

應用六標準差技術 提昇閥門彈簧之製程能力

著者/蔡東榮、林谷鴻

國立高雄應用科技大學工業工程與管理系研究生

國立高雄應用科技大學工業工程與管理系教授

六標準差 (Six Sigma) 係繼全面品質管理 (TQM) 後的一個新興追求卓越品質的管理方法。它運用策略、文化改變及各種管理與統計工具，整合一起使用去執行專案計畫及目標，從工作流程中盡力排除失誤，追求最小變異，以達到節省成本和時間的一種哲學。

閥門彈簧是使用在機車離合器的關鍵零組件，其品質好壞影響到行駛的安全性。本研究探討機車離合器使用的閥門彈簧，將六標準差的DMAIC導入製程中，並結合實驗設計，獲得影響製程能力的關鍵因素及其最佳條件組合水準。研究結果顯示，製程能力Cpk由原先0.78提升到1.29，透過統計檢定的手法，在95%的信賴水準下，確認品質特性的平均值 (Mean) 由原先的20.6降至2.43，成功驗證此改善流程可提升其製程水準，每年節省53萬的內部失敗成本，且把製程作業時間減縮為先前作業時間的一半，有效提高公司的競爭力。

壹、前言

隨著國人的生活水準日益提昇，對於產品品質與安全日益注重，特別是交通工具的品質與安全，本研究是探討機車離合器使用的閥門彈簧，藉由個案公司導入六標準差方法DMAIC於製程的改善，並結合實驗設計，獲得影響製程能力的關鍵因素及其最佳條件組合水準，進而提昇其製程能力。藉著完整的品質管制策略及作為，建立關鍵品質特性的管控系統，確保產品品質的提高及避免不良品的成本浪費，進而達到六標準差的目標。

貳、文獻探討

一、六標準差的起源與發展

品質的觀念是一直到二次大戰後，才逐漸蓬發展的，從早期的統計品質管制(SQC)到全面品質管制(TQC)，再經由日本修正後所發起的品管圈活動(QCC)、1980年代末期的全面品質管制(TQM)，直到現代的六個標準差(Six Sigma, 6σ)活動，這些品質活動都是為了提昇產品的品質而達到顧客滿意的目標。六標準差是由1928年摩托羅拉公司所創設的，在1970年代起，

因遭受來自日本廠商以品質及價格的競爭威脅，市場漸失，到1980年代中期，品管部門為了減少顧客對不良品的抱怨，提出了六標準差的製程品管策略，策略中要求每位員工都必須了解自己的流程，並利用各種統計工具持續追求改善，摩托羅拉公司的成功，讓六標準差的製程品管策略，成為製造業製程改善的絕佳方法。1994年聯合訊號董事長賴瑞·波西迪在公司推動展開了6 σ 計畫。1995年奇異公司董事長傑克·威爾許接受波西迪的看法也決定投入6 σ 計畫，下定決心全力關注品質議題，至1998年因展開六標準差專案而省下的金額總計約七億五千萬美元以上，超過了奇異的投資成本。由於六標準差活動在奇異公司締造了輝煌的成果，也因而帶動世界知名企業的重視與效法。丁惠民（2003）。

二、六標準差之定義

6 σ 英文唸作“Six Sigma”，亦稱為「六標準差」， σ 為統計學的符號，代表所觀察的流程或產品的變異程度， σ 值愈大，表示其變異程度愈大， σ 可以衡量品質水準，該水準愈高表示產生缺點的機率愈低，6 σ 表示長期的流程能力為百萬分之3.4的不良缺點發生機率。六個標準差（Six Sigma, 6 σ ）之定義在各種文獻中大同小異，為一種經營管理哲學，使顧客完全滿意的經營策略。Blakeslee（1999）從統計、企業經營以及作業流程這三種不同的觀點來說明。（1）以統計的觀點：每百萬個產品裡，不良品發生的機率低於百萬分之3.4。（2）以企業經營的觀點：以策略性企業改變手法，提升品質、增加顧客滿意度、降低成本、組織文化變革、最後增加企業獲利能力。（3）以作業流程觀點：以顧客為焦點、傾聽顧客聲音、依事實和資料作為管理的依據、運用統計手法作為改善或分析的工具、明確的流程改善模式等。Hahn et al.

（1999）認為六標準差品質概念簡單的說，就是在六標準差的品質水準下，其缺點或錯誤不超過3.4ppm。Peter, Robert, and Roland（2000）則將六標準差簡短定義為「六標準差係透過以客為尊、流程管理與執行、及運用資料和事實等方式，使公司維持長期興隆之企業系統。」Harry（1998）將六標準差定義為「六標準差是一種以目標為3.4ppm管理哲學，並以突破式的策略（Breakthrough Strategy）做為達成目標的方法」。Eckes（2002）認為六標準差是一套管理哲學，其目的在改善顧客滿意度，使產品品質近乎完美，藉由流程改善的文化，達成更高水準的顧客滿意。潘哲楠（2003）認為六標準差是一個追求卓越品質的管理方法與系統，強調製程能力改善，透過一套完整的訓練方法，執行專案計畫與目標，以達成節省成本和時間的一種哲學。蘇朝墩（2009）以滿足顧客為主要目的，透過顧客需求的了解、事實與資料分析，以及企業流程管理的改善與創新，希望能為企業獲取全面性的經濟利益。另從三個角度來解釋：

（1）指標（Metric）：六標準差所要達成的品質目標是3.4ppm。（2）方法（Methodology）：六標準差藉由一套嚴謹的方法與步驟來完成既定的目標，即DMAIC，DMAIC是目前被定義為一套改善現有流程的有效方法論。（3）哲學（Philosophy）：六標準差著重於減少流程中的變異，一切的決策皆以數據為依據，致力於滿足客戶的需求，並同時達成財務績效目標。

