

# 紐約州有害廢棄物處理案例之探討

江 康 鈺\*譯

## 一、簡 介

有害廢棄物的適當處理，已成為重要的環境事件，此乃由於近年來，有害廢棄物意外事件的發生，證明有害廢棄物問題存在於吾人周遭的環境，所以適當處置和控制有害廢棄物，是極為重要的工作。而且，目前州內使用複雜的工業技術，會產生大量的有害廢棄物，其中。有許多對適當處理技術，具有相當大的挑戰。

有害廢棄物處理技術，成為目前的強調重點，其主要原因之一是廢棄物在環境中引起的重要影響事件，諸如由廢水處理設備、淨氣設備和其他設備所產生的大量污泥和其產物、殘餘物。所以，這些廢棄物的適當處置，是建立在使其不污染環境的最基本條件下。此外，有害廢棄物的適當處理，需要注意下列各點：

1. 控制都市廢棄物掩埋所產生的滲透水，因其可能攜帶有害污染物，而污染地下水及地表水。
2. 瞭解工業廢棄物主要成份，如含有重金屬，當其與都市廢棄物和其他產生酸之廢棄物混合處置，將會產生可溶解現象，而引起水污染問題。
3. 防範掩埋於池塘 ( lagoon ) 的工業廢棄物，滲流進地下水中。
4. 避免不當或不法投入液態工業廢棄物，因其會影響都市廢棄物處理廠之操作效率。
5. 防止工業廢水流入都市污水處理廠，因其可能產生大量污泥，造成污泥處置問題。
6. 安全陸地掩埋場址，須做好滲出水防護設施及處理設備。
7. 廢棄物處理設備，應包括有廢氣處理設備，因其處理過程中，可能釋放有毒物質 ( toxic materials ) 於空氣中。

紐約州有害廢棄物處理策略，與西元 1976 年 RCRA ( Federal Resource Conservation and Recovery Act ) 所要求的標準是一致的，即是確保有害廢棄物被完全地控制。這些處理策略計畫，是繼續保證所有的有害廢棄物處置，均使用對環境安全的方法，這方法包括廢棄物的替換 ( waste exchange )，物質及能量之回收 ( materials and energy recovery )，含水廢棄物的處理 ( aqueous waste treatment )，焚化 ( incineration )

\* 逢甲大學土木及水利工程研究所環工組研究生

和安全掩埋法 ( *secure landfilling* )。當然，適當的處理方式或處置意願，是有賴於廢棄物的比特性 ( *specific characteristics* ) 來決定。

有害廢棄物有效地處理程序，有以下被認同之利益：

1. 減少目前環境的退化現象 ( *degradation* )，以及減少對大眾健康安全的危險性。
2. 消除有害廢棄物的產生者 ( *generator* )，運輸者 ( *hauler* )，處理者 ( *treater* )，因使用不當的方法，所造成不公平的競爭利益。
3. 對所有工業有害廢棄物的產生者，提供了液態廢棄物處理和處置的能力。
4. 藉由大部分廢棄物回收和再利用，減少有害廢棄物產生的體積。

## 二、案例研究

由於有害廢棄物的管理不善，所引起的公共健康和環境污染問題的案例頻率，有不斷增加的趨勢，這正是有害廢棄物管理，成為目前強調重點的主要原因。這些不當的習慣，可能是由事業機構產生的廢棄物所引起，運輸者 ( *transporter* ) 受僱將廢棄物拖走或交由廢棄物處理設備作終極處理或處置，其間可能發生的問題是由於製造者 ( *generator* )、運輸者 ( *hauler* )、處理者 ( *treater* ) 和處置者 ( *disposer* )，不當的控制和貯存技術所造成。

有許多事件，可以證明有害廢棄物不當的處理，在環境上所造成的影響，如廢棄物流入地表水或地下水，造成水源污染，可能引起人類或其他動物死亡或嚴重疾病。美國環境保護署 ( U.S. EPA )，已經證實了數百件的案例，是由於不當的處理習慣，所造成的環境或公共健康的不利衝擊 ( *impact* )，大多數的案例是地表水和地下水的污染，而另一方面，其他報告的意外事件是空氣污染 ( *air pollution* )、火災 ( *fires* ) 和爆裂 ( *explosions* )。

