

木柵垃圾焚化廠建廠及營運成本分析

吳志祥 * 張旭彰 ** 黃宏維 ***

摘要

對可用面積狹小、人口稠密的我國而言，垃圾焚化為解決垃圾問題唯一可行的技術，基於台北市垃圾處理計畫，木柵垃圾焚化廠成為台北市興建中之第二座焚化廠，也是國內第二座即將興建完成的大型焚化廠，於建廠規劃時，由於內湖焚化廠尚在建廠初期，國內缺乏焚化廠相關資訊，僅能延用國外文獻資料，而無法與國內實際環境配合，有待重視國內焚化相關人員努力，期能使焚化爐技術在國內生根茁壯。

於木柵垃圾焚化廠工作期間，基於業務需要進行本廠各項成本分析，分析結果顯示處理每噸垃圾所需建廠成本為1,116元，營運成本為658元，合計總成本為1,774元，其中建廠成本與文獻比較偏高。本分析除可提供行政機關業務參考外，並探討焚化廠各項經費單價及計算方式，作為廢棄物處理界之參考。

* 台北市政府環境保護局木柵垃圾焚化廠第一組幫工程司
** 台北市政府環境保護局木柵垃圾焚化廠第一組組長
*** 台北市政府環境保護局木柵垃圾焚化廠廠長

Mu-Cha Refuse Incineration Plant

Chih-Hsiang Wu* Shiush-Chang Chang** Horng-Wei Hung***

Abstract

Owing to the characteristics of limited areas and higher population density in Taiwan, the incineration process is the only practicable technology to solve the municipal solid waste (MSW). Under the basis of Taipei MSW Treating Plan, Mu Cha MSW Incineration Plant becomes the second MSW incineration plant in Taipei, which is also the second big incineration plant in Taiwan and will be finished very soon. During the period of project designing for Mu-Cha MSW Incineration Plant, Nei-Hu refuse Incineration Plant was just constructed at the first stage and relative domestic information was also insufficient. Adopted foreign documents could not match with our actual domestic environment. Therefore, efforts for taking roots of the technology for refuse incineration plant in our country shall be specially paid attention.

In the course of working at Mu-Cha MSW Incineration Plant, the itemized cost analyses for the plant have been proceeded due to the business requirement. The result shows that treating each ton refuse needs construction cost at NT1,116 plus running cost at NT658 for the grand total cost of NT1,774. Comparing with the foreign documents, our construction cost is higher. The results of this study can not only provide the base-line information for the administration organization but also give the unit price and methodology of cost estimation for the MSW.

* Senior Engineer, First Section, Mu-Cha Refuse Incineration Plant

** Chief, First Section, Mu-Cha Refuse Incineration Plant

*** Director, Mu-Cha refuse Incineration Plant

一、前 言

木柵垃圾焚化廠為我國十四項經濟建設計畫都市垃圾處理計畫之一，位於台北市文山區木柵路五段博嘉里密婆坑小段，廠址面積約八公頃，規劃以四座機械混燒式焚化爐處理垃圾，每爐每日處理垃圾量為375公噸，採行之高度焚化技術可使垃圾達減量化、安定化及無害化，為有效控制二次污染問題及回收可用資源，廢氣經空氣污染防治設備處理後排放，廢水則經物化、生物處理，並設置渦輪發電機回收電力及振動磁選機回收廢鐵，期能解決日益嚴重之垃圾問題。

木柵垃圾焚化廠設施規範如下：

1. 廠房規模：130公尺×108公尺×（35公尺+9公尺）。
2. 設計容量：1500公噸（375公噸×4爐）／24小時。
3. 設計熱值：1600仟卡／公斤（LHV）。
4. 爐體形式：機械式焚化爐。
5. 發電機裝置容量：13,500仟瓦
6. 鍋爐蒸氣產量：36噸／小時，24公斤力／平方公分
7. 煙囪：底部外徑15公尺，頂部外徑11.9公尺，高度147公尺。
8. 污水處理廠：以物理、化學方法處理全廠廢水，為確保放流水符合87年放流水標準，增設螯合樹脂塔去除汞，主要機電設備如圖1。

本分析除提供機關業務參考外，並探討焚化廠各項經費單價及計算方式，作為各項預算經費編列之參考。木柵垃圾焚化廠今尚在建廠中，此次分析將參考內湖焚化廠操作經驗及相關資料，並於下列前提下進行：