綜合上述多位學者的研究發現，六標準差為一全面且具彈性的系統，用於獲取、維持和擴大企業的成功，驅動要素在於瞭解顧客之需求，嚴謹使用事實、資料和統計分析，全力關注業務流程的管理、改善和創新。採取整合經營管理運用手法，透過許多的企業活動，結合公司策略方針，運用專案管理手法，選定

專案或關鍵流程，進行跨部門的改造活動，藉由利用品質特性化、最佳化等兩大過程，滿足顧客價值，提升企業競爭力。

三、六標準差的實務應用

近年來的熱門品質管理話題就是六標準差，所以有不少的研究是採用六標準差的手法去進行分析並解決問題。鄭榮郎(2002)進行六標準差系統與經營策略文獻探討。提出六標準差系統整合經營策略模式之研究架構，透過單一個案研究分析，瞭解企業如何進行六標準差系統整合經營策略過程。陳延越(2002)採取深度訪談及問卷調查的方法，針對台灣正在推行六標準差的幾家企業，探討其導入動機、推行方式、成效、推行的成功與障礙因素等，提供一個六標準差之推行架構。曾慶毅(2003)以台灣某航太科技公司應用六標準差品質改善方法，執行飛機零組件維修為案例，從企業策略之擬定、公司目標規劃與部門績效指標部署出發，研究其如何利用六標準差品質改善方法之界定、衡量、分析、改善、控制五大改進循環。黃惠琪(2003)藉由文獻探討，蒐集台灣、外學者提出之六標準差關鍵成功因素，加以整理歸納出六標準差關鍵因素，並經由專家之建議修改，彙整出推動關鍵因素之衡量變數。城培舜(2004)運用六標準差品質改善方法結合實驗設計之Yate's 演算法，找出影響不銹鋼鏡面鋼板生產線產值提昇之關鍵因素。葉秋鈴(2004)以六標準差管理手法的流程步驟-DMAIC，進行導光板印刷製程的改善。找出最佳的製程參數組合，進行最佳參數製程能力的驗證，並將最佳參數標準化列為管制項目，使品質和製程能力提升且更為穩定。邱先煌(2004)以六標準差DMAIC推行步驟的概念，瞭解顧客真正之需求，確實達到顧客滿意的目的，做好事前的預防，讓人力資源作最有效利用，接受必要的訓練，節省不必要的資金及人力的浪費。莊益宗等人(2009)應用六標準改善低碳高硫鋼的煉製技術，以中鋼公司為案例。中鋼採用六標準差DMAIC手法，針對低碳高硫鋼的煉鋼、連鑄、軋延及檢驗等一連串製程技術進行改善。利用過去的煉製實績進行D(設計)、M(量測)、A(分析)、再以分析結果找出最佳化的製程參數，實驗測試及I(改善)，最後C(控制) 低碳高硫鋼的表面品

質，以研磨耗時指數作為評估的基礎，改善率目標設定70%，實際控制階段改善達成為170%，同時縮減標準差達93%。改善的財務效益高達一千四百萬元，並且獲得提升公司品質形象的無形效益。周鈺璇、蘇朝墩(2009)應用精實六標準差改善物料配送績效。探討一組裝廠物料配送問題，依循六標準的DMAIC步驟，從顧客的遲交抱怨心聲找出關鍵品質特性為供料週期時間。搭配精實手法之價值溪流圖找出流程中非增值活動，並運用各種圖表分析等輔助，以及腦力激盪、設施規劃等方法改善運作法則、路線規劃，刪減浪費提升流程週期效益。透過DMAIC步驟之後，改善成果為刪減非增值活動時間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。

四、統計製程管制SPC

近十幾年以來，認證制度ISO-9000 興起，國內外工廠為了符合ISO-9000認證條款與稽核制度，對於SPC理論與實務以及製程參數非常重視。基於上述主觀因素，SPC已成為工廠影響生存及成敗的關鍵因素(賴世鵬，2000；閻承隆，2000)。謝財源(1996)指出統計品管(Statistical Quality Control)是Shewhart在1937年提出的「以統計方法協助分析品質問題，進而找出解決問題方的品管方法」。這些方法主要有(1)管制圖(2)製程能力分析(3)直方圖(4)重點圖(5)查檢表(6)實驗計畫法(7)可靠度方法。阮光業及盛其安(1986)指出一般稱IPQC即In Process Quality Control，它是指對在生產線上的各個生產階段所做的品質管制，以便使各生產部門很快的了解各階段的生產品質，而可以立即改進。部分工廠稱IPQC為SPC，即為統計製程管制之意(阮光業、盛其安，1986)。

翁田山(1994)指出統計製程管制為利用統計原理，得以研判和預估，但亦需搭配其他技術面的鑽研，以控制參數，同時亦需要管理的支援，配以行動對策。基本上執行SPC時應注意兩個方向，一為從基本需求的管制製程參數→消除異常→製程穩定、可靠，另為從進階角度的控制品質變性→品質變異程度縮小→整體水準提昇。

參、研究方法與實例驗證

本研究蒐集6-Sigma與閥門彈簧捲繞製程能力之相關文獻加以整理歸納，做為本研究之理論基礎架構。運用6-Sigma之觀念、DMAIC五個階段改善工具及方法，透過實證研究，找出最佳組合，期能提供業界在實務上的參考依據。

