

ISSN 1023-2842

中山管理評論 2014年九月號

第二十二卷第三期 p.543-572

DOI: 10.6160/2014.09.04

# 應用決策實驗室分析法(DEMATEL) 與網路層級分析法 (ANP)在研發專案計畫評選

## Application of DEMATEL and ANP to the R&D Project Selection

周國村\* *Gwo-Tsuen Jou*

國立交通大學科技管理研究所  
Institute of Management of Technology,  
National Chiao Tung University

袁建中 *Benjamin J. C. Yuan*

國立交通大學科技管理研究所  
Institute of Management of Technology,  
National Chiao Tung University

---

\* 通訊作者：周國村

## 摘要

本研究結合決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)應在研究機構研發計畫提案評選。首先以決策實驗室分析法找出需求、技術與效益三個構面之間相依與回饋性，以及相互連結的因果關係。另，以網路層級分析法(Alytic Network Process, ANP)來評估準則之間可能存有的相互依存和回饋問題以及計算評選準則的權重。本文並針對紡織所兩個關鍵計畫：「產業用紡織品研究與開發四年計畫」包括十個子計畫提案，與「機能性紡織產業關鍵技術研發四年計畫」包括八個子計畫提案進行評選。本研究邀請五位專家以權重評分法進行評選，分別淘汰排序較落後的子計畫提案。另，本研究對於某些得分中等的計畫提案在某些評選準則得分較低者，可提供進一步改善的空間與建議。

**關鍵詞：**科技專案、研發計畫評選、多準則決策、決策實驗室分析法、層級分析法、網路層級分析法

## Abstract

A combination of methods, DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) and ANP (Analytic Network Process), is employed to the R&D project selection in a research institute. DEMATEL was first used to find the dependence and feedback, and a casual-effect diagram among three aspects, i.e. needs, technology, and benefit. ANP was then used to determine different weight of criteria in each aspect. To verify the feasibility, two key technology R&D programs from Taiwan Textile Research Institute (TTRI), “Technical Textiles R&D Program” and “Functional Textiles R&D Program”, which consist of ten and eight projects respectively, were evaluated by five technical experts to give their subjective score on each criterion of the projects. The lower ranking projects were

rejected based on the score weighting method. However, some projects with intermediate scores could be improved or revised by looking into their individual performance scores of each criterion.

**Keywords:** TDP, R&D Project Selection, MCDM, DEMATEL, AHP, ANP

## 壹、緒論

### 一、研究背景與問題

政府利用政策工具鼓勵企業從事創新研發活動不論是研發經費補助、融資、創投基金等在各國已實施多年，政府直接補助產業或與產學合作之科技專案是有效工具之一，促進產業升級轉型，並有效促使企業致力於研究發展與創新。美國政府中小企業創新研究計畫(Small Business Innovation Research, SBIR)與前瞻科技計畫(Advanced Technology Program, ATP)，英國 LINK 共同研究計畫(LINK Collaborative Research Scheme)，芬蘭 Tekes 科技計畫(Tekes Technology Programs)，南韓尖端國家計畫(The Highly Advanced National Project, HANP)，都是典型科專計畫用以提升產業競爭力的政策工具。我國經濟部自 1979 年起推動科技專案計畫，包括法人科專、業界科專與學界科專三類科技專案。政府透過科技專案的評審，選擇合適的企業補助，方可確保補助專案的品質並得以有效分配有限之經費，惟科技專案牽涉多方利害關係人，因此，如何挑選專家，避免審查決策的主觀判斷成為關鍵課題。業界科專計畫選擇係從四個構面：技術價值面、潛在利益面、專案執行面與專案風險面以及四構面展開的 30 個準則來判斷；而法人科專的創新前瞻計畫則從三個構面：效益、技術與執行以及其展開的 22 個準則來判定 (Hsu et al., 2003)。

科技專案已證實為各國政府用來鼓勵民間企業從事研發的好策略 (Sakakibara, 1997)。我國經濟部技術處自 1979 年起即進行類似的科技專案，1997 年開始業界科專，2001 年開始學界科專。為加速產業技術發展與價值創

造，科技專案結合產學研力量而深根培植產業技術研發與創新活動經由不斷科技經費投入。實際科技預算從 2001 年 151.7 億台幣增加到 194.5 億台幣，但從 2009 年到 2012 年因金融風暴及經濟因素，從 185 億台幣下降至 155.5 億台幣。不過法人科專預算幾乎佔有 70% 分配比例，可見研究機構在整體研發活動的重要性，將研發成果轉移給業界。為了鼓勵企業持續投資技術研發及其應用，法人科技專案已提供技術移轉彈性方案以符合產業需求和經濟發展。從 2009 到 2011 年，儘管遭受全球經濟危機威脅，來自法人科專技術與專利移轉收入達 42 億台幣，與 2006-2008 年相比成長 3.8%。長期而言，法人科專將有效縮短產業技術供需問題。近幾年，政府主動鼓勵台灣與中國大陸國際業務與 ECFA 投資。2009 到 2011 年，法人科專已帶動公司投資接近 1137 億台幣，平均而言，每一元法人科專投資效應成長從 2009 年 2.35 倍到 2011 年的 3.05 倍。除了刺激公司投資，法人科專成功地維持台灣產業的成長。

依據法人科專特性，分成三類：創新前瞻、關鍵技術與環境建構。科技專案依其特性，分為創新前瞻類、關鍵類及環境建構類。創新前瞻類指規劃開發符合下列規定之科技專案：(1)國內外尚未商業化之產品、服務或技術，可在未來產業發展中，產生策略性之產品、服務或產業；(2)具潛力可促使我國產生領導型技術或大幅提升重要產業競爭力及附加價值。關鍵類指規劃開發未來產業發展所需之核心技術或可促成產業界投資，並建立相關產業之標準、關鍵零組件及產品之科技專案。環境建構類指下列規定之科技專案：(1)建置或維持檢測與認驗證設施、實驗室及試量產工廠；(2)蒐集、研析及推廣產業創新研究發展相關科技、經濟、法律資訊；(3)推動或開發產業發展創新服務；(4)其他與建構產業創新及研究發展環境相關之事項；(5)鑒於全球知識經濟的興起，知識能量的激發與研發能力的創造，已成為提升國家競爭力的主要來源，技術處以「帶動產業創新」及「活化創新系統」為目標，依循產業趨勢及國家整體科技施政發展藍圖，重點投入智慧科技、製造精進、民生福祉、綠能科技、服務創新等領域的研發，促進國內產業持續蘊蓄創新能量及穩健發展。這些投資預期強化台灣產業創新能力與成長潛力。因我國 95% 產業為中小企業，他們沒有足夠研發能力，必須仰賴 18 個財團法人執行科技專案，將研發成果轉移給業界。高科技產業如 IC 產業和光電產業在 1990 年代已非常成功，研發經費已延伸至其他領域。為了確保研究機構研提計畫，符合產業效益與技術可行性。技術處邀請產政學專家負責計畫審查，計畫專

家組成來自不同利益團體，評選過程通常透過集體決策，並沒有清楚定義的準則作為計畫評選依循，因此審查會議常以共識決收場，充滿很多妥協和讓步。

台灣近年來面臨東南亞國家激烈的競爭，政府政策呼籲研究機構從事創新前瞻技術研發，協助業界進入技術門檻較高的技術領域以擺脫鄰近國家的競爭。工研院與資策會兩大研究機構被要求在 1998 即從事創新計畫研發，研發預算較有保障，而關鍵計畫，因已實施多年，研發預算逐年下降。關鍵計畫的評選更佳嚴謹，需要一套更客觀的評估準則，以篩選優良計畫提案。

Hsu et al. (2003) 調查創新前瞻計畫評選，曾使用層級分析法(AHP)，整合不同利益團體的期待目標與準則，採用模糊方法主觀專家評估。層級分析法假設構面準則相互獨立且不相關，但事實上並不存在。因此，本文在評選關鍵計畫時，特別使用決策實驗室分析法(DEMATEL)先找出影響計畫三個構面市場、技術與效益之間的相依性，接著再以網路層級分析法(ANP)找出評估準則之間的權重，作為計畫評選計分重要的考慮因素。

