

工業工程專題 塑膠成型技術生產之良率改善與製程因子最佳化

指導教授：張國浩 教授 學生：9934007 楊采庭 9934039 張凱竣 9934051 鄭卉珺

◆摘要

模內裝飾技術結合了印刷技術與射出成型技術，使得射出的塑膠成型品表面不但耐磨擦、耐刮傷、耐腐蝕且呈現精緻美觀的色彩與質感，提升產品的附加價值，現今已被大量地應用於各大產品當中。如何降低製程上的不良率一直是管理者的一大挑戰，而此專題是針對雙色射出成型機台選定一射出成型產品，進行製程參數的改善，影響射出的製成品之因素大致分為溫度、壓力、速度、時間四大類。本研究是利用反應曲面法(Response Surface Methodology)來找出針對射出製成品的最佳製程參數設定，目的在使射出成型製程的不良率降低，提高製程產品的品質並減少生產成本上的浪費，以提升公司的競爭力。

◆公司介紹

員全(YOMURA)公司成立於1989年，是台灣首家生產雙色按鍵廠，公司之主力產品線為雙射、雙料成型之 OEM 製品、IMD 模內印刷成型製品，未來積極佈置醫療GMP之合格醫療工廠，以生產世界級之醫療塑件及組裝產品，並成立模內裝飾(IMD)產品部門此為成型新科技，多變化的外觀裝飾...等產品的設計提供客戶更多的選擇，是唯一能從設計、開模、印刷、沖切、熱壓、射出全製程廠內自製IMD廠。

◆產品介紹



本專題所選定之產品為利用雙色射出成型機台所生產之產品一旋鈕，用於醫療器材上的零件，其製程因為是雙色射出成型故分為兩個階段，在第一階段的製程(透明)又分為材料塑化、射出、保壓、冷卻、開模，第二階段的製程(藍色)則分為射出、保壓、冷卻、脫模。



◆定義問題

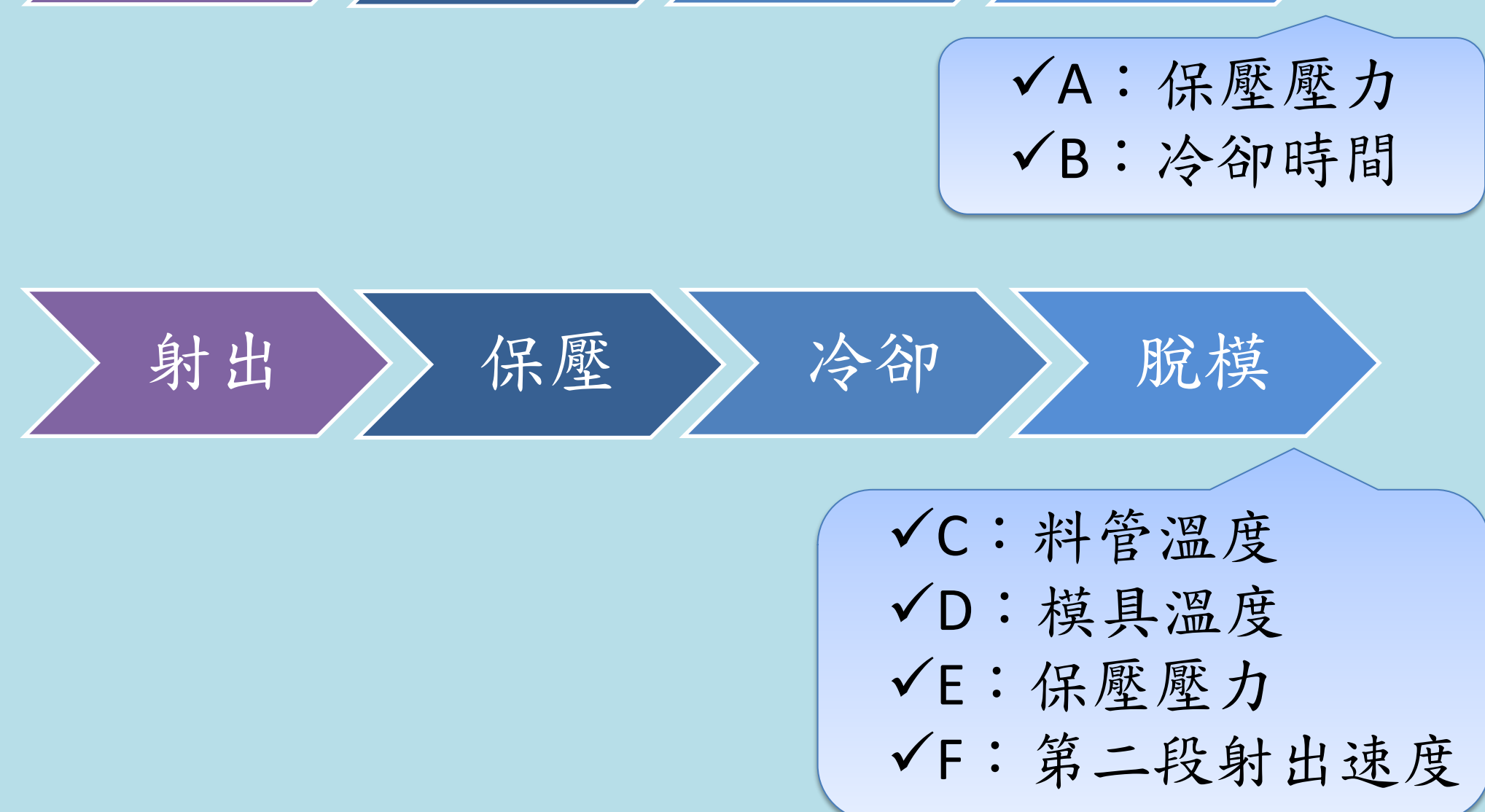
如何最大化旋鈕之製程良率則為研究之目標。考量員全公司所能提供之時間成本與人力成本，研究的方法選定為可有效降低實驗次數的反應曲面法(RSM)，藉由部分實驗取得數據進而求出可將旋鈕製程良率最大化之因子組合。

