

台灣個人防護設備產業營運效率之衡量

Measure the Operating Efficiency of Personal Protective Equipment Industry in Taiwan

余銘忠¹

國立高雄科技大學 企業管理系 教授

yminchun@nkust.edu.tw

江亭瑩²

國立高雄科技大學 企業管理系碩士班 研究生

F110157103@nkust.edu.tw

摘要

新冠疫情使得全球經濟與產業遭受前所未有的衝擊，唯獨個人防護設備(PPE)產業逆勢中成長，以不織布為核心原料之防疫備品-口罩、隔離衣及防護衣，始終無法滿足暴增之需求，幸虧在政府力邀之下，這群不織布或成衣業者卸下手邊工作成為口罩及隔離衣、防護衣國家隊之成員，肩起解決台灣 PPE 需求不足之責任，同時也面臨夕陽產業轉型之苦。

本研究透過台灣經濟新報資料庫(TEJ)彙整公開資料，再利用資料包絡分析法(DEA)之差額基礎基礎模型(SBM)模型以及 Malmquist 生產力指數探討 10 間加入口罩國家隊及防護衣和隔離衣國家隊或自發性生產之 PPE 業者，以營業費用為投入項，營業收入淨額、營業毛利以及稅後淨利為產出項，分析 2017 至 2021 年新冠疫情前後其經營效率及生產力之變化。

關鍵詞：個人防護設備，新冠疫情，資料包絡分析法，麥氏生產力指數

Keywords: Personal Protective Equipment、Covid-19、DEA、Malmquist productivity index

1. 緒論

1.1. 研究背景與動機

歷經近七十年發展與成長的臺灣紡織工業發展優異，是早期工業化的主角，也曾為臺灣創造大量外匯，產量達到高峰；隨後因為經濟發展逐漸成熟與工資的上漲，勞力密集的紡織下游例如成衣業等等產業開始外移至工資較低廉的國家，而中上游也成為紡織業的主力(瞿宛文，2008)。

紡織工業中的不織布產業，生產具功能性及機能性的紡織品(工商時報，2018)。不織布又稱無紡布、非織造布(Money DJ 理財網，2009)，是一種無需經由傳統織造過程而是透過化學、機械、熱等方式黏合而成的布(紡拓會市場開發處，2017)，其特性為製成短、產量大、可製成的產品種類多、可被廣泛應用(工商時報，2018)，更可被研發成可提供特定的功能，例如過濾性、阻燃性、防水性、無菌性等等功能(紡拓會市場開發處，2017)。

多數不織布業者屬中小型企業，面對競爭者如雨後春筍般冒出、原料仰賴進口、最先進的技術及設備自國外引進等諸多考驗，轉型的過程同時面臨工業用地不足導致業者無法做出完善的規劃、成熟產品的標準品質規範、研發機制、人才及自主研發能力的欠缺。發展逾五十年的臺灣不織布產業的轉型之路的起頭，從以往生產一次性拋棄式不織布，逐漸轉向高附加價值的耐久型不織布，技術的創新及設備的優化設計並跟上國際趨勢，朝環保、綠色、機能性、醫療方面發展(工商時報，2018)。

新冠狀病毒在 2019 年底爆發，隨即蔓延至世界各地，對全球經濟的衝擊由供給面延伸至需求面，許多國家因應防疫，開始鎖國與封城(張建一，2020)，由於飛沫及帶有病菌之分泌物是新冠病毒主要的傳染途徑，對於口罩、防護衣等個人防護設備(Personal Protective Equipment, PPE)的防疫需求迅速增加(中華民國對外貿易發展協會，2020)。PPE 是指具有避免任何危險的防護措施，以保護個人生命安全為目的所穿戴或使用的產品，根據美國職業

安全與健康管理局(Occupational Safety and Health Administration, OSHA) 定義 PPE 為所穿戴的設備或衣著，能最大限度減少在化學、放射、機械等等的工作場所的人員暴露於危險中而導致嚴重的工傷或疾病，根據 WHO (2020) PPE 可預防例如飛濺物、意外接種等可能性，同時對於細菌、病毒等等具備一定的防護效果。PPE 所包含之產品項目眾多，以功能區分為呼吸系統的防護、眼睛和臉部保護、手部保護、足部保護、身體保護五類，並依據所在之場所及危險程度挑選適合的 PPE 使用(Akbar-Khanzadeh, 1998; Holland & Cawthon, 2015)。

過去臺灣在口罩、防護衣及隔離衣等防疫物資的供應有一定程度的仰賴進口，近八成的防護衣及隔離衣由中國進口，剩下則向韓國及美國購買(自由時報，2020)，口罩方面約九成從中國進口(呂正華，2020)，有鑑於 2003 年 SARS 的經驗，政府為確保國人及醫療人員防疫所需之用品的存量充足更進一步能自給自足，便號召國內紡織業者成立防護衣及隔離衣國家隊(中華民國對外貿易發展協會，2020)、口罩製造商及口罩工具機廠商組成口罩國家隊(呂正華，2020)，就防護衣及隔離衣國家隊而言其中更包含本業同為紡織業但從未接觸製造相關防疫用品的業者願意投入成為國人最厚實的防疫後盾(今周刊，2020)，廠商皆暫緩手邊的訂單日以繼夜自製口罩、防護衣和隔離衣以填補國內防疫用品供應的缺口(經濟部技術處，2021)。

綜合上述，新冠疫情的來勢洶洶，從原物料的缺料、訂單被取消、工廠停工等影響，造成紡織工業遭受極大的衝擊，其中不織布在防疫期間所扮演的角色功不可沒，因口罩、隔離衣、防護衣等 PPE 主要由不織布製成，使 PPE 業者鹹魚翻身，將危機化為轉機，但如上一節所提及臺灣在口罩、隔離衣及防護衣等防疫物資約八、九成依靠中國進口，面對醫療人員及國人龐大的需求，且 PPE 業者仍多為規模屬中小型企業的不織布廠商，在面對大環境的變動、產業轉型以及企業未來走向，例如 Covid-19 疫情趨於緩和以及上述所提之轉型相關的難題，無疑是必須深思解決的問題。故本研究利用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)探討生產口罩、隔離衣及防護衣的 PPE 業者在面對產業的改變以及新冠病毒的影響下之營運效率與其趨勢變化。

1.2. 研究目的

本研究將使用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)之差額基礎模型(Slacks Based Measure, SBM)和 Malmquist 生產力指數分析 PPE 產業受到新冠疫情影響下的營運效率和企業的市場價值，預計完成下列四項研究目的：

- 一、 篩選出合適之投入及產出項目以衡量 PPE 產業營運效率
- 二、 利用 DEA-SBM 衡量新冠疫情前後 PPE 產業的營運效率
- 三、 應用 Malmquist 生產力指數分析 PPE 業者生產力的變化趨勢
- 四、 將研究結果供企業在經營決策上做參考

