

台灣地區興建垃圾資源回收（焚化）廠之探討

張宏德* 施雲鵬** 鄭顯榮***

一、摘要

台灣地區由於地狹人稠，加以經濟活動的日趨頻繁，所衍生出來各式各樣的廢棄物不僅種類繁多，而且數量驚人，如何妥善的加以處理，已成為目前政府施政的一大課題及考驗。在兼顧有限土地資源利用之限制下，為求垃圾處理能同時達到減量化、安定化以及資源化的目的，焚化處理垃圾遂為一最佳的方式。

基於上述原則，政府乃訂定「垃圾處理方案」並確定以焚化方式為主體的垃圾處理原則。從早期的「都市垃圾處理計畫」以至於現今推行之中的「台灣地區垃圾資源回收（焚化）廠興建工程計畫」，採取了一連串積極的措施，除了引進最優良的技術外，並配合嚴格的環保法規來監督。預定將在民國87年底以前於各地完成興建22座大型焚化廠，以達到每日處理75%以上的總垃圾產生量，並期望藉由採開國內標的方式來引進國外先進技術，落實技術轉移，帶動國內相關產業的成長。

二、前言

廢棄物的產生並非19世紀工業革命以後所帶來的獨特產物。事實上，自有生命體在地球上活動以來就有各式各樣的有機廢棄物被排泄或產生（如生命體之自然死亡）。僅僅如此，這些有機物質通常隨著自然作用而被分解，而終究回歸到大自然之中。然而，由於人類經濟活動的快速發展，生產力的大量提昇而製造出了各式各樣的消費產品，於此生產與消費活動中間接地製造了各種的廢棄物。更不幸的是在這些多種的廢棄物當中含有多量不能或不易分解的物質（如金屬類與塑膠袋等），有些更被認定為有害廢棄物，因此造成了處理上極大困擾。

為求有效解決垃圾處理問題，並界定責任的歸屬，政府乃於民國63年首先制定公布「廢棄物清理法」，並先後於69年及77年分別修正。其中明訂了政府執行機關必須負一般廢棄物之清除、處理及稽查之責。至於事業廢棄物之清除、處理及屬於事業機構本身責任¹。由此看來，政府所要負責妥善處置的廢棄物對象與數量雖然僅佔廢棄物產生量

*行政院環保署垃圾資源回收（焚化）廠興建工程處副工程司

**行政院環保署垃圾資源回收（焚化）廠興建工程處組長

***行政院環保署垃圾資源回收（焚化）廠興建工程處處長

的少數，但站在示範及施政的立場而言卻是一個相當重大的責任。因此，如何在現有處境中謀求解決之道，除了在根本上積極的進行垃圾減量化以解決目前日益嚴重的各項問題之外，如何選擇適於我們自己的處理方式，便成了能否妥善解決問題的關鍵。

對於都市垃圾之處理方式，目前在臺灣地區最常見的不外是衛生掩埋、焚化、堆肥、任意傾棄、就地燃燒與低窪地傾倒等，而唯有其中三項如在嚴格的監督下執行方屬合法的行為。就以上所述三種合法的處理方式而言，衛生掩埋需大量土地，堆肥則處理量不大，相對之下焚化之可行性便提高了許多。若以資源回收的觀點來看，根據環保署80年度之統計資料顯示²，台灣地區的垃圾組成其可燃份在80%以上，且其低位發熱量在1,000kcal/kg以上，已達最低之自然發熱值，適於焚化並回收其廢熱以做發電之用。以土地利用的觀點而言，台灣地區目前的人口密度約為每平方公里462人，如使用掩埋方式處理垃圾，不僅土地需求量大且使用期滿封閉之後除供景觀造景外其他可能的利用方式則仍待謹慎的研討與規劃，所埋之垃圾亦永遠存在，故經濟效益較低。反觀焚化廠之興建，不僅土地需求量較小（每日焚化900公噸垃圾約需8公頃土地），壽命可達20年以上，土地亦可重覆使用，且垃圾經焚化減量後只剩餘不到原體積1/10的灰燼，性質相對單純又較輕易於集中行最終之處置。至於就造成二次公害的可能性而言，儲存於掩埋場裡的垃圾不僅因深埋地裡而難以被有效的分解，且因其產生的垃圾滲出水內有害物質與沼氣悶燒均會造成嚴重的二次公害。為因應並解決此等衍生問題，勢必將採用其它污染防治設備來解決。反觀焚化爐方面，所有可燃性垃圾均在充足的氧氣、足夠的滯留時間以及良好的混合下在爐體內行高溫分解，且其廢氣中的有害物質與飛灰則配以多重的污染防治設施將之減到最少並符合法規要求。因此，雖然焚化廠的建造成本較掩埋場為高，然而考量土地可重覆利用、處理設施使用年限長與資源回收諸因素下，則又以焚化廠的解決方式較為經濟與可行。此外，證諸於土地資源有限的先進國家如日本與瑞典的作法，超過50%的垃圾均以焚化的方式處理並強調資源回收。其它如德國，也有40%以上的垃圾以焚化方式處理。甚至連地廣人稀的美國在過去的10年內其焚化廠的數目也由1983年時的50座增加到目前142座³，由此可見時代潮流之所趨。

