

# 塑膠瓶與玻璃瓶生命週期評估之比較研究

柯昭德、李清華

E-mail: 9607868@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究為探討塑膠瓶與玻璃瓶之生命週期評估，研究工具為荷蘭所發展出之生命週期評估SimaPro 5.0技術軟體，並選定該軟體之Eco-Indicator95模式，評估在製造、運輸及廢棄處理三階段之環境衝擊影響。本研究結果顯示，塑膠瓶於三階段之環境衝擊值各為製造階段0.000326 Pt、運輸階段 $1.83 \times 10^{-6}$  Pt及廢棄處置階段(焚化)0.000278 Pt、廢棄處置階段(掩埋)0.000259 Pt、廢棄處置階段(回收)0.000194 Pt；玻璃瓶於三階段之環境衝擊值各為製造階段 $1.83 \times 10^{-4}$  Pt、運輸階段 $1.45 \times 10^{-4}$  Pt及廢棄處置階段(焚化) $1.86 \times 10^{-4}$  Pt、廢棄處置階段(掩埋) $1.86 \times 10^{-4}$  Pt、廢棄處置階段(回收) $2.57 \times 10^{-3}$  Pt，研究顯示塑膠瓶於製造階段、廢棄處置階段焚化方案、廢棄處置階段掩埋方案及廢棄處置階段回收方案對環境的衝擊皆較玻璃瓶高，於運輸階段對環境的衝擊較玻璃瓶低。

關鍵詞：生命週期評估；塑膠瓶；玻璃瓶；環境衝擊

## 目錄

目錄 中文摘要.....	i	英文摘要.....	ii	目錄.....	iii	圖目																																																																	
錄.....	v	表目錄.....	vi	第一章 緒論.....	1	1.1 研究背景.....	1	1.2 研究目的.....	4	1.3 研究架構及內容.....	5																																																												
第二章 文獻回顧.....	6	2.1 塑膠瓶.....	6	2.1.1 塑膠材料的分類、性質與用途.....	8	2.1.2 塑膠的成型加工方法.....	13	2.2 玻璃瓶.....	18	2.2.1 緒論.....	18	2.2.2 玻璃瓶之物理化學性質.....	20	2.2.3 玻璃工業的基本製程和分類.....	20	2.2.3.1 原料.....	20	2.2.3.2 製程.....	21	2.2.4 廢玻璃資源化回收.....	22	2.3 ISO14000 環境管理系統簡介.....	24	2.4 生命週期評估技術之發展回顧.....	26	2.5 生命週期評估介紹.....	27	2.5.1 生命週期評估架構.....	29	2.5.2 目的與範疇之界定.....	30	2.5.3 生命週期盤查分析.....	31	2.5.4 生命週期衝擊評估.....	33	2.5.5 生命週期闡釋.....	35	2.5.6 生命週期評估之限制.....	36	2.6 SimaPro 5.0版軟體介紹.....	36	2.6.1 基本原理.....	36	2.6.2 SimaPro軟體特性.....	37	2.7 SimaPro軟體分析及應用.....	38	2.7.1 盤查.....	39	2.7.2 分類.....	39	2.7.3 特徵化.....	39	2.7.4 標準化.....	40	2.7.5 評價.....	41	2.7.6 指標.....	41	2.7.7 資料庫架構.....	41	2.7.8 環境衝擊指標說明.....	42	2.8 國內生命週期評估之研究和應用.....	45	2.8.1 國內大專院校博、碩士生命週期評估論文 文獻.....	45	2.8.2 國內生命週期相關研究計畫文獻.....	47	2.9 國外生命週期評估之研究和應用.....	50
第三章 研究流程與方法.....	83	3.1 研究流程.....	83	3.2 研究方法.....	84	3.2.1 LCA研究目的與範疇界定.....	84	3.2.1.1 研究目的.....	84	3.2.1.2 範疇界定.....	85	3.2.1.3 功能單位.....	86	3.2.1.4 研究限制與假設.....	87	3.2.2 盤查分析.....	88	3.2.3 衝擊評估.....	88	3.2.4 結果闡釋.....	89																																																		
第四章 結果與討論.....	94	4.1 盤查分析結果與討論.....	94	4.1.1 各階段盤查及功能單位換算結果.....	94	4.2 LCA分析結果與討論.....	98	4.2.1 生命週期衝擊評估結果與討論.....	99	4.2.1.1 塑膠瓶衝擊評估結果與討論.....	99	4.2.1.2 玻璃瓶衝擊評估結果與討論.....	105	4.2.1.3 塑膠瓶與玻璃瓶衝擊評估結果與討論.....	111	4.2.1.3.1 製造階段衝擊評估結果.....	111	4.2.1.3.2 運輸階段衝擊評估結果.....	112	4.2.1.3.3 處置階段衝擊評估結果.....	114																																																		
第五章 後續研究重點.....	144	5.1 結論.....	144	5.2 建議.....	145	參考文獻.....	146																																																																

