

## 半導體廠用模型預測來節省電費

很多人應該都有一個經驗，就是收到超乎預期的驚人的電費帳單，這時後，我們在家中可以隨手關燈、使用省電燈泡，或是其他常見的節能方式來節省電費。

但是，如果我們要維持我們的日常活動，而沒有這些選項呢？那麼，預測電費並編列切合實際的合理預算就成為首要任務。這也正是許多製造商面臨的困境：在沒有其他方法來減少電力使用的同時，仍要達到生產目標。他們致力於準確預測用電量，以便他們能夠做出明智的財務決策。

某個泰國的半導體廠就採用這種方法，它使用 Minitab 統計軟體來檢查它波動的用電負荷量。其生產的半導體材料，是許多電子元件的基礎，市場需求量大，工廠設備幾乎要不斷的運轉。為了讓利潤最大化，專案團隊利用數據分析，著手找出最精確的用電量預測方法。

### 挑戰

預測模型可以找出數據中的模式形態，然後再使用這些模式來預測工廠未來的耗電量。專案團隊需要使用六個已創建的預測模型，和一個為此專案所建立的新方法，分析大都會電力局 (MEA) 提供的過去三年的歷史數據。該新方法包含了工廠的半導體製程中的特定因素。

每種預測方法會預測工廠未來 6 個月內的用電量，然後與歷史數據做比較。透過計算平均絕對誤差百分比 (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)，表示一個特定的預測方法準確性的錯誤率，團隊便可以確定哪個模型能做出最準確的預測。

專案團隊必需評估每個方法，然後選用 MAPE 值最低的模型來估算用電成本，提出合理的預算，並作出明智的財務決策。

### Minitab 如何協助客戶

該團隊採用簡單的預測和平滑法進行六種不同的時間序列分析。每個模型突顯出一段時間內所蒐集到資料的不同特點，包括趨勢、季節性、週期和不規則的波動，然後延伸這些特點的估計做為未來的預測值。團隊使用每個模型來預測未來 6 個月的用電量。

首先，團隊使用趨勢分析 (Trend Analysis) 方法，為耗電量數據配適一般趨勢線。此分析顯示一段期間內逐漸上升或下降的長期趨勢。

接著使用分解法 (Decomposition)，由它分解問題的能力而命名，讓該團隊能夠檢查未包含於趨勢分析方法中的資料特點。將用電量的時間序列資料分解出額外的特

## 泰國半導體廠

### 概述

成立於 1984 年，有超過 1,300 名員工，主要負責快閃記憶卡的封裝和測試

### 品質的挑戰

找出最佳的用電量預測方法，以節省營運成本，並能幫助做出財務決策

### 使用的產品

Minitab®統計軟體

### 結果

找出最佳的方法預測未來半年的用電量

減少電費

建立新的預測方法，並且能夠運用到其他的工廠或事業體上

註：此案例節錄自 2012 年 12 月出版的 "[World Academy of Science, Engineering and Technology](#)" 中收錄的文章。

性，如：季節性、週期和隨機變化等，讓團隊能將各因素的影響納入模型的預測。

為了平滑數據中的短期波動並突顯出長期的趨勢和週期，團隊將序列中連續個觀測值取平均值以計算移動平均。因為由季節性、週期和隨機變化所建立的個別資料點於此模型中皆近似，平滑後的數據集能夠揭示很難被發現的重要含義。

團隊另一方面使用單一指數平滑法 (single exponential smoothing method) 檢視數據，指定指數遞減權重到隨時間推移的資料點。此方法更加強調了最近期的數據，以預測工廠的耗電量。

但是，當數據中有趨勢性時，單一指數平滑法並不理想，所以專案團隊使用第二種雙指數平滑法 (double exponential smoothing method)，其中考慮了序列資料中趨勢的可能性。此方法也指定遞減權重給時間序列中較早期的觀測值，但接著使用不同的常數來平滑趨勢和斜率。

為了延伸雙指數平滑法，以包含趨勢和季節變化等因素，該團隊利用 Winter's 法，計算三個因素的動態估計值：水準、趨勢和季節性。

Minitab 提供多種預測和平滑方法，讓專案團隊能夠輕鬆地使用各種不同的方法來分析、顯示，和評估他們的數據資料，同時也包含了納入他們自己工廠特定因素的新方法。藉

