

## 第一章 緒論

在資訊產業競爭激烈的環境下，各大產業為保其競爭優勢，紛紛將品牌及製造獨立劃分出來，使品牌及通路之運行更具彈性、更具優勢。而從事專業代工者更能以大量及低成本之方式運作，使雙方之營運皆能達到最佳之效果。筆記本電腦是當今 IT 領域最具成長潛力的硬體產品，隨著筆記本電腦功能不斷的增強，且價格不斷的下滑，使得其更加速的取代桌上型電腦。除了日本廠家仍然堅持自己生產部分筆記本電腦外，其他廠家都將筆記本電腦委託台灣代工廠家生產，2006 年台灣廠商筆記本電腦出貨量約佔全球筆記本電腦出貨量的 80%以上，台灣企業基本壟斷了筆記本電腦代工。

面對成本壓力，台灣企業都將筆記本電腦製造業務轉移到大陸華東區，廣達及英業達生產據點設於上海，仁寶及緯創生產據點設於昆山，華碩生產據點設於蘇州。在此競爭激烈的環境下，唯有透過產能及良率的提昇，進而降低成本，以提昇企業整體之競爭力。各企業為了解決此問題，首先必須從前端之產品設計著手，再靠後端之良好製造技術，才可發揮企業之競爭力。要解決生產相關之問題，及提升製造技術的方法很多，如品管圈、全面品質管理、實驗設計、製程失效模式分析、六標準差手法，其中以六標準差以系統全面性手法，能有效提升整體之製程能力，為最有效之改善方法。

六標準差是前一世紀 80 年代起源於摩托羅拉的一套管理方法，提供了企業一個新策略方案及企業經營策略的新領域，為製造業與服務業改造流程、提升顧客滿意度、強化競爭優勢及維持高額獲利。六標準差不是只靠單一方法或策略的企業風潮，而是能改善企業領導和績效的彈性系統。基於許多重要的管理觀念，和過去累積的經營典範，替二十一世紀企業成功打造出新的經營哲學。

MOTOROLA 公司在 70-80 年代面臨品質低落的困境，總裁蓋爾文 (Bob Galvin) 在 1981 年要求在 3 年內全面提昇績效。他體認到日本人品質的競爭力，要求員工正視品質的問題，幾年後經由哈瑞 (Mikel Harry) 和

席若以德(Richard Shroeder)的協助，Motorola 提出了六標準差的策略，應用到其所有產品的品質改善上，品質進步神速，獲利蒸蒸日上，並於1988年獲得了美國國家品質獎，至今六標準差已廣泛推廣於各大產業。

## 1.1 研究背景與動機

筆記本電腦代工產業，爲了爭取品牌大廠之訂單，紛紛以低價策略爭取更多之訂單，造成營業毛利逐步下降，在此競爭環境中，代工廠唯有透過內部流程、製程加以改善，以提高產品之品質、可靠度，滿足顧客之需求，提昇企業之競爭力。

面對顧客對於產品之品質要求，及競爭環境之成本下降要求，工程管理團隊雖致力於針對現有生產流程加以改善，雖然已大有改善但已達瓶頸，還是無法達到整體最佳之製程能力。

面對產品之品質改善，雖經全面品質管理展開了各功能之目標，經由品管改善手法、IE手法、PDCA手法及各項改進措施，始終無法將產品良率提升至目標水準。當然亦考慮以實驗設計方法尋求改善，但考量實驗設計僅能就品質特性及因子之關係性，透過實驗方法找出最佳參數組合而求得最佳之品質特性。唯有 6 sigma 能以系統面之 DMAIC 流程及手法，針對產品之品質進行全面性之改善，從關鍵顧客需求與內部流程需求著手，訂定關鍵品質指標及關鍵流程指標，並釐清關鍵輸入、流程、輸出指標之定義，運用特性要因圖、製程失效模式分析，找出重要影響因子。針對可以量化之輸入、輸出指標，透過實驗設計找到製程之最佳參數，達到穩定的製程；另針對無法量化之影響因素，以 Mind Mapping 方式找出有效之對策，使整個製程能被穩定的控制，達到高度的產品品質，進而提升顧客之滿意度。

本研究之目的在運用 6  $\sigma$  品質改善手法，以系統面之手法，滿足顧客需求及內部流程指標之前提下，找出影響主機板表面黏著製程良率之關鍵因素，及最佳之參數組合，提昇製程良率及達到顧客滿意度。

## 1.2 研究範圍

本研究運用 6  $\sigma$  品質改善手法以系統面之手法，滿足顧客需求及內部流程指標之前提下，提昇筆記本電腦主機板表面黏著製程之良率，範圍含錫膏印刷機、高速機、泛用機、迴焊爐、線路測試、功能測試。

## 1.3 研究方法及流程

首先分析影響企業運作之問題，再就影響程度找出關鍵問題，以提昇筆記本電腦主機板表面黏著製程之良率為主題，並說明研究之目的與範圍。蒐集相關之文獻探討，資料範圍包括全面品質管理、製程失效模式分析、六標準差、實驗設計，進而建立研究方法，再依研究方法進行個案研究之探討，分析其效益及提供製程改善之建議，最後完成整個研究個案之結論及探討未來研究之方向。

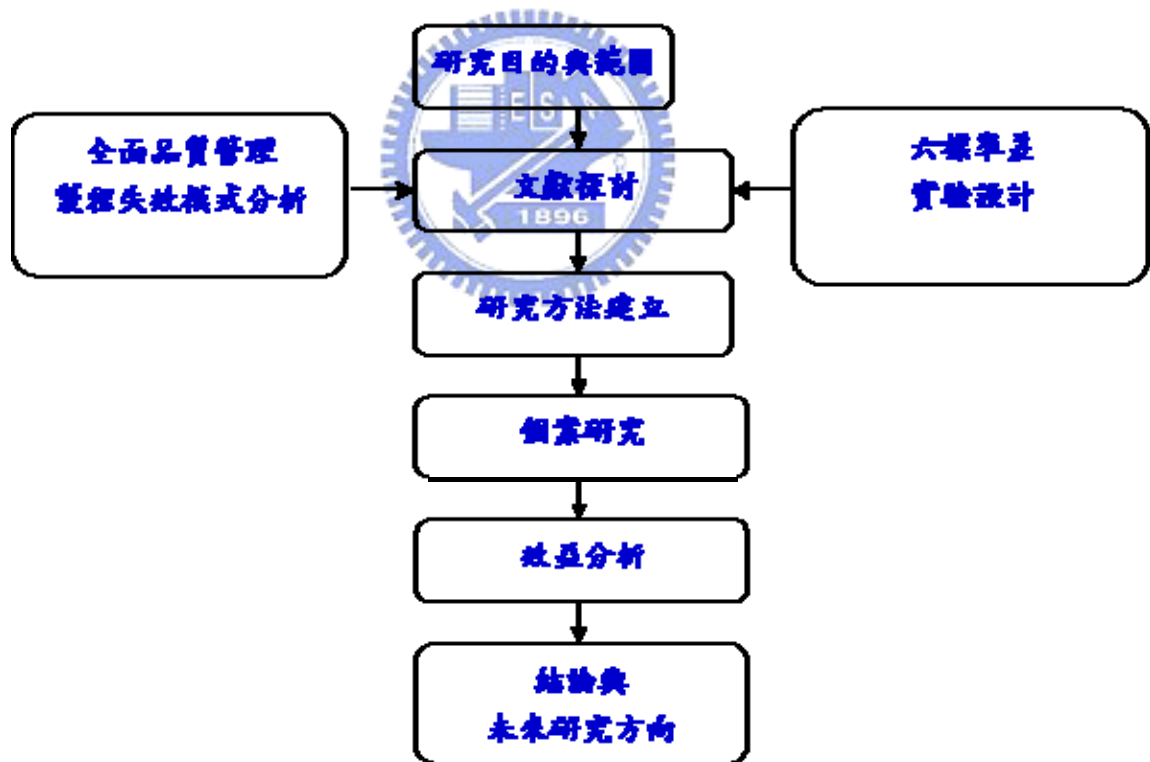


圖 1 研究方法及流程圖

資料來源：本研究整理

## 1.4 論文架構

本論文共分爲四章，第一章爲緒論，說明研究背景與動機、研究目的、研究範圍、研究方法與流程、論文架構第二章爲文獻探討，針對研究主題，收集整理過去學者在相關領域方面之文獻研究，作爲本研究理論架構之基礎，依據 6 $\sigma$  之 DMAIC 步驟，從顧客滿意關鍵指標訂定、關鍵流程分析、定義績效指標、鑑定製程能力、驗證量測系統、篩選要因、鑑定變異來源、對策實施、效果確認、管制計畫、標準化作業等流程，探討本研究之觀念性運作流程，探討所研究之主題。第三章爲個案研究，針對國內某電腦代工廠，以 6 $\sigma$  的 DMAIC 手法來改善製程良率之實際案例。第四章爲結論與未來研究方向，針對研究個案之結果，探討運用 6 $\sigma$  品質改善手法於實際生產良率改善之過程與結果，供企業品質改善提昇之參考。



## 第二章 文獻探討

### 2.1 全面品質管理

美國世界級品管大師費根堡(Armand V. Feigenbau)曾在”全面品質管制”一書中把全面品質管制之發展分爲五個階段:

1. 第一階段：1900 年以前，屬於操作員的品管時代，從原料之選定、製造、產品的最終檢驗，都由工匠自己完成，品質是依靠檢驗出來的。
2. 第二階段：1900 初期到 1920 年，屬於領班的品管時代，由領班來管理生產及監控班員的工作，品質是依靠領班監控下全檢檢驗出來的。
3. 第三階段：1920 年到 1940 年，生產系統變得複雜，產量相對提高，開始有全職的品檢員對產出之產品進行全檢，品質依舊是靠檢驗出來的。在 1924 年，修瓦特博士(W.A. Shewart)發展出一套產品品質變異的統計管制圖。道奇(H.F. Dodge)與濃米(H.G. Roming)在此階段，亦發展出一套取代全檢的抽樣檢驗允收標準。
4. 第四階段：1940 年到 1960 年，品管逐漸脫離製造單位而成爲獨立的品管部門，修瓦特博士的管制圖及道奇、濃米的抽樣檢驗已爲生產業界廣泛使用。採用統計品管，利用線上抽樣檢驗及管制圖之監控，矯正異常，此階段的品質是靠製造出來的。另美國品管協會(American Society for Control)成立於 1946 年；戴明博士(W. Edwards Deming)於 1950 年前往日本教授統計方法；1960 年日本提倡改善品質爲目的的品管圈，並推行 QC 七大手法。
5. 第五階段：1960 年到 1980 年，此階段之初期十年，品質無法完全以品檢制度來提升，品質保證之制度因應而生，加強製程最後一站成品之檢驗，確保在廠內將不良品檢出而不會流入顧客手中。另外將進料管制延伸到產品設計品

質管制，強調品質是靠設計出來的。此階段的後期十年，費根堡博士提倡全面品質管制(TQC)之理論，擴充統計製程管制之範圍到設計品質管制、供應商品質管制、產品可靠度管制。

6. 第六階段：1980 年以後，全面品質管理的觀念盛行，美國的 **Malcolm Baldrige** 國家品質獎成立，成為評核 TQM 執行成效的標竿，另田口玄一博士的實驗設計法被肯定為改善品質的有效工具。1990 年代美國汽車工業更因執行 TQM，強調不斷的改善品質的理念，使其顧客滿意度不斷的提昇。1984 年 ISO 在歐洲推出 ISO9000 系統之品質管理及品質保證系統，1990 年 ISO9000 成為國際性品質保證系統之標準，此標準之要求即源自於全面管理之理念。

戴明在 1982 年總結其品質改進哲學，提出十四點改善品質、生產力的管理理論，被公認為 TQM 的重要哲學之一

1. 建立並且宣佈公司組織之目的與目標。
2. 學會新的(管理)哲學。
3. 終止依賴大量品檢。
4. 停止光憑價格選擇供應商。
5. 永不止息地改進生產與服務系統。
6. 訓練管理者與新進員工。
7. 統御領導之建立。
8. 消除員工的恐懼。
9. 排除分工而不合作的藩籬。
10. 取消勸戒勞工的口號。

11. 取消勞工的工作配額。
12. 拆除妨害員工技藝自尊心的藩籬。
13. 鼓勵員工接受教育與自我改進。
14. 採取行動完成企業改革。

全面品質管理應用統計方法和人力資源，建立一種持續不斷改善的組織，藉由持續不斷的改善組織以獲取競爭優勢的全面性、改善組織內各項資源、程序及滿足顧客需求。全面品質管理有一整套不斷改進組織之指導原則與哲理為基礎，它運用計量方法與人力資源去改進企業組織內的所有活動程序，以求超越顧客現在與未來的需求。全面品質管理（TQM）的目的是提供顧客滿意的產品，藉此達成高生產力，降低成本，提高品質的產品，在競爭劇烈的市場中立於不敗。

## 2.2 六標準差

創設於 1928 年的摩托羅拉公司，在 1970 年代起，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，品管部門爲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，成爲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(曾任奇異公司副董事長)在公司推動展開了 6-Sigma 計劃。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-Sigma 計劃，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。〔袁世珮，1999〕

### 2.2.1 六標準差之定義

英文唸作“Six Sigma”，亦稱為“六標準差”， $\sigma$  為統計學的符號，代表所觀察的流程或產品的變異程度， $\sigma$  值愈大，表示其變異程度愈大， $\sigma$  可以衡量品質水準，該水準愈高表示產生缺點的機率愈低， $6\sigma$  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