## 貳、文獻探討

### 一、研發計畫評選 (R&D Project Selection)

對製造業而言，技術無疑是競爭優勢的主要來源，一個國家藉由投資在先進技術上的研發以獲得競爭優勢。為了能建立競爭優勢，如何掌握特定技術且組織應如何來管理技術變成非常重要的課題。Gregory (1995) 提出技術管理必須包含五個基本步驟：辨識、選擇、獲得、開發與保護。技術選擇，決策者必須蒐集來自各方資訊，評估各種可能方案的優劣或設定一些評估準則。技術挑選真正關鍵的意義乃在與組織目標緊密結合且與廣義技術及市場環境相關的一種過程 (Shehabuddeen et al., 2006)。不過，由於技術數量逐漸增加且越來越複雜情況之下，辨識技術變得越來越困難 (Torkkeli & Tuominen, 2002)。決策者面臨技術發展成本的上升，太多的技術選擇以及快速的技術擴散 (Berry & Taggart, 1994; Steensma & Fairbank, 1999; Lei, 2000)。Arbel & Shapira (1999) 發展選擇模式聚焦在效益與成本。除了上述兩項因素

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

之外，Piipo & Tuominen (1990) 則強調技術選擇方案與公司能耐、策略與風險的配適度。Yap & Souder (1993) 強調商業及技術成功的不確定性、技術長期接受補助的歷史、發展技術的資源需求、技術對任務貢獻的程度，以及技術目前的生命週期。Yu et al. (1998) 強調策略重要性、業務成效、業務商機、風險、目前技術定位、評估技術可行性的成本。Coldric et al. (2005) 考量技術上、公司與策略因子、法規、市場、財務、研發專案選擇的應用因素。Huang et al. (2008) 強調科技特色、潛在效益、專案執行、政府補助研發計畫的風險。Shehabuddeen et al. (2006) 提議技術評選過程必須考慮需求過濾篩選、採用過濾篩選、以及內外部因素。Shen et al. (2011) 綜合一些學者專家意見，強調技術特色、業務成效、技術發展潛力與風險以及 18 個評估準則。

除了技術開發成本逐漸上升與技術選擇性太多與複雜之外，以往很多失敗的案例都是因為技術缺乏有效的管理與評估 (Huang & Mark, 1999)，有些原因係因為技術未能充分考慮與產業及投資者之間的連結 (Schroder & Sohal, 1999)。這些研究更顯示小心謹慎技術評估的必要性 (Efstathiades et al., 2000)。

## 二、多準則決策法

本研究考慮影響研發計畫評選的評估準則間交互影響作用關係複雜且非完全能以層級分析結構(AHP)所解釋，因此採用符合具有解決集群內部相依與外部回饋問題特質的網路層級分析法(ANP)。此外，由於網路層級分析法(ANP)定義各構面或集群具有相同的權重，然而實際上，各集群間的兩兩影響程度往往並不是相同的。換言之，網路層級分析法(ANP)在運用上忽略了集群間權重比例關係的重要性。因此本研究引用決策實驗室法(DEMATEL)可以將複雜構面或集群間交互影響程度轉換為因果關係的特點，來確立網路層級分析法(ANP)模式的關係架構及將集群間交互影響權重導入網路層級分析法(ANP)步驟中。如此，可以使問題研究更加客觀及科學化。

### (一) 決策實驗室法

決策實驗室法 (Decision Making and Trial Evaluation Laboratory,

DEMATEL) 是由日內瓦 Banelle 協會 (Banelle Memorial Institute of Geneva) 在 1972 至 1976 年間為了科學與人類事務計畫 (Science and Human Affairs Program) 所發展出來的方法，是用來解決複雜糾結的問題，決策實驗室法可以提升對於特殊問題的瞭解、糾結問題的群組以及藉由層級結構來提供識別可行方案 (Tzeng et al., 2007)。

DEMATEL 最大的特點是說明構面或集群之間的相互關係，並得出有效的代表元素/構面之間的核心準則。此外，DEMATEL 還成功地應用在許多情況下，如營銷策略、控制系統、安全問題、全球管理人員和群體決策的能力發展 (Hori & Shimizu, 1999; Chiu et al., 2006; Liou et al., 2007; Wu & Lee, 2007; Wu et al., 2009)。

## (二) 層級分析法(AHP)

由於網路層級分析法(ANP)是由層級分析法(AHP)所衍生而來的一種研究方法，故必須對層級分析法(AHP)有所了解，方能對網路層級分析法(ANP)有整體的概念。層級分析法 (AHP) 為 Saaty 於 1971 年所提出一套決策方法，主要應用於在不確定情況下及具有多數個評估準則的決策問題上。1971 年 Saaty 為美國國防部從事應變計畫問題；1972 年為埃及政府從事經濟、政治及軍事狀況的研究時，開始將有關的判斷加以尺度化；1973 年為蘇丹從事運輸研究後，整個理論才逐漸趨成熟及完備。層級分析法的研究方式為先將複雜的問題逐層分解，形成一個有結構的層級網，使決策者能夠條理分明地分析問題，並從問題的分析當中得到足夠的資訊來選擇最適當的方案 (Hamalainen et al., 1992)。利用層級分析法(AHP)在技術評估領域研究已有一些學者 (Ramanujam & Saaty, 1981; Prasad & Somasekhara, 1990; Melachrinoudis & Rice, 1991; Suh et al., 1994)；大多用三層架構或四層架構將層級分析法分成目標、準則、次準則與技術方案，經一系列比對計算找出次準則對目標的影響程度以遴選最佳技術方案。

Gerdri & Kocaoglu (2007) 利用層級分析法(AHP)與技術發展包絡法 (TDE)，試圖維持技術地圖為動態性的、具彈性的且是可操作性的。他將目標、準則、次準則與技術方案中第四階的技術方案改為有效性的衡量。

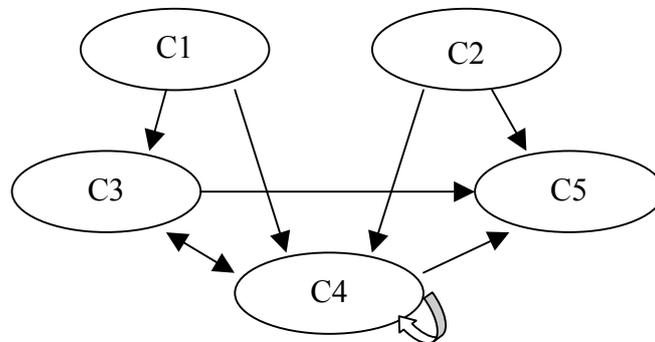
鄧振源、曾國雄 (1989) 研究中提出層級分析法的作用是將複雜且非結構化的問題系統化，由高層次往低層次逐步分解，並經過量化的判斷，簡化

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

並改進以往依賴直覺的決策程序，求得各方案間的優先權重值，提供決策者選擇適當方案的充份資訊，降低決策錯誤風險。

### (三) 網路層級分析法(ANP)

層級分析法採用成對比較 (Pair-wise Comparison) 的方式，以 1-9 的比率尺度，將每個層級中決策特性之相對重要性找出，並建立成對比較矩陣 (Pair-wise Comparison Matrix)，計算特徵值 (Eigenvalue) 與特徵向量 (Eigenvector)，再進行一致性檢定，此舉可避免決策者一次比較多個準則而喪失評估的準確度。然後再經由層級間的串聯，求出各替代方案相對重要程度的優先向量 (Priority Vector)，並依向量中各替代方案的權重，選出相對權重最大的方案作為最佳方案。網路層級分析法(ANP)的理論及應用是由 Saaty 提出 (Saaty, 1996)，是由層級分析法所進一步衍生而來，主要為解決決策問題之元素中具有相依性 (Dependence) 及回饋性 (Feedback) 的問題。因此可以說網路層級分析法是一個能夠系統化處理具相依性及回饋性問題的數學理論，如圖 1。



C3 與 C4 之間箭頭互指，說明存在外部回饋關係；C4 具有迴旋箭頭，說明存在內部相依關係。

圖 1 相依、回饋網路結構圖 (Saaty, 1996)

因 ANP 法源自 AHP，兩者之間存在很多相似之處，AHP 的基本假設之中，除了「層級結構為有向網路」與「要素間彼此獨立」外，其餘在 ANP 法中亦成立。此外 AHP 的層級架構為線性，而 ANP 為非線性的網路架構(鄧振源，2005)。ANP 分析法具相依性與回饋性，並使用超矩陣(supermatrix)計算權重。AHP 法的問題架構僅使用單向(uni-directional)的層級關係表示，ANP 法則允許層級中或要素間更複雜的相關關係存在。

