<center>

# **第 1 章 緒論**

</center>

## **第一節 研究背景與動機**

### **壹、研究背景**

#### **1. 全球製造體系之變遷與不確定性之衝擊**

(1) 進入二十一世紀後，全球製造業正處於一個前所未有的「動盪時代」。從 COVID-19 疫情引發的全球供應鏈斷鏈，到俄烏戰爭、中美貿易與科技爭端等地緣政治衝突，導致全球原物料價格、能源成本與物流交期呈現高度不穩定狀態。這種從「全球化分工」向「區域化生產」與「供應鏈縮短」的轉型，使得過去數十年來強調「單點效率」與「大批量生產」以降低成本的經營模式遭受巨大挑戰。

(2) 在供應鏈管理理論中，「長鞭效應」（Bullwhip Effect）的影響在不穩定時期尤為顯著。終端市場微小的需求波動，傳遞至上游製造端時會被呈幾何級數放大，導致企業常因資訊扭曲而儲備過量庫存，或因反應不及而造成嚴重的欠貨與交期延宕。因此，提升營運的「韌性」（Resilience）與「敏捷性」（Agility），已不再是單純的競爭優勢選項，而是企業在極端環境下生存的必要基石。

(3) 工業 4.0 的浪潮雖提供了數位化解決方案，但對於多數傳統產業而言，高昂的轉型成本與技術門檻使其陷入「轉型焦慮」。企業面臨著市場對於多樣化、個人化及快速迭代產品的需求，迫使生產線必須在更短的週期、更多的品項以及更高的品質標準下運作，這對傳統的生產管理體系提出了嚴苛的考驗。

#### **2. 台灣微型製造企業之產業現狀與結構性困境**

(1) 台灣經濟發展高度依賴中小企業，根據經濟部最新統計，中小企業家數佔全體企業達 98% 以上。而在這龐大的群體中，存在著數量眾多、規模更小且資源更受限的「微型製造企業」。本研究將其定義為員工人數少於 50 人、且管理資源極度匱乏的生產單位。這些企業通常作為產業鏈末端的協力廠或零件供應商，承擔了台灣手工具、五金零組件等傳統產業的製造重任。

(2) 微型企業在營運上具備高度的靈活性，但其結構性侷限亦十分明顯：管理制度多半仰賴負責人或資深技師的直覺與經驗，缺乏科學化的量化管理工具；在人力資源方面，員工常需身兼多職，缺乏專職的生產管理或製程工程人員。當訂單轉向碎裂化、頻繁插單成為常態時，企業往往只能採取加班、急單優先、臨時調度等「救火模式」進行因應。

(3) 從社會技術系統（Socio-Technical Systems）的角度觀察，微型企業的轉型困難不僅在於硬體設備的老舊，更在於「組織心理」與「經驗主義」的慣性。長期以來建立的「師徒制」雖能維繫品質穩定，卻也成為導入標準化作業（SOP）與流程透明化時的隱形屏障，使得精實生產等先進管理工具難以在基層落地生根。

#### **3. 個案公司（A公司）之經營現狀與管理痛點**

(1) A公司位於台中工業區，現有員工約 38 人，深耕泥作手工具（如鏝刀、批土刀）製造領域已逾四十年。其生產工序包含金屬沖壓、熱處理、表面處理、組裝與包裝等。雖然具備核心技術實力，但在管理面仍留存傳統「推式生產」（Push System）思維。為了攤銷頻繁的換線成本，生產現場傾向放大批量生產（Big Batching），導致各站點間堆積了大量的在製品（WIP），嚴重佔用廠區空間並卡住營運資金。

(2) 透過初步的價值溪流診斷發現，A公司的生產流程具備「高跨組織協作」特徵，部分半成品需送往外部協力廠進行加工。因資訊流不透明與缺乏可視化排程，管理者難以掌握物料在外部的確切狀態，導致產線經常陷入「有單無料」或「料到卻無產線可做」的窘境。這種失衡的流動導致製造前置時間（Lead Time）冗長，且交期承諾多半憑直覺判斷，缺乏數據支持。