由於整體製程可操控的因子多達38個，受限於實驗成本的緣故，根據物性以及現場工程師經驗上的判斷，針對製程中射出成型的這兩個階段挑選出6個最重要且與成品良率關係最密切的因子做為決策變數。其因子如下：

Step 1 (透明)



Step2 (藍色)



Fractional Factorial Design

Factors: 6 Base Design: 6, 16 Resolution: IV

Runs: 16 Replicates: 1 Fraction: 1/4

Blocks: 1 Center pts (total): 0

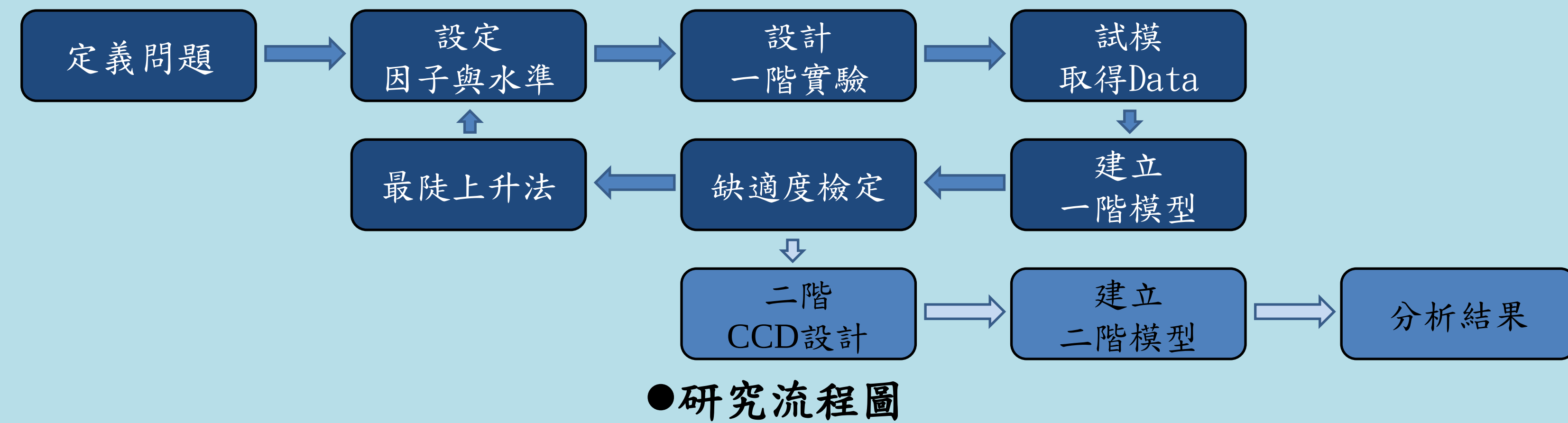
Design Generators: E = ABC, F = BCD

RunOrder	A	B	C	D	E	F
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1	-1	1	-1
3	-1	1	-1	-1	1	1
4	1	1	-1	-1	-1	1
5	-1	-1	1	-1	1	1
6	1	-1	1	-1	-1	1
7	-1	1	1	-1	-1	-1
8	1	1	1	-1	1	-1
9	-1	-1	-1	1	-1	1
10	1	-1	-1	1	1	1
11	-1	1	-1	1	1	-1
12	1	1	-1	1	-1	-1
13	-1	-1	1	1	1	-1
14	1	-1	1	1	-1	-1
15	-1	1	1	1	-1	1
16	1	1	1	1	1	1

實驗順序	A	B	C	D	E	F	Response
1	1.5	15	270	85	1.0	6.3	0
2	2.5	15	270	85	1.4	6.3	0
3	1.5	25	270	85	1.4	7.3	0
4	2.5	25	270	85	1.0	7.3	1
5	1.5	15	290	85	1.4	7.3	0
6	2.5	15	290	85	1.0	7.3	1
7	1.5	25	290	85	1.0	6.3	0
8	2.5	25	290	85	1.4	6.3	1
9	1.5	15	270	95	1.0	7.3	0
10	2.5	15	270	95	1.4	7.3	1
11	1.5	25	270	95	1.4	6.3	0
12	2.5	25	270	95	1.0	6.3	0
13	1.5	15	290	95	1.4	6.3	0
14	2.5	15	290	95	1.0	6.3	1
15	1.5	25	290	95	1.0	7.3	0
16	2.5	25	290	95	1.4	7.3	1
*17	2.0	20	280	90	1.2	6.8	0

註：*17為基準水準因子組合

◆研究方法



◆反應曲面法

反應曲面法(RSM)是一些有助於問題建構與分析的數學及統計手法之集合，它結合數學應用、統計分析與實驗設計等方法，對於探討反應變數與自變數之間的關係、尋找最佳值以及問題分析為一相當有效的工具。

