

高雄市政府環境保護局  
掩埋場沼氣發電成效探討

103 年統計專題研究報告

報告撰寫人：張祺燕

職稱：技士

2014 年 6 月 6 日

# 目 錄

壹、前言 .....	2
貳、現況分析 .....	3
一、背景說明 .....	3
二、以沼氣進行發電應有的前置處理措施 .....	4
三、西青埔衛生掩埋場沼氣發電成效：從垃圾場到美麗的城鎮新肺 ...	4
四、國內相關掩埋場沼氣發電情形 .....	8
參、結論與建議 .....	10
肆、參考文獻 .....	11

## 壹、前言

台灣地區工商產業日漸發達，人民經濟水準提升，垃圾產生量亦隨之增加，為了負荷急速增加之垃圾量，於 1984 年訂定「都市垃圾處理方案」，以掩埋方式解決垃圾處理問題。由於台灣地區地狹人稠，衛生掩埋場土地取得日漸困難，1991 年自訂定「垃圾處理方案」，轉變以「焚化為主、掩埋為輔」為垃圾處理之趨勢，期望能解決掩埋場用地不足之問題。2001 年代後，為了符合國際環保趨勢，我國垃圾處理方式由過去末端處理，轉變成採源頭減量與資源回收為主。2003 年 12 月行政院核定「垃圾處理方案之檢討與展望」，訂定我國「垃圾零排放」之總垃圾減量及資源回收等政策，提倡以綠色生產、綠色消費、源頭減量等方式，逐漸達垃圾零廢棄資源回收再利用政策目標，以有效循環利用自然資源。

台灣於垃圾掩埋場封閉後，尚可有其他用處。如西青埔垃圾衛生掩埋場自 1999 年 6 月封場後，為有效解決垃圾場沼氣臭味等問題，以 BOO 的方式，委由可寧衛能資股份有限公司(現已更名為台灣威立雅環境服務股份有限公司)負責沼氣處理發電技術工程，以達有效防治污染及廢棄物再利用的目標，持續進行掩埋場沼氣收集處理，將沼氣中的甲烷燃燒應用發電，減少溫室效應氣體之排放。



圖 1 西青埔掩埋場封閉復育後開闢為高雄都會公園<sup>[1]</sup>

## 貳、現況分析

### 一、背景說明

沼氣最早是在沼澤地被發現的可燃氣體，這種氣體是由多種氣態分子構成的混合物，大部分是具有可燃性的甲烷(methane, CH<sub>4</sub>)，在常溫環境中無色、無味、無毒，且難溶於水，是非常好的氣體燃料。沼氣不只能由沼澤產生，事實上堆肥、汗水、家庭廢棄物...等都可以成為沼氣的原料，因此許多垃圾掩埋場、畜牧場(如：養豬場)，都會將沼氣收集設備整合至設施內，以沼氣做為燃料生熱或是發電使用。

在過去技術尚未成熟的年代，由於甲烷的存在會使得垃圾掩埋場有自燃的危險，因此，需建造通氣孔將它由深處排放到大氣中。然而，甲烷造成溫室效應的能力較二氧化碳高出數十倍，對環境造成不小的負面影響，因此，垃圾掩埋場的沼氣利用，不但可有效降低環境危害，還可以節省能源，是一舉兩得之策略。



圖 2 液面上的沼氣氣泡<sup>[3]</sup>

## 二、以沼氣進行發電應有的前置處理措施

垃圾衛生掩埋場需經由連續壁之建構與不透水層之鋪設，以防止有造成毀塌、滲水之情形，並將垃圾滲出之污水蓄集後導引至污水處理區，避免污染地下水，且將其垃圾分解時所伴生的產物「沼氣」，予以積存以免外逸，並引導利用燃燒時產生之熱能轉化為電能發電。而其基本設施在於鑽掘、抽取沼氣井，並藉由高密度聚乙烯材質製成之地下管線連接數座沼氣井，再導引沼氣至發電設施內以進行發電。

