



## 第壹章 緒論

許多國內外之環境議題、事務，至今持續被熱烈的討論、協調、與談判，各個參與的團體及其後支持的組織、國家，不論他是來自有關之利益團體 (interested party)、非營利組織 (non-profit organization)、非政府組織 (non-governmental organization) 還是所謂的南、北方陣營，彼此集思廣益、結盟對抗，為這逐漸惡化的地球環境資源和人類經濟福祉，謀取一條最適宜的道路。

然而、不管他們是否真的為了關心環境資源，還只是把其當成謀取更多經濟福祉及政治利益的手段、或者兩者皆是，都反映一個事實：地球環境急速惡化，亦即在有限的地球資源之下，如何才能持續的改善並增進人類的福祉；進一步說，也就是在目前全球經濟活動模式下，企業 (firms) 及住家 (households) 於進行生產及消費行為之同時，卻也將污染物質排放於週遭環境中 (Brux and Cowen, 1999; Callan and Thomas, 2000)，且「有限地球資源」以及「熱力學第一、第二定律 (first law and second law of the thermodynamics)」之限制下，雖然我們的努力將使得經濟活動得以發展，但同時亦為全球生態環境帶來破壞，因此永續發展 (sustainable development) 之理念將為此兩難之窘境提供一可能之解決方案 (Shrivastava, 1995; Saigo, 1999)。

再者，致力於目前產業之技術創新，或將為實現永續發展之可能方式之一。但當目前生產技術的創新，尚無法立即、有效成為資源的替代品時，本研究認為管理技術的改變與創新將為必要，因此本研究由管理的角度，首先分析企業活動中，構成「具備管理特性之環境化設計 (Management based Design for the Environment, MbDfE)」之必要活動，再擷取國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 所公佈之

ISO9001 : 2000 ( BSI , 2000a ) 及 ISO14040 : 1997 ( ISO , 1997 ) 標準要求 , 並透過 IDEF0 模擬語言 ( Integration DEFinition for Function Modeling Language 0 ) , 將上述之企業的必要活動 , 予以進一步分解、建構及整合成一 MbDfE 的管理模式 ; 進一步說、就是將產品於其出生到死亡 ( cradle-to-grave ) 間之生命週期 ( life cycle ) 所產生之環境衝擊 ( environmental impact ) 提前於「規劃-執行-查核-改善 ( PDCA )」之管理規劃階段 - 也就是設計階段予以考量。精確地說, 就是提前於管理之源頭來分配和保育我們有限的資源和環境, 進而使得永續發展之理念得以實現。

本研究所提出並建構之「具備管理特性之 DfE ( management based DfE , MbDfE )」管理模式, 除了擁有傳統之 DfE 功能, 更具備管理法則 ( management discipline ) 之特性, 因此企業可由標準化管理之驅動下, 而產生合理之結果 ( reasonable results ), 且可更進一步並快速的, 與同為 PDCA 模式, 且亦為目前業界所推行之「ISO 9001 : 2000」、「ISO 14001 : 1996」、「OHSAS 18001 : 1999」等管理系統進行整合, 亦可提供業界於以聯合國環境規劃署 ( UNEP , 1997 ) 美國環保署 ( US EPA , 1999 ) 及國際標準組織 ( ISO , 2000 ) 所建構/或建構中之 DfE 模式之外的另一種選擇。

## 第貳章 研究目的，方法及限制

### 第一節 研究目的

全球許多單位皆有提出該國之 DfE 模式，然而國內 DfE 的相關研究目前尚為起步階段，因此本研究目的在於提供一套擷取及結合「ISO9001：2000 品質管理系統標準」以及「ISO14040：1997 生命週期評估技術標準」，並以「IDEF0 模擬語言」予以整合、建構、及提出的「具備管理特性之 DfE (MbDfE)」模式，以期提供給那些尋求「永續發展」的企業予以使用。

再者，由於 MbDfE 管理模式具備「管理法則 (management discipline)」之特性，因此企業可藉由標準化管理之驅動，而更進一步的與同為 PDCA 模式，且亦為目前業界所廣泛應用之「ISO 9001：2000」、「ISO 14001：1996」、「OHSAS 18001：1999」管理系統進行「品質－環境－職業安全衛生管理系統」之整合。

### 第二節 研究方法

一、相關文獻之彙整、分析以進一步探討：

- (一) 永續發展的歷程、前景。
- (二) DfE 發展現況，永續發展和 DfE 間之關係，以及探討為何需要採用本研究主題之一的 MbDfE。
- (三) 何為環境考量面 (Environmental Aspects, EA) 環境衝擊 (Environmental Impact, EI)，以及 DfE 和 ISO14040：1997 (生命週期評估技術, LCA) 間之關係，以探討為何需要採用本研究主題之一的 ISO14040：1997。

(四)傳統設計流程的缺點，標準化作業程序，供應商之早期參與，企業內、外之溝通，產品特性鑑別，以探討組成 MbDfE 管理模式之企業活動要素，以及為何需要採用本研究主題之一的 ISO9001：2000。

(五)聯合國環境規劃署、國際標準組織、美國環保署、和本研究之 MbDfE 模式比較，以探討其間之不同處。

## 二、IDEF0 分析：

1970 年代美國空軍為了降低製造成本以及作業時間，進而推行一系列之整合性電腦輔助製造( Integrated Computer Aided Manufacturing , ICAM )計劃，而 IDEF0( Integration DEFinition for Function Modeling Language 0 ) 即為 ICAM 計劃項目之一，其也就是美國空軍三十年前發展的一系列「全面過程定義及電腦系統輔助執行化」方法之一。而 IDEF 家族共包括：IDEF0 (功能模式)、 IDEF1 (資訊模式)、 IDEF2 (動態模式)、 以及 1983 年提出之 IDEF1X ( IDEF1 Extended )。接著於 1991 年經美國國防部之協助下，美國國家標準與科技學會 ( National Institute of Standards and Technology , NITS ) 選定 IDEF0 以及 IDEF1X 作為美國聯邦資訊處理標準( Fedral Information Processing Standards , FIPS ) 之一 ( IDEF0 , 1993 )。

根據 IDEF0 ( 1993 )，其概念為藉由一系列之系統要素，來呈現這個系統的運作模式，而 IDEF0 係可輔助一個系統之分析、改善、替換、以及增進執行者之了解。精確地說，IDEF0 可以：(一)增進系統執行者，對於該系統運作過程之了解；(二)支援系統分析的進行；(三)對於潛在的改變，提供一個具有邏輯可尋之思考路徑；(四)對於達到系統功用，其所需之規定予以明確呈現；以及(五)輔助系統之設計以及整合。而其中「系統」之定義為：一系列內部相依元素以及該元素間產生之互動，進而使這系統產

生出有效之功能，而所謂一個系統之「內部相依元素」，包括了以下的項目，以及這些項目之組合：人、資訊、軟體、製程、設備、產品、原物料。因此 IDEF0 就是要形容：

- (一) 這個系統之功能為何；
- (二) 什麼元素控制著這個系統；
- (三) 運作之元素為何；
- (四) 使用何種方式以達到其功用；以及
- (五) 這樣的功用其產生的結果為何。

IDEF0 之本質，即為藉由層級分析方式 (hierarchical approach)，將一個單一、且基本之活動的組成要素予以逐步分解 (decomposition)，並將其細部之活動予以圖形化呈現 (Flscher and Powell, 2000)。IDEF0 係使用結構化圖形，以代表一個為某特定目的而發展之系統或主題，且曲線化圖形 (graphic diagrams) 為 IDEF0 中之主要項目，其中高階層圖形 (top-level diagrams) 將對於被發展之系統或主題提供一個通用的陳述，而對於更進一步之細部內容，可藉由隨後之一系列子圖形 (child diagrams) 予以提供 (Kamara *et al.*, 2000)。而 IDEF0 亦曾應用於有關環境議題之生命週期分析 (Sarkis, 1995; Stoyell *et al.*, 2001)，且在過去許多年，透過美國空軍、其他政府單位，和私人企業的使用，IDEF0 已被完善的測試和證明 (IDEF0, 1993)。Kappes (1997) 指出，IDEF0 必須收集有關一個活動之以下四個要項的資訊，並用 ICOM 表示：

- (一) 輸入 (Input): 被一個活動，其用來產生輸出的資料或物料，其位於該活動之左側。
- (二) 控制 (Control): 被用來限制 (constrain) 或規範 (regulate) 一個活動的資料，因此進而將輸入轉換為輸出，其位於該活動之上方。
- (三) 輸出 (Output): 一個活動的結果或產生之資料或物料，其位於該活動之右方。
- (四) 機制 (Mechanism): 提供能量或用以執行一個活動的資源 (通常為人，機械，或

系統), 其位於該活動之下方。

接著再以箭頭符號將每一活動 (以方塊表之) 所具備之 ICOMs 予以連結。進一步說, 也就是透過 ICOM 四個控制因子, 將 ISO9001:2000、ISO14040:1997, 以及 MbDfE 逐步由高階往低階層展開, 亦即由母圖形 (parent diagrams) 予以逐步分析、拆解、整合為一系列之子圖形 (child diagrams), 如此將可透過結構化圖形, 來表達 MbDfE 產品之設計實現流程, 並明確呈現各活動間之互動關係, 以及整合模式。

資訊收集為 IDEF0 之重要過程, 而 IDEF0 (1993) 亦建議可採用以下方式, 進行各活動之 ICOMs 資訊收集: (一) 對於現有之各種文件進行閱讀; (二) 對於現存系統進行觀察; (三) 透過問卷或其它有效之方式對於參與之人員進行調查或訪談; (四) 諮詢專家的意見; (五) 竭盡所能的參與調查; 以及 (六) 進行各種可能的假設, 及詢問使用者以找出近似的答案。

本研究方法及 IDEF0 基本結構, 如圖 2-1 所示。

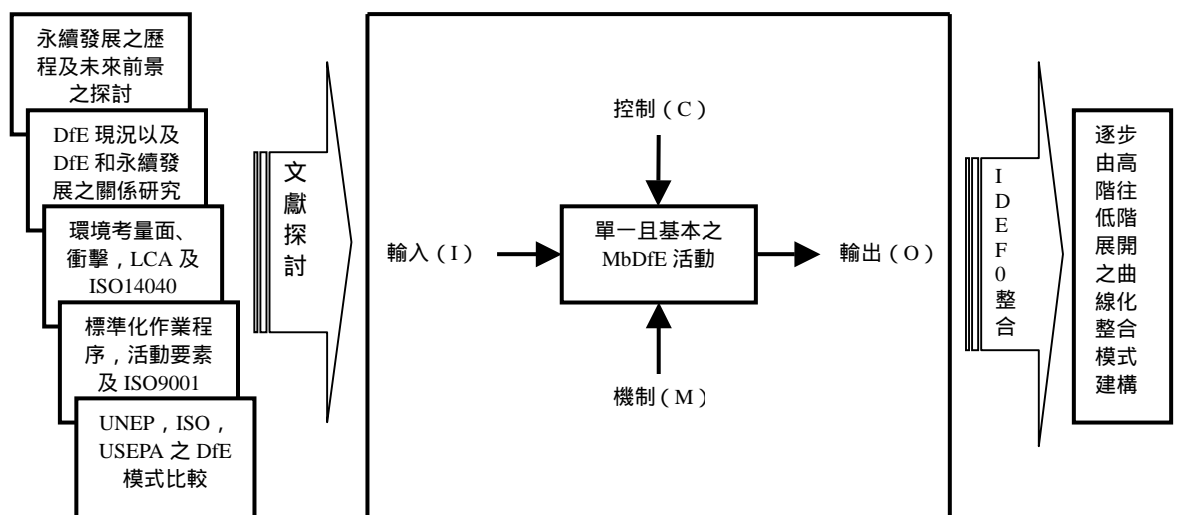


圖 2-1: 本研究方法之流程以及 IDEF0 之 ICOM 基本要項(修改自 Kappes, 1997)

### 第三節 研究限制

#### 一、模式比較之對象

全球許多國家及團體皆正進行（或已完成）DfE 模式之建構，而其 DfE 策略（Strategies）、生命週期評估技術、模式理念、架構基礎又不盡相同，且限於人力及時間，故本研究祇考量其於國際間所具有之代表性，而選用「聯合國環境規劃署（UNEP）」、「國際標準組織（ISO）」、「美國環保署（US EPA）」提出之模式作為比較之對象，因此模式比較結果上，或將有其侷限之處。

#### 二、個案探討

DfE 目前在國內尚為起步階段，且設計研發又被企業視為其競爭利基（niche）的機密，又為有效的驗證一個 DfE 產品特性時，尚需歷經其完整之生命週期，因此較不易尋得企業配合參與。並且因企業不同之組織規模、產業特性、經營策略，以及企業本身的資源限制等，對於本模式之闡釋及應用可能因產業別之不同而產生些許的差異；再者由於 ISO 9001：2000 係為一通用且可廣泛應用於各企業組織之標準要求（BSI，2000a），而 ISO 14040：1997 標準僅關注於一個企業組織所必備之基本要求為何（ISO，1997），因此基於上述研究資源以及標準特性之限制，故本研究將著重於提出一可廣泛應用於工業界之整合管理模式（non-industry specific integrated management model），暫不進行個案探討，希冀待 DfE 概念於業界推廣後，能覓及合適廠商，針對該產業特性做進一步之研究。

## 第參章 永續發展

### 第一節 永續發展之歷程

1972 年聯合國於斯德哥爾摩召開「聯合國人類環境會議」並發表「人類環境宣言」，在此全世界各國代表共聚一堂，探討人類對於地球環境應盡的義務且須合力保護地球資源；1983 年聯合國第 38 屆大會成立「世界環境與發展委員會 (World Commission on Environmental and Development, WCED)」，並針對未來提出永續發展的對策且訂定今後十年之作業計劃；1987 年聯合國第 42 屆大會 WCED 發表「我們共同的未來 (Our Common Future)」，強調人類永續發展 (sustainable development) 的概念，亦即「人類之發展有能力持續下去，且能保證使之滿足當前之需要，同時不能危及到下一代滿足其需求的能力」；1992 年一百多位國家元首出席里約熱內盧召開之「地球高峰會議 (Earth Summit)」，其中一致支持永續發展的概念，並通過規劃人類從 1993 年至 2000 年間以及往後要如何執行人類永續發展藍圖之「聯合國二十一世紀議程」；此外，亦發表「里約宣言」強調追求永續發展之重要關鍵在於共同參與，以及夥伴關係，於此葉俊榮 (1999) 認為 1972 年與二十年後的 1992 年，乃是全球環境議題發展的兩大里程碑。地球高峰會後，聯合國於 1993 年成立「聯合國永續發展委員會 (United Nations Commission on Sustainable Development, UNCSD)」以有效管理監督各國執行「二十一世紀議程」之進展。

另企業界亦於 1995 年成立「世界企業永續發展委員會 (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD)」，以共同參與永續發展工作；在此永續發展已是全球共同積極推動之任務。



## 第二節 永續發展之前景

永續發展的概念直到目前仍有許多的討論，因為根據「熱力學第一定律 ( first law of thermodynamics )」，長遠來看，來自於大自然並進入到生產及消費行為的物質流及能量流，終將相等於被生產與消費行為所排放、最終廢棄到環境之物質流及能量流 ( Callan and Thomas , 2000 )；並且 Miller ( 1994 ) 指出，「熱力學第二定律 ( second law of thermodynamics )」使我們了解到，當能量由某一型態轉換到另一型態時，則部份能量將由高品質 ( 例如：電力 ) 降級為低品質 ( 例如：廢熱 )，而這些降級之低品質能量，通常以熱能之型式散逸到週遭的環境中，也就是當我們使用或浪費能源與資源時，將造成環境的亂度 ( disorder, entropy ) 上升。因此如何減低能源與資源浪費，和轉換採用可再生性 ( renewable ) 資源，將為永續發展的關鍵。而 Miller ( 1999 ) 認為若只是提昇、改變到一個物質回收的社會仍是不夠的，如此只不過節省了能源以及延長能源耗盡時間，因此建議必須要轉換到一個所謂「永續低廢棄物社會 ( low-waste society )」或「永續具有地球性智慧的社會 ( earth-wisdom society )」，如此方可擺脫第二定理的糾纏。然而這樣的社會仍需要：

- 一、重複及回收大部分的非再生性物質資源，
- 二、使用潛在的可再生性資源且其使用速度不可超過其再生的速度；
- 三、有效益的使用物質及能源；
- 四、減少非必要的消費；
- 五、加強污染預防以及減廢；

## 六、控制人口的成長。

如此方能達成永續發展(圖 3-1); 又 Ayres (1999) 認為只要有較多的閒置物質 (inactive material) 儲備, 以及外成的能源來源 (exogenous source of energy) (例如: 來自太陽), 以維持一個穩定的回收系統, 則一個完全的回收系統是可行的, 亦即不受第二定律的限制。Dasgupta and Heal (1974) 認為新的科技, 將使得我們不受有限自然資源的限制成為可能; Solow (1974) 認為技術的改變, 可使得持續且較高之資源使用效率成為可行, 也就是說一個社會若要持續消耗它既有的資產, 就有如消耗它短缺的資源, 則尚須仰賴技術的進步, 如此也才能維持一淨輸出以及消耗。Kåberger and Månsson (2001) 指出人類工業化的活動可否轉化為永續的系統, 則端看我們是否使用有效益的技術來操控太陽能; 陳森勝、陳中獎 (2000) 指出如何開發新技術以替代天然資源, 或開發無污染的生產技術, 利用取之不竭且用之不盡之天然能源, 都是使人類永續發展得以實現的方針; Jaeger (1995) 指出致力於經濟成長的減緩研究, 將可能造成永續發展的達成, 如此也

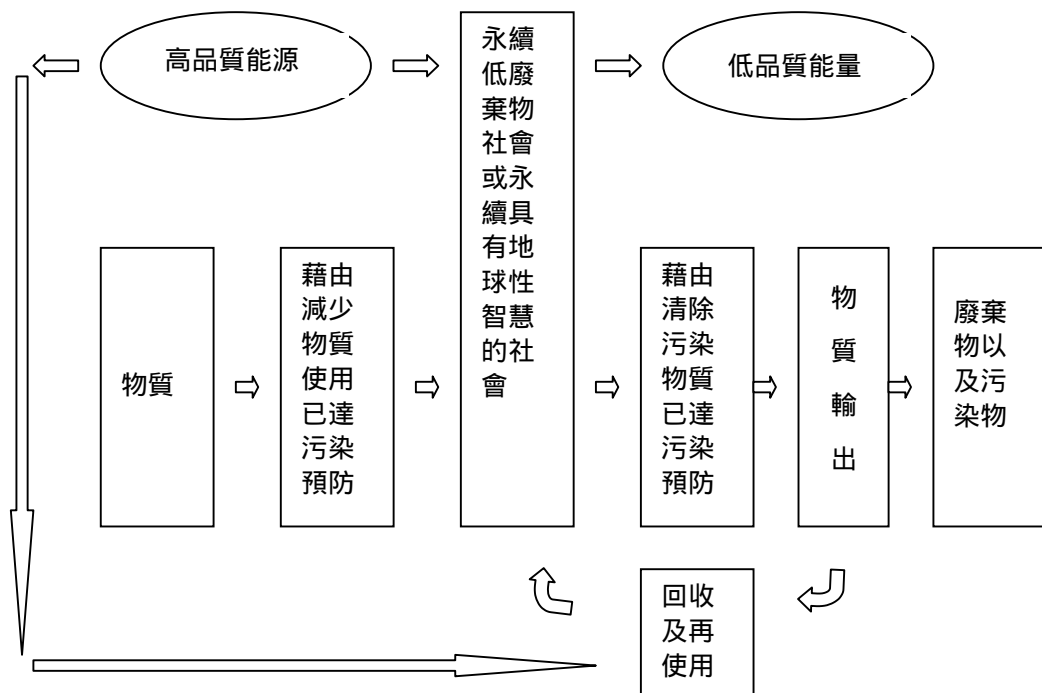


圖 3-1 : 永續低廢棄物社會或永續具有地球性智慧的社會 (Miller, 1999)

