圍。通常我們把含有污染物的地下水稱為『污染團』(Plume of Contaminated Groundwater)。

在圖 2-8 中顯示了當污染物為一次瞬時排放時在地下水含水層中傳輸的二維剖面。若傳輸的機制僅有平流，則污染物不會擴散，僅僅以和水流相同的速度前進，如圖(a)所示。若污染傳輸的機制僅有分子擴散，則污染物會逐漸擴散，但是污染團的中心，也就是污染濃度最高之處會固定在原地不動，如圖(b)所示。圖(c)則為包括了平流、分子擴散、機械延散三種機制共同作用下的污染團，水動力延散使得污染團的中心以水流速度前進，而狹長型的污染團則代表污染物的分布則在水流方向分布較廣、在與水流垂直的方向延散作用較小。

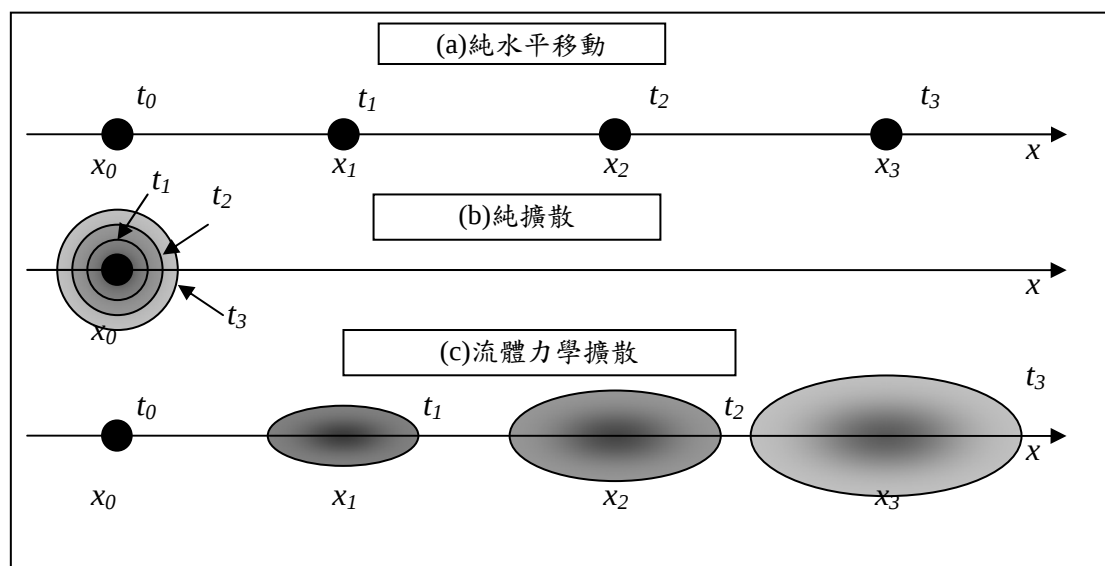


圖 2-8 污染物瞬時排放時水動力延散傳輸示意圖

在圖 2-9 中顯示了當污染物為連續排放時在地下水含水層中傳輸的二維剖面。若傳輸的機制僅有平流，則污染物不會擴散，污染團實際上為一直線，如圖(a)所示。若污染傳輸的機制僅有分子擴散，則污染物會逐漸擴散，但是污染團的中心，也就是污染濃度最高之處會固定在原地不動，如圖(b)所示。圖(c)則為包括了平流、分子擴散、機械延散三種機制共同作用下的污染團，因污染物連續排放，因此污染團的中心還是固定在排放點，但水動力延散使得污染團的溶質鋒(Solute Front)在水流方向上以較水流速度更快的速度前

進，而狹長型的污染團則代表污染物的分布則在水流方向分布較廣、在與水流垂直的方向延散作用較小。另一方面，雖然分子擴散作用緩慢，但是仍會使得少部分污染物往與水流相反的方向擴散，污染團也局部往與水流方向擴大。

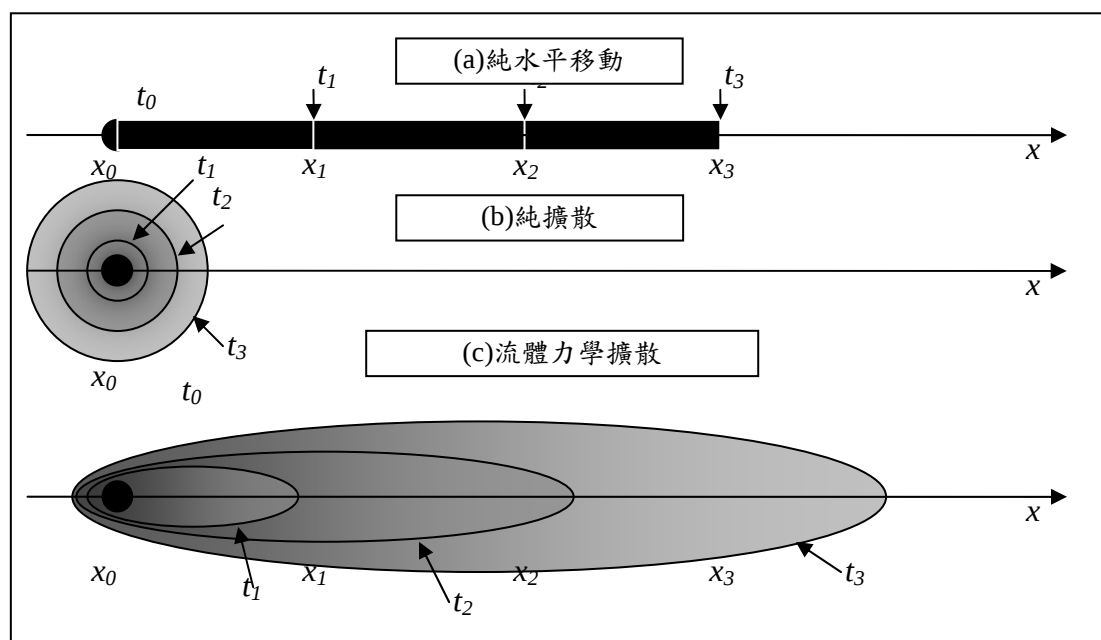


圖 2-9 污染物連續排放時水動力延散傳輸示意圖

污染物在地下水中也同樣會進行各類不同的反應，包括物理、化學與生物等反應，並會影響污染物傳輸速度及總量，這些反應包括先前所述之：吸附作用以及其他的化學反應與生物反應。以生物反應而言，含水層中有各式各樣的微生物，在適當的條件下，微生物可利用污染物進行代謝反應，包括好氧與厭氧反應。如果含水層中存在能分解有機污染物的菌群時，則可進行生物分解作用，降低污染物的濃度。在一般的狀況下，大多生物反應為好氧反應，因此大多發生於地下水位面附近地下水含氧量較高的區域。

當溶解在地下水中的溶質可能會因為不同的物理或化學作用吸附在土壤或者是有機質上而從水中消失，不再透過地下水散播。對於重金屬類污染物來說，主要的吸附機制為陽離子交換作用，重金屬透過離子交換和含水層土壤中的少量黏土成分上的陽離子(主要為鈉、鉀、鈣等低電荷價數、低原子序陽離子)交換。對於有機污染物來說，主要的吸附作用是吸附於土壤中的有機質上，極少部分則也會透過陰離子或陽離子交換作用吸附在黏土成分上。有機污染物在地下水中以電中性的狀態存在，但不同的物種其極性(Polarity)相異，因為水分子具有

高極性，因此有機物極性愈高者於水中的溶解度愈高；但在傳輸過程中這些有機污染物易被極性較水低的固體表面吸引，但這些有機污染物分子吸附在土壤顆粒上者相當有限，反而較易吸附於土壤中的有機質上。不論是重金屬污染物或有機污染物的吸附作用，都可以用式(2.1)的 K_d 來描述在固相與水溶液相之間的平衡關係。

地下水中的污染物在沒有任何遲滯效應影響下，污染團平均移動或擴張的速度等於平均線性速度。因為吸附會使得一部分的污染物分子在傳輸過程中被留置在固相，因此以純粹平流的觀點來看，在特定的位置污染物濃度增加的時間拉長，換言之就好比是污染物的移動隨水流動的速度減緩而受到延滯。因此就所謂污染物傳輸的「直觀速度」(Apparent Velocity)來看，就好像是受到某種阻力而減小。

以表 2-12 至 2-14 中的分配係數 K_d 值來估算，可發現延滯效應不僅污染團的移動速度減緩至幾十分之一或幾百分之一，也會使得污染團擴大的速率變慢。然而，污染物並沒有消失，而是吸附在土壤顆粒之上。若污染團繼續往前移動，原本吸附在土壤顆粒上的污染物會因為地下水中的污染濃度降低，而自土壤顆粒上再度釋放出來，以達到新的分配平衡。此時，這些吸附了污染物的土壤實際上就等於是污染源。這樣的動態平衡關係，也造成了在以抽水處理法(Pump-and-Treat)抽取地下水並去除其中污染物以復育含水層時，地下水中污染物的濃度降低速率非常緩慢，甚至於在停止抽水時，地下水中污染物濃度彈升(Rebound)的原因。

參考文獻

1. European Environment Agency, “Management of Contaminated Sites in Western Europe”, Topic report No 13, p.171, 2000,
from:http://www.eea.europa.eu/publications/Topic_report_No_131999
2. 土壤與地下水污染整治基金管理委員會，工廠類工作成果，2009，取自
<http://sgw.epa.gov.tw/public/0504.asp>
3. 行政院環保署，土壤及地下水污染整治法，2003。
4. 土壤與地下水污染整治基金管理委員會，國內列管場址情形，2009，取自
<http://sgw.epa.gov.tw/public/0401.asp>，last accessed 2009.11。
5. 經濟部工業局，重金屬土壤及地下水污染預防與整治技術手冊，第 196 頁，
2006。
6. 行政院環保署，事業廢棄物行業製程稽查參考手冊－金屬表面處理業，2004。
7. 經濟部工業局，電鍍業廢棄物資源化案例彙編，第 13－17 頁，1996。
8. 經濟部工業局，金屬表面處理業土壤及地下水污染預防與整治技術手冊，第
162 頁，2005。
9. 經濟部工業局，半導體業土壤及地下水污染預防與整治技術手冊，第 237 頁，
2005。
10. 行政院環保署，事業廢棄物行業製程技術稽查手冊－半導體製造業，2004。
11. Golden, J. H, Small, R., Pagan, L., Shang, C., and S. Ragavan, “Evaluating and
Treating CMP Wastewater”, Semiconductor International Online, October, 2000.
12. 李權家、楊金鐘，管狀無機膜製備及其於化學機械研磨廢水處理之應用，國立
中山大學環境工程研究所碩士論文，2003。
13. 土壤與地下水污染整治基金管理委員會，非法棄置場址工作成果，2009，取
自 <http://sgw.epa.gov.tw/public/0503.asp>
14. 行政院環保署，土壤污染管制標準，2008。
15. 行政院環保署，地下水污染管制標準，2009。
16. McGrath, S. P., Smith, S., “Chromium and nickel. Heavy metals in soils”, B. J.

- Alloway. New York, John Wiley and Sons, pp.125-150, 1990.
17. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自 <http://www.epa.gov/iris/subst/0144.htm>
 18. Kotas, J., Stasicka, Z., “Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation”, Environmental Pollution. 107, pp.263-283, 2000.
 19. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自 <http://www.epa.gov/iris/subst/0368.htm>
 20. Baker, D. E., “Copper. Heavy metals in soils”, B. J. Alloway. New York, John Wiley and Sons, pp.151-176, 1990.
 21. 杜政榮，李中一，劉希平，葉錦瑩，環境污染與健康，國立空中大學用書，第125頁，2000。
 22. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自 <http://www.epa.gov/iris/subst/0271.htm>
 23. Kiekens, L., “Zinc. Heavy metals in soils”, B. J. Alloway. New York, John Wiley and Sons, p.263, 1995.
 24. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自 <http://www.epa.gov/NCEA/iris/subst/0426.htm>
 25. Alloway, B. J., “Heavy metals in soils. New York”, John Wiley and Sons, p.102, 1995.
 26. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自 <http://www.epa.gov/NCEA/iris/subst/0141.htm>，last accessed 2009.07.20。
 27. Davies, B. E. Lead. B. J., Alloway. London, Blackie Academic and Professional, 1995.
 28. Ma, Q. Y., Logan, T. J., Traina, S.J., “Lead immobilization from aqueous solutions and contaminated soils using phosphate rocks”, Environmental Science and Technology .29, pp.1118-1126., 1995.
 29. Gnandi, K., Tobschall, H. J., “Heavy metals distribution of soils around mining sites of cadmium-rich marine sedimentary phosphorites of kpogame and hahote”, Environmental Geology. 41, pp.593-600, 2002.
 30. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自

- <http://www.epa.gov/NCEA/iris/subst/0277.htm>
31. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自
<http://www.epa.gov/NCEA/iris/subst/0370.htm>
32. Cullen, W. R., Reimer, K. J., “Arsenic speciation in the environment”, Chemical Reviews. 89, pp.713-764, 1989.
33. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自
<http://www.epa.gov/NCEA/iris/subst/0278.htm>
34. 柯清水，石油化學概論，正文書局，第 89-124 頁，1992。
35. Kuiper-Goodman, T., “Mycotoxins: Risk Assessment and Legislation”, Toxicology Letters, 82/83, pp.853-859, 1995.
36. 阮國棟、簡慧貞，健康風險暴露評估準則之建立，工業污染防治，第 50 期，第 1-18 頁，1994。
37. 簡慧貞、阮國棟，我國毒性物質風險評估資料庫及其應用，工業污染防治，第 46 期，第 145-170 頁，1993。
38. 史盟秀，BTEX 在幾種台灣土壤中吸附與降解，國立屏東科技大學環境工程與科學研究所碩士論文，2000。
39. 行政院環保署，甲苯公共衛生聲明書，2007，取自
<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=324&path=1905&guid=774d5889-59f9-4c43-9622-1d8bf2889cf3&lang=zh-tw>
40. U.S.EPA, “Frequently Asked Questions (FAQs) About MTBE and USTs”, 2006, from:
<http://www.epa.gov/oust/mtbe/mtbafaqs.htm>
41. 李家偉，人體 MTBE 暴露之生物偵測，2001 年職業衛生暨環境醫學學術研討會，2001。
42. ATSDR, “Interaction Profile for 1,1,1-Trichloroethane, 1,1-Dichloroethane, Trichloroethylene, and Tetrachloroethylene”, 2004, from:
<http://www.atsdr.cdc.gov/interactionprofiles/IP-vocs/ip02-c1.pdf>
43. NTP, “U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service,

- National Toxicology Program”, Official Citation, Report on Carcinogens, 11th Edition, 2005
44. IARC, Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans, 2008,
from:<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crthall.php>
45. CMR, Chem Mark Report 229(6): 54, 1986.
46. NTP, “Toxicology and Carcinogenesis Studies of Dichloromethane (Methylene Chloride) (CAS No. 75-09-2) in F344/N Rats and B6C31F Mice (Inhalation Studies)”, Technical Report Series No 306. NIH Publication No. 86-2562. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program, pp.208, 1986.
47. 行政院環保署，1,1,1-三氯乙烷(1,1,1-trichloroethane)公共衛生聲明書，2009，
取自：<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=324&path=1908&guid=4f4534dc-aa2d-4d97-9c1b-9e3c9a9212e4&lang=zh-tw>
48. 行政院環保署，五氯酚(Pentachlorophenol) 公共衛生聲明書，2009，取自
<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=324&path=1900&guid=0f113f7e-801a-4195-9845-8af0aab8e48e&lang=zh-tw>
49. 美國環保署，IRIS網站資料，2009，取自
<http://www.epa.gov/NCEA/iris/subst/0294.htm>
50. 經濟部工業局，土壤及地下水污染整治技術手冊－調查評估與監測，2004。
51. U.S. EPA, “Understanding Variation in Partition Coefficient, K_d, Values, Volume II: Review of Geochemistry and Available K_d Values for Cadmium, Cesium, Chromium, Lead, Plutonium, Radon, Strontium, Thorium, Tritium (3H), and Uranium, Office of Air and Radiation”, EPA 402-R-99-004B, 1999.
52. Fetter, C. W., “Contaminant Hydrogeology”, 2nd Ed., Prentice-Hall, Inc, 1998.

第三章 土壤及地下水污染調查管制方向及相關法令

環保署為預防及整治土壤及地下水污染，確保土壤及地下水資源永續利用，自土污法^[1]民國 89 年 2 月公布施行以來，已陸續辦理農地、加油站、大型儲槽、非法棄置場址、廢棄工廠、軍事老舊儲槽等具土水污染潛勢場址之調查，及個案陳情污染案件查證工作，並已公告列管多處污染場址，對於污染來源明確之污染場址，環保主管機關命污染行為人或污染土地關係人負起污染整治責任，對部分污染來源不明確之污染場址，則由環保署或各縣市環保局依評定之處理等級辦理該類污染場址調查及整治工作。

探究工廠發生土壤及地下水污染成因，多因工業製造、生產過程中原料存放、產品製程、廢污水及廢棄物處理不當違反環保相關法規，以致造成土壤及地下水污染，土污法著重在污染之事後整治，對於事前污染預防及管制措施規定，工廠應於運作中遵守空、水、廢、毒等相關環保法令規定，以減少土壤及地下水污染發生。本章透過現行法規制度之規定，相關調查計畫執行現況、污染場址列管改善情形及污染整治責任之說明，讓事業了解土壤及地下水污染預防及管理之重要性，此外，並彙整目前國內與土水污染預防相關之環保法令，透過法令條文規定說明，讓事業了解應遵守之相關管理規定，以避免廠址發生土壤及地下水污染之問題。

以下扼要說明土污法相關土壤污染檢測制度、近年來環保單位執行之相關查證計畫及歷年相關工廠類列管場址統計，讓事業能進一步瞭解國內土水污染調查及管制方向，而能於平時加強土壤及地下水污染防治工作。

3.1 土污法相關管理規定^[1]

3.1.1 土壤及地下水污染調查及列管作業程序

一、土壤及地下水污染調查程序

依土污法第 6 條規定，民眾發現土壤或地下水有污染之虞時，得向所在地主管機關檢舉；各土地或地下水使用目的事業主管機關、土地使用人、管理人或所有人於發現土壤或地下水有污染之虞時，應即通知所在地主管機關，所在地主管機關可依前項檢舉及通知或依職權主動進行查證及採取必要措施。另依土污法第 7 條規定，各級主管機關得派員攜帶證明文件，進入公私場所進行下述查證工作，並得命場所使用人、管理人或所有人提供有關資料：

(一) 調查土壤、地下水污染情形及土壤、地下水污染物來源。

(二) 進行土壤、地下水或相關污染物採樣。

(三) 會同有關機關採集農漁產品樣本。

對於前二項查證或命提供資料，場所使用人、管理人或所有人不得規避、妨礙或拒絕。同時，當各級主管機關進行查證工作時，發現土壤、地下水因受污染而有影響人體健康、農漁業生產或飲用水水源之虞者，亦會命污染行為人、場所使用人、管理人或所有人採取緊急必要措施，以減輕污染影響或避免污染擴大。

二、土壤及地下水污染列管及整治程序

現階段對土壤或地下水達污染管制標準之污染來源明確場址，環保單位將依列管場址污染情節輕重及改善期限能否於短時間（12 個月）內完成等因素，由所在地主管機關依權責將場址列管為土污法施行細則第 8 條限期改善場址或依土污法第 11 條第 2 項公告為控制場址；控制場址經初步評估後，有危害國民健康及生活環境之虞時，所在地主管機關會報請中央主管機關審核後公告為整治場址。另地下水污染濃度達地下水污染管制標準，但污染來源不明確者，依土污法第 21 條規定，所在地主管機關會公告劃定地下水受污染使用限制地區及限制事項；此外，依土污法第 15 條規定，所在地主管機關對於整治場址之污染行為人或污染土地關係人之土地，會囑託土地所在地之登記主管機關辦理土地禁止處分之登記。

依土污法第 16 條之規定，整治場址之污染行為人應依土污法第 12 條之調查評估結果，訂定土壤、地下水污染整治計畫，經所在地主管機關審查核定後據以實施，於提送污染改善/控制/整治計畫前應先進行場址污染範圍調查及評估對環境之影響，並將調查評估計畫送所在地主管機關審查核定後執行。於完成場址整治後事業應先自行驗證，並於自行驗證通過後提送污染整治計畫完成報告，向所在地主管機關申請解除列管，所在地主管機關將進場驗證，驗證通過後，依法解除污染場址列管；經驗證未通過者，將要求事業持續執行整治。整體列管流程如圖 3-1 所示。

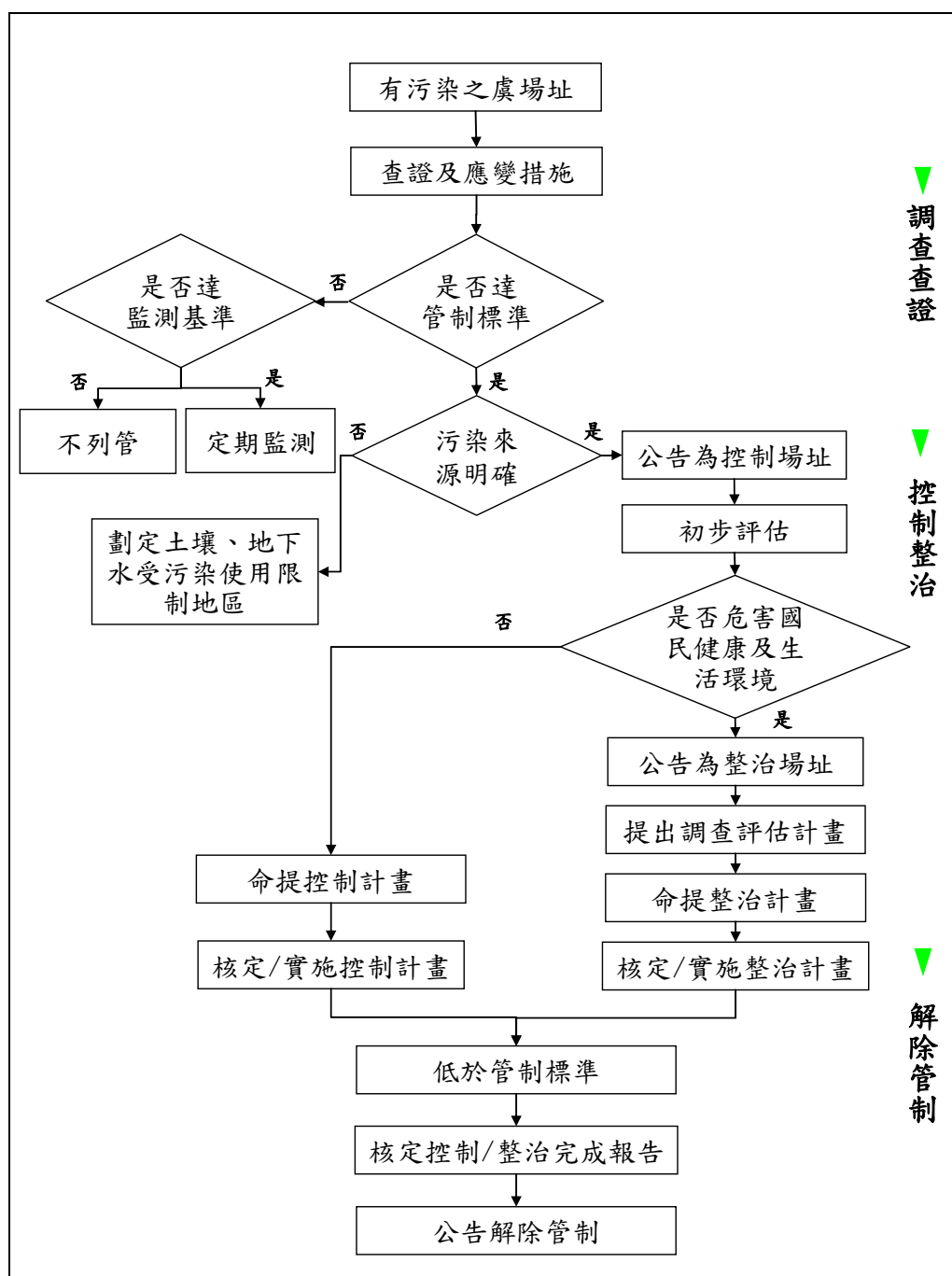


圖 3-1 國內土壤及地下水污染調查及管制方向流程圖

3.1.2 工廠土地移轉、設立、停業或歇業之土壤污染檢測規定

為釐清用地土壤污染整治責任及建立相關管控機制，土污法第 8 條第 1 項規定，「指定公告之事業所使用之土地移轉時，讓與人必須提供土壤污染檢測資料予受讓人」；同法第 9 條規定「指定公告事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地土壤污染檢測資料報請所在地主管機關備查後，使得向目的事業主管機關申辦有關事宜」。

為保障土地承買人之權益，及釐清污染土地移轉時，相關責任之歸屬，環保署於民國 93 年 12 月 7 日公告「土壤及地下水污染整治法第 8 條第 1 項之事業」及「土壤及地下水污染整治法第 9 條之事業」，內容說明指定事業之類別及針對事業主要製程之個別應檢測之污染物項目，並自民國 94 年 1 月 1 日開始實施。

自土污法第 8、9 條公布施行以來，由於污染場址數量逐年攀升，污染事業類型亦逐漸多元，原由民國 96 年 11 月 21 日修正之土污法第 8、9 條管制之 17 類事業類別範圍已明顯不足，為有效掌握事業用地之土壤品質狀況，及早發現事業用地可能遭受之污染，環保署已於民國 98 年 7 月 27 日修正公布土污法第 8 條第 1 項(詳如附錄三)及第 9 條之指定公告事業別(詳如附錄四)。該公告主要修正重點，包括：新增 13 類指定事業類別、事業定義及其應檢測之污染物項目等。擴大後之指定公告事業共計 30 類，並自民國 99 年 1 月 1 日正式施行，以期督促更多事業能注重用地污染之問題，保障自身權益。

為避免因讓與污染土地引起糾紛，及發生污染責任問題，於工廠土地移轉、設立、停業或歇業前，應依法進行土壤污染檢測，不僅可釐清污染整治責任，亦為讓與之土地提供污染檢測之確認。

一、土壤污染檢測資料

依土污法施行細則第 7 條規定^[2]，土污法第 9 條所定之「土壤污染檢測資料」應包含下列項目：

(一) 事業基本資料

事業名稱及負責人、統一編號、地址、地政編號、土地使用類別、廠區配置圖、土地使用人、管理人或所有人及聯絡方式等。

(二) 事業運作情形

生產製程、使用原料、產品、污染來源、污染物種類與成分、處理情形及相關污染防治措施。

(三) 檢測及分析結果

檢測項目、採樣檢測方法、檢測數量及品保品管等。

(四) 檢測機構

機構名稱、地址及許可文件影本。

(五) 其他經主管機關指定之資料

為便於事業準備相關應檢具文件，環保署遂依土污法施行細則

第 7 條所定項目，訂定「土壤污染檢測資料」格式、內容及填寫說明供事業及相關單位參考。

二、工廠用地土壤污染檢測

(一) 委託執行單位

事業可考量委託專家顧問或技術顧問機構，協助進行土壤污染檢測相關工作，並依土污法第 10 條之規定，委託經環檢所許可之檢測機構進行檢測，許可檢測機構資料可至環檢所網站(<http://www.niea.gov.tw>)查詢。

在委託專家顧問或技術顧問機構之資格條件上，除土壤檢測分析工作須委由許可之檢測機構外，土污法對相關專業人員及機構尚未訂定相關資格條件。事業暫可依據專業人員及機構所提出之人員學經歷、過去曾執行環境場址評估或土壤、地下水污染調查工作之實績經驗等資料，選擇適當之專業人員及機構辦理。

依環保署「以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引」內所提示之應注意事項規定，前述之專業人員應具下列資格之一：

1. 領有環境工程、應用地質技師證書，且有三年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。
2. 曾接受國內外土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關專業訓練，且領有合格證明並具三年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。
3. 具環境科學、地球科學或相關工程學士以上學歷，且有五年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。
4. 具大學以上學歷，且有十年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。

(二) 土壤採樣方式

環保署為協助業者執行土壤污染檢測，於土壤污染檢測資料備查作業要點(詳如附錄五)中研擬「以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引」與「以網格法辦理事業用地土壤污染檢測指引」，供業者參考選用，相關參考指引可至環保署土基會網站(<http://sgw.epa.gov.tw/public/>)下載。

1. 以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引^[3]

本指引指引包含「資料審閱」、「場址勘查」、「訪談」、「擬定採樣(含檢測)計畫」及「報告書」等五大部份進行相關環境場址潛

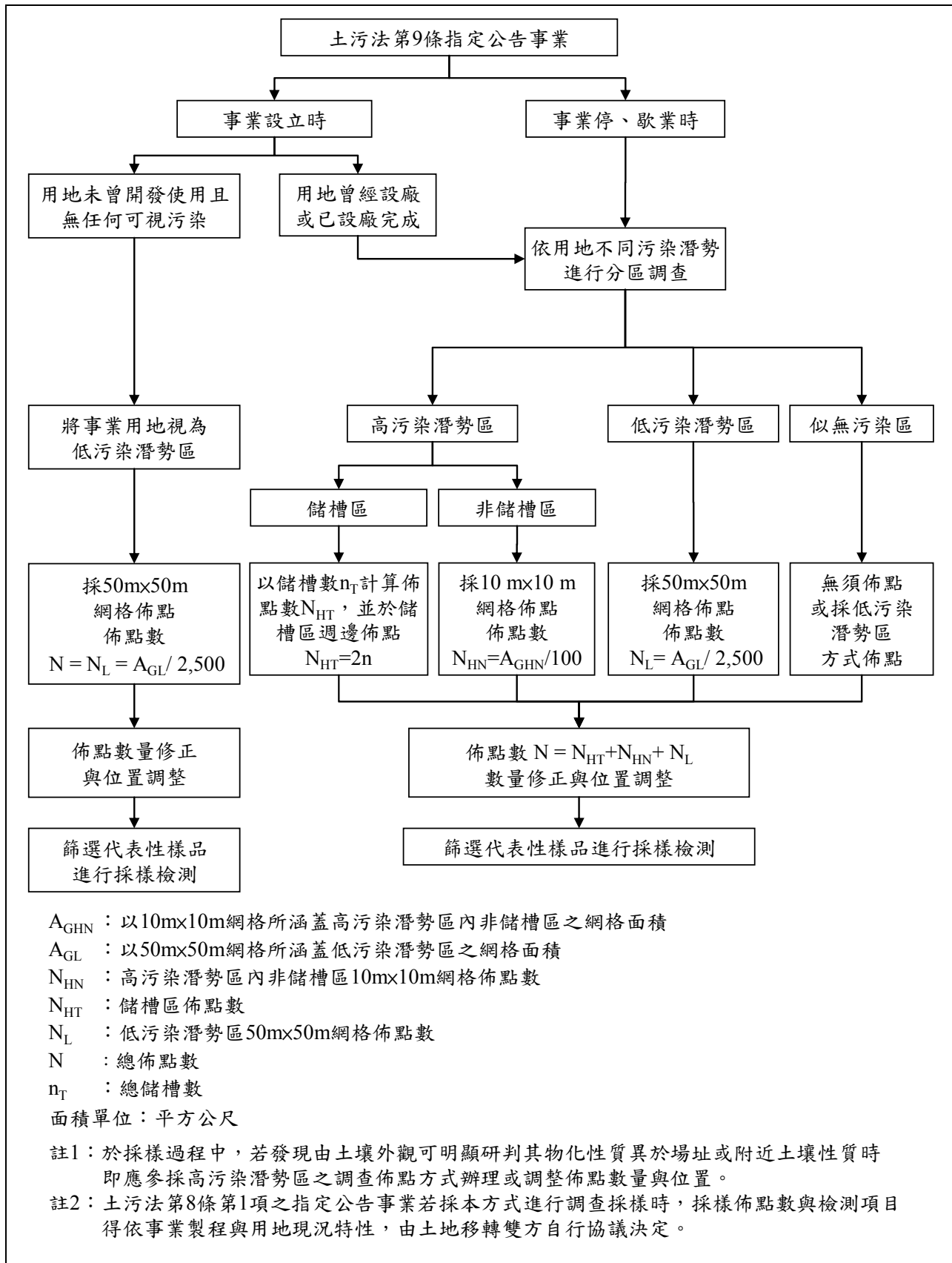
在污染評估辦理事業用地檢測之相關資料。詳細內容請參考該指引，其中於檢測採樣數中，建議之最少土壤採樣點數如表 3-1 所示。

表 3-1 環境場址評估法或網格法之最少土壤採樣點數^[3]

事業用地面積(A)	最少採樣點數
$A < 100$ 平方公尺	2
$100 \text{ 平方公尺} \leq A < 500$ 平方公尺	3
$500 \text{ 平方公尺} \leq A < 1,000$ 平方公尺	4
$1,000 \text{ 平方公尺} \leq A$	10

2. 以網格法辦理事業用地土壤污染檢測指引^[4]

針對已設廠或曾經使用過之事業用地，可依其土地使用狀況與污染潛勢劃分為高污染潛勢區、低污染潛勢區與似無污染區分別進行調查規劃，分區規劃亦可參考「以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引」執行資料審閱、場址勘查與訪談等程序後，綜合評析規劃。若事業於設立時，其用地未曾開發使用且無任何可視之污染，則得參考低污染潛勢區之網格調查方式辦理。有關網格法(儲槽區除外)採樣佈點之規劃流程如圖 3-2 所示。詳細內容請參考該指引，其中於檢測採樣數中，建議之最少採樣點數亦與表 3-1 同。

圖 3-2 環保署網格法進行採樣佈點之規劃流程^[4]

(三)土壤污染檢測項目擇定

1. 土壤污染檢測項目可參考環保署民國 99 年 1 月 1 日修正公告之「土壤及地下水污染整治法第 8 條第 1 項之事業」(詳如附錄三)及「土壤及地下水污染整治法第 9 條之事業」(詳如附錄四)之附表，國內 30 類指定公告事業、主要製程及其應檢測污染物之項目，如表 3-2 所示。

表 3-2 30 類指定公告事業檢測之污染物項目

批次	項次	事業		主要製程	檢測項目
一	一	廠房、其他附屬設施所在之土地及空地面積達一百平方公尺以上之工廠	皮革、毛皮整製業	皮革、毛皮鞣製製程	鉻
				塗飾或染色製程	鎘、鉻、銅、鉛、鋅、VOC
				其他製程	鎘、鉻、銅、鉛、鋅、VOC
			石油及煤製品製造業	石油及煤製品製造製程	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、TPH
			基本化學材料製造業	基本化學材料製造製程	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、TPH
			石油化工原料製造業	石油化工原料製造製程	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、TPH
			合成樹脂及塑膠製造業	合成樹脂及塑膠製造製程	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、SVOC、VOC、TPH
			合成橡膠製造業	合成橡膠製造製程	VOC、SVOC、TPH
			人造纖維製造業	人造纖維製造製程	VOC、SVOC、TPH
			農藥及環境衛生用藥製造業	使用砷、有機砷為原料製造農藥及環境衛生用藥製程	砷、VOC、SVOC、農藥
				使用汞、有機汞為原料製造農藥及環境衛生用藥製程	汞、VOC、SVOC、農藥
				使用銅為原料製造農藥及環境衛生用藥製程	銅、VOC、SVOC、農藥
				使用有機溶劑萃取製造生物性農藥及環境衛生用藥製程	VOC
				其他製程	砷、汞、銅、VOC、SVOC、農藥
			塑膠皮、板、管材及塑膠皮製品製造業	使用石化基本原料及中間產品合成製造塑膠皮、板、管材及塑膠皮製品製程	VOC、TPH
			鋼鐵冶煉業	煉焦製程	VOC、TPH
				煉鐵製程	鉛、鋅、TPH
				轉爐煉鋼製程	鉛、鋅、TPH
				電弧爐煉鋼製程	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、TPH
			金屬表面處理業	使用有機溶劑之製程	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、VOC
				化成、電鍍製程	鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅
				塗裝製程	鎘、鉻、銅、鉛、鋅、VOC
				其他製程	鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC
			半導體製造業	半導體製造製程	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC
			印刷電路板製造業	印刷電路板製造製程	鉻、銅、鎳、鉛、VOC
			電池製造業	非汞電池製造製程	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、VOC
				汞電池製造製程	鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC

批次	項次	事業		主要製程	檢測項目
一	二	電力供應業		燃煤機組發電製程	砷、汞、鉛、TPH、PCBs
				燃油機組發電製程	鉛、TPH、PCBs
一	三	加油站業		汽油、柴油銷售儲存	苯、乙苯、甲苯、二甲苯、TPH
一	四	廢棄物處理業		廢棄物焚化處理或熱處理程序	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、TPH、戴奧辛
				含農藥成分廢棄物之處理程序	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、農藥
				含多氯聯苯成分廢棄物之處理程序	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、PCBs
				含戴奧辛成分廢棄物之處理程序	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、戴奧辛
				應回收廢機動車輛處理程序	銅、鎳、鉛、鋅
				應回收廢電子電器類處理程序	銅、鎳、鉛、鋅
				應回收廢資訊物品類處理程序	銅、鎳、鉛、鋅
				應回收廢輪胎類之熱裂解處理程序	TPH
				應回收廢潤滑油類處理程序	鉻、鎳、鉛、鋅、TPH
				應回收廢鉛蓄電池類處理程序	鉛、鋅
				應回收廢乾電池類處理程序	鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅
				應回收農藥及環境用藥廢容器類處理程序	砷、銅、汞、VOC、SVOC、農藥
				應回收廢照明光源類處理程序	汞
				其他廢棄物處理程序	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC
二	一	廠房、其他附屬設施所在之土地及空地面積達一百平方公尺以上之工廠	製材業	乾燥製程	TPH
				浸漬防腐製程	砷、鉻、鋅、銅、VOC、SVOC、TPH
			肥料製造業	化學合成肥料或土壤改進劑製造製程	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、TPH
				塗料、染料及顏料製造業	塗料、染料、顏料、瓷釉、油墨等製造製程
			鋼鐵鑄造業		鋼鐵熔融澆注製程
			煉鋁業	鋁精煉、合金、電解製造製程	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、TPH
			鋁鑄造業	鋁熔融澆注製程	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、TPH
			煉銅業	銅精煉、合金、電解製造製程	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、TPH
			銅鑄造業	銅熔融澆注製程	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、TPH
			金屬熱處理業	溶劑清洗製程	鉛、鎘、鉻、鎳、鋅、銅、VOC
				使用焊火油、潤滑油之製程	鉛、鎘、鉻、鎳、鋅、銅、TPH
				化學或物理蒸鍍製程	鉛、鎘、鉻、鎳、鋅、銅
				其他熱處理製程	鉛、鎘、鉻、鎳、鋅、銅、VOC、TPH
			被動電子元件製造業	被動電子元件製造製程	鉻、銅、鎳、鉛、VOC
			光電材料及元件製造業	光電材料及元件製造(含太陽能電池製造)製程	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC

批次	項次	事業	主要製程	檢測項目
二	二	廢棄物回收、清除業	廢油(廢油漆、漆渣、廢熱媒油、廢潤滑油及廢油混合物等)之清除、分類、貯存程序	鉻、鎳、鉛、鋅、TPH
			應回收廢機動車輛之回收、分類、拆解、貯存程序	銅、鎳、鉛、鋅、TPH
			應回收廢潤滑油類回收、分類、貯存程序	鉻、鎳、鉛、鋅、TPH
二	三	石油業之儲運場所	低碳數(C ₆ -C ₉)之油品儲存、摻配程序	苯、甲苯、二甲苯、乙苯、TPH
			高碳數(C ₁₀ 以上)之油品儲存、摻配程序	TPH

註1：表中 VOC 包括苯、甲苯、乙苯、二甲苯、四氯化碳、氯仿、1,2-二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、順-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、氯乙炔等十三項；SVOC 則包括 1,2-二氯苯、1,3-二氯苯、3,3'-二氯聯苯胺、六氯苯、2,4,5-三氯酚、2,4,6-三氯酚、五氯酚等七項；農藥則包括阿特靈、可氯丹、二氯二苯基三氯乙烷(DDT)及其衍生物、地特靈、安特靈、飛佈達、毒殺芬、安殺番等八項；TPH 表示總石油碳氫化合物；PCBs 表示多氯聯苯。1,2-二氯苯與 1,3-二氯苯項目可採環保署公告「土壤及事業廢棄物中揮發性有機物檢測方法—氣相層析質譜儀法(NIEA M711)」或「半揮發性有機物檢測方法—毛細管柱氣相層析質譜儀法(NIEA M731)」進行分析；檢測方法之適用以環保署最新公告為準，請至環保署環境檢驗所網站(<http://www.niea.gov.tw/>)查詢。

註2：表中事業若擁有儲存石油原油或液態石油製品(包括「石油製品認定基準」所列之汽油、柴油、輕油、航空燃油、煤油、燃料油等)之儲油設備，儲存低碳數(C₆-C₉)之油品(如汽油)者應增加檢測苯、甲苯、乙苯、二甲苯及 TPH 項目；儲存高碳數(C₁₀以上)之油品(如柴油)者應增加檢測 TPH 項目。

註3：表中所述批次一，指民國 96 年 11 月 21 日修正公告之 17 類指定公告事業，批次二則指民國 99 年 1 月 1 日修正公告新增 13 類指定事業類別。

2. 事業於表 3-2 中符合兩個以上主要製程者，應將其所符合各個主要製程之所有污染物項目納入檢測規劃；事業之製程為表 3-2 所述之主要製程以外者，其檢測之污染物項目，由「土壤污染管制標準」中依事業運作特性選擇合適項目進行檢測。

3. 事業實際運作時未使用及未產生表 3-2 之污染物檢測項目者，應檢附證明文件，經所在地主管機關同意後，免檢測該污染物項目。證明文件應包括下列資料：

- (1)事業運作製程資料。
- (2)事業運作使用之原物料與其組成成分資料。
- (3)事業運作產生之污染物與其組成成分資料。
- (4)其他經所在地主管機關指定檢附之資料。

3.2 國內土壤及地下水污染調查及管制方向

為使事業瞭解國內土水污染調查及管制方向，而能於平時加強土壤及地下水污染防治工作。以下扼要說明近年來環保單位執行之查證計畫及歷年工廠類別管場址統計情形。

3.2.1 國內相關調查及查證計畫

土污法公告施行後，與工廠類場址相關之土壤及地下水污染調查計畫，包括環保署「廢棄工廠調查計畫」、「運作中含氯有機物運作工廠調查」、「指定公告事業用地土壤污染檢測執行追蹤查核調查計畫」，工業局所辦理工業區地下水監測調查計畫及各縣市因應民眾陳情或公害糾紛個案所為之調查等。以下分別說明相關計畫之執行現況及相關資訊，讓事業了解各單位土壤及地下水調查計畫執行現況。

一、廢棄工廠調查計畫^[5]

環保署於民國 93 年起執行「全國廢棄工廠土壤及地下水污染潛勢調查計畫」，針對全國高污染潛勢之廢棄工廠進行基本資料庫建置與示範性之評估調查，為有效運用資源，針對 14 大類高污染潛勢業別，由全國 10 萬家廢棄工廠中，逐一進行現況資料校正及環境概況評估，並依量化篩選機制擇出優先調查名單。計畫執行三年共完成 1,062 家工廠篩選，85 處廢棄工廠調查。並依調查結果，發現 50 處土壤或地下水污染達管制標準，均已依法命其辦理相關污染改善。另完成 14 大類廢棄工廠調查技術指引研擬及調查技術研習訓練及完成工廠停歇業時預防土地污染之自動檢查要點研訂及法令建議。

二、指定公告事業用地土壤污染檢測執行成效追蹤查核及技術諮詢計畫^[6]

土污法第 8 條及第 9 條規定，中央主管機關指定公告之事業於土地移轉與設立、停業或歇業前，均應提供用地土壤污染檢測資料。依據前述規定，環保署已公告並實施「土壤及地下水污染整治法第 8 條第 1 項之事業」及「土壤及地下水污染整治法第 9 條之事業」。為持續掌握指定公告事業執行用地土壤污染檢測之實施成效，並進一步規劃研議土污法第 8、9 條之後續推動與管制策略，遂辦理「指定公告事業用地土壤污染檢測執行成效追蹤查核及技術諮詢計畫」。

彙整民國 94 年 1 月 1 日起至民國 97 年 12 月 31 日止，歷年之土壤污染檢測備查案件及評析執行成效共 1,263 件，並清查未依土污法第 9 條規定辦理備查之事業名單，期間共完成 220 家事業之初勘工作，並篩選 57 家事業進行現勘，依現勘結果進行 22 處事業之查證工作，結果顯示共 11 處事業之土壤檢測值超過法規標準。另於已備查事業抽樣查證工作方面。完成 20 處指定公告事業之現地勘查，針對其中 8 處場址進行土壤採樣查證等工作，結果顯示共 5 家事業之土壤檢測值超過法規標準。

三、運作中含氯有機物運作工廠調查計畫

近年來國內外工業活動造成之土地污染案例，對國土資源與生活環境形成莫大的威脅。在各類型污染物中，DNAPL 所造成的問題最為棘手。由於 DNAPL 的移動分佈深受複雜的水文地質變化所影響，其污染流佈與污染調查及整治迥異於一般可溶性污染或 LNAPL 污染。而含氯溶劑為工業之重要化學品，應用廣泛，有鑑於此，環保署乃針對全國含氯溶劑之運作中工廠展開調查，以期達成預防管理、污染早期發現之功能，並維護國民健康與國土資源之永續利用。

工作內容主要為篩選製造使用或曾製造使用含氯有機溶劑之運作中工廠進行土壤及地下水污染潛勢調查，主要方法為彙整環保署「全國事業廢棄物管制系統資料庫」列管事業資料中製造使用或曾製造使用含氯有機溶劑之運作中工廠，再依據相關之申報量挑選出 20 家初步評估名單，最後篩選 10 家進行調查。並針對其中污染潛勢較高之工廠進行土壤污染查證及地下水污染調查。

四、工業局推動工業區土壤及地下水採樣監測調查計畫^[7]

工業局對於 80 年代以後之新工業區，為避免其開發、施工及營運對環境造成影響及衝擊，均依「環境影響評估法」之規定與要求，進行完善的環境監測調查工作。而對於早期開發設置之工業區，雖於開發前及開發施工期間，相關環境法令並未規定必須進行各項環境監測調查，但歷年來隨工業區的營運，工業局配合「水污染防治法」、「空氣污染防治法」、「廢棄物清理法」及「毒性化學物質管理法」等相關環保法規規定積極辦理相關管理措施與輔導工業區內事業，進行各項污染防治工作。

