

## 醫療事業廢棄物的整合性管理與集中處理

張 榮 興

工業技術研究院 能源與礦業研究所

### 摘 要

漸趨嚴格的環保法規及高漲的環保意識，使得醫院廢棄物（含高污染性及高感染性廢液）的處理與處置愈來愈受到重視。國內已有部分大型醫院自設處置設施，進行廢棄物處理；但部份醫院所使用設備性能仍待評估與改善。中小型醫院雖亦可自設處理設施，但就管理、技術、及經濟觀點而言，並非良策。由於國內仍無集中處理先例，代處理業亦正在萌芽階段，其運作體系仍未建立，因此，本文將嘗試探討以下諸問題，期能供各醫院參考。

- (1)如何推動整合性管理計畫；
- (2)如何推動集中處理工作；
- (3)如何委託代處理業，以便有效地處理醫院廢棄物；
- (4)如何慎選代處理業，以減少法律責任。

## 緒 論

國內環保工作的積極推動，環保意識的高漲，使得各醫療事業機構對環境保護，污染防治工作的投入亦積極推動，不落人後。各醫院已有深切的體認，不可再將廢棄物當一般都市垃圾處置；而必須謹慎地考量對清除人員，對週遭環境可能造成的影響，作妥善的處理與處置。目前，國內各大醫院已針對設置焚化及廢水處理設施之可行性作慎重的檢討，省/市立醫院亦於七十九年度編列所需預算，擬配合政府主管機關之執行、管制步調，積極推動廢棄物及廢水處理設施興建計畫。100床以下醫院之管制工作亦將陸續展開，值此之際，對於是否該自設處理設施，抑或促使民間代處理業的成立，推動集中處理，實宜作慎重的考量與檢討。

由於國內相關法規、規範及標準剛公佈，目前仍無集中處理先例，代處理業亦正在萌芽階段；雖然管制/管理法規已建立，但實際運作體系仍未確實建立。因此，本文將嚐試探討於我國推行醫療事業廢棄物及廢液集中處理或代處理之可行性及作法，期以拋磚引玉，確實落實此項工作之推動。

### 醫療事業廢棄物—環境問題與責任問題

過去一兩年間，國內興起關切醫療事業，廢棄物處理問題的熱潮，但醫療事業廢棄物究竟會造成那些問題，或會造成些問題，則是一直未見正式的，科學化的研究、統計、與探索。這類問



題或許值得國內公衛系、所或環保、衛生單位以認真的態度作一探討。但以直覺的考慮，醫療事業廢棄物基本上除了辦公室等處所產生的一般事業廢棄物外，尚可能包含(1)感染性廢棄物，(2)毒性廢棄物，(3)腐蝕性廢棄物，及(4)放射性廢棄物等。就整個大環境而言，能減少甚至完全避免這些有害廢棄物的排放，是事業單位責無旁貸的責任與義務。而就醫療事業單位而言，所產生的有害事業廢棄物又以感染性廢棄物佔大部份。根據美國華盛頓郵報健康雜誌報導[1]，全美國每年約有200至300位醫護及廢棄物清除人員於工作中死於肝炎，其中部分可能即由於意外地被針頭、刀具等刺傷所致。不幸的是這並非醫院被指責的唯一責任問題。

近年來由於AIDS病例的漸增，如何使從業人員避免意外被刺傷而造成感染，更是嚴格管制醫療事業廢棄物處理的肇因。或許有人會問：「醫院何責任之有？若真有人受害，證據何在？」在最近的美國參議院記錄[2]中，紐澤西參議員Frank Lautenberg列舉了1988年夏季所發現醫院廢棄物隨意棄置所造成的事件：

- (1) 1988年5月下旬一紐澤西海岸發現一只裝感染性廢棄物的空"RED BAG"；
- (2) 1988年6月初一5支含血液的小玻璃瓶(vial)沖上紐澤西Island Beach國家公園及Ortley Beach。其中二支經化驗呈AIDS病毒陽性反應，一支呈B型肝炎陽性反應。
- (3) 1988年6月中一在紐澤西海洋國家公園發現約50支注射針頭；

- (4) 1988年7月第四個週末起一於紐澤西Bayonne 發現約有150支含血液的小玻璃瓶、針頭及外科用手套沖上海岸；
- (5) 紐澤西Beach Haven 海灘，有一女人躺臥在砂灘上時，被針頭刺傷；
- (6) 包括紐約、康乃狄格州，羅德島及麻省等東岸海灘，都曾因醫院廢棄物沖上海灘而暫告關閉。

由於國內民衆較少關心不會直接對自己造成「立即傷害」的任何社會問題，因此，類似上述問題在國內是否曾發生過，較無具體證據可查。雖然這類問題看似並未造成醫院直接的法律責任，但由於政府主管機關對有害事業廢棄物的管制觀念是『由搖籃至墳墓』均為事業單位的責任，因此，若追根究底的探尋其來源，則任意棄置這些廢棄物的醫院終仍難逃法律責任的懲罰。

我國由於中小型醫院、診所特多，徹底的管制、管理所產生的事業廢棄物，更是必須立即推動的工作。而由於台灣地區人口密集、土地使用效率高，欲在中小型醫院設置處理設施，實有先天上的困難。較實際可行的作法應是積極推動代處理/集中處理工作。但為了使廢棄物之處理工作能落實，建議應推動整合性管理/集中處理工作，以期減少廢棄物產生者及社會大眾可能面臨的風險。

