

利用灰關聯和 ENTROPY 方法分析工具機業經營績效

Applying Gray relation analysis and Entropy method to analyze the performance of Taiwan machine tool industry

王天津¹

國立高雄應用科技大學 國際企業系 教授
tcwang@kuas.edu.tw

高瑞昌²

國立高雄應用科技大學 國際企業系 研究生
1104346119@gm.kuas.edu.tw

摘要

工具機產業是製造民生必需用品及工業用品設備的主要機器，又稱工具母機，用來切削、加工各式金屬零組件，在國防、航太、汽車等產業中是不可或缺之設備，其訂單狀況被視為預估製造業設備投資動向的領先指標，亦為國家產業發展的重要基礎，故素有「機械之母」之稱，是一國工業發展之根本。了解工具機產業的發展，就可知該國工業發展之深度。要判定一家公司的經營概況，就必須參考經會計師簽認的各項財報資料，以了解從過去的歷史資料到當前的財務狀況，並依市場環境來推測該公司未來的趨勢。因此，經由財務報表來衡量企業經營績效的軌跡，不但有助於了解企業目前活動的規劃，更可做為預測未來企業活動決策的參考依據。

本研究從台灣證交所上市公司中篩選出具有完整財務資料(2006年至2016年)共11年之工具機業公司共11家，針對工具機產業的特性，選取合適之變數，以了解該產業公司的發展變化及經營績效。選定有關營業成本、研究發展費、營業毛利率、營業利益率、營業收入淨額、每人營業利益及固定資產之財務指標，以Entropy進行權重計算，再結合灰關聯分析計算出工具機業公司之 C_1 值與灰關聯度，分析出受測公司之經營績效排行，以作為投資工具機業相關公司之參考依據。

關鍵詞：工具機業、財務指標、經營績效、Entropy 熵值、灰關聯

Keywords : Machine tool industry、financial ratios、performance、Entropy、Grey relation analysis

壹、前言

工具機是製造民生必需用品及工業用品設備的主要機器，又稱工具母機，用來切削、加工各式金屬零組件，在國防、航太、光電、汽車、3C與模具等產業中是不可或缺之設備，其訂單狀況被視為預估製造業設備投資動向的領先指標，亦為國家產業發展的重要基礎，故素有「機械之母」之稱，是一國工業發展之根本。了解工具機產業的發展產品的精密等級，就可知該國工業發展之深度。

2015年台灣工具機產業是全球第七大生產國和第五大出口國，全球前十大工具機生產總值排名及2015出口排名如表1-1所示。由表1-1之生產數據得知，近年來台灣工具機產業在國際市場的評價屬於高性價比，但在受到低迷的經濟景氣與日本、韓國與中國大陸同業競爭壓力，對臺灣業者營運造成不小的衝擊，使台灣的工具機產值連續下滑。

表 1-1 全球前十大工具機生產總值(單位：百萬美元)

2015 生產排名	國家	2011	2012	2013	2014	2015	2015 出口排名
1	中國	28,270	27,990	24,700	24,649	22,100	4
2	日本	18,327	18,231	11,334	14,857	13,490	2

表 1-1 全球前十大工具機生產總值(單位：百萬美元)(續)

2015 生產排名	國家	2011	2012	2013	2014	2015	2015 出口排名
3	德國	13,374	13,825	15,269	14,457	12,422	1
4	義大利	5,913	5,606	5,476	5,798	5,306	3
5	韓國	5,754	5,485	5,150	5,675	4,758	7
6	美國	4,677	4,983	4,956	5,480	4,600	8
7	台灣	5,160	5,414	4,537	4,864	4,030	5
8	瑞士	3,607	3,282	3,243	3,681	3,053	6
9	西班牙	1,073	1,095	1,285	1,178	1,003	10
10	奧地利	971	1,000	1,217	1,050	938	12

資料來源：WMTS Report (GARDNER BUSINESS MEDIA, INC.)

本研究以灰關聯分析與Entropy權重分析，針對工具機業的上市櫃公司的公開財報資料進行分析，檢視其經營績效之優劣與趨勢變化，嘗試找出其績效之優劣，以提供投資者作為投資之參考，並給相關業者在競爭激烈的國際市場環境中作為提升經營效率之參考。

貳、文獻探討

一、工具機產業

台灣上市櫃的工具業公司成立時間都超過二十八年以上，隨著時間、市場的需求及技術的演進，從最初的傳統手動操作加工機到最新的電腦數值控制、多功能的車、銑複合加工機及五軸加工機等，都能快速地達到客戶的要求而持續的成長。但台灣工具機產業在無內銷市場為後盾，大部分需依賴外銷市場的情況下，如無精湛的整合技術及產品的成本管控、行銷與售後服務等的優勢，必會被嚴苛的國際市場所淘汰。而且近年來大陸在較低階工具機的低價搶單與新台幣匯率相較於競爭激烈又同質性向近的韓元的貶值幅度為低，及日圓的大幅貶值，使其較高品質的工具機與台灣的價差縮小，再加上全球GDP的成長緩慢等，在此全球經貿多遍及不穩定的情況之下，台灣工具機台灣對新產品的研發及公司績效管理必須更加精進，而能與日、韓產品相競爭。(臺灣區工具機暨零組件工業同業公會：<http://www.tmba.org.tw>)

二、經營績效

Szilagyi(1981)認為組織中的一切管理活動所追求的終極目標均在於創造利潤；換言之，績效是呈現企業營運活動最終結果的一個整體性概念，對企業目標達成程度的一種衡量。因此，提出一個績效架構，對績效的說明如下：

