

臺灣景氣指標季節調整方法之研析*

黃月盈**

- | | |
|-------------|---------|
| 壹、前言 | 肆、實證分析 |
| 貳、季節調整方法的發展 | 伍、結論與建議 |
| 參、季節調整理論概述 | |

摘要

美國商務部普查局 (Census Bureau) 已在 2013 年 1 月正式發布新季節調整程式 (X-13 ARIMA-SEATS)，本文嘗試應用 X-13 ARIMA-SEATS 進行研究，並以同時指標及對策信號中的「機械及電機設備進口值」為例，結合該數列日資料及 X-13ARIMA-SEATS 程式，重新建構季節調整模型。透過上述模型建構過程及結果，期能對目前景氣指標季節調整工作提出具體建議。

研究首先利用「機械及電機設備進口值」日資料自行推估每月交易日效果，其次應用 X-13ARIMA-SEATS 軟體建構 regARIMA 模型並進行季節調整。其中，除了處理華人地區特有的春節效應，更採用軟體新增的 SEATS 季節調整方法，藉以比較 X-11 與 SEATS 兩者季節調整結果差異。本文主要實證結果如下：

- 一、觀察歷年平均週一至週日之機械及電機設備進口值，與直接採用 X-13ARIMA-SEATS 所推估之交易日效果並不相符，而根據該數列日資料所推估之交易日因子與實際平均統計結果則較為相近。
- 二、本數列的春節前、中、後因子解釋變數均為顯著，顯示農曆春節對國內企業進口機械電機設備的活動確實存在影響。
- 三、透過診斷檢定分析，SEATS 季節調整方式的診斷結果普遍較 X-11 理想。此外，不論是水準值或年增率，透過本研究所建構的模型，季節調整後數列均較原始數列平滑，季節性波動已大致去除。

* 本文參加經建會 2013 年研究發展作品評選，榮獲總體經濟類甲等獎。

** 作者為經濟發展處專員。

A Study of the Method of Seasonal Adjustment of Taiwan Business Indicators

Yueh-Ying Huang

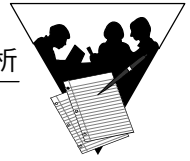
Specialist

Economic Development Department, NDC

Abstract

The United States Census Bureau released X-13ARIMA-SEATS seasonal adjustment program in January 2013. This paper attempts to apply the program. In the process of this empirical study, first, daily data of imports of machinery and electrical equipment are used to compute monthly trading day factors. Second, the X-13ARIMA-SEATS program is employed to construct the regARIMA model. In the model, regressors are used to estimate the Chinese New Year holiday effect, and then X-11 and SEATS seasonal adjustments methods are used, respectively. Finally, the two adjustment methods are compared by a common set of diagnostics. The main empirical results are as follows:

1. The trading day factors computed from daily imports of machinery and electrical equipment data are consistent with the historical average on Monday to Sunday.
2. The three regressors of before, during and after Chinese New Year holiday are all significant, reflecting that import of machinery and electrical equipment were actually affected by the holiday.
3. The diagnostic results from SEATS seasonal adjustment are generally better than X-11 adjustment. In addition, through the model constructed for this study, for both original value and annual growth rate of import of machinery and electrical equipment, the seasonally adjusted series are smoother than unadjusted series.



壹、前言

一般而言，多數以月或季為單位的經濟統計資料，因受到氣候、風俗習慣、生產週期、交易制度、或假期等非經濟因素影響，而產生所謂的季節性變動。這些季節性波動雖屬於短期、但卻規律的重複出現，會增加對數列長期趨勢或循環變動判讀的困難度。季節調整 (seasonal adjustment) 即是對時間數列隱含之季節性波動，以計量方法進行測度、分離並加以調整，使經濟數列更精確反映經濟的長期趨勢或循環變動，以利於研究分析比較 (台灣景氣指標月刊)。

目前經建會在編製景氣指標及對策信號時，均先將構成項目原始資料進行季節調整、去除長期趨勢、平滑化與標準化處理，再彙整編製綜合指標。而景氣對策信號編製方式係直接將各構成項目季節調整資料之水準值或年增率，依各構成項目檢查值得出對應分數，再將各項目分數加總而得。在上述過程中，季節調整為編製景氣指標或對策信號的首要環節，因此，季節調整品質的良窳將影響景氣走勢之判斷。