被證實的案例中，以尼加拉瓜瀑布 ( Niagara Falls ) 的愛河 ( Love Canal ) 事件為最重要的案例。虎克化學公司 ( Hooker Chemicals ) 和塑膠公會 ( Plastics Corporation )，是這場址的所有權者，在這20至30年其間，虎克公司傾倒大量的工業化學廢棄物於愛河 ( Love Canal )，這些廢棄物包括有 H G I 硬塊狀物〔甲醇 ( methanol ) 和多氯聯苯 ( polychlorinated benzenes ) 〕，以及大量不知名的化學廢棄物，有關愛河 ( Love Canal ) 事件的報告，在 DEC ( Department of Environmental Conservation ) 現有廢棄物處理的記錄上，均有詳細的記載。在這愛河 ( Love Canal ) 場址發現的暴露有害化學物，經由州立健康部門 ( State Health Department ) 的化學測定試驗分析結果顯示，這些有害廢棄物包括有 hindane ( 一種農業用的殺蟲劑 )，苯 ( benzene )，哥羅仿 ( Chloroform )，和氯甲苯 ( Chlorotoluene ) 等，這些有害化學物存在於場址的滲透水中，而且其中部分會滲透到周圍環境根源的底層 ( basement of surrounding homes )，亦會存在於空氣樣本底層 ( basement air samples )。這些滲透水從底層被抽送至雨水下水

道 ( storm sewer ) 或是直接滲入雨水下水道，因此州立健康部門根據環境保護部 ( Department of Environmental Conservation ) 和環境保護署 ( U.S. EPA ) 所宣告的事實，宣告這場址對公共健康具有嚴重的威脅，並且州立健門部門的委員會對 Niagara 郡指示，要去除所有受污染的表面物質，以及要裝設圍牆或警告標誌，限制人員接近污染的場址，並且要保證鄰近場址，由於掩埋而滲透於底層產生的有毒蒸氣，在排放時，須去除至符合標準。此外，場址已經完成水質學 ( hydrogeological ) 及其他工程方面的研究，並設立一個特殊部門 ( task force )，負責場址和環境區域上空氣、水和土地的追蹤調查，作一發展計畫，其計畫將決定場址長期解決的方法，而且，州立健康部門亦就傳染學 ( epidemiological ) 初始的研究，來判定疾病的變化，或鄰近掩埋場址的學校，其學生請假的情況。

其他的案例有西元 1968 年，在 Olean 地方有一淺含水層，發現被六價鉻所污染，鉻的來源是從地表固態電鍍廢棄物中滲漏至含水層，其測定乃利用工業井 ( industrial well ) 從含水層吸取地下水來測定地下水鉻的含量，測定結果發現在深度 450 呎 ( ft ) ( 其深度是從廢棄物堆積層算起 )，鉻的濃度仍超過了飲用水最大的限值。另外，紐約市內有一汽車製造公司，經常處理大量的油槽卡車內的污泥，其污泥含有鉻 ( Cr ) 及鋅 ( Zn )，此公司原處理方式，是將廢棄物承包給運輸業者 ( truck firm )，然後，再轉包給私有掩埋場所有權者，由於這些掩埋場處置，只是將廢棄物掩埋於潮濕的區域 ( swampy area )，所以，地下水的污染問題嚴重。還有在州內，Bing hampton 區內，軟片製造業廢棄物中，含有酚 ( phenolic ) 物質，28 年來其處理方法都是將其傾倒於潮濕的泥煤沼澤中 ( peat swamp )，因此地下含水層嚴重污染，並使得工業井無法正常操作使用。