### **貳、研究動機**

#### **1. 填補微型企業導入精實管理之路徑缺口**

(1) 豐田式生產系統（Toyota Production System, TPS）的核心哲學在於「徹底消除浪費」與「追求極致流動」。雖有眾多學術研究證實其成效，但文獻多聚焦於資源充裕之大型車廠或精密電子產業。對於資源極度短缺、且無力投資昂貴 ERP 或 MES 系統的微型企業而言，TPS 常被視為「聽起來很好，但做不起來」的遙遠目標。

(2) 本研究之核心動機在於探尋一套「低成本、高可行性」的導入藍圖。這包含如何將複雜的 TPS 理論（如看板、平準化、JIT）進行「在地化」與「簡約化」，運用簡單的紙本、白板、標線等目視化工具，在不影響日常出貨的前提下，協助微型企業逐步建立流程穩定性。

#### **2. 探討介入措施與績效提升之內在機制**

(1) 管理者常陷入「提高人員稼動率等於提升企業效率」的傳統迷思，認為只要每個人都在動，產出就會增加。然而，根據李特法則（Little's Law），過多的在製品（WIP）反而會拖慢流速。本研究旨在透過實際的管理介入，探究當我們透過制度手段限制 WIP 水位、縮短換線時間後，流程內部的物理流動行為如何產生質變。

(2) 本研究亦關注轉型過程中的「人因因素」。微型企業的員工流動率低、年資深，對變革的抵抗心理往往決定了改善的成敗。透過長達 36 個月的縱向觀察，本研究希望歸納出如何透過「小成功」（Small Wins）建立員工信心，並探討領導者的支持程度如何與現場改善成效產生共振。

#### **3. 建立可供同業複製的轉型參考框架**

(1) 台灣手工具產業多採聚落式發展，A 公司的困境具備高度代表性。研究動機不僅在於改善單一企業，更希望透過個案研究提煉出具有普適性的管理原則。這包含一套清晰的導入順序：為什麼必須先做 5S？為什麼看板要放在後面？

(2) 透過對失敗與阻力的忠實記錄，本研究希望為其他微型製造業提供一份「實務排雷清單」，協助企業主在資源有限的情況下，將改善資源投放在最具槓桿效應的關鍵點上，從而實現低風險、高回收的精實轉型。

## **第二節 研究目的與研究問題**

### **壹、研究目的**

#### **1. 建立微型製造業專屬之階段性導入路徑**

• 針對資源限制情境，提出一套「階梯式」的 TPS 實施藍圖。明確界定從「基礎穩定階段（5S、目視化）」、「流程優化階段（SMED、標準作業）」到「系統控制階段（看板、拉式生產）」的合理先後順序與轉銜檢核點。

#### **2. 量化驗證 TPS 對微型企業營運績效之貢獻**

• 採用前後期對比的準實驗設計，透過 36 個月的營運數據，精確量化改善措施對週期時間（CT）、在製品數量（WIP）、人均產出以及單位製造成本的影響幅度，以數據證明管理變革的經濟價值。

#### **3. 歸納精實轉型之關鍵成功因素與組織維持機制**

• 結合質化訪談與現場觀察，辨識出在資源受限環境下，驅動轉型成功的核心推力。並探討如何透過低成本工具降低管理的認知負荷，建構一個具備自我修復與持續改善能力的組織文化。

### **貳、研究問題**

#### **1. 導入路徑與策略問題 (RQ1)**

• 在資金、人力與技術背景均受限的情境下，微型製造業應採取何種 TPS 導入序列，方能最有效地降低組織阻力並確保改善能持續深化？是否存在一套可供依循的「低成本轉型模型」？