三、現況分析

欲妥善規劃台灣地區的焚化爐興建工程，我們必須先對目前所產生的垃圾種類、數量、組成以及清運狀況作全盤的了解，以求能妥善的謀求對策。

根據環保署民國79年度之統計資料顯示，台灣地區的垃圾產生量為18,753ton/day，其中台灣省部份佔14,073ton/day，台北市佔3,273ton/day，高雄市則佔1,407ton/day。如以每年5%的成長率推估，則預計到民國86年時，全台灣地區的總垃圾清運量將達26,387ton/day日，對於垃圾的清運及處理將造成極大的負擔。垃圾量之推估詳如表1。

表 1 臺灣地區民國79年度暨推估86、89年度之垃圾清理運量統計表

年度 區域別	79	86	89
臺灣省	14,073(0.91)	19,802	22,923
臺北市	3,273(1.21)	4,605	5,331
高雄市	1,407(1.02)	1,980	2,292
臺灣地區	18,753(0.96)	26,387	30,547

- [註] 1. 民國79年度之垃圾清運量係依據行政院環境保護署民國79年度之統計資料推估而得
 2. 民國86年、89年度之垃圾清運量係以年平均 5% 之成長率推估而得
 3. () 為每人每日產生之垃圾量

至於目前的垃圾處理情形，在台灣地區主要以掩埋、焚化與其它處理方式為之。依據行政院環保署民國79年度之統計，以衛生掩埋處理者佔 11,083 ton/day，以焚化處理者佔 213 ton/day（如考慮內湖焚化廠已於民國81年起正式營運，則焚化處理量佔 1,113 ton/day）。依此計算，台灣地區之垃圾妥善處理僅佔六成強，且焚化處理量與其它國家相較有明顯的不足。由上述的資料顯示，臺灣地區的垃圾產生量仍在持續的增加之中，且大多數仍以掩埋的方式處理。雖然在民國79年的妥善處理率已達 62.3%，較民國73年時期的 2.4% 已有大幅度的改善，然而處理的方式則仍集中於掩埋法。至於除了土地利用、經濟效益及資源回收等諸方面的考量外，台灣地區的垃圾是否適於焚化則留待下節討論。

四、台灣地區垃圾性質分析

環保署曾於民國77年時對台灣地區之垃圾性質作過分析，結果如表 2 所示。根據當時之調查顯示，在垃圾的物理組成方面，可燃份平均 80% 以上。在化學組成方面，含水率平均雖高達 56%，但其垃圾低位發熱量 (lower heating value) 平均在 1,000 kcal/kg 左右，已達自燃發熱量以上，故適於以焚化的方式來處理⁴。然而由於含水率之偏高，使得垃圾焚化處理之方式與歐美國家有顯著的不同。如何使得這些大量的水份不影響垃圾的燃燒效率實為一重要的課題。

表 2 臺灣地區垃圾可燃及不可燃成份統計表

項目 區域別	物 理 組 成		化 學 方 式			高位發熱量 (kcal/kg)	低位發熱量 (kcal/kg)
	可燃份(%)	不燃份(%)	水份(%)	灰份(%)	可燃份(%)		
臺灣省	81.4	18.6	58.2	14.0	27.8	1,456	958
臺北市	82.0	18.0	55.2	14.6	30.2	1,668	1,206
高雄市	84.6	15.4	57.5	15.7	26.8	1,406	931