### 三、有害廢棄物目錄(inventory)

為了要能夠決定有害廢棄物問題的規模，以及要發展適當的基本資料，以便有效地使用有害廢棄物處理程式 ( program )，所以，紐約州在西元 1976 年 6 月，由環境保護部中的固體廢棄物處理處 ( Division of Solid Waste Management of the Department of Environmental Conservation )，建立州內主要有害廢棄物生產者的目錄資料 ( inventory )，這主要的目的，在於決定特殊的工業廢棄物的量 ( amount )、型式 ( type ) 以及處置 ( disposition ) 方法，不僅如此，對於廢棄物場址的處理慣例亦有記錄。另外，調查觀察 ( survey ) 是為化學廢棄物的主要測定的關係項目，這是因為某些廢棄物的毒性，對環境或人類的健康，有其特別控制的必要。因此，調查觀察成為主要的重點。這些廢棄物的種類包括有：固體物 ( Solids ) 、污泥 ( sludge ) 、泥漿 ( slurry ) 、液態物 ( liquid ) 或者是包括氣態物 ( gases )，而主要處理這些廢棄物的方式，不外乎是掩埋處理或是以運送方式將廢棄物運送至其他地方去處理或處置。就紐約州而言，大約有 4,000 家的工廠，被懷疑是有害廢棄物的主要可能產生者，幾乎有 1170 家的公司，已被列入目錄檔案裡，這包括了所有的主要有害廢棄物的產生者。

從 E P A 的案例研究知，在目錄檔案中包括的工業型態，大都有產生有害廢棄物的最大可能性。E P A 最近估計美國每年會有超過 33.6 億公噸的廢棄物產生，而且，每年尚有約 3 % 的增加率，這些總數，幾乎有 10 % 是被認為是有害廢棄物。根據 E P A 的調查結果，以下工業型態，最可能產生有害廢棄物的主要來源，其包括了無機和有機的化學藥品 ( chemicals )、石油提煉 ( petroleum refining )、藥物 ( pharmaceuticals )、殺蟲劑 ( pesticides ) 和爆炸物 ( explosives )、原金屬 ( primary metal )、製革 ( leather tranning and finishing )、電池 ( battery )、電鍍 ( electroplating ) 和金屬磨光 ( metal finishing )，顏料和其同類產物 ( paint and allied products )、織品染色 ( textile dyeing ) 和潤飾 ( finishing )、橡膠 ( rubber ) 和塑膠 ( plastics )、金屬採礦業 ( metal mining )、機器製造 ( machine manufacturing ) 和廢油再精煉 ( waste oil rerefining ) 等，除此之外，紐約州內的照相用化學藥品 ( photographic chemicals )、電子成份 ( electronic components )，還有航空器 ( aircraft )、摩托車製造業 ( motor vehicle )，也將會產生大量的有害廢棄物，因此，上列的各項工業，將包括在目錄檔案中。E P A 根據國家標準曾指出，大多數的重要有害廢棄物的產生，是由有機及無機的化學藥品，原金屬及電鍍工廠所產生，這項結論，應用在紐約州的有害廢棄物的產生而言，亦是如此。

調查觀察是以下列方式進行：根據地理分佈 ( geographic distribution ) 郵寄問卷調查表給不同種類的工業。然後，幾週以後或是處理設備建造以前，通常會和處理廠主管、工程師或環境工程專家，作一現場訪問調查或是以電話交換意見。一般大型工廠的調查，是以現場訪問為主，在這些訪問中，都需先簡短地敘述建立目錄檔案之目的，以及如何確立維持有效有害廢棄物處理程序的基本資料。另外問卷調查則完全集中於廢棄物的型態 ( types )、數量 ( quantities )、濃度 ( concentration )，以及廢棄物主流 ( waste stream ) 的調查，除此之外，其他資料如製造操作人員的人數，生原料的使用量以及現場廢棄物處理能力等資料的保持，均是問卷調查的重點。根據資料顯示，有超過 98 % 以上的公司、工廠在作建立目錄檔案的工作，其均利用電腦作綜合處理，以提供合理的處理系統資訊，而另一項重要的調查觀測報告顯示，紐約州每年會產生有害或是潛在性有害廢棄物的量在 120 萬公噸以上，這些量將掩埋在每平方英哩的面積上，其深度也將超過 1 ft 以上，此外，75 % 左右的有害廢棄物產生是來自於有機及無機化學藥品、原金屬、塑膠、石油精煉以及製藥工業，而且根據資料顯示，紐約州大約有 100 家的工廠，其所產生的有害廢棄物佔總量的 85 % 以上。