一、閥門彈簧製程介紹

以下針對主要程序作進一步的說明：

- (一)領料：依工作命令單指示，去線材室領取所需要的線材材質、重量。
- (二)捲繞成形：將線材利用捲繞成形機捲繞成所需要的形狀尺寸。
- (三)高溫熱處理：用高溫熱處理機，將剛才捲繞成形的彈簧、放在高溫恆溫的爐內一段時間，消除彈簧內部張應力，使之定型。
- (四)研磨：將彈簧放在研磨機套管上，使之相對運動，藉以切削彈簧座圈的微量表面，使之能垂直穩定。
- (五)首件試驗：不論是捲繞成形或研磨初期，皆要做首件試驗，利用現場的荷重試驗機（HST-250A）加以測量，符合工作圖面標準後，才可進行量產。

(六)內徑倒角：將彈簧第一圈內徑做研磨，削除其尖角毛邊，避免刮傷其組裝件。

(七)珠擊：用0.4mm ϕ ~1.2mm ϕ 鋼珠高速衝擊彈簧表面，在表面部產生壓縮殘留應力，減少彈簧撓曲生成的拉張應力，增大疲勞強度，對於反覆荷重多的場合有極佳的效果。

(八)回火：對於剛珠擊完成的彈簧，應力尚不穩定、表面極易生銹，故再進行一次低溫熱處理，消除及減少其初張力。

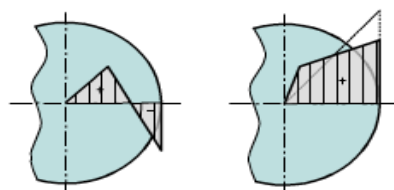


圖1 熱處理後的張力分佈

(九)表面處理：為了防止彈簧腐蝕、生銹，延長壽命，通常在表面上塗佈防銹油、鍍金屬表層物、磷酸鹽包覆等。

(十)點漆：在彈簧第一圈上面點上識別漆，以茲辨識上圈或座圈及組裝件識別。

(十一)成品檢驗：由品管人員抽驗檢查，檢查內容標準依客戶要求的標準，合格後才可包裝出貨。

階段	步驟	各步驟相應之工作與常用工具
界定 (Define)	專案選擇	團隊建立、Y=f(x) 分析
	確認企業的機會	問題陳述、VOC、CTQ、定義缺點及衡量尺度
	確定專案計畫	專案目標與範圍、Process Map、專案綱領
衡量 (Measure)	資料收集	資料類型、抽樣方法、FMEA
	評估量測系統	操作性定義、巡視流程、Gage R&R
	確認Sigma水準	製程能力分析、流程能力與績效分析
分析 (Analyze)	建立改善目標	Y目前的績效、Y之改善目標、列出x's
	驗證潛在要因	F檢定、T檢定、假設檢定
改善 (Improve)	確認關鍵少數	實驗設計 (DOE)、實驗法
	建構最佳模式	先導測試、更新流程圖、更新FMEA
	評估最佳模式	成本/效益分析
控制 (Control)	確認管制策略	愚巧法、目視化管制
	建立管制計畫	管制計畫、長期MSA計畫
	結合品管系統	監控品管系統、專案移交、專案稽核

表1 研究方法架構（資料來源：本研究整理）

不良項目	件數	百分比	金額
荷重不良	56	0.3567	185600
內/外徑不良	23	0.1465	148500
表面處理不良	22	0.1401	69750
外觀不良	15	0.0955	75000
長度/自由長不良	15	0.0955	68460
其他不良	9	0.0573	54000
垂直度不良	8	0.0510	23200
線徑/材質不良	5	0.0318	564800
角度不良	4	0.0255	33250
合計	157	1	711240

二、界定階段 (Define) (如下頁表2)

(一)專案範圍

界定流程階段，尋找製程中的不良因素。
開始：從領料站
結束：成品檢驗
製造能力 C_{pk} 目標設定1.2

(二)專案計畫行程

界定始迄的時間，何時開始、何時結束專案，
有很分明的界定。(如表3)

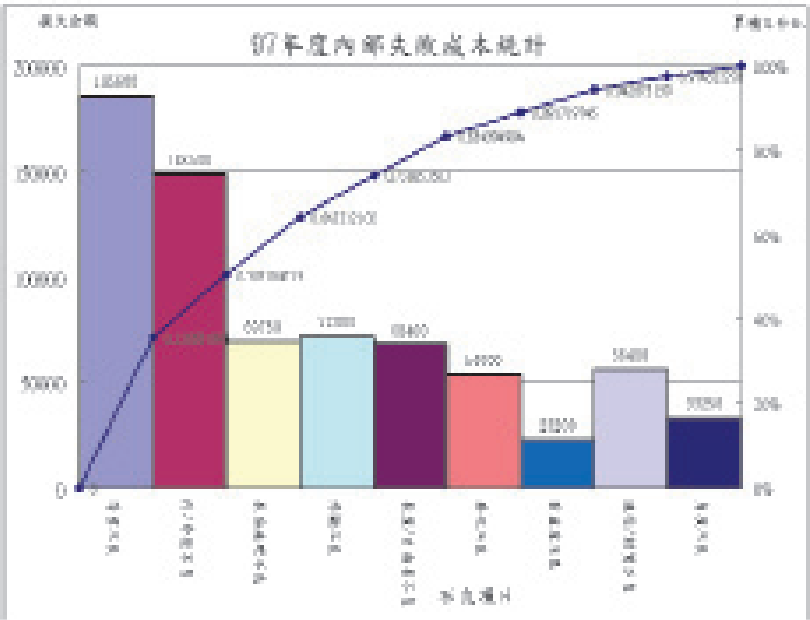


表2 97年度生產部失敗成本統計表(資料來源：本研究整理)

