

# INVESTIGATING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF DIFFERENT POWER SYSTEMS FROM A LIFE-CYCLE POINT OF VIEW

劉 璋、李康文

E-mail: 9122465@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

THIS STUDY INVESTIGATES THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF COAL-FIRED, GAS-FIRED AND NUCLEAR POWER SYSTEMS FROM A LIFE-CYCLE POINT OF VIEW, AIMING TO REDUCE THE RELEVANT ENVIRONMENTAL DISPUTE OFTEN OCCURRED DURING THE DECISION-MAKING PROCESS OF THE ENERGY POLICY. BASED UPON A SIMPLIFIED LIFE CYCLE ASSESSMENT METHODOLOGY, THE INVENTORIES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION ASSOCIATED WITH THE AFOREMENTIONED THREE POWER SYSTEMS WERE OUTLINED. FURTHERMORE, THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) AND THE DAMAGE FACTORS ITEMIZED IN THE COMMERCIALY AVAILABLE ECO-INDICATOR 99 WERE INTEGRATED, IN ORDER TO QUANTIFY THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE THREE DIFFERENT POWER SYSTEMS. THE WEIGHTING FACTORS OF VARIOUS IMPACTS, NAMELY ON THE ENVIRONMENT, ON THE HUMAN HEALTH AND ON THE RESOURCE DEPLETION, WERE DECIDED BY QUESTIONNAIRE CONDUCTED AMONG EXPERTS. IN ADDITION TO THE CLASSICAL AHP METHOD, A FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (F-AHP) WAS ALSO ADOPTED TO ASSESS THE FUZZY ASPECT COMMONLY OBSERVED IN SIMILAR STUDIES. THE STUDY RESULT INDICATES THAT THE WEIGHTING FACTORS OF THE RELEVANT IMPACTS DECIDED BY THE CLASSICAL AHP AND THE F-AHP DO NOT HAVE SIGNIFICANT DIFFERENCE, POSSIBLY DUE TO THE SIMILAR PROFESSIONAL BACKGROUND OF THE PARTICIPATING EXPERTS. IN TERMS OF THE OVERALL ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE THREE POWER SYSTEMS, COAL-FIRED UNITS RESULT IN THE MOST SIGNIFICANT IMPACT, WHEREAS THE GAS-FIRED UNITS RESULT IN THE LEAST SIGNIFICANT IMPACT. IT SHOULD ALSO BE NOTED THAT COAL-FIRED UNITS RESULT IN THE MOST SIGNIFICANT IMPACT IN REGIONAL SCALE (I.E. IN TAIWAN AREA), WHEREAS THE GAS-FIRED UNITS RESULT IN THE LEAST SIGNIFICANT IMPACT IN REGIONAL SCALE SINCE SOME QUITE MAJORITY PART OF THE RELEVANT IMPACTS IN THE SO-CALLED "LNG CHAIN" OCCURS GENUINELY MORE SIGNIFICANTLY IN GLOBAL SCALE (I.E. OUTSIDE TAIWAN).