### 整合性管理與集中處理

由於有害事業廢棄物的管理與處理觀念是「由搖籃至墳墓」均為產生者的責任，而各中小型醫院及診所由於普遍缺乏專責環



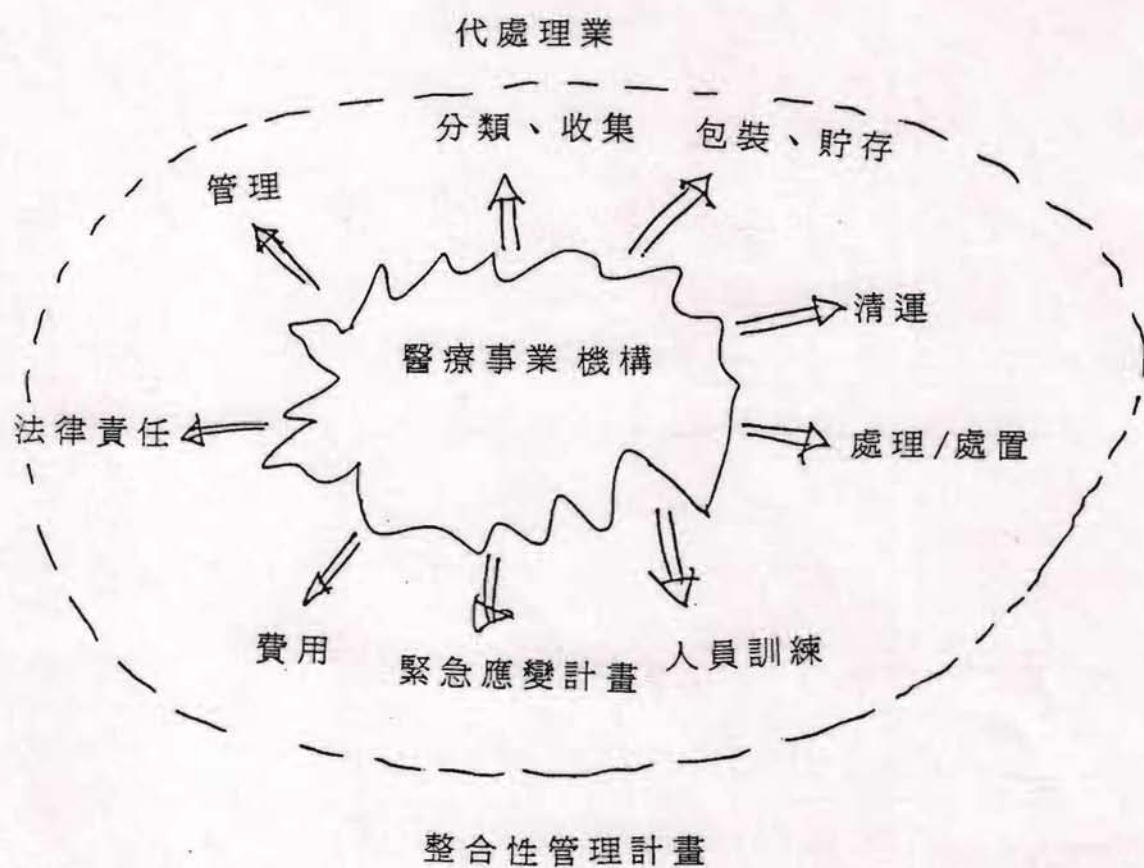


圖1 醫療事業廢棄物之整合性管理計畫

保人員負責廢棄物的管理工作，因此，實宜委託合格且合法的代處理業者提供以下完整的整合性服務工作：

[1] 教育與訓練

- 提供正確的資料及法規，建立正確的院內管理體系。
- 提供儲存及運送的包裝材料，並協助建立正確的分類、收集教育。
- 提供安全的廢棄物清除方法訓練。
- 提供院內廢棄物管理計畫。

[2] 收集與運送

- 提供收集容器。
- 依法規要求，提供定期的收集與運送服務。

[3] 處理

- 提供符合法規要求的集中處理設施。
- 徹底地處理廢棄物。

[4] 處置

- 提供符合法規要求的最終處置服務。

此處所謂的「整合性管理」指的是由單一服務業或代處理業提供完整的、全套的廢棄物(含廢液)管理、清除、貯存、運輸、處理及處置服務。這種整合性管理計畫的推動，首要前題必須要有合法且合格的代處理業者成立；相信在自由經濟社會的中華民國，在有利可圖的誘因下，促使代處理業的成立，必非難事。比較這種「整合性管理」與現行各醫院自行管理之優缺點，可發現



實是利多於弊，以下試簡要分析之：

#### (1) 風險

由信譽良好、財力雄厚的企業，善用廣大客戶所集聚的經濟支援，建立優良的、訓練有素的專業人才，所面臨的風險，當遠較由非專業的醫院從業人員執行此項工作來得低。

#### (2) 人員的安全

由於整合性管理首先強調的就是提供專業化的訓練與教育，使醫院內的從業人員能獲得正確的廢棄物清理知識及人員安全維護訓練，因此，可使從業人員能在更佳的工作環境中工作，並進而提高人員的安全性。

#### (3) 社會關係

國內醫院大多位於人口密集地區，或土地使用最為密集的商業區，因此，各醫院與週圍鄰居的和睦與否對醫院的運作關係極為密切。由於近年來民眾環保意識高漲，再加上一些其他因素的推動，各醫院欲於院內興建焚化處理設施，可能面臨的民眾反對壓力是可預期的。因此，若有合格且合法的代處理業可提供「整合性的管理」服務，相信可使醫院對外界的關係能獲得相當程度的改善。

#### (4) 設備與操作成本

由於醫院廢棄物中含有法定有害事業廢棄物，其處理設施需受法規嚴格的管制，操作人員亦有嚴格的要求，因此，使得處理設施價格昂貴，人員訓練所費不貲。委託代處理業者提供整合性

管理服務，一則可省去硬體設備的投資，提高土地使用價值，再則可省去人員訓練費用、人事經費；對中小型醫院而言，將是較為經濟的作法。

#### (5) 專注於醫護工作

醫療事業機構從業人員理應專責於醫護工作。管理人員理應專注於善用有限的資源與人力，期能為社會提供更優良的醫療品質。因此，分心於廢棄物的管理工作，並非良策。由專業人員擔負此項工作，使醫護人員專注於其職責，對社會對醫院均是較佳的抉擇。

### 整合性管理

在整合性管理計畫中，集中處理設施是最主要的核心設備，本文將於稍後詳加說明。但在詳述集中處理設施前，本節將先就整合性管理計畫作一簡要的說明。使運作集中處理設施的代處理業者對廢棄物產生源，處理/處置作業將面臨的運作事項能有所了解；並藉此使委託代處理的醫療事業單位能了解代處理業之運作，以便慎選代處理委託對象。