資料來源：行政院環境保護署民國77年度之統計資料

時隔 4年之後，在考慮逐漸提高垃圾焚化處理比例之時，對於台灣地區目前的垃圾性質變化情形亦有必要再加以測定以作為將來設計焚化爐的依據。基於上述理由，環保署乃再於民國81年期間在台灣省擇定多數地點對垃圾的各種性質重作分析。表 3、4、5、6 分別列出了基隆市七堵區、台北縣五股鄉、彰化縣員林鎮與高雄縣仁武鄉等地的垃圾性質分佈情形。由上述各表的資料中顯示，水分的含量分別為 41.89%、46.36%、52.73% 及 47.69%，與民國77年時之平均 56% 有明顯下降的趨勢。另外在可燃份的佔有率上也有顯著的增加。以上的兩種變化連帶的使得垃圾的低位發熱量增加至 1,700kcal/kg 左右，與以往比較有接近歐美的垃圾性質之趨勢。上述的這種趨勢亦可由現場(掩埋場)觀察到大量的塑膠袋與塑膠製品推論得之。至於灰份的含量則因可燃份的增加而略為增加，但如以垃圾焚化後 90% 的體積減少量來考慮，則灰份的增加量不大。另外，就化學的組成而言，含硫量與含氮量均相當低(大約為 0.1% 與 0.5%)，對於硫氧化物(SO_x)與氮氧化物(NO_x)所帶來的威脅將不若燃煤與燃油鍋爐來的大。至於有機氯的含量勢必隨塑膠含量的增加。因此，對於將來所要興建的焚化爐在爐體、熱傳設備以及空氣污染防治設備的設計理念與要求上將與目前已完工的台北市內湖廠以及進行中的台北市木柵、士林廠及台北縣新店、樹林廠有所不同。以四年前與現今比較，假設每日的焚化目標量不變，則目前每單位質量垃圾經焚化所產生的熱量將較以往為多。因此，假使爐體每單位體積之設計承受熱負荷量不變，則在運用汽電共生的原則下為了有效消化這些熱量，除了應設法提高熱傳效率外，蒸汽產量也勢將提高而連帶影響了鍋爐部分設計容量要求。相對而言，發電機將隨之提高。然而就空氣污染防治設備而言，對同一設計者來說，一次與二次空氣量會因低位發熱量之不同而有差異，但不至於相差太大。因此，在灰分的含量變化不大的情形之下，對於粒狀污染物的去除需求而言其負荷將不致於有太顯著的改變。唯一要注意的則是除酸與戴奧辛的去除負擔將會增加。

五、內容與目標

如前言中所述，逐步提高垃圾處理的焚化比例不僅為目前世界潮流所趨，亦為政府為求解決垃圾處理問題所採取的積極步驟。事實上，早在民國70年代初期國內就已引進了小型的都市垃圾焚化爐作為處理垃圾新法的示範。這類的焚化爐，有新竹縣的新豐垃圾焚化爐與台北縣新店的安康垃圾焚化爐等。雖然前者早已因為使用的技術跟不上時代以及操作管理不善而於數年前正式宣告壽終正寢，然後者則至今仍在使用中。因此，在以廣泛興建焚化爐的方式來疏解都市垃圾處理壓力之目標下，行政院自民國73年起便一連串的制訂推動許多焚化爐的興建計畫。如原訂執行期間自民國73年至79年的「都市垃圾處理計畫」中所預定興建的23座垃圾資源回收(焚化)廠，其中含自民國76年起依「中油超額盈餘專款運用計畫」所推動的臺北縣樹林及新店兩地之垃圾焚化爐興建工程以及其餘包含台北市及高雄市各 3 座，臺灣省 15 座等諸工程。然而由於民意反對、土地無法取得、設廠規模變更與經費籌措等因素，目前僅臺北市內湖、木柵、士林等 3 座與臺

表3 基隆市七堵垃圾採樣分析結果表

		檢測項目 單位容積重(kg/m ³)	分析結果
物理組成 (乾基)	可燃份	紙類 (%)	21.03
		纖維、布類 (%)	10.21
		木竹、稻草、落葉類 (%)	19.67
		廚餘類 (%)	17.21
		塑膠類 (%)	10.01
		皮革、橡膠類 (%)	0.00
	其他類	其他類 (%)	4.80
		合計 (%)	82.93
	不燃份	金屬類 (%)	5.01
		玻璃類 (%)	9.21
		陶瓷類 (%)	0.00
		石頭及5mm以上之土砂 (%)	2.85
化學分析 (濕基)	水份	水份 (%)	41.89
		灰份 (%)	16.38
		可燃份 (%)	41.73
		碳 (%)	20.12
		氫 (%)	2.87
		氧 (%)	17.52
		硫 (%)	0.09
		有機氯 (%)	0.67
	氮	氮 (%)	0.46
		碳氮比(C/N)	43.74
	高位發熱量(kcal/kg)		2,189
	低位發熱量(kcal/kg)		1,783

表4 台北縣五股鄉垃圾採樣分析結果表

		檢測項目 單位容積重(kg/m ³)	分析結果
物理組成 (乾基)	可燃份	紙類 (%)	30.33
		纖維、布類 (%)	16.24
		木竹、稻草、落葉類 (%)	4.04
		廚餘類 (%)	18.50
		塑膠類 (%)	9.75
		皮革、橡膠類 (%)	0.00
	其他類	其他類 (%)	1.81
		合計 (%)	80.67
	不燃份	金屬類 (%)	9.77
		玻璃類 (%)	8.38
		陶瓷類 (%)	0.00
		石頭及5mm以上之土砂 (%)	1.18
化學分析 (濕基)	水份	合計 (%)	19.33
		水份 (%)	46.36
		灰份 (%)	15.28
		可燃份 (%)	38.36
		碳 (%)	18.67
		氫 (%)	2.59
		氧 (%)	15.96
		硫 (%)	0.09
	氮	有機氯 (%)	0.52
		氮 (%)	0.53
	碳氮比(C/N)		35.23
	高位發熱量(kcal/kg)		2,096
	低位發熱量(kcal/kg)		1,678