Keywords : LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA), ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP), ENVIRONMENTAL IMPACT, ENERGY POLICY

## Table of Contents

第一章緒論--P1 1.1研究背景--P1 1.1.1台灣能源利用現況與未來發展--P2 1.1.2各種發電方式的比較--P4 1.1.3能源利用造成的環境議題--P6 1.2研究動機--P8 1.3研究目的--P11 第二章文獻回顧--P13 2.1生命週期評估概述--P13 2.1.1生命週期評估之架構--P14 2.1.2生命週期評估技術之探討--24 2.2生命週期評估於能源分析上之應用--P31 2.2.1日本科技白皮書--P32 2.2.2RASHAD & HAMMAD的研究--P34 2.2.3澳洲煤協會(ACARP)：煤的環境白皮書--P36 2.2.4國際原子能總署(IAEA)--P38 2.2.5台灣電力系統的二氧化碳排放研究--P43 2.2.6能源生命週期研究彙整--P45 2.3生命週期衝擊評估量化之評價工具 - 分析階層程序法--P47 2.3.1一般分析階層程序法 ( AHP)--P48 2.3.2模糊分析階層程序法 ( F-AHP ) --P54 第三章研究方法--P56 3.1研究架構--P56 3.2分析階層程序法之應用--P59 3.2.1一般AHP相對權重之運算說明--P59 3.2.2模糊AHP相對權重之運算說明--P63 3.2.3相對權重的一致性檢定--P64 3.3實做生命週期評估--P66 3.3.1系統範圍的界定--P66 3.3.2盤查分析數據的引用與推估--P68 3.3.3衝擊評估模式--P74 第四章發電系統個案探討--P82 4.1專家問卷權重計算與一致性分析--P82 4.1.1專家問卷權重計算--P82 4.1.2權重一致性檢定--P87 4.2燃煤發電系統之環境衝擊--P87 4.2.1燃煤發電之概述--P88 4.2.2燃煤發電系統之生命週期環境衝擊評估 - AHP及F-AHP模式--P89 4.2.3燃煤發電系統之生命週期環境衝擊評估 - ECO-INDICATOR 99平等權重模式--P97 4.3液化天然氣發電系統之環境衝擊--P98 4.3.1液化天然氣發電之概述--P98 4.3.2液化天然氣發電系統之生命週期環境衝擊評估 - AHP及F-AHP模式--P100 4.3.3液化天然氣發電系統之生命週期環境衝擊評估 - ECO-INDICATOR 99平等重模式--P101 4.4核能發電系統之環境衝擊--P105 4.4.1核能發電之概述--P105 4.4.2核能發電系統之生命週期環境衝擊評估 - AHP及F-AHP模式--P108 4.4.3核能發電系統之生命週期環境衝擊評估 - ECO-INDICATOR 99平等權重模式--P111 4.5盤查數據分析與發電系統個案環境衝擊分析比較--P114 4.5.1環境衝擊貢獻因子--P114 4.5.2盤查數據敏感度分析--P116 4.5.3

發電系統個案環境衝擊分析比較--P116 4.6未來三種發電方式配比之環境衝擊比較--P124 第五章結論與建議--P127 5.1結論--P127 5.2建議與展望--P131 參考文獻--P132 附錄一相關研究之成果數據彙整--P143 附錄二分析階層程序法專家問卷--P150 附錄三ECO-INDICATOR 99危害因子--P158

## REFERENCES

- 1、中華民國行政院經濟部能源委員會，WWW.MOEAE.COV.TW. 2、台灣電力公司網站，WWW.TAIPOWER.COM.TW. 3、楊致行，"生命周期評估技術介紹"，生命周期評估研討會論文集，工研院技術研究院，1998年。 4、楊致行，"生命周期評估之發展趨勢"，ISO 14000速報第18期，1996年。 5、HUPPES, G. AND C. E. DUTILH, "BEGINNING LCA: A DUTCH GUIDE TO ENVIRONMENTAL LIFE-CYCLE ASSESSMENT.", ENVIRONMENTAL LIFE-CYCLE ASSESSMENT, EDITED BY M. A. CURRAN, PP.17.1-17.41, NEW YORK, 1996. 6、張育誠，"結合環境風險概念之生命周期估應用架構"，國立中興大學資源管理研究所碩士論文，臺北市，1998年。 7、申永順、顧洋，"生命週期在綠色產品設計之應用"，第四屆工業減廢技術與策略研討會論文集，1994年。 8、呂穎彬，"生命週期評估資料庫應用"，工業污染防治第66期，第113-140頁，1998年。 9、INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION(ISO), ISO 14041 - LIFE CYCLE ASSESSMENT: GOAL AND SCOPE DEFINITION AND INVENTORY ANALYSIS, 1998. 