

# 台灣中部地區垃圾焚化爐灰渣集中管理之量化模式探討

江培根、李康文

E-mail: 9507377@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

中部地區自開始推動垃圾焚化政策起至九十三年底止已有台中縣(市)、彰化縣等四座大型垃圾焚化廠，產生之灰渣目前均採掩埋處理，已造成環境隱憂，灰渣中之「底渣」量多，危害性低為減少掩埋場負荷及推動資源回收再利用得藉適當前處理再回收其內之金屬物質及矽酸鹽殘渣作為替代骨材。本研究利用「分析層級程序法」(Analytical Hierarchy Process, AHP)建立評估層級架構，進行專家學者問卷及矩陣演算求出中部地區焚化灰渣集中再利用廠場址優選方案；另財務問題一直為民間參予公共建設時，投資者與主辦機關雙方重要的決策因素，本研究一併進行財務可行性評估，設定假設參數、估算投資計畫成本及收益，試算投資效益分析〔投資效益淨現值(NPV)、內部報酬率(IRR)、折現後回收年限(DPB)〕、融資可行性分析、敏感性分析等作為民間參予投資者與主辦機關雙方重要的參考。綜合評估結果顯示灰渣再利用處理廠之設置須重視對環境所造成之衝擊影響，台中市南屯區在水文、地質地形、土地利用及取得、工程成本、生態環境及環境現況上均佔優勢，為優選設置中部灰渣再利用處理廠之區域；而財務評估方面當營運收入變動時將明確影響計畫之可行性及廠商之投資意願，故於計畫執行中必需考量採取跨區域合作以降低委託處理成本，並保證委託處理年限及最低交付處理噸數，以降低投資者風險，增加民間投資意願。

關鍵詞：分析層級程序法；財務可行性評估；投資效益淨現值

## 目錄

第一章 緒論.....	1	1.1 研究動機.....	1
..... 4	1.2 研究目的.....	4	第二章 文獻回顧 2.1 台灣中部地區都市垃圾焚化廠灰渣處理現況.....
6	2.2 相關法規.....	11	2.3 灰渣之種類及排出特性.....
16	2.4 焚化灰渣處理與再利用技術.....	26	2.5 國外再利用方式.....
33	2.6 國內焚化灰渣再利用發展分析.....	36	2.6.1 行政院環境保護署「鼓勵公民營機構興建營運垃圾焚化灰渣再利用廠及最終處置場設置計畫」.....
36	2.6.2 其他縣市成功之案例.....	41	第三章 研究方法 3.1 分析層級程序法AHP 理論基礎.....
45	3.2 案例說明.....	62	3.3 投資專案經濟評估.....
69	3.3.1 投資專案經濟評估指標.....	69	3.3.2 投資專案經濟評估案例說明.....
70	第四章 方案決策及財務評估 4.1 研究步驟.....	78	4.2 選擇最適可行技術.....
80	4.3 場址評選之流程.....	82	4.3.1 排除式篩選準則.....
83	4.3.2 方案決策模型建立.....	85	4.3.3 問卷設計與調查.....
89	4.4 經濟評估方法.....	89	4.4.1 評估重點.....
90	4.4.2 財務評估架構及內容.....	92	4.4.3 基本財務參數假設.....
92	4.4.4 財務成本與收益.....	95	4.4.5 處理量1200噸/日再利用廠現金流量.....
97	4.4.6 處理量400噸/日及800噸/日廠財務基本假設.....	103	4.4.7 不同處理量、內部投資報酬率(IRR)並增加回收收入之財務基本假設.....
107	第五章 評估結果與討論 5.1 處理廠址評選專家問卷權重結果.....	105	5.1.1 評選因素權重.....
105	5.1.2 評選準則權重.....	106	5.1.3 評估方案權重.....
111	5.1.4 評選方案之選擇.....	112	5.1.5 一致性檢定.....
116	5.1.6 敏感度分析.....	118	5.2 財務評估結果.....
126	5.2.1 自償率分析.....	126	5.2.2 投資效益分析.....
126	5.2.3 融資可行性分析.....	126	5.2.4 敏感性分析.....
127	5.3 不同處理量焚化灰渣再利用處理廠財務可行性評估.....	128	5.4 不同處理量、內部投資報酬率(IRR)並增加回收收入之財務可行性評估.....
129	第六章 結論與建議 6.1 結論.....	131	6.1.1 場址方案優選分析.....
132	6.1.2 財務評估.....	133	6.2 建議.....
134	參考		