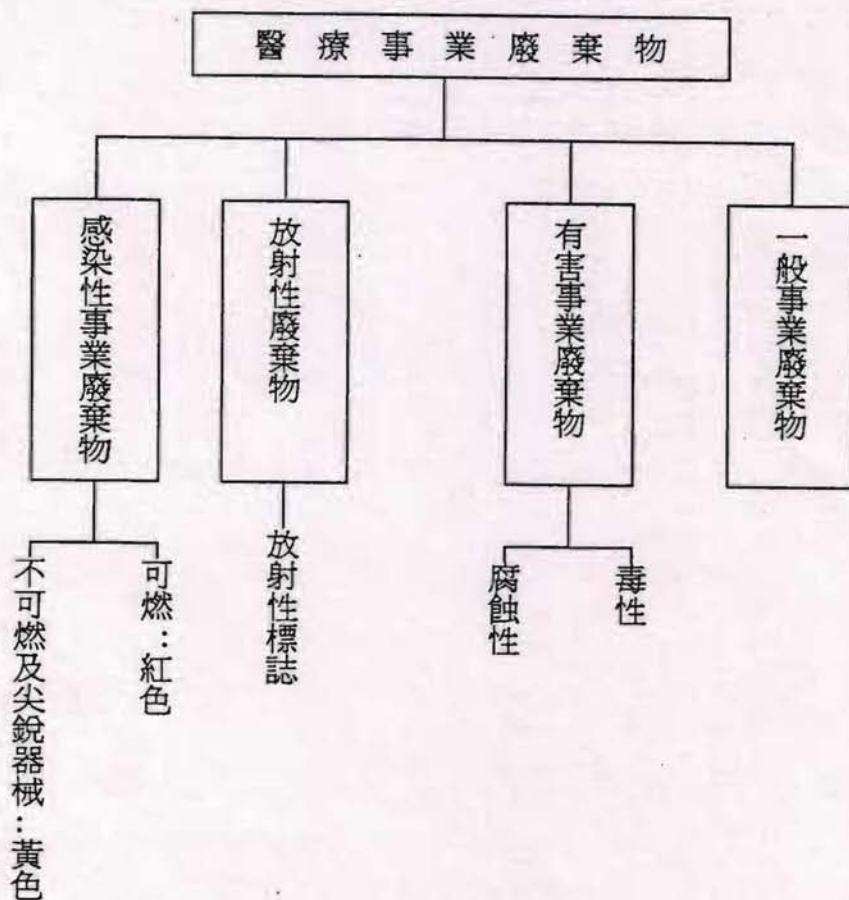
#### [1] 產生者

醫療事業單位所產生的廢棄物通常可分為四大類。

1. 一般事業廢棄物—泛指未被污染，且可直接處置之廢棄物。
2. 有害事業廢棄物—指含有毒性、腐蝕性、反應性或易燃性之廢棄物。



3. 低放射性廢棄物—指受原子能委員會管制之廢棄物。
4. 感染性事業廢棄物—指環保署公告之有害事業廢棄物認定標準中所定義之"可造成感染性疾病"之廢棄物，包括：
  - a. 手術房、產房、檢驗室、病理室、解剖室、實驗室所產生之廢檢體、廢標本、人體、動物殘肢、器官或組織等。
  - b. 傳染性病房或隔離病房所產生之事業廢棄物。
  - c. 廢透析用具、廢血液或廢血液製品。



圖二 醫療事業廢棄物之分類

- d. 廢棄之針頭、刀片，縫合針等尖銳器械，及注射器、培養皿、試管、試玻片。
- e. 其他曾與病人血液、體液、引流液或排泄物接觸之事業廢棄物。

由於根據我國的「事業廢棄物貯存、清除、處理方法及設施標準」[3]之規定，感染性事業廢棄物以外之有害事業廢棄物的處理/處置，要接受更嚴格的管制。因此，代處理業者宜慎作考慮，並妥善規劃、設計所採用之處理設施，以符合環保主管機關之規定。醫療事業單位於選擇代處理業者時，亦應仔細了解代處理業者所能處理的廢棄物種類，以免由醫院送出的廢棄物無法徹底地被處理/處置。

醫療事業廢棄物的主要產生者包括：

1. 醫院
2. 診所
3. 檢驗所
4. 牙科
5. 獸醫院
6. 衛生所
7. 家庭護士

以國內目前的情況而言，各中、大型醫院或多或少均已能了解妥善處理廢棄物的重要性；但依筆者經驗而言，小型醫院、診所、檢驗所、牙科、等小型醫療事業單位，則通常對廢棄物處理的認



知均仍待加強。這些單位之廢棄物處理，由於缺乏專業人負責，因此，以委託代處理業者，提供整合性服務最為合適。

## [2] 分類、收集與貯存

醫療事業廢棄物的分類、收集與貯存由於涉及病患、訪客、醫護人員及廢棄物清除人員的安全。因此，宜在產生源即進行分類作業；再由清除人員依分類進收集作業，並清運至點儲存或作前處理。由於目前各醫療事業單位普遍均有專人進行廢棄物之收集作業，但普遍也面臨收集人員素質參差不齊，致廢棄物由產生源作妥分類收集工作，清除人員卻又將之混合清運的窘境。因此，權宜之計，委由代處理業者整合現行收集、清運作業人員，提供全面性的教育、訓練與示範，擬定廢棄物管理計畫，確實推動執行，才有可能作好此項工作。

整合性管理計畫中，代處理業者可提供的服務，宜包括下列工作：

### 1. 正確的分類制度建立一合法、合情、合理

- 廢棄物分類制度形諸於文字易，實際推動難。因此，代處理業者宜因應法規要求，參酌醫療事業單位實地執行的經驗，依各單位特性擬定分類措施，配合文宣海報等推動此項制度的落實。

### 2. 適當的包裝、貯存容器提供一合法、安全、價廉

分類收集制度推動時，急需各種標示明顯的容器。包裝感染性事業廢棄物的塑膠袋依法亦需明顯標示。此外，針頭，刀

具等之盛裝容器應利用堅固材質製成的容器盛裝，以避免人員受傷害。這些包裝材料、容器等的供應，將是一龐大的市場，亦為代處理業者可提供服務的可能項目之一。

### 3. 定期的人員訓練

廢棄物的分類工作雖是舉手之勞，但試問台北市推動垃圾分類，吾等配合情況真那麼好嗎？更何況醫護人員本應專司醫護行為，任何額外的要求，就人性而言，偶而都難免會覺得不耐煩。但是若將廢棄物分類這項舉手之勞，養成一種習慣；不論是藉著適當時機的人員訓練或宣導，抑或初期以勸導性半強制性的推動；使醫護人員習以為常，則投棄廢棄物時，以聰明的大腦先作判斷，選擇正確的容器，其實並不需多花多少時間與精力的。這項工作的推動，必須是持續性、長期的、持之以恆的。因此，醫療事業單位於委託代處理時，不妨要求處理業者定期提供人員訓練服務。將此項制度的推動，視為如院內焚煙、或院內感染管制一樣重要的工作來推動，則其成效應是指日可待。