過去經建會以美國商務部普查局 (Census Bureau) 所開發的 X-12-ARIMA 方法進行季節調整，而在 2013 年 1 月，美國普查局已正式發布新季節調整程式 (X-13 ARIMA-SEATS)，本文將嘗試應用此新版本進行研究，並以同時指標及對策信號中的「機械及電機設備進口值」為例，重新建構該數列季節調整模型，期能藉由模型建構過程及結果，對目前景氣指標季節調整工作提出具體建議。

貳、季節調整方法的發展

一、美國普查局 X-11 方法

季節調整問題首先由美國經濟學家於 1919 年提出，爾後各種調整方式陸續推出。Macauley 於 1931 年首次提出以移動平均比率方式進行季節調整，成為往後季節調整的理論基礎。

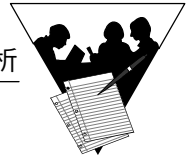
1954 年美國商務部普查局 (Bureau of Census, Department of Commerce) Shiskin 以美國國家經濟研究局 (NBER) 移動平均比率法 (The Ratio-Moving Average Method) 為基礎，發展出最初的季節調整電腦程式 X-1，並開始大規模的對經濟時間數列進行季節調整。此後經過不斷的發展改善，1960 年發展了 X-3，1961 年又發表 X-10，1965 年 10 月則推出 X-11，係以一系列之移動平均去除季節性，此法成為往後許多國家普遍應用之季節調整方法。

二、加拿大統計局 X-11-ARIMA 方法

1980 年加拿大統計局 Dagum 在 X-11 程序的基礎上，引進時間數列中 ARIMA 模型的概念，發展出 X-11-ARIMA，透過自我迴歸模型及移動平均方法對非平穩時間序列進行季節調整。X-11-ARIMA 可透過 ARIMA 模型向前或向後擴展時間序列，補足 X-11 在序列兩端損失過多訊息的缺點。

三、美國普查局 X-12-ARIMA 方法

1990 年代左右，美國普查局 Findley 等人提出 X-12-ARIMA，其整合 X-11-ARIMA、X-11-ARIMA/88 (Dagum, 1988) 及 X-11 方法，在季節調整的工具上增加更多的彈性與選擇，協助使用者處理節日、交易日因素影響的不規則要素，同時提供光譜分析、



移動樣本分析及歷史修正檢定等新的季節調整模型診斷工具，是目前國際上普遍採用的季節調整軟體之一。

四、西班牙銀行及歐盟統計局 TRAMO/SEATS 方法

TRAMO/SEATS 方法是由 Agustin Maravall 及 Victor Gomez 於 2001 年所開發的一種季節調整方法。TRAMO (Time series Regression with ARIMA noise, Missing observation, and Outliers) 係用來估計和預測具有缺失觀察值、非平穩 ARIMA 誤差及離群值的迴歸模型；SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series) 則是基於 ARIMA 模型，使用信號提取技術進行季節調整。¹ 上述兩個程序經常聯合使用，先以 TRAMO 方法預先處理數據，再以 SEATS 方法將時間序列分解為趨勢、循環、季節性及不規則等要素。

由於 TRAMO/SEATS 具有靈活設定迴歸變數的優點，美國普查局已在 2007 年發布的 0.3 版 X-12-ARIMA 吸收了 TRAMO 的部分內容，同時亦開始研究引入 SEATS 季節調整方法。

五、美國普查局 X-13ARIMA-SEATS

X-13ARIMA-SEATS 軟體係由美國普查局及西班牙共同合作開發，並於 2013 年初正式發布，其整合最新的 X-12-ARIMA 版本及 SEATS 程式，主要增加的功能包括：

- 提供使用者以相同介面自行選擇採用 SEATS 或 X-11 季節調整方法，軟體均可提供季節調整品質及穩定性的診斷分析工具。
- 增加 ARIMA 誤差迴歸模型的參數選項及模型選擇功能，更多關於新增參數選項內容將於第參章說明。