拉近了介於經濟學者和環境學者之間明顯不同處。以上除 Jaeger (1995) 對永續發展持有較負面的看法，其餘基本上都認為永續發展是可能實現的，但都有一共同的先決條件，就是希望能改變、創新既有的技術以期能替代資源，也就如石大禹、胡憲倫(2001b) 提出之，科技的創新或將可使得「有限之地球資源」及「熱力學第二定律」不再成為實現「永續發展」之限制。最後 Stead and Stead(2000) 以及 Klostermann and Tukker(1998) 皆認同環境衝擊 (environmental impact, I) 係取決於人口 (population, P), 消耗或富裕 (consumption or affluence, C) 以及科技 (technology, T) 之乘積，亦即  $I = P \times A \times T$ ，故科技有如一刀兩刃，因此科技改變之力量必須為正向的，也就是必須發展如於幼華 (1998) 所稱之綠色科技，如此對於我們的環境才會有正面的提昇。綜合以上討論，致力於生產科技、管理科技之「綠色」改變，則永續發展的前景將為樂觀、可期的。

## 第肆章 為環境化設計 (DfE)

### 第一節 DfE 之定義

UNEP (1997) 指出生態化設計 (ecodesign) 又稱為環境化設計 (Design for the Environment)、生命週期設計 (life cycle design)、或具有環境意識的設計和製造 (environmentally – conscious design and manufacturing), 其意欲於產品發展過程中對於生態和經濟要求取得平衡, 且必須考慮到產品於生命週期間之環境考量面, 以致力於該產品於生命週期間對環境造成最低的環境衝擊, 以朝向更永續的製造以及消費; Fiksel (1996) 指出 DfE 就是有系統的考量關於產品, 於其全生命週期間的環境、健康、安全目標之設計績效 (design performance); Roy (1994) 認為生態化設計係先期考量產品生命週期中之環境衝擊, 進而減低其所造成之衝擊; Holt (1999) 亦認為生態化設計係關注於減低環境衝擊於整個產品的生命週期中, 且生態化設計為達到永續發展之新的方向; 又中華民國工業減廢白皮書 (1996) 也指出綠色設計即為為環境化設計, 其係於產品設計過程之中充分考慮到預防廢棄物產生及最佳的材料管理。

### 第二節為何採用 DfE

#### 一、宏觀面向之探討：管理創新、環境庫茲涅曲線、環境經濟模式

科技的綠色改變, 可能為達成永續發展的方式之一; 例如: 發展可將來自地球本生半封閉系統以外的能源 (例如: 太陽能), 予以商業化使用的技術; 建立源頭管理概念之技術, 亦即藉由管理手法以期在源頭的研發階段, 將產品生命週期中所產生的環境考量面予以考量, 進而將對環境產生之衝擊予以降低; 以及建立新的行銷和採買制度 (例如: 綠色行銷、綠色採購), 以改變目前的消費模式等, 且這樣的改變雖為兼顧「經濟

發展」與「環境保育」的方式之一，然而生產技術的創新並非一蹴可及，且其實「創新（innovation）」並不一定就是「高科技（high techniques）」，而管理方式的改變即為「創新」之一種解釋（Katsirikou and Sefertzi, 2000）；又「環境科技」包含了「管理導向（management orientation）」以及「技術」（Shrivastava, 1995）；再者所謂「具備生態概念的創新（eco-innovation）」，其即為於產品設計過程中，就必須對於該產品之環境考量面先予以考量，而「具備生態概念的創新（eco-innovation）」將為達到永續發展的方式之一（Jones *et al.*, 2001）；最後 Nag and Parikh（2000）對於 CO<sub>2</sub> 排放之研究結論中，亦建議「管理導向」之解決方案將為能源效率改善之方式之一；故當目前生產技術的改變創新，尚無法立即有效成為資源的替代品時，我們亦可藉由管理技術的改變創新，來分配和保育我們有限的資源、環境（石大禹、胡憲倫，2001b）。Fiksel（1996）亦指出目前所謂污染預防只為邁向成功的第一步，但沿著永續發展的趨勢思考，我們仍須將目前之污染物管末處理方式（end-of-the-pipe）轉換為管內處理之管理方式（In-the-pipe），也就是將污染預防的觀念推前到設計的階段，亦即在產品被設計以及廠房被建構之前就將環境考量面納入，這也就是環境化設計的必要目的；Riva and Jim（1999）認為一個環境管理系統的基本概念，其是主張強調在設計階段就把事情做正確的重要性；Saigo（1999）指出預防問題在一開始的階段，遠比事後再一個一個解決來的好，而這也是為環境化設計的目的；ISO（2000）之 TC 207/WG3 工作小組認為在產品之設計發展階段及早的鑑別和規劃，可使得組織對於該產品生命週期間所產生之環境考量面進行有效的決策，故我們採用環境化設計，就可於產品研發階段，將產品於生命週期間會對環境造成衝擊的因素予以排除。

因此，DfE 之建構將使得「經濟發展」與「環境保育」產生良性互動（石大禹、胡憲倫，2001a），再者一個傳統之經濟模式（張清溪等，1998）（圖 4-1）係為家戶（或消費者）提供生產要素給企業（或生產者），以賺取所得，進而支出所得以購買商品（包含服務）進行消費的行為。同樣的、企業支出費用以購買家戶所提供之生產要素，進行產品生產之行為，進而將所生產之商品販賣給家戶以換取收入，但是就在生產者、消費者於「輸出市場」以及「要素市場」進行生產、消費行為之同時，我們卻將污染物質排放到生態環境中（Brux and Cowen，1999；Callan and Thomas，2000）；而溫肇東（1999）指出對於環境問題，雖然經濟學可解釋外部成本，但由於國民所得指標性的偏差，將可發現傳統經濟學的極限；也就是說、由於傳統之經濟模式，並沒有將上述之污染行為予以考量，所以當「經濟成長」之同時必將造成「環境惡化」！但難道「經濟發展」與「環境保育」無法兼顧嗎？

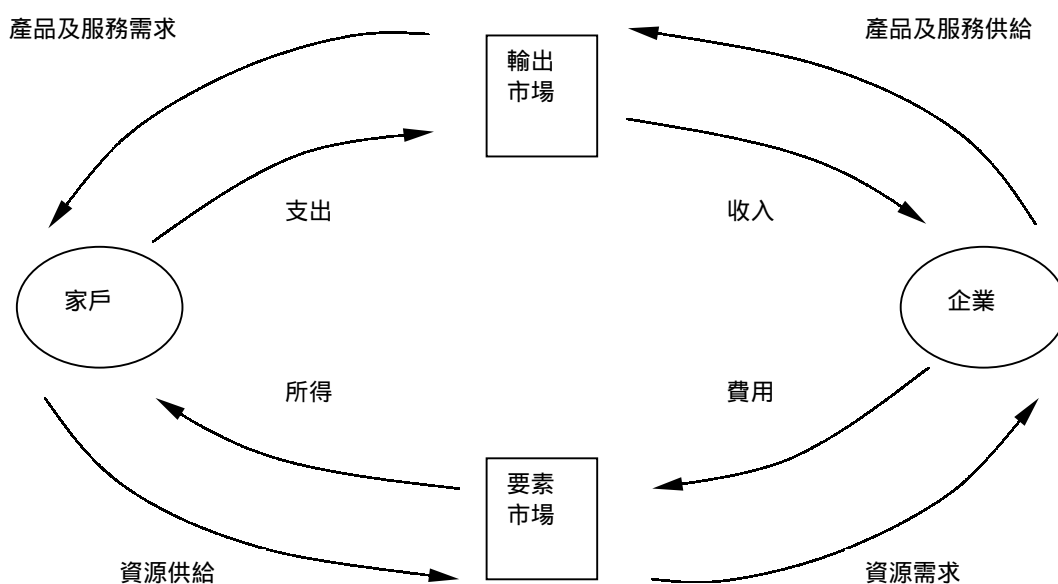


圖 4-1：傳統之經濟模式（張清溪等，1998）

首先我們將由環境庫茲涅曲線（environmental Kuznets curve，EKC）進行探討（圖 4-2），EKC 假說，係指經濟發展初期，環境污染會隨著收入的增加而上升，但當收入上

升到一定水準時，環境污染將會下降，也就是經濟成長與環境污染係呈現倒 U (inverted-U-shaped) 曲線之關係 (Stern *et al.*, 1996; Bruyn, 1997); 且 Lòpez and Mitra (2000) 對於 EKC 現象之解釋為較窮國家的人民其對於物質之需求，遠比環境保育之價值來的高；再者 Gangadharan and Valenzuela (2001) 認為一個國家於經濟發展初期，其較不願意因為環境法規的制定而犧牲經濟成長，因此將導致初期環境品質的下降，然而一旦其收入達到一定程度，則國民將開始關注到週遭的環境品質，進而導致環境保護政策之產生；再者對於 EKC 假說之實證研究亦持續進行，其中 Selden and Song(1994), Cole *et al.* (1997) 及 Komen *et al.* (1997) 之研究顯示，對於某些環境考量面所造成之環境污染，其確實和收入呈現倒 U 曲線之關係，且 Cole *et al.* (1997) 亦進一步指出清潔生產技術之採用、輸出成分之改變，以及較嚴格之排放標準，將為影響曲線呈現下降趨勢之因素，但 Moomaw and Unruh (1997) 之研究亦顯示其間之關係既非 U 也非 N。最後，WTO (1999) 指出在經濟發展初期其環境污染係呈現增加趨勢，然而當收入達到一定程度時其環境污染卻為下降，而且貿易是經濟成長的驅動力之一，也就是說經貿也會影響 EKC 曲線之形狀，但是並非所有形式的經濟成長都對環境是有助益的，精確地說，對於藉由技術創新而降低輸入且減少排放而造成之經濟成長，才是有助益的。

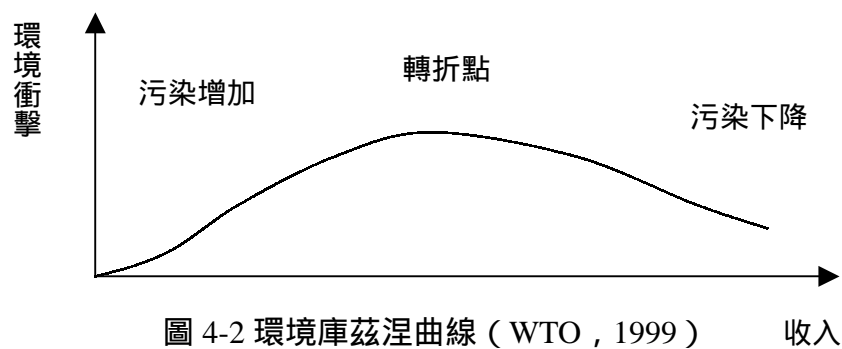


圖 4-2 環境庫茲涅曲線 (WTO, 1999)

此外，我們也可由 Callan and Thomas (2000) 述及之環境經濟模式 (圖 4-3) 來找尋答案。由圖 4-3 之模式，我們可了解：當生產者、消費者於「輸出市場」以及「要素市場」進行生產、消費行為之同時，家戶將自然資源轉換為生產要素提供給企業使用以換取貨幣，進而採買企業所生產之產品以進行消費的同時，其將又排放「消費殘餘物」到自然環境中，且當企業進行生產時，亦將「生產殘餘物」排放到自然環境中。於此，若當經濟持續之成長，則排放到自然環境中之「消費殘餘物」及「生產殘餘物」將持續增加，「自然資源」將逐漸耗竭，因此如何藉由 3R 手法將排放到自然環境之「消費殘餘

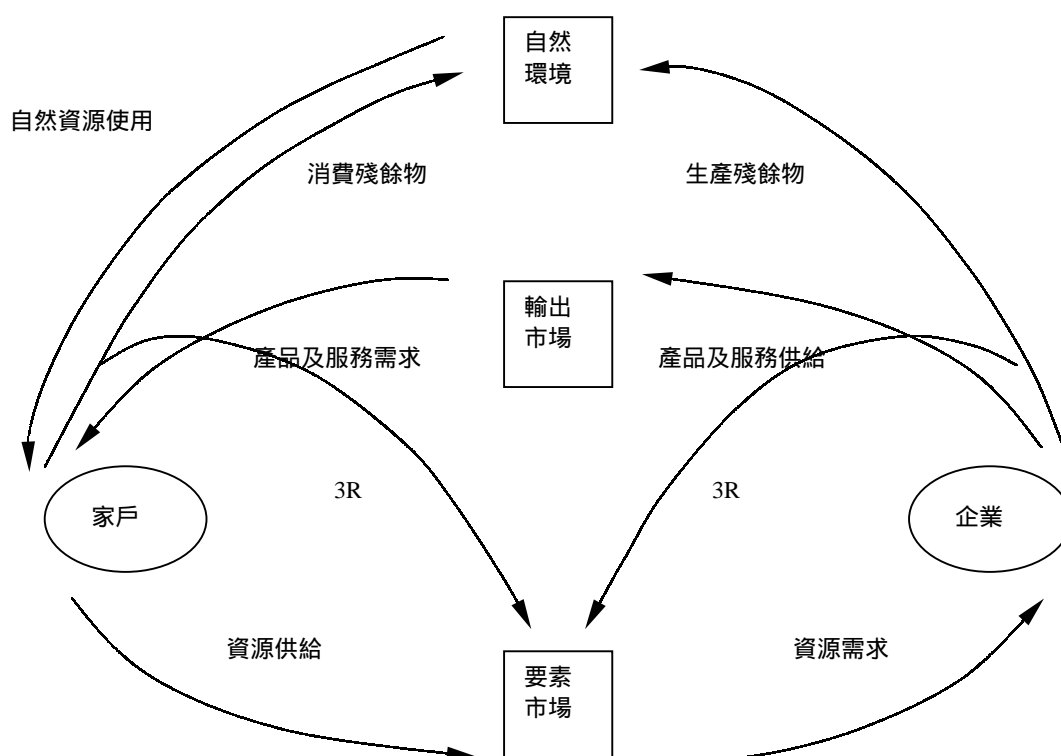


圖 4-3：環境經濟模式 (Callan and Thomas, 2000)



物」及「生產殘餘物」予以持續使用，則將為「經濟發展」與「環境保育」得以兼顧之關鍵，進而達到朱雲鵬等（1999）所稱之「永續經濟發展」，而「永續經濟發展」之定義，亦即，在不犧牲環境品質與耗竭自然資源的情況下，能使現世代國民之經濟福祉穩定且持續的增加，又能保障未來世代之經濟福祉的改善，在分配上則兼顧各世代之內與各世代之間的公平性及合理性。

因此藉由「源頭管理」之理念，將 DfE 予以應用於企業之污染預防活動中，也就是於產品之設計生產階段，就先考量該產品之生命週期中，到底會造成何種「環境衝擊」？而這些產生「環境衝擊」之「環境考量面」，可否藉由設計之手法予以排除？這種將「管末處理（end-of-pipe）」提前到「管中處理（in-the-pipe）」之創新思維，絕對可幫助企業於達到「環境保育」之目的。

## 二、微觀面向之探討

Klassen and McLaughlin（1996）認為企業「財務績效」與「環境績效」係呈正向相關；Gifford（1997）亦指出當企業對於脆弱的環境採取行動時，則企業的財務績效將被改善；Carter *et al.*（2000）認為當企業投資於環境管理系統，則其成本將可被降低；Welford（1998）亦將「環境因子（environmental factors）」與 Porter（1985）所提出之企業競爭力因子（competitive factors）：「成本（cost）」與「差異性（differentiation）」予以整合（圖 4-4），且再進一步整合出，如何透過環境管理以提昇企業競爭力之降低成本策略（cost reduction strategies）（圖 4-5，表 4-1）以及增加產品差異性策略（product differentiation strategies）（圖 4-6，表 4-2）。

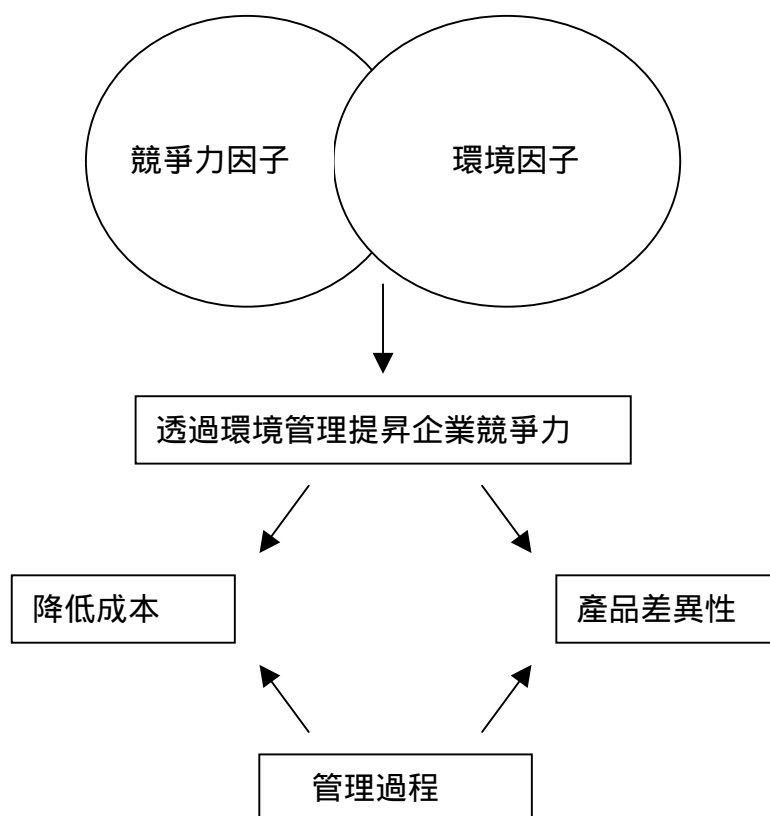


圖 4-4 : 透過環境管理提昇企業競爭力 ( Welford , 1998 )

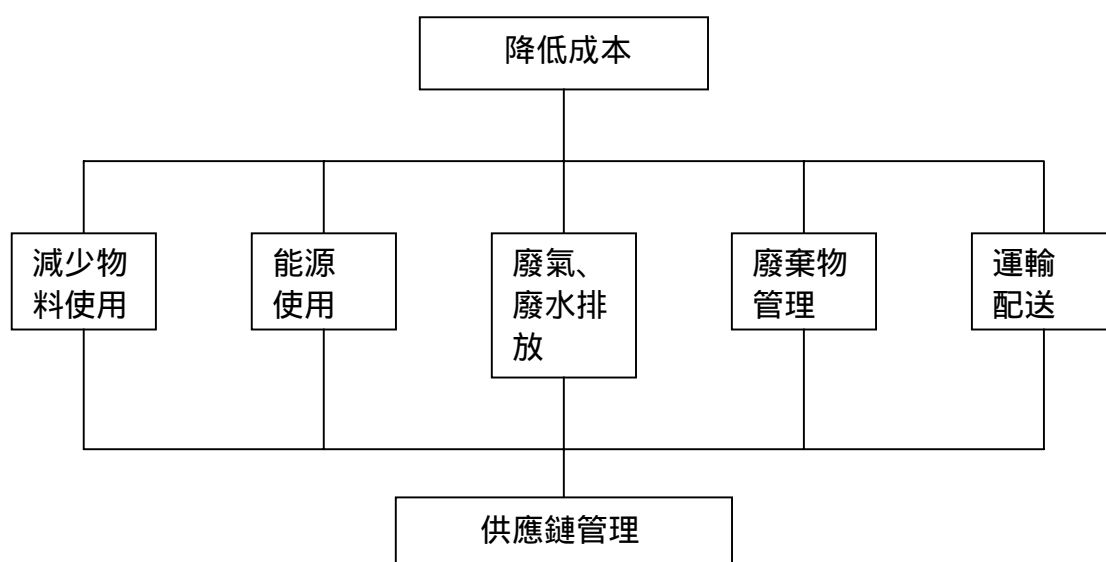


圖 4-5 : 透過環境管理降低成本 ( Welford , 1998 )

表 4-1：降低成本策略（Welford，1998）

物料管理	降低零配件之使用率。
	替代原物料。
	提昇回收率。
	降低原物料之數量、重量。
	來自供應鏈的壓力。
	產品設計、為環境化設計、為可拆解性設計。
能源使用	替代性燃料。
	能源效益。
廢氣排放及廢水放流	降低對水之使用量。
	予以回收。
	減少輸入量。
	重新設計更清潔之製程。
	提高製程的效益。
	鑑別、尋找有關廢氣排放與廢水放流之需求市場。
廢棄物處理	重新設計更清潔之產品與製程。

