

國立勤益科技大學
研發科技與資訊管理研究所

光電綠色科技研發與管理產業研發碩士專班

碩士論文

應用六標準差方法改善光電產業
超潔淨閥製程能力之研究

指導教授：翁國亮 博士

林文燦 博士

研究生：梁杰偉

學 號：499T4104

中 華 民 國 一 〇 一 年 十 二 月

應用六標準差方法改善光電產業

超潔淨閥製程能力之研究

A Study for improve the Process Capability of the surface roughness of
Ultra Clean Valve In Optoelectronic Industry

研究生：梁杰偉
指導教授：翁國亮 博士
林文燦 博士

國立勤益科技大學
研發科技與資訊管理研究所
光電綠色科技研發與管理產業研發碩士專班
碩士論文

A Thesis

Submitted to

Graduate Institute of Innovation and Technology Management
National Chin-Yi University of Technology
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Engineering

Dec. 2012

Taiping, Taichung, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇一年十二月

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校 研發科技與資訊管理研究所

光電綠色科技研發與管理產業研發碩士專班 梁杰偉 君

所提論文 應用六標準差方法改善光電產業超潔淨閥製
程能力之研究

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：

姜子明

林文燦

翁國亮

指導教授：

翁國亮

林文燦

系（所）主管：

資訊管理系
主任 黃嘉彥

中華民國 101 年 10 月

應用六標準差方法改善光電產業

超潔淨閥製程能力之研究

研究生:梁杰偉

指導教授:翁國亮 博士

林文燦 博士

國立勤益科技大學研發科技與資訊管理研究所

光電綠色科技研發與管理產業研發碩士專班

摘要

近年來光電半導體及生技產業蓬勃發展，使閥製品需求大幅提高，產品精密度也跟著大幅提升。閥製品為達到耐火、防爆、耐腐蝕、耐高溫高壓等功能水準，需要製閥業持續地投入產品研發及製程改善。

在光電、半導體製程中以超潔淨閥件輸送潔淨及具毒性之液體及氣體，提供製程中清潔、化學加工所使用，流道中若產生殘留的問題使流體或氣體產生化學變化，將使製程中產生相當大的危險性，控制表面粗糙度將有效改善殘留問題，並有利於閥件生產製程中的清潔處理。

本研究使用六標準差方法導入超潔淨閥產業中並應用田口方法找出影響製程重要因子，進行實驗後確認改善後為最佳製程。藉由本研究田口實驗的改善找出最佳參數，實驗後發現 CPK 值由 0.27 提升至 1.19，顯示製程能力提升成效良好，成功改善表面粗糙度的製程能力，提升加工品質穩定度，可提高超潔淨閥產品品質，有效提升產品競爭性，並提供給業界當作參考之依據。

關鍵字：超潔淨閥、表面粗糙度、TRIZ 方法、六標準差、田口方法

A Study for improve the Process Capability of the surface roughness of Ultra Clean Valve In Optoelectronic Industry

Student : Jei-way Liang

Advisors : Dr. Kuo-Liang Weng
Dr. Wen-Tsann Lin

National Chin-Yi University of Technology
Institute of Innovation Technology and Information Management

Abstract

In recent years, with the booming development in optoelectronic, semiconductor and biotech, a substantial has increased in the demand for valve products, followed by significantly needs in the precision of products. The valve products reaching the standard of fire-resistant, explosion-proof, corrosion-resistant, high temperature and high pressure leads to the continuing valve industry investment in research on development and process refinement.

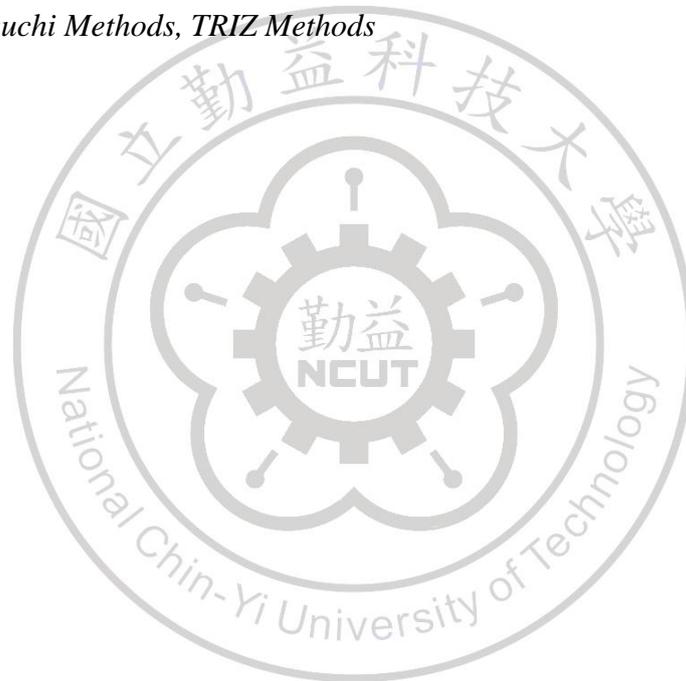
In the process of Optoelectronic, semiconductor manufacturing, the toxic but clean liquid and gas process are conveyed through ultra-clean valve, provided for the use of cleaning and chemical processing. Chemical changes which of air or liquid remaining in the path result in risk. The control of surface roughness will effectively improve the residual problems, and is conducive to the cleaning valve parts in the production process.

The research applies Six Sigma methods in the ultra-clean Valve industry and find out the vital factor by Taguchi method, which comes up effectiveness in processing while

processing. The best optimum parameter conducted to refinement by Taguchi method leads to the effective progress in Process Capability Index, the refinement in surface roughness during procedure, the stability in processing quality, enhance in ultra-clean valve product, much competitive in process and the index example for the field.

Key words : Ultra Clean Valve, surface roughness, Six Sigma Methods,

Taguchi Methods, TRIZ Methods



誌謝

自踏出校門後重拾書本的這兩年，宛如重新踏進知識的殿堂，勤益科大研究所的課程中理論與實務並重，在林文燦院長的教導之下，使我不論在研究方法及產業實務上均有豐富的收穫，並能將許多管理的技巧運用在工作崗位上，也對「念書」有了不一樣的體認與興趣。

相信每位研究生最困擾的就當屬「論文」了，要感謝指導教授翁國亮博士及林文燦院長不辭辛勞一步步的指導，讓我從產業面切入，運用所學的研究方法，激盪出新的思維，使用系統軟體分析數據，以客觀的角度歸納及探討，使論文能在從無到有艱辛的過程中順利完成。在緊張刺激的論文口試期間，縱使仍抓不住重點，感謝口試委員葉子明教授給予許多的指導與建議，讓我能重新審視論文的每個環節，在無數次的修改後使論文能更臻完善。感謝每一位教授無私的傾囊相授，謝謝您們。

在這個令人難以忘懷的班級「100 春」中，感謝每一位熱情、開朗又好學不倦的同學們，在這兩年中，同學間不分彼此相互的扶持與鼓勵，給予我學習上的動力，以及許多的信心與溫暖。在每一次參與活動的過程中，看見班上團結的向心力，以及論文寫作過程中，每個人認真積極的態度，偶而又能開心的聚會，吃飯聊天，回憶起這些點點滴滴心理感受不可言喻，希望我們的友情可以持續到永

久！

能順利完成學業，拿到夢寐以求的畢業證書，要感謝我的家人在多方面的支持，謝謝弟弟杰民在研究方法上的建議，也謝謝好友偉倫多方面的協助。感謝身邊每一位支持我的朋友與家人，有你們真好!!

梁杰偉 謹誌於

國立勤益科技大學

研發與科技管理研究所碩士班

中華民國一〇一年 十二月

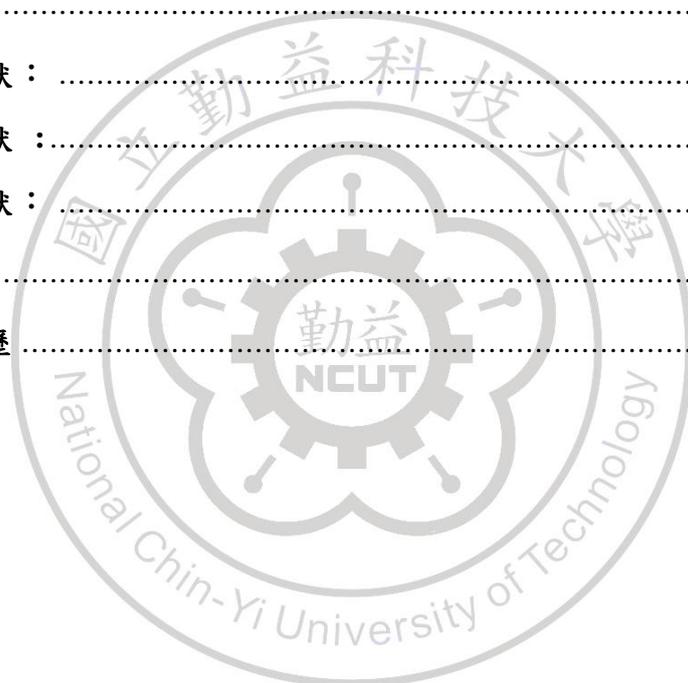


目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
誌謝.....	IV
目錄.....	VI
圖目錄.....	IX
表目錄.....	X
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	4
1.3 研究重要性.....	4
1.4 研究方法與流程.....	5
第二章 文獻探討.....	7
2.1 閥製品分析.....	7
2.1.1 超潔淨閥製程分析.....	7
2.1.2 我國製閥產業之特性.....	8
2.2 六標準差方法.....	11
2.2.1 六標準差之意涵.....	11
2.2.2 六標準差流程.....	12
2.2.3 六標準差相關文獻.....	12
2.3 製程能力指標.....	13
2.4 田口方法.....	16
2.4.1 信號雜音比.....	16
2.4.2 田口方法相關文獻.....	18
2.5 管制圖.....	18

2.6 TRIZ 方法	20
第三章 研究方法	23
3.1 定義	24
3.1.1 超潔淨閥製造流程	24
3.1.2 超潔淨閥檢測	25
3.2 衡量	27
3.2.1 量測系統分析	28
3.2.2 選擇製程能力指標	28
3.3 分析	30
3.4 改善	32
3.5 控制	35
第四章 個案研究	37
4.1 定義問題	37
4.1.1 目的特性	37
4.1.2 量測設備及物件	38
4.2 衡量	39
4.2.1 驗證衡量系統	39
4.2.2 製程能力分析	43
4.3 分析	44
4.3.1 TRIZ 方法確認因子	44
4.4 改善	47
4.4.1 實驗因子及水準之選取	47
4.4.2 田口實驗	47
4.4.3 變異數分析	49
4.4.4 預估 S/N 95%信賴區間	50
4.4.5 確認實驗	50
4.5 控制	52
4.5.1 常態性檢定	52

4.5.2 製程能力驗證	53
4.5.3 統計製程管制	54
4.6 個案研究小節	55
第五章 結論與建議	57
5.1 結論	57
5.2 研究貢獻	58
5.3 建議	58
參考文獻	59
中文文獻：	59
英文文獻：	61
網頁文獻：	63
附錄	64
個人簡歷	64



圖目錄

圖 1 三片式衛生級球閥	1
圖 2 超潔淨閥	2
圖 3 研究架構圖	6
圖 4 管制圖	19
圖 5 研究方法	23
圖 6 製造流程圖	24
圖 7 試壓機-氣壓	25
圖 8 閥蓋砂孔	26
圖 9 鏡面拋光後之鋼球外觀	27
圖 10 靜態特性參數設計流程圖	33
圖 11 表面粗糙度測量儀	38
圖 12 超潔淨閥閥體內部	38
圖 13 表面粗糙度數據概率圖	40
圖 14 表面粗糙度 GAUGE R&R 變異數分析圖	42
圖 15 製程能力分析圖	43
圖 16 SN 比主效用圖	48
圖 17 最佳化改善後常態分析	53
圖 18 改善後製成能力分析圖	54
圖 19 改善後控制圖	55

表目錄

表 1 標準差與缺失數對照表	12
表 2 TRIZ39 工程參數表	21
表 3 C_{PK} 指標判定表	30
表 4 $L9(3^4)$ 直交表	34
表 5 表面粗糙度現況數據.....	39
表 6 GAUGE R&R 樣本檢測數據表	41
表 7 表面粗糙度變異數分析表	42
表 8 TRIZ 39 矛盾工程參數對應之對照表	44
表 9 TRIZ 工程參數對照表	46
表 10 因子水準分析表	47
表 11 直交表 $L9(3^3)$ 實驗回應值與 SN 比	47
表 12 各因子水準的平均 SN 比	48
表 13 移除 B 因子之 SN 比變異數分析	49
表 14 確認實驗回應值及 SN 比	50
表 15 改善後表面粗糙度數據	52



第一章 緒論

傳統閥製品僅須達到無砂孔、不洩漏及開關正常之基本功能需求，技術需求及進入門檻均不高，使國內多家廠商投入閥製品生產製造；隨著生技產業、光電科技及石化業發展，帶動台灣閥製品技術需求的提升，產品走向耐酸鹼腐蝕、高溫高壓、高潔淨度及多向流道之設計。本研究將六標準差方法導入光電產業用超潔淨閥製程，建構一套超潔淨閥製程改善模式。