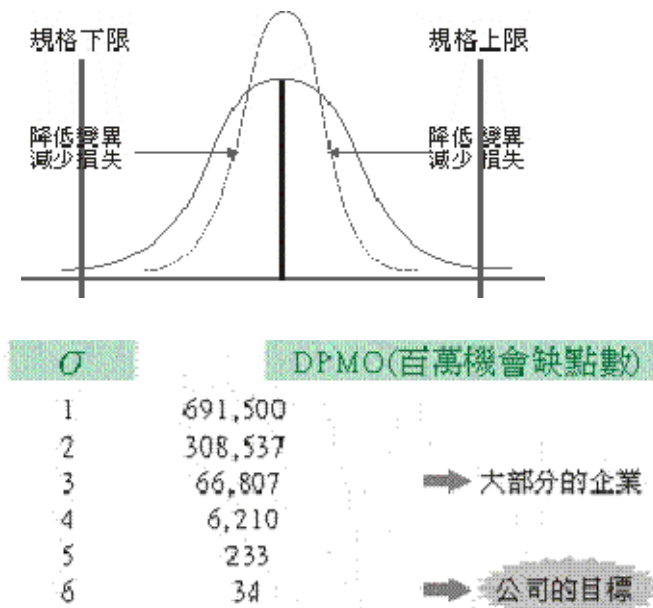


圖 2 六標準差百萬機會缺點數比較圖

資料來源：六標準差管理 丁惠民

### 2.2.2 六標準差之策略

(一)國內企業推動之關鍵成功因素：〔陳延越等，2002〕

根據鄭春生、陳延越一國內企業推行六標準差品質管理系統一篇研究論文，針對國內 21 家正推行六標準差企業實施個案訪談，研究提出企業推行六標準差的關鍵成功因素，包括下列九點：

1. 高階主管實際的參與。
2. 專案審查系統。
3. 給專案承辦人適當的壓力。
4. 專案審查系統給承辦人必要的支持承諾。
5. 碩士級黑帶與黑帶或綠帶有定期的會議。
6. 組織內所有人應瞭解什麼是六標準差。



- 7.定期追蹤專案的累積成果。
- 8.專案的重要性是由數字來決定。
- 9.定期的公開獎勵活動。

(二)美國奇異公司推動之關鍵成功因素：

根據袁世珮譯，勞勃·史雷特著複製奇異傑克·威爾許打造企業強權實戰全記錄一書中，提出美國奇異公司推行六標準差之關鍵成功因素有下列十項：

- 1.展開計劃。
- 2.高階主管的積極參與。
- 3.專案之選擇。
- 4.專案審查機制。
- 5.專案追蹤。
- 6.設置戰士階級並相互技術支援。
- 7.積極投入訓練。
- 8.溝通宣導。
- 9.激勵措施。
- 10.發展供應商計劃。



### 2.2.3 六標準差之改善步驟

企業推行六標準差的過程中，最常見的是一套包括五個步驟的改善順序，稱為 DMAIC，亦即界定(Define)、衡量(Measure)、分析(Analyze)、改善(Improve)與控制(Control)。執行步驟說明如下：〔丁惠民，2003〕〔黃聖峰，2003〕

1. 界定(Define)：定義出高品質必要條件，讓顧客對一項產品或交易流程感到滿意的必要條件。亦即站在顧客的立場，找出能夠為公司帶來明顯節省或利潤，並且提升顧客滿意度的專案。
2. 衡量(Measure)：瞭解目前的狀況和顧客之間的差距，找出關鍵流程所造成的失誤。衡量以數據為基準，所以員工必須接受基礎統計學及機率的訓練，包括量測分析等課程。在

剛開始通常是由黑帶或是具備六標準差實際推行經驗的人，來帶領員工進行。

3. **分析(Analyze)**：弄清楚流程中為什麼會產生失誤，這個階段需要運用腦力激盪及許多統計工具探究造成現況與需求之間落差的關鍵少數原因，找出影響結果的潛在變數，並加以量測，作為改善之基礎。
4. **改善(Improve)**：確認關鍵變數，然後量化這些變數對高品質必要條件的影響。找出關鍵變數最大容忍範圍，以確定評量系統能夠評量出關鍵變數的變異性。最後，修正流程並使其保持在可接受的範圍內。
5. **控制(Control)**：將改善的成果繼續保持下去，利用統計學流程控制或簡單的檢驗表等工具來確保經過修正後可以一直讓關鍵變數維持在最大的容忍範圍內。

#### 2.2.3.1 Define 界定階段

六標準差為推動整體企業改善之方法，針對關鍵之顧客需求及內部流程改善需求找出最佳之改善機會，使能達到企業目標及顧客之需求，進而提高獲利，使企業更具競爭力。

企業面對激烈競爭的外在環境，依據企業之願景，以財務、顧客、內部流程、學習與成長四大構面，訂定事業目標，再由上往下展開各個專案，依據各專案之重要性安排人力資源，使能達到企業之目標。

1. **客戶滿意關鍵指標**：企業須有一套持續追蹤和更新顧客需求、競爭對手活動、市場變動的策略與系統，深入了解顧客的需要與行為，建構績效與顧客滿意的明確準則。六標準差把焦點集中在顧客的關鍵品質期望上，一切需與顧客之觀點來判斷。
2. **建立有效團隊**：為了發揮績效，六標準差團隊必須建立明確且得到共識的目標、角色與流程，如果團隊不能認同或不瞭解其目標，縱使團隊中的成員對於六標準差之手法及流程皆很熟悉，還是無法

順利完成專案之目標。黑帶是六標準專案的核心，必須肩負重要的責任，扮演技術專家及團隊領導人之角色，帶領各功能成員順利完成階段之使命，完成專案之最終目標。

**3. 關鍵流程分析：**確認企業之主要核心流程，並界定核心流程之產出，以及流程所服務之關鍵顧客。核心流程指的是一連串可以提供產品或服務給顧客的任務，企業須先考量透過哪些主要活動提供價值(產品及服務)給顧客。SIPOC(供給、投入、流程、產出、顧客)圖形為流程管理和改進最有用的技術，主要用來讓工作之流程一目了然。

- A. 供給：提供原料、關鍵資訊給流程的人或團體。
- B. 投入：提供的物料或東西。
- C. 流程：能增值投入的一套步驟。
- D. 產出：流程最後的產品。
- E. 顧客：接受產出的人、團體或流程。

#### 2.2.3.2 Measure 衡量階段

對企業來說，在導入六標準差時，要取得足夠資料以對核心企業流程進行比較性的衡量，如果不作衡量的話，就無法產生進步，因為根本無法知道目前的狀況。衡量的資料型態可分為離散型及連續型兩種，且須考慮到有效率及有效果之衡量。

##### 1. 定義績效指標：

績效指標之訂定，需涵蓋輸入指標、流程指標、輸出指標三大類。首先需全盤考量客戶滿意關鍵指標及企業之本身之競爭力指標，再依據企業流程圖找出最具代表性之輸出指標，接著以品質機能展開圖及魚骨圖找出關鍵流程指標，確保能隨時監控生產過程之變化，以達到輸出指標之要求。另外從輸入之變數中，找到關鍵之輸入指標，確保投至生產線之材料，能有固定之品質。輸入指標、流程指標與輸出指標之相關性，可以魚骨圖及因果矩陣圖，透過腦力激盪之方式加以找出。

## 2. 鑑定製程能力：

六標準差管理需將品質改善與財務結果直接連結在一起，並將內部流程與系統管理連結到最後顧客需求上。進一步分析現有之製程能力 (Process capability)，並藉由降低或排除變異來穩定製程能力。製程能力指標可以  $C_P$ 、 $C_{PK}$ 、 $\sigma$  來表示

$$C_P = (USL - LSL) / 6\sigma$$

$$C_{PK} = \text{Min} [ (USL - \text{平均數}) / 3\sigma, (\text{平均數} - LSL) / 3\sigma ]$$

## 3. 量測計畫：

針對訂定之績效指標，需有一套有效的資料收集及績效衡量方式，首先須對各項績效指標訂定操作定義，明確的描述所要收集資料的範圍、條件，使成員對於其定義能保有一致性。

針對資料之收集，首先需有一套之量測計畫，確保所收集之資料是有意義的。包括樣本數、資料收集頻率、抽樣方式、資料收集表格、由誰收集、資料收集期間、資料來源、資料點之期間(小時、日、周、月、年)，藉由此資料分析現有流程之績效、流程之變異、及其因果關係。資料之分析方式取決於資料之型態，分為連續型、離散型兩種；連續型資料如時間、金錢、重量、長度，離散型資料如不良數、不良百分比。

抽樣方式可分為系統抽樣、隨機抽樣兩種，在執行抽樣時，需考量到樣本具備母體或流程之代表性、隨機性、確保能準確推估母體之特性。樣本數之大小需考慮成本、母體之變異、具代表性，為降低錯估之風險、母體變異大時，樣本數需加大。依資料不同之屬性，將資料整理成圖表顯示，可用柏拉圖、散佈圖、推移圖、直方圖、管制圖。

降低製程變異是提升品質及製程能力最好的方法，需由資料分析何項變異影響輸出指標最大，可將變異源分為兩類：一為基本原因變異，存在於系統內且隨機發生的原因，為可控之因子；另一為特殊原因變異，為不可預期之原因，是造成系統不穩定的原因，為不可控之因子。

#### 4. 驗證量測系統：

量測系統需經由驗證，確保收集資料的前後一致性，量測之總變異由製程變異及量測系統的變異所構成。量測系統的精度由再現性及再生性所構成，再現性測試是在相同的參數下(操作員、作業流程、測試數量、測試環境)，進行重複測試。再生性測試是在不同的參數下(操作員、作業流程、測試環境)，進行測試。

一個連續型資料之量測系統的好壞，可由以% R&R(Percent Repeatability and Reproducibility)、%P/T (Percent Precision to Tolerance ratio)分析而得，% R&R 分析著重在製程變異的改善，%P/T 對於  $C_p$ 、 $C_{PK}$  之研究相對重要，考慮到規格界線，公式如下：

$$\%R \& R = \frac{6\sigma_{MS}}{6\sigma_{Total}} * 100 = \frac{\sigma_{MS}}{\sigma_{Total}} * 100$$

$$\%P/T = \frac{6\sigma_{MS}}{USL - LSL} * 100$$

% R&R 與 %P/T 值之判斷原則

- A. Value < 10%：量測系統可接受
- B.  $10\% \leq \text{Value} \leq 30\%$ ：量測系統尚可接受(對於重要之量測指標，則考慮不接受此量測系統)
- C. Value > 30%：量測系統不可接受

一個離散型資料之量測系統，可由以下實驗條件：至少各 10 個良品及不良品、2~3 位檢驗員、每位檢驗員檢驗 2~3 次，計算得出結果 Attribute R&R，進而判斷為：

- A. 檢驗員本身之差異：量具之問題，對策為更換量具或重新校驗。
- B. 每一檢驗員與標準之差異：檢驗員之問題，對策為檢驗員再訓練。
- C. 檢驗員與檢驗員之差異：操作定義之問題，對策為重新定義操作定義或製作標準檢驗品。

### 2.2.3.3 Analyze 分析階段

分析階段使用層別之方式分析問題發生之原因，使團隊成員能將焦點放在重要問題，針對使顧客不滿意之問題能全面性及迅速解決。

#### 1. 定義潛在問題：

分析無法達到顧客滿意及事業目標之主要原因，變異可能來自於材料供應商、製造流程、企業流程。使用魚骨圖、因果矩陣、5W1H、失效模式分析等手法，找出變異之來源，使團隊依此尋找對策及變更流程，長期性的消除變異原因。

#### 2. 篩選要因：

針對不良之現象分析，以魚骨圖、因果矩陣、5W1H 分析可能之原因，再以資料比較手法分析廠商、材料、流程、工具、設計、人員間對輸出指標之影響性。

進行資料比對前，需先進行判斷資料之型態，資料之型態可分為連續型及離散型兩大類。連續型資料又可分為常態及非常態，非常態之連續型資料，需先將其轉換成常態資料，才能以常態資料之特性加以分析。

#### 3. 鑑定變異來源：

製程改善主要是透過降低主要製程之變異而達成，瞭解製程變異之來源，才能有效降低整體製程之變異，變異源分析方法是將製程總體變異，層別為數個變異源，再分析各個變異源對整體之影響程度，決定解決問題之優先順序。一般可將變異源分為兩大類：(一)製程的變異。(二)量測系統的變異。

(一) 製程的變異：由於製程本身差異造成的變異，包括工具的設定、機台參數的設定、作業流程的設定、環境的影響等。

(二)量測系統的變異：由於量測系統造成的變異，包括量測工具、量測人員、量測操作定義等。

對於變異源之分析可用多變異分析(MVA)，為圖示之技術，可快速顯示製程變異之狀態，發現問題之主要原因。製程變異之分析步驟如下：

- A. 定義流程圖。
- B. 確定變異源之分類。
- C. 以腦力激盪法及魚骨圖手法，分析可能之製程變異源。
- D. 選出較有可能之因子，進行變異源分析。
- E. 設計抽樣計畫（因子型態、每因子之水準）。
- F. 收集資料。
- G. 選擇適當之分析模式。
- H. 變異源量化分析。
- I. 圖示變異源分析後資料。
- J. 結論及改善建議。

