

# 探討專利活動年期、RTA 與 Entropy 對公司市值之 影響—以美國化工產業為例

## The influences of activity year of patent, RTA, and Entropy upon Market value in American chemical industry

陳宥杉

國立臺北大學企業管理  
學系教授

e-mail :

yushan@mail.ntpu.edu.tw

林郁璞

國立臺北大學企業  
管理學系研究生

e-mail :

st3885@hotmail.com

### 摘要

本研究以美國化工產業為研究對象，並透過人工類神經網路的方式進行分析，來探討專利活動年期、相對技術優勢(RTA)、專利熵指數(Entropy)對公司市值的影響，其中專利分析的資料來源為美國專利商標局 USPTO。根據研究結果發現，專利活動年期對公司市值呈現正相關的影響，而 RTA 對公司市值有正向效果，此外 Entropy 對公司市值亦有正向的關係。因此本研究建議美國化工公司，可以透過高度集中投資某些技術領域的研發活動，尤在是專注在企業的最重要技術領域，並且持續深耕加強，將累積的經驗與知識轉化成核心競爭力，讓公司的市值極大化。

**關鍵詞：**專利活動年期、RTA、Entropy、市值、美國化工業

### Abstract

This study uses patent analysis to explore the market value of American Chemical industry by using artificial neural network(ANN). Besides,

this paper also explores the influences of activity year of patent, revealed technology advantage(RTA), and Entropy on company's market value. Patent data are collected from United States Patent and Trademark Office (USPTO), while financial data are collected from the database of COMPUSTAT. The results show that the activity year of patent, RTA, and Entropy all have positive effects upon the market values. Based on our findings, we suggest that American Chemical companies should concentrate their R&D resources on a few fields of technology, especially those fields they own the revealed technology advantages so as to enhance company's market values. Also companies should keep investing R&D activities and transform accumulated knowledge and experiences into company's core competences, by doing so, companies will gain the benefit from competitive advantage and maximize their market values.

**Keyword :** Activity year of patent, RTA, Entropy, Market Value, American Chemical industry

# 1. 緒論

## 1.1 研究背景

在知識經濟的時代，專利是企業一項重要的無形資產，企業透過專利申請取得法律保護，不僅可以保護企業的核心資產，也能夠使企業在產業中保持領先的地位，累積長期競爭優勢 (Roos and Krogh, 1996)<sup>[15]</sup>，成功的專利能使競爭者難以模仿，形成進入障礙，有助於企業建立競爭優勢，是故專利不僅可以保護公司的研發成果，更可做為市場上競爭攻防的有利工具，也因此諸多企業紛紛透過投入 R&D 活動來開發新技術。

專利文件包含了大量有用的資訊，對於技術的創新及研發，皆有很重要的影響，企業因技術創新能力所產生的競爭優勢可以透過專利指標來衡量，因此專利指標能夠作為評鑑企業創新成果的衡量工具 (Trajtenberg, 1990)<sup>[11]</sup>。本研究以美國化工產業作為探討之對象，原因有二：

- 一、化工產業具有高成長、技術密集、專業技術需求度高等特性 (鄭武順, 2002)<sup>[22]</sup>，所以取得專利以及專利績效表現對化工產業的企業而言相形重要。根據美國化學協會 (American Chemical Council ; ACC) 針對美國產業界所做的統計調查顯示，在 2000 年至 2010 年間，化工產值成長了約 54%，且根據 ACC 的數據顯示，2011 年美國化學工業專利數占美國全部專利的 20%。
- 二、化工產業是一項規模龐大的產業，其中美國化學工業的規模是全球最大，產量佔全球 24%，2012 年美國化工市場規模達 7600 億美元，對美國的總體經濟有相當大的影響，尤其頁岩油氣的生產被視為是美國國內能源近幾十年來的主要發展之一，

美國化學協會 (American Chemical Council ; ACC) 在 2012 年底的情勢與展望報告中指出，頁岩油氣的開採與供應將會引來更多的投資，促進產業成長和就業，帶動美國的經濟競爭力，故本研究以美國的化工產業為研究對象。

