

誌謝辭

本論文能夠完成，首先要感激所上師生素日之關懷，以及助理的無怨奔波，使本論文得以順利呈現。而，在本論文付梓之際，我要特別感謝我的指導老師 胡憲倫老師，他的知遇以及鼓勵，讓原本處於門外漢的我對此研究議題之興趣日益濃厚，拓展眼界。目前因個人能力所及，雖不敢期望此論文有何獨特創見，卻希冀能做到拋磚引玉，引發大眾對彼の研發興趣，讓台灣成為「綠色矽島」之願景早日達成。此外，我亦要感激口試評審 巢志成高級顧問和林吉郎學務長對本論文的指正和細心審閱，使我獲益良多。在本論文之資料蒐集方面，幸得工研院化工廢棄物交換資訊服務中心 鄭智和主任、正隆紙業環安部 李燈銘經理以及成大都市計劃研究所的 鍾國輝學長，熱情襄助，僅此致以萬二分的謝意。最後，感謝所有陪同我度過書寫過程之焦慮的親友，倘無他們的支持，相信單憑我個人的力量將無以完成此篇論文。家人的信任與扶持，是促使我努力的動力來源，僅此與他們共享我學術上的小小成果。

Acknowledgements

First of all, I would like to express my thankfulness to my teachers and classmates for helping me a lot, both on my study and daily campus life. Secondly, it would be impossible for me to complete this thesis without the invaluable instruction of my advisor, Dr. Allen (Hsien-Lun) Hu. Here I am to express my deepest gratitude to him for his helpful comments on this thesis. His open-minded guidance, criticisms and encouragement did motivate my initiative on this topic.

Also thanks to my committee members, Dr. Chih-cheng Chao and Dr. Ji-lang Ling for their notably generous advices which really help me to improve my thesis into a better version.

I am grateful to Mr. Ji-He Zheng (Head Officer of the National Waste Exchange Information Center), Mr. Deng-Ming Lee (Manager of the Environmental Safety and Health Dept., Cheng-Loong Corporation) and Mr. Kuo-Hui Chung (Master Researcher of the Cheng Kung University) for willing to provide me with useful and critical articles which surely help.

Special thanks also go to those whom I do not list here but who helped or supported me to overcome my fear and depress during the writing of this thesis.

Finally, I would like to acknowledge the love and support I have received from all of my family members and relatives. It is of their kindness that allows me to further my study oversea and achieve my ambition. Love, is my power of success ...

摘要

1992 年在里約舉行之地球高峰會，加劇了國際間對於生態環境的關注。本論文透過廢棄物交換、工業減廢、污染預防等組織內部資源化的環境管理策略，進一步的拓展至跨越廠房、企業、領域之範疇，以形成產業共生的生態化體系。本論文採用個案研究法，針對事業廢棄物交換資訊服務中心、正隆紙業、正隆工業減廢中衛輔導體系(資源循環回收鏈)、台南生物科技園區以及「綠色矽島」體系等五個遴選個案進行探索性之研究，並從事業廢棄物交換及資源化系統、工業減廢及污染預防系統、中衛體系、生態化工業園區體系和虛擬生態化工業園區體系等驅動產業生態化發展之機制，探討國內產業生態化體系之發展架構；再佐以 SWOT 分析、經濟與環境效益指標分析、資源化法規及技術之情境模擬分析，建構台灣成為「綠色矽島」。

本論文共分為六章，第壹章是緒論，箇中對以產業生態學的理论建構台灣成為「綠色矽島」之研究背景、研究目的及研究方法作一概略式交代。第貳章是文獻探討，分別對產業生態學之勃興、應用方法與工具、發展機制、法規及資源化技術進行分類與條列分析。論文的第參章旨在對驅動產業生態化發展機制的系統及體系進行詳細說明。第肆章是國內產業生態化體系發展架構之分析。筆者在此對事業廢棄物交換資訊服務中心、正隆紙業、正隆工業減廢中衛輔導體系、台南生物科技園區及「綠色矽島」體系等五個驅動產業生態化發展機制之個案 / 情境進行 SWOT 分析，以深入了解此生態化體系之發展架構，並比較不同個案 / 情境所獲得之推估環境與經濟效益。第伍章是法規與技術因素對生態化發展架構之情境模擬分析，箇中探析了資源化法規及技術發展對產業生態化發展之影響。本論文乃產業生態化體系之研究初啼，箇中筆者試圖建構台灣產業生態化體系之發展架構，擬透過此發展架構的個案 / 情境模擬之分析結果，做為政府在推動產業生態化體系發展以落實台灣成為「綠色矽島」願景之建議。

