# 應用層級分析法於熱熔膠之石油樹脂供應商遴選研究

# A Study on Petroleum Resin Supplier Selection for Hot-Melt Adhesives Using the Analytic Hierarchy Process

阮業春*　　吳曉君

Yeh-Chun Juan*　　Hsiao-Chun Wu

明志科技大學工業工程與管理系

## 摘要

近年來，面對全球熱熔膠(Hot-Melt Adhesive, HMA)市場發展迅速及跨國公司的環伺競爭，HMA 廠商如何在夾縫中脫穎而出，尋求生存之道，已成為當前刻不容緩的研究議題。優化供應商遴選機制，除可降低採購成本外，更能確保企業的競爭優勢。在 HMA 產品成本中，原料成本約佔整體成本的 8 成以上，其中石油樹脂約占 HMA 產品配方的 25%~50%左右，幾乎佔整體成本的 4 成。因此，遴選出適價、適質、符合各項認證的石油樹脂供應商，將成為 HMA 廠商提升競爭力的首要工作。本研究應用層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)，透過專家訪談及文獻探討歸納出 HMA 廠商在石油樹脂供應商的遴選系統上應考量的 5 個構面(成本、研發能力、品質、服務及組織營運管理)，以及其下一階的 15 個評估準則。再以個案公司為例，經過專家訪談與問卷調查分析後，求出各構面及準則之權重。最後求得石油樹脂供應商在遴選最佳方案時之優先向量，希望藉此模式提供 HMA 廠商在遴選石油樹脂供應商時之參考。

關鍵詞：熱熔膠、石油樹脂、供應商遴選、層級分析法

## Abstract

In recent years, facing the rapid development of the global hot-melt adhesive (HMA) market and fierce competition from multinational corporations, how HMA manufacturers can stand out from the competition and find a way to survive has become an urgent research topic. Optimizing the supplier selection mechanism not only reduces procurement costs, but also ensure the company's competitive advantage. Raw material costs account for over 80% of the total cost of HMA products. Among these, petroleum resin accounts for approximately 25% to 50% of the HMA product formulation, nearly 40% of the total cost. Therefore, selecting petroleum resin suppliers that offer suitable prices, quality, and meet various certifications will be the primary task for HMA manufacturers to enhance their competitiveness. This study employs the Analytic Hierarchy Process (AHP) to summarize five dimensions, including cost, R&D capability, quality, service, and organizational operation and management, that HMA manufacturers should consider in their selection system for petroleum resin suppliers, along with 15 evaluation criteria at the next level, through expert interviews and literature review. Using a case study company as an example, the weights of each dimension and criterion are determined after expert interviews and questionnaire analysis. Finally, the priority vector for selecting the best petroleum resin supplier is derived, aiming to provide a reference for HMA manufacturers in selecting petroleum resin suppliers.

Keywords: Hot-Melt Adhesive, Petroleum Resin, Supplier Selection, Analytic Hierarchy Process

## 1. 緒論

熱熔膠(Hot-Melt Adhesive, HMA)是一種含有100%不揮發之接著性樹脂，在常溫狀態下為固態，使用時加熱塗佈於被接著材表面，隨著溫度下降，HMA 將固著發揮其接著效果(施曉清，2013)。

近年來，全球 HMA 市場正處於快速轉型與穩定增長的階段，2024 年全球市場規模約為 88.5~92.8 億美元，預計到 2030 年將成長到大約 111.3 億美元，年複合成長率維持在 3.9%~6%之間(MarketsandMarkets, 2025)。此外，由於新興國家的經濟成長、人民所得增加、生活水準提高，也帶動了過濾、包裝、衛材、木工、汽車、建築等產業的蓬勃發展(Shindalkar and Kandasubramanian, 2024)，HMA 廠商生產了許多適用於上述產業發展的產品，此舉也為 HMA 市場注入了新的重要成長動能。

值此之際，佔領全球 HMA 市場一半以上之跨國企業巨頭，如波士膠、富樂、漢高等公司，已緊鑼密鼓加強全球佈局，一般 HMA 廠商如何在夾縫中脫穎而出求得生存，已是當前刻不容緩的研究議題。

當前國際情勢詭譎多變，常直(間)接影響石油價格波動，導致各大產業對原料成本支出增加。HMA 係以基體樹脂為主體成分，加入增黏樹脂、黏度調節劑、增塑劑、抗氧劑和填充劑等組成，HMA 廠商須有效降低整體供應鏈營運成本，以提高產品競爭優勢(Galimzyanova et al., 2024)。

HMA 種類雖多，但主要以 EVA 系(約占 50%)及 TPR 感壓膠系(約占 30%) HMA 為主。考量 HMA 原料成本約佔整體產品成本 8 成以上，而 HMA 產品配方中又以 EVA 樹脂、石油樹脂及松香樹脂所佔配方比為最高(約整體成本的 5 成)。惟 EVA 樹脂為寡占市場，故貨源供應較無選擇空間；而松香樹脂價格居高不下，甚已超過了石油樹脂，故逐漸為石油樹脂所取代 (杜新勝、劉青利，2014)。因此，如何找出適質、適價、及符合各項認證的 HMA 石油樹脂供應商，實已成為 HMA 廠商提升競爭力的關注焦點。

因此，本研究以 T 公司為例，針對 HMA 廠商之石油樹脂供應廠商遴選方法進行研究，透過國內外相關文獻研究的整理與專家訪談，並以層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)進行分析及評估，以找出適價、適質、符合各項認證的 HMA 石油樹脂供應商。

## 2. 文獻回顧

為能對研究背景有所瞭解，以做為後續遭遇問題與解決方法發展之基礎，本節將對 HMA 組成原料、石油樹脂於 HMA 的應用、供應商遴選準則、AHP 應用於供應商遴選等文獻，做一回顧及評述。

### 2.1 熱熔膠組成原料

HMA 的主要組成原料包括(李勝彪，2013；Czakaj et al., 2023)：

1. 基體樹脂：EVA、TPR、PET、PU、PA 等是製作 HMA 的主要成分，這些樹脂的比例、質量決定了 HMA 的基本性能，如膠的黏結能力、熔融溫度、黏結強度等。
2. 增黏劑：是 HMA 的主要助劑之一。如果僅用基體樹脂熔融時，在一定溫度下雖具有的黏結力，但當溫度下降後，就難以對紙張進行潤濕和滲透，而失去黏結能力，無法達到黏結效果；加入增黏劑就可以提高膠體的流動性和對被黏物的潤濕性，改善黏結性能，達到所需的黏結強度。一般增黏劑有 C5 石油樹脂，C9 石油樹脂、松香、改性松香、萜烯樹脂等。
3. 黏度調節劑：作用是增加膠體的流動性、調節凝固速度，以達到快速黏結牢固的目的。一般選擇石蠟、微晶蠟、合成蠟(PE 或 PP)、費托蠟等。
4. 增塑劑：加快融化速度，降低 HMA 的熔融黏度，提高 HMA 柔韌度及耐寒性。
5. 抗氧化劑：加入適量的抗氧劑是為了防止 EVA 熱熔膠的過早老化。因為膠體在熔融時溫度偏高會氧化分解，加入抗氧劑可以保證在高溫條件下，黏結性能不發生變化。
6. 填充劑：主要是降低成本，減少 HMA 固化時的收縮性，常使用碳酸鈣，此料價格低廉。

### 2.2 石油樹脂於熱熔膠的應用

石油樹脂是石油裂解過程中所產生的副產品—C5、C9 餾份，經前處理、聚合、蒸餾等精細化學工藝生產的一種熱塑性樹脂。依原料的不同分為脂肪族樹脂(C5)、脂環族樹脂(DCPD)、芳香族樹脂(C9)、脂肪族/芳香族共聚樹脂(C5/C9)及加氫石油樹脂(C5 加氫石油樹脂、C9 加氫石油樹脂)幾大類。石油樹脂有價格低廉、酸價低，混溶性好、熔點低、耐水、耐乙醇和耐化學品等特性，對酸鹼具有化學穩定，並有調節黏性和熱穩定性好的優點，可廣泛用於橡膠、膠黏劑、塗料、造紙、油墨等多種行業和領域(江珍貴，2014)。

石油樹脂主要應用在 HMA、感壓膠配方中，因為基體樹脂往往需要特定溫度才能發揮效果，若出現溫度改變(下降)，則會失去黏接性能。在添加石油樹脂後，可以明顯提升 HMA 本身的浸潤性，還能有效提高黏合性能，為流變性進行科學調整，有效提高 HMA、感壓膠耐高溫效果。在性能指標上，非晶態石油樹脂成分比較複雜，主要由雙烯烴及單烯烴通過聚合作用而產生，其不具有相對固定熔點。因此，石油樹脂的環球軟化點往往是性能得以發揮的核心(Kohnechi et al., 2023)。而石油樹脂應用領域的延伸和擴大，取決於其自身的物理性質，如相容性、色度、酸值等。一般情況下，石油樹脂應用到 HMA 生產中，需要具備如表 1 所示之性能指標(盧言成、童昕、孫向東，2007)。