10、SOCIETY OF ENVIRONMENT TOXICOLOGY AND CHEMISTRY (SETAC), A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT, 1993. 11、INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION(ISO), ISO 14042 - LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT, 2000. 12、GUINEE, J. B. HEIJUNGS, H. A. UDO DE HAES, AND G. HUPPES, "QUANTITATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PRODUCTS 2. CLASSIFICATION, VALUATION AND IMPROVEMENT ANALYSIS", JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, 1(2), 81-91, 1993. 13、VEROUTIS, AGIS D., ANDREW L. ULLMAN, JAMES A. FAVA, DANIEL C. STEINMETZ, EDWARD J. KERFOOT, "ACHIEVING COMPETITIVE ADVANTAGE THROUGH PRODUCT STEWARDSHIP AND LCA." ENVIRONMENTAL QUALITY MANAGEMENT, 67-72, WINTER 1996. 14、INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION(ISO), ISO 14040 - LIFE CYCLE ASSESSMENT: PRINCIPLES AND FRAMEWORK, 1997. 15、BOUSTEAD, I. "LIFE CYCLE ASSESSMENT - THE LOGICAL APPROACH TO DECISION MAKING", 生命週期評估研討會，台北，經濟部，第1-8頁，1996年。 16、OWENS, J. W., "LCA IMPACT ASSESSMENT CATEGORIES - TECHNICAL FEASIBILITY AND ACCURACY", THE INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT, 1, P209-217, 1996. 17、OWENS, J. W., "LCA IMPACT ASSESSMENT-CASE STUDY USING A CONSUMER PRODUCT", THE INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT, 1, P209-217, 1996. 18、丁執宇，"ISO 14040生命週期評估架構之探討與應用"，國立中興大學資源管理研究所碩士論文，臺北市，1997年。 19、喻冀平編，"核能、溫室效應及碳稅（譯自澳洲UIC）"，核能簡訊第53期，第10-11頁，1998年。 20、S. M. RASHAD AND F. H. HAMMAD, "NUCLEAR POWER AND THE ENVIRONMENT: COMPARATIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL AND HEALTH IMPACTS OF ELECTRICITY-GENERATING SYSTEMS.", APPLIED ENERGY, 65, P211-229, 2000. 21、AUSTRALIAN COAL ASSOCIATION RESEARCH PROGRAM, "ENVIRONMENTAL CREDENTIALS OF COAL SUMMARY FOR POLICY MAKERS - A BHP RESEARCH STUDY.", MAY 2000. 22、洪雪雲，"從生命週基觀點考量能源選擇"，工研院生命周期評估網站，HTTP://WWW.ITRI.ORG.TW/HOMEPAGE/B/T400/LCA/CONFEREN.HTM，1998年。 23、R. FRIEDRICH AND T. MARHEINEKE, "LIFE CYCLE ANALYSIS OF ELECTRICITY SYSTEM: METHODS AND RESULTS.", IAEA-TECDOC-892, PP.67-75, UNIVERSITY OF STUTTGART, GERMANY, 1996. 