## 參、研究設計與方法

### 一、DEMATEL 運算流程

DEMATEL 步驟如下：

步驟 1：定義程度大小。

設計評估尺度大小，用以表示構面的影響程度大小。將其語意值及其語意操作型定義區分為 0、1、2、3、4，分別代表不同的影響程度，即為「無影響(0)」、「低度影響(1)」、「中度影響(2)」、「高度影響(3)」、「極高度影響(4)」。

步驟 2：建立直接關係矩陣 (direct-relation matrix)。

本矩陣為由問卷專家(評估者)填寫，專家判斷兩構面影響程度大小，並於相對應位置中填寫步驟 1 所定義之值，即可產生直接關係表。再將各專家填答的結果進行整合，產生一個直接關係矩陣 A，如公式(1)，其中 n 表指標個數， $a_{ij}$  表示構面 i 影響構面 j 的程度大小，並將對角線部分的數值設為 0。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \cdot & \vdots & \cdot & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & \cdot & \vdots & \cdot & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

步驟 3：標準化直接關係矩陣。

根據步驟 2 所得的直接關係矩陣  $A$  進行標準化，即可得一標準化關係矩陣  $X$ 。標準化方式如公式(2)、(3)：

$$S = \min \left[ \frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right] \quad (2)$$

$$X = S \times A \quad (3)$$

步驟 4：建立總關係矩陣。

令  $T$  為總關係矩陣，當  $\lim_{k \rightarrow \infty} (X)^k = [0]_{n \times n}$  時，公式表達如(4)：

$$T = \sum_{k=1}^{\infty} X^k = X(I - X)^{-1} \quad (4)$$

其中  $T = [t_{ij}]_{n \times n}, i, j = 1, 2, \dots, n$ ;  $I$  為對角線數值為 1 的單位矩陣。

除此之外將總關係矩陣  $T$  的每一列及每一行分別予以加總，便可以得到  $D$  值與  $R$  值如公式(5)、(6)。其中  $D$  值代表該構面直接或間接影響其他構面之程度大小，而  $R$  值代表該構面被其他構面直接或間接影響之程度大小。

$$D = (D_i)_{1 \times n} = [\sum_{j=1}^n t_{ij}]_{1 \times n} \quad (5)$$

$$R = (R_j)_{1 \times n} = [\sum_{i=1}^n t_{ij}]_{n \times 1}^T \quad (6)$$

然後根據公式(5)、(6)分別計算  $(D_i + R_j)$  與  $(D_i - R_j)$ ，其中  $(D_i + R_j)$  稱為中心度(prominence)，代表構面之間的關係強度， $(D_i - R_j)$  稱為原因度(relation)，代表構面影響或被影響的強度，若  $(D_i - R_j)$  為正值時，表示此構面偏向導致類； $(D_i - R_j)$  為負值時，表示此構面偏向為被影響類 (Tamura et al., 2003)。

步驟 5：設立門檻值與繪製因果圖

根據步驟 4 中的公式(4)所得出的  $T$  矩陣，進行設立門檻值  $\alpha$  ( $\alpha$  值為專

家決策)，若 T 矩陣中數值小於  $\alpha$  時，則以 0 替換，反之大於  $\alpha$  時，則予以保留。此舉可以消除 T 矩陣中過小的構面影響，而獲致較為簡潔的構面因果關係架構圖 (Ou Yang et al., 2008)，如圖 2 所示，其中  $t_{11}$ 、 $t_{21}$ 、 $t_{32}$  與  $t_{33}$ ，因未大於預設之  $\alpha$  值，故以 0 替換。

$$T = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 \\ C_1 & t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ C_2 & t_{21} & t_{22} & t_{23} \\ C_3 & t_{31} & t_{32} & t_{33} \end{matrix} \Rightarrow T = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 \\ C_1 & 0 & t_{12} & t_{13} \\ C_2 & 0 & t_{22} & t_{23} \\ C_3 & t_{31} & 0 & 0 \end{matrix}$$

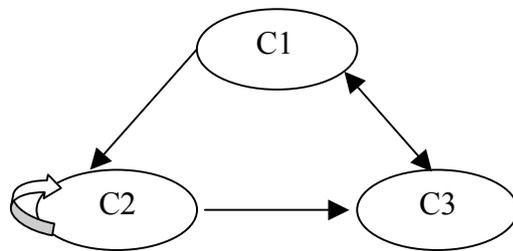


圖 2 DEMATEL 因果關係架構圖

資料來源：本研究整理

## 二、ANP 方法計算程序

### 步驟 1：問題界定

由規劃小組整理與歸納決策問題的相關資訊，並提供給技術專家參考，找出影響決策問題的系統要素，包括專案目標、構面、準則等。

### 步驟 2：建立成對比較矩陣

問題界定之後，將具回饋關係的「構面與構面」與「準則與準則」做成對比較，比較的方式與層級分析法(AHP)相同。依 Saaty (1980) 的建議，將評比尺度劃分為 9 尺度，而後從事成對比較，若成對比較矩陣 A 為  $n \times n$  矩陣，則只需計算  $n(n-1)/2$  個評比值，分別對評估準則  $a_i$  與  $a_j$  ( $i, j=1, 2, 3 \dots n; i \neq j$ ) 進行兩兩比較，則可得到以下的成對比較矩陣 A：

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

其中  $a_{ij} > 0$  ;  $a_{ji} = 1/a_{ij}$  ;  $a_{ii} = 1$  ;  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$

步驟 3：計算特徵值(Eigenvalue)與特徵向量(Eigenvector)

假設層級決策架構中有  $n$  個評估準則如  $C_1, C_2, \dots, C_n$ ，其相對的權重依序  $w_1, w_2, \dots, w_n$ ，公式  $AW = \lambda W$  顯示出  $W$  是具有特徵值  $\lambda$  的配對矩陣  $A$  的主特徵向量  $(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 。成對比較矩陣  $A$  是專家對於準則成對比較所形成的主觀判斷矩陣，從層級分析中可以求解出具有最大特徵值的特徵向量  $W$ ，以滿足  $AW = \lambda_{max} W$ ，利用  $\lambda_{max}$  可以求解出一致性指標(Consistency Index ; CI)，若是  $CI \leq 0.1$ ，則符合判斷一致性的標準。

步驟 4：一致性檢定

在成對比較矩陣中，可能因選定基底之不同或答卷成員心理不一致，而造成比重不一致，為克服不一致性問題，則必須進行成對比較矩陣一致性檢定，方能使評估結果具備完全一致性。藉由一致性的檢定，以保證決策者的判斷可以獲得令人滿意的一致性。

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

若  $CI = 0$  時：表示決策成員的判斷具完全一致性。

若  $CI > 0$  時：表示決策成員的判斷不連貫。

因此 Saaty (1980) 建議當  $CI < 0.1$  時為最佳。換句話說，就是在此區間可以獲致合理的一致性。

步驟 5：超矩陣的運算

為處理問題結構中要素與要素間的相依關係，ANP 法利用超級矩陣計算要素的相對權重。超矩陣由許多子矩陣 (sub-matrix) 組成。子矩陣即成對比較矩陣。若要素間無相關，子矩陣的成對比較值為 0。矩陣內的每一個比例尺度代表一個集群內的元素對於其他集群內元素的影響(稱為外部相依)，或對自

己本身集群內元素的影響(稱為內部相依)，但並不是所有的元素皆會影響到其他的元素，此時用 0 代表兩者間的關係，最後將全部構面的準則分別列於矩陣的左方與上方，形成一個完整的綜合矩陣，稱為「超級矩陣」(Supermatrix) (圖 3)。其中， $C_n$  代表第  $n$  個構面， $e_{nm}$  代表在第  $n$  個構面中的第  $m$  個影響準則，

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{i_1j_1} & W_{i_1j_2} & \cdots & W_{i_1j_n} \\ W_{i_2j_1} & W_{i_2j_2} & \cdots & W_{i_2j_n} \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ W_{i_nj_1} & W_{i_nj_2} & \cdots & W_{i_nj_n} \end{bmatrix} \text{ 為第 } j \text{ 個構面與第 } i \text{ 個構面的成對比較}$$