我國於民國 89 年正式公告實施土污法後，除使環保法令更加完整外，也明白揭示了維護土壤及地下水環境與資源的決心，故工業局於該法實施後，陸續進行相關之監測調查工作，除透過監測調查工作的實施，可了解早期開發設置工業區的土壤及地下水現況，同時一旦發現污染情事，可憑藉科學數據，進一步釐清污染責任之歸屬，而本計畫重點是建置工業區內土壤及地下水採樣監測站網，並進行相關地下水文及水文地質基本資料調查，並持續進行既設監測站網工業區之土壤地下水監測調查作業。

本計畫之工作內容主要為進行民國 96 年建置之 18 處監測站網工業區之土壤及地下水採樣監測工作，共計 9 處土壤重金屬呈現異常，1 處 TPH 監測異常，6 處地下水發現含氯有機化合物存在、2 處地下水砷超

過標準..等事項，另對於有污染之虞點位進行相關查證工作。

3.2.2 歷年工廠類列管場址統計

依現行土污法規定，場址經查證達污染管制標準時，得視場址污染狀況進行管制，目前場址公告列管狀況主要有 3 種情形，茲說明如下：

一、依土污法施行細則第 8 條(以下簡稱細則 8)限期採取適當措施場址

法源依據：依細則 8 規定，所在地主管機關依土污法第 11 條第 1 項規定進行查證時，應研判可能污染範圍，於公告為控制場址前，得依本法或相關環境保護法令，命污染行為人、場所使用人、管理人或所有人限期採取適當措施。

二、污染控制場址

法源依據：依土污法第 11 條第 2 項規定，場址之土壤污染或地下水污染來源明確，其土壤或地下水污染物濃度達土壤或地下水污染管制標準者，所在地主管機關應公告為土壤、地下水污染控制場址。

三、污染整治場址

法源依據：依土污法第 11 條第 2 項規定，控制場址經初步評估後，有危害國民健康及生活環境之虞時，所在地主管機關應報請中央主管機關審核後公告為土壤、地下水污染整治場址。

根據環保署民國 98 年 7 月份統計資料顯示(詳如表 3-3)，國內目前列管場址數共 781 處，分為依細則 8 限期採取適當措施 74 處、控制場址 667 處、整治場址 28 處及地下水限制地區 12 處，其中工廠類列管場址共 84 處(依細則 8 限期採取適當措施共 36 處、控制場址 40 處、整治場址共 6 處及地下水限制地區 4 處，再依據列管之地理分布而言(詳如表 3-4)，工業污染(廠)列管場址以高雄市 29 處最多，其次為桃園縣 12 處及台北縣 10 處。

表 3-3 我國工廠類列管場址狀況^[8]

列管狀態 場址類別	依細則 8 限期採 取適當措施(處)	控制場址 (處)	整治場址 (處)	地下水限制 地區(處)	合計 (處)
工廠類列管場址	29	48	6	4	87
非工廠類列管場址	36	618	22	10	686
合計	65	666	28	14	773

表 3-4 各縣市工廠類列管情形^[8]

縣市別	依細則 8 限期採取適當措施（處）	控制場址（處）	整治場址（處）	地下水限制地區（處）	合計（處）
基隆市	0	1	0	0	1
台北縣	6	2	1	0	9
台北市	0	0	0	0	0
桃園縣	5	1	1	0	7
新竹縣	0	1	0	0	1
新竹市	2	1	0	0	3
苗栗縣	0	3	1	1	5
台中縣	3	1	0	3	7
台中市	1	1	0	0	2
彰化縣	3	5	0	0	8
南投縣	0	0	0	0	0
雲林縣	0	0	0	0	0
嘉義縣	0	0	0	0	0
嘉義市	0	0	0	0	0
台南縣	0	0	1	0	1
台南市	0	0	0	0	0
高雄縣	5	3	0	0	8
高雄市	2	27	2	0	31
屏東縣	1	1	0	0	2
台東縣	0	0	0	0	0
花蓮縣	0	0	0	0	0
宜蘭縣	1	0	0	0	1
澎湖縣	0	1	0	0	1
金門縣	0	0	0	0	0
連江縣	0	0	0	0	0
合計	29	48	6	4	87

環保署為推動土壤及地下水污染調查及整治工作，自土污法推行以來已陸續辦理各類具土水污染之虞場址污染潛勢調查，及對個案陳情污染案件查證工作，並已公告列管多處污染場址。各年度相關工廠類列管情形詳如圖 3-3。

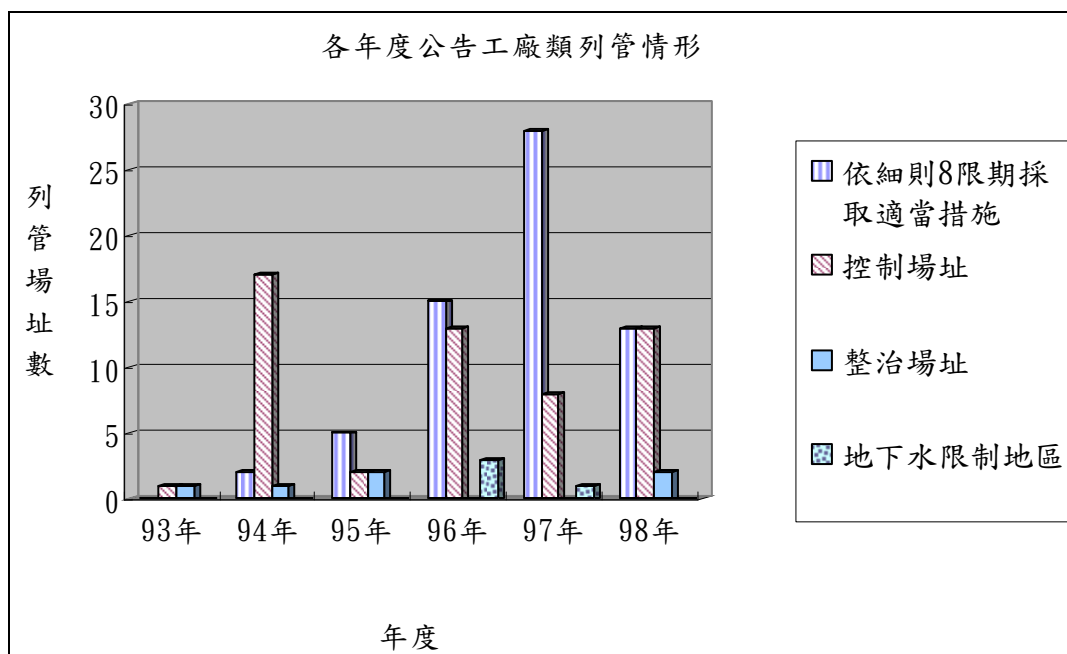


圖 3-3 歷年公告工業類污染列管場址列管統計^[8]

3.3 污染預防相關之環保法令

台灣的環境保護立法，以往著重於「空、水、廢、毒」的防治工作。但由於社會與經濟的快速發展，環境污染事件中對環境污染影響深遠者莫過於土壤及地下水污染及有害廢棄物污染事件等。自土污染法公佈施行後，因該法強調以污染整治為主，其他污染預防之工作則回歸至空、水、廢、毒相關環保法令來進行規範，但相關業者往往因設施老舊及操作管理上之疏失，以致產生土壤及地下水之污染，此類污染事件之發生，大部分均由於廢水、廢氣、廢棄物或其他毒性物質之不當排放與棄置所造成。由於在空、水、廢、毒相關環保法規中均已訂定相關污染防治規定，故本章節將彙整國內與土水污染預防相關之環保法令，包括：土污法、水污染防治法、廢棄物清理法、毒性化學物質管理法及等相關環保法規，如表 3-5 所示，讓事業了解應遵守之相關管理措施。

表 3-5 環保法令涉及污染防治相關條文內容

環保法令	條文	母法條文內容	相關子法
土壤及地下水污染 整治法 ^[9]	第六條第一款	民眾發現土壤或地下水有污染之虞時，得向所在地主管機關檢舉；各土地或地下水使用目的事業主管機關、土地使用人、管理人或所有人於發現土壤或地下水有污染之虞時，應即通知所在地主管機關。	
	第七條	各級主管機關得派員攜帶證明文件，進入公私場所，為下列查證工作，並得命場所使用人、管理人或所有人提供有關資料： 一、調查土壤、地下水污染情形及土壤、地下水污染物來源。 二、進行土壤、地下水或相關污染物採樣。 三、會同有關機關採集農漁產品樣本。 前項查證涉及軍事事務者，應會同當地軍事機關為之。 對於前二項查證或命提供資料，不得規避、妨礙或拒絕。 檢查機關及人員對於查證所知之工商及軍事秘密，應予保密。 各級主管機關為查證工作時，發現土壤、地下水因受污染而有影響人體健康、農漁業生產或飲用水水源之虞者，應命污染行為人、場所使用人、管理人或所有人採取緊急必要措施，以減輕污染影響或避免污染擴大。	
	第八條	中央主管機關指定公告之事業所使用之土地移轉時，讓與人應提供土壤污染檢測資料。 土地讓與人未依前項規定提供相關資料者，於該土地公告為控制場址或整治場址時，其責任與場址土地所有人責任同。	
	第九條	中央主管機關指定公告之事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜。	土壤及地下水污染整治法施行細則 ^[10] 第 7 條
	第十一條	各級主管機關對於有土壤或地下水污染之虞之場址，應即進行查證，如發現有未依規定排放、洩漏、灌注或棄置之污染物時，各級主管機關應先依相關環保法令管制污染源，並調查環境污染情形。 前項場址之土壤污染或地下水污染來源明確，其土壤或地下水污染物濃度達土壤或地下水污染管制標準者，所在地主管機關應公告為土壤、地下水污染控制場址（以下簡稱控制場址）；控制場址經初步評估後，有危害國民健康及生活環境之虞時，所在地主管機關應報請中央主管機關審核後公告為土壤、地下水污染整治場址（以下簡稱整治場址），並於中央主管機關公告後七日內將整治場址列冊，送各該直轄市、縣（市）政府、鄉（鎮、市、區）公所及地政事務所提供閱覽。 前項初步評估方法，由中央主管機關定之。 控制場址未經公告為整治場址者，所在地主管機關得依實際需要，命污染行為人提出污染控制計畫，經所在地主管機關核定後實施 前項控制場址之土壤或地下水污染控制計畫實施後，如土壤或地下水污染物濃度低於土壤或地下水污染管制標準時，得向所在地主管機關申請解除控制場址之管制並公告之。	土壤及地下水污染整治法施行細則第 8 條～第 9 條,第 14 條

表 3-5 環保法令涉及污染防治相關條文內容

環保法令	條文	母法條文內容	相關子法
	第二十五條	污染土地關係人應盡善良管理人之注意義務，防止土壤及地下水受污染。 污染土地關係人因重大過失，致其土地公告為整治場址者，就各級主管機關依第十二條第一項、第十三條及第十六條規定支出之費用，與污染行為人負連帶清償責任。 污染土地關係人依前項規定清償之費用及依第十二條第二項、第十六條第三項支出之費用，得向污染行為人求償。	
水污染防治法	第五條	為避免妨害水體之用途，利用水體以承受或傳運放流水者，不得超過水體之涵容能力。	水污染防治法施行細則第 5 條
	第七條	事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施，排放廢（污）水於地面水體者，應符合放流水標準。	1.水污染防治法施行細則第 6 條 2.放流水標準 ^[11]
	第八條	事業、污水下水道系統及建築物污水處理設施之廢（污）水處理，其產生之污泥，應妥善處理，不得任意放置或棄置。	
	第十八條	事業應採行水污染防治措施；其水污染防治措施之適用對象、範圍、條件、必備設施、規格、設置、操作、監測、記錄、監測紀錄資料保存年限、預防管理、緊急應變，與廢（污）水之收集、處理、排放及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關會商相關目的事業主管機關定之。	水污染防治措施及檢測申報管理辦法 ^[12]
	第二十六條	各級主管機關得派員攜帶證明文件，進入事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施之場所，為下列各項查證工作： 一、檢查污染物來源及廢（污）水處理、排放情形。 二、索取有關資料。 三、採樣、流量測定及有關廢（污）水處理、排放情形之攝影。 各級主管機關依前項規定為查證工作時，其涉及軍事秘密者，應會同軍事機關為之。 對於前二項查證，不得規避、妨礙或拒絕。 檢查機關與人員，對於受檢之工商、軍事秘密，應予保密。	水污染防治法施行細則第 9 條
	第二十七條	事業或污水下水道系統排放廢（污）水，有嚴重危害人體健康、農漁業生產或飲用水水源之虞時，負責人應立即採取緊急應變措施，並於三小時內通知當地主管機關。 前項所稱嚴重危害人體健康、農漁業生產或飲用水之虞之情形，由中央主管機關定之。 第一項之緊急應變措施，其措施內容與執行方法，由中央主管機關定之。 第一項情形，主管機關除命其採取必要防治措施外，情節嚴重者，並得命其停業或部分或全部停工。	1.事業或污水下水道系統排放廢（污）水緊急應變辦法 ^[13] 第 3 條~第 5 條 2.水污染防治措施及檢測申報管理辦法第 5 條
	第二十八條	事業或污水下水道系統設置之輸送或貯存設備，有疏漏污染物或廢（污）水至水體之虞者，應採取維護及防範措施；其有疏漏致污染水體者，應立即採取緊急應變措施，並於事故發生後三小時內，通知當地主管機關。	事業或污水下水道系統輸送或貯存設備洩漏致污染水體者應採取之緊

表 3-5 環保法令涉及污染防治相關條文內容

環保法令	條文	母法條文內容	相關子法
		前項之緊急應變措施，其措施內容與執行方法，由中央主管機關定之。	急應變措施內容與執行方法 ^[14]
	第三十條	在水污染管制區內，不得有下列行為： 一、使用農藥或化學肥料，致有污染主管機關指定之水體之虞。 二、在水體或其沿岸規定距離內棄置垃圾、水肥、污泥、酸鹼廢液、建築廢料或其他污染物。 三、使用毒品、藥品或電流捕殺水生物。 四、在主管機關指定之水體或其沿岸規定距離內飼養家禽、家畜。 五、其他經主管機關公告禁止足使水污染之行為。 前項第一款、第二款及第四款所稱指定水體及規定距離，由主管機關視實際需要公告之。但中央主管機關另有規定者，從其規定。	
	第三十二條	廢（污）水不得注入於地下水體或排放於土壤。但有下列情形之一，經直轄市、縣（市）主管機關審查核准，發給許可證並報經中央主管機關核備者，不在此限： 一、污水經依環境風險評估結果處理至規定標準，且不含有害健康物質者，為補注地下水源之目的，得注入於飲用水水源水質保護區或其他需保護地區以外之地下水體。 二、廢（污）水經處理至合於土壤處理標準及依第十八條所定之辦法者，得排放於土壤。前項第一款之規定標準及有害健康物質之種類、限值，由中央主管機關公告之。	1. 水污染防治措施及檢測申報管理辦法第 24 條 2. 土壤處理標準^[15] 3. 污水經處理後注入地下水體水質標準^[16]
	第三十三條	事業貯存經中央主管機關公告指定之物質時，應設置防止污染地下水體之設施及監測設備，並經直轄市、縣（市）主管機關備查後，始得申辦有關使用事宜。	1. 水污染防治措施及檢測申報管理辦法第 38、39 條 2. 加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法^[17] 3. 地下儲槽系統土壤氣體監測標準作業程序^[18] 4. 地下儲槽系統地下水監測標準作業程序^[19] 5. 地下儲槽系統槽間監測標準作業程序^[20] 6. 地下儲槽系統防止污染地下水體設施及監測設備設置申請與相關表單寫說明^[21]
毒性化學物質管理法 ^[22]	第十六條第三款及第四款	第一類至第三類毒性化學物質運作者應積極預防事故發生，於事故發生時，負責採取必要之防護、應變、清理等處理措施。 製造、使用、貯存、運送第一類至第三類毒性化學物質者，應組設全國性毒性化學物質聯防組織，輔助前	1. 毒性化學物質運送管理辦法第 10 條^[23] 2. 毒性化學物質管理法施行細則^[24]

表 3-5 環保法令涉及污染防治相關條文內容

環保法令	條文	母法條文內容	相關子法
		項事故發生時之防護、應變及清理措施。	第 16 條
	第十七條	第一類至第三類毒性化學物質之容器、包裝、運作場所及設施，運作人應依規定標示毒性及污染防制有關事項，並備具該毒性化學物質之物質安全資料表。 前項容器、包裝、運作場所、設施之標示與物質安全資料表之製作、分類、圖示、內容、格式、設置及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。	毒性化學物質標示及物質安全資料表管理辦法 ^[25]
	第十九條	第一類至第三類毒性化學物質之運作過程中，應維持其防止排放或洩漏設施之正常操作，並備有應變器材。 前項應變器材及偵測與警報設備之設置、構造、操作、檢查、維護、保養、校正、記錄、紀錄保存及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。	毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法 ^[26] 第 2~11 條
	第二十四條	毒性化學物質，有下列情形之一者，運作人應立即採取緊急防治措施，並至遲於一小時內，報知直轄市、縣（市）主管機關： 一、因洩漏、化學反應或其他突發事故而污染運作場所周界外之環境。 二、於運送過程中，發生突發事故而有污染環境或危害人體健康之虞。 有前項各款情形時，中央或直轄市、縣（市）主管機關除命其採取必要措施外，並得命其停止與該事故有關之部分或全部運作。 第一項第二款運送過程發生突發事故時，運作人或所有人應至遲於兩小時內派專業應變人員至事故現場，負責事故應變及善後處理等事宜。 第一項運作人除應於事故發生後，依相關規定負責清理外，並依規定製作書面調查處理報告，報請中央或直轄市、縣（市）主管機關備查；其報告之格式、內容、應記載事項及其他應遵行事項之準則，由中央主管機關定之。	毒性化學物質管理法施行細則第 12 條 毒性化學物質事故調查處理報告作業準則 ^[27]
廢棄物清理法 ^[28]	第十五條	物品或其包裝、容器經食用或使用後，足以產生下列性質之一之一般廢棄物，致有嚴重污染環境之虞者，由該物品或其包裝、容器之製造、輸入或原料之製造、輸入業者負責回收、清除、處理，並由販賣業者負責回收、清除工作。 一、不易清除、處理。 二、含長期不易腐化之成分。 三、含有害物質之成分。 四、具回收再利用之價值。 前項物品或其包裝、容器及其應負回收、清除、處理責任之業者範圍，由中央主管機關公告之。	1.各回收貯存清除處理方法及設施標準 （包括廢容器、廢照明光源、廢乾電池、廢輪胎、廢鉛蓄電池、廢潤滑油、廢機動車輛及廢電子電器暨廢資訊物品等） 2.應由製造、輸入業者負責回收、清除、處理之物品或其容器，及應負回收、清除、處理責任之業者範圍
	第二十一條	物品或其包裝、容器有嚴重污染環境之虞者，中央主管機關得予以公告禁用或限制製造、輸入、販賣、使用。	

表 3-5 環保法令涉及污染防治相關條文內容

環保法令	條文	母法條文內容	相關子法
	第二十八條	事業廢棄物之清理，除再利用方式外，應以下列方式為之： 一、自行清除、處理。 二、共同清除、處理：由事業向目的事業主管機關申請許可設立清除、處理該類廢棄物之共同清除處理機構清除、處理。 三、委託清除、處理： (一)委託經主管機關許可清除、處理該類廢棄物之公民營廢棄物清除處理機構清除、處理。 (二)經執行機關同意，委託其清除、處理。 (三)委託目的事業主管機關自行或輔導設置之廢棄物清除處理設施清除、處理。 (四)委託主管機關指定之公營事業設置之廢棄物清除處理設施清除、處理。 (五)委託依促進民間參與公共建設法與主辦機關簽訂投資契約之民間機構設置之廢棄物清除處理設施清除、處理。 (六)委託依第二十九條第二項所訂管理辦法許可之事業之廢棄物處理設施處理。 四、其他經中央主管機關許可之方式。 經中央主管機關指定公告之事業，應置專業技術人員，其採自行清除、處理事業廢棄物之事業，其清除機具及處理設施或設備應具備之條件、許可、許可期限、廢止及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關會同中央目的事業主管機關定之。 第一項第二款共同清除處理機構應具備之條件、分級、許可、許可期限、廢止、專業技術人員設置、營運、操作紀錄與其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會同中央主管機關定之。 第一項第三款第三目所輔導設置之廢棄物清除處理設施應具備之專業技術人員設置、營運、操作紀錄與其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商相關機關定之。 第一項第三款第四目及第五目所設置之廢棄物清除處理設施應具備之專業技術人員設置、營運、操作紀錄與其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關會商相關機關定之。 第一項第三款第二目執行機關受託清除處理一般事業廢棄物，應依直轄市、縣（市）主管機關所定事業廢棄物代清除處理收費標準收費，並配合該事業依第三十一條第一項第二款規定辦理申報。 一般廢棄物或一般事業廢棄物之清除處理設施，不得合併清除、處理有害事業廢棄物。	1. 廢棄物清理法施行細則^[29]第 11 條 2. 經濟部事業廢棄物共同清除處理機構管理辦法^[30] 3. 指定公營事業設置廢棄物清除處理設施管理辦法^[31] 4. 依促進民間參與公共建設法設置之廢棄物清除處理設施管理辦法^[32] 5. 廢棄物清理專業技術人員管理辦法^[33]
	第三十六條	事業廢棄物之貯存、清除或處理方法及設施，應符合中央主管機關之規定。 前項事業廢棄物之貯存、清除、處理方法及設施標準，由中央主管機關定之。	事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準^[34]第 5 條～第 18 條

參考文獻

1. 行政院環保署，土壤及地下水污染整治法，2003。
2. 行政院環保署，土壤及地下水污染整治法施行細則，2001。
3. 行政院環保署，以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引，2007。
4. 行政院環保署，以網格法辦理事業用地土壤污染檢測指引，2007。
5. 行政院環保署，廢棄工廠土壤及地下水污染潛勢調查計畫，
EPA-96-GA12-02-A187，2009。
6. 行政院環保署，指定公告事業用地土壤污染檢測執行成效追蹤查核及技術諮詢計畫，EPA-96-GA11-03-D049，2008。
7. 經濟部工業局，推動工業區土壤及地下水採樣監測調查計畫，2008。
8. 土壤與地下水污染整治基金管理委員會，國內列管場址情形，2009，取自
<http://sgw.epa.gov.tw/public/0401.asp>。
9. 行政院環保署，水污染防治法，2007。
10. 行政院環保署，水污染防治法施行細則，2006。
11. 行政院環保署，放流水標準，2009。
12. 行政院環保署，水污染防治措施及檢測申報管理辦法，2006。
13. 行政院環保署，事業或污水下水道系統排放廢（污）水緊急應變辦法，2005。
14. 行政院環保署，事業或污水下水道系統輸送或貯存設備洩漏致污染水體者應採取之緊急應變措施內容與執行方法，2002。
15. 行政院環保署，土壤處理標準，2006。
16. 行政院環保署，污水經處理後注入地下水體水質標準，2002。
17. 行政院環保署，加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法，
2006。
18. 行政院環保署，地下儲槽系統土壤氣體監測標準作業程序，2006。
19. 行政院環保署，地下儲槽系統地下水監測標準作業程序，2006。
20. 行政院環保署，地下儲槽系統槽間監測標準作業程序，2006。

21. 行政院環保署，地下儲槽系統防止污染地下水體設施及監測設備設置申請與相關表單寫說明，2006。
22. 行政院環保署，毒性化學物質管理法，2007。
23. 行政院環保署，毒性化學物質運送管理辦法，2008。
24. 行政院環保署，毒性化學物質管理法施行細則，2007。
25. 行政院環保署，毒性化學物質標示及物質安全資料表管理辦法，2009。
26. 行政院環保署，毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法，2007。
27. 行政院環保署，毒性化學物質事故調查處理報告作業準則，2007。
28. 行政院環保署，廢棄物清理法，2006。
29. 行政院環保署，廢棄物清理法施行細則，2002。
30. 行政院環保署，經濟部事業廢棄物共同清除處理機構管理辦法，2008。
31. 行政院環保署，指定公營事業設置廢棄物清除處理設施管理辦法，2002。
32. 行政院環保署，依促進民間參與公共建設法設置之廢棄物清除處理設施管理辦法，2002。
33. 行政院環保署，廢棄物清理專業技術人員管理辦法，2002。
34. 行政院環保署，事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準，2006。

第四章 製程及生產設施污染預防

土壤及地下水污染事故和災害所導致的公害事件，不僅易引發民眾嫌惡之心理，圍廠抗爭，亦可能危及勞工健康，進而影響工廠的運作。如工廠經環保機關公告為土壤及地下水污染場址時，對企業經營的影響與衝擊更大，妨礙土地利用，減低銀行融資意願。為謀求事業永續發展，企業宜確實做好污染預防工作，建立良好的環境管理系統，定期進行土壤及地下水環境品質監測，並配合有效之地下環境污染防治設施，以斷絕污染源，達到有效預防土壤及地下水污染之目標。

造成工廠發生土壤及地下水污染原因很多，包括：製程及生產設施(反應系統、管線系統、冷卻系統、熱流系統、能源系統等)以及廠內污染防治系統(如：空氣污染防治、廢水處理、廢棄物貯存及處理等)之洩漏如：製程反應槽洩漏、管線破裂、地上或地下儲槽洩漏、輸送管線破裂、油品或化學品裝卸滿溢等，任何運作中物質只要含有土壤及地下水污染管制項目之物質均有可能因設施防漏設計及施工不良或人為操作維護不當等因素造成污染物入滲而污染土壤及地下水，因此製程及生產設施相關之防漏設計及施工、工廠營運階段之污染監測及預防，以及廠區相關設施停止運作後之處置，若能確實注意及落實，便能阻斷污染物進入土壤及地下水的途徑，就能有效達到污染預防的目標。

本章將分別就廠區內製程及生產設施防漏設計及施工應注意事項、廠區營運階段之污染監測及預防措施，以及製程及生產設施停止操作後污染預防及注意事項等三個部分，說明如下。

4.1 製程及生產設施防漏設計及施工注意事項

舉凡工廠製程及生產設施(反應系統、管線系統、冷卻系統、熱流系統、能源系統等)以及廠內污染防制系統(如：空氣污染防制、廢水處理、廢棄物貯存及處理等)之洩漏如：製程反應槽洩漏、管線破裂、地上或地下儲槽洩漏、輸送管線破裂、油品或化學品裝卸滿溢等，均與防蝕防漏密切相關，茲就工廠製程及生產設施常發生洩漏之地下儲槽、地上儲槽及管線之防漏設計及施工應注意事項說明如下。

4.1.1 地下儲槽設計及施工應注意事項^{[1][2]}

地下儲槽系統之設置應注意下列事項以防止污染土壤及地下水體：

- 一、儲槽加注口處應裝設具有防止濺溢功能之設施。防濺溢設施的材質應為不銹鋼（白鐵）、混凝土或其他相同效能之收液槽或擋液設施。
- 二、地下儲槽系統應依下列方法之一，採取防止腐蝕之措施。

(一) 使用非腐蝕材料建造

完全使用非腐蝕材料之地下儲槽設計可以不需加裝陰極防蝕系統，材質及認證標準列於表 4-1。

表 4-1 非腐蝕材料之儲槽材質及認證標準^[2]

型 式	認 證
玻璃纖維強化塑膠 (FRP) 單層槽或雙層槽	UL 1316、ULC S615、ASTM D4021

參考「加油站營運設備查驗標準」，若地下儲槽為玻璃纖維強化塑膠材質 (FRP)，應檢附符合美國 UL 或加拿大 ULC 等規範之認可文件，製造商安裝施工檢查合格文件 (應含 CNS 13026 玻璃纖維強化塑膠地下儲油槽檢驗法規定之洩漏測試，及內部真空測試合格文件)、及製造商提供 25 年以上耐蝕及結構強度保證文件。

(二) 使用保護鋼材

鋼製之地下儲槽設計標準可參考 UL 58、CNS 12937 鋼製全熔接石油類儲槽構造或經濟部之汽車加油站鋼製全熔地下儲油槽技術規範及汽車加油站管線 (鋼管) 配置技術規範。使用鋼製之地下儲槽需採用包覆適當之不導電物質，或裝設陰極保護系統或加壓電流系統進行防蝕措施，其型式及規範如後述。

1. 包覆適當之不導電物質，詳細材質及認證標準請參照表 4-2。

表 4-2 鋼製之地下儲槽包覆物質材質及認證標準^[2]

型 式	認 證
聚乙烯 (PE) 包覆	ULC S603.1
玻璃纖維 (FRP) 包覆	UL 1746 PART II & PART III
聚亞胺脂 (PU) 包覆	UL 1746 PART I & PART IV (UL 1746 PART I 除有聚氨基脂包覆外，另須加裝陰極防蝕系統)

2. 裝設陰極防蝕保護系統

陰極防蝕保護系統多為犧牲性陽極，設置規定可參考經濟部能源局之技術規定。有關陰極防蝕設置重點摘要如下：

- (1) 陰極防蝕保護需依現場調查之土壤腐蝕環境情況設計，設計可採用陰極防蝕保護中之犧牲陽極法，且均應設置測電箱定期測試其

防蝕電位，建議每半年檢測一次，以確保系統設備之防蝕效果。

- (2) 儲槽應使用陰極防蝕獨立系統。
- (3) 儲槽需與管線及其他金屬結構設備絕緣隔離。
- (4) 犧牲陽極法設備材料：可採用如鎂、鋅等陽極棒。
- (5) 陰極防蝕電位：安裝完成後之陰極防蝕系統，其防蝕電位標準可參考汽車加油站油槽或管線技術規範，如以飽和硫酸銅 (Cu/CuSO_4) 基準電極量測時，陰極防蝕電位值介於 $-850 \text{ mV} \sim -2200 \text{ mV}$ 為合格；或參考 NACE RP-0169 及英國 BSI-7361 極化電位基準之規範。

(三) 使用二次阻隔層保護

地下儲槽設置二次阻隔層型式可分為三種，如圖 4-1 所示，其設計應符合下列要求：

1. 外層阻隔物應高於地下水位且須與儲槽內之儲存物質相容（不起反應）。
2. 外層阻隔物採用之建造材質如混凝土牆，其滲透係數須小於 10^{-6} cm/sec ；或採用雙層槽者應符合 UL 或其他國家之認證，以及相關之測試合格文件；若採用防漏襯布可參考事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準中人造不透水材料，其種類可參照表 4-3。

表 4-3 二次阻隔層防漏襯布人造不透水材料種類^[2]

熱塑性物質	聚氯乙烯 (PVC)
結晶狀之熱塑性物質	高密度聚乙烯 (HDPE) 線型低密度聚乙烯 (LLDPE)
具熱塑性之彈力物質	氯化聚乙烯 (CPE) 氯化硫酸聚乙烯 (CSPE)
強力物質	合成橡膠 乙烯丙烯丁烯單體 (EPDM)

3. 具有陰極保護系統之地下儲槽系統，其外層阻隔物設計不得妨礙陰極保護系統之正常操作。

三、地下儲槽系統配置壓力式管線者，應設置管線自動監測設備，包括自動流量限制、自動關閉設備或連續警報設備。

四、地下儲槽系統若配置加油機者，應於加油機底部設置適當防止油品滲漏

之設施。

五、籌建、更新之地下儲槽系統，其管線應設置二次阻隔層。

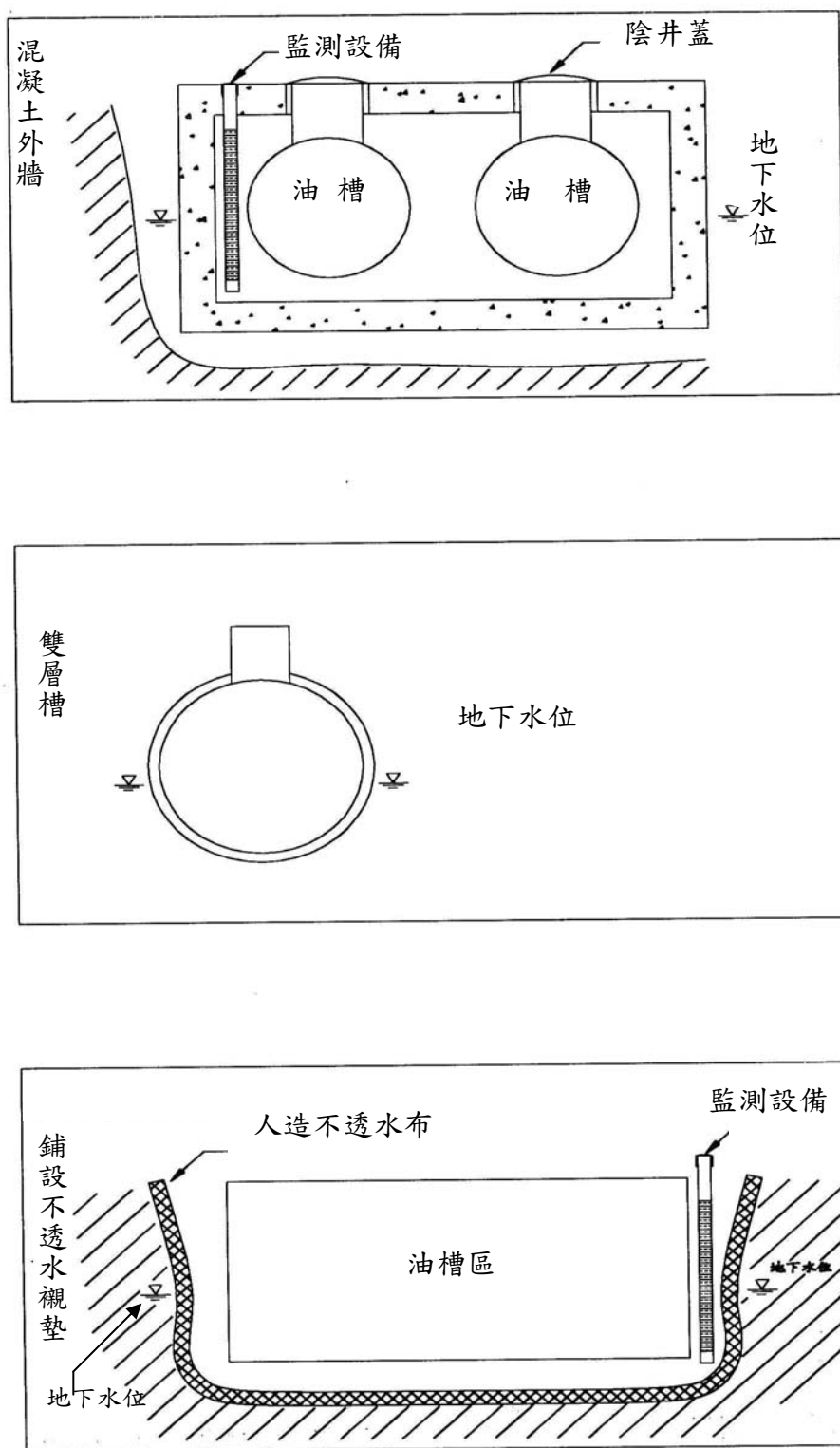


圖 4-1 地下儲槽二次阻隔設施型式^[1]

4.1.2 地上儲槽設計及施工應注意事項^{[3][4][5]}

地上儲槽設計及施工應注意事項與地下儲槽應注意事項大致相同，惟在地上儲槽系統應設置防溢堤等相關設施以防止因洩漏造成污染擴大。於設置防溢堤之規定可參考「石油業儲油設備設置管理規則」、「公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法」及「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」第 44 條等相關規定，茲摘要說明如下：

一、「石油業儲油設備設置管理規則」

儲油設備應設置擋油堤、油水分離設備、超高液位警報裝置，且當擋油堤內之油槽儲量超過一萬公秉，應於適當位置裝設自動偵測漏油之設備，以減少可能的漏油事件發生。

二、「公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法」

設於室外製造或處理液體等物品之設備，應在周圍設置距地面高度在 15 公分以上之防溢堤，或設置具有同等以上效能之防止洩漏措施；其地面應以混凝土或管理辦法所訂定之物品無法滲透之不燃材料鋪設，且作適當之傾斜，並設置集液池。處理易燃性液體中不溶於水之物質，應於集液池設置油水分離裝置，以防止直接流入排水溝；且須依規定設置洩漏檢測設備，並應於適當處所設置警報設備。

三、「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」第 44 條

凡於作業環境內將油注入設置於地面上之槽（桶）貯存汽油、柴油、燃料油、廢油或其他油品，其槽（桶）容積合計達 200 公升以上者，屬水污染防治法公告貯油場，其設置之地上油品貯存設施應符合下列相關規定：

- (一) 底部應為水泥或不滲透材質鋪面。
- (二) 四周應設置防溢堤，其高度為 50 公分以上，圍圍容量為油品貯存設施容量的百分之一百十以上。但設置困難，經主管機關同意者，得以替代方式為之。

若貯油場之地上油品貯存設施設置於室內(室內之定義係指屋頂及四周有相關之遮蔽設施)，經主管機關現場確認有採足以防止洩漏之措施，得免設置防溢堤。

4.1.3 管線設計及施工應注意事項^{[2] [6]}

管線之設計及施工應注意下列事項，以避免於營運階段因洩漏造成土壤及地下水污染：

一、使用非腐蝕材料建造

完全使用非腐蝕材料之管線設計可以不需加裝陰極防蝕系統，材質及認證標準列於表 4-4。

表 4-4 非腐蝕材料之管線材質及認證標準^[2]

型 式	認 證
非金屬管線	UL 971
接頭	UL 567
玻璃纖維（FRP）管	ULC-C971
可撓式軟管	ULC S633

若管線材質非上表所述者，然仍符合其他國家之認證標準，僅需檢附管線材質適用地下儲槽系統或著火性及可燃性液體輸送之認證文件與原廠測試報告供地方環保機關審核。

二、保護鋼材：防蝕措施為包覆不導電物質或加裝陰極防蝕

鋼製管線標準可參考 CNS 11401-1、2 石油及天然氣工業管線用鋼管交貨之技術規範 — A、B 級管之要求。使用鋼製管線需包覆適當之不導電物質或裝設陰極保護系統，其型式及規範如後所述。

（一）包覆適當之不導電物質，相關標準請參照表 4-5

表 4-5 鋼製管線包覆物質材質及認證標準^[2]

型 式	認 證
玻璃纖維包覆	CNS 8425
PE 包覆	CNS 13638

（二）裝設陰極防蝕保護系統

陰極防蝕保護系統多為犧牲性陽極，設置規定可參考經濟部能源局之技術規定。有關管線之陰極防蝕設置重點可參考美國聯邦法 40 CFR §280.20(b)(2)的規定：

1. 著火性及可燃性液體標準：國家防火協會標準規範 NFPA 30。
2. 貯存石油之地下儲槽系統安裝標準：美國石油協會規範 API 1615。
3. 貯存石油之地下儲槽及管線陰極防蝕系統標準：美國石油協會規範 API 1632。

三、管線完工試壓^[6]

管線於完工後，需進行試壓工作，可參考環保署規定之管線密閉測試方法，其測試方法在管線中注入氮氣，加壓最大壓力以管線正常操作壓力值之 1.5 倍且不大於 3.5 kg/cm^2 (50 psig) 壓力為原則，測量管線 1 小時內之壓力變化，以判定管線之密閉性。

4.2 製程及生產設施營運階段污染監測及預防措施^[7]

製程及生產設施中，由於儲槽與地下管線滲漏是造成土壤及地下水污染的主要來源，因此在營運階段其污染監測及預防措施對於土壤及地下水污染的防止，佔有極重要的地位，以下即針對儲槽與地下管線滲漏的預防措施加以說明。而事業體當中的相關責任單位(工安環保負責單位)應訂定各種管理規則、規定及要點，供現場工程及操作單位遵行，並督導現場單位檢討訂(修)定各項作業之標準作業程序(SOP)，供操作人員遵循，使得所有作業流程都在可預期的情形下進行，減少可能的污染事件發生。

4.2.1 營運階段定期維護檢查及監測方式

一、儲槽之維護與監測

(一) 儲槽之維護項目

1. 儲槽外部：外殼扭曲變形、基礎沉陷、腐蝕、油漆及其他附屬裝置。
2. 儲槽內部：底板、壁板腐蝕與洩漏，基礎沉陷狀況量測。
3. 儲槽基礎。
4. 基礎惡化原因：沉陷、龜裂、混凝土損壞、灰化。
5. 維護項目：儲槽基礎水平量測、混凝土損壞檢測、排水。
6. 儲槽底板
 - (1) 底板損壞、洩漏原因：內部點蝕、銲道腐蝕、焊道龜裂、頂板支柱應力、壁板沉陷應力、底板外部腐蝕、排水系統不良導致地面雨水流入儲槽底板下面及不均勻沉陷導致底板局部高應力。
 - (2) 底板維護項目：底板腐蝕、減薄量測、基礎下沉量測、排水情況檢查。
7. 儲槽壁板：應檢測及注意的項目有厚度、變形、缺陷、風樑、焊道

等。

8.儲槽頂板：槽頂支撐系統、周緣防漏系統、附屬裝置及排水系統等修理或更換，準則如下：

- (1)頂板及浮橋發現龜裂或開孔情形時，必須加以鏟修或更換。
- (2)若有點蝕時，必須評估是否會在下次開放檢查之前穿透，如果有穿透之虞時必須加以鏟修或更換。

(二) 儲槽之監測實務

1.儲槽區巡查：每 2 小時或定期巡查一次，遇有狀況時，立即通報處理。

2.自動檢查

- (1)外部檢查：每 2 年一次，測厚、變形、偏移。
- (2)內部檢查：每 5 年一次，槽底板及相關設備。

3.監測系統

- (1)漏油偵測器：隨時監測各儲槽狀況，監測訊號傳輸至控制室，遇漏油時，發出警報通知。
- (2)中央控制/監視電視(Central Control Television,CCTV)：將槽區動、靜影像傳輸至控制室，由監視螢幕掌握槽區狀況。
- (3)儲槽液位計：
 - A. 停止輸油時—隨時監控油槽液位、溫度及油量變化，遇有異常即追查原因，以確實掌握儲槽動態。
 - B. 輸油作業時—每小時準點檢查儲槽液位，核對輸收油量。

二、管線之維護與監測實務

(一)管線之維護檢查

1.新建管線維護

(1)規劃

各工廠因應業務需求之管線增建計畫，應事先加以考量下列各項因素，以作為未來施工、營運及維護的重要參考依據，降低維護檢查以及事故的疏失發生率。

- A. 未來需求量。
- B. 以後成長空間。
- C. 路徑選定：審慎進行地質調查，避開斷層區或地質不穩定區，

例如：民國 88 年 9 月 21 日之 921 集集大地震並未對中油油管造成重大危害，即是中油公司過去在管線路徑選擇上已針對鄰近地質進行審慎地調查評估，而避開潛在危害區域。

(2) 設計

進行管線設計時，應參照美國國家以及中華民國國家標準 (Chinese National Standard, CNS) 美國國家標準協會 (American National Standard Institute, ANSI) 或美國機械工程師協會 (American Society of Mechanical Engineering, ASME) B31.4、ANSI B31.8 之相關規範。

(3) 管材選料

材質需符合美國石油協會 (American Petroleum Institute, API)、美國材料試驗協會 (American Society for Testing and Materials, ASTM) 規範、中華民國 CNS 之相關規範。

(4) 施工

管線施工時，應遵照下列處理原則，以降低可能的意外發生。

- A. 鋼管防銹處理(除銹、包覆)。
- B. 焊接—參照 API 1104 標準焊接。
- C. 焊道防鏽處理。
- D. 管線之敷佈。
- E. 試壓。
- F. 回填。

(5) 監工

- A. 路權申請。
- B. 管線施工之督導與監造。
- C. 要求承商確實依規範施工，以確保施工品質。

(6) 檢查

- A. 包覆檢查(目視及漏電試驗)。
- B. 陰極防蝕接點檢查。
- C. 焊道檢查：通常採用 X-ray 照相檢查，或磁粒探傷、液滲探漏等非破壞性檢查。

(7) 清管

(8) 試壓

2. 使用中管線之維護檢查

(1) 日常之維護檢查

A. 每日巡查管線

各工廠應配合工安活動，每日或定期巡查，注意管線週邊地形、地物之變化如新翻土、坍塌、決堤、土方流失及管線上方掘井、掘溝、修路挖土、築橋、建築物之改變、觀察管線經過地區及其附近民眾活動情形。

B. 陰極防蝕（Cathodic Protection）電位量測

對於各工廠主要地下管線，建議每三個月至少實施一次，檢測時，應注意防蝕電位需介於- 850 mV ~ - 2200 mV 之間，若發現電位高於- 850 mV 或低於 - 2200 mV 時，須查明原因並立即改善處理。

(2) 專業維護檢查

A. 緊密電位檢測（Close Interval Survey）

新建管線應於一年內實施緊密電位檢測，藉以建立背景資料，針對使用超過十年以上之管線，則應每五年檢測一次，以提早發現問題的存在。

B. 智慧型（Intelligent）清管器（Pipeline Internal Gauging, PIG）檢測

智慧型 PIG 可分為下列兩種：

- a. 磁通漏型 PIG（Magnetic Flux Leakage PIG）：檢知管線是否腐蝕，其檢測原理為：利用磁場通過正常管線所產生之磁力線為均勻分佈之特性，腐蝕時則造成磁力線之變化，偵測管線之磁力線變化，即可以判斷管線腐蝕情形；以及另可依磁力線變化大小推算其腐蝕嚴重度，發現嚴重腐蝕時，即開挖檢修。
- b. 超音波型 PIG（Ultrasonic PIG）：檢測管線是否有裂痕或裂隙。