	一月	二月	三月	四月	五月	六月
組成團隊	1/3	1/10				
團隊宣言定稿	1/11	1/26				
收集製程不良項目資料		2/1	4/1			
分析製程不良項目資料		2/20	4/20			
選擇解決方案			4/1	4/31		
會見管理層				5/3	5/4	
製訂實施方案				5/5	5/16	
專案檢討				5/20	5/21	
呈報業主					5/25	
專案結束表揚						6/1

表3 專案進度表

(三)專案團隊的遴選與代表性

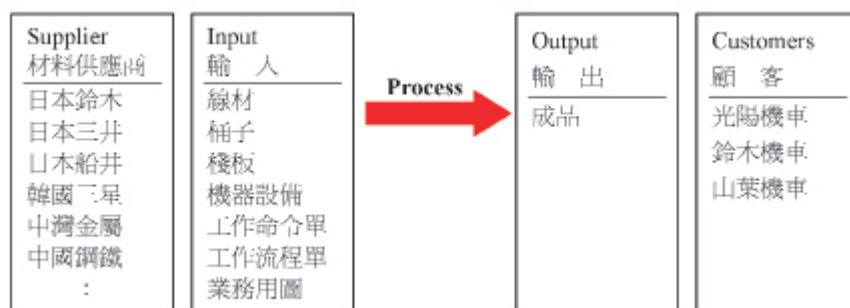
專案團隊的遴選是真正在操作或作業流程的人員，與組織成員不同。
(如表4)

(四)SIPOC流程

本研究將閥門彈簧的製造流程彙整成SIPOC流程表，並利用SIPOC的手法將閥門彈簧的製造流程更詳細的加以區分。
(如表5)

團隊職稱	團隊成員	部門	職位	代表背景
盟主	李一	營業部	副總經理	具有決策、執行、資方代表
黑帶	劉二	製造部	廠長	熟悉品管、統計工具
綠帶	陳三	研發部	經理	工程可行性之評估
綠帶	林四	製造部	副理	各階段進度追蹤及對策提供
團員	許五	製三課	班長	捲繞作業標準建立，資料收集分析改善
團員	蔣六	製五課	班長	研磨作業標準建立，資料收集分析改善
團員	方七	製造部	品檢員	作業標準建立，資料收集分析改善

表4 成員代表性

表5 SIPOC閥門彈簧的生產流程表
(資料來源：本研究整理)

三、量測階段 (Measure)

(一)如何衡量

不良品退貨的定義：不符合客戶標準的不良現象即為退貨。

不良品的處理方式：凡是製程最終檢驗，退貨的不良品都需要重工、修整或報廢等處置。

(二)選定可控制因子

從現況能力分析可能對目標產生影響的因子，分為可控制因子及其他因子二類，分析如下：

1. 可控制因子

指在製程中可以掌握生產因素，我們可以將它調整為我們想要的水準。

(1) 刀具及模具：其為造成內／外徑不良的原因，如捲繞製程，刀具及心軸的磨損會造成毛邊，內徑再研磨後會產生尖角，影響組裝。因此我們將其列為可控制因子。

(2) 溫度的控制：視材質的不同，溫度會因熱脹冷縮的原理，而影響內徑的縮放。

(3) 研磨機的轉速：研磨機的轉速會影響其長度，轉速愈快、磨損值愈大，轉速愈慢，磨損值愈小。

(4) 研磨的時間：研磨時間愈長，磨損值愈多，長度愈短。

(5) 送線的穩定：原線材的包裹纏繞情況、送線的線勢，會影響送線的品質。

(6) 人員的檢查：每批生產前要先試樣2～3個產品，量產時依作業標準規定，每2小時至少自主檢查一次。

2. 其他因子

(1) 線材的材質：依客戶下單指定的材質使用，並在業務用圖、領料單及工作命令單上皆已註明清楚，故不考慮在內。

(2) 人員的技術：技術的培養需要時間，一位合格的技術員必須經過檢定合格後，才可以獨立操作機台，故不列入考慮。

(3) 量測設備的準確度：每日使用之前，必先經由標準件檢測核對，確認無誤後才可進行量測作業，故不列入考慮。

四、分析階段 (Analyze)