1.3. 研究流程

本研究的流程共分五個階段進行，如圖 1-1 所示：

- 一、 確定研究主題：確認研究方向，並清楚陳述研究背景、動機和目的。
- 二、 文獻探討：蒐集並彙整與本研究相關之國內外文獻。
- 三、 研究方法：依據研究目的選擇欲使用的研究方法，本研究應用 DEA-SBM 模型分析決策單位之績效，並運用 Malmquist 生產力指數衡量企業的生產力。
- 四、 資料分析與彙整：篩選投入、產出項和評估的決策單位，接著使用選定的研究方法進行分析。
- 五、 撰寫論文：將上述一、確定研究主題至四、資料分析與彙整完整撰寫，並具體說明未來建議。



圖 1-1 研究流程

2. 文獻探討

2.1. 績效衡量之相關文獻

績效(Performance)象徵一間企業的競爭優勢、效率及效能，評估企業所付出的努力，也涵蓋其獲利能力、生產力和成長的趨勢(Taouab & Issor, 2019)，在特定期間內組織的活動或投資所產生之結果，反映業績達標的程度(Pecinova, Lostakova, & Havranek, 2012)。

過去企業在衡量其績效時常使用財務指標，如獲利能力、資產報酬率(ROA)、投資報酬率(ROI)、每股盈餘(EPS)等(Al-Matari, Al-Swidi, & Fadzil, 2014)，是一種以會計為基礎的指標，衡量一間公司如何有效運用其資源產生收入，僅能描述企業在過去某一段時間所有決策之績效，屬於落後指標(Pecinova, Lostakova, & Havranek, 2012; Taouab & Issor, 2019)。Ghalayini & Noble (1996)指出財務指標的過時，造成無法有效評估企業的營運績效，財務指標所使用的表格過於制式，且過去企業的目標為成本最小化，例如縮短交貨時間、顧客滿意度等方面則難以用貨幣量化，因此過度使用財務的角度衡量企業績效可能會阻礙企業持續進步也易造成管理階層短視的問題。

根據 Low et al. (1998)非財務績效指標為領先指標，有利於企業掌握未來的績效，因此企業陸續納入非財務指標作為衡量標準，以彌補傳統財務績效衡量指標所提供資訊的不足。Ittner & Larcker (2003)指出企業在衡量非財務績效時，1.盲目的大量採用卻未審慎評估所需追蹤的指標，2.未設立正確的績效目標，3.採用的指標缺乏統計的信度和效度，以上原因不僅使非財務績效指標未發揮其作用，反而使企業錯誤衡量其績效，同時造成管理階層從衡量結果難以評斷哪些因素或領域貢獻的程度。

企業經營效率的研究以絕對效率和相對效率進行衡量，傳統財務績效指標屬於衡量企業的絕對效率，根據 Mali & Lim (2022)絕對效率是利用會計比率的變化來評估，以產出除以投入作為計算公式，其優點為計算簡單和易於解釋，但易忽略不同行業所需投入的成本，也容易受會計處理和政策的影響；而相對效率被認為是企業資源和成本最有效利用的衡量指標，針對不同產業的特性選定共同適用的投入產出項，以衡量整個市場的效率，進而更全面的分析企業與其同業在相同指標的平均之下的差異(林民頤，2010)。

2.2. DEA 衡量企業績效之相關文獻

資料包絡分析法(DEA)屬於無母數的分析法，利用事後資料並借助數學線性規劃式求出生產前緣以衡量決策單位(Decision Making Unit, DMU)效率的方法，所衡量出的效率為相對效率(relative efficiency)，而非絕對效率(absolute efficiency)，判定 DMU 為有效率(efficiency)還是無效率(inefficiency)兩類，其特性為(1)處理單一投入及單一產出，同時也適用處理多投入及多產出，(2)以客觀角度評估，無人為主觀的成分，(3)廣泛用於評估各行各業營利與非營利組織的經營績效(翁興利等，1996; 陳彥萍，2021; 蔡美英等，2016)。

林文晟等(2009)分析臺灣 46 間上市的紡織企業在 2007 年全球金融風暴前一年的經營效率，應用 DEA-SBM 衡量五個依據證券暨期貨市場發展基金會所將財務比率分類的構面，分別為(1)財務結構，以負債為投入項，股東權益報酬率為產出項，(2)流動性，投入項為流動資產，營業活動現金流量為產出項，(3)經營能力，以資產作為投入項，

營業收入為產出項，(4)獲利能力，資產當作投入項，資產報酬率為產出項，(5)現金流量，投入項為固定資產，營業活動現金流量為產出項，最後將效率不佳的企業導入標竿管理。研究結果顯示，46 間企業只有 8 間相對有效率，其餘 38 間皆無效率，而位在效率前緣的 8 間企業可做為其他無效率企業的標竿。

王世維(2009)利用 DEA-CCR & BCC 模型和 Malmquist 生產力指數及差額變數分析研究紡紗工廠 2007 年整年度的經營績效，以臺灣某間上市的紡織企業旗下的 4 間紡紗工廠作為研究對象，使用修繕費用、實際工時、用人費用、用棉量、用電費用、物料費用六項作為投入項，產出項則為精紡機稼動率及生產量兩項。研究結果表明唯獨 B 廠相對無效率，其他三廠表現皆良好，另外 Malmquist 生產力指數的研究結果說明只有 C 廠因為在總生產設備技術方面出現停滯造成總生產變動趨勢呈現下跌衰退的情況。

李錦興(2011)採用 DEA-CCR 模型及 Malmquist 生產力指數評估 8 間上市棉紡紗企業 2005~2009 年的經營績效，以總資產、營業成本和員工人數作為投入項，產出項則只有營業收入一項。研究結果顯示遠東新和東和五年整體效率都是相對有效率的企業，立益則是最差。另外 Malmquist 生產力指數的研究結果表明整體綜合技術效率變動指數及生產力變動指數的表現在 2005~2007 呈現上升，而後遭受 2008 年全球金融風暴之影響造成後兩年跨期績效逐漸衰退。

Duman Altan & Gulen (2020)蒐集伊斯坦堡工業協會(Istanbul Chamber of Industry)每年公布紡織業前兩名的企業，共計 17 間土耳其紡織業廠商為研究對象，分析 2014~2018 期間企業的績效，應用 Malmquist 生產力指數，以資產淨額、權益資本以及員工人數作為投入項，銷貨淨額、毛附加價值、稅前利潤、出貨資料四項作為產出項。研究結果顯示各企業應重視在技術的發展，以提升紡織業的效率。此外 Malmquist 生產力指數的研究結果指出 2014~2015 和 2015~2016 生產力略有下跌，2016~2017 和 2017~2018 則有明顯的上升。

