



桃園市政府環境保護局

事業依土壤及地下水整治法第8條及第9條土水法規說明會

# 土壤及地下水

## 污染預防與管理實務

簡報人：陳振豪

108年8月23日



亞太環境科技股份有限公司

ASIA ENVIRONMENTAL TECHNICAL CORPORATION



# 簡報大綱

壹

土壤/地下水之污染

貳

土壤/地下水之預防對策

參

案例分享

肆

結語



# 壹

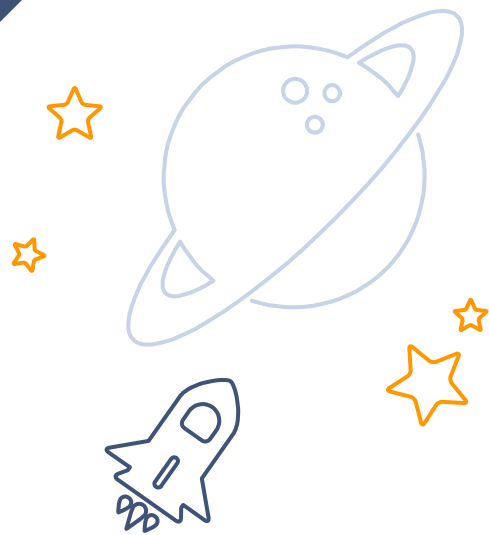
## 土壤/地下水之污染





# 土壤/地下水污染對土地價值影響

- 污染清理成本
- 污染清除責任
- 危害公眾利益的責任
- 土地污名化
- 收益還原率增加
- 淨收益的減少       $\text{收益價格} = \text{淨收益} / \text{收益還原率}$
- 市場性降低(無行無市)
- **廠房土地融資困難或無法融資(整治場址不得轉移)**







# 國內外污染土地價值減損研究



研究者	研究方法	污染類型	價值減損
Page & rabinowitz (1993)	個案研究法	地下水污染	工業土地折價 <b>10~50%</b>
Patchin (1994)	個案研究法	多種污染	價格損失 <b>20.9~93.7%</b>
Guntermann (1995)	特徵價格法	垃圾掩埋場污染	工業不動產下跌 <b>51%</b>
Bell (1998)	個案研究法	土壤污染	不動產價格減損為 <b>10%~51%</b>
Simons (1999)	特徵價格法	石油管道破裂	管道沿線房價破裂後下跌 <b>5%</b>
Howland (2000)	多元迴歸分析法	土壤地下水污染	價格折損平均為 <b>45%</b>
Jackson (2002)	多元迴歸分析法	土壤地下水污染	未整治不動產價減損 <b>27.8~30.5%</b>
李泳鵬等人 (2002)	情境評估模式法	操作不當滲漏	住宅區下跌 <b>67%</b> · 農業區下跌 <b>16.6%</b>
李俊錡 (2008)	土地開發分析、 比較法與情境評估模式法	操作不當滲漏	住宅區跌幅高達 <b>74%</b>
林子欽&陳振維 (2009)	成本法、艾伍德 收益法	操作不當滲漏	污染土地價格減價達 <b>76%</b>



## 國內常見案例



- XX 鋼鐵經營不善，廠房土地由債權人 XX 商銀接手。
- 環保署廢棄工廠調查發現重金屬污染。
- XX 商銀非污染行為人，考量土地遭公告後完全失去價值，主動依舊法之細則 8 採取適當措施改善。
- 污染土壤外運處理，整治費用約 9000 萬。
- XX 鋼鐵法人已消滅，XX 商銀自行吸收損失。

- YY 鋼鐵經營不善，抵押廠房土地遭法拍。
- 環保署廢棄工廠調查發現TPH及重金屬污染，程度已達整治場址。
- X業者法拍取得土地，接獲環保署通知將公告整治場址，請其陳述意見X業者自願採取應變必要措施及健康風險評估，環保署暫緩公告整治場址，維持控制場址等級。
- 法院不負瑕疵擔保，整治費用約800萬自行吸收。





## 出租廠房要當心

- 地主將閒置廠房出租。
- 承租人先將廠房內土壤挖出販賣，並回填有害事業廢棄物，填平後再堆置，連賺三筆。
- 承租人失聯，地主巡視發現堆滿轉爐渣、集塵灰廢棄物。
- 廢清法71條規定-土地所有人需負廢棄物連帶清除責任。
- 未盡土污法善良管理人之義務，公告場址遭罰款，尚須負擔連帶清償整治責任。







