

國立交通大學
工業工程與管理學系

碩士論文

探討企業導入豐田生產系統之困境
以台灣工具機為例

The Dilemma of Enterprises Implementing Toyota Production
System - A Case Study of Taiwan's Machine Tool Industry

研究生：賴詩淵

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

中華民國九十九年六月

探討企業導入豐田生產系統之困境
以台灣工具機為例

The Dilemma of Enterprises Implementing Toyota Production
System - A Case Study of Taiwan's Machine Tool Industry

研究生：賴詩淵

Student：Shi-Yuan Lai

指導教授：李榮貴 博士

Advisor：Dr. Rong-Kwei Li

彭文理 博士

Dr. Wen-Lea Pearn



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management
College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Industrial Engineering

June 2010

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年六月

探討企業導入豐田生產系統之困境 以台灣工具機產業為例

研究生：賴詩淵

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘要

近年來許多企業相繼導入豐田生產系統(Toyota Production System, TPS)，希望能夠改善企業體質與提升競爭力，並有許多實行 TPS 的成功案例，但是它們卻無法獲得與豐田汽車公司相當的成就。且許多國外企業推行 TPS 卻導致績效更差。Dr. Goldratt 認為企業導入 TPS 失敗之原因為豐田企業是處於穩定性環境，但是一般企業卻是處於此不穩定性環境中，導致 TPS 執行失敗。另外，企業導入 TPS 並無遵循大野耐一發展 TPS 的四個步驟進行改善亦可能導致執行績效差。本研究欲驗證工具機產業是處於不穩定性環境，且無法有效執行 TPS；在不穩定環境中，工具機廠商導入 TPS 並無遵循大野耐一的四個步驟導致改善績效不佳。

【關鍵詞】：豐田生產系統、大野耐一的四個步驟、不穩定環境

The Dilemma of Enterprises Implementing Toyota Production System – A Case Study of Taiwan’s Machine Tool Industry

Student : Shi-Yuan Lai

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

Dr. Wen-Lea Pearn

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

June 2010

Abstract

Lately, many enterprises have implemented the Toyota Production System in order to improve their performance and competitiveness. However, some of those enterprises which implemented TPS couldn't improve even led to worse performance. Dr. Goldratt thought the reason corporate adopted TPS finally failed was due to their basic production environments was different of Toyota. Toyota's production environment is in a stable condition, yet most companies wasn't as stable as Toyota. Besides, enterprises implemented TPS did not follow the Ohno's four steps may also lead to poor performance. This study's goal is to discuss whether Taiwan Machine Tool Industries is in three different dimensions of the instability of the environment. Also, we study that in the unstable environment, the companies which follow Ohno's four steps could have better improvement than which not follow Ohno's for steps.

Key words: TPS; Ohno's four steps; Unstable environment

誌謝

在交通大學工業工程與管理研究所終於要畢業了！在研究所生涯裡最感謝為指導老師李榮貴教授，李老師在專業的學術領域上栽培及指導，並且清楚了解限制理論於實務上的應用，讓我們遇到複雜的問題能夠以簡單的方式化解，找出問題的限制，並有效運用限制點改善，使我有更好的邏輯能力解決問題。且在課業學習以及論文都能夠以最好的方式學習。另外，還要感謝口委蔡志弘老師及張盛鴻老師耗費時間及精力審視本研究，並對本論文提出許多寶貴的意見，使本論文能夠更加的精進。

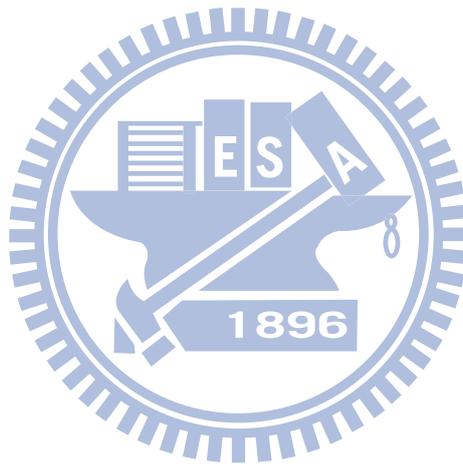
在撰寫論文的過程中，感謝陳玫竹同學以及007研究室各位同學在論文上的幫助，使我在遇到論文的瓶頸時，能夠互相探討與研究。最後要感謝家人在求學的過程中，可以一直提供生活以及課業上的協助，使我能夠好好的學習與成長。



目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	vii
第一章 研究動機與目的	1
第二章 文獻探討	3
2.1 製造業歷史透視	3
2.2 豐田生產系統(Toyota Production System, TPS)	3
2.3 豐田生產環境	4
2.4 限制理論(Theory of Constraints, TOC).....	4
2.4.1 簡化型限制驅導式排程法(Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR)	5
2.4.2 緩衝管理(Buffer Management, BM)	5
第三章 研究方法	7
3.1 建立研究假說	7
3.2 研究方法	7
3.2.1 質性研究	7
3.2.2 訪談綱要	8
3.2.3 資料紀錄及分析	8
3.2.4 相關資料收集	8
3.2.5 探討績效改善之比較	9
3.3 研究對象	9
第四章 實證分析	10
4.1 探討工具機產業的生產環境	10
4.1.1 假設 1：探討是否處於短產品生命週期之不穩定性，無法有效執行 TPS	10
4.1.2 假設 2：探討是否處於每種產品在一段時間內需求的不穩定性，無法有效執行 TPS	10
4.1.3 假設 3：探討是否處於整體生產負荷的不穩定性，無法有效執行 TPS ..	14
4.1.4 本章小結	16
4.2 企業導入 TPS 與 TOC 是否遵循大野耐一的四個步驟	17
4.2.1 工具機廠商導入 TPS 執行方式	17
4.2.2 工具機廠商導入 TOC 執行方式	19
4.3 探討企業導入 TPS 與 TOC 改善績效並驗證假設 4、5	21
4.3.1 交期績效(Due day performance, DDP).....	21

4.3.2 生產前置時間(Production lead time, PLT)	22
4.3.3 存貨金額(Inventory value, IV)	23
4.3.4 本章小結	26
第五章 結論與建議	27
參考文獻	28
附錄	30



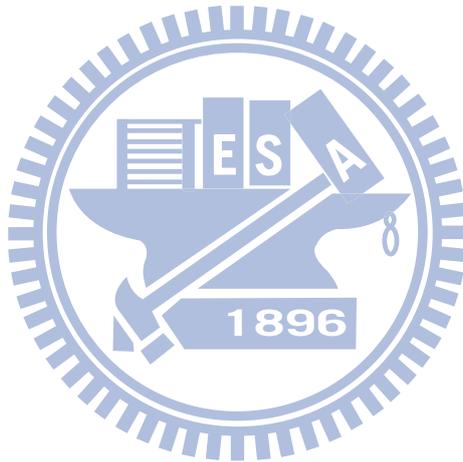
表目錄

表一：訪談綱要.....	8
表二：研究對象表.....	9
表三：F 公司 F1 產品 ANOVA 分析表.....	12
表四：F 公司 F2 產品 ANOVA 分析表.....	12
表五：F 公司 F3 產品 ANOVA 分析表.....	12
表六：各公司資料.....	21
表七：各公司導入前後之達交率表現.....	21
表八：各公司導入前後生產前置時間之改善情形.....	23
表九：A、C 公司營收與存貨總額之相關係數.....	24
表十：A 公司營收與存貨成長率同期比較.....	24
表十一：C 公司營收與存貨成長率同期比較.....	24
表十二：A 公司導入 TPS 後存貨各類項漲跌幅度.....	26
表十三：C 公司導入 TOC 後存貨各類項漲跌幅度.....	26



圖目錄

圖一：豐田生產系統之架構圖.....	4
圖二：緩衝管理圖.....	6
圖三：F公司3項產品07-08年每月需求變動幅度.....	14
圖四：F公司F1產品07-08年每月產能負荷量.....	15
圖五：F公司F2產品07-08年每月產能負荷量.....	15
圖六：F公司F3產品07-08年每月產能負荷量.....	15
圖七：A、B公司生產製造程序.....	18
圖八：C公司2008年單月達交率圖.....	22
圖九：C公司2009年單月達交率圖.....	22
圖十：A、C二家公司之TIS值.....	25



第一章 研究動機與目的

大野耐一(Taiichi Ohno)於 1950 年代至今五、六十年間所開發出來的「豐田生產系統(Toyota Production System, TPS)」成功應用於豐田企業中，係為豐田汽車現在能夠如此成功的主要因素。TPS 系統使豐田企業在生產流程、供應商管理、配銷模式、研發創新以及員工素質都持續改善，並造就現今穩定的生產環境。豐田汽車於生產面能夠有效降低成本，銷售面上其平均淨利比業界平均高出 70%，顯示豐田汽車在實施 TPS 是相當成功。

近三十年來許多企業相繼推行豐田生產系統，希望利用 TPS 來改善企業體質與提升競爭力，雖然有許多實行 TPS 的成功案例，但是它們卻無法獲得與豐田汽車公司相當的成就。此外，根據探討企業導入 TPS 相關文獻發現許多國外企業執行 TPS 失敗的案例，例如：Pardi (2007) 研究豐田 Burnaston 製造廠(TMUK) 以及 France 製造廠(TMMF)，他們自 1989 年至 2001 年累計損失超過 30 億歐幣【19】。Swamidass (2007) 研究美國數千家製造業導入 TPS 的公司，部份公司導入後庫存量卻持續的增加，無法有效降低【21】。因此有許多人開始質疑為何企業仿效豐田推行 TPS 卻導致失敗呢？