智慧型 PIG 檢測週期則視管線狀況而定，以關鍵性管線為優先考量，所謂的關鍵性管線包括下列三種：

- a. 萬一洩漏，將造成營運中斷或重大事故者。

b. 使用頻率高之管線。

c. 老舊管線。

(二) 管線監測實務

1. 防範未然，預先檢知的預防監測措施

(1) 指派專人巡管

A. 注意管線週邊地形、地物之變化如新翻土、坍塌、決堤、土方流失及管線上方掘井、掘溝、修路挖土、築橋、建築物之改變等。

B. 遇工程施工時，確認管線位置是否在施工或影響範圍內並告知施工單位。

C. 觀察管線經過地區及其附近民眾活動情形。

(2) 積極會同施工單位會勘管線。

(3) 睦鄰

藉由適度參與管線所經範圍內社區相關活動及提供經費補助方式，達到敦親睦鄰之成效。

(4) 操作管理

A. 為維護操作及設備安全，應依作業情況及設備防範未然，預先檢知的預防維護監測措施特性，訂定各單位之標準作業程序，供現場人員操作遵循。

B. 要求有關人員對於地下管線之操作應依地下管線操作程序及在管線平常操作壓力範圍內作業，以確保管線使用安全。

C. 於巡管時發現管線週邊有施工機具時應主動察明施工單位及施工範圍，並採防範措施。

(5) 加強作業查核

A. 實施各項設備自動檢查。

B. 實施工安查核。

2. 即時檢測、即時處理之監測措施

(1) 管線測漏系統

利用電腦測漏之管理系統，依輸送壓力、流量變化，利用電腦軟體計算，檢知洩漏量及洩漏點位置。

(2) 油管監測系統

依輸油壓力變化以檢知洩漏及洩漏點位置。

(3) 聲波測漏(Acoustic Detection)

用於氣管，依洩漏時造成之聲波變化，利用電腦軟體算出洩漏量及洩漏點位置。

(4) 輸氣管之監控與資料收集系統(Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA)系統

若工廠設有輸氣管線，應將管線各監控點之壓力、流量信號傳輸至控制中心，持續加以監控，遇有異常立即採取應變措施。

(5) 自動關斷系統

利用洩漏時造成之管線差壓自動關斷管線輸送裝置，避免持續洩漏。

3. 發現洩漏之應變監測措施

(1) 每日或定期指派專人巡查

- A. 各工廠每日或定期巡查時，若發現管線或儲槽週邊之草木枯黃、聞到油氣味及水面油花時，應立即採取緊急措施，並請求支援處理。
- B. 管線週邊有工程施工挖破管線時，應要求施工單位與監造單位及時通報並於現場先行採取防止油料擴散、圍籬警戒並疏導交通。

(2) 每小時核對輸油量

- A. 工廠之輸、收單位應定時準點核對輸、收油量。
- B. 工廠之相關單位若發現輸、收油量差異超出輸油量之 3%時，須察明原因，發現漏油時，應即採取緊急應變措施。

(3) 接獲廠區鄰近民眾電話通報漏油或油氣味濃厚時

- A. 工廠應派員前往了解及處理。
- B. 若確有洩漏事件，則立即回報採取緊急應變措施。

(4) 若工廠設有泵浦出口之管線壓力監控系統，其壓力下降且低於平常操作壓力之 10%時，應立即執行下列兩個程序：

- A. 暫停輸油，察明原因。
- B. 採取緊急應變措施。

(5) 發現漏油之緊急應變處理程序

- A. 通知對(輸油)方洩漏情事。
- B. 停止輸、收油料，關閉馬達電源及輸、收油管線相關閥閘。
- C. 準備回收工具、通知協力廠商，前往漏油現場處理。
- D. 圍籬管制、疏導交通。
- E. 通報環保、警政消防單位。
- F. 回收油料、開挖洩漏管段、緊急搶修。
- G. 完成搶修、檢測、試壓。
- H. 恢復輸送。

(6) 發現漏氣之緊急應變處理程序

- A. 通知工廠使用單位暫停用氣及相關協力廠商。
- B. 通報警消單位。
- C. 圍籬管制、疏導交通。
- D. 關閉氣源、撲滅火災。
- E. 開挖漏點、進行搶修。
- F. 完成搶修、檢測、試壓。
- G. 恢復用氣。

4.2.2 營運階段污染預防措施(以油品為例)^{[8][9][10][11]}

一、地上儲槽污染預防及監測設施

地上儲槽於設置階段若配置適當的污染預防及監測設施可及早發現儲槽底板洩漏，並防止洩漏化學物質污染土壤及地下水，以即時採取緊急應變措施及減少損失。

地上儲槽污染預防及監測設施包括：

- (一) 儲槽底板洩漏防制設施：如電子式油氣感知器、集油坑及導流管。
- (二) 儲槽基礎不透水設施：如於儲槽基礎夯實砂層中鋪設彈性不透水膜，以防止油料洩漏污染土壤。
- (三) 土壤氣體監測井(油氣測漏管)。
- (四) 排水集油設施。
- (五) 擋油堤及漏油偵測設施。

二、地下儲槽及管線系統污染監測設施

地下儲槽及管線系統可依下列方式之一進行監測並紀錄。其監測範圍以涵蓋儲槽區、管線區等。倘若地下儲槽系統配置之管線有：(一)若地下儲槽配置之吸取式管線有負壓消失時，管線內之物質能回流至儲槽內；或每段管線僅有一單向閥；或單向閥低於吸取式幫浦之情形，(二)管線設置二次阻隔層，(三)管線為明管等情形，則可無需進行下列監測。

(一) 密閉測試

地下儲槽之密閉測試方法為在儲槽中注入氮氣，加壓至 $0.21\text{--}0.35\text{ kg/cm}^2$ 壓力，測量儲槽 1 小時內之壓力變化，以判定儲槽之密閉性。此方法適用於地下儲槽之洩漏測試，儲槽之體積應不大於 100 公秉，測試時需預先將儲槽內之物質全部抽出。

管線密閉測試則於管線中注入氮氣，加壓最大壓力以管線正常操作壓力值之 1.5 倍且不大於 3.5 kg/cm^2 (50 psig) 壓力為原則，測量管線 1 小時內之壓力變化，以判定管線之密閉性。此方法適用於輸送管線及其附屬配件裝置之密閉測試。

(二) 土壤氣體監測

於地下儲槽及管線系統區域設置土壤氣體監測井 (Vapor Monitoring Well)，簡稱測漏管，可藉由定期監測，及早發現土壤中揮發性氣體濃度的異常變化，據以研判地下儲槽及管線系統是否有滲漏的可能，進而採取必要的因應措施，以避免土壤及地下水污染的發生。監測之儀器可使用測爆器 (Combustible Gas Indicator, CGI) 量測土壤氣體初始濃度 LEL 值 (Lower Explosive Limit) 或光離子偵測器 (Photo Ionization Detector, PID) 或火焰離子偵測器 (Flame Ionization Detector, FID)。

土壤氣體監測井（詳圖 4-2、圖 4-3）之設置需符合下列各項原則：

1. 開挖區之回填物質必須為孔隙介質，能使滲漏物之蒸氣在其中擴散。
2. 地下儲槽及管線系統中之儲存物或追蹤劑須為揮發物質。
3. 監測設備必須能克服量測滲漏物之蒸發時，因地下水、降雨、土壤濕度或其他的影响，而導致滲漏發生超過三十日無法偵測知之限制。
4. 開挖區中之背景濃度不能影響其滲漏偵測。
5. 油氣監測井應能即早偵測土壤中儲存物或追蹤劑超出背景之濃度。

6. 偵測設備應設於開挖區中或儘量接近開挖區。

(三) 地下水監測

地下儲槽系統以地下水監測方式進行監測者，建議應每月實施一次並記錄之；其方法及設施標準可參考下列規定：

1. 地下水監測井應於地下儲槽區及管線區上游設置 1 口以上、下游設置 2 口以上。
2. 地下水水位不得低於地表下 7 公尺。地下儲槽系統與監測井間介質之水力傳導係數不得小於每秒 0.01 公分。
3. 監測井篩套管應具有防止土壤或濾料侵入井內之功能。
4. 監測井於高、低地下水位應能測得滲漏物質，其地表至濾料頂端並應予密封。
5. 自動或人工監測設備應具有監測滲漏物質之功能。
6. 地下水監測井之監測項目為浮油厚度或直轄市、縣(市)主管機關指定之項目。
7. 地下水監測井應標記並加蓋。

(四) 槽間監測

地下儲槽系統以槽間監測方式進行監測者，建議每月應實施一次並記錄之；其方法及設施標準可參考下列規定：

1. 具有二次阻隔層保護之地下儲槽系統，應符合下列規定
 - (1) 地下儲槽系統外層阻隔物，應使用滲透係數小於 10^{-6} 公分／秒之材質建造。
 - (2) 外層阻隔物應高於地下水位且須與儲槽內之儲存物質相容。
 - (3) 具有陰極防蝕保護系統之地下儲槽系統，其外層阻隔物設計不得妨礙陰極防蝕保護系統之正常操作。
2. 監測設備應具有測得雙層槽（管）之內層槽（管）體內物質滲漏之功能。
3. 以防漏襯布作為外層護槽之儲槽系統，其監測系統應具有測得內外槽體間滲漏物質之功能。
4. 槽間監測井應標記並加蓋。

(五) 其他監測方式：如示蹤劑測漏、氦氣測漏、內視鏡檢測等。

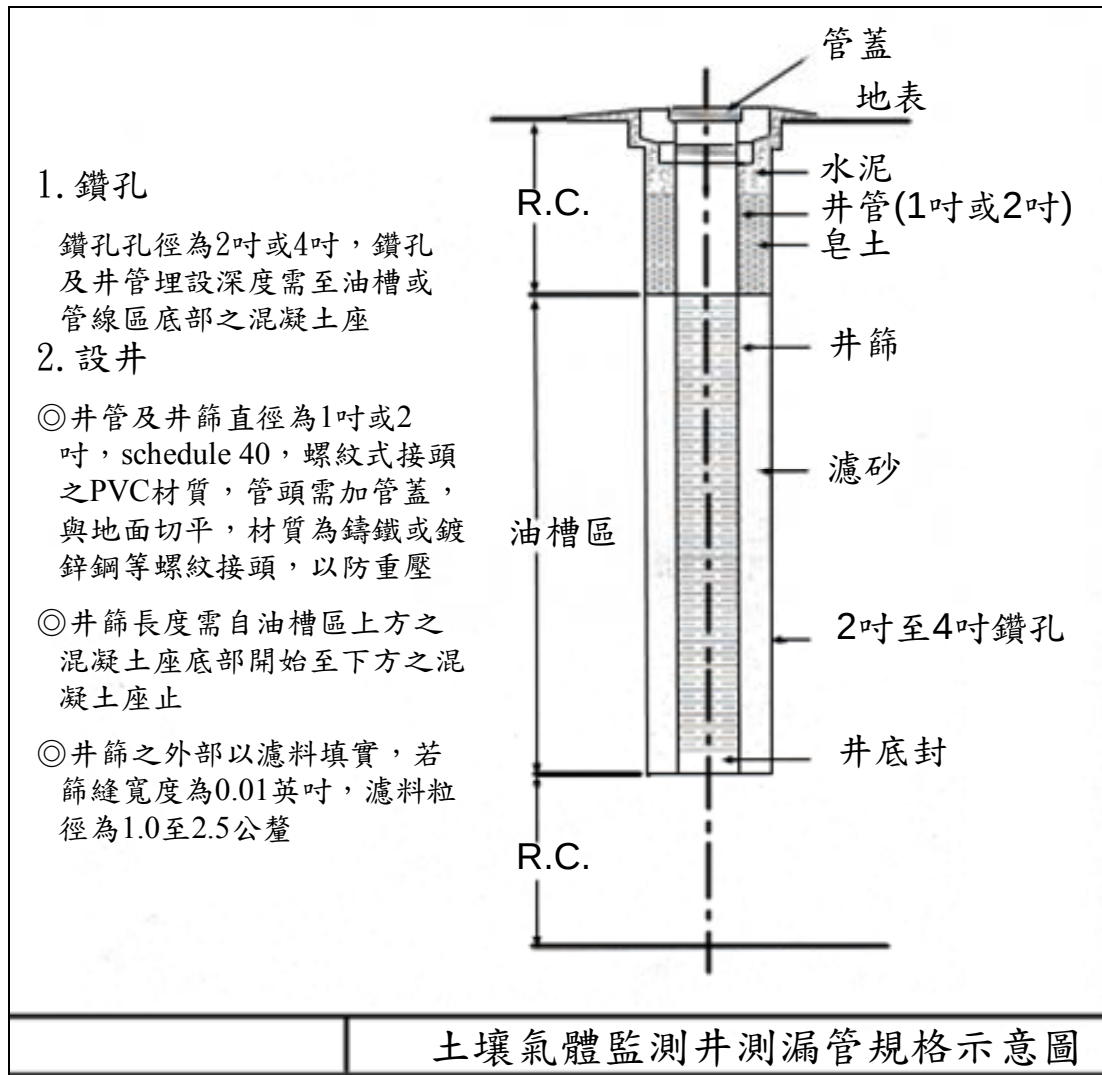
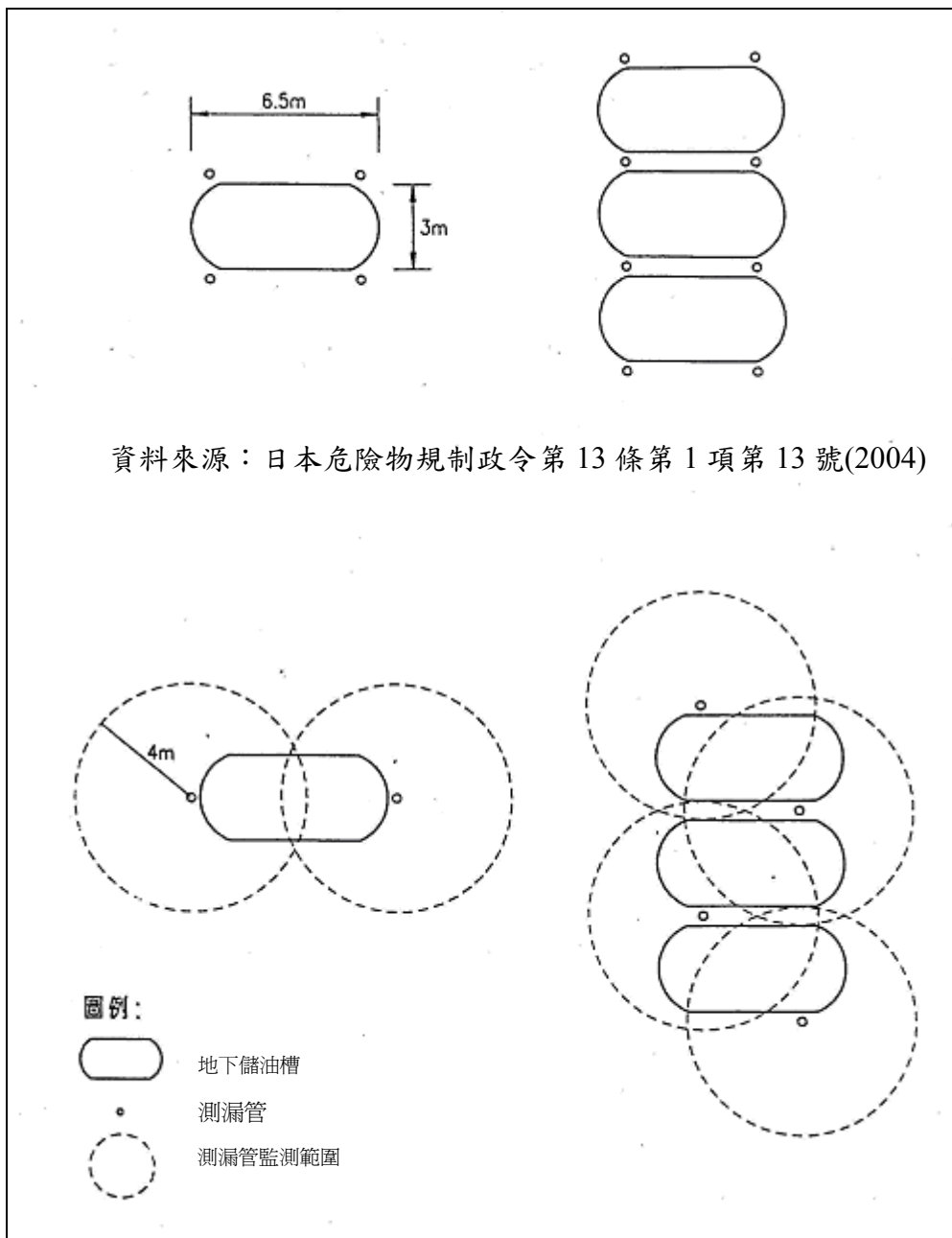


圖 4-2 土壤氣體監測井測漏管規格示意圖^[12]

圖 4-3 土壤氣體監測井配置方式^[12]

4.3 製程及生產設施停止操作後污染預防及注意事項^{[13][14]}

依照環保署「加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法」第 17 條規定，地下儲槽系統暫停使用，應持續進行監測記錄及申報並維護防蝕措施之正常功能。若地下儲槽系統永久關閉或轉換用途前，則應將儲槽內物質及污泥清除，並進行土壤及地下水污染調查。因此對於製程及生產設施如儲槽及管線等，於停止操作後可參考前述法令規定之作法，將槽內及管線內物質及污泥予以清除，並在清除過程中避免槽內及管線內物質洩漏造成土壤及地下水污染，並在可能污染之物質移除後進行土壤及地下水污染調查，若調查結果顯示土壤及地下水遭受污染，則應立即進行後續污染改善作業，以避免污染擴大。

製程及生產設施停止操作後之土壤及地下水調查作業為一重要之污染預防工作，若及早發現地下環境遭受污染，立即採取適當改善措施，則可有效節省污染整治經費，以避免日後因污染擴大，增加污染改善經費。若製程及生產設施停止操作係因工廠/場停止營運並涉及日後該設施用地之使用方式變更或所有權移轉等事宜，則需考量並依據土污法第八條及第九條相關規定進行工廠/場停業/關廠自我檢查，以及土地品質評估查核工作，以確保各方權益、符合法令規定並達到污染預防之目的，茲就前述土壤及地下水調查作業、工廠/場停業/關廠自我檢查，以及土地品質評估查核工作等項說明如下：

一、土壤污染調查作業

有關製程及生產設施停止操作後之相關規定，可參照環保署公告之土壤污染檢測資料備查作業要點中「以網格法辦理事業用地土壤污染檢測參考指引」及「以環境場址潛在土壤污染評估辦理事業用地土壤污染檢測參考指引」辦理土壤污染檢測工作，以確認該區域之土壤污染情形。

二、地下水污染調查作業

對於地下水污染調查作業，一般原則為於高污染潛勢區如：地下儲槽區及管線區上游設置 1 口以上、下游設置 2 口監測井以上，並依照環保署公告之「地下水採樣方法」進行採樣。關於地下水監測井設置則可參考「地下水水質監測井設置規範」進行設置，而地下水採樣檢測，則須委託環保署認證實驗室進行。茲就地下水調查相關之監測井設置及地下水採樣摘要說明如下：

(一) 地下水監測井設置

應依照「地下水水質監測井設置規範」設置地下水監測井。

(二) 地下水採樣檢測

地下水採樣應根據環保署所公告之地下水採樣方法進行，為取得代表性之地下水水樣。此部分工作應委託環保署認證合格之實驗室進行。

三、工廠/場停業/關廠自我檢查

工廠於停業/關廠前應採取土壤及地下水污染預防自主管理，首先需瞭解工廠本身之運作特性（製程、設備、原料、廢棄物等）、潛在污染源及土地使用情形，進一步針對廠內可能具污染潛勢之區域或活動，特別注意並予詳細記錄，藉此將可標示出可能產生污染之高風險區域。由於目前法規訂定之污染管制標準（污染物項目及濃度）未必能涵蓋國內工廠所使用可能造成污染的化學物質，所以就污染預防而言，理想之方式為全面性探討工廠可能造成污染之情境與對象，但實務面與資源考量，仍宜以管制項目污染物為主要污染預防及自我檢查重點。

關於土壤、地下水污染自我檢查及預防之規劃重點，可透過下列因素對環境影響預測及評估來加以掌握，並規劃自我檢查作業模式與細節：

- (一) 可能造成土壤、地下水污染之行為特性。
- (二) 造成土壤、地下水污染之活動。
- (三) 可能造成土壤、地下水污染之污染物質。
- (四) 顯著影響之評估。
- (五) 減輕對策之研擬。

藉由工廠/場停業/關廠自我檢查，可以讓工廠自主檢查是否有相關活動，初步判斷是否使用相關的污染物質，以及是否可能產生土壤或地下水污染狀況，並作為進一步調查評估之參考。

四、工廠關廠前之土地品質評估查核

事業運作發生土壤污染與產生廢水、廢棄物、廢氣一樣，都有製程原料投入產出的相關性，雖然可以藉由調查污染物資料達到確認污染程度的目的，但土壤、地下水污染並非事業運作中的必然產物，除了故意的污染行為外，多是因為長時間的運作過程當中，不注意的洩漏或排放所造成。即使是相同的事業相同的製程，其土壤污染的情況也會因為操作管理的良窳而有程度差異，而且如果是因為地下管線洩漏所造成的污染，更是不易察辨，應該仔細研判可能污染來源，評估相關影響。

故於比對使用相關污染物質之後，進一步分別從物質特性、化學物

質使用、貯放及流佈管理情形及場址土壤及地下水特性等三方面考量，以進行土地品質評估查核作業。

(一) 化學物質特性

1. 儲存物質毒性。
2. 儲存物質揮發性。
3. 儲存物質溶解度等。

(二) 化學物質使用、貯放及流佈管理情形

1. 空氣污染源

熱處理源、鍋爐、及揮發性溶劑操作區等均有設置排煙道或排氣口，應留意其是否具有空氣污染防治設施，及其運作、收集污染物之處置情形。

特殊有害健康廢棄物經露天焚燒後，即使事隔經年，恐仍有殘餘物質污染土壤或地下水，所以該燃燒處所之土壤應列為可能污染源之一。

此外，空氣中有惡臭、肉眼可見的粉塵或煙霧，亦常因堆置、排放、或運作特殊有害健康物質於該處所而產生。

2. 液態廢棄物或廢水

廢水/廢液之設施、管線、放流口、儲存/放區與排放溝渠若維護不慎，常易造成該處與鄰近地區之土壤及地下水污染，所以上述地區亦應為查核重點。如有上述可疑滲漏處，則應列為可能污染源之一。

3. 生產運作之廢棄物

生產運作過程產生之事業廢棄物，通常設有貯放區，如因管理不慎，常易被雨水沖刷或其他自然作用而造成該處與鄰近地區之土壤及地下水污染。如有此種情形發生，則應將該貯放區及其鄰近地區列為可能污染源之一。此外，依廢棄物清理法規定，對外運處理委託機構及處理處置之妥善亦應定期進行必要之查核。

4. 其它廢棄物

工廠因擴建或設備更新常有廢棄物於空地堆置，可能含事業廢棄物包括：建築工事殘餘、冶鍊、採礦活動之廢棄物（如鎔渣、礦渣或邊材等）、屋頂材料之廢棄物（可能含石棉）、鍋爐、焚化爐或其它熱功設備之廢棄物、引擎、機械工具/設備維修廢棄物、溶劑、機動車輛清洗、維修之廢棄物等，隨意棄置或不當貯放，亦有可能會造成土壤及地下水污染。

5. 場址回填情形

工業場址除可能受各種人為活動污染外，亦有可能於過去歷史中因回填物質不當而受到污染。通常回填為針對場址地表高度之需求（如防止淹水）或廢棄物處理而導致，可能發生問題之回填物質包括有：(1) 從其他污染場址或受列管事業類別場址移至此處的泥、土、礫石、砂土或其它相類物質；(2) 自身或鄰近工業活動、衛生下水道或是暴雨逕流區之（河川、湖泊或潮間帶之）底泥；(3) 金屬礦渣。

6. 化學品/油品運送與儲存

化學品/油品運送與儲存不當，則亦發生潑灑、洩漏、災害等情況而造成土壤及地下水污染。應將曾有潑灑、洩漏、災害發生處及因化學物品/油品儲存不當而發生滲漏處列為可能污染源之一。對於因地表之災害、洩漏造成之土壤及地表水污染，一般以目測觀察。加拿大英屬哥倫比亞省是以超過 100 公升的石油、溶劑或其它污染物質洩漏於地表作為其判定土壤及地下水是否可能遭受污染的參考標準；此外，對於有地下儲槽的設施，應注意其是否於其儲槽外加裝保護設施？該保護設施是否有品保證明？是否每年定期檢測其儲槽是否洩漏？等。

(三) 場址環境基本資料

1. 土壤及地下水

- (1)降雨量。
- (2)地下水位與流向。
- (3)地下水使用。
- (4)土壤質地與地質型態。
- (5)地質透水性。
- (6)場址地層鑽井挖掘或產生裂縫記錄等。

2. 鄰近土地使用

- (1)環境敏感區位。
- (2)地下水使用情形。
- (3)鄰近之工業或污染性設施使用（污染責任釐清）。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法，2002。
2. 行政院環境保護署，地下儲槽系統防止污染地下水體設施及監測設備設置申請與相關表單填寫說明，2006。
3. 經濟部工業局，石油業儲油設備設置管理規則，2004。
4. 內政部，公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法，2008。
5. 行政院環境保護署，水污染防治措施及檢測申報管理辦法，2006。
6. 行政院環境保護署環境檢驗所，加油站地下管線密閉測試檢測方法－氮氣試壓法，2006。
7. 經濟部工業局，石油碳氫化合物土壤及地下水污染預防與整治技術手冊，2007。
8. 行政院環境保護署環境檢驗所，加油站地下儲槽密閉測試檢測方法－氮氣試壓法，2006。
9. 行政院環境保護署，土壤氣體監測標準作業程序，2006。
10. 行政院環境保護署環境檢驗所，儲槽系統地下水監測標準作業程序，2006。
11. 行政院環境保護署環境檢驗所，槽間監測標準作業程序，2006。
12. 台灣中油公司油品行銷事業部，環境保護手冊，2002。
13. 行政院環境保護署，以網格法辦理事業用地土壤污染檢測參考指引，2007。
14. 行政院環境保護署，以環境場址潛在土壤污染評估辦理事業用地土壤污染檢測參考指引，2007。

第五章 廢水處理設施污染預防

本章將就廢水處理設施防漏設計相關準則、防漏注意事項、漏水試壓檢驗等彙整，包括：池槽、化學桶槽、防漏堤、接收區、補充區、閥箱、管線配置（包括管線開挖、回填、閥類、接頭、支撐、防震）、藥品供應管等，透過相關準則規範之規定，以及驗收檢驗制度，讓事業單位瞭解應遵守之相關施工規定，務求施工階段各項設施防漏措施完整，做好事先預防工作。

5.1 廢水處理設施施工階段污染防漏預防

5.1.1 工廠污染成因

統計國內外各類型工廠發生問題之機率後可發現，應提高關注的廢棄工廠類型眾多，茲舉數例：使用高毒性重金屬（如汞、鎘）之工廠，如鹼氯工業，幾乎每一家使用水銀電解鹽水產氯製程均有汞污泥問題；使用鎘、鉻、鉛、鎳、銅、鋅等重金屬為原料，如電鍍及金屬表面處理工業；又如製程廢料含重金屬，如金屬基本工業之集塵灰棄置問題。此外，存放石化油品或有機溶劑之儲槽洩漏、染顏料使用毒性化學物質種類複雜且有急毒性；早期電子業及部分製造業大量使用含氯溶劑造成地下水污染問題等。因此工廠生產特性其廢水與廢棄物含有大量有害物質者，於工廠關閉時需更小心處理，避免土壤污染之產生。^[1]

依據近數年來環保署推動之全國廢棄工廠污染調查等計畫經驗歸納，廢棄工廠可能造成土壤、地下水污染的相關活動類型，可參考表 5-1，大致上包括：製程用水/放流水之放流污染、儲槽/管線之洩漏、廢棄物堆棧放置或掩埋、空氣污染落塵、意外洩漏等，其中最值得重視為關廠措施不當導致原料、成品或半成品、廢水及廢棄物四處散播而擴大污染範圍與程度。^[1]

另以一般工廠土壤及地下水污染主要來源：^[2]

- 一、自廢溶劑回收區、線路板清洗區之洩漏，經沖洗排放而入滲至土壤及地下水。
- 二、自儲油區或油房，因摻配有機溶劑不當產生洩漏，經沖洗排放而入滲至土壤及地下水。
- 三、自桶裝廢有機溶劑儲存區，受地表逕流而自地表細縫而入滲至土壤及地下水。
- 四、其他意外事件，如水災或碰撞產生外洩且未能立即妥善清理，而致污

染土壤及地下水。

表 5-1 可能造成土壤、地下水污染之工廠行為特性一覽表^[1]

項目	污染行為特性			影響介質
	污染行為類型	污染分布類型	污染物類型	
工廠				
製程用水/放流水	排放	點、線	有機物、重金屬	土壤、地下水
儲槽/管線	洩漏	點	有機物、重金屬	土壤、地下水
意外洩漏	洩漏	點	有機物、重金屬	土壤、地下水
廢氣物堆棧放置	堆棧、置放	點、面	有機物、重金屬	土壤、地下水
廢氣物掩埋	掩埋、滲出	點、面	有機物、重金屬	土壤、地下水
粒狀物、落塵	空氣傳播	面	重金屬	土壤、空氣
關廠措施不當導致原物料、廢水及廢棄物散播	以上均有	面	有機物、重金屬	土壤、地下水、空氣
礦場				
製程廢水	排放	點、線	重金屬	土壤、地下水
固態廢料	堆棧、置放	點	重金屬	土壤、地下水
油場棄置水	排放	點	有機物、重金屬	土壤、地下水

另彙整工廠土壤及地下水污染主要來源如下：^[3]

- 一、製程反應槽洩漏、管線破裂。
- 二、地上或地下儲槽洩漏。
- 三、地下輸油管線破裂。
- 四、裝卸油品與毒化物運作區。
- 五、廢污水集水池、污水塘與廢水處理廠。
- 六、雨水排水系統。
- 七、有害事業廢棄物暫存區。
- 八、有害事業廢棄物非法棄置、掩埋。
- 九、化糞池。

由上述資料來看其污染大部分來源來自廢水處理廠與廢棄物貯存區域，由此可見，廢水處理設施若於施工階段未做好防漏設施，於營運階段滲漏之發生機率甚高，未來工廠關閉後極有可能成為污染工廠。

有鑑於此，以下各節針對廢水處理廠易造成洩漏事件之設施，彙整相關防止洩漏發生所需注意事項提供參考。

5.1.2 廢水處理設施施工階段防漏注意事項^{[3][4][5]}

一般工程設計、品質、安裝及檢驗有一定標準要求，由於相關之工程執行標準相當廣泛，以下各節係摘錄業界與防漏有關之常用規範或標準以提供參考，實際工程執行前除遵守工程合約規範要求外，且需遵照各項法令規章，或其他經業主認可之標準。

一、RC 槽體

一般建物防水可分成三個型式，一為結構體本身軀體防水，以 RC (Reinforced Concrete, 鋼筋混凝土) 槽體為例，影響其防水性能優劣主要之因素有工作性 (Workability, 工作性越大, 防水效果越差)、耐久性 (Durability, 耐久性越高, 防水效果越佳)、水密性 (Water Tightness, 水密性越高, 防水效果越佳)、體積變化 (體積變化越大, 防水效果越差)、強度 (強度越高, 防水效果越佳) 以及潛變 (Creep, 潛變越大, 防水效果越差) 等，其中又以水密性之影響最為顯著。理論上，若混凝土配比設計正確、施工品質良好以及養護得宜，則混凝土本身即具有良好之防水能力；然事實上，由於混凝土在後天環境中乾濕交替、熱漲冷縮等潛變作用以及因外力或地震之振動而龜裂，欲以混凝土本身進行防水任務，其功效並不被預期。由於結構體本身之防水能力並不可靠，因此一般防水有三類：

第一類 結構體與防水材結合之軀體防水，係於結構中混入防水劑 (Permeability Reducer)、斥水劑 (Water Repellents) 或乳膠 (Latex) 等。或將防水材 (如水泥砂漿防水劑、矽酸質系塗佈防水劑或水和凝固型防水材等) 塗抹於結構體表面，藉由防水劑之結晶作用 (Crystallization) 或表面防水材滲入結構體中形成一阻絕層以增加結構體之水密性，達到阻斷水流之通路。

第二類 線防水，又稱為接縫防水 (Joint Waterproof)，係為防止水分以結構體中之施工縫 (Construction Joint) 或伸縮縫 (Expansion Joint) 等為滲漏途徑之防水系統。線防水使用之材料種類眾多，然依使用部位之型式大致上則有填縫材 (Joint Fillers)、止水帶 (Waterstops) 以及水封材 (Joint Sealants, 或稱為襯墊條 Gasket) 等型式。

第三類 表面防水，建物之防水工程，往往因施工控制不當、技術不純熟、人為疏忽、外力作用之變形或龜裂、天候環境或混凝土本身之乾縮反應等不利因素而產生缺陷，故為彌補軀體防水與接縫防水進一步產生之滲漏問題，需於結構體表面加上一道防水層以阻斷水分之入侵，達到雙重及完全防水的效果。如瀝青防水工法、薄片防水工法、塗膜防水

工法以及皂土防水工法等。

其施工上需注意下列事項：

- (一) 槽體施工時儘量避免二次澆灌，以一次澆灌完成為原則，若須進行二次澆灌則應於一次與二次交界區設置止水帶。
- (二) 槽體施作完成須進行池槽試水計畫。
- (三) 澆築池壁混凝土之前，混凝土施工縫應鑿毛，清洗乾淨。混凝土銜接應密實，不得滲漏。
- (四) 混凝土結構部位的變形縫（止水帶）應堅直、貫通、密實，三維位置準確，功能有效，不得有滲漏現象。
- (五) 混凝土表面不得出現有害裂縫，蜂窩麻面面積不得超過相關規範規定，且應平整。潔淨，邊角整齊。
- (六) 現澆混凝土水池允許偏差應符合相關規定。
- (七) 水池混凝土保護層厚度應符合設計要求，允許偏差應符合相關要求。
- (八) 預埋管、件、止水帶和填縫板等應安裝牢固、位置準確。
- (九) 混凝土未達到強度要求或做完防水層的部位嚴禁鑿洞、打孔。
- (十) 混凝土牆、底、工作縫、沉降縫等部位不得滲漏。
- (十一) 工程施工中受地下水影響時，施工全過程應採取降水措施。
- (十二) 池槽發生滲漏，可於滲漏區域壓力注射止水劑止漏。
- (十三) 可利用鋪設 Epoxy 防漏，承裝特殊廢液應視需求選擇合適防水材質如 FRP 包覆等。

二、機房

- (一) 機房工程的混凝土結構與進出口連接部位必須保證不滲漏，其功能應符合設計要求。
- (二) 機房工程的混凝土結構驗收必須符合相關規定。

三、桶槽

(一) 儲存槽

1. 各儲存槽的材質選用上有鋼板襯裡、鋼筋混凝土、FRP 或 PE 等，如需考量耐酸耐鹼性可以另外補強。
2. 各種型式儲存槽的選用可以參照廠區實際配置情形加以靈活運用。
3. 特殊廢液儲存槽應採雙層設計，於槽體外部設置監視警報系統並定期檢查。

- 4.如果發現儲存槽發生損壞需要維修時，如破損或腐蝕等等，應立即修補或是及早更換新槽。

(二) 玻璃纖維強化塑膠儲藥槽

- 1.外觀：儲藥槽內、外壁應無銜接處，且必須平整光滑，無起泡、針眼、斑點或纖維突出等缺陷。
- 2.現場耐壓試驗：安裝完成後加水至設計滿水位，延時 5 日不得有破裂、變形、漏水、滲水等現象。

(三) 化學桶槽

- 1.化學桶槽採用安定性(不與化學品起反應)材質製成(例如 FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics 玻璃纖維增強塑料)桶內襯 PTFE (Polytetrafluoroethylene 聚四氟乙烯)或 PFA (Perfluoroalkoxy 過氟烷氧基)(≥ 2001)，PE (Polyetherene 聚乙稀)桶內襯 PTFE 或 PFA(≤ 2001)，SUS 桶內襯 PTFE 或 PFA)，並附必要之檢修蓋、通氣管、防蟲網及檢修用不銹鋼質爬梯及護籠。
- 2.酸、鹼的桶槽材質均採用 SUS 304(Steel Use Stainless)內披覆 PTFE 或 PFA 製成或經業主認可之材質，外部須噴漆處理。溶劑的桶槽材質均採用 SUS316L，須根據業主需求，照不同種類之溶劑桶槽作拋光處理。

四、防蝕塗裝

參考表 5-2。

五、防漏(洩)堤

- (一)防漏(洩)堤之有效容積至少為堤內最大桶槽有效容積之 1.1 倍或視個案要求。
- (二)防漏(洩)堤內部四周應留設溝槽，並留洩水坡，防漏堤應披覆 FRP。
- (三)防漏(洩)堤內部若設有廢液回收坑，則該坑應做必要之防落裝置，以防維修人員掉落。
- (四)大型的儲槽應該設有液位量測及液位顯示裝置，以便能即時察覺異變或即時切斷廢液繼續流入。

表 5-2 塗裝計畫一覽表

項目	表面及環境情況	表面預先處理	塗 裝 系 統				乾 膜 總 厚 度
			第一道	第二道	第三道	第四道	
1.	凡浸沒於污水、污泥、清水等或埋於地下及使用於腐蝕環境之碳鋼。	SSPC-SP-10	P1	P4	P4	P4	425μm
1-1	鑄鐵類用於同上環境。	SSPC-SP-6	P4	P4	P4	—	375μm
1-2	設計圖上註明之混凝土表面環氧柏油漆塗裝	依本規範規定	P4	P4	P4	—	375μm
2.	曝露於室外或室內環境之碳鋼	SSPC-SP-10	P5	P6	P6	P6	160μm
2-1	曝露於室外或室內環境之鑄鐵	SSPC-SP-6	P7	P8	P8		105μm
3.	用於含氯氣或其他化學腐蝕之環境之碳鋼。	SSPC-SP-10	P7	P8	P8	P8	140μm
3-1	用於同上環境之鑄鐵。	SSPC-SP-6	P7	P8	P8	P8	140μm
4.	凡浸沒於污水、污泥、清水等或埋於地下及用於腐蝕環境之表面鍍鋅器材。	SSPC-SP-1	9P	P4	P4	—	260μm
5.	曝露於氯氣或化學腐蝕環境之表面鍍鋅器材。	SSPC-SP-1	P9	P7	P8	P8	115μm
6.	曝露於室外或潮濕環境之表面鍍鋅器材。	SSPC-SP-1	P9	P7	P8	P8	115μm
7.	浸沒或離開飲用水液面 30 公分距離內之碳鋼或鑄鐵件。	SSPC-SP-10	P2	P3	P3	P3	160μm
8.	浸沒於自來水處理過程中之鍍鋅器材表面。	SSPC-SP-1	P2	P2	P3	P3	130μm
9.	用於 200°C 以下之受熱裸露碳鋼或鑄鐵表面	SSPC-SP-6	P10	P11	P11	—	100μm
10.	凡浸沒於污水、污泥、清水等液面，曝露於室內或室外環境之不銹鋼。	SSPC-SP-2	P5	P6	—	—	80μm

註：SSPC-SP-10 中，SSPC 代表美國鋼結構塗裝協會，SP 代表表面處理規範，P 代表塗料明細。



圖 5-1 防漏（洩）堤設備示意圖

六、補充區（個案參考）

（一）接收區

酸鹼類管路中各式的閥封，均採用鐵氟龍(Teflon)材質，溶劑類管路中各式的閥封應用不與溶劑反應之材質。

（二）補充箱(Drum Cabinet)

1. 小包裝化學藥品補充箱，補充箱應附快速接頭，以避免錯接，另具台車附滾筒輸送台，以利小桶槽之移動；DI gun 與 N₂ gun 以利化學品漏液時清洗。

2. 酸鹼類補充箱材質應採用 PP 配合 C-PVC 製成，溶劑類用 SUS316L 製成(防爆)，並留洩放口及洩放閥。
3. 補充箱應留設排氣口(裝設 HEPA Filter)，並設光學防漏偵測器，箱門應設安全連鎖裝置。
4. 所有的焊縫應為水密。
5. 補充箱應附條碼讀碼機(Barcode Reader)，以確認化學品種類、容量、補充日期等。

(三) 供應管、三通箱(Tee Box)及閥箱(VMB)

1. 潔淨室及 RAP 內所用材質皆須符合 FM 認證之規定，所有箱體用板厚不得低於 1/2”。
2. 酸、鹼的主供應管路均採內管為 25A 之 PFA450，外管為 50A 之 C-PVC 雙套管，隔膜閥採 PFA450。非腐蝕性溶劑的主供應管路採 SUS316L BA 管或依業主之規定，腐蝕性溶劑(醋酸)的主供應管路採 SUS 管內襯 PFA450 或依業主之規定，隔膜閥採 SUS316L。
3. 雙套管之外管於端部應設小型排放口及排放閥，當內管滲漏時得以排除積存於內外管間之化學藥品。
4. 閥箱設計除現有供應量外，另需預留 25%的管接頭，以供擴充引接用。
5. 閥箱的前壁板應採用透明的 PVC 製成，厚度不得低於 3/8”。
6. 閥箱的滲漏偵測器應能引起警報，當監控系統發現有滲漏警報時應/或能關閉化學供應系統。
7. 所有的閥箱應提供適當排氣連介面，以排除漏液蒸氣。
8. 閥箱應具有下列功能：
 - (1) 閥箱內部應含光學滲漏偵測器。
 - (2) 需留排氣連介面。
 - (3) 需留 N₂ 沖洗(Purge)閥連介面。
 - (4) 包含自動操作閥(Auto Valve)、手動閥(Manual Valve)及 N₂ 沖洗(Purge)閥、Bellow Valve。
 - (5) 洩漏或維修時之排放閥。
 - (6) 箱門鎖開關。
 - (7) 箱蓋應採易開式彈簧扣環設計。
 - (8) 所有之接縫應具水密性。

(9) 閥箱至少能承受 1 psig 的壓力。

(10) 取樣閥口。

(11) 氣動操作閥(AOV)

9. 三通箱應具有下列功能：

(1) 內部應含光學滲漏偵測器。

(2) 內含手動閥(Manual Valve)、膨脹閥(Expansion Valve)。

(3) 洩漏或維修時之排放管。

(4) 材質同閥箱。

(四) 應提供各式感測器以保證安全運轉(例如排氣偵測、溶劑室的溫度偵測、單元箱的漏液偵測、過濾器上游的壓力偵測、隔膜泵的漏液偵測等)，早期發現問題以利維修及緊急處理。當警報發生時應有警報聲及閃光燈以提醒操作者。

(五) 洩漏偵測器必須安裝於每個單元箱(Cabinet)內，當洩漏時應有警報。

七、管線

(一) 各製程的藥液槽溢流與排水配管，於分類之後應直接配管排入儲存槽。

(二) 排水管路與配管的設置不應妨礙作業通路，應設置配管專用溝道。

(三) 當採用自然流下管線排除廢水時，配管中應避免造成空氣室，有引起異變的可能，必要時需要設置空氣洩放口。

(四) 長度較長的配管，材質考量上可以採用中間軟管或伸縮管，以避免衝擊或震動造成的破裂。

(五) 長配管內部容易堆積沉積物，可以於配管中設置雙接頭或單點接續器等可供更換或方便清除。

(六) 配管材料一般多以 PVC 硬質材質為主，如果有特殊排液性質(如種類與溫度)，流量及配管方式等等可以自由變更為適用的材質。

(七) 製程變更或藥品變更時，應檢查廢水之區分及配管路線有無異常，必要時重新設計與更換。

(八) 當各股廢水與廢液經由配管與排水溝傳送後，就應進入儲存槽。一般儲存槽的設計形式可以分為地上、地下、埋入與雙重儲槽四種，而體積、容積大小需要考慮處理設備效率與進流流量。

八、管線附屬設施

(一) 特殊管材安裝如聚氯乙烯(PVC)管、玻璃鋼夾砂管等工程塑料管，

應符合操作技術規程或設計的要求。

- (二) 管道防腐應滿足設計要求。
- (三) 閘、閥啟閉時應滿足在工作壓力下無洩漏。
- (四) 管道焊縫應飽滿、表面平整，不得有裂紋、燒傷、結瘤等現象，並按設計要求做探傷檢測。
- (五) 管口粘接應牢固，連接件之間應嚴密、無孔隙。
- (六) 焊接及粘接的管道允許偏差應符合相關規定。
- (七) 所有地下管線穿越建築物或池槽應埋設防水環或以止水填塞材填塞，以杜絕硫化氫、地下水等進入。
- (八) 化學藥品設備與管線接合處之螺栓及水中設備的基礎螺栓材質為 SUS316LN。
- (九) 管線穿越牆面或地板者應按設置套管。主管進入建築設施內部前，以及各歧管之起點，應設置隔離閥，以利日後維修，但另有規定者除外。若水管下方有配電盤、變壓器、馬達起動器或其他電氣電子設施，須設置一不銹鋼滴水盤於水管下方，滴水盤須設一排水口及必要之排水管，將水排至指定位置。
- (十) 管線上之釋壓閥須安置在垂直位置，且要有排放洩水裝置。
- (十一) 曝露於室外、室內或管廊內環境之管線支撐架材質，除另有規定外，應採用符合 ASTM A36 之熱浸鍍鋅鋼板構材，螺栓及螺帽應採用 ASTM A193 或 A316 不銹鋼材質；或與其等相當之規範。
- (十二) 管線通過結構物設有伸縮縫處，均需設置可承受不均勻沉陷之設施。
- (十三) 管線安裝工作應自管溝下游端開始向上游裝接，管件承口應向上游。管件下溝後，不得有水或泥土進入管內。管身必須按設計圖規定之位置高度，確實妥切放置，而無任何部份懸空，經檢查後始可接管。在管件裝接期間，須防止石塊或其他堅硬物體墜入管溝，以免管件遭受損傷。安裝工作中途停工時，應密封管口，以免泥土或污水進入管內，如有堵塞情事發生時，應將該段管線清理，經相關單位認可後，始可繼續施工。管線安裝妥善尚未試壓前，應將管身部份先行覆土，以求保護。安裝完成後應即從管口向管內探視，如發現有墊片、膠圈或填縫帶露出於管內之情形，應即拆除重新安裝。
- (十四) 一般管膠圈接頭：凡具有膠圈接頭之管件，於裝接膠圈接頭前，必須將管件之接頭承口處及膠圈清理潔淨，膠圈套入承口時須平

整，無任何扭曲現象。為便於裝接，必要時膠圈得以肥皂液滑潤之。上緊接頭時應徐徐施力，以防損傷膠圈及接頭。一般 $\phi 300$ mm 以下之管線，可利用橫木一支放在管口，然後以鐵棒予以壓緊， $\phi 350$ mm 以上之管線，則須同時利用橫木一支及鏈圈一條，分別放在管口，套在管之外壁，然後藉兩組鋼索滑車及手搖拉線器予以壓緊。裝接完成後，應使兩管保持 0.5 ~ 1.0 cm 之空隙，以便管件伸縮之用。

