

# 毒性物質污染防治

美國化學廢棄物管理公司

阿拉巴馬州易美爾處理場介紹

袁 保 強\*

## 一、前 言

筆者於最近率學生赴阿拉巴馬州的易美爾化學廢棄物處理場參觀訪問 (Emelle Treatment Facility). 實際與理論配合，對學習成效有相當大的助益，於去年(1989年)中阿拉巴馬的州長下令停止接受代處理密西西比州的有害廢棄物(Hazardous Waste)，因而引起密州全州百姓的注意，據密州現有資料的記載中，每年平均有 250萬噸的有害事業廢棄物產生，主要來自化學和石油煉製工業，由於密州本身無處理處置的設施，所以都運往鄰州路易斯安那州、田納西州、阿拉巴馬州、甚至遠至奧克拉荷馬及南、北卡羅南納州之處理場，除了阿拉巴馬州外，南北卡羅南納州亦相繼通知密州將停止代處理其有害事業廢棄物，這也就是所謂的“不要在我家後院的症候群”(NIMBY, NOT IN MY BACKYARD Syndrome)在各州都有不同的迴響，但此舉違反了美國聯邦法，仍在聯邦法庭上訴中，不過美國環保署希望各州能處理自己的廢棄物。

易美爾處理場，早期由幾位工程師和土地投資人創立，後來成為化學廢棄物管理公司的母公司，即廢棄物管理公司(Waste Management Inc.)所買下，亦有股票上市，該公司為全美有害事業廢棄物處理之大型公司之一。共有31個設施，例如處理實驗室的廢棄物(Lab Pack)，至低放射性的核能廢棄物(Low Level Waste Disposal)，僅有 7處具有安全掩埋場(Secure Landfill)。由於聯邦法規的日趨嚴謹，禁止掩埋(Land Ban)的法令通過，所以近十年來未有任何一個新的安全掩埋場獲得許可證(permit)。

易美爾設施位於阿拉巴馬州桑特郡(Sumter County)，在1973年美國環境保護署固體廢棄物辦公室向國會提出報告，是針對當地的特殊地質。易美爾位於特殊的石灰石(Selma chalk)之上，界於阿拉巴馬及密西西比州之邊界，該石灰石之定義，根據科技

\*Jackson State University , Assistant professor Dept of Technology I.A.  
Coordinator, Hazardous Materials Management program

字典中解釋為該土壤粒子極細，易脆成白色的方解石。它所具有的物理特性，遠超過環保當局的要求，表面水至地下水的距離超過 700英呎，保守的預估至少要壹萬年之久才會對地下水產生威脅，chalk的形成已 7仟萬年，因而形成一種不可滲透的地質(pH值是10)主要是鹼性的碳酸鈣 (Calcium Carbonate)，非常適合處置污染的廢棄物，這種特殊的地質在世界上極為罕見。1977年該場得到許可證，同年四月開始營運。易美爾場為化學廢棄物管理公司最大的處理場，雇用人員400餘人，1/3為大學畢業，每年營業額是六仟萬美元，總共佔地貳仟柒佰英畝，目前使用許可是 350英畝，它的許可是可處理處置有機物和無機物，污染的土壤，受多氯聯苯污染之固體物，也就是小於500ppm的PCB廢棄物，來自油漆塗料業、紡織業、電機業、化工業、農藥、電子製造及其它工業製品，以下為對該場的詳細介紹。

## 二、溶劑回收、固化及 PCB 處理、處置

此次參觀進行，公司以特殊之參觀車，繞行整個設施，車輛開至操作最近的場所，准許拍照，為了安全起見不准下車，根據美國職業安全衛生委員會(OSHA, Occupation Safety and Health Association)，要求對於有害事業廢棄物處理、處置設施之工作人員必須受過40小時的訓練，包括法規、緊急應變、安全服裝等課程，並且要通過考試，授與執照，執照之有效期限一年，以後每年仍須接受 8小時的課程訓練及考試，通過考試後再授與新的執照。這一點可供給國內環保單位和工業安全單位做為參考。

