

東 海 大 學

工業工程與經營資訊學系

碩士論文

應用精實六標準差縮短生產週期時間  
-以精密機械業為例

研 究 生：楊章昱

指 導 教 授：王立志 教授

中 華 民 國 一 〇 〇 年 六 月

# **A Lean Six Sigma Approach for Production Cycle Time Reduction in Precision machining industry**

By  
Chang-Yu Yang

Advisor: Prof. Li-Chih Wang

A Thesis  
Submitted to the Institute of Industrial Engineering and  
Enterprise Information at Tunghai University  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
in  
Industrial Engineering and Enterprise Information

June 2011  
Taichung , Taiwan , Republic of China

# 應用精實六標準差縮短生產週期時間 -以精密機械業為例

學生：楊章昱

指導教授：王立志 教授

東海大學工業工程與經營資訊研究所

## 摘要

由於人類生活型態之轉變，電子產品已經是人類生活中不可或缺的用品，在消費性電子產品蓬勃發展下，電子產品中之印刷電路板(PCB)之需求大幅上揚，亦使其上游設備供應商，也就是精密機械業之需求也相對被提升。因此，精密機械業普遍面臨降低成本、減少浪費、縮短生產週期時間、進而提升產能利用率，以面對未來龐大市場需求的挑戰。

精實生產及六標準差是現今企業最常使用減少企業營運成本，縮短產品生產週期時間的兩大方法，精實生產結合六標準差成為精實六標準差(Lean Six Sigma)，則能同時消除流程間變異、縮短生產週期時間以及企業內部不必要的浪費。因此本研究建議針對此議題應用精實六標準差改善之。

本研究之個案中，依循六標準差的 DMAIC 步驟，從顧客聲音及價值流圖析找出關鍵品質指標為校車週期時間。搭配精實生產相關工具找出流程中非加值作業，並運用各種圖表分析等協助，及腦力激盪、標準化等方法改善校車作業，以至於從大批量生產改至小批量生產，刪除浪費提升流程週期效率。透過 DMAIC 改善步驟之後，得到刪除非加值時間 36.9%、縮短生產週期時間 31.1%、提升流程週期效率 7.2%，可看出精實六標準差改善生產週期時間之顯著效果。

**關鍵字詞：精實生產、六標準差、精實六標準差、精密機械業**

# **A Lean Six Sigma Approach for Production Cycle Time Reduction in Precision machining industry**

Student: Chang-Yu Yang

Advisor: Prof. Li-Chih Wang

Department of Industrial Engineering and Enterprise Information  
Tunghai University

## **ABSTRACT**

Because of human lifestyles have dramatically changed, electronic products have become to be the necessary commodities for modern people. Consequently, the upstream printed circuit boards (PCB) equipment manufacturers can be categorized as precision metal machining industry, also grow vigorously. Therefore, how to reduce cost, eliminate waste, shorten production cycle time, and increase capacity utilization will be a challenge for everybody in this industry.

Nowadays, enterprises usually employ Lean Production and Six Sigma to cut down the business operation cost and reduce production cycle time, respectively. Lean Six Sigma is composed of lean production and six sigma, it can eliminate the process variation, reduce cycle time and cut down unnecessary waste.

In the research, case company employs the voice of customer and value stream map to find critical-to-quality target, which is the revise's cycle time. To improve the process, we use the tool of lean production, diagram analysis, brainstorming and standardize. Then, we can replace small patch for large patch, reduce waste and promote the efficiency of the cycle process. Through the DMAIC steps, the process cycle time can reduce 31.6%, the efficiency of flow cycle promote 7.2%. We conclude that six sigma have a significant effect on the process cycle time.

***Keywords:* lean production, six sigma, lean six sigma, Precision metal machining industry**

## 致謝

耶和華的話是我腳前的燈，路上的光。願渺小的我能在研究所的過程中彰顯上帝的榮耀，並且感謝上帝帶領我走過兩年研究所。

兩年的研究所生涯，稍縱即逝，在過程當中，有歡笑也有淚水。選擇了東海，讓我在這兩年的過程中，不僅培養了專業領域的知識與技能，更重要的還有學習做事的態度、與人合作及做人處事的方法。另外，在面對問題的處理手法及態度，也是深深受到了東海研究所的薰陶。這兩年對我的成長與未來發展有著深遠的影響。研究所就讀期間，感謝我的父母親還有弟弟，總是在我身後全力支持我，無怨無悔的鼓勵我，也因為他們的鼓勵與支持，我才能完成我的研究。且要感謝女友冠伶默默地陪伴並且為我禱告，陪伴我度過這麼關鍵與煎熬的時刻。

本論文得以完成，首先要感謝指導教授 王立志老師以及鄭辰仰老師的教導，也因為在學期間能接觸許多專案，讓我更能體會業界實際營運的狀況及困境，透過分析，將理論結合實務，體驗更多與別人不同的經歷。此外，論文口試期間，承蒙雲林科技大學 袁明鑑老師，虎尾科技大學 陳盈彥老師及東海大學 鄭辰仰老師提供寶貴的意見，使本研究能夠有更好的結果。

最後，感謝在碩士生活裡，淑芬學姊在我做研究感到最迷惘的時候，無怨無悔地伸出援手，給予有效且正確的建議，讓我更清楚前方的道路；也深深感謝閔智，多少個日子，不論在生活上或是研究上都能一起扶持走過這段時光；還要感謝惠菁、晉瑋、鈺勛、閔雄、忠軒、悅清及卜元，常常與我一起討論研究及生活週遭的事情，亦要感謝研究室的學弟妹，立楷、中俊、玉潔、承玫及聖傑在研究生活上的協助。

楊章昱 謹致於  
東海大學工業工程與經營資訊學系  
民國一〇〇年六月

# 目錄

摘要.....	i
ABSTRACT .....	ii
致謝.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vii
表目錄.....	viii
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的.....	3
1.4 研究架構.....	3
第二章 文獻探討.....	5
2.1 精實生產.....	5
2.1.1 精實生產之定義.....	5
2.1.2 精實生產之改善步驟.....	7
2.1.3 精實生產常用工具.....	8
2.2 六標準差.....	10
2.2.1 六標準差之定義.....	10
2.2.2 六標準差之執行步驟.....	10
2.2.3 六標準差常用工具.....	11
2.3 精實六標準差.....	13
2.3.1 精實生產與六標準差之差異.....	13
2.3.2 精實六標準差之定義.....	15
2.3.3 精實六標準差常用工具.....	17
2.3.4 精實六標準差案例.....	17
2.4 小結.....	20
第三章 應用精密機械業之精實六標準差.....	21
3.1 精密機械業.....	21
3.2 本研究精實六標準差之架構.....	23
3.3 界定階段.....	29
3.3.1 執行步驟.....	29
3.3.2 界定階段說明.....	29
3.4 衡量階段.....	30
3.4.1 執行步驟.....	30
3.4.2 衡量階段說明.....	31
3.5 分析階段.....	32
3.5.1 執行步驟.....	32

3.5.2 分析階段說明 .....	32
3.6 改善階段.....	33
3.6.1 執行步驟.....	33
3.6.2 改善階段說明 .....	34
3.7 控制階段.....	35
3.7.1 執行步驟.....	35
3.7.2 控制階段說明 .....	36
第四章 個案研究.....	37
4.1 公司背景介紹.....	37
4.2 界定階段.....	38
4.2.1 團隊章程.....	38
4.2.2 高階流程圖 .....	41
4.2.3 顧客聲音 .....	42
4.2.4 價值流圖析 .....	43
4.2.5 關鍵品質指標 .....	46
4.3 衡量階段.....	48
4.3.1 流程程序圖 .....	48
4.3.2 時間價值圖 .....	50
4.3.3 特性要因圖 .....	51
4.3.4 流程輸入/輸出變數對應表.....	54
4.3.5 要因特性矩陣 .....	55
4.4 分析階段.....	58
4.4.1 現況說明 .....	58
4.4.2 校車人員經驗不足之分析.....	59
4.4.3 準備工具時間長之分析.....	60
4.5 改善階段.....	63
4.5.1 改善方案提出與遴選.....	63
4.5.2 擬定改善方案與試行計畫 .....	66
4.5.3 改善方案試行與資料收集、指標監控 .....	70
4.5.4 效益分析 .....	72
4.6 控制階段.....	76
第五章 結論與未來研究方向 .....	77
5.1 結論 .....	77
5.2 未來研究方向 .....	78
參考文獻.....	79
附錄一：F16 油路本體校車資料 .....	81
附錄二：F16 油路本體校車資料(含人員類型).....	84
附錄三：團隊章程.....	87
附錄三：團隊章程.....	87

附錄四：高階流程圖.....	88
附錄五：關鍵品質指標.....	89
附錄六：流程程序圖.....	90
附錄七：時間價值圖.....	90
附錄八：特性要因圖.....	91
附錄九：流程與輸入/輸出變數對應表.....	91
附錄十：要因特性矩陣.....	91
附錄十一：失效模式與效益分析記錄表.....	92
附錄十二：改善案擬定與試行計畫表.....	93
附錄十三：改善案試行期間查檢表.....	94
附錄十四：改善效益分析表.....	95

## 圖目錄

圖 1.1 研究架構圖 .....	4
圖 2.1 精實六標準差架構圖(2006).....	16
圖 2.2 精實六標準差常用工具圖(本研究整理) .....	17
圖 3.1 精密加工趨勢圖.....	21
圖 3.2 本研究製程特性與精實六標準差之關聯 .....	23
圖 3.3 本研究之精實六標準差架構圖.....	24
圖 3.4 界定階段之執行步驟及主要應用工具 .....	30
圖 3.5 衡量階段之執行步驟及主要應用工具 .....	32
圖 3.6 分析階段之執行步驟及主要應用工具 .....	33
圖 3.7 改善階段之執行步驟及主要應用工具 .....	35
圖 3.8 控制階段之執行步驟及主要應用工具 .....	36
圖 4.1 專案成員之組織架構.....	38
圖 4.2 高階流程圖 .....	41
圖 4.3 2010 年軸心(Spindle)-P/Q 分析 .....	43
圖 4.4 FR06 夾頭現況價值流圖析 .....	45
圖 4.5 車銑複合機之 Data Box.....	46
圖 4.6 校車作業流程 .....	48
圖 4.7 夾頭之流程程序圖.....	50
圖 4.8 時間價值圖 .....	50
圖 4.9 附加價值時間與無附加價值時間之比例 .....	51
圖 4.10 校車作業之特性要因圖 .....	53
圖 4.11 現場佈置簡單示意圖 .....	54
圖 4.12 驗證校車人員尺寸補正經驗不足.....	60
圖 4.13 統計次數 .....	62
圖 4.14 刀具庫之設施規劃.....	67
圖 4.15 刀具庫人員準備流程 .....	68
圖 4.16 校車作業改善前與改善後之對照圖 .....	70
圖 4.17 FR06 夾頭之改善後價值流圖析.....	74

## 表目錄

表 2.1 精實生產與傳統大量生產之比較.....	6
表 2.2 精實生產策略與六標準差策略之共同作用 .....	14
表 2.3 精實生產與六標準差之比較 .....	14
表 2.4 精實生產與六標準差之優缺點.....	15
表 3.1 界定階段目的及對應之工具目的.....	24
表 3.2 衡量階段目的及對應之工具目的.....	26
表 3.3 分析階段目的及對應之工具目的.....	27
表 3.4 改善階段目的及對應之工具目的.....	27
表 3.5 控制階段目的及對應之工具目的.....	28
表 4.1 團隊章程 .....	39
表 4.2 顧客聲音 .....	43
表 4.3 關鍵品質指標 .....	47
表 4.4 特性要因圖之統整表.....	53
表 4.5 流程與輸入/輸出變數對應表 .....	55
表 4.6 要因特性矩陣 .....	56
表 4.7 篩選後之校車作業.....	59
表 4.8 每一製程所有校車步驟中所花時間最多的前兩名.....	61
表 4.9 失效模式與效應分析記錄表 .....	65
表 4.10 改善案試行期間之查檢表 .....	71
表 4.11 失效模式與效益分析紀錄表(改善後).....	72
表 4.12 改善前與後之差異.....	73
表 4.13 校車作業改善前後效益評估 .....	75
表 4.14 生產週期時間改善前後效益評估.....	75
表 4.15 需標準化文件.....	76
表 4.16 專案改善後的控制與應變計畫一覽表 .....	76

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

2008 年的金融海嘯造成全球市場一片低迷，對於電子產品中印刷電路板(Printed Circuit Board, PCB)之需求大幅下降，使其上游設備供應商(i.e.精密機械業)，因應全球低迷的情況，許多企業不得不推行改善專案消除企業內部的浪費及維持其競爭力，而六標準差(Six sigma)就是一項現今企業管理最佳方法之一。

1987 年摩托羅拉(Motorola)公司提出「六標準差」，由資深工程師及經理對於如何運用統計概念來界定模糊不清的品質為開始，運用一連串的手法藉以改善製程中的品質問題，追求零缺點的品質，所發展出來的管理手法，專案開始後的四年內為摩托羅拉省下 22 億美金。而 1995 年在奇異公司大力推動下，加以發揚光大並獲得耀眼的績效。奇異公司的前總裁傑克·威爾許 (Jack Welch)曾講過：「六標準差是我們曾經推行過最重要的活動。」，最近十多年來，六標準差已證明了它為企業改善生產力與獲利所帶來的價值。而一些國際知名的企業，如：杜邦、聯邦快遞、嬌生、新力、東芝以及福特汽車公司等公司亦陸陸續續推行。不再侷限於生產製造上，在其他領域也有很好的成效。

六標準差是一種以資料為導向，追求最小變異的方法，運用策略、公司文化改變及各種管理及統計工具整合一起使用，而達到獲利增加、成本降低及追求完美品質的目標，六標準差使用「DMAIC」的架構對流程進行改善。傑克·威爾許在 1998 年發現訂單準時達交對顧客也是很重，不亞於產品品質穩定議題，於是在 2000 年在奇異公司提出企業新目標—減少訂單交期的變異。但如何使整體企業流程速度加快，勢必單透過六標準是不足的。這時「精實六標準差」(Lean Six Sigma, LSS)因而誕生。

精實生產(Lean Production)源自於日本的豐田生產方式(Toyota Production System)，其核心為追求消除包括庫存在內的一切「浪費」，以求達到最佳的流程速度。Russell & Taylor (2000)也提出對於浪費之定義：「除了生產時能提供產品附加價值之設備、原物料、零組件、人員、空間及時間外，其它生產不需之，則稱為浪費」。精實生產的基本精神是「及時化」

及「自動化」，最常應用於組裝業、設備業，然而生產成本在製造業的營運成本中，往往佔極高的比例，因此能否以低價格、高品質的產品滿足客戶的需求，便成了企業存亡的關鍵。消除浪費的關鍵便在於釐清滿足顧客需求的最低成本為何，以及如何將成本降至最低的方法。精實生產方式為流程式的生產方式，係以顧客需求量為產出，彈性地面對市場需求數量與種類之變動，讓每一位作業員得以充分發揮所能，徹底消除企業內部的浪費。

企業使用六標準差主要降低企業流程變異及製程相關變異，六標準差提供許多工具及手法降低企業流程變異及製程相關變異，另一方面，企業使用精實生產方式主要減少生產過程中的浪費，以最小的成本達到顧客的需求，精實生產方式提供許多工具及手法消除生產過程中的浪費。然而，六標準差專注降低企業流程變異，卻沒有考量改善的速度；精實生產方式因日本文化背景的因素，使他們透過腦力激盪設計各產品生產過程的防呆機制，其目的為不讓不良品流至下一道製程，因此他們認為自己的產品均為零缺點，但精實生產則對於跨組織改善專案的效益相當有限。

因此將精實生產及六標準差兩者結合提供互補性，能產生變異低及速度快兼具的流程，對於流程改善是一項強而有力的方法。

## 1.2 研究動機

一般精密機械業的一般內鑽孔機主軸之零組件的生產製程包含有車、銑、研磨和熱處理，由於其加工精度的要求達次微米，因此每道製程在產出工件時，皆須進行量測，以確保其工件之精度，各零組件檢測無誤後，再將各零組件組裝成成品，最後，再針對成品作各項靜態及動態精度的檢測。因此可歸納精密機械產業有下列特性：機台成本高、檢驗繁複、機台稼動率低及生產週期時間長。

Krames(2001)提到：生產速度是競爭不可缺少的條件之一，追求競爭優勢的速度，這是公司賴以維生的空氣。生產速度跟產品品質是顧客重視的兩大課題，而生產的前置時間卻是時間課題上的一大難題。

精實六標準差是由精實生產及六標準差兩者結合形成，普遍用於改善生產流程、品質、成本，目的為減少流程中的浪費及降低流程變異，對於流程改善是一項強而有力的方法。例如：劉保輝(2007)探討應用精實六標準

差改善智慧型網路產品生產流程。然而現有研究中鮮少將精實六標準差應用於精密機械業，因此本研究欲提出適用於精密機械業之精實六標準差，縮短生產週期時間，以求更佳的企业營運績效，獲得更多顧客的認同，贏得顧客的忠誠度。

### 1.3 研究目的

目前已有許多研究應用精實六標準差於不同產業的案例，但在界定(Define)、衡量(Measure)、分析(Analyze)、改善(Improve)與控制(Control)各階段所應用的方法與技術(工具)卻相當分歧，從過去的文獻中，鮮少看見應用於精密機械業的關鍵流程改善。有鑑於此，本研究主要目標如下：

1. 發展一適用精密機械業，改善生產週期時間之精實六標準差架構，其 DMAIC 各階段所用的方法與工具均有緊密整合的輸入與輸出關係。
2. 將精實六標準差應用於 D 公司之精製單位的流程改善，以驗證此方法之效益。期望能減少生產週期時間，在這競爭激烈的環境下，具有快速回應顧客需求之能力。

### 1.4 研究架構

本研究可分為五章，其研究架構如圖 1.1 所示，第一章緒論，敘述本研究之背景、動機及目的；第二章針對精實生產、六標準差、精實六標準差及精實六標準差案例進行文獻探討；第三章介紹應用精實六標準差之方法論；第四章則是討論應用精實六標準差於個案之改善過程；第五章是本研究的結論及未來研究方向建議。

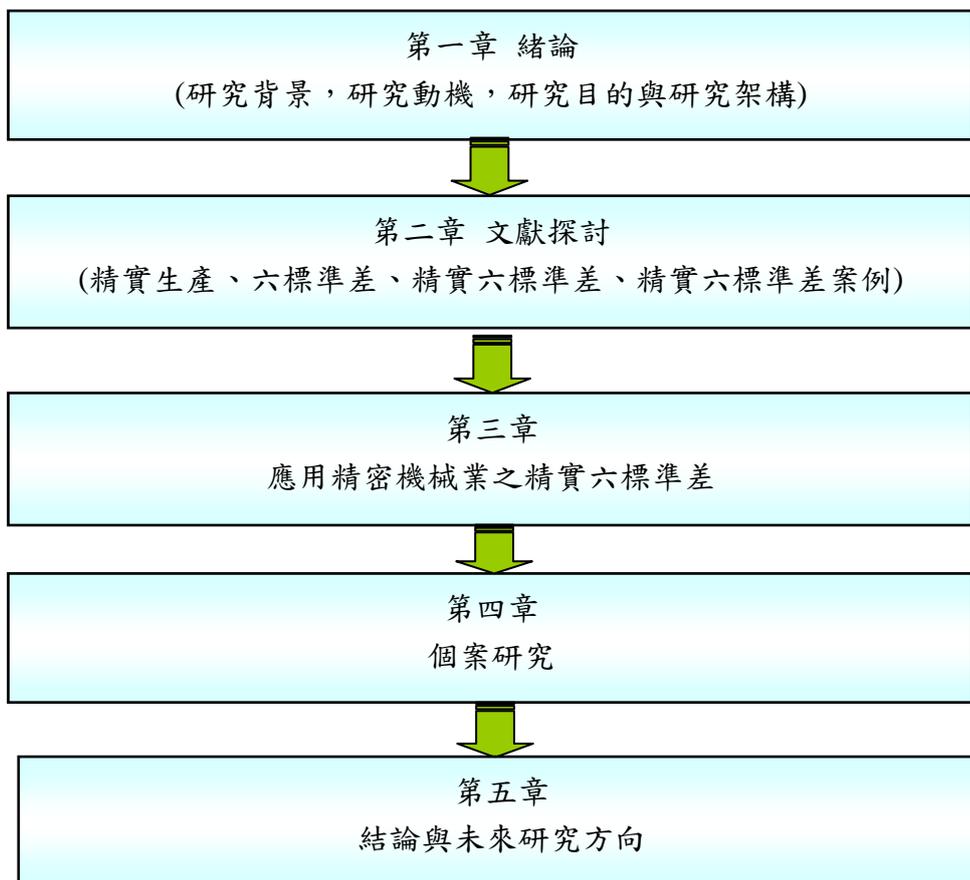


圖 1.1 研究架構圖

## 第二章 文獻探討

Lee & Wei(2010)說明現今應用於提升企業組織能力的兩大方法：精實生產及六標準差，精實生產主要找到製造現場中的浪費，提出方法消除浪費；六標準差則透過至現場蒐集數據分析造成製程變異的原因，提出方法消除變異。在本節將分為四個部分進行文獻的探討與整理分別為精實生產、六標準差、精實六標準差及精實六標準差案例：

### 2.1 精實生產

#### 2.1.1 精實生產之定義

在過去供不應求的年代使得組裝業、設備業及其他產業因考量生產之經濟規模而採用大批量生產，不易發現生產過程中的浪費。但消費者需求漸漸小於製造端的大量生產時，採用大批量生產之企業發現營運績效逐漸下降，而二次世界大戰後的日本企業異軍突起，在世界的生產大國中綻放光采，成功背後乃因日本豐田汽車公司的生產管理方法，稱為 TPS(Toyota Production System)，其核心為追求消除包括庫存在內的一切「浪費」。日本企業的成功引起美國等生產大國注意，也欲將其生產模式導入各自企業，因此精實生產因應而生。

精實一詞是由 John Krafcik 在二次世界大戰後用於描述不同於六標準差的新生產技術。美國麻省理工學院根據其在「國際汽車項目」研究中，基於對日本豐田生產方式的研究和總結，於 1990 年提出的製造模式(Womack, Jones, & Roos, 1990)。Holweg (2007)精實生產承接 TPS 的基本觀念，消除流程內之浪費，進而延伸出四大流程：產品開發流程、供應商管理流程、顧客管理流程及集中政策流程，強化精實生產消除企業內部浪費之效益。

精實生產的基本精神是「及時化」及「自働化」，最常應用於組裝業、設備業。然而生產成本在製造業的營運成本中，往往佔極高的比例，因此能否以低價格、高品質的產品滿足客戶的需求，便成了企業存亡的關鍵。消除浪費的關鍵在於釐清滿足顧客需求的最低成本為何，以及如何將成本降至最低的方法。精實生產方式為流程式的生產方式，係以顧客需求為

產出，彈性地面對市場需求數量與種類之變動，讓每一位作業員得以充分發揮所能，徹底消除企業內部的浪費。

Womack & Jones (1990)清楚地定義精實組織五個關鍵原則：

1. 消除企業內部的浪費
2. 辨識流程中的價值
3. 拉式生產
4. 單件流
5. 持續改善

並說明精實生產就是以顧客的需要和要求為主，消除各種生產過程中的浪費，則採取「後拉式」(pull)生產方式，而非以預測為主的大量生產(或稱「推式」(push)生產方式)。楊義明&盤天培 (2005)提出精實生產與傳統大量生產之比較如下表 2.1 所示：

表 2.1 精實生產與傳統大量生產之比較

因素	精實生產	大量生產
存貨	視為負債，應消除	視為資產，預防作用
批量	視需要	經濟批量
整備時間	快速換模	不注重，最大產出才是目標
等候	消除	配合生產程序，為有效作業
供應關係	相互依存	視為對手
品質	零不良	允許不良存在，並追蹤管理
前置時間	縮短(無論行銷、採購或生產)	越長越好
員工	自主管理，主動改善	法規管理，注重工作績效
設備保養	固定保養	備用設備

