

2010 TOPCO 崇越論文大賞

論文題目：

建構整合 QFD、TRIZ 及 ANP 研發創新工具之
產品概念選擇決策程序--以智慧型手機為例

報名編號：F0018

摘要

傳統的產品研發過程，缺少整合性的設計開發評估工具，尤其是在蒐集潛在的顧客心聲與需求到產品概念的形成、選擇及測試的概念發展階段。本研究利用 QFD、TRIZ 及 ANP 等三個方法的結合，在產品開發的概念發展階段建立一套概念評選的程序模式；並以智慧型手機的案例進行實證分析，以驗證本研究之模式如何去發展產品設計開發的規劃模式，妥善地整合客戶需求，並進行產品創新且挑選最佳的產品方案，且提出模式之實務效益。

關鍵字：QFD、TRIZ、ANP、創新研發、產品開發、概念選擇

壹、緒論

一、研究背景與動機

由於科技的快速發展，消費產品市場的競爭日趨激烈，導致產品生命週期快速縮短。因此企業不僅要隨時掌握市場趨勢，不斷地推出新產品或服務來滿足市場需求，並發展最新的產業技術，以維持本身的競爭優勢。而產品是否真的滿足顧客的需求，主要取決於「顧客的心聲 (Voice Of Customer)」的蒐集，並且透過不斷地修正、改善，來創造出新產品以提高價值。但面臨市場上眾多的競爭者，企業如何脫穎而出，推出創新的產品來獲得消費者的青睞，這將是企業在競爭中追求永續經營的關鍵問題。由「藍海策略」一書提到，「創新」是跳脫原本競爭激烈、血流成河的紅海所侷限的框框，邁向無人競爭的藍海領域；同樣地，在產品開發的過程上，若能運用創新思維的方式，設計出有別於競爭對手的新產品，將會開創新市場，為企業帶來更大的利潤。

因此「顧客需求」與「創新」，是產品研發時不可或缺的重要考量因素，企業可根據「顧客需求」作為產品「創新」的參考依據，發展不同的新產品概念方案，從這些概念中篩選出適合的方案推行至市場來滿足客戶需求，進而獲取利潤。此為企業發展產品設計與開發程序的最主要目的。

二、研究目的及方法

本研究主要應用 QFD、TRIZ、ANP 等多種技術，針對產品開發程序中的前端程序，也就是所謂的概念發展階段，建立產品概念決策程序的模式，並結合定性與定量的方法，其目的為：以顧客心聲 (Voice Of Customer；VOC) 為投入開發的關鍵資訊，透過 QFD 轉換客戶需求成目標規格，確保所開發的產品能滿足顧客需求；運用 TRIZ 理論作為產品概念構想的系統方法，提出產品的創新方向及思維；同時為了考量從顧客需求、目標規格，對最終產品創新概念的影響程度，以 ANP 方法作篩選和評比，發展成最終產品的決策模式。

三、研究範圍

因產品開發從最初的企劃、概念發展、生產到市場行銷等步驟所涉及的专业知識較為廣泛且繁雜，故本研究僅針對概念發展的階段（如圖 1 產品概念發展階段—前端程序活動）作為研究範圍，從顧客需求彙整到產品規格建立，概念的產生及選擇，個別用適當的理論方法做分析，並依據先後的進行順序設計成一套產品概念評選決策程序，透過此程序來決定最佳產品概念方案，以投入產品在後續的設計、製造階段的活動進行。

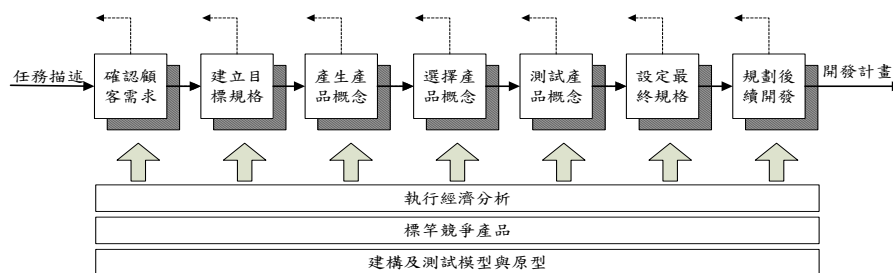


圖 1 產品概念發展階段—前端程序活動

四、研究流程與步驟

本研究方法步驟主要分為三個部分，四個階段性任務，且包括了九個步驟。如圖 2 所示。首先是以 QFD 整理顧客需求，同時轉換成所需的產品規格；導入 TRIZ 理論的矛盾創新解法，尋求產品概念的構思方向，建立產品概念方案，並評估各項概念的趨勢發展是否能加以合併成方案組合；再利用 ANP 網路架構，進行最終產品方案的評選，進行分析探討。