¹ Seats 信號提取方法是以 Burmn(1980)、Hillmer 及 Tiao (1982) 的研究結果為基礎所發展。

- 一次可有效處理多條時間序列資料。

由上述功能可知，X-13ARIMA-SEATS 兼顧 X-12-ARIMA 及 SEATS 之優點，使用者可藉由兩種季節調整模型診斷分析，選擇較佳之模型。

參、季節調整理論概述

時間數列在概念上可拆解成四個項目：趨勢 Trend (T)、循環 Cycle (C)、季節性 Seasonal (S)、不規則項 Irregular (I)。趨勢項反映的是經濟現象長期演變方向；循環項則是時間序列所表現出的週期性波動，一個完整的週期具有一個擴張期及一個收縮期；季節性則反映時間序列在不同年份的相同季節所呈現之週期性變化；不規則項則是其他無法解釋誤差或隨機因素。季節調整即是剔除時間序列隱含的季節性，故經季節調整的序列是由趨勢、循環及不規則項所組成 (時間序列 X-12-ARIMA 季節調整原理與方法，2006)。

常見的時間序列分解形式有：

加法模型 (Additive Model)：
$$Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t$$

乘法模型 (Multiplicative Model)：
$$Y_t = T_t * C_t * S_t * I_t$$

若季節性規模基本保持不變，不隨原始序列水平增減而變化時，採用加法模型；若季節性的規模與原始序列水平呈比例變化時，則採乘法模型。

X-13-ARIMA-SEATS 季節調整方法主要分為事前調整以及季節調整兩部分。事前調整係指建立 regARIMA 模型，X-11 或 SEATS 則為季節調整方法。完整程序可分為事前調整、季節調整以及事後診斷三個階段，簡要流程如圖 1。

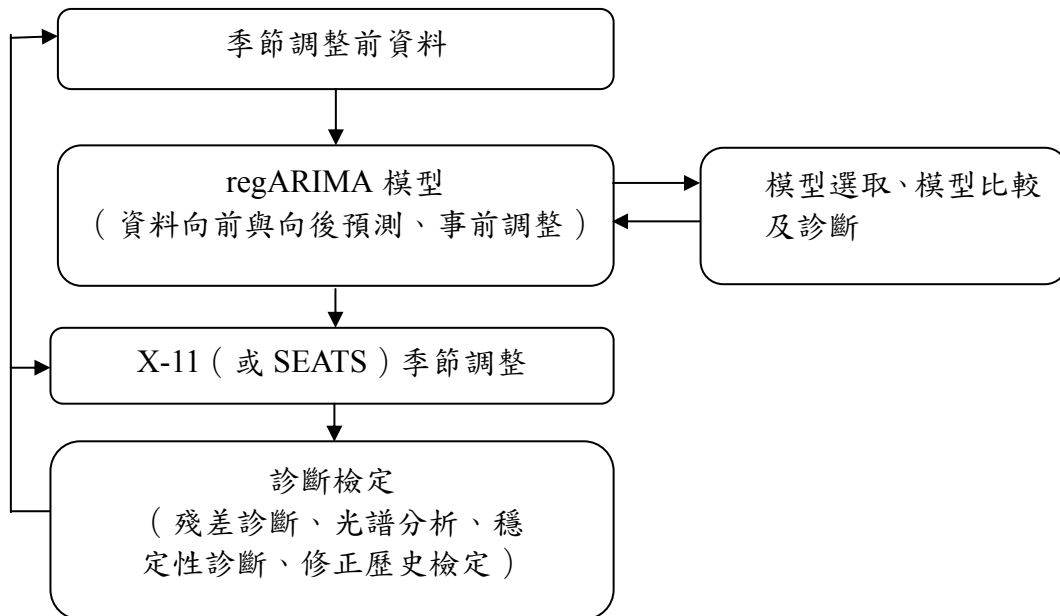
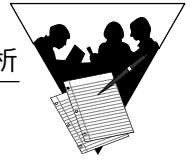


