



應用 Fuzzy-AHP 建構環境管理系統決策模式之研究

于健^{a*}、翁偉倫^b

^a南華大學休閒環境管理研究所 助理教授

^b台灣產業服務基金會 稽查員

摘要

本文擬建立環境管理系統決策模式以探討企業有限資源有效投入系統之問題。運用模糊層級分析法(FAHP)，整合產、官、學界專家之意見。建立探討決策架構並分析各層級及關鍵因素之相對重要性。研究發現環境管理系統程序層級之重要性依序為「環境政策」、「規劃」、「實施與運作」、「檢查與矯正」及「管理階層審查」等構面，惟就環境管理系統持續改善之精神而言，各程序之重要性不宜被過度強調或忽視。「高階主管支持」、「政策內容」、「自然環境考量」、「組織之適切性」、「監督與量測」、「法規認知度」及「政策宣導」等七項被視為應優先執行之關鍵因素。其中，「高階主管支持」最為重要，而「文件化管理」之重要性易被忽略。建議企業管理者應展現支持之誠意並積極參與以利推行環境管理系統。

關鍵字：環境管理系統、ISO 14001、模糊層級分析

* 通訊作者：于健

E-mail：cyu@mail.nhu.edu.tw





壹、緒論

自國際標準組織(The International Organization for Standardization, ISO)於 1996 推行環境管理系統(Environmental Management Systems, EMS)標準後，ISO14001 即成為環保規範及國際貿易的重要里程碑（申永順、陳玉秋，2007）。實施 ISO14001 除可將企業對環境的損害降至最低、提升員工環保意識及縮短緊急事件的處理時間外，並可透過提昇企業形象、改善內部作業管理程序等優點進而提昇企業競爭優勢（杜富燕，2000；楊義榮，1996；鍾宜展等，2000；Hilson & Nayee, 2002; Tan, 2005）。

由於國際性或區域性的環保法規與公約日趨嚴格如京都議定書、WEEE、RoHS 等協定，推行 ISO 14001 不僅是企業對環保及社會責任的承諾，更是克服國際貿易障礙之利器，特別是我國以出口導向的產業結構，身為國際綠色供應鏈的一環，必然面臨供應鏈夥伴對環保重視的趨勢。有鑑於此，如何順應全球環保潮流，預先做好周延規劃，更是國內企業必須注重。

誠然推動 ISO 14001 驗證對企業是刻不容緩的要務，其中一項重要原因即在於 ISO 14001 的導入及實施是複雜繁瑣及耗費成本的，雖說國際標準組織提供一系列有關 ISO 14001 之條文解釋以協助企業導入，但對企業而言，如何將有限資源正確的配置於環境管理系統中，是一個管理決策的議題，若能找出推行環境管理系統之關鍵成功因素並將資源優先投入其中，可獲事半功倍之效果，同時發揮環境管理系統之效益解決國貿障礙，提昇企業之競爭力。

現有文獻中，Zutshi 與 Sohal(2004)透過問卷調查澳洲實施ISO 14001考量之因素與效益，研究發現「驗證成本」、「相關支援與資源」、「員工是否瞭解環境政策」、「持續改善方針」及「條文的解釋」等為主要影響因素；Hillary(2004)採用文獻回顧法，整理33篇有關歐洲實施ISO 14001之文獻，整理出27項內部因素與15項外部因素為影響歐洲中小企業實施ISO 14001之關鍵因素；Shen 與 Tam(2002)探討香港建築業實施ISO 14001之因素與效益關聯，發現主要影響因素為「專業能力訓練」、「技術支援」、「改善環境績效所需時間」及「增加管理和操作成本」等；Babakri et al.(2003)以美國工業通過ISO 14001驗證為研究對象，運用問卷調查法探討其推行過程所遭遇因素與驗證後帶來效益，研究發現主要影響因素為「文件化管理」、「教育訓練」、「高階管理者支持」、「缺乏環境管理稽核」、「員工抵抗」和「環境考量面」等。綜觀文獻可發現多為針對某行業之企業，探討適用該個案之關鍵因素與其企業效益之關係，未見跨行業或領域企業之整合性研究，且多使用統計或質性方法辨別少數之關鍵因素，並無對環境管理系統之程序中各項因素，建立其因素間之相對重要性以輔助環境管理系統推行決策之研究。

本研究擬建立環境管理系統決策模式，透過整合產、官及學界專家之意見，歸納環境管理系統實施過程中之相關因素以建立決策架構，並利用模糊層級分析法(Fuzzy Analytical Hierarchy Process, FAHP)之科學方法，解析因素間之相對權重並探討其意涵，期能藉由決策模式之建立及關鍵因素之相對判別，提供企業於環境管理系統決策時參考，





以達環保永續與企業發展雙贏的目的。

貳、研究方法與設計

本研究問題為多準則決策問題，故採用結合模糊語意分析與層級分析法(AHP)之模糊層級分析法(FAHP)為本文之研究方法。層級分析法已被廣泛應用於優先順序的決定、資源規劃、分配及投資組合等方面之研究，目的是將複雜的問題有系統化地加以簡化，利用層級結構將問題做層級分解，並透過量化的判斷，尋得脈絡後加以綜合評估，以提供決策者選擇適當方案的完整資訊，減少決策錯誤的風險。利用 AHP 建立層級結構和決策模式時，首先將複雜之系統，匯集專家學者及決策者之意見後，以簡明之要素層級結構加以表示，並計算層級權重及進行一致性檢定。傳統 AHP 實用價值高，但並未將人類思考的主觀性、不確定性與模糊性考慮在內，許多學者，如 Buckley(1985)；Laarhoven 與 Pedrycz(1983)等，應用模糊集合理論結合 AHP 之 FAHP 以改善傳統 AHP 所不擅處理之人性化問題。採用 FAHP 可獲得下列優點：1.可處理較難量化的研究問題：如新興產業經營策略問題、社會科學面向之資源分配優先順序等。2.減少專家評估要素時之不確定性。3.呈現專家認知的模糊現象，不會刪除任何獨特意見。4.呈現專家集體決策時的模糊區間，作為決策者採取個人經驗判斷時的彈性空間（張美娟，2003）。FAHP 將使整個決策分析更具客觀性與合理性。