精實生產以徹底排除內部一切的「浪費」為核心的變革運動，透過降低成本、努力改善現狀的活動，適時適量製造、銷售顧客所需求的產品，在產品生產過程中，強調現場員工肩負品質意識與責任，也就「零缺點」

的品質觀念(Arnheiter & Maleyeff, 2005)，並透過防呆機制、各工作站原料檢驗以統計製程管制的作法，用以達到提升企業競爭力的目標。

### 2.1.2 精實生產之改善步驟

Womack & Jones (1990) 於精實思考(Lean Thinking)一書出版後，精實生產方式從經驗轉變成為理論，新的生產方式誕生。而 Womack & Jones (1996)提出導入精實生產的五個流程步驟。

階段 1、定義價值(Value)：

以顧客的想法來定義價值，也就是以客戶的角度確定企業從設計、生產到運送的所有程序均達到顧客需求的最大滿足。運用以顧客為中心的價值觀審視企業如何透過滿足客戶需求的特定產品或服務來創造價值。今井正明(1997)指出現場有兩種活動在進行：「有附加價值的」和「沒有附加價值的」。精實思考要求所有成員的動作基礎應從顧客的角度出發，來衡量其生產活動是否有對顧客有價值，當一個生產動作只是習以為常，而不是以滿足顧客為出發點所建立，應即視為浪費，並予以消除。

階段 2、確認價值流(Value Stream)：

McDonald *et al.* (2002)定義價值溪流為帶給供應鏈，或內部作業顧客之特定產品或服務所需的所有增值 (value-added) 及非增值 (non value-added) 的活動。而精實生產的辨識價值流就是在產品的增值流程中，發現無附加價值的活動並且消除。辨識價值流的方法是繪製 “價值流程圖析”，必須建立現階段及未來階段價值流動的藍圖。用以確認並分別出現階段所產生的浪費，並想辦法消除浪費。

階段 3、暢流(Flow)：

建立現況的價值流圖析並確認每條價值流的價值後，就可以進行「暢流」。暢流的目的是為讓現況價值流中，屬於有價值的步驟能順暢並有效率的進行，並去除沒有價值的步驟減少浪費。精實生產要求於創造價值的過程中，強調的是不間斷地 “流動”。消除機能間障礙、消除部門間障礙，用以發展一套以整體企業導向的流程，進一步的改善生產前置時間。

階段 4、建立拉式(Pull)生產：

拉式生產就是依據顧客的需求進而投入相關資源及產出顧客所需之產

品。當完成所有價值流程界定後即刻建立設計及生產排程，此生產模式主要是由客戶引發生產活動，而非製造商製造大量產品等待顧客購買。

階段 5、追求完美(Perfection)：

對於作業流程時間、空間、成本或錯誤的改善是沒有止境的。必須不斷地用價值溪流圖找出製程中被隱藏的浪費，作進一步的改進。這樣的良性循環成為趨於完善的程序，使得企業提供的產品或服務更貼近顧客的期望。

### 2.1.3 精實生產常用工具

豐田生產方式(2008)一書提到精實生產方式的產出是當顧客有需求時，才會有產出，並且徹底排除企業內部的七大浪費—「製造過度的浪費、待工待料的浪費、搬運的浪費、加工本身的浪費、庫存的浪費、動作的浪費、製造不良品的浪費」，進而提升企業整體的經營體質與競爭力。在推行精實生產的過程中，經常運用的工具說明如下(陳俊欽, 2007)：

1. 價值流圖析 ( Value Stream Mapping, VSM )：價值流圖析是一個圖示化的工具，其將從顧客訂單到產品交付給顧客的整個流程中的產品，物流和資訊流全部反映在價值流圖析上。價值流圖析包括“現況價值流圖析”、“未來價值流圖析“以及”實施計劃”中改進的“量測指標”。主要目的是透過“現況價值流圖析”來定義和確定生產過程中的改善機會，文件化將來狀態的目標，建立詳細地實施計劃與追蹤落實。
2. 5S 活動：5S 是精實生產的基礎亦是工作現場達成遵守紀律的基本原則，整理(Sort)、清掃(Shine)、整頓(Straighten)、清潔(Standardize)、素養(Sustain)，這五個步驟逐步地幫助工作場所去除不必要的物件，將工具、零件、夾治具以及機台定位，只留加工作業需要的工具在現場，降低人員不必要的走動及找尋工具的浪費。透過 5S，消除作業環境的浪費。
3. 標準化作業(Standardized Work, STD)：標準化工作是指對作業人員，機器、工具及原物料進行最佳化組合，以保證每次都能以同樣的方法、最少的浪費以及以市場需要的速度 ( Takt Time ) 完成同樣的工作。大多數情況下，完成一件工作都可以有很多種方法，而其中的一種方法會比其他方法更有效率。工作標準化的目的是確保作業人員的生產效率和設

備的利用率同時達到最佳化且庫存降至最少。運用建立生產節拍(Takt Time)和單件週期時間(Cycle Time)的關係，設定拉式生產所需要的數量。而加工單元的標準化工作應該明確定義由誰做，做什麼，何時做，那裡做及做多少。

4. 全面生產維護(Total Productive Maintenance, TPM)：全面生產維護是所有員工經由小集團活動實現的生產保養；具體內涵是「徹底排除設備的損失及浪費，使設備達到最高效率，以提昇企業的業績及創造出有人生意義的工作現場為目標」，亦是企業製造策略重要一環，藉由人員素質提昇，進而改善設備效能，以提昇企業體質提昇製造競爭力具體作為之活動。
5. 防呆機制(Error Proofing)：防呆機制是一種有系統的方法，預防潛在錯誤遺留在生產現場。防呆的過程中對發現的錯誤要採取預防措施，把主要錯誤找出來且將造成這些錯誤的原因去除或有方法可防止錯誤或偵測錯誤。這樣才能矯正錯誤活動的發生且達成「零缺點」的發生。
6. 縮短前置時間(Setup Reduction)：整備時間是生產不同產品時，設備需調整參數以便為下一個產品順利生產所花費的時間。精實生產使用小批量的存貨控管與小批量生產，最佳的流動是單件流，因此為使生產線符合精實生產，縮短前置時間是非常重要的。
7. 連續性生產(Continuous Flow Manufacturing, CFM)：連續性生產其定義原料的移動從一個加值的活動移至另一個加值的活動中沒有搬運時間或形成半成品庫存。在一個連續性生產的環境中，總生產流的產出率必須與顧客需求的生產節拍一致。連續性生產充分地運用設備、人力以及空間。所以連續性生產環境透過 U 字型的機台擺設提供快速反應顧客需求以及彈性的能力。
8. 拉式生產(Pull System, Kanban)：拉式生產是精實生產的生產方式，從市場的需求(Takt time)進而調整生產現場的產出率。透過各種簡單的視覺化方法（如看板）向生產現場傳遞下游顧客的需求，進而向上游廠商發出補給指令，以能及時地生產供應顧客需求。在拉式生產的系統中，生產現場如果沒收到下游客戶的需求看板，機台設備和作業人員就要停下來。

## 2.2 六標準差

### 2.2.1 六標準差之定義

六標準差最先於 1980 年由摩托羅拉公司所創造，係源自一個資深工程師及經理對於如何運用統計概念來界定模糊不清的品質為開始，所發展出來的管理手法。Harry & Schroeder (2000)將六標準差定義為「改革世界頂級企業的突破性管理策略」。AlliedSignal 公司將六標準差稱為「作業完美 (Operational excellence)」。而 1995 年在奇異公司大力推動下，加以發揚光大並獲得耀眼的績效。奇異公司的前總裁 Jack Welch 曾講過：「六標準差是我們曾經推行過最重要的活動。」，最近十多年來，六標準差已證明了它為企業改善生產力與獲利所帶來的價值。而一些國際知名的企業，如：杜邦、聯邦快遞、嬌生、新力、東芝以及福特汽車公司等公司亦陸陸續續推行。這股六標準差品質改善活動之熱潮，也自一九九九年開始在國內蔓延。

六標準差是一種以目標為 3.4 PPM (Part Per Million)的管理哲學，並以突破式策略做為達成目標的方法。Pande *et al.*(2001) 認為六標準差為一全面且具彈性的系統，可用於獲取、維持和擴大企業的成功。而六標準差的驅動要素，在於了解顧客需求、使用資料和統計分析，以及全面關注業務流程的管理、改善和創新。Breygogle III (2001) 認為六標準差強調企業經營理念與統計方法的結合，持續改善組織的效能與效率，創造與顧客雙贏的局面。Ehrlich (2002) 定義六標準差為一種持續改善流程品質與降低變異，透過降低流程變異，產生一致性高且可預測之產出。六標準差的精神簡言之是「消除企業在每一項產品製程以及互動方面的誤差，以接近其品質目標之品質頂尖水準，減少不良品成本、降低產品變異、增進客戶滿意度的管理過程和衡量績效」。

### 2.2.2 六標準差之執行步驟

Hahn 及 William(1999) 認為推行六標準差可分為衡量 (Measure)、分析 (Analyze)、改善 (Improve) 及控制 (Control) 等四個步驟。其次，推行六標準差能夠讓顧客有信心，滿足顧客高品質及低成本，擁有較小風險，產出高品質的產品，提供顧客最好和最快的低成本高利益的服務。Pande

(2001) 認為推行六標準差應結合顧客滿意度，以減少產品及製程中變異之活動，其改善手法定義為下列五個步驟：

階段一、界定 (Define)：

訂定專案目標、界定核心流程及區分顧客區隔，確認顧客對公司的需求及公司對供應商的需求，並針對企業策略與關鍵顧客群，尋找改善機會及建立改善團隊。界定具體問題描述及專案範圍，於專案範圍裡釐清關鍵品質指標，並進行改善活動。

階段二、衡量 (Measure)：

使用正確的量測方法，這個步驟應採用合適的評量方法。企劃團隊也許對現今的品管水準的研究有興趣，了解流程是否在控制中，依不同顧客需求設立客觀的目標。在這個階段中，基礎品質分析工具如柏拉圖、管制圖、長條圖、要因特性矩陣等分析圖表皆可使用。建議衡量製程能力 (如 Cpk, Ppk) 以及建立量測系統分析。

階段三、分析 (Analyze)：

此階段為要了解造成錯誤發生的真正原因，可以使用因果圖、FMEA、統計工具，使用實際蒐集到的數據分析造成錯誤發生的真正原因。

階段四、改善 (Improve)：

目的在透過改善方案的試行與實驗設計等工具之應用，去除或改善造成流程錯誤或變異之主要肇因，並評估各項改善方案之成效，企圖建構出最佳之流程運作模式。由黑帶高手帶領團隊實施腦力激盪，訂定並推行改善行動計劃，而達成所設定的績效改善指標 Ys。

階段五、控制 (Control)：

目的在落實改善後之新流程，建立管制策略以維持並擴大成果。確認改善後的流程可以讓關鍵品質指標及製程參數維持在可被接受的範圍內並持續監控，使流程的錯誤不再發生或降至最少，並實施標準化及建立標準作業程序。

### 2.2.3 六標準差常用工具

六標準差有許多不同之工具及手法，但有些工具最常被使用。Snee 和 Hoerl(2003) 指出八大主要工具在 DMAIC 改善架構中被相互連結與依序

在六標準差專案中被使用。該八大工具簡單說明如下(陳俊欽, 2007)：

1. 高階流程圖 (SIPOC)：流程圖(Flow Chart)之一種，描寫出各流程步驟，以及流程之投入、產出與責任歸屬。
2. 要因特性矩陣(Cause-and-Effect Matrix)：一種排定輸入變數優先順序之矩陣，協助專案人員找到影響關鍵輸出變數最大的關鍵輸入變數。
3. 量測系統分析(Measurement System Analysis)：量測系統之研究通常應用 Gage R&R 量化量測系統之再現性(Repeatability)與再生性(Reproducibility)、評估偏移、評估穩定度、評估鑑別度分析。
4. 製程能力分析(Capability Study)：分析流程的變異相對於規格之間的關係，以求得流程現況是否符合規格之能力狀態。
5. 失效模式與效應分析(Failure Mode and Effects Analysis)：藉由失效模式之影響程度排序、失效原因與流程上之改善，以界定流程問題的一種分析方法。
6. 多變異分析(Multi-Vari Study)：在流程運作中抽樣，並以統計與圖表分析界定重要的控制與不可控制變數。
7. 實驗設計(Design of Experiments)：一種藉由最少的實驗測試，研究關鍵流程輸入變數如何影響流程產出的方法。
8. 管制計畫(Control Plan)：將六標準差專案之成果文件化，協助操作者管制該流程。

## 2.3 精實六標準差

### 2.3.1 精實生產與六標準差之差異

企業使用六標準差主要降低企業流程變異及製程相關變異，六標準差提供許多工具及手法降低企業流程變異及製程相關變異，另一方面，企業使用精實生產方式主要減少生產過程中的浪費，以最小的成本達到顧客的需求，精實生產方式提供許多工具及手法消除生產過程中的浪費。

然而，六標準差專注於降低企業流程變異，卻沒有考量改善的速度；精實生產方式因文化背景的關係，因他們透過腦力激盪設計各產品生產過程的防呆機制，其目的為不讓不良品流至下一道製程，因此他們相信自己的產品均零缺點，但精實生產則對於跨組織改善專案的效益相當有限。

Evan & Lindsay(2005)表示精實生產的目標為非附加價值流程步驟或流程時間陷阱(time traps)的移除，並強調消除流程內的浪費，例如：不必要的存貨及縮短週期時間。六標準差為統計的品質目標，並且比精實生產更多專注於流程間變異相關問題。Schroeder *et al.*, (2008)表示六標準差提供許多改善流程間變異的架構及工具，並比使用前能達到較佳的績效。

因為精實生產的核心觀念為不讓不良品流入下製程，所以精實生產認為不需對在製品及產品使用統計工具性控制；六標準差無法大幅改進流程速度或減少投資成本，因此結合精實生產和六標準差的優點彌補雙方的缺點形成精實六標準差。精實六標準差能同時達到降低流程變異以及藉由去除流程浪費提高流程速度的目標。Sheridan(2000)提到六標準差與精實生產最早結合運用是在 1997 年的一家生產飛機引擎控制器公司開始，並提到精實六標準差為一種爭取最大利益的方法，在顧客滿意度、成本、品質、流程速度和投入資本等方面做到最快的改進。

Antony 等人(2003)於研究中指出六標準差與精實生產在企業策略中的有其共同作用如表 2.2，並且表示六標準差在改善流程速度、降低在製品數量以及減少產品庫存等方面無法達到令人滿意的成效，而精實生產則對於跨組織改善專案的效益相當有限。

表 2.2 精實生產策略與六標準差策略之共同作用

精實生產策略	六標準差策略
使用專案基礎手法	專案管理技巧
蒐集產品與產量資料	資料蒐集
了解目前的條件	發現知識
製作標準作業結合表	流程穩定性與控制計劃
時間流程	資料收集工具與技術
透過消除無附加價值的活動完成價值流之最佳化	對於消除流程變異提供”如何做”的模式
減少作業週期時間、前置時間、設備停機時間、換模時間…等	品質管理的七大基礎工具、品質現代管理工具…等

資料來源：Antony et al. (2003)

Nave(2002) 比較了精實生產、六標準差相同點以及相異點，如下表 2.3 所示。發現精實生產與六標準差的改善過程中有許多相似點，例如：管理階層的支持、公司文化、員工的參與、客戶需求導向與供應商關係等；不同點僅為流程改善的焦點不同，精實生產為消除流程內所有的浪費及縮短生產週期時間，六標準差則為消除流程內所有的變異。

表 2.3 精實生產與六標準差之比較

	精實生產	六標準差
相同點	管理階層支持及提供承諾	
	員工積極參與	
	降低成本	
	客戶需求導向	
	供應商夥伴關係	

	精實生產	六標準差
相異點	縮減生產週期時間	減少流程間變異
	減少不必要浪費	提高品質

McAdam & Evans(2004)比較精實生產及六標準差的優點及缺點，如下表 2.4 所示：

表 2.4 精實生產與六標準差之優缺點

方法論	精實生產	六標準差
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低週期時間</li> <li>2. 降低在製品(WIP)數量</li> <li>3. 降低成本</li> <li>4. 改善生產力</li> <li>5. 縮短交付時間</li> <li>6. 節省空間</li> <li>7. 較少的設備需求</li> <li>8. 較少的人力需求</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一致性的流程產出結果</li> <li>2. 減少缺點(不良)數目</li> <li>3. 降低成本</li> <li>4. 改善生產力</li> <li>5. 產生組織文化變革</li> <li>6. 提昇顧客滿意</li> <li>7. 擴大市場佔有率</li> <li>8. 促進產品/服務開發</li> </ol>
缺點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 未重視統計或系統分析的方法</li> <li>2. 不具備製程能力及缺乏穩定性</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 缺乏與提昇速度相關的工具</li> <li>2. 專案時程過長</li> </ol>

### 2.3.2 精實六標準差之定義

陳俊欽(2007)提到精實六標準差是將精實生產與六標準差相結合，而結合此兩種方法的理由，在於為了同時達到降低流程變異以及藉由去除流程浪費提高流程速度的目標。

鄭榮郎(2005)說明精實六標準差就是針對影響顧客之關鍵品質與影響流程之相關活動，改進成本、品質、資本和前置時間，提供明確的執行行動步驟，透過設定時間陷阱的先後順序，依序執行改善方法，除去浪費之肇因，改善流程彈性、品質與成本。

George(2002)說明精實六標準差為綜合精實生產與六標準差之優點，如：減少企業內部浪費、消除企業流程變異、減少企業營運成本、提高生產速度，形成新的管理方法：精實六標準差，使企業面臨複雜的競爭環境下，仍保有其競爭力，創造更佳之企業營運績效。精實六標準差延用六標準差之改善架構(DMAIC)，於各階段針對不同問題點，運用精實生產工具及六標準差工具，找尋並設計改善方法。

Arnheiter & Maleyeff (2005)提到精實生產與六標準差起源雖不同，但有相同之目標：均透過重新設計作業流程或供應系統解決主要問題，最後達到提升企業營運績效。而 Sheridan(2000)提到精實六標準差一詞被用來描述精實生產結合六標準差之新的生產管理系統。

精實六標準差的活動開始是由公司高階領導者和負責損益的主管一起參與起步階段，以了解執行精實六標準差的好處，接下來在完成資源和最高價值專案的選擇之後，即進入執行改進的 DMAIC。DMAIC 是精實六標準差獨具特色之運作步驟，在某種程度上是以 PDCA 為考量基礎而設計的(Pande, Neuman, & Cavanagh, 2002)。DMAIC 是一有架構，以資料為基礎的問題解決流程(George, Rowlands, & Kastle, 2004)，精實六標準差架構圖如下圖 2.1 所示。



圖 2.1 精實六標準差架構圖(2006)

### 2.3.3 精實六標準差常用工具

精實六標準差常用的工具如下圖 2.2 所示，列出精實六標準差之 DMAIC 各階段較常使用的工具。



圖 2.2 精實六標準差常用工具圖(本研究整理)

### 2.3.4 精實六標準差案例

精實六標準差不只可應用於製造業，也可運用在服務業及醫療產業...等。如 Lee & Wei (2010)探討如何縮短印刷電路板的換模時間、Chen & Lyu (2009) 探討觸碰面板廠的品質不良問題、Kumar *et al.*, (2006)探討印度某汽車製造廠的瑕疵品問題、Wang & Chen (2010)將精實六標準差結合 TRIZ 改善銀行服務流程、Mast & Does & Koning (2006)將精實六標準差應用於醫療產業，提升醫療品質、控制醫療成本並提供最佳的醫療方法、周鈺璇(2009)應用精實六標準差改善大陸某電子公司的物料配送績效問題及劉保輝(2007)探討應用精實六標準差改善智慧型網路產品生產流程。

Lee & Wei (2010) 探討印刷電路板廠中電路測試製程的換模流程。因電路測試站平均每天需換模高達 242 次，平均每次換模需花 39.23 分鐘，一日平均換模時間高達 158.2 小時。作者應用精實六標準差找出影響電路測試站換模時間的原因，首先，在界定階段使用關鍵績效指標，找到此專案目標為改善換模時間；衡量階段使用關鍵因子輸入/輸出流程圖、時間價值圖及要因特性矩陣，衡量造成換模時間長及變異的變數；分析階段使用

ANOVA 分析及 Correlation 分析，運用蒐集的數據確認 Measure 階段找到的變數是否真正影響換模時間長及變異的變數；改善階段使用失效模式與效益分析為改善架構針對不同影響換模時間的變數，使用不同的改善手法及工具，例如：5S、Re-SOP、TPM…等改善工具；最後等改善後的製程穩定，進入控制階段，針對不同的改善方案使用不同的工具進行控制，例如：管制圖、SOP、防呆機制…等控制工具。專案進行三個月後，平均換模時間從 39.23 分鐘縮短至 19.44 分鐘，可看到精實六標準差應用改善換模時間有不錯的效益。

Chen & Lyu (2009) 探討觸碰面板廠的品質不良問題。某一觸碰面板製造廠最近遇到顧客抱怨，製造廠提供產品高價格、低品質及顧客滿意度低，因此製造廠針對觸碰面板製程應用精實六標準差進行改善。首先，在界定階段使用顧客聲音及關鍵品質指標找到影響觸碰面板品質為貼合製程，故只要提升貼合製程則能提高觸碰面板的品質，降低生產成本以提供顧客低價位高品質的觸碰面板，增加顧客忠誠度及滿意度；在衡量階段使用宏觀、細部及理想的流程圖、要因特性矩陣找出影響貼合製程的關鍵變數；於分析階段使用主要效益圖、交互效益圖、找到變數跟變數之間的關係，並用 AONVA 分析確認影響貼合製程的關鍵變數；於改善階段使用  $2^{5-1}$  因子設計找出貼合製程能力最佳的參數，使用 Cpk 及 Ppk 確認改善後製程能力，用柏拉圖分析改善效益最大的變數；在控制階段使用統計工具、生產控制計劃、教育訓練及作業環境使作業穩定。最後專案成功提升貼合製程良率，使製造廠能提供低價格、高品質的產品給顧客。

Antony *et al.* (2006) 探討印度某汽車製造廠的瑕疵品問題，經由深入探討發現瑕疵發生的原因為最終製程的壓鑄所造成。此研究提出一整合精實生產工具(例如：價值流圖析、5S 以及全面生產維護(Total Productive Maintenance; TPM))搭配六標準差之 DMAIC 架構，以減少不良品的產生、增加整體設備產能利用率、提高產品良率，透過以上改善後效益協助案例公司贏得下游顧客的忠誠度。

周鈺璇(2009)應用精實六標準差改善大陸某電子公司的物料配送績效問題。研究者深入探訪後發現個案公司在產品種類多樣的情況下，原物料更是多樣多量，因此物料配送的「正確性」與「即時性」相當重要，如果無法達成，則會造成生產線因缺料而停工，增加產品週期時間，間接影響

交貨時間，造成顧客滿意度下降與合約相關問題。因此個案公司希望透過精實六標準差提升物料運送模式效率。首先，在界定階段透過專案章程、VOC、CTQ 與流程輸入之關係以及 SIPOC 了解顧客的需求與企業流程之間的關係，定義此研究的研究範圍及關鍵品質指標(Critical to Quality, CTQ)為：廠內前段物流系統(稱之供料系統、包含備料系統及火車系統)，將零組件從倉庫送至作業現場並回到下一循環開頭的這段時間，將之命名為「供料週期時間」；於衡量階段前，透過實地測量且利用 Minitab 確認量測系統的再現性與重複性。於此階段使用操作程序圖、價值流圖析、流程週期效率以及流程週期效率損失等工具，發現備料作業跟火車系統是供料作業裡流程週期效率損失最高的兩項作業；故在分析階段針對這兩項作業進行分析，找出影響供料週期時間的要因。此階段使用特性要因圖、柏拉圖以及因素關聯分析圖找到影響備料作業的關鍵因素為備料法則、火車系統則為暫存區規劃與火車規劃(包含路線與產能)；針對分析階段得到的要因，分別提出倉庫循環備料計畫與火車供料系統計畫之改善計畫；為使改善效益能維持，因此在控制階段訂定專案改善後的控制與應變計畫一覽表，預防錯誤的發生。經由改善計畫執行後刪減非加值活動時間 36%、縮短供料週期時間 20%，以及節省人力成本 20 萬 8 千元/年等，可看出精實六標準差改善物料配送績效之顯著效果。

