

運用精實管理於生產作業流程改善-以 C 公司為例

A Study of the Effectiveness for Lean Production Management on Manufacturing Industry - A Case Study of Company C

葉惠忠¹

國立高雄科技大學 企業管理系 副教授

hcyeh@nkust.edu.tw

陳億璋²

國立高雄科技大學 企業管理系碩士在職專班 研究生

J109257118@nkust.edu.tw

摘要

精實生產(Lean Production)的精神與目的，是找出存在於生產過程中不必要之浪費並予以去除，而持續改善更是一項永無止境的行動。本研究以精實系統為核心，探討航太電子產品的生產流程及改善機會。透過繪製現況價值流程圖來找出的浪費及機會改善點，再繪製未來價值流程圖來設定未來改善目標。改善的過程，運用品質管理手法為工具，再以精實理論為基礎來消除生產過程中的浪費，以達到提升效率、降低庫存、縮短交期等目的。經本研究發現，導入精實生產系統，並不一定需要花費長時間、高成本才能有顯著的改善成果，在本研究的改善案例中，經由實地實物的觀察並收集數據予以分析，就能發現隱藏在生產流程中的不必要浪費，進而提出有效的改善方法，可供管理階層決策分析使用。

關鍵詞：精實生產、價值流程圖、快速換線

Keywords： Lean Production、VSM、SMED

1. 緒論

1.1 研究背景與動機

航太產業具備高技術門檻、高附加價值及高投資成本等特性，是品質管理與系統整合技術相當複雜的高科技產業，其中航空電子的「少量多樣」生產模式更是相異於傳統電子及消費性電子的計畫式生產。由於航太製造業的分工相當縝密，且品質的認證過程也非常嚴謹，所以投入的協力廠商也相對較其他一般製造業稀少。

觀察近十年台灣航空產業產值變化，整體而言呈現了平穩增長的趨勢，在經濟部相關單位的推動與輔導下，我國航空產業已建構相關民用航空產品之供應鏈體系，與波音、空中巴士、龐巴迪、奇異、普惠、史奈克瑪等世界知名航太大廠建立合作夥伴關係。但因受到 Covid-19 疫情影響，我國航空產業總產值，在 2020 年僅達新臺幣近 935 億元，較前一年衰退百分之 30.22%，截至 2021 年底產值統計為新臺幣 984 億元。(王祥宇, 2020)

近年來，航太產業產值雖仍是穩定成長，但因 2020 年 Covid-19 疫情影響，再加上原物料成本也逐年不斷地提高，且在全球企業不斷競爭下，迫使航太產業也必須思考如何降低生產成本，以因應市場的劇變。

由於當前的研究大多針對傳統電子及消費性電子的計畫式生產進行探討及研究，對於航空電子製造業的「少量多樣」生產模式之具體研究較為稀少。所以本研究將以精實生產系統導入以「少量多樣」生產模式之航空電子製造 C 公司進行充分的探討。透過精實價值流程圖(VSM)分析，來找出浪費點，並運用精實思維進行改善，最後對個案實例驗證執行成效。

1.2 研究目的

精實生產方式為消除製程上的一切浪費，並且創造企業的價值，提升企業競爭力。本研究以航太電子電路製造公司為研究個案，利用精實生產中的價值流程圖(VSM)進行生產流程的分析，並從中找出改善契機。接著運用精實生產理論搭配品質管理工具及手法，進行生產流程改善。

本研究目的如下：

- 一、針對個案公司施以精實生產技術分析並找出製程中的瓶頸。
- 二、經由導入精實生產改善方法，消除個案公司之浪費，以達到生產效率提升之目的。
- 三、探討以精實理論為基礎以及品質管理工具，實際運用於個案公司之成效驗證。

1.3 研究流程

本研究共分為五章，研究流程如下：

- 第一章 緒論：說明本論文研究之背景、動機、目的、及流程。
- 第二章 文獻探討：針對精實生產理論之相關文獻加以說明。
- 第三章 研究方法：說明本研究所採用的研究方法。
- 第四章 個案分析：透過個案公司的資料收集與分析，並運用精實方法找出其浪費及機會加以改善，並驗證成效。
- 第五章 結論與未來研究方向。

2.文獻探討

2.1 精實生產的理論與架構

一、精實生產的定義

精實生產(Lean Production, 或Lean Manufacturing)是透過系統將過程中每一步驟的浪費屏除。藉由一整串連續的整合活動，期望使用最低成本，達到最高產量並且滿足顧客需求的產品，其中Lean解釋為精益、精實，由此可以得知其目標為減少生產過程中無法為產品附加價值之無效浪費，而在生產或服務過程中，"價值"應該定義為消費者或客戶願意為其買單的行為過程。

精實的概念源自豐田式生產系統(TPS, Toyota Production System)，而精實管理一詞是由麻省理工學院的教授偕同專家研究及調查，發現日本豐田汽車之生產方式是最為適用於現代製造業的一種生產管理模式。

二、精實生產的八大浪費與五大原則

精實生產最主要的目的就是消除浪費(Wastes)及持續改善。Ohno(1988)指出豐田生產方式(TPS)最重要的目標就是透過持續地消除浪費來提高生產效率，而在生產過程中必須被消除的浪費可分成七大類：生產過多的浪費、等待的浪費、搬運的浪費、加工浪費、庫存的浪費、動作的浪費、不良品的浪費。Liker, J.K和Meier, D.也在《The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4ps》一書中補充，將無視員工的創造力視為第八種浪費的來源。八大浪費的內容及說明，如表1所示：

表1 八大浪費

八大浪費	說明
生產過多的浪費	製造比客戶或下游工程所要求的量多、速度快或是交期早。生產過多的浪費為最根本之浪費，容易會造成其他大部分之浪費。
等待的浪費	作業者什麼也沒做、等待的狀態。例如等待機械作業完了或設備的修復，或是等待零件的延遲送達。
搬運的浪費	搬運本身就是浪費，因為搬運沒有產生附加價值。零件或製品是有必要搬運，但搬運的浪費要越小越好。
加工的浪費	不必要的加工、不正確的加工。
庫存的浪費	擁有多餘的庫存(原始材料、半成品、完成品)。
動作的浪費	作業者/機械的動作中，沒有產生附加價值的動作。
不良品的浪費	製造出不良品，導致產品須被檢查、重工、報廢。
未被使用的員工創造力	未使員工參與投入或未能傾聽員工意見，造成未能善用員工的時間、技能與構想，使員工失去改善與學習的機會。

資料來源：Liker, J.K and Meier, D., 2006

為了促使現場管理者及作業人員如何透過不斷的思考將工作改善至最佳化，並主動挖掘問題，進而追求零缺點，Womack & Jones(1994)對於精實生產的概念，提出了下列五大原則，如圖1所示：

- (一)確認價值(Value)：以顧客為中心來定義內外顧客價值。
- (二)掌握價值流(Value stream)：價值流分析找出無附加價值作業之原因。
- (三)暢流(Flow)：將完全沒附加價值的浪費消除之。

(四)建立拉式生產(Pull)：依顧客需求生產所需之數量。

(五)追求完善(Perfection)：持續改善且不斷地消除浪費並形成良性循環。



圖1 精實生產的五大原則 資料來源：<http://myMKC.com>

三、精實生產管理系統

Krajewski et al.(2013)指出在精實生產管理系統中，要以客戶需求為產出量，並消除內、外部不必要的浪費，藉以提升公司整體競爭力為目標，而這些程序包含：價值流程圖(Value Stream Mapping, VSM)、後拉式生產(Pull process)、標準化作業(Standardized Work, STD)、5S 活動、全面生產性保養(Total Productive Maintenance, TPM)、錯誤防呆(Error Proofing)、縮短整備時間(Setup reduce)。

(一)價值流程圖(Value Stream Mapping, VSM)

VSM是一種圖示化的工具，從客戶訂單開始到產品交付予客戶的整個過程中，例如：原材料、半成品及所有資訊流，全部都會被反映在價值流程圖上。基本要求為現有價值流程圖與未來價值流程圖以及實施計劃中改進的衡量指標。主要目的是通過現有價值流程圖來定義和確認生產過程中的改進機會與方向。

(二)後拉式生產(Pull process)

Krajewski et al.(2013)提出，後拉式生產是指每個製造流程的生產量都要因應下一站製程的需求而定。它是一種生產及交貨流程的系統化，用意在於說明從下製程到上製程必須作連結的活動，在這活動中，通常使用各種簡單的方法(如看板或是燈號作管理)。以避免製造過多還未有訂單的產品庫存造成浪費。

(三)標準化作業(Standardized Work, STD)

標準化作業，是指將現場作業人員和管理者多年的實踐經驗累積，透過文件化來建立標準。透過標準化作業可以達到技術傳承、效率提升、防止異常再發、教育訓練等目的。

(四)5S活動

5S活動是精實生產的基礎亦是發展及維持有效的工作環境，達成遵守紀律的基本原則。5S分別是整理(SEIRI)、整頓(SEITON)、清掃(SEISO)、清潔(SSEIKETSU)、素養(SHITSUKE)，這五步驟代表精實系統不可或缺的基礎。實施5S除了可以降低成本，改善準時交貨時間及生產力，更可讓空間得到善用以及保持安全的工作場所。

(五)全面生產保養(Total Productive Maintenance, TPM)

TPM是一種全員參與的生產維修方式，其要點在於「生產維修」及「全員參與」。透過建立一個全系統員工參與的生產維修活動，使設備性能達到最佳化。即是以5S為基礎，透過自主保養、個別改善、計畫保養、設備初期管理、品質保養、安全與衛生、間接部門效率化、教育訓練等八大支柱來展開改善活動，進而達到強化企業體質，提升經營績效的目標。簡而言之，只要任何一生產流程之機器設備發生故障時，就會導致整個生產線癱瘓，因此落實TPM自主保養，強調每一個現場人員都能以「自己的設備由自己保養」為目的，致力於設備自主檢查，即可降低設備停機所造成的不良影響。