24、M. TAYLOR, "GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM THE NUCLEAR FUEL CYCLE.", IAEA-TECDOC-892, PP.133-137, LONDON, 1996. 25、李育明、張毓盈、張永盛，"台灣地區電力供應之生命週期盤查分析"，2001年。 26、張有恆、徐村和、陳曉玲，"航空站區位選擇評估程序之研究"，運輸計劃季刊，第26卷第1期，第37-68頁，1997年。 27、王宗聖，"模糊層級分析法之應用 - 以中華民國國家品質獎為例"，國立成功大學碩士論文，1997年。 28、黃俊燦，"模糊層級分析法 - 在品質策略選擇模式應用"，國立成功大學碩士論文，1996年。 29、ZAHEDI, F. "THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS - A SURVEY OF THE METHOD AND ITS APPLICATIONS", INTERFACES, 16(4), 96-108, 1986. 30、SAATY, T. L., "RISK- ITS PRIORITY AND PROBABILITY: THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS", RISK ANALYSIS, 7(2), 159-172, 1986. 31、鄧振源、曾國雄，"層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（上）"，中國統計學報，第27卷，第6期，1987。 32、鄧振源、曾國雄，"層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（下）"，中國統計學報，第27卷，第6期，1987。 33、蘇國楨，"分析層級程序法探討機械產業策略構面與技術引進因素之研究"，技術學刊，第9卷，第1期。 34、TENG, J. Y., TZENG, G. H., "TRANSPORTATION INVESTMENT PROJECT SELECTION WITH FUZZY MUTLI-OBJECTIVE", TRANSPORTATION PLANNING AND TECHNOLOGY, VOL. 10, 91-112, 1993. 35、MARK GOEDKOOP, RENILDE SPRIENSMA, "THE ECO-INDICATOR 99 A DAMAGE ORIENTED METHOD FOR LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT - METHODOLOGY REPORT", WWW.PRE.NL, 2000. 36、MATSUNO, Y. AND M. BETZ, "DEVELOPMENT OF LIFE CYCLE INVENTORIES FOR ELECTRICITY GRID MIXES IN JAPAN", THE INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT, VOL.5, NO.5, PP.295-305, 2001. 37、台灣電力公司，"台灣電力公司88年統計年報"，台灣電力公司企劃處，2000年。 38、李灝銘、吳非霖、呂榮峰、張木彬、蔡健忠、楊熾森、萬皓鵬，"再燃燒法去除鍋爐廢棄中氮氧化物之評析"，國立中央大學環境工程學刊，第七期，129-150頁，2001年。 39、經濟部能源委員會（能委會），"中華民國八十八年台灣能源平衡表"，經濟部能源委員會，2000年。 40、陳家榮，"發電業因應二氧化碳排放抑制策略之研究"，行政院環保署委託計畫成果報告，1998年。 41、林素貞、張子見、張翊峰、李正豐，"產業能源與環境政策整合分析之研究 - 產業能源消費與環境污

染物之相關性", 行政院國家科技委員會研究計畫成果報告, 1994年。徐恆文、李宏台, "燃煤電廠有害空氣污染物排放檢測及分析研究", 台電工程月刊, 第614期, 第39-51頁, 1999年。42、MARK GOEDKOOPT AND RENILDE SPRIENSMA, "THE ECO-INDICATOR 99 - A DAMAGE ORIENTED METHOD FOR LIFE CYCLE IMPACT ASSESSMENT - METHODOLOGY REPORT.", PRE CONSULTANTS B.V., AMERSFOORT, THE NETHERLANDS, APRIL 2000. 43、HASSAN, M. N., "LIFE CYCLE INVENTORY FOR ELECTRICITY GRID MIX IN PENINSULA MALAYSIA", FINAL REPORT FOR THE JEMAI PROJECT OF LCA ASIAN COUNTRIES, 2001. 