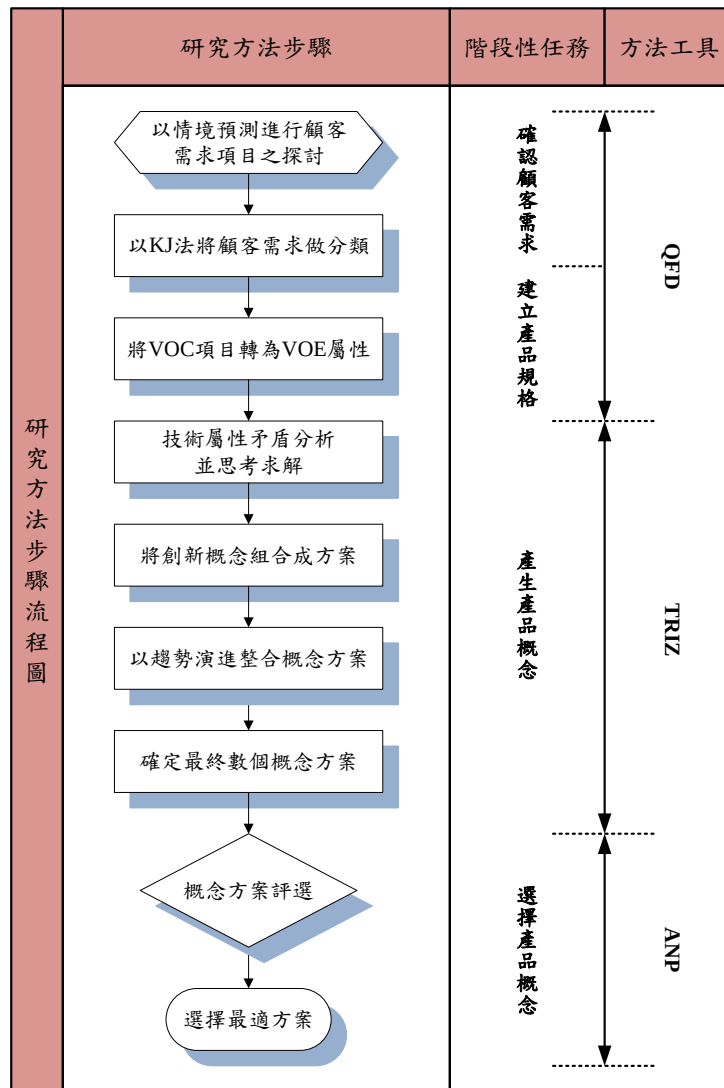


圖 2 本研究流程步驟

貳、相關文獻整理

本研究針對三種研究方法的結合，分別整理出國內外應用於產品開發領域的文獻，說明這些理論方法的結合是能適用於本研究的概念發展程序。

在確認顧客需求、轉換產品規格並提出產品概念的階段，使用 QFD 將 VOC 轉換 VOE，以 HOQ 中屋頂的技術相關矩陣發掘產品重要特性及其相關性後，再以 TRIZ 理論作為解決問題及思考概念發展的創新方向。這樣的結合方式可明確地從顧客需求中找尋產品開發的新概念，國內外有以下學者提出過 QFD 與 TRIZ 結合應用的相關研究，如表 1 所示。

表 1 整合 QFD 與 TRIZ 的創新概念設計研究

作者 (年份)	研究內容成果
研究主題	
C. V. Ferreira, M. E. Mec, F. A. Forcellini, E. Mec, A. Ogliari (2001)	在設計注射模塑部件的過程中，概念是由初步及詳細設計階段所組成的。其中，最重要的是在概念設計階段，決定了生命週期中技術的確定及元件的經濟效益。此研究以 QFD 與 TRIZ 為基礎，提出了一種新的設計工具，尋求在設計注射模塑部件時建立規格的方法。
The Use Of QFD And TRIZ During The Conceptual Design Phase of Plastic Injection Molding Components - A Tool To Aid In Establishing Component Specifications	
林宜君 (2007)	提出 QFD 與 TRIZ 理論之結合應用，以期在早期產品開發階段中利用 QFD 將顧客需求轉化為相關之產品規格，使得企業之研發方向得以符合顧客之所需；並以 TRIZ 為其創新方法之依據，以確保創新的可行性。
以 QFD 與 TRIZ 理論為基礎建構產品開發評估模型-以平面顯示器為例	
劉忠祺 (2009)	以整合系統性的設計方法及產品開發管理為核心結合 QFD、專利分析與 TRIZ 的整合系統性設計管理方案。以 LED 燈泡替代傳統鎢絲燈的開發為目標，目的在產出實用的白光 LED 照明產品，開創產業新契機。此研究的結果同時獲得專利及 2009 日內瓦發明展金牌獎。
結合 QFD 與 TRIZ 方法之產品創新設計- 以 LED 照明產品之開發設計為例	

但在前端程序中，發展出創新產品概念的後，即是進行概念方案的篩選。而篩選時需要有參考的準則做為評比的方針。本研究以 VOE 功能屬性及產品方案建構成有相互影響的網絡模式，以 ANP 法來進行運算，相關研究如表 2 所示。

表 2 QFD 結合 AHP/ANP 應用於產品概念開發之相關研究

作者 (年份)	研究內容成果
研究主題	
E.E. Karsak, S. Sozer, S.E. Alpteki, (2002)	提出在品質屋 (HOQ) 將顧客需求轉換為 VOE 時，應評估顧客需求與 VOE 之間的交互作用關係；並以 ANP 來計算 VOE 的權重值。最後將 ANP 所得 VOE 權重、成本預算、可擴展性和可製造水準使用 0-1 目標規劃來決定 VOE 能否用以產品設計。
Product Planning In Quality Function Deployment Using A Combined Analytic Network Process And Goal Programming Approach	
衛萬里 (2006)	依企業不同新產品開發策略和執行效益的需求，分別採用模糊德爾菲專家問卷及 SMART*2 結合分析網路程序法 (ANP) 進行新產品設計替選方案的權重排序；再將所得之權值導入 0-1 目標規劃式中，於最佳資源分配的規劃和限制下，求取最佳解答。
應用分析網路程序法選擇最佳產品設計方案之決策分析模式	
H. Raharjo, Aarnout C. Brombacher B.C., Min Xie (2008)	說明 QFD 是個客戶導向的工具，通常用於新的或早期階段，或改善產品/服務的設計過程，因此大部分的輸入參數是高度主觀的性質；在 QFD 內所填入的每項數值資訊都是很重要的。提出以 ANP 為基礎的通用網路模型，系統化地考量各項因素的相互關係，可提高 QFD 結果的精確性。
Dealing With Subjectivity In Early Product Design Phase: A Systematic Approach To Exploit Quality Function Deployment Potentials	
Y.-T. Lee, W.-W. Wu, G.-H. Tzeng (2008)	QFD 是一種有效方法，它對每個產品開發和生產階段的細部作業提供了轉換客戶的需求到相應的技術要求，而 AHP 則是被用來確認權重間的相對重要性。但考量到相依關係的存在，此研究以 QFD 和 ANP 為基礎的決策模式，以協助做出更好的決策規劃。
An Effective Decision-Making Method Using A Combined QFD And ANP Approach	

參、智慧型手機簡介

智慧型手機 (Smartphone) 這個名詞最早是出現在 Motorola 行動電話功能的介紹文章中，一開始是用來形容具備語音通訊以外的其他功能之行動電話。國際研究機構 Gartner 於 1999 年對「智慧型手機」下了一個定義：「兼具語音與數據通訊功能的行動終端 (Mobile Terminal)」；但到了 2004 年便改為：「以語音通訊為主的行動終端，並採用開放式作業系統」。