品管分析、統計表示手法，造成製程不良的特性要因圖。

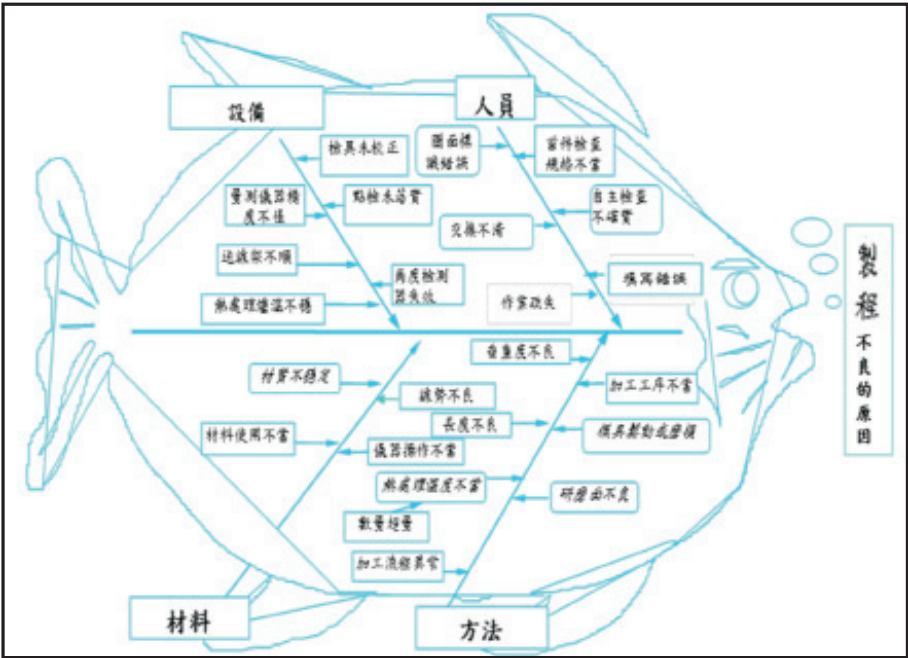


圖2 造成製程不良的特性要因圖

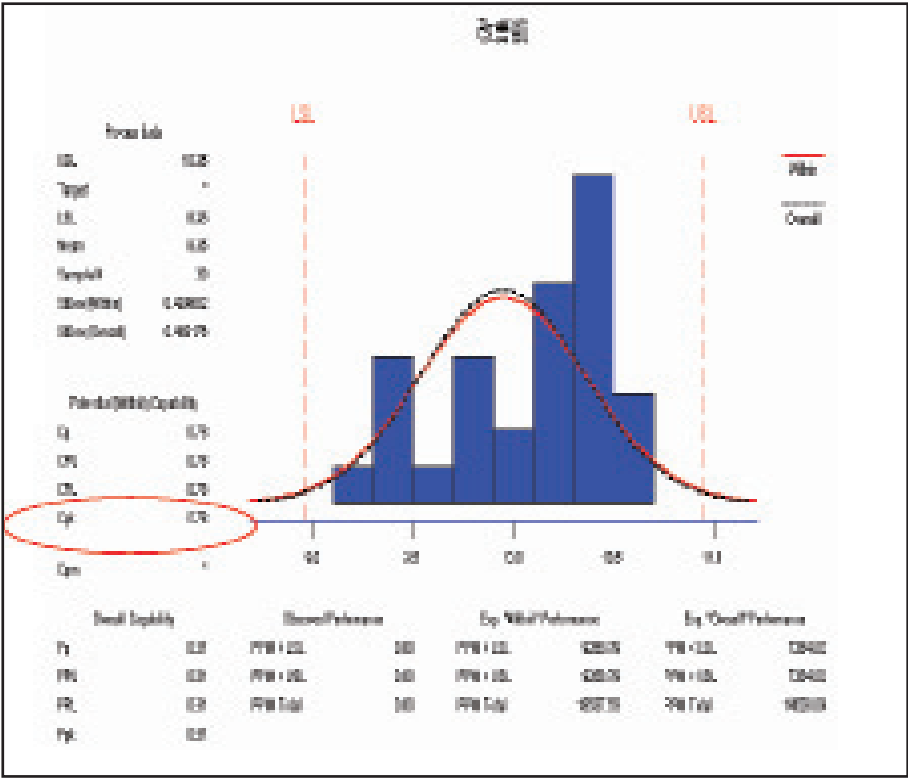


圖3 改善前製程能力分析 (C_{pk})

五、改善階段 (Improve)

(一)改善對策之執行

問題點	要 因	對 策	執行者	實施日期
荷重不良	長度控制不良	加裝彈簧自動檢長機	許五	97. 11. 10
內/外徑不良	量測公差	購買內外徑檢具、工作流程單加註批號	許五	97. 11. 10
垂直度不良	研磨面不均	購買垂直度檢具	蔣六	97. 11. 10
表面處理不良	表面有瑕疵	購置浸油機	蔣六	97. 11. 10
自由長/ 長度不良	長度控制不穩	加強自主檢查 實施IPQC制度	蔣六	97. 11. 10
線徑/材質	材料表不見	歸還的線材，應另附材料表註名 重量、材質、線徑等	許五	97. 11. 10

製程功能/要求	潛在失效模式	潛在失效效應	嚴重度S	等級	潛在失效原因/狀況	發生度O	現行預防/製程管制	現行檢測/製程管制	難檢度D	風險優先度 (RPN)	建議措施	負責人與完成日期	執行結果				
													探行措施	程度	發生	發現	風險等級
捲繞/ R-1符合圖	面數不良	影響K值	5		線輪壓力不足(鎖定不良、線輪溝槽磨損)	5	調機首件確認壓力之適當性並作記號		2	50							
	內外徑不良	影響組裝	5	○	鉗板磨損	5		每小時檢測1次每3小時記錄1次	2	40	購買內外徑檢具	許哲修 97. 11. 10	購買內外徑檢具	3	2	1	1
	自由長不良	影響荷重 研磨面厚度	6	○	送料機構送料不穩定 鉗距板磨損	5	增加自動送料架 適時調整送料時間	同上	2	60	加裝自動檢長機、	許哲修 97. 11. 10	加裝自動檢長機、	5	2	1	10
	外徑不良 (磨傷、尖角、毛邊)	影響組裝 影響彈簧壽命	7		鉗板磨損 鉗距板磨損 鉗距板磨損	8		同上	2	43							
熱處理/ 定性、消除應力	熱處理不均		7		送料量過多 排列方式不適當	3	一層排列	目視檢查	2	42	依彈簧大小 長短作層別管制	蔣清華 97. 11. 10	依彈簧大小長短作層別管制	3	3	1	9
研削/ 兩端磨平並	長度不良 (圓度、端角)	影響荷重與 組裝特性	5		砂輪磨損 研磨次數不當	5	首件確認	每小時檢測1次每3小時記錄1次	2	40	加強自主檢查	蔣清華 97. 11. 10	加強自主檢查	2	2	1	4
內徑倒角/消除 尖角、毛邊	尖角毛邊	影響組裝	3		倒角用力不足	3	倒角角度 2°		2	18							
新裝/減少鉗具 拉頭應用	表面毛刺	影響彈簧壽命	4		鉗板磨損破裂	2	檢測機油封指示	不足即補充	1	8							
折回彈簧	糾結在一起	影響點漆、 包裝	2		熱處理不均 影響荷重	2	回火時檢查		1	4							
回火定性、消除 應力	熱處理不均		5		送料量過多 彈簧未折平	2	送料依彈簧大小 長短作層別管制		2	20							
點漆、全檢、噴 油/鍍別	分辨不清、 生鏽	影響組裝、 壽命	5		遺漏掉	4	鐵盤盛裝全檢		2	40	增加浸油機	蔣清華 97. 11. 10	增加浸油機	2	2	1	4