1. 績效準則並非單一的，而是多重的。
2. 績效分析層次由個別員工到組織產品使用者，甚至包括整個社會。
3. 績效焦點可以是維護、改進或發展性目標。
4. 績效衡量的時間考量可由短期、中期至長期。
5. 績效衡量方式可由「定量的/客觀的」到「定性的/主觀的」。

Venkatraman & Ramanujam(1986)認為從策略管理的角度來看，所謂經營績效只是組織績效整體觀念的一部份，兩位學者並將績效衡量分為三個不同層次：

(1) 財務績效(Financial performance)：

為較客觀之經營績效，多半使用簡單之財務指標，以反應是否達到企業之經濟目標，常見的指標包括：銷貨成長率、獲利能力(如ROI、ROS、ROE等)、每股盈餘(EPS：Earnings Per Share)及其它以企業市場價值為衡量標準的指標。

(2) 事業績效(Business performance)：

指財務加上作業績效的綜合評估，為較主觀之經營績效，除財務指標外，尚包括作業性指標，如顧客滿意度、

市場占有率、新產品引進、製造週期效能、產品品質、行銷效果、製造之附加價值等非財務性指標。

(3) 組織績效(Organizational effectiveness)：

屬組織效能之經營績效，除企業內部之經營績效外，還考慮企業經營各利益關係人之目標滿足，如顧客、供應商、競爭者、主管機關等，為最廣泛之經營績效的衡量指標。

柯金標(2006)應用灰關聯分析建立上市國內電機機械公司經營績效評估之研究，以灰關聯分析法與 TCRI 分析法所求得電機機械公司經營績效具有相關性，結果發現稅前純益佔實收資本比率與獲利能力指標是影響電機機械公司經營績效較重要的財務比率及經營指標。謝劍平(2015)闡述企業經營的過程中必須承擔的風險來源，指公司在經營過程中因為本身的營運特性或資本結構，而面臨獲利的不確定性造成公司獲利不確定性的風險來源，可分為營運風險及財務風險。

由於從財務比率可觀測到企業重要的經營績效，並用來評估企業的體質狀況，故本研究將選定有關營業成本、研究發展費、營業毛利率、營業利益率、營業收入淨額、每人營業利益及固定資產之財務指標做為分析的資料來源，並建立工具業經營績效評估模式。

三、熵值(ENTROPY)

德國物理學家克勞修斯 (Clausius) 於1865 年首先提出熱力學中熵(Entropy)的數學概念，描述混亂或無序的熱力學系統，用以表示做功的能力的損失，熵是物質狀態的參數，也是系統無序度的量度。玻耳茲曼 (Boltzmann) 於1877 年發現熵與微觀狀態數量相關，而提出計算熵的公式，形成統計力學之基礎。Shannon (1948) 將其引用於解決信息理論在多準則決策中，用來度量信息量與不確定性，用於表示信息來源中的不確定性。C.E. Shannon and W. Weaver (1947)提出熵值權重法(Entropy Method)，用以計算不確定性問題之權重。另外，Simonelli (2005)利用熵來建立一可處理不確定性資料之投資模型。將熵應用於準則權重計算上，假使某準則量測值越亂、亂度愈大，則此準則的權重就愈大，因此可以區別出準則重要性之不同。近年來，熵的觀念廣泛運用於各領域，應用熵值權重法相關研究如下：孫嘉祈、林亭汝(2007)，結合灰關聯與Entropy分析筆記型電腦代工廠商經營績效。經由熵值權重法所求算出的相對權重，是利用各方案在各評估準則下的評估資料所得到的，並未參雜人為的主觀因素，故屬於客觀權重的方法。

四、灰關聯分析

灰色系統 (Gray System)是中國學者鄧聚龍教授於1982年3月在國際雜誌“Systems & Control Letters”上發表的文章“Control Problems of Gray System”中首次提出的灰色系統理論。主要是針對於在資訊不明確及完整性不足時，藉由系統關聯分析(relational analysis)、模型建構(model construction)、預測(prediction)與決策(decision making)等分析方法，以有效處理其「不確定性(not certainty)」、「多變量輸入(multi-input)」、「資訊或「離散的數據(discrete data)」及數據的不完整性(not enough)做有效的處理。

孫嘉祈、林亭汝(2007)，結合灰關聯與Entropy分析筆記型電腦代工廠商經營績效。以經營績效觀點，來衡量四家筆記型電腦代工廠商的經營效率並加以排序。研究期間為2002-2006年，由研究結果中得知緯創於此期間中，其績效表現呈現明顯成長之趨勢，全球前兩大筆記型電腦代工廠商廣達與仁寶在此期間中，其績效表現有稍微下降之現象，最後英業達公司則為四家公司中排名最後。

陳楚哲(2011)，應用TOPSIS評估法與灰關聯分析於上市銀行營運績效之評估，以TOPSIS評估法分析結果與灰關聯分析作比較時，結果發現兩種方法分析結果相似，並使用Spearman's Rank Test進行檢定結果呈現高度正相關0.935，證明了灰關聯分析法之可行性，並可供後續研究者作為參考之依據。

參、研究方法-灰關聯、Entropy

本研究灰關聯檢測將選定有關營業成本、研究發展費、營業毛利率、營業利益率、營業收入淨額、每人營業利益及固定資產之財務指標做為分析的資料來源，針對11家上市櫃之工具機業者取出從2006年至2016年之營運數據，並以Entropy權重法算出客觀權重值，建立工具業經營績效評估模式。灰關聯數據的推導與計算步驟如下：