表 1 石油樹脂性能指標表

| 性能指標 | 物理性質 |
|---|---|
| 顏色 | < 6 |
| 軟化點(℃) | 90~120 |
| 霧點(℃) | < 150 |
| 熔融黏度(℃) | < 250 |
| 酸值 | < 1 |
| 碘值 | < 300 |

近幾年來，由於 HMA 中膠條產品在 DIY 市場的需求蓬勃發展，此產品要求外觀為無色透明。因此，在選擇石油樹脂時，顏色、耐熱性(軟化點)及與 EVA 的相容性等，都是遴選時很重要的參考指標(Kohnechi et al., 2023)。

### 2.3 供應商遴選準則

供應商遴選要考慮多重因素，不適合或配合度不高的供應商，輕可延誤交期造成生產不順，重則影響公司營運，造成財務商譽上的損失。因此，選擇適合企業營運策略的供應商是採購人員重要的課題。不同的產業對供應商評選的準則不盡相同，通常會隨企業發展的策略不同而調整(許振邦 2005)。

Weber et al. (1991)將 1967 至 1990 年間有關供應商評選的 74 篇英文期刊文獻，歸納出如表 2 所示之 10 項最常出現的供應商選擇標準，前三名依序為「價格」、「交期」與「品質」。

表 2 供應商選擇標準文獻討論次數(Weber et al., 1991)

| | 供應商選擇標準 | 文獻討論次數 |
|---|---|---|
| 1 | 價格(Net Price) | 61 |
| 2 | 交期(Delivery) | 44 |
| 3 | 品質(Quality) | 40 |
| 4 | 生產設備與產能(Production Facilities & Capacity) | 23 |
| 5 | 地理位置(Geographic Location) | 16 |
| 6 | 技術能力(Technical Capability) | 15 |
| 7 | 組織與管理(Management & Organization) | 10 |
| 8 | 商譽與地位(Reputation & Position in Industry) | 8 |
| 9 | 財務狀況(Financial Position) | 7 |
| 10 | 過去績效(Performance History) | 7 |

如表 3 所示，Wilson (1994)的研究結果顯示，70 年代製造商最在意的供應商評估指標是交期及價格，而 90 年代則是品質與服務。因此，供應商選擇的考量因素，除了供應商產品的性質、策略或未來發展方向與上游產業顧客(製造商)的需求、規模、及產品發展方向亦息息相關(Topdemir and Akman, 2025)。

表 3 供應商評選準則相對重要性變化(Wilson, 1994)

| 提出論文 | 價格 | 品質 | 交期 | 服務 |
|---|---|---|---|---|
| Lehmann/O'Shaughnessy (1974) | 2 | 3 | 1 | 4 |
| Lehmann/O'Shaughnessy (1982) | 2 | 1 | 4 | 3 |
| Wilson (1994) | 3 | 1 | 4 | 2 |

Dickson (1996)針對供應商遴選的準則與要素的問題，對 273 位採購經理進行系統化問卷研究，

一般來說，供應商選擇的評估準則往往會根據當時社會環境及狀況不同而有所差異。如表 4 所示，研究中列舉依重要性排序的 23 項供應商遴選準則，以「品質」、「交期」與「過去績效」三項準則為前三名。

表 4 供應商遴選準則(Dickson, 1996)

| 供應商**遴**選準則 |
|---|
| 1. 品質(Quality) |
| 2. 交期(Delivery) |
| 3. 過去績效(Performance History) |
| 4. 保證與權利政策(Warranties and Claim Policy) |
| 5. 生產設備與產能(Production Facilities and Capacity) |
| 6. 價格(Price) |
| 7. 技術能力(Technical Capability) |
| 8. 財務狀況(Financial Position) |
| 9. 程式的服從(Procedural Compliance) |
| 10. 溝通系統(Communication System) |
| 11. 業界聲譽與地位(Reputation and Position in Industry) |
| 12. 企業經營企圖(Desire for Business) |
| 13. 管理組織(Management and Organization) |
| 14. 作業控制(Operating Controls) |
| 15. 維修服務(Repair Service) |
| 16. 服務態度(Attitude) |
| 17. 過去印象(Impression) |
| 18. 包裝能力(Packaging Ability) |
| 19. 勞資關係紀錄(Labor Relations Record) |
| 20. 地理位置(Geographical Location) |
| 21. 過去營業額(Amount of Past Business) |
| 22. 訓練目標(Training Aids) |
| 23. 相互妥協(Reciprocal Arrangement) |

吳明哲(2007)指出，合成樹脂產業選擇供應商主要以「供應商組織文化」、「技術與反應能力」、「財務與信譽」、「交期能力」、「價格反應」、「資訊與合作能力」、「品質能力」、「服務與客訴能力」為主。

洪順天(2008)提出供應商選擇有 15 個要素，依序為品質、交期、成本、服務、技術、供應商整體聲譽、供應商在其產業之競爭能力、供應商對其供應商管控能力、供應商本身議價能力、認證及專利、管理、產能、訓練、電子化能力、環保等。

徐光宣(2014)針對台灣製造商選擇樹脂原物料供應商進行因素分析，並挑選 15 位專家做評估因素之問卷調查，以做為決策參考之用。其以文獻探討加以彙整並歸納出樹脂供應商之評選要素，包含「品質」、「服務」、「價格」、「製造技術」及「經營」等五大構面做為供應商評選之決策。

秦瑀(2015)指出，綠色供應鏈管理係將環保的概念原則納入到管理體制當中，企業組織應該與供應商建立良好的合作關係，包含供應商提供相關稽核驗證。

Mirzaee and Ashtab (2024)回顧橫跨十年間的 143 篇核心研究，梳理出包括經濟(成本/財務穩定)、環境(碳排放/綠色包裝)、社會(地區就業機會/勞工健康安全)、以及韌性(彈性/抗風險能力/恢復力)等四大指標維度，做為現代供應鏈同時將「永續性(Sustainability)」與「韌性(Resiliency)」嵌入遴選準則的參考。

Gupta and Shaikh (2024)利用德爾菲法與模糊層級分析法(fuzzy AHP, FAHP)為製造業萃取出 8 大主準則(包含交付、經濟、環境、社會、管理與組織、品質、服務、供應商關係)及 32 個關鍵子準則。在製造業的實際權重中，首重「交運」、「品質」和「經濟效益」，但「綠色材料採購與設計」與「社會責任」的權重近年顯著攀升，成為能否建立長期戰略夥伴關係的關鍵決定因子。

Hu et al. (2025)有別於傳統靠專家問卷建立的準則，而是利用機器學習模型分析創新製造業的線上交易市場數據，以瞭解零售商在實際採購決策中如何評估供應商屬性。結果發現，在真實世界中，「速度」與「價格」被零售商視為最重要的遴選準則，其次是「品質」，最後才是「增值服務」，此外，這些準則也會隨訂單大小及產品特徵進行動態調整。

綜合上述文獻可以瞭解，供應商評選的準則與各產業狀態、公司策略有關，但主要的供應商評選準則仍為價格、交期、品質與服務等；而在樹脂供應商評選中，技術能力、環保、經營管理則是評選的重要因素。

### 2.4 層級分析法應用於供應商遴選

AHP 發展的目的是將複雜的問題系統化，由不同的層面給予層級分解，並透過量化的方法，覓得脈絡後加以綜合評估，以提供決策者選擇適當的方案(褚志鵬，2009)。

Saaty (2008)發展 AHP 的 9 項基本假設包括：

1. 一個系統可被分解成許多種類(Classes)或成份(Components)，並形成像網路的層級結構。
2. 層級結構中每一層級的要素均假設具獨立性(Independence)。
3. 每一層級內的要素，可以用上一層級的某些或所有要素做為評準，進行評估。
4. 比較評估時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度(Ratio Scale)。
5. 各層級要素進行成對比較後，可使用正倒值矩陣(Positive Reciprocal Matrix)處理。
6. 偏好關係滿足遞移性(Transitivity)；不僅優劣關係滿足遞移性(A 優於 B 優於 C，則 A 優於 C)，同時強度關係也滿足遞移性(A 優於 B 二倍、B 優於 C 三倍，則 A 優於 C 六倍)。
7. 具完全遞移性不容易，故容許不具遞移性存在，但需測試其一致性(Consistency)的程度。
8. 要素的優勢程度經由加權法則(Weighting Principle)求得。
9. 任何要素只要出現在階層結構中，不論其優勢程度如何小，均被認為與整個評估結構有關，而並非檢核層級結構的獨立性。