表6 FMEA(二)製程FMEA表 (REV : B)

增加“/E”
“識別函數”

增加後製程
說明

工作 流 程 單

審核 作 成

工號： 批號：

成形製程

工序	類別	製程名稱	數量	簽名	月/日
1	3	捲繞成形			
2	3	即時熱處理			

後處理製程

工序	類別	製程名稱	數量	簽名	月/日
3	5	研磨			
4	5	內徑倒角			
5	5	珠擊			
6	4	折開彈簧			
7	5	回火			
(8)	4	點青漆、全檢			

製六課

工序	製程名稱
1	珠擊
2	鍍鉍白
3	鍍五彩
4	鍍黑鉍
5	五彩
6	拋光
7	皮膜

作業技術指令：(傳達次一工程)

3 課技術員提供研磨長：

六 研磨機台：MK101-600-03

研磨盤：A60-32-02，研磨套管：32039

3-5 課技術員提供零件數據(以上提供3-5 課技術員參考之數據)

珠擊前長度： 荷重(一)： 荷重(二)：

珠擊後長度： 荷重(一)： 荷重(二)：

公差表減： 荷重表減： 荷重表減：

荷 33.0 mm 24.5 mm 送驗數量

重 9.95±1.0 kg 28.7±2.4 kg

製五課研磨 荷重綱

K 值 kg/mm 垂直度 1.35 mm 以下

熱處理 420 ℃x 30 分鐘 珠擊 30 分鐘

回火 230 ℃x 30 分鐘

張工序編號：(一位數字填上製成序)，最後製程之工序號碼加“()”識別。

張送驗時，請填寫檢驗主送件全單一併送驗。 張本單正面所填數量與日期為當次批量與完成日期。

表7 工作流程單 (二)

☐原型 ☐投產前 ☐生產

零件/ 製程 號碼	製造的名稱/ 操作的順序	製造用的機械裝 置、治具、 工具	特 性		特殊 特性 分類	方 法							矯正措施及 對策計畫
			NO.	產品		製程	產品/ 製程規範/ 公差	評價/測定的 方法	抽樣數		管理方法		
									試樣數	頻率	確認者	頻率	記錄方式
P1	捲繞成形 (線材)		1.1	線徑		φ 2.8±0.04mm	分厘卡	1個	批	品質課	批	抽驗紀錄	無貨
			1.2	材質		無油鋼2	材質證明	1個	批	品質課	批	抽驗紀錄	無貨
			1.3	外觀		不平等無	目視	1個	批	品質課	20r	抽驗紀錄	無貨
P2	捲繞成形	MK101-600-03	2.1	內徑	φ 11.7 ±0.2mm	φ 11.7±0.2mm 依零件值	游標尺	5pcs	20r	作業課	20r	抽驗品檢表	重工作業
			2.2	端部長	41.7± 0.2mm	41.7±0.2mm 依零件值	游標尺	5pcs	20r	作業課	批	抽驗品檢表	重工作業
P3	熱處理	AK101-600-03	3.1			300 ±0.5 秒/分	溫度/時間表	5pcs		作業課	批	查核單	重工作業
P4	研磨	ED101-600-03	4.1			依零件值		5pcs		作業課		抽驗品檢表	重工作業
P5	珠擊	ED101-600-03	5.1			4分	計時器			作業課	批	查核單	重工
P6	回火	AK101-600-03	6.1			230 ±0.5 秒/分	溫度/時間表			作業課	批	查核單	重工
P7	表面處理	ED101-600-03	7.1			底層塗(40μ)	目視			品質課	批	查核單	重工
P8	成品檢驗		8.1			依零件值	外觀確認			品質課	批	查核單	重工作業
			8.2			2.8±0.04mm	分厘卡			品質課	批	查核單	
P9	包裝	封口機	9.1			500PCS/包	稱重			包裝課	批	成品入庫單	維修作業
P10	出貨檢驗		10.1			依訂單				成品主責		出貨單	重新包裝

表8 管制計畫表

(二)效果確認

將改善前與改善後的效果作一比較。

項目比較	荷重不良	內／外徑不良	表面處理不良	外觀不良	長度不良	自由長／	垂直度不良	材質不良	線徑／
改善前	56	23	22	15	15		8	5	
改善後	8	5	0	1	2		1	0	