表 5 彰化縣員林鎮垃圾採樣分析結果表

		檢測項目 單位容積重(kg/m ³)	分析結果
物理組成 (乾基)	可燃份	紙類 (%)	20.19
		纖維、布類 (%)	1.90
		木竹、稻草、落葉類 (%)	2.14
		廚餘類 (%)	40.14
		塑膠類 (%)	28.50
		皮革、橡膠類 (%)	0.00
	其他類	其他類 (%)	0.71
		合計 (%)	93.58
	不燃份	金屬類 (%)	5.70
		玻璃類 (%)	0.71
		陶瓷類 (%)	0.00
		石頭及5mm以上之土砂 (%)	0.00
化學分析 (濕基)	水份	水份 (%)	52.73
		灰份 (%)	10.18
		可燃份 (%)	37.09
		碳 (%)	20.19
		氫 (%)	3.40
		氧 (%)	12.78
		硫 (%)	0.02
		有機氯 (%)	0.21
	氮	氮 (%)	0.49
		碳氮比(C/N)	41.20
	高位發熱量(kcal/kg)		2,270
	低位發熱量(kcal/kg)		1,770

表 6 高雄縣仁武鄉垃圾採樣分析結果表

		檢測項目 單位容積重(kg/m ³)	分析結果
物理組成 (乾基)	可燃份	紙類 (%)	29.50
		纖維、布類 (%)	5.04
		木竹、稻草、落葉類 (%)	6.47
		廚餘類 (%)	22.30
		塑膠類 (%)	20.14
		皮革、橡膠類 (%)	4.32
	其他類	其他類 (%)	1.44
		合計 (%)	89.21
	不燃份	金屬類 (%)	3.60
		玻璃類 (%)	6.47
		陶瓷類 (%)	0.00
		石頭及5mm以上之土砂 (%)	0.72
化學分析 (濕基)	水份	合計 (%)	10.79
		水份 (%)	47.69
		灰份 (%)	14.86
		可燃份 (%)	37.45
		碳 (%)	18.61
		氫 (%)	3.10
		氧 (%)	14.90
		硫 (%)	0.10
	氮	有機氯 (%)	0.17
		氮 (%)	0.57
	碳氮比(C/N)		32.65
	高位發熱量(kcal/kg)		2,103
	低位發熱量(kcal/kg)		1,649

北縣新店、樹林、臺中市、嘉義市、臺南市及彰化縣和美鎮等 6處仍依原訂計畫繼續辦理外，其餘均取消併入「垃圾處理計畫」辦理。

因此，為了重新規劃台灣地區延續的焚化爐興建計畫，行政院乃又於民國79年核定了「垃圾處理方案」及依據此方案而制定的「省(市)垃圾處理計畫」並交由環保署來負責推動執行，也因此而有「臺灣地區垃圾資源回收（焚化）廠興建計畫」之產生。為了方便區別起見，我們在此分別將原「都市垃圾處理計畫」中現在仍繼續執行者統一稱呼為「一期工程」，而「臺灣地區垃圾資源回收（焚化）廠興建計畫」所預定興建之各廠工程則統稱為「二期工程」。各期工程之主辦單位、設置地點及計畫處理容量分別詳列於表 7 及表 8 中。

表 7 垃圾資源回收(焚化)廠「一期工程」設置地點及容量表

主辦 單位	設置地點	計畫處理量 (ton/day)	備註
環 保 署	臺北縣 新店市	900	
	臺北縣 樹林鎮	1,350	
臺環 北保 市局	臺北市 木柵廠	1,500	
	臺北市 士林廠	1,800	
	臺北市 內湖廠	900	
臺環 灣保 省處	臺中市	900	
	嘉義市	300	
	臺南市 城西里	900	
	彰化縣 和美鎮	30	
高環 雄保 市局	高雄市 覆鼎金	900	
合計		9,480	

表8 垃圾資源回收(焚化)廠「二期工程」設置地點及容量表

主辦 單位	設置地點	計畫處理量 (ton/day)	備註
高環 雄保 市局	北區	900	
	南區	1,800	
環 保 署	臺北縣 八里鄉	1,350	
	新竹市	900	
	高雄縣 仁武鄉	1,350	
	新竹縣 新豐鄉	600	民意抗爭，暫緩
	彰化縣 溪州鄉	900	
	屏東縣 崁頂鄉	900	
	台南縣 溪南	900	民意抗爭，暫緩
	台南縣 溪北	600	民意抗爭，暫緩
	基隆市	900	
	宜蘭縣	600	
	台中縣 后里鄉	900	
合計		12,600	