	利用可重複使用之策略。
	回收再利用。
	鑑別、尋找廢棄物之需求市場。
運輸配送（含包裝）	降低包裝之使用。
	替代性之包裝材料。
	降低運輸量。
	提高運輸車輛的燃油效益。
	物流之規劃。
	運輸車輛之貨品裝載最適化。

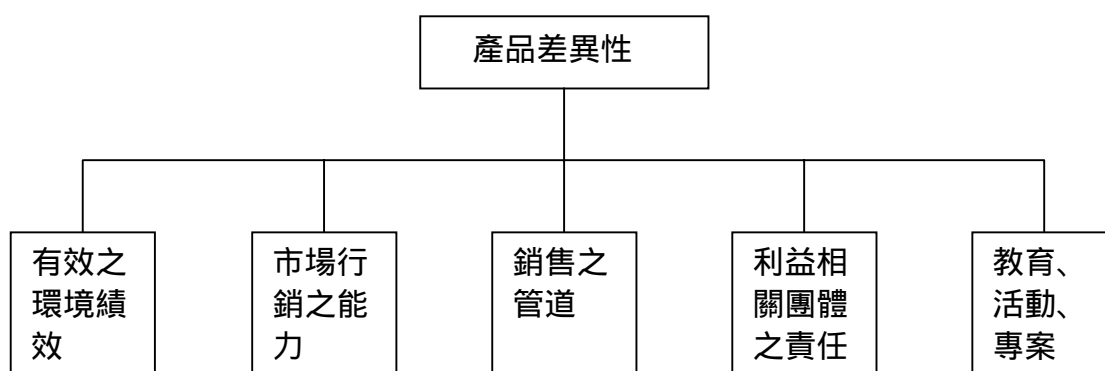


圖 4-6：透過環境管理增加產品差異性（Welford，1998）

表 4-2：增加產品差異性策略（Welford，1998）

有效之環境績效	綠色產品。
	綠色製程。
	綠色供應鏈。
	環境管理系統。
	通過 ISO 認證。
市場行銷之能力	環境報告。
	產品說明與報告。
	市場區隔。
	媒體管理。
	贊助。
	與環境相關之廣告。
	環保標章。
	包裝設計。
	標準之驗證。

銷售之管道	縮短供應鏈。
	建立與零售商間之緊密關係。
	服務網之建構。
	資訊之提供。
利益相關團體之責任	環境報告。
	與客戶之聯繫溝通。
	資訊。
	對於關心之人士予以公開。
	透明化。
	社會稽核。
教育、活動、專案	員工及供應商之教育、訓練。
	客戶之教育。
	設定目標之活動。
	參予贊助。
	環境計劃。
	發展、推廣計劃。

	社區活動計劃。
--	---------

UNEP (1997) 進一步指出，一個企業要去預測和社會趨勢有關的環境活動（特別是那些工業化國家的企業，但是對於發展中國家的企業也正增加中）是很重要的，且企業執行為環境化設計的動機，分析如後：

#### (一) 內部驅動力

環境的要求對於一家公司可被視為是一種威脅，但對另一家公司來說可卻視為是一種機會，對於後者其亦會將為環境化設計視為預測和環境有關之社會活動趨勢的機會，且其亦認知如何將此趨勢轉換為為環境化設計的內部驅動力，其內容如後說明，並以圖 4-7 表示：

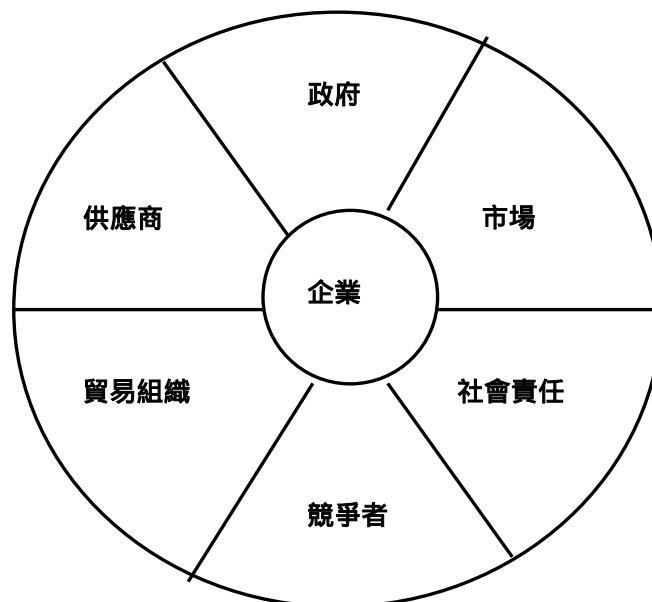


圖 4-7: DfE 之內部驅動力( UNEP, 1997 )

## 1、經理人權責概念

經理人以及產品設計者對於永續發展的重要性的認知經常係源自於心中對於保育環境和自然所負責任之認知，這種滋生中的認知包括對於流失中之生物多樣性的關心，未來世代需求的關心，以及跨地區公平性的關心。

## 2、增加產品品質的需求

高程度的環境品質將增加產品品質，例如：功能性、操作信賴度、耐久性以及可修復性。

## 3、增進產品以及公司形象的需求

藉由對環境的保證進而與市場進行產品環境品質的溝通，一份優良的對外溝通報告將可提升公司形象。

## 4、減低成本的需求

每個產品都能使用較少的原物料，則換來的將是財務面之利潤目標的達成，當然立即可行的是藉由產生較少的廢棄物以及部份的有害物質亦可反應於財物績效上，然而以下也是可行之做法，就是調節使用於生產階段的能源，水，以及備用物質之效益。

## 5、創新能力的需要

為環境化設計可導致生產系統的徹底改變，也就是其將結合生產，行銷以及科技，有時因而可進入新的市場。

## 6、增加員工的動機需求

如果員工自己的行為可以降低公司產品以及製程對環境所造成的衝擊，則員工將是



驅使向前的力量，而且為環境化設計可以改進直接影響員工之職業安全衛生之績效，例如：鎘通常已被禁止使用，因而員工從此就不必在面對暴露於重金屬毒害的風險之中。

## （二）外部驅動力

有兩個主要的外部因素刺激、鼓勵著企業改善他們的環境標準和週遭的環境，其一為政府的需求（法律及規範），另一為市場的需求（產業的買家及最終使用者），外部驅動力可以圖 4-8 來表示，且其可詳細區分為：

### 1、政府的驅動

產品導向的環境政策在北歐、美國、日本正快速的發展，一般公司並不希望得到不愉快且突然改變的消息，因此他們必須要能夠對於自己的國度，或者對於他們將要外銷的國家，進行未來法律的預測，而他們所預測的焦點已從某些特定原料的禁用，以及廢棄物運送的規定，轉換為延伸至產品責任之法規或者產品回收的義務。

### 2、市場的需求

由產業上的買家以及最終使用者所造成環境的需求，顯然對於生產製程以及產品的環境改善是一種有力的驅動力。

目前一些大型公司總是無法使得他們的供應商，負有該產品應有環境面向之責任，因此較有影響力的公司，將漸漸的增加他們供應商做出環境安全宣告的要求，一般來說一個產業上的買家將比最終使用者還能影響一家公司，然而對於最終使用者的聯合抵制也是會造成他們行為上之改變。

### 3、社會環境

社會環境經由市場的途徑亦會產生壓力，以驅使公司採用為環境化設計，因為經理人以及員工通常會被要求對於他們工作場所的安全，以及公司對於自然和環境負起該負之責任。

#### 4、競爭對手

競爭對手所進行之活動，也會導致一個公司的環境改善。

#### 5、貿易組織

在某些產業領域之貿易或工業協會，例如包裝以及汽車製造業，他們會鼓勵公司，採取環保行動(例如：編寫行動準則)，有時利用罰款的壓力將使公司放棄既定的計劃。

#### 6、供應商

供應商也會影響公司的行為，例如：藉由引進新的材料和製程。

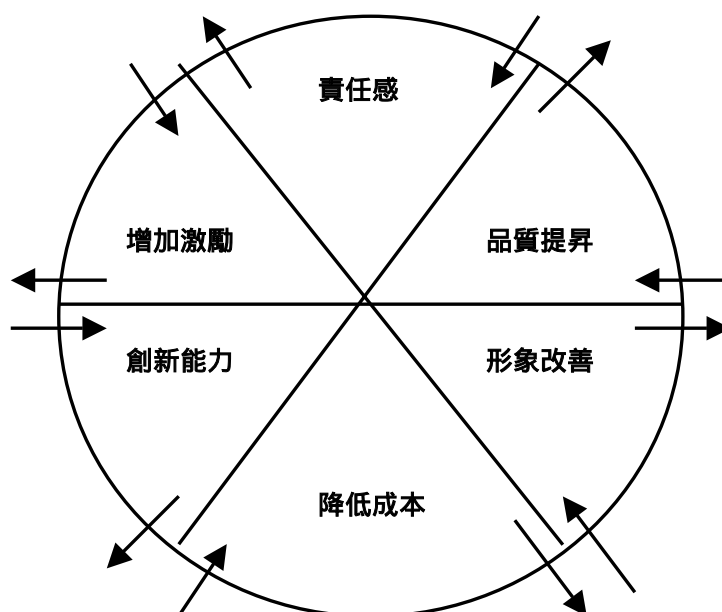


圖 4-8：DfE 之外部驅動力 (UNEP, 1997)

於此、企業競爭力的提昇亦將驅動著 DfE 之建構，進而使得企業「財務績效」與「環境績效」得以兼顧。

最後、為了呈現 DfE 於環境管理之發展過程中，其所扮演之角色為何？其所處之位置到底在哪？於此、我們採用 Fiksel(1996)之「概念上的交會點( conceptual crossroad )」(圖 4-9) 及 UNEP (1997) 之「預防之階梯( prevention ladder )」(圖 4-10)，來做最後的呈現。

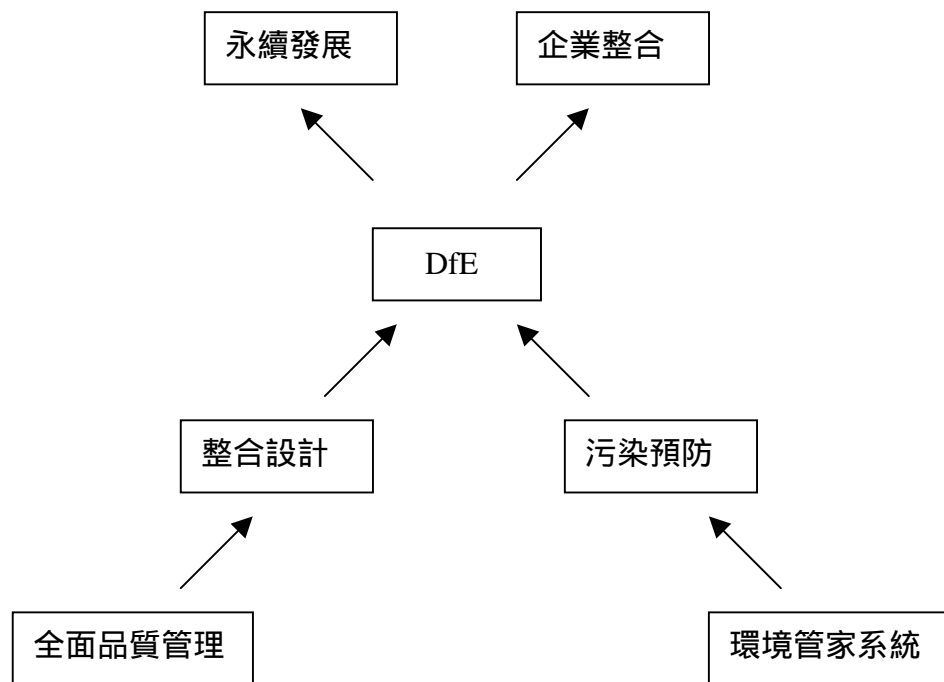


圖 4-9：概念上的交會點( Fiksel , 1996 )

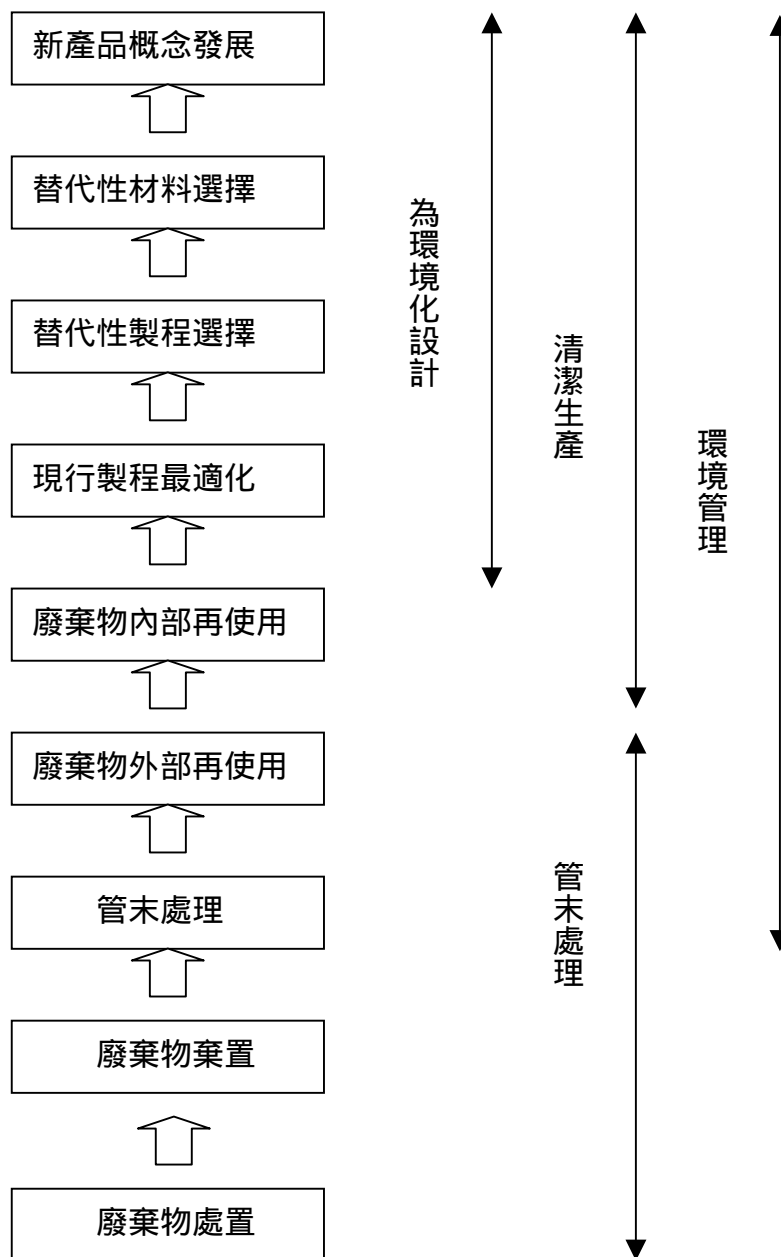


圖 4-10：預防之階梯 (UNEP, 1997)

### 第三節 DfE 現況分析

美國環保署 ( US Environmental Protection Agency , US EPA )、國際標準組織 ( International Organization for Standardization , ISO ) 以及聯合國環境規劃署 ( United Nations Environment Programme , UNEP ) 等單位亦皆有提出相關之標準或作業手冊，接著就該三單位所提出之模式架構予以探討。

#### 一、美國環保署

美國環保署於 1999 年提出之「A Design for the Environment Approach : DRAFT」，其基本概念係採用「持續改善循環 ( continuous improvement cycle )」，促使企業持續鑑別及減低風險進而改善企業競爭力以及環境績效，如圖 4-11 所示，而其內容如表 4-3 所列；而其執行步驟及說明將彙整如表 4-4 所示。

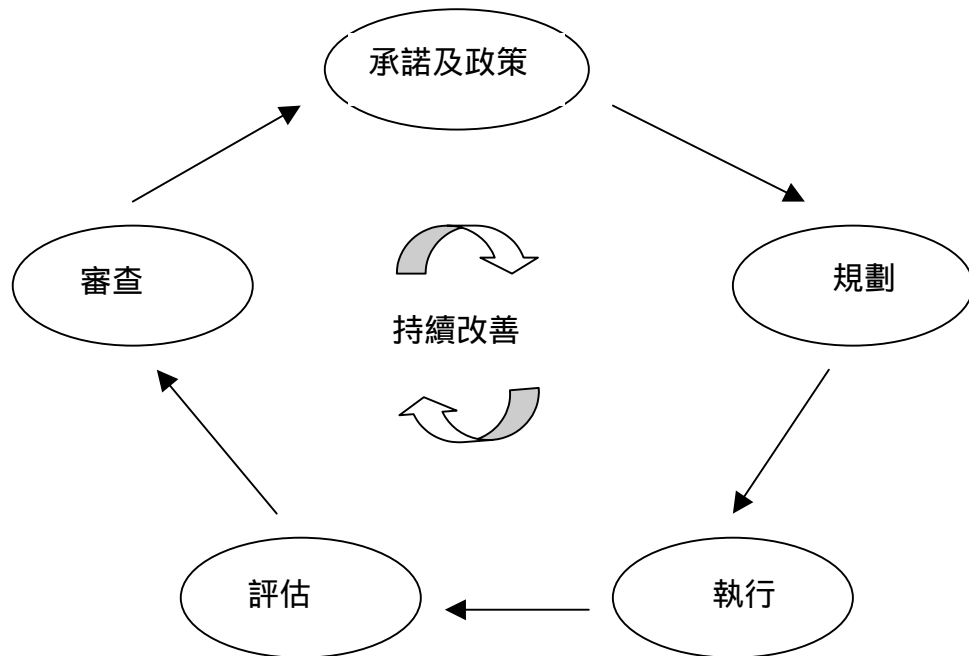


圖 4-11：US EPA 之 DfE 模式理念 ( US EPA , 1999 )

表 4-3：US EPA DfE 模式說明 ( US EPA , 1999 )

項目	說明
承諾及政策 ( commitment and policy )	最高管理階層必須對於「改善環境」及「建立企業的環境政策」予以承諾。
規劃 ( planning )	企業執行先期環境審查、鑑別出法規需求、重要環境事宜、環境目標設定、替代方案的評估、環境標的之建立、以及規劃一細部執行計劃，進而達到設定之目標。
執行 ( implementation )	透過先期的規劃，並藉由權責之建立、訓練、溝通、文件化、操作程序以及緊急應變計劃，以促使環境標的之實現。
評估 ( evaluation )	企業必須監測其運作過程，以評估其標的是否達到；且若未能達到時，矯正預防措施必須被執行。
審查 ( review )	於此階段，企業之持續改善循環將被驅動之。

表 4-4：US EPA 之 DfE 過程說明 ( US EPA , 1999 )

項目	內容	
	步驟	說明
承諾及政策 ( commitment and policy )	1	企業內的環管支援系統建立；執行差異性分析 ( gap analysis ) 以了解企業目前之狀態。
	2	承諾之建立：建立環境政策以及 DfE 範圍之決定。
規劃 ( planning )	3	過程規劃：決策事項，領導及參予者，時程及計劃。

	4	環境考量面之鑑別。
	5	決定顯著環境考量面。
執行 ( implementation )	6	建立標準：作業程序之建立。
	7	執行改進措施：替代方案之評估，以及標的設定。
	8	設定環境管理專案，並持續監控以完成目標。
評估 ( evaluation )	8	設定環境管理專案，並持續監控以完成目標。
審查 ( review )	9	持續改善之建立：藉由環境管理專案之設定、稽核、以及管理審查會議之舉行。

## 二、國際標準組織

國際標準組織於 2000 年提出之「ISO/PDTR 14062 Environmental management – Guidelines to integrating environmental aspects into product development : WD1」，其基本概念，係認為儘早的將產品生命週期間，其所產生之環境考量面予以整合於產品之設計開發階段，則可將該產品於其生命週期間產生之環境衝擊降至最低；其整合模式如圖 4-12 所示。