(十五) 混凝土管接頭：有規定使用擠壓式填縫帶，除應依據前述一般管膠圈接頭之方式裝接膠圈外，另於接頭承口內，須先貼上擠壓式填縫帶，並將混凝土管之插口向內擠壓，務使填縫帶發揮止水之效果，以防止管線內外之水流出或滲入，裝接完成後，應由管口外向內探視，確定填縫帶未發生脫落之現象，否則應將混凝土管退出，重新裝接。

(十六) 金屬管凸緣接頭：於裝接凸緣時，須先以鋼絲刷將凸緣刷淨，在凸緣上塗以白漆，裝配規定之墊料，再將水管放正，視所接管件情形，確定螺栓孔位置，先裝螺栓四個，相對徐徐扭緊，然後再裝其餘螺栓，扭緊至適度即止，務使整個接頭壓力均衡。螺栓扭緊後，其突出螺帽外邊長度不得超過 10 mm，或少於 3.5 mm。

(十七) 金屬管螺栓壓圈式伸縮接頭：於裝接時，須先以鋼絲刷將承口內面及螺栓壓圈之前端及插口末端約 20 cm 之一段刷淨，再將水管放入管溝內墊平後，以刷淨之螺栓壓圈及橡膠圈套入插口末端，並在該插口末端及螺栓壓圈之前端與橡膠圈上塗一層以清水調稀之石墨劑或肥皂液，而後自插口尾端量得長度等於承口深度，並再加 9.5 cm 處劃一圈標記，將插口插入承口內，其插入深度應使標記離承口面 10 cm，如此可使水管尾端在承口內保留 5 mm 之空隙。再校正水管位置，使相連兩管中心相符，以防橡膠圈承受不平均之壓力，然後用敲緊工具，將橡膠圈徐徐擠入承口之膠圈座內，次將螺栓壓圈之前端壓入承口，確定螺栓孔位置，先裝螺栓四個，相對徐徐扭緊，然後再裝其餘螺栓，扭緊至適度即止，務使整個接頭壓力均衡。裝接完成後，應再量取前做標記，檢核是否尚與承口面保留 10cm，否則應拆除重做。

(十八) 金屬管螺栓套管式伸縮接頭：於裝接時須先將水管清理潔淨，排管時於兩管管頭之間須保留 5 mm 至 10 mm 之空隙，以為水管伸縮之餘地。接頭用之膠圈放入伸縮接頭與水管間時，須保持平整，不得有任何彎曲現象，先裝螺栓四個，相對徐徐扭緊，然後再裝其餘

螺栓，扭緊至適度即止，務使整個接頭壓力均衡。伸縮接頭應在管溝內順序裝置，不得預先裝置後再放入管溝內，以免伸縮空隙走動。

(十九) 塑膠管膠合接頭：除玻璃纖維強化塑膠管，可採用熱固性樹脂黏接外，一般塑膠管採用冷接法黏接。採用冷接法裝接時，先將插口及承口管部，以抹布將接合處之灰塵、油漬等擦拭乾淨後，在插管端之表面塗上膠合劑，以小毛刷刷抹均勻，然後立即將插口緩慢旋轉插入鄰接管之承口內，並拭淨多餘之膠合劑。膠合劑應依管材製造廠之規定選用合格之產品，並依管材製造廠之規定量使用，但不可因用量過多，而被擠至水管內。插口插入長度在 $\phi 100$ mm 管徑為 130 mm， $\phi 150$ mm 以上管徑為 180 mm。採用熱固性樹脂黏接時，將兩無頭管拼接排列，再用一層樹脂、一層玻璃纖維蓆鋪黏於管頭上，完成後之接頭厚度，不得小於原有管壁厚度，使用之樹脂與玻璃纖維蓆之材料須與玻璃纖維管相同。如需切管應經相關單位同意後辦理，切管時應使用銳利鋼鋸或木工用細鋸，與管軸成 90 度之方向裁斷，再以銼刀銼平，其切口外緣應使用絞刀，與管軸保持 60 度方向，絞削管厚之三分之二，並擦拭乾淨。

(二十) 高密度聚乙烯塑膠管熱熔接頭：其接合機具必須具有夾緊、刨平管端、電熱板等配置。接合時，首先夾住管之兩端後，將管端予以刨平，待刨平後校準兩管端，使高低差不超過管厚的十分之一，然後置入電熱板於兩管端中，將管端移動靠近電熱板後，開啟電源加熱管之兩端，加熱時間視環境及氣溫而定，但以設定電熱板之溫度為 210℃ 為原則，若氣溫低且風速大時，設定溫度可酌予提高至 220℃。俟管端產生熔融現象後，取出電熱板，迅速以夾具夾合管之兩端，待熔珠均勻翻出且呈完整之半圓形後，釋放夾具壓力，待其在空氣中自然冷卻至空手可觸摸熔珠部分為止。管內之熔珠需以切除機切除，管外熔珠則不切除予以保留。冷卻過程中管件不可搬動，以免影響接合品質。除非熔接現場有妥善之遮蓋及防護，否則接合不得在強風、飄雨之環境下施作，以免影響接合品質。

(二十一) 其他接頭：因用途上之需要或其他要求須採用其他接頭時，承包商應事先徵得相關單位同意後，並繪製施工製造圖送審核可後依圖製造安裝。

九、設備安裝

(一) 泵浦安裝

沈水泵必須設漏水、漏油、超載保護監測系統。

(二) 除砂設備安裝

1. 設備基礎應平整，安裝固定可靠。
2. 各連接點應無滲水現象。

(三) 鼓風裝置安裝

管路中的進風閥、配管、消聲器等輔助設備的連接應牢固、緊密、無洩漏現象。

(四) 污泥濃縮機或污泥脫水機安裝

1. 污泥濃縮機或污泥脫水機的水平度應符合產品使用之技術要求。
2. 管路、閥的連接應牢固緊密、無滲漏。

5.1.3 廢水處理設施施工階段漏水試驗及檢驗^{[3][5]}

一、RC 槽體

(一) 池槽試水注意事項

1. 池槽完成後，其混凝土達設計所要求之強度時，並在未塗裝任何防蝕塗料（如 EPOXY）之前試水。
2. 地面下之池槽，為求施工安全待其混凝土達設計所要求之強度時，回填四周予以試水。

(二) 池槽試水程式

1. 完全封閉池槽所有相通之進出管線管道。
2. 水注入達到該池的最高水位為止。
3. 池槽試驗時應間隔池槽試水才能確認各池槽接縫是否有滲漏情形。

(三) 池槽試水結果檢測

1. 水池存滿 2 日以上，再行試漏。
2. 試漏時加水至水位達設計最高水位，延時 3 日後，測量其水位下降量，應不超過下列公式計算值方屬合格。
 - (1) 有蓋版水池：水池試水深度 $\times 0.5\%$
 - (2) 無蓋版水池：水池試水深度 $\times 0.5\% + 1.5 \times (\text{平均氣溫 } X^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C})$ mm；如溫度因素為負值時以 0 計算。
3. 所有施工縫、止水帶接頭、繫緊器接頭等均不可有滲水之現象。
4. 上述水池試水深度，若水池深度非整池相同者，則以水池之實際容量除以水池表面積（即水池平均深度）為準。

5. 試漏時，應於每日同一時間記錄其水位，無蓋版水池試漏中，若遇下雨致水池水位改變時，則可保留下雨前之試漏日數與其水位下降量，其餘日數之試漏，則以雨後之水位積算併計，惟若遇雨天 20 天以上，仍無法試漏滿 5 日者，得以試漏 2 日之水位下降量，不超過「水池試水深度 $\times 0.002$ 」時視為合格。

(四) 試水再檢測

如有漏水或滲水之現象，將水抽乾，待完全乾燥，再以適當之純水泥漿豁免漏素等材質進行補漏工作，並補漏至池槽完全無滲水、漏水及符合上式之算值時方可辦理該階段之驗收。

二、管線

- (一) 給水、回用水、污泥以及熱力等壓力管道應做水壓試驗。
- (二) 沼氣、氣氣管道必須做強度和嚴密性試驗。
- (三) 沼氣、氣氣管道應分段及整體分別進行強度試驗，低壓及中壓管道試驗壓力為 0.3MPa；次高壓管道為 0.45MPa。

註：向沼氣、空氣管道內壓縮空氣達到規定的壓力後，用塗肥皂水的方法，對介面逐個進行檢查，無漏氣為合格。

- (四) 沼氣、氣氣管道進行嚴密性試驗時，試驗壓力及穩壓時間應符合表 5-3 的規定。

檢驗方法：在管道內壓縮空氣至試驗壓力，穩壓 24 小時後，再進行壓力降觀測，允許壓力降值應符合表 5-4。

- (五) 污水管道、管渠、倒虹吸管等應按設計要求，做閉水試驗。

檢驗方法：檢查施工記錄及閉水試驗報告。

表 5-3 管道嚴密性試驗壓力及試驗穩壓時間規定

實驗壓力 (MPa)		實驗穩定時間 (小時)	
管道類別	壓力	管徑 (mm)	穩壓時間(小時)
低壓及中壓管道	0.1	<300	6
		300~500	9
次高壓管道	0.3	>500	12

表 5-4 管道嚴密性試驗 24 小時的允許壓力降值

管道公稱直徑 (mm)	150	200	250	300	350
允許壓力降值(MPa)	0.064	0.048	0.038	0.032	0.027
管道公稱直徑 (mm)	400	450	500	600	700
允許壓力降值(MPa)	0.024	0.021	0.019	0.016	0.013

5.2 廢水處理設施營運階段污染監測及預防措施

本節將就廢水處理設施營運階段設施定期檢查區域、位置，定期維護重點、洩漏預防措施，並提供建立相關作業之建議內容如化學品置放、貯存及運作作業管制、洩漏緊急應變流程、洩漏預防及處理作業辦法等。

污染監測方面建議相關巡查重點、測漏計畫及常用之偵測設備等提供事業單位營運階段所需要注意之預防措施等。

5.2.1 廢水處理設施營運階段污染預防措施

一、定期維護保養^{[3][6]}

(一) 儲槽

1. 檢查有無因超過承受負荷設計以上的負荷，或因放有集中負荷的重物而引起龜裂。
2. 檢查有無因長期的溫度、溼度變化，引起膨脹收縮而導致龜裂。
3. 確認有無因沖擊或施工使得防水層剝落而導致外壁漏水。
4. 檢查有無因機械性表面磨損、損傷而引起之外漏。
5. 檢查有無因內液引起混凝土部份的腐蝕。
6. 檢查槽體基座、連接處、被覆或塗層、防溢堤壁體與管線系統。
7. 定期檢查槽體是否有洩、滲漏之情形；發現有洩漏、腐蝕或功能降低時，應考慮置換池槽。
8. 定期維護相關零件、閥門與設備，避免失效。
9. 暴雨或大量洩漏時(後)，檢查露天儲槽擋油堤或防溢堤沖刷與溢流的情形。

(二) 管線

1. 洩漏預防
 - (1) 避免機械性損壞，地面管線應有適當的支撐與標示。
 - (2) 為降低破裂所造成洩漏之影響，可裝置低壓偵測器(Low-Pressure

Sensor)與安全停機閥門(Safety Shut-Down Valve)。

2. 腐蝕預防：內部、外部

3. 管線更新與紀錄保存

4. 地下管線

(1) 當任一段管線有機會目視時，應檢視其外觀是否有變壞之情形，如發現有鏽蝕時，應進行檢測或進行矯正。

(2) 管線新建、修改、重遷或更換時，均應進行檢查、測漏與試壓。

5. 巡查

(1) 注意管線週邊地形、地物之變化。

(2) 廠內施工時，應確認管線位置是否在施工範圍並告知施工單位。

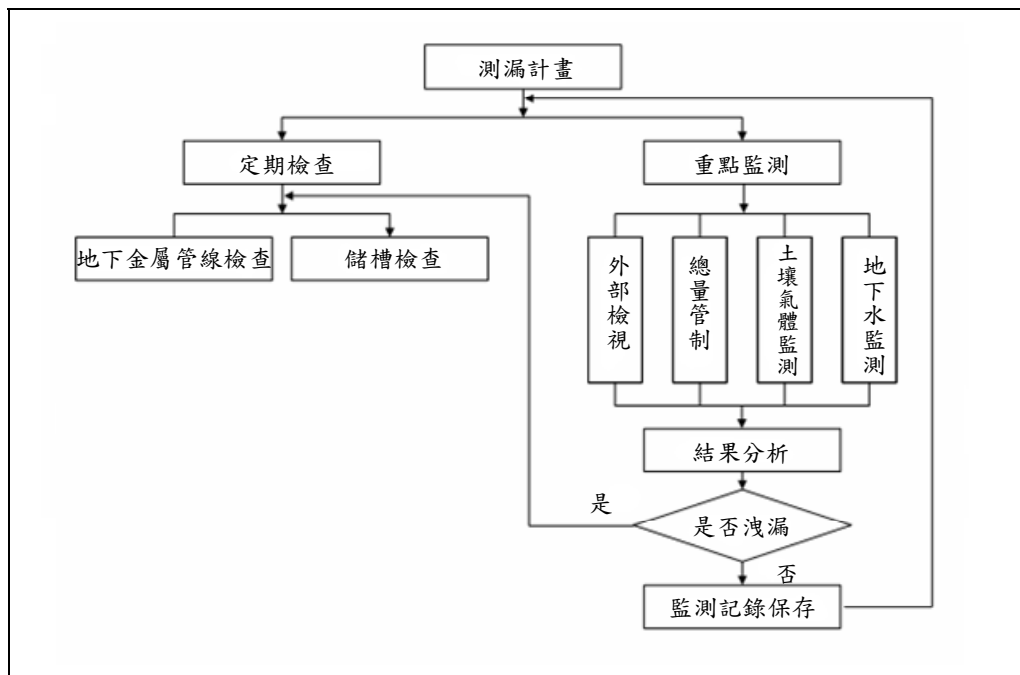


圖 5-2 測漏計畫檢測流程圖

(三) 設備

1. 馬達之維護

(1) 檢查軸承是否漏油。

(2) 檢查是否有不正常之噪音或振動。

(3) 檢查軸承或馬達外框是否有過熱現象。

2. 驅動設備之維護

(1) 檢查一般操作情況。

(2) 觀察皮帶或鏈子之張力與表面狀況及垂直狀況。

(3) 檢查各齒輪中表面磨蝕狀況及潤滑情況，以防止任何過度之噪音、振動或過熱。

3. 接頭 (Couplings) 之維護

(1) 觀察是否緊密結合在一直線上。

(2) 觀察是否鬆脫、過度振動或滲漏。

(3) 檢查橡皮襯套是否磨損。

(4) 檢查是否油脂滲漏。

(5) 檢查是否有過熱現象。

4. 抽水機之維護

(1) 檢查抽水機與驅動軸之直線關係。

(2) 檢查各封口以防止漏水。

(3) 檢查填料箱中是否有過熱現象。

(4) 檢查軸承是否過熱。

(5) 檢查軸承套或豎軸是否有滲漏潤滑油現象。

(6) 檢查各閥門是否在適當之操作位置上。

(7) 檢查抽水機的水封系統是否正常。

(8) 觀察是否有任何噪音或振動。

5. 加藥設備之維護

(1) 檢視 pH 探針是否正常。

(2) 檢視系統各閥及其連動線路功能是否異常。

(3) 檢視加藥泵。

(4) 潤滑各閥及加藥泵。

(5) 檢視各藥之儲液桶槽。

(6) 各儲液桶槽、加藥路線、閥門、加藥泵等予以防蝕、防銹處理。

(7) 檢視槽、泵、配管、閥等有無漏液情形。

(8) 檢查藥品注入泵、流量調整裝置之操作狀況。

6. 閥門之維護

(1) 所有閥門每月至少應在正常狀況下操作一次。

(2) 自動連續閥門應定期觀察。

- (3) 檢查各閥門是否有正確之操作。
- (4) 檢查分管或帽套是否漏水。
- (5) 檢查各平口接頭或其他管線連接是否漏水。
- (6) 檢查各洩水閘門、剪式閘門是否座落適當。
- (7) 檢查各墊圈及潤滑情形。
- (8) 觀察排氣閥之狀況是否正常。

7. 潤滑之維護

- (1) 儲油盒內潤滑油之高度應常觀察測試，不可添加過滿，使用時應有適當之操作溫度。
- (2) 潤滑油加添時間視廠家所提供之資料而定，在曝露環境中，其更換時間須縮短。
- (3) 使用合格之工業用油，並加添防銹及防氧化劑。
- (4) 使用蠟脂潤滑劑時，應確使其能流貫整個潤滑區，其潤滑時間較長，但不得大於半年或小於一個月。
- (5) 機械伸縮接頭用蠟脂潤滑劑時，須使用廠商指定之溶劑與適當之量，並於每次更換時，須先清除舊劑後再添加新劑。
- (6) 各種閥門之蠟脂潤滑劑之添加，均應參照各廠商之建議。

8. 墊圈之維護

- (1) 墊圈應有足夠的潤滑劑。
- (2) 檢查墊圈是否過度栓緊，以免使豎軸或套管痕裂。
- (3) 參照廠商之建議，配合各設備採用適當之墊圈。

9. 機械封套之維護

- (1) 應使用水或油來潤滑。
- (2) 應使用合格之工業用油，並加防銹、防氧化劑。

10. 一般結構物之維護

- (1) 管線須無任何淤積或堵塞。
- (2) 渠槽、濕井等須每年放水一次，以便檢視，原施塗防蝕塗料部份並宜再施塗一次。
- (3) 構物與機械之接點須栓緊，以免產生不均勻之磨損。

11. 建築物之維護

- (1) 天溝及其他雨水排水設備須定期清洗及油漆。

(2) 金屬及混凝土表面應塗予防蝕油漆。

(3) 生鏽金屬應先塗紅丹（鋅鉻合金）之底層。

(4) 維修工廠之地面應保持清潔，污水油漬應勤清掃。

(四) 道路

1. 路面是否保持良好清潔狀況，有無破洞或積水。

2. 隨時修補下陷、破損之路面。

3. 限制行駛於場區道路之車輛載重。

4. 定期路面檢修，視需要翻鋪瀝青或碎石。

(五) 排水溝渠之維護

1. 檢查排水溝渠是否因砂石、樹木等異物落入而堵塞。

2. 檢查排水溝渠外側有無滲漏。

3. 檢查排水溝渠有無因沖擊或施工而損壞。

4. 檢查排水溝渠混凝土部分有無龜裂。

5. 颱風季節加強安全及排水，防止沖刷。

6. 定期疏濬，避免淤塞。

(六) 污染防治設施之維護

1. 污水處理廠雜項之維護

(1) 檢視所有不常操作之閘門。

(2) 檢視及運轉移動式積水抽水機。

(3) 檢視及運轉手提式沉水抽水機。

(4) 檢視消防設備。

2. 廢氣集排管之維護

(1) 檢視廢氣集排管有無阻塞。

(2) 檢視集排管有無破損、傾圮。

(3) 疏通堵塞集排管。

(4) 修補破損之集排管。

5.2.2 廢水處理設施營運階段污染監測(以有機污染物為例)

一、監測設備之規劃^[7]

- (一) 選用總量管制法：偵測進出口(管)變化。
- (二) 選用土壤氣體監測法：測漏管抽氣比較測漏管背景（初測）與後續濃度差異。
- (三) 選用地下水監測法：比較地下水監測井中苯、甲苯、乙苯、二甲苯之背景（初測）濃度與後續濃度差異。
- (四) 選用槽間監測法：方法有三種，一為雙層槽設置自動偵測系統、二為二次阻隔層設置測漏管或地下水監測井、三為防漏襯布設置自動偵測系統。

二、監測方式

監測方式可分為巡查、自動檢查、監測系統(測爆器、PID 偵測器、FID 偵測器、陰極防蝕電位量測、緊密電位檢測、智慧型 PIG 檢測、CCTV)等，其中非破壞檢測有^[3]：

- API 651 Cathodic Protection of AST。
- API 652 Lining of AST。
- API 653 Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstructon。

(一) 偵測設備

1. 測爆器

利用自吸式泵浦，將氣體吸入測爆器中，與觸媒燃燒氧化，其溫度變化再經由惠斯頓電橋，轉換成電流成為濃度指數(爆炸下限濃度，LEL，%)。



圖 5-3 測爆器設備圖

2. 光離子偵測器(PID)

對環狀有機化合物反應較靈敏。藉由光離子偵測器之輔助，可研判土壤氣體是否含有環狀有機化合物成分。此外，因光離子偵測器不需氧氣助燃，因此可使用於氧氣濃度較低之待測氣體。



圖 5-4 光離子偵測器設備圖

3. 火焰離子偵測器(FID)

使用氫氣及氧氣燃燒產生火焰，激發碳氫化合物電離，火焰離子偵測器經由電極收集電子，偵測電流強度而量測濃度，可研判揮發性有機化合物之濃度。因為火焰離子偵測器係使用火焰燃燒激發碳氫化合物電離之原理量測揮發性有機化合物濃度，故一般而言，氧氣濃度需維持在 14% 以上。



圖 5-5 火焰離子偵測器設備圖

4. 陰極防蝕電位量測^[8]

陰極防蝕是目前針對存在土壤環境與水下環境結構物最有效的防蝕方式，應用電化學的方法使鋼鐵結構物維持在鈍態的特性來遏止結構物的腐蝕，其提供了結構物的防蝕長效性及可線上監控的便利性。適用的對象包含了長途輸油氣管線、地上地下式儲槽、碼頭、

混凝土鋼筋等。陰極保護系統可分為犧牲性陽極（參考圖 5-6）或外加電流方法（參考圖 5-7），設置規定可參考經濟部能委會之技術規範。

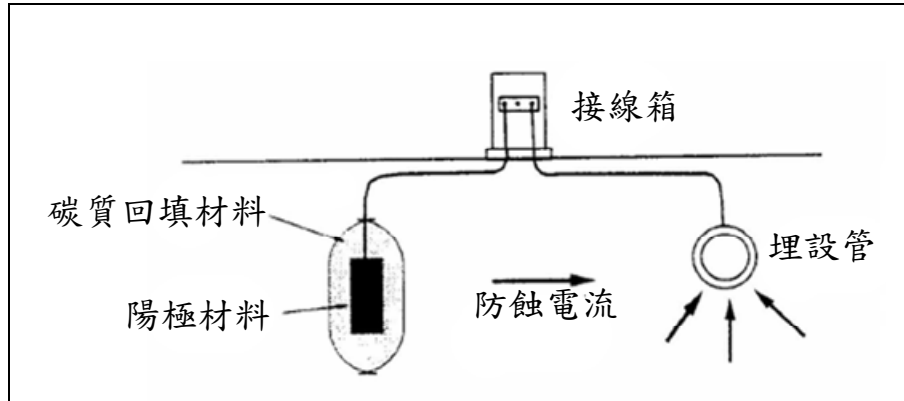


圖 5-6 陰極防護之犧牲陽極法^[9]

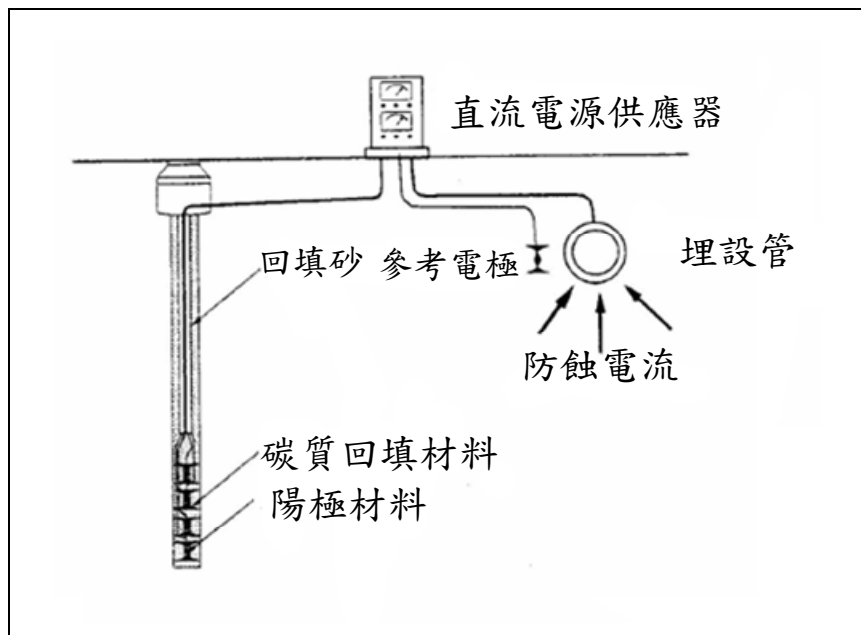


圖 5-7 陰極防護之外加電流法^[9]

5. 緊密電位檢測^[8]

通常長距離之地下管線每一公里會設置一個電位量測點，以監測地下管線陰極防護之效果，若欲得管線一公里內之陰極保護狀況，則需進行緊密電位檢測，即近距離且密集的對管線進行電位量測，如此可得知管線防蝕電位是否處理於安全值，亦可檢測出管線電位異常之處，此處極有可能已發生鏽蝕或滲漏，（參考圖 5-8）。

6. 污水下水道管道閉路電視（Closed-Circuit Television, CCTV）檢測^[8]

檢測方式是將 CCTV 放入管線中，將所行進過之路線以錄影的方式儲存下來，再經由專家判斷管線受損之情形。

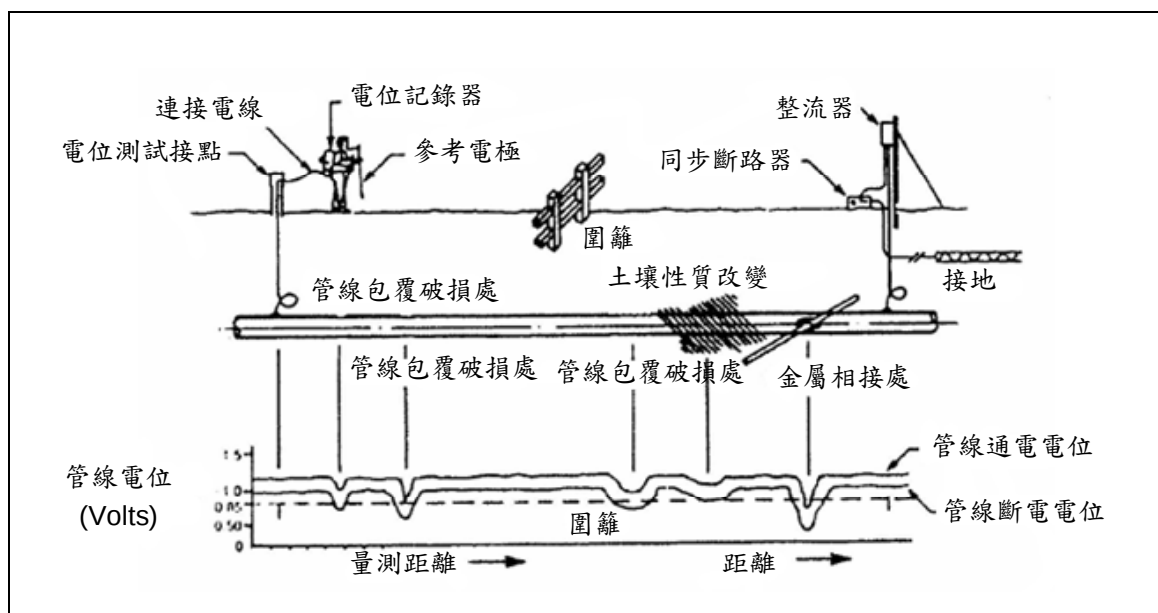


圖 5-8 緊密電位法原理示意圖^[10]

三、定期檢測^[3]

- (一) 外加電流陰極防蝕的電流源至少每 3 個月檢查一次，檢測的項目為電流輸出、電力消耗、電氣是否有不正常的信號。
- (二) 所有受到外加電流陰極防蝕設備需每年檢查一次，以避免在使用中受到破損，檢測項目有短路與否、接地程度、計量表正確與否、電路電阻是否升高等。
- (三) 絕緣設備、電氣連通器、絕緣效率，必須定期量測。

5.2.3 廢水處理設施營運階段洩漏預防管制相關作業

工廠常因廢液洩露或不當排放，導致逸散至空氣中，釀成災害影響員工安全，也造成環保問題。主要原因包括製程設備日常保養管理不當、廢液並未妥善貯存或進、出料控管不當造成溢漏等。因此管理上應該擬定相關管制作業與預防措施或緊急應變措施來降低洩漏發生、財產損失與維護人員安全。其相關作業與計畫有：

- 一、化學品置放、貯存及運作作業管制。
- 二、洩漏預防及處理作業辦法（可參考國家職業安全衛生管理系統檔案管理中心）。

- 三、有害事業廢棄物應變計畫。
- 四、化學品洩漏緊急應變計畫。
- 五、其他。

5.3 廢水處理設施停止操作後污染預防及注意事項

本節將就工廠關廠歇業相關法令要求彙整，提供事業單位瞭解相關法令規定避免違反法令規定。

5.3.1 相關環保法規規定^[3]

一、水污染防治法第 33 條

- 事業貯存經中央主管機關公告指定之物質時，應設置防止污染地下水體之設施及監測設備，並經直轄市、縣（市）主管機關備查後，始得申辦有關使用事宜。
- 前項監測設備應依主管機關規定之格式、內容、頻率、方式，監測、記錄及申報。
- 第一項防止污染地下水體之設施、監測設備之種類及設置之管理辦法，由中央主管機關定之。

二、「加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法」(95.7)

三、水污染防治法第 28 條第 2 項

「事業或污水下水道系統輸送或貯存設備疏漏致污染水體者應採取之緊急應變措施內容與執行方法」

- 操作異常、設施故障或意外事故之抑止或排除；必要時應即啟用備份裝置。
- 限制或縮小污染影響範圍，或採取減輕危害之措施。
- 減少或停止服務作業量。
- 清除洩漏污染物質。
- 劃設安全與管制區域，避免影響其他人員或事物。

四、「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」

- 事業廢棄物之貯存設施:由貯存設施產生之廢液、廢氣、惡臭等，應有收集或防止其污染地面水體、地下水體、空氣、土壤之設備或措施。(第 8 條第 2 款及第 10 條第 3 款)。
- 有害事業廢棄物之貯存設施。

五、土污法第 8 條及第 9 條之自主檢查與申報預防管理機制^[12]

土污法第 8 條及第 9 條中規定，中央主管機關指定公告之事業所使用之土地移轉時，讓與人應提供土壤污染檢測資料；於設立、停業或歇業前，應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜。透過此一規定之實施，凡於民國 94 年 1 月 1 日以後關廠之高污染性工廠或工業土地移轉，均可強制進行自主檢查，並對買賣雙方之土地品質資訊之公平揭露義務明定基本規範，可產生預防性管理之效果。

此外，環保署及轄區並製作各項宣導活動，呼籲企業界為了避免事業於歇業時進行土壤污染檢測，才發現土壤污染狀況嚴重，或利於環保主管機關平時對污染性工業之掌控，實有必要在工廠停歇業前，針對工廠正常的運作，實施土壤及地下水污染之自動檢查與污染預防管理機制，同時可減少工廠於歇業時，必需負責處理土壤或地下水污染之負擔或降低其逃避責任之動機。

工廠自主性之預防管理與問題診斷，基本上採用污染來源與污染途徑分別進行分析。其中污染來源是分析工廠的運作生產資訊，可能使用的因數包括原物料的使用、種類、運作年限、儲槽使用、管線使用、廢水產生、廢棄物產生、工安紀錄、環保事故、工廠面積、場址回填等資料，以分析出運作行為可能造成土壤或地下水污染之關連性。亦可以應用近似的流程來分析污染來源至污染途徑之關連，並透過現場觀察或環境監測，如土壤有油漬、明顯色澤差異、不明隆起、植被生長有異狀、附近地下水抽出外觀或水質異常等，包括土壤、地下水、空氣與地表水等途徑進行問題診斷，透過廠內環保專責人員之適當訓練或外聘專家協助診斷，而達預防土壤及地下水污染之目的。

六、工廠關廠與環境清理責任連結之橫向法令連結與強化

計畫之實施經驗顯示，因關廠措施不當導致原料、成品或半成品、廢水及廢棄物因設備拆卸、廠房拆除整地四處散播而導致污染之比例甚高，故而應強化管制工廠關廠之環境清理責任，持續推動修正工廠管理輔導法將工廠停歇業僅視為生產經濟活動結束之見解，而應與「環境清理責任」進行連結，並因此發展出停歇業應具有適當之環境稽核制度設計，甚或要求建立設廠之保證金制度、工業互助基金、保險等，以明確規範因破產或債務關係而關廠時仍有足夠資金妥善完成污染清理。

5.3.2 工廠結束營業應注意事項

處理廠關閉停用後之運轉計畫，乃為減低事業廢棄物之滲透液或廢棄物分解後之副產品等，於處理廠關閉後，逸散排放至地下水、地表及空氣中而設計。有關設備之淨化步驟，或其處置方法，事業廢棄物或事業廢棄物之殘留物之處理移除辦法，及最後停止使用等有關問題均應於此計畫書敘述之，其相關內容如下：

一、處理廠關閉計畫

處理廠關閉計畫需遵照環保署規定，配合事業廢棄物管理及處理設施之停止使用。其中有關人員、設施及場地之停止使用計畫如下：

(一) 人員

執行計畫之人員其條件與職責如下：

1. 處理廠關閉協調者

關廠協調者依核准之處理廠關閉計畫協調並確定所有之關廠工作按時進行。關廠協調者將進行監測關廠措施中各項設備之操作及關閉作業。對於關廠計畫中之任何變更，亦經由關廠協調者補充更新之。故關廠協調者為主管單位與事業機關間之協調者，其職責為關廠措施之查核與評定。

此關廠協調者需具有充分之技術訓練與經驗以便了解事業廢棄物處理措施之管理操作。故應由廠長或技術經驗人員擔任關廠協調者職務。

2. 關廠工程人員

關廠工程人員乃為協調關廠措施之管理及提供法規要求之證明。關廠工程人員必須為具有廢棄物處理技術執照之技術工程人員，了解設施之操作與設計及整個關廠計畫。於關廠措施執行前，關廠工程人員須複審關廠計畫。於關廠計畫執行日起至完全結束期間，其需監督經核准之關廠計畫中各項措施之技術問題，且保證關廠計畫依經核准之計畫完成之。

(二) 關廠計畫概述

關廠計畫分為二個主要步驟；即關廠前之措施及關廠措施：

1. 關廠前之措施

(1) 廢棄物貯存量清點

於關廠前，應先清點各類廢棄物貯存於各設施內之量，以便

於關廠時，得以依規定完成處理及去污步驟。依各設施中之代表性廢棄物樣品，決定去污程序及方法。

(2) 去污淨化步驟

對於各區或槽體設施之去污，基本上為移去並處理所含之廢棄物，殘留物的移除及安定化，和移除明顯被污染的泥土及襯裡物。

(3) 建立關廠執执行程序表，建議建立可提供所有有設施去污之進度表，以便順利進行停止使用措施。

2. 關廠措施

關廠措施於關廠協調者及工程人員監督下進行之，其執行標準依環保署之規定，至於去污淨化工作，主要為了降低或減少未來關廠後維護之需要。

(三) 關廠停用後之維護計畫

此關廠停用後之維護計畫遵照環保署規定辦理，主要在於處理設施關閉停止使用後，提供有關之維護及監測措施。

二、經費來源

為了執行處理廠關閉及關閉停用後之維護計畫所須之經費，建議可逐年提撥經費存於專戶以做為「處理廠關閉停用後運轉計畫」所需經費之財務來源。

參考文獻

1. 土壤及地下水整治網，取自 <http://sgw.epa.gov.tw/public/0504.asp>
2. 行政院環境保護署，有毒物質風險評估模式之驗證（二）專案研究計畫，EPA-92-U1E1-02-101，2003。
3. 陳呈芳，土壤及地下水污染預防、監測及案例介紹，中興工程顧問股份有限公司，2006。
4. 洪明瑞等，漫談建物防水施工之觀念與技術，中興工程季刊第 79 期，P.91～115，2003。
5. 林口北區污水處理廠案邀標書相關規範資料，2008。
6. 行政院環保署，垃圾處理場操作、維護、管理執行要領(二)，2007，取自 <http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=331&path=8581&guid=fbb89fd9-fb9c-416d-a975-33a06d1f0a00&lang=zh-tw>
7. 行政院環境保護署，新設加油站防止污染地下水體設施暨監測設備審查規範及監測紀錄表填寫說明，（88）環署水字第 0062931 號函修正中之「加油站設置防止污染地下水體設施暨監測設備完工報告書(第二階段審查)」1997。
8. 陳台譯、陳偉堯，瓦斯地下管線檢測方法，瓦斯季刊(Fuel Gas Quarterly)，第 65 期，第 23-31 頁，2003。
9. 曾銘棟、胡文正「陰極防蝕技術之應用」工程，第 75 卷第 3 期，第 64-73 頁，2002。
10. 羅俊雄、翁榮洲、李嘉華、蔡茂雄，二橋油庫至大林電廠地下重油管腐蝕情況調查及陰極防蝕規劃研究，台電工程月刊，第 632 期，第 114-123 頁，2001。
11. 邱德俊，地下管線陰極防蝕工程應用與檢測，石油季刊，42 卷 4 期，2006。
12. 行政院環保署，廢棄工廠土壤及地下水污染潛勢調查計畫，EPA-96-GA12-02-A187，2009。

第六章 廢棄物貯存設施污染預防

6.1 廢棄物貯存設施設計施工階段污染預防

廢棄物貯存設施之污染外洩常是日積月累，不可不慎，由於廢棄物之性質及數量因行業製程不同而差異甚大，對工廠而言，若於設廠規劃時，對廢棄物之數量、性質等資料沒有進行詳細調查與掌握，除了將提高處理設施之操作成本，直接影響到處理廠之正常營運外，甚至會造成後續之土壤及地下水污染發生的可能性。故為防止後續營運操作時污染外洩造成土壤或地下水之污染，故於設計施工階段時就應考量可能之污染行為，亦需規劃防止污染外洩之廢棄物貯存設施，並妥善施工，使污染發生之可能降到最低，以下將就設廢棄物貯存設施污染預防之法定原則及預防管理原則進行說明。

6.1.1 廢棄物貯存設施污染預防之法定原則

根據「廢棄物清理法」第 36 條規定指出「事業廢棄物之貯存、清除或處理方法及設施，應符合中央主管機關之規定」^[1]，前項之規定已由環保署於民國 95 年 12 月修正之「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」^[2]訂定之。

施工階段之廢棄物處理設施之污染常因貯存設施所造成，於廢棄物貯存之相關法規。亦由「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第 5 條至第 11 條中明文訂定，詳細內容詳如表 6-1 所示，該表之法規內容可知廢棄物處理污染預防設施規定，主要是依照廢棄物特性之不同及相容性等性質，來進行廢棄物處理設施之鋪面材質之選用。及針對廢棄物之防止洩漏工程之設計及相關措施。其他相關規定則強調廢棄物監測、緊急應變、相關標示及處理等。

表 6-1 「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」中貯存之相關法規規定^[2]

法條	內容
第五條	有害事業廢棄物應與一般事業廢棄物分開貯存
第六條	一般事業廢棄物之貯存方法
	一、應依事業廢棄物主要成分特性分類貯存。 二、貯存地點、容器、設施應保持清潔完整，不得有廢棄物飛揚、逸散、滲出、污染地面或散發惡臭情事。 三、貯存容器、設施應與所存放之廢棄物具有相容性，不具相容性之廢棄物應分別貯存。 四、貯存地點、容器及設施，應於明顯處以中文標示廢棄物名稱。
第七條	有害事業廢棄物之貯存方法(除生物醫療廢棄物之廢尖銳器具及感染性廢棄物外)
	一、應依有害事業廢棄物認定方式或危害特性分類貯存。 二、應以固定包裝材料或容器密封盛裝，置於貯存設施內，分類編號，並標示產生廢棄物之事業名稱、貯存日期、數量、成分及區別有害事業廢棄物特性之標誌。 三、貯存容器或設施應與有害事業廢棄物具有相容性，必要時應使用內襯材料或其他保護措施，以減低腐蝕、剝蝕等影響。 四、貯存容器或包裝材料應保持良好情況，其有嚴重生鏽、損壞或洩漏之虞，應即更換。
第十條	一般事業廢棄物應依其主要成分特性設置貯存設施(除經中央主管機關公告者外)
	一、應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設備或措施 二、由貯存設施產生之廢液、廢氣、惡臭等，應有收集或防止其污染地面水體、地下水體、空氣、土壤之設備或措施。 事業產生與各中央目的事業主管機關所公告之事業廢棄物再利用種類相同，且其事業廢棄物再利用管理方式有特別規定者，依其管理方式之規定，不受前項規定之限制。
第十一條	有害事業廢棄物之貯存設施(除生物醫療廢棄物之廢尖銳器具及感染性廢棄物外)
	一、應設置專門貯存場所，其地面應堅固，<u>四周採用抗蝕及不透水材料襯墊或構築</u>。 二、應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設備或措施 三、由貯存設施產生之廢液、廢氣、惡臭等，應有收集或防止其污染地面水體、地下水體、空氣、土壤之設備或措施。 四、應於明顯處，設置白底、紅字、黑框之警告標示，並有災害防止設備 五、設於地下之貯存容器，應有<u>液位檢查、防漏措施及偵漏系統</u>。 六、應配置所須之<u>警報設備、滅火、照明設備或緊急沖淋安全設備</u>。 七、屬有害事業廢棄物認定標準所認定之易燃性事業廢棄物、反應性事業廢棄物及毒性化學物質廢棄物，應依其危害特性種類配置所須之監測設備。其監測設備得準用毒性化學物質管理法、勞工安全衛生法之監測設備規範。

6.1.2 預防管理原則

工廠內達成土壤及地下水污染預防目標最簡單且有效的作法，為建立明確的污染預防措施，其中在廢棄物貯存設施設計施工階段污染之預防方面，可朝物料管理、有害事業廢棄物貯存、儲槽管線定期維護與檢測與預防儲槽管線洩漏管理措施等方向著手，分述如下：

一、物料管理

工廠本身所使用的原物料種類極多，且多數化學品之原物料本身即具毒性或危害性，所以有效管理化學品之原物料，是降低環境污染的關鍵之一。以下針對廠區內之原物料管理面及工廠作業面之管理，提供管理要點以供參考：

(一) 廠區內之原物料管理

1. 廠區內化學品的存放，應有特定的場所或貯放方式，室外避免放置化學原料、廢棄物、空桶及閒置設備。
2. 化學品包裝應完整，且應有適當的標示(品名、保管人、危害性等)，並備妥相關之物質安全資料表(MSDS)資料文件。
3. 人行通路不得置放化學物質，尤其是具危害性化學物質、危害性氣體及易燃易爆物質等。
4. 開封過的原料應加蓋或袋口捆束，防止粉塵、原料逸散或揮發等。
5. 化學品貯存應注意相容性問題，不相容物質不可放在一起，以避免發生爆炸、火災等意外事故；易燃物質應遠離火源。
6. 除正常情況外，應考慮在異常狀況發生時，原物料有傾倒、破裂、撞擊、震動等之可能性，以及發生該等情事時對環境可能的影響。

(二) 工廠作業面之管理

1. 工作場所應力求整潔，地面上不可有散落的原物料、油污及廢棄物。
2. 工作場所內，原物料、廢棄物及中間產品應區隔放置，並進行妥善標示。
3. 工作場所內各類設備或裝置應能適當的維護，以防止異常操作，並避免不正常的廢氣、廢機油或其他污染情事發生。

二、有害事業廢棄物貯存

在廢棄物貯存方面，有害事業廢棄物與一般事業廢棄物必須分開貯存，且所有的貯存設備都要有明顯的中文標示，貯存的容器與廢棄物必須相容，以防發生容器破裂或廢棄物溢出的情形。貯存設施必須考慮如

何防止地表水的入滲。如果貯存設施不可避免會有廢水、廢氣、惡臭等污染的產生，必須妥善的收集並處理以防止對於環境的污染發生。且有害事業廢棄物應注意該項廢棄物貯存期限以 2 年為限，如果貯存時間會超過時限必須取得地方主管機關同意。廢棄物的分類與貯存方式應該要依照其特性資源回收與清理的方法與來決定貯存的容器，並考量廢棄物的相容性。在內襯的材質選擇上，必須依照廢棄物的性質使用合適之容器或儲槽之材質。如果為大型儲槽，還必須考慮周圍環境與受撞擊、地震等外力時會造成之傷害，來決定儲槽之設計與材料。防止廢液之洩漏也是十分重要之課題，大型的儲槽應該設有液位量測、液位計與防止洩漏等裝置，以便能即時察覺異常或於意外發生時切斷廢液繼續流入。

為了預防儲槽發生洩漏時所造成的環境污染，一般都會於儲槽外加設洩漏液收集設施及超過總容量 10% 以上的暫存系統，且必須定期量測儲槽之壁厚，以防止洩漏之發生。

三、儲槽管線定期維護與檢測

工廠應訂定管理規則、規定及要點，由現場單位執行定期維護與檢測廠內所有儲槽管線。

(一) 儲槽

1. 定期檢查槽體是否有洩、滲漏之情形；發現洩漏、腐蝕或功能降低時，應考量修護，必要時更換儲槽。
2. 檢查槽體基座、連接處、被覆或塗層、防溢堤壁體與管線系統定期維護相關零件、閥門與設備，避免失去功能。
3. 暴雨、地震或大量洩漏時(後)，檢查露天儲槽擋油堤或防溢堤沖刷與溢流的情形。
4. 監測：定期巡查、自動檢查、監測系統，如漏油偵測器、閉路電視監視系統(CCTV)...等。
5. 定期進行非破壞檢測如陰極防蝕接點檢查、試壓等。

(二) 管線

1. 地面管線

- (1) 避免機械性損壞，地面管線應有適當的支撐與標示。
- (2) 為降低破裂所造成洩漏之影響，可裝置低壓偵測器(Low-pressure Sensor)與安全停機閥門(Safety Shut-Down Valve)。

2. 地下管線

(1) 任一段管線可目視時，應檢視其外觀是否有損壞之情形，如有鏽蝕時，應進行檢測或進行矯正。

(2) 管線新建、修改、重遷或更換時，應進行檢查、測漏與試壓。

3. 腐蝕預防(含內部及外部)