#### 4. 回歸分析：

在找出影響品質關鍵指標之潛在因子，需進一步分析潛在因子與關鍵品質目標之相關性，此相關性可以圖形顯示及統計比較的方法加以分析，可以簡單之散佈圖(Scatter Diagrams)分析因子與品質指標之相關性，若相關係數為+1，則為正相關；若相關係數為 0，則為無相關；若相關係數為 -1，則為負相關。

另可以回歸方程式加以表達其相關性，以簡單之線性回歸方程式為例

$$y = \beta_0 + \beta_1 X + \text{Error}。$$

y 為品質特性變數

X 為投入變數

$\beta_0$  為截距

$\beta_1$  為斜率

Error 為實驗誤差

#### 2.2.3.4 Improve 改善階段

在改善階段藉由實驗設計之手法，確認重要變數與關鍵品質之相關性，找出適合之變數控制範圍及相對應之控制方法，以使關鍵品質特性達到最佳化之水準。

## 1. 實施實驗設計：

以分析階段得到之重要變數為基礎，執行實驗設計以獲得最佳參數組合。實驗設計可用於篩選重要因子、找出最佳化之參數組合、比較數個變數對於結果的影響性、穩健設計。

整個實驗設計可依以下步驟來執行：

- A. 陳述問題及實驗目的：以樹狀結構圖決定 DOE 之位置點，並詳細說明現有問題及實驗目的。
- B. 實驗資料收集：決定品質特性、實驗因子及其範圍、因子水準數、因子水準組合、實驗次數、交互作用、實驗資源(時間、成本、材料、人員、設備、儀器)限制、雜音因子。
- C. 篩選因子實驗：透過實驗從影響之因子中找出重要因子，可使用部分因子實驗及 Plackett-Burman 實驗。實驗過程中，需紀錄任何異常現象，包括不可控因子，預防實驗結果的偏差。
- D. 全因子實驗：針對篩選出之重要影響因子來實驗，確認是否有重要之交互作用。並分析品質特性之上升路徑，判斷最佳之區域。
- E. 反應曲面分析：以反應曲面找出最佳之參數組合，以獲得最佳品質特性。
- F. 確認實驗：以求得之最佳參數組合，實際小批量之驗證，確認品質特性是否如預期之結果。

在實驗進行過程中，需考量到隨機性、Blocking、複製、實驗誤差

- A. 隨機性：確保每個因子水準組合實驗，不會受到前一個因子水準組合實驗之影響
- B. Blocking：降低雜音因子對實驗造成的影響。
- C. 複製：對於每個因子水準組合要進行實驗複製，而且是考慮到完全的實驗重新設置，以降低實驗誤差。



D. 實驗誤差：實驗誤差為不可控因子及雜音因子所造成的，

## 2. 評選改善對策：

此階段可以不同之手法尋找可行之對策，如腦力激盪法、親和圖、Challenge Assumptions、Solution Mapping、Mind-Mapping、Six Thinking Hats、Lateral Thinking、Random Word。

針對討論出之可行對策，可以以下之步驟進行對策之篩選

- A. 移除不可行之對策，例如嚴重不利於顧客者、違反公司之策略、違反法律規定者。
- B. 考量是否適於組織運作。
- C. 初步篩選較可行之對策，方法有 Multivoting、CDAM(Combine、Delete、Add、Modify)、Pairwise ranking、Force field analysis。
- D. 使用對策選擇矩陣，依據資料及事實評選欲執行之對策，需考量時間、成本、利潤、流程指標。



## 3. 對策實施及效果確認：

針對評選出較可行之對策，須有一套詳細之實施計劃，並須先有小規模之試行，確認是否能達預期之效果，在推廣至全面之範圍。另亦必須評估對策導入之潛在性風險、受影響之人員、對策試行之範圍、有效性之試行數量、試行所需之技術。完整之對策實施計劃，必須有詳細之實施步驟、負責人員、完成日期、量測指標及完整之時程表，並考慮可能之偶發事件處理辦法，經與相關部門進行良好之溝通及事先之訓練，確保對策能被順利執行。

依計劃實施對策時，需詳細觀察及紀錄整個對策實施過程，是否有非計劃中之事件發生，整體之結果與目標間是否有差異。若對策實施後之結果與目標一致，則將此對策推廣至整個公司之運作；若對策實施後之結果

與目標不一致，則需進一步檢討差異之原因，是否對策執行不確實?還是沒找到正確的原因與對策，進而尋求下一階段之改善方案。

除了要確認對策實施後，產生之結果是否跟目標一致外，另須針對流程變數、顧客要求和成本全盤之考量，避免只做流程績效衡量或只做財務衡量，才能達到全面性之改善，專案便能順利達成目標。

### 2.2.3.5 Control 控制階段

在控制階段中，必須維持對關鍵少數因子 X 所做的改變，以便讓結果 Y 能夠持續的獲得改善。運用特定的計量指標與衡量工具，持續紀錄與觀察整個流程，評估流程能力是否會隨著時間而有所改變。

#### 1. 專案檢討：

對策經過局部性之試行後，須對整個專案進行檢討，專案的流程目標、成本目標、效益目標，是否都能達到設定之目標，現有之改善成效與目標之差異性為何?尚有那些部分需進一步加強改善。接著便要考慮如何將對策落實於日常之運作流程中，甚至於如何將改善擴充至更全面性之範圍。



#### 2. 管制計畫：

當流程改進或設計專案達成其降低誤差的目標，接著要靠紀律維持成效。持續的衡量和行動以維持改進成效，界定流程擁有人和管理的責任，貫徹「封閉環圈」的監視並邁向六標準差績效。且衡量監控的範圍包括投入、流程、產出、效果，誤差水準的衡量可以知道達到顧客要求的狀況，流程中的衡量較能提前警示懸而未決的問題，須以會影響顧客、產品、服務品質及成本獲利的因素放在衡量較高的優先位置。

衡量所得之資料最好以簡單、圖示之方式來表達，如控制圖、趨勢圖、柏拉多圖、直方圖、資料照片等。統計流程控制涉及流程中變異的衡量與演進，協助組織確認可能的問題或不尋常的意外，以便速採行動解決。

#### 3. 矯正措施：

當啟動流程管制方法後，若觀察到流程中有不尋常的活動時，需即時的找出流程變異的原因，採取修正之行動方案，使流程可以穩定的朝向目標，對於矯正措施之施行，須有詳細的觀察及資料記載，驗證矯正措施之有效性。如矯正措施為前流程改善未考慮到者，需將對策整合至標準文件中，確保能持續追蹤改善。

#### 4. 標準化作業：

整個專案經過定義、衡量、分析、改善、控制階段，接下來最後一步，也是最為重要的便是建立標準化文件，將流程改善的執行要項、控制點、流程擁有部門皆能列入公司之標準文件，使整個改善及監控的機制能持續進行。另外藉由標準化之文件，易於將專案改善範圍，藉由簡易的複製，由線擴充到整個廠，由廠擴充到整個公司，使用更短之時間，使改善效益能倍數成長，提昇顧客滿意度及企業競爭能力。

##### 2.2.4 六標準差之相關文獻

〔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，研究發現研磨顆粒、羊毛氈密度、研磨液濃度及研磨壓力對不銹鋼鏡面鋼板生產線產值提昇有正面影響。

〔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，首先找出關鍵品質特性，衡量量測系統及製程能力，歸納出影響製程之關鍵因子，再利用實驗設計的反應曲面法進行實驗，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。

〔陳延越，2002〕採取深度訪談及問卷調查的方法，針對國內正在推行 6 $\sigma$  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 6 $\sigma$  之推行架構。

〔曾慶毅，2003〕以國內某航太科技公司應用 Six Sigma 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 Six Sigma 品質改善方法之界定、

衡量、分析、改善、控制五大改進循環，解決策略目標執行過程中所產生之問題，並針對其理論架構與實務應用方法進行分析研究。

〔黃惠琪，2003〕藉由文獻探討，蒐集國內、外學者提出之 6 $\sigma$  關鍵成功因素，加以整理歸納出 6 $\sigma$  關鍵因素，並經由專家之建議修改，彙整出推動 6 $\sigma$  關鍵因素之衡量變數。其中以重視顧客滿意及高階主管支持與參與，為推動 6 $\sigma$  最重要之關鍵因素。

〔王亞屏，2004〕探討三項主要品質活動，全面品質經營、ISO9000 品質管理系統、六標準差之理論與做法，主要採取實地(田野)研究法(Field Study)，從行動者角度觀察所要研究的現象，並藉由專家學者意見、中外文獻暨國際標準企業相關活動之分析、比對、歸納、萃取，由 TQM 發展演進過程探討 TQM 與 ISO9000、TQM 與六標準差之目的、層次、量測、作法等構面的獨特關係，研究 ISO9000 及六標準差如何支援並融入 TQM。

〔許元全，2004〕以推動六標準差活動極具成效的個案公司，以其所推動六標準差改善專案為實證研究對象，探討其六標準差活動的模式，並進而以財務指標來評估績效，採用資料包絡分析法及統計方法，以評估及鑑別其改善績效，分析其差異性，釐清其原因以建立專案改善的標準。

〔邱先煌，2004〕以六標準差 DMAIC 推行步驟的概念，首先在 Define 界定階段應用品質機能展開(Quality Function Deployment)將顧客需求展開成課程需求。在 Measure 評量階段以缺口分析模型(Gap Analysis Model)，檢討現有的服務品質及課程設計有何缺口。在 Analysis 分析階段以失效模式與效應分析(Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)作為改善分析工具。在 Improve 改善階段依據 QFD 找到的課程需求及 FMEA 分析之優先順位及採行改善措施，設計出新的課程，並依此安排及實施教育訓練。最後 Control 管制階段以顧客滿意度調查管制成效。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。

〔鄭榮郎，2002〕進行 6 $\sigma$  系統與經營策略文獻探討，提出 6 $\sigma$  系統整合經營策略模式之研究架構，研究架構包括策略運作構面與推動運作構面兩自變數以及品質績效指標因變數，組織企業文化、組織環境評估、策略形成定位、改善方法結構、推動組織結構、品質改善技術、改善績效

衡量、改善整合導向八個變數課題以及員工得到激勵、提昇顧客滿意、企業利潤提高、企業成本降低四個因變數指標，透過單一個案研究分析，瞭解企業如何進行 6 $\sigma$  系統整合經營策略過程。

### 2.3 實驗設計(DOE)

〔蘇筵仁，2004〕以 0201 被動元件尺寸與材料特性認識為基礎，配合良率分析與製程中檢測，以決定理想之元件基板設計、物料特徵及製程參數。研究中使用田口方法並配合實驗設計與分析，希望使用最少之實驗次數，以獲得最多關於 0201 被動元件組裝製程之訊息。首先，決定實驗因子與水準數，以配置直交表。其次，透過卡方檢定判定，實驗數據是否符合常態分佈。運用信號雜音比與變異數分析，以獲得實驗中之顯著因子。運用田口累積分析亦期望獲得顯著因子。實驗驗證最佳製程參數水準組合是否有再現性。最後，執行推力測試以確保 0201 被動元件製程之最佳製程參數水準組合。

〔楊昌鎮，2003〕以最少的實驗次數搜尋到最佳的參數組合達到最佳的品質表現，實驗以綜合切削中心機進行研究，以圓形加工軌跡路徑作圓度品質的控制，運用田口實驗設計法探討影響加工部品兩大部分，其一是控制系統因子如加減速時間常數、負載慣量、預先控制係數、預先控制時間常數，其二是切削系統因子如每刃進給、切削深度、切削速度等，以不同的水準值，透過直交表配置實驗，並作各水準平均值與回應表的分析，找出數值控制加工設備在系統控制與機械加工最佳參數模組達最佳品質展現，進而穩定產品品質需求及切削效能提昇。

〔范勝欽，2004〕探討填充床吸收塔吸收揮發性有機化合物(VOCs)之質傳性能及質傳現象，首先以有機類之三乙基乙二醇水溶液對於甲苯、甲醇、乙醚及丁酮等 VOCs 進行吸收作用，進而探討各操作條件對質傳係數之影響。其次，研究中亦以二水準因子之實驗設計法對於影響研究中響應值(質傳係數)之各實驗因子進行規劃，其目的在於以較少的實驗組合而得合理及準確之分析結果。此外亦採用統計學上之變異數分析法(ANOVA)說明實驗因子對響應值 (Response Value) 之影響及因子間之交互作用關係。此外吸收劑與揮發性有機化合物間之表面張力差所造成之界面擾動

現象亦為研究之另一主題，結果亦證實質傳過程所造成之界面擾動現象將有助於吸收過程中質傳性能之提升。

#### 2.4 製程失效模式分析(PFMEA)

〔何錦忠，2004〕運用專家系統中之案例式推理技術（**Case Based Reasoning**，**CBR**），簡單定義為：藉由搜尋過去解決問題的方式和經驗來協助並輔助目前所發生的問題。藉由資訊科技的協助，建立一套輔助推行 **FMEA** 之專家系統，來真正發揮 **FMEA** 之功效。

〔陳道宏，2004〕探討印刷電路組裝板在工廠端測試開發的流程改善及 **FMEA** 系統建立。以 **Design FMEA** 及 **Process FMEA** 為架構，強調容易操作之人機介面及快速地資料建立和查詢，改變長久以來大家對 **FMEA** 在建立資料及資料維護不易之壞印象。使用 **FMEA** 的方法，完全剖析測試設備若要達到高的測試涵蓋率所應該要注意及具備的項目。改善過去毫無頭緒，胡亂摸索的方式。測試設備在主機板組裝業是不可或缺的，如何用最有效率，涵蓋率最高的測試方法來達到對產品作品質上的檢測，是所有測試工程師努力的目標。所以，在同步工程的前提下，重新思考整個過去測試開發及設備異常處理的流程是有需要的。再加上利用所開發出之檢測 **PCBA** 之 **FMEA** 系統，將使得整個流程變得更為有效率。