## 參考文獻

1. <http://www.youth.ngo.org.tw>.
2. <http://www.cas.org.tw>.
3. <http://she.moeaidb.gov.tw>
4. <http://mpl.che.nthu.edu.tw/lab/professor/new02-3-2.htm>
5. 田效文、吳東穎、謝家祥，“生命週期評估技術應用於照明產品之探討—以日光燈、省電燈泡與白熱燈泡為例”，中國工業工程學會九十年年度年會暨學術研討會，90年。
6. 邱標麟，玻璃製造學，復文書局，1992。
7. 劉家豪，“IC製造業產品生命週期分析”，國立成功大學環境工程研究所碩士論文，93年。
8. 李佳禾，“生命週期評估與環境績效分析研究 - 以人造纖維產品為例”，國立成功大學環境工程研究所碩士論文，93年。
9. 彭文正，“以生命週期評估技術應用於建築

耗能之研究”，朝陽科技大學環境工程與管理所，92年。10.馮閔盛，“以生命週期評估建築物主體結構用材及以造林抵銷二氧化碳產出之研究”屏東科技大學環境工程與科學系碩士論文，92年。11.王志源，“市售行動電話生命週期評估之個案研究”，屏東科技大學環境工程與科學系碩士論文，92年。12.宮城大洋，“垃圾清理系統之生命週期評估-以溫室效應氣體指標為例”，國立臺灣大學環境工程學研究所碩士論文，92年。13.林家任，“ISO14000系列環境管理標準在綠色產品生命週期設計之應用研究”，大葉大學設計研究所碩士論文，90年。14.中國國家標準，CNS14001，CNS14004，CNS14010，CNS14011，CNS14012，CNS14020，CNS14031，CNS14040，CNS14064。15.顧洋，1997，國際環境管理系統標準的建立-ISO14000，綠色設計研討會-ISO14000實務探討(2)，中華民國對外貿易發展協會。16.洪佩菁，“ISO14000研究”，台灣大學法商學院碩士論文，87年。17.Zharen，趙德琛譯，“ISO14000:understanding the environmental standards” ISBN 957-584-618-4，高立圖書有限公司，台北(1998)。18.黃瓊儀，“人造纖維產品之生命週期評估研究”，國立成功大學環境工程研究所碩士論文，92年。19.經濟部工業局，「ISO14000系列—生命週期評估技術與應用手冊」，經濟部工業局，台北(2001)。20.吳明忻，“半導體超純水製程之生命週期評估”，中華大學科技管理研究所碩士論文，92年。21.黃香囷，“生命週期評估技術應用於第三類環境宣告產品驗證之研究”，大葉大學環境工程研究所碩士論文，93年。22.楊欣瑜，“生命週期成本評估於TFT-LCD產業之應用研究”，朝陽科技大學環境工程與管理研究所碩士論文，92年。23.陳詩慧，“新竹玻璃工業空間組織之轉化”，國立台灣師範大學地理研究所碩士論文，91年。24. <http://portal.nccp.org.tw/lca/lca-2a.htm> 25. <http://www.itri.org.tw/homepage/b/t400/lca/index.htm> 26. [http://www.nccp.org.tw/890417/14040-IS\(JCY\).ppt](http://www.nccp.org.tw/890417/14040-IS(JCY).ppt) 27. 方怡雯，“透明塑膠材料之產品應用研究-以imac電腦設計為例”，國立台北科技大學創新設計研究所碩士論文，91年6月。28.謝俊雄，“石油化學工業”，新文京開發出版社有限公司，91年3月。29.蘇原田，“台灣傳統塑膠產業經營績效評估之研究”，碩士論文，93年6月。30.聯合報 <http://udn.com> 31. <http://psdn.pidc.org.tw/ike/doclib/2003/2003doclib/2003ike04-0/2003ike04-0-120.asp> 32.陳亭秀，“2003高分子工業年鑑”，工業技術研究院產業經濟與資訊服務中心 33.社教資料雜誌223期第4-8頁 34.譚天錫，“塑膠真空熱成型機產業之國際策略聯盟研究-以昇威機械與美國TSL公司進行的全球聯盟為例”，大葉大學，碩士論文，93年6月 35.莊智淵，“生命週期評估應用於產品概念設計階段之研究”，國立成功大學，碩士論文，92年 36.黃盈庭，“投入產出分析應用於生命週期評估-台灣地區水泥範例研究”，國立成功大學，碩士論文，88年 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1005010701849> 37. [http://www.kazankai.org/publishing/japan\\_today/2001\\_12/big5/16.html](http://www.kazankai.org/publishing/japan_today/2001_12/big5/16.html) 38. [http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/newscenter/2004-05/21/content\\_1483861.htm](http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/newscenter/2004-05/21/content_1483861.htm) 39. [http://ekm92.trade.gov.tw/BOFT/web/report\\_detail.jsp?data\\_base\\_id=DB009&category\\_id=CAT546&report\\_id=9223](http://ekm92.trade.gov.tw/BOFT/web/report_detail.jsp?data_base_id=DB009&category_id=CAT546&report_id=9223) 40.