紐約州有害廢棄物處理目錄檔案和 E P A 非國家性調查資料顯示，對於中大型公司而言，有稍許的差別，其差別主要在於紐約州資時顯示大部分有害廢棄物在容積上，都得到了適當的處理和處置，而 E P A 則顯示有超過 80 % 以上的有害廢棄物產生，是由於管理不當所引起。這差別的可能原因是近年來州內的有害廢棄物管理條例，由環境保護部 ( DEC ) 所執行管理，而且，許多大型工商營運操作，都將有害廢棄物處理設備，建在一個特定的區域，以

便控制管理。

紐約州的努力成果，應歸功環境保護部中的純水處 ( Division of Pure Waters of the Department of Environmental Conservation )，其將紐約州有害廢棄物處理目錄檔案和工業化學藥品調查，密切地綜合處理。工業化學藥品調查的目的是，研究調查州內之工業現行實施使用的化學藥品 ( 初級有機物、primarily organic )，以及由於使用這些化學藥品或者不慎的處理行為，所提高對環境潛在的有害影響，所以，此調查亦被視為重要的研究。從工業化學藥品調查所得之資訊，包括了各部門曾經使用的資料，如空氣資源處 ( Division of air Resources) 以及固體廢棄物處理處 ( Division of Solid Waste Management )，這兩單位製作實際較完全且經過修正的實際許可值的程式 ( program )，然而，這亦指出有害廢棄物處理目錄檔案和工業化學藥品調查，兩者的目的有相當的差別，但是，就處理有害廢棄物而言，兩者都不能偏廢或取捨。

#### 四、有害廢棄物處理設備

州內大約有十二家公司擁有，有害廢棄物處理設備，而全國大約 125 家公司，有這樣的處理設備，就紐約州而言，大部分的公司是專門研究溶劑 ( solvent ) 的再利用以及廢油處置的標準單元操作，如蒸餾 ( distillation )、過濾 ( filtration )、離心 ( centrifuging ) 以及精煉 ( refining )，也有部分公司將溶劑和油混合處理，當作燃料使用。

一般液態廢棄物處理設備有四種，其中三種有限制之條件，而大部分液態廢棄物處理，包括有機酸鹼中和、P H 調整，以及重金屬沈澱，液態有機物的處理，多半是藉由活性碳塔 ( activated carbon column ) 的吸附作用。

在 Niagara 郡有處自然粘土層的地形，在此有兩家公司利用其作為安全陸地掩埋場，這些場址具有襯裡 ( liners )，以及滲漏水之收集及處理系統，還有表面水及地下水追蹤調查之能力，這些廢棄物在安全掩埋場處置，構成一個廣範圍的化學廢棄物的光譜帶 ( spectrum )，而且，這些廢棄物是限定為固體及半固體 ( 汚泥 )。目前州內對有害廢棄物還沒有以商業焚化爐 ( commercial incinerator ) 來操作處理，然而，有部分公司乃自行以化學廢棄物焚化爐操作，除此之外，有些大型設備使用廢棄有機液體當作燃料，此亦為處理方法中回收資源的最佳方法。

#### 五、制定之法令

制定的法令，需要有執行單位來維護其立法的權威，在此是由環境保護部 ( DEC, Department of Environmental Conservation ) 來管理執行，其執行的要求是與 RCRA 的標準要求一致的有害廢棄物管理程序，幸運的是，有許多的聯邦法律條例，已經立法存在，且由 DEC 中的固體廢棄物處理處執行管理。