Goldratt (2008) 認為企業導入 TPS 失敗之原因為生產環境有不同的基本構面，他提到大野耐一發展 TPS 它是適用豐田的生產環境，豐田具有產品生命週期、每種產品需求與整體生產負荷三種不同構面的穩定性環境，為推行 TPS 的主要前提假設。然而大多數公司可能處於此三種不穩定性的環境中，導致執行 TPS 失敗。除了環境穩定性外，企業導入 TPS 的方式不正確也可能是失敗的原因之一。Goldratt (2008) 提到大野耐一發展 TPS 的四個執行步驟，首先必須改善流動性能(前置時間)、第二點為引導何時不生長的運作機能(防止過度生產)、第三點為局部效率必須廢止，最後為持續改善。但是一般企業導入 TPS 並未改善生產的流動性能，而是落入於局部效應，對於某個製程提升生產效率，並無考慮

整體的績效。Goldratt 以日立工具工程(Hitachi Tooling Engineering, HTE)為例，由於 HTE 存在三種不同構面的不穩定性，且無遵循四個步驟導致推行 TPS 使績效更差【14】。

綜觀上述可知，企業導入 TPS 卻無法有效改善公司整體的績效，可能原因為 TPS 不適用於不同的生產環境中，以及企業導入 TPS 可能沒有遵循大野耐一發展 TPS 的四個執行步驟進行生產改善。另外一方面，從 TPS 概念所發展出來的限制理論(Theory of Constraints, TOC)其執行理念與 TPS 是相近的，並由企業導入 TOC 之執行案例中發現，即使在不穩定的生產環境中，TOC 仍可有效實行大野耐一的四個步驟進行改善，且企業能夠在短時間內得到顯著成效。HTE 導入 TOC 並遵循四個步驟並得到顯著改善，生產前置時間從 40 降至 16 天、達交率從 40% 提升至 85%、存貨週轉率從 7.02 至 10.17【23】。

綜上，本研究欲驗證 Goldratt (2008) 所提出之概念是否正確，導致 TPS 失敗的主要原因是否為環境的不穩定性與導入方式不正確所造成。首先，本研究以台灣工具機廠商導入 TPS 為例，探討一般企業是否處於三種不同構面的不穩定性環境，並分析 TPS 不適用於不穩定環境中之因素；再者，由於 TOC 改善 TPS 對於環境穩定性的限制，使企業在不穩定的環境中，若能有效遵循四個步驟進行改善，亦可達到顯著的改善。因此我們接著討論在不穩定的環境中，企業導入 TPS 與 TOC 是否因有無遵循大野耐一的四個步驟對於改善績效的影響。

第二章 文獻探討

2.1 製造業歷史透視

製造產業由兩位偉大的思想家所構建，亨利·福特與大野耐一。福特採用流水線(the flow lines)來改革大量生產方式。大野耐一利用福特的觀點，將大量生產方式發展至另一種層次，就是現今的豐田生產系統，這一套系統促使整個產業改變對庫存的理解，從資產(asset)成為債務(liability)。

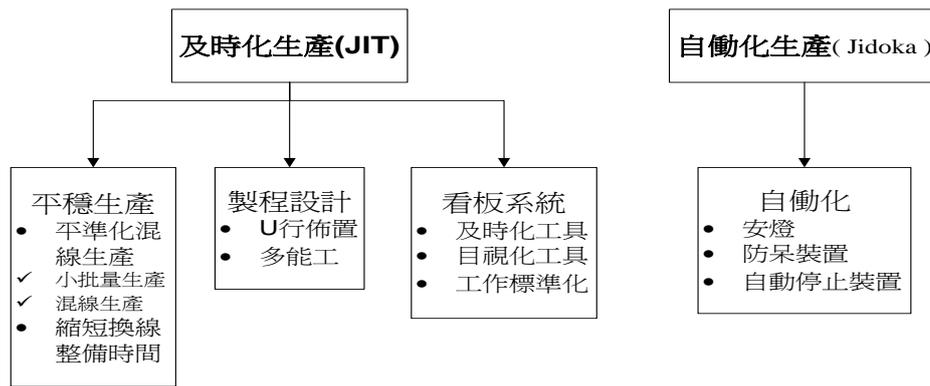
福特與大野兩位學者對生產改善所遵循的四個步驟，為以下四點【14】：

1. 改善流動性能 (或等同前置時間)是運作的首要目標。
2. 這項首要目標應該轉化成一套務實的機制，以引導何時不生產的運作機能 (防止過度生產)。
3. 局部效率必須廢止。
4. 一套平衡流動性能之聚焦程式必須就位。

2.2 豐田生產系統(Toyota Production System, TPS)

「豐田生產系統」的主要思想是消除浪費，以透過降低庫存量來找出更多的潛在問題，將現場的問題顯在化，並探究其真正原因再加以規正，在組織文化中，培育人才且致力促使 DNA 進化。持續改善的最終目的，便是使得企業的競爭力大為提升。

豐田生產系統的二代主軸為及時化生產(JIT-Just In Time)與自「働」化(Jidoka)，下圖一為豐田生產系統的管理手法架構圖【3】【25】。



圖一：豐田生產系統之架構圖

2.3 豐田生產環境

Pardi (2007) 探討豐田的生產環境，使 TPS 執行有效率必須滿足以下三點：(1)確保公司與員工長期合作的穩定性、(2)市場需求為穩定與可控制的狀態、(3)可依賴的供應商彈性。Pardi 研究歐洲的豐田製造廠，他們並無滿足上述條件，導致執行 TPS 失敗【18】。新鄉重夫 (1980) 估計豐田自 1965 年起發展 TPS 花了 20 年才有如此好的成效，其他公司如要模仿 TPS 系統至少要花上 10 年才可能有滿意的成果。他認為導入 TPS 必須有長期性的指標，否則對企業老闆來說只是空談【6】。

Goldratt (2008) 認為 TPS 生產環境要求的假設為一種穩定的環境，而且要求具有三個不同構面的穩定性，以下為此三種穩定性之構面【14】：

1. 一段相當長的時間，其中的程序與產品沒有大幅的變化。
2. 在一段時間內每種產品需求的穩定性。
3. 訂單使用各種資源之總生產負荷 (total load) 的穩定性。

豐田所需之穩定性與改善生產無關，這三種穩定性的構面與公司設計與銷售產品的方式有關，而與生產產品的方式無關。

2.4 限制理論(Theory of Constraints, TOC)

限制理論是 Dr. Goldratt 於 1986 年提出，他認為在每一個系統中都有瓶頸的

存在，而瓶頸限制了整個系統的產出，因此，若想提升整體系統的產出，就必需從瓶頸進行改善，而限制理論最常應用實務的生產管理方法，緩衝管理(Buffer Management, BM)與簡化型限制區導式排程法(Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR)。

2.4.1 簡化型限制驅導式排程法(Simplified Drum-Buffer-Rope, S-DBR)

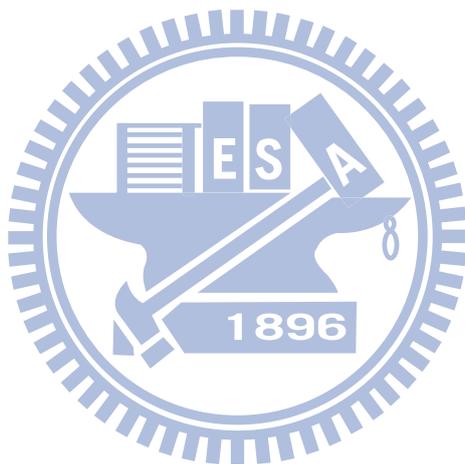
Schrageheim (2007) 認為 S-DBR 有以下優點：(1)較簡單且效的生產計畫方法；(2)專注於產能受限資源(Capacity Constrained Resource, CCR)的排程，以耗盡 CCR 產能；(3)利基於業務接單；(4)準時的訂單交期；(5)能提供最佳的生產計畫。然而，Schrageheim 亦認為：(1)即使企業內部產能限制實際存在，但系統主要限制仍來自於市場的需求；(2)排程使得系統降低回應市場的彈性，但若為了回應市場而變更排程，則會增加管控的複雜度；(3)建立緩衝保護的最終目的，就是要有效的使用緩衝，以確保訂單能順利出貨，因此只需要具有整體性保護的單一緩衝即可；(4)複雜的生產環境，如迴流、多機台、多瓶頸，對於排程是一大挑戰。因此 S-DBR 主張，即使企業內部存產能限制實際存在，系統最主要的限制仍來自市場需求【22】。

2.4.2 緩衝管理(Buffer Management, BM)

緩衝管理會根據緩衝時間被消耗的程度來設定加工的優先順序，位於時間軸最左側的是綠區，此區訂單多為剛投料之訂單，在此區的訂單擁有較足夠的時間生產，而在生產的過程中，此區的時間通常會被消耗掉而進入到黃區，黃區又稱為警示區，顧名思義在區的訂單只需要觀察是否有異常之狀況發生，若無異常之狀況則無需採取行動，而當黃區的時間消耗完後訂單會進入到紅區，紅區即為趕工區，當訂單進入此區時，則必需採取行動以避免紅區時間消耗完而造成訂單無法準時達交。緩衝管理圖如圖二所示。