陳彥萍(2021)針對 49 間臺灣上市或上櫃的紡織業廠商利用動態 DEA-SBM 模型分析各企業 2014~2019 的分年和整體的經營績效，其中上市公司占 41 家，8 家上櫃公司，使用員工人數及營業費用為投入項，產出項則選取營業收入和稅後淨利兩項，固定資產被選擇為跨期變數。研究結果顯示，(1) 2014~2019 共計 6 年的整體平均效率為 0.58927，只有 24 間高於平均，(2) 10 間上市公司和東隆興一間上櫃公司為相對效率，(3) 小型規模之企業從 2014~2019 每年的平均效率值皆高於平均，同時也高於中型及大型規模企業的平均效率值。

Nguyen et al. (2022) 衡量 10 家越南紡織和成衣業公司 2016~2020 年之間的效率，以 DEA- Negative Malmquist 模型分析，使用流動資產(CA)、非流動資產(NA)以及業主權益(OE)作為投入項，以營業收入(RE)和稅後淨利(NP)為產出項。研究結果顯示只有 3 家公司在每年都是無效效率，而 2020 年整體平均效率下降的原因為 Covid-19 的來襲使越南紡織及成衣業受創。

3. 研究方法

本章將針對本研究所使用的研究方法進行介紹，首先第一章將清楚展示本研究之研究架構，接續詳細描述 DEA 的 CCR 模型、BCC 模型以及 SBM 模型，最後一節將說明 Malmquist 生產力指數。

3.1. 研究架構

本研究探討生產口罩、隔離衣及防護衣的個人防護設備(Personal Protective Equipment, PPE)之台灣上市櫃的 PPE 業者其營運效率，選取共同適用的投入及產出項以應用 DEA-SBM 模型進行相對效率之分析，以計算各決策單位之經營效率，最後使用 Malmquist 生產力指數，衡量各 DMU 不同時期生產力之變化，圖 3-1 為本研究之研究架構：

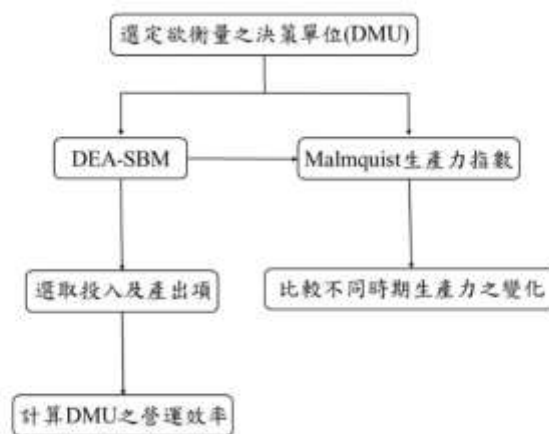


圖 3-1 研究架構圖

3.2. DEA 模型

資料包絡分析法(DEA)是評估在相同條件限制之下 DMU 相對於的其他 DMU 之效率，一種非參數，無需事先設定權數，也無須描述投入和產出之間的函數關係，以事後資料運用數學規劃式求出效率前緣用以衡量效率的方法，選取適用的投入及產出項，以判定 DMU 是否有相對效率，當效率值為 1 表示該 DMU 有效率即落在前緣線上，反之當 DMU 為無效率，其效率值則介於 0~1 之間，被前緣包絡在內，同時能了解每個投入項及產出項所貢獻於相對效率值的程度，此衡量方式不僅彌補傳統衡量效率之缺陷，屬於具客觀性診斷企業的綜合效率指標(Bowlin, 1998; Chandra et al., 1998; 李錦興, 2011; 劉定焜和張寶文, 2011)。

3.2.1. CCR 模型

CCR 模型是 DEA 的基礎模型，由 Charnes, Cooper and Rhodes (1978)自 Farrell 之概念改良發展的，基於柏拉圖最適法則(Pareto Optimality)，尋找位於效率前緣上的 DMU，藉由效率值較高之 DMU 為基準，以判別效率最高和最低之差距。CCR 模型應用線性規劃，假設在固定規模報酬(Constant Return to Scale, CRS) 之下多投入及多產出以計算各 DMU 之相對效率，並將此評估方法命名為 Data Envelopment Analysis，大多以 CCR 模型稱呼，其最初設計用於衡量非營利單位，例如醫院、學校等等，此模式分為投入導向(Input Orientation)及產出導向(Output Orientation)兩種。

3.2.2. BCC 模型

Banker, Charnes, and Cooper(1984)認為生產過程的規模報酬並非固定，因此繼 CCR 模型再更進一步加入 Shephard 距離函數(distance function)而發展出 BCC 模型，並將原本固定規模報酬調整為變動規模報酬 (Variable Returns to Scale, VRS)，同時細分技術效率為純技術效率(Pure Technical Efficiency, PTE)和規模效率(Scale Efficiency, SE)，讓使用者能從中更了解 DMU 無效率之來源以改進，除此之外，還可以分析該 DMU 的規模報酬(Return to Scale, RTS)處於規模報酬遞增(Increasing Returns to Scale, IRS)、固定規模報酬(Costant Returns to Scale, CRS)，還是規模報酬遞減(Decreasing Returns to Scale, DRS)的階段，此模型也可依據使用者需求分為投入導向及產出導向。

3.2.3. SBM 模型

傳統的 DEA 模型，如上述之 CCR 及 BCC 模型，均屬於射線效率(radial efficiency)，代表會等比率增加或減少其投入或產出項，同時未將差額(slack)的影響考慮進去，仍舊有一些模型上之限制，易間接導致衡量結果較不精確。Tone (2001)提出差額基礎模式(Slack Based Measure, SBM)，一種無導向、非射線效率衡量的方法，能同時考量投入及產出導向，可直接處理投入過剩或產出不足的問題，尋求每一投入及產出最適之縮減及擴張率，提供無效率之 DMU 現有資源分配的狀況以及改善空間的多寡，亦有單位不變性(units invariance)和單調性(monotone)之特性，後者指投入和產出之差額會呈現單調遞減，此模型能彌補射線效率衡量之缺陷 (Lee, 2020; Tone, 2001; Tone, 2002; Wang et al., 2019; 林文晟, 2009; 吳怡萱和蔡鼎妍, 2021; 陳永琦, 2016)。

3.3. Malmquist 生產力指數

有別於 DEA 所衡量的結果是屬於單期的技術效率，Malmquist 生產力指數是一種加入時間因素的多期模型，評估不同時期的相對生產力，用於了解跨期生產力之變化。Malmquist 於 1953 年首次提出數量指數(quantity index)，但未考慮規模經濟，Caves, Christensen, and Diewert (1982)以 Malmquist 生產力指數作為距離函數(Distance function)之間的比率，作為比較公司之間生產力的方法，並提出總要素生產力指數(Total Factor Productivity Change, TFPC)之概念，隨後由 Fare et al., (1994)發展，將 Malmquist 生產力變動指數區分為技術變動(Technical Change, TC)又稱邊界移動效果(Frontier shift)以及效率變動(Efficiency Change, EC)又稱追趕效果(Catch-up Effect)，在固定規模報酬為基礎之下，效率變動可進一步再細分為純技術效率變動(pure technical efficiency change)和規模效率變動(scale efficiency change) (Caves et al., 1982; Duman Altan & Gulen, 2020; Fare et al., 1994; Zofio, 2007; 李錦興, 2011; 劉定焜和張寶文, 2011)。