一、訂定參考數列與比較數列

從原始資料中找出參考數列 A_m 與比較數列 C_n ，參考數列為欲比較之理想目標項所組成之集合，比較數列則為

選定比較績效之數值。

原始矩陣資料為：

$$\begin{aligned} x_1^{(0)} &= x_1^{(0)}(1), x_1^{(0)}(2), \dots, x_1^{(0)}(m) \\ x_2^{(0)} &= x_2^{(0)}(1), x_2^{(0)}(2), \dots, x_2^{(0)}(m) \\ x_3^{(0)} &= x_3^{(0)}(1), x_3^{(0)}(2), \dots, x_3^{(0)}(m) \\ &\vdots \\ x_n^{(0)} &= x_n^{(0)}(1), x_n^{(0)}(2), \dots, x_n^{(0)}(m) \end{aligned} \quad (1)$$

二、將(1)式的原始數據做標準化處理

在進行原灰關聯分析前，為使數列滿足可比性，必須將(1)式的數據做正規化處理，此一處理稱為灰關聯生成。

灰關聯分析之標準化有下列三種方法：

(1) 效益目標之測度(望大法)

a. 目的：衡量數據偏離最大值之程度，即希望效果越大越好。

b. 數學公式：

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min. x_i^{(0)}(k)}{\max. x_i^{(0)}(k) - \min. x_i^{(0)}(k)} \quad (2)$$

(2) 成本目標之測度(望小法)

a. 目的：衡量數據偏離最小值之程度，即希望效果越小越好。

b. 數學公式：

$$x_i^*(k) = \frac{\max. x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max. x_i^{(0)}(k) - \min. x_i^{(0)}(k)} \quad (3)$$

(3) 特定目標之測度(望目)

a. 目的：希望效果是某個特定目標值。

b. 數學公式：

$$X_i^*(k) = 1 - \frac{|X_i^{(0)}(k) - OB|}{\max_{all i} \{ \max_{all i} [X_i^{(0)}(k)] - OB, OB - \min_{all i} [X_i^{(0)}(k)] \}} \quad (4)$$

其中

$x_i^*(k)$ ：灰關聯生成後之數值

$\max. x_i^{(0)}(k)$ ：原使數據 $x_1^{(0)}(k), x_2^{(0)}(k), \dots, x_n^{(0)}(k)$ 中之最大值，即所有數列中第 k 個因子的最大值。

$\min. x_i^{(0)}(k)$ ：原使數據 $x_1^{(0)}(k), x_2^{(0)}(k), \dots, x_n^{(0)}(k)$ 中之最小值，即所有數列中第 k 個因子的最小值。

OB ：原始數據 $x_i^{(0)}(k)$ 中選定之值，即為某一特定值。

三、計算灰關聯距離 $\Delta_{oi}(k)$

$\Delta_{oi}(k)$ 是計算各個標準化後的數值與標準化後參考數列之間的差距。

$$\Delta_{oi}(k) = |\Delta_0(k) - \Delta_i(k)| \quad (5)$$

四、計算灰關聯係數(Grey Relationship Coefficient) R_{ij}

若在灰關聯空間 $\{P(X); \gamma\}$ 中，有一序列 $x_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k)) \in X$ 存在，局部性與整體性灰關聯度之灰

關聯係數如下所述：

當只有一個序列 $x_i^{(0)}(k)$ 為參考序列，其它序列為比較序列時，則灰關聯度定義如下：

$$R_{oi} = \gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{ij}(k) + \zeta \Delta_{\max}} \quad (6)$$

其中 $i = 0, 1, 2, \dots, m, k = 0, 1, 2, \dots, n, \in I$

x_0 為參考序列, x_i 為一特定之比較序列。

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_j \Delta_{oij}, \quad \Delta_{\min} = \min_i \min_j \Delta_{oij}, \quad \zeta \in [0, 1]$$

其中 $\zeta \in [0, 1]$ 為辨識係數, 用來控制非關聯係數大小使數據容易判斷, 一般以 0.5 為基準。

五、計算灰關聯度(Grey Relational Grade) γ_{oi}

針對所選定的每一評估方案乘以經由 Entropy 計算出各評估準則之權重。

$$\gamma_{oi} = \sum_{j=1}^n w_j \times \gamma_{oij} \quad (7)$$

將其加權平均後相加所得到的數據即為灰關聯度, 其數據分數越高, 表示該單位表現越佳。

$$\gamma(x_i, x_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_i(k), x_j(k)) \quad (8)$$

六、灰關聯排序

依據灰關聯評選出的方案與經計算出來的灰關聯度 $\gamma(x_i, x_j)$ 做比較, 單位灰關聯度分數越高, 代表該單位的表現相較於其他比較單位的績效表現越好。

七、以 ENTROPY 熵值評估客觀權重

(一) 將原始資料建構為評估矩陣

以 n 個評估準則來評比 m 個評估樣本, 建構所欲評估之原始矩陣。

$$D = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ a_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (9)$$

在原始矩陣中若是有小於 0 或是等於 0 的值, 即可使用下列之轉換函數來保持矩陣之一致性, 如公式(10)

所示(T.-C. Wang and T.-H. Chang (2007)):

$$f(x_{ij}) = \frac{x_j - Y_j}{\text{Sign}(x_j) \times \text{Abs}(x_j) - \text{Sign}(Y_j) \times \text{Abs}(Y_j)} \times [x_{ij} - \text{Int}(Y_j)] \quad (10)$$