(六)錯誤防呆(Error Proofing)

錯誤防呆，是以防止失誤為目的，將人為異常所造成的影響降至最低的一種防錯機制，是一種有系統的方法，預防潛在缺點遺留在生產區域。在防呆的過程中，可被發現的缺點要採取預防措施，將主要缺點找出來並將這些缺點的造成原因去除或有100%的驗證手法可防止錯誤或偵測錯誤。這樣才能將導引矯正行動發生且達成"零缺點"的發生。

(七)縮短整備時間(Setup Reduction)

整備時間(Setup time)是指：設備就定位後，為下一訂單的產品生產所花費而不具生產的時間區間，也可以定義：為從前一項生產的產品中的最後良品生產結束後到目前要開始生產的第一個良品的產品所耗用的時間區間。由於精實生產模式主要是運用於小批量生產作業，因此在小批量生產時的時間管理與控制，更顯相當重要的。因此如何縮短前置整備時間，便是精實生產管理中的一個重要課題。

精實生產最終的目標就是杜絕各種浪費、提高生產良率、追求效率、提昇品質、縮短前置時間、降低成本及少量多樣化，將整體的庫存降低。追求無缺點、零庫存的完美境界，以滿足顧客需求。所以近年來國內外各企業也紛紛導入精實生產系統以提升企業競爭力。過去學者透過導入精實管理於生產作業流程改善，且達到效益的相關研究如下：

- (1)吳麗萍(2013)於橡膠製造業導入精實生產管理，產能提升：7.98%，存貨週轉率提升為41.29%，包材成本節省65.44%。
- (2)李忠益(2015)於被動元件業導入精實生產以小批量及後拉式並做平準化生產，產能提升：57%，降低庫存改善效益：59%。
- (3)鄭憶珊(2021)航太工業導入精實管理，透過價值流程圖VSM找出浪費點改善，執行成效：換模成本降低50%，產能增加：3%。

3.研究方法

本研究採用個案研究法，研究對象為南部某航太電子電路製造公司，應用精實生產手法導入以「少量多樣」為生產模式的個案公司，以達成生產流程之改善目標，完成客戶的需求，提升公司競爭力。

3.1 個案研究法

個案研究，是一種科學研究的方法。它是運用技巧對特殊問題能有確切深入的認識，以確定問題所在，進而找出解決方法。針對的是其特殊事體之分析，非同時對眾多個體進行研究。Creswell(1998)認為質地的個案研究法是經過一段時間，仔細且深度地蒐集在個案脈絡(context)中多重來源資訊的資料，且針對一個或多個個案進行「有限度系統」(bounded system)的探索；Yin(1994)認為組織與觀禮流程的研究適合用個案研究，因為個案研究使得一個研究工作可以保留實際生活事件的整體性和有意義的特徵。Yin(1994)指出當研究者對所觀察的現象必須取自於當前的真實生活情境中，研究目的為探討發生原因(why)與過程(how)時，適於採用個案研究法。本研究採單一個案研究方式進行，針對個案公司進行資料收集、訪談和實際觀察進行問題分析，進而找出解決方案。

3.2 繪製價值流程圖

價值流程圖(Value Stream Mapping, VSM)又可稱為物與情報流程圖，是精實生產管理方法中的一項工具。是幫助企業精簡生產流程的重要工具，用以辨識和減少生產過程中的浪費，而價值流程圖也是提供描述製造現場C/T(加工時間)、C/O(換模時間)、OP(操作人員)、Shift(班次/日)、WIP(在製品)等相關生產資訊的好工具，如圖2。

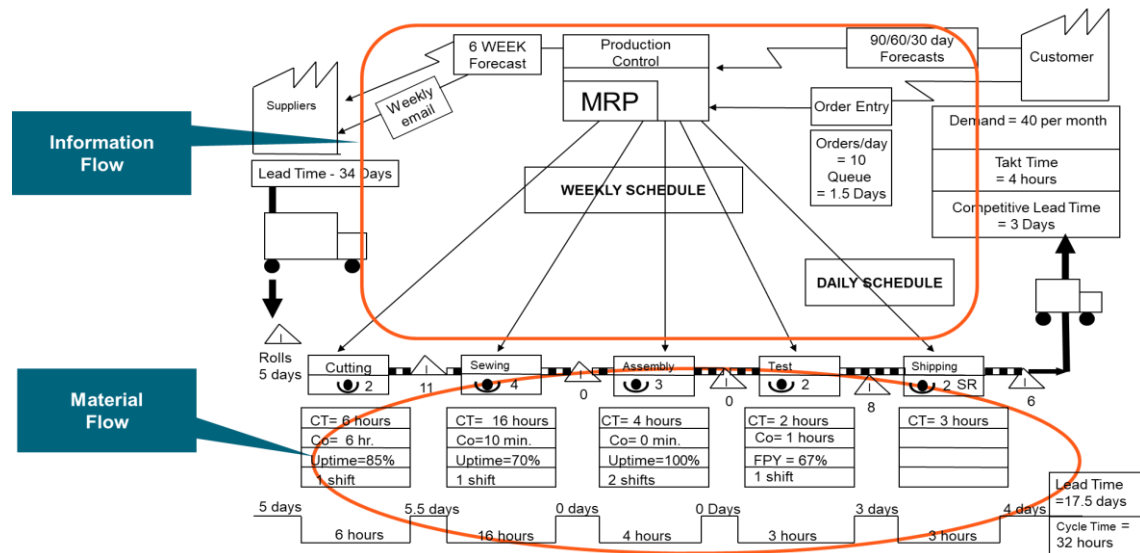


圖2 價值流程圖 資料來源：個案公司

繪製價值流程圖的目的是要促成改善，所以我們透過藉由繪製的過程，弄清楚當前的生產情況。並從現況的價值流程圖所呈現出來的資訊，可以找到需要改善的地方(用爆破點表示)如圖3；接著繪製未來價值流圖，找到改善的目標。

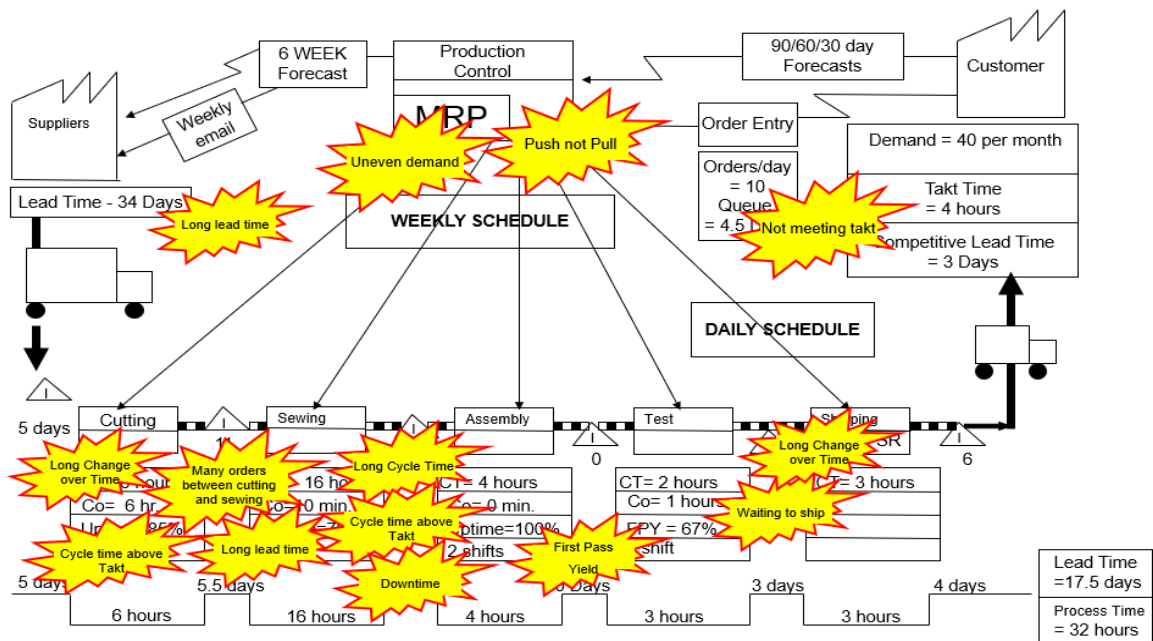


圖3 價值流程圖爆破點 資料來源：個案公司

本研究使用價值流程圖分析工具，有系統的描述作業流程中的問題，並持續改善且有效識別附加價值和非價值的活動，進而擬定改善行動計畫。而過去運用價值流程圖VSM找出改善點並達到有效改善效益的相關論文如下：

- (1) Yang, T. et al. (2015) 使用價值流程圖VSM工具找出改善點及並運用超市、拉式生產可有效降低庫存及減少WIP 30%以上。
- (2) Stadnicka, D., Litwin, P. (2017) 汽車業生產線，透過繪製價值流程圖，收集物流及資訊流，可達成降低存貨水準及價值暢流等改善。
- (3) Deshkar, A. et al. (2018) 塑膠袋製造業導入精實，並透過價值流程圖VSM找出浪費點改善，有效提升產出78.6%。

3.3 導入 SMED 快速換線法

為了降低整備時間(SETUP TIME)所造成之等待時間浪費，新鄉重夫(Shigeo Shingo)於 1985 年提出了快速換線(SMED)方法，其目的就是減少整備時間，而在導入 SMED 法之前，必須先了解內部作業及外部作業。