# BIG CONCEPT

土壤及地下水污染基本概念





# 臺灣公告列管污染物

## 土壤污染管制標準所列污染物 (100.1.31)

種類	列管污染物
氯化碳氫化合物	苯、甲苯、乙苯、二甲苯(合稱BTEX)、四氯化碳、氯仿、1,2-二氯乙烷、順-1,2-二氯乙烯、四氯乙烯、三氯乙烯、氯乙烯、2,4,5-三氯酚、2,4,6-三氯酚、反-1,2-二氯乙烯、1,2-二氯丙烷、1,2-二氯苯、1,3-二氯苯、3,3'-二氯聯苯胺、六氯苯、五氯酚、總石油碳氫化合物 (TPH)
農藥	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
重金屬	砷、鎘、鉻、鉛、銅、鎳、鋅、汞
其他污染物	戴奧辛、多氯聯苯





# 臺灣公告列管污染物

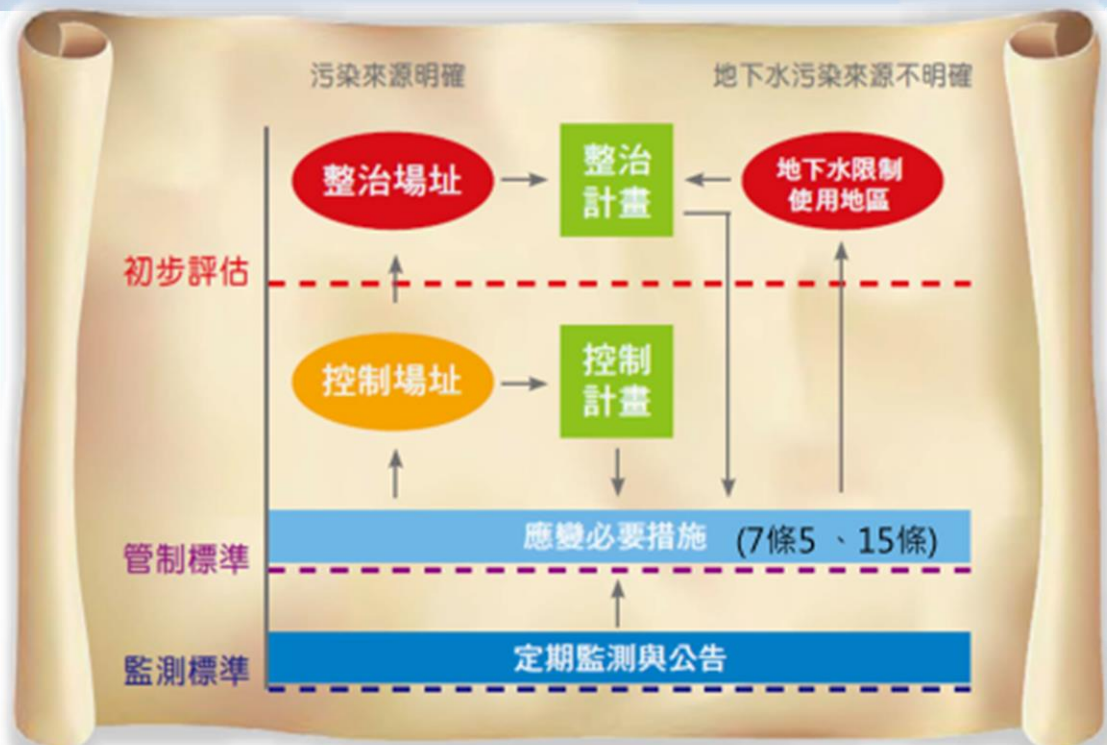
地下水污染管制標準所列污染物 (102.12.18)

種類	列管污染物
芳香族 碳氫化合物	單環:苯、甲苯、乙苯、二甲苯 多環:萘
氯化碳氫化合物	四氯乙烯、三氯乙烯、順-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烯、氯乙烯、2,4,5-三氯酚、2,4,6-三氯酚、五氯酚、二氯甲烷、1,1,2-三氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,2-二氯苯、3,3'-二氯聯苯胺、四氯化碳、氯苯、氯仿、氯甲烷、1,4-二氯苯、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷
農藥	2,4-地(D)、加保扶、可氯丹、大利松、達馬松、巴拉刈、巴拉松、毒殺芬
重金屬	砷、鎘、鉻、鉛、銅、鎳、鋅、汞、銻、鉬(半導體製程)
一般項目	硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、氟鹽
其他污染物	甲基第三丁基醚、總石油碳氫化合物、氰化物