陰極防蝕電位量測、緊密電位檢測、智慧型 PIG 檢測、管線更新與記錄保存。

4. 巡查

(1) 注意管線週邊地形、地物之變化。

(2) 廠內施工時，應確認管線位置是否在施工範圍內並告知施工單位。

四、洩漏預防

在洩漏預防方面，工廠應檢視製程槽體與管線之配置情形，擬定可採行的預防方法。以電鍍業為例，常見的電鍍工廠洩漏的地方包括電鍍槽體、過濾機等附屬設備、廢水收集管線與處理系統、藥液貯存桶等 4 大類。

6.2 廢棄物貯存設施營運階段污染預防

6.2.1 廢棄物清除管理原則

依據環境基本法第 6 條規定，事業單位進行活動時，應自規劃階段納入環境保護理念，預防及減少污染、節約資源，回收再利用，以達永續發展之目的^[3]。事業於擴展時即需規劃適當之管理制度、清潔生產及回收再利用之措施，以促使事業能永續發展，並於污染防治計畫書中詳述相關內容。國內多年來對廢棄物之管理工作上主要以廢棄物減量化、資源化、安定化及無害化為理念。廢棄物清除處理設施的作業管制上，科技更扮演著把關的重要角色，如下圖 6-1 所示，在一個廢棄物處理設施接收事業廢棄物的管制流程上，透過各種深入程度不同的分析技術，可以掌握處理廠收受廢棄物之條件以及儲存與處理作業的規範，充分應用這些技術資訊則可以達到有效管制及防止二次污染的目的。

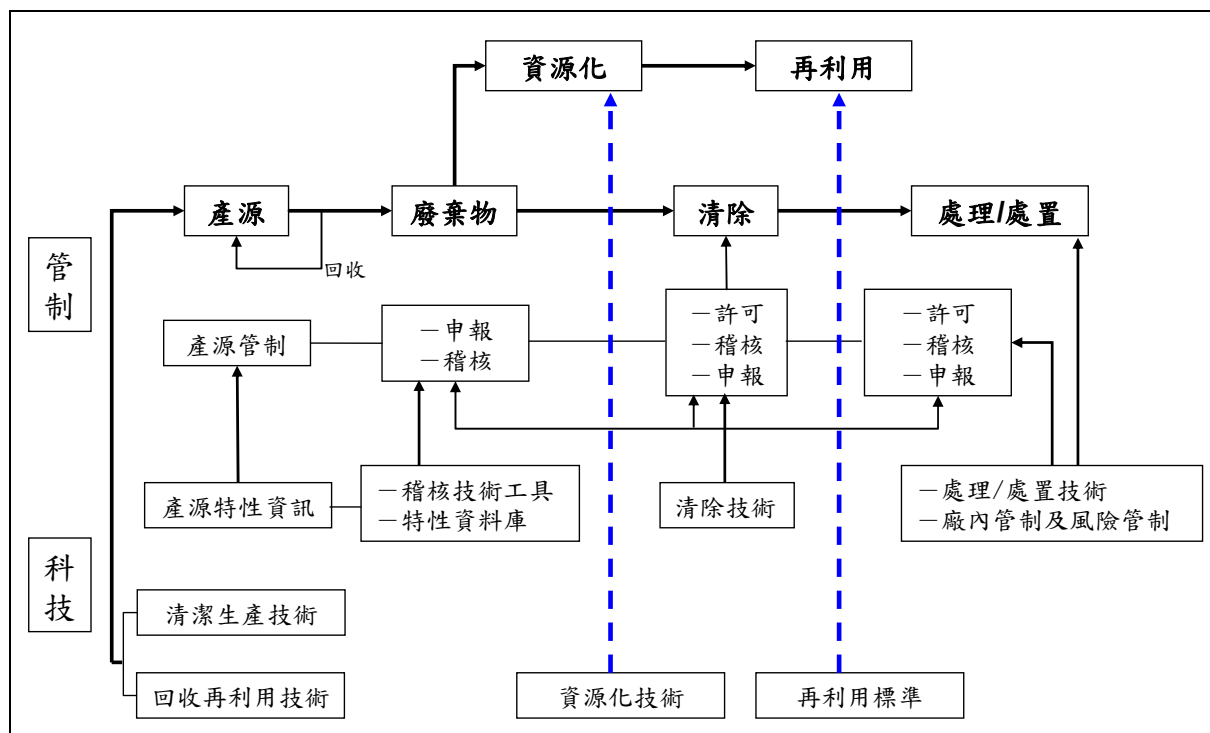


圖 6-1 廢棄物清理管制與科技應用關係^[4]

解決廢棄物污染之技術根源在於推動清潔生產機制。加強推動廢棄物產生源之清潔生產技術的研發與落實，將有效協助企業界自源頭解決其污染問題，更可以減低所有廢棄物清理過程的環境負荷與環境風險。因此廢棄物處理設施之操作管理應著重清潔生產技術，以預防污染物危害環境。

6.2.2 廢棄物貯存設施之維護檢查

有害事業廢棄物種類包括毒性有害事業廢棄物、溶出毒性事業廢棄物、戴奧辛有害事業廢棄物、多氯聯苯有害事業廢棄物、腐蝕性事業廢棄物、易燃性事業廢棄物、反應性事業廢棄物與石棉及其製品廢棄物等八類，若不當貯存，常造成土壤及地下水之污染問題，不可不慎，常見有害事業廢棄物貯存方法，包括：污泥塘、污物坑、鼓桶、固定槽及活動式槽等，貯存方式之適用對象，如下所述：^[3]

- 一、污泥塘(Lagoon)：適用於非揮發性、無臭、可用幫浦抽動之有害事業廢棄物，其底部必須鋪設不透水布層。
- 二、污物坑(Pit)：適合於任何物理型態，其底部必須鋪設不透水層。
- 三、鼓桶(Drum)：普遍用於各種物理型態(液體、稀泥、固體)之有害事業廢棄物，其最大好處為可直接將其置於其中然後封閉，或先送至處理

設施經中間處理後，再行最終處置。

四、固定槽(Stationary Tank)：指固定於有害事業廢棄物產生處，不能移動者。固定槽內壁必須有具防蝕之襯裡；或者採用具防蝕之結構材料，一般多用於自由流動或以幫浦可抽動之廢棄物為主。

五、活動式槽(Moving Tank)和活動性箱(容器)(Mobile Container)。前者適用於液體廢棄物，而後者適用於固體廢棄物。

六、其他：如盒子、紙板盒、容器等。

上述貯存設施如需採用之防漏襯布或不透水層，可參考事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準中人造不透水材料，其種類如表 6-2 所示。各貯存設施之維護檢查規定可參考有害事業廢棄物貯存方法及設施標準，詳 6.1.1 節廢棄物處理設施污染預防之法定原則所述。^[5]

表 6-2 人造不透水材料種類^[5]

熱塑性物質	聚氯乙烯(PVC)
結晶狀之熱塑性物質	高密度聚乙烯(HDPE) 線型低密度聚乙烯(LLDPE)
具熱塑性之彈力物質	氯化聚乙烯(CPE) 氯化硫酸聚乙烯(CSPE)
強力物質	合成橡膠 乙烯丙烯丁烯單體(EPDM)

6.2.3 廢棄物貯存設施之監測方式

廢棄物之任意傾倒和不當之掩埋，導致廢棄物中有毒物質溶解污染土壤，常造成土壤及地下水之污染問題，在事業廢棄物中，污染危害最嚴重之一為鋼鐵業之酸洗廢液^[6]，為掌握廢棄物處理過程中污染外洩之情事發生，在廢棄物處理過程中需設監測設備，使土壤及地下水污染發生之可能性降到最低，「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第 11 條中規定「屬有害事業廢棄物認定標準所認定之易燃性事業廢棄物、反應性事業廢棄物及毒性化學物質廢棄物，應依其危害特性種類配置所須之監測設備。其監測設備得準用毒性化學物質管理法、勞工安全衛生法之監測設備規

範。」勞工安全衛生法之規定較偏重於人員之健康管理，因此本節將介紹毒性化學物質管理法中關於監測之規定。

毒性化學物質管理法第 19 條第 1 類至第 3 類毒性化學物質之運作過程中，應維持其防止排放或洩漏設施之正常操作，並備有應變器材。前項應變器材及偵測與警報設備之設置、構造、操作、檢查、維護、保養、校正、記錄、紀錄保存及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。^[6]

其監測方式之可參考「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」，本節彙整相關規定如表 6-3 所示。

表 6-3 「毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法」中監測之
相關法規規定^[7]

法條	內容
第 四 條	製造、使用、貯存第一類至第三類毒性化學物質有下列情形者，運作人應於運作場所適當地點設置偵測及警報設備： 一、常溫常壓下為氣態，或常溫常壓下為液態，運作時為氣態；其任一場所單一物質任一時刻運作總量達大量運作基準者。 二、常溫常壓下及運作時皆為液態，其任一場所單一物質年運作總量達三百公噸以上，或任一時刻達十公噸以上者。但在攝氏25℃時該毒性化學物質蒸氣壓小於0.5毫米汞柱（mmHg）者，不在此限。 前項偵測及警報設備，指利用儀器連續偵測、記錄環境中毒性化學物質濃度，當濃度超過設定值時，可發出警報訊號之設備。
第 五 條	前三條之運作人應於運作前，將應變器材、偵測及警報設備之設置及操作計畫，送請運作場所所在地之直轄市、縣（市）主管機關備查後，始得申請毒性化學物質相關許可證、登記文件。 前項設置及操作計畫，應包括應變器材、偵測及警報設備之數量、設置圖、警報設定值、檢查、測試、維護、保養及校正等。 前項數量、設置圖或警報設定值有變更者，應自變更完成之日起三十日內重新報請備查。
第 六 條	偵測及警報設備應具備下列構造及功能： 一、備用電源。 二、在偵測周圍濃度達警報設定值時，應能於一分鐘內自動發出警報燈示及聲響。 三、能發出持續明亮或閃爍之燈示及聲響。 四、具有二個以上偵測端者，應能辨別發出信號之地點，且不相干擾。 五、發出警報後，偵測設備應能隨環境中氣體濃度之變化連續顯示信號。
第 八 條	偵測及警報設備之警報設定值，應依各運作場所適當地點之環境條件設定，其設定值不得大於勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準之10倍；無勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準者，設定值在攝氏25℃一大氣壓條件下，不得大於每立方公尺250毫克（mg/m³）。
第十一條	應變器材、偵測及警報設備應保持功能正常，且應每月實施檢查、維護及保養各一次。 警報設備應每月實施功能測試一次；偵測設備應每年測試及校正一次。 前兩項結果應作成紀錄，保存一年備查。
第十四條	本辦法施行前已運作毒性化學物質且符合第二條至第四條之規定者，應於本辦法發布之日起半年內，依第五條規定將應變器材、偵測及警報設備之設置及操作計畫送請運作場所所在地之直轄市、縣（市）主管機關備查。

6.3 廢棄物貯存設施停歇業污染預防

6.3.1 廢棄物貯存設施貯存物之移除及處理

依廢棄物清理法第31條第1項第1款暨環保署民國96年8月21日

公告規定，應否檢具事業廢棄物清理計畫書之事業，可由自我判定表判定，如為應檢具事業廢棄物清理計畫書之事業，事業廢棄物清理計畫書中規定應說明以下項目，以確保遷廠停歇業宣告破產時之廢棄物清理計畫。

一、停業或遷廠時，尚未清理完竣之事業廢棄物數量的估算。

二、對於尚未清理完竣之事業廢棄物，所擬採取之清理計畫。

三、清理或處理上述廢棄物所需時間之估算。

除廢棄物貯存物外，廢棄物貯存設施亦為污染物高濃度區域，因此當工廠廢棄或停歇業後，須妥善處理廢棄物處理設施之貯存物，工廠高污染區或廢棄物處理設施種類如表 6-4 所示，由此可知高污染區或廢棄物處理設施種類主要為製程區、儲槽區、管線區、廠區空地、廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區及原料或產品堆置區。

表 6-4 工廠高污染區或廢棄物處理設施種類^[8]

工廠業別	高污染區或廢棄物處理設施種類	主要污染物
基本化學工業	製程區；儲槽區；管線區；廠區空地；廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區；原料或產品堆置區	VOC、SVOC、TPH、砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅等
石油化工原料製造業	製程區；儲槽區；管線區；物料堆置區	VOC、SVOC、TPH、砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅等
合成樹脂及塑膠製造業	製程區；儲槽區；管線區；物料貯存或堆置區	鎘、汞、鉻、鉛、鎳、鋅、銅、砷、SVOC、VOC、TPH 等
塗料、染料及顏料製造業	製程區；儲槽區；管線區；原料或產品堆置區；廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區	鎘、汞、鉻、鉛、鎳、鋅、銅、砷、SVOC、VOC、TPH 等
農藥及環境衛生用藥製造業	製程區；廠區空地；廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區；原料或產品堆置區	VOC、SVOC、農藥、砷等
石油煉製業	製程區；廠區空地；廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區；原料或產品堆置區	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC、TPH 等
金屬基本工業	製程區；廠區空地；廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區；原料或產品堆置區；	VOC、TPH、鉛、鋅、TPH 等
金屬表面處理業	製程區；廠區空地；廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區	鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、VOC 等
電腦、通信及視聽電子產品製造業；電子零組件製造業；電力機械器材及設備製造修配業	製程區；廠區空地；廢棄物堆置區、掩埋區或棄置區；原料或產品堆置區	砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛、鋅、VOC、SVOC 等

從民國 94 年起環保署依土污法規定，公告各類工廠應確實防範土壤與地下水污染，並依法規行事，相關工廠停歇業後之相關法規作業程序，請參考第 3.1.1 節。

6.3.2 工廠停歇業應符合之法規作業程序

環保署依土污法^[9]規定，公告 17 種行業、近 6,000 家面積在 100 平方公尺以上工廠，在歇業、新設前，都要自行採樣土壤檢測，並報主管機關備查。環保署自民國 93 年起陸續針對廢棄工廠與土污法第 9 條指定公告事業進行用地調查，結果發現除指定公告事業用地土壤檢測值有超過法規標準之情形外，部分非屬指定公告之事業類型，包括化學肥料工廠、木材防腐工廠、金屬鑄造工廠等，其用地亦具高污染潛勢，污染類型涵蓋重金屬與有機物之污染，因此於民國 99 年 1 月 1 日擴大公告範圍。未來亦有可能持續擴大公告範圍。

各類工廠應確實防範土壤與地下水污染，並依法規行事，主要依民國 99 年 1 月 1 日修正公告實施之土污法第 8 條第 1 項及第 9 條之指定公告事業別，其中規定事業應於停業、歇業前完成採樣作業，並規定土壤污染檢測之採樣作業之完成，應於報請所在地主管機關備查前六個月內為之，但經所在地主管機關同意者不在此限。目前公告行業及各事業檢測之污染物項目請參考附錄三及附錄四。另依據民國 90 年 10 月 17 日公告之土壤及地下水污染整治法施行細則所定之土壤污染檢測資料，應包括下列項目：^[8]

- 一、事業基本資料：事業名稱及負責人、統一編號、地址、地政編號、土地使用類別、廠區配置圖、土地使用人、管理人或所有人及聯絡方式等。
- 二、事業運作情形：生產製程、使用原料、產品、污染來源、污染物種類與成分、處理情形及相關污染防治措施。
- 三、檢測及分析結果：檢測項目、採樣檢測方法、檢測數量及品保品管等。
- 四、檢測機構：機構名稱、地址及許可文件影本。
- 五、其他經主管機關指定之資料。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，廢棄物清理法，2006。
2. 行政院環境保護署，事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準，2006。
3. 中華民國總統府，環境基本法，2002。
4. 楊致行，廢棄物處理及資源化之管理與技術，第六次全國科學技術會議大會提案，2007。
5. 行政院環保署，地下儲槽系統防止污染地下水體設施及監測設備設置申請與相關表單填寫說明，2006。
6. 林駿，環境規劃與管理(下)，鼎茂圖書出版股份有限公司，2004。
7. 行政院環保署，毒性化學物質應變器材及偵測與警報設備管理辦法，2007。
8. 張嘉芳、楊鎧行、孫冬京、陳慎德，廢棄工廠土壤及地下水污染預防管理，2006。
9. 行政院環保署，土壤及地下水污染整治法，2007。

第七章 工廠土壤及地下水污染潛勢評量

工業局為協助產業界朝永續經營之策略目標邁進，進一步以清潔生產為主軸，支持新興產業發展、強化重點產業發展與技術及資源循環再利用為科技之發展策略，協助產業與國際接軌、發展清潔生產等實質作為，以建構產業永續發展環境，爰於民國 98 年推動「產業製程清潔生產與綠色技術提升計畫」^[1]，藉由該計畫各項輔導、宣導與推廣方式，將「清潔生產」理念與技術推廣至產業界，以導入「綠色設計」、「污染預防技術」、「污染控制技術」及「污染管理系統」方式，協助產業界於既有製程生產、產品及服務過程中，有效預防污染的發生，及妥善處理其產生之廢棄物，以減輕對環境之衝擊。

為有效預防污染發生，該計畫設計包含廢水及廢棄物領域之「工廠自我環保體質檢查表」，提供產業自我檢核環保體質及診斷分析之工具，主要以「共通性環保法規」及「常見操作異常問題」訂定。藉由污染預防、製程清潔生產及環保技術觀念的導入，協助產業建立自主環境管理能力及檢視自身污染防治概況，以降低環保風險並提升產業綠色生產力，加強廢水及廢棄物處理設施自我診斷及預防管理。

為協助工廠進行土壤及地下水污染潛勢評量，本章針對廢水處理設施污染潛勢評量、廢棄物處理設施污染潛勢評量及土壤及地下水污染潛勢評量等三大部份進行相關資料彙整及探討。透過工廠土壤及地下水污染潛勢評量，事業可較清楚掌握廠內土水污染潛勢，並應進一步評估土壤或地下水污染之程度，使事業瞭解廠內污染潛勢區域，做好廠內污染評量及事前污染預防。

7.1 廢水處理設施污染潛勢評量

廢水處理設施之環保體質檢查表包含「法規面」、「操作面」、「管理面」及「清潔生產面」等 4 大部分之診斷問題(詳表 7-1)，及其「體檢評分表」(詳表 7-2)。法規面以水污染防治措施計畫、許可文件及定檢申報、廢(污)水收集、處理及排放、相關設施及緊急應變措施歸類檢核，操作面則以廢水之收集、初級處理、二級處理、高級處理及污泥處理方面進行相關檢核。並考量廢水處理設施相關維護及周邊設施等對土水污染有較直接影響之項目，故增加主要設備定期維護保養及週邊設施之操作保養等兩類評分項目。管理面則以經營者之環保意識、操作管理及友善環境潛能進行評量。清潔生產面主要為瞭解工廠導入清潔生產之作為方向為原物料替代、節省能資源及製程改善方面進行說明。惟因清潔生產係屬廠商自主推動之改善工作，並無強制約束力，故不予計分。評分結果及級距說明詳表 7-3 所示。

表 7-1 環保體質檢查表-廢水領域

1.法規面檢核

編號	類別	檢 核 內 容	現況勾選			備 註
			是	否	不適用	
1.1	水污染防治措施計畫、許可文件及定檢申報	工廠是否已檢具水污染防治措施計畫及相關文件經審查核准。				
1.2		工廠是否已取得廢(污)水排放許可證，並依規定按時申請展延有效期限。				
1.3		廢(污)水處理操作是否符合水污染防治措施計畫之內容。				
1.4		是否依法設置廢(污)水處理專責單位或足額之全職專責人員。				
1.5		是否依法定期辦理檢測申報，並留存各項申報紀錄及文件。				
1.6		廢(污)水處理設施之用電量、藥品用量及污泥清運量等，是否依法留存相關紀錄及單據。				
1.7		是否依法定期委外檢測原廢水與放流水之水質及水量量測。				
1.8	廢(污)水收集、處理及排放	工廠排放廢(污)水是否符合放流水標準。 [工業區內納管工廠，應符合污水下水道納管排放標準]				
1.9		廢(污)水處理所產生之污泥是否依廢棄物清理法相關規定妥善貯存、處理及清除。				
1.10		工廠所產生之廢(污)水是否獨立收集處理，未與雨水混合；或於工程上難以達成者，是否提出證明經主管機關同意合流收集。				
1.11		是否已封閉、拆除未經許可之排放或稀釋用管線與設施。				
1.12		是否定期清理放流水管線底部、進入水體處及其周圍環境之沉積污泥。				
1.13		廢(污)水如發生溢流至作業環境時，是否予以收集處理。				
1.14		各級沉澱池池內所累積之污泥高度，是否低於進流端與出流端中心距離處水深的二分之一。				
1.15		廢水處理設施及管線是否清楚標示其名稱與管線內流體名稱及流向。				

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
1.16	處理、計量及相關設施	廢(污)水處理設施是否定期保養、適時維修，並留存紀錄。				
1.17		廢水處理設施是否設有獨立專用電表及鉛封，並標明進出電路來源及去處。				
1.18		是否設有廢(污)水專用累計型水量計測設施，並定期校正與維護。				
1.19		屬工業區內之納管工廠是否設置前處理設施或貯留設施及獨立專用累計型水量計測設施。				
1.20		是否依規定樣式設置放流口告示牌。				
1.21	緊急應變措施	是否具備足夠之功能、設備及容量，能處理緊急異常或暴雨突增之水量負荷。				
1.22		工廠之輸送或貯存設備如發生疏漏情形時，是否可立即採取緊急應變措施。				
1.23		廢水處理設施是否設有備用裝置及備品零件。				

2.操作面檢核

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
2.1	收廢集水	製程廢水是否依其特性及濃度不同分類收集、處理。				
2.2		污泥脫水或乾燥之濾液是否收集處理。				
2.3	初級處理	攔污柵是否維持正常處理功能。				
2.4		地下攔污柵之抽風設施是否正常運轉。				
2.5		沉砂池無蛋腐臭味或由池底冒出腐臭氣泡。				
2.6		調勻池池面無浮渣產生，亦無發生沉積現象或產生臭味。				
2.7		調勻池池面未出現泡沫現象。				
2.8		是否定期清理沉砂池/調勻池之池底底泥。				
2.9		廢水中之油脂分離效果是否良好。				
2.10		加藥模式是否配合進流廢水採連鎖自動添加之操作方式。				
2.11		廠內酸或鹼貯槽是否依規定設置防溢堤。				
2.12		化學混凝單元之膠羽形成狀況是否良好，且無污泥淤積或產生浮渣之情形。				
2.13		混凝劑與廢水是否能充分攪拌，且未過量添加藥劑。				

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
2.14	初級處理	是否依廢水特性變化適時進行杯瓶試驗(Jar test)，調整藥劑種類與加藥量。				
2.15		添加之藥劑是否與廢水充分混合，且停留時間充足。 [註：停留時間(hr) = 池體容積(m ³) ÷ 進水流量(m ³ /hr)]				
2.16		初沉池污泥沉降性是否良好，且無污泥上浮現象。				
2.17	二級處理	活性污泥池內污泥濃度(微生物量)是否維持穩定，並適時調整迴流/排棄污泥量。 註：通常以曝氣池混合液中之懸浮固體物濃度 MLSS 來表示微生物量。				
2.18		活性污泥池之各項操作參數如溶氧值(DO)、pH 值及溫度等是否控制適當。				
2.19		活性污泥池或接觸曝氣池內氮(N)與磷(P)等營養劑濃度是否控制適當。				
2.20		活性污泥池或接觸曝氣池表面是否均勻曝氣，未出現局部劇烈滾沸現象。				
2.21		生物處理單元無污泥膨化或絲狀菌問題。 註：「污泥膨化」係指在曝氣池中之活性污泥因沉降性及壓縮性不佳，致沉澱池中污泥沉降緩慢或完全不沉降。在此情況下，污泥之 30 分鐘沉降指數 (SV30) 逐漸升高，沉澱池中污泥毯迅速堆積升高導致部分污泥溢流，使放流水中含有大量之懸浮物體，常導致放流水不符合排放標準。				
2.22		活性污泥池或接觸曝氣池表面未出現白色泡沫現象。				
2.23		活性污泥池或接觸曝氣池表面未出現黑色泡沫或似具黏性的暗褐色泡沫。				
2.24		接觸曝氣池濾材是否妥善固定，未發生濾材上浮或塌陷情形。				
2.25		接觸曝氣池是否定期進行濾材反沖洗。				
2.26		上流式厭氧污泥床(UASB)處理單元出流水質是否穩定，未發生出流水懸浮固體含量突升之情形。				
2.27		上流式厭氧污泥床(UASB)出流水 pH 值是否穩定控制在 6.5~8.0 之間。				
2.28		二級/最終沉澱池是否定期排泥，且無污泥上浮或翻騰現象，或產生臭腐味之情形。				
2.29		終沉池表面無細小膠羽偏佈，亦無堆積的小污泥團從溢流堰流出。				
2.30		終沉池表面無塊狀污泥上浮，且無氣泡產生。				
2.31		終沉池污泥沉降性是否良好，且出流水 SS 能符合放流水標準。[註：SS 即 Suspended solids，懸浮固體]				

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
2.32	二級處理	二級沉澱池是否平均出水，未發生局部短流現象。				
2.33		二級沉澱池溢流渠道及溢流堰是否經常保持低水位，未發生溢流情形。				
2.34		二級沉澱池是否設置刮泥設備，並有效收集池內污泥及池面浮渣。				
2.35		二級沉澱池之排泥管線是否可正常輸送，未發生堵塞或排泥困難之現象。				
2.36		是否定期清理二級沉澱池池面及堰，避免滋生藻類。				
2.37	高級處理	砂濾槽出流水濁度是否維持正常。				
2.38		砂濾槽 SS 去除效果是否良好。				
2.39		活性炭吸附槽是否定期進行活性炭更換或再生。				
2.40		活性炭吸附槽之桶槽無腐蝕現象。				
2.41	污泥處理	重力濃縮池無腐敗臭味或污泥上浮的現象。				
2.42		浮除槽浮渣刮除是否良好，且無出流水 SS 偏高情形。				
2.43		浮除污泥濃度是否適當，且無膠羽上浮速度緩慢之情形。				
2.44		經脫水後暫存於廠內之廢棄污泥是否妥善貯存，並依法於明顯處進行標示。				
2.45	設備定期維護保養	儲槽未因長期的溫度、溼度變化，引起膨脹收縮而導致龜裂。				
2.46		儲槽未因沖擊、施工及機械性表面磨損、損傷而引起外漏。				
2.47		暴雨或大量洩漏時(後)，是否檢查露天儲槽擋油堤或防溢堤沖刷與溢流的情形。				
2.48		是否定期維護儲槽零件、閥門與設備。				
2.49		避免機械性損壞，地面管線是否有適當的支撐與標示。				
2.50		檢視管線其外觀是否有變壞及鏽蝕情形，並進行矯正。				
2.51		馬達軸承是否無漏油、無不正常之噪音或振動、軸承或馬達外框無過熱現象。				
2.52		驅動設備中是否檢查各齒輪中表面磨蝕狀況及潤滑情況，以防止任何過度之噪音、振動或過熱。				
2.53		接頭緊密結合在一直線上，無鬆脫、過度振動或滲漏情形。				
2.54		抽水機各封口密封、承套或豎軸無滲漏潤滑油現象。				
2.55		填料箱及軸承無過熱現象、且無任何異常噪音或震動。				

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
2.56	設備定期維護保養	抽水機的水封系統正常、各閥門均在適當之操作位置上。				
2.57		加藥系統各閥及其連動線路功能是否異常。				
2.58		各閥門有正確之操作、分管或帽套無漏水、排氣閥之狀況是否正常。				
2.59		潤滑使用合格之工業用油，並加添防銹及防氧化劑。				
2.60		渠槽、濕井等是否每年放水一次，以便檢視，原施塗防蝕塗料部份並宜再施塗一次。				
2.61	週邊設施之操作保養	金屬及混凝土表面是否塗予防蝕油漆。				
2.62		排水溝渠未因砂石、樹木等異物落入而堵塞。				
2.63		排水溝渠外側是否安全、無滲漏。				
2.64		排水溝渠是否定期疏濬，避免淤塞。				
2.65		廢氣集排管無阻塞、破損、傾圮等現象				
2.66		路面保持良好清潔狀況，有無破洞或積水，並隨時修補下陷、破損之路面				
2.67		限制行駛於場區道路之車輛載重				

3.管理面檢核

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
3.1	經營者之環保意識	公司經營者是否不吝合理投資廢水處理設備改善。				
3.2		公司是否已明確訂定環境政策與健全之環保制度，並貫徹執行。				
3.3		公司是否取得環境管理相關驗證[如 ISO14000 等]。				
3.4		工廠高階主管[如經理或廠長]是否隨時留意環保法規增修訂動態，並因應法規要求，主動改善污染防治措施。				
3.5		工廠高階主管是否瞭解廠內廢水污染源，並能確實掌握污染源的質與量。				
3.6	操作管理	廠內生產製程或污染防治設備是否均已建立完善之標準作業程序(SOP)，並督導操作人員確實遵守。				
3.7		包含生產製程與污染防治設備等各種機台，是否均已訂定保養與維護週期，並確實執行。				
3.8		是否已訂定各廢水處理單元之操作條件或範圍，並配合製程變化及處理效率適時修訂調整。				
3.9		廠內是否建立完善之水質、水量監測及檢驗制度，並留作紀錄。				
3.10		針對生產製程及污染防治設備是否擬訂緊急應變措施與計畫，並訓練全體員工皆具備處理緊急狀況之能力。				
3.11		是否定期針對全廠員工宣導污染防治常識，以應用於各項工作中，達成自源頭進行污染預防之目的。				
3.12		是否定期安排操作人員參與公司外之環保教育訓練或講習課程(或邀請專家入廠講授)，以提升環保技術能力。				
3.13	友善環境潛能	最近一年內未曾因廢水問題而遭環保單位取締罰款或要求限期改善。				
3.14		最近三年內未曾因廢水問題而遭鄰里居民陳情反映或發生抗爭等情事。				
3.15		是否主動關心鄰里居民對工廠水污染防治成效之感受，並適時進行溝通與交換意見，建立良好互動關係。				

4.清潔生產面檢核

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
4.1	原物料替代	在不影響產能與品質的前提下，是否定期檢討原物料使用量之合理性，並擬定減少原物料耗用量之目標或計畫。				
4.2		是否已使用低污染、無毒性之環保原料或已積極尋找替代原料中。				
4.3		是否選用毒性/危害性最低，且單位生產量所需用量最少之溶劑。				
4.4	節省能源	是否定期檢討能源(如電力、燃料、蒸汽、用水等)用量之合理性，並擬定減少能源耗用量之目標或計畫。				
4.5		是否使用替代能源或燃料。				
4.6		是否採行能源回收再利用措施，使能源充分利用。				
4.7		是否進行製程或設備改善，採用低耗能製程或設備。				
4.8	製程改善	製程規劃及設備選用時，是否已考量清潔生產、污染預防或採用低污染製程設備，以降低污染排放量。				
4.9		是否定期執行設備機台保養與維護，降低污染風險。				
4.10		是否已採行最佳生產操作條件，使污染排放量減至最低。				

表 7-2 廢水領域體檢評分表

1.答題結果與分數計算

各面向 診斷題 數	各分項 佔分權 重 P	答題勾選結果			$\text{分項得分 } S = \frac{Y}{(Y+N)} \times P$	檢核總分 T $T = S_1 + S_2 + S_3$
		是	否	不適用		
		Y	N	—		
法規面 (共 23 題)	佔 40 分	____題	____題	____題	$\frac{\quad}{(\quad + \quad)} \times 40 = \text{____分}(S_1)$	各分項得分 加總 = _____ 分
操作面 (共 67 題)	佔 45 分	____題	____題	____題	$\frac{\quad}{(\quad + \quad)} \times 45 = \text{____分}(S_2)$	
管理面 (共 15 題)	佔 15 分	____題	____題	____題	$\frac{\quad}{(\quad + \quad)} \times 15 = \text{____分}(S_3)$	

表 7-3 廢水領域評分結果參考級距

等級	最終分數範圍	說明
A	90 ~ 100	環保體質良好，僅少數缺失須改善。
B	71 ~ 89	環保體質尚可，有部分缺失須積極改善。
C	≤ 70	環保體質不佳，亟需立即改善，建議向本計畫申請現場輔導，以儘速擬定因應措施與改善計畫。

由評分標準、計分方式及參考級距等，茲說明如下：

(1)其中，各領域之「法規面」佔 40 分、「操作面」佔 45 分、「管理面」佔 15 分，合計為 100 分。[清潔生產不予計分]

(2)計分方式為依符合診斷內容(即勾選「是」)之答題數與該診斷面向實際答題數(即勾選「是」及「否」之合計題數；勾選「不適用」不予採計)之比例，乘以該診斷面向之佔分後，即為該分項得分。

將法規面、操作面與管理面之分項得分加總後，即為該領域檢核之總分。計分說明請參考表 7-4 範例：

表 7-4 某工廠完成該廠廢水領域之環保體質檢查表範例

各面向 診斷題數	各分項 佔分權重 P	答題勾選結果			分項得分 S $= \frac{Y}{(Y+N)} \times P$	檢核總分 T $= S_1 + S_2 + S_3$
		是 Y	否 N	不適用 —		
法規面 (共 23 題)	佔 40 分	18 題	2 題	3 題	[註 1] $\frac{18}{(18+2)} \times 40 = 36$ 分(S_1)	[註 2] 各分項得分 加總 = 86 分
操作面 (共 67 題)	佔 45 分	45 題	13 題	9 題	$\frac{45}{(45+13)} \times 45 = 35$ 分(S_2)	
管理面 (共 15 題)	佔 15 分	12 題	0 題	3 題	$\frac{12}{(12+0)} \times 15 = 15$ 分(S_3)	

[註 1] 法規面勾選「是」的題數 $\frac{18}{(18+2)} \times 40 = 36$ 分 ← 計算結果即為「法規面」之分項得分
 法規面勾選「否」的題數 ← 「法規面」佔 40 分

[註 2] 檢核總分為(法規面得分+操作面得分+管理面得分)之合計分數。

7.2 廢棄物貯存設施污染潛勢評量

依據廢棄物清理法^[2]第 36 條規定，環保署訂定「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」^[3]，對廢棄物之貯存、清除及處理均有相關規定，故本節提供依據該設施標準之相關規定及相關查核輔導計畫所研擬之事業廢棄物貯存、清除及處理之環保體質檢查表資料，協助工廠檢視廢棄物貯存、清除及處理設施污染防治概況，加強廢棄物貯存、清除及處理設施自我診斷及預防管理。

廢棄物貯存設施之環保體質檢查表查核表內容分為法規面、操作面及管理面三大部分，法規面包括廢棄物清理計畫書、許可文件及定檢申報與營運紀錄及文件管理及安全衛生及環境管理之檢核。操作面則依據貯存、清運及處理方面進行評量，管理面則以經營者之環保意識、操作管理及友善環境潛能進行評量，詳細內容請參考表 7-5。

透過廢棄物貯存設施現場查核表進行相關土壤及地下水潛勢評量，事業可較清楚掌握廠內因廢棄物處理設施造成土水污染潛勢，了解平時應體檢層面及有可能污染時該採取哪些污染預防措施。事業可指定熟悉廠區運作之檢查人員依據廠內運作情形填寫表評量事項，廢棄物領域體檢評分表如表 7-6 所示，該等評量內容之評分方式與參考級距與廢水領域體檢評分表相同，相關評分方式及參考級距請參照 7.1 節。

表 7-5 環保體質檢查表-廢棄物領域

1.法規面檢核

編號	類別	檢 核 內 容	現況勾選			備 註
			是	否	不適用	
1.1	書、許可文件及定檢申報	工廠是否已檢具廢棄物清理計畫書及相關文件經審查核准。				
1.2		廢棄物處理是否符合廢棄物清理計畫書之內容。				
1.3		是否依法定期辦理檢測申報，並留存各項申報紀錄及文件。				
1.4	營運紀錄及文件管理	原料(收受量)/磅單/進料(投入量)/處理/產品/衍生廢棄物等紀錄與現場實際庫存情形或質量平衡關係比對符合。				
1.5		收受股東名單符合許可/變更計畫書所載內容。				
1.6		營運紀錄符合上網申報資料。				
1.7		操作處理紀錄/加藥紀錄確實填具。				

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
1.8		環境監測紀錄符合許可/變更計畫書所載內容項目及頻率執行檢測。				
1.9	安全衛生及環境管理	專責技術人員依規定設置。				
1.10		操作人員穿戴安全防護裝備，如口罩、耳塞、安全帽等。				
1.11		廠區動線區分清楚並有分區標示。				
1.12		機具設備名稱清楚標示。				
1.13		高處或危險機具設有護欄或防護罩。				
1.14		通風、照明環境良好。				
1.15		粉塵、臭味情形已有控制。				
1.16		處理流程圖、緊急應變方式/通報方式已製成掛牌標示。				
1.17		消防設備設置於明顯處並加以標示。				
1.18		壓力容器有依規定檢查證明及操作人員訓練證明。				
1.19		設備操作手冊、維修保養紀錄確實填具。				

2、操作面檢核

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
2.1	貯存部分	有害事業廢棄物應與一般事業廢棄物分開貯存。				
2.2		廢棄物是否依事業廢棄物主要成分特性分類貯存。				
2.3		貯存地點、容器、設施應保持清潔完整，不得有廢棄物飛揚、逸散、滲出、污染地面或散發惡臭情事。				
2.4		貯存容器、設施應與所存放之廢棄物具有相容性，不具相容性之廢棄物應分別貯存。				
2.5		貯存地點、容器、設施應於明顯處以中文標示廢棄物之名稱。				
2.6		有害事業廢棄物(生物醫療廢棄物之廢尖銳器具及感染性除外)是否以固定包裝材料或容器密封盛裝，置於貯存設施內，分類編號，並標示產生廢棄物之機構名稱、貯存日期、數量、成分及區別有害事業廢棄物特性之標誌。				
2.7		有害事業廢棄物(生物醫療廢棄物之廢尖銳器具及感染性除外)貯存超過一年應於屆滿二個月前向貯存設施所在地主管機關申請延長，並以一次為限，且不得超過一年。				
2.8		應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設備或措施。				
2.9		由貯存設施產生之廢液、廢氣、惡臭等，應有收集或防止其污染地面水體、地下水體、空氣、土壤之設備或措施。				
2.10		有害事業廢棄物應設置專門貯存場所，其地面應堅固，四周採用抗蝕及不透水材料襯墊或構築。				
2.11		有害事業廢棄物應以固定包裝材料或容器密封盛裝，置於貯存設施內，分類編號，並標示產生廢棄物之機構名稱、貯存日期、數量、成分及區別有害事業廢棄物特性之標誌。				
2.12		有害事業廢棄物貯容器或設施應與有害事業廢棄物具有相容性，必要時應使用內襯材料或其他保護措施，以減低腐蝕、剝蝕等影響。				
2.13		有害事業廢棄物貯存容器或包裝材料應保持良好情況，其有嚴重生鏽、損壞或洩漏之虞，應即更換。				
2.14		有害事業廢棄物貯存以二年為限，超過二年時，應於屆滿三個月前向貯存設施所在地主管機關申請延長。				

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
2.15	貯存部分	有害事業廢棄物應於明顯處，設置白底、紅字、黑框之警告標示，並有災害防止設備。				
2.16		有害事業廢棄物設於地下之貯存容器，應有液位檢查、防漏措施及偵漏系統。				
2.17		有害事業廢棄物應依貯存事業廢棄物之種類，配置監測設備、警報設備、滅火、照明設或緊急沖淋安全設備。				
2.18	清除部分	清運機具／車輛屬於許可證核准之清除設施。				
2.19		清除事業廢棄物之車輛、船舶或其他運送工具於清除過程中，應防止事業廢棄物飛散、濺落、溢漏、惡臭擴散、爆炸等污染環境或危害人體健康之情事發生。				
2.20		不具相容性之事業廢棄物不得混合清除。				
2.21		清除有害事業廢棄物之車輛應標示機構名稱、電話號碼及許可證字號。				
2.22		清運液態有害事業廢棄物、感染性事業廢棄物、有害污泥、有害集塵灰、焚化爐飛灰、焚化爐底渣之事業廢棄物清運機具，應裝置即時追蹤系統。				
2.23	處理部分	應有堅固之基礎結構。				
2.24		設施與廢棄物接觸之表面，採抗蝕及不透水材料構築。				
2.25		設施周圍應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設施措施。				
2.26		應具有防止廢棄物飛散、流出、惡臭擴散及影響四周環境品質之必要措施。				
2.27		應有污染防制設備及防蝕措施。				
2.28		具有自動監測及緊急應變處理裝置。				
2.29		經熱處理法處理後產生之飛灰、底渣或灰渣，應每半年檢驗一次，並依有害事業廢棄物認定標準之溶出試驗標準分別判定處理。				
2.30	最終處置	是否依廢棄物種類進行分類，並依各種類之廢棄物清除，處理方法進行申報及處理。				
2.31		進行清運程序時，是否詳細檢查清運廢棄物之基本資料，及遞送聯單及程序是否確實無誤。				
2.32		是否妥善保存廢棄物妥善處理證明文件。				

3.管理面檢核

編號	類別	檢核內容	現況勾選			備註
			是	否	不適用	
3.1	經營者之環保意識	公司經營者是否不吝合理投資廢棄物處理設備改善。				
3.2		公司是否已明確訂定環境政策與健全之環保制度，並貫徹執行。				
3.3		公司是否取得環境管理相關驗證[如 ISO14000 等]。				
3.4		工廠高階主管[如經理或廠長]是否隨時留意環保法規增修訂動態，並因應法規要求，主動改善污染污治措施。				
3.5		工廠高階主管是否瞭解廠內廢棄物污染源，並能確實掌握污染源的質與量。				
3.6	操作管理	廠內生產製程或污染防治設備是否均已建立完善之標準作業程序(SOP)，並督導操作人員確實遵守。				
3.7		包含生產製程與污染防治設備等各種機台，是否均已訂定保養與維護週期，並確實執行。				
3.8		是否已訂定各廢棄物處理單元之操作條件或範圍，並配合製程變化及處理效率適時修訂調整。				
3.9		廠內是否建立完善之貯存、清除處理之操作及檢測制度，並留作紀錄。				
3.10		針對生產製程及污染防治設備是否擬訂緊急應變措施與計畫，並訓練全體員工皆具備處理緊急狀況之能力。				
3.11		是否定期針對全廠員工宣導污染防治常識，以應用於各項工作中，達成自源頭進行污染預防之目的。				
3.12		是否定期安排操作人員參與公司外之環保教育訓練或講習課程(或邀請專家入廠講授)，以提升環保技術能力。				
3.13	友善環境潛能	最近一年內未曾因廢棄物問題而遭環保單位取締罰款或要求限期改善。				
3.14		最近三年內未曾因廢棄物問題而遭鄰里居民陳情反映或發生抗爭等情事。				
3.15		是否主動關心鄰里居民對工廠廢棄物防治成效之感受，並適時進行溝通與交換意見，建立良好互動關係。				

表 7-6 廢棄物領域體檢評分表

1. 答題結果與分數計算

各面向 診斷題 數	各分項 佔分權 重 P	答題勾選結果			分項得分 S $= \frac{Y}{(Y+N)} \times P$	檢核總分 T $= S_1 + S_2 + S_3$
		是	否	不適用		
		Y	N	—		
法規面 (共 19 題)	佔 40 分	____題	____題	____題	$\frac{\quad}{(\quad + \quad)} \times 40 = \text{____分}(S_1)$	各分項得分 加總 = _____ 分
操作面 (共 32 題)	佔 45 分	____題	____題	____題	$\frac{\quad}{(\quad + \quad)} \times 45 = \text{____分}(S_2)$	
管理面 (共 15 題)	佔 15 分	____題	____題	____題	$\frac{\quad}{(\quad + \quad)} \times 15 = \text{____分}(S_3)$	

7.3 土壤及地下水污染潛勢評量

為協助工廠進行土壤及地下水潛在污染源清查評估，並建立制度化之現勘輔導工具，使輔導工作能有效地瞭解工廠污染潛勢，本節將利用民國 97 年所建置「工廠土壤及地下水污染潛勢評量制度」，該評量制度已於該年進行試算及相關資料統整，以檢核分數與權重的合理性。評量內容範圍分為環境背景評量、原物料產品特性評量、空氣污染物處理評量、廢水及廢液處理評量、廢棄物處理評量、操作管理評量、過去歷史評量等方面。目的可藉由蒐集廠區現況、歷史資料、土地使用狀況、法規符合情形、原物料使用、製程及污染防治措施、廠區附近水文地質氣象等資料，並配合現場勘查，協助工廠自行評估廠內污染潛勢，加強土壤及地下水污染防治管理。

透過工廠土壤及地下水污染潛勢評量，事業可較清楚掌握廠內土水污染潛勢，了解平時應體檢層面及有可能污染時該採取哪些污染預防措施。事業可指定熟悉廠區運作之檢查人員依據廠內運作情形填寫表 7-7 評量事項，評量事項中以粗字體者表應特別注意事項(即特殊評量事項)，該等評量內容為“是”者，表廠內具土水高度污染潛勢，其他一般評量事項勾選“是”越多者，表廠內污染潛勢越高，經由題數及評量比重後得相關評分方式及評分級距詳如表 7-8 及表 7-9 所示。此評量制度在提供事業瞭解廠內污染潛勢區域，以利做好廠內污染體檢及事前污染預防。

表 7-7 工廠土壤及地下水污染潛勢評量制度

事業基本資料						
事業名稱：						
事業地址：						
事業業別：						
填寫人員姓名：						
職稱：						
評量日期：						
運作資料	原料種類/原料使用量(公噸/月)					
	產品種類/產量(公噸/月)					
	製程種類					
土地資料	廠房面積(平方公尺)					
	廠址面積(平方公尺)					
	廠房舖面類型					
評 量 事 項			運作情形勾選			處理建議
1.環境背景評量						
一般	1.1 工廠是否實際從事工業使用?(僅供辦公室使用者非工業使用)		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	—
	1.2 是否為土污法第8條第1項及第9條之指定公告事業類別?		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	注意是否依土污法第8、9條規定於土地移轉、設立、停業及歇業前檢具土壤污染檢測資料
	1.3 毗鄰是否有住宅?		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意廠內運作物質是否影響毗鄰住戶
	1.4 毗鄰是否從事農林漁牧或養殖?		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意廠內運作物質是否影響毗鄰農林漁牧或養殖
	1.5 毗鄰是否有飲用水取水口或為水源水質保護區?		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意廠內運作物質是否影響毗鄰飲用水取水口或為水源水質保護區
	1.6 是否使用地下水?		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應定期檢測廠區地下水品質
特殊	1.7 地下水井水質是否曾經超出管制標準?		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
2.原物料產品特性評量						
一般	2.1 原物料、添加物及產品內是否含污染管制項目物質?(如果是,請說明之)		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	含污染管制項目物質,應注意其運作及可能流布情形
	2.2 工廠內是否有地下儲槽或儲油管線?		☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期對地下儲槽或儲油管線進行測漏試驗