## 三、聯合國環境規劃署

聯合國環境規劃署於 1997 年提出之「ECODESIGN : A promising approach to sustainable production and consumption」，其係於產品設計階段，先行考量該產品於其生命週期間產生之環境考量面，進而藉由設計手法將產品生命週期間所產生之環境衝擊予以降低；其設計步驟彙整如表 4-5 所示。

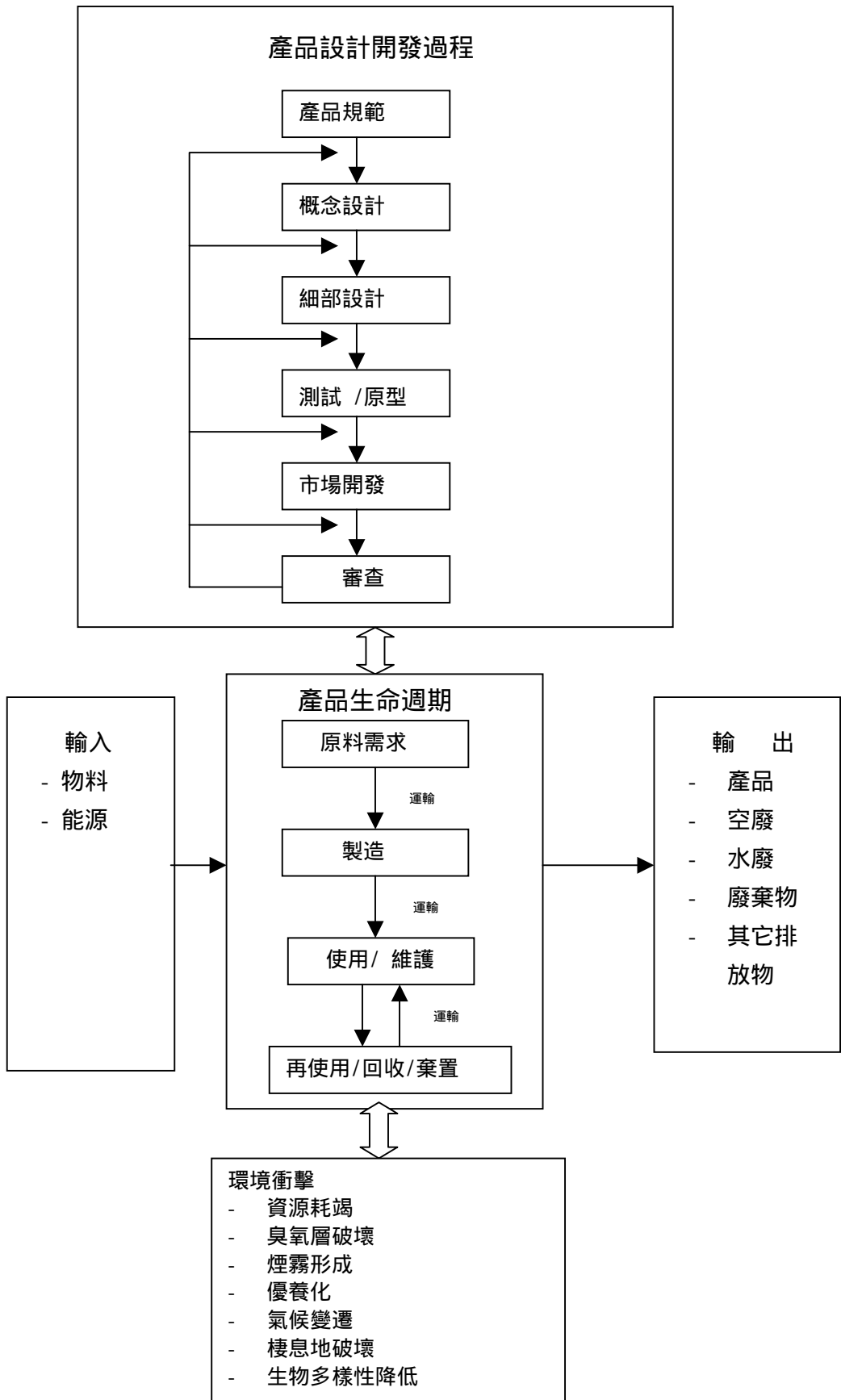


圖 4-12：產品設計及環境衝擊之概念模式 ( ISO , 2000 )



表 4-5：UNEP 之 DfE 執行步驟（UNEP，1997）

步驟	步驟名稱	執行說明
1	組織規劃一個 DfE 專案	得到最高管理階程之承諾。
		設立一專案小組。
		製作計劃及規劃預算。
2	產品選擇暨設定	建立選擇標準。
		進行產品選擇。
		定義產品之設計概念。
3	建立 DfE 策略	分析產品之環境特性。
		分析產品之內部及外部之驅動力。
		產生進一步改進之選擇方案。
		改善方案之可行性評估。
		正式對於產品之 DfE 策略予以定義。
4	選擇方案之產生	產品概念之產生。
		進行 DfE 專案研討。
		選擇可行之產品概念。

5	進一步產品概念之產生	進一步使 DfE 設計策略具有可行性。
		產品概念之可行性評估。
		選擇最具可行性之概念。
6	溝通及產品實現	進行產品之細部設計。
		發展製造推廣計劃。
		產品原型製造。
7	建立後續之矯正活動	評估產品之結果。
		評估計劃之結果。
		持續且進一步修正並發展 DfE 規劃。

然而當我們進一步分析上述三種模式時，將發現其皆有一共同之重點，亦即如何將產品生命週期間之環境考量面予以鑑別，接下將再進一步說明，生命週期評估技術 ( life cycle assessment ) 於 DfE 之應用。

#### 第四節 DfE 與 LCA

一個產品之環境衝擊層面非常廣泛，其可能是全球性、地區性或者具有時間迫切性，因此當企業開始進行產品設計時，尚需了解到該產品於生命週期間，造成之環境衝擊為何，也就是必須先了解到，該產品於生命週期間產生之環境考量面，再藉由源頭管理之概念，於設計階段就將環境考量面視為設計輸入，也就是其應具備什麼樣的功能和物理特性 ( functional and physical characteristics ) 才不會具有造成環境衝擊之環境考量

面；然而同樣的環境衝擊可能係由不同的環境考量面造成，而且一個環境考量面亦可能引起多個環境衝擊，且即使其符合法規要求，但仍可能造成不同層面、程度的環境衝擊，因此一個產品之 DfE 設計策略必須先被決定；再者不同之市場策略、時空背景、以及企業的資源限制，則他們的 DfE 策略皆可能不同，故藉由 ISO14040：1997 生命週期評估技術進行細部分析，以了解該產品之環境衝擊項目和環境考量面，進而訂出最適宜該產品的 DfE 設計策略，將為 DfE 之關鍵步驟。

## 一、環境考量面，環境衝擊

於正式研討生命週期評估技術前，尚需說明何為環境考量面、環境衝擊。

### (一) 環境考量面 (Environmental Aspects, EA)

一個會與環境產生互動 (interact) 之組織的活動、產品、或服務之單元 (element)；而所謂的環境 (environment)，就是一個組織運作的週遭環境 (surroundings) 包括空氣、水、土、自然資源、植物、動物、人、以及它們的相互關係 (ISO, 1998)。

### (二) 環境衝擊 (Environmental Impact, EI)

由於組織的活動、產品、或服務對於環境 (environment) 造成全部或部分的任何不利或有利之改變，在此我們僅考慮不利的改變 (ISO, 1998)。

## 二、ISO 14040：1997 生命週期評估技術 (Life Cycle Assessment, LCA) (ISO, 1997)

目前各單位之 LCA 手法不盡相同，但概念上可區分為定量和定性之方式；又本研究之目的之一為提供那些已建立 ISO 9001：2000，ISO 14001：1996，OHSAS 18001：

1999 之企業能有效益的將 DfE 整合於既有之管理系統中，故本研究將採用 ISO 14040：1997 之定量方式進行 LCA，接著將以 ISO 14040：1997 做進一步說明。

### (一) LCA 之功能

所謂產品生命週期 ( Product's Life Cycle , PLC )，即為一個產品從出生到死亡 ( cradle-to-grave ) 之期間，亦即為從原物料的需求到產品生產、使用、以及最後棄置之整個階段；而所謂 LCA 即係研究 PLC 中之 EA 以及潛在的 EI，又需要被考慮的 EA 通常可被分類為資源使用，人類健康，以及對於生態系統造成之後果；進一步說 LCA 可用來協助 ( OECD , 1998 )：

- 1、鑑別 PLC 中之產品 EA 的改善機會。
- 2、工業界、政府、非政府組織之決策 ( 例如：策略規劃、優先次序的設定，產品或生產過程的設計或重設計 )。
- 3、選擇有關環境績效的指標包括衡量之技術。
- 4、市場行銷 ( 例如：環境宣告、環保標章、或友善環境產品之宣告 )。

### (二) LCA 包含以下步驟 ( ISO , 1997 )，並以圖 4-13 表示：

- 1、目標和範圍的定義：定義一個 LCA 的意欲目的和範圍邊界。
- 2、盤查分析(inventory analysis)：編輯一個有關產品系統之輸入和輸出的清單。
- 3、衝擊評估(impact assessment)：評估有關於和產品系統之輸入和輸出有關聯的 EI。
- 4、闡明解釋(interpretation)：對於關於研究目的地的清單分析、和衝擊稽核的結果予以闡

明解釋。

也就是當決定了 LCA 的目標和範圍後，分析產品系統其 PLC 間之各功能單元 (functional unit) 之物質流、能源流、廢棄物流的輸入和輸出，且編輯成清單，再由清單資料中鑑別出會對環境造成衝擊的物質 (impact substances) 以及 EI 進行分類 (classification)、特性描述 (characterization)、以及賦予權重 (weighting)；最後再以

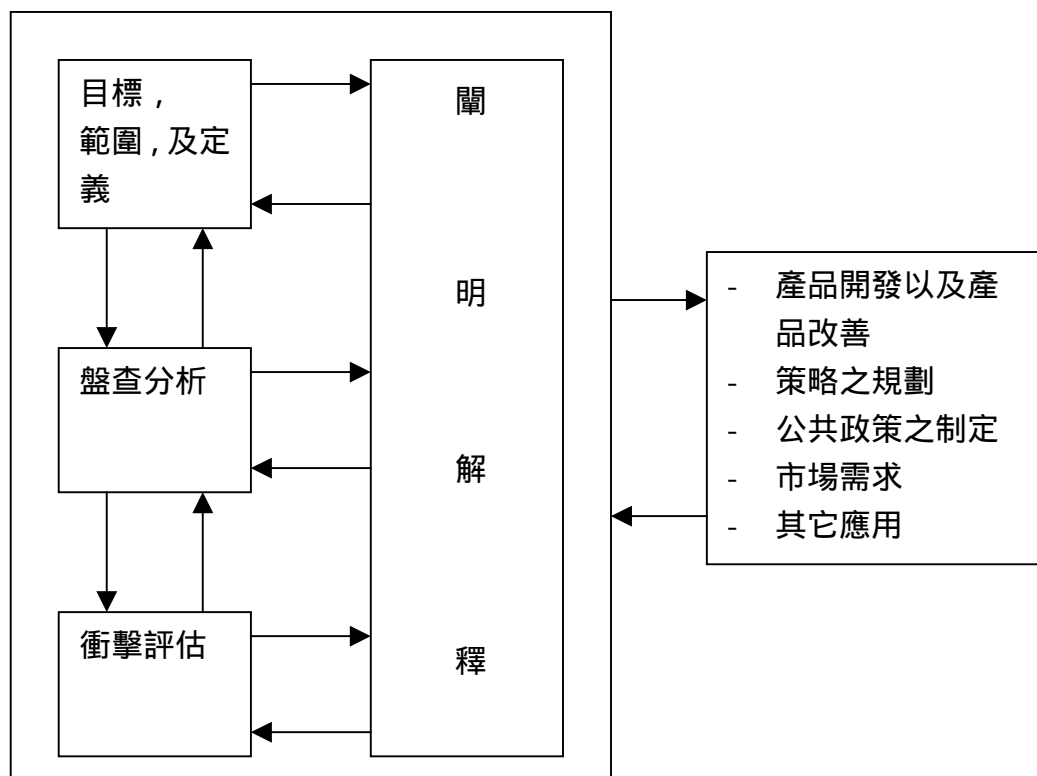


圖 4-13：生命週期評估之各階段互動關係圖 (ISO 14040, 1997)

書面報告，就所設定的目標和範圍進行闡釋，當然在這樣所謂的分類、特性描述、以及賦予權重過程中，即可訂出產品的 DfE 策略，以及鑑別出有關於環境面向的設計輸入項目，精確的說，一個具有環境面向之產品的功能和物理特性也就可於後續之設計階段予以決定。

綜合以上討論，DfE 乃特別強調企業必須將環境面向之議題，提前於產品設計階段予以考量，但此所謂的「強調」，乃係與過去來比較，因為在過去我們幾乎都忽略了將環境面向納入於產品之設計過程。因此一個成功的 DfE 產品必須於設計階段同時考量到品質、成本，和環境的全生命週期之面向，方可取得環境和經濟的平衡。

## 第五節全球環境議題以及 DfE 策略

### 一、全球環境議題

蕭新煌等（1994）指出經濟體系和環境問題，特別具有以下四種特性：

（一）延遲效應；（二）集體效應；（三）不可回復性；（四）決策上的困難。

陶在樸（1998）指出全球環境問題具有以下共同點：

（一）問題越長久越加重後代之負擔，並危害他們的生存；

（二）許多問題是日常生活中小而又小，久而又久之長期累積，必須由教育及資訊來著手；

（三）問題發生於全球經濟活動與生態系統的作用與反作用。

最後，UNEP（1997）亦將全球環境議題，依其影響範圍以及衝擊類別予以分類，如表 4-6 及表 4-7。

表 4-6：全球環境議題之影響範圍分類表（UNEP，1997）

影響範圍分類	說明
地方性（local）	其係立即且直接的影響到工廠週遭地區；例如：道路、掩埋場。

區域性 ( regional )	其影響係區域性的尺度；例如：工業區之煙霧 ( smog ) 問題。
水域性 ( fluvial )	環境問題係發生於河流、湖、海洋等區域。
大陸性 ( continental )	其影響係為洲際大陸性的尺度；例如：歐洲之酸雨問題。
全球性 ( global )	其影響的尺度係為全球性；例如：全球氣候變遷。

表 4-7：全球環境議題之環境衝擊分類表 ( UNEP , 1997 )

環境衝擊分類	說明	主要因素
生態系統之持續惡化	世界人口、產品製造及消費的速度和範圍、以及能源的耗竭，其皆快速的成長並遠超過過去之 150 年，而其對於生態系統所造成之衝擊已無法藉由生態系統之自淨能力予以恢復了。	溫室效應。
		酸雨。
		優養化。
		毒性物質排放。
		其它，例如：不當之營建、伐木活動。
對於人類健康造成直接的衝擊	許多毒性物質、臭氧層破洞、及煙霧 ( smog ) 問題，都將直接影響人類健康。	毒性物質，例如：重金屬、致癌物。
		臭氧層破壞。
		煙霧 ( smog )。
自然資源及生活環境之持續減少及惡化	自然資源及生活環境之持續減少及惡化，其基本上並非導致成為生態系統或人類健康的問題，而係造成社會及經濟的問題。	各種礦產之持續耗竭。
		石化燃料以及鈾之耗竭。

		可再生性（例如：森林，水力）及非再生性物質之耗竭。
		可供生存之生活環境之持續減少。

## 二、DfE 策略

然而，對於表 4-7 之環境衝擊，何種 DfE 之應用方可將造成環境衝擊之環境考量面，於其產品之生命週期中予以排除，於此 UNEP (1997) 亦提供其 DfE 策略以供企業之設計人員使用，如表 4-8 所示。

表 4-8：環境衝擊及 DfE 策略之應用 (UNEP, 1997)

主要環境衝擊	DfE 策略之應用
溫室效應	於產品之生命週期中限制石化燃料之使用。
	產品具有適用於回收系統 (take-back system) 及被回收之特性。
酸雨、優養化	產品具有使用低硫能源 (low-sulphur sources of energy) 之特性。
	減少運輸之特性。
生態毒性物質 (例如：重金屬、致癌物) 排放	謹慎的選用原物料，或選用其它可替代之物料以排除毒性物質的使用。



臭氧層破壞	確保冷氣機或冷凍系統、發泡劑等產品，於設計時選用不具備破壞臭氧層之物質。
煙霧 ( smog )	選用之材料，其不具備有害之有機物質。
	促使道路運輸之需求降至最低。
各種礦產之持續耗竭	具備使用次級物料 ( secondary material ) 之特性 ( 增加需求方 )。
	使產品具備可回收之特性以及設計回收系統 ( take-back system ) ( 增加供給方 )。
石化燃料以及鈾之耗竭 ( 如表 4-9 )	具有能源保育之特性。
可再生性 ( 例如：森林， 水力 ) 及非再生性物質 之耗竭	去物質化之特性。
	替代性物質之採用。
可供生存之生活環境之 持續減少	保育地區之建立。

最後再根據世界資源研究院 ( World Resources Institutes, WRI ) 網站以及陳國成，江瑞湖 ( 2000 ) 之研究，來對於能源預測予以說明。

WRI 指出，目前能源預測之數量較過去二十年之預測結果，顯著增加了許多。再者雖然能源消耗之趨勢仍持續上升，但是已被證實之石油存量以比 1973 年 - 1993 年增加 60%，天然氣亦增加 140%，而若依據目前能源耗用之趨勢來預測，則石油、天然氣、煤將可再分別持續使用 40 年、60 年、200 年，而鈾礦將可供使用 41 年。而陳國成，江

瑞湖（2000）之研究結果彙整如表 4-9。

表 4-9：未來能源預測（陳國成，江瑞湖，2000）

能源種類	說明（其中：1TOE = 10500 兆卡；1G = 10 <sup>9</sup> ）
石油	已探明之石油儲量為 85 GTOE，1978 – 2020 年間將消耗 110 – 130 GTOE，2020 – 2050 年將又需消耗 50 – 70 GTOE，故石油在 21 世紀中期將出現 75 – 115 GTOE 的逆差；具估計可能探出之新儲量為 50 GTOE，不足之處只能靠較為昂貴之油頁岩（約 80 GTOE）補足。
天然氣	已探明之天然氣儲量為 60 GTOE，到 2020 年間累計消耗 70 – 90 GTOE，2020 – 2050 年將又需消耗 70 – 115 GTOE，故也將出現 80 – 145 GTOE 逆差；但新探出之儲量為 90 – 110 GTOE，大體上可補足差額。
煤炭	已探明之儲量為 460 GTOE，估計可供應到 21 世紀後期之用。
核能	已探明之鈾、鈾礦儲量為 35 - 45 GTOE，如就已探明之儲量估算，致 2050 年將耗用殆盡。

於此，Fiksel（1996）亦提出產品之 DfE 策略，其即將 DfE 展開成以下之面向，以幫助企業設計出友善環境之產品：

- （一）為可回收性以及可重複性使用設計；
- （二）為可拆解性設計；
- （三）為廢棄物少量化設計；
- （四）為能源節省化設計；

(五) 為物質節省化設計。

(六) 為減少慢性風險化設計；

(七) 為風險預防化設計。

## 第五章 MbDfE 管理模式之企業活動要素鑑別及模式建構

### 第一節 為何採用 MbDfE：被動性 ( reactive ) vs. 積極主動性 ( proactive )

為了將環境考量面導入產品開發設計過程之中，若就友善環境產品之開發設計來看，當然企業對於 DfE 概念之建立是非常重要的，但是若再由管理之角度來進一步探討，則 Angle and Sandhu( 2001 )指出「被動性之管理系統( reactive management systems )」係為：符合性驅動 ( compliance-driven ) 靜態的 ( static ) 固定不變的 ( rigid )，而「積極主動性之管理系統 ( proactive management systems )」係為：規則性驅動 ( principle-driven ) 創新的 ( innovative ) 彈性的 ( flexible )，且積極主動性管理之目的即為「持續改善 ( continuous improvement )」；再者 Prajogo and Sohal ( 2001 )認為若要達到「持續改善」，則「標準化 ( standardization )」是必要的。於此本研究認為具備「管理法則 ( management discipline )」特性之「標準作業程序 ( standard operation procedure, SOP )」之建構，並導入到企業之為環境化產品實現的過程中將是必要的。也就是一種合適之「管理法則」必須予以建構，因此本研究所提出之「具備管理特性之 DfE ( management based DfE , MbDfE )」模式，除了具備傳統之 DfE 功能，亦可將產品於其生命週期間造成環境衝擊之環境考量面，予以系統化鑑別並整合為產品之設計輸入，進而提昇產品之生態效益 ( eco-efficiency ) ( OECD , 1998 )。由於其更擁有「管理法則」之特性，因此更可進一步的驅使企業不斷的持續改善，提高環境績效。故本研究所提出之 MbDfE 係考量並包含企業內、外部之主要組成 DfE 的管理活動，且擷取 ISO 9001 : 2000 及 ISO14040 : 1997 之管理標準要求，所呈現之具有標準化管理法則的 MbDfE，故可驅使企業產生合理之管理結果，持續改善，且亦可更進一步並快速的，與同為具備持續改善之 PDCA 模式，且亦為目前業界所推行之「ISO 9001 : 2000」及「ISO 14001 : 1996」。