44、ACARP REPORT, "TRACE ELEMENTS IN COAL", ACARP, 1996. 45、清蔚園網站, [HTTP://VM.NTHU.EDU.TW/](http://vm.nthu.edu.tw/). 46、陳柏宏、許招墉, 發變電工程, 高立圖書有限公司, 1998年。47、編輯室, "關於核四廠的核反應器", 核能簡訊66期, 2000年。48、中華民國八十九年能源統計手冊, 經濟部能源委員會編印, 2000年。49、台電核能後端營運處全球資訊站, [HTTP://WWW.TAIPOWER.COM.TW/POWER/DEPT/NUCLEARWASTE/MAIN.HTM](http://www.taipower.com.tw/power/dept/nuclearwaste/main.htm). 50、李境和, "八十九年核一二三廠放射性廢料核種分析", 放射性物料管理局網站 (WWW.FCMA.AEC.GOV.TW.), 2001年。51、WORKING GROUP NUCLEAR, "NUCLEAR POWER PLANT'S RADWASTE IN PERSPECTIVE", WWW.EURELECTRIC.ORG, 2001. 52、中國國家標準CNS 14043草案:環境管理 - 生命週期評估釋義, 經濟部標準檢驗局, 2001年。53、中國國家標準CNS 14042:環境管理 - 生命週期評估 - 生命週期衝擊評估, 經濟部標準檢驗局, 2001年。54、張毓盈, "台灣地區電力使用之生命週期盤查分析", 國立台北大學資料管理研究所碩士論文, 2001年。55、經濟部能源委員會, "中華民國八十八年台灣能源平衡表", 經濟部能源委員會, 2000年。56、中國國家標準CNS 14041:環境管理 - 生命週期評估 - 目的與範疇界定及盤查分析, 經濟部標準檢驗局, 2000年。57、李永展、伏嘉捷、劉志堅、王塗發、王俊秀、鄭益明等, "2000 台灣現?", 看守台灣研究中心, 2000年。58、核四計畫再評估委員會, "核四計畫再評估總報告書", 行政院經濟部能源委員會, 2000年。59、單?明, "生命週期衝擊評估技術比較與量化方法整合", 國立中興大學資源管理研究所碩士論文, 臺北市, 1999年。60、高明瑞、黃義俊等, "廢輪胎生命週期之分析", 1999年。61、趙令台, "結合產品生命週期評估之廠商自發性能源管理研究 - 以印刷電路板為例", 國立中興大學資源管理研究所碩士論文, 臺北市, 1999年。62、董瑞安、吳先琪、張淑閔、董懷之、林政鋒等, "廢筆記型電腦回收處理技術之評估研究 - LCD 回收處理技術可行性評估", 行政院環保署資源回收管理基金管理委員會, 1999年。63、林姿伶, "木材工業加工能源及二氧化碳釋出量之調查評估研究", 國立台灣大學森林研究所碩士論文, 臺北市, 1998年。64、王京明、郭婷瑋等, "再生能源開發經濟可行性評估:系統規劃法之運用", 中華經濟研究院, 1998年。65、胡秋蘭, "生命週期評估方法探討--以石化原料業為例", 國立成功大學環境工程研究所碩士論文, 1998年。66、洪美雲, "生命週期盤查分析之分配原則", ISO 14000速報第21期, 1997年。67、中國國家標準CNS 14040:環境管理 - 生命週期評估 - 原則與架構, 經濟部中央標準局, 1997年。68、許健升, "台灣鋼鐵業環境管理系統建立之研究", 國立中興大學資源管理研究所碩士論文, 臺北市, 1997年。69、呂穎彬, "資料庫應用與比較", 生命週期評估研討會, 經濟部, 1997年。70、呂穎彬, "生命週期評估簡介", 環境工程會刊, 第7卷, 第1期。71、謝智宸, "抑制二氧化碳排放觀點下我國初級能源供給配比規劃研究 - 模糊多目標?策模型之建立與應用", 國立中興大學資源管理研究所碩士論文, 臺北市, 1996年。72、魏仲宏, "二氧化碳管制方案的探討 - 以電力部門為例", 國立交通大學環境工程研究所碩士論文, 1994年。73、LINDA STARKE ET. AL, "2001 STATE OF THE WORLD: A WORLDWATCH INSTITUTE REPORT ON PROGRESS TOWARD A SUSTAINABLE SOCIETY.", WORLDWATCH INSTITUTE, 2001. 74、MIRIAM WERDER AND ALDO STEINFELD, "LIFE CYCLE ASSESSMENT OF THE CONVENTIONAL AND SOLAR THERMAL PRODUCTION OF ZINC AND SYNTHESIS GAS.", ENERGY, 25, P395-409, 2000. 75、L. SCHLEISNER, "LIFE CYCLE ASSESSMENT OF A WIND FARM AND RELATED EXTERNALITIES.", RENEWABLE ENERGY, 20, P279-288, 2000. 