## 1.2 研究目的

Mcmillian (2004)<sup>[12]</sup>指出，當今社會處於複雜且不確定性極高的商業環境之下，因此傳統的商業模式並不能持續適用，由於外在環境的複雜性與不確定性，管理及結果兩者間並非僅是簡易的線性或單調相關 (Stacey, 1996)<sup>[16]</sup>。過去雖有許多研究探討專利指標和公司績效之間的關係，但是甚少研究進一步探討專利活動年期、相對技術優勢 (RTA)、專利熵指數 (Entropy) 與公司市值之間的關係，本研究以市值作為衡量公司績效的指標。

另一方面，儘管類神經網路 (Artificial neural networks ; ANN) 已廣泛地應用於自然科學與工程領域，但應用在專利分析領域的文章則相對較少 (Chen & Chang, 2009)<sup>[2]</sup>，因此本研究將以美國化工產業為研究對象，藉由類神經網路的智能計算並輔以專利資料之分析，來探討專利活動年期、RTA 與 Entropy 對於公司市值的影響。

# 2. 文獻探討

## 2.1 專利指標與財務績效之關係

DeCarolis and Deeds (1999)<sup>[4]</sup>探討廠商的知識能力與績效之關聯性，其研究指出專利權能夠儲存企業之知識，對公司績效具有顯著影響。Griliches (1981)<sup>[6]</sup>選取了 157 家美國公司 1968-74 年的資料，探討研發支出以及專利權

對公司市值的影響，發現研發與專利活動和公司市值之間存在正向關係。另外，鄭伶如(2006)<sup>[21]</sup>的研究指出，研發支出對企業生產力和市場價值均有顯著的正相關，顯示出創新發明能力可為企業創造價值。

根據過去諸多學者的相關研究可以發現，企業創新發明能力與企業市場價值之間有正向的關連性，故本研究以美國化工產業的公司為樣本來進行分析，並預期企業在創新發明上的能力對企業的市場價值將會產生正向的影響。

## 2.2 專利活動年期

專利活動年期是觀察各競爭公司在技術領域內有專利產出之活動期，進而可得知各公司投入領域中的研發時間以及資源等資訊。

公司的專利活動年期越長，其所累積的重要經驗與知識也隨之成長，因而能產生正向的學習效果以利其它專利的研發，此外，研發活動也存在先進者優勢，隨著專利活動年期的增加，企業在特定產業或技術領域越能維持領導地位，進而獲得較佳的績效。故本研究推論專利活動年期對於公司市值有正向影響，因此提出假說一

**假說一：專利活動年期對公司市值產生正向效果**

## 2.3 相對技術優勢 (Revealed Technology Advantage, RTA)

先前的研究指出企業的 R&D 活動能為企業創造新知識、產品或是新流程，降低營運與製造成本，並提升競爭優勢，同時 R&D 能力與企業績效間存在著正向關係(Jensen, 1987)<sup>[10]</sup>

本研究以相對技術優勢作為衡量企業 R&D 能力的專利指標，最重要技術領域係指某

公司在該技術領域的專利數多於其他技術領域，企業最重要技術領域的相對技術優勢則表示該公司最重要技術領域的專利數總合除以產業所有公司的總專利數(Chen & Chang 2010)<sup>[11]</sup>，當 RTA 值越高則代表企業在其最重要技術領域中擁有較佳的研發能力，反之，當 RTA 值越低則表示，企業在其最重要技術領域的研發能力相對較弱勢，因此 RTA 可以衡量企業在特定技術領域的研發能力，代表該公司在其最重要技術領域所累積之相對核心能量。故本研究推論相對技術優勢對於公司市值有正向影響，因此發展假說二

**假說二：公司相對技術優勢對公司市值產生正向效果。**

## 2.4 專利熵指數(Entropy)

熵(Entropy)源自物理學，用來衡量熱力學系統的混亂程度，近年來，Entropy 也被應用到各個領域中，應用在專利上，Entropy 為一衡量技術集中程度的測量指標，其概念近似於赫芬達爾—赫希曼指數 (Herfindahl-Hirschman Index; HHI)，可了解公司研發技術多角化的程度，意即產業集中度的程度，可用來判斷企業是否多角化經營或專注在單一領域 (阮明淑、梁峻齊，2009)<sup>[19]</sup>

$$EI = \sum_{i=1}^N S_i \log(1/S_i)$$

EI 為熵指數；

$S_i$  代表公司在專利技術領域所擁有的專利數 ( $S_i > 0, i=1, \dots, I$ )

