

# 垂死的技術：廢棄物焚化



**Waste Incineration:**

**A Dying Technology**



**GAIA**

全球反焚化爐聯盟

**(Global Anti-Incinerator Alliance)**

全球焚化爐替代方案聯盟

**(Global Alliance for Incinerator Alternatives)**

## Waste Incineration: A Dying Technology

by Neil Tangri,  
Essential Action for GAIA  
Global Anti-Incinerator Alliance/  
Global Alliance for Incinerator Alternatives

GAIA Secretariat  
Unit 320, Eagle Court Condominium  
26 Matalino Street, Barangay Central,  
Quezon City, Philippines 1101  
Tel. (632) 929 0376, Fax. (632) 436 4733  
E-mail: info@no-burn.org

GAIA  
1442 A Walnut St., #20 Berkeley,  
CA 94709, USA  
Tel. (1) 510 524 4000  
Fax (1) 510 524 4228  
E-mail: gaia@no-burn.org

**www.no-burn.org**

Any part of this book can be reproduced

and distributed for non-commercial use with proper  
acknowledgement.

國立中央圖書館出版品發行編目資料

垂死的技術：廢棄物焚化  
/ Neil Tangri 著；謝和霖等譯；  
— 初版，台北市：看守台灣研究中心；2003 (民 92)  
面：21.2 x 26.8 公分  
譯自：Waste Incineration: A Dying Technology  
ISBN 957-30329-3-7 (平裝)  
1. 廢物技術  
445.97 92019714

垂死的技術：廢棄物焚化

著 者 Neil Tangri

譯 者 謝和霖、許惠萍、林慶龍、林明慧

發行人 張國龍

主 編 鄭益明

審 閱 劉志堅

執行編輯 謝和霖

出版者 看守台灣研究中心—社團法人看守台灣協會  
台北市文山區木新路三段 148 號 2 樓

電話：02-29383406

傳真：02-29383402

e-mail twwatch@ms31.hinet.net

website www.taiwanwatch.org.tw

出版日期 2003 年 12 月 25 日初版。第一次印行 (1 - 1,000 本)

ISBN 957-30329-3-7

本書為美國基要行動中心 (Essential Action) 的 Neil Tangri 為 GAIA (全球反焚化爐聯盟 / 全球焚化爐替代方案聯盟) 而著，  
英文版於 2003 年 7 月 14 日出版與發表，時為 GAIA 針對廢棄物與焚化的第二次國際行動日。



「在這個進步的世紀，儘管我們有化學的知識，與任我們操控的完善機器，但對我來說，卻好像身陷野蠻世界。僅僅是為了除去廢棄物，而去破壞這麼寶貴的物質資源；同時為了我們所需，我們又想盡辦法再從其他來源購得和這些被毀滅廢棄物極為相同的物資。」

—化學家 布魯諾 · 特恩 (Bruno Terne), 1893。

## 誌 謝

感謝超過 375 個 GAIA 會員團體與無數個遍布全球的社區大眾，為了終結焚化與廢棄、以及讓「零廢棄物」成真而努力。

感謝以下協助研究與審閱本報告者：Manny Calonzo, Marcia Carroll, Pat Costner, Elizabeth Crowe, Von Hernandez, Annie Leonard, Darryl Luscombe, Glenn McRae, Ph.D., Brenda Platt, Claudia Saladin, Bill Sheehan, Beverley Thorpe, 以及 Monica Wilson.

感謝 Joseph Manalo 與 Gigie Cruz 的版面編排設計，以及 John Young 的編輯。

感謝下列人士提供題材給本報告採用：

多國資源中心 ( Multinationals Resource Center) 的 Marcia Carroll ，其提供「陷入債務中：美國的四個案例」一文；

Charlie Cray，其提供「有害與事業廢棄物」一節的引言以及清潔生產的例子；

化學武器工作小組 (Chemical Weapons Working Group) 的 Elizabeth Crowe，其提供「處理有害廢棄物之庫存的替代技術」一節的資料，以及「民眾參與武器摧毀」一文；

Jorge Emmanuel 博士，其提供「美國醫療廢棄物焚化爐」的統計圖表；

GAIA 國際協調人 Von Hernandez，其提供「菲律賓的焚化爐禁令」一文；

社區反毒組織 (Communities Against Toxics) 的 Ralph Ryder，其提供「焚化爐灰渣再利用：英國新堡的拜客案例」一文；以及

科學與環境健康網 (Science and Environmental Health Network) 的 Ted Schettler 博士，提供「戴奧辛的健康影響」一文。



# 目 錄

摘要	林明慧 譯	1
引言	許惠萍 譯	7
<b>第一章：焚化的問題</b>	<b>謝和霖 譯</b>	<b>9</b>
污染排放		9
空氣污染防治的問題		19
灰渣與其他殘餘物		23
花費		26
工作機會		30
能源損失		31
永續性		33
焚化在南方國家的額外問題		35
與替代方案不能相容		37
本章建議閱讀資料		38
<b>第二章：焚化的替代方案</b>	<b>許惠萍 譯</b>	<b>39</b>
都市廢棄物		41
醫療事業廢棄物		51
有害及事業廢棄物		56
本章建議閱讀資料		63
<b>第三章：撲滅火焰</b>	<b>謝和霖 / 林慶龍 譯</b>	<b>64</b>
美國焚化爐興衰史		64
全球的抵抗		68
國際法		74
斯德哥爾摩公約與焚化		77
本章建議閱讀資料		79
<b>結論</b>	<b>謝和霖 / 林慶龍 譯</b>	<b>80</b>
名詞解釋		82
附錄 A：焚化的空氣污染排放		84
附錄 B：焚化爐禁令與中止令		86
參考資料		88
附註		95
團體資源		99
資料交換		101

## 出版序

廢棄物焚化，已是《垂死的技術》；然而台灣長期以來的環境政策卻無視於歐、美、日等先進國家錯誤的過往，而執意推行「一縣市一焚化爐」，讓這些污染技術遍佈整個台灣島上。幸而各地有見識的民眾們，為了守護自己的家園，而犧牲自己的閒餘時間，投入暖轉政府錯誤的政策，負起護衛家園的神聖使命！同時更有許多人與及早醒覺的少數地方機關，投入資源回收、廚餘堆肥的工作上，而使當地的垃圾產生量大幅降低，如台東市、石岡鄉、與宜蘭等地，讓環保署無法再否認零廢棄政策的可行性。而這股來自各地的力量，更於2002年9月餘台東匯集，成立「台灣反焚化爐聯盟」(Taiwan Anti-Incinerator Alliance, TAIA)，以分享彼此經驗，互相聲援，一起合作為零廢棄的目標而努力。經過大家一年多來的奮鬥與國會部分委員的協助，環保署的政策已有轉變的跡象。然而，我們仍要繼續努力，因為民眾的意識普遍仍不足，而許多地方政府機關仍未察覺國外已經風起雲湧的「零廢棄」潮流。這本書的翻譯出版，希望能讓更多的人，了解如何面對我們產生的垃圾，了解資源的有限性，了解焚化與掩埋的危害，而能夠一起攜手邁向沒有焚化與掩埋的零廢棄目標。

再此由衷感謝GAIA秘書處提供本書原版之編輯圖黨文件資料，讓本書可以順利完成美編。也誠心感謝參與本書中文版翻譯編輯的夥伴們！由於您們的熱誠幫忙，讓這本書可以迅速再台灣問世。更感謝美濃環保聯盟、李永龍老師、黃怡雯老師、林淑英老師、徐嬋娟老師、賴坤成市長、林為洲議員、郭金泉老師、還有「大安長青學院探索台北城」的同學們，由於您們的慨然捐款助印，讓本書得以在財務無後顧之憂下順利出版。希望這本書能為台灣的反焚化爐運動注入新的活力，讓台灣早日成為零廢棄的國家！

謹將此書限於不辭勞苦的TAIA夥伴們！

理事長

張國龍

2003年12月20日



Printed on 100% Post Consumer Waste Recycling Paper.

---

## 摘要

焚化爐在廢棄物處理上是一種不永續、又過時的方法。當全球反對焚化的聲浪持續高漲的同時，世界各地對於永續的拋棄物管理，也不斷地發展出創新的理論思維與做法，並且陸續地予以採用。

### 第一章：焚化的問題

此章探討的是關於廢棄物焚化的問題，包括：排放到空氣與其他介質中的污染物質、經濟成本與就業成本、能源損失、非永續性、以及與其他廢棄物管理系統的互不相容；同時也談到了焚化爐在南方國家特別會遇到的問題。

與焚化爐有關的污染物質當中，最惡名昭彰的就是戴奧辛。它們引起了廣泛的健康問題，包括癌症、免疫系統的損害、生殖與發育上的問題等等。戴奧辛會生物放大（biomagnify），意即戴奧辛會透過食物鏈、由被掠食者往上傳遞給掠食者，而濃縮在肉類與乳製品中，最後停留在人類身上。戴奧辛特別受到關注，是因為戴奧辛在環境中（與人們身上）是無所不在的，而且其含量已達到了足以引起健康問題的程度，這表示所有的人口現在都正蒙受著戴奧辛的威脅。而在世界各地，焚化爐正是戴奧辛最主要的來源。

焚化爐也是汞污染的一個主要來源。汞是一種強力的神經性毒素，會損害到運動神經、感覺神經和認知的功能，而且汞的污染又很普遍。另外，焚化爐也是其他重金屬污染物質的重大來源，如鉛、鎘、砷、鉻等。

其他來自焚化爐之令人憂心的污染物質包括了其他（非戴奧辛）的有機鹵化物、酸性氣體（形成酸雨的先驅物質）、會損害肺功能的微粒、和溫室氣體。然而，對於焚化爐所排放的污染物之特性，我們所知道的仍不完全，而且還有許多未經鑑定的化合物存在於所排放的廢氣與灰渣之中。

焚化爐營運者經常宣稱其空氣污染排放是「在其掌控中」，但證據顯示並非如此。首先，對於許多像戴奧辛這類的污染物質來說，任何額外增加的排放量都是令人無法接受的。其次，污染排放的監測並不具代表性，而且大有問題，因此即使是目前的污染排放量也無法確切知道。第三，根據現有的數據指出，焚化爐甚至無法符合現行的管制標準。

當空氣污染防制設備發揮作用時，其可將污染物質從廢氣中移除，並濃縮於飛灰中，而產生了需要更進一步處理的有害廢棄物。因此，污染排放的問題並沒有解決，這些污染物質只是從一種介質（空氣）轉移到另一種介質（固體或水）而已。



---

焚化爐灰渣有高度的危險，但在管制上卻常是相當不足。即使是掩埋處置也是不安全的，因為掩埋場會滲漏；但是在某些地方，灰渣卻被任意暴露於自然環境中，甚至散佈於住宅區或食物生產區。

焚化爐常常被刻意地設置於只有少數人口的低收入社區；理論上，這些政治弱勢的族群較無能力抗拒焚化爐的設置，而這違反了環境正義的基本原則。

現代的焚化爐顯然是廢棄物管理上最貴的方式；單單是興建費用可能就要數億美元。而焚化爐的建造與營運費用不可避免地要由大眾來承擔。焚化爐公司已設計出各種複雜的融資方案，迫使政府必須負擔長期的支出，結果對地方政府常常是個災難。在美國，已經有許多城鎮因為焚化爐而陷入債務之中。

焚化爐平均每噸廢棄物所能產生的工作機會遠較於其替代技術及實務（例如回收）還要少得多。焚化爐也往往取代了既存的非正式回收網路，而使得最貧困者的生存更為艱辛。

焚化爐通常被宣傳為能源產生者，因為其可以發電。然而，細部之生命週期評估卻揭露出，焚化爐所浪費的能源遠比他們所能產生的還要多。這是因為一旦有成品被焚化，就必須要有新的產品來取代之。和重複使用或回收再製比較起來，從原物料萃取、加工處理到製成新的成品需要更多的能源，而且會造成更多環境的破壞。

廢棄物焚化的歷史大部份是發生在北方國家；而南方國家的國情對此技術而言，可能更是問題重重。監測能力的缺乏意謂著焚化爐可能比在北方國家時還要污染。管理上的問題，像是預算不確定和貪污腐敗，定會干擾到必要的維修工作。不同的物理情況，像是天氣和廢棄物的特性，會使焚化爐操作變得很困難，甚至無法操作。

最後，我們必須了解，焚化爐和其他形式的廢棄物管理方法是互不相容的。其彼此會為了相同的預算和拋棄物而互相競爭，而且焚化爐還會危害到可驅使廢棄物獲得妥當處理的「源頭分類」準則。

## 第二章：焚化的替代方案

此章探討的是焚化的替代方案。掩埋法並不是可行的替代方案，因為這是非永續性的，而且在環境上也有相當多的問題。當然，替代方案必須藉由將所有的拋棄物回收，使其返回人類的經濟體或回歸到大自然，來改變廢棄物處理的整體觀念，如此便可減輕開發自然資源的壓力。為此，關於廢棄物管理上的三項假設便要另外三項新的原則來取代。「廢棄物減量」應該列為最優先的原則，以取代「人類社會將不斷增加廢棄物的產量」的假設。而「拋棄物應該要先分類處理」，使每個類別都能適當地堆肥或回收，以取代現行的「廢棄物混合處理系統」。最後，「產業界應該要重新設計其產品」，以便於簡化產品生命末期的回收工作。這三項原則是適用於各種廢棄物類別。





---

都市廢棄物混合後的特質大大地破壞了它原有的價值。有機質玷污了其他可回收物，而有毒物質則破壞了上述兩者的可用性。此外，由合成物質和一些設計上不方便回收的產品所組成的廢棄物類別則不斷的增加；這些都是需要重新設計以便相容於回收系統，或者逐步淘汰不用。

都市廢棄物計劃一定要因地制宜，才有可能成功，而且也不會有任何兩地的計劃看起來是完全相似的。尤其，南方國家的計劃完全不應該仿造北方國家的，因為彼此物理上、經濟上、法律上和 문화上有着不同的情況。特別是非正式部門（例如拾荒者）已經是現行廢棄物系統中一個很重要的部分，而改善他們的待遇應該是南方國家任何一個都市廢棄物系統的重點要務。在開羅的薩巴林人便是這麼一個成功的例子，其自發性地組織了廢棄物收集和回收系統，而使 85 % 所收集的廢棄物轉向回收利用，並提供了 40,000 人的工作機會。

通常，無論北方或南方，處理有機廢棄物的系統是都市廢棄物系統中最重要的一部分。有機物質應該予以堆肥、蚯蚓堆肥或拿去餵動物，如此便可將其所含的營養物質回歸於土壤。這也可以確保可回收資源不被有機質所玷污，而這正是使替代性的廢棄物流具經濟價值的關鍵所在。以平均每公噸拋棄物來計算，資源回收所創造出的工作機會，比起任何其他作法還要多，並且能產生有用資材供給產業界使用。

然而，資源回收的最大障礙在於，大多數的產品並未針對產品生命末期的回收來設計。這是因為製造業者目前並沒有什麼經濟上的誘因去做這些事。生產者延伸責任（Extended Producer Responsibility, EPR）是一項政策上的做法，其要求生產者必須收回他們的產品及包裝。這提供了他們必要的誘因，鼓勵他們重新設計產品，以利於產品生命末期的回收工作，並且不再使用有害物質。然而，EPR 並非都是可強制執行或是可行的，此時，禁止有害的或難以處理的材料和產品應是適當的了。

一方面利用產品禁令和 EPR 強迫產業界重新設計其產品，在另一方面，進行廢棄物的分類、堆肥和回收工作，如此替代系統便能夠使大部分的都市拋棄物轉向而避免被送到垃圾掩埋場或焚化爐。許多社區已經可以達成 50 % 甚或更高的轉向率，而有些社區更早已將其願景設定為零廢棄物（Zero Waste）。

醫療是廢棄物大量的來源之一，其中有些部份處理起來是相當昂貴的。但並非所有的醫療廢棄物都具有潛在的感染性或有害性。在醫療院所產生的廢棄物中，絕大多數是和都市廢棄物完全相同的。因此，嚴謹的源頭分類系統是不可或缺的，這可以讓那些具有潛在感染性或是化學有害性的少量廢棄物，與一般的廢棄物分離開來。

具潛在感染性的廢棄物需要做特別的處理與處置，而要將廢棄物滅菌的非焚化技術也有數種。這些技術和焚化爐比起來，通常都是較便宜的、技術上較不複雜的，而且污染也較少。



---

醫療院所會產生很少量但種類繁多的化學性有害廢棄物，這包含醫藥在內。而這些並非是焚化法所能夠解決的。某些像是汞這類的污染物質，應該藉由改變購物的習慣來加以去除；有些則可以回收再利用；其餘的就應該謹慎地收集起來並送回給製造商。個案研究顯示出這些原則如何被運用在差距極大的環境中，像是在印度的婦產科小診所或是在美國的大型市區醫院。

產業製程中所產生的廢棄物並不會像都市廢棄物或醫療廢棄物那般的混雜，但其中大多數卻是屬於化學性有害廢棄物。清潔生產（Clean Production）是產業重新設計的一種方法，藉此想辦法來排除有害副產物、全面降低污染，以及製造產品使其所帶來的廢棄物可安全融入生態循環。清潔生產的原則有：

- 預警原則，要求以謹慎的態度來面對科學的不確定性。
- 預防原則，防範傷害的發生，好過於事後的補救。
- 民主原則，所有會受到決策影響的人都有權參與決策。
- 整體原則，要以整合性的生命周期評估來制定環境決策。

目前有各式各樣不同的工具正被用來推行清潔生產，像是知的權利、租稅改革等這類的政策措施，或是聯合國對於從事清潔生產的公司之協助。

清潔生產並無法解決有害廢棄物的既有庫存問題，這需要用焚化法之外的其他方式來處理。目前有許多的計畫案正針對這個問題在開發新的技術。而對於這些技術，已發展出的標準有：

- 要有高破壞率。
- 要能遏制所有的副產品。
- 要能鑑定所有的副產品。
- 不能有不受控制的排放。

有些脫穎而出的技術符合了這些基準，也陸續在日本、加拿大和澳洲被運用於多氯聯苯的摧毀，而在美國則被運用於摧毀化學武器。美國化學武器計畫能夠成功的最主要原因，要歸功於強勢的公眾參與，逼使政府不情願地進行審查，最後並挑選出較安全的非焚化性技術。

### 第三章：撲滅火焰

此章討論的是全球不斷昇高的反焚化聲浪。民眾的反對意見已經終結了許多計劃中或既存的焚化爐，而且也被納入了地方性、國家性、甚至國際性的法律中。大眾對焚化爐的抗拒是全球性的：在幾十個國家中，數以百計的公益組織從事著反焚化運動，並支持替代方案。

美國在1980年代，商業利益與掩埋場危機意識引爆了焚化爐的興建熱潮。但是這股熱潮也帶動了強大的草根運動勢力，其推翻了超過300座都市廢棄物焚化爐計劃案。運動人士為了更高的排放標準和撤銷補助金而抗爭，到了1990年代末期，該產業幾乎因此陷入停擺。



---

在日本，全世界焚化爐最密集的國家，對焚化的反抗幾乎是普遍性的，全國有數以百計的反戴奧辛團體在運作。近幾年來，民眾的壓力已使得超過 5 0 0 座的焚化爐被迫關閉，但日本公司和政府卻仍大力地投資於焚化爐產業。

在歐洲，反抗的力量已經以推行替代方案的方式來表達。某些地區已大幅減少了廢棄物的產生，即使是人口仍有成長。結果，新的焚化爐在歐洲幾乎沒有市場。

在莫三比克，跨越了階級與種族界線的國民，組織起來成立了該國第一個本土性的環保團體。這個成功地阻止了一項打算在住宅區附近的水泥窯焚燒殺蟲劑計劃的團體，被盛讚為內戰後的公民社會之復甦。

在別的地方，運動人士必須訴諸於抗議與直接行動，才能促使焚燒停止。然而，逐漸地，大眾的反對意見也正彰顯於法案之中。已經有 1 5 個國家的轄區，通過了對焚份的部分禁令，還有一個國家：菲律賓，已經禁止了所有形式的焚化。

國際法也開始對焚化有所影響。國際法中有三項原則和焚化有所抵觸，即預警、預防和限制越界影響。

在其他的文件之中，預警原則已被「奧斯陸巴黎 (OSPAR) 公約」、「長程越界空氣污染 (LRTAP) 公約」、「巴馬科 (Bakoma) 公約」、「斯德哥爾摩 (Stockholm) 公約」和「里約宣言 (Rio Declaration)」所引用。因為焚化實在是一種不受控制的過程，又會產生未知的副產物，且其絕大部份的副產物已在侵襲著人們的健康，所以預警原則主張應該要避免焚化。

預防原則和廢棄物減量已被國際法廣泛提及，最具體的是在巴馬科公約，其明確地定義焚化和預防原則與清潔生產實務是不相容的。

限制越界影響是國際法的一條通則；然而，焚化爐的副產物卻明顯地抵觸了這一項原則，因為它們可以傳播到全球各地。

包括倫敦公約、奧斯陸巴黎公約和巴馬科公約，也都禁止於海上或國內水域上從事焚化。

斯德哥爾摩公約，雖然並沒有禁止焚化，但對於焚化的使用上卻有嚴格的限制。公約所管制的 1 2 種化學物質之中，有 4 種是焚化後的副產物，而公約也要求對這些物質做持續性的減量與排除。重要的是，斯德哥爾摩公約提及的是總排放量，而不單只是空氣污染排放，並且明確地要求各個國家要防止這些化學物質的形成，而不只是排放而已。既然在焚化過程中，這 4 種化學物質的形成幾乎是難以避免的，因此這項條款傳達了一個清楚的訊息：焚化技術正行將終結。





---

## 引言

廢棄物處理是所有人類社會的共同挑戰，在自然界裡沒有廢棄物：即在一個健康的生態系裡，某一物種的廢棄物會成為另一物種的食物，如此不斷地循環。而現在社會則以三個面向干擾著這樣的循環：第一，科技創造了大量原本不存在於自然界的物質，而使得塑膠、金屬及攙雜有毒物質的自然原料（例如漂白及油墨紙）在人類的拋棄物中的含量激增；這些物質在各方面，都很難或根本不可能被自然生態系所分解。第二，相較於我們的老祖先及那些工業化較低國家的人們來說，工業化社會每人使用及拋棄更多的物質。第三，快速的人口成長導致全球人口總數及所有廢棄物總量的激增。結果，交雜著質與量的因素，全球的生態系刻正被我們所拋棄的物質而淹沒。

基本上，人類社會依賴自然環境獲取所需的原料，包括食物、衣物、居所、空氣、飲用水及製造與建築的材料；同時，所有人類的拋棄物進入環境當中。當人類過去人口數較少且僅擁有有限的科技能力時，我們還能坐視不管這兩種過程的關係；但現在我們支配了全球生態系，情況就不一樣了。在我們面臨了快速破壞及自然資源急速枯竭的同時，如：森林濫砍濫伐、漁獲量的減少、地下水的污染...等等，我們也不斷在製造更大量且毒性更強的廢棄物。而且，我們的廢棄物處理方式已嚴重危及我們賴以生存的資源基石。

在廢棄物管理工業的傳統思考模式裡，只用兩種方式來處理廢棄物：焚化或掩埋。隨著廢棄物的體積、毒性、與持久性的增加，處理這些廢棄物的系統如焚化與掩埋，也變得更加複雜。現代化的衛生掩埋場雖然看起來有點類似傳統的露天棄置場，但是實際上前者較為複雜且昂貴的多。現代衛生掩埋場通常有三層襯墊、滲出液回收系統、多重獨立掩埋區（multiple, self-contained cells）、每日掩埋、及封場時的永久覆蓋。同樣的，現代化的焚化爐是一套相當複雜的系統，也是最昂貴的公共工程之一。最後，花了大把鈔票在掩埋場與焚化爐上，所產生的問題，已經遠遠超過它們所解決的問題。

幸運的是，相對於掩埋場、焚化爐，甚至是所謂最先進的焚化爐，已有比其等更好的替代方案存在。猶如清潔生產及零垃圾這兩個相輔相成的典範所揭櫫，廢棄物是經濟效率差且資源損失的明確證據。分別位在物質循環前端與後端的這兩個方案，以循環式的製造過程與產品的再使用、循環利用，共同協力來取代「生產與廢棄處理」的這等奢侈浪費的線型模式。為了去除那些會造成處理危害或阻礙回收的



---

物質而重新設計產品。這樣的方案，不論是在製造過程的入料或是消費後的廢棄物，都大大地減少其數量與毒性。將清潔生產措施與零垃圾體系相結合，社區可以消除（或減少）、再使用或循環利用他們大部分的都市廢棄物。<sup>1</sup> 故而，這兩個方案將共同協力轉變都市廢棄物系統。

在醫療院所中，嚴格的源頭分類方案可以隔離少數需要生物及化學處理的醫療廢棄物，比起焚化處理，那些技術不但較好且更便宜。如此可使得其餘的醫療廢棄物，與其他性質類似的家戶及商業廢棄物一起處理。

對於以前留下來或屯積的廢棄物，例如過時的殺蟲劑、禁用產品及其他既存的廢棄物，數種非焚化技術已經問世，且有更多正處於研發的階段。為達到封閉循環型的社會，延伸生產者責任制（一種強迫製造者為其產品在生命終期時負起責任的政策）是促使製造者為了可以輕易再使用及循環利用而重新設計它們產品的有效方式。

傳統裡許多物質總被認為是廢棄物，而事實上是其他生產過程原料。這樣的認知，隨著再使用、循環利用及堆肥化的顯著提昇，已帶來語彙學的改變。傳統上被稱為「廢棄物」(wastes)、且被認定為無用的的材料，現在則常被稱為「拋棄物」(discards)。由此可看出，即使對原來購買者不再有用處，它們依然還是有用的。語彙學及哲學上的轉變，成為將廢棄物處理轉化成原料回收的基礎。然而，為了達成上述轉變，重點必須放在原料的減少使用及產品的重新設計上。如果只是去加強回收那些持續快速增加的包裝與設計不良的產品，並沒有辦法達到永續物質使用與減少原物料消耗的中心議題。

這份報告書廣泛地定義焚化爐。根據我們的定義，焚化爐是任何用來燃燒廢棄物的機械或設備。焚化爐的擁護者通常辯稱「焚化」是廢棄物燃燒的一種特殊形式，並以高溫及燃燒條件的嚴密控制來區分。如此這般，他們企圖將最近十年的「安全又現代的」焚化爐，與那些顯然不安全、但在十幾、二十年前被認為是先進的焚化爐來做區分。這樣的主張對前幾代的焚化爐是常見的，但事實並未有所改變：高溫對焚化爐來說並不稀奇，且焚化爐實際的操作情況，通常比它們的建造者與營運者企圖讓社會大眾相信的控制條件，還來得較為鬆散。我們所討論的焚化爐包括都市廢棄物、醫療廢棄物、與有害廢棄物焚化爐，以及燃燒有害廢棄物的水泥窯、熱解與氣化等設施、以及相關科技。所討論的問題中也有一些與廢棄物的露天燃燒有關。



---

## 第一章

# 焚化的問題



從英國的焚化廠排出的濃煙造成呼吸困難與其他健康問題。

© Ralph Ryder/CATs

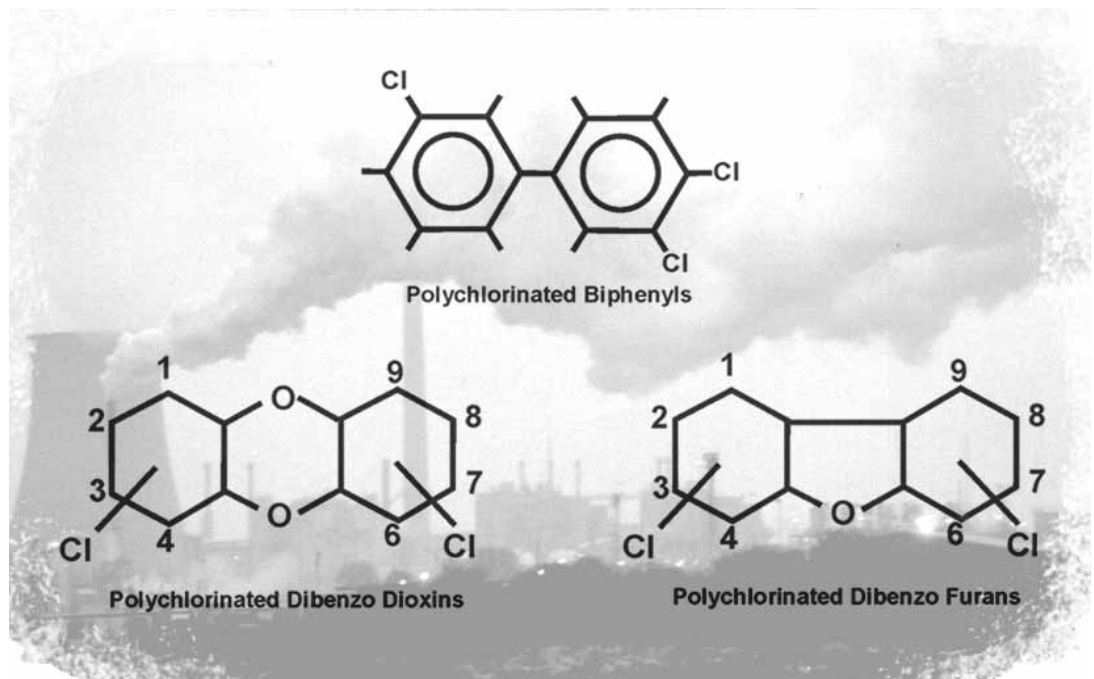
焚化會產生許多問題。本章首先描述的是污染的問題，然後討論經濟與永續性的問題，以及焚化科技輸出到南方國家的額外難處。<sup>2</sup>

### 污染排放

污染是焚化最受到體認與詳細研究的問題。儘管經過多年來密集的檢視，焚化爐所排放的污染物依然有許多未知。廢棄物焚化爐產生了許多不同的有害副產物，且其中僅有少數受到完整的研究，可能有數百種還未受到鑑定。

空氣污染排放是最常討論到的，但焚化爐也會產生廢水與固態廢棄物。大部分的空氣污染物來自煙囪，但焚化爐的其他部分也會有「逸散排放」，而且很難去檢測與排除。廢水包括污染防治設備中的洗滌塔廢水；而固態廢棄物則包括飛灰、底灰、以及濾餅。

在這裡我們所討論的焚化爐污染物僅是那些較重要中的一部份。更完整的科學文獻回顧可參考綠色和平組織於 2001 年的出版品：《焚化與人體健康》(Incineration and Human Health) 一書。（關於這本書與其他資料，請見本章結尾建議閱讀資料。）



### 戴奧辛

「戴奧辛」是一群有類似化學結構和健康影響的污染物質的通稱，其包括多氯對苯戴奧辛 (polychlorinated dibenzo dioxins)、多氯對苯呋喃 (polychlorinated dibenzo furans)。共面式多氯聯苯 (Co-planar polychlorinated biphenyls, PCBs)，因為也有類似的結構，而且會產生類似的毒性，所以有時候也會認定為戴奧辛的一種。戴奧辛是特別難纏的污染物，因為它們會造成或加重惡化許多種非常嚴重的健康影響，且在極低的暴露量下就會有毒性，而且在環境中無所不在。

戴奧辛之所以成名，是因為其為美國愛渠 (Love Canal)、義大利薩威索 (Seveso)、美國時代灘 (Times Beach)、以及美軍於越南噴灑橘劑 (Agent Orange) 等公害事件的污染主角。在這些事件中，人們均暴露於大量的戴奧辛。這些暴露分別來自於不當的廢棄物處理（愛渠與時代灘）、工業意外事故（薩威索）、以及噴灑被戴奧辛污染的除草劑（橘劑）。最近，比利時於 1999 年，因為約 1 克的戴奧辛與 50 公斤多氯聯苯不小心被加入動物飼料中，而引起全面的飼料回收，並造成比利時約 30 億美元的經濟損失。<sup>3</sup>

關於戴奧辛的健康影響，有許多國際的科學文獻。將這些研究回顧摘要做得最好的是這兩份文件：一是美國環保署 (USEPA) 的《戴奧辛再評估摘要草案》(Draft Summary of the Dioxin Reassessment)，另一為美國的健康、環境與正義中心 (Center for Health, Environment and Justice) 所著的《美國的選擇：孩子的健康或公司的利益：美國人的戴奧辛報告》(America's Choice: Children's Health or Corporate Profit: The American People's Dioxin Report)。這些報告所摘要的科學研究顯示，戴奧辛會對人類與動物造成廣泛的健康影響，包括：癌症、智商不足、性發展受干擾、先天缺陷、免疫系統破壞、行為異常（比如過動行為）、糖尿病、以及兩性比例的改變。戴奧辛的其中一種 (2,3,7,8-TCDD) 是已知的致癌物質及環境荷爾蒙，也就是說它會干擾人體的荷爾蒙系統。



## 戴奧辛的健康影響

戴奧辛對動物的健康影響已受到廣泛的研究，而對人體健康影響的研究方面則較少。戴奧辛之生物化學與毒性作用似乎需要藉著將戴奧辛分子鍵結到細胞的受體之機制來表現，儘管仍有些學者質疑這是否為戴奧辛干擾免疫系統的方式。戴奧辛和其受體結合後會被進一步地處理並運送到細胞核



© Paul Goettlich/Mindfully.org

內，並於此和DNA結合，干擾基因的正常表現。其可觀察到的作用包括刺激酵素的產生，改變各種荷爾蒙、生長因子、及其他自然產生的化學物質等之生產與代謝。

在戴奧辛的 75 種同源物及呔喃的 135 種同源物中，有一種稱為 2,3,7,8-TCDD 的受到了最多的研究探討。然而，所有的同源物都被認為主要是經由相同的機制而發揮作用：即與 Ah 受體結合。和 Ah 受體的親和度的強弱也導致了其毒性的強弱（其反映在毒性當量因子 (TEF) 上）。因此，一般均同意各種同源物的健康影響之本質是類似的，但影響程度不一。以下的發現雖然主要來自對 2,3,7,8-TCDD 的研究上，但也被認為對戴奧辛與呔喃的所有同源物都是有效的。

戴奧辛會使實驗室中的動物得到癌症，而一些人類研究結果也顯示，其會增加各種癌症的發生率。戴奧辛也具免疫系統毒性，並干擾正常生殖與發育。靈長類的動物實驗結果顯示，戴奧辛暴露量與子宮內膜異位具關聯性。<sup>4</sup>戴奧辛會干擾嬰兒的甲狀腺荷爾蒙的含量。<sup>5</sup>以上這些作用可以發生在極低的暴露量下。重大意外與職業暴露，會造成皮膚疹（氣瘡瘡）、體重減輕、疲勞、性慾降低、血糖代謝改變、與神經傷害等。<sup>6</sup>在動物實驗中，動物對各種戴奧辛毒性的感受性隨著物種不同而有相當程度的不同；然而，在胚胎期與嬰幼兒期則較少提及物種的變異性，因為在此階段，即使在該物種成體絲毫不受影響的極低暴露量下，仍然會檢測到一些健康影響。也有證據顯示個體之間對毒性的感受性也存在著相當的變異性。

### 癌症

戴奧辛於幾乎所有的研究中，一再地以遠低於會產生毒性的劑量，造成實驗動物的癌症。<sup>7</sup>癌的生成是一種多階段的過程。雖然戴奧辛似乎不會促發癌症的生成，但是其如同強效的癌症促進物質，即一旦有癌症促發事件發生，戴奧辛將引發其他

的必要步驟，而使惡性腫瘤產生。戴奧辛改變了荷爾蒙在細胞生長與分化過程的參與，這無疑地解釋了戴奧辛的暴露如何造成許多不同腫瘤的發生率增加。實驗動物在不同的情況下暴露於極低劑量的戴奧辛，會發展成各種器官的癌症，包括肝、腎上腺、甲狀腺、皮膚、肺、鼻、與上顎。<sup>8</sup>

暴露於戴奧辛之人類的癌症研究則產生了混雜的結果。有些研究顯示軟性組織肉瘤<sup>9</sup>、非霍奇金氏症淋巴瘤<sup>10</sup>、及鼻癌<sup>11</sup>等的發生率增加。一個針對來自 12 個不同工業設施的工人們所做的相當全面的研究顯示，那些暴露於戴奧辛的工人們因為軟性組織肉瘤與所有癌症而死亡的比率增加。<sup>12</sup> 其他研究則未發現類似的增加。<sup>13</sup> 戴奧辛已被國際癌症研究署 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 及美國環保署歸類為已知的人類致癌物質。

### 免疫系統毒性

戴奧辛對抗體反應與免疫系統其他的表現形式的影響已被廣泛地研究與證明。發育中生物之免疫系統的影響可能是最敏感的研究目標之一。在懷孕的動物體內施予極低的單一劑量，就可能終身改變其子代的免疫系統。在動物實驗中，以遠低於 1 微克／公斤的戴奧辛暴露量，就會造成免疫反應的降低，及對病毒、細菌、與寄生蟲感染的感受性增加。<sup>14</sup> 由於免疫系統在癌症的監督與抑制上扮演了重要的角色，而胚胎期暴露於低劑量的戴奧辛會造成子代的外來腫瘤細胞的增殖<sup>15</sup>，這或許可充分解釋戴奧辛的免疫系統毒性。

許多針對暴露於戴奧辛之人類的研究顯示，在血液測試中，各種不同的免疫系統量測會受到戴奧辛的影響。這些改變的重要性如何尚不清楚，有必要進行更多的研究，以決定是否這些改變與傳染病或更嚴重疾病之感受性增加有所關聯。

### 生殖與發育毒性

動物實驗顯示戴奧辛暴露和生育力下降、產仔數減少、及無法滿期懷胎等有關。<sup>16</sup> 子代會有較低的睪丸素含量、較少的精子數、以及先天異常、學習障礙。<sup>17</sup>



© Greenpeace Argentina

這些影響有許多被發現在極低的暴露量下發生，證明了發育中胎兒對戴奧辛的極高敏感度。

在一項老鼠研究中，讓母體於懷胎第 15 天暴露於單一微量的戴奧辛劑量 (0.16 微克 / 公斤)，會使其子代的雄鼠的睪丸素減少、睪丸下降延遲、生殖器更雌性化、精子產量及前列腺重量減少。<sup>18</sup> 其也造成雄鼠在出生後的幾個月裡行為雌性化。這個結果在許多不同實驗室裡重複出現。

人類研究已證明受污染的工人的睪丸素有減少，暴露於橘劑（一種含戴奧辛的除草劑）的越戰老兵的子代有先天異常。<sup>19</sup>

在美國，餵母乳的嬰兒大約每天每公斤體重暴露於 50-60 皮克毒性當量的戴奧辛 (50-60 pg-TEQ/kg/day)，此暴露量遠高於成人的平均暴露量，約為 3 pg/kg/day。餵母乳的嬰兒之暴露量若用來進行動物實驗，已達會造成動物異常的程度。所有戴奧辛毒性研究均指出，早期的發育期是生命中最易受到戴奧辛的許多健康影響的階段。然而，由於胎兒與嬰兒的戴奧辛暴露所造成不良影響有許多要到較後的生命階段才會顯現，且早期的暴露幾乎不可能準確的量測，因此仍必須進行人類流行性病學研究以了解這些暴露量所造成的結果。

大部分的有害污染物都被假設只有對那些暴露於高劑量的有限人口會產生影響。雖然僅有一些人暴露於高劑量的戴奧辛，比如越戰士兵、或工業意外的受害者；但因為許多人類族群的戴奧辛暴露背景值就已高得足以引發健康影響，因此戴奧辛也已成爲全球的健康威脅。<sup>20</sup> 這表示戴奧辛分布是如此地廣泛，以至於它現在正在影響全體人類的健康。例如，美國環保署最近的估計指出，一般人因為戴奧辛而得到癌症的風險範圍可高達 1 比 100 到 1 比 1000。<sup>21</sup> 部分原因是戴奧辛會在極低的濃度下引發健康的影響。實際上，現在還不知道戴奧辛是否會在某一濃度以下不會有害。<sup>22</sup> 戴奧辛暴露量一般都以每天多少皮克 (picogram, pg) 來度量（一皮克是等於一克的兆分之一）。在這樣低的濃度下，即使檢測也很困難。

由於低劑量的戴奧辛就非常地毒，因此一般大眾的暴露量就日漸受到關注。在 1998 年，世界衛生組織 (WHO) 降低了每日容許攝取量 (TDI) 建議值，從每天每公斤體重容許攝取 10 皮克 - 毒性當量<sup>23</sup> (pg/kg/day)，降到 1~4 pg/kg/day 的範圍。<sup>24</sup> WHO 也強烈建議，應將目標設定在此範圍的較低部分。這使得某些政府非常地訝異，因為其人民的暴露量早已超過此建議值。

為了消除民眾疑慮，法國政府的食物安全署 (Agency for Food Safety, AFSSA) 最近發表了一份報告，指出法國民眾大約攝取了 1.3 pg/kg/day，符合 WHO 的可接受範圍，但是卻超過了 WHO 的目標值。由於這個數字是個平均值，因此當然它也顯示出可能有一大部分人口的暴露量超過 4 pg/kg/day 的限值。法國非政府組織 CNIID (Centre National d' Information Independante sur les Dechets) 指出，此報告忽略了計算類戴奧辛之一的多氯聯苯；忽略了生命前兩年的所有暴露量，而襁褓中的嬰兒之暴露比率（相對於體重）卻較任何其他階段來得高；此報告也忽略了考量由呼