76、WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, "NATURALLY-OCCURRING RADIOACTIVE MATERIALS(NORM)", WORLD NUCLEAR ASSOCIATION WEBSITE, WWW.WORLD-NUCLEAR.ORG, 2000. 77、ANGELANTONIO RAFASCHIERI, MARIO RAPACCINI, AND GIAMPAOLO MANFRIDA, "LIFE CYCLE ASSESSMENT OF ELECTRICITY PRODUCTION FROM POPLAR ENERGY CROPS COMPARED WITH CONVENTIONAL FOSSIL FUELS.", ENERGY CONVERSION & MANAGEMENT, 40, P1477-1493, 1999. 78、ANGELANTONIO RAFASCHIERI, MARIO RAPACCINI, AND GIAMPAOLO MANFRIDA, "LIFE CYCLE ASSESSMENT OF ELECTRICITY PRODUCTION FROM POPLAR ENERGY CROPS COMPARED WITH CONVENTIONAL FOSSIL FUELS.", ENERGY CONVERSION & MANAGEMENT, 40, P1477-1493, 1999. 79、D. HARTMANN AND M. KALTSCHMITT, "ELECTRICITY GENERATION FROM SOLID BIOMASS VIA CO-COMBUSTION WITH COAL ENERGY AND EMISSION BALANCES FROM A GERMAN CASE STUFFY.", BIOMASS AND BIOENERGY, 16, P397-406, 1999. 80、IBRAHIM DINCER, "ENVIRONMENTAL IMPACTS OF ENERGY.", ENERGY POLICY, 27, P845-854, 1999. 81、PRODUCT ECOLOGY CONSULTANTS (PRE), SIMAPRO 4 USER MANUAL, AMERSFOORT, THE NETHERLANDS, 1998. 82、SWISS FEDERAL LABORATORIES FOR MATERIALS TESTING AND RESEARCH (EMPA), USER'S MANUAL OF ECOPRO. ST. GALLEN, SWITZERLAND, 1997. 83、ALLEN, D. "APPLICATIONS OF LIFE-CYCLE ASSESSMENT.", ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE ASSESSMENT, EDITED BY M. A. CURRAN, PP.5.1-5.18, NEW YORK, 1996. 84、ACARP REPORT, "TRACE ELEMENTS IN COAL", ACARP REPORT, ISSUE NO.3, 1996. 85、Y. UCHIYAMA, "VALIDITY OF FENCH-GHG STUDY: METHODOLOGIES AND DATABASES.", IAEA-TECDOC-892, PP.85-94, TOKYO, 1996. 86、Y. UCHIYAMA, "OVERVIEW OF FENCH-GHG ANALYSIS: A CASE STUDY IN JAPAN.", IAEA-TECDOC-892, PP.151-158, TOKYO, 1996. 87、BLOEMHOF-RUWAARD, J. M., H. G. KODUS, AND J. C. VIS, "ENVIRONMENTAL IMPACTS OF FAT BLENDS-A METHODOLOGICAL STUDY COMBINING LIFE CYCLE ANALYSIS, MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING AND LINEAR PROGRAMMING.", ENVIRONMENTAL AND RESOURCE ECONOMICS, 6, P371-387, 1995. 88、C. ROSIK-DULEWSKA AND L. JARZEBSKI, "THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF MINING IN THE PROVINCE OF KATOWICE,

