

明新科技大學 98 年度校內專題研究計畫成果報告

台灣 LED 封裝廠製程品質技術改善之研究
—以宏齊科技公司為例
A study of process quality improvement of Taiwan LED
packaging factory –Example of Harvatek Corporation

計畫類別：任務型計畫 整合型計畫 個人計畫

計畫編號：MUST— 98 企管—6

執行期間：98 年 1 月 1 日至 98 年 9 月 30 日

計畫主持人：李漢宗助理教授

共同主持人：徐志明副教授

計畫參與人員：汪秉龍(宏齊科技公司董事長)

錢松齡(宏齊科技公司顧問兼發言人)

吳英志(宏齊科技公司顧問)

處理方式：公開於校網頁

執行單位：明新科技大學企業管理系

中 華 民 國 98 年 10 月 28 日

明新科技大學校內專題成果報告

公開授權書

(提供本校辦理紙本與電子全文授權管理用)

本授權書為明新科技大學校內專題研究計畫成果報告授權人：李漢宗

在明新科技大學 管理 學院 企業管理 系所 98

年度校內專題研究計畫。

研究計畫編號：MUST—98 企管—6

研究計畫名稱：台灣 LED 封裝廠製程品質技術改善之研究—以宏齊科技公司為例

計畫類型：個人計畫

執行期限：98 年 1 月 1 日 至 98 年 9 月 30 日

茲同意將授權人擁有研究之上列成果報告：紙本授權全文公開陳列於本校圖書館，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限；成果報告之電子檔（含摘要），本校圖書館保留以供文獻典藏使用，但可依使用權限授權於網路公開，提供讀者非營利性質之免費線上檢索、閱覽、下載或列印。

成果報告之電子檔案使用權限授權，請勾選下列一項：

- 校內外立即公開全文(含摘要)
- 校內外立即公開摘要，校內立即公開全文，一年後校外公開全文
- 校內外僅於公開摘要，校內立即公開全文，校外永不公開全文

授權人：

親筆正楷簽名)



(請

E-Mail：

hansen@must.edu.tw

中 華 民 國 98 年 10 月 28 日

實驗設計課程大綱

週次	授課主題	目的
1	<p>實驗設計簡介 (1 Hour) 實驗的策略 實驗設計的應用 實驗設計的基本原理 實驗設計的步驟</p> <p>簡單的比較實驗 (1 Hour) 基本統計概念 抽樣與抽樣分配 獨立母體的平均數檢定 成對母體的平均數檢定 常態分配的變異數檢定</p> <p>討論 (1 Hour)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 讓學員對實驗設計有基本概念 2. 讓學員學習基本的統計概念和兩個母體的假設檢定 3. 透過討論，讓學員尋找工作中適合以實驗設計來解決的問題
2	<p>單因子實驗：變異數分析 (1 Hour) 變異數分析基本概念 固定效應模型的分析 模型適當性的檢定 變異數分析的結果解釋 樣本大小選擇</p> <p>因子設計簡介 (1 Hour) 因子設計基本原理 二因子因子設計 一般的因子設計 反應曲面 因子設計的集區劃分 三水準因子設計</p> <p>討論 (1 Hour)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 讓學員學習變異數分析的基本概念、軟體應用及解釋分析結果 2. 讓學員學習使用二因子因子設計及三水準因子設計，同時能根據變異數分析結果找出產品/製程最佳參數設定 3. 透過討論，讓學員選定研究主題，並確認該問題之控制因子、回應值及雜音因子
3	<p>反應曲面法 (1 Hour) 反應曲面法簡介 最陡上昇法 二階反應曲面分析 配適反應曲面的實驗設計</p> <p>田口方法 (1 Hour) 田口方法基本原理 直交表 信號雜音比 田口方法的應用實例</p> <p>案例實做及討論 (1 Hour)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 讓學員學習如何以反應曲面法設計實驗，並尋找產品/製程最佳參數設定 2. 讓學員瞭解田口方法與傳統實驗設計法的差異，並透過應用實例瞭解其功能 3. 透過案例實做，讓學員將其所蒐集的實驗數據進行分析與討論 4. 請學員選定第二個研究

		主題，並確認該問題之控制因子、回應值及雜音因子(此研究主題將以田口方法進行分析)
4	案例實做及討論 (3 Hours)	透過案例實做，讓學員將其所蒐集的實驗數據以實驗設計/田口方法進行分析與討論，並判定最佳產品/製程參數設定
5	案例實做及討論 (3 Hours)	1. 讓學員將驗證實驗的資料進行分析與討論，並與預估值做比較 2. 指導學員撰寫成果報告
6	成果分享與討論 (3 Hours)	請學員將本次課程中所執行的兩個研究主題，進行成果分享、討論及檢討

註(1)：所有課程均包含上機實習，我們可以準備 Design-Expert 7.1 試用版軟體供學員上機實習之用。

註(2)：每次上課時間以 3 小時為原則，上課總時數為 18 小時。

註(3)：學員於每次上課後，必須於貴公司工作現場發掘與上課內容相關之研究課題或蒐集資料，以做為上機實習或撰寫報告之用途。

目錄.....	I
中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
一、 前言.....	1
二、 研究目的.....	1
三、 研究方法.....	1
四、 結果與討論.....	2
五、 實驗部分.....	5

中文摘要:

關鍵詞：LED 產業、封裝廠、製程改善、品質提升

本專題研究計畫是基於台灣 LED (Light Emitted Diode) 封裝廠在實現 LED 白光量產技術之後與節約能源的殷切需求下，近年來 LED 產業迅速蓬勃發展，相對的 LED 整體市場也急速的在擴大之中，台灣 LED 廠商恭逢其時，正大力專注於 LED 的生產技術的改進與提升，以提升其全球競爭力。本校有機會與 LED 產業價值鏈中相當重要的一環封裝廠—宏齊科技股份有限公司進行產學合作研究，誠屬非常難得的機會。

在 LED 封裝廠的製作過程，從材料取得、組裝、測試、檢驗到出貨各個環節，必須將製程的限制與不確定性因子予以考量後導入大量生產。若一味以經驗值判斷製程中的影響參數，將可能導致因製程不穩定而造成訂單延遲，嚴重地影響到企業商譽。因此如何有效的提昇及改善製程品質將是影響出貨量及對市場銷售行銷來說相當重要。

本專題研究計畫乃針對 LED 封裝廠：宏齊科技股份有限公司所製造的產品其中之提升生產製程品質問題將以探討，配合 DOE (Development of Experiment) 實驗設計法案例式探討 T 理論模式建立參數調整的邏輯模式方法進行研究討論，並分別以兩階段來進行研究，第一階段將考量影響製程參數之因子併納入實驗範圍，找出影響生產製程品質之顯著因子。第二階段就影響調整製程因數之顯著因子，以導入實際生產模式進行驗證，同時比較與解釋出該顯著因子對該製程的效益影響。此結果將對後續之相關 LED 封裝廠在生產製造時，對於在製程參數調整站需要進行製程改善和品質提升時將可依據本研究之 DOE 實驗設計方法，作為參考做最適化之調整與改善，以確保高良率的優良品質產品製造與生產。

經本專題研究計劃的結果，結合學術與實務試驗後證明可行時，那將可依此模式，推廣到台灣其他類似的生產工廠，再依各工廠的特性作微幅的調整，將可嘉色更多的工廠提升類似產品的製程品質水準，同時也可提升台灣 LED 產品的商品應用力，也可為台灣產品提升國際市場的競爭力。

英文摘要：

Keywords: LED Industry, Packaging Factory, Process Improvement, Quality

Enhancement

This special subject research plan is emerged from the matured white LED (Light Emitted Diode) mass production technology and epidemic energy saving program in Taiwan LED industry. Most of packaging factory put its efforts on process capability improvement and quality assurance enhancement in this booming LED market to take its competitive advantage. There is a good opportunity for both of Mingshin University and Science and Technology and Harvatek Corporation to cooperate on the process improvement and quality enhancement project.

In the manufacturing process of LED packaging, it is absolutely necessary to consider the parameter limitations and uncertainty factors before mass production from the section of material procurement, assembly, testing, inspection and product delivery. It will lead to process unstable and order delay even impact brand image if the factory judged the parameters influence by experiences. Specifically, how to improve and control the process parameter and quality level are crucial to volume delivery and market sales.

This special subject research focuses on the study of production process and quality issues of LED packaging factory in Harvatek Corporation DOE (Development of Experiment) is deployed on the theory model and parameter adjustment methodology establishment DOE will go through two phases: Phase 1 — Screen the parameters that influence process and enroll in experiment scope and find out the significant factors that influence process quality. Phase 2 — Use the process — influenced significant factors on the practical production line for evaluation and then compare and explain the impact effectiveness of the significant factors to the manufacturing process. The result can be applied in the LED packaging factories when it needs parameters adjustment and process improvement by way of this DOE method to ensure the production optimization and high quality level products.

The outcome of this special subject research will integrate the academic theory and practical exercises together and proven itself feasible to be applied. This model also can be promoted to other similar production factories and making minor adjustments for various conditions. This special subject research will enhance the application capability of Taiwan LED products and also improve the competitive advantage in global marketing.

一、 前言：

本項產學合作計畫係緣於國內積體電路封裝測試廠商宏齊科技股份有限公司汪秉龍董事長請明新科技大學企管系李漢宗助理教授針對該公司之製程技術進行改善研究，並且透過教育訓練指導該公司之製程與品管人員進行改善計畫，以提升營運績效，創造利潤。宏齊公司主要從事半導體晶片、發光二極體封裝之研究開發設計、製造、測試及前項產品進出口貿易業務，屬於 LED (Light Emittted Diode) 下游封裝產業。近年來由於個人通訊市場之快速成長，得具體積小、省電、使用壽命長及抗壓等功能之表面黏著型發光二極體獲得大量運用，舉凡手機、PDA 與筆記型電腦等之發光源均已大量使用中。目前該公司產品銷售涵蓋 OEM 廠商、國內外通路代理商、貿易零售商、下游應用品製造商及半導體 Design House 等不同性質之客戶。產品銷售地區則遍及國內外市場，並以亞洲為首要。未來該公司計劃開發之新商品及服務仍以 SMD LED 之封裝技術為主軸，以現有產品之衍生品、改良品，甚或整合型產品為主。並以「成為全球 SMD LED 之技術領導廠商」及「成為“光”概念公司」自我期許。該公司之營運乃以提升高單價之 LED 銷售為主要目標，並依市場需要適時提升整體產能；在新產品研製，仍將朝高功率與背光源相關產品發展，以擴展公司產品線創造利潤與確保公司之持續成長。展望未來宏齊將以生產技術之精進、產品品質之提升、客戶滿意度提高與獲利之提升為本公司重要之目標。發光二極體業可預期仍將持續發光發熱。

已屬上櫃公司的宏齊科技股份有限公司係從小企業逐漸發展成中型企業，董事長汪秉龍先生特別認知在其企業轉型與要求更高獲利的過程當中，工廠製程技術的改善與培育優秀人才發揮工作績效乃是當務之急，特別先選定從製程技術的改善手法面著手，更要投入「後段研究」，即聚焦於手法運用之後在實務應用的效益層面的評估與改進，遂與本校成立產學合作計畫，並延伸至專題研究計畫的雙軌制之整合型研究，希冀能夠裨益宏齊科技股份有限公司在企業轉型與追求更高績效的過程中，找出該公司最合適，最有績效的製程模式，進而帶動該公司其他的生產績效，為該公司成就大型企業之蓬勃發展而邁進。

二、 研究目的：

本項產學合作計畫聚焦於實務應用的效益層面，協助產學合作單位—宏齊科技股份有限公司在製程技術面的品質提升面因此而獲致更大的實質成果，進而帶動公司的蓬勃發展。茲就主要的目的加以摘述如次。

1. 產學合作計畫方面：透過產業提供合作機會，結合學術研究資源，協助企業個案亟需投入的轉型生產技術改善模式，並引導與其相關產業之發展。
2. 專題研究計畫方面：從偏重學術研究的議題，跨入產業與企業層面之實務應用研究，融合理論與實務的雙重貢獻。

三、 研究方法：

1. 民國 98 年 2 月簽辦「明新科技大學與中小企業—宏齊科技股份有限公司之產學合作計畫」申請案件。
2. 簽訂產學合作計畫契約書。
3. 針對提供產學合作計畫之企業個案，評估效益面所建議的意見及需求，蒐集、彙整和分析相關資訊。
6. 提供諮詢服務、專業指導與現場輔導等，並配合效益評量。

7. 撰寫結案報告書。

四、 結果與討論：

A.本產學合作計畫的結果

宏齊科技公司為提升產業競爭力與改善現有製程品質所面臨的問題，與本校簽定產學合作計畫，初步透過 DOE 的訓練，教導宏齊公司的員工如何經由 DOE 手法的運用來尋找製程中最易顯現的問題，並針對這些主要問題討論出可能的解決方案，再經由實驗驗證這些方案的可行性，結果顯示效果良好，對製程大大改善。

在 D.O.E. (Design Of Experiment) 實驗設計法一般分為二階段式實驗法，第一階段實驗最主要目的是要找出顯著因子，進而有效的加以控制。第二階段實驗最主要目的是針對顯著因子找出其工作區間，所謂的操作 Window。最終實驗的數據是利用變異數 ANOVA 分析，統計運算求出各因子及相互作用的貢獻度，便可由因子貢獻度，了解何者為顯著因子，在製程上必須做好管制。對於兩種特性分析時，可將各別特性的 ANOVA 分析結果，利用 CROSS TABLE 進行多特性分析，其重點在於兩特性間相矛盾的顯著因子，如何做一個較為有利的選擇。

經由使用DOE實驗設計方法，宏齊工程人員分組實際操作參數，得到以下之結果：

第一組:色塊集中度實驗

由DOE軟體跑出之顯著因子，B和C (EPOXY)粉末經機台打出之粉末粗細，與粉末混拌的時間經實際驗證後得到如下結果：

1. EPOXY粉末會因機台處理的差異，造成色系集中度有好壞的差別，由本實驗可以看出8500P粉碎機所成型的粉末會有較好的色系集中度。
2. 粉末的混拌時間10min，所得到色系分布集中度最集中。

第二組:HT-V106SP 之亮度提昇

此實驗針對V106現有可取得的支架，使用相同晶片規格與螢光粉，比對不同支架設計，所產生對封裝完成產品亮度的表現，實驗結果發現不同的支架尺寸設計對亮度有直接且明顯的影響。實驗結果：

支架尺寸	產出色塊	測試亮度
0.4 T	AA1	1747 mcd
0.3 T	AA1	1848 mcd

實驗效益：由此實驗可發現，利用DOE模擬可減少傳統Trial and error 方式，進行研發測試模具開立造成時間與金錢的浪費，可在有限的資源下取得最保險的數據進行實測，完成所期待的結果。

第三組:HT-S91二鐳點Bondability

此實驗足以證明廠內之原參數設定已達最佳化設定. 現有Range:

P:80-100 , T:15-20, F:80-100, T:125-150.

第四組:增加F168反光盃的推力

證實：140°C/110分/12kg的條件，已達到量產最合適之條件。建議：目前由DOE實驗設計的方式驗證，已找出有效的『烘烤條件』對反光杯脫落的問題已獲得改善，之後再將此條件做放大量之工程實驗驗證，確認之後再導入量產。

第五組:Copper wire 鐳線最佳化參數

Copper wire可有效的降低線材的成本：(a)銅線價格約為金線的2成(b)但Copper wire因為有氧化的疑慮，故全製程皆須避免曝露在空氣中(c)初期還需投資設備修改/氮氣櫃等(4)D/A、W/B & Molding製程需在最短時間內完成，以防止氧化。

第六組:改善 HT-E15ABP膠製

經由實驗與分析得到下列組合可以改善壓模後產品膠裂由不良率90%下降至0%。

高度差	模壓	膠餅種類
0.01	30-60	8524H

第七組：A產品亮度提昇實驗

最佳條件：亮面 L/F+一般膠點+B 螢光粉配方(大粒徑)-53 lm

目前廠內：霧面 L/F+一般膠點+A 螢光粉配方(一般粒徑)-48 lm

相近色溫比較之下，亮度可提升 11%。

第八組：反射杯LED發光角度60度

評估產品效益：

1. 節省開發成本(以模擬來判斷經驗值參數, 減少開模花費金錢驗證的損失)
2. 節省開發時間((以模擬來判斷經驗值參數, 減少開模花費時間驗證的損失)
3. 增加進階封裝技術(模擬出所累積的經驗數據加以整理可成為未來高效能封裝的依據)

依據上述之結果，本產學合作案輔導教師徐志明副教授給予下列之評語：

第一組：色塊集中度驗證

1. 魚骨圖右邊(亦即魚頭)應該放置「問題」, 而左邊(亦即魚骨)應放置造成此問題的「原因」, 應予以適度修正。
2. 驗證實驗證明了此實驗確實能改善 LED 的色塊集中度, 如此可使 LED 產品色度更均勻, 進而滿足更嚴苛的顧客規格需求, 提升產品售價。
3. 建議可以繼續長期追蹤, 並以趨勢圖分析此次實驗所獲得的最佳製程參數是否能穩定地讓 LED 色塊集中。

第二組：HT-V106SP 之亮度提升

1. 建議以魚骨圖表示在 HT-V106SP 產品亮度所遭遇之問題及其影響原因之關係, 更能讓讀者一目了然。
2. 此實驗以軟體對各種 HT-V106SP 產品設計之亮度進行模擬, 可以節省許多實際實驗所需耗費之成本與時間。
3. 根據變異數分析之結果, 本組透過模擬與實際產品之生產驗證所獲得最佳設計參數之可行性, 並獲致很好的結果。

第三組：HT-S91 二鐳點 Bond-ability

1. 魚骨圖右邊(亦即魚頭)應該放置「問題」, 而左邊(亦即魚骨)應放置造成此問題的「原因」, 應予以適度修正。
2. 驗證實驗的確證明了變異數分析所獲致之最佳參數為可行。
3. 目前廠內之參數設定與本次實驗獲致之最佳參數吻合, 雖證明了目前並無修改廠內參數設定之必要, 但也因此失去了部分實驗的價值, 建議爾後可以繼續做更深入之探討。

第四組：增加 F168 反光杯的推力

1. 魚骨圖有其標準格式, 亦即魚頭應該放置於右邊, 而魚骨應放置於左邊, 應予以適

度修正。

2. 透過驗證實驗證明了變異數分析所獲致之最佳參數可以生產出符合(超越)規格要求之反光杯。
3. 為了確認最佳製程參數之穩定性，建議可以繼續長期追蹤，並以趨勢圖分析此次實驗所獲得的最佳製程參數是否足夠 robust。

第五組：Copper wire 鐸線最佳化參數

1. 魚骨圖右邊(亦即魚頭)應該放置「問題」，而左邊(亦即魚骨)應放置造成此問題的「原因」，應予以適度修正。
2. 因為 Copper wire 可有效的降低線材的成本，故本實驗之立意良善，但實驗分析之結果並沒有透過驗證實驗加以證實其可行性，殊為可惜。
3. 建議將驗證實驗持續完成。

第六組：改善 HT-E15ABP 膠裂

1. 魚骨圖並未放置本組欲改善之「問題」，且成此問題之「原因」亦未詳細說明，應予以適度修正。
2. 本組實驗是以「膠裂」評估產品之品質，這是一個計數值而非計量值，因此，只能以判斷有無「膠裂」，但卻無法區分出「膠裂」之嚴重性，建議爾後應以計量值來衡量「膠裂」，應可獲致更好之實驗結果。
3. 驗證實驗證明了變異數分析所獲致之最佳參數可以讓 HT-E15ABP 產品完全無膠裂產生。而為了確認最佳製程參數之穩定性，建議可以繼續長期追蹤。

第七組：A 產品亮度提升實驗

1. 魚骨圖右邊(亦即魚頭)應該放置「問題」，而左邊(亦即魚骨)應放置造成此問題的「原因」，應予以適度修正。
2. LED 產品亮度越高，其產品價值越高，因此本組實驗之出發點非常好。而驗證實驗亦確認在相同色溫下，LED 亮度可以提升 11%，效果顯著。
3. 為了確認最佳製程參數之穩定性，建議可以繼續長期追蹤。

第八組：反射杯 LED 發光角度 60 度

1. 魚骨圖右邊(亦即魚頭)應該放置「問題」，而左邊(亦即魚骨)應放置造成此問題的「原因」，應予以適度修正。
2. 此實驗以軟體對各種反光杯產品設計之 LED 發光角度進行模擬，可以減少開模支出、以及縮短產品研發時間。
3. 本組僅以模擬對變異數分析之結果進行驗證，並沒有進行實體產品之生產，較無說服力，建議應將實體產品之驗證實驗持續完成。

根據以上數據提供之資料顯示經此次之改善計畫，在亮度、色度、Bondability、烘烤條件、銅線的最佳化參數等都有改善，而且讓膠製品不良率由 90% 下降至 0%，LED 的亮度也增加了 11%，殊為難能可貴，宏齊公司的主管們皆滿意本次的合作計畫成果。

B. 從宏齊科技股份有限公司的現況與發展來探討本產學合作研究的實質意義

一、宏其公司之經營

(一)業務內容

1. 業務範圍

(1)所營業務之主要內容

半導體晶片、發光二極體封裝之研究、開發、設計、製造、測試業務。

(2)公司之商品項目

主要銷售產品為表面黏著型發光二極體(SMD LED)，近年來由於個人通訊市場之快速成長，使得具體積小、省電、使用壽命長及抗壓等功能之表面黏著型發光二極體獲得大量運用，舉凡手機、PDA與筆記型電腦等之發光源均已大量使用中。

(3)計劃開發之新商品

該公司計劃開發之新商品及服務仍以表面黏著型之封裝技術為主軸，以現有產品之衍生品、改良品，甚或整合型產品為主。內容涵括元件、組件與二階式之模組及次系統(Subsystem)。包含有：

(A). 元件類：超薄型SMD LED (總厚度在0.4mm 以內)、. PLCC 型SMD Top LED、. 高功率型SMD LED(工作電流在75mA 以上)、SMD 型CMOS 感應器(SMD CMOS Sensor)、SMD 型紫外光感測器(SMD UV Sensor)

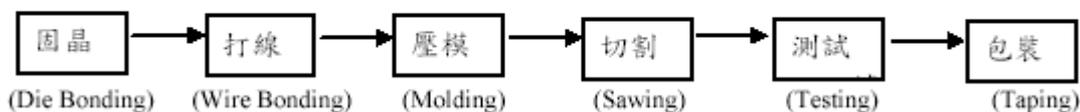
(B)模組型及次系統類：紅外線接收模組(IR Receiver Module)、高壓型SMD LED、閃爍型SMD LED、多彩及全彩型LED 發光模組、智慧型顯示看板模塊、背光模組、小面積型光源模組、車用及戶外用照明模組。

2. 主要產品之重要用途及產製過程

(1)主要產品之重要用途：

表面黏著型發光二極體廣泛應用於通訊工業、資訊家電產業、電腦產業、玩具工業、汽車工業、保全工業、光電產業等各式產品，主要用途為顯示光源及訊號光源，如行動電話訊號光源及面板顯示光源、LCD 背光源、Keypad 背光源、OA 產品面板光源、通訊產品之訊號顯示光源、資訊家電產品之面板訊號光源、光電產業之感光產品光源、室內外看板顯示光源等。

(2)主要產品之產製過程：



(3)主要原料之供應狀況：

本公司使用之主要原物料為發光二極體晶粒(LED DICE)及印刷電路板等，由於發光二極體晶粒及印刷電路板皆屬成熟產業，國內生產廠商眾多是以貨源充足，且與原料供應商合作多年，品質及交期均極穩定，尚無短缺之慮。

本研究的過程讓宏齊公司的工程師學習如何找問題與定義問題，由各組的研究報告過程與結果看來，已達成實質的效益。

2. 產業概況

(1)產業之現況與發展

發光二極體(Light Emitting Diode；簡稱LED)係利用3-5 族化合物半導體材料(砷、鎵、銦、鋁、磷)及元件結構變化所構成之發光元件，為一種微細的固態光源，其發光原理主係施加電壓於AlGaAs(砷化鋁鎵)、AlGaInP(磷化鋁銦鎵)及GaInN(氮化銦鎵)等化合物半導體晶體上，藉由電子與電洞結合釋能發光，因係以熱以外的能量直接刺激螢光體吸收後再發出光，不具熱能，故又稱「冷光」。由於其發光原理及結構與傳統鎢絲燈泡不同，具有體積小、壽命長、驅動電壓低、反應速度快、耐震性佳、色彩純度高等特性。近年來，隨著高亮度LED 產品價格大幅下滑，以及其在發光亮度及壽命等特性的提昇，LED 在汽車光源、交

通號誌、戶外顯示看板、小尺寸光源模組的應用迅速擴大，成為日常生活中不可或缺的重要產品。

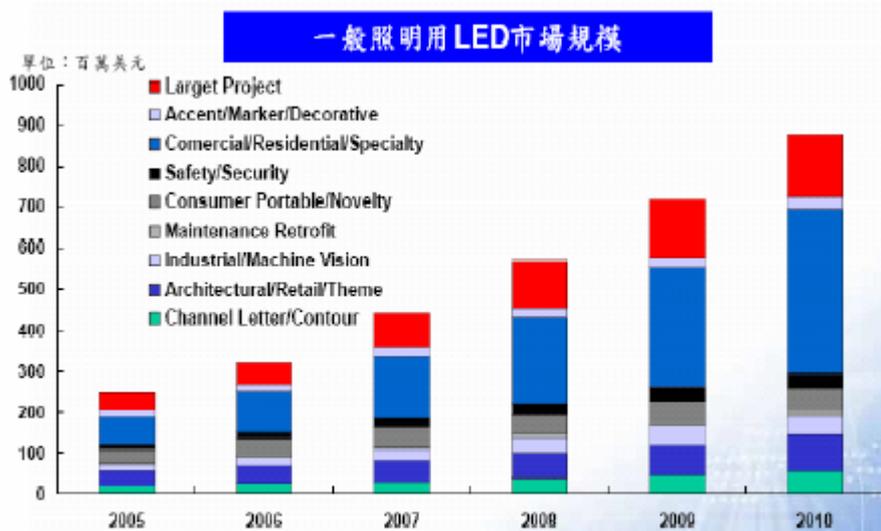
LED 產業依照產品製程區分，一般又可分為表面黏著型發光二極體(Surface Mount Type LED；SMD LED)及雙排標準封裝型發光二極體(Dual in-line package LED；DIP LED)，二者之差異在於將晶粒封裝至LED 的製程不同，SMD LED 可搭配陶瓷基板，金屬載板或金屬支架，透過壓模或點膠方式進行封裝。DIP LED 則將晶粒與金屬支架透過點膠封裝於矩形塑膠或陶瓷的容器內，並與晶片兩長邊面朝下方伸出的針腳連接。二者因不同封裝製成而有不同的產品特性，一般而言 SMD LED 具有產品輕薄短小且易於快速量產的特性，多應用於按鍵光源與小尺寸或薄型背光模組之消費性電子產品中。DIP LED 具有環境容忍度高與高亮度特性，較多應用於照明及戶外顯示看板之光源。

此外LED 產品依發光波長分為可見光LED（波長450~680nm）與不可見光LED（波長850~1550nm）兩大類。其中可見光LED 主要以顯示用途為主，以亮度1 燭光為界，分為一般亮度LED 與高亮度LED。LED 的應用相當廣泛，舉凡在電子產品、汽車光源、交通號誌及小尺寸背光源模組皆為其應用。台灣廠商過去LED 產品主要係應用於手機按鍵背光產品為主，隨著廠商技術提昇與專利束縛逐漸鬆綁後，應用於手機、PDA等可攜式產品市場大幅成長。此外近年來，隨著高亮度LED 產品價格大幅下滑，以及其在發光亮度及壽命等特性的提昇，LED 在汽車光源、交通號誌、戶外顯示看板、小尺寸光源模組的應用迅速擴大，成為日常生活中不可或缺的重要產品。

手機除傳統通訊功能外，隨著上下游零組件供應鍊日趨完整，彩色手機、照相手機及強調MP3 音樂播放功能的多媒體手機不斷推陳出新，對於手機螢幕尺寸、顯像亮度與品質的需求亦日趨提高。由於LED 具有顯色性高、輕薄短小及低耗能等特性，十分適合應用於手持式電子產品，包括手機按鍵及背光模組。因此在西元2000年以來這段期間在手機產業蓬勃成長帶動下，LED 產業快速成長。而近年來由於西歐、北美與日本等地手機普及率已高，全球手機成長動能主要來自先進市場的換機需求以及中國、印度、俄羅斯、東歐與非洲等地以低價手機為主的新興市場需求，因此在普及率已高的影響下2005 年以後手機按鍵及背光模組為主的LED 市場成長率較為平緩。

依據大和總研（Daiwa Institute of Research Ltd.）之Global Equity Research 之LED Section 資料顯示，2006 年LED 產品應用在手機與手持式電子產品比重最高。而在LED發光技術能力提升與生產規模成長趨勢下，LED與冷陰極管(CCFL)產品價格差距逐漸接近，使LED 取代CCFL 成為7 吋面板背光源的機會大增，而未來LED 如發光效能與散熱技術獲得改善，加上生產成本降低，可望逐漸擴大應用於筆記型電腦、LCD TV 等大尺寸面板之背光模組。在汽車市場應用方面，

LED 應用於汽車領域可分為車內與車外照明，過去LED 應用於汽車多以車內照明如儀表燈、閱讀燈、車門燈等為主，但因LED 具有反映時間快速、壽命長與外型設計彈性大等優點，加上高亮度LED 亮度、發光效率增加且售價下降，近年來高亮度LED 於汽車領域應用有逐漸滲透至煞車燈、車尾燈及方向燈等車外照明之趨勢。2006 年LED 產品應用於汽車、照明等領域比重不高，惟隨技術提升產品效益顯現，及LED 產品取得汽車安規認證認證後，未來具有相當大的成長動能。



資料來源：IEK 工業技術研究院，LED 市場及應用發展, 2007 年 5 月 22 日。

LED 產業與傳統照明源具有相當高的替代性，近年來隨LED 技術能力提升，產品亮度提高及價格競爭優勢顯現情形下，LED 產品在手機、手持式電子產、照明及汽車應用領域的滲透度逐年提升，依據研究機構大和總研之Global Equity Research 之LED Section 資料估計，2006 年-2010 年LED 產業之年複合成長率15%，且至2010 年LED 市場規模預估將會大幅成長。

我國LED 產業發展至今已近三十年，除在上游部分原物料供應能力較弱外，已建構出相當完整之價值鍊，在全球LED 產業僅次於日本，扮演第二大供應國角色。2004 年我國LED 產業整體產能大幅提昇，帶動生產規模成長，不過受到單價滑落之影響，產值成長力道不如產能擴張幅度。2005 年我國廠商為平衡市場供需擴產計畫保守，由於產品單價下跌率高於產量成長率，產品單價持續下滑，惟在高亮度LED 產量成長下，整體產值仍維持小幅成長。以目前LED 技術與應用趨勢分析，中小尺寸顯示器背光源模組用LED 仍為主要成長關鍵，在7 吋顯示器之背光模組上，LED 相較於冷陰極管價格已毫不遜色，甚至在產品特色上還更具優勢。我國廠商在中小尺寸顯示器背光源市場深耕已久，以往受到國際大廠專利權之箝制，經營並不順利，經過數年技術累積，預期可望有所突破。

(2) 產業上、中、下游之關聯性

我國發光二極體(LED)產業發展迄今已有二十年的歷史，上、中、下游的產業結構漸趨完整，上游主要產品為單晶片及磊晶片，單晶片是原材料的基板，大多為二元的III-V 族化合物半導體材料，如砷化鎵(GaAs)或磷化鎵(GaP)等；磊晶片則在單晶基板上成長多層不同厚度之多元材料的單晶薄膜，常用的技術有液相磊晶成長法(Liquid Phase Epitaxy, LPE)及有機金屬氣相磊晶法(Metal Organic Vapor Phase Epitaxy, MOVPE)等。而中游業者係依元件結構之需求，先在磊晶片上蝕刻及製作電極，再切割為微細的LED 晶粒，其使用的製程技術有：光罩、乾或溼式蝕刻、真空蒸鍍及晶粒切割等；下游則屬封裝業，依不同的封裝技術發展出燈泡型(Lamp)、數字顯示型(Digit Display)、點矩陣型(Dot Matrix)或表面黏著型(Surface Mount)等成品。我國LED 產業上、中、下游之關聯性如下表所示：

	製程	主要材料	來源	產品
上游	單晶棒 ↓ 單晶片 ↓ 結構設計 ↓ 磊晶片	單晶片	100%由國外進口	AlGaInP 高亮度磊晶片
中游	金屬蒸鍍 ↓ 光罩蝕刻 ↓ 熱處理 (P、N電極 製作) ↓ 切割 ↓ 崩裂	磊晶片	98%以上由國外進口	晶粒
下游	晶粒黏著 (封裝) ↓ 打線 ↓ 樹脂封裝 ↓ 剪腳	晶粒	98%以上由國內中游廠商供應	Digit Display、 Lamp、表面黏著 型、點矩陣型、 集束型、Module
		封裝樹脂 導線架具 模	100%由國內廠商供應	
		金線 銀膠	100%國外進口	

(3) 產品發展趨勢

A. 高亮度LED：高亮度LED是指以四元化合物及Ga_n系化合物所製成LED，近年來高亮度

LED在亮度及壽命等特性持續開發下，使得產品應用領域擴大至戶外大型看板、汽車照明、手機背光源、全彩掃描器、全彩背光模組等，由於其具有亮度及省電兩大競爭優勢，故未來有取代傳統照明領域的趨勢。

B. 藍光LED：日本日亞化學是最早運用藍寶石晶圓發明藍光LED的廠商，由於取得多項藍光LED技術專利權，且堅持不對外提供授權，進而造成獨佔市場，並影響國內LED下游產品的發展。惟隨著環境的改變，日亞化學逐漸開放專利授權後，全球LED廠商紛紛朝向藍光技術開發，在手機背光源、戶外大型看板、交通號誌、汽車及照明的市場需求帶動下，使得藍光LED需求大幅增加，雖然目前市場主流已由白光LED所取代，但仍佔有一定比重。

C. 白光LED

白光LED具有體積小、發熱量低、發光壽命長、不易破碎、發光效率高、無熱輻射、不含水銀等眾多優點，目前剛進入普及階段的白光LED，主要應用於手機背光源、閃光燈等產品，藉由價格不斷降低及亮度逐漸提昇，其用途可望擴展到液晶面板用背光源、車用領域等方面，未來並可望取代傳

統白熾燈及日光燈成為照明市場主流。

D. SMD LED

隨著行動通訊時代的來臨，各項電子產品朝向輕、薄、短、小趨勢發展下，具備體積小、適合自動化生產及組裝容易等優勢的SMD LED被廣泛應用在行動電話、PDA、MP3等可攜式產品，且因零組件需求逐漸朝向小型化及模組化發展，使得SMD LED產品搭配模組化將成為未來之發展趨勢，如背光模組、LCD模組或按鍵模組等，如此不但能提升產品之附加價值及降低成本，更可節省組裝的空間及時間。

(4) 競爭情形

我國LED下游封裝產值居全球產業之冠，目前國內主要競爭對手有億光、佰鴻、東貝等四十家以上廠商。由於本公司自成立以來即專精於SMD LED的研發與製造，為國內生產SMD LED之知名廠商，產能與產量是日本以外地區的領導者，加以產品種類完整且多樣化，可滿足客戶一次購足之需求，故產品深具競爭力。

3. 技術及研發概況

(1) 業務之技術層次及研究發展

自1995年創立以來，宏齊公司致力於SMD LED新製品設計、製造與製程改良、提升光轉換效率及散熱效率，並配合手機、手持式電子產品等背光模組下游市場應用，積極開發高亮度與符合客戶需求的產品，為國內最早投入該產品領域之公司，在歷經多年之研發工作後，累積厚實之自有技術Know-how，因此得以使用最精簡人力、最有效的資源及最低的成本，大幅縮短產品研發並量產新產品之時程，且新產品亦能於第一時間獲得客戶採用而推出市場，引領下游應用產品之新設計走勢。

4. 長、短期業務發展計畫

(1) 短期業務發展計畫

A. 行銷策略：

- (a) 維持完整產品線以滿足不同客戶層之需求；同時針對市場所需之新產品，加緊研發腳步，據以維繫客戶關係，並利於拓展新客戶。
- (b) 鞏固現有行銷通路及客層以達成每月、每季既定之營業目標。
- (c) 加強拓展新通路及客層，強化與各地區經銷商、代理商之經營合作，以期維持市場佔有率。
- (d) 提高高單價產品銷售比重，以提升平均銷售單價及利潤。

B. 生產策略

- (a) 維持完整產品線以滿足業務之需求，對新產品則加快量產速度，縮短Time to market的時間。
- (b) 短期採取計畫與訂單混合式的生產方式，對於每月需求量大之型號採用計畫性生產；量小或高單價的產品則採訂單式生產以確保最經濟的庫存且滿足業務之需求。

C. 研發策略

- (a) 配合客戶產品之應用要求，開發符合需求之產品。
- (b) 開發耐高電流、高散熱性、壽命長及高信賴度之產品。

D. 管理經營策略

- (a) 推行企業資源整合電腦系統，強化公司整體運作效率。
- (b) 積極擴展市場，強化與客戶之關係。
- (c) 提升產能，以滿足客戶需求及擴大營運規模。

(d)積極招募優秀人才，提升整體人員素質。

(2)長期業務發展計畫。

A. 行銷策略：逐步調整產品結構及應用面，調降消費性產品銷售比重，提高工業性產品銷售比重，以避免經濟景氣榮枯影響營業額之波動過鉅。

B. 生產策略

(a)提升產品的量產經濟規模，以降低產品單位生產成本。

(b)運用彈性化生產系統，以增加利基型產品的產出及縮短生產週期，並滿足業務推展之需求。

(c)逐步建立全球供應鏈，以提供業務最佳且最及時的交貨服務。

(3)研發策略：以通訊電子工業、汽車工業、消費娛樂工業及彩色顯示模組工業等四大類應用工業為研發主軸，以自有技術為基礎，發展上述各類之高階產品為研發導向，以擴大與其他業者之產品差距。

(4)管理經營策略：增加新產品，分散公司經營風險。

(二)市場環境分析

(1)市場佔有率：宏齊公司主要從事表面黏著型發光二極體(SMD LED)之研究、開發、設計、製造及測試業務，屬LED 下游封裝產業。目前主要之競爭對手包含日本之Nichia、Stanley、Citizen、Sharp、Rohm 等，國內主要有億光、光寶、佰鴻、東貝、光鼎及今台等四十餘家廠商，而本公司在國內LED 封裝業一向占有舉足輕重的地位。

(2)市場未來之供需狀況與成長性：發光二極體發展迄今已逾二十多年，由於具有體積小、速度快、耐震性佳、壽命長等特性，早期運用在指示燈號上，惟隨著技術的精進，其產品應用領域已擴大至全彩顯示看板、行動電話、交通號誌及汽車工業等方面，近年來，隨著高亮度LED 產品價格大幅下滑，相關應用市場規模必將快速成長。

(3)競爭利基

(A)產品線多樣且完整

該公司自1995年成立即投入SMD LED 之研發，為國內最早投入該產品領域之公司之一，在歷經多年之產品開發與為國際大廠代工經驗，該公司擁有完整的SMD LED 產品組合及快速量產能力，下游產品主要應用領域含括手機按鍵光源、手機面板背光源、照相機閃光燈、手持式電子產品背光源及小尺寸螢幕之液晶背光模組等。由於本公司擁有完整的SMD LED 產品組合，不但可以滿足客戶在各式消費性電子產品與通訊產品之背光源運用方面大量與一次夠足的需求，同時亦可有效分散產品與客戶集中的風險。

(B)研發能力優異，深耕背光源模組市場有成

由於LED 具備省電、體積小、壽命長與顯色度高等優點，加上歐盟實施電子電機設備危害物質禁用指令，且隨著LED 價格下降及發光效率之提昇，LED 對冷陰極管之替代效應逐漸延伸至7 吋顯示器之背光源。以本公司在手機領域背光模組光源的優異表現與產品、技術開發能力，加上國際大廠對本公司產品品質的肯定及滿足其產品快速量產需求，未來在中小尺寸面板LED 背光源產品開發與銷售將佔有重要一席之地。

(C)高發光效率的封裝技術，完整的行銷服務通路

該公司於美國、馬來西亞與中國均設有關係企業，專責銷售業務，其銷售

網路佈建相當完整，配合堅強的研發能力，與高發光效率的封裝技術，持續推出新產品及創造新應用領域。因本公司擁有高發光效率的封裝技術與完整的行銷服務通路，使得擁有LED 專利權優勢之國際大廠，選擇本公司為合作伙伴，藉由本公司產能拓展本身的市場占有率。

C. 本研究計畫結合產學合作的成果

本專題研究計畫是基於台灣 LED (Light Emitted Diode) 封裝廠在實現 LED 白光量產技術之後與節約能源的殷切需求下，近年來 LED 產業迅速蓬勃發展，相對的 LED 整體市場也急速的在擴大之中，台灣 LED 廠商恭逢其時，正大力專注於 LED 的生產技術的改進與提升，以提升其全球競爭力。本校有機會與 LED 產業價值鏈中相當重要的一環封裝廠—宏齊科技股份有限公司進行產學合作研究，誠屬非常難得的機會。

在 LED 封裝廠的製作過程，從材料取得、組裝、測試、檢驗到出貨各個環節，必須將製程的限制與不確定性因子予以考量後導入大量生產。若一味以經驗值判斷製程中的影響參數，將可能導致因製程不穩定而造成訂單延遲，嚴重地影響到金業商譽。因此如何有效的提昇及改善製程品質將是影響出貨量及對市場銷售行銷來說相當重要。

本專題研究計畫乃針對 LED 封裝廠：宏齊科技股份有限公司所製造的產品其中之提升生產製程品質問題將以探討，配合 DOE (Development of Experiment) 實驗設計法案例式探討理論模式建立參數調整的邏輯模式方法進行研究討論，並分別以兩階段來進行研究，第一階段將考量影響製程參數之因子併納入實驗範圍，找出影響生產製程品質之顯著因子。第二階段就影響調整製程因數之顯著因子，以導入實際生產模式進行驗證，同時比較與解釋出該顯著因子對該製程的效益影響。此結果將對復續之相關 LED 封裝廠在生產製造時，對於在製程參數調整站需要進行製程改善和品質提升時將可依據本研究之 DOE 實驗設計方法，作為參考做最適化之調整與改善，以確保高良率的優良品質產品製造與生產。

本專題研究計畫是從 98 年 2 月到 98 年 7 月間，本校與宏齊科技股份有限公司初次針對該公司的製程品質改善計畫進行共同研究，除了教導該公司製程與品管人員如何有限運用 DOE 實驗設計手法進行製程品質改善外，更輔導該公司生產製程效率的提升，該公司高階主管與相關工程人員都能全力配合協助。經由此次專題研究合作計畫的成果豐碩，該公司預計再評估另外的相關計畫，一旦確認之後再與本校再度合作。

經本專題研究計劃的結果，結合學術與實務試驗後證明可行，未來將可依此模式，推廣到台灣其他類似的生產工廠，再依各工廠的特性作微幅的調整，將可嘉惠更多的工廠提升類似產品的製程品質水革，同時也可提升台灣 LED 產品的商品應用力，也可為台灣產品提升國際市場的競爭力。

宏齊科技公司實驗設計課程(I)

明新科技大學企管系 副教授 徐志明

2009.02.26

Introduction to DOX

- An **experiment** is a test or a series of tests
 - Experiments are used widely in the engineering world
 - Process characterization & optimization
 - Evaluation of material properties
 - Product design & development
 - Component & system tolerance determination
 - “All experiments are designed experiments, some are poorly designed, some are well-designed”
-

Engineering Experiments

- Reduce **time** to design/develop new products & processes
- Improve **performance** of existing processes
- Improve **reliability** and performance of products
- Achieve product & process **robustness**
- **Evaluation** of materials, design alternatives, **setting** component & system tolerances, etc.