4. 研究結果與分析

本章細分為二小節做說明，第一節樣本資料與投入項和產出項之選取，第二節為使用 DEA-SBM 模型分析業者之營運效率的結果以及運用 Malmquist 生產力指數衡量 2017~2021 年各家廠商生產力之變化。

4.1. 樣本資料與投入項和產出項之選取

4.1.1. 樣本資料

本研究設定樣本的範圍為在新冠疫情期間生產製造口罩、隔離衣及防護衣三項 PPE 產品之台灣在地企業，研究期間為 2017 年至 2021 年，並透過台灣經濟新報資料庫(TEJ)蒐集及整理所需之樣本資料。

所選取之樣本包含自發性生產或擔任口罩國家隊或防護衣、隔離衣國家隊的台灣 PPE 產業的企業，剔除無法公開取得財務報表等資料之未上市櫃企業，扣除資料不齊全及篩選後共計 10 間 PPE 產業上市櫃之企業，如下表 4-1 所示。

表 4-1 本研究所選取之樣本

編號	DMU	公司名稱	股票代號
1	A	恆大股份有限公司	1325
2	B	年興紡織股份有限公司	1451
3	C	宏遠興業股份有限公司	1460
4	D	台南企業股份有限公司	1473
5	E	儒鴻企業股份有限公司	1476
6	F	聚陽實業股份有限公司	1477
7	G	如興股份有限公司	4414
8	H	興采實業股份有限公司	4433
9	I	南六企業股份有限公司	6504
10	J	康那香企業股份有限公司	9919

資料來源:本研究自行整理

4.1.2. 投入項和產出項選取與定義

資料包絡分析法(DEA)的使用需選用適合的投入及產出項，由於本研究所選之樣本雖然在新冠疫情期間有生產製造口罩、隔離衣或防護衣，但其本業仍以紡織相關產業為主，因此本研究彙整過去使用 DEA 分析紡織業相關經營效率之文獻所採用的投入及產出項，如下表 4-2 所示。

表 4-2 過去紡織相關產業文獻所使用之投入及產出項

作者(年份)	產業別	投入項	產出項
林文晟等(2009)	紡織業	負債、流動資產、資產、固定資產	股東權益報酬率、營業活動現金流量、營業收入、資產報酬率
王世維(2009)	紡紗業	修繕費用、實際工時、用人費用、用棉量、用電費用、物料費用	精紡機稼動率、生產量
李錦興(2011)	棉紡紗業	總資產、營業成本、員工人數	營業收入
Duman Altan & Gulen (2020)	紡織業	資產淨額、權益資本 員工人數	銷貨淨額、毛附加價值 稅前利潤、出貨資料
陳彥萍(2021)	紡織業	員工人數、營業費用	營業收入、稅後淨利
Nguyen et al. (2022)	紡織成衣業	流動資產、非流動資產、業主權益	營業收入、稅後淨利

資料來源:本研究自行整理

以表 4-2 作為本研究採用投入產出項之依據，從中選取員工人數、營業費用兩者作為本研究之投入項，由於新冠疫情的來襲使 PPE 需求的爆增，因此本研究選用營業收入淨額、營業毛利以及稅後淨利作為產出項，下表 4-3 為本研究的投入及產出項之定義。

表 4-3 投入及產出項之定義

變數名稱		變數定義
投入項	員工人數 (人)	企業內所有僱用人員之數量。
	營業費用 (仟元)	企業在維持營運中所需的支出，包含行銷費用、研究發展費用以及管理費用等。
產出項	營業收入淨額 (仟元)	企業因銷售商品或提供服務所獲得之收入再扣除銷貨退回及折讓所得之金額。
	營業毛利 (仟元)	營業收入淨額減去製造該產品的所有營業成本所得出之金額稱為營業毛利，以檢視該企業在當年度對於成本的控制是否合宜。
	稅後淨利 (仟元)	企業當年度的稅前淨利再扣除所得稅後的金額。

資料來源:本研究自行整

在將所有樣本資料使用 DEA 分析前，需事先將投入及產出項進行相關分析，以 Pearson 相關係數檢視各變數之間呈現正向或負向關係以及相關程度之高低。Pearson 相關係數落在介於正 1 到負 1 之間，當相關係數值越高表示兩項變數之間屬高度相關，反之當相關係數值越低說明兩者之間關聯程度低，除了判別係數的高低，還須注意相關係數呈正數或負數，正負號表示兩項變數之間呈現正向或負向的關係。

本研究將刪除相關程度較低者以及呈現負相關的變數，下表 4-4 為本研究投入產出項的相關分析，由此表可得知，稅後淨利與投入項之間的相關係數為 0.145、0.422，相關性較低且未達顯著水準，因此予以刪除，其餘變數-員工人數、營業費用、營業收入淨額以及營業毛利之相關係數皆屬正向且有中高程度之關聯。

依據 Golany & Roll (1989) 的經驗法則(Rule of Thumb)，DMU 的個數需大於投入加產出項項數之和的兩倍，本研究的 DMU 數量僅 10 個且為使研究結果能更真實呈現說明各 DMU 之經營效率以及改善空間，因此刪除呈中度相關的員工人數，本研究最終選定營業費用一投入以及營業收入淨額及營業毛利兩產出作為變數。

表 4-4 投入及產出項之相關分析

投入項 \ 產出項	營業收入淨額	營業毛利	稅後淨利
	員工人數	0.721**	0.512**
營業費用	0.910**	0.802**	0.422

資料來源:本研究自行整理

4.2. 效率分析

本研究使用 DEA-Slover Pro 15 軟體計算、評估各 DMU 當年度的相對效率和跨期生產力之變化，透過 DEA-SBM 模型、規模效率以及 Malmquist 生產力指數針對 2017~2021 年間 10 家台灣上市櫃 PPE 業者進行相對效率之分析。

4.2.1. SBM 效率值

SBM 模型所衡量之結果如下表 4-5 所示，當相對效率值為 1 時代表此 DMU 為相對有效率，反之未達 1 者表示相對無效率，由表可得知在 2017 年效率值為 1 之 DMU 有四間，分別為 A、B、E、I，佔所有受評單位的 40%，其他六間為相對無效率之 PPE 業者。2018 年相對有效率之 DMU 有四間，分別為 A、B、E、I，佔總 DMU 之 40%，剩餘六間為相對無效率之業者。2019 年底為新冠疫情爆發，當年度效率值為 1 之 DMU 有兩間，分別為 A 以及 E，佔 20%，其餘八間為相對無效率之業者。2020 年正值新冠疫情期間，當年度相對有效率之 DMU 為三間，分別是 A、E、I，佔總 DMU 的 30%，剩餘七間為無效率之 DMU。2021 年新冠疫情仍肆虐，當年度效率值為 1 之 DMU 有三間，分別為 A、B、E，佔 30%，其餘七間為相對無效率之 DMU。