圖二：緩衝管理圖



第三章 研究方法

本研究以工具機廠商導入 TPS 為例，分析企業導入 TPS 失敗之原因，第一部分為 TPS 可能不適用於不同的生產環境中；第二部分企業導入 TPS 並無確切遵循大野耐一發展 TPS 的四個步驟進行生產改善。

3.1 建立研究假說

本研究根據上述討論，建立欲探討之研究假說，區分為環境的不穩定性與是否遵循四個步驟，分析企業導入 TPS 失敗之原因。

假設 1：工具機產業處於短產品生命週期之不穩定性，無法有效執行 TPS。

假設 2：工具機產業處於每種產品在一段時間內需求之不穩定性，無法有效執行 TPS。

假設 3：工具機產業處於整體生產負荷之不穩定性，無法有效執行 TPS。

假設 4：在不穩定環境中，工具機廠商導入 TPS 並無遵循大野耐一的四個執行步驟進行改善導致執行績效不佳。

假設 5：在不穩定環境中，工具機廠商導入 TOC 有效遵循大野耐一的四個執行步驟且在短時間內得到顯著改善。

3.2 研究方法

3.2.1 質性研究

本研究利用「質性研究」驗證 5 項假說，質性研究偏向發現的探索性研究，較為主觀。並配合一般性訪談導引法進行，由訪談者提供一些提綱挈領的論題，以引發訪談情緒，使受訪者能自由的在有限之時間內探索、調查與詢問。此種方法最適合用於團體訪談及個人的深度訪談，它使雙方互動並集中焦點，並允許個人的認知取向與經驗表現。一般導引性的訪談綱要可以用問卷列表的方式，提供

訪問者參考與採用，使訪問者將訪問的重點擺在事先設計好的議題上，同時維持對話式的訪問模式，並能很自由的觀察週遭環境和受訪者的反應【1】。

3.2.2 訪談綱要

本研究之訪談綱要分為工具機產業的生產環境與導入 TPS 之方式兩部份，表一為訪談綱要，詳細問卷列表內容於附錄中。

表一：訪談綱要

探討工具機產業之生產環境	探討工具機產業導入 TPS 之方式
公司總體經營資料	導入 TPS 之步驟
生產相關議題	標準化作業的執行情況
工具機市場與銷售	JIT 的執行情況
產品與服務	自動化的執行情況
產品生命週期與新產品開發	平準化的執行情況

3.2.3 資料紀錄及分析

在訪談過程中會徵詢受訪者的同意採取全程訪談錄音的方式，全程錄音是為了蒐集到最完整的訪談內容，不了解的地方可以重複聆聽，以免遺漏掉重點。訪談過程結束後，以錄音內容做完整記錄，製作文字檔，一旦錄音內容出現不完整、不清楚的地方，將以 e-mail 或電話持續與廠商聯絡，為使資料分析能夠更完善、清楚明瞭，以便蒐集到最完整的相關資訊。在研究過程中，並不把研究者的主觀假設放在參與研究者的身上，希望把參與研究者自身的經驗、想法、作法等真實地反應出來。

3.2.4 相關資料收集

由於訪談資料可能無法確實探討工具機產業的生產環境與改善績效的分析，故藉由上市櫃工具機廠商收集相關財務資料以便有效分析，主要收集資產負債表、損益表、經營能力、獲利能力、成長率產銷組合與各項產品營收統計表。各廠商資料來源為台灣經濟新報(TEJ)與資訊公開觀測站【7】【10】。

3.2.5 探討績效改善之比較

本研究探討企業導入 TPS 與 TOC 之改善績效，研究對象皆為工具機產業之廠商，探討之績效指標為以下三點：

1. 交期績效(Due day performance, DDP)

達交率為第一次承諾顧客的交期時間，藉由訪談的方式獲得公司在導入 TPS 與 TOC 前後達交率的相關資料，評比導入時間內達交率提升幅度。

2. 生產前置時間(Production lead time, PLT)

生產前置時間為由客戶端接收訂單至出貨的時間，藉由訪談的方式獲得公司在導入 TPS 與 TOC 前後生產前置時間改善的相關資料，評比導入時間內生產前置時間縮短幅度。

3. 存貨金額(Inventory value, IV)

Swamidass (2007) 利用 TI/S ($TI = \text{total inventory}$, $S = \text{total sales}$) 之比值，探討企業導入 TPS 後存貨的成長趨勢【21】。本研究利用 TI/S 、營收與存貨相關係數、營收與存貨成長率，並以存貨金額中的原料、在製品分別探討企業導入 TPS 與 TOC 前後之存貨金額改善成果。

3.3 研究對象

本研究以台灣工具機產業作為研究對象，探討工具機產業的生產環境與 TPS 執行方式。由於台灣工具機產業主要聚集於台中地區，訪談廠商主要集中在台中工業區。本研究以 16 家工具機廠商做深入訪談與探討，並以代號分為 A 至 P，表二為研究對象表。

表二：研究對象表

訪談廠商	研究目標
16 家廠商(A~P)	探討工具機產業的生產環境
A、B 公司	探討導入 TPS 執行方式
C 公司	探討導入 TOC 執行方式

第四章 實證分析

4.1 探討工具機產業的生產環境

Goldratt (2008) 認為豐田生產系統有它適用的假設，產品生命週期長、每種產品需求的穩定性、整體生產負荷的穩定性，TPS 必須具備此三種假設才能夠順利的運作，但是在其它的產業中，大多是處於這三種不穩定性的環境中，使得 TPS 運作績效不佳。本研究分析工具機產業是否處於此三種不穩定性的環境中，並分析 TPS 不適用之原因，並探討工具機產業假設 1 至假設 3 是否成立。

4.1.1 假設 1：探討是否處於短產品生命週期之不穩定性，無法有效執行 TPS

根據訪談資料得知，工具機產品生命週期大約為 5-7 年；而新產品設計到完成前置時間大約為 3 個月至 6 個月左右。然而工具機產業並不像其他產業，會定期推出新機種；他們是依照客戶的需求反應與國際工具機博覽會發表新產品機型，並分析新機種是否能夠帶來新的商機後，不定期推出新產品。

我們可以知道，工具機產品生命週期長且新產品開發的時間佔產品生命週期的一小部分，因此在一段相當長的時間內，工具機產業的產品與製造程序並沒有大幅的變化；假如以產品生命週期五年，新產品開發 6 個月，表示說新產品開發仍然可以在市場上存活四年半的時間，新產品開發前置時間僅佔整個生命週期小部分約十分之一的時間，因此新產品生產前置時間並不會浪費太多銷售機會。

綜觀上述，我們可以發現工具機產業的產品生命週期是相當長的產業，並不支持本研究的假說 1：由於短產品生命週期造成之不穩定性，無法有效執行 TPS。

4.1.2 假設 2：探討是否處於每種產品在一段時間內需求的不穩定性，無法有效執行 TPS

Abid and Ozkan (2009) 認為影響客戶需求的不確定性的主要因為與客戶間資訊流通問題，在資訊不流通的情況下，企業無法得知客戶的實際需求為何【17】。根據工具機暨零組件公會(TMBA) 2008 年台灣工具機產值統計報告指出，

台灣工具機產品外銷值高達 78%，而內銷僅佔 22%【9】。目前台灣工具機產業產品銷售模式幾乎都是透過代理商傳達，且外銷部分就佔了八成(中國大陸屬於外銷)，因此工具機廠商對於最終客戶端需求存在資訊不對稱的問題，他們無法確切了解代理商所接的訂單數量以及種類，生產模式係根據代理商的訂單製造，因此無法全盤掌握終端客戶的實際需求狀況。上述得知，工具機對市場訂單的掌握性不足，且在與客戶端資訊不流通的情況下，訂單需求會充滿不確定性。

本研究藉由上市櫃公司的財務報表資料分析工具機產業的產品需求是否處於不穩定。以 F 公司的產品需求為例，分析其中三種產品在每個月產品營收的情形(此 3 種皆為標準機型)，並利用單因子變異數分析(One way ANOVA)，以「年份」做為影響之因素，分析 2005~2009 年 1~12 月每年各項產品營收的平均數是否相同，若有顯著差異時，再利用事後分析(Fisher LSD)分析每年產品營收平均數是否有顯著不同(顯著水準 $\alpha = 0.05$)。

由表三~五可以發現，3 種產品在 05~09 年之產品營收平均數皆為顯著不同(P-value<0.05)，且事後分析結果各年份的平均數大部分顯著不同，表示此 3 種產品每年的訂單需求差異相當大，可推斷工具機產業各廠商的標準機型每年訂單需求均可能是顯著差異。而藉由上市櫃各公司的各項產品業務營收統計表中發現，除了標準機型的需求是持續皆有訂單的情形，其他多數產品幾乎為零散需求(sporadic)，在不同時間內需求是不確定且是零散的。由上述可知，因為需求存在資訊不流通的問題與訂單需求的不穩定，工具機產業是處於每種產品在一段時間內需求的不穩定性。