之特徵向量(eigenvectors)，若第  $j$  個構面對第  $i$  個構面沒有影響則為 0，而超級矩陣的形式就是完全根據此結構結合而來。

$W$  為「未加權」(unweighted)的超矩陣，但因為矩陣中的行值可能不符合行隨機(column-stochastic)原則(如行值和不為 1)，所以必需經過特定的程序加以轉換。假設構面行已符合行隨機原則(行值和為 1)，則無須變動；評估準則行的子矩陣則分別給予相對重要性權重，即可得到加權超矩陣(weighted supermatrix)，並以  $W'$  表示。藉由上述轉換的程序，再經極限化(limiting)過程，將  $W'$  與  $W'$  相乘至  $2k+1$  次方( $k$  為主觀決定的值)，相依關係將逐漸收斂，並得到要素間的相對權重 (Saaty, 1996)。

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \cdots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} e_{11} & e_{21} & \cdots & e_{n1} \\ e_{12} & e_{22} & \cdots & e_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{1m_1} & e_{2m_2} & \cdots & e_{nm_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{n1} & e_{n2} & \cdots & e_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

圖 3 超矩陣範例圖 (Saaty, 1996)

步驟 6：專案評估準則相對權重求取

將經過超級矩陣極限化運算整合後所得到之評估準則的相對權重彙整，即完成問題架構下各可行計畫間相對之重要程度。

### 三、DEMATEL 結合 ANP

由前節所論述的 ANP 已加權之超矩陣的權重值定義為均等，此項假設往往不成立，因此可以視為 ANP 潛在的問題。此外 ANP 模式架構之建立（意即構面之間是否具有外部相依，評估準則間是否具內部相依）為技術專家主觀判斷所致。為使研究更為客觀，本研究導入 DEMATEL 權重基礎與 ANP 結合。結合步驟茲說明如下：

步驟 1：總關係矩陣標準化。

根據公式 4 所示之總關係矩陣  $T$  經過門檻值之處理後為  $T_\alpha$  公式如下所示：

$$T_\alpha = \begin{bmatrix} t_{11}^\alpha & \cdots & t_{1j}^\alpha & \cdots & t_{1m}^\alpha \\ \vdots & \backslash & \vdots & \backslash & \vdots \\ t_{i1}^\alpha & \cdots & t_{ij}^\alpha & \cdots & t_{im}^\alpha \\ \vdots & \backslash & \vdots & \backslash & \vdots \\ t_{m1}^\alpha & \cdots & t_{mj}^\alpha & \cdots & t_{mm}^\alpha \end{bmatrix}$$

其中若原  $T$  矩陣中的  $t_{ij} < \alpha$ ，則  $t_{ij} = 0$ ，反之則  $t_{ij}^\alpha = t_{ij}$ ；此外  $d_i$  為  $T_\alpha$  第  $i$  列數值的加總，透過標準化程序後所得的標準化總關係矩陣為  $T^s$  公式如下所示：

$$T^s = \begin{bmatrix} t_{11}/d_1 & \cdots & t_{1j}/d_1 & \cdots & t_{1m}/d_1 \\ \vdots & \backslash & \vdots & \backslash & \vdots \\ t_{i1}/d_i & \cdots & t_{ij}/d_i & \cdots & t_{im}/d_i \\ \vdots & \backslash & \vdots & \backslash & \vdots \\ t_{m1}/d_m & \cdots & t_{mj}/d_m & \cdots & t_{mm}/d_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11}^s & \cdots & t_{1j}^s & \cdots & t_{1m}^s \\ \vdots & \backslash & \vdots & \backslash & \vdots \\ t_{i1}^s & \cdots & t_{ij}^s & \cdots & t_{im}^s \\ \vdots & \backslash & \vdots & \backslash & \vdots \\ t_{m1}^s & \cdots & t_{mj}^s & \cdots & t_{mm}^s \end{bmatrix}$$

步驟 2：標準化總關係矩陣導入 ANP 未加權之超矩陣。

由於 ANP 未加權之超矩陣，尚無法看出準則之間的交互影響程度，是以將 DEMATEL 標準化總關係矩陣  $T^s$  與 ANP 未加權之超矩陣  $W$  相結合，而得 ANP 已加權之超矩陣  $W_w$  公式如下所示：

$$= \begin{bmatrix} t_{11}^s \times W_{11} & t_{11}^s \times W_{11} & \cdots & \cdots & t_{m1}^s \times W_{1m} \\ t_{12}^s \times W_{21} & t_{22}^s \times W_{22} & W_w \cdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \cdots & t_{ji}^s \times W_{ij} & \cdots & t_{mj}^s \times W_{im} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ t_{1m}^s \times W_{m1} & t_{2m}^s \times W_{m2} & \cdots & \cdots & t_{mm}^s \times W_{mm} \end{bmatrix}$$

步驟 3：求得整體準則權重及計畫優先排序。

將求得的 ANP 已加權之超矩陣  $W_w$  予以極限化，即透過  $\lim_{k \rightarrow \infty} W_w^k$  收斂為一極限化超矩陣，並彙整各構面與評估準則的相對權重排序，即可完成 DEMATEL 與 ANP 二種研究方法結合的結果。

因此根據本節所述之研究步驟及流程，可以將其繪製成一簡明之研究結構圖，如圖 4。

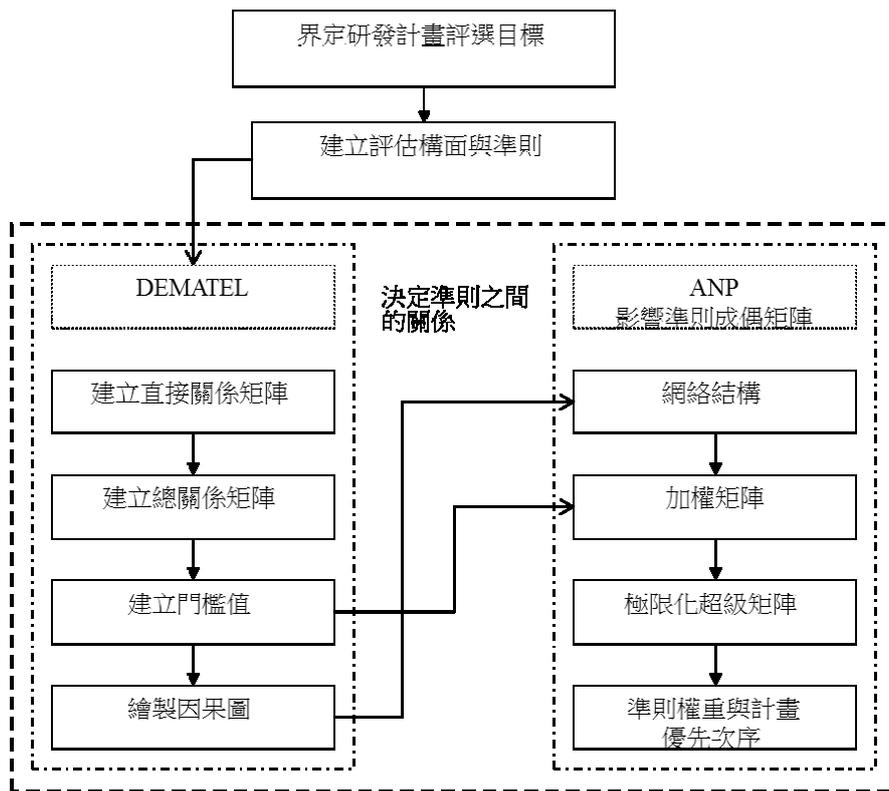


圖 4 DEMATEL 與 ANP 研究結合架構圖

資料來源：本研究整理

## 肆、實證結果分析

紡織所兩個關鍵計畫：「產業用紡織品研究與開發四年計畫」包括十個子計畫，與「機能性紡織產業關鍵技術研發四年計畫」包括八個子計畫進行計畫評選。

### 一、ANP 評估架構建立

基於文獻探討以及紡織所現有方法中，我們建立十二個評估準則，然後邀請十位專家分別來自產業界、學術界以及紡織所內部主管，針對十二準則進行評估計算出他們的權重。計畫評選目標、構面、準則與計畫評選層級架構如圖 5 所示；表 1 說明各評估準則及其內涵。