執行 FAHP 的三大程序如下。程序一：建立層級架構。經由文獻探討與徵詢專家意見以建立層級架構，此層級架構是整個系統架構之主要骨架，用來探討層級中各因素準則的交互作用及對整個系統的影響（曾國雄、鄧振源，1989）。程序二：模糊問卷之設計與調查。以 AHP 法的概念，將建立之層級架構，轉換成因素間兩兩比較的問卷型式，透過對專家之訪談調查後，求出 C.I.與 C.R.值檢定其一致性以建立研究效度並取得有效問卷。

至於程序三：模糊分析係將有效問卷中，受訪者之意見語意賦予模糊化並進行模糊語意分析後，以模糊運算求得各構面及因素相對權重。其方式如下：(1)建立模糊正倒值矩陣。以三角模糊數來表達每位受訪者意見的模糊現象，即可建立受訪者模糊正倒值矩陣。(2)將所有受訪者之意見進行群體整合。運用 Buckley(1985) 所建議之平均數法來整合受訪者意見。(3)以群體受訪者之意見，計算其模糊權重。(4)求得模糊權重後須進行解模糊化(Defuzzication)。運用 Teng 與 Tzeng(1993)提出之重心法進行解模糊化，求得各權重之明確值。(5)正規化(Normalization)目的為比較各構面及其各項因素的相對重要性。(6)層級串聯(Series of hierarchical)比較全部因素之相對權重。

本研究依循上述 FAHP 之程序設計。首先建立推行環境管理系統之決策層級架構，本研究參考相關文獻，再經徵詢相關專家意見逐步篩選、彙整、分類與修改，並考量成



對比較時的複雜度，將環境管理系統決策層級模式建立如圖 1。

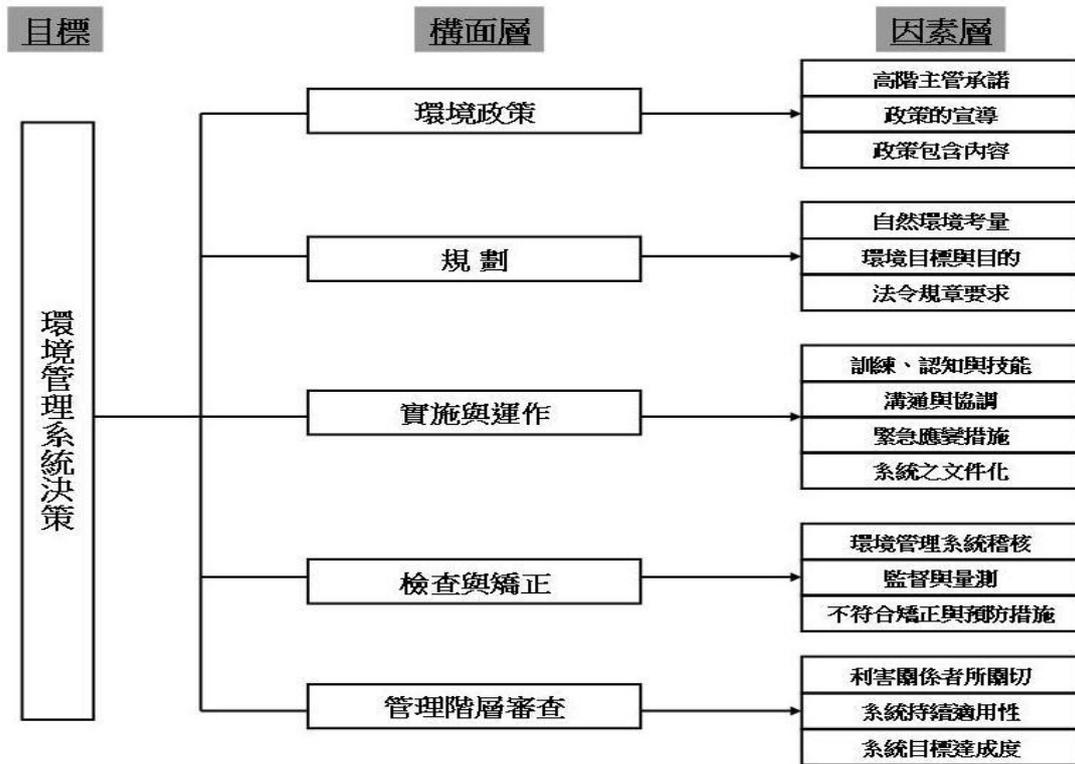


圖 1 環境管理系統決策模式

圖 1 共分為兩個層級，其中第一層為構面層，分為五構面，第二為因素層，計分為十八個因素，茲說明如後：為使環境管理系統能有效運作，ISO 14001 主要執行內容可分為環境政策、規劃、實施與作業、檢查與矯正措施、管理審查等程序（經濟部工業局，2002）。本研究採用上述五大程序組成構面層以期模式能符合實務之運作及建立研究信度，並綜合多位學者論點，將各構面定義如下：

環境政策構面：指「企業推行環境管理系統應有的承諾，此承諾包含高階管理者必須持續改善環境管理系統並做出汙染防治與符合法律要求，並公開給予全體員工」（謝振璋，1998；Boudouropoulos & Arvanitoyannis, 1998; Bansal & Bogner, 2002; Chan & Wong, 2006）。環境政策是環境管理系統的最高指導原則，也是實施與改進環境管理系統的推動力，企業對環境責任與績效要求的企圖心展現於此（經濟部工業局，2002）。