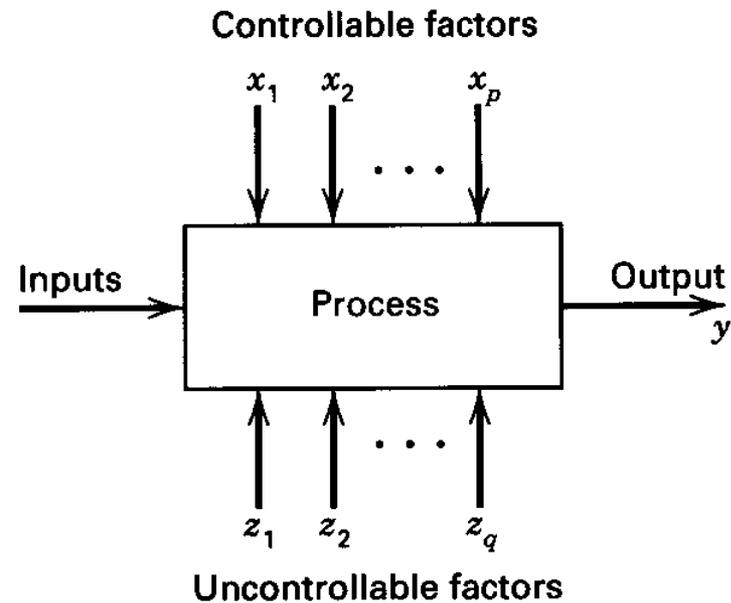


Figure 1-1 General model of a process or system.

The Basic Principles of DOX

■ Randomization

- Running the trials in an experiment in random order
- Notion of balancing out effects of “lurking” variables

■ Replication

- Sample size (improving precision of effect estimation, estimation of error or background noise)
- Replication versus repeat measurements? (see page 13)

■ Blocking

- Dealing with nuisance factors
-

Strategy of Experimentation

- **“Best-guess” experiments**
 - Used a lot
 - More successful than you might suspect, but there are disadvantages...
 - **One-factor-at-a-time (OFAT) experiments**
 - Sometimes associated with the “scientific” or “engineering” method
 - Devastated by interaction, also very inefficient
 - **Statistically designed experiments**
 - Based on Fisher’s factorial concept
-

Factorial Designs

- In a factorial experiment, **all possible combinations** of factor levels are tested
- The golf experiment:
 - Type of driver
 - Type of ball
 - Walking vs. riding
 - Type of beverage
 - Time of round
 - Weather
 - Type of golf spike
 - Etc, etc, etc...

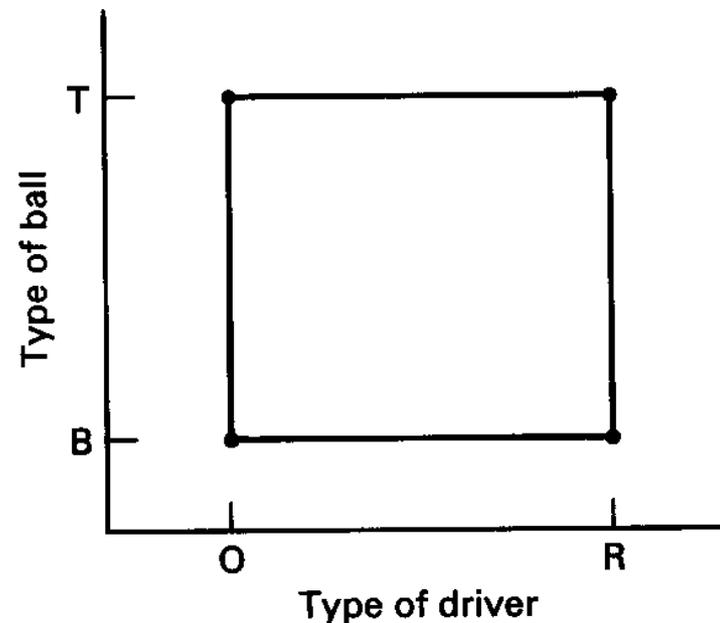
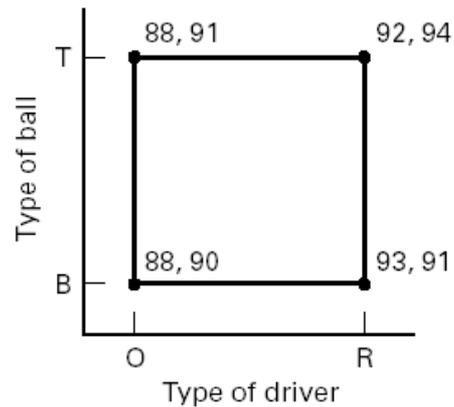
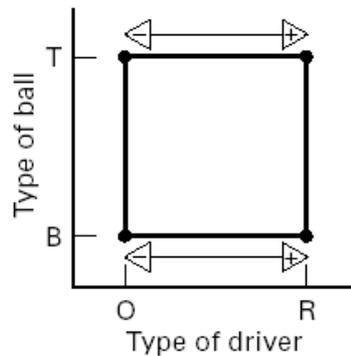


Figure 1-4 A two-factor factorial experiment involving type of driver and type of ball.

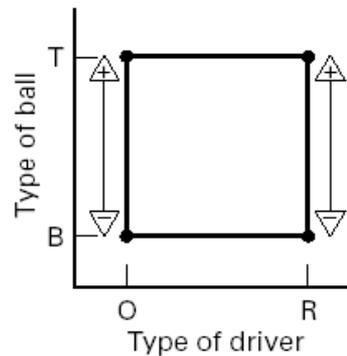
Factorial Design



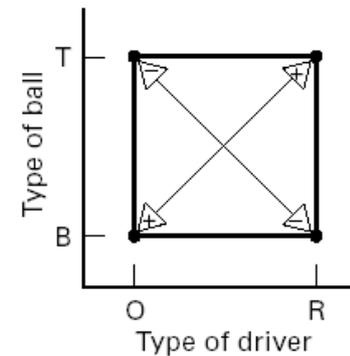
(a) Scores from the golf experiment



(b) Comparison of scores leading to the driver effect



(c) Comparison of scores leading to the ball effect



(d) Comparison of scores leading to the ball-driver interaction effect

Figure 1-5 Scores from the golf experiment in Figure 1-4 and calculation of the factor effects.

Factorial Designs with Several Factors

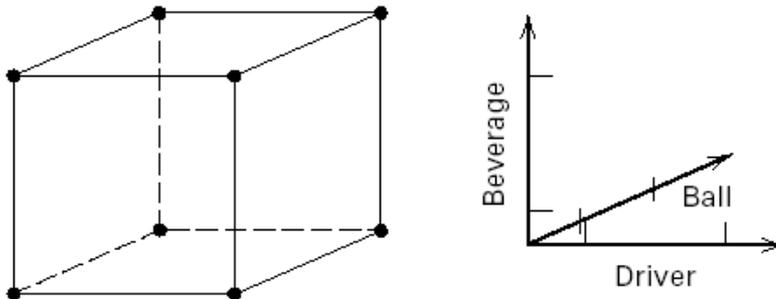


Figure 1-6 A three-factor factorial experiment involving type of driver, type of ball, and type of beverage.

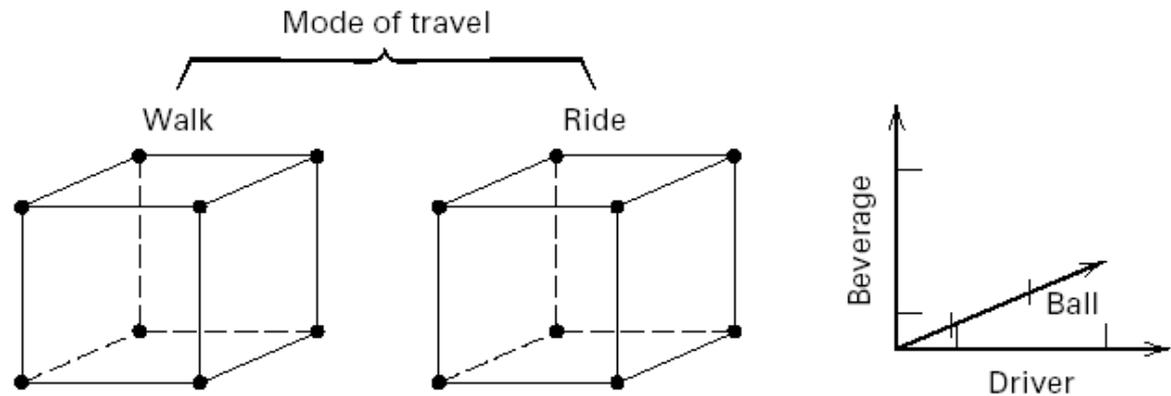


Figure 1-7 A four-factor factorial experiment involving type of driver, type of ball, type of beverage, and mode of travel.

Factorial Designs with Several Factors

A Fractional Factorial

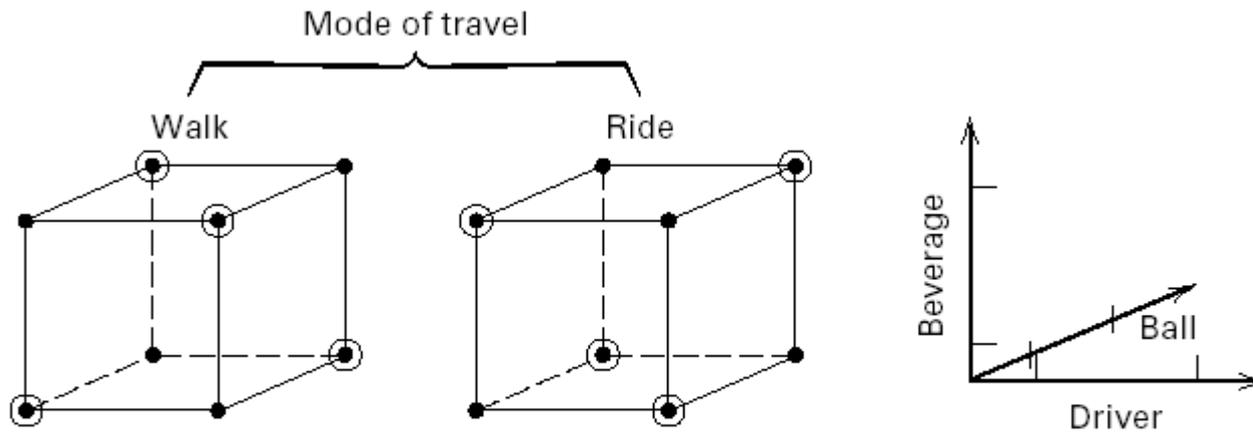
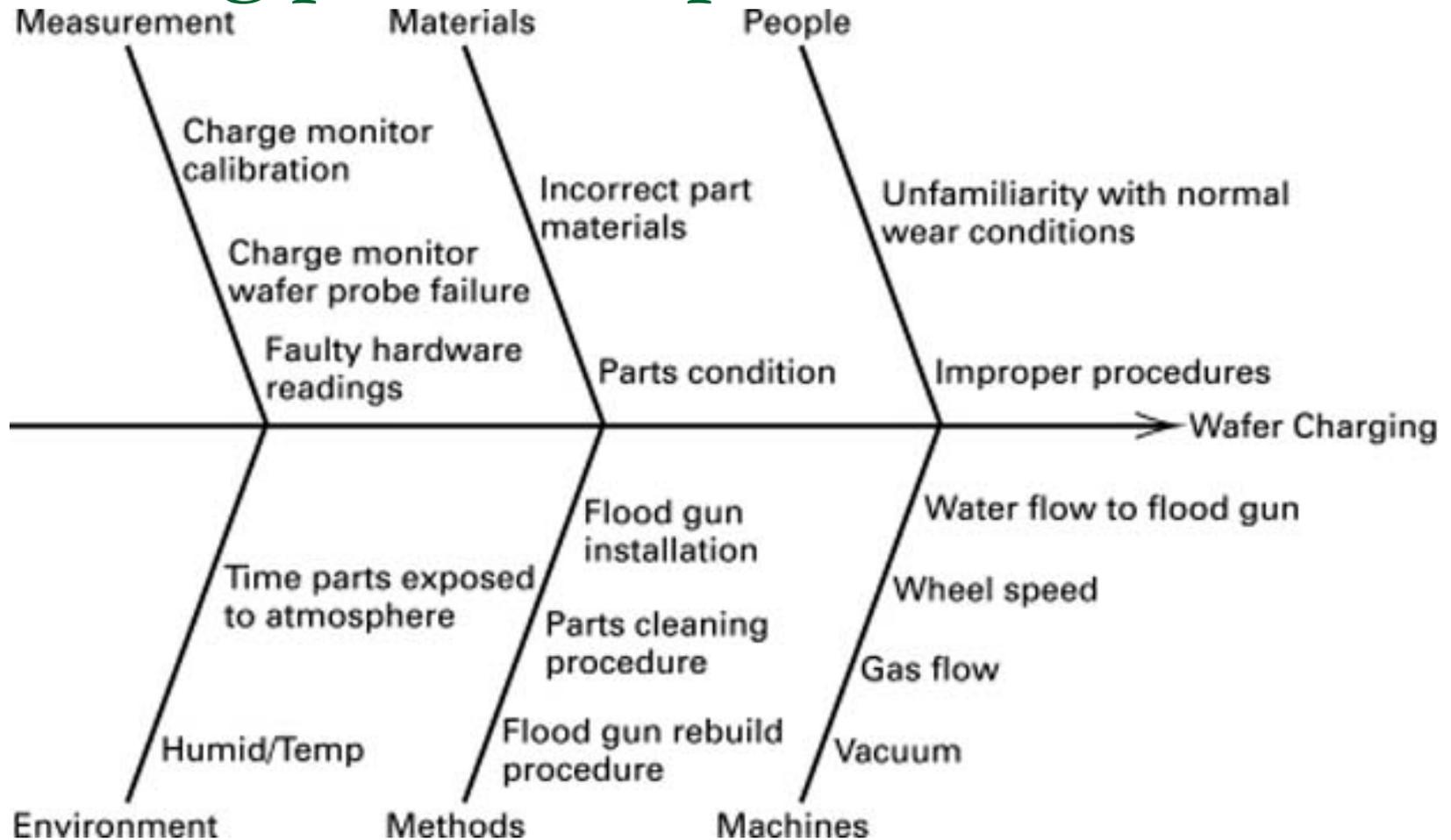


Figure 1-8 A four-factor fractional factorial experiment involving type of driver, type of ball, type of beverage, and mode of travel.

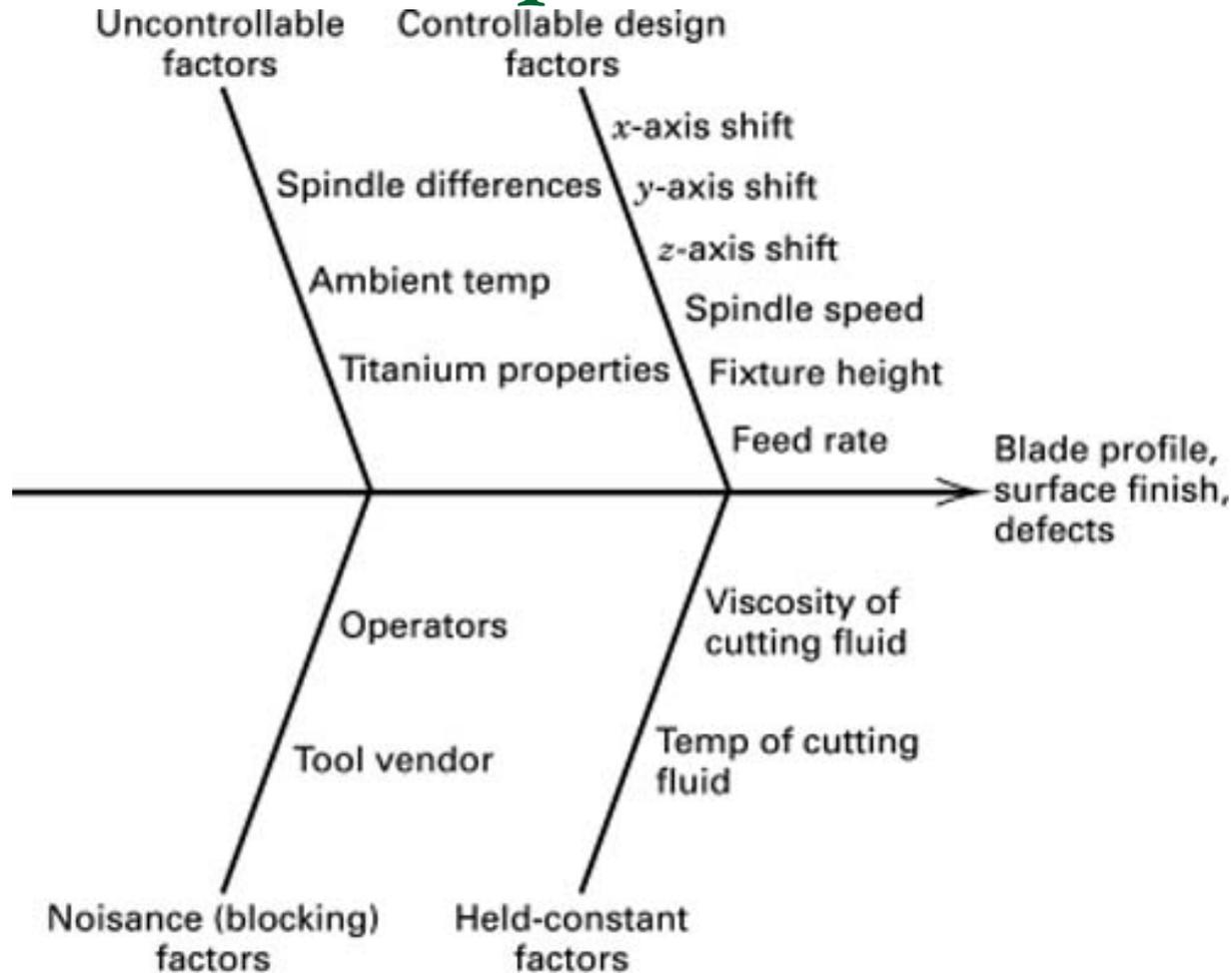
Planning, Conducting & Analyzing an Experiment

1. Recognition of & statement of problem
 2. Choice of factors, levels, and ranges
 3. Selection of the response variable(s)
 4. Choice of design
 5. Conducting the experiment
 6. Statistical analysis
 7. Drawing conclusions, recommendations
-

A cause-and-effect diagram for the etching process experiment



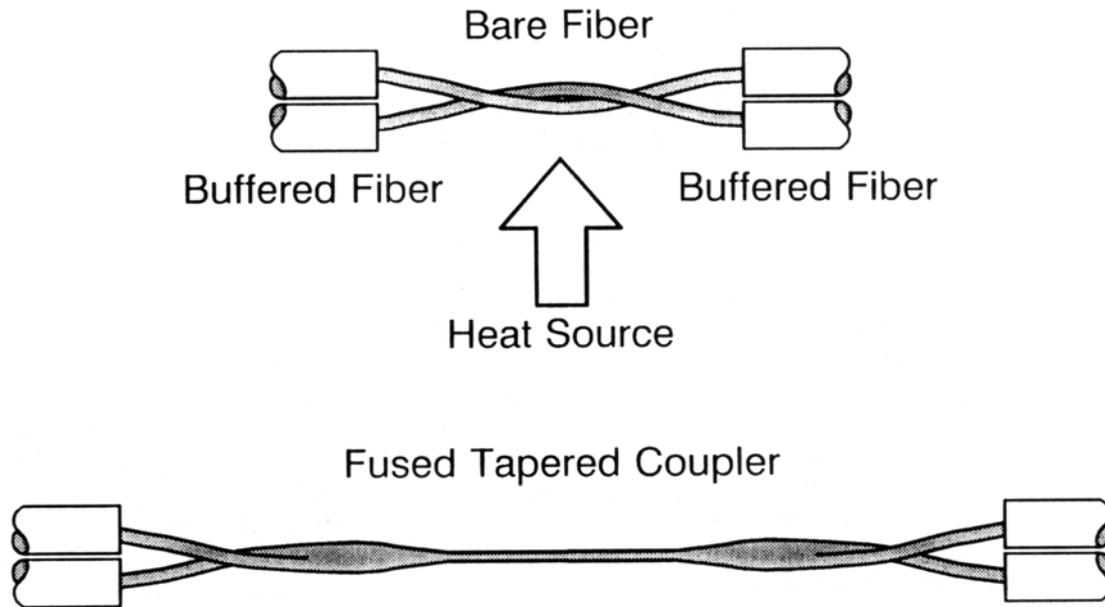
A cause-and-effect diagram for the CNC machine experiment



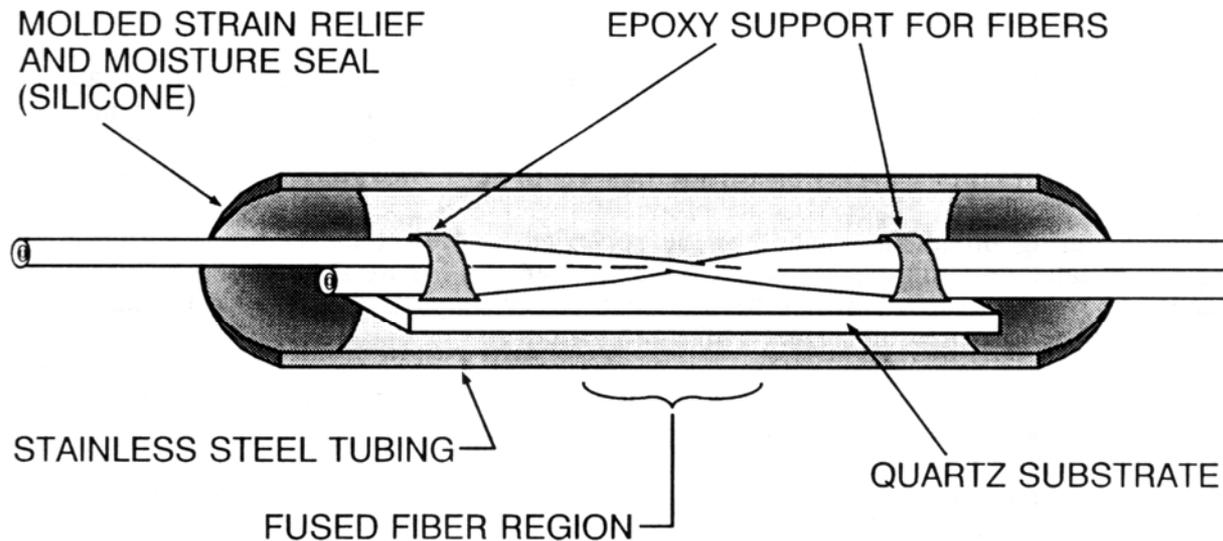
Planning, Conducting & Analyzing an Experiment

- Get **statistical thinking** involved early
 - Your **non-statistical** knowledge is crucial to success
 - Pre-experimental planning (steps 1-3) vital
 - Think and **experiment** sequentially (use the KISS principle)
 - See Coleman & Montgomery (1993)
Technometrics paper + supplemental text material
-

Planning an Experiment-Example 1

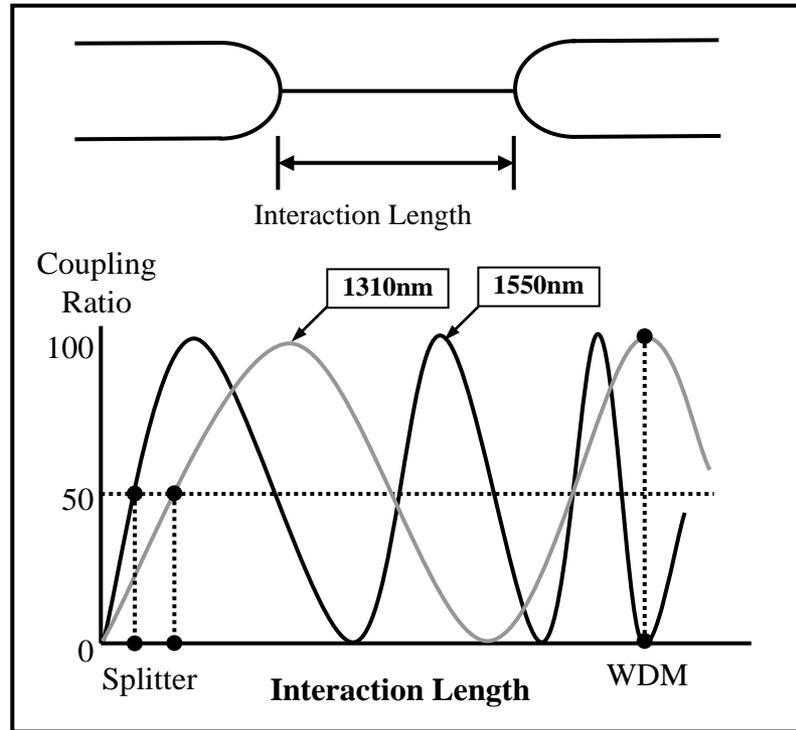


Planning an Experiment-Example 1



TYPICAL CASE DIMENSIONS: 75mm X 4mm

Planning an Experiment-Example 1



Planning an Experiment-Example 1

- PROBLEM ENCOUNTERED

- (a) Variation in the machine

1. Operator can't place the fiber at same location in the machine.
2. Inaccurate, unstable and discontinue factor exit in machine.

- (b) Influence of environment

1. Unstable fusion caused by variation of environment temperature, humidity, and surrounding airflow.

- (c) Diversification in the product

1. Standard, WBC and Taper product come from different coupling ratios
2. Different parameter will influence optical performance.

- (d) Mass production

1. Each machine shall be stable enough to copy the optimal parameter.
2. Mass production won't be effective without an optimal parameter.

- (e) Human-limitation

1. Human has limitation in shooting the multivariate optimal ability.
 2. Human ability in optimal shooting cycle time is not so fast as the new product introduction schedule.
-

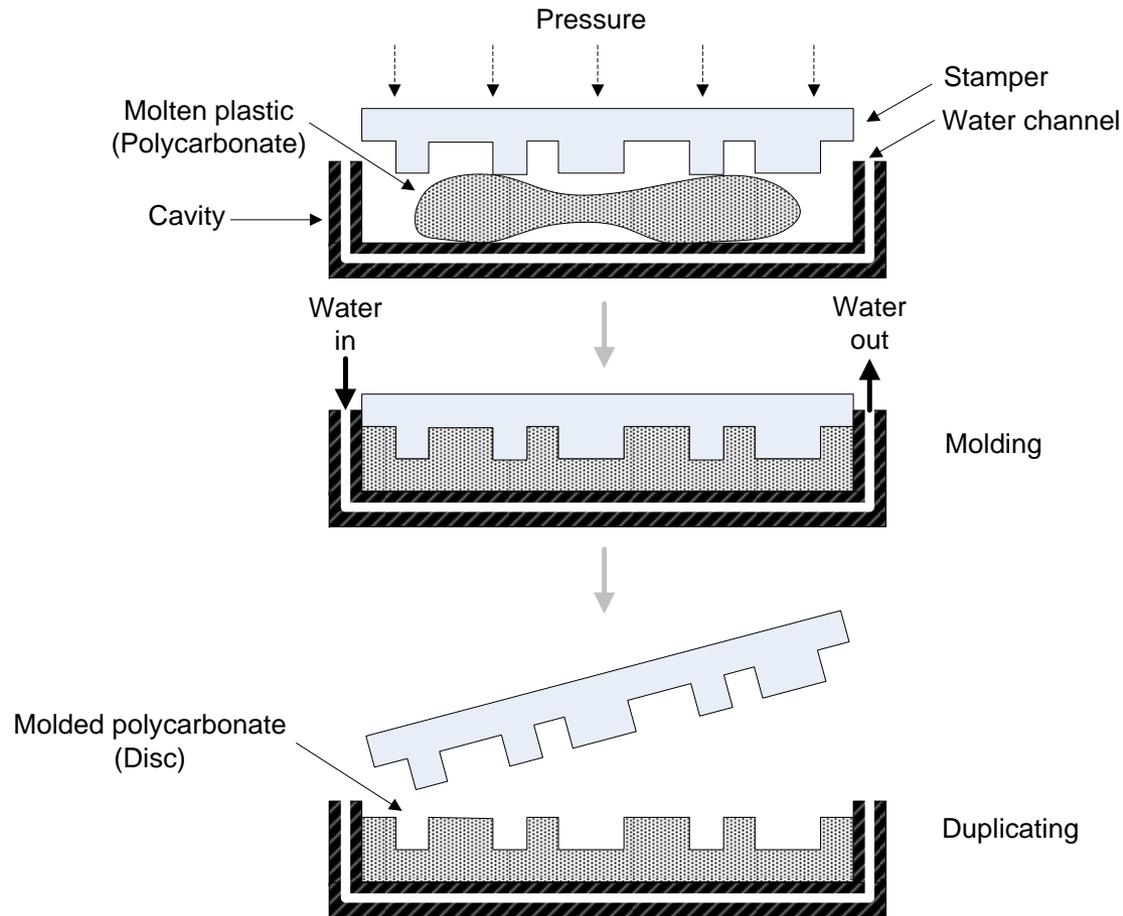
Planning an Experiment-Example 1

- Responses of Interest
 - EL (dB)--Excess Loss (Smaller-the-better)
 - CR (%)--Coupling Ratio (Nominal-the-best)
 - IL (dB)--Insertion Loss (Smaller-the-better)
 - RL (dB)--Return Loss (Smaller-the-better)
 - D (dB)--Directivity (Larger-the-better)
 - U (dB)--Uniformity (Smaller-the-better) (Only for 50% CR)
 - PDL (dB)--Polarization Dependent Loss (Smaller-the-better)
-

Planning an Experiment-Example 1

- Critical Process Parameters
 - DS, Drawing Speed
 - PRL, Pre-Drawing Length
 - HMF, Hydrogen (H₂) Mass Flow
 - TH, Torch Height
 - PHT, Pre-Heating Time
 - HP, Hydrogen (H₂) Pressure
-

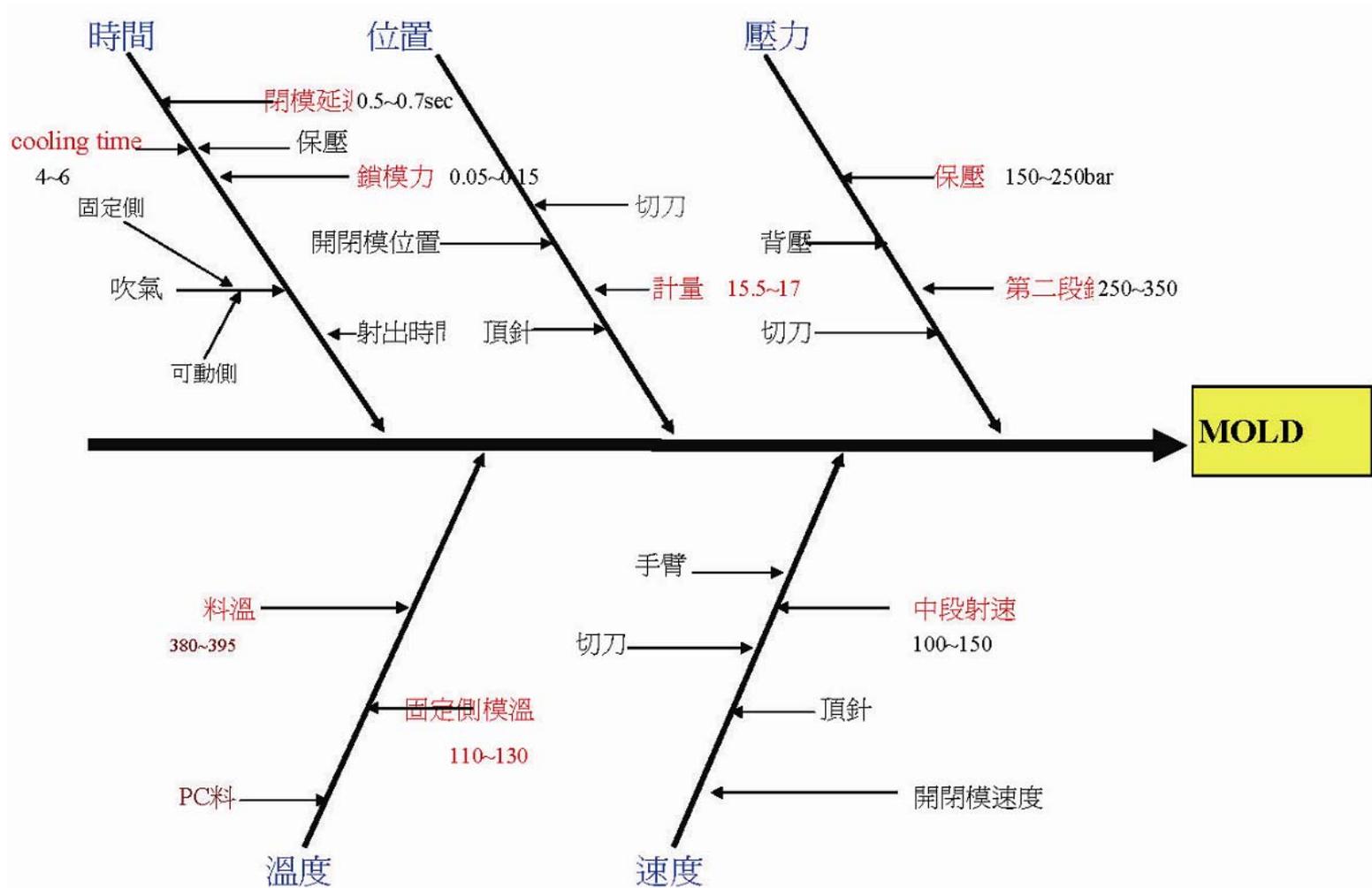
Planning an Experiment-Example 2



Planning an Experiment-Example 2

- Responses of Interest
 - Tangential deviation (TD) ($^{\circ}$)
 - Runout (RO) (μm)
 - Birefringence at 23mm (BR-23) (nm)
 - Birefringence at 57mm (BR-57) (nm)
 - Axial acceleration (AA) (m/s^2)
 - Groove depth (GD) (nm)
 - Thickness (TH) (mm)
-

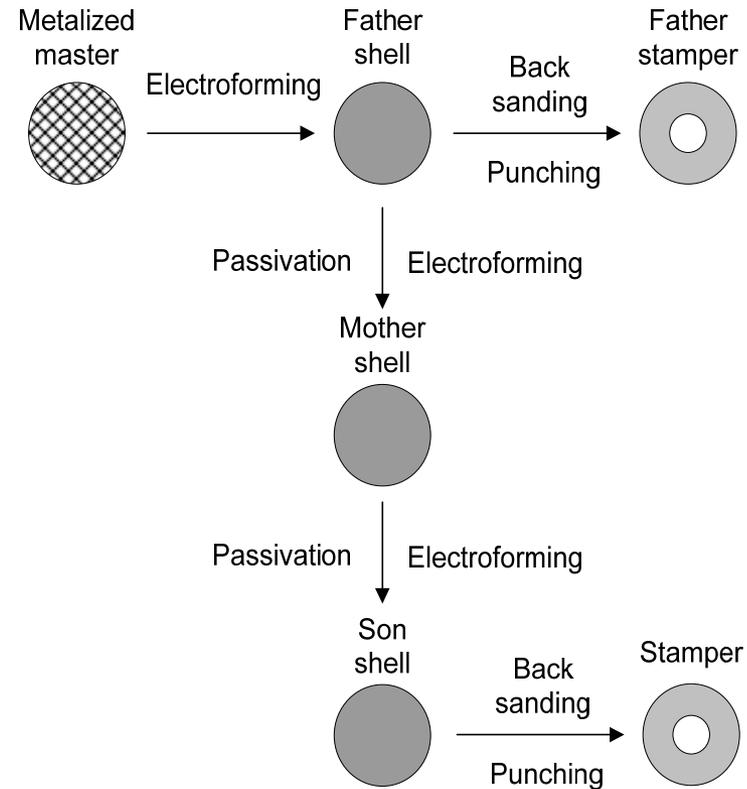
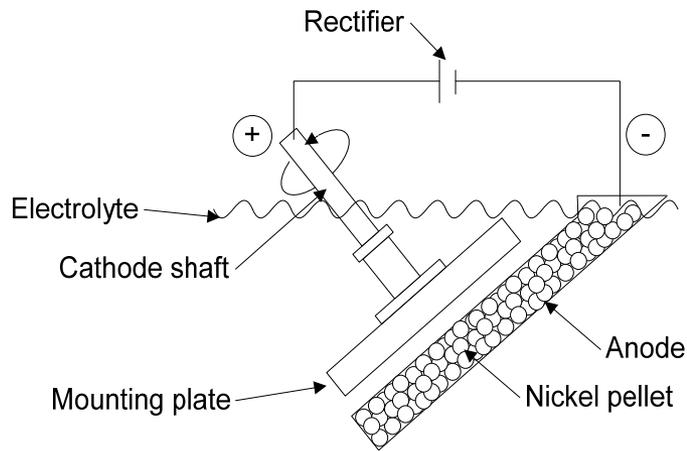
Planning an Experiment-Example 2



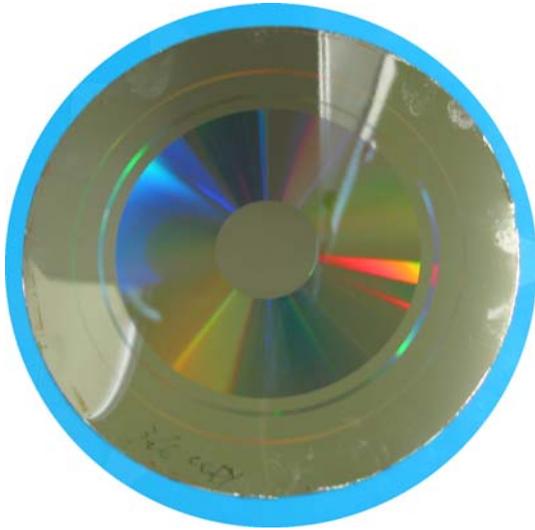
Planning an Experiment-Example 2

- Critical Process Parameters
 - mold temperature (MT)
 - injection speed (IS)
 - filling velocity (FV)
 - cooling time (CT)
 - delay time (DT)
 - clamping time (CL)
 - filling amount (FA)
 - hold pressure (HP)
 - clamping force (CF)
-