# 土壤地下水污染場址分級方式



國內污染場址雙門檻管制機制



## ◆ 污染標準





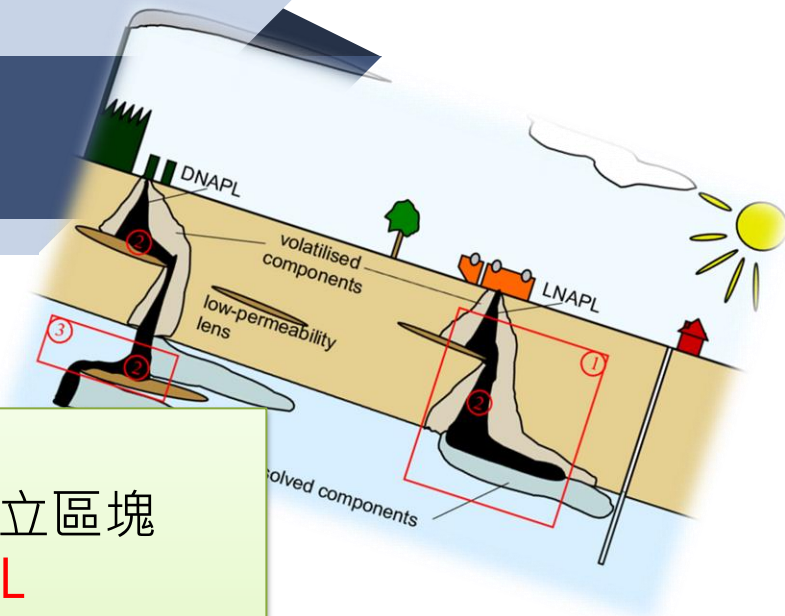


# 頭號重犯檔案-NAPL

□ 非水相性液體-Non Aqueous Phase Liquid, NAPL

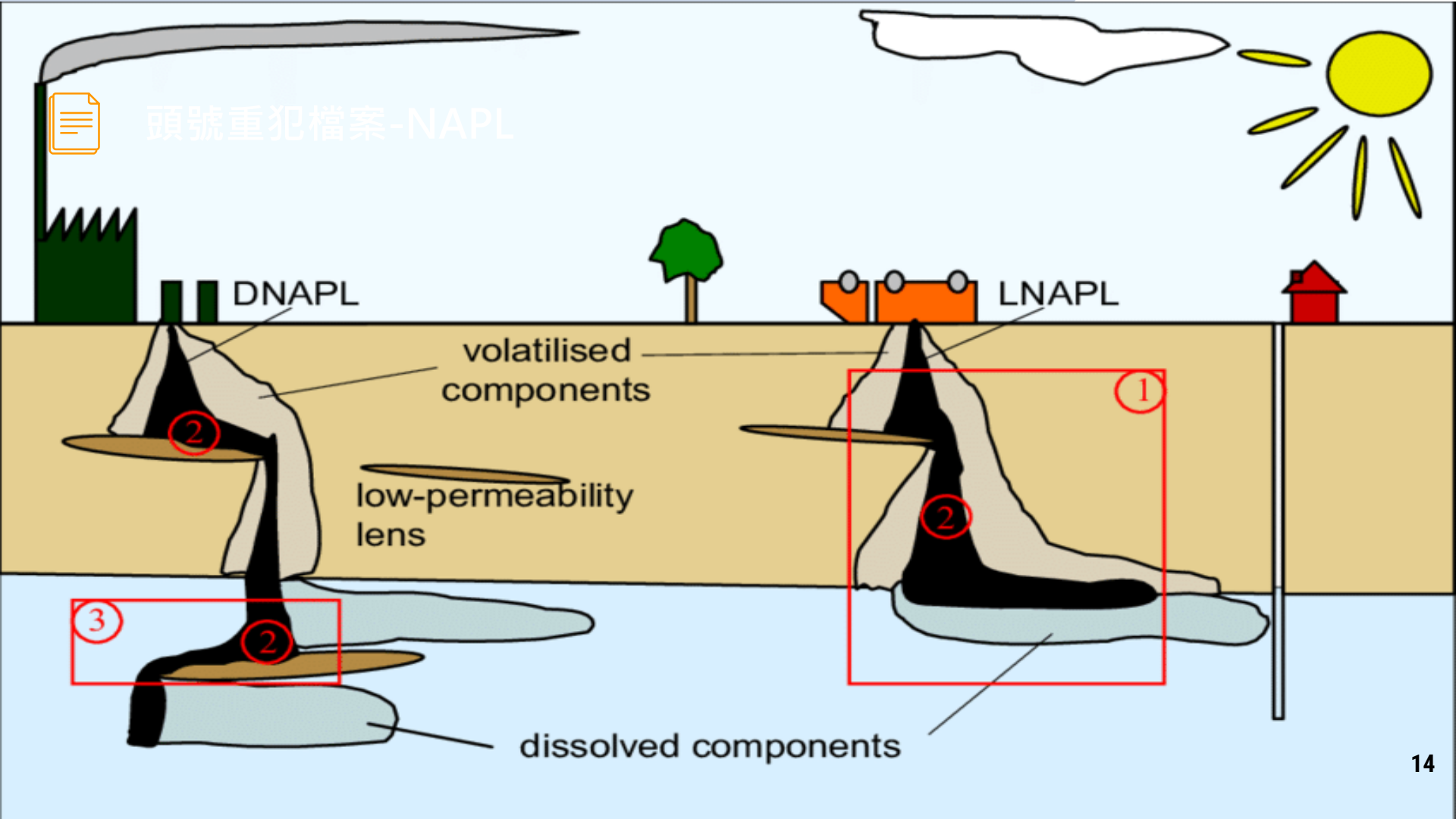


- ✓ 微溶於水的液體
- ✓ 與水接觸形成壁壘分明獨立區塊
- ✓ 汽油、柴油比水輕-LNAPL
- ✓ 三氯、四氯乙烯比水重-DNAPL
- ✓ 自然環境衰減速率緩慢
- ✓ 多屬1~3級致癌物
- ✓ 揮發可形成土壤氣體,土壤及地下水三相污染





# 頭號重犯檔案-NAPL





## 常見污染原因-「人為疏失」

### 可預防性

- ✓ 人為管理不當
- ✓ 儲槽破損(腐蝕)
- ✓ 管線破損
- ✓ 地表破損/無防護鋪面
- ✓ 原物料/廢棄物隨意堆置
- ✓ 缺乏預警及二次阻隔





# 常見土壤/地下水污染原因



防治設備破損



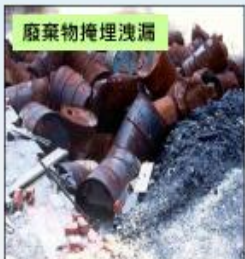
製程設備洩漏



引用遭污染灌溉水



地下儲槽洩漏



廢棄物掩埋洩漏



管線腐蝕洩漏



鋪面破損、污水遍地



含鉻濕皮任意堆置



製程設備廢水滲漏



磚造排水溝破裂滲漏



高架鉻酸管線破損



酸液滴落腐蝕地表







# 貳

## 土壤/地下水之預防對策

A person with short dark hair, wearing a grey and black striped sweater, is seen from behind, looking at a wall covered in various design sketches, photos, and diagrams. The wall is filled with creative work, including wireframes, hand-drawn diagrams, and photographs of people and objects. The overall scene suggests a creative or design studio environment.

Want big impact?  
**USE BIG IMAGE**



# 土壤及地下水污染預防對策

**環境管理  
及  
污染評估**

**工廠污染  
預防  
措施**

**緊急應變  
計畫研擬**





# 風險管理

## 高風險

❑ 缺乏有效控制污染物滲漏與洩漏至環境的基礎設施

- ✓ 未設置防溢設施、截流溝、緊急應變設備
- ✓ 未設置收集或防止危害性物質污染地下水體與土壤之設備或措施，如未於油品或化學品可能洩漏地區或逕流水易含有油污之雨、排水系統處，設置陰井或油水分離系統
- ✓ 危害性物質之專門貯存場所未能避風、擋雨、地面堅固及設置二次阻絕設施