表三：F 公司 F1 產品 ANOVA 分析表

F1	SS	DF	MS	F	P
Intercept	8.12E+11	1	8.12E+11	175.30	0.00
Year	9.14E+10	4	2.29E+10	4.93	(0.00)
Error	2.55E+11	55	4.63E+09		
FisherLSD	2009	2008	2007	2006	2005
2009		0.12	(0.00)	(0.01)	0.50
2008	0.12		(0.02)	0.31	0.38
2007	(0.00)	(0.00)		0.17	(0.00)
2006	(0.01)	0.31	0.17		0.06
2005	0.50	0.38	(0.00)	0.06	

表四：F 公司 F2 產品 ANOVA 分析表

F2	SS	DF	MS	F	P
Intercept	5.48E+11	1	5.46E+11	517.02	0.00
Year	3.69E+10	4	9.20E+09	8.71	(0.00)
Error	5.82E+10	55	1.06E+09		
FisherLSD	2009	2008	2007	2006	2005
2009		(0.00)	(0.00)	(0.01)	0.07
2008	(0.00)		0.55	(0.01)	(0.00)
2007	(0.00)	0.55		(0.05)	(0.01)
2006	(0.01)	(0.01)	(0.05)		0.47
2005	0.07	(0.00)	(0.01)	0.47	

表五：F 公司 F3 產品 ANOVA 分析表

F3	SS	DF	MS	F	P
Intercept	1.50E+12	1	1.50E+12	983.95	0.00
Year	1.37E+11	4	3.427E+10	22.49	(0.00)
Error	8.37E+10	55	1.527E+09		
FisherLSD	2009	2008	2007	2006	2005
2009		(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
2008	(0.00)		(0.04)	(0.03)	(0.00)
2007	(0.00)	(0.04)		0.90	0.31
2006	(0.00)	(0.03)	0.90		0.37
2005	(0.00)	(0.00)	0.31	0.37	

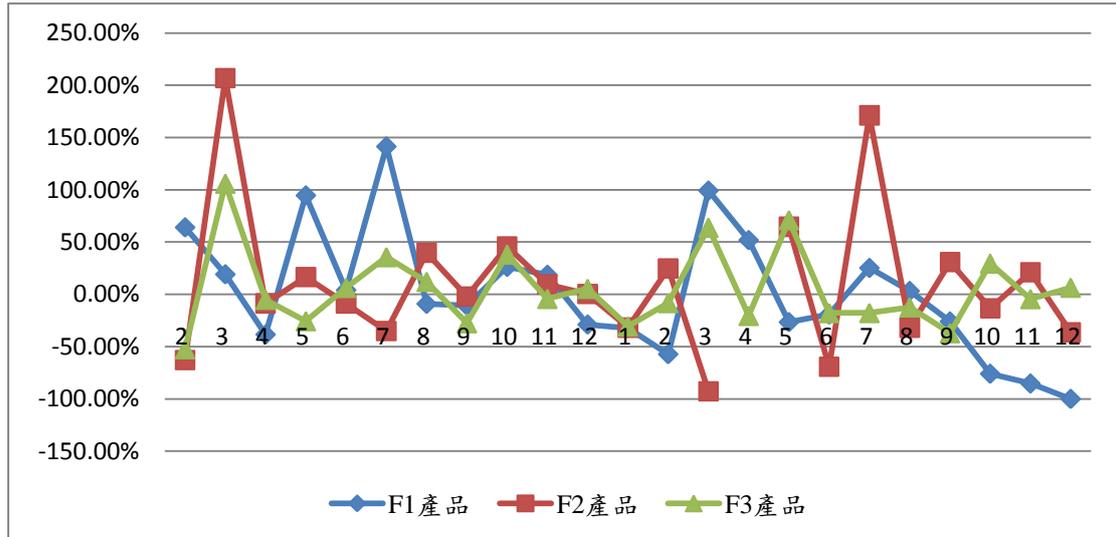
註：()內紅色字體代表顯著差異，顯著水準 $\alpha = 0.05$

本研究歸納學者認為在產品需求不穩定的環境中，導入 TPS 會變得沒有效率之因素，並歸納以下兩點：

1. Partrick, R. et al. (1987) 認為 TPS 所採用的需求拉動的看板生產方式，如果其需求變動的幅度超過 10% 以上時，會導致看板系統無法有效執行【20】。
2. Pardi (2007) 認為市場需求為無法預期的波動時，平準化無法有效實行【18】；為了有效執行生產線的平準化，必須控制需求的穩定性來降低生產計劃的波動【12】【13】。

每種產品在一段時間內需求的不穩定性是工具機產業現行存在的狀況，由圖三可以發現，F 公司的 3 項標準機型需求的變動幅度相當大，每月需求變動幅度幾乎都是大於 10% 以上，甚至高達 200%，且工具機產業大部分產品需求是屬於零散需求。在需求不穩定的環境中導入 TPS 可能產生以下問題：(1) 使用看板系統會導致生產線混亂甚至使得生產線停頓，因為看板系統為後拉式生產，後工程領取數量的變異越大，會導致前工程需要更多的人力與設備餘力。(2) 不能有效實行平準化生產方式，無法像豐田汽車能夠準確排出生產計劃表，並有效執行平準化降低生產線上的變異，因為豐田的產品需求是相當穩定的，工具機廠商假若排定生產計劃表，在不穩定的需求波動下則可能導致生產量大於需求量的窘境，製造過多庫存。(3) 看板要求在兩個工作中心之間，永久保持每種產品的容器，即是每一種產品需要永久持有庫存，然而工具機廠商多數產品是屬於零散需求，對每一產品皆持有庫存則會導致庫存量過高。

綜觀上述，驗證本研究的假說 2：工具機產業處於每種產品在一段時間需求的不穩定性，無法有效執行 TPS。

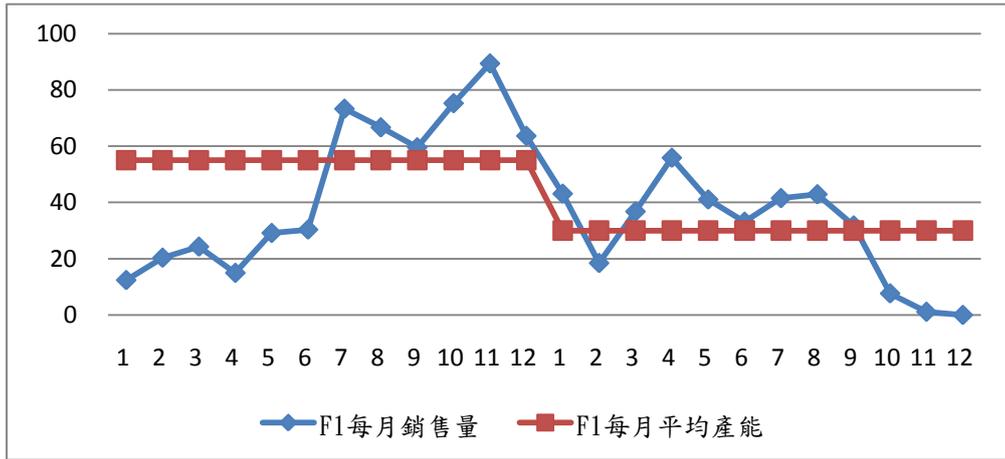


圖三：F 公司 3 項產品 07-08 年每月需求變動幅度

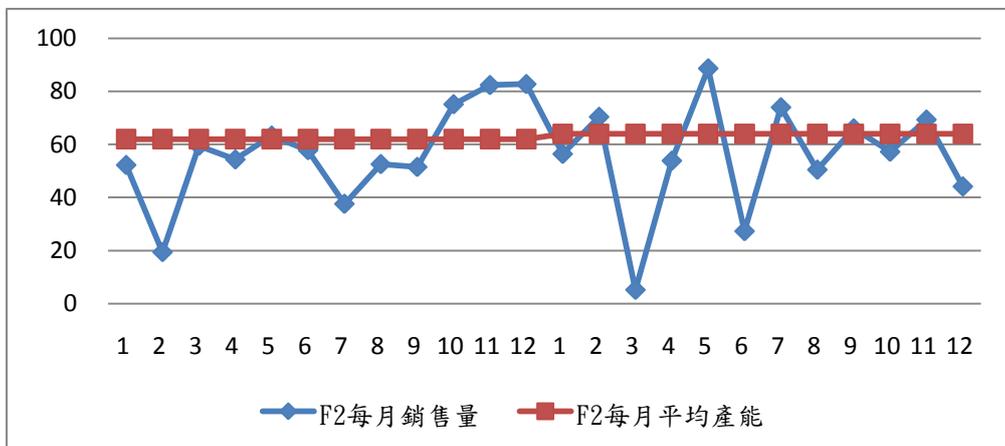
4.1.3 假設 3：探討是否處於整體生產負荷的不穩定性，無法有效執行 TPS

由上述可知，工具機產業的每種產品訂單需求是相當的不穩定，且會有無法預期的需求波動(2008 第四季至 2009 年工具機產業訂單需求大幅降低)，會導致訂單需求與產能負荷不對稱的情形，所以面對各種資源的臨時負荷會導致這些公司通常有相當差的交期績效。本研究藉由 F 公司 2007~2008 年 1~12 月三種標準機型的產品銷售組合與相關財務報表來探討工具機產業是否處於整體生產負荷的不穩定性。