$N$  代表專利總數。

當 Entropy 的值越高表示技術集中度越高，代表公司專利集中在少數幾個技術類別中，若值愈低則表示技術越分散，反應各類別的專利件數較為平均。Doukas (1992)<sup>[5]</sup>提出若產業集

中度高，則表示該產業進入障礙高，新競爭者不易加入，企業得以累積越多的研發活動，也因此其報酬及價值亦隨之成長，因此發展假說三

### 假說三：專利熵指數對公司市值產生正向影響

本研究探討專利活動年期、RTA、及 Entropy 對於公司績效的影響，並以公司市值作為衡量公司績效之代理變數，研究架構如圖 1 所示：

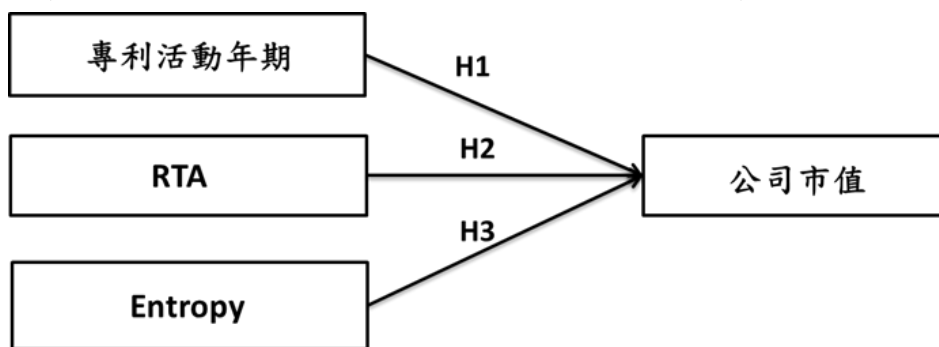


圖 1：研究架構

## 2.5 類神經網路

類神經網路是一種以人類的資訊傳遞模式為基礎的研究方法，利用其運算方式進行預測、探討以及模型分類(Nayak et al., 2004)<sup>[13]</sup>，並透過架構和權重關係，輸入其資料集合以產生相對應之輸出(Wasserman, 1994)，基本運作概念是利用大量簡單的人工神經元模仿生物神經網路，經由外界環境或者其它人工神經元取得資訊後，加以運算並輸出其結果至外界環境或其他人工神經元(葉怡成，2000)<sup>[20]</sup>。

類神經網路主要可分成兩個階段，第一階段是將資料分為訓練資料集合和測試資料集合，接著調整資料之權重關係，讓類神經網路建立出合適架構，經過不斷重複的訓練資料，當模型達到收斂時認定此權重為適合模型之型態(Wray et al., 1994)<sup>[17]</sup>。第二階段，則是利

用另一個資料集合來檢驗由第一階段所建構的模型，並且預測其產出狀況。

本研究中使用的是倒傳遞類神經網路(back-propagation network)方式，在眾多類神經網路的方法中為最普遍的一種。藉由監督網路的方式，利用偏誤值不斷的修正其權重，來建構出最佳的模型，進而降低實際輸出與預期輸出之差異。其中倒傳遞類神經網路的架構是由三個或是多階層建構而成，其中包含輸入、輸出以及至少一個的隱藏層(Huang et al., 2002)<sup>[9]</sup>，如圖 2 所示：

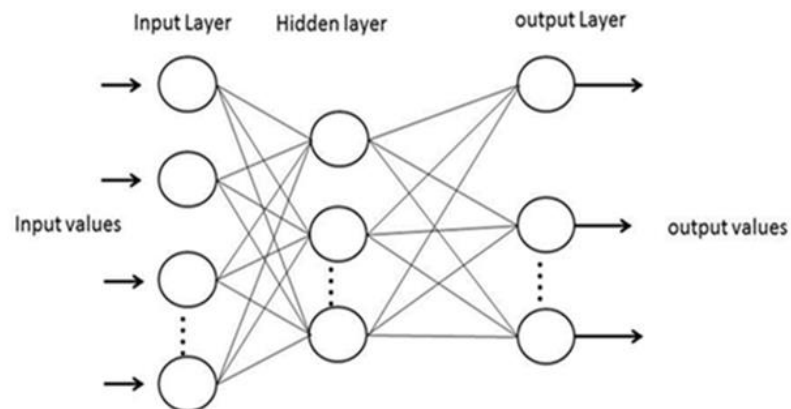


圖 2：類神經網路架構圖

## 3. 研究方法

### 3.1 資料來源

本研究以美國化工產業為主，專利資料取自美國專利商標局(United States Patent and Trademark Office; USPTO)之專利資料庫，該專利資料庫提供充足且完備的專利資訊，例如：申請人、發行日期、UPC 等等；財務資訊則是