#### **2. 流程流動性改善效應問題 (RQ2)**

• 實施精實工具介入後，個案公司之生產流程行為（如等待時間、物料停留率）會產生何種變化？週期時間（CT）與在製品（WIP）的改善是否存在統計上的顯著意義？兩者之間的關聯性是否符合理論預期？

#### **3. 經營效益之轉化機制問題 (RQ3)**

• 現場流程效率的提升，如何轉化為企業整體的經營績效（如人均產出與單位成本）？在微型企業的情境下，管理階層的參與度與員工的執行力如何共同影響這些績效指標的最終表現？

## **第三節 研究缺口與本研究定位**

### **壹、研究缺口分析**

#### **1. 微型企業精實轉型研究之匱乏**

• 綜覽精實生產之學術回顧，超過八成之實證案例聚焦於員工人數逾 200 人之中大型企業。微型企業（< 50 人）因缺乏數據紀錄與研究資源，常被學術界所忽略。然而，微型企業在變革時具備極高的領導者依賴性與非正式組織特質，其轉型邏輯與大企業截然不同。

#### **2. 缺乏對低成本導入工具之細節呈現**

• 多數文獻強調透過先進的資訊系統（如智能看板、IIoT）實現 TPS，對於無預算進行數位化之微型企業而言，參考價值有限。現有研究較少深入記錄如何利用紙本、磁鐵、通訊軟體等「草根式」工具落實拉式控制，這正是實務界亟需的知識缺口。

#### **3. 縱向歷程紀錄與因果機制討論之不足**

• 多數個案研究僅提供「導入前」與「導入後」的兩個時點對比，缺乏對轉型過程中「平台期」、「衰退期」與「突破期」的動態描述。本研究透過 36 個月的長期記錄，能更精準地釐清管理介入與績效產生之間的時滯效應（Time Lag）。

### **貳、微型企業導入 TPS 之挑戰分析矩陣**

根據現況診斷與文獻初步歸納，本研究彙整微型企業導入之阻礙如下表 1-1：

### **表 1-1：微型製造企業導入 TPS 之挑戰與限制分析表**

| **維度** | **具體特徵與描述** | **對 TPS 導入之直接阻礙** |
| --- | --- | --- |
| **資源資源限制** | 資金水位低、無專職改善人力、設備老舊。 | 改善活動常因「救火」而中斷，無法負擔顧問或軟體費用。 |
| **文化與組織** | 師徒制本位、一人多職、對標準化具恐懼感。 | 資深技師視經驗為權力，排斥數據透明化，SOP 推行阻力大。 |
| **資訊與數據** | ERP 記錄破碎、缺乏製程時報、數據斷點多。 | 難以即時掌握 WIP 數量，改善成效難以被量化與回饋。 |
| **營運複雜度** | 頻繁插單、換線工時長、外包比重高。 | 生產節奏難以平準化，拉式補給系統容易因波動而崩潰。 |

### **參、本研究定位**

(1) **理論定位：** 本研究嘗試在「資源基礎理論（RBV）」與「社會技術系統（STS）」的框架下，驗證精實生產在「資源極限環境」下的普適性與修正式路徑，補充傳統大企業導向理論之不足。

(2) **實務定位：** 定位為「傳統產業精實轉型之手冊」。強調在不增加資本支出（CAPEX）的前提下，透過流程邏輯的翻修與目視化管理，達成卓越的流程韌性。

## **第四節 研究命題與架構**

### **壹、研究命題**

基於對微型企業環境的深度觀察與精實生產核心原理，本研究提出以下核心命題，作為後續數據檢證之基準：

#### **1. 導入序列命題 (P1)**

• 在資源有限的微型企業中，導入序列決定成敗。若採取「先穩定現場秩序（5S）、再穩定核心流程（標準化）、最後導入系統拉動（看板）」之路徑，相較於全面鋪開，更能以低成本方式建立成功信心並降低改善回彈。

