

東海大學企業管理學系  
碩士論文

企業減碳衡量指標之訂定

**A study on Developing the Indicators of Energy  
Conservation and Carbon Reduction for the  
Business**

指導教授：周瑛琪 博士

鄧宗禹 博士

研究生：王珮君 撰

中華民國一〇一年六月

論文名稱:企業減碳衡量指標之訂定

校所名稱:東海大學企業管理學系碩士班

畢業時間:2012 年 6 月

研究生:王珮君

指導教授:周瑛琪博士、鄧宗禹 博士

論文摘要:

近年來全球暖化與氣候變遷所造成的影響，使得企業開始意識到減碳的重要性。然而目前尚未有研究嘗試建構具體的企業減碳衡量指標，因此本研究之目的為藉由文獻回顧的方式及學界、企業界所提供的意見與經驗，建構企業減碳衡量指標，並確認企業減碳衡量指標之相對權重和因果關係。本研究透過回顧文獻方式，整理出企業減碳衡量指標，並且利用德菲法問卷彙整專家的意見，歸納出企業減碳衡量指標的六個構面與十八個準則，接著進行問卷發放，對象為關心節能減碳之企業，最後結合層級分析法與決策實驗室分析法，獲得企業減碳衡量指標之優先次序與因果關係。

研究結果發現，在權重排序方面，六構面權重排序前三者為降低能源消耗、能源效率提升及推廣節能教育；因果關係方面，能源效率提升構面下的能源管理系統建立與降低能源消耗構面下的增加再生能源的使用，將是最值得企業關注並加以改善之準則。本研究所建構之企業減碳衡量指標，及其指標權重與因果關係，使企業能在資源有限的條件下，有一套更清晰、有效且簡單的標準以落實減碳措施，成為對環境負責且有競爭力的企業。

關鍵字：能源消耗、節能減碳、德菲法、層級分析法、決策實驗室分析法

Title of Thesis: A study on Developing the Indicators of Energy Conservation and Carbon Reduction for the Business

Name of Institute: Department of Business Administration, Tunghai University

Graduation Time: June/2012

Student Name: Pei-Chun Wang

Advisor Name: Ying-Chyi Chou, Ph.D. Walter, Den, Ph.D.

Abstract:

Global warming and climate change have raised the awareness and concern about the issue of energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions of Business. Although 'energy conservation and carbon reduction' has been widely recognized as an effective solution to tackle climate change, but the aspect of CO<sub>2</sub> emission reduction still has not been incorporated in the main categories of business. Accordingly, the current study aims to develop and compute the weight of indicators of energy conservation and carbon reduction for the business from different perspectives. This research acquires relatively more important criteria in business through Delphi Method and reviewing literature, including six major criteria and eighteen criteria. The questionnaire was provided for each of business that concern energy conservation and carbon reduction. Finally, this study combines AHP with DEMATEL to analyze the priority and causal relationships of the carbon reduction.

The results generated by AHP show that three major criteria including reduce energy consumption, improving energy efficiency, and promotion of energy conservation education should be placed in highest priorities, while the results provided by DEMATEL show that energy management systems of improving energy efficiency and increased use renewable energy of reduce energy consumption are the two most worthy criteria to be emphasized and improved for carbon reduction by observing the causal relationships. Following the developed indicators, the business has a clearer and easier template to contribute to the environment and society.

Keywords: Energy Consumption, Carbon Reduction, Delphi Method, Analytic Hierarchy Process, Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

## 謝誌

終於完成碩士論文了，經過兩年來的努力，經歷了許多艱辛與困難，終於到了可以寫謝誌的時刻，自己都覺得很感動，更有說不出的百感交集。能順利完成論文，首先要感謝指導教授 周瑛琪老師和 鄧宗禹老師的指導。老師在研究主題與方向的確定上給予我寶貴意見，讓我能夠清楚掌握研究的方向而不致於迷失。且老師無微不至的叮嚀與提醒，使我能夠隨時掌握論文進度，順利畢業。另外感謝 楊佳翰老師及 林東宏學長的不吝指教，在我論文遇到瓶頸時，提供我許多寶貴的意見，在我擔心論文生不出來時，總是鼓勵我幫助我，使我得以順利完成。

求學生涯到現在能順利完成碩士學位要感謝的人真的好多好多，感謝研究所兩年的同學，參訪團的成員們-是你們讓我的研究所生活更充實而飽滿，感謝好夥伴煜翔的相互幫忙，以及說走就走得大家小茂、小鈞、小柔、婷琳、佩芬和揆寶....等。此外，要感謝一路支持著我的朋友們，心情苦悶時總是會找你出來的子茜-謝謝你總是鼓勵著我要堅持；高中姊妹 punk 和小玉—感謝你們見證我人生的許多重要階段；開南轉學 A 段班的師姑、佳琪、語凡、還有總是愛碎念無聊時總是陪著我玩耍的蛋餅-每一次吵翻天的聚會都好開心；文化貿 4C 瘋瘋癲癲的大家小黑、小孟、小馬、六角、阿澤、阿忠、阿洋、阿凱、KID、阿竹、喵、玉玲、薰方-每次上台北和你們聚會都可以釋放所有壓力盡情玩樂，感謝大學時你們的照顧；每天都在「一起玩!」的女孩們小尤、以妞、王瑜-在我低落時想放棄時總是告訴著我要堅持夢想要撐下去，還有辛苦總在半夜接我電話的小尤感謝你總是安慰我；文化財金的大夥們-一起玩樂的日子真的好開心，阿華、阿壘、范揚興夫婦那些日子也謝謝你們了，還有感謝每次不厭其煩接我電話安慰我的范揚興；陪著我走過考研究所到進入研究所的 yo~my song-謝謝你總在我陷入谷底想放棄碩士學位時，總是提醒我當初的夢想與目標，忍受我壓力大的情緒化；在論文最關鍵的時刻常常聽我抱怨的馬兒-感謝你陪著我鼓勵我要撐過去，忍受我的想太多、低 EQ 和負面思考。真心感謝上述的這些朋友，這兩年來我無數次想過要放棄，如果沒有你們的陪伴和一起奮鬥我撐不到今天。

最後，要感謝我最愛的家人，感謝我的父母親一路以來對我的栽培，這些年真的辛苦你們了!我會努力做個讓你們放心的乖女兒!在天上的阿公、阿嬤、爸、媽、哥、和兩位姊姊，謝謝你們對我的關心、疼愛與支持，你們不但是我最好的榜樣也是我研究所兩年重要的動力來源，感謝你們的愛與照顧，讓我可以無卦憂的順利畢業，我愛你們!

王珮君 謹誌於  
東海大學企業管理研究所  
中華民國一〇一年六月

# 目錄

<b>第壹章</b>	<b>緒論</b> .....	<b>1</b>
第一節	研究背景與動機.....	1
第二節	研究目的.....	2
第三節	研究流程.....	3
<b>第貳章</b>	<b>文獻探討</b> .....	<b>4</b>
第一節	減碳趨勢與發展.....	4
第二節	各國減碳政策.....	5
第三節	企業減碳衡量指標.....	8
第四節	層級分析法.....	17
第五節	決策實驗室分析方法.....	19
<b>第參章</b>	<b>研究方法</b> .....	<b>21</b>
第一節	研究架構.....	21
第二節	問卷發放對象.....	23
第三節	修正式德菲法(Modified Delphi Method).....	24
第四節	層級分析法(Alytic Hierarchy Process , AHP).....	26
第五節	決策實驗室分析方法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory,DEMATEL) .....	30
<b>第肆章</b>	<b>研究分析與結果</b> .....	<b>33</b>
第一節	德菲法(Delphi)專家問卷設計與分析 .....	33
第二節	層級分析法(AHP)問卷設計與結果分析 .....	39
第三節	DEMATEL 結果分析 .....	51
第四節	結合 AHP 與 DEMATEL .....	76
<b>第伍章</b>	<b>研究結論與建議</b> .....	<b>81</b>
第一節	研究結論.....	81
第二節	後續研究建議.....	83
第三節	研究限制.....	84
	<b>參考文獻</b> .....	<b>85</b>
	<b>附錄一</b> .....	<b>90</b>
	<b>附錄二</b> .....	<b>95</b>

# 圖目錄

圖 1-1 本研究之研究流程圖 .....	3
圖 2-1 永續能源發展示意圖 .....	7
圖 2-2 DEMATEL 直接關係圖 .....	20
圖 3-1 研究架構圖 .....	22
圖 3-2 AHP 方法流程圖 .....	27
圖 4-1 企業減碳衡量指標評選構面與準則架構圖 .....	40
圖 4-2 六構面因果圖 .....	56
圖 4-3 能源效率提升因果圖 .....	60
圖 4-4 加強研究發展因果圖 .....	64
圖 4-5 推廣節能教育因果圖 .....	66
圖 4-6 綠色供應鏈因果圖 .....	69
圖 4-7 降低能源消耗因果圖 .....	71
圖 4-8 重視環保安全因果圖 .....	74

## 表目錄

表 2-1 減緩溫室氣體之方式 .....	6
表 2-2 企業於低碳經濟下的可行作法 .....	11
表 2-3 國內外相關研究 .....	15
表 3-1 第一階段 德菲法問卷專家基本資料 .....	23
表 3-2 AHP 和 DEMATEL 問卷受訪者基本資料 .....	24
表 3-3 典型德菲法執行程序 .....	25
表 3-4 AHP 評估尺度意義及說明 .....	28
表 3-5 隨機指標 R.I. 值對照表 .....	30
表 3-6 DEMATEL 評估尺度與代表意義 .....	31
表 4-1 德菲法問卷之構面與準則 .....	34
表 4-2 德菲法問卷發放與回收統計表 .....	35
表 4-3 Delphi 問卷評選結果 .....	36
表 4-4 Delphi 問卷專家學者意見回應與修正彙整表 .....	37
表 4-5 層級分析法問卷發放與回收統計表 .....	39
表 4-6 六構面對於企業減碳衡量指標評估之成對比較矩陣 .....	40
表 4-7 各六構面對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果 .....	41
表 4-8 能源效率提升各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果 .....	42
表 4-9 加強研究發展各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果 .....	42
表 4-10 推廣節能教育各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果 .....	43
表 4-11 綠色供應鏈各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果 .....	43
表 4-12 降低能源消耗各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果 .....	44
表 4-13 重視環保安全各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果 .....	44
表 4-14 構面之一致性檢定結果 .....	45
表 4-15 能源效率提升之準則一致性檢定結果 .....	45
表 4-16 加強研究發展之準則一致性檢定結果 .....	45
表 4-17 推廣節能教育之準則一致性檢定結果 .....	46
表 4-18 綠色供應鏈之準則一致性檢定結果 .....	46
表 4-19 降低能源消耗之準則一致性檢定結果 .....	46
表 4-20 重視環保安全之準則一致性檢定結果 .....	47
表 4-21 各影響因素之相對、絕對權重 .....	49
表 4-22 六構面相互影響評量之算術平均值 .....	52
表 4-23 六構面總影響關係矩陣之行列運算表 .....	54
表 4-24 企業減碳衡量指標之六構面因果表 .....	55
表 4-25 能源效率提升總影響關係矩陣之行列運算表 .....	59
表 4-26 能源效率提升因果表 .....	60
表 4-27 加強研究發展總影響關係矩陣之行列運算表 .....	63

表 4-28 加強研究發展因果表 .....	63
表 4-29 推廣節能教育總影響關係矩陣之行列運算表 .....	66
表 4-30 推廣節能教育因果表 .....	66
表 4-31 綠色供應鏈構面總影響關係矩陣之行列運算表 .....	68
表 4-32 綠色供應鏈因果表 .....	68
表 4-33 降低能源消耗總影響關係矩陣之行列運算表 .....	70
表 4-34 降低能源消耗因果表 .....	71
表 4-35 重視環保安全構面總影響關係矩陣之行列運算表 .....	73
表 4-36 重視環保安全因果表 .....	74
表 4-37 結合 AHP 與 DEMATEL 之六構面與十八個準則.....	80



## 附表 目錄

附表 1 企業減碳衡量指標之構面與準則表.....	90
---------------------------	----

# 第壹章 緒論

本章共分為四小節，分別是研究背景與動機、研究目的與研究流程，以下將針對各節詳細說明。

## 第一節 研究背景與動機

隨著近年全球暖化問題日受關注，大氣層中溫室氣體對生存環境所造成之危害亦漸受重視，此係由於地表來自太陽之輻射能量，於土壤、水體、植物吸收後再以長波幅射釋出而受對流層水氣與二氧化碳吸收，或於平流層由 CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、氟氣碳化物吸收，從而導致該輻射能量無法散逸，造成地球暖化之「溫室效應」現象。

為避免暖化趨勢持續擴大，國際組織也紛紛開始正視環境議題，如自1997年聯合國正式發佈「京都議定書」(Kyoto Protocol)，正式討論如何「將大氣中的溫室氣體(GHG)含量穩定在一個適當的水平，進而防止劇烈的氣候改變對人類造成傷害」後，地球氣候變化問題的嚴重性開始展開熱烈的討論。後於2009年哥本哈根世界氣候高峰會取得55個國家的減少碳排放量承諾。而歐洲聯盟也通過了WEEE（廢棄電氣和電子設備）和RoHS（限制有害物質）的規定，明確規定在歐洲出售的產品禁止使用六種有害物質，並要求遵守有關產品回收的法律。

由於京都議定書所帶動之全球減碳趨勢下，企業皆紛紛在其經營理念上重視節能減碳，已成未來產業發展之必要模式。就台灣而言，目前我國雖非京都議定書會員國，但為參與全球減碳發展，政府亦根據自願性協定進行基本溫室氣體盤查，並針對國內企業建立排放量清冊，其最終目的亦在藉由查證與登錄步驟，建立國內總排放量管制與碳資產盤查之機制，以與國際間京都議定書之減量模式接軌，逐步連結國際市場。

因此在環境永續發展和減碳趨勢下，降低能源耗用、減少溫室氣體排放、綠色生產、節能減碳，為企業目前面臨的重大議題。企業面臨了國內相關環保法規

要求日趨嚴格，能源四法(溫室氣體減量法、再生能源發展條例、能源管理法及能源稅條例)立法後形成管制壓力；預期未來國際化石能源價格亦不斷上漲，生產成本日益提高，影響國際貿易競爭力；來自國際或國內供應鏈要求，形成國際貿易障礙。

此時若企業本身能清楚掌握減碳時之標準與準則，並積極針對相關準則做持續性的改善，那麼即使在許多法令的規定下仍能不受影響且有更好的發展，且進一步在眾多競爭者中脫穎而出。然而目前國內對於企業節能減碳的研究甚少，且對於如何採取有效的減碳策略，即用最少的資源，創造最大的效益的相關研究極少，有鑒於此，本研究嘗試建構企業減碳衡量指標，並探討減碳衡量指標的相關權重排序及各指標間因果關係，以提供改善方向之建議予相關單位參考。

## 第二節 研究目的

本研究試圖建立企業減碳衡量指標，透過文獻搜尋並彙整成構面與準則發展 AHP 與 DEMATEL 問卷，最後用 AHP 與 DEMATEL 評估優先次序與因果關係，並結合兩種方法探討實務上之管理意涵。使企業在能源耗竭環境中，能採取有效的減碳策略，即用最少的資源，創造最大的效益。本研究問卷調查對象以具有一定規模、關心節能減碳議題、做過減碳策略及向政府申請過減碳服務的企業為主。藉此希望發現國內企業若致力於節能減碳時可以努力的方向，並提供相關建議。加上基於上述的研究背景與動機，本研究主要目的整理如下：

- 一、透過對減碳衡量指標的相關權重排序及各指標間因果關係之探討，使企業在資源有限的條件下，作出有效的決策，降低決策錯誤的風險。
- 二、了解企業對節能減碳措施構面及內容的看法，並且找出節能減碳的關鍵內容，提供建議予相關單位，使其能夠作為減碳之參考。
- 三、建構企業減碳衡量指標，使評價機構可透過指標衡量企業致力於節能減碳之程度。

### 第三節 研究流程

本研究流程如圖 1-1 所示，首先說明本研究之研究背景與動機，並基於此研究動機發展研究目的，透過相關文獻之探討，了解企業節能減碳之現況，以建立企業減碳衡量指標，並藉由德菲法問卷調查以修正指標，確立層級架構，欲運用層級分析法和決策實驗室分析法，同時獲得每個指標間的權重排序與因果關係。最後說明研究結論並給予建議，提供企業在競爭激烈的環境中，最為減碳決策之參考。

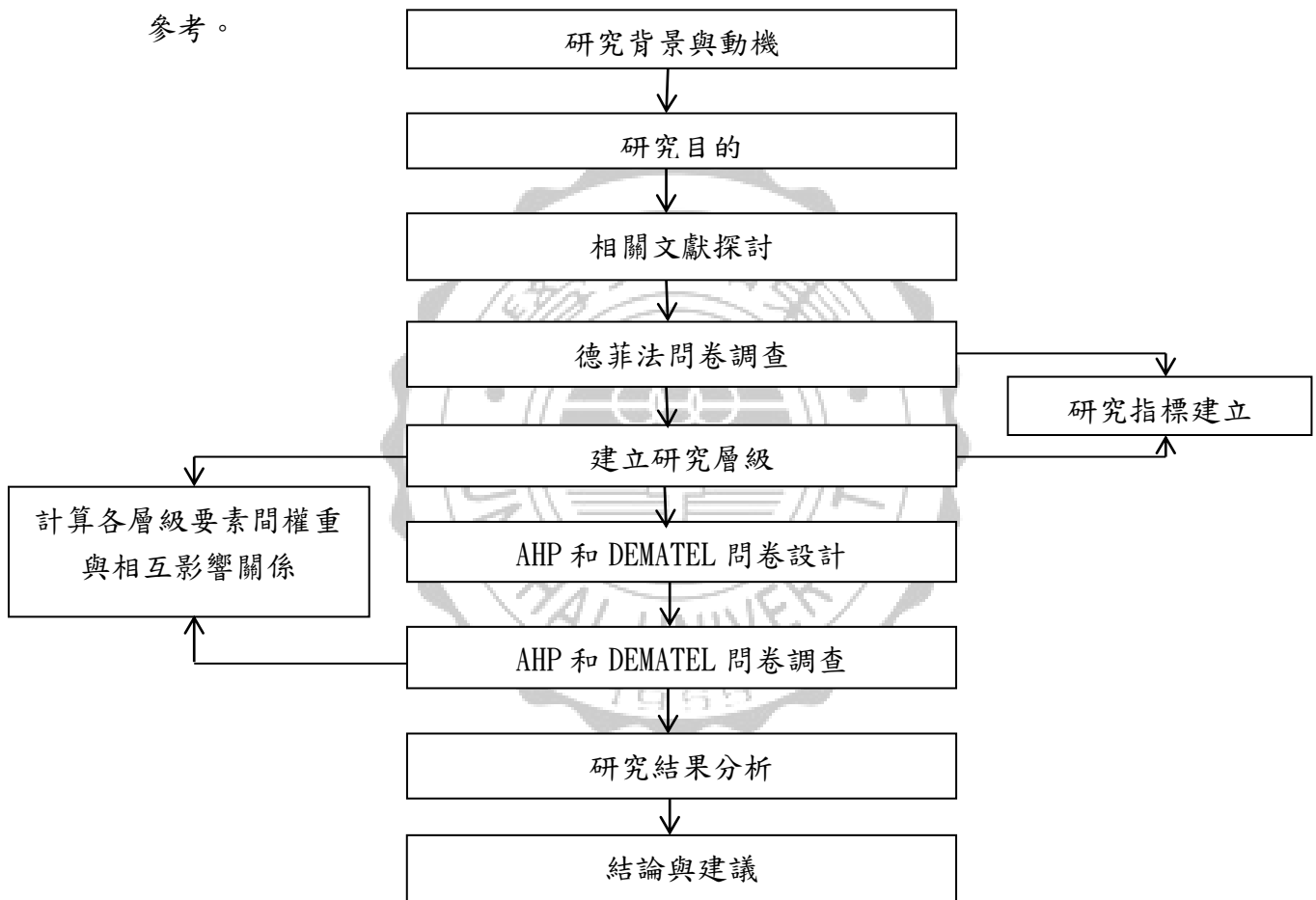


圖 1-1 本研究之研究流程圖

資料來源:本研究整理

## 第貳章 文獻探討

本研究所探討之學術議題主要集中於減碳趨勢與發展、各國減碳政策與企業減碳衡量指標，以下將針對此幾項構面，進行國內外研究現況回顧。

### 第一節 減碳趨勢與發展

隨著全球氣候變遷帶給人類社會的衝擊是廣泛無國界且日益嚴重的，全球暖化問題日受關注，為避免問題繼續擴大到難以彌補的地步，因此世界主要國家莫不將「節能減碳」納為施政新思維。然而為避免暖化趨勢持續擴大，在聯合國機制下，自 1992 年通過「氣候變化綱要公約」後，即有 155 國簽署並致力於降低大氣中溫室氣體濃度以減緩全球暖化趨勢。

此協議發展至 1997 年，由該公約第三次締約國通過京都議定書 (Kyoto Protocol, KP) 後，即決議公約中所列附件一國家應於 2008 至 2012 年間將溫室氣體排放量回歸至 1990 年水準並再減少 5.2%；此決議對企業經營運作影響最巨者，應屬京都議定書第十二條所規劃之清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM)，此機制可使附件一(工業化)國家或企業，提供資金或技術予非附件一(開發中)國家，進行溫室氣體減量計畫，因此，附件一國家之企業將可透過技術移轉或資金援助，於非附件一國家推動溫室氣體減排後，取得“被驗證排放額度”(Certified Emission Reductions, CER)，對相關企業而言，此機制之推動無疑加強其發展碳足跡盤查與碳資產管理之策略動機。

此外，京都議定書另規範有其他兩類彈性減量機制，包括共同減量機制 (Joint Implementation, JI) 與排放交易機制 (Emissions Trading)，前者係指附件一國家或企業提供資金或技術給其他附件一國家進行溫室氣體減量，因而獲得減量配額之機制，後者則係指附件一國家或企業與其它附件一企業針對溫室氣體排放量進行交易之機制，目前僅在歐盟國家間實施；對企業而言，此兩類機制亦提供其發展減碳策略與碳資產運用管理的施行平台，逐漸促成附件一國家內各大企業重視減碳的發展趨勢。

後於2009年哥本哈根世界氣候高峰會取得55個國家的減少碳排放量承諾，其占全球總排放量78%。近年來，氣候變化和全球暖化問題在世界各地的消費者心目中有更高的認知並開始做為選購商品的考量。根據麥肯錫在2008年的全球調查，高層管理人員在廣泛範圍內的部門已經認知到，氣候變化和碳管理已然是一個企業經營必須對面的現實問題。而在當今的商業經濟下全球趨勢已由企業間的競爭演變為供應鏈間的競爭(Hult *et al*, 2007)。許多不同產業的企業都開始認識到碳排放議題已然成為供應鏈管理的關鍵因素之一，因此皆紛紛投入減碳的投資與作為決策參考之方向。

## 第二節 各國減碳政策

近年來，由於人類排放大量溫室氣體與大量毀林，加速全球暖化與氣候變遷造成世界各地災情慘重，為了減輕全球氣候變遷所帶來的威脅，各國政府皆紛紛開始召開 CO<sub>2</sub> 減量的會議，但成效還是不如預期，隨著全球溫室效應愈來愈嚴重，各國政府也更積極制定以及執行健全的節能減碳政策來節約能源以及減少溫室氣體的排放。學者 Adnan, Zafer, and Erol (2007)認為國家於減緩溫室氣體時，可透過能源部門的規劃，如增加可再生能源資源的使用、減少能源損失、提高改善燃油質量、使用預防溫室氣體的技術，來使能源使用下降並減少溫室氣體排放量，如下表 2-1 所示。在一般情況下，透過上述四點，以減少溫室氣體排放量，可減少約 10%。

表 2-1 減緩溫室氣體之方式

增加使用可再生能源	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 應盡可能利用可再生能源可能。</li> <li>● 化石燃料和核能燃料等能源資源供應是有限的，但其他如太陽能、水電、生物質能源、地熱、風能是可再生能源，因此在相對長期而言是可持續。</li> <li>● 必須迅速增加可再生能源的使用。</li> <li>● 增加能源資源的多樣性使用，如核電廠的使用。</li> <li>● 更廣泛地利用太陽能、風能、小型水電站。</li> <li>● 制定碳稅使化石燃料電廠對整體燃料組合進行調度變化。</li> </ul>
減少能源損失	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 輸電線路的升級。</li> <li>● 促進集中供熱系統的擴散和效率。</li> <li>● 在能源領域，支持高效節能技術轉移。</li> <li>● 在建築物中能源消耗的技術升級。</li> </ul>
提高改善燃油質量	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提高燃油品質。</li> <li>● 促進產業與大學合作以提高燃料和燃燒效率。</li> <li>● 石油產品品質升級。</li> </ul>
使用預防溫室氣體技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提高流體燃燒系統的使用。</li> <li>● 鼓勵發展技術，提高能源效率並使用高效率低排放的鍋爐系統。</li> <li>● 提高現有的電力效率。</li> </ul>

資料來源: Adnan Sözen, Zafer Gülseven, Erol Arcaklioğlu. (2007). Forecasting based on sectoral energy consumption of GHGs in Turkey and mitigation policies. *Energy policy*, 35 , pp. 6491-6505.