Planning an Experiment-Example 3



Planning an Experiment-Example 3



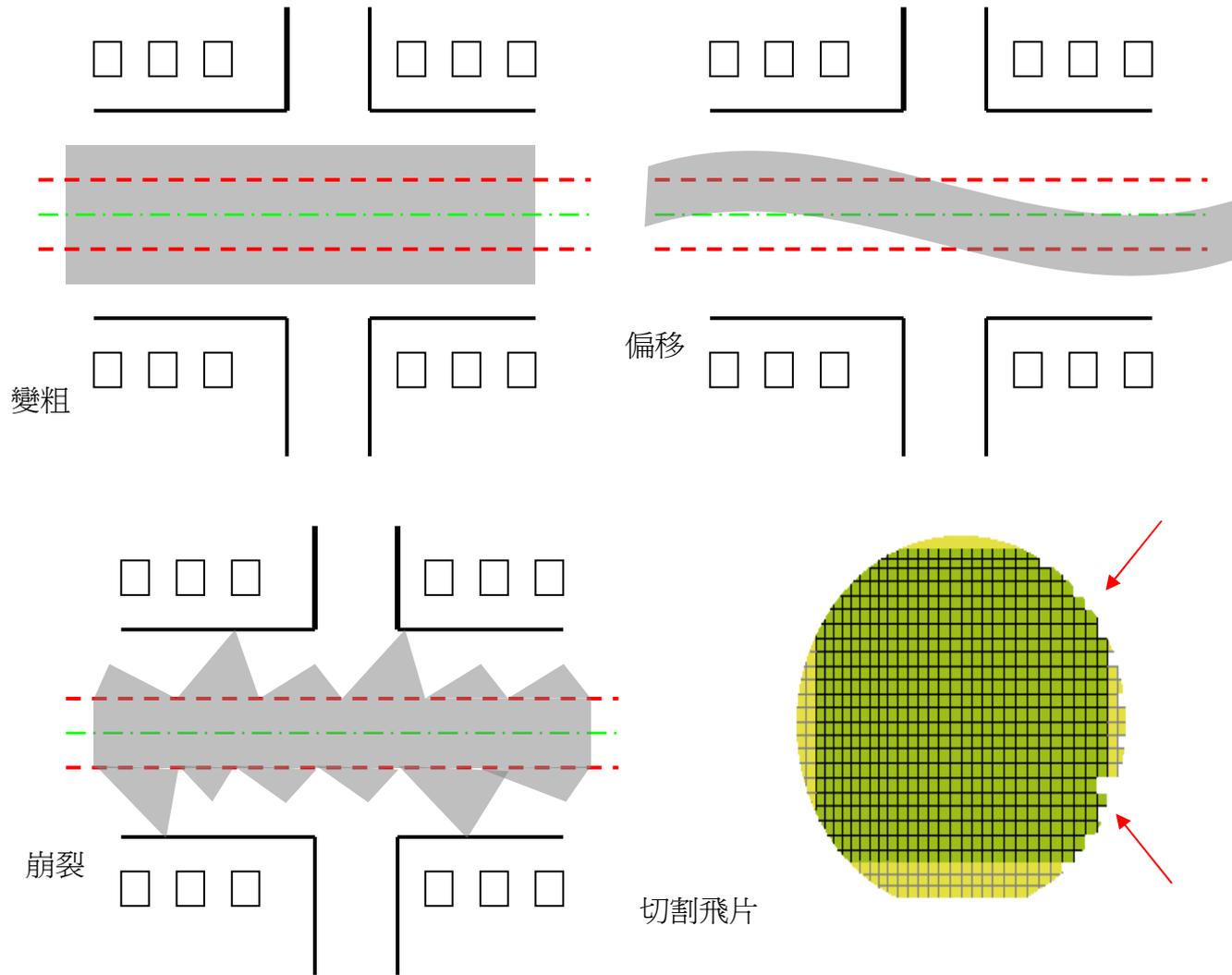
Planning an Experiment-Example 3

- Responses of Interest
 - Total thickness variation (TTV) ()
 - Backside roughness (BR) ()
 - Hardness (HN) (*HV*)
-

Planning an Experiment-Example 3

- Critical Process Parameters
 - Specific gravity (SG) ()
 - pH (PH)
 - Temperature (TP) ()
 - Current (CR) (*Amp*)
 - Flow rate (FR) (*Liter/Min*)
-

Planning an Experiment-Example 4



Planning an Experiment-Example 4

刀片
厚度

刀刃
長度

刀片
外徑

轉
速

進刀
速度

刀座
精度

冷
卻
水

切割
模式

固
定

Portland Cement Formulation

Table 2-1 Tension Bond Strength Data
for the Portland Cement
Formulation Experiment

j	Modified Mortar y_{1j}	Unmodified Mortar y_{2j}
1	16.85	17.50
2	16.40	17.63
3	17.21	18.25
4	16.35	18.00
5	16.52	17.86
6	17.04	17.75
7	16.96	18.22
8	17.15	17.90
9	16.59	17.96
10	16.57	18.15

Graphical View of the Data

Dot Diagram

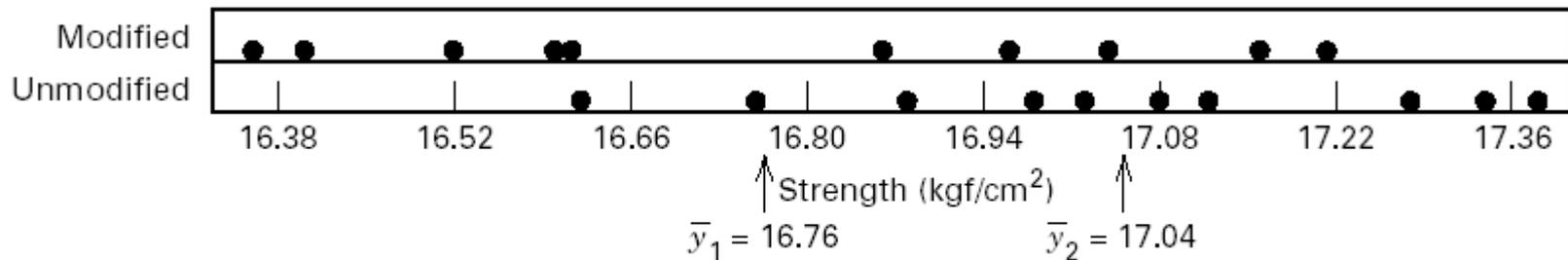


Figure 2-1 Dot diagram for the tension bond strength data in Table 2-1.

Box Plots

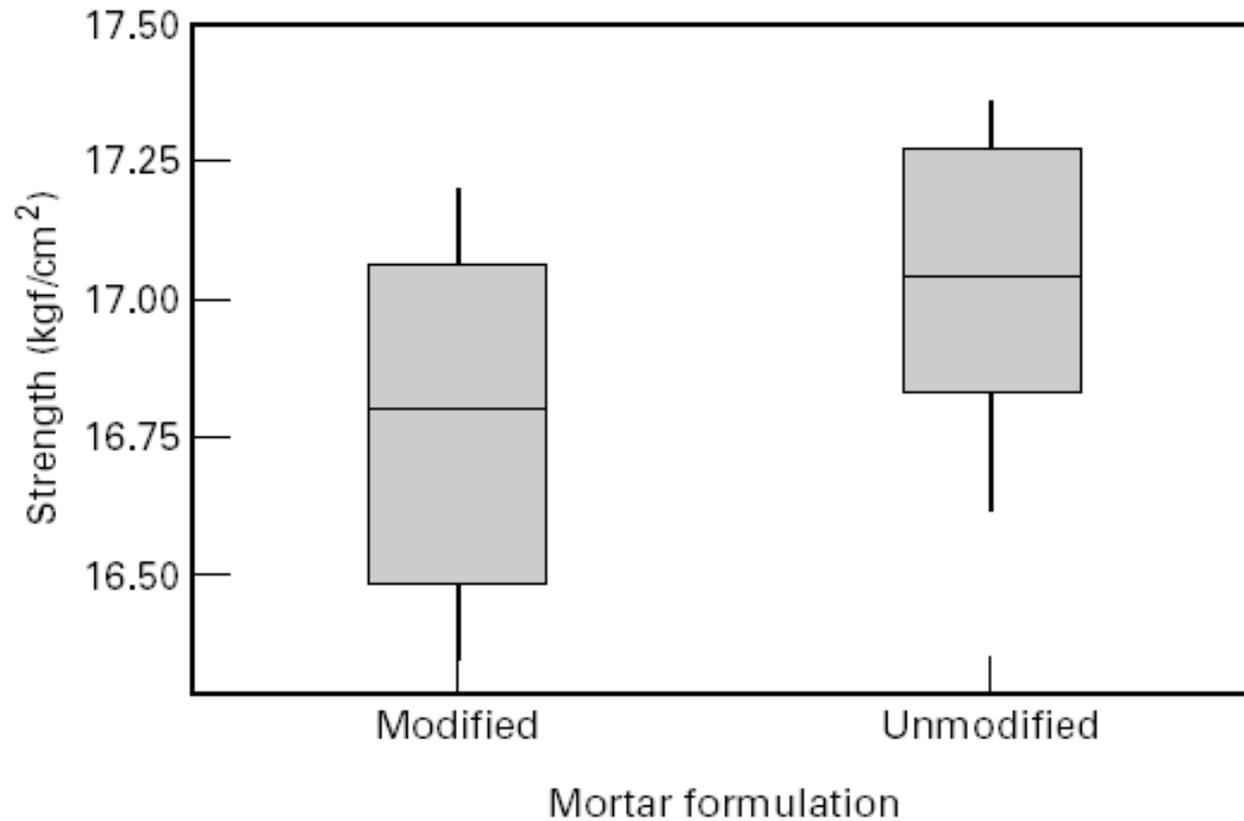
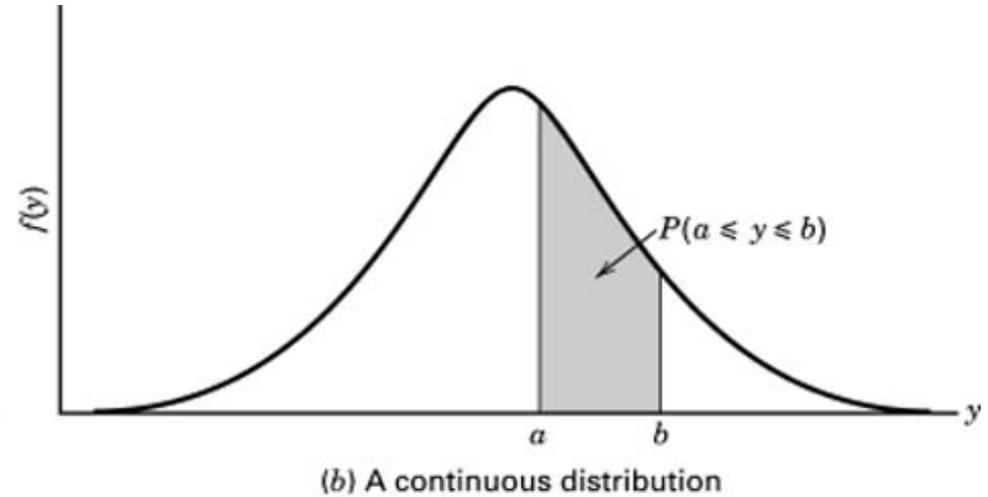
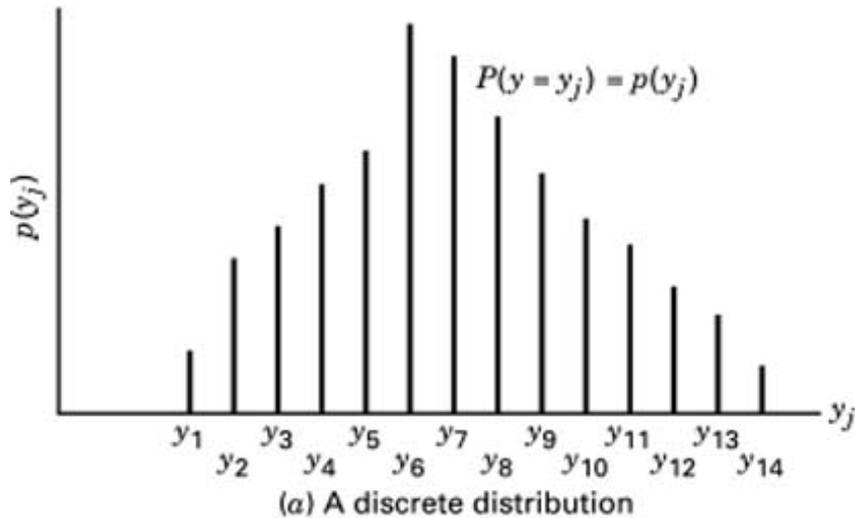
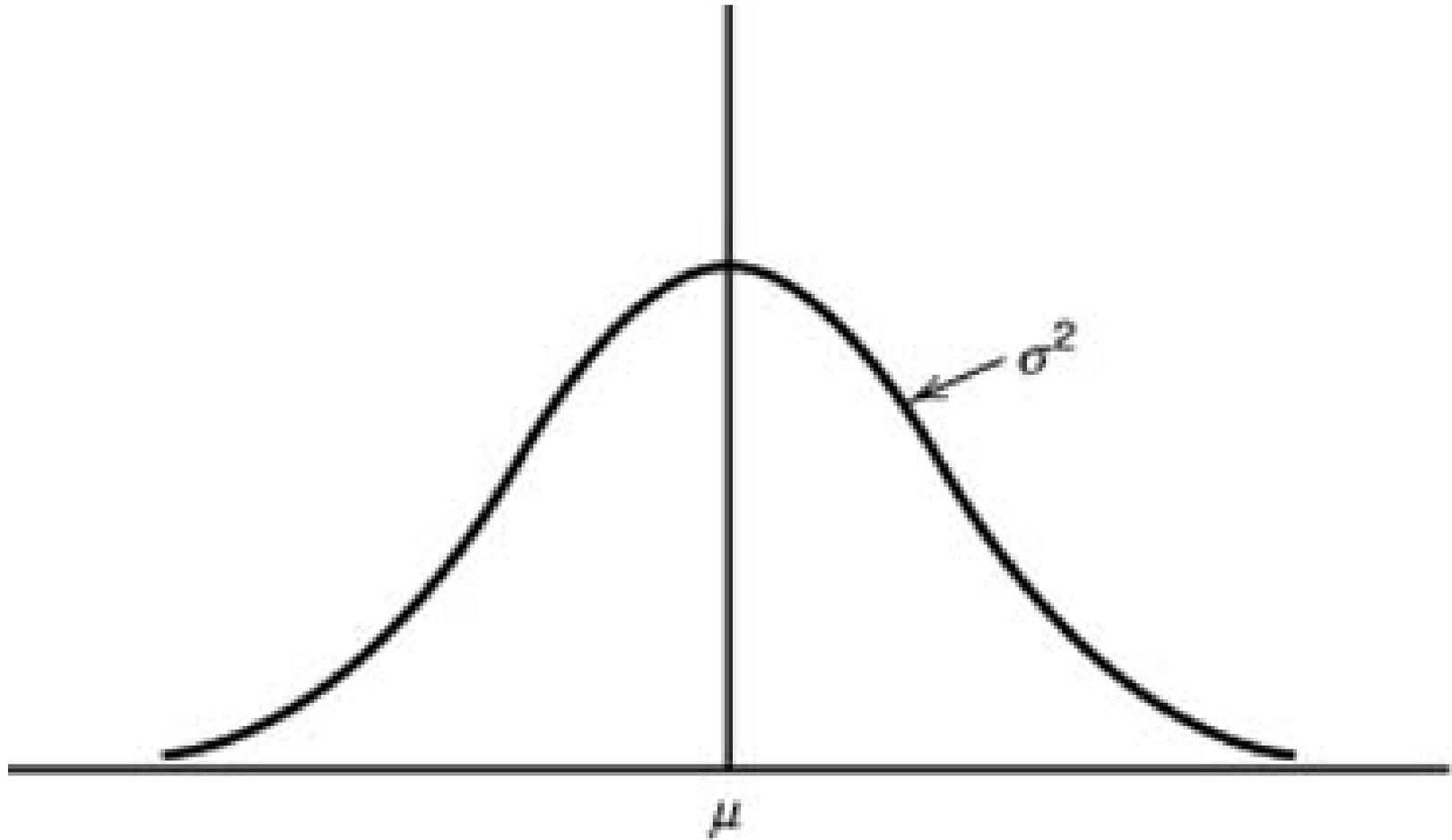


Figure 2-3 Box plots for the portland cement tension bond strength experiment.

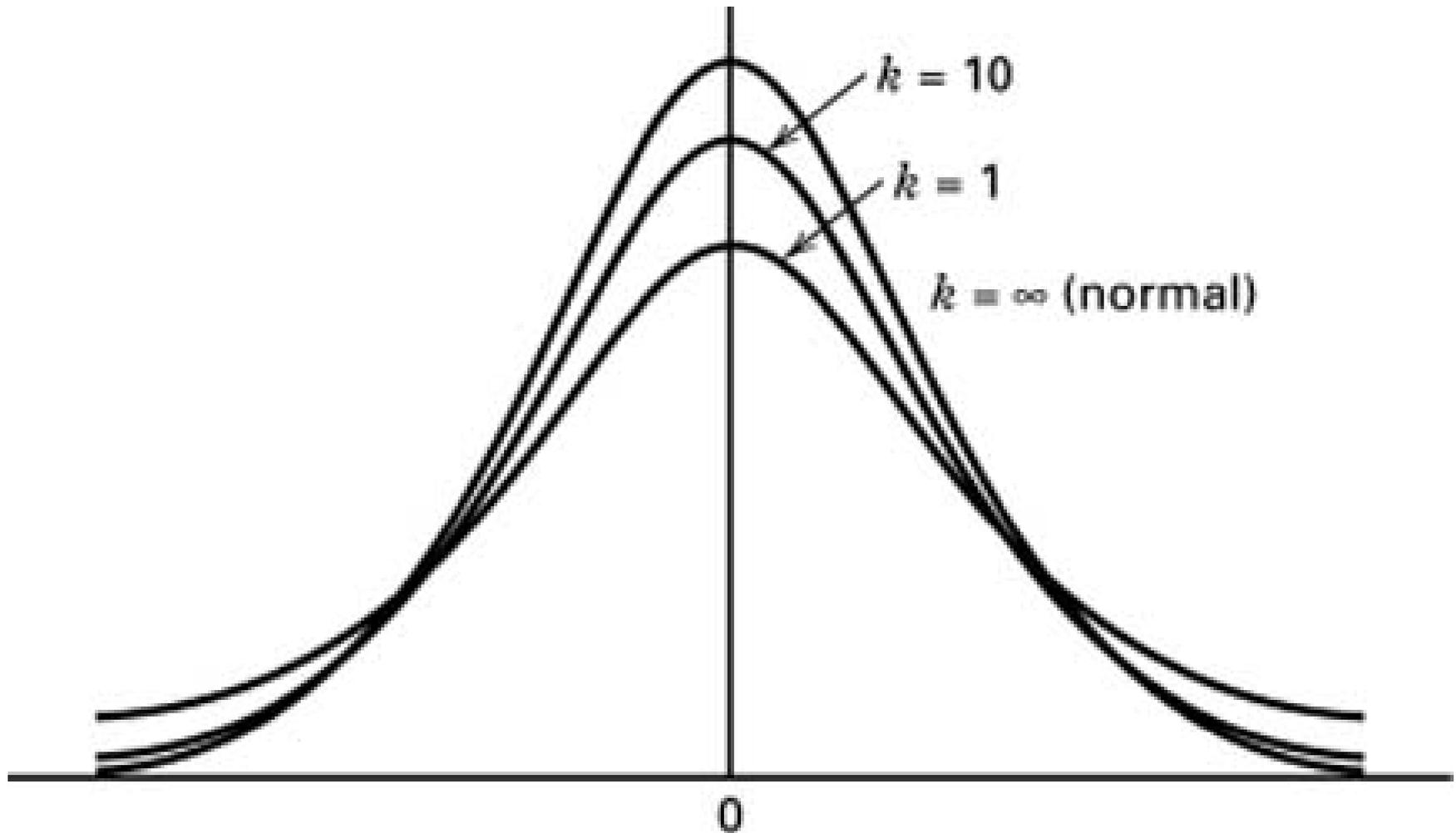
Discrete and continuous probability distributions



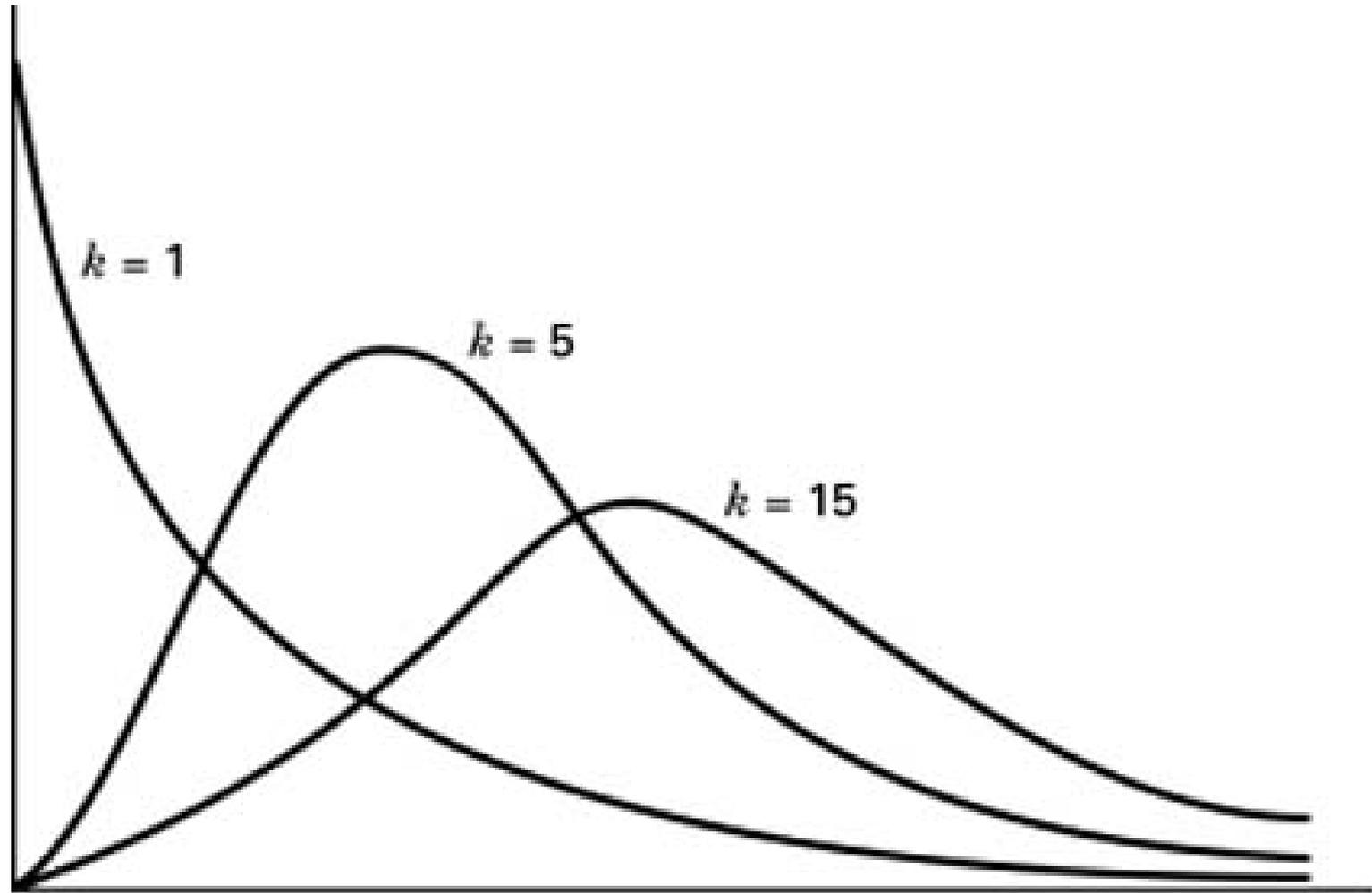
Normal distribution



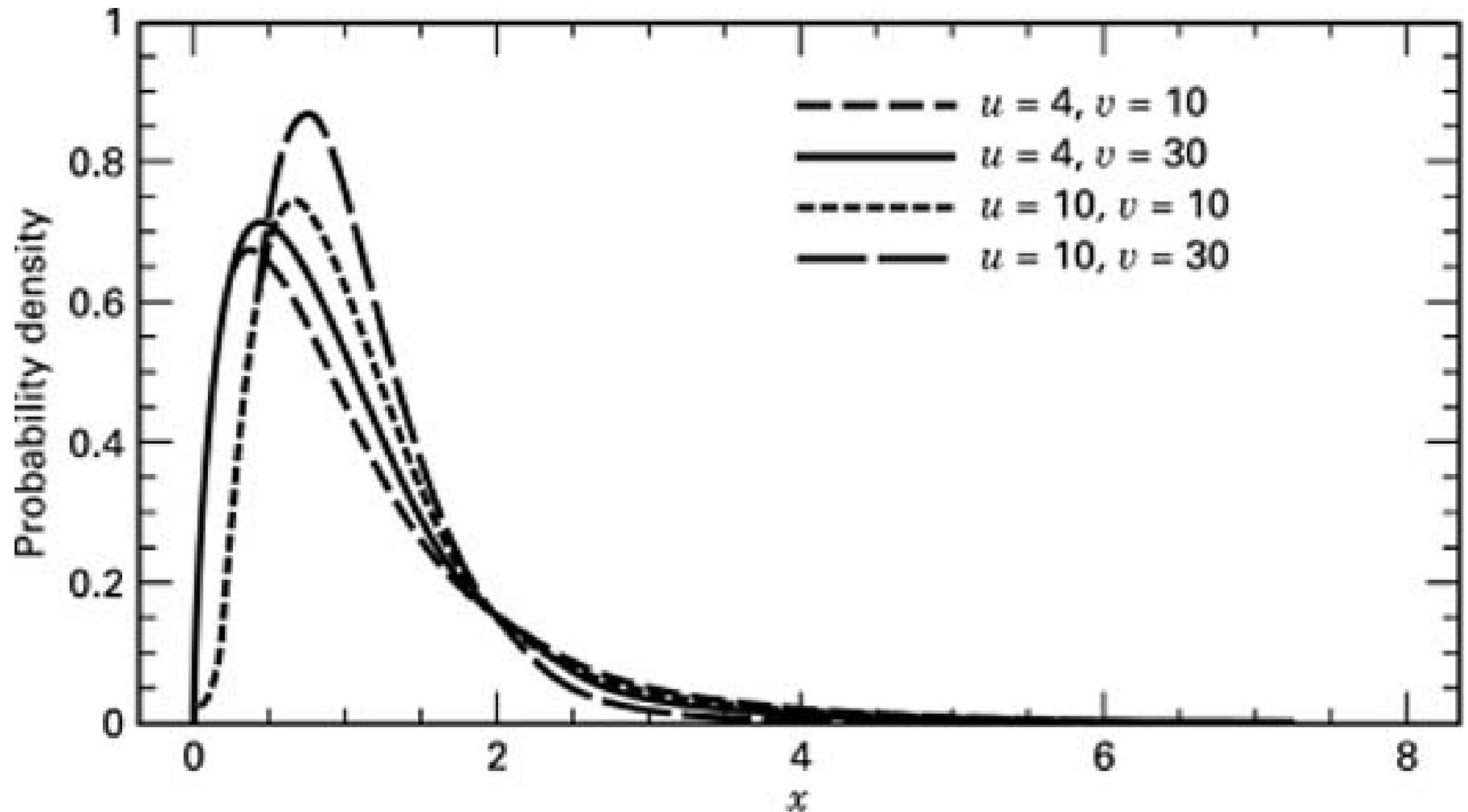
t distributions



Chi-square distributions



F distributions



The Hypothesis Testing Framework

- **Statistical hypothesis testing** is a useful framework for many experimental situations
 - Origins of the methodology date from the early 1900s
 - We will use a procedure known as the **two-sample *t*-test**
-

The Hypothesis Testing Framework

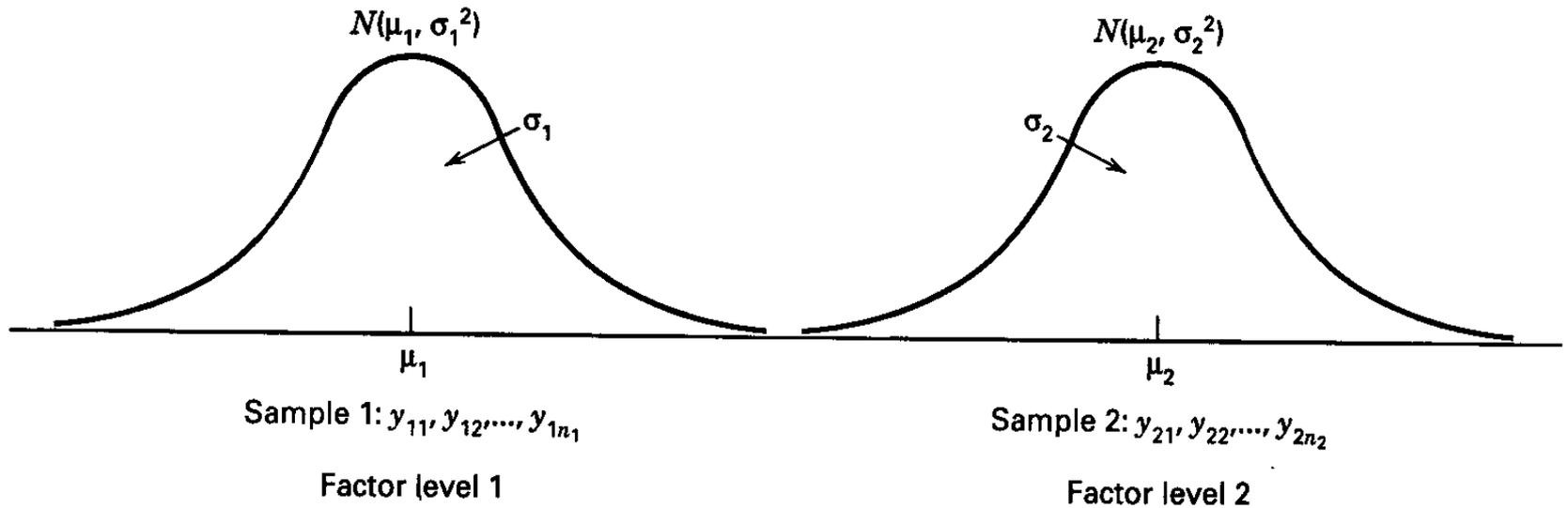


Figure 2-9 The sampling situation for the two-sample t -test.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Estimation of Parameters

$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ estimates the population mean μ

$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ estimates the variance σ^2

Summary Statistics

Formulation 1

“New recipe”

$$\bar{y}_1 = 16.76$$

$$S_1^2 = 0.100$$

$$S_1 = 0.316$$

$$n_1 = 10$$

Formulation 2

“Original recipe”

$$\bar{y}_1 = 17.04$$

$$S_1^2 = 0.061$$

$$S_1 = 0.248$$

$$n_1 = 10$$

How the Two-Sample t -Test Works

Use the sample means to draw inferences about the population means

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_2 = 16.76 - 17.04 = -0.28$$

Difference in sample means

Standard deviation of the difference in sample means

$$\sigma_{\frac{\sigma}{\bar{y}}}^2 = \frac{\sigma^2}{n}$$

This suggests a statistic:

$$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

How the Two-Sample t -Test Works

Use S_1^2 and S_2^2 to estimate σ_1^2 and σ_2^2

The previous ratio becomes $\frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$

However, we have the case where $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$

Pool the individual sample variances:

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

How the Two-Sample t -Test Works

The test statistic is

$$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

- Values of t_0 that are near zero are consistent with the null hypothesis
- Values of t_0 that are very different from zero are consistent with the alternative hypothesis
- t_0 is a “distance” measure-how far apart the averages are expressed in standard deviation units
- Notice the interpretation of t_0 as a **signal-to-noise** ratio

The Two-Sample (Pooled) t -Test

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{9(0.100) + 9(0.061)}{10 + 10 - 2} = 0.081$$

$$S_p = 0.284$$

$$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{16.76 - 17.04}{0.284 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = -2.20$$

The two sample means are a little over two standard deviations apart
Is this a "large" difference?

The Two-Sample (Pooled) t -Test

- So far, we haven't really done any "statistics"
- We need an **objective** basis for deciding how large the test statistic t_0 really is
- In 1908, W. S. Gosset derived the **reference distribution** for t_0 ... called the t distribution
- Tables of the t distribution - text, page 606

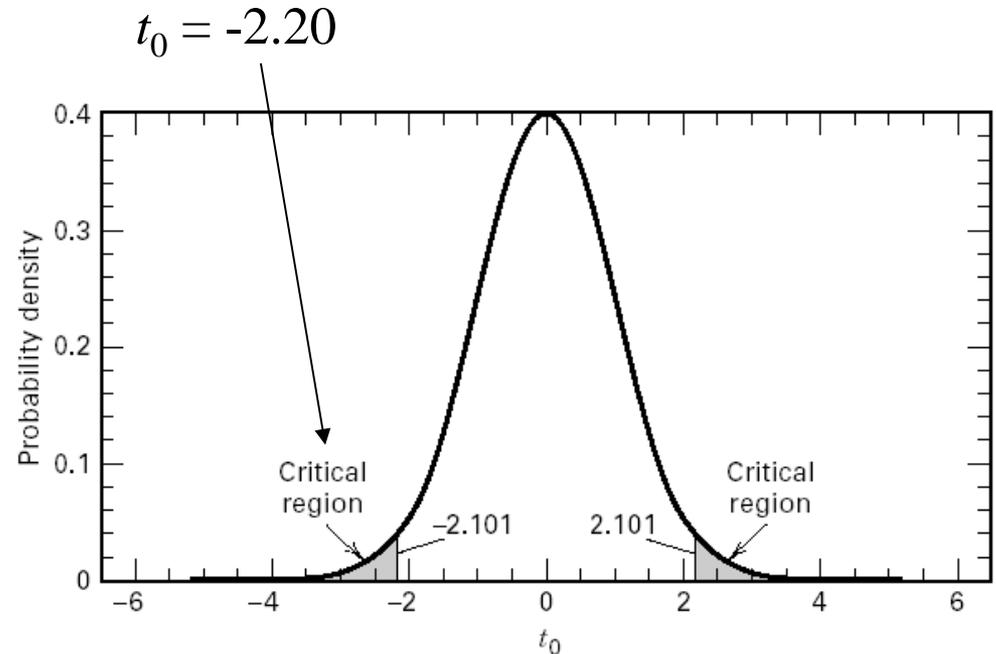


Figure 2-10 The t distribution with 18 degrees of freedom with the critical region $\pm t_{0.025,18} = \pm 2.101$.

The Two-Sample (Pooled) t -Test

- A value of t_0 between -2.101 and 2.101 is consistent with equality of means
- It is possible for the means to be equal and t_0 to exceed either 2.101 or -2.101 , but it would be a “**rare event**” ... leads to the conclusion that the means are different
- Could also use the **P -value** approach

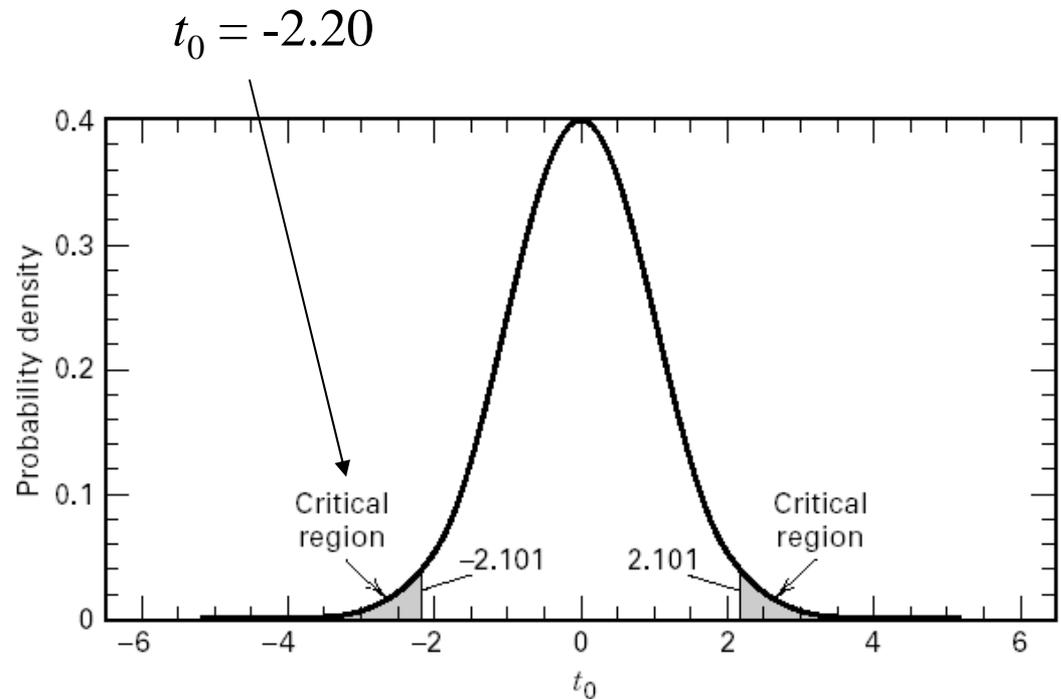


Figure 2-10 The t distribution with 18 degrees of freedom with the critical region $\pm t_{0.025,18} = \pm 2.101$.

The Two-Sample (Pooled) t -Test

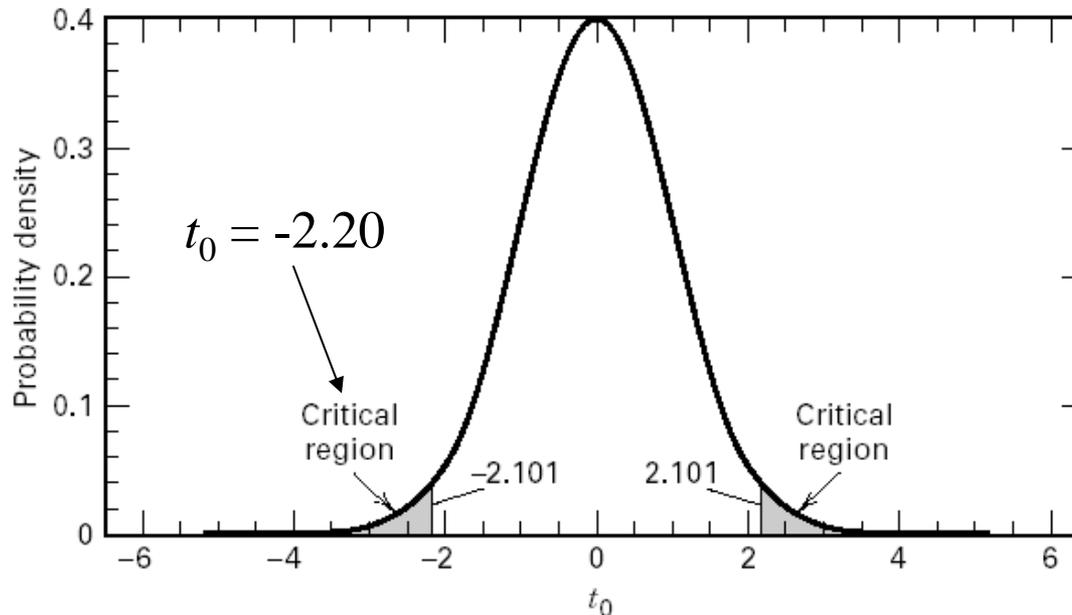


Figure 2-10 The t distribution with 18 degrees of freedom with the critical region $\pm t_{0.025,18} = \pm 2.101$.