(一)內部作業：在人員或機器停止生產之狀況下，才能做換線(模)作業的動作，稱之為內部準備作業或內部切換；

(二)外部作業：在人員或機器未停止生產之狀況下，而事前可做的做換線(模)作業的動作，稱之為外部準備作業或稱為外部切換。

導入 SMED 快速換線法的三大基本要點：

- (一)將內部作業與外部作業做區分，
- (二)盡可能將內部作業轉移到外部作業，
- (三)改善降低內部作業與外部作業時間，其改善步驟說明如表 2。

表2 SMED改善步驟

	說明	目的
步驟一	觀察當前的作業流程	觀察當前整個換線流程，從換線前的最後一件產品置換線後的第一件產品，並記錄時間及動作，以利後續分析問題及找出改善機會點。
步驟二	區分內部作業及外部作業	將內部的換線時間與外部換線時間區分開來，並確認有哪些動作可以在換線作業前事先準備，以縮短換線及等待時間。
步驟三	將部份內部作業轉外部作業	將內部作業轉移到外部作業，可以在外部作業執行的工作，一定於外部作業之時間內執行，並將原本內部作業改善移至外部作業執行。
步驟四	徹底改善內、外部作業	透過各式改善方法，例如：設備及模治具的功能設計、快速裝卸模治具方法、降低調試機時間、模治具及工作5S、作業標準化等，來持續改善內、外部換線作業中所造成的浪費。

資料來源：Shigeo Shingo，1985

本研究導入精實生產 SMED 法，首先透過生產作業現況的觀察，然後分析找出切換過程中的浪費時間點並實施改善對策，以達到提升生產效率及減少浪費的目的。過去導入 SMED 法而達到生產效率改善的相關文獻如下：

- (1)Gaikwad, S.P., Avhad, S.S., Pawar, S.S., & Thorat, P.R. (2015)橡膠業導入 SMED 方法，橡膠成型機器切換時間減少 92%。
- (2)Karam, A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2017)製藥業導入精實工具 SMED 法，整體切換時間減少 33%。
- (3)Caner,E. & Semra, B. (2017)CNC 機台導入 SMED 方法，切換時間有效降低 61.7%。

3.4 研究步驟

精實生產理論是以減少浪費為目的。研究者擔任個案公司前段生產線的現場基層管理者，本研究會以前段生產線的浪費消除及生產效率提升為主軸，首先收集前段生產線製造流程上的各項數據並匯入價值流程圖並加以分析改善機會點，再搭配 QC -Story 問題解決型步驟來進行改善，過程中會導入精實改善手法與品質管理工具來改善製造流程上的瓶頸，進而將製造流程中所產生的浪費予以消除，以達到精實生產的目的。本文的研究步驟，如圖 4 所示。

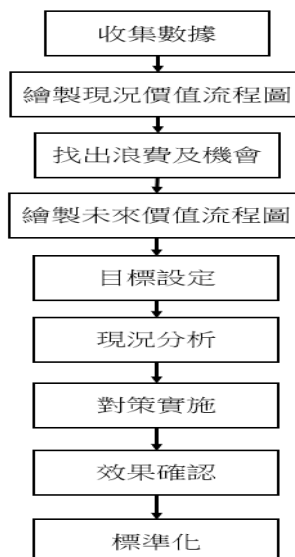


圖 4 研究步驟

4.研究結果

4.1 個案公司簡介

本研究之個案公司位於高雄市區，資本額50,000,000元，員工人數約有200名，公司起源於1973年的高雄加工出口區，在歷經多次的購併整合後，遷離高雄加工出口區，並在1997年正式為美國掛牌上市集團旗下的航太電子製造部門之境外生產基地。

個案公司專門從事航太工業用微電子電路產品及航太軍事用途電源轉換器的生產，如圖5所示，並提供微電子混合體原料之品質測試及檢驗服務。由於承製專門訂製的混成微電路及專利的電源轉換產品，均通過AS 9100 航太工業品質管理系統認證及MIL-PRF-38534美國軍事性能規格標準，而居於全球的領導地位，故能提供無論在尺寸、重量或可靠性方面均屬於高難度的設計及製造之產品。

個案公司的成品大多屬於軍規品，用於國內外軍事設備與航空飛行器上，如圖6所示。公司的經營理念則是藉由提供高性能微電子元件及加值服務予航太、國防、醫療產業，以達成公司及客戶雙贏的目標。

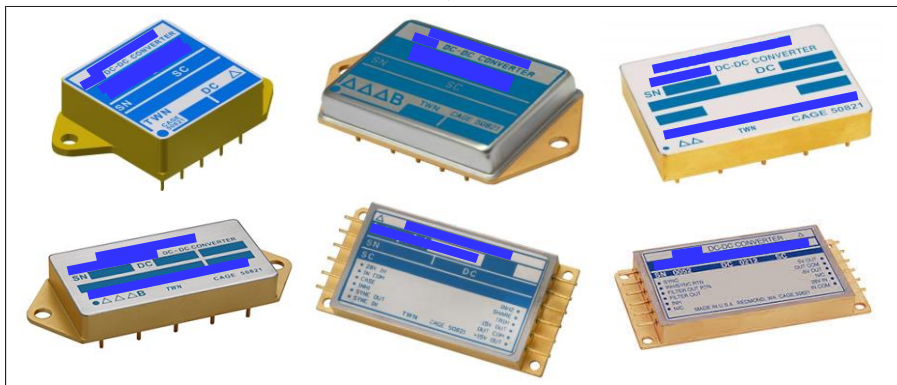


圖5 個案公司產品圖



圖 6 個案公司產品應用

4.2 個案公司改善案例

個案公司主要產品為航太軍事用途電源轉換器，本研究針對電源轉換器生產線進行相關實證研究。

一、現況掌握及目標設定

個案公司的A生產線的前段共有 9個主要製程，其各站相關順序及製程流程如圖7所示：

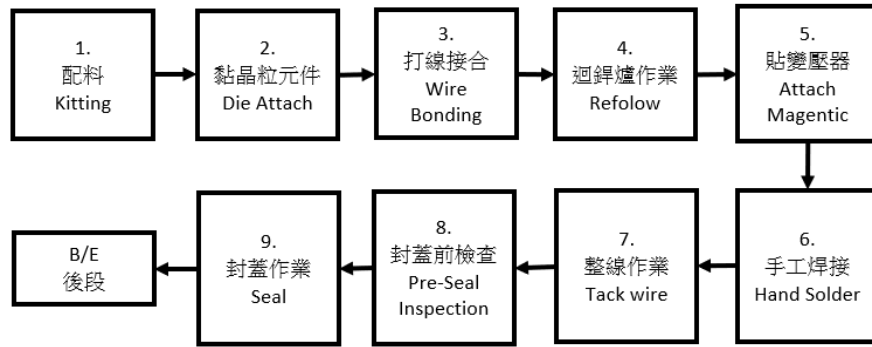


圖7 A生產線前段製造流程

從個案公司之A產品前段生產線現況價值流程圖，如圖8，可觀察到：

1. A產品的前段生產線中有相當高的前置Lead Time，共15.9天。
2. 在手工焊接(Hand Solder)及封蓋前檢查(PSI)的作業站點中，我們觀察到有2,757pcs的庫存，前置Lead time有9.2天，占整體的58%。

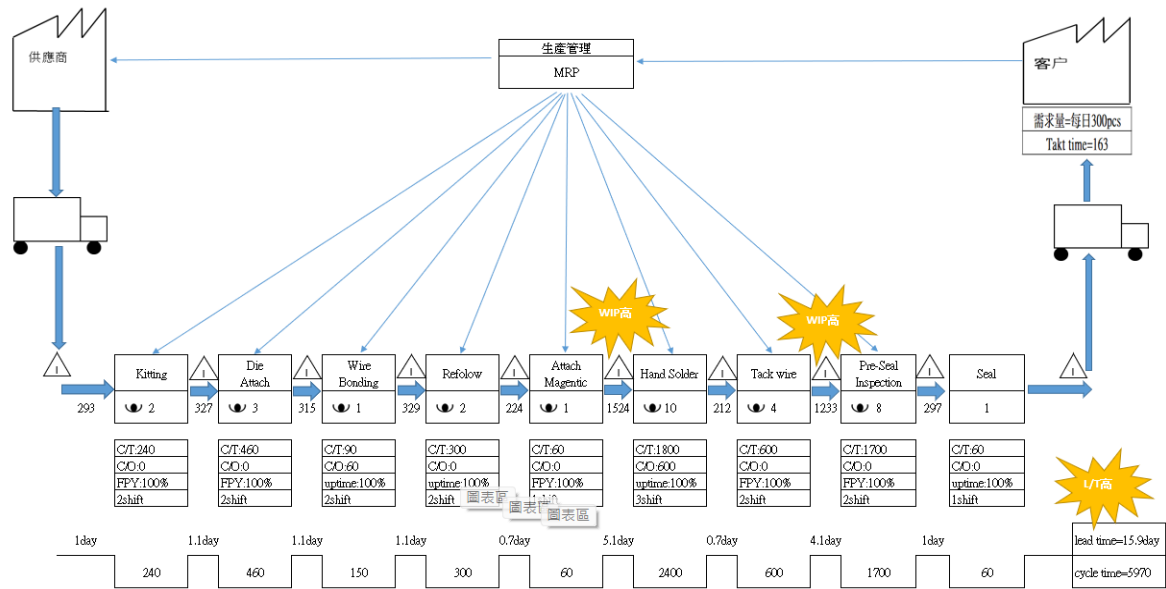
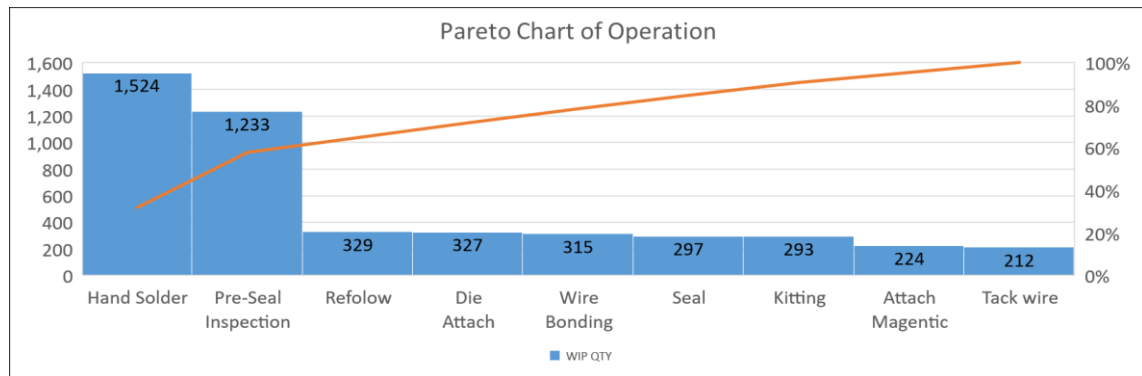