來自於 COMPUSTAT 資料庫，此資料庫能夠提供許多企業在財務方面的相關資訊，例如：ROA、ROE 等等。

本篇所蒐集之專利資料和財務資料期間為 2001 到 2011 年，樣本為 41 家製藥公司之資料，其中包括 451 筆資料取其中 361 筆資料為訓練資料，90 筆資料做為測試之資料。本篇研究使用 ANN 探討專利活動年期、RTA、及 Entropy 對於美國化工公司市值之影響。

## 3.2 衡量變數

### 3.2.1 應變數：市值

市值指一家上市公司在證券市場上的「市場價格總值」的簡稱，一般其計算方法是將公司股價乘上已發行股數，而得出市場價格總值，由於市值的計算基準為上市公司的收市價，因此數字會隨股價升降而有所變動，市值的升降反映出投資市場的買賣氣氛，以及對該公司的最新估值。

市值 = 已發行流通在外股票 × 股價

### 3.2.2 自變數

#### 3.2.2.1 專利活動年期

專利活動年期指的是公司在該領域中專利的產出活動時間，以了解公司在領域中研發創新的程度以及持續性。

#### 3.2.2.2 相對技術優勢(RTA)

相對技術優勢為該公司最重要技術領域的專利數總合除上產業中所有公司的總專利數(Chen & Chang 2010)<sup>[1]</sup>，當 RTA 值越高則代表企業在其最重要技術領域中擁有較佳的研

發能力，反之，當 RTA 值越低則表示，企業在其最重要技術領域的研發能力相對較弱勢。

相對技術優勢 =

$$\frac{\text{公司最重要技術領域的專利數總合}}{\text{產業中所有公司的總專利數}}$$

### 3.2.2.3 專利熵指數(Entropy)

$$EI = \sum_{i=1}^N S_i \log(1/S_i)$$

專利熵指數衡量企業在不同技術領域專利件數的集中程度，可以作為技術集中度的代理變數。當 Entropy 的值越高表示技術集中度越高，代表公司專利集中在少數幾個技術類別中，若值愈低則表示技術越分散，反應各類別的專利件數較為平均。

## 4. 研究結果

### 4.1 敘述統計量

如表 1 所示，其為專利活動年期、RTA、Entropy 以及公司市值之統計量表。

表 1：敘述統計量(單位：千美元)

	個數	平均數	標準差
專利活動年期	451	19.5078	13.15520
RTA	451	42.88792	0.08044
Entropy	451	1.5978	1.17184
公司市值	451	5449.4748	9252.7256

## 4.2 結果

本研究利用 Qnet2000 軟體來進行類神經網路的訓練及測試，利用倒傳遞類神經網路的學習模式以獲得最佳的架構。由於此學習模式屬於監督式學習網路，在建立架構的過程中需要使用兩個資料集合，一個資料集合用來訓練出最佳的架構，而另一個資料集合則是測試前一階段所建立的架構網路。本研究所採用的類神經網路分別有輸入層、輸出層以及隱藏層，輸入層包含專利活動年期、RTA 與 Entropy 等三項變數，公司市值為應變數，利用所投入的自變數之數值經由隱藏層的整體計算過程，最後從輸出層得到產出；由於先前的研究提出一層隱藏層數便有充足的資訊可以有效處理複雜的系統網路 (Cybenko, 1989; Hornik et al., 1989)<sup>[3][8]</sup>，故本研究使用一層隱藏層。在隱藏層部分有兩個節點，節點的數目乃利用輸入層及輸出層的節點數計算所得到，公式為  $H = (I + O) / 2$ ， $H$  為隱藏層的節點數， $I$  為輸入層的節點數， $O$  為輸出層的節點數。