溶劑回收方面，該場僅處理數類電子廠清潔用溶劑，利用重力沉澱法分離，採批式(Batch Mode)方法進行，現場有不少化學儲槽，圍以安全堤(Dike)，防洩漏。

固化方面，經實驗室認可的廢棄物，混以飛灰，特殊藥劑及水泥，固化場在室內進行，但通風及安全設備良好，因混合時可能產生毒氣，廢棄物固化後，再做安全掩埋。

PCB變壓器的處理，易美爾場是將液體PCB吸出，泵入槽車，變壓器內再注入柴油，浸泡24小時，再將液體泵入槽車，槽車將液體PCB 和使用過之柴油運至伊州焚化，另一方法則為安全掩埋。

## 三、掩埋場的建造和設計

易美爾的安全掩埋場，包括兩個分開的合成襯裡(Composite Liners)和兩個濾液(Leachate)收集系統，並包括一個釋壓系統(Pressure relief System)，濾液主要為雨水通過掩埋場中而被污染，收集後再經處理，非常重要的是液體有害廢棄物不可埋於安全掩埋場，法規中有明文規定。當掩埋場被挖掘完成後，一個包括砂礫、排水管及砂床(Sand blanket)之系統將建立，為了避免可能的地下水滲入掩埋場，第二道(Secondary

) 合成襯裡和濾液收集系統裝置於砂床之上。

合成襯裡包括 3呎厚的壓縮石灰石(chalk)，滲透率是每秒 $10^{-8}$  厘米，置於60米爾(Mil)厚度的聚合襯裡之上，次層濾液收集系統，置於聚合襯裡之上包括 1呎厚的砂，同時設置排水、濾液收集系統，主要襯裡(Primary liner)，置於次層濾物收集系統之上，包括1.5 呎的壓縮石灰石，並具60米爾(Mil) 厚的聚合襯裡，置於保護合成纖維布之上，主要濾液收集系統置於保護合成纖維布，包括排水管、聚水塘及濾液收集系統。

主要濾液收集系統是一層過濾布上置1.5 呎厚的石灰石，次級濾液收集系統置於主要襯裡和次要襯裡之間，萬一主要收集濾液系統失去功用時，有預備收集系統之功用。

(圖 1 為Liners的設計圖)

掩埋場使用後，必須覆土， 3呎厚的壓縮黏土，再加上3 呎厚的石灰石，本文所指的石灰石指的是當地的 chalk 而言，一共有 6呎的土，並於其上植草，作植栽覆蓋(Vegetation cover)，筆者詢問有關再利用的問題，為了安全起見，未再做其它的用途，植草的種類，該場作了不少試驗，包括百慕達、聖奧斯丁類，但以一般牧草最為成功，最終覆土後，仍需有至少10%的斜度(Slope) 以導引雨水流離安全掩埋場流至排水收集系統。(圖 2 為最後覆土保護系統圖)。

台灣地質，無特殊的石灰石，可選擇人工襯裡或購買特殊土壤，壓縮作為襯裡。

#### 四、環境監測

目前該場有三個專職的環境科學專家負責監測工作，採取的樣品分別送往當地環保單位和聯邦環保署執法機構，亦可單獨的採樣，其樣品包括水、土壤、沉澱物或空氣，為了得到有效確實的結果，採樣方法，紀錄文件，都應詳細說明，但必須注意高靈敏性的儀器可測到PPb 的範圍，樣品瓶微開都會造成污染。

舉個例，監測并取樣可能引起的樣品誤導，如鑽井前清潔鑽頭所使用的溶劑，築井所用的工具，管線和泵，採樣人員所使用的古龍水、肥皂、手套、雨水等，或在實驗室中接觸到其它物質，同時要了解基本廢棄物的資料，如鉛、鎆和其它金屬、汽車運輸、建築施工或一般性工程行為，亦易使污染濃度增高，而影響樣品準確度。

#### 五、安全和健康

每年工場需花費於工作人員，每人近5000美元於安全訓練方面，公司提供的保護服裝訓練，對每一工作人員實行健康監測，一個新進人員的職前基本訓練，其中 8小時的訓練讓人員徹底的了解安全的重要性，其它課程包括工場規則、毒物學、化學性質、個人衛生，以及防護服裝的使用。進一步的在職訓練，包括危害性物質的洩散、防災、防

火、緊急救護、人工呼吸和緊急救護車輛的操作，每月全體工作人員，必須參加安全會議，針對現行操作方法及安全提出討論。

該場其它較特別的地方是所有的桶和待處理的槽車都停於廠房中，遇雨可避免增加污染，另一點是固定的安全人員配備攜帶型空氣監測器(Portable Air Monitor)，到處巡查採樣，以維護工作人員的健康。