而 1997 年日本京都通過京都議定書後，我國也於 1998 年召開第一次全國能源會議，研擬產業二氧化碳減量之措施，輔導重點產業公會，成立二氧化碳因應小組。而在 2005 年京都議定書生效後，我國也召開第二次全國能源會議，主要包括推動能源密集產業自發性節能及溫室氣體減量計畫，以標竿法及能源密集度指標建立產業自發性減量評估基準。而在氣候變遷與能源等相關議題上，分別於 2006 年召開國家永續發展會議和台灣經濟永續發展會議，分別針對國家溫室氣體減量政策與目標期程，和能源政策上提出相關議題與因應對策。

永續能源政策綱領上所提到永續政策目標主要以提高能源效率、發展清潔能源、確保能源供應穩定等三大目標為主。

✓ 提高能源效率方面：每年期待提高能源效率 2% 以上，使能源密集度

於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上，於 2025 年下降 50% 以上。

- ✓ 發展潔淨能源方面：預期將全國二氧化碳排放減量，於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量。
- ✓ 確保能源供應方面：期待建立滿足未來 4 年經濟成長 6% 及 2015 年每人年均所得達 3 萬美元經濟發展目標。其政策綱領的落實與執行，則必須藉由四項法案的立法與修訂來達成：溫室氣體減量法（建構溫室氣體減量能力並進行實質減量）、再生能源發展條例（發展潔淨能源）、能源稅條例（反應能源外部成本）、「能源管理法」（有效推動節能措施）。故可得知我國預期的溫室氣體減量目標為在 2016 年至 2020 年間減量到 2008 年排放量，在 2025 年減量到 2000 年排放量。

王俊凱、李堅明(2008)認為永續能源發展的政策應該兼顧三個能源政策的傳統目標，亦即(1)『能源供應安全』(energy security)：提供能源供應安全及穩定；(2)『經濟競爭力』(economic competitiveness)：支撐經濟、就業及福利的動態成長；(3)『環境保護』(environment protection)：維護環境及生態系統，前述任一個能源政策目標，均是構成社會追求永續發展不可或缺的一環，如圖 2-1。

永續能源發展應兼具「能源供應安全」、「經濟競爭力」及「環境保護」原則，其主要內涵：

1. 提供永續、穩定、效率、潔淨的能源供給體系
2. 建立綠色消費生活型態行為

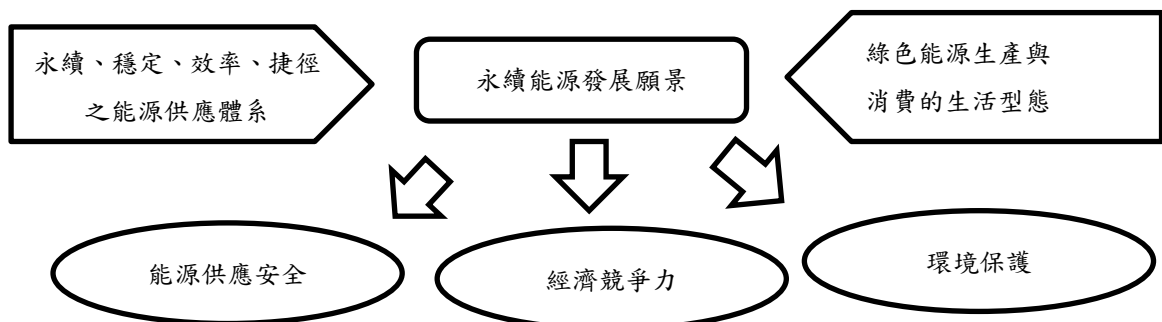


圖 2-1 永續能源發展示意圖

資料來源：王俊凱、李堅明(2008)，台灣永續能源指標，財團法人台灣永續能源研究基金會。



未來溫室氣體減量仍是不可避免且需積極執行，因此新能源開發、溫室氣體減量技術推動與加強整合國際資源應是未來最重要事項。在國際減排策略上，方法不外乎有降低能源消耗，其學者 Zhang, Zhang, and Liu (2003)認為能源消耗的主要策略和政策，可以歸納為以下五個方面（1）未來應開發、保護、節約並重（2）應注重緩解能源短缺、降低環境污染和減少能源消耗（3）加快探索石油和天然氣並發展水電和核電，以改善能源結構（4）能源價格體系應該改革和盡快發展出法規，以提高政府控制能源消耗組成的能力，並使其建立適合的市場經濟（5）增強的民族意識和節約能源科學和技術的進展，促進合理的能源消耗組成。

### 第三節 企業減碳衡量指標

近年來，由於節能減碳意識興起，國際間也開始制定許多協議與政策來促使各個國家甚至企業重視此一議題，而現在許多企業為與國際接軌，皆紛紛致力於節能減碳。環保意識逐漸抬頭，政府對於企業也已有相關法規與盤查機制，以規範企業活動對於環境衝擊之影響。這些法規都將對企業造成影響，如在碳排放限制方面，Busch and Hoffmann (2007)指出碳排放限制將影響企業的能源使用型態與產品製造型態，前者將面臨愈來愈昂貴的取得與使用成本（例如能源價格提高與政府開徵能源稅或碳稅等措施）；而後者則消費者偏好改變（如省能產品）等，均將衝擊企業經營績效。使企業必須重新思考其營運策略，在滿足經濟收益下，同時兼顧企業活動對環境造成影響最小的雙贏局(Chaabane, Ramudhin & Paquet, 2010)。

在 2005 年 2 月京都議定書生效後，全球暖化與能源議題再度成為全球矚目之焦點，陳俊輝、楊秉純(2010)認為全球在因應方面之作法，主要有三大方向：1.綠色能源科技研發與應用，含再生能源之應用、提高能源效率以節約能源、能源新利用技術之開發；2.運用京都議定書的機制合作減量，建立共同減量機制、排放交易機制及清潔發展機制等；3.低碳及無碳能源之使用。在能源議題方面，其影響層面甚廣，涵蓋國家社會安全、產業經濟發展及國民福祉等，因此發展綠

色能源及提高能源使用效率，為降低溫室氣體效應的重要策略，並可提昇能源供應安全、降低能源使用對環境之衝擊。也就是說，節能技術之開發再加上能源效率管理機制之建立和推動，可以協助達成節約能源及降低成本之目標。此外能源節約與環境保護為一體兩面，同屬永續發展技術領域，各項節能技術的開發及能效管理機制之推動，將可達成節能目標之落實。

同時 Wen and Tan (2011)也於中國的中小企業實現低碳策略之必要性研究中，提出七項企業低碳策略措施，包括低碳戰略啟動、學習和引進先進低碳技術、與國內機構合作開發低碳技術、開發新的低碳市場、發展高端服務業、集群發展形成規模和特色、政府支持等，如下所示，這些策略可運用於企業發展低碳與創新系統建構，亦可作為政府致力於減碳的切入政策。

#### (1) 低碳戰略啟動

中小企業改革生產程序其改造和升級需要大量的資金支持，因此開發新能源和低碳經濟面臨著大量資金的問題，目前許多中小企業的突出特點是“高碳”，所以低碳經濟的調整和升級困難已成為主要制約因素，其他中小型企業皆採取的固有思維，所以不希望轉型低碳，如果中小企業在初期的創業階段進入低碳，他們將逐漸具有競爭優勢。

#### (2) 學習和引進先進低碳技術

無論從經濟可持續發展的角度或國際責任的角度承諾減少溫室氣體排放，必須加快發展低碳經濟，但卻受制於新技術的瓶頸，這是目前的核心問題，中國必須解決發展低碳經濟的瓶頸，中小企業在國內外應抓住時機，積極與國際企業或組織聯繫，以改造技術、學習先進經驗、引進先進設備和建立完善合作機制，中小企業要學習別人的先進環保技術、科學的環保理念和經驗及充分利用清潔能源，只有結合其他最好的想法與中國的實際情況，中小企業才可以盡快趕上先進水平，盡快樹立自己的競爭力。

#### (3) 與國內機構合作開發低碳技術

中國的中小企業其大多數研發能力相對薄弱，因此很難形成技術創新，透過

學習和引進技術，難以形成持久的技術能力，只有中小企業有能力自主創新，才能真正成為在世界經濟成功的企業，在目前條件下，中國中小企業需與國內研發機構合作，並運用科學研究或提供必要的資金用於國內的研發機構以研發低碳技術，唯有如此中小企業和研究機構的科技實力才可以更好。

#### (4) 開發新的低碳市場

有許多低碳產業適合中小企業生存，如低碳食品（綠色食品、無公害食品、低碳水化合物、低血糖）、低碳家園（綠色家庭、綠色裝修、低碳廚房、低碳照明等）、低碳建築（綠色設計、綠色建材、建築物資回收等）、低碳農業（有機廢棄物綜合利用等）、節能設備等小投資項目，如果中小型企業選擇合適的新興行業，適合對自己的資金和技術能力，就會有更大的成功機會。

#### (5) 發展高端服務業

對高端生產者服務業和消費服務行業而言，發展高端製造業和高新技術產業將創造一個良好的市場，將使現代的物流、金融、外包、電子商務、房地產、餐飲娛樂、旅遊、零售、電影和電視、研究和開發、諮詢和文化、藝術和創意設計等行業蓬勃發展，這些服務行業的發展將直接推動數量龐大的中小企業提供服務，另一方面，日常運作和固定投資成本通常很小，高端服務產業使中小企業可以主動佈局高端服務業以佔領市場。由於政府的政策強制減少二氧化碳，而高端服務行業本身是低碳的，因此避免了這個潛在的風險。

#### (6) 集群發展形成規模和特色

中小企業實施低碳策略應考慮使用工業園區，實現集群發展，該工業園區或高度新技術產業開發區要採取切實措施，支持節能服務企業入駐園區，加強低碳技術的合作，充分發揮各類科技園區“區域比較優勢”，進而創造中小企業低碳的發展。

#### (7) 政府支持

中小企業節能減碳的艱鉅性和複雜性涉及範圍相當廣泛，政府需發揮作用藉由政策引導以完善機制，從中激勵和約束中小企業節能降耗，例如應實行財政、

貨幣和稅收政策促進節約能源。在推動節能減碳的過程中，中小企業相對於大企業將面臨更多的困難和問題，因此政府應推動一些有利於中小企業的激勵措施，如對節能專項資金、稅收優惠、技術創新激勵機制、節能減排獎勵、融資擔保等。

在現今低碳經濟環境下，公司必須按照目前的趨勢、轉變觀念並積極採取節能減碳以善盡社會責任，這樣才能贏得新競爭力和實現本身的可持續發展。如下表 2-2，學者指出企業應重視低碳技術創新且應實施生產的創新和產品回收；應以提高資源和能源的使用效率，構建綠色生產過程的價值，包括設計、材料採購、生產製造、運輸和銷售、消費和回收再利用；且企業應積極順應國際化並注重企業節能減碳文化的培育，才能使企業可持續發展(Lv, Ma&Li, 2010)。且遲正憲(2010)認為應透過以終身學習為主軸，整合具有教育功能的機構及體系，以推動「節能減碳」的社會教育，才能真正落實節能減碳的工作。

表 2-2 企業於低碳經濟下的可行作法

構面	內容
重視低碳技術創新	每一個公司皆需高度重視並及早投資，使用高效率 and 低碳的生產技術，以建立長遠的發展佈局。企業也應建立低碳技術創新平台，使他們能掌握相關低碳技術的發展。同時，可以共享資源、共同研究，進而推動向低碳轉型。
鼓勵管理和制度創新	公司應致力於生產的創新、循環、消費和產品回收。公司應提高資源和能源的使用效率，構建綠色生產過程的價值，包括設計、材料採購、生產製造、運輸和銷售、消費和回收再利用。
積極順應國際化	企業碳釋放標準必須與國際一致，如包裝上的碳標籤。另外也需加強技術發展，如與歐盟和美國的企業溝通合作碳減排技術，並引進和學習節約能源及碳減排技術。應該充分加強與西方公司合作，探索可持續發展的新的合作模式。
注重企業文化的培育	企業必須加強員工對低碳知識的訓，根據自己的內部和外部條件，貫徹清潔生產、節能和碳減排、綠色產品和其他相關的概念到員工的價值。
政府政策支持	除了企業自身的努力，公司也需要政府的政策指導，好政策將有利於企業實行低碳，如補貼、減稅。

資料來源: Jin Lv., Jing Ma., & Jianting Li. (2010). The Influence of Low Carbon Economy on Corporate Social Responsibility. *Asian Social Science*, 6, pp. 11.

且由於綠色經濟是基於低耗能和低污染，其核心是要促進經濟轉變為能源效率高、低耗能和低碳釋放，針對低碳的發展模式是基於「三低和三高」，三低表示低耗能、低污染和低釋放，三高表示高效能、高效率和高效益。由此可知，提升能源的使用效率、有效的運用能源，為目前企業所必須急迫面對的問題，劉明盛、吳許得和曾國華(2010)於探討中南部地區餐廚具製造商對節能減碳措施之看法的研究中即發現，企業以「重視環保安全」構面權重占最高，在整體準則之權重評估指標排序前三名依序為「注重能源安全」、「推廣高效率燃料及汙染防制技術與設備」、「培養能源專業人才推動教育宣導」。另一方面，余騰耀(2009)也指出由於節約能源措施多屬源頭減量或製程改善性質，一般而言，產業之節能減碳措施可分為以下類型：

#### (一)減少熱損與廢熱回收

能源耗用與製程投入能源的有效使用有關，如能減少熱損、提高能源效率，則可降低製程單元的能源需求，進而達成節能減碳之目的。管線或爐體保溫工程即為工廠常見減少熱損的方式。此外，加熱爐或鍋爐排氣溫度仍高，如能利用熱交換器回收廢熱，用於預熱燃燒空氣或產生蒸汽，則可降低製程單元之能源需求，或產製蒸汽提供現場使用。

#### (二)能源管理

公用系統(如空壓系統、蒸汽)可能為配合生產製程需求而產製不同壓力之空氣或蒸汽，如能有效整合公用系統，或將使用過之高壓蒸汽依次運用於中壓或低壓系統，則可有效減少公用系統之整體能源輸入需求，達成節約能源之目的。除能源系統之整合外，自動化起、停裝置或溫度、壓力自動化控制亦可有效降低能源耗用，避免人為因素造成的能源浪費。

#### (三)提高效率

提高製程生產效率，降低批次生產時間，使整體耗能降低，進而達成節省燃料與提高產率之目的。通常為提高生產效率，須於製程單元中增加其他型式或改變既有之能源輸入，此時應計算額外能源輸入量，確認總能源輸入較改善

前能源輸入少，以符合成本效益與節能減碳之精神。

#### (四)操作改善

操作改善包括操作溫度、壓力、時間等之最適化，在不改變產品品質前提下，更改現有操作方式，以降低燃料耗用量，進而達到減少溫室氣體排放的目的。最適化操作可透過自動控制系統來達成，或利用加強人員訓練及落實稽核制度來確保節能減碳成效。

#### (五)廢棄物資源化與燃料轉換

廢棄物資源化取代原物料或燃料，將可減少生產製程所需之能源耗用，進而達成減少溫室氣體排放之目的。

由前述可知，各產業中存在許多能源使用量較大的設備，若能針對這些設備做有系統的改善與管理，可使產業本身能源使用量大幅下降，並亦可提高設備本身效率，降低生產成本。

然而面臨全球化競爭的壓力，企業對於供應鏈網路設計重視程度與日俱增，除了提供良好的服務水準外，亦必須同時兼顧成本以維持獲利(Srivastava, 2007)。Sauer (2005)認為企業須考慮供應鏈管理 (supply chain management, SCM) 策略，並配合氣候政策對成本結構的影響，以承擔預期的管制衝擊及針對該管制之適當回應，較具前瞻性的供應鏈策略還需要協助下游協力廠商減少排放，或是督促供應商符合碳排放標準。綠色供應鏈管理，提倡效率和與合作夥伴之間的協同作用，有利於環保性能，盡量減少浪費和成本(Rao and Holt, 2005)。Srivastava(2007)認為綠色供應鏈是供應鏈和環境思維的結合，其定義為包括產品設計、材料採購和選擇製造過程、交付最終產品給消費者和使用後產品的最終管理。Shang,Lu,and Li(2010)確定六個綠色供應鏈管理範疇，包括綠色製造、包裝、環保的參與、綠色營銷、綠色供應、綠色股票和綠色生態設計。

另外，Vachon(2007)在探討綠色供應鏈的做法和選擇環保技術之間聯繫的研究中提出，企業在減碳時，可透過供應鏈的污染防治、污染控制和管理系統，來使供應鏈低碳化。而研究中指出企業以投資污染防治技術來說，其節能減碳的效

果最佳。然而公司應鼓勵管理和制度創新，形成良好的綠色生產氛圍，公司以提高資源和能源的使用效率，構建綠色生產過程的價值，包括設計、材料採購、生產製造、運輸和銷售、消費和回收再利用(Lv, Ma & Li, 2010)。Sauer (2005) 認為製造業企業針對碳排放管制的反應不同，如 BP 和 Royal Dutch Shell 英國兩大石油企業在面對氣候風險，選擇投資潔淨能源和技術（BP 使用太陽能；Shell 使用再生能源），並且改善效率，每一家企業都在尋求屬於自家風格的策略，創造企業差異化。

綜上所述，許多學者皆對減碳相關議題提出諸多看法，而基於本研究為了解企業對節能減碳措施構面及內容的看法，透過相關文獻探討與德菲法問卷整理分析後，彙整出最適合所有產業之減碳衡量指標，最後彙整出六構面與十八個準則，相關文獻彙整說明如下表 2-3:



表 2-3 國內外相關研究

構面	評估準則	論文名稱	作者(年代)
能源效率提升	1. 提高單位能源生產力 2. 改善生產設備的效率和耗能 3. 能源管理系統建立	The Influence of Low Carbon Economy on Corporate Social Responsibility	Jin Lv ,Jing Ma and Jianting Li(2010)
		工廠節能減碳技術實務探討	余騰耀(2009)
		我國節約能源技術發展及產業推動措施	陳輝俊、楊秉純(2010)
加強研究發展	1. 開發與推廣節約能源技術 2. 開發與推廣新能源及再生能源使用 3. 加強國際能源資訊交流	The present situation and characteristics of China's energy consumption	Zhang and Liu(2003)
		Low-Carbon Strategy with Chinese SMEs	Wen and Tan(2011)
		我國節約能源技術發展及產業推動措施	陳輝俊、楊秉純(2010)
推廣節能教育	1. 普及員工能源教育 2. 參與節能減碳活動	The Influence of Low Carbon Economy on Corporate Social Responsibility	Jin Lv ,Jing Ma and Jianting Li(2010)
		推動節能減碳的社會教育之層級分析	遲正憲(2010)
綠色供應鏈	1. 綠色製造 2. 管理系統 3. 綠色包裝 4. 綠色採購	The Influence of Low Carbon Economy on Corporate Social Responsibility	Jin Lv ,Jing Ma and Jianting Li(2010)
		Framing Climate Risk in Portfolio Management	Amanda Sauer, 2005
		Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance International Journal of Operations & Production Management	Rao and Holt (2005)
		Green supply-chain management: a state-of-the-art literaturereview.	Srivastava(2007)



表 2-3 國內外相關研究(續)

構面	評估準則	論文名稱	作者(年代)
綠色供應鏈	1. 綠色製造	A taxonomy of green supply chain management capability among electronics-related manufacturing firms in Taiwan	Shang,Lu and Li(2010)
	2. 管理系統 3. 綠色包裝 4. 綠色採購	Green supply chain practices and the selection of environmental technologies	Vachon(2007)
降低能源消耗	1. 增加再生能源的使用	Emerging carbon constraints for corporate risk management	Busch and Hoffmann (2007)
	2. 採用低耗能的設備	Forecasting based on sectoral energy consumption of GHGs in Turkey and mitigation policies	Adnan, Zafer and Erol(2007)
		工廠節能減碳技術實務探討	余騰耀(2009)
		我國節約能源技術發展及產業推動措施	陳輝俊、楊秉純(2010)
重視環保安全	1. 採高效率燃料和更安全的設備	The Influence of Low Carbon Economy on Corporate Social Responsibility	Jin Lv ,Jing Ma and Jianting Li(2010)
	2. 採購污染防治設備	Green supply chain practices and the selection of environmental technologies	Vachon(2007)
	3. 配合國際趨勢研擬對策 4. 公司高層重視並設立環保安全的專責單位	企業減碳措施之評估-以中南部地區除具製造商為例	劉明盛、吳許得和曾國華(2010)

資料來源:本研究整理

## 第四節 層級分析法

層級分析法(Analytic Hierarchy Process；AHP)是應用在不確定情況下，有多項評估準則的決策問題上，由匹茲堡大學教授 Saaty 於 1971 年所提出的一套決策方法。此方法利用組織架構建立具有相互影響關係的階層結構(Hierarchical Structure)，可使在複雜的問題上作出有效的決策，或在風險不確定的情況下作出有效的決策，往後逐漸成為一項解決各種決策問題的工具方法。層級分析法為利用層級結構將影響因素間的複雜關係有系統地連結，且兩兩因素間成對比較方式，找出元素間相對重要性的比值，並依序排列出替選方案，以作為選取最佳方案之依據。其最大的優點可減輕決策者負擔，使決策者能更清楚地被反應，其應用的範圍相當廣泛。Saaty and Forman(1996)提出以下目前可以應用 AHP 的範圍和問題類型：

1. 決定優先順序
2. 選擇最佳的政策
3. 分配資源
4. 規劃
5. 預測結果
6. 解決衝突與矛盾
7. 評估績效
8. 風險評估
9. 設計系統
10. 產生一組方案
11. 確保系統穩定性
12. 最佳化

在層級分析法中，決策問題於不同階層分別被結構化，每一階層皆是由有限的決策要素所組成，其最高層代表整體目標，中間幾層是決策準則和次準則

所構成，而最低層由所有可行方案所組成(Partovi,1994)。鄧振源與曾國雄(1989a, 1989b)認為在具有多準則的決策領域中，層級分析方法是一實用且簡單之方法，其研究中也指出層級分析法是將複雜且非結構化之問題系統化，由高層次往低層次逐步分解，並經過量化分析判斷，以簡化與改進過去依靠直覺的決策程序，求得各方案間之優先權重值，提供決策者選擇適當的方案，其分析結果凡權重值愈大之方案表示越優先被採納，因此可以降低決策錯誤的風險。

透過 Saaty(1977)所提出之「層級分析法」(AHP) 來解決決策問題時，一般主要可以分為以下五個步驟：

- (一) 將複雜的問題予以評估，並建立層級結構。
- (二) 設定問題評定尺度，並為各層級建立成對的兩兩比較矩陣。
- (三) 計算最大特徵值及對應之特徵向量
- (四) 求出各層級的權重並進行檢定其一致性。
- (五) 最後為解出各方案的比重，並排出方案之優先順序。

依據上述所求得各層級準則間之相對權重，便可得到整體評估準則層級之 AHP 權重。由以上五個步驟內容可以了解 AHP 方法在處理決策問題的程序上主要可以分為：問題的界定、構建層級結構、問卷設計及調查、層級一致性檢定及決策方案綜合評點。

鄧振源與曾國雄(1989a, 1989b)認為層級分析法之基本假設，主要包括以下九項：

1. 一個系統可被分解成許多種類或成分，並形成像網絡的層級結構。
2. 層級結構中，每一個層級之要素假設為獨立性。
3. 每一層級內的要素，可用上一層級內某些要素或所有要素作為評準，進行評估。
4. 比較評估時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度。
5. 進行成對比較後，使用正倒數矩陣處理。
6. 偏好關係滿足遞移性。

7. 完全具遞移性不容易，因此容許不具遞移性的存在，但需測誦其一致性的程度。
8. 要素的優勢程度，經由加權法則而求得。
9. 任何要素只要出現在階層結構中，不論其優勢程度是如何小，均被認為與整個評估結構有關，而非檢核階層結構的獨立性。

## 第五節 決策實驗室分析方法

決策實驗室分析法(DEMATEL) 係發源於日內瓦研究中心的 Battelle 紀念協會，當時 DEMATEL 方法係被應用於研究複雜且糾結的問題，如能源問題、饑餓、種族、環保…等(Fontela & Gabus, 1976)。決策實驗室分析法近年來，在亞洲地區經常被應用於探討環境分析、女性就業、農業發展、醫療行為、商品調查等研究(Hori & Shimizu, 1999)。DEMATEL 相關應用非常廣泛，越來越多的學者將此方法應用於企業的一些複雜性問題，包含決策與規劃、績效評估、公司管理…等的分析處理，國內外研究如 Wu and Lee(2007)應用 DEMATEL 於發展經理人的核心能力問題、Warfield (1976) 用 DEMATEL 方法解釋準則之間的相互關係，找出中心準則來呈現要素的效果、張洵銘 (2005) 則運用在運動休閒鞋消費者之購買決策關鍵評估因素分析與鄭德麟(2011)則運用在探討葡萄酒購買意願決策之研究。

DEMATEL 的目的是將複雜糾解的系統，藉由直接比較元素之間的相互關係，察看元素間兩兩影響程度，利用矩陣及相關數學理論運算求出所有元素間的因果關係和影響程度，並以矩陣結構及因果圖來表達複雜系統中元素之間的因果關係與影響程度。直接關係圖可說明系統中要素間之影響程度及方向，其中圖中的數字表示影響強度，而正負號表示影響方向，正號代表正向影響；負號代表反向影響，如2-2所示，DEMATEL就是利用直接關係圖將所有準則分成因群和果群兩大群。Hori and Shimizu(1999)認為DEMATEL即是將準則間的因和果關係轉換成一個清晰的結構模型，其在處理一系列準則內部相依關係時也是一個適當的方

法。Tamura and Akazawa (2005) 也認為可利用DEMATEL獲得多個準則間相互依賴的關係及依賴程度。

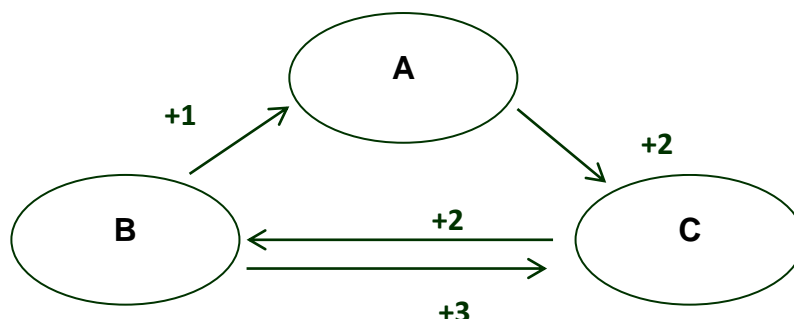


圖 2-2 DEMATEL 直接關係圖

資料來源：本研究整理

曾國雄(1980)認為DEMATEL方法有以下幾點特徵：1.做準則間關聯度的定量分析；2.以問卷調查法方式進行結構性的確認；3.許多結構的統計分析；4.作答者間在結構差異上的發現。在DEMATEL法的問卷中，涉及準則間直接影響的強弱，並利用這種強弱來做準則間關係的定量分析。若接受調查者不止一人時，可將之綜合而為群體觀念中的結構模型（嚴永舜，2008）。且DEMATEL之分析要素需滿足明確問題的性質、需有明示問題間的關聯度與瞭解每個問題要素的本質及其特性等假設(林宗明，2005)。

如前所述，DEMATEL方法於過去甚少利用於減碳相關研究中，因此本研究透過DEMATEL將準則間複雜關係用因果圖呈現，透過因果圖，可清楚了解哪些評選構面或次準則相對較重要，也可知道其因果關係而有助於企業減碳，並了解影響企業減碳衡量指標的因果關係。

## 第參章 研究方法

本章範圍包含擬定研究架構、問卷發放對象、修正式德菲法、層級分析法和決策實驗室分析法，共五個部份加以說明。本章依據前章之文獻探討彙整後，列出企業減碳衡量指標評估準則，並採用修正式德菲法發放專家問卷，取得有關企業減碳衡量指標的六個構面與十八個準則。再利用六個構面與十八個準則設計出 AHP 與 DEMATEL 問卷，經發放、回收，最後結合層級分析法和決策實驗室分析法，探討相關權重與指標間因果關係。

### 第一節 研究架構

本研究之目的在於探討企業減碳衡量指標之優先次序與相關因果關係，基此，首先透過廣泛的文獻搜尋回顧，進而整理出企業減碳衡量指標，更進一步利用德菲法問卷彙整專家的意見，歸納出企業減碳衡量指標的六個評選構面與十八個準則。最後設計結合 AHP 和 DEMATEL 之問卷，發放給關心減碳議題之企業相關管理人員，透過 AHP 獲得企業減碳衡量指標構面與準則之相關權重排序，且利用 DEMATEL 將原本準則間複雜的關係簡化成果因果圖，透過因果圖分析，企業於減碳時，將知道哪些評選構面或準則相對較重要，並針對較重要以及和其有關聯度的準則做持續性的改善，以提升競爭力。因於決策時應同時考慮重要性與關連度，而 DEMATEL 並無法獲得構面或準則之間的優先次序，因此，本研究結合 AHP 與 DEMATEL 來評估企業減碳衡量指標之優先次序與因果關係，如圖 3-1 (Tamura et al., 2006)。