在 Smartphone 出現之前，許多同時有通訊及商務需求的人士，通常都是攜帶 PDA 和手機以滿足兩項需求，但對於這些在外行動的商務人士來說，這是較為不便之處。隨著現在手機製造與相關硬體技術的進步，手機的各項元件整合邁向輕薄化的趨勢，各家廠商也期許將 PDA 與手機兩者之間的優點作結合，發展成一種多功能合一的整合裝置 (Converge Device) 然而，不論行動裝置的軟硬體在未來如何發展，通訊始終是使用者最不可或缺的功能，因此未來兼具通訊和大量運算處理的行動裝置，皆統稱作 Smartphone。圖 3 為 Smartphone 的重要技術發展藍圖。



圖 3 Smartphone 技術發展藍圖

肆、產品概念選擇決策程序之建構與驗證

一、確認顧客需求轉換產品規格

(一) 以顧客使用情境探討顧客需求項目

本研究考量 Smartphone 產品的使用對象，將預測使用的原始用途分類，分別「商務使用」、「娛樂/生活使用」及「一般使用」三類，並依據用途來假設可能的使用情境狀況來探索，發掘顧客要求的期望，進而將顧客要求清楚地定義為 VOC 項目。其預測推論之過程如表 3、表 4、表 5 所示。

表 3 商務使用的情境預測

用途	假設情境狀況	客戶要求	VOC 項目
商務使用	適合機型的挑選	容易上手的操作介面	作業系統的選擇
	隨時可收到信件通知	收發 E-Mail 電子郵件	整合信箱功能
	有緊急文件需作處理	能開啟文件並輸入文字編輯	開啟 Office 文件格式 方便輸入文字
	有繁雜的行程要紀錄	編輯整理行程及	能有行事曆提醒
	存取重要資料	資料儲存空間	內建記憶體容量 可外接擴充記憶體
	查詢股市、新聞等即時資訊	開啟網頁或是收看即時電視	可開網頁連結 行動電視
	傳送備份資料到電腦	與電腦同步更新資料	連結電腦的介面裝置
	同時處理多項作業程式	操作流暢不當機	中央處理器的速度穩定
	必須長時間在戶外工作	能夠增加待機時間	低功耗電量 可更換備用電池
	有大量客戶資料	能將客戶資料整理分類	完善的通訊錄儲存
	同時有多個門號使用	希望可以將兩個（以上）的門號放在單一手機上使用	雙插卡手機 多門號同時待機

表 4 娛樂/生活使用的情境預測

用途	假設情境狀況	客戶要求	VOC 項目
娛樂生活使用	想與遠方的朋友見面	通話時可同時看到對方	影像通話功能
	想查詢地點或所處位置	地圖顯示可以指引方向	具備定位及導航功能
	享受影音娛樂	想聽音樂、看影片	影音播放介面
		收聽網路收音機	具備 Radio 收音
		用 Youtube 線上收看	手機能透過網路連線來觀賞線上影片
	安裝個人喜好的遊戲及程式	下載應用軟體並安裝使用	取得軟體的途徑 選擇軟體支援豐富的系統
	紀錄身邊有趣的景物	隨手拍攝風景畫面	內建數位相機
	上傳個人資料到部落格	連線至網際網路	利用網路連結傳輸數據
	與朋友分享個人檔案	短距離傳送資料	無線短距傳輸功能
	閱讀最新的書籍、雜誌	在手機上下載閱讀書刊雜誌	可看電子書
	待機畫面具有個人特色	能更換畫面主題背景	操作介面可自由設計
	隨時了解朋友們狀態	交友使用的社群通訊方式	在手機上使用社群通訊

表 5 一般使用的情境預測

用途	假設情境狀況	客戶要求	VOC 項目
一般使用	外觀的挑選	要輕巧、便於攜帶	重量大小適中
		樣式設計具備流行感	材質、形式的選擇
	撥打電話	訊號穩定正常收發話	語音通話
		不用拿在手上也能通話	無線連結裝置
	發送文字簡訊	快速輸入文字	輸入方式的選擇
	清楚看到螢幕顯示內容	螢幕顯示內容越多越好	大螢幕顯示
		螢幕畫面的清晰度高	螢幕解析度高