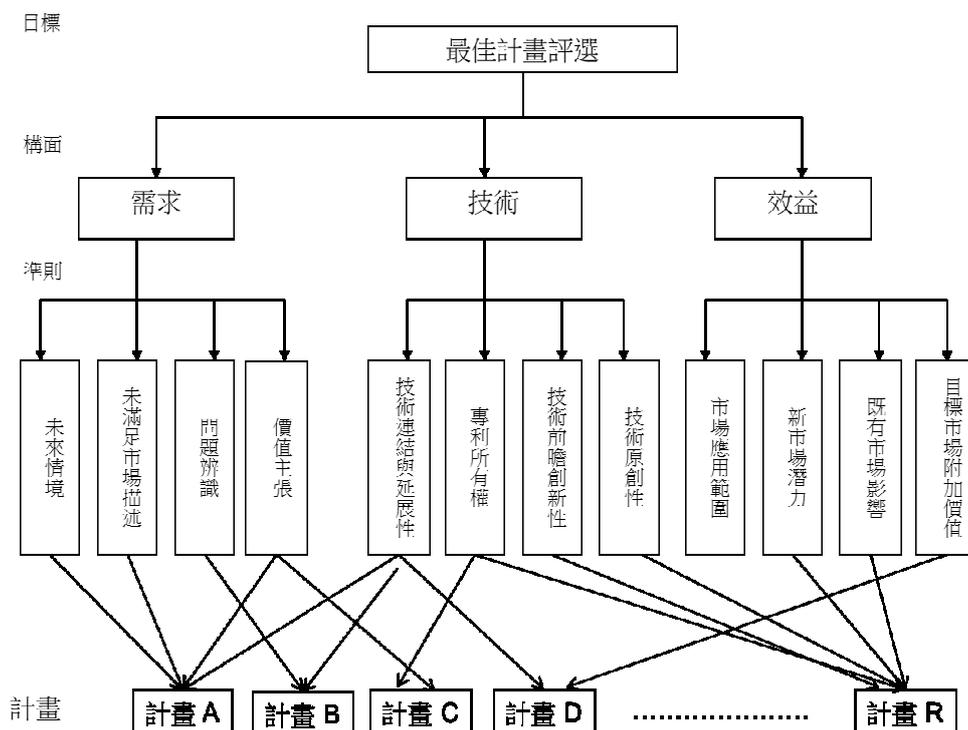


圖 5 目標構面與準則之間層級架構

資料來源：本研究整理

表 1 評估準則與描述

準則	描述
<b>需求</b>	
N1：未來情境	描述 2020 年的可能情境、環境趨勢及應用情境
N2：未滿足市場描述	找出消費者（或產業）未被滿足的需求或新需求的市場
N3：問題辨識	具體描述待解決之問題點以及必須面對的問題
N4：價值主張	構思能滿足消費需求的差異化產品或服務，使產業獲利，並對使用者有價值，其他與產業價值有關之描述
<b>技術</b>	
T1：技術連結性與延伸性	關鍵技術/產品/服務指標/規格、與國外標準比較、可能風險及因應、成本、連結外部資源...等
T2：專利所有權	智慧產財權的保護是否完整
T3：技術前瞻創新性	技術的創新性是否可引領產業界
T4：技術原創性	技術來源是否為原創或源自其他可追溯技術來源
<b>效益</b>	
B1：市場應用範圍	具體描述前述解決方案，其可能之推廣及運用策略（含非技術議題），以及預期產出之技術、經濟或其他效益等。
B2：新市場潛力	創造新市場可行性
B3：既有市場影響	導入新元素進入市場中
B4：目標市場附加價值	目標產品的價值並需注意該預期投入產出效益之適切性

資料來源：本研究整理

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

## 二、DEMATEL 結果分析與 ANP 評估架構建立

本研究關鍵研發計畫評選需求、技術與效益三個構面之間相互影響的關係，以確立 ANP 研究評估架構，因此透過 DEMATEL 釐清構面間之因果關係，並且衡量準則間的影響程度大小。茲分析如後：

### (一) 建立直接關係矩陣：

統計 10 份 DEMATEL 專家問卷之構面直接關係幾何平均矩陣  $A$  如表 2。從原始直接關係矩陣可以得知需求與技術構面的影響程度為介於高度影響與極高度影響之間 (3.4)；效益對需求影響程度則為介於低度影響與中度影響之間 (1.7)。

表 2 構面直接關係矩陣表( $A$ )

構面	需求	技術	效益
需求	0	3.4	2.4
技術	2.8	0	2.8
效益	1.7	3	0

資料來源：本研究整理

### (二) 標準化直接關係矩陣：

計算矩陣中之各行、各列數值之總和，得知各行、列加總和，並依公式  $X = m \times A$  達到正規化  $X$  矩陣。

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 0.531 & 0.375 \\ 0.438 & 0 & 0.438 \\ 0.266 & 0.469 & 0 \end{bmatrix}$$

(三) 建立總關係矩陣：

令  $T$  為總關係矩陣，依前章公式(4)， $T = \sum_{k=1}^{\infty} X^k = X(1 - X)^{-1}$  可以

得到  $T = \begin{bmatrix} 1.452 & 2.181 & 1.873 \\ 1.708 & 1.777 & 1.855 \\ 1.450 & 1.881 & 1.367 \end{bmatrix}$ ，如表 3。

表 3 構面總直接關係矩陣表( $T$ )

構面	需求	技術	效益
需求	1.452	2.181	1.873
技術	1.708	1.777	1.855
效益	1.450	1.881	1.365

資料來源：本研究整理

接著根據總關係矩陣  $T$  的值加以計算列與行的加總為  $D$  值與  $R$  值，並利用  $D$  值與  $R$  值計算出列行的和( $D+R$ )與差( $D-R$ )，如表 4 所示。

表 4 構面總直接關係矩陣之行列運算表

構面	需求	技術	效益	D 值	R 值	(D+R)	(D-R)
需求	0	2.181	1.873	4.054	1.708	5.762	2.346
技術	1.708	1.777	1.855	5.34	5.839	11.179	-0.499
效益	0	1.881	0	1.881	3.728	5.609	-1.847

資料來源：本研究整理

(四) 設立門檻值與繪製因果圖

為了找出群集構面準則間之重要影響關係，經計算幾何平均數所得數值為 1.708，根據表 4 及與專家決策的結果，取  $\alpha=1.70$  為總關係矩陣  $T$  的門檻值。若矩陣  $T$  中之數值高於  $\alpha$  值，表示具有較大的相互影響關聯性，則予以保留，而小於  $\alpha$  值時，表示關聯性較小，則刪去並設為 0。因此，總關係矩陣  $T$  仍維持不變，並根據表 4 的( $D+R$ )值與( $D-R$ )值，以( $D_i+R_j$ )為 X 軸，( $D_i-R_j$ )為 Y 軸繪製出主構面與次構面的因果關係圖(圖 6)。由表 4 結果顯示，「技術」群集構面為中心影響因素；「需求」群集構面為重要導致因素，而

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

「效益」群集構面則受其他群集構面影響最多，屬結果因素；因此，即可建構 ANP 方法所需之動態因果影響關係網路圖 7。

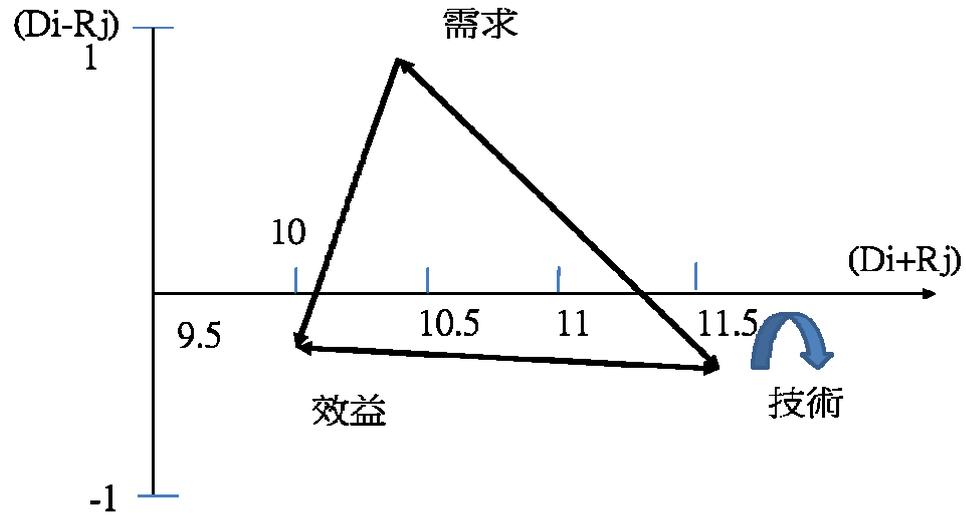


圖 6 因果關係圖(門檻值  $\alpha=1.70$ )