1.1 研究背景與動機

閥(VALVE)主要是應用在流體上，它具有開關及調整流量、壓力的功能，閥製品分為很多種類，有球閥、蝶閥、閘閥、針閥、逆止閥...等類型，如下圖 1 為三片式衛生級球閥。用途可區分為一般液體用、蒸汽用、壓縮氣體用、化學氣體用...等。



圖 1 三片式衛生級球閥

資料來源:本研究整理

閥製品的應用產業相當廣泛，使用閥製品的行業有自來水事業、石油業、家庭衛浴、發電事業、半導體業、化工業、造船業、一般機械等行業，其中又以半導體業、建築業、石化業等高科技產業使用量較多，產品包含水

龍頭、潔淨閥及石化用閥等。

超潔淨閥(Ultra Clean Valve)係光電、半導體設備所使用之精密閥件，在製程中負責高純度氣體以及特殊氣體之輸送，如下圖 2。隨著台灣高科技產業蓬勃發展，光電、半導體廠產線擴充帶動其需求大增。



圖 2 超潔淨閥

資料來源:本研究整理

金屬工業研究發展中心指出 IC 製程技術已由 $0.25\mu\text{m}$ 提升到 $0.13\mu\text{m}$ ，甚至 $0.1\mu\text{m}$ 以下，管路中的微粒子、微含氧量等容許程度已經變得非常嚴苛，因此等零組件的潔淨度已成為必備的要求條件。又因管路中所輸送的大多是高度危險性的氣體，所以管路元件及其系統的密封在安全性上是極重要的考量因素。半導體製程設備無論在潔淨度及操作壓力都不斷增加的情形下，各類閥件、管件及接頭需朝向更精密的潔淨處理。

由於國內超潔淨閥屬於產品生命週期之萌芽期，檢測設備仍不成熟且控管不易，以往超潔淨閥多仰賴國外進口；然而近年半導體及光電業者價格競爭激烈，進口閥製品成本過高，以國內 8" 晶圓廠為例，高科技廠商開始轉向國內製閥廠採購，雖國內廠商近年來致力提升技術能力，但因超潔淨閥之潔

淨度及精密性要求相當高，產品稍有瑕疵將造成安全上重大的危害，因此，找出品質最佳化及檢測控管之方法是國內製閥廠當務之急。

超潔淨閥技術能力需求及附加價值較傳統閥高出許多，對產業升級、提升企業競爭力及學術研究均有相當大的幫助，值得企業界及學術界投入開發及研究。



1.2 研究目的

本研究有下列 3 個目的：

1. 探討將六標準差(DMAIC)流程結合製持能力指標及田口實驗設計，建構超潔淨閥衡量及評估模式。
2. 將此評估模式導入改善超潔淨閥製程能力中，應用田口實驗設計找出改善超潔淨閥現有品質之最佳參數組合，並使用管制圖持續監控與管理。
3. 透過實驗前後的製程能力變化驗證此研究之評估模式，分析改善超潔淨閥製程能力，有效地提升表面粗糙度及流道潔淨度。

1.3 研究重要性

1. 台灣製閥業界尚未導入六標準差方法進行品質改善及製程管理。
2. 針對將六標準差方法導入製閥業之議題學術界鮮少探討，本研究可彌補相關研究之不足，並可供製閥業品質管理、製程改善及設計開發之參考。
3. 超潔淨閥具技術精密性、附加價值高，值得投入研究與開發。

1.4 研究方法與流程

本研究共分為五章，內容如下，並繪製研究架構圖如下圖 3。

第一章 緒論。說明研究背景及動機、研究目的、研究重要性及研究架構。

第二章 文獻回顧。針對本研究主題及相關研究方法之文獻探討。

第三章 研究方法:以六標準差 DMAIC 流程為研究步驟，以製程能力指標衡量出潔淨閥製程現況，分析出製程能力不足之要因，並以田口方法找出最佳改善方法。

第四章 個案研究。

第五章 結論與建議。



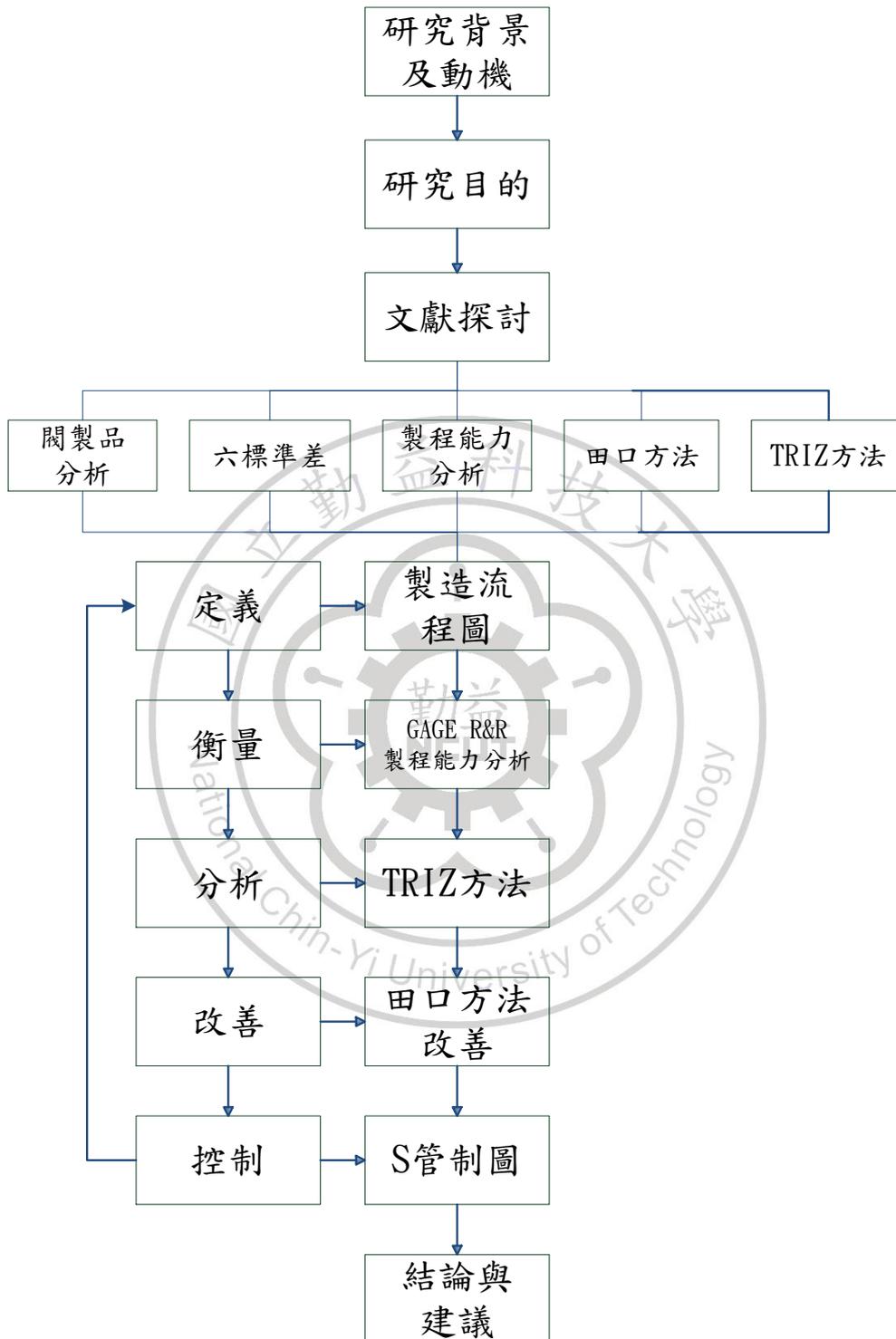


圖 3 研究架構圖

資料來源:本研究整理

第二章 文獻探討

本章將回顧與本研究相關之文獻，共分六節來探討。第一節為閥製品分析；第二節介紹六標準差方法及相關實證研究；第三節探討製程能力指標；第四節介紹田口實驗方法相關文獻；第五節則介紹管制圖之理論及應用；第六節為 TRIZ 方法之探討。希望藉由文獻整理，建立本研究之研究架構，以瞭解如何將六標準差方法應用於超潔淨閥製程之改善。以下介紹各相關理論及文獻。

2.1 閥製品分析

根據JIS (Japanese Industrial Standard) 之定義，「閥」是具備開關功能，用以控制流體通過、停止、方向、流量、壓力之機器總稱。依照經濟部對閥的分類：高溫高壓閥、給排水開閥及水龍頭、自動調整閥、不鏽鋼製/鍛鋼製/鑄鐵製/鑄鋼製/青銅黃銅製等一般用閥。(陶美瑜，2004)。

2.1.1 超潔淨閥製程分析

在光電、半導體製程中，生產環境及使用氣體的潔淨度對光電、半導體產品品質影響甚鉅，使用於管路當中的閥及管件對於潔淨度及精密度有相當高之要求，而「超潔淨閥」即是使用於此條件下之閥件。

超潔淨閥製程從鑄造成形開始，經過 CNC 機械加工、電解拋光，接著洗淨、焊接，後加以組裝、檢驗測試最後包裝等流程。首先鑄造成型所選用之材料多為

不鏽鋼 316L 材質，金屬隔膜片則為鎳鉻基及鈷基耐蝕合金。不鏽鋼是以表面之氧化鉻來防止氧化，且不鏽鋼含碳量需降低至 0.33 以下，以避免管路焊接時所造成的敏化現象。降低 Mn 及 S 雜質元素並使用二次精煉方式可製造出超潔淨不鏽鋼，此種不鏽鋼有益於閥件電解拋光以提升表面品質，真空融煉技術(VIM)及真空電弧重熔(VAR)則是發展超潔淨不鏽鋼的首要技術，真空融煉後可精確調整合金之金屬成分，可除去有害品質之成分，真空電弧重熔則進一步精煉，以調整晶粒組織，使合金元素組織分布更均勻，可強化金屬之強度及韌性(捷胤工業)。

電解拋光研磨則是利用電化學加工之原理，對較難加工的表面進行拋光作業，將表面較凸起的部分拋光去除使金屬表面平坦，在工件和電極施加直流電源，電極接負極為陰極，工件和電極間維持固定的間隙，使要求液在間隙間高度流動，帶走電解時工件表面溶解所生成的電解生成物和電流所造成的焦耳熱量，使電解反應能持續進行。經電解拋光處理過程後可達無微粒、無污垢、無外漏之要求。然電解拋光所使用之電解液具有腐蝕作用，須作完善之廢水處理，且加工裝置及操作成本較為昂貴，因其需在設備高昂的無塵室class10~class1範圍內操作(捷胤工業，2012)。

2.1.2 我國製閥產業之特性

我國製閥業以中小企業居多，主要為勞力密集的中小型加工、組裝廠，從事代工生產製造，少部分走自有品牌行銷，近年來由於價格競爭激烈，已有較多廠商投入設計開發工作，期盼跳脫割頸式價格競爭。針對我國製閥產業之特性，以下整理自工業用閥產業研發聯盟結案報告：

1. 中小企業經營型態為主：

全國約有200家製閥廠，資本額大多在二千萬元以下，整體從業人員約9600人，製閥業多仰賴出口外銷約佔七成，65%以上出口至歐美地區，近年來大陸比重增加許多。主要採代工方式生產，少數較具規模的大廠採自有品牌方式經營。中小製閥業者同時面臨本身資金及人才不足，在競爭壓力下迫切需轉型升級，極需政府提供相關輔導協助。

2. 產業升級具急迫性：

目前廠商由民生用水閥到工業用閥的開發轉型過程中，對於產品高值化的提升一直無法有效提升，主要原因在於技術缺口太大，單靠獨立的閥廠並無足夠能力提高產品之技術等級。

相較高值化產品的利基閥件，包括特殊工業用閥件（控制閥、旋轉閥、潔淨閥）、高值化高競爭性工業用閥（低溫冷凍閥、高溫高壓閥、金屬閥座球閥）等，都是市場上具有較佳之經濟效益的產值商品。礙於這些高性能流量控制閥的掌控性，國內市場大多使用客戶引進進口商品取代國內傳統的工業用閥，無非低階的控制閥在流量係數、低噪音、低洩漏的要求下，表現出的結果未能達到客戶使用端之要求。

3. 價值鏈缺口共同問題：

(1)、對於產品之特性影響較大之關鍵性技術與設計方向，如閥門機構、材料、金屬球面精細加工、球面金屬表面處理、閥球及閥座球面金屬配對研磨、低扭矩、

高止洩漏能力、流量變化控制特性等。流量控制曲線及降噪音及高壓降則為未來產品之設計重點，乃至於閥壽命之優劣等重要元素。

(2)、國內製閥業之閥流量係數(Cv)大多採用國外之類似值作為參考,或直接採用測試之方式進行量測;以前者而言,由於每一家廠商所製造的閥在零件上不盡相同,因此所採用之 Cv 值與實際之 Cv 值往往誤差極大;以後者而言,實際測試 Cv 值雖為最有效之方式,但由於繪出完整的 Cv 曲線所須要量測的流量範圍很大(以 6"閥而言,所需測試流量將自 200GPM~2000GPM 以上)因此成本極高,並不能滿足閥業對於多 TYPE 及多尺寸之開發要求;由於近年來 PC 速度大幅增進,以往許多僅能在工作站上使用之 CFD 軟體漸漸移植於 PC 上,目前所使用之 CFD 軟體接受由 CAD-3D 工具所建立 SOLID 模型直接作實際流場運算,邊界條件、工作流體及金屬材質等亦能根據真實狀況作設定條件,因此對於 Cv 值的計算具有相當高的準確度。