最先建構之沼氣抽取系統，係由沼氣抽取井和埋放於地表下之輸送管線共同組成輸送網路，並藉由抽氣泵浦將沼氣抽送至儲存槽或釋壓設備以集存沼氣，每口沼氣收集井之位置可以衛星定位方式詳實標記，方便日後從事保養維修時，能立即確定欲尋找之沼氣井位置；操作和監控人員則需定時至沼氣集存站檢視每座沼氣井的流量及濃度，或透過監控設備自動記錄並輸入電腦，即時從事比對偵測，遇有異常狀況即發出信號提示相關人員。

掩埋場內垃圾經發酵產出之沼氣，夾含若干比率的水汽，因此，在集存沼氣的引導過程中，必須將途中凝結的水分匯集至管線低下處排放出去，此即為配置滲出水集排系統，以防止凝結水堵塞輸送沼氣之管線。另集排系統內的滲水貯流槽需具備自動液位控制，同時將部分凝結水重新導回掩埋場，避免掩埋場過於乾燥而有自行焚燒之虞，並使掩埋場產出之沼氣保持恆定之狀態。

## 三、西青埔衛生掩埋場沼氣發電成效：從垃圾場到美麗的城鎮新肺

西青埔衛生掩埋場掩埋面積計 48 公頃，位於高雄市楠梓區北端，範圍涵蓋高雄市楠梓區及橋頭區。自 1977 年起，係以向下堆置填埋方式處理垃圾，1991 年因垃圾處理需求，配合都會公園計畫，加高掩埋造山，延長西青埔使用年限，於 1999 年 6 月掩埋完成，正式封閉累計掩埋垃圾量達 900 萬公噸。

2000 年 5 月 29 日本局以 BOO 方式，委由台灣威立雅環境服務股份有限公司投資興建全台灣地區最大的沼氣處理發電廠正式運轉。其中，業者自費

投資相關工作，政府無須支出任何經費，並以再利用方式妥善處理沼氣污染。掩埋場之沼氣係經微生物分解過程所產生之氣狀代謝物及轉變為氣狀的物質統稱之，其主要成份為甲烷(CH<sub>4</sub>)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)及其他少量物質。

西青埔處理沼氣發電設施被評估為台灣地區掩埋場中沼氣蘊藏量最豐富的一座，其防治污染期程長達 20 年，沼氣蘊藏量可供 20 年以上的發電量，最初沼氣處理發電設備四組，設施發電容量 5,448 kw，目前因沼氣量下降沼氣處理發電設備三組，設施發電容量 4,083 kw，沼氣收集站：12 座、沼氣抽取井：135 口。每月最高沼氣處理量可達約 194 萬立方公尺，因沼氣量逐年下降，目前每月沼氣處理量約 90~100 萬立方公尺，再生能源沼氣發電量每月約 150~170 萬度電（售電量約 140~160 萬度電）。依一般家庭每戶每月平均用電 350 度電評估，西青埔沼氣處理發電設施之再生能源電力可提供約 4,600 戶家庭用電需求。利用沼氣發電所產生之二氧化碳排放減量效益為 5.866 kg/kwh，其中處理沼氣部份之減量效益為 4.850 kg/kwh，替代燃煤發電部份之減量效益為 1.016 kg/kwh。依每月沼氣發電量 170 萬度電計算，每月約相當於減少約 9,970 公噸二氧化碳的排放，其成效相當於每月減少約 422 萬公升車用汽油的二氧化碳排放（2.36kg of CO<sub>2</sub>e/L）。依每月 100 萬立方公尺沼氣處理量而言，相當於每月減少約 35,000 桶原油的消耗。2013 年全年沼氣回收量約計 806 萬立方公尺，回收發電量達 1,289 萬餘度，回收發電績效顯著，實為廢棄物處理資源循環再利用之最佳模式。