(二) 以 KJ 法將 VOC 項目分群

將 VOC 項目依據內容相近的做歸類，彙整成親和圖中的群集並定義。

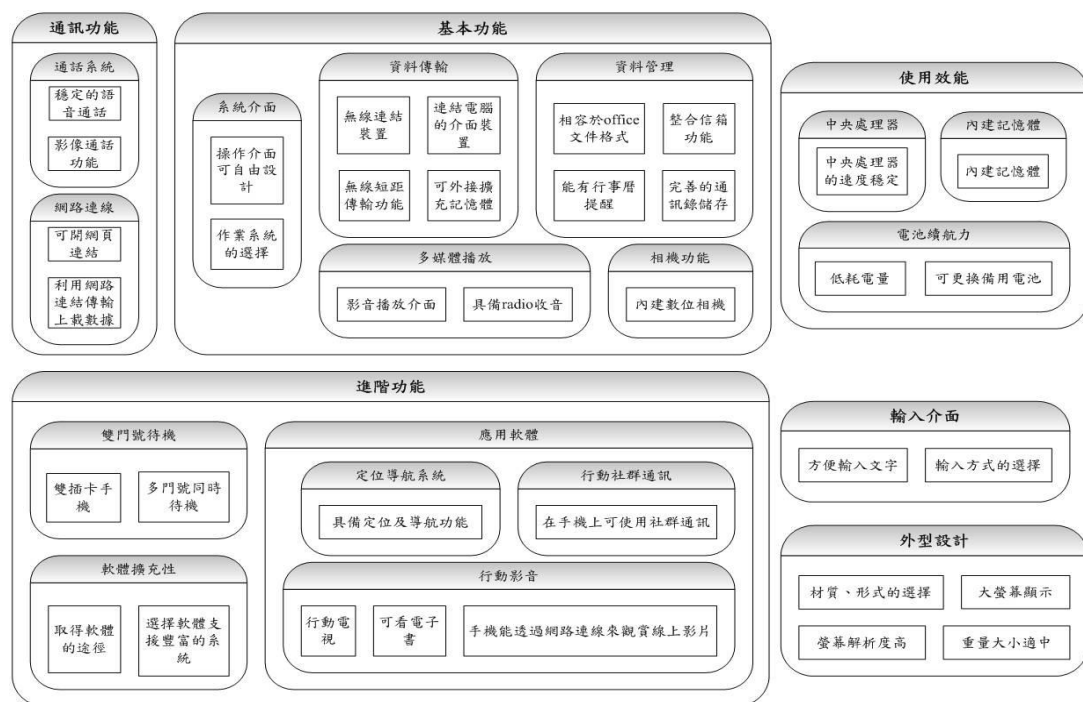


圖 4 Smartphone 親和圖分類

(三) 將 VOC 項目轉化為 VOE 屬性

透過親和圖中的群集定義，發展出群集下的 VOE 屬性。如表 6 所示。

表 6 將親和圖的分類群集轉化為 VOE 屬性群集

功能群集	VOE 屬性				
通訊功能	通話系統	網路傳輸			
基本功能	系統介面	資料傳輸	資料管理	相機功能	多媒體播放
進階功能	雙門號待機	軟體擴充性	應用軟體		
外型設計	外殼材質	樣式設計	機身重量	螢幕顯示	
使用效能	中央處理器	記憶體空間	電池續航力		
輸入介面	實體鍵盤	觸控式面板			

將各個 VOE 屬性做兩兩比較，將其之間的關係標示出來。若為正向相關則標記為「+」，若為負向相關則標記「-」，透過 QFD 中的屋頂-技術相關矩陣來表示 VOE 屬性間的關係。如圖 5 所示。

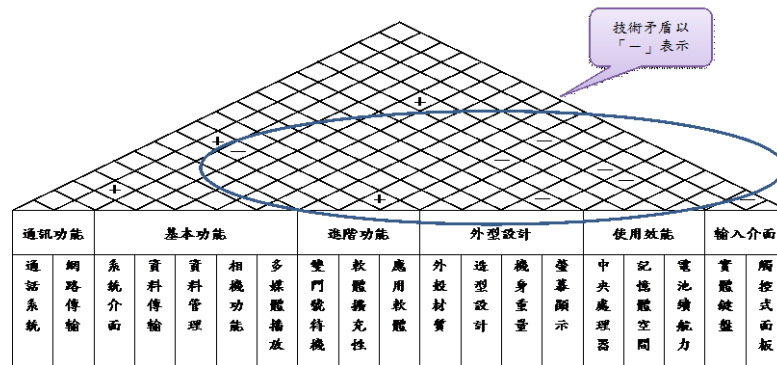


圖 5 QFD 屋頂列出的技術矛盾衝突

二、產品創新概念產生

由於 VOE 屬性是關係著產品開發後續生產製造活動的重要因素，VOE 屬性之間若為負相關，成為矛盾問題存在，此常成為研發過程中的瓶頸所在，故本研究透過 TRIZ 的典範轉移思考，來解決此矛盾問題。思考流程如圖 6 所示。

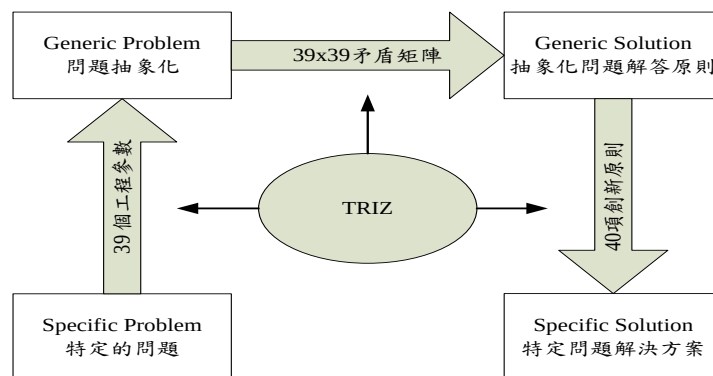


圖 6 TRIZ 的典範轉移思考求解

(一) 屬性矛盾分析並思考求解

將這些彼此之間有矛盾存在的 VOE 屬性，先依據 39 個工程參數作轉換並分為「欲改善的參數」及「可能惡化的參數」兩種，來查照 39x39 的矛盾矩陣表，找尋對應的創新原則，來思考創新的產品概念以解決矛盾問題，提升整個產品的性能。表 7 整理了 7 項矛盾產生，將其轉換為工程參數之後，並查詢原則的結果。

表 7 定義矛盾對應的工程參數，找尋創新原則

編號	改善項目	對應之工程參數	創新原則	
	惡化項目			
1	軟體擴充性	36.裝置複雜度	27.拋棄式	09.預先反作用
	系統介面	33.操作便利性	26.複製	24.中介物
2	應用軟體	36.裝置複雜度	12.等位性	17.轉換維度原理
	中央處理器	39.生產力	28.置換機械系統	
3	應用軟體	36.裝置複雜度	27.拋棄式	02.分離原理
	電池續航力	19.移動件消耗能量	28.置換機械系統	29.氣壓或液壓
4	螢幕顯示面積	05.移動件面積	02.分離原理	17.轉換維度原理
	機身重量	01.移動件重量	29.氣動或液壓	04.非對稱原理
5	螢幕顯示效能	18.亮度	32.改變顏色	01.分割
	電池續航力	19.移動件消耗能量	19.週期性動作	
6	觸控面板	05.移動件面積	15.動態性	17.轉換維度原理
	實體按鍵配置	33.操作便利性	13.逆轉	16.不足過多作用
7	電池續航力	19.移動件消耗能量	12.等位性	18.機械振動
	機身重量	01.移動件重量	28.置換機械系統	31.多孔材料