(3)、國內工業用閥生產廠商的技術，往往只在於本身加工與組裝測試方面，較難的整合上下游製閥業者與水平聯合相關製閥業者做閥設計技術、中軸防漏填料與專利突破與迴避與相關協同設計工作，再配合金屬中心閥製品專業測試與國際認可登錄方式來檢測各類控制閥，如 V-Port、碟閥、平衡閥及球型閥產品的可靠度，來提高產品之功能特性。以驗證關鍵密封材、中軸的石磨墊圈及相關流量測試與金屬硬密封特性。以培植國內控制閥產品研發設計與生產上需要國產自主化，避免受控於國外進口廠家操控價格，造成閥類廠商整體競爭力與產品價值無法提升的隱憂。因此有必要整合製閥廠商與貿易通路廠商共同組成研發聯盟，依

市場需求開發高值化流量控制閥產品，並取得國內外認證來取代進口產品與增加國際競爭力。

2.2 六標準差方法

六標準差方法係八零年代 Motorola 公司提出全面改善品質之方法，並於 1995 年美國奇異公司全面導入集團內部，以客戶實際需求為導向，透過統計方法實驗分析數據，以降低製程之變異、減少缺失、提升製程能力。因此使奇異公司利潤大幅提升，兩年內奇異公司獲利增加七億五千萬美元，獲利率大幅攀升至 15% 以上，此後，全球各大企業紛紛導入六標準差方法於企業之中 (Pfeifer et al., 2004)。

2.2.1 六標準差之意涵

標準差 (sigma) 在量測製程製程能力中用來表示缺失或不良的發生機會，標準差值愈高表示製程變異愈小 (謝傑任，2011)；六標準差手法的目標值，也就是 6σ 這個值，是表示一個理想的目標，也就是在一百萬次的作業當中僅有 3.4 次的不良或錯誤次數。表示製程良率已達到盡善盡美的境界，其最終目標是不讓顧客接受到任何缺失或不良的產品及服務 (陳信憲，2002)；六標準差的特質之一，就是將許多的變異轉化為可量化的衡量，並可算出流程和產出 (OUTPUT) 的誤差數以及流程良率 (yield)；良率就是做出多少比率的好產品及服務 (樂為良，2002)；各個標準差與缺失發生數的關係，如下表 1。

表 1 標準差與缺失數對照表

標準差值	每百萬次作業缺失發生數
2	308537
3	66807
4	6210
5	233
6	3.4

資料來源：謝傑任，(2011)

2.2.2 六標準差流程

Pande et al.(2000)提出六標準差 DMAIC 流程，簡述如下：

Define（定義）：確認目標客戶及其需求，清楚地描述現況問題。

Measure（衡量）：確認關鍵品質要素，蒐集數據資料，衡量製程現況。

Analyze（分析）：確認待改善目標並分析其要因，決定關鍵輸入參數，
確認所有變數以作為實驗設計之參考。

Improve（改善）：發展最佳問題解決方法，研擬實驗計畫並確實執行，
以確認解決方法之可行性。

Control（控制）：擬定製程之控制計畫，以確保改善能持續執行。

2.2.3 六標準差相關文獻

Goh(2002)認為六標準差之品質管理系統強調要重視顧客、從流程著手及與績效結合。專案實施強調改善目標與專案績效相結合。管理的主要目的在減少變異和瑕疵、增加顧客滿意和盈利。

Tong et al. (2004)探討印刷電路板(PCB)的績效，PCB 常因為焊接頭沒接觸好導致電路失敗，該公司所生產的 PCB，品質水準還不到四個標準差，希望能夠增加市場競爭力，並有效改善製程降低成本以期達到 6 Sigma 的水準，因此應用 DMAIC 的方法，將其應用於製程中，清楚確定該製程所應篩選的主要因子，找出關鍵影響因子，據此來設定印刷電路板關鍵製程的最佳參數，成功的改善產品品質及增加利潤。

蔡東榮(2010)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，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 萬元的內部失敗成本，有效提高公司的競爭力。

陳信憲(2002)研究一熱電偶溫度量測系統，結合六標準差方法及田口方法進行改善，比較原有製程水準與最佳製程水準實驗結果，發現最佳製程水準 C_{PK} 值較原有製程水準 C_{PK} 值大，證明此流程方法可有效分析並解決問題。

莊家泰(2011)所做 TFT-LCD 面板配向膜配向製程之研究，結合六標準差方法及田口方法進行改善，以新參數試產之不良率為 0%~0.5%，較改善前之不良率 30%~33%大幅降低。對於 TFT-LCD 面板配向膜配向製程定向後不均缺陷之改善，在最佳化模式導入後獲得了直接的改善。

2.3 製程能力指標

製程能力指標(Process Capability Index)，由 Juran 於 1974 年所提出之觀念，指的是製程能力滿足產品之品質標準程度，可以「缺點率」或「能力

比」來表示品質的意義，可分辨分配之寬度及規格寬度之差異，並將比較後的結果以數值表現，此數值即為製程能力指標。

一般製程能力指標包含 C_p 、 C_{pk} 、 C_{pm} ，本研究採用 Kane (1986)所提出 C_{pk} 指標，可以判斷出製程是否發生變異以及製程的變異是否符合規格，

1. C_p 指標：

C_p 指標為 Juran 於 1974 年提出，可視為製程的潛在能力(Process Potential)，意即當製程平均值，調整至規格中心值或目標值時，製程符合規格之能力，公式如下。

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

其中，USL 為製程規格上限，LSL 為製程規格下限

2. C_{pk} 指標：

1986 年 Kane 提出 C_{pk} 指標，此指標較 C_p 值更能顯示出製程之優劣，因為它能反映出製程(平均值與規格值)偏差的程度，公式如下

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right) \quad (2)$$

3. C_{pm} 指標：

Chan 等學者於 1998 年提出 C_{pm} 指標，不僅考慮到製程變異的程度，也考慮了平均數與目標值之差距，可準確衡量製程之現況，公式如下

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \quad (3)$$

C_p 指標雖可清楚地表示製程之變異狀況，但卻未考慮製程平均值所在之位置，由 C_p 指標之公式來看，只要製程有相同之標準差，即使平均值不同，

也會得到相同之 C_p 值。 C_{pk} 指標與 C_p 指標類似，但將製程平均值納入考慮，目的則主要是用於衡量製程之實際成效。

高章榮(2006)結合製程能力指標與成本損失概念，作為製程改善之成效分析。運用兩種製程能力指數理論，探討製程改善關鍵及製程能力提升幅度。並以鋰離子電池生產製程的實際驗證後，可提出製程改善關鍵及量化損失成本的分析結果，並經由實施改善行動後，已達成提升製程能力及降低損失成本的改善成效。

曾環筠(1996)針對這些半導體業製程特性進行深入之分析探討，並發展一合理又完整之製程能力評估模式，先對產品變異資料進行分析，找出資料之特殊型態並予以分離，利用統計方法對屬於同一樣本群之資料找出最適分配函數，並得到製程之管制界限；再利用分配函數之特徵值，來定義適合此製程之製程能力指標計算方式，以此方式所得到之製程能力指標，提供實務界對半導體製程能力作客觀之評估。

劉培熙(2004)提出製程能力指標須符合三項假設

- 1.假設所蒐集的製程資料是來自於管制狀態(in control)下之系統。
- 2.假設所蒐集的製程資料是來自獨立且同一地分配。
- 3.假設所蒐集的製程資料是呈現常態分配，亦即假設製程屬常態。

2.4 田口方法

田口方法(Taguchi Methods)亦可稱為田口品質工程，五零年代由田口玄一(Genichi Taguchi)博士開始提倡，以實驗設計配合直交表進行參數最佳化設計，簡化實驗次數又能準確達成目標，使工程師更有效率改善品質、降低成本，目前已廣受企業界採用。田口博士認為：「品質係產品出廠後所帶給社會的總損失，但不包含機能本身所引起的損失。」傳統上對品質的要求著重在超出規格界限的情形，並未考慮到規格界限內產品之差異，往往產品變異愈大則不良情形愈嚴重。因此，探討品質應探討其變異所引發的損失，產品特性愈接近目標值則品質愈佳，離目標值愈遠則品質愈差且損失愈大(蘇朝墩，2002)。

2.4.1 信號雜音比

田口博士以信號雜音比(Signal to Noise Ration, S/N 比)作為評估設計參數成效之衡量指標，為使製程達到最佳化及穩健性。蘇朝墩(2002)指出理想的 S/N 比應有下列特性：

- 1.S/N 比可反映品質特性的變異。
- 2.S/N 比與平均值的調整無關，亦即當目標值有改變時，S/N 比仍可用來預測品質。
- 3.S/N 比衡量相對品質，因其目的是用來比較的。
- 4.S/N 比具簡單性和函法性。

定義如下：

$$\eta = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\text{有用的信號}}{\text{有害信號}} \right) \quad (4)$$

針對下列三種不同的品質特性

計算式可分為

(1) 望小特性：

品質特性之測量值越小越好，如表面粗糙度、損耗量、汙染、噪音的音壓等皆屬此類望小特性。其 S/N 比之計算式為

$$SN_{STB} = -10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad (5)$$

其中 n 為實驗之測誦次數或重複實驗次數

y_i 為實驗產品特性的量測值

(2) 望大特性：

品質特性之測量值越大越好，如壽命、硬度、黏著力等皆屬此類望大特性。其 S/N 比之計算式為

$$SN_{LTB} = -10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (6)$$

其中 n 為實驗之測誦次數或重複實驗次數

y_i 為實驗產品特性的量測值

(3) 望目特性：

當品質特性有設定目標值時，愈靠近此目標值為愈理想，如尺寸、電阻、內外徑等皆屬此類望目特性。其 S/N 比計算如下式

$$SN_{NTB} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\bar{y}^2}{s^2} \right) \quad (7)$$

2.4.2 田口方法相關文獻

Yang et al. (1998) 應用田口方法直交表計算類神經網路收斂時間的信雜比，並執行變異數分析，以尋找最佳的類神經網路參數，使類神經網路能快速收斂。

吳采蓉(2010)於紫外光固化快速原型製程之參數優化，自製設備之製程能力驗證及成品之機械強度研究，經田口最佳化實驗後製程能力指標CP 及綜合製程能力指數CPK均有顯著的上升，破壞強度則有些微增加。

黃俊嘉(2010)應用田口方法於螺絲夾尾模具阻料溝斷面之研究當中以田口反應分析反應出各控制因子在不同水準間的差異，配合鍛造分析軟體DEFORM 3D模擬出最佳化設計的水準組合，實驗結果對於成品體積增加、降低成品成型應力及等效應力及減少溢料表面積有顯著的效果。

陶清風(2011)研究梯型杯液壓引伸成形之參數最佳化，以有限元素法及田口方法作為尋找影響參數的預測工具，由田口的信號噪音比及變異數分析知，最佳的參數值為壓力於水準 2(8.5Mpa)、摩擦係數在水準 1(0.005)、及沖壓速度在水準 2(7500 m/s)。三個參數中，摩擦係數對梯型杯液壓引伸成形的厚度分佈影響最大。

2.5 管制圖

管制圖係二零年代由美國貝爾實驗室修華特博士(Dr. W. A. Shewhart)所提出，因在正常製程中所產生的品質特性，均呈現常態分配的現象，依據常態分配的理论產品超出三個標準差的機率僅有 0.27%(1-99.73%)，因此將此常態曲線旋轉 90°，在中心點及三個標準差處繪上三條直線，中心線(CL)以黑色實線、上、下界限(UCL、LCL，三個標準差處)以紅色虛線表示，再將

樣本繪入其中，此為管制圖(林成益，1998)，如下圖 4。

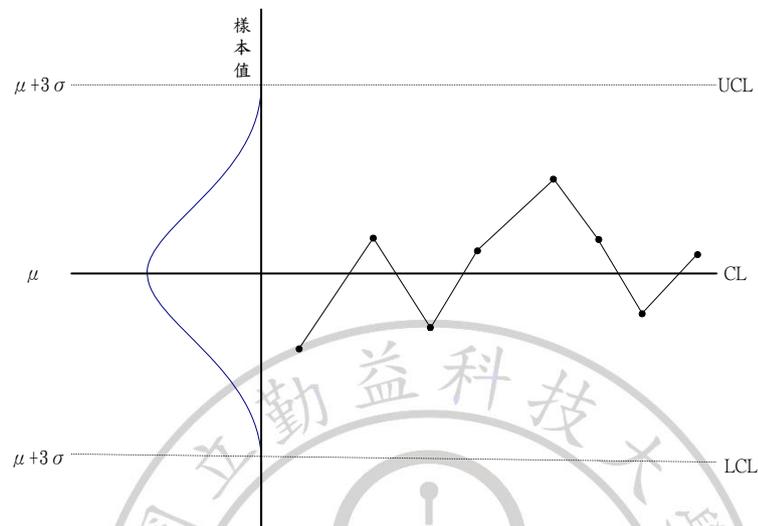


圖 4 管制圖

資料來源:林成益(1998)