依國際能源總署(IEA)的能源技術系統分析計畫(ETSAP)，運用 MARKAL 模型評估 2010 年的 OECD 各國回歸 1990 年排放水準的每噸二氧化碳減量成本均不超過五十美元。而台灣若要達到目標，勢必大幅降低經濟活動並造成經濟崩潰，依行政院環境保護署的報告指出：台灣每噸二氧化碳的減量成本約為 OECD 的三十倍以上。依工研院於 2004 年度報告指出，台灣每公噸二氧化碳的減量成本約 400 美元左右（1 美元 = 新台幣 31 元）。歷年沼氣處理發電成果說明如表 1 及圖 5 所示。

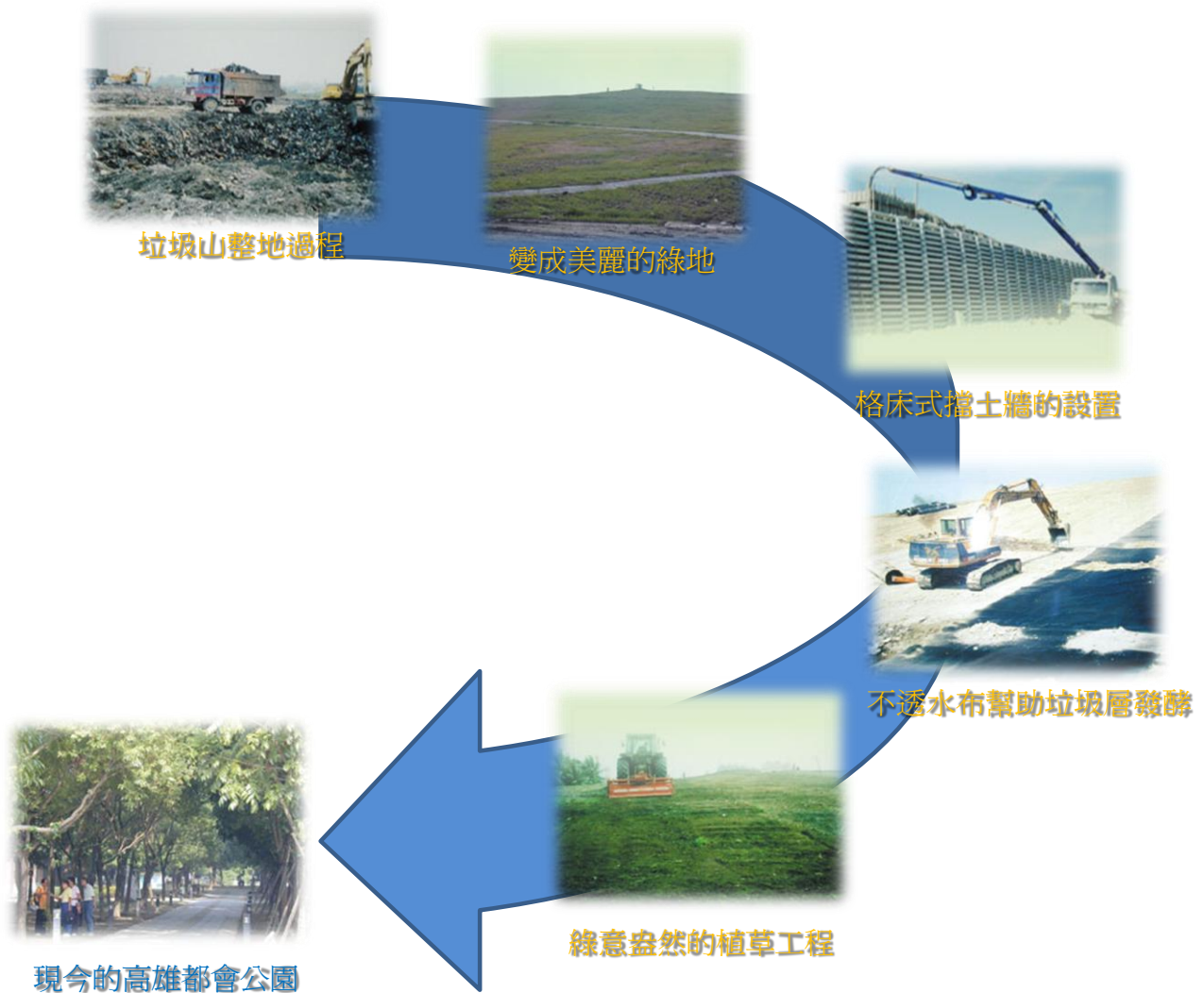


圖 3 西青埔掩埋場之沿革<sup>[4]</sup>



圖 4 西青埔沼氣發電廠<sup>[5]</sup>

表 1 歷年沼氣處理發電成果

月份	成效	沼氣處理量 (萬.立方公尺)	沼氣發電量 (萬.度電)
89年		1,235	1,976