相關文獻指出在環境政策應注重的因素有高階主管的支持、管理階層對環保的重視、法律之規定、污染的預防、環境管理系統持續改善、環保意識的宣導、員工對於政策的認知、企業建構合適的環境政策等(申永順，2005；朱斌好等，2002；謝振璋，1998；Babakri et al., 2003; Chin & Pun, 1999; Chan & Wong, 2006; Gavronski et al., 2008; Hilson



& Nayee, 2002; Hillary, 2004; Shen & Tam, 2002; Zobel & Burman, 2004; Zeng et al., 2005)。綜觀文獻，本研究歸納高階主管支持、政策宣導及政策內容等三項為環境政策構面應優先包含之因素。其中高階主管支持因素指：「對環境政策作出具體表現與承諾，而主管的支持來自於對環保的重視」，政策宣導因素指：「環保意識的宣導與員工對於政策的認知」，政策內容因素指：「內容應包含法律之規定、污染預防、系統持續改善三項」。

規劃構面：指「檢視對環境衝擊的相關自然環境考量面，並遵守法規規定，規劃環境目標與執行方案，尋求相關輔導與支援以達成環境政策」(Bansal & Bogner, 2002; Petroni, 2001)。規劃的重點在於確保企業能針對問題的重點並在能力可行的範圍下執行，避免處理環境問題上出現本末倒置的現象；由於處理環境事務具多樣性的特質，以及考量各企業本身的營運狀況（經濟部工業局，2002）。

相關文獻指出在規劃構面應注重的因素有環境考量面、企業環境價值陳述、目標與目的之界定、了解目前法規與法規之間的差異、尋找輔導單位、專業人員支援等(申永順，2005；林弘炤，1998；謝振璋，1998；顧洋，2000；Chin & Pun, 1999; Chan & Wong, 2006; Curkovic et al., 2005; Hillary, 2004; Shen & Tam, 2002; Sammalisto & Brorson, 2008; Zutshi & Sohal, 2004; Zobel & Burman, 2004)。綜觀文獻，本研究歸納規劃構面包含自然環境考量、界定目標與目的、法規認知度、輔導與支援等四項為規劃構面應優先包含之因素。其中自然環境考量因素指：「企業經營活動對自然環境的衝擊」，界定目標與目的因素指：「衡量企業本身的資源、能力與可行性以訂立目標與目的」，法規認知度因素指：「著眼符合法規要求並遵守法規」，輔導與支援因素指：「相關單位的諮詢或尋求專業人員之支援，提供推行決策之意見」。

實施與運作構面：指「企業成立專責推動團隊，並確定組織架構與人員責任，辨別和提供必要的資源，建立系統運作上所需的訓練和內外部溝通協調機制」(Boudouropoulos & Arvanitoyannis, 1998; Bansal & Bogner, 2002; Chan & Wong, 2006; Petroni, 2001; Perotto et al., 2008)。不論規劃目標為何、計畫多麼完美能否產生效用，全在於如何推動執行。

相關文獻指出在實施與運作構面應注重的因素有教育訓練、全員參與、員工具備環境管理之認知、環境管理制度的落實、專責健全推動團隊、具備緊急應變措施、做法與文件一致、缺乏系統文件化管理、內部人員和上下階層之間的溝通、與外部之協調、缺乏環境管理相關技術與資源、員工流動率、員工具備環境管理能力等(林弘炤，1998；陳智璋，2000；朱斌好等，2002；謝振璋，1998；顧洋，2000；Babakri et al., 2003; Chin & Pun, 1999; Chan & Wong, 2006; Hilson & Nayee, 2002; Hillary, 2004; Quazi, 1999; Shen & Tam, 2002; Sammalisto & Brorson, 2008; Zobel & Burman, 2004; Zeng et al., 2005)。綜觀文獻，本研究歸納實施與運作構面包含教育訓練、溝通與協調、推動團隊、緊急應變措施與文件化管理等五項為實施與運作構面應優先包含之因素。其中教育訓練因素指：「著實員工對環境管理系統認同並使員工具備管理系統的執行能力」，溝通與協調因素指：





「適時與內部人員溝通和外部相關單位協調，以去除疑慮、避免衝突」，推動團隊因素指：「分配其人員角色、相關責任與權限，以落實環境管理制度」，緊急應變措施因素指：「降低處理環境管理相關問題所產生之傷害」，文件化管理因素指：「落實說、寫、做合一，根據文件內容反映工作狀況」。

檢查與矯正構面：指「測量和檢查其環境管理系統是否符合規定的程序與標準，建立並維持適當的程序以處理及調查不符合情形發生」(Boudouropoulos & Arvanitoyannis, 1998; Bansal & Bogner, 2002; Chan & Wong, 2006; Petroni, 2001; Perotto et al., 2008)。為使環境管理系統維持適切的運作，必須不斷地檢討反省系統執行的方向，檢查與矯正措施正有這樣的功能。

相關文獻指出在檢查與矯正構面應注重的因素有監督矯正制度、環境管理稽核、檢視系統營運、監測和量測設備、環境管理稽核、驗證制度的健全性等(朱斌好等，2002；陳智瑋，2000；謝振瑋，1998；Babakri et al., 2003; Chan & Wong, 2006; Hilson & Nayee, 2002; Hillary, 2004; Shen & Tam, 2002; Zeng et al., 2005)。綜觀文獻，本研究歸納檢查與矯正構面包含環境管理稽核、監督與量測及矯正與預防等三項為檢查與矯正構面應優先包含之因素。其中環境管理稽核因素指：「使系統運行在預定的程序計畫上，並尋求符合環境管理的各項規劃事項」，監督與量測因素指：「針對有對環境產生重大衝擊的作業或活動，建立定期監督與量測機制」，矯正與預防因素指：「根據監督與量測結果，運用適當的矯正與預防措施來處理不符合情況，減輕產生的影響，消除問題根源」。