吸道吸入的量，而且在計算戴奧辛毒性時使用了過期的規範。將這些錯誤校正過後，使得法國人的平均暴露量提高到 4.9 pg/kg/day，而暴露量較多的前 5% 人口之平均暴露量則提高到 9.45 pg/kg/day，其比任何「安全」的暴露量都高出甚多。<sup>25</sup> 美國環保署則藉著比對科學研究報告，而提出「實質安全劑量」(Virtually Safe Dose) 為 0.0064 pg/kg/day。<sup>26</sup>

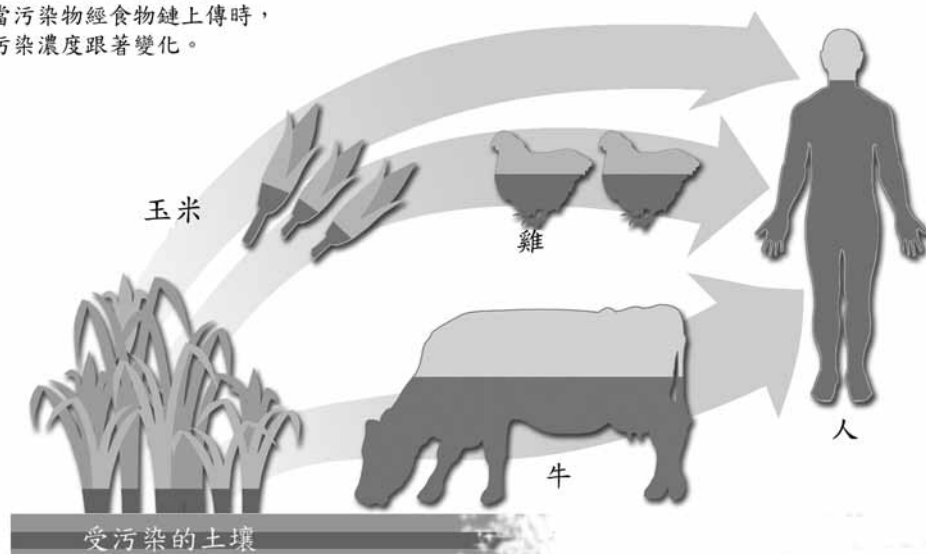
戴奧辛已變得幾乎不可能避免。現在地球上的每個人身上應都帶有戴奧辛。由於戴奧辛幾乎在地球上任何地方的自然生態系統都可被找到，包括那些遠離工業污染排放源的地區，顯然戴奧辛的長距離傳播是可能的。人類暴露於戴奧辛的量大約有 90-95% 是來自於食物，尤其是肉類與乳製品。<sup>28</sup> 戴奧辛極易累積於油脂中，而油脂大多來自生物，而且因為其在人體與動物組織及環境中分解得很慢，而具高持久性。戴奧辛在人體中的半衰期為七年。<sup>29</sup>

政府們長期以來早已了解由焚化產生的戴奧辛暴露量的大小。遠溯至 1985 年，瑞典環境保護部 (Swedish Environmental Protection Board) 的戴奧辛研究協調員歐雷·阿斯蘭得 (Olle Aslander) 說：「根據我們對人乳與波羅的海之魚類的 (戴奧辛) 研究顯示，我們麻煩大了，而且是非常非常地麻煩。事實上，我們發現嬰兒所攝取的 (戴奧辛含量) 是我們每日容許限值的 50-200 倍。而在其他歐洲國家，我們相信這些值會更高。沒有人知道如何燒垃圾才不會產生戴奧辛... 而焚化廠的技術研發迄今，大多只是嘗試錯誤的形式而已。」

阿斯蘭得先生所說的這些情形到目前並沒有改變多少。<sup>27</sup>

### 生物放大的範例

當污染物經食物鏈上傳時，  
污染濃度跟著變化。



由於生物無法輕易分解戴奧辛，因此戴奧辛經由食物鏈、由獵物往獵食者向上傳遞。因此食物鏈的每一個等級都較其下的等級有較高的體內戴奧辛濃度，這個過程稱為生物放大 (biomagnification)。人類位在食物鏈的頂端，是吸收戴奧辛含量最高

## 「戴奧辛從未殺過任何人。」

環境污染物的本質，使得我們很難確立某單一污染物為任何特定個人的死亡原因。工業界代表常常試著利用這個事實，來模糊環境污染物的真正危險，並暗指這些污染物為無害。然而，「戴奧辛從未殺過任何人」的這種主張，是誤導事實真相的，只是用來混淆大眾視聽而已。

有許多理由可解釋，為何不可能將個人的死亡或疾病原因，與單一化學物質的暴露關聯在一起。其中之一為，人類不像白老鼠一般，每次只暴露於單一化學物質；在任何特定時間，可在任何人體中發現數千種合成化學物質。這使得我們很難從這些化學物質中去確認那一種為殺人兇手。其次，各種不同的化學物質間的交互作用很少受到研究，而要將人類所暴露的幾千種化學物質之間的所有組合的交互作用，作全面的研究證明，更是絕對不可能。戴奧辛如同許多其他合成化學物質一般，是無所不在的，這表示在地球上沒有不受到戴奧辛污染的人類族群；這使得我們無法將暴露族群與「健康」的、未受暴露的族群來比較。工業界在提到暴露量增加時，通常會以「背景值」為基準，而暗示平均暴露量是安全的。實際上，現在已知戴奧辛暴露量的背景值正是必須受到關心之處。環境所受到的污染已發生一段很長的時間：幾年、甚至幾十年；而這也會增加建立直接因果關係的困難。

當然，所有的這些因素令人更加關切，而非冷漠。雖然可能永遠無法確認戴奧辛（或任何其他環境污染物）為造成死亡的單一原因，除了一些相當少見的急性暴露案例以外，但顯然地戴奧辛正造成許多人的早夭。法國環境部使用統計模式估計，算出戴奧辛每年單在法國就殺了 1800 至 5200 人。<sup>30</sup> 而法庭也已承認了戴奧辛會殺人的事實。例如，在 1991 年，聖路易市（美密蘇里州）陪審團判給一個於 1984 年死於癌症的司機的家庭 150 萬美元，該司機的癌症據稱和其暴露於受戴奧辛污染的廢油有關，而這些廢油則被用在密蘇里州的一個卡車站的灰塵控制措施。<sup>31</sup>

的物種之一。當我們經由每一頓飲食攝入額外的戴奧辛，而分解的能力卻如此微弱，因此體內的戴奧辛含量將隨著個人生命的增長而增加。然而，嬰兒受到這種慢性暴露的風險卻是最大，一方面是他們的食物攝取量相對於體重的比率較高，另一方面也是因為他們的飲食是母乳，其脂肪含量高，因此戴奧辛含量也相對較高。

雖然人類暴露於戴奧辛的途徑大部分來自於食物，但幾乎所有戴奧辛的原始來源是工業製程。在美國，排放到空氣中的所有戴奧辛超過 70% 是來自於燃燒。<sup>32</sup> 而在醫療廢棄物焚化量於最近急遽減少之前，由焚化爐所排放的比率甚至更高。自從 1980 年代晚期以來，已有 88% 的美國醫療廢棄物焚化爐關廠。<sup>33</sup> 在美國環保署於 1994 年之第一次的戴奧辛空氣排放清單中，醫療與都市廢棄物焚化爐分別為第 1 位與第 2 位的排放源，總共貢獻了 84% 的總排放量。在日本，焚化爐據估計約佔 93% 的戴奧辛空氣排放量；瑞士為 85%；英國為 79%；丹麥為 70%。<sup>34</sup> 歐洲戴奧辛清單 (European Dioxin Inventory) 的作者們指出：「儘管在前幾年已在降低都市廢棄物焚

「考量人體脂肪組織中 PCDD 與 PCDF 的含量，與其無所不在，燃燒是唯一有足夠規模與無所不在的來源。」<sup>38</sup>

化爐的排放量做了相當的努力，其仍是（戴奧辛）空氣排放量的主要來源。」<sup>35</sup>

然而，戴奧辛的空氣排放量並不比排放到其他環境媒介的來得多；而許多政府，因為將主要焦點放在空氣排放上，可能因此而遺漏了戴奧辛在環境中的更大潛在來源。

歐盟的資料指出，焚化爐排出的戴奧辛大多都排到大地，而不是空氣。<sup>36</sup> 有一研究也發現，焚化爐排出的戴奧辛僅有 1.7% 是從煙囪出來，其他大部分是排到飛灰與底灰中。<sup>37</sup>

### 其他有機鹵化物

除了戴奧辛，焚化爐也是其他有機鹵化物的來源。<sup>39</sup> 其包括多氯聯苯 (polychlorinated biphenyls, PCBs)、氯化苯 (chlorinated benzenes)、多氯代萘 (polychlorinated naphthalenes, PCN)、鹵化苯酚 (halogenated phenols)、溴化或混合式鹵化戴奧辛、碘化戴奧辛、多氯兩苯駢噻吩 (polychlorinated dibenzothiophenes)、以及許多含氮環狀物 (aza-heterocyclic compounds)。<sup>40</sup> 一般來說，這些物質比起戴奧辛來說更少被研究，關於它們的排放與對健康的影響也較少為人所知。這些物質有一些被列入斯德哥爾摩公約管制的持久性有機污染物清單中，比如六氯苯 (HCB) 及多氯聯苯；有許多是已知或可能的致癌物質，並有一些被認為具有類戴奧辛的毒性。

### 汞

如戴奧辛一般，汞也是種具持久性、生物累積性的毒素，其可由排放源傳送到很遙遠的地方。由於汞是種元素，因此無法被分解。它是很強的神經毒素，即其會侵害身體的中央神經系統，而導致感覺受到干擾（顫抖或麻痺）、視覺與言語能力以及運動控制的傷害、痙攣、記憶喪失、甚至死亡。汞也會攻擊心臟、腎臟及肺。它對發育中的胎兒、嬰兒及小孩之傷害尤大。其影響包括運動功能（走路與講話）的發育遲滯、心智遲緩、癲癇、大腦癱瘓、眼瞎及耳聾。汞可經由胎盤而從母體傳給胎兒，也可經由哺乳傳給嬰兒，而造成發育關鍵階段的暴露。<sup>42</sup>

焚化爐，尤其是醫療廢棄物焚化爐，是汞污染的主要來源。在美國，排到空氣中的汞大約有 39% 是來自於廢棄物焚化爐，而全球的平均值為 29%。<sup>43</sup> 一旦釋出到環境中，汞很快地就被轉變成甲基汞，其可輕易地進入食物鏈，並生物累積。

汞污染非常普遍。在美國，疾病控制中心 (Centers for Disease Control) 估計，每年大約有 375,000 個小孩一出生就有過高的神經傷害的風險，原因是其於母體中就暴露於低劑量的汞。<sup>44</sup>

「持久性有機污染物已被發現與許多人類和動物的不良健康影響有關。這包括癌症、中央神經系統的破壞、生殖異常、與免疫系統的瓦解。實際上，它們是致命的。」

— 美國環保署署長克利斯蒂·惠特曼 (Christie Whitman), 2001。<sup>41</sup>

## 其他有毒金屬

焚化爐一般還會釋出範圍廣泛的其他有毒金屬，包括鉛、鎘、砷、鉻、鉍、鎳... 等等。<sup>46</sup> 這些金屬對健康的影響包括：

- 鉛：神經系統異常、肺與腎的病變、使於胚胎時期或生命早期即暴露的小孩的心智能力降低。
- 鎘：腎病、肺部異常、若嚴重暴露會損壞肺部，並可導致死亡。
- 砷：砷會破壞許多組織，包括神經、胃部、腸道及皮膚，造成紅血球與白血球的製造量減少，以及不正常的心跳。
- 鉻：破壞鼻子、肺部與胃部。
- 鉍：慢性肺部病變。

焚化爐是這些空氣污染物的重大來源。錳與鉛的全球空氣排放量有 21% 是來自於焚化爐，鎘為 19%，錫為 15%、硒為 11%。<sup>47</sup>

## 溫室氣體

焚化爐的支持者有時會錯誤地聲稱廢棄物焚化可以減少溫室氣體的排放。他們的主張是基於假設有機廢棄物如果不被焚化，將會於掩埋場中厭氧分解，而產生大量的甲烷（一種強力的溫室氣體），並排放到大氣中。然而，美國環保署於 1998 年的一份研究報告中之結論為，不論將混合的都市固態廢棄物以焚化或掩埋處理，兩者產生的溫室氣體排放量其實相當。<sup>49</sup>

廢棄物焚化爐排放的微量金屬之全球空氣污染排放量<sup>48</sup>

金屬	廢棄物焚化爐之空氣污染排放量	
	1000 公噸 / 年	佔總排放量之比例 (%)
鎘	0.67	19.0
砷	0.31	3.0
鎘	0.75	9.0
鉻	0.84	2.0
銅	1.58	4.0
鉛	2.37	20.7
錳	8.26	21.0
汞	1.16	32.0
鎳	0.35	0.6
硒	0.11	11.0
錫	0.81	15.0
釩	1.15	1.0
鋅	5.90	4.0

「從焚化過程排出的污染物極毒，其中一些排放物是致癌物質。我們知道，在科學上，並沒有所謂的安全門檻值，即低於其值我們可以容許排放。我們必須使用任何合理的工具將其全部消除。」

—英國環境部部長米迦勒·麥可 (Michael Meacher) 回答上議院的質詢，1999。<sup>45</sup>

再者，比起焚化或掩埋，其他處理固態廢棄物問題的方法可以大幅減少溫室氣體的排放。焚化爐是二氧化碳（CO<sub>2</sub>）的重要來源，燃燒一噸的都市廢棄物大約會產生一噸的二氧化碳。<sup>50</sup> 經由結合廢棄物源頭減量、拋棄物再使用、以及高度的循環利用與堆肥，大眾可大幅減少與廢棄物管理相關的二氧化碳與甲烷之排放。如此將減少擷取原料及製造新產品的需求，其所省下的能源比焚化所回收的還多，並因此減少了溫室氣體的排放。<sup>51</sup>

### 微粒

像焚化這一類的燃燒過程，會產生大量的超微細顆粒：如塵埃、煙灰、及其他直徑小於 2.5 微米的物質，其可以懸浮在大氣中一段很長的時間。這些微粒可以通過大部分的空氣污染防治設備（其捕獲率一般介於 5% 至 30%），對健康的危害尤其受到關注，因為這些微粒可以避開人類呼吸道的天然過濾器，並停駐在肺部深處。從焚化爐排出的微粒其表面黏附著重金屬、戴奧辛與其他相關的化合物。<sup>52</sup> 微粒被認為和氣喘、肺部功能降低、其他呼吸疾病、心臟功能崩解、以及死亡率的增加有關。<sup>53</sup>



### 其他污染物

附錄 A 所列的為部分的已知焚化爐排放物。這些污染物中有許多和環境與人類健康的嚴重影響有關，其中有些值得一提。酸性氣體，如氯化氫 (HCl)、氟化氫 (HF)、溴化氫 (HBr)、以及硫氧化物 (SO<sub>x</sub>)，會破壞焚化爐體，其主要是藉由腐蝕空氣污染防治設備。它們也會造成或惡化範圍廣泛的人類健康問題（尤其是呼吸異常），而且也是酸雨的前趨物質。氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)，是造成光化學煙霧與酸雨的主要物質，由於其化學中性的關係，因此很難從煙道氣中移除。多環芳香烴 (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH) 及揮發性有機物質 (volatile organic compounds, VOC) 是一大群化學物質，其對健康的影響範圍廣泛。焚化爐的排放物也曾被證明為突變物質，即它們會改變人類的 DNA。<sup>54</sup>

最後，還有許多未知。從焚化爐煙囪排出的或存於灰渣的物質，有許多還是未知，更別提其對人類健康影響是否已有適當的研究。即使在焚化爐操作於理想狀態的試燒期間，也會排放許多未經確認的化合物。<sup>55</sup> 的確，有個研究發現：「由廢棄物焚化爐所形成的未知有機鹵化物的數目，比 PCDD/DFs 及 PCNs 的數目還要高個幾次方。」<sup>56</sup> 這或許有助於解釋為何在法國與英國的流行性病學調查，雖已建立了各種癌症和焚化爐距離的強烈關係，卻無法建立機制解釋這些健康影響。<sup>57</sup>



## 空氣污染防制的問題

焚化爐建造者和工程師在面對污染質疑的時候，經常聲稱其「空氣污染排放已在」新一代的「先進廢棄物焚化爐的控制中」。他們主張的基礎是三個無根據的假設：首先，為假設所有由焚化爐排出的污染物存在著可接受的排放值；其次，焚化爐的空氣污染排放現正得到精確的檢測；其三，這些污染排放，正如目前的檢測，不會超過目前定義為「可接受」的限值。

如上所論，戴奧辛是極毒的、持久的、無所不在的污染物。目前人類的暴露量，及在人體組織所量測到的值，是「在」或「接近」被認為會促發健康影響的值。一般大眾暴露於戴奧辛的量已經太高。而如同斯德哥爾摩公約第一條所述，戴奧辛與其他持久性有機污染物「是經由空氣、水與遷移性物種，跨越國界而傳播，並沉積在遠離它們排放源的地方...」，這使得想要為點排放源（如焚化爐）選擇一個場址，以避免對人類產生影響，成為不可能的任務。因此，依理來說，沒有任何額外的戴奧辛排放是可接受的。而某些國家目前的標準高於 WHO 的目標值當然也是真的。

「...一般都相信，排放標準是基於可檢測的與技術上可達到的，而不是基於安全...環境部同意此點。」

—英國環境交通與區域事務委員會 (U.K. Department of Environment Transport and Regional Affairs Committee), 2001。<sup>58</sup>

要知道焚化爐實際的空氣污染排放量需要連續的監測。然而，最危險的污染物卻很少被連續的監測。汞的污染排放之即時連續監測的技術是存在的，但卻很少被採用。而戴奧辛與其他鹵化物，則根本還沒有這樣的技術。戴奧辛檢測有一種無法得到即時檢測結果的擬連續監測系統（稱為 AMESA），但僅有少數國家使用。

焚化爐一般一年僅有 1 到 2 次的煙囪檢測戴奧辛，而不是連續檢測；而每一次檢測的樣品是來自耗時 6 小時的單一取樣，然後此樣品被假設為可代表整年的污染排放。實際上，研究顯示，這樣的煙囪檢測會大為低估戴奧辛的排放量，甚至僅能反映出實際排放總量的 2%。<sup>59</sup> 其理由之一為戴奧辛的產生不是連續的，大部分的戴奧辛通常是來自於短時間的排放高峰，如起爐、停爐、或操作異常（焚化爐操作在設定參數之外的情況）時。<sup>60</sup> 而檢測甚少在這種情況下進行，所以檢測常常會遺漏了大部分的戴奧辛產生。<sup>61</sup>

甚且，檢測最常在最好的、甚至是試燒的情況下進行，因為操作工程師非常清楚什麼時候要進行檢測。很自然的，他們會希望焚化爐會展現其最佳狀態，所以他們在檢測的這段期間，會採取特殊措施以確保最少的戴奧辛產生。<sup>62</sup> 焚化爐操作員甚至曾被抓到儲存會產生最少量戴奧辛的「乾淨」廢棄物，以供檢測時用（見下頁專欄）。雖然這種手段適合用來決定在理想狀態下的戴奧辛絕對最低產生量，但顯然的其並不能做為整體性能的指標。<sup>63</sup>

## 擊敗煙囪測試<sup>64</sup>

焚化爐營運者通常以煙囪氣體污染排放測試作為其安全操作的依據，這些測試通常顯示戴奧辛的污染排放低於管制值。這種論調有諸多瑕疵：首先，戴奧辛污染排放有一個安全值的這個假設，並未考慮多重來源、長途傳播、生物累積、生物放大以及極高的戴奧辛背景值等問題。但另一個更基本的瑕疵為，戴奧辛是怎麼測出來的。量測焚化爐煙囪戴奧辛的標準方法是將取樣器插入煙囪 2 ~ 4 個小時。然後移開取樣器，將樣品送到實驗室，去檢驗戴奧辛的量，計算所取的氣體的總體積，調整氧的含量，並於幾個星期後將結果送回。在採樣與檢驗結果出來的這段時間延遲，使得量測污染排放的主要目的之一失效：即於異常發生時告訴操作人員，以讓他們能夠採取行動以確認並解決問題。其次，這種檢測並不簡單，因此極易被操縱調整，以得到一個符合焚化爐營運者喜歡的結果。



© Vasily Mazaev/Foundation for the Realization of Ideas

戴奧辛污染排放並不是固定的。大部分的焚化爐於暖爐、起爐、停爐、異常狀況時，會有大量的戴奧辛排放，其中異常狀況可以是由一批濕垃圾所造成的爐溫陡降，而失控發生的火災或爆炸。然而戴奧辛測試幾乎從未在這些情況下進行，所以這些會有大量戴奧辛產生的期間是被排除於測試之外的。當戴奧辛的測試剛好遇到異常狀況而使戴奧辛產生超過法規標準時，有些管轄機關（包括美國環保署）允許焚化爐營運者取消該檢驗結果並再測試一次。

在美國，戴奧辛測試通常一年進行一次或至多二次，且由於取樣器在插入煙囪時所需的物理條件，而要求廠商於測試前要做好實質準備。沒良心的焚化爐營運者可以很容易地規劃他們的操作，來操縱這些測試，所以記錄的是可能的最佳污染排放值，而不是一般的污染排放值。在 1994 年的 3 月，曾經在俄亥俄州的哥倫布市發生了這樣的事件。該市的焚化爐營運者（於之前的測試中，測得的戴奧辛排放量為環保署排放標準的 600 倍）採取了特別的措施，以確保能得到更好的結果。在操作人員的操作記錄中，記載了他們故意去儲存特別的、「乾淨的」垃圾，以確保較好的燃燒；去鬆開並乾燥這些垃圾，以避免潮濕造成的問題；去把會產生高含量戴奧辛的塑膠挑出來。環保署先前決定只測試六根煙囪中的一根，而這根煙囪的爐子隨即被換上天然氣燃燒器；而此測試期也被安排，以避免戴奧辛產生的尖峰期（如吹灰時）。有一環保署官員寫到，這些操縱測試的行為「可能構成違反聯邦環境法的犯罪企圖」，然而環保署卻選擇接受這樣的測試結果。

要確實地控制焚化爐的污染排放，需要的不僅是連續的，而且是即時的監測。換句話說，操作工程師如果要採取行動以解決任何問題，必須在污染物從煙囪排出時就知道其排放量大小，而不是在兩個星期後才收到檢測報告。而這對戴奧辛而言，在技術上是不可能的；而對汞而言則甚少如此做。

「爲了保證或其他目的所做的監測，其設施在開車、停車或異常情況時所產生的資料，必須含括在所記錄與公佈的每小時污染排放資料中。這些期間是最高的污染排放可能發生的時候，而將它們由監控記錄資料中系統性地省略，即無法完整顯現焚化設施的真實污染排放情形。」

—美國國家研究委員會 (US National Research Council)。<sup>65</sup>

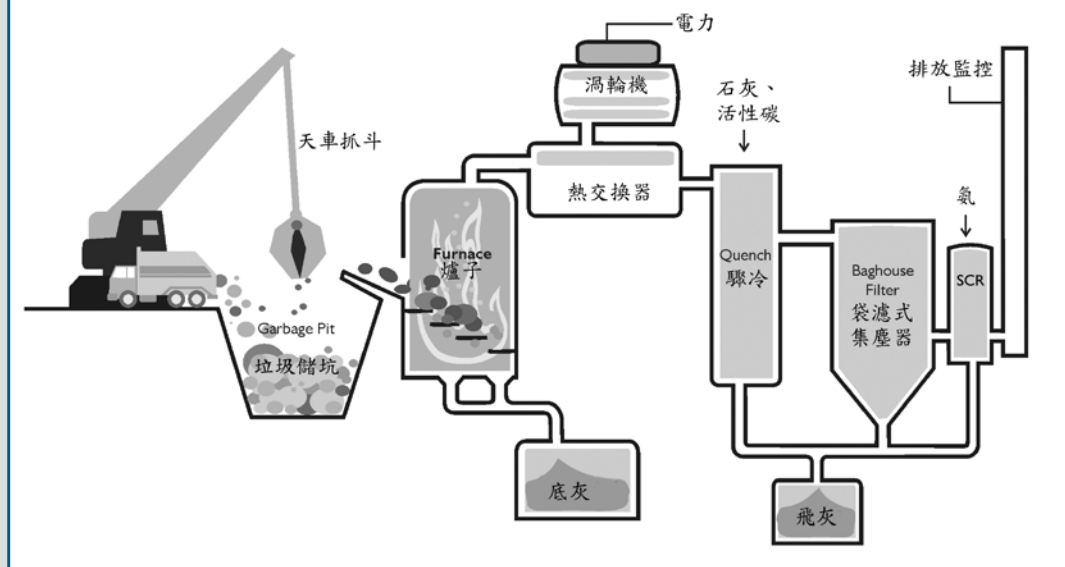
即使是目前可得的監測系統，也指出焚化爐的實際性能與其理論可達的值有相當大的差別。例如據稱是荷蘭最先進的都市廢棄物焚化爐，其煙道氣清潔系統故障的時間佔其操作期間的 10%。<sup>66</sup> 在英國，綠色和平組織針對 10 座操作中的都市廢棄物焚化爐所蒐集的資料也顯現，每座焚化爐均經常性地超出容許的空氣污染排放值。其中一座焚化爐在一年之中申報 95 次違規。在這 10 座焚化爐所申報的 553 次違規中，只有一次導致罰款。<sup>67</sup> 由於這是自動申報的違規，而且工程師們並無法取得許多污染物之連續檢測值，因此他們很可能低估了問題的嚴重性。

焚化爐的設計也有一些內在衝突之處，其減少了污染排放控制技術的效率。一般都認為極高的爐體溫度（高於攝氏 1000 度），將分解戴奧辛。這是事實，但許多研究已證實，由焚化爐所排出的戴奧辛大部分不是形成於爐體，而是形成於廢氣從爐體出來的冷卻階段。<sup>68</sup> 這使得廢氣溫度是控制戴奧辛污染排放的關鍵。大部分的戴奧辛形成是發生於 300 到 600 度之間，<sup>69</sup> 雖然在這溫度範圍以上與以下的溫度也曾發現有戴奧辛的形成。<sup>70</sup> 為了盡可能地減少戴奧辛污染，盡量減少廢氣停留在此溫度範圍的時間（停留時間）是必需的。有一些焚化爐有裝驟冷系統，以使廢氣從燃燒爐體中出來時能夠快速降低溫度。然而，在能源回收焚化爐，廢氣在驟冷前須先經過熱交換器。這使得焚化爐可以發電，但卻使得廢氣在此關鍵溫度範圍的停留時間增長，並形成更多的戴奧辛。



© Greenpeace Argentina

### 廢棄物能源回收焚化爐



### 圖示

此圖為「現代」的廢棄物能源回收焚化爐的主要組成單元。個別設施在設備上會有很大的不同。

- 垃圾儲坑：垃圾車將家戶垃圾倒到垃圾儲坑，其容量足夠儲存數天的垃圾量。然後天車抓斗將抓起垃圾，並把垃圾放到入料口中，而使垃圾進入爐中。
- 爐子：爐子有幾種不同的設計形式，以期能協助氧化而將廢棄物完全燃燒。從爐底落下的灰燼與不可燃的成分則稱為底灰。
- 熱交換器：由爐子出來的熱廢氣流經熱交換器或鍋爐，並藉此將熱轉成蒸氣以驅動渦輪，這就是發電。不幸的，這步驟將冒著增加戴奧辛形成的風險。
- 驟冷：為半乾式洗煙塔或洗滌塔，用來將廢氣迅速降溫至 200° C 以下。活性炭與石灰通常和水混合噴入廢氣中。活性炭會吸收戴奧辛與汞，沒被吸收的可能會從過濾系統通過而不被察覺。而石灰會中和酸性氣體。
- 袋濾式集塵器：這設備的功能像是一個巨型的真空吸塵器，強迫廢氣流經袋濾式集塵器，以捕捉顆粒，包括噴入的活性炭與石灰。
- 選擇性觸媒還原法 (Selective Catalytic Reduction, SCR)：注入氨或尿酸以減少氮氧化物的形成。
- 被空氣污染防治設備所捕捉下來的煙塵顆粒與灰燼被分開收集，並稱之為飛灰。

同時，破壞戴奧辛所需的爐體高溫，也增加了汞的揮發、以及一氧化氮 (NO) 的形成。一氧化氮，由於其化學中性，要將其從焚化爐廢氣中除去是相當困難且昂貴。標準的方法是注入氨或尿酸，但是此方法僅約 60% 有效。而氨的注入似乎會增加微粒的排放，而微粒對人體健康是最危險的。<sup>71</sup> 一氧化氮一旦排到環境中，就會被轉化成二氧化氮 (NO<sub>2</sub>)，而其正是光化學煙霧形成的主因。低的爐溫會減少一氧化氮的產生，但卻增加戴奧辛的形成。

減少戴奧辛與汞排放到空氣中的主要方法之一是利用活性碳的注入與袋濾式集塵器 (fabric filters)。由於戴奧辛的粒子太小，無法被一般平常的過濾器所阻擋，而汞（統時），當廢氣冷卻時，碳粒提供了可讓汞凝結與戴奧辛附著的表面。碳粒本身足夠大，能讓袋濾式集塵器捕捉下來。這對減少空氣污染的排放是有效的，但是碳粒已被證實能有效的誘發戴奧辛的形成，以致戴奧辛的總產生量在活性碳注入存在的情況下增加了 30%。<sup>72</sup> 活性碳注入減少了空氣污染排放，但卻造成飛灰（捕捉下來的碳粒）含有的戴奧辛，比在沒有活性碳注入時由煙囪排出的戴奧辛量還多。

## 灰渣與其他殘餘物

焚化總是被錯誤地指為是廢棄物處置 (disposal) 技術，事實上其僅是廢棄物處理 (treatment) 技術。這是因為焚化和其他的處理技術一般，都會產生需要再處理或處置的殘餘物，其通常是送到掩埋場。灰渣（在熱解過程產生的稱熔渣）是焚化產生的大量殘餘物。<sup>73</sup> 在國際法中，灰渣與熔渣都被定義為有害廢棄物。<sup>74</sup> 其他比較重要的殘餘物還包括洗滌水與濾餅（處理洗滌水後產生的固體），這兩者通常都有嚴重的毒性物質污染。

焚化爐的灰渣有兩種基本的種類：底灰與飛灰。底灰，又稱為爐渣，是爐體本身的殘餘物；而飛灰則是由空氣污染防制設備所捕捉下來的微粒。底灰佔所有產生的灰渣量之 90%，並已證實含有相當濃度的重金屬、有機鹵化物、以及其他化學污染物。<sup>75</sup> 而飛灰，雖然產生量較少，一般卻更加有害。如果沒有空氣污染防制設備，或者當其失效時，這許多的有害副產物將排放到空氣中，而不是被捕捉而留在飛灰中。這揭示了焚化最主要的困境：空氣排放愈乾淨、灰渣就愈毒。



由爐子落下的底灰與從靜電集塵器落下的飛灰。攝自美國賓夕法尼亞州的哈利斯堡焚化廠。

許多國家的法規系統的基本缺陷之一就是沒有考慮到焚化爐的所有排放。空氣污染防制設備主要是種零和遊戲：從空氣污染排放中移除的一定就留在灰渣裡。這

對重金屬而言更是如此，焚化爐無法創造或破壞重金屬。進入的量必等於出來的量。然而當重金屬以特殊形式或者以灰渣的微粒形式存在時，其比送進來的垃圾中含有的相同之重金屬還要危險。這些重金屬由先前被束縛的物質中逃脫，變成元素形態或者簡單的化合物，因而更具移動性與生物可得性。這使得它們更容易進入地下水或地表水，進入食物鏈，並進而影響人類。同樣的，排到灰渣中的戴奧辛可能比排到空氣中的戴奧辛還要多很多，如果空氣污染防制設備操作正常的話。

有許多焚化爐對灰渣的處理令人相當憂心。工人須經常暴露於灰渣，但有時候卻僅有很少、甚至沒有防護工具。暫存場地可能是露天的儲坑，而使得灰渣微粒暴露於自然環境中，並藉著風雨而散佈出去，這首先就使得收集灰渣的目的失敗。而做為最終處置場的掩埋場，也好不了到哪裡去。最令人關心的污染物，如戴奧辛與重金屬，並不會隨著時間而分解，再加上掩埋場用到最後都會產生洩漏（根據美國環保署），<sup>76</sup>這將使得毒性物質緩慢地釋出到環境中。值得注意的是，灰渣或熔渣有時候被用來做為建造或路基的級配。此種做法完全忽略了這些物質的有害本質，以及其所含有的污染物在建造、拆解、與一般的磨損破裂中釋出到環境裡的可能。



台灣桃園縣平鎮市掩埋場上露天堆置成山的焚化爐灰渣。

© Taiwan Watch Institute

花費這麼多金錢與努力去將焚化爐廢氣中的污染物給捕捉下來，只為了草率地將其再度釋出到環境中，這種做法意義實在不大。

減少灰渣毒性的方法之一是將其熔融而使其玻璃化 (vitrification)。灰渣被收集於焚化爐的一個密閉空間，以避免工人的暴露，並直接送到熔融爐，於此灰渣被燒成小塊的玻璃狀固體。玻璃化使得重金屬被封於硬質的、物理的基質裡，而大幅減少了其之生物可得性，以及重新進入環境的速率。熔融爐的溫度足夠高，戴奧辛應可被破壞，然而戴奧辛於廢氣冷卻下來時的再形成仍然是個問題。熔融最大的缺點是其花費：有研究指出，其將使廢棄物的處理費用每噸增加20美元至30美元。<sup>77</sup>另一缺點是其需要大量的能源。將廢棄物燃燒產生的灰渣以熔融處理，所消耗的能源首先就比燃燒垃圾所產生的能源還多。<sup>78</sup>因此，灰渣熔融很少被採用。

## 焚化爐灰渣再利用：

### 英國新堡的拜客 (Byker, Newcastle, UK) 案例

焚化爐灰渣、尤其是飛灰，如同任何其他的有害廢棄物，危害性極高，而必須小心加以處理。然而，為了嘗試降低大眾對焚化危險性的認知，焚化爐製造商與營運商通常對灰渣的危害本質予以輕描淡寫。有些甚至聲稱其為「無害」的物質，可以被利用在建築或道路興建。因此，焚化灰渣通常被不當處置，而常常造成對大眾健康的嚴重風險。許多國家對焚化灰渣一點也沒有適當的規定。即使在北方國家，法規常常沒被執行，而使得保護大眾健康的責任落到一般民眾身上。

例如在英國的新堡，有座拜客都市廢棄物焚化爐，其灰渣曾被經常性地鋪在小徑上、市民農園、公園及學校的遊樂場地上。由於關心這項做法的安全性，當地的居民芭頓太太 (Val Barton) 打電話給社區反毒組織 (Communities Against Toxics, CATs)，一個於 1990 年成立的社區性環境團體。社區反毒組織給她的資訊促使她針對部分灰渣安排了測試。她的這項作為被新堡市議會指控為「危言聳聽」、「妖言惑眾」。檢測結果顯示，戴奧辛、砷、汞、鉛的濃度異常地高，非常危險；這也顯示了新堡市議會、新堡衛生當局、操作焚化爐的公司、英國環境部以及英國政府等的無知程度令人吃驚。

這首次由「居民贊助」的檢驗導致了新堡大學尋求漢堡的 Ergo 實驗室的德國科學家的幫助。該實驗室的科學家們從遍布新堡的 2 3 個市民農園採取樣本。當污染的程度隨著檢驗結果出來而愈發明顯時，焚化爐操作公司、該區的衛生當局、以及環境部等的關鍵人物都開始跟著下臺。



上圖：在英國新堡的拜客焚化爐。 © Ralph Ryder/CATs

下圖：反焚化爐父母組織 (Parents Against Incineration, PAIN) 在英國斯溫西進行抗議活動。 © Greenpeace

這些檢驗顯示戴奧辛的濃度高達 9,500 ng I-TEQ/kg，而管制值僅為 5 ng I-TEQ/kg。實際上，這些戴奧辛濃度是有史以來最高的公開記錄之一。重金屬污染也是同等的嚴重，包括汞含量為背景值的 2,406%、鎘為 785%、鉛為 136%。<sup>79</sup>

終於國家環境部被迫採取行動，但當地民眾認為政府的角色等於是在掩蓋事實。他們指出，雖然市議會堅持在過去的 6 年來，只有 2,000 噸的灰渣散佈在超過 44 個場所（每個場的灰渣量介於 1 0 至 1 5 0 噸），但是社區反毒組織與當地居民卻批露，至少還有 2 5 個其他的場所曾經收受灰渣。最近由市議會所公佈的數據顯示，從這些場址所移除的灰渣量遠大於市議會所承認的棄置量。委託記錄也顯示有一些農場與騎術學校也有收受灰渣，而這些場所起先都被市議會官員所否認。

同樣的，最近的污染狀況最終報告完全不提及多氯聯苯，宣稱「其將於焚化爐中被摧毀」，而不管多氯聯苯也會於焚化過程中產生的事實。小於 1 0 歲的孩童也被忽略了；而在一個 E r g o 實驗室也有採樣的場址中，環境部所測得的戴奧辛含量為 1,100 ng/kg，而 E r g o 實驗室則為 2,200 ng/kg。

社區反毒組織的雷夫·李德 (Ralph Ryder) 說：「環境部官員已到戴奧辛含量為 9,500 ng/kg 的布魯卻市民農園 (Blucher allotment) 查看 5 次。他們宣稱現場沒有家禽，但是每個人都還是可以看到至少 1 5 0 隻雞在現場跑。居民們都還在吃這些雞所生的蛋，而且我猜甚至有人殺了這些怪雞當作星期天的晚餐。」

## 花費

焚化爐可大概分成兩類：便宜的及非常貴的。貴的焚化爐有最先進的空氣污染防制設備、定期及頻繁的污染排放監測、專業的灰渣處理及處置方法、定期的維修與訓練有素的操作團隊。即使在這些條件下，仍無法避免環境的問題，如上所述。而便宜的焚化爐則是只有以上所提及的安全措施之一部份或完全沒有，其對環境的影響只能靠想像，因為事實上這些設施根本沒有被監測。



© Photo courtesy of Neil Tangri



© Greenpeace



技術最先進的焚化爐造價之昂貴，令人瞠目結舌，然而從環境的觀點來看，仍然問題重重。荷蘭一座最近建造、2000 噸／日的都市廢棄物焚化爐，造價約 5 億美元。<sup>80</sup> 日本最近建造的兩座焚化爐則分別花費 6.58 億與 8.08 億美元。<sup>81</sup> 日本綠色和平組織最近估計，日本大約每年花費 50 億至 70 億美元於焚化爐的興建上，而這些錢大部分都花在取代被淘汰的老舊焚化爐。<sup>82</sup> 因為任何焚化爐的興建成本有一大部分是來自於空氣污染防治設備，因此其經濟規模極大，所以小型焚化爐除非是犧牲環境保護，否則以每噸的造價來比較，不可能會較便宜。

焚化爐的操作費用也是非常高。為了增加效率（以及限制戴奧辛的排放），焚化爐需要每天 24 小時運轉。這需要整天都有一群訓練有素的工程師在工作。設備

## 金援焚化爐

焚化是目前最貴的廢棄物處理方法。世界銀行估計，焚化廠的成本比「掩埋場還要貴上一個次方」。<sup>84</sup> 顯然的，要使這麼昂貴的企圖得到貸款是非常的困難。一般來說，焚化廠的資金來自三種收入來源：電力販售、廢棄物委託處理費、以及政府的直接補助。大型焚化爐（一般是都市廢棄物焚化爐）通常會產生電力及（或）蒸汽，這些都可以販售。然而，廢棄物是非常沒有效率的燃料，因此焚化爐無法在開放市場中與其他發電廠來競爭。為了使發電能夠成為可行的資金來源，焚化爐營運廠商需要一個遠高於市場的電力保證價格。廢棄物委託處理費則是由廢棄物產生者或將廢棄物送到掩埋場或焚化爐的運送者支付，通常其是由每噸廢棄物為單位來報價。原則上，高的處理費用可以使廢棄物產生者有強烈的動機去減少廢棄物產生量。但是因為焚化廠的成本比其掩埋場貴很多，因此其委託處理費用也跟著貴很多（在美國，一般的焚化爐委託處理費是掩埋場收費的兩倍）。<sup>85</sup> 由於可以選擇，因此廢棄物產生者將只使用可得的掩埋場。



於是焚化爐廠商以「送垃圾或付錢」的合約來避免這樣子的情況發生。這是一種介於廢棄物產生者（通常是縣市當局）與焚化廠營運廠商之間的長期合約（通常 10-30 年）。於此合約中，廢棄物產生者承諾在合約期間，將提供一定量以上的廢棄物以及支付一定金額的委託處理費。這種合約不僅阻礙了廢棄物減量或回收，其也被證明會拖垮當地經濟。州與郡政府為了盡到其於「送垃圾或付錢」合約中的責任，因此通過了法律要求私人的廢棄物清除業者將他們的廢棄物送到當地的焚化爐。當美國聯邦最高法院於 1994 年判決這種「流向控制」(flow control) 措施違憲時，許多郡縣政府發現他們自己必須為損失的收入負責。而這是焚化廠的第三種資金來源：直接將政府的款項撥給公司，不是以補助就是以緊急援助的形式來支付。不論是採用哪一種資助形式，最後總是大眾承擔費用。確實如此，最近世界銀行就建議向南方國家的民眾課征其家庭預算 3-4% 的稅負，以興建都市廢棄物焚化爐。<sup>86</sup>