圖8 A產品前段生產線的現況價值流程圖

藉由繪製及觀察價值流程圖，並使用柏拉圖法則將A產品生產線的在製品(Work In Process, WIP)進行分析，如圖9所示，我們確認了手工焊接作業(Hand Solder)及封蓋前檢查(PSI)具有最高的在製品(WIP)數量。



站別	Kitting	Die Attach	Wire Bonding	Reflow	Attach Magnetic	Hand Solder	Tack wire	Pre-Seal Inspection	Seal
WIP QTY	293	327	315	329	224	1,524	212	1,233	297
Lead Time	1	1.1	1.1	1.1	0.7	5.1	0.7	4.1	1
百分比	6.2%	6.9%	6.6%	6.9%	4.7%	32.1%	4.5%	25.9%	6.2%

圖9 A產品生產線WIP柏拉圖

欲導入精實生產改善，我們繪製了未來價值流程圖，如圖10所示，並在未來價值流程圖繪出後，針對個案公司設定目標展開改善活動。改善目標如下：

- (1) 前段Lead Time設定降低至10天以下，目標9.7天，改善率39%。
- (2) 手工焊接作業站的WIP降低至450pcs，Lead Time降低至1.5day。
- (3) PSI封蓋前檢查站的WIP降低至450pcs，Lead Time降低至1.5day。

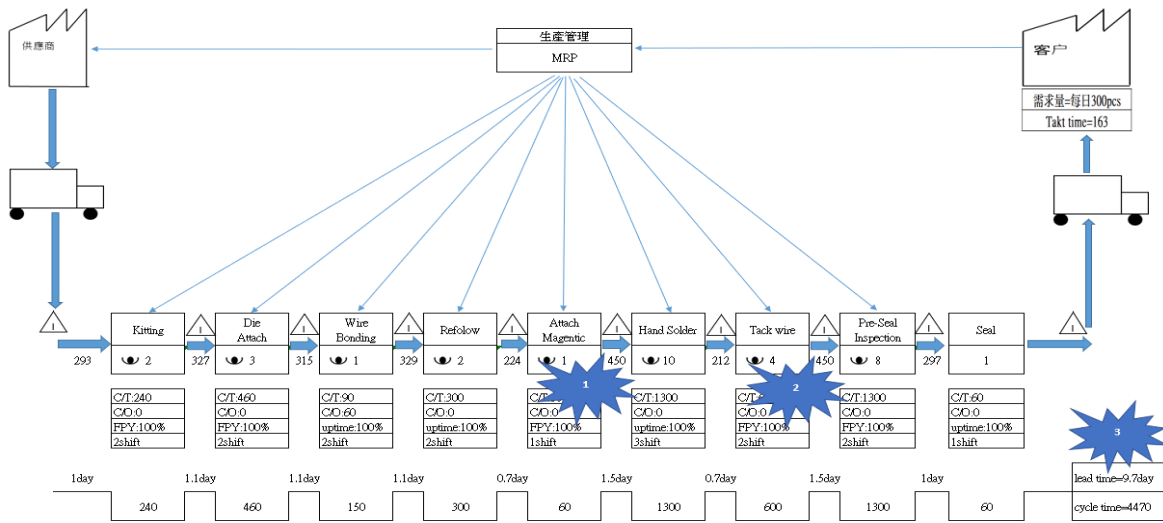


圖10 A產品前段生產線的未來價值流程圖

二、現況分析

過多的WIP在製品，在八大浪費中屬於庫存品的浪費，而精實管理最主要的目的就是消除浪費(Wastes)，所以手工焊接作業(Hand Solder)及封蓋前檢查(PSI)的高庫存品浪費，是本研究導入精實管理的首要改善重點。

(一)手工焊接作業(Hand Solder)現況分析：

A產品的手焊作業流程圖，作業步驟說明如下：

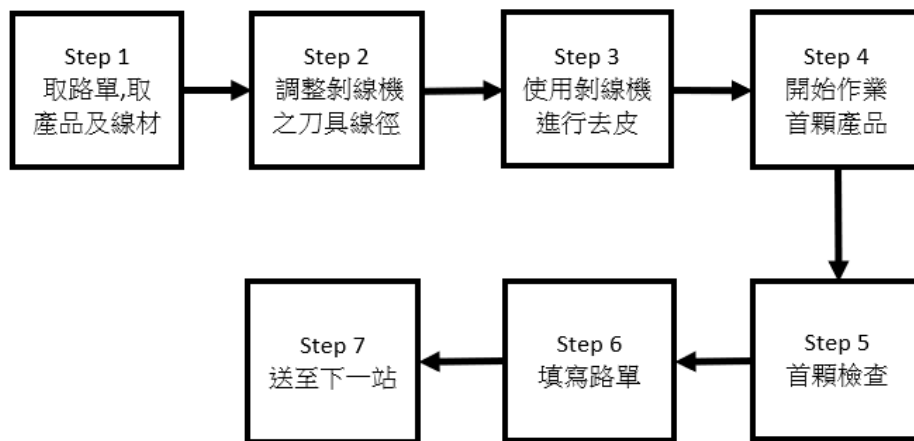


圖11 A產品的手工焊接(Hand Solder)作業流程圖

為了找出造成手工焊接作業站點WIP過高的原因，首先針對5名作業員進行A產品的手工焊接作業時間量測，如表4-1所示。再將作業流程的七個步驟進行柏拉圖分析，我們可以發現Step 4開始作業首顆產品、Step 2 調整撥線機之刀具線徑及Step 3 使用撥線機進行線材去皮作業，此三個步驟的平均作業時間總和為2,112秒，占平均作業時間總和2,433秒的86.8%，如下圖12所示，根據柏拉圖80/20法則，我們將此三個步驟列為本製程需要改善分析的重點。

表 3 手工焊接站作業時間量測表

Step	Job	Time(sec)					Avg.	百分比
		1	2	3	4	5		
1	取路單,取產品及線材	126	150	120	102	132	126	5.2%
2	調整剝線機之刀具線徑	618	732	582	492	654	616	25.3%
3	使用剝線機進行去皮作業	252	306	234	204	270	253	10.4%
4	開始作業首顆產品	1,218	1,344	1,206	1,152	1,290	1,242	51.1%
5	首顆檢查	72	84	66	60	78	72	3.0%
6	填寫路單	57	66	54	48	60	57	2.3%
7	送至下一站	66	78	60	54	72	66	2.7%
SUM		2,409	2,760	2,322	2,112	2,556	2,432	100.0%

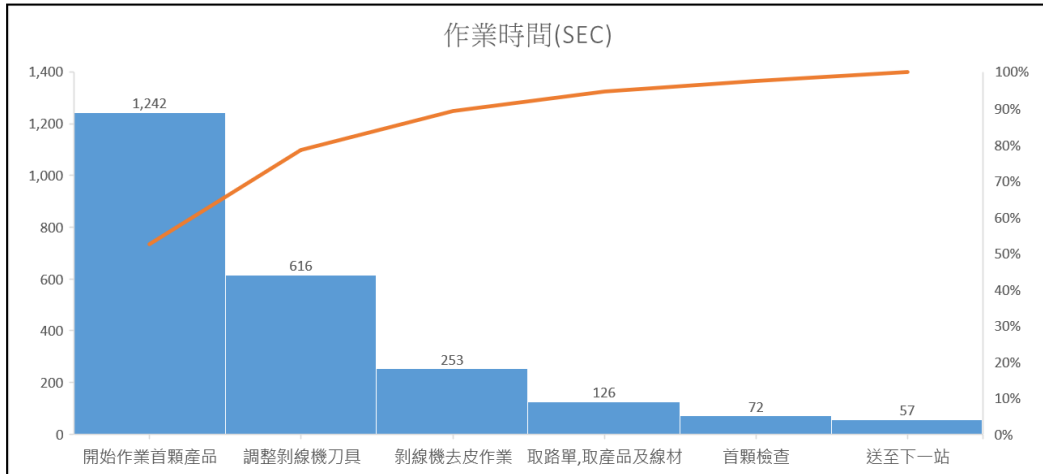


圖 12 手工焊接站作業時間柏拉圖

接著使用品質管理七大手法之一的魚骨圖(也稱要因分析圖)，來找出問題的根源及肇因。將手工焊接站高WIP問題的原因，透過魚骨圖並依據「人(人員，Man)、機(機器，Machine)、料(材料，Material)、法(方法，Method)，簡稱4M」，加以分類且進行要因分析，如圖13所示。