劉保輝(2007)探討應用精實六標準差改善智慧型網路產品生產流程。過去智慧型網路產品的產品生命週期較長，可以大量生產，以庫存滿足生產所需，但如今全球產業環境有了極大的改變，造成產品生命週期非常短、少量多樣的生產方式，甚至發展到接單生產，再到接單組裝生產。此研究探討如何應用精實六標準差提升生產流程速度、減少製程缺點數及物料總成本。首先，在界定階段先了解組織目標、客戶滿意度的指標及生產排程及物料計畫，並使用專案總管理表、關鍵品質指標、客戶滿意度之製程對應，以及使用魚骨圖找出問題之所在，接著定義此專案的專案目標為「製程缺點數 4600ppm 以下、年度物料成本降低 6%、流程週期效率自 75% 提升至 90%」；衡量階段主要針對上列指標蒐集相關資料前，需先透過量測系統分析屬性資料的正確性。由於個案公司的產品製程為少量多樣生產，生產或檢驗的量測指標多為非連續性資料，是憑藉規範或主觀的分等或平價而來。物料總成本與流程週期效率的計算，並不會有量測誤差，因此使用

Kappa 的進行屬性資料量測系統分析；分析階段透過要因特性矩陣，評估某些關鍵製程對客戶滿意度影響重要性之評分，與製程之失效模式與效益分析得到的關鍵製程因子作相對應，均得到承認料件、委外資料、料件品質、替代料件及產品材料清單等關鍵製程因子；改善階段根據分析階段找到的 5 個因子，使用田口直交表進行實驗，接著比較改善前後製程能力指標，檢驗改善前的 Cpk、Zbench 及 Ppk 均得到改善，得到製程的最佳設定條件；控制階段則針對各項關鍵因子分別提出相對應之管制計劃，此管制計劃包含管制特性、負責人、管制方法、管制時機及管制對策。經由改善後，製程缺點數從 3000ppm 降低到 4600ppm 以下，產品總成本降低 6.18%，流程週期效率提升 15%，財務效益上可替公司省下 \$1,203,960... 等顯著改善效益。

由於以往傳統管制圖之使用都只考慮生產型態是單一且大量生產，取樣至少要有 20 組樣本，每組抽 4 至 5 個樣本數。對於此研究屬於少量多樣的生產環境，由於批次生產間隔時間較長，某些與時間特性相關之實驗數據，在此有限的觀察時間內，會面臨樣本資料的不足，而導致無法計算管制界線。因此劉保輝提出從產品在製程與使用材料相似度在 90% 以上的產品，歸為同一系列，以集合實驗的方式，縮短取樣時間，便可適用傳統管制圖。

## 2.4 小結

精實生產及六標準差是現今企業改善內部流程的兩大手法，從了解精實生產及六標準差的核心概念、改善步驟及常用的改善工具後，發現精實生產及六標準差有所長，也有其所不足之處，如精實生產缺少客觀性的數據佐證，六標準差則無法改善生產流程的速度。因此 Sheridan(2000) 提到精實生產與六標準差最早結合運用是在 1997 年的一家生產飛機引擎控制器公司開始，並提到精實六標準差為一種爭取最大利益的方法，在顧客滿意度、成本、品質、流程速度和投入資本等方面做到最快的改進。

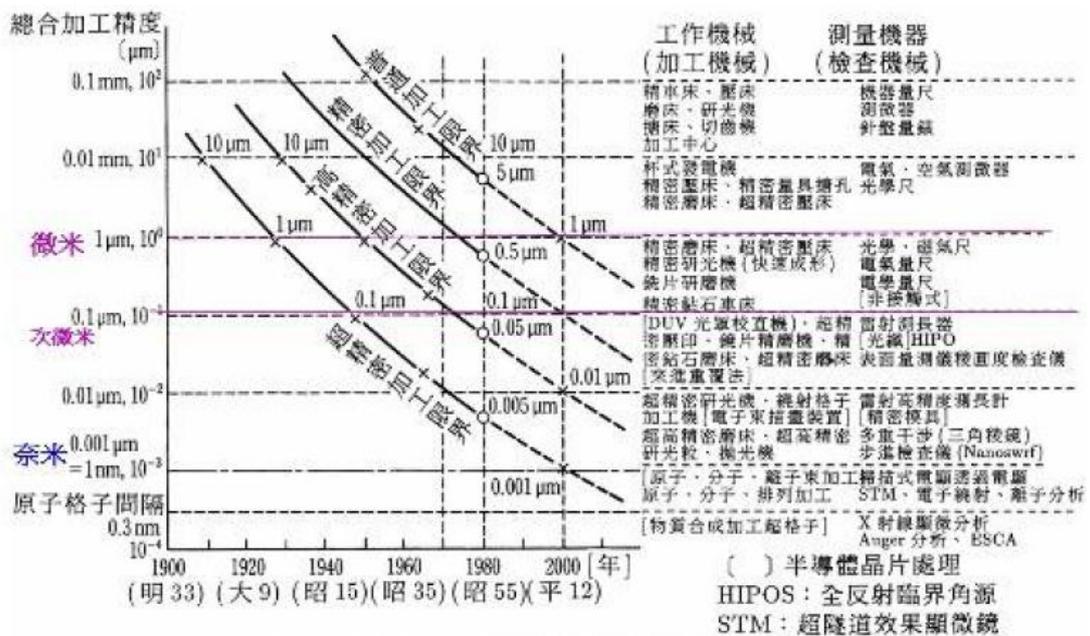
開始有許多學者探討將精實生產結合六標準差應用在不同領域，如 PCB 產業、電子業、醫療產業、服務業... 等。然而現有研究中鮮少將精實六標準差應用於精密機械業，因此本研究欲提出適用於精密機械業之精實六標準差。

# 第三章 應用精密機械業之精實六標準差

## 3.1 精密機械業

精密機械科技是整合運用各種工程技術以達成生產精密產品之方法，其中以加工暨量測技術和設計創新的交互配合最為重要。具體而言，「精密機械」係指高精密性之機械或零組件，因而「精密性」成為衡量「精密機械」之重要指標。而「精密性」是隨著時間、國家之不同而有不同的要求，更重要的是因功能的不同，而要求具有不同的精密度。所以廣義之「精密機械」係指『凡能製造比目前產品更高品質、尺寸誤差更小、或是較現有技術更進步之尖端技術』的機具及零組件。狹義之「精密機械」則係以機械之精度為技術指標，若達到某標準之機械，即謂之「精密機械」。其中之標準則依產品、時間及國家而有所不同。

茲舉精密加工為例，其精密等級以其機械加工之精密度為衡量指標。日本學者 Taniguchi 於 1983 年提出著名的精密加工趨勢圖(如圖 3.1 所示)，預測至 2000 年間國際上精密加工的發展趨勢。在 1990 年代，當其加工精度達到 0.1m(0.01 條)，則可稱為精密加工；若加工精度達到 0.04m，則為超精密加工。



$$\text{總加工精度 } p = \text{偏差誤差 } d + \text{零星誤差 } \sigma$$

圖 3.1 精密加工趨勢圖

台灣精密機械產業向來以「彈性」及「速度」聞名於世界，同時也是台灣少數以自有品牌為中心，行銷全世界的本土產業。然在台灣的工具機產業內，多以中小企業為主，具有衛星體系健全的產業特色，各企業間「專業分工」和「彈性互補」，形成彼此緊密相連的分工合作關係，在整個發展過程中，扮演著相當重要的角色。換言之，台灣中小企業競爭力的主要來源，並非單一廠商的生產能力，而是整個體系互動塑造了更強的競爭優勢。

盟立自動化股份有限公司董事長兼總裁孫弘(2008)提出精密機械主要有兩項產業特性，一是著重經驗的累積，技術磨練與知識財產的建構是企業長遠發展的根本；二是強調商譽的建立，客戶預期的產品使用壽命短則 10 年，長則 20 年，因此品質和服務建立起的實績口碑格外重要。觀察精密機械產業的經營狀況，在投入新技術開發時，通常都會有數年的準備期，而後再逐年累積經驗，成長回收。

劉仁傑(1999)說明我國的精密機械產業與工具機產業的發展及其產業特性有密切的關係，主要的特性有地理集中性、中小企業為主、高度出口導向及衛星體系健全…等特性，並以中部地區為我國工具機產業的大本營。

位於台中市大甲區的 D 公司生產 PCB 成型機及其專用的軸心，屬於精密機械業，生產方式為計劃性生產。素材及其關鍵零組件則需 3 個月的採購前置時間，因此當市場銷售比內部預測低時，則會產生大量庫存，當市場銷售比內部預測高時，則會無法滿足顧客需求，降低顧客忠誠度。

D 公司的相關製程包含如車銑、研磨、熱處理、表面處理及組裝…等製程。車銑的單件生產週期時間為 10 分鐘左右，但因車銑段校車(換模)時間長達 8 小時或以上，並機台折舊成本高，D 公司為減少機台稼動率的損失，採用大批量生產，以達到提高機台稼動率。並且因屬於精密機械加工，對於素材、半成品及零組件精密度的要求甚高，要求誤差範圍在 0.01m(0.001 條)，因此現行機制透過大量的檢驗以達到高精密度的要求。然而因大批量生產及過度的檢驗造成半成品庫存過多、生產週期時間長達 2~2.5 個月、生產彈性低…等問題，因此本研究探討透過應用精實六標準差縮短生產週期時間。

### 3.2 本研究精實六標準差之架構

本研究探討精密機業的製程特性，如產品精密度高、檢驗頻繁、機台稼動率不佳及換模(校車)時間長…等特性。下圖 3.2 表示精密機械業製程特性與精實六標準差之間的關係，因此本研究針對精密機械業製程特性，進而於精實六標準差之各階段眾多工具，篩選合適工具探討改善生產週期時間長。

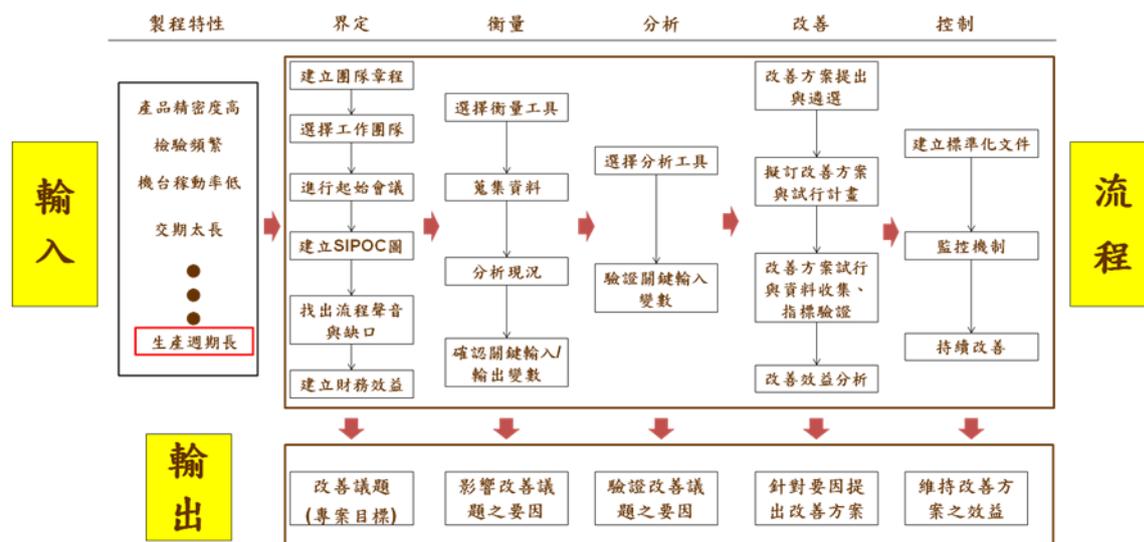


圖 3.2 本研究製程特性與精實六標準差之關聯

本研究以六標準差的 D-M-A-I-C (Define、Measure、Analyze、Improve、Control)等步驟，結合精實生產(定義價值、確認價值流、暢流、建立拉式生產、追求完美)，結合成精實六標準差，提出一適用於縮短精密機械業生產週期時間過長的精實六標準差之架構，如下圖 3.3 所示：



圖 3.3 本研究之精實六標準差架構圖

界定階段主要訂定專案目標，及界定具體問題描述與專案範圍。Chen & Lyu(2009)使用高階流程圖(SIPOC)及顧客聲音(VOC)釐清顧客需求，進而得到關鍵品質指標(CTQs)。Kumar, *et al.*,(2006)在界定階段使用顧客聲音(VOC)認識外部聲音，及透過價值流圖析(VSM)認識內部流程聲音。

因此，本研究於界定階段主要釐清外部顧客聲音及內部流程聲音。綜合 Chen & Lyu(2009)及 Kumar, *et al.*,(2006)於界定階段所提出之工具，得到本研究於界定階段使用之工具，如：SIPOC、VOC、P/Q 分析、VSM 及 CTQ 等工具，由於繪製 VSM 前需先針對公司產品種類及銷售數量使用 P/Q 分析，分析改善效益最大之產品型號。下表 3.1 為本研究之界定階段目的及對應之工具目的。

表 3.1 界定階段目的及對應之工具目的

界定階段	
界定階段目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>訂定專案目標</li> <li>界定具體問題描述及專案範圍</li> </ol>

界定階段		
使用工具	工具目的	所對應之界定階段目的
SIPOC	使專案成員掌握接單至出貨流程相關資訊	1.訂定專案目標
VOC	焦點顧客群對公司現況意見	
P/Q 分析	由於繪製 VSM 前需先針對公司產品種類及銷售數量使用 P/Q 分析，分析改善效益最大之產品型號	
VSM	了解流程內部聲音，找尋流程內可改善之目標	1.訂定專案目標 2.界定具體問題描述及專案範圍
CTQ	從 SIPOC、VOC 及 VSM 彙總此專案目標及界定問題範圍	1.訂定專案目標 2.界定具體問題描述及專案範圍
界定階段之產出		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 定義改善專案目標、範圍</li> </ul>		

衡量階段目的了解流程現況，蒐集相關資料，及找到問題原因。Lee & Wei(2010)使用流程圖、流程與輸入/輸出變數對應表、時間價值圖及要因特性矩陣等工具找出影響換模流程之關鍵輸入變數，進入分析階段。

因此，本研究於衡量階段使用流程程序圖釐清細部作業類型及時間，運用時間價值圖分析各細部作業是否有其價值，選擇非附加價值較大之作業。由於 Lee & Wei(2010)未說明清楚如何得到輸入變數，因此，本研究欲透過特性要因圖分析造成非附加價值較大之輸入變數，再來，利用流程與輸入/輸出變數對應表對應流程與輸入變數，及對應輸入變數與輸出變數。最後，將輸入變數放至要因特性矩陣，依據權重篩選關鍵輸入變數，進入分析階段。下表 3.2 為本研究之衡量階段目的及對應之工具目的。

表 3.2 衡量階段目的及對應之工具目的

衡量階段		
衡量階段目的	1. 從界定階段得到之關鍵品質指標，進而了解關鍵品質指標之流程現況，蒐集相關資料 2. 使用蒐集資料找出問題根本的原因	
使用工具	工具目的	所對應之衡量階段目的
流程程序圖	了解作業各步驟所需時間、動作類型及搬運距離	1.從界定階段得到之關鍵品質指標，進而了解關鍵品質指標之流程現況，蒐集相關資料
時間價值圖	分析製程中的細部作業是否有價值	
特性要因圖	找出影響各細部作業時間長之輸入變數	2.使用蒐集資料找出問題根本的原因
流程與輸入/輸出變數對應表	對應流程與輸入變數，及輸入變數對應輸出變數	
要因特性矩陣	篩選影響作業時間過長及造成作業時間變異之關鍵輸入變數	
衡量階段之產出		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 找到影響關鍵品質指標之輸入變數</li> </ul>		

分析階段目的為分析現有數據，驗證衡量階段得到的關鍵輸入變數是否為真正影響流程之關鍵輸入變數。Lee & Wei(2010)使用變異數分析(ANOVA)及相關性分析(Correlation)分析驗證影響換模作業之關鍵輸入變數。Kumar, *et al.*,(2006)則透過柏拉圖得到最常發生製程瑕疵類型，並使用特性要因圖得到造成此瑕疵之可能輸入變數。

本研究於分析階段，使用統計分析工具分析(長條圖)衡量階段篩選之校車作業之關鍵輸入變數。下表 3.3 為本研究之分析階段目的及對應之工具目的。

表 3.3 分析階段目的及對應之工具目的

分析階段		
分析階段目的	1. 分析數據並探究導致影響到專案目標之關鍵輸入及輸出變數的原因	
使用工具	工具目的	所對應之分析階段目的
統計分析工具 (長條圖)	分析關鍵輸入變數	1.分析數據並探究導致影響到專案目標之關鍵輸入及輸出變數的原因
分析階段之產出		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 得到影響觀件品質指標之關鍵輸入變數</li> </ul>		

改善階段目的為改善活動是針對分析階段找到關鍵影響因素，提出改善方案進行現況改善。Lee & Wei(2010)縮短換模時間使用 5S、標準化、TPM 及重新設計作業流程等精實改善方法進行改善浪費；Thomas, *et al.*,(2009)改善泡棉座椅生產品質使用田口實驗設計找尋製程最佳參數設定，並運用 5S、標準化、單件流及 TPM 等精實改善方法進行改善流程內不必要浪費；Kumar, *et al.*,(2006)改善汽車鈹金壓鑄製程使用實驗設計找尋製程最佳參數設定，並運用 5S 及 TPM 進行流程內部改善，消除流程內不必要浪費。

本研究改善精密機械業之生產週期時間，而影響生產週期時間最大作業為校車作業時間，因此本研究從分析階段得到關鍵輸入變數後，運用 FMEA、5S、標準化及快速換模…等精實手法針對進行改善。下表 3.4 為本研究之改善階段目的及對應之工具目的。

表 3.4 改善階段目的及對應之工具目的

改善階段		
改善階段目的	1. 針對分析階段找到關鍵影響因素，提出改善方案進行現況改善	
使用工具	工具目的	所對應之改善階段目的

改善階段		
FMEA	釐清失效模式與改善之間關係	1. 針對分析階段找到關鍵影響因素，提出改善方案進行現況改善
5S	整理現場，消除現場不必要之浪費	
標準化	降低作業員之間變異	
快速換模	將校車作業內部換模轉換成外部換模，減少機器停機等待之浪費	
改善階段之產出		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建立改善關鍵輸入變數之改善計劃</li> </ul>		

控制階段目的為實施標準化及建立標準作業程序，及監控後續改善情形。Lee & Wei(2010)建立監控計畫一覽表，定期查檢各改善計畫是否持續進行改善

本研究於針對改善階段之改善計畫設計監控計畫一覽表，並設定監控項目及查檢時間，定期監控各改善案是否持續進行改善，及建立需標準化之相關文件一覽表。下表 3.5 為本研究之控制階段目的及對應之工具目的。

表 3.5 控制階段目的及對應之工具目的

控制階段		
控制階段目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 實施標準化及建立標準作業程序</li> <li>2. 監控後續改善情形</li> </ol>	
使用工具	工具目的	所對應之控制階段目的
建立標準化文件	將改善階段待標準化文件標準化	1. 實施標準化及建立標準作業程序
監控計畫一覽表	針對各改善計畫訂定監控項目及查檢時間	2. 監控後續改善情形
控制階段之產出		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 標準化之改善後流程及控制計畫一覽表</li> </ul>		

### 3.3 界定階段

本研究針對精密機械業產業特性及 D 公司製程特性，透過界定階段深入了解顧客端的需求及公司核心流程聲音，尋找改善機會及建立改善團隊，經由專案小組討論後訂定專案目標。此階段主要讓專案成員及專案贊助者必須對專案的範疇、目標、財務以及績效目標達成共識進行改善活動。

#### 3.3.1 執行步驟

界定階段執行步驟如下所示：

1. 建立團隊章程：先請團隊成員針對專案贊助者提出的團隊章程初稿進行討論，並找出相關問題的解答。必要時，進行協調與妥協，或調整專案的範疇、資源、時間表及團隊成員關係。
2. 選擇工作團隊：於現行組織選合適人員進入專案當中，如財務、生物管、製造、IE、品管、人資。
3. 建立起始會議：協助團隊成員對此專案之重視，舉行起始專案會議，且最高階主管應親自參與。
4. 建立 SIPOC 圖：找出顧客的關鍵品質及其相對應的關鍵輸入變數，輸出變數。
5. 找出流程聲音和缺口：利用既有的資料找出流程聲音(value stream mapping, VSM)和顧客聲音(voice of customer, VOC)的缺口(gap)，並擬出有形的專案改進目標。主要改善流程缺口已引起顧客不悅問題為主
6. 確認財務效益：運用既有的資料來計算目前的成本、利潤、毛利、或其它與專案相關的財務指標。預估若達成專案目標，將會產生多少財務效益，並檢視該效益是否能達到管理高層的期望。

#### 3.3.2 界定階段說明

在界定階段先使用 SIPOC 圖幫助團隊確認，該流程的輸入、上游流程的輸出，以及下游流程的期望與輸入之間的對應關係，接著使用顧客區隔找出焦點顧客群，從業務端蒐集焦點顧客群對產品的客訴而得到顧客聲音。接著透過 P/Q 分析找到營業額占比跟銷售數量最高的產品，運用價值流圖析(VSM)找出現行流程內可改善之機會。最後從 SIPOC、VOC 以及

VSM 歸納出本研究的關鍵品質指標(critical to quality, CTQ)。此階段的執行步驟以及相關運用工具如 3.4 所示：

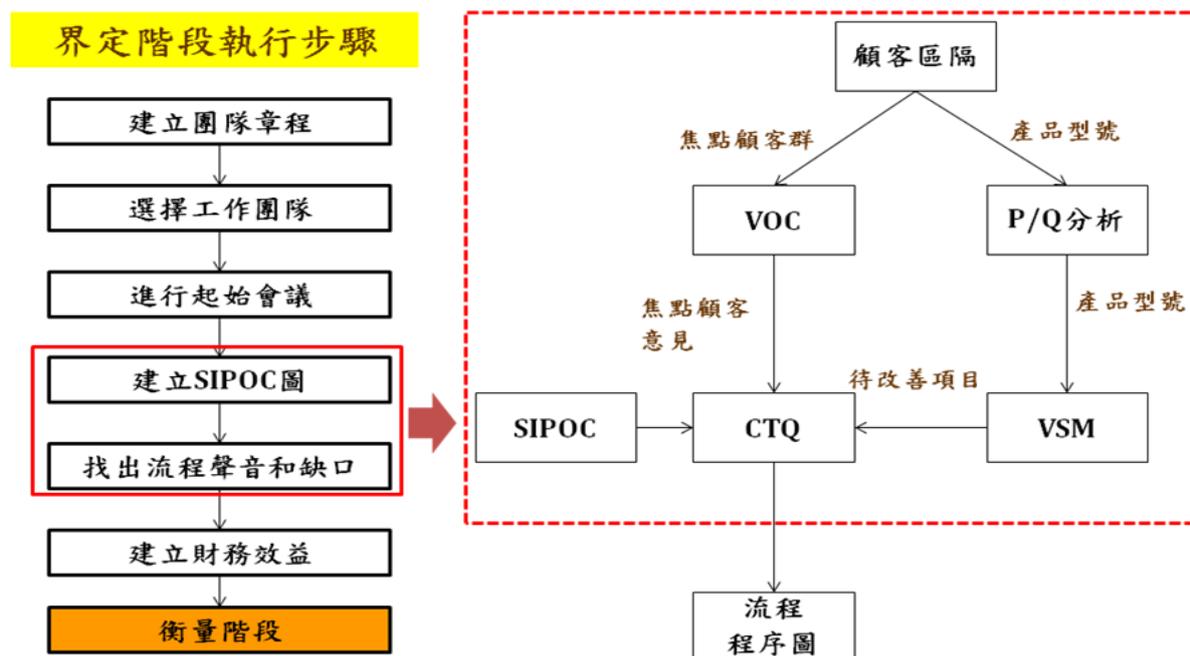


圖 3.4 界定階段之執行步驟及主要應用工具

### 3.4 衡量階段

經由界定階段得到的專案目標及範圍，如：校車(換模)時間過長，根據界定階段的目標選擇相關的衡量工具以達到完整地了解流程現況，並擬訂蒐集方案與流程速度、品質及成本相關的可靠資料，並運用這些資料來找出問題的根本原因。