成本也是很貴，而其零件通常必需以強勢貨幣計價向國外採購。如果採用熔融的方式來處理灰渣，則需要額外的燃料來源，而增加額外的操作費用。污染排放的監測也增加了額外的費用，而戴奧辛的監測是最困難且最昂貴的。每一個標準的戴奧辛污染排放檢測大約需花費 1,000 美元；而一個嚴格的檢測計劃，如在德國與比利時所執行的，則每年每根煙函需花費至少 26,000 美元。<sup>83</sup> 在大部分國家，單這項費用就已經是很高的費用了；然而沒有戴奧辛的連續監測，沒有一座焚化爐可以保證其操作是在任何規範內的。

「我們不是送垃圾到焚化爐，就是送錢進去！這就是建焚化爐的代價！」

——美國佛羅里達湖區郡 (Lake County) 議員，理查·史瓦茲 (Richard Schwartz)。<sup>87</sup>

如果一個都市、醫院或者企業決定要投資一座焚化爐，這將是該組織所從事的最昂貴的投資之一。當委託焚化處理費的收入較預期為少時，許多都市都發現其已被龐大的長期負債所綁住（見下面專欄）。有些轄區，包括瑞典這個國家，只好進口廢棄物以維持焚化爐的運轉。<sup>88</sup> 顯然地，這種昂貴的計劃在南方國家公共資金缺乏的國情下，更顯得沒有意義。

## 陷入債務中：美國的四個案例<sup>89</sup>

### ■ 新罕布夏州 (New Hampshire)：

在新罕布夏州的克雷爾蒙 (Claremont) 的區域都市廢棄物焚化廠和其服務的社區因產生爭議，而導致了鄰近 29 個鄉鎮於 1993 年 9 月訴請破產。爭論點是這些鄉鎮欠焚化廠營運者的 110 萬美元的款項。這些鄉鎮被綁在「送垃圾或付錢」的 20 年條約裡，動彈不得。此條約要求這些鄉鎮要提供比其實際產生的更多的垃圾給焚化廠。因此，這些地方當局發現他們付出過高的費用來燒他們沒有產生的垃圾。由於無法改變契約、或轉向其他的廢棄物管理方式，這 29 個鄉鎮只好訴請破產；但這訴求被破產法庭駁回，所以他們最好只好向民眾加稅，以支付焚化廠的帳單。<sup>90</sup>

### ■ 新澤西州 (New Jersey)：

在 1980 年代，新澤西州的許多郡縣因發行公債以籌措資金興建先進焚化廠及其他垃圾處理設施而陷入債務中。之前由於新澤西州的「流向控制」法，這些郡縣被保證有穩定的垃圾供應，因此他們以為他們將有保證的收入。該法禁止垃圾清除業者將他們的垃圾送到州外較便宜的場址，並要求他們將垃圾送到郡縣指定的場址，並支付足夠郡縣償還貸款的處理費用。然而，這項規定於 1997 年失效，因美國聯邦最高法院維持了巡迴法庭對「流向控制」法判定無效的判決。<sup>91</sup> 這項判決讓新澤西州的鄉鎮可以到鄰近的賓夕法尼亞州之較便宜的掩埋場比價選擇。至 2000 年時，18 個新澤西州的郡縣因此陷於 10 億美元的固態廢棄物債務中，並且無法創造收入來償還貸款。該州政府於是被迫從其一般性基金中挪錢出來協助無法支付貸款的一些郡縣。<sup>92</sup>

### ■ 佛羅里達州，湖區郡 (Lake County, Florida)：

佛羅里達州的湖區郡正在訴訟以求擺脫其與焚化爐鉅子 Covanta 公司 (前 Ogden-Martin) 的合約，該合約被嚴厲地批評為浪費公帑。當該郡於 1988 年簽訂合約時，掩埋場地不足的危機正逼近，而該郡政府也正為當地垃圾尋找處理場地。於此合約中，湖區郡政府同意發行公債，以資助此焚化廠，包括支付該廠的升級，以及讓 Covanta 來營運操作，並保證每年提供穩定的垃圾量以讓該廠能夠維持運作。郡政府也同意每年支付 Covanta 公司約 100 萬美元，此金額等於該公司必須繳納的財產稅。自從美國聯邦最高法院判決地方機關指定清除業者送垃圾的地點的地方法律無效後，此判決就不利於此焚化廠的操作。因此送到焚化廠的垃圾量低於預期，這使得湖區郡的納稅人必須為焚化廠所付出的代價而大傷腦筋。郡政府的記錄顯示，當焚化廠的公債於 2014 年償清時，在計入開銷、利息與其他費用後，該郡的納稅人必須為此價值 7 千萬美元的焚化爐付出 2 億美元的代價。甚至到時候，郡政府還不能擁有該焚化廠，所有權將轉給 Covanta 公司。湖區郡的居民現在支付的垃圾處理費為每噸 9.5 美元，為該州最高。至今湖區郡以及其他幾個也由 Covanta 公司操作焚化爐的郡縣的前景仍然是未知，因為 Covanta 公司於 2002 年 4 月宣佈倒閉。<sup>93</sup>

### ■ 紐約州、哈得遜瀑布郡 (Hudson Falls, New York)：

紐約州的華盛頓與瓦倫郡 (Warren) 的居民，多年來試著要擺脫由納稅人補貼的哈得遜瀑布垃圾焚化廠，該廠已引起了政治醜聞，並造成郡納稅人的財務災難。此合約於 1980 年代中期簽訂，郡政府承諾納稅人將支付這座 8,700 萬美元的焚化廠的貸款、以及操作成本與管理費用，給該廠的營運廠商 Foster Wheeler 公司。當貸款償清後，該廠的所有權將歸給 Foster Wheeler 公司。然而，焚化爐的推動者高估了當地社區可以送到該焚化廠的垃圾量。焚化廠的處理容量是這些小型的、大部分為農村的社區實際可以提供的垃圾量的 10 倍。為了遵守與 Foster Wheeler 公司簽訂的「送垃圾或付錢」的條款，這些郡縣於是被迫大力補貼外來地區的垃圾，而當地的居民則負擔全州最高的處理費。當居民們提起訴訟以求能夠擺脫這項惡質交易，他們自己竟被他們的政府首長控告，說這些居民的訴訟不利於焚化廠公債的評比。此訴訟後來被政府官員以 255,000 美元付給這些居民而和解了事。而嘗試要把焚化廠賣掉及重新協商貸款金額的企圖也都失敗，而使得納稅人繼續支付一座已讓他們損失數百萬美元的焚化廠，單是在 1998 年一年就有 300 萬美元。<sup>94</sup>

有些政府與國家財務機構不管焚化的種種問題，而推動焚化使之成為發展計劃，或者大型發展計劃的一部份。將焚化爐視為發展方案比將其視為廢棄物管理技術更加沒有意義。一個昂貴的焚化爐將需要至少一個、比較有可能是數個跨國工程公司的服務。因此投下的這些資金將不會留在發展中國家，或產生任何投資在當地經濟所應該發生的漣漪效應。反而，這些花費主要將使歐洲、美國、澳洲、日本的跨國公司獲益。

「說句後見之明的話，蓋能源回收設施這玩意兒，公部門得到最多的風險，而私部門則得到最多的報償。」—華爾街日報。<sup>95</sup>

在焚化爐興建與推動的過程中，也有一些貪污腐敗的證據。例如，在日本，公平貿易委員會 (the Fair Trade Commission, FTC) 發現 5 家主要的焚化爐公司（三菱重工、NKK、日立製作所、熊田、及川崎重工），其總共佔有大型焚化爐市場的 70%，已共同結合起來而違反了托辣斯法。公平貿易委員會建議，這 5 家公司和 292 家做戴奧辛分析的實驗室，因為違反托辣斯法而應從政府合約中除名。<sup>96</sup>

在菲律賓，廢棄物計劃的貪污腐敗被視同瘟疫，官員收取的回扣可高達廢棄物合約金的 40%。由於合約金額是根據要燒的廢棄物量之多寡而定，因此其損及了廢棄物源頭減量與回收的努力。<sup>97</sup> 在德國的科隆，一座牽涉貪污案的焚化爐，被指稱將超過 1000 萬美元分給數人與某一政黨。<sup>98</sup> 如同所有的貪污案一樣，大部分的案子很難得到確切的證據，然而在不透明的政府與公司之間，顯然存在著獲取龐大利益的機會。

## 工作機會

焚化的本質是資本密集、而非勞力密集的廢棄物處理方法。廢棄物焚化爐需要數億美金的投資，卻只提供數十個工作機會，而且主要是別處也需求孔急的工程師。北方國家的經驗已證明用焚化爐來增加工作機會的愚蠢；而在資金難以取得且勞力低廉的南方國家，資金與工作機會的不對稱更顯兩極。相反的，焚化的替代方案是資本較不密集卻可提供更多的工作機會，尤其就醫療廢棄物與都市廢棄物而言，更是如此。在美國，堆肥、再使用與循環利用的綜合計劃已被證明其每噸都市廢棄物可提供的工作機會 10 倍於焚化爐所能提供者。<sup>99</sup> 在勞力低廉的國家，這個比例將更大。

工作創造：再使用與循環利用 vs. 處理處置，美國<sup>100</sup>

工作形態	每年每 10,000 噸所創造的工作機會
產品再使用	
電腦再使用	296
紡織品再利用	85
各種耐用品再使用	62
木墊板修理	28
以循環利用為主的製造業者	25
造紙廠	18
玻璃製品製造業者	26
塑膠製品製造業者	93
傳統的物質回收設施 (MRFs) <sup>101</sup>	10
堆肥	4
焚化爐	1
掩埋	1

焚化爐更可能剝奪人們的工作機會。在許多南方國家，有許多族群靠資源回收維生，<sup>102</sup> 從家戶與商業廢棄物中撿選有用的、可販售的物品。在不同的社會裡，他們被稱為拾荒者 (scavengers)、拾破爛者 (ragpickers)、拾垃圾者 (waste pickers)、catadores、或 pepenadores，他們常被發現在垃圾堆中翻選。有一些則挨家挨戶地去蒐集人家不要的物品。儘管在許多社會他們的地位很低，他們卻提供

了重要的服務，即將有用的用品轉回經濟體並因此而減少了掩埋的需求。雖然有許多人是因為逼不得已才從事這種工作，但如果解決了職業上的健康與安全問題，有時也能成為體面的工作（見第二章的開羅薩巴林人專欄）。

然而，值得一提的是，在這些發展中國家，把垃圾送到焚化爐將會剝奪了這些最弱勢民眾的生計。有一些拾荒者的確可能因此變成在灰渣掩埋場中挑選物資，比如金屬等可以不被焚化摧毀的東西，<sup>103</sup>但這種工作將更無利可圖，且因為灰渣的劇毒，而更加危險。當資源回收者被淘汰了，社會也將損失他們的知識與技術所帶來的利益。幫助資源回收者改善工作條件及由拋棄物中回收更多的資源，這種投資將更便宜，並可保留更多的工作。

## 能源損失

有一些焚化爐，尤其是大型爐，配有鍋爐與渦輪機，以將捕獲的部分熱能用來發電。這種焚化爐因此被稱為「廢棄物轉熱能」(waste-to-energy) 或「能源回收」(energy recovery) 設施。支持者認為這些設施藉由將無用的廢棄物燒掉而使之轉成資源。然而事實的真相是，「能源回收」設施所浪費掉的能源比他們所捕獲的能源還多（見下頁專欄）。<sup>104</sup>

要理解此點，首先必須認知到任何成為廢棄物的物質所體現的能量比當它被燒掉時所釋出的熱量還多。任何基本的生命周期評估 (life-cycle assessment)<sup>105</sup> 都會顯示出大部分物品能釋放出的卡路里值只是其「合體能源」(embodied energy) 之一小部



「廢棄物能源回收」焚化爐浪費的能源比其所能獲取的能源還多。 © Greenpeace

份；包括原物料的提取與加工製造時所需的能量，其被轉變為產品所需的能量，以及被運送到市場時所需的能量。當一物品被焚化爐燒掉後，合體能源都損失掉了。相反地，將物質回收利用可避免消耗額外的原物料提取所需的能源，以及運送與加工製造所需的部分能源。再使用，則避免了製造過程，可節省最多的能源。

由於焚化爐的熱效率有限，物質燃燒後所釋出的熱能只有一部份可被回收。一座標準的能源回收焚化爐，最多僅有 35% 的廢棄物熱值可被回收變成電能。<sup>106</sup> 而

## ■ 回收與焚化：能源節省分析<sup>107</sup>

回收物再製所節省的能源與廢棄物焚化所產生的能源之比較

廢棄物類別	以二次材取代原物料所省下的能源 (MJ/Mg)	由廢棄物焚化所產生的能源 (MJ/Mg)
<b>紙類</b>		
報紙	22,398	8,444
瓦楞紙版	22,887	7,388
辦公用紙 (帳目 & 電腦列印)	35,242	8,233
其他可回收紙	21,213	7,600
<b>塑膠</b>		
PET	85,888	210,004
HDPE	74,316	21,004
其他容器	62,918	16,782
塑膠薄膜 / 包裝	75,479	14,566
其他硬質塑膠	68,878	16,782
<b>玻璃</b>		
容器	3,212	106
其他	582	106
<b>金屬</b>		
鋁罐	256,830	739
其他鋁製品	281,231	317
其他非鐵製品	116,288	317
錫與雙金屬罐	22,097	739
其他鐵製品	17,857	317
<b>有機物</b>		
廚餘	4,215	2,744
庭園廢棄物	3,556	3,166
廢木材	6,422	7,072
<b>橡膠</b>		
輪胎	32,531	14,777
其他橡膠	25,672	11,505
<b>紡織品</b>		
棉織品	42,101	7,283
合成織品	58,292	7,283
其他	10,962	10,713

在與都市蒸汽配送系統連接的焚化爐，則可再回收 40% 的熱值。然而，此種系統需要非常龐大的資金投資，所以很少國家採用；當然，若在溫帶地區也沒什麼用。

在許多案例中，焚化也使得所產生的電力之擁有權與控制權、集中在單一公司的手裡。廢棄物是整個社會所擁有的，而焚化爐所產生的電力卻歸營運者擁有，並賣回給社會。如此，大部分的社會被迫投資額外的能量於生產，以取代那些被焚化爐所破壞的物質，並付錢給焚化爐的營運者，以取回他們自己的廢棄物之一小部份能量的使用權。

## 永續性

從永續性的廣泛觀點來看，焚化爐是個失敗的提議。由於生物圈是個密閉系統，當人類大大地掌控地球並使用大部分的地球資源時，我們必須設計我們的系統，使其在環境與物質的稀有性下運作。最後，這將需要一個密閉循環的經濟體，在這個經濟體中任何產業的輸出不是被環境安全地吸收，就是成為另一產業的輸入。只有這種方式才能解決資源稀有性與廢棄物處理的兩難處境。

「最近一個陰謀是打著冠冕堂皇的理由，將焚化說成是合理而可信的掩埋場替代方案，而在全國進而全球急遽地增加焚化的使用。如此一來，焚化的主要後果是將某一社區的垃圾，以氣體的形式，經由空氣送到鄰近的社區，跨過國界，而且，確切地說，是進入整個地球的大氣層，且接著在大氣層中逗留好幾年。實際上，我們已發現，我們是把自己廢棄物的後果傾倒在另外一群弱勢民眾的身上，即不能叫我們承擔責任的未來世代。這方法基本上是一個「後院呀砰！」(Yard-a-Pult) 的遊戲。【「後院呀砰！」，是美國電視娛樂節目「週末夜實況轉播秀」(Saturday Night Live) 爲了「商業廣告」所發明的，其徵求人將垃圾投射到鄰居後院裡。】

—— 1992 年當時爲美國參議員的高爾 (Al Gore)。<sup>108</sup>

焚化爐基本上與密閉循環的經濟體是不相容的。焚化爐本質上是被拋棄的產品與物質的破壞者，與毒性的濃縮者。焚化爐惡化了廢棄物處理的問題，因為其並沒有把廢棄物變不見，反而產生了大量的、隨後還須予以處置的有害灰渣。雖然減少了廢棄物的體積，但卻增加了毒性，焚化僅不過是用一種廢棄物來取代另一種廢棄物罷了。而焚化灰渣，如前所述，並沒有用途，也因此對此密閉系統來說是完全損失了。

同樣嚴重的，是焚化所引起的資源危機：當物質於焚化爐中被破壞，而不是被回收，就需要原物料投入新產品的製造。所以焚化爐增加了自然資源基礎的壓力。

焚化爐也壓抑了廢棄物減量的動機，有時甚至鼓勵產生更多廢棄物。廢棄物減量是任何永續的生產程序不可或缺的一部份。而隨意地廢棄物處理將使得人們隨意浪費資源與產生污染。尤其在有害廢棄物焚化爐的例子中，更是明顯。有害廢棄物

焚化爐使得公司隨意地浪費資源，而後摧毀證據。在廢棄物與毒物減量的一些受人矚目的成功案例中，讓隨意處理有害廢棄物的途徑減少是成功的重要關鍵。

都市廢棄物焚化需依賴有高熱值的廢棄物；即如塑膠與木製品（包括紙張）等物。這些廢棄物是不永續的生活型態的象徵，而這種生活型態正是跨國公司所提倡的。而焚化爐正被考慮設在南方國家的那些被此種不永續生活型態嚴重入侵的地方，比如觀光場所。北方國家的生活型態與伴隨的消費習慣對此星球上的大部分居民而言，既非經濟可行、也非環境永續。而焚化爐藉著促進塑膠與紙類廢棄物的破壞，助長了為少數人服務的可丟棄式奢侈品之生產推動力，而代價則是大多數人的基本需求。

「廢棄物是無效率的明顯證據。掩埋場埋藏證據，而焚化爐則將證據燒掉。」

——柯保羅博士 (Dr. Paul Connett)。

「如果每個人過得像一般的美國人一樣，我們將需要 5.3 個地球來支持我們。」——米修·蓋樂伯特 (Michel Gelobter)，重新定義進步組織 (Redefining Progress) 執行長。<sup>109</sup>

## 焚化爐與環境正義

焚化爐不論設在何處都是個問題，但那些住在離焚化爐最近的人通常是受到最大影響的。他們受到空氣污染排放的影響、受到「逸散」的灰渣與污染物的影響、受到來往焚化爐的垃圾車流量變多的影響、受到財產價值降低的影響、而且在焚化爐火災或灰渣散落時受到最大的風險。無奇的，通常是在政治上處於弱勢的社區付出這些代價。如同其他對環境有害的設施一般，焚化爐通常不成比例地選擇在貧窮及少數民族的社區。在 1997 年，15% 的美國非白人族群住在離有操作許可的醫療廢棄物焚化爐 2 哩以內，而只有 9% 的白人居住在這範圍內。<sup>110</sup>

這絕非只是巧合，也不是市場那隻「看不見的手」，將焚化爐設在少數族群與低收入戶的鄰近地區。這種有差別待遇的選址模式，最早在 1987 年的一份名為「美國之有毒廢棄物與種族的關係」(Toxic Wastes and Race in the United States) 的報告中得到證實。<sup>111</sup> 在那一年，還有一份加州政府的顧問報告受到大眾的注意。這份名為「面對能源回收轉化廠選址的政治困難」<sup>112</sup> 的報告（寫於 1984 年），是一份教導州官員如何尋找政治弱勢社區，以設置焚化爐的指引。這份報告說：「所有的社會經濟族群都傾向於反對於其附近設置大型（廢棄物處理）設施，但是中階與高階的社會經濟族群擁有較佳的資源以達成他們的反對目標，因此提議的場址至少不應落在這些中高階經濟族群社區的 5 哩之內。」這份報告建議焚化爐應選在農村的、保守的、中高年齡層的、天主教的、以及低等教育程度的社區。這份花費 183,000 美金的報告指出，這些族群將較不可能有效的阻擋焚化爐。<sup>113</sup>



為對抗這種刻意選在政治弱勢社區的做法，而在各地如遍地烽火般而起的運動，創造了「環境正義」的這個辭彙，以描述此種匯合了社會正義與環境運動的現象。在 1991 年，於美國舉行的第一國家有色人種環境領袖高峰會（the First National People of Color Environmental Leadership Summit）具體化了 17 項環境正義的原則，其呼籲終結毒性物質的生產、完整地公眾參予決策過程、以及個人有免於環境傷害的權利等等。<sup>114</sup>

「如果你想要在林蔭大道公園 (Park Avenue) 設一座焚化爐，你將趕走支撐此城市的收入基礎。事實真相是，你所想要設置的場址，不幸地也通常是在那些經濟狀況正開始起飛的居民們附近。」

——紐約市長麥克·彭博 (Michael Bloomberg)，2002。<sup>115</sup>

## 焚化在南方國家的額外問題

現今大部分的焚化爐是設置在北方國家中。由於焚化是非常昂貴的技術，需要大筆的資金投入，但卻只能提供少數工作，因此北方的工業國家自然地較南方國家適合這種技術，這種想法是合情合理的。然而，檢視焚化爐的歷史，卻發現其在評估焚化爐對南方國家的適用性時，矇造假數據。前面對於焚化技術的批評是根據在大部分先進國家現今的焚化爐性能表現的記錄，這還有許多其他類似的批評。要使焚化爐在南方國家能夠像在如瑞士等北方國家一般地運轉，即使不是不可能，也是非常地困難；如果可能的話，將是非常非常地昂貴。<sup>116</sup> 將焚化技術轉移到南方國家，有許多特別的問題存在。以下所談的是一些諸如此類的已知議題；如同所有此類的工程冒險主義，未預料到的問題最為可怕。

■ **缺乏監控**：很少南方國家有能力定期地監控煙囪排放或者焚化灰渣毒性，然而定期的檢測制度對任何此類的工廠之操作與監督都是相當重要的。的確，北方國家所達到的空氣污染排放的減量大部分是定期污染排放檢測之連續回饋的結果。沒有這些檢測，我們只能假定南方國家的焚化爐操作將比北方國家更加污染。即使在北方國家，焚化爐營運者迴避污染排放監控是常見的（見專欄）。而南方國家薄弱的執法機關只會惡化這種情勢。

■ **缺乏檢測污染排放的技術能力**：監控能力的缺乏不僅是由於立法、法規、政府機關上等等的不足；而且，許多國家並沒有檢驗戴奧辛與其他重要污染物的技術能力，而必須將樣本送往國外檢驗。這樣子的檢驗造成了結果取得的延遲，而且花費也過高。

「焚化對都市固態廢棄物的用途非常有限，而在亞洲開發中國家有設置焚化爐的城市，並沒有太多的成功案例，因為大部分的城市在進口的焚化爐都遇到了許多問題，不是設計上有問題就是操作維修費用太高。」

——亞洲開發銀行。

■ **缺乏灰渣的安全掩埋場地**：在大部分的南方國家，極為有害的焚化爐灰渣頂多是倒在沒有內襯不透水布的坑中，而這將造成地下水污染的風險。而管制灰渣掩埋場的進出通常也是不可能，所以動物和人們可以進入並在灰渣中找尋金屬或其他可賣的物質，這當然會對其健康造成重大傷害。

■ **貪污腐敗**：貪污使得許多南方重大基礎建設計劃受到傷害，但在這一方面焚化爐更顯得麻煩，因為它們的正常操作極為依賴政府勝任的與獨立的監控。而貪污當然會危及此種職責。

■ **欠缺訓練有素的人員**：在歐洲、日本、北美的焚化爐是由一整組訓練有素的工程師來操作。但南方國家很少能夠召集到足夠的工程師，而他們的技能也沒有好好用在垃圾燃燒的監控上。

■ **預算不固定而影響維修**：要讓焚化爐能適切地運作的關鍵之一是，定期的維修與汰換設備，而這需要大筆的經費。在許多南方國家預算混亂的情形下，可以想見這樣的維修比起北方國家將更不頻繁與嚴格。而其他的中斷，比如廢棄物或電力輸送的中斷，也將更頻繁，而這對焚化爐的運作將有重大影響。

■ **物理條件不同**：南方國家可能會有極為不同的物理條件和廢棄物流，而這會影響到焚化爐的操作。例如，在印度新德里的一座丹麥的焚化爐完全無法運作，因為工程師算

錯了廢棄物的熱值（能源含量）。<sup>117</sup> 印度的廢棄物比起歐洲的廢棄物含有較多的不可燃物（灰、砂），及較少的可燃物（紙、塑膠）。要讓廢棄物持續燃燒，需要高熱值；否則火會熄滅或者只是悶燒。而大部分南方國家的拋棄物屬低熱值。其他的條件，包括會使垃圾潮濕的雨季，也是重要原因。

■ **技術不夠健全**：一般來說，要讓一個技術在南方國家的環境下運作良好，考慮到其基礎建設的不可信賴及南方情勢的變化無常，這個技術必須相當健全。然而，焚化僅能在幾個參數的極小範圍下操作才能運作良好，比如爐溫、廢棄物投入速率、廢氣溫度、廢棄物熱值等等。



在泰國普吉 (Phuket)，拾荒者正從焚化爐灰渣中尋找金屬物品。  
© Greenpeace

## 與替代方案不能相容

最後，必須注意的是，焚化爐與其他較永續的拋棄物管理方式並不相容。雖然常常聽到焚化可以配合回收計劃，但經驗顯示並非如此。<sup>118</sup> 由於焚化爐太過昂貴，以至於它們經常吸取了廢棄物管理的所有資金。在蓋了焚化爐後，政府通常不願再花錢於回收或堆肥等可以減少垃圾被焚化的計劃，因此部分造成了大筆資金虛擲於焚化爐。

許多縣市當局發行公債資助焚化爐。為了能夠支付公債的利息，焚化爐必須有收入，而這來自廢棄物委託處理費，其與廢棄物焚化量直接成正比。這造成城市迴避替代的廢棄物管理方法的直接動機，因為其將減少垃圾焚化量。另外，有些私人公司資助焚化爐的興建，以取得需要燒垃圾的縣市當局之「送垃圾或付錢」(put or pay) 的營運合約。此種合約約定，合約廠商將收到一定量以上的月付款，以燃燒垃圾，不論該城市是否有送足夠的垃圾到焚化爐。在這種合約下，將強烈抑制縣市當局經由回收、堆肥或避免廢棄物產生來減廢的動機。

焚化爐也以微妙的方式來抑制其替代方案。單是焚化爐的存在就提供了隨意輕率的廢棄物處理機制，打消了預防、再使用與循環利用的動機，而這正是永續廢棄物管理策略的關鍵。在醫療場所，當人們知道所有廢棄物將送到焚化爐，就會降低人們察覺垃圾應妥善分類的需要，即使這樣的垃圾分類除了環境考量外，對工作人員的安全也很重要。同樣的，產業有了這種將製程廢棄物燒掉的「簡單」方案，就不會有多大意願去減少廢棄物的體積或毒性。

「一旦他們蓋好後，我們談的就是如何在接下來的 25 年製造垃圾，以保持焚化爐的運轉。」

—路德維格·克雷默(Ludwig Kraemer)，歐盟廢棄物管理理事會(European Union Waste Management Directorate) 會長，2000。<sup>119</sup>



---

本章建議閱讀資料：

---

- Allsopp, M., Costner, P. and Johnston, P., *Incineration and Human Health: State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health*, Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, U.K., 2001.
- Center for Health, Environment and Justice, *America's Choice: Children's Health or Corporate Profit; The American People's Dioxin Report*, Falls Church, Virginia, November 1999.
- Connett, P., *Municipal Waste Incineration: a Poor Solution for the Twenty First Century*, a presentation at the 4th Annual International Management Conference on Waste-To-Energy, Nov. 24 & 25, 1998, Amsterdam.
- Denison, R., "Environmental Life-cycle Comparisons of Recycling, Landfilling, and Incineration: A Review of Recent Studies," *Annual Review of Energy and the Environment*, Vol. 21, pp. 191-237, 1996.
- ECOTEC Research and Consulting Limited, *Beyond the Bin: the Economics of Waste Management Options: A Final Report to Friends of the Earth*, UK Waste and Waste Watch, 2000.
- Gibbs, L. et al., *Dying From Dioxin: A Citizen's Guide to Reclaiming Our Health and Rebuilding Democracy*, South End Press, Boston, Massachusetts, 1995.
- Glyszynski, P., and Kruszewska, I., *Western Pyromania Moves East: a Case Study in Hazardous Technology Transfer*, Greenpeace, 1996.
- Greenpeace, *Warning: Incineration Can Seriously Damage Your Health; A Report on the Hazardous Waste Incineration Crisis*, 1991
- Sound Resource Management, *Competition Between Recycling and Incineration*, Seattle, Washington, 1996.

---

## 第二章

# 焚化的替代方案



在焚化爐灰渣掩埋場裡拾荒的一個泰國小孩。 © Greenpeace

焚化爐及掩埋場都嘗試回答這樣的問題：「我們如何處理廢棄物？」在上個世紀時，政府部門投注了數十億美元在愈來愈精密的科技上，意圖使廢棄物消失，卻仍徒勞無功。焚化爐或掩埋場不但無法真正把廢棄物處理掉，反而造成了許多重大的有毒副產物，並產生額外的、需要更進一步處理的廢棄物。這是因為廢棄物，如同所有物質，無法被真正摧毀。而目前廢棄物管理的典範，卻嘗試著將線性生產模式強加在循環型的生態體系上。而挑戰上述模式，更真切地說，去質疑廢棄物的這個觀念，將可發現真正的解決之道。

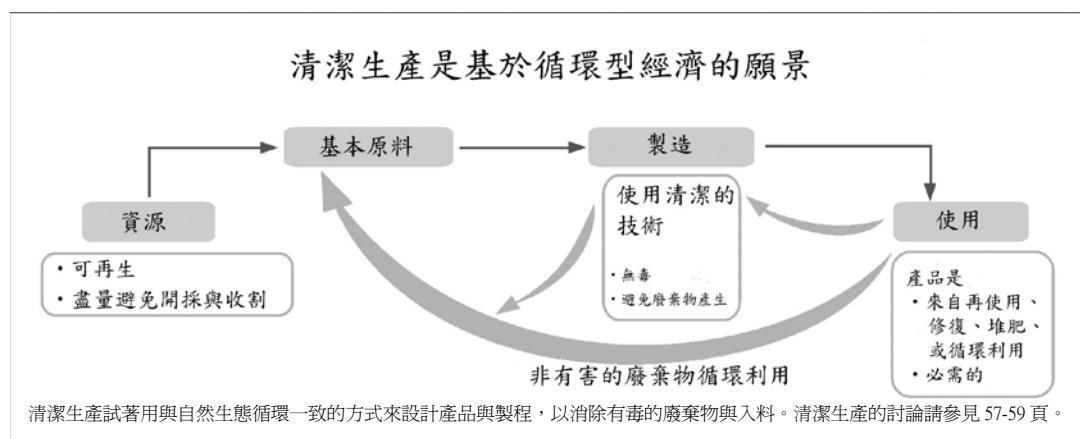
在線性模式的人類經濟體裡，原物料從自然中提取，然後加工成商品、消費，最後丟棄。當人類經濟體只佔自然世界的小部分時，這





樣的模式似乎可行。但隨著人類污染遍及整個星球，且地球資源有一大部分用來支持人類社會，我們不能再把這個星球同時當作穀倉與糞坑。因此這項挑戰，不單只是找出一個處理廢棄物的新方法，還要徹底改變物質在人類社會流動的方式。人類拋棄物，不論是因其數量、毒性，或是生物不可分解的特性，都不應再成為這個負擔業已超出其涵容能力的地球之壓力。同時，那些拋棄物必須以減輕自然資源壓力的方式，回歸到經濟體系內。因此，拋棄物將不再是廢棄物，而是資源。

替代途徑首先必須對傳統廢棄物處理的基礎假設提出質疑，包括不斷增加的廢棄物數量、廢棄物中不同材質的混合、以及許多產業設計未能將其廢棄物予以適當考量等。廢棄物的產生，特別是都市廢棄物，通常被推估為在可見的未來會一直增加而無上限。對於私部門來說，這無疑是種方便的假設。那些依賴處理大量廢棄物維生的產業，會由這樣的趨勢而獲利，好比許多業者發現他們可以藉由廢棄物棄置的方式，將產品成本部分轉嫁到一般大眾身上。但顯而易見地，廢棄物及資源的消耗，無法在有限的地球上無限制成長。



因此廢棄物管理勢必以物質管理來取代，意即創造一個封閉迴路型的經濟體，如此既不會產生大量的廢棄物，也不至於以超出資源的更新速度來消耗資源。而為了達到這個封閉循環的經濟體，真正的廢棄物（無法再使用而必須處置的東西）必須與其他的拋棄物（即對其目前的擁有者不再具有使用價值，卻仍是資源，而必須回歸到經濟體的東西）分離開來。這意味著廢棄物混合處理的時代將結束。當把拋棄物混合起來時，不僅其將變得沒有利用價值，而且還必須靠大型的處理科技來伺候。假如拋棄物不被混在一塊，就可用更合理而有效的管理策略如回收或堆肥等來處理。

目前，廢棄物管理仍被視為全然與經濟生產及消費型態無關。政府部門負責收集與管理大部分的廢棄物，而私人公司與消費者則負責產生廢棄物。結果，私人企業因為無須為他們的廢棄物負責，以及可以製造不易回收的產品，而得以將可觀的部分成本全轉嫁給社會。即使當生產者對其廢棄物負有責任，比如工廠的製程廢棄物，他們也很少付出全額的費用來管理。焚化及掩埋只不過將問題轉嫁到其他人口

及未來的世代罷了。因此為了消弭從生產過程而來的廢棄物，並改變產品使其得以回收，大規模的產業重新設計是需要的。

最後，一個有效的廢棄物管理方案，當以物質管理為主而非以科技為萬靈丹。雖然物質管理細節非常繁複，但有三個原則是解決廢棄物問題的關鍵：即預防／減量、廢棄物分類與產業重新設計。

## 都市廢棄物

都市廢棄物、都市固態廢棄物（MSW）、家戶廢棄物及一般廢棄物，咸指一般住家及商業建築物，如家庭、公寓大樓、旅館、商店、辦公室及餐廳等所產生的混合廢棄物的統稱，但都市廢棄物通常不包含工業製造的殘餘物。都市廢棄物成分極為複雜、又是城市各地所產生的小量廢棄物，因此難以累積至有經濟效益的數量。而此雜七雜八、數量龐大的聚積物，正是智慧型物質管理的主要挑戰。



垃圾是由混合造成的。圖為接近白俄羅斯明斯克 (Minsk) 的一個掩埋場。 © Vasily Mazaev/Foundation for the Realization of Ideas

都市廢棄物最基本的問題是其被混合處理。都市廢棄物中除了少部分是有害的東西（染料、電池、PVC……等等），其他通常不具毒性，且大部分還有些價值。根據收入水準、氣候及文化的不同，都市廢棄物包含大量的食物殘渣（廚餘）、庭園廢棄物，例如落葉及修剪後的草屑殘枝、紙類、玻璃、紙板、金屬及塑膠等。所有的這些物質，除了部分塑膠以外，都具有價值且可回收再利用。但如果因為混合起來而被有害物質污染，就失去其價值了。

都市廢棄物的第二個問題是其多變而複雜的本質。隨著科技文明的進步，都市廢棄物在複雜度與毒性方面皆已有相當地成長。一個世紀前，當政府部門開始考慮



使用焚化及掩埋技術時，都市拋棄物中只有 7 % 是商品與包裝材。今日的美國，都市拋棄物裡有高達 75-87 % 的商品與包裝材。<sup>1 2 0</sup> 這些商品裡，不管是破損的辦公室椅子或是報廢的電腦，既難拆解也難回收，且許多都含有害成分。許多塑膠類回收時會產生危害，或是根本不能回收。故而，產業必須重新設計他們的產品，使其無害且易於回收。同時，為拋棄物創造重複使用及循環利用的機會也是很重要的。產業重新設計與回收利用這兩種方法，分別位在物質循環的前端與後端，一同協力改變都市廢棄物體系。

## 掩埋場的問題

這份報告雖然主張焚化為不可接受的廢棄物處理方式，但不表示就是為未分類廢棄物之掩埋背書。未分類之都市廢棄物的掩埋會導致很多問題，且大部分是跟有機物質有關。

■ **滲出液**：為有機物質分解所產生的酸性物質。其與雨水混合，可以溶解廢棄物中的重金屬及其他毒物，由掩埋場往下滲出。如果未襯以不透水布來阻擋，這些滲出液最後將會污染地下水及地表水供應。但即使有不透水布及滲出液收集系統，滲出液處理也將成為另一問題且成本昂貴。然而，即使襯有不透水布，所有的掩埋場最後都會滲漏。

■ **溫室氣體**：在無氧狀態下分解有機質產生大量的沼氣，沼氣是導致溫室效應的因素之一，致使全球氣候變遷。

■ **掩埋場火災**：由於沼氣具高可燃性，常使掩埋場火警不斷且難以撲滅。掩埋場之未受控制的垃圾燃燒，很可能產生和焚化爐類似的空氣污染排放。

■ **害蟲問題**：有機物質會吸引齧齒動物和其他害蟲。當掩埋場設置在靠近居民生活或工作場所附近時，尤其會有問題。

■ **臭味**：腐敗中的有機質所產生的強烈的、另人不悅的臭味。

■ **浪費土地**：由於掩埋場需要廣大的土地面積，又經常座落於一地難求的都會區附近。



在一個典型的南方國家之垃圾棄置場中，一個小女孩正俯身翻尋可回收物品。 © Greenpeace



---

■ 浪費物質：掩埋場將有機與非有機資源由人類經濟體中移去，其方式與焚化爐無異。

在南方國家，掩埋場問題比起北方國家還要嚴重許多，因為其通常為未襯有不透水布的露天棄置場，且任由人們與動物在其間撿拾。這些資源回收者生存之危險，在 2000 年發生的菲律賓柏雅塔斯 (PAYATAS) 掩埋場災變，200 人因掩埋場崩塌而致死的悲劇中，已顯露無疑。<sup>1 2 1</sup> 只要有人是依賴其他人的拋棄物而過活，政府部門就有責任設計一套保護他們生命、生計與環境的方法出來。

### 南方國家的都市固態廢棄物

放諸世界，許多社區已採用各式各樣的方式來解決都市廢棄物的前後端（來源與去處）問題。沒有任何兩個方案是相同的，且也不應相同。成功的方案必須考量當地文化、經濟及物理環境。例如，在一個經常停電的城市，設計一套依賴全天候電力供應的系統並沒有用。去了解家戶垃圾的傳統處理體系及廢棄物的文化重要性，包括誰處理與如何處理，也是相當重要的。例如，在有些國家僅被視為污染物的牛糞，卻是其他國家作為燃料及建材的原料。為了要有效，應由那些負責實行方案的人，來設計以在地為考量的解決方案，而非全盤輸入，照單全收。

幾個因素使得南方國家的拋棄物管理的問題，與北方國家有相當不同的差異，比如：

■ 南方國家消費較低：不僅平均每人產生的廢棄物較少，且廢棄物成分也大不相同：較多有機質、較少金屬、較少塑膠、及更少的可修理物品（如家具及冰箱），而可修理物品卻是北方國家廢棄物的主要組成之一。

■ 南方國家勞工便宜且資本昂貴，故而資本密集的解決方案如焚化爐對其而言，比對北方國家更不合情理。而勞力密集的工作，如手工分類，較為便宜且可做得更徹底，但在工作安全方面需予以關注。

■ 文化規範不同：解決都市廢棄物問題需要透過廣泛的社會教育，改變個人習慣著手（如學習將果皮與紙張放入不同的籃子），並賦予那些傳統處理廢棄物的人一個新的角色。

■ 法律執行較不可靠：資源缺乏、貪污賄賂及政府部門缺乏透明化，是許多南方國家的實際生活寫照，有效的方案需將這些因素納入考量。例如，一道直接禁止某種產品的命令，會比依內容物而賦予不同等級的稅賦，還要容易執行且有效，雖然後者在經濟學者的模式裡是較有效的。

南方國家任何一個解決都市廢棄物問題的方案都必須擁抱非正式部門。在許多國家中，可觀的人口藉著從棄置場中撿拾可賣錢的物品來維生，整理包捆後成為具有商業價值的數量，再把它們賣給中間商或回收商。這些活動將具有價值的物料送回到經濟體，減少對原物料的需求，並減少被送入掩埋場的物質數量。然而，這些





人的風險太大，且拾荒也很少能成為獲利的行業。<sup>122</sup>通常，政策制定者把非正式的回收部門視為計劃中的絆腳石，而非其資源或支持者，如此便降低了他們計劃與執行廢棄物管理體系變革的能力，畢竟拾荒者是最了解現況也最能對重新規劃作出貢獻的人。而這通常也是環境不公的：那些不成比例地承受著這個社會的環境病態負擔的人，不應再面臨為了導正那些病態而喪失生計的威脅。故南方國家在改善拋棄物管理上所面臨的挑戰，不僅只是廢棄物減量，而且也包括去改善那些靠拋棄物維生的人之生活條件。

### 開羅的薩巴林人（Zabaleen）<sup>123</sup>

零廢棄物也許是個新名詞，但卻不是個新概念。當富裕國家的廢棄物專家才剛開始意會到社會中流動的資源必須是循環型而非直線型時，世界上的窮人早已深刻理解任何廢棄物都是深具潛力的可獲利資源，且基於自身考量而盡力去利用它。正因為如此，一些社區早已創造了成功的資源管理系統，不僅達到零廢棄物的目標，且提供數以千計的工作機會，其中之一例為開羅的薩巴林人。