7-7 工廠土壤及地下水污染潛勢評量制度（續 1）

評 量 事 項		運作情形勾選			處理建議
特殊	2.3 原物料、添加物及產品儲存狀態是否有逸散、洩漏、貯存不當情況？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	找出逸散、洩漏點、貯存不當位置，儘速改善
	2.4 原物料、添加物及產品運作添加是否有滴落地面與土壤接觸情形？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應加以阻絕及改善運作方式避免與土壤接觸
3.空氣污染物處理評量					
一般	3.1 是否屬空氣污染防治法第 24 條第 1 項指定公告之固定污染源？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	—
	3.2 工廠熱處理源、鍋爐及揮發性溶劑操作區之排煙道或排氣口是否未設置空氣污染防治設施？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	未設置者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
	3.3 工廠內是否曾有露天焚燒情形？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
	3.4 空氣中是否有惡臭或肉眼可見的粉塵或煙霧？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	
特殊	3.5 前項空氣污染防治設施產生之集塵灰或灰渣是否未妥善處理？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	建議應清運處理集塵灰或灰渣
4.廢水及廢液處理評量					
一般	4.1 是否有製程廢水或廢液產生？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	—
	4.2 是否屬水污染防治法第 13 條第 2 項應檢具水污染防治措施計畫之事業	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	—
	4.3 製程廢水中是否含污染管制項目物質？(如果有，請說明之)	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	廢水含污染管制項目物質，應注意其運作及可能流布情形
	4.4 廢水/廢液是否以地下管線輸送？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意地下管線有無洩漏破損處，並定期進行測漏試驗
	4.5 廢水/廢液貯槽是否為地下型貯槽？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意地下型貯槽有無洩漏破損處，並定期進行測漏試驗
	4.6 廢水處理方式是否採自行處理後放流？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意放流水是否影響鄰近承受水體或土壤
特殊	4.7 廢水/廢液之設施、管線、放流口、儲存/放區與排放溝渠是否未定期維護？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意檢查區有無洩漏破損處
	4.8 前項檢查區是否曾有破損或滲漏情形？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有破損或滲漏處應儘速修補並定期檢測土壤及地下水
5.廢棄物處理評量					
一般	5.1 是否屬廢棄物清理法第 31 條第 1 項第 1 款應檢具事業廢棄物清理計畫書之事業？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	—
	5.2 是否有有害事業廢棄物產出？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意有害事業廢棄物貯存情形
	5.3 廢棄物中是否含污染管制項目物質？(如果有，請說明之)	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	廢棄物含污染管制項目物質，應注意其運作及可能流布情形
	5.4 有害事業廢棄物是否未固定包裝材料或容器密封盛裝？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	建議改以固定包裝材料或容器密封盛裝

表 7-7 工廠土壤及地下水污染潛勢評量制度（續 2）

評 量 事 項		運作情形勾選			處理建議
特殊	5.5 有害事業廢棄物貯存地點是否未分類貯存並加設鋪面？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	建議貯存地點應加設鋪面並分類貯存
	5.6 作為廢棄物處理、處置的坑孔、水塘或污水塘是否未定期維護？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	應注意檢查區有無洩漏破損處，並定期維護
	5.7 前項檢查區是否曾有破損或滲漏情形？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
6.操作管理評量					
一般	6.1 工廠是否排放廢水至雨水下水道中？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
	6.2 工廠內是否有任何排氣管、排放管或其他通路埋設地底下？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	建議應定期檢查埋設地底下排氣管、排放管或其他通路
	6.3 場址內雨水渠、排放渠或井是否遭受污染或有異味？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期清理雨水渠、排放渠或井
特殊	6.4 工廠內是否曾有廢電池、農藥、油漆或其他化學物質存放桶，因儲存、置放或使用造成危害或洩漏？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
	6.5 前項貯放區是否未設置貯漏設施及維護？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	未設置並定期維護者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
7.過去運作歷史評量					
一般	7.1 工廠內是否曾有工業用桶槽、太空包放置於場址內？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
	7.2 工廠內是否有任何不知來源的回填土？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	建議應了解回填土來源或進行回填土檢測
	7.3 工廠內是否曾經有土壤被棄置、掩埋或焚燒？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	建議應調查了解成分及掩埋範圍
	7.4 工廠內是否曾有廢棄物於空地堆置？(包括:建築工事殘餘、冶鍊、採礦活動之廢棄物[如鎔渣、礦渣或邊材等]、屋頂材料之廢棄物[可能含石棉]、廢皮革渣、鍋爐、焚化爐或其它熱功能設備之廢棄物、引擎、機械工具/設備維修廢棄物、溶劑、機動車輛清洗、維修之廢棄物等)	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
	7.5 工廠是否曾經被環保主管機關稽查且違反環保法規之情形？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
	7.6 工廠內原料、產品廢料等相關貯放區是否曾因雨水沖刷或其他自然作用而造成貯放物質漫流至鄰近地區？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水
特殊	7.7 工廠內是否有任何來自污染土壤場址的回填土？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應檢測廠區土壤
	7.8 工廠內是否曾有潑灑、洩漏、災害發生處及因化學物品/油品儲存不當而發生滲漏情形？	☐ 是	☐ 否	☐ 不知道	有前述情形者建議應定期檢測廠區土壤及地下水

表 7-8 工廠土壤及地下水污染潛勢評量評分表

1. 答題結果與分數計算

各面向 診斷題 數	各分項 佔分權重 P	答題勾選結果			分項得分 S $= \frac{Y}{(Y+N)} \times P$	檢核總分 T $= (S_1 + S_2)$
		是 Y	否 N	不知道 —		
一般 (共 31 題)	佔 45 分	____ 題	____ 題	____ 題	$\left(\frac{\quad}{\quad + \quad} \right) \times 45 = \text{____ 分}(S_1)$	各分項得分 加總 = ____ 分
特殊 (共 13 題)	佔 55 分	____ 題	____ 題	____ 題	$\left(\frac{\quad}{\quad + \quad} \right) \times 55 = \text{____ 分}(S_2)$	

表 7-9 土壤及地下水污染潛勢評分結果參考級距

等級	最終分數範圍	說 明
A	0 ~ 10	低度污染潛勢，僅少數缺失須改善。
B	10 ~ 30	中度污染潛勢，有部分缺失須積極改善。
C	≥ 30	具高度污染潛勢，亟需立即改善，建議向本計畫申請現場輔導，以儘速擬定因應措施與改善計畫。

由評分標準、計分方式及參考級距等，茲說明如下：

- (1) 計分方式為依符合診斷內容(即勾選「是」)之答題數與該診斷面向實際答題數(即勾選「是」及「否」之合計題數；勾選「不知道」不予採計)之比例，乘以該診斷面向之佔分後，即為該一般及特殊分項得分 S_1 、 S_2 。
- (2) 檢核總分 T 為一般及特殊評量事項分項得分之總和，合計 $T = S_1 + S_2$ 。
- (3) 參考表 7-9 土壤及地下水污染潛勢評分結果參考級距，檢核總分 T 分佈範圍之污染等級，以瞭解污染潛勢高低。

參考文獻

1. 經濟部工業局，製程清潔生產與綠色技術提升計畫－產業環保體質檢查表，2009。
2. 行政院環保署，廢棄物清理法，2006。
3. 行政院環保署，事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準，2006。
4. 經濟部工業局，產業綠色技術輔導與推廣計畫，2008。

附錄

附錄一 土壤污染管制標準(97.05.01 修正發布)

附錄二 地下水污染管制標準(98.01.15 修正發布)

附錄三 土壤及地下水污染整治法第 8 條第 1 項之事業(98.07.27 修正公告)

附錄四 土壤及地下水污染整治法第 9 條之事業(98.07.27 修正公告)

附錄五 土壤污染檢測資料備查作業要點(96.07.09 公告)

附錄一

土壤污染管制標準

(97.05.01 修正發布)

土壤污染管制標準

中華民國 90 年 11 月 21 日行政院環境保護署環署水字第 0073684 號令
中華民國 97 年 5 月 1 日行政院環境保護署環署土字第 0970031435 號令修正發布第四
條、第七條

- 第一條 本標準依土壤及地下水污染整治法第五條第二項規定訂定之。
- 第二條 土壤非因外來污染而其物質濃度達本標準所列管制項目之管制標準
值者，不適用本標準。
- 第三條 本標準專用名詞定義如下：
- 一、毫克／公斤：指每一公斤土壤中（乾基）所含污染物之毫克數。
- 二、奈克-毒性當量／公斤：指每一公斤土壤中（乾基）所含之污
染物奈克-毒性當量（TEQ）數。

- 第四條 （刪除）
- 第五條 污染物之管制項目及管制標準值如下：

管制項目	管 制 標 準 值
重 金 屬	
砷 (As)	60 毫克／公斤
鎘 (Cd)	20 毫克／公斤 （食用作物農地之管制標準值為 5）
鉻 (Cr)	250 毫克／公斤
銅 (Cu)	400 毫克／公斤 （食用作物農地之管制標準值為 200）
汞 (Hg)	20 毫克／公斤 （食用作物農地之管制標準值為 5）
鎳 (Ni)	200 毫克／公斤
鉛 (Pb)	2000 毫克／公斤 （食用作物農地之管制標準值為 500）
鋅 (Zn)	2000 毫克／公斤 （食用作物農地之管制標準值為 600）
有 機 化 合 物	
苯 (Benzene)	5 毫克／公斤
四氯化碳 (Carbon tetrachloride)	5 毫克／公斤
氯仿 (Chloroform)	100 毫克／公斤
1,2-二氯乙烷 (1,2-Dichloroethane)	8 毫克／公斤
順-1,2-二氯乙烯 (cis-1,2-Dichloroethylene)	7 毫克／公斤
反-1,2-二氯乙烯 (trans-1,2-Dichloroethylene)	50 毫克／公斤
1,2-二氯丙烷 (1,2-Dichloropropane)	0.5 毫克／公斤

1,2-二氯苯（1,2-Dichlorobenzene）	100 毫克／公斤
1,3-二氯苯（1,3-Dichlorobenzene）	100 毫克／公斤
3,3'-二氯聯苯胺(3,3'-Dichlorobenzidine)	2 毫克／公斤
乙苯（Ethylbenzene）	250 毫克／公斤
六氯苯（Hexachlorobenzene）	500 毫克／公斤
五氯酚（Pentachlorophenol）	200 毫克／公斤
四氯乙烯（Tetrachloroethylene）	10 毫克／公斤
甲苯（Toluene）	500 毫克／公斤
總石油碳氫化合物（TPH） （Total petroleum hydrocarbons）	1000 毫克／公斤
三氯乙烯（Trichloroethylene）	60 毫克／公斤
2,4,5-三氯酚（2,4,5-Trichlorophenol）	350 毫克／公斤
2,4,6-三氯酚（2,4,6-Trichlorophenol）	40 毫克／公斤
氯乙烯（Vinyl chloride）	10 毫克／公斤
二甲苯（Xylenes）	500 毫克／公斤
農 藥	
阿特靈（Aldrin）	0.04 毫克／公斤
可氣丹（Chlordane）	0.5 毫克／公斤
二氯二苯基三氯乙烷(DDT)及其衍生物 （4,4'-Dichlorodiphenyl-trichloroethane）	3 毫克／公斤
地特靈（Dieldrin）	0.04 毫克／公斤
安特靈（Endrin）	20 毫克／公斤
飛佈達（Heptachlor）	0.2 毫克／公斤
毒殺芬（Toxaphene）	0.6 毫克／公斤
安殺番（Endosulfan）	60 毫克／公斤
其 他 有 機 化 合 物	
戴奧辛（Dioxins）	1000 奈克-毒性當量／公斤
多氯聯苯（Polychlorinated biphenyls）	0.09 毫克／公斤

第六條 前條管制項目中，戴奧辛管制標準值之濃度，以檢測附表所列各項

戴奧辛污染物所得濃度，乘以其國際毒性當量因子(I-TEF)之總和計算之，並以毒性當量(TEQ)表示。

第七條 事業及其所屬公會或環境保護相關團體得提出具體科學性數據、資料，供中央主管機關作為本標準修正之參考。

第八條 本標準自發布日施行。

附錄二
地下水污染管制標準
(98.01.15 修正發布)

地 下 水 污 染 管 制 標 準

中華民國 90 年 11 月 21 日 (90) 環署水字第○○七三六八○號
中華民國 98 年 1 月 15 日環署土字第 0980003647 號令修正發布第四條條文

第一條 標準依土壤及地下水污染整治法第五條第二項規定訂定之。
第二條 地下水中物質濃度達本標準所列污染物項目之管制值，如該物質非因外來污染所致者，不適用本標準。
第三條 地下水分為下列二類：

- 一、第一類：飲用水水源水質保護區內之地下水。
 - 二、第二類：第一類以外之地下水。
- 第四條 污染物之管制項目及管制標準值(濃度單位：毫克/公升；表列有效位數之下一位數採無條件捨去)如下：

管制項目	管制標準值	
	第一類	第二類
單環芳 香 族 碳 氫 化 合 物		
苯(Benzene)	0.0050	0.050
甲苯(Toluene)	1.0	10
乙苯(Ethylbenzene)	0.70	7.0
二甲苯(Xylenes)	10	100
多環芳 香 族 碳 氫 化 合 物		
萘(Naphthalene)	0.040	0.40
氯化碳氫化 合 物		
四氯化碳(Carbon tetrachloride)	0.0050	0.050
氯苯(Chlorobenzene)	0.10	1.0
氯仿(Chloroform)	0.10	1.0
氯甲烷(Chloromethane)	0.030	0.30
1,4-二氯苯(1,4-Dichlorobenzene)	0.075	0.75
1,1-二氯乙烷(1,1-Dichloroethane)	0.85	8.5
1,2-二氯乙烷(1,2-Dichloroethane)	0.0050	0.050
1,1-二氯乙烯(1,1-Dichloroethylene)	0.0070	0.070
順-1,2-二氯乙烯(cis-1,2-Dichloroethylene)	0.070	0.70
反-1,2-二氯乙烯(trans-1,2-Dichloroethylene)	0.10	1.0
總酚(phenols)	0.014	0.14
四氯乙烷(Tetrachloroethylene)	0.0050	0.050
三氯乙烷(Trichloroethylene)	0.0050	0.050
氯乙烯(Vinyl chloride)	0.0020	0.020
二氯甲烷(Dichloromethane)	0.0050	0.050
1,1,2-三氯乙烷(1,1,2-Trichloroethane)	0.0050	0.050
農 藥		

管制項目	管制標準值	
	第一類	第二類
2,4-地(2,4-D)	0.070	0.70
加保扶(Carbofuran)	0.040	0.40
可氯丹(Chlordane)	0.0020	0.020
大利松(Diazinon)	0.0050	0.050
達馬松(Methamidophos)	0.020	0.20
巴拉刈(Paraquat)	0.030	0.30
巴拉松(Parathion)	0.022	0.22
毒殺芬(Toxaphene)	0.0030	0.030
重 金 屬		
砷(As)	0.050	0.50
鎘(Cd)	0.0050	0.050
鉻(Cr)	0.050	0.50
銅(Cu)	1.0	10
鉛(Pb)	0.050	0.50
汞(Hg)	0.0020	0.020
鎳(Ni)	0.10	1.0
鋅(Zn)	5.0	50
一 般 項 目		
硝酸鹽氮(以氮計) (Nitrate as N)	10	100
亞硝酸鹽氮(以氮計) (Nitrite as N)	1.0	10
其 他 污 染 物		
柴油總碳氫化合物 (Total Petroleum Hydrocarbon as Diesel ; TPH _d)	1.0	10
氰化物(Cyanide as CN ⁻)	0.050	0.50

第五條 事業及其所屬公會或環境保護相關團體得提出具體科學性數據、資料，供中央主管機關作為前條修正之參考。

第六條 本標準自發布日施行。

行政院環境保護署 公告

發文日期：中華民國 98 年 7 月 27 日
發文字號：環署土字第 0980064897 號
附件：附表一事業及定義、附表二事業應檢測之污染項目

主旨：修正「土壤及地下水污染整治法第八條第一項之事業」，

並自中華民國九十九年一月一日生效。

依據：土壤及地下水污染整治法第八條第一項。

公告事項：

- 一、第一批與第二批土壤及地下水污染整治法第八條第一項之事業及定義如附表一。
- 二、前項事業檢測之污染項目如附表二；檢測項目得依事業實際運作時可能產生土壤污染管制標準所規定之管制項目，由土地移轉讓受雙方協議之。

附錄三

土壤及地下水污染整治法第 8 條第 1 項之事業

(98.07.27 修正公告)

附表一、事業及定義

批次	項次	事業	定義
一	一	皮革、毛皮整製業	從事皮革、毛皮之鞣製、硝製、壓花、上漆、上蠟或以熱製皮革下腳為原料從事磨碎、壓製等之事業。
		石油及煤製品製造業	從事以礦產原油、頁岩、瀝青砂等，分餾提煉有機溶劑、瀝青或石油製品，由煤、天然氣及生質性物質產製類似分餾物等之事業。
		基本化學材料製造業	從事以化合、分解、分餾、蒸餾、萃取等物理或化學反應方法產製無機或有機基本化學原料之事業。但僅從事自空氣分離氣體、高壓氣體罐裝、氫氣之純化及二氧化碳製造之事業，不在此限。
		石油化工原料製造業	從事以石油或天然氣產製石化基本原料及中間產品之事業。
		合成樹脂及塑膠製造業	從事高分子聚合物如合成樹脂、塑膠等化學合成製造之事業。
二	一	合成橡膠製造業	從事化學合成方法製造合成橡膠或彈性物質之事業。
		入造纖維製造業	從事以化學方法製造合成或再生纖維綢緞及絲之事業。
		農藥及環境衛生用藥製造業	從事農業及環境衛生用藥原體及成品製造、加工調配、分裝之事業。
		塑膠皮、板、管材及塑膠製品製造業	從事以石化基本原料及中間產品合成製成塑膠皮、板、管材及塑膠製品製造之事業。但僅以塑膠皮或廢塑膠為原料，從側面或射出或射出成型製成塑膠板、管材者，不在此限。
		鋼鐵冶煉業	從事礦砂之冶煉以生產生鐵、合金鐵及直接還原鐵（如海綿鐵、熱鐵塊），或再以後生鐵、直接還原鐵、廢鋼或鑄鋼錠調煉成鐵素鋼、合金鋼等之事業。
三	一	金屬表面處理業	(一)從事金屬及其製品之表面磨光、電鍍、鍍著、塗覆、烤漆、噴漆、染色、壓花、發藍、上釉、其他化學處理或塑膠製品表面電鍍之事業。 (二)其他事業實際運作包含(一)所述製程，且為該工廠之主要製造程序者，亦屬本事業類別。
		半導體製造業	從事半導體製造、封裝之事業。
		印刷电路板製造業	從事印刷电路板製造之事業。
		電池製造業	從事電池製造之事業。但僅以天然氣發電之事業，不在此限。
		電力供應業	從事火力發電之事業。但僅以天然氣發電之事業，不在此限。
四	一	加油站業	依據經濟部「加油站設置管理規則」及「漁船加油站設置管理規則」經營汽油、柴油零售之加油站。
		廢棄物處理業	(一) 公民營廢棄物處理機構、清理機構、事業廢棄物共同處理機構及依據廢棄物清理法第二十八條第一項第三款第三目至第五目規定設置廢棄物處理設施之機構。 (二) 中央主管機關依廢棄物清理法第十八條第三項指定公告應回收廢棄物之處理業。
		製材業	從事木材乾燥、塗清防腐等保存處理之事業。
		肥料製造業	以化學方法製造化學肥料與土壤改良劑之事業。但僅以堆肥方式產製有機肥料者不在此限。
		塗料、染料及顏料製造業	從事塗料、染料、顏料、油墨製造之事業。
五	一	鋼鐵鑄造業	從事以生鐵、廢鐵與合金原料熔熔之金屬液澆注至特定鑄模中製成鋼鐵元件之事業。
		鋁鑄業	從事以鋁鑄土煉製成鋁、商用純鋁精煉成高純度鋁或煉製鋁合金之事業。
		鋁鑄造業	從事以初生鋁或再生鋁與合金原料熔熔之金屬液澆注至特定鑄模中製成鋁元件之事業。
		煉銅業	從事以銅礦或廢銅料煉製成銅錠或精製電解銅及銅合金之事業。
		銅鑄造業	從事以銅或銅合金熔融之金屬液澆注至特定鑄模中製成銅元件之事業。

批次	項次	事業	定義
二	一	金屬熱處理業	從事以淬硬、滲氣、化學熱處理或物理熱處理等台金屬及其製品表面處理，或以淬火、退火、回火等方式，並據溫度、氣體及時間等控制，改善其組織或物理性質之事業。
		被動電子元件製造業	從事電容器、電阻器、變阻器、繼電器、電感器、電阻裝置等被動電子元件製造之事業。
		光電材料及元件製造業	從事液晶面板及其組件、電漿面板及其組件、發光二極體、太陽能電池等光電材料及元件製造之事業。
		清除業	(一) 從事廢油(廢油漆、漆渣、廢熱媒油、廢潤滑油及廢油混合物等)清除之公民營廢棄物清除機構、事業廢棄物共同清除機構及依據廢棄物清理法第二十八條第一項第三款第三目至第五目規定設置之清除機構。 (二) 從事廢潤滑油或廢機動車輛回收、拆解，且屬中央主管機關依廢棄物清理法第十八條第三項指定公告應回收廢棄物之回收業。但無設置貯存場或轉運站者，不在此限。
		石油業儲油設備設置管理規則」設置儲油設備儲存油	依據經濟部「石油業儲油設備設置管理規則」設置儲油設備儲存油

行政院環境保護署 公告

發文日期：中華民國 98 年 7 月 27 日
發文字號：環署土字第 0980064897A 號
附件：附表一事業及定義、附表二事業應檢測之污染物項目

主旨：修正「土壤及地下水污染整治法第九條之事業」，並自中華民國九十九年一月一日生效。

依據：土壤及地下水污染整治法第九條。

公告事項：

- 一、第一批與第二批土壤及地下水污染整治法第九條之事業及定義如附表一。
- 二、前項事業應檢測之污染物項目如附表二。

事業實際運作時未使用及未產生附表二之污染物檢測項目者，應檢附證明文件，經所在地主管機關同意後，免檢測該污染物項目；事業實際運作或曾運作可能使用或產生附表二檢測項目以外之土壤污染管制標準所規定之管制項目時，應增加檢測該項目。

三、事業應於下列時機前完成用地土壤污染檢測之採樣作業：

- (一) 設立：應於工廠或設施試運轉前完成採樣，但有開挖整地或改變地形地貌者，應於施工前完成採樣。
- (二) 停業、歇業前完成採樣。

前項土壤污染檢測之採樣作業之完成，應於報請所在地主管機關備查前六個月內為之。但經所在地主管機關同意者，不在此限。

四、事業應於下列行為前，檢具用地之土壤污染檢測資料，向所在地主管機關備查：

- (一) 設立：依法辦理事業設立之許可、登記、申請營業(運)執照等相關行為。
- (二) 停業或歇業：依法辦理停業或歇業、繳銷經營許可或營業證照、事實上終止營業(運)或無繼續生產、製造、加工等行為。

附錄四
土壤及地下水污染整治法第 9 條之事業
(98.07.27 修正公告)

附表一、事業及定義

批次	項次	事業	定義
一	一	皮革、毛皮整製業	從事皮革、毛皮之鞣製、硝製、壓花、上漆、上蠟或以熱製皮革下腳為原料從事磨碎、壓製等之事業。
		石油及煤製品製造業	從事以礦產原油、頁岩、瀝青砂等，分餾提煉有機溶劑、瀝青或石油製品，由煤、天然氣及生質性物質產製類似分餾物等之事業。
		基本化學材料製造業	從事以化合、分餾、萃取等物理或化學反應方法產製無機或有機基本化學原料之事業。但僅從事自空氣分離氣體、高壓氣體罐裝、氫氣之純化及二氧化碳製造之事業，不在此限。
		石油化工原料製造業	從事以石油或天然氣產製石化基本原料及中間產品之事業。
		合成樹脂及塑膠製造業	從事高分子聚合物如合成樹脂、塑膠等化學合成製造之事業。
二	一	合成橡膠製造業	從事化學合成方法製造合成橡膠或彈性物質之事業。
		入造纖維製造業	從事以化學方法製造合成或再生纖維綢緞及絲之事業。
		農藥及環境衛生用藥製造業	從事農業及環境衛生用藥原體及成品製造、加工調配、分裝之事業。
		塑膠皮、板、管材及塑膠製品製造業	從事以石化基本原料及中間產品合成製造塑膠皮、板、管材及塑膠製品製造之事業。但僅以塑膠粒或廢塑膠為原料，從擠押出或射出成型製造塑膠板、管材者，不在此限。
		鋼鐵冶煉業	從事礦砂之冶煉以生產生鐵、合金鐵或直接還原鐵（如海綿鐵、熱鐵塊），或再以生鐵、直接還原鐵、廢鋼或鑄鋼錠調煉成碳素鋼、合金鋼等之事業。
三	一	金屬表面處理業	(一)從事金屬及其製品之表面磨光、電鍍、鍍著、塗覆、烤漆、噴漆、染色、壓花、發藍、上釉、其他化學處理或塑膠製品表面電鍍之事業。 (二)其他事業實際運作包含(一)所述製程，且為該工廠之主要製造程序者，亦屬本事業類別。
		半導體製造業	從事半導體製造、封裝之事業。
		印刷电路板製造業	從事印刷电路板製造之事業。
		電池製造業	從事電池製造之事業。但僅以天然氣發電之事業，不在此限。
		電力供應業	從事火力發電之事業。但僅以天然氣發電之事業，不在此限。
四	一	加油站業	依據經濟部「加油站設置管理規則」及「漁船加油站設置管理規則」經營汽油、柴油零售之加油站。
		廢棄物處理業	(一) 公民營廢棄物處理機構、清理機構、事業廢棄物共同處理機構及依據廢棄物清理法第二十八條第一項第三款第三目至第五目規定設置廢棄物處理設施之機構。 (二) 中央主管機關依廢棄物清理法第十八條第三項指定公告應回收廢棄物之處理業。
		製材業	從事木材乾燥、塗清防腐等保存處理之事業。
		肥料製造業	以化學方法製造化學肥料與土壤改良劑之事業。但僅以堆肥方式產製有機肥料者不在此限。
		塗料、染料及顏料製造業	從事塗料、染料、顏料、油墨製造之事業。
一	一	鋼鐵鑄造業	從事以生鐵、廢鐵與合金原料熔融之金屬液澆注至特定鑄模中製成鋼鐵元件之事業。
		煉鋁業	從事以鋁礬土煉製成鋁、商用純鋁精煉成高純度鋁或煉製鋁合金之事業。
		鋁鑄造業	從事以初生鋁或再生鋁與合金原料熔融之金屬液澆注至特定鑄模中製成鋁元件之事業。
		煉銅業	從事以銅礦或廢銅料煉製成銅錠或精製電解銅及銅合金之事業。
		銅鑄造業	從事以銅或銅合金熔融之金屬液澆注至特定鑄模中製成銅元件之事業。

批次	項次	事業	定義
二	一	金屬熱處理業	從事以淬硬、滲氣、化學熱處理等冶金原理進行金屬及其製品表面處理，或以淬火、退火、回火等方式，並據溫度、氣體及時間等控制，改善其組織或物理性質之事業。
		被動電子元件製造業	從事電容器、電阻器、變阻器、繼電器、電感器、電阻裝置等被動電子元件製造之事業。
		光電材料及元件製造業	從事液晶面板及其組件、電漿面板及其組件、發光二極體、太陽能電池等光電材料及元件製造之事業。
		清除業	(一) 從事廢油(廢油漆、漆渣、廢熱媒油、廢潤滑油及廢油混合物等)清除之公民營廢棄物清除機構、事業廢棄物共同清除機構及依據廢棄物清理法第二十八條第一項第三款第三目至第五目規定設置之清除機構。 (二) 從事廢潤滑油或廢機動車輛回收、拆解，且屬中央主管機關依廢棄物清理法第十八條第三項指定公告應回收廢棄物之回收業。但無設置貯存場或轉運站者，不在此限。
		石油業之儲運場所	依據經濟部「石油業儲油設備設置管理規則」設置儲油設備儲存油品之場所

土壤污染檢測資料備查作業要點 總說明

本署業於中華民國九十三年十二月七日公告土壤及地下水污染整治法第九條指定公告之事業，並自中華民國九十四年一月一日開始實施，迄今已逾兩年。為使環保主管機關及事業於執行土壤污染檢測作業之相關規定更為明確，在現有制度架構下，訂定「土壤污染檢測資料備查作業要點」。本要點要旨如下：

- 一、說明本要點訂定目的。(規定第一點)
- 二、明定土壤污染檢測資料撰寫格式。(規定第二點)
- 三、明定土壤採樣規劃執行方式。(規定第三點)
- 四、明定最少採樣點數。(規定第四點)
- 五、明定檢測資料時效性。(規定第五點)

附錄五
土壤污染檢測資料備查作業要點
(96.07.09 公告)

土壤污染檢測資料備查作業要點

中華民國 96 年 7 月 9 日環署土字第 0960050559C 號

- 一、行政院環境保護署為利土壤及地下水污染整治法第九條指定公告之事業及所在地主管機關，於執行用地土壤污染檢測作業及辦理資料備查時有一致性之執行程序，特訂定本要點。
- 二、各事業應依土壤污染檢測資料格式、內容及填寫說明（如附件一）填具土壤污染檢測資料向所在地主管機關辦理備查作業。
- 三、各事業應依環境場址評估法（如附件二）、網格法（如附件三）或其他經所在地主管機關同意之方式進行用地土壤污染檢測作業。
- 四、各事業進行土壤污染檢測之採樣點數量，應符合下列表最少採樣點數之規定。但事業用地全部位於二樓以上者，得檢具證明文件，免予採樣檢測。

事業用地面積(平方公尺)	最少採樣點數
<100	2
≥100 ～ <500	3
≥500 ～ <1000	4
≥1000	10

註：若同一事業之用地呈不連續分布，則各用地應分別符合最少採樣點數規定。

- 五、土壤污染檢測作業之完成應於報請所在地主管機關備查前六個月內為之。但符合下列各項條件且經所在地主管機關同意者，不在此限：
 - (一)自採樣日起事業用地內未從事任何運作行為。
 - (二)採取適當圍籬、區隔、監控或防護措施，確保無排放、洩漏、灌注或棄置污染物於事業用地範圍內。
 - (三)毗鄰用地無潛在污染源。
 - (四)採樣時之事業與申請備查時之事業，其事業類別、製程及運作特性均相同；或採樣時所檢測之土壤污染項目可全部涵蓋申請備查事業之應檢測項目者。

附件一、土壤污染檢測資料格式、內容及填寫說明

一、前言

「土壤及地下水污染整治法」(以下簡稱土污法)第八條第一項規定：「中央主管機關指定公告之事業所使用之土地移轉時，讓與人應提供土壤污染檢測資料。」另於第九條規定：「中央主管機關指定公告之事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜。」

另依「土壤及地下水污染整治法施行細則」(以下簡稱施行細則)第七條規定，土污法第九條所定之「土壤污染檢測資料」應包含下列項目：

- (一) 事業基本資料
 - 事業名稱及負責人、統一編號、地址、地籍資料、土地使用類別、廠區配置圖、土地使用人、管理人或所有人及聯絡方式等。
- (二) 事業運作情形
 - 生產製程、使用原料、產品、污染來源、污染物種類與成分、處理情形及相關污染防治措施。
- (三) 檢測及分析結果
 - 檢測項目、採樣檢測方法、檢測數量及品保品管等。
- (四) 檢測機構
 - 機構名稱、地址及許可文件影本。
- (五) 其他經主管機關指定之資料
 - 為便於事業準備相關應檢具文件，茲依據施行細則第七條所定項目，訂定「土壤污染檢測資料」格式、內容及填寫說明供事業及相關單位使用。

二、適用對象

本文件主要係提供土污法第九條之事業依據土污法第九條規定撰寫或製作土壤污染檢測資料時使用；惟依土污法第八條規定於土地移轉時應提出用地土壤污染檢測資料之事業，在土地移轉雙方合意之情形下，亦可依據本文件進行土壤污染檢測資料之撰寫與製作。

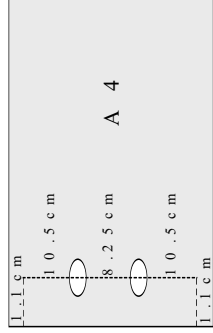
三、「土壤污染檢測資料」填寫概述

(一) 裝訂方式說明

- 1. 封面填寫：請使用本申請表所附之封面並填寫各相關欄位。
- 2. 內容填寫方式：應以打字方式或以正楷書寫方式填寫整齊後提出。
- 3. 編排順序：請將本次申請時之文件名稱及對應表格依照申請表中之排列順序編排裝訂，將各表格所需之附圖、附件及證明文件等資料編號後檢附於所有表格後，各文件資料大小尺寸以 A4 尺寸為準，自行整理成 A4 大小

後予以檢附。並請於申請案提出前，依檢附資料對應本次申請之相關文件格式勾選所檢附之附圖、附件及證明文件，先行確認齊全後方提出。

4. 裝訂方式：所有申請資料及檢附文件應比照本申請表所附之封面位置打孔，孔距採標準兩孔夾之裝訂要求，並將所有文件放入防水之封面、封底間一併裝訂，參考裝訂方式如下：A4 尺寸大小。



(二) 土壤污染檢測資料格式使用說明

1. 內容包括指定公告事業土壤污染檢測資料申請備查時之各項申請表格，填表時請依據本填表說明及相關代碼表。
2. 填寫各表格內容時，請務必詳實填寫各欄位，欄位內容如無資料或無相關等，則在欄位上以「—」符號加以註記說明。
3. 填寫表格前，先確定事業場所在地之範圍，製作平面圖及標定方位、比例尺等必要資訊；依據表格要求，參照填表說明填寫資料，繪製地圖、準備附件，若表格不足時，請自行影印空白表格填寫。
4. 填寫申請表格檢附資料，並檢查文件確定齊全後，依裝訂說明方式裝訂及準備足夠之份數。

四、「土壤污染檢測資料」內容填寫說明

(一) 封面填寫

1. 事業名稱：填寫貴單位之正式名稱（應與主管機關或目的事業主管機關依法核發之許可、登記、執照資料，或其他證明文件相同之名稱）。
2. 事業地址：應填寫事業進行土壤污染檢測用地之地址。
3. 事業類別：請依環保主管機關之判定，填寫事業所屬土壤及地下水污染整治法第九條之事業類別名稱，如事業同時屬兩種以上之列管類別，則請分別填寫。
4. 管制編號：填寫環保主管機關給予貴單位之管制編號，包括第一位英文字母其後加上七位阿拉伯數字。（首次申請無管制編號者，請向環保主管機關申請）
5. 填寫日期：填寫事業完成土壤污染檢測資料之日期。
6. 登記號與收文日期：由所在地主管機關填寫，事業單位無須填寫本欄位。

(二) 備查申請表（表 SP-Z）

1. 事業名稱：同封面申請單位名稱。

2. 管制編號：同封面事業單位管制編號。
3. 土污法第九條指定公告事業申請理由：由事業勾選須提出土壤污染檢測資料之緣由為設立前、停業或歇業前。
4. 申請類別：事業若為第一次提出申請請勾選「新提」，若為補件則請填寫補件次數。
5. 採樣時機：事業依其採樣之時間為開挖整地或改變地形地貌之施工前、試運轉（或試車）前、停業或歇業前進行勾選；若非屬前述時機，請勾選其他，並提出說明。
6. 土壤污染檢測執行方式：請勾選土壤污染檢測之規劃執行方式；若採其他方式者請提出具體說明，採其他方式者並應經環保主管機關同意。
7. 事業應檢測項目：事業檢測項目與公告附表相同者請勾選(1)；事業檢測項目較公告檢測項目為少者請勾選(2)，並說明減少之項目；事業用地若全部位於二樓以上，可免予採樣檢測，請勾選(3)；若非屬前述情形，請勾選其他，並提出說明。勾選(2)、(3)或(4)者應經環保主管機關同意。
8. 最少採樣點數規定：事業用地實際採樣點數應符合最少採樣點數之要求，若未符合最少採樣點數規定，應經環保主管機關同意，並加以說明。
9. 檢測結果時效性：土壤污染採樣作業之完成應於報請所在地主管機關備查前六個月內為之；如非備查前六個月內完成之檢測結果，則應檢視是否符合表列甲至丁所有條件，並進行勾選；若非屬前述情形，請勾選其他，並提出說明。勾選(2)或(3)者應經環保主管機關同意。
10. 檢測及分析結果：依土壤污染檢測報告檢視是否有超過土壤污染監測基準或土壤污染管制標準之情形，並將超過監測基準或管制標準之污染物予以載明。若發現有其他非屬監測基準或管制標準之污染物時，請於其他乙欄中提出說明。
11. 聲明書：申請人（負責人）應簽章聲明所檢附文書記載均為真實完整。

(三) 文件檢核表（表 SP-ZA）

文件檢核表係提供申請者勾選、確認應檢具之資料及相關附件是否齊全，申請者需勾選並檢附附件資料並依序編號，所附圖件及影本以 A4 紙張大小之規格製作為原則，內容應清晰可判讀。

(四) 事業基本資料表（附表一）

【第一項 事業名稱與座落位置】

1. 名稱：同封面申請單位名稱。
2. 管制編號：同封面事業單位管制編號。
- 3a. 地址或座落位置：應填寫事業進行土壤污染檢測用地之地址；若新設事業僅有地號而尚未取得地址前，則可先填寫地號。
- 3b. 郵遞區號：請依照附錄「郵遞區號代碼表」填寫事業用地所在地址之郵遞區號前三碼。
- 3c. 鄉鎮代碼：請依照附錄「鄉鎮別代碼表」填寫事業用地所在地址之鄉鎮代

- 1f. 電子郵件帳號：填寫負責人完整之電子郵件信箱帳號；如無電子郵件信箱帳號者免填。
- 1g. 負責人住址：負責人身分證上登記之戶籍地址。
- 2a. 聯絡人姓名：填寫經負責人授權之代理人姓名。
- 2b. 職稱：代理人的職務名稱。
- 2c. 身分證護照字號：填寫代理人的身分證字號（本國人士），或護照字號（外國人士）。
- 2d. 電話：填寫代理人之電話號碼（含區域號碼）與行動電話號碼。
- 2e. 傳真：填寫代理人之傳真機號碼（含區域號碼）。
- 2f. 電子郵件帳號：填寫代理人完整之電子郵件信箱帳號；如無電子郵件信箱帳號者免填。
- 【第三項 主管機關或目的事業主管機關許可、登記、執照或其他證明文件字號】
- 1a. 資本額：應與公司執照、營利事業登記證上登記之資本額相同。
- 1b. 員工人數：填寫事業現有全職員工人數（不包含兼職人員）。
- 2a. 用地總面積：事業場所用地面積總和。
- 2b. 廠房總面積：供從事物品製造、加工作業使用之建築物所佔用地面積。
- 2c. 作業總樓板面積：係指事業為經營業務需要，實際使用之建築物樓地板面積，包括本單位自有自用及租用借用部分，不包括已出租出借部分。建築物包含廠房、倉庫、宿舍、營業辦公場所、停車場、停機棚及其他。
- 3a. 營利事業統一編號：應與營利事業登記證上登記之公司統一編號相同。
- 3b. 公民營廢棄物處理機構許可證號：應與處理機構許可證編號相同，事業如非屬公民營廢棄物處理機構，本欄可免填。
- 3c. 工廠登記證編號：應與工廠登記證編號相同，事業如非屬工廠，本欄可免填。
- 3d. 其他目的事業主管機關核發證號：其他主管機關或目的事業主管機關證書字號：填寫其他目的事業主管機關核發之證書字號，例如醫院填寫衛生主管機關許可證件字號（例如：北市衛醫字第○○○○○○號）。採礦業填寫礦業主管機關許可證件字號（例如：北市衛醫字第○○○○○○號）。
- 3e. 公司執照證號：應與公司執照上之編號相同。
- 3f. 其他證明文件字號：若事業擁有非上述 3a.~3e. 項目之許可證號時填寫於本欄；若無其他證明文件本欄可免填。
- 【第四項 地籍資料】
- 用地地籍資料可向地政事務所申請謄本參考填寫，用地若有多筆地號，則請分開填寫；事業使用面積則請填寫使用相對應地號之實際面積。
- 【第五項 土地所有人、使用人、管理人基本資料】
- 土地所有人、使用人、管理人基本資料填寫，請註明身分證號、與地關係、地址與聯絡方式等必要資訊。
- 【第六項 用地運作歷史】
- 填寫用地之先前使用人、使用狀況與時間等資訊，並應儘可能回溯用地運作歷史。參考環保署「土壤及地下水污染場址健康風險評估分析及撰寫指引

- 碼。
- 4a. 總公司名稱：如有總公司則填寫其名稱，無則免填。
- 4b. 總公司電話：事業總公司所在地電話。
- 4c. 總公司地址或座落位置：應與事業總公司執照、營利事業登記證或其他目的事業主管機關核發之相關許可、登記、執照上登記地址相同。
5. 事業場所核准設立登記日期：應與公司執照、營利事業登記證、工廠登記證或其他目的事業主管機關核發之相關許可、登記、執照上登記之核准設立登記日期相同。
6. 開始營運日期：填寫事業開始營運生產日期。
7. 大門位置座標（採 TWD97 座標系統）：填寫該事業大門所在位置之座標，請參考行政院農委會林務局農林航空測量所出版之伍仟分之一比例尺的相片基本圖所附之橫麥卡脫投影座標（TM2 度座標）概估該放流口所在位置之 X、Y 座標填入；或逕以全球衛星定位儀（GPS）測得二度分帶直角座標；其中 X 座標有效數字為 6 位（整數），Y 座標有效數字為 7 位（整數）。座標填寫時請確認是否為 TWD97 座標系統，若為其他座標系統請先進行座標轉換後填入。
- 8a. 用地類別：參閱附錄之「用地類別代碼表」填寫事業用地類別名稱。如不止一種用地類別，請選擇主要的類別填寫。
- 8b. 用地代碼：請參閱附錄之「用地類別代碼表」填寫事業之用地類別代碼。
- 9a. 所在工業區名稱：若事業用地位於工業區內請填入所在工業區名稱；若不在工業區內，則免填。
- 9b. 工業區代碼：參閱附錄之「工業區代碼表」填寫其代碼。位於科學園區或其他工業區之事業，代碼請填其他工業區（ZZ）；若事業不在工業區內，則代碼請填寫非屬工業區類（99）。
- 10a. 事業類別名稱碼：參閱附錄之「主計處行業別代碼表」行業別填寫主計處行業別名稱，如事業同時屬兩種以上之行業，則請分別填寫。
- 10b. 事業類別代碼：參閱附錄之「主計處行業別代碼表」填寫代碼，如事業同時屬兩種以上之行業，則請分別填寫。
- 【第二項 負責人（聯絡人）姓名、身分證證明文件字號、住址及聯絡電話】
- 1a. 負責人姓名：應與工廠登記證、公司執照、營利事業登記證或其他證明文件上登記之代表人或負責人姓名相同。
- 1b. 職稱：負責人的職務名稱。
- 1c. 身分證護照字號：填寫負責人的身分證字號（本國人士），或護照字號（外國人士）；但考量政府機關首長為負責人時，基於行政體系已有明確身分認證機制，足資識別，同意以機關防或印信加蓋於開發單位負責人姓名欄處者，免予檢具身分證影本。
- 1d. 電話：填寫負責人之電話號碼（含區域號碼）與行動電話號碼。
- 1e. 傳真：填寫負責人之傳真機號碼（含區域號碼）。

(95.04) 之規定，建議至少應填寫該土地近 10 年之運作情形。

(五) 事業運作情形 (附表二)

1. 使用原料
 - a. 名稱：請填寫製程使用原料之中文名稱。
 - b. 最大年用量：請填寫原料年用量最大值。
 - c. 月用量範圍：請填寫原料月用量之最小值與最大值。
 - d. 單位：請註明最大年用量與月用量之單位。
2. 產品
 - a. 名稱：請填寫製程生產產品之中文名稱。
 - b. 最大年產量：請填寫產品年產量最大值。
 - c. 月產量範圍：請填寫產品月產量之最小值與最大值。
 - d. 單位：請註明最大年產量與月產量之單位。
3. 燃料
 - a. 名稱：請填寫製程使用燃料之中文名稱。
 - b. 最大年用量：請填寫燃料年用量最大值。
 - c. 月用量範圍：請填寫燃料月用量之最小值與最大值。
 - d. 單位：請註明最大年用量與月用量之單位。
4. 儲槽設施
 - a. 儲槽編號：請依序 (自 T01 開始編號) 填寫儲槽編號，並於廠區平面配置圖上標示清楚。
 - b. 儲槽類型：屬於地上儲槽或地下儲槽。
 - c. 儲槽容量：請填寫儲槽可貯存物質之最大體積。
 - d. 單位：請註明儲槽容量之單位。
 - e. 貯存物質：請填寫各儲槽目前、曾經或預計貯存之物質。
5. 污染物資料：

請填寫製程所產生之廢水、廢棄物、廢氣等污染物下列資料：

 - a. 污染物名稱：製程所產生之污染物名稱。
 - b. 污染來源：請填寫該污染物產出之製程或設備。
 - c. 污染物種類：請填寫該污染物為廢水、廢棄物或廢氣等。
 - d. 污染物成分：請填寫該污染物主要含有之物質。
 - e. 處理情形：請填寫該污染物之清理設備或方式。
 - f. 平均年產量：請填寫該污染物之平均年產出量。
 - g. 單位：請註明該污染物之平均年產出量之單位。
6. 主要生產製程與污染防治資料：請事業敘述主要生產製程與污染防治措施或設備，可以流程圖方式展現，惟應清楚說明原料、產品、廢棄物、製程設施等相關性。運作或產出相關含土壤管制污染物之原物料、產品或廢棄物、毒化物、農藥以及相關污染防治措施等，均應一併詳列。

若為新設事業，本附表二請填寫事業未來營運時之運作規劃。

(六) 檢測及分析結果 (附表三)

