

先進IC封裝製程參數優化 資料挖礦架構與實證研究

摘要

本研究利用歷史DOE資料做分析，建立PLSR模型，並挑選具較高解釋能力的品質特徵。接著預測各參數組合下品質特徵的表現，再篩選出能使品質特徵符合規格的製程參數。其中，由於各品質的重要性未知，本研究透過正規化及設定權重的方式，規劃一目標式，以求目標分數最高的製程參數。本研究可為實證合作公司達到省時、省成本，並維持良好產出之目的。未來若納入更多製程參數，也能使用此架構找尋最佳製程參數。

實證研究結果顯示：

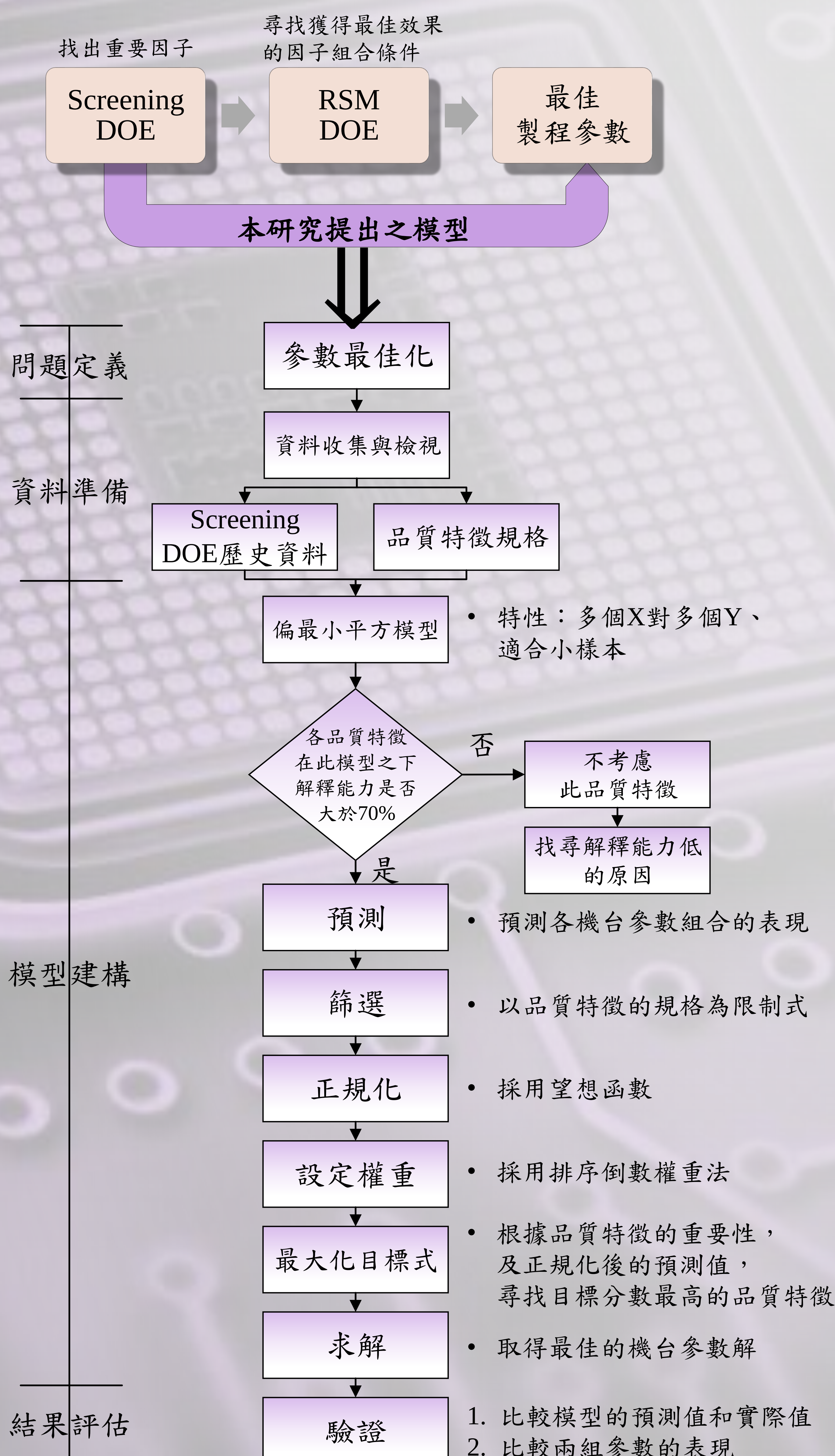
As-Is：獲取參數時間約8週

有些品質特徵的表現與目標值差距較大
工程師依自身經驗調整參數

To-Be：獲取參數時間約5週

減少3項品質特徵表現與其目標值差距的**50%**
建立一個準確性高、具**系統性**的模型

研究架構



數學模型

正規化

望大： $x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min x_i(k)}{\max x_i(k) - \min x_i(k)}$

望目： $x_i^*(k) = 1 - \frac{|x_i(k) - OB|}{\max(\max x_i(k) - OB, OB - \min x_i(k))}$

排序倒數權重法

$W_i = \frac{1/R_i}{\sum_{i=1}^n 1/R_i}$

目標式

$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n (W_i \times x_i^*(k))$

限制式

$LSL_i \leq x_i(k) \leq USL_i$

$x_i(k)$ ：第k個參數組合在第i項品質特徵的預測值。OB：與領域專家討論後的目標值。
n：品質特徵個數。 R_i ：為品質特徵i的排序。 USL_i 、 LSL_i ：第i項品質特徵的規格上、下界。

製程參數優化系統

點選檔案

建議的機台參數

Y-variables	規格下界	預測最小值	規格中心	規格上界	預測最大值	預測結果	Index
Ya1	-	33.05	-	-	56.67	50.15	0.72
Yb1	54.864	57.30	70.432	86	66.27	62.32	0.38
Yb2	54.864	67.92	70.432	86	87.83	80.96	0.39
Yb3	16	12.78	18	20	20.83	16.03	0.62
Yb4	0.2	0.19	0.25	0.3	0.36	0.26	0.92
Yb5	0.2	0.56	0.85	1.5	2.14	0.85	1.00

實證結果

本研究從實證合作公司提供的19筆Screening DOE資料中，分析7個機台參數與9項品質特徵之間的關係。在模型建構的過程中，僅考慮6項品質特徵(Y_a 、 Y_{bi} , $i = 1 \sim 5$)。其中， Y_a 為望大特性， Y_{bi} 為望目特性。

表1.模型的預測值與實際值的平均絕對百分比誤差

品質特徵	Y_a	Y_{b1}	Y_{b2}	Y_{b3}	Y_{b4}	Y_{b5}
MAPE(%)	12.41	3.48	2.99	6.43	7.86	32.68

表2.兩組參數的MAPE比較表(%)

驗證結果與目標值之差距(%)	Y_a	Y_{b1}	Y_{b2}	Y_{b3}	Y_{b4}	Y_{b5}
現行量產參數組合	表現較優	9.06 (優2.44)	12.68 (優0.72)	17.72	5.49	80.85
本研究建議參數組合	—	11.50	13.40	10.50 (優7.22)	3.10 (優2.39)	32.81 (優48.04)

✓ **省時、省成本**：省去RSM DOE的步驟

✓ **高良率**：模型有優良的預測能力(表1)、

驗證結果整體上較接近目標值(表2)