(二) 整合創新概念為產品方案

經過創新原則思考後的產品概念是很大量且零碎的，表 8 先以概念組合表的將各項矛盾透過創新原則思考出的解決概念方案作排列，先評估概念的組合。

表 8 矛盾解決方案的概念組合表

1		2		3		4		5		6		7	
↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
充性	軟體擴	應用軟	中央處	應用軟	電池續	示螢幕	機身重	示螢幕	電池續	觸控面	鍵實體	機身重	電池續
建立快捷徑	系統介	多核心 CPU		可拆卸更換式電池		觸控式螢幕		光感應器		觸控面板設計動態按鍵		太陽能吸熱電池	
Folder 資料夾分類		雲端運算技術				多面螢幕設計		顏色提醒		滑蓋設計		動能發電	
						隨身物品微投影		螢幕自動感應顯示區塊		多用途按鍵			
								多面螢幕設計					
								螢幕保護程式					

可排出的方案組合共有： $2 \times 2 \times 1 \times 3 \times 5 \times 3 \times 2 = 360$ 種，由於為數眾多，對於研發團隊來說是不易做評估和篩選的，因此先以 ECRS 手法 (取消、合併、重排及簡化) 進行整理。

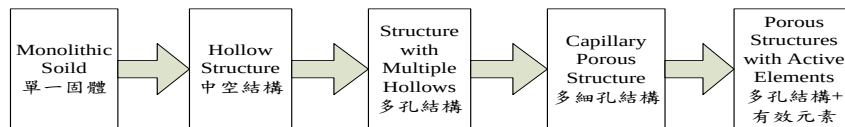
表 9 經 ECRS 手法整理後的概念組合表

1		2		3		4		5		6		7	
↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
充性	軟體擴	系統介	面	應用軟	體	中央處	理器	應用軟	體	電池續	航力	機身重	量
建立快啟捷徑 + Folder 資料夾分類		多核心 CPU + 雲端運算技術		可拆卸更換式電池		多面螢幕		光感應器		多用途按鍵		動能發電	
						觸控式螢幕						太陽能吸熱電池	
						隨身物品微投影						多孔材質	

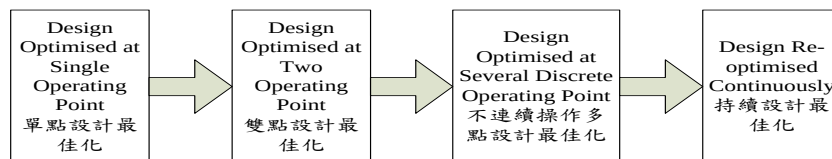
經整理後，概念的组合變化減少為 9 種。然而，為了預估概念方案组合在未來發展是否有共同的方向可作結合，在下一步驟將可能產生變化组合的 7 項概念，利用 D. Mann 提出的 37 條演進趨勢線來探討。

(三) 以趨勢演進現評估概念方案的發展

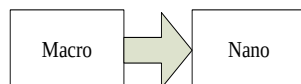
1. 多面螢幕：期望能在一體六面的空間上，有效地配置小螢幕來做顯示，定義為空間趨勢－空間分割。



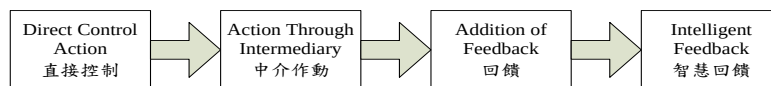
2. 觸控式螢幕：是 Smartphone 最主流的操作介面趨勢，需用手指去點選螢幕上的接觸點，定義為介面趨勢－操作點設計。



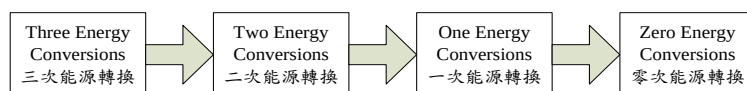
3. 隨身物品微投影：特性為好攜帶，體積重量並不會太大，定義為空間趨勢－從巨觀進化到微觀。



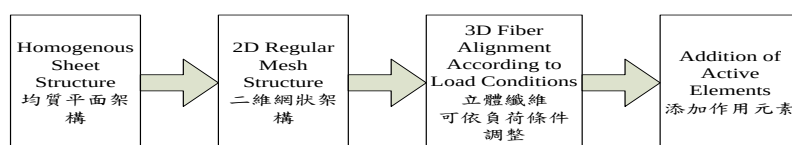
4. 光感應器：有效地控制電源與光源能相互輔助，定義為介面趨勢－控制度。



5. 太陽能吸熱電池&動能發電：透過能源的轉換，轉換次數越少，越能快速轉換為主要使用的電能，因此定義為介面趨勢－減少能源轉換次數。



6. 多孔材質：其特性是可以讓物體內空間設計呈現網狀結構，但仍可支撐外型之空間且減輕物體的重量，因此定義為空間趨勢－網狀纖維。



由以上概念的趨勢演進線，可將產品概念組合分為三類：

1. 「隨身物品微投影顯示」主要是一個越來越小化的趨勢；因要便於隨身攜帶，可以和「動能發電」的設計結合，利用行動時擺動或晃動產生的動態轉換為電能的儲存；同時為了節省電源，可搭配「光感應器」的省電設計。
2. 「多面螢幕」已經同時考慮減少機身重量和省電的功用，同時與「多面螢幕」都具有多孔結構特性，兩項概念結合可能較具未來演進的發展性。
3. 「觸控式螢幕」目前為市場主流的設計規格，多點觸控將會是一個主流的操作設計；也因為大螢幕便於操作和觀看，因此和「光感應器」結合省電能更增近使用效能；同時可加入「太陽能吸熱」之技術，以便儲備電能。

(四) 確認可評選之產品概念方案

在整理創新概念及趨勢評估之後，可確立三項產品概念方案，如表 10 所示。

表 10 各項 Smartphone 產品方案

方案 A	「隨身物品微投影」結合「動能發電」與「光感應器」	各方案皆配屬其餘的概念設計： 「建立快啟捷徑」、「Folder 資料分類」、「多核心 CPU」、「雲端運算技術」、「可拆卸更換式的電池」及「多用途按鍵」
方案 B	「多面螢幕」結合「多孔材質」	
方案 C	「觸控式螢幕」結合「光感應器」與「太陽能吸熱」	