「OHSAS 18001 : 1999」管理系統進行整合。然而，一個企業供應鏈之活動為多樣性的，而其中和 MbDfE 有關的又有哪些呢？接著就此階段作一分析。

## 第二節 MbDfE 之企業活動要素鑑別

### 一、企業傳統之設計流程 ( Traditional Design Process, TDP )

全面品質管理 ( TQM ) 已成為一個理想之減低污染以創造利益的源頭 ( Porter and Linde , 1995 ) , 且全面品質管理提供企業整合其作業過程的基礎 , 又環境品質只是全面品質的一個面向 , 因此整合環境考量面於產品開發設計過程之中時 , 亦必須考量到所有品質因素的分布情形。然而 , 一旦為環境化設計成為構成全面品質管理的一個重要部份 , 則這將幫助企業發現一個新機會 , 以減少產品生命週期間的成本而且改善產品品質和利潤 ( Fiksel , 1996 ) , 並且過去數十年傳統的設計標準端賴於服務的績效、品質、和成本。但現在還有另一標準必須被考慮到 , 就是環境績效 ( environmental performance ) , 也就是於設計階段就將該產品及其零組件 , 由生到死中會造成環境衝擊之環境考量面納入考量 ( Shapiro and White , 1999 ) , 其實 TQM 和環境管家責任 ( environmental stewardship ) 的整合 , 也就成為全面環境品質管理 ( Total Quality Environmental Management , TQEM ) ( Okley , 1994 ) 再者 ISO 9000 和 TQM 之關係非常強烈 , 亦即 ISO 9000 可視為 TQM 的書面化架構 , 且 ISO 9000 是 TQM 結構的中心 ( Schuler *et al.* , 1996 ) , 且大多數人都同意一個正式建立以及維持的 ISO 9000 系統和通過第三者驗證的結果 , 將提供 TQM 一個改進的基礎 ( Peach , 1997 ) , 且今天當企業將環境要求整合到傳統產品設計發展過程之中時 , 其設計架構並無改變 , 只是必須增加新的資訊層面處理之步驟 ( UNEP , 1997 ) 。因此我們可以發現 , 企業傳統之設計流程 ( TDP ) 將為構成 MbDfE 之企業活動要素之一。於此 , ISO 9001 : 2000 ( BSI , 2000a ) 第 7.3 條款對於設計過程實現 ( design realization )

之要求，即可做為 MbDfE 之管理法則。

## 二、生命週期評估 (LCA)

美國環保署 (US Environmental Protection Agency, US EPA)、國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO), 以及聯合國環境規劃署 (United Nations Environment Programme, UNEP) 等單位之 DfE 模式皆有一共同的重點, 亦即藉由 LCA 技術將產品實現 (product realization) 過程中每一功能單元 (functional unit) 之輸入、輸出的物質流 (material flow)、能量流 (energy flow)、毒物流 (toxic flow) 予以拆解、分析、查核, 進而鑑別出所意欲設計產品, 其於生命週期間對環境造成衝擊之環境考量面, 且 LCA 可用來協助鑑別 PLC 中之產品環境考量面的改善機會 (ISO, 1997)。因此我們可以發現, LCA 將為構成 MbDfE 之企業活動要素之二。於此, ISO 14040: 1997 (ISO, 1997) 即可做為 MbDfE 之管理法則。

## 三、企業採購活動之早期參與 (Purchasing Early Involvement, PEI) 以及供應商之管理 (Supplier Management, SM)

採購作業人員將於企業環境活動中扮演主要的角色 (Carter *et al.*, 2000; Carter and Carter, 1998), 採購經理將對供應鏈之環境績效產生顯著的影響 (Zsidisin and Hendrick, 1998), 且採購經理、部門的早期參與, 亦將對產品之設計開發有所貢獻 (Dowlatshahi, 1992; Handfield, 1993; Stuart, 1993), 最後供應商的早期參與產品設計開發, 將為產生具有競爭力之策略要素之一, 其也強調了採購部門權責之重要性 (Ellram and Pearson, 1993)。又企業若要由環境管理過程中獲得最大的收穫, 則其必須整合供給鏈中之成員到其過程中 (Walton *et al.*, 1998), 且綠色採購能藉由減少廢棄物及法律責任、資源保育及改進企業形象以創造經濟價值 (Min and Galle, 1997)。因此我們可以發現,

企業採購活動之早期參與 (PEI) 以及供應商之管理 (SM) 亦皆將為構成 MbDfE 之企業活動要素之三、四。於此, ISO 9001:2000 (BSI, 2000a) 第 7.4.1 及第 7.4.2 條款, 即可做為 MbDfE 之管理法則。

四、企業內部之溝通活動 (Internal Communication, IC), 以及與供應商之溝通 (Supplier Communication, SC)

因傳統之線性設計系統 (linear design system) (圖 5-1) 具有八個潛在問題: 較長的设计週期, 較長的前置時間, 不切實的设计, 較昂貴的设计, 设计變更較耗費時間和金錢, 對於设计之後的作業造成不必要的複雜性, 因為疏失產生的錯誤會造成較大的改變, 以及專業知識的使用無法最佳化, 故建議要將組織內所有部門進行資訊的整合 (Schuler *et al.*, 1996), 且採購部門必須成為一種資訊溝通之管道, 且工程和採購部必須結合為夥伴關係以使資訊進入到新產品之设计過程 (Burt and Soukup, 1985), 因此採購將為一個提供新技術、新材料, 及已開發零組件供應商之一個新產品開發的組織介面窗口 (O'Neal, 1993)。又在線性設計系統之下, 下游單位的資訊 (例如製造部門) 常會被忽略考量而造成該產品無法順利的被製造、安裝、服務、和維修, 更進一步來說, 當環境、健康、安全之法規整合進來後, 且又進行重新設計, 則更會導致產品實現過程的延後, 因此建議下游單位的需求標準, 必須被整合進入设计過程中, 亦即資訊的流通不再是單一線性方向 (圖 5-2), 而必須為放射狀且雙向的流通 (圖 5-3) (Okley, 1994), 而這正可說明 UNEP (1997) 所稱之「只是必須增加新的資訊層面處理之步驟」。因此, 我們可以發現, 當企業若繼續採用傳統之線性設計系統進行 DfE, 則企業內部之溝通活動 (IC), 以及與供應商之溝通 (SC) 將亦為構成 MbDfE 之企業活動要素之五、六。於此, ISO 9001:2000 (BSI, 2000a) 第 5.5.3、第 7.3.1、以及第 7.4.2 條款即可做為 MbDfE

之管理法則。

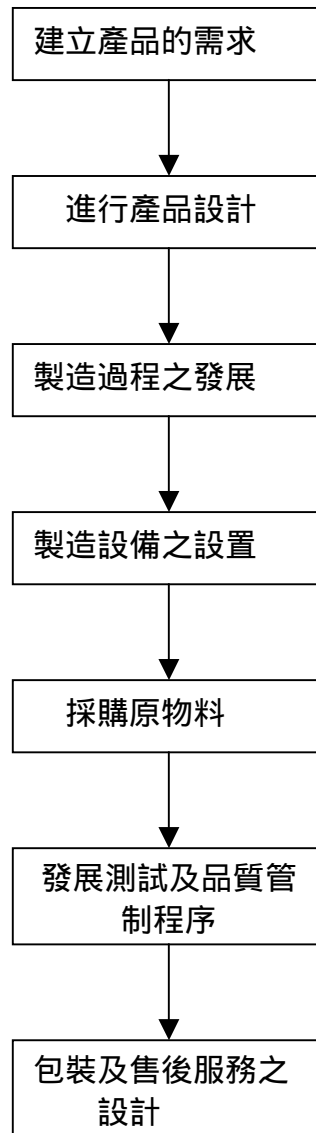


圖 5-1：線性設計及發展系統 (Schuler *et al.*, 1996)

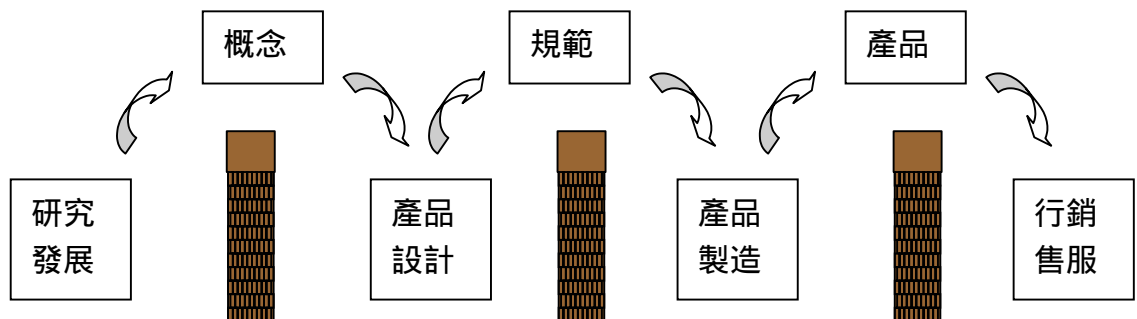


圖 5-2：線性之溝通 (Okley, 1994)



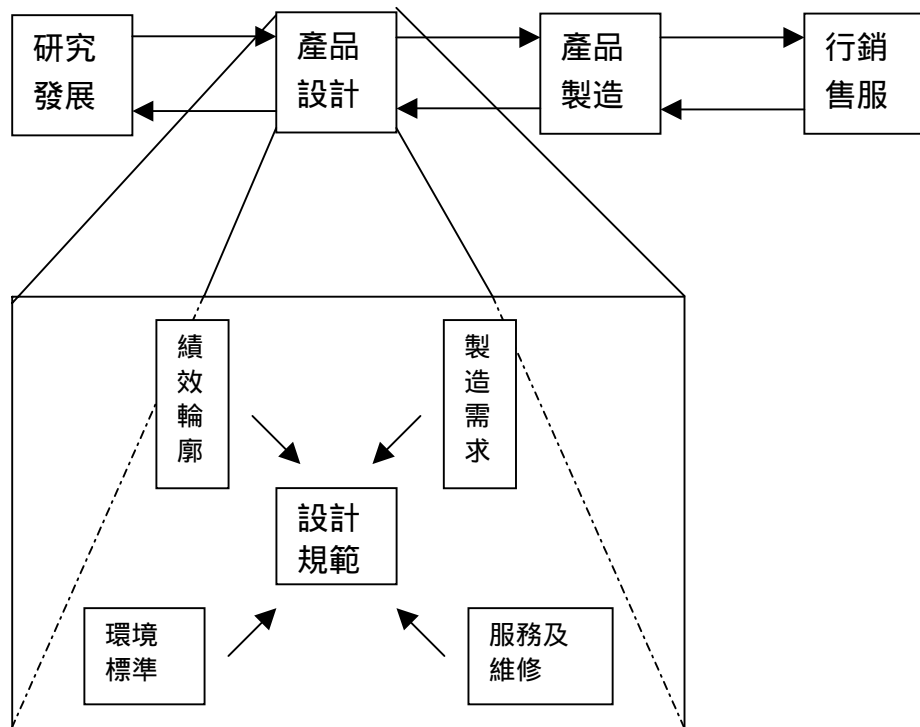


圖 5-3：放射狀且雙向的溝通 ( Okley , 1994 )

### 五、產品特性鑑別 ( Product Attributes Identification , PAI ) , 以及客戶溝通 ( Customer Communication , CC )

行銷市場，係藉著建議消費者如何來使用、再使用、修復、回收，以及棄置產品，以提供給消費者有關於產品以及製造的相關資訊 ( Welford , 2000 ) , 且由於客戶對於環境價值產生之新態度，進而驅使綠色產品的出現 ( Simon , 1992 ) 。又由於大眾對於環境保護之關注與日俱增，因此許多公司亦致力於環境友善產品之設計及行銷，且綠色產品之創新亦已受到今日行銷市場之顯著的注意 ( Chen , 2001 ) 。而 Nightingale ( 2000 ) 指出，企業全體員工對於使用者需求的了解，以確保最終產品符合客戶的需要，將是非常重要的；且 Floyd *et al.* ( 1993 ) 亦認為於產品的開發階段，儘早及精準的決定客戶之需求及期望，將是非常重要的；另 US EPA ( 1991 ) 認為於今日消費市場中，一個產品之

環境特性 ( environmental attributes ) 已成為影響綠色消費決策之最重要的因素之一。

Pieasecki *et al.* ( 1999 ) 認為當企業採用環境策略時，則企業所生產或提供之產品或服務亦開始包含環境特性。Graedel and Allenby ( 1998 ) 指出於產品定義之初始階段，一個產品之環境特性亦需被鑑別及整合到產品設計之過程中。Chen ( 2001 ) 亦指出目前綠色產品之開發係被消費者所驅使。於此，一個包括環境特性之產品特性鑑別 ( PAI )，以及有關產品特性，特別是環境特性及與客戶的溝通管道 ( CC )，亦將為構成 MbDfE 之企業活動要素之七、八。故 ISO 9001 : 2000 ( BSI , 2000a ) 第 7.2.1、第 7.2.2、以及第 7.2.3 條款即可做為 MbDfE 之管理法則。

綜合以上討論，本研究將構成 MbDfE 之企業活動要素，以圖 5-4 表示。

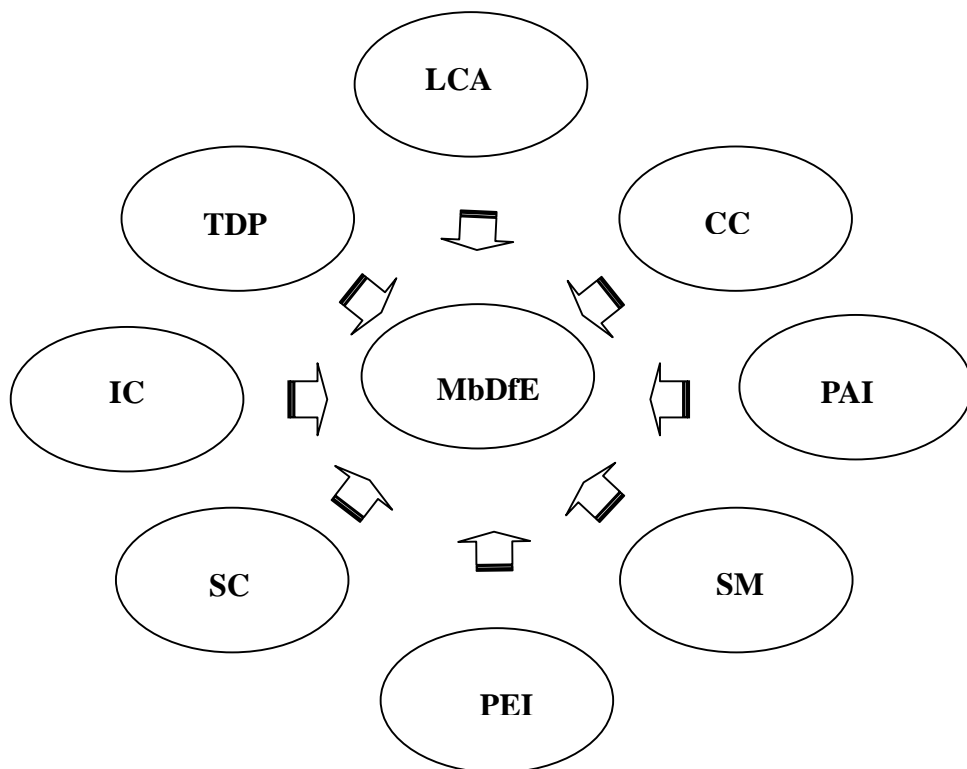


圖 5-4 : MbDfE 之企業活動要素 ( 本研究 )

### 第三節 模式比較

UNEP、ISO、和 US EPA 之 DfE 模式，其執行方式不盡相同，且根據目的之不同而各有專精之處，於此將該三者之模式，以及本研究提出之模式予以比較，說明如後並以表 5-1 彙整。

US EPA 於 1999 年 3 月提出之「A Design for the Environment Approach」(US EPA, 1999) 以及 ISO 於 2000 年 6 月提出之「ISO/PDTR 14062: Environmental management – Guidelines to integrating environmental aspects into product development: WD 1」(ISO, 2000), 目前都尚為「草案版」, 而此二者係皆採用 ISO 14001:1996 (ISO, 1996) 標準為基礎架構, 亦即使用 Plan – Do – Check – Act (PDCA) 模式將環境議題整合到傳統的「管理實現」以及「設計實現」過程中; 其中 ISO 模式係被設計成可廣泛的應用於工業界 (non-industry specific standard), 故其內容僅唯一方向上之指引, 亦即並無詳細的告知要如何去做。又 US EPA 模式其中就有較詳細的執行步驟, 然而此二者皆較關注於「管理實現」, 雖然 ISO 模式有涵蓋部份之「設計實現」, 但其目前之草案階段亦僅於一概念之表達; 另 UNEP 於 1997 年提出之「ECODESIGN: A Promising Approach to Sustainable Production and Consumption」(UNEP, 1997) 其並無採用 ISO 14001:1996 之架構, 而其係採用定性的方式以及 Pahl, G. 與 W. Beitz 所提出之設計模式, 以鑑別出 DfE 策略, 進而將環境議題整合於設計過程實現 (UNEP, 1997)。

於此, 本研究認為, 雖然 ISO 和 US EPA 同時強調並具備「ISO 14001:1996 環境管理系統之架構」, 但 US EPA 之模式並未包含企業活動中另一個重要的「品質管理系統-設計實現之架構」, 且雖然 ISO 提出之模式有涵蓋設計實現之概念, 然而其對於設計

實現概念之表達，亦僅限於概念之陳述。精確地說，其未具備企業活動中，另一個驅動標準化的重要因素 – 管理法則。因此本研究採用之 ISO14040 定量 LCA 及 ISO9001 之管理法則，以將環境議題鑑別且整合於傳統之設計過程實現的 MbDfE 管理模式，將可提供給企業另一種的選擇。再者，目前許多企業已具有 ISO9001：2000 及 / 或 ISO 14001：1996 及 / 或 OHSAS 18001：1999 (OHSAS, 1999) 管理系統，因此本研究之模式亦可快速的與其進行系統整合，提高管理活動之效益。

表 5-1：UNEP，ISO，US EPA，與本研究之 DfE 模式之比較（本研究）

單位	發行 狀況	架構基礎	模式理念	LCA 技術	執行要求
UNEP	正式 標準	Pahl, G. and W. Beitz (UNEP, 1997)	設計實現	定性， 定量	詳細步驟
ISO	草案 試行	ISO14001：1996	管理實現	定量	可廣泛的應 用於工業界
U.S. EPA	草案 試行	ISO14001：1996	管理實現	定性	詳細步驟
本研究	模式 建構	ISO9001：2000 和 ISO14040：1997	設計、管理 實現	定量	可廣泛的應 用於工業界

#### 第四節 整合 ISO 9001、ISO 14040 管理法則之 MbDfE 管理模式建構

如前所述，IDEF0 係透過由上往下 (top-down) 之方式將主題活動予以結構分解，再透過 ICOMs，予以結構化圖形呈現，因此在進行 MbDfE 管理模式整合之前，必須先將 ISO9001：2000 以及 ISO14040：1997 有關條款，透過 IDEF0 之 ICMOs 逐步由高階