其中 x_{ij} 表示候選公司

(二) 正規化原始矩陣

原始資料中的評估屬性因為使用不同的單位, 須將評估矩陣作正規化處理, 使各個評估準則有一致的客觀比較基礎, 其中 γ_{ij} 為正規化之矩陣。

$$\gamma_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (11)$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, m, \quad k = 0, 1, 2, \dots, n$$

(三) 計算各個評估準則的熵值權重

計算各個評估準則 C_1, C_2, \dots, C_n 的熵值，並計算各準則之權重， e_j 表示第 j 個準則之熵值，代表第 j 項屬性所傳遞決策資訊程度的不確定性，假設該準則可傳遞決策資訊的最大程度為1，最小程度為0，及假設 $0 < e_j < 1$ 。

$$e_j = \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^n r_{ij} \times \ln r_{ij} \quad (12)$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, m, \quad k = 0, 1, 2, \dots, n$$

(四) 計算出屬性間客觀權重值 w_j

計算準則權重值的目的，在於衡量準則時所能傳遞資訊的確定性程度，所以在計算時必須將各準則傳遞能力的不確定性扣除，故準則傳遞資訊決策的確定程度為 $(1 - e_j)$ ，權重則為 w_j

$$w = w_1, w_2, \dots, w_{n_j}$$

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n 1 - e_j} \quad (13)$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, m, \quad k = 0, 1, 2, \dots, n$$

將計算出的客觀權重值帶入公式(7)即可求出灰關聯度。

四、研究結果與分析

本研究採樣區間為2006年至2016年共11年的資料。選定的上市公司共有：亞崴機電股份有限公司(1530)、巨庭機械股份有限公司(1539)、喬福機械工業股份有限公司(1540)、鋁泰工業股份有限公司(1541)、程泰機械股份有限公司(1583)、高鋒工業股份有限公司(4510)、福裕事業股份有限公司(4513)、東台精機股份有限公司(4526)、協易機械工業股份有限公司(4533)及台灣瀧澤科股份有限公司(6609)等共11家。各工具業公司原始資料矩陣，如下表4-1：

表 4-1 研究樣本基本資料

	營業成本	研究發展費	營業毛利率	營業利益率	營業收入淨額	每人營業利益	固定資產
2016 亞崴	2214803	71548	19.57	7.37	2753769	411	1121092
2016 巨庭	2512193	22123	14.62	10.96	2942528	1887	645187
2016 喬福	378180	12542	27.92	15.26	524670	684	351883
2016 鋁泰	2749401	31849	17.06	11.31	3315061	947	483131
2016 程泰	1446111	54983	26.71	14.78	1973067	765	1120508
2016 高鋒	1675622	54051	21.27	4.03	2128341	264	1042828
2016 福裕	813303	60789	19.84	-1.43	1014596	-58	368624
2016 東台	3957287	252900	19.17	0.65	4895977	34	1595994

表 4-1 研究樣本基本資料(續)

	營業成本	研究發展費	營業毛利率	營業利益率	營業收入淨額	每人營業利益	固定資產
2016 協易機	1380514	111061	26.36	1.38	1874688	57	735912
2016 慶鴻	721149	26398	34.71	19.21	1104453	1088	1116107
2016 瀧澤科	1674569	40869	20.47	7.71	2105584	531	716580
2015 亞歲	2547198	78973	18.49	6.14	3124828	372	1144418
2015 巨庭	2277103	25398	14.51	9.91	2663573	1526	664700
2015 喬福	688536	15963	17.73	8.00	836945	592	365098
2015 鋁泰	2252267	30382	16.26	9.18	2689683	612	488430
2015 程泰	2066340	51152	28.96	17.41	2908784	1269	1127035
2015 高鋒	1464415	55827	23.44	6.46	1912791	379	1432897
2015 福裕	978479	66104	19.62	-1.85	1217345	-88	380038
2015 東台	3598478	217244	23.19	1.75	4685033	92	1282776
2015 協易機	1233110	86367	27.77	3.36	1707262	137	585947
2015 慶鴻	695089	25051	30.17	16.04	995331	819	973356
2015 瀧澤科	2048056	64826	21.23	9.05	2600127	745	742658

資料來源：本研究整理

一、灰關聯生成

為使不同參數之數據符合可比性，必須將表4-1的原始資料做灰關聯生成處理。七項評估指標中研究發展費、營業利益率、營業收入淨額、每人營業利益、固定資產為效益屬性，以公式(2)來衡量數據偏離最大之程度。營業成本為成本屬性，以公式(3)來衡量數據偏離最小之程度。運算結果可得灰關聯生成數值如表4-2。

其中經衡量數據偏離的最佳參考序列代表值為一，所以灰關聯生成的數值越接近參考序列代表值，表示該評估項目的表現越加。

表 4-2 灰關聯生成

	營業成本 (望小)	研究發展費 (望大)	營業毛利率 (望大)	營業利益率 (望大)	營業收入淨額 (望大)	每人營業利益 (望大)	固定資產 (望大)
2016 亞歲	0.4868	0.2455	0.2464	0.4264	0.5099	0.2411	0.6183
2016 巨庭	0.4038	0.0399	0.0000	0.6003	0.5531	1.0000	0.2358
2016 喬福	1.0000	0.0000	0.6620	0.8086	0.0000	0.3815	0.0000
2016 鋁泰	0.3375	0.0803	0.1215	0.6172	0.6383	0.5167	0.1055
2016 程泰	0.7016	0.1766	0.6018	0.7854	0.3313	0.4231	0.6178
2016 高鋒	0.6375	0.1727	0.3310	0.2645	0.3669	0.1656	0.5554
2016 福裕	0.8784	0.2007	0.2598	0.0000	0.1121	0.0000	0.0135
2016 東台	0.0000	1.0000	0.2265	0.1008	1.0000	0.0473	1.0000