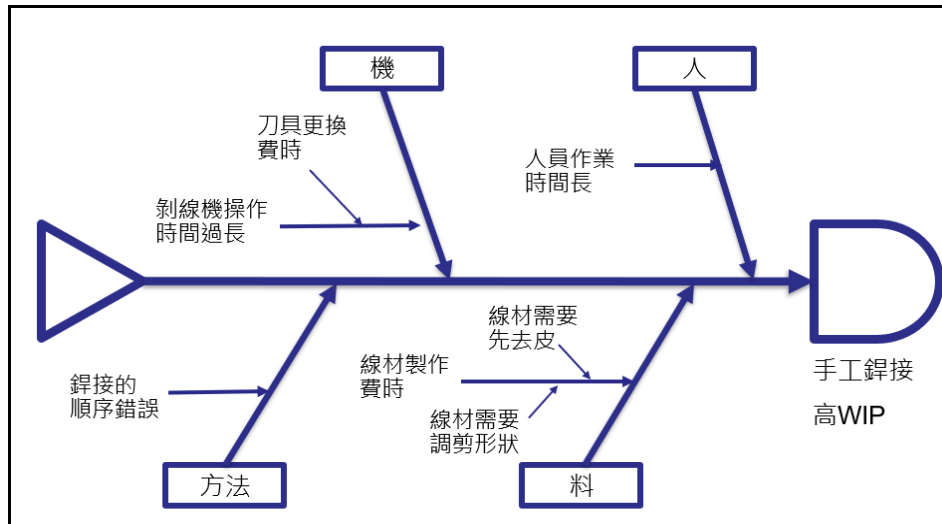
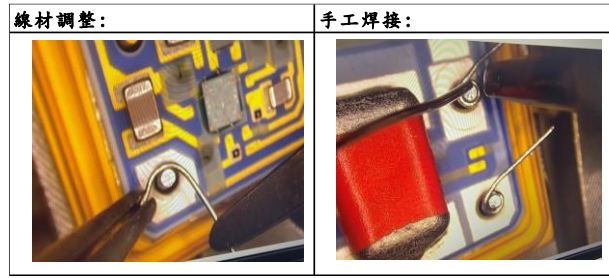


圖 13 手工焊接站高WIP 魚骨圖

要因分析：

1. 機器(Machine)：手焊作業的前置動作，是使用剝線機將線材及各式元件之線尾進行去皮動作，每轉換一次不同線徑的線材，就必須重新調整一次刀具間距，且每次調整刀具的時間費時。
2. 材料(Material)：
 - (1) 手焊作業前，需將線材長度進行調剪，再使用剝線機將線材及各式元件之線尾進行去皮動作，相當費時。
 - (2) 手焊作業前，須先調整線材的形狀，才能開始進行手焊作業。



(二)封蓋前檢查(PSI, Pre-Seal Inspection)現況分析：

A產品的封蓋前檢查作業流程圖，如圖14所示，詳細作業步驟說明如下：



圖14 A產品的封蓋前檢查(PSI)作業流程圖

為了找出造成封蓋前檢查工作站WIP過高的原因，我們找了5名作業員進行A產品封蓋前檢查的五個步驟進行時間量測，如表4所示。

表4 封蓋前檢查作業時間量測表

STEP	Job	Time(sec)					Avg.	百分比
		1	2	3	4	5		
1	拿路單,取貨,備圖	90	102	84	108	72	91	5.4%
2	第一次外觀清潔檢查	630	600	1164	1326	852	914	54.0%
3	第二次外觀檢查	390	372	720	822	528	566	33.5%
4	填寫路單	66	72	60	78	54	66	3.9%
5	送至下一站	54	60	48	66	42	54	3.2%
Sum		1230	1206	2076	2400	1548	1692	100.0%

在封蓋前檢查作業時間量測表中，我們將五名作業員的第一次外觀清潔檢查及第二次外觀檢查的作業時間，利用品質管理七大手法之一的直方圖進行五名作業員的二次作業時間進行加總分析，我們發現OP 4的作業時間為2,148秒與OP 2的作業時間972秒，有1,176秒的差異，如圖15所示。

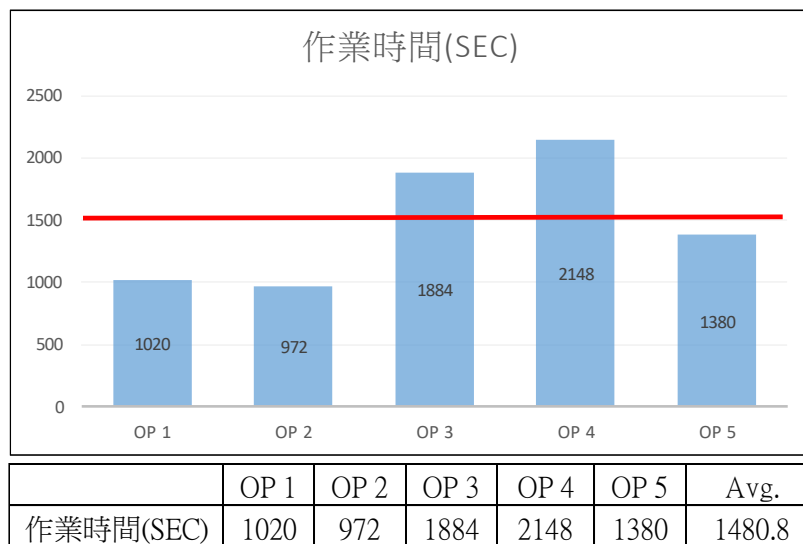


圖15 封蓋前檢查作業時間直方圖

接著我們利用魚骨圖透過「人、機、物、法」4M分析PSI高WIP的原因，如圖16所示，並針對這五名作業員的外觀檢查方式進行實地觀察，我們發現這五名作業員的外觀檢查方法未統一，其中OP 4的外觀檢查順序中有44個重疊點，而OP 2的外觀檢查方式較為簡單快速，如圖17所示。

精實管理的主要目的是消除浪費，OP 4的外觀檢查作業重疊點過多，導致她的作業時間最長，而過多的重複動作在八大浪費中屬於動作的浪費。OP 2簡單快速的檢查方式，雖然作業時間較短，但是有可能會造成不良品的逃脫，

此屬於八大浪費中的製造不良品浪費，以上兩種浪費是本研究在本製程導入精實管理所要改善的重點。

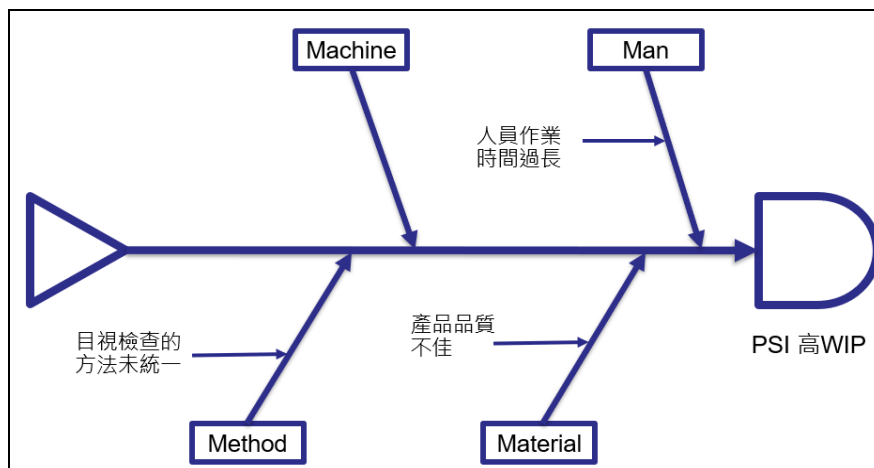


圖16 PSI高WIP 魚骨圖

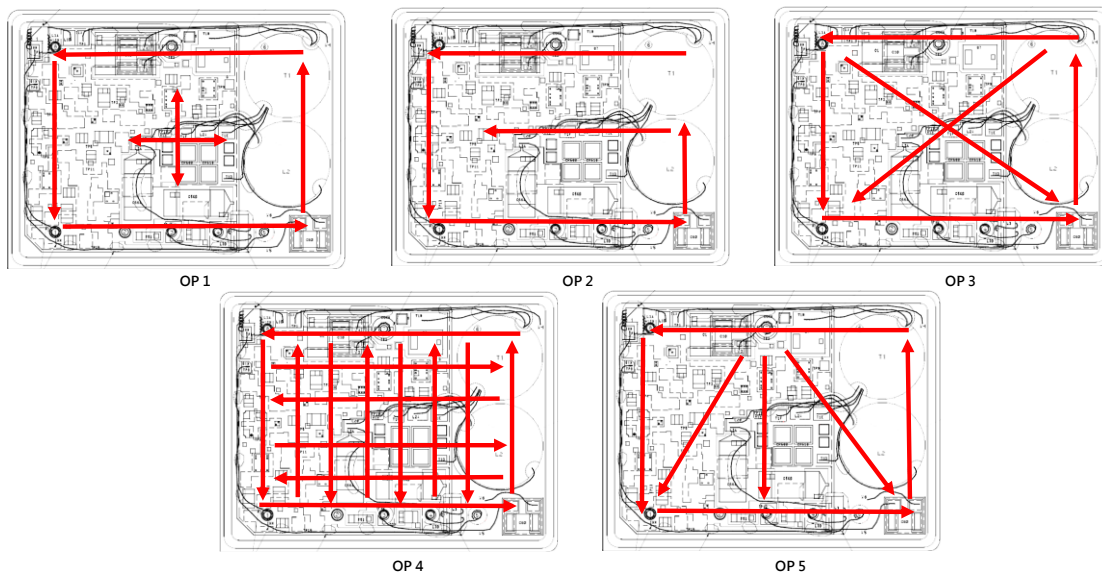


圖17 PSI作業員的目視檢查方式

經圖表分析、現場人員作業時間量測與現場人員作業動作觀察，我們將A產品生產線的問題點與改善方向進行彙整，並與該生產線主管與技術部門檢討執行方案，如表5所示。

表5 A產品生產線問題點執行方案一覽表

站點	問題點	改善方向	執行方案
手鐸	手鐸作業前，須將線材事先進行剪裁去皮。	1. 標準化作業 2. SMED	1. 制定線材製作標準。 2. 將線材準備工作由內部作業轉換為外部作業。
手鐸	刀具更換調整費時。	SMED	新添購刀具，並將刀具模組化。
手鐸	手鐸作業前，需事先調剪線材。	1. 標準化作業 2. SMED	1. 制定線材製作標準。 2. 將線材準備工作由內部作業轉換為外部作業。
PSI	作業員目檢產品的作業時間有差異。	標準化作業	建立標準化作業