POLAND.", COAL INTERNATIONAL, 243(3), P109-110, 1995. 89、EDGAR FURUHOLT, "LIFE CYCLE ASSESSMENT OF GASOLINE AND DIESEL.", RESOURCES, CONSERVATION, AND RECYCLING, 14, P251-263, 1995. 90、MARK GOEDKOOP, "THE ECO-INDICATOR 95 FINAL REPORT." PRE CONSULTANTS AND DUIJF CONSULTANCY BV, JANUARY 1995. 91、FUINEE, J. B., R. HEIJUNGS, H. A. UDO DE HAES, AND G. HUPPES, "QUANTITATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PRODUCT2. CLASSIFICATION, VALUATION AND IMPROVEMENT ANALYSIS.", JOURNAL OF CLEAN PRODUCTION, 1(2):81-91, 1993. 92、ROBERT G. COCHRAN AND NICHOLAS TSOULFANIDIS, "THE NUCLEAR FUEL CYCLE: ANALYSIS AND MANAGEMENT.", AMERICAN NUCLEAR SOCIETY LA GRANGE PARK, ILLINOIS USA, 1992. 93、美商奇異台灣公司網站, WWW.GE-TAIWAN.COM.TW. 94、中華民國清潔生產中心, WWW.NCCP.ORG.TW. 95、工研院化工所環境管理系統網站, WWW.ITRI.ORG.TW/HOMEPAGE/B/T400/WWW/. 96、生命週期評估網站, WWW.ITRI.ORG.TW/HOMEPAGE/B/T400/LCA/INDEX.HTM. 97、財團法人核能資訊中心, ESS.NTHU.EDU.TW/~NICENTER/. 98、中華民國行政院原子能委員會放射性物料管理局網站, WWW.FCMA.AEC.GOV.TW. 99、中華民國行政院原子能委員會, WWW.AEC.GOV.TW. 100、核能知識網路展覽, VM.NTHU.EDU.TW/SCIENCE/SHOWS/NUCLEAR/INDEX.HTML. 101、核能科技園地, WWW.NUCLEAR.ESS.NTHU.EDU.TW. 102、台灣大電力研究試驗中心, WWW.TERTEC.ORG.TW/HOME.ASP. 103、台大全球變遷研究中心, WWW.GCC.NTU.EDU.TW/GCRC\_CONTENT.HTM. 104、反核發小站, COOLSITE.TO/NUKES. 105、東京電力株式會社, WWW.TEPCO.CO.JP. 106、東京財團法人省能源中心, WWW.ECCJ.OR.JP. 107、日本資源能源廳, WWW.ENECHO.METI.GO.JP. 108、ACARP (澳洲煤協會), WWW.ACARP.COM.AU. 109、AESJ HOME PAGE (日本原子力學會), WWW.SOC.NACSIS.AC.JP/AESJ/INDEX-E.HTML. 110.COAL AGE MAGAZINE, INDUSTRYCLICK.COM/MAGAZINE.ASP?SITEID=21&MAGAZINEID=24. 111、COAL WWW VIRTUAL LIBRARY, WWW.ISR.GOV.AU/RESOURCES/COAL\_VL/INDEX.HTML. 112、CARE COALITION FOR AFFORDABLE AND RELIABLE ENERGY, WWW.CAREENERGY.COM/INDEX.ASP. 113、NATIONAL MINING ASSOCIATION-MINERAL EDUCATION, WWW.NMA.ORG/EDUCATION.HTML#ANCHOR1240572. 114、IAEA, WWW.IAEA.ORG. 115、JCOAL, WWW.JCOAL.OR.JP/JCOAL/TOPPAGE.NSF/FRAMESET\_E?OPENFRAMESET. 116、KENTUCKY COAL COUNCIL'S COAL EDUCATION WEB SITE, WWW.COALEUCATION.ORG. 117、OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, WWW.NEA.FR. 118、THE COAL ASSOCIATION OF CANADA, WWW.COAL.CA/CLASS.HTM. 119、URANIUM INFORMATION CENTRE, WWW.UIC.COM.AU. 120、WORLD COAL INSTITUTE, WWW.WCI-COAL.COM/PAGES/FRAMEMASTER.HTM. 121、WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, WWW.WORLD-NUCLEAR.ORG.