2017~2021 五年之間，縱使 2019 年年底新冠疫情爆發，2020 年至 2021 年都受新冠疫情之影響，A 和 E 仍始

終保持相對有效率之 DMU，為其餘 DMU 之學習指標，而效率排名常居末位之 DMU 為 C、D、H、J。

表 4-5 SBM 效率值

DMU	效率值					排名				
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	1	1	0.3026	0.8975	1	1	1	10	4	1
C	0.5232	0.4865	0.3297	0.3388	0.4613	7	8	9	10	6
D	0.5505	0.5328	0.3705	0.3571	0.3602	6	7	8	9	9
E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F	0.8725	0.8105	0.8537	0.7748	0.7689	5	5	3	5	4
G	0.5094	0.6084	0.4281	0.5169	0.3684	8	6	6	6	8
H	0.4158	0.4857	0.4525	0.4575	0.3460	10	9	5	7	10
I	1	1	0.8178	1	0.6215	1	1	4	1	5
J	0.5011	0.4228	0.3768	0.4158	0.3995	9	10	7	8	7

資料來源:本研究自行整理

4.2.2. 規模報酬分析

規模報酬分析的目的是評估 DMU 目前規模之階段，分為規模報酬遞增(IRS)、規模報酬遞減(DRS)以及固定規模報酬(CRS)三階段，處於 CRS 階段表示該 DMU 目前屬於最適生產規模之狀態，反之位在 IRS 或 DRS 表示距離最佳狀態仍有些許調整空間。

表 4-6 規模報酬分析

年度	IRS	CRS	DRS
2017		A、B、E、H	C、D、F、G、I、J
2018	H	A、E、I	B、C、D、F、G、J
2019		A、B、C、D、E、F、G、 H、I、J	
2020		A、H	B、C、D、E、F、G、I、J
2021		A、B	C、D、E、F、G、H、I、J

資料來源:本研究自行整理

如上表 4-6 顯示，2017 年處於最適規模狀態之 DMU 為 A、B、E、H，需縮減其規模之 DMU 為 C、D、F、G、I、J。2018 年位在固定規模報酬階段的 DMU 為 A、E、I，而 H 需擴大規模，反之 B、C、D、F、G、J 需縮減其規模。2019 年所有 DMU 皆位在最適規模-固定規模報酬之狀態，無需做任何改變。2020 年僅 A、H 為固定規模報酬階段之 DMU，B、C、D、E、F、G、I、J 需縮減規模。2021 年 A、B 屬於最適規模狀態的 DMU，C、D、E、F、G、H、I、J 則需縮小其規模。

4.2.3. 差額變數分析

差額變數分析(Slack variable)針對相對無效率之 DMU，提供其檢視現有資源分配之情形，並評估需調整的投入或產出項，以利縮短與相對有效率 DMU 的距離。

本研究將透過差額變數分析，協助未達相對效率值 1 的 DMU，調整投入過多或產出不足，以達成相對有效率為目標，進行投入、產出項資源之改善，由於 DMU A 以及 DMU E 連續五年皆保持相對效率值為 1，因此無須進行任何調整，以下僅列出相對無效率之 DMU 所需調整的年度及項目。

(一) 年興 (DMU B)

表 4-7 DMU B 之差異變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2019	379,170.262	103,308.572	0
2020	51,720.882	0	2,523,151.74

資料來源:本研究自行整理

根據表 4-8，2019 年營業費用需減少 379,170.262 仟元，營業收入淨額需增加 103,308.572 仟元；2020 年營業費用需減少 51,720.882 仟元，營業毛利需增加 2,523,151.74 仟元。

(二) 宏遠 (DMU C)

表 4-8 DMU C 之差異變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2017	658,541.44	0	0
2018	745,975.469	0	0
2019	956,800.251	2,209,495.38	0
2020	941,782.408	0	2,158,221.09
2021	830,464.947	0	0

資料來源:本研究自行整理

由表 4-8 可得知，投入及產出項的調整為 2017 年和 2018 年僅調整營業費用，各減少 658,541.44 仟元、745,975.469 仟元；2019 年營業費用需減少 956,800.251 仟元，營業收入淨額需增加 2,209,495.38 仟元；2020 年營業費用需減少 941,782.408 仟元，營業毛利需增加 2,158,221.09 仟元；2021 年營業費用需減少 830,464.947 仟元。

(三) 台南 (DMU D)

表 4-9 DMU D 之差異變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2017	463,870.258	0	0
2018	496,357.991	0	0
2019	624,112.534	2,601,236.92	0
2020	642,196.328	0	2,049,180.02
2021	596,844.421	0	0

資料來源:本研究自行整理

針對表 4-9 之分析結果顯示 DMU D 之投入及產出項的調整為 2017 年及 2018 年營業費用需減少 463,870.258 仟元、496,357.991 仟元；2019 年營業費用需減少 624,112.534 仟元，營業收入淨額需增加 2,601,236.92 仟元；2020 年營業費用需減少 642,196.328 仟元，營業毛利需增加 2,049,180.02 仟元；2021 年營業費用需減少 596,844.421 仟元。

(四) 聚陽 (DMU F)

表 4-10 DMU F 之年差異變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2017	326,075.087	0	1,605,299.901
2018	524,015.776	0	1,828,318.096
2019	429,372.65	0	2,263,748.36
2020	654,341.11	0	1,585,148.71
2021	728,692.084	0	748,578.616

資料來源:本研究自行整理

DMU F 之投入及產出項的調整依照表 4-10 所呈現，2017 年營業費用需減少 326,075.087 仟元，營業毛利需增加 1,605,299.901 仟元；2018 年除了營業費用需減少 524,015.776 仟元，還有營業毛利需增加 1,828,318.096 仟元；2019 年營業費用需減少 429,372.65 仟元，營業毛利需增加 2,263,748.36 仟元；2020 年營業費用需減少 654,341.11 仟元，營業毛利需增加 1,585,148.71 仟元；2021 年營業費用需減少 728,692.084 仟元，營業毛利需增加 748,578.616 仟元。

(五) 如興 (DMU G)

表 4-11 DMU G 之差額變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2017	662,477.516	0	0
2018	980,700.881	0	1,729,025.937
2019	1,623,672.62	0	1,279,832.98
2020	1,358,021.8	0	1,897,849.8
2021	2,118,924.23	0	1,155,499.07

資料來源:本研究自行整理

依據表 4-11，DMU G 之投入及產出項的調整為 2017 年營業費用需減少 662,477.516 仟元；2018 年營業費用過多需減少 980,700.881 仟元，營業毛利需增加 1,729,025.937 仟元；2019 年營業費用需減少 1,623,672.62 仟元，營業毛利需增加 1,279,832.98 仟元；2020 年營業費用需減少 1,358,021.8 仟元，營業毛利需增加 1,897,849.8 仟元；2021 年營業費用需減少 2,118,924.23 仟元，營業毛利需增加 1,155,499.07 仟元。