圖4-1 對策實施效果確認

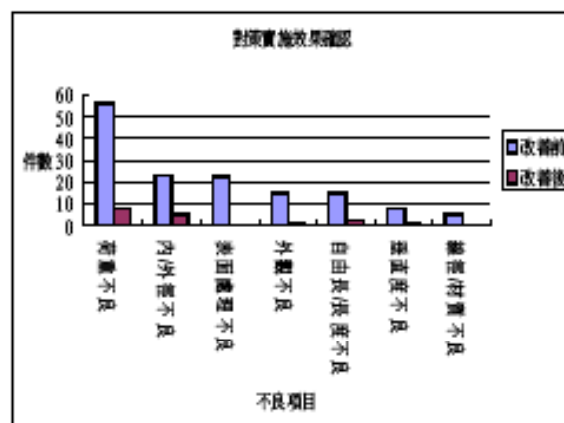


圖4-2 對策實施效果確認

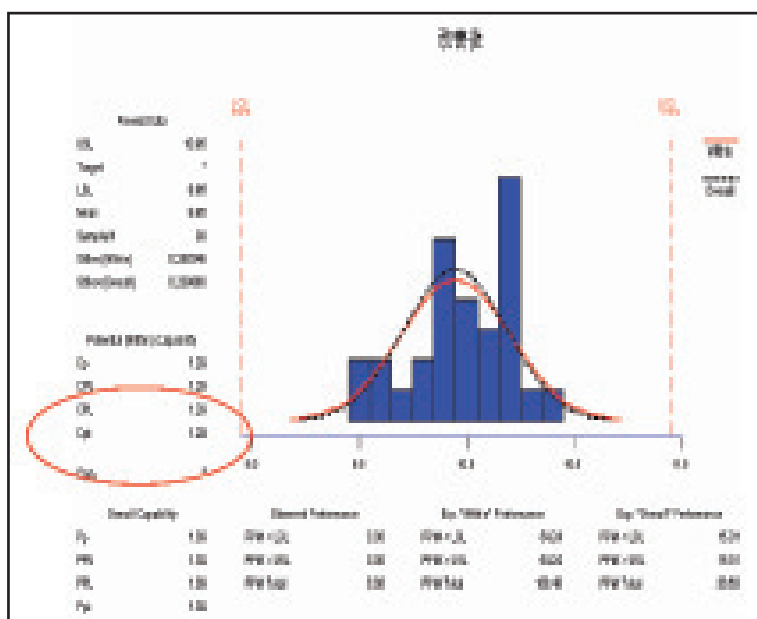


圖5 改善後的製程能力

TEST and CI for Two Proportion

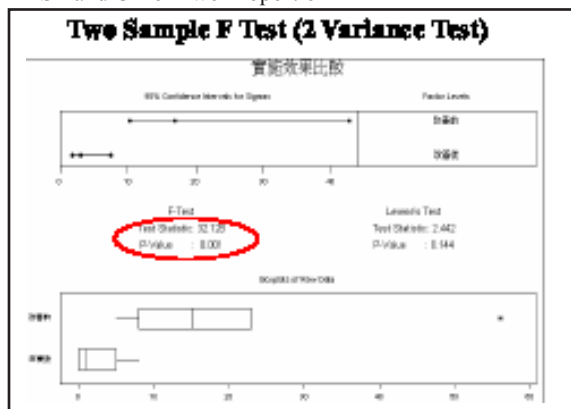


圖6 F 檢定圖

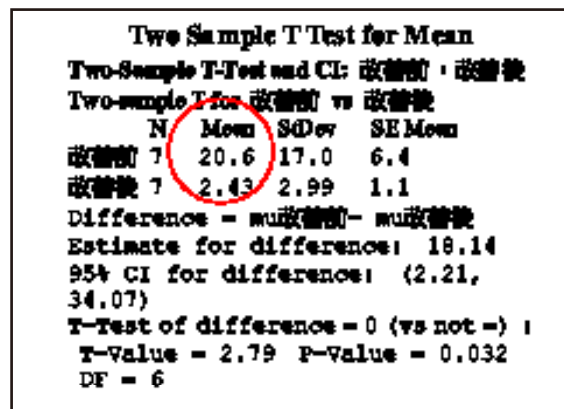


圖7 T 檢定圖

F檢定（圖6）的 $P\text{-value}=0.001 < 0.05$ ，顯示改善前與改善後製程變異有顯著的差異；由T檢定（圖7）得知，改善前品質特性平均值為20.6，改善後的品質特性平均值為2.43。

經由改善階段找出最佳的解決方案，重新收集數據並求得最適水準的綜合製程能力指數Cpk改善後的1.29，比原製程提昇了0.51。

	改善前	改善後
Cpk	0.78	1.29
Cp	0.78	1.29
Mean	20.6	2.43

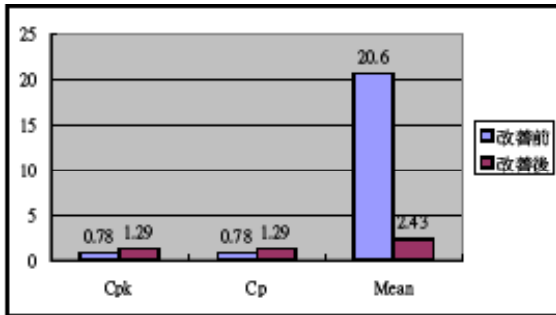


圖8 改善前後比較圖

六、控制階段(Control)

由閥門彈簧製程不良的原因分析及六標準差的品質改善過程裡，為確保改善之對策能有效持續被執行，冀對策有效加於製程管制系統（Process Control System），以做為生產製程管制之依據。

(1) SPC製程管制：

- 持續衡量各製程品質與流程
- 重新制定流程管制計畫
- 確認在製品的原因及對策
- 異常要因調查及處置

(2) 持續監控及改善：

- 首末件檢驗
- 製程中檢驗
- 檢查站抽驗
- 各工程巡迴檢驗

(一) 獎懲制度：

改善前公司每月結算獲利額度的2%分給員工，作為員工的生產獎金；改善後，公司除保留原福利基金，再將改善後淨獲利的2%分給改善作業的人員，並發給品質改善績效獎狀乙張，以鼓勵員工持續改善、提昇公司競爭力。