文獻.....	136 附錄一 分析層級程序法專家問卷調查表.....
..... 138 附錄二 財務評估計算表單.....	162 附錄三 鼓勵公民營機構興建營運垃圾焚化灰渣再利用廠及最終處置場設置計畫.....
..... 179 圖目錄 圖1-1 台中縣后里、台中縣烏日、台中市、彰化縣溪州廠區位.....	2 圖1-2 一般廢棄物處理政策架構.....
..... 3 圖2-1 垃圾焚化灰渣資源再利用技術分類.....	27 圖2-2 灰渣燒結骨材製備流程.....
..... 29 圖2-3 透水性基材製備流程.....	29 圖2-4 焚化灰渣燒結製磚流程.....
..... 30 圖2-5 垃圾焚化灰渣再利用處理方式.....	41 圖2-6 台北縣底渣再利用查核程序.....
..... 42 圖3-1 AHP 法進行步驟.....	49 圖3-2 階層式決策架構.....
..... 50 圖3-3 低放射性廢料最終處置場址評選流程圖.....	63 圖3-4 評選方案權重值及一致性指標.....
..... 66 圖4-1 本研究流程圖.....	79 圖4-2 中部地區焚化灰渣集中再利用廠場址優選方案流程圖.....
84 圖4-3 評估候選方案場址區位圖.....	86 圖4-4 場址評選層級架構.....
..... 89 圖5-1 各評選方案評估因素評選結果.....	114 圖5-2 評選方案權重值及一致性指標結果.....
..... 116 圖5-3 最佳優選灰渣集中再利用廠場址評估因素績效敏感度分析.....	..... 122 圖5-4 最佳優選灰渣集中再利用廠場址評估因素動態敏感度分析.....
..... 122 圖5-5 最佳優選灰渣集中再利用廠場址評估因素升降率敏感度分析.....	..... 123 圖5-6 自然條件下評估準則之績效敏感度分析.....
..... 124 圖5-6(a) 自然條件下地質環境升降率敏感度分析.....	..... 124 圖5-7 環境影響下評估準則之績效敏感度分析.....
..... 125 圖5-7(a) 環境影響下生態環境升降率敏感度分析.....	..... 125 圖5-8 社會因素下評估準則之績效敏感度分析.....
..... 126 圖5-8(a) 社會因素下居民接受與溝通升降率敏感度分析.....	..... 126 圖5-9 經濟因素下評估準則之績效敏感度分析.....
..... 127 圖5-9(a) 經濟因素下土地利用及取得升降率敏感度分析.....	..... 127 圖5-10 分年DSCR及TIE曲線圖.....
..... 129 表目錄 表 2-1 歷年垃圾量與每人每日垃圾量、資源回收量之統計結果.....	7 表 2-2 台中市垃圾焚化廠90至93年底渣 / 固化物處理量統計表.....
..... 8 表 2-3 后里垃圾焚化廠90至93年底渣 / 固化物處理量統計表.....	9 表 2-4 溪州垃圾焚化廠90至93年底渣 / 固化物處理量統計表.....
..... 10 表 2-5 垃圾焚化後各組成在系統中之分佈.....	..... 17 表 2-6 底渣粒徑及成分分析.....
..... 18 表 2-7 國外垃圾焚化灰渣元素成份調查.....	..... 18 表 2-8 底渣分選廠底渣性質分析結果.....
..... 19 表 2-9 底渣中戴奧辛含量檢測資料.....	..... 20 表 2-10 飛灰種類、性質及底渣之差異.....
..... 20 表 2-11 台灣北部某垃圾焚化廠飛灰中戴奧辛及重金屬含量分析.....	..... 21 表 2-12 國內焚化廠及發電廠飛灰中戴奧辛含量調查.....
..... 22 表 2-13 焚化飛灰熔融特性分析.....	..... 24 表 2-14 熔渣物理性分析結果.....
..... 24 表 2-15 熔渣化學性質 (TCLP) 分析結果.....	..... 24 表 2-16 底渣處理及資源再利用技術比較分析.....
..... 28 表 2-17 其他主要灰渣資源化技術.....	..... 31 表 2-18 國外垃圾焚化飛灰處理與再利用方式.....
..... 34 表 2-19 既有再利用廠 (級配料) 灰渣資源化處理費用概估表.....	..... 39 表 2-20 再利用用途統計表.....
..... 41 表 2-21 93年底底渣再利用產能分析表-台北縣.....	..... 43 表 3-1 問卷之基本設計形式.....
..... 51 表 3-2 AHP之階數及其相對之隨機指標.....	..... 54 表 3-3 分析階層程序法之優缺點.....
..... 57 表 3-4 AHP案例一覽表.....	..... 58 表 3-5 低放射性廢料最終處置場評選整體權重值彙總表.....
..... 65 表 3-6 整體權重值重要性排序.....	..... 67 表 3-7 彰南區域服務中心及運動休閒園區委託民間經營財務 可行性評估計畫現金流量表.....
..... 73 表 4-1 既有再利用廠(級配料)灰渣資源化處理費用概估表.....	..... 92 表 4-2 計畫現金流量表.....
..... 100 表 4-3 興建期興建成本表.....	..... 105 表 4-4 貸款攤銷表.....
..... 106 表 5-1 中部地區焚化灰渣集中再利用處理廠優先設置廠址 評估因素之成對比較矩陣及權重值.....	..... 109 表 5-2 自然條件下評估準則之成對比較矩陣及權重值.....
..... 110 表 5-3 社會因素下評估準則之成對比較矩陣及權重值.....	..... 111 表 5-4 經濟因素下評估準則之成對比較矩陣及權重值.....
..... 111 表 5-5 環境影響評估準則之成對比較矩陣及權重值.....	..... 112 表 5-6 評估準則下局部及整體相對優勢權重值.....
..... 113 表 5-7 評估準則下4種方案之權重值.....	..... 115 表 5-8 中部地區焚化灰渣集中再利用處理廠址評選整體權重值彙整.....
..... 117 表 5-9 整體權重重要性排序.....	..... 118 表 5-10 各階層評估項目之一致性檢定.....
..... 119 表 5-11 投資效益分析摘要表.....	..... 128 表 5-12 敏感性分析表.....
..... 130 表 5-13 不同處理量處理廠投資效益分析.....	..... 131 表 5-14 不同處理量內部投資報酬率 (IRR) 10%處理廠投資 效益分析.....
..... 132 表 5-15 不同處理量內部投資報酬率 (IRR) 12%處理廠投資 效益分析.....	..... 132