表 4-2 灰關聯生成(續)

	營業成本 (望小)	研究發 展費 (望大)	營業毛 利率 (望大)	營業利 益率 (望大)	營業收 入淨額 (望大)	每人營 業利 益 (望大)	固定資產 (望大)
2016 協易機	0.7199	0.4099	0.5844	0.1361	0.3088	0.0591	0.3087
2016 慶鴻	0.9042	0.0576	1.0000	1.0000	0.1326	0.5892	0.6143
2016 瀧澤科	0.6378	0.1179	0.2912	0.4428	0.3617	0.3028	0.2931
2015 亞崴	0.3613	0.3130	0.2542	0.4148	0.5946	0.2850	0.7298
2015 巨庭	0.4541	0.0469	0.0000	0.6106	0.4747	1.0000	0.2806
2015 喬福	1.0000	0.0000	0.2056	0.5114	0.0000	0.4213	0.0000
2015 鋁泰	0.4626	0.0716	0.1117	0.5727	0.4815	0.4337	0.1155
2015 程泰	0.5265	0.1748	0.9227	1.0000	0.5384	0.8408	0.7136
2015 高鋒	0.7334	0.1981	0.5702	0.4315	0.2796	0.2893	1.0000
2015 福裕	0.9004	0.2491	0.3263	0.0000	0.0989	0.0000	0.0140
2015 東台	0.0000	1.0000	0.5543	0.1869	1.0000	0.1115	0.8594
2015 協易機	0.8129	0.3498	0.8467	0.2705	0.2262	0.1394	0.2068
2015 慶鴻	0.9977	0.0452	1.0000	0.9289	0.0412	0.5620	0.5696
2015 瀧澤科	0.5328	0.2428	0.4291	0.5659	0.4582	0.5161	0.3536

資料來源：本研究整理

二、 計算灰關聯距離 Δ_{oi}

以公式(5)來計算標準化後的數值與標準化後參考數列之間的差距，如表 4-3。

表 4-3 灰關聯距離

	營業成本 (望小)	研究發 展費 (望大)	營業毛 利率 (望大)	營業利 益率 (望大)	營業收 入淨額 (望大)	每人營 業利 益 (望大)	固定資產 (望大)
2016 亞崴	0.4868	0.7545	0.7536	0.5736	0.4901	0.7589	0.3817
2016 巨庭	0.4038	0.9601	1.0000	0.3997	0.4469	0.0000	0.7642
2016 喬福	1.0000	1.0000	0.3380	0.1914	1.0000	0.6185	1.0000
2016 鋁泰	0.3375	0.9197	0.8785	0.3828	0.3617	0.4833	0.8945
2016 程泰	0.7016	0.8234	0.3982	0.2146	0.6687	0.5769	0.3822
2016 高鋒	0.6375	0.8273	0.6690	0.7355	0.6331	0.8344	0.4446
2016 福裕	0.8784	0.7993	0.7402	1.0000	0.8879	1.0000	0.9865
2016 東台	0.0000	0.0000	0.7735	0.8992	0.0000	0.9527	0.0000
2016 協易機	0.7199	0.5901	0.4156	0.8639	0.6912	0.9409	0.6913
2016 慶鴻	0.9042	0.9424	0.0000	0.0000	0.8674	0.4108	0.3857
2016 瀧澤科	0.6378	0.8821	0.7088	0.5572	0.6383	0.6972	0.7069

表 4-3 灰關聯距離(續)

	營業成本 (望小)	研究發 展費 (望大)	營業毛 利率 (望大)	營業利 益率 (望大)	營業收 入淨額 (望大)	每人營 業利益 (望大)	固定資產 (望大)
2015 亞崙	0.3613	0.6870	0.7458	0.5852	0.4054	0.7150	0.2702
2015 巨庭	0.4541	0.9531	1.0000	0.3894	0.5253	0.0000	0.7194
2015 喬福	1.0000	1.0000	0.7944	0.4886	1.0000	0.5787	1.0000
2015 鋁泰	0.4626	0.9284	0.8883	0.4273	0.5185	0.5663	0.8845
2015 程泰	0.5265	0.8252	0.0773	0.0000	0.4616	0.1592	0.2864
2015 高鋒	0.7334	0.8019	0.4298	0.5685	0.7204	0.7107	0.0000
2015 福裕	0.9004	0.7509	0.6737	1.0000	0.9011	1.0000	0.9860
2015 東台	0.0000	0.0000	0.4457	0.8131	0.0000	0.8885	0.1406
2015 協易機	0.8129	0.6502	0.1533	0.7295	0.7738	0.8606	0.7932
2015 慶鴻	0.9977	0.9548	0.0000	0.0711	0.9588	0.4380	0.4304
2015 瀧澤科	0.5328	0.7572	0.5709	0.4341	0.5418	0.4839	0.6464

資料來源：本研究整理

三、計算灰關聯係數 R_{ij}

依公式(6)計算灰關聯係數 R_{ij} ，公式中用來控制灰關聯係數 Δ_{max} 與 Δ_{min} 大小以利判斷的辨識係數 ζ 介於 0 到 1 之間，其值可依實際需要調整，一般以 0.5 為基準，故本研究所採用的辨識係數以 0.5 為基準。所得數據如表 4-4。