由上述二表中可以計算出當一、二期工程全部竣工時，整個台灣地區將擁有22,080 ton/day 之垃圾焚化處理容量，且可達到以下所列之處理目標。

1. 至竣工時，一、二期工程可合計達日處理率75%，年處理率65%以上。

2. 建立垃圾焚化處理民營化體制。
3. 大型垃圾資源回收（焚化）廠委託公營處理比率達25%以上。
4. 完成技術轉移，並使得規劃設計、建造、操作及維修技術於國內生根。

六、垃圾處理民營化

垃圾處理的體制究竟以何種方式進行為宜，一直是個頗受爭議的話題。就各種的可能性而言，有「民有民營」、「公有公營」及「公有民營」等三種體制。以法理上來說，在廢棄物清理法中明文規定一般廢棄物之清除、處理為地方政府的責任。如以提昇相關產業技術水準與減輕政府人力負擔而言，又以鼓勵民間企業來投資興建營運為宜。然而就投資的金額來看，以及在初期垃圾的清除、處理體系尚未完全步上軌道之際，民間企業縱有興趣，亦將因風險評估等問題而暫時裹足不前。而由政府先行出面建廠，將整個從清除以至處理的法律體系與規範架構先行建立起來，為將來民有民營鋪路，並同時立即解決目前日趨嚴重的垃圾問題，實為現階段衡量利害之下較為可行的辦法。

民營化作法的演進，在台灣地區大約可劃分為三個階段。首先是第一期的公有公營。此時期的代表作為台北市的第一座大型焚化廠－內湖焚化廠。在建廠初期也確曾選派了許多優秀的工程師赴日本受訓。然而由於傳統的公務人員待遇問題在短期內無法獲得改善，以至於人員的流動率過高而影響了整個廠的運作效率。而加上這個廠因其獨特的示範性作用而必須對外開放以供參觀之用，或多或少也影響到工程師們的正常工作，故如以成本的角度觀之實非最有效的投資。正因為公營化的作法普遍的受到了質疑，同時與其它的國家如日本等國之作法也有所不同，因此在接續下來的新建焚化廠中，改採「公有民營」方式的經營體系便逐漸的被採用。一期工程中部分的廠與二期工程中所有的廠均朝此方向進行，但是在作法上仍有不同。以一期工程中的新店、樹林廠為例，營運廠商的遴選是與主體工程承包商在不同的時期選擇，而且是訂在工程進行至相當程度時再開始遴選操作廠商。此方式在立意上雖已設法擺脫了公營化的諸多缺失，且兼顧了使參加營運的廠商能參與建廠工程中的部分工作而提早達成對整個廠流程的熟悉程度。但是美中不足的是建廠與營運廠商仍然不同，因此在後者向前者接管焚化廠時在品質與接收標準的認定上以及將來的操作期間內若有機具故障時責任的歸認定上恐仍將有一番爭論。因此在目前二期工程中，民營化的執行原則便做了部分的修正。基本上，對營運廠商的遴選將優先開放給承建的廠商來運轉以去除上述的問題。如果承包商對於操作管理無太大興趣時，再依目前進行的方式來遴選營運者。

至於以「民有民營」方式來興建營運焚化廠，在政策上仍有推行的必要。以長遠的眼光來看，無論是經營的效率化、節省政府的開支、創造新的投資機會以及提高相關產業技術水準諸因之考量，「民有民營」確實有其存在的價值。然而，要成功的去營造一個民有民營條件成熟的環境，在今而言仍屬極大的挑戰，也需要政府仔細而積極的在前鋪路。以土地的取得而言，目前最常遇見的困難往往在於附近民眾的反對。究其原因，

則又多出於以往垃圾掩埋場所帶來之不良印象與現今環保意識高漲所致。如果政府不妥善的疏導此類的抗爭行為，並以積極的行動來保證將來焚化廠之品質，則不僅當前的一、二期焚化廠工程無法延續，更將使得有興趣的民間業者因缺乏公權力之保障而裹足不前。另外在垃圾的來源與收費上，也必須在事前有妥善的策劃。例如在垃圾的來源上為同時保障業者有穩定的貨源和垃圾有固定的去處，政府可與參加營運的廠商簽訂長期的垃圾處理合約，一方面保障垃圾的有效處理，一方面避免營運廠商的時常更換而影響運轉效率。至於在收費用上，除了必須保障營運廠商的合理利潤外，也必須考慮防止不正當的壟斷以謀取暴利而造成更嚴重的垃圾處理問題。此外，由於目前除了焚化外尚有掩埋的方式，然而兩者因建造成本不同，收費的標準亦可能有所不同。為了避免民眾因服務費用的不同而排斥焚化廠的興建，在因土地資源有限而不得不逐漸增加焚化處理量之比例的同時，在同一縣市內如何適當的調節收費標準，並考慮土地的使用成本，或是運用其它的補貼方法來達到無論是以掩埋方式或是焚化方式來處理垃圾均能一致的收費標準，亦實為另一重要之課題。