在埃及開羅，一個薩巴林人正從收來的廢棄物中分出紙張與硬紙版，以利回收。 © CID

薩巴林人是從埃及南方移民至開羅來的，且他們看到了開羅垃圾的商機。他們與傳統紙類回收者合作，建立了一套挨家挨戶的收集系統，每個薩巴林家庭有自己的每天例行路線，收集已分類好的家戶拋棄物。由於每個回收者每天的工作路徑相同，如此便與他<sup>124</sup>所服務的每個家庭建立了不錯的工作關係。收集來的拋棄物隨即被分門別類，可回收物品以市場價格再賣出，食物殘渣（廚餘）拿去餵豬，其餘無法回收的則裝車進入掩埋場。雖然有些家庭付給薩巴林人垃圾清運費，但他們大部分的收入來自回收物品的販賣。

對於薩巴林人及整個社區來說，這套系統的成功可用數字來說話。大約有 4 萬人受僱於這套體系並獲益，他們每天收集 3 千噸的家戶垃圾，配合嚴密的分類體制，回收了 80-85 % 的家戶垃圾使其免於進入掩埋場，而這樣的情事完全沒有來自政府或外面機構的補助。經由政府的許可，薩巴林人得以將他們的工作網絡遍及那些已經或尚未被服務的地區，面積約達三分之二的開羅。然無視於這些當地業者的努力，政府當局竟宣佈將與海外跨國廢棄物管理公司簽訂專屬合約，委託其清運並掩埋所有開羅的廢棄物。假使這個計劃付諸實現，將會使得大部分的薩巴林人失業，結束其經濟自主性，並再度造成那些早已經透過廣大勞力所解決的垃圾問題。

## 新的方向

儘管都市拋棄物管理需要因地制宜的區域性方案，不過仍可歸納出一些概略性通則。

有諸多原因，可以說明有機質是要處理的拋棄物當中最重要的一部分。首先，在許多國家中，它佔了垃圾的最大部分（見「若干國家的廢棄物成分比較」）。其次，有機質是造成現有掩埋場及露天棄置場產生諸多問題的主因。第三，將有機質與紙類及紙板混合，致使後兩者無法回收，且增加木材、金屬及塑膠回收的困難度（與抱怨）。最後一點也是相當重要的，都市廢棄物中的有機成分非常適合所有回收方法中最便宜的、最簡易的且最基本的方式：堆肥。一個完善的堆肥系統可以生產適用於農業用途的高品質產品，這對全球許多受著表土及養分流失之苦的地方來說，是個重大的恩賜。由於堆肥製作幾乎不需要先進科技的輔助，將有機質分開收集及堆肥實施成本相當低，且這些成本同時包含了運輸、公眾教育及勞動力。即使堆肥不可行，無論原因為何，總還有許多替代方法，包括做為動物飼料，或是蚯蚓堆肥（將蚯蚓飼養於受控制的環境中，以快速分解有機廢棄物）。

## 公民計劃的成功

加拿大新斯科細亞省 (Nova Scotia)，擁有 93 萬的人口，位於大西洋沿岸，自從 1990 年中期以來，已經成為一個公眾參與廢棄物管理相當成功的典範。積極參與的公民首先否決了不當掩埋場址如瘟疫般的擴散，之後，更以其熟稔的模式，否決政府計劃設置的每日處理 500 噸的都市廢棄物焚化爐。此時，有別於以往常見的刻意漠視公眾意見的行為模式，政府部門在一個備受尊崇且獨立的第三機構的協助下，安排了一個全省性諮詢過程。於是，一個由公民自主籌劃、並利用政府的研究數據於廢棄物減量回收體系及種種實驗計劃的嶄新管理計劃，於焉形成。這套管理計劃，甚至不把廢棄物當「廢棄物」，而是當作「資源」。在各種廢棄物組成中，這項公民計劃禁止了有機物及有毒物質直接進入掩埋場處置。在新斯科細亞省的首府哈利法克斯 (Halifax)，他們更進一步地要求那些無法堆肥的骯髒有機物，必須先行篩出有毒物質，並在掩埋之前使其安定化。





這項計劃要求全省在五年內達到 50% 的轉向率，而該省更在期限前九個月達到目標，且轉向率也持續增加當中。哈利法克斯擁有該省 40% 的人口，已經達到 65% 的轉向率。追根究底，致使新斯科細亞省成功推動計劃的因素包括：

- 在全省建立 90 個定點回收中心，促使飲料罐回收率提昇達 84%。
- 規定每個飲料罐的押瓶費為 10-20 分，其中半數的費用在消費者送回這些瓶罐時取回。
- 將路邊回收服務的觸角延伸至全省 100% 的人口。
- 禁止若干可回收的物品進入掩埋場（如可堆肥的有機質、金屬及玻璃罐、HDPE 塑膠、新聞紙及紙板等）
- 使全省 75% 的人口享有可堆肥的有機質之路邊收集服務。
- 實施全省性的教育宣導活動。
- 建立廢輪胎管理計劃，從全省 900 家的輪胎經銷商收集廢輪胎，然後集中送至新的回收場處理。
- 與新聞紙業者、乳品業者、及藥品業者（關於其用過的銳器及針頭）建立專責管理協議。
- 由企業主贊助，建立全省性用過染料回收計劃，並於 2002 年 6 月 1 日開始實施。

由於這些方案的執行，使得該省於 5 年內回收超過 10 億個飲料罐；且自 1997 年以來，回收了 350 萬個廢輪胎；並在回收產業中創造了 1,000 個工作機會。這套方案並非完美，但它證明了一個非以處理技術為主的都市廢棄物系統可以實施得多麼快。更重要的是，其擁有人民的主動參與。「我們策略的成功與長久，主要是因為與民眾互動的結果。」新斯科細亞省的固態廢棄物－資源管理經理：巴里·富瑞森 (BARRY FRIESEN) 如是說。<sup>125</sup>

嚴格的有機質分類計劃（最好能從源頭開始），能以最少的投資，減少大約一半的垃圾問題。然而，為能使堆肥可用及符合市場需求，必須使其不含有毒物質。故生產者延伸責任計畫（見下節）及有毒廢棄物個別收集是必需的，以防止有毒物質與有機物質混雜。



## 若干國家的廢棄物成分<sup>126</sup>

(百分比，以重量計)

地點	有機質	紙張及紙板	塑膠及橡膠	玻璃	金屬類
阿根廷(布宜諾賽利斯)	38.4	24.1	13.8	5.2	2.5
巴西	52.5	25.5	2.9	n/a	2.3
埃及(開羅)	46	21	4	2	2
芬蘭	41	37	5	2	3
香港	37.0	26.6	16.0	3.4	3.1
印度(德里, 低收入區)	65 - 71	4.8	4.1	2.9	n/a
印度(德里, 高收入區)	79 - 84	6.3 - 9.0	7.1 - 8.65	0.85 - 2.2	n/a
愛爾蘭	15.1	58.6	10.6	3.4	1.7
日本(宇都宮, 鄉村區)	62	17	12	n/a	n/a
日本(宇都宮, 都會區)	55	22	12	n/a	n/a
約旦	61	23	4	4	3
馬來西亞	32.0	29.5	18.0	4.5	4.3
尼泊爾(加德滿都)	67.5	8.8	11.4	1.6	0.9
菲律賓(馬尼拉)	42	19	17	3	6
波多黎各(聖胡安)	30.5	16.0	37.8	4.4	6.5
俄羅斯(伏爾加格勒)	31.7	37	5.2	3.7	3.8
南非(開普敦)	60	15.8	11.4	5.7	3.4
台灣	27.76	26.37	23.35	7.31	3.73
泰國(曼谷)	29	11	19	10	n/a
英國(漢普夏)	30.3	32.5	12.8	4.2	5.1
美國	23.0	38.1	10.5	5.5	7.8

注意：本表僅供參考用，因為資料來源的方法、定義及可信度有明顯的差異，若要在此作比較有其困難。而且，並非所有的類別都包含在內。此表格所排除的類別中較重要的有紡織類、惰性物質（如燃料後的灰燼）、皮革及其他「無法分類者」。



如同有機物可以透過堆肥在經濟體中循環，合成材料與產品也可透過回收而形成封閉迴路在經濟體中循環。雖然這個部分的廢棄物比有機質少一點（對大部分國家而言），但可回收品卻是永續的廢棄物管理計畫的經濟得以成功的關鍵。回收除了可以減少廢棄物，並藉此取代原物料，以減輕自然資源的壓力外，還有許多其他好處。回收可以提供可觀的收入及工作機會。由於南半球國家的回收工作多半仰賴非正式部門，故而很難獲取有關就業情形的確切統計數字。而在北半球國家，對於回收的就業效益早已羅列成冊。在美國，光是可回收物品的分類工作，每一公斤的廢棄物可提供的工作機會 1.0 倍於焚化爐及掩埋場所能提供者<sup>127</sup>；而全美國從事回收事業的大約有 1,100,000 人，每年薪資總額達 370 億美元。<sup>128</sup>而這樣的經濟刺激也反映在回收事業所繳的稅，國家每年直接歲入達 129 億美元。<sup>129</sup>而其所能提供的工作機會在許多工資較低的國家可能又更多。

英國有個野心勃勃的研究「不只是回收」(Beyond the Bin)，企圖比較回收、焚化及掩埋的財務成本及獲益分析。由於不同處理體系的多樣性與必須考慮的外部因素的數目<sup>131</sup>，導致了各處理體系的成本差異極大；而這份報告的結論認為，回收的成本應較掩埋方式為低，且比焚化便宜許多。<sup>132</sup>另一份近期的研究則以歐盟的堆肥、掩埋及焚化作比較，儘管成本差異極大，結果仍發現焚化為最昂貴的一種方式。<sup>133</sup>

固態廢棄物與可回收物的收集之進步，只是成功的回收經濟之一小部份；回收也對工作機會創造及促進經濟發展有著重要的貢獻。回收使得收集、加工、及仲介回收物料的事業，以及製造與行銷再生產品之公司，得以創造與擴展版圖。不少研究資料顯示，回收事業帶來了數十億美元的資金，也創造了數以千計的工作機會。比如，一份 1995 年的北卡羅來納州回收就業研究報告，證明了回收活動至少提供了該州 8,800 個工作，而這些工作大部分來自私部門。研究中也發現：回收事業是正面的工作機會創造者，州內每由回收事業提供 100 個工作，預估僅約有 13 人會從固態廢棄物清運、處理及原物料開採提取的行業裡失業。

— 美國環保署<sup>130</sup>

## 生產者延伸責任

回收工作的最大障礙，或許比起拋棄物的混合來得更難以克服的是，許多產品設計之初並無考慮可輕易拆解及重複使用的目的，這樣的問題並無法在產品生命終期時解決。做為廢棄物減量之經濟誘因的生產者延伸責任，是這近幾年愈來愈普遍的政策措施。其基本概念是，企業責任並非隨著產品賣出後就結束，他們必須負起其產品整個生命週期的物質或財務責任。

---

生產者延伸責任計劃，主要是為了避免製造者將產品成為廢棄物時的處理成本外加到政府及消費者身上的機會。假如執行妥當，生產者延伸責任將創造一回饋機制，驅策公司停止生產那些含有害成分而無法回收及無法重複使用的產品。假使生產者在產品使用壽命終了時，必須回收產品與相關的包裝材，他們就有一個強烈的誘因去重新設計產品，以減少毒性並使之可輕易回收。生產者延伸責任使得產品的生命週期成為封閉迴路，強迫生產者重新設計產品以避免難以解決的廢棄物處理問題。另外，生產者延伸責任也已被運用於包裝<sup>134</sup>、耐久商品如汽車<sup>135</sup>、輪胎、電子產品及家戶用藥上<sup>136</sup>。即便不夠完美，生產者延伸責任計劃在促進較清潔的產品設計與減少浪費物質上，已展現其相當的潛力。

### 產品禁令

---

在某些情況下，生產者延伸責任可能無法執行，其原因不外是產品為進口的，並且主要透過非正式部門銷售，要不就是政府本身無能執行製造者收回制度。儘管如此，此原則仍是重要的，即必須禁止消費性商品的製造者，將產品使用壽命終了的處理責任變相加諸於當地社區身上。在這種情況下，直接的產品禁令是明智的。倘若產品及包裝為整個社會而非生產者本身帶來廢棄物問題時（無法回收或有害廢棄物），則應直接禁止其進入經濟體。許多種類的包裝，如P E（聚乙烯）手提袋，有其現實性的回收困難，就應該用可重複使用或至少是可回收的包裝材來取代。對於如P V C（聚氯乙烯）及重金屬等在其生命週期的每個階段都會產生問題的物質，施以產品禁令也是洽當的。<sup>137</sup>

透過生產者延伸責任及產品禁令的實施，以將那些產品及物質從廢棄物中消除，可能會有其正面的功效。一項研究指出，禁止PVC產品問世，將使得其他產業為取代PVC產品而擴張，而導致就業的大幅淨成長。<sup>138</sup>

### 轉向率及零廢棄物

---

家戶廢棄物管理政策是否成功，常以「轉向率」(diversion rate)作為量度標準，意即廢棄物被減量或從掩埋或焚化被轉向其他生產用途的比例。但這並非是個完美的量度，因為其通常很難量化那些被避免產生的廢棄物，但仍可當作後端（後消費者）管理方案的一個有用的效益指標。只要採用如分類、堆肥、重複使用、及回收等標準方法，明顯地大多數國家的大部分廢棄物都可被轉向。在北美，整體而言其轉向率早已超過50%；而在某些地方，更高達70%或者更高。然而，若僅使用一般末端技術來管理都市拋棄物的話，要達成100%的轉向率並不可能。

只要廢棄物管理公司持續從廢棄物處理中獲利，且其他公司可以規避他們的廢棄物及報廢產品的處理責任，這些龐大的財務誘因將會使得更多的垃圾進入焚化爐或掩埋場，這就必須透過積極的產品禁令及生產者延伸責任政策來解決。將這些前端解決方案與分類的收集體系、密集性的回收及堆肥相結合，可讓都市廢棄物的特





## 都市拋棄物轉向率的案例<sup>140</sup>

以下例子，為都市廢棄物的轉向率（包括重複使用、回收、及堆肥）較高的都市、郡縣及國家。這些例子顯示了可達到高轉向率的都市拋棄物管理體系，在許多不同的國家都是可行的，即使各國有著不同的經濟背景及物質條件。不幸的是，南方國家可得的統計資料太少，這並不表示這些國家缺乏回收制度，事實上，已知在巴西、埃及、法屬哥德洛普島 (Guadeloupe)、印度及菲律賓等國，還有為數不少的國家，都有成功的回收計畫在進行。資料的付之闕如，倒不如說，其反映了一個事實，即那些地方人們極少試圖去收集可供比較的資料罷了。

地點	轉向率 (%)
埃及開羅 薩巴林服務區	85
紐西蘭 奧坡提基區 (Opotiki)	85
義大利 迦索 (帕度亞) (Gazzo (Padua))	81
安大略 特倫頓 (Trenton)	75
義大利米蘭 貝魯斯科 (Bellusco)	73
荷蘭	72
加拿大安大略 諾森伯蘭郡 (Northumberland County)	69
安大略 西德尼 (Sidney)	69
加拿大愛德華太子島東方太子城	66
美國緬因州 布斯灣 (Boothbay)	66
加拿大哈利法克斯 (Halifax)	65
美國新澤西州 查坦 (Chatham)	65
美國維吉尼亞州 瀑布教堂市 (Falls Church)	65
愛爾蘭 哥爾威 (Galway)	63
安大略 貝爾維爾 (Belleville)	63
澳洲 坎培拉 (Canberra)	61
美國華盛頓州 貝爾維 (Bellevue)	60
加拿大安大略 圭爾夫 (Guelph)	58
紐西蘭 吉斯本區 (Gisborne)	57
美國新澤西州 克立夫頓 (Clifton)	56
美國科羅拉多州 洛弗蘭 (Loveland)	56
丹麥	54
美國新澤西州 柏根郡 (Bergen)	54
美國麻州 烏斯特 (Worcester)	54
美國麻州 列弗瑞 (Leverett)	53
美國密西根州 安亞伯 (Ann Arbor)	52
美國德州 克羅克特 (Crockett)	52
美國新罕布夏州 多佛 (Dover)	52
紐西蘭 開柯拉區 (Kaikoura)	52
瑞士	50
加拿大新斯科細亞省	50
美國奧勒崗州 波特蘭 (Portland)	50
美國威斯康辛州 麥迪遜 (Madison)	50
美國威斯康辛州 非契堡 (Fitchburg)	50
美國加州 維沙里亞 (Visalia)	50



性及數量大為改變，更可讓轉向率達到 100%。這個重大的社會嶄新願景稱之為「零廢棄物」或「零垃圾」，並已在世界各個不同角落裡獲得熱烈迴響。<sup>139</sup>自從 1999 年以來，約 45% 的紐西蘭地方政府已採取了零廢棄物的目標；而零廢棄物也相繼為澳洲、加拿大、英國及美國等國的地方政府，西澳及加州的州政府（後者的人口為 3,500 萬）及南非的中央政府所認可推行。

## 趨近於零：邁向零廢棄物計畫的步驟<sup>141</sup>

零廢棄物是一種都市廢棄物管理方式，其透過廢棄物減量、產業重新設計、堆肥、回收、及重複使用的複合式計劃，以達到 100% 轉向率的目標。沒有那兩個零廢棄物方案是相同的，也沒有那一種方法可以行遍天下，但以下所列十點，可適用於那些追求零廢棄物未來的大部分社區：

1. 採行零廢棄物目標：即沒有廢棄物會進入掩埋場或焚化爐。
2. 尋求大眾投入，包括非正式部門的市民參與，常有決定性的影響力。
3. 大範圍訂定可重複使用、可回收及堆肥（特別是幾種等級的紙類及所有的有機質）的物質，並使這些東西從混合的廢棄物中分類出來。
4. 堆肥，其為達到 50% 或更高的轉向率關鍵之所在，而且也是極具成本效益的一種方式。
5. 使計畫能夠便民參與，愈多民眾參與，則愈多物品能從廢棄物中回收。
6. 制定經濟誘因以獎勵垃圾減量及資源回收，如降低可回收物及可堆肥物的清運費，以及以量計價的收垃圾費用。
7. 制定法規以改善回收業與回收相關產業的環境，例如：禁止可回收物進入焚化爐及掩埋場，禁止無法重複使用、修理、回收或堆肥的產品問世；且要求新建建築物須重複使用及回收建材。
8. 開發回收材與產品的市場，特別是當地的製造者。政府的收購將是創造回收商品需求的利器。
9. 要求生產者收回使用壽命終了的产品及包裝材（生產者延伸責任計畫）。
10. 教育推廣是促成持續參與的重要因素。

## 醫療事業廢棄物

醫療事業廢棄物（Health Care Waste）通常被定義為醫療院所產生的所有廢棄物，例如醫院、診所與門診中心，且通常也包括來自獸醫院、殯儀館及備藥或處理人體組織的實驗室等的廢棄物。雖然醫療事業廢棄物只佔所有廢棄物的一小部份（以美國為例，不到 2%），<sup>142</sup>但由於它對人體健康的危害而引起人們極大的關注。由於醫療院所產生的廢棄物種類繁多，故而成為極端複雜的問題，極需解決。需格





外謹慎的醫療事業廢棄物包括那些具有潛在感染性（也稱為生物有害性）的物品、銳器（針頭、手術刀及其他可切割皮膚的物品等）、含汞的廢棄物、核子醫學的輻射廢料、藥劑、具遺傳毒性與細胞毒性的化療藥品、及由實驗室、X光顯影及其它醫學技術等所產生的多種化學有害廢棄物。

由於醫療事業廢棄物廣受關注，且醫療廢棄物焚化爐也被確認為戴奧辛及汞的空氣污染排放的主要來源，因此全世界有不少團體都在處理這個議題。所以那些希望能夠改善環境表現的醫療院所，有一大堆的經驗可資借鏡。「無害健康照護組織」（Health Care Without Harm, HCWH）是個特別有用的網絡，其由來自全球超過 300 個醫療提供者及非政府機構所組成的國際聯盟，致力於消除從醫療部門來的污染（有關 HCWH 的聯絡資訊請查閱資源章節）。HCWH 的會員團體，來自超過 40 個已工業化、低收入及中收入國家，並分別在那些國家中的各種不同條件下工作。

由於醫療院所的環境條件相當不同，包括財務狀況、技術人員、基礎設施的取得及所提供的治療等，因此，沒有那一個醫療事業廢棄物的管理方案適用於所有醫療院所。儘管如此，仍有數個原則是各個具不同背景的有效解決方案所共同擁有的。<sup>1 4 3</sup>

在一個執行源頭分類已經頗上軌道的醫療院所中，那些需要特別處理的廢棄物不會超過所有廢棄物的 15-20%。換句話說，醫療院所產生之所有廢棄物的 80-85%，是與一般都市廢棄物相似的，其包括餐廳廚餘、辦公室用紙、包裝... 等等。只要它們與較為有害的廢棄



上：焚化爐經常成爲一種將所有種類的廢棄物混合並燃燒的方便手段，而阻礙了永續的醫療廢棄物管理。攝自印度喀拉拉。(Kerala, India, 2002)

中：焚化爐的排放不僅對全球環境造成威脅，這些排放物也危及工人與附近的人們，包括病人與附近居民。在此圖中，一位焚化爐操作人員戴著機車安全帽，而不是呼吸防護具。攝自印度旁遮普。(Punjab, India, 2002)

下：破掉的灰渣卸出口與阻塞的空氣入口，於一個操作僅一年的醫療廢棄物焚化爐。攝自印度喀拉拉。(Kerala, India, 2002)

© Photo by S.A.H Kangazha and S.A.H.Kattakkada

物分開存放，就可以比照任何其他都市廢棄物來處理。因此，一套良好的醫療院所廢棄物管理制度，必須立基於嚴格且保持良好的源頭分類計劃。

其他需要特別注意的種種廢棄物也需要嚴格的源頭分類。一旦潛在感染性廢棄物（通常稱為「紅袋」廢棄物）與非感染性廢棄物混合，則所有的垃圾便非得視為具潛在感染性不可。同樣的，那些分開處理容易的化學危害物，如果與其他廢棄物混合或結合，則可能引起大麻煩。因此，醫療機構應使其廢棄物能夠明確區分成多種類別且能分開操作處理。

感染性廢棄物通常被認為需以焚化處理。事實上，有數種滅菌技術已可取得且已被廣泛使用。以焚化來處理感染性廢棄物是一種殺雞卻用牛刀的做法，因為焚化不止殺死重要的病原，同時也摧毀它們所棲息的物質。<sup>144</sup> 其他技術，如微波、高壓蒸汽滅菌鍋與其同類技術，則只殺死病原，卻不使廢棄物產生化學變化，因此避免了許多由焚化所引起的環境問題。這些技術皆已上市，並已廣泛應用於醫療部門，其比焚化爐容易維修且較好操作，且在許多方面來說更為便宜。<sup>145</sup> 從無害健康照護組織的文件「非焚化的醫療廢棄物處理科技」中，我們可以找到各種不同技術的評估。<sup>146</sup>

對於那些有害的醫療廢棄物，特別是銳器，在滅菌之後，必須確保不被重複使用、撿拾或其他形式的人體接觸。在沒有安全的掩埋場的地方，WHO 建議以封裝的方式，即將類水泥的物質填入這些銳器容器中，使銳器不能移動而無用。<sup>147</sup> 皮下注射針頭的重複使用，雖可減少廢棄物的數量，但已被證明與感染率攀升<sup>148</sup> 有關，因此是少數有絕佳理由去使用可拋式用品的例子之一，並產生一定數量的無可避免的廢棄物。然而，必須注意的是，這些銳器一般只佔醫院產生的廢棄物的 1% 或更少。<sup>149</sup>

「醫療廢棄物焚化處理，是將潛在的生物問題轉變成實際的化學問題。」

—柯保羅博士

在化學危害物方面，「減量、重複使用及回收」這套老規則，相當適用於醫療衛生部門。許多化學危害物，例如汞，可被減少以致消除。

汞被廣泛應用於醫療設備，包括溫度計、血壓計及餵食管等。在正常使用狀況下，汞完全被含在設備裡面，但總有破漏的情況。當汞釋出，對鄰近的人，包括病



一個操作中的小型高壓蒸汽滅菌鍋。  
© Photo courtesy of Neil Tangri



人及醫護人員，將產生立即性的威脅。而汞回收後常常不是被倒到污水下水道，就是與感染性廢棄物混雜，而導致其排出到環境中。由於汞是元素，故不會被任何形式的廢棄物處理所分解。因此，避免汞排出的唯一方法，就是不用含汞的設備。幸運的是，取代含汞設備的一些不錯的產品目前已上市，且在實際使用後都顯示相當或更加的效益。<sup>150</sup>事實上，許多行政區目前已禁止含汞溫度計的販賣。

而其他目前尚無較佳替代品問世的化學物質，也可以有效又經濟地予以回收。比如用在 X 光顯影與定影的化學物質，就是如此。這些顯影定影用的化學物質因為含銀，故能於回收後產生淨利。其他的實驗室化學物質，例如二甲苯 (xylene)，可以再純化後重複使用，如此不僅可避免化學廢棄物的排出，又無需採購額外的化學品，一舉兩得。

化療藥品特別需要注意，因為其毒性效力非比尋常且具有高化學穩定性。這些藥品有少量來自於未用完的藥方，有大量來自於過期藥品。而在注射筒、藥罐、靜脈導管及其他儲存及管理這些化療藥品的

設備中，也可發現微量的化療藥品存在。這些化學藥品（即使只有微量）絕不能送到一般滅菌設備（好比高壓蒸汽滅菌鍋），因為這些設備無法分解它們，即使大部分的焚化爐也無法完全地分解它們。WHO 建議，如果化療藥品要以焚化處理，那麼焚化爐必須有兩個爐室，第二爐室必須能達到 1,200°C，且要有兩秒的停留時間。

<sup>151</sup> 如果沒有如此操作，將會導致這些效力極強的毒素直接排放到環境中。WHO 同時聲明焚化並非處理化療藥品的良方。<sup>152</sup> 醫療院所最好將未用完的化療藥品退回給廠商，讓廠商將之再製，或者以比醫院更為嚴格的控管方法來處理之。而當與提供藥品的廠商訂定合約時，可將諸如由廠商負責回收的條款列入合約當中。

對於醫療衛生部門的廢棄物及毒物減量的重視，可從 1997 年由美國醫院協會 (American Hospital Association) 與美國環保署所簽訂的備忘錄中一窺端倪。在這項協議中承諾將於西元 2005 年前將全部廢棄物減量 1/3，且於 2010 年前減量 50%；並於 2005 年完全消除含汞的廢棄物，及盡量減少具持久性、生物累積性、與毒性的污染物（簡稱 PBT，為 Persistent、Bioaccumulative、Toxic 的縮寫）的生產。<sup>153</sup>



在南非 Ngelwezane 醫院院內的焚化爐正在燃燒未分類的廢棄物。  
© groundWork

## 終結醫廢怪獸

雖然數量很少，但醫療事業廢棄物所帶來的挑戰至深且鉅。在有良好法規與嚴格監督的地區，醫療事業廢棄物的操作、運輸、處理及處置，往往需要投注昂貴的心力。在基礎建設不健全的其他地方，可能沒有現成的基礎設施來供醫療事業廢棄物處理與處置時使用。不論何種情形，將重心放在廢棄物減量與低科技處理，就能大為減少問題。

擁有多個院區、特殊照護病房、及超過 1,200 個病床的貝斯·以色列 (Beth Israel) 醫院，是紐約市的主要醫療中心。就像 90 年代的許多美國醫院一樣，它面臨了社會大眾及政府法規對於醫療事業廢棄物處理的日漸關切，貝斯·以色列醫院遂決定聘請一個專職的醫療事業廢棄物經理人，執行一套綜合的廢棄物管理策略，包括：

- 減少醫護人員「過度分類」的傾向，好比說，將不具潛在感染性的廢棄物視同感染性而丟入紅袋中。
- 回收紙張、紙板、報紙、雜誌及其他物品。
- 醫學技術等所產生的多種化學有害廢棄物。透過實驗室化學物質的自行回收，以及減少聚氯乙烯、汞的使用等，以達毒性減量的目的。
- 購買環境友善的產品。
- 以非焚化方式就地處理廢棄物。

貝斯·以色列醫院這套方案的成果，可用數字來說話：「紅袋」（潛在感染性廢棄物）減少了 2/3 的數量（這家醫院最大部門每年減量超過 630,000 公斤），這也反映在每年省下的 100 萬美元的成本，佔了該醫院的廢棄物管理預算的 70%。<sup>154</sup>

另一家與貝斯·以色列醫院的規模環境恰成極端對比的醫院，是印度菩那 (Pune) 一家僅有 12 床的小型但忙碌的婦產科醫院。其發現只要簡易的庭園堆肥技術，就可滿足他們的需求。這家婦產科醫院只產生少量的銳器；其潛在感染性廢棄物主要由胎盤及衛生棉所組成。這家醫院並沒有把這些廢棄物送往該市的焚化爐處理，而是在後面的停車場蓋了兩個 1 立方公尺的小堆肥箱。在三年內，這兩個箱子就消化了 11,500 張衛生棉、860 個胎盤及 800 次手術所產生的包紮材料等，並只產生了一些黑黑厚厚的，像泥一樣的堆肥。甚且，這些堆肥在經過病原檢測後，發現它比一般土壤來的乾淨。例如，當 B 型肝炎病毒被注入到堆肥箱內，只能存活兩個星期，而在一般土壤裡則可存活四個星期。這兩個堆肥箱既沒臭味又不顯眼，且其單一投資成本，大約相當於將醫療事業廢棄物送往焚化處理的一年成本。<sup>155</sup>

將焦點放在避免廢棄物產生、良好的分類實務及非焚化處理技術，能夠大為減少醫療事業廢棄物的範疇及危害；這些將直接反映在降低的成本、較少的管理問題、以及較乾淨的環境上。





當處理醫療事業廢棄物時，需特別注意工作人員的健康及安全。一般在醫療機構工作的人，包括護士及清潔人員，往往是不當處理醫療事業廢棄物時風險最大的族群。銳器在產生源及其在醫院內的移動過程中，會造成最大的感染風險。焚化並無法減少這些風險，但卻鼓舞了輕忽分類的態度。一套嚴密的銳器分類管理方案，對於工作人員的安全來說相當重要，但所有廢棄物將以焚化處理的認知，卻危害到這套方案的根基。

因此，醫療事業廢棄物是可以同時去大幅減低它的量及毒性，而某些成分如潛在感染性銳器及過期藥品等，在可見的未來會不斷產生，但這些其實不需焚化便可以輕易地予以管理，而且也不會產生其他的環境問題。

## 有害及事業廢棄物

事業廢棄物，不論有害和無害，主要是來自製程的殘餘物。因此要解決事業廢棄物問題，最自然的就是在生產過程本身尋找答案。同時，對產品設計需要一套嶄新的思惟與態度，以確保這些被拋棄的產品可以輕易且安全地回收。清潔生產即是將兩個原則合而為一。

清潔生產，是將現階段產品及生產設計的標準加以轉變的典範。它首先由產品的重新設計開始，去避免有害物質及過多原料的使用。另外同樣重要的是重新設計生產過程，來避免有害廢棄物以及盡量減少廢棄物總量。清潔生產企圖以有效率的、無害的、且有用的生產過程及產品，來模仿自然生態中物質的流動方式。以材料、能源及用水來說，當地的物質流動其實是最有效率的，因此清潔生產支持明智而審慎地使用與消費當地的資源。為了達到維護人體健康、生態完整、及文化多樣性的目標，清潔生產鼓勵將預警、預防及民主原則運用於生產與消費。

清潔生產主要著眼於產業製程重新設計，以避免有害廢棄物的產生。無害的事業廢棄物，因為成分較不複雜、品質一致、且在特定場所產生一定數量，因此比起一般家戶垃圾來說，通常較容易回收及循環利用。換句話說，它們通常已經先有效地分類，因此可以很容易地把它們交給使用者、製造者或是回收商。事實上，現在在許多地區的物品交換可形成網絡中心，讓有些人想要丟掉的製造殘餘物或副產物，可以找到想要使用它們的人。<sup>156</sup>

「我們所面對的重大問題不能以當初問題產生時的思考模式來解決。」

— 亞伯特·愛因斯坦

---

## 清潔生產的四項原則如下：

- 1) 預警原則：「當一項活動對人體及環境產生傷害威脅時，必須採取預警措施，即使許多科學上的因果關係尚未能完整地建立<sup>157</sup>。」有關預警原則的更多說明，請見第三章（撲滅火焰）有關國際法的討論。
- 2) 預防原則：預防環境傷害，比企圖去「管理」或「治療」環境，要來的經濟且有效。預防原則要求檢視產品從原料提取到最後廢棄的整個生命週期。它直接鼓勵了開發較安全的替代品及發展較清潔的產品及技術。例如，預防原則要求改變生產過程及產品，去設計以能夠安全回收或堆肥的材質為原料的無害產品，以避免需焚化處理的廢棄物產生。
- 3) 民主原則：清潔生產與所有被產業活動影響的人有關，包括工人、消費者及社區。資訊取得及決策參與，配合權力與資源，將有助於民主掌控。清潔生產唯有當產品鏈上的工人與消費者能夠積極參與，才得以執行。
- 4) 整體原則：社會必須針對資源使用與消費，採取一套整合性方案。有效的環境議題分析不能過於零碎片段，相反地，分析必須能顧及整個系統。對於每個產品，消費者必須能夠取得關於原料、能源、及參與製造的人們的資訊。而掌握這些資訊，將有助於建立永續的生產及消費之間的連結。而整體原則對於要避免當解決老問題時反而產生新問題（例如，以基因工程改造的作物取代殺蟲劑），或是避免將風險由此處轉移至他處，也是不可或缺的。

「清潔生產是一種用於生產的概念性及程序性的方法，其要求產品生命週期或製程的每個階段，都必須以如下的目標來面對，即避免或盡量減少其對人體健康及環境的短期或長期風險。要使這個綜合性措施能夠達到永續社會的目標，整個社會的承諾是必需的。」

— 聯合國環境規劃署。

已有不少全球計畫，採行類似上述四項原則的方法，進行物質設計。包括「聯合國環境規劃署清潔生產計劃」（United Nations Environmental Program Cleaner Production Program, UNEP CPP）；「自然行跡」（The Nature Step），其為以某位瑞典癌症醫師所發展的一套原則為基礎的組織；以及由建築師、生態工程師所設計的各种產業生態計劃和環境設計方案，還有其他商業及學術計畫等等。提倡清潔生產的策略有：

- 量度及減少資源的使用與浪費。
- 建立與強化「知的權利」法（例如美國的「毒物排放清單及其他污染物排放及





運送登記」(Toxics Release Inventory and other Pollutant Release and Transfer Registries)。

- 實施產品生命週期評估。
- 環保標章。
- 加強生產者保護環境及人體健康的責任（例如產品收回制度，要求製造者收回使用壽命終了之產品之制度）。
- 課征生態稅，藉以處罰污染者並創造清潔生產的誘因。
- 重新設計以服務取代產品的產業體系。

清潔生產也包括使用當地可取得且適合文化的原料（推廣自給自足並減少對進口原料的依賴）。在不同的社會環境中，當地的經濟條件、處理合成拋棄物的技術能力、或甚至是氣候條件，都會影響清潔生產的樣貌。

## 清潔生產實務

### 無毒玩具：向使用清潔原料的目標邁進<sup>158</sup>

近來引起關注的一種添加於軟塑膠（PVC，聚氯乙烯）嬰兒玩具中的塑化劑，稱為苯二甲酸酯（Phthalate），已在玩具製造商、消費者及政府間引起一場國際性的辯論。關於苯二甲酸酯這種會隨著咀嚼而滲到嬰兒嘴巴裡的塑化劑，到底是安全還是危險，目前仍還在收集證據和辯論當中。同時，一些國家包括丹麥、瑞典、荷蘭、希臘、奧地利、法國及德國等，已經採取他們自己基於預警原則而制定的計畫，而禁止在軟性的嬰兒玩具中添加苯二甲酸酯。

如同丹麥環境部長在回應玩具產業所採取的合法行動時的聲明：『很不幸地科學證據往往總是在傷害造成後才能得到；而關於此案，其所關切的具有真實且具體的基礎。』<sup>159</sup> 消費者團體注意到光是禁止苯二甲酸酯，並無法杜絕其他可能也有害的新塑化劑之研發，或解決聚氯乙烯在生命週期中產生的其他危險（在製造聚氯乙烯原料時就會形成戴奧辛，而在燃燒聚氯乙烯時也會產生戴奧辛）。因此大部分的製造者轉而使用非聚氯乙烯的材料，以完全避免使用這些有毒合成樹脂。

### 乾洗：既不乾也不淨<sup>160</sup>

在美國，乾洗業向來被視為一種小型的、鄰近社區的產業，但全國將近 40,000 家的乾洗店卻成為氯化溶劑的最大用戶之一。氯化溶劑是和許多環境與人體健康影響有關的一類化學物質。乾洗業所使用的四氯乙烯（perchloroethylene, PERC），即為一種有毒且會危害環境的溶劑，其與乾洗工人所罹患的數種癌症有關。自從其會造成地下水污染並從住宅區建築物逸散排出的真相被揭露後，已促使乾洗業須負起更多責任並受到更多的限制。



今日美國已有數百家乾洗店不使用四氯乙烯，也有 3,000 家左右的洗衣店提供安全的、水性的「濕洗方式」。濕洗及液態二氧化碳，皆為大有可為且無毒的替代品，兩者都能有效去除污點，雖然濕洗方式主要靠的是洗衣師父的技術，而二氧化碳方式所使用的則是新型的，有時還算蠻貴的機器。

### 一點也不浪費

1997 年，當那米比亞啤酒公司 (Namibian Breweries) 決定在那米比亞內陸沙漠開一家蘆粟 (sorghum, 亦稱高粱) 啤酒廠時，它採行了一個新原則：「香純好酒，無化學添加劑，無污染，銷售更佳，工作機會更多。」該啤酒廠與一群專家們合作，投身於一套綜合方案，其模仿自然界物質循環的方式，將廢棄物設計成另一產品的原料。將釀造過程產生的酒渣拿來繁殖香菇（每週 400 公斤）及餵豬（每年 120 頭），豬糞則送到消化槽製造甲烷，而取代了薪柴。而為了這些額外系統所投入的 400,000 美元，在短短 4 年內就從系統本身回收。<sup>161</sup>

### 處理屯積之有害廢棄物的替代技術

清潔生產提供一個方法，用以消除有害的工業製程廢棄物，以及消除最後將成為垃圾的產品之有害成分。然而，清潔生產無法解決有害廢棄物的既有庫存問題。

屯積的有害廢棄物（也稱歷史廢棄物）如殺蟲劑、多氯聯苯、化學武器原料、及其它軍事廢棄物，在全球都可發現其蹤跡。而這些有毒的屯積物，只要一點點，就足以對鄰近社區產生威脅。至於持久性有機污染物，本質上其威脅也是全球性的。因此這些廢棄物的處理刻不容緩，而回收則不適宜。若使用焚化處理，則會產生如前面章節所述的問題，另外還有因為這些物質的危險本質所產生的獨特問題。例如，化學戰劑從煙囪排出，在許多案例中已有記載。<sup>162</sup>而處理這些廢棄物的唯一臨時方案，為透過能夠盡可能地避免額外的有害排放進入環境的技術。

### 民眾參與武器摧毀<sup>163</sup>

美國陸軍正打算花費超過 200 億美元，焚化 30,000 公噸的化學武器庫存。為此，陸軍計劃使用那座位於武器貯存社區的 4 爐室焚化爐。而那些住在武器庫存地點附近的居民，沒有人不指望這些該死的武器能立刻摧毀。然而，該如何處理這些武器，仍是個政府官員（包括軍方及文官）與關心焚化爐污染排放對健康的衝擊的民眾之間的一個複雜的大辯論。陸軍位於太平洋的卡拉馬島 (Kalama Island) 的第一座武器焚化爐，以及目前還在操作的猶他州土爾雷 (Tooele) 焚化爐，歷經火災、關廠、及從廠內漏出與煙囪排出化學戰劑等問題而困擾不已。

用焚化來處理這些世上最致命的化學物質是於 1980 年中期決定，而其中並無民眾的參與。除了所有焚化爐的共通問題外，化學武器焚化爐更有從煙囪排出化學戰劑的額外威脅。1991 年，「化學武器工作小組」（Chemical Weapons Working Group,





CWWG) 成立，其為一個宣揚安全的、非焚化的化學武器處理方式與民眾應參與決策過程的公民草根聯盟。

即使陸軍自己早在 1970 年代時，就曾以中和方式摧毀致命的化學戰劑，卻不管中和及其他非焚化處理方式的效益已突飛猛進，而拒絕考慮這些較安全的方法。陸軍對於這些有害廢棄物的處理仍然停滯在 1970 及 80 年代的思維，而無視於更安全、有效的技術的問世。

化學武器工作小組對於較安全且清潔的化學武器處理方式的宣導，於 1996 年開始有成果，該年美國國會通過立法，指示國防部確認、驗證並實施至少兩種非焚化化學武器處理技術。結果，組裝型化學武器評估 (Assembled Chemical Weapons Assessment, ACWA) 計劃從此誕生。

組裝型化學武器評估計劃對於軍隊來說，可說是一套全新的思維。計劃中包含一個對話平台，由軍隊決策者、州及聯邦環境管理者、民眾代表及草根環境運動人士所組成。這個採取共識決的對話平台，被授權以：1). 建立技術驗證標準；2). 確保清楚明確的溝通及資訊的流動；3). 共同監督技術驗證；4). 向美國國會回報調查結果與建議。