表 4-4 灰關聯係數

	營業成本 (望小)	研究發 展費 (望大)	營業毛 利率 (望大)	營業利 益率 (望大)	營業收 入淨額 (望大)	每人營 業利益 (望大)	固定資產 (望大)
2016 亞崙	0.5067	0.3986	0.3988	0.4657	0.5050	0.3972	0.5671
2016 巨庭	0.5532	0.3424	0.3333	0.5557	0.5281	1.0000	0.3955
2016 喬福	0.3333	0.3333	0.5967	0.7232	0.3333	0.4470	0.3333
2016 鋁泰	0.5970	0.3522	0.3627	0.5664	0.5803	0.5085	0.3586
2016 程泰	0.4161	0.3778	0.5567	0.6997	0.4278	0.4643	0.5668
2016 高鋒	0.4396	0.3767	0.4277	0.4047	0.4413	0.3747	0.5293
2016 福裕	0.3627	0.3848	0.4032	0.3333	0.3603	0.3333	0.3364
2016 東台	1.0000	1.0000	0.3926	0.3573	1.0000	0.3442	1.0000
2016 協易機	0.4099	0.4587	0.5461	0.3666	0.4198	0.3470	0.4197
2016 慶鴻	0.3561	0.3467	1.0000	1.0000	0.3657	0.5490	0.5645
2016 瀧澤科	0.4394	0.3618	0.4136	0.4730	0.4392	0.4177	0.4143

表 4-4 灰關聯係數(續)

	營業成本 (望小)	研究發展費 (望大)	營業毛利率 (望大)	營業利益率 (望大)	營業收入淨額 (望大)	每人營業利益 (望大)	固定資產 (望大)
2015 亞崐	0.5805	0.4212	0.4013	0.4608	0.5522	0.4115	0.6492
2015 巨庭	0.5241	0.3441	0.3333	0.5622	0.4877	1.0000	0.4100
2015 喬福	0.3333	0.3333	0.3863	0.5058	0.3333	0.4635	0.3333
2015 鋁泰	0.5194	0.3501	0.3602	0.5392	0.4909	0.4689	0.3611
2015 程泰	0.4871	0.3773	0.8662	1.0000	0.5200	0.7585	0.6358
2015 高鋒	0.4054	0.3840	0.5378	0.4679	0.4097	0.4130	1.0000
2015 福裕	0.3571	0.3997	0.4260	0.3333	0.3569	0.3333	0.3365
2015 東台	1.0000	1.0000	0.5287	0.3808	1.0000	0.3601	0.7805
2015 協易機	0.3808	0.4347	0.7654	0.4067	0.3925	0.3675	0.3866
2015 慶鴻	0.3338	0.3437	1.0000	0.8755	0.3427	0.5330	0.5374
2015 瀧澤科	0.4841	0.3977	0.4669	0.5353	0.4799	0.5082	0.4361

資料來源：本研究整理

四、計算灰關聯度 γ_{0i} 及灰關聯排序

利用公式(7) 針對所選定的每一評估方案乘以公式(12)由 Entropy 計算出的各評估準則權重，將結果相加後即為灰關聯度。依據灰關聯評選出的方案與經計算出來的灰關聯度做比較，單位灰關聯度分數越高，代表該單位的表現相較於其他比較單位的績效表現越好。灰關聯度及灰關聯排序結果如下表 4-5：

表 4-5 灰關聯度及排序

灰關聯度				灰關聯度			
		灰關聯度	排名			灰關聯度	排名
2016	亞崐	0.4737	5	2014	亞崐	0.5343	5
2016	巨庭	0.4846	4	2014	巨庭	0.4410	8
2016	喬福	0.4496	7	2014	喬福	0.5153	7
2016	鋁泰	0.4699	6	2014	鋁泰	0.4059	10
2016	程泰	0.5147	3	2014	程泰	0.6665	2
2016	高鋒	0.4412	8	2014	高鋒	0.5705	4
2016	福裕	0.3624	11	2014	福裕	0.3726	11
2016	東台	0.7383	1	2014	東台	0.7604	1
2016	協易機	0.4380	9	2014	協易機	0.4236	9
2016	慶鴻	0.6363	2	2014	慶鴻	0.6400	3
2016	瀧澤科	0.4264	10	2014	瀧澤科	0.5181	6

表 4-5 灰關聯度及排序(續)

灰關聯度		排名	灰關聯度		排名		
2015	亞崴	0.5060	5	2013	亞崴	0.5583	4
2015	巨庭	0.4928	6	2013	巨庭	0.4462	9
2015	喬福	0.3780	10	2013	喬福	0.5012	8
2015	鋁泰	0.4386	9	2013	鋁泰	0.3931	10
2015	程泰	0.6742	2	2013	程泰	0.6591	3
2015	高鋒	0.5392	4	2013	高鋒	0.5203	7
2015	福裕	0.3662	11	2013	福裕	0.3802	11
2015	東台	0.7302	1	2013	東台	0.7698	1
2015	協易機	0.4682	8	2013	協易機	0.5278	6
2015	慶鴻	0.5921	3	2013	慶鴻	0.6691	2
2015	瀧澤科	0.4728	7	2013	瀧澤科	0.5467	5

資料來源：本研究整理

五、ENTROPY 熵值評估權重結果

由 Shannon(1948) 將熱力學中的物理現象：熵(Entropy)，用於解決信息理論在多準則決策中的多準則數學度量，應用在屬性權重的衡量上，則是某屬性的數據之量測值的差距越大及越亂表示該屬性越具有參考性，其權重就愈大，熵值也越大。

