

## 電子製造商使用蒙地卡羅模擬技術為供應商找到更好規格並節省大量成本

Evan McLaughlin 16 September, 2020

當您在一個製程的不同步驟中與多個供應商合作時，測試潛在的改善項目可能會變得很複雜，但在 Minitab 統計軟體中進行實驗設計分析以確定重要的關鍵輸入因素，然後將模型匯入 Minitab Workspace 執行蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation)，可以幫助您了解所看到結果的一些情況。此外，它比在真實零件上進行更多測試還要更快、更便宜。

看看 Spaceman Electronics 的案例情況 (與所有案例一樣，這是基於我們在該領域中看到的現實情況，但 Spaceman 是一家虛構公司)。為了製造一種產品，由一家供應商製造了芯子，而另一家進行塗層包覆，然後由他們組裝成最終產品。

過往 Spaceman 的產品工程師 Neil 指示生產線經理實施 7% 報廢因素，以解釋某些單位元件無法良好地適應產品的情況。報廢因素是指您可以預期在製造或加工過程中將被銷毀或毀壞的批次的百分比 (例如：如果您將要生產 100 件產品，過去歷史有 7% 報廢，而該批次 93% 是合格，則可以用  $100 \div 0.93$  並四捨五入，確定您需要製作 108 個單位)。

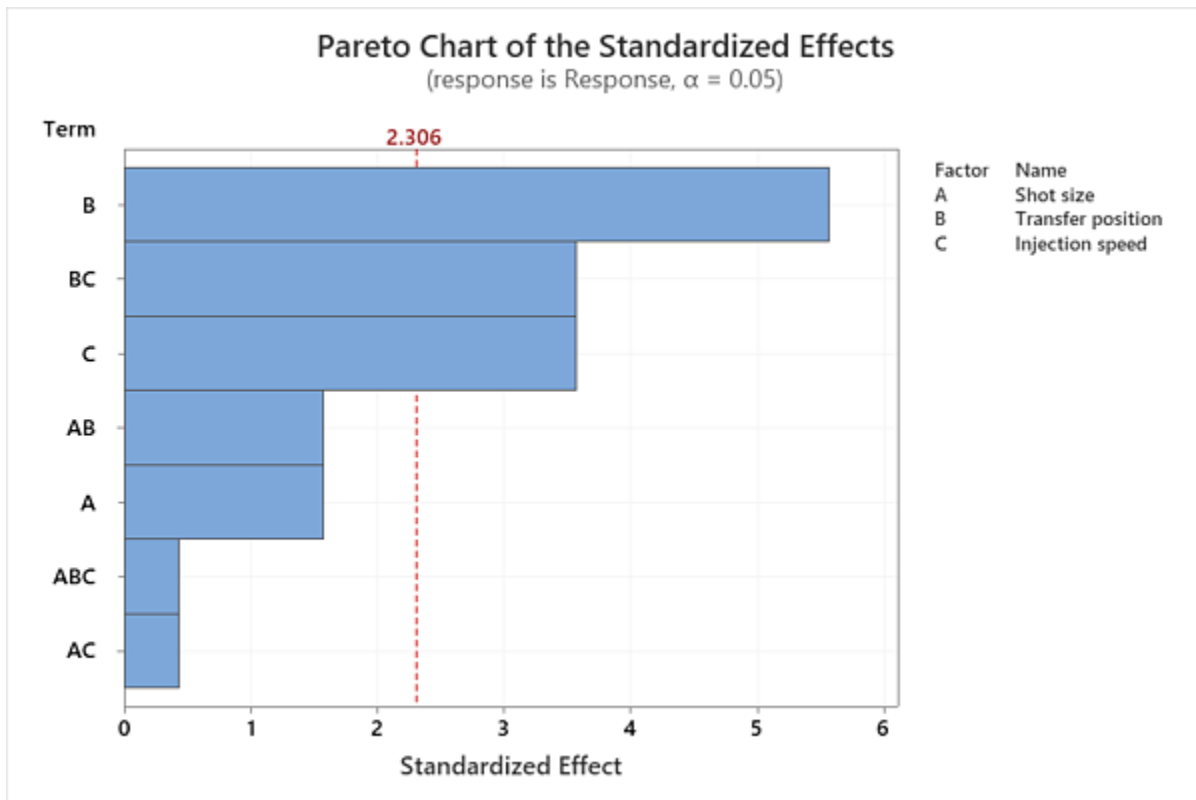
如果 Neil 的團隊可以降低廢品率，每單位廢品成本為 \$0.70 美元，那麼他們可以看到每年節省成本高達 \$165,000 美元。但是，如果他們沒有盡可能準確地指示兩供應商方向，則嘗試進行改善可能既麻煩又耗時。因此，他開始模擬一些潛在結果，以便在告知供應商其製程中要進行哪些更改之前做出明智的決定。