90年		1,721	2,754
91年		2,269	3,631
92年		2,421	3,874
93年		1,970	3,152
94年		1,696	2,713
95年		1,523	2,436
96年		1,446	2,314
97年		1,305	2,088
98年		1,190	1,903
99年		1,077	1,723
100年		984	1,574
101年		868	1,390
102年		806	1,289
合計		20,511	32,817
平均		1,465.07	2,344.07

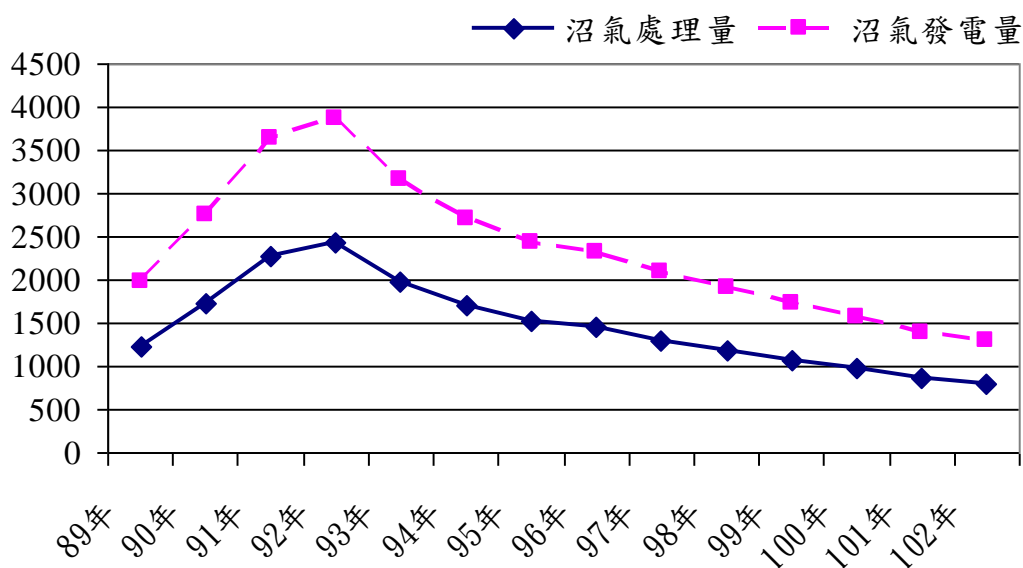


圖 5 歷年沼氣處理發電成果趨勢圖



#### 四、國內相關掩埋場沼氣發電情形

台灣目前已有多處設施係利用沼氣發電，規模較大者有台北市山豬窟與福德坑、台中市文山、高雄市西青埔等四處垃圾掩埋場，上述掩埋場均是因填滿關閉數十年後，再鑿井開發成沼氣電廠。