台灣有設置有害廢棄物處理中心的腹案，希望進行這方面的工作者能多赴各先進國家參觀，以吸取別人的經驗，建設一個最完善的有害廢棄物處理、處置設施。以下的照片為易美爾處理場的設施照片。(圖3～圖8)

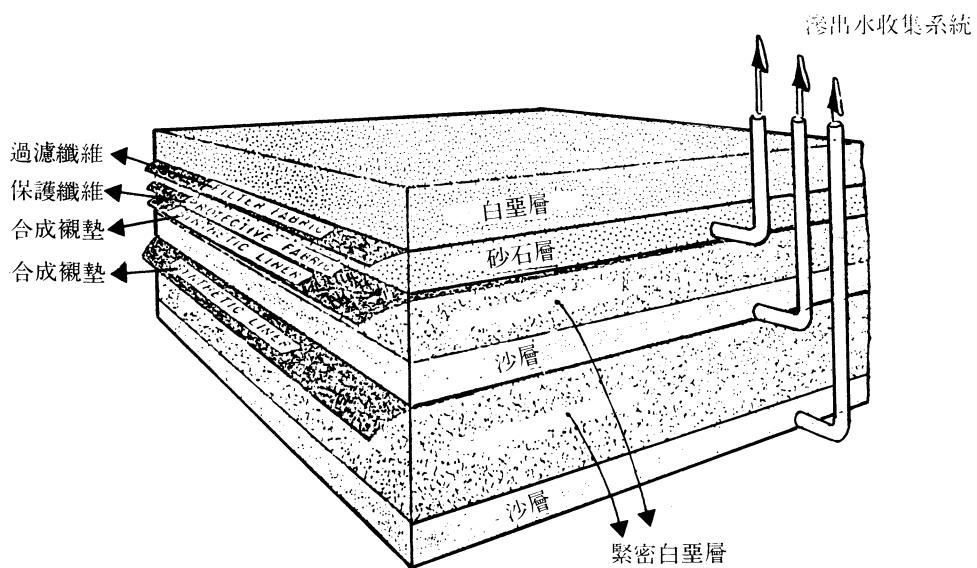


圖 1 襯墊的設計圖

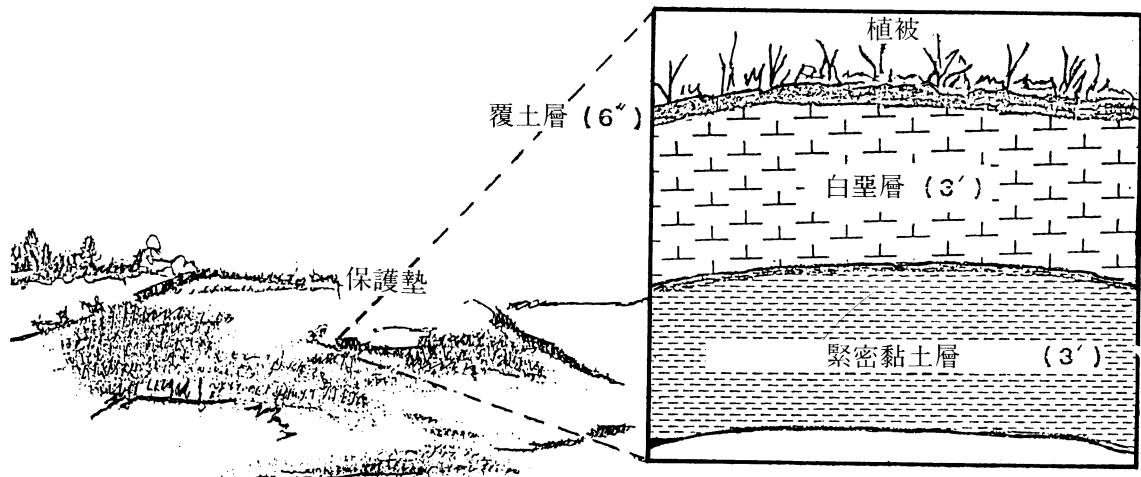


圖 2 最終覆土保護系統圖

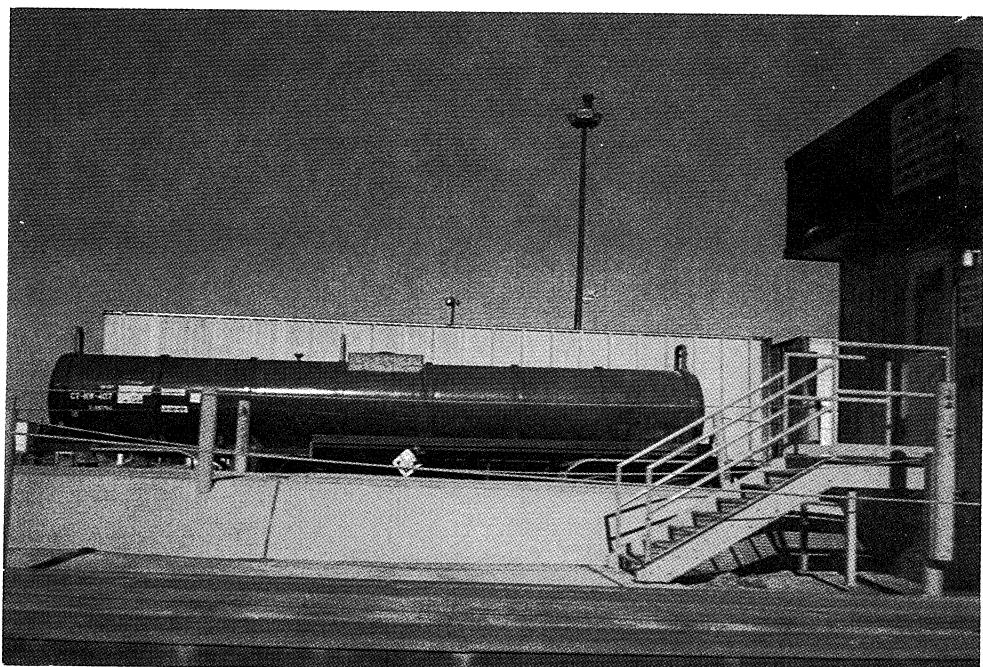


圖3 進場管制中心(過磅、廢棄物印證)