圖 1 X-13-ARIMA-SEATS 季節調整流程圖

一、事前調整 (regARIMA 模型)

regARIMA 模型主要處理向前預測、向後預測及事前調整程序。由於 X-11 是基於移動平均法的季節調整方法，進行季調時需在原序列頭尾兩端彌補欠缺項，透過 ARIMA 模型可模擬時間序列末端資料；而事前調整程序則針對交易日 (Trading Day)、移動假期 (Moving holiday) 及離群值 (Outlier) 等效應進行調整。一般而言，在估計 regARIMA 模型前，經常需要對原始數列進行非線性轉換 (transform)，以得到一個適合 ARIMA 模型的序列。處理方式如下 (林金龍，2002)：

$$y_t = f(Y_t) = \begin{cases} Y_t \\ \log(Y_t) \\ \lambda^2 + (Y_t^\lambda - 1)/\lambda, \lambda \neq 0 \end{cases}$$

進行上述轉換後，可建構一 ARIMA (p,d,q)(P,D,Q) 模型如下：

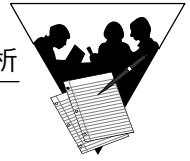
$$\phi_p(L)\Phi_P(L^s)(1-L)^d(1-L^s)^D\left(y_t - \sum_{i=1}^r \beta_i x_{it}\right) = \theta_q(L)\Theta_Q(L^s)\varepsilon_t$$

其中， L 是落後運算元， s 為季節週期（如月資料為 12，季資料為 4）， $\phi_p(L)$ 為落後期數為 p 的非季節性自我迴歸（AR）， $\Phi_P(L^s)$ 則為落後期數為 P 的季節性自我迴歸。 $\theta_q(L)$ 為落後期數為 q 的非季節性移動平均（MA）， $\Theta_Q(L^s)$ 則為落後期數為 Q 的季節性移動平均。 $(1-L)^d(1-L^s)^D$ 則指非季節性差分階次為 d ，季節性差分為 D 。 $(y_t - \sum_{i=1}^r \beta_i x_{it})$ 則為符合 ARIMA 模型之迴歸誤差，這裡的迴歸變數 x_{it} 主要包括離群值、交易日及移動假期的影響等，簡述如後：

（一）交易日效果

經濟活動可能會受到每月工作天數結構的影響，以零售業為例，假設民眾購物活動普遍集中於週末，則週末零售額將高於其他工作日。例如：2013 年 6 月分別有 5 個星期六及星期日，而 5 月僅有 4 個週六及週日，此時在其他條件均相同下，6 月零售額將高於 5 月，難以進行比較，故須先進行調整。

原 X-12-ARIMA 程式將交易日效果分為流量及存量兩種資料調整方式。流量資料係指資料統計方式為當月內每日數據加總值；存量資料則為當月的累計值。此外，X-13-ARIMA-SEATS 新增 Stock calendar regressors 參數，主要反映存量資料除了受到統計日期落於哪一個工作天的影響，當月工作天數結構也可能影響存量資料（Monsell, 2009）。上述各種交易日迴歸參數的詳細設定方式可參考 X-13-ARIMA-SEATS reference manual。本文所採用之機



械及電機設備進口值為流量資料，程式內建迴歸參數設定如下：

$$T_{1,t} = (\text{星期一天數}) - (\text{星期日天數})$$

$$\vdots$$

$$T_{6,t} = (\text{星期六天數}) - (\text{星期日天數})$$

(二) 移動假期效果

移動假期係指每年都會出現，但不一定在固定月份出現之節日，以華人地區而言，最重要的移動假期主要為農曆春節，農曆春節往往會影響每年 1、2 月份數據。此外，端午節、中元節、中秋節等節日也可能對部分經濟活動產生影響。在 X-12-ARIMA 程序中已提供使用者自行定義迴歸變數，因此可針對農曆春節等效果設定變數來進行調整。