### 蒙地卡羅模擬如何運作

蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation) 使用有系統的數學模型，並基於定義輸入和輸出變數之間關係方程式提供期望值的模擬。Neil 和他的團隊在 Minitab 統計軟體中計劃並進行了一系列實驗設計分析，以確定製程中

重要因素。他們生成一個柏拉圖 (Pareto Chart) · 該圖顯示轉移位置 (Transfer Position) 和注射速度 (Injection Speed) 是他們要關注的因素 · 以及他們將在 Minitab Workspace 中使用的方程式：



## Regression Equation in Uncoded Units

$$\text{Response} = 1.0090 - 0.0987 \text{ Transfer position} - 0.00625 \text{ Injection speed} + 0.00833 \text{ Transfer position} * \text{Injection speed}$$

## 匯入模型並在 Minitab Workspace 當中執行

現在他們有了方程式 · Neil 在 Minitab Workspace 中開啟了一個專案檔 · 並插入了蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation) 工具。他可以透過 Minitab Workspace 和 Companion by Minitab 中提供此工具 (此案例中有更多訊息) 的選項 · 手動輸入其輸入變數和輸出變數 · 並且也輸入方程式 · 但他們已有了該訊息 · 因此他可以繼續前進。



# The Minitab Blog

This article originally appeared on The Minitab Blog

Neil 點擊了從 Minitab 導入模型 (Import Models from Minitab) 的選項，然後選擇他的 Minitab 檔案。

## Define Model

Import Models from Minitab

| X Name               | Distribution | Parameters |        | Preview   | Actions   |
|----------------------|--------------|------------|--------|---|---|
| <input type="text"/> | Normal       | Mean       | St Dev |  |  |

Add Another X

| Y Name               | Equation | Spec Limits (Optional) |     | Actions   |
|----------------------|----------|------------------------|-----|---|
| <input type="text"/> | =        | LSL                    | USL |  |

Add Another Y

### Import Models from Minitab

**Select a Minitab Project**

Project File  
C:\Documentation\improve a product development\ Monte Carlo.mpx

Select Related Document    Browse for File

**Select Models to Import** ?

| Type  | Y        | Equation   |
|---|----------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Factorial | Response | $1.00900 - 0.098667 * \text{Transfer position} - 0.006250 * \text{Injection speed} + 0.008333 * \text{Transfer position} * \text{Injection speed}$ |

Import    Cancel

該方程式自動將轉移位置和注射速度作為 X 輸入變數。他知道這些因子具有常態分佈，因此他從下拉選單中選擇 "常態 (Normal)"，然後輸入平均數 (Mean) 和標準差 (St Dev) 以及規格上限 (USL) 和下限 (LSL)。然後，他點擊上方附近的綠色 "模擬 (Simulate)" 按鈕，Minitab Workspace 在短短的幾秒鐘內完成了 50,000 個模擬過程：

The screenshot shows the Minitab Workspace interface for a Monte Carlo simulation. The 'Define Model' dialog is open, showing the following configuration:

| X Name            | Distribution | Parameters                | Preview | Actions |
|-------------------|--------------|---------------------------|---------|---------|
| Transfer position | Normal       | Mean: 0.875, St Dev: 0.09 |         |         |
| Injection speed   | Normal       | Mean: 9.5, St Dev: 0.15   |         |         |