三、評選產品創新方案

在經過前述階段已從顧客需求的探討，發展至創新的產品概念方案，而接下來此階段要進行方案的評選與決策，來決定投入後續產品開發活動的最終方案。

(一) 建構網路群集結構

透過 Saaty 和 Adams (2000) 共同研發了一套多準則決策軟體 Super Decision，來建構網路分析模型，圖 6 即為 Smartphone 功能展開的網路結構。以 TRIZ 理論發展的創新方案及各項功能分類為群集，而方案項目及各項功能分類所展開的 VOE 屬性為群集下之因素。各群集之間所連結箭線的箭頭方向表示著從屬關係，在透過 QFD 分析 VOE 屬性彼此之間的正負相關性，

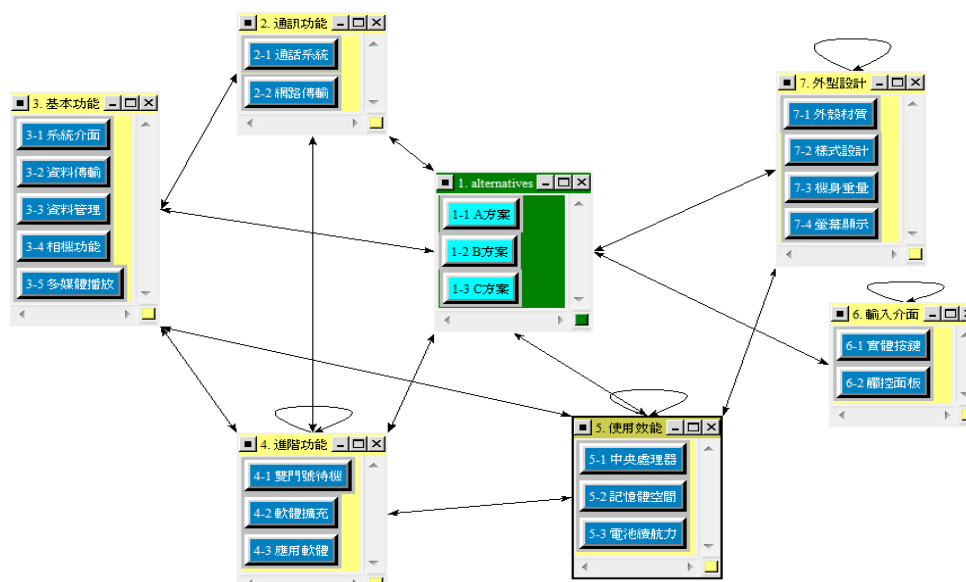


圖 6 Smartphone 功能展開之網路結構

(二) 進行成對比較及一致性檢定

建構完 ANP 網路模式後，透過專家問卷訪談以填入權重，進行成對比較及一致性的檢定。成對比較分為兩部分進行：主要群集與各群集內之因素。比較權重後尚須檢定權重的評判是否具有良好的邏輯性及遵守遞移律的關係，故透過一致性指標 (C.I.) 來判定， $C.I. < 0.1$ 時，其一致性程度是可被接受的。而在個別採集每位專家的意見之後，將對每項權重值以幾何平均數來整合其意見，並對整合後的權重數據再次進行一致性檢定，若滿足方可進行運算評比。

(三) 超級矩陣運算

藉由因素間成對比較結果之權重即可組成未加權超級矩陣，如表 11 所示。

表 11 未加權超級矩陣

	1.方案			2.通訊功能		3.基本功能					4.進階功能			5.使用效能			6.輸入介面		7.外型設計				
	1-1 A 方 案	1-2 B 方 案	1-3 C 方 案	2-1 通 話 系 統	2-2 網 路 傳 輸	3-1 系 統 介 面	3-2 資 料 傳 輸	3-3 資 料 管 理	3-5 相 機 功 能	3-5 多 媒 體 播 放	4-1 雙 門 控 待 機	4-2 軟 體 擴 充	4-3 應 用 軟 體	5-1 中 央 處 理 器	5-2 內 建 記 憶 體	5-3 電 池 續 航 力	6-1 實 體 按 鍵	6-2 觸 控 面 板	7-1 外 殼 材 質	7-2 樣 式 設 計	7-3 機 身 重 量	7-4 螢 幕 顯 示	
1. 方案	1-1 A方案	0	0	0.2426	0.1884	0.5917	0.5278	0.0719	0.7396	0.701	0.3333	0.0719	0.637	0.637	0.2583	0.0629	0.2654	0.088	0.7306	0.078	0.2789	0.2926	0.0887
	1-2 B方案	0	0	0.6694	0.081	0.0751	0.1396	0.2789	0.0938	0.1929	0.3333	0.2789	0.1047	0.1047	0.2583	0.0629	0.6694	0.081	0.2872	0.6491	0.6406	0.3522	
	1-3 C方案	0	0	0.0879	0.7306	0.3332	0.3325	0.6491	0.1666	0.1061	0.3333	0.6491	0.2583	0.2583	0.1047	0.6716	0.2427	0.1884	0.6348	0.0719	0.0668	0.5591	
2. 通訊功能	2-1 通話系統	0.25	0.1429	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2-2 網路傳輸	0.75	0.8571	0.9	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3. 基本功能	3-1 系統介面	0.2447	0.2924	0.2447	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3-2 資料傳輸	0.0591	0.0532	0.0591	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3-3 資料管理	0.074	0.0739	0.074	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	3-4 相機功能	0.1718	0.1572	0.1718	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3-5 多媒體播放	0.4503	0.4233	0.4503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4. 進階功能	4-1 雙門控待機	0.1047	0.0549	0.0585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4-2 軟體擴充	0.2583	0.2897	0.6631	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
	4-3 應用軟體	0.637	0.6554	0.2785	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
5. 使用效能	5-1 中央處理器	0.1007	0.0977	0.2308	0	0	0	0	0	0	1	0	0.25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	5-2 內建記憶體	0.2255	0.187	0.0769	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5-3 電池續航力	0.6738	0.7153	0.6923	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	1	0	0	0	0	0	0	1	1	
6. 輸入介面	6-1 實體按鍵	0.75	0.875	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	6-2 觸控面板	0.25	0.125	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
7. 外型設計	7-1 外殼材質	0.1263	0.2647	0.0786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7-2 樣式設計	0.244	0.1435	0.1554	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7-3 機身重量	0.5612	0.545	0.3108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0	1	
	7-4 螢幕顯示	0.0686	0.0468	0.4552	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.875	0	0	0	0	1	0	