##### (一) 新北市三峽垃圾衛生掩埋場設置全國第一座的微型氣渦輪(Microturbine)

沼氣處理發電設施，利用回收沼氣進行生質能發電，如今原本棘手的掩埋場已搖身變為「再生能源發電園區」，除具環保公園遊憩功能外，更利用沼氣發電自給自足，每月節省之電費約新台幣 4 萬元。其中，新北市之三峽掩埋場佔地廣達 18 公頃，目前開鑿之 25 口井將於抽取沼氣後，匯集於 4 個沼氣站發電，每年發電量可達 57 萬度，提供場區內自用發電設備之用電量佔 90 千瓦，每月可節省約 4 萬元之電費，使場區成為自足自足的「再生能源發電園區」。三峽掩埋場回收的沼氣已有 58 萬立方公尺，且有效削減了溫室氣體甲烷排放達 210 公噸，及 5,150 公噸的二氧化碳排放，換算起來，相當於為台灣溫室氣體減量成本節省了 6,600 萬元之多，成效十分良好，依照專家推估，三峽掩埋場沼氣量，仍足夠未來約二十年間的發電用途。



圖 6 台北市環保局福德坑垃圾衛生掩埋場沼氣發電設施<sup>[7]</sup>

- (二) 台北市山豬窟垃圾衛生掩埋場，山豬窟沼氣處理發電設施為全國第一座掩埋場沼氣發電設施，於 1999 年 11 月 1 日正式啟用，這座結合民間資源化腐朽為神奇的資源再利用設施之完成，象徵台灣環保及能源開發將邁入新的領域。<sup>[6]</sup>
- (三) 臺中市文山垃圾掩埋場沼氣處理再利用發電設施，是中臺灣第一座掩埋場沼氣處理發電設施，整項計畫係由環保局以公開方式甄選業者自費投資建廠、發電、售電，目前共設置四部沼氣處理發電設施模組，每年可處理沼氣約 2,550 萬立方公尺，相當減少甲烷約 15,100 公噸的排放總量，並提供 5,448 瓦發電量，其發電量可供約 7,000 戶家庭用電所需。



圖 7 山豬窟掩埋場空照及沼氣發電圖<sup>[8]</sup>

## 參、結論與建議

自 1997 年起，環保署共投入新台幣 21 億元經費，推動「封閉垃圾衛生掩埋場復育再利用計劃」，目前截止已成功完成 100 多處掩埋場復育；並有 4 處掩埋場完成沼氣處理發電設施，這不僅成為國內成功首例，更成為目前世界前十大、亦是全亞洲地區總設置規模最大、最具溫室氣體甲烷排放減量成效暨提供綠色能源(Green Energy)的成功典範，並且在溫室氣體甲烷排放減量的成效貢獻可長達 20 年以上。封閉垃圾衛生掩埋場沼氣處理發電，應可作為各縣市政府節能減碳永續經營最佳施政考量。



圖 8 西青埔掩埋場封閉復育後開闢為高雄都會公園<sup>[2]</sup>



圖 9 台北市福德坑環保復育公園<sup>[9]</sup>

## 肆、參考文獻

1.高雄政府環境保護局：環保行政概要

(<http://www.ksepb.gov.tw/Website/Summary>)

2.PChome 個人新聞台：高雄楠梓區~高雄都會公園二期園區

(<http://mypaper.pchome.com.tw/wang319/post/1313467795>)

3.泛科學 PanSci.tw：沼氣與合成氣

(<http://pansci.tw/archives/11540>)

4.西青埔掩埋場的前世今生

(<http://61.218.233.198/journal/17/14.19/14-19page.htm>)

5.高雄市政府環境保護局網站：一般廢棄物

(<http://www.ksepb.gov.tw/WebSite/Index?LinkID=32>)

6.台北市政府新聞處

([http://www.newmanvd.com/show/information/d\\_winter/d\\_index-0.htm#](http://www.newmanvd.com/show/information/d_winter/d_index-0.htm#))

7.台北市環保局福德坑垃圾衛生掩埋場沼氣發電設施

(<https://www.flickr.com/photos/sclereid/10938540925/>)

8.放羊的狼：1020804 南港-柘寮古道、土庫岳、更寮古道、豐臺煤礦

(<http://ivynimay.blogspot.tw/2013/08/1020804.html>)

9.謝寶幸福窩：[台北南港]山水綠生態公園

([http://hsiehbaby.blogspot.tw/2014/04/blog-post\\_9.html](http://hsiehbaby.blogspot.tw/2014/04/blog-post_9.html))