1. 各項經費以民國82年之價位表示。
2. 每座焚化爐歲修維護每年需停爐三個月，因此爐有效處理容量係數為 $3/12=0.75$ 。
3. 本廠垃圾每日最大處理量為1,500噸，經考慮爐有效處理容量係數，本廠每年垃圾總處理量如下：

$$\text{垃圾年處理量} = 1,500(\text{噸}/\text{日}) \times 365(\text{日}/\text{年}) \times 0.75 = 410,625(\text{噸}/\text{年})$$

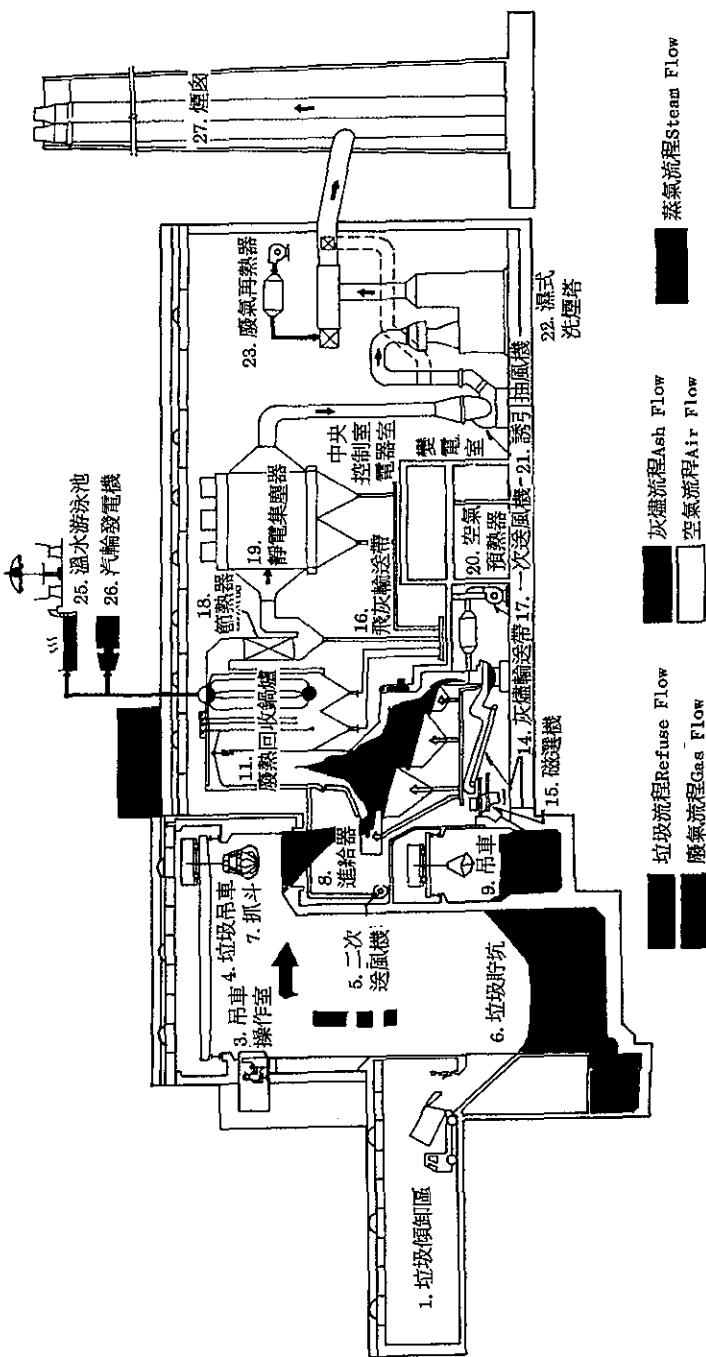


圖 1 木柵垃圾焚化廠機電設備流程圖

3. 合格系統發電機組裝置容量 20% 範圍內所發電力為 $12,000 \times 20\% = 2,400$ KW；20% 範圍外之電力則為 $7,000 - 2,400 = 4,600$ KW。

4. 購電費率按相當之時間電價扣除輸配電及銷管費用方式計算。

售電收入計算依台電公司 81.10.01 實施之合格汽電共生系統購電費率表計算。電費率之各項時段區分如下：

夏月 : 6月1日至9月30日。（以八十二年為例）

非夏月 : 夏月以外之時間。

離峰時段 : 星期一至星期六下午10時30分至翌晨7時30分，每日9小時；星期日、例假日及補假日全日24小時。

尖峰時段 : 夏月期間星期一至星期六上午10時至12時，下午1時至5時，每日6小時。

半尖峰時段 : 尖峰與半尖峰以外時間。

扣除共通（同）設備歲修時間，八十二年各項時段每月之日分佈詳表 4 所示。

表 4 八十二年能量費率各項時段每月之日分佈一覽表

(單位：日)