本文參考林金龍（2002 年）處理農曆春節效果的模型設定方式，具體說明如下：假設春節對時間序列的影響天數為 τ ，且假定這 τ 天中每天的影響相同，以變數 τ_t 表示這 τ 天落在 t 月的天數，則對於 t 月，可建立一春節變數，定義為：

$$H(\tau, t) = \frac{\tau_t}{\tau}$$

通常經濟活動會在農曆春節假期前、中、後有不同的變化，因此可分別設定 3 個迴歸變數： $H_1(\tau, t)$ 、 $H_2(\tau, t)$ 、 $H_3(\tau, t)$ ，而由上式定義可看出， $H_i(\tau, t)$ 的總和應為 1，因此必須將調整序列進行中心化處理（Centered），以保證在消除春節影響後，所得到序列之年度總合會大致等於調整前之總和。

若將上述 3 個春節變數納入 ARIMA 迴歸模型，則表示如下：

$$\phi(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D (y_t - \beta'X_t - \sum_{i=1}^3 \alpha_i H_i(\tau, t)) = \theta_q(B) \Theta_Q(B^S) \varepsilon_t$$

季節調整通常採用加法分解模型或乘法分解模型，上式為加法分解模型，可採用廣義最小平方法或最大概似估計法進行參數估計；若為乘法模型，則必須先對原始序列 y_t 取自然對數，所估計之春節效應結果必須再取指數轉換。

在上述模型中，一個重要的關鍵為春節影響天數的多寡，亦即 τ 值大小。須針對不同時間序列的特性進行 τ 值的設定，常見做法係依據數列的特性設定幾組不同春節影響日期長度組合，執行調整過程後，再根據若干評斷標準決定最佳的組合。Findley 及 Soukup (2000) 曾建議 2 種評判標準：(1) 以 AICC (Akaike's Information Corrected Criterion) 大小對模型進行篩選，AICC 值愈小愈佳。(2) 透過比較樣本外預測誤差，選擇預測誤差最小的模型。本文主要以 AICC 做為評判標準。

(三) 離群值

離群值通常指的是數列因制度性因素的改變或自然特殊事件的發生而產生的變化。在 X-12-ARIMA 中，離群值種類有：AO (Additive Outlier)、短暫變化 TC (Temporary Change)、水平漂移 LS (Level Shift) 及斜線上升 (Ramp Effect) 四種，在新版 X-13ARIMA-SEATS 又新增 SO (Seasonal Outlier) 及 Temporary Level Shift 兩種參數 (X-13ARIMA-SEATS Reference Manual, 2013)。各種迴歸變數定義如下：

– AO：

$$AO_t^{(t_0)} = \begin{cases} 1 & \text{for } t = t_0 \\ 0 & \text{for } t \neq t_0 \end{cases}$$

表示發生在 t_0 時刻的離群值



- LS :

$$LS_t^{(t_0)} = \begin{cases} -1 & \text{for } t < t_0 \\ 0 & \text{for } t \geq t_0 \end{cases}$$

表示從 t_0 時刻起數值變化至一個新水平並持續保持此一水平。

- TC :

$$TC_t^{(t_0)} = \begin{cases} 0 & \text{for } t < t_0 \\ \alpha^{t-t_0} & \text{for } t \geq t_0 \end{cases},$$

其中， α 是經指數衰減至原有水平的速率 ($0 < \alpha < 1$)

- RP :

$$RP_t^{(t_0, t_1)} = \begin{cases} -1 & \text{for } t \leq t_0 \\ (t - t_0)/(t_1 - t_0) - 1 & \text{for } t_0 < t < t_1 \\ 0 & \text{for } t \geq t_1 \end{cases}$$

從 t_0 時刻起變數以一個線性速度逐漸變化至新水平上。

- SO :

$$SO_t^{(t_0)} = \begin{cases} 0 & \text{for } t \geq t_0 \\ 1 & \text{for } t < t_0, t \text{ same month/quarter as } t_0 \\ -1/(s-1) & \text{otherwise} \end{cases}$$

其中， s 係指季節週期 (如月資料為 12，季資料為 4)，此迴歸變數主要捕捉季節性規律的突然改變。

- Temporary Level Shift :

$$TL_t^{(t_0, t_1)} = \begin{cases} 0 & \text{for } t < t_0 \\ 1 & \text{for } t_0 \leq t \leq t_1 \\ 0 & \text{for } t > t_1 \end{cases}$$