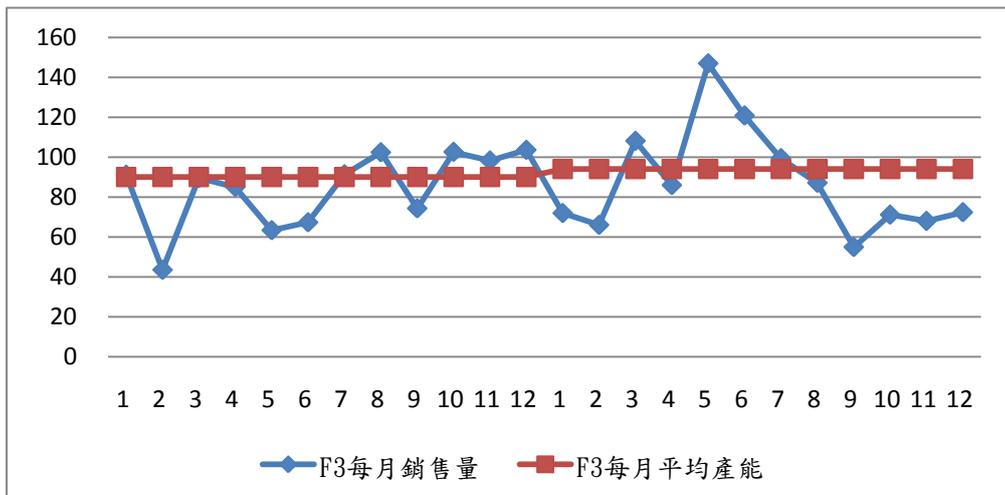
由圖四~六所示，F 公司 3 種標準機型的每月產能負荷量，每月平均產能為年產能除以 12 個月而得知，發現每月產品銷售數量的波動是相當大的，且經常出現大於平均產能的負荷量或是明顯小於產能可負荷量的情形，表示各產品使用各種資源的總生產負荷情形是相當不穩定。在代理商接到過多訂單時，會使得訂單需求大於產能總負荷會導致較差的交期績效；而在淡季時，由於訂單需求少導致產能過度閒置的情形。因此，我們可以知道工具機產業是處於整體生產負荷的不穩定性。



圖四：F公司F1產品07-08年每月產能負荷量



圖五：F公司F2產品07-08年每月產能負荷量



圖六：F公司F3產品07-08年每月產能負荷量

在整體生產負荷不穩定的環境中導入 TPS，會使得看板系統無法應付超出產能負荷的臨時需求。假設本週某個工作中心的生產負荷比它的產能低許多，而下週的負荷卻比它的產能高許多，看板系統防止提前生產，會造成在第二週錯過交期。然而豐田的訂單相當穩定，但是豐田依然會建立接收訂單的方式及承諾給客戶的交期，以約束一個月到下個月產品組合的變化，能夠有效實施平準化生產，並使看板系統不會因為產能負荷過重導致延遲給客戶的交期。但是工具機廠商無法強制他們的客戶，能夠有如此有利的條件。

Pardi (2007) 認為市場需求為穩定與可控制的狀態，企業才能夠有效的執行 TPS 【18】。工具機產業是處於訂單需求與整體生產負荷不穩定的環境中，且工具機廠商無法強制給定客戶的交期時間，導入 TPS 會使得看板系統無法有效運作，甚至導致生產線上的混亂，且可能會錯過客戶給定的交期。

綜觀上述，驗證本研究的假說3：工具機產業處於整體生產負荷的不穩定性，無法有效執行 TPS。

4.1.4 本章小結

本研究發現工具機產業是處於每種產品在一段時間內需求的不穩定性與整體生產的步不穩定性。在不穩定的環境中，TPS 無法有效執行，會使得看板系統運作出現問題，則可能導致推行 TPS 使得績效更差。

4.2 企業導入 TPS 與 TOC 是否遵循大野耐一的四個步驟

本章節以質性研究分析企業導入 TPS 與 TOC 是否遵循大野耐一的四個執行步驟，並探討未遵循此四個步驟所造成之問題。

4.2.1 工具機廠商導入 TPS 執行方式

本章節以訪談廠商中深入推行 TPS 的工具機廠商 A 與 B 兩家公司做為探討對象，他們於 2006 年 9 月導入 TPS，研究發現兩家公司導入 TPS 之步驟，先針對生產現場執行 5S 改善活動、標準化作業、提升生產效率、提升產品品質與降低不良率為主要執行目標，其中並未確切遵循四個步驟進行改善，並發現導入 TPS 後並未將生產模式轉變為由市場實際需求啟動生產之拉式生產(MTO)，依然會進行部份產品計劃性生產(MTS)，本研究主要分析如下所述。

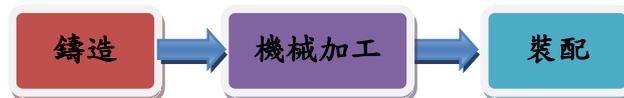
1.改善流動性能 (或等同生產前置時間)是運作的首要目標

改善流動性能首要目標為促使各個製程中的在製品能夠有效流動，減少在製品存貨的數量。根據訪談結果，我們發現 A、B 公司的內部生產製程為鑄造、機械加工以及裝配三個環節，生產流程的順序如圖七所示。本研究發現，他們在導入 TPS 過程中，並未全面性改善整個生產製程的流動性能，僅針對裝配廠進行改善，將原本的定點式生產轉變為流水線生產(花了一年半左右)，劃分成八個工作站，利用時間來切割各個工作站所需的裝配生產(每站約 6 小時)，裝配廠利用後拉式生產的「單件流的生產模式」，後拉式生產是後工程在必要時，自前工程領取必要的數量，前工程則依照被領取多少數量則生產多少。兩家公司的裝配製程在導入後加工時間大幅縮減，由原本的 20 多天縮減為 6 天，縮減幅度達 6 成左右。

但是裝配廠改變為流水線生產僅是工廠裡的局部，並非改善整個生產製程的流動性，鑄造與機械加工兩項製程並沒有一套改善流動性能的方式，鑄造廠與機械加工廠在生產時可能會不曉得哪張訂單必須先生產，則會導致生產上的混亂，

使裝配廠與前段製程無法有效配合，在進行裝配時可能有缺料問題，進而延誤產品交期。另外，流水線生產僅適用於某些產量大的標準機型，無法全盤通用。

本研究發現 TPS 並未有效改善整個工廠生產程序的流動性能，雖然裝配廠降低生產時間，但是整體的生產前置時間卻可能無法有效縮短，係因鑄造端與加工端製程無法根據訂單優先順序進行生產，進而拖延整個裝配線的生產前置時間，因此惟有全盤性的實施才可有效改善整體流動性能。



圖七：A、B 公司生產製造程序

2. 引導何時不生長的運作機能（防止過度生產）

根據 Little's Law 可知，當在製品數量越高時，生產前置時間會被拉越長【16】。大野耐一提到「對庫存的認知由資產轉變為負債，且認為生產過剩是最根本的浪費，因為它導致最多其它的浪費」【4】。所以生產時必須控管何時不生長的，且須有一套抑制投單的機制，可降低在製品數量、避免過多的浪費與縮短生產前置時間。

TPS 利用「看板系統」來引導何時不生長的，而使用看板系統的基礎條件為生產現場必須轉變為「流動中生產」。但是上述所知，A、B 兩家廠商未改善整個內部製程的流動性能，導入看板系統亦很難有效的執行。而裝配廠的流水線生產依據後拉式生產管控制何時不生長的，但是根據訪談發現，TPS 針對標準機進行計劃性生產，因此在需求不穩定的環境中，可能導致生產過多的在製品。另外，除了流水線生產外，其他的生產製程並沒有一套方法用來管控制何時不生長的的機制，因此其他製程會依據可負荷產能生產大量的在製品，產生過多的庫存。

3.局部效率必須廢止

根據上述分析得知，因為兩家廠商並沒有一套能夠引導何時不生產的機制，且會進行計劃性生產，生產線上各個製程可能因產能足夠而持續生產，則可能生產出過多的在製品，成為庫存造成浪費，因此沒有達到局部效率必須廢止的宗旨。

4.一套平衡流動性能之聚焦程式必須就位

一套平衡流動性能之聚焦方式，是指為了使生產更加流暢、縮短生產前置時間而持續改善的活動。A、B 公司皆是從第四個步驟開始，執行 5S 生產環境改善、流水線生產、品質改善，落入局部最佳化的改善方式，而未確切執行前三個步驟，並無達到整體改善之概念。

由上述可以知道，工具機產業推行 TPS 先針對生產現場、生產力與品質提升做改善，可以發現它們並沒有一套方法使整個生產製程可以清楚的知道生產的優先順序以及引導何時不生產，會造成生產線上混亂、做錯優先順序、在製品過多、生產前置時間長、交期績效差等問題發生。

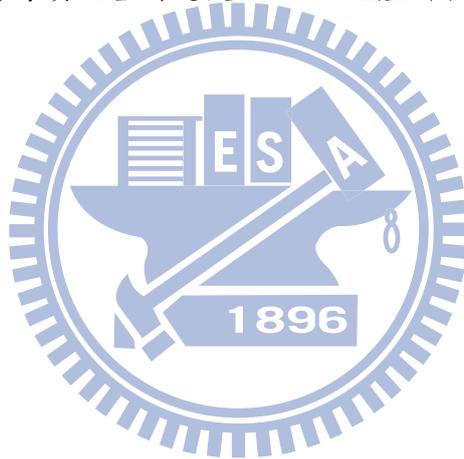
4.2.2 工具機廠商導入 TOC 執行方式

接著本章節欲探討企業導入 TOC 並遵循大野耐一發展 TPS 的四個步驟。本研究以訪談廠商中的 C 公司做為研究對象，C 公司於 2008 年 9 月導入 TOC，以下為其推行 TOC 的方式：