能 量 費 率 各 項 時 段	夏 月				合 計	非 夏 月					合 計	
	6 月	7 月	8 月	9 月		10 月	11 月	12 月	1 月	2 月		
尖峰時段 (每日 6小時)	25	27	26	24	102	-	-	-	-	-	0	
半尖峰時段 (每日 9或15小時)	25	27	26	24	102	24	23	26	20	24	26	
離 峰 時 段	星期例假補日 (每日 24小時)	5	4	5	6	20	7	7	5	11	4	45
	非星期例假補日 (每日 9小時)	25	27	26	24	102	24	23	26	20	24	26

經電能購售契約與電費率計算 20% 內、外售電收入詳表 5 所示。

四、受電電費估算

依台灣電力公司 81.06.01 電價表第十五章，本廠每月電費為基本

電費與流動電費之總和，其中基本電費用電月份依契約容量按經常用電適用電價計算；未用電月份依契約容量按經常用電適用電價 5% 計算，流動電費依每月實用電按經常用電適用電價計算度計算。經常用電電價則依 81.06.01 電價表第六章台電公司高壓電力三段式時間電價計算。

1. 基本電費計算

假設本廠共通（同）設備歲修期間用電經常契約為 2,000KW；半尖峰契約為 0.KW；離峰契約為 0.KW。基本電費依電價表計算結果如表 6 所示。

表 5 各時段售電金額一覽表

(單位：元)

項 目		計 算 式	售電收入
20% 內 售 電 收 入	尖 峰	2.93元/度 x 102 天 x 6 小時 x 2,400KW	4,303,584.
	半 尖 峰	1.77元/度 x (102天 x 9小時 + 168天 x 15小時) x 2,400KW	14,604,624.
	離 峰	0.69元/度 x (65天 x 24小時 + 270天 x 9小時) x 2,400KW	6,607,440.
	容量費率	(207元/KW. 月 x 4月 + 153元/KW. 月 x 7月) x 2,400KW	4,557,600.
20% 外 售 電 收 入	尖 峰	2.6425元/度 x 102 天 x 6 小時 x 4,600KW	7,439,166.
	半 尖 峰	1.5487元/度 x (102天 x 9小時 + 168天 x 15小時) x 4,600KW	24,492,381.
	離 峰	0.5302元/度 x (65天 x 24小時 + 270天 x 9小時) x 4,600KW	9,731,291.
	容量費率	(207元/KW. 月 x 4月 + 153元/KW. 月 x 7月) x 4,600KW	8,735,400.
總 計			80,471,486.

2. 流動電費計算

假設本廠用電時機僅於共通（同）設備歲修期間，而其餘時間不用電，維修期間最大實用電度為經常契約容量 2,000KW。流動電費計算結果如表 7 所示。

五、廢鐵出售收入估算

依台北市垃圾焚化廠工程計劃垃圾取樣分析結果，假設本廠處理之垃圾組成為水份含量 54%，金屬含量為乾基之 7.5%；並預估鐵佔金屬含量之 80%。

表 6 基本電費計算一覽表

(單位：元)

項 目		計 算 式	受電支出	
非 夏 月	用 電	經常契約 153元/KW. 月 × 1月 × 2,000KW	306,000.	
		半尖峰契約 -	0.	
		離峰契約 -	0.	
	不 用 電	經常契約 153元/KW. 月 × 7月 × 2,000KW × 5%	107,100.	
		半尖峰契約 -	0.	
		離峰契約 -	0.	
夏 月	不 用 電	經常契約 207元/KW. 月 × 4月 × 2,000KW × 5%	82,800.	
		半尖峰契約 -	0.	
		離峰契約 -	0.	
合 計			495,900.	
應繳總額		495,900. × (1+0.05營業稅)	520,695.	