〔張維昌，2003〕運用品質機能展開法去評估顧客需求與技術要求間之關鍵品質要項，其間之分析係輔以問卷調查與集群分析之技法，經由品質機能展開所導出之關鍵品質要項，主要利用田口品質工程之參數設計，藉由直交表之實驗計劃法，尋找最適品質要項因子與水準之組合，以作為降低雜音變異與穩定製程之參考依據。

### 第三章 個案研究

本個案研究，運用 6 sigma DMAIC 流程及手法，針對主機板之製程進行全面性之改善，涵蓋關鍵輸入、流程、輸出指標之定義，運用特性要因圖、製程失效模式分析，找出重要影響因子，並透過實驗設計及 Mind\_Mapping 手法找到製程之最佳參數及改善對策，達到穩定的製程及高品質之產品。

#### 3.1 主機板製程簡介

主機板之製程，首先是載入電路板，透過印刷機將錫膏印於電路板之焊墊上，高速機將小零件置放於焊墊上，泛用機將大零件置放於電路板上，再經由迴焊爐加熱將零件固定於電路板上，進行電路測試及功能測試，再經外觀檢查及包裝，具體詳細流程如圖 3：主機板製程。

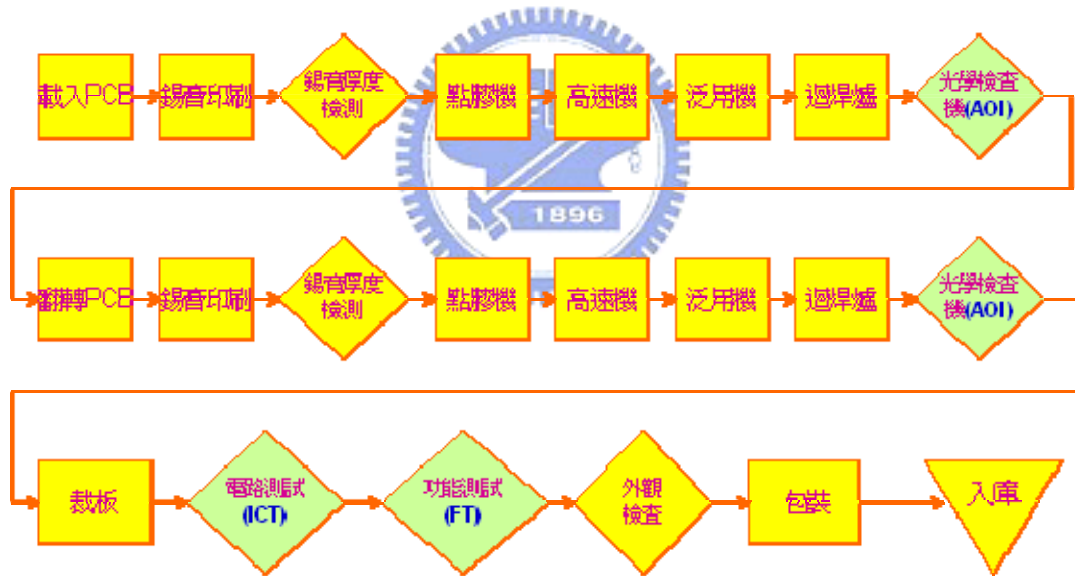


圖 3 主機板製程

資料來源：本研究整理

- ✧ 載入 PCB:將電路板拆封並置於載板機上，載板機自動將電路板吸起並置於輸送帶上。
- ✧ 錫膏印刷:電路板經由輸送軌道自動送入錫膏印刷機，定位後將錫膏經由鋼板均勻印刷於電路板之焊墊上，再送至下一台機器。

- ✧ 錫膏厚度檢測:錫膏印刷檢查機以光學原理，檢查印刷完成之 PCB，確認錫量是否在規格內才能達到品質之要求。若錫量太多，易造成短路；若錫量太少，易造成空焊。
- ✧ 點膠機:針對過迴焊爐會造成偏移/掉落之零件,加以點膠固定。
- ✧ 高速機:將小零件(電阻/電容/電感/晶體/24 pin 以下之 IC) ,依據程式給予座標,準確置於 PCB 之焊墊錫膏上。
- ✧ 泛用機:將大零件(24pin 以上之 IC/QFP/BGA/ PLCC/連接器/特殊零件 /有卡勾之零件), 依據程式給予座標,準確置於 PCB 之焊墊錫膏上。
- ✧ 迴焊爐:透過加溫，使錫膏將零件確實結合在 PCB 之焊墊上。
- ✧ 光學檢查機:透過光學檢查過完回焊爐之 PCB 上之零件是否缺件/多件/偏移。
- ✧ 電路測試(ICT):以 ICT 檢測經過 SMT 製程之主機板上之零件值、零件位置是否正確，零件是否短路空焊、缺件。
- ✧ 功能測試(FT):以治具實接主機板之輸入、輸出接口，確保所有功能都能正常運作。
- ✧ 外觀檢查:檢驗主機板經過 SMT、補件、測試製程後，在主機板及零件外觀上是否有不良產生。
- ✧ 包裝:以靜電帶包裝完成之良品，並置於包裝箱內。
- ✧ 入庫:完成品之主機板暫時存入庫房，以供成品組裝或直接出貨至顧客手中。

影響整個主機板製程良率的因素相當複雜，本個案透過 6 sigma 手法，在如此複雜之系統中，全面性考量其輸入、流程、輸出因子相互之關係，分層找出影響主機板製程良率之進階問題，進而針對問題以不同手法尋求改善對策，全面性提昇主機板製程之良率。

### 3.2 Define 界定階段

面對競爭激烈的代工產業，為提升競爭優勢，首先從了解顧客之聲音、顧客之需求及顧客在意之關鍵品質指標。另一方面從企業內部流程考



量出發，找出關鍵流程問題及關鍵流程指標，尋求最佳之改善機會，將六標準差之主題定為提升主機板製程之良率。具體分析如圖 4：關鍵顧客需求與內部流程改善需求。

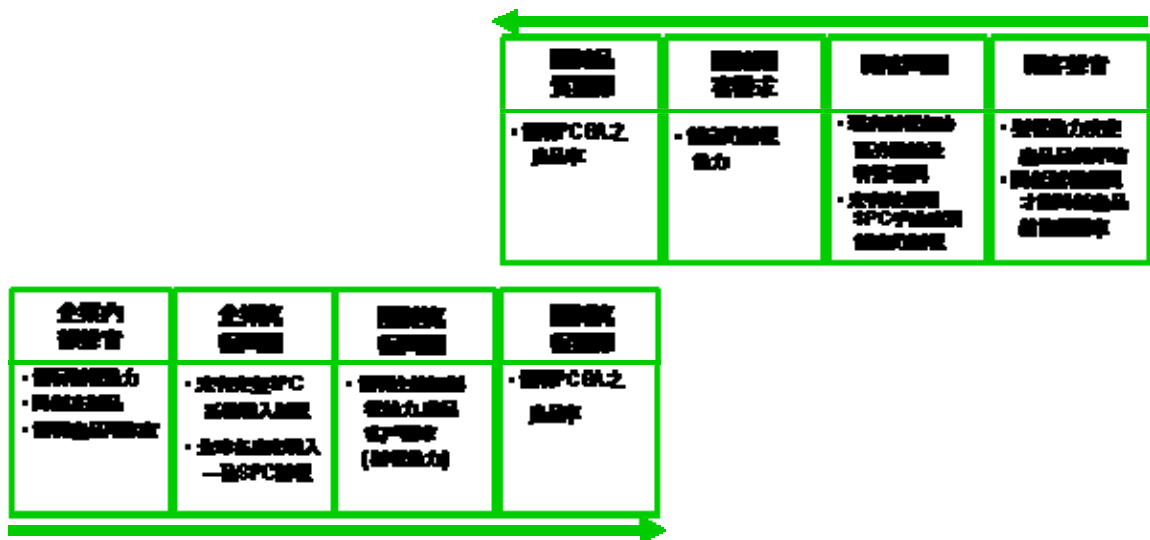


圖 4 關鍵顧客需求與內部流程改善需求

資料來源：本研究整理

經由系統收集關鍵機種 A 產品之良率，資料收集期間從 2005 年 10 月到 2006 年 3 月，主機板 SMT 製程之良率計算方式及趨勢圖 5 所示。良率由 2005 年 10 月的 88.8% 到 2006 年 3 月的 93.1%，由趨勢圖可知，當良率提升至 93% 時，已遇到瓶頸而無法進一步提升。

$$\frac{\text{AOI BOT pass qty}}{\text{AOI BOT input qty}} * \frac{\text{AOI TOP pass qty}}{\text{AOI TOP input qty}} * \frac{\text{ICT pass qty}}{\text{ICT input qty}} * \frac{\text{F/T pass qty}}{\text{F/T input qty}}$$

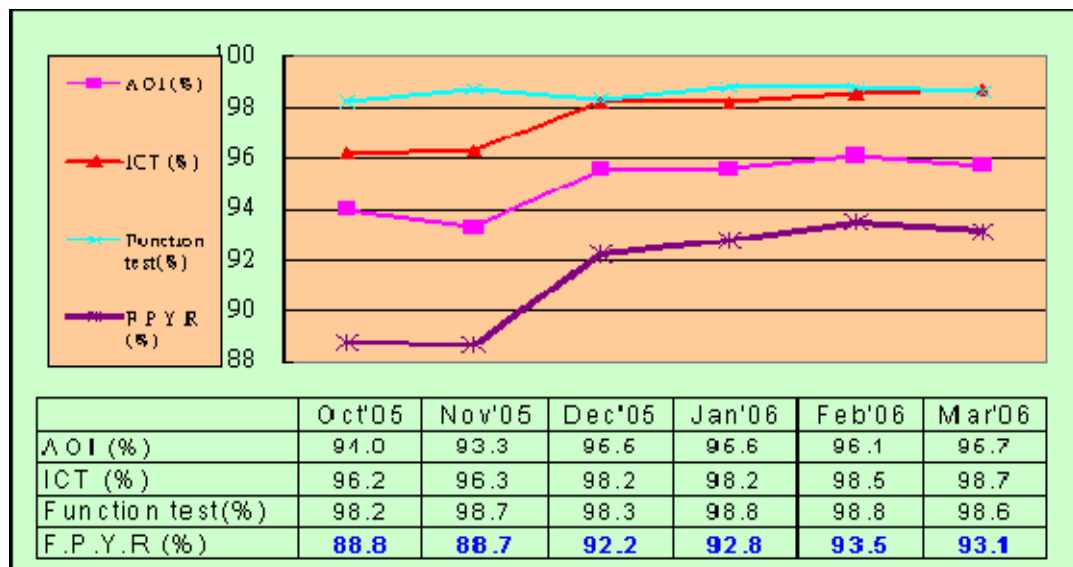


圖 5 現有主機板製程良率趨勢圖

資料來源：本研究整理

考量專案之範圍，依此選擇專案之成員，組成六標準差改善團隊，功能包括黑帶、綠帶、工業工程、SMT 製程、供應商品質管理、生產管理、品管等人員，並訂定各功能成員所應負責之工作內容，以確保整體改善工作能順利進行。團隊成員及各成員所負責之工作分配如表 1 所示：

表 1 專案成員及工作分配表

Project Title	Name	Tel Ext	Job Description
Champion	David Chang	3571	1. Plan the project subjects.
			2. Support and allocate resources.
BB	Eagle Lin	3325	1. Allocate team members' work.
			2. Hold the meeting & follow up the schedule.
			3. Collect VOC
GB	Paul Wang	2950	1. Integrate the report.
	Tom Lee	1452	2. Calculate ROI and Financial data. 3. SIPOC process analysis
DE	Thomas Lin	1543	1. Data collection
PSE	Jack Lee	1780	1. Data collection
SQM	Tony Kao	2251	1. Vendor quality improvement
PD@CBA)	Jeff Lee	2532	1. Data collection 2. OL manpower management
QA	Andrew Chen	2740	1. Collect VOC.
			2. Audit the action status

資料來源：本研究整理

收集 2006 年 1 月到 2006 年 3 月之製程不良分析資料，經由資料分析整理如柏拉圖所示，前五項原因為零件空焊、零件偏移、錫短路、缺件、材料不良，佔總不良之 83%。詳如圖 6:主機板製程不良原因分析