組裝型化學武器評估計劃所驗證的 6 種技術，有 4 個通過測試，並由對話平台建議實施。這些技術為：中和與生物處理；中和與超臨界水氧化 (supercritical water oxidation)；中和、超臨界水氧化、及氣相化學還原 (gas phase chemical reduction)；以及電化學氧化 (electrochemical oxidation)。而未通過驗證的兩種技術為：星技公司 (Startech) 的電漿弧光 (plasma arc) 及鐵勒達恩準將公司 (Teledyne Commodore) 的溶解電子技術 (Solvated Electron Technology)。

2002 年春，國防部使用中和法搭配生物處理法處理貯藏在科羅拉多州普布羅 (Pueblo) 的芥子武器；2003 年 1 月，國防部選擇以先中和法繼之以超臨界水氧化來處理貯藏在肯塔基州列治文市 (Richmond) 的裝有神經毒氣及芥子戰劑的武器；此外，現存的化學武器焚化爐可能以組裝型化學武器評估計劃中的技術加以改造。

同時，美國陸軍的焚化計畫仍然舉步維艱，其預定的大限早已超過，成本急劇攀升，法律訴訟層出不窮，陸軍的信用跌到前所未有的谷底，而技術的失敗則持續困擾著焚化爐設備的運作。

如果沒有來自化學武器工作小組的壓力，如果沒有美國國會的強制，國防部可能永遠也不會認真地考慮非焚化技術。但由於組裝型化學武器評估計畫的技術研究與驗證，幾個社區也許很快就有一套較安全、乾淨、快速且便宜的技術來處理化學武器。美國環保署已經發現，這些技術也可使用於許多有害廢棄物的安全處理，如多氯聯苯、殺蟲劑及其他污染物質。<sup>164</sup>

這就是民眾參與的成果。

### 有效的有害廢棄物處理技術，需符合以下標準：

- 能達到最大可能的破壞效率，並以最靈敏的分析技術來判定：注意「破壞效率」(Destruction Efficiency)一辭是考量到所有廢棄物的排放（排至空氣、土地與水），而「破壞移除效率」(Destruction Removal Efficiency, DRE)則只適用於空氣污染排放。一座焚化爐也許可以達到相當高的破壞移除效率，但它仍可能在考量全部的破壞效率上表現不佳。<sup>165</sup>
- 要能遏制所有副產物：任何技術都有可能產生有害副產物，因此讓這些有害副產物不會釋出到環境中是相當重要的。有些人將遏制能力稱為「持留 - 檢測 - 釋出」(hold-test-release)，這項理想的科技可將廢棄物及副產物遏制在一個受控制的環境裡；為了達到較高的破壞效率，而在此受控制的系統裡，對廢棄物進行再處理也是個理想的方案。
- 要能鑑定所有的副產物：若無法鑑定副產物的數量及毒性，那麼要評估該技術的效率，根本是不可能的。
- 不能有不受控制的排放：主管機關是在假設業者會表現良好的前提下，而准許其設施的操作許可，這個邏輯並不符合焚化爐操作的特性及經驗。用於摧毀有害廢棄物的預警措施意指，應盡力去避免有害廢棄物的排放，而非僅是管理而已。

有效系統的其他重要屬性還包括：必須在低溫及低壓的環境下操作；苛性溶液的使用愈少愈好；先進的監測系統，以提供一個值得信賴的安全工作環境。而焚化爐則完全無法符合上述標準。

沒有技術是完美無瑕的，也沒有任何設備總是可以完美地操作。這就是為何末端處理技術，儘管被證明是好的，但並不適合取代廢棄物預防及毒物減量的主要實作。然而，以下所列的種種技術，已展現其能以非焚化的方式，在受遏制與控制的系統裡處理屯積的有害廢棄物的能力；而其它目前仍在實驗室或實驗工廠研發的技術，在不久的將來應可獲得證明能成功摧毀有害廢棄物。



## 一些處理有害廢棄物的非焚化技術<sup>166</sup>

以下所列，為處理有害廢棄物的一些非焚化技術。此表並非廣泛詳盡，且這些技術也不一定適用於處理任何屯積的廢棄物。大部分技術還在修正及研發的階段，而且也還沒有完全商業化。儘管如此，表格中的這些技術已經通過草根運動組織及主管單位某種層次的審查。在此，GAIA 並不為以下任何技術背書。

技術名稱	流程說明	潛在優點	目前用途
鹼催化去氯	廢棄物與鹼金屬氫氧化物、氫氣及觸媒一起反應，而產生鹽、水與碳。	據聞高破壞效率。無戴奧辛形成。	已在美國、澳洲、墨西哥、日本、西班牙取得許可；已透過聯合國計畫驗證其處理多氯聯苯的可能性。
生物分解 (封閉槽體內)	在液體溶液中以微生物分解有機成分，需要高的氧/氮入料。	低溫、低壓、無戴奧辛形成、密閉的流程。	美國用以破壞化學武器中和物(neutralent)；具有處理其他軍事爆炸性廢棄物的潛力；一般用於商業化廢水處理。
化學中和	廢棄物與水及苛性溶液混合，一般需要二次處理。	低溫、低壓、受遏制及受控制的流程、無戴奧辛形成。	美國用以處理化學戰劑。
電化學氧化 (Silver II)	將廢棄物暴露於硝酸及硝酸銀中。硝酸及硝酸銀則於電化學槽中處理。	低溫、低壓、高破壞效率、可重複使用或回收流程入料、受遏制的流程、無戴奧辛形成。	美國考慮以此處理化學武器。已評估其在輻射廢棄物處理的使用。
電化學氧化 (CerOx)	與上項類似，但使用的是鈾而非硝酸銀。	同上，但而鈾的毒性較硝酸銀低。	在美國內華達大學有示範設備，考慮使用於摧毀化學戰劑中和廢棄物。
氣相化學還原	廢棄物暴露於氫及高熱中，可產生甲烷及氯化氫。	受遏制、控制系統，具再處理副產物的可能性。具高破壞效率。	在日本及澳洲已商業化，用於破壞多氯聯苯與其他有害廢棄物；美國目前正考慮用以摧毀化學武器；透過聯合國計畫驗證其破壞多氯聯苯的可能性。
溶解電子技術	使用鈉金屬及氨來還原有害廢棄物，以產生鹽及碳氫化合物。	具高破壞效率。	美國已商業化使用於處理多氯聯苯。
超臨界水氧化	讓廢棄物在高溫、高壓下溶解，然後以氧及過氧化氫來處理。	受遏制、控制系統，具再處理副產物的可能性。具高破壞效率。	美國正考慮使用於摧毀化學武器；已評估其在輻射廢棄物處理的使用。
濕空氣氧化	液態廢棄物在中溫及中壓下於水中氧化及水解。可能需要二次處理。	受遏制、控制系統，無戴奧辛形成。	供應商宣稱全球已有 300 套系統，用來處理有害污泥及廢水。

---

非燃燒技術已開始入侵傳統以焚化為主的廢棄物處理市場。氣相化學還原已經被加拿大、澳洲、及日本用於處理多氯聯苯的庫存。而美國政府也已採用生物處理方法來處理其化學武器庫存之一。聯合國所屬的兩個機構，聯合國發展規劃署 (UNDP) 及聯合國工業開發組織 (UNIDO)，也已展開一項重要的計劃，其目標明確地要移除那些妨礙使用非焚化技術處理持久性有機污染物的障礙。這個計劃顯示了聯合國體系及一些國家對焚化並不適合處理持久性有機污染物的觀點的支持。然而，仍存在著法規、技術及經濟障礙，阻礙了這些替代技術的實施。為了提供各國除了焚化之外的可行方案來處理屯積的持久性有機污染物，聯合國一些機構正於斯洛伐克及菲律賓，規劃一個規模完整的多氯聯苯處理示範計劃。這個計劃目前所考慮使用的技術包括氣相化學還原、鹼催化去氯、及鈉還原；雖然更多技術也可能納入考慮，如果其資訊可以取得的話。

用非焚化技術摧毀有害廢棄物，不能保證完全沒有問題。然而，某些技術確實可以做為處理許多商業廢棄物與軍事廢棄物的合理替代方案，否則，這些廢棄物終將難逃進入焚化爐的命運。

---

#### 本章建議閱讀資料：

- ANPED Clean Production Resource List, <http://www.anped.org/PDF/11spacecleanprsrlist.pdf>
- Connett, P., "Medical Waste Incineration: A Mismatch Between Problem and Solution," *The Ecologist Asia*, Vol. 5, No. 2, March/April 1997.
- Costner, P. et al, *Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants*, Greenpeace International Science Unit, October 1998.
- Crowe, E., and Schade, M., *Learning Not to Burn: A Primer for Citizens on Alternatives to Burning Hazardous Waste*, 2002.
- Geiser, K., *Materials Matter*. Boston: MIT Press, 2001.
- Health Care Without Harm, *Going Green: A Resource Kit for Pollution Prevention in Health Care*, 2001.
- Health Care Without Harm, *Medical Waste Treatment Technologies: Evaluating Non-Incineration Alternatives: A Tool for Health Care Staff and Concerned Community Members*, 2000.
- Health Care Without Harm, *Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies: A Resource for Hospital Administrators, Facility Managers, Health Care Professionals, Environmental Advocates, and Community Members*, August 2001.
- Health Care Without Harm, *Update on Pyrolysis: a Non-traditional Thermal Treatment Technology*, 2002.
- Kela, M. et al., *Managing Hospital Waste: A Guide for Health Care Facilities (Revised Edition)*, Srishti, New Delhi, 2000.
- McRae, G., *Eleven Recommendations for Improving Health Care Waste Management*, CGH Environmental Strategies, December 1997 (revised May 2000).
- Murray, R., *Creating Wealth from Waste*, Demos, London, 1999.
- Platt, B., *Resources up in Flames: The Economic Pitfalls of Incineration versus a Zero Waste Approach in the Global South*, Global Alliance for Incinerator Alternatives, 2003.
- Srishti, *Hospital Waste: Time to Act; Srishti's Factsheets on 8 Priority Areas*, New Delhi, 2000.
- Thorpe, B., *Citizen's Guide to Clean Production*, Clean Production Network, August 1999.
- Wingspread Statement on the Precautionary Principle, published in *Rachel's Environment & Health News*, #586, February 19, 1998, [www.rachel.org](http://www.rachel.org)





### 第三章：

## 撲滅火焰



民眾們在 2002 年 6 月 17 日，即第一次的反廢棄物焚化的國際行動日，抗議浪費與焚化資源的行為。 © FoE Derby

一個城市接著一個城市，一個國家又一個國家，焚化工業已證明它自己是多麼不受歡迎。既存的與提議中的焚化爐，經常地遇到來自當地居民與公益團體的直言反對。大眾成功地關掉操作中的焚化廠、或防止新的焚化廠的興建的案例已有很多。焚化所受到的廣泛抵抗，已成為大眾拒絕這項科技的證明。短期看來，大眾的拒絕並不總是代表政府的拒絕，這是由於該工業以其他的因素影響了政府。但長期來看，隨著國家禁令與國際公約的生效，公民對焚化爐的反對已逐漸化為法律條文。

### 美國焚化爐興衰史

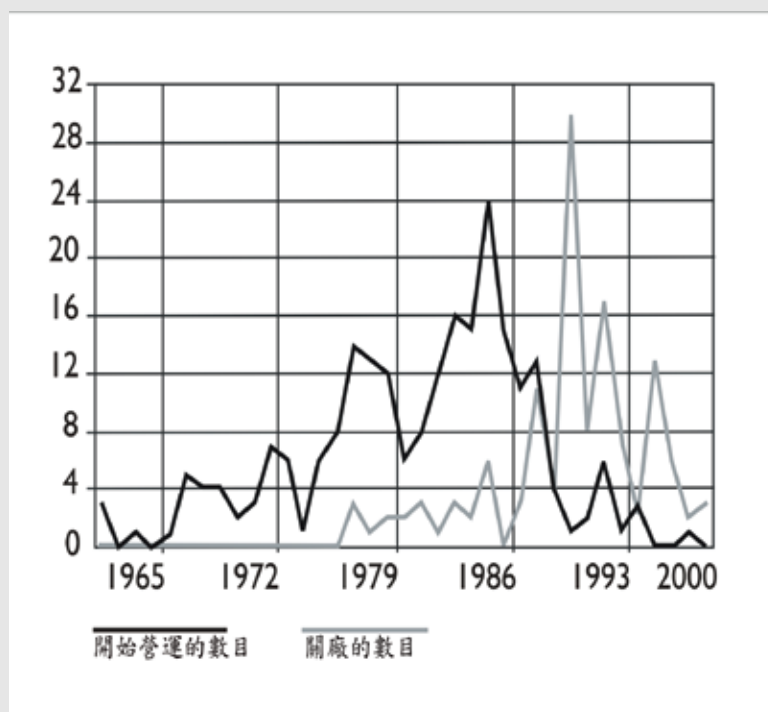
在美國，焚化爐產業的急劇崛起與式微是個極富戲劇性的現象。雖然該國在 1885 年就蓋了它的第一座都市垃圾焚化爐，但直到 1970 年代以前，當眾多因素匯集而促成了數百個都市和醫療廢棄物焚化爐計劃案之前，焚化還只是一個微不足道的產業。這些因素包括抵稅、保證售電量、掩埋場危機意識、以及在面對民眾反對與成本不斷上升而瓦解的核能產業。<sup>167</sup> 當新的核能廠訂單枯竭時，大型工程公司就

去找尋同樣浮誇的公共工程計劃案，以使得它們能夠繼續從政府的補助上獲利。對那些公司如西屋、奇異、Babcock & Wilcox、以及 Combustion Engineering 而言，都市廢棄物焚化就是答案。<sup>168</sup> 如果要說什麼是民眾激烈反對的產業，毫無疑問的，焚化是僅次於核能，而許多同樣的公司建造這兩種工廠。

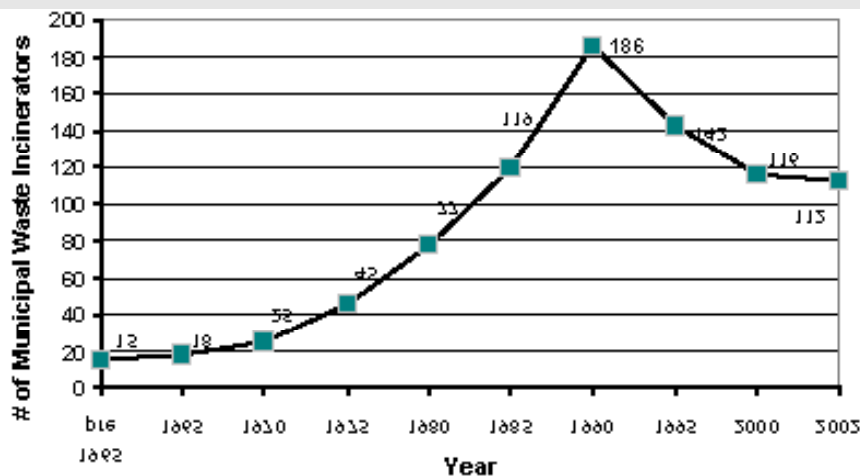
同時，廢棄物的海拋造成醫療廢棄物在海濱沖洗的事件時常上演，並受到了廣泛報導，而導致一些頗受歡迎的海水浴場因此關閉。加上人們才剛剛意識到有 HIV/AIDS，而引起大眾對醫療廢棄物的更多關心與加強處理的要求。許多醫院，因害怕傳佈感染性疾病、或招致訴訟、或只是名譽損壞，而在院內設置醫療廢棄物焚化爐，不僅用來處理醫療廢棄物，同時也毀去了醫院在廢棄物上的指紋。皮下注射器或繃帶有可能追蹤到其來源醫院，但是焚化後的灰渣則沒有辦法。

結果，在 1980 年代，美國的焚化爐興建戲劇性地起飛。但這趨勢只延續了十年多。到了 1990 年，焚化已明顯到達了頂點，並自此受到極度萎縮。比如，操作中的都市廢棄物焚化爐的數目在 1991 年達到了頂點，為 171 座，然後此後的 10 年則穩定的下降。<sup>169</sup> 焚化的快速擴張已引燃了美國史上最大與最有效的草根環境運動。<sup>170</sup> 在大約 15 年的時間中，這些大部分為志願性運動人士的鬆散連結網絡已成功地停止了全國各地 300 多座都市廢棄物焚化爐計劃，並導致了愈來愈嚴格的空氣排放標準，有效地消滅了美國都市廢棄物焚化爐產業。<sup>171</sup>

美國每年之都市固態廢棄物焚化爐 開始營運與關廠的數目<sup>172</sup>



## 美國運轉中的都市固態廢棄物焚化爐<sup>173</sup>

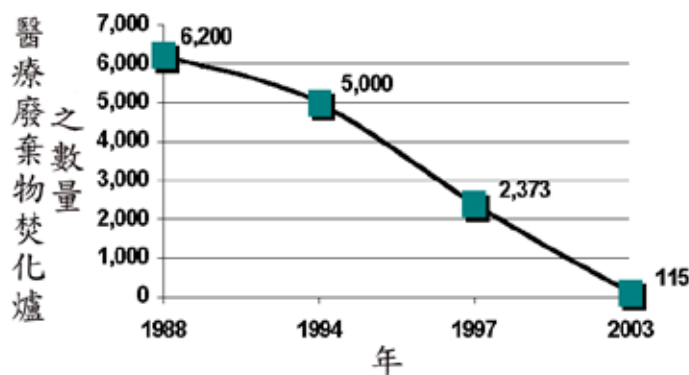


這些運動份子常被嘲弄為鄰避份子（不要在我家後院）：即一群不願分擔現代科技負擔的自私份子。雖然許多人是在他們覺得自己的健康與安樂受到直接威脅後才正視這個議題，但他們很快地了解到這是個全球性的問題，並開始從事政策層次的工作。由於大眾的壓力，美國的許多州與地方政府通過了焚化爐的禁令與限制（參閱附錄 B），且聯邦政府也於 1987 年開始管制焚化爐的空氣排放。此導致了大部分小型焚化爐的關廠。醫療廢棄物焚化爐的例子尤富戲劇性。在 1980 年代，沒有人知道美國到底有多少座操作中的醫療廢棄物焚化爐，但是美國環保署在 1988 年估計大約有 6,200 座。<sup>174</sup>到了 2002 年，數目降到了 767 座，並繼續減少中；且其中只有 3 座是 1996 年後蓋的。<sup>175</sup>例如，在密西根州，在聯邦排放標準於 1997 年首次制定施行後，290 座醫療廢棄物焚化爐中除了一座以外，其餘全部關掉，而不是試著去改善以達到排放標準。<sup>176</sup>

「鄰避」是產業界為民主行動所取的稱呼。

—柯保羅博士

## 美國醫療廢棄物焚化爐<sup>178</sup>



請特別注意，自從 1996 年 6 月起，全美只興建完成 7 座新的醫療廢棄物焚化爐。這 7 座新的焚化爐比起原本環保署根據過去趨勢所預測的於 1995 年至 2000 年間將有 700 座新的焚化爐，顯然要少得多了。

參考資料：  
December 1988: "Hospital Waste Combustion Study-Data Gathering Phase," US EPA.

July 1994: "Medical Waste Incinerators-Background Information for Proposed Standards and Guidelines: Industry Profile Report for New and Existing Facilities," US EPA.

January 1996: "Standards of Performance for New Stationary Sources and Emission Guidelines for Existing Sources: Medical Waste Incinerators," US EPA.

June 2003: "Status of Current HMIWI Efforts," presentation by Fred L. Porter, US EPA, at the Medical Waste Institute.



北卡羅萊那州的大衛森郡 (Davidson County, North Carolina)，因為在 1987 年曾經創下 15,000 人出席一場廢棄物焚化爐的公聽會，而名列金氏世界紀錄；這是美國史上民眾參與公聽會人數最多的紀錄。這場公聽會因為居民創紀錄的出席人數而沒有舉行。該州的有害廢棄物處理委員會必須由高速公路警察護送離開該郡，以確保他們的安全。該委員會再也沒有回來過。<sup>179</sup>

## 焚化爐時代的結束

根據美國能源部在 1997 年的報告，「廢棄物能源回收 (焚化爐) 市場在美國 (還有歐洲及日本) 已經持續萎縮的原因如下：

1. 聯邦的稅務政策不再偏好資本密集 (因為昂貴的污染防制和監控設備) 的廢棄物能源回收科技的投資 (廢棄物能源回收公司先前有抵稅額的優惠)。
2. 能源法規曾經要求公用事業，必須以優厚的費率收購廢棄物能源回收廠產生的電力，但現在已經有所修訂。
3. 廢棄物跨州運輸的異議愈來愈多。
4. 隨著民眾意識的逐漸覺醒以及愈來愈多的抗議，政府已經被迫將民眾納入決策制定過程。這有時意味著必須讓社區自行決定廢棄物管理的方案。民眾越來越會選擇廢棄物回收與堆肥，而不要廢棄物能源回收。<sup>180</sup>

在 1999 年，有三個州證實其境內已沒有任何操作中的醫療廢棄物焚化爐。<sup>177</sup>

隨著排放標準變得更嚴格，焚化爐的一些補貼也跟著下跌。特別是美國最高法院裁決「送垃圾或付錢」(put-or-pay) 的合約不合法 (在這個合約下，一個社區被要求將其垃圾送到焚化爐，而不能尋求較便宜方案)。焚化爐工業在大眾反對、環境標準愈來愈嚴格、以及補貼減少等因素的夾殺下而乾脆停工。的確，它在美國的沒落是如此地戲劇性，因此榮登優質商業報紙「華爾街日報」的封面故事。<sup>181</sup> 在美國現在幾乎不可能再蓋一座新的焚化爐。因此，美國的焚化爐製造商不是已經離開這個產業，就是轉為出口焚化爐。

## 以他們自己的話來看焚化爐產業的衰亡

「...相當懷疑公司是否有能力繼續經營下去...由於環太平洋市場的逆轉，與美國環保署的新法規，公司已經將行銷重心放在亞洲的其他區域和經過篩選的國內市場。」—康殊美環境系統公司 (Consumat Environmental Systems)，一個美國股票上市的焚化爐建商。<sup>182</sup>

「除非固態廢棄物產業有很多轉變，否則廢棄物能源回收產業將繼續以資產管理的方式運作...換言之，在可預見的將來是沒有新的生意...所有曾經經營廢棄物能源回收事業的公司，像是孟山都與東方石油、奇異和波音等等，在這約 100 家公司當中，現在還留在此產業的只剩 3 家。」—大衛·蘇斯曼 (David Sussman)，Ogden 公司 (現在是 Covanta) 環境事務部門的資深副總裁。<sup>183</sup>



當安全環境系統公司 (Security Environmental Systems) 因為被要求準備環境影響報告和健康風險評估，而放棄興建加州第一座有害廢棄物焚化爐時，該公司的一位高級人員宣稱，焚化是「已死的科技」。<sup>184</sup>

「對福斯特惠勒公司 (Foster Wheeler) 而言，唯一合乎經濟的作法就是，把 (焚化爐) 給炸了。」——約翰麥金堤 (John McGinty)，芝加哥郊區魯賓 (Robbins) 焚化爐的產業分析師，該焚化爐是許多因財務困難而無法存續的焚化爐之一。<sup>185</sup>

在擊敗了焚化爐後，美國的運動人士並不以將他們的廢棄物送到掩埋場為滿足。反而，他們將精力投注在回收與堆肥計劃，此二者以相同的速度起飛，並在 1985 年到 1991 年間使成果倍增。<sup>186</sup> 加州是第一個設定於 2000 年前達到 50% 廢棄物轉向率目標的州，並且現在官方正式承諾以零廢棄物為目標。到了 1999 年，路邊回收站計劃 (curbside recycling programs) 服務了超過 1.35 億的美國人 (全國人口一半)，比參與總統選舉投票的人數還多。<sup>187</sup>

## 全球的抵抗

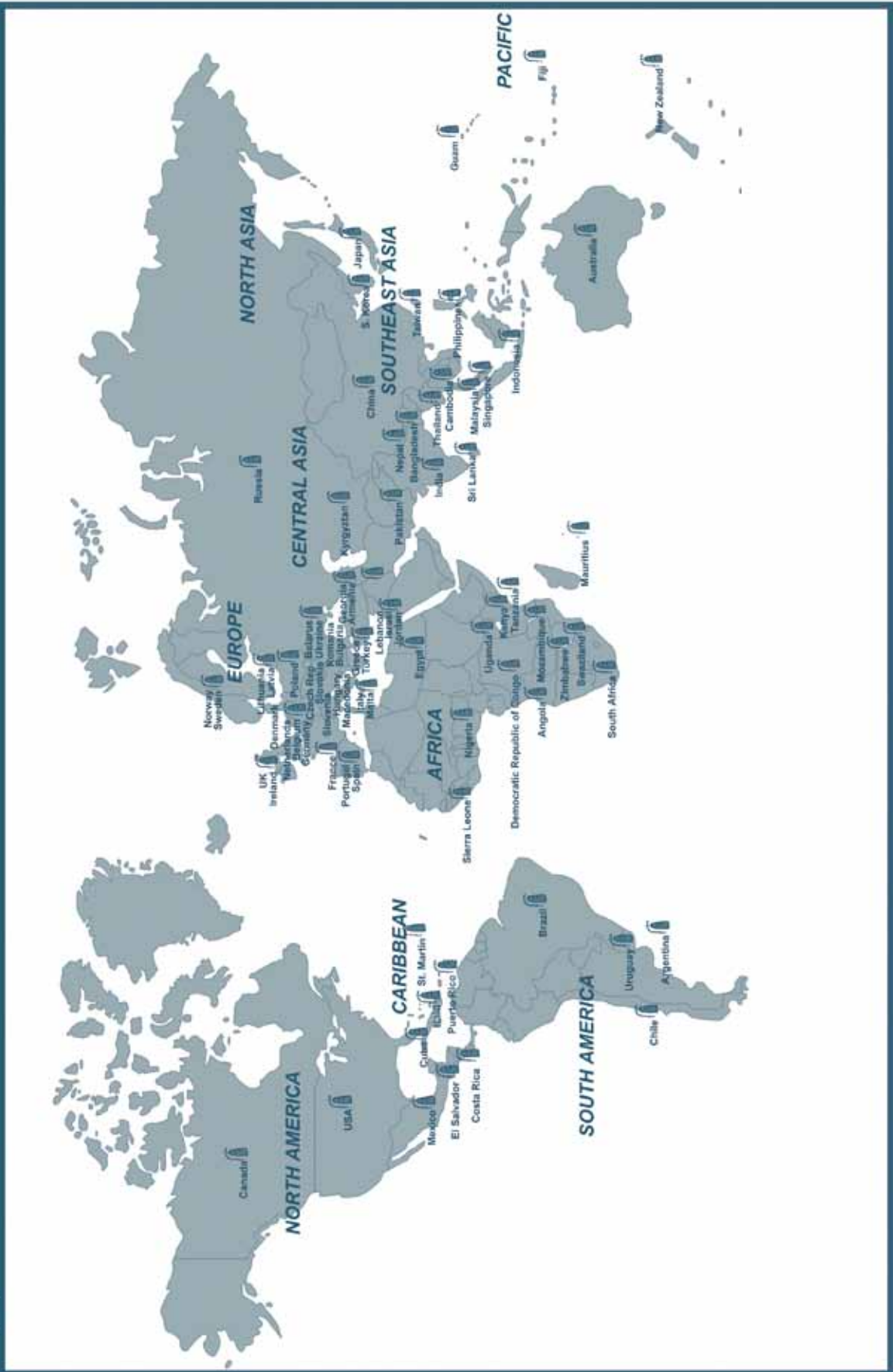
遍及全球各地的公益團體與大眾，在停止焚化爐的興建計劃、關掉既存的焚化爐、以及為立法禁止或限制廢棄物焚化的努力上，已獲得了許多成果。在每個大陸，在數以百計的社區裡，都有積極的組織性對抗 (見下頁地圖)。比如單是在 2001 年裡，就有法國、海地、愛爾蘭、波蘭、南非、泰國、英國與委內瑞拉等國家，因民眾的反對而終止了重大的焚化爐計劃。在 2002 年 6 月，來自 54 個國家的 126 個團體，參與了首次的反焚化國際行動日。在 2000 年 12 月，來自 23 個國家、超過 75 個代表公益團體的人士，在南非的約翰尼斯堡附近聚會，以成立 GAIA。這個縮寫代表了兩個名字：即「全球反焚化爐聯盟」與「全球焚化爐替代方案聯盟」，代表著 GAIA 成員同時為反焚化與實施替代方案而努力。到了 2002 年 11 月，GAIA 已有來自 63 個國家的 325 個團體會員，並且繼續快速的擴張。

在每一個國家，反焚化的方式各不相同，它受到該國政治、物質與文化上的特徵之形塑。例如在日本，於焚化爐產業代表的口中，反對力量「到處都有」，<sup>188</sup> 其主要來自遍及該國的數百個地方反戴奧辛團體，也就是代表著許許多多的普通日本公民。這些團體已成功地使戴奧辛成為全國家喻戶曉的日常詞彙，並施予該產業愈來愈嚴格的法規。

根據在海外推廣焚化爐興建的「日本國際協力團」(Japan International Cooperation Agency)，「焚化 (設施) …總是被認為是個麻煩，反對它們的組織性運動常常出現，而使得興建困難。主要的抱怨是圍繞在當技術缺陷發生時的 (環境) 負面衝擊。」<sup>189</sup> 然而，日本是個人口稠密的國家，可得的土地少，所以它沒有如同美國所擁有的福氣，可以在發展回收系統的同時，以掩埋來處理廢棄物。而且，產業界與政府間不尋常的緊密連結使得焚化爐產業得以生存。日本是地球上焚化爐密度最高的國家，約有 1,800 座都市廢棄物焚化爐與幾千座醫療與事業廢棄物焚化爐，同時



# 反廢棄物焚化的全球運動



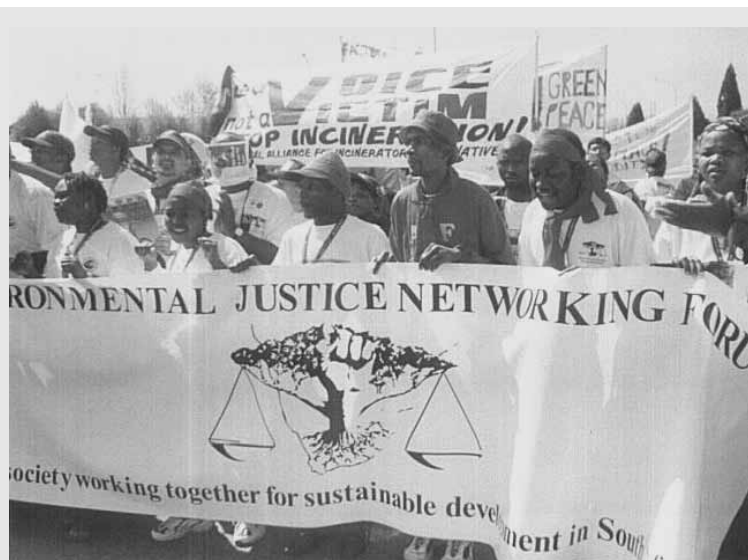
日本的都市廢棄物焚化率也高居世界第一，有 75%<sup>190</sup>；而根據聯合國環境規劃署的估計，日本在 1995 年時，光是廢棄物焚化爐一項，就佔全球戴奧辛排放量的 35%。<sup>191</sup>

即使如此，日本公民的努力仍然延緩了許多焚化爐的興建計劃，並迫使那些興建起來的焚化爐須面對比國家標準更嚴格的环境管制。一位政府官員說：「如果，市政當局不接受公民的比國家標準更嚴格的排放標準要求，那麼就不可能設立那個廠。市政當局被迫接受這樣一個要求。我們監控與保持工廠清潔的最重要理由是因為居民不計代價的反對。不如此的話我們根本無法建造焚化爐。」<sup>192</sup>大眾對更嚴格排放標準的要求已迫使超過 500 座焚化爐自 1998 年起陸續關廠。<sup>193</sup>但是由於日本產業藉著在國內與國外賺錢而致富，因此儘管日本的運動人士的數量與專業都很不錯，但卻面臨了艱困的挑戰。

「我們相信焚化決不可能在真正的永續廢棄物管理上擔任主要任務。」

— 2001 年英國眾議院特別委員會 (House of Commons select committee)。<sup>194</sup>

歐洲是大型焚化爐興建公司的所在地，雖然政府可在大眾異議阻止前承諾更大規模的焚化，但反焚化爐的浪潮也已四處蔓延。對焚化爐選址的積極反對幾乎存在歐洲的每一個國家，並自 1980 年代初期成功地阻止了大部分的焚化爐興建計劃。<sup>195</sup>INFORM，一個研究歐洲焚化措施的美國環境政策研究團體，早在 1986 年就發現，「儘管美國某些人認為，歐洲廠在選址時『不會有插曲』，但由 INFORM 所拜訪的所有廠都遭遇到反對的聲浪。」<sup>196</sup>



圖為 2002 年在南非約翰尼斯堡舉行的地球高峰會上，民眾遊行抗議環境的不公義。在此會議期間，由 GAIA 所發起的連署聲明：「來自全球的民眾聲明反對以焚化爐來處理我們這個用過即丟的社會所產生的過多的垃圾。」，則獲得了來自 38 個國家的 150 餘個 NGO 代表簽署。 © Manny Calanzo/GAIA

「在法國、比利時、荷蘭、義大利、德國、和葡萄牙等國，已不再有新焚化爐的興建，因為民眾不再支持。焚化爐遭到與核電廠一樣的待遇，人民不再需要它們。」

— 陸得維格·克雷姆 (Ludwig Kraemer)，歐洲聯盟廢棄物管理董事會董事長，2000 年。<sup>199</sup>

的確，產業觀察家現在認為歐洲的焚化爐市場已「飽和」，即表示已無興建新焚化爐的餘地，頂多是已關廠的老廠可以更新。甚至連更新都不太可能，因為歐洲人已大幅地加強了他們堆肥與回收的比率，減少了送到焚化爐的垃圾量。<sup>197</sup>這已造成一些既存的焚化爐關廠，因為它們不再能獲取足夠的垃圾來燒；其他的則必須跨越國界進口垃圾才能有足夠的垃圾燒。<sup>198</sup>歐盟也發展了「廢棄物處理等級」的觀念：即廢棄物處理策略的優先順序。避免廢棄物產生是最高的等級，表示其為最受青睞的活動，回收與堆肥是中間等級，而焚化與掩埋則是最下層的等級。

歐洲的某些地方則更進一步。如德國的巴伐利亞，是居世界領導地位的焚化爐製造商之一的所在地，<sup>200</sup>大眾的反對力量是以焚化爐公投的形式展現。1989年，某個公民團體聯盟提出了立法計劃：Das Bessere Mullkonzept（意即較佳的垃圾觀念），提議禁止焚化、採取家戶垃圾源頭分類、廢棄物管理的責任、以及發展密集的回收與堆肥操作。甚至為了使投票生效，10%的投票人口（在這個例子中，需要850,000人）必須在只有兩個星期的期限內去投票所簽署請願書贊同公民投票。這個聯盟蒐集了超過1百萬人的連署，然而隨之在這個宣稱約有700處侵害選舉法的選舉活動中，以些微差距輸了這次公民投票。<sup>201</sup>然而，此運動的力量的確促使政府採用一些廢棄物減量措施，而使巴伐利亞自1991年起，儘管人口持續增加，垃圾產生總量仍全面下降。<sup>202</sup>

在南方國家的情況也一樣，公民已積極地反對焚化。莫三比克在內戰後首先出現的環境組織，Livaningo，即是特地為阻止一個打算利用某住宅區的水泥窯來焚化

## 醫療團體聲援反焚化

民眾的努力已經受到各種公民社會團體的支持，尤其是學術組織，其在人類健康與環境的議題上，讓大眾的關心越來越合理化。對於環繞在戴奧辛和其他毒物的議題，由於其科學既複雜、還在發展、又有高度政治性，這種支持變得特別重要。焚化爐擁護者一慣地扭曲科學證據，利用如風險評估等工具，在健康風險上來欺騙民眾。譬如有一位顧問表示，因焚化爐而罹患癌症的風險，比吃花生醬三明治還來得低。<sup>203</sup>

在這種假訊息充斥的氛圍下，一般民眾很難分辨孰是孰非，因此有名望的組織，對公益團體主張的科學或事實的認可是很重要的。目前已經採取反焚化立場的組織包括世界公共衛生協會聯盟 (World Federation of Public Health Association)、國際護士學會 (the International Council of Nurses)、美國公共衛生協會 (the American Public Health Association)、美國護士協會 (the American Nurses Association)、巴伐利亞醫療協會 (the Bavarian Medical Association)、慕尼黑地區的德國醫療協會 (the German Medical Association of the Munich Region)、加州醫療協會 (California Medical Association)、麻薩諸塞州醫療協會 (the Massachusetts Medical Society)、以及社會責任醫生會 (Physicians for Social Responsibility)。





過期殺蟲劑的計劃而成立的。該組織的成立意義重大，不僅是因為它的奮鬥，也因為它在此破碎的社會中，超越了階級與種族的界線。它被盛讚為莫三比克戰後的新公民社會之重建。儘管如此，阻止殺蟲劑焚化的努力還是成為長期抗爭，當地的居民甚至跑到丹麥去說服丹麥政府（計劃案出資者），說這些殺蟲劑應該送回原產國家。最後，在 Livaningo 與歐洲團體的施壓下，丹麥政府不僅放棄了在莫三比克焚化這些殺蟲劑的計劃，它更宣佈將不再於任何地方提倡使用水泥窯來破壞處理殺蟲劑。這次抗爭是 Livaningo 贏了，該團體目前正在關心醫療廢棄物與都市廢棄物焚化的議題。

反焚化的奮鬥總是讓資源短缺的社區運動人士，槓上由產業和政府官員組成的聯合陣線。因此，公民必須常常訴諸於各式各樣的直接行動，從遊行示威到靜坐與絕食抗議，以迫使政府順從公眾意志。在英國，綠色和平組織的運動人士曾經實際地佔領了一座焚化爐、阻礙了裝填垃圾的天車與煙囪，以便迫使其關廠。他們最後被警察架走、拘捕，並以侵入罪而被起訴。然而，陪審團拒絕判他們有罪，反而認為他們是為公益而行動。<sup>204</sup> 在南韓的光州 (Kwangju)，即該國於 1980 年代成功的民主奮鬥之發源地，老練的運動人士現在投身對抗焚化爐產業。他們認為政府試圖強行於社區設置焚化爐是直接冒犯了他們努力得來的民主。「如果我們可以打敗由美國軍隊全力支持的軍事集權，我們當然也可打敗焚化爐！」<sup>205</sup> 在黎巴嫩，在都市廢棄物焚化爐前的靜坐阻止了垃圾進廠將近兩星期。環境部長宣佈，只要民眾繼續封鎖焚化爐，則政府將停止收垃圾。此舉造成了大規模的群眾抗議。當警察開始鎮壓，抗議群眾開始失控，然後在接下來的混亂當中，焚化爐被摧毀了：真的被燒了。此後該政府不再修復焚化爐，而是在附近蓋了一座回收用的分類設施。<sup>206</sup>



韓國民眾反對馬山的一座計劃中的焚化爐。 © KFEM/KWMMN

在政策層次上，公民努力以合法限制焚化也至少在 15 個國家中的許多轄區獲得成功（見附錄 B）。雖然這些中止令有的已經過期，而且其中之一甚至因為產業界的強力遊說而翻案，但其大部分仍有效地阻止了新的焚化爐的興建。在 1999 年，菲律賓創造了歷史，成為第一個禁止所有焚化形式的國家。這完全是由於公益團體的努力，並仍持續地遭到產業界與國際機構（如亞洲開發銀行）的攻擊，因為他們視此為違反其商業利益。其他國家，雖不願在法律上承諾禁止焚化，但仍然表示他們將以避免焚化作為政策內容。例如，希臘的環境部已禁止焚化處理都市廢棄物。<sup>207</sup> 土耳其的環境部長則公告焚化應該被淘汰，並以回收、臨床廢棄物的滅菌以及「適當的」掩埋等清潔技術來取代。他提及高投資及操作成本、戴奧辛與呋喃的排放、以及高的監控成本是焚化正被世界淘汰的原因。<sup>208</sup>

### 菲律賓的焚化爐禁令<sup>209</sup>

菲律賓在 1999 年成為世上第一個禁止各種型式的廢棄物焚化的國家，包括露天燃燒。這是在經過了環保和社區團體許多年來對焚化爐、掩埋場、和棄置場計劃的抗爭，才達成的環保里程碑。

在清潔空氣法案 (Clean Air Act) 的主要內容「焚化禁令」通過之前，跨國廢棄物管理公司正對菲律賓虎視眈眈，因為他們看到大馬尼拉地區和該國其他主要都市中心，日益嚴重的垃圾問題所產生的龐大商機。從各公司如 Ogden( 現在是 Covanta)、Vivendi( 通稱 Generale des Eaux)、Stemmler、Asea Brown Boveri、Olivine 和一些日本公司來的代表，在全國各地向沒有戒心的中央和地方官員，推銷浮華的焚化爐計劃。

在某些案例中，這些倡議都有外交勢力和經濟團體在作靠山。外交勢力包括瑞典和丹麥大使館；經濟團體如美國與歐洲商會、開發銀行、和多邊援助機構，如亞洲開發銀行與日本國際協力團。這些強而有力的外國企業與政府機構，和菲律賓政府裡面推廣焚化的人合作，來阻止禁令的立法。他們發信警告菲律賓國會，聲稱將面臨世界貿易組織的制裁，並安排特殊的遊說代表團，及籌劃國外公費旅遊，讓菲律賓官員現場參觀工業化國家的現代化「清潔」焚化爐的操作情形。