(六) 興采 (DMU H)

表 4-12 DMU H 之差額變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2017	174,540.414	54,580.058	0
2018	137,898.544	108,196.927	0
2019	159,067.536	6,831,056.67	0
2020	215,045	1,949,040	2,215,197
2021	320,947.022	0	0

資料來源:本研究自行整理

針對 DMU H 之投入及產出項的調整，從表 4-12 可得知 2017 年營業費用需減少 174,540.414 仟元，營業收入淨額需增加 54,580.058 仟元；2018 年營業費用需減少 137,898.544 仟元，營業收入淨額需增加 108,196.927 仟元；2019 年營業費用需減少 159,067.536 仟元，營業收入淨額需增加 6,831,056.67 仟元；2020 年營業費用需減少 215,045 仟元，營業收入淨額需增加 1,949,040 仟元、營業毛利需增加 2,215,197 仟元；2021 年營業費用需減少 320,947.022 仟元。

(七) 南六 (DMU I)

表 4-13 DMU I 之差額變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2019	94,171.056	4,149,678.09	0
2021	247,000.389	0	0

資料來源:本研究自行整理

針對 DMU I 之投入及產出項的調整如表 4-13 所示，2019 年營業費用需減少 94,171.056 仟元，營業收入淨額需增加 4,149,678.09 仟元；2021 年營業費用需減少 247,000.389 仟元。

(八) 康那香 (DMU J)

表 4-14 DMU J 之差額變數分析

年度	(I)營業費用(仟元)	(O)營業收入淨額(仟元)	(O)營業毛利(仟元)
2017	272,429.511	0	0
2018	325,832.842	0	0
2019	363,673.24	5,048,449.36	0
2020	387,463.611	0	1,211,237.58
2021	388,563.399	0	0

資料來源:本研究自行整理

依照表 4-14 對於 DMU J 之投入及產出項的調整為 2017 年營業費用需減少 272,429.511 仟元；2018 年營業費用需減少 325,832.842 仟元；2019 年營業費用需減少 363,673.24 仟元，營業收入淨額需增加 5,048,449.36 仟元；2020 年營業費用需減少 387,463.611 仟元，營業毛利需增加 1,211,237.58 仟元；2021 年營業費用需減少 388,563.399 仟元。

4.2.4. Malmquist 分析

藉由 Malmquist 生產力指數檢視台灣 PPE 業者在 2017~2021 年跨期生產力、效率以及技術之變化，以了解企業的生產力是否邁向進步的方向，效率是否提升以及技術是否跟上成長之腳步。

下表 4-15 為 2017~2021 年效率變動分析之結果，當效率變動指數為小於 1 表示效率呈衰退的狀態，反之大於 1 表示該 DMU 之效率有所改善，由此表可得知，2017~2021 年 PPE 業者整體的效率為 1.0340，表示整體效率有所改善，在五年期間跨期平均效率變動大於 1 者僅 DMU A、B 以及 E，而呈退步狀態者為 DMU C、D、F、G、H、I 共計七間。

表 4-15 2017~2021 年效率變動分析

DMU	17→18	18→19	19→20	20→21	跨期平均
A	0.8961	2.0229	0.3562	1.6693	1.2361
B	0.8047	0.2543	2.9658	1.7362	1.4402
C	0.9299	0.6777	1.0277	1.3613	0.9991
D	0.9679	0.6954	0.9640	1.0086	0.9089
E	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
F	0.9290	1.0533	0.9076	0.9924	0.9706
G	1.1945	0.7036	1.2074	0.7127	0.9545
H	1.1683	0.9315	1.0111	0.7562	0.9668
I	1.0451	0.7276	1.2994	0.5848	0.9143
J	0.8437	0.8914	1.1033	0.9608	0.9498
單期平均	0.9779	0.8958	1.1842	1.0782	1.0340

資料來源:本研究自行整理

根據下表 4-15 2017~2021 年技術變動分析之結果，當技術變動指數大於 1 時，代表該 DMU 的技術是處於進步的情況，反之若指數小於 1 則表示呈退步的狀態。依據表 4-16，2017~2021 年間台灣 PPE 業者之跨期平均的技術變革為 1.0934，代表在 2017~2021 年五年期間整體技術是往進步的趨勢邁進，同時所有 DMU 的跨期平均也是呈現進步的狀態，以此得知各 PPE 業者皆對於技術有所著墨。

表 4-16 2017~2021 年技術變動分析

DMU	17→18	18→19	19→20	20→21	跨期平均
A	1.0311	2.1792	1.1546	0.5848	1.2374
B	1.0289	2.7947	0.2334	0.9964	1.2633
C	1.0644	1.2969	0.5708	1.1283	1.0151
D	1.0087	1.4760	0.6945	1.0428	1.0555
E	1.0415	1.0101	1.0000	0.9926	1.0111
F	1.0806	1.0468	1.0043	1.1974	1.0823
G	1.0008	1.2015	0.8483	1.1256	1.0441
H	1.0191	0.9890	0.8520	1.2674	1.0319
I	1.0675	1.1643	1.1495	0.9486	1.0825
J	1.0618	1.2129	1.4950	0.6750	1.1112
單期平均	1.0405	1.4371	0.9002	0.9959	1.0934

資料來源:本研究自行整理

表 4-17 2017~2021 年 Malmquist 生產力指數分析

DMU	17→18	18→19	19→20	20→21	跨期平均
A	0.9240	4.4082	0.4113	0.9762	1.6799
B	0.8279	0.7106	0.6922	1.7299	0.9902
C	0.9897	0.8789	0.5866	1.5360	0.9978
D	0.9762	1.0264	0.6695	1.0517	0.9310
E	1.0415	1.0101	1.0000	0.9926	1.0111
F	1.0038	1.1026	0.9114	1.1883	1.0516
G	1.1955	0.8454	1.0242	0.8022	0.9668
H	1.1906	0.9213	0.8615	0.9585	0.9830
I	1.1157	0.8472	1.4937	0.5548	1.0028
J	0.8959	1.0812	1.6495	0.6485	1.0688
單期平均	1.0161	1.2832	0.9300	1.0439	1.0683

資料來源:本研究自行整理

上表 4-17 為 Malmquist 生產力指數分析之結果，當生產力指數大於 1 表示在跨期之生產力呈進步之趨勢，反之小於 1 表示衰退的狀態。根據表 4-18 顯示 2017~2021 年間台灣 PPE 業者整體的生產力指數為 1.0683，代表五年期間業者之生產力呈進步的狀態。在五年間生產力呈進步狀態之 DMU 為 A、E、F、I、J 五間，佔總 DMU 的 50%，而剩餘五間則為退步的情況。