1. 首先改變公司生產規劃模式，由計劃性生產(MTS)轉變為拉式生產(MTO)，以市場需求啟動生產之拉式生產，因為工具機產業每種產品的訂單需求是相當不穩定，且多數產品為零散需求，計劃性生產會導致生產過多不必要的在製品。
2. 改變生產優先順序的方式，以時間緩衝以及庫存緩衝之管理機制，各式作業(投料、生產、組裝、採購)之緩衝狀態做為處理的優先順序機制，改善整個生產製程的流動性能，使各個加工中心清楚的知道哪個產品必須先生產，能夠有效縮短生產前置時間。

3. 運用 S-DBR 生產排程方法，以產能限制資源(CCR)做為投料之機制，CCR 為生產製程上產能最吃重的資源，為了使生產流程更加順暢，有效運用 CCR 作排程規劃，使產能規劃與訂單投料更加清晰。而在非 CCR 的產能資源上，一旦沒有投料時就不進行生產，避免製造過多的在製品，不追求各資源的利用率最大化，只須充分利用 CCR 產能資源。

綜觀上述，我們可以發現 C 公司導入 TOC 遵循大野耐一的四個執行步驟，並有效改善整體生產的流暢性。(1)利用緩衝管理中的時間緩衝與庫存緩衝來改善整個生產製程的流動性能與控管庫存量；(2)以 SDBR 排程方法管控何時不生產的機制，以滿足 CCR 產能為投料之機制；(3)廢除局部效率，非 CCR 資源不追求利用率最大化；(4)持續改善則是使 SDBR 生產排程與緩衝管理機制更加健全。



4.3 探討企業導入 TPS 與 TOC 改善績效並驗證假設 4、5

本章節欲探討企業導入 TPS 與 TOC 兩種管理方法之改善績效，並驗證假設 4 與 5 是否成立。本研究以 A、B 與 C 公司的財務報表、訪談資料做為探討改善績效評估的依據，評估是否依照大野耐一的四個步驟進行生產的改善，會影響公司的績效改善，探討的績效指標為達交率、生產前置時間、存貨金額三項指標。研究對象資料如表六所示。

表六：各公司資料

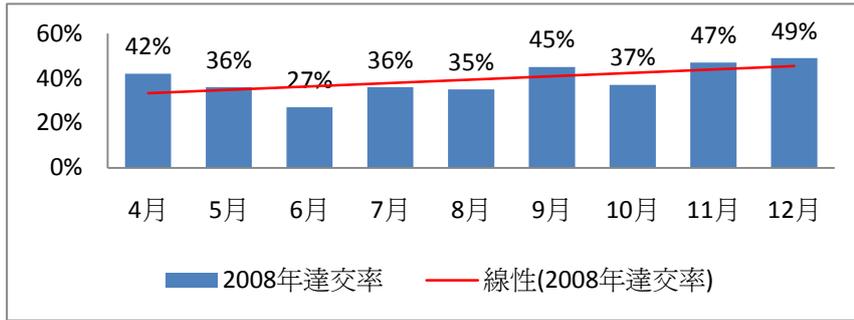
	管理方法	導入日期	導入時間	上市櫃
A	TPS	2006 年 9 月	3 年	公開發行公司
B	TPS	2006 年 9 月	3 年	無
C	TOC	2008 年 9 月	1 年	上櫃公司

4.3.1 交期績效(Due day performance, DDP)

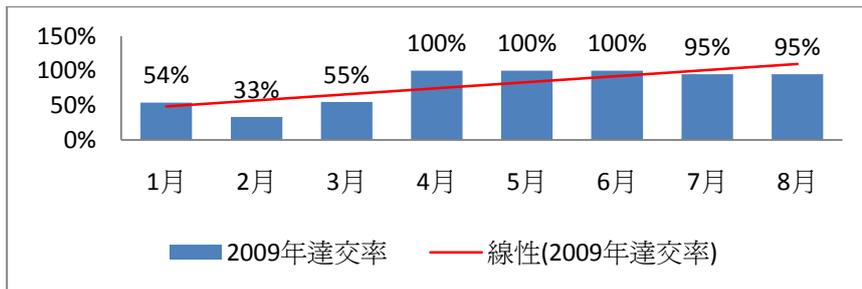
表七為各公司導入前後達交率之表現，A 與 B 在導入 TPS 三年後達交率提升至 85% 與 80%；C 公司在 2008 年平均達交率約 39%，而在導入 TOC 之後，平均達交率提升至 80% 左右，且從 2009 年 4 月開始達交率維持在 95% 以上的交期績效（由圖八、九所示），顯示利用 SDBR 生產排程的投料方式能夠適當評估產能的負荷情形，並以緩衝管理有效改善流動性能，能夠正確定訂出能夠給客戶的交期，即能在短時間內得到顯著改善。

表七：各公司導入前後之達交率表現

	導入時間	導入前	導入後	改善績效
A	3 年	N/A	85%	N/A
B	3 年	N/A	80%	N/A
C	1 年	39%	80%	100%



圖八：C 公司 2008 年單月達交率圖



圖九：C 公司 2009 年單月達交率圖

4.3.2 生產前置時間(Production lead time, PLT)

表八為各公司導入前後生產前置時間的改善情形，A、B 公司在導入 1 年後由 50 天降低為 45 天，因為沒有改善整體生產的流動性能，所以無法有效縮短生產前置時間；執行 TPS 三年後降低至 30 天與 21 天，他們將裝配廠轉變為流水線生產縮短裝配廠的生產前置時間，所以整體生產前置時間能夠大幅縮短；但是 B 公司卻能降低至 21 天，因為 B 公司在 2008 年時導入 TOC 並運用緩衝管理改善鑄造與機械加工的生​​產流動性能，所以改善績效更加顯著。

C 公司在導入 1 年後由 45 天降低至 30 天，可以明顯看出是否遵循大野耐一的四個步驟所得到之改善績效的差異表現，因為運用緩衝管理改善生產的流動性能與引導何時不生​​產的機制，並配合以單機發料之作業，降低在製品數量，使生產線上清楚了解該生產哪個產品，能夠大幅縮短生產前置時間。

表八：各公司導入前後生產前置時間之改善情形

公司	未推行 TPS 前	執行 1 年(改善績效)	執行 3 年
A	50 天	45 天(10%)	30 天
B	50 天	45 天(10%)	21 天
C	45 天	30 天(33%)	N/A

4.3.3 存貨金額(Inventory value, IV)

本研究收集 A、C 兩家上市櫃公司的相關財務資料比較企業導入 TPS 與 TOC 的存貨績效改善，以公司每半年財務報告資料進行分析探討，並收集 2001~2009 年的財務資料。以存貨金額變化來判斷企業導入 TPS 與 TOC 是否能夠使存貨金額降低。以下探討各公司的存貨總與營收之相關係數、T/S (總存貨佔營業收入比例)與存貨各類項在導入前後是否減少。

1. 營業收入淨額與存貨總額之相關係數

營收與存貨總額的相關係數(Correlation coefficient)計算結果如表九所示，並發現 A、C 公司在導入前相關係數並沒有顯著差異，分別為 0.59 與 0.69。A 公司導入 TPS 前後相關係數由 0.59 降至 0.14，發現該公司的營收與存貨的關係程度呈現低度線性相關，存貨與營收相關性並不顯著。C 公司導入 TOC 前後相關係數由 0.69 提升至 0.98，表示兩者呈現高度正相關，存貨會隨著營收同步成長。

一般而言，營業收入淨額與存貨金額是屬於正向線性關係，也就是當營收增加時，存貨也會增加。但是由相關係數可以知道，A 公司的營收與存貨並沒有存在顯著的正向關係。由表十得知，當 08Q4 營收降低 7.36%，但存貨竟上升 18.87%；09Q2 與 09Q4 營收大幅下降 79%與 64%的情況下，存貨僅下降 18%與 20%。由表十三指出，TPS 並沒有使得 A 公司存貨降低，反而在導入 TPS 之後生產力提高的情況下，並無引導何時不生產與廢除局部效率，而生產了過多的存貨。且 A 公司會預測該年度的需求量，做 10%的計劃性生產，表示它們並無依照實際的需求進行製造，故會導致過多的庫存，使得公司庫存金額在導入 TPS 後不減反增。

C 公司的營收與存貨存在顯著正向線性關係，由表十一所示，發現當營收大幅降低的同時，存貨也是大幅的降低。C 公司於 2008 年 9 月導入 TOC，在 2008 年的金融風暴，因為營收降低約 69%(09Q2~09Q4)，導入 TOC 使得存貨降低 45% 左右(09Q2~09Q4)。TOC 改變生產模式由計劃性生產轉變為拉式生產，必須生產會被賣出之產品，也就是必須要有明確的訂單生產線上才會投料生產；而生產現場必須限制投料，因為過度的投料會造成過多的在製品，且會使得生產線上混亂，這樣的結果使得存貨金額大幅下降。