層級為系統結構的骨架，用以研究階層中各要素的交互影響及對整個系統的衝擊(Impact)。層級結構可以從整體目標(Apex)、子目標(Subobjectives)、影響子目標的要素(Factors)、影響要素的人們(People)、人們的目標及政策(Policies)、更遠的策略(Strategies)、以及從這些策略所得到的結果(Outcomes)等，從而形成多重層級，而層級的多寡端視系統的複雜性與分析所需而定(褚志鵬，2009)。

分析問題或系統時，是站在最高層級來看不同層級的相互影響，不是直接從各層級的要素來分析，因此在建立系統的層級結構時有二個問題需要解決；一是如何構建層級的關係；二是如何評估各層級要素的影響程度。

在實際應用上並無一定的層級構建程式，但可嘗試利用腦力激盪法(Brain-storming)、明示結構法(Interpretive Structure Modelling, ISM)、階層結構分析法(Hierarchical Structure Analysis, HAS)、結構模型化群體法(Group Method of Structure Modelling, GMSM)、PATTERN 法(Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers)等方法進行分析及確認層級的關係；至於如何評估各層級要素的影響程度，可利用特徵向量法(Eigenvector Method, EM)、最小平方法(Least Squares Method, LSM)、幾何平均法(Geometric Means Method, GMM)、Churchman 法、Scheffe 法等進行(褚志鵬 2009)。

Narasimhan (1983)以價格結構、交貨狀況、品質、服務等四大構面做為第一個層級，在每一個構面下再列出數個準則做為供應商的評估。建立完層級結構之後，將各構面及準則做兩兩成對的比較，再計算出各權重值，以做為供應商選擇的決策。

林冠州(2004)結合因素分析法(Factor Analysis)、AHP 與德菲法(Delphi Method)建立供應商評估模式。結果得出 TFT-LCD 產業供應商選擇評估之主要因素依序為：產品品質、成本、技術、交期、營運管理、服務、品質系統等。

Vaidya and Kumar (2006)針對 150 篇世界各國的論文進行研究分類，結果發現 AHP 在選擇、評估、決定、順序、開發等前五項議題的應用上就佔了 77%；而 AHP 在個人、工程、社會、製造、工業等領域的問題解決與應用則佔了 71%。

周郁舜(2008)研究能在眾多電子零組件供應商中挑選出適合自己公司所要求條件之企業，該研究以 AHP 進行產業間對供應商選擇指標之權重評估；再輔以國內電子產業之專業採購人員問卷調查，並以德菲法支持問卷做答的準確性，以降低由 AHP 法所帶來的主觀意見。

徐淑靜(2010)以 AHP 歸納出大尺寸電視製造商在 TFT-LCD 面板供應商的評選系統，透過技術、品質、交期、價格及營運管理等五個構面的考量，及其下一階的 12 個準則，再對專家進行訪談與問卷調查、彙整專家意見，歸納出各構面及準則之權重高低，以求取替代方案的優先向量，選擇最適合自己公司的供應商評估策略。

蕭愛麗(2011)彙整並歸納鞋業對於塑膠供應商評選之層級架構與五大準則，並對鞋業專家進行

調查，根據問卷調查結果，以 AHP 決定評選準則之重要性，在權重分配上，以成本最為重要，其次依序為品質、交期、產能技術、服務。

賴瑞愷(2016)以 AHP 進行製鞋業對供應商評選之評估依據，並以品質、成本、交期、服務、創新及綠色做為評選之六大準則，最後得到評估準則之相對權重，提供鞋廠評選供應商決策之參考。

劉茜蓉(2017) 對資深採購經理進行訪談與問卷調查，選用及建構出 IC 基板供應商關鍵因素第二層的品質、技術、價格及交期等四大構面，並透過文獻整理篩選出 14 個關鍵準則，最後利用 AHP 量化分析，得出 5 大 IC 基板供應商重要評選指標。

Manik (2023)遵循 AHP 方法與步驟，針對一家製藥廠的原料與外包包材供應商，提取出成本、品質、交運、彈性與溝通等 5 大傳統主準則及數個子準則，對十家供應商進行考核，最後通過一致性檢驗並算出供應商權重排名。

Van Nguyen and Le (2024)應用 AHP 評估並篩選越南一家軟體公司的供應商，並以採購筆記型電腦做為案例，調查該企業中採購部門主管的專業人員、IT 專家及最終使用者。根據先前的研究和專家意見，制定了 7 項供應商選擇標準，這些標準的權重如下：產品品質(0.3753)、供應商信譽(0.2649)、價格與付款條件(0.1349)、供應能力與交期(0.0907)、服務品質(0.0591)、資訊共享(0.0376)、及戰略協同與配合度(0.0376)，該企業可利用上述標準來評估並選擇符合公司需求的供應商。

Shekhar et al. (2024)運用 AHP 對邁向淨零排放過程中扮演關鍵角色的各項因素，進行優先順序評估。專家聚焦於 5 大核心指標(營運效率、資源利用與管理、基礎設施效率、貨物裝卸機制及物流人員效率)及 20 個細部子指標設計出 AHP 問卷並進行調查，AHP 分析結果提供了實證依據，為印度物流企業在採行碳中和以實現淨零排放的決策過程中，提供了具體的參考藍圖與方向。

## 3. 研究方法

圖 1 為研究架構與步驟，透過文獻回顧及產業專家選出供應商遴選準則，再應用 AHP 歸納及驗證出 HMA 廠商對於石油樹脂供應商的遴選模式。

### 3.1 問題描述與決策群體組成

首先，本研究將邀請個案公司之採購人員 7 人、研發人員 6 人及品管人員 2 人，共 15 名業務專員或主管組成石油樹脂供應商之遴選決策群體，藉由其專業知識與經驗以客觀評估及制定 HMA 產業石油樹脂供應商之遴選問題與決策。

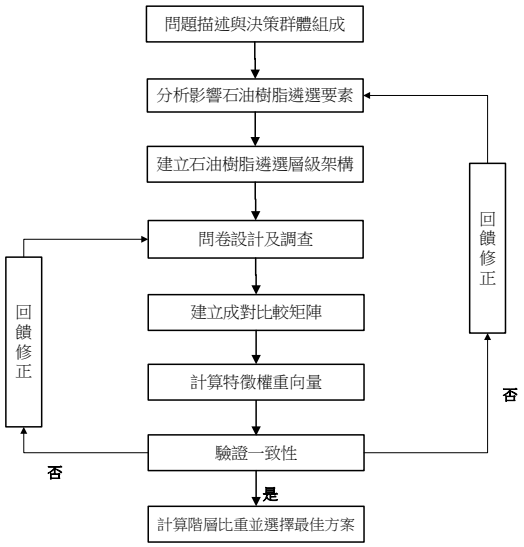



圖 1 研究架構與步驟

### 3.2 分析影響石油樹脂遴選要素

在使用 AHP 時，需先清楚定義問題本身，本步驟將透過各種方法找出各種影響石油樹脂的遴選要素。本研究首先透過「文獻探討」來尋找相關研究，並邀請專家學者直接評估，若是問題要素非常發散，則可透過「腦力激盪法」來彙整出層級架構，或是透過「德菲法」方式得出。

個案公司石油樹脂供應商之遴選決策群體，經過腦力激盪後，本研究彙整出「成本」、「研發能力」、「品質」、「服務」、「組織營運管理」等 5 個遴選要素構面，其中「成本」、「品質」及「服務」是普遍適用各業界在評選供應廠商都會提到的遴選要素，而「研發能力」及「組織營運管理」則是個案公司特殊考量之評選要素。

### 3.3 建立石油樹脂遴選層級架構

針對「成本」、「研發能力」、「品質」、「服務」、

「組織營運管理」等 5 個遴選構面，決策群體進一步綜整出 15 項細部評估準則，包括「成本」構面下之價格、付款條件、降低成本的能力；「研發能力」構面下之產品線廣度、新品配合開發、配合特殊規格的篩選；「品質」構面下之產品品質穩定度、不良品處理速度、品質管制與保證系統；「服務」構面下之穩定供貨、交期掌控能力、訂單變更彈性；「組織營運管理」構面下之地理位置、策略夥伴、垂直整合能力等，以針對 UPM、JINHAI、EXXONMOBIL (EXXON)、EASTMAN 等 4 家供應商進行 AHP 的成對比較問卷評分，以評選出適合個案公司的石油樹脂最佳供應商。