透過管制圖在產品的製造過程當中進行品質的控管，以確保最後產出之產品能達到品質要求，林成益(1998)指出管制圖基本用途如下：

1. 檢測及監督製造。
2. 降低製程的變異，提升品質水準。
3. 估計產品及製程的參數，作為改善品質的參考。

梁育豪(2009)研究改善二輪機動車製程，利用統計之達成率觀念計算相關數據，顯現製程中問題時間點，透過統計製程管控(SPC Statistical Process Control)X-bar 及 R-bar 進行製程能力指數計算及管理，具體改善製程中所產生的問題，縮短現狀與目標值的差距，讓製品生產於規格界限內。

蔡泊欣(2010)以半導體 IC 封裝成型製程導入 SPC 系統，輔以 QI 統計軟

體，建立一套完整的統計製程管制導入手法，並選擇合適的管制圖類型並導進自動檢腳機大幅提昇檢測速度，提昇生產線即時控管效率。

2.6 TRIZ 方法

TRIZ 方法係俄國學者 Genrich Altshuller 以及研究工程團隊於 1946 年開始，分析研究超過 20 多萬件專利所發展出的一套系統化創新理論，亦可稱為「發明問題解決理論」。Altshuller 發現很多種不同的工程系統與科技技術，具有共同的趨勢與演化，運用此方法可刺激人們創新思考解決問題之能力，並建構創意問題解決之模式(葉繼豪，2007)。

在解決問題的過程當中常會遇到技術矛盾(technical contradiction)及物理矛盾(inherent contradiction)，技術矛盾為當一正面功能提升或改善；但另一正面功能將持續惡化(或負面效應持續惡化)如：電腦散熱風扇若運轉愈快則散熱效果愈佳，但靜音效果將持續惡化；物理矛盾則是一件事有正反兩面(大或小、輕或重、方或圓)，亦即事物在不同地點(空間)、不同時間或相同地點(空間)與時間有正反兩極化之表現，如筆記型電腦之結構為考慮防撞性及耐摔性而增加外觀厚度，但行動時又希望其質量輕薄以便於攜帶。

Altshuller 團隊分析所有工程問題，根據其特性歸納出三十九項工程參數，如下表 2；39 項工程參數以對應工具與物體之屬性特徵，藉此更清楚分析是哪一些屬性特徵造成取捨矛盾或本質矛盾。四十項創新原則則是 Altshuller 先生從眾多專利中分析出的創新原則，為前人的智慧結晶，透過其輔助帶領可快速刺激人們進行創意思考(葉繼豪，2007)設計或開發人員可

將欲改善的問題特徵帶入 39×39 矛盾矩陣中，找出 40 項創新原則中所提供的改善建議，透過此方法將問題系統化並激發出創意思維，替問題找到解決之道。

表 2 TRIZ39 工程參數表

1	移動物體的重量	14	強度	27	可靠度
2	靜止物體的重量	15	移動物體耐久性	28	測量準確度
3	移動物體的長度	16	靜止物體耐久性	29	製造準確度
4	靜止物體的長度	17	溫度	30	作用於物體有害因素
5	移動物體的面積	18	明亮度	31	有害的副作用
6	靜止物體的面積	19	移動物體消耗之能源	32	可製造性
7	移動物體的體積	20	靜止物體消耗之能源	33	使用方便性
8	靜止物體的體積	21	功率	34	可維護性
9	速度	22	能源之浪費	35	可適應性
10	刀	23	物質的浪費	36	設備複雜性
11	張力、壓力	24	資訊的損失	37	控制複雜性
12	形狀	25	時間的浪費	38	自動化程度
13	物體穩定性	26	物質的質量	39	生產力

資料來源:葉繼豪(2007)

2.6.2 TRIZ 方法相關文獻

謝涵亘(2012) 運用 TRIZ 方法及單一工程特性對應的創新原理，結合綠色設計(Green Design)進行家用衣夾之創新設計，結合市場調查與專利檢索中針對衣夾部分整理，發想可行之設計方案，且以實際的雛型呈現，成功改善塑膠材質衣夾對環境所造成的危害，及鐵製箍環所產生之銹液沾汙衣物的問題，說明了綠色設計理念結合 TRIZ 方法之可行性與優越性。

熊偉明(2011)運用 TRIZ 方法於螺絲包裝工廠，將系統性創新的方法應

用於工廠配置(Layout)之改善，設計在迴圈式軌道上走行的叉牙式電動有軌無人車 RGV (Rail Guided Vehicle)，以此自動運搬系統來取代傳統柴油堆高機，可節省空間，並使包裝生產線及運搬能力倍增，使原有工廠之產能及營業額倍增，並創造了更為安全及環保的工作環境。



第三章 研究方法

本章以六標準差 DMAIC 流程論述本研究之研究步驟。第一節為定義 (Define)：以製造流程圖找出超潔淨閥加工之關鍵品質要素；第二節為衡量 (Measure)以 Gage R&R 衡量設備的穩定性，並以製程能力指標衡量目前的製程能力；第三節為分析 (Analyze)：以 TRIZ 方法找出製程能力不足之要因；第四節為改善 (Improve)：利用田口品質工程之參數設計，透過直交表尋找關鍵因子與水準之組合，找出重要因素及最佳製程水準，將製程進行相關調整後，重新收集數據計算品質製程能力分析，找出真的影響因素，改善後再進入最後階段。第五節控制 (Control)：以管制圖做持續的改善及監控。本研究之研究方法如下圖 5。

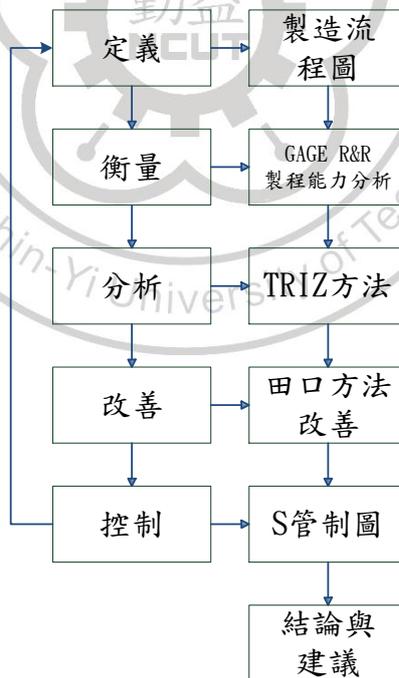


圖 5 研究方法

資料來源:本研究整理

3.1 定義

由於超潔淨閥屬於高精密度之閥件，製造流程較傳統閥件複雜，為了界定出客戶的需求，並達到產品的標準，本研究針對超潔淨閥製造流程，從上游原料至最終出貨，分析每一階段之製造流程，找出製程關鍵要素，以訂定出相關品質特性。

3.1.1 超潔淨閥製造流程

依現階段製程編製超潔淨閥製造流程圖，如下圖 6



圖 6 製造流程圖

資料來源:本研究整理

3.1.2 超潔淨閥檢測

產品檢測為超潔淨閥製程當中最重要的一環，影響到出貨後產品使用上的穩定性、安全性，及產品功能性，因此，將產品檢測列為本研究之重心。

3.1.2.1 密封性能檢測

密封性能檢測是指檢測閥門各密封部位阻止介質洩漏的能力，它是閥門重要的檢測項目之一。閥門的密封部位有三處：啟閉件與墊片兩密封面間的接觸處；中軸和中軸墊片的接和處；閥體與閥蓋的連接處。第一處的洩漏稱為內漏，它將影響閥門截斷介質的能力。對於閥類來說，內漏是不允許的。後兩處的洩漏叫做外漏，即介質從閥內洩漏到閥外。外漏會造成物料損失，污染環境，嚴重時還會造成事故。對於易燃易爆、有毒或有放射的介質，外漏更是不能允許的，因而閥門必須具有可靠的密封性能(閥門論壇，2012)。密封測試設備如下圖 7。



圖 7 試壓機-氣壓

資料來源:本研究整理

3.1.2.2 閥件砂孔檢驗

閥件砂孔指的是閥件鑄造時產生的雜質與氣泡，使表面產生坑疤及空洞，如下圖 8，以外觀大小可區分為砂孔、黑點、氣孔，砂孔將會使閥件產生洩漏、殘留及腐蝕的狀況，因此，閥件不允許砂孔的產生；閥件表面細微的黑點、氣孔在傳統閥件的使用上並不影響功能性，可允許存在；但超潔淨閥使用在具毒性及化學變化的管路環境，細微的黑點、氣孔仍有微量的殘留情況，亦會產生使用上的危險性，因此在超潔淨閥的生產過程中任何細微的黑點、氣孔均不可產生。



圖 8 閥蓋砂孔

資料來源:本研究整理

3.1.2.3 表面粗糙度檢測

表面粗糙度係指閥件加工(車削、銑製、研磨、噴砂)後金屬表面所產生之凹凸及高低不規則之痕跡，(Jun and Albert, 2003)指出工件材料、切削參

數、加工刀具、量測儀器均對表面粗糙度產生影響。金屬表面波長約在 0~0.5mm 之間，本研究以中心線平均粗糙度(Ra)作為衡量表面粗糙度之依據，Ra 值愈小表示表面粗糙度愈佳，較佳的表面粗糙度將如鏡面般外觀，如圖 9 所示；表面粗糙度之高低除影響產品外觀外更加影響流體之流速、品質，如粗糙度較高將影響閥件潔淨度，並產生流體殘留於閥件內部之情形，將造成超潔淨閥使用上之危險性；影響表面粗糙度除加工因素外還包含了閥件本身之瑕疵包含：變形、氣孔、裂痕等，為達較佳的表面粗糙度閥件本身須經過嚴格的品檢。

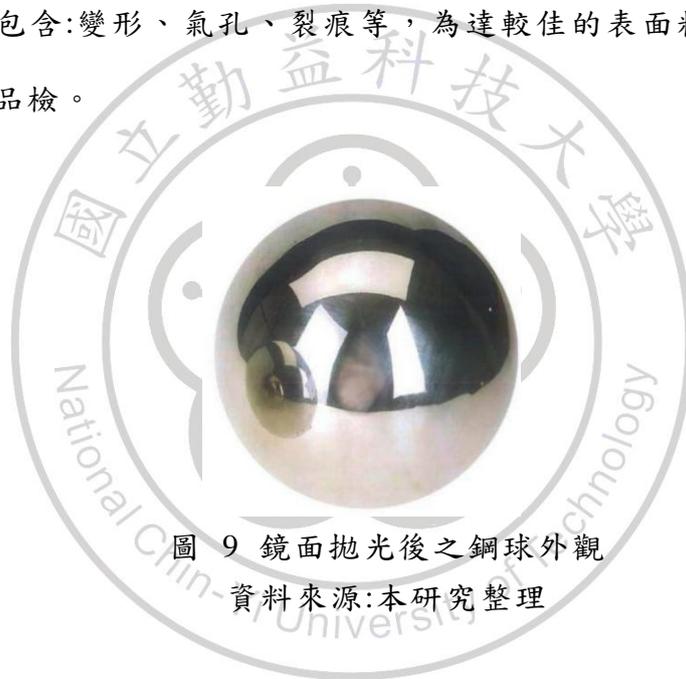


圖 9 鏡面拋光後之鋼球外觀
資料來源:本研究整理

3.2 衡量

本研究以 A 廠所生產之超潔淨閥進行量測及研究，衡量階段針對重要品質特性使用表面粗糙度測量儀對成品加以檢驗，並以製程能力指標衡量現階段製程能力，並了解產品品質之優劣，在量測產品前先對檢測設備進行量測系統驗證分析。

3.2.1 量測系統分析

量測設備之精準程度將影響實驗之準確性，Gage R&R 分析可衡量系統之可再現性(repeatability)及可再生性(reproducibility)，評估「量具本身之變異」(gage variation)及「來自評價者之變異」(operator variation)。

本研究以三位熟練操作設備之現場人員 A、B、C 進行量測，隨機選取 10 件相同規格之樣品，A、B、C 員於同一機台將 10 件樣品重複進行 2 次量測，記錄所量測之數據，最後使用 MINITAB 軟體進行 Gage R&R 分析，以確保量測設備及人員之精確性。

Gauge R&R 的計算公式為：

$$GaugeR \& R = \sqrt{EV^2 + AV^2} \quad (8)$$

$$EV = K_1 \bar{R} = K_1 \sum_{i=1}^m \bar{R}_i / m \quad (9)$$

$$AV = \sqrt{(k_2 \overline{X_D})^2 - (EV)^2 / nr} \quad (10)$$

3.2.2 選擇製程能力指標

量測設備及人員衡量後若無顯著變異及可進行製程能力分析，本研究由表面粗糙度測試中取 30 組數據，以製程能力指標進行現階段製程能力分析，由於 Cpk 指標可判定製程是否發生變異及製程之變異是否符合規格，且可以依據實際情況，使用單邊或雙邊規格的量測方法，因此，本研究以此為衡量之指標，