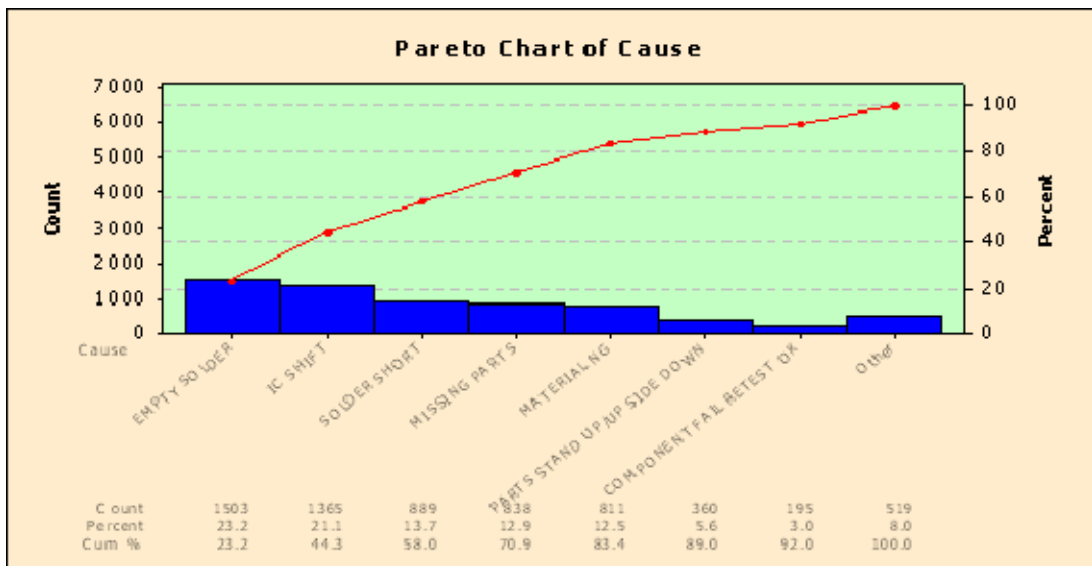


圖 6 主機板製程不良原因分析

資料來源：本研究整理

再針對零件空焊之原因進一步分析，發現其跟零件位置有密切的關係，分析整理柏拉圖如圖 7 所示，零件位置 DM2/IDE1/X7/CN13/DM1/CN7，佔零件空焊的 62%。

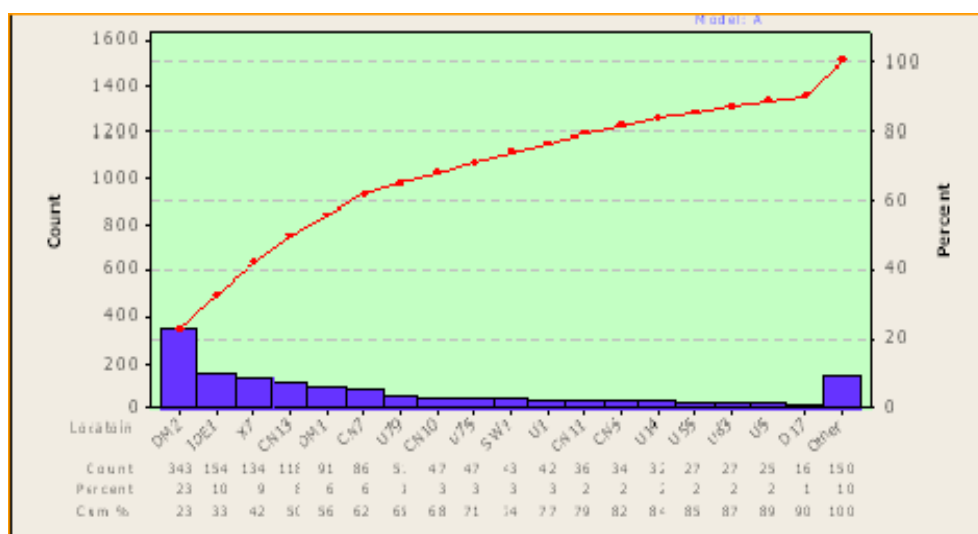


圖 7 零件空焊不良原因分析

資料來源：本研究整理

針對生產線發生零件空焊之原因進一步分析，尋找潛在快速取勝機會，針對零件空焊之位置(DM1/DM2/X7/CN7/IDE1)及原因，依容易實施、便宜實施、快速實施、本團隊控制範圍之內、易於改回重作等因素，並評估其實施可行性，並訂定其對策為板廠更換 PP 材質、修改鋼板的 X7 開孔大小、要求廠商改善空板之品質、更改 IDE1 鋼板開口位置，由誰來負責及完成日期，如表 2 所示。

表 2 潛在快速取勝機會評估表

潛在快速取勝機會	容易實施 (S)	便宜實施 (S)	快速實施 (S)	在本團隊控制範圍之內 (S)	易於改回重作 (S)	是否實施 (Yes/No)
原料材料 PCB 變形造成零件空焊 (DM1 & DM2)	☑	☑	☑	☑		Yes
Empty Solder (X7)	☑	☑	☑	☑	☑	Yes
Empty Solder (CN7) 鋼板開孔大小有誤差	☑	☑	☑	☑		Yes
Empty Solder (IDE1)	☑	☑	☑	☑		Yes

快速取勝機會	如何實施 How	誰來辦 Who	何時完成 When
原料材料 PCB 變形造成零件空焊 (DM1 & DM2)	板廠change PP材質,	SQM/CH	SM
Empty Solder (X7)	更改鋼板開孔大小與 X7 兩端 PAD 外擴 20 mil	PSE/Jack	SM
Empty Solder (CN7) 鋼板開孔大小有誤差	Ask vendor to improve the bare board quality.	PSE/Jack SQM/CH	SM
Empty Solder (IDE1)	更改鋼板開口位置,使零件在裝焊時 本廠不會產生空焊	PSE/Jack	SM

資料來源：本研究整理

### 3.3 Measure 衡量階段

針對主機板製程量測系統進行分析，其中包括了重複和再生分析，以及現有之製程能力評估，確保衡量系統具有統計上的穩定性。以錫膏厚度檢查站、光學檢查站(AOI)進行之量測能力分析，首先制定 Gauge R&R 執行計劃，如表 3、表 4 所示。量測項目為影響目標達成之輸出指標；資料形式可分為連續型及離散型兩大類，例如高度、長度、時間為連續型資料，若區分為良品及不良品則為離散型資料；樣本數決定於資料之準確度；進行方式詳述資料收集方法；不同資料型態須以不同的方法來判定。

表 3 錫膏厚度檢查站量測計劃

量測項目	資料型式	樣本數	測試人員	進行方法	判定方法
錫膏厚度 (測量位置 U61, U75, U48, U79)	矩陣型	30pcs	1人	1. PSE engineer 選擇特定 A Mode 測量 Location (U61, U75, U48, U79)。 2. 由生產線拿 30 片已上錫膏的 PCB 板作為 GRR 測試的樣本。 3. 對一個樣本量 6 次。 4. 當對一個樣本量完後，再對第二個樣本作量測，依序量測 30 片。 5. 將量測的數值輸入在 Minitab 中，並可算 %GRR 值。 6. 若 %GRR 值小於 30%。 7. 若 %GRR 超過 30%，需提出改善計畫。	1. %GRR 值小於 30%。 2. 若 %GRR 超過 30%，需提出改善計畫。

資料來源：本研究整理

表 4 光學檢查站量測計劃

量測項目	資料型式	樣本數	測試人員	進行方法	判定方法
Y1. EMPTY SOLDER	矩陣型	30pcs	3人	1. AOI engineer 拿 30 片已噴錫 OK 板製作 OK 噴錫 (如量測項目所示) 30 噴錫板，每板每一層各六片，並分成噴錫、分於磁珠、磁珠和新的磁珠各樣板，並在板面中噴錫板作 GRR 測試。 2. 由 AOI 工程師作不相同 30 個零件作 GRR 測試。 3. 經由 AOI 工程師完成 PCB, PD operator 三人利用 AOI Repair Station 依序作 30 片 PCB 板作量測三次，並將量測結果與 PCB 板作量測於 AOI contribute gauge 表中。	共取得 324 個資料，故 Oage R&R 計算之數值判定 1. 讀取 Kappa 的數值 ● 若 Kappa > 0.9, 表示 OK 的測試人員。 ● 若 Kappa < 0.7, 表示人員需要重新訓練，再進行 Attribute gauge 測試
Y2. IC SHIFT	矩陣型	30pcs	3人		
Y3. SOLDER SHORT	矩陣型	30pcs	3人		
Y4. MISSING PARTS	矩陣型	30pcs	3人		
Y5. PARTS STAND UP/UP SIDE DOWN	矩陣型	30pcs	3人		
Y6. OTHER	矩陣型	30pcs	3人		

資料來源：本研究整理

依量測執行計劃進行資料之收集，錫膏厚度檢查站之 %GRR 為 7.02% < 30%，如表 5 所示，表示此量測系統無問題。光學檢查站之 Kappa 值為 0.97 > 0.9，如表 6 所示，表示此量測系統無問題。

表 5 錫膏厚度檢查站量測系統分析

<b>Criteria:</b>				
% GRR 必須小於 30%				
<b>Result: OK</b>				
<b>Source</b>	<b>StdDev (SD)</b>	<b>Study Var (5.15 * SD)</b>	<b>%Study Var (%SV)</b>	<b>% GRR</b>
Total Gage R&R	0.68339	3.5179	7.02	
Repeatability	0.68110	3.5077	7.00	
Reproducibility Operator	0.05217	0.2687	0.54	
Part-To-Part	0.05217	0.2687	0.54	
Total Variation	9.71222	60.0179	59.76	
	9.73621	50.1415	100.00	
<b>Number of Distinct Categories = 20</b>				

資料來源：本研究整理

表 6 光學檢查站量測系統分析

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (vs > 0)
1	NG	1	0.0862250	10.3823	0.0000
	OK	1	0.0862250	10.3823	0.0000
2	NG	1	0.0862250	10.3823	0.0000
	OK	1	0.0862250	10.3823	0.0000
3	NG	0.97957	0.0862250	10.3823	0.0000
	OK	0.97957	0.0862250	10.3823	0.0000

資料來源：本研究整理

同時分析現有製程能力，資料期間為 2006 年 1 月到 2006 年 3 月。將各站之製程能力整理如表 7 所示。

表 7 現有製程能力分析

Stage	AOI	ICT	Function test	Current FPYR	Target FPYR
Yield rate	95.8%	98.7%	98.7%	93.1%	96.0%
OPPM	42,000	13,000	13,000	69,000	40,000
Sigma level	3.2	3.7	3.7	3	3.3

資料來源：本研究整理

### 3.4 Analyze 分析階段

針對 SMT 製程不良之原因加以層別分析，依機台別及零件種類加以分析，彙總如圖 8 所示，左邊欄位為機台名稱，最上列為影響產品良率之主要原因有空焊、偏移、短路、缺件、材料不良，由圖中可發現空焊及短路之不良集中在泛用機之零件，且零件種類為連接器；零件偏移及缺件之不良集中在高速機之零件，且零件種類為 1005RP3 之電阻及 1005CP5 之電容。

Function	Empty Solder	IC Shift	Solder Short	Missing Part	Material NG
HS_1(A)		1005RP3		1005CP5 1005RP3	
HS_1(B)					
HS_2(A)		1005CP5		1005CP5	
HS_2(B)		1005CP5		1005CP5	
HS_3(A)					
HS_3(B)					
HS_4(A)					SOPBP HCKRLLJ
HS_4(B)					
PP_1(B)					
PP_1(A)			Q128RP5UT16		8GAK21 6250E13
PP_2(B)	6210017.561		CB05P90T15		

圖 8 SMT 製程不良原因分析

資料來源：本研究整理

依層別資料再往下分析針對影響主機板製程良率之可能原因，以魚骨圖依空焊、偏移、短路、缺件、材料不良五大類加以分析找出可能之原因，如圖 9 所示。

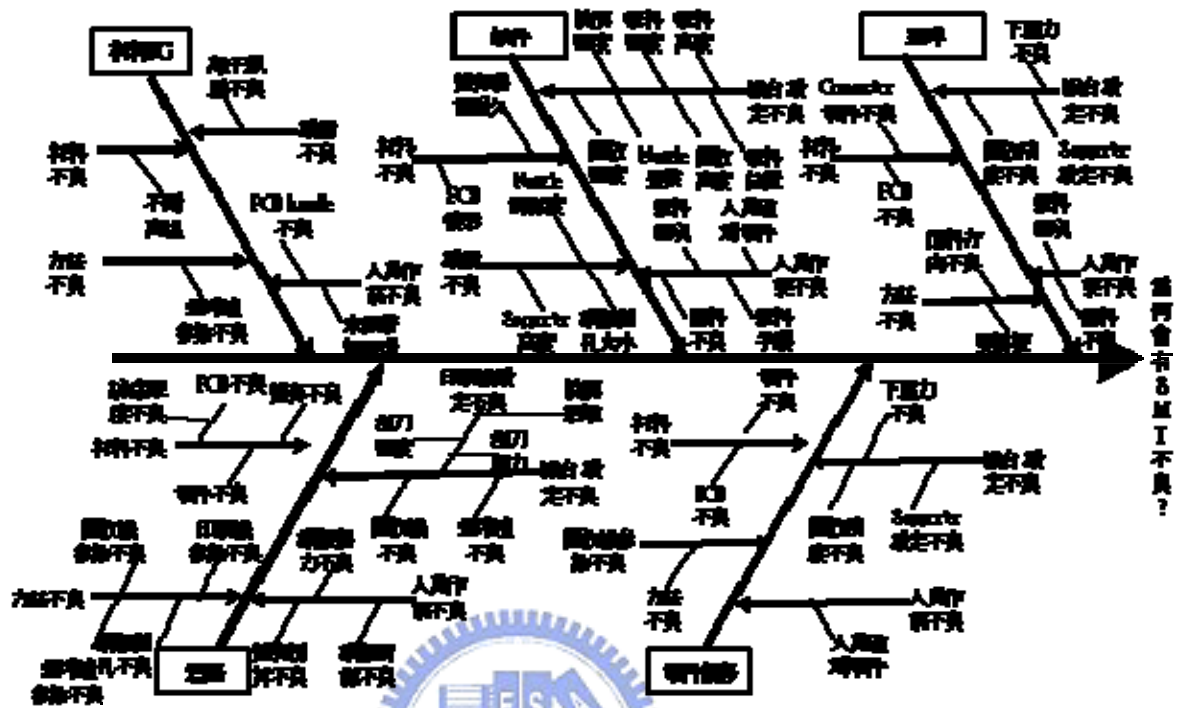


圖 9 SMT 製程不良之魚骨圖分析  
資料來源：本研究整理

另依據主流程步驟、次流程步驟為主軸，列出影響之輸入及流程指標，再依影響良率程度之權重因素：空焊、偏移、短路、缺件、材料不良加以評分，以因果矩陣針對影響主機板製程良率之因子加以分析，找出可能之原因，如表 8 所示。找出影響製程之重要因子，針對錫膏印刷機方面，脫模速度、刮刀壓力、刮刀速度、脫模距離為重要影響因子。針對高速機方面，吸料速度、吸料位置、吸料高度、置放速度、置放高度為重要影響因子。