表 7 流動電費(非夏月用電)計算一覽表

(單位：元)

項 目	計 算 式	受電支出
半尖峰	1.77元/度 × 24天 × 15小時 × 2,000KW	1,281,600.
離 峰	0.69元/度 × (6天 × 24小時 + 24天 × 9小時) × 2000KW	496,800.
總 計		1,771,200.
應繳總額	1,771,200. × (1+0.05營業稅)	1,859,760.

$$\text{廢鐵產量} = 410,625 \text{ (噸/年)} \times (1-54\%) \times 7.5\% \times 80\%$$

$$= 11,333.25 \text{ (噸/年)}$$

廢鐵售價則依內湖垃圾焚化廠實際售鐵經驗假設為每公斤 0.65 元。

$$\begin{aligned} \text{廢鐵出售收入} &= 11,333.25 (\text{噸} / \text{年}) \times 650 (\text{元} / \text{噸}) \\ &= 7,366,612.5 (\text{元} / \text{年}) \end{aligned}$$

六、人事費估算

本廠人員組織編制如圖 2 所示。

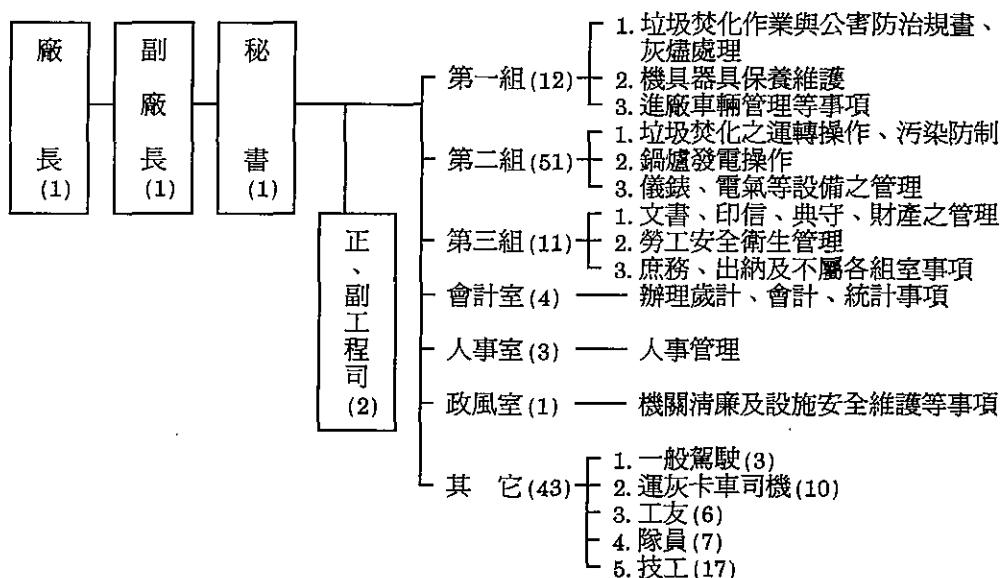


圖 2 木柵垃圾焚化廠人員編制圖

員額總計 130 人。預估每人每月平均薪資為 33,500 元，每年支薪 14.5 個月。

$$\begin{aligned} \text{人事費} &= 130 (\text{人}) \times 33,500 (\text{元} / \text{人} \cdot \text{月}) \times 14.5 (\text{月} / \text{年}) \\ &= 63,147,500. (\text{元} / \text{年}) \end{aligned}$$

七、維護費估算

假設機電設備之年維護費假設為機電工程費之 4%；而土木建築則為土木工程費之 1%。

$$\begin{aligned} \text{維護費} &= 1,773,288,000 \times 1\% + 2,250,000,000 \times 4\% \\ &= 107,732,880 \text{ (元/年)} \end{aligned}$$

八、水費估算

本廠使用過之水皆集中送到污水處理廠處理後再排放至承受水體，污水處理廠設計處理容量平均每天為 1,370 噸，停爐期間用水量為前述處理容量之十分之一，並考慮蒸氣管線溢漏、植生用水及道路清洗用水等，再乘予以安全因子 1.2，則

$$\begin{aligned} \text{年用水量} &= [1,370 \text{ (噸/天)} \times (365-30) \text{ (天/年)} + 1,370 \text{ (噸/天)} \times \\ &\quad 30 \text{ (天/年)} \times 1/10] \times 1.2 = 555,672 \text{ (噸/年)} \end{aligned}$$

每噸垃圾用水量 = $555,672 / 410,625 = 1.353$ (噸)
取 1.4 噸，並依自來水公司水價每度 (噸) 為 7 元。則

$$\text{水費} = 1.4 \times 410,625 \text{ (噸/年)} \times 7 \text{ (元/噸)} = 4,024,125 \text{ (元/年)}$$