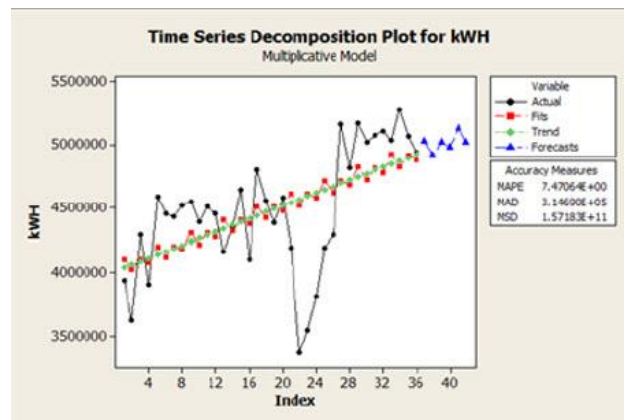
由比較各種模型的結果和實際數據，評估每種方法的準確性。

由團隊所設計的新預測方法，納入了半導體廠製程中相關的特定因素，如：機器需求、機器閒置時間，和每種狀態下使用的千瓦電量，以及電力公司提供的原始用電量調整後的數據。該團隊隨後將先前建立的每個模型結果，與他們自己的新方法做比較。

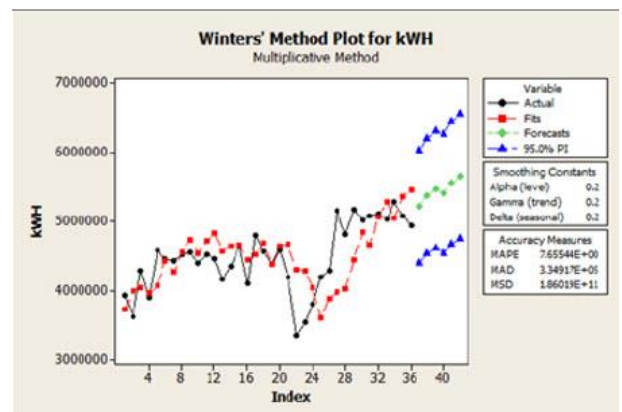
## 結果

為先前建立的每個方法繪製時間序列圖並計算 MAPE 值之後，該團隊比較每種方法的估計值和其實際的用電量使用數據，發現它們皆有相似的預測準確度。然而，使用團隊的新方法的 MAPE 值為 2.48，顯著地低於其它所建立模型的值，因此成為預測工廠未來耗電量的最佳選擇。

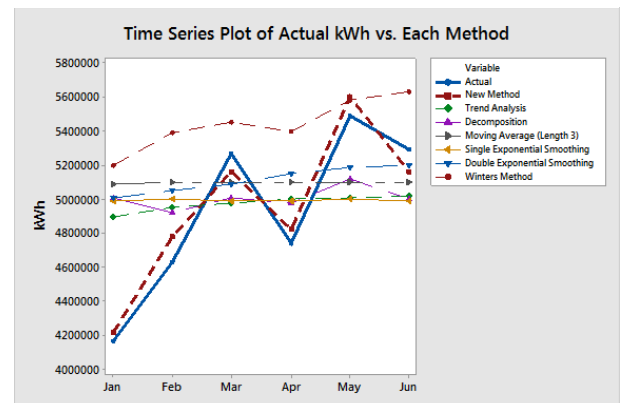
使用 Minitab 建立和應用不同的時間序列分析，讓團隊可以很容易地將他們新的、未經驗證的方法與那些現有的方法做比較。數據分



上方的時間序列圖將數據分為四個部分，讓團隊能夠分析趨勢和季節性。



上方的 Winter's 方法圖，計算了序列數據中的趨勢和季節性。



上方的時間序列圖比較過去六個月間，工廠的實際用電量 (千瓦) 和每種模型的預測用電量。實際用電量和專案團隊所提出新方法的序列被突顯出來做比較。

析的結果證實了他們的方法比其他方法更好，使他們可以有信心的採行新方法。▶