1. 採樣日期 (或期程)：填寫執行土壤採樣之日期 (或期程)。
2. 檢測日期 (或檢測報告出具日期)：填寫土壤樣品檢測日期 (或期程) 或檢測報告出具之日期。
3. 採樣 (含現場篩選、佈點) 方法說明：請將本次土壤污染檢測工作之佈點規劃、篩選方法與採樣流程作一簡要之說明。必要時，可檢附詳細之環境場址評估報告書或土壤採樣計畫書。
4. 採樣點/佈點資料：將採樣點依序編號 (自 S01 開始編號)，說明其詳細位置，並填寫採樣點 GPS 座標 (座標填寫時請確認是否為 TW97 座標系統，若為其他座標系統請先進行座標轉換後填入)、採樣點位置擇定或排除之理由、採樣工具、採樣深度 (請註明單位)、檢測項目與檢測項目擇定或排除之理由、總採樣點數量等。
5. 檢測分析方法：請填寫所依據之檢測方法與其方法編號，若非環保署公告方法請說明參考方法之出處來源。
6. 檢測分析結果：請事業自行比對「土壤污染監測基準」與「土壤污染管制標準」，若超過監測基準或管制標準，則應註明該採樣點之編號、位置、超過法規之檢測項目與倍數。

(七) 檢測機構 (附表四)

1. 參與規劃評估、採樣、分析工作之人員或機構基本資料與主要工作項目；若委託非檢測機構之其他環境專業人員或技術顧問機構進行規劃評估，亦應於本表填寫該人員或機構之基本資料與主要工作項目。
2. 規劃評估單位除應填寫評估者姓名、服務機構名稱、評估者學歷、相關實務經歷或證照等資料外，並應填寫聲明書及簽章。
3. 檢測機構名稱、地址與環保署認可證字號：應與檢附證明文件名稱、地址與證號相符。並填寫檢測機構之負責人、聯絡方式與檢測機構所從事之採樣或檢測項目。

(八) 其他經主管機關指定之資料 (附表五)

依採用之規劃方法，檢附勾選必要之資料 (如過去曾執行之用地土壤污染檢測成果、環境場址評估報告、土壤採樣計畫、場址照片.....等)，並按次序排列檢附。若檢附之評估報告書 (或規劃說明) 中已包含各項應檢附文件，請敘明各項應檢附文件所在章節位置，以利環保機關檢閱資料之完整性，得無須單獨列出或重複檢附相同資料。

(九) 其他注意事項

1. 每頁資料右下角，需按頁依序標註頁數。
2. 申請者需勾選檢附附件資料並依序編號，所附圖件及影本應以 A4 紙張大小之規格製作為原則，內容應清晰可判讀。

事業名稱：

事業地址：

事業類別：

管制編號：

填寫日期：____年____月____日

登記號：

收文日期：

(本欄位係報請所在地主管機關備查時用，並由所在地主管機關填寫)

土壤及地下水污染整治法第九條指定公告事業檢具土壤污染檢測資料備查時應填寫並檢附本表

土壤污染檢測資料備查申請表

表 SP-Z

1.事業名稱	2.管制編號																		
3.土壤法第九條指定公告事業申請理由(請勾選)： ☐ (1)成立前 ☐ (2)停業前 ☐ (3)歇業前																			
4.申請類別(請勾選)： ☐ (1)新提 ☐ (2)第____次補件																			
5.採樣時機(請勾選)： ☐ (1)開挖整地或改變地形地貌之施工前 ☐ (2)試運轉(或試車)前 ☐ (3)停業或歇業前 ☐ (4)其他(請說明)：																			
6.土壤污染檢測執行方式(請勾選)(第(3)項需經所在地主管機關同意)： ☐ (1)方式一：依「以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引」辦理。 ☐ (2)方式二：依「以網格法辦理事業用地土壤污染檢測指引」辦理。 ☐ (3)其他(請說明)：																			
7.事業應檢測項目(請勾選)(第(2)-(4)項需經所在地主管機關同意)： ☐ (1)與公告附表二應檢測項目相同。 ☐ (2)事業實際運作過程未使用及未產生土壤污染管制污染物，申請免除項目為：_____ ☐ (3)事業用地全部位於二樓以上者，免予採樣檢測。 ☐ (4)其他(請說明)：																			
8.最少採樣點數規定(請勾選)(第(2)項需經所在地主管機關同意)： ☐ (1)實際採樣點數符合 最少採樣點數 (右表)規定。 ☐ (2)其他(請說明)：																			
<table><tr><td>事業用地面積(平方公尺)</td><td>最少採樣點數</td></tr><tr><td><100</td><td>2</td></tr><tr><td>≥100 ~ <500</td><td>3</td></tr><tr><td>≥500 ~ <1000</td><td>4</td></tr><tr><td>≥1000</td><td>10</td></tr></table>										事業用地面積(平方公尺)	最少採樣點數	<100	2	≥100 ~ <500	3	≥500 ~ <1000	4	≥1000	10
事業用地面積(平方公尺)	最少採樣點數																		
<100	2																		
≥100 ~ <500	3																		
≥500 ~ <1000	4																		
≥1000	10																		
9.檢測結果時效性(請勾選)(第(2)(3)項需經所在地主管機關同意)： ☐ (1)備查前六個月內之採樣檢測資料 ☐ (2)備查前六個月以前之採樣檢測資料，符合下列甲至丁各項條件且經所在地主管機關同意者： 甲、自採樣日起事業用地內未從事任何運作行為。 乙、採取適當圍籬、區隔、監控或防護措施，確保無排放、洩漏、灌注或棄置污染物於事業用地範圍內。 丙、毗鄰用地無潛在污染源。 丁、採樣當時之事業與申請備查時之事業，其事業類別、製程及運作特性均相同；或採樣時所檢測之土壤污染物項目可全部涵蓋申請備查事業之應檢測項目者。 ☐ (3)其他(請說明)：																			
10.檢測及分析結果： ☐ (1)檢測及分析結果任一項目達土壤污染管制標準，項目為：_____ ☐ (2)檢測及分析結果任一項目達土壤污染監測基準，但未達管制標準，項目為：_____ ☐ (3)檢測及分析結果均無項目達土壤污染監測基準與管制標準。 ☐ (4)其他(請說明)：																			
11.聲明書 申請人(負責人)____今代表____(事業場所名稱)在法律之約束下，保證本申請表及所附文件，係在本人指導及監督下，經由本人確認合適之人員，妥善收集、整理及評估所得。據本人對此申請文件之作業要求及本人最佳之認知與信心，本人保證所申報文件俱為真實、精確及完整，本人深知申報不實資料將受最嚴重之法律處分。 致 ____市____縣(市)政府 (環境保護局) 申請人(負責人)簽名：____職稱：____蓋章：____ 事業場所名稱(加蓋公司印章)：____ 地址：____聯絡方式：____ 申請日期：中華民國____年____月____日 ※用地完全無法進行採樣者，請於5~10項「其他」欄位中說明，並檢附相關證明文件。																			

頁次

土壤污染檢測資料備查所需文件檢核表（申請備查用）表 SP-ZA

※土壤及地下水污染整治法第九條指定公告事業檢具土壤污染檢測資料備查時應填寫並檢附本表

項次	資料名稱	資料內容	對應表單
一	備查申請表（申請備查用）	☐ 備查申請表（申請備查用）	表SP-Z
二	文件檢核表（申請備查用）	☐ 文件檢核表（申請備查用）	表SP-ZA
三	事業基本資料	☐ 事業基本資料	附表一
		☐ 證明文件： ☐ 負責人身份證正反面影本 ☐ 工廠登記證影本 ☐ 公司執照影本 ☐ 營利事業登記證影本 ☐ 其他，請說明： ☐ 廠(站)區配置圖	
		☐ 事業運作情形	
四	事業運作情形	☐ 事業運作情形	附表二
五	檢測及分析結果	☐ 檢測及分析結果 ☐ 檢測分析與品保品管報告	附表三
六	檢測機構	☐ 檢測機構 ☐ 許可文件影本	附表四
七	其他經主管機關指定之資料	☐ 以方式一依「以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引」辦理者，應檢附下列資料： ☐ 環境場址評估報告書 ☐ 土壤採樣計畫 ☐ 土壤採樣紀錄(含照片) ☐ 以方式二依「以網格法辦理事業用地土壤污染檢測指引」辦理者，應檢附下列資料： ☐ 網格規劃說明 ☐ 土壤採樣計畫 ☐ 土壤採樣紀錄(含照片) ☐ 以其他方式辦理者，應檢附下列資料： ☐ 規劃說明書 ☐ 土壤採樣計畫 ☐ 土壤採樣紀錄(含照片) ☐ 用地完全無法進行採樣者，應檢附下列資料： ☐ 現勘評估報告(含照片)或其他足以證明用地無法進行採樣之文件 ☐ 其他(請說明)：	附表五
八	備註	第七項其他經主管機關指定之資料中，若檢附之評估報告書(或規劃說明)中已包含各項應檢附文件，請敘明各項應檢附文件所在章節位置，以利環保機關閱資料之完整性，得無須單獨列出或重複檢附相同資料。	

註：請於填寫及備妥申請資料後，自行依本表檢核資料之完整性。

頁次

附表一、事業基本資料表

一、事業名稱與座落位置																																		
1.名稱	2.管制編號																																	
3a.地址	3b.郵遞區號：□□□□□□□□										3c.鄉鎮代碼：□□□□□□																							
	縣鄉鎮區(市)										村鄉路段巷弄										樓													
4a.總公司名稱											4b.總公司電話																							
4c.總公司地址																																		
5.事業場所核准設立登記日期	民國	年	月	日	6.開始營運日期					民國	年	月	日																					
7.大門位置(TWD97)座標	X：									Y：																								
8a.用地類別											8b.用地代碼																							
9a.所在工業區名稱											9b.工業區代碼																							
10a.事業類別名稱											10b.事業類別代碼																							
二、負責人（聯絡人）姓名、身分證明文件字號、住址及聯絡電話																																		
1a.負責人姓名	1b.職稱					1c.身份證/護照字號																												
1d.電話	1e.傳真					1f.電子郵件帳號																												
1g.負責人住址	縣鄉鎮區(市)					村鄉路段巷弄					樓																							
2a.負責人授權之代理人姓名	2b.職稱					2c.身份證/護照字號																												
2d.電話	2e.傳真					2f.電子郵件帳號																												
三、主管機關或目的事業主管機關許可、登記、執照或其他證明文件字號																																		
1a.資本額										元										1b.員工人數														
2a.用地總面積										M ²										2c.廠房總面積														
3.主管機關或目的事業主管機關核發之相關許可、登記、執照或其他證件字號										M ²										2c.作業總樓地板面積														
3a.營利事業統一編號																				3b.公民營廢棄物處理機構許可證號														
3c.工廠登記證編號																				3d.其他目的事業主管機關核發證號														
3c.公司執照證號																				3f.其他證明文件字號														
四、地籍資料																																		
縣市鄉鎮別					段					小段					地號					地籍登記面積(M ²)					事業使用面積(M ²)					土地所有人				
五、土地所有人、使用人或管理人基本資料																																		
土地關係人姓名					身分證號					與用地關係					地址					聯絡方式														
土地所有人																																		
土地使用者																																		
土地管理人																																		
六、用地運作歷史(以填寫近10年之用地運作情形為原則)																																		
時間					使用人					土地使用狀況與運作情形說明					備註																			
/ / ~迄今																																		
/ / ~ / /																																		
/ / ~ / /																																		
※請檢附負責人身份證正反面影本、工廠登記證影本、公司執照影本、營利事業登記證影本、其他相關許可文件影本等證明文件。																																		
※請檢附事業用地配置圖，於圖面請註明事業用地、設施所在位置與調查規劃、採樣佈點等資訊，並加註方位與比例尺。																																		
※本表不敷填寫時請自行影印空白表格使用，右下角填寫頁次。																																		
															頁次																			

附表二、事業運作情形

1. 使用原料	a.名稱	b.最大年用量	c.月用量範圍	d.單位
			~	
			~	
			~	
			~	
2. 產品	a.名稱	b.最大年產量	c.月產量範圍	d.單位
			~	
			~	
			~	
3. 燃料	a.名稱	b.最大年用量	c.月用量範圍	d.單位
			~	
			~	
			~	
4. 儲槽設施	a.儲槽編號 (編號自 T01 開始)	b.儲槽類型 []地上 []地下	c.儲槽容量	d.單位
	T [] [] []	[]地上 []地下		
	T [] [] []	[]地上 []地下		
	T [] [] []	[]地上 []地下		
	T [] [] []	[]地上 []地下		
請填寫製程所產生之廢水、廢棄物、廢氣等污染物。(污染物種類請填寫廢水、廢棄物或廢氣)				
5. 污染物質	a.污染物名稱	b.污染來源	c.污染物種類	d.污染成分
				e.處理方式
				f.平均年產量
				g.單位
6. 主要生產製程與污染防治資料	事業主要生產製程與污染防治措施敘述：			
※若為新設事業，本表請填寫事業表袋營運時之運作規劃。 ※本表不數填寫時請自行影印空白表格使用，右下角填寫頁次。				
頁				次

附表三、檢測及分析結果表

1.採樣日期												
2.檢測日期 (或檢測報告出具日期)												
3.採樣 (含現場篩選、佈點)方法說明												
4.採樣點/佈點資料	編號 (編號自 S01 開始)	位置	座標 (TW/D97)	位置擇定 /排除理由	採樣 工具	採樣 深度 (地下)(公尺)	檢測 項目	項目擇定 /排除理由				
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
	S [] [] []		X [] Y []			~						
採樣點數合計 _____ 點。(除經所在地主管機關同意免予採樣檢測之情形外，事業進行土壤污染檢測之採樣點數量應符合最少應採樣點數之規定)												
5.檢測分析方法	檢測分析項目			依據方法 (方法編號)			環保署 公告方法					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
							[]是 []否					
6.檢測分析結果	(1)有無達土壤污染監測基準(但未達管制標準)之項目：[]有 (請填下表)，合計 _____ 點											
	採樣點編號	達監測基準項目	檢測值	單位	超過法規值倍數							
	S [] [] []											
	S [] [] []											
	(2)有無達土壤污染管制標準之項目：[]有 (請填下表)，合計 _____ 點											
	採樣點編號	達管制標準項目	檢測值	單位	超過法規值倍數							
	S [] [] []											
	S [] [] []											
	※土壤採樣點自 S01 依序開始編號；若使用 XRF、PID 或 FID 篩選，則建議可分別以 X、P、F 為代號依序進行篩選點編號。 ※請檢附檢測分析與品保品管報告。 ※本表不數填寫時請自行影印空白表格使用，右下角填寫頁次。											
	頁				次							

附表四、檢測機構

請填寫參與之執行機構相關基本資料。	
規劃評估人員或機構	
(1)評估者姓名	
(2)評估者服務機構名稱：	
(3)評估者學歷：	
(4)相關實務經歷與證照：	
(5)聲明書	
本人(或機構負責人)_____已依一般公認學理、相關環保法規及檢測方法之規範下，客觀地 完成目標場址之環境場址評估或土壤採樣規劃工作，本人(或機構負責人)深知為不實之事項而提 供不實資料或於業務上作成之文書為虛偽記載者，將受最嚴重之法律處分。	
評估者(或機構負責人)簽名：	蓋章：
地址：	職稱：
填寫日期：中華民國_____年_____月_____日	聯絡電話：
檢測機構	
基本資料	
主要工作 (請勾選)	
(1)檢測機構名稱：	☐ 採樣： ☐ 重金屬 ☐ 有機物
(2)檢測機構地址：	☐ 分析： ☐ 重金屬 ☐ 農藥 ☐ 戴奧辛 ☐ VOC ☐ SVOC ☐ 多氯聯苯
(3)環保署認可證字號：環署環檢字第_____號	☐ 總石油碳氫化合物
(4)負責人：	☐ 其他項目，請說明：
(5)聯絡方式：	
(1)檢測機構名稱：	☐ 採樣： ☐ 重金屬 ☐ 有機物
(2)檢測機構地址：	☐ 分析： ☐ 重金屬 ☐ 農藥 ☐ 戴奧辛 ☐ VOC ☐ SVOC ☐ 多氯聯苯
(3)環保署認可證字號：環署環檢字第_____號	☐ 總石油碳氫化合物
(4)負責人：	☐ 其他項目，請說明：
(5)聯絡方式：	
(1)檢測機構名稱：	☐ 採樣： ☐ 重金屬 ☐ 有機物
(2)檢測機構地址：	☐ 分析： ☐ 重金屬 ☐ 農藥 ☐ 戴奧辛 ☐ VOC ☐ SVOC ☐ 多氯聯苯
(3)環保署認可證字號：環署環檢字第_____號	☐ 總石油碳氫化合物
(4)負責人：	☐ 其他項目，請說明：
(5)聯絡方式：	
備註欄：	
2.證明文件：請檢附前述機構許可文件影本。	
※本表不敷填寫時請自行影印空白表格使用，右下角填寫頁次。	
頁次	

附表五、其他經主管機關指定之資料

※檢附其他經主管機關指定之資料請加以說明(例如環境場址評估報告書、土壤採樣計畫或事業過去曾經執行過之用地土壤污染檢測成果報告等)。	
1.請勾選下列(1)-(4)項目之一：	
☐ (1)以方式一依「以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引」辦理者，應檢附下列資料： ☐ 環境場址評估報告書 ☐ 土壤採樣計畫 ☐ 土壤採樣紀錄(含照片)	
☐ (2)以方式二依「以網格法辦理事業用地土壤污染檢測指引」辦理者，應檢附下列資料： ☐ 網格規劃說明書 ☐ 土壤採樣計畫 ☐ 土壤採樣紀錄(含照片)	
☐ (3)以其他方式辦理者，應檢附下列資料： ☐ 規劃說明書 ☐ 土壤採樣計畫 ☐ 土壤採樣紀錄(含照片)	
☐ (4)用地完全無法進行採樣者，應檢附下列資料： ☐ 現勘評估報告(含照片)或其他足以證明用地無法進行採樣之文件	
2.其他相關證明文件或資料(請說明)	
若檢附之評估報告書(或規劃說明)中已包含各項應檢附文件，請敘明各項應檢附文件所在章節位置，以利環保機關檢閱資料之完整性，得無須單獨列出或重複檢附相同資料。	
※本表不敷填寫時請自行影印空白表格使用，右下角填寫頁次。	
頁次	

附錄

土壤污染檢測資料備查申請各項代碼表

一、行政院主計處「行業標準分類」代碼表（事業類別代碼）

二、郵遞區號代碼表

三、鄉鎮代碼表

四、用地類別代碼表

五、工業區代碼表

一、行政院主計處「行業標準分類」代碼表（事業類別代碼）【第 8 次修訂】

代碼	名稱	代碼	名稱	代碼	名稱
0111	稻作栽培業	0920	非酒精飲料製造業	1850	人造纖維製造業
0112	雜糧栽培業	1000	菸草製造業	1910	農藥及環境衛生用藥製造業
0113	特用作物栽培業	1111	棉紡紗業	1920	塗料、染料及顏料製造業
0114	蔬菜栽培業	1112	毛紡紗業	1930	清潔用品製造業
0115	果樹栽培業	1113	人造纖維紡紗業	1940	化粧品製造業
0116	食用菌菇類栽培業	1114	人造纖維加工絲業	1990	其他化學製品製造業
0117	花卉栽培業	1119	其他紡紗業	2001	原料藥製造業
0119	其他農作物栽培業	1121	棉梭織布業	2002	西藥製造業
0121	牛飼育業	1122	毛梭織布業	2003	生物藥品製造業
0122	豬飼育業	1123	人造纖維梭織布業	2004	中藥製造業
0123	雞飼育業	1124	玻璃纖維梭織布業	2005	槽外檢驗試劑製造業
0124	鴨飼育業	1125	針織布業	2101	輪胎製造業
0129	其他畜牧業	1129	其他織布業	2102	工業用橡膠製品製造業
0131	作物栽培服務業	1130	不織布業	2109	其他橡膠製品製造業
0132	農產品整理業	1140	印花整理業	2201	塑膠皮、板、管材製造業
0133	畜牧服務業	1151	紡織製成品製造業	2202	塑膠膜袋製造業
0139	其他農事服務業	1152	繩、纜、網製造業	2203	塑膠日用品製造業
0210	造林業	1159	其他紡織品製造業	2204	工業用塑膠製品製造業
0221	伐木業	1211	梭織外衣製造業	2209	其他塑膠製品製造業
0222	野生物採捕業	1212	梭織內衣及睡衣製造業	2311	平板玻璃及其製品製造業
0311	海洋漁業	1221	針織外衣製造業	2312	玻璃容器製造業
0312	內陸漁撈業	1222	針織內衣及睡衣製造業	2313	玻璃纖維製造業
0321	海面養殖業	1231	織類製造業	2319	其他玻璃及其製品製造業
0322	內陸養殖業	1232	紡織手套製造業	2321	耐火材料製造業
0500	石油及天然氣礦業	1233	紡織帽製造業	2322	黏土建築材料製造業
0600	砂、石及黏土採取業	1239	其他服飾品製造業	2323	陶瓷衛浴設備製造業
0700	其他礦業及土石採取業	1301	皮革、毛皮整製業	2329	其他陶瓷製品製造業
0811	屠宰業	1302	鞋類製造業	2331	水泥製造業
0812	冷凍冷藏肉類製造業	1303	行李箱及手提袋製造業	2332	預拌混凝土製造業
0813	肉品製造業	1309	其他皮革、毛皮製品製造業	2333	水泥製品製造業
0821	冷凍冷藏水產製造業	1401	製材業	2340	石材製品製造業
0822	水產品製造業	1402	合板及組合木材製造業	2391	工業及研磨材料製造業
0831	冷凍冷藏蔬菜製造業	1403	建築用木製品製造業	2392	石灰製造業
0832	蔬果製品製造業	1404	木質容器製造業	2393	石膏製品製造業
0840	食用油脂製造業	1409	其他木竹製品製造業	2399	未分類其他非金屬礦物製品製造業
0850	乳品製造業	1511	紙漿製造業	2411	鋼鐵冶煉業
0861	碾穀業	1512	紙張製造業	2412	鋼鐵鑄造業
0862	磨粉製品製造業	1513	紙板製造業	2413	鋼鐵軋延及擠型業
0863	澱粉及其製品製造業	1520	紙容器製造業	2414	鋼鐵伸線業
0870	動物飼料配製業	1591	家庭及衛生用紙製造業	2421	鍊鋁業
0891	烘焙炊蒸食品製造業	1599	未分類其他紙製品製造業	2422	鋁鑄造業
0892	麵條、粉條類食品製造業	1611	印刷業	2423	鋁材軋延、擠型、伸線業
0893	製糖業	1612	印刷輔助業	2431	鍊銅業
0894	糖果製造業	1620	資料儲存媒體複製業	2432	鋼鐵鑄造業
0895	製茶業	1700	石油及煤製品製造業	2433	鋼材軋延、擠型、伸線業
0896	調味品製造業	1810	基本化學材料製造業	2491	其他基本金屬鑄造業
0897	調理食品製造業	1820	石油化工原料製造業	2499	未分類其他基本金屬製造業
0899	未分類其他食品製造業	1830	肥料製造業	2511	金屬手工工具製造業
0911	啤酒製造業	1841	合成樹脂及塑膠製造業	2512	金屬模具製造業
0919	其他酒類飲料製造業	1842	合成橡膠製造業	2521	金屬結構製造業

代碼	名稱	代碼	名稱
2522	金屬建築組件製造業	2922	建築工程業
2531	鍋爐、金屬貯槽及壓力容器製造業	2923	道路工程業
2539	其他金屬容器製造業	2924	公用事業設施工程業
2541	金屬鍛造業	2925	木工機械設備製造業
2542	粉末冶金業	2926	化工機械設備製造業
2543	金屬熱處理業	2927	電子及半導體生產用機械設備製造業
2544	金屬表面處理業	2928	機電、電信及電路設備安裝業
2549	其他金屬加工處理業	2929	冷凍、空調及管道工程業
2591	螺絲、螺帽及鉚釘製造業	2931	原動機製造業
2592	金屬彈簧製造業	2932	流體傳動設備製造業
2593	金屬鍛製品製造業	2933	泵、壓縮機、活栓及活閥製造業
2599	未分類其他金屬製品製造業	2934	機械傳動設備製造業
2611	精鑄電路製造業	2935	輸送機械設備製造業
2612	分離式元件製造業	2936	事務機械設備製造業
2613	半導體封裝及測試業	2937	污染防治設備製造業
2620	被動電子元件製造業	2938	動力手工工具製造業
2630	印刷電路板製造業	2939	其他通用機械設備製造業
2641	液晶面板及其組件製造業	3010	汽車製造業
2649	其他電路材料及元件製造業	3020	車體製造業
2691	印刷電路板組件製造業	3030	汽車零件製造業
2692	電子管製造業	3110	船舶及其零件製造業
2699	未分類其他電子零組件製造業	3121	機車製造業
2711	電腦製造業	3122	機車零件製造業
2712	顯示器及終端機械製造業	3131	自行車製造業
2719	其他電腦週邊設備製造業	3132	自行車零件製造業
2721	電話及手機製造業	3190	未分類其他運輸工具及零件製造業
2729	其他通訊傳輸設備製造業	3211	木製家具製造業
2730	視聽電子產品製造業	3219	其他非金屬家具製造業
2740	資料儲存媒體製造業	3220	金屬家具製造業
2751	量測、導航及控制設備製造業	3311	體育用品製造業
2752	鐘錶製造業	3312	玩具製造業
2760	幅射及電子醫學設備製造業	3313	樂器製造業
2771	照相機械製造業	3314	文具製造業
2779	其他光學儀器及設備製造業	3321	眼鏡製造業
2810	發電、輸電、配電機械製造業	3329	其他醫療器材及用品製造業
2820	電池製造業	3391	珠寶及金工製品製造業
2831	電線及電纜製造業	3392	拉鍊及鈕扣製造業
2832	配線器材製造業	3399	其他未分類製造業
2841	電燈泡及燈管製造業	3400	產業用機械設備維修及安裝業
2842	照明器具製造業	3510	電力供應業
2851	家用空調器具製造業	3520	氣體燃料供應業
2852	家用電冰箱製造業	3530	蒸汽供應業
2853	家用洗衣設備製造業	3600	供水供應業
2854	家用電扇製造業	3700	廢(污)水處理業
2859	其他家用電器製造業	3811	無害廢棄物清除業
2890	其他電力設備製造業	3812	有害廢棄物清除業
2911	冶金機械製造業	3821	無害廢棄物處理業
2912	金屬切削工具機製造業	3822	有害廢棄物處理業
2919	其他金屬加工用機械設備製造業	3830	資源回收業
2921	農用及林用機械設備製造業	3900	污染整治業

代碼	名稱	代碼	名稱
4622	化學製品批發業	4871	電子購物及郵購業
4631	石油製品燃料批發業	4872	直銷業
4639	其他燃料批發業	4879	未分類其他無店面零售業
4641	電腦及其週邊設備、軟體批發業	4910	鐵路運輸業
4642	電子設備及其零組件批發業	4920	大眾捷運系統運輸業
4643	農用及工業用機械設備批發業	4931	公共汽車客運業
4644	辦公用機械器具批發業	4932	計程車客運業
4649	其他機械器具批發業	4939	其他汽車客運業
4651	汽車批發業	4940	汽車貨運業
4652	機車批發業	4990	其他陸上運輸業
4653	汽機車零配件、用品批發業	5010	海洋水運業
4691	回收物料批發業	5020	內河及湖泊水運業
4699	未分類其他貨批發業	5101	民用航空運輸業
4711	食品饮料為主之綜合商品零售業	5102	普通航空業
4719	其他綜合商品零售業	5210	報關業
4721	蔬果零售業	5220	船務代理業
4722	肉品零售業	5231	陸上貨運承攬業
4723	水產品零售業	5232	海洋貨運承攬業
4729	其他食品及飲料、菸草製品零售業	5233	航空貨運承攬業
4731	服裝及其配件零售業	5241	停車場業
4732	鞋類零售業	5249	其他陸上運輸輔助業
4733	其他服飾品零售業	5251	港埠業
4739	家庭電器零售業	5259	其他水上運輸輔助業
4741	家具零售業	5260	航空運輸輔助業
4742	家飾品零售業	5290	其他運輸輔助業
4743	鐘錶及眼鏡零售業	5301	普通倉儲業
4744	珠寶及貴金屬製品零售業	5302	冷凍冷藏倉儲業
4745	其他家庭器具及用品零售業	5410	郵政業
4749	藥品及醫療用品零售業	5420	快速服務業
4751	化粧品零售業	5510	短期住宿服務業
4752	書籍、文具零售業	5590	其他住宿服務業
4761	運動用品、器材零售業	5610	餐館業
4762	玩具、娛樂用品零售業	5621	非酒精飲料店業
4763	音樂帶及影片零售業	5622	酒精飲料店業
4764	建材零售業	5631	餐食攤販業
4810	加油站業	5632	調理飲料攤販業
4821	其他燃料零售業	5690	其他餐飲業
4829	電腦及其週邊設備、軟體零售業	5811	新聞出版業
4831	通訊設備零售業	5812	雜誌(期刊)出版業
4832	視聽設備零售業	5813	書籍出版業
4833	汽車零售業	5819	其他出版業
4841	機車零售業	5820	軟體出版業
4842	汽機車零配件、用品零售業	5911	影片製作業
4843	汽機車零售業	5912	影片後製服務業
4851	其他全新商品零售業	5913	影片發行業
4852	中古商品零售業	5914	影片放映業
4853	食品、飲料及菸草製品之零售攤販業	5920	聲音錄製及音樂出版業
4861	紡織品、服裝及鞋類之零售攤販業	6010	廣播業
4862	其他商品之零售攤販業	6021	電視傳播業
4869		6022	有線及其他付費節目播送業

代碼	名稱	代碼	名稱	代碼	名稱
7121	環境檢測服務業	8110	複合支援服務業		婦女之社會工作服務業
7129	其他技術檢測及分析服務業	8120	清潔服務業	8804	未分類其他社會工作服務業
7210	自然及工程科學研究發展服務業	8130	綠化服務業	8809	創作業
7220	社會及人文科學研究發展服務業	8201	代收帳款及信用調查服務業	9020	藝術表演場所經營業
7230	綜合研究發展服務業	8202	會議及展覽服務業	9031	藝術表演場所經營業
7311	一般廣告業	8203	影印業	9039	其他藝術表演輔助服務業
7312	戶外廣告業	8209	其他業務及辦公室支援服務業	9101	圖書館及檔案保存業
7319	其他廣告業	8311	政府機關	9102	植物園、動物園及自然生態保護機構
7320	市場研究及民意調查業	8312	民意機關	9103	博物館、歷史遺址及其他類似機構
7401	室內設計業	8320	國防事務業	9200	博奕業
7409	其他專門設計服務業	8330	強制性社會安全	9311	職業運動業
7500	獸醫服務業	8400	國際組織及外國機構	9312	運動場館業
7601	攝影業	8510	學術教育事業	9319	其他運動服務業
7602	翻譯服務業	8520	小學	9321	遊樂園及主題樂園
7603	藝人及模特兒等經紀業	8530	中學	9322	視聽及視唱業
7609	未分類其他專業、科學及技術服務業	8540	職業學校	9323	特殊娛樂業
7711	營造用機械設備租賃業	8550	大專院校	9324	遊戲場業
7712	農業及其他工業用機械設備租賃業	8560	特殊教育事業	9329	其他娛樂及休閒服務業
7713	辦公用機械設備租賃業	8571	外語教育服務業	9410	宗教組織
7719	其他機械設備租賃業	8572	藝術教育服務業	9421	工商業團體
7721	汽車租賃業	8573	運動及休閒教育服務業	9422	專門職業團體
7722	船舶租賃業	8574	商業、資訊及事業管理教育服務業	9423	勞工團體
7723	倉庫租賃業	8579	未分類其他教育服務業	9424	農民團體
7729	其他運輸工具設備租賃業	8580	教育輔助服務業	9491	政治團體
7731	運動及娛樂用品租賃業	8610	醫院	9499	未分類其他組織
7732	錄影帶及碟片租賃業	8620	診所	9511	汽車維修業
7739	其他物品租賃業	8691	醫學檢驗服務業	9512	汽車美容業
7740	非金融性無形資產租賃業	8699	未分類其他醫療保健服務業	9521	電腦及其週邊設備修理業
7801	職業介紹服務業	8701	護理照顧服務業	9522	通訊傳播設備修理業
7802	人力派遣業	8702	心智障礙及藥物濫用者居住照顧服務業	9523	業
7809	其他就業服務業	8703	老人居住照顧服務業	9591	機車維修業
7900	旅行社業	8709	其他居住照顧服務業	9599	未分類其他個人及家庭用品維修業
8001	保全服務業	8801	兒童及少年之社會工作服務業	9610	洗衣業
8002	系統保全服務業	8802	老人之社會工作服務業	9620	理髮及美容業
8003	私家偵探服務業	8803	身心障礙者之社會工作服務業	9630	殯葬服務業

資料來源：行政院主計處，行業標準分類，第8次修訂(95年5月)。

二、郵遞區號代碼表

縣市鄉鎮	郵遞區號	縣市鄉鎮	郵遞區號	縣市鄉鎮	郵遞區號	縣市鄉鎮	郵遞區號	縣市鄉鎮	郵遞區號	縣市鄉鎮	郵遞區號	縣市鄉鎮	郵遞區號	縣市鄉鎮	郵遞區號
臺北市		新竹縣		和	平	424	東	石	614	山上	743	義	922		
中正區	100	竹北	302	新社	426	六	新	脚	615	新市	744	萬	923		
大同區	103	湖口	303	潭子	427	新	安	雄	616	安	745	崁	924		
中山區	104	新豐	304	大雅	428	民	新	港	621	高橋市	745	新	925		
松山區	105	新埔	305	神岡	429	大	林	林	622	新興區	800	南	926		
大安區	106	關西	306	大肚	432	溪	口	義	623	前金區	801	林	927		
萬華區	108	芎林	307	沙鹿	433	布	袋	義	624	冬雅區	802	東	928		
信義區	110	寶山	308	龍井	434	龍	井	義	625	鹽埕區	803	琉	929		
士林區	111	竹東	310	東山	435	雲	林	雲	625	鼓山區	804	佳	931		
北投區	112	五峰	311	清水	436	斗	南	斗	630	旗津區	805	新	932		
內湖區	114	橫山	312	大甲	437	大	甲	大	631	前鎮區	806	枋	940		
南港區	115	尖石	313	外埔	438	虎	尾	虎	632	三民區	807	枋	941		
文山區	116	北埔	314	大安	439	土	庫	土	633	楠梓區	811	春	942		
基隆市		峨眉	315	彰化縣		彰	化	彰	500	左營區	812	獅	943		
仁愛區	200	桃園縣		彰化	500	東	勢	東	635	左營區	813	車	944		
信義區	201	中壢	320	芬園	502	臺	西	臺	636	高雄縣		壯	945		
中正區	202	平鎮	324	花壇	503	崙	背	崙	637	仁武	814	恆	946		
中山區	203	龍潭	325	秀水	504	參	寮	參	638	大社	815	鴻	947		
安樂區	204	楊梅	326	鹿港	505	斗	六	斗	640	岡山	820	臺			
暖區	205	新屋	327	線西	506	林	內	內	643	路竹	821	臺	950		
七堵區	206	觀音	328	福祿	507	古	坑	古	646	阿蓮	822	綠	951		
臺北縣		桃園	330	和美	508	荊	桐	荊	647	田寮	823	蘭	952		
萬里	207	龜山	333	伸港	509	西	螺	西	648	燕巢	824	延	953		
金山	208	八德	334	員林	510	二	崙	二	649	橋頭	825	卑	954		
板橋	220	大溪	335	社頭	511	北	港	北	651	梓官	826	鹿	955		
汐止	221	復興	336	永靖	512	水	林	水	652	彌陀	827	鹿	956		
深坑	222	大園	337	埔心	513	口	湖	口	653	永安	828	海	957		
石碇	223	蘆竹	338	溪湖	514	四	湖	四	654	湖內	829	池	958		
瑞芳	224	份南	350	大村	515	元	長	元	655	鳳山	830	東	959		
平溪	226	竹南	351	埔鹽	516	臺	南市	臺	700	大寮	831	成	961		
雙溪	227	頭份	352	田中	520	中西區		中西區	701	林園	832	長	962		
貢寮	228	三灣	352	北斗	521	東	區	東	701	鳥松	833	太	963		
新店	231	南庄	353	田尾	522	南	區	南	702	大樹	840	金	964		
坪林	232	獅潭	354	頭寮	523					旗山	842	大	965		
烏來	233	後龍	356	溪州	524	北	區	北	704	美濃	843	達	966		
永和	234	通霄	357	竹塘	525	安	平區	安	708	六龜	844	花			
中和	235	苑裡	358	二林	526	安	南區	安	709	內門	845	花	970		
土城	236	苗栗	360	大城	527	臺	南縣	臺		杉林	846	新	971		
三峽	237	造橋	361	芳苑	528	永	康	永	710	甲仙	847	秀	972		
樹林	238	頭屋	362	二水	530	歸	仁	歸	711	桃源	848	吉	973		
鶯歌	239	公館	363	南投縣		新	化	新	712	三民	849	壽	974		
新莊	241	大湖	364	南投	540	左	鎮	左	713	茂林	851	鳳	975		
新莊	242	泰安	365	中寮	541	玉	井	玉	714	茄荖	852	光	976		
泰山	243	銅鑼	366	草屯	542	楠	西	楠	715	澎湖縣		豐	977		
林口	244	三義	367	國姓	544	南	化	南	716	馬公	880	瑞	978		

縣市鄉鎮	鄉鎮區	縣市鄉鎮	鄉鎮區	縣市鄉鎮	鄉鎮區	縣市鄉鎮	鄉鎮區	縣市鄉鎮	鄉鎮區	縣市鄉鎮	鄉鎮區	縣市鄉鎮	鄉鎮區
蘆洲	247	西	湖	埔	仁	里	545	西	嶼	望	安	萬	寮
五股	248	卓	蘭	仁	愛	埔	546	望	安	安	安	萬	寮
八里	249	臺中市		名	間		551	七	美	七	美	玉	里
淡水	251	中	區	集	集	魚	552	白	沙	沙	沙	卓	溪
三芝	252	東	區	水	里	豆	553	湖	西	湖	西	雷	里
石門	253	南	區	池	義	佳	555	里	港	港	港	金	門
宜蘭縣		西	區	信	義	西	556	港	東	東	東	金	沙
宜蘭	260	北	區	竹	山	七	557	七	股	三	地	金	寧
頭城	261	北	區	鹿	谷	將軍	558	霧	臺	霧	臺	金	城
礁溪	262	西	區	嘉義市	600	學	600	瑪	家	瑪	家	烈	嶼
壯圍	263	南	區	嘉義縣	602	北	727	九	如	九	如	烏	坵
員山	264	臺中縣		番	路	新	730	里	港	港	港	連	江
羅東	265	太	平	梅	山	後	731	高	樹	高	樹	南	竿
三星	266	大	里	竹	崎	白	732	監	埔	埔	埔	北	竿
大同	267	霧	峰	阿	里	東	733	長	治	長	治	宮	光
五結	268	烏	日	中	埔	六	734	麟	洛	麟	洛	東	引
冬山	269	豐	原	大	埔	下	735	竹	田	竹	田	東	島
蘇澳	270	后	里	水	上	柳	736	內	埔	內	埔	東	沙
南澳	272	石	岡	鹿	草	鹽	737	萬	丹	萬	丹	南	沙
新竹市	300	東	勢	太	保	善	741	湖	州	湖	州	向	桑
				朴	子	大	742	泰	武	泰	武		

資料來源：臺灣郵政股份有限公司，2006年6月。

三、鄉鎮別代碼表

代碼	鄉鎮別	代碼	鄉鎮別	代碼	鄉鎮別	代碼	鄉鎮別
04001	板橋市	09092	后里鄉	14184	新營市	17276	成功鎮
04002	三重市	09093	神岡鄉	14185	鹽水鎮	17277	關山鎮
04003	永和市	09094	潭子鄉	14186	白河鎮	17278	卑南鄉
04004	中和市	09095	大雅鄉	14187	麻豆鎮	17279	大武鄉
04005	新店市	09096	新社鄉	14188	佳里鎮	17280	太麻里
04006	新莊市	09097	石崗鄉	14189	新化鎮	17281	東河鄉
04007	樹林市	09098	外埔鄉	14190	善化鎮	17282	長濱鄉
04008	鶯歌鎮	09099	大安鄉	14191	學甲鎮	17283	鹿野鄉
04009	三峽鎮	09100	烏日鄉	14192	柳營鄉	17284	綠島鄉
04010	淡水鎮	09101	大肚鄉	14193	後壁鄉	17285	鯉魚鄉
04011	汐止市	09102	龍井鄉	14194	東山鄉	17286	延平鄉
04012	瑞芳鎮	09103	霧峰鄉	14195	下營鄉	17287	海端鄉
04013	土城市	09104	太平市	14196	六甲鄉	17288	達仁鄉
04014	蘆洲市	09105	大里市	14197	官田鄉	17289	金峰鄉
04015	五股鄉	09106	和平鄉	14198	大內鄉	17290	蘭潭鄉
04016	泰山鄉	10107	彰化市	14199	西港鄉	18291	花蓮市
04017	林口鄉	10108	鹿港鎮	14200	七股鄉	18292	鳳林鎮
04018	深坑鄉	10109	和美鎮	14201	將軍鄉	18293	玉里鎮
04019	石碇鄉	10110	北斗鎮	14202	北門鄉	18294	新城鄉
04020	坪林鄉	10111	員林鎮	14203	新市鄉	18295	吉安鄉
04021	三芝鄉	10112	溪湖鎮	14204	安定鄉	18296	耆豐鄉
04022	石門鄉	10113	田中鎮	14205	山上鄉	18297	光復鄉
04023	八里鄉	10114	二林鎮	14206	玉井鄉	18298	豐濱鄉
04024	平溪鄉	10115	線西鄉	14207	楠西鄉	18299	瑞穗鄉
04025	雙溪鄉	10116	伸港鄉	14208	南化鄉	18300	富里鄉
04026	貢寮鄉	10117	福興鄉	14209	左鎮鄉	18301	秀林鄉
04027	金山鄉	10118	秀水鄉	14210	仁德鄉	18302	萬榮鄉
04028	萬里鄉	10119	花壇鄉	14211	歸仁鄉	18303	卓溪鄉
04029	烏來鄉	10120	芬園鄉	14212	關廟鄉	19000	澎湖縣
05030	宜蘭市	10121	大村鄉	14213	龍崎鄉	19304	馬公市
05031	龍東鎮	10122	埔鹽鄉	14214	永康市	19305	湖西鄉
05032	蘇澳鎮	10123	埔心鄉	15215	鳳山市	19306	白沙鄉
05033	頭城鎮	10124	永靖鄉	15216	周山鎮	19307	西嶼鄉
05034	礁溪鄉	10125	社頭鄉	15217	旗山鎮	19308	望安鄉
05035	壯圍鄉	10126	二水鄉	15218	美濃鎮	19309	七美鄉
05036	員山鄉	10127	田尾鄉	15219	林圯鄉	20310	中正區
05037	冬山鄉	10128	埤頭鄉	15220	大寮鄉	20311	七堵區
05038	五結鄉	10129	芳苑鄉	15221	大樹鄉	20312	暖溪區
05039	三星鄉	10130	大城鄉	15222	仁武鄉	20313	仁愛區
05040	大同鄉	10131	竹塘鄉	15223	大社鄉	20314	中山區
05041	南澳鄉	10132	溪州鄉	15224	烏松鄉	20315	安樂區
06042	桃園市	11133	南投市	15225	橋頭鄉	20316	信義區
06043	中壢市	11134	埔里鎮	15226	燕巢鄉	21317	新竹市
06044	大溪鎮	11135	草屯鎮	15227	阿寮鄉	22318	中區
06045	楊梅鎮	11136	竹山鎮	15228	阿達鄉	22319	東區
06046	蘆竹鄉	11137	集集鎮	15229	路竹鄉	22320	西區

代碼	鄉鎮別	代碼	鄉鎮別	代碼	鄉鎮別	代碼	鄉鎮別
06047	大園鄉	11138	名間鄉	15230	湖內鄉	22321	南區
06048	龜山鄉	11139	鹿谷鄉	15231	茄荖鄉	22322	北區
06049	八德市	11140	中寮鄉	15232	永安鄉	22323	西屯區
06050	龍潭鄉	11141	魚池鄉	15233	彌陀鄉	22324	南屯區
06051	平鎮市	11142	國姓鄉	15234	梓官鄉	22325	北屯區
06052	新屋鄉	11143	水里鄉	15235	八龜鄉	23326	嘉義市
06053	觀音鄉	11144	信義鄉	15236	甲仙鄉	24327	東區
06054	復興鄉	11145	仁愛鄉	15237	杉林鄉	24328	南區
07055	竹北市	12146	斗六市	15238	內門鄉	24329	西區
07056	關西鎮	12147	斗南鎮	15239	茂林鄉	24330	北區
07057	新埔鎮	12148	虎尾鎮	15240	桃源鄉	24331	中區
07058	竹東鎮	12149	西螺鎮	15241	三民鄉	24332	安南區
07059	湖口鄉	12150	土庫鎮	16242	屏東市	24333	安平區
07060	樟山鄉	12151	北港鎮	16243	潮州鎮	25334	松山區
07061	新豐鄉	12152	古坑鄉	16244	東港鎮	25335	大安區
07062	芎林鄉	12153	大埤鄉	16245	恆春鎮	25336	中正區
07063	寶山鄉	12154	荊桐鄉	16246	萬丹鄉	25337	萬華區
07064	北埔鄉	12155	林內鄉	16247	長治鄉	25338	大同區
07065	峨眉鄉	12156	二崙鄉	16248	麟洛鄉	25339	中山區
07066	尖石鄉	12157	崙背鄉	16249	九如鄉	25340	文山區
07067	五峰鄉	12158	參寮鄉	16250	里港鄉	25341	南港區
08000	苗栗市	12159	東勢鄉	16251	鹽埔鄉	25342	內湖區
08068	苗栗市	12160	褒忠鄉	16252	高樹鄉	25343	士林區
08069	苑裡鎮	12161	臺西鄉	16253	萬巒鄉	25344	北投區
08070	通霄鎮	12162	元長鄉	16254	內埔鄉	25345	信義區
08071	竹南鎮	12163	四湖鄉	16255	竹田鄉	26346	鹽埕區
08072	頭份鎮	12164	口湖鄉	16256	新埤鄉	26347	鼓山區
08073	後龍鎮	12165	水林鄉	16257	枋寮鄉	26348	左營區
08074	卓蘭鎮	13166	朴子市	16258	新園鄉	26349	楠梓區
08075	大湖鄉	13167	布袋鎮	16259	炭頂鄉	26350	三民區
08076	公館鄉	13168	大林鎮	16260	林邊鄉	26351	新興區
08077	銅鑼鄉	13169	民雄鄉	16261	南州鄉	26352	前金區
08078	南庄鄉	13170	溪口鄉	16262	佳冬鄉	26353	苓雅區
08079	頭屋鄉	13171	新港鄉	16263	琉球鄉	26354	前鎮區
08080	三義鄉	13172	六腳鄉	16264	車城鄉	26355	旗津區
08081	西湖鄉	13173	東石鄉	16265	滿州鄉	26356	小港區
08082	造橋鄉	13174	義竹鄉	16266	枋山鄉	28357	金城鎮
08083	三灣鄉	13175	鹿草鄉	16267	三地門	28358	金寧鄉
08084	鄉潭鄉	13176	太保市	16268	霧臺鄉	28359	金湖鎮
08085	泰安鄉	13177	水上鄉	16269	瑪家鄉	28360	金沙鎮
09086	豐原市	13178	中埔鄉	16270	泰武鄉	28361	烈嶼鄉
09087	東勢鄉	13179	竹崎鄉	16271	朱義鄉	28362	烏坵鄉
09088	大甲鎮	13180	梅山鄉	16272	春日鄉	29363	南茅鄉
09089	清水鎮	13181	番路鄉	16273	獅子鄉	29364	北竿鄉
09090	沙鹿鎮	13182	大埔鄉	16274	牡丹鄉	29365	莒光鄉
09091	梧棲鎮	13183	阿里山	17275	臺東市	29366	東引鄉