## 中風險

❑ 在工廠運作管理上，環境風險管理責任不明確

- ✓ 防溢設施、截流溝未指派專人負責巡視、檢視及定期保養維修
- ✓ 洩漏物未指定專人負責清理
- ✓ 管理上，未有效提供最新工業標準與法令規定

## 低風險

❑ 環境危害之可能性低。





# 污染評估

First

## 一、污染源

- (一) 製程反應槽洩漏、管線破裂。
- (二) 地上或地下儲槽洩漏。
- (三) 油品與化學品裝卸。
- (四) 廢污水集水池、污水坑與廢水處理場。
- (五) 雨、排水系統。
- (六) 有害事業廢棄物暫存區。
- (七) 有害事業廢棄物非法棄置、掩埋。
- (八) 化糞池。

Second

## 二、自我了解

- (一) 工廠地質特性。
- (二) 工廠地表水水文特性。
- (三) 工廠地下水水文特性。
- (四) 鄰近地下水/民井抽用情形。
- (五) 其他。

Last

## 三、場址污染評估

- (一) 污染評估之目的(背景調查、潛在污染源調查及確認、污染確認調查、污染範圍調查、基本調查)。
- (二) 污染評估之方法(土地使用歷史及目前使用狀況、物移動路徑評估、場址所有人及員工訪談、場址相關紀錄之審閱)。



# 工廠污染預防措施

# 3

## 洩漏預防與管制計畫

# 1

## 基本原則

- 使用替代品、安全與可回收之原物料
- 減少水的使用，或使用乾式製程
- 減少或避免雨、排水系統流過廠區、貯存區或高污染潛勢區
- 隔離潛在污染源傳輸至土壤、地下水之途徑
- 污染預防與緊急應變之職工訓練

- 環保法令與相關規定
- 運作特性、潛在污染源及土地使用情形瞭解
- 研判污染問題的防治方案
- 防治方案評估與衡量成本效益
- 納入工廠環境管理系統

# 2

## 自我體檢

- 設備設計(如儲槽及管線材質規格，鋪設Epoxy防漏)
- 操作程序(：如化學品置放、貯存及運作作業管制)
- 預防保養技術
- 防治方案評估與衡量成本效益
- 建造技術：明管、防震設計
- 職工訓練及洩漏應變能力
- 替代品與替代製程
- 新技術的應用
- 地面逕流與入滲管理



廠內建立**明確**的污染預防措施，  
是達成土壤及地下水污染預防目標**最簡單且最有效的作法**，業者可朝物料管理、  
有害事業廢棄物貯存、儲槽管線定期維護與檢測、預防儲槽管線洩漏管理措施  
與預防水質污染擴散等**方向**著手



# 工廠污染預防措施-物料管理

First

(一)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。

Second

(二)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。

Third

(三)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。

Fourth

(四)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。  
(五)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。  
(六)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。



# 工廠污染預防措施-有害廢棄物貯存

First

Second

Third

Fourth

(一)有害事業廢棄物與一般事業廢棄物必須**分開貯存**。

(二)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**。

(三)須考慮如何**防止地表水的入滲**。

(四)有害事業廢棄物應注意該項廢棄物**貯存期限**以**2年**為限。

(五)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。

(六)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**。





# 工廠污染預防措施- 儲槽管線定期維護與檢測

## 一、儲槽

First

(一) 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。

Second

(二) 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。

Third

(三) 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。

Fourth

(四) 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。

(五) 定期進行非破壞檢測如陰極防蝕接點檢查、試壓等。



# 工廠污染預防措施- 儲槽管線定期維護與檢測

## 二、管線

First



Second



Third



Fourth



### (一) 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，裝置低壓偵測器與安全停機閘門。

### (二) 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。

### (三) 腐蝕預防(含內部及外部)。

### (四) 定期巡查：

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。



# 工廠污染預防措施-洩漏預防水質污染

項目	預防方法
電鍍槽體	<ul style="list-style-type: none"><li>· 使用耐蝕材質</li><li>· 加強維修保養工作</li><li>· 避免槽體受損</li><li>· 定期汰舊換新</li></ul>
過濾機等附屬設備	<ul style="list-style-type: none"><li>· 過濾機之水管接頭使用耐酸鹼材質套管</li><li>· 過濾機之水管高於電鍍浴槽以避免虹吸作用</li><li>· 儘量降低接頭數目，以減少洩漏機會</li><li>· 固定過濾機的軟管，避免洩漏</li><li>· 少量外洩之機油或過濾液需以桶子承接</li><li>· 設備定期維修保養</li></ul>
廢水收集管線與處理槽體	<ul style="list-style-type: none"><li>· 避免廢水收集管線受碰撞，於必要時加以覆蓋保護</li><li>· 減少管線接頭處</li><li>· RC 或磚造處理槽體以環氧樹脂塗裝或內襯 FRP 等防蝕材質，以防止微細裂縫</li><li>· PE 等槽體應加以補強，防止槽體變形而造成洩漏</li></ul>
藥液貯槽(桶)	<ul style="list-style-type: none"><li>· 儲槽(桶)應減少接頭處，以減少洩漏</li><li>· PE 等材質之儲桶構造應適當補強，防止其槽體變形而造成洩漏</li><li>· 選用適當儲存材質之儲槽(桶)</li></ul>