三、對策實施

1.手工焊接作業(Hand Solder)：

(1)改善前：

a.作業員在進行線材去皮作業前，每人每天平均需花費618秒的時間進行剝線機刀具整備(SETUP)動作，整備的過程中需反覆使用線材調整出適當的刀具間距後，才能開始進行線材去皮作業，整備的過程相當費時，此為精實管理欲消除的八大浪費中，無附加價值之動作浪費。

b.手焊作業員在進行手焊作業前，每人每天平均需花費253秒的時間使用剝線機進行線材去皮作業，在線材未完成去皮之前，手焊工作站是無法開始進行手焊作業的，此屬於八大浪費中，等待物料的浪費。

c.手焊作業員在開始進行手焊作業前，必須需先將線材調整成適合焊接的形狀後，再進行手焊作業，而調整線材的動作可歸類為八大浪費中無附加價值的動作浪費。

(2)改善著眼點：

a.手焊作業前的剝線機刀具整備動作以及線材去皮作業，在SMED法中可被區分為內部作業，我們將其轉換至外部作業，再持續改善以縮短刀具整備時間及線材去皮作業時間。

b.將手焊作業前的線材調整作業，從線內作業轉換至線外部作業。

(3)改善作法：

a.新製作六組刀具與一刀具架，並將六組刀具事先調整成生產線上經常使用的六種線徑，然後將調整好的刀具依據5S原則「標示、定位」擺放在刀具架上，並放置於設備旁，當作業員在進行線材去皮作業時，可依據線材的線徑大小快速取得適當刀具並更換，可消除SETUP刀具所花費的時間，以增加作業員作業時間來創造附加價值，增加產能，如圖18所示。

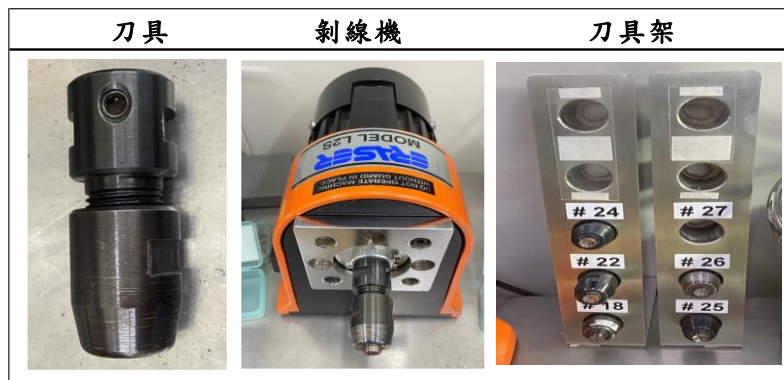


圖18 剝線機的刀具Setup改善

b.收集各式線材的尺寸規格並製作成圖卡，讓作業員可以直接拿取標準圖卡去比對線材進行去皮調剪作業，可改善作業員一邊作業一邊拿尺測量尺寸或依賴感覺作業所造成的線材尺寸規格不一，導致須重工的時間浪費，最後將線材規格圖卡裝訂成冊，使得線材去皮調剪作業標準化如圖19所示。

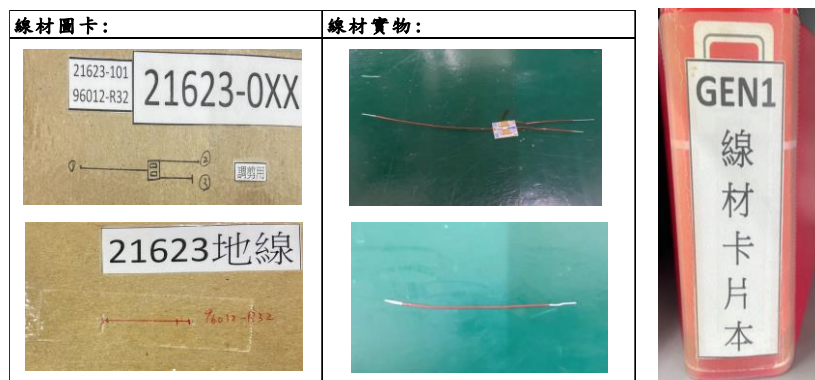


圖19 剝線機的去皮作業改善

c.每班均設置一名物料管理員，負責操作剝線機之線材去皮作業以及手焊作業時之線材調整工作，如圖20所示，且每班的物料管理員都需幫下一班的手焊工作站完成這些事前備料的工作，以降低手焊作業員的前置作業時間，也就是消除八大浪費中沒有附加價值的動作之浪費，讓作業員能夠專注於能夠創造附加價值的生產作業上，即是精實生產中「消除浪費、創造價值」的核心理念。

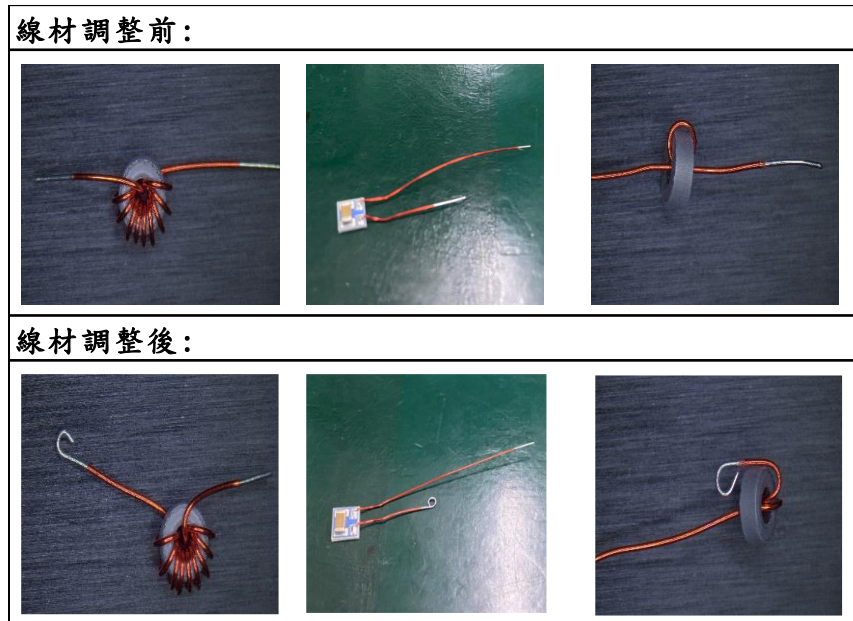
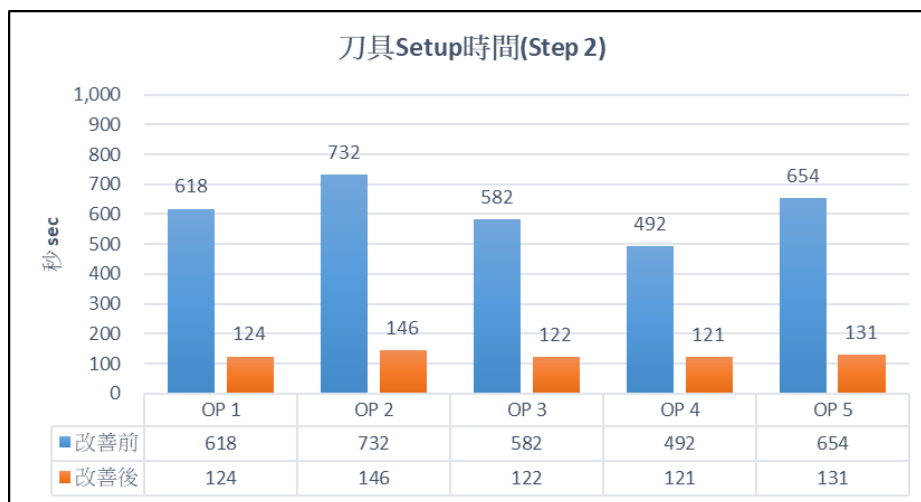


圖20 線材調整前後比對圖

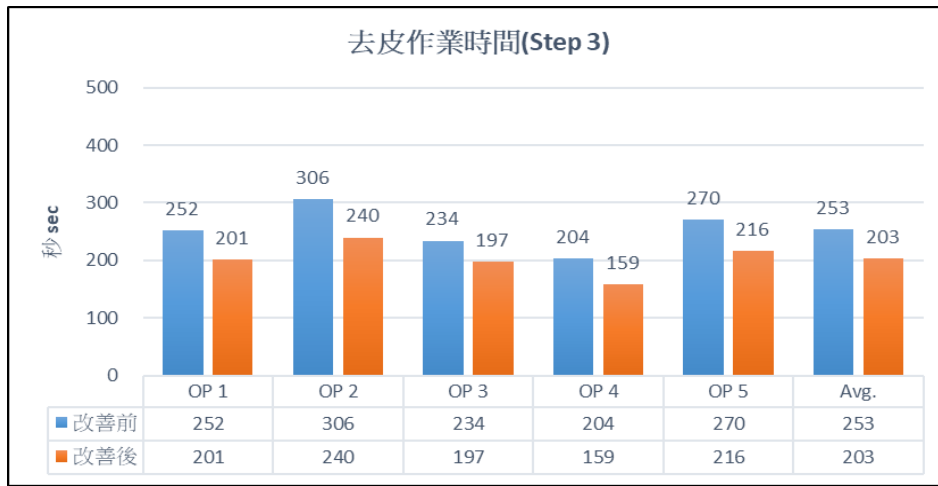
(4)效果確認：

a.剝線機的刀具Setup時間，平均從616秒降低為129秒，效益達79.0%，如圖21所示。且線材去皮作業時間也由平均252秒降低為203秒，改善效益19.8%，如圖22所示。



作業時間(SEC)	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	Avg.
改善前	618	732	582	492	654	616
改善後	124	146	122	121	131	129