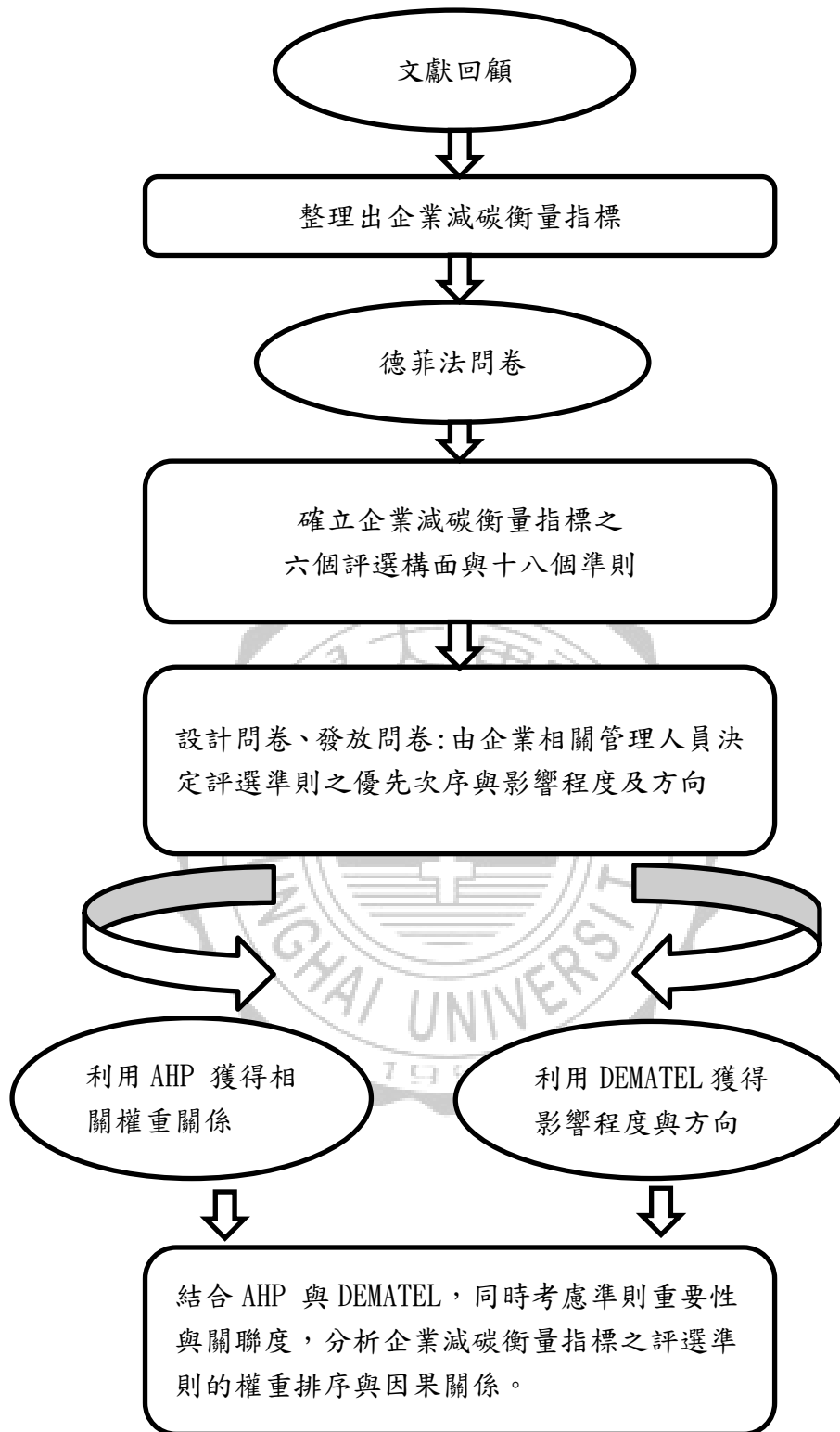


圖 3-1 研究架構圖

資料來源:本研究整理

## 第二節 問卷發放對象

本問卷施作對象主要分為學術界與企業界方面之專家，在企業界方面以具有一定規模之綠能企業、關心節能減碳議題之企業、做過減碳策略的企業及向政府申請過減碳服務的企業作為發放對象，針對上述企業的相關管理人員作為問卷調查對象。以探討企業和專家對企業減碳衡量指標之重要性評估，了解企業對節能減碳措施構面及內容的看法，並且找出節能減碳的關鍵內容，提供相關單位決策之參考。

而本研究兩階段問卷的發放皆以這些單位的專家為研究樣本，深具代表性，第一階段共回收 3 份，透過上述專家，篩選與修正出企業減碳衡量指標，第一階段專家基本資料如表 3-1 所示。

表 3-1 第一階段 德菲法問卷專家基本資料

編號	姓名	任職單位	職稱	年資	人數
1	顏宏偉	東海大學化材系	副教授	7 年	3
2	陳勇全	耐能電池股份有限公司	副總經理	25 年	
3	莊昇勳	南極碳資產管理有限公司	東亞區總監	5 年	

資料來源:本研究整理

本研究第二階段問卷內容依圖 4-1 所列之構面與準則為基準，包含兩部份，第一部分為 AHP 問卷，經由受訪者專業經驗判斷，在六個評選構面以及十八個準則中，獲得其相關權重排序；第二部份為 DEMATEL 問卷，經由受訪者專業判斷，針對上述的六個構面和十八個準則，更進一步決定其之間的影响程度與方向，問卷詳細內容於附錄二呈現，以下說明問卷相關事項：

一、問卷發放方式：本研究針對每家廠商進行問卷發放，並在旁協助廠商作答，以避免廠商不了解作答方式。

二、問卷發放時間：101 年 4 月~101 年 5 月。

三、問卷發放份數與回收份數：本研究總共發放二十份問卷。

四、問卷填答對象：綠能產業之企業、關心節能減碳之企業和向政府申請過減碳



服務的企業，且主要以相關管理人員為主。

第二階段共回收 6 份，問卷發放對象皆為企業界專家，第二階段專家基本資料如 3-2 所示。

表 3-2 AHP 和 DEMATEL 問卷受訪者基本資料

編號	姓名	任職單位	職稱	年資	人數
1	蔣繼宏	東元精電股份有限公司	經理	2 年	6
2	劉孝全	群錄系統股份有限公司	工程師	2 年	
3	陳勇全	耐能電池股份有限公司	副總經理	25 年	
4	莊昇勳	南極碳資產管理有限公司	東亞區總監	5 年	
5	文興中	南極碳資產管理有限公司	副總經理	4 年	
6	藍弘智	慧國工業股份有限公司	主任	6 年	

資料來源:本研究整理

### 第三節 修正式德菲法(Modified Delphi Method)

#### 一、 德菲法

德菲法的目的在「獲取專家群可靠且一致之意見」(Dalley & Helmer, 1963)。此學說發展始於 1948 年二次世界大戰後，由美國蘭德公司集合國防與軍事專家的看法，來推斷須投多少顆原子彈(楊宜真, 1999)。德菲法屬於結構性的團體溝通過程，其特性是利用集思廣義的方式推測未來的現象。所以在團體溝通的過程當中，每位成員都可以受到同等的重視並且充分表達自己的意見，如此可以得到大家的共識以解決複雜的問題 (Linstone & Turoff, 1975)。

宋文娟(2001)提出，德菲法是群體判定的一種方法，雖然樣本數量不大卻有一定的代表性。德菲法可以引導或整理專家的意見，其過程中讓專家針對特定的議題進行數回合的反覆回饋循環式回答，直至專家們提出的意見的差異性降到最低為止 (Delbecq et al., 1975)。此方法可以綜合專家對於決策問題的意見。關於德菲法的調查，黃俊英(1996)與宋文娟(2001)的看法包括下列表 3-3 五個步驟：

表 3-3 典型德菲法執行情序

步驟順序	執行情序
步驟一	確認與連繫與決策主題熟悉的專家當作參與者，先針對主題做詳細的說讓參與者可以快速掌握問題的核心，以利過程順利進行。
步驟二	進行第一回合的問卷調查。專家初次的回答為開放式問題，彙整全體參與者的個別意見之後產生回饋，以此做為第二回合問卷的依據；而修正式德菲法簡化了反覆問卷的形式，將開放式的問題改以文獻整理探討或專家訪談的方式取代，以延續德菲法的精神。
步驟三	進行第二回合的問卷調查。將第一回合的問卷彙整後，以二分法、等級法或是量表評分法來呈現主題，並請全體參與者給予意見。
步驟四	進行第三回合的問卷調查。將第二回合的問卷以量化分析的方式來呈現，並且製作第三回合的問卷，並分別請專家答覆或者補充修正。
步驟五	綜合全體參與者的意見形成一致性的共識。意及將全體參與者的意見綜合成趨於一致的結果，若無法達成共識，則反覆第三與第四步驟直到趨於一致。

資料來源: 宋文娟(2001)，一種質量並重的研究法-德菲法在醫務管理學研究領域之應用，醫務管理期刊，第2卷第2期。黃俊英(1996)，企業研究方法，台北：東華出版社。

Duffield (1988)提出德菲法有以列幾項優點：

1. 達到集思廣義的效果
2. 維持專家獨立判斷的能力
3. 打破時空的困境
4. 不需利用複雜的統計
5. 德菲法是一種能分析複雜且多面向的研究方法，並且被證實是一種有效的預測方法。
6. 由於德菲法的參與者無須參與面對面的討論，所以免除了時間、地點的限制。

此外，專家訪談的方式不但能夠節省參與者的寶貴時間，在共識的取得也比其他研究方法有效。

7. 參與德菲法的專家可以在不同地區提供專業的意見、經驗。
8. 專家進行反覆的問卷討論時，德菲法的匿名性可以避免面對面討論受到的人為限制，可以順利的集思廣議並綜合大家的意見。
9. 德菲法的匿名性可在研究中獲得有價值的意見和客觀的回覆。
10. 德菲法有一定的系統程序，如果能夠正確施行，可以從專家群中得到決策相關見解的共識，達到解決研究問題的研究結果。

## 二、修正式德菲法

德菲法是透過專家反覆的意見表達，來取得一致的共識，但此方法於施測時耗時較長，進度不易控制，且專家意見易產生前後矛盾的狀況。由於研究過程中時間有限，為使研究能更有效率，Murry and Hammons (1995) 提出修正式德菲法 (Modified Delphi Method)，企圖改善典型德菲法在施測上之缺點。修正式德菲法與典型德菲法最大的不同點在於，省略了開放式問卷施測的部分，而是採用大量的文獻搜尋參考和彙整後，發展出的結構式問卷，進而取代第一階段的調查問卷。此方法優點為可以免去專家對開放性問題的臆測和可節省大量時間，且能讓參與的專家群，將注意力集中在研究問題上。

## 第四節 層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)

### 一、層級分析法之流程

層級分析法是將不確定情況下複雜的問題，經由文獻整理及該領域的專家評估出要素後，以簡單層級結構的方式來表示，接著以尺度評估來做成要素的成對比較並建立成矩陣，然後求得特徵向量，再比較出層級要素的先後順序，用以評定成對比較矩陣之一致性的強弱；最後檢驗成對比較矩陣的一致性是否通過檢驗標準，若有通過則可作為決策之參考依據。下圖 3-2 為 AHP 方法流程圖，各步驟說明如下：

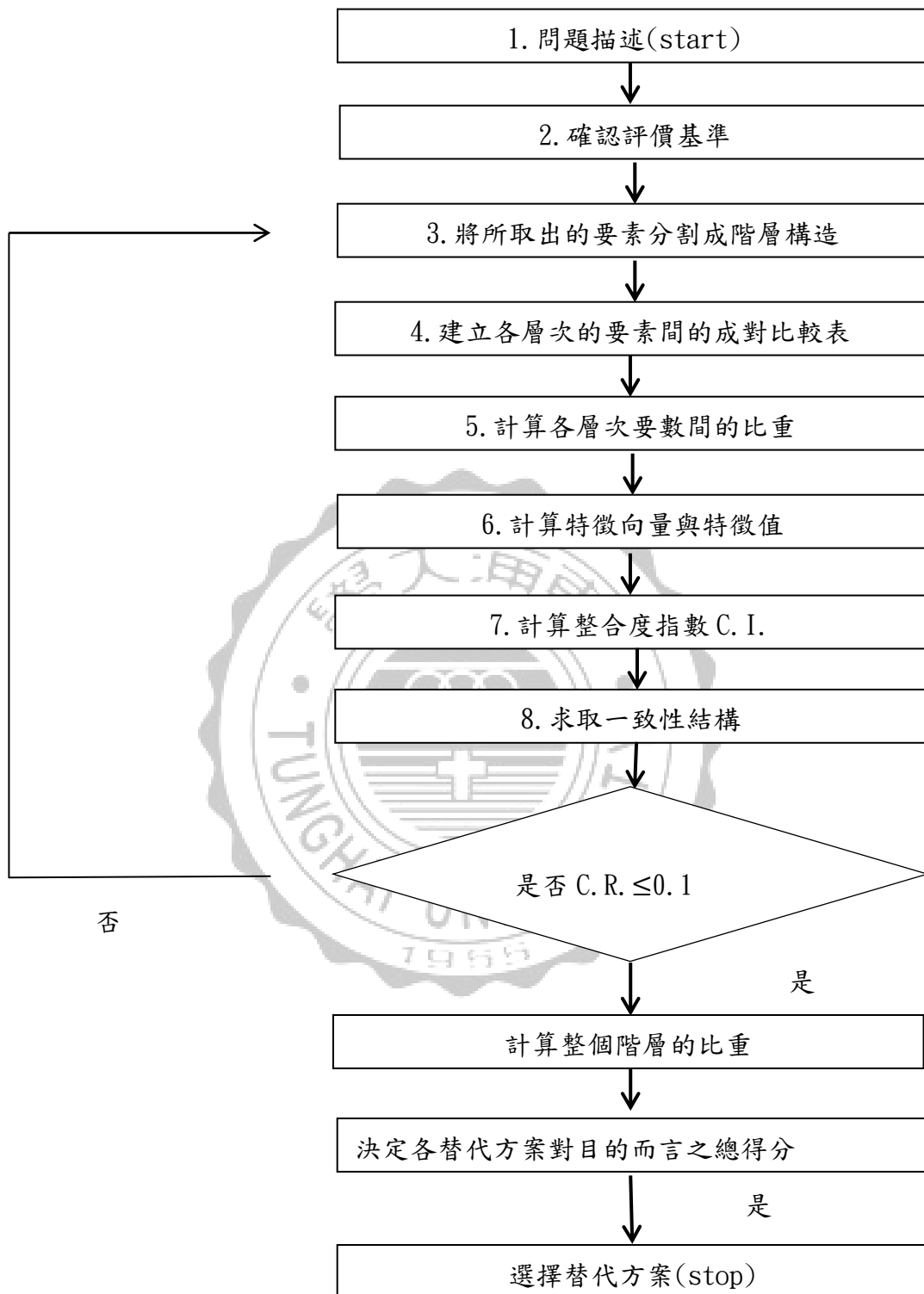


圖 3-2 AHP 方法流程圖

資料來源：鄧振源與曾國雄(1989a)，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，5-22 頁。

## 二、層級分析法進行之步驟

利用層級分析法進行決策問題時，主要包含下列步驟(鄧振源與曾國雄，1989a，1989b)：

### 步驟一：建立層級架構

當處理複雜決策問題時，將可利用層級結構加以分解，但應注意每一層級的要素不宜超過七個。決策問題透過層級結構分解，將使問題由最上層的決策目標分解成決策構面、決策準則及最下層的可行方案，形成一層級架構。本研究的決策目標為探討企業減碳衡量指標之優先次序，其決策構面和決策次準則皆根據文獻回顧與專家問卷整理出，分別為六構面和十八個準則。

架構建立之後，進行 AHP 問卷之設計(原始問卷如附錄二所示)。問卷內容是依據六構面與十八個準則設計，請填卷的專家與企業對各影響因素做兩兩比較，於適當重要程度之空格內打勾，以求得企業減碳衡量指標之相對權重關係。為使專家對各重要程度予以標準化，因此將各因素間之重要程度以九個尺度劃分，讓專家對各因素間之重要程度予以勾選，重要程度尺度之劃分、重要程度尺度所代表之意義如下表 3-4 所示。

表 3-4 AHP 評估尺度意義及說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	比較兩個指標的貢獻程度具同等重要性。
3	稍重要	判斷的結果稍微傾向認為某一指標較重要。
5	頗重要	判斷的結果強烈傾向認為某一指標重要。
7	極重要	實際顯示的結果非常強烈傾向認為某一指標重要。
9	絕對重要	有足夠證據肯定某一指標重要。
2,4,6,8	相鄰尺度之中間值	需要折衷值時。

資料來源:鄧振源與曾國雄(1989a，1989b)

### 步驟二：建立各層級成對比較矩陣

通常在彙整專家群體的決策時，必須將群體成員的偏好加以整合。整合之方式一般以幾何平均數和算術平均數較為常用。同時在合理的假設下，建議使用

幾何平均數作為整合的函數較為恰當(Saaty, 1980)。因若某一成員的判斷值為  $a$ ，而其他成員判斷值為  $1/a$  時，其平均值應為  $\sqrt[2]{a \times \frac{1}{a}} = 1$ ，而非  $\frac{(a+\frac{1}{a})}{2}$ 。所以  $n$  個成員之判斷值  $X_1、X_2、\dots、X_n$ ，其平均值應為  $\sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n}$ 。

### 步驟三 各層級特徵向量計算

此步驟即將評估因素相對重要性轉換成相對權重，其計算步驟如下：

- 一、將成對比較矩陣中各元素除以所在行元素之總和。
- 二、將上一步驟計算完成之矩陣中每一列元素相加並求平均值，此即為該成對比較矩陣之特徵向量。

### 步驟四 計算成對比較矩陣的最大特徵 $\lambda_{\max}$

$\lambda_{\max}$  值之計算為原矩陣乘以特徵向量，然後將所得之乘積向量中各元素除以特徵向量中之相對元素值，並求其平均值，此即為  $\lambda_{\max}$  值。

### 步驟五 各層級一致性檢定

本方法的決策者偏好關係是在假設遞移性 (transitivity) 條件成立。其檢定可利用一致性指標 (Consistency Index, C.I.) 及一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.) 計算。依據 Saaty 之建議，C.I. 及 C.R. 宜在 0.1 左右，如此一致性才能獲得保證，且值越小一致性越高。C.I. 以式 3.1 表示，C.R. 以式 3.1 及式 3.2 表示：

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (式 3.1)$$

$$C.R. = C.I. / R \quad (式 3.2)$$

$$= (\lambda_{\max} - n) / [(n - 1) R.I.] \quad (式 3.3)$$

$n$  = 元素個數

$\lambda_{\max}$  = 最大特徵值

R.I. = 隨機指標，如表 3-5 所示。

表 3-5 隨機指標 R.I.值對照表

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

資料來源：鄧振源與曾國雄(1989a)，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，5-22 頁。

#### 步驟六 獲得各層級影響因素之權重

由計算結果得一致性指標C.I.、一致性比率C.R.皆宜在0.1 左右，則矩陣之一致性令人滿意，可將該成對比較矩陣所計算之特徵向量作為權重值。

#### 步驟七 整合各影響因素之絕對權重

由上述步驟一至步驟六所求得之權重僅為該因素於該層級之相對權重，須再將各因素之絕對權重進行整合。

## 第五節 決策實驗室分析方法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory,DEMATEL)

本研究為有效運用科學之方法來解釋各指標間之複雜因果關係，因此結合 DEMATEL 分析法，獲得各構面間與準則間之影響程度與方向，以彌補 AHP 分析法只能獲得指標間權重排序之缺陷。Fontela and Gabus (1976) 以及 Tzeng et al. (2007)所提出之 DEMATEL 運算之相關計算步驟流程如下：

#### 步驟一:定義評選準則並判斷關係

本研究透過文獻探討蒐集並彙整專家意見得到適用於企業減碳的六個評選構面與十八個次準則，接著根據所選定之六構面與十八個次準則擬定問卷(原始問卷如附錄一所示)，問卷發放對象為關心節能減碳的企業管理人員。本研究評比尺度主要參考 Fontela 和 Gabus(1976)所設計之尺度，總共四個層次，其中 0、1、2 和 3 分別代表沒有影響、稍微影響、有影響和影響很大，如下表 3-6 所示。

表 3-6 DEMATEL 評估尺度與代表意義

評估尺度	影響程度
0	沒有影響
1	稍微影響
2	有影響
3	影響很大

「+」:代表正向影響；「-」:代表反向影響

資料來源: Fontela, E. and A. Gabus (1976).*The DEMATEL Observer*, Switzerland Geneva: Battelle Memorial Institute Geneva Research Centre.

### 步驟二: 建立直接關係矩陣

若有 n 項評比準則，則將準則依其影響關係和程度進行兩兩比較，進而產生  $n \times n$  大小直接關係矩陣，以  $X=[X_{ij}](i=1,2,3,\dots,n;j=1,2,3,\dots,n)$  表示，將其對角元素設為 0，而矩陣中  $X_{ij}$  表示準則  $i$  影響準則  $j$  之程度。

### 步驟三: 建立標準化直接關係矩陣

依據上述步驟所得之直接關係矩陣進行標準化，將整個矩陣  $X$  (也就是  $A$ ) 的元素乘上  $S$ ，如下公式所示， $D$  表示所求得之標準化直接關係矩陣。

$$D = A \times S \quad (\text{式 3.4})$$

$$S = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (\text{式 3.5})$$

### 步驟四: 計算總影響關係矩陣(T)

$\lim_{k \rightarrow \infty} D^k = 0$  因此總影響關係矩陣  $T$  可從下列公式得到，其中  $I$  為單位矩陣。

因此總影響關係矩陣  $T$  可從下列公式得到，其中  $I$  為單位矩陣。

$$T = D(I - D)^{-1} \quad (\text{式 3.6})$$

### 步驟五: 總影響關係矩陣之行列運算

將總影響關係矩陣  $(T)$  之每一列和每一行分別做加總，即可求得出每一列之總和  $D$  值與每一行之總和  $R$  值。其中  $D$  值表示該準則直接或間接影響其他準則之影響程度大小； $R$  值表示該準則被其他準則影響之程度大小。接著計算關聯度



(D+R)與原因度(D-R)，其中 D+R 代表準則間的關聯強度，D-R 代表準則影響或被影響的強度(原因度)。

#### 步驟六：繪製因果圖

將各準則之 D+R、D-R 值繪於圖上，以 D+R 為橫軸；D-R 為縱軸，並依據各準則的影響關係門檻值(門檻值為將總影響關係矩陣(T)內之  $n \times n$  個評選準則加總後取算術平均數)繪製因果圖。

因藉由層級分析法結果中，只能獲得每個準則間的權重排序，所以本研究進一步結合決策實驗室分析法，能同時考慮準則間關係強度與每個準則的重要性。將關聯分析值繪製成因果圖，了解各項準則彼此間之支配關聯影響程度。



## 第肆章 研究分析與結果

### 第一節 德菲法(Delphi)專家問卷設計與分析

本研究採用修正式德菲法，經由蒐集彙整相關文獻建立「企業減碳衡量指標」第一回合問卷，參考德菲法的執行步驟，進行德菲法問卷調查，經由德菲法專家問卷調查結果，選定問卷設計之評估準則因子。

#### 一、問卷設計

本研究在探討企業減碳衡量指標之重要性評估，問卷受訪對象分別為學術界和企業界之專家，企業減碳衡量指標是透過文獻探討建立層級架構，本研究擬出企業於節能減碳時可能注重的各種因素，並將之發展成 Delphi 的專家問卷進行研究調查，問卷部分內容設計說明如附錄一，經由問卷調查的篩選與修正，選出企業減碳之指標因子；最後再以層級分析法和決策實驗室分析法分別求取指標間的權重排序與因果關係。

因此，為深入探究企業減碳衡量指標，經由文獻回顧過程中，不斷的反覆遴選排除不適任指標因子後，建立「能源效率提升」、「加強研究發展」、「推廣節能教育」、「綠色供應鏈」、「降低能源消耗」和「重視環保安全」六大構面，共計十九個準則，如表 4-1 所示，作為設計第一回合德菲法問卷基礎，問卷部分內容設計說明如附錄一。

表 4-1 德菲法問卷之構面與準則

目標	構面	評估準則
企業減碳衡量指標之構面	能源效率提升	1.1 提高單位能源生產力 1.2 減少能源損失 1.3 能源管理系統建立
	加強研究發展	2.1 開發與推廣節約能源技術 2.2 開發與推廣新能源及再生能源使用 2.3 加強國際能源資訊交流
	推廣節能教育	3.1 普及員工能源教育 3.2 推廣社會能源教育
	綠色供應鏈	4.1 污染防治 4.2 污染控制 4.3 管理系統 4.4 綠色製造與包裝 4.5 綠色採購 4.6 綠色產品
	降低能源消耗	5.1 增加再生能源的使用 5.2 原料替代 5.3 反映社會成本
	重視環保安全	6.1 推廣高效率燃料及污染防治技術與設備 6.2 配合國際趨勢研擬對策

資料來源:本研究整理

## 二、回收問卷之整理

本研究為取得正確數值且合理之專家共識，取樣過程中分別向學術界和企業界進行專家問卷，發放人數如下表所列，依據每位專家學者針對企業減碳衡量指標之認識，根據準則勾選出準則重要性程度，經由彙整且逐一修正初步擬定的指標構面與評估準則後，為力求更符合事實之評估模式；藉由 AHP 和 DEMATEL 問卷，獲得更高信度的結果。

表 4-2 德菲法問卷發放與回收統計表

樣本群屬性	發放數	回收數	有效問卷
學術界	2	1	1
企業界	2	2	2
合計	4	3	3

資料來源:本研究整理

在取得專家學者願意提供相關的問卷後，發放第一回德菲法專家問卷，問卷內容包含說明和針對企業減碳衡量指標之構面與準則，由專家對重要性進行勾選，且問卷內容包含專家對於本次問卷構面與準則，所需修正、新增或刪減之意見欄，因此可藉由專家的意見與建議來修正各構面與準則。

### 三、問卷調查評選結果分析

本研究發放德菲法問卷調查至專家學者，以評估各準則因子對於企業節能減碳衡量指標之重要性程度。本研究以李克特量表評分法，來呈現研究主題內容，問卷設計內容主要將重要性分為五個等級，重要程度最高等級為 5，最低則為 1。黃振松(2010)認為其影響指標選取之標準應為，由各構面中選取合併計算之平均分數為準則因子的前二分之一排名，且平均分數需大於 4 分以上者，及符合專家一致性共識，予以採用。

由問卷調查結果表 4-3 顯示，對於問卷「構面」部分，問卷專家學者最重視「重視環保安全」(平均得分 4.33)，其次為「推廣節能教育」(平均得分 4.16)、「加強研究發展」(平均得分 4.11)、「能源效率提升」(平均得分 4.10)、「降低能源消耗」(平均得分 3.99)及「綠色供應鏈」(平均得分 3.88)，各項平均得分介於 3.80~4.06 之間，由此可知專家學者對於各構面看法頗為一致，因此無須再進行第二回合之德菲法問卷調查。

表 4-3 Delphi 問卷評選結果

目標	構面	評估準則	綜合平均得分	評選結果	
企業 減 碳 衡 量 指 標 之 構 面	能源 效率 提升	1.1 提高單位能源生產力	4.33	接受	
		1.2 減少能源損失	3.33	不接受	
		1.3 能源管理系統建立	4.66	接受	
	本構面平均得分:4.10				
	加強 研究 發展	2.1 開發與推廣節約能源技術	4.33	接受	
		2.2 開發與推廣新能源及再生能源使用	4	接受	
		2.3 加強國際能源資訊交流	4	接受	
	本構面平均得分:4.11				
	推廣 節能 教育	3.1 普及員工能源教育	4.66	接受	
		3.2 推廣社會能源教育	3.66	不接受	
	本構面平均得分:4.16				
	綠色 供應 鏈	4.1 污染防治	3	不接受	
		4.2 污染控制	3.66	不接受	
		4.3 管理系統	4	接受	
		4.4 綠色製造與包裝	4.66	接受	
		4.5 綠色採購	4.33	接受	
		4.6 綠色產品	3.66	不接受	
	本構面平均得分:3.88				
	降低 能源 消耗	5.1 增加再生能源的使用	4.66	接受	
		5.2 原料替代	3.66	不接受	
5.3 反映社會成本		3.66	不接受		
本構面平均得分:3.99					
重視 環保 安全	6.1 推廣高效率燃料及污染防治技術與設備	4.66	接受		
	6.2 配合國際趨勢研擬對策	4.00	接受		
本構面平均得分:4.33					