對於法令的權威，規定在紐約州環境保護法 ( E C L ) 第 27 條中，其中包括有關於有害廢棄物管理、收集、處理以及其他固體廢棄物之處置。條文第三款規定，需要對那些移轉離職的人，或是處置污水淨化槽、都市污泥及工業廢棄物清理者，辦理註冊登記。自從西元 1972 年以來，D E C 將這些污水淨化槽清理者，工業廢棄物打掃者以及廢油收集者，辦理註冊登記。大約有 900 家公司註冊登記，其中包括有 250 家是運輸工業廢棄物或是廢油，這些註冊執照的申請，必須對運輸使用的方法與做法，以及最終處置的地點作詳細陳述報告，D E C 核准廢棄物運輸是由清掃者 ( scavenger ) 來處理，這處理也僅就處理設備附近而言，核准的程序是根據 6 NYCRR ( New York Compilation of Rules and Regulations ) 第 364 部分，第六款中所規定：“污泥淨化槽清掃者以及工業廢棄物收集者之登記註冊 ( registration )”。

E C L 第 27 條第五款，授權委任 D E C 去規定固體廢棄物處理設備的設計、構造以及操作方法，還有法律和規則的宣傳發佈，在這些規定之下，各部門 ( department ) 贊同固體廢棄物處理設備是必須的，在 6 NYCRR 360 中將處理設備建造操作以及構造之標準和程序，都在「固體廢棄物處理設備」條文中，詳細說明條例和規定。Part 360 要求固體廢棄物處理設備的操作、變更以及構造，應包括有害廢棄物處理設備，對於衛生掩埋和安全陸地掩埋設備，在 Part 360 中有特別的要求 ( requirement )，且在嚴格的要求下，設備仍能夠建造和操作。另外，在尚未發佈允許建造設備前，仍要提出令人滿意的評估報告，且須被民眾所接受，因此，公眾的聽證會是需要先行舉行的。

紐約州議會最近通過制定關於工業有害廢棄物處理的法律，此法律定名為“ 1978 工業有害廢棄物處理條例”，這條例是修正 E C L 中的第 27 條，其增加了第九及第十一款項。第九款項是關於有害廢棄物處理，以及提供 D E C 的權限，以便有效地規定有害廢棄物的貯存 ( storage ) 、運輸 ( transportation ) 、處理 ( treatment )，以及處置 ( disposal )。由於這有關權限，是沿襲著既存的權限，所以，亦將限制 ( qualify ) D E C 去接受 E P A 的完全委任 ( full authorization )，以去實行 RCRA 已概述 ( outline ) 的有害廢棄物處理程序。

相似的法律權限，給予 EFC ( Environmental Facilities Corporation ) 去建造及操作有害廢棄物處理設備，還需要 E F C 從事有害廢棄物處置的必要研究，同時，也建立一個部門，來審查提出新的有害廢棄物處理設備的標準，再由 D E C 發展研究。D E C 鼓勵私人團體及廢棄物處理廠，在操作有害廢棄物處理設備時，需要有專門的技術，以及處理多數有害廢棄物的組織能力。

## 六、特殊問題區域

將工廠建造在鄰近安全的有害廢棄物處理設備旁，是相當便利的位置，而且，一個有效地有害廢棄物處理計畫，必須同時兼具有經濟原則及安全第一的條件，方可稱為有效處理計

畫，近年來，紐約州中心及東南部的工廠，就沒有建在處理設備附近，為了減輕這些問題，DEC將確立特別的標準，包括了土壤的型式（soil type），接近產生廢棄物的源地區域的土地使用，以及提供他們需要的特別區域，作為處理場址。

在DEC第27條第十一款規定，私人公司欲操作有害廢棄物處理設備，須經由場址的委員會（siting board）會議決定，有害廢棄物處理設備的使用標準，方可允許使用操作。申請特別區域作為場址，仍是相當困難，因為場址的使用須經EFC（Environmental Facilities Corporation）的許可，EFC有權可以出租這些場址給有害廢棄物處理工廠操作管理，而這些操作使用者，必須對EFC償還租借所須之款項及EFC因建造場址所花費的經費。