完整之 HMA 產業石油樹脂供應商遴選決策之 AHP 層級架構，如圖 2 所示。

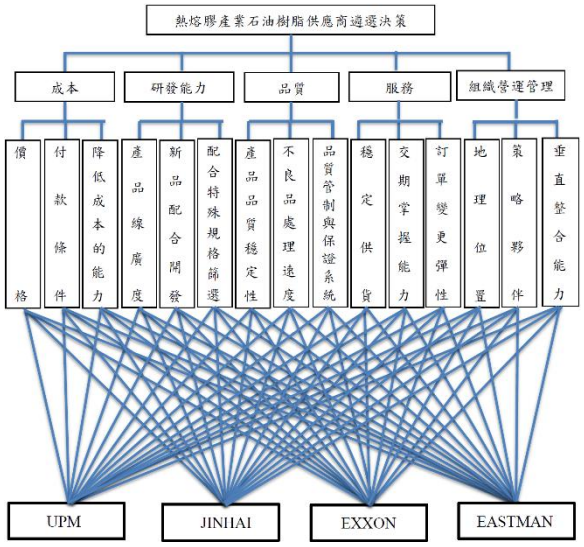



圖 2 HMA 產業石油樹脂供應商遴選決策之 AHP 層級架構模型

### 3.4 問卷設計及調查

在製作問卷時考量業界專家因工作經驗、職務、年齡的不同，對於問卷評估結果也有所不同，因此，在各項評選準則上會詳細說明清楚，使受訪者於問卷填答時不會因認知不同，導致結果有所偏差。同時附上範例讓受訪者參考，幫助受訪者得以清楚明瞭如何填寫問卷。

如表 5 所示，AHP 問卷之設計是依據兩兩構面或評估準則之相對重要程度選擇絕對重要、極重要、頗重要、稍重要、同等重要，並分別給予名目尺度 9、7、5、3、1；另外，再加上 2、4、6、8 四個尺度的衡量值。如兩項要素具同等重要性，則分數以「1」來表示，如果前項較後項具有絕對性重要，則以「9」來表示(Saaty, 2008)。

根據圖 2 所示石油樹脂供應商遴選之 5 個構面及 15 項細部評估準則，本步驟參考表 5 之評估尺度設計出「HMA 產業石油樹脂供應商遴選之重要性成對比較問卷」。首先，表 6 為 HMA 產業石油樹脂供應商遴選之 5 個評估構面的重要性成對比較問卷。接著，針對各個構面的細部評估準則進行問卷設計。以成本構面為例，表 7 顯示成本構面之細部評估準則的重要性成對比較問卷。

表 5 AHP 評估尺度意義及說明

| 評估尺度 | 定義 | 說明 |
|---|---|---|
| 1 | 同等重要 (Equal Importance) | 兩個比較方案的貢獻程度具有同等重要性 |
| 3 | 稍重要 (Weak Importance) | 經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案 |
| 5 | 頗重要 (Essential Importance) | 經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案 |
| 7 | 極重要 (Very Strong Importance) | 實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案 |
| 9 | 絕對重要 (Absolute Importance) | 有足夠證據肯定絕對喜好某一方案 |
| 2,4,6,8 | 相鄰尺度之中間值 (Intermediate values) | 需要折衷值時 |

表 6 石油樹脂供應商遴選構面之重要性成對比較問卷

| 構面A | 構面A較重要 ← 一樣重要 → 構面B較重要 | | | | | | | | | | | | | | | | 構面B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 絕重要 | | 極重要 | | 頗重要 | | 稍重要 | | 相同 | 稍重要 | | 頗重要 | | 極重要 | | 絕重要 | |
| 尺度 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 尺度 |
| 成本 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 研發能力 |
| 成本 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 品質 |
| 成本 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 服務 |
| 成本 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 組織營運管理 |
| 研發能力 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 品質 |
| 研發能力 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 服務 |
| 研發能力 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 組織營運管理 |
| 品質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 服務 |
| 品質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 組織營運管理 |
| 服務 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 組織營運管理 |

表 7 石油樹脂供應商成本構面細部評估準則之重要性成對比較問卷

| 構面A | 構面A較重要 ← 一樣重要 → 構面B較重要 | | | | | | | | | | | | | | | 構面B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 絕重要 | | 極重要 | | 頗重要 | | 稍重要 | 相同 | 稍重要 | | 頗重要 | | 極重要 | | 絕重要 | |
| 尺度 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 尺度 |
| 價格 | | | | V | | | | | | | | | | | | | | 付款條件 |
| 價格 | | | | | | | | V | | | | | | | | | | 降低成本能力 |
| 付款條件 | | | | | | | | | | | | | | | V | | | 降低成本能力 |

最終，本研究依 3.1 節所邀請個案公司決策群體之採購人員 7 人、研發人員 6 人及品管人員 2 人，共發出 15 份問卷。

### 3.5 建立成對比較矩陣

在完成專家問卷回收後，將針對每項影響構面或評估細則之重要性成對比較問卷，建立如方程式(1)所示之成對比較矩陣 $A$。

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & & a_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

假設有 $n$ 個影響構面須比較時，則需進行 $n(n-1)/2$ 個成對比較，以形成一個如表 8 所示的 $n \times n$ 矩陣。該矩陣的主對角線為構面自己與自己比，數值一律填入 1；矩陣上三角為 A 比 B，若問卷結果顯示 A 比 B 重要，則在矩陣(A, B)位置 $a_{AB}$ 填入該問卷中的成對比較尺度，若問卷結果顯示 B 比 A 重要，則在 $a_{AB}$ 填入問卷中成對比較尺度的倒數；矩陣下三角(B, A)位置 $a_{BA}$ 則填入上三角中(A, B)位置值的倒數，亦即 $1/a_{AB}$。

以表 7 成本構面之細部評估準則問卷填答內容為例，可轉換建立出表 8 之成對比較矩陣。首先，由於表 8 中矩陣對角線為評估準則自己相比，故全部填入 1。接著，由表 7 可知，評估準則「價格」較「付款條件」重要，評估尺度為 6，故在表 8 的(價格, 付款條件)位置填入 6；接著，表 7 顯示評估準則「價格」較「降低成本能力」重要，評估尺度為 2，故在表 8 的(價格, 降低成本能力)位置填入 2；最後，由於表 7 顯示評估準則「付款條件」較「降低成本能力」不重要，且不重要性程度為 7，故在表 8 的(付款條件, 降低成本能力)位置填入 7 的倒數 1/7。最後，表 8 的矩陣下三角部分，則填入矩陣上三角相對應位置的倒數。

表 8 石油樹脂供應商成本構面細部評估準則之成對比較矩陣

| 評估準則 | 價格 | 付款條件 | 降低成本能力 |
|---|---|---|---|
| 價格 | 1 | 6 | 2 |
| 付款條件 | 1/6 | 1 | 1/7 |
| 降低成本能力 | 1/2 | 7 | 1 |

### 3.6 計算特徵權重向量

建立成對比較矩陣後，接著要求取特徵向量。以表 8 成本構面細部準則的成對比較矩陣 $A$ 為例，

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 2 \\ 1/6 & 1 & 1/7 \\ 1/2 & 7 & 1 \end{bmatrix}$$

接著，本研究採用行向量平均值標準化法，先以方程式(2)計算成對比較矩陣的行(縱向)總和 $S_j$；再以方程式(3)對每一行進行標準化；接著利用方程式(4)將標準化後的各列(橫向)加總；最後以方程式(5)、(6)計算出各個層級要素的特徵權重($w_i$)及特徵權重向量($W$)。

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij}, \quad j = 1,2,\dots,n \quad (2)$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_j} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \quad (3)$$

$$R_i = \sum_{j=1}^{n} b_{ij}, \quad i = 1,2,\dots,n \quad (4)$$

$$w_i = \frac{R_i}{n} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} b_{ij} \quad (5)$$

$$W = [w_1, w_2, \cdots, w_n]^T, \quad \sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \quad (6)$$

表 9 顯示經由方程式(2)~(6)的計算步驟，可獲得特徵權重向量$W = [0.5549, 0.0724, 0.3727]^T$。

表 9 成本構面細部評估準則之特徵權重向量計算步驟

(a) 計算 $S_j$

| 評估準則 | 價格 | 付款條件 | 降低成本能力 |
|---|---|---|---|
| 價格 | 1 | 6 | 2 |
| 付款條件 | 0.167 | 1 | 0.143 |
| 降低成本能力 | 0.500 | 7 | 1 |
| 行總合 $S_j$ | 1.667 | 14 | 3.143 |

(b) 計算 $b_{ij}$

| 評估準則 | 價格 | 付款條件 | 降低成本能力 |
|---|---|---|---|
| 價格 | 0.5999 | 0.4286 | 0.6363 |
| 付款條件 | 0.1002 | 0.0714 | 0.0455 |
| 降低成本能力 | 0.2999 | 0.5000 | 0.3182 |