資料來源:本研究整理

根據專家修正建議進行調整，對於「六大構面」部分:(1)「能源效率提升」下之構面因素，其中「減少能源損失」修改為「改善生產設備的效率和耗能」。

(2) 「加強研究發展」下之構面因素，皆完整保留。(3) 「推廣節能教育」下之構面因素，其中「推廣社會能源教育」修改為「參與節能減碳活動」。(4) 「綠色供應鏈」下之構面因素，其中「污染防治」、「汙染控制」及「綠色產品」予以刪減，並將「綠色製造與包裝」予以分列。(5) 「降低能源消耗」下之構面因素，其中「原料替代」及「反映社會成本」予以刪減，並增列「採用低耗能的設備」。(6) 「重視環保安全」下之構面因素，其中將「推廣高效率燃料及汙染防制技術與設備」予以分列，並增列「公司高層重視並設立環保安全的專責單位」。評選結果如表 4-4 所示。

表 4-4 Delphi 問卷專家學者意見回應與修正彙整表

評估準則	彙整修正後評估準則	專家意見
1.1 提高單位能源生產力 1.2 減少能源損失 1.3 能源管理系統建立	1.1 提高單位能源生產力 1.2 改善生產設備的效率和耗 能 1.3 能源管理系統建立	建議將減少能源損失 修改為改善生產設備 的效率和耗能
2.1 開發與推廣節約能源技術 2.2 開發與推廣新能源及再生能源 使用 2.3 加強國際能源資訊交流	2.1 開發與推廣節約能源技術 2.2 開發與推廣新能源及再生 能源使用 2.3 加強國際能源資訊交流	無
3.1 普及員工能源教育 3.2 推廣社會能源教育	3.1 普及員工能源教育 3.2 參與節能減碳活動	對企業而言節約能源 教育的推廣和宣導應 該由政府 and 學校來 做.企業要做的是建 立節能減碳公司文 化,訂定員工獎勵措 施和綠化公司周邊環 境等。
4.1 汙染防治 4.2 汙染控制 4.3 管理系統 4.4 綠色製造與包裝 4.5 綠色採購 4.6 綠色產品	4.1 綠色製造 4.2 管理系統 4.3 綠色包裝 4.4 綠色採購	綠色製造已針對產品 製程做好汙染防治和 控制,綠色包裝除了 包材的選用還有減量 設計,建議分別列出。

表 4-4 Delphi 問卷專家學者意見回應與修正彙整表(續)

評估準則	彙整修正後評估準則	專家意見
5.1 增加再生能源的使用 5.2 原料替代 5.3 反映社會成本	5.1 增加再生能源的使用 5.2 採用低耗能的設備	刪除原料替代及反映社會成本且增列採用低耗能的設備。
6.1 推廣高效率燃料及污染防治技術與設備 6.2 配合國際趨勢研擬對策	6.1 採高效率燃料和更安全的設備 6.2 採購污染防治設備 6.3 配合國際趨勢研擬對策 6.4 公司高層重視並設立環保安全的專責單位	6.1 可分為兩項，一項是改用高效率燃料和更安全的設備，另一項是採購污染防治設備,還有增列 6.3 公司高層重視並設立環保安全的專責單位。

資料來源:本研究整理

對於「評估準則」部分:(1)「能源效率提升」下之評估準則因素，前三名以能源管理系統建立(平均得分 4.66)為最重要因素；其次是提高單位能源生產力(平均得分 4.33)再者為減少能源損失(平均得分 3.33)。(2)「加強研究發展」下之評估準則因素，前三名以開發與推廣節約能源技術(平均得分 4.33)為最重要因素；其次是開發與推廣新能源及再生能源使用(平均得分 4)和加強國際能源資訊交流(平均得分 4)並列為同等重要。(3)「推廣節能教育」下之評估準則因素，前兩名以普及員工能源教育(平均得分 4.66)為最重要因素；其次是推廣社會能源教育(平均得分 3.66)。(4)「綠色供應鏈」下之評估準則因素，前三名以綠色製造與包裝(平均得分 4.66)為最重要因素；其次是綠色採購(平均得分 4.33)，再者為管理系統(平均得分 4)。(5)「降低能源消耗」下之評估準則因素，以增加再生能源的使用(平均得分 4.66)最為重要。(6)「重視環保安全」下之評估準則因素，以推廣高效率燃料及污染防治技術與設備(平均得分 4.66)最為重要；其次是配合國際趨勢研擬對策(平均得分 4)。

## 第二節 層級分析法(AHP)問卷設計與結果分析

### 一、問卷設計

本研究之 AHP 問卷發放與回收情形如表 4-5 所示。AHP 專家問卷主要就由受訪者對問卷中的評估指標進行勾選，以成對方式比較求得各指標之權重，本研究問卷設計共有三個層級，針對企業減碳衡量指標研究，第一層為最終目標，故此層不分析，而問卷針對第二、三層求出構面的權重與準則之權重排序，利用評量表作成兩兩因素相對重要性比較，作為問卷的第一部分，問卷的第三部分則為受訪者的基本資料，用以了解受訪者的專家程度，問卷部分內容設計說明如附錄二。

表 4-5 層級分析法問卷發放與回收統計表

樣本群屬性	發放數	回收數	有效問卷
企業界	20	13	6
合計	20	13	6

資料來源:本研究整理

### 二、問卷結果分析與管理意涵

本研究利用層級分析法，針對關心節能減碳議題之企業進行 AHP 問卷設計與發放，目標為探討企業減碳衡量指標評選構面與準則之優先次序。按照第三章第四節層級分析法之研究架構與運算步驟，將六份有效回收問卷進行層級分析法，並輔以 Excel 與 Expert Choice 軟體之協助，計算出各構面與準則之相對權重，運算步驟說明如下所示：

#### 步驟一:立層級架構

本研究經由文獻回顧整理分析及透過德菲法專家問卷調查，初步擬定企業減碳衡量指標，共分為「能源效率提升」、「加強研究發展」、「推廣節能教育」、「綠色供應鏈」、「降低能源消耗」及「重視環保安全」六大構面及十八個準則，建立層級架構如圖 4-1 所示。



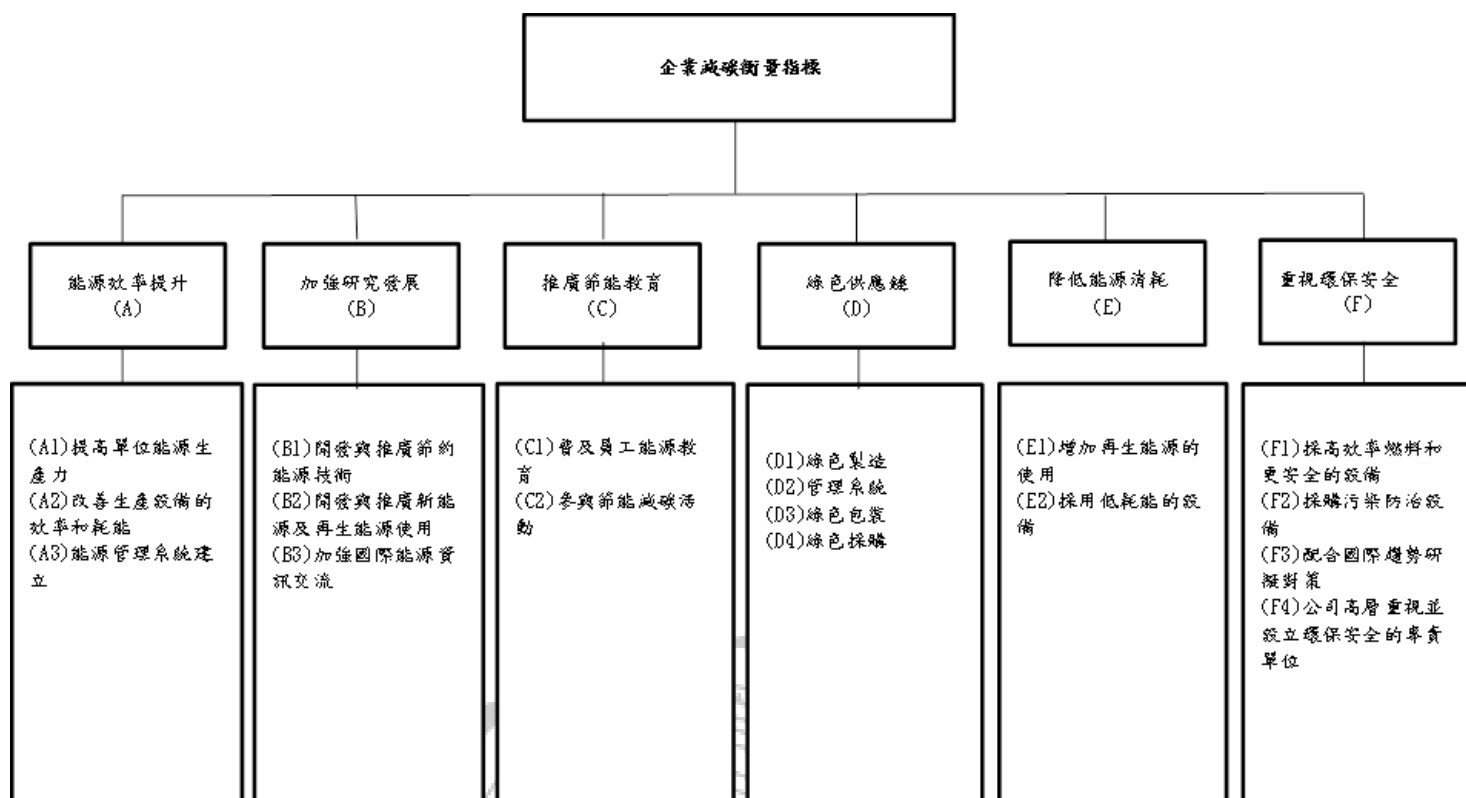


圖 4-1 企業減碳衡量指標評選構面與準則架構圖

資料來源:本研究整理

### 步驟二:立各層級成對比較矩陣

本研究建立成對比較矩陣，並將問卷調查結果置於成對比較矩陣的上三角形部份（主對角線為各因素自身之比較，故其值皆為 1），而下三角形部份的值為上三角形部份相對位置數值之倒數。以六構面原始成對比較矩陣為例，說明成對比較矩陣，如表 4-6 所示。

表 4-6 六構面對於企業減碳衡量指標評估之成對比較矩陣

構面	能源效率提升(A)	加強研究發展(B)	推廣節能教育(C)	綠色供應鏈(D)	降低能源消耗(E)	重視環保安全(F)
能源效率提升(A)	1.0000	1.4142	1.0978	3.5376	1.5060	1.3183
加強研究發展(B)	0.7071	1.0000	1.7320	1.6189	3.0968	1.6984
推廣節能教育(C)	0.9109	0.5773	1.0000	1.8732	1.2643	1.0491

表 4-6 六構面對於企業減碳衡量指標評估之成對比較矩陣(續)

構面	能源效率 提升(A)	加強研究 發展(B)	推廣節能 教育(C)	綠色供應 鏈(D)	降低能源 消耗(E)	重視環保 安全(F)
綠色供應鏈(D)	0.2826	0.6177	0.5338	1.0000	3.3133	1.0379
降低能源消耗 (E)	0.6640	0.3229	0.7909	0.3018	1.0000	2.3956
重視環保安全 (F)	0.7585	0.5887	0.9531	0.9634	0.4174	1.0000

資料來源:本研究整理

### 步驟三:層級之特徵向量計算

六構面對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量，經計算整理如表 4-7 所示。

表 4-7 各六構面對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果

主要構面	能源效率 提升(A)	加強研究 發展(B)	推廣節能 教育(C)	綠色供應 鏈(D)	降低能源 消耗(E)	重視環保 安全(F)	特徵向 量
能源效率 提升(A)	1.0000	1.4142	1.0978	3.5376	1.5060	1.3183	0.200
加強研究 發展(B)	0.7071	1.0000	1.7320	1.6189	3.0968	1.6984	0.109
推廣節能 教育(C)	0.9109	0.5773	1.0000	1.8732	1.2643	1.0491	0.177
綠色供應 鏈(D)	0.2826	0.6177	0.5338	1.0000	3.3133	1.0379	0.086
降低能源 消耗(E)	0.6640	0.3229	0.7909	0.3018	1.0000	2.3956	0.289
重視環保 安全(F)	0.7585	0.5887	0.9531	0.9634	0.4174	1.0000	0.139
Column Sum	4.3231	4.5208	6.1076	9.2949	10.5978	8.4993	1.000

資料來源:本研究整理

針對能源效率提升(A)項下之準則， $W_{a1}$ 代表依據各問卷資料求出有關「提高單位能源生產力(A1)的權重值」、 $W_{a2}$ 代表依據各問卷資料求出有關「改善生產設備的效率和耗能(A2)的權重值」、 $W_{a3}$ 代表依據各問卷資料求出有關「能源管理系統建立(A3)的權重值」，如表 4-8 所示。

表 4-8 能源效率提升各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果

能源效率提升	$W_{a1}$	$W_{a2}$	$W_{a3}$
樣本 1	0.085	0.271	0.644
樣本 2	0.143	0.143	0.714
樣本 3	0.194	0.063	0.743
樣本 4	0.243	0.056	0.701
樣本 5	0.245	0.072	0.649
樣本 6	0.085	0.271	0.644
特徵向量	0.139	0.192	0.669

資料來源:本研究整理

針對加強研究發展 (B) 項下之準則,  $W_{b1}$  代表依據各問卷資料求出有關「開發與推廣節約能源技術 (B1) 的權重值」、 $W_{b2}$  代表依據各問卷資料求出有關「開發與推廣新能源及再生能源使用 (B2) 的權重值」、 $W_{b3}$  代表依據各問卷資料求出有關「加強國際能源資訊交流 (B3) 的權重值」, 如表 4-9 所示。

表 4-9 加強研究發展各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果

加強研究發展	$W_{b1}$	$W_{b2}$	$W_{b3}$
樣本 1	0.474	0.149	0.396
樣本 2	0.287	0.078	0.635
樣本 3	0.731	0.188	0.081
樣本 4	0.383	0.058	0.559
樣本 5	0.429	0.143	0.429
樣本 6	0.443	0.169	0.387
特徵向量	0.484	0.133	0.383

資料來源:本研究整理

針對推廣節能教育 (C) 項下之準則,  $W_{c1}$  代表依據各問卷資料求出有關「普及員工能源教育 (C1) 的權重值」、 $W_{c2}$  代表依據各問卷資料求出有關「參與節能減碳活動 (C2) 的權重值」, 如表 4-10 所示。

表 4-10 推廣節能教育各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果

推廣節能教育	$W_{c1}$	$W_{c2}$
樣本 1	0.875	0.125
樣本 2	0.875	0.125
樣本 3	0.750	0.250
樣本 4	0.125	0.875
樣本 5	0.889	0.111
樣本 6	0.750	0.250
特徵向量	0.738	0.262

資料來源:本研究整理

針對綠色供應鏈 (D) 項下之準則， $W_{d1}$  代表依據各問卷資料求出有關「綠色製造 (D1) 的權重值」、 $W_{d2}$  代表依據各問卷資料求出有關「管理系統(D2) 的權重值」、 $W_{d3}$  代表依據各問卷資料求出有關「綠色包裝 (D3) 的權重值」、 $W_{d4}$  代表依據各問卷資料求出有關「綠色採購 (D4) 的權重值」，如表 4-11 所示。

表 4-11 綠色供應鏈各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果

綠色供應鏈	$W_{d1}$	$W_{d2}$	$W_{d3}$	$W_{d4}$
樣本 1	0.346	0.081	0.286	0.286
樣本 2	0.089	0.613	0.089	0.208
樣本 3	0.265	0.508	0.075	0.151
樣本 4	0.066	0.116	0.538	0.279
樣本 5	0.229	0.076	0.280	0.415
樣本 6	0.236	0.066	0.120	0.577
特徵向量	0.217	0.194	0.227	0.363

資料來源:本研究整理

針對降低能源消耗 (E) 項下之準則， $W_{e1}$  代表依據各問卷資料求出有關「增加再生能源的使用 (E1) 的權重值」、 $W_{e2}$  代表依據各問卷資料求出有關「採用低耗能的設備(E2) 的權重值」，如表 4-12 所示。

表 4-12 降低能源消耗各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果

降低能源消耗	$W_{e1}$	$W_{e2}$
樣本 1	0.500	0.500
樣本 2	0.833	0.073
樣本 3	0.167	0.833
樣本 4	0.125	0.875
樣本 5	0.111	0.889
樣本 6	0.125	0.875
特徵向量	0.178	0.822

資料來源:本研究整理

針對重視環保安全 (F) 項下之準則,  $W_{f1}$  代表依據各問卷資料求出有關「採高效率燃料和更安全的設備 (F1) 的權重值」、 $W_{f2}$  代表依據各問卷資料求出有關「採購污染防治設備(F2) 的權重值」、 $W_{f3}$  代表依據各問卷資料求出有關「配合國際趨勢研擬對策 (F3) 的權重值」、 $W_{f4}$  代表依據各問卷資料求出有關「公司高層重視並設立環保安全的專責單位 (F4) 的權重值」, 如表 4-13 所示。

表 4-13 重視環保安全各準則對於企業減碳衡量指標評估之特徵向量計算結果

重視環保安全	$W_{f1}$	$W_{f2}$	$W_{f3}$	$W_{f4}$
樣本 1	0.288	0.371	0.111	0.230
樣本 2	0.184	0.049	0.091	0.677
樣本 3	0.680	0.096	0.077	0.147
樣本 4	0.153	0.036	0.460	0.351
樣本 5	0.206	0.050	0.076	0.668
樣本 6	0.191	0.049	0.102	0.658
特徵向量	0.299	0.089	0.142	0.470

資料來源:本研究整理

**步驟四:計算成對比較矩陣之最大特徵值  $\lambda_{max}$**

**步驟五:各層級之一致性檢定**

本研究以群體層之成對比較矩陣為例說明, 構面群體層之階數  $n$  值為 6, 由表 3-5 可查得 RI 值為 1.24。依據 Saaty 之建議, C.I.及 C.R.宜在 0.1 左右, 如此一致性才能獲得保證。在此本研究將 C.I.值與 C.R.值放寬至 0.15。

由公式(3.1)  $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (6.75 - 6) / (6 - 1) = 0.15 \leq 0.15$

由公式(3.3)  $CR = CI / RI = 0.15 / 1.24 = 0.12 < 0.15$

各層級之一致性檢定結果如表 4-14~表 4-20。

表 4-14 構面之一致性檢定結果

構面	W <sub>a</sub>	W <sub>b</sub>	W <sub>c</sub>	W <sub>d</sub>	W <sub>e</sub>	W <sub>f</sub>	λ max	C.I.	C.R.
樣本 1	0.178	0.196	0.215	0.151	0.112	0.149	6.75	0.15	0.121
樣本 2	0.423	0.029	0.042	0.113	0.320	0.073	6.75	0.15	0.121
樣本 3	0.140	0.091	0.375	0.025	0.272	0.096	6.50	0.10	0.081
樣本 4	0.047	0.110	0.218	0.022	0.306	0.297	6.70	0.14	0.113
樣本 5	0.245	0.045	0.048	0.050	0.581	0.030	6.50	0.10	0.081
樣本 6	0.164	0.190	0.206	0.178	0.103	0.160	6.55	0.11	0.089

資料來源:本研究整理

表 4-15 能源效率提升之準則一致性檢定結果

	W <sub>a1</sub>	W <sub>a2</sub>	W <sub>a3</sub>	λ max	C.I.	C.R.
樣本 1	0.085	0.271	0.644	3.10	0.05	0.040
樣本 2	0.143	0.143	0.714	3.00	0.00	0.000
樣本 3	0.194	0.063	0.743	3.14	0.07	0.056
樣本 4	0.243	0.056	0.701	3.20	0.10	0.081
樣本 5	0.245	0.072	0.649	3.12	0.06	0.048
樣本 6	0.085	0.271	0.644	3.10	0.05	0.040

資料來源:本研究整理

表 4-16 加強研究發展之準則一致性檢定結果

	W <sub>b1</sub>	W <sub>b2</sub>	W <sub>b3</sub>	λ max	C.I.	C.R.
樣本 1	0.474	0.149	0.396	3.10	0.05	0.040
樣本 2	0.287	0.078	0.635	3.18	0.09	0.073
樣本 3	0.731	0.188	0.081	3.12	0.06	0.048
樣本 4	0.383	0.058	0.559	3.20	0.10	0.081
樣本 5	0.429	0.143	0.429	3.00	0.00	0.000
樣本 6	0.443	0.169	0.387	3.04	0.02	0.016

資料來源:本研究整理

表 4-17 推廣節能教育之準則一致性檢定結果

	$W_{e1}$	$W_{e2}$	$\lambda_{max}$	C.I.	C.R.
樣本 1	0.875	0.125	2.00	0.00	0.000
樣本 2	0.875	0.125	2.00	0.00	0.000
樣本 3	0.750	0.250	2.00	0.00	0.000
樣本 4	0.125	0.875	2.00	0.00	0.000
樣本 5	0.889	0.111	2.00	0.00	0.000
樣本 6	0.750	0.250	2.00	0.00	0.000

資料來源:本研究整理

表 4-18 綠色供應鏈之準則一致性檢定結果

	$W_{d1}$	$W_{d2}$	$W_{d3}$	$W_{d4}$	$\lambda_{max}$	C.I.	C.R.
樣本 1	0.346	0.081	0.286	0.286	4.060	0.02	0.016
樣本 2	0.089	0.613	0.089	0.208	4.18	0.06	0.048
樣本 3	0.265	0.508	0.075	0.151	4.21	0.07	0.056
樣本 4	0.066	0.116	0.538	0.279	4.27	0.09	0.073
樣本 5	0.229	0.076	0.280	0.415	4.21	0.07	0.056
樣本 6	0.236	0.066	0.120	0.577	4.30	0.10	0.081

資料來源:本研究整理

表 4-19 降低能源消耗之準則一致性檢定結果

	$W_{e1}$	$W_{e2}$	$\lambda_{max}$	C.I.	C.R.
樣本 1	0.500	0.500	2.00	0.00	0.000
樣本 2	0.833	0.073	2.00	0.00	0.000
樣本 3	0.167	0.833	2.00	0.00	0.000
樣本 4	0.125	0.875	2.00	0.00	0.000
樣本 5	0.111	0.889	2.00	0.00	0.000
樣本 6	0.125	0.875	2.00	0.00	0.000

資料來源:本研究整理

表 4-20 重視環保安全之準則一致性檢定結果

	$W_{f1}$	$W_{f2}$	$W_{f3}$	$W_{f4}$	$\lambda \max$	C.I.	C.R.
樣本 1	0.288	0.371	0.111	0.230	4.27	0.09	0.073
樣本 2	0.184	0.049	0.091	0.677	4.39	0.13	0.105
樣本 3	0.680	0.096	0.077	0.147	4.15	0.05	0.040
樣本 4	0.153	0.036	0.460	0.351	4.27	0.09	0.073
樣本 5	0.206	0.050	0.076	0.668	4.27	0.09	0.073
樣本 6	0.191	0.049	0.102	0.658	4.21	0.07	0.056

資料來源:本研究整理

### 步驟六:計算各層級影響因素之權重

由以上步驟可得群體層級之一致性指標 C.I.、C.R.皆小於 0.15(本研究將數據放寬至 0.15)，因此可將經由成對比較矩陣計算所得之特徵向量作為企業減碳衡量指標之第一層級權重值  $\beta^T$ 。

$$\beta^T = (0.200, 0.109, 0.177, 0.086, 0.289, 0.139)$$

再依據第一層級之權重值，分別帶入之權重，求出準則的層級串聯之權重向量：

#### 一、能源效率提升

針對能源效率提升項下的三個評估準則，求出之權重向量為：

$$(W_{a1}, W_{a2}, W_{a3}) = (0.139, 0.192, 0.669)$$

乘上能源效率提升所佔的權重值(0.200)，計算得出層級串聯之權重值：

$$0.200 \times (0.139, 0.192, 0.669) = (0.0278, 0.3840, 0.1338)$$

#### 二、加強研究發展

針對加強研究發展項下的三個評估準則，求出之權重向量為：

$$(W_{b1}, W_{b2}, W_{b3}) = (0.484, 0.133, 0.383)$$

乘上加強研究發展所佔的權重值(0.109)，計算得出層級串聯之權重值：

$$0.109 \times (0.484, 0.133, 0.383) = (0.0527, 0.0144, 0.0417)$$

#### 三、推廣節能教育

針對推廣節能教育項下的二個評估準則，求出之權重向量為：

$$(W_{c1}, W_{c2}) = (0.738, 0.262)$$



乘上推廣節能教育所佔的權重值(0.177)，計算得出層級串聯之權重值:

$$0.177 \times (0.738, 0.262) = (0.1306, 0.0463)$$

#### 四、綠色供應鏈

針對綠色供應鏈項下的四個評估準則，求出之權重向量為:

$$(W_{d1}, W_{d2}, W_{d3}, W_{d4}) = (0.217, 0.194, 0.227, 0.363)$$

乘上綠色供應鏈所佔的權重值(0.086)，計算得出層級串聯之權重值:

$$0.086 \times (0.217, 0.194, 0.227, 0.363) = (0.0186, 0.0166, 0.0195, 0.0312)$$

#### 五、降低能源消耗

針對降低能源消耗項下的四個評估準則，求出之權重向量為:

$$(W_{e1}, W_{e2}) = (0.178, 0.822)$$

乘上降低能源消耗所佔的權重值(0.289)，計算得出層級串聯之權重值:

$$0.289 \times (0.178, 0.822) = (0.0514, 0.2375)$$

#### 六、重視環保安全

針對重視環保安全下的四個評估準則，求出之權重向量為:

$$(W_{f1}, W_{f2}, W_{f3}, W_{f4}) = (0.299, 0.089, 0.142, 0.470)$$

乘上重視環保安全所佔的權重值(0.139)，計算得出層級串聯之權重值:

$$0.139 \times (0.299, 0.089, 0.142, 0.470) = (0.0415, 0.0123, 0.0197, 0.0653)$$

**步驟七:整合各影響因素之絕對權重，如表 4-21 所示。**

表 4-21 各影響因素之相對、絕對權重

第一層	指標	相對權重	絕對權重	構面順序	準則順序	順序
能源效率提升 (0.2)	提高單位能源生產力	0.139	0.0278	2	3	12
	改善生產設備的效率和耗能	0.192	0.3840		2	1
	能源管理系統建立	0.669	0.1338		1	3
加強研究發展 (0.109)	開發與推廣節約能源技術	0.484	0.0527	5	1	6
	開發與推廣新能源及再生能源使用	0.133	0.0144		3	17
	加強國際能源資訊交流	0.383	0.0417		2	9
推廣節能教育 (0.177)	普及員工能源教育	0.738	0.1306	3	1	4
	參與節能減碳活動	0.262	0.0463		2	8
綠色供應鏈 (0.086)	綠色製造	0.217	0.0186	6	3	15
	管理系統	0.194	0.0166		4	16
	綠色包裝	0.227	0.0195		2	14
	綠色採購	0.363	0.0312		1	11
降低能源消耗 (0.289)	增加再生能源的使用	0.178	0.0514	1	2	7
	採用低耗能的設備	0.822	0.2375		1	2
重視環保安全 (0.139)	採高效率燃料和更安全的設備	0.299	0.0415	4	2	10
	採購污染防治設備	0.089	0.0123		4	18
	配合國際趨勢研擬對策	0.142	0.0197		3	13
	公司高層重視並設立環保安全的專責單位	0.470	0.0653		1	5