管理階層審查構面：指「根據環境管理系統之稽核結果與外在情勢變化以確保系統的適當性、有效性及適切性並修改環境政策、目標、標的，使整個系統能持續改善與進步」(Bansal & Bogner, 2002; Petroni, 2001; Perotto et al., 2008)。企業高階主管應定期審查環境管理系統，確認其持續適用性、適切性及有效性，依據環境管理系統之稽核結果、情勢變化以及持續改善的承諾，提出環境管理系統之修改政策、目標及其它構成要項的可能需求。

相關文獻指出在管理階層審查構面應注重的因素有利害關係者的需求、市場需求、管理系統的整合、是否與原管理體系牴觸、成果與績效符合預期目標、系統之達成度等(申永順，2005；陳智瑋，2000；謝振瑋，1998；顧洋，1999；Babakri et al., 2003; Chin & Pun, 1999; Chan & Wong, 2006; Gavronski et al., 2008; Hillary, 2004; Quazi, 1999; Zobel & Burman, 2004; Zutshi & Sohal, 2004)。綜觀文獻，本研究歸納管理階層審查構面包含利害關係者之利益、組織之適切性、目標達成度等三項為管理階層審查構面應優先包含之因素。其中利害關係者之利益因素指：「企業營運著重商業利潤，須符合利害關係者之利益」，組織之適切性因素指：「不牴觸原管理系統，注重系統與經營環境之間的適切性」，目標達成度因素指：「考量原先環境目標與執行現況之達成度」。

有關模糊問卷之設計，本研究根據圖 1 之層級架構設計同一層級中兩兩因素間重要性比較之問卷，共計 35 題問項進行問卷調查。原 AHP 問卷之測量為九等量表，在問卷





層級數及指標數較多的情況，恐因過於細瑣而降低受訪者填答意願及正確性；故參考吳金照(2001)、賀志豪(2004)之 FAHP 問卷設計方式，將問卷測量方式設計為絕對重要、重要、同等重要、不重要及絕對不重要五等程度，分別賦予 5，3，1，1/3，1/5 的衡量值以降低調查誤差。由於實際決策情境下，考慮到人類思維的特質與認知模式，量化數值的表達方式並不能處理決策者認知偏好的模糊性，可能造成評估結果與實際決策過程的落差（徐村和、林凌仲，2008），因此，透過模糊語意變數來表達認知偏好，反而能提供決策者更具彈性的判斷方式(Herrera et al., 2001; Xu, 2003)，故本研究之模糊問卷設計運用吳金照(2001)模糊語意轉換尺度，如表 1，的三角模糊數作為標準，將受訪者所選定之語意措詞轉換成模糊數。

表 1 兩因素間重要性比較的模糊語意尺度

語意措辭	三角模糊數
絕對不重要	(1/5,1/3,1/2)
不重要	(1/3,1/2,1/1)
同等重要	(1/2,1,2)
重要	(1,2,3)
絕對重要	(2,3,5)

資料來源：吳金照(2001)

AHP 為專家問卷型態之決策方式，因此參與問卷之專家必須對環境管理系統領域有足夠的專業知識與實務經驗，故本研究在邀請參與的專家以政府單位中有輔導產業實行環境管理系統之官員、通過驗證之產業界環安部門主管、檢驗環境管理系統之顧問師與學術上研究環境管理系統領域之學者為調查對象，期望藉由專家的專業及實務經驗來判斷環境管理系統決策中對於相關因素間之相對重要性；共計發出 38 份問卷，調查期間為民國 97 年 9 月 1 日至 10 月 27 日，採實地訪談方式進行並與受訪者當面溝通內容，共計回收 29 份問卷，問卷回收後進行一致性檢定，以確認本研究之效度。

表 2 整體層級架構之一致性檢定及一致性比率表

決策層級	λ max	C.I.值	C.R.值
環境管理系統決策	5.115	0.029	0.026
環境政策	3.01	0.005	0.009
規劃	4.032	0.011	0.012
實施與運作	5.006	0.016	0.015
檢查與矯正	3.016	0.008	0.014
管理階層審查	3.034	0.017	0.029
整體層級一致性檢定	C.R.H.=0.02		





一致性檢定主要目的為檢測受訪者對於問卷之填寫是否符合遞移性；若不符合即表示問卷之結果不可採信。本研究首先分別針對 29 位專家提供之資料，計算其「構面」與「因素」之權重，並進行一致性檢定。以 Saaty 建議成對比較矩陣之 C.I.值以及 C.R.值均小於 0.1 作為檢定標準（簡禎富，2007）。由表 2 可看出，受訪者問卷的 C.I.值與 C.R.值，均低於 0.1，表示各矩陣一致性比率高，接著整體層級一致性檢定 C.R.H.值亦低於 0.1，即受訪者的決策過程合乎理性及對決策因素的看法前後一致，顯示研究結果可充分表達受訪者之意見；由於問卷之調查對象為環境管理領域產、官、學三方面學者專家，故調查結果應有相當的內容效度。在 29 位受訪者中有 6 位未通過檢定，視為無效問卷予以剔除，故實得 23 份有效問卷，實際有效率為 60.5%，如表 3。

表 3 問卷回收統計表

	產業界	政府單位	學術界	合計
發放數	19	11	8	38
回收數	13	9	7	29
有效回收數	10	7	6	23
有效回收率	52.6%	63.6%	75%	60.5%