#### **2. WIP 控制與前置時間關聯命題 (P2)**

• 透過目視化工具（如超市與看板）揭露並限制流程中在製品（WIP）之上限，將顯著降低物料在工序間的排隊等待，進而帶動整體週期時間（CT）之線性下降，此現象符合李特法則之預測。

#### **3. 流程效率與營運效益之轉化命題 (P3)**

• 生產流程流動性的提升（CT 下降），將同步減少非增值活動（如尋找、二次搬運、重工），在直接人力維持穩定的情況下，將顯著提升月度人均產出，並使單位製造成本隨之降低。

#### **4. 目視化管理與員工參與命題 (P4)**

• 在微型企業中，簡單且直觀的目視化工具（而非複雜系統）能有效降低基層員工的理解門檻。透過即時回饋「小成功」，能顯著增強現場人員維持標準作業的意願，形成正向的組織改善文化。

### **貳、研究架構說明**

(1) 本研究將「TPS 各階段改善措施」視為主要的管理介入變項。

(2) 中間層級觀察「流程行為之質變」，如各站產能平衡度、WIP 分布趨勢、異常回復時間等。

(3) 最終輸出層級則以「營運績效指標」作為驗證成效之結果，包含 CT、WIP 件數、人均產出量與單位製造成本。

## **第五節 研究範圍與限制**

### **壹、研究範圍**

#### **1. 研究對象與場域**

• 聚焦於個案 A 公司位於台中的主力生產線。研究重點涵蓋該線生產之「泥作手工具產品族」，包含自投料、加工（沖壓、焊接、研磨）、外包（電著、熱處理）、組裝至最終入庫之完整端到端流程。

#### **2. 時間觀測範圍**

• 總計 36 個月的長期縱向觀察。

• **基準期（導入前期）：** 2021 年 1 月至 2022 年 6 月（共 18 個月），用以建立改善前的績效基線。

• **成效期（導入後期）：** 2022 年 7 月至 2024 年 6 月（共 18 個月），追蹤 TPS 導入後的動態效應。

#### **3. 技術工具範圍**

• 導入之介入工具明確限定為：5S、目視化管理（Visual Management）、標準作業（SOP）、快速換模（SMED）、價值溪流圖（VSM）應用、以及基於 CONWIP 邏輯的簡易拉式補給規則。

### **貳、研究限制**

#### **1. 外部效度之限制**

• 作為單一個案研究，其結論之一般化推論存在天然限制。本研究結果雖具備高度實務參考價值，但在應用至不同產業性質（如連續流程型生產）或不同國別文化之微型企業時，需審慎評估情境相似性。

#### **2. 數據取得與精確度限制**

• 微型企業在導入初期缺乏數位化報工系統，部分數據（如 WIP 確切數量）需透過 ERP 期末金額與平均單價進行反推，可能存在約 3-5% 的統計偏差。本研究將透過現場盤點、抽樣校正與三角校正法降低此偏差。

#### **3. 情境干擾變數**

• 研究期間正逢疫情後的供應鏈重組與原料價格大幅波動，外部需求之極端變化可能同時影響績效指標。本研究將透過控制變數（如產線組合變動）與分期靈敏度分析，盡可能分離出管理介入所產生的淨效益。