資料來源:本研究整理

藉由層級分析法對各準則之相對重要性進行權重分析，經問卷分析發現，在「能源效率提升」、「加強研究發展」、「推廣節能教育」、「綠色供應鏈」、「降低能

源消耗」、「重視環保安全」六個構面中，以「降低能源消耗」所佔之權數最高，約佔 28.9%，而「能源效率提升」、「加強研究發展」、「推廣節能教育」、「綠色供應鏈」、「重視環保安全」，各約佔 20%、10.9%、17.7%、8.6%、13.9%。由層級分析法，顯示選擇減碳衡量指標時，「降低能源消耗」為較受重視的課題，這可能是因為能源價格的上漲，使企業使用能源的成本提高，因而影響公司獲利。如從航空公司到玻璃製造等各個行業，眾多公司都在控制能源消耗、改造機械設備、改變生產計劃，以抵消能源成本。比如，家用磚頭生產商 Pinehall Brick Co.就開始在磚上開稍大些的孔，因為生產更輕的磚所消耗的電力將更少。

在能源效率提升構面下的準則中，其相對權重大小以「能源管理系統建立」之權重最高，約佔 66.9%；「改善生產設備的效率和耗能」之權重次之，約佔 19.2%；「提高單位能源生產力」之權重最小，約佔 13.9%。當企業若想從能源效率提升方面做改善時，根據研究結果，企業可優先考慮能源管理系統建立與改善生產設備的效率和耗能方面之改善，最後再考量提高單位能源生產力。

在加強研究發展構面下的準則中，其相對權重大小以「開發與推廣節約能源技術」之權重最高，約佔 48.4%；「加強國際能源資訊交流」之權重次之，約佔 38.3%；「開發與推廣新能源及再生能源使用」之權重最小，約佔 13.3%。當企業若想從加強研究發展方面做改善時，根據研究結果，企業可優先考慮開發與推廣節約能源技術與加強國際能源資訊交流方面之改善，最後再考量開發與推廣新能源及再生能源使用。

在推廣節能教育構面下的準則中，其相對權重大小以「普及員工能源教育」之權重最高，約佔 73.8%；「參與節能減碳活動」之權重次之，約佔 26.2%。當企業若想從推廣節能教育方面做改善時，根據研究結果，企業可優先考慮普及員工能源教育方面之改善，最後再考量參與節能減碳活動。

在綠色供應鏈構面下的準則中，其相對權重大小以「綠色採購」之權重最高，約佔 36.3%；「綠色包裝」之權重次之，約佔 22.7%；「綠色製造」之權重第

三，約佔 21.7%；「管理系統」之權重最小，約佔 19.4%。當企業若想從綠色供應鏈方面做改善時，根據研究結果，企業可優先考慮綠色採購與綠色包裝方面之改善，最後再考量管理系統。

在降低能源消耗構面下的準則中，其相對權重大小以「採用低耗能的設備」之權重最高，約佔 82.2%；「增加再生能源的使用」之權重次之，約佔 17.8%。當企業若想從降低能源消耗方面做改善時，根據研究結果，企業可優先考慮採用低耗能的設備方面之改善，最後再考量增加再生能源的使用。

在重視環保安全構面下的準則中，其相對權重大小以「公司高層重視並設立環保安全的專責單位」之權重最高，約佔 47%；「採高效率燃料和更安全的設備」之權重次之，約佔 29.9%；「配合國際趨勢研擬對策」之權重第三，約佔 14.2%；「採購污染防治設備」之權重最小，約佔 8.9%。當企業若想從重視環保安全方面做改善時，根據研究結果，企業可優先公司高層重視並設立環保安全的專責單位與採高效率燃料和更安全的設備方面之改善，最後再考量採購污染防治設備。

整體而言，在絕對權重中，以「能源效率提升之改善生產設備的效率和耗能」之權重最高，約佔 38.4%；「降低能源消耗之採用低耗能的設備」之權重次之，約佔 23.7%；「能源效率提升之能源管理系統建立」之權重第三，約佔 13.3%；反之，「重視環保安全之採購污染防治設備」之權重最低，約佔 1.2%。

### 第三節 DEMATEL 結果分析

#### 一、六構面結果分析與管理意涵

本研究利用決策實驗室分析法，針對關心減碳議題之企業進行問卷調查，找出評選構面與準則間是否具有因果關係以及其關聯度大小。按照第三章第五節決策實驗室分析法之研究架構與運算步驟，將六份有效回收問卷樣本進行決策實驗室分析法，並利用 Excel 軟體操作，運算步驟說明如下：

#### 步驟一：建立直接關係矩陣

此步驟即根據六份有效問卷樣本( $H_1 \sim H_6$ )對於六個評選構面的直接關係矩

陣( $X^1 \sim X^6$ ) 列出如下所示：

$$\begin{aligned}
 H_1: X^1 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 & 2 & 0 & 4 & 3 \\ 4 & 0 & 0 & 1 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 4 \\ 3 & 4 & 2 & 3 & 0 & 3 \\ 2 & 1 & 3 & 3 & 3 & 0 \end{bmatrix} & H_2: X^2 &= \begin{bmatrix} 0 & 2 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\
 H_3: X^3 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 & 1 & 4 & 4 \\ 2 & 0 & 3 & 4 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 0 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 4 & 0 & 3 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 3 & 0 & 4 \\ 2 & 4 & 4 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix} & H_4: X^4 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 4 & 3 & 4 & 4 \\ 3 & 0 & 3 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 0 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 2 & 0 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 3 & 3 & 0 & 3 \\ 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 0 \end{bmatrix} \\
 H_5: X^5 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 3 & 4 & 2 \\ 4 & 0 & 1 & 3 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 4 & 3 & 1 & 0 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 1 & 3 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 3 & 2 & 3 & 0 \end{bmatrix} & H_6: X^6 &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 2 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 0 & 3 & 1 \\ 4 & 1 & 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

### 步驟二：建立平均專家意見矩陣

統計六份問卷樣本對於六個評選構面直接關係矩陣之算術平均值，亦即將相同 row×column 位置的六個元素求算術平均數，得到如

表 4-22 之結果，將數值分別放入矩陣內，並將對角數值設為 0，以產生直接關係矩陣(A)，如公式 4.1 所示。其中矩陣(A)的第一個元素  $a_{11}$  將等於  $(0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 6 = 0$ ，其它以此類推。其中  $a_{ij}$  為矩陣(A)的元素。

表 4-22 六構面相互影響評量之算術平均值

構面	能源效率提升(A)	加強研究發展(B)	推廣節能教育(C)	綠色供應鏈(D)	降低能源消耗(E)	重視環保安全(F)
能源效率提升(A)	0.0000	2.8333	2.1666	1.5000	3.8333	2.6666
加強研究發展(B)	2.6666	0.0000	1.5000	2.1666	2.5000	2.3333
推廣節能教育(C)	1.8333	1.8333	0.0000	1.6666	2.3333	2.8333
綠色供應鏈(D)	2.1666	2.1666	1.6666	0.0000	2.3333	2.8333
降低能源消耗(E)	3.5000	3.0000	2.5000	2.5000	0.0000	2.3333
重視環保安全(F)	1.6666	2.0000	2.6666	2.3333	2.3333	0.0000

資料來源:本研究整理

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 2.8333 & 2.1666 & 1.5000 & 3.8333 & 2.6666 \\ 2.6666 & 0 & 1.5000 & 2.1666 & 2.5000 & 2.3333 \\ 1.8333 & 1.8333 & 0 & 1.6666 & 2.3333 & 2.8333 \\ 2.1666 & 2.1666 & 1.6666 & 0 & 2.3333 & 2.8333 \\ 3.5000 & 3.0000 & 2.5000 & 2.5000 & 0 & 2.3333 \\ 1.6666 & 2.0000 & 2.6666 & 2.3333 & 2.3333 & 0 \end{bmatrix} \quad (式 4.1)$$

從表 4-22 得知，六位受訪者在進行六構面間相互影響程度時，所獲得之平均數未必相互對稱，如『加強研究發展』與『能源效率提升』相互比較時，所得到之數值為 2.6666，而『能源效率提升』與『加強研究發展』相互比較時，所得到之數值為 2.8333，主要是因為每個構面依照填卷者所站之角度不同，而有不同之主觀見解，因此，在研究企業減碳衡量指標其構面與準則間之關聯性時，必須從不同之面向去探討其關係，這就是運用決策實驗室分析法之優勢所在。

另外，從表 4-22 也可發現，數值大小代表不同意義，所獲得數值越大，則表示此一構面影響另一構面之程度越大，反之，所獲得數值越小，則表示此一構面影響另一構面之程度越小。如表 4-22 中，『推廣節能教育』與『重視環保安全』相比後，所獲得之數值為 2.8333，顯示『推廣節能教育』對『重視環保安全』影響程度非常高；而『重視環保安全』與『推廣節能教育』相比後，所獲得之數值為 2.6666，顯示『重視環保安全』對『推廣節能教育』影響程度較小。依此類推，可得知平均專家意見矩陣(A)中各數值所代表之影響程度。

### 步驟三：建立標準化直接關係矩陣

計算矩陣(A)之各列數值之總和，算出各列總和最大數出現於第五列，亦即  $\max(12.9998, 11.1665, 10.4998, 11.1664, 13.8333, 10.9998) = 13.8333$ ，再將矩陣(A)內各數值分別乘以  $S = 1/13.8333$  ( $S = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq 6} \sum_{j=1}^6 a_{ij}}$ )，亦即透過  $D = A \times S$ ，可得到一標準化直接關係矩陣(D)。

$$D = A \times S = \begin{bmatrix} 0 & 0.2048 & 0.1566 & 0.1084 & 0.2771 & 0.1928 \\ 0.1928 & 0 & 0.1084 & 0.1566 & 0.1807 & 0.1687 \\ 0.1325 & 0.1325 & 0 & 0.1205 & 0.1687 & 0.2048 \\ 0.1566 & 0.1566 & 0.1205 & 0 & 0.1687 & 0.2048 \\ 0.2530 & 0.2169 & 0.1807 & 0.1807 & 0 & 0.1687 \\ 0.1205 & 0.1446 & 0.1928 & 0.1687 & 0.1687 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

#### 步驟四：建立總影響關係矩陣

在標準化直接關係矩陣(D)之後，因為  $\lim_{k \rightarrow \infty} D^k = 0$ ，(0 表示零矩陣)，故經由列公式  $T = \lim_{k \rightarrow \infty} (D + D^2 + \dots + D^k) = D(I - D)^{-1}$  (T 為總影響關係矩陣，D 為標準化直接關係矩陣，I 為單位矩陣)，可得知總影響關係矩陣(T)如下所示。

$$T = \begin{bmatrix} 0.9620 & 1.1287 & 1.0008 & 0.9395 & 1.2742 & 1.1810 \\ 1.0001 & 0.8370 & 0.8544 & 0.8681 & 1.0746 & 1.0368 \\ 0.9007 & 0.8997 & 0.7106 & 0.7964 & 1.0052 & 1.0084 \\ 0.9644 & 0.9635 & 0.8580 & 0.7278 & 1.0557 & 1.0561 \\ 1.2057 & 1.1787 & 1.0539 & 1.0267 & 1.1026 & 1.2121 \\ 0.9208 & 0.9365 & 0.8965 & 0.8570 & 1.0355 & 0.8693 \end{bmatrix} \quad (6)$$

#### 步驟五：總影響關係矩陣之行列運算

將總影響關係矩陣(T)內之每一列與每一行加總，可得各列之總和(D 值)與各行之總和(R 值)。並計算 D+R 與 D-R 之值如表 4-23 所示。

表 4-23 六構面總影響關係矩陣之行列運算表

列的和(D)(row)		行的和(R) (column)		行列的和(D+R)		行列的差(D-R)	
問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值
降低能源消耗	6.7797	降低能源消耗	6.5478	降低能源消耗	13.3275	能源效率提升	0.5325
能源效率提升	6.4862	重視環保安全	6.3637	能源效率提升	12.4399	綠色供應鏈	0.41
加強研究發展	5.671	能源效率提升	5.9537	重視環保安全	11.8793	降低能源消耗	0.2319
綠色供應鏈	5.6255	加強研究發展	5.9441	加強研究發展	11.6151	推廣節能教育	-0.0532
重視環保安全	5.5156	推廣節能教育	5.3742	綠色供應鏈	10.841	加強研究發展	-0.2731
推廣節能教育	5.321	綠色供應鏈	5.2155	推廣節能教育	10.6952	重視環保安全	-0.8481

資料來源:本研究整理

#### 步驟六：結果分析及繪製因果圖

經由表 4-23 之行列和(D+R)及行列差(D-R)之研究數據，分別以(D+R)為橫軸與(D-R)為縱軸之交叉方式，將六評選構面依其座標值繪製於座標圖上，另外，

為了呈現較顯著之因果關係，將總影響關係矩陣(T)內之值，透過門檻值的設定進行刪除以呈現較顯著的因果關係，其中門檻值為總影響關係矩陣(T)內之值取算術平均數(0.9833)，如表 4-24 所示，最後將大於或等於門檻值的數值依六構面之比較關係繪製於座標圖上，以取得各評選構面間直接關係因果圖，如圖 4-2 所示。

六構面:「能源效率提升(A)」「加強研究發展(B)」「推廣節能教育(C)」「綠色供應鏈(D)」「降低能源消耗(E)」與「重視環保安全(F)」。

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.9620 & 1.1287 & 1.0008 & 0.9395 & 1.2742 & 1.1810 \\ 1.0001 & 0.8370 & 0.8544 & 0.8681 & 1.0746 & 1.0368 \\ 0.9007 & 0.8997 & 0.7106 & 0.7964 & 1.0052 & 1.0084 \\ 0.9644 & 0.9635 & 0.8580 & 0.7278 & 1.0557 & 1.0561 \\ 1.2057 & 1.1787 & 1.0539 & 1.0267 & 1.1026 & 1.2121 \\ 0.9208 & 0.9365 & 0.8965 & 0.8570 & 1.0355 & 0.8693 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

表 4-24 企業減碳衡量指標之六構面因果表

線向	相關值	門檻值	判讀	線向	相關值	門檻值	判讀
A→B	1.1287	0.9833	+	D→A	0.9644	0.9833	-
A→C	1.0008	0.9833	+	D→B	0.9635	0.9833	-
A→D	0.9395	0.9833	-	D→C	0.8580	0.9833	-
A→E	1.2742	0.9833	+	D→E	1.0557	0.9833	+
A→F	1.1810	0.9833	+	D→F	1.0561	0.9833	+
B→A	1.0001	0.9833	+	E→A	1.2057	0.9833	+
B→C	0.8544	0.9833	-	E→B	1.1787	0.9833	+
B→D	0.8681	0.9833	-	E→C	1.0539	0.9833	+
B→E	1.0746	0.9833	+	E→D	1.0267	0.9833	+
B→F	1.0368	0.9833	+	E→F	1.2121	0.9833	+
C→A	0.9007	0.9833	-	F→A	0.9208	0.9833	-
C→B	0.8997	0.9833	-	F→B	0.9365	0.9833	-
C→D	0.7964	0.9833	-	F→C	0.8965	0.9833	-
C→E	1.0052	0.9833	+	F→D	0.8570	0.9833	-
C→F	1.0084	0.9833	+	F→E	1.0355	0.9833	+

資料來源:本研究整理



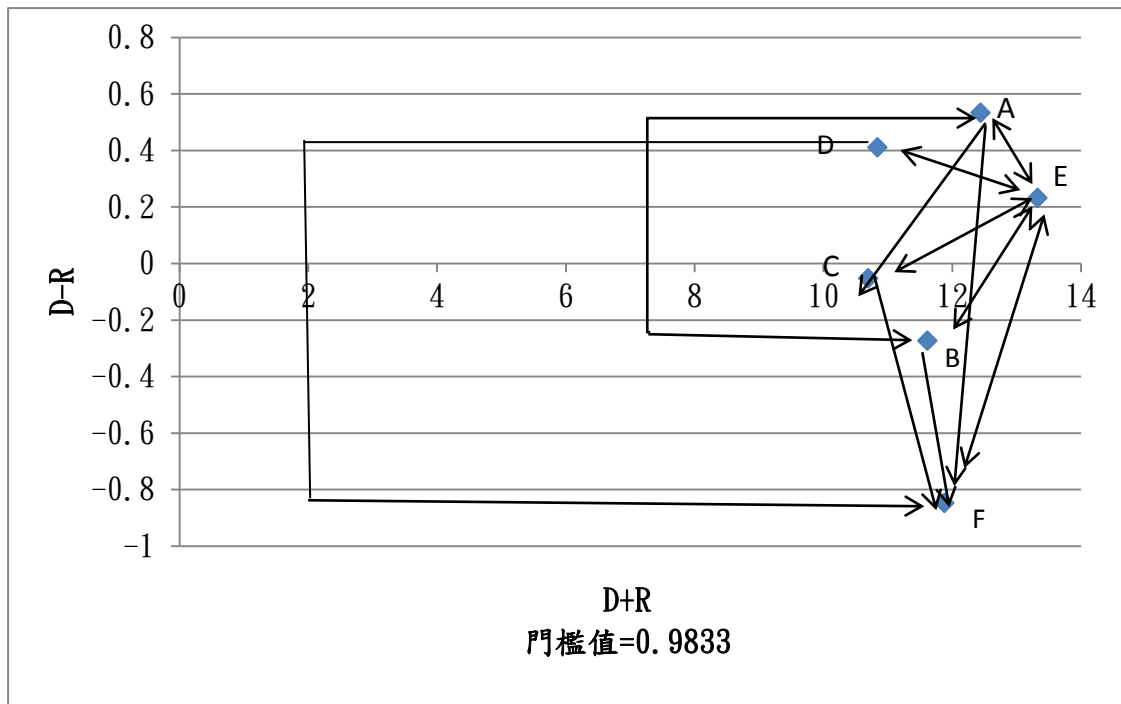


圖 4-2 六構面因果圖

資料來源:本研究整理

根據六構面之因果圖可得知六構面間複雜之因果關係，其中，降低能源消耗、能源效率提升與重視環保安全此三構面之數值，位於因果圖之  $D+R$  (關聯度) 右方之位置，且此三構面經計算其  $D+R$  值均大於平均數 11.7997，因此可得知三個構面與其它構面相較之下關聯程度較大。另外，能源效率提升、綠色供應鏈與降低能源消耗因  $D-R$  值大於 0，表示其屬於導致類構面，即為因果關係中的因；推廣節能教育、加強研究發展與重視環保安全因  $D-R$  值小於 0 則屬於被影響類構面，即因果關係中的果。

企業減碳不論是在現今甚至未來都是一個令企業重視之問題，隨著時間流逝與環境改變，企業節能減碳也隨之受到重視，如在環境能源永續發展觀念盛行下，降低能源消耗與過去相比已越來越受到重視，然而，企業如何在眾多競爭者中脫穎而出，並持續維持競爭力，仍是相當重要之決策。企業在眾多評選構面與準則中，應如何做取捨才能獲得最大之效益，並獲有效的改善而提昇自身競爭力呢？

根據六構面因果圖， $D+R$  為關聯度，若評選構面關聯度越高，代表其在

企業減碳的運作重要程度也越高，企業對於這些構面也有較大的意願改善，因此，從關聯度(D+R)來看，六構面中企業可能較願意針對關聯度較高的降低能源消耗、能源效率提升與重視環保安全構面進行改善。另外，當 D-R(原因度)為負，代表對企業而言其偏向被影響構面，因此企業對這類型構面較沒有改善的空間；若為正代表此類型構面為導致構面，企業針對此類構面可調整改善的彈性較大。因此，從原因度(D-R)來看，六構面中屬於導致類構面共有三個，分別為能源效率提升、綠色供應鏈與降低能源消耗，若配合關聯度來看，企業可針對降低能源消耗和能源效率提升進行改善與調整，因其不僅關聯度分別為最高和次高又屬於導致類元素，從降低能源消耗和能源效率提升下手，不僅僅改變降低能源消耗和能源效率提升本身，也可能影響到其它構面之改善。

除了透過關聯度與原因度之分析，因果圖中箭頭方向也隱含重要之管理意涵。從六構面因果圖可發現，能源效率提升其箭頭方向較多指向其它構面，而僅兩箭頭指向此一個構面，代表所有導致類構面中，能源效率提升除與降低能源消耗和加強研究發展為雙向影響影響外，較多單向影響其他構面，卻不會受到其它構面之影響，因此，若企業從此一構面著手，將獲得最大之改善績效。舉例來說，若企業針對能源效率提升進行績效改善，會直接影響推廣節能教育與重視環保安全構面，而這二個構面受到影響而產生之變化卻不會影響能源效率提升；相對地，若企業針對降低能源消耗進行改善，雖然會影響其他五個構面，但降低能源消耗本身卻也受到其它五個構面的影響，在這種完全雙向影響下可能因此削弱改善之程度。因此，從箭頭方向角度來看，企業可針對能源效率提升進行改善。

綜合以上分析，亦即綜合因果圖中的關聯度、原因度與箭頭方向，能源效率提升為最值得企業投入改善之構面，因這個構面屬於導致類構面，且其箭頭方向較多單向指向其它構面，表示若針對此構面進行改善，不僅可有效率的影響其它構面之改善，且受到其它構面反向之影響，而削弱其改善程度較小。雖然關聯度(D+R)代表構面在整個運作中之重要程度，亦即對企業來說，降低能源消耗是最

重要之構面；相對其能源效率提升為次等重要。但藉由分析六構面之間因果關係，降低能源消耗雖屬於因果關係當中的因，但從箭頭方向可發現降低能源消耗受到其它五個構面之影響，單純針對降低能源消耗做改善並無法獲得明顯之效果，若要使降低能源消耗績效提升必須同時改善其它五個構面，如此改善幅度才有可能增加；相對地，能源效率提升屬於因果關係當中的因，且其箭頭方向單向指向推廣節能教育和重視環保安全構面，亦即針對能源效率提升做改善，不僅能源效率提升本身獲得改善，連帶推廣節能教育和重視環保安全也會受到影響而使其績效提升，且此提升之績效，因能源效率提升只受到加強研究發展和降低能源消耗構面雙向影響，相較之下較容易被評估達成，因此，企業若想達到較佳之績效改善，改善能源效率提升構面相較於改善降低能源消耗構面將來的更有效率。

最後根據關聯度、原因度與箭頭方向綜合判斷，能源效率提升為供應商從事改善之最佳選擇，因其不僅屬於導致類構面，且箭頭方向也較多單指向其他構面，另外，能源效率提升構面關聯度又高於平均數，代表其在企業減碳衡量指標中之重要程度較大。因此，企業若想達到減碳最有效率之改善效果並使績效有效提升，應著手於能源效率提升構面之改善。

利用相同程序，以下針對企業減碳衡量指標的六構面中的十八個準則之 DEMATEL 相關運算步驟與結果，如下所示。

## 二、十八個準則因果圖分析與管理意涵：

### (一) 能源效率提升結果分析

1. 能源效率提升構面下，三個準則直接關係矩陣以  $Y_A^k = [Y_{ij}^k]$  ( $i=1,2,\dots,3; j=1, 2, \dots, 3; k=1,2,3,\dots,6$ ) 表示，矩陣中  $Y_{ij}^k$  表示第 k 份問卷中，準則 i 影響準則 j 的程度，依序為：

$$\begin{aligned}
 H_1: Y_{\text{Efficiency}}^1 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 & 1 \\ 4 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} & H_2: Y_{\text{Efficiency}}^2 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 3 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 0 \end{bmatrix} \\
 H_3: Y_{\text{Efficiency}}^3 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} & H_4: Y_{\text{Efficiency}}^4 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 3 \\ 3 & 0 & 4 \\ 3 & 3 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$H_5: Y_{\text{Efficiency}}^5 = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 2 \\ 3 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad H_6: Y_{\text{Efficiency}}^6 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

2.能源效率提升構面下，平均專家意見矩陣(A<sub>Efficiency</sub>)為:

$$A_{\text{Efficiency}} = \begin{bmatrix} 0 & 3.5 & 2.6667 \\ 3.3333 & 0 & 2.8333 \\ 2.8333 & 2.8333 & 0 \end{bmatrix}$$

3.能源效率提升構面下，標準化直接關係矩陣(D<sub>Efficiency</sub>)為:

$$D_{\text{Efficiency}} = A_{\text{Efficiency}} \times S_{\text{Efficiency}} = \begin{bmatrix} 0 & 3.5 & 2.6667 \\ 3.3333 & 0 & 2.8333 \\ 2.8333 & 2.8333 & 0 \end{bmatrix} \times 0.1622$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0.5677 & 0.4325 \\ 0.5407 & 0 & 0.4596 \\ 0.4596 & 0.4596 & 0 \end{bmatrix}$$

4. 能源效率提升構面下，總影響關係矩陣(T'<sub>Efficiency</sub>)為:

$$T'_{\text{Efficiency}} = D'_{\text{Efficiency}} (I - D'_{\text{Efficiency}})^{-1}$$

$$= \begin{bmatrix} 13.1762 & 13.7756 & 12.4625 \\ 13.5142 & 13.4001 & 12.4632 \\ 12.7265 & 12.9495 & 11.4558 \end{bmatrix}$$

5.能源效率提升構面下，總影響關係矩陣之行列運算，如表 4-25 所示:

表 4-25 能源效率提升總影響關係矩陣之行列運算表

列的和(D)(row)		行的和(R) (column)		行列的和(D+R)		行列的差(D-R)	
問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值
提高單位能源生產力	39.4143	改善生產設備的效率和耗能	40.1252	改善生產設備的效率和耗能	79.5026	能源管理系統建立	0.7504
改善生產設備的效率和耗能	39.3774	提高單位能源生產力	39.4169	提高單位能源生產力	78.8312	提高單位能源生產力	-0.0026
能源管理系統建立	37.1319	能源管理系統建立	36.3815	能源管理系統建立	73.5134	改善生產設備的效率和耗能	-0.7478

資料來源:本研究整理

6.能源效率提升構面:「提高單位能源生產力(A1)」、「改善生產設備的效率和耗能(A2)」與「能源管理系統建立(A3)」。

$$T'_{\text{Efficiency}} = \begin{matrix} & \text{A1} & \text{A2} & \text{A3} \\ \text{A1} & [13.1762 & 13.7756 & 12.4625] \\ \text{A2} & [13.5142 & 13.4001 & 12.4632] \\ \text{A3} & [12.7265 & 12.9495 & 11.4558] \end{matrix}$$

表 4-26 能源效率提升因果表

線向	相關值	門檻值	判讀	線向	相關值	門檻值	判讀
A1→A2	13.7756	12.8804	+	A2→A3	12.4632	12.8804	-
A1→A3	12.4625	12.8804	-	A3→A1	12.7265	12.8804	-
A2→A1	13.5142	12.8804	+	A3→A2	12.9495	12.8804	+