C_{pk} 指標之定義如下：

$$C_{pk} = C_p(1-k) = \min\{CPU, CPL\} \quad (11)$$

其中，

$$k = \frac{|T-u|}{\min\{T-LSL, USL-T\}} \quad (12)$$

$$CPU = \frac{T-LSL}{3\sigma} \left\{ 1 - \frac{|T-u|}{T-LSL} \right\} \quad (13)$$

$$CPL = \frac{USL-T}{3\sigma} \left\{ 1 - \frac{|T-u|}{USL-T} \right\} \quad (14)$$

若 $|T-\mu| > (T-LSL)$ ，則設 $CPL = 0$

若 $|T-\mu| > (USL-T)$ ，則設 $CPU = 0$

如果目標值 T 為規格界限之中心值 m ，則

$$CPL = \frac{u-LSL}{3\sigma} \quad (15)$$

$$CPU = \frac{USL-u}{3\sigma} \quad (16)$$

$$k = \frac{2|m-u|}{USL-LSL} \quad (17)$$

$$0 \leq k \leq 1, C_{pk} \leq C_p \quad (18)$$

當製程平均值落在規格界限上時， k 值等於 1，意即 $C_{pk} = 0$ ，而當 k 值大於 1 時，表示製程平均值落在規格界限外，則使 $C_{pk} < 0$ 。在上述公式中，是將 C_{pk} 定義為非負值，故必須再加入二個條件，(1)若 CPU 或 CPL 小於 0，則設其為 0；(2)若 k 大於 1，則設其為 1。

其判定標準如下表 3。

表 3 C_{PK} 指標判定表

級別	C _{PK} 值	品質狀況
A	$C_{PK} \geq 1.67$	品質達到水準，製程穩定
B	$1.33 \leq C_{PK} < 1.67$	品質達到水準，製程穩定，但可稍加改進
C	$1 \leq C_{PK} < 1.33$	需進行製程改善
D	$0.67 \leq C_{PK} < 1$	製程能力不佳，應全面檢討
E	$0 \leq C_{PK} < 0.67$	應立即停止生產，全面檢討

資料來源：謝傑任，(2011)

3.3 分析

衡量了現階段製程能力之後，將製程能力指標值中落入待改善區域的品質特性，使用要因分析圖分析影響品質特性之因子。本研究將以閥體流道內側表面粗糙度之影響因素以 TRIZ 方法分析，並與 A 廠主管及研發人員探討後分析出影響之因素，以五個超潔淨閥重要製程做為分析架構，包含：鑄造製程、加工製程、電解研磨製程、潔淨製程、量測檢驗等。

利用衡量階段所搜集到的表面粗糙度數據，結合 TRIZ 創新發明原則的系統化思維之 39 矛盾工程矩陣找出影響加工製程之關鍵因子。其步驟如下：

1. TRIZ 方法發展田口實驗因子：首先先將問題分類清楚並改善問題釐清後，排除無相關聯者，降低問題之複雜度，選用 TRIZ 矛盾矩陣中的 39 項矛盾矩陣，找出影響超潔淨閥製程不穩定之控制因子參數的相互關聯。

2. 由矛盾矩陣列表中之問題法加以獲得一新的影響因子，將影響超潔淨

閥表面粗糙度中造成不穩定之相關條件及參數挑選出。

3.將影響超潔淨閥表面粗糙度不穩定之參數與 TRIZ 39 工程參數整理，分析後得到之相關係數作交互作用研究。

4.將影響超潔淨閥表面粗糙度不穩定之因子，找出因子與工程參數交互作用數進行排名，並選擇排名前六名進行參數篩選。

5.參數篩選:排名前六項參數中針對其因子篩選與權重給分，權重計量均以 5% 為級數評量標準。針對五位專家對超潔淨閥表面粗糙度影響參數平均權重計量，選出四個主要因子。

6.實驗因子與水準值選取:本研究將從六項參數中選取由專家給予平均權重較高之前四項重要因子，列為重要品質因素針對選出之因子參數並加以解釋之。將選出因子給予範圍值作為田口實驗所需之實驗參數。

3.4 改善

在前一階段中，藉由與超潔淨閥廠 A 廠主管及研發人員討論，以 TRIZ 方法將多種不同的意見歸納探討，選出與變異相關之因子後進入改善階段，根據以往經驗以田口方法進行製程改善可有效率且正確地進行改善，因此以田口方法之參數設計進行因子解析。依現況決定因子的配置與水準之設定，本研究選定 L_93^3 直交表加以配置運用。針對分析階段所提出之方案，應用田口實驗設計進行實驗改善，並對實驗結果進行 SN 比及變異數分析，找出貢獻度百分比高之因子，再將預估之最佳組合提供給現場工程師進行確認實驗，若達期望標準則可確認此參數設計可行，否則重新檢討參數設計步驟再行實驗，參數設計流程圖如下頁圖 10。



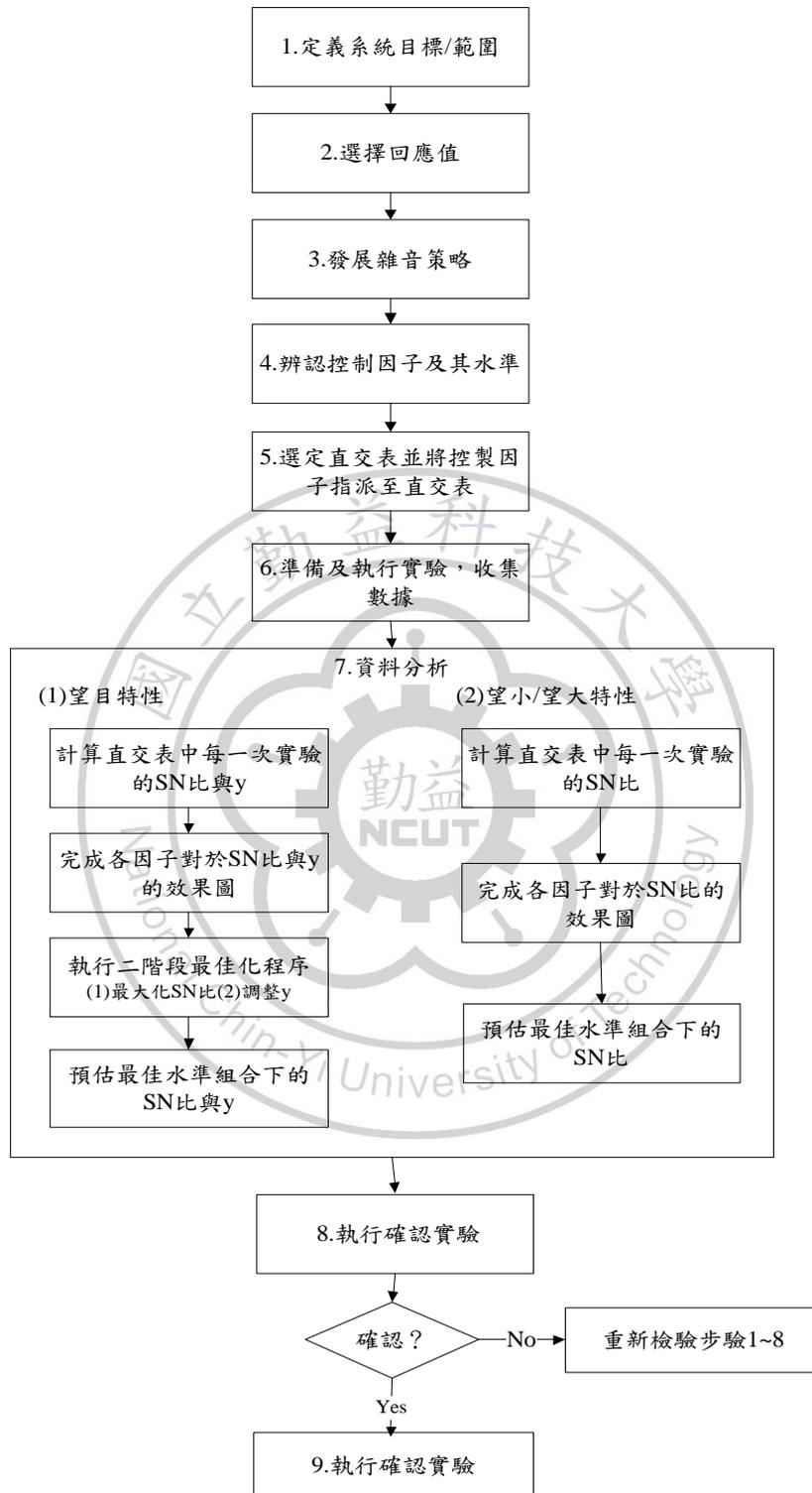


圖 10 靜態特性參數設計流程圖

資料來源：蘇朝墩(2006)

依據參數設計流程圖實驗步驟敘述如下，整理自蘇朝墩(2006)：

1. 確認因子：首先確認製造流程並流程訂定品質特性，依據要因分析圖決定控制因子、雜音因子及因子水準。
2. 選擇直交表：應用田口博士所設計之直交表（Orthogonal Array）來做實驗分析，減少實驗次數且可保有很高的準確性。典型的直交表是以 La(bc) 來命名，它代表共有 a 組實驗、b 個水準及 c 個控制因子，亦即代表一個 a 列 c 行的直交表，下表 4 以一 3 水準 4 因子直交表為例。

表 4 L9(3⁴)直交表

實驗編號	行			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

資料來源：蘇朝墩(2006)

3. 計算 S/N 比：將目標函數轉換成 S/N 比，以利後續分析步驟的進行。本研究主要探討表面粗糙度值愈小愈好，所以使用望小品質特性。SN 比經過推導後可定義為如下。

$$SN_{STB} = -10 \cdot \log_{10}(MSD) = -10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad (19)$$

其中，y_i為第i組的實驗數據，n 為總實驗的次數。

4. 變異數分析(Analysis of Variance):以變異數分析評估實驗誤差，並決定各

控制因子相對重要性。其中，貢獻率(Percent Contribution)的目的在了解個別差或誤差值所佔的比率。A 控制因子的貢獻率：

$$\sigma_A = \frac{S'_A}{S'_B} \times 100\% \quad (20)$$

5. 確認實驗：如製程已獲得改善則確認實驗並進行控制階段(Control)，如分析後未獲得改善則重新進行田口實驗。

3.5 控制

由於閥件係由人工操控 CNC 車床進行加工製程，加工精確度多取決於操作員經驗判斷，在此階段將透過管制圖以量化的方式進行管控，根據田口方法實驗求得的最佳化製程參數，對改善成果做控制與管理，確保改善長期且持續地執行。由於 R 管制圖只使用兩個極端值，結果易受極端值之影響，S 管制圖使用所有數據計算，較 R 管制圖精確，若樣本數 $n > 10$ 時可採用 X-bar-S 管制圖(林成益，1998)，因此本研究以 S 管制圖監控品質改善之結果，使製程保持最佳狀況，公式如下。

X 管制圖

$$UCL_x = \mu + 3 \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (21)$$

$$LCL_x = \mu - 3 \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (22)$$

$$CL_x = \mu \quad (23)$$

S 管制圖

$$UCL_S = (C_4 + 3\sqrt{1 - C_4^2})\delta \quad (24)$$

$$UCL_S = (C_4 + 3\sqrt{1 - C_4^2})\delta \quad (25)$$

$$CL_S = S \quad (26)$$



第四章 個案研究

4.1 定義問題

在光電、半導體製程中以超潔淨閥件輸送潔淨及具毒性之液體及氣體，提供製程中清潔、化學加工所使用，流道中若產生殘留的問題使流體或氣體產生化學變化，將使製程中產生相當大的危險性，控制表面粗糙度將有效改善殘留問題，並有利於閥件生產製程中的清潔處理。

超潔淨閥經過脫蠟鑄造，並使用 CNC 車床加工，目前鑄造及加工在尺寸精準度方面均已成熟，因此可不加以探討，但由於表面粗糙度之要求愈來愈嚴苛，各製程階段對於表面粗糙度需持續提升與精進，因此本研究選定表面粗糙度為研究標的，以超潔淨閥製造商 A 廠所生產之超潔淨閥為研究對象，檢測其閥體中間流道孔之表面粗糙度。

4.1.1 目的特性

本研究以超潔淨閥 A 廠所生產之超潔淨閥進行加工，以加工研磨後之表面粗糙度作為回應值，並依照 SEMI(國際半導體規範)對超潔淨閥件表面粗糙度規範 $Ra < 0.13\mu$ 作為標準依據。

4.1.2 量測設備及物件

本研究所使用之量測設備如圖 11，量測物件如圖 12。



圖 11 表面粗糙度測量儀



圖 12 超潔淨閥閥體內部

4.2 衡量

針對超潔淨閥表面粗糙度，抽取超潔淨閥樣本，以粗糙儀進行量測，針對機台及人員進行量測系統驗證，以及製程能力分析。

4.2.1 驗證衡量系統

本研究衡量階段使用常態性檢定隨機抽樣 30 件製程改善前表面粗糙度量測數據如下表 5 所示。穩定度 P-Value=0.069 > 0.05，分析結果顯示超潔淨閥加工製程穩定度資料符合常態性分配，如下頁圖 13 所示量測資料分布近似一條 45 度斜線。在資料經過驗證後，已滿足製程為穩定且符合常態分配的假設下，即可使用驗證量測系統以及製程能力評估分析。