本研究共 451 筆樣本資料，依據 80-20 法則，以其中的 361 筆樣本資料作為第一階段的訓練資料，將每次訓練得到產出之實際值與期望值進行比較，藉由實際值與期望值的落差，往回修正權重值，再將投入變數配合新的權重值，不斷的反覆訓練，以達到實際值與期望值之差距為最小，而此時所訓練的模型也會達到收斂狀態。當訓練的疊代次數達到 200,000 次時，會得到最佳模型架構，而類神經網路達到收斂之均方根誤差 (root mean squared error, RMSE)，如圖 3 所示，呈現之誤差值是利用 90

筆樣本資料作為第二階段的測試資料，對於第一階段所建立的模型進行測試所得出。

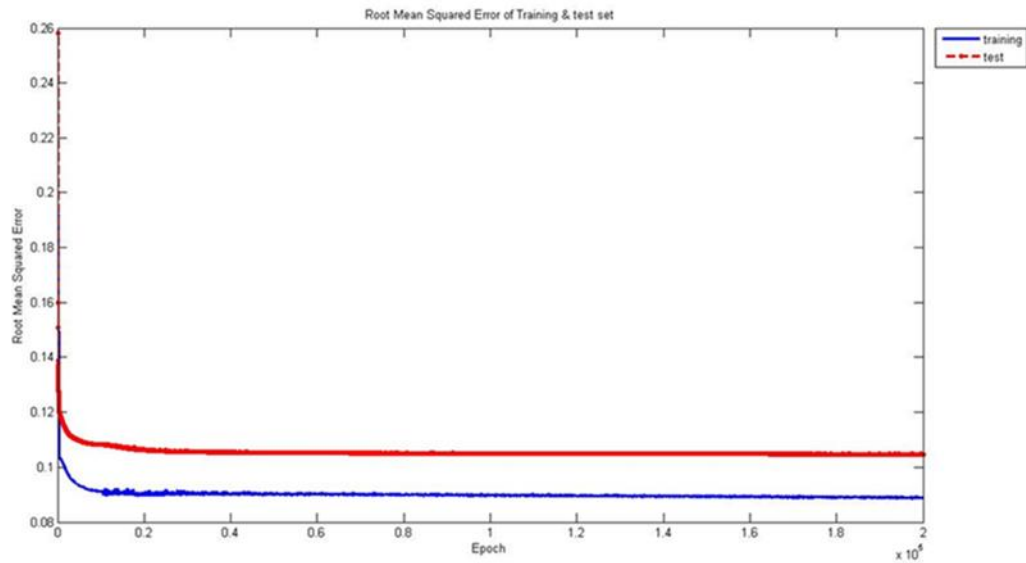


圖 3：類神經網路收斂曲線之殘差值

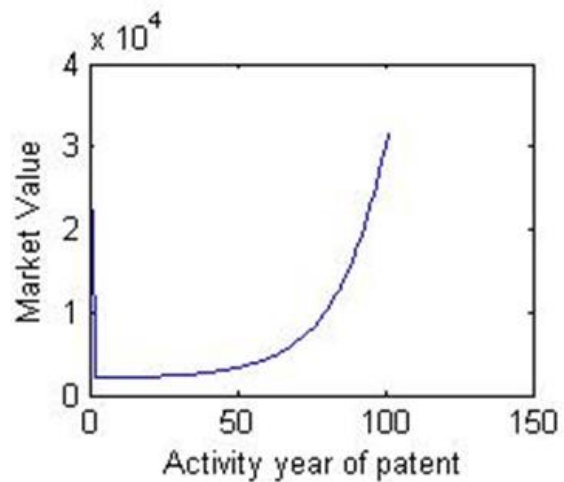


圖 4：專利活動年期與公司市值之間的關係

圖 4 為專利活動年期與公司市值之間的關係圖，根據圖 4 的結果顯示，專利活動年期與公司市值呈單調遞增，表示公司在專利活動中投入的時間越長，對於公司績效越有正向幫助，隨著專利活動年期的增加，企業在特定產業或技術領域越能維持領導地位，進而獲得較佳的績效。該結果支持假說一，專利活動年期對公司市值會產生正向效果。