(c) 計算 $R_i$

| 評估準則 | 價格 | 付款條件 | 降低成本能力 | 列總和 $R_i$ |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 價格 | 0.5999 | 0.4286 | 0.6363 | 1.6648 |
| 付款條件 | 0.1002 | 0.0714 | 0.0455 | 0.2171 |
| 降低成本能力 | 0.2999 | 0.5000 | 0.3182 | 1.1181 |

(d) 計算 $w_i$

| 評估準則 | 權重 $w_i$ |
|---|---|
| 價格 | 0.5549 = 1.6648/3 |
| 付款條件 | 0.0724 = 0.2171/3 |
| 降低成本能力 | 0.3727 = 1.1181/3 |

### 3.7 驗證一致性

成對比較矩陣內之數值為專家依主觀所下之判斷值，但由於判斷層級與因素眾多，使得專家在兩兩比較的判斷下，很難達成前後的一致性。因此需對該成對比較矩陣數值進行一致性檢定。本研究採用一致性指標(Consistency Index, CI)及一致性比率(Consistency Ratio, CR)，做為一致性檢定的指標。

首先，如方程式(7)所示，先計算成對比較矩陣 $A$ 與特徵權重向量 $W$ 的相乘積，再以個別特徵權重 $w_i$ 計算出最大特徵值 $\lambda_{max}$；接著，利用方程式(8)算出一致性指標 $CI$。$CI = 0$ 表示受訪者前後的判斷完全具一致性；$CI > 0$ 則表示前後判斷不連貫。Saaty (2008)建議 $CI \leqq 0.1$ 為可容許的偏誤。

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{(AW)_i}{w_i} \quad (7)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (8)$$

接著，根據不同階層數 $n$，查表 10 找出對應的隨機指標(Random Index, RI)，$RI$ 是科學家透過統計方法，將無序隨機產生的 500 個矩陣所算出的平均 $CI$ 值；最後，利用方程式(9)計算出 $CR$。$CR \leq 0.1$ 代表該矩陣的一致性在可接受範圍內，該問卷/評分有效，其權重可以使用；$CR > 0.1$ 代表決策者的判斷前後矛盾，必須請決策者重新填寫或修正成對比較矩陣。

表 10 隨機指標表

| $n$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $RI$ | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

以表 9 之 $W = [0.5549, 0.0724, 0.3727]^T$ 為例，

$\lambda_{max}$ = [(1*0.5549 + 6*0.0724 + 2*0.3727) / 0.5549 +
(1/6*0.5549 + 1*0.0724 + 1/7*0.3727) / 0.0724
+ (1/2*0.5549 + 7*0.0724 + 1*0.3727) / 0.3727]
/ 3 = 3.0811

$CI$ = (3.0811 – 3) / (3 – 1) = 0.04055

$CR$ = 0.04055 / 0.58 = 0.0699

由於 $CI$ 與 $CR$ 均小於 0.1，故表示該問卷/評分有效，回答內容具前後一致性。

### 3.8 計算階層比重並選擇最佳方案

如表 11 所示，本研究將依方案($A$)、評估準則($C$)、準則權重($W$)、各方案評估分數($e$)等架構，評估計算出各方案的整體表現得分($S$)。第 $j$ 個方案之整體表現得分 $S_j$ 的計算公式如方程式(10)所示。

表 11 AHP 之多準則評估構成要素

| 評估準則 | 準則權重 | 方案評估分數 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $A_1$ | $A_2$ | ….. | $A_m$ |
| $C_1$ | $w_1$ | $e_{11}$ | $e_{12}$ | ….. | $e_{1m}$ |
| . | . | . | . | ….. | |
| . | . | . | . | | |
| | | | | ….. | |
| $C_n$ | $w_n$ | $e_{n1}$ | $e_{n2}$ | ….. | $e_{nm}$ |
| 方案表現得分 | | $S_1$ | $S_2$ | ….. | $S_m$ |

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} w_i e_{ij}, \quad n\text{為評估準則的數目} \quad (10)$$

以方程式(6)計算出圖 2 層級架構中各個評估準則的特徵權重值後，接下來便是根據各個方案在不同評估準則的表現得分 $S$ 進行方案優劣排序。

在計算完表 9 成本構面之價格、付款條件、及降低成本能力等評估準則的權重後；接著，假設此案例有四個需考量的供應商方案，因此決策者須從成本及其所屬之價格、付款條件、及降低成本能力等評估準則去比較四個供應商方案的重要性。

假設根據決策者問卷得到表 12 之價格、付款條件、及降低成本能力等三項評估準則的四個供應商方案成對比較矩陣，依照方程式(2)~(6)計算各個供應商方案的評估值(特徵權重)，如表 13 所示。

表 12 價格、付款條件及降低成本能力之成對比較矩陣

(a) 價格之成對比較矩陣

| 價格 | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
|---|---|---|---|---|
| UPM | 1 | 1 | 5 | 5 |
| JINHAI | 1 | 1 | 6 | 6 |
| EXXON | 1/5 | 1/6 | 1 | 1 |
| EASTMAN | 1/5 | 1/6 | 1 | 1 |

(b) 付款條件之成對比較矩陣

| 付款條件 | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
|---|---|---|---|---|
| UPM | 1 | 7 | 7 | 7 |
| JINHAI | 1/7 | 1 | 5 | 5 |
| EXXON | 1/7 | 1/5 | 1 | 3 |
| EASTMAN | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1 |

(c) 降低成本能力之成對比較矩陣

| 降低成本能力 | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
|---|---|---|---|---|
| UPM | 1 | 5 | 5 | 4 |
| JINHAI | 1/5 | 1 | 4 | 4 |
| EXXON | 1/5 | 1/4 | 1 | 1 |
| EASTMAN | 1/4 | 1/4 | 1 | 1 |

表 13 供應商方案之評估分數

| 評估值 $e_{ij}$ | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
|---|---|---|---|---|
| 價格 | 0.4036 | 0.4420 | 0.0772 | 0.0772 |
| 付款條件 | 0.6239 | 0.2267 | 0.0965 | 0.0529 |
| 降低成本能力 | 0.5574 | 0.2597 | 0.0877 | 0.0952 |

最後，將表 9(d)之成本構面評估準則權重 $w$ 與表 13 之各方案評估分數 $e$ 合併成表 14 之成本構面評估要素。最後，依方程式(10)將 $w$ 乘以 $e$ 再加總即可得到各個供應商方案表現得分 $S$。例如 UPM 表現得分即 0.4036*0.5549 + 0.6239*0.0724 + 0.5574*0.3727 = 0.4769，其餘方案表現得分之計算依此類推。

表 14 成本構面評估要素

| 評估準則 $C$ | 準則權重 $w$ | 方案評估分數 $e$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
| 價格 | 0.5549 | 0.4036 | 0.4420 | 0.0772 | 0.0772 |
| 付款條件 | 0.0724 | 0.6239 | 0.2267 | 0.0965 | 0.0529 |
| 降低成本能力 | 0.3727 | 0.5574 | 0.2597 | 0.0877 | 0.0952 |
| 方案表現得分 $S$ | | 0.4769 | 0.3585 | 0.0825 | 0.0821 |

因此，可得知以成本構面考量石油樹脂供應商，UPM 為最佳選擇。

## 4. 實證結果與討論

本研究以 T 公司為例，按照前述研究方法，採用 AHP 對 UPM、JINHAI、EXXON、EASTMAN 等 4 家 HMA 石油樹脂供應商進行分析及評估，以找出適價、適質、並符合各項認證的供應商。

如 3.1 節所述，本研究邀請 T 公司之採購人員 7 人、研發人員 6 人及品管人員 2 人，共 15 名業務專員或主管組成HMA石油樹脂供應商之遴選決策群體。首先，該決策群體根據 3.2 及 3.3 節的文獻探討、腦力激盪及德菲法進行影響要素分析，並得到如圖 2 所示之 5 個構面及 15 項細部評估準則的 T 公司 HMA 石油樹脂供應商遴選層級架構。

接著，決策群體根據圖 2 及 3.4 節方法設計出「HMA 產業石油樹脂供應商遴選問卷」，表 6 即石油樹脂供應商遴選層級架構之第一層 5 個構面的重要性成對比較問卷；表 7 則為成本構面之第二層細部評估準則的重要性成對比較問卷，其餘問卷依此類推。