表 5 表面粗糙度現況數據

現況數據(μm)					
編號	數據	編號	數據	編號	數據
1	0.13	11	0.07	21	0.13
2	0.14	12	0.09	22	0.09
3	0.08	13	0.13	23	0.10
4	0.07	14	0.11	24	0.11
5	0.09	15	0.12	25	0.07
6	0.11	16	0.08	26	0.15
7	0.13	17	0.14	27	0.08
8	0.15	18	0.15	28	0.12
9	0.14	19	0.08	29	0.09
10	0.11	20	0.10	30	0.07

資料來源:本研究整理

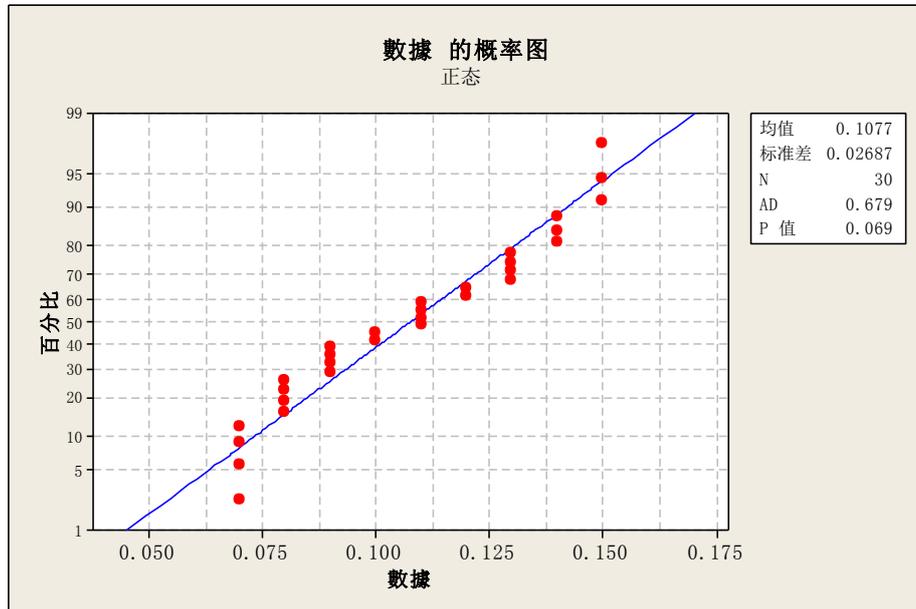


圖 13 表面粗糙度數據概率圖

資料來源:本研究整理

本研究以超潔淨閥閥體進行量測，於量測前進行量測系統驗證，確認量測系統並無變異，及量測人員能力之一致性。選定量測人員三員，選定 10 件超潔淨閥以粗糙度量測儀各進行 3 次量測，測得 30 組數據，如下表 6，並以 MINITAB 16 軟體進行 Gauge R&R 分析，確認量測系統及量測人員符合標準。

表 6 Gauge R&R 樣本檢測數據表

表面粗糙度檢測數據(μm)											
人員	次數	樣本									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A 員	1	0.13	0.14	0.08	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.14	0.11
	2	0.13	0.15	0.08	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.14	0.11
	3	0.13	0.14	0.08	0.07	0.08	0.11	0.13	0.14	0.14	0.11
B 員	1	0.13	0.14	0.08	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.14	0.11
	2	0.13	0.14	0.08	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.14	0.11
	3	0.12	0.14	0.09	0.08	0.09	0.12	0.13	0.15	0.14	0.12
C 員	1	0.13	0.15	0.08	0.08	0.09	0.11	0.14	0.15	0.14	0.11
	2	0.12	0.14	0.09	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.14	0.11
	3	0.13	0.14	0.08	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.15	0.11

資料來源:本研究整理

本實驗使用 MINITAB 16 軟體，針對量測數據進行 Gauge R&R 分析，計算之結果如表所示，分析圖如圖 14 所示。經由上述進行變異數分析，其分辨指數 $9 > 5$ ，量測系統能力 Total Gauge R&R $14.43\% < 30\%$ 符合標準，我們可以得知、人員之間重複性及再現性是穩定狀態並無顯著差異，此量測系統所量測數據之精確度上是可以被接受認可的。

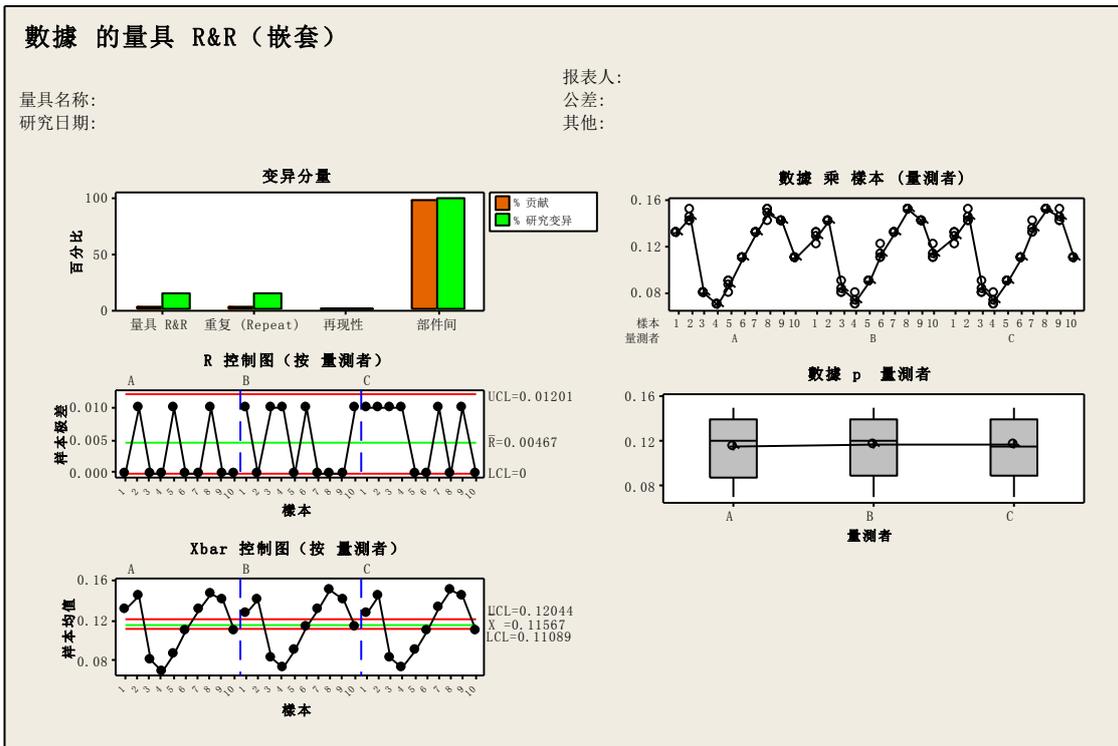


圖 14 表面粗糙度 Gauge R&R 變異數分析圖
資料來源:本研究整理

表面粗糙度變異數分析			
變異來源	標準差	六標準差	變異百分比
量測系統變異	0.0039441	0.023664	14.43
再現性	0.0039441	0.023664	14.43
再生性	0.0000000	0.000000	0.00
樣本變異	0.0270368	0.162221	98.95
總變異	0.0273229	0.163938	100.00

表 7 表面粗糙度變異數分析表
資料來源:本研究整理

4.2.2 製程能力分析

研究依據數據在其驗證符合常態檢定後，使用 MINITAB 16 軟體計算當前製程能力指數。現階段製程能力指數 $Cpk=0.27 < 1.33$ ，如圖 15 所示目前製程不穩定，且製程能力不足，必需被改善。

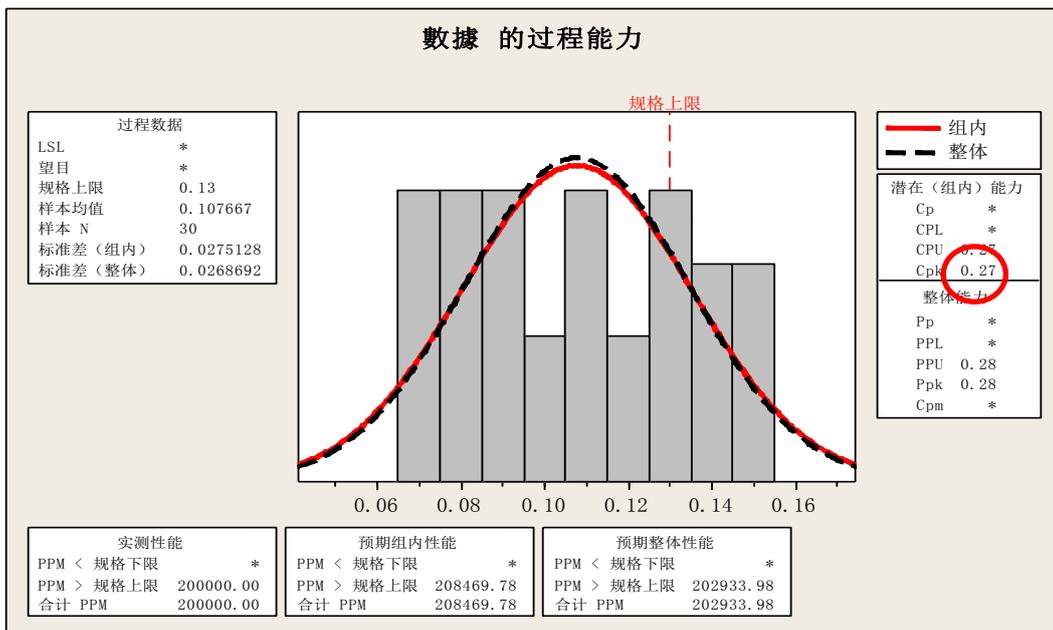


圖 15 製程能力分析圖

資料來源:本研究整理

4.3 分析

4.3.1 TRIZ 方法確認因子

根據目前衡量結果，確認目前表面粗糙度製程能相當不穩定，需須立即做改善，本研究利用TRIZ方法進行影響因素之分析，從人員、設備、材料、方法、環境等五個面向對表面粗糙度可能影響原因做分析，使用TRIZ矛盾矩陣中的39項矛盾矩陣找出控制因子參數的相互關聯，包括：1.主軸轉速、2.刀盤尺寸、3.車刀材質、4.軸移動精度、5.切削深度、6.刀具角度、7.刀尖圓角、8.刀具後傾角、9.進給率、10.機台震動、11.環境溫度、12.刀具銳利度，找出影響超潔淨閥表面粗糙度之關鍵因素如表8所示。

表 8 TRIZ 39 矛盾工程參數對應之對照表

	TRIZ 發明原則	1-13 對應參數編號											
	因素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	移動物體的重量	●	●										
2	靜止物體的重量												
3	移動物體的長度	●	●							●			
4	靜止物體的長度												
5	移動物體的面積	●	●					●	●	●			
6	靜止物體的面積												
7	移動物體的體積	●	●							●			
8	靜止物體的體積												
9	速度	●				●				●			
10	力	●		●		●	●	●					●
11	張力、壓力			●		●	●	●				●	●
12	形狀		●				●	●	●				●
13	物體穩定性	●		●	●	●				●			●

表 8 TRIZ 39 矛盾工程參數對應之對照表

	TRIZ 發明原則	1-13 對應參數編號											
	因素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	強度			●		●							
15	移動物體耐久性	●		●		●				●	●		
16	靜止物體耐久性												
17	溫度	●										●	
18	明亮度												
19	移動物體消耗之能源	●	●			●				●			
20	靜止物體消耗之能源												
21	功率	●								●			
22	能源之浪費	●				●				●	●		
23	物質的浪費			●		●					●		
24	資訊的損失												
25	時間的浪費	●				●				●			
26	物質的質量												
27	可靠度			●	●		●	●	●		●	●	●
28	測量準確度	●		●	●	●	●	●	●	●	●		●
29	製造準確度	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
30	作用於物體有害因素												
31	有害的副作用										●	●	
32	可製造性												
33	使用方便性												
34	可維護性										●	●	
35	可適應性												
36	設備複雜性				●								
37	控制複雜性				●								
38	自動化程度	●			●					●			
39	生產力	●								●	●		

資料來源:本研究整理

由表 8 中 12 個影響超潔淨閥表面粗糙度因子，與 39 工程參數交互作用參數進行排名，選擇影響較深之前六項工程參數進行專家訪談及參數篩選，選出前六項之影響超潔淨閥工程參數依序為主軸轉速、進給率、切削深度、刀具銳利度、車刀材質、機台震動，以此六個關鍵因子進行專家訪談及參數篩選。

將影響超潔淨閥加工製程不穩定之參數與 TRIZ 39 工程參數整理後，得到與上列相關係數作交互作用研究，如表 9 所示：

表 9 TRIZ 工程參數對照表

項次	影響表面粗糙度因素	TRIZ-39 工程係數	排名
1	主軸轉速	1、3、5、7、9、10、13、17、19 21、22、25、28、29、38、39	1
2	刀盤尺寸	1、3、5、7、12	7
3	車刀材質	10、11、13、14、15、23、27、28、 29	4
4	軸移動精度	27、28、29、36、37、38	6
5	切削深度	9、10、11、13、14、15、19、22、 23、25、28、29	3
6	刀具角度	10、11、12、27、28、29	6
7	刀尖圓角	5、10、11、12、27、28、29	5
8	刀具後傾角	5、13、27、29	8
9	進給率	1、3、5、7、9、13、19、21、22、 25、28、29、38、39	2
10	機台震動	15、22、23、27、28、29、31、34、 39	4
11	環境溫度	11、17、27、29、31、34	6
12	刀具銳利度	10、11、12、13、27、28、29	5