楊思廉，“工業化學概論”，五洲出版社，84年10月 41. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1005010701849> 42. SimaPro User Manual(1997) 43. 行政院國家科學委員會網頁，<http://www.nsc.gov.tw/>。44.環境管理報導,89年 45.Fabio Orecchini，2000，The ISO14001 certification of a machine process，Journal cleaner Production 8。46.nnveden, G., and Ekvall, T., “Life-cycle assessment as a decision-support tool - the case of recycling versus incineration of paper”，Resources Conversation and Recycling, Vol. 24, pp.235-256(1998)。47.Kasai, J., “Life cycle assessment, evaluation method for sustainable development”，JSAE, Vol. 20, pp.387-393(1999)。48.Burgess, A. A., and Brennan, D. J., “Application of life cycle assessment chemical processes”，Chemical Engineering Science, Vol. 56, pp.2589-2604(2001)。49.Frischknecht, R., Braunschweig, A., Hofstetter, P., and Suter, P., “Human health damages due to ionizing radiation in life cycle impact assessment”，Environmental Impact Assessment Review, Vol. 20, pp.159-189(2000)。50.Tillman, A. M., “Significance of decision-making for LCA methodology”，Environmental Impact Assessment Review, Vol. 20, pp.113-123(2000)。51.Lundin, M., and Morrison, G. M., “A life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems”，Urban Water, Vol. 4, pp.145-152(2002)。52.Finnveden, G., “Methodological aspects of life cycle assessment of integrated solid waste management systems”，Resources, Conservation and Recycling, Vol. 26, pp.173-187(1999)。53.Verschoor, A. H., and Reijnders, L., “The use of life cycle methods by seven major companies”，Journal 54.Cleaner Production, Vol. 7, pp.375-382 (1999)。55.Pierre Lacoste-Bouchet, Guy Deschenes, Edward Ghwared, “Thiourea Leaching of a Copper-Gold Ore Using Statistical Design”，Hydrometallurgy, Vol. 47, pp. 189-203, 1998。56.George Owusu, “Selective extraction of copper from acidic zinc sulfate leach solution using LIX 622”，Hydrometallurgy, Vol. 51, pp. 1-8, 1999。57.Gary A. Kordosky, “Recovery of Copper from Oxide Ores, Today's Practice”，Process and Fundamental considerations of Selected Hydrometallurgical Systems, pp. 3-15, 1981。11. 