問卷設計完成後，本研究對 T 公司決策群體的 15 位專家發出 HMA 石油樹脂供應商遴選問卷。收回之問卷經由 3.5~3.7 節方法進行一致性檢定，結果 15 份問卷中有 3 位專家問卷結果未通過一致性檢定，因此，僅以 12 份有效專家問卷進行分析及評估，表 15 為 12 位專家之輪廓資料。

表 15 決策群體專家之輪廓資料

| 問卷項目 | 項目值 | 人數 | 百分比 |
|---|---|---|---|
| 性別 | 男 | 4 | 33.33% |
| | 女 | 8 | 66.67% |
| 年齡 | 31~40 歲 | 5 | 41.67% |
| | 41~50 歲 | 6 | 50.00% |
| | 51 歲以上 | 1 | 8.33% |
| 教育程度 | 專科 | 2 | 16.67% |
| | 大學 | 4 | 33.33% |
| | 碩士 | 6 | 50.00% |
| 職務名稱 | 採購 | 6 | 50.00% |
| | 研發 | 4 | 33.33% |
| | 品管 | 2 | 16.67% |
| 工作年資 | 6~10 年 | 4 | 33.33% |
| | 11~15 年 | 5 | 41.67% |
| | 16 年以上 | 3 | 25.00% |

根據 12 位有效專家問卷，本研究採用 3.5~3.8 節之方法，針對 5 個構面、15 個細部評估準則進行特徵權重計算，並對 UPM、JINHAI、EXXON、EASTMAN 等 4 家供應商進行方案評分計算。最後，使用方程式(10)計算各個供應商方案的綜合加權評價，以評選出 T 公司之最佳石油樹脂供應商。

### 4.1 構面權重分析

如圖 2 所示，本研究共選出「成本」、「研發能力」、「品質」、「服務」及「組織營運管理」等 5 個構面。採用 3.5~3.8 節方法對 12 份有效專家問卷分別計算 5 個構面權重後，應用算術平均法求取 12 份問卷平均值，整理如表 16 所示之 5 個構面權重。

表 16 構面權重分析表

| 構面 | 權重 | 排名 |
|---|---|---|
| 成本 | 0.364 | 1 |
| 研發能力 | 0.106 | 5 |
| 品質 | 0.304 | 2 |
| 服務 | 0.111 | 4 |
| 組織營運管理 | 0.116 | 3 |

由此可知，在 HMA 市場中，價格是相當競爭的，材料成本因在產品價格中占比相當高，故「成本」構面權重 0.364 在各個影響構面中最高；其次是「品質」構面的權重 0.304，品質不佳的原料將導致產線不順，甚至造成重大損失；而後三個構面的權重則相對較低且差異不大。

### 4.2 細部評估準則權重分析

如圖 2 所示，5 個影響構面下有 15 項細部評估準則，分別為「成本」構面下的價格、付款條件、降低成本能力;「研發能力」構面下的產品線廣度、新品配合開發、配合特殊規格篩選；「品質」構面下的產品品質穩定度、不良品處理速度、品質管制與保證系統；「服務」構面下的穩定供貨、交期掌控能力、訂單變更彈性；「組織營運管理」構面下的地理位置、策略夥伴、垂直整合能力等。同樣地，採用 3.5~3.8 節方法對 12 份有效專家問卷分別計算 15 個細部評估準則權重，再求取 12 份問卷平均值，即可得表 17 所示之細部評估準則權重及排名。

表 17 細部評估準則權重分析表

| 構面 | 準則 | 權重 | 排名 |
|---|---|---|---|
| 成本 | 價格 | 0.469 | 1 |
| | 付款條件 | 0.139 | 3 |
| | 降低成本的能力 | 0.392 | 2 |
| 研發能力 | 產品線廣度 | 0.250 | 3 |
| | 新品配合開發 | 0.315 | 2 |
| | 配合特殊規格篩選 | 0.435 | 1 |
| 品質 | 產品品質穩定性 | 0.549 | 1 |
| | 不良品處理速度 | 0.199 | 3 |
| | 品質管制與保證系統 | 0.252 | 2 |
| 服務 | 穩定供貨 | 0.499 | 1 |
| | 交期掌控能力 | 0.273 | 2 |
| | 訂單變更彈性 | 0.227 | 3 |
| 組織營運管理 | 地理位置 | 0.267 | 3 |
| | 策略夥伴 | 0.304 | 2 |
| | 垂直整合能力 | 0.430 | 1 |

接著，如表 18 所示，將構面權重乘以細部評估準則權重，即可得到整體細部評估準則權重及排名。

表 18 整體細部評估準則權重分析表

| 構面 | 評估準則 | 準則權重 | 整體權重 | 排名 |
|---|---|---|---|---|
| 成本 (0.364) | 價格 | 0.469 | 0.170716 | 1 |
| | 付款條件 | 0.139 | 0.050596 | 7 |
| | 降低成本的能力 | 0.392 | 0.142688 | 3 |
| 研發能力 (0.106) | 產品線廣度 | 0.250 | 0.026500 | 14 |
| | 新品配合開發 | 0.315 | 0.033390 | 11 |
| | 配合特殊規格篩選 | 0.435 | 0.046110 | 9 |
| 品質 (0.304) | 產品品質穩定性 | 0.549 | 0.166896 | 2 |
| | 不良品處理速度 | 0.199 | 0.060496 | 5 |
| | 品質管制與保證系統 | 0.252 | 0.076608 | 4 |
| 服務 (0.111) | 穩定供貨 | 0.499 | 0.055389 | 6 |
| | 交期掌控能力 | 0.273 | 0.030303 | 13 |
| | 訂單變更彈性 | 0.227 | 0.025197 | 15 |
| 組織營運管理 (0.116) | 地理位置 | 0.267 | 0.030972 | 12 |
| | 策略夥伴 | 0.304 | 0.035264 | 10 |
| | 垂直整合能力 | 0.430 | 0.049880 | 8 |

由表 18 中前十名的細部評估準則可知，由於 HMA 價格是相當競爭的，「成本」直接反應價格，故其下的 3 個細部評估準則均在前十名內；至於間接影響價格與成本的「品質」構面，其所屬 3 個細部評估準也都在前十名內；而「服務」構面下的「穩定供貨」準則，攸關生產及客戶交期是否能準時出貨，亦是企業重要的能力；「研發能力」構面中的「配合特殊規格篩選」準則，則是供應商能否配合研製配方的重要環節；最後，T 公司近年在全球設立 8 座工廠，因此，在「組織營運管理」構面中的「垂直整合能力」及「策略夥伴」兩個細部評估準則均被看重，以期將合適的供應商納入自身的策略夥伴，並整合自身的供應鏈系統。

### 4.3 熱熔膠石油樹脂供應商最佳方案遴選

本研究之 T 公司共有 4 個 HMA 石油樹脂遴選方案，分別為 UPM、JINHAI、EXXON、EASTMAN 等 4 家廠商。如表 19 所示，有關 12 份有效專家問卷之 *CI* 值皆小於 0.1，亦即該問卷的填答符合一致性要求。在得到個別專家對各個細部準則的供應商方案評分後，再求取 12 份問卷的平均值做為最終供應商方案評分，並彙整如表 19。