表九：A、C 公司營收與存貨總額之相關係數

相關係數	導入前	導入後
A 公司	0.59(01~06Q2)	0.14 (06Q4~09)
C 公司	0.69(01~08Q2)	0.98 (08Q4~09)

註：相關係數值介於 -1 與+1 之間， $|r|<0.4$ 為低度線性相關； $0.4\leq|r|<0.7$ 為顯著性相關； $0.7\leq|r|<1$ 為高度線性相關

表十：A 公司營收與存貨成長率同期比較

日期	06Q2	06Q4	07Q2	07Q4	08Q2	08Q4	09Q2	09Q4
營收成長率	11.54%	5.66%	3.14%	15.08%	21.21%	-7.36%	-79.40%	-64.38%
存貨成長率	2.47%	-7.39%	-1.69%	20.36%	48.09%	18.87%	-18.14%	-20.52%

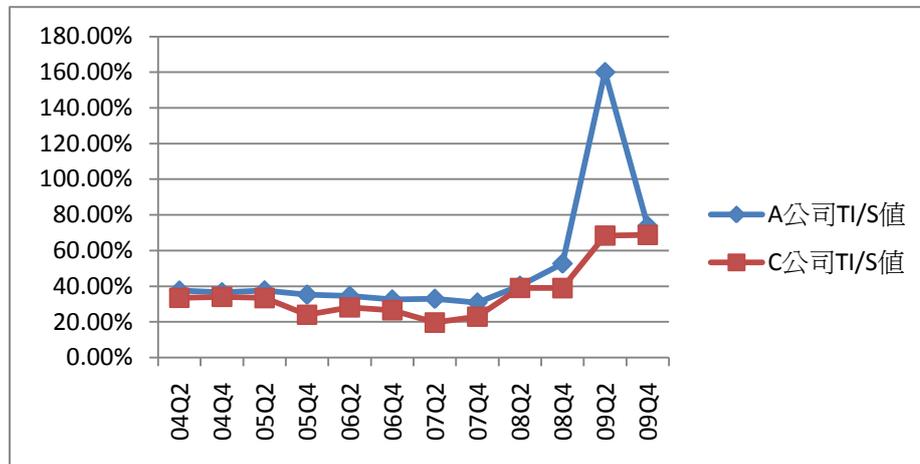
表十一：C 公司營收與存貨成長率同期比較

日期	06Q2	06Q4	07Q2	07Q4	08Q2	08Q4	09Q2	09Q4
營收成長率	9.88%	6.18%	20.81%	16.76%	-21.21%	-31.0%	-70.13%	-68.55%
存貨成長率	-7.60%	13.99%	-15.56%	-2.68%	56.41%	1.40%	-47.67%	-40.90%

2. TI/S ratio (存貨佔營收比例)

本研究利用 TI/S 值探討企業導入 TPS 與 TOC 後之比較。圖十為兩公司存貨佔營收比例，A 公司在 04~07 比例約在 35% 上下，但在 2008 年後比例卻越來越高，在 09Q2 存貨金額為營收的 1.6 倍，表示該公司的過多庫存，在金融風暴時，由於備太多庫存、過度的生產與並無依照實際訂單進行生產導致庫存量過高，庫存金額在 09Q2 顯著高於營收，表示 TPS 並無法降低該公司的庫存金額。C 公司

在 04~07 比例約在 28% 上下，在 2008 年後比例也是越來越高，雖然比例比平均高過許多，但是在營收大幅降低的情況下，庫存金額未超過營收，因為 C 公司導入 TOC 有效的控管存貨。



圖十：A、C 二家公司之 TI/S 值

3. 存貨各類項在導入後的平均增減

存貨金額包含原料及物料、半成品及在製品庫存金額，探討企業導入 TPS 與 TOC，如何以低庫存來滿足生產時所需之零件，備料完整性顯得相當重要；由表十二、十三所示，可以清楚的了解兩家公司在導入前後原料庫存金額的漲幅程度，A 公司原料庫存大幅增加 65.77%，而 C 公司僅些微增加了 1.06%。TPS 為了滿足生產備了相當大的原料庫存，而 TOC 的方式能以較低的原料庫存來滿足生產時備料的完整性。

A 公司在導入 TPS 後在製品金額約增加 6 千萬，TPS 並無降低在製品金額，表示生產出過多的在製品，並無有效的控管生產線上的生產；C 公司導入 TOC 後在製品金額約降低 2 億 4 千萬，TOC 遵循四個步驟有效的控管生產現場的在製品數量。

表十二：A 公司導入 TPS 後存貨各類項漲跌幅度

	06Q2(導入前存貨金額)	平均漲跌(06Q4~09Q4)
原料	1 億 9 千萬	↑ 65.77%(1 億 2 千 5 百萬)
在製品	2 億 5 千萬	↑ 24.19%(6 千萬)
存貨總額	8 億 8 千萬	↑ 16.36%(1 億 4 千 4 百萬)

表十三：C 公司導入 TOC 後存貨各類項漲跌幅度

	08Q2(導入前存貨金額)	平均漲跌(08Q4~09Q4)
原料	1 億 3 千 5 百萬	↑ 1.06%(1 百 40 萬)
在製品	4 億 8 千萬	↓ 49.36%(2 億 3 千 9 百萬)
存貨總額	6 億 8 千萬	↓ 41.01%(2 億 7 千 9 百萬)

4.3.4 本章小結

綜觀上述，本研究發現 A、B、C 三家工具機廠商是否遵循大野耐一的四個步驟改善對於績效改善之影響。A、B 公司導入 TPS 並未確切遵循此四個步驟，雖然導入時間約 3 年，但是改善績效並不顯著，甚或導致績效更差(存貨持續增加)；而 C 公司導入 TOC 確切的執行此四個步驟，達交率、生產前置時間與存貨金額三項指標皆在短時間內得到顯著的改善。

由上述可知，我們可以驗證假說 4：在不穩定的環境中，A、B 公司導入 TPS 並無遵循大野耐一的四個步驟導致執行績效不佳；驗證假說 5：在不穩定環境中，C 公司導入 TOC 有效遵循大野耐一四個步驟且在短時間內得到顯著改善。

第五章 結論與建議

本研究於實證中發現，工具機產業是處於每種產品在一段時間需求與整體生產負荷的不穩定性。在這兩個不穩定性環境，執行 TPS 會變得沒有效率，會導致看板系統無法有效執行、無法實行平準化生產與可能延誤客戶的交期，且工具機廠商導入 TPS 並無遵循大野耐一的四個步驟導致執行績效不佳。同樣在不穩定的環境中，企業導入 TOC 遵循大野耐一的四個步驟使得績效在短時間內得到顯著改善。

本研究發現即使在不穩定的環境中，假如能夠有效實行大野耐一的四個步驟，企業能夠得到顯著的改善。如何有效改善生產的流動性能、引導何時不生長的機制、廢除局部效率與持續改善四個步驟是企業在導入 TPS 時必須做到的條件，而不應該局限於局部的改善活動，提升某些製程的生產力、或是強調品質改善，應是考慮整體生產的改善方式，才可使得公司得到顯著的改善績效。

本研究發現 TOC 應用不同的方法在不穩定的環境中改善生產的流暢性，以時間限制過度生產的機制(SDBR)，並且它有更適合不穩定性的優點—流動性能中的干擾敏感度較低。許多企業皆是處於三種不同構面的環境中，但是利用 TOC 管理方法並有效實行大野耐一的四個步驟能夠改善公司的整體績效。Mabin, Victoria J. and Balderstone, Steven J. (2000) 評論 TOC 的國際文獻，其中分析 TOC 的平均改善成果，生產前置時間縮短 70%、交期績效提升 44%與利潤收入成長 76%，可以知道 TOC 遵循大野耐一發展 TPS 的四個執行步驟能夠顯著改善企業整體的績效。

參考文獻

1. Allen, R. and Earl, B. 合著，趙碧華、朱美珍合譯，研究方法：社會工作暨人文科學領域的運用 (Research Methods for Social Work)，雙葉書廊，民 84 年。
2. Michael, Q.P. 著，吳芝儀、李奉儒合譯，質的評鑑與研究 (Qualitative Evaluation and Research Methods)，桂冠，民 84 年。
3. 大野耐一，大野耐一的現場經營，何月華譯，中衛發展中心，民 92 年。
4. 大野耐一，豐田生產方式-追求超脫規模的經營，國瑞協力會 TPS 自主研究會譯，中衛發展中心，民 90 年。
5. 王忠慶，2010 年我國產業機械業分析，台經院產經資料庫，民 98 年。
6. 新鄉重夫，トヨタ生產方式の IE 考察，日刊工業新聞社，民 69 年。
7. 公開資訊觀測站。網址：<http://mops.tse.com.tw/default.htm>。
8. 台經院產經資料庫。網址：<http://tie.tier.org.tw/>。
9. 台灣區工具機暨零組件工業同業公會。網址：<http://www.tmba.org.tw/home.asp>。
10. 台灣經濟新報 TEJ+。網址：<http://www.tej.com.tw/twsite/>。
11. 財團法人精密機械研究發展中心。網址：<http://www.pmc.org.tw/>。
12. Coleman, J., Vaghefi R. “Heijunka: A Key to the Toyota Production System”, Production and Inventory Management Journal, pp. 31-35, 1994.
13. Hampson, I. “Lean Production and the Toyota Production System— Or, the Case of the Forgotten Production Concepts”, Economic and Industrial Democracy 20, pp. 369-391, 1999.
14. Goldratt, E. M. “Standing on the Shoulders of Giants”, 2008 in http://www.goldrattschools.org/pdf/shoulders_of_giants-eli_goldratt.pdf
15. Liker, J. K., Meier, D. The Toyota Way Fieldbook, McGraw-Hill, 2006.
16. Little, J. “A proof of the Theorem $L = \lambda W$ ”, Operations Research, 9, pp. 383-387, 1961.