58.J. D. Miller, H. H. Haung and E. F. Pereira, “Equilibrium and Kinetics of Copper from Ammoniacal Solutions by Hydroxoximes with Particular Emphasis on Transport Phenomena”，Process and Fundamental considerations of Selected Hydrometallurgical Systems, pp. 211-241, 1981。11. 59.F. J. Alguacil, “Recovery of Copper from ammoniacal/ammonium carbonate medium by LIX 973N”，Hydrometallurgy, Vol. 52, pp. 55-61, 1999。60.Sung-Gyu Kim, Hwa-Young Lee, Jong-Kee Oh, “Stoichiometric Relation for the Extraction of the Gold-Thiourea Complex with D2EHPA”，Hydrometallurgy, Vol. 38, pp. 7-13, 1995。61.Brian Tait, “Two-phase Potentiometric Metal Extraction Titrations of Silver(I), Copper(II) and Cadmium(II) Using Some Cation-exchangers as Extractants”，Talanta, Vol. 42, No. 1, pp. 137-142, 1995。62.F. A. Baczek, B. C. Wojcik, D. M. Lewis, R. C. Emmett, “The Electroslurry process for Copper Recovery from smelter and wastes”，Process and Fundamental considerations of Selected Hydrometallurgical Systems, pp. 125-141, 1981。63.Pamela L.Spath, Margaret K.Mann. “Life Cycle Assessment of Hydrogen Production via Natural Gas Steam Reforming”，NREL Report，(2001)。64.Bruce W.Vigon, Duane A. Tolle, and David P.Evers, “Life Cycle Assessment of Biomass Conversion to Feedstock Chemicals”，IEEE，pp2128-2133，1996。65.Beuce W.Vigon, Duane A.Tolle, and David P.Evers, “Life cycle assessment of biomass conversion to Feedstock chemicals”，IEEE，pp2128-2133，(1996)。65. Rob Harrison, Steve Waalkes, and William James Wilde, “A LifeCycle cost Analysis Of Rigid Pavements”，Center fortransportation research the university of Texas at Austin，Project report 1739-S，(1999)。66.Gregory A. Norris, “Integrating Life Cycle Cost Analysis andLCA”，Int.J.LCA 6 (2

) InLCA:Selected Papers 118-121 , ( 2001 ) 67. TIM MEARING, MICHAEL MORGAN " LIFE CYCLE COST ANALYSIS HANDBOOK " STATE OF ALASKA-DEPARTMENT OF EDUCATION & EARLY DEVELOPMENT EDUCATION SUPPORT SERVICES /FACILITIES , ( 1999 ) 68.ISO/TC-207/SC5, " ISO 14040:Environmental Management-LifeCycle Assessment-Principles and framework " , InternationalOrganization for Standardization (1997). 69. Guinee, J.B., R.Heijungs, H.A.Udo de Haes, and G.Huppes, ' Quantitative life cycle assessment of products2. Classification, valuation and improvement analysis ' , Journal of Cleaner Production, 1(2), pp.81-91 , 1993. 70. .Eco-Indicator 95 ( SimaPro資料庫指南 )