(二) 效益分析：

依本研究方法執行的改善方案所獲得的效益分為直接效益與間接效益，分述如下：

1. 直接效益：本改善案對公司之成本節省如下

(1) 改善投資成本總計約181000元

- 自動檢長機：38000元/台
- 內外徑檢具：16000元/組
- 垂直度檢具：6000元/組
- 浸油機：120000元/台
- 回料標籤：1000元/年

(2) 投資報酬約53萬（71萬—18萬）

2. 間接效益：

- 由於製程能力提升，不良的數量減少，訂單的生產預留量可降低，因此減少了庫存品的產生。
- 單位時間內的生產量提高，由原料到成品之生產時間縮短，提高了資金的週轉率。
- 由於製程穩定，不良品的重工、修整及報廢大量減少，因此多餘人力可以投入生產，提高產能。
- 由於單位時間產能的提升，使交貨期縮短，由18天降為12天，提高了業務部門接單的彈性。
- 由於交貨日期縮短，降低原料市場的波動的影響，使公司的財務積料更有彈性。

肆、結論與建議

一、結論

本研究針對6 Sigma品質改善方法作了探討，並將實際運用在國內某彈簧廠上，討論其關鍵影響因素及最佳水準，以應證其製程能力改善之目標。經由生產線之製程實驗，得到國內彈簧廠推行6 Sigma品質管理系統獲得以下的結論：

(一)透過六標準差品質管理系統的改進，產量提高的同時，也使產品品質水準整體提升，降低了不良品數量，確實使生產線產值達到預定目標。

(二)經由六標準差品質管理系統和品管手法的配合，找出影響生產線產值的重要因子及其間的交互作用，改善了生產線的投入因子組合，降低生產成本、增加生產線的收益。

(三)運用六標準差品質管理系統中的獎勵制度---績效獎金，將改善的成果徹底落實，使員工把品質視為是日常生活的一部份。

(四)運用簡單的實驗設計方法來解決彈簧廠生產線產值提昇的問題，並將6 Sigma 專案數據導向的觀念，深植在企業文化中，培養企業員工發現問題、解決問題的能力。

(五)由於製程穩定，人員負責機台數由3台提昇為4台，提高個人的工作績效。

二、建議

本次專案在副總經理及廠長等主管全力支持以及全體員工的配合推動下，順利完成專案計畫之執行成果，更重要的是六標準差之精神與手法融入公司文化中，所以在這專案完成後，除了預見該專案的成果外，個案彈簧廠也將持續推動其它專案，全面提昇品質及客戶滿意度為目標。 

參考文獻

- 1 丁惠民，六標準差管理，2003，美商麥格羅·希爾。
- 2 阮光業、盛其安，1986，品質管制與可靠性工程，超級科技圖書公司。
- 3 周鈺璇、蘇朝墩，2009，“應用精實六標準差改善物料配送績效”，品質月刊，第45卷，第8期，頁23-30。
- 4 邱先煌，2004，企業六標準差訓練規劃實務之研究，中華大學碩士論文。
- 5 城培舜，2004年，以六標準差方法探討生產線產值提昇之研究—以不銹鋼裁剪中心為例，國立成功大學，工業與資訊管理學系在職專班，碩士論文。
- 6 翁田山，1994，品質經營實戰，中華民國品質管制學會。
- 7 莊益宗、呂南雄和洪明章，2009，“應用六標準差改善低碳高硫鋼的煉製技術—中鋼公司案例”，品質月刊，第45卷，第8期，頁11-22。
- 8 陳延越，2002，國內企業推行6-Sigma品質管理系統之研究，元智大學碩士論文。
- 9 曾慶毅，2003，Six Sigma 之實務應用方法研究—以飛機零組件維修為例，元智大學工業工程與管理學系碩士論文。
- 10 黃惠琪，2003，我國企業推動6σ關鍵因素之實證研究，國立成功大學碩士論文。
- 11 葉秋鈴，2004年，六標準差應用於導光板印刷製程之最佳化，元智大學，工業工程與管理研究所，碩士論文。
- 12 潘浙楠，2003，“六倍標準差(Six Sigma)的策略架構與實施模式”，中華民國品質學會，第九屆全國品質管理研討會論文集。
- 13 潘浙楠、張耿通，2004，“全面品質管理與六標準差實施方案之比較分析—以台灣地區之企業為例”，品質學報，11卷，3期，頁175-192。
- 14 鄭榮郎，2002，6σ系統整合經營策略模式之研究，國立中山大學企業管理學系博士論文。
- 15 賴世鵬，2000，因應全球運籌體系之產品開發管理：以台灣個人電腦製造商為例，國立清華大學工業工程與工程管理研究所碩士論文。
- 16 閻承隆，2000，全球資訊大廠OEM/ODM專業代工廠商資格審核條款之研究—以台灣電腦主機板廠商為例，國立清華大學工業工程與工程管理研究所碩士論文。
- 17 謝財源，1996，品質管理，中華民國品質管制學會。
- 18 蘇朝墩，2009，六標準差，前程文化事業有限公司。
- 19 Blakeslee, J.A., 1999, "Achieving Quantum Leaps in Quality and Competitiveness: Implementing the Six Sigma Solution in Your Company", Quality Congress, pp.486-497.
- 20 Eckes, G., 2002, Making Six Sigma last: managing the balance between cultural and technical change, New York: John Wiley.
- 21 Hahn, G.J., Hill, W.J., Horel, R.W. and Zinkgraf, S.A., 1999, "The impact of Six Sigma improvement- A glimpse into the future of statistics", The American Statistician, Vol. 53, No. 3, pp.208-215.
- 22 Harry, M.J., 1998, "Six Sigma: Breakthrough Strategy Profitability", Quality Progress, 31(5), pp.60-64.
- 23 Peter S. Pande、Robert P. Neuman、Roland R. Cavanagh, 2000, The Six Sigma Way /樂為亮譯，美商麥格羅·希爾國際(股)公司台灣分公司。