First

Second

Third

Fourth



當洩漏生於地下環境時，初期**不易察覺**  
**污染**，俟發現時，通常污染情形已達**相**  
**當嚴重程度**。

因此，工廠為**確切瞭解及掌握廠內地下**  
**環境品質**，及**做好土壤及地下水污染防**  
**治工作**，可委託專業顧問或檢測機構辦  
理**土壤及地下水品質監測計畫**。



# 土壤及地下水品質監測計畫研擬

## 一、計畫目標

- (一) 藉由監測結果，及早瞭解廠區水文地質特性、土壤及地下水可能污染現象。
- (二) 釐清及界定工廠與周圍工廠間之土壤及地下水污染權責。
- (三) 建立長期監測調查系統，作為預警與查核之依據。

## 二、工作內容

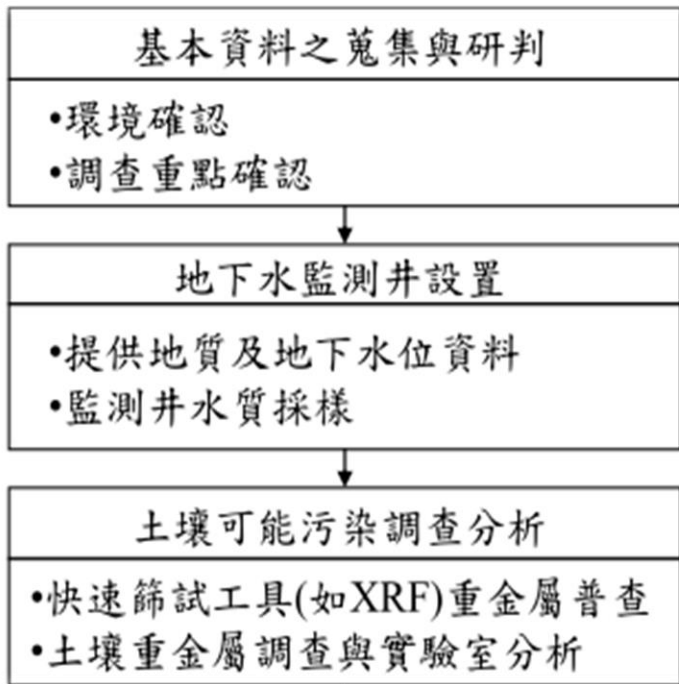
- (一) 基本資料之蒐集與研判。
- (二) 地質調查與建立水文地質概念模式。
- (三) 土壤可能污染源調查分析。
- (四) 水質監測井之規劃與設置。
- (五) 地下水水質定期採樣與分析，如於豐、枯水期各 1 次。
- (六) 土壤及地下水環境綜合研判分析。
- (七) 後續工作規劃與建議。