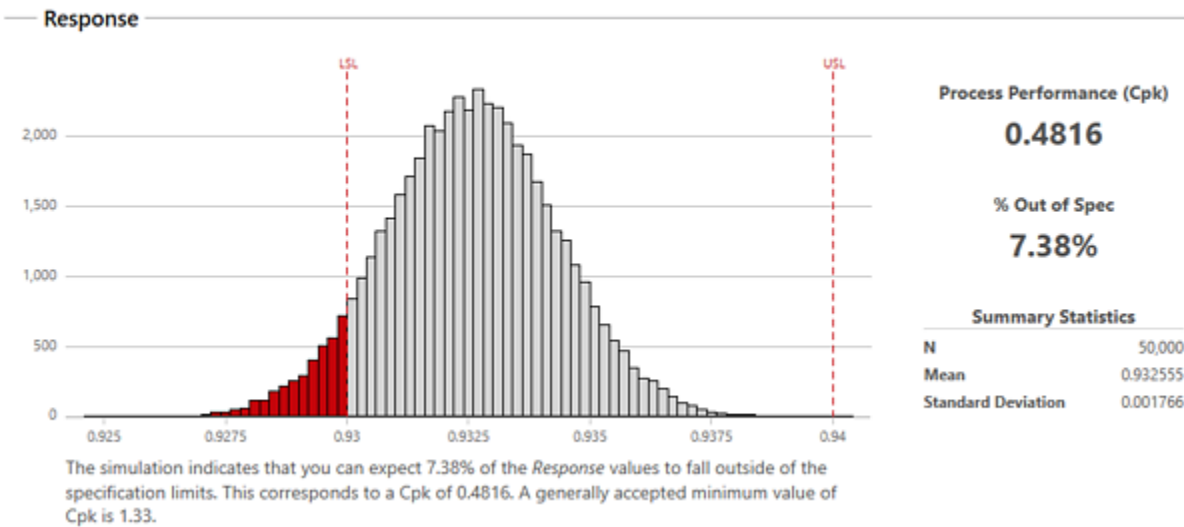
Below the X variables, there is an 'Add Another X' button. The Y variable configuration is as follows:

| Y Name   | Equation   | Spec Limits (Optional) | Actions |
|----------|--|------------------------|---------|
| Response | $= 1.00900 - 0.098667 * \text{Transfer position} - 0.006250 * \text{Injection speed} + 0.008333 * \text{Transfer position} * \text{Injection speed}$ | LSL: 0.93, USL: 0.94   |         |

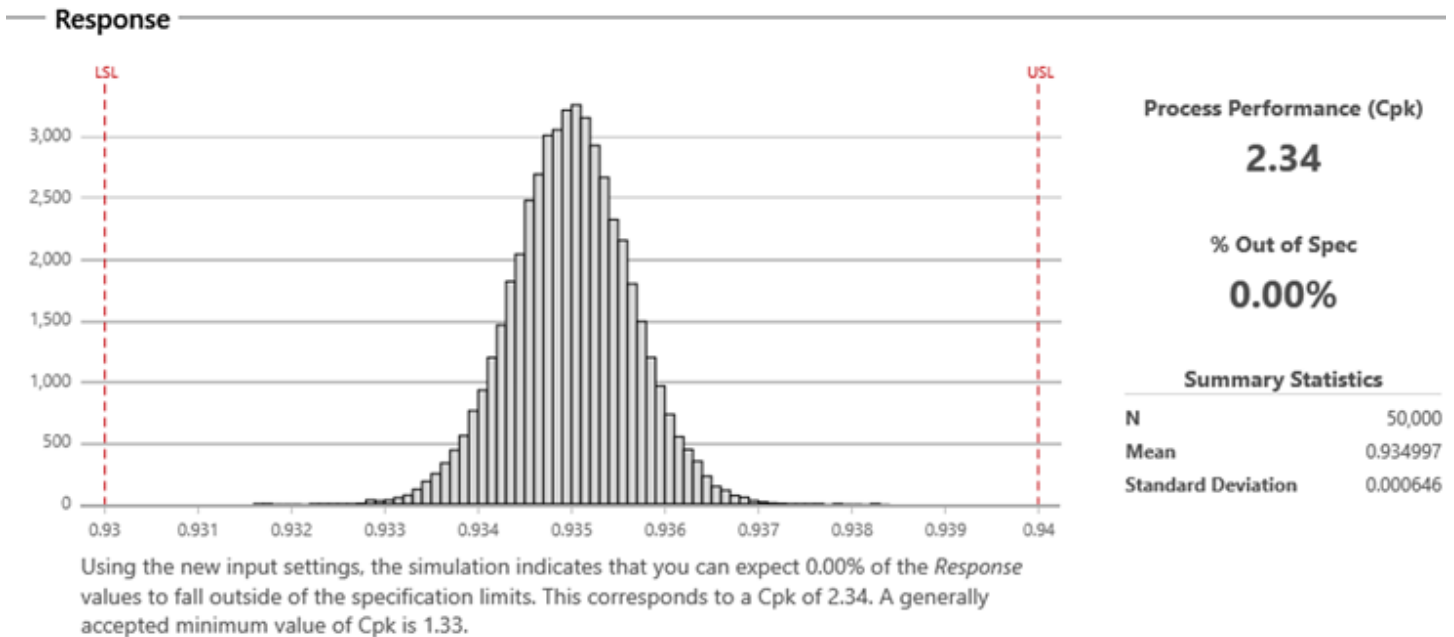
Below the Y variable, there is an 'Add Another Y' button. At the bottom, the 'Model' section shows a flow diagram with 'Transfer position' and 'Injection speed' as input boxes pointing to a 'Response' output box. A note above the diagram states: 'Before you run the simulation, use the diagram below to verify that the model is correct.'