七、權責劃分

如上節所述，焚化廠工程在本階段工作的主要目標為推動公有民營化，並落實技術轉移。因此，在執行上勢必需要跨部會以及由上而下各級政府間的通力合作方能奏效。至於各單位的權責如何劃分則建議如下：

1. 經濟部負責輔導焚化爐技術移轉有關事宜。

2. 環保署負責下列工作：

(1) 興建垃圾資源回收（焚化）廠及垃圾轉運站。

(2) 興建垃圾資源回收（焚化）廠民營化。

(3) 興建垃圾資源回收（焚化）廠規劃、設計、操作、維護及管理制度。

(4) 協助垃圾焚化技術轉移事宜。

(5) 垃圾焚化研究發展事宜。

3. 省（市）政府負責下列工作：

(1) 建立長期性垃圾基本資料。

(2) 興建直轄市垃圾資源回收（焚化）廠及垃圾轉運站。

(3) 協助縣（市）政府取得垃圾資源（焚化）廠用地及民眾協調。

(4) 辦理垃圾收費、籌措垃圾焚化處理費用，建立污染者付費制度。

(5) 辦理垃圾分類及回收減量。

(6) 協助推動垃圾處理民營化。

(7) 協助垃圾資源回收（焚化）廠興建工程。

(8) 協助縣（市）政府辦理垃圾資源回收（焚化）廠之委託民營化事項。

4. 縣（市）政府負責下列工作：

- (1) 取得垃圾資源回收（焚化）廠用地及民衆協調。
- (2) 執行垃圾收費。
- (3) 執行垃圾分類及回收減量。
- (4) 辦理垃圾資源回收（焚化）廠委託民營。
- (5) 建立長期性垃圾基本資料。

由上述各級機關扮演之角色與相互之關連，我們不難看出垃圾之處理實為地方政府之責任，並需接收完工後之焚化廠而成為正式之業主。目前雖然由環保署代為負責大多數的工作，然而此乃僅止於制度之草創及過渡時期為興建焚化廠的作法，環保署的責任終究將逐漸的轉移到地方政府的手中，而慢慢的扮演政策的制定與監督的角色。至於有關技術移轉的各種事宜，甚至於各種獎投措施如「促進產業升級條例」等，已屬財政部例行之權責範圍。

八、服務費用之收取

如「垃圾處理民營化」乙節中所述，以生產者付費的觀點而言，今後民衆將因每人每日垃圾製造量的多寡而支付不同的處理費用。然而依公有民營或民有民營型態之不同，收費之內容及項目亦會有所不同。目前環保署正積極的邀集相關單位及專家學者對收費的標準作妥善的規劃及研究，以下則就垃圾焚化收費的精神作一概略的討論。

經營一座焚化廠就如同經營一家工廠，所不同的是工廠購買原料必須付費而焚化廠對外收取垃圾當作燃料必須收費。一般而言，所收取的處理費用應至少包括：操作營運成本、折舊成本、投資報酬及其它。至於公有或民有最基本之不同為目前所有之公有民營廠其興建費用完成由政府負擔，故其折舊也將由政府完全補貼，而民有民營廠方面如將來政府不比照現有之作法，則將會由民衆自行負擔，亦即將會加入處理費用中計算。

操作營運成本的計算通常可以下列公式表示：

$$C_0/m = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 - A_8)/D$$

其中， C_0/m 為每處理一噸垃圾之經營管理成本（元/ton）

A_1 為一年間之人事費用

A_2 為一年間之用水費

A_3 為一年間電費*

A_4 為一年間化學藥品費

A_5 為一年間油料費

A_6 為一年間設備維修費

A_7 為一年間一般業務費（含掩埋費用）

A_8 為一年間之收益（如發電與資源回收）

D 為每年有效處理容量

* 焚化廠的設計原則為運轉時回收廢熱並以蒸汽發電，除供廠內用電外平時並可售電與台電。然如逢年
度大修或因故障必須停車時則仍須由電力公司供電。

至於折舊成本的計算，則可以下列公式表之：

$$C_0 = B_1 / (B_2 \times D)$$

此處 C_0 為折舊成本 (元/ton) 、 B_1 為投資建廠成本、 B_2 為使用年限。

若採「民有民營」方式，則應加收投資報酬費用，其計算方式如下：

$$C_R = [(C_1 - C_2 + C_3) \times R] / D$$

其中 C_R 為投資報酬 (元/ton) 、 C_1 為固定資產、 C_2 為累積折舊成本、 C_3 為營運資金
、 R 為投報酬率。

至於其它方面費用之增減可依收費之時程如每月、每季或每年來調整至處理費用項
下。此項目通常也可包括墊付費用、賠償金及調整金等。

九、焚化廠技術規格基本要求

在考慮如何選擇適合於台灣地區的垃圾特性之焚化爐時，其最重要的決定因素，除了必須是目前廣泛應用且有多項實績的先進焚化技術外，更應具有處理高含水率的經驗與最有效的空氣污染防治設備之組合來確保排放物的品質能符合法規要求。