(一)、建構原始資料評估矩陣

所欲評估之原始矩陣，以表 4-1 為相同的評估準則及樣本。在原始矩陣中若是有小於 0 的值，須先以公式(10)之轉換函數來保持矩陣之一致性。

(二)、正規化原始矩陣 γ_{ij}

原始資料評估矩陣中的評估屬性因為使用不同的單位，須以公式(11)將評估矩陣作正規化處理，使各個評估準則有一致的客觀比較基礎，結果如表 4-6：

表 4-6 Entropy 正規化

	營業成本	研究發展費	營業毛利率	營業利益率	營業收入淨額	每人營業利益	固定資產
2016 亞崴	0.3288	0.2320	0.2545	0.2334	0.3289	0.1657	0.3665
2016 巨庭	0.3730	0.0717	0.1901	0.3228	0.3515	0.6863	0.2109
2016 喬福	0.0561	0.0407	0.3631	0.4299	0.0627	0.2620	0.1150
2016 鋁泰	0.4082	0.1033	0.2219	0.3315	0.3960	0.3548	0.1579
2016 程泰	0.2147	0.1783	0.3474	0.4180	0.2357	0.2906	0.3663
2016 高鋒	0.2488	0.1753	0.2766	0.1502	0.2542	0.1139	0.3409
2016 福裕	0.1207	0.1971	0.2580	0.0142	0.1212	0.0004	0.1205
2016 東台	0.5875	0.8202	0.2493	0.0660	0.5848	0.0328	0.5217
2016 協易機	0.2050	0.3602	0.3428	0.0842	0.2239	0.0409	0.2406
2016 慶鴻	0.1071	0.0856	0.4514	0.5283	0.1319	0.4045	0.3649
2016 瀧澤科	0.2486	0.1325	0.2662	0.2419	0.2515	0.2081	0.2343

表 4-6 Entropy 正規化(續)

	營業成本	研究發展費	營業毛利率	營業利益率	營業收入淨額	每人營業利益	固定資產
2015 亞崴	0.3851	0.2834	0.2477	0.2198	0.3708	0.1690	0.3798
2015 巨庭	0.3443	0.0911	0.1943	0.3216	0.3161	0.5920	0.2206
2015 喬福	0.1041	0.0573	0.2375	0.2700	0.0993	0.2496	0.1212
2015 鋁泰	0.3406	0.1090	0.2178	0.3019	0.3192	0.2569	0.1621
2015 程泰	0.3124	0.1836	0.3879	0.5241	0.3452	0.4978	0.3740
2015 高鋒	0.2214	0.2003	0.3140	0.2284	0.2270	0.1715	0.4755
2015 福裕	0.1480	0.2372	0.2628	0.0040	0.1445	0.0000	0.1261
2015 東台	0.5441	0.7796	0.3106	0.1012	0.5560	0.0663	0.4257
2015 協易機	0.1865	0.3099	0.3720	0.1447	0.2026	0.0828	0.1945
2015 慶鴻	0.1051	0.0899	0.4041	0.4871	0.1181	0.3328	0.3230
2015 瀧澤科	0.3097	0.2326	0.2844	0.2983	0.3086	0.3057	0.2465

資料來源：本研究整理

(三)、計算出屬性間客觀權重 w_j

將正規化後的數據，代入公式(12)，即可算出各評估準則之客觀權重，七項評估準則之客觀權重如下表 14-7：

表 4-7 熵值之權重

	營業成本	研究發展費	營業毛利率	營業利益率	營業收入淨額	每人營業利益	固定資產
2016	0.1576	0.0676	0.2269	0.1260	0.1678	0.0654	0.1887
2015	0.1588	0.0916	0.2016	0.1278	0.1606	0.0919	0.1677
2014	0.1425	0.1036	0.1879	0.1305	0.1444	0.1176	0.1735
2013	0.1370	0.1026	0.1754	0.1485	0.1365	0.1377	0.1622
2012	0.1749	0.1475	0.2006	0.0791	0.1691	0.0665	0.1624
2011	0.1424	0.1441	0.1886	0.1273	0.1360	0.0974	0.1641
2010	0.1162	0.1396	0.1876	0.1545	0.1141	0.1279	0.1602
2009	0.1518	0.0926	0.2047	0.1133	0.1501	0.1007	0.1867
2008	0.1584	0.0966	0.2136	0.1186	0.1566	0.0615	0.1948
2007	0.1336	0.1158	0.1822	0.1354	0.1365	0.1306	0.1659
2006	0.1720	0.1018	0.2048	0.0734	0.1712	0.0770	0.1999

資料來源：本研究整理

由表 4-7 顯示 2016 年的七項評估準則排序為營業毛利率、固定資產、營業成本、營業收入淨額、營業利益率、研究發展費、每人營業利益。其中以營業毛利率為首要之權重，每人營業利益之權重最小。由此可知，營業毛利率為受測公司中極為重要之權重指標。

六、整理評估 ENTROPY 熵值評估權重結果

將表 4-7 各年度計算出的評估準則依公式(7)乘上表 4-4 的灰關聯係數，即可得到受測公司包含權重考量的整體評估的灰關聯度，如表 4-5 灰關聯度及排序。

五、結論與建議

一、結論

本研究針對11家工具機業的上市櫃公司為研究樣本，選取各公司定期財報公布資料中的營業成本、研究發展費、營業毛利率、營業利益率、營業收入淨額、每人營業利益及固定資產，共7項評估準則做為研究指標的分析資料來源，利用灰關聯分析與Entropy計算評估準則的權重乘數分析，檢視其經營績效之優劣與趨勢變化，排列工具機業上市櫃公司績效之優劣次序。

由本研究以Entropy計算評估準則之客觀權重結果，在各項評估準則中，權重值最高的前三項為營業毛利率、固定資產及營業成本，由此可得知企業在如何提高營業毛利率及降低營業成本，對於營運績效是非常重要的。