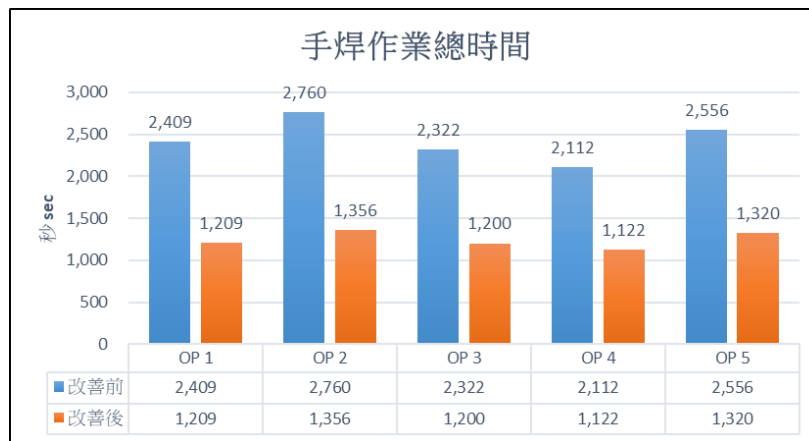
圖21 刀具 Setup 時間改善前後比對圖



作業時間(SEC)	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	Avg.
改善前	252	306	234	204	270	253
改善後	201	240	197	159	216	203

圖 22 去皮作業時間改善前後比對圖

b. 整體的手焊工作站作業時間由2,432秒降低為1,241秒，共節省了11,90秒的作業時間，總共消除了49.0%的無附加價值浪費，如圖23、圖24。



作業時間(SEC)	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	Avg.
改善前	2,409	2,760	2,322	2,112	2,556	2,432
改善後	1,209	1,356	1,200	1,122	1,320	1,241

圖 23 手焊作業總時間改善前後比對圖

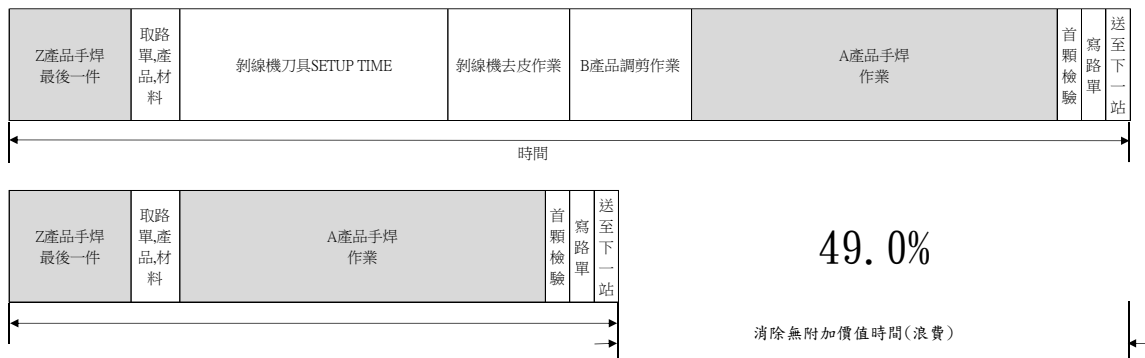


圖 24 手焊作業流程改善前後比對圖

在不考慮人員加班、請假率且投料量固定、作業效率穩定的情況下，我們在第二天開始實施對策，將三班手焊作業員各抽出一名當作物料管理員，用以執行手焊前置備料作業，在對策實施後的第十天，就可以達到手焊WIP：450pcs和Lead time：1.5天的目標設定，且在對策實施後第十四天，還可以達到每班人力降至5人之效益，如圖25。

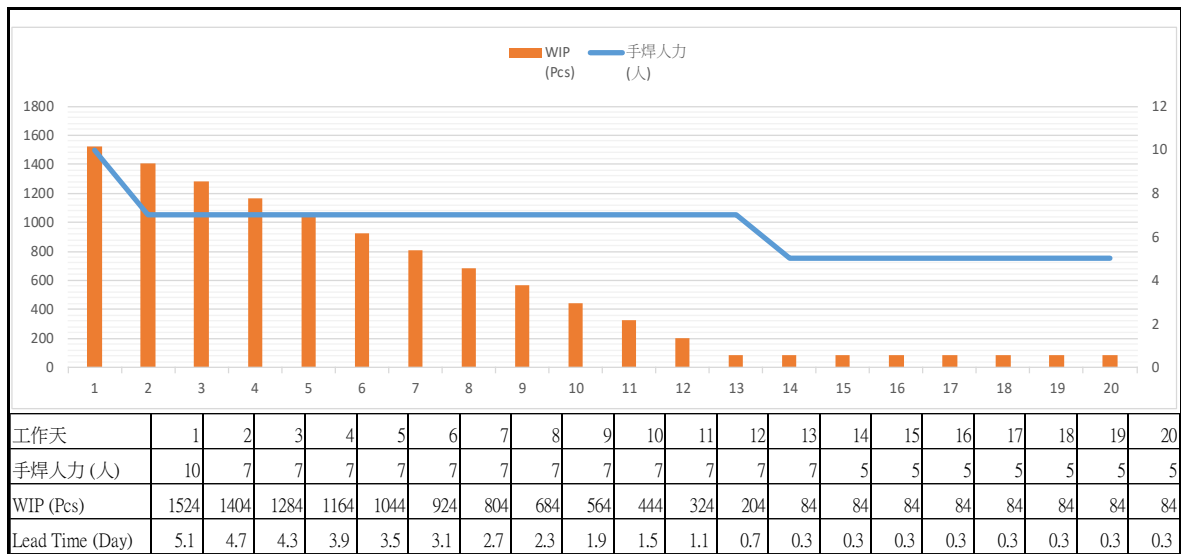


圖 25 手焊改善成果推移圖

4.封蓋前檢查(PSI)

(1)改善前：

PSI作業員依個人的習慣與方式作業，導致每個作業員的生產品質與作業時間有落差。

(2)改善著眼點：

導入標準化作業(Standardized Work, STD)，透過標準化作業可以達到品質穩定及效率提升等目的。

(3)改善作法：

OP 4的外觀檢查方式雖然很仔細，但是步驟中共有44個重疊點，此屬八大浪費中的不當加工浪費，應該要予以消除，所以我們重新檢視OP 4的作業動作，將不必要且重複的動作予以消除，在不製造出不良品的原則之下，

重新排列出新的檢查法，並予以標準化，如圖26所示，既可降低作業的時間，而新設計的檢查順序亦可確保不會逃脫不良品。

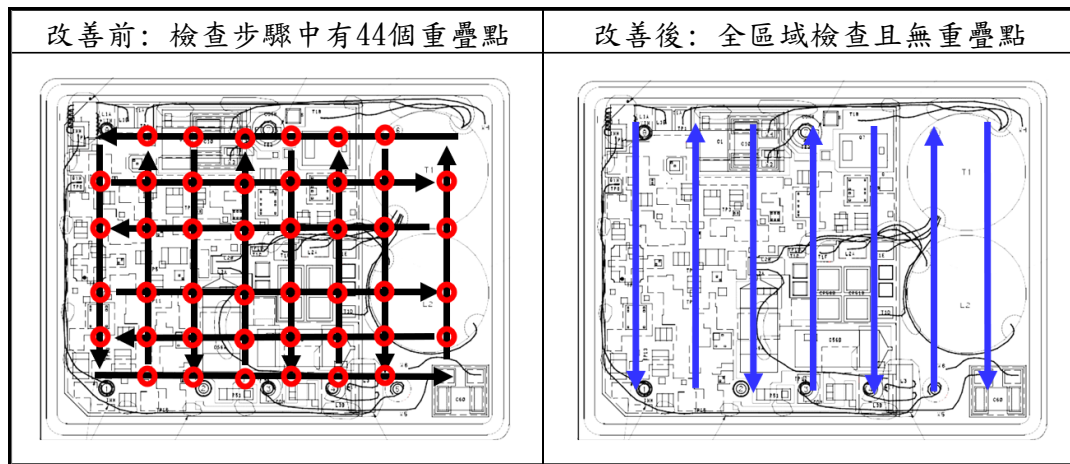
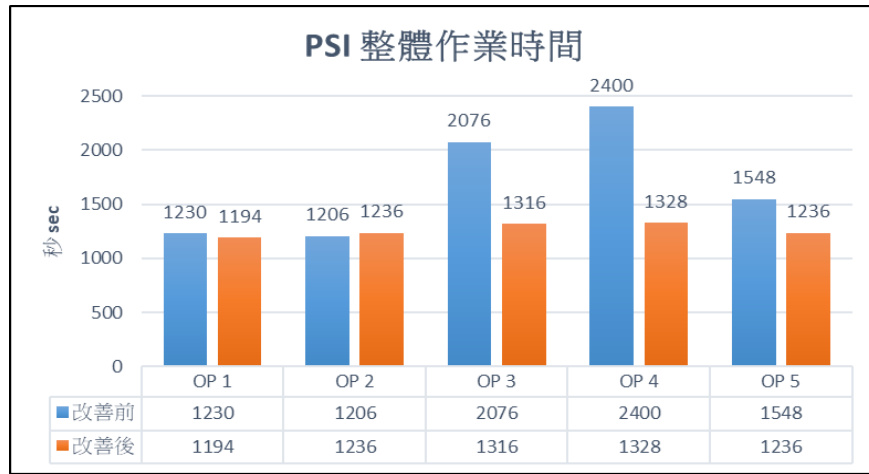


圖 26 PSI 作業檢查改善前後比對圖

(4)效果確認：

建立標準化的檢查方法後，PSI的整體作業時間由1,692秒降低為1,262秒，共節省了430秒的作業時間，改善效益25.4%，如圖27所示。



作業時間(SEC)	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	Avg.
改善前	1230	1206	2076	2400	1548	1692
改善後	1194	1236	1316	1328	1236	1262

圖 27 PSI 整體作業時間改善前後比對圖

在不考慮人員加班、請假率且投料量固定、作業效率穩定的情況下，PSI檢查站在對策實施後，WIP及Lead time 明顯有往下降的趨勢，在實施後的第九天就可以達到WIP：450pcs和Lead time：1.5天的目標，且在第十天就可以達到將每班人力降至8人的效益，如圖28。