資料來源：行政院主計處。

四、用地類別代碼表

AA	非都市	特定農業區	CK	公共設施	學校
AB	非都市	一般農業區	CL	公共設施	社教機構
AC	非都市	鄉村區	CM	公共設施	體育場
AD	非都市	工業區	CN	公共設施	市場
AE	非都市	森林區	CP	公共設施	醫療衛生機構
AF	非都市	山坡地保育區	CQ	公共設施	機關
AG	非都市	風景區	CR	公共設施	公用事業
AH	非都市	特定專用區	CS	公共設施	其他公共設施
AJ	非都市	國家公園區	CT	公共設施	鄉里公園
			CU	公共設施	國民小學
			CV	公共設施	國民中學
BA	都市	住宅區	CW	公共設施	加油站
BB	都市	商業區			
BC	都市	行政區	DA	道路	保留地
BD	都市	工業區	DB	公園	保留地
BE	都市	文教區	DC	綠地	保留地
BF	都市	農業區	DD	廣場	保留地
BG	都市	風景區	DE	兒童遊樂場	保留地
BH	都市	保護區	DF	民用航空站	保留地
BJ	都市	水岸發展區	DG	停車場	保留地
BK	都市	綠帶	DH	河道	保留地
BL	都市	倉儲區	DJ	港阜	保留地
BM	都市	特定專用區	DK	學校	保留地
BN	都市	其他使用區	DL	社教機構	保留地
BP	都市	漁業區	DM	體育場	保留地
BQ	都市	保存區	DN	市場	保留地
			DP	醫療衛生機構	保留地
CA	公共設施	道路	DQ	機關	保留地
CB	公共設施	公園	DR	公用事業	保留地
CC	公共設施	綠地	DS	其他	保留地
CD	公共設施	廣場	DT	鄉里公園	保留地
CE	公共設施	兒童遊樂場	DU	國民小學	保留地
CF	公共設施	民用航空站	DV	國民中學	保留地
CG	公共設施	停車場	DW	加油站	保留地
CH	公共設施	河道	DX	綠帶	保留地
CJ	公共設施	港阜			

資料來源：內政部資訊中心。

五、工業區代碼表

縣市別	代碼	工業區名稱	縣市別	代碼	工業區名稱	縣市別	代碼	工業區名稱
台中市	BA	台中工業區第一期	新竹縣	JN	科學工業園區第三期	嘉義縣	QK	東石工業用地
台中市	BB	台中工業區第二期	苗栗縣	JP	竹南工業區	台南縣	QV	新營工業區
基隆市	BC	台中工業區第三期		KB	頭份工業區		RA	官田工業區
台南市	CA	基隆市大埔工業區		KC	銅鑼工業區		RB	龍崎工業區
高雄市	CB	安南工業區		KG	中興工業區		RC	永康工業區
	DA	高雄臨海工業區第一期		KH	三義工業區		RG	永安工業區
	EA	高雄臨海工業區第二期		KJ	三義汽車製造工業區		RJ	龍船工業區
	EB	高雄臨海工業區第三期		KN	西山工業用地		RL	學甲鎮學甲工業用地
	EC	高雄臨海工業區第四期		KP	公館子工業用地		RK	土庫工業用地
	ED	高雄臨海中小企業工業區		KQ	西湖工業用地		RQ	佳里工業用地
	EV	楠梓加工出口區	台中縣	LA	台中幼獅工業區		RS	安定工業用地
台北縣	EW	前鎮加工出口區		LB	台中港關連工業區一期		RT	山上工業用地
	FA	樹林工業區		LC	大里工業區		RU	上崙工業用地
	FB	瑞芳工業區		LG	太平工業區		RW	邱永漢工業區
	FC	土城工業區		LM	后里工業用地	高雄縣	SA	鳳山工業區
	FD	五股工業區		LV	潭子加工出口區		SB	林園工業區
	FE	林口特定工業區	南投縣	MA	南崗工業區		SC	大社擴大工業區
	FJ	泰山工業用地		MB	南崗擴大工業區		SE	永安工業用地
	FN	瑞發工業用地	彰化縣	MC	竹山工業區		SG	岡山前鎮工業用地
	FV	淡水下莊柔山工業區		NA	彰化濱海工業區(螺西)		SL	橋頭工業用地
宜蘭縣	FW	三峽成福工業區		NB	彰化濱海工業區(發尾)		SR	燕巢工業用地
	GA	利澤工業區		NC	彰化濱海工業區(鹿港)	屏東縣	SS	路竹工業用地
	GB	龍德工業區		ND	新興工業區		TA	屏東工業區
	GF	一結工業用地		NE	全興工業區		TB	內埔工業區
桃園縣	GG	白米甕工業用地		NF	福興工業區		TC	屏東汽車工業專業區
	HA	內壢工業區		NG	埤頭工業區		TD	長治工業用地
	HB	大園擴大工業區		NH	芳苑工業區		TH	里港工業用地
	HC	桃園幼獅工業區		NM	北斗工業區		TJ	萬豐工業用地
	HE	桃園龜山工業區		NR	牛稠子工業用地		TK	新園工業用地
	HF	北郭特定工業區	新竹市	NS	田中央科學工業園區一期	花蓮縣	UA	美崙工業區
	HG	林口特定工業區(工三)		OA	新竹科學工業園區二期		UB	光華工業區
	HJ	平鎮工業區	雲林縣	OB	新竹科學工業園區		UF	光華擴大工業區
	HO	觀音工業區		PA	斗六擴大工業用地		UG	三棧工業區
	HP	龍潭工業區		PB	斗六工業區		UH	萬榮工業區
	HR	龍潭工業區		PC	元長工業區		UI	新城北埔段工業用地
	HQ	大園鄉許厝港工業用地		PG	斗六工業區		UJ	光榮工業用地
	HS	銅鑼園工業用地		PL	斗六擴大工業用地		UK	和平工業用地
	HW	楊梅高山頂段工業用地		PM	新桐(蔴園)工業用地	台東縣	UP	豐樂工業區
	HX	海山工業用地		PN	新桐(蔴園)工業用地		VA	池上工業區
	HZ	新屋工業用地		PP	褒忠工業區	其他	VF	池上工業用地
新竹縣	JA	新竹工業區	嘉義縣	PV	斗南工業區		ZZ	其他工業區
	JB	新竹擴大工業區		QA	朴子工業區		99	非屬工業區類
	JF	北埔工業區		QB	頭橋工業區			
	JG	新豐中崙段工業用地		QC	民雄工業區			
	JH	新豐中崙段工業用地		QD	新港工業區			
	JM	新埔工業用地		QE	義竹工業區			
				QF	嘉太工業區			

資料來源：經濟部工業局。

附件二、以環境場址評估法辦理事業用地土壤污染檢測指引

一、前言

依據土污法第九條規定：「中央主管機關指定公告之事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜」。

為利土污法第九條之事業辦理土壤污染檢測工作，特訂定本指引。

二、注意事項

- (一) 本指引包含「資料審閱」、「場址勘查」、「訪談」、「擬定採樣（含檢測）計畫」及「報告書」等五大部份，執行流程如圖一所示。
- (二) 事業應委託具有充分專業教育、訓練和經驗，且足以依據各項蒐集資訊執行專業判斷並歸納提出有關場址污染洩漏或潛在污染威脅見解與結論之環境專業人員（以下簡稱場址評估人員），或曾辦理土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關業績之技術顧問機構(以下簡稱顧問機構)，執行本指引之各項調查評估工作，以確保評估結果之客觀性。
有關前述場址評估人員應具下列資格之一：
 1. 領有環境工程、應用地質技師證書，且有三年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。
 2. 曾接受國內外土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關專業訓練，且領有合格證明並具三年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。
 3. 具環境科學、地球科學或相關工程學士以上學歷，且有五年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。
 4. 具大學以上學歷，且有十年以上土壤及地下水污染調查、整治或環境場址評估相關工作經歷者。
- (三) 依據土污法第十條第一項規定，土壤及地下水污染物檢驗測定除經中央主管機關核准外，應委託經中央主管機關許可之檢測機構辦理。
- (四) 本指引未盡事宜，應依環保署最新公告「土壤採樣方法」及各項檢測標準方法辦理（相關方法可上環保署環境檢驗所網站查詢最新公告資訊，網址為http://www.niea.gov.tw/index_Frame.htm）。

三、資料審閱

(一) 資料蒐集

資料蒐集與審閱是場址評估最基本的步驟，主要是藉由各項歷史資料之研析，以研判目標場址潛在污染之可能位置。

1. 資料搜尋範圍

為有助於評估目標場址之潛在污染，場址評估人員或顧問機構應審閱目標場址及鄰近區域之相關紀錄資料。而進行資料蒐集之範圍，應考量下列情形，並應於報告中說明：

- (1) 目標場址所在地與其周界之概況(例如：人口密度、環境敏感受體等)。
 - (2) 考量當地地質及水文地質特性，地下水位與地下水流向及潛在污染源可能移動之距離。
 - (3) 其他合理的因素。
- 查美國 ASTM 之作法，係依照場址特性與適用法規之差異，而有不同的搜尋距離，其範圍界於 0.8 到 1.6 公里之間，可做為資料搜尋範圍之參考。
2. 應加以蒐集之資料
包括場址環境資料及場址使用歷史等背景資料。
 3. 以合理取得的資料為限
進行資料審閱時，應針對可合理取得的資料進行審閱，包括：

- (1) 眾所皆知且可供公眾利用之資料。
- (2) 以合理的時間及成本可取得的資料。
- (3) 資料或紀錄必須是實際上可以審閱的，即不需經由繁複之分析，即可得知與目標場址有關資訊的資料。

4. 資料的有效性

進行資料蒐集時應注意資料更新情形，以避免取得不正確或過時的資料。

5. 應蒐集的其他替代性資料

應蒐集之資料無法合理取得時，可審閱其他相關資料替代。

6. 資料之欠缺

若應蒐集的資料或其他替代性資料皆無法合理取得時，資料審閱者應當試儘可能尋求其他方法取得所需之資料。倘若所欠缺之資料足以影響研判目標場址是否遭受污染或具潛在污染危害之情形時。則應提出該筆欠缺資料對於執行場址評估或污染調查規劃之影響。並於報告書中標註說明。

7. 資料文件之查核

場址評估人員或顧問機構進行資料文件審閱時，應依其專業知識、經驗及其他顯著的資訊，合理比對其中錯誤或不完整之處。報告書中應說明其所使用的每筆資料。引述之資料應該包括名稱及其最後更新的日期，且任何引用之相關文件均應於報告書中適切地索引並註明出處來源。

(二) 場址環境資料

1. 應蒐集的場址環境資料包括：

- (1) 是否曾屬主管機關公告為土壤、地下水污染控制場址。
- (2) 是否曾屬主管機關公告為土壤、地下水污染整治場址。

- (3) 是否位於公告之土壤、地下水污染管制區。
- (4) 是否曾違反相關環保法規之紀錄。
- (5) 場址所在地理位置圖、平面配置圖及其他相關地理、水文、地質資料。
- (6) 其他有助於評估土壤潛在污染之環境資料。

2. 政府機關的環境資料

場址評估人員或顧問機構依其判斷，審閱由政府機關所建置保存的環境資料，以補場址環境資料之不足，所考量的因素應包括：

- (1) 該等資料是否可合理取得。
- (2) 該等紀錄資料是否正確、完整並能提供有用之資訊。

(三) 場址之使用歷史資料

1. 蒐集的場址使用歷史資料，包括：

- (1) 航照圖：可供辨識場址開發及活動狀況之航照圖。
- (2) 土地登記資料：地政機關列管之土地登記資料。
- (3) 土地使用分區資料：目標場址的土地使用分區資料。
- (4) 其他有助於評估場址土壤潛在污染之歷史資料。

2. 回溯期間

針對目標場址的使用歷史，應儘可能的回溯其使用年代。報告書中應描述所有可確認的使用情形、無法確認使用情形之原因及對於研判目標場址是否有污染可能之影響。

3. 確認場址使用的一般情形

審閱場址使用歷史時，需確認其使用之用途（例如：辦公室、廠房或儲槽等）。若其使用的基本類型為事業之製程設施或設備時，應儘可能詳細的說明生產或製造的產品及其運作情形。

4. 鄰近區域的場址使用情形

目標場址鄰近區域的使用情形應儘可能予以收集，並於報告書中說明。

四、場址勘查

(一) 觀察

於勘查目標場址時，除非受環境或障礙物所阻礙，應儘可能勘查場址的內部及外部，並包含任何座落其中的結構物，同時勘查是否有敏感之環境受體存在。場址勘查人員需於報告中說明勘查時所受到的限制，例如毗鄰建築物、水體、天候或其他阻礙等，並應進行拍照紀錄。

(二) 一般場址背景資料

1. 目標場址的使用現況

任何涉及可能造成土壤、地下水污染之物質其運作現況，皆應在報告中紀錄。無人居住或使用的空間也應予以紀錄。

2. 目標場址過去的使用情形

- 關於目標場址過去使用情形之任何跡象及可能造成土壤、地下水污染之物質其運作情形，應在報告中加以紀錄。
3. 毗鄰目標場址的使用現況
關於毗鄰目標場址的使用現況及可能存在之污染物質，應儘可能在報告中予以紀錄。
4. 毗鄰目標場址過去的使用情形
關於毗鄰目標場址過去使用情形之跡象或任何造成土壤、地下水污染之可能性，皆應儘可能在報告中加以描述。
5. 周遭區域的使用現況與過去使用情形
對於周遭區域目前或過去使用之類型（例如：住宅、商店、工廠等），應儘可能加以紀錄。
6. 地質、水文地質、水文以及地形的描述
目標場址及其周遭區域的地質、水文地質、水文與地形方面的資料應併同分析，以協助研判可能之土壤污染是否會對目標場址造成環境上之影響。
7. 關於結構物、設施或設備的概括描述
報告中應概略地描述目標場址內的結構物、設施或設備，例如：建築物的樓數、每一棟的樓層數、概略的屋齡、儲槽的數量與槽齡、管線位置，以及其他附屬結構物等。
- (三) 勘查重點：
- 場址評估人員或顧問機構應依其專業判斷應勘查之重點，例如：
1. 有害物質與石油製品之使用、處理、儲存、處置或生產情形
 2. 儲槽與管線
 3. 惡臭
 4. 各種容器
 5. 加熱或冷卻裝置
 6. 污漬或腐蝕
 7. 排水管與污水坑
 8. 坑洞、水槽、池沼或其他地表水
 9. 土壤或人工鋪設地面
 10. 植被
 11. 廢棄物（固體或液體）
 12. 任何形式之抽水井或監測井
 13. 化糞池及污水系統
 14. 飲用水供應
 15. 道路及停車設施
 16. 其他可供評估場址狀態之標的

五、訪談

(一) 訪談內容

訪談內容應有助於取得目標場址之使用情形以及評估所須之相關資訊。（可依據附表一與附表二範例製作訪談問卷，實際執行訪談時應依不同之場址特性擬定適當之問卷）。

(二) 訪談方式

訪談可採親自訪談、電話訪談，或書面資料訪談等方式進行。

(三) 訪談時機

訪談執行者可依其判斷，於進行場址勘查前後，或是搭配不同的時機提出合適的問題。

(四) 受訪者

1. 場址土地所有人
2. 場址管理人

在進行場址勘查前，應儘可能要求土地所有人指派對於目標場址之使用狀況與自然特徵非常熟悉者（如場址管理人）接受訪談。

3. 場址使用人

應儘可能對目標場址使用人進行訪談，且接受訪談的使用人其使用目標場址之期間應予以確認。

4. 場址所在地村、里長或熟悉當地事物人士

應儘可能合理的嘗試去訪談目標場址所在地村、里長或熟悉當地事物人士。

(五) 對受訪者的要求

應告知接受訪談者具體合理地回答問題；並且誠實地就其所知的範圍內回答問題。

(六) 受訪者基本資料

訪談紀錄中應儘可能詳實紀錄受訪者之基本資料，包括其姓名、職稱、與場址之關係、使用場址期間或於場址附近居住之期間等資料。

(七) 訪談的完成

訪談於所有問題得到完整回答時完成。但執行訪談者經過合理的嘗試卻未得到回答，或是僅得到部份的回答，則訪談程序得視為已完成。

(八) 相關文件

進行場址勘查前，應該儘可能詢問目標場址土地所有人、管理人以及使用人是否知悉任何下列文件。並且是否能在合理的時間及成本下，提供該等文件之複本。若可取得該等文件，執行場址勘查的人員應當在進行場址勘查前，先行審閱前述文件。

1. 目標場址環境調查、檢測、評估等相關報告。
2. 相關許可證明文件或書表（例如廢（污）水排放許可、事業廢棄物清理計畫書、毒性化學物質運作許可等）。

3. 物質安全資料表。
4. 關於目標場址或其周遭區域之水文地質調查或研究報告。
5. 政府機關對於目標場址過去或目前違反環境法令之公告或其他通知。
6. 其他與目標場址相關之研究或報告。

(九) 涉及目標場址之訴訟或公告

在進行場址勘查之前，應該儘可能詢問目標場址土地所有人、主要管理人以及使用人是否知悉：

1. 任何與存在於目標場址中之土壤污染物，或與該目標場址產生的土壤污染有關之民事、刑事或行政訴訟（包括尚未判決、已判決或可能發生者）。
2. 任何涉及目標場址曾經違反環境法令，經主管機關處分之紀錄。

六、擬定採樣計畫

場址評估人員或顧問機構應以前述各項執行之結果為基礎，擬定土壤採樣計畫及委託檢測機構執行必要之採樣檢測作業，以進一步發掘及確認目標場址之用地土壤是否遭受污染。

(一) 場址限制

應事先判斷會妨礙或限制勘查、分析或採樣的障礙，例如低矮的天花板、狹窄的通道、鬆軟的土質、險峻的斜坡和已知的地下結構物如管線或建物、設施之基礎等。

(二) 現有資料檢視判斷

檢視現有資訊，以確認場址特性及鄰近地區狀況，進而決定：

1. 有哪些潛在土壤污染狀態需加以評估？
2. 在建築物、地面上、地下水、土壤或是地表水及場址附近，潛在土壤污染物的移動及分布影響。
3. 土壤污染物之評估方法。
4. 地下水污染之評估方法。
5. 目標場址外之背景值或污染調查。
6. 適當的採樣點及採樣和檢測分析方法。

(三) 採樣程序

依據環保署公告之「土壤採樣方法」，規劃最可能取得具代表性的採樣點及採樣深度。

至於土壤採樣點數，應視各目標場址之特性及資料審閱、場址勘查與訪談等之執行結果而定。惟採樣點數不得少於下列所列之數量。

事業用地面積(平方公尺)	最少採樣點數
<100	2
≥ 100 ~ < 500	3
≥ 500 ~ < 1000	4
≥ 1000	10

註：若同一事業之用地呈不連續分布，則各用地應分別符合最少採樣點數規定。

(四) 安全衛生預防守則

採樣及檢測工作應符合環安衛等相關法令規範，並應注意現場工作之安全。

(五) 檢測分析程序

檢測分析程序應依所採樣品中可能之污染物選擇適當之檢測方法：

1. 欲使用之分析方法應預先決定。
2. 應依據環保署公告之標準方法進行檢測分析。
3. 檢測項目應依資料審閱、場址勘查與訪談等場址資料綜合評估結果研判擇定，並敘明擇定或排除之理由。

(六) 品保／品管程序

採樣及檢測計畫中應包含適當的品保／品管程序，以便對檢測資料的品質進行評估。

七、報告書

(一) 報告書內容

依本指引執行之報告書，宜包括附表三所列之內容。

(二) 檢附文件

報告書中的結論，皆應有相關資料予以支持。倘若場址評估人員或顧問機構於報告書中排除採用執行過程中所取得之特定資料，則應於報告書中說明排除之理由。

(三) 土壤採樣計畫

報告書中應依據執行本指引所得之資料、結論及專業建議，檢附適當之土壤採樣計畫。

(四) 檢測及分析結果

報告書中應包含執行土壤採樣檢測之結果及品保品管等資料。

(五) 參考文獻

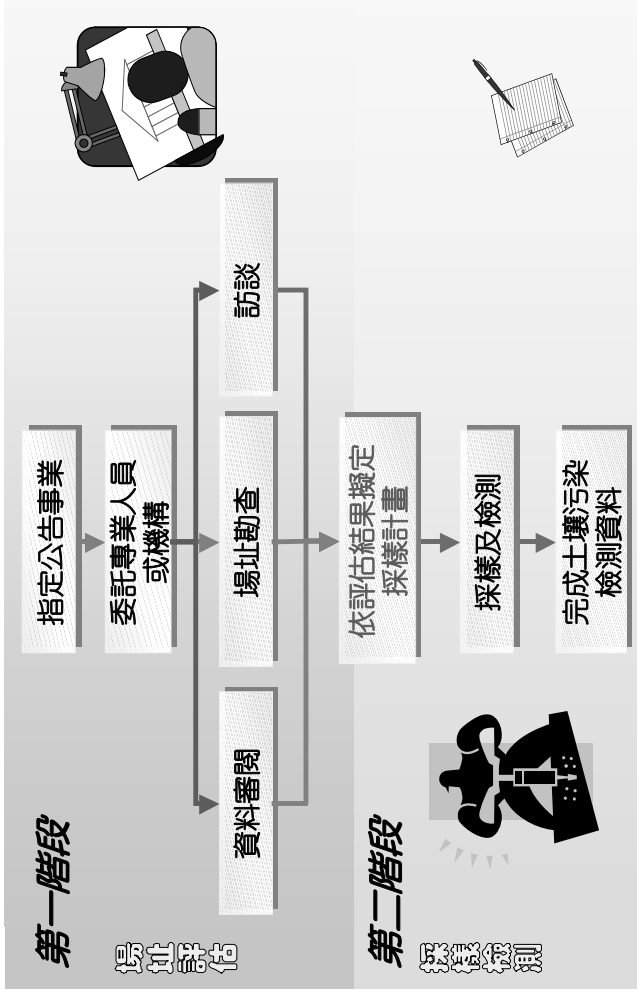
本報告書中若有引用或參考其他研究報告，應請提出相關佐證資料。

(六) 執行者之簽章及資格證明

報告中應包括負責執行環境場址潛在土壤污染評估之場址評估人員或顧問機構之簽章、印鑑圖記與相關資格證明影本，以及檢測機構之許可文件影本。

附表一、訪談問卷範例一

問題	問題	訪談結果
1	本廠(場址)之佔地面積(例如坪、平方公尺或公頃)？	
2	本廠(場址)內之建築物分別於何時興建完成？	
3	本廠(場址)之使用歷史為何？請詳述之。	
4	本廠(場址)目前營運之操作時間(例如單一輪值制、週休二日制等)？	
5	本廠(場址)目前擁有之員工數目(正式及臨時人員請分別表示)。	
6	本廠(場址)之重要(或必要)關係人？請詳列之。	
7	與本廠(場址)有環保、安全衛生業務往來之主管機關？請詳列之。	
8	本廠(場址)使用之原料、產品及生產流程為何？請描述之。	
9	本廠(場址)所使用之化學品清單？請詳列種類、成份、使用數量之儲存方式。	
10	本廠(場址)是否制定有「環境保護」及「安全衛生」之政策方針及具體方法？若有，請簡述之。	
11	本廠(場址)是否曾正式做過「危害性或風險評估」？若有，請詳述之。	
12	本廠(場址)是否有空氣污染防治措施？若有，請簡述「空氣防治計畫書」、「設置許可」及「操作許可」內容。	
13	本廠(場址)是否有廢水處理設施？若有，請簡述「水污染防治計畫書」、「排放許可」或「工業區納管許可」內容。	
14	本廠(場址)目前所有廢棄物之處理程序及後續清除處理方式？	
15	本廠(場址)之廢棄物之清運歷史(包括委託之廠商及棄置場址)。	
16	本廠(場址)是否有任何型式之廢棄物堆置、暫存或棄置場？請詳述之。	
17	本廠(場址)產生之廢棄物是否有以資源回收或其他型式再利用？若有，請分別詳述之。	
18	本廠(場址)是否使用公告之毒性化學物質？若有，請詳述之。	
19	本廠(場址)是否曾發生任何環保抗爭事件(例如空氣、廢水、噪音等)？若有，請詳述之。	
20	本廠(場址)目前(或曾經)有任何已知之土壤及地下水污染問題？若有，請詳述之。	
21	本廠(場址)是否有任何型式之地上(下)儲槽？若有，請詳述其容積、尺寸、儲存物及運作記錄。	
22	本廠(場址)是否有任何抽水井？若有，請詳述其數量、口徑、深度、材質、設置時間及主要用途。	
23	本廠(場址)是否有定期進行地下水監測？若有，請詳述分析項目、頻率及監測井之數量與佈置。	



圖一、環境場址評估法辦理土壤污染檢測執行流程

附表二、訪談問卷範例二(續一)

問題	土地所有人	土地使用人或管理人	現場勘查	若勾選「是」請加以敘述
5.1 是否現有任何車用或工業用廢電池，存放於5加侖或50加侖之農藥、油漆或其他化學物質，因儲存、置放或使用造成危害或洩漏？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
5.2 是否有任何證據顯示此場址曾經有車用或工業用廢電池，存放於5加侖或50加侖桶內之農藥、油漆或其他化學物質，因儲存、置放或使用造成危害或洩漏？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
6.1 是否現有任何工業用桶槽、太空包放置於場址內？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
6.2 是否有任何證據顯示此場址曾有工業用桶槽、太空包放置於場址內？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
7.1 是否有任何證據顯示此場址曾經有來自污染土壤場址的回填土？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
7.2 是否有任何證據顯示此場址曾經有不知來源的回填土？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
8.1 是否有任何作為廢棄物處理、處置的坑孔、水塘或污水塘？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
8.2 是否有任何證據顯示此場址曾經有作為廢棄物處理、處置的坑孔、水塘或污水塘？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
9.1 場址內是否有可疑的受污染土壤？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
9.2 是否有任何證據顯示此場址曾經有可疑的受污染土壤？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
10.1 此場址內是否有任何已申報或未申報之地上或地下儲槽？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
10.2 是否有任何證據顯示此場址內曾經有任何已申報或未申報之地上或地下儲槽？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
11.1 場址內是否有任何排氣管、排放管或其他通路由地下伸出？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
11.2 是否有任何證據顯示此場址內有任何排氣管、排放管或其他通路由地下伸出？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
12.1 場址內是否有任何雨水渠、排放渠或井，遭受物質污染或有異味？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
12.2 是否有任何證據顯示此場址曾經有任何雨水渠、排放渠或井，遭受物質污染或有異味？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	

第二頁

附表二、訪談問卷範例二(續二)

問題	土地所有人	土地使用人或管理人	現場勘查	若勾選「是」請加以敘述
13.1 如果場址內使用私設井或非公共給水系統，是否有任何證據顯示，此場址用水水質曾經超出用水標準？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
13.2 如果場址內使用私設井或非公共給水系統，是否有任何證據顯示，此場址之用水被政府機關認定遭受污染？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
14 土地所有人、使用人或管理人員是否知悉場址內曾經被環保主管機關稽查且違反環保法規之情形？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道		
15.1 土地所有人、使用人或管理人員是否報告知場址內過去曾經存在有害物質或石油製品？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道		
15.2 土地所有人、使用人或管理人員是否報告知場址內最近存在有害物質或石油製品？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道		
15.3 土地所有人、使用人或管理人員是否報告知場址內曾經被環保主管機關稽查且違反環保法規之情形？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道		
15.4 土地所有人、使用人或管理人員是否報告知場址內最近被環保主管機關稽查且違反環保法規之情形？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道		
16 土地所有人、使用人或管理人員是否知悉場址內之環境調查評估過程中，曾經顯示有害物質或石油製品存在造成污染或需進一步調查評估？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道		
17 土地所有人、使用人或管理人員是否知悉場址過去的土地關係人曾經因洩漏或疑似洩漏有害物質或石油製品而遭處分或管制？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道		
18.1 場址內或鄰近場址地區是否排放廢水至雨水下水道中？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
18.2 場址內或鄰近場址地區是否排放廢水至污水下水道中？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
19 是否有任何證據顯示，場址內曾經有土壤污染物被棄置、掩埋或焚燒？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	
20 是否有任何變壓器、電容器、水利設施包含PCBs？	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否 ☐ 不知道	☐ 是 ☐ 否	

資料來源：參考 ASTM E1528-06 Standard Practice for Limited Environmental Due Diligence: Transaction Screen Process。

第三頁

附表三、報告書包含內容

- 一、摘要及簡介
- 二、場址狀況描述
- 三、資料審閱
- 四、場址勘查
- 五、訪談
- 六、採樣計畫
- 七、檢測分析結果
- 八、參考文獻
- 九、執行者簽章及相關證明文件
- 十、附錄

附件三、以網格法辦理事業用地土壤污染檢測指引

一、前言

依據土污法第九條規定：「中央主管機關指定公告之事業於設立、停業或歇業前，應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始得向目的事業主管機關申辦有關事宜。」

為利土污法第九條之事業辦理土壤污染檢測工作，特訂定本指引。

二、注意事項

- (一) 本指引未盡事宜，應依環保署最新公告「土壤採樣方法」及各項檢測標準方法辦理（相關方法可上環保署環境檢驗所網站查詢最新公告資訊，網址為http://www.niea.gov.tw/index_Frame.htm）。
- (二) 依據土污法第十條第一項規定，土壤及地下水污染物檢驗測定除經中央主管機關核准外，應委託經中央主管機關許可之檢測機構辦理。

三、執行程序

有關採網格法進行土壤污染檢測之整體作業流程如圖一所示，茲說明如下：

(一) 調查範圍

調查用地範圍之界定，一般以事業用地邊界明顯之圍籬、附近道路、灌排溝渠、民宅或建物、公共設施、河川等作為調查區域之邊界，並於前述範圍內進行相關檢測工作。

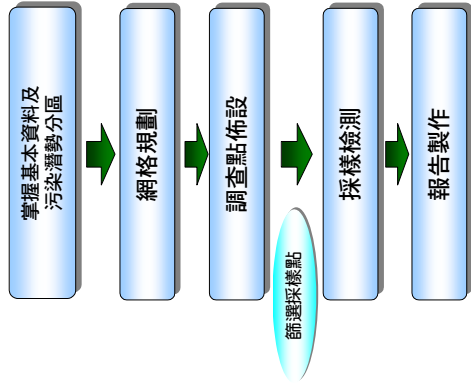
然調查範圍並非僅侷限在事業用地內，若經評估或檢測結果認為有必要進行事業用地外之背景或污染調查時，得視個案實際狀況進行事業用地外之採樣檢測作業。

(二) 調查區域之劃分

依據「土壤採樣方法」規範內容，對於調查區域，視需要可分割成不同採樣原則的採樣分區，需先釐清非污染區、疑似污染區及已知污染區。

針對已設廠或曾經使用過之事業用地，可依其土地使用狀況與污染潛勢劃分為高污染潛勢區、低污染潛勢區與疑似無污染區分別進行調查規劃，分區規劃亦可依據「以環境場址潛在土壤污染評估辦理事業用地土壤污染檢測」執行資料審閱、場址勘查與訪談等程序後，綜合評析規劃。若事業於設立時，其用地未曾開發使用且無任何可視之污染，則得依據低污染潛勢區之網格調查方式辦理。

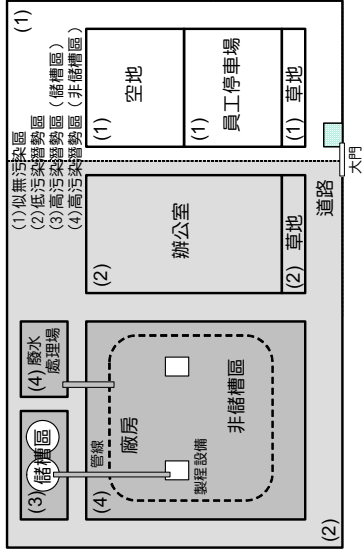
為利於事業辨別用地之所屬分區，茲列舉高污染潛勢區、低污染潛勢區與疑似無污染區之判定原則及分區示意圖分別如表一及圖二所示。



圖一、網格法土壤採樣調查整體作業流程

表一、用地土壤污染潛勢分區判定原則

污染分區	說明	用地列舉
似無污染區	應無發生土壤污染可能之區域	與製程或高污染潛勢區域無關而完全獨立用途之用地區域，例如於地面上未堆置原物料、廢棄物或毒化物、無可視污染，且地上及地下無製程或廢水管線經過之下列區域： 1.山林 2.緩衝綠地 3.員工宿舍與員工停車場 4.空地或未利用土地 5.體育館或活動中心等。
低污染潛勢區	發生土壤污染可能性較低之區域	區域內雖然沒有運作可能造成土壤污染之物質，但與高污染潛勢區相鄰或有關聯之區域，例如： 1.作業員出入之辦公室 2.作業場所 3.作業車輛通道 4.事業用之停車場 5.中庭等空地（作業員可能出入之區域）等。
高污染潛勢區	發生土壤污染可能性較高之區域	非屬似無污染區或低污染潛勢區之區域，例如： 1.廠房或製程區。 2.原物料倉庫。 3.廢棄物、毒化物貯存或處理區域 4.污染防治設備或設施之設置地點（如廢水處理場等）。 非儲槽區 儲槽區、儲槽裝卸、分裝或管槽相連處。



圖二、事業用地污染潛勢分區示意

(三) 調查佈點數量

有關網格法（儲槽區除外）採樣佈點之規劃流程如圖三，茲說明如下：

1. 高污染潛勢區

(1) 非儲槽區

高污染潛勢區中之非儲槽區以 10m×10m（100 m²）網格進行佈

點，其佈點數量以下式計算：

$$N_{HN} = A_{GHN} / 100$$

其中 N_{HN} 為高污染潛勢區內非儲槽區 10m×10m 網格佈點數，

A_{GHN} 為以 10m×10m 網格所涵蓋高污染潛勢區內非儲槽區之網格面積（平方公尺）。

(2) 儲槽區

事業用地內擁有儲槽時，以單一儲槽至少佈設 2 點為原則，其儲槽數量總計為 n 個，則儲槽區佈點數 N_{HT} = 2n；惟儲存自來水、消防用水等不具污染性物質之儲槽不在此限。

2. 低污染潛勢區

以 50m×50m（2,500 m²）網格進行佈點，計算公式如下：

$$N_L = A_{GL} / 2500$$

其中 N_L 為低污染潛勢區 50m×50m 網格佈點數，A_{GL} 為以 50m×50m 網格所涵蓋低污染潛勢區之網格面積（平方公尺）。

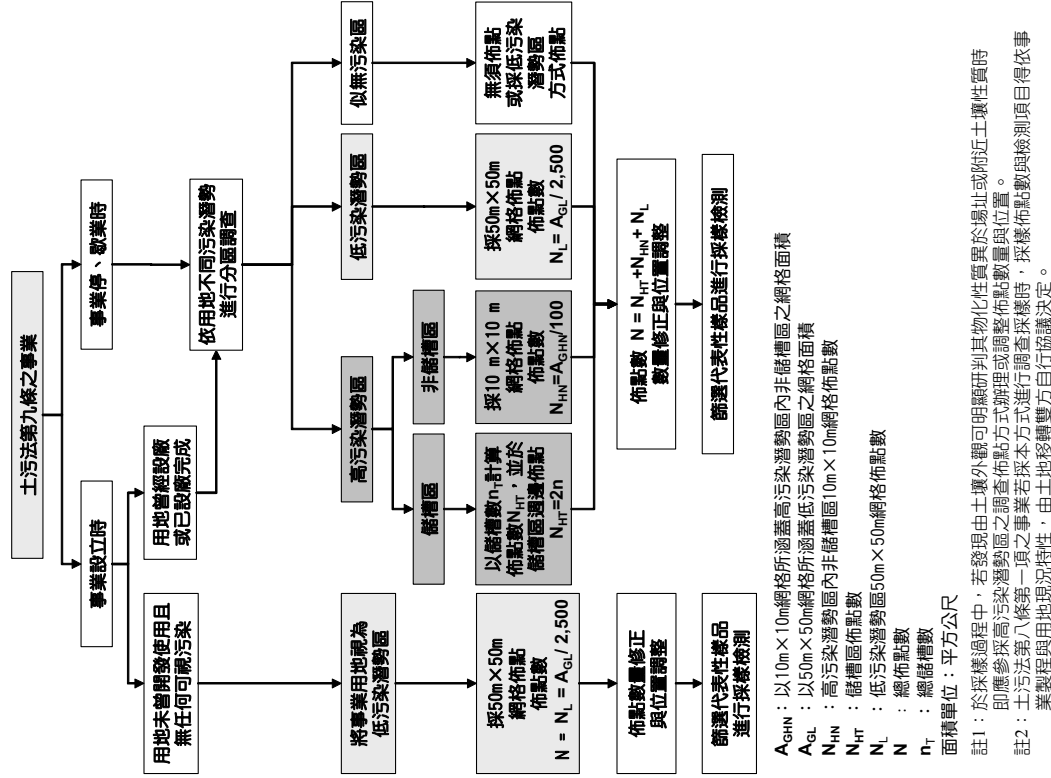
3. 似無污染區

無須進行佈點採樣或可採低污染潛勢區方式進行佈點。

4. 總佈點數量

總佈點數量之計算即為所有分區佈點數量之總和：

$$N = N_{HN} + N_{HT} + N_L$$



圖三、網格法採樣佈點規劃流程

(四) 決定佈點位置

於完成前述網格分區規劃後，每一網格內至少應於該網格中心點佈設一調查點為原則，惟其佈點位置應依下列情形進行必要之調整：

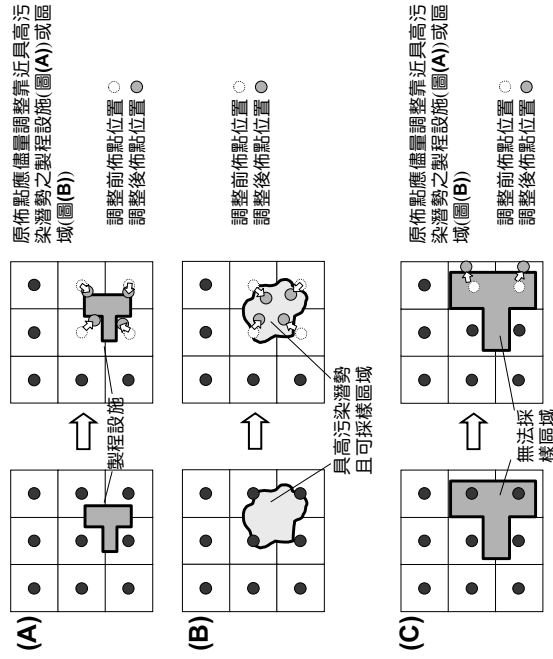
1. 佈點位置應盡量靠近高污染潛勢區（如圖四(A)(B)）

網格內佈點位置之選擇，應針對下列具有高污染潛勢區域再進行調整：

- (1) 儲槽
(2) 管線
(3) 廢棄物儲存、處理區
(4) 污水處理區
(5) 製程設備或設施區
(6) 毒性化學物質運作場所等

原佈點位置即為各網格之中心點。但當網格內有前述具高污染潛勢設施或區域時，原佈點即應調整至上述設施或設備附近，以進行後續採樣點篩選或土壤採樣工作。

儲槽區佈點亦可針對儲槽之儲料裝卸區、分裝區或管槽相連接處等具高污染潛勢之地點進行佈點位置之調整。此外，亦可參考區域地下水流向、地下水位、設施配置、作業安全性等因素修正佈點位置。



圖四、佈點位置調整示意圖

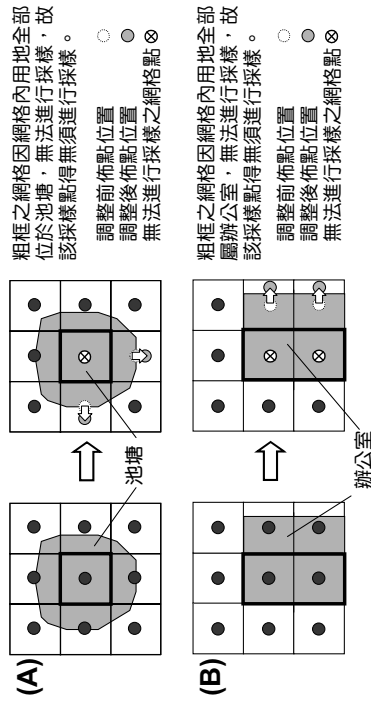
2. 無法採樣時之處理方式

當佈點位置可能為設備、鋪面所阻擋時，經排除阻礙物後仍無法進行採樣時，可將佈點調整至原網格內接近前述高污染潛勢區且實務上可進行採樣之地點進行土壤篩選與採樣（如圖四(C)）。

單一調查網格內用地全部為下述情形時，該網格內得不進行採樣：

- (1) 池塘、河川等採樣困難之情形時（如圖五(A)）。
- (2) 岩磐裸露而無土壤分布之情形。
- (3) 基礎深厚（達 50 公分以上）且下方無設施或設備、儲槽、管線存在之情形。
- (4) 具有地下層或基礎之建築物（例如辦公大樓、廠辦大樓）所覆蓋，而無法覓得可採樣點時（如圖五(B)）。
- (5) 經調整位置後，仍無法於網格內進行土壤篩選或採樣時。

前述無法進行採樣之情形應於「土壤污染檢測資料」中記載並說明無法採樣之理由。



圖五、無法進行採樣之情形

3. 而事業除依前述原則進行佈點調整外，亦應主動針對研判可能為高污染潛勢之區域增加佈點。

(五) 決定採樣位置

在完成網格佈點後，事業得針對所有網格點直接進行土壤採樣，或可先利用輔助篩選工具就所有網格點進行篩選，並依篩選結果決定代表性之採樣位置接續進行土壤採樣，茲就篩選與採樣原則說明如下：

1. 篩選採樣點位（平面）
 - (1) 檢測項目為揮發性有機物時：得以現場篩選工具（FID、PID 或現地/

攜帶式 GC) 進行土壤氣體偵測篩選。篩選深度得依場址特性、污染物質質與地下水水位而定。

- (2) 檢測項目為重金屬時：得以現場篩選工具（XRF）進行重金屬偵測篩選。

- (3) 選擇偵測濃度相對較高之網格調查點進行土壤採樣(篩選範例如表二，現場篩選佈點共 44 點，可篩選出相對較高之 A、B、C 合計 3 點位置進行土壤採樣檢測。)

- (4) 若網格內有明顯可視或已知污染存在時，則應於該處直接選定採樣點進行土壤採樣。

表二、平面篩選採樣點步驟範例

步驟	圖例	說明
一		以左圖為例，平面篩選採樣點以左上方 F1 網格為起始點，依自上至下，由左至右順序，依序檢視中心網格測值是否為九宮格區域內之最大值。 以 F1 網格為例，測值為 ND，九宮格區域內測值依順時針方向分別為 ND、200、ND，因測值 200 之網格為九宮格區域內最大值，故中心網格 F1 即非區域最大值，F1 網格可無需進行土壤採樣。
二		其次，依順序檢視 F2 網格，測值亦為 ND，九宮格區域內測值依順時針方向分別為 ND、ND、200、200、400、ND，因測值 400 之網格為九宮格區域內最大值，故中心網格 F2 即非區域最大值，F2 網格亦無需進行土壤採樣。
三		依上述步驟，再依序向下檢視 F3 至 F6 網格，中心網格均非九宮格區域內最大值，無需進行土壤採樣。
四		第一行 (F1 至 F6) 檢視完成後，隨即檢視第二行，以 F7 網格為例，測值為 ND，九宮格區域內測值依順時針方向分別為 50、200、200、ND、ND、ND，因測值 200 之網格為九宮格區域內最大值，故中心網格 F7 即非區域最大值，F7 網格無需進行土壤採樣。依前述步驟繼續向下檢視。

土壤及地下水污染預防技術手冊／江東法等編撰，---
臺北市：工業局，中興工程顧問，民 98.12，面； 公
分

ISBN：978-986-02-0754-5 (平裝)

1.土壤污染防治 2.地下水 3.水污染防治

445.94

98021316

土壤及地下水污染預防技術手冊

出版日期：中華民國 98 年 12 月

發行人：杜紫軍

總編輯：朱興華

審查委員：王義基、李碧鈴、沈一夫、何建仁、徐正中、陳見財、
陳士賢、楊金鐘、盧至人、謝俊雄 (依姓氏筆劃排列)

編撰：江東法、林怡青、林行志、侯善麟、張添晉、張芳淑、
單信瑜、魏顯祥 (依姓氏筆劃排列)

發行所：經濟部工業局

出版所：經濟部工業局

台北市大安區 106 信義路三段 41-3 號

TEL：(02)2754-1255

FAX：(02)2704-3753

<http://www.moeaidb.gov.tw>

中興工程顧問股份有限公司

台北市松山區 105 南京東路五段 171 號 14 樓

TEL：(02)2769-8388

FAX：(02)2763-4555

<http://www.sinotech.com.tw>

美工排版：中興工程顧問股份有限公司

印刷承製：正楷有限公司

定價：新台幣肆佰伍拾元整

版權所有 翻印必究

GPN：1009803355

ISBN：978-986-02-0754-5