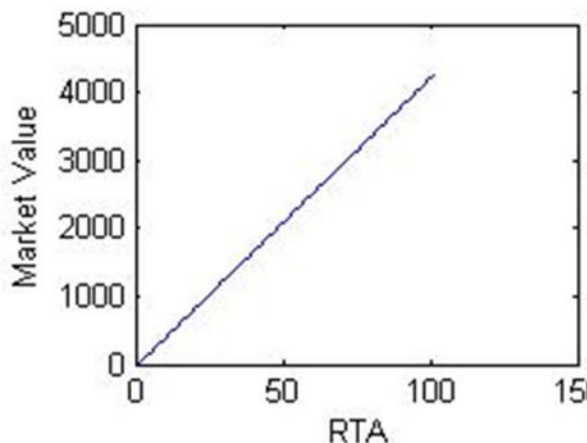


圖 5：RTA 與公司市值之間的關係

根據圖 5 的結果可以發現 RTA 與公司市值間呈現正相關，代表公司在某一技術領域相較於其他競爭對手更具活躍性，而此相對優勢進而為公司產生更多的利潤。公司可以透過加強產業內具有相對優勢的技術領域，藉由技術能力的成長帶動公司經營的績效，本研究假說二獲得支持，公司相對技術優勢對公司市值會產生正向效果。

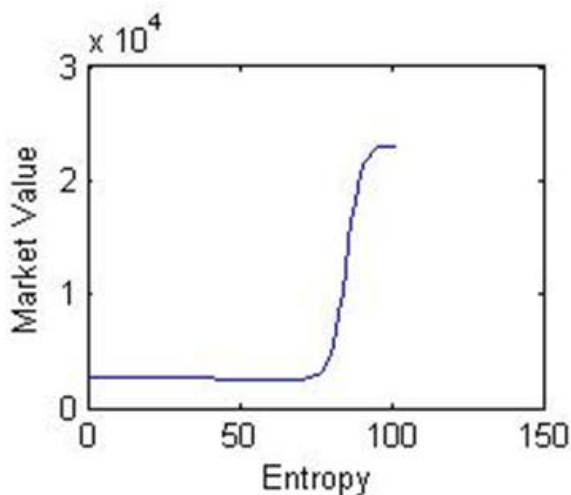


圖 6：Entropy 與公司市值之間的關係

最後，圖 6 是 Entropy 與公司市值之間的關係，從圖 6 可以觀察到當企業的研發技術越高度化集中，公司市值隨之成長。化工產業具有高成長、技術密集、專業技術需求度高等特

性（鄭武順，2002）<sup>[22]</sup>，產業進入障礙高，新競爭者不易加入，使企業得以累積研發活動，若企業專注於少數領域進行研發活動，其績效表現會更佳。研究結果支持假說三，Entropy 對公司市值有正向關係。

## 5. 研究與建議

本研究以美國化工產業為研究對象，並透過人工類神經網路的方式進行分析，來探討專利活動年期、相對技術優勢(RTA)、專利熵指數(Entropy)對公司市值的影響，其中專利分析的資料來源為美國專利商標局 USPTO。根據研究結果顯示，專利活動年期、RTA、及 Entropy 對公司市值皆有正向效果，因此本研究結果支持假說一、假說二及假說三。

根據研究結果，專利活動年期與公司市值呈現正向關係，由於公司的專利活動年期越長，其所累積的經驗與知識也將隨之成長，產生正向的學習效果而有助於研發新專利，另一方面，隨著專利活動年期的增加，企業亦能夠利用先進者優勢在特定產業或技術領域維持其領導地位，進而獲得較佳的績效，提升公司市值。

RTA 值越高則代表企業在其最重要技術領域中領先於其他公司，擁有較佳的研發能力，若企業能在該項技術領域中持續加強，能使企業擁有相對較佳的競爭優勢與獲利能力，進而提升公司市值，但須注意的是該優勢為相對並非絕對，且公司在某一技術領域具有優勢並不表示在所有領域皆佔有優勢，本研究建議化工產業的公司持續加強自身的技術，促進公司獲利成長，同時藉由相對優勢指標瞭解不足的地方，彌補並加強其它技術領域的發展。

最後根據研究結果，Entropy 與公司市值之間有正向關係，表示在化工產業當中，若企業針對某些技術領域專注投入研發活動，研發集中程度越高，在該技術領域累積越多的知識，

便能夠創造更高的經營績效。

Prahalad and Hamel (1990)<sup>[14]</sup>提出核心能力(Core Competence)的概念，在面對愈來愈嚴苛的競爭環境，企業必須找出自己的核心能力，核心能力乃企業營運中長期累積的知識能力、技能、經驗、管理與研發之貢獻所組成的價值體系，本研究認為在美國化中產業中，廠商如欲提升公司市值，可以透過高度集中投資某些技術領域的研發活動，尤在是專注在該企業的最重要技術領域，並且持續深耕加強，將其所累積的經驗與知識轉化成核心競爭力，為企業產生更高的市值，本研究之結果期望可以提供給化工產業的公司作為未來提高公司市值之參考依據及改善方向。