- The **P -value** is the risk of **wrongly rejecting** the null hypothesis of equal means (it measures rareness of the event)
- The P -value in our problem is $P = 0.042$

Minitab Two-Sample t -Test Results

Table 2-2 Two-Sample t -Test from Minitab

Two-sample T for Modified vs Unmodified

	N	Mean	StDev	SE Mean
Modified	10	16.764	0.316	0.10
Unmodified	10	17.042	0.248	0.078

Difference = μ (Modified) - μ (Unmodified)

Estimate for difference: -0.278000

95% CI for difference: (-0.545073, -0.010927)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2.19

P-Value = 0.042 DF = 18

Both use Pooled StDev = 0.2843

Checking Assumptions – The Normal Probability Plot

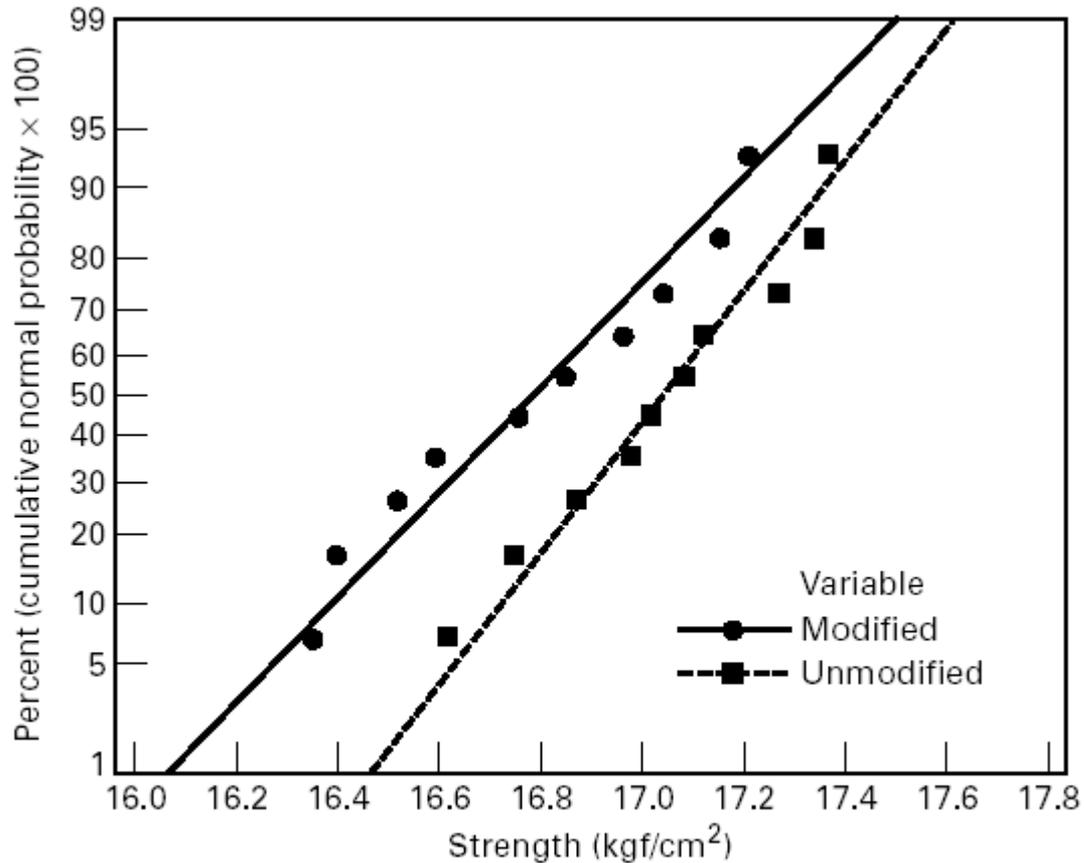
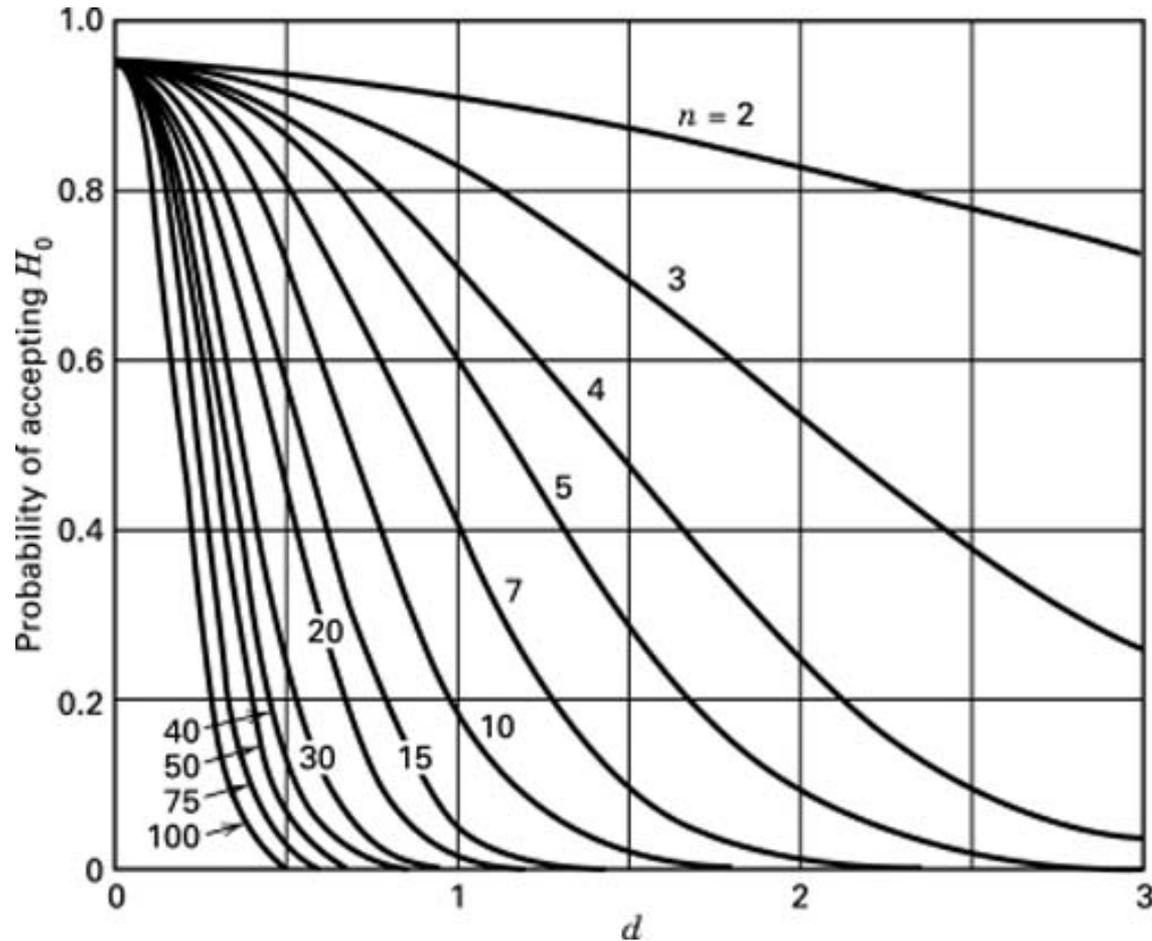


Figure 2-11 Normal probability plots of tension bond strength in the portland cement experiment.

Operating characteristic curves for the two-sided t-test with $\alpha = 0.05$



Importance of the t -Test

- Provides an **objective** framework for simple comparative experiments
 - Could be used to test all relevant hypotheses in a two-level factorial design, because all of these hypotheses involve the mean response at one “side” of the cube versus the mean response at the opposite “side” of the cube
-

Confidence Intervals

- Hypothesis testing gives an objective statement concerning the difference in means, but it doesn't specify "how different" they are
- **General form** of a confidence interval

$$L \leq \theta \leq U \text{ where } P(L \leq \theta \leq U) = 1 - \alpha$$

- The $100(1 - \alpha)\%$ **confidence interval** on the difference in two means:

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - t_{\alpha/2, n_1+n_2-2} S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)} \leq \mu_1 - \mu_2 \leq$$

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_2 + t_{\alpha/2, n_1+n_2-2} S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}$$

Tests on Means of with Variance Known

Table 2-3 Tests on Means with Variance Known

Hypothesis	Test Statistic	Criteria for Rejection
$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu \neq \mu_0$	$Z_0 = \frac{\bar{y} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$	$ Z_0 > Z_{\alpha/2}$
$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu < \mu_0$		$Z_0 < -Z_\alpha$
$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu > \mu_0$		$Z_0 > Z_\alpha$
$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$		$Z_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$
$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 < \mu_2$	$Z_0 < -Z_\alpha$	
$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 > \mu_2$	$Z_0 > Z_\alpha$	

Tests on Means of Normal Distributions, Variance Unknown

Table 2-4 Tests on Means of Normal Distributions, Variance Unknown

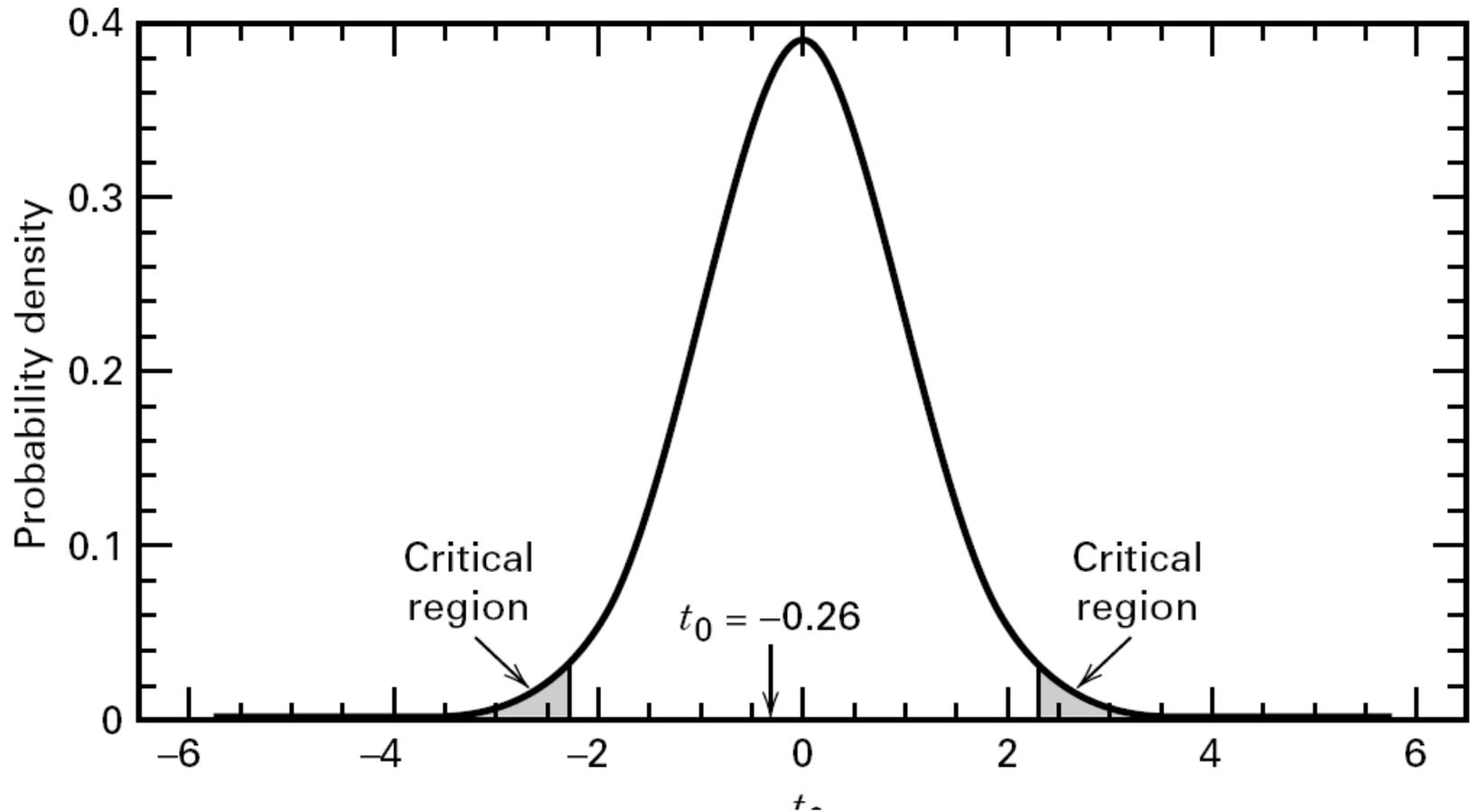
Hypothesis	Test Statistic	Criteria for Rejection
$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu \neq \mu_0$	$t_0 = \frac{\bar{y} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$	$ t_0 > t_{\alpha/2, n-1}$
$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu < \mu_0$		$t_0 < -t_{\alpha, n-1}$
$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu > \mu_0$	<hr/> <hr/> $\text{if } \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ <hr/> <hr/>	$t_0 > t_{\alpha, n-1}$
$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$		$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ $v = n_1 + n_2 - 2$
$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 < \mu_2$	<hr/> <hr/> $\text{if } \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ <hr/> <hr/>	$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$
$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 > \mu_2$		$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$

Data for the Hardness Testing Experiment

Table 2-5 Data for the Hardness Testing Experiment

Specimen	Tip 1	Tip 2
1	7	6
2	3	3
3	3	5
4	4	3
5	8	8
6	3	2
7	2	4
8	9	9
9	5	4
10	4	5

The reference distribution (t with 9 degrees of freedom) for the hardness testing problem



Minitab Paired t -Test Results for the Hardness Testing Example

Table 2-6 Minitab Paired t -Test Results for the Hardness Testing Example

Paired T for Tip 1 - Tip 2

	N	Mean	StDev	SE Mean
Tip 1	10	4.800	2.394	0.757
Tip 2	10	4.900	2.234	0.706
Difference	10	-0.100	1.197	0.379

95% CI for mean difference: (-0.956, 0.756)

t-Test of mean difference = 0 (vs not = 0):

T-Value = -0.26 P-Value = 0.798

Tests on Variances of Normal Distributions

Table 2-7 Tests on Variances of Normal Distributions

Hypothesis	Test Statistic	Criteria for Rejection
$H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 \neq \sigma_0^2$	$\chi_0^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2}$	$\chi_0^2 > \chi_{\alpha/2, n-1}^2$ or $\chi_0^2 < \chi_{1-\alpha/2, n-1}^2$
$H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 < \sigma_0^2$		$\chi_0^2 < \chi_{1-\alpha, n-1}^2$
$H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2$ $H_1: \sigma^2 > \sigma_0^2$		$\chi_0^2 > \chi_{\alpha, n-1}^2$
$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$		$F_0 = \frac{S_1^2}{S_2^2}$
$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2$	$F_0 > F_{\alpha, n_2-1, n_1-1}$	
$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ $H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$	$F_0 > F_{\alpha, n_1-1, n_2-1}$	

Exercise 1

The breaking strength of a fiber is required to be at least 150 psi. Past experience has indicated that the standard deviation of breaking strength is $\sigma = 3$ psi. A random sample of four specimens is tested. The results are $y_1=145$, $y_2=153$, $y_3=150$ and $y_4=147$.

- (a) State the hypotheses that you think should be tested in this experiment.
 - (b) Test these hypotheses using $\alpha = 0.05$. What are your conclusions?
 - (c) Find the P -value for the test in part (b).
 - (d) Construct a 95 percent confidence interval on the mean breaking strength.
-

Exercise 2

Two machines are used for filling plastic bottles with a net volume of 16.0 ounces. The filling processes can be assumed to be normal, with standard deviation of $\sigma_1 = 0.015$ and $\sigma_2 = 0.018$. The quality engineering department suspects that both machines fill to the same net volume, whether or not this volume is 16.0 ounces. An experiment is performed by taking a random sample from the output of each machine.

Machine 1		Machine 2	
16.03	16.01	16.02	16.03
16.04	15.96	15.97	16.04
16.05	15.98	15.96	16.02
16.05	16.02	16.01	16.01
16.02	15.99	15.99	16.00

- State the hypotheses that should be tested in this experiment.
- Test these hypotheses using $\alpha=0.05$. What are your conclusions?
- What is the P -value for the test? $P = 0.1770$
- Find a 95 percent confidence interval on the difference in the mean fill volume for the two machines.

Exercise 3

A new filtering device is installed in a chemical unit. Before its installation, a random sample yielded the following information about the percentage of impurity: $\bar{y}_1 = 12.5$, $S_1^2 = 101.17$, and $n_1 = 8$. After installation, a random sample yielded $\bar{y}_2 = 10.2$, $S_2^2 = 94.73$, $n_2 = 9$.

- (a) Can you conclude that the two variances are equal? Use $\alpha = 0.05$.
- (b) Has the filtering device reduced the percentage of impurity significantly?

Exercise 4

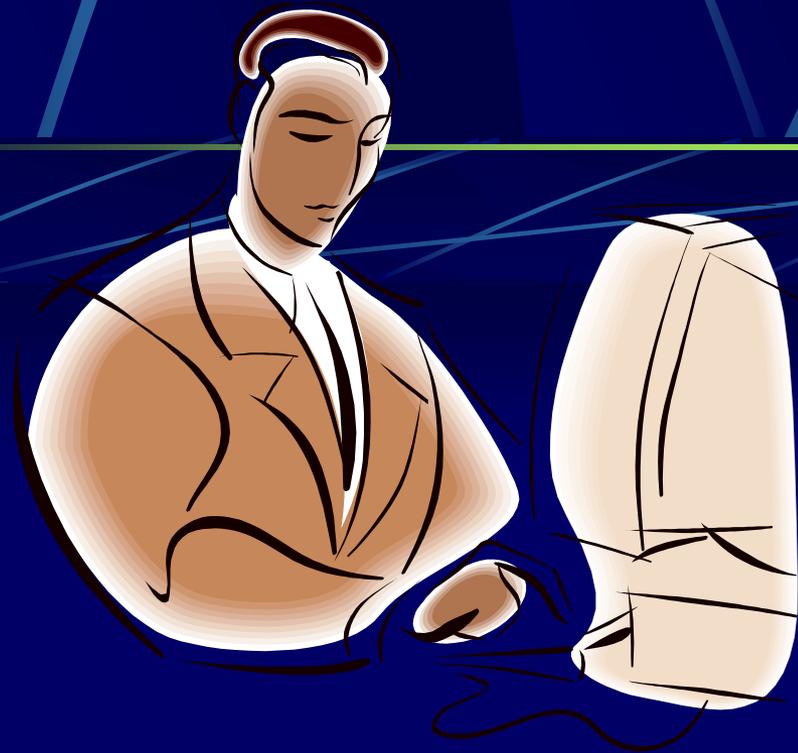
The diameter of a ball bearing was measured by 12 inspectors, each using two different kinds of calipers. The results were:

Inspector	Caliper 1	Caliper 2
1	0.265	0.264
2	0.265	0.265
3	0.266	0.264
4	0.267	0.266
5	0.267	0.267
6	0.265	0.268
7	0.267	0.264
8	0.267	0.265
9	0.265	0.265
10	0.268	0.267
11	0.268	0.268
12	0.265	0.269

- Is there a significant difference between the means of the population of measurements represented by the two samples? Use $\alpha = 0.05$.
- Find the P -value for the test in part (a). $P=0.674$
- Construct a 95 percent confidence interval on the difference in the mean diameter measurements for the two types of calipers.

DOE課程實驗報告

題目：色塊集中度驗證



組別：第一組

組別成員

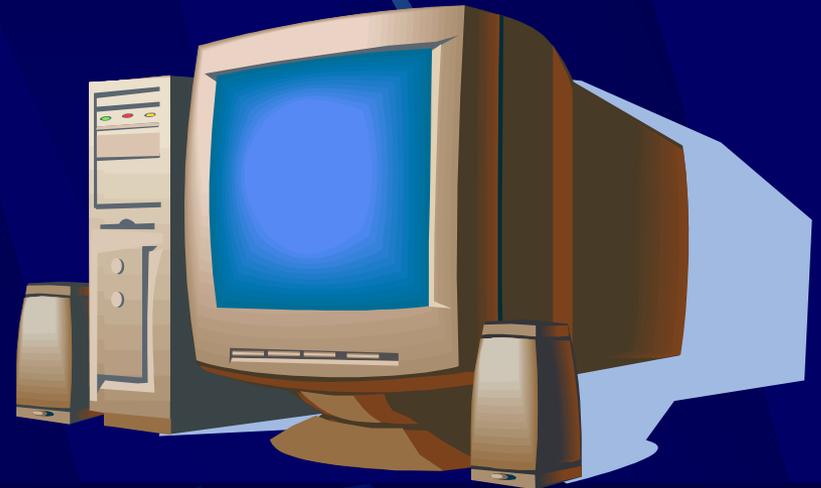
組長：張佳斌

組員：張正儒

詹佳達

郭志賢

周欣霈



大綱

實驗目的
主題概述
因子水準
測試矩陣設計
結果
最佳的參數
執行確認實驗
數據的統計分析
結論及實驗產生的效益



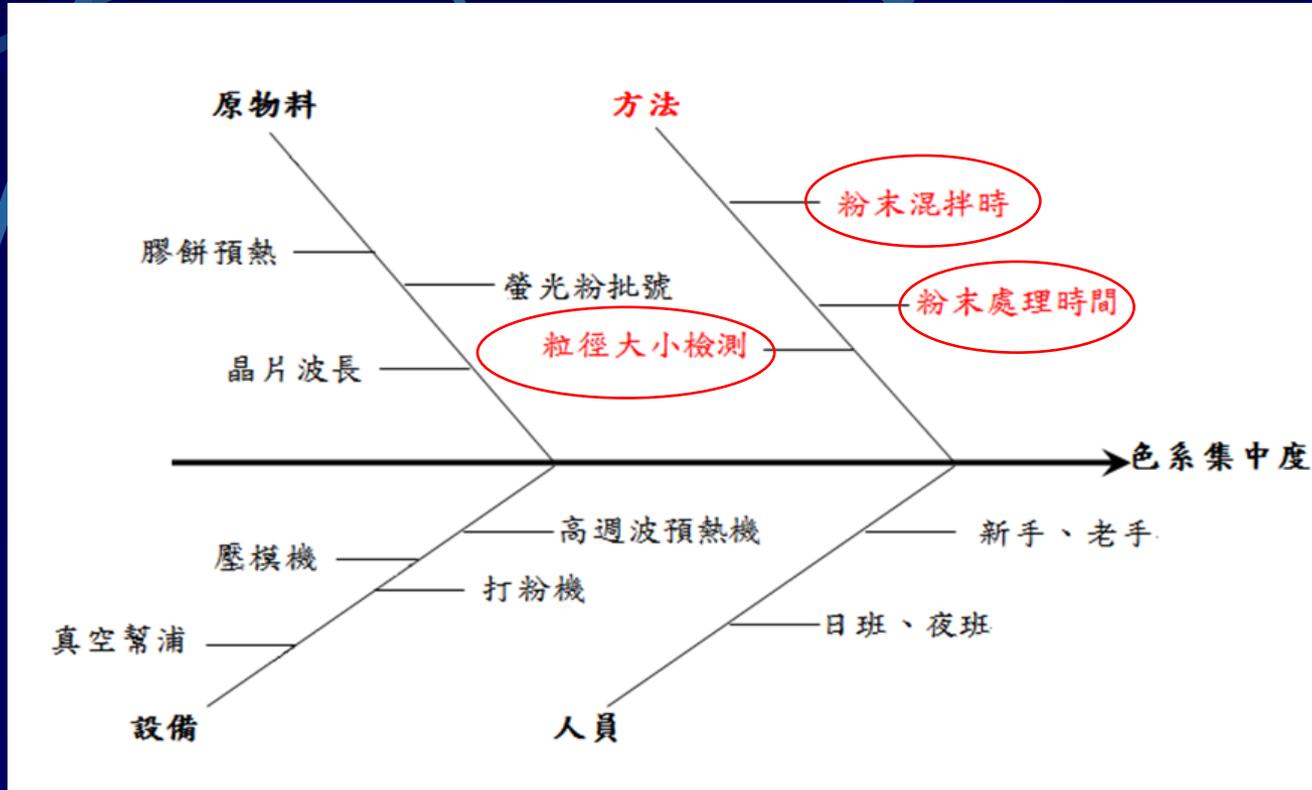
實驗目的：

白光產品最注重項目為色系的分布<集中度>情況做研究。色系分佈以及集中度的好壞直接影響出貨量率和成捲良率，因此選定廠內一項極需要<重複落點>的產品(HT-123TW)進行DOE實驗。

主題概述

色系分佈主要是由(EPOXY)粉末與(螢光粉)混合後的均勻度決定，因此EPOXY粉末的粒徑大小與螢光粉粒徑以及機台混拌時間來處理有絕對的關係，故本實驗針對此三項做為本次DOE課程研究的項目。

魚骨圖分析



因子水準

(1) 選定之可控制因子及其範圍：

因子	範圍
1. 螢光粉粒徑(A)	D:1-16 D:17-32
2. EPOXY粉末粒徑(B)	兩台不同型號機台處理後之粒徑 RT-08:平均5.92 μm ; 8500P:平均9.92-11.34 μm
3. 粉末混拌時間(C)	2min、5min、10min

(2) 反應變數：

光學儀器測量所得之Color分佈、可得知集中度情況。

執行確認實驗

(A) 螢光粉粒徑Data sheet

1~16um

17~32um

INSPECTION CERTIFICATE

Product name	TAG T-4	Production date	March 19, 2009
Lot No.	90301	Shipment weight	9.5 kg

Test items		Criteria	Results
Particle distribution Shimadzu SALD-2100 *1	D50	8.0 ~ 8.5 μm	8.0 μm
	D100	≤ 36.0 μm	23.5 μm
Particle distribution SEISHIN <u>Expected Data</u>	D50	6.5 ± 0.5 μm	6.0 μm
	D100	≤ 32.0 μm	13.7 μm
Brightness *2	EX. 365nm	100 ~ 110 %	108.0%
Body color	Color	Yellow	Yellow
Emission color	Color	Yellow	Yellow
	x	0.458 ± 0.002	0.458
	y	0.528 ± 0.002	0.529

INSPECTION CERTIFICATE

Product name	TAG T-4	Production date	February 20, 2009
Lot No.	90201	Shipment weight	5 kg

Test items		Criteria	Results
Particle distribution Shimadzu SALD-2100 *1	D50	8.0 ~ 8.5 μm	8.5 μm
	D100	≤ 36.0 μm	35.7 μm
Particle distribution SEISHIN <u>Expected Data</u>	D50	6.5 ± 0.5 μm	6.2 μm
	D100	≤ 32.0 μm	20.8 μm
Brightness *2	EX. 365nm	100 ~ 110 %	102.5%
Body color	Color	Yellow	Yellow
Emission color	Color	Yellow	Yellow
	x	0.458 ± 0.002	0.458
	y	0.528 ± 0.002	0.529

(B) EPOXY粉末成型機台(打粉末粗細)



RT-08 (5.92 μ m)



8500P (9.92 μ m)

粉末混拌機台



控制時間鈕
2min、5min、10min

水準因子設計

Design Summary											
Study Type	Factorial		Runs	12							
Initial Design	Full Factorial		Blocks	No Blocks							
Center Points	0										
Design Model	2FI										
Factor	Name	Units	Type	Low Actual	High Actual	Levels:					
A	A		Categorical	Level 1 of A	Level 2 of A	2					
B	B		Categorical	Level 1 of B	Level 2 of B	2					
C	C		Categorical	Level 1 of C	Level 3 of C	3					
Response	Name	Units	Obs	Analysis	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.	Ratio	Trans	Model
Y1	R1		12	Factorial	22.0162	38.0195	32.9994	5.75612	1.72688	None	R2FI

矩陣設計

全因子試驗法:A:EPOXY粉末粒徑、B:螢光粉粒徑
C:粉末混拌時間

Select	Std	Run	Factor 1 A:A	Factor 2 B:B	Factor 3 C:C	Response 1 R1
	1	9	Level 1 of A	Level 1 of B	Level 1 of C	33.8297
	2	8	Level 2 of A	Level 1 of B	Level 1 of C	34.7179
	3	7	Level 1 of A	Level 2 of B	Level 1 of C	27.8158
	4	10	Level 2 of A	Level 2 of B	Level 1 of C	36.2874
	5	6	Level 1 of A	Level 1 of B	Level 2 of C	22.0162
	6	5	Level 2 of A	Level 1 of B	Level 2 of C	22.0521
	7	2	Level 1 of A	Level 2 of B	Level 2 of C	36.0196
	8	4	Level 2 of A	Level 2 of B	Level 2 of C	35.6116
	9	1	Level 1 of A	Level 1 of B	Level 3 of C	38.0195
	10	3	Level 2 of A	Level 1 of B	Level 3 of C	35.0276
	11	11	Level 1 of A	Level 2 of B	Level 3 of C	37.7724
	12	12	Level 2 of A	Level 2 of B	Level 3 of C	36.8233

事先評估(一)

The screenshot displays the Design-Expert 7.1.6 software interface. The title bar indicates the file path: C:\Documents and Settings\jamesda\Desktop\MyDesign.dx7 - Design-Expert 7.1.6. The menu bar includes File, Edit, View, Display Options, Design Tools, and Help. The toolbar contains icons for file operations and a lightbulb icon. The left sidebar shows a tree view under 'Notes for MyDesign' with folders for Design (Actual), Summary, Graph Columns, Evaluation, Analysis, R1 (Analyzed), Optimization, Numerical, Graphical, and Point Prediction. The main window has three tabs: f(x) Model, Results, and Graphs. The 'f(x) Model' tab is active, showing 'Order: 2FI' and 'Ignore: 3FI' dropdown menus, and a 'Response: Design Only' dropdown menu. An 'Options...' button is located below these settings. A list box shows the following items:

	Intercept
M	A-A
M	B-B
M	C-C
M	AB
M	AC
M	BC
X	ABC

事先評估(二)

ts and Settings\james da\Desktop\MyDesign. dx7 - Design-Expert 7.1.6

Display Options Design Tools Help

Transform Effects ANOVA Diagnostics Model Graphs

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 R1

ANOVA for selected factorial model

Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	356.02	9	39.56	9.37	0.1001	not significant
A-A	2.12	1	2.12	0.50	0.5518	
B-B	50.71	1	50.71	12.01	0.0741	
C-C	127.71	2	63.85	15.13	0.0620	
AB	7.03	1	7.03	1.66	0.3261	
AC	23.70	2	11.85	2.81	0.2627	
BC	144.76	2	72.38	17.15	0.0551	
Residual	8.44	2	4.22			
Cor Total	364.46	11				

事先評估(三)

C:\Documents and Settings\jamesda\Desktop\MyDesign.dx7 - Design-Expert 7.1.6

File Edit View Display Options Design Tools Help

Notes for MyDesign

- Design (Actual)
 - Summary
 - Graph Columns
 - Evaluation
- Analysis
 - R1 (Analyzed)**
 - Optimization
 - Numerical
 - Graphical
 - Point Prediction

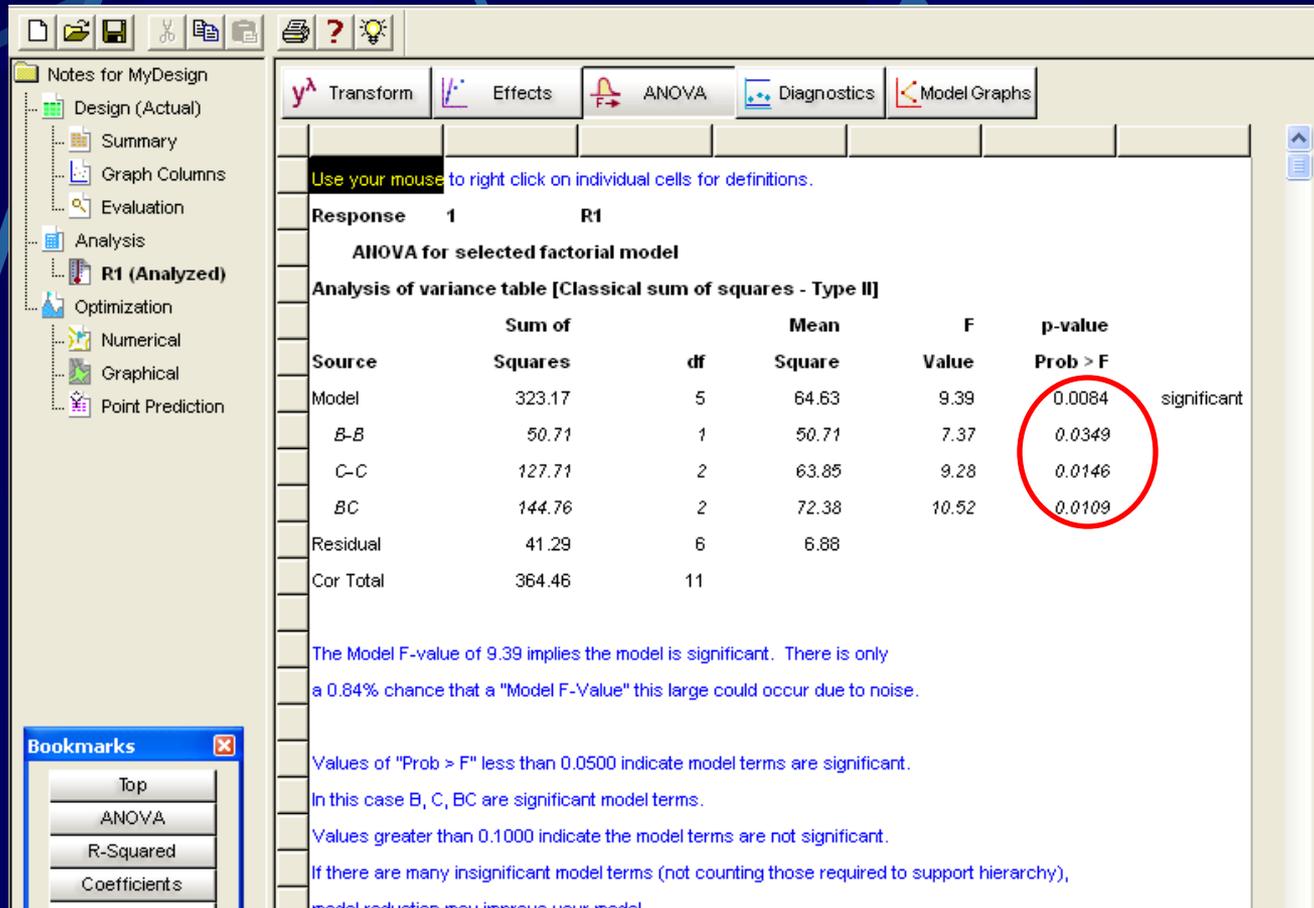
Transform Effects ANOVA Diagnostics Model Graphs

Selection: Manual Order: 2FI

	Term	df	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
	Intercept					
e	A-A	1	2.12	2.12		
M	B-B	1	50.71	50.71		
M	C-C	2	127.71	63.85		
e	AB	1	7.03	7.03		
e	AC	2	23.70	11.85		
M	BC	2	144.76	72.38		
e	ABC	2	8.44	4.22		
	Residuals	0	0.000			

ANOVA分析

顯著因子(B和C及BC交互作用)



最佳化參數

The screenshot displays the 'Solutions' tab of an optimization software. The interface includes a left-hand navigation pane with options like 'Design (Actual)', 'Summary', 'Graph Columns', 'Evaluation', 'Analysis', 'R1 (Analyzed)', 'Optimization', 'Numerical', 'Graphical', and 'Point Prediction'. The main area shows a table of constraints and a table of solutions for 6 combinations of categorical factor levels. A red oval highlights the first solution row, which is marked as 'Selected'.

Constraints

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
B	is in range	Level 1 of B	Level 2 of B	1	1	3
C	is in range	Level 1 of C	Level 3 of C	1	1	3
R1	maximize	22.0162	40	1	1	3

Solutions for 6 combinations of categorical factor levels

Number	A'	B	C	P1	Desirability	
1	<u>Level 1 of A</u>	<u>Level 2 of B</u>	<u>Level 3 of C</u>	<u>37.2979</u>	<u>0.851</u>	Selected
2	Level 1 of A	Level 1 of B	Level 3 of C	36.5235	0.807	
3	Level 1 of A	Level 2 of B	Level 2 of C	35.8156	0.767	
4	Level 1 of A	Level 1 of B	Level 1 of C	34.2738	0.682	
5	Level 1 of A	Level 2 of B	Level 1 of C	32.0516	0.558	
6	Level 1 of A	Level 1 of B	Level 2 of C	22.0341	0.001	

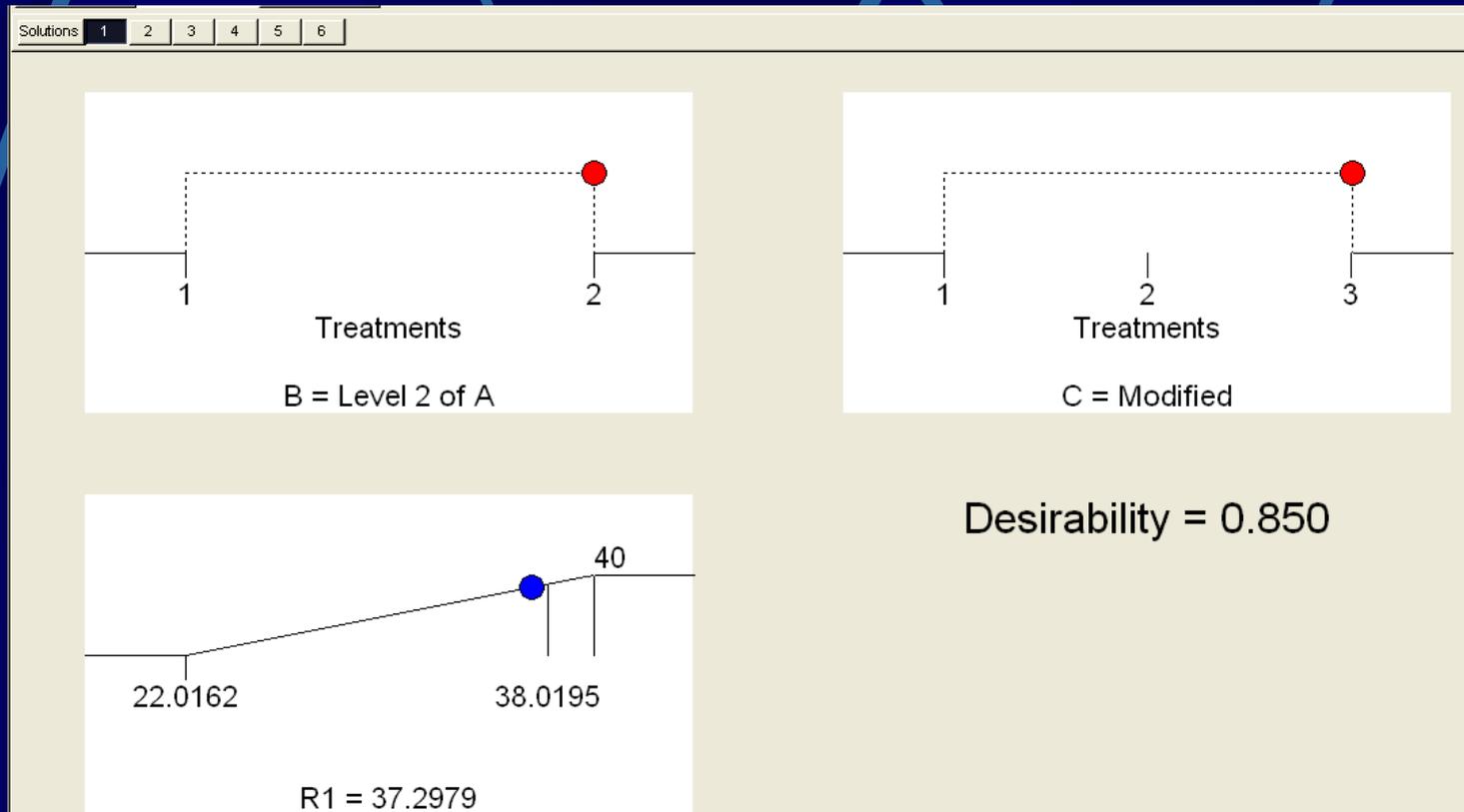
*Has no effect on optimization results.