關鍵字：產業生態學、組織內部資源化系統、事業廢棄物交換系統、工業減廢及污染預防系統、中衛體系、生態化工業園區、虛擬生態化工業園區、產業生態化體系發展架構、經濟及環境效益、層次系統、情境分析、「綠色矽島」。

ABSTRACT

The Rio Earth Summit has urged a close attention to sustainable development worldwide. And the concept of Industrial Ecology (IE) has evolved into a new paradigm for environmental management through the zero emission system, material substitution, dematerialization and functional economy. In this thesis, an IE development framework, that can be used for government to establish Taiwan as a “Green Silicon Island”, was proposed. A hierarchical system consisted of a waste exchange information center, a resource recovery and common treatment system, a waste minimization corporate synergy system, an eco-industrial park, and a virtual eco-industrial park concept were suggested as the mechanisms to achieve the above target.

This thesis is divided into six chapters. Chapter one is an overall introduction of the study, which briefly explains the research motive and methodology used in this thesis. Chapter two focuses on the literature of the past research on IE with emphasis on the advocate theory of IE, classification and methodologies of IE development in Taiwan. Chapter three to five use theoretical evidence to support the rationality for five different case studies, which is to characterize the development mechanisms of IE in Taiwan. Through the analysis of the IE patterns and development mechanisms, a scenario with five hierarchical stages was studied, and the economic and environmental benefits of each stage were explored. This scenario analysis has also led to the simulation in the context of regulatory and technological changes. Chapter six concludes the thesis with some suggestions.

Key Word: Industrial Ecology, Inter-Corporate Resource Recovery System, Waste Exchange System, Waste Minimization and Pollution Prevention System, Corporate Synergy System, Eco-Industrial Park, Virtual Eco-Industrial Park, IE Development Framework, Economic and Environmental Benefit, Hierarchical System, Scenario Analysis, “Green Silicon Island”.

目錄

誌謝辭（中文）	i
誌謝辭（英文）	ii
中文摘要	iii
英文摘要	iv
目錄	v
圖目	x
表目	xi
第壹章 緒論	1
第一節 研究動機	1
一、研究背景	1
二、研究目的	4
三、研究方法	5
（一）文獻與資料蒐集方法	5
（二）國內產業生態學驅動機制的遴選標準	6
（三）國內產業生態化體系發展架構之個案 / 情境分析	7
第二節 名詞定義	9
第三節 研究架構及流程	10
第貳章 文獻探討	13
第一節 產業生態學的勃興	13
第二節 產業生態學的應用方法與工具分析	15

一、產業生態學理論的應用方法之分類	16
(一) 線性時間分類法	16
(二) 層次 / 步驟分類法	19
二、產業生態學之應用工具	23
第三節 驅動產業生態學發展機制之相關文獻探討	25
一、廢棄物交換及資源化系統	25
二、組織內部的資源化體系	27
三、企業副產品交流體系 (BPS)	29
(一) Tampico 之示範性 BPS	31
(二) 北德州 BPS 計畫	33
四、生態化工業園區	33
五、虛擬生態化工業園區	36
第四節 推動產業生態化的法規與技術	37
第參章 驅動國內產業生態學發展之機制	40
第一節 事業廢棄物交換及資源化系統	40
一、「事業廢棄物交換資訊服務中心」	40
(一)「事業廢棄物交換資訊服務中心」之屬性	40
(二)「事業廢棄物交換資訊服務中心」之作業方式	41
(三)「事業廢棄物交換資訊服務中心」進行仲介服務之途徑	43
(四) 交換成功結果及案例介紹	44
二、「資源化技術」之研發推廣與支援單位	46
(一) 官方「資源化技術」研發及推廣單位	46

(二) 民間「資源化技術」支援單位	46
三、環保屬事業廢棄物管制中心	48
四、廢棄物聯合處理體系	52
第二節 工業減廢及污染預防系統	54
一、工業減廢管理制度	54
二、工業減廢作業流程評估	56
第三節 中衛體系	58
一、中衛體系之理論基礎	58
二、工業減廢中衛輔導體系(資源循環回收鏈)	60
(一) 正隆工業減廢中衛體系	61
(二) 半導體產業工業減廢中衛體系	64
第四節 生態化工業園區體系	67
一、國內工業區規劃的發展	67
二、台灣地區工業區之編定開發要素及原則	69
第五節 虛擬生態化工業園區體系	71
一、環境流量	72
二、生態與環境存量	74
第肆章 國內產業生態化體系發展架構之分析	75
第一節 產業生態化體系之發展架構	75
一、個案/情境 1 - - 「事業廢棄物資訊交換服務中心」	77
二、個案/情境 2 - - 正隆紙業	83
三、個案/情境 3 - - 正隆工業減廢中衛輔導體系	88