#### [3] 運送

醫療事業單位所產生的事業廢棄物於處理前及處理後均有可能需要歷經運送作業。廢棄物處理前後之運送行為，依法均需填報遞送聯單。其作業流程如圖3所示。

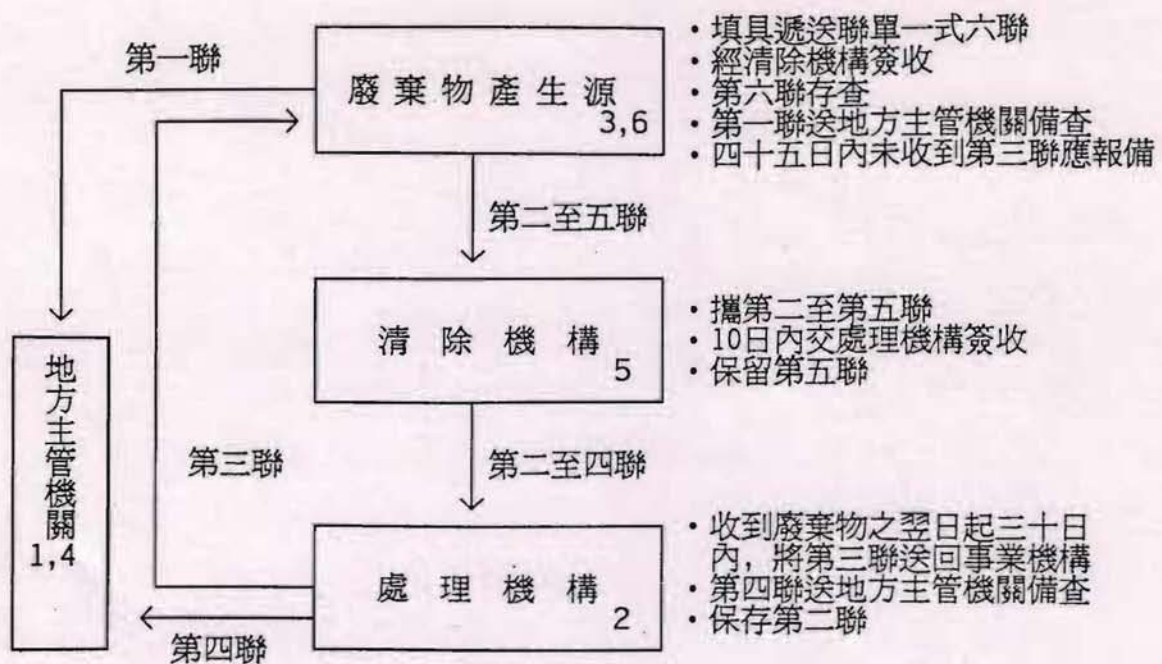
事業機構自行或委託他機構清運有害事業廢棄物至該機構以外之貯存或處理場所時，須填具一式六聯之遞送聯單，經清除機



構簽收後，第一聯送交事業機構所在地之主管機關備查，第六聯由事業機構存查，第二聯至第五聯由清除機構於十日內送交處理機構，由處理機構簽收，清除機構保存第五聯，處理機構於收到廢棄物之翌日起三十日內，將第三聯送回事業機構，第四聯送交當地主管機關備查，並自行保存第二聯。遞送聯單位應保存三年備查[3]。

由於醫療事業單位所產生之事業廢棄物中，含有法定有害事業廢棄物，因此，其清運尚需符合下列規定[3]：

1. 清除車輛所有人應檢附規格及性能資料，向當地主管機關申請核准後，始可始用。
2. 清除車輛應明顯標示清除機構名稱、電話號碼及區別有害事業廢棄物特性之標誌。
3. 隨車攜帶緊急應變方法說明書。
4. 以不同顏色容器貯存之感染性事業廢棄物不得混合。
5. 感染性事業廢棄物不可壓縮。
6. 除直接以熱處理法處理外，感染性事業廢棄物應先經滅菌處理，始可清除。
7. 運送車輛應備有冷藏設備。



圖三 遞送聯單流程

#### [4] 處理與處置

處理感染性廢棄物的目的是要破壞其中所含的病毒或感染性物質，以降低或去除致病的可能性。感染性廢棄物的處理技術，基本上有下列方法：

1. 蒸汽滅菌
2. 焚化
3. 熱處理去活性化
4. 化學氣體/蒸氣殺菌
5. 化學法去感染性
6. 紫外線殺菌/輻射殺菌

在各種處理技術中，又以焚化處理及蒸汽滅菌最常被使用。以下各節



將分別說明之。我國由於地狹人稠，掩埋場用地取得不易，因此，廢棄物處理技術中的焚化法尤其適於推廣使用，故在本章中將特別作詳細介紹。

#### § 4.1 蒸汽滅菌

基本原理：利用飽和蒸汽提供足夠的溫度，將廢棄物中的感染性病原殺死。

優點：(1)成熟的技術  
(2)設備費用便宜  
(3)處理費用低  
(4)設備佔地面積小

缺點：(1)廢棄物無法減量  
(2)可能產生高污染性廢水  
(3)處理前須先用人工將廢棄物的包裝破壞  
(4)無法將廢棄物中的有害化學物質破壞  
(5)目前仍無大型處理設施

利用蒸汽滅菌法處理感染性廢棄物，基本上是在一壓力容器內，利用飽和蒸汽提供足夠的溫度，將廢棄物中的感染性病原殺死。常用的蒸汽滅菌設備可分成兩大類：

- 一、重力置換型：由蒸汽作動的排氣閥，將空氣排出，並將空氣置換成高溫蒸汽，以達滅菌效果。
- 二、預抽真空型：注入蒸汽前，先將壓力容器抽真空，以便將空氣排出。

在兩種類型的設備中，當空氣被置換成高壓蒸汽後，處理容器內的溫度即可上升。在正常情況下，均可將容器內的溫度調節至可有效地處理廢棄物。但由於容器受熱升溫所需時間遠較廢棄物短，因此，操作時必須讓廢棄物完全曝露在所要求的溫度下達適當的時間，才能確保處理的效果。

蒸汽滅菌的效果只要是由於（1）蒸汽的滲透所引起的快速熱傳遞，及（2）熱傳導，使廢棄物能快速地被加熱。因此，蒸汽滅菌的效果及效率主要取決於蒸汽的滲透程度。爲了要使蒸汽能徹底地滲透至全部廢棄物中，處理容器內的空氣必須要能完全地被置換成蒸汽。若處理容器內仍有殘餘空氣存在，則可能造成以下的作用 [Perkins, 1969]，而使處理效果變差：

- （1）降低蒸汽可達到的溫度上限（同一壓力）；
- （2）使處理容器內的溫度分佈不均；
- （3）延長達到最高溫所需的時間；
- （4）抑制蒸汽滲透入多孔材料中。