表 19 供應商之方案評分及一致性評估

| 構面($w_{構}$) | 細部準則($w_{細}$) | 方案 | 方案評分($e$) | *CI* |
|---|---|---|---|---|
| 成本 (0.364) | 價格 (0.469) | UPM | 0.309 | 0.05<0.1 |
| | | JINHAI | 0.373 | |
| | | EXXON | 0.164 | |
| | | EASTMAN | 0.155 | |
| | 付款條件 (0.139) | UPM | 0.454 | 0.04<0.1 |
| | | JINHAI | 0.165 | |
| | | EXXON | 0.168 | |
| | | EASTMAN | 0.213 | |
| | 降低成本的能力 (0.392) | UPM | 0.302 | 0.05<0.1 |
| | | JINHAI | 0.299 | |
| | | EXXON | 0.206 | |
| | | EASTMAN | 0.193 | |
| 研發能力 | 產品線廣度 (0.250) | UPM | 0.235 | 0.04<0.1 |
| | | JINHAI | 0.207 | |
| | | EXXON | 0.306 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (0.106) | | EASTMAN | 0.252 | |
| | 新品配合開發 (0.315) | UPM | 0.260 | 0.04<0.1 |
| | | JINHAI | 0.351 | |
| | | EXXON | 0.203 | |
| | | EASTMAN | 0.186 | |
| | 配合特殊規格篩選 (0.435) | UPM | 0.290 | 0.03<0.1 |
| | | JINHAI | 0.369 | |
| | | EXXON | 0.162 | |
| | | EASTMAN | 0.179 | |
| 品質 (0.304) | 產品品質穩定性 (0.549) | UPM | 0.370 | 0.04<0.1 |
| | | JINHAI | 0.217 | |
| | | EXXON | 0.182 | |
| | | EASTMAN | 0.231 | |
| | 不良品處理速度 (0.199) | UPM | 0.422 | 0.05<0.1 |
| | | JINHAI | 0.230 | |
| | | EXXON | 0.176 | |
| | | EASTMAN | 0.173 | |
| | 品質管制與保證系統 (0.252) | UPM | 0.385 | 0.03<0.1 |
| | | JINHAI | 0.212 | |
| | | EXXON | 0.197 | |
| | | EASTMAN | 0.206 | |
| 服務 (0.111) | 穩定供貨 (0.499) | UPM | 0.535 | 0.05<0.1 |
| | | JINHAI | 0.184 | |
| | | EXXON | 0.134 | |
| | | EASTMAN | 0.148 | |
| | 交期掌控能力 (0.273) | UPM | 0.431 | 0.04<0.1 |
| | | JINHAI | 0.237 | |
| | | EXXON | 0.155 | |
| | | EASTMAN | 0.177 | |
| | 訂單變更彈性 (0.227) | UPM | 0.430 | 0.04<0.1 |
| | | JINHAI | 0.274 | |
| | | EXXON | 0.146 | |
| | | EASTMAN | 0.151 | |
| 組織營運管理 (0.116) | 地理位置 (0.267) | UPM | 0.426 | 0.05<0.1 |
| | | JINHAI | 0.251 | |
| | | EXXON | 0.145 | |
| | | EASTMAN | 0.177 | |
| | 策略夥伴 (0.304) | UPM | 0.431 | 0.04<0.1 |
| | | JINHAI | 0.208 | |
| | | EXXON | 0.192 | |
| | | EASTMAN | 0.169 | |
| | 垂直整合能力 (0.430) | UPM | 0.263 | 0.03<0.1 |
| | | JINHAI | 0.209 | |
| | | EXXON | 0.273 | |
| | | EASTMAN | 0.256 | |

接著，將表 19 中 5 個構面分別彙整成表 20(a)~(e)中的細部準則($C_{細}$)及其權重($w_{細}$)與供應商方案評分($e$)；最後，依方程式(10)將$w_{細}$乘以$e$再加總即可得到各個供應商方案表現得分($S$)。以成本構面之UPM供應商為例，表現得分即 0.469*0.309 + 0.139*0.454 + 0.392*0.302 = 0.326。

表 20 石油樹脂供應商方案之細部評估

(a) 成本構面評估要素

| 細部評估準則 $C_{細}$ | 準則權重 $w_{細}$ | 方案評估分數 $e$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
| 價格 | 0.469 | 0.309 | 0.373 | 0.164 | 0.155 |
| 付款條件 | 0.139 | 0.454 | 0.165 | 0.168 | 0.213 |
| 降低成本能力 | 0.392 | 0.302 | 0.299 | 0.206 | 0.193 |
| 方案細部表現得分$S_{細}$ | | 0.326 | 0.315 | 0.181 | 0.178 |

(b) 研發能力構面評估要素

| 細部評估準則 $C_{細}$ | 準則權重 $w_{細}$ | 方案評估分數 $e$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
| 產品線廣度 | 0.250 | 0.235 | 0.207 | 0.306 | 0.252 |
| 新品配合開發 | 0.315 | 0.260 | 0.351 | 0.203 | 0.186 |
| 配合特殊規格篩選 | 0.435 | 0.290 | 0.369 | 0.162 | 0.179 |
| 方案細部表現得分$S_{細}$ | | 0.267 | 0.323 | 0.211 | 0.199 |

(c) 品質構面評估要素

| 細部評估準則 $C_{細}$ | 準則權重 $w_{細}$ | 方案評估分數 $e$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
| 產品品質穩定性 | 0.549 | 0.370 | 0.217 | 0.182 | 0.231 |
| 不良品處理速度 | 0.199 | 0.422 | 0.230 | 0.176 | 0.173 |
| 品質管制與保證系統 | 0.252 | 0.385 | 0.212 | 0.197 | 0.206 |
| 方案細部表現得分$S_{細}$ | | 0.384 | 0.218 | 0.185 | 0.213 |

(d) 服務構面評估要素

| 細部評估準則 $C_{細}$ | 準則權重 $w_{細}$ | 方案評估分數 $e$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
| 穩定供貨 | 0.499 | 0.535 | 0.184 | 0.134 | 0.148 |
| 交期掌控能力 | 0.273 | 0.431 | 0.237 | 0.155 | 0.177 |
| 訂單變更彈性 | 0.227 | 0.430 | 0.274 | 0.146 | 0.151 |
| 方案細部表現得分$S_{細}$ | | 0.482 | 0.219 | 0.142 | 0.157 |

(e) 組織營運管理構面評估要素

| 細部評估準則 $C_{細}$ | 準則權重 $w_{細}$ | 方案評估分數 $e$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
| 地理位置 | 0.267 | 0.426 | 0.251 | 0.145 | 0.177 |
| 策略夥伴 | 0.304 | 0.431 | 0.208 | 0.192 | 0.169 |
| 垂直整合能力 | 0.430 | 0.263 | 0.209 | 0.273 | 0.256 |
| 方案細部表現得分$S_{細}$ | | 0.358 | 0.220 | 0.214 | 0.208 |

表 20(a)顯示，UPM (0.326)為「成本」構面考量中的最佳方案，其次為 JINHAI (0.315)、EXXON (0.181)及 EASTMAN (0.178)。事實上，UPM 為本土供應廠商，本著同地域及長久合作關係，在「價格」、「付款條件」的落實上始終提供比其他三家更優惠的條件。

表 20(b)從「研發能力」構面評估，結果顯示 JINHAI (0.323)得分最高、UPM (0.267)次之、EXXON (0.211)再次之，EASTMAN (0.199)為最低。JINHAI 為大陸供應廠商，近幾年持續擴展產品線廣度，積極配合客戶在產品上特殊的需求，相較其他三家較優。

表 20(c)針對「品質」構面評估，結果顯示 UPM (0.384)表現最佳，JINHAI (0.218)次之、EASTMAN (0.213)再次之，得分最低的是 EXXON (0.185)。由於 UPM 位於國內，在「不良品處理速度」準則上是最快的，且品質最為穩定，相較其他三家脫穎而出。

表 20(d)為「服務」構面的評估，結果為 UPM (0.482)最佳，其次為 JINHAI (0.219)、EASTMAN (0.157)及 EXXON (0.142)。由於 T 公司為 UPM 的前 10 大客戶之一，在市場供應緊張時仍能維持「穩定供貨」準則優勢，在訂單內容的變更上，相較其他三家位於國外的供應商也較有彈性，故保有服務

方面的優勢。

表 20(e)則是「組織營運管理」構面的評估，優劣依序為 UPM (0.358)最佳、接著是 JINHAI (0.220)、EXXON (0.214)及 EASTMAN (0.208)。UPM 為 T 公司配合最久的供應商，高層間常互相往來，彼此早就視為重要的合作夥伴。

由上述分析可知，UPM、JINHAI、EXXON 及 EASTMAN 等 4 家供應商在成本、研發能力、品質、服務及組織營運管理等 5 個構面的表現各有優劣，故在這 4 家供應商方案的遴選上應考量 5 個構面的整體表現。

因此，本研究最後將表 20 中 5 個構面($C_{構}$)及其權重($w_{構}$)與 4 個供應商方案細部表現得分($S_{細}$)整理成表 21；再依方程式(10)將$w_{構}$乘以$S_{細}$再加總即可得到 4 個供應商方案整體表現得分($S$)。以UPM供應商為例，整體表現得分即 0.364*0.326 + 0.106*0.267 + 0.304*0.384 + 0.111*0.482 + 0.116*0.358 = 0.358。

表 21 石油樹脂供應商方案之整體評估

| 構面評估準則 $C_{構}$ | 準則權重 $w_{構}$ | 方案細部表現得分$S_{細}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | UPM | JINHAI | EXXON | EASTMAN |
| 成本 | 0.364 | 0.326 | 0.315 | 0.181 | 0.178 |
| 研發能力 | 0.106 | 0.267 | 0.323 | 0.211 | 0.199 |
| 品質 | 0.304 | 0.384 | 0.218 | 0.185 | 0.213 |
| 服務 | 0.111 | 0.482 | 0.219 | 0.142 | 0.157 |
| 組織營運管理 | 0.116 | 0.358 | 0.220 | 0.214 | 0.208 |
| 方案整體表現得分$S$ | | 0.358 | 0.265 | 0.185 | 0.192 |