在工具機業受評估的上市櫃公司中以東台為最佳，東台精機股份有限公司成立於1969年，總部位於台灣高雄，主要從事工具機製造與銷售，是台灣最大的專用機製造廠商，其中PCB鑽孔機市佔率為全球前三名。也是台灣工具機業產值最高的一家公司，其2106年全年營收達新台幣39億元。2010年與工研院成立台灣第一個「雷射微製程設備技術研發聯盟」，開發出從製程到零件等皆為自行研發的雷射鑽孔機，是國內唯一擁有雷射鑽孔機自有技術的公司。

工具機業受評估的上市櫃公司中排名最後的是福裕，福裕事業股份有限公司成立於1978年，總部位於台灣台中大雅，主要從事客製化工具機台的製造及銷售業務，以自有品牌「CHEVALIER」行銷全球，是台灣最大磨床的工具機廠商。所生產的工具機主要與其他廠商的同質性較高，又外銷受到匯率及中、日、韓等競爭因素，反映在財務績效上的數據讓福裕與其他工具機公司相比，有待更進一步的努力與改善。

二、未來研究方向

本研究主要以灰關聯分析並以ENTROPY客觀評估權重法於工具機業上市櫃公司的績效分析，僅以營業成本、研究發展費、營業毛利率、營業利益率、營業收入淨額、每人營業利益及固定資產之財務指標做為評估指標，除上述指標外，還有客戶來源、與競爭對手的等級差距、使用者對工具機的評價、服務品質、新產品研發等等，但因資料蒐集及不易界定範圍，因此只選擇經會計師簽證過之財務報表內之財務指標做為評估準則。

本研究以11家工具機產業之上市櫃公司做比較研究對象，未來研究建議加入匯率與政府產業合作導向做更深一層之研究探討。

參考文獻

一、中文文獻部分

1. 2013 機械產業年鑑，工業技術研究院。
2. 台灣機械工業同公會：<http://www.tami.org.tw/statistics.php>
3. 臺灣區工具機暨零組件工業同業公會：<http://www.tmba.org.tw>
4. 台灣經濟新報資料庫(TEJ+)
5. 林士超(2011)，台灣工具機產業國際市場經營關鍵成功因素之研究，國立中山大學企業管理學系碩士論文。
6. 柯金標(2006)，應用灰關聯分析建立上市國內電機機械公司經營績效評估之研究，東吳大學經濟學系碩士論文。
7. 徐若倩(2004)，灰關聯分析與方法應用於企業經營研究績效評估之研究，義守大學資訊工程研究所碩士論文。
8. 孫嘉祈、林亭汝(2007)，結合灰關聯與 Entropy 分析筆記型電腦代工廠商經營績效。管理科學研究 vol.4, No.2, 2007, 頁 35-55。
9. 張偉哲，溫坤禮，張廷政(2000)，灰關聯模型方法與應用，高立圖書公司。
10. 郭彥秀、黃士滔(2007)，結合灰關聯分析與資料包絡分析法評估鋼鐵業企業績效，中華民國品質學會第 43 屆年會暨第 13 屆全國品質管理研討會。

11. 陳楚哲(2011)，應用 TOPSIS 評估法與灰關聯分析於上市銀行營運績效之評估，國立高雄應用科技大學國際企業研究所碩士論文。
12. 陳漢昭(2010)。灰關聯分析在財務風險評估上的應用-以台灣上市家電業為例，國立中央大學碩士論文。
13. 葉集賢(2009)，研發支出及資本支出對企業經營績效之影響--以臺灣半導體產業為例，國立成功大學企業管理學系碩士論文。
14. 盧文龍(2013)，「財務報表分析」，華立圖書股份有限公司。
15. 鄧聚龍(2000)，「灰色系統理論與應用」，高立圖書有限公司。
16. 謝劍平(2015)，「財務報表分析」，智勝文化事業有限公司。
17. 顏榮祥、王少安(2005)，國內金融控股公司經營績效評估---熵理論與灰關聯分析之應用研究, in 2005 年第三屆『管理思維與實務』學術研討會 2005, 銘傳大學，頁 56-73.13.
18. 蘇永裕(2004)，應用熵權重法與灰色理論於產品設計之研究，工業設計學系碩博士班，國立成功大學，頁 94.
19. 顏榮祥、王少安(2005)，國內金融控股公司經營績效評估---熵理論與灰關聯分析之應用研究, in 2005 年第三屆『管理思維與實務』學術研討會 2005, 銘傳大學，頁 56-73.13.

二、英文文獻部分

1. C.E. Shannon (1948) "A Mathematical Theory of Communication", The Bell System Technical Journal. Vol. 27(379-423), pp. 623-656.
2. C.E. Shannon and W. Weaver (1947), the mathematical theory of communication 1947, Urbana: The University of Illinois Press.
3. Gardner Business Media, INC. (<http://www.gardnerweb.com>)
4. M.R. Simonelli (2005) "Indeterminacy in portfolio selection", European Journal of Operational Research. Vol. 163, pp. 170-176.
5. Szilagyi, A. D. (1981). Management and Performance, California, Goodyear Pub.
6. T.-C. Wang and T.-H. Chang (2007) "Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment", Expert Systems with Applications. Vol. 33(4), 870-880.17.
7. Venkatraman & Ramanujam(1986) "Measurement of Business Performance in Strategy Research: A Comparison of Approaches" The Academy of Management Review Vol. 11, No. 4 (Oct., 1986), pp. 801-814