然而反焚化爐的運動人士是不會因此受挫的。環保團體和各個部門與社區團體，結合起來形成清潔空氣聯盟 (Clean Air Coalition)。該聯盟後來遞呈了一份超過 2 百萬人的連署書，來支持菲律賓 1999 年清潔空氣法案中的焚化禁令和汽油無鉛案。清潔空氣聯盟和反掩埋場團體及社區串聯後，擴編為全國上百個團體會員的生態廢棄物聯盟 (Eco-Waste coalition)。擴大後的聯盟成功地推動了生態廢棄物管理法案的通過，而該法案要求都市廢棄物須做源頭分類和回收，而同一法律也再度鞏固了焚化禁令。結合政策宣揚、公民運動、聯盟運作、和在草根層次上的公民抵抗，引導菲律賓走向正確方向，促使能夠真正解決該國廢棄物問題的方案獲得採用。





## 國際法

逐漸增長的反焚化共識已反映於國際環境法的內容中，其愈來愈限制焚化的使用及可接受度。在一些例子中，國際公約已正面處理焚化的問題。然而更常發生的是，國際法的制定者常偏好制定一些一般原則，其緩和了反對使用焚化與類似處理方式（如熱解）的力量。當整合到國家法律與政策制定時，這些原則明顯地使國家遠離焚化的使用，雖然它們還不是全面禁用。以下來自國際條約與公約中的語言，是主張永續拋棄物系統的社區與倡導者可以用來加以運用的，尤其是其政府已經簽署或批准的條約及公約。國際持久性有機污染物消除網絡 (International Pops Elimination Network) 和巴塞爾行動網 (Basel Action Network) 可以提供各國在斯德哥爾摩公約和巴塞爾公約的參與情形（聯絡資訊請參閱團體資源章節）。

預警原則是設計來解決科學不確定因素對政策制定所造成的問題。有許多國家並不對活動或物質加以限制，要到證明其會對人類健康或環境造成危害後才會有所管制。從表面上看來，這似乎是個合理的方法；但考慮到人類所暴露的幾千種合成化學物質、以及這些化學物質複雜的交互作用（有許多是未曾探討過的）、還有大部分國家有限的研究預算，因此根本不可能檢查每一種可想到的化學物質組合對人類的影響。即使這是可行的，也不可能確切地建立某一設施的排放與任一個體或群體的疾病或死亡的因果關係。對任何案例來說，等到因果關係確立後早已來不及了：人們早已受到污染並承受惡果了。此舉已被諷刺為「計算死亡人數技術」的化學物質實驗。

因此，許多物質始終處於科學不確定性的灰色地帶，也就是它們的毒害效果未經證實，但是有充分的有害證據，足以懷疑它們不是安全無害的。而預警原則，如同在 1998 年的 Wingspread 宣言中所提及的，為：「當一個活動威脅到人類健康或環境時，即使是一些因果關係還未經科學建立完成前，也應採取預警的措施。在這種背景下，應由該活動的提倡者來承擔證明的責任，而不是由大眾來承擔。預警原則的運用過程必須公開、廣為週知、以及遵循民主原則，且必須包括潛在影響群體的參與。它也必須包括所有可能的替代方案的審查，包括不行動。」<sup>210</sup>

「缺乏有害證據不等於證明無害。」—無名氏

一些國際法律中的重要文件都有提到預警原則，只不過每個都用些許不同的陳述，而某一些是有提到但沒有任何定義。1992 年巴西里約熱內盧的地球高峰會，通過的「里約環境與發展宣言」中的第 15 條原則，清楚的說明預警原則：「為了要保護環境，各國應該根據自己的能力，廣泛的運用預警的手段。當有嚴重或不可回復的傷害之威脅時，不可以用科學確定性不足的理由，來拖延具成本效益的措施，以防止環境的惡化。」倫敦公約的 1996 年議定書，將下述列為其一般義務的首條：「…各團體應該採取預警態度…藉此，當有理由相信被導入海洋環境的廢棄物或其他物質有可能造成傷害時，儘管沒有確切的證據證明其因果關係，仍可採用適當的預防



手段。」在歐洲地區的一個有關越境空污影響的條約「持久性有機污染物的長程越界空氣污染 (LRTAP) 公約」的議定書前言中，也提到預警觀念。在以維護北大西洋為宗旨的奧斯陸巴黎 (OSPAR) 公約中，在保護海洋環境方面實施預警原則是簽約國的一個義務。<sup>211</sup> 巴馬科 (Bamako) 公約<sup>212</sup> 同樣地要求其締約國要履行預警原則，對於有疑慮的傷害「不要等待科學的證明」。

最近，預警原則已「深植」於斯德哥爾摩持久性有機污染物公約中。該公約在前言、宗旨中提及預警原則，並以至少兩種重要的方式來操作該原則。斯德哥爾摩公約以管制 12 種化學物質開始，但它也根據預警原則而預設了新增化學物質於管制名單中的程序。換句話說，在既存的公約架構下，如果締約國有充分的證據指出某一化學物質符合持久性有機污染物的篩選條件，且有危害之虞，則「缺乏充分的科學確定性不應阻止」某一化學物質被列入管制名單中。其次，該公約也要締約國使用「最佳可得技術」，以儘可能減少持久性有機污染物由新的與既存的來源的生產與排放；而最佳可得技術的定義就包括了預警原則。

預警原則以兩種不同的方式影響焚化技術。首先，燃燒是非常複雜的過程，而且目前還無法清楚的了解，在燃燒廢棄物時到底會產生和排放何種物質。尤其當我們討論的廢棄物成分複雜時更是如此，如同都市廢棄物或醫療廢棄物的情形一般。在不知道產生了哪些污染物、不知道它們的數量、不知道它們在環境的命運或對健康的影響的情形下，是不可能保證這種程序是安全無虞的（就算已知的危險可以用某種方法來排除）。因此，預警原則主張避免如焚化等的活動。其次，在空氣污染排放和焚化爐灰渣中已被鑑定出的物質裡，有許多是會對人體起各種不同又細微的作用，而這些作用現在仍在調查中。某些物質如鉛與多氯聯苯，可能彼此之間或與其他出現在環境中的污染物會起交互作用，而產生加成效應。當這些健康影響充斥著不確定性時，預警原則再度主張要避免這些物質的產生與排放。

在國際法中可見的第二種原則為預防原則，雖然較少以其名提及。此原則就是一般常識中所說的，與其讓傷害發生，再嘗試去減輕或清除它，不如事先預防。國際法中清楚地指出將環境的傷害降到最低的方法應優先於管末處理技術。因此，在 1992 年地球高峰會所採用的綱要文件「二十一世紀議程」(Agenda 21) 中提及，有害廢棄物的政策目標應是「避免或儘可能地降低有害廢棄物的產生，其為整個清潔生產措施的一部份。」

在 1979 年的「持久性有機污染物的長程越界空氣污染公約」<sup>213</sup>、1982 年聯合國大會所採用的「世界自然憲章」、1987 年聯合國環境規劃署指導委員會的決議「有害廢棄物之環境友善管理的開羅指導方針和原則」、1989 年「管制有害廢棄物越界運送和處置的巴塞爾公約」、1992 年的「工業事故越界效應公約」、1995 年的「華盛頓保護海洋環境免受陸上活動污染宣言」等，都有特別要求廢棄物或毒性物質的減量。預防原則明確地排在歐盟廢棄物處理等級的前頭，其以避免廢棄物產生和廢棄物減量 (waste minimization) 為最優先，而將焚化和掩埋排在最不受歡迎





提及，並且出現在特定義務條文裡。最重要的是，該公約提到避免持久性有機污染物的形成和排放，指出企圖破壞或攫取污染物的管末技術並不足以解決問題，而是要避免這些污染物的形成。而這正是預防原則的真正運用。

然而最明確表達預防原則、以及其對產業之意義的是巴馬科公約。該公約提到「每個締約國應該要…基於其社會面、技術面和經濟面上的考量，以確保其轄區內所產生的有害廢棄物能夠減至最低。」接著又明確地要求實施清潔生產：「每個締約國對污染問題，應盡力採取並實施預警與預防的措施…透過清潔生產方法的運用，而不是尋求以涵容能力 (assimilative capacity) 為假設基礎而訂出的容許污染排放量的方法。」然後，其接著定義可運用在產品的整個生命週期的清潔生產方法，包括：「原物料的選擇、提取和加工處理；產品的構思、設計、製造和組裝；在所有環節的物料運輸；工業和居家的使用；當產品不再能夠提供效用時，要將其回歸工業系統或自然。清潔生產不應該包括『管末』污染防治，如過濾器與洗滌塔，或是化學、物理、或生物的處理方式。以焚化或濃縮來減少廢棄物體積的方式、以稀釋法來隱藏危險、或將污染物從某個環境介質轉移至另一個介質的方式，都不算是清潔生產。」

巴馬科公約的字裡行間，明確地指出預防原則和焚化之間的衝突。因為當焚化做為一種廢棄物處理技術時，即表示推行清潔生產和廢棄物減量的失敗，此其一也；另外，當焚化做為一種會產生有害副產物的技術時，它本身就與預防原則相違背，此其二也。

第三個原則是限制越境環境效應的重要性，其在文件中的引述多到無法一一提及。如同「開羅有害廢棄物指導原則」(Cairo Guidelines on hazardous waste) 中所述：「和有害廢棄物管理相關的國家和個人，應體認到，單只是靠著將某一種形式的污染轉變成另一形式，或僅是將污染物的影響，從某一個地方轉移到另一個地方，並不能保護健康與環境；而惟有藉著使用可以將環境衝擊降至最低的廢棄物管理方案（其可能會包括轉變或轉移）才能達成。」<sup>214</sup> 里約宣言也在第 14 條原則中重申：「各國應該更有效地合作，來阻止或避免任何會造成嚴重環境惡化或經發現對人體健康有害的活動與物質，遷徙到新的地方和轉移到其他國家。」這是一個國際法會永不終止去關心的事，理由很簡單，因為一個國家的法令是不足以處理根源於其他國家的環境傷害。當焚化爐的許多污染物呈現長程擴散傳播趨勢時，我們不可能去把焚化爐的污染排放，限制在任何國家的領土或領空內。因此，焚化很明顯與盡量減少越境環境效應的原則相牴觸。



## 國際聯合委員會的焚化聲明

國際聯合委員會 (International Joint Commission) 關於都市廢棄物焚化的政策聲明 (摘錄)：

3) 任何轄區對這種科技 (焚化) 做任何進一步的部署，都必須以使全轄區之這類設施的持久性毒性物質的排放量能有淨減少為基礎來進行。

4) 每當一座新焚化設施獲得許可時，其轄區之焚化設施所排放的持久性毒性物質總量，也就是排放到空氣中和殘餘物中的毒性物質總合，也必須要減少。

國際聯合委員會是美加兩國依照 1909 年的邊界水體條約 (1909 Boundary Waters Treaty)，為避免與解決爭端而設立的一個獨立雙邊組織。<sup>215</sup>

除了這些一般原則之外，還有幾個條約針對焚化作局部禁止。在 1996 年，倫敦公約的議定書禁止在海域焚化。此議定書取代了只禁止廢棄物海拋但沒禁止在海域焚化有害廢棄物的 1972 年倫敦公約。<sup>216</sup> 自 1969 年起，就有一些國家試圖迴避空污排放國家標準，而在海域進行焚化。倫敦公約的 37 個締約國，同意在 1993 年之前，分階段淘汰海域的焚化行為；但是實際上，最後一艘焚化爐船在 1989 年就已經停止操作了。<sup>217</sup> 在 1998 年，奧斯陸巴黎公約，再次重申海域焚化的禁令，儘管這個禁令的適用性僅限於北大西洋。而先前提到的巴馬科公約，明確地將焚化定義為與清潔生產不相容的管末技術；它同時也禁止在海域焚化，並將領海、內海與公海包括在禁令中。巴馬科公約和巴塞爾公約，也將焚化和熱解產生的廢棄物定義為其所管制的有害廢棄物。而斯德哥爾摩公約，雖然還未能作到全球禁止焚化，然仍賦予焚化使用相當大的障礙。

## 斯德哥爾摩公約與焚化<sup>218</sup>

斯德哥爾摩持久性有機污染物 (POPs) 公約<sup>219</sup> 是於 2001 年締結的國際條約。該公約尋求保護人類健康與環境，以免受某一特別類別的合成化學物質 (即持久性有機污染物) 的危害。起初，該公約只管制 12 種持久性有機污染物：其中 8 種為殺蟲劑<sup>220</sup>、2 種為工業化學品 (六氯苯與多氯聯苯)、另 2 種為非刻意產生的副產物 (戴奧辛與呋喃)。實際上，後面 3 種各為一群化學物質的總稱。該公約包含了擴增管制名單的條款，並以預警原則來判斷其他化學物質是否適合納入名單。

雖然斯德哥爾摩公約並沒有禁止焚化，甚至也沒有禁止興建新的焚化爐，然而它已對任何焚化爐計劃造成嚴重的障礙。該公約於附件 C 中特別提及：「廢棄物焚化爐，包括都市廢棄物、有害或醫療廢棄物、與污泥的汽電共生焚化爐；以及燃燒有害廢棄物的水泥窯」是屬於「有可能形成與排放相對較多的此類非刻意產生之持久性有機污染物」之技術。實際上，此 12 種持久性有機污染物中的 4 種其重大來源為焚化爐，包括戴奧辛、呋喃、多氯聯苯與六氯苯。因此，焚化爐明顯地應受斯德哥爾摩公約的限制。





對於非刻意產生之持久性有機污染物，該公約要求締約國應「設法減少來自人為來源的總排放量」。在這種背景下，要使持久性有機污染物之任何新的或額外的來源正當化，變得非常困難，好比說新的焚化爐，或增加送到既有焚化爐的廢棄物數量。這當然可解釋為，如果能夠藉由大量減少其他來源之持久性有機污染物的產生或排放量，以換取新來源設立後增加的排放量，那就可接受新來源的持久性有機污染物排放；不過這在條約內並沒有明確的說明。就如同該公約所主張，其明確地要求各締約國要採取行動，來減少整體的排放量。

事實上，公約要求的層次更高；它是現今主張應從源頭避免產生，而不僅是環境危害控制的最強烈法律措辭。對於大部分的刻意產生之持久性有機污染物，公約要求消除。對於非刻意產生的，或稱副產物、污染物，此公約的第5條款設立了「持續減量，如果可行的話，則最終消除」的目標。

關於焚化的環境衝擊，斯德哥爾摩公約和過去的其他政策有個重大的差別。因為它不僅僅用空氣污染排放量來決定戴奧辛減量比率，而是考慮全部排放量，包括固體和液體的殘餘物，如空氣污染防治設備的殘餘物（飛灰）。過去大部分對焚化爐的管制是基於排放至大氣中的戴奧辛可被捕捉下來，因此可受到控制的主張。然而，斯德哥爾摩公約認為這種固體和液體的排放，應視為必須「持續減量，如果可行的話，則最終消除」的一部份。

事實上，第5條款也包含一個特別有意義的替代原則，其說明該公約締約國須「提倡發展，並在其認為適當的方面，要求使用替代物或改善的材料、產品、及製程，以避免（非刻意產生的持久性有機污染物的）形成與排放。」在此處很重要的是注意「形成」這個字眼的使用，並了解此責任將使得凡是廢棄物管理之替代方案存在之處，任何會產生戴奧辛的程序都應予以避免的這樣的要求更為明顯。再者，此國際法新成員所提供的如此清晰的訊息，將使得非刻意產生之持久性有機污染物的任何新來源之創設很難再去正當化，不論設想了多少管末控制措施。此公約確認了這種技術並不等於避免持久性有機污染物的形成，因此特別要求使用替代程序。

斯德哥爾摩公約也包含了對既有庫存的持久性有機污染物之廢棄物管理與處理的強烈指示（這些廢棄物通常送到有害廢棄物焚化爐處理）。該公約第6條要求締約國須採取對策，「以將持久性有機污染物的成分破壞或不可逆地轉化，使其不再表現出持久性有機污染物特性的方式，來處理持久性有機污染物廢棄物。」雖然這段文字隨後接著一些但書，如「除了低濃度的持久性有機污染物含量」，其必須等候進一步地解釋；但使用「將持久性有機污染物的成分破壞或不可逆地轉化，使其不再表現出持久性有機污染物特性的方式」這樣的字眼，再度表示包括所有形成物與排出物（不僅僅是空氣污染排放），都不能再擁有持久性有機污染物的特性。此超越了先前在國際法中為任何化學廢棄物處理所做的設想。

雖然許多國家實際上仍在繼續操作各式各樣的焚化爐，焚化與所有廢棄物燃燒處理方式的未來，已因斯德哥爾摩公約而蒙上了陰影。無疑地，既存的焚化爐仍將

---

繼續操作個幾年，但要使新的焚化爐之興建正當化，將會變得愈來愈困難。由於所有形式的焚化都有可行的替代方案存在，此公約要求「消除與取代」新來源的製程，將會是可運作的原則。的確，在替代方案存在的情況下，來推動持久性有機污染物之任何新來源的設立，將是對斯德哥爾摩公約內涵的基本曲解。

2001年5月，有127個國家於斯德哥爾摩簽署此條約。雖然在50個以上的國家批准之前，此公約將不會生效，並且生效後也只有對已批准的國家才有效力，但此條約在這過渡期間，並不只是個無牙老虎而已。依照國際法，簽署條約即為遵守條約的承諾聲明；而且有簽署的政府，即使還沒批准，也有責任不可進行明顯傷害條約目標的活動。如此一來，斯德哥爾摩公約對於締約國的任何新焚化爐的興建，就已經是個障礙。

---

本章建議閱讀資料：

Luscombe, D., and Costner, P., *Zero Toxics: Sources of By-product POPs and Their Elimination*, Greenpeace International, May 2001.

*Rachel's Environment and Health News*, Environmental Research Foundation, [www.rachel.org](http://www.rachel.org)

Walsh, E., Warland, R. and Smith, D., *Don't Burn it Here: Grassroots Challenges to Trash Incinerators*, University Park, PA: Pennsylvania State University Press, 1997.

State



---

## 結論

---

焚化是個垂死的技術。它無法履行幾乎所有可以想見的價值：

- 做為一個廢棄物處理技術，它是不可依賴的，且會產生比原來還危險的二次污染；
- 做為能源產生的方法，它既無效率又浪費資源；
- 做為經濟發展的工具，它是一個災難；
- 它所造成的環境問題依然需要清算；
- 而且它極度地不受歡迎，也不民主。

儘管有上述的問題，但焚化爐的提倡者仍然活躍，不斷地爭辯新一代的設備已解決了過去一年的所有問題。當然，在許多地方，支持焚化的直接財政誘因還存在，而且科學的爭辯也因私利而蒙上了陰影。每十年就更新一次的空氣污染防治、灰渣處理、爐子設計的一整套技術，所有的這些都拼命地想為一個基本方向就錯誤的技術來改進。焚化的問題不只是技術的問題，而是在於其技術用途與所要達成的目標。

只要廢棄物被認為是人類活動無可避免的結果，我們就須應付廢棄物處理的問題：如何把它除掉。廢棄物的處理從未是個永續的活動。在這個已無法再承受毒物壓迫、且極度缺乏資源以供應大多數人生活的地球上，對廢棄物的產生與物質的使用進行基本的再評估是必要的。人類不斷地從環境中擷取資源，並回贈以廢棄物；然而大多數廢棄物因其體積、或是其合成的或有害的本質，而無法被有益地吸收或重組。在這個有限的地球上，這類的活動顯然只能持續一段時間，直到我們被我們自己產生的廢棄物所淹沒為止。沒有任何新的爐子設計或過濾系統可以改變這基本的問題：廢棄物的產生與處理使得物質從有用的循環圈中移去，而其將更進一步地傷害這個星球。

只有改變這種生產、運輸與消費的體系，社會才能改變這種動態。在本報告的第二章所指出的解決方案，都在嘗試解決這個問題。經由廢棄物的減量、毒物的減量、廢棄物的再使用、循環利用與堆肥，以及很多其他的策略，我們可以斷然地阻止物質漏出這個經濟體。如此的策略同時減少我們對地球資源的需求、以及我們所排出的廢棄物。其最後或能帶給我們一個穩定的、永續的經濟體。

在政策方面，我們提供給政府的方向很清楚。他們必須停止既存的與計劃中的焚化爐，並實施替代方案。雖然焚化的問題是普遍性的問題，但其並無普遍的解決之道。每個國家、每個城市、每個產業與機構必須發展他們自己的永續物質管理系統。在許多方面，這是很局部性的，甚至非常局部，例如以家戶為單位的後院堆肥。在其他一些方面，則需要有跨越全球的改變，如於國際貿易的商品實施生產者延伸責任制。一招行遍天下的模式並不存在，然而，我們已提出成功系統可能會遵循的一些一般性原則，並舉出一些可做為範例計劃的例子。

對於個人與運動人士，至少可以兩種明顯區分的方向來從事該議題。持續關閉焚化爐、掩埋場、與其他的管末技術將會施予整個經濟體愈來愈多的壓力，而使其產生較無害與較少量的廢棄物。同時，可行的替代方案是必需的。雖然這些通常是政府的責任，但很少有政府或產業對此表示出必要的創意或承諾，以積極地使大眾投入，並創造適當的、自行發展的物質管理系統。因此，在可見的未來，個人與公益團體對可行的替代之道的描繪與實踐是很重要的。最後，當然，政府必須變得對其所服務的人民更負責任；但在此同時，一般民眾將繼續引領前行。



© Paul Goettlich/Mindfully.org

## 名詞解釋

**ACWA (Assembled Chemical Weapons Assessment)**：組裝型化學武器評估計劃；為美國政府為了證明以非焚化方式來處理化學武器庫存的可行性所設置的計劃。

**AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments)**：法國衛生部的食品安全署。

**Basel Convention**：巴塞爾公約；為一國際公約，如同其修正過後的(巴塞爾禁令)，禁止有害廢棄物由 OECD(經濟合作與發展組織，由富有的國家所組成) 國家出口至非 OECD 國家。

**Bamako Convention**：巴馬科公約；為一管制非洲境內之有害廢棄物的國際公約，包括禁止由此大陸外進口有害廢棄物的禁令，以及盡量避免有害廢棄物產生的條款。

**bioaccumulation**：生物累積；為污染物在某一生命個體之一生中，於其體內累積的過程。

**biomagnification**：生物放大；為當污染物經由食物鏈上傳時，其濃度隨之大為增加的過程。

**body burden**：身體負擔；為某一污染物在人體中的含量。

**bottom ash (also, clinker)**：底灰，亦稱爐渣、底渣；為焚化爐經由爐柵機制落至爐底的殘餘物。

**Clean Production**：清潔生產；為設計產品與製程的一種方法，其考量所有物質流的生命週期，從原料開採、產品製造、到產品壽命終了時的最終命運。其旨在消除有毒廢棄物與入料，並提倡再生能源與物質的審慎使用。

**clinker**：爐渣、底渣；其解釋見 bottom ash。

**destruction and removal efficiency (DRE)**：破壞移除效率；為度量一處理技術可避免某一污染物排放到空氣中的效率。DRE 是廢氣中的污染物沒有經由煙囪排放到空氣中的比率，而排放到其他介質的量則被認為是「移除」(removal)。相關名詞比較：destruction efficiency。

**destruction efficiency (DE)**：破壞效率；為另一種度量處理技術效率的方式。DE 是污染物被處理技術破壞的比率，亦即不會再以氣態、液態或固態形式排出。相關名詞比較：destruction and removal efficiency。

**dioxins**：戴奧辛；在本報告中所指的包括：多氯對苯戴奧辛 (polychlorinated dibenzo dioxins, PCDD)、多氯對苯呋喃 (polychlorinated dibenzo furans, PCDF)、共面式多氯聯苯 (Co-planar polychlorinated biphenyls, PCBs)。這些都是燃燒過程中會形成的芳香族化合物。戴奧辛是屬於持久性有機污染物 (persistent organic pollutants, POPs) 的這一類化學物質。

**discards**：拋棄物；對於其目前擁有者來說暫時還沒有立即用途的東西；此名詞必須與廢棄物 (waste) 有所區別，廢棄物為對任何人都沒有任何可能用途的東西。

**diversion rate**：轉向率；拋棄物被再使用、循環利用、堆肥或者以其他方式而避免被廢棄的比率。

**emissions**：(氣體) 排放；由一程序 (如焚化) 所釋出到空氣中的副產物。相關名詞比較：releases。

**end-of-pipe**：末端、或管末；即減少某一活動之環境衝擊的干預行動並未整合到該活動的設計階段，而是附加在該過程的末段，其通常是事後的想想法。

**energy recovery**：能源回收；為廢棄物焚化的婉轉說法。

**energy-from-waste (EFW)**：由廢棄物來的能源；為裝有蒸汽渦輪以發電的焚化設施。但此名詞有時是指非焚化技術。

**extended producer responsibility (EPR)**：生產者延伸責任；一種使公司為他們的在後消費階段的產品與包裝負責的政策，其提供誘因使公司為產品生命終期時的回收來設計產品。

**flow control**：流向控制；為某些轄區所採用的合法手段，以確保該轄區的所有都市拋棄物都能送往某特定廢棄物處理設施，而不是流向市場上最便宜之處。

**fly ash**：飛灰；由焚化爐空氣污染防制設備所攔下的灰燼。相關名詞比較：bottom ash。

**hazardous waste**：有害廢棄物；具有腐蝕性、易燃性、反應性或毒性的廢棄物。

**health care waste**：醫療事業廢棄物；由醫療院所所產生之所有的廢棄物。例如醫院、診所與門診中心，且通常也包括獸醫院、殯儀館及備藥或處理人體組織的實驗室。

**life cycle assessment**：生命週期評估；為評估一產品、製程、或活動的環境負擔的程序，其藉由確認所使用的能源與物質、以及排放出到環境中的廢棄物來評估，且評估並實施可影響環境改善的機會。

**lipophilic**：親脂性；對脂質有親和力並易和脂質結合的化合物。

**medical waste**：醫療廢棄物；為一含混的名詞，有時指的是醫療院所的所有廢棄物，有時僅指具感染性的部分。

**microgram**：微克； $1 \times 10^{-6}$  克，或者百萬分之一克。

**MNCs (multinational corporations)**：跨國公司；見 TNCs。

**municipal discards**：都市拋棄物；如同以下的都市固態廢棄物，但是有經過分類，所以每一部份都可經過適當的處理 (如回收、堆肥，等等。)

**municipal solid waste (MSW)**：都市固態廢棄物；由居民與商業機構 (但通常不包括工業) 所產生的混合廢棄物。

**nanogram**：奈克； $1 \times 10^{-9}$  gram，或十億分之一克。

**neutralent**：中和物；化學武器戰劑中和後的液態廢棄物。

**NGO (non-governmental organization)**：非政府組織；通常指為公眾利益而努力的非營利組織。

**Northern**：北方國家；在本報告中，北方國家是指那些有高國民所得與大型工業基地的國家，大概就是經濟合作與發展組織的 30 個會員國。這並不是一個嚴謹的地理名詞。相關名詞比較：Southern。

**PBTs (persistent, bioaccumulative toxics)**：具持久性、生物累積性之毒性物質；在環境中具持久性、在生物體內具生物累積性、且對生命具有毒性的化學物質類別。



**PCBs (polychlorinated biphenyls)**：多氯聯苯；為一化學物質類別，其由單一碳-碳鍵所連結的兩個苯環所組成，且苯環上的氫有一個以上被氯所取代。通常，共面式多氯聯苯 (coplanar PCBs，即兩個苯環在同一平面上) 因為和戴奧辛的結構、起源、以及效應類似，而被歸為類戴奧辛化合物。

**PCDD (polychlorinated dibenzo dioxin)**：多氯對苯戴奧辛；為一稱為戴奧辛的化學物質類別，為由兩個氧原子所連結的兩個苯環所組成，且苯環上的氫有一個以上被氯所取代。

**PCDF (polychlorinated dibenzo furan)**：多氯對苯呋喃；為一稱為呋喃的化學物質類別，為由一個碳-碳鍵及一個氧原子所連結的兩個苯環所組成，且苯環上的氫有一個以上被氯所取代。由於呋喃和戴奧辛的結構、起源、以及效應類似，而被歸為類戴奧辛化合物。

**picogram**：皮克； $1 \times 10^{-12}$  克，或兆分之一克。

**pg/kg/day**：每天每公斤體重所攝取的皮克數；為量度一污染物 (通常是戴奧辛) 相對於人之體重的攝取速率。

**POPs (Persistent Organic Pollutants)**：持久性有機污染物；具有下列特性的合成化學物質：其為有機物 (由碳氫化合物所組成)；在環境中存留一段很長的時間；能夠長距離傳送；且對人類具有毒性。POPs 受到斯德哥爾摩公約的管制。

**Precautionary Principle**：預警原則；此原則是指，當一活動的安全性在科學上還不確定時，證明其是否安全的責任應該落在該活動的倡導者身上，而不是落在受到影響的人們身上；且一旦有可靠的證據證明該活動正發生或可能會發生傷害，即使傷害的本質與大小還未經驗證，即應採取行動避免傷害。

**Preventive Principle**：預防原則；此原則是指，「避免傷害發生」總是比「等事情發生後再來改善或補償」還來得優先。

**process wastes**：製程廢棄物；生產過程的副產物，比如製造業。

**PVC (polyvinyl chloride)**：聚氯乙烯；為一種常見的塑膠。通常稱為 vinyl，氯為其主要組成元素。

**pyrolysis**：熱解；焚化的一種。在熱解過程中，廢棄物是在缺氧的環境中被加熱處理，產生氣體 (被燃燒掉) 與其他副產物，包括融渣 (slag)。在歐盟與美國，此技術在法律上被定義為焚化的一種。

**quench**：驟冷；焚化爐的一種污染防制設備，其在廢氣離開爐室後不久，將水噴入廢氣中。其目的是要很快地將廢氣溫度降到  $200^{\circ}\text{C}$  以下。 $200^{\circ}\text{C}$  為戴奧辛形成的最低溫度。

**releases**：排放、釋出；由程序 (例如焚化) 釋出的所有副產物，包括排放到空氣、排出到水體與固體 (土地)。

**slag**：融渣；熱解或焚化所產生的一種熔合的固體副產物。

**Southern**：南方國家；在本報告中，南方國家是指非洲、亞洲、拉丁美洲、與島國的大部分國家，亦稱為第三世界、發展中、或低度工業化國家。這並不是一個嚴謹的地理名詞。相關名詞比較：Northern。

**Stockholm Convention**：斯德哥爾摩公約；斯德哥爾摩持久性有機污染物公約。為禁止或管制某類合成化學物質之生產或排放的國際公約。

**TDI (tolerable daily intake)**：每日容許攝取量；理論上可以安全攝取某一化學物質的最大量。世界衛生組織與許多政府有針對一些受到關注的化學物質來設定其每日容許攝取量。

**TEF (toxic equivalency factor)**：毒性當量因子；為一種憑經驗設定給戴奧辛與呋喃之每一種同源物的值，以表示該同源物相對於 2,3,7,8-TCDD 的毒性效力。2,3,7,8-TCDD 的毒性當量因子為 1。

**TEQ (toxic equivalency)**：毒性當量；為了方便估計類戴奧辛化合物的多種同源物之總毒性所使用的一種由計算而得的數值。毒性當量的系統有兩種，分別為國際毒性當量 (I-TEQ) 與世界衛生組織 (WHO) 的毒性當量 (w-TEQ)，這兩種系統所得的結果有些為不同。毒性當量之計算，是將一給定樣品中的每一種同源物的量 (重量) 乘上該同源物的毒性當量因子，然後將這些乘積加起來，即得該樣品的毒性當量。

**tipping fee**：委託處理費；將廢棄物送到掩埋場或焚化爐處理所需的費用，通常是以重量計價。

**TNCs (transnational corporations)**：跨國公司；在許多國家營運的公司。也稱為 MNCs。

**UN(the United Nations)**：聯合國。

**UNDP (United Nations Development Program)**：聯合國發展規劃署；為聯合國的一個機構，其主要任務為減少全球的貧窮。

**UNEP (United Nations Environment Programme)**：聯合國環境規劃署；為聯合國的一個機構，其任務為經由良好的環境實踐來促進永續發展。

**UNIDO (United Nations Industrial Development Organization)**：聯合國工業發展組織；為聯合國的一個致力於幫助南方國家之工業基礎發展的機構。

**USEPA (United States Environmental Protection Agency)**：美國政府的一個機構。

**vitrification**：玻璃化；一種相當少用的工業程序，其將灰渣融化並使其冷卻成為玻璃狀的球體。其目的是為了要破壞一些有機化合物，並使灰渣中的污染物較不會釋出到環境中。

**waste-to-energy (WTE)**：廢棄物轉能源；見 energy-from-waste。

**WHO (World Health Organization)**：世界衛生組織；為聯合國的一個致力於改善人類健康的機構。

**Zero Waste**：零廢棄物、或零垃圾；為包括回收、但更進一步地以「全系統」方法來面對人類社會的整個資源與廢棄物流的一種哲學與設計原則。零廢棄物使回收最大化，廢棄最少化，並確保產品是可再使用、可修復、或回到自然或者市場。



## 附錄 A： 焚化的空氣污染排放

### 由都市廢棄物焚化爐 排出的污染物<sup>221</sup>

pentane	2-heptanone	2-bromo-4-chlorophenol
trichlorofluoromethane	2-butoxyethanol	1,2,5-trichlorobenzene
acetonitrile	nonane	dodecane
acetone	isopropyl benzene	bromochlorophenol
iodomethane	propylcyclohexane	2,4-dichloro-6-methylphenol
dichloromethane	dimethyloctane	dichloromethylphenol
2-methyl-2-propanol	pentanecarboxylic acid	hydroxybenzotrile
2-methylpentane	propyl benzene	tetrachlorobenzene
chloroform	benzaldehyde	methylbenzoic acid
ethyl acetate	5-methyl-2-furane carboxaldehyde	trichlorophenol
2,2-dimethyl-3-pentanol	1-ethyl-2-methylbenzene	2-(hydroxymethyl) benzoic acid
cyclohexane	1,3,5-trimethylbenzene	2-ethylnaphthalene-1,2,3,4-tetrahydro
benzene	trimethylbenzene	2,4,6-trichlorophenol
2-methylhexane	benzotrile	4-ethylacetophenone
3-methylhexane	methylpropylcyclohexane	2,3,5-trichlorophenol
1,3-dimethylcyclopentane	2-chlorophenol	4-chlorobenzoic acid
1,2-dimethylcyclopentane	1,2,4-trimethylbenzene	2,3,4-trichlorophenol
trichloroethene	phenol	1,2,3,5-tetrachlorobenzene
heptane	1,3-dichlorobenzene	1,1'biphenyl (2-ethenyl-naphthalene)
methylcyclohexane	1,4-dichlorobenzene	3,4,5-trichlorophenol
ethylcyclopentane	decane	chlorobenzoic acid
2-hexanone	hexanecarboxylic acid	2-hydroxy-3,5-dichlorobenzaldehyde
toluene	1-ethyl-4-methylbenzene	2-methylbiphenyl
1,2-dimethylcyclohexane	2-methylisopropylbenzene	2-nitrostyrene(2-nitroethenylbenzene)
2-methylpropyl acetate	benzyl alcohol	decanecarboxylic acid
3-methyleneheptane	trimethylbenzene	hydroxymethoxybenzaldehyde
paraldehyde	1-methyl-3-propylbenzene	hydroxychloroacetophenone
octane	2-ethyl-1,4-dimethylbenzene	ethylbenzoic acid
tetrachloroethylene	2-methylbenzaldehyde	2,6-dichloro-4-nitrophenol
butanoic acid ethyl ester	1-methyl-2-propylbenzene	sulphonic acid
butyl acetate	methyl decane	m.w. 192
ethylcyclohexane	4-methylbenzaldehyde	4-bromo-2,5-dichlorophenol
2-methyloctane	1-ethyl-3,5-dimethylbenzene	2-ethylbiphenyl
dimethyldioxane	1-methyl-(1-pro-penyl)benzene	bromodichlorophenol
2-furanecarboxaldehyde	bromochlorobenzene	1(3H)-isobenzofuranone-5-methyl
chlorobenzene	4-methylphenol	dimethylphthalate
methyl hexanol	benzoic acid methyl ester	2,6-di-tertiary-butyl-p-benzoquinone
trimethylcyclohexane	2-chloro-6-methylphenol	3,4,6-trichloro-1-methyl-phenol
ethyl	ethyldimethylbenzene	2-tertiary-butyl-4-methoxyphenol
benzene	undecane	2,2'-dimethylbiphenyl
formic acid	heptanecarboxylic acid	2,3'-dimethylbiphenyl
xylene	1-(chloromethyl)-4-methylbenzene	pentachlorobenzene
acetic acid	1,3-diethylbenzene	bibenzyl
aliphatic carbonyl	1,2,3-trichlorobenzene	2,4'-dimethylbiphenyl
ethylmethylcyclohexane	4-methylbenzyl	1-methyl-2-phenylmethylbenzene
	alcohol	benzoic acid phenyl ester
	ethylhex anoic acid	2,3,4,6-tetrachlorophenol
	ethyl benzaldehyde	tetrachlorobenzofurane
	2,4-dichlorophenol	fluorene
	1,2,4-trichlorobenzene	phthalic ester
	naphthalene	dodecanecarboxylic acid
	cyclopentasiloxanecamethyl	3,3'-dimethylbiphenyl
	methyl acetophenone	3,4'-dimethylbiphenyl
	ethanol-1-(2-butoxyethoxy)	hexadecane
	4-chlorophenol	benzophenone
	benzothiazole	tridecanoic acid
	benzoic acid	hexachlorobenzene
	octanoic acid	heptadecane

fluorenone  
dibenzothiophene  
pentachlorophenol  
sulphonic acid m.w. 224  
phenanthrene  
tetradecanecarboxylic acid  
octadecane  
phthelic ester  
tetradecanoic acid isopropyl ester  
caffeine  
12-methyltetradecacarboxylic acid  
pentadecacarboxylic acid  
methylphenanthrene  
nonedecane  
9-hexadecene carboxylic acid  
anthraquinone  
dibutylphthalate  
hexadecanoic acid  
eicosane  
methylhexadecanoic acid  
fluoroanthene  
pentachlorobiphenyl  
heptadecanecarboxylic acid  
octadecadienal  
pentachlorobiphenyl  
aliphatic amide  
octadecanecarboxylic acid  
hexadecane amide  
docosane  
hexachlorobiphenyl  
benzylbutylphthalate  
aliphatic amide  
diisooctylphthalate  
hexadecanoic acid hexadecyl ester  
cholesterol

### 由有害廢棄物焚化爐 排出的污染物<sup>222</sup>

acetone  
acetonitrile  
acetophenone  
benzaldehyde  
benzene  
benzenedicarboxaldehyde  
benzofuran  
benzoic acid  
bis(2-ethylhexyl)phthalate  
1-bromodecane  
bromofluorobenzene  
bromoform  
bromomethane  
butylbenzylphthalate  
C8H18  
carbon tetrachloride  
chlorobenzene  
1-chlorobutane

chlorocyclohexanol  
1-chlorodecane  
chlorodibromomethane  
2-chloroethyl vinyl ether  
chloroform  
1-chlorohexane  
chloromethane  
1-chlorononane  
1-chloropentane  
cyclohexane  
cyclohexanol  
cyclohexene  
1-decene  
dibutylphthalate  
dichloroacetylene  
dichlorobromomethane  
1,2-dichlorobenzene  
1,4-dichlorobenzene  
1,1-dichloroethane  
1,2-dichloroethane  
1,1-dichloroethylene  
dichlorodifluoromethane  
dichloromethane  
2,4-dichlorophenol  
diethylphthalate  
dimethyl ether  
3,7-dimethyloctanol  
dioctyl adipate  
ethenylethylbenzene  
ethylbenzaldehyde  
ethylbenzene  
ethylbenzoic acid  
ethylphenol  
(ethylphenyl) ethanone  
ethynylbenzene  
formaldehyde  
heptane  
hexachlorobenzene  
hexachlorobutadiene  
hexanal  
1-hexene  
methane  
methylcyclohexane  
methyl ethyl ketone  
2-methyl hexane  
3-methyleneheptane  
3-methylhexane  
5,7-methylundecane  
naphthalene  
nonane  
nonanol  
4-octene  
pentachlorophenol  
phenol  
polychlorinated biphenyls (PCBs)  
polychlorinated dibenzo-p-dioxins  
(dioxins)  
polychlorinated dibenzofurans (furans)

pentanal  
phenol  
phenylacetylene  
phenylbutenone  
1,1'-(1,4-phenylene)bisethanone  
bisethanone  
phenylpropenol  
propenylmethylbenzene  
1,1,2,2-tetrachloroethane  
tetrachloroethylene  
tetradecane  
tetramethyloxirane  
toluene  
1,2,4-trichlorobenzene  
1,1,1-trichloroethane  
1,1,2-trichloroethane  
trichloroethylene  
trichlorofluoromethane  
trichlorotrifluoroethane  
2,3,6-trimethyldecane  
trimethylhexane  
2,3,5-trichlorophenol  
vinyl chloride

## 附錄 B：

### 焚化爐禁令與中止令

#### INTERNATIONAL:

**1996:** the Protocol to the London Convention banned incineration at sea globally.

**1996:** the Bamako Convention banned incineration at sea, on territorial or internal waters in Africa.

**1992:** the OSPAR Convention banned incineration at sea in the north-east Atlantic.

#### ARGENTINA:

**2003:** the city Council of Granadero Baigorria, Santa Fe province, outlawed medical waste incineration.

**2002:** the Buenos Aires City Council passed a law that bans incineration of medical waste. This includes medical waste generated in the city and sent outside for treatment.