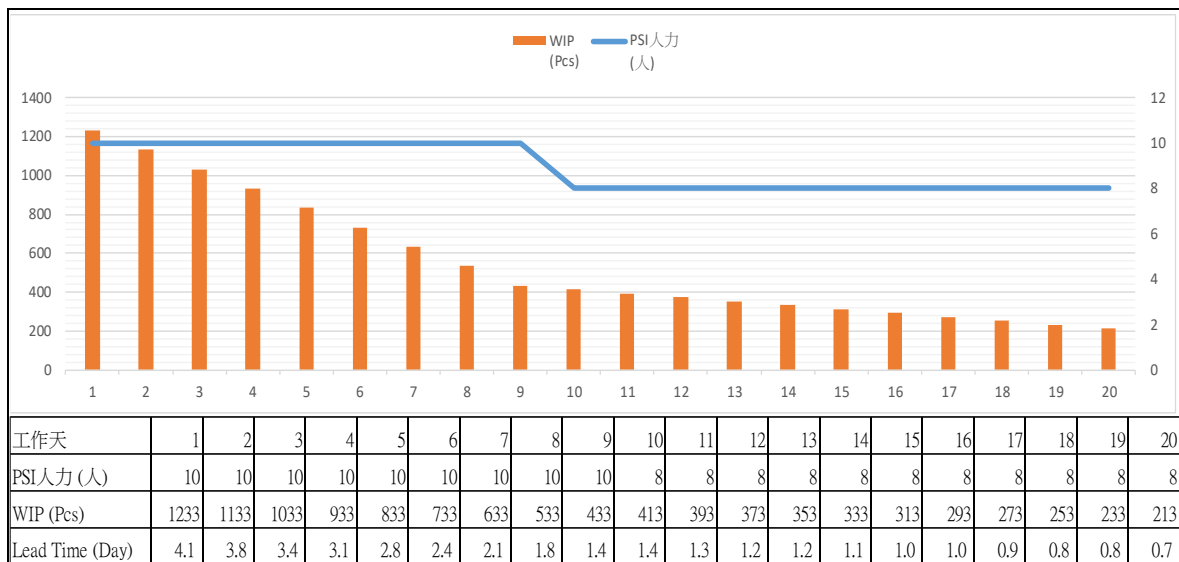


圖 28 PSI 改善成果推移圖

4.3 精實生產實施成果

本研究之個案公司，經由導入精實改善方法，消除生產線中不必要的浪費之後，各項改善成果均達設定目標，總結改善過程中所運用的精實改善方法及改善成果，如表6與表7所示。

表6 問題描述及精實改善效益

站點	問題描述	問題種類	精實改善方法	改善效益
手鐸	剝線機的刀具整備時間過長。	動作的浪費 等待的浪費	SMED法 5S 標準化作業	刀具SETUP時間從616秒降至129秒，改善79.0%。
手鐸	手焊作業前，需等待剝線機進行線材去皮作業。	等待浪費	SMED法 標準化作業	線材去皮作業時間從251秒降至203秒，改善19.8%。
手鐸	1. 手焊作業站的WIP過高。 2. 手焊作業前，必須先調剪線材。	庫存的浪費 動作的浪費	SMED法 標準化作業	手焊作業時間從2,432秒降至1,241秒，改善49.0%。
封蓋前 檢查	1. PSI作業站的WIP過高。 2. PSI作業人員的作業方法不一致，導致品質及效率不穩定。	庫存的浪費 加工的浪費 不良品浪費	標準化作業	PSI作業時間從1,692秒降至1,262秒，改善25.4%。

表7 精實改善成果

精實管理導入結果	導入前	導入後
手焊WIP (pcs)	1524	84
手焊Lead time (day)	5.1	0.3
手焊生產力 (pcs/人-shift)	10	20
手焊人力 (人)	30	15
PSI WIP (pcs)	1233	213
PSI Lead time (day)	4.1	0.7
PSI生產力 (pcs/人-shift)	15	20
PSI人力 (人)	20	16
交貨Lead time (day)	15.9	7.7

5. 結論與建議

精實生產(Lean Production)的精神與目的，就是找出存在於生產過程中不必要之浪費並予以去除。而持續改善更是一項永無止境的行動，有賴企業全體員工共同參與及支持。透過本研究，希望能夠提供一個案例，供相同類型的航太電子產業做為參考。

5.1 研究結論

本研究以精實系統做為核心概念，探討航太電子產品的製造生產流程及改善機會。首先以繪製現況價值流程圖來找出的浪費及機會改善點，再繪製未來價值流程圖來設定未來改善目標。改善的過程中，我們使用 QC-Story 之問題解決型為研究步驟，運用各式品質管理手法為工具，例如：使用柏拉圖來找出最常出現及需要優先改善的問題，以及使用魚骨圖來進行問題的要因分析等，再以精實理論為基礎來消除生產過程中的各式浪費，例如：使用 SMED 法來降低整備時間 Setup time 及作業時間 Cycle time，以及標準化作業 STD 來確保作業方法和生產品質的一致性，以達到提升效率、降低庫存、縮短交期等目的。以本研究為例，剝線機的刀具 Setup time 降低約 79.0%，手焊作業及封蓋前檢查分別達到 Cycle time 降低 49.0% 及 25.4% 的效益。

透過本研究發現，導入精實生產系統，並不一定需要花費長時間、高成本才能有顯著的改善成果，在本研究的改善案例中，我們經由實地實物的觀察並收集數據予以分析，就能發現隱藏在生產作業流程中的不必要浪費，進而針對問題提出有效的改善方法，適時的給予個案公司顯著的生產效率改善，可供管理階層決策分析使用。

5.2 研究建議

對於未來的研究建議如下：

1. 本研究僅以精實生產系統，如：價值流程圖、八大浪費、SMED法、標準化作業，以及QC改善方法，如：QC-story、魚骨圖、柏拉圖、直方圖等工具進行探討，未完整的部分，建議未來的研究者可以持續補充。

- 2.本研究僅針對研究者所管理的生產線前段作探討，研究範圍僅針對生產線中瓶頸站作改善，建議未來的研究者可將研究範圍擴大至物料供應端以及生產線各製程的產能平衡作探討。
- 3.本研究之對象為航太電子製造業，生產類型是屬於連續性生產，大部分的製造業都可參考此案例去導入精實生產管理，但本研究結果僅供參考，並非代表能為整個產業及其他不同性質之產業帶來效益。建議未來的研究者可持續探討，將精實生產管理導入其他產業或非製造業。

6. 參考文獻

6.1 中文文獻

1. Lee J. Krajewski、Larry P. Ritzman、Manoj K. Malhotra 原著，白滌清譯 (2013)。生產與作業管理。台灣培生教育出版股份有限公司。
2. Womack and Jones, 1994, 改變世界的企業經營體制：臨界生產方式(原著：J.P.WOMACK, D.T.JONES, The Machine that Changed the World) ，李裕昆譯，中華企管。
3. 大野耐一(Taiichi Ohno)，豐田生產方式：追求超脫規模的經營，譯者：國瑞協力會 TPS 自主研究會，出版社：中衛。
4. 王宇祥，(2020)「台灣航空產業的發展與範疇」，中華徵信所。
5. 李忠益，(2015)，精實生產實證研究—以被動元件 Y 公司為例，國立高雄應用科技大學，企業管理系碩士在職專班，碩士論文。
6. 吳明翰，(2015)，製造業導入精實生產管理成效研究—以 A 公司為例，大葉大學，工業工程與管理學系碩士班，碩士論文。
7. 吳麗萍，(2013)，精實生產之生產計劃—以橡膠製造業 N 公司為例，國立高雄應用科技大學，企業管理系碩士在職專班，碩士論文。
8. 林柏璋，(2019)，精實生產整合系統模擬於製造流程改善之研究—以手機連接線個案公司為例，國立虎尾科技大學，工業管理系工業工程與管理碩士班，碩士論文。
9. 湯瑞文，(2013)，價值鏈及精實作業應用於少量多樣生產線一個案分析：以航太電子製造為例，國立高雄應用科技大學，工業工程與管理系研究所，碩士在職專班，碩士論文。
10. 楊大和，謝瓊嬉，(2008)「電子業向汽車業取經-精實生產在 TFT-LED 產業成功的應用」，品質月刊。
11. 鄭憶珊，(2021)，精實管理於航太產業的應用研究—以 A 零件製程為例，正修科技大學，工業工程與管理研究所，碩士論文。

6.2 英文文獻

1. Caner, E. & Semra, B. (2017), SMED methodology based on fuzzy Taguchi method. *Journal of Enterprise Information Management*, 31 (6), 867-878.
2. Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Sage Publications, Inc.
3. Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668-7677.
4. Gaikwad, S.P., Avhad, S.S., Pawar, S.S., & Thorat, P.R. (2015), Reduction in Setup time on Rubber Moulding Machine using SMED Technique. *International Journal of Research & technology*, 4 (4), 5.
5. Karam, A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2017), The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886-892.
6. Liker, J.K., 2004, *The Toyota Way : 14 Management Principles from the Worlds Greatest Manufacture*, New York : McGraw-Hill.
7. Liker, J.K and Meier, D., 2006, *The Toyota Way Fieldbook : A Practical Guide for Implementing Toyota' s 4ps*
8. Ohno, Taiichi, 1988, *The Toyota Production System : Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon, Productivity Press.
9. Stadnicka, D., & Litwin, P. (2017). Value stream and system dynamics analysis—an automotive case study. *Procedia CIRP*, 62, 363-368.
10. Yang, T., Kuo, Y., Su, C. T., & Hou, C. L. (2015). Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization. *Journal of Manufacturing Systems*, 34, 66-73.
11. Yin, R. K., (1994). *Case Study Research Design and Methods: Applied Social Research and Methods Series*. Second edn. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.