然而為了使此矩陣內行向量達到隨機化且反應實際意義，再乘上各群集之權重後即可得加權超級矩陣，如表 12 所示。加權超級矩陣解讀方式為在固定某一行因素下，判斷該因素影響其它群集因素之程度。

表 12 加權超級矩陣

	1.方案			2.通訊功能		3.基本功能					4.進階功能			5.使用效能			6.輸入介面		7.外型設計				
	1-1 A 方 案	1-2 B 方 案	1-3 C 方 案	2-1 通 話 系 統	2-2 網 路 傳 輸	3-1 系 統 介 面	3-2 資 料 傳 輸	3-3 資 料 管 理	3-5 相 機 功 能	3-5 多 媒 體 播 放	4-1 雙 門 控 待 機	4-2 軟 擴 充	4-3 應 用 軟 體	5-1 中 央 處 理 器	5-2 內 建 記 憶 體	5-3 電 池 續 航 力	6-1 實 體 按 鍵	6-2 觸 控 面 板	7-1 外 殼 材 質	7-2 樣 式 設 計	7-3 機 身 重 量	7-4 螢 幕 顯 示	
1.方案	1-1 A方案	0	0	0	0.2426	0.1351	0.4362	0.4448	0.0344	0.7396	0.701	0.1348	0.0204	0.2087	0.1579	0.3261	0.0624	0.066	0.548	0.078	0.2789	0.071	0.0215
	1-2 B方案	0	0	0	0.6694	0.0581	0.0553	0.1177	0.1332	0.0938	0.1929	0.1348	0.079	0.0343	0.026	0.1322	0.0148	0.5021	0.0607	0.2872	0.6491	0.1554	0.0855
	1-3 C方案	0	0	0	0.0879	0.5239	0.2456	0.2802	0.3101	0.1666	0.1061	0.1348	0.1838	0.0846	0.064	0.0536	0.1578	0.182	0.1413	0.6348	0.0719	0.0162	0.1356
2.通訊功能	2-1 通話系統	0.0227	0.013	0.0091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2-2 網路傳輸	0.0681	0.0778	0.0817	0	0	0	0.1573	0	0	0	0	0.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.基本功能	3-1 系統介面	0.0174	0.0208	0.0174	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3-2 資料傳輸	0.0042	0.0038	0.0042	0	0.0658	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3-3 資料管理	0.0053	0.0052	0.0053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1957	0	0	0	0	0	0	
	3-4 相機功能	0.0122	0.0112	0.0122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3-5 多媒體播放	0.032	0.0301	0.032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.進階功能	4-1 雙門控待機	0.0181	0.0095	0.0101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4-2 軟體擴充	0.0446	0.05	0.1144	0	0.2172	0.2629	0	0	0	0	0	0	0.1899	0	0.2925	0.1342	0	0	0	0	0	
	4-3 應用軟體	0.1099	0.1131	0.0481	0	0	0	0	0	0	0	0.1641	0	0.1417	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.使用效能	5-1 中央處理器	0.039	0.0379	0.0894	0	0	0	0	0	0	0	0.5955	0	0.1206	0	0	0.5783	0	0	0	0	0	
	5-2 內建記憶體	0.0874	0.0725	0.0298	0	0	0	0.5223	0	0	0	0	0.417	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5-3 電池續航力	0.2612	0.2773	0.2684	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3618	0.6104	0	0	0	0	0	0	0	0.6694	0.6694
6.輸入介面	6-1 實體按鍵	0.1681	0.1961	0.0224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	
	6-2 觸控面板	0.056	0.028	0.2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	
7.外型設計	7-1 外殼材質	0.0068	0.0143	0.0042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7-2 樣式設計	0.0132	0.0077	0.0084	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7-3 機身重量	0.0303	0.0294	0.0168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0066	0	0	0	0	0	0.0879	
	7-4 螢幕顯示	0.0037	0.0025	0.0246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.046	0	0	0	0	0.0879	0	

最後由加權超級矩陣自我相乘使其矩陣內元素達到收斂穩定狀態成為極限超級矩陣，並消除矩陣中存在 0 之元素，如表 13 所示。

表 13 極限超級矩陣

		1.方案			2.通訊功能			3.基本功能			4.進階功能			5.使用效能			6.輸入介面			7.外型設計		
		1-1 A 方 案	1-2 B 方 案	1-3 C 方 案	2-1 通 話 系 統	2-2 網 路 傳 輸	3-1 系 統 介 面	3-2 資 料 傳 輸	3-3 資 料 管 理	3-5 相 多 媒 體 功 能 放 機	4-1 雙 門 號 待 機	4-2 軟 體 擴 充	4-3 應 用 軟 體	5-1 中 央 處 理 器	5-2 內 建 記 憶 體	5-3 電 池 續 航 力	6-1 實 體 按 鍵	6-2 觸 控 面 板	7-1 外 殼 材 質	7-2 樣 式 設 計	7-3 機 身 重 量	7-4 螢 幕 顯 示
1.方案	1-1 A方案	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146	0.1146
	1-2 B方案	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062
	1-3 C方案	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039	0.1039
2.通訊功能	2-1 通話系統	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043
	2-2 網路傳輸	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258
3.基本功能	3-1 系統介面	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122
	3-2 資料傳輸	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
	3-3 資料管理	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131
	3-4 相機功能	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034
	3-5 多媒體播放	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089
4.進階功能	4-1 雙門號待機	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
	4-2 軟體擴充	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834	0.0834
	4-3 應用軟體	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579	0.0579
5.使用效能	5-1 中央處理器	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383	0.1383
	5-2 內建記憶體	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592	0.0592
	5-3 電池續航力	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953	0.1953
6.輸入介面	6-1 實體按鍵	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438	0.0438
	6-2 觸控面板	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7.外型設計	7-1 外殼材質	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021
	7-2 樣式設計	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029
	7-3 機身重量	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
	7-4 螢幕顯示	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