#### 3.4.1 執行步驟

衡量階段的執行步驟如下所示：

1. 選擇衡量工具：承接界定階段的改善項目，依據不同改善項目選擇衡量工具
2. 蒐集資料：依據衡量工具至現場蒐集所需資料，如校車細部作業時間。
3. 分析現況：分析至現場所觀察之資料並透過腦力激盪找到影響輸出變數(CTQ)的輸入變數。
4. 確認輸出/輸入變數：藉由要因特性矩陣，篩選出影響輸出變數(CTQ)之關鍵輸入變數。

### 3.4.2 衡量階段說明

衡量階段根據界定階段決定的目標，選擇合適的工具，如：流程程序圖，至現場觀察校車作業的細部作業內容、作業時間及作業類型等相關資料，並利用時間價值圖分析哪些作業有附加價值，哪些作業無附加價值。由於D公司為大批量生產方式，而歷史資料僅有總校車時間及校刀次數，因此於衡量階段無法蒐集大量校車作業的各項作業時間，所以專案小組在有限的時間內，盡量蒐集相關資料，使用時間價值圖分析哪些作業是無附加價值，並利用80/20法則判讀前兩項作業是急需移除或改善。並以校車作業的歷史資料及透過訪問課長與資深人員，了解是哪些細部作業造成校車時間長達8小時，將此資料作為佐證時間價值圖的可信度。

經由時間價值圖找到影響校車作業時間長的前兩大細部作業，如：準備工具作業及補正作業，透過特性要因圖分析造成這兩項作業時間長之可能原因。接著透過流程與輸入/輸出變數對應表，將作業項目與輸入變數、變數類型(可控制、不可控制、關鍵及標準化)與輸出變數(影響作業時間長及作業時間變異)對應，分析各輸入變數之類型及對校車作業的影響。專案成員最後應用要因特性矩陣依據權重(作業時間長、作業時間變異及可改善空間)篩選影響校車時間長之關鍵輸入變數。此階段的執行步驟以及相關運用工具如圖3.5所示：

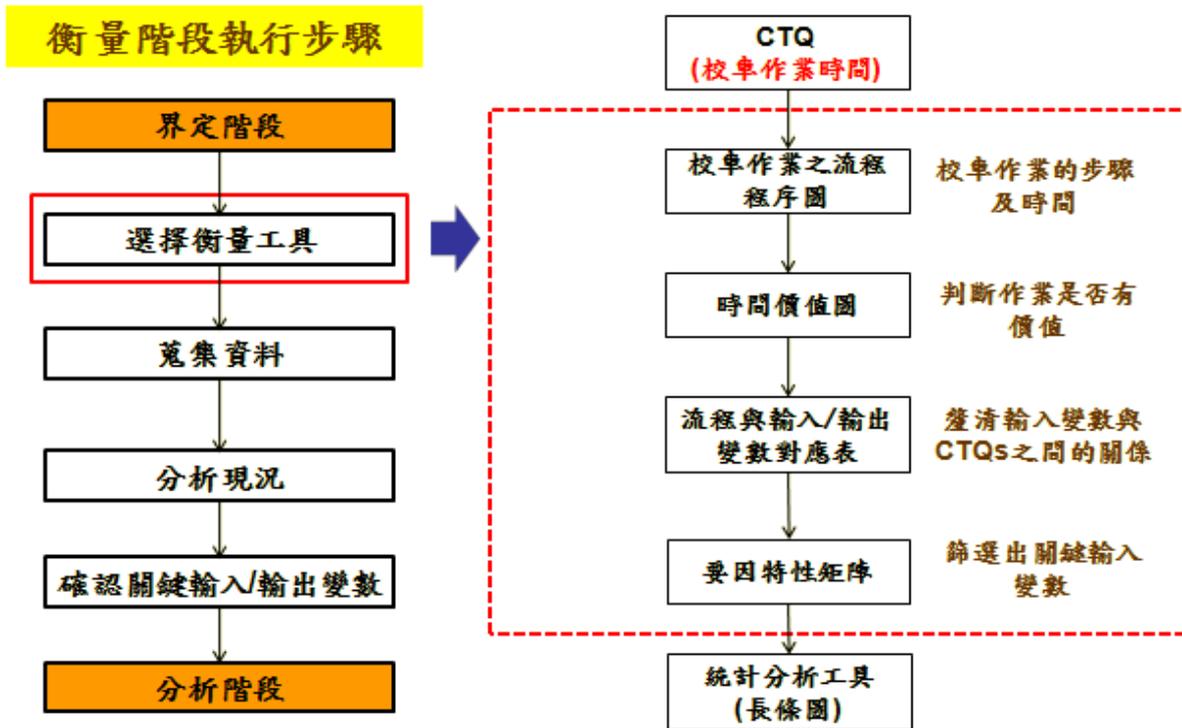


圖 3.5 衡量階段之執行步驟及主要應用工具

### 3.5 分析階段

過去精實六標準差的研究大多探討關於品質及製程相關議題，並有足夠資料能於分析階段使用統計工具驗證影響 CTQs 之關鍵輸入變數，如下表 3.1 所示：

#### 3.5.1 執行步驟

分析階段的執行步驟如下所示：

1. 選擇分析工具：依據不同衡量結果選擇合適之分析工具。
2. 驗證關鍵輸入變數：使用統計分析工具驗證衡量階段得到之輸入變數，以驗證此輸入變數為影響輸出變數之關鍵輸入變數。

#### 3.5.2 分析階段說明

依據衡量階段得到的關鍵輸入變數，選擇合適之統計工具，並蒐集不同校車人員之校車作業時間。由於欲驗證不同人員之間做校車作業是否有變異，因此使用統計分析工具進行驗證，進而分析校車人員之間有無變異之原因。此階段的執行步驟以及相關運用工具如圖 3.6 所示：

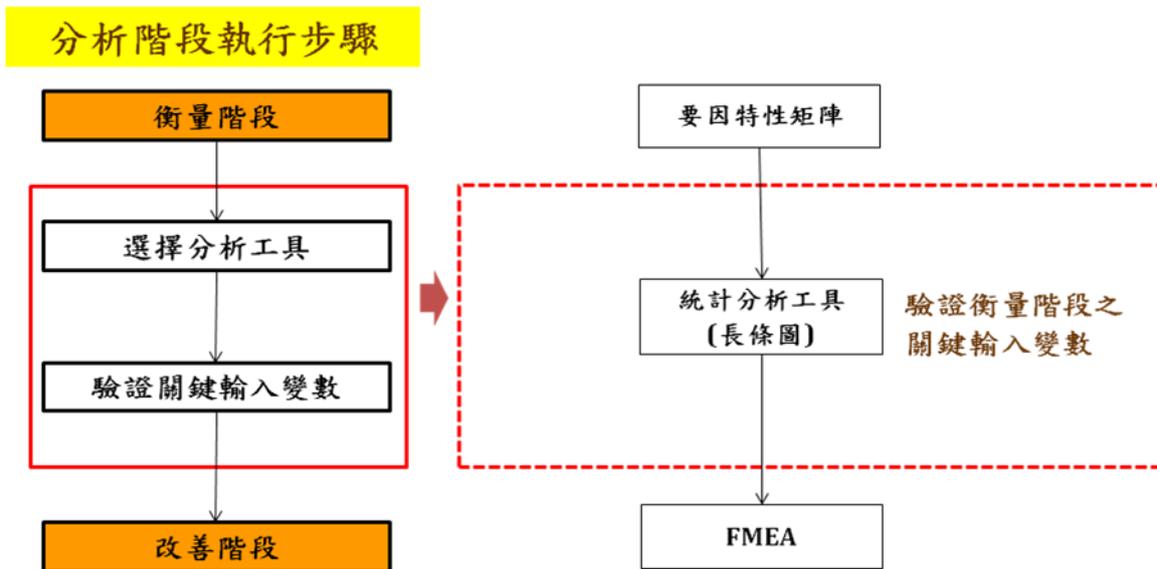


圖 3.6 分析階段之執行步驟及主要應用工具

### 3.6 改善階段

專案團隊針對刀具、夾具存放資訊不清楚、替代刀具資訊不清楚及校車人員經驗不足等原因，依據精實及 IE7 大手法的改善方法，提出適當的改善方案。透過訂定衡量指標與設計監控機制，監控試行方案，最後分析縮短校車作業時間所帶來之效益。另外，運用改善後之 VSM 分析將夾頭的生產批量從 200 件降至 50 件，對夾頭的生產週期時間之效益。

#### 3.6.1 執行步驟

改善階段的執行步驟如下所示：

1. 改善方案提出與遴選：小組成員依據精實生產及 IE 七大手法經由腦力激盪，討論許多改善方案，並遴選改善效益最大及對現況影響最小的改善方案。
2. 擬訂改善方案與試行計畫：依據不同改善項目，制定改善目標、範圍、改善方法與試行計畫。並設定量化的衡量指標、設計合適的監控機制，使專案朝向正確的方向走。
3. 改善方案試行與資料收集、指標監控：試行改善方案並利用查檢表監控試行期間的指標變化，以預防不良的影響發生。觀測與收集改善標的相關資訊，以做為效益分析使用。如：校車作業的流程程序圖。

4. 改善效益分析：分析縮短校車作業時間所帶來之效益。另外，運用改善後之 VSM 分析將夾頭的生產批量從 200 件降至 50 件，對夾頭的生產週期時間之效益。

### 3.6.2 改善階段說明

失效模式與效益分析(Failure Mode & Effects Analysis, FMEA)是一種工程技術用以定義、確認及消除在系統上、設計、製程及服務還沒有到達顧客前已知的或潛在的失效、問題等。FMEA 包含了兩種分析方式：

1. 使用歷史數據，針對相似產品、服務、保證數據、顧客抱怨、及其他可取得資訊，加以定義失效。
2. 使用統計推論、模擬分析、同步工程及可靠度工程等以確認及定義失效。

從衡量階段中得到失效模式、潛在原因，並於此階段設計合適之改善方案，將此結果放入 FMEA 彙總。再透過改善案擬定與試行計畫表，詳細地列出此改善案目標、範圍、改善計畫、衡量指標、改善計畫之行事曆…等，讓小組成員們了解整個改善方案並評估改善方案是否完整。

擬定完改善方案後，設計適用於此改善方案之查檢表，小組成員於改善方案試行期間使用查檢表及衡量指標，查核改善方案試行狀況，針對有問題的部分提出修正。最後運用流程程序圖蒐集試行期間的相關數據，並利用改善效益分析表，分析其改善效益，將其結果填回 FMEA 評估此改善方案是否減少問題原因的發生度。此階段的執行步驟以及相關運用工具如圖 3.7 所示：

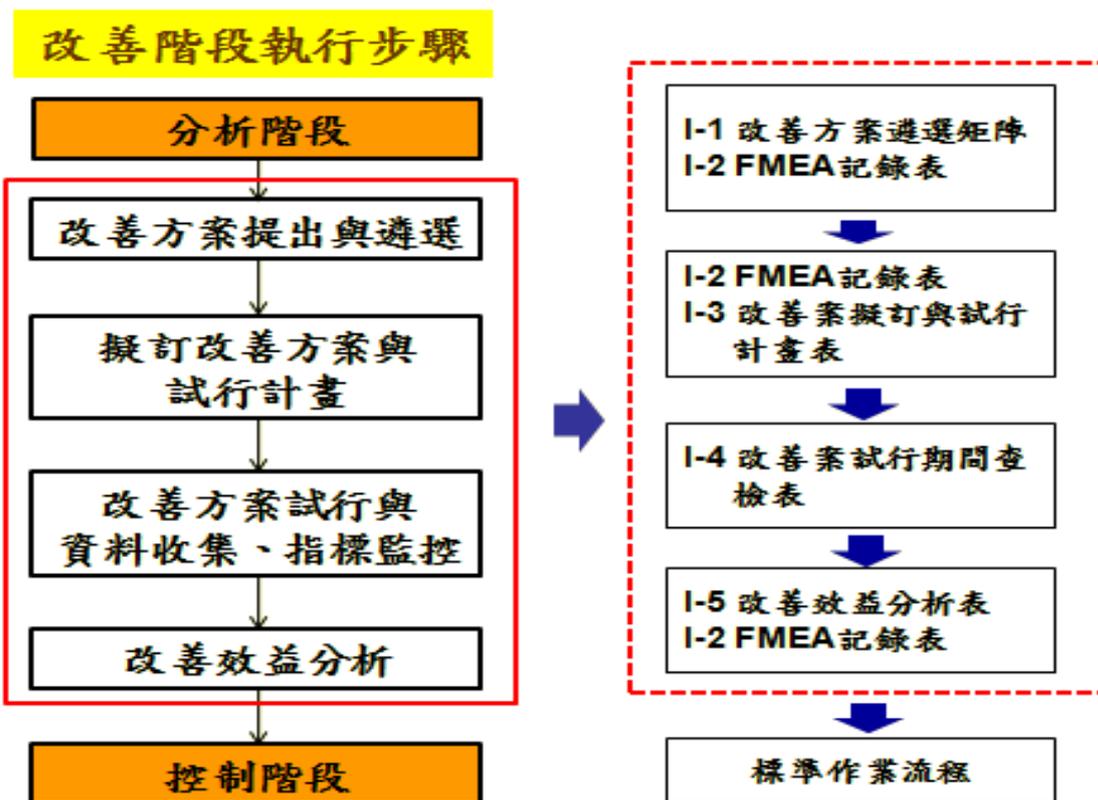


圖 3.7 改善階段之執行步驟及主要應用工具

### 3.7 控制階段

建立一套機制以維持改善方案持續進行，確認修正後的流程讓關鍵品質指標及製程參數保持在可被接受的範圍內並持續監控，並且能夠預防問題發生，透過建立標準作業程序實施標準化，以追求精實的完美精神。此階段會因不同產業而異，常用的方法有防呆機制、教育訓練及統計流程管制等。

#### 3.7.1 執行步驟

控制階段的執行步驟如下所示：

1. 標準化：依據改善案之成果，將相關所需標準化文件，建立標準化，使相關人員熟悉改善後流程。
2. 監控機制：依據不同改善項目，建立其監控機制，固定每周/月使用查核表監控改善案是否有持續進行改善。
3. 持續改善：由於在有限的時間內無法將所有專案改善完成，因此後續專案團隊可依據 FMEA 紀錄表剩餘沒改善之項目，持續改善。

### 3.7.2 控制階段說明

依據改善階段之改善計畫，建立合適之監控計畫及查檢表，以達到定期監控改善計畫是否有持續改善。此階段的執行步驟以及相關運用工具如圖 3.8 所示：

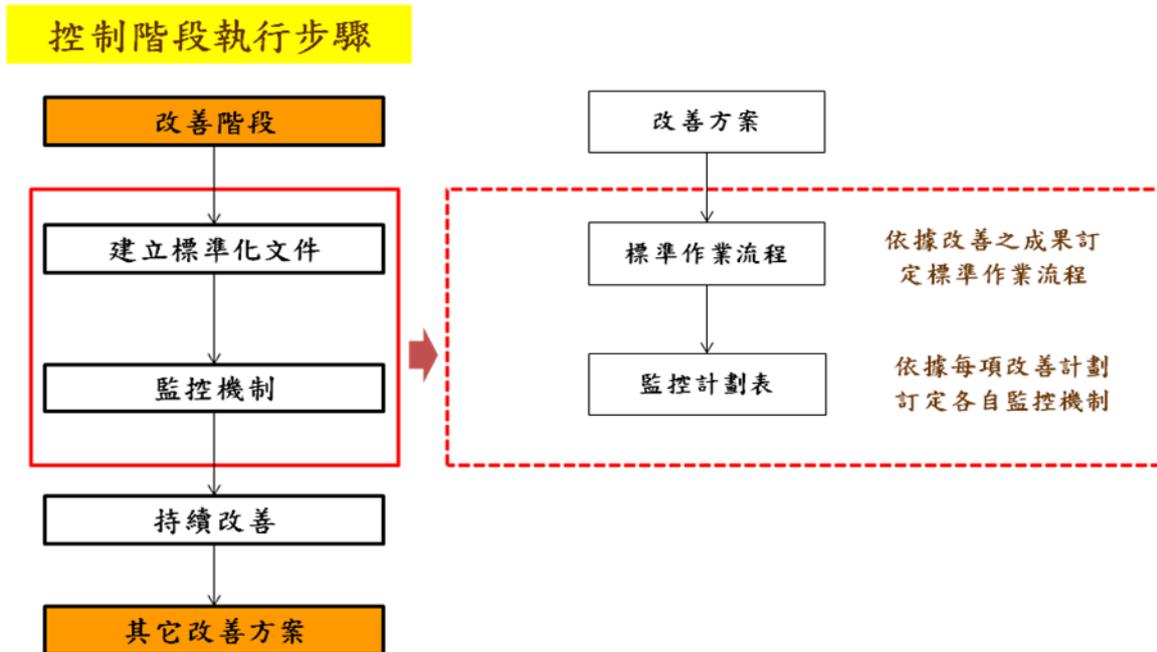


圖 3.8 控制階段之執行步驟及主要應用工具

## 第四章 個案研究

### 4.1 公司背景介紹

本研究以位於台中市大甲區的某精密機械公司(D 公司)為例進行個案研究。D 公司設立於民國 80 年 2 月 25 日，主要營業項目為空氣主軸製造及維修、成型機生產、PCB/LCD/半導體/光通訊產業等產業產品提供設備技術諮詢及叫修服務、各種特殊槽孔加工與大尺寸之電路板加工。D 公司一直期望能透過自身研發領導力，提升台灣機電產業整體競爭力。在產品的研發、設計、製造、行銷策略上，都以「務實、專業、創新」為最高指導原則，PCB 高速主軸及成型機經過 2 年務實的專業研發，及不斷改良創新，累積多項創新專利技術；再利用專利核心技術，輔導整合台灣機電產業上游供應鏈，共同生產高附加價值的各級關鍵零組件，提升整體供應鏈的產業競爭力。

早年 D 公司代理日本 HITACHI PCB 成型機，關鍵技術與零組件皆掌握在 HITACHI 手中，尤其是成型機的主軸，經過多年研發設計，D 公司順利開發出國人自行研發設計的 PCB 鑽孔/成型主軸，擺脫核心技術需依靠日本的窘境。產品設計之初，已明確定義市場為台灣、中國、東南亞生產 PCB 的中小企業工廠，針對目標市場的成本需求考量，主軸成本必須比日本進口產品低 15%、使用壽命與穩定性都比日本產品高 25%。透過成功的上下游供應鏈整合，以及核心技術的自行掌控，成功達成預設目標。

透過成功的市場定位與附加價值的提供，讓 D 公司 PCB 主軸，不但成為 D 公司自行研發 PCB 成型機、鑽孔機的指定鑽孔主軸，更讓許多擁有日本設備的工廠，逐漸轉換採用 D 公司 veta 自行研發的 PCB 鑽孔主軸。而 PCB 成型機也從 2006 年後快速拓展市佔率，更於 2009 年起成功取代過去高價日本進口 PCB 成型機的市場占有率，達到 32%。D 公司已於 1999 年取得 ISO 9001:2008 之認證，並持續改善品質管理項目，最新有效期限至 2013 年。藉由此品質認證系統，強調 QMS 品質管理系統的有效性，除將產品或服務的品質保證視為企業存在的基本條件外，更以提高顧客滿意度及持續性改善為關注焦點。

D 公司由於批量生產、產品製程繁複及產品要求高精密度的情況下，

造成生產週期時間長達於 2~2.5 個月，如果無法降低產品的生產週期時間，則無法及時滿足顧客的需求，間接影響顧客滿意度及忠誠度下降，D 公司不得不重視生產週期時間過長的問題，因此希望透過精實六標準差活動找到生產週期過長之原因，進而縮短 PCB 鑽孔/成型機主軸之生產週期時間。

## 4.2 界定階段

透過界定階段，協助團隊成員清楚地了解對此專案的範圍與目標，在此階段可分為五大部分：團隊章程、高階流程圖、顧客聲音、價值流圖析及關鍵品質指標，依序找到專案範圍及目標。

### 4.2.1 團隊章程

在此階段透過團隊章程表格的製作，確認組織架構(如圖 4.1)、專案時程、專案成員及其負責相關工作任務等，更清楚專案之專案目標、專案範圍、目標陳述及機會陳述，詳情如表 4.1。

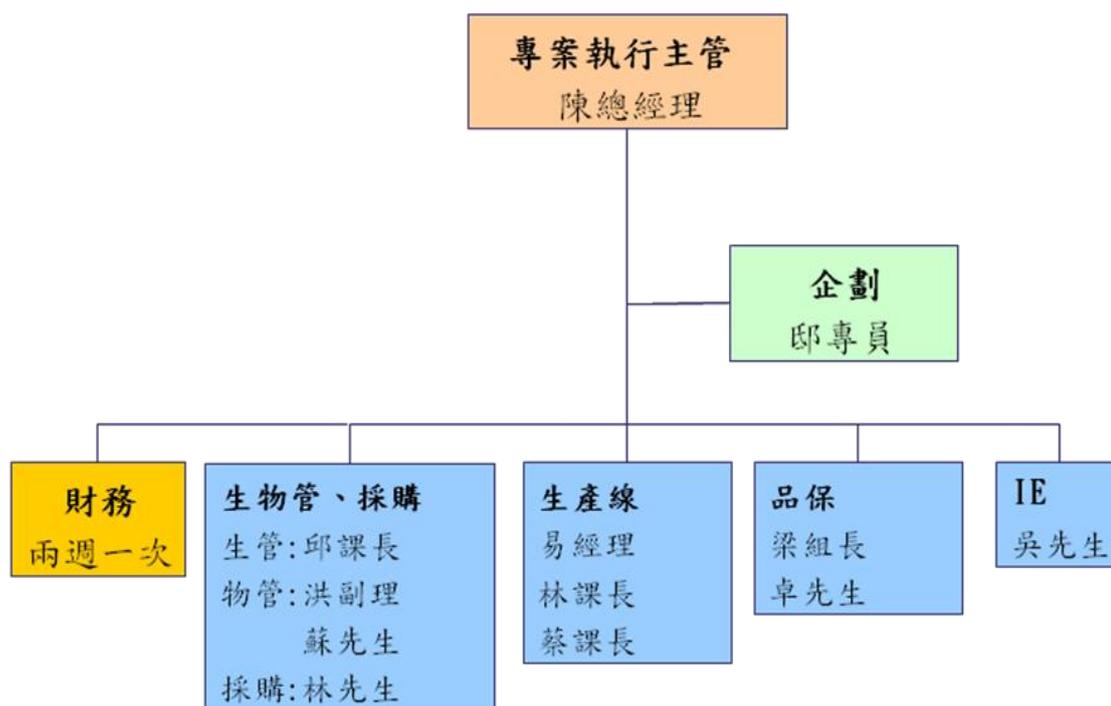


圖 4.1 專案成員之組織架構

表 4.1 團隊章程

專案目標			專案範圍															
改善生產週期時間			Spindle-FR06E															
目標陳述			專案期間															
縮短換模時間：8 小時-->4 小時			2010/12~2011/5															
專案成員																		
姓名	職務	專案組別	工作任務															
易先生	經理	生產	督導、部門間溝通協調、改善對策															
洪先生	副理	生物管	提供物料計劃、輔導、存貨資料提供、改善對策															
蘇先生	工程師	生物管	提供物料計劃、輔導、存貨資料提供、改善對策															
邱先生	課長	生物管	製程的排定、工時的統計、工單批量管控、改善對策、改善案執行期間指標監測與改善後監控機制設計															
林先生	課長	生產	收集五大零組件換模、加工時間數據、改善對策、改善案執行期間指標監測與改善後監控機制設計															
蔡先生	課長	生產	收集組裝數據整理、改善對策、改善執行與標準文件制定、改善案執行期間指標監測與改善後監控機制設計															
卓先生	工程師	品管	不良品原因、數據收集、量測、轉站時間的統計，部門間溝通協調、改善對策															
梁先生	組長	品管	不良品原因、數據收集、量測、轉站時間的統計、改善對策															
林先生	工程師	採購	提供主要供應商、素材類型、到貨時間、改善對策															
吳先生	工程師	IE	文件管理與彙整、資料分析、專案時程回報、改善對策、改善執行與標準文件制定、改善案執行期間指標監測與改善後監控機制設計															
專案時程																		
活動	時間	12	2011/01					2011/02				2011/03				2011/04		
		26	2	9	16	23	30	6	13	20	27	6	13	20	27	3	10	17
界定	預計																	
	實際																	
衡量	預計																	
	實際																	