## **第六節 研究流程與論文架構**

### **壹、研究流程**

本研究採取「行動研究」之精神，依序執行五個階段：

#### **1. 現況診斷階段 (Months 1-3)**

• 進行 Gemba Walk（現場走訪），與關鍵利害關係人深度訪談。

• 繪製第一版 VSM 現況圖，辨識出關鍵瓶頸與主要的七大浪費（Muda）來源。

#### **2. 基礎穩定階段 (Months 4-12)**

• 推動全廠 5S 競賽與區域責任制。

• 建立目視化看板，落實核心製程之標準作業票（SOP），解決「一人一法」的問題。

#### **3. 流程加速階段 (Months 13-24)**

• 實施 SMED（快速換模）專案，縮短換線停機時間。

• 導入產線平衡優化，針對瓶頸站點進行治具改良。

#### **4. 系統拉動階段 (Months 25-36)**

• 建立「超市」與「看板」補給規則，實施 WIP 上限控制。

• 定期召開生產日會，透過數據回饋驅動持續改善（Kaizen）。

### **貳、論文架構說明**

本論文共計五個章節，其內容結構如下表 1-2 所示：

## **表 1-2：本論文章節內容概要與邏輯結構表**

| **章節** | **名稱** | **核心內容與邏輯功能** |
| --- | --- | --- |
| **第一章** | **緒論** | 闡述研究背景、動機與研究問題，界定研究範圍、限制並提出核心命題。 |
| **第二章** | **文獻探討** | 建立 TPS 理論基礎，回顧微型企業導入困擾與成功案例，推導研究架構。 |
| **第三章** | **研究方法** | 介紹個案背景，定義衡量變數（CT, WIP 等），說明資料清理與分析方法。 |
| **第四章** | **個案導入與結果** | 呈現 36 個月之導入時程、步驟細節，並呈現量化檢定結果與管理意涵。 |
| **第五章** | **結論與建議** | 驗證研究命題，總結關鍵成功因素，提煉微型製造業導入藍圖與後續方向。 |

## **第七節 名詞界定**

### **壹、核心技術與理論術語**

#### **1. 豐田式生產系統 (Toyota Production System, TPS)**

• 本研究將其界定為一套追求「徹底消除浪費」的整合性管理哲學。以「及時化（JIT）」與「自働化（Jidoka）」為兩大支柱，旨在資源有限的情境下，以最短的前置時間提供顧客滿意的品質與成本。

#### **2. 價值溪流圖 (Value Stream Mapping, VSM)**

• 一種將產品從原料到交付之完整路徑中的「物料流」與「資訊流」視覺化的策略工具。主要用以計算流程增值比（VA%）與識別流程斷點。

#### **3. 快速換模 (Single-Minute Exchange of Die, SMED)**

• 旨在將生產切換時間縮短至 10 分鐘以內之技術。核心在於區分「內部作業」（需停機）與「外部作業」（不需停機），是實現小批量生產的先決條件。

#### **4. 拉式系統與看板 (Pull System & Kanban)**

• 一種生產控制機制，由下游實際消耗來拉動上游生產與搬運。看板作為視覺化訊號，用以授權生產與限制系統中的在製品數量。

#### **5. 節拍時間 (Takt Time)**

• 根據顧客需求速度所計算出的生產節奏。計算公式為：每日可用生產時間 / 每日顧客需求量。它是產線流動性改善的基準節奏。

### **貳、績效衡量指標之定義**

#### **1. 週期時間 (Cycle Time, CT)**

• **操作性定義：** 本研究定義為單件產品自投料站點開工開始，至最終包裝站完工入庫止，所經歷之加權平均流程時間（分鐘/件）。包含加工時間與所有站間等待時間。

#### **2. 在製品 (Work-In-Process, WIP)**

• **操作性定義：** 處於各級加工站點間之未完成品總數（件）。包含廠內在製品與外包待回廠之約當數量。

#### **3. 人均產出 (Labor Productivity)**

• **操作性定義：** 衡量直接人力效率。公式為：[當月總完工入庫產量] / [當月平均投入直接勞動人數 (FTE)]。單位為「件/人月」。

#### **4. 單位製造成本 (Unit Manufacturing Cost)**

• **操作性定義：** 指單一產品所分攤之生產成本。公式為：[當月總製造成本（人、料、費之總和）] / [當月總完工入庫產量]。單位為「元/件」。

#### **5. 一次做對率 (First Pass Yield, FPY)**

• **操作性定義：** 衡量流程品質穩定度。指在無須重工或修補之情況下，一次通過各製程檢驗站的產品比例。