(四) 選擇最終產品概念方案

極限超級矩陣中行向量達隨機化，消除零向量及零之元素特性，可得到對於 Smartphone 各項 VOE 屬性與方案的權重，如表 14 所示。

表 14 最終方案及 VOE 屬性權重

群集	因素	極限化後權重	群集內正規化權重
1. 方案	1-1 A 方案	0.1146	0.4086
	1-2 B 方案	0.0620	0.2210
	1-3 C 方案	0.1039	0.3704
2. 通訊功能	2-1 通話系統	0.0043	0.1444
	2-2 網路傳輸	0.0258	0.8556
3. 基本功能	3-1 系統介面	0.0122	0.3028
	3-2 資料傳輸	0.0028	0.0706
	3-3 資料管理	0.0131	0.3239
	3-4 相機功能	0.0034	0.0833
	3-5 多媒體播放	0.0089	0.2195
4. 進階功能	4-1 雙門號待機	0.0037	0.0256
	4-2 軟體擴充	0.0834	0.5753
	4-3 應用軟體	0.0579	0.3992
5. 使用效能	5-1 中央處理器	0.1383	0.3520
	5-2 內建記憶體	0.0592	0.1508
	5-3 電池續航力	0.1953	0.4973
6. 輸入介面	6-1 實體按鍵	0.0438	0.5222
	6-2 觸控面板	0.0400	0.4779
7. 外型設計	7-1 外殼材質	0.0021	0.0770
	7-2 樣式設計	0.0029	0.1045
	7-3 機身重量	0.0095	0.3455
	7-4 螢幕顯示	0.0129	0.4730

表 14 中的「方案」群集內各因素之方案經正規化後之權重，最高的權重值所

對應之方案即代表最終所選擇方案。本研究以 Smartphone 為例，最後所得之最佳方案為 A 方案—「隨身物品微投影顯示」結合「動能發電」與「光感應器」的設計概念，可以此概念方案作為產品設計開發過程中後續活動發展的主要依據。

伍、結論

本研究期望整合 QFD、TRIZ 及 ANP 此三種方法來建構產品概念發展程序中創新概念評選的決策模式；從確認顧客需求、制訂產品規格、發展產品概念到概念方案的選擇等各階段，輔以理論工具能與實務的理念使兩者作結合。其中以理論工具結合使用的特別效益作為本研究的理論基礎；以 QFD 結合 TRIZ 的方式可得出滿足顧客需求的創新產品設計概念；而 QFD 結合 ANP 的評選方式，可以顧客需求轉化後的 VOE 屬性來做為評估產品創新概念的重要依據。

故本研究之貢獻乃是將此三種理論工具做相互結合，形成一系統化的方法來應用於產品概念的評選決策，特別是在 TRIZ 理論的使用，大多皆為定性的分析和思考模式，較缺少量化的數據分析，而本研究提出的模式即可彌補此點，並使 TRIZ 理論的相關應用方法能更完善地被評估、應用。因此本研究提出的此模式可達到幾點的效益：

1. 快速預測顧客需求：情境預測可快速地發展滿足顧客需求的條件方法。
2. 使顧客從不滿意到滿意：從市場現有產品的限制條件來做為未來產品設計的主要起始點—應用 TRIZ 理論。
3. 結構化且客觀的評選方式：以主要影響因素作為評估準則，且能整合團隊的不同意見。

然而以 TRIZ 理論做為概念產生的依據，由於僅使用矛盾分析來進行創新改善之設計；對於其他未發生矛盾、甚至可能是正相關的 VOE 屬性並未提出增益的概念，是本研究採用 TRIZ 理論來做為產品創新概念設計時，較為侷限的部分。在方法結合應用部分，TRIZ 和 ANP 的結合使用較少被討論，以及如何評估 TRIZ 理論的創新效益評估，這些都是未來仍可做為後續研究探討的議題。

參考文獻

- Eversheim, W. (2008), 德國 AIM 創新管理：系統化理論、方法與案例，初版，張淑惠、林崇偉譯，中國生產力中心出版，台北。
- Ulich, K. T., & S. D. Eppinger (2002), Product Design and Development, 3th ed., Mc-Graw Hill, 張書文、戴華亭 (譯)，產品設計與開發，第三版，華泰書局，台北。
- 林宜君 (2007)，「以 QFD 與 TRIZ 理論為基礎建構產品開發評估模型——以平面顯示器為例」，逢甲大學工業工程研究所，碩士論文。
- 劉忠祺 (2009)，「結合 QFD 與 TRIZ 方法之產品創新設計--以 LED 照明產品之開發設計為例」，國立勤益科技大學，研發與科技管理研究所碩士在職專班，碩士論文。
- 衛萬里 (2006)，「應用分析網路程序法選擇最佳產品設計方案之決策分析模式」，國立臺灣科技大學設計研究所，博士論文。
- Ferreira, C. V., M. E. Mec, F. A. Forcellini, E. Mec, & A. Ogliari (2001), “The Use Of QFD And TRIZ During The Conceptual Design Phase Of Plastic Injection Molding Components – A Tool To Aid In Establishing Component Specifications,” International Conference On Engineering Design Iced 01 Glasgow, August, 21-23.
- Mazur, G. (2000), “Integrating QFD and Other Quality Methods to Improve the New Product Development Process,” 12th Symposium on QFD, 6th International Symposium on QFD.
- Raharjo, H., C. Aarnout, B. C. Brombacher, & M. Xie (2008), “Dealing With Subjectivity in Early Product Design Phase: A Systematic Approach To Exploit Quality Function Deployment Potentials,” Computers and Industrial Engineering, 55, 253–278.
- Ertugrul, K. E. (2002), “Product Planning in Quality Function Deployment Using a

Combined Analytic Network Process and Programming Approach,” *Computer and Industrial Engineering*, 44, 171–190.

Lee, Y.-T., W.-W. Wu, & G.-H. Tzeng (2008), “An Effective Decision-making Method Using a Combined QFD and ANP Approach,” *Wseas Transactions on Business and Economics*, Issue 12, Volume 5, 541-551.

Saaty, T. L. (2006), “Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process,” *RWS Publications*, Pittsburgh.