資料來源：本研究整理

4.4 改善

本研究以田口方法分析所求出需要關鍵因子與水準，確認實驗所預測最佳化條件之下平均值是否有效，並經由變異數分析發現各關鍵因子具有顯著影響，並可找出最顯著因子參數。

4.4.1 實驗因子及水準之選取

經由與 A 廠主管及研發人員討論後加以實驗分析，選取排名前三名之因子，並確認其因子水準，如下表 10 所示進行田口實驗。

表 10 因子水準分析表

	A	B	C
	進給率	切削深度	主軸轉速
水準 1	0.2 %	1 mm	100 M
水準 2	0.15%	0.5 mm	120 M
水準 3	0.1 %	0.2 mm	160 M

資料來源:本研究整理

4.4.2 田口實驗

本研究經由田口方法實驗水準規劃，使用 $L_9(3^3)$ 直交表，實驗 9 次。並將實驗結果填入表 11，直交表 $L_9(3^3)$ 實驗資訊。

表 11 直交表 $L_9(3^3)$ 實驗回應值與 SN 比

編號	A	B	C	觀測值					SN 比
				1	2	3	4	5	
1	1	1	1	0.09	0.11	0.12	0.09	0.10	19.9654
2	1	2	2	0.10	0.08	0.09	0.10	0.09	20.8938
3	1	3	3	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	21.9111
4	2	1	2	0.07	0.09	0.08	0.08	0.07	21.9111
5	2	2	3	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	23.2975
6	2	3	1	0.09	0.08	0.09	0.09	0.07	21.2960
7	3	1	3	0.07	0.08	0.07	0.10	0.09	22.8067
8	3	2	1	0.09	0.08	0.10	0.09	0.10	20.8938
9	3	3	2	0.07	0.07	0.06	0.08	0.06	23.2975

資料來源:本研究整理

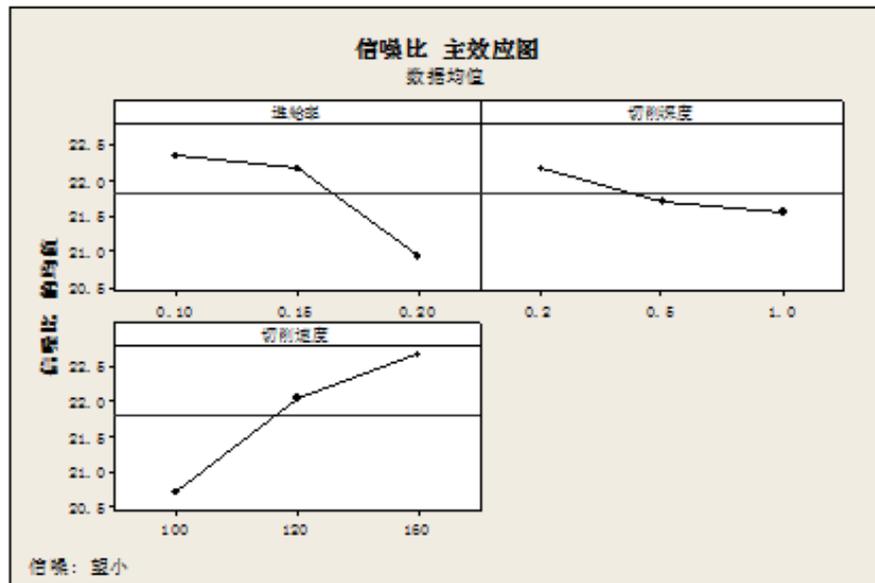


圖 16 SN 比主效用圖

資料來源:本研究整理

由於 SN 比愈大代表品質愈佳(損失愈小)，故 SN 比最大者即為最佳的參數水準組合，在此參數水準下生產之產品，其變異亦為最小。從實驗的 SN，如圖 16 所示最適水準的因子組合應為 A3-C3。表 12 為各水準平均 SN 比：

表 12 各因子水準的平均 SN 比

Level	A	B	C
1	20.92	21.56	20.72
2	22.17	21.70	22.03
3	22.33	22.17	22.67
效應	1.41	0.61	1.95

資料來源:本研究整理

4.4.3 變異數分析

本研究使用變異數分析 (ANOVA) 評估製程中的因子效應，移除B因子後，找出每一因子之貢獻度，判斷各因子之影響程度及其貢獻度，變異數分析表如表 13 所示：

表 13 移除 B 因子之 SN 比變異數分析

變異來源	自由度 (df)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 值	淨平方和	貢獻率%
A*	2	3.5620	1.7810	5.61	2.9275	27.14
C*	2	5.954	2.977	9.38	5.3195	49.32
合併誤差	4	1.269	0.31725	-	2,538	23.53
總和	8	10.785	-	-	10.785	100

(*表示具有顯著影響因子)

資料來源:本研究整理

表 13 經由表面粗糙度 SN 比變異數分析發現 A 及 C 因子具有顯著影響，其中因子 C 影響最為顯著。根據經驗，若誤差項的貢獻度百分比 < 50%，則可假設實驗狀況不理想或是有很大的誤差發生，有些重要因子被忽略。本實驗誤差項的貢獻度百分比為 23.53%，而 SN 比變異數分析中 A 與 C 因子之 F 值皆大於 4，故推論其皆為效果顯著之因子。

4.4.4 預估 S/N 95%信賴區間

計算在最佳狀況下之期望 S/N 比及 CI :

$$\hat{\eta} = \bar{\eta} + (A3 - \bar{\eta}) + (C3 - \bar{\eta}) = 23.1963$$

$$CI_{SNb} = \sqrt{F_{\alpha_1 v_2} \times V_e \times \left(\frac{1}{n_{eff}} \right)} = 1.9786$$

根據最佳狀況下的期望 S/N 比與 CI 值可以計算出最佳條件下之期望 S/N 比的信賴區間為：[23.1963±1.9786] = [21.2177, 25.1749]

4.4.5 確認實驗

確認實驗可驗證所預測最佳條件下之平均值是否有效，確認實驗如下表 14 所示：

表 14 確認實驗回應值及 SN 比

編號	因子		表面粗糙度觀測值			SN 比
	A	C	1	2	3	
1	3	3	0.08	0.07	0.08	22.80
2	3	3	0.09	0.08	0.09	22.17
3	3	3	0.08	0.06	0.07	22.35
4	3	3	0.07	0.08	0.08	22.69
5	3	3	0.05	0.08	0.06	22.34
6	3	3	0.07	0.09	0.06	22.53
7	3	3	0.06	0.06	0.05	22.67
8	3	3	0.08	0.05	0.07	22.31
9	3	3	0.07	0.07	0.1	22.54

資料來源:本研究整理

$$SN = \eta = 10 \cdot \log \frac{\frac{1}{n} \left[\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (27)$$

最佳條件的確認實驗實施了 8 次，確認實驗之預估 S/N 比信賴區間為：

$$CI_2 = \sqrt{F_{\alpha_1; v_2} \times Ve \times \left(\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right)} = 2.1371$$

確認實驗之 S/N 比信賴區間為：

$$[23.1963 \pm 2.1371] = [21.0592, 25.3334]。$$



4.5 控制

本研究在控制階段針對改善後數據進行常態性檢定及製程能力分析，最後進行統計製程管制以達到監控及管理的目的。

4.5.1 常態性檢定

首先進行常態性檢定，抽取 30 組製程改善後數值進行分析，如下表 15。常態分析後發現資料分布近似一條 45 度線，超潔淨閥表面粗糙度 $P\text{-Value}=0.063>0.05$ ，分析結果顯示超潔淨閥表面粗糙度值資料符合常態分配，如下圖 17 所示。

表 15 改善後表面粗糙度數據

改善後數據(μm)					
編號	數據	編號	數據	編號	數據
1	0.08	11	0.07	21	0.08
2	0.09	12	0.08	22	0.09
3	0.08	13	0.06	23	0.07
4	0.07	14	0.08	24	0.08
5	0.05	15	0.08	25	0.06
6	0.07	16	0.09	26	0.06
7	0.06	17	0.06	27	0.05
8	0.08	18	0.05	28	0.07
9	0.07	19	0.07	29	0.10
10	0.05	20	0.10	30	0.06

資料來源:本研究整理

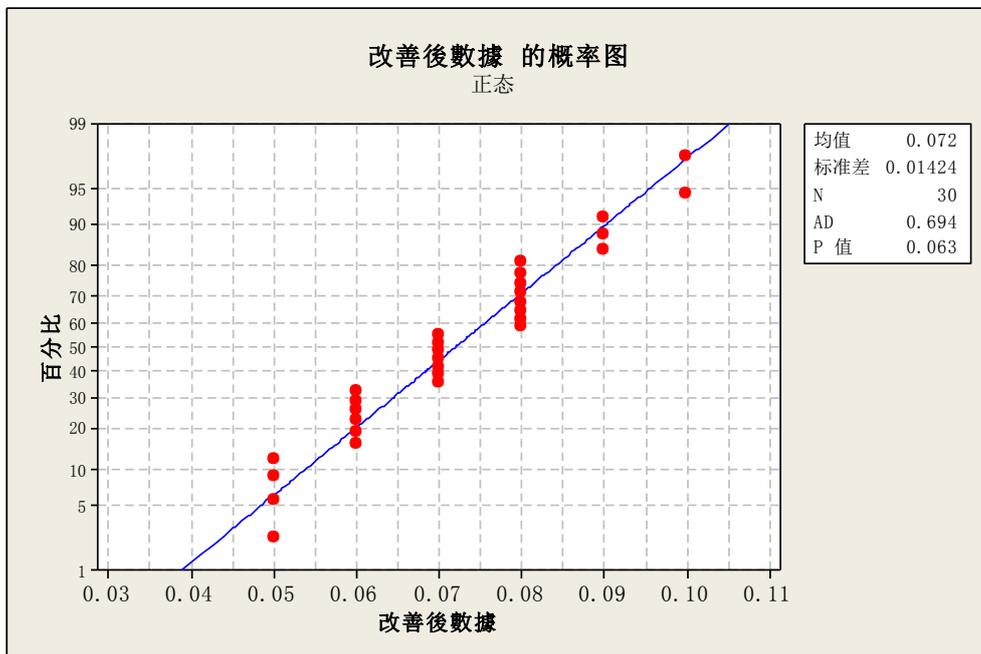


圖 17 最佳化改善後常態分析
資料來源:本研究整理

4.5.2 製程能力驗證

資料經過驗證已滿足製程是穩定的且符合常態分配的假設下，即可進一步驗證製程能力，將確認實驗所獲得之觀測值進行檢驗，確認是否有提升表面粗糙度製程穩定性，其觀測值透過最佳組合條件進行 30 次實驗，並計算其製程能力指標 Cpk 值為 1.19 如下圖 18 所示，相較實驗前之製程能力指標 Cpk 值 0.27 提升許多，表示本研究以 A3:C3 的組合條件，即進給率 0.1(%)、主軸轉速 160(M)，確實可以改善超潔淨閥品質之穩定性。

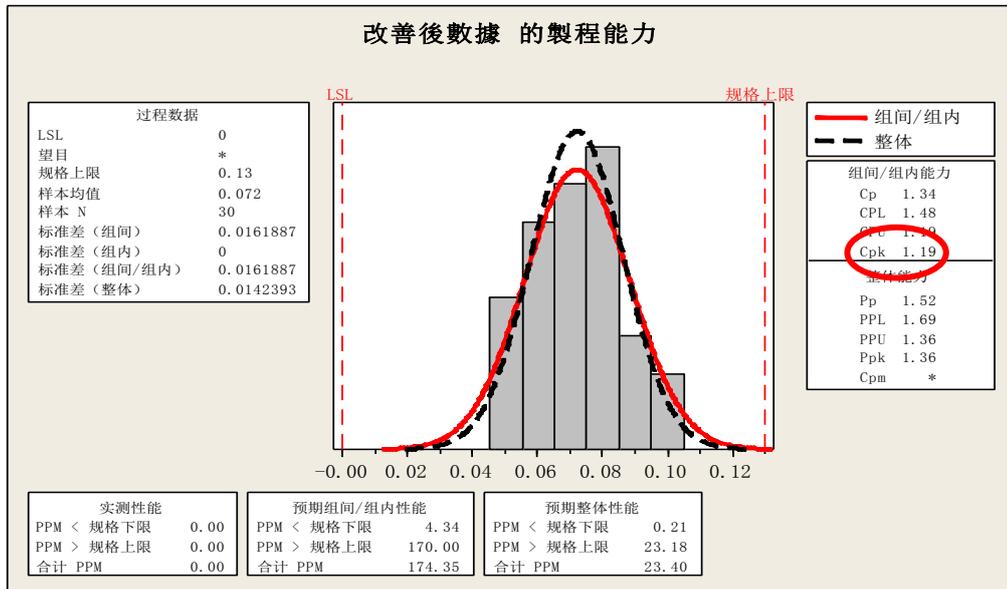


圖 18 改善後製成能力分析圖

資料來源:本研究整理

4.5.3 統計製程管制

經過六標準差程序找到了影響製程的關鍵條件，並利用田口實驗方法找到了最佳條件組合，並實驗驗證最佳條件組合之製程能力，經驗證以進給率 0.1(%)、主軸轉速 160(M)作為改善參數，改善後的製程能力提升達 1.19，不但使產品的品質特性提升，且大大的改善了製程能力，所以以上的程序的確找到了最佳的製程條件組合。