造成空氣置換不全的可能原因，則包括：

- （1）採用耐熱塑膠袋，使蒸汽無法進入並置換空氣；
- （2）採用較深的容器，使底部的空氣較難被置換；
- （3）不當的堆積，使蒸汽無法在處理容器內循環或流動。

因此，利用蒸汽滅菌法處理感染性廢棄物時，對於廢棄物種類、包裝及容器、及在處理容器內的廢棄物形狀、體積及堆積方式均必須妥加考慮。



#### [A] 廢棄物種類

低密度的廢棄物(例如被污染的塑膠類廢棄物)較適於利用蒸汽滅菌法處理。高密度的廢棄物,例如截肢、器官、及大量的動物褥墊和液體廢棄物,由於無法讓蒸汽直接穿透,因此,需要較長的處理時間。這類廢棄物宜考慮採用他種處理方法(例如焚化)。

#### [B] 包裝及容器

目前在蒸汽滅菌時所使用的容器種類相當多,包括塑膠袋、金屬盤、瓶子及燒瓶等。使用塑膠袋時,應考慮其種類及厚度。目前有部分市售塑膠袋是耐熱型塑膠(如高密度聚乙烯或聚丙烯)製成;使用這類材料製成的塑膠袋,在進行蒸汽滅菌處理時,必須將封口打開,以利蒸汽進入。使用熱不安定型塑膠袋時,於高溫下,由於塑膠袋可能會碎製或熔化,因此,較易於使蒸汽與廢棄物接觸。

使用蒸汽滅菌法處理感染性廢棄物時,宜將塑膠袋連同廢棄物置於另一較堅固的容器內,以防止有害物質洩漏或使排水口堵塞。此外,為了利於蒸汽與廢棄物接觸,廢棄物於放入蒸汽滅菌設備前,宜將塑膠袋打開、瓶蓋或瓶塞拔除。

#### [C] 廢棄物進料體積與形狀

廢棄物進料體積是影響蒸汽滅菌效率的主要因素之一。進料體積過大,將使滅菌溫度不易達到,因此,蒸汽殺菌或滅菌設備

通常規模都不大。一般而言，將廢棄物分批以小量處理，效果遠較一次處理大量廢棄物佳。

#### [D] 其他需考慮的因素

醫療事業機構所產生的廢棄物，部分除了含有細菌或病毒等感染性物質外，也可能含有毒性、放射性或其他有害化學品，這類廢棄物不可用蒸汽滅菌法處理；否則可能造成有害物質外洩，或對人員造成傷害。

爲了減少人員接觸到這類廢棄物而受到傷害，參與蒸汽滅菌工作的人員都應接受訓練。訓練項目包括 (1)安全防護設備的使用，(2)減少煙霧的產生，及(3)防止廢棄物的洩漏。

## § 4.2 焚化處理

基本原理：利用高溫氧化環境，將感染性及有害性物質完全破壞。

優點：(1) 能將感染性廢棄物及其他醫院廢棄物徹底的破壞

；

(2) 能有效地使廢棄物重量及體積減至最少；

(3) 能使醫院廢棄物中所含有害物質去除毒害性。

缺點：(1) 設備、操作、維護費用高；

(2) 需良好的操作人員訓練。

焚化是一種將可燃性物質轉化成非可燃性的殘留物或灰燼之



燃燒程序。焚化所產生的廢氣經空氣污染防治設備處理後，由煙囪排放至大氣中。灰燼及殘留物則送交掩埋場作最終處置。

焚化處理可適用於所有的醫院廢棄物。對於病理學廢棄物及被污染的尖銳器具，焚化處理尤其適合。焚化處理可使標本、截肢、或其他病理學棄物得到完全處理，且無法辨認。針頭、注射器、刀具等經焚化處理亦可避免被不當地重覆使用。

規劃、設計、建造、操作及維護良好的焚化爐，可將感染性廢棄物中的有機體徹底殺死，避免造成污染及感染。但設計或操作不當的焚化爐，則可能問題重生，並對操作人員及週圍環境造成重大影響。

焚化爐的性能可能受到以下六項因素的影響：

1. 廢棄物組成的變化
2. 廢棄物進料速度的控制
3. 燃燒室溫度控制
4. 空氣及輔助燃料供應量控制
5. 爐體設計
6. 操作人員訓練

以下分別逐項討論之：

#### [A] 廢棄物組成的變化

不同的廢棄物組成及特性(如含水量、熱值等)需採用不同的焚化技術。廢棄物組成的變化，對所需供應的空氣量、輔助燃料量、焚化時間、溫度等都有影響。因此，操作人員必須接受足夠

的專業知識訓練，以便將焚化爐操作條件作正確的調整。

#### [B] 廢棄物進料速度的控制

廢棄物進料速度的控制也會影響焚化爐的效率及性能。廢棄物進料速度增大，焚化處理量並無法無限制地增大。事實上任何焚化爐均有其設計容量，此設計容量不僅決定燃燒室的大小，更決定了後處理設備的規格。因此，提高處理量可能對爐體造成傷害(爐溫可能過高)，而且造成後處理設備的超負荷，有害物質無法完全除去，而形成二次公害。

#### [C] 燃燒室溫度

燃燒室操作溫度因廢棄物特性而異，一般而言，溫度設定值應由破壞最耐溫的廢棄物所需溫度決定之。焚化設施使用時，爐溫必須先達此設定溫度才可將廢棄物投入處理，以確保廢棄物能被完全地破壞。醫院廢棄物焚化時，一次燃燒室設定值以700至900°C為宜，二次燃燒室設定值則需高達1000°C至1300°C。操作爐溫過低，可能造成二次公害。爐溫未達設定值即將廢棄物投入，必會造成二次公害，操作時應特別注意。

#### [D] 空氣及輔助燃料供應量

焚化爐設計完成即決定了操作溫度，空氣及輔助燃料供應量。空氣供應量通常在試車階段作妥調節後，即甚少再作調整；輔助燃料則視廢棄物熱值，作機動調節，使爐溫得以維持在定值。截肢、器官、或實驗用動物屍體等的病理學廢棄物，由於含有油



脂、毛髮等，燃燒時最易生成濃煙及焦味，可考慮在焚化爐一次室前加裝前置處理室，以便作有效處理，達到無煙無臭的目的，此類廢棄物亦可交由火葬場火葬之。

#### [E] 爐體設計問題

影響焚化效率的因素除了爐溫，處理時間外，燃燒室內的紊流程度或混合程度也是影響廢棄物被破壞率的主要因素。不當的爐體結構設計可能使有害物質未被完全破壞即能逃逸出爐體。