表 8 SMT 製程不良因果矩陣分析

主流程步驟	次流程步驟	客戶 優先度評比	1	2	3	4	5	總分
			Empty solder	IC shift	Solder short	Miss Parts	Material NG	
		流程/輸入(X's)	10	8	6	4	2	
印刷機	銅版	厚度	3	0	9	0	0	84
		開孔	1	1	3	1	0	40
		張力	1	0	9	3	0	76
	刮刀	厚度	0	0	3	0	0	18
		刮深度	0	0	3	0	0	18
		刮刀壓力	3	0	9	3	0	96
	印刷參數	刀刃	3	0	3	0	0	48
		刮深速度	1	0	9	0	0	64
		刮刀行程	3	0	3	0	0	48
		刮刀速度	3	0	9	3	0	96
		刮板距離	3	0	9	3	0	96
		印刷速度	3	0	9	3	0	96
高速機	參數	印刷距離	3	0	3	0	0	48
		膠放高度	3	3	3	9	3	114
		膠放速度	3	3	3	9	3	114
		感料速度	3	9	0	9	0	108
		零件尺寸	0	3	3	3	0	54
		齒數 球數	0	3	3	3	0	54
		Nozzle 選用	0	3	3	3	0	54
		PCB 厚度設定	0	3	3	3	0	54
		燒嘴速度	0	1	0	1	0	12
		感料高度	0	9	3	9	3	132
		膠放後沖刷時間	0	3	0	0	0	24
	Camera 速度	1	3	3	9	0	88	
	膠放高度	0	3	3	3	0	54	
	Feeder	Feeder NG	3	3	3	9	0	108
		感料位置	3	9	3	3	0	132
		類別	3	3	3	1	0	76
		感料速度	3	3	3	3	0	84

資料來源：本研究整理

依據魚骨圖、因果矩陣分析而得影響製程良率之因子，將不良現象(小y)及可能影響之因子，列入資料收集表中，如表 9 所示。輸出指標為影響良率之資料(Y1~Y5)，輸入指標為影響良率之關鍵製程參數(X1~X10)，操作定義為收集資料之作業方式，並定義數據來源、資料收集樣本數、數據收集人、數據收集期間及收集方式，確保所收集之資料能符合分析之方向。

表 9 輸出/輸入指標收集表

輸出/輸入 指標	運作步驟	數據 來源	樣本 數	數據 負責人	數據收 集時間	數據收 集方式
Y1 Empty solder	P CBA檢驗時間	SFCS	All data	Paulfan	5/23-7/15	SFCS
Y2 IC 才量	P CBA檢驗時間	SFCS	All data	Paulfan	5/23-7/15	SFCS
Y3 Solder short	P CBA檢驗時間	SFCS	All data	Paulfan	5/23-7/15	SFCS
Y4 Missing parts	P CBA檢驗時間	SFCS	All data	Paulfan	5/23-7/15	SFCS
Y5 Malabal NG	P CBA檢驗時間	SFCS	All data	Paulfan	5/23-7/15	SFCS
X1 刮刀速度	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X2 刮板速度	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X3 刮板距離	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X4 刮刀壓力	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X5 滾輪速度非軸式	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X6 滾輪速度非軸式	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X7 滾輪速度非軸式	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X8 滾輪速度非軸式	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X9 滾輪速度非軸式	顯色設定值	Machine	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表
X10 滾輪速度非 solder NO		紀錄表	By MO	Jack	6/30-7/15	實時數據表

資料來源：本研究整理

針對資料收集表之可能影響因子，收集實際生產資料，以假設檢定方法加以檢測，進一步篩選是否為影響因子。以錫膏厚度為例，當錫膏厚度為 0.11~0.14mm 時，良品為 4189pcs，不良品為 97pcs；當錫膏厚度為 0.15~0.18mm 時，良品為 15055pcs，不良品為 52pcs；當錫膏厚度為 0.19~0.22mm 時，良品為 1449pcs，不良品為 456pcs；顯示錫膏厚度為高度影響因子，同時依卡方檢定其 P-value 為  $0 < 0.05$ ，可判斷錫膏厚度為重要之影響因子，如表 10 所示。

表 10 錫膏厚度卡方檢定表

Thickness	NO	OK	All
0.11~0.14	97	4189	4286
	122	4164	4286
	-2.243	0.384	*
0.15~0.18	52	15055	15107
	429	14878	15107
	-18.205	3.113	*
0.19~0.22	438	1449	1905
	64	1861	1905
	54.832	-9.341	*
All	605	20683	21288
	605	20683	21288
	*	*	*

Cell Contents: Count  
 Expected count  
 Standardized residual  
 Pearson Chi-Square = 3418.220, DF = 2, P-Value = 0.000  
 Likelihood Ratio Chi-Square = 1784.373, DF = 2, P-Value = 0.000

P-value < 0.05  
 錫膏厚度為顯著因子

資料來源：本研究整理



### 3.5 Improve 改善階段

依據分析階段而得之影響因子，思考解決問題之想法，錫膏印刷機部份，考慮以實驗設計方法，針對刮刀速度、脫模速度、脫模距離、刮刀壓力為實驗因子，找出最佳之參數組合，達到穩定之印刷製程。

另高速機部份，亦考慮以實驗設計方法，針對吸料速度、吸料位置、吸料高度、置放速度、置放高度為實驗因子，找出最佳之參數組合，使 1005RP3 之電阻及 1005CP5 之電容置放良率得以提昇。其他之因子則考慮使用腦力激盪之方法解決。資將改善之想法如表 11 所示。

表 11 改善方向彙總表

Variable	Big X	改善方向	Remark
X1:刮刀速度	錫膏厚度	DOE	
X2:脫模速度			
X3:脫模距離			
X4:刮刀壓力			
X5:高速機吸料速度	置放精度	DOE	
X6:高速機吸料位置			
X7:高速機吸料高度			
X8:高速機置放速度			
X9:高速機置放高度			
X10:高速機Feeder NG		Idea generation by Mind Mapping	

資料來源：本研究整理

首先蒐集現有產品之不良率較高之位置的錫膏厚度，在良品、短路、空焊上之差異性，圖中每小格代表不良率較高之零件位置，當零件為空焊、良品、短路時，錫膏厚度之散佈圖，從資料數據上可看出，若錫膏厚度大於 0.20 毫米，該零件易於短路；若錫膏厚度小於 0.14 毫米，該零件易於空焊。資料如圖 10 所示。

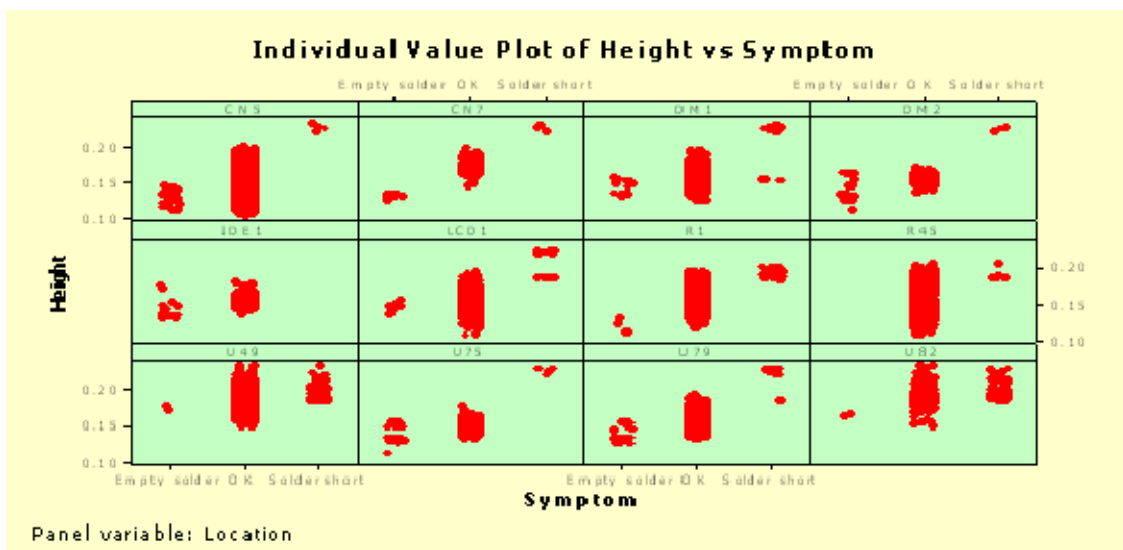


圖 10 錫膏厚度與零件焊錫性分析圖

資料來源：本研究整理

接著以刮刀速度、脫模速度、脫模距離、刮刀壓力四個因子對於錫膏厚度進行實驗設計，並列出機台可設定數之上下限值，同時考慮各因子之現有設定值，訂定各因子之實驗水準設定值，刮刀速度設定上下水準分別為 50mm/s & 20mm/s，脫模速度設定上下水準分別為 0.8mm/s & 0.2mm/s，脫模距離設定上下水準分別為 5.0mm & 1.0mm，刮刀壓力設定上下水準分別為 7kg & 5kg，錫膏厚度為實驗之反應值，並選擇了高不良之零件位置為錫膏厚度量測點，以及量測方式及數量，詳如表 12 所示。

表 12 印刷機實驗因子水準表

◆選擇因子水準與範圍

Design factor	Experiment Max/ Min value		Current operation parameter	Machine Max/Min value
刮刀速度	20mm/s	50mm/s	35mm/s	2-450mm/s
脫模速度	0.2mm/s	0.8mm/s	0.5mm/s	0.1-20mm/s
脫模距離	1.0mm	5.0mm	3.0mm	0-6mm
刮刀壓力	5kg	7kg	6kg	0-20kg

◆選擇反應值

Response y 每片厚度	unit mm	How to measure it	What location to
		1. 根據已規定的零件位置，針對每片厚度量測幾片隨機零件。 2. 對一個標準量尺(每片厚度完整之Loading與Unloading條件)。 3. 使用放大鏡High Resolution。	D01, D04, D02, U05, C05, C07, R1, R05, L001, L02, U09, U09

資料來源：本研究整理

實驗以刮刀速度〈因子 A〉、脫模速度〈因子 B〉、脫模距離〈因子 C〉、刮刀壓力〈因子 D〉四個因子，選擇解析度為 IV，共八種水準組合，每種水準組合複製三次實驗，另對中心點執行四次實驗，共 28 次實驗，實驗順序以 Run Order 隨機性來執行，經實驗及資料收集如表 13 所示。S 為選定零件位置點量測之錫膏厚度值之標準差，Mean 為選定零件位置點量測錫膏厚度平均值。

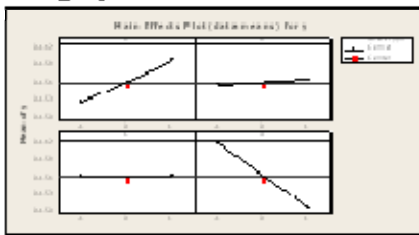
表 13 印刷機實驗數據資料表

Run	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	33
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	34
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	36
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	37
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	39
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	41
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	43
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	45
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	46
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	47
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	48
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	49
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	50
51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	51
52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	52
53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	53
54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	54
55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	55
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	56
57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	57
58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	58
59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	59
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	60
61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	61
62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	62
63	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	63
64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	64
65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	65
66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	66
67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	67
68	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	68
69	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	69
70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	70
71	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	71
72	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	72
73	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	73
74	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	74
75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	75
76	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	76
77	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	77
78	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	78
79	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	79
80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	80
81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	81
82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	82
83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	83
84	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	84
85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85
86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	86
87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	87
88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	88
89	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	89
90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90
91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	91
92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92
93	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	93
94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	94
95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	95
96	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	96
97	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	97
98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	98
99	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100

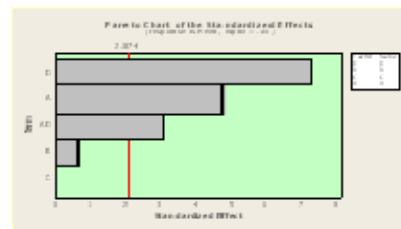
資料來源：本研究整理

針對實驗之數據以平均值進行分析，從主效應圖及柏拉圖可看出刮刀壓力〈因子 D〉及刮刀速度〈因子 A〉為影響因子；另從交互作用圖及柏拉圖可看出刮刀壓力及刮刀速度存在交互作用，如圖 11 所示