**2002:** the City Council of Villa Constitución, Santa Fé province, banned the construction of incinerators.

**2002:** the City Council of Coronel Bogado, Santa Fé province, banned the construction of incinerators.

**2002:** the City Council of Marcos Juarez, Córdoba province, outlawed the construction of incinerators.

**2002:** the Municipal Council of Casilda, Santa Fe province, banned hazardous waste incineration for 180 days. The resolution was extended for another 180 days in November 2002.

**2002:** the City Council of Capitán Bermúdez outlawed all type of waste incineration.

**2001:** the province of San Juan banned crematoria in urban and semi-urban areas.

#### BRAZIL:

**1995:** the Municipality of Diadema, State of Sao Paulo, approved a law banning incinerators for municipal waste. The city council states that the waste problem should be tackled using reduce, reuse, and recycling policies.

#### CANADA:

**2001:** the Province of Ontario enacted a hazardous waste plan that includes the phaseout of all hospital medical waste incinerators.

#### CHILE:

**1976:** Resolución 07077 banned incineration in several metropolitan areas of the country.

#### CZECH REPUBLIC:

**1997:** Cepi, district Pardubice banned construction of new waste incinerators.

#### GERMANY:

**1995:** the largest, most populated and most industrialized state in Germany — North Rhine/Westfalia — bans municipal solid waste incinerators.

#### GREECE:

**1994:** the national government approved legislation declaring it illegal to burn hazardous waste in waste-to-energy plants. In 2001, the Minister for the Environment formally declared a policy of prohibiting municipal waste incineration.

#### INDIA:

**1998:** the central government banned incineration of chlorinated plastics nationally. The city of Hyderabad in the state of Andhra Pradesh banned on-site hospital waste incineration.

#### IRELAND:

**1999:** although no formal ban is in place, Ireland closed all of its medical waste incinerators.

#### JAPAN:

**1998:** the Ministry of Health and Welfare revised the laws to allow disposal of PCBs using chemical methods. Although there is no formal ban on incineration of PCBs, there is an informal proscription on PCB incineration.

#### MALTA:

**2001:** all public and private hospitals were to eliminate clinical waste incineration by 2001.

#### PHILIPPINES:

**1999:** the Clean Air Act was passed which bans all types of waste incineration. The law extends to municipal, medical and hazardous industrial wastes.

#### SLOVAKIA:

**2001:** banned waste importation for incineration.

#### SPAIN:

**1995:** the regional government of Aragón established autoclaving as the required form of treatment for medical waste, effectively eliminating medical waste incineration.

#### UNITED STATES:

##### STATES

**Delaware, 2000:** state prohibited new solid waste incinerators within three miles of a residential property, church, school, park, or hospital.

**Iowa, 1993:** state enacted a moratorium on commercial medical waste incinerators. Moratorium still in place. Moratorium does not extend to incinerators operated by a hospital or consortium of hospitals.

**Louisiana, 2000:** state revised its statute Title 33, which prohibits municipalities of more than 500,000 from owning, operating or contracting garbage incinerators in areas zoned for residential or commercial use.

**Maryland, 1997:** state prohibited construction of municipal waste incinerators within one mile of an elementary or secondary school.

**Massachusetts, 1991:** state enacted a moratorium on new construction or expansion of solid waste incinerators. Moratorium still in place.

**Rhode Island, 1992:** state banned the construction of new municipal solid waste incinerators. First U.S. state to enact such a ban.

**West Virginia, 1994:** state banned the construction of new municipal and commercial waste incinerators. Permits pilot tire incineration projects.

#### COUNTIES

**Alameda County, California, 1990:** voter initiative "Waste Reduction and Recycling Act" passed, banning waste incinerators in the county. A later court ruling limits the ban to the unincorporated areas of the county, however, there are no operating municipal waste incinerators in Alameda county.

**Anne Arundel County, Maryland, 2001:** county banned solid waste and medical waste incinerators.

#### CITIES

**Brisbane, California, 1988:** city banned new construction of waste incinerators.

**Chicago, Illinois, 2000:** city banned municipal waste incineration. The ban extends to burning waste in schools and apartment buildings.

**San Diego, California, 1987:** ordinance stipulates that waste incinerators cannot be sited within a certain radius of schools and daycare centers, which results in no eligible land being available for incinerators.

**Ellenburg, New York, 1990:** town banned waste incinerators.

**New York City, 1989:** Banned all apartment house incinerators by 1993. By 1993, all 2,200 apartment house incinerators that were in operation in 1989 were shut down.

#### MORATORIA:

Several states in the United States, including Arkansas, Wisconsin and Mississippi, have enacted moratoria on medical or municipal waste incinerators that have since expired or been lifted. The US EPA enacted a nationwide, 18-month freeze on new construction of hazardous waste incinerators in 1993. Two unsuccessful bills were introduced in the US Congress during the 1990s to enact a moratorium on new waste incinerators.

Other examples of incinerator moratoria worldwide include:

**1982:** Berkeley, California passes a ballot initiative banning garbage burning plants for five years. The moratorium allowed the city to develop recycling programs which became national models.

**1985:** Sweden implemented a 2-year moratorium on new incinerators.

**1990:** In the Flemish-speaking part of Belgium, public pressure resulted in a 5-year moratorium on new municipal waste incinerators.

**1992:** Ontario, Canada banned new municipal incinerators. In 1996 a new conservative government overturned the ban.

**1992:** Baltimore, Maryland passed 5-year moratorium on new municipal incinerators.

## 參考資料

- Alcock et al., "An Updated PCDD/F Atmospheric Emission Inventory Based on Recent Emissions Measurement Program," *Organohalogen Compounds*, vol. 36, pp.105-108, 1998.
- Allen, J.R., Barsotti, D.A., Lambrecht, L.K., et al., "Reproductive Effects of Halogenated Aromatic Hydrocarbons on Non-Human Primates," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 320, pp. 419-425, 1979.
- Altwickler, E.R., Konduri, R.K.N.V., Lin, C., and Milligan, M.S., "Rapid Formation of Polychlorinated Dioxins/Furans in the Post Combustion Region During Heterogeneous Combustion," *Chemosphere*, vol. 25, no. 12, pp. 1935-1944, 1992.
- Asahi Shimbun, "Hundreds of Dirty Incinerators at End of Road," May 29, 2002.
- Associated Press (AP), "Japan Is the Land of Rising Garbage Heaps," December 9, 2000b.
- AP, "Philippines Residents at Collapsed Garbage Dump File Class-Action Suit," August 2, 2000a.
- Aytekin, Favzi, Circular issued by the Turkish Minister for the Environment, translated by Banu Dokmecibasi, 22 September 1999.
- Babone, F., Bovenzi, M., Cavallieri, F., and Stanta, G., "Air Pollution and Lung Cancer in Trieste, Italy," *American Journal of Epidemiology*, 141: 1161-1169, 1994.
- Bailey, Jeff, "Up in Smoke: Fading Garbage Crisis Leaves Incinerators Competing for Trash," *Wall Street Journal*, Page A1, August 11, 1993.
- Biggeri, A., Barbone, F., Lagazio, C., Bovenzi, M., and Stanta, G., "Air Pollution and Lung Cancer in Trieste, Italy: Spatial Analysis of Risk as a Function of Distance from Sources," *Environmental Health Perspectives*, vol. 104, no. 7, pp. 750-754, 1996.
- Biocycle magazine, "The State of Garbage" annual survey, 1996.
- Biocycle magazine, "The State of Garbage" annual survey, 1997.
- Biocycle magazine, "The State of Garbage" annual survey, 2000.
- Birnbaum, Linda, "Re-evaluation of Dioxin," Presentation to the 102nd Meeting of the Great Lakes Water Quality Board, Chicago, Illinois, July 15, 1993, cited in *ToxCat* vol. 2 no. 8.
- Blumenstock, M., Zimmermann, R., Schramm, K.-W., Kettrup, A., "Influence of Combustion Conditions on the PCDD/F-, PCB-, PCBz- and PAH- Concentrations in the Post-Combustion Chamber of a Waste Incineration Pilot Plant," *Chemosphere*, vol. 40, pp. 987-993, 2000.
- Bond Buyer, "NJ Bill Approval May Mean \$1.1B Transportation Refunding," p. 43, November 28, 2001.
- Center for Voting and Democracy, "Voting Turnout," see [www.fairvote.org/turnout](http://www.fairvote.org/turnout).
- Centers for Disease Control and Prevention, "Blood and Hair Mercury Levels in Young Children and Women of Childbearing Age — United States, 1999," *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 50, no. 8, pp. 140-3, March 2, 2001.
- Centre National d'Information Indépendante sur les Déchets (CNIID), "Le Ministère de la Santé A Manipulé les Chiffres de Contamination des Français par les Dioxines," press release, October 24, 2000. Available at [www.cniid.org](http://www.cniid.org).
- Chang, D., Richards, M., and Huffman, G., "Studies of POHC DE During Simulated Atomization Failure in a Turbulent Flame Reactor," in *Land Disposal, Remedial Action, Incineration and Treatment of Hazardous Waste*, Proceedings of the Fourteenth Annual Research Symposium, U.S. EPA Hazardous Waste Engineering Laboratory, Cincinnati, EPA 600/9-88/021, p. 302, July 1988.
- Chang, M., and Lin, J., "Memory Effect on the Dioxin Emissions from Municipal Waste Incinerator in Taiwan," *Chemosphere*, vol. 45, pp. 1151-1157, 2001.
- Chicago Tribune, "Foster Wheeler Woes July 30, 1998.
- Cointreau-Levine, Sandra, "Sanitary Landfill Design and Siting Criteria," *Infrastructure Notes*, Urban No. UE-12, World Bank, March 1996.
- Commission for Racial Justice, *Toxic Wastes and Race in the United States*, New York: United Church of Christ, 1987.
- Connett, Paul, and Sheehan, Bill, *A Citizen's Agenda for Zero Waste*, G&G Video and Grassroots Recycling Network, October 2001.
- Connett, Paul, "Medical Waste Incineration: A Mismatch Between Problem and Solution" *The Ecologist Asia*, vol. 5, no. 2, March/April 1997.
- Consumat Environmental Systems, 1998 10-K report filed with the U.S. Securities and Exchange Commission, 1998.
- Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, 1972.
- Cook, R., "Incineration: Technology Versus Science?" *Proceedings of the Third Annual National Symposium on the Incineration of Industrial Wastes*, San Diego, CA, March 1989.
- Costner, Pat, et al., *Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants*, Greenpeace International Science Unit, October 1998.
- Crowe, Elizabeth, and Schade, Mike, *Learning Not to Burn: a Primer for Citizens on Alternatives to Burning Hazardous Waste*, June 2002.
- Davies, Terry, and Lowe, Adam, *Environmental Implications of the Health Care Service Sector*, Resources for the Future, 1999.
- De Fre, R. and Wevers, M., "Underestimation of Dioxin Inventories," *Organohalogen Compounds*, vol. 36, pp. 17-20, 1998.

Dellinger, B., Taylor, P., Tiery, D., Pan J., and Lee, C.C., "Pathways of PIC Formation in Hazardous Waste Incinerators," in Land Disposal, Remedial Action, Incineration and Treatment of Hazardous Waste, Proceedings of the Fourteenth Annual Research Symposium, U.S. EPA Hazardous Waste Engineering Laboratory, Cincinnati, EPA 600/9-88/021, July 1988.

Denison, Richard, and Ruston, John, eds., "Recycling and Incineration: Evaluating the Choices," Environmental Defense Fund, Washington, D.C.: Island Press, 1990.

Denison, Richard, "Environmental Life-Cycle Comparisons of Recycling, Landfilling, and Incineration: A Review of Recent Studies Annual Review of Energy and the Environment, vol. 21, pp. 191-237, 1996.

Dente, B., Fareri, P., and Ligteringen, J., eds., The Waste and the Backyard: The Creation of Waste Facilities: Success Stories in Six European Countries, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.

DeRosa, David, Out of Fashion: Moving Beyond Toxic Cleaners for the Fabric Care Industry, Greenpeace USA, 2001. Available at: <http://www.greenpeaceusa.org/toxics>.

Deutsche Presse-Agentur, "Schroeder Hit by Arrest of Top Ex-SPD Officials in Scandal," June 13, 2002.

DeVito, M.J., Birnbaum, L.S. et al., "Comparisons of Estimated Human Body Burdens of Dioxinlike Chemical and TCDD Body Burdens in Experimentally Exposed Animals Environmental Health Perspectives, vol. 103, no. 9, pp. 820-831, Sept. 1995.

Diggle, P.J., "A Point Process Modelling Approach to Raised Incidence of a Rare Phenomenon in the Vicinity of a Prespecified Point," Journal of the Royal Statistical Society, Series A, vol. 153, pp. 349-362, 1990.

Doucet, Lawrence, "EPA's Final Hospital/Medical/Infectious Waste Incinerator Regulations: Requirements, Compliance Decisions, and Related Environmental Issues," Doucet & Mainka, P.C., undated.

Dutta, Manoj, ed., Delhi: Waste Disposal in Engineered Landfills, Solid Waste Disposal and Recycling in Delhi, a Case Study, New Delhi: Narosa Publishing House, 1997.

Eberg, Jan, Waste Policy and Learning: Policy Dynamics of Waste Management and Waste Incineration in the Netherlands and Bavaria, Delft, The Netherlands: Uitgeverij Eburon, 1997.

ECOTEC Research and Consulting Limited, Beyond the Bin: The Economics of Waste Management Options, Friends of the Earth and UK Waste and Waste Watch, 2000.

Egeland, G.M., Sweney, M.H., Fingerhut, M.A., et al., "Total Serum Testosterone and Gonadotropins in Workers Exposed to Dioxin," American Journal of Epidemiology, vol. 139, no. 3, pp. 272-281, 1994.

Eitzer, B., and Hites, R., "Airborne Dioxins and Furans: Sources and Fates," Environmental Science and Technology, vol. 20, p. 1185, 1986.

Elliot, P., Eaton, N., Shaddick, G., and Carter, R., "Cancer Incidence Near Municipal Solid Waste Incinerators In Great Britain. Part 2: Histopathological and Case-Note Review of Primary Liver Cancer Cases," British Journal of Cancer, vol. 82, no. 5, pp. 1103-1106, 2000.

Elliot, P., Hills, M., Beresford, J., Kleinschmidt, I., Jolley, D., Pattenden, S., Rodrigues, L., Westlake, A., and Rose, G., "Incidence of Cancers of the Larynx and Lung Near Incinerators of Waste Solvents and Oils in Great Britain," The Lancet, vol. 339, pp. 854-858, April 4, 1992.

Elliot, P., Shaddick, G., Kleinschmidt, I., Jolley, D., Walls, P., Beresford, J., and Grundy, C., "Cancer Incidence Near Municipal Solid Waste Incinerators in Great Britain," British Journal of Cancer, vol. 73, pp. 702-710, 1996.

Elston, Suzanne, "Zero Waste Turns Garbage Into Savings," Environmental News Network, January 2, 2000.

Endo, Kazunobu, informative web page on the waste situation of Utsunomiya, Japan, <http://plaza22.mbn.or.jp/~gomigenryo/report/rp000530-1.html>, accessed May 2002.

Environment and Development, edition 7, vol. 2, July/August 1997.

Environment Support Group, Towards Evolving a Sustainable Community Level Solid Waste Management Strategy by Way of Building the Capacities of Solid Waste Workers (Pourakarmikas) of the Bangalore Municipal Corporation, 1999.

Environmental Protection Agency of Ireland, Ireland: National Waste Database, Report 1998, March 2000.

Environmental Working Group and Health Care Without Harm, First, Do No Harm, March 1997.

Erickson, J.D., Mulinare, J., McClain, P.W., et al., "Vietnam Veterans' Risks For Fathering Babies With Birth Defects," JAMA, vol. 252, pp. 903-912, 1984.

Erikkson, M., Hardell, L., Berg, N.O., et al., "Soft-Tissue Sarcomas and Exposure to Chemical Substances: A Case-Referent Study," British Journal of Industrial Medicine, vol. 38, pp. 27-33, 1981.

European Commission, European Dioxin Inventory, vol. 1, p. 32, October 1999. Available at: <http://europa.eu.int/comm/environment/dioxin>.

Falandysz, J., and Rappe, C., "Specific Pattern of Tetrachloronaphthalenes in Black Cormorant," Chemosphere, vol. 35, pp. 1737-1746, 1997.

Fangmark, I., Stromberg, B., Berge, N., and Rappe, C., "Influence of Small Fly Ash Particles on the Post-Combustion Formation of PCDDs, PCDFs, PCBzs, and CPs in a Pilot Incinerator," Chemosphere, vol. 29, pp. 1903-1909, 1994.

Fingerhut, M.A., Halperin, W.E., Marlow, D.A., et al., "Cancer Mortality In Workers Exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin," New England Journal of Medicine, vol. 324, pp. 212-218, 1991.

Fishbein, Bette K, "EPR: What Does It Mean? Where Is It Headed?" *Pollution Prevention Review*, vol. 8, pp. 43-55, 1998.

French Ministry of the Environment, Comite de Prevention et de Precaution, *Recommandation Dioxines*, April 3, 1998.

Friend, Gil, "Industrial Ecology in Motion," *New Bottom Line*, vol. 4.21, October 24, 1995.

Ganla, Nirmala, et al., "Sujala Biosanitizer — an Effective Alternative Medical Waste Disposal Technique," presented at AMOGS conference, Pune, India, February 2001.

Geiselman, Bruce, "Special Reports: Waste-to-Energy's Future Dims," *Waste News*, May 3, 1999.

Georgieva, Kristalina, and Varma, Keshav, "Foreword," in Rand, T., Haukoht, J., and Marxen, U., *Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a Successful Project*, World Bank Technical Paper No. 462, 2000.

Ghosh, A.K., "Comparative Statement of Technological Evaluation of Waste Autoclave and Waste Microwave," West Bengal Health Systems Development Project, Department of Health & Family Welfare, Government of West Bengal, India, 2002.

Giugliano, M., Cernuschi, S., Grosso, M., Miglio, R., Aloigi, E., "PCDD/F Mass Balance in the Flue Gas Cleaning Units of a MSW Incineration Plant," *Chemosphere*, vol. 46, pp. 1321-1328, 2002.

Glenn, Jim, "The State of Garbage in America," *BioCycle*, April 1999.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (Dirección General de Higiene Urbana), "Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires," 2001.

Gore, Al, *Earth in the Balance*, New York: Houghton Mifflin, pp. 156-7, 1992.

Greenpeace Japan, *The Construction Cost of Municipal Waste Incinerators and Counter Measures Against Dioxin: The Entire Picture of Domestic Expenditure and Its Trend*, May 2001.

Greenpeace U.K., "Greenpeace Volunteers Acquitted Over Shutting Britain's Biggest Waste Incinerator," press release, 13 October 2001b, available at: <http://www.greenpeace.org.uk/ntentlookup.cfm?ucidparam=20010613145457&CFID=104791&CFTOKEN=23681125&MenuPoint=D-D>.

Greenpeace U.K., *Criminal Damage: A Review of the Performance of Municipal Waste Incinerators in the UK*, 2001a.

Greenpeace, "Greenpeace Blocks Import of Waste for Incineration," press release, November 28, 2000.

Greenpeace, *Warning: Incineration Can Seriously Damage Your Health; A Report on the Hazardous Waste Incineration Crisis*, 1991.

Guardian, "Children at Risk From Poisoned Ash on Paths," May 8, 2000.

Hardell, L., and Sandstrom, A., "Case-Control Study: Soft-Tissue Sarcomas and Exposure to Phenoxyacetic Acids or Chlorophenols," *British Journal of Cancer*, vol. 39, pp. 711-717, 1979.

Hardell, L., Eriksson, M., Lenner, P., et al., "Malignant Lymphoma and Exposure to Chemicals, Especially Organic Solvents, Chlorophenols, and Phenoxy Acids: A Case-Control Study," *British Journal of Cancer*, vol. 43, pp. 169-176, 1981.

Hardell, L., Johansson, B., Axelson, O., "Epidemiological Study of Nasal and Nasopharyngeal Cancer and Their Relation to Phenoxy Acid or Chlorophenol Exposure," *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 3, pp. 247-257, 1982.

Harris, Jeff, and Muir, Tom, "A Technical and Socio-Economic Comparison of Options to Products Derived from the Chlor-Alkali Industry," *Organohalogen Compounds*, vol. 38, pp.331-336, 1998.

Hazardous Waste News, "Company Says It Is Out of Incinerator Business," June 17, 1991.

Health Care Without Harm, *Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies: A Resource for Hospital Administrators, Facility Managers, Health Care Professionals, Environmental Advocates, and Community Members*, 2001.

Heeb et al., "Distribution of Halogenated Phenols Including Mixed Brominated and Chlorinated Phenols in Municipal Waste Incineration Flue Gas," *Chemosphere*, vol. 31, no. 4, pp. 3033-3041, 1995.

Hegberg, Bruce A., Hallenbeck, William H., Brenniman, Gary R., "Municipal Solid Waste Incineration With Energy Recovery: Technologies, Facilities, and Vendors for Less Than 550 Tons Per Day," University of Illinois Center for Solid Waste Management and Research, Office of Technology Transfer, School of Public Health, 1990.

Hencke, David, "Britain Steps Out of Line on Incinerators," *Guardian*, Friday, May 19, 2000. Available at: <http://www.guardian.co.uk/Archive/Article/0,4273,4019735,00.html>.

Hering and Greeley, *Collection and Disposal of Municipal Refuse*, New York: McGraw-Hill, 1931.

Hershkowitz, Allen, and Salerni, Eugene, *Garbage Management in Japan: Leading the Way*, New York, New York: INFORM, 1987.

Hershkowitz, Allen, *Garbage Burning: Lessons from Europe: Consensus and Controversy in Four European States*, New York, N.Y.: INFORM, 1986.

Hirschorn, J., and Oldenburg, K., *Prosperity Without Pollution: The Prevention Strategy for Industry and Consumers*, New York: J. Wiley & Sons, 1990.

Hogg, Dominic, "Costs for Municipal Waste Management in the EU: Final Report to Directorate General Environment, European Commission," *Eunomia Research & Consulting*, April 2002.

Hong Kong Environmental Protection Department, "Estimated Composition of Municipal Solid Waste Disposed of at Waste Facilities," (available at [www.info.gov.hk/epd/english/environmentinhk/waste/data/monit\\_sw2000\\_ch2\\_t5.html](http://www.info.gov.hk/epd/english/environmentinhk/waste/data/monit_sw2000_ch2_t5.html)), 2000.

House, R.V., Lauer, R.D., Murray, M.J., et al., "Examination of Immune Parameters and Host Resistance Mechanisms in B6C3F1 Mice Following Adult Exposure to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin," *Journal of Toxicology and Environmental Health*, vol. 31, pp. 203-215, 1990.

Howard, C.V., "Particulate Aerosols, Incinerators and Health," in P. Nicolopoulou-Stamini, ed., *Health Impacts of Waste Management Policies*, Proceedings of the Seminar "Health Impacts of Waste Management Policies," (Hippocrates



Foundation, Kos, Greece, 12-14 Nov 1998), Kluwer Academic Publishers, 2000.

Huang, H., and Beukens, A., "On the Mechanisms of Dioxin Formation in Combustion Processes," *Chemosphere*, vol. 31, pp. 4099-4117, 1995.

Huff, J., "Dioxins and Mammalian Carcinogenesis," in Schechter, A., ed., *Dioxins and Health*, New York: Plenum Press, 1994.

Hunsinger, H., Kreis, S., Seifert, H., "Behavior of Chlorinated Aromatic Compounds in the High-Temperature Range of Waste Incineration Plants," *Organohalogen Compounds*, vol. 31, pp. 382-387, 1997.

Independent, "County Recycling Rate Is Best in Nation: Report," March 7, 2001.

Institute for Local Self-Reliance (ILSR), "Product Stewardship in British Columbia," *Facts to Act On Series*, no. 39, October 2000a.

ILSR, "The Five Most Dangerous Myths About Recycling," September 1996.

ILSR, *Incineration Critique and Scenario for Recycling and Economic Development in Bangkok, Thailand*, for Greenpeace Southeast Asia, February 2001.

ILSR, "Job Creation: Reuse and Recycling versus Disposal" (Chart), Washington, DC, 1997. [www.ilsr.org/recycling](http://www.ilsr.org/recycling)

ILSR, *Wasting and Recycling in Metropolitan Manila*, Philippines, October 2000b.

International Centre for Integrated Mountain Development, et al., *Nepal: State of the Environment*, 2001, 2001.

International Joint Commission, "A Policy Statement on Incineration of Municipal Waste," Ontario, Canada, 1996.

International Maritime Organization, *A Brief Description of the London Convention 1972 and the 1996 Protocol*, 2001.

Iskandar Kamel, Laila, *Cairo: A City That Learns from the Mokattam Recyclers*, Community and Institutional Development (C.I.D.), The Social Research Center, The American University in Cairo, Egypt, March 1999.

Jackson, Herb, "Trash-Facility Aid Bill Likely to Die in Assembly," *The Record*, p. A3, Nov. 27, 2001.

Jay, K., and Stieglitz, L., "Identification and Quantification of Volatile Organic Components in Emissions of Waste Incineration Plants," *Chemosphere*, vol. 30, no. 7, pp. 1249-1260, 1995.

Jochowitz, Jay, "Bordewich Blasts Sweeney for Inaction on Burn Plant," *The Times Union*, p.B7, Oct. 2, 1998.

Kang, H.K., Weatherbee, L., Breslin, P.P., et al., "Soft Tissue Sarcomas and Military Service in Vietnam: A Case Comparison Group Analysis of Hospital Patients," *Journal of Occupational Medicine*, vol. 28, pp. 1215-1218, 1986.

Kashima et al., "Characteristics of Extractable Organic Halogens in Ash Samples from Medical Solid Waste Incinerator," *Organohalogen Compounds*, vol. 41, pp. 191-194, 1999.

Kawano, M., Ueda, M., Matsui, M., Kashima, Y., Matsuda, M., and Wakimoto, T., "Extractable Organic Halogens (EOX: Cl, Br and I), Polychlorinated Naphthalenes and Polychlorinated Dibenzop-Dioxins and Dibenzofurans in Ashes from Incinerators Located in Japan," *Organohalogen Compounds*, vol. 36, pp. 221-224, 1998.

Kiser, John, and Zannes, Maria, *IWSA Directory of Waste-To-Energy Plants, Year 2000*, Washington, DC: Integrated Waste Services Association, 2000.

Knox, E.G., and Gilman, E.A., "Migration Patterns of Children With Cancer in Britain," *Journal of Epidemiological Community Health*, vol. 52, pp. 716-726, 1998.

Knox, E.G., "Childhood Cancers, Birthplaces, Incinerators and Landfill Sites," *International Journal of Epidemiology*, vol. 29, pp. 391-397, 2000.

Kociba, R.J., Keeler, A., Park, G.N., et al., "2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin: Results of a 13-Week Oral Toxicity Study in Rats," *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol. 35, pp. 553-574, 1976.

Lalotias, Kostas (Greek Minister of the Environment), statement to Parliament, parliamentary registry no. 10457B, March 5, 2001.

Ledgerwood, Sean, "Hitting 65 percent Diversion With Recycling, Composting," *Biocycle*, vol. 40, no. 3, March 1999.

Lee, G. F., and Jones-Lee, A., "Dry Tomb Landfills," *MSW Management*, vol. 6, pp. 82-89, 1996.

Lemieux, P., Lee, C., Ryan, J., Lutes, C., "Bench-scale Studies on the Simultaneous Formation of Pcb's and PCDD/Fs From Combustion Systems," *Waste Management*, vol. 21, pp. 419-425, 2001.

Luster, M.I., Boorman, G.A., Dean, J.H., "Examination of Bone Marrow, Immunologic Parameters, and Host Susceptibility Following Pre- and Post-Natal Exposure to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)," *International Journal of Immunopharmacology*, vol. 2, pp.301-310, 1980.

Ma, et al., "Mutagens in Urine Sampled Repetitively from Municipal Waste Incinerator Works and Water Treatment Workers," *Journal of Toxicology and Environmental Health*, vol. 37, pp. 483-494, 1992.

Mably, T.A., Moore, R.W., Peterson, R.E., "In Utero and Lactational Exposure of Male Rats to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin: 1. Effects on Androgenic Status," *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol. 114, pp. 97-107, 1992.

Maine State Planning Office, "Boothbay Region Refuse Disposal District," January 2002.

Markandu, ND et al., "The Mercury Sphygmomanometer Should Be Abandoned Before It Is Proscribed," *Journal of Human Hypertension*, vol. 14, pp. 31-36, 2000.

McLachlan, M.S., "Digestive Tract Absorption of Polychlorinated Dibenzop-dioxins, Dibenzofurans, and Biphenyls in a Nursing Infant," *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol.123, p. 68, 1993.

McMullen, Cheryl A., "Many States Have Yet to File Emission Plans," *Waste News*, February 7, 2000.

McRae, Glenn, "Eleven Recommendations for Improving Health Care Waste Management," *CGH Environmental Strategies*, December 1997 (revised May 2000).

Meacher, Michael (U.K. Minister for the Environment), "Waste Incineration," evidence to the House of Lords Select

Committee on the European Communities, 11th report, HL Paper 71, 15 June 1999.

Menon, Meena, "Scrap Pickers Demand Coverage by Labor Laws," Inter Press Service, May 18, 2000.

Montague, Peter, "New Evidence That All Landfills Leak," Rachel's Environmental and Health News, no. 316, Environmental Research Foundation, Dec. 16, 1992.

Montague, Peter, "The Precautionary Principle," Rachel's Environment & Health Weekly, no. 586, Environmental Research Foundation, February 19, 1998.

Morris, Jeffrey, and Canzoneri, Diana, Recycling Versus Incineration: An Energy Conservation Analysis, Sound Resource Management Group (SRMG) Seattle, Washington, September, 1992. (This report has been summarized in the Sound Resource Management's publication, The Monthly UnEconomist, vol. 2, no. 2-4, February, March and April 2000.)

Motavelli, Jim, "Zero Waste," E Magazine, March-April 2001.

Mschigeni, Keto, and Pauli, Gunter, "Brewing a Future," Yes! Magazine, Issue 2, Spring 1997.

Multinational Monitor, "Smoke and Mirrors," November 1993.

Murray, F.J., Smith, F.A., Nitschke, G.G., et al., "Three-Generation Reproduction Study of Rats Given 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) in the Diet," Toxicology and Applied Pharmacology, vol. 50, pp. 241-252, 1979.

Murray, Robin, Creating Wealth from Waste, London: Demos, pp. 33-34, 1999.

National Academy of Sciences, Toxicological Effects of Methylmercury, 2000.

National Research Council, Waste Incineration and Public Health, Washington D.C.: National Academy Press, 2000.

Nessel, C.S., and Gallo, M.A., "Dioxins and Related Compounds," in Lippmann, M., ed., Environmental Toxicants, Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.

Nito S., and Ishizaki S., "Identification of Azaarenes and Other Basic Compounds in Fly Ash From Municipal Waste Incinerator by Gas Chromatography and Mass Spectrometry," Chemosphere, vol. 25, no. 8, pp. 1755-1772, 1997.

Nova Scotia Department of the Environment, Nova Scotia: Too Good to Waste: Status Report 2001 of Solid Waste-Resource Management in Nova Scotia, March 2001.

Orlando Sentinel, "Lake Must Dump Incinerator Deal," March 20, 2002b.

Orlando Sentinel, "Troubles Take Toll on Covanta," March 15, 2002a.

Patandin, S., Dagnelie, P.C., Mulder, P.G.H., de Coul, E.O., van der Veen, J.E., Weisglas-Kuperus, N., Sauer, P.J.J., "Dietary Exposure to Polychlorinated Biphenyls and Dioxins From Infancy Until Adulthood: A Comparison Between Breast-Feeding, Toddler, and Long-Term Exposure," Environmental Health Perspectives, vol. 107, p. 45, 1999.

Pereira Neto, J.T., Manual de Compostagem, 1992.

Pirrone, Nicola et al., "Regional Differences in Worldwide Emissions of Mercury to the Atmosphere," Atmospheric Environment, vol. 30, no. 17, pp. 2981-1987, 1996.

Platt, Brenda, and Seldman, Neil, Wasting and Recycling in the United States 2000, Athens, Georgia: GrassRoots Recycling Network, 2000.

Platt, Brenda, "Aiming for Zero Waste: Ten Steps to Get Started," ILSR, Washington, DC, 2002.

Pluim, J.J., deVilder, J., Olie, K., et al., "Effects of Pre- and Postnatal Exposure to Chlorinated Dioxins and Furans on Human Neonatal Thyroid Concentrations," Environmental Health Perspectives, vol. 101, pp. 504-508, 1993.

Pollack, Andrew, "In Japan's Burnt Trash, Dioxin Threat," The New York Times, Section 1, p. 10, April 27, 1997.

Pope, C. Arden, et al., "Health Effects of Particulate Air Pollution: Time for Reassessment?" Environmental Health Perspectives, vol. 103, no. 5, pp. 472-480, May 1995.

Powell, J. Stephen, Political Difficulties Facing Waste-to-Energy Conversion Plant Siting, Cerrell Associates for California Waste Management Board, 1984.

Project in Development and the Environment, Comparing Environmental Health Risks in Cairo, vol. 2, 1994.

Puckett, Jim, Basel Action Network, "The Stockholm Convention: Marking the Beginning of an End to Waste Incineration," GAIA Campaigner, vol. 1, Issue 1, July-September 2001.

Puerto Rico Administration of Environmental Affairs, "Eco Futures Report," 1994.

Quass, U., and Fermann, M., "Identification of Relevant Industrial Sources of Dioxins and Furans in Europe (The European Dioxin Inventory)," Final Report No. 43, Essen, Germany: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 1997.

R. W. Beck Inc., "U.S. Recycling Economic Information Study," National Recycling Coalition, July 2001.

Rand, T., Haukohl, J., Marxen, U., "Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a Successful Project," World Bank Technical Paper No. 462, 2000.

Redefining Progress, "Online Quiz Measures Human 'Footprint' on Earth's Resources," media release, April 10, 2002. Available at: [http://www.rprogress.org/media/releases/020410\\_ef.html](http://www.rprogress.org/media/releases/020410_ef.html).

Rier, S.E., Martin, D.C., Bowman, R.E., et al., "Endometriosis in Rhesus Monkeys (Macaca Mulatta) Following Chronic Exposure to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin," Fundamental and Applied Toxicology, vol. 21, pp. 433-441, 1993.

Ryder, Ralph, "The Environmental Issues of PVC," Communities Against Toxics Research Unit, 2000.

Sakai et al., "World Trends in Municipal Solid Waste Management," Waste Management, vol. 16, Nos. 5/6, pp. 341-350, 1996.

Schantz, S.L., and Bowman, R.E., "Learning in Monkeys Exposed Perinatally to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)," Neurotoxicology and Teratology, vol. 11, pp.13-19, 1989.

Schmid, J., Elser, A., Strobel, R., Crowe, M., Dangerous Substances in Waste, Copenhagen: European Environment Agency, 2000.

Seifman, David, "Mike Pushes Incinerators - but Not in His Back Yard," *New York Post*, p. 2, March 26, 2002.

Sinkkonen et al., "Tetra- and Pentachlorodibenzothiophenes Are Formed in Waste Combustion," *Chemosphere*, vol. 23, no. 5, pp. 583-387, 1991.

Sison, Marites, "Metro Garbage Problem Rooted in Money, Politics," *Philippine Star*, February 18, 2002.

Smith, A.H., Fisher, D.O., Giles, H.J., et al., "The New Zealand Soft Tissue Sarcoma Case-Control Study: Interview Findings Concerning Phenoxyacetic Acid Exposure," *Chemosphere*, vol. 12, pp. 565-571, 1983.

Sound Resource Management, *Competition Between Recycling and Incineration*, Seattle, Washington, 1996.

St. Louis City Circuit Court, *Overmann v. Syntex*, July 12, 1991.

Stanners, D., and Bourdeau P., eds., *Europe's Environment, The Dobris Assessment*, Copenhagen: European Environment Agency, 1995.

Sweeney, M.H., Hornung, R.W., Wall, D.K., et.al., "Prevalence of Diabetes and Elevated Serum Glucose Levels in Workers Exposed to 2,3,7,8-tetrachloro-p-dioxin," *Organohalogenes*, vol.11, pp. 225-226, 1992.

Taiwan Environmental Protection Agency, *Yearbook of Environmental Protection Statistics*, 2001.

Taylor, P., and Lenoir, D., "Chloroaromatic Formation in Incineration Processes," *The Science of the Total Environment*, vol. 269, pp.1-24, 2001.

Thigpen, J.E., Faith, R.E., McConnell, E.E., and Moore, J.A., "Increased Susceptibility to Bacterial Infection as a Sequela of Exposure to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin," *Infectious Immunology*, vol.12, pp.1319-1324, 1975.

Thorpe, Beverley, *Citizen's Guide to Clean Production*, Clean Production Network, August 1999.

Times of India, "Govt Told to Fix Blame for Failure of Garbage Plant," April 11, 2001.

Trautman, Jerry, Michigan Department of Environmental Quality, Air Quality Division, statement at a public hearing on the Hamtramck medical waste incinerator, October 30, 2001.

Trenholm, A., and Lee, C.C., "Analysis of PIC and Total Mass Emissions from an Incinerator," in *Land Disposal, Remedial Action, Incineration and Treatment of Hazardous Waste*, Proceedings of the Twelfth Annual Research Symposium, U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Hazardous Waste Engineering Research Laboratory, Cincinnati OH, EPA 600/9-86/022, August 1986.

Trenholm, A., and Thurnau, R., "Total Mass Emissions from a Hazardous Waste Incinerator," in *Land Disposal, Remedial Action, Incineration, and Treatment of Hazardous Waste*, Proceedings of the Thirteenth Annual Research Symposium, U.S.EPA Hazardous Waste Engineering Laboratory, Cincinnati, EPA/600/9-87/015, July 1987.

Tucker, A.N., Vore, S.J., and Luster, M.I., "Suppression of B Cell Differentiation by 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin," *Molecular Pharmacology*, vol. 29, pp. 372-377, 1986.

Union Leader, "NH-Vt. Solid Waste District Votes to Pay Wheelabrator \$ 1 Million," p. 5, March 19, 1994b.

Union Leader, "Waste Project Appeals Ruling," p. 5, February 26, 1994a.

United Kingdom Department of Environment Transport and Regional Affairs Committee, Report HC 39-I, *Delivering Sustainable Waste Management*, vol. 1, paragraph 93, March 2001.

United Kingdom Parliamentary Select Committee on Environment, Transport and Regional Affairs, "Delivering Sustainable Waste Management, Fifth Report," 2001. HC 36.1, March 14, 2001. <http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/cm200001/cmselect/cmenvtra/36/3602.htm>.

United Nations Environment Programme (UNEP), UNEP Governing Council Decision on Cairo Guidelines and Principles for the Environmentally Sound Management of Hazardous Wastes, adopted by the UNEP Governing Council at Cairo, 17 June 1987.

UNEP Chemicals, *Dioxin and Furan Inventories: National and Regional Emissions of PCDD/PCDF*, Geneva, Switzerland, May 1999.

United States Agency for Toxic Substances and Disease Registry, *Toxic FAQs: Mercury*, April 1999.

United States Department of Energy (DOE), "Chapter 8: Public Policy Affecting the Waste-to-Energy Industry," *Renewable Energy Annual 1996*, April 1997.

United States DOE, National Energy Technology Laboratory (NETL), *A Comparison of Gasification and Incineration of Hazardous Wastes*, DCN 99.803931.02, by Radian International LLC, March 30, 2000.

United States DOE, *Renewable Energy Annual 2000 (With Data for 1999)*, March 2001. Available at: [http://www.eia.doe.gov/cneaf/solar.renewables/page/rea\\_data/rea\\_sum.html](http://www.eia.doe.gov/cneaf/solar.renewables/page/rea_data/rea_sum.html).

United States Environmental Protection Agency (USEPA) and American Hospital Association, *Memorandum of Understanding*, July 30, 1998b.

USEPA, "40 CFR Part 60 Standards of Performance for New Stationary Sources and Emission Guidelines for Existing Sources: Medical Waste Incinerators; Proposed Rule," *Federal Register*, vol. 61, no. 120, pp. 31735 - 31779. June 20, 1996. Available at: <http://www.epa.gov/ttn/atw/129/hmiwi/fr62096.pdf>.

USEPA, *Background Document for the Development of PIC Regulations from Hazardous Waste Incinerators*, Draft Final Report, Office of Solid Waste, Washington D.C., October 1989.

USEPA, *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States*, Update, 1997.

USEPA, "Cutting the Waste Stream in Half: Community Record-Setters Show How," EPA-530-F-99-017, October 1999b.

USEPA, *Dioxin: Summary of the Dioxin Reassessment Science*, 2000a.

USEPA, Draft dioxin reassessment, EPA/600/AP-92/001f, 1992.

USEPA, Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8- Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds, Part I: Estimating Exposure to Dioxin Like Compounds, Volume 2: Sources of Dioxin Like Compounds in the United States, Draft Final Report EPA/600/P-00/001Bb, (<http://www.epa.gov/ncea>) September 2000c.

USEPA, Greenhouse Gas Emissions from Management of Selected Materials in Municipal Solid Waste, EPA530-R-98-013, September 1998a.

USEPA, "Hospital Waste Combustion Study: Data Gathering Phase," EPA-450/3-88-017, Springfield, VA: National Technical Information Service, December 1988.