5. 結論與建議

本章節分為三小節，依序為研究結論、管理意涵以及未來研究之建議。

5.1. 研究結論

個人防護設備(Personal Protective Equipment, PPE)是一種能有效避免在危險環境中導致嚴重疾病或工傷的穿戴用品，包含呼吸系統的防護、眼睛和臉部保護、手部保護、足部保護、身體保護五類。新冠疫情的爆發造成全球對於 PPE 供給遠遠無法滿足需求，過去台灣從中國進口之口罩、防護衣及隔離衣約占八至九成且面臨中國限制 PPE 出口，由於口罩、隔離衣及防護衣主要材料為不織布，因此台灣政府召集本土的紡織企業、工具機業者成立口罩國家隊及由紡織業者組成的防護衣、隔離衣國家隊，以確保存貨充足。

本研究應用資料包絡分析法(DEA)中的 SBM 差額基礎模型(Slacks Based Measure)，探討 2017~2021 年台灣 10

間在新冠疫情期間擔任口罩國家隊或者隔離衣及防護衣國家隊又或者屬自發性生產口罩、隔離衣及防護衣之上市櫃 PPE 企業的經營效率和其績效，以營業費用為投入項及營業收入淨額和營業毛利為產出項以評估各業者之相對效率，針對相對無效率之業者提供調整之建議，最後使用 Malmquist 生產力指數分析 2017~2021 年各企業之生產力的變化。

依據 SBM 模型分析結果，從 2017 至 2021 年五年皆保持位居效率前緣線上之企業為恆大及儒鴻兩家公司，其餘八間相對無效率之企業可藉由本研究之差額變數分析結果，針對投入及產出項做適當的調整，並根據規模報酬分析了解自身在當年度處於哪一階段之規模報酬，是否需要縮小或擴大其生產規模。

從 Malmquist 生產力指數分析結果可得知整體台灣 PPE 產業總要素生產力為 1.0683，大於 1 表示在 2017~2021 五年之間生產力是呈進步之狀態，其中跨期平均總要素生產力皆大於 1 之企業為恆大、儒鴻、聚陽、南六、康那香五間。另外依據效率變動及技術變動分析之結果可了解，2017~2021 年整體的效率變動值為 1.034，大於 1 代表在台灣 PPE 業者在五年間生產效率呈進步之趨勢，僅恆大、年興及儒鴻三間平均皆大於 1。在技術變動分析方面，平均技術變動值為大於 1 的 1.0934，表示台灣 PPE 業者在五年之間是成長的狀態，其中所有 DMU 之跨期平均值均大於 1，顯示所有業者皆在技術的部份有所成長。

5.2. 管理意涵

由於製造口罩、生產隔離衣及防護衣之台灣 PPE 產業之企業多屬中小型規模之企業，並且多以不織布等紡織業者為主，然而紡織業屬傳統產業，過去面臨國家經濟趨向成熟、工廠外移、人工成本的爬升等等問題導致整個產業淪為夕陽產業，如今從以往勞力密集的工廠逐漸轉型成以技術研發為首要目標。

從商品相關直接成本的營業費用、銷售商品所賺取的營業收入淨額，扣除營業費用企業實際獲得的營業毛利，本研究從獲利層面的部分觀點探討業者之經營效率，根據結果，五年期間始終保持 SBM 效率值為 1 者僅兩間；Malmquist 生產力指數則是五間企業的指數大於 1；在效率變動僅三間的指數大於 1；技術變動方面則是全體 DMU 皆大於 1。說明多數業者在疫情前後之單期年度不僅相對無效率、生產力的衰退、生產效率改善不完全又或策略不適當，此研究結果符合第一章所述多數不織布產品屬一次性、利潤低、附加價值低的產品、新冠疫情導致經濟的受創，以及如上述以技術為重鎮的轉型。

如第一章所述部份業者由於政府徵招而首次生產加工 PPE 之產品，由紡拓會帶領、切磋相關的縫紉技術，雖然新冠疫情已慢慢成為常態與趨緩，同時有些業者也回歸本業-紡織相關行業，但 Covid-19 無疑是個轉捩點，對於轉型中的業者可以思考是否跨入 PPE 產業，PPE 產業所包含之商品包羅萬象，依功能從頭到腳都有相關防護用品，業者可就習得之技術再加以專精而推出新功能、新產品或改善舊有產品之缺點。

綜合上述，目前業者在技術之著墨已有一定的表現，然而在公司經營的效率仍須改善，檢視公司管理模式、自身產品的定位是否朝高值化產品發展，再者 PPE 產業，其市場甚大，前途無量，業者可藉由新冠疫情之機會重新審慎思考公司轉型的方向、未來發展與定位。

5.3. 未來研究之建議

本研究所探討之產業雖為 PPE 產業，但局限於新冠疫情需求缺口難以補足之 PPE 產品-口罩、隔離衣及防護衣，而製造上述 PPE 之台灣 PPE 業者實質以不織布廠為大宗，其餘仍屬紡織業，再者以 DEA-SBM、Malmquist 生產力指數為研究方法，但受限於本人人脈缺乏且多數廠商未上市、櫃之情況下，僅能透過公開資料探討 PPE 廠商之經營效率、績效以及業者的生產力，無法了解實際影響企業內部營運之因素，依據本研究不足之處，以下提出個人淺見供後續研究者參考：

1. 納入深度訪談法(In-depth Interview)的半結構化訪談，訪談對象為業界專家以及各研究對象，以了解產業面臨問題及各企業真實營運狀況與實際上在轉型、疫情期間所遭遇之困境以及改善方向，結合 DEA 和 Malmquist 生產力指數，更全面的評估整個產業及各企業。
2. 根據衛生福利部疾病管制署對於醫療人員對於 Covid-19 的 PPE 穿戴建議，可再加入製造護目裝備、髮帽、手套以及面罩之業者，擴大範圍以更完善分析疫情期間 PPE 產業之效率。
3. 後續研究者可持續追蹤，PPE 產業在疫情成常態之後的變化。

參考文獻

一、 中文文獻

1. 王世維(2009)，工廠管理績效評估之研究-以紡紗工廠為例，長榮大學高階管理碩士在職班碩士論文，台南市。
2. 吳怡萱、蔡鼎妍(2021)，國際貨櫃海運公司之生態效益初探-以資料包絡分析法 SBM 模型進行之績效分析，船舶科技，(54)，1-30。
3. 呂正華(2020)，跨域合作打造口罩國家隊。國土及公共治理季刊，8(4)，38-45。
4. 李錦興(2011)，應用資料包絡分析法探討上市棉紡紗公司之經營績效，國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士學位論文，基隆市。
5. 林文晟、沈群英、梁榮輝(2009)，整合性財務分析觀點導入企業標竿管理之研究：以台灣紡織業為例，全球管理與經濟，5(2)，1-14。
6. 林民頤(2010)，遠東集團多角化經營策略與績效探析，國立交通大學管理學院碩士在職專班科技管理組碩士論文，新竹市。
7. 翁興利、李豔玲、潘婉如(1996)，相對效率之衡量：DEA 之運用，中國行政評論，5(4)，63-106。
8. 張建一(2020)，新冠肺炎疫情對全球經濟的影響與因應，兩岸經貿，342，8-11。
9. 陳永琦(2016)，SBM-DEA 模型在評估農會信用部經營效率之應用，明新學報，42(2)，103-117。
10. 陳彥萍(2021)，應用動態 DEA 評估臺灣紡織業經營績效，佛光大學應用經濟學系碩士在職專班碩士論文，宜蘭縣。
11. 劉定焜、張寶文(2011)，效率、績效衡量與決定因素之探討-台灣金融產業的實證研究，台灣金融財務季刊，12(3)，23-67。
12. 蔡美英、蔡明智、薄喬萍、魏乃捷(2016)，以二階段資料包絡分析衡量紡織產業之經營效率與市場能力，高雄應用科技大學人文與社會科學學刊，2(2)，33-48。
13. 瞿宛文(2008)，重看臺灣棉紡織業早期的發展，新史學，19(2)，167-197。