有效問卷回收後即模糊分析，首先建立每位受訪者意見之模糊正倒值矩陣，運用 Buckley(1985) 所建議之平均數法來整合全部受訪者意見並計算其模糊權重，再運用 Teng 與 Tzeng(1993)提出之重心法進行解模糊化，求得各權重明確值，為比較各構面及其各項因素的相對重要性，故再進行正規化，最後以層級串聯的方式求得整體架構中各因素之相對權重如表 4。





表 4 整體層級各項因素之相對權重值及其整體排序

構面	正規化 權重*	排序	因素	正規化 權重*	排序	整體權重*	排序
環境政策	0.265	1	高階主管支持	0.509	1	0.135	1
			政策宣導	0.223	3	0.059	7
			政策內容	0.268	2	0.071	2
規劃	0.223	2	自然環境考量	0.298	1	0.066	3
			界定目標與目的	0.244	3	0.054	9
			法規認知度	0.274	2	0.061	6
			輔導與支援	0.184	4	0.041	14
			教育訓練	0.221	2	0.043	13
實施與運作	0.193	3	溝通與協調	0.212	3	0.041	14
			推動團隊	0.251	1	0.048	11
			緊急應變措施	0.162	4	0.031	17
			文件化管理	0.154	5	0.030	18
			環境管理稽核	0.301	3	0.051	10
檢查與矯正	0.17	4	監督與量測	0.373	1	0.063	4
			矯正與預防	0.326	2	0.055	8
管理階層 審查	0.15	5	利害關係者之利益	0.270	3	0.041	14
			組織之適切性	0.421	1	0.063	4
			目標達成度	0.309	2	0.046	12

*為求簡明，精確度至小數點第三位。

參、實證研究與分析

在本研究建立之環境管理系統決策模式中，環境政策為相對重要性最高之推行構面(0.265)，其次為規劃構面(0.223)，實施與運作構面(0.193)，檢查與矯正構面(0.17)，管理階層審查之相對重要性最低(0.15)，即各構面之相對重要性，隨其被執行之先後順序而遞減。

環境政策，基於政策是一種宣示，讓全體員工由上到下的認同並一致表現對環境負責與績效要求的企圖心，作為實施與改進環境管理系統的原動力；次要為規劃，在於規劃是一種內外環境的考量，確保能針對問題重點並在能力可行的範圍下執行，可謂知己知彼、百戰百勝；妥善規劃後付諸行動，實施與運作是一種手段，能否讓規劃產生效用，全在於如何執行；執行過程中講求控制，檢查與矯正即是一種控制，使系統維持適切的





運作，提升管理系統之完整性與嚴謹性，以進行適當修正行動；最後為管理階層審查，用以評估系統，確認其持續適用性、適切性及有效性；整體而言，顯現「規劃」階段的正確性對推動 ISO 14001 環境管理系統的成功與否影響重大。此外，若以一般 P-D-C-A 之戴明循環來看，由「環境政策」與「規劃」，所組成的「環境規劃」階段之相對權重幾近於 50%(0.488)，故環境規劃對推動 ISO 14001 有決定性的影響，良好的規劃代表完善的準備，可有效率及效果的執行環境管理系統。然而，環境管理系統之精神在於持續改善與永續發展，需根據現階段執行之稽核結果、情勢變化，提出下階段環境管理系統之修改政策、目標及其它構成要項的可能需求；換言之，環境管理系統之推行是一種循環。現循環的「管理階層審查」事實上亦影響下一循環的「環境政策」階段，故從永續發展的角度來看，各循環與各構面之重要性皆然，不可因相對重要性之高或低而重視或忽略某一特定構面。

至於在環境政策構面，「高階主管支持」被認為是相對權重最高之因素且權重值高於 50% (0.509)。環境政策是推動環境管理系統之最高指導原則，若有高階主管的支持將是企業展現環保企圖心的最佳保證。過去環保工作被認為是企業經營額外的負擔，以營利為目的的企業較無意願肩負環保之外部責任。而實施 ISO 14001 時將使外部成本內部化。此外，ISO 14001 勢必因增加員工的工作負擔而遭致組織成員消極的不配合或積極的反彈。面對各種預期的可能障礙，高階主管支持將是企業使命的宣示與員工績效之保證，其對環境政策階段之重要性不言可喻(Hillary, 2004; Zutshi, 2004)。其次，「政策內容」為次要因素(0.268)。正確的內容應涵蓋法規及 ISO 14001 條文之規範，使推行工作才能順利（王文裕，2008），對於企業來說，要如何制定包含遵守法規、污染預防與持續改善三項準則並與企業本身經營運作結合將是管理者擬定環境政策時所要考量。至於「政策宣導」之權重僅 0.223，其重要性可能因下列原因而降低：1.高階主管對於推動環境管理系統的支持即為最佳的環境政策宣導，員工可透過上級長官對環保工作的支持充分瞭解組織的策略。2.員工之環境管理教育訓練，亦為適當之政策宣導方式之一。

在規劃構面，「自然環境考量」為相對權重最高之因素(0.298)，顯示環境管理系統的規劃，企業需考量所有活動、產品及服務所對自然環境造成的衝擊，才能符合 ISO 14001 對環保的設計初衷。環境管理系統的主要目的在於「瞭解和控制環境考量面」，所以整個模式的建立是以企業的環境考量面作為基礎（鐘宜展等，2000）；「法規認知度」因素相對權重次高(0.274)，法規之規定可客觀作為檢驗與鑑別自然環境考量面相關及必須遵守之規範，可為環境管理系統之法律上的設定(田慶宗，2002；Chan & Wong, 2006; Gavronski et al., 2008)，故法規認知度為規劃構面之次要因素。「輔導與支援」為規劃構面之最低權重因素(0.184)。目前相關輔導單位對於業者產業製程的認知與污染預防技術的提供未臻健全(顧洋，1999)及尋求輔導與支援所需支付之額外成本(Babakri et al., 2003)都使企業認為此因素，在規劃構面下的重要性偏低。