6 Solutions found

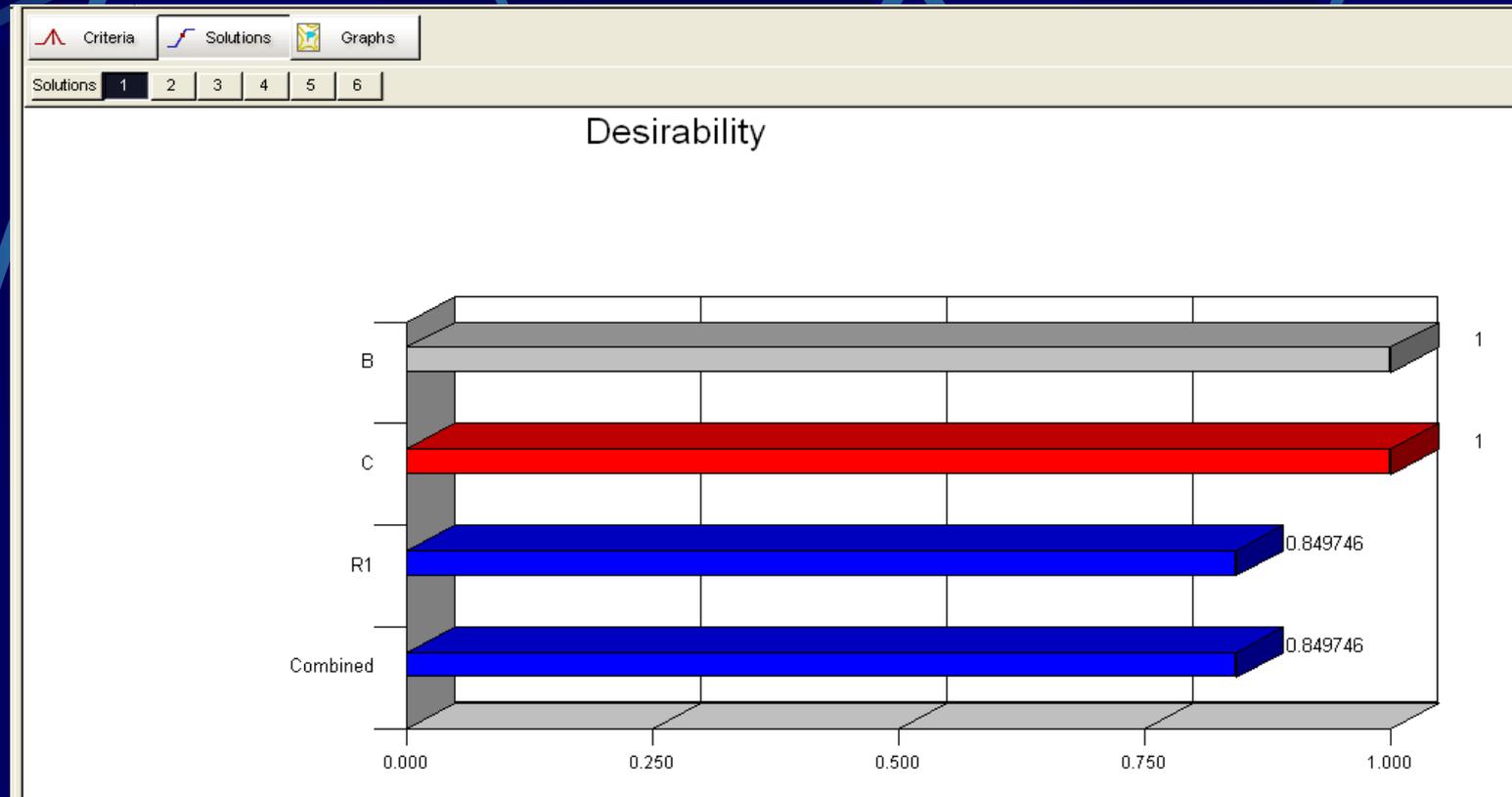
Solutions Tool

- Report
- Ramps
- Bar Graph

最佳化以RAMP表現



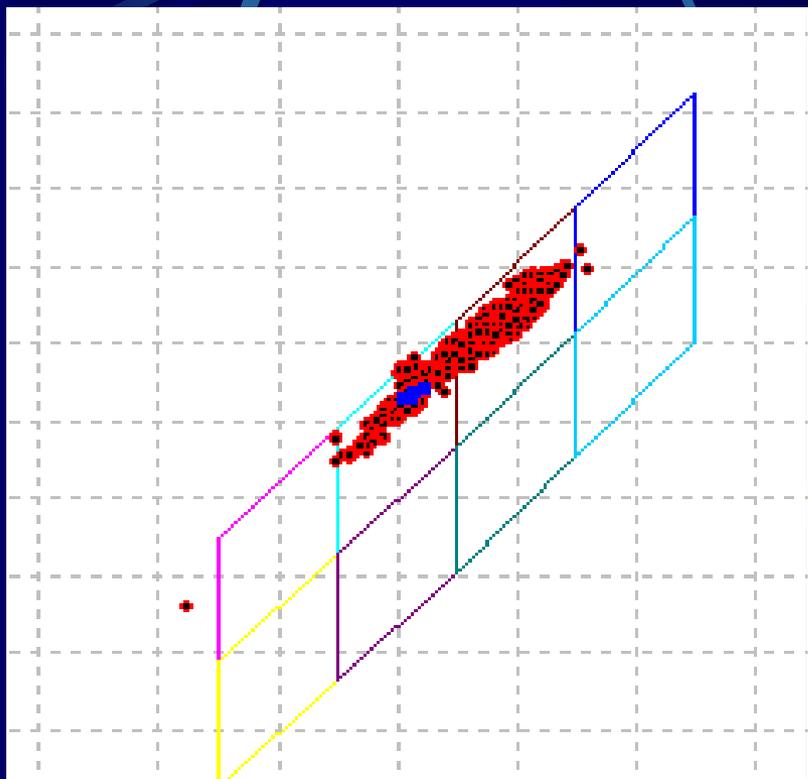
最佳化以長條圖表現



數據的統計分析(色系分布集中度)

舊產出E8A0636-TH

驗證批



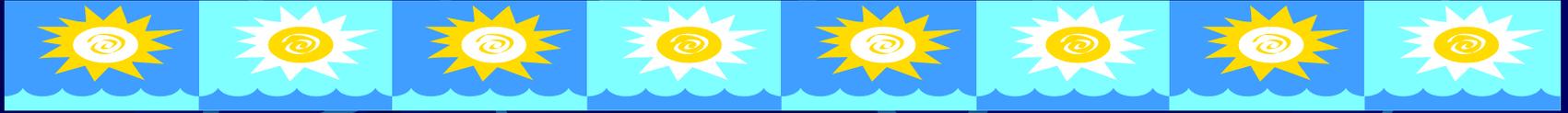
V S



結論

由DOE軟體跑出之顯著因子，B和C (EPOXY)粉末經機台打出之粉末粗細，與粉末混拌的時間經實際驗證後得到如下結果：

1. EPOXY粉末會因機台處理的差異，造成色系集中度有好壞的差別，由本實驗可以看出8500P粉碎機所成型的粉末會有較好的色系集中度。
2. 粉末的混拌時間10min，所得到色系分布集中度最集中。



謝謝指教

敬請指正



主題：HT-V106SP之亮度提升

第二組

組員
黃益良
曾國書
陳明龍
林嘉豪
許浴瓊

大綱

- 實驗目的、動機
- 因子水準
- 測試矩陣設計
- 執行確認實驗
- 數據的統計分析
- 結論及實驗產生的效益

實驗目的、動機

HT-V106SP為應用於背光源之點膠產品，其亮度提升為刻不容緩之議題；本研究將結合光學模擬與實驗設計法，探討幾何結構與材料特性對亮度之影響。

因子水準

原本選定6個因子，然電鍍層光澤度並無具體量測之數值，因此將其剔除；選定之5個因子名稱及範圍如表1所示。藉由 2^{5-1} 部分因子試驗法檢視這些因子對亮度之影響程度。

因子	範圍
碗杯深度(depth)	0.2-0.6 mm
碗杯縱向開口(length)	2.0-3.0 mm
碗杯縱向傾斜角度(angle)	0° - 60°
晶片高度(chip)	0.05-0.20 mm
膠體折射率(silicone)	1.40-1.60

反應變數：由光學模擬所求得之軸向光強度IV(mcd)

測試矩陣設計

2⁴ 部分因子試驗法數據，Factor如下：1.A:depth(碗杯深度) 2.B:length(碗杯縱向開口)3.C:angle(碗杯縱向傾斜角度) 4.D:chip(晶片高度) 5.E:silicone(矽膠折射率)。Response 1:IV(軸向光強度mcd)

Select	Std	Run	Factor 1 A:depth	Factor 2 B:length	Factor 3 C:angle	Factor 4 D:chip	Factor 5 E:silicone	Response 1 Iv
	1	9	0.20	2.00	0.00	0.05	1.60	1735
	2	4	0.60	2.00	0.00	0.05	1.40	1560
	3	11	0.20	3.00	0.00	0.05	1.40	1745
	4	3	0.60	3.00	0.00	0.05	1.60	1615
	5	7	0.20	2.00	60.00	0.05	1.40	1760
	6	1	0.60	2.00	60.00	0.05	1.60	1645
	7	5	0.20	3.00	60.00	0.05	1.60	1805
	8	14	0.60	3.00	60.00	0.05	1.40	1670
	9	2	0.20	2.00	0.00	0.20	1.40	1725
	10	12	0.60	2.00	0.00	0.20	1.60	1605
	11	13	0.20	3.00	0.00	0.20	1.60	1750
	12	10	0.60	3.00	0.00	0.20	1.40	1620
	13	16	0.20	2.00	60.00	0.20	1.60	1770
	14	6	0.60	2.00	60.00	0.20	1.40	1655
	15	15	0.20	3.00	60.00	0.20	1.40	1820
	16	8	0.60	3.00	60.00	0.20	1.60	1680

P-value : 3個顯著因子

The screenshot displays the Minitab ANOVA results for a selected factorial model. The 'Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]' is shown, with a table of results. The factors A-depth, B-length, and C-angle are highlighted with a red box, indicating they are significant. The p-values for these factors are less than 0.0500.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	Significant
Model	88106.25	10	8810.63	63.50	0.0001	significant
A-depth	70225.00	1	70225.00	506.13	< 0.0001	
B-length	3906.25	1	3906.25	28.15	0.0032	
C-angle	12656.25	1	12656.25	91.22	0.0002	
D-chip	506.25	1	506.25	3.65	0.1144	
E-silicone	156.25	1	156.25	1.13	0.3371	
AB	6.25	1	6.25	0.045	0.8403	
BD	25.00	1	25.00	0.18	0.6889	
BE	225.00	1	225.00	1.62	0.2589	
CD	0.000	1	0.000	0.000	1.0000	
DE	400.00	1	400.00	2.88	0.1503	
Residual	693.75	5	138.75			
Cor Total	88800.00	15				

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 Iv

ANOVA for selected factorial model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

The Model F-value of 63.50 implies the model is significant. There is only a 0.01% chance that a "Model F-Value" this large could occur due to noise.

Values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate model terms are significant. In this case A, B, C are significant model terms.

Values greater than 0.1000 indicate the model terms are not significant.

Bookmarks: Top, ANOVA, R-Squared, Coefficients, Equations

單一因子對亮度影響的趨勢(depth)

Design-Expert?Software

Iv

X1 = A: depth

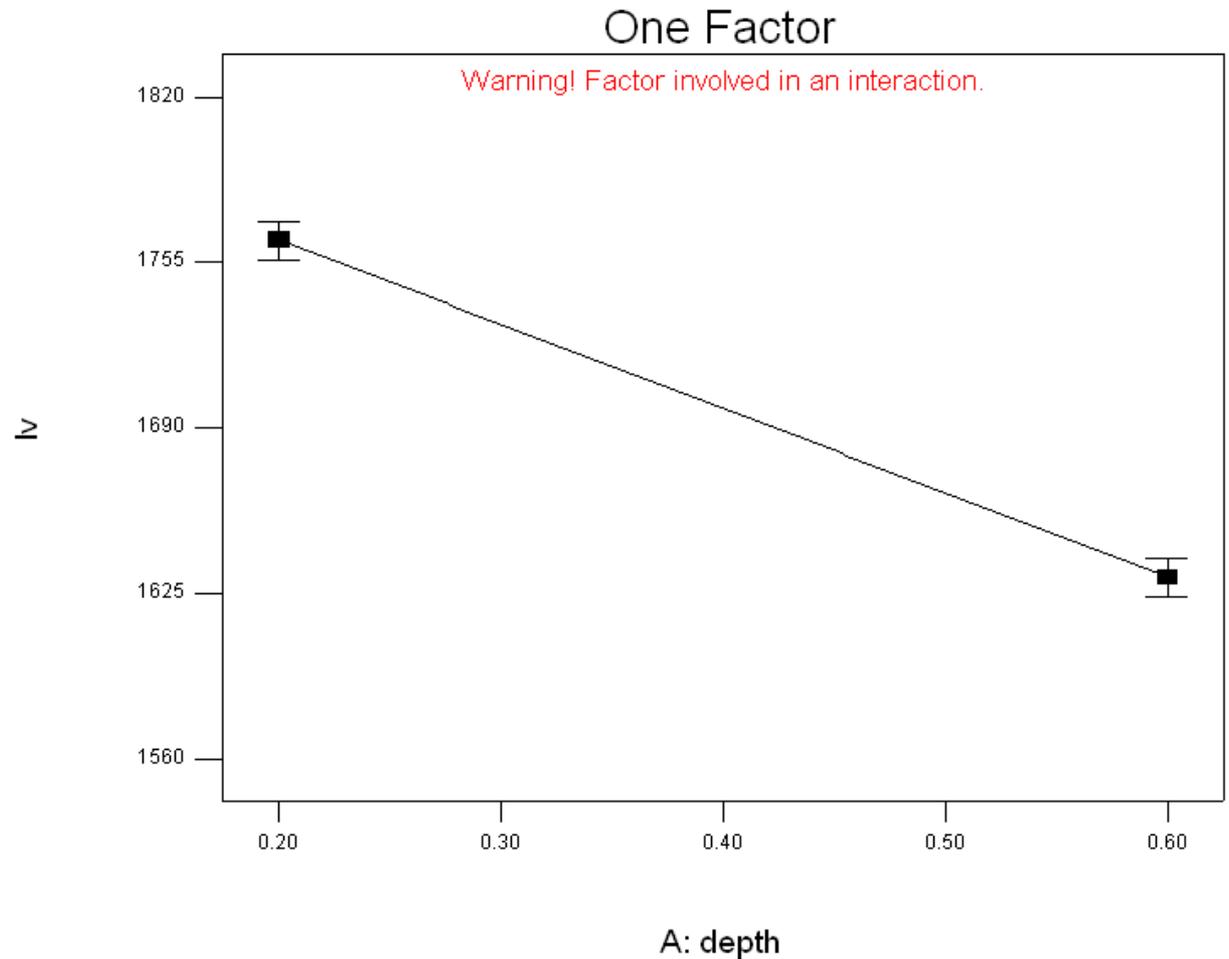
Actual Factors

B: length = 2.50

C: angle = 30.00

D: chip = 0.13

E: silicone = 1.50



單一因子對亮度影響的趨勢(length)

Design-Expert?Software

IV

X1 = B: length

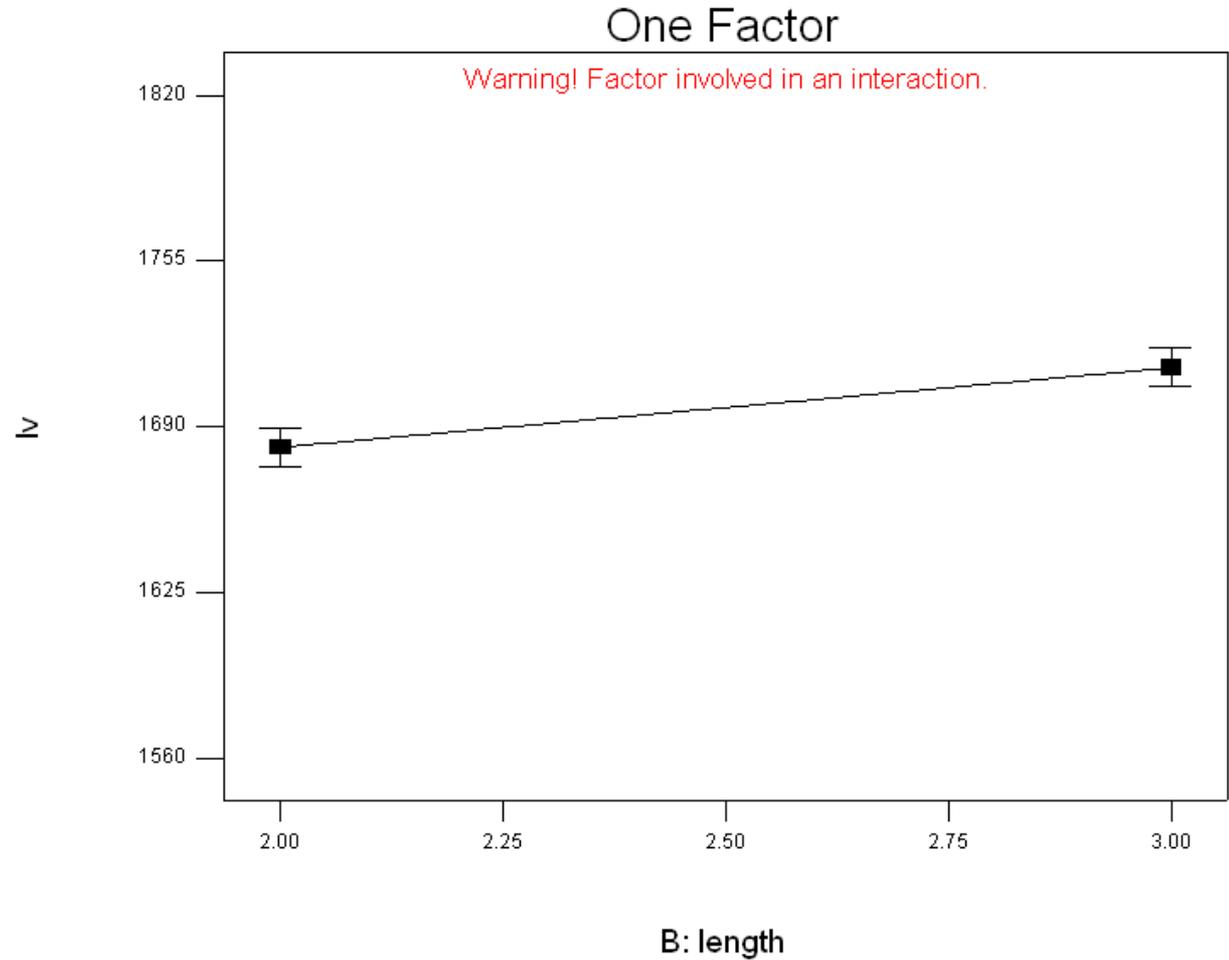
Actual Factors

A: depth = 0.40

C: angle = 30.00

D: chip = 0.13

E: silicone = 1.50



單一因子對亮度影響的趨勢(angle)

Design-Expert?Software

IV

X1 = C: angle

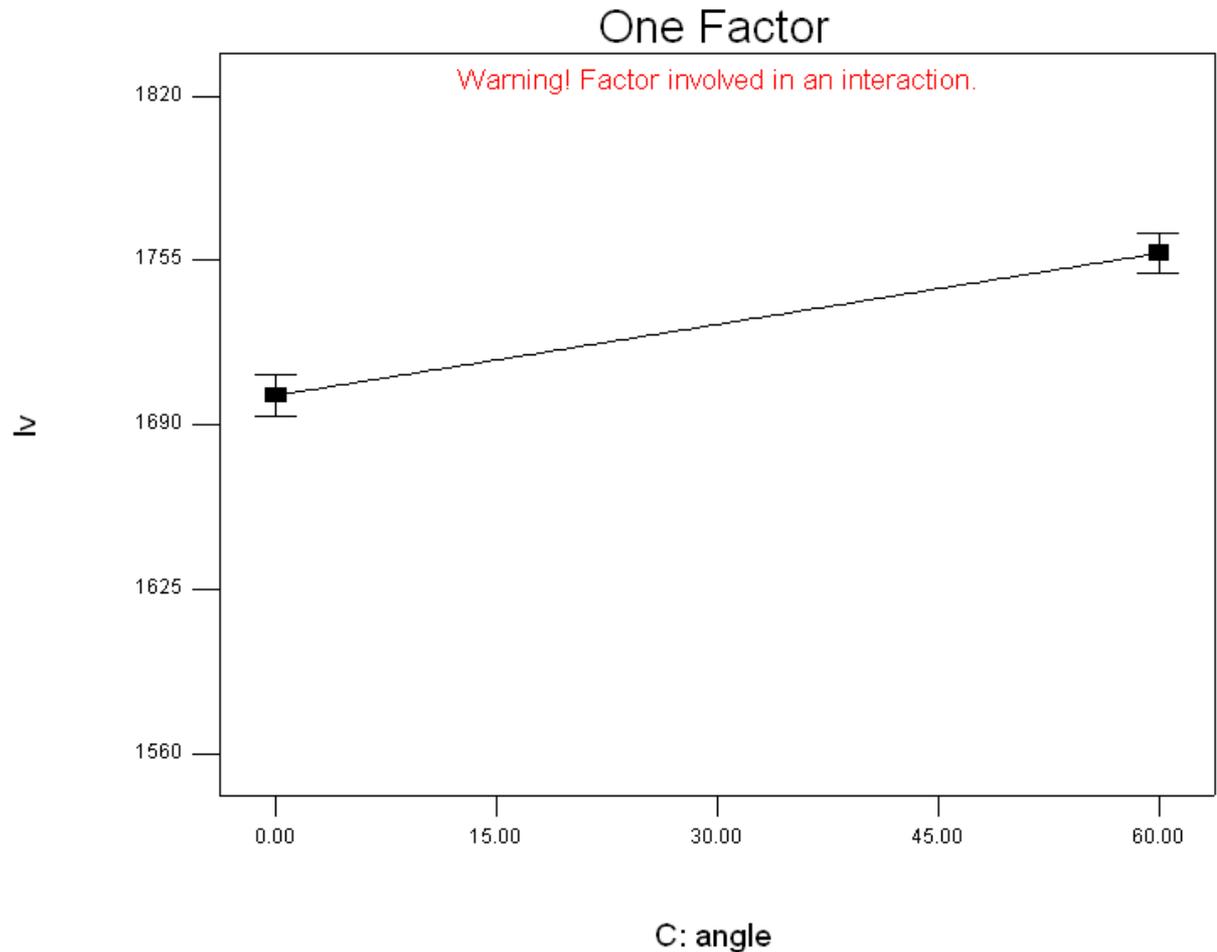
Actual Factors

A: depth = 0.30

B: length = 2.50

D: chip = 0.13

E: silicone = 1.50



部分因子分析結果

從5個因子中找出3個顯著因子：

- 碗杯深度(0.2-0.6mm)
- 碗杯縱向開口(2.0-3.0mm)
- 碗杯縱向傾斜角度(0° - 60°)

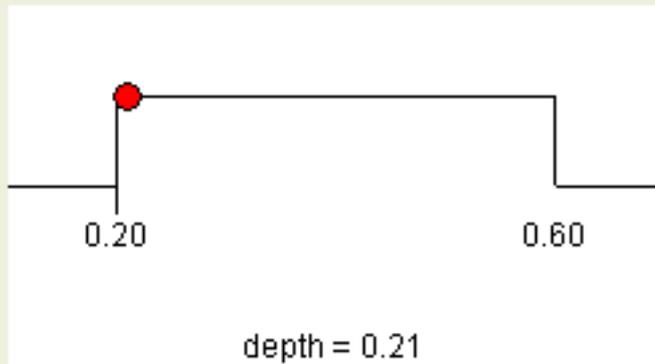
不顯著因子如下：

- 矽膠折射率
- 晶片高度

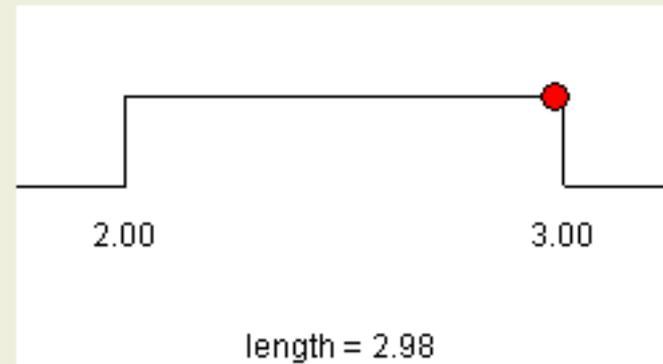
利用反應曲面理論(RESPONSE SURFACE METHODOLOGY, RSM)之BOX-BEHNKEN設計法，可求得亮度與此3因子之關係：

Std	Run	Block	Factor 1 A:depth mm	Factor 2 B:length mm	Factor 3 C:angle degree	Response 1 lv mcd
1	10	Block 1	0.20	2.00	30.00	1749
2	5	Block 1	0.60	2.00	30.00	1611
3	7	Block 1	0.20	3.00	30.00	1792
4	13	Block 1	0.60	3.00	30.00	1655
5	1	Block 1	0.20	2.50	0.00	1744
6	12	Block 1	0.60	2.50	0.00	1603
7	8	Block 1	0.20	2.50	60.00	1777
8	4	Block 1	0.60	2.50	60.00	1655
9	9	Block 1	0.40	2.00	0.00	1639
10	11	Block 1	0.40	3.00	0.00	1675
11	2	Block 1	0.40	2.00	60.00	1733
12	3	Block 1	0.40	3.00	60.00	1752
13	6	Block 1	0.40	2.50	30.00	1695

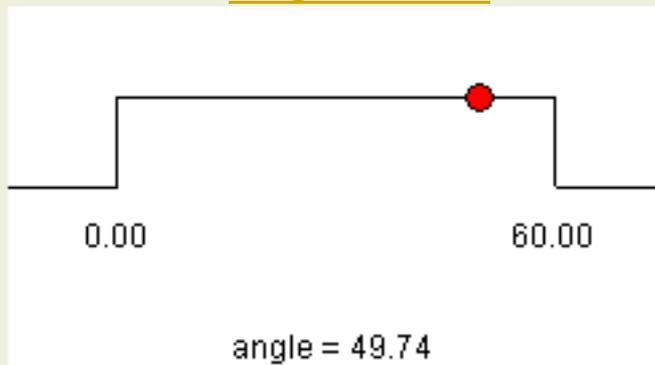
預測其較適當之解：



Depth=0.21

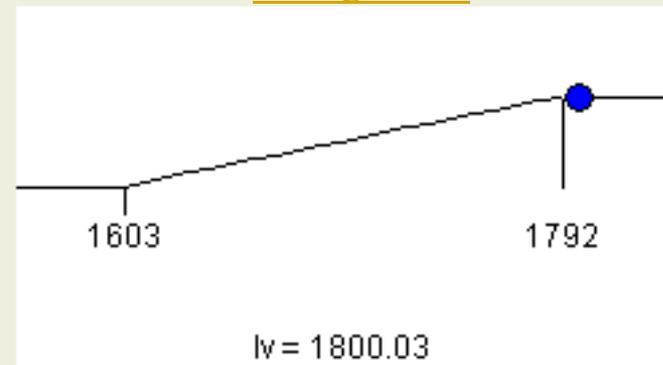


Length=3

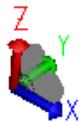
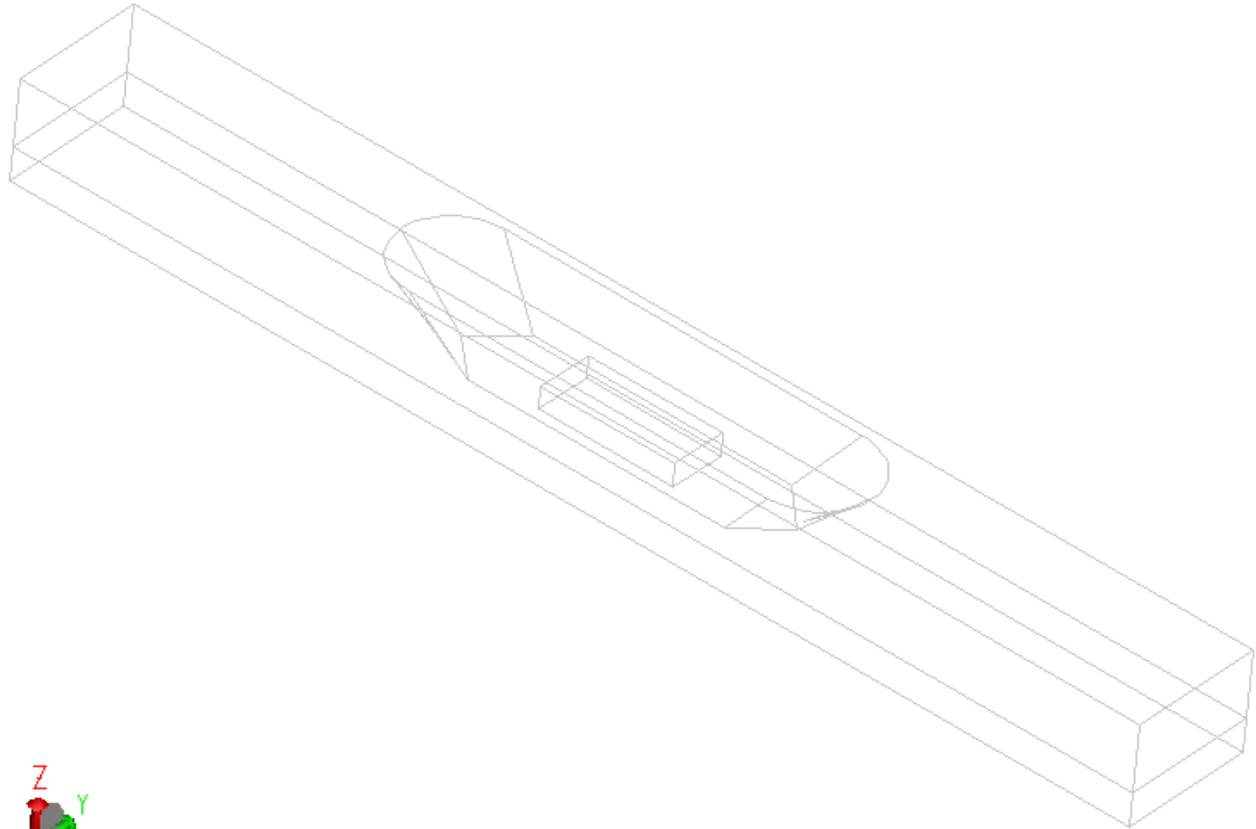


Angle=50

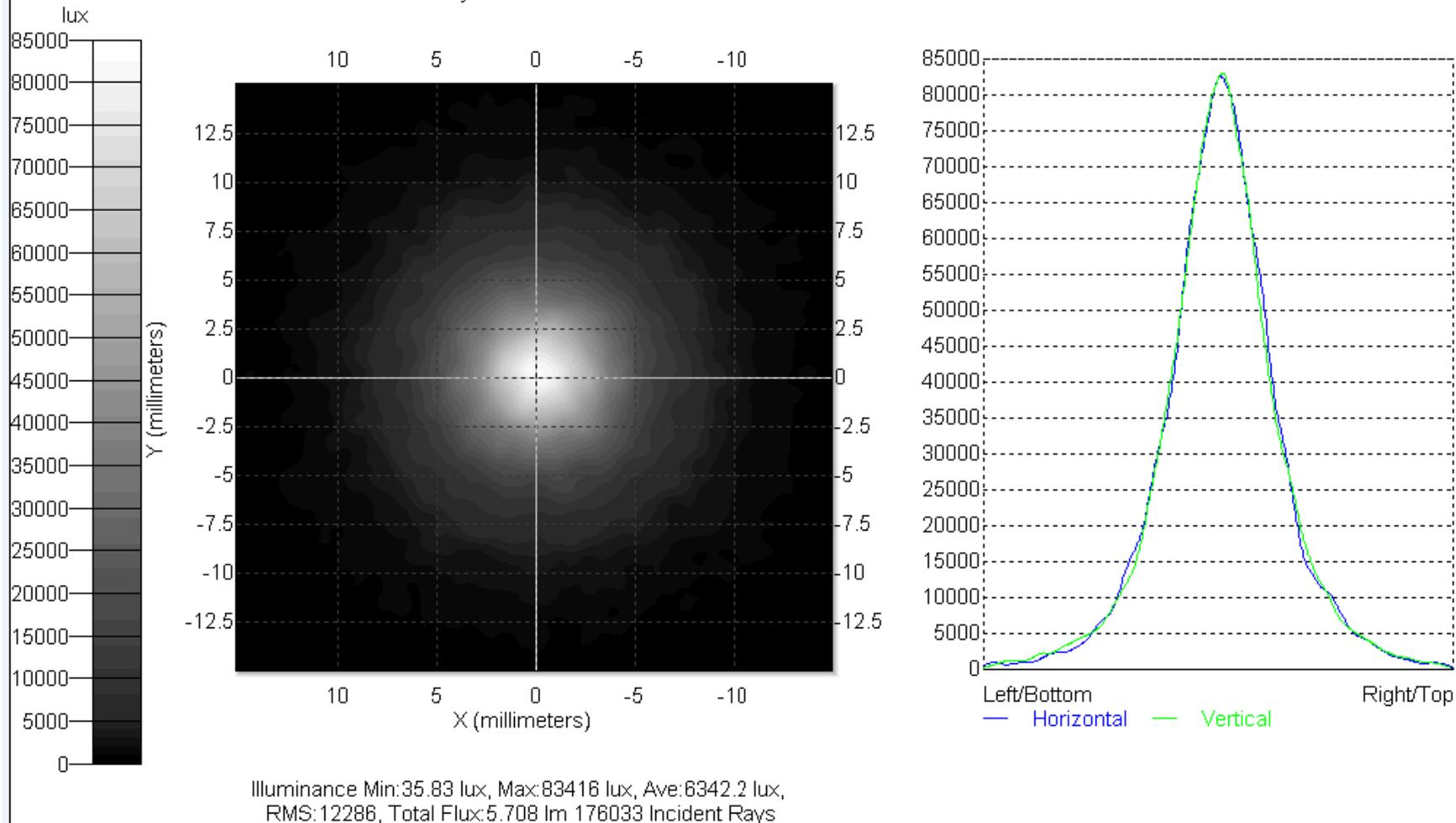
Desirability = 1.000



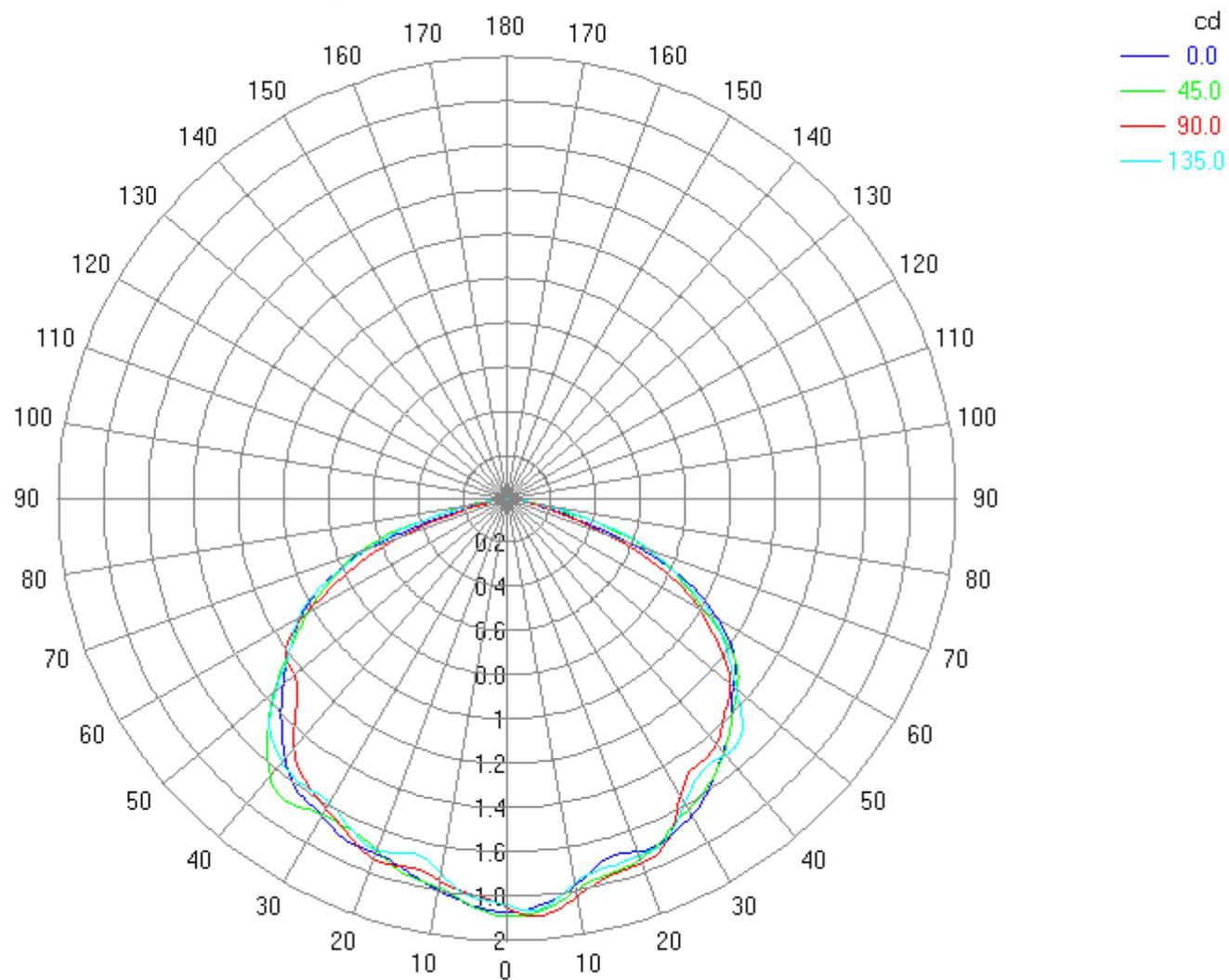
- chip
 - + Surface 0
 - + Surface 1
 - + Surface 2
 - + Surface 3
 - + Surface 4
 - + Surface 5
 - ... Entity 1
 - ... Material from substrate
 - ... Material name sapphire
- + silicone
- + cup
- + base
- Object 5
 - + Surface 0
 - + Surface 1
 - + Surface 2
 - + Surface 3
 - + Surface 4
 - + Surface 5
 - ... Entity 5
 - ... Block
 - ... Material from <None>
 - ... Material name <None>



Total - Illuminance Map for Absorbed Flux
Object 5 Surface 0

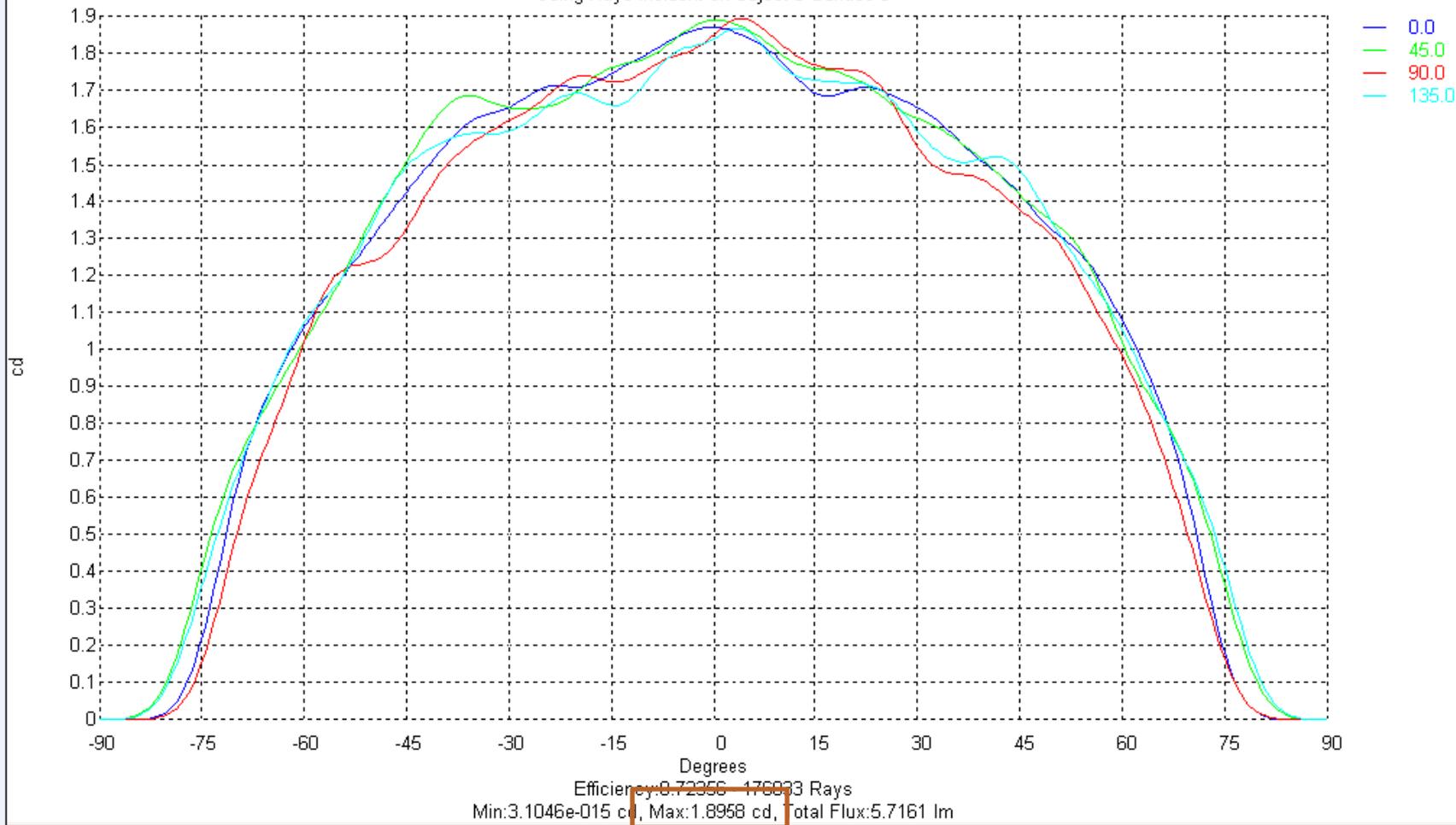


Polar Candela Distribution Plot
Using incident rays on Object 5 Surface 0



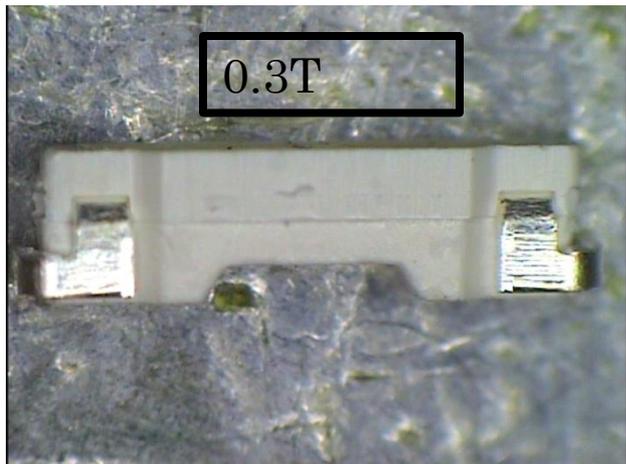
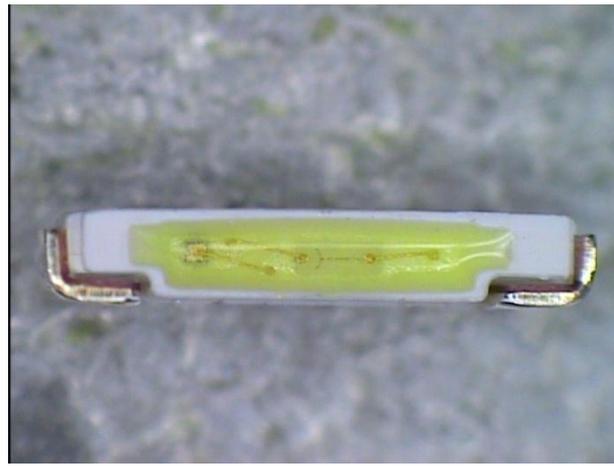
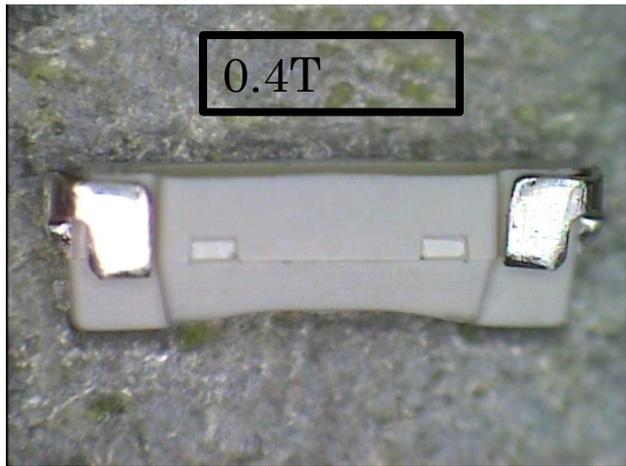
Efficiency: 0.72356 - 176033 Rays
Min: 3.1046e-015 cd Max: 1.8958 cd Total Flux: 5.7161 lm