17. Muhammad, A., Senol, O. “The Relation between Lean Manufacturing & Customer's Demand Uncertainty”, Production Development & Management, 2009.
18. Pardi, T. “Redefining the Toyota Production System: the European side of the story”, New Technology, Work and Employment, pp. 2-20, 2007.
19. Pardi, T. “Where Did It Go Wrong? Hybridization and Crisis of Toyota Motor”, International Sociology, pp.93-118, 2005.
20. Patrick, R. P., Loren P. R., Bernard W. T., Phlip, Y. H. “An investigation of the factors influencing the number of kanbans required in the implementation of the JIT techniques with kanban”, Production Research, pp. 457-472, 1987.
21. Paul, M. S. “The effect of TPS on US manufacturing during 1981–1998: inventory increased or decreased as a function of plant performance”, International Journal of Production Research, pp. 3763–3778, 2007.
22. Schragenheim, E. “Using SDBR in Rapid Response Projects”, 2007 in <http://www.inherentsimplicity.com/files/files/Using%20SDBR%20in%20Rapid%20Response%20Project.pdf>
23. Umble, M., Umble, E., Murakami, S. “Implementing theory of constraints in a traditional Japanese manufacturing environment: the case of Hitachi Tool Engineering”, International Journal of Production Research, pp.1863-1880, 2005.
24. Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D. Lean Production-The machine that changed the world, New York: Rawson Associates 1990.
25. Womack, J. P., Daniel T. J. Lean Thinking, Simon& Schuster, 1996.

附錄

第一部份、探討工具機產業的生產環境：

一、公司總體經營資料

1. 公司成立日期。
2. 公司股票上市日期與股市代號。
3. 近五年來的員工數目。
4. 公司組織架構（請提供組織架構圖）。
5. 總體訂單流程（請提供一項產品推出、營銷接單、生產製造到成品出貨的流程圖，與於流程中各個負責部門的）。
6. 公司產品目錄。

二、產品與服務及銷售

公司共有多少產品類別及產品（如多少 SKU 或多少型號等）？

公司主要的外銷產品為何？

公司主要的內銷產品為何？

公司的『內銷』及『外銷』產品，2005-2006-2007-2008-2009 年,各有多少總銷售量（台數）？

公司是否有『標準型』與『客製化』產品的區別，如有，『區別的方式』為何？

如公司產品在『淡旺季』之下，『標準型產品』/『客製化產品』，銷售量的差異幅度大約是多少？

公司的『客製化』產品，多屬哪些產品類或產品？

『客製化』產品，相較於『標準型』的規格，其客製幅度為百分比幾？

三、市場與銷售

公司在『台灣市場』的主要市場銷售對象是『需要產品或服務的客戶』，或是『產品或服務的代理商』，或『兩者皆有』，現況為何？

公司在『大陸市場』的主要銷售對象是『需要產品或服務的客戶』，或是『產品或服務的代理商』，或『兩者皆有』，現況為何？

公司在『其他國際市場』的主要銷售對象是『需要產品或服務的客戶』，或是『產品或服務的代理商』，或『兩者皆有』，現況為何？

四、生產面

1. 目前訂單『達交率(準時交貨率)百分比』為何？最希望提升或維持到多少的達交率百分比？
2. 目前如『無法準時達交』，一般延遲多久幾日？幾週？
3. 目前的『生產方式』為何？(接單後生產，每年計畫生產量，或生產入庫後從倉庫出貨，其他？)
4. 目前的『生產批量』是多少？會變動嗎？如何訂定？
5. 目前『標準型』產品的『生產前置時間多長』(幾日)(從齊料開工開始到完成)？
6. 目前『標準型』產品的『備料前置時間多長』(幾日)(開始下單採購或從物料庫存出料等到料齊發料)？
7. 目前『客製化』產品的『生產前置時間多長』(幾日)(從齊料開工開始到完成)？
8. 目前『客製化』產品的『備料前置時間多長』(幾日)(開始下單採購或從物料庫存出料等到料齊發料)？
9. 是否有生產『半成品』？約佔最後整個產品的工作時間比例(半成品可以縮短整個成品從頭到尾的前置時間多少百分比)？
10. 如有『半成品』，是適用於『標準品』？『客製品』？還是『兩者皆適用』？還是有其他情況？
11. 有將半成品『拆解再改成』客戶訂單規格的情況嗎？這種情況的訂單大約比例為何？
12. 『產品製程中』的『良率或重工率』為何？

13. 『最後成品』的『良率或重工率』為何？
14. 『標準型』產品一般的零件數量多少？（最少及最多數目）
15. 『客製化』產品一般的零件數量多少？（最少及最多數目）
16. 『標準型』產品一般的『關鍵性』物料或組件有多少種？
17. 『客製化』產品一般的『關鍵性』物料或組件有多少種？
18. 『標準型』產品一般的『關鍵性』物料或組件的『成本』，佔整個產品的成本的百分比多少？
19. 『客製化』產品一般的『關鍵性』物料或組件的『成本』，佔整個產品的成本的百分比多少？
20. 平均來看，『BOM 表的準確率』百分比為何？
21. 『BOM 表如不準確率』，主要的原因為何？

五、新產品開發

1. 新產品推出（標準型屬於公司品牌的產品）的頻率？多久？
2. 從 2005-2006-2007-2008-2009，五年各別的平均來看，（新）產品開發的時間一般多久？
3. 從 2005-2006-2007-2008-2009，五年各別的平均來看，（新）產品，公司自行研發之技術的百分比為何？
4. 從 2005-2006-2007-2008-2009，五年各別的平均來看，（新）產品，採用台灣其他單位研發之技術的百分比為何？
5. 從 2005-2006-2007-2008-2009，五年各別的平均來看，（新）產品，採用國外研發之技術的百分比為何？
6. 從 2005-2006-2007-2008-2009，五年各別的平均來看，（新）產品，研發之重點為何？或產品特色為何？
7. 未來公司（新）產品的特色為何？
8. 為支撐公司未來產品的發展，目前尚嫌不足之處為何？

第二部份、探討工具機廠商導入 TPS 之問卷調查內容：

1. 請問貴公司選定推動 TPS 的目的為何?
2. 期望 TPS 可以給公司帶來什麼好處或是解決什麼問題？
3. 為何選擇 TPS 為達成目的的方法?
4. 就您對 TPS 的認識，請解釋一下何謂 TPS，至少需要做到哪些?
5. 請問貴公司導入 TPS 多久了？是否有執行的步驟？執行前後的差異如何？
如何觀察這些差異(有何管理指標嗎)? 執行前後營業收入、獲利及顧客滿意度有獲得改善嗎?
6. TPS 為了消除浪費，追求及時(Just in time)生產，不做沒有訂單的庫存品。
請問貴公司是看見明確的訂單才投料生產嗎？如果不是，參考的因素為何？
沒有訂單的條件下投料生產，是否會有風險？請說明可能遇見的風險有哪些?
7. TPS 所需要參考的生產前置時間，必須立足在一個順暢生產流程。請問貴公司如何執行此一部份？執行過程中有何困難？貴公司是所有的產品的生產流程都能順暢連結嗎？如果不能，原因為何？
8. TPS 致力於縮短生產前置時間，用了許多方法。如：將不同功能的設備連結/結合；縮小生產批量，以單件生產(one piece flow)為最高批量目標；改善換模技術，達到縮短換模時間，等。請問貴公司在縮短生產前置時間做過哪一些努力？成效如何？
9. 請問貴公司如何執行 TPS 所提到的平準化？為了做到平準化曾經做過哪些努力？遇見過什麼阻力或障礙？如何克服？推行前後的差異如何？
10. 請問對於作業流程標準化的執行狀況如何？為了做到標準化曾經做過哪些努力？遇見過什麼阻力或障礙？如何克服？
11. 請問貴公司對於 JIT 執行的狀況如何？請就公司內部及供應商兩方面分別說明。

12. 請問貴公司對於自動化的推動狀況如何? 有哪一些措施
13. 請問貴公司如何選定需要改善的項目? 根據什麼參考因素選定? 哪些人參與評定的決策?
14. 請問貴公司日常有推行的活動有哪些?(如: QCC, 5S, 6 sigma, 提案制度, 等...)是否為了配合流程的需要, 培養多能工?
15. 總體而言, 貴公司認為 TPS 對貴公司幫助有哪些?請就品質、成本、生產前置時間、安全及員工士氣五方面加以說明。執行到現在, 可以預見的還有一些改善空間?
16. 在 TPS 專家的引導下, 貴公司是否有跟據大野耐一的精神, 而獨創的管理方式或流程? 請敘述, 此獨創的管理方式或流程要克服哪些問題?
17. 自開始推動 TPS 至今, 貴公司所遭遇到的困難有哪些?如何解決?