在實施與運作構面，「推動團隊」為相對權重最高之因素(0.251)，表示專家普遍認為推行環境管理系統若有專責的推行團隊會提高效率，相關研究中也指出推動團隊會有





助於企業推行環境管理系(Zobel & Burman, 2004; Zutshi & Sohal, 2004)。「教育訓練」為次要之因素(0.221)，教育訓練可提高員工對於環境管理的能力，啟發個人工作與環境影響認知，宣導員工認同環境管理系統，利於系統的實施推行。「緊急應變措施」之權重在此一構面下相對重要性偏低(0.162)，緊急應變措施是考慮對環境產生衝擊之意外事件發生時之預防性的措施，就風險管理的角度來說是相當重要，但部份行業，如服務業等發生環境災害之機率較低，因而降低相對重要性。「文件化管理」為實施與運作構面下之權重最低之因素(0.154)。文件化管理為實施 ISO 14001 過程中的項目文件化與過程記錄，為 ISO 14001 之精神且必要工作，然其例行性與繁雜性之工作性質使其重要性容易被輕忽。

在檢查與矯正構面，「監督與量測」之相對權重最高(0.373)。檢查與矯正是評估與控制系統之程序，用以審視系統是否偏離並做有效的維護，而透過正確的監督與量測才能取得必需且正確的資訊，管理者才能根據資訊作出正確之決策以確保系統有效之運作。取得正確資訊後，管理者亦須採取適當之程序維護系統，故「矯正與預防」為次要因素(0.326)。考慮系統運作過程中，難免會發現不符合環境管理系統條文要求、現有管制標準或法令規定的情形，此項因素可作為用以消除實際或潛在之不符合狀況的原因；至於「環境管理稽核」在此構面下為相對重要性最低因素(0.301)。在於環境管理稽核屬作業層面之檢視性質，其根據監督與量測所取得之資料，判別期是否符合規定之程序與標準，為進行矯正與預防工作之前置作業，使系統運作在預定的程序計畫，故相對重要性較不如另外兩項。

在管理階層審查構面，「組織之適切性」因素之相對重要性最高(0.421)。顯見管理者對 ISO 14001 推行之審查項目應優先考慮系統對組織之適切性。不適切組織之系統將導致員工無法執行或運作上的困難重重增加抵抗及成本支出。由於 ISO 14001 之條文複雜，不適切的系統將不可能達成組織之策略目標，組織應矯正系統之適切性才能追求目標之達成度，故「目標達成度」因素之相對權重居次(0.309)。且管理階層審查時，應注重系統與組織經營之間的適切性，並考量環境目標與執行現況之達成度，以衡量管理系統之營運效果是否顯著(申永順，2005；陳智瑋，2000；顧洋，1999；Babakri et al., 2003)。至於「利害關係者之利益」在管理階層審查時較不重要(0.27)。可能因為系統在規劃目標時即已考慮利害關係者之利益，故管理者審查「目標達成度」即包含考量利害關係者之利益。此外，基於代理理論，組織可能將自身之營運管理目標優先置於利害關係者利益之上。

在整體環境管理系統決策模式中，高階主管支持被視為絕對重要之關鍵因素，朱斌好等(2002)、Chin 與 Pun(1999)、Chan 與 Wong(2006)、Hillary(2004)、Zeng et al.(2005)均指出若有高階主管支持將是推動 ISO 14001 最有利因素，在主管支持下擬定相關環境政策，並將政策宣導給予全體員工；系統推行上應做到自身企業之經營活動的環保責任，而是否造成環境影響，則由法規所訂定之標準提供給予企業做為參考，在於環境管理系統的推行是以不違反法規與避免受罰的前提來推行環境管理系統，並以專責推動團隊正





確的執行系統所要求之項目；最後考慮系統是否適切企業本身，要做到系統的適切性則要注重於日常的監督與量測，用以監測相關作業情形及與環境目標與目的之符合度，以此建立適當矯正預防措施；至於文件化管理為整體因素相對重要性之末，探究原因在於文件化管理目的在於以文件內容反應工作狀況，為例行性的編製作業，容易讓人忽略其重要性。

肆、結論與建議

本研究建立環境管理系統決策層級模式，以專家學者為對象，運用模糊層級分析法，透過模糊語意變數分別給予權重與評比，整合專家意見建立整體相關因素決策指標之權重體系。藉此瞭解企業在環境管理系統決策上所應注重之相關因素並探究其原因，以利企業將有限資源適當投入，更能有效的推動環境管理系統，善盡環保之社會責任，並提昇企業競爭力。

研究發現，環境管理系統決策構面上，相對重要性以「環境政策」最高，其次依序為「規劃」、「實施與運作」與「檢查與矯正」，最低為「管理階層審查」。然而，就同一個循環而言，構面之相對權重如上所述，但若考量不同循環之關聯性，現階段之「管理階層審查」即為下階段擬定「環境政策」之準備基礎，故環境管理系統之改善循環特性使各程序之重要性不應被單一強調或忽略，惟有時時警惕，確切執行，不斷改善才能徹底執行環境管理系統，增進企業競爭力。

此外，在環境政策構面下首重高階主管支持因素，規劃構面下則重視自然環境考量因素，實施與運作構面下則重視推動團隊因素，檢查與矯正構面下則重視監督與量測因素，最後管理階層審查構面下則重視系統之適切性，而實施與運作構面為環境管理系統之核心工作，其重要性不應因其例行性及繁瑣性之特質而被忽略。