#### [F] 操作人員的訓練

廢棄物的焚化是一種專門技術，工作人員必需經過專業訓練，了解整個焚化爐各部份運作的基本原理，才能使操作運轉達到原設計要求。

### § 4-3 熱處理去活性化

基本原理：利用熱傳導或對流熱傳，將廢棄物加熱至一定高溫，維持適當時間，使廢棄物中的感染性物質去活性化。

優點：(1) 不將蒸汽等熱傳媒介引入廢棄物中，避免造成二次污染。

(2) 適於工業上大量處理。

缺點：(1) 使用大量能源。

(2) 較不適用於固體廢棄物。

熱處理去活性化基本上是指任何利用熱傳原理，提供適當條件，使廢棄物中的感染性病菌去除活性的方法。這種方法適合

於處理大量的感染性廢棄物(例如工業上的應用)。固體廢棄物及液體廢棄物的熱處理去活性化技術略有不同，以下分別說明之。

#### [A] 感染性固體廢棄物的熱處理

固體感染性廢棄物利用熱處理去活性化通常是利用電熱爐加熱。但由於電熱爐不採用如蒸汽等之熱傳媒介，因此，通常需較高的處理溫度及較長的處理時間。熱處理滅菌的典型處理條件為160至170℃，處理時間二至四小時。

由於處理時間長、處理溫度高，能源使用量極高，故通常少採用這種方法處理固體廢棄物。

#### [B] 感染性液體廢液物的熱處理

感染性液體廢棄物可用足供適當處理時間(例如24小時)使用的容器盛裝，以便進行處理。處理時可利用熱交換器加熱，或利用蒸汽夾層提供熱源。加熱至預定溫度後，維持一定的時間，以達到滅菌的目的。為了使液體廢棄物性質及溫度均勻，於裝填廢棄物及處理過程中，宜作適當攪拌，使處理效果達到要求。

處理時間及處理溫度主要取決於廢棄物中所含的感染性物質。由於這種方法通常用於工業用途，其處理對象大部份為已知，因此，可選擇最適當的處理條件。

處理後的廢水，必須滿足法規排放標準才得排放至下水道系統。由於法規要求排放溫度需在35℃以下，故需再採用一熱交換器，將廢水中的廢熱去除。



#### § 4.4 化學氣體/蒸氣殺菌

基本原理：利用氣態化學品或化學品蒸氣的毒性殺死感染性致病原。

優點：無

缺點：所使用化學品對人體有害，可能造成操作人員的傷害。

利用化學品蒸氣或氣態化學品殺菌是可用於處理某些感染性廢棄物的替代方法之一。利用這種方法滅菌最常使用的化學藥品為氧化乙烯(Ethylene Oxide)及甲醛(Formaldehyde)。由於有相當多的證據顯示這些化學品可能使人員致癌，因此，使用時必須謹慎。

氧化乙烯氣體常用於不耐熱供應品的殺菌；但由於其具有毒性，且有替代方法可採用，因此，不建議使用氧化乙烯作為處理感染性廢棄物之用。

甲醛氣體可用於某些被污染之可拋棄式物件（例如無菌室的HEPA 濾材）的消毒或殺菌。但利用甲醛氣體殺菌只能由受過專業訓練的人員執行之。

使用氧化乙烯或甲醛處理感染性廢棄物，由於氧化乙烯可能被多孔物質吸附，甲醛常殘留在被處理物中，因此，俟處理後相當時間內，這類氣體將持續地由被處理的廢棄物中釋放出，而使人員暴露在這種有害氣氛中。

## § 4.5 化學法去感染性

基本原理：利用化學方法將致病原殺死，或將蛋白質類物質破壞，以達到去除感染性的目的。

優點：適於處理大量的高染性廢液。

缺點：1.較不用於固體廢棄物。  
2.使用化學品需考慮其他限制。

化學處理方法最適於處理液體廢棄物的方法，但亦可用於處理少量的固體廢棄物。利用這種方法處理感染性廢棄物，主要費用為化學品。因此，有效地利用化學品是最重要的技術。使用本方法時，以下因素需加以考慮。

- 微生物種類
- 污染程度
- 所含之蛋白質類物質數量
- 去感染性劑種類
- 去感染性劑之濃度及用量
- 接觸時間
- 其他因素(例如：溫度，pH值，混合度，微生物性質)

## § 4.6 紫外線殺菌/輻射殺菌

基本原理：利用紫外線照射或離子照射，將致病原破壞，達到殺菌效果。

優點：(1)只需使用一般電力



- (2)不需使用蒸汽
- (3)處理過的廢棄物不會殘留熱能
- (4)系統性能穩定

缺點：(1)固定成本高

- (2)操作維護人員需受良好訓練
- (3)所需空間大
- (4)最終處理較麻煩

紫外線殺菌/輻射殺菌是感染性廢棄物處理的嶄新處理方法之一，目前在歐美各國相當受到重視。但由於我國土地面積利用度高，垃圾掩埋場址有限，而利用本方法處理無法達到減量或減積的目的，因此，其應用當受到相當的限制。

#### § 4.7 其他處理方法

處理感染性廢棄物的目的在於改變其生物特性，以減少或去除其致病的可能性。因此，任何可證明能有效處理感染性廢棄物的處理方法，均可用於處理感染性廢棄物。

#### § 4.8 最終處置

利用蒸汽滅菌等方法處理後之事業廢棄物，及利用焚化法處理所產生之灰燼，依「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」之規定，均需作最終處置(即掩埋處置)。由於依規定，事業廢棄物之掩埋處置可分成以下三類：

##### 1. 衛生掩埋

- 一般事業廢棄物；
- 經中間處理後之一般事業廢棄物；
- 經中間處理後之有害事業廢棄物，並經認定為一般事業廢棄物者。

## 2. 安定掩埋

- 玻璃屑，陶瓷屑，建築廢棄物
- 中央主管機關指定之一般事業廢棄物

## 3. 封閉掩埋 · 有害事業廢棄物

由於封閉掩埋成本遠較安定掩埋及衛生掩埋成本高昂，因此，中間處理是否符合法規要求則成為關係成本的最主要因素。

醫療事業機構於選擇代處理業者時，應要求代處理業者提供可獲得或可使用之掩埋場資料，以確保委託處理之廢棄物能獲得適當且合法的處置。

## 集中處理設施—代處理業

集中處理設施是醫療事業廢棄物整合性管理計畫的心臟。但就如人體一樣，徒有心臟而無軀體亦不成為人。有軀體而無心臟，則人體之運作勢必停擺。而很不幸的，國內目前的情況正是後者。但由於中央主管機關及目的事業主管機關的全力推動，相信集中處理設施於短期內，即將應運而生。