縱使焚化爐技術已相當蓬勃的發展，如混燒式機械爐床、流體化床式、旋轉窯式等。但如以處理未經適當分類之垃圾而言，則以連續混燒式機械爐床 (mass-burn mechanical grate/stoker system) 為具最多數成功之實績。因此，在考量只許成功不許失敗以挽回民眾對政府處理垃圾能力之信心時，上述之技術乃成為優先考量之選擇對象。在對於焚化爐之燃燒效率與有害物質之破壞方面，則著重於所謂3T的要求，即時間 (time)、溫度 (temperature) 與混合 (turbulence mixing)。其中，在時間的方面，為了確保垃圾中可燃物有足夠的時間與氧氣行充分的燃燒反應，可規定其必須於燃燒室內停留至少兩秒以上。在溫度的要求方面則可規定必須維持在 850°C 左右。設定在這個溫度主要的目的有三：第(1)，當燃燒溫度保持於 850°C 以上時，對於有毒的物質如戴奧辛之破壞去除效率較高。(2)，一般而言，熱形成氮氧化物 (thermal NOx) 需要在 1,200°C 以上方能大量形成，因此維持在較低的溫度可以減低氮氧化物之排放量。第(3)，維持於此溫度可適度的防止鍋爐爐管的高溫腐蝕問題。在混合效果的考慮上，則將著重於爐床的設計、一及二次空氣的進入及分布方式與爐體的幾何形狀等。此方面的要求可以自廠商提出之計算書、以往之實績、灼熱減量及最低燃燒效率等來審核規範之。

在發電的要求方面，將以蒸汽發電的方式為之。對於蒸汽條件的設定，在兼顧提高蒸汽之能量及保持廢氣溫度於進入鍋爐區時在 850°C 左右之前提下，可定在壓力 40kg/cm² 與溫度 400°C。所發之電除廠內用電外，剩下的電力將可全數售與台電作為資源回收的部份收益。

此外，對於垃圾臭氣的控制、排放廢氣之管制與廢水之處理也應有嚴格而妥善的要

求以保證達到目前的排放標準。在臭氣方面，考慮焚化廠的運轉目標為除大修時期外應達每日24小時之全年運轉，因此，在連續假期間不收垃圾時應有足夠之容量（目前一般定為3日），此時垃圾於儲坑內之停留時間將超過1日以上，再加以台灣地區特有的潮濕氣候之下，垃圾極易腐敗而產生臭味。為防止臭味的外溢而影響附近居民的正常生活，全廠之設計可採封閉式來防堵臭氣之外洩。在操作上可使垃圾儲坑及爐體內保持負壓來使得臭氣在根本上無法外洩，且臭氣亦可全數用作燃燒空氣之供給。此外，也可裝設除臭設備來處理全廠停修期間儲坑內之臭氣。在廢氣方面，以現今都市垃圾的特性考慮，由於含氮及含硫量極微（表3至表6），加上對燃燒溫度的適切控制，焚化廠內所排放的氮氧化物與硫氧化物將不至於有超過現行標準之慮。至於是否需預留將來加裝處理設備的空間以因應日益嚴格的環保標準，則應作審慎的計算與評估。除此之外，其它較重要且值得注意的污染源為酸氣（主要為HCl）、飛灰等粒狀污染物、戴奧辛與重金屬等。對於酸氣的去除主要可利用酸鹼中和的原理，採用洗煙塔將鹼性的物質以噴霧狀或粉狀的方式均勻地噴入反應槽中作用來去除酸氣。至於粒狀污染物的處理，則可利用目前在世界各地無論是焚化廠或是燃油、煤電廠均有多項實績的袋濾式集塵器（bag filter）或是靜電集塵器（electrostatic precipitator）來收集以符合目前法規的要求。在戴奧辛（dioxin）的防治方面，縱使目前的研究未能完全論斷是否由焚化爐中所排放出的量會對人體產生不良的影響⁵，然而由於戴奧辛的劇毒所帶來的陰影，使得各國的政府均不能不正視這個問題。在台灣，雖然目前的法規並無對固定污染源中戴奧辛的排放作成標準。但建議焚化廠相關的防護措施上應予加強，例如焚化爐的焚化溫度必須保持在850°C以上，廢氣的停留時間必須至少在2秒以上，都是保障有足夠的時間及溫度來分解戴奧辛。另外，對一氧化碳的排放量加以嚴格的監視也是控制、減少戴奧辛排放量的另一種間接方式。不過，除了上述的設計理念外，對於目前進行的二期焚化爐工程，可優先考量要求承包商依據目前德國的標準（100 μg/Nm³, 11% O₂）來加裝處理設備，以去除民衆之疑慮。而在重金屬的去除方面，因法規已有標準，如何達到標準則可由承包商再自行斟酌。一般而言，現有的空氣污染防治設備組合如洗煙塔、袋濾式集塵器及戴奧辛的去除設備等均可利用吸附（adsorption）的原理來對重金屬加以去除而得到相當好的效果。