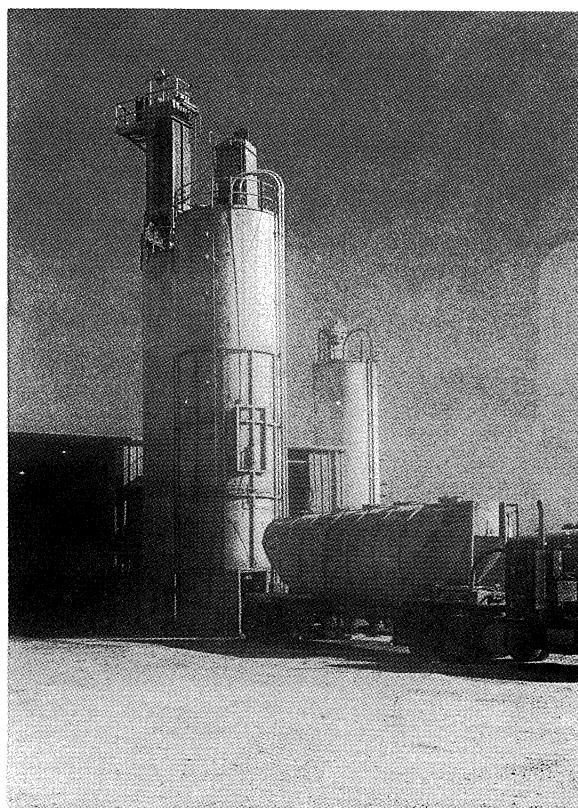


圖4 固化場

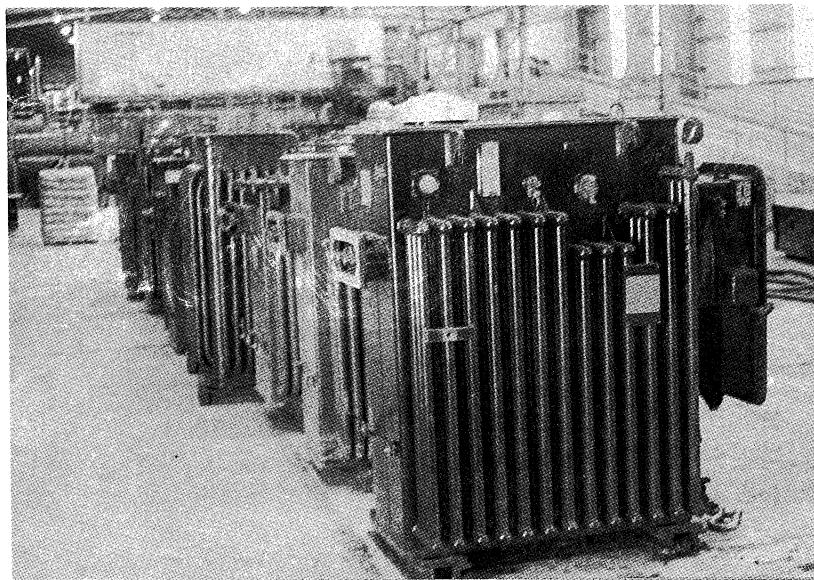


圖 5 處理過的變壓器