前節雖提及多種處理技術，但依國內現況而言，當以焚化處理法最能符合實際需求。但由於國內目前環保意識高漲，且民衆



常有非理性的抗議行爲，欲尋覓一適當場址興建集中處理設施當非易事。此外，規劃、設計、與建造一集中處理設施也是一項風險性相當高的工作。場址的選擇至爲敏感，必須獲得民衆、政府、及社會團體的同意，否則所投入可觀的時間及金費將面臨極巨大的風險；場址選擇的考慮因素詳見表一。

#### A. 籌設代處理業

規劃、設計及建立集中處理設施時，基本上可分成三階段：

(1) 發展；(2) 建造；及(3) 操作與營運。

##### (1) 發展

在發展代處理業過程中，第一期的工作主要爲規劃與設計工作。這一部分的工作包括：

1. 可行性分析及風險性評估
2. 場址的取得
3. 代處理業許可的取得
4. 工程規劃與設計
5. 工程合約
6. 焚化灰燼最終處置掩埋場的安排或取得
7. 財務支援

##### (2) 建廠

計畫評估認爲可行，且規劃、發展階段完成後，即可開始進

表一 醫院焚化爐場址選擇的考慮因素

	考 慮 項 目	處 理 妥 善	處 理 不 當
設 計 及 建 造	煙囪高度	有效地將排放物擴散	造成污染及民眾抗議
	廢棄物運送路程	減低運送成本	可能造成感染性物質外洩
	位置	景觀感覺良好	刺眼與不悅
	設計正確性	大小適當，成本合理	過量閒置或無法處理
	焚化爐執照	合法使用	投資浪費
操 作 與 維 護	人員訓練	降低操作成本及環境衝擊	造成功能不正常及社會大眾的不諒解
	開機與停機	減少排煙及排放物	造成民眾的抗議
	安全性	有效處理廢棄物	可能造成法律問題
環 境	噪音	極少或無噪音	排風機、馬達、泵等可能造成噪音
	臭味	無臭味	若操作溫度過低，將可能產生臭味
	灰燼處置	無飛濺排放物	臭味及飛濺排放物
煙 囪 排 放 品	粒狀物	對周遭不會產生沈降之粒狀物	造成粒狀物沈降
	氯化氫	不會造成材料之腐蝕	可能造成車輛烤漆及其他材料受酸蝕
	黑煙	無黑煙	不雅的黑煙



行第二期的建廠工作。此階段工作包括：

1. 指定設計、施工之監工人員
2. 進行建廠工程
3. 試車、試燒
4. 申請使用執照

### (3) 操作與營運

在進行建廠工程的同時，即應開始進行操作人員及管理人員訓練。代處理業之操作與營運攸關贏虧與競爭力，因此，有許多工作需列入考慮：

#### 1. 人員訓練(含安全訓練)

- 醫療事業單位現場分類、收集指導人員
- 清運人員
- 操作人員

#### 2. 建立操作及緊急應變計畫

#### 3. 建立能被認可的最經濟的清運程序

#### 4. 建立能被認可的包裝及貯存程序(含產生源及處理中心)

#### 5. 開始商業化運轉

### B. 申請許可

由於醫療事業機構所產生的廢棄物中，含有法定的有害事業廢棄物。因此，擬建立代處理業者，應符合以上規定。委託代處理業處理廢棄物前，亦應先了解該代處理業是否符合環保主管機

關之要求，並獲得許可。

(1) 基本資格

• 清除機構

1. 實收資本額新台幣一千萬元以上。
2. 聘顧甲級清除技術員二人以上，及乙級清理技術員三人以上。

• 處理機構

1. 實收資本額新台幣五千萬元以上。
2. 聘顧甲級處理技術員二人以上，及乙級處理技術員三人以上。

(2) 許可證(向直轄市或縣(市)主管機關申請)

• 清除機構應取得廢棄物清除許可證

1. 申請書
2. 公司執照或商業登記證
3. 廢棄物清除技術員資格證書
4. 廢棄物清除設備及工具購置證明文件
5. 營運計畫說明書
6. 廢棄物清除、處理之執行機關或其他處理機構同意處理所清除之廢棄物之證明文件。
7. 其他經主管機關指定之文件或資料。