四、個案 / 情境 4 - - 台南生物科技園區	90
五、個案 / 情境 5 - - 「綠色矽島」體系	93
第二節 產業生態化體系發展架構之 SWOT 分析	94
一、機制 1 之 SWOT 分析	95
二、機制 2 之 SWOT 分析	96
三、機制 3 之 SWOT 分析	97
四、機制 4 之 SWOT 分析	98
五、機制 5 之 SWOT 分析	99
第三節 生態化發展機制之經濟與環境效益指標分析	101
一、廢棄物之處置成本 / 利益	102
二、廢棄物化為原料之價值	102
第四節 產業生態化體系發展架構之分析結果	104
第五章 法規與技術因素對於驅動 IE 的發展	107
第一節 驅動 IE 發展之法規因素	107
第二節 驅動 IE 發展之技術因素	111
第三節 法規及技術因素對於產業生態化發展機制之影響	113
一、「資源回收再利用法（草案）」對五個機制之影響	113
二、資源化的技術內容對五個機制之影響	115
第陸章 結論與建議	117
第一節 研究結論	117

第二節 研究限制	119
第三節 建議與後續研究之方向	120
一、建議	120
二、後續研究方向	122
參考文獻	124
附錄	132

表目

表 1-1	國內產業生態化驅動機制及遴選標準	7
表 2-1	產業生態學之定義	14
表 2-2	自然生態與產業生態化系統之原則類比方法	15
表 2-3	產業生態學之主要量測工具及相關學者的研究	24
表 2-4	企業副產品交流體系施程序	30
表 2-5	美國示範之生態化工業園區的個別介紹	34
表 3-1	事業廢棄物交換資訊服務中心歷年經費來源表	41
表 3-2	事業廢棄物交換資訊服務中心執行成果(1987.7 至 2000.8)	45
表 3-3	國內各產業已成立及已推動之共同或聯合處理體系概況表	53
表 3-4	中衛體系之推展機制	59
表 3-5	台灣半導體產業工業減廢中衛輔導體系成員	65
表 3-6	工業區規劃理念之變遷	68
表 3-7	智慧型工業區之計畫設置	70
表 4-1	正隆公司原料使用量與產量	83
表 4-2	正隆公司各廠房歷年工業減廢個案及效益統計	85
表 4-3	台南生物科技園區所引進之產業及投資額	91
表 4-4	產業生態化體系發展機制之經濟與環境效益指標分析	101
表 5-1	國內的資源化技術	112

圖目

圖 1-1	研究架構的層次系統構面	11
圖 1-2	研究流程圖	12
圖 2-1	永續發展階梯圖	17
圖 2-2	邁向永續性之可行性方案	18
圖 2-3A-D	環境經濟學（生態經濟）之沿革	19
圖 2-4A	第一種（Type I）產業生態化系統	21
圖 2-4B	第二種（Type II）產業生態化系統	21
圖 2-4C	第三種（Type III）產業生態化系統	21
圖 2-5	傳統線性生產與「零排放」模式	22
圖 2-6	BPS 計畫中企業之經營模式	29
圖 3-1	事業廢棄物交換流程圖	42
圖 3-2	環保署事業廢棄物管制中心線上申報系統	49
圖 3-3	「事業廢棄物交換資訊管理系統」規劃構想圖	50
圖 3-4	「事業廢棄物交換管理系統」系統架構圖	51
圖 3-5	正隆工業減廢個案執行流程圖	55
圖 3-6	「DESIRE」工業減廢作業流程評估圖	56
圖 3-7	經濟部工業局推動之「工業減廢中衛輔導體系」結構	61
圖 3-8	正隆公司工業減廢中衛輔導體系之策略	62
圖 3-9	正隆工業減廢中衛輔導體系(資源循環回收鏈)	63
圖 3-10	正隆迷你產業生態化體系	64

圖 3-11	「綠色矽島」之政策架構	73
圖 3-12	永續發展與結構調整圖	74
圖 4-1	產業生態化體系發展架構之分析	77
圖 4-2	「事業廢棄物交換資訊服務中心」之物質流向圖	79
圖 4-3	歷年（1987 至 2000.8）事業廢棄物交換成功之筆數及噸數	82
圖 4-4	正隆公司歷年工業用紙廢紙使用率	84
圖 4-5	正隆大園廠的物質流向系統	87
圖 4-6	正隆工業減廢中衛輔導體系（資源循環回收鏈）物質流向圖	89
圖 4-7	台南生物科技園區物質流向圖	92
圖 4-8	「綠色矽島」之生態化管理系統	93