資料來源：本研究整理

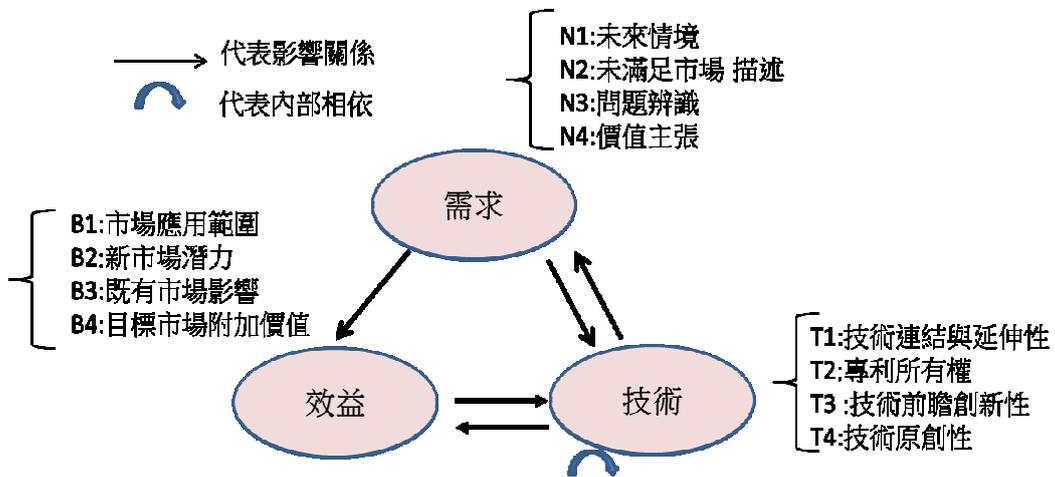


圖 7 ANP 方法動態因果影響關係網路圖

資料來源：本研究整理

### 三、DEMATEL 導入 ANP 構面分析

在經過 DEMATEL 方法分析後，用尺度 1~9 標準表示相互影響重要性程度，進行 ANP 方法成偶比較矩陣分析：以「需求」群集構面為例，其分別影響「技術」及「效益」群集構面，故針對「需求」群集構面中之四項影響因子：「未來情境(N1)」、「未滿足市場描述(N2)」、「問題辨識(N3)」及「價值主張(N4)」建立成對比較矩陣，仍採用幾何平均數彙整各專家學者意見；若三項群集構面中的計算結果，CR 值均顯示小於 0.1，即表示其符合一致性檢定，即可完成彼此相互影響之特徵向量數值，以及 ANP 方法未加權超級矩陣 W。

#### (一) DEMATEL 標準化 T 矩陣導入 ANP 未加權超矩陣：

綜合上述加以結合可以得出一未加權超矩陣，如表 5 所示。此時，依前節所述公式將 T 矩陣予以標準化，標準化後的 T 矩陣  $T_s$ ，如表 6。標準化後的 T 矩陣數值代表的是評估準則間內部相依與外部相依的影響程度且權重值加總等於 1。再者依  $T_s$  可以繪製群集構面間相互影響強弱示意圖 8。

表 5 未加權超級矩陣

	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	B1	B2	B3	B4
N1	0	0	0	0	0.211	0.351	0.344	0.335	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0.232	0.406	0.451	0.384	0	0	0	0
N3	0	0	0	0	0.21	0.097	0.085	0.113	0	0	0	0
N4	0	0	0	0	0.347	0.146	0.12	0.168	0	0	0	0
T1	0.148	0.124	0.166	0.183	0	0.174	0.165	0.164	0.209	0.162	0.192	0.147
T2	0.098	0.15	0.135	0.102	0.159	0	0.187	0.204	0.13	0.137	0.168	0.199
T3	0.358	0.366	0.32	0.33	0.287	0.332	0	0.632	0.286	0.288	0.246	0.288
T4	0.396	0.36	0.379	0.385	0.554	0.494	0.648	0	0.375	0.413	0.394	0.366
B1	0.247	0.159	0.157	0.272	0.143	0.186	0.265	0.23	0	0	0	0
B2	0.257	0.185	0.155	0.244	0.133	0.154	0.192	0.209	0	0	0	0
B3	0.223	0.422	0.422	0.193	0.372	0.399	0.326	0.341	0	0	0	0
B4	0.273	0.234	0.266	0.291	0.352	0.261	0.217	0.22	0	0	0	0

資料來源：本研究整理

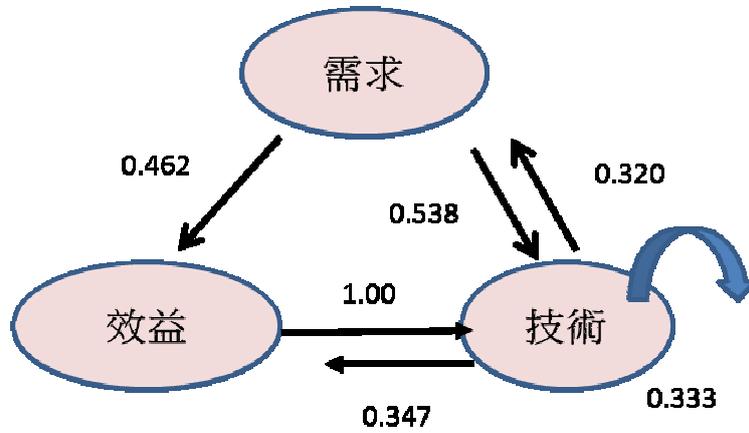


圖 8 群集構面間相互影響強弱示意圖

資料來源：本研究整理

表 6 標準化總關係影響矩陣  $T^s$  表

構面	需求	技術	效益	總和	需求	技術	效益
需求	0	2.181	1.873	4.054	0.000	0.538	0.462
技術	1.708	1.777	1.855	5.34	0.320	0.333	0.347
效益	0	1.881	0	1.881	0.000	1.000	0.000

資料來源：本研究整理

如圖 8 所示，並將結構圖中的內部相依及外部相依關係程度利用前節公式導入未加權超級矩陣中，得到加權後之超級矩陣，如表 7 所示。

表 7 加權後之超級矩陣

	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	B1	B2	B3	B4
N1	0	0	0	0	0.068	0.112	0.11	0.107	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0.074	0.13	0.144	0.123	0	0	0	0
N3	0	0	0	0	0.067	0.031	0.027	0.036	0	0	0	0
N4	0	0	0	0	0.111	0.047	0.038	0.054	0	0	0	0
T1	0.08	0.067	0.089	0.098	0	0.058	0.055	0.055	0.209	0.162	0.192	0.147
T2	0.053	0.081	0.073	0.055	0.053	0	0.062	0.068	0.13	0.137	0.168	0.199
T3	0.192	0.196	0.172	0.178	0.096	0.111	0	0.21	0.286	0.288	0.246	0.288
T4	0.213	0.194	0.204	0.207	0.184	0.165	0.216	0	0.375	0.413	0.394	0.366
B1	0.114	0.073	0.073	0.126	0.05	0.065	0.092	0.08	0	0	0	0
B2	0.119	0.085	0.072	0.113	0.046	0.053	0.067	0.073	0	0	0	0
B3	0.103	0.196	0.194	0.089	0.129	0.137	0.114	0.118	0	0	0	0
B4	0.126	0.108	0.123	0.134	0.122	0.091	0.075	0.076	0	0	0	0

資料來源：本研究整理

(二) 極限化超級矩陣：

透過前節所述及 $\lim_{k \rightarrow \infty} W_k^k$ 的矩陣收斂過程，將矩陣收斂成依穩定的狀態，如表 8 所示，而實證的結果顯示在本研究反覆的收斂過程中，收斂次數 K 值為 10。

結果顯示，在各群集構面中「技術」(0.551)為研發專案最受重視之群集構面，「效益」(0.273)及「需求」(0.176)則依序其後。由於關鍵計畫首重技術導向的研發，專家認為還是最重要的構面，而市場需求方面可能因研究機構面對的顧客並不是終端消費者，市場需求對於研究機構而言，並不易掌握，而是那些對於研發技術或技術移轉有興趣的生產製造廠商才是真正重要顧客。就技術構面而言，相對權重部分，以「(T4)技術原創性」、「(T3) 技術前瞻創新性」為前兩項重要評選關鍵影響因子、而「(N4)價值主張」、及「(N3)問題辨識」為後兩項較不重要之評選影響準則如表 9。