分析	預計																
	實際																
改善	預計																
	實際																
控制	預計																
	實際																

## 4.2.2 高階流程圖

透過高階流程圖協助團隊成員從高階的角度，快速掌握流程的上下游關係與產品流向的相關重要資訊，並且使高階主管及團隊成員取得專案範圍的一致認同，高階流程圖主要分為主要供應商、投入/要求、流程、產出/要求及顧客，如圖 4.2 所示。

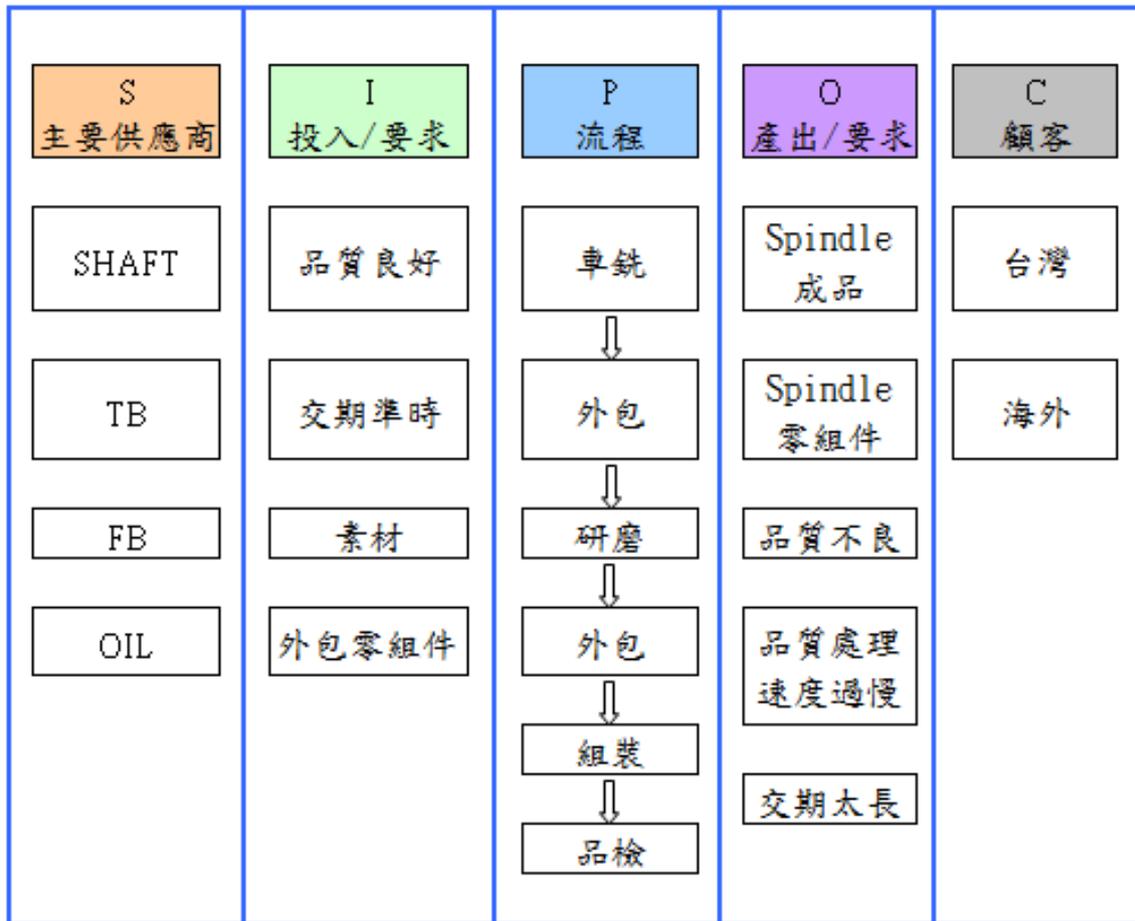


圖 4.2 高階流程圖

從高階流程圖中得知，PCB 鑽孔/成型機的主軸對供應商/外包商的要求為品質良好及準時達交。主軸的主要流程為車銑、熱處理(外包)、研磨、表面處理(外包)、組裝及品檢。顧客主要為台灣及海。顧客對 D 公司的要求為品質不良及交期太長議題等。D 公司的現況為交期長達 2~2.5 個月，顧客希望能縮短至 1.5~2 個月。由此可知現況的產品生產週期及品質與顧客的期望有蠻大的落差。

### 4.2.3 顧客聲音

向業務蒐集營業額占比及銷售數量較高的顧客群最常向業務人員反應的問題、普遍性反應的問題以及業務人員認為的可能原因。接著詢問品管人員目前顧客常客訴的前三大問題、品保人員認為的可能原因，將結果放入表 4.2 顧客聲音中。從顧客聲音(VOC)得知焦點顧客群對產品的意見。由表 4.2 得知，目前顧客最常反應的問題主要是品質相關的問題，如：品質不良、品質處理處度過慢以及品質相同問題重複發生。

業務人員根據顧客說明發生情形，列出業務端認為發生的可能原因為預估終端顧客加工、環境條件與實際落差過大。由於精密機械加工之加工環境要求整潔、乾淨及其他條件，但可能因終端顧客環境未能符合預設之加工環境，因此造成精密度高的軸心容易出現問題。另外，軸心的規格與型號過多，當終端顧客出現問題時，無法立即針對發生問題的規格及型號進行處理，影響終端顧客對公司售後服務品質之觀感。

另外，品保人員也列出經常維修之前三項問題點，如：開閉不良、漏油以及使用壽命不長等問題。品保人員認為開閉不良的可能原因有兩個，一個是研發端的設計問題，另一個則是現場加工精度出現問題。品保人員認為漏油問題的可能原因有兩個，一個是廠內的最終組裝出現問題，另一個則是廠外的供應商之零組件品質不良。品保人員認為軸心使用壽命不長的可能原因如下：廠內的研發端的設計問題及使用材質的適切性，廠外的供應商之零組件品質不良，最後可能因終端顧客使用環境及使用條件造成軸心之耐久性不高。

表 4.2 顧客聲音

資料來源	資料項目	焦點顧客群意見	資料來源認為可能的原因
業務	主要客戶最常反應什麼?	品質不良	預估終端顧客加工、環境條件與實際落差過大
		品質處理速度過慢	1 同上
			2 對應規格、型號過多
	品質問題重複發生	根源問題無法明確	
品保	最常遇到的客訴問題	開閉不良	設計問題，加工精度問題
		漏油	組裝問題，零組件品質不佳
		使用壽命不長	設計問題，零件配合性及材質問題，零件品質不佳，客戶使用環境因素及條件問題

#### 4.2.4 價值流圖析

從顧客端了解焦點顧客群對產品的意見後，接著透過價值流圖析了解現行流程的狀況。在製作 Spindle 的價值流圖析前，需先經由 P/Q 分析確定 Spindle 的型號，P/Q 分析主要從營業額占比及銷售數量來分析，P/Q 分析結果如下圖 4.3 所示。

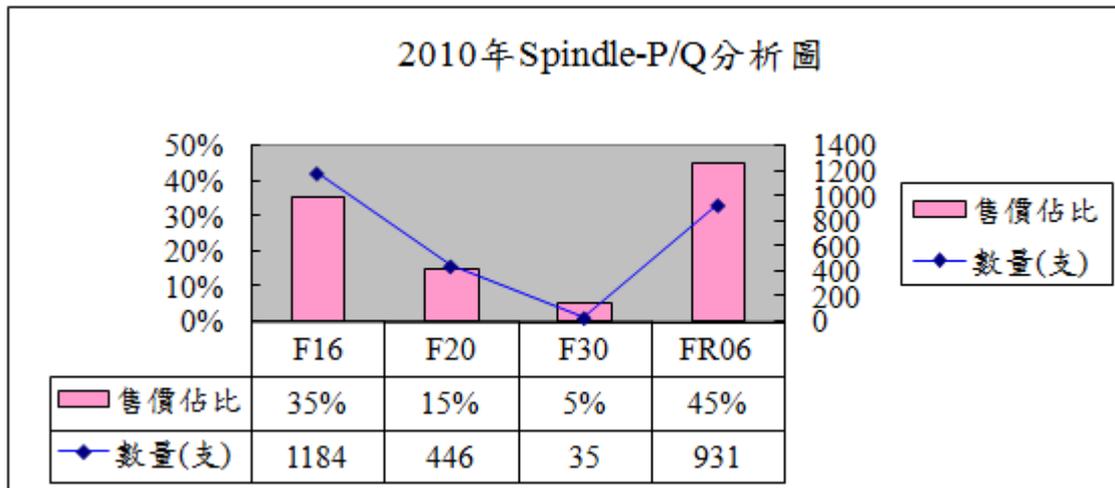


圖 4.3 2010 年軸心(Spindle)-P/Q 分析

透過 P/Q 分析的結果決定針對型號 FR06 的軸心(Spindle)，但軸心分成五大零組件跟其他零件，目前又以夾頭影響整體流程最深，因此選定夾頭繪製價值流圖析。經由分析價值流圖析發現夾頭之生產週期長達 56.83 天，有附加價值時間 9.13 天，非附加價值時間長達 47.7 天。主要由於首道製程的校車(換模)時間長達 8 小時，甚至有時會超過一天，因而採用大批量生產，在生產流程內產生許多半成品及成品庫存、生產週期時間過長、上游供應商及外包商之交期過長與採購件/外包件品質不良等問題。FR06 夾頭現況價值流圖析如下圖 4.4 所示。

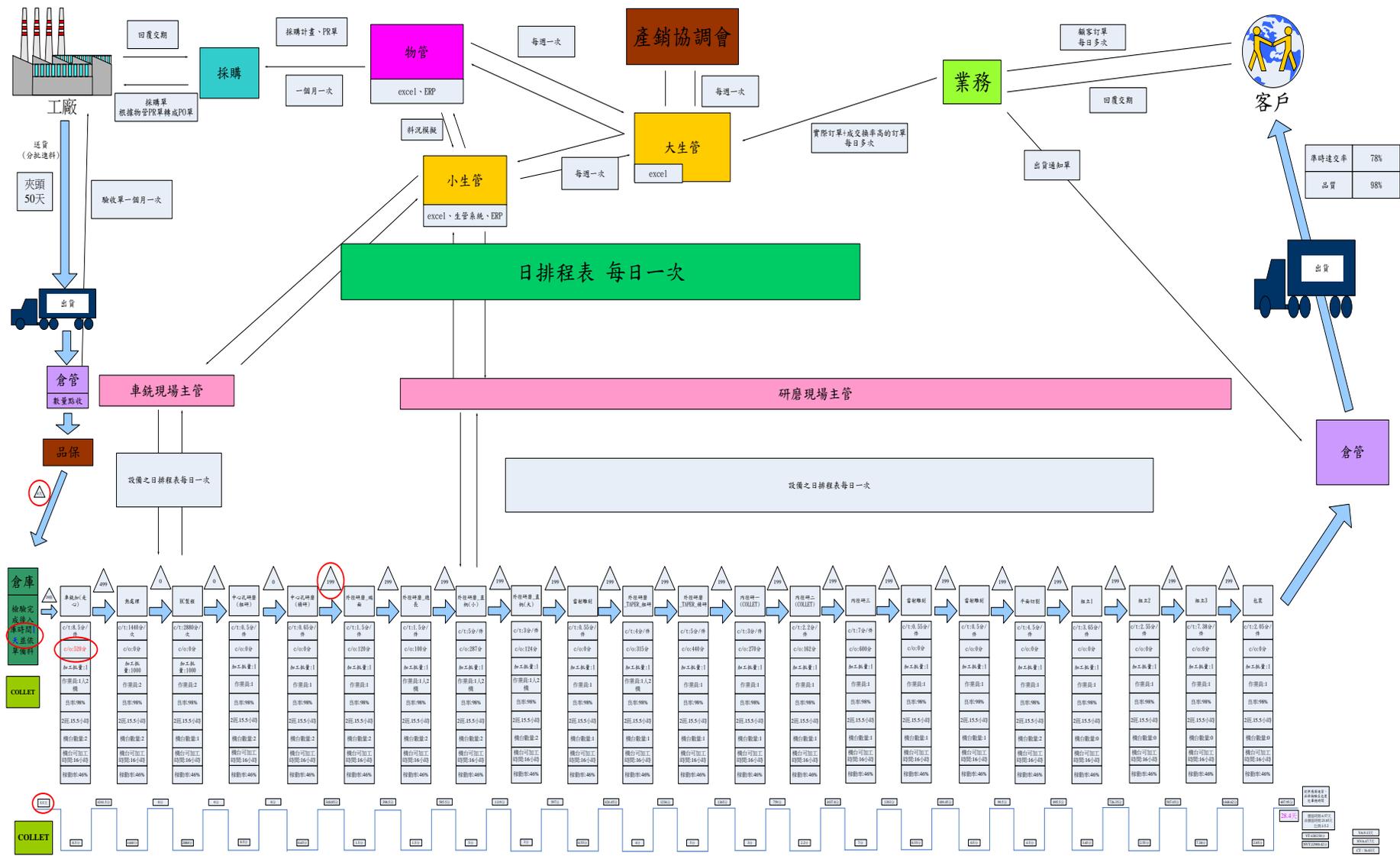


圖 4. 4 FR06 夾頭現況價值流圖析

車銑加(走心)
c/t:8.5分/件
c/o:520分
加工批量:1
作業員:1人2機
良率:98%
2班.15.5小時
機台數量:2
機台可加工時間:16小時
稼動率:46%

圖 4.5 車銑複合機之 Data Box

價值流圖析的製程的相關資訊為生產單件週期時間(C/T)、換模時間(C/O)、加工批量、作業員(幾人幾機)、良率、幾班制、可加工機台數、機台可加工時間以及機台稼動率等資訊。

#### 4.2.5 關鍵品質指標

最後將焦點顧客群聲音、價值流圖析分別列出可改善的目標及其相對應之關鍵品質指標，接著針對此項關鍵品質指標是否對應顧客聲音，可改善空間進行評分作為權重，並根據此項關鍵品質指標公司內部是否有專案在進行，以及列出各關鍵品質指標現行績效及目標績效作為專案成員評估是否將此項關鍵品質指標納入專案範圍內，如表 4.3 所示。最後得到此專案的專案目標為縮短校車時間(也就是換模時間)，預計從 8 小時縮短為 4 小時。

表 4.3 關鍵品質指標

焦點顧客群 聲音(VOC)	待改善項目(VSM)	關鍵品質指 標(CTQ)	權重			是否為既 有專案	是否納入 專案範圍	現行績效	目標績效 (SIPOC)
			是否對應顧客聲音 (Y→5, N→0)	可改善空間 (9, 6, 3)	小計				
開閉不良	設計不良	開閉不良率	5	9	14	o	x	24%	10%
漏油	組裝問題, 檢測方式	漏油不良率	5	3	8	x	x	4%	1%
使用壽命不 長	零件配合性及材質 問題, 客戶使用環境 因素及條件問題	壽命時間	5	9	14	x	x	1200 小時	2000 小時
品質問題反 覆處理	根源問題無法明確	同樣問題的 發生率	5	9	14	x	x		
	採購至入庫	採購至入庫 時間	0	6	6	x	o	素材:27 天 外包件:30~45 天	素材:21 天 外包件:25~35 天
	外包品質不良	外包不良率	0	9	9	x	x	20%	10%
	半成品庫存等待時 間過長	庫存量	0	6	6	o	x	車銑:199	車銑:49
	校車時間過長(換模)	校車時間	0	9	9	o	o	520 分	240 分

### 4.3 衡量階段

針對界定階段得到的關鍵品質指標-校車作業時間，因此改善的目標將針對現場校車作業為重點。校車作業的操作定義為「從員工接到下張工單開始準備工具的動作觸動計時，準備此工單所需相關工具，相關工具包含刀具、工具、夾具及量具後。將刀具及夾治具裝置車銑複合機，調整刀具、夾治具、物料相關位置，接著作業員設定機台相關參數後開始加工。將加工後之工件依現有量具自行量測部分尺寸是否合格，合格後將半成品送至品保室檢驗，品保檢驗合格即可開始量產，代表校車作業結束」。因各項作業內容繁複，因此將整個校車作業概分成下列作業：準備相關工具、修模、輸入加工程式、加工、自主檢驗及品保檢驗，如下圖 4.6 所示。為了更清楚每步驟是否有價值，蒐集夾頭校車作業時間。

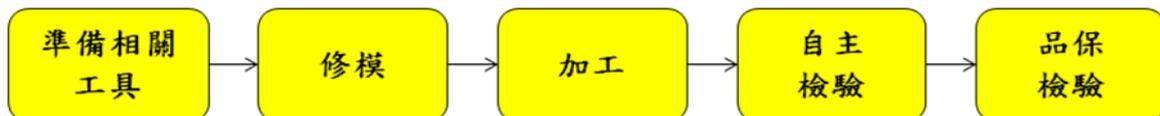


圖 4.6 校車作業流程

#### 4.3.1 流程程序圖

透過流程程序圖可以將量測結果清楚地分類並了解現況，如圖 4.7。流程程序圖將作業分為五大類：操作(○)、檢查(□)、等待(D)、儲存(▽)及搬運(□)，因專案對象是校車作業，這裡的「操作」是機台加工是屬於必要的作業，檢驗、等待、儲存及搬運屬於無附加價值的作業，但檢驗跟搬運是必要的作業，因此應減少其浪費之時間。

數據收集方式乃現場實際測量，然而量測時間長達數小時因此使用工具碼表最小值 0.1 秒，並與 D 公司所提供之歷史數據比較，夾頭在車銑段校車作業平均為 520 分鐘，此次量測為 453 分鐘，與歷史資料相差不遠。

# 流程序圖(改善前)

製作者：吳秉芳

製作日期：2011/1/27

零件名: ADC 夾頭				製程名:				概要說明														
序	工程名	加工	檢查	等待	儲存	搬運	搬運距離	ADC COLLET 王子峯、姚中屏														
								次數	8	16	30	0	9	問題點					著眼點			
序	作業內容	工程					搬運距離 E	數量(支)	時間(分)	目的	場所	順序	作業者	方法	刪除	合併	交換順序	交換場所	交換作業	方法變更	簡化	
		操作(加工)	檢查	等待	儲存	搬運																
		○	□	D	▽	⇨																
1	備刀	準備相關工具			☆				150.0													
2	修模	送料機零配件更換			☆				11.0													
3		上料			☆																	
4		送料機設定調整			☆																	
5		機台清理			☆																	
6		上主軸夾頭(左)			☆				25.0													
7		更換(調整)主軸夾頭			☆																	
8		調整送料機與機台的鬆緊			☆																	
9		上主軸夾頭(右)			☆																	
10		測試夾頭力道並調整			☆				20.0													
11		校刀	裝刀具*4-車刀			☆			15.0													
12	校正對刀儀				☆			30.0														
13	對刀				☆																	
14	將刀具裝至機台*4				☆			15.0														
15	裝刀具*10-銑刀		☆		☆			25.0														
16	將刀具裝至機台*7				☆			10.0														
17	設定機台參數、機台對刀				☆			27.0														
18	將刀具裝製機台*3(邊裝邊對刀)				☆			15.0														

## 流程程序圖(改善前)

19	加工	首件加工(左)-邊 做邊調整	☆								15.0									
20	校刀	調整機台-主軸夾 頭位置確認(右)			☆						20.0									
21	加工	首件加工(右)-邊 做邊調整	☆								15.0									
22	量測	停機-自主檢驗		☆							23.0									
23		送首件至品保					☆				1.0									
24		品保首件檢驗		☆							30.0									

圖 4.7 夾頭之流程程序圖

### 4.3.2 時間價值圖

接著使用時間價值圖(如圖 4.8)分析各項作業之其類型、作業時間以及屬於有附加價值(Value adding, VA)或是無附加價值(Non-Value adding, NVA), 並利用圓餅圖(如圖 4.9)呈現校車作業 VA 及 NVA 之間的比例關係。

作業 步驟	作業內容	類型	作業時間(分)	VA(有價值) NVA(沒價值)	備註
1	準備相關工具	D	150.0	NVA	
2	修模	D	56.0	NVA	
3	補正作業	D	157.0	NVA	
4	加工	○	30.0	VA	
5	首件送檢	□	62.0	NVA	

圖 4.8 時間價值圖

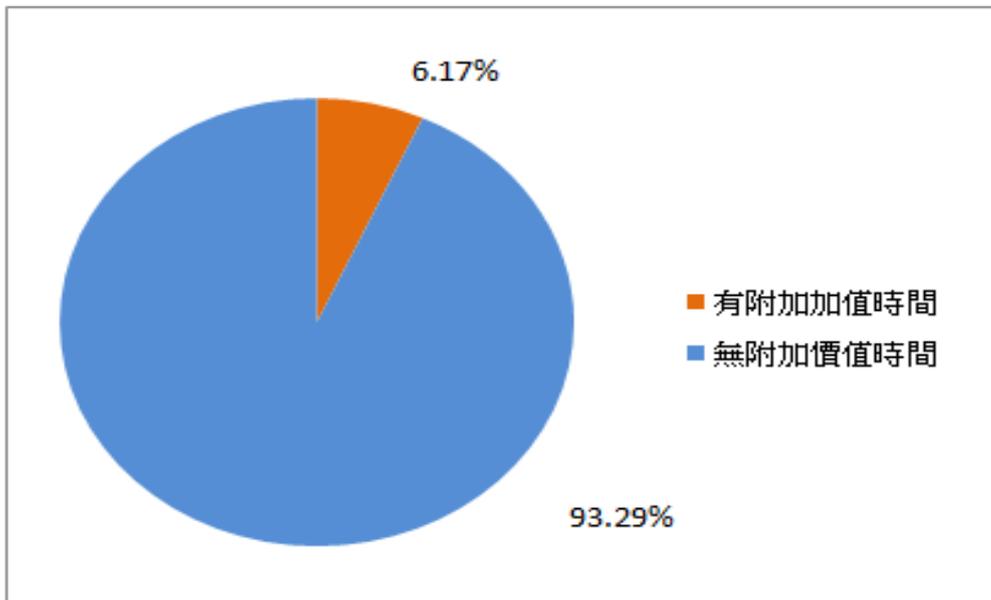


圖 4.9 附加價值時間與無附加價值時間之比例

由於目前夾頭之細部校車作業資料不足，與現場資深人員討論後得知其他零組件(如：軸心、前培林、後培林及油路本體)於車銑加工製程均需校車作業，並且有校車細部作業時間，故此蒐集其他零組件校車作業時間並分析其他零組件於校車作業之時間占比為前兩項之作業。因此從時間價值圖得知校車作業時間占比較高之前三項作業，分別為準備工具、補正作業及首件送檢。