本研究以 Xbar-S 管制圖，如下圖 19，管制超潔淨閥表面粗糙度，在加工製程當中依照管制圖之監控項目進行抽樣檢驗。圖內每個點代表每個抽樣量測值，以此圖監控制程平均值及標準差之變化，本研究製程改善後製程的平均與變異都沒有產生異樣。管制圖的點若超出規格上限，則再次抽樣確認，若確實超出規格上限則應立刻停止生產並回報單位主管。最後將管制圖

及所有流程書面化及標準化，以達到持續改善及管理之目標。

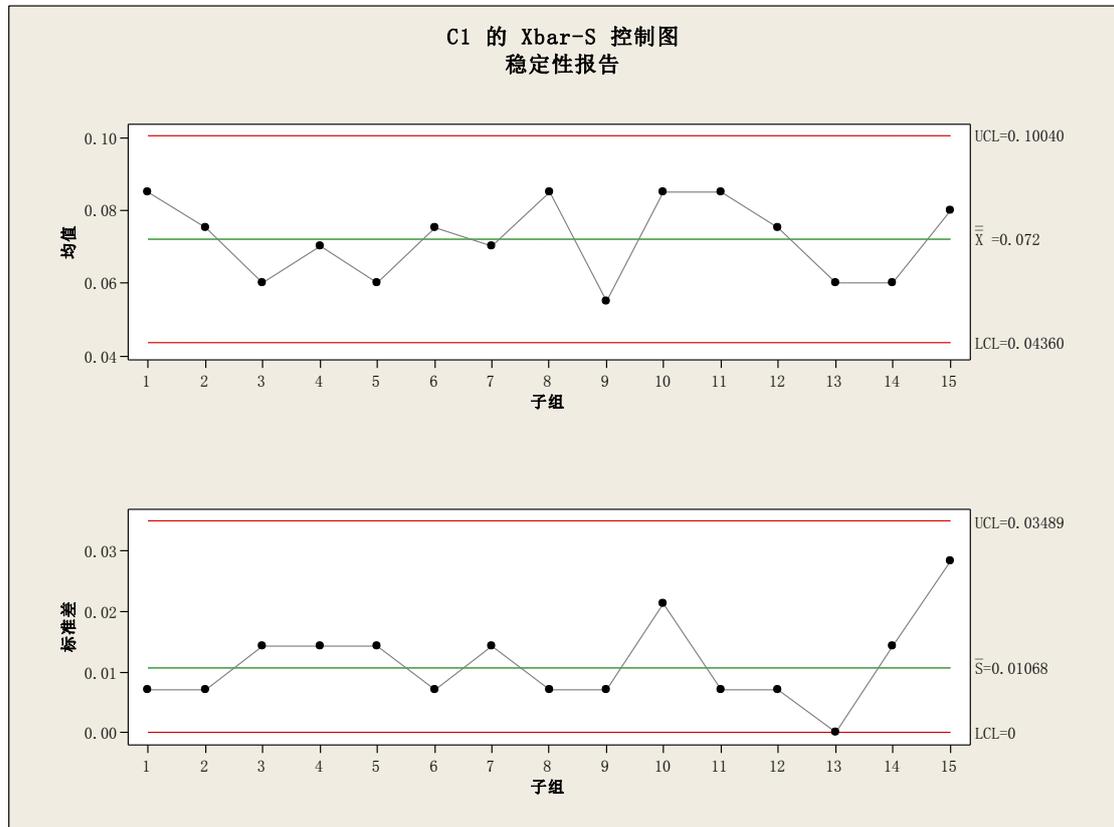


圖 19 改善後控制圖
資料來源:本研究整理

4.6 個案研究小節

超潔淨閥製程屬於高精密加工過程，本研究應用六標準差 DMAIC 步驟將現有製程進行改善，針對超潔淨閥流道之表面粗糙度進行衡量，得到現有製程 CPK 值為 0.27，顯示現有製程相當不穩定，接著以 TRIZ 方法找出影響表面粗糙度之重要因子，並以田口方法進行改善，CPK 值提升至 1.19，顯示表面粗糙度以獲得大幅度改善，最後以 X-bar 管制圖進行控制；本研究將六

標準差流程導入超潔淨閥加工製程當中，發現表面粗糙度可獲得改善且可成功提升製程穩定性，對於產品品質有相當大的提升。



第五章 結論與建議

超潔淨閥在國內閥業當中屬高技術門檻及高產值行業，仍有許多面向值得研究者去探討；本研究應用機械加工原理，找出流道加工新的模式，降低表面粗糙度，提供更高品質超潔淨閥於光電、半導體產業，本研究以田口方法設計出最佳參數組合，提供加工機器設計參數的依據。

5.1 結論

本研究以超潔淨閥製造廠 A 廠進行實證研究，導入六標準差 DMAIC 手法，結合田口實驗設計進行超潔淨閥表面粗糙度之製程能力改善及製程最佳化。影響超潔淨閥表面粗糙度之製程能力的因素較多，從原料材質、鑄造過程、加工機器、加工技術、組裝流程、清洗設備均有所影響，本研究運用六標準差(DMAIC)五大步驟，以特性要因圖分析所有可能因子，作為分析之結構。找出關鍵因子後，運用田口方法找出超潔淨閥表面粗糙度製程最佳化的實驗水準組合為：進給率 0.1(%)、主軸轉速 160(M)，為最主要製程條件控制因子。透過修正製程參數，可以生產出符合滿意水準之產品，而減少額外不良品之成本浪費，並能提升製程穩定性。

改善前的製程能力 C_{pk} 為 0.27，藉由本研究田口實驗的改善找出最佳參數的製程能力 C_{pk} 為 1.19，表示製程能力提升的成效良好，本研究利用 Minitab 16 軟體以求出超潔淨閥表面粗糙度製程最佳化參數，可使產品之品質能獲得保證、並提升產業競爭力。運用田口實驗設計取得最佳化模式，免去重覆

啟動實驗設計所需大量時間與成本浪費，在不浪費太多的時間與成本下，提供相關業者做為簡易而方便之製程穩定性條件選用之參考。

5.2 研究貢獻

國內閥業鮮少運用六標準差方法管理及改善製程，學界亦缺乏結合六標準差與閥製程之相關研究，本研究使用六標準差方法分析超潔淨閥製程，並應用田口實驗設計結合六標準差方法，找出超潔淨閥表面粗糙度最佳化加工參數，改善表面粗糙度製程能力，提升加工品質穩定度，並提高超潔淨閥產品品質、有效提升產品競爭性，並提供給製閥業當作重要之參考依據。

5.3 建議

本次研究針對表面粗糙度以部份因子實驗得出顯著因子，並以田口實驗設計方法得出其最佳水準，已得到了相當的成果。而超潔淨閥未來將走向表面粗糙度更低、潔淨度更高，針對超潔淨閥品質的不同面向可使用六標準差手法找出不同的因子和水準，再利用田口方法得出顯著因子。本研究已完成超潔淨閥表面粗糙度之實驗規劃，未來研究可藉由以上模式，擴充到閥體材質純度及成品洗淨技術進行研究。

參考文獻

中文文獻：

1. 吳采蓉，2010，應用田口方法於紫外光固化快速原型製程之參數優化，國立彰化師範大學機電工程學系機電工程碩士班，碩士論文。
2. 林成益，1998，品質管制，揚智文化，台北。
3. 高章榮，2005，整合損失函數與兩種製程能力指數對改善製程能力之研究，國立成功大學工學院工程管理專班，碩士論文。
4. 莊家泰，2011，薄膜電晶體液晶顯示器配向膜定向製程缺陷改善之研究，國立高雄第一科技大學機械與自動化工程系，碩士論文。
5. 陳祥源，2009，應用六標準差方法於製程最佳化之研究，南台科技大學科技管理研究所，碩士論文。
6. 陳信憲，2002，結合 6 σ 手法與田口實驗設計對改善製程能力之研究，國防管理學院資源管理研究所，碩士論文。
7. 梁育豪，2009，統計製程管控應用於二輪機車製程改善，國立高雄應用科技大學電機工程系，碩士論文。
8. 曾璟筠，1996，半導體製造製程能力分析之研究，國立清華大學工業工程研究所，碩士論文。
9. 葉繼豪，2007，創新研發與創新思維執行力，品質學會，台北。
10. 陶清風，2011，梯型杯液壓引伸成形參數最佳化研究，國立高雄應用科技大學，精密模具與機械產研碩士外國專班，碩士論文。
11. 陶美瑜，2004，顧客互動與新產品開發能力對顧客關係之影響，私立逢

- 甲大學經營管理碩士在職專班，碩士論文。
12. 樂為良譯，2002，六標準差團隊實戰指南，麥格羅希爾，台北。
 13. 謝傑任，2011，六個標準差的品質管制，全華，台北。
 14. 劉培熙，2004，望小品質特性的非常態製程能力分析之系統化研究，國立清華大學工業工程與工業管理研究所，博士論文。
 15. 蔡東榮，2010，應用六標準差技術提昇閥門彈簧之製程能力，國立高雄應用科技大學，工業工程與管理系，碩士論文。
 16. 蔡泊欣(2010)，應用 SPC 管控程序提昇半導體封裝製程品質，大葉大學工學院碩士在職專班，碩士論文。
 17. 賴榮仁，2001，六個西格瑪的管理，哈佛企業管理顧問公司，台北。
 18. 蘇朝墩，2002，品質工程，中華民國品質學會，台北。
 19. 黃俊嘉，2010，螺絲夾尾模具阻料溝斷面最佳化設計，國立高雄應用科技大學模具工程系，碩士論文。

英文文獻：

1. Boyles, 1991,R.A.,The Taguchi Capability Index, Journal of Quality Technology, Vol.23, pp.107-126, 1991.
2. Goh, T. N., 2002,A strategic assessment of Six Sigma, Quality and Reliability Engineering International.
3. Kotz S. and N.L. Johnson, 1993, Process Capability Indices, Champan and Hall,London, U.K..
4. Kane,V.E.,1986, Process Capability Indices, Journal of Quality Technology, Vol.18(1),pp41-52
5. Pete Pande &Larry Holpp,2002,What is six sigma?,McGraw-Hill.
Pfeifer et al., 2004
6. Pfeifer, T., W. Reissiger and C. Canales, 2004, Integrating Six Sigma with quality management systems, The TQM Magazine, 16(4), 241-249.
7. Tong J.P C., Tsung, F. and Yen, B. P. C.,2004, A DMAIC approach to printed circuit board quality improvement ,International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 23,2004, pp.523-531.
8. W.H. Yang. And Y.S. Tarng., 1998, Design Optimization of Cutting Parameters for Turning Operations Based on the Taguchi Method, Journal of Materials Processing Technology,84,pp.122-129.
9. Jun Qu., and Albert J. Shih, 2003, Analytical Surface Roughness Parameters

of a Theoretical Profile Consisting of Elliptical Arcs, machining science and technology Vol. 7, No. 2, pp. 281–294, 2003.



網頁文獻：

1. <http://www.mirdc.org.tw/>金屬工業研究發展中心,(2012/2)
2. <http://bbs.zgbfw.com/>閥門論壇,(2012/4)
3. <http://www.newjein.com.tw/>捷胤工業,(2012/7)
4. <http://network.stars.org.tw/>工業用閥產業研發聯盟結案報告,(2012/7)



附錄

個人簡歷

姓名	梁杰偉	籍貫	台中市	
性別	男	出生年月日	1981年11月17日	
電話	04-22780457	手機	0952710458	
e-mail	boneu2004@msn.com			
學歷	學校名稱	科系	就讀時間	畢業學位
	私立僑光技術學院	國際貿易科	86/9~91/6	副學士
	私立崑山科技大學	產業經營與管理系	91/9~93/6	學士
	國立勤益科技大學	研發科技與資訊管理所	100/2~101/12	碩士
經歷	公司名稱	職務	服務期間	
	大買家北屯店	儲備幹部	95/1~95/7	
	日商西鐵捷運(股)公司	業務代表	95/7~96/8	
	加恩精密有限公司	經理-副總經理	96/10~102/12(迄今)	
證書	日本語能力試驗N5合格(受験番號:10B1040301-51336)			
	SPPA專案特助證書(證書編號:SPPA20112623)			
著作	黃毓芬、陳盈瑜、潘珮柔、梁杰偉、林曉芬、陳嵩，個人目標導向對其回饋找尋過程之影響，崑山科技大學，第十九屆學生專題製作成果展，2004/6。			
	梁杰偉、翁國亮、林文燦，結合 kano model 及 QFD 品質機能展開應用於閥製品產品發展策略之研究，國立勤益科技大學，2011 第九屆管理學術研討會暨海峽兩岸研討會，2011/11/25。			
	梁杰偉、翁國亮、林文燦，運用六標準差方法改善光電產業超潔淨閥製程能力之研究，國立勤益科技大學，碩士論文。			