由表 21 之 HMA 石油樹脂供應商方案的整體評估表可知，T 公司應用 AHP 法遴選出 UPM (0.358)為石油樹脂供應商之最佳方案，其次依序為 JINHAI (0.265)、EASTMAN (0.192)及 EXXON (0.185)。此供應商排序可做為 T 公司未來遴選石油樹脂主要供應商或第二供應商選擇之參考。

## 5. 結論

HMA 產業在全球化佈局與競爭下，HMA 廠商對其石油樹脂供應商的遴選難度亦相形提高，在變動的環境及眾多決策影響因素驅使下，如何能夠綜合考量多項影響因素，同時將個人直觀考量降至最低，將有助於 HMA 廠商競爭力的提升。本研究以 T 公司為例，應用 AHP 方法以系統性觀點探討 HMA 廠商遴選石油樹脂供應商時所應考慮之相關因素，評估各項因素及方案之權重與得分，進而建構出一套系統化的石油樹脂供應商評選模式。

經文獻探討與專家訪談，本研究建構出包含 5 個構面、15 項細部評估準則及 UPM、JINHAI、EXXON、EASTMAN 等 4 家供應商方案的 HMA 石油樹脂供應商遴選架構。接著，在 AHP 問卷填答及構面權重分析後得知，成本(0.364)及品質(0.304)兩構面所佔權重較高；而在細部評估準則方面，較受看重的包含成本構面下的價格(0.171)、付款條件(0.051)、降低成本能力(0.143)等評估準則，品質構面下的產品品質穩定度(0.167)、不良品處理速度(0.060)、品質管制與保證系統(0.077)等評估準則，以及服務構面下的穩定供貨(0.055)評估準則。最後，T 公司應用 AHP 法計算出 UPM 表現得分 0.358 為石油樹脂供應商之最佳方案，其次依序為 JINHAI (0.265)、EASTMAN (0.192)及 EXXON (0.185)，此排序可做為未來選擇石油樹脂主要供應商或第二供應商遴選之參考。

## 參考文獻


1. 江珍貴（2014），能輝公司熱熔膠業務競爭戰略研究，廣西大學碩士論文。
2. 吳明哲（2007），供應鏈系統下供應商評選之研究--以台灣區合成樹脂產業為例，國立成功大學工學院工程管理專班碩士論文。
3. 李勝彪（2013）. 熱熔膠黏劑：製備·配方·應用，化工工業出版社，北京。
4. 杜新勝、劉青利（2014），「石油樹脂在熱熔壓敏膠中的應用」，黏接，第35卷，第4期，頁79-82。
5. 周郁舜（2008），台灣電子業供應商評選準則之模式，東吳大學國際經營與貿易學系碩士論文。
6. 林冠州（2004），TFT-LCD面板廠商對供應商選擇之研究，國立成功大學企業管理學系專班碩士論文。
7. 施曉清（2013），乙烯-醋酸乙烯酯共聚合物系熱熔膠熱傳導性質之研究，國立高雄應用科

技大學化學工程與材料工程系碩士在職專班碩士論文。

8. 洪順天（2008），製造業對供應商之採購管理策略研究--以背光模組產業為例，國立清華大學工業工程與工程管理學系碩士論文。
9. 徐淑靜（2010），以層級分析法探討大尺寸電視TFT-LCD面板供應商評選之關鍵因素，國立臺灣科技大學管理研究所碩士論文。
10. 徐光宣（2014），台灣電子產業選擇原料供應商決策關鍵因素之研究--以樹脂供應商為例，國立臺灣師範大學工業教育學系在職進修碩士班碩士論文。
11. 秦瑀（2015），綠色供應商評選指標及準則之文獻整理，東海大學企業管理學系碩士論文。
12. 許振邦(2005)，採購成本降低之策略與方法，中華採購管理協會，台北市。
13. 褚志鵬（2009），層級分析法(AHP)理論與實作，國立東華大學企業管理學系教學講義。
14. 劉茜蓉（2017），應用層級分析法探討臺灣IC封裝業基板供應商評選之研究，國立交通大學管理學院管理科學學程碩士論文。
15. 盧言成、童昕、孫向東（2007），「石油樹脂對熱熔膠、壓敏膠黏接性能的影響」，化工生產與技術，第14卷，第6期，頁51-54。
16. 蕭愛麗（2011），供應鏈管理下鞋業塑膠供應商評選之研究，國立雲林科技大學全球運籌管理研究所碩士論文。
17. 賴瑞愷（2016），應用層級分析法探討供應商評選機制－以某製鞋公司為例，逢甲大學工業工程與系統管理學系碩士論文。
18. Czakaj, J., Sztorch, B., Romanczuk-Ruszuk, E., Brząkalski, D., Przekop, R. E. （2023）, 〝Organosilicon compounds in hot-melt adhesive technologies.〞 Polymers, Vol. 15, No. 18, pp. 3708.
19. Dickson, G. W. （1996）, 〝An analysis of vendor selection systems and decisions.〞 Journal of Purchasing, Vol. 2, No. 1, pp. 5-17.
20. Galimzyanova, R. Y., Repina, E. M., Khakimullin, Y. N. （2024）, 〝The influence of hydrocarbon resins on the properties of polyisobutylene-based hot-melt adhesives.〞 Polymer Science, Series D, Vol. 17, No. 3, pp. 526-529.
21. Gupta, A. K., Shaikh, I.（2024）, 〝Sustainable supplier selection criteria for HVAC manufacturing firms: A multi-dimensional perspective using the delphi–fuzzy AHP method.〞 Logistics, Vol. 8, No. 4, pp. 103.
22. Hu, K., Kong, L., Jia, Z. （2025）, 〝Supplier selection criteria under heterogeneous sourcing needs: evidence from an online marketplace for selling production capacity.〞 Production and Operations Management, Vol. 34, No. 2, pp. 168-186.
23. Kohnechi, P., Fasihi, M., Eshaghi, H. （2023）, 〝Rheology, mechanical properties and peel adhesion of hot-melt adhesive based on thermoplastic polyurethane/nanosilica.〞 International Journal of Adhesion and Adhesives, Vol. 125, pp. 103440.
24. Manik, M. H. （2023）, 〝Addressing the supplier selection problem by using the analytical hierarchy process.〞 Heliyon, Vol. 9, No. 7, e17997.
25. MarketsandMarkets （2025）, Hot-Melt Adhesives market by resin type (EVA, SBC, MPO, APAO, Polyolefins), Application (Packaging, Solutions, Nonwoven Hygiene Products, Furniture & Woodwork, Bookbinding), and Region – Global Forecast to 2030, Report code: CH 3369, https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/hot-melt-adhesives-market-1088.html.
26. Mirzaee, H., Ashtab, S. （2024）, 〝Sustainability, resiliency, and artificial intelligence in supplier selection: A triple-themed review.〞 Sustainability, Vol. 16, No. 19,

pp. 8325.

27. Narasimhan, R. （1983）, 〝An analytical approach to supplier selection.〞 Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 19, No. 4, pp. 27-32.
28. Saaty, T. L. （2008）, 〝Decision making with the analytic hierarchy process.〞 International Journal of Services Sciences, Vol. 1, No. 1, pp. 83-98.
29. Shekhar, S., Khan, S., Hota, S. L., Muhammad Najeeb, K. K. （2024）, 〝Prioritizing the factors leading to carbon footprint neutrality in Indian logistics operation toward net-zero emission: an AHP approach.〞 In Net Zero Economy, Corporate Social Responsibility and Sustainable Value Creation: Exploring Strategies, Drivers, and Challenges (pp. 61-81). Cham: Springer Nature Switzerland.
30. Shindalkar, S. S., Kandasubramanian, B. （2024）, 〝Emerging applications of hot-melt adhesives for automobile assembly.〞 Progress in Adhesion and Adhesives, Vol. 8, pp. 283-303.
31. Topdemir R., Akman, G. （2025）, The Evolution of Supplier Selection Criteria in E-Commerce: A New Focus Shifting from Cost to Quality and Service.〞 Congress on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies-XI, Munich, Germany.
32. Vaidya, O. S., Kumar, S. （2006）, 〝Analytic hierarchy process: An overview of applications.〞 European Journal of Operational Research, Vol. 169, No. 1, pp. 1-29.
33. Van Nguyen, K. H. N., Le, T. U. （2024）, 〝Evaluating and selecting suppliers using the AHP method: Case study at a software company.〞 Proceedings of 2024 7th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD), pp. 216-226.
34. Weber, C. A., Current, J. R., Benton, W. C. （1991）, 〝Vendor selection criteria and methods.〞 European journal of operational research, Vol. 50, No. 1, pp. 2-18.
35. Wilson, E. J. (1994) , 〝The relative importance of supplier selection criteria: A review and update.〞 International Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 30, No. 2, pp. 34-41.