• 處理機構應取得廢棄物處理場(廠)設置許可證

1. 申請書

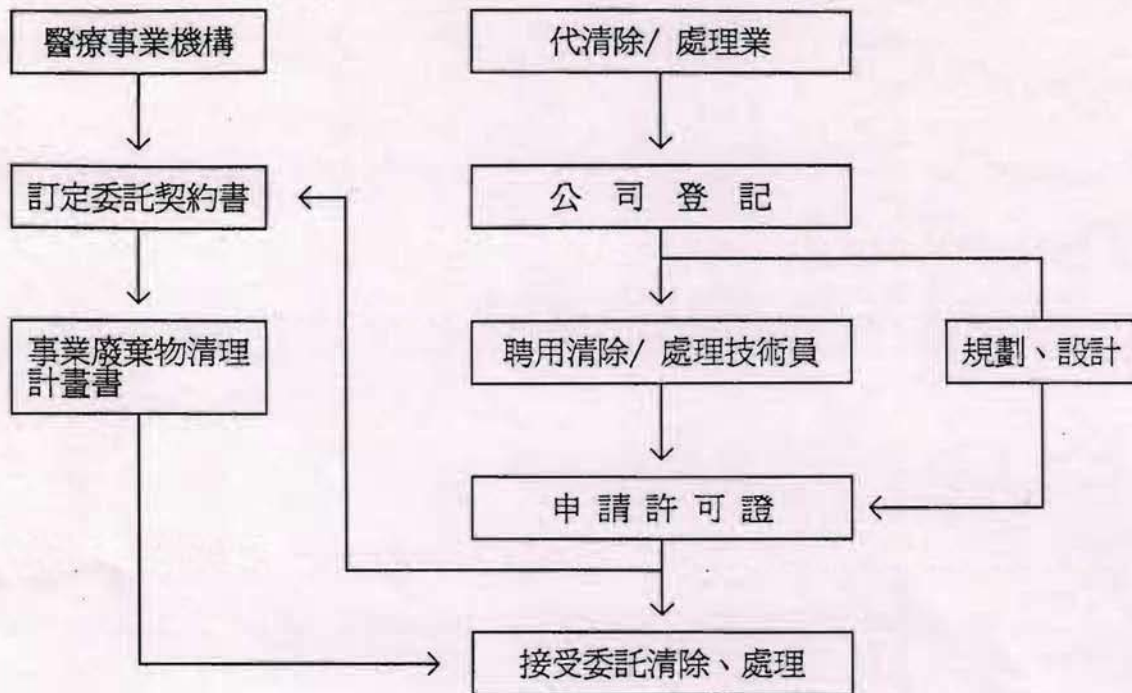


2. 公司執照或商業登記證
  3. 廢棄物處理場(廠)之土地所有權狀及地籍資料；非自有土地者，並應附土地使用同意書
  4. 廢棄物處理設備及工具規劃說明書
  5. 工程計畫說明書
  6. 環境說明書或環境影響評估書
  7. 其他經主管機關指定之文件或資料
- 處理機構應取得操作許可證
1. 申請書
  2. 公司執照或商業登記證
  3. 廢棄物處理技術員資格證明書
  4. 設置許可證
  5. 環境管理及建廠期間定期監測報告
  6. 場(廠)試運轉報告
  7. 有關建築執照及使用執照
  8. 其他經主管機關指定之文件或資料

#### C. 委託代處理

各醫療事業機構委託公、民營廢棄物清除、處理機構進行廢棄物之清除、處理，應與受委託人訂定契約書。契約書應載明下列事項：

1. 廢棄物之種類、性質、數量。
2. 清除、處理之工具、方法、設備及場所。



圖四、代處理業之許可與委託



3. 清除、處理之最低標準(應包括收集頻率、收集點及分類標準)  
。
4. 計價方式、有效期限及調整方式。
5. 清除、處理機構無法自行清除、處理之廢棄物之處置。
6. 清除、處理機構因經營不善自行停業或宣告破產時，對其尚未清除、處理完竣之廢棄物之處置。
7. 對突發事件之應變措施。
8. 其他經主管機關公告指定之事項。

### 選擇代處理業考慮因素

本文一再強調，有害事業廢棄物處理/處置觀念是「由搖籃至墳墓」均為事業單位之責任，因此，事業單位縱使已將廢棄物委託他人代處理，仍負法律上的責任。故在選擇代處理業時，當極為謹慎。以下為應考慮因素：

1. 代處理業者能提供那些整合性服務？
2. 代處理業者是否已投保，以確保造成法律及環境危害責任時，能獲得理賠？
3. 代處理業者是否已建立可靠的緊急應變計畫？
4. 代處理業者可處理的容量有多少？目前有多少客戶？是否仍有多餘容量可承受委託？
5. 代處理業者是否曾違反法規，而擔負過刑責或接受罰款？
6. 除了代處理業者所提供之客戶名單外，是否有客戶對其服務有所不滿？

- 7.收費是否符合所提供之服務品質？(詳見表二)
- 8.所使用焚化技術是否符合國家標準？是否有違法情況發生？
- 9.是否曾親訪代處理業之處理設施，確實了解其操作與營運？
- 10.代處理業者之業績如何？
- 11.代處理場(廠)是否維護良好並保持潔淨？
- 12.是否有政府主管機關核發之清除機構許可證及代處理機構建廠許可證及操作許可證？
- 13.許可證影本是否可提供？
- 14.代處理業負責人是否對醫療廢棄物之清除與處理極為嫺熟？
- 15.代處理業是否能符合中央主管機關及地方主管機關之有關規定？

## 結 論

漸趨嚴格的環保法規及高漲的環保意識，使得醫院廢棄物(含高污染性及高感染性廢液)的處理與處置愈來愈受到重視。國內已有部分大型醫院自設處理設施，進行廢棄物處理；但部份醫院所使用設備性能仍待評估與改善。中小型醫院雖亦可自設處理設施，但就管理、技術、及經濟觀點而言，並非良策。由於國內仍無集中處理先例，代處理業亦正在萌芽階段，其運作體系仍未建立。因此，本文嚐試就我國推行醫療事業廢棄物及廢液集中處理之可行性及作法作一引介；並針對醫療事業單位委託代處理業者清除、處理廢棄物之有關問題作一探討。



表二、醫療事業廢棄物清理費用估算表

I、清除費用：由產生源至處理設施之清除費用

	每月費用
	-----
• 工資(含保險、獎金等)	NT\$
• 固定設備	
收集容器總成本	NT\$
每月負擔容器成本	NT\$
折舊	NT\$
維護費用	NT\$
• 消耗材料	
塑膠袋	NT\$
尖銳器具容器	NT\$
化學品容器	NT\$
• 貯存空間租金	NT\$
• 清運費	NT\$
清除費用合計	NT\$

II、處理費用

	每月費用
	-----
• 工資	NT\$
• 固定設備	
總投資額	NT\$
固定成本	NT\$
折舊	NT\$

維護費用	NT\$
• 輔助燃料	NT\$
• 公用設施成本	NT\$
• 消耗品	
記錄紙	NT\$
生物指標	NT\$
記錄簿	NT\$
其他	NT\$
處理費用合計	NT\$

### III、處置費用：

	每月費用
	-----
• 工資	NT\$
• 固定設備	
設備總成本	NT\$
固定成本	NT\$
折舊	NT\$
維護費用	NT\$
• 清運費用	NT\$
• 處置場規費	NT\$
處置費用合計	NT\$

### IV、法律責任費用

本項費用含初期人員訓練、試燒、申請執照及保險費等之分攤。



每月費用

---

• 保險	
一般責任	NT\$
特殊設備	NT\$
• 執照與認可	NT\$
產源測試	NT\$
• 顧問費	NT\$
• 工資	NT\$
• 教育與訓練	NT\$
法律及責任費用合計	NT\$

總費用分析

以上費用合計 ( I + II + III + IV )	NT\$	
每月清理量		kg
每公斤清理費用	NT\$	

由於醫療事業單位普遍缺乏環工專業人員，因此，推動整合性代處理及管理服務，當是未來可行的作法。

## 參考文獻

- [1] Anon, "Needles on the Beach—The Growing Problem of Medical Waste", The Washington Post Health Magazine, August 23, 1988.
- [2] Congressional Record, August 3, 1988, at pp.S10737-S10738, U.S.A.
- [3] 行政院環保署：「事業廢棄物貯存、清除、處理方法及設施標準」，78年5月8日公告。
- [4] 行政院環保署：「公民營廢棄物清除處理機構管理輔導辦法」，78年3月31日公告。