#### 參考文獻

- [1] Chen, Y. S., and Chang, K. C., "The Relationship between a Firm's Patent Quality and its Market Value - the Case of US Pharmaceutical Industry," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 77, No. 1, pp. 20-33, 2010.
- [2] Chen, Y. S., and Chang, K. C., "Using neural network to analyze the influence of the patent performance upon the market value of the US pharmaceutical companies," *Scientometrics*, Vol. 80, No. 3, pp. 639-657, 2009.
- [3] Cybenko, G., "Approximation by superpositions of a sigmoidal function," *Mathematically Controlled Signal Systems*, Vol. 2, pp. 303-314, 1989.
- [4] DeCarolis, D. M., and Deeds, D. L. "The Impact of Stocks and Flows of Organizational Knowledge on Firm Performance: An Empirical Investigation of the Biotechnology Industry," *Strategic Management Journal*, Vol. 20, No. 10, pp. 953-968, 1999.
- [5] Doukas, J., and Switzer, L. "The stock market's valuation of R&D spending and market concentration," *Journal of Economics and Business*, Vol. 44, pp. 95-114, 1992.
- [6] Griliches, Z., "Market value, R&D, and patents," *Economics Letters*, Vol. 7, pp. 183-187, 1981.
- [7] Hirschey, M., and Weygandt, J. J. "Amortization policy for advertising and research and development expenditures," *Journal of Accounting Research*, Vol. 23, No. 1, pp. 326-335, 1985.
- [8] Hornik, K., Stinchcombe, M. and White, H., "Multilayer feedforward networks are universal approximations," *Neural Networks*, Vol. 2, pp. 359-366, 1989.
- [9] Huang, H. G., Hwang, R.C. and Hsieh, J.G. "A New Artificial Intelligent Peak Power Load Forecaster Base on Non-Fixed Neural Networks," *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, Vol.24, No. 3, pp. 245-250, 2002.
- [10] Jensen, E., "Research Expenditures and the Discovery of New Drugs," *Journal of Industrial Economics*, Vol. 36, No. 1, pp. 83-95, 1987
- [11] M. Trajtenberg., "A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations," *Journal of Economics*, Vol. 21, No. 1, pp. 172-187, 1990.
- [12] McMillan, E., *Complexity, organizations and change*, Routledge, 2004.
- [13] Nayak, P.C., Sudheer, K.P., Rangan, D.M. and Ramasastri, K.S., "A Neuro-Fuzzy Computing Technique for Modeling Hydrological Time Series," *Journal of Hydrology*, Vol.291, No. 1-2, pp.52-66, 2004.



- [14] Prahalad, C.K., and G. Hamel. "The Core Competence of the Corporation," *Harvard Business Review*, Vol. 68, No. 3, pp.79-91, 1990.
- [15] Roos, J., and Krogh, G. "The Epistemological Challenge: Managing Knowledge and Intellectual Capital," *European Management Journal*, Vol.14, No. 4, pp. 333-337, 1996.
- [16] Stacey, R. D., *Complexity and Creativity in Organizations*, Berrett-Koehler, 1996.
- [17] Wasserman, P. D., *Advanced Methods in Neural Computing*, Van Nostrand Reinhold, 1994.
- [18] Wray, B., Palmer., A. and Bejou, D., "Using neural network analysis to evaluate buyer-seller relationships," *European Journal of Marketing*, Vol. 28, No. 10, pp. 32-48, 1994.
- [19] 阮明淑、梁峻齊，"專利指標發展研究"，*圖書館與資訊科學期刊*，pp. 19-53，2009。
- [20] 葉怡成，*類神經網路模式應用與實作(第七版)*，儒林圖書公司，2000。
- [21] 鄭伶如，"創新資本、創新績效與經營績效關係之研究"，*2006年管理新思維學術研討會論文集光碟*，2006。
- [22] 鄭武順，"從化工產業走向新化工產業點燃新經濟的火苗"，*2002技術尖兵第85期*，pp.18-19，2002。