研究發現，環境管理系統推行過程中強調規劃是否得當，正確地規劃將可使執行過程有事半功倍之效果；其次高階主管支持遠高於其他因素，建議管理者應明確表達支持及積極參與，並與員工溝通，說明理念及宣示推動的決心，提供所需資源，建立共識及信任，提昇協同合作的成效；最後，環境管理系統為一套「知難行易」的管理系統，企業應妥善規劃，以助於執行運作，雖執行上面臨例行且繁複的工作，但仍應貫徹執行不可忽略。

在本研究建立之環境管理系統決策模式 18 項各構面因素中，「高階主管支持」、「政策內容」、「自然環境考量」、「組織之適切性」、「監督與量測」、「法規認知度」及「政策宣導」等七項因素之整體權重約佔前 50% 強，顯示上述七項因素為推行環境管理系統之關鍵因素。其中高階主管支持、政策內容與政策宣導屬環境政策構面，自然環境考量、法規認知度屬規劃構面，監督與量測屬檢查與矯正構面，組織之適切性屬管理階層審查





構面。企業若能在高階主管的支持下，以保護自然環境為優先考量，瞭解相關法規後規劃正確的策略內容，並有效的對員工宣導以求上下一心的推動，在過程中應時時監測以確保系統對組織適切性，即能將有限資源有效地投入在環境管理系統中以兼顧企業發展與環保使命。

至於「實施與運作」構面似無任何權重為前50%優先之因素，但其重要性不應被忽略，因為環境管理系統之推動工作執行之困難度不高，但惟有持續的執行與不斷改善才能達成企業之永續發展。

對於後續研究，建議可導入品質管理系統與企業社會責任議題，相互整合至整體企業管理體系，形成更完善的企業經營機制，使企業在永續發展的趨勢下更能接受挑戰，以利企業永續經營；由於本研究調查對象以產業界、政府單位與學術界之學者專家進行整體調查研究，未來後續研究可分別探討與比較此三方面學者專家，藉以分析不同領域專家對於環境管理系統決策的認知程度差異性。

參考文獻

1. 王文裕(2008)。ISO 14001 持續改善及成果展望。永續產業發展，39，20-29。
2. 田慶宗(2002)。ISO1400—環境管理系統(EMS)模式之主要項目。工業污染防治，81，101-123。
3. 申永順(2005)。環保驗證-ISO 14000 系列。科學發展，387，26-31。
4. 申永順、陳玉秋(2007)。國內外通過 ISO 14001 驗證企業持續改善效益之調查研究。工業污染防治，26，93-115。
5. 朱斌好、高明瑞、黃啟誠、黃宏瑞(2002)。大學導入環境管理系統經驗。品質學報，8(1)，133-169。
6. 杜富燕(2000)。企業環境管理策略與績效之研究-以通過 ISO 14000 之廠商為例。國科會（編號：NSC89-2416-H-006-0360）。
7. 吳金照(2001)。應用模糊理論於火力電廠廠址評選研究。台北科技大學生產系統工程與管理研究所碩士論文。
8. 林弘炤(1998)。企業推動ISO14001的成功關鍵-心態、規劃、人、制度。品質管制月刊，34(10)，67-68。
9. 徐村和、林凌仲(2008)。以模糊偏好關係建立零售業服務創新評估模式。管理學報，25(5)，505-524。
10. 陳智瑋(2000)。ISO 14000 對產業之衝擊。科技與管理學術研討會論文集，537-545。
11. 張美娟(2003)。國內有線電視發展數位電視服務經營策略之研究。台灣師範大學圖文傳播學所碩士論文。





12. 賀志豪(2004)。運用模糊分析層級程序法評估軍事採購績效之研究。世新大學資訊管理研究所碩士論文。
13. 楊義榮(1996)。ISO 14000 中有關“組織評估”標準之內涵及因應。工業污染防治，**60**，59-95。
14. 經濟部工業局(2002)。簡易型中小企業環境管理系統手冊－邁向產業永續發展之路。經濟部工業局、台灣環境管理協會，台北。
15. 簡禎富(2007)。決策分析與管理：全面決策品質提升之架構與方法。台北：雙葉書廊有限公司出版。
16. 謝振瑋(1998)。ISO14001 之檢查與矯正措施及管理階層審查條文解讀。工業污染防治報導，**11(121)**，10-12。
17. 謝振瑋(1998)。ISO14001 實施與運作之條文解讀。工業污染防治報導，**11(120)**，3-5。
18. 謝振瑋(1998)。ISO14001 環境政策與規劃之條文解讀。工業污染防治報導，**11(119)**，1-3。
19. 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，**27(6)**，5-22。
20. 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，**27(7)**，1-20。
21. 鐘宜展、邱仲欽、田效文(2000)。印刷電路板業ISO14001環境管理系統模式展開之研究。工業污染防治，**75**，98-108。
22. 顧洋(1999)。ISO 14000 國際環境管理系列標準之發展趨勢與因應策略。大葉學報，**8(1)**，1-19。
23. 顧洋(2000)。關於ISO14001驗證的一些迷思。環境管理報導，**20**，1-2。
24. Babakri, K. A., Bennett, R. A. & Franchetti, M. (2003). Critical factors for implementing ISO 14001 standard in United States industrial companies. *Journal of Cleaner Production*, **11(7)**, 749-752.
25. Bansal, P. & Bogner, W. C. (2002). Deciding on ISO 14001: Economics, Institutions, and Context. *Long Range Planning*, **35(3)**, 269-290.
26. Boudouropoulos, I. D. & Arvanitoyannis, I. S. (1998). Current state and advances in the implementation of ISO 14000 by the food industry. Comparison of ISO 14000 to ISO 9000 to other environmental programs. *Trends in Food Science & Technology*, **9(11-12)**, 395-408.
27. Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, **17(3)**, 233-247.
28. Buckley, J. J. (1985). Ranking alternatives using fuzzy numbers. *Fuzzy Sets and Systems*, **15(1)**, 21-31.
29. Chan, Eric S. W. & Wong, Simon C. K. (2006). Motivations for ISO 14001 in the hotel industry. *Tourism Management*, **27(3)**, 481-492.