九、其它費用估算

1. 運灰卡車經費估算

本廠八十三年度編列購運灰卡車預算 27,000,000 元，其使用年限為六年，若年賦金額包含利息及年賦積金，則運灰卡車年均攤經費依公式 (A) 為

$$\begin{aligned} \text{年均攤經費} &= 27,000,000 \times 8\% \times (1+8\%) / [(1+8\%) - 1] \\ &= 5,840,515 \text{ (元/年)} \end{aligned}$$

若年賦金額不含利息，則運灰卡車年均攤經費依公式 (2) 為年均攤經費 = $27,000,000 / 6 = 4,500,000$ (元/年)

2. 化學藥品費

本廠在污水處理、鍋爐用水、純水製造、濕式洗煙塔及除臭等用途上需大量使用各種化學藥品，參照內湖廠經驗，預估處理每噸垃圾消耗藥品所需費用為 300 元，則每年化學藥品費為

$$\begin{aligned}\text{化學藥品費} &= 300(\text{元}/\text{噸}) \times 410,625(\text{噸}/\text{年}) \\ &= 123,187,500(\text{元}/\text{年})\end{aligned}$$

3. 油費

本廠在緊急柴油發電機、爐燃油及運灰卡車等設備上需大量使用柴油，預估處理每噸垃圾消耗柴油量為 2公升，柴油每公升為 12元，則每年油費為

$$\begin{aligned}\text{油費} &= 12(\text{元}/\text{公升}) \times 2(\text{公升}/\text{噸}) \times 410,625(\text{噸}/\text{年}) \\ &= 9,855,000(\text{元}/\text{年})\end{aligned}$$

4. 保險、稅捐及一般管理費

假設保險、稅捐及一般管理費等為工程費之 1%，則所需年費為

$$\begin{aligned}\text{年費} &= (15,179. + 177,328.8 + 225,000.)(\text{萬}) \times 1\% \\ &= 41,750,780(\text{元}/\text{年})\end{aligned}$$

十、營運成本估算

經整理前述各項營運經費詳表 8 所示。營運成本計算亦如建廠成本一樣，含利息之營運成本如下：

$$\text{營運成本} = 270,080,656.5 / 410,625 = 658(\text{元}/\text{噸})$$

不含利息之營運成本如下：

$$\text{營運成本} = 268,740,141.5 / 410,625 = 654(\text{元}/\text{噸})$$

十一、結論

1. 經由上述表 2、表 3 及表 8 估算得建廠、營運及總成本如表 9 所示。
2. 上述結果經與文獻（如表 10 所示）比較，發現營運成本相符，但建廠成本偏高，此可能與國內無焚化爐製造技術與營建環境惡化有關。

十二、參考文獻

1. 中興工程顧問社，木柵垃圾焚化廠性能及經濟效益評估報告，台北市政府環境保護局，77年1月。

2. 台灣電力公司，電價表，81年6月。
3. 台灣電力公司營業處，汽電共生系統規定，台灣電力公司，81年6月。
4. 台北市政府環境保護局，八十二年度單位預算，內湖垃圾焚化廠部份。
5. 台北市政府環境保護局木柵垃圾焚化廠，八十三年度單位預算。
6. 張祖恩，垃圾處理規範，垃圾處理研討會論文集，76年7月，P. 6-1~29。

表 8 各項營運經費一覽表

(單位：元／年)

項目	各項營運經費金額	
1. 售電收入	-80,471,486.	
2. 售廢鐵收入	-7,366,612.5	
3. 基本電費	520,695.	
4. 流動電費	1,859,760.	
5. 維護費	107,732,880.	
6. 人事費	63,147,500.	
7. 水費	4,024,125.	
8. 化學藥品費	123,187,500.	
9. 油費	9,855,000.	
10. 保險費等	41,750,780.	
11. 運灰卡車費	(計利息)	(不計利息)
	5,840,515.	4,500,000.
合計	270,080,656.5	268,740,141.5
每噸垃圾營運成本	658.	654.

表 9 建廠、營運及總成本一覽表

(單位：元／噸)

項目	建廠成本	營運成本	總成本
計利息	1116.	658.	1774.
不計利息	555.	654.	1209.

表 10 各種垃圾處理方法需要經費比較表

(單位：元／噸)

項目	建廠成本	營運成本	總成本
焚化	600.	600.	1200.
衛生掩埋	150.	200.	350.
堆肥	360.	300.	660.