## 參考文獻

1、行政院環境保護署，行政院台環字第0920063196號函「垃圾處理方案之檢討與展望」，92年12月2、行政院環境保護署，鼓勵公

民營機構興建營運垃圾焚化灰渣再利用廠及最終處置場設置計畫 94 年 3、行政院環境保護署，國家六年建設計畫，91 年 4、行政院環境保護署全球資訊網 <http://www.epa.gov.tw> 5、行政院環境保護署，92 年全國一般廢棄物採樣計畫 6、行政院環境保護署，環署廢字第 092004227 6A 號公告「一般廢棄物/垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式」2003 7、Chandler,A.J.ect., "Municipal solid waste incinerator residues", Studies in Environmental Science 67. The International Ash Working Group, Elsevier, science B.V., New York, 1997 8、中興工程顧問股份有限公司、財團法人台灣營建研究院工業技術研究院，「垃圾焚化底灰初級篩分資源再利用廠興建工程規劃、設計及監造專案工作計畫-資源化製品試作驗證報告」行政院環境保護署，93 年 9、行政院環境保護署，垃圾焚化飛灰熔融再利用廠興建工程規劃設計及監造專案工作計畫，93 年 10、國立清華大學，焚化操作後戴奧辛重金屬等污染物排放移跡與材料關係使用控制調查分析，89 年 12 月 11、凌永健教授，第十一屆廢棄物處理技術研討會，85 年 11 月 12、行政院環保署，廢棄物焚化灰渣材料技術研究專案計劃期末報告，92 年 13、國寶大地環保事業股份有限公司 <http://www.Kobin.com.tw/html/tech-3.html> 14、Saaty, t.l. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill New York 15、曾國雄、鄧振源，「層級分析法 (AHP) 的內涵特性與應用 (上)」，中國統計學報，第二十七卷，第六期，頁 5-22，1989 年 6 月 16、曾國雄、鄧振源，「層級分析法 (AHP) 的內涵特性與應用 (下)」，中國統計學報，第二十七卷，第六期，頁 5-22，1989 年 7 月 17、黃卿爾，垃圾費隨袋徵收制度優先執行縣市之評選，大葉大學事業經營研究所碩士論文，94 年 18、高燕忠，我國電動機車發展之策略分析，大葉大學環境工程研究所碩士論文，93 年 19、朱炳珍，應用分析層級程序法 (AHP) 於低放射性廢料最終處置場址評選之研究，元智大學工業工程與管理研究所碩士論文，90 年 20、彰化縣環境保護局，彰南區域服務中心及運動休閒園區委託民間經營財務可行性評估，94 年 21、彰化縣環境保護局，彰化縣民國九十一年度一般廢棄物清除處理費收費標準計算報告，91 年 22、吳春暉 BOT 特論財務可行性分析，94 年 23、張立行，民間參與都市更新財務規劃與籌資方式之研究，國立台北科技大學建築與都市設計研究所碩士論文，91 年