資料來源:本研究整理

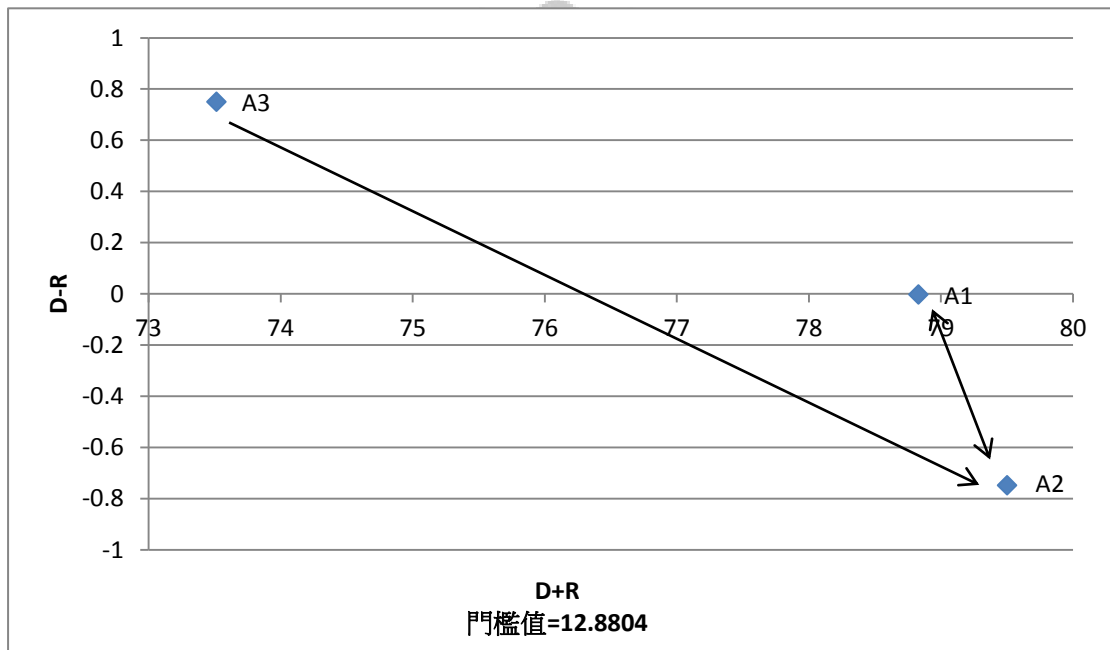


圖 4-3 能源效率提升因果圖

資料來源:本研究整理

根據圖 4-3 可得知能源效率提升構面下三個準則間複雜之因果關係，其中，改善生產設備的效率和耗能與提高單位能源生產力因位於因果圖之 D+R(關聯度)右方之位置，且經計算其 D+R 值均大於平均數 77.2824，因此可得知此兩個準則與其它準則相較之下關聯程度較大，亦即在整個過程中之重要程度也較高。另外，能源管理系統建立因 D-R 值大於 0，表示其屬於導致類元素，即為因果關係中的因；改善生產設備的效率和耗能與提高單位能源生產力因 D-R 值小於 0 則屬於

被影響類元素，即因果關係中的果。

從關聯度(D+R)來看，三個次準則中，企業可能較願意針對關聯度較高的改善生產設備的效率和耗能與提高單位能源生產力進行改善；從原因度(D-R)來看，三個次準則中屬於導致類準則是能源管理系統建立，若配合箭頭方向角度來看，能源管理系統建立箭頭方向僅單向指向其他準則，且無任何箭頭指向能源管理系統建立，代表能源管理系統建立只會單向影響其它準則，卻不會受到其它準則之影響，因此，若企業從能源管理系統建立著手，將獲得最大之改善績效。舉例來說，若企業針對能源管理系統建立進行改善，會直接影響改善生產設備的效率和耗能準則，而此準則受到影響而產生之變化卻能源管理系統建立；相對地，若企業針對改善生產設備的效率和耗能進行改善，其將遭受提高單位能源生產力之雙向影響，以及能源管理系統建立之單向影響。因此，相較之下，企業應針對能源管理系統建立進行改善。

綜合因果圖中的關聯度、原因度與箭頭方向，能源管理系統建立為最值得企業投入改善之準則，因能源管理系統建立屬於導致類次準則，且其箭頭方向僅單向指向其它次準則，表示若針對能源管理系統建立進行改善，不僅可有效率的影響改善生產設備的效率和耗能之改善，且不會受到其它準則反向之影響而削弱其改善程度。雖然關聯度(D+R)代表準則在整個減碳過程中之重要程度，亦即對企業來說，改善生產設備的效率和耗能是最重要之準則；能源管理系統建立相對最不重要。然而藉由分析能源效率提升構面下三個次準則之因果關係，改善生產設備的效率和耗能與提高單位能源生產力屬於因果關係當中的果，且從箭頭方向可發現改善生產設備的效率和耗能其它兩個準則之影響，單純針對改善生產設備的效率和耗能做改善並無法獲得明顯之效果，若要使改善生產設備的效率和耗能績效提升必須同時改善其它兩個準則，如此改善幅度才有可能增加，而此提升之績效因包含雙向影響(提高單位能源生產力為雙向影響)而難以衡量；相對地，能源管理系統建立屬於因果關係當中的因，且其箭頭方向指向改善生產設備的效率和

耗能準則，亦即針對能源管理系統建立做改善，不僅能源管理系統建立本身獲得改善，連帶改善生產設備的效率和耗能也會受到影響而使其績效提升，且此提升之績效，因能源管理系統建立並無受到其它準則之影響而容易被評估達成，因此，企業若想達到最適之績效改善，改善能源管理系統建立相較之下最有效率。

## (二) 加強研究發展結果分析

1. 加強研究發展構面下，三個準則直接關係矩陣以 $Y_A^k = [Y_{ij}^k]$  ( $i=1,2,\dots,3; j=1, 2, \dots, 3; k=1,2,3,\dots,6$ )表示，矩陣中 $Y_{ij}^k$ 表示準則 $i$ 影響準則 $j$ 的程度，依序為：

$$H_1: Y_{R\&D}^1 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 \\ 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 0 \end{bmatrix} \quad H_2: Y_{R\&D}^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_3: Y_{R\&D}^3 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 \\ 4 & 0 & 3 \\ 2 & 2 & 0 \end{bmatrix} \quad H_4: Y_{R\&D}^4 = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 3 & 0 & 3 \\ 2 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_5: Y_{R\&D}^5 = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 2 \\ 4 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 0 \end{bmatrix} \quad H_6: Y_{R\&D}^6 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 \\ 4 & 0 & 3 \\ 3 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

2. 加強研究發展構面下，平均專家意見矩陣( $A_{R\&D}$ )為：

$$A_{R\&D} = \begin{bmatrix} 0 & 3.1667 & 2.5 \\ 3.3333 & 0 & 2.8333 \\ 2.5 & 2.6667 & 0 \end{bmatrix}$$

3. 加強研究發展構面下，標準化直接關係矩陣( $D_{R\&D}$ )為：

$$D_{R\&D} = A_{R\&D} \times S_{R\&D} = \begin{bmatrix} 0 & 3.1667 & 2.5 \\ 3.3333 & 0 & 2.8333 \\ 2.5 & 2.6667 & 0 \end{bmatrix} \times 0.1622$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0.5136 & 0.4055 \\ 0.5407 & 0 & 0.4596 \\ 0.4055 & 0.4325 & 0 \end{bmatrix}$$

4. 加強研究發展構面下，總影響關係矩陣( $T'_{R\&D}$ )為：

$$T'_{R\&D} = D'_{R\&D} (I - D'_{R\&D})^{-1}$$

$$= \begin{bmatrix} 3.7538 & 4.0878 & 3.8064 \\ 4.31383 & 3.9576 & 4.02777 \\ 3.7934 & 3.8018 & 3.2855 \end{bmatrix}$$

5. 加強研究發展構面下，總影響關係矩陣之行列運算，如表 4-27 所示：

表 4-27 加強研究發展總影響關係矩陣之行列運算表

列的和(D)(row)		行的和(R) (column)		行列的和(D+R)		行列的差(D-R)	
問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值
開發與推廣新能源及再生能源使用	12.2992	開發與推廣節約能源技術	11.8610	開發與推廣新能源及再生能源使用	24.1464	開發與推廣新能源及再生能源使用	0.452
開發與推廣節約能源技術	11.6481	開發與推廣新能源及再生能源使用	11.8472	開發與推廣節約能源技術	23.5091	開發與推廣節約能源技術	-0.2129
加強國際能源資訊交流	10.8807	加強國際能源資訊交流	11.1197	加強國際能源資訊交流	22.0004	加強國際能源資訊交流	-0.239

資料來源:本研究整理

6.加強研究發展構面:「開發與推廣節約能源技術(B1)」、「開發與推廣新能源及再生能源使用(B2)」與「加強國際能源資訊交流(B3)」。

$$T'_{R\&D} = \begin{matrix} & \begin{matrix} B1 & B2 & B3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} B1 \\ B2 \\ B3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 3.7538 & 4.0878 & 3.8064 \\ 4.31383 & 3.9576 & 4.02777 \\ 3.7934 & 3.8018 & 3.2855 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

表 4-28 加強研究發展因果表

線向	相關值	門檻值	判讀	線向	相關值	門檻值	判讀
B1→B2	4.0878	3.8698	+	B2→B3	4.02777	3.8698	+
B1→B3	3.8064	3.8698	-	B3→B1	3.7934	3.8698	-
B2→B1	4.31383	3.8698	+	B3→B2	3.8018	3.8698	-

資料來源:本研究整理



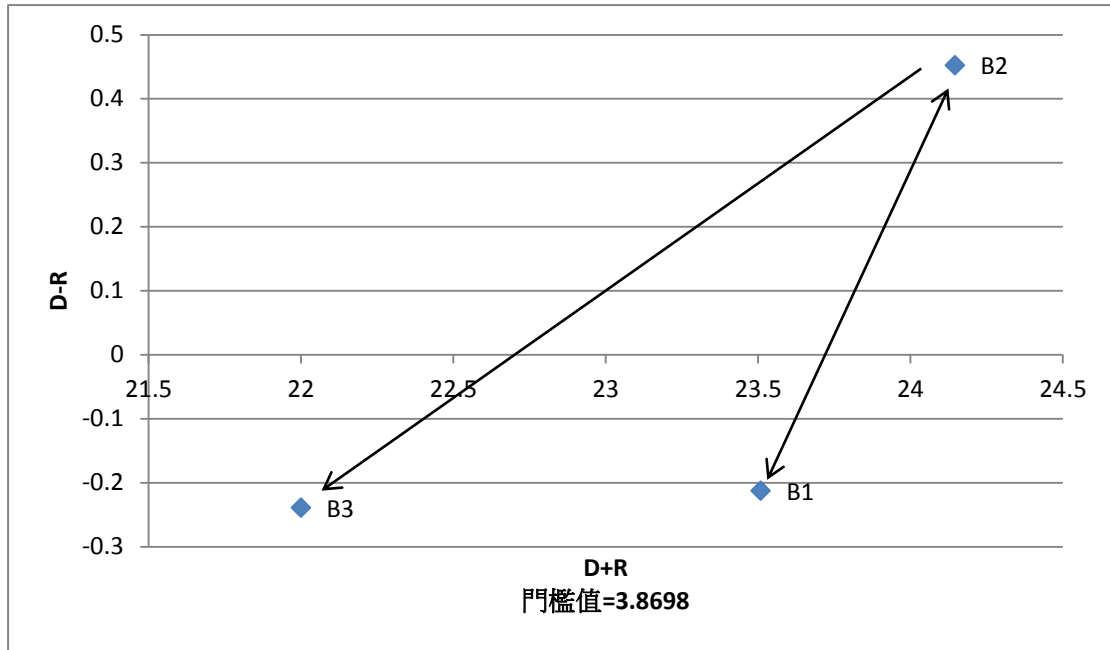


圖 4-4 加強研究發展因果圖

資料來源:本研究整理

根據圖 4-4 可得知加強研究發展構面下三個準則間複雜之因果關係，其中，開發與推廣新能源及再生能源使用與開發與推廣節約能源技術位於因果圖之 D+R(關聯度)右方之位置，且經計算其 D+R 值均大於平均數 23.2186，因此可得知此兩個準則和其它準則相較之下關聯程度較大，亦即此兩個準則在整個減碳中之重要程度也較大。另外，開發與推廣新能源及再生能源使用因 D-R 值大於 0，表示其屬於導致類元素，即為因果關係中的因；開發與推廣節約能源技術與加強國際能源資訊交流因 D-R 值小於 0 則屬於被影響類元素，即因果關係中的果。

從關聯度(D+R)來看，三個次準則中，企業可能較願意針對關聯度較高的開發與推廣新能源及再生能源使用與開發與推廣節約能源技術準則進行改善；從原因度(D-R)來看，三個準則中屬於導致類準則為開發與推廣新能源及再生能源使用，若配合關聯度來看，企業可針對開發與推廣新能源及再生能源使用進行改善與調整，因其關聯度為最高又屬於導致類元素，從開發與推廣新能源及再生能源使用著手不僅僅改變這此準則本身，也可以影響到其它兩個準則之改善。

綜合因果圖中的關聯度、原因度與箭頭方向，開發與推廣新能源及再生能源

使用為最值得企業投入改善之準則，因開發與推廣新能源及再生能源使用是唯一的導致類次準則，雖然其受開發與推廣節約能源技術雙向影響，但開發與推廣節約能源技術與加強國際能源資訊交流皆只會受影響而無法影響其他準則，相較之下，針對開發與推廣新能源及再生能源使用進行改善，將會比改善其它兩個準則來的有效果。因此，企業若想達到最適之改善並獲得最大效益，從開發與推廣新能源及再生能源使用進行改善，將會是最有效率之選擇。

### (三) 推廣節能教育結果分析

1. 推廣節能教育構面下，兩個準則直接關係矩陣以 $Y_A^k = [Y_{ij}^k]$  ( $i=1,2;j=1,2;k=1,2,3, \dots,6$ )表示，矩陣中 $Y_{ij}^k$ 表示準則*i*影響準則*j*的程度，依序為：

$$\begin{aligned} H_1: Y_{Education}^1 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 4 & 0 \end{bmatrix} & H_2: Y_{Education}^2 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 3 & 0 \end{bmatrix} \\ H_3: Y_{Education}^3 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 4 & 0 \end{bmatrix} & H_4: Y_{Education}^4 &= \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 3 & 0 \end{bmatrix} \\ H_5: Y_{Education}^5 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 4 & 0 \end{bmatrix} & H_6: Y_{Education}^6 &= \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 4 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

2. 推廣節能教育構面下，平均專家意見矩陣( $A_{Education}$ )為：

$$A_{Education} = \begin{bmatrix} 0 & 3.6667 \\ 3.6667 & 0 \end{bmatrix}$$

3. 推廣節能教育構面下，標準化直接關係矩陣( $D_{Education}$ )為：

$$\begin{aligned} D_{Education} &= A_{Education} \times S_{Education} = \begin{bmatrix} 0 & 3.6667 \\ 3.6667 & 0 \end{bmatrix} \times 0.2727 \\ &= \begin{bmatrix} 0 & 0.1 \\ 0.1 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

4. 推廣節能教育構面下，總影響關係矩陣( $T'_{Education}$ )為：

$$\begin{aligned} T'_{Education} &= D'_{Education} (I - D'_{Education})^{-1} \\ &= \begin{bmatrix} 0.0101 & 0.1010 \\ 0.1010 & 0.0101 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

5. 推廣節能教育構面下，總影響關係矩陣之行列運算，如表 4-29 所示：

表 4-29 推廣節能教育總影響關係矩陣之行列運算表

列的和(D)(row)		行的和(R) (column)		行列的和(D+R)		行列的差(D-R)	
問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值
普及員工 能源教育	0.1111	普及員工 能源教育	0.1111	普及員工 能源教育	0.2222	普及員工 能源教育	0
參與節能 減碳活動	0.1111	參與節能 減碳活動	0.1111	參與節能 減碳活動	0.2222	參與節能 減碳活動	0

資料來源:本研究整理

6.推廣節能教育構面:「普及員工能源教育(C1)」與「參與節能減碳活動(C2)」。

$$T'_{\text{Efficiency}} = \begin{matrix} C1 & C2 \\ C1 & \begin{bmatrix} 0.0101 & 0.1010 \\ 0.1010 & 0.0101 \end{bmatrix} \\ C2 & \end{matrix}$$

表 4-30 推廣節能教育因果表

線向	相關值	門檻值	判讀	線向	相關值	門檻值	判讀
C1→C2	0.1010	0.0556	+	C2→C1	0.1010	0.0556	+

資料來源:本研究整理

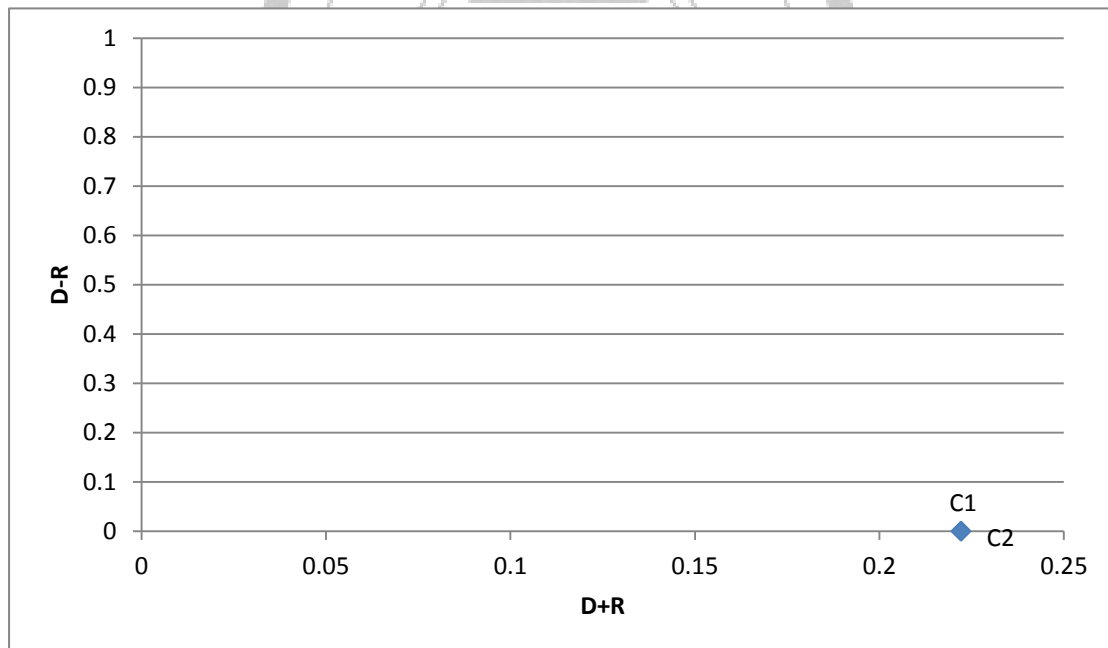


圖 4-5 推廣節能教育因果圖

資料來源:本研究整理

根據圖 4-5 可得知推廣節能教育構面下兩個準則間之因果關係，普及員工能源教育與參與節能減碳活動位於因果圖之 D+R(關聯度)右方之位置，且經計算其 D+R 值均等於平均數 0.2222，因此可得知此兩個準則在整個減碳過程中之重要

程度也皆大。另外，普及員工能源教育與參與節能減碳活動因 D-R 值等於 0，表示其屬於導致類元素，即為因果關係中的因，亦屬於被影響類元素，即因果關係中的果。綜合因果圖中的關聯度、原因度與箭頭方向，普及員工能源教育與參與節能減碳活動，皆會彼此相互影響，因此企業只需選擇一準則投入，另一準則也將受到改善，因此企業可擇一準則改善即可。

#### (四) 綠色供應鏈結果分析

1. 綠色供應鏈構面下，四個準則直接關係矩陣以  $Y_A^k = [Y_{ij}^k]$  ( $i=1,2,\dots,4; j=1,2,\dots,4; k=1,2,3,\dots,6$ ) 表示，矩陣中  $Y_{ij}^k$  表示準則  $i$  影響準則  $j$  的程度，依序為：

$$H_1: Y_{GSC}^1 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 3 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 3 \\ 3 & 0 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad H_2: Y_{GSC}^2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 0 & 3 \\ 1 & 3 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_3: Y_{GSC}^3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 0 & 4 \\ 4 & 1 & 4 & 0 \end{bmatrix} \quad H_4: Y_{GSC}^4 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_5: Y_{GSC}^5 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 2 \\ 3 & 0 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 0 & 3 \\ 2 & 2 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad H_6: Y_{GSC}^6 = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 0 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 0 & 4 \\ 3 & 4 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

2. 綠色供應鏈構面下，平均專家意見矩陣 ( $A_{GSC}$ ) 為：

$$A_{GSC} = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 2.8333 \\ 2.6667 & 0 & 2 & 2.1667 \\ 3 & 2 & 0 & 3.1667 \\ 2.5 & 2 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

3. 綠色供應鏈構面下，標準化直接關係矩陣 ( $D_{R\&D}$ ) 為：

$$D_{GSC} = A_{GSC} \times S_{GSC} = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 2.8333 \\ 2.6667 & 0 & 2 & 2.1667 \\ 3 & 2 & 0 & 3.1667 \\ 2.5 & 2 & 3 & 0 \end{bmatrix} \times 0.1277$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0.2554 & 0.3831 & 0.3618 \\ 0.3405 & 0 & 0.2554 & 0.2766 \\ 0.3831 & 0.2554 & 0 & 0.4044 \\ 0.3193 & 0.2554 & 0.3831 & 0 \end{bmatrix}$$

4. 綠色供應鏈構面下，總影響關係矩陣 ( $T'_{GSC}$ ) 為：

$$T'_{GSC} = D'_{GSC} (I - D'_{GSC})^{-1}$$

$$= \begin{bmatrix} 9.7517 & 7.8872 & 10.0102 & 10.1197 \\ 8.9764 & 6.8736 & 8.9084 & 9.0281 \\ 10.3269 & 8.1225 & 10.0319 & 10.4443 \\ 9.681835 & 7.6410 & 9.6978 & 9.53818 \end{bmatrix}$$

5. 綠色供應鏈構面下，總影響關係矩陣之行列運算，如表 4-31 所示：

表 4-31 綠色供應鏈構面總影響關係矩陣之行列運算表

列的和(D)(row)		行的和(R) (column)		行列的和(D+R)		行列的差(D-R)	
問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值
綠色包裝	38.9256	綠色採購	39.1302	綠色包裝	77.574	管理系統	3.2622
綠色製造	37.7688	綠色製造	38.7369	綠色製造	76.5057	綠色包裝	0.1887
綠色採購	36.5588	綠色包裝	38.6484	綠色採購	75.689	綠色製造	-0.9681
管理系統	33.7865	管理系統	30.5243	管理系統	64.3108	綠色採購	-2.0896

資料來源:本研究整理

6. 綠色供應鏈構面:「綠色製造(D1)」、「管理系統(D2)」、「綠色包裝(D3)」與「綠色採購(D4)」。

$$T'_{GSC} = \begin{matrix} & \begin{matrix} D1 & D2 & D3 & D4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} D1 \\ D2 \\ D3 \\ D4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 9.7517 & 7.8872 & 10.0102 & 10.1197 \\ 8.9764 & 6.8736 & 8.9084 & 9.0281 \\ 10.3269 & 8.1225 & 10.0319 & 10.4443 \\ 9.6818 & 7.6410 & 9.6978 & 9.53818 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

表 4-32 綠色供應鏈因果表

線向	相關值	門檻值	判讀	線向	相關值	門檻值	判讀
D1→D2	7.8872	9.19	-	D3→D1	10.3269	9.19	+
D1→D3	10.0102	9.19	+	D3→D2	8.1225	9.19	-
D1→D4	10.1197	9.19	+	D3→D4	10.4443	9.19	+
D2→D1	8.9764	9.19	-	D4→D1	9.6818	9.19	-
D2→D3	8.9084	9.19	-	D4→D2	7.6410	9.19	-
D2→D4	9.0281	9.19	-	D4→D3	9.6978	9.19	+

資料來源:本研究整理

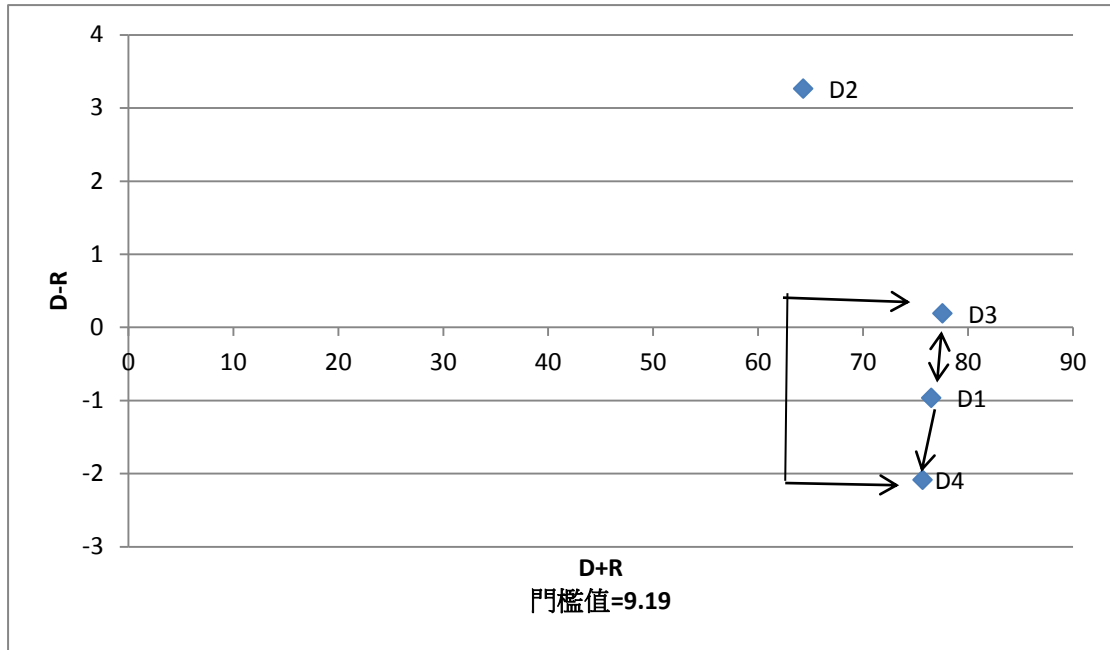


圖 4-6 綠色供應鏈因果圖

資料來源:本研究整理

根據圖 4-6 可得知綠色供應鏈構面下四個準則間複雜之因果關係，其中，綠色包裝、綠色製造與綠色採購因位於因果圖之  $D+R$  (關聯度) 右方之位置，且經計算其  $D+R$  值均大於平均數 73.5199，因此可得知此三個準則和其它準則相較之下關聯程度較大，亦即在整個減碳過程中之重要程度也較大。另外，管理系統與綠色包裝因  $D-R$  值大於 0，表示其屬於導致類元素，即為因果關係中的因；綠色製造與綠色採購因  $D-R$  值小於 0 則屬於被影響類元素，即因果關係中的果。

從關聯度( $D+R$ )來看，四個次準則中，企業可能較願意針對關聯度較高的綠色包裝、綠色製造與綠色採購準則進行改善；從原因度( $D-R$ )來看，四個次準則中屬於導致類次準則分別為管理系統與綠色包裝，若配合關聯度來看，企業可針對綠色包裝進行改善與調整，因其關聯度為最高又屬於導致類元素，從綠色包裝著手不僅僅改變本身，也可以影響到其它準則之改善。從圖 4.6 發現，管理系統似乎和其它三個次準則沒關係，但這是因為透過門檻值的刪除，因此和其它次準則間的關係較不顯著而沒顯現出來，事實上管理系統和其它次準則間仍有相關因果關係存在。

### (五) 降低能源消耗結果分析

1. 降低能源消耗構面下，兩個準則直接關係矩陣以 $Y_A^k = [Y_{ij}^k]$  ( $i=1,2;j=1,2;k=1,2,3, \dots,6$ )表示，矩陣中 $Y_{ij}^k$ 表示準則*i*影響準則*j*的程度，依序為：

$$H_1: Y_{Consume}^1 = \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 3 & 0 \end{bmatrix} \quad H_2: Y_{Consume}^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_3: Y_{Consume}^3 = \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 4 & 0 \end{bmatrix} \quad H_4: Y_{Consume}^4 = \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 4 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_5: Y_{Consume}^5 = \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 2 & 0 \end{bmatrix} \quad H_6: Y_{Consume}^6 = \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 3 & 0 \end{bmatrix}$$