Rectangular Candela Distribution Plot
Using Rays Incident on Object 5 Surface 0

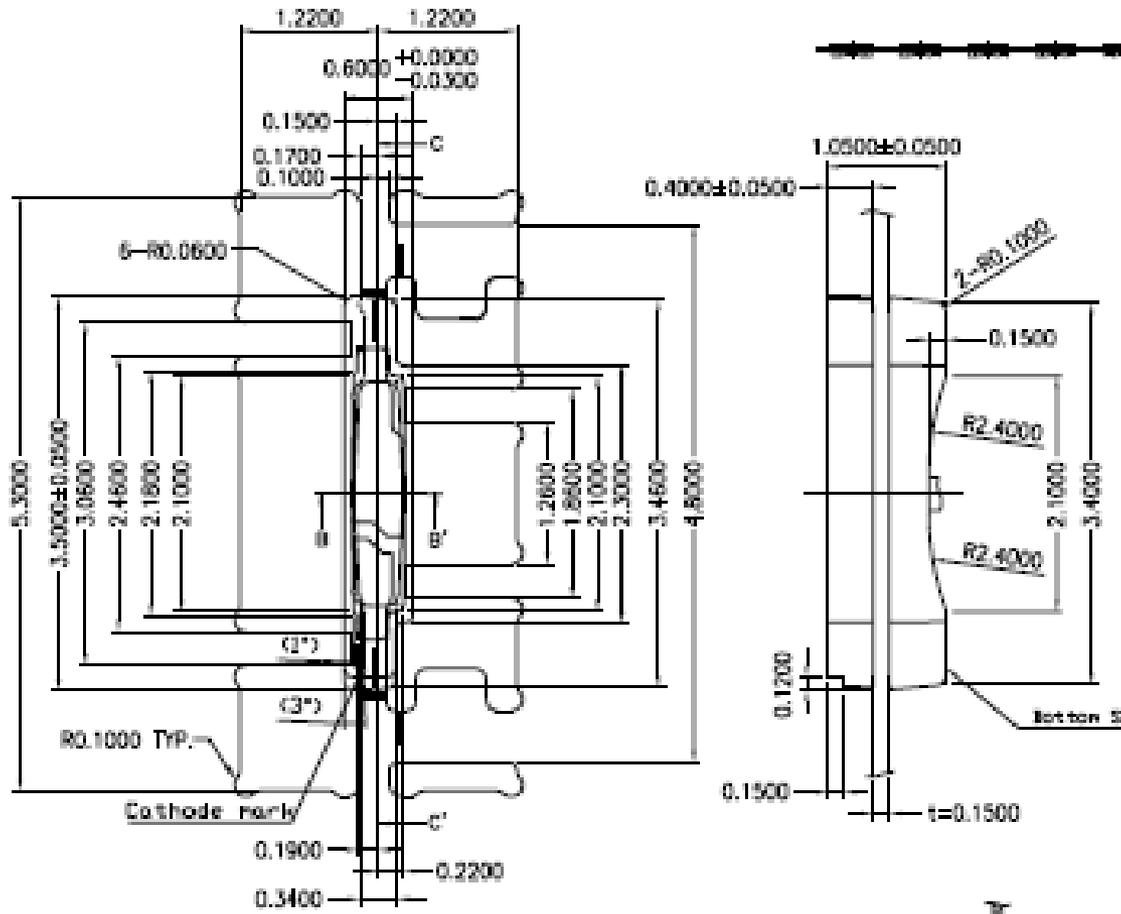


執行確認實驗

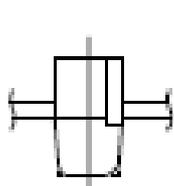
- 取得接近模擬結果尺寸的支架作實際測試



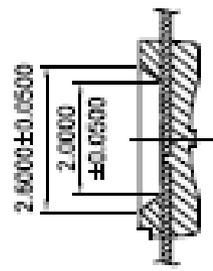
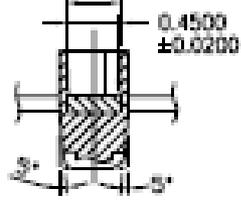
0.4T



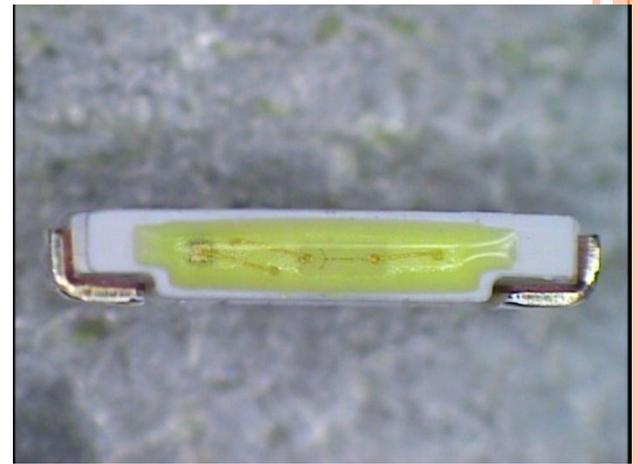
DETAIL A (90°View)



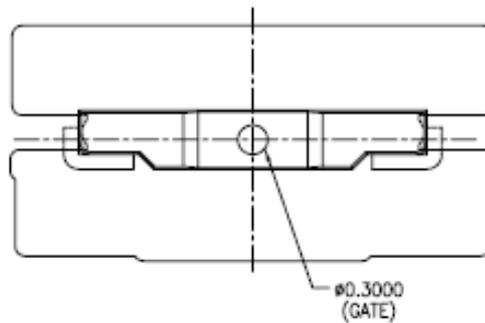
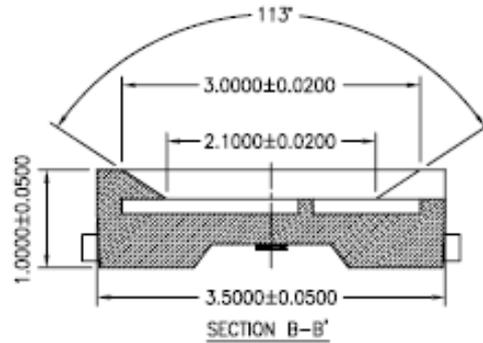
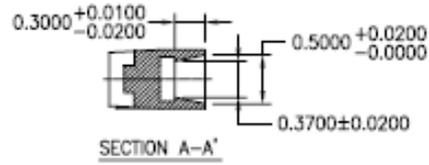
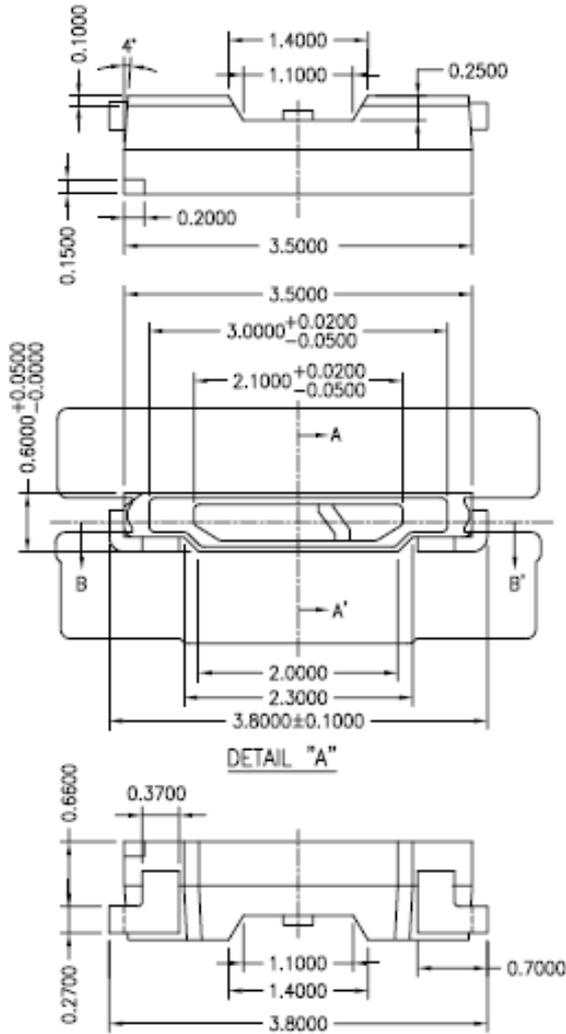
SECTION B-B'



SECTION C-C'



0.3T



數據的統計分析

0.4T AA1 IS量測

Cursor Data:

Cursor	nm	%
1	376.59	3.067E-00
2	785.02	1.653E-00

Between Cursors:

Between	Difference	Integral
1	-408.43 nm	5.6649 m
2	0.141 %	1.4663

MaxCounts [Counts]: 26435
Range : Step [nm]: 377..785
Integration Time [ms]: 25
Averaging: 1

Keithley 2400 Setup:

- Source: Current (0.02 A)
- Voltage protection: 5V
- Voltage: 5V
- Current protection: 0A
- Flow time: 0 ms
- Trigger: Source
- Result: Read? (invalid) (invalid)
- On Top

CIE 1931 2 Chromaticity Diagram:

Observer: CIE1931 2
Integrals: [376.6..785]
 Radiant intensity= 5.6650 mW/sr
 Luminous intensity= 1.4663 cd

Colorimetric:
 $u'v' = 0.1995, 0.4034$
 $xyz = 0.2663, 0.2394, 0.4663$

Illuminant reference:
 Illuminant E(0.3333;0.3333;0.3333)
 Peak = 446.26 nm
 Dominant = 467.63 nm
 Centroid = 515.20 nm
 50%-width = 22.91 nm
 Purity = 0.330
 CCT = 25254 K
 delta Planck = 1.74E-00

Data Table:

NO.	x	y	Wd	lv
1	0.2666728	0.2395292	467.47747	1.454503
2	0.266632	0.2376187	466.83718	1.48272
3	0.2684708	0.2419465	467.42538	1.414828
4	0.265065	0.2358347	466.84127	1.4852
5	0.267059	0.2388728	466.93438	1.504232
6	0.2675389	0.241142	467.657	1.471746
7	0.265993	0.2387176	467.54192	1.545161
8	0.2632525	0.2323884	466.44692	1.406427
9	0.2640551	0.2354512	467.30775	1.417271
10	0.2673406	0.2389258	466.76322	1.42217
11	0.2693125	0.2422742	467.02771	1.470217
12	0.2642536	0.2349277	466.95959	1.436487
13	0.265696	0.2376526	467.25627	1.41115
14	0.2637764	0.2354866	467.49178	1.422309
15	0.2683332	0.2409007	467.03656	1.535134
16	0.2675222	0.2386066	466.47996	1.540315
17	0.2668639	0.2411894	468.09977	1.483615
18	0.2677226	0.238893	466.47891	1.526839
19	0.2660972	0.2383644	467.32007	1.477959
20	0.2663086	0.2393549	467.62875	1.466286

0.3T AA1 IS量測

SpectralAnalysis1

Cursor	1	2	Between	Difference	Integral	MaxCounts [Counts]	27479
nm	376.59	785.02	1	-408.43 nr	5.6728 m	Range : Step [nm]	377..785
%	3.343E-001	1.730E-001	2	0.161 %	1.5138	Integration Time [ms]	25
						Averaging	1

Keithley 2400 Setup

Source: Current (0.02 A)

Voltage protection: 5 V

Voltage (5 V)

Current protection: 0 A

Flow time: 0 ms

Trigger: Source, Delay, Measure

Result: Read? (invalid) (invalid)

On Top

SpreadSheet1 (D:\ERICLI\VF1\VF2.TXT)

Data: SpectralAnalysis1_Stack_Chromaticity_x

	A	B	C	D	E	A
27		0.2707855	0.2498276	469.51039	1.546470	1 0.2691988
28		0.2693067	0.2467421	469.04983	1.562738	2 0.2703581
29		0.2712299	0.2497533	469.2242	1.557406	3 0.2682027
30		0.2705975	0.2473368	468.53284	1.552342	4 0.2697939
31		0.2717748	0.2521477	469.94818	1.569397	5 0.2690216
32		0.2686466	0.2445108	468.46686	1.566199	6 0.2683083
33		0.2687163	0.2456855	468.93996	1.52404	7 0.2657536
34		0.2718045	0.2528445	470.22164	1.553619	8 0.2714697
35		0.2697634	0.245478	468.21744	1.555497	9 0.2697788
36		0.269775	0.2461974	468.52756	1.551621	
37		0.2724105	0.2494945	468.38166	1.534007	
38		0.267789	0.2453657	469.3227	1.581077	
39		0.271981	0.250256	469.00564	1.527187	
40		0.271267	0.25108	469.77442	1.573415	
41		0.2677138	0.2426767	468.23077	1.46517	
42		0.2705279	0.2510886	470.18699	1.571318	
43		0.2695068	0.2464021	468.78124	1.518181	
44		0.2714741	0.2497001	469.06115	1.53915	
45		0.2704656	0.2489066	469.3009	1.547516	
46		0.2666266	0.2404779	467.93517	1.538291	
47		0.2695534	0.2476959	469.30693	1.513831	
48						

CIE 1931 2

Observer: CIE1931 2

Integrals: [376.6..785]

Radiant intensity= 5.6728 mW/sr

Luminous intensity= 1.5138 cd

Colorimetric:

u'v'=0.1984 ; 0.4103

xyz=0.2696 ; 0.2477 ; 0.

Illuminant reference:

Illuminant E(0.3333;0.3333;0.3333)

Peak =446.92 nr

Dominant =469.31 nr

Centroid =517.61 nr

50%-Width =21.03 nm

Purity =0.307

CCT =18599 K

delta Planck =1.50E-00

Spectral data /CRI/

0.4T與0.3T IV值比較

0.4T					0.3T				
x	y	Wd	Iv	*K值	x	y	Wd	Iv	*K值
0.266673	0.239529	467.4775	1.454504	1730.859	0.270358	0.250313	469.9628	1.568809	1866.883
0.26632	0.237619	466.8372	1.482726	1764.444	0.269794	0.24655	468.6725	1.572522	1871.301
0.268471	0.241946	467.4254	1.414828	1683.645	0.269779	0.249025	469.7394	1.542718	1835.835
0.265065	0.235835	466.8413	1.48523	1767.424	0.26987	0.248968	469.6638	1.601702	1906.025
0.267059	0.238873	466.9344	1.504233	1790.037	0.268954	0.248375	469.9259	1.585166	1886.347
0.267539	0.241142	467.657	1.471746	1751.378	0.272185	0.251782	469.5484	1.522769	1812.095
0.265993	0.238718	467.5419	1.545162	1838.742	0.271254	0.251601	470.0086	1.540412	1833.09
0.263252	0.232388	466.4469	1.406427	1673.649	0.271957	0.252552	470.0192	1.558709	1854.864
0.264055	0.235451	467.3078	1.417271	1686.553	0.267736	0.244881	469.1557	1.521036	1810.033
0.267341	0.238926	466.7632	1.422174	1692.387	0.267642	0.244774	469.1634	1.520116	1808.938
0.269313	0.242274	467.0277	1.470218	1749.559	0.270079	0.249552	469.7945	1.565609	1863.074
0.264254	0.234928	466.9596	1.436487	1709.42	0.26802	0.243873	468.5625	1.532459	1823.626
0.265696	0.237653	467.2563	1.411154	1679.273	0.270786	0.249828	469.5104	1.54647	1840.3
0.263776	0.235487	467.4918	1.42231	1692.548	0.269307	0.246742	469.0498	1.562739	1859.659
0.268333	0.240901	467.0366	1.535135	1826.81	0.27123	0.249753	469.2242	1.557406	1853.313
0.267522	0.238607	466.48	1.540316	1832.976	0.270597	0.247337	468.5328	1.552342	1847.287
0.266864	0.241189	468.0998	1.483616	1765.503	0.271775	0.252148	469.9482	1.569398	1867.583
0.267723	0.238893	466.4789	1.52684	1816.939	0.268647	0.244511	468.4669	1.5662	1863.778
0.266097	0.238364	467.3201	1.477959	1758.772	0.268716	0.245686	468.94	1.524049	1813.618
0.266309	0.239355	467.6287	1.466286	1744.881	0.271804	0.252845	470.2216	1.55362	1848.807
		AVG	1.468731	1747.79			AVG	1.553212	1848.323

結論與實驗產生的效益

此實驗針對V106現有可取得的支架，使用相同晶片規格與螢光粉，比對不同支架設計，所產生對封裝完成產品亮度的表現，實驗結果發現不同的支架尺寸設計對亮度有直接且明顯的影響。

實驗結果：

支架尺寸	產出色塊	測試亮度(mcd)
0.4T	AA1	1747
0.3T	AA1	1848

DOE實驗效益：

由此實驗可發現，利用DOE模擬可減少傳統Trial and error 方式，進行研發測試模具開立造成時間與金錢的浪費，可在有限的資源下取得最保險的數據進行實測，完成所期待的結果。

第三組

HT-S91 二錒點 Bond-ability

組員:

楊昌洪/黃生郎/張益豪/張志偉/林建光

內容概要

- 1、實驗目的、動機
- 2、因子水準
- 3、測試矩陣設計
- 4、執行確認實驗
- 5、數據的統計分析
- 6、結論及實驗產生的效益

實驗目的與動機

HT-S91系列為金線之產品。

須確保客戶端有完整良好之功能性,本研究結合DOE實驗設計的方式驗證,有效的找出第一銲點對產品之最佳組合。

實驗背景



因子水準

1. 依照魚骨圖分析, 最影響為參數之設定。
2. 選定重要參數為可控因子, 其因子與範圍如下:

因子	範圍
Power(能量 mw)	60-80-100
Time(時間 ms)	15-20-25
Force (壓力 gf)	60-80-100
Temperature (溫度 °C)	100-125-150

3. 藉由填口方式L9(3^4)部分因子試驗法檢視這些因子對推力之影響程度
4. 判定標準:
 - 拉力:>8gf
 - 推力:>50gf
 - 殘金量:>70%

測試矩陣設計

3⁴ 部分因子試驗法數據，

Factor:

A:Power(能量) 2.B:time (時間) 3.C:Force (壓力) 4.D:Temp(溫度)

Response :

1.拉力 2.推力 3.殘金量

Select	Std	Run	Factor 1 A:Power	Factor 2 B:Time	Factor 3 C:Force	Factor 4 D:Temperature	Response 1 wire pull	Response 2 Ball shear	Response 3 Gold Volume
	1	3	1	1	1	1	16.16	52.69	58
	2	2	1	2	2	2	16.14	77.68	66
	3	9	1	3	3	3	16.15	81.89	69
	4	7	2	1	2	3	16.16	87.29	75
	5	6	2	2	3	1	16.11	91.26	71
	6	1	2	3	1	2	16.35	61.79	57
	7	4	3	1	3	2	16.31	99.15	75
	8	5	3	2	1	3	16.41	68.64	59
	9	8	3	3	2	1	16.41	92.47	72

分析 wire pull

Design-Expert? Software
Transformed Scale
Sqrt(wire pull)

● Design Points

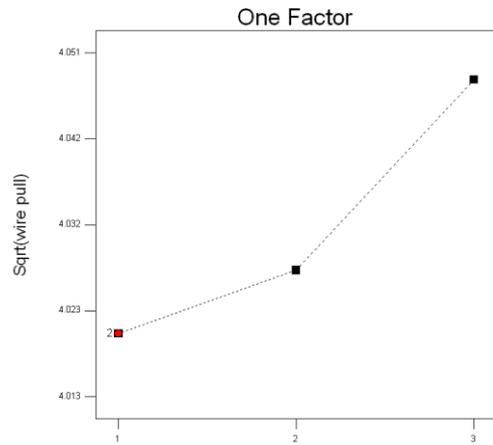
X1 = A: Power

Actual Factors

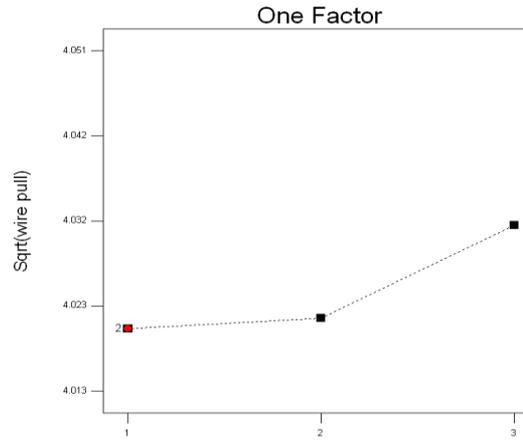
B: Time = 1

C: Force = 1

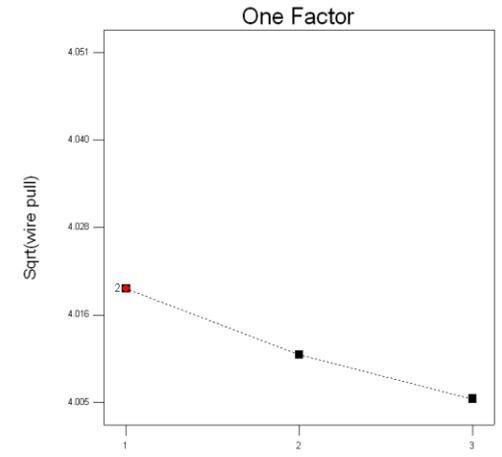
D: Temperature = 1



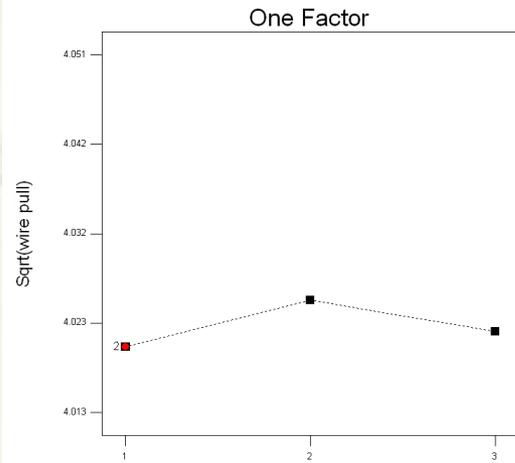
A: Power



B: Time



C: Force



D: Temperature



分析 Ball shear

Design-Expert?Software

Ball shear

● Design Points

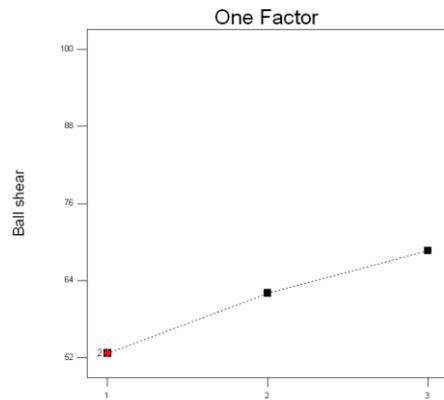
X1 = A: Power

Actual Factors

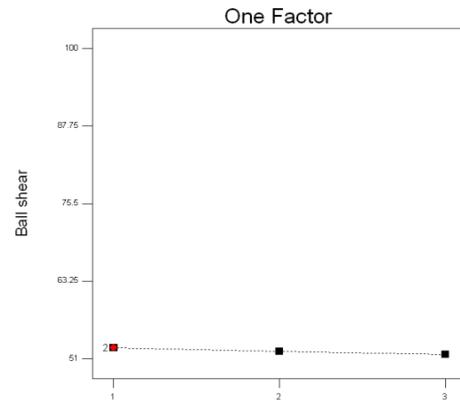
B: Time = 1

C: Force = 1

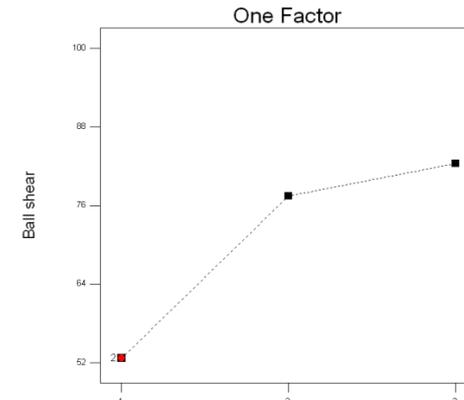
D: Temperature = 1



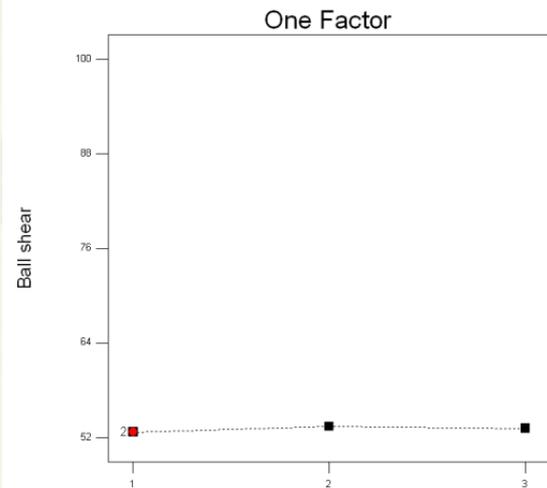
A: Power



B: Time



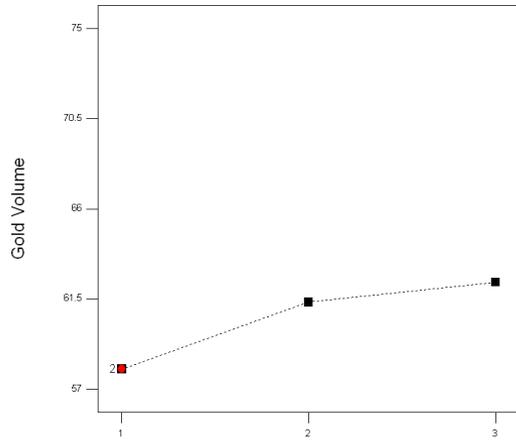
C: Force



D: Temperature

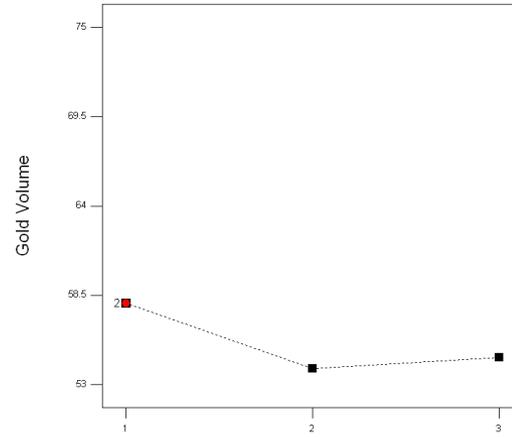
分析 殘金量

One Factor



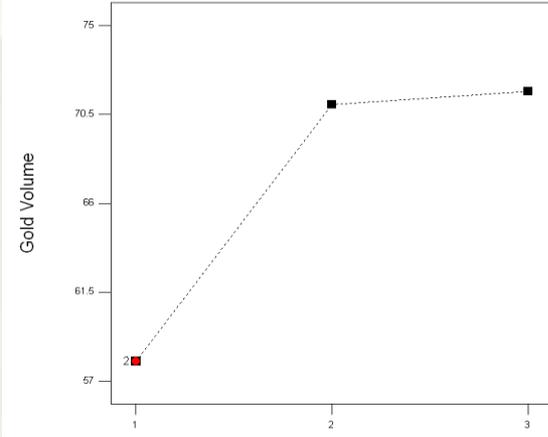
A: Power

One Factor



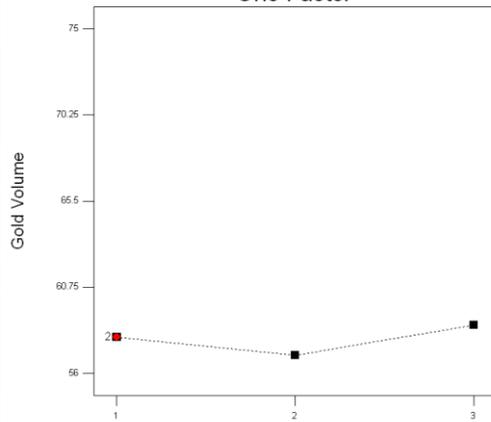
B: Time

One Factor



C: Force

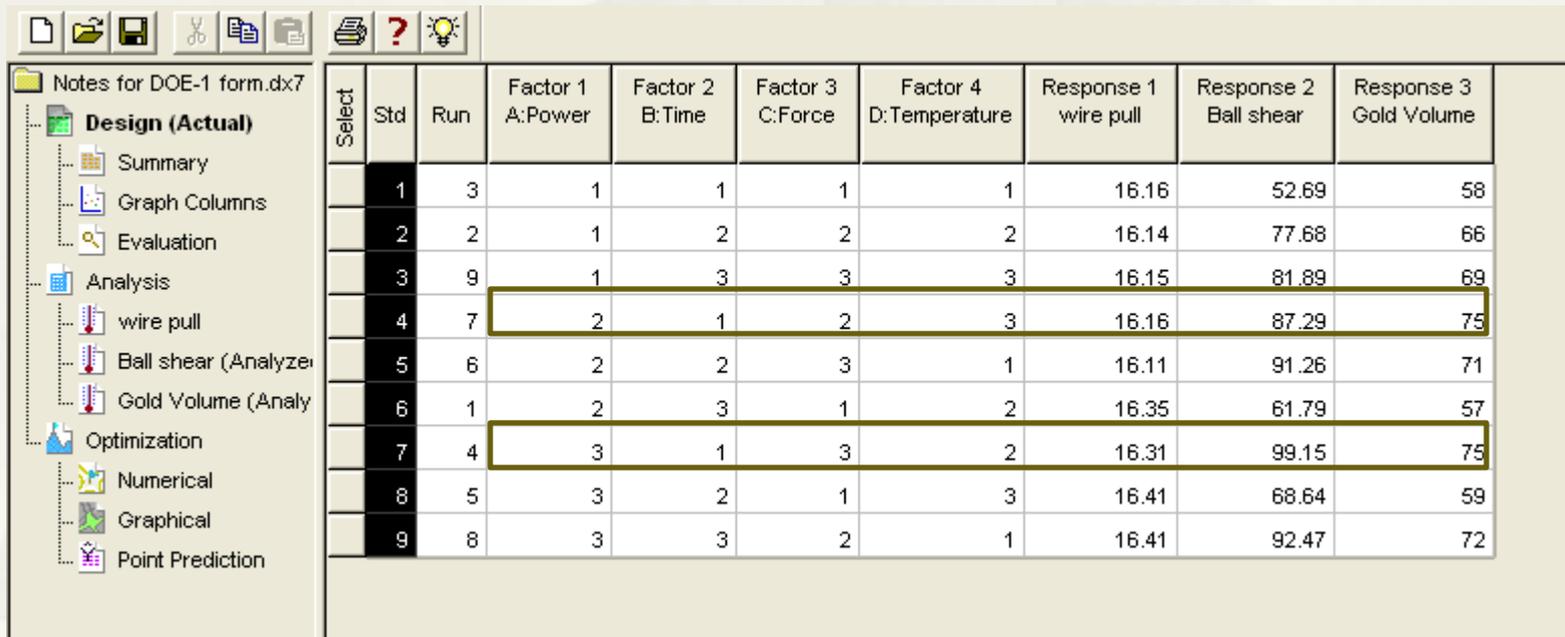
One Factor



D: Temperature

結論

1. 依照回饋之標準,其最佳之參數為第4與第7組



The screenshot shows the Minitab software interface with a DOE table. The table has 10 columns: Select, Std, Run, Factor 1 A: Power, Factor 2 B: Time, Factor 3 C: Force, Factor 4 D: Temperature, Response 1 wire pull, Response 2 Ball shear, and Response 3 Gold Volume. The 'Select' column has checkboxes for each row. Rows 4 and 7 are highlighted with a thick yellow border, indicating they are the optimal parameter sets.

Select	Std	Run	Factor 1 A: Power	Factor 2 B: Time	Factor 3 C: Force	Factor 4 D: Temperature	Response 1 wire pull	Response 2 Ball shear	Response 3 Gold Volume
<input type="checkbox"/>	1	3	1	1	1	1	16.16	52.69	58
<input type="checkbox"/>	2	2	1	2	2	2	16.14	77.68	66
<input type="checkbox"/>	3	9	1	3	3	3	16.15	81.89	69
<input checked="" type="checkbox"/>	4	7	2	1	2	3	16.16	87.29	75
<input type="checkbox"/>	5	6	2	2	3	1	16.11	91.26	71
<input type="checkbox"/>	6	1	2	3	1	2	16.35	61.79	57
<input checked="" type="checkbox"/>	7	4	3	1	3	2	16.31	99.15	75
<input type="checkbox"/>	8	5	3	2	1	3	16.41	68.64	59
<input type="checkbox"/>	9	8	3	3	2	1	16.41	92.47	72

2. 此次實驗足以證明廠內之原參數設定已達最佳化設定。
現有Range: P:80-100 , T:15-20, F:80-100, T:125-150.