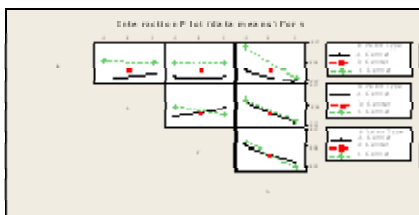
主效應圖



柏拉多圖



交互作用圖



Experiment Result

- 顯著因子
  - 刮刀壓力(kg)
  - 刮刀速度(mm/s)
- 顯著的交互作用
  - 刮刀壓力(kg) 與 刮刀速度(mm/s)

圖 11 印刷機錫膏厚度平均值因子效果圖

資料來源：本研究整理

再以迴歸分析求得錫膏厚度平均值之迴歸式預測如下公式所示。

$$\text{Avg} = 0.147314 + 0.00118679 * \text{刮刀速度} + 0.00154333 * \text{刮刀壓力} + 0.000007083 * \text{脫模距離} - 0.00006042 * \text{脫模速度} - 0.00015746 * \text{刮刀壓力} * \text{刮刀速度}$$

$$R\text{-Sq} = 79.57\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 74.93\%$$

接著進行最佳化分析，將錫膏厚度平均值目標設為 0.165mm 進行最佳模式分析，當刮刀速度設為 40mm/s、脫模速度 0.8mm/s、脫模距離 5mm、刮刀壓力 5kg 時可得最佳之 y 值為 0.1643mm，如圖 12 所示。

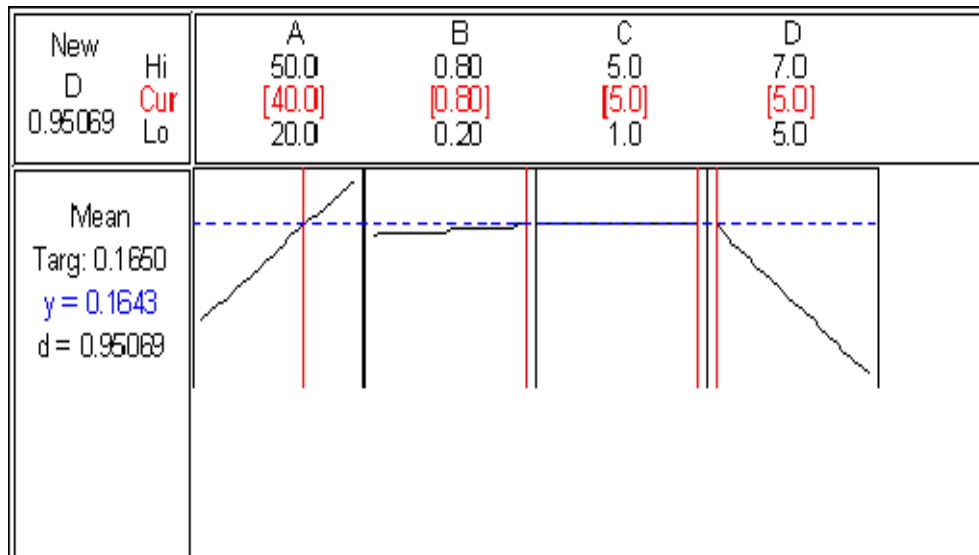


圖 12 印刷機因子最佳化分析圖

資料來源：本研究整理

對所得錫膏印刷機最佳參數進行確認實驗 10 次，平均值為 0.1635mm，與迴歸式所得之平均值為 0.1643mm 接近，顯示實驗之可信度。

以吸料速度、吸料位置、吸料高度、置放速度、置放高度五個因子對於高速機置放精度進行實驗設計，並列出機台可設定數之上下限值，同時考慮各因子之現有設定值，訂定各因子之實驗水準設定值，吸料速度設定上下水準分別為 100% & 60%，吸料位置設定上下水準分別為 0.2mm & -0.2mm，吸料高度設定上下水準分別為 0.2mm & -0.2mm，置放速度設定上

下水準分別為 100% & 60%，置放高度設定上下水準分別為 0.4mm & 0.2mm，各因子之水準設定如表 14 所示，反應值 y 為置件偏移度平均值。

表 14 高速機實驗因子水準表

◆選擇因子水準與範圍

Design factor	Experiment Max/Min value		Current operation parameter	Machine Max/Min value
吸料速度	80%	100%	100%	20% ~ 100%
吸料位置	- 0.2mm	0.2mm	0mm	- 0.2mm ~ 0.2mm
吸料高度	- 0.2mm	0.2mm	- 0.1mm	- 0.25mm ~ 0.2mm
置放速度	80%	100%	100%	20% ~ 100%
置放高度	0.2mm	0.4mm	0.3mm	0.2 ~ 0.4mm

◆選擇反應值

Response y	unit	How to measure it	What location be
X座標偏移量 Y座標偏移量	mm	1. 依據已規定的零件位置，利用 線時AOI檢測零件置放偏移量， 2. 每一組版本量1次(每次需有完整 之Loading 與Unloading動作)，	每片PCB皆量測8個位 置(四區各A與B)

資料來源：本研究整理

實驗以吸料速度〈因子 A〉、吸料位置〈因子 B〉、吸料高度〈因子 C〉、置放速度〈因子 D〉、置放高度〈因子 E〉五個因子，選擇解析度為 V，共 16 種水準組合，每種水準組合複製兩次實驗，另對中心點執行四次實驗，共 36 次實驗，實驗順序以 Run Order 隨機性來執行，經實驗及資料收集如表 15 所示，X-avg 為零件 X 座標偏移程度平均值，Y-avg 為零件 Y 座標偏移程度平均值。



表 15 高速機實驗設計資料表

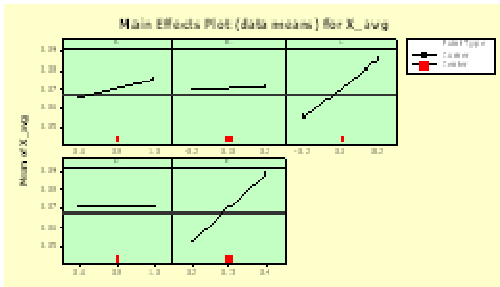
StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	A	B	C	D	E	X avg	Y avg
9	1	1	1	0.0	-0.2	-0.2	1	0.2	0.082	0.080
19	2	1	1	0.0	-0.2	0.2	1	0.4	0.076	0.082
17	3	1	1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.4	0.073	0.077
2	4	1	1	1	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.037	0.030
20	5	1	1	0.0	-0.2	0.2	1	0.4	0.08	0.083
7	6	1	1	0.0	0.2	0.2	0.0	0.4	0.098	0.101
11	7	1	1	0.0	0.2	-0.2	1	0.4	0.076	0.07
26	8	1	1	0.0	-0.2	-0.2	1	0.2	0.083	0.080
16	9	1	1	1	-0.2	-0.2	0.0	0.2	0.030	0.04
6	10	1	1	0.0	-0.2	0.2	0.0	0.2	0.07	0.068
3	11	1	1	0.0	0.2	-0.2	0.0	0.2	0.04	0.080
10	12	1	1	1	-0.2	-0.2	1	0.4	0.083	0.072
18	13	1	1	0.0	0.2	-0.2	0.0	0.2	0.04	0.080
30	14	0	1	0.0	0	0	0.0	0.3	0.087	0.06
32	15	1	1	1	0.2	0.2	1	0.4	0.096	0.092
8	16	1	1	1	0.2	0.2	0.0	0.2	0.073	0.071
22	17	1	1	1	-0.2	0.2	0.0	0.4	0.096	0.093
31	18	1	1	0.0	0.2	0.2	1	0.2	0.087	0.086
27	19	1	1	0.0	0.2	-0.2	1	0.4	0.074	0.082
33	20	0	1	0.0	0	0	0.0	0.3	0.046	0.040
14	21	1	1	1	-0.2	0.2	1	0.2	0.076	0.070
24	22	1	1	1	0.2	0.2	0.0	0.2	0.078	0.08
34	23	0	1	0.0	0	0	0.0	0.3	0.047	0.046
21	24	1	1	0.0	-0.2	0.2	0.0	0.2	0.06	0.066
15	25	1	1	0.0	0.2	0.2	1	0.2	0.072	0.072
1	26	1	1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.4	0.07	0.060
12	27	1	1	1	0.2	-0.2	1	0.2	0.096	0.092
20	28	1	1	1	0.2	-0.2	0.0	0.4	0.063	0.066
4	29	1	1	1	0.2	-0.2	0.0	0.4	0.076	0.082
36	30	0	1	0.0	0	0	0.0	0.3	0.046	0.06
30	31	1	1	1	-0.2	0.2	1	0.2	0.07	0.080
18	32	1	1	1	0.2	0.2	1	0.4	0.130	0.160
28	33	1	1	1	0.2	-0.2	1	0.2	0.080	0.091
28	34	1	1	1	-0.2	-0.2	1	0.4	0.090	0.093
0	35	1	1	1	-0.2	0.2	0.0	0.4	0.14	0.133
23	36	1	1	0.0	0.2	0.2	0.0	0.4	0.102	0.090

資料來源：本研究整理

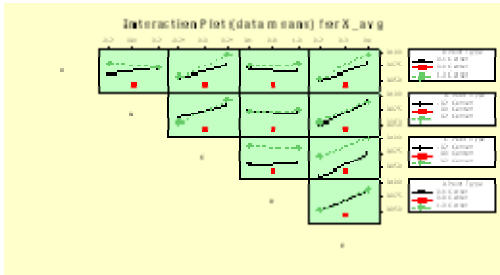
針對實驗之數據以偏移絕對值之平均值進行分析，從主效應圖及柏拉圖可看出，影響 X 座標偏移之因子為置放高度〈因子 E〉、吸料高度〈因子 C〉、吸料速度〈因子 A〉為影響因子，如圖 13 所示。

影響 Y 座標偏移之因子為置放高度〈因子 E〉、吸料高度〈因子 C〉，如圖 14 所示。

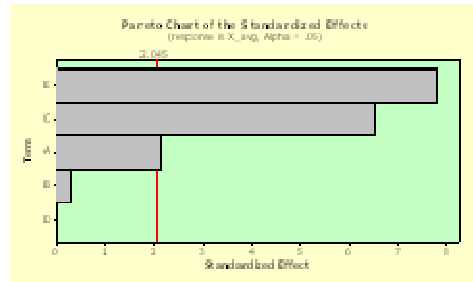
### 主效應圖



### 交互作用圖



### 柏拉多圖



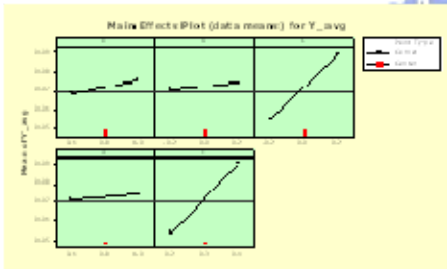
### Experiment Result

- 顯著因子  
吸料高度  
置放高度  
吸料速度

圖 13 高速機置放 X 座標偏移絕對值之平均值因子效果圖

資料來源：本研究整理

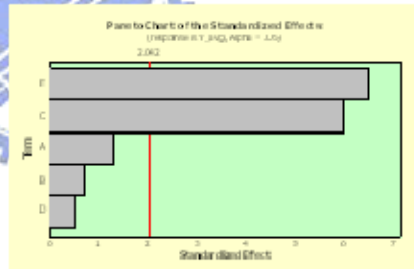
### 主效應圖



### 交互作用圖



### 柏拉多圖



### Experiment Result

- 顯著因子  
吸料高度  
置放高度

圖 14 高速機置放 Y 座標偏移絕對值之平均值因子效果圖

資料來源：本研究整理

以迴歸式分析，求得置放精度 X,Y 平均值之迴歸式預測如下公式所示。

$$X\_Avg = -0.0073368 + 0.0251563 * \text{吸料速度} + 0.0035937 * \text{吸料位置} + 0.0770313 * \text{吸料高度} - 0.0001563 * \text{置放速度} + 0.183438 * \text{置放高度}$$

$$R\text{-Sq} = 71.12\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 66.30\%$$

$$Y\_Avg = -0.0057222 + 0.0093750 * \text{吸料速度} + 0.0846875 * \text{吸料位置} + 0.01541 * \text{吸料高度} + 0.0075000 * \text{置放速度} + 0.182500 * \text{置放高度}$$

$$R\text{-Sq} = 72.67\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 68.11\%$$

將置放精度平均值目標設為 0mm，進行最佳模式分析，當吸料速度設為 60%、吸料位置設為 -0.2mm、吸料高度設為 -0.2mm、置放速度 100%、置放高度 0.2mm 時可得最佳之結果，X 座標偏移對值之平均值為 0.0282mm、Y 座標偏移對值之平均值為 0.0303mm，如圖 15 所示。