2. 降低能源消耗構面下，平均專家意見矩陣( $A_{Consume}$ )為：

$$A_{Consume} = \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 2.8333 & 0 \end{bmatrix}$$

3. 降低能源消耗構面下，標準化直接關係矩陣( $D_{Consume}$ )為：

$$D_{Consume} = A_{Consume} \times S_{Consume} = \begin{bmatrix} 0 & 3 \\ 2.8333 & 0 \end{bmatrix} \times 0.3333 \\ = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0.9443 & 0 \end{bmatrix}$$

4. 降低能源消耗構面下，總影響關係矩陣( $T'_{Consume}$ )為：

$$T'_{Consume} = D'_{Consume} (I - D'_{Consume})^{-1} \\ = \begin{bmatrix} 16.9533 & 17.9533 \\ 16.9533 & 16.9533 \end{bmatrix}$$

5. 降低能源消耗構面下，總影響關係矩陣之行列運算，如表 4-33 所示：

表 4-33 降低能源消耗總影響關係矩陣之行列運算表

列的和(D)		行的和(R)		行列的和(D+R)		行列的差(D-R)	
問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值
增加再生能源的使用	34.9066	採用低耗能的設備	34.9066	增加再生能源的使用	68.8132	增加再生能源的使用	1
採用低耗能的設備	33.9066	增加再生能源的使用	33.9066	採用低耗能的設備	68.8132	採用低耗能的設備	-1

資料來源:本研究整理

6.降低能源消耗構面:「增加再生能源的使用(E1)」與「採用低耗能的設備(E2)」。

$$T'_{\text{Consume}} = \begin{matrix} & \text{E1} & \text{E2} \\ \text{E1} & [16.9533 & 17.9533] \\ \text{E2} & [16.9533 & 16.9533] \end{matrix}$$

表 4-34 降低能源消耗因果表

線向	相關值	門檻值	判讀	線向	相關值	門檻值	判讀
E1→E2	17.9533	17.9533	+	E2→E1	16.9533	17.9533	-

資料來源:本研究整理

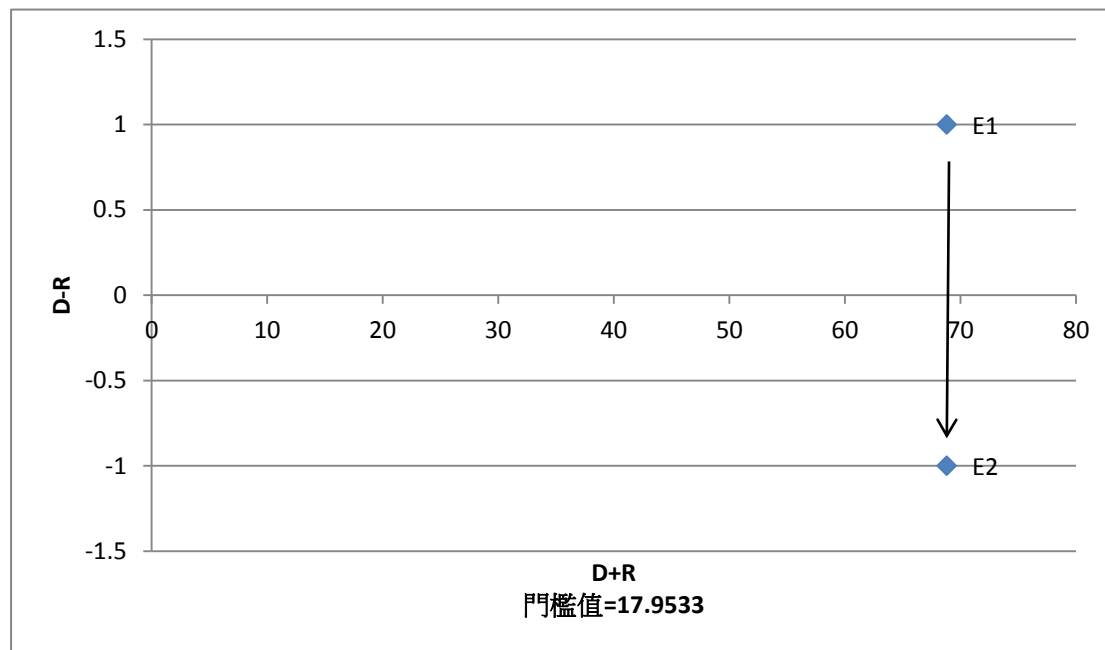


圖 4-7 降低能源消耗因果圖

資料來源:本研究整理

根據圖 4-7 可得知降低能源消耗構面下兩個次準則間複雜之因果關係，其中，增加再生能源的使用與採用低耗能的設備因位於因果圖之 D+R(關聯度)右方之位置，且經計算其 D+R 值均等於平均數 68.8132，因此可得知增加再生能源的使用與採用低耗能的設備之關聯程度相同，亦即同等重要。另外，增加再生能源的使用因 D-R 值大於 0，表示其屬於導致類元素，即為因果關係中的因；採用低耗能的設備因 D-R 值小於 0 則屬於被影響類元素，即因果關係中的果。

從關聯度(D+R)來看，兩個準則中，企業皆願意進行改善；從原因度(D-R)來看，屬於導致類次準則為增加再生能源的使用，若配合關聯度來看，企業可針對增加再生能源的使用進行改善與調整，因其關聯度高又屬於導致類元



素，從增加再生能源的使用著手不僅僅改變研發比率本身，也可能影響到採用低耗能的設備之改善。另外，從箭頭方向角度來看，增加再生能源的使用箭頭方向只指向採用低耗能的設備，且無任何箭頭指向增加再生能源的使用，代表增加再生能源的使用只會單向影響採用低耗能的設備，卻不會受到其它準則之影響，因此，若企業從增加再生能源的使用著手，將獲得最大之改善績效。舉例來說，若企業針對增加再生能源的使用進行績效改善，會直接影響採用低耗能的設備；相對地，若企業針對採用低耗能的設備進行改善，並無法影響增加再生能源的使用獲得改善，相較之下，企業針對再生能源的使用進行改善獲得改善之機會較大。

綜合因果圖中的關聯度、原因度與箭頭方向，增加再生能源的使用為最值得企業投入改善之次準則，因增加再生能源的使用屬於導致類次準則，且其箭頭方向僅單向指向採用低耗能的設備，表示若針對增加再生能源的使用進行改善，不僅可有效率的影響採用低耗能的設備之改善，且不會受到其它準則反向之影響而削弱其改善程度。因此，企業想達到最適之績效改善，應從增加再生能源的使用著手。

## (六) 重視環保安全結果分析

1. 重視環保安全構面下，四個準則直接關係矩陣以 $Y_A^k = [Y_{ij}^k]$  ( $i=1,2,\dots,4; j=1, 2, \dots, 4; k=1,2,3,\dots,6$ )表示，矩陣中 $Y_{ij}^k$ 表示準則*i*影響準則*j*的程度，依序為：

$$H_1: Y_{Security}^1 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 & 4 \\ 4 & 0 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 0 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 0 \end{bmatrix} \quad H_2: Y_{Security}^2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 0 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_3: Y_{Security}^3 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 4 & 0 \end{bmatrix} \quad H_4: Y_{Security}^4 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 & 4 \\ 3 & 0 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 0 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H_5: Y_{Security}^5 = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 0 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 0 & 2 \\ 3 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix} \quad H_6: Y_{Security}^6 = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 2 & 4 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 3 & 2 & 0 & 3 \\ 4 & 4 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

2. 重視環保安全構面下，平均專家意見矩陣(A<sub>Security</sub>)為:

$$A_{Security} = \begin{bmatrix} 0 & 3.5 & 2.5 & 3.6667 \\ 2.6667 & 0 & 2.6667 & 3.3333 \\ 2.3333 & 2 & 0 & 2.3333 \\ 3.1667 & 2.8333 & 2.6667 & 0 \end{bmatrix}$$

3. 重視環保安全構面下，標準化直接關係矩陣(D<sub>Security</sub>)為:

$$D_{Security} = A_{Security} \times S_{Security} = \begin{bmatrix} 0 & 3.5 & 2.5 & 3.6667 \\ 2.6667 & 0 & 2.6667 & 3.3333 \\ 2.3333 & 2 & 0 & 2.3333 \\ 3.1667 & 2.8333 & 2.6667 & 0 \end{bmatrix} \times 0.1034$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0.3619 & 0.2585 & 0.3791 \\ 0.2757 & 0 & 0.2757 & 0.3447 \\ 0.2413 & 0.2068 & 0 & 0.2413 \\ 0.3274 & 0.2930 & 0.2757 & 0 \end{bmatrix}$$

4. 重視環保安全構面下，總影響關係矩陣(T'<sub>Security</sub>)為:

$$T'_{Security} = D'_{Security} (I - D'_{Security})^{-1} = \begin{bmatrix} 1.6918 & 1.9824 & 1.8341 & 2.1464 \\ 1.7601 & 1.5640 & 1.7028 & 1.9619 \\ 1.4469 & 1.4424 & 1.2068 & 1.5782 \\ 1.7959 & 1.7979 & 1.7078 & 1.7127 \end{bmatrix}$$

5. 重視環保安全構面下，總影響關係矩陣之行列運算，如表 4-35 所示:

表 4-35 重視環保安全構面總影響關係矩陣之行列運算表

列的和(D)(row)		行的和(R) (column)		行列的和(D+R)		行列的差(D-R)	
問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值	問題順序	值
採高效率燃料和更安全的設備	7.6547	公司高層重視並設立環保安全的專責單位	7.3992	公司高層重視並設立環保安全的專責單位	14.4136	採高效率燃料和更安全的設備	0.9599
公司高層重視並設立環保安全的專責單位	7.0144	採購污染防治設備	6.7867	採高效率燃料和更安全的設備	14.3495	採購污染防治設備	0.2021
採購污染防治設備	6.9888	採高效率燃料和更安全的設備	6.6948	採購污染防治設備	13.7755	公司高層重視並設立環保安全的專責單位	-0.3848
配合國際趨勢研擬對策	5.6743	配合國際趨勢研擬對策	6.4515	配合國際趨勢研擬對策	12.1258	配合國際趨勢研擬對策	-0.7772

資料來源:本研究整理

1. 重視環保安全:「採高效率燃料和更安全的設備(F1)」、「採購污染防治設備(F2)」、「配合國際趨勢研擬對策(F3)」與「公司高層重視並設立環保安全的專責單位(F4)」。

$$T'_{\text{Security}} = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{F1} & \text{F2} & \text{F3} & \text{F4} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{F1} \\ \text{F2} \\ \text{F3} \\ \text{F4} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1.6918 & 1.9824 & 1.8341 & 2.1464 \\ 1.7601 & 1.5640 & 1.7028 & 1.9619 \\ 1.4469 & 1.4424 & 1.2068 & 1.5782 \\ 1.7959 & 1.7979 & 1.7078 & 1.7127 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

表 4-36 重視環保安全因果表

線向	相關值	門檻值	判讀	線向	相關值	門檻值	判讀
F1→F2	1.9824	1.7083	+	F3→F1	1.4469	1.7083	-
F1→F3	1.8341	1.7083	+	F3→F2	1.4424	1.7083	-
F1→F4	2.1464	1.7083	+	F3→F4	1.5782	1.7083	-
F2→F1	1.7601	1.7083	+	F4→F1	1.7959	1.7083	+
F2→F3	1.7028	1.7083	-	F4→F2	1.7979	1.7083	+
F2→F4	1.9619	1.7083	+	F4→F3	1.7078	1.7083	-

資料來源:本研究整理

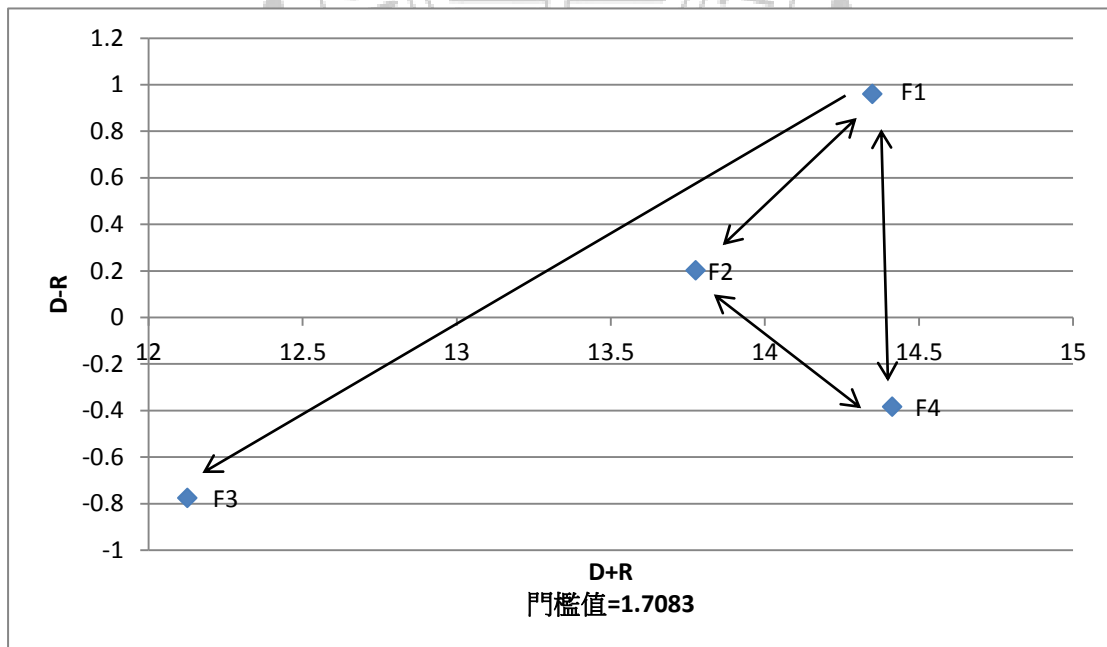


圖 4-8 重視環保安全因果圖

資料來源:本研究整理

根據圖 4-8 可得知重視環保安全構面下四個準則間複雜之因果關係，其中，公司高層重視並設立環保安全的專責單位、採高效率燃料和更安全的設備與採購污染防治設備位於因果圖之 D+R(關聯度)右方之位置，且經計算其 D+R 值均大於平均數 13.6661，因此可得知公司高層重視並設立環保安全的專責單位、採高效率燃料和更安全的設備及採購污染防治設備與其它準則相較之下關聯程度較大，亦即在整個減碳過程中之重要程度也較大。另外，採高效率燃料和更安全的設備與採購污染防治設備因 D-R 值大於 0，表示其屬於導致類元素，即為因果關係中的因；公司高層重視並設立環保安全的專責單位與配合國際趨勢研擬對策因 D-R 值小於 0 則屬於被影響類元素，即因果關係中的果。

從關聯度(D+R)來看，四個準則中，企業可能較願意針對關聯度較高的公司高層重視並設立環保安全的專責單位、採高效率燃料和更安全的設備及採購污染防治設備進行改善；從原因度(D-R)來看，四個次準則中屬於導致類次準則分別為採高效率燃料和更安全的設備與採購污染防治設備，若配合關聯度來看，企業可針對採高效率燃料和更安全的設備改善與調整，因其關聯度為導致類元素中次高者，從採高效率燃料和更安全的設備著手不僅僅改變採高效率燃料和更安全的設備本身，也可能影響到其它次準則之改善。

另外，從箭頭方向角度來看，採高效率燃料和更安全的設備箭頭方向皆指向其他準則，雖有兩個準則為雙向影響，但其仍單向影響配合國際趨勢研擬對策準則，因此，若企業從採高效率燃料和更安全的設備著手，將獲得最大之改善績效。

綜合因果圖中的關聯度、原因度與箭頭方向，採高效率燃料和更安全的設備為最值得企業投入改善之次準則，因採高效率燃料和更安全的設備屬於導致類次準則，且關聯度次高，因此，企業若想達到最適之績效改善，應從採高效率燃料和更安全的設備著手。

綜合圖 4-2 至圖 4-8 分析，從圖 4-2 了解能源效率提升為六構面中最值得企業投入改善之構面。而圖 4-3 顯示，能源效率提升構面下三個準則中能源管理系

統建立又是最值得投入改善之次準則，因其屬於導致類構面，且能同時改善在關聯度中最高之改善生產設備的效率和耗能準則，代表其在減碳過程中佔有重要地位，企業針對能源管理系統建立做改善與調整將可獲得最佳之效果。舉例來說，企業若能在建立能源管理系統，其將可擬訂提升能源使用效率目標及執行計畫，並審查確認改善執行成效，以制定管理標準，持續追蹤及修正節能改善計畫，另外也可發掘可能較耗能之設備。如此，不僅能源管理系統方面獲得改善，更影響了能源效率提升和改善生產設備的效率和耗能。另外，從圖 4-3 也可發現，降低能源消耗構面是僅次於能源效率提升構面的次要改善選擇，因其和能源效率提升構面一樣皆屬於導致類構面，且關聯度最高，而觀察圖 4-7 可了解，降低能源消耗構面下的增加再生能源的使用為企業最值得投入改善之次準則，如依「再生能源發展條例」，為增加企業再生能源使用之誘因，政府設置獎勵補助方案，條文中透過獎勵補助方案的設計，作為增加再生能源使用的誘因，使企業能藉此增加效益，且可達成能源結構調整並有效減少溫室氣體排放。因此，綜觀六構面與所有相關次準則因果圖分析，可得到能源效率提升構面下的能源管理系統建立與降低能源消耗構面下的增加再生能源的使用，將是最值得企業關注並加以改善之評選準則。

#### **第四節 結合 AHP 與 DEMATEL**

雖然 DEMATEL 之關聯度(D+R)可指出準則在企業減碳過中之重要程度，但 DEMATEL 並沒有將每個準則本身的重要性考慮進來，因此透過 DEMATEL 無法評估準則間的優先次序。相同道理下，我們也不能只藉由 AHP 結果中每個準則之重要性做為評選決策之依據，必須同時考慮準則間關係強度與每個準則的重要性(Tamura et al., 2006)，因此本研究結合 AHP 與 DEMATEL 來分析六構面與十八個準則之優先次序與相關因果關係。

##### **一、 結合 AHP 權重排序與 DEMATEL 因果關係之分析結果**

藉由下表 4-37 結合企業減碳衡量指標的 AHP 權重排序與 DEMATEL 因果

關係之分析結果，撰寫實務上之應用，提供建議給予企業在減碳經營觀點上之改善。

### (一) 結合 AHP 與 DEMATEL 探討六構面於實務上之應用

結合表4-37之權重結果與圖4-2之因果圖，就短期觀點，企業可針對權重大之構面做改善，雖然可直接看到效果，但若其屬於被影響類元素，改善效果侷限於構面本身，如針對重視環保安全做調整，僅獲得重視環保安全方面改善，因其屬於被影響類元素而無法有效影響其它構面之改善。相反地，針對降低能源消耗或能源效率提升甚至排序後面的綠色供應鏈做改變，雖然此三個構面中，其綠色供應鏈權重不及重視環保安全，但皆屬於導致類元素，針對其改善，就長期經營觀點，將獲得最大之改善效益。也就是說，企業可針對其製程中高耗電設備，進行設備之改良以及設備保養及維修等，以提升設備能源使用效率。舉例來說，全球最大水泥公司Lagarge 在捷克的新併購廠Cizkoviccka 水泥廠，投資五段預熱鍛燒的水泥窯技術，並購置新一代研磨設備及採用更現代化的管理措施，使電力使用量降低11%，製造每噸水泥所排放的二氧化碳也減少41 公斤。

### (二) 結合 AHP 與 DEMATEL 探討十八個準則於實務上之應用

#### 1. 能源效率提升構面下，結合 AHP 與 DEMATEL 探討三個準則於實務上之應用

結合表 4-37 之權重結果與圖 4-3 之因果圖，針對權重第一的能源管理系統建立，雖其關聯度為所有準則最小者，但其屬於導致類元素，因此，針對能源管理系統建立做調整與改善將可獲得最有效率之績效改善。另外，權重排序最後的提高單位能源生產力，其屬於被影響類元素，因此，不論長期或短期觀點，企業應最後才考慮能源管理系統建立方面之改善。也就是說，企業可透過能源管理系統，持續改善能源效率。如可導入國際標準化組織(ISO)於 2011 年發布 ISO 50001 能源管理系統，此系統可提供企業建立能源管理機制的參考，且將協助企業進行能源管理、提高能源使用效率、降低成本及改善環境效益。

2. 加強研究發展構面下，結合 AHP 與 DEMATEL 探討三個準則於實務上之應用

結合表 4-37 之權重結果與圖 4-4 之因果圖，針對權重第一但屬被影響類元素的開發與推廣節約能源技術做改善，僅獲得短期之改善效果；若針對權重排序雖後面，但屬於導致類元素的開發與推廣新能源及再生能源使用做改善，所獲得之效益將是長期且有效率的。如同現今已有許多研究單位與企業在各國政府資助下開始從事一系列太陽能技術的開發與推廣工作，其中包括企業可建築太陽能屋來達到節能的效果。

3. 推廣節能教育構面下，結合 AHP 與 DEMATEL 探討兩個準則於實務上之應用

結合表 4-37 之權重結果與圖 4-5 之因果圖，企業可考慮針對排序最優先的普及員工能源教育做改善，由於此準則屬於導致類元素，可影響參與節能減碳活動之改善，不僅使普及員工能源教育此準則績效提升，也進一步使排序第二的參與節能減碳活動連帶受影響而改善。因此，就永續經營角度，企業可朝此方向做改善。也就是說，企業可於經營理念貫徹此作為，如台灣奇美電子公司為貫徹員工環保及安全衛生教育，即要求全員參與安環衛管理系統之推行。

4. 綠色供應鏈構面下，結合 AHP 與 DEMATEL 探討四個準則於實務上之應用

結合表 4-37 之權重結果與圖 4-6 之因果圖，排序第二的綠色包裝其關聯度最高亦為減碳過程中重要者，且其屬於導致類元素，因此，針對綠色包裝做調整與改善將可獲得最有效率之改善。另外，權重排序第一的綠色採購，其屬於被影響類元素，若針對綠色採購改善，僅可獲得短期之改善效果，因此，就長期而言企業應考慮綠色包裝之改善。也就是說，企業於減碳時可致力於綠色包裝之改善，例如近年來層層包裝公司就是在這樣的認知之下不斷的改良研發出具環保作用的綠色無毒包裝材料，使公司整體生產體系達到國際水準，並且大幅提升公司產品的競爭優勢。

5.降低能源消耗構面下，結合 AHP 與 DEMATEL 探討兩個準則於實務上之應用

結合表 4-37 之權重結果與圖 4-7 之因果圖，排序第二的增加再生能源的使用其關聯度最高亦為評選流程中重要者，且其屬於導致類元素，因此，針對規增加再生能源的使用做調整與改善將可獲得最有效率之績效改善。相對地，若針對權重排序第一的採用低耗能的設備做改善，僅能獲得短期之改善效果，因其屬於被影響類元素。因此，就長期經營觀點，企業應考慮增加再生能源的使用方面之改善。因企業若增加再生能源的使用比重，將可減少對進口能源的依賴和達減碳之效，也相對地減少獲利受能源價格浮動之影響。

6.重視環保安全構面下，結合 AHP 與 DEMATEL 探討四個準則於實務上之應用

結合表 4-37 之權重結果與圖 4-8 之因果圖，排序第一的公司高層重視並設立環保安全的專責單位，其雖關聯度最高，但屬於被導致類元素，因此，企業若針對公司高層重視並設立環保安全的專責單位做改善，僅能獲得短期之改善效果。相對地，若針對採高效率燃料和更安全的設備方面做改善與調整，其不僅排序第二且關聯度次高，又屬導致類元素，因此就長期而言，企業應考慮採高效率燃料和更安全的設備此方面之改善。如在新世代能源的領域中，相較於傳統化石燃料，以氫氣為燃料來源的「燃料電池」，因為有著低污染與高效率的優點，所需要的氫氣少，因此也是企業可作為節能的方式。



表 4-37 結合 AHP 與 DEMATEL 之六構面與十八個準則

第一層	指標	構面順序	準則順序	順序	構面 D+R	關聯度順序	構面 D-R	準則 D+R	關聯度順序	準則 D-R
能源效率提升	提高單位能源生產力	2	3	12	12.440	2	0.533	78.831	2	-0.003
	改善生產設備的效率和耗能		2	1				79.503	1	-0.748
	能源管理系統建立		1	3				73.513	3	0.75
加強研究發展	開發與推廣節約能源技術	5	1	6	11.615	4	-0.273	23.509	2	-0.213
	開發與推廣新能源及再生能源使用		3	17				24.146	1	0.452
	加強國際能源資訊交流		2	9				22.000	3	-0.239
推廣節能教育	普及員工能源教育	3	1	4	10.695	6	-0.053	0.222	1	0
	參與節能減碳活動		2	8				0.222	1	0
綠色供應鏈	綠色製造	6	3	15	10.841	5	0.41	76.506	2	-0.968
	管理系統		4	16				64.311	4	3.262
	綠色包裝		2	14				77.574	1	0.189
	綠色採購		1	11				75.689	3	-2.09
降低能源消耗	增加再生能源的使用	1	2	7	13.328	1	0.232	68.813	1	1
	採用低耗能的設備		1	2				68.813	2	-1
重視環保安全	採高效率燃料和更安全的設備	4	2	10	11.879	3	-0.848	14.350	2	0.96
	採購污染防治設備		4	18				13.776	3	0.202
	配合國際趨勢研擬對策		3	13				12.125	4	-0.777
	公司高層重視並設立環保安全的專責單位		1	5				14.414	1	-0.385

資料來源:本研究整理

## 第五章 研究結論與建議

本研究透過回顧相關文獻與透過德菲法問卷整理出有關企業減碳衡量指標之六構面與十八個準則，接著根據所彙整之構面與準則發展 AHP 與 DEMATEL 問卷，藉由關心節能減碳或致力於減碳之企業判斷構面間的優先次序與影響程度，最後分別使用 AHP 與 DEMATEL 評估優先次序與因果關係，並結合兩種方法探討實務上之管理意涵。經由研究結果整理後，提出本研究的結論以及相關建議，說明如下：

### 第一節 研究結論

在環境永續發展和減碳趨勢下，企業本身若能清楚掌握減碳時之標準與準則，並積極針對相關準則做持續性的改善，那麼即使在許多法令的規定下仍能不受影響且有更好的發展，且進一步在眾多競爭者中脫穎而出。由於本研究問卷發放對象為關心減碳議題之企業，且主要為相關管理人員，藉由受訪者之專業知識與其角色，從眾多企業減碳衡量指標構面中決定出最後的六個構面與十八個準則，如圖 4-1 所示。以下為根據本研究目的所整理之實證研究結果：

1. 本研究透過文獻探討和問卷調查建立「企業減碳衡量指標」，並將其歸納為「能源效率提升」、「加強研究發展」、「推廣節能教育」、「綠色供應鏈」、「降低能源消耗」和「重視環保安全」六大構面，各構面下有相關的指標。
2. 本研究結合 AHP 與 DEMATEL 問卷分析發現，企業減碳衡量指標下「能源效率提升」、「加強研究發展」、「推廣節能教育」、「綠色供應鏈」、「降低能源消耗」和「重視環保安全」六大構面中，降低能源消耗和能源效率提升皆屬於導致類元素且權重最高，因此若針對降低能源消耗或能源效率提升做改變，將獲得最大之改善效益。
3. 結合 AHP 與 DEMATEL 問卷分析發現，在能源效率提升構面下，「提高單位能源生產力」、「改善生產設備的效率和耗能」、「能源管理系統建立」三個