第4組 DOE實驗

增加F168 反光杯的推力

組員：
范瑞琴 周美蓉 林綠梅
丁玉茹 王俊傑 劉文豐

增加F168 反光杯的推力

DOE實驗-內容概要

- 1、實驗目的、動機
- 2、實驗背景-要因分析圖
- 3、因子水準
- 4、測試矩陣設計
- 5、執行測試實驗
- 6、數據的統計分析
- 7、執行確認實驗
- 8、結論及實驗產生的效益

一、研究動機：CONTROLLABLE

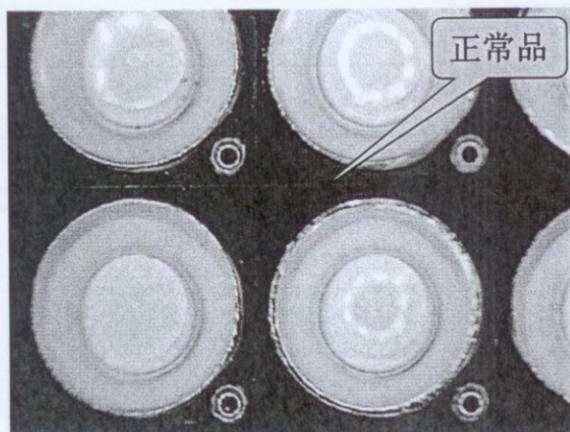
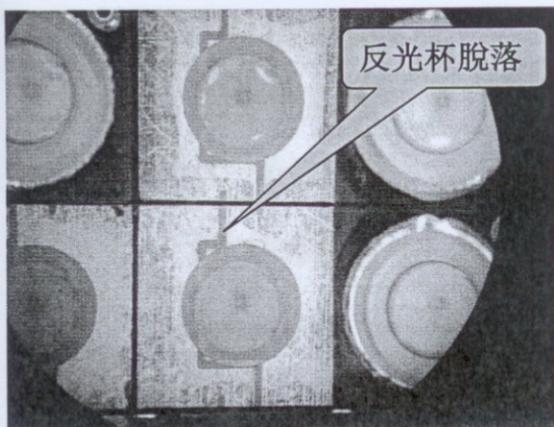
• 研究動機及主題概述

因F168反光杯脫落問題，造成生產的良率過低以及客訴的問題，想借由此實驗找出量產最佳化之條件。

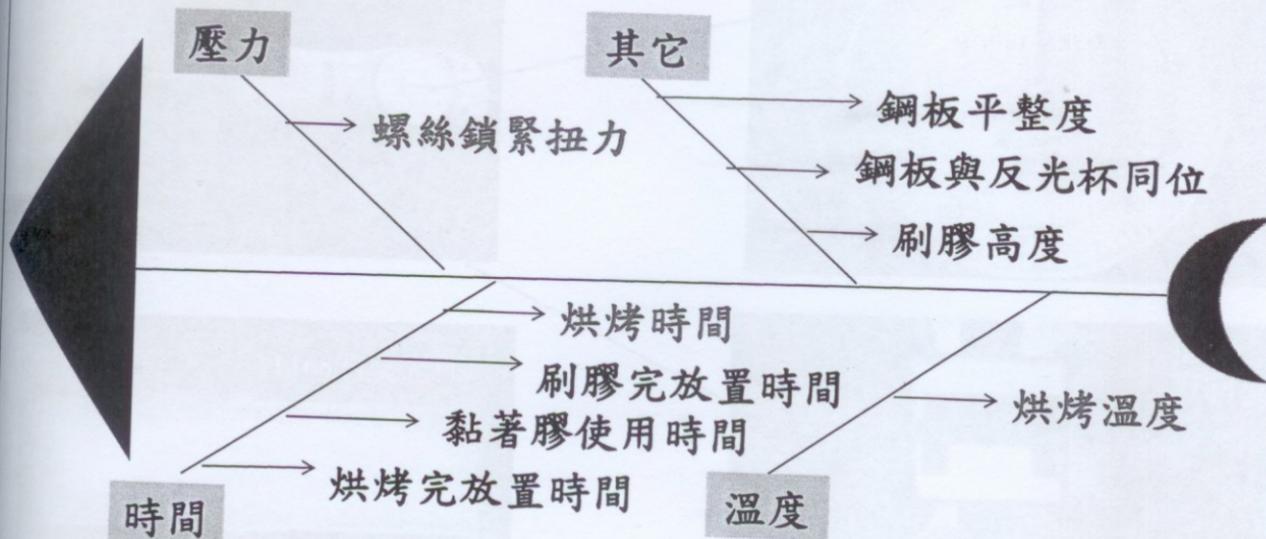
input	output	可控制因子	非控制因子
反光杯片	半成品	烘烤溫度	反光杯平整度
黏著膠		烘烤時間	黏著膠
網板		刷膠高度	
刮刀		螺絲鎖緊壓力	
壓合治具			

一、實驗目的

F-168是應用於手機之閃光燈。防止反光杯脫落的問題是刻不容緩之議題；本研究將結合DOE實驗設計的方式驗證，能有效的找出『烘烤條件』對反光杯脫落問題的改善。



二、實驗背景-魚骨圖：CONTROLLABLE

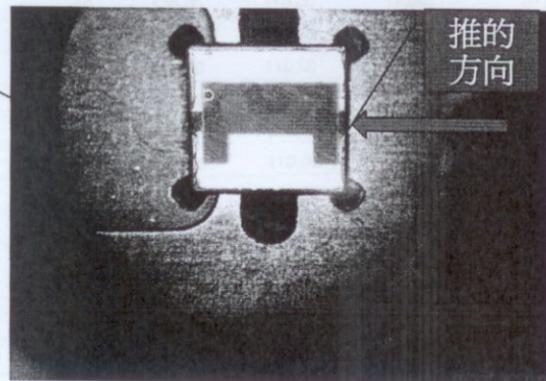
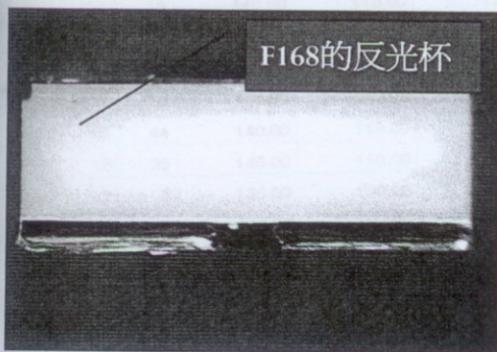
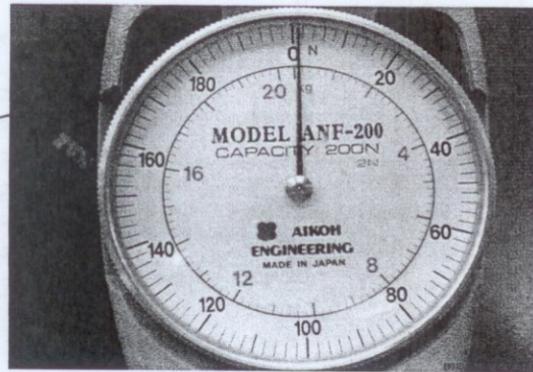
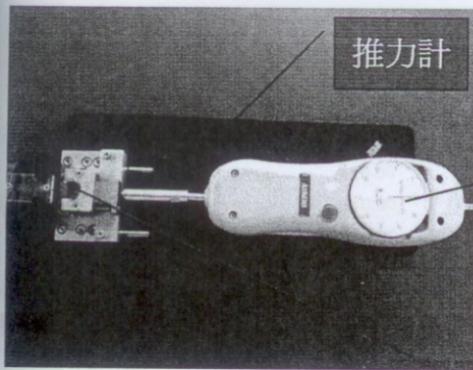


三、因子水準

原本是選定4個因子，因刷膠高度並無具體量測之數值，因此將其剔除；固選定3個因子、名稱及範圍如下表所示。藉由 2^{4-1} 部分因子試驗法，檢視這些因子對反光杯推力之影響程度。

可控制因子	範圍
A：烘烤溫度	135°C - 140°C
B：烘烤時間	110min - 120min
C：螺絲鎖緊扭力	12-17 kg/cm

判定方法：測試反光杯推力的方法



四、測試矩陣設計

四、測試矩陣設計

借由以下的實驗來判定：反光杯的推力是否增加？
 2^3 部分因子試驗法數據，Factor如下：

- 1 .A:temp(溫度)
- 2 .B:time (時間)
- 3 .C:pressure (螺絲鎖緊扭力)

Response 1: 反光杯的推力

五、執行測試實驗結果

Select	Std	Run	Factor 1 A:temp	Factor 2 B:time	Factor 3 C:pressure	Response 1 force	Select	Std	Run	Factor 1 A:temp	Factor 2 B:time	Factor 3 C:pressure	Response 1 force
	1	31	135.00	110.00	12.00	17.5		23	42	135.00	120.00	12.00	20
	2	37	135.00	110.00	12.00	17		24	54	135.00	120.00	12.00	16
	3	14	135.00	110.00	12.00	10.5		25	2	140.00	120.00	12	18.5
	4	27	135.00	110.00	12.00	20		26	55	140.00	120.00	12.00	23
	5	60	135.00	110.00	12.00	18		27	50	140.00	120.00	12.00	22.5
	6	53	135.00	110.00	12.00	21		28	5	140.00	120.00	12.00	19.5
	7	39	135.00	110.00	12.00	20		29	32	140.00	120.00	12.00	22
	8	13	135.00	110.00	12.00	14.5		30	43	140.00	120.00	12.00	24.5
	9	19	140.00	110.00	12.00	22.5		31	12	140.00	120.00	12.00	20
	10	20	140.00	110.00	12.00	23		32	46	140.00	120.00	12.00	21
	11	18	140.00	110.00	12.00	24		33	10	135.00	110.00	17.00	20
	12	4	140.00	110.00	12.00	18		34	38	135.00	110.00	17.00	20
	13	48	140.00	110.00	12.00	24		35	30	135.00	110.00	17.00	17.5
	14	16	140.00	110.00	12.00	15		36	64	135.00	110.00	17.00	19
	15	44	140.00	110.00	12.00	24		37	47	135.00	110.00	17.00	22
	16	25	140.00	110.00	12.00	24		38	15	135.00	110.00	17.00	18
	17	8	135.00	120.00	12.00	16		39	24	135.00	110.00	17.00	20
	18	45	135.00	120.00	12.00	19		40	23	135.00	110.00	17.00	16
	19	36	135.00	120.00	12.00	11		41	51	140.00	110.00	17.00	19
	20	34	135.00	120.00	12.00	15		42	1	140.00	110.00	17.00	18
	21	58	135.00	120.00	12.00	20.5		43	9	140.00	110.00	17.00	17.5
	22	22	135.00	120.00	12.00	23		44	7	140.00	110.00	17.00	24

五、執行測試實驗結果

Select	Std	Run	Factor 1 A:temp	Factor 2 B:time	Factor 3 C:pressure	Response 1 force
	45	57	140.00	110.00	17.00	22
	46	17	140.00	110.00	17.00	24.5
	47	33	140.00	110.00	17.00	24
	48	35	140.00	110.00	17.00	21
	49	28	135.00	120.00	17.00	17
	50	41	135.00	120.00	17.00	21
	51	26	135.00	120.00	17.00	21
	52	61	135.00	120.00	17.00	21
	53	6	135.00	120.00	17.00	22
	54	59	135.00	120.00	17.00	17.5
	55	11	135.00	120.00	17.00	20
	56	52	135.00	120.00	17.00	16
	57	29	140.00	120.00	17.00	18.5
	58	3	140.00	120.00	17.00	21
	59	21	140.00	120.00	17.00	22
	60	62	140.00	120.00	17.00	24
	61	49	140.00	120.00	17.00	16
	62	63	140.00	120.00	17.00	24
	63	56	140.00	120.00	17.00	21
	64	40	140.00	120.00	17.00	24

六 數據的統計分析

借由以上之64組的推力得知：

P-value：只有溫度是顯著因子

Response 1 force

AHOVA for selected factorial model

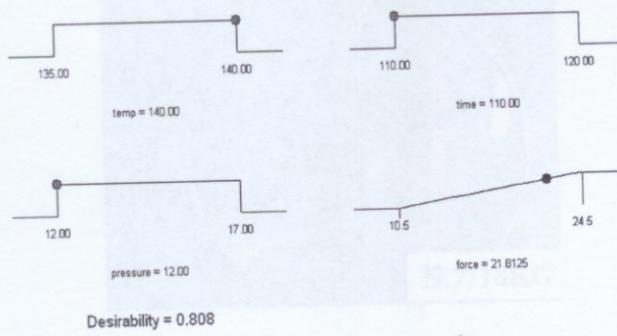
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	significant
Model	181.80	7	25.97	3.11	0.0077	significant
A-temp	153.14	1	153.14	18.33	< 0.0001	
B-time	0.063	1	0.063	7.480E-003	0.9314	
C-pressure	9.00	1	9.00	1.08	0.3038	
AB	1.00	1	1.00	0.12	0.7307	
AC	18.06	1	18.06	2.16	0.1471	
BC	0.39	1	0.39	0.047	0.8296	
ABC	0.14	1	0.14	0.017	0.8972	
Pure Error	467.94	56	8.36			
Cor Total	649.73	63				

六 數據的統計分析

Constraints						
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
temp	is in range	135	140	1	1	3
time	is in range	110	120	1	1	3
pressure	is in range	12	17	1	1	3
force	maximize	10.5	24.5	1	1	3

Solutions	temp	time	pressure	force	Desirability
1	<u>140.00</u>	<u>110.00</u>	<u>12.00</u>	<u>21.8125</u>	<u>0.808</u>
2	140.00	110.35	12.00	21.7969	0.807
3	139.99	110.00	12.04	21.7961	0.807
4	140.00	110.46	12.00	21.7925	0.807
5	139.97	110.00	12.00	21.7897	0.806
6	140.00	110.95	12.00	21.7707	0.805
7	139.93	110.00	12.00	21.7537	0.804
8	140.00	111.66	12.00	21.74	0.803
9	140.00	112.06	12.00	21.7225	0.802
10	140.00	112.21	12.00	21.7156	0.801



六、數據的統計分析

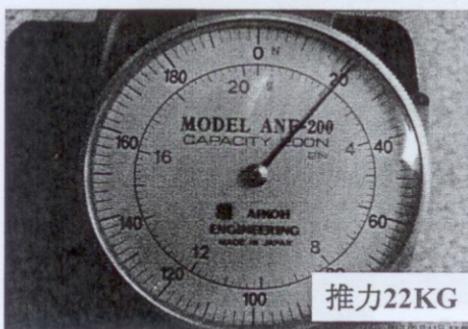
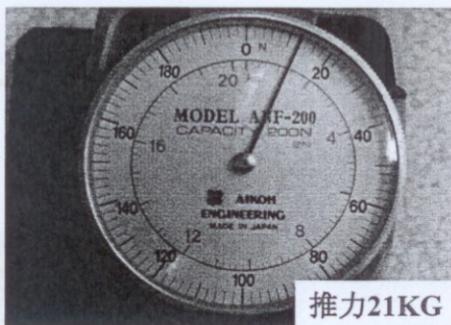
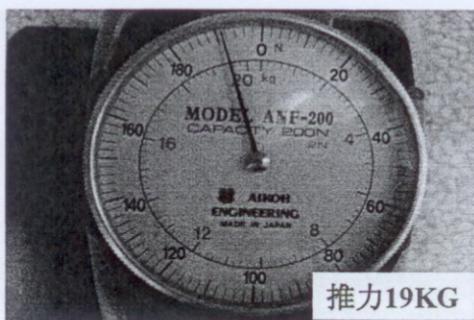
結果如下：

由以下之條件做最後一次驗證

可控制因子	範圍
A：烘烤溫度	140°C
B：烘烤時間	110min
C：螺絲鎖緊扭力	12kg/cm

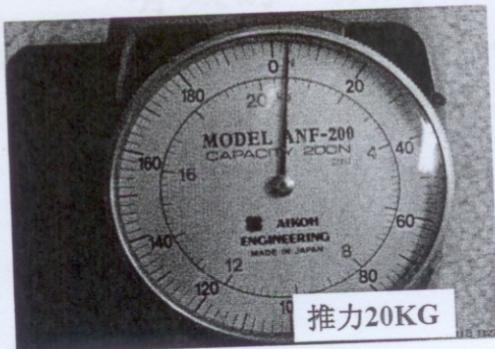
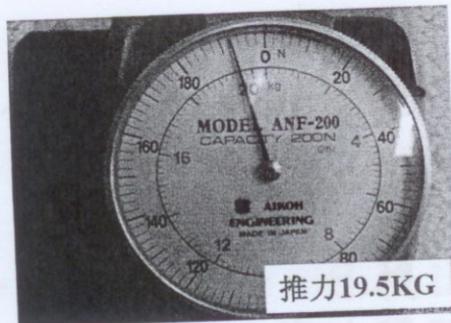
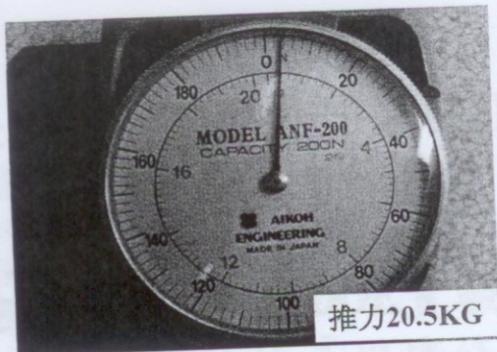
七、執行確認實驗

驗證140°C/110分/12kg 反光杯的推力



七、執行確認實驗

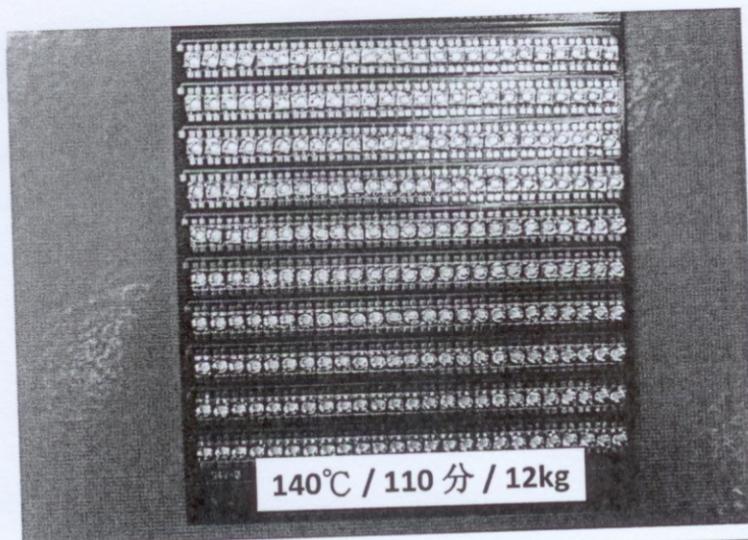
驗證 140°C /110分/12kg 反光杯的推力



七、執行確認實驗

驗證: 140°C /110分/12kg 的 SMT實驗

1. 3次RE-FLOW之後，做『摔測試』3次都沒有反光杯脫落現象。



八、結論：DOE課程

證實：140°C/110分/12kg的條件，已達到量產最合適之條件。

建議：目前由DOE實驗設計的方式驗證，已找出有效的『烘烤條件』對反光杯脫落的問題已獲得改善，之後再將此條件做放大量之工程實驗驗證，確認之後再導入量產。

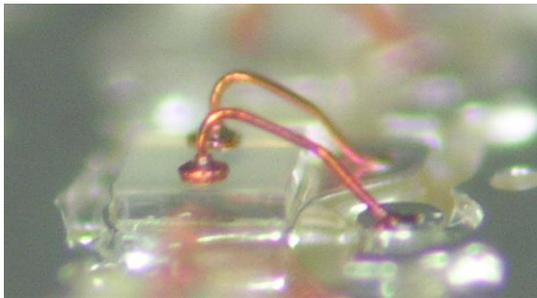
Copper wire process DOE

- 1. 實驗目的&背景
- 2. 實驗條件
- 3. 因素水平和範圍
- 4. 測試矩陣設計
- 5. SN望大特性
- 6. 數據的統計分析
- 7. 結論及實驗產生的效益

DOE課程

第五組人員

1. 鄭力誌
2. 江欣達
3. 張仁鴻
4. 李承忠
5. 楊淑焄
6. 楊玉如



Copper wire process DOE

- 1. 實驗目的&背景
- 2. 實驗條件
- 3. 因素水平和範圍
- 4. 測試矩陣設計
- 5. SN望大特性
- 6. 數據的統計分析
- 7. 結論及實驗產生的效益



1. 實驗目的&背景

- 實驗目的：
- 尋找Copper wire 鍍線最佳化參數

- 實驗背景：
- Copper wire process試產時，由於參數未最佳化，試產時不順利

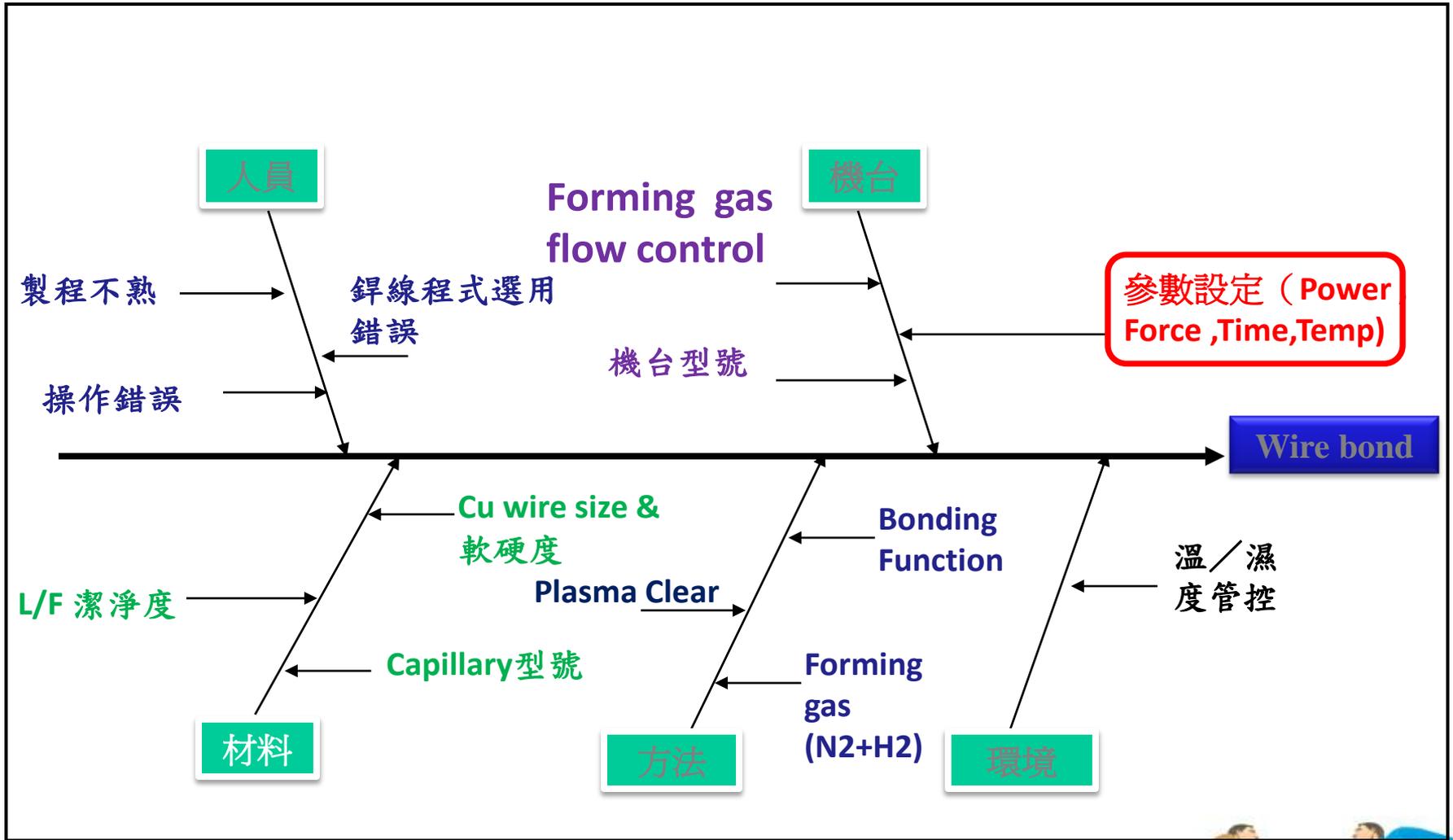


2. 實驗條件

- 1. 設備：ASM EAGLE
- WIRE：TANAKA 1.0 COPPER WIRE
- L/F：V195-A3
- Dice：EL-B0907X-X1
- Forming gas：N₂ 0.5 (l/min)



2.1 魚骨圖



3. 因素水平和範圍

因子	參數		
	1	2	3
POWER	80	85	90
FORCE	70	80	90
TIME	20	25	30
TEMP	150	165	180



4. 測試矩陣設計

Select	Std	Run	Block	Factor 1 A:power	Factor 2 B:force	Factor 3 C:time	Factor 4 D:temperature	Response 1 R1
	1	9	Block 1	1	1	1	1	
	2	3	Block 1	1	2	2	2	
	3	4	Block 1	1	3	3	3	
	4	8	Block 1	2	1	2	3	
	5	7	Block 1	2	2	3	1	
	6	2	Block 1	2	3	1	2	
	7	5	Block 1	3	1	3	2	
	8	6	Block 1	3	2	1	3	
	9	1	Block 1	3	3	2	1	

4因子 3水準
使用L9(3^4)

Responses: 10



5. S/N望大特性

WIRE PULL > 8g

BALL SHEAR > 50g

$$S/N = -10 \log \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}}{n}$$



6. 數據的統計分析 (BALL SHEAR)

POWER	FORCE	TIME	TEMP.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	SN
80	70	20	150	44.1	37.5	45.3	28.5	37.8	41.1	35.2	44.2	49.5	44.1	31.88635
80	80	25	165	41.2	36.8	41.8	31.2	45.2	28.5	37.8	46.8	37.8	42.8	31.51812
80	90	30	180	35.7	52.2	45.2	33.4	42.2	32.7	45.2	42.7	42.6	41.1	32.06546
85	70	25	180	65.3	66.3	50.1	68.2	60.2	36.6	40.6	55.6	68.2	48.6	34.35762
85	80	30	150	50.2	45.2	68.3	70.2	64.3	42.6	55.9	76.2	65.2	62.2	35.11106
85	90	20	165	48.6	55.6	30.1	64.8	47.6	49.6	52.2	70.4	47.7	66.6	33.79833
90	70	30	165	54.2	72.3	66.4	64.4	67.7	59.7	76.4	72.2	66.7	72.3	36.42516
90	80	20	180	96.96	85.7	90.2	88.4	80.3	86.2	82.1	78.9	84.9	82.9	38.61284
90	90	25	150	80.3	49.2	65.3	68.3	78.3	74.4	80.2	72.3	66.7	71.2	36.7169

ball shear (>50g)

第五組



6. 數據的統計分析

(BALL SHEAR)

POWER	FORCE	TIME	TEMP.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	SN
80	70	20	150	16.4	14.6	5.6	15.4	18.4	17.4	16.8	18.6	14.6	17.2	21.8525
80	80	25	165	10.6	12.3	4.4	12.8	8.6	9.8	10.6	13.2	10.5	12.4	18.94788
80	90	30	180	4.7	4.6	7.2	6.2	6.8	5.4	4.1	5	2.8	3.4	12.94737
85	70	25	180	7.4	3.8	3.2	4.4	4.5	2.8	6.2	6.1	4.3	3.5	12.20143
85	80	30	150	14.2	16.6	14.5	8.6	15.4	16.8	15.7	16.4	16.9	15.7	23.01393
85	90	20	165	15.6	17.3	16.8	16.5	16.2	17.7	16.8	17.4	18.3	16.7	24.54859
90	70	30	165	12.2	5.3	13.5	14.6	12.2	7.4	12.6	15.4	12.4	13.6	20.00424
90	80	20	180	13.2	6.1	11.6	8.6	12.5	7.2	7.6	10.2	11.8	9.8	19.07367
90	90	25	150	4.3	2.7	3.8	6.1	7.4	2.2	4.5	3.2	4.5	4.6	11.21514

wire pull(>8g)

第五組



6.1 實驗結果BALL SHEAR

BALL SHEAR測試

顯著因子為:POWER / TIME/ TEMP

不顯著因子為:Force

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 R1

ANOVA for selected factorial model

Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	44.23	2	22.11	34.50	0.0005	significant
A-power	44.23	2	22.11	34.50	0.0005	
Residual	3.85	6	0.64			
Cor Total	48.07	8				

The Model F-value of 34.50 implies the model is significant. There is only a 0.05% chance that a "Model F Value" this large could occur due to noise.



6.2 實驗結果 WIRE PULL

Wire pull 測試

無顯著因子

不顯著因子為: Power / Time / Force / Temp

P-value 皆大於 0.05

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 R1

ANOVA for selected factorial model

Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	178.44	6	29.74	3.88	0.2189 not significant
B-force	25.46	2	12.73	1.66	0.3756
C-time	89.94	2	44.97	5.87	0.1455
D-temperatur	63.04	2	31.52	4.12	0.1955
Residual	15.31	2	7.66		
Cor Total	193.76	8			

第五組



6.3 數據分析

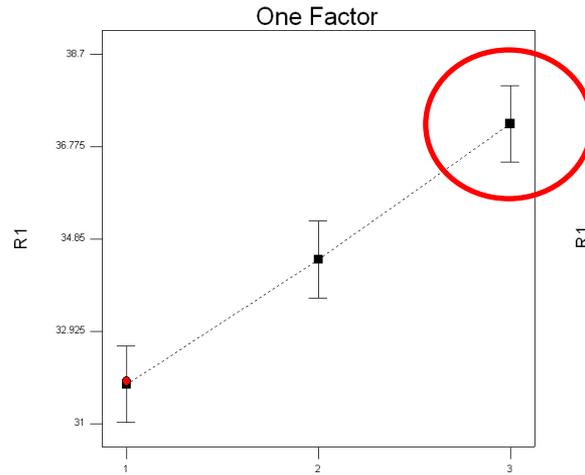
經交叉比對取參數

POWER: 第3組

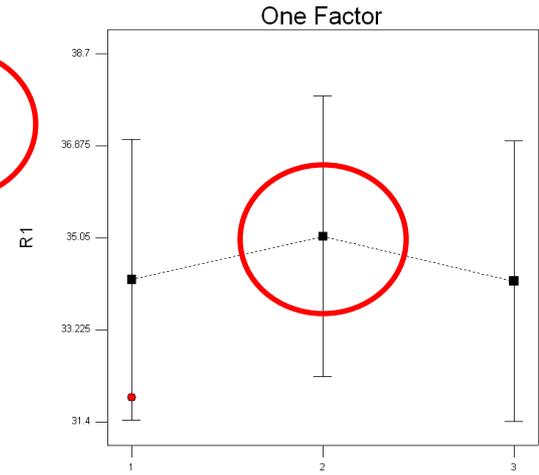
FORCE: 第2組

TIME: 第1組

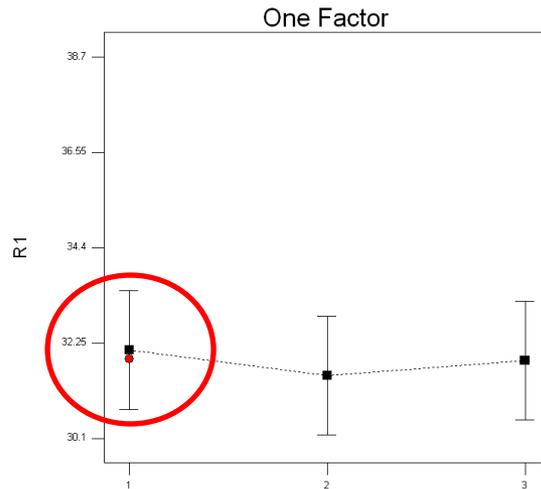
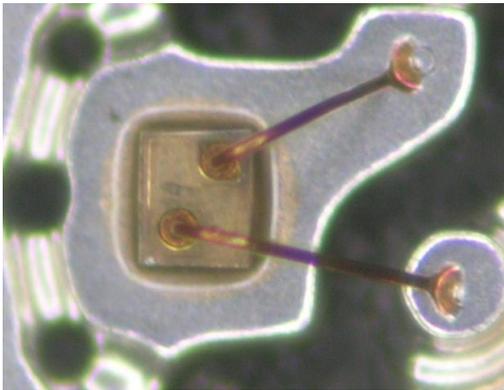
TEMP: 第2組



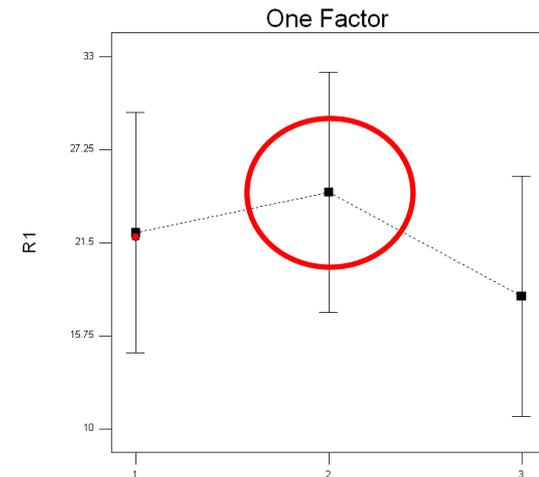
A: power



B: force



C: time



D: temperature



6.4最佳化參數

因子	參數		
	1	2	3
POWER	80	85	90
FORCE	70	80	90
TIME	20	25	30
TEMP	150	165	180



D:\工作資料夾\
料\20090430上課資



7. 結論及實驗產生的效益

- 1. Copper wire可有效的降低線材的成本
- 銅線價格約為金線的2成。
- 2. 但Copper wire因為有氧化的疑慮，故全
- 製程皆須避免曝露在空氣中。
- 3. 初期還需投資設備修改/氮氣櫃等。
- 4. D/A 、 W/B & Molding製程需在最短
- 時間內完成，以防止氧化。



改善HT-E15ABP 膠裂 DOE實驗

組員：

黃照元 張志強 姚俊丞

陳佳雯 陳家進 吳沛宣



改善HT-E15ABP 膠裂

DOE實驗-內容概要

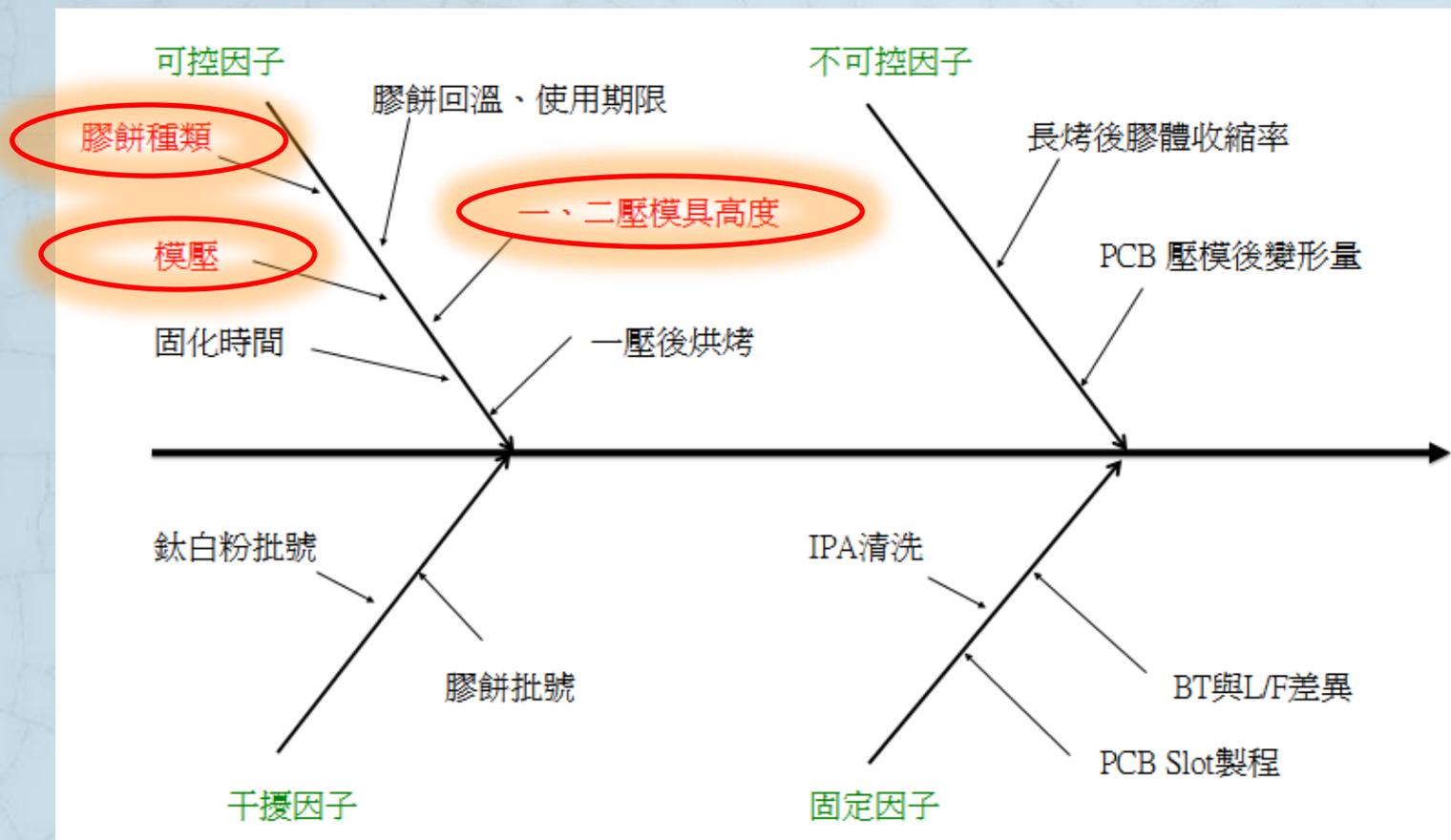
- 1、實驗目的
 - 2、實驗背景
 - 3、因素水平和範圍
 - 4、測試矩陣設計
 - 5、執行實驗
 - 6、數據的統計分析
 - 7、結論及實驗產生的效益
- 

1、實驗目的：

改善HT-E 15A膠裂不良現象



2、實驗背景-魚骨圖



3、因素、水平及範圍

可控因子	模具高度	模壓	膠餅種類
1	0.01	30	300H
2	0.03	60	8524H
3		90	OP-1000D

* 判定標準 → 是否產生膠裂？

4、測試矩陣設計

		高度差	模壓	膠餅種類
1	9	1	1	1
2	8	1	1	2
3	20	1	1	3
4	1	1	2	1
5	35	1	2	2
6	29	1	2	3
7	32	1	3	1
8	23	1	3	2
9	16	1	3	3
10	26	2	1	1
11	25	2	1	2
12	7	2	1	3
13	24	2	2	1
14	28	2	2	2
15	13	2	2	3
16	6	2	3	1
17	3	2	3	2
18	33	2	3	3

4、測試矩陣設計

		高度差	模壓	膠餅種類
19	18	1	1	1
20	14	1	1	2
21	27	1	1	3
22	2	1	2	1
23	4	1	2	2
24	10	1	2	3
25	17	1	3	1
26	30	1	3	2
27	12	1	3	3
28	11	2	1	1
29	22	2	1	2
30	34	2	1	3
31	31	2	2	1
32	21	2	2	2
33	19	2	2	3
34	36	2	3	1
35	15	2	3	2
36	5	2	3	3

5、執行實驗結果

		高度差	模壓	膠餅種類	膠裂
1	9	1	1	1	21
2	8	1	1	2	0
3	20	1	1	3	0
4	1	1	2	1	103
5	35	1	2	2	0
6	29	1	2	3	0
7	32	1	3	1	144
8	23	1	3	2	0
9	16	1	3	3	4
10	26	2	1	1	283
11	25	2	1	2	15
12	7	2	1	3	52
13	24	2	2	1	243
14	28	2	2	2	152
15	13	2	2	3	185
16	6	2	3	1	342
17	3	2	3	2	338
18	33	2	3	3	231

5、執行實驗結果

		高度差	模壓	膠餅種類	膠裂
19	18	1	1	1	10
20	14	1	1	2	0
21	27	1	1	3	0
22	2	1	2	1	34
23	4	1	2	2	0
24	10	1	2	3	0
25	17	1	3	1	60
26	30	1	3	2	0
27	12	1	3	3	0
28	11	2	1	1	256
29	22	2	1	2	28
30	34	2	1	3	74
31	31	2	2	1	285
32	21	2	2	2	138
33	19	2	2	3	215
34	36	2	3	1	345
35	15	2	3	2	328
36	5	2	3	3	210

5、數據的統計分析

Response	1	R1	Transform:	None		
*** WARNING: The Cubic Model is Aliased! ***						
Sequential Model Sum of Squares [Type I]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	4.660E+005	1	4.660E+005			
Linear vs Mean	4.494E+005	4	1.124E+005	37.00	< 0.0001	
<u>2FI vs Linear</u>	<u>51066.76</u>	<u>5</u>	<u>10213.35</u>	<u>6.16</u>	<u>0.0007</u>	<u>Suggested</u>
Quadratic vs 2FI	13.35	1	13.35	7.749E-003	0.9306	
Cubic vs Quadra	29977.79	5	5995.56	9.16	0.0001	Aliased
Residual	13085.11	20	654.26			
Total	1.010E+006	36	28045.06			

5、數據的統計分析

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response	1	R1					
ANOVA for Response Surface 2FI Model							
Analysis of variance table [Classical sum of squares - Type II]							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F		
Model	5.005E+005	9	55612.44	33.57	< 0.0001		significant
A-A	3.106E+005	1	3.106E+005	187.48	< 0.0001		
B-B	66465.38	1	66465.38	40.12	< 0.0001		
C-C	72359.39	2	36179.69	21.84	< 0.0001		
AB	34428.38	1	34428.38	20.78	0.0001		
AC	8987.39	2	4493.69	2.71	0.0851		
BC	7651.00	2	3825.50	2.31	0.1194		
Residual	43076.25	26	1656.78				
Lack of Fit	34703.25	8	4337.91	9.33	< 0.0001		significant
Pure Error	8373.00	18	465.17				
Cor Total	5.436E+005	35					

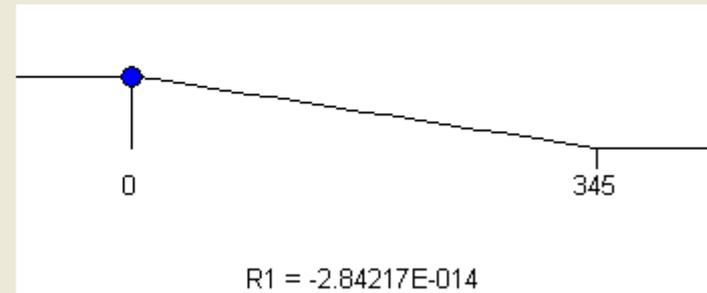
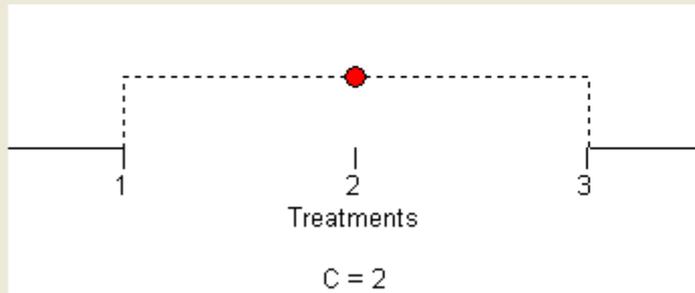
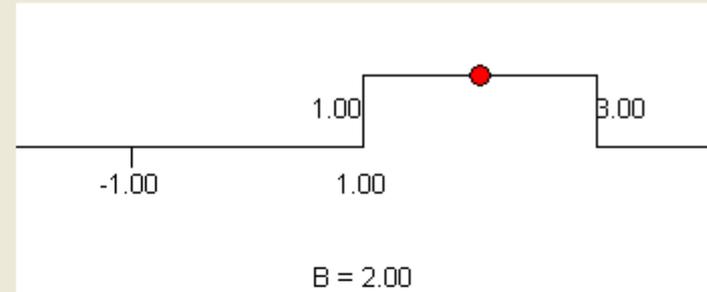
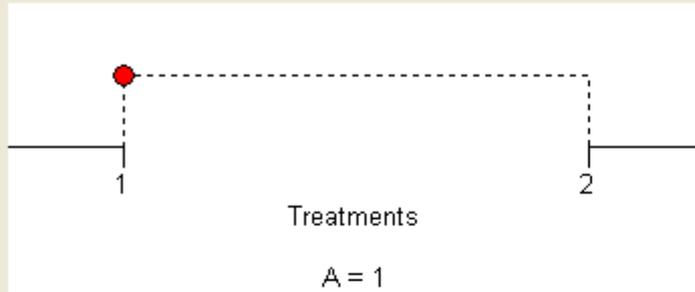
6、數據的統計分析-最佳解

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A	is in range	1	2	1	1	3
B	is in range	1	3	1	1	3
C	is in range	1	3	1	1	3
R1	minimize	0	345	1	1	3

Solutions for 6 combinations of categoric factor levels

Number	A	B	C	R1	Desirability	
1	<u>1</u>	<u>2.00</u>	<u>2</u>	<u>-2.84217E-014</u>	<u>1.000</u>	<u>Selected</u>
2	1	1.00	2	-40	1.000	
3	1	1.20	3	-0.933333	1.000	
4	1	1.00	3	-1.33333	1.000	
5	1	1.60	2	-16	1.000	
6	1	1.20	2	-32.192	1.000	
7	1	1.49	2	-20.512	1.000	
8	1	1.10	2	-35.848	1.000	
9	1	1.30	2	-28.032	1.000	
10	1	1.73	2	-10.76	1.000	
11	1	1.85	2	-5.912	1.000	
12	1	1.96	2	-1.576	1.000	
13	1	1.56	2	-17.52	1.000	
14	1	1.81	2	-7.408	1.000	
15	1	1.81	2	-7.704	1.000	