### 4.3.3 特性要因圖

利用特性要因圖分析造成校車週期時間長的前三項作業的問題，如準備工具、補正作業及首件送檢，經由專案成員腦力激盪及詢問現場資深人員，找尋問題所在。如圖 4.10 得知，影響準備相關工具時間長有三個輸入變數，分別是：刀具存放資訊不清楚、替代刀具資訊不清楚及相關工具未統一放置。校車人員準備相關工具主要依據工單找尋所需之相關工具，由於刀具、工具及夾具與其他機台共用，可能造成當時所需之相關工具正為其他機台所用，然而因缺少此相關資訊使校車人員花費許多時間找尋，造成不必要的浪費。

還有因工具、刀具、夾具及量具存放位置不同，未統一管理還有未建立替代刀具資訊(如圖 4.11)，使得校車人員需至不同地方找尋所需之刀具、工具、夾具及量具，以及當刀具損壞而庫存耗盡時，缺少可替代刀具資訊，

造成校車人員需花過多時間找尋所需之工具。

在補正作業的部分主要有兩個輸入變數影響校刀時間，分別是尺寸補正技術及刀具損壞數量，尺寸補正技術又可細分為校車人員經驗不足及機台加工穩定度等原因。造成校車人員經驗不足因 D 公司的生產批量為大批量生產(500 件)，使得校車作業平均一至兩個月才會發生一次，及現行的校車人員在教育訓練時，受限於產能限制無空機台能提供人員實際操作，故此現行教育訓練只能教導理論部分缺少實做的機會，所以校車人員當遇到機台發生問題無法自行解決時，需向現場資深人員詢問該如何解決，造成校刀時間的增加，也會占用現場資深人員的作業時間；另外，造成機台加工穩定度不佳之可能輸入變數又可細分為素材材質不一及機台設備加工的累積誤差。相同的加工件材質因供應商的不同而有些微差距，另外，相同的加工件材質及供應商但因素材之前後段密度不同，使得半成品有些微誤差無法通過要求高精密度的檢驗標準。機台設備加工的累積誤差乃因未定時保養機台設備造成。

造成刀具損壞數量之輸入變數又可細分為加工件材質及程式編寫。加工件材質的不同會影響刀具壽命之長短，因先前未記錄不同加工件材質的刀具壽命，所以當不良品產生時才發現刀具已損壞，但已造成不良品之浪費；由於加工程式未統一及未標準化，不同的校車人員用自己熟悉的方式編寫加工程式，經驗不同影響編寫加工程式的速度、優劣及刀具壽命，當不良品產生時才發現刀具已損壞，但已造成不良品之浪費。

最後，影響首件送檢時間長之輸入變數為品保人員檢驗時間長，及等待品保檢驗件數多造成首件等待的浪費。校車人員將刀具及工件裝至車銑複合機，撰寫加工程式，開始加工，加工後校車人員運用手邊現有檢驗儀器檢查半成品部分尺寸是否合格，如果都合格送至品保室檢驗其它尺寸。影響品保人員檢驗時間長之輸入變數為新進品保人員檢驗經驗不足。由於近期有新進品保人員加入，新進人員尚未熟悉檢驗儀器，因此需多一些時間檢驗。上述詳情見下圖 4.10。

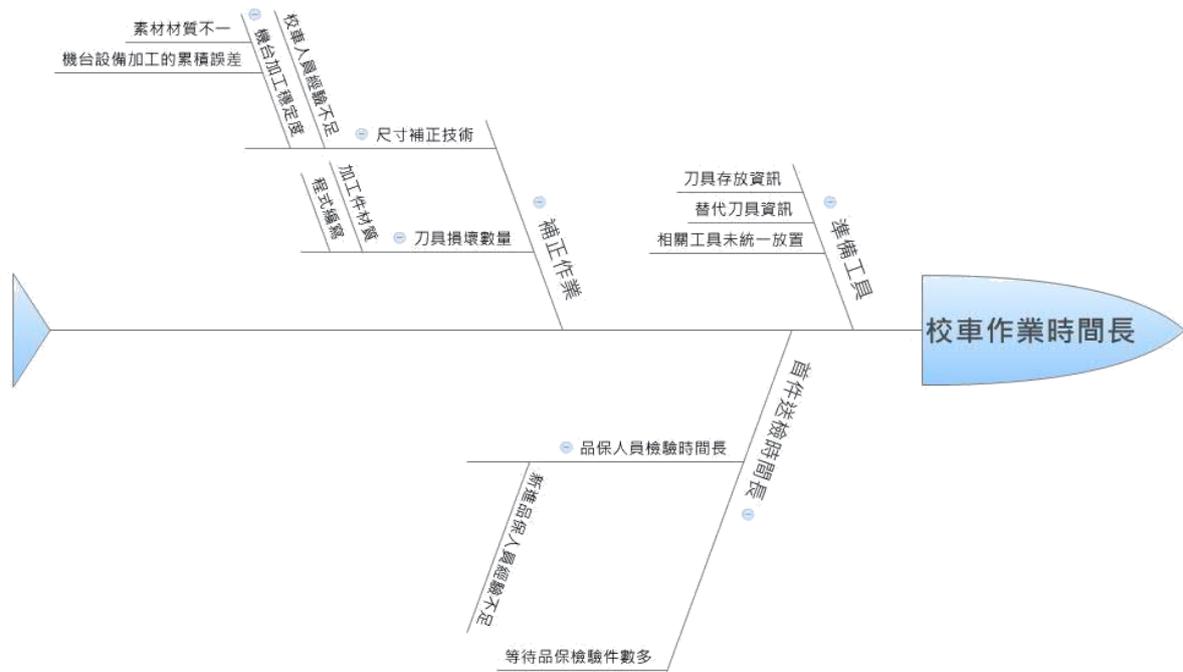


圖 4.10 校車作業之特性要因圖

統整上述並列出影響校車時間長之可能輸入變數，如下表 4.4 所示：

表 4.4 特性要因圖之統整表

作業	輸入變數
準備工具	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 刀具存放資訊不清除</li> <li>2. 替代刀具資訊不清楚</li> <li>3. 相關工具未統一放置</li> </ol>
補正作業	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸補正技術               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 校車人員經驗不足</li> <li>(2) 機台加工穩定度不夠                   <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 素材材質不一</li> <li>b. 機台設備的累積誤差</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>2. 刀具損壞數量               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 加工件材質</li> <li>(2) 程式編寫</li> </ol> </li> </ol>

作業	輸入變數
首件送檢	1. 品保人員檢驗時間長 (1) 新進品保人員經驗不足 2. 等待品保檢驗件數多

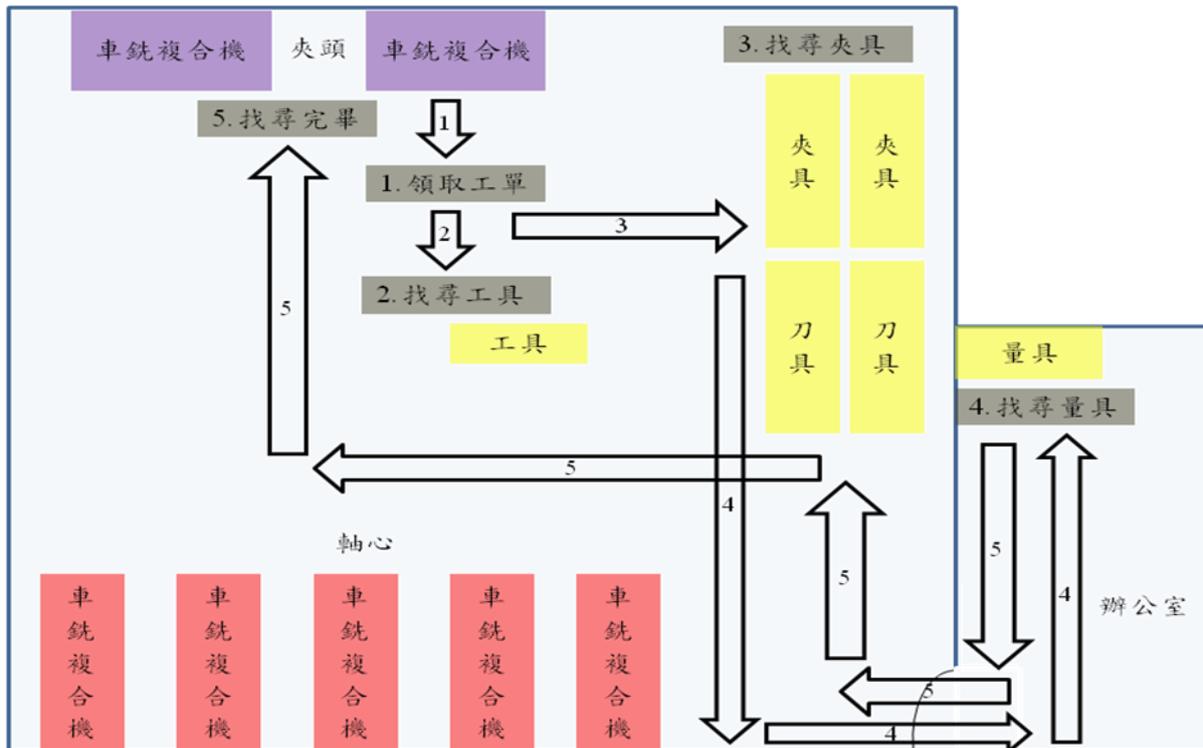


圖 4.11 現場佈置簡單示意圖

#### 4.3.4 流程輸入/輸出變數對應表

經過特性要因圖分析之後，將所有的輸入變數與作業內容、類型及輸出變數作對應，填入流程與輸入/輸出變數對應表中(如表 4.5)，表 4.5 主要分析輸入變數的類型及影響何種之輸出變數。經過詳細了解與分析，可控制的輸入變數有刀具存放資訊、替代刀具資訊、新進品保人員經驗不足、等待品保檢驗件數多、加工件材質、程式編寫及校車人員尺寸補正經驗不足；不可控的輸入變數有機台設備的累積誤差及素材材質不一；關鍵的輸入變數有校車人員尺寸補正經驗不足。

表 4.5 流程與輸入/輸出變數對應表

流程與輸入/輸出變數對應表							
作業 步驟	作業內容	輸入變數	類型				輸出變數
			可控制	不可控	關鍵	標準化	
1	準備工具	刀具存放資訊	◎				作業時間長
2	準備工具	替代刀具資訊	◎				作業時間變異
3	首件送檢	新進品保人員檢驗經驗不足	◎				作業時間變異
4	首件送檢	等待品保檢驗件數多	◎				作業時間長
5	補正作業	機台加工穩定度 機台設備加工的累積誤差		◎			作業時間長
6	補正作業	機台加工穩定度 素材材質不一		◎			作業時間長
7	補正作業	刀具損壞數量 加工件材質	◎				作業時間長
8	補正作業	刀具損壞數量 程式編寫	◎				作業時間變異
9	補正作業	校車人員尺寸補正經驗不足	◎		※		作業時間變異

#### 4.3.5 要因特性矩陣

接著專案成員將輸入變數填入要因特性矩陣(如表 4.6)，並考量作業時間長、作業時間變異及改善空間等權重。專案成員依據輸入變數與作業時間長、作業時間變異及改善空間的相關性高、中、低而評分為 9、6、3。從時間價值圖得知，準備工具作業、補正作業及首件送檢等作業，占總校車作業時間的前三項作業。補正作業之校車人員尺寸補正經驗不足，準備工具的刀具存放資訊不清楚及替代刀具資訊不清楚，與校車作業時間長及作業時間變異相關性占比為前兩名。並且專案成員評估這三項輸入變數有良好的改善空間。最後的評估結果為校車人員的尺寸補正經驗不足、刀具存放資訊不清楚及替代刀具資訊不清楚的總分最高。

表 4.6 要因特性矩陣

要因特性矩陣						
作業編號	作業	輸入變數	作業時間長 (9,6,3)	作業時間變異 (9,6,3)	改善空間 (9,6,3)	總分
			權重			
			10	7	3	
1	補正作業	校車人員尺寸補正經驗不足	9	9	9	180
2	準備工具	刀具存放資訊	6	9	6	141
3	準備工具	替代刀具資訊	6	9	6	141
4	首件送檢	新進品保人員檢驗經驗不足	6	6	6	120
5	首件送檢	等待品保檢驗件數多	3	6	6	90
6	補正作業	刀具損壞數量 程式編寫	3	6	6	90
7	補正作業	刀具損壞數量 機台設備加工的累積誤差	3	3	3	60
8	補正作業	機台加工穩定度 素材材質不一	3	3	3	60
9	補正作業	刀具損壞數量 加工件材質	3	3	3	60

關於準備工具、補正作業及首件送檢等作業，經由訪問現場課長及資深人員，深入探討造成這三項作業時間長之關鍵輸入變數，因此深入了解準備工具作業主要分為找尋刀具、工具、夾具及量具、撰寫加工程式及列印檢驗表，校車人員需至不同地方找尋所需刀具及量具，造成人員找尋工具的浪費。或當刀具數量不足時，因現場缺少替代刀具資訊，因此得花許多時間找尋所需刀具，有時甚至需要緊急採購所需之刀具，造成機台等待的浪費。還有校車作業於現行因缺少標準化，使得不同的校車人員的校車作業步驟不一致，並且因校車人員之經驗差異，與校車人員各人喜好放置機台的刀具順序不一致，造成撰寫加工程式速度與不一致，產生許多不必要的浪費。因此需於改善階段改善之關鍵輸入變數為刀具資訊不清楚、替代刀具資訊不清楚及缺少標準化等關鍵輸入變數。

補正作業經由與現場課長及資深人員深入探討得知，主要因產品要求精密度高、校車人員對機台的熟悉程度、公差範圍小及校車人員尺寸補正經驗不足等輸入變數，又以校車人員尺寸補正經驗不足及對機台的熟悉程度影響補正作業最深。因此需於改善階段改善之關鍵輸入變數為校車人員尺寸補正經驗不足。

首件(校車作業完的第一個零組件,則稱之)送檢作業包含加工人員自主檢驗及品保檢驗兩部份,經由與現場課長及資深人員深入探討得知,主要因校車人員經驗不足導致量測首件時間太長,以及首件送至品保每次檢驗時間不固定,有時只需 5 分鐘,有時則須花至 40 分鐘,然而這是因為首件需排隊等待檢驗,每次排隊的順序不一,因此造成送品保檢驗時間不固定。因此需於改善階段改善之關鍵輸入變數為校車人員尺寸補正經驗不足。

## 4.4 分析階段

根據衡量階段的要因特性矩陣得知，影響校車作業週期時間長之輸入變數為加工人員經驗不足、刀具存放資訊不清楚及替代刀具資訊不足，於分析階段使用統計工具，進行驗證以上輸入變數是否為關鍵輸入變數。

### 4.4.1 現況說明

由於 D 公司現行為大批量生產，校車作業長達 1~2 個月才發生一次，故不易蒐集多筆相同型號的夾頭校車作業。與現場主管討論後，決定以校車作業複雜度相似，且有相同型號的零組件：F16 油路本體的校車作業進行分析，蒐集的資料如附錄一所示。

從附錄一發現，校車作業時間長達由 1 人或 2 人含以上完成，並且校車作業時間最長達 29 小時。由於校車作業發生的時間點不同，當下值班的校車人員也不一定相同，因此相同的校車作業會由不同的校車人員接續完成，另外每次進行校車作業的校車人員順序也會不同。

與現場資深人員深入探討後得知，校車作業主要因換班、人員的教育訓練以及問題排除等狀況會換不同校車人員接手進行，換的校車人員類型可能相同或不同，也就是校車作業換人接手時，沒有一定的規範。因此，本研究依據 D 公司現行教育訓練制度，將不校車人員分類，分類如下所示。並依據 D 公司教育訓練制度分類如附錄二所示。

1. A 類型：校車人員年資於 6 個月內，師傅在一旁觀察校車人員進行校車作業。
2. B 類型：校車人員年資於 6 至 27 個月內，可自行進行校車作業，如校車遭遇問題時，詢問現場師傅。
3. C 類型：校車人員年資達 27 個月以上並通過考核，即成為師傅，能自行排除現場問題。

#### 4.4.2 校車人員經驗不足之分析

由於同一筆校車作業包含一筆含以上之補正作業，因此欲分析同一筆校車作業之不同校車人員類型於做相同作業(如：補正作業)之時間，驗證從要因特性矩陣得到校車人員經驗不足之關鍵輸入變數。

經過篩選後得到四筆的校車作業，不同校車人員類型(B、C)進行相同作業(補正作業)，如下表 4.7 所示。再透過長條圖分析 B 類型校車人員比 C 類型校車人員，進行補正作業花的時間比較長，如下圖 4.12。

表 4.7 篩選後之校車作業

項次	型號	作業代號	作業時間	校車人員類型
5	F16	B. 補正作業	335	B
5	F16	B. 補正作業	180	C
6	F16	B. 補正作業	360	B
6	F16	B. 補正作業	305	C
7	F16	B. 補正作業	510	B
7	F16	B. 補正作業	230	C
12	F16	B. 補正作業	230	B
12	F16	B. 補正作業	60	C

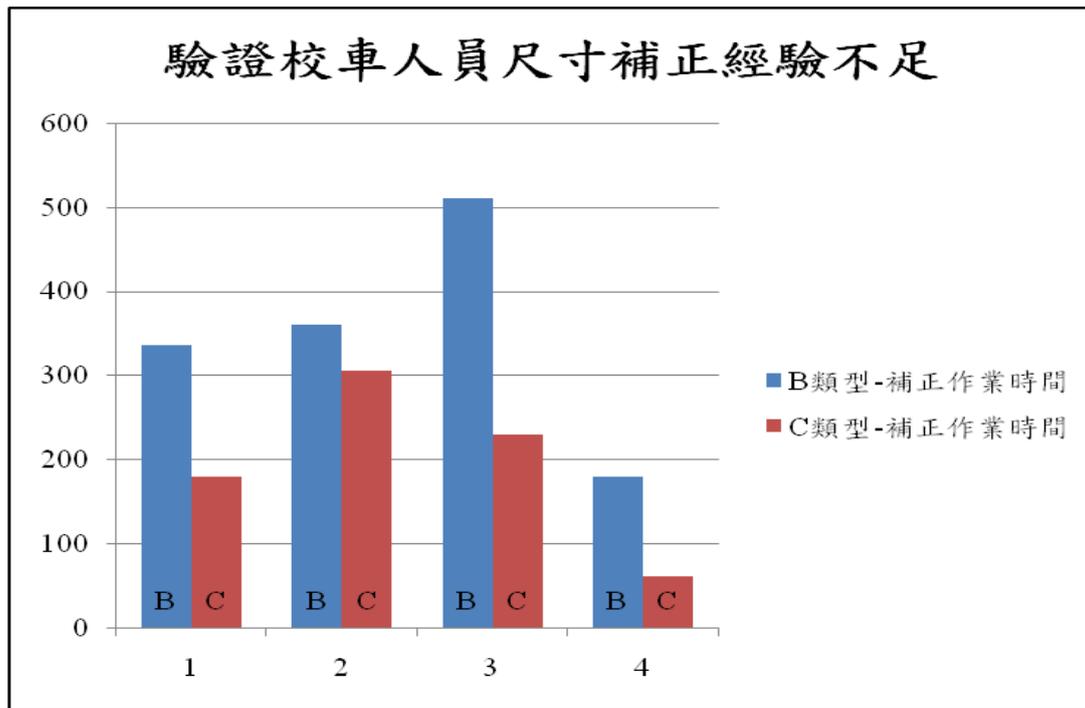


圖 4.12 驗證校車人員尺寸補正經驗不足

經由深入訪談現場資深人員得知，現行雖有校車作業之標準作業流程，但 C 類型校車人員(師傅)憑自己經驗值進行校車作業，有時未依據標準作業流程，並且因刀具裝至機台位置未標準化，使得不同校車人員憑個人喜好裝至刀具位置進而影響加工程式之撰寫。還有撰寫加工程式時間因個人經驗而異，以上原因造成校車作業時間因人員經驗不同而有變異。因此，需要將校車作業、加工程式及刀具擺放位置標準化，以減少人員之間的變異。

#### 4.4.3 準備工具時間長之分析

由於夾頭的校車作業資料只有 1 筆，因此經由訪問課長及現場資深人員，發現其他零組件(如：軸心、前培林、後培林及油路本體)在車銑加工製程均需校車作業，並且有校車細部作業時間，因此本研究建議當遇到資料不足時，可從相似零組件在相同製程的校車作業得到資料進行分析，分析其他零組件於校車作業之時間占比為前兩項之作業。經過蒐集得到共 12 筆資料，軸心 7 筆、夾頭 1 筆、前培林 2 筆、後培林 1 筆及油路本體 1 筆，主要記錄時間占比為前兩項之作業、作業時間、總校車作業時間及百分比，如下表 4.8 所示。

表 4.8 每一製程所有校車步驟中所花時間最多的前兩名

零件名	製程	作業	時間(分)	總時間(分)	百分比
軸心	車銑加工一	準備工具	51.7	104.7	49.38%
		首件送檢	10.7	104.7	10.22%
	車銑加工一	準備工具	55	107	51.40%
		首件送檢	26	107	24.30%
	HC 後車一	校刀	29.8	89.4	33.33%
		自主檢驗	17	89.4	19.02%
	HC 後車二	校刀	43.6	172.3	25.30%
		換爪	37	172.3	21.47%
		修模	35	172.3	20.31%
	HC 後車三	換爪	25	56	44.64%
		首件送檢	11	56	19.64%
	HC 後車四	換刀	58.1	204.5	28.41%
		換爪	44.7	204.5	21.86%
	HC 後車五	首件送檢	48	105.1	45.67%
校刀		27	105.1	25.69%	
夾頭	車銑加工一	補正	641	1130	56.73%
		首件送檢	143	1130	12.65%
前培林	車銑加工一	補正	650	1710	38.01%
		準備工具	395	1710	23.10%
前培林	車銑加工一	補正	778	1957	39.75%
		準備工具	519	1957	26.52%
後培林	車銑加工一	補正	1055	2310	45.67%
		準備工具	415	2310	17.97%
油路本體	車銑加工一	補正	495	1120	44.20%
		準備工具	210	1120	18.75%

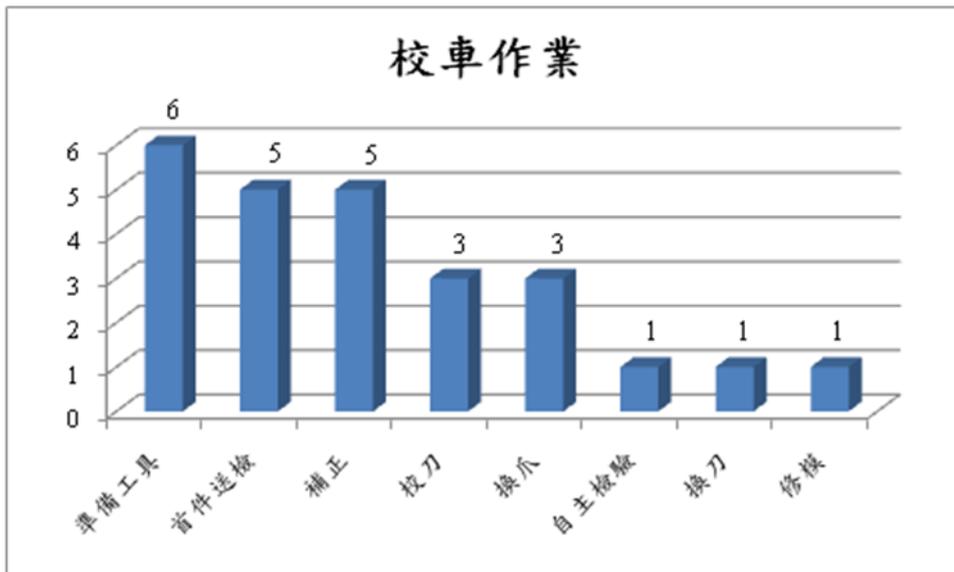


圖 4.13 統計次數

並透過圖 4.13 統計這 12 筆資料之時間占比為前兩名之作業發生次數，發現準備工具、補正作業及首件送檢等作業發生次數最多，代表校車作業主要由這三項作業所組成，因此改善此三項作業對於縮短校車作業時間將有良好的改善效益。