準則中，針對權重第一且屬於導致類元素的能源管理系統建立改善，將可獲得最有效率之改善。

4. 結合 AHP 與 DEMATEL 問卷分析發現，在加強研究發展構面下，「開發與推廣節約能源技術」、「開發與推廣新能源及再生能源使用」、「加強國際能源資訊交流」三個準則中，若針對權重排序雖後面但屬於導致類元素的開發與推廣新能源及再生能源使用做改善，所獲得之效益將是長期且有效率的。
5. 結合 AHP 與 DEMATEL 問卷分析發現，在推廣節能教育構面下，「普及員工能源教育」和「參與節能減碳活動」二個準則中，企業可針對排序最優先且屬於導致類元素的普及員工能源教育做改善，將可獲得最有效之改善。
6. 結合 AHP 與 DEMATEL 問卷分析發現，在綠色供應鏈構面下，「綠色製造」、「管理系統」、「綠色包裝」、「綠色採購」四個準則中，企業可針對排序第二、關聯度最高且屬於導致類元素的綠色包裝做調整，將可獲最有效之改善。
7. 結合 AHP 與 DEMATEL 問卷分析發現，在降低能源消耗構面下，「增加再生能源的使用」和「採用低耗能的設備」二個準則中，企業若針對排序第二、關聯度最高且其屬於導致類元素的增加再生能源的使用做調整與改善，將可獲得最有效率之績效改善。
8. 結合 AHP 與 DEMATEL 問卷分析發現，在重視環保安全構面下，「採高效率燃料和更安全的設備」、「採購污染防治設備」、「配合國際趨勢研擬對策」和「公司高層重視並設立環保安全的專責單位」四個準則中，若針對不僅排序第二且關聯度次高又屬導致類元素的採高效率燃料和更安全的設備方面做改善與調整，將可獲得最有效率之績效改善。
9. 整體而言，企業若在資源有限的條件下，可針對能源效率提升構面下的能源管理系統建立、降低能源消耗構面下的增加再生能源的使用或綠色供應鏈下的綠色包裝作改善，將可作出最有效的決策，降低決策錯誤的風險而達到最有效之改善。

## 第二節 後續研究建議

本研究針對減碳衡量指標所提出之各構面與準則為初步之建議，後續研究可針對個別的減碳衡量指標進行深入探討，以加強企業減碳衡量指標之完整性。另一方面，本研究因基於人力與時間上之限制，問卷發放對象為關心節能減碳之企業，有效問卷僅六份，雖然此些受訪者皆具有專業知識與決策判斷能力，然而，有效問卷份數僅六份，若以本研究結果應用於整體企業，可能會產生偏誤現象。因此，建議未來研究可縮小問卷發放範圍，如針對特定產業或特定公司，並提高問卷有效回收份數，如此所獲得之研究結果將更能符合實際之情況，而提供給有意願從事減碳之企業做為參考依據。另外，隨產業不同，企業減碳衡量指標仍有不同之處，因此，建議未來研究可針對不同產業之特性，探討企業減碳衡量指標，如此才能得到更符合實際情況之研究結果。

而由於國內外相關環保與政府單位等，皆積極推廣節能減碳與制定相關法規，各國更多次針對溫室氣體排放減量召開協商會議，使各產業之企業已經意識到節能減碳的重要性與迫切性，然而還是有許多企業對於節能減碳能獲得之利益存有懷疑與猶豫，更擔心轉變會帶來負面的影響；因此後續研究可針對企業在落實節能減碳時所面臨之困境與動機進行深入探討，並根據企業面對之障礙進一步擬定應對之策略，而透過動機則可以使企業藉以了解採取減碳措施之利益，以提高企業之落實意願。

本研究以文獻探討及各界專家之議建為基礎建構了企業減碳衡量指標，並賦予各指標權重與因果關係，建議後續研究可應用本研究所建立之指標，針對業者實問題卷調查，以深入了解目前企業之節能減碳措施實施狀況。同時業者可藉以自我檢視，找出可改善之部分，以制定改善措施。

### 第三節 研究限制

- 一、在德菲法專家問卷部分，本研究因基於人力、物力與時間上之限制，僅受訪三位專家，雖三位專家皆具備專業知識，但並非同一領域之專家且並非同為學術界或企業界之專家，而可能會產生偏誤現象。但因受訪專家產業別不同
- 二、在 AHP 和 DEMATEL 問卷部分，本研究因基於人力、物力與時間上之限制，僅回收有效問卷 6 份，且受訪者產業別不同，而可能會產生偏誤現象。
- 三、本研究採用層級分析法(AHP)與決策實驗室分析法(DEMATEL)之問卷填答方式，因問卷填答時間過於冗長以及問卷題目易使受訪者混淆皆會影響問卷品質。
- 四、本研究之企業減碳衡量指標並未針對特定產業，僅以較宏觀的角度探討符合不同產業之企業減碳衡量指標，但因各產業其特性仍不盡相同，因此可能會有產業別的限制。
- 五、在問卷設計方面將會把較為抽象或將相近似的概念加以整合，對於每一個準則希望具有獨立性，但因在有些概念與概念之間難以區分，只求降低重疊性。

## 參考文獻

### 壹、 中文部分

王俊凱、李堅明(2008)，台灣永續能源指標，財團法人台灣永續能源研究基金會。

余騰耀(2009)，工廠節能減碳技術實務探討，工業污染防治，第109期。

宋文娟(2001)，一種質量並重的研究法-德菲法在醫務管理學研究領域之應用，醫務管理期刊，第2卷第2期。

林宗明(2005)。管理問題因果複雜度分析模式建立之研究-以DEMATEL為方法論。中原大學企業管理研究所碩士論文，未出版，桃園縣。

張洧銘(2005)，「運動休閒鞋消費者之購買決策關鍵評估因素分析」，開南大學企業管理研究所碩士論文。

莫冬立(2003)，企業在因應氣候變遷上所採取的策略與做法，看守台灣，地5期。

陳輝俊、楊秉純(2010)，我國節約能源技術發展及產業推動措施，永續產業發展雙月刊，第49期。

曾國雄(1980)。結構模型在社會系統上之應用。交通運輸雜誌，2，11-24。

黃俊英(1996)，企業研究方法，台北：東華出版社。

黃振松(2010)，以AHP法探討台灣中小企業違約之研究---非財務因素之探討，碩士論文，東吳大學國際經營與貿易學系。

楊宜真(1999)，傳播科技人才能力需求與學程設計原則：修正式德爾菲研究，碩士論文，國立交通大學傳播所。

劉明盛、吳許得、曾國華(2010)，節能減碳措施之評估-以中南部地區餐廚具製造商為例，品質月刊，第46卷第1期。

鄧振源、曾國雄(1989a)，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，5-22頁。

鄧振源、曾國雄(1989b)，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下)，中國統計學

報，第二十七卷第七期，1-20 頁。

鄭德麟(2011)，結合 AHP 以及 DEMATEL 方法探討葡萄酒購買意願之研究，碩士論文，朝陽科技大學休閒事業管理系。

遲正憲(2010)，推動節能減碳的社會教育之層級分析，碩士論文，朝陽科技大學環境工程與管理系。

嚴永舜(2008)。台灣高速鐵路場站特定區對區域地方發展影響之多評準決策。開南大學企業與創業管理學系碩士論文，桃園縣。

## 貳、 英文部分

Adnan Sözen, Zafer Gülseven, Erol Arcaklioğlu. (2007). Forecasting based on sectoral energy consumption of GHGs in Turkey and mitigation policies. *Energy policy*, 35 , pp. 6491-6505.

Amanda Sauer(2005). Framing Climate Risk in Portfolio Management. *World Resources Institute and Cerse, Boston; CERES / WRI.*

Chaabane A., Ramudhin A., Paquet M. (2010). Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme. *International Journal of Production Economics*, 135, pp. 37-49.

Dalkey, N. and O. Helmer (1963). An Experimental Application of the Delphi: Method to the Use of Eexperts. *Management Science*, 9(3), pp. 458-67.

Delbecq, A.L., Andrew, H.V. and David, H.G.(1975). Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes. Chicago: Scott, Foresman and Company.

Duffield, C. (1988). The Delphi Technique. *The Australian Journal of Advanced Nursing*, 2(2), pp. 41-45.

Fontela, E. and A. Gabus (1976). *The DEMATEL Observer*, Switzerland Geneva: Battelle Memorial Institute Geneva Research Centre.

Hori, S. and Y. Shimizu (1999). Designing Methods of Human Interface for Supervisory Control Systems. *Control Engineering Practice*, 7(11), pp. 1413-1419.

Hult M., Tomas G., & David J. (2007). Strategic Supply Chain Management: Improving Performance Through a Culture of Competitiveness and Knowledge Development. *Strategic Management Journal*, 28, pp. 1035–1052.

Jin Lv., Jing Ma., & Jianting Li. (2010). The Influence of Low Carbon Economy on Corporate Social Responsibility. *Asian Social Science*, 6, pp. 11.

Kuo-Chung Shang, Chin-Shan Lu, Shaorui Li(2010). A taxonomy of green supply chain management capability among electronics-related manufacturing firms in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, 91, pp. 1218-1226.

Linstone, H.A., and Turoff, M. (1975). The Delphi method: Techniques and applications, Reading, MA: Addison-Wesley.

Murry, J.W. and James, O. H. (1995). Delphi: A Versatile Methodology for Conducting Qualitative Research. *The Review of Higher Education*, 18(4), pp. 423-436.

Partovi, F. Y. (1994). Determining What to Benchmark: An Analytic Hierarchy Process Approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 14 (6), pp. 25-39.

Rao, P., Holt, D. (2005). Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 25, pp. 898–916.

Saaty, T. L., and Forman, E. H. (1996). The Hierarchy Process: A Dictionary of Hierarchies. AHP Series, Volume V, Pittsburgh: Expert Choice, Inc.

Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structure. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), pp. 234-281.

Srivastava, S.K. (2007). Green supply-chain management: a state-of-the-art



- literaturereview. *International Journal of Management Review*, 9, pp. 53–80.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. and L. G. Vargas (1982). *The Logic of Priorities*, Kluwer-Nijhoff, Boston, MA.
- Saaty, T.L.(1990). The analytic hierarchy process: planning ,priority setting, resource allocation, RWS Publications,Pittsburgh,PA.
- Saaty, T.L.(1990).How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*,pp.9-26.
- Saaty, T.L.(1990).The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill: New York.
- Tamura, H., H. Okanishi, and K. Akazawa (2006), —Decision Support for Extracting and Dissolving Consumers Uneasiness Over Foods Using Stochastic DEMATEL.*Journal of Telecommunications and Information Technology*, 4, pp. 91-95.
- Tzeng, G. H., C. H. Chiang, and C. W. Li (2007). Evaluating Intertwined Effects in E-learning Programs: A Novel Hybrid MCDM Model Based on Factor Analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 32 (4), pp. 1028-1044.
- Tamura, H. and K. Akazawa (2005). Structural Modeling and Systems Analysis of Uneasy Factors for Realizing Safe, Secure and Reliable Society. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 3, pp. 64-72.
- Timo Busch , Volker H. Hoffmann (2007). Emerging carbon constraints for corporate risk management.*Ecological Economics*, 62, pp. 518–528.
- Vachon, Stephan(2007). Green supply chain practices and the selection of environmental technologies. *International Journal of Production Research*, 45, pp. 4357-4379.
- Wen Huaide, & Tan Jingrong (2011). Low-Carbon Strategy with Chinese SMEs. *Energy Procedia*, 5, pp 613-618.

Warfield, J. N. (1976), *Societal Systems: Planning, Policy and Complexity*, John Wiley & Sons Inc, New York.

Wu, W. W., & Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using fuzzy DEMATEL method. *Expert System with Applications*, 32(2),499-507.

Zhang Quanguo, Zhang BaiLiang, Liu Shengyong, Guo Xiaohe, & He Chuanfu (2003). The present situation and characteristics of China's energy consumption. *Energy Policy*, 22 , pp. 1075-1077.

### 參、 網站部分

中小企業綠色環保資訊網 <http://green.pidc.org.tw/column.php?action=detail&id=8>

工業技術研究院 <http://college.itri.org.tw/Topiclearn.aspx?id=27>



# 附錄一

## Delphi 專家問卷

### 企業減碳衡量指標

### 第一階段--- Delphi 專家問卷

敬啟者:

這是一份東海大學企業管理研究所碩士研究論文「企業減碳衡量指標」的專家問卷，十分感謝您百忙之中首肯擔任本研究之 Delphi 專家。本研究目前以藉由文獻回顧與資料收集彙整分析，篩選出企業減碳衡量指標之評估因子，共分六個構面及 19 項準則(如表 1-1)。

本研究希望藉由專家問卷的方式，蒐集各領域範圍內專家學者之意見，以作為後續發放 AHP 及 DEMATEL 問卷修正之參考。素仰 尊座學有專精，誠摯地邀請您為本研究 Delphi 專家小組成員，懇請提供您寶貴的意見。本研究僅供學術研究參考，感謝您撥冗指教。

敬祝

安康

東海大學企業管理研究所

指導教授:周瑛琪 教授

鄧宗禹 教授

研究生:王珮君

0917216859

[Penny102614@hotmail.com](mailto:Penny102614@hotmail.com)

敬上

## 一、企業減碳衡量指標之構面與準則表

附表 1 企業減碳衡量指標之構面與準則表

目標	構面	評估準則
企業減碳衡量	能源效率提升	1.1 提高單位能源生產力 1.2 減少能源損失 1.3 能源管理系統建立
	加強研究發展	2.1 開發與推廣節約能源技術 2.2 開發與推廣新能源及再生能源使用

量 指 標 之 構 面		2.3 加強國際能源資訊交流
	推廣節能教育	3.1 普及員工能源教育 3.2 推廣社會能源教育
	綠色供應鏈	4.1 汙染防治 4.2 汙染控制 4.3 管理系統 4.4 綠色製造與包裝 4.5 綠色採購 4.6 綠色產品
	降低能源消耗	5.1 增加再生能源的使用 5.2 原料替代 5.3 反映社會成本
	重視環保安全	6.1 推廣高效率燃料及汙染防治技術與設備 6.2 配合國際趨勢研擬對策

## 二、填答說明

- 1.本問卷共有兩部分要填答，第一部分為問卷內容，分為「能源效率提升」、「加強研究發展」、「推廣節能教育」、「綠色供應鏈」、「降低能源消耗」與「重視環保安全」，六大構面；第二部分為個人基本資料。
- 2.本問卷所列指標是根據文獻分析結果初步擬定而成，請您考量企業減碳衡量指標，逐題勾選適切且可行的意見，若您覺得本表所列之評鑑項目不恰當，您可以直接在指標列表上修改，或勾選該指標「修改」或「刪除」，並請說明於「意見說明」欄內；假使您建議增列、修改或刪除其他的評鑑向度，請在各部分最後的「其他意見」欄內填寫。另外，若您對於各部分的架構或指標有任何補充、修正意見，也請填寫於「其他意見」中。謝謝您的協助。
- 3.各指標重要程度之評分方式為五分制。「5」代表「重要程度最高」，「1」代表「重要程度最低」，數字越大，代表重要性越高，請一個指標之重要性在□中打「v」。
- 4.若對本問卷之填寫方式有疑問，請先與研究者聯繫詢問後再填寫。

接下來，為了解因素之間之相對重要性，此研究分析將採用德菲法(Delphi)來了解您對因素間之重要性，此方式係在六大構面之影響因素裡評選重要性，可能會花費您些許時間。在此懇請您以個人專業經驗，耐心將各構面因素裡的指標間仔細思量後做重要性選擇。

再次謝謝您的協助!

東海大學企業管理研究所研究生 王珮君 敬上

### 三、企業減碳衡量指標 重要性調查

(一)對於「能源效率提升」構面下的指標因子重要性程度。

構面	評估準則	指標重要程度 高>>>>>>>>>低 5 4 3 2 1	修改	刪除	意見說明
能源效率提升	1.1 提高單位能源生產力	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	1.2 減少能源損失	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	1.3 能源管理系統建立	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
其他意見:					

(二)對於「加強研究發展」構面下的指標因子重要性程度。

構面	評估準則	指標重要程度 高>>>>>>>>>低 5 4 3 2 1	修改	刪除	意見說明
加強研究發展	2.1 開發與推廣節約能源技術	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	2.2 開發與推廣新能源及再生能源使用	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	2.3 加強國際能源資訊交流	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
其他意見:					

(三)對於「推廣節能教育」構面下的指標因子重要性程度。

構面	評估準則	指標重要程度 高>>>>>>>>>低 5 4 3 2 1	修改	刪除	意見說明

推廣 節 能 教 育	3.1 普及員工能源教育	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	3.2 推廣社會能源教育	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
其他意見:					

(四)對於「綠色供應鏈」構面下的指標因子重要性程度。

構面	評估準則	指標重要程度 高>>>>>>>>>>低 5 4 3 2 1	修改	刪除	意見說明
綠 色 供 應 鏈	4.1 汙染防治	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	4.2 汙染控制	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	4.3 管理系統	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	4.4 綠色製造與包裝	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	4.5 綠色採購	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	4.6 綠色產品	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
其他意見:					

(五)對於「降低能源消耗」構面下的指標因子重要性程度。

構面	評估準則	指標重要程度 高>>>>>>>>>>低 5 4 3 2 1	修改	刪除	意見說明
----	------	-------------------------------------	----	----	------

降低能源消耗	5.1 增加再生能源的使用	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	5.2 原料替代	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	5.3 反映社會成本	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
其他意見:					

(六)對於「重視環保安全」構面下的指標因子重要性程度。

構面	評估準則	指標重要程度					修改	刪除	意見說明
		高	>>>>>>>>>	低					
		5	4	3	2	1			
重視環保安全	6.1 推廣高效率燃料及汙染防治技術與設備	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	6.2 配合國際趨勢研擬對策	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
其他意見:									

### 基本資料 (敬請提供, 以利資料建檔及寄送謝禮之用, 不挪為它用)

姓名: \_\_\_\_\_ 年齡: \_\_\_\_\_

連絡電話: \_\_\_\_\_ E-Mail: \_\_\_\_\_

公司名稱: \_\_\_\_\_ 部門名稱: \_\_\_\_\_ 職務名稱: \_\_\_\_\_

工作年資: \_\_\_\_\_

您對本研究之建議或需改進事項:

感謝您撥冗填答問卷!

## 附錄二

您好：

這是一份學術研究之問卷，主要目的在探討「企業減碳衡量指標」，本研究採用「層級分析方法」問卷方式，詢問專家對企業節能減碳指標之看法，請您依個人的主觀意見填答。

感謝您在百忙之中，願意撥冗填答此問卷，謹致上最誠摯謝忱。

敬祝

安康

東海大學企業管理研究所

指導教授:周瑛琪 教授

鄧宗禹 教授

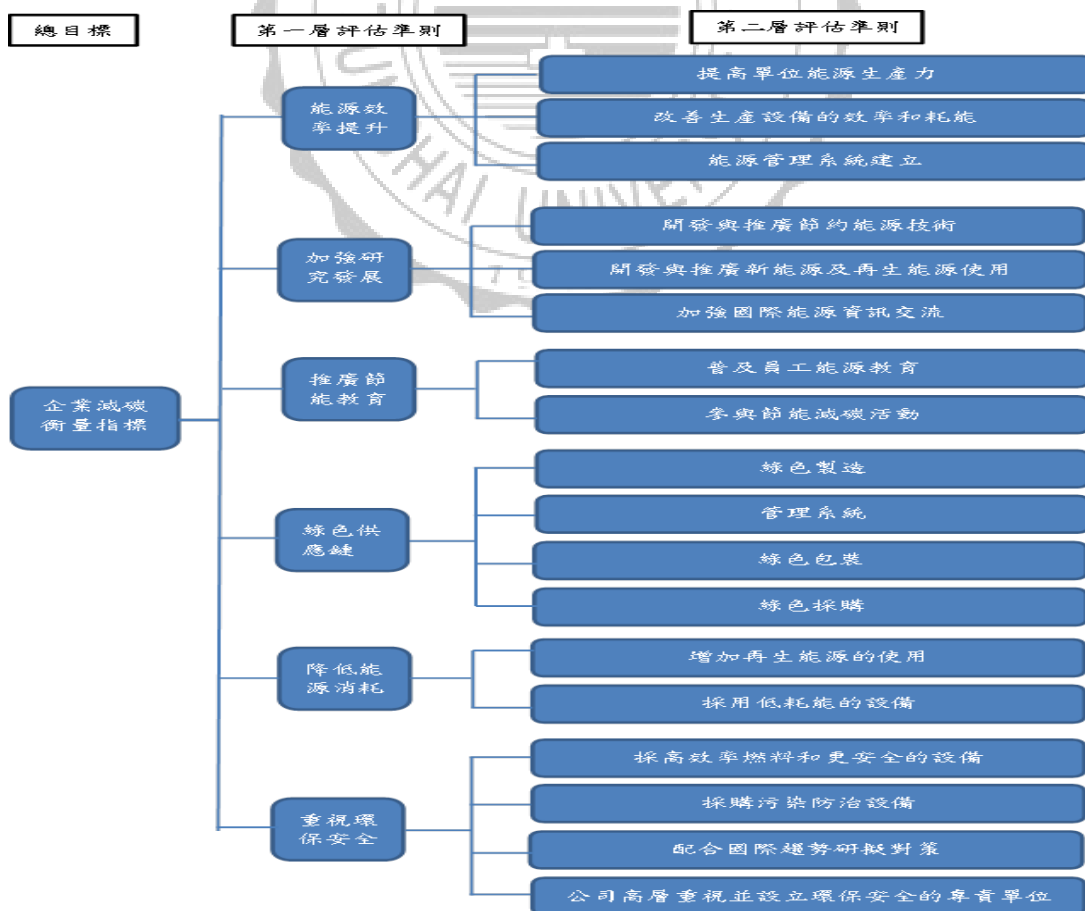
研究生:王珮君

0917216859

[Penny102614@hotmail.com](mailto:Penny102614@hotmail.com)

敬上

### 第一部分：研究架構





一、問卷填寫說明與範例：

(一)、填寫說明：

AHP 分析層級程序法係採取次序尺度作成簡明的成偶比較評比(成對比較評比)，藉以將抽象化之比較轉換成數量化比較，以求得最佳方案之選定，其次序尺度劃分五個等級九尺度：1=同等重要 3=稍重要 5=重要 7=很重要 9=非常重要。其中 2、4、6、8 是介於各級之間的評估標準。

(二)、量表型評選表簡例：

填寫說明：

(1)若因素 B 優於因素 A，且因素 A 優於因素 C，則因素 B 應優於因素 C，以下列方式表示之：

填表說明	在下列空格中，經兩兩比較其相對重要性後，填入 (1-9) 之數值，值愈大表示相對愈重要或對方案評選愈佳。 (← 左邊評選因素愈重要 : 右邊評選因素愈重要 →)																	
評選因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	評選因素
A														V				B
			V															C
B		V																C

二、問卷：

(一)、準則評選：

評選因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	評選因素
能源效率提升																		加強研究發展
																		推廣節能教育
																		綠色供應鏈
																		降低能源消耗
																		重視環保安全
加強研究發展																		推廣節能教育
																		綠色供應鏈
																		降低能源消耗



普及員工能源教育																				參與節能減碳活動
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------

B4.在「綠色供應鏈」要素下，包含了四個子要素，請您比較左邊及右邊的「企業減碳衡量指標」之重要性程度。

評選因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	評選因素
綠色製造																		管理系統
																		綠色包裝
																		綠色採購
管理系統																		綠色包裝
																		綠色採購
綠色包裝																		綠色採購

B5.在「降低能源消耗」要素下，包含了兩個子要素，請您比較左邊及右邊的「企業減碳衡量指標」之重要性程度。

評選因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	評選因素
增加再生能源的使用																		採用低耗能的設備

B6.在「重視環保安全」要素下，包含了四個子要素，請您比較左邊及右邊的「企業減碳衡量指標」之重要性程度。

評選因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	評選因素
採高效率燃料和更安全的設備																		採購污染防治設備
																		配合國際趨勢研擬對策
																		公司高層重視並設立環保安全的專責單位
採購污染防治設備																		配合國際趨勢研擬對策
																		公司高層重視並設立環保安全的專責單位
配合國際趨勢研擬對策																		公司高層重視並設立環保安全的專責單位

## 第二部分

以「評估方案」而言，「評估構面關聯表問卷」填答說明：

構面與構面之間的關聯性，請以0到4代表兩者之間的影响：

0：無影响，代表兩因子之間是無關係的。

- 1：低度影響，代表兩因子之間彼此為低度關聯。  
 2：中度影響，代表兩因子之間彼此為中度關聯。  
 3：高度影響，代表兩因子之間彼此為高度關聯。  
 4：極高度影響，代表兩因子之間彼此為極高度關聯。

填答範例：

若根據您的專業知識判斷，您認為「能源效率提升」對「加強研究發展」有中度影響，請在第二欄第三列的格中填入2；同理，若您認為「加強研究發展」對「能源效率提升」只有低度影響，請在第三欄第二列的格中填入1。如下所示：

	能源效率提升	加強研究發展
能源效率提升		1
加強研究發展	2	

	能源效率提升	加強研究發展	推廣節能教育	綠色供應鏈	降低能源消耗	重視環保安全
能源效率提升						
加強研究發展						
推廣節能教育						
綠色供應鏈						
降低能源消耗						
重視環保安全						

(0:無影響；1:低度影響；2:中度影響；3:高度影響；4:極高度影響)

	提高單位能源生產力	改善生產設備的效率和耗能	能源管理系統建立
提高單位能源生產力			
改善生產設備的效率和耗能			
能源管理系統建立			

(0:無影響；1:低度影響；2:中度影響；3:高度影響；4:極高度影響)

	開發與推廣節約能源技術	開發與推廣新能源及再生能	加強國際能源資訊交流
--	-------------	--------------	------------

		源使用	
開發與推廣節約能源技術			
開發與推廣新能源及再生能源使用			
加強國際能源資訊交流			

(0:無影響；1:低度影響；2:中度影響；3:高度影響；4:極高度影響)

	普及員工能源教育	參與節能減碳活動
普及員工能源教育		
參與節能減碳活動		

(0:無影響；1:低度影響；2:中度影響；3:高度影響；4:極高度影響)

	綠色製造	管理系統	綠色包裝	綠色採購
綠色製造				
管理系統				
綠色包裝				
綠色採購				

(0:無影響；1:低度影響；2:中度影響；3:高度影響；4:極高度影響)

	增加再生能源的使用	採用低耗能的設備
增加再生能源的使用		
採用低耗能的設備		

(0:無影響；1:低度影響；2:中度影響；3:高度影響；4:極高度影響)

	採高效率燃料和更安全的設備	採購污染防治設備	配合國際趨勢研擬對策	公司高層重視並設立環保安全的專責單位
採高效率燃料和更安全的設備				
採購污染防治設備				
配合國際趨勢研擬對策				

公司高層重視並設立環保安全的 專責單位				
------------------------	--	--	--	--

(0:無影響；1:低度影響；2:中度影響；3:高度影響；4:極高度影響)

### 第三部份

#### 基本資料

1. 請問您的姓名：\_\_\_\_\_
2. 請問您的 E-Mail：\_\_\_\_\_
3. 請問你現在的工作單位：\_\_\_\_\_
4. 請問您的職稱：\_\_\_\_\_
5. 請問您在目前的工作崗位上工作年資：\_\_\_\_\_