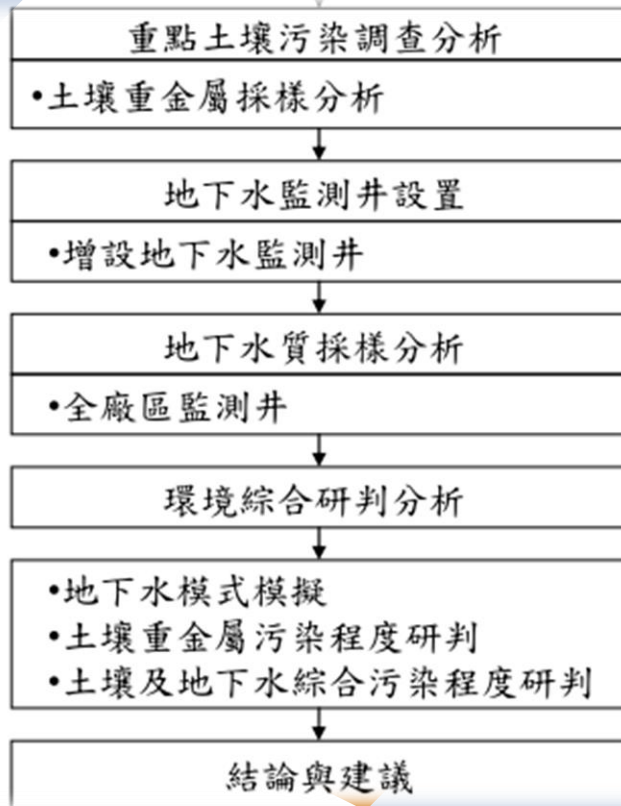


# 土壤及地下水品質監測計畫研擬

↑ 第一階段調查工作 ↓



↑ 第二階段調查工作 ↓





## 緊急應變

俗稱應變，屬於災害管理的一環。其乃在災害發生階段（包含發生之前不久，發生當時，以及發生之後不久）所採取的搶救生命、減少財產損失、增進復原之**行動**。



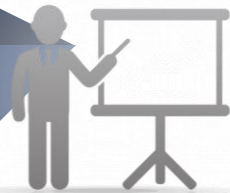
# 工廠緊急應變處理流程

- 一、現場勘查及初步調查
- 二、採取緊急應變措施之時機
- 三、緊急應變措施
- 四、善後處理
- 五、公害糾紛處理及損害賠償評估





# 工廠緊急應變



範例說明



原磚造排水溝



污泥挖除(有害廢棄物)



抗腐蝕材質重建



製程/廢水管線採用明管



地表塗佈環氧樹脂(無縫耐酸鹼)



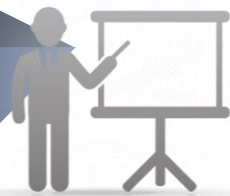
設備底部設置收集盆







# 工廠緊急應變



## 範例說明

某A工廠



改善前



改善前(導水溝以水泥建構)



改善中(溝質及其兩側之不銹鋼材質)



改善後



改善前(導水溝以水泥建構)



改善中(導水溝底及兩側材質更換)

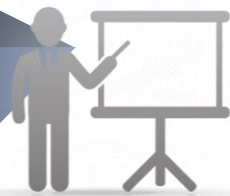
圖 5-1A 棟廠房外含污漬鋪面改善前後情形







# 工廠緊急應變



## 範例說明



改善前



改善後



圖 5-5 L 棟廠房舖面重新建置(1/2)

圖 5-5 L 棟廠房舖面重新建置(2/2)

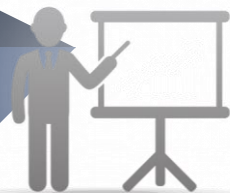




# 案例分享



# 案例說明



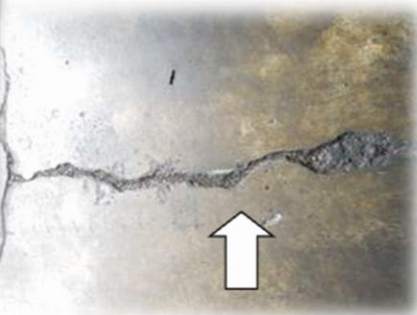
## 案例說明

1

### 地表鋪面破損



地表鋪面破損



原物料置於棧板上



地表塗佈環氧樹脂(EPOXY)

### 污染預防措施建議

- **預防措施**：定期巡視鋪面是否有破損情形，於管制物質操作使用區域地面塗佈環氧樹脂(EPOXY)或玻璃纖維(FRP)之塗料鋪面。
- **改善措施**：儘快修補破損處或裂隙後，再重新塗佈環氧樹脂(EPOXY)或玻璃纖維(FRP)之塗料鋪面。





## 案例說明

2

### 管線破損



污水管線破損

污水管線閘門接頭漏水

### 污染預防措施建議

- **預防措施**：管線定期巡查、檢查、保養，可能有管制物質溢流處地面塗佈環氧樹脂(EPOXY)或玻璃纖維(FRP)之塗料鋪面，或增設截流溝或防溢堤。
- **改善措施**：發現洩漏或破損，立即關閉管線上游閘門，阻斷洩漏繼續發生，儘快確認損壞情形、範圍並修繕，且清理洩漏溢流區域。