活動往低階活動予以展開、分解。因此，本研究將分成以下三個階段予以說明。

#### 一、第一階段（分四步驟）：MbDfE 母-子階層展開

- 首先將 MbDfE 活動，視為最高階層之母圖形 (parent diagrams) 並以 A0 表示；
- 第二步，將圖 5-4 所示之八個 MbDfE 企業活動要素，由 A0 首先分解為六個子圖形 (child diagrams)，其中 A1 為圖 5-4 之「LCA」，而 A1 亦代表著「ISO14040：1997」之管理法則，A2 為圖 5-4 之「TDP」，而 A2 亦代表著「ISO9001：2000 之第 7.3 條款的設計開發過程」，A3 包含圖 5-4 之「SC」及「SM」，而 A3 亦代表著「ISO 9001：2000 之第 7.4 條款」(註：由於 IDEF0 語法之「子圖形數目，至少三個，至多六個」規定，以及「SC」、「PEI」及「SM」皆為「採購活動」之細部內容，且「SC」、「PEI」及「SM」三個要素皆可被 ISO 9001：2000 之第 7.4 條款予以涵蓋，基於上述三點考量，故本研究於此階段之展開作業時，先將「SC」、「PEI」及「SM」統合以 A3 表之，當然 A3 之細部內容可再由後續之子圖形做進一步之展開。另為後續之識別所需，本研究將 A3：「採購活動」以「PA」表示。)，A4 為圖 5-4 之「IC」，而 A4 亦代表著「ISO 9001：2000 之第 5.5.3 條款」，A5 為圖 5-4 之「PAI」，而 A5 亦代表著「ISO 9001：2000 之第 7.2 條款」，A6 為圖 5-4 之「CC」，而 A6 亦代表著「ISO 9001：2000 之第 7.2.3 條款」；
- 第三步，其中由於 A2、A3、A5，尚無法充分顯示 MbDfE 之傳統設計開發過程 (TDP)、採購活動 (PA) 與產品特性鑑別 (PAI)，因此必須將 A2 再進一步予以分解為 A21：設計規劃 (RDP) A22：設計實現 (RDR)，A3 再進一步予以分解為 A31：供應商管理 (SM) A32：採購活動早期參與 (PEI) 以及與

供應商之溝通 (SC) (註：由於 ISO9001 之第 7.4.2 條款包含了 PEI 及 SC，且本研究係以 ISO 9001 標準為拆解、整合之對象，故本階段將以 A32 表示 PEI 及 SC。)，且 A5 再進一步予以分解為 A51：產品特性決定 (PAD)、A52：產品特性審查 (PAR)；然而此時 A22 仍無法充分顯示 MbDfE 之設計實現，故必須將 A22 再進一步予以分解為 A221：設計審查 (DR)、A222：設計輸入 (DI)、A223：設計輸出 (DO)、A224：設計驗證 (DV)、A225：設計驗收 (DVD)、A226：設計變更管制 (DC)；

- 第四步，將第一、二、三、四階層、母子活動間之互動關係予以建構，於此、為使以上說明 (相關子圖形及其對應之管理法則) 以及後續之樹狀圖 (圖 5-6) 更易於了解，本研究將以圖 5-5 做進一步之圖示。最後，第一階段之 MbDfE 由上往下展開活動，將以 IDEF0 (1993) 建議之「樹狀圖 (tree note)」(圖 5-6) 予以表示。

## 二、第二階段 (分二步驟)：MbDfE 子活動之 ICOMs 建構

為了將第一階段中由高階層至低階層分三階段展開之一系列母子活動 (A1、A21、A221、A222、A223、A224、A225、A226、A31、A32、A4、A51、A52、A6) 以本研究圖 2-1 之方式予以進一步展開，因此，首先必須分析這些活動中，其所對應於 ISO9001、ISO14040 之條款要求，再依據 IDEF0 之 ICOMs 予以歸納，並以表 5-2 顯示其內容；第二步，為使本研究之 MbDfE 整合模式能以 ICOMs 予以顯示，故逐一將這些 MbDfE 各細部活動以本研究圖 2-1 之 ICOMs 之方式拆解、歸納，並以圖 5-7 – 圖 5-20 表示。

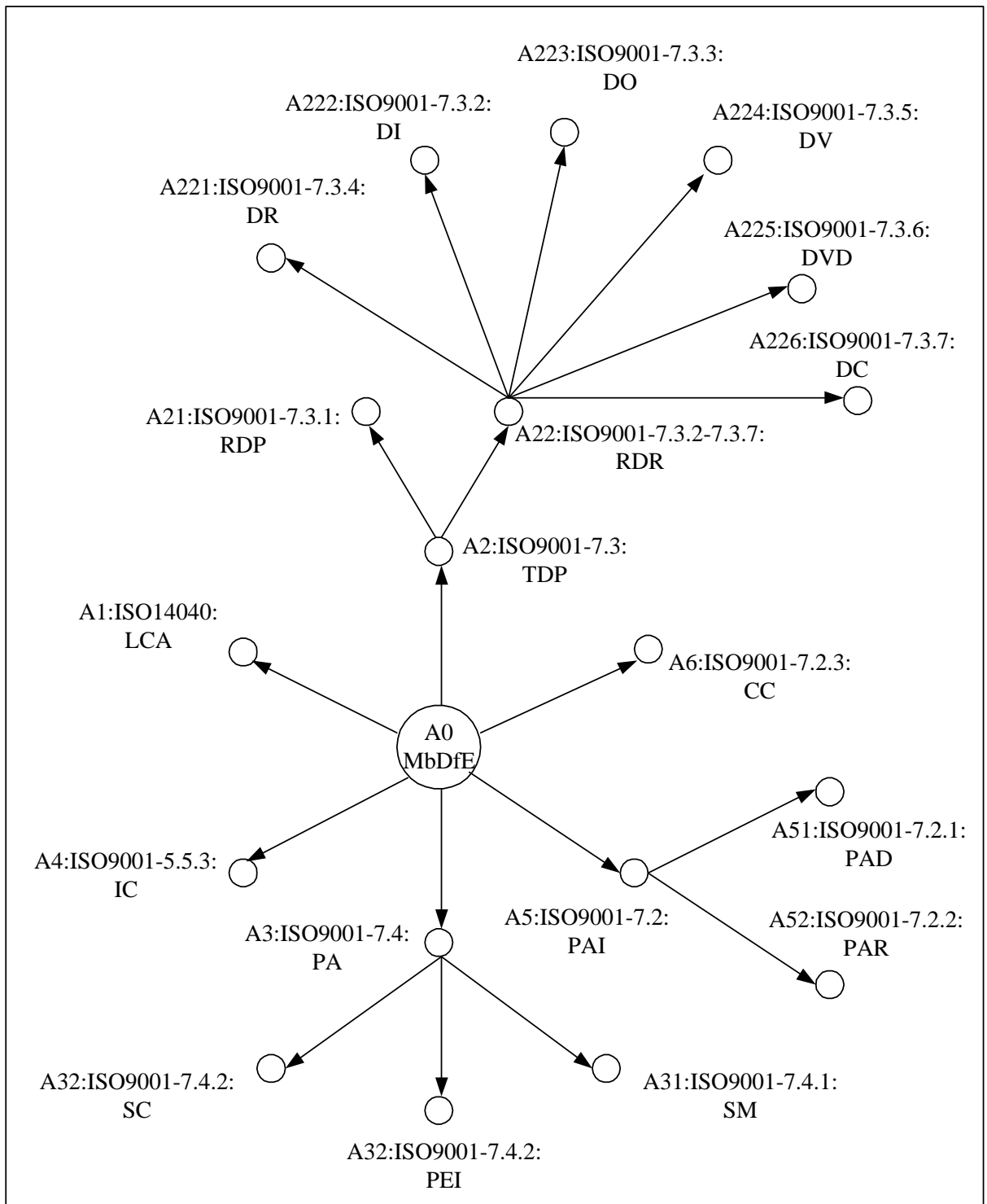


圖 5-5：管理法則暨 MbDfE 企業活動要素對應展開圖（本研究）

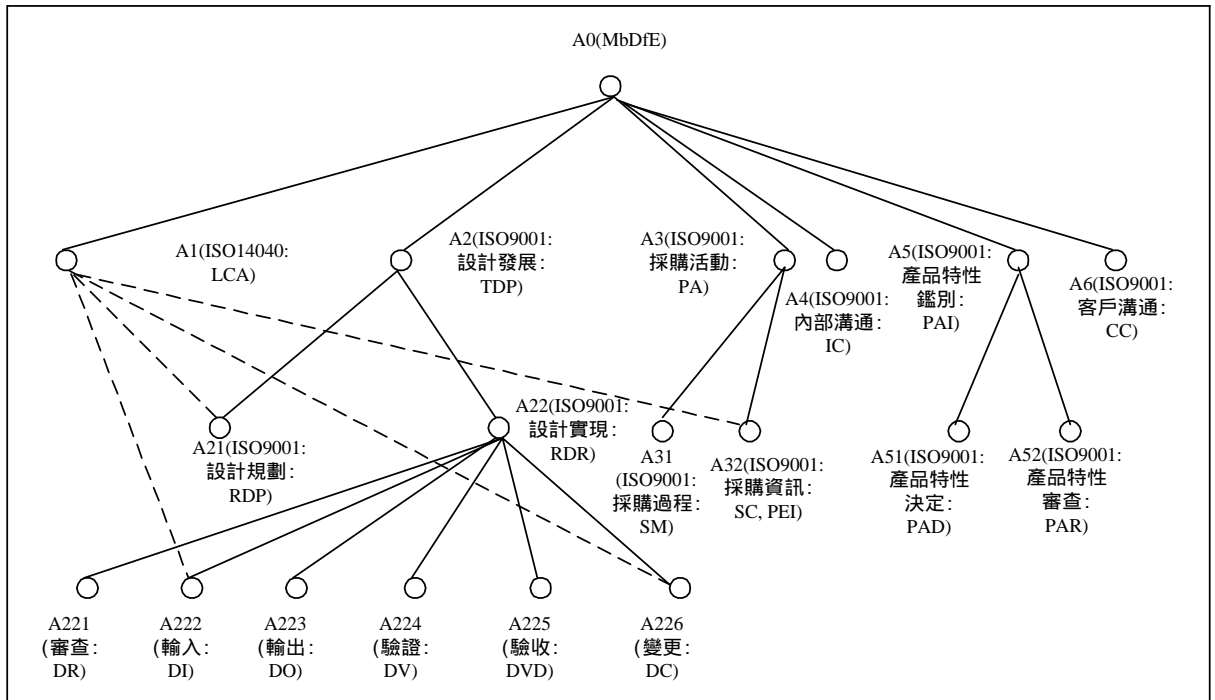


圖 5-6：MbDfE 母 – 子階層展開圖(實線：母 – 子活動關係；虛線：ISO14040 與 ISO9001 之關係) (本研究)

表 5-2：MbDfE 整合管理模式之 ICOMs 彙整 (本研究)

編號	彙整內容
(1)	產品市場調查結果；產品開發之 DfE 策略；企業之中長期發展計劃；企業的環境、安全、健康及品質政策、目標；對於環境、安全、健康及品質之承諾；對於企業內、外之不同組織介面間的溝通結果；相關利益團體，包括客戶和最終使用者的需求。
(2)	企業可利用之有限資源限制；產品開發、量產之既定時程；不合宜的規劃和安排。



(3)	最高管理階層的承諾以及支持；有效率的組織結構和明確的權責；品質、環境、工安衛管理系統之建置；人員對於品質、環境、工安衛面向之訓練（training）、認知（awareness）以及其能力（competence）的建構和評核；合宜的基礎建設（infrastructure）、工作環境（work environment）、設施（facility）之提供；企業內之書面化程序（documented procedure）準則，以及其它之管理工具（management tools）。
(4)	執行審查的人員必須包括與設計有關之各部門代表；必要的行動必須被執行和紀錄；其審查結果於發佈、執行前必須予以審查及核准。
(5)	功能和績效（function and performance）的要求；法律和法規的要求；之前類似設計案件的資訊；於組織承諾供應產品給客戶之前，其有關產品合約審查執行之結果，包括已被定義之產品要求、任何不明之處已被解決、組織有能力達到要求。
(6)	設計輸出必須要被驗證已達到設計輸入要求。
(7)	設計變更的審查、驗證、驗收結果，包括對於已完成製造的部分產品之有效性評估，以及必要的行動，必須被紀錄和維持。
(8)	進行可行性評估；並對於以下之 MbDfE 活動階段予以鑑別（identify）及決定（determine）：1．所有設計活動的各個階段，2．最適宜進行 MbDfE 審查、MbDfE 驗證、MbDfE 驗收活動之階段。
(9)	一個有系統的審查必須於合宜的設計階段(可以不只一個)進行；一個有系統的審查結果以及必要的行動必須被執行、紀錄、維持，包括：1．符合設計需求之設計能力的衡量，2．對於任何問題的發掘，3．必要行動之採取。
(10)	一個包括環境、健康、安全之面向的產品設計輸入之要求和內容必須被鑑別、審查且予以書面化，在此階段所有之衝突、矛盾、以及對於處理環境問題的優先順序都必須被解決、協調。

( 11 )	設計輸出必須要以可被驗證是否達到設計輸入要求之形式或型態予以書面化產生，且發布前必須被核准；設計輸出必須符合輸入的要求；其必須能提供適切的資訊給採購、製造、服務等單位；其包含產品環境、健康、安全之面向的允收標準 ( acceptance criteria )；規範產品之環境、健康、安全面向的特性。
( 12 )	為確認設計輸出符合設計輸入的要求，則必須執行設計驗證，而其結果必須被紀錄，且必要的行動必須被維持，此時原型製作完成。
( 13 )	為確保製造出來的產品，其有能力符合應用的規定和意欲使用的要求，則必須完成設計驗收，而其結果必須被紀錄，必要之行動亦須被維持，此時首件生產完成。
( 14 )	凡參與設計開發過程中，其企業內部、外部之不同小組、供應商所造成的介面必須予以規劃管理，以確保不同小組、供應商能有效的溝通；對於 MbDfE 活動的權責 ( responsibility and authority )，其中包括溝通的權責，必須予以明確之規劃。
( 15 )	設計變更之結果予以文件化；變更之結果必須予以執行及維持 ( 註：前次設計變更之結果，必須成為 A222 之輸入 )。
( 16 )	經由 ISO14040：1997 生命週期評估技術鑑別出來之： 1. 產品生命週期間，其具有的環境、健康、安全之考量面，以及其功能和物理特性 ( functional and physical characteristics ) 之要求， 2. 產品生命週期間，其產生的環境、健康、安全之衝擊，以及 DfE 策略。
( 17 )	MbDfE 輸入於採用前必須審核其適用性；任何的需求必須完備、精確、無爭議性的。
( 18 )	任何與產品生命週期有關之量化及質性的資料。
( 19 )	LCA 目標及範圍之定義；功能單元 ( functional unit ) 之界定；系統邊界 ( system boundaries ) 之界定；資料品質之要求；唯有完全相同之系統方可進行比較。

(20)	生命週期盤查分析；能源流之計算分析。
(21)	生命週期衝擊評估技術 ( life cycle impact assessment ), 包括：分類、特性描述、權重。
(22)	對於生命週期清單分析、和生命週期衝擊評估的結果予以闡明解釋。
(23)	符合性稽核；內部專家稽核；外部專家稽核。
(24)	最高管理階層之保證。
(25)	組織內適切的溝通程序被建立。
(26)	溝通的執行以維持 MbDfE 的有效性。
(27)	形容被採買物品或服務之資訊，適切時包括： 1. 核准產品、程序、過程及設備之要求，2. 人員資格的要求，3. MbDfE 之要求。
(28)	被採買之物品或服務須符合採買需求。
(29)	依據供應商之能力評估，選擇供應商，並建立評估標準。
(30)	供應商之評估結果以及後續行動方案須予以紀錄和保存。
(31)	與供應商之間之正確資訊溝通。
(32)	產品資訊，客戶需求，合約或訂單處理資訊，任何之修改，客戶回饋，客戶抱怨。
(33)	決定以及執行任何有效的安排，以與客戶進行溝通。
(34)	客戶特定之需求，可預期之需求，與產品有關之法律及法規的需求，任何由組織所決定之要求。
(35)	於設計開發過程中，參與設計開發之組織內、外不同單位的介面須依據先前之規劃進行管理，且這些單位間之溝通亦必須被執行，而上述之開發設計活動及溝通活動之權責必須依據先前之規劃予以指派之。