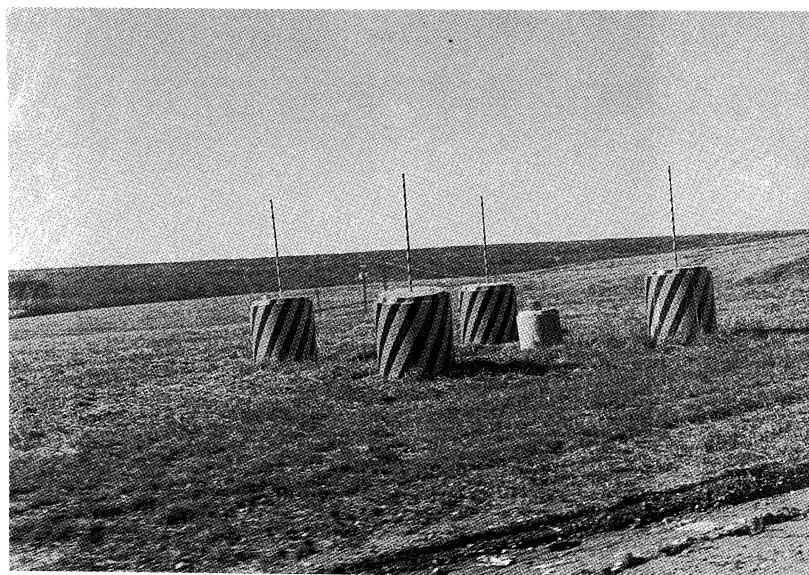


圖 6 地下水監測井

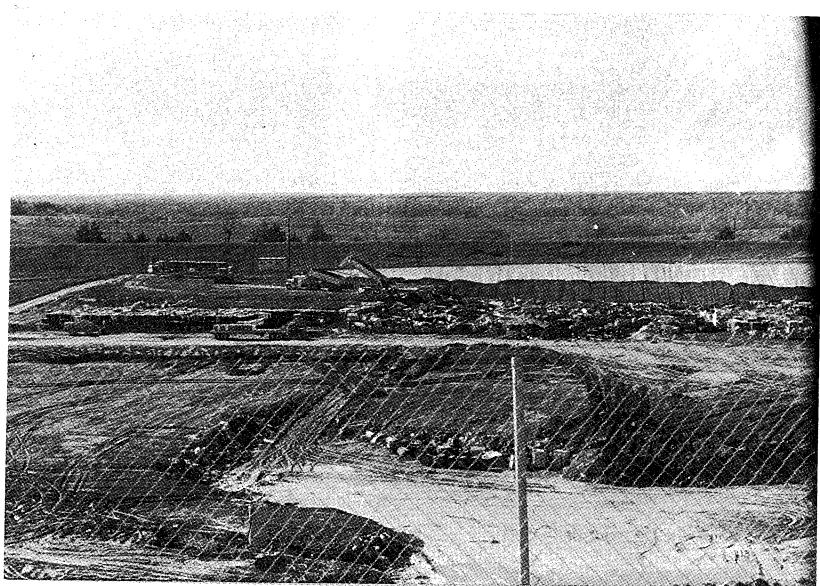


圖 7 安全掩埋場操作情形



圖 8 封閉後的安全掩埋場