反應曲面法的另一個優點是當應用在多因子的實驗中，能夠以較少的實驗次數得到一個不錯的結果，特別是在實驗的因子為多個時，對於實驗次數的減少更能突顯其重要性。

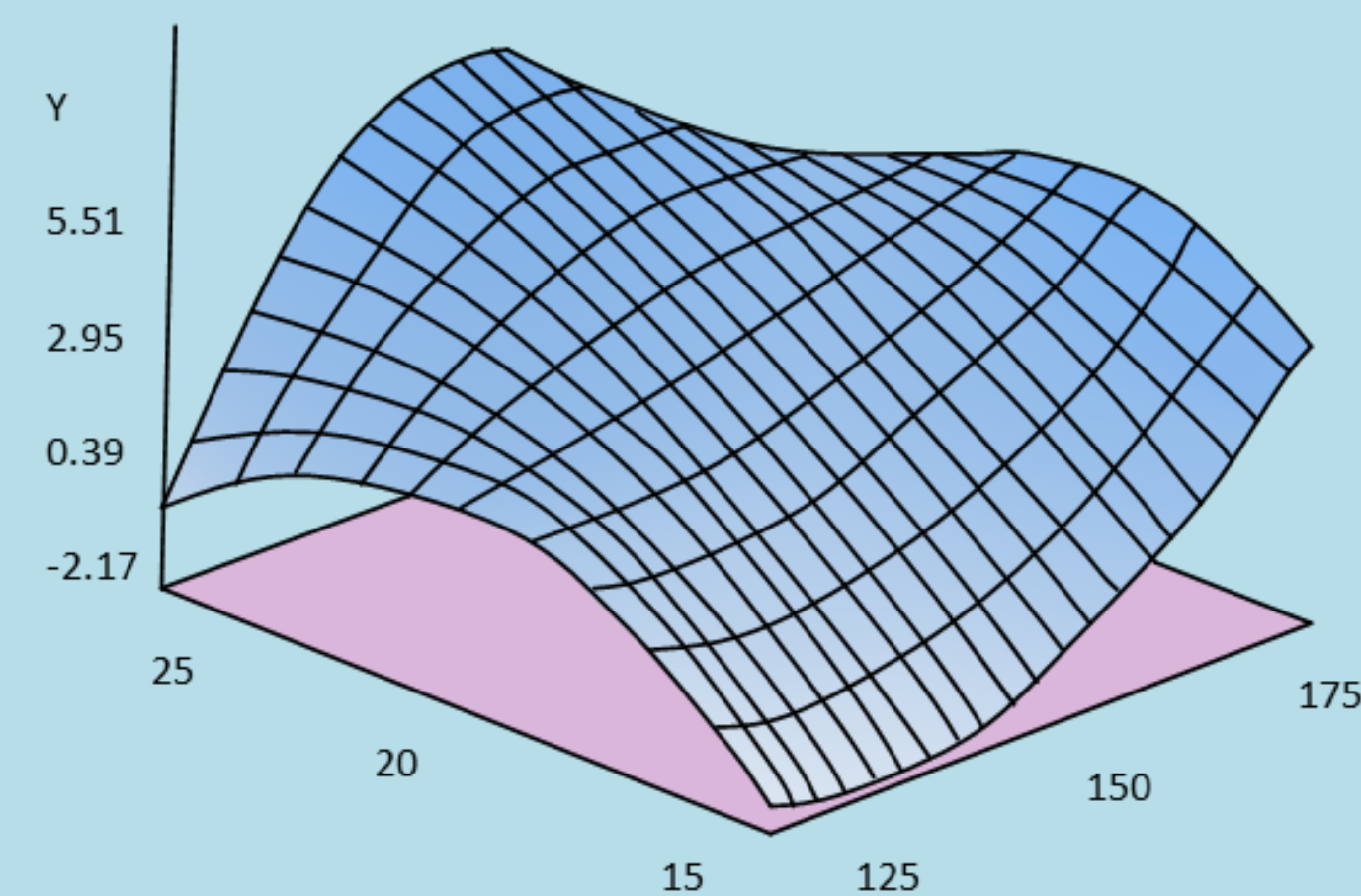
◆邏輯斯迴歸

Logistic迴歸模型是針對二元反應變數(即y=1或y=0)所發展出的迴歸模型。

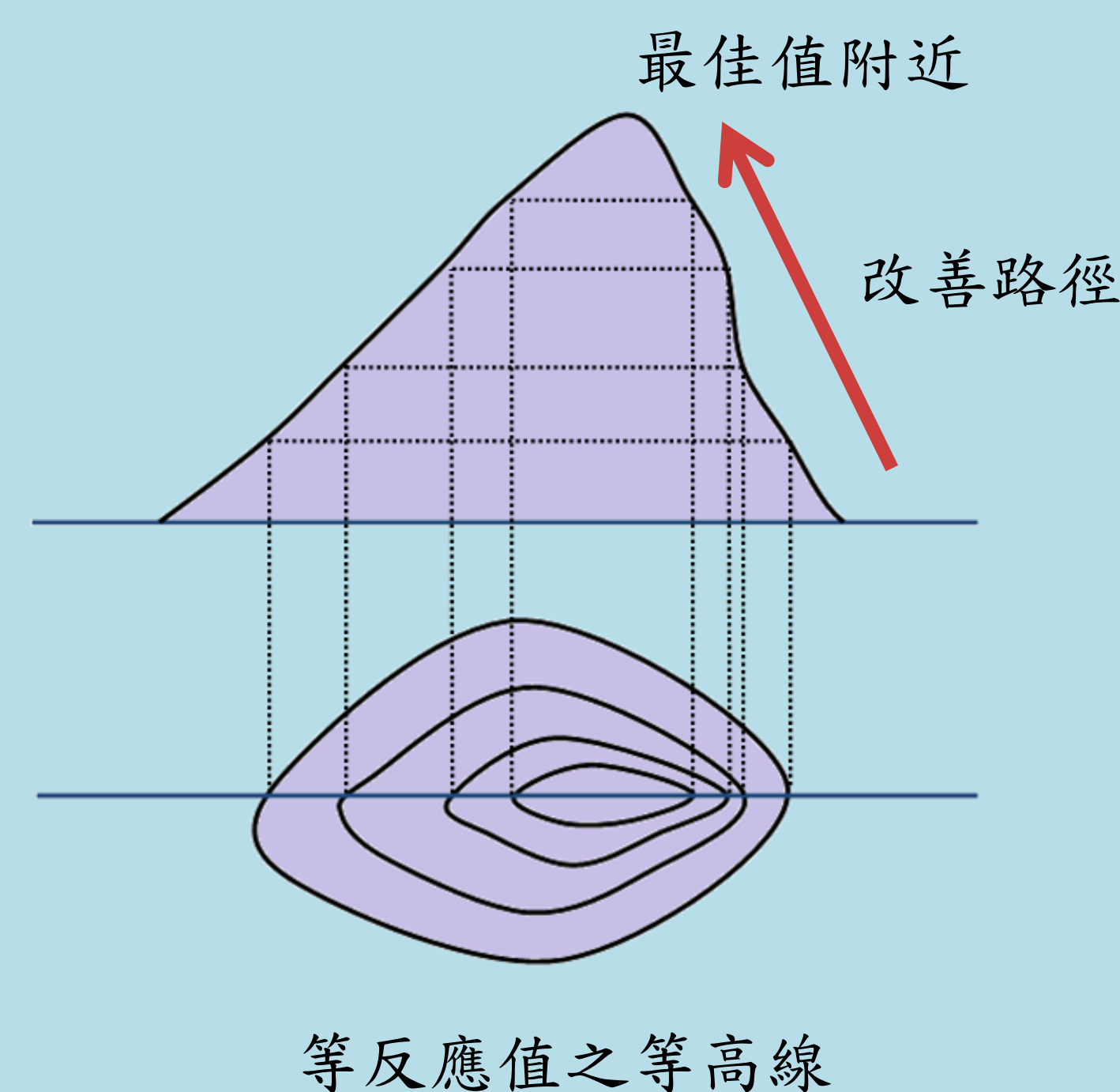
$$y = -6.325 + 0.75x_1 - 5.9806e^{-018}x_2 + 0.0125x_3 - 7.7043e^{-018}x_4 - 1.2377e^{-016}x_5 + 0.25x_6$$

其中 $x_1, x_2, \dots, x_6$ 分別代表所選定的六項因子，Logistic迴歸模型有許多性質與一般線性迴歸模型類似，其對於參數而言為線性且值域為負無窮至正無窮之間，其中係數 β 可按一般線性迴歸係數來解釋。如果一個變數可使對數發生比(The Odds of Experiencing An Event)增加，即增加事件發生之機率，反之亦然。

●反應曲面法



●最陡上升法



◆成果貢獻

此項產品正在生產階段，且產出後無法進行回收與再製，起初的產品因尺寸不合的問題而全數遭到淘汰，良率為0%。透過所得試模數據，依據初始設定進行最陡上升移動，並進行兩組試模實驗。由下表可看出，透過反應曲面法，有系統地進行因子水準實驗以及組合的調整，逐次逼近最佳解，已能夠使本項產品**良率從0%大幅提升至90%**。利用此製程設定參數在成本費用方面，可以幫助公司每年節省**121500元**的花費。在移動的過程中，逐漸整理出各因子之改善方向，提供員全公司在進行其他相似製程之改善時有一個整體方向。

實驗 順序	A	B	C	D	E	F	實驗結果										良率
1	2.3	20	280	90	1.2	6.9	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	70%
2	2.5	20	280	90	1.2	7.1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	90%

改善良率	0% → 90%
節省成本費用	121500元/年

102 年度 工業工程專題
清華大學工業工程與工程管理學系