## 4.5 改善階段

根據分析階段得到的結論，主要為刀具存放資訊、替代刀具資訊不清楚及校車人員補正經驗不足等原因造成校車時間過長的原因。因此透過本研究的改善階段四步驟改善問題原因，改善階段的步驟如下所示：

1. 改善方案提出與遴選
2. 擬定改善方案與試行計畫
3. 改善方案試行與資料蒐集、指標監控
4. 改善效益分析

並且於各步驟搭配下列表單以達到各步驟之目標，表單如下表所示：

1. 改善方案遴選矩陣
2. FMEA 記錄表
3. 改善案擬定與試行計畫
4. 改善案試行期間查檢表
5. 改善效益分析表

接著依據改善階段的四步驟說明，如何根據影響校車作業時間長的原因設計改善方案並試行，蒐集改善後資料分析改善後之效益。

### 4.5.1 改善方案提出與遴選

在此步驟主要針對校車人員補正經驗不足、刀具存放資訊及替代刀具資訊不清楚等原因提出改善方案。專案成員針對潛在失效模式找到潛在原因，經由專案成員腦力激盪提出可能的改善方案，並根據流程影響、時間及執行難易度評分，最後小組成員選擇可能改善方案於下一步驟設計詳細的改善計畫內容。(備註：流程影響：評估每個可能改善方案將對改善項目(Y)產生多少影響，1~10分，10分代表流程影響最大；時間：設計與導入該解決方案所需全部時間，必須花多少時間，才能使流程達到期望的執行水準，1~10分，10分代表所需時間最短；執行難易度：組員透過討論，判斷改善方案是否能在專案時程內順利執行完成的難易度，是否容易達成，1~10分，10分代表執行難易度最低。)

專案成員針對刀具存放資訊及替代刀具資訊，選出的改善方案為建立

刀具庫及落實刀具替代資訊等改善方案，針對尺寸補正時間長，選出的改善方案為尺寸補正作業標準化。

接著專案成員透過系統化的失效模式與效益分析表，將分析階段得到的結果與相對應之流程、潛在的失效模式、潛在原因及目前的管制方式填入 FMEA 表中。專案成員經由腦力激盪討論潛在原因對潛在的失效效應的嚴重度，並透過現場資深課長的經驗判斷潛在原因的發生率，再來藉著現行的管制措施判斷偵測度，並填入 FMEA 表中。接著將改善方案遴選矩陣表的改善方案填入失效模式與效益分析表中，填完結果如下表 4.9 所示：

表 4.9 失效模式與效應分析記錄表

失效模式與效應分析(FMEA)紀錄表															
流程或產品名稱：FR06E-夾頭/校車作業							製表者(負責人)：吳先生								
製程範圍：車銑加工一							FMEA 執行日期 (初稿) _____ (修訂) _____								
1.關鍵流程步驟 / 輸入	2.潛在的失效模式	3.潛在的失效效應	4.嚴重度	5.潛在原因	6.發生率	7.目前的管制措施	8.偵測度	9.RPN	10.建議行動	11.負責人	12.監控機制	13.執行結果			
在檢查項目下，有哪些步驟與投入？	主要的投入在甚麼情況下會出錯？	對主要產出的變數(顧客要求)的影響為何？		是什麼原因導致主要投入變數出錯？		目前有哪些管制措施或作業程序(檢查與測試)可避免導致失效模式的原因產生？			有哪些可降低原因發生率或改善偵測度的行動？		設定與公式化試行期間的監控指標	採取的改善措施與執行狀況	嚴重度	發生率	偵測度
補正作業	尺寸補正次數過多	生產週期長	9	加工人員尺寸補正經驗不足(程式須微調)	9	教育訓練(理論操作，基本操作，新人三個月，三個月後校車實習)	5	405	建立刀具庫(程式、校車作業流程標準化)	黃先生	備刀時間				
準備相關工具	找尋刀具時間長	生產週期長	6	刀具存放資訊不足	7	無	8	336	建立刀具庫	林課長	備刀時間				
準備相關工具	找尋刀具時間長	生產週期長	6	替代刀具資訊不足	5	無	8	240	建立刀具庫	林課長	備刀時間				

#### 4.5.2 擬定改善方案與試行計畫

改善方案-建立刀具庫的原由主要因現行校車作業未標準化、編寫加工程式因校車人員而異，及刀具存放與替代資訊不清楚導致零組件-夾頭在車銑段的校車時間長達 8 小時，有時甚至需花一天，因此專案成員透過討論後，決定成立刀具庫並設置一人(刀具庫人員)專門負責準備校車的前置作業，如找尋刀具、夾治具、量具、加工程式及將刀具裝至刀座...等前置作業。

因此建立刀具庫主要將原本的校車作業切分成線外作業及線內作業，並透過集中管理及目視化管理減少線外作業時間，例如找尋刀具、夾治具及量具等，並統一校車的標準作業流程及加工程式標準化。

建立刀具庫的改善計畫如下所示：

1. 建立刀具壽命記錄表
2. 建立程式資料庫
3. 建立車銑段校車標準作業流程
4. 建立刀具分類與替代刀具對照表
5. 刀具儲位設計與標示
6. 建立刀具庫規範

首先，建立刀具壽命記錄表主要用於統計刀具的平均使用壽命，避免因過度使用刀具而產生不良品，進而增加不必要的浪費，刀具壽命記錄表也可以用來估計刀具用量，協助採購購買刀具數量的正確性，減少庫存；建立程式資料庫主要用於減少校車人員輸入加工程式的時間，並且減少校車人員因經驗差異而產生不良品的可能性。

程式資料庫建立後校車人員只需將設定好的加工程式輸入至機器，即可開始加工，節省校車人員時間；建立車銑段校車標準作業流程主要用於標準化車銑段校車作業流程，然而校車作業先前未標準化，因此不同的校車人員有自己熟悉的校車作業順序，使得校車作業時間因校車人員的經驗不同而有所差異。為要減少校車人員作業的差異，與資深的校車人員一同開會討論建立車銑段校車標準作業流程。

建立刀具分類與替代刀具對照表主要用於減少刀具庫人員找尋刀具的

浪費，協助刀具庫人員快速找到所需之刀具及夾治具，並當刀具用完時，刀具庫人員能依據替代刀具對照表快速找到替代之刀具，減少人員找尋替代刀具的浪費；刀具儲位設計與標示主要設計簡易找尋刀具之動線，並透過5S目視化管理的概念，清楚地標示刀具擺放的位置讓刀具庫人員能快速找到所需之刀具。

未建立刀具庫前，許多刀具、刀把、夾治具存放位置不同，因此造成校車人員需至不同地方找尋所需工具，因此透過建立刀具庫，由專門負責人員集中管理相關工具，並依據新的刀具庫人員準備流程之順序，設計相關工具之儲位。刀具庫之設施規劃如下圖 4.14 所示：

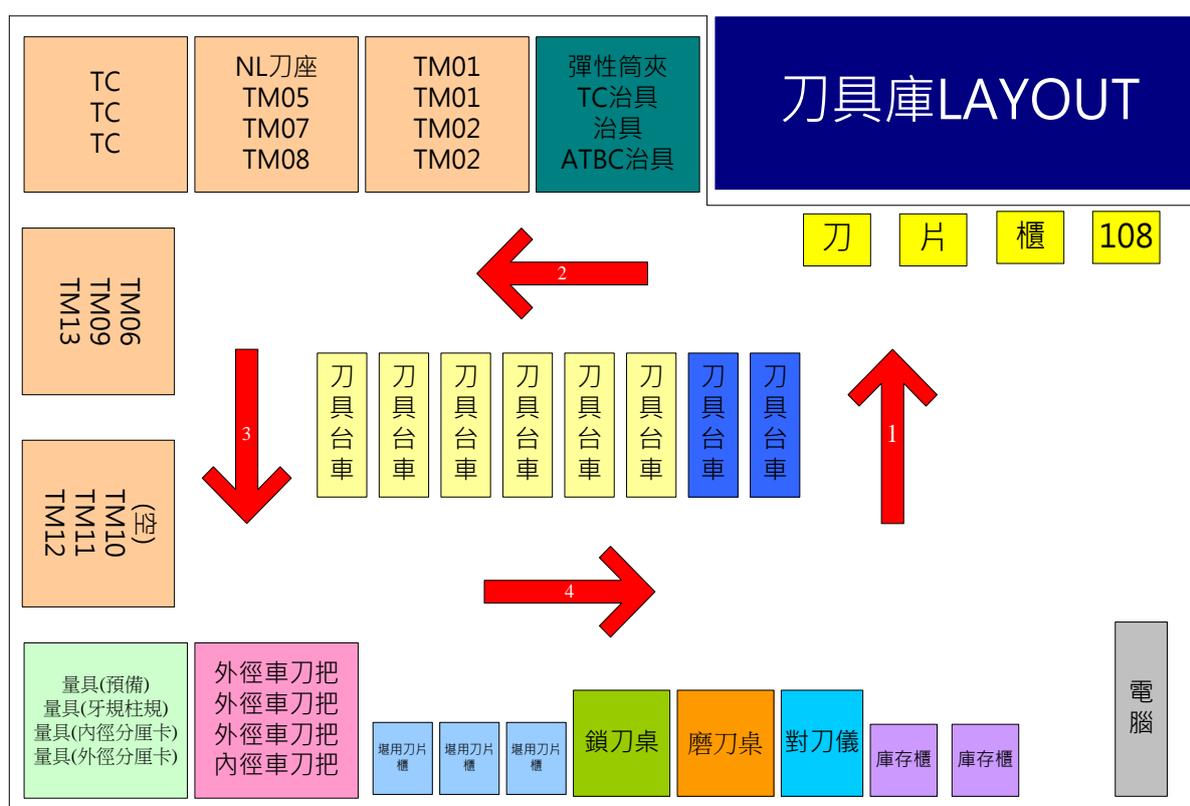


圖 4.14 刀具庫之設施規劃

接著透過建立刀具庫規範，能清楚地規範刀具庫人員的作業項目及其作業流程，刀具庫人員準備流程如下圖 4.15 所示：

刀具庫人員準備流程

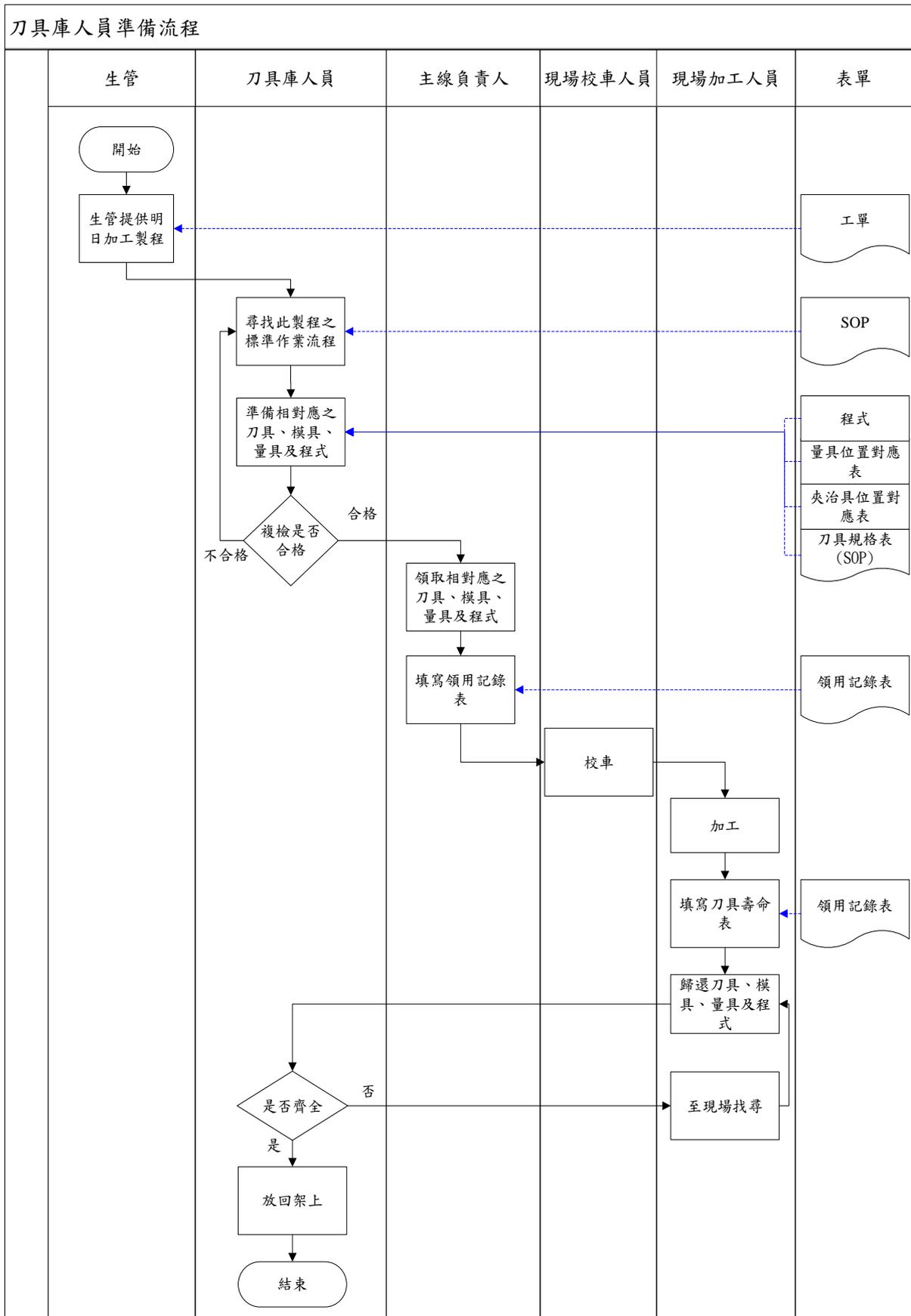


圖 4.15 刀具庫人員準備流程

刀具庫人員準備流程說明如下：

1. 生管單位提供明日須換模之工單，交由現場主管簽名後，現場主管將工單所需之相關工具提供給刀具庫人員，讓刀具庫人員事先準備相關工具。
2. 刀具庫人員找尋此製程之標準作業流程，以上作業須於現場人員準備校車前完成。
3. 主線負責人至刀具庫領取並確認刀具、夾治具、量具、程式等，並填寫領用紀錄表後，將相關工具交至現場校車人員。
4. 現場校車人員確認相關工具後進行校車作業，校車作業完成後交由現場加工人員。
5. 現場加工人員進入量產階段，在量產階段的期間遭遇刀具損壞時填寫刀具壽命表。
6. 量產結束後，由現場加工人員歸還上一製程的刀具、夾治具、量具、程式及刀具壽命表，而刀具庫人員檢查相關工具是否歸還齊全，如未歸還齊全則要現場加工人員回現場找尋。如現場加工人員確實齊全，刀具庫人員則將相關工具放回架上。
7. 流程結束。

校車流程的改善前的作業內容有：備刀、拆卸前製程、送料機調整、導套安裝、主副夾頭更換、裝刀、對刀、程式撰寫、程式核對、試車及量測表格列印。建立刀具庫能將備刀、對刀、程式撰寫及量測表格列印等作業納入線外作業裡。

因此讓刀具庫人員專門負責準備隔日所需校車之相關刀具、夾具、標準作業流程、加工程式及量具等工具，刀具庫人員還須將裝刀具裝在刀座上，讓現場校車人員能領到刀具後能立即裝置車銑複合機上。故此能避免校車人員因刀具資訊不清楚或替代刀具資訊不清楚，而找不到所需之刀具之浪費，並且將校車作業及加工程式標準化能減少人員之間的變異性，及校車人員不需再花時間撰寫加工程式。建立刀具庫之校車流程改善前與改善後之對照圖如圖 4.16 所示：



圖 4.16 校車作業改善前與改善後之對照圖

#### 4.5.3 改善方案試行與資料收集、指標監控

於試行期間專案成員透過查檢表之查檢項目，監控試行方案之試行狀況，並記錄於監控指標數值，進行監控。主要查檢刀具是否已定位清楚、是否確實掌控刀具庫存數量、是否確實記錄刀具壽命、確實填寫領用紀錄表、備刀完成度及是否提供足夠之替代刀具資訊等查檢項目，如下表 4.10 所示：

表 4.10 改善案試行期間之查檢表

I-5 改善案試行期間查檢表							
流程或產品名稱：夾頭-車銑段製程校車作業				潛在失效模式：找尋刀具時間長			
監測人員	監測日期	潛在原因	改善方案	查檢項目	檢核	監控指標數值	備註
					OK/NG		
吳先生	4月21日	刀具存放資訊	建立刀具庫	刀具是否已清楚定位	OK	無	
				是否掌控刀具存放數量	OK	無	
				是否確實記錄刀具壽命	OK	無	
				確實填寫領用紀錄	OK	無	
				備刀完成率	OK	備刀完成率：100%	
				備刀時間是否縮短	OK	備刀時間：2小時	
	4月21日	替代刀具資訊		是否確實給予替代刀具資訊	OK	備刀時間：2小時	

#### 4.5.4 效益分析

使 FMEA 紀錄表做為專案檢視改善案之紀錄表，使專案成員能透過 FMEA 查核改善案之效益，如下表 4.11。

表 4.11 失效模式與效益分析紀錄表(改善後)

失效模式與效應分析(FMEA)紀錄表																
流程或產品名稱：FR06E-夾頭/校車作業							製表者(負責人)：吳先生									
製程範圍：車銑加工一							FMEA 執行日期 (初稿) _____ (修訂) _____									
1.關鍵流程步驟 / 輸入	2.潛在的失效模式	3.潛在的失效效應	4.嚴重度	5.潛在原因	6.發生率	7.目前的管制措施	8.偵測度	9.RPN	10.建議行動	11.負責人	12.監控機制	13.執行結果				
在檢查項目下，有哪些步驟與投入？	主要的投入在甚麼情況下會出錯？	對主要產出的變數(顧客要求)的影響為何？		是什麼原因導致主要投入變數出錯？	目前有哪些管制措施或作業程序(檢查與測試)可避免導致失效模式的原因產生？				有哪些可降低原因發生率或改善偵測度的行動？		設定與公式化試行期間的監控指標	採取的改善措施與執行狀況	嚴重度	發生率	偵測度	RPN
校刀作業	尺寸補正次數過多	生產週期長	9	加工人員尺寸補正經驗不足	9	教育訓練	5	405	建立刀具庫(程式、校車作業流程標準化)	黃先生	尺寸補正次數與時間	成立刀具庫(改善 47.7%)	9	4	3	108
準備相關工具	找尋刀具時間長	生產週期長	6	刀具存放資訊不足	7	無	8	336	建立刀具庫	林課長	準備相關工具時間	成立刀具庫(改善 47.7%)	6	4	1	24
準備相關工具	找尋刀具時間長	生產週期長	6	替代刀具資訊不足	5	無	8	240	建立刀具庫	林課長	準備相關工具時間	成立刀具庫(改善 47.7%)	6	4	1	24

刀具庫之試行結果如表 4.12，並製作 FR06 夾頭之改善後價值流圖析，如圖 4.17。

表 4.12 改善前與後之差異

	現況 (改善前)	預期 (改善後)	差異
校車週期時間(分)	520	271.9	248.1
PCE	5.7%	11.0%	5.3%



效益分析主要分為兩部分，第一部分為建立刀具庫對於縮短校車作業時間之效益。由表 4.13 得知，刀具庫建立後，將校車作業流程與加工程式標準化，刀具、夾治具及量具集中管理，非加值時間從 490 分縮短為 241.9 分，減少 50% 之浪費，並將校車週期時間從 520 分縮短為 271.9 分，縮短 48% 時間，並將流程週期效率(PCE)從 5.7% 提高至 11%，提升了 5.3%。從非加值時間與 PCE 等指標可看出，建立刀具庫對於縮短校車時間有顯著地改善效益。

表 4.13 校車作業改善前後效益評估

	改善前	改善後	效益
加值時間(VA)	30 分	30 分	
非加值時間(NVA)	490 分	241.9 分	減少 50% 浪費
校車週期時間	520 分	271.9 分	縮短 48% 時間
流程週期效率(PCE)	5.7%	11.0%	提升 5.3%

第二部分為縮短校車作業時間及生產批量從 200 件降至 50 件對生產週期時間之效益。由表 4.14 得知，由於縮短校車時間與生產批量，將生產週期時間之非加值時間從 47.7 天縮短至 30.1 天，減少 36.9% 之浪費，並將生產週期時間從 56.83 天縮短至 39.23 天，縮短 31.1% 時間，並將流程週期效率(PCE)從 16.1% 提高至 23.3%，提升了 7.2%。從非加值時間與流程週期效率等指標可看出，縮短校車時間與工單批量大小對於縮短生產週期時間有顯著地改善效益。

表 4.14 生產週期時間改善前後效益評估

	改善前	改善後	效益
加值時間(VA)	4.57 天	4.57 天	
非加值時間(NVA)	23.85 天	15.05 天	減 36.9% 浪費
生產週期時間	28.4 天	19.6 天	縮 31.1% 時間
流程週期效率(PCE)	16.11%	23.32%	提升 7.2%

## 4.6 控制階段

最後為了穩定改善後之校車作業流程，因此於控制階段列出需改善之相關文件，並建立各改善案之監控計畫表，定期至現場或相關單位觀測是否仍依據改善計畫執行，並列出需標準化之相關文件(如表 4.15)與專案改善後的控制與應變計畫一覽表，如表 4.16 所示：

表 4.15 需標準化文件

需標準化文件
1. 刀具庫管理規範
2. 加工程式標準化
3. 校車作業標準化

表 4.16 專案改善後的控制與應變計畫一覽表

潛在失效模式	潛在原因	管制方法	管制時機	負責人
找尋刀具時間長	刀具存放資訊不足	1.重新規劃相關工具存放位置	刀具庫人員找尋刀具	刀具庫人員
		2.建立刀具庫人員準備刀具流程		
找尋刀具時間長	替代刀具資訊不足	刀具分類與替代刀具對照表	刀具庫人員找尋刀具	

## 第五章 結論與未來研究方向

### 5.1 結論

精實生產協助企業快速找到生產流程中的非加值的活動，並加以改善以提升流程速度，但缺少統計工具的佐證，而六標準差手法強調零缺點的品質，透過統計工具找出影響輸出變數之關鍵輸入變數，但未針對流程速度進行改善，兩者結合能強化將兩者之間的優點，互補之間不足之處。

本研究實際應用精實六標準差縮短鑽孔機主軸之生產週期時間，個案對象為計劃性生產之精密機械產業，最初發現因交期延遲並且未能及時顧客需求影響公司營運績效，對 D 公司的信譽及財務造成危機。透過精實六標準差 DMAIC 步驟分析，了解造成鑽孔機主軸之生產週期長是由於大批量生產所造成，而主因是 D 公司車銑段的校車時間長達八小時，有時甚至超過一天以上，因此 D 公司為考量生產績效，採用大批量生產方式，所以判斷校車作業時間為其關鍵品質特性，隨後針對之進行後續分析改善。