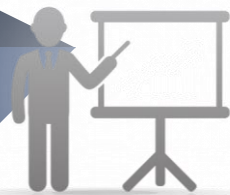
製程區設防溢堤  
地表塗佈玻璃纖維(FRP)



廢水儲槽區設防溢堤  
地表塗佈環氧樹脂(EPOXY)



# 案例說明



## 案例說明

3

### 原物料、廢棄物堆置地面



油品桶槽置於地面



固態廢棄物以太空包盛裝置於地面



固態廢棄物以太空包盛裝置於棧板上



油品桶槽置於盛油盆上

### 污染預防措施建議

- **預防措施**：原物料、廢棄物數量控管。
- **改善措施**：盛裝液態物質且會取用之容器底部應設置「盛液(油)盆」，固態物質應置於層架或棧板上方，避免直接接觸地面。





# 案例說明



## 案例說明

4

### 油品滴落/溢流地面



油品滴落且地表鋪面破碎



製程機具下方雖已設置盛油盆  
機具之潤滑油品仍溢流至地面

### 污染預防措施建議

- **預防措施**：加強人員操作之污染防治觀念，定期於機具操作後清理現場，並於操作時注意是否有滴漏於地面之情形，儘速改善。定期巡查、檢視、清理使用或儲放油品之設施或區域。
- **改善措施**：油品儲槽加裝防溢堤，桶槽底部或機具易滴漏油品處下方設置盛油盆，儲放或使用區域地面塗佈環氧樹脂 (EPOXY) 或玻璃纖維 (FRP) 之塗料鋪面。



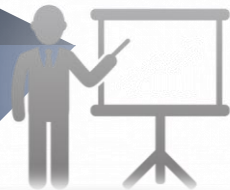
油品桶槽置於盛油盆上  
油品儲槽週圍設置防溢堤



為避免製程機具之潤滑油品滴落地面  
將機具置於大尺寸盛油盆上



# 案例說明



# 案例說明

5

## 戶外雨水潑濺



油品桶槽下方雖已設置盛油盆  
桶槽之油品仍溢流至地面

固態廢棄物以太空包盛裝置於地面  
地表有水溢流

### 污染預防措施建議

- **預防措施**：避免將原物料或廢棄物放置於戶外，或減少戶外放置原物料或廢棄物之數量。
- **改善措施**：加裝遮雨棚，亦可在原物料或廢棄物上方加蓋帆布，定期巡視戶外貯放區，若相關容器有積水情形，應儘快排除。



戶外廢棄物堆置處上方加蓋帆布



戶外廢棄物堆置處加裝遮雨棚



# 肆

## 結語



## 結語

土壤及地下水受到污染往往發生在空氣、廢水、廢棄物污染之後，也就是土壤及地下水是污染的最終受體，並且具有累積性，有時污染物長年累月聚積在土壤中後，到某一時間點，污染物的濃度值便會超過法規標準，這樣的污染累積轉移的過程，其實是一種**不可逆的程序**。

**進行廠區的土壤及地下水診斷**，進行**快速有效的土壤及地下水調查作業**，並充分配合專業人士的詢問及討論作業，才能真正診斷出土壤或地下水污染的**病因**及**嚴重程度**，以擬定最經濟可行的解決方案，以利企業的永續發展。

1

### 土水關切污染物確認

自我檢視事業原物料、製程、廢棄物等是否含有土污法管制物質？

檢視資料如水污染防治措施計畫書、事業廢棄物清理計畫書、毒性化學物質許可、空氣污染防治措施計畫書、廢棄物檢測報告等

2

### 自主管理

固定時間針對廠區內有造成土水污染發生區域進行盤查及檢修

定期巡查製程、廢水處理設施管線、原物料及廢棄物儲區是否有破損或洩漏情事發生，並檢視地表鋪面是否完整，倘為否，則須修復

3

### 污染檢查

倘有污染物洩漏及滲漏至地面時，可進行土壤或地下水採樣分析以確認是否有污染發生情事

發現恐有造成土水污染情事，除立刻阻絕洩漏源外，亦可調查用地土水污染物是否有超過監測及管制標準，倘為是，則應進行污染整治



簡報結束

敬請指教

連絡電話：  
桃園市政府環境保護局  
亞太環境科技(股)公司

轄區承辦 03-3386021#1324~1332  
陳振豪 桃園-03-3333401  
新店-02-22189099#208