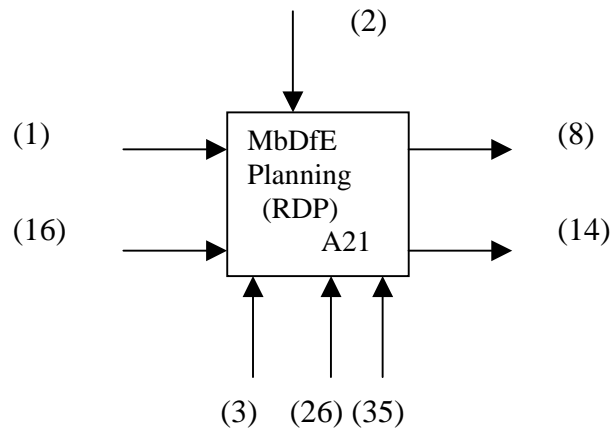


圖 5-7 : A21 之 ICOMs

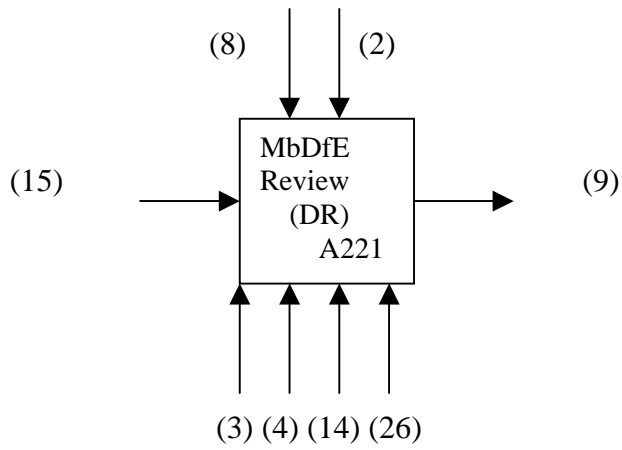


圖 5-8 : A221 之 ICOMs

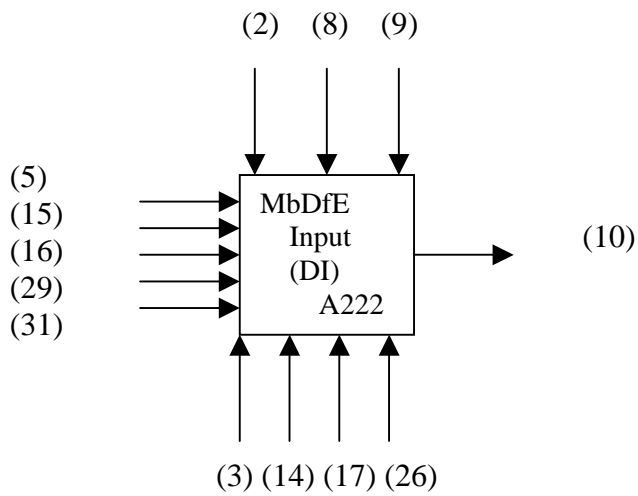


圖 5-9 : A222 之 ICOMs

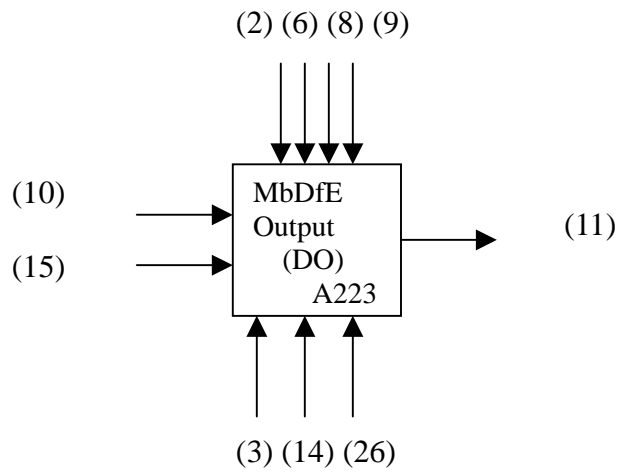


圖 5-10 : A223 之 ICOMs

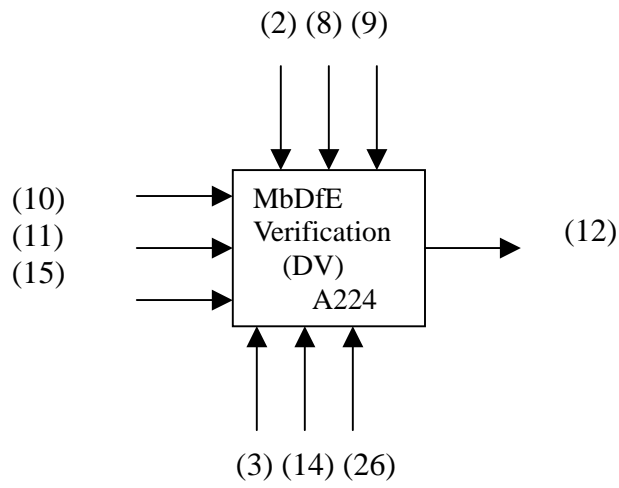


圖 5-11 : A224 之 ICOMs

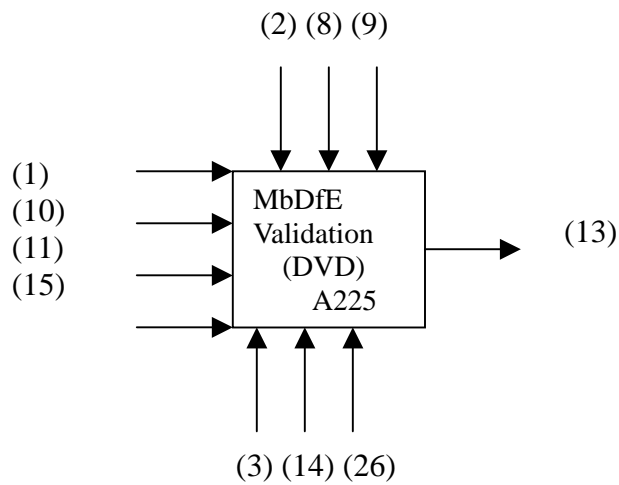


圖 5-12 : A225 之 ICOMs

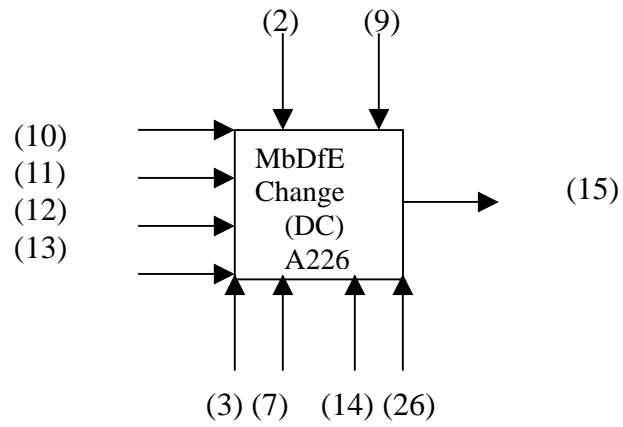


圖 5-13 : A226 之 ICOMs

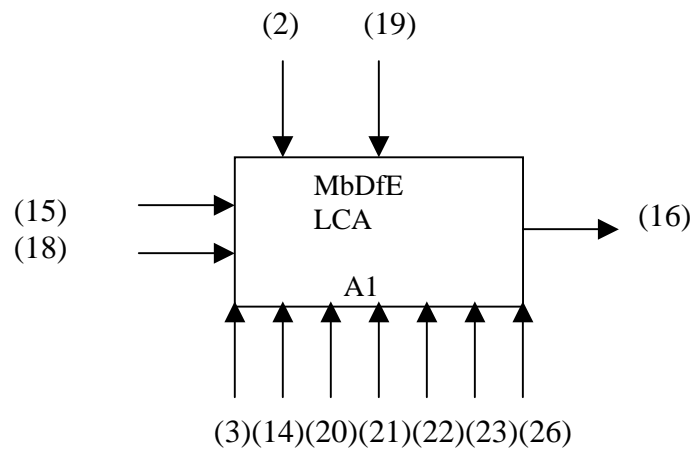


圖 5-14 : A1 之 ICOMs

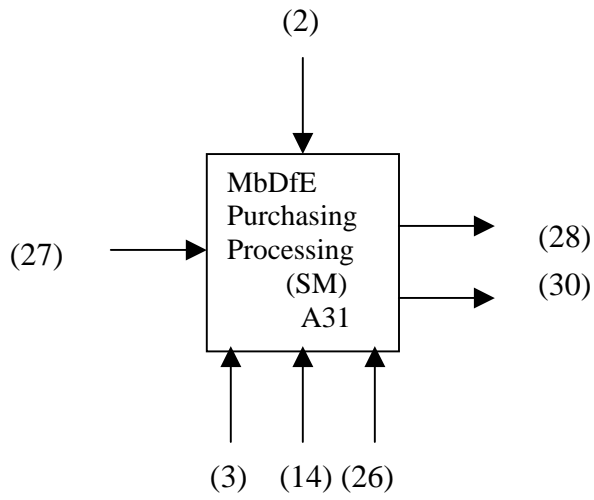


圖 5-15 : A31 之 ICOMs

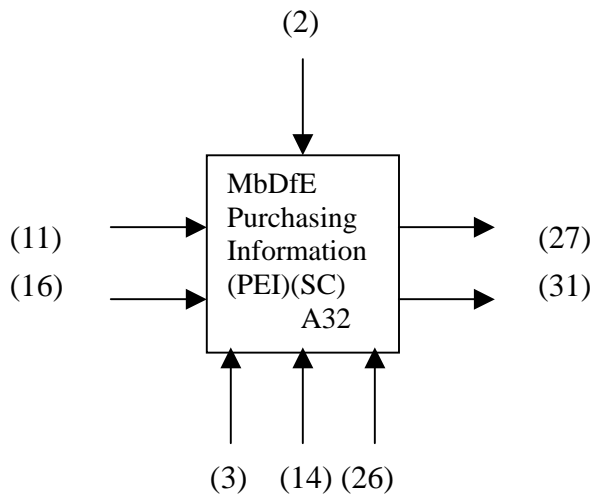


圖 5-16 : A32 之 ICOMs

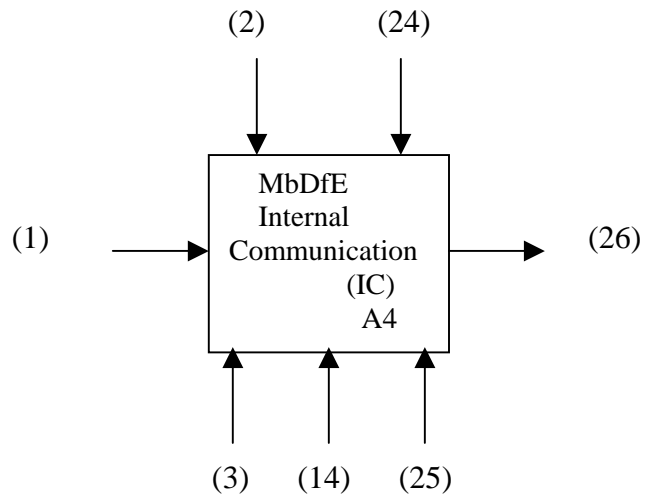


圖 5-17 : A4 之 ICOMs

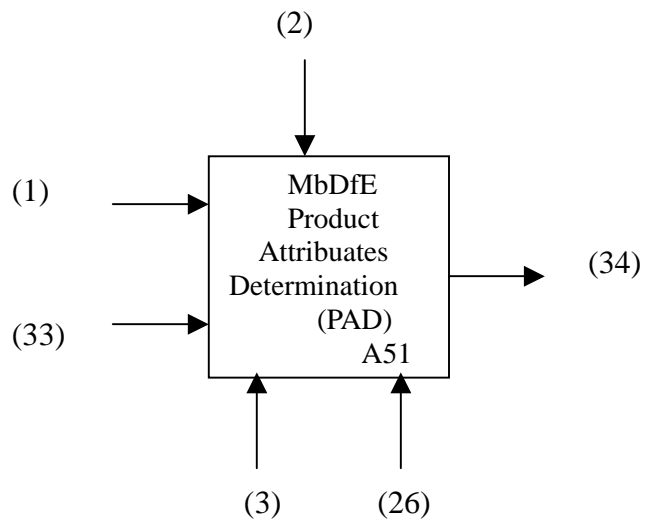


圖 5-18 : A51 之 ICOMs



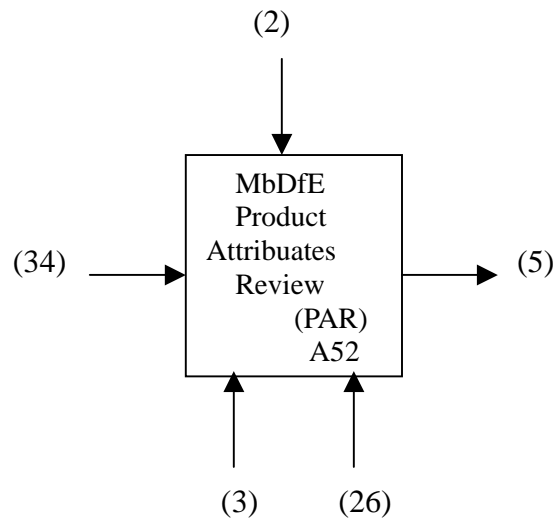


圖 5-19 : A52 之 ICOMs

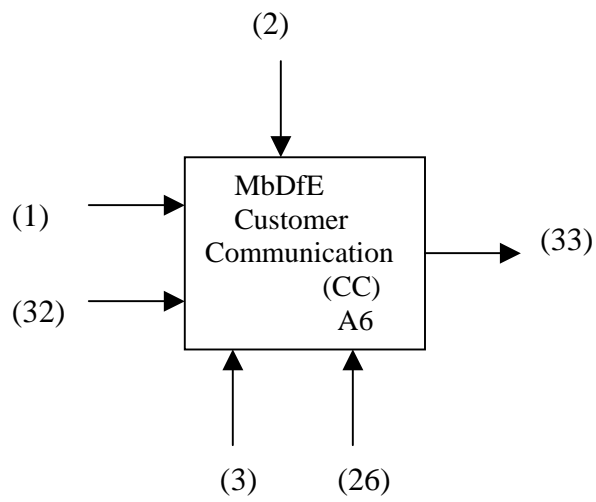


圖 5-20 : A6 之 ICOMs

### 三、第三階段：MbDfE 管理模式建構

依據 ISO9001、ISO14040 標準要求，以及企業設計部門之產品開發流程，將第二階段中各細部活動間之互動關係，透過 ICOMs 予以連結、整合，接下來就此 MbDfE 管理模式之整合過程進行說明。由於本研究提出之 MbDfE 管理模式，其各子活動之「輸入 (I)」及「輸出 (O)」之互動關係較為多樣性，且為有系統之予以過程說明，故首先將針對較屬共用性質之「控制 (C)」、 「機制 (M)」進行解釋，接著再對於各子活動之「輸入 (I)」、「輸出 (O)」予以解釋。

#### (一) 控制 (C)

一個企業其可供使用之資源，例如：人、物、資金、時程等，將為有限的，且假使上述資源為充裕的，但若企業因為其它因素而導致不合宜之規劃及安排產生，如此當然會控制著 MbDfE 管理模式之發展，故本研究認為表 5-2 之 (2) 應成為 MbDfE 管理模式子圖形 A21、A221、A222、A223、A224、A225、A226、A1、A31、A32、A4、A51、A52、A6 之控制。

且根據 ISO 9001 第 7.3.1 條款要求，則由 A21 產生之輸出 (8)，其必須成為子圖形 A221、A222、A223、A224、A225 之控制。

再者根據 ISO 9001 第 7.3.4 條款要求，則由 A221 產生之輸出 (9)，其必須成為子圖形 A222、A223、A224、A225、A226 之控制。

#### (二) 機制 (M)

一個企業其最高管理階層之承諾，組織及權責的界定，管理系統之建置，人員訓練、認知、能力之建構，合宜之基礎建設、工作環境、運作設施，書面化程序之建立，有效

溝通之執行，將為 MbDfE 管理模式必須具備之機制，故本研究認為表 5-2 之(3)及(26)應成為 MbDfE 管理模式中子圖形 A21、A221、A222、A223、A224、A225、A226、A1、A31、A32、A4、A51、A52、A6 之機制。

且根據 ISO 9001 第 7.3.1 條款之要求，則 A21 之輸出(14)必須成為子圖形 A1、A221、A222、A223、A224、A225、A226、A31、A32、A4 之機制。根據 ISO 9001 第 7.3.4 條款之要求，則表 5-2 之(4)，有關執行審查人員之代表、必要之執行和紀錄、其審查結果之發佈、與執行前的審查及核准，應為 A221 之機制。根據 ISO 9001 第 7.3.2 條款之要求，則表 5-2 之(17)，有關設計輸入於採用前必須審核其適用性以及任何的需求必須為完備、精確、無爭議的，應為 A222 之機制。根據 ISO 9001 第 7.3.7 條款之要求，則表 5-2 之(7)，有關設計變更的審查、驗證、驗收結果、已完成製造的部分產品之有效性評估 以及必要的行動必須被記錄和維持，應為 A226 之機制。根據 ISO 9001 第 5.5.3 條款之要求，則表 5-2 之(25)，有關組織內之溝程序必須被建立，將為 A4 之機制。最後根據 ISO 14040 標準要求，則表 5-2 之(20)、(21)、(22)、(23)，有關生命週期盤查分析、衝擊評估、闡釋、符合性稽核、內部及外部專家稽核，應為 A1 之機制。

### (三) 各子圖形之「輸入(I)」、「輸出(O)」

1、由於市調、使用者需求、政策、溝通結果皆為企業之考量因素，故表 5-2 之(1)首先都將成為 A21、A4、A6 之輸入；再根據 ISO 9001 之第 7.3.6 條款要求，則其亦成為 A225 之輸入。

2、子圖形 A1

根據 ISO 9001 之第 7.3.7 條款，任何設計變更之結果都必須再次藉由 LCA 技術予以再次評估，故 A226 之輸出 (15) 應成為 A1 之輸入。再者根據 ISO 14040 之要求，則表 5-2 之 (18)，任何與產品生命週期有關之量化及質性資料，應成為 A1 之輸入。而表 5-2 之 (16)，有關鑑別出來之環境考量面、產品之功能及物理特性、設計策略，亦應為 A1 之輸出。再者 A1 之輸出 (16)，亦應為 A222、A32、A21 之輸入。

### 3、子圖形 A21

如前之分析，表 5-2 之 (1) (16) 及 (8) (14) 應分別為 A21 之輸入及輸出。

### 4、子圖形 A221

根據 ISO 9001 之第 7.3.7 條款，任何設計變更之結果可再成為 A221 之輸入，故表 5-2 之 (15) 應為 A221 之輸入。再如前之分析，表 5-2 之 (9) 亦應成為 A221 之輸出。

### 5、子圖形 A222

如前之分析，A1 之輸出 (16) 以及 A226 之輸出 (15) 應為 A222 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.2.2 條款，表 5-2 之 (5)，有關產品特性審查之結果應為 A222 之輸入，亦即 A52 之輸出 (5) 應為 A222 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.4.1 條款，表 5-2 之 (29)，有關供應商評估之結果應為 A222 之輸入，亦即 A31 之輸出 (29) 應為 A222 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.4.2 條款，表 5-2 之 (31)，有關採購資訊之結果應為 A222 之輸入，亦即 A32 之輸出 (31) 應為 A222 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.3.2、7.3.3、7.3.5、7.3.6 條款，表 5-2 之 (10)，有關被決定之設計輸入應為 A222 之輸出，而 A222 之輸出 (10) 又應為 A223、A224、A225 之輸入。

## 6、子圖形 A223

如前所分析，A222 之輸出( 10 )應為 A223 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.3.3 條款，表 5-2 之( 15 )，有關設計變更之結果應為 A223 之輸入，亦即 A226 之輸出( 15 )亦將為 A223 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.3.3、7.3.5、7.3.6 條款，表 5-2 之( 11 )，有關被決定之設計輸出應為 A223 之輸出，而 A223 之輸出( 11 )又應為 A224、A225、A32 之輸入。

## 7、子圖形 A224

如前所分析，A222 之輸出( 10 )以及 A223 之輸出( 11 )應為 A224 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.3.5、7.3.7 條款，表 5-2 之( 15 )，有關設計變更之結果應為 A224 之輸入，亦即 A226 之輸出( 15 )亦應為 A224 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.3.5、條款，表 5-2 之( 12 )，有關設計驗證之結果應為 A224 之輸出。

## 8、子圖形 A225

如前所分析，A222 之輸出( 10 )，A223 之輸出( 11 )以及表 5-2 之( 1 )，應為 A225 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.3.7、條款，表 5-2 之( 15 )，有關設計變更之結果應為 A225 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.3.6、7.3.7、條款，表 5-2 之( 13 )應為 A225 之輸出，且其亦應為 A226 之輸入。

## 9、子圖形 A226

如前所分析，A222 之輸出( 10 )，A223 之輸出( 11 )，A224 之輸出( 12 )，A225 之輸出( 13 )，應為 A226 之輸入。且 A226 之輸出亦應成為 A1、A221、A222、A223、

A224、A225 之輸入。

#### 10、子圖形 A32

如前所分析，A1 之輸出（16），A223 之輸出（11），應為 A32 之輸入，且 A32 之輸出（31）應為 A222 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.4.2 條款，表 5-2 之（27），有關採買物品之資訊應為 A31 之輸入。

#### 11、子圖形 A31

如前所分析，A32 之輸出（27），應為 A31 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.4.1 條款，表 5-2 之（28）（30），有關採買物品之符合性以及供應商之評估結果應為 A31 之輸出。

#### 12、子圖形 A4

如前所分析，表 5-2 之（1）應為 A4 之輸入。而 A4 之輸出（26），應成為 A1、A21、A221、A222、A223、A224、A225、A226、A31、A32、A4、A51、A52、A6 之機制。

#### 13、子圖形 A51

根據 ISO 9001 之第 7.2.1、7.2.3 條款，表 5-2 之（1）（33），應為 A51 之輸入。根據 ISO 9001 之第 7.2.1 條款，表 5-2 之（34），應為 A51 之輸出。而 A51 之輸出（34），應成為 A52 之輸入。

#### 14、子圖形 A52

如前所分析，A51 之輸出（34），應成為 A52 之輸入，且 A52 之輸出（5）應成為 A222 之輸入。

## 15、子圖形 A6

根據 ISO 9001 之第 7.2.3 條款，表 5-2 之 (1) 及 (32)，應為 A6 之輸入。而如前所分析，A6 之輸出 (33) 應成為 A51 之輸入。