## 了解結果和參數最佳化

### Simulation Results



此製程的製程性能衡量指標 (Cpk) 為 0.4816，遠低於最低標準 1.33。在此視覺化效果下，出現一個綠色按鈕 "Parameter Optimization" (參數最佳化)，引導 Neil 往下一步：優化其輸入。他設定了目標 (反應值平均數的目標為 0.935，位於規格上限和下限之間的中間)，並填入輸入變數的上下限以進行探索，然後其餘部分交由 Minitab Workspace 處理。他點擊 "Optimize Parameters" (最佳化參數) 並看到了這一點。



## Assumptions

Optimization Goal: Set Target for Mean of Response to 0.935

### Inputs

| Name              | New Settings     | Search Range      | Previous Settings | Distribution |
|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Transfer position | (0.750064; 0.09) | Low: 0.75 High: 1 | (0.875; 0.09)     | Normal       |
| Injection speed   | (10.9954; 0.15)  | Low: 8 High: 11   | (9.5; 0.15)       | Normal       |

### Outputs

| Name     | Equation   |
|----------|--|
| Response | $1.00900 - 0.098667 * \text{Transfer position} - 0.006250 * \text{Injection speed} + 0.008333 * \text{Transfer position} * \text{Injection speed}$ |

在 Neil 指定的範圍內找到最佳輸入設定後，Minitab Workspace 會顯示建議更改製程的模擬結果。模擬結果表示，最佳設定將消除製程中的不合格產品，其 Cpk 實質上將增為 2.34，這大幅超過了 1.33 的 Cpk 標準。

## 獲得理想的結果

當 Neil 分享他的發現時，供應商可以最佳化零件的幾何尺寸和公差，不僅能夠減少報廢產品的數量，還可以縮短製造週期。

# The Minitab Blog

This article originally appeared on The Minitab Blog

## 免費試用 Minitab 統計軟體 和 Minitab Workspace

下載 Minitab Workspace 試用

下載 Minitab 統計軟體試用

感謝 Minitab 解決方案架構師 Antonio Vargas 在此案例方面的研究和技術支援！

This article originally appeared on [The Minitab Blog](#).



### *More about Minitab, LLC*

[Minitab](#) helps companies and institutions to spot trends, solve problems and discover valuable insights in data by delivering a comprehensive and best-in-class suite of solutions for data analysis and process improvement. Using a unique, integrated approach to providing software and services, Minitab enables organizations to make better decisions that drive business excellence. With unparalleled ease of use, Minitab's software makes it simpler than ever to get deep insights from data. Minitab's team of highly trained data analytic experts ensure that users get the most out of their analyses and consult with them along the way, enabling them to make better, faster and more accurate decisions.

For nearly 50 years, Minitab has helped organizations drive revenues, reduce and contain costs, enhance quality, boost customer satisfaction and increase effectiveness. Thousands of businesses and institutions worldwide use Minitab Statistical Software®, Companion by Minitab®, Minitab Workspace®, Salford Predictive Modeler® and Quality Trainer® to uncover flaws in their processes and improve them.