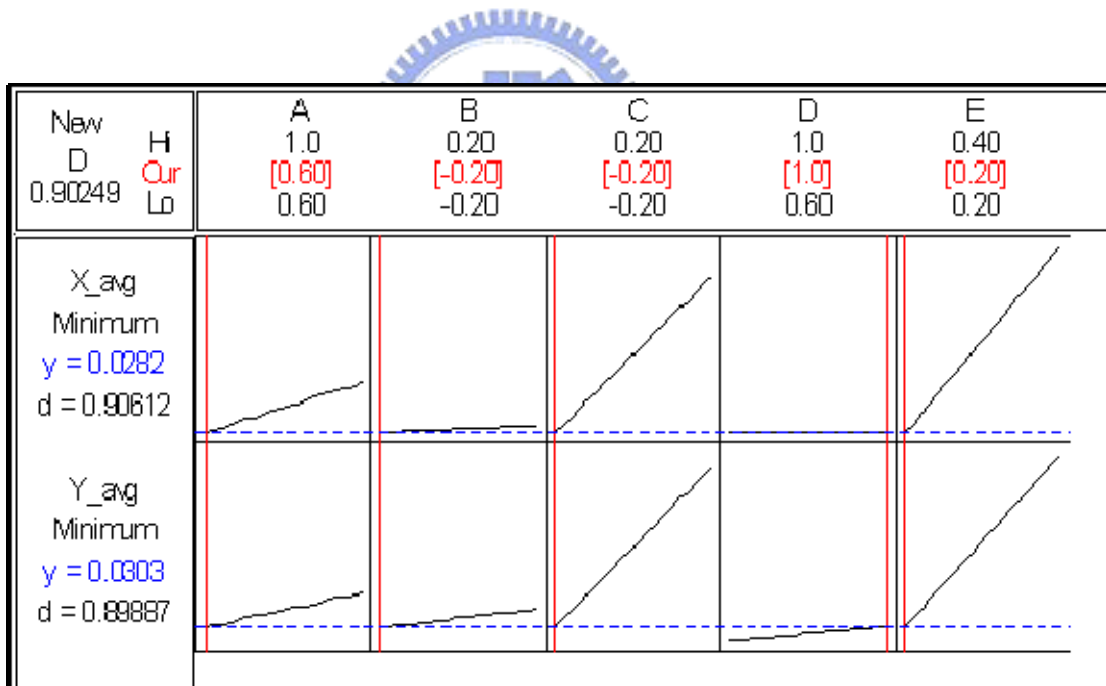


圖 15 高速機因子最佳化分析圖

資料來源：本研究整理

對所得高速機最佳參數進行確認實驗 10 次，X 座標偏移對值之平均值為 0.0265mm、Y 座標偏移對值之平均值為 0.0343mm，與迴歸式所得之 X 座標偏移對值之平均值為 0.0282mm、Y 座標偏移對值之平均值為 0.0303mm 接近，顯示實驗之可信度。

另方面針對不易量化之影響因子，以 Mind Mapping 尋找可行之改善對策，改善 Feeder NG 之可行對策如圖 15 所示。主要原因為 Feeder 墊片使用錯誤、接料帶黏接不良、Feeder 送料中心偏移、Feeder 不潔，並給予對策為使用萬用型磁性墊片、上料前以氣槍清潔等，詳如圖 16 所示



圖 16 Feeder NG 可行對策分析

資料來源：本研究整理

綜合錫膏印刷機及高速機之實驗設計結果，及 Feeder NG 之 Mind Mapping 分析之可行改善對策，以決策矩陣彙整評估，表列各項可行方案，並考量符合流程及客戶之要求、執行成本、執行方案時間、對策應用之延伸性、複雜性等構面，並依其影響之程度給予不同之價值權重，以求得各項可行方案之權重積分，詳如表 16 所示。

表 16 決策選擇矩陣

評估標準		持續時間 空閒率	執行成本 (€)	執行時間 (天)	實施困難 程度	備註	
權重		30	20	20	20	10	
可行性/成本							Total
年產量	調整刮刀壓力至3kg	6	6	10	6	10	720
	調整刮刀速度至40m/s	6	6	10	6	10	720
	使用高用型 磁性墊片	6	2	4	10	6	600
	使用2/3長度之連接片	6	2	2	10	6	620
	建立單頁One page SOP	3	3	3	6	6	400
	建立20萬次保養規則,並以RF系統管控	6	6	6	10	6	720
	庫房上料前以氣槍清潔	4	2	4	6	4	400
	吸料速度調為60%	4	6	4	6	4	400
	吸料高度調為-0.2mm	6	6	6	10	6	600
總分	吸料速度調為60%	6	10	10	6	10	600
	吸料高度調為-0.2mm	6	10	10	6	10	600
	置放高度調為0.2mm	6	10	10	6	10	600
Total		2010	1420	1620	1750	680	

1. List the key outputs to the process.
2. Rate each output on a 1-10 scale.
3. List the inputs and process steps. Use the process step and list the inputs.
4. Rate each input to have an effect on each output on a 1-10 scale.
5. Sort the rows based on the Total column. The inputs are now ranked by customer's priorities.

資料來源：本研究整理

針對對策評選之結果，對總分大於 500 之對策制定實施管制表，訂定負責人及實施日期，如表 17 所示。

表 17 對策實施管制表

項次	可行性方案	負責人	完成日期	備註
1	調整刮刀壓力至3kg	Jack	6月15日	
2	調整刮刀速度至40m/s	Jack	6月15日	
3	使用高用型 磁性墊片	Jeff	7月10日	
4	使用2/3長度之連接片	Jeff	7月10日	
5	建立20萬次保養規則,並以RF系統管控	Jack	7月15日	
6	庫房上料前以氣槍清潔	Jeff	7月10日	
7	吸料速度調為60%	Jack	9月15日	
8	吸料高度調為-0.2mm	Jack	9月15日	
9	置放高度調為0.2mm	Jack	9月15日	

資料來源：本研究整理



對於錫膏厚度若過厚，則易於短路；錫膏厚度若過薄，則易於空焊，所以如何確保錫膏厚度於管制內是很重要的，監控錫膏厚度，可使用 Xbar-S chart。

製程中的良率資料，是最容易取得、也是初步可以當作的 SPC 的管制品質特性。對於良率資料，可使用管制圖中的 P chart 來作監控。利用 SFCS 的資料，每隔兩個小時蒐集生產線各 Model 的良率資料，當樣本點超出管制界限時，則會顯示 NG，則相關工程師需針對問題點下對策。藉助 Web 的 P chart，我們可輕易的、自動的蒐集良率的資料，但須注意的是，由於資料是自動蒐集的，所以需要有人監控各生產線的 P chart 狀況，監視是否有超出管制界限的點。

改善之有形效益：

表 19 改善之有形效益彙總表

Hrd Saving Item	Formula of Hrd Savings	Remark
1.PCBA RE 維修費用 (yearly)	• RE: NTD 128 * 300,000 pcs * 12 months * (97.8% - 93.1%) = NTD 20,736K	• 因良率提升而節省之人力將至新廠新線使用
2.PCBA 停機轉序費用 (yearly)	(NTD 5,000 * 7 hrs + NTD 240 * 45 persons * 7 hrs) * 5 lines * 12 months = NTD 6,636 K	
3.PCBA 報廢費用 (yearly)	(NTD 3,300 * 300,000 pcs * 12 months * 500 PPM * 3.5% / 93.2% = NTD 223 K	
<b>Total Amount</b>	<b>NTD 27,595K</b>	

資料來源：本研究整理

改善之無形效益：

- 1.提高產品之品質及良率，獲得顧客之高滿意度，爭取更多之訂單。
- 2.成員運用系統化之改善手法，有效提升製程良率，未來更易於使用此手法來改善其他流程。

## 第四章 結論與未來研究方向

### 4.1 結論與建議

本論文研究針對 6 sigma 品質改善方法做了探討，並將其實際運用於某筆記本電腦代工廠之製程改善，以主機板表面黏著製程為實驗對象，用六標準差專案手法進行製程參數最佳化的改善。首先以特性要因圖分析影響製程品質之可能因素，接著利用因果矩陣圖找出關鍵的重要影響因子，再依因子實驗設計及 Mind Mapping，找出有效之對策，並以 Process Control System 執行管制，確保對策之持續有效執行。

透 6 sigma 系統面之全盤考量，找出影響主機板良率之關鍵製程，為錫膏印刷站之錫膏印刷厚度及高速機之零件置放精準度。而影響錫膏印刷厚度之關鍵製程參數為刮刀壓力及刮刀速度，且兩個因子存在著高度的交互作用，以實驗設計後之最佳模式分析，當刮刀壓力設為 5kg，刮刀速度設為 40mm/s 時，可得到最佳之錫膏印刷厚度值  $y=0.1643\text{mm}$ ，亦可得到最佳之產品品質。

影響高速機之零件置放精準度之關鍵製程參數為置放高度、吸料高度、吸料速度，以實驗設計後之最佳模式分析，當置放高度設為 0.2mm、吸料高度設為 -0.2mm、吸料速度設為 60% 時，可得到最佳之零件置放精準度值，X 座標偏移絕對值之平均值為 0.0282mm，Y 座標偏移絕對值之平均值為 0.0303mm。

另對不易量化之影響因子，以 Mind Mapping 尋找可行之改善對策，針對 Feeder 不良原因，討論出使用萬用型磁性磁鐵、上料前以氣槍清潔、更換連接片長度等方法，以提升製程之良率。綜合以上對策之實踐，主機板之良率由 93.1% 提升至 97.6%。

### 4.2 未來研究方向

本研究於印刷機之 DOE 之研究實驗中，將鋼板設定為固定之參數，對於錫膏品質上有其限制性。未來研究方向將著重在各類零件之鋼板開口之方式進一步研究，使產品之品質及良率更能非常快速的達到目標。



## 參 考 文 獻

1. 丁惠民，初版，六標準差管理，美商麥格羅·希爾，民國九十二年。
2. 王亞屏，「TQM 進程與 ISO 9000、Six Sigma 異同性研究」，義守大學，碩士論文，民國九十三年。
3. 朱道凱，初版，平衡計分卡：資訊時代的策略管理工具，臉譜文化出版，民國八十八年。
4. 何錦忠，「以風險分析為概念的失效模式與效應分析之發展與運用 - 以汽車零組件業之個案研究」，大葉大學，碩士論文，民國九十三年。
5. 邱先煌，「企業六標準差訓練規劃實務之研究」，中華大學，碩士論文，民國九十三年。
6. 范勝欽，「以實驗設計法及表面張力效應探討填充床吸收塔之影響因子及界面現象分析」，中原大學，碩士論文，民國九十三年。
7. 城培舜，「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，碩士論文，民國九十三年。
8. 袁世珮，初版，企業強權-傑克·威爾許再造奇異之道，美商麥格羅·希爾，民國八十八年。
9. 許元全，「六標準差應用於專案改善之績效評估-以 A 公司為例」，國立成功大學，碩士論文，民國九十三年。
10. 黃惠琪，「我國企業推動 6 $\sigma$  關鍵因素之實證研究」，國立成功大學，碩士論文，民國九十二年。
11. 黃聖峰，初版，六標準差專案團隊實作手冊，美商麥格羅·希爾，民國九十二年。
12. 陳延越，「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，民國九十一年。
13. 陳道宏，「檢測 PCBA 之 FMEA 系統建立」，元智大學，碩士論文，民國九十三年。
14. 曾慶毅，「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，碩士論文，民國九十二年。

- 15.張維昌，「應用品質機能展開與品質工程於產品製程改善之研究」，國立成功大學，碩士論文，民國九十二年。
- 16.葉秋鈴，「六標準差應用於導光板印刷製程之最佳化研究」，元智大學，碩士論文，民國九十三年。
- 17.楊昌鎮，「加工部品圓度品質控制之最佳參數模組搜尋」，雲林科技大學，碩士論文，民國九十二年。
- 18.鄭榮郎，「 $6\sigma$ 系統整合經營策略模式之研究」，國立中山大學，博士論文，民國九十一年。
- 19.樂為良，初版，六標準差(奇異、摩托羅拉等頂尖企業的高績效策略)，美商麥格羅·希爾，民國九十年。
- 20.黎正中，陳源樹，二版，實驗設計與分析，高立，民國九十三年。
- 21.蘇筵仁，「應用田口方法於 0201 被動元件製程參數優化」，華梵大學，碩士論文，民國九十三年。



## 自 傳

本人出生於新竹市青草湖，父親務農，母親為家庭主婦，哥哥從事裝潢工作，姐姐服務於中醫診所，本身在家中排行老么，家庭經濟小康，亦養成個人刻苦耐勞之精神。從小學念書到國中，成績都無特殊之表現，畢業後，考上省立新竹高工，在三年的求學過程中，漸漸的在學業成績有所表現，並當過一年之班代，最後以班上第二名畢業。進入台北工專後，念工業工程與管理科系，班上同學是由台灣各地之職業學校所組成，90%之同學皆是住宿舍，相聚時間長，感情也特別好，在兩年的求學過程中，由於對於所學科目甚感興趣，學得特別用心，因此能以第一名畢業，同年參加臺灣技術學院招生，不幸以 13 分落榜。

畢業後，至兵工群服兵役兩年，擔任政戰文書一職，軍旅生活中，使個人之心智身體，皆能大幅成長。退伍後，找到第一份工作，奇力新電子公司，擔任生管之工作，後因組織改組，轉任業務處專員，時常因緊急出貨，皆須開自用車送貨至機場，覺得發展空間有限，遂離開公司。

進入宏碁集團上班，宏碁集團的工作生涯中，對個人影響甚遠，亦於此階段完成終身大事，並育有一兒一女，從剛開始之 IE 工程師/組長/專案工程師/主任至經理，不論是人際關係/專業知識/專案推動/分析能力/人員管理各方面，皆有相當大的成長。另一方面，配合公司之營運策略，出國負責建廠規劃，乃為一重要工作重點，從剛開始之邁阿密/墨西哥，到菲律賓/荷蘭/澳洲/San Jose 等地，使個人更有深遠的國際觀，及提昇解決問題之能力。由於負責工作範圍加大，工作陷入瓶頸無法突破，個人覺得應更加充實自己，於是決定報考交通大學之在職專班，尋求個人生涯之再突破。

歷經了在職學習機會及工作經驗的累積，使個人在專業知識及管理能力方面，都能有大幅之提升，今後亦會再接再厲，貢獻所學及經驗於資訊產業，使公司之營運更上層樓。