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

表 8 極限化超級矩陣

	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	B1	B2	B3	B4
N1	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
N2	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068
N3	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
N4	0.032	0.032	0.032	0.032	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
T1	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
T2	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
T3	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169	0.169
T4	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208	0.208
B1	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
B2	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053
B3	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
B4	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068

資料來源：本研究整理

表 9 研發專案評估準則影響程度排序

群集構面	準則	相對權重	順序	各群集構面所占比例	順序
需求	N1：未來情境	0.056	9	0.176	3
	N2：未滿足市場描述	0.068	7		
	N3：問題辨識	0.021	12		
	N4：價值主張	0.032	11		
技術	T1：技術連結性與延伸性	0.088	3	0.551	1
	T2：專利所有權	0.085	4		
	T3：技術前瞻創新性	0.169	2		
	T4：技術原創性	0.208	1		
效益	B1：市場應用範圍	0.059	8	0.273	2
	B2：新市場潛力	0.053	10		
	B3：既有市場影響	0.093	5		
	B4：目標市場附加價值	0.068	6		

資料來源：本研究整理

(一) 關鍵計畫得分情形分析

以紡織所兩個關鍵計畫：「產業用紡織品研究與開發四年計畫」包括 10 個子計畫，與「機能性紡織產業關鍵技術研發四年計畫」包括 8 個子計畫進行實際應用。本研究邀請前面十位填寫準則權重問卷專家中，挑選五位外部產業界與學術界的專家擔任這階段的計畫評分，設計專家評分問卷，評分標準 1~10 分，並使用幾何平均數彙整五位專家對每一計畫給分，乘上每一準則權重之後而獲每一計畫總得分，如表 10 及 11 所示。

表 10 產業用紡織品研究與開發四年計畫 10 個子計畫各準則得分

準則/權重 子計畫	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	B1	B2	B3	B4	總得分
	0.056	0.068	0.021	0.032	0.088	0.085	0.169	0.208	0.059	0.053	0.093	0.068	
A	7.23	7.91	7.87	7.93	6.93	7.98	7.79	8.21	7.42	7.46	7.56	8.00	7.75
B	5.13	5.09	4.99	4.54	5.83	5.52	4.84	5.04	4.31	5.54	5.65	5.00	5.15
C	6.42	5.93	6.41	5.96	6.05	6.00	6.11	5.88	7.03	6.39	6.32	6.00	6.14
D	3.71	4.12	4.12	4.63	4.48	4.42	4.24	6.42	4.13	4.57	4.31	4.31	4.73
E	7.28	7.82	7.11	7.86	8.25	7.82	7.49	7.46	7.19	7.72	8.32	8.32	7.72
F	2.68	3.23	1.73	2.36	3.60	4.51	5.75	6.30	4.78	4.05	3.62	3.63	4.54
G	6.05	5.27	4.69	4.88	6.48	5.92	6.62	7.16	6.48	5.45	5.39	5.29	6.16
H	4.49	5.16	3.39	4.64	5.02	5.16	5.71	3.48	4.86	4.64	4.64	3.46	4.59
I	2.49	2.70	3.10	2.49	2.93	2.64	2.86	2.49	3.44	2.06	2.91	1.41	2.63
J	2.95	1.78	2.72	1.64	2.76	1.95	2.22	1.43	2.05	1.41	1.41	1.86	1.93

資料來源：本研究整理

表 11 機能性紡織產業關鍵技術研發四年計畫 8 個子計畫各準則得分

準則/權重 子計畫	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	B1	B2	B3	B4	總得分
	0.056	0.068	0.021	0.032	0.088	0.085	0.169	0.208	0.059	0.053	0.093	0.068	
K	6.85	7.19	7.51	7.28	6.88	7.07	6.88	7.40	6.88	7.49	7.42	8.00	7.21
L	5.96	6.58	5.83	6.30	5.99	5.58	6.02	6.14	6.33	6.00	5.48	5.96	6.01
M	5.95	5.78	5.91	6.61	6.12	5.94	5.72	6.01	5.63	5.74	4.82	4.90	5.74
N	6.21	6.03	6.40	5.79	6.54	6.21	5.76	5.94	6.25	6.12	6.74	6.74	6.17
O	7.27	6.80	6.64	6.91	7.17	6.67	7.30	6.61	7.03	7.10	8.74	8.74	7.23
P	2.66	3.32	3.69	3.85	4.50	4.47	4.13	5.00	4.49	4.63	4.31	3.96	4.27
Q	2.96	2.14	3.00	3.09	3.15	2.96	3.10	3.72	2.54	3.56	2.47	3.30	3.09
R	4.86	5.13	4.22	4.94	5.18	5.35	5.85	5.87	5.18	5.00	5.00	3.91	5.29

資料來源：本研究整理

應用決策實驗室分析法(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選

實證結果顯示，有關產業用紡織品研究與開發四年計畫 10 個子計畫得分次序如下：A>E>G>C>B>D>H>F>I>J，若計畫挑選前 8 項計畫提案，那麼排序較落後的計畫 I 與 J，可能遭到淘汰。另，有關機能性紡織產業關鍵技術研發四年計畫 8 個子計畫順序為 O>K>N>L>M>R>P>Q，若計畫挑選前 6 項計畫提案，P 與 Q 兩項子計畫可能落入淘汰命運。這種評估方法，對於整體排序落後但某些重要準則得分特別低者，可清楚指出待改進之處。如產業用紡織品研究與開發年計畫的 F 子計畫，其 T4 與 T3 得分都相當高，但 N3 和 N4 相對地非常低，而計畫 H，其 T4 得分只有 3.48，技術原創性稍嫌不足，類似計畫可再加強改進。

## 伍、結論與建議

由於開發中國家與新興國家的崛起，台灣近年來面臨激烈的競爭，傳統以 OEM 代工產業逐漸喪失原有競爭力，技術必須再升級，產品品質必須再提升，才能再創新局。由於產業結構 99%以上都是以中小企業為主，自身沒有額外能力投入研發，也促使政府成立 18 個財團法人研究機構協助廠商從事研發工作。經濟部技術處期許研究機構從事更創新前瞻技術研發，協助業界轉型進入技術門檻較高的技術領域，以擺脫鄰近國家的競爭。工研院與資策會兩大研究機構自 1998 即開始創新計劃推動，其他研究機構如金屬中心、生技中心、食品所、紡織所等，自 2003 年起也陸續進行創新前瞻計畫的推動，由於政策指示，研發預算相對比較有保障，而關鍵計畫或環境建構計畫，因已實施多年，研究機構都已經有一些成果展現，研發預算逐年下降。關鍵計畫的評選更加嚴謹，因此，需要一套更客觀的評估準則，以篩選優良計畫提案，以利作為集中資源應用之參考。期待這些經精挑細選的計畫，在研發過程的所遭遇阻礙較少，提升技術成功機率與可行性，儘早有研發成果與產出，如論文發表、專利申請與獲得、技術移轉或授權給廠商的時程可縮短，確實協助業界進行產品量產與商品化，進而協助業界開拓國內外市場。

本文提出一種結合決策實驗室分析法 (DEMATEL) 與網路層級分析法 (ANP) 的方法，運用在研究機構科專計畫提案評選。本方法創新之處包括：

(1) 結合決策實驗室分析法 (DEMATEL) 與網路層級分析法(ANP)的方法，解決構面與準則之間相依性與回饋問題。此法也考慮準則與構面之間交互作用(2) 提供專家主觀評分法，亦可做為計畫主持人主觀排序法之參考(3) 提供充足資訊，讓排序落後的計畫提案有進一步改善空間。排序較落後的計畫提案可能是因為某些重要準則的得分較低，尤其關鍵計畫評選中兩個權重較高的評選準則：技術原創性、技術前瞻與創新性。這個研究發現與其他文獻作者似乎有異曲同工之妙，證實一套好的評估方法同時應兼具提供一種溝通媒介，也能指出待加強改善之處，以提升計畫品質。