經過深入了解發現影響校車作業時間長的主要輸入變數為：刀具存放資訊不清楚、替代刀具資訊不清楚及校車作業未標準化。本研究針對上述原因進行分析與改善，並提出改善案：建立刀具庫、標準化校車作業與加工程式，並根據刀具庫之建立評估其改善效益。最後方案評估效益，校車作業時間縮短 48%、生產週期時間縮短 31.1%，對於 D 公司之營運績效有顯著地提升。

此專案能成功推行並得到如此良好成效，歸功於 D 公司全體上下對此專案之重視，並加上高階主管之支持，與董事長對於下屬之喊話實質重要，不可忽略。上至董事長、經理，下至課長、品保、IE 工程師、作業員，皆願意支持或投入此專案，上下齊心之結果必使路上種種障礙離專案而去。這與精實六標準差之精實，高階主管之重視與全體上下對此專案之重視是專案成功之關鍵要素。

## 5.2 未來研究方向

本研究於界定階段透過顧客聲音及價值流圖析，找到關鍵品質指標：校車週期時間。專注於改善物流部分，未探討其資訊流部分，因此未來可針對資訊流部分應用本研究所提出之精實六標準差管理方法，深入了解並改善。

另外，本研究只針對縮短鑽孔機主軸的其中之一零組件：夾頭之校車作業時間，以至能從大批量生產進而轉成小批量生產，增加流程速度，縮短鑽孔機主軸之生產週期時間，未來建議可以將刀具庫之應用延伸至其他關鍵零組件，如：軸心、油路本體及培林等關鍵零組件。

由於目前資料不足且難以切割，故使用統計工具仍無法驗證校車人員經驗不足這個關鍵輸入變數，如果未來校車作業資料蒐集足夠，並易於切割時，則可使用統計工具進行驗證關鍵輸入變數。

## 參考文獻

- [1] Andrew, T., Barton, R., & Okafor, C. C. (2009). Applying lean six sigma in a small engineering company - a model for change. *Manufacturing Technology Management*, 20(1), 17.
- [2] Arnheiter, E. D., & Maleyeff, J. (2005). The Integration of Lean Management and Six Sigma. *The TQM Magazine*, 17(1), 14.
- [3] BreyfogleIII, F. W., Cupello, J. M., & Meadows, B. (2001). *Managing Six Sigma*.
- [4] Chen, M. N., & Lyu, J. (2009). A Lean Six-Sigma approach to touch panel quality improvement. *Production Planning & Control*, 20(5), 10.
- [5] Ehrlich, B. H. (2002). *Transactional Six Sigma and Lean Servicing*.
- [6] Evans, J., & Lindsay, W. M. (2005). *The Management and Control of Quality, 6th Edition*.
- [7] George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma – Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. New York: McGraw-Hill.
- [8] George, M. L., Rowlands, D., & Kastle, B. (2004). *What is Lean Six Sigma?* New York: McGraw-Hill.
- [9] Hahn, G. J., Hill, W. J., Hoerl, R. W., & Zinkgraf, S. A. (1999). The impact of six sigma improvement - A glimpse into the future of statistics. *American Statistical Association*, 53, 9.
- [10] Harry, M., & Schroeder, R. (2000). *Six Sigma - The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*.
- [11] Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Operations Management*, 25(2), 18.
- [12] Jiju, A., Escamilla, J. L., & Caine, P. (2003). Lean Sigma. *Manufacturing Engineer*, 82(2), 3.
- [13] Kumar, M., Jiju, A., Singh, R. K., Tiwari, M. K., & Perry, D. (2006). Implementing the Lean Sigma framework in an Indian SME: a case study. *Production Planning & Control*, 17(4), 17.
- [14] Lee, K. L., & Wei, C. C. (2010). Reducing Mold Changing Time by Implementing Lean Six Sigma. *Quality and Reliability Engineering International*, 26(4), 14.
- [15] McAdam, R., & Evans, A. (2004). The organisational contextual factors affecting the implementation of Six-Sigma in a high technology mass-manufacturing environment. *Int. J. of Six Sigma and Competitive Advantage*, 1(1), 15.
- [16] McDonald, T., Aken, E. M. V., & Rentes, A. F. (2002). Utilising simulation to enhance value stream mapping: a manufacturing case application. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 5(2), 20.
- [17] Nave, D. (2002). How to compare Six Sigma, lean and the theory of constraints. *Quality Progress*, 35, 6.

- [18] Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2001). *The Six Sigma Way*: McGraw-Hill.
- [19] Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2002). *The Six Sigma Way: how GE, Motorola, and other top companies honing their performances*. New York: McGraw-Hill.
- [20] Russell, R. R., & Taylor, B. W. (2000). *Operations Management*. NJ: Prentice-Hall.
- [21] Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: Definition and underlying theory. *Operations Management*, 26(4), 19.
- [22] Sheridan, J. (2000). Aircraft- controls Firm Combines Strategies to Improve Speed. *Flexibility and Quality*.
- [23] Snee, R. D., & Hoerl, R. W. (2003). Leading Six Sigma- A Step -by-Step Guide Based on Experience with GE and Other Six Sigma Companies. New York: FT Prentice-Hall Inc.
- [24] Wang, F. K., & Chen, K. S. (2010). Applying Lean Six Sigma and TRIZ methodology in banking services. *Total Quality Management*, 21(3), 16.
- [25] Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: how to root out waste and pursue perfection. *Harvard Business Review*, 74(5), 14.
- [26] Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *Lean Production: The machine that changed the world*: Harper Perennial.
- [27] 丁惠民譯. (2006). *精實六標準差工具手冊*. 台北: 美商麥格羅·希爾.
- [28] 今井正明. (1997). *現場改善：日本競爭力的成功之鑰*: 美商麥格羅希爾出版社.
- [29] 任恒毅, & 廖秀姬. (2008). *精實生產價值流改善方法之實證研究 — 以某汽車空調製造商為例*. Paper presented at the 品質學報
- [30] 陳俊欽. (2007). *應用精實六標準差於企業流程改善之個案研究*. 國立成功大學, 台南.
- [31] 楊義明, & 盤天培. (2005). *精實生產與其它生管系統之介紹*. Paper presented at the 品質月刊.
- [32] 劉仁傑 (Ed.). (1999). *分工網路*: 聯經出版事業公司.
- [33] 鄭榮郎. (2005). *精實六標準差推動之架構*. Paper presented at the 品質月刊.
- [34] 豐田生產方式研究會. (2008). *豐田生產方式*.

## 附錄一：F16 油路本體校車資料

項次	油路本體	代號	作業時間(分)	總校車時間(分)	校車人員
1	F16	B. 校車(校刀)	750	1520	陳 X 瑞
1	F16	B-1. 程式撰寫	270		陳 X 瑞
1	F16	C. 首件加工	240		陳 X 瑞
1	F16	D. 首件_送檢	120		陳 X 瑞
1	F16	R. 其他	140		陳 X 瑞
2	F16	B. 校車(校刀)	315	680	黃 X 雄
2	F16	D. 首件_送檢	365		黃 X 雄
3	F16	R. 其他	15	1545	陳 X 瑞
3	F16	B. 校車(校刀)	135		陳 X 瑞
3	F16	B. 校車(校刀)	185		黃 X 雄
3	F16	C. 首件加工	105		黃 X 雄
3	F16	O. 圖面修正確認	120		黃 X 雄
3	F16	R. 其他	310		黃 X 雄
3	F16	B. 校車(校刀)	155		莊 X 達
3	F16	D. 首件_送檢	30		莊 X 達
3	F16	R. 其他	490		莊 X 達
4	F16	B. 校車(校刀)	120		370
4	F16	D. 首件_送檢	145	黃 X 元	
4	F16	C. 首件加工	105	黃 X 雄	
5	F16	B. 校車(校刀)	335	1180	林 X 興
5	F16	C. 首件加工	165		林 X 興
5	F16	D. 首件_送檢	60		林 X 興
5	F16	F. 開會	15		林 X 興
5	F16	R. 其他	145		林 X 興
5	F16	B. 校車(校刀)	180		陳 X 勝
5	F16	D. 首件_送檢	225		陳 X 勝
5	F16	R. 其他	55		陳 X 勝
6	F16	B. 校車(校刀)	360	1065	林 X 興
6	F16	D. 首件_送檢	160		林 X 興
6	F16	B. 校車(校刀)	305		陳 X 勝
6	F16	C. 首件加工	120		陳 X 勝
6	F16	D. 首件_送檢	120		陳 X 勝
7	F16	D. 首件_送檢	160	1110	陳 X 均
7	F16	B. 校車(校刀)	510		林 X 興
7	F16	C. 首件加工	90		林 X 興

項次	油路本體	代號	作業時間(分)	總校車時間(分)	校車人員	
7	F16	D. 首件_送檢	120		曾 X 翰	
7	F16	B. 校車(校刀)	230		陳 X 勝	
8	F16	B. 校車(校刀)	165	165	賴 X 宏	
9	F16	B. 校車(校刀)	135	1365	紀 X 澤	
9	F16	B. 校車(校刀)	90		利 X 霖	
9	F16	D. 首件_送檢	120		賴 X 宏	
9	F16	B. 校車(校刀)	80		賴 X 宏	
9	F16	B. 校車(校刀)	410		莊 X 達	
9	F16	C. 首件加工	240		莊 X 達	
9	F16	D. 首件_送檢	70		莊 X 達	
9	F16	B. 校車(校刀)	220		陳 X 瑞	
10	F16	G. 待料	210		480	黃 X 元
10	F16	B. 校車(校刀)	270			黃 X 元
11	F16	B. 校車(校刀)	420	1775	林 X 興	
11	F16	B-1. 程式撰寫	45		林 X 興	
11	F16	B. 校車(校刀)	115		賴 X 宏	
11	F16	C. 首件加工	385		賴 X 宏	
11	F16	D. 首件_送檢	88		賴 X 宏	
11	F16	D_1. 首件_自主	62		賴 X 宏	
11	F16	J. 機台故障	90		賴 X 宏	
11	F16	R. 其他	90		賴 X 宏	
11	F16	B. 校車(校刀)	225		黃 X 元	
11	F16	D. 首件_送檢	75		黃 X 元	
11	F16	D_1. 首件_自主	60		黃 X 元	
11	F16	R. 其他	120		黃 X 元	
12	F16	B. 校車(校刀)	180		1550	黃 X 元
12	F16	C. 首件加工	120	黃 X 元		
12	F16	D_1. 首件_自主	45	黃 X 元		
12	F16	D. 首件_送檢	65	黃 X 元		
12	F16	B. 校車(校刀)	230	賴 X 宏		
12	F16	C. 首件加工	340	賴 X 宏		
12	F16	D. 首件_送檢	125	賴 X 宏		
12	F16	D_1. 首件_自主	205	賴 X 宏		
12	F16	R. 其他	60	賴 X 宏		
12	F16	B. 校車(校刀)	60	陳 X 勝		
12	F16	C. 首件加工	120	陳 X 勝		
13	F16	R. 其他	240	840		林 X 興

項次	油路本體	代號	作業時間(分)	總校車時間(分)	校車人員
13	F16	B. 校車(校刀)	100		黃 X 雄
13	F16	C. 首件加工	175		黃 X 雄
13	F16	D. 首件_送檢	133		黃 X 雄
13	F16	D_1. 首件_自主	42		黃 X 雄
13	F16	R. 其他	150		黃 X 雄

## 附錄二：F16 油路本體校車資料(含人員類型)

項次	油路本體	代號	作業時間(分)	總校車時間(分)	校車人員	人員類型
1	F16	B. 校車(校刀)	750	1520	陳 X 瑞	C
1	F16	B-1. 程式撰寫	270		陳 X 瑞	C
1	F16	C. 首件加工	240		陳 X 瑞	C
1	F16	D. 首件_送檢	120		陳 X 瑞	C
1	F16	R. 其他	140		陳 X 瑞	C
2	F16	B. 校車(校刀)	315	680	黃 X 雄	C
2	F16	D. 首件_送檢	365		黃 X 雄	C
3	F16	R. 其他	15	1545	陳 X 瑞	C
3	F16	B. 校車(校刀)	135		陳 X 瑞	C
3	F16	B. 校車(校刀)	185		黃 X 雄	C
3	F16	C. 首件加工	105		黃 X 雄	C
3	F16	O. 圖面修正確認	120		黃 X 雄	C
3	F16	R. 其他	310		黃 X 雄	C
3	F16	B. 校車(校刀)	155		莊 X 達	C
3	F16	D. 首件_送檢	30		莊 X 達	C
3	F16	R. 其他	490		莊 X 達	C
4	F16	B. 校車(校刀)	120		370	林 X 興
4	F16	D. 首件_送檢	145	黃 X 元		B
4	F16	C. 首件加工	105	黃 X 雄		C
5	F16	B. 校車(校刀)	335	1180	林 X 興	B
5	F16	C. 首件加工	165		林 X 興	B
5	F16	D. 首件_送檢	60		林 X 興	B
5	F16	F. 開會	15		林 X 興	B
5	F16	R. 其他	145		林 X 興	B
5	F16	B. 校車(校刀)	180		陳 X 勝	C
5	F16	D. 首件_送檢	225		陳 X 勝	C
5	F16	R. 其他	55		陳 X 勝	C
6	F16	B. 校車(校刀)	360	1065	林 X 興	B
6	F16	D. 首件_送檢	160		林 X 興	B
6	F16	B. 校車(校刀)	305		陳 X 勝	C
6	F16	C. 首件加工	120		陳 X 勝	C
6	F16	D. 首件_送檢	120		陳 X 勝	C
7	F16	D. 首件_送檢	160	1110	陳 X 均	A
7	F16	B. 校車(校刀)	510		林 X 興	B
7	F16	C. 首件加工	90		林 X 興	B

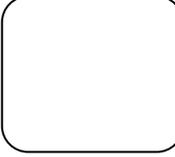
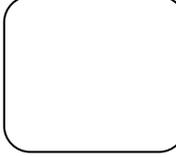
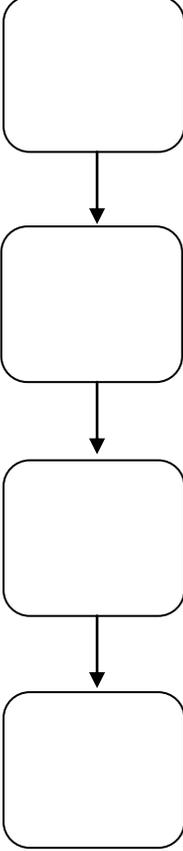
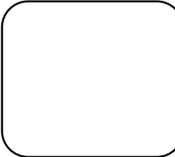
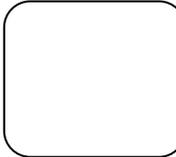
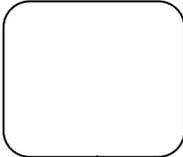
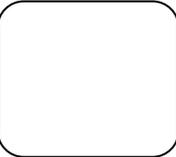
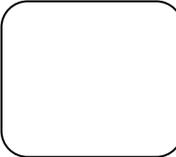
項次	油路本體	代號	作業時間(分)	總校車時間(分)	校車人員	人員類型	
7	F16	D. 首件_送檢	120		曾 X 翰	B	
7	F16	B. 校車(校刀)	230		陳 X 勝	C	
8	F16	B. 校車(校刀)	165	165	賴 X 宏	B	
9	F16	B. 校車(校刀)	135	1365	紀 X 澤	A	
9	F16	B. 校車(校刀)	90		利 X 霖	B	
9	F16	D. 首件_送檢	120		賴 X 宏	B	
9	F16	B. 校車(校刀)	80		賴 X 宏	B	
9	F16	B. 校車(校刀)	410		莊 X 達	C	
9	F16	C. 首件加工	240		莊 X 達	C	
9	F16	D. 首件_送檢	70		莊 X 達	C	
9	F16	B. 校車(校刀)	220		陳 X 瑞	C	
10	F16	G 待料	210		480	黃 X 元	B
10	F16	B. 校車(校刀)	270			黃 X 元	B
11	F16	B. 校車(校刀)	420	1775	林 X 興	B	
11	F16	B-1. 程式撰寫	45		林 X 興	B	
11	F16	B. 校車(校刀)	115		賴 X 宏	B	
11	F16	C. 首件加工	385		賴 X 宏	B	
11	F16	D. 首件_送檢	88		賴 X 宏	B	
11	F16	D_1. 首件_自主	62		賴 X 宏	B	
11	F16	J. 機台故障	90		賴 X 宏	B	
11	F16	R. 其他	90		賴 X 宏	B	
11	F16	B. 校車(校刀)	225		黃 X 元	B	
11	F16	D. 首件_送檢	75		黃 X 元	B	
11	F16	D_1. 首件_自主	60		黃 X 元	B	
11	F16	R. 其他	120		黃 X 元	B	
12	F16	B. 校車(校刀)	180		1550	黃 X 元	B
12	F16	C. 首件加工	120			黃 X 元	B
12	F16	D_1. 首件_自主	45	黃 X 元		B	
12	F16	D. 首件_送檢	65	黃 X 元		B	
12	F16	B. 校車(校刀)	230	賴 X 宏		B	
12	F16	C. 首件加工	340	賴 X 宏		B	
12	F16	D. 首件_送檢	125	賴 X 宏		B	
12	F16	D_1. 首件_自主	205	賴 X 宏		B	
12	F16	R. 其他	60	賴 X 宏		B	
12	F16	B. 校車(校刀)	60	陳 X 勝		C	
12	F16	C. 首件加工	120	陳 X 勝		C	

項次	油路本體	代號	作業時間(分)	總校車時間(分)	校車人員	人員類型
13	F16	R. 其他	240	840	林 X 興	B
13	F16	B. 校車(校刀)	100		黃 X 雄	C
13	F16	C. 首件加工	175		黃 X 雄	C
13	F16	D. 首件_送檢	133		黃 X 雄	C
13	F16	D_1. 首件_自主	42		黃 X 雄	C
13	F16	R. 其他	150		黃 X 雄	C

### 附錄三：團隊章程

專案目標								專案範圍							
目標陳述								機會陳述							
專案成員															
姓名		職務				專案組別				工作任務					
專案時程															
活動	時間	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	9週	10週	11週	12週	13週	14週
界定	預計														
	實際														
衡量	預計														
	實際														
分析	預計														
	實際														
改善	預計														
	實際														
控制	預計														
	實際														
結案	預計														
	實際														

### 附錄四：高階流程圖

供應商	投入/要求	流程	產出/要求	顧客
				
				

### 附錄五：關鍵品質指標

②焦點顧客群意見(VOC)	①待改善項目(VSM)	③關鍵品質指標(CTQ)	④權重			⑤是否為既有專案	⑥是否納入專案範圍	⑦現行績效	⑧目標績效(SIPOC)
			是否對應顧客意見(Y→5, N→0)	可改善空間(9, 6, 3)	小計				

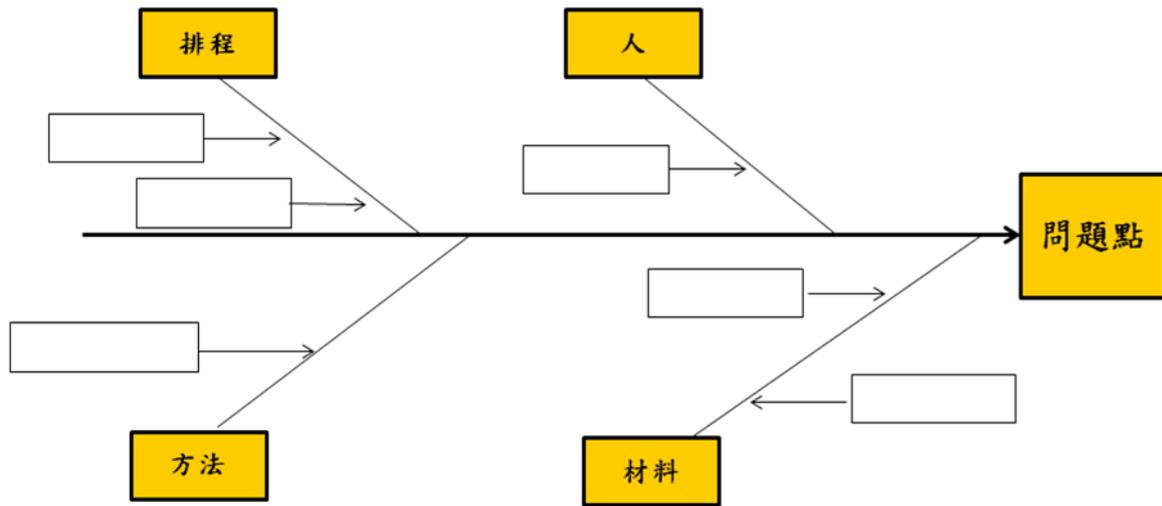
## 附錄六：流程程序圖

流程程序圖(改善前)																					
															製作者：						
															製作日期：						
零件名：					製程名：					概要說明 依工件角度來看工程 測量機台：											
	工程名	加工	檢查	等待	儲存	搬運	搬運距離														
	作業內容	工程				搬運距離 m	數量 (支)	時間 (分)	問題點				著眼點								
		操 作 ○	檢 查 □	等 待 D	儲 存 ▽	搬 運 □			目 的	場 所	順 序	作 業 者	方 法	刪 除	合 併	交 換 順 序	交 換 場 所	交 換 作 業	方 法 變 更	簡 化	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					

## 附錄七：時間價值圖

時間價值圖					
作業 步驟	作業內容	類型	作業時間 (分)	VA(有價值)/NVA(沒價值)	備註
1					
2					
3					
4					
5					
6					

### 附錄八：特性要因圖



### 附錄九：流程與輸入/輸出變數對應表

流程與輸入/輸出變數對應表							
作業 步驟	作業內容	輸入變數	類型				輸出變數
			可控制	不可控制	關鍵	標準化	
1							
2							
3							
4							
5							
6							

### 附錄十：要因特性矩陣

要因特性矩陣						
作業 編號	作業	輸入變數	作業時間長 (9,6,3)	作業時間變異 (9,6,3)	改善空間 (9,6,3)	總分
			權重			
			10	7	3	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

## 附錄十一：失效模式與效益分析記錄表

失效模式與效應分析(FMEA)紀錄表															
流程或產品名稱：							製表者(負責人)：								
製程範圍：							FMEA 執行日期 (初稿) _____ (修訂) _____								
1.關鍵流程步驟 / 輸入	2.潛在的失效模式	3.潛在的失效效應	4.	5.潛在原因	7.目前的管制措施	8.	9.	10.建議行動	11.負責人	12.監控機制	13.執行結果				
在檢查項目下，有哪些步驟與投入？	主要的投入在甚麼情況下會出錯？	對主要產出的變數(顧客要求)的影響為何？	嚴重度	是什麼原因導致主要投入變數出錯？	目前有哪些管制措施或作業程序(檢查與測試)可避免導致失效模式的原因產生？	發生率	偵測度	提出改善方案		設定與公式化試行期間的監控指標	已採取的行動	嚴重度	發生率	偵測度	R P N

## 附錄十二：改善案擬定與試行計畫表

改善案擬訂與試行計畫表 (Spindle)																						
改善方案											方案目標											
方案範圍											擬訂日期						試行期間					
改善計畫										試行計畫												
改善方案任務分派															衡量指標定義							
姓名	職務	工作任務																				
專案時程																						
活動	時間																					
	預計																					
	實際																					
	預計																					
	實際																					
	預計																					
	實際																					

### 附錄十三：改善案試行期間查檢表

改善案試行期間查檢表							
流程或產品名稱：				潛在失效模式：			
監測人員	監測日期	潛在原因	改善方案	查檢項目	檢核 OK/NG	監控指標數值	備註

### 附錄十四：改善效益分析表

改善效益分析表								
1.潛在失效 模式	2.失效原 因	3.改善方案	改善效益					
			4.衡量指標	5.定義/計算公式	6.單位	7.改善前	8.改善後	9.改善幅度(%)