30. Chen, S. J. & Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, New York: Springer-Verlag.
31. Chin, K. S. & Pun, K. F. (1999). Factors Influencing ISO 14000 Implementation in Printed Circuit Board Manufacturing Industry in Hong Kong. *Journal of Environmental Planning and Management*, 42(1), 123-134.
32. Curkovic, S., Sroufe, R. & Melnyk, S. (2005). Identifying the factors which affect the decision to attain ISO 14000. *Energy*, 30(8), 1387-1407.
33. Ferreira, A. J. D., Lopes, M. A. R., & Morais, J. P. F. (2006). Environmental management and audit schemes implementation as an educational tool for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11), 973-982.
34. Gavronski, I., Ferrer, G., & Paiva, E. L. (2008). ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefits. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), 87-94.
35. Herrera, F., Herrera-Viedma, E., & Chiclana, F. (2001). Multiperson Decision-making Based on Multiplicative Preference Relations. *European Journal of Operational Research*, 129(2), 372-385.
36. Hillary, R. (2004). Environmental management system and the smaller enterprise. *Journal of Cleaner Production*, 12(6), 561-569.
37. Hilson, G. & Nayee, V. (2002). Environmental management system implementation in the mining industry: a day to achieving cleaner production. *International Journal of Mineral Processing*, 64(1), 19-41.
38. Kaufmann, A. & Gupta, M. M. (1991). *Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications*, London: International Thomson Computer Press.
39. Laarhoven, P. J. M. & Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1-3), 229-241.
40. MacDonald, P. J. (2005). Strategic sustainable development using the ISO 14001 Standard. *Journal of Cleaner Production*, 13(6), 631-643.
41. Miller, G. A. (1965). The Magic Number Seven Plus or Minus Seven. *The Psychological Review*, 63, 81-97.
42. Perotto, E., Canziani, R., Marchesi, R., & Butelli, P. (2008). Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 16(4), 1-14.
43. Petroni, A. (2001). Developing a methodology for analysis of benefits and shortcomings of ISO 14001 registration: lessons from experience of a large machinery manufacturer. *Journal of Cleaner Production*, 9(4), 351-364.
44. Quazi, H. A., Khoo, Y. K., Tan, C. M., & Wong, P. S. (2001). Motivation for ISO 14000 certification: development of a predictive model. *Omega*, 29(6), 525-542.
45. Quazi, H. A. (1999). Implementation of an environmental management system: the





- experience of companies operating in Singapore. *Industrial Management & Data Systems*, 99(7), 302-311.
46. Sammalisto, K. & Brorson, T. (2008). Training and communication in the implementation of environmental management systems (ISO 14001): a case study at the University of Gävle, Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 16(3), 299-309.
 47. Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation (pp.50)*. New York: McGraw-Hill.
 48. Shen, L. Y. & Tam, V. W. Y. (2002). Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry. *International Journal of Project Management*, 20(7), 535-543.
 49. Teng, J. Y. & Tzeng, G. H. (1993). Transportation Investment Project Selection with Fuzzy Multi-objective. *Transportation Planning and Technology*, 17(2), 91-112.
 50. Tan, L. P. (2005). Implementing ISO 14001: is it beneficial for firms in newly industrialized Malaysia?. *Journal of Cleaner Production*, 13(4), 397-404.
 51. Xu, Z. & Da, Q. L. (2003). An Overview of Operators for Aggregating Information. *International Journal of Intelligent Systems*, 18(9), 953-969.
 52. Zadeh, L. A. (1965). Information and Control. *Fuzzy Sets*, 8, 338-353.
 53. Zeng, S. X., Tam, C. M., Tam, Vivian W. Y., & Deng, Z. M., et al. (2005). Towards implementation of ISO 14001 environmental management systems in selected industries in China. *Journal of Cleaner Production*, 13(7), 645-656.
 54. Zobel, T. & Burman, J.-O. (2004). Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: experiences in Swedish organizations. *Journal of Cleaner Production*, 12(1), 13-27.
 55. Zutshi, A. & Sohal, A. (2004). Environmental management system adoption by Australasian organizations: part 1: reason, benefits and impediments. *Technovation*, 24(4), 335-357.





Establishing the Fuzzy-AHP Decision Model of Environmental Management System Implementation

Chien Yu ^{*a}, Wei Lun Weng ^b

^a Assistant Professor, Department of Tourism Management Master Program of Leisure
Environment Management, Nan Hua University

^b Master, Department of Tourism Management Master Program of Leisure Environment
Management, Nan Hua University

ABSTRACT

This study presents a decision model of environmental management system Implementation to explore the problem that how enterprise's resources should be allocated in the system to achieve ISO 14001 certification. Integrating professional opinions of experts and scholars by FAHP technique, we establish a hierarchical structure of the decision model and analyze the comparative importance between processes and factors in the model. To Implement the ISO 14001 system, we found that priorities of processes, such as policy, plan, do, check and action are in a descending order, and the support of executives, policy content, natural environmental aspect, organization relevance, monitoring and measurement, regulations awareness and policy advocacy are the key factors. The support of executives has been think as the most important factor and the executives should show theirs willingness to keep the system sustainability developing.

Keywords: Environmental Management System, ISO 14001, FAHP

* E-mail : cyu@mail.nhu.edu.tw