6、數據的統計分析--最佳解



Desirability = 1.000

7、結論及實驗產生的效益

*結論：經上述實驗與分析得到下列組合可以
改善壓模後產品膠裂由不良率90%→0%

高度差	模壓	膠餅種類
0.01	30~60	8524H

DOE 實驗報告

-- A 產品亮度提升實驗

實驗成員: 楊秉洲 組長

鄭洧仁 類延愷 蔡忠銓 文曼菁 黃鈺珊

大綱:

a. 實驗目的

b. 實驗背景

c. 因素水平和範圍

e. 執行實驗

d. 測試矩陣設計

f. 數據的統計分析

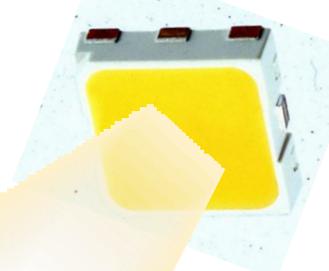
g. 結論及實驗產生的效益

a. 實驗目的

在照明產業上，現正面臨前所未有的革命，發光二極體正在替代我們俗稱的燈泡、燈管。本實驗針對發光二極體封裝部分，進行品質及效率之改善，希望藉此改善，能夠得到高亮度、高均勻性、具有競爭性產品，也希望本研發產品可成為未來主流性商品。

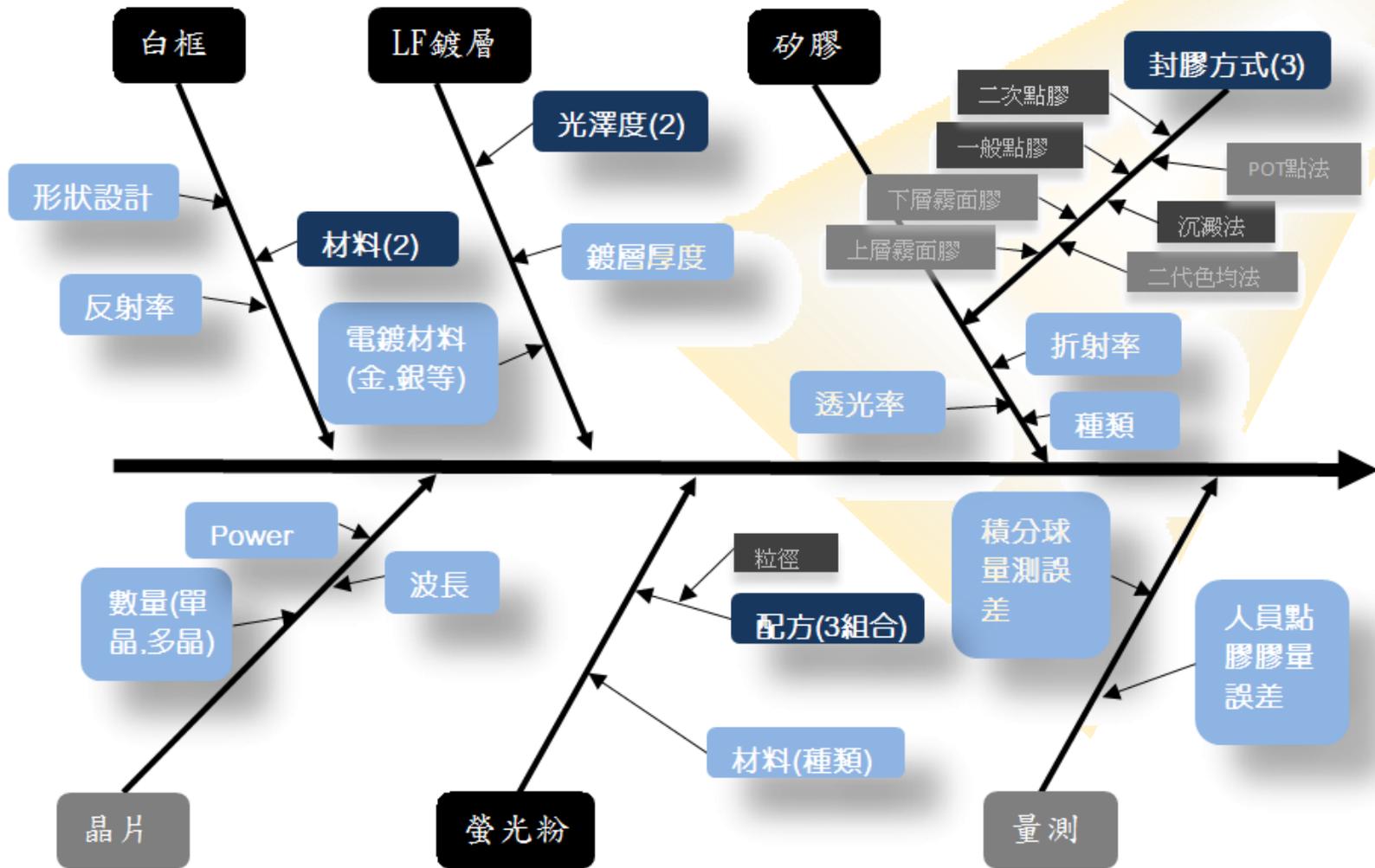
b. 實驗背景

為了LED亮度提升及應映業務上之需求，本實驗目的設定上，以5050型號之 Package 為基礎架構，針對不同材料及製程之交互作用，對亮度產生之影響做全面性分析。亦因材料選擇及製程差異，在組合上可得出上千種不同結果，實驗歷程上更需長期抗戰。希望藉由DOE實驗方式，在不耗費額外成本下，做出最有效率搭配組合，確實獲得5050亮度提升。



C. 因素水平/範圍

魚骨圖分析-Controllable



A 產品亮度提升實驗

d. 測試矩陣設計

各項因子分類

2 2 3 3

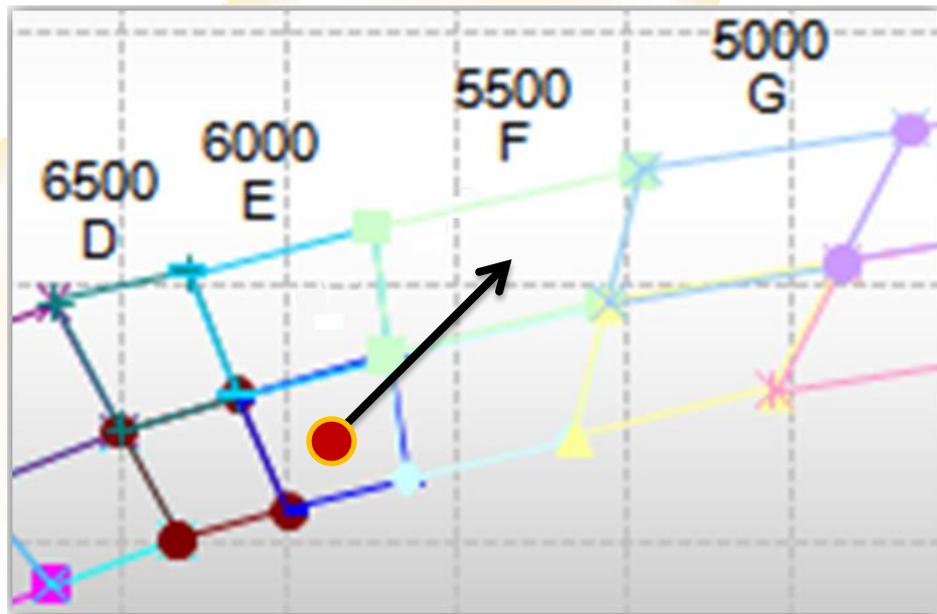
白框材料	L/F光澤度	封膠方式	螢光粉配方
甲	亮面/霧面	一般點膠	A
乙	亮面/霧面	沉澱法	B
		二代色均	C

L18(2 ² *3 ⁶)	Run	白框材料	L/F光澤度	封膠方式	螢光粉配方
1	14	甲	亮	一般點膠	A
2	5	甲	亮	沉澱法	C
3	4	甲	亮	二代色均	B
4	3	甲	霧	沉澱法	B
5	18	甲	霧	二代色均	A
6	13	甲	霧	一般點膠	C
7	15	甲	霧	二代色均	C
8	17	甲	霧	一般點膠	B
9	11	甲	霧	沉澱法	A
10	6	乙	亮	二代色均	B
11	2	乙	亮	一般點膠	A
12	12	乙	亮	沉澱法	C
13	10	乙	霧	一般點膠	C
14	16	乙	霧	沉澱法	B
15	9	乙	霧	二代色均	A
16	8	乙	霧	沉澱法	A
17	1	乙	霧	二代色均	C
18	7	乙	霧	一般點膠	B

e. 執行實驗

烘烤前後比較(偏移值)

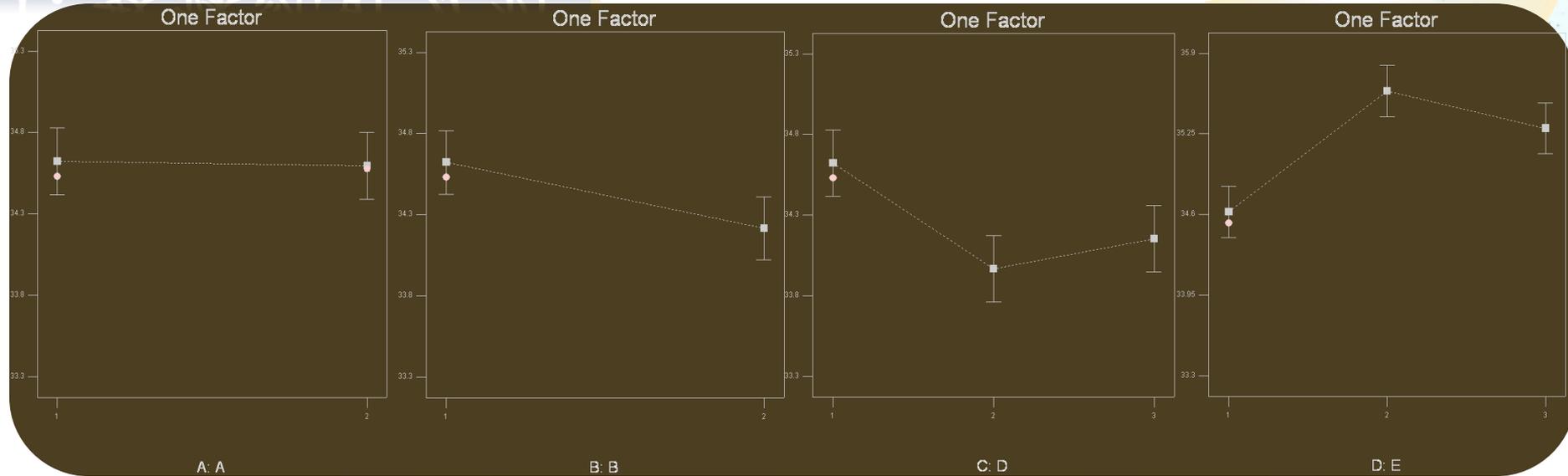
no		x	y	x+0.26	y+0.25		
A1	一般點膠	0.005	0.011	0.265	0.261	↗	A一般點膠法
A2	一般點膠	0.008	0.017	0.268	0.267	↗	A一般點膠法
A3	一般點膠	0.007	0.013	0.267	0.263	↗	A一般點膠法
A4	一般點膠	0.004	0.007	0.264	0.257	↗	A一般點膠法
A5	沉澱法	0.021	0.039	0.281	0.289	↗	A沉澱法
A6	沉澱法	0.023	0.044	0.283	0.294	↗	A沉澱法
A7	沉澱法	0.018	0.035	0.278	0.285	↗	A沉澱法
B1	一般點膠	0.001	0.003	0.261	0.253	↗	B一般點膠法
B2	一般點膠	0.004	0.009	0.264	0.259	↗	B一般點膠法
B3	一般點膠	0.003	0.007	0.263	0.257	↗	B一般點膠法
B4	沉澱法	0.007	0.012	0.267	0.262	↗	B沉澱法
B5	沉澱法	0.004	0.006	0.264	0.256	↗	B沉澱法
B6	沉澱法	0.006	0.011	0.266	0.261	↗	B沉澱法
C1	一般點膠	0.003	0.007	0.263	0.257	↗	C一般點膠法
C2	一般點膠	0.004	0.008	0.264	0.258	↗	C一般點膠法
C3	一般點膠	0.001	0.002	0.261	0.252	↗	C一般點膠法
C4	一般點膠	0.003	0.005	0.263	0.255	↗	C一般點膠法
C5	沉澱法	0.009	0.017	0.269	0.267	↗	C沉澱法
C6	沉澱法	0.010	0.020	0.270	0.270	↗	C沉澱法
C7	沉澱法	0.014	0.027	0.274	0.277	↗	C沉澱法
C8	沉澱法	0.009	0.016	0.269	0.266	↗	C沉澱法
AT1	二代色均	0.023	0.042	0.283	0.292	↗	AT
AT2	二代色均	0.009	0.017	0.269	0.267	↗	AT
AT3	二代色均	0.025	0.046	0.285	0.296	↗	AT
AT4	二代色均	0.028	0.053	0.288	0.303	↗	AT
BT1	二代色均	0.006	0.011	0.266	0.261	↗	BT
BT2	二代色均	0.006	0.010	0.266	0.260	↗	BT
BT3	二代色均	0.006	0.011	0.266	0.261	↗	BT
BT4	二代色均	0.007	0.013	0.267	0.263	↗	BT
CT1	二代色均	0.020	0.038	0.280	0.288	↗	CT
CT2	二代色均	0.019	0.036	0.279	0.286	↗	CT
CT3	二代色均	0.019	0.036	0.279	0.286	↗	CT
CT4	二代色均	0.019	0.035	0.279	0.285	↗	CT



f. 數據統計分析

L18(2 ² *3 ⁶)	Run	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	望大 S/N
1	14	54.24	53.10	53.75	53.79	53.21	53.12	53.37	53.35	52.59	52.28	34.53
2	5	53.34	51.22	52.76	53.44	52.94	53.50	53.44	54.23	54.20	53.11	34.52
3	4	57.34	57.79	58.40	58.27	58.18	58.38	58.40	57.83	57.63	57.93	35.27
4	3	54.35	53.64	54.40	53.94	54.06	53.19	54.88	53.65	51.83	53.21	34.60
5	18	50.59	49.71	50.50	50.56	50.33	50.47	50.28	50.56	50.60	50.27	34.05
6	13	56.65	56.36	54.99	55.24	56.23	55.32	55.63	54.66	55.72	57.77	34.94
7	15	52.39	52.46	49.18	50.14	51.69	52.95	52.20	50.14	50.21	52.25	34.21
8	17	55.78	56.13	55.39	55.81	55.74	55.91	55.48	55.36	57.96	55.36	34.94
9	11	47.62	47.99	47.83	49.43	48.45	49.20	48.24	47.43	48.28	48.51	33.68
10	6	57.50	57.35	57.82	57.31	57.47	57.69	57.35	56.87	56.67	57.34	35.17
11	2	53.81	53.59	53.92	53.07	53.72	53.21	53.57	53.75	53.63	53.33	34.58
12	12	53.66	53.26	54.09	54.11	54.14	54.19	53.98	54.11	53.66	54.09	34.64
13	10	56.83	57.24	57.45	57.15	56.22	57.78	57.80	56.37	57.46	56.26	35.13
14	16	52.70	52.69	53.11	51.88	52.00	52.72	53.79	52.18	52.73	52.99	34.43
15	9	46.95	47.65	47.07	47.76	46.79	46.41	46.57	46.32	46.09	47.38	33.42
16	8	48.40	48.30	47.50	47.12	47.03	47.86	47.33	47.37	46.93	47.07	33.53
17	1	52.33	52.22	52.42	52.45	52.73	52.71	52.16	52.62	52.17	52.63	34.39
18	7	57.23	56.56	57.80	56.87	58.11	57.34	58.00	58.11	57.75	57.84	35.20

f. 數據統計分析



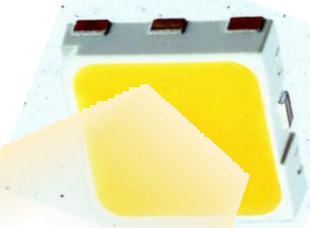
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	5.01	6	0.83	21.30	< 0.0001	significant
A-A	3.296E-003	1	3.296E-003	0.084	0.7771	
B-B	0.66	1	0.66	16.92	0.0017	
C-D	1.36	2	0.68	17.41	0.0004	
D-E	2.98	2	1.49	37.99	< 0.0001	
Residual	0.43	11	0.039			
Cor Total	5.44	17				

Solutions for 36 combinations of categoric factor levels

Number	A	B	D	E	R1	Desirability	
1	1	1	1	2	35.595	1.000	Selected

分析結果：

- A(白框材料)：無影響
- B(L/F光澤度)：亮面
- D(封膠方式)：一般點膠
- E(螢光粉配方)：B (大粒徑)



g. 結論及實驗產生的效益

no	lm	WD	x	y	Vf	CCT	CRI	If
1	54	496	0.32	0.34	3.66	6214	67	0.30
2	53	492	0.31	0.33	3.63	6388	67	0.30
3	52	490	0.31	0.33	3.66	6451	67	0.30
4	53	490	0.31	0.33	3.53	6439	67	0.30
5	53	497	0.32	0.34	3.48	6185	67	0.30
6	53	492	0.31	0.33	3.60	6355	67	0.30
7	51	485	0.31	0.32	3.56	6787	68	0.30
8	54	493	0.31	0.33	3.52	6351	67	0.30
9	54	488	0.31	0.33	3.59	6609	68	0.30
10	52	488	0.31	0.33	3.62	6578	67	0.30
11	54	492	0.31	0.33	3.52	6393	67	0.30
12	53	492	0.31	0.33	3.63	6377	67	0.30
13	51	487	0.31	0.33	3.64	6604	67	0.30
14	53	489	0.31	0.33	3.65	6535	67	0.30

Avg 53

6448

V
o
S

no	lm	WD	x	y	Vf	CCT	CRI	If
1	49	487	0.31	0.32	3.51	6720	68	0.30
2	48	504	0.32	0.35	3.48	6056	67	0.30
3	47	500	0.32	0.34	3.50	6125	67	0.30
4	47	499	0.32	0.34	3.56	6150	67	0.30
5	48	495	0.32	0.34	3.67	6253	67	0.30
6	47	507	0.32	0.35	3.48	5995	67	0.30
7	48	492	0.31	0.33	3.68	6354	67	0.30
8	47	500	0.32	0.34	3.65	6128	67	0.30
9	48	493	0.32	0.34	3.63	6299	67	0.30
10	47	501	0.32	0.34	3.55	6104	67	0.30
11	47	511	0.32	0.35	3.59	5951	66	0.30
12	47	498	0.32	0.34	3.64	6169	66	0.30
13	48	499	0.32	0.34	3.44	6153	67	0.30
14	48	500	0.32	0.34	3.56	6135	67	0.30

Avg 48

6185

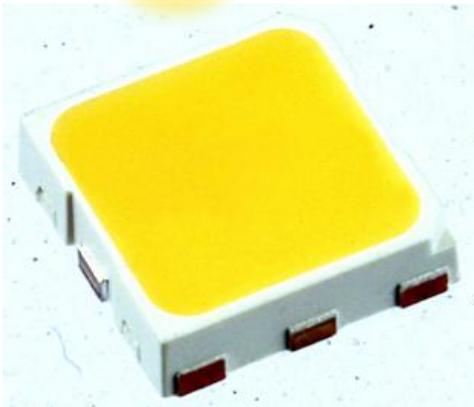
結果驗證:

- 1.最佳條件:亮面L/F + 一般點膠 + B螢光粉配方(大粒徑) - 53 lm
- 2.目前廠內:霧面L/F + 一般點膠 + A螢光粉配方(一般粒徑) - 48 lm

再相近的色溫下，亮度可提升 11 %

HARVATEK

THANKS FOR YOUR ATTENTION



光學模擬DOE

第八組

光學模擬實驗設計及驗證

反射杯LED 發光角度60度

成員：

巫世裕 副理

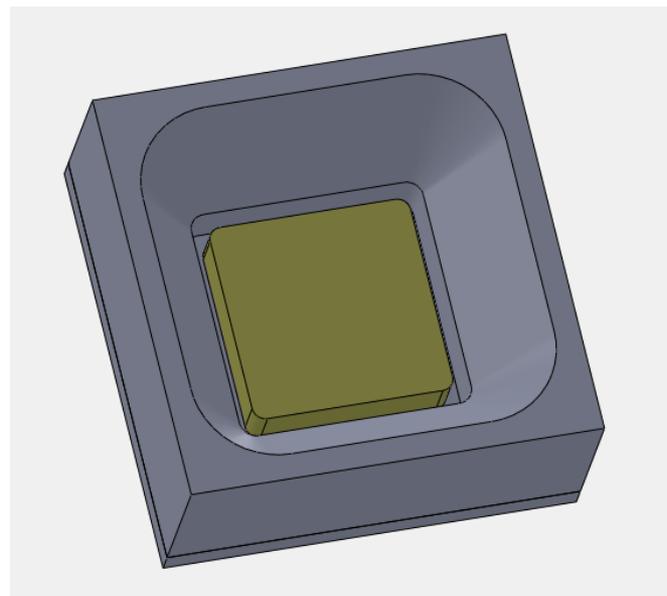
王秀雯

宋則明

張雲豪

宋建德

周鈞平



大綱

- 實驗目的
- 實驗背景
- 水準因子定義
- 測試矩陣設計
- 執行實驗
- 數據統計分析
- 結論及實驗產生的利益

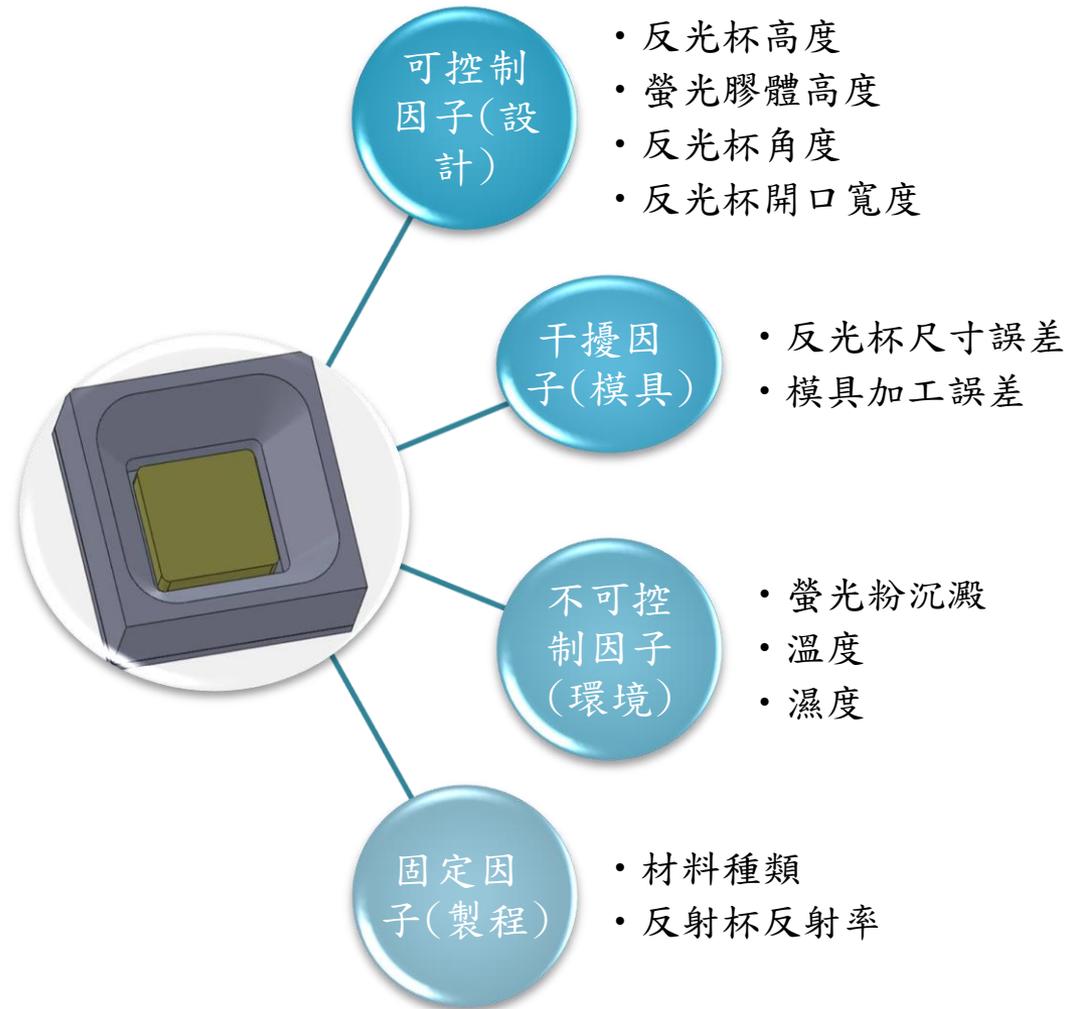
實驗目的

- 打敗各對手產品優勢。
(利用模擬、來做出光效率評估、比對競爭對手相對亮度)
- 讓客戶覺得物有所值。
(利用模擬評估達到競爭對手水準之價格評估)
- 角度符合客戶需求的60度。
- 減少開模支出、以及縮短產品研發時間。

實驗背景

- 市場所有高階行動電話幾乎都內建百萬畫素相機，為了讓消費者在較昏暗的環境下拍照，它們需要提供額外的閃光燈功能，但為了能讓拍照時達到最清晰的照片，所需的光照角度為50到80度的照相閃光燈是最佳選擇。光照角度超過80度將造成一部份光線落到相機覆蓋區域之外，因而降低LED光輸出的利用率，相反的一個具有更小光照角度的閃光燈可能導致拍攝的照片邊角出現暗區；光照角度**60度**也就是光輸出效率最大化。

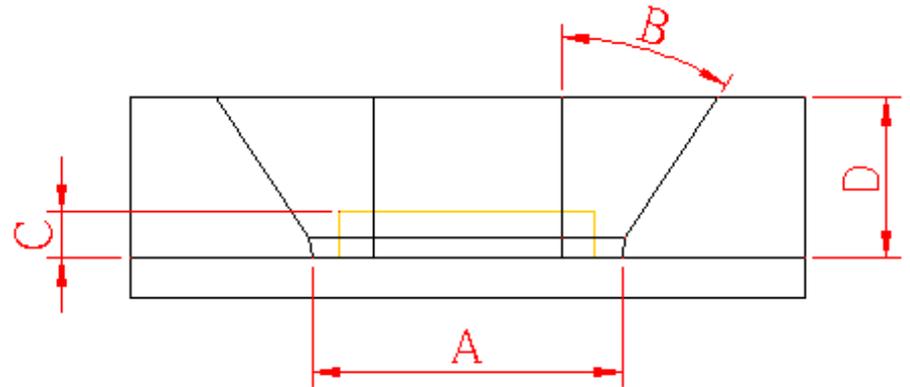
特性要因



水準因子定義

實驗參數的設定

- **A** 反光杯開口寬度
- **B** 反光杯角度
- **C** 螢光膠體高度
- **D** 反光杯高度



測試矩陣設計

- 主要架構是以田口L9架構去執行整體實驗、再插入L4干擾因子、以望目特性為雜訊比公式。

L₉(3⁴) 直交表及點線圖

	A	B	C	D
	反光杯底部開口	反光杯角度	膠體高度	反光杯高度
LEV. 1	2.35	32	0.3	1
LEV. 2	2.45	34	0.35	1.2
LEV. 3	2.55	37	0.4	1.4

干擾因子加入		
	角度加工誤差	反光杯高度誤差
1	-1	-0.05
2	1	-0.05
3	-1	0.05
4	1	0.05

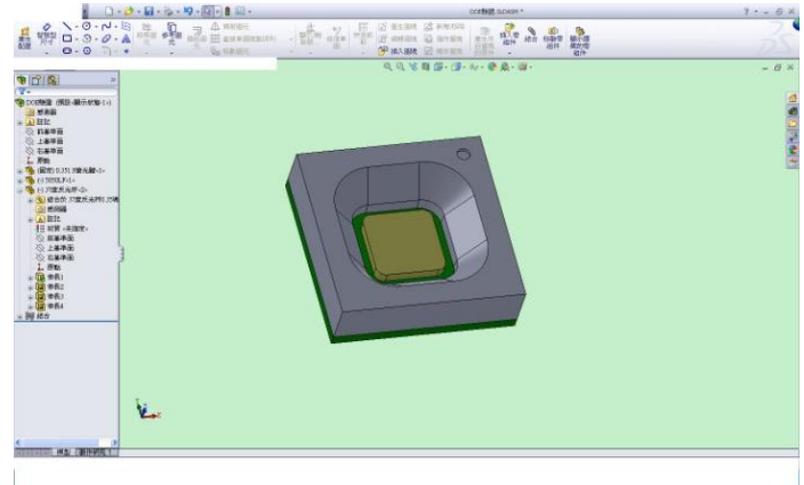
$$S/N = -10 \log \left(\frac{S^2}{\bar{y}^2} \right)$$

執行實驗

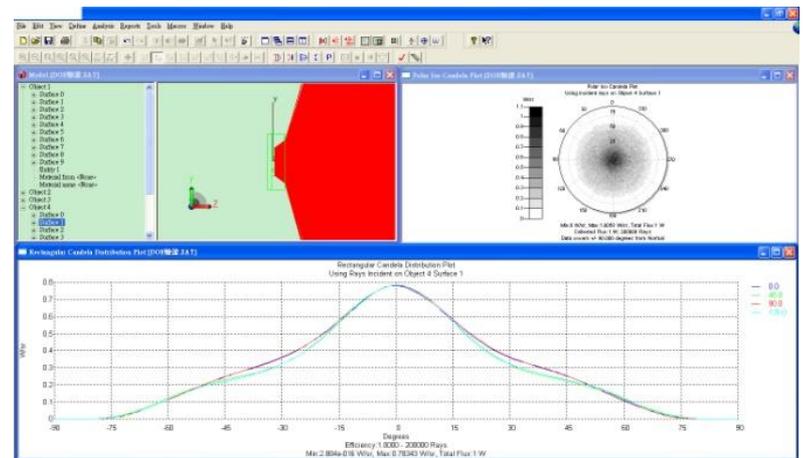
機構繪製

L9 *L4

Exp	A	B	C	D	角度	光強度
NO.1	2.35	32	0.3	1	87.918755	0.82192215
1	2.35	31	0.3	0.95	72.255	0.758281
2	2.35	33	0.3	0.95	69.8304	0.614255
3	2.35	31	0.3	1.05	68.00	0.62651
4	2.35	33	0.3	1.05	60.76	0.6798
NO.2	2.35	34	0.35	1.2	49.8175	0.71194975
1	2.35	33	0.35	1.15	55.66	0.704099
2	2.35	35	0.35	1.15	49.24	0.76555
3	2.35	35	0.35	1.25	49.57	0.78261
4	2.35	35	0.35	1.25	44.8	0.838792
NO.3	2.35	37	0.4	1.4	43.715	0.8661225
1	2.35	36	0.4	1.35	51.82	0.82021
2	2.35	38	0.4	1.35	48.41	0.83144
3	2.35	36	0.4	1.45	41.33	0.92829
4	2.35	38	0.4	1.45	49.28	0.8347
NO.4	2.45	32	0.35	1.4	43.225	0.85931
1	2.45	31	0.35	1.35	53.19	0.78216
2	2.45	33	0.35	1.35	44.47	0.83991
3	2.45	31	0.35	1.45	49.41	0.85595
4	2.45	33	0.35	1.45	41.83	0.93263
NO.5	2.45	34	0.4	1	79.32	0.778293
1	2.45	33	0.4	0.95	63.82	0.7143
2	2.45	35	0.4	0.95	74.79	0.56695
3	2.45	33	0.4	1.05	70.15	0.58756
4	2.45	35	0.4	1.05	61.43	0.64189
NO.6	2.45	37	0.3	1.2	46.8425	0.82682
1	2.45	36	0.3	1.15	44.13	0.82242
2	2.45	38	0.3	1.15	49.73	0.79296
3	2.45	36	0.3	1.25	43.88	0.8765
4	2.45	38	0.3	1.25	49.73	0.8136
NO.7	2.55	32	0.4	1.2	60.46	0.852825
1	2.55	31	0.4	1.15	69.5	0.5542
2	2.55	33	0.4	1.15	59.78	0.64864
3	2.55	31	0.4	1.25	61.92	0.64899
4	2.55	33	0.4	1.25	50.56	0.72122
NO.8	2.55	34	0.3	1.4	42.3	0.95179
1	2.55	33	0.3	1.35	44.22	0.95931
2	2.55	35	0.3	1.35	40.02	0.94047
3	2.55	33	0.3	1.45	46.67	0.97177
4	2.55	35	0.3	1.45	39.69	0.99461
NO.9	2.55	37	0.35	1	54.055	0.9920375
1	2.55	36	0.35	0.95	61.22	0.83985
2	2.55	38	0.35	0.95	54.84	0.88188
3	2.55	36	0.35	1.05	50.39	0.71203
4	2.55	38	0.35	1.05	48.41	0.74379



光學模擬



數據統計分析(1)

角度
S/N 比

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 Angle

ANOVA for Response Surface Linear Model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	26.25	4	6.56	10.21	0.0224
A-A	4.82	1	4.82	7.51	0.0519
B-B	0.41	1	0.41	0.64	0.4683
C-C	19.78	1	19.78	30.78	0.0052
D-D	1.24	1	1.24	1.92	0.2376
Residual	2.57	4	0.64		
Cor Total	28.82	8			

亮度平
均值

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 Angle

ANOVA for Response Surface Linear Model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	0.13	4	0.032	66.09	0.0007
A-A	2.164E-004	1	2.164E-004	0.44	0.5420
B-B	0.011	1	0.011	21.54	0.0097
C-C	0.015	1	0.015	31.59	0.0049
D-D	0.10	1	0.10	210.77	0.0001
Residual	1.953E-003	4	4.882E-004		
Cor Total	0.13	8			

角度平
均值

Use your mouse to right click on individual cells for definitions.

Response 1 Angle

ANOVA for Response Surface Linear Model

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

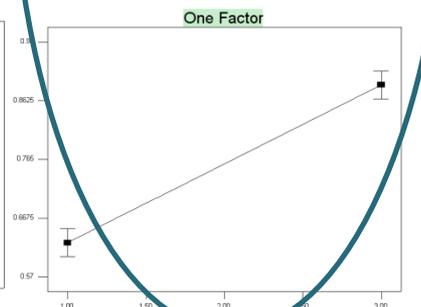
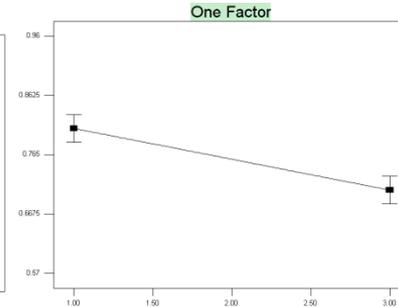
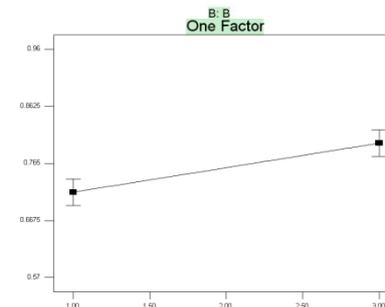
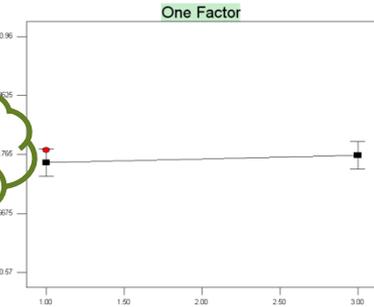
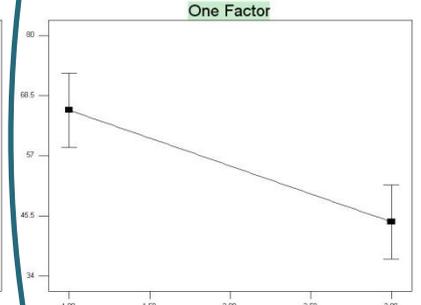
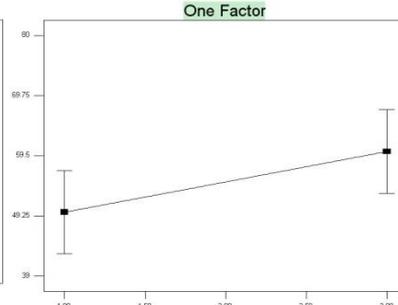
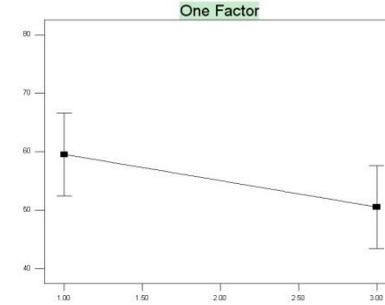
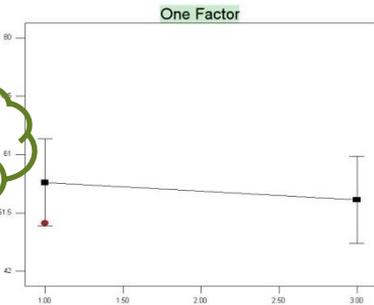
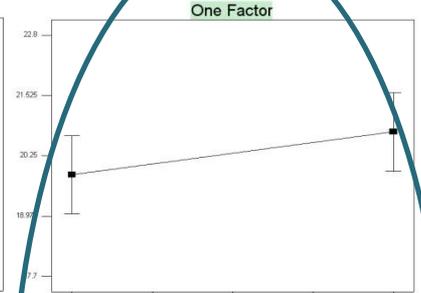
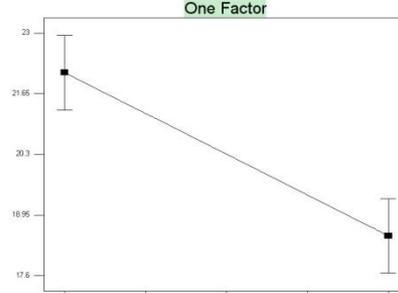
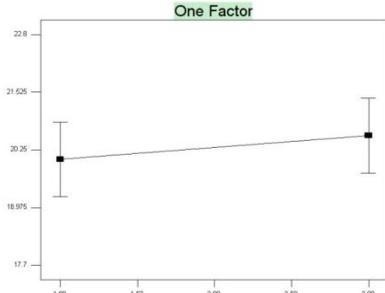
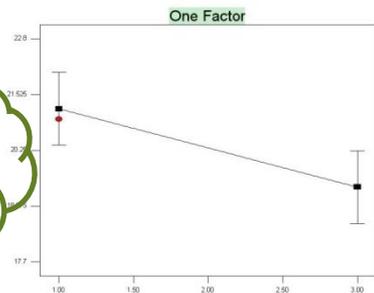
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	978.23	4	244.56	5.20	0.0697
A-A	11.92	1	11.92	0.25	0.6412
B-B	121.24	1	121.24	2.58	0.1837
C-C	160.62	1	160.62	3.41	0.1384
D-D	684.46	1	684.46	14.55	0.0189
Residual	188.22	4	47.05		
Cor Total	1166.45	8			

數據統計分析(2)

角度
S/N 比

角度

亮度



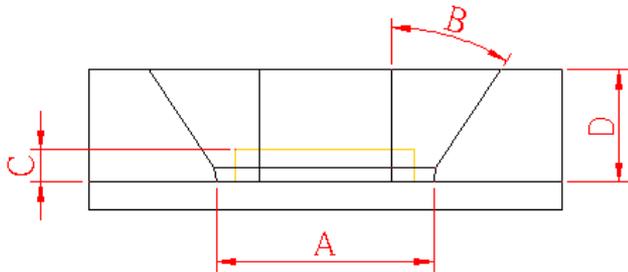
A 反光杯開口寬度

B 反光杯角度

C 螢光膠體高度

D 反光杯高度

驗證計畫



	A	B	C	D
	反光杯底部開口	反光杯角度	膠體高度	反光杯高度
LEV. 1	2.35	32	0.3	1
LEV. 2	2.45	34	0.35	1.2
LEV. 3	2.55	37	0.4	1.4

itions

Number	A	B	C	D	Angle
1	2.00	2.98	1.00	2.96	22.8061
2	1.61	1.60	1.03	2.92	22.7343
3	1.20	2.16	1.17	2.47	22.7802

- 實際模擬驗證、調整D參數的結果

反光杯底部開口	反光杯角度	膠體高度	反光杯高度	角度	亮度
2.45	37	0.4	1	62.15	0.6414
2.45	37	0.4	1.2	57.56	0.7162
2.45	37	0.4	1.4	50.93	0.8156

結論及實驗產生的利益

- 評估產品效益

1. 節省開發成本(以模擬來判斷經驗值參數,減少開模花費金錢驗證的損失)

2. 節省開發時間((以模擬來判斷經驗值參數,減少開模花費時間驗證的損失)

3. 增加進階封裝技術(模擬出所累積的經驗數據加以整理可成為未來高效能封裝的依據)