二、 英文文獻

1. Akbar-Khanzadeh, F. (1998). Factors contributing to discomfort or dissatisfaction as a result of wearing personal protective equipment. *Journal of human ergology*, 27(1-2), 70-75.
2. Al-Matari, E. M., Al-Swidi, A. K., & Fadzil, F. H. B. (2014). The measurements of firm performance's dimensions. *Asian Journal of Finance & Accounting*, 6(1), 24.
3. Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
4. Bowlin, W. F. (1998). Measuring performance: An introduction to data envelopment analysis (DEA). *The journal of cost analysis*, 15(2), 3-27.
5. Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1393-1414.
6. Chandra, P., Cooper, W. W., Li, S., & Rahman, A. (1998). Using DEA to evaluate 29 Canadian textile companies—considering returns to scale. *International Journal of Production Economics*, 54(2), 129-141.
7. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
8. Der-Jang, C., & Hsu-Feng, H. (2011). Is the balanced scorecard really helpful for improving performance? Evidence from software companies in China and Taiwan. *African journal of business management*, 5(1), 224-239.
9. Duman Altan, A., & Gülen, K. G. (2020, September). Performance Evaluation in the Firms of Turkish Textile Sector. In *The International Symposium for Production Research* (pp. 558-568). Springer, Cham.
10. Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American economic review*, 66-83.

11. Ghalayini, A. M., & Noble, J. S. (1996). The changing basis of performance measurement. *International journal of operations & production management*.
12. Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
13. Holland, M.G., & Cawthon, D. (2015). Personal protective equipment and decontamination of adults and children. *Emergency Medicine Clinics*, 33(1), 51-68.
14. Ittner, C. D., & Larcker, D. F. (2003). Coming up short on nonfinancial performance measurement. *Harvard business review*, 81(11), 88-95.
15. Lee, H. S. (2021). An integrated model for SBM and Super-SBM DEA models. *Journal of the Operational Research Society*, 72(5), 1174-1182.
16. Low, J., & Siesfeld, T. (1998). Measures that matter: Non-financial performance. *Strategy & Leadership*.
17. Mali, D., & Lim, H. J. (2022). Does relative (absolute) efficiency affect capital costs?. *Annals of Operations Research*, 315(2), 1037-1060.
18. Nguyen, T. K. L., Nguyen, X. H., & Pham, H. V. (2022). An Application of the Negative Malmquist Model for Vietnamese Garment and Textiles Industry. *Management Systems in Production Engineering*, 30(1), 74-79.
19. Pecinova, Z., Lostakova, H., & Havranek, P. (2012). The Company Performance from the Point of View of the Customers in the Context of the Company Performance. In *Congress Proceedings: Carpathian Logistics Congress*, 723-730.
20. Taouab, O., & Issor, Z. (2019). Firm performance: Definition and measurement models. *European Scientific Journal*, 15(1), 93-106.
21. Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European journal of operational research*, 130(3), 498-509.
22. Tone, K. (2002). A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 130, 498.
23. Wang, G., Li, K. X., & Xiao, Y. (2019). Measuring marine environmental efficiency of a cruise shipping company considering corporate social responsibility. *Marine policy*, 99, 140-147.
24. Zofio, J. L. (2007). Malmquist productivity index decompositions: a unifying framework. *Applied economics*, 39(18), 2371-2387.

三、 網路資料

1. 中華民國對外貿易發展協會(2020年12月)，新冠疫情下口罩及防護衣全球市場概況。
<https://osws.taitra.org.tw/001/Upload/454/refile/10363/12210/e78a2f0c-8f89-4166-ac31-3d23a9d25330.pdf>
2. 技術處(2021年12月08日)，絲柔親膚 超細纖維不織布創新應用 [成果新知]，經濟部技術處。
https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/bulletin/Bulletin.aspx?kind=4&html=1&menu_id=13553&bull_id=9558
3. 紡拓會市場開發處(2017年11月)，成衣及家用紡織品用不織布：四大供應商簡介。
[http://monitor.textiles.org.tw/doc/%E5%B0%88%E9%A1%8C%E5%A0%B1%E5%91%8A\(%E7%B6%B2%E7%AB%99%E7%94%A8\)%E6%88%90%E8%A1%A3%E5%92%8C%E5%AE%B6%E7%94%A8%E7%B4%A1%E7%B9%94%E5%93%81%E7%94%A8%E4%B8%8D%E7%B9%94%E5%B8%83%EF%BC%9A%E5%9B%9B%E5%A4%A7%E4%BE%9B%E6%87%89%E5%95%86%E7%B0%A1%E4%BB%8B\(1%E6%9C%88%E7%B6%B2%E7%AB%99\).pdf](http://monitor.textiles.org.tw/doc/%E5%B0%88%E9%A1%8C%E5%A0%B1%E5%91%8A(%E7%B6%B2%E7%AB%99%E7%94%A8)%E6%88%90%E8%A1%A3%E5%92%8C%E5%AE%B6%E7%94%A8%E7%B4%A1%E7%B9%94%E5%93%81%E7%94%A8%E4%B8%8D%E7%B9%94%E5%B8%83%EF%BC%9A%E5%9B%9B%E5%A4%A7%E4%BE%9B%E6%87%89%E5%95%86%E7%B0%A1%E4%BB%8B(1%E6%9C%88%E7%B6%B2%E7%AB%99).pdf)
4. 速橋(2009年10月26日)，不織布.Money DJ 理財網 財經知識庫。
<https://www.moneydj.com/kmdj/wiki/wikiviewer.aspx?keyid=24da859d-93e1-4c86-b17d-c149cadc4c6f>
5. 黃台中(2018年08月16日)，台灣不織布產業的回顧與展望，工商時報。
<https://readers.ctee.com.tw/cm/20180816/a18aa18/916770/share>
6. 黃佩君(2020年02月26日)，紡織國家隊「傻勁十足」 滿手轉單中「擠」出醫護防護衣，自由時報。
<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/3080476>