USEPA, "Medical Waste Incinerators-Background Information for Proposed Standards and Guidelines: Industry Profile Report for New and Existing Facilities," EPA-453/R-94-042a, July 1994. Available at: <http://www.epa.gov/ttn/atw/129/hmiwi/indprof.zip>.

USEPA, Memo to Commission for Environmental Cooperation: "Final Response to the Commission for Environmental Cooperation Relating to the Compliance Status of Existing Hospital/Medical/Infectious Waste Incinerators and Municipal Waste Combustors With Respect to Dioxin/Furan and Mercury Emissions," November 6, 2000b.

USEPA, "Municipal Solid Waste Basic Facts," June 20, 2001. Available at: <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/facts.htm>, accessed May 2002.

USEPA, National Dioxin Study Tier 4 — Combustion Sources: Engineering Analysis Report, U.S. EPA Office of Air Quality Planning and Standards, Washington D.C., 450-84-014h, 1987.

USEPA, Office of Solid Waste and Emergency Response, Final Technical Support Document for HWC MACT Standards Volume III: Selection of MACT Standards and Technologies, 1999a.

USEPA, Potential Applicability of Assembled Chemical Weapons Assessment Technologies to RCRA Waste Streams and Contaminated Media, August 2000d.

USEPA, "Puzzled About Recycling's Value? Look Beyond the Bin," EPA530-K-98-008, January 1998c.

U.S. Supreme Court, Denial of Certiorari, Atlantic Coast Demolition & Recycling Inc. v. Board of Chosen Freeholders of Atlantic County et al., 112 F.3d 652, 3d Cir., 1997.

Van Larebeke, Nik, et al., "The Belgian PCB and Dioxin Incident of January-June 1999: Exposure Data and Potential Impact on Health," Environmental Health Perspectives vol. 109, no.3, March 2001.

Van Leeuwen F., and Younes, M., "WHO Revises the Tolerable Daily Intake (TDI) for Dioxins," Organohalogen Compounds, vol. 38, pp. 295-298, 1998.

Viel, J.F., Arveux, P., Baverel, J., and Cahn J.Y., "Soft-Tissue sarcoma and Non-Hodgkin's Lymphoma Clusters Around a Municipal Solid Waste Incinerator With High Dioxin Emission Levels," American Journal of Epidemiology, vol.152, pp. 13-19, 2000.

Wall Street Journal, "Burning Issue: Energy from Garbage Loses Some of Promise as Wave of the Future," p. 1, June 16, 1988.

Walsh, Edward J., Warland, Rex, and Smith, D. Clayton, Don't Burn It Here: Grassroots Challenges to Trash Incinerators, University Park, Pa.: Pennsylvania State University Press, 1997.

Ward, Mike, "State Board Denies Using Siting Report; Study Identifies Least Likely Incinerator Foes Los Angeles Times, July 16, 1987.

Wenborn, M., King, K., Buckley-Golder, D., Gascon, J., "Releases of Dioxins and Furans to Land and Water in Europe, Final Report," Report produced for Landesumwamt Nordrhein-Westfalen, Germany on behalf of European Commission DG Environment, September 1999.

Whitman, Christie (USEPA Administrator), in transcript of press conference, "President George W. Bush Delivers Remarks Regarding POPs Treaty," April 19, 2001.

Wolfe, W.H., Michalek, J.E., Miner, J.C., et al., "Paternal Serum Dioxin and Reproductive Outcomes Among Veterans of Operation Ranch Hand," Epidemiology, vol. 6, no. 1, pp. 17-22, 1995.

Work On Waste, "North Carolina: Part 2," Waste Not, issue 164, September 12, 1991.

Work On Waste, Waste Not, issue 244, Sept. 1993.

Work On Waste, Waste Not, issue 302, September 1994.

World Health Organization, "Factsheet 253: Wastes from Healthcare Activities," 2000.

World Health Organization, "Fact Sheet 225: Dioxins and Their Effects On Human Health," June 1999b.

World Health Organization, Safe Management of Wastes from Health Care Activities, pg. 113, 1999a.

Yasuhara, A., and Morita, M., "Formation of Chlorinated Aromatic Hydrocarbons by Thermal Decomposition of Vinylidene Chloride Polymer." Environmental Science and Technology vol. 22, no. 6, pp. 646-650, 1988.

Zero Emissions Research Initiative, Press release: "First Non-Waste Beer Brewery," Mon, 27 Jan 1997.

Zero Waste New Zealand Trust, "Zero Waste Communities: Progress to Date," May 2002.

## 附註

1. Composting, which recycles organic materials and nutrients, is generally considered a form of recycling; municipal waste is also commonly called “household” or “general” waste.
2. See the glossary for the use of the terms “Southern” and “Northern” in this report.
3. Van Larebeke, 2001.
4. Rier et al., 1993.
5. Pluim et al., 1993.
6. Nessel and Gallo, 1992; and Sweeney et al., 1992.
7. USEPA, 1992.
8. Huff, 1994.
9. Hardell and Sandstrom, 1979; and Eriksson et al., 1981.
10. Hardell et al., 1981.
11. Hardell et al., 1982.
12. Fingerhut et al., 1991.
13. Smith et al., 1983; and Kang et al., 1986.
14. Thigpen et al., 1975; House et al., 1990; Tucker et al., 1986.
15. Luster et al., 1980.
16. Murray et al., 1979; Allen, 1979.
17. Kociba et al., 1976; and Schantz and Bowman, 1989.
18. Mably et al., 1992.
19. Egeland et al., 1994; Erickson et al., 1984; Wolfe et al., 1995.
20. DeVito and Birnbaum, 1995.
21. USEPA, 2000a.
22. Birnbaum, 1993.
23. Because there are so many different chemicals that fall into the class of dioxins, furans, and PCBs, scientists have devised a metric to indicate the overall dioxin-like toxicity of all these chemicals combined. This is known as the toxic equivalency, or TEQ. It is calculated as follows: each congener (variant) of dioxin is assigned a toxic equivalency factor (TEF) depending on its potency, as established by research. The most powerful of the dioxin congeners, 2,3,7,8-TCDD, is assigned the TEF 1; the other congeners all have lesser values. For any given sample, the quantity of each congener is multiplied by that congener’s TEF; these figures are then added to determine the overall TEQ for the sample. All references to dioxin quantities in this report are in terms of TEQ.
24. Van Leeuwen and Younes, 1998.
25. CNIID, 2000.
26. McLachlan, 1993; and Patandin, et al., 1999.
27. Hershkowitz, 1986.
28. USEPA, 2000c.
29. WHO, 1999b; “half-life” is the time it takes for the amount of a substance present to be reduced by half.
30. French Ministry of the Environment, 1998.
31. Overmann v. Syntex, 1991.
32. USEPA, 2000c, p. 18.
33. Available data on numbers of medical waste incinerators in the United States have not been very precise until quite recently. In December 1988, EPA’s “Hospital Waste Combustion Study - Data Gathering Phase” estimated, based on discussions with manufacturers approximately 6,200 existing incinerators. On November 6, 2000, EPA reported to the Commission for Environmental Cooperation (CEC) that at most 767 medical waste incinerators would be operating as of September 15, 2002. This represents a closure of 88 percent of the 6,200 incinerators operating in 1988.
34. UNEP Chemicals, 1999.
35. European Commission, 1999.
36. Quass and Fermann, 1997; and Wenborn, et al., 1999.
37. Giugliano, et al., 2002.
38. Eitzer and Hites, 1986.
39. Halogenated organics are those containing the elements fluorine, chlorine, bromine, or iodine, which share important chemical properties and tend to form similar compounds.
40. Blumenstock, et al, 2000; Falandysz and Rappe, 1997; Heeb et al, 1995; Kashima et al, 1999; Sinkkonen et al, 1991; and Nito and Ishizaki, 1997.
41. Whitman, 2001.
42. National Academy Of Sciences, 2000 and Agency For Toxic Substances And Disease Registry, 1999.
43. Pirrone et al., 1996.
44. Centers for Disease Control and Prevention, 2001.
45. Meacher, 1999.
46. Schmid, et al., 2000.
47. Ibid.
48. Table from Stanners and Bourdeau, 1995.
49. USEPA, 1998a. p. ES-15.
50. Ibid.
51. Morris and Canzoneri, 1992.
52. Howard, 2000.
53. Pope et al., 1995.
54. Ma, et al, 1992.
55. USEPA, 1989.
56. Kawano et al., 1998.
57. Viel et al., 2000; Biggeri et al., 1996; Babone et al., 1994; Diggle, 1990; Elliot et al., 1992; Elliot et al., 1996; Elliot et al., 2000; Knox, 2000; and Knox and Gilman, 1998
58. U.K. Department of Environment Transport and Regional Affairs Committee, 2001.
59. De Fre and Wevers, 1998.
60. Alcock et al., 1998.
61. “Generally, data are not collected during startup, shutdowns, and upset conditions — when the greatest emissions are expected to occur. Furthermore, such data are typically based on a few stack samples for each pollutant. Thus, the adequacy of such emissions data to characterize fully the contribution of incineration to ambient pollutant concentrations for health-effects assessments is uncertain.” National Research Council 2000. pp. 57-58.
62. Cook, 1989.
63. For more information on errors in measuring incinerator emissions and performance, see “Warning: Incineration Can Seriously Damage Your Health; A Report on the Hazardous Waste Incineration Crisis,” Greenpeace, 1991.

64. Adapted from Waste Not 302, 1994.
65. National Research Council, 2000, p. 9.
66. Eberg, 1997, p. 112.
67. Greenpeace UK, 2001a.
68. Taylor and Lenoir, 2001; Lemieux, et al., 2001; Blumenstock, et al., 2000; USEPA, 2000c; U.S. Department of Energy 2000; USEPA, 1999a; Fangmark, et al., 1994; and Altwicker, et al., 1992.
69. Yasuhara, 1988; Huang, 1995.
70. Hunsinger, 1997.
71. Howard, 2000.
72. Chang and Lin, 2001.
73. Incinerators can also be run so as to produce a slag, rather than ash, residue.
74. The Bamako Convention specifically defines incinerator residues and pyrolysis wastes as hazardous wastes. The Basel Convention defines pyrolysis wastes as hazardous and incinerator residues as "Wastes Requiring Special Consideration," but also gives a long list of constituents, most of which are typically found in incinerator residues, and defines any waste containing one or more of those constituents to be hazardous waste.
75. Greenpeace, 1991.
76. Environmental Research Foundation, 1992.
77. Hershkowitz and Salerni, 1987, p. 77.
78. Personal communication of the author with operating engineers at a municipal waste incinerator in Ryugasaki, Japan.
79. Guardian, 2000.
80. Gemeentelijke Dienst Afvalverwerking, personal communication with Dr. Kees Olie, 1995, as reported by Dr. Paul Connett.
81. The 200 ton per day Shibuya incinerator in Tokyo cost 70 billion yen (approximately US\$658 million at 1999 exchange rates); the 400 ton per day Ikebukuro incinerator in Toshima ward, also in Tokyo cost 86 billion yen (approximately US\$808 million); personal communication, Dr. Harumi Ishizawa, July 1999.
82. Greenpeace Japan, 2001, p.1.
83. Germany and Belgium have adopted a quasi-continuous monitoring of dioxins using the AMESA method. Instead of the standard methodology of conducting one six-hour test per year (at most), quasi-continuous monitoring employs a single probe for two weeks, then replaces it with another for two weeks; etc. Thus, at all times the stack is being monitored for dioxin emissions. A year-long monitoring program would therefore result in 26 samples, each one reflecting two weeks' worth of dioxins emissions.
84. Georgieva, 2000; and Cointreau-Levine, 1996.
85. Bailey, 1993.
86. Rand, 2000.
87. Work On Waste, 1994.
88. Greenpeace, 2000, and personal communication, Emma Öberg.
89. By Marcia Carroll, Research Director, Multinationals Resource Center.
90. The Union Leader, 1994a; The Union Leader, 1994b; Work on Waste, 1993.
91. U.S. Supreme Court, 1997.
92. Jackson, 2001; and Bond Buyer, 2001.
93. Orlando Sentinel, 2002a; and Orlando Sentinel, 2002b.
94. Jochowitz, 1998; and Multinational Monitor, 1993.
95. Bailey, 1993.
96. Greenpeace Japan, 2001, p. 6.
97. Sison, 2002.
98. Deutsche Presse-Agentur, 2002.
99. Platt and Seldman, 2000.
100. Institute for Local Self-Reliance, 1997.
101. Materials Recovery Facilities: sorting centers where recyclables and reusables are separated from waste.
102. "Resource recoverer" is used to refer to those who actually recover materials from the discards stream and return them to the economy; they are distinct from recyclers, who reprocess that material into new products.
103. Observed by the author in Phuket, Thailand.
104. Denison, 1996; for a more recent economic comparison of incineration and recycling on sustainability grounds, see ECOTEC, 2000.
105. For a comparison of various life-cycle assessments contrasting municipal waste incineration with landfilling and recycling, see Denison, 1996.
106. Rand, 2000.
107. Morris and Canzoneri, 1992.
108. Gore, 1992.
109. Redefining Progress, 2002.
110. Environmental Working Group and Health Care Without Harm, 1997. pp.30-31.
111. Commission for Racial Justice, 1987.
112. Powell, 1984.
113. Ward, 1987.
114. The complete list of Principles of Environmental Justice is available at: [www.ejrc.cau.edu/princej.html](http://www.ejrc.cau.edu/princej.html)
115. Seifman, 2002.
116. See, for example, figures on non-functioning or poorly-functioning incinerators in "Managing Clinical Waste in Developing Countries," WHO, 1994.
117. The Times of India, 2001; personal communication with Ravi Agarwal, Srishti, India.
118. Sound Resource Management, 1996.
119. Hencke, 2000.
120. Hering and Greeley, 1931, p. 13; USEPA, 1997.
121. Associated Press, 2000a.
122. Menon, 2000; Environment Support Group, 1999.
123. Adapted from Iskandar Kamel, 1999.
124. For cultural reasons, the work is sex-segregated. Men do the door-to-door collection and women the sorting.
125. Nova Scotia Department of the Environment, 2001; private communication, Dr. Paul Connett, August 2001; and private communication, Barry Friesen, April 2002.

126. Sources:

- Argentina: Gobierno de la Ciudad e Buenos Aires, 2001.  
Brazil: Pereira Neto, 1992.  
Egypt: Project in Development and the Environment, 1994.  
Finland: Stanners and Bourdeau, 1995.  
Hong Kong: Hong Kong Environmental Protection Department, 2000.  
India: Dutta, 1997.  
Ireland: Environmental Protection Agency of Ireland, 2000.  
Japan: Endo, 2002.  
Jordan: Environment and Development, 1997.  
Malaysia: Mohd Riduan Ismail, 1995.  
Nepal: International Centre for Integrated Mountain Development, 2001, p. 104.  
Philippines: Institute for Local Self-Reliance, 2000b.  
Puerto Rico: Puerto Rico Administration of Environmental Affairs, 1994.  
Russia: Environment Department, Russia, 1998.  
Taiwan: Taiwan Environmental Protection Agency, 2001.  
Thailand: Institute for Local Self-Reliance, 2001.  
U.K.: Parliamentary Select Committee on Environment, Transport and Regional Affairs, 2001.  
U.S.: USEPA, 2001.
127. Institute for Local Self-Reliance, 1996.  
128. Beck, 2001.  
129. Ibid.  
130. USEPA, 1998c.  
131. In economics, externalities are those costs imposed upon a third party, in other words, costs not accounted for in the transaction. Pollution is the classic example.  
132. ECOTEC, 2000.  
133. Hogg, 2002.  
134. For example, so-called "bottle bills" which require a small deposit on beverage bottles; the deposit is returned when the bottle is returned. A more comprehensive system is Germany's "Grüne Punkt" (green dot) system.  
135. Fishbein, 1998.  
136. Fishbein, 1998; Institute for Local Self-Reliance, 2000a.  
137. Ryder, 2000.  
138. Harris and Muir, 1998; the study indicated that the PVC industry employs 6,908 people in Canada, but if it were phased out, the resulting increase in manufacture of other products would generate 173,931 jobs, for a net increase of 167,023 jobs.  
139. Elston, 2000; and Motavelli, 2001.  
140. In some cases, these figures reflect residential municipal waste diversion rates, rather than overall municipal waste diversion rates. Residential rates exclude discards from offices and commercial establishments, which tend to be somewhat more uniform.

Sources:

- Denmark, Netherlands and Switzerland: Murray, 1999, pp. 33-34.

Galway: personal communication, Aine Suttle, Galway for a Safe Environment; April 2002.

Italy: Connett and Sheehan, 2001, p.19.

Canberra: personal communication, Sarah Hurren, Planning Project Officer, ACT NOWaste, April 2002.

New Zealand: Zero Waste New Zealand Trust, 2002.

Prince Edward Island: Ledgerwood, 1999.

Nova Scotia: Connett and Sheehan, 2001, p.18.

Northumberland County, Ontario, Canada: Independent, 2001.

Other Ontario Cities: Connett and Sheehan, 2001, p.18.

Boothbay: Maine State Planning Office, 2002.

Other United States Locales: USEPA, 1999b.

141. Adapted from "Aiming for Zero Waste: Ten Steps to Get Started," Brenda Platt, Institute for Local Self-Reliance, Washington, DC, 2002.

142. Davies and Lowe, 1999, p. v.

143. For a generalized step-by-step approach that hospitals in Southern countries can take to improve their medical waste

management, see McRae, 2000.

144. Connett, 1997.

145. Ghosh, 2002.

146. Health Care Without Harm, 2001.

147. World Health Organization, 1999, pg. 113.

148. World Health Organization, 2000.

149. Ibid.

150. Markandu, et al, 2000. For alternatives to mercury-bearing equipment, see The Sustainable Hospitals website at the University of Massachusetts Lowell: <http://www.sustainablehospitals.org> or the National Institutes of Health: <http://www.nih.gov/od/ors/ds/nomercury/alternatives.htm>.

151. World Health Organization, 1999a, pg. 113.

152. Ibid.

153. USEPA, 1998b.

154. Personal communication, Janet Brown, Medical Waste Manager, Beth Israel Medical Center.

155. Ganla et al., 2001.

156. For more information on materials exchanges, see: <http://www.ciwmb.ca.gov/CalMAX>

For lists of materials exchanges, see:

<http://www.metrokc.gov/hazwaste/imex/exchanges.html>

<http://www.ciwmb.ca.gov/Reuse/Links/Exchange.htm>

[http://www.wastexchange.org/exchanges/top\\_list.cfm](http://www.wastexchange.org/exchanges/top_list.cfm)

and <http://www.recycle.net/recycle/exch/index.html>.

157. Montague, 1998.

158. By Charlie Cray.

159. Thorpe, 1999, p.5.

160. By Charlie Cray.

161. Personal communication, Gunter Pauli, Director of Zero Emissions Research and Initiatives Foundation, May 2002.

162. At least 14 such releases so far from the U.S. Army's chemical weapons incinerators, according to Mr. Kevin Gildner and Mr. Conrad Whyne, Program Manager for Chemical Demilitarization at the Kentucky Citizens Advisory Commission meeting, January 2002.

163. By Elizabeth Crowe, Chemical Weapons Working Group.
164. USEPA, 2000d.
165. Costner, et al, 1998.
166. Crowe and Schade, 2002.
167. U.S. Department of Energy, 1997.
168. Walsh, et al., 1997.
169. "The State of Garbage" annual surveys published in Biocycle magazine.
170. Walsh et al., 1997.
171. Personal communication, Paul and Ellen Connett at Work on Waste, editors of Waste Not. April 2002.
172. Data from: U.S. Department of Energy, 2001; John van der Harst, Recycling Advocates of Middle Tennessee; Kiser and Zannes 2000; Denison and Ruston, 1990; Hegberg et al., 1990; and interviews with local authorities.
- 173 Data from: U.S. Department of Energy, 2001; John van der Harst, Recycling Advocates of Middle Tennessee; Kiser and Zannes 2000; Denison and Ruston, 1990; Hegberg et al., 1990; and interviews with local authorities.
174. USEPA, 1988.
175. USEPA, 2000b.
176. Statement by Jerry Trautman, Michigan Department of Environmental Quality, Air Quality Division, at a public hearing October 30, 2001 on the Hamtramck medical waste incinerator.
177. McMullen, 2000.
178. Compiled by Jorge Emmanuel, PhD., from: USEPA 2000b; USEPA 1988; USEPA 1996; and USEPA 1994.
179. Work on Waste, 1991.
180. U.S. Department of Energy, 1997.
181. Wall Street Journal, 1988.
182. Consumat Environmental Systems, 1998.
183. Geiselman, 1999.
184. Hazardous Waste News, 1991.
185. Chicago Tribune, 1998.
186. USEPA figures as cited in Walsh, et al., 1997.
187. Glenn, 1999; and the Center for Voting and Democracy <www.fairvote.org>.
188. Hershkowitz and Salerni, 1987. p. 72. The official cited is Mr. K. Nakazato, the head of overseas market development at Takuma Industries.
189. Ibid., p.75.
190. Pollack, 1997; Associated Press, 2000b.
191. UNEP Chemicals, 1999.
192. Hershkowitz, 1987, p.76.
193. Asahi Shimbun, 2002.
194. U.K. Parliamentary Select Committee on Environment, Transport and Regional Affairs, 2001.
195. Dente et al., 1998, p.3.
196. Hershkowitz, 1986, p. 42.
197. Eberg, 1997, p. 98 and 134.
198. Greenpeace, 2000; personal communication, Emma Öberg.
199. Hencke, 2000.
200. Martin GmbH fur Umwelt und Eneregietechnik, headquartered in Munich.
201. Eberg, 1997, pp. 137-8.
202. Eberg, 1997, p. 125.
203. Doucet, undated.
204. Greenpeace U.K., 2001b.
205. Interviews by the author in Kwangju, South Korea, 1999.
206. Personal communication, Zeina al-Hajj, April 2002.
207. Laliotis, 2001.
208. Aytekin, 1999.
209. by Von Hernandez, Toxics Campaigner, Greenpeace International and Co-coordinator, GAIA.
210. The Wingspread statement has become the definitive version of the Precautionary Principle; see Montague, 1998 at <www.rachel.org>.
211. The OSPAR Convention is formally known as the Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic.
212. The Bamako Convention on the Ban of Import Into Africa and the Control of Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes Within Africa, concluded 29 January 1991.
213. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP).
214. UNEP, 1987.
215. International Joint Commission, 1996.
216. Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, 1972.
217. Eberg, 1997, p. 70.
218. Adapted from "The Stockholm Convention: Marking the Beginning of an End to Waste Incineration," GAIA Campaigner, Vol. 1 Issue 2, by Jim Puckett, Coordinator, Basel Action Network.
219. The treaty is available online at <http://www.pops.int>.
220. The pesticides are: Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Mirex, Toxaphene, and DDT.
221. Jay and Stieglitz, 1995.
222. Trenholm and Lee, 1986; Dellinger, et al., 1988; Trenholm and Thurnau, 1987; Chang, et al. 1988; USEPA 1989; USEPA 1987.



## 團體資源

### **Global Anti-Incinerator Alliance/ Global Alliance for Incinerator Alternatives**

GAlA Secretariat  
Unit 320, Eagle Court Condominium  
26 Matalino Street, Barangay Central  
1100 Quezon City,  
The Philippines  
Telephone: +632 929 0376  
Fax: +632 436 4733  
info@no-burn.org  
http://www.no-burn.org

### **Alliance for Safe Alternatives**

PO Box 6806  
Falls Church, VA 22040  
USA  
Telephone: + 1 703 237 2249 ext.19  
http://www.safealternatives.org

### **Basel Action Network Secretariat**

c/o Asia Pacific Environmental Exchange  
1305 Fourth Ave., Suite 606  
Seattle, Washington 98101  
USA  
Telephone: +1 206 652 5555  
Fax: +1 206 652 5750  
info@ban.org  
http://www.ban.org

### **Communities Against Toxics**

PO Box 29  
Ellesmere Port  
Cheshire, CH66 3TX, UK  
Telephone/Fax: + 44 151 3395473  
Ralph@tcpublications.freemove.co.uk

### **Chemical Weapons Working Group Kentucky Environmental Foundation**

P.O. Box 467  
Berea, KY 40403  
USA  
Telephone: +1 859 986 7565  
Fax: +1 859 986 2695  
kefcwwg@cwwg.org  
http://www.cwwg.org

### **Clean Production Action**

2307 Avenue Belgrave  
Montreal, Qc H4A 2L9  
Canada  
Tel: +1 514 484 8647  
Bev@cleanproduction.org  
http://www.cleanproduction.org

### **Coalicion Ciudadana Anti-Incineracion dela Argentina**

Sucre 1207 PB "B"  
B(1708) IUU-Moron  
Argentina  
vodriozo@ar.greenpeace.org  
http://www.noalaincineracion.org

### **CNIID ( Centre National d'information Indépendante sur les Déchets)**

51 rue du Fbg St-Antoine  
75011 Paris  
France  
Telephone: +33 01 5578 2860  
Fax: +33 01 5578 2861  
info@cniid.org  
http://www.cniid.org

### **Earthlife Africa**

Johannesburg Branch  
PO Box 11383 2000  
Telephone: +27 11 4036056  
Fax: +27 11 3394584  
muna@iafrica.com  
http://www.earthlife.org.za

### **Friends of the Earth-International**

PO Box 19199,  
1000 GD Amsterdam,  
The Netherlands  
Telephone: +31 20 622 1369.  
Fax: +31 20 639 218  
http://www.foei.org

### **GrassRoots Recycling Network**

P.O. Box 49283  
Athens, GA 30604 9283  
USA  
Telephone: +1 706 613 7121  
Fax: +1 706 613 7123  
zerowaste@grrn.org  
http://www.grrn.org

### **Greenpeace International**

Keizersgracht 176,  
1016 DW, Amsterdam  
The Netherlands  
Telephone: + 31 20 523 6222  
Fax: + 31 20 523 6200  
http://www.greenpeace.org

**groundWork**

P.O. Box 2375  
Pietermaritzburg, 3200  
South Africa  
Telephone: +27 33 342 5662  
Fax: +27 33 342 5665  
groundwork@sn.apc.org  
<http://www.groundwork.org.za>

**Health Care Without Harm**

1755 S Street, NW Suite 6B  
Washington DC 20009  
USA  
Telephone: +1 202 234 0091  
Fax: +1 202 234 9121  
info@hcwh.org  
<http://www.noharm.org>

**Institute for Local Self-Reliance**

2425 18th Street, NW  
Washington, DC 20009-2096  
USA  
Telephone: +1 202 232 4108  
Fax: +1 202 332 0463  
ilsr@ilsr.org  
<http://www.ilsr.org>

**International POPs Elimination Network**

c/o Center for International Environmental Law  
1367 Connecticut Ave., NW, Suite 300  
Washington, DC 20036  
USA  
Telephone: +1 202 785 8700  
Fax: +1 202 785 8701  
<http://www.ipen.org>

**Lowell Center for Sustainable Production**

Kitson Hall, Room 200  
One University Avenue  
Lowell, MA 01854  
USA  
Telephone: +1 978 934 2980  
Fax: +1 978 452 5711  
LCSP@uml.edu  
<http://www.uml.edu/centers/LCSP>

**National Cleaner Production Centers Programme  
United Nations Industrial Development Organization**

PO Box 300, A 1400 Vienna  
Austria  
Telephone: +43 1 26026 5079  
Fax: +43 1 21346 6819  
npc@unido.org  
<http://www.unido.org/doc/331390.htmls>

**National Institutes of Health**

Information on alternatives to mercury-bearing medical products  
<http://www.nih.gov/od/ors/ds/nomercury/alternatives.htm>

**Pesticide Action Network -Latin America**

Alianza por una Mejor Calidad de Vida/Red de Acción en Plaguicidas  
Avenida Providencia N° 365, Dpto. N° 41  
Providencia, Santiago de Chile.  
Telephone: +562 3416742  
Fax: +562 3416742  
rapal@rapal.cl  
<http://www.rap-al.org>

**Pesticide Action Network Africa**

BP: 15938 Dakar-Fann  
Dakar  
Senegal  
Phone +221 825 49 14  
Fax + 21 825 14 43  
panafrica@pan-africa.sn  
<http://www.pan-africa.sn>

**Pesticide Action Network Asia and the Pacific**

P.O. Box 1170  
10850 Penang  
Malaysia  
Phone +60 4 656 0381  
Fax +60 4 657 7445  
panap@panap.net  
<http://www.panap.net>

**Pesticide Action Network Europe**

Eurolink Centre  
49, Effra Road  
UK - London SW2 1BZ  
Telephone: +44 207 274 8895  
Fax: +44 207 274 9084  
coordinator@pan-europe.net  
<http://www.pan-europe.net>

**Pesticide Action Network North America**

49 Powell St., Suite 500  
San Francisco, CA 94102  
USA  
Telephone +1 415 981 1771  
Fax +1 415 981 1991  
panna@panna.org  
<http://www.panna.org>

**Silicon Valley Toxics Coalition**

760 N. First Street San Jose, CA 95112  
USA  
Telephone: +1 408 287 6707  
Fax: +1 408 287 6771  
svtc@svtc.org  
<http://www.svtc.org>

**Srishti / Toxics Link**

H-2 Jungpura Extension  
New Delhi-14, India  
Telephone: +91 11 432 1747, 8006, 0711  
srishtidel@vsnl.net  
<http://www.toxicslink.org/medical>

**Sustainable Hospitals Project**

Kitson 200  
One University Avenue  
Lowell, MA 01854, USA  
Telephone: +1 978 934 3386  
shp@uml.edu  
<http://www.sustainablehospitals.org>

**Toxics Use Reduction Institute**

University of Massachusetts Lowell  
One University Ave.  
Lowell, MA 01854, USA  
Tel: +1 978 934 3346  
Fax: +1 978 934 3050  
librarian@turi.org  
<http://www.turi.org>

**WASTE: Advisers on Urban Environment and Development**

Nieuwehaven 201  
2801 CW Gouda  
The Netherlands  
Telephone: +31 182 522625  
Fax: +31 182 550313  
office@waste.nl  
<http://www.waste.nl>

**Waste Prevention Association "3R"**

P.O.Box 54  
30-961 Krakow 5, Poland  
pawel@otzo.most.org.pl  
<http://www.otzo.most.org.pl>

**Zero Waste New Zealand Trust**

PO Box 33 1695  
Takapuna, Auckland  
New Zealand  
Telephone: +64 9 486 0734  
Fax: +64 9 489 3232  
mailbox@zerowaste.co.nz  
<http://www.zerowaste.co.nz>

**United Nations Environment Programme  
Interim Secretariat for the Stockholm Convention on  
Persistent Organic Pollutants**

11 13 Chemin des Anémones  
1219 Châtelaine, Geneva  
Switzerland  
Tel.: +41 22 917 8191  
Fax: +41 22 797 3460  
ssc@chemicals.unep.ch  
<http://www.pops.int>

**World Alliance for Breastfeeding Action**

PO Box 1200, 10850 Penang,  
Malaysia  
Telephone: + 604 658 4816  
Fax: +604 657 2655  
secr@waba.po.my  
<http://waba.org.my> or <http://waba.org.br>

**World Wildlife Fund International**

Avenue du Mont-Blanc  
1196 Gland, Switzerland  
Phone: +41 22 364 91 11  
Fax: +41 22 364 53 58  
<http://www.wwf.org>

**Zero Waste Alliance International**

PO Box 33239  
Takapuna, Auckland  
New Zealand  
Telephone: + 649 9178340  
jdickinson@zwia.org

## 資料交換

Associação de Combate aos POPs  
Associação de Consciência à Prevenção Ocupacional  
<http://acpo94.sites.uol.com.br> (Portuguese)

California Integrated Waste Management Board  
<http://www.ciwmb.ca.gov/Reuse/Links/Exchange.htm>

Center for Health Environment and Justice  
<http://www.chej.org>

Environmental Research Foundation  
<http://www.rachel.org>

Essential Information  
<http://www.essential.org>

Internet Resources on Waste and Chemicals  
<http://www.most.org.pl/otzo/en/web-p2w.htm>

The Community Recycling Network  
<http://www.crn.org.uk>

US EPA National Center for Environmental Assessment  
<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/dioxin.cfm>

Waste Age  
<http://www.wasteage.com>

Waste News  
<http://www.wastenews.com>

Work on Waste  
<http://www.workonwaste.org>

Zero Emissions Research Initiatives  
<http://www.zeri.org>

# GAIA

## 全球焚化爐替代方案聯盟／全球反焚化爐聯盟

### GAIA 是誰？

GAIA 是於 2000 年 12 月由來自 23 個國家的人士所組成，宗旨是淘汰所有形式的廢棄物焚化，並提倡清潔生產、零垃圾以及永續的垃圾管理系統。GAIA 的存在是為了將成員團體連結在一起，幫助成員團體贏得他們當地的、國家的或區域性的抗爭，並且協助國際間的運動。

GAIA 有來自六大洲的數十個國家的數百成員。GAIA 成員包括生態保育團體、環境正義團體、衛生宣導團體、社區組織、反毒性化學物質聯盟、廢棄物減量回收商與商會、研究與政策研究中心，以及公益法律中心。

### GAIA 如何運作？

GAIA 藉著促進資訊交流（經由其網路社群服務、網頁及新聞稿）、技術分享、支持策略計劃、推動在地運動的全球支援（尤其是那些已準備好終止廢棄物焚化爐並實施替代方案的團體），來支持並強化其成員的工作。

GAIA 成員經由地區網絡及特定議題的工作團隊，來協調其工作。目前的工作團隊有：都市廢棄物／零垃圾、有害物質／清潔生產、以及醫療廢棄物（與無害健康照護組織合作）。

### 為什麼反對焚化爐？

因為廢棄物焚化爐：

- 以有毒的化學物質來毒害我們的環境、身體、以及食物來源
- 產生有毒灰渣
- 耗費大量原本可回收利用的資源
- 不利於回收與其他合理的廢棄物管理措施
- 在地經濟體因需給付與此昂貴的進口技術而流失金錢
- 提供的工作機會遠較零垃圾方案為少

投資於焚化爐就是投資於不斷的資源掠奪、廢棄物生產與污染。

在那些居民已組織起來形成強壯的草根運動的許多社區，其已能夠擊敗焚化爐。但是廠商能不斷將他們的骯髒技術傾倒給那些他們認為較無法抵抗的人們。目前在非洲、亞洲、拉丁美洲、與其他地方，約有數百個焚化爐興建計劃在進行。

## GAIA 宗旨

GAIA 是由非營利組織與個人組成的全球聯盟，其體認到我們星球的有限資源、脆弱生態、以及人類與其他生物的健康，正被污染、無效率的生產實務、以及威脅健康的廢棄物處理方式所危及。

我們反對焚化爐、掩埋場、以及其他末端處理措施。

我們的最終願景是一個公正的、免於毒害的、沒有焚化的世界。我們的目標是實現清潔生產，並創造密閉循環、物質有效運用的經濟體，其所有的產品經由再使用、維修與循環利用，而返回市場或大自然。

以上宣言於 2000 年 12 月於南非約翰尼斯堡通過採用。

## 加入 GAIA ！

我們歡迎任何認同我們宗旨的公益團體與個人。GAIA 的成員是多元的，對於其他議題可能擁有不同的看法；然而，我們團結在我們終止廢棄物焚化與提倡替代方案的工作之下。GAIA 成員不能利用他們的會員資格來謀取商業利益。

要加入 GAIA，請以印有貴組織信頭的信件，來表明您對 GAIA 目標的承諾、以及您想成為聯盟成員的意願，並將其郵寄或傳真到 GAIA 秘書處來。您的信件並不一定要用英文。



## 社團法人看守台灣協會 Taiwan Watch Institute

1998年，一群關心台灣的朋友相約於台北成立「看守台灣協會」，從事以永續台灣為目標的環境和生態之調查，與各項公共政策之研究分析，並結合及喚起社會各階層人士一起來看守台灣的環境和生態。

「看守台灣」沒有很大的抱負，也沒有偉大的企圖心，我們想做的是記錄我們的作為及我們生活環境的點點滴滴，讓我們有一點點的時間來觀察環境對我們的行為所產生的反應；進而想一想我們要如何在台灣這塊土地上讓世世代代可以生活得安樂及尊嚴。張國龍教授說的很清楚「相信地球村的每一位公民都不忍心讓自己賴以為生的大地繼續遭受蹂躪，更不願意看到人類有一天也成為瀕臨絕滅的物種。要防止生態環境的繼續惡化，讓我們的子孫可以與大地共生、與大自然和諧相處，不能只依靠官方樣版的活動，更不能只寄望少數環保人士單薄的力量。每一位地球村的公民都要成為保護生態環境的行動者和參與者」。

自1998年底開始出版『看守台灣』季刊，探討台灣與全球的環境變遷，以及對生態與人類健康的影響。至今（2003年12月）已出刊了19期，函括了海洋世紀、國土規劃、綠色交通、森林文化、城鄉發展、大地之怒、水土資源、能源革命、生態主張、全球化、廢棄物處理、清潔生產、山林重建...等等。在2000年6月，嘗試檢討過去一年對台灣衝擊及影響較大的政策與施政，出版『2000台灣現況』檢視台灣在土地資源運用、能源使用、產業發展、環境規劃、廢棄物問題、以及「環境台灣」的社會化歷程；期望藉由檢討與建議，對社會與施政朝向「永續台灣」有所助益。

為提供國人更充分的環境資訊，特引介國際知名的環境智庫看守世界研究中心（The Worldwatch Institute）所出版的調查研究報告『看守世界專論』（*Worldwatch Papers*），自1998年起，計翻譯出版了13冊：『水之不存，人將焉附—淡水生態系的警訊』（*Imperiled Water, Impoverished Future*）、『自食惡果—環境及社會的亂象如何觸發疾病』（*Infecting Ourselves*）、『天氣新希望—穩定全球大氣的新策略』（*Climate of Hope*）、『縮減中的田地—世界八十億人的耕地損耗』（*Shrinking Fields*）、『被瓜分的水資源—糧食安全、生態系的健康及新匱乏政治學』（*Dividing the Water*）、『自作自受—補貼、政治、與環境』（*Paying the Piper*）、『土地的守護神—原住民與地球的健康』（*Guardians of the Land*）、『參與行動—人類與世界森林的新關係』（*Taking a Stand*）、『生活網線的遺失—脊椎動物的衰減漢生物龐雜度的保育』（*Losing Strands in the Web of Life*）、『搖盪的漁船—漁業保育和工作保障』（*Rocking the Boat*）、『回到正軌—全球鐵路運輸之復甦』（*Back on Track*）、『被遺棄的海洋—力挽衰敗的海洋』（*Abandoned Seas*）、及『淨損失—水產、工作機會和海洋環境』（*Net Loss*）。

另外，我們分別於2001年6月中與2003年2月底翻譯出版『2001世界現況』與『2002世界現況』。該書是世界著名的環境智庫看守世界研究中心的旗艦作品，從1984年起歷經二十個年頭，每年該中心傑出的研究團隊以跨領域的視野來觀察和分析全球過去一年裡的「環境與發展」議題，用簡明易懂的語文來撰述，並以30種語文在全世界出版發行，到目前為止已賣出了一百多萬冊，成為世界各國產、官、學、研各界重要的參考文獻，對各國政策的制定和觀念的型塑影響巨大且深遠。2002年中我們又出版看守世界研究中心的另一本重量級作品『2001生命徵象』（*Vital Signs 2001*）。這本獲聯合國環境規劃署（UNEP）和強森基金會（W. Alton Jones Foundation）支持而完成的『生命徵象』十週年紀念版，闡明迎合滿足貪得無厭

之消費需求的經濟，如何對人類、環境和經濟的健康造成負面的影響。更依賴汽車不僅使地球暖化，還導致更加不運動的生活方式；這種生活方式是肥胖症的主因。為治療第一世界的疾病而投入開發高獲利的藥物，造成針對像瘧疾等影響全球更多人口的疫苗和醫藥等重要研發經費受到排擠。產業化畜牧實務已經引起最為可怕的人畜交叉傳染，像牛的傳染病或稱為「狂牛」症者。我們這個新世紀所面臨的挑戰是延伸過去50年來的經濟成就，而又能制止生態衰退。『2001生命徵象』中簡明扼要的統計資料，有助國人了解問題的真相和找出因應的對策。

為因應國內環境繼續的惡化及生態持續劣化，提高民眾對環境污染的警覺及環境保護的意識，我們舉辦及參與各種社區集會、學校講座或學術研討會，提倡民眾自主的廢棄物管理實務。我們特別重視焚化爐污染的議題，在1999年7月和美國基要資訊中心合作邀請著名的反焚化爐專家紐約聖勞倫斯大學化學系教授柯保羅博士（Dr. Paul Connett）來台巡迴在台北、高雄、台南、台中、新竹、桃園等地舉行13場的演講和座談會，喚起民眾對焚化爐污染的意識和警覺，對官方漫無限制的擴建各式大、小型焚化爐的政策提出反對的意見。同時大力提倡廢棄物處理的替代方案，從民眾的認知、資訊和行為轉化，從事垃圾減量、資源回收、有機堆肥化等各種環境友善的垃圾管理方案，朝向零垃圾的永續社會邁進。

雖然前途荊棘滿佈，尤其是官方短視的政策及無視民意的施政，但是身為台灣人沒有悲觀的權利，我們仍有很長的路要走。期待您一起來加入我們，共同為我們的母親大地而努力。

您的關心、支持與行動，就是我們的目標。



郵局劃撥帳號：19421832

銀行帳號：005-001-123302 (土地銀行台北分行)

戶名：社團法人看守台灣協會