在廢水的處理要求方面，為求達到資源的最有效利用與減少廢水之排放，建議對焚化廠統一要求為「廢水零排放」。所有的有機及無機廢水除垃圾儲坑廢水是收集後直接噴入爐中焚化處理外，其餘之各類廢水可於經過處理後，再依需求重覆使用。至於其它一般民衆所關心的焚化廠運轉噪音與垃圾車進廠所帶來的交通量與污染等問題也可由採封閉式廠房、低噪音設備與隔音設備之同時使用、使用密閉壓縮式垃圾車，拓寬進廠道路、垃圾車進廠避開交通尖峰時段及離廠垃圾車必須先清洗乾淨等措施來改善、解決。

十、結論

自民國73年起正式推動興建焚化廠以來，除了內湖廠已完工正式運轉及和美廠已完

成試俾運轉外，其餘各廠或是興建中、或是辦理招標作業中、或是計畫中等等，進度不一。以目前垃圾產生量的快速成長來看，如此緩慢之焚化廠興建速度，將無法有效的解決問題。究其原因，計畫推行之中所遭遇的困難不外為土地取得、民衆抗爭等。在所遭遇的各類的抗爭問題中又以「不可在我家後院」(Not In My Backyard,NIMBY)與對二次污染防治缺乏信心者為最多。事實上，以純技術的眼光而言，目前之技術規範均已廣泛蒐集各國資料，並配合我國垃圾的特性而訂定，故不至於有技術程度不足之慮。此外，民衆於抗爭時經常出現的口號如「反對二次污染等」，在基本上完全忽略了一個事實，那就是焚化爐的設置之基本目的就是要解決垃圾的污染問題。因此在環保意識的抬頭之際，各行各業紛紛加裝污染防治設備以求能符合法規要求與大眾的希望之際，卻獨對專為解決污染所設之焚化爐加以斥，而忽略了其所能帶來的實用功能與示範作用。至於設置地點的選擇亦均經地方政府依人口密度、當地人文與社會條件、垃圾收集與清運成本及對環境之衝擊程度等因素經對數個可能之廠址做適當之研判與比較後方定案，並同時擬定各種回饋方案來補償附近居民所受到的不便。一味的抗爭而不思共同謀求妥善解決之道，最終之受害者仍將為民衆自己。

根據過去舉辦各種說明會的經驗，民衆對焚化廠的興建疑慮最多的部份乃環繞於二次污染的問題。以廢水排放而言，零排放的設計理念與採用符合現今法規的最新設備事實上比經處理後再將水排放出去的方式在觀念上更勝一籌。而在空氣污染方面，對於每一種可能造成污染的物質也加裝了防治設備。以焚化廠的排放與民衆日常使用不可或缺的交通工具如汽、機車之總排放量相比較，何者的污染較為嚴重其實不言而喻。故民衆於反對之餘，是否亦應考慮到基本上垃圾的產生每個人都有責任，而一味的反對興建焚化廠或是掩埋場，不但於事無補，減低自己生活的品質，且更將造成政府施政上極大的困擾。如今政府已大力的於各地推動焚化爐的興建之際，由於各地民意的反應不同，使得各縣市之進度也不同。然而，幾年之後，擁有焚化爐之縣市將不再受垃圾無處去的困擾。反之，目前民意抗爭較強的地區，雖能符合少數民衆主觀的願望而阻止焚化廠的興建，然而長時間後與擁有焚化爐之縣市相比，將因垃圾無處去而飽受困擾。因應之道，唯有體認垃圾必須及早作妥善之減量處理之潮流以及焚化爐是為民衆來服務的事實，集合群力，轉換反對之意見為具建設性且強而有力的監督力，積極參與各種說明會與公聽會，並組成委員會來與政府共同監督焚化廠的操作管理，以減低人為疏失之可能性。

十一、參考文獻

1. 廢棄物清理法第七條、第十三條。
2. 行政院環保署，中華民國台灣地區環境資訊，81年版。
3. Valenti, Michael, Today's trash, tomorrow's fuel, Mechanical Engineering, pp.64~67, January 1993.

4. 一般廢棄物處理設施設置規範（焚化及掩埋部分）研訂報告附錄，中興工程顧問社，78年 6月，第1~29頁。
5. Travis, Curtis C. and Hattemer-Frey, Holly A., Human Exposure to Dioxin from Municipal Solid Waste Incineration, Waste Management, Vol. 9, pp. 151 ~156, 1989.