## 參考文獻

- 鄧振源，2005，計畫評估—方法與運用，初版，基隆：運籌規劃暨管理研究中心。
- 鄧振源、曾國雄，1989，「層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)」，中國統計學報，27卷6期：5~22。
- Arbel, A. and Shapira, Y., 1999, "A decision framework for evaluating vacuum pumping technology," **Journal of Vacuum Science Technology**, Vol. 4, No. 2, 387-411.
- Berry, M. M. and Taggart, J. H., 1994, "Managing technology and innovation: A review," **R&D Management**, Vol. 24, No. 4, 341-353.
- Chiu, Y. J., Chen, H. C., Tzeng, G. H., and Shyu, J. Z., 2006, "Marketing strategy based on customer behavior for the LCD-TV," **International Journal of Management and Decision Making**, Vol. 7, No. 2-3, 143-165.
- Coldrick, S., Longhurst, P., Ivey, P., and Hannis, J., 2005, "An R&D options selection model for investment decisions," **Technovation**, Vol. 25, No. 3, 185-193.
- Efstathiades, A., Tassou, S. A., Oxinos, G., and Antoniou, A., 2000, "Advanced manufacturing technology transfer and implementation in developing countries: The case of the Cypriot manufacturing industry," **Technovation**, Vol. 20, No. 2, 93-102.
- Gerdri, N. and Kocaoglu, D. F., 2007, "Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to build a strategic framework for technology roadmapping," **Mathematical and Computer Modelling**, Vol. 46, No. 7-8, 1071-1080.
- Gregory, M. J., 1995, "Technology Management: A process approach," **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers**, Vol. 209, No. 5, 347-355.
- Hamalainen, R. P., Salo, A. A., and Poysti, K., 1992, "Observations about consensus seeking in a multiple criteria environment. ", **Proceedings of the 25th Hawaii**

**International Conference**, Hawaii, USA.

- Hori, S. and Shimizu, Y., 1999, "Designing methods of human interface for supervisory control systems," **Control Engineering Practice**, Vol. 7, No. 11, 1413-1419.
- Hsu, Y. G., Tzeng, G. H., and Shyu, J. Z., 2003, "Fuzzy multiple criteria selection of government-sponsored frontier technology R&D projects," **R&D Management**, Vol. 33, No. 5, 539-551.
- Huang, C. C., Chu, P. Y., and Chiang, Y. H., 2008, "A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection," **Omega**, Vol. 36, No. 6, 1038-1052.
- Huang, G. O. and Mark, K. L., 1999, "Current practices of engineering change management in UK manufacturing industries," **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 19, No. 1, 21-37.
- Lei, D. T., 2000, "Industry evolution and competence development: The imperatives of technological convergence," **International Journal of Technology Management**, Vol. 19, No. 7-8, 699-735.
- Liou, J. J. H., Tzeng, G. H., and Chang, H. C., 2007, "Airline safety measurement using a hybrid model," **Air Transport Management**, Vol. 13, No. 4, 243-249.
- Melachrinoudis, E. and Rice, K., 1991, "The prioritization of technologies in a research laboratory," **IEEE Transactions on Engineering Management**, Vol. 38, No. 3, 269-278.
- Ou Yang, Y. P., Shieh, H. M., Leu, J. D., and Tzeng, G. H., 2008, "A Novel Hybrid MCDM Model Combined with DEMATEL and ANP with Applications," **International Journal of Operations Research**, Vol. 5, No. 3, 160-168.
- Piipo, P. and Tuominen, M., 1990, "Promoting innovation management by decision support systems: Facilitating new product' relevance to the corporate objectives" in Allesch, J. (ed.), **Consulting in innovation: Practice-methods-perspectives**, First Edition, Amsterdam, NL: Elsevier Science Publishers, 267-292.
- Prasad, A. V. S. and Somasekhara, N., 1990, "The analytic hierarchy process for choice of technologies," **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 38, No. 2, 151-158.
- Ramanujam, V. and Saaty, T. L., 1981, "Technological choice in the less developed countries: An analytical hierarchy approach," **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 19, No. 1, 81-98.
- Saaty, T. L., 1980, **Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**, 1<sup>st</sup>, New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L., 1996, **Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process**, 1<sup>st</sup>, Pittsburgh, PA: RWS Publications.
- Sakakibara, M., 1997, "Evaluating government-sponsored R&D consortia in Japan: who benefits and how," **Research Policy**, Vol. 26, No. 4-5, 447-473.
- Schroder, R. and Sohal, A. S., 1999, "Organizational characteristics associated with AMT

- adoption: Towards a contingency framework,” **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 19, No. 12, 1270-1129.
- Shehabuddeen, N., Probert, D., and Phaal, R., 2006, “From theory to practice: challenges in operationalising a technology selection framework,” **Technovation**, Vol. 26, No. 3, 324-335.
- Shen, Y. C., Lin, G. T. R., and Tzeng, G. H., 2011, “Combined DEMATEL techniques with novel MCDM for the organic light emitting diode technology selection,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 38, No. 3, 1468-1481.
- Steensma, K. H. and Fairbank, J. F., 1999, “Internalizing external technology: A model of governance mode choice and an empirical assessment,” **The journal of high technology management research**, Vol. 10, No. 1, 1-35.
- Suh, C. K., Suh, E. H., and Baek, K. C., 1994, “Prioritizing telecommunications technologies for long-range R&D planning to the year 2006,” **IEEE Transactions on Engineering Management**, Vol. 41, No. 3, 264-275.
- Tamura, M., Nagata, H., and Akazawa, K., 2003, “Structural Modeling and systems analysis of various factors for realizing safe, secure and reliable society. ”, **The 3rd International Conference on Decision Support for Telecommunications and Information Society**, Warsaw, Poland.
- Torkkeli, M. and Tuominen, M., 2002, “The contribution of technology selection to core competencies,” **International Journal of Production Economics**, Vol. 77, No. 3, 271-284.
- Tzeng, G. H., Chiang, C. H., and Li, C. W., 2007, “Evaluating intertwined effects in e-learning programs: a novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 32, No. 4, 1028-1044.
- Wu, W. W. and Lee, Y. T., 2007, “Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 32, No. 3, 841-847.
- Wu, W. Y., Sukoco, B. M., Li, C. Y., and Chen, S. H., 2009, “An integrated multi-objective decision-making process for supplier selection with bundling problem,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 36, No. 2, 2327-2337.
- Yap, C. and Souder, W., 1993, “A filter system for technology evaluation and selection,” **Technovation**, Vol. 13, No. 7, 449-469.
- Yu, O. S., Hsu, G. J. Y., and Chen, T. Y., 1998, **Introduction to technological management: technological forecast and planning**, 1<sup>st</sup>, Taipei, TW: Wu Nam Publishing Company.

## 作者簡介

### 周國村

英國里茲大學紡織工程博士，國立交通大學科技管理研究所博士班。目前任職於紡織產業綜合研究所經營企劃處主任。研究興趣包括紡織科技、服裝舒適性、科技管理、研發管理、技術策略地圖等。論文曾發表於紡織綜合所期刊、華岡紡織期刊、潔淨科技期刊、技術尖兵、紡織速報、紡紗會訊、棉紡會訊、絲織園地、Journal of Textile Institute, Building and Environment, Man-Made Textiles in India, Textile Asia, Melliand International, Textile Month 等。

E-mail: [gtjou.0219@ttri.org.tw](mailto:gtjou.0219@ttri.org.tw)

### 袁建中

美國紐約州立大學水牛城電機工程學系博士、博士後研究，國立交通大學科技管理研究所所長、教授。自 2001 年擔任科技管理學刊、中華民國科技管理學會擔任執行總編輯。研究興趣包括創新與研發管理、技術預測與評估、創業育成、科技前瞻議題與政策、核心技術與企業競爭策略、新創事業經營管理、經濟與科技發展等。論文曾發表於紡織綜合所期刊、評價學報、創新管理評論、科技管理研究、人文與社會科學簡訊、價值管理學刊、管理與系統、中小企業創新育成中心年鑑、中山管理評論、科技管理期刊、資訊科技與社會期刊、資訊管理學報、International Journal of Technology Management, Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship, Foresight, European Business Review, International Journal of foresight and Innovation Policy, Int. J. Value Chain Management, The Journal of Global Business Management, International Journal of Innovation and Incubation 等。

E-mail: [benjcyuan@gmail.com](mailto:benjcyuan@gmail.com)