有許多的例子，是廢棄物處理公司面對地區的反對的例子，這包括有反對將原有的設備擴充，也有反對建設新的設備，在紐約州西部，有一個公司，曾經被地方政府禁止將其處理過後的水樣廢棄物，藉由政府所有的管線排放於Niagara河，但是，DEC則曾不顧地方政府的強烈反對，發佈命令允許處理公司，將其處理過合乎限制標準的廢棄物，藉由公司自行埋設的管線，排放至Lake Ontario及其所屬城市之支流。其他例子，則是在城市的特定區域中，廢棄物處理公司去建造污泥處理設備的計畫，這似乎可被環境所接受，然而，在紐約州東部，因為地方強烈的反對，以及政府拒絕處理公司建造如此的設備，因此，部分處理公司只好捨棄原有的計畫。

## 七、多方面的活動範圍(Miscellaneous activities)

為使有害廢棄物處理程序更加完全，故須有其他許多的活動範圍，如追蹤調查（monitoring）、採樣分析（sampling），以及技術的援助和訓練（technical assistance and training）。

選擇場址的內部程序，是根據檢查操作處理的調查報告，來實施建立允許的規範，此亦包括操作設備是否接受不合乎允許規範的廢棄物的調查結果，此外，場址的選擇、廢棄物主流（Waste stream）的採樣，而採樣分析又包括參數的運用、採樣的程序，以及分析程序，以上各項，都將確立建立。而且，有害廢棄物管理局（Bureau of Hazardous Waste Management），根據其他DEC的單位，再調查紐約州健康研究部門和其他單位，其在分析能力的範圍內的相關性。另外，管理局也要就社會大眾、工廠及其員工，在對有害廢棄物的適當操作控制以及處理程序，所提出的疑問作一解答。管理局也要就不同種類的有害廢棄物處理程序，準備指導方針（guide lines）和報告，以便回顧工程計畫（engineering plans）和準備制定法律（legislation）和法令（rules）的過程。近年來，有害廢棄物處理資訊，在不同的訓練課程以及討論會中，被積極地陳述，而且，DEC將公布關於不同的有害廢棄物處理程序，已經完成的資訊資料。

還有其他的活動，也將繼續進行，如DEC鼓勵且贊助建立遍及全州的工業廢棄物交換

所 ( exchange clearing house )，這交換所是由民營企業來操作管理，以提供工廠將其廢棄物賣給其他工廠或公司，當作生原料使用的機會。最後，吾人若欲使範圍廣泛的有害廢棄物處理程序，有效地達到目的，還需要有取締的工作人員，加入管理處理程序的行列裡，如此，較能有效地達到控制有害廢棄物的效果。另外一個重點就是，廣範圍的訓練課程，如化學 ( Chemistry )、化學工程 ( Chemical engineering )、地質學 ( geology )，以及衛生工程 ( sanitary engineering ) 等，對於處理程序亦是相當重要，不可忽視的一環。

## 八、結論

從前面的討論中，應該很明顯地看出，紐約州以其完善的處理方法，完成有效且可操作的有害廢棄物處理程序，然而，大部分的處理程序，仍須繼續完成，另外，工廠和政府必須一起攜手來執行改善廢棄物處理的習慣，不然的話，問題將更趨嚴重。工廠必須努力改善製造程序，使其成為能回收更多廢棄物，而且製造更少的廢棄物，而政府則需要較好的取締管理能力，以確保有害廢棄物是適當的處理。這不變的取締程序，將強制廢棄物處理公司，花更多的經費且更有效的方法，來控制有害廢棄物，同時，這些處理和處置設備也必須擴大其處理能力，最後，消費者也必須要有污染者付費的心理準備，而且，地方政府要適度放寬過度嚴格的條例，以及輸入品的禁令，以便允許既存的有害廢棄物處理設備，能夠有效地發揮效用。

## 後記

由於有害廢棄物在產生、貯存、清運、處理和處置的運作過程中，均須做好有效地管制措施。有鑑於目前台灣地區，有害廢棄物的問題日益嚴重，故針對此問題，本文將紐約州的處理案例翻譯，希藉此對有害廢棄物的管理與處理，有所助益。