至此，本研究所提出並建構之 MbDfE 整合模式如圖 5-21 以及表 5-2 所示。

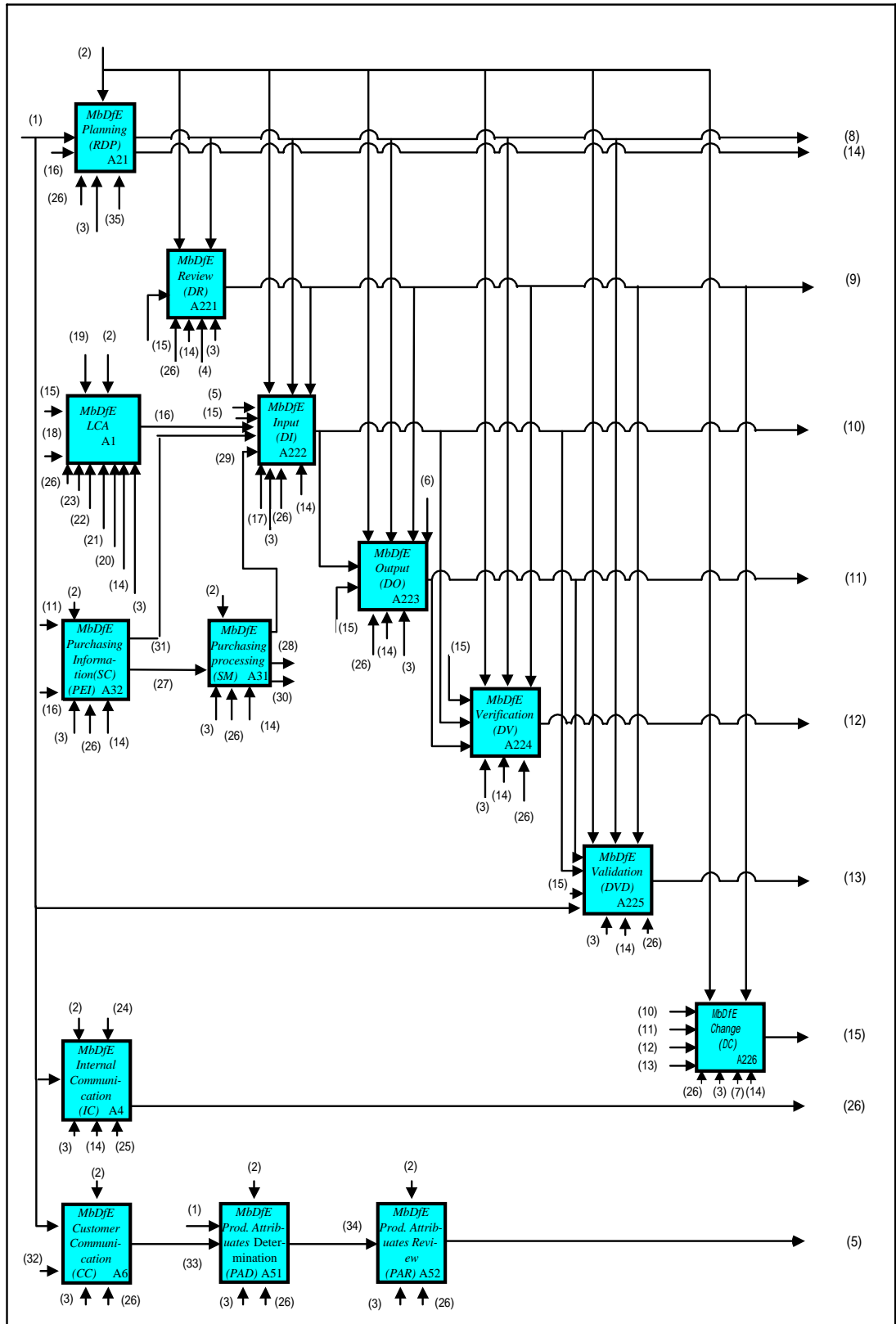


圖 5-21 : ISO9001 , ISO14040 , MbDfE 整合管理模式 ( 本研究 )



## 第陸章 結論與建議

本研究由企業供應鏈管理活動之角度，分析出八個主要的企業 DfE 活動元素，並擷取 ISO9001：2000 及 ISO14040：1997 標準，且透過 IDEF0 語言整合之「具備管理特性之 DfE ( management based DfE , MbDfE )」管理模式，發展出一套具有以下功能與特性之模式：

### 一、傳統之 DfE 功能

故可將產品於其生命週期間造成環境衝擊之環境考量面，予以系統化鑑別並整合為產品之設計輸入，進而提昇產品之生態效益 ( eco-efficiency )。

### 二、管理法則之特性

因 MbDfE 管理模式係考量並包含企業內、外部之主要組成 DfE 的管理活動，且擷取 ISO 9001：2000 及 ISO14040：1997 之管理標準要求，所呈現之具有標準化管理法則的 MbDfE 模式，故可驅使企業產生合理之管理結果，且亦可提供企業成為一管理平台以更進一步且有效益的，與同為 PDCA 模式，且亦為目前業界所應用之「ISO 9001：2000」及「ISO 14001：1996」及「OHSAS 18001：1999」管理系統進行整合。

### 三、IDEF0 階層分析方式所建構之管理模式

而該 IDEF0 手法亦可同時延伸做為 ISO 9001：2000 要求之「過程分析 ( process approach )」應用 ISO 14040：1997 之「生命週期盤查分析 ( life cycle inventory analysis )」及 ISO 14001：1996 之組織現今及過去活動、產品及/或服務之「環境考量面 ( environmental aspects ) 鑑別」及 OHSAS 18001：1999 之組織的例行、非例行、及人員之活動及設施的

「危害鑑別 (hazard identification)」、定性 LCA 手法之一的「物質流、能量流、毒物流矩陣 (MET Matrix)」建立，及企業流程改善 (BPI) 之應用。

四、本研究所提出並建構之 MbDfE 管理模式，將可提供業界於以 UNEP、US EPA，及 ISO 所建構/或建構中之 DfE 模式之外的另一種選擇。

本研究所建構之 MbDfE 管理模式，主要是依據企業內部管理活動，以及企業外部之上、下游供應鏈管理活動以及結合 ISO 9001：2000、ISO 14040：1997 所提出之具備管理法則的 DfE 模式；又目前最新正式頒布之 ISO 國際標準中，可應用於設計過程實現管理之標準為 BS EN ISO 9001：2000 Quality management system-Requirements，以及 BS EN ISO 9004：2000 Quality management system-Guidelines for performance improvement (BSI，2000b)，其中 2000 年版之 BS EN ISO 9001：2000 以及 BS EN ISO 9004：2000 被發展成相對應之一對(consistent pair)管理系統，其架構相同且條款相對應，而不同處在於 BS EN ISO 9001：2000 係符合客戶之要求，以及達到客戶滿意；而 BS EN ISO 9004：2000 係符合利益相關團體(interested parties)之要求，以及達到利益相關團體滿意。因此本研究所提出之 MbDfE 管理模式尚可提供延伸做為後續之 BS EN ISO 9004：2000 相關利益團體的管理研究。再者，由於 BS EN ISO 9001：2000 為一通用且可廣泛應用於各企業組織之標準要求 (BSI，2000a)，且 ISO 14040：1997 標準僅關注於一個企業組織所必備之基本要求為何 (ISO，1997)，基於上述標準之特性，因此建議企業於闡釋及應用本研究提出之 MbDfE 管理模式時，尚必須考量企業本身其特有之組織規模、特性，及其複雜之程度。進一步說，就是本研究之 MbDfE 管理模式尚可於各類不同領域之企業組織中進行個案研究，以對於本 MbDfE 管理模式於該特定產業領域之應用予以闡釋。

致力管理技術的改變創新，亦即透過 ISO9001 及 ISO14040 管理標準，進而將一個產品於其生命週期間所產生之環境考量面納入產品設計的過程，這種由企業供應鏈活動為考量的「具備管理特性之 DfE ( MbDfE )」管理模式，將可為企業的永續經營以及環境的永續發展提供一個雙贏的機會。

## 參考文獻

### 中文部份

- [1] 石大禹、胡憲倫，2001a，*企業ISO 9001、ISO 14040 與環境化設計之整合模式初探*，工業減廢暨環境管理研討會論文集。
- [2] 石大禹、胡憲倫，2001b，*永續發展之路：整合ISO 9001、ISO 14040 與環境化設計之管理模式*，中華民國環境工程學會第十三屆年會暨第十四屆環境規劃與管理研討會論文集。
- [3] 朱雲鵬、林師模、李育明、葉欣誠，1999，*變遷中的福爾摩莎*，台北，財團法人中華民國企業永續發展協會。
- [4] 於幼華，1998，*環境與人：環境保護篇*，台北，遠流。
- [5] 葉俊榮，1999，*全球環境議題－台灣觀點*，台北，巨流。
- [6] 陶在樸，1998，*地球文明的永續發展*，台北，中華徵信所。
- [7] 陳國成、江瑞湖，2000，*環境科學概論*，台北，大中國。
- [8] 陳森勝、陳中獎，2000，「國家競爭力的發展策略：教育投資與基礎投資的取捨」，*環境與管理研究*，1(1)；1-20。
- [9] 溫肇東，1999，*企業的環境管理*，台北，遠流。
- [10] 張清溪、許嘉棟、劉鶯釧、吳聰敏，1998，*經濟學*，台北，翰蘆。
- [11] 經濟部工業局，1996，*中華民國減廢白皮書*，台北。

[12] 蕭新煌、蔣本基、劉小如、朱雲鵬，1994，*台灣2000年*，天下文化。

## 英文部份

[13] Angle, R.P., Sandhu, H.S. (2001), "Proactive Management of Air Quality". *Environmental Management*. 27 (2): 225-233.

[14] Ayres, R.U. (1999), "Analysis the Second Law, the Forth Law, Recycling and Limits to Growth". *Ecological Economics*. 29: 473-483.

[15] Brux, J.M., Cowen, J.L. (1999), *Economic Issues and Policy*. USA: South-Western College Publishing.

[16] Bruyn, S.M. (1997), "Explaining the Environmental Kuznets Curve: Structural Change and International Agreements in Reducing Sulphur Emissions". *Environment and Development Economics*. 2: 485-503.

[17] BSI (2000a), *BS EN ISO 9001 Quality Management Systems – Requirements*. London: British Standard Institution.

[18] BSI (2000b), *BS EN ISO 9004 Quality Management Systems – Guidelines for performance improvements*. London: British Standard Institution.

[19] Burt, D.N., Soukup, W.R. (1985), "Purchasing's Role in New Product Development". *Harvard Business Review*. 63 (5): 90-97.

[20] Callan, S.J., Thomas, J.M. (2000), *Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Applications*. USA: Dryen.

[21] Carter, C.R., Carter, J.R. (1998), "Inter Organizational Determinants of Environmental Purchasing: Initial Evidence from the Consumer Products Industries". *Decision Sciences*.

29 (3): 659-684.

- [22] Carter, C.R., Kale, R., and Grimm C.M. (2000), "Environmental Purchasing and Firm Performance: An Empirical Investigation". *Transportation Research Part E* 36: 219-228.
- [23] Chen, C. (2001), "Design for the environment: A Quality-based Model for Green Product Development". *Management Science*. 47 (2): 250-263.
- [24] Cole, M.A., Rayner, A.J., and Bates, J.M. (1997), "The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis". *Environment and Development Economics*. 2: 401-416.
- [25] Dasgupta Lse, P., Heal, G. (1974), "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources". *Review of Economic Studies*. Symposium on the Economics of Exhaustible Resource: 3-28.
- [26] Dowlatshahi, S. (1992), "Purchasing's Role in a Concurrent Engineering Environment". *International Journal of Purchasing and Materials Management*. 28 (1): 21-25.
- [27] Ellram, L.M., Pearson, J.N. (1993), "The Role of the Purchasing Function: Toward Team Participation". *International Journal of Purchasing and Materials Management*. 29 (3): 2-9.
- [28] Fiksel, J. (1996), *Design for Environment: Creating Eco-efficient Products and Processes*. NY: McGraw-Hill.
- [29] Flscher, J., Powell, S.G. (2000), "Anatomy of a Process Mapping Workshop". *Business Process Management Journal*. 5 (3): 208-238.
- [30] Floyd, T.D., Levy, S. and Wolfman, A.B. (1993), *Winning the New Product Development Battle*. Vol. IV, NY: IEEE.

- [31] Gangadharan, L., Valenzuela, M.A. (1997), "Interrelationships between Income, Health, and the Environment: Extending the Environmental Kuznets Curve Hypothesis". *Ecological Economics*. 36: 513-531.
- [32] Gifford, D. Jr (1997), "The Value of Going Green". *Harvard Business Review*. 75 (5): 11-12.
- [33] Graedel, T.E., Allenby, B.R. (1998), *Design for Environment*. NJ: A Prentice-Hall, Inc..
- [34] Handfield, R.B. (1993), "The Role of Materials Management in Developing Time-Based Competition". *International Journal of Purchasing and Materials Management*. 29 (1): 2-10.
- [35] Holt, K. (1999), "Management and Organization through 100 Years". *Technovation*. 19 (3): 135-140.
- [36] Integration Definition For Function Modeling(IDEF0) (1993), *Federal Information Processing Standards 183*. USA: National Institute of Standards and Technology.
- [37] ISO (1996), *ISO 14001:1996 Environmental Management System – Specification with Guidance for Use*. Geneva: International Organization for Standardization.
- [38] ISO (1997), *ISO 14040 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework*. Geneva: International Organization for Standardization.
- [39] ISO (1998), *ISO 14050 Environmental Management – Vocabulary*. Geneva: International Organization for Standardization.

- [40] ISO (2000), *ISO/PDTR 14062 Environmental Management – Guidelines to Integrating Environmental Aspects into Product Development*, WD1. Geneva: International Organization for Standardization.
- [41] Jaeger, W.K. (1995), “Is Sustainability Optimal? Examining the Differences between Economists and Environmentalists”. *Ecological Economics*. 15: 43-57.
- [42] Jones, E., Stanton, N.A., and Harrison, D. (2001), “Applying Structured Methods to Eco-innovation. An Evaluation of the Product Ideas Tree Diagram”. *Design Studies*. 22: 519-542.
- [43] Kåberger, T., Månsson, B. (2001), “Analysis Entropy and Economic Processes – Physic Perspectives”. *Ecological Economics*. 36: 165-179.
- [44] Kamara, J.M., Anumba, C.J. and Evbuomwan, N.F.O. (2000), “Process Model for Client Requirements Processing in Construction”. *Business Process Management Journal*. 6 (3): 251-279.
- [45] Katsirikou, A., Sefertzi, E. (2000), “Innovation in the Every Day Life of Libraries”. *Technovation*. 20 (12): 705-709.
- [46] Kappes, S. (1997), “Putting Your IDEF0 Model to Work”. *Business Process Management Journal*. 3 (2): 151-161.
- [47] Klassen, R.D., McLaughlin, C.P. (1996), “The Impact of Environmental Management on Firm Performance”. *Management Science*. 42 (8): 1199-1214.
- [48] Klostermann, J.E.M., Tukker, A. (1998), *Product Innovation and Eco-efficiency*. London: Kluwer Academic Publishers.



- [49] Komen, M.H.C., Gerking, S., and Folmer, H. (1997), "Income and Environmental R&D: Empirical Evidence from OECD Countries". *Environment and Development Economics*. 2: 505-515.
- [50] Lòpez, R., Mitra, S. (2000), "Corruption, Pollution, and the Kuznets Environment Curve". *Journal of Environmental Economics and Management*. 40: 137-150.
- [51] Miller, G.T., Jr. (1994), *Living in The Environmental: Principles, Connections, and Solutions*. 8<sup>th</sup> Edition. Canada: Wadsworth.
- [52] Miller, G.T., Jr. (1999), *Environmental Science, Working with the Earth*. 7<sup>th</sup> Edition. Canada: Wadsworth.
- [53] Min, H., Galle, W.P. (1997), "Green Purchasing Strategies: Trends and Implications". *International Journal of Purchasing and Materials Management*. 33 (3): 10-17.
- [54] Moomaw, W.R., Unruh, G.C. (1997), "Are Environmental Kuznets Curves Misleading Us? The case of CO<sub>2</sub> emissions". *Environment and Development Economics*. 2: 451-463.
- [55] Nag, B., Parikh, J. (2000), "Indicators of Carbon Emission Intensity from Commercial Energy use in India". *Energy Economics*. 22: 441-461.
- [56] Nightingale, P. (2000), "The Product- Process- Organization Relationship in Complex Development Projects". *Research Policy*. 29: 913-930.
- [57] OECD (1998), *ECO-EFFICIENCY*.
- [58] OHSAS (1999), *OHSAS 18001 Occupational Health and Safety Management System – Specification*. London: British Standard Institution.
- [59] Okley, B.T. (1994), *Total Quality Product Design- How to Integrate Environmental Criteria into the Product Realization Process, in Environmental TQM*, edited by

Willig, J.T. USA: McGraw-Hill.

- [60] O'Neal, C. (1993), "Concurrent Engineering with Early Supplier Involvement: A Cross-Functional Challenge". *International Journal of Purchasing and Materials Management*. 29 (2): 3-9.
- [61] Peach, R.W. (1997), *The ISO 9000 Handbook*. USA: McGraw-Hill.
- [62] Piasecki, B.W., Fletcher, K.A., and Mendelson, F.K. (1999), *Environmental Management and Business Strategy*. USA: John Wiley & Sons.
- [63] Porter, M.E. (1985), *Competitive Advantage*. NY: The Free Press.
- [64] Porter, M.E., Linde, C.V.D. (1995), "Green and Competitive". *Harvard Business Review*. September- October.
- [65] Prajogo, D.I., Sohal, A.S., (2001), "TQM and Innovation: A Literature Review and Research Framework". *Technovation*. 21 (9): 539-558.
- [66] Riva, K., Strycharz, J. (1999), "ISO 14001 and Design for the Environment". *Greener Management International*. 28: 69-79.
- [67] Roy, R. (1994), "The evolution of ecodesign". *Technovation*. 14 (6): 363-380.
- [68] Saigo, C. (1999), *Environmental Science: A Global Concern*. USA: McGraw-Hill.
- [69] Sarkis, J. (1995), "Manufacturing Strategy and Environmental Consciousness". *Technovation*. 15 (2): 79-97.
- [70] Schuler, C., Dunlap, J. and Schuler, K. (1996), *ISO 9000: Manufacturing, Software, and Service*. NY: Delmar.
- [71] Selden, T.M., Song, D. (1994), "Environmental Quality and Development: Is There a

- Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?”. *Journal of Environmental Economics and Management*. 27: 147-162.
- [72] Shapiro, K.G., White, A.L. (1999), “Right from the Start: Product Stewardship through Life-Cycle Design”. *Corporate Environmental Strategy*. 6 (1): 14-23.
- [73] Shrivastava, P. (1995), “Environmental Technologies and Competitive Advantage”. *Strategic Management Journal*. 16: 183-200.
- [74] Simon, F.L. (1992), “Marketing Green Products in the Triad”. *Columbia J. World Business*. 27: 268-285.
- [75] Solow, R.M.(1974), “Intergenerational Equity and Exhaustible Resources”. *Review of Economic Studies*. Symposium on the Economics of Exhaustible Resource: 29-45.
- [76] Stead, J.G., Stead, E. (2000), “Eco-enterprise Strategy: Standing for Sustainability”. *Journal of Business Ethics*. 24, Part 2: 313-329.
- [77] Stern, D.I., Common, M.S., and Barbier, E.B. (1996), ”Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development”. *World Development*. 24 (7): 1151-1160.
- [78] Stoyell, J.L., Kane, G., Norman, P.W., and Ritchey, I. (2001), “Analyzing Design Activities Which Affect the Life-cycle Environmental Performance of Large Made-to-Order Products”. *Design Study*. 22 (1): 67-86.
- [79] Stuart, F.I. (1993), “Purchasing in an R&D Environment: Effective Teamwork in Business”. *International Journal of Purchasing and Materials Management*. 27 (4): 29-34.
- [80] UNEP (1997), *ECODESIGN: A Promising Approach to Sustainable Production and*

*Consumption*. Paris: United Nations Environment Programme.

- [81] US EPA (1991), *Assessing the environmental consumer market*. USA: Environmental Protection Agency.
- [82] US EPA (1999), *Environmental Management System: A Design for the Environment Approach*. USA: Environmental Protection Agency.
- [83] Walton, S.V., Handfield, R.B., and Melnyk, S.A. (1998), “The Green Supply Chain: Integrating Suppliers into Environmental Management Processes”. *International Journal of Purchasing and Materials Management*. 34 (2): 2-11.
- [84] Welford, R. (1998), *Corporate Environmental Management*. London: Earthscan Publications Ltd.
- [85] World Trade Organization (1999), *Trade and Environment*. Switzerland: WTO Publications.
- [86] Zsidisin, G.A., Hendrick, T.E. (1998), “Purchasing’s Involvement in Environmental Issues: A Multi-country Perspective”. *Industrial Management & Data Systems*. 98 (7): 313-320.

## 網站部份

- [87] World Resources Institutes ( WRI ) 網站 : [www.wri.org](http://www.wri.org)