表示從 t_0 至 t_1 時刻，數值短暫變化至一個新水平。

一般而言，若在進行李節調整前即已知離群值訊息，則可以在其發生時點設定離群值類型，亦可利用 X-13ARIMA-SEATS 軟體自動偵測，內涵上是將樣本區間內的所有時點依照 AO、LS 及 TC 三種類型逐步進行迴歸，計算每個時點上各種離群值的 t 統計量，根據其顯著性與否決定是否放入模型中。

二、季節調整 (X-11 或 SEATS)

(一) X-11

X-11 季節調整方法原理係以一系列之移動平均 (Moving Average) 方式去除季節性，以加法模型為例，簡述步驟如下 (時間序列 X-12-ARIMA 季節調整原理與方法，2006)：

Step1 季節調整的初始估計

1. 透過中心化 12 項移動平均計算趨勢及循環成份

$$TC_t^{(1)} = \left(\frac{1}{2}Y_{t-6} + Y_{t-5} + \cdots + Y_t + \cdots + Y_{t+5} + \frac{1}{2}Y_{t+6} \right) / 12$$

2. 計算 S*I 項初始估計值

$$SI_t^{(1)} = Y_t - TC_t^{(1)}$$

3. 透過 $3*(2n+1)$ 移動平均計算季節因子 S 的初始估計值

使用者可自行選擇 n 值，通常為 $3*3$ ， $3*5$ 和 $3*9$ 移動平均，以 $3*3$ 公式為例：

$$\hat{S}_t^{(1)} = \left(SI_{t-24}^{(1)} + 2SI_{t-12}^{(1)} + 3SI_t^{(1)} + 2SI_{t+12}^{(1)} + SI_{t+24}^{(1)} \right) / 9$$

4. 消除季節因子中的殘餘趨勢

$$S_t^{(1)} = \hat{S}_t^{(1)} - \left(\hat{S}_{t-6}^{(1)} + 2\hat{S}_{t-5}^{(1)} + \cdots + 2\hat{S}_{t+5}^{(1)} + \hat{S}_{t+6}^{(1)} \right) / 24$$



5. 季節調整結果的初始估計

$$TCI_t^{(1)} = Y_t - S_t^{(1)}$$

Step2 估計最終季節因素

1. 利用 2H+1 項 Henderson 移動平均公式計算暫定的 T*C 成份

$$TC_t(2) = \sum_{j=-H}^H h_j^{2H+1} TCI_{t+j}^{(1)}$$

2. 計算暫定的 S*I 要素

$$SI_t(2) = Y_t - TC_t(2)$$

3. 透過 3*5 項移動平均計算暫定的季節因子

$$\hat{S}_t^{(2)} = (SI_{t-36}^{(2)} + 2SI_{t-24}^{(2)} + 3SI_{t-12}^{(2)} + 3SI_t^{(2)} + 3SI_{t+12}^{(2)} + 2SI_{t+24}^{(2)} + SI_{t+36}^{(2)}) / 15$$

4. 計算最終季節因子

$$S_t^{(2)} = \hat{S}_t^{(2)} - (\hat{S}_{t-6}^{(2)} + 2\hat{S}_{t-5}^{(2)} + \dots + 2\hat{S}_{t+5}^{(2)} + \hat{S}_{t+6}^{(2)}) / 24$$

5. 估計第 2 次季節調整後序列

$$TCI_t(2) = Y_t - S_t(2)$$

Step3 估計最終 Henderson 趨勢及最終不規則成份

1. 利用 Henderson 移動平均公式計算最終的 T*C 成份

$$TC_t^{(3)} = \sum_{j=-H}^H h_j^{2H+1} TCI_{t+j}^{(2)}$$

2. 計算最終不規則成份

$$I_t^{(3)} = TCI_t^{(2)} - TC_t^{(3)}$$

透過上述步驟即可得到分解序列的加法模型。

(二) SEATS

SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series) 是利用 ARIMA 模型來分解時間序列中的趨勢、循環、季節及不規則成份。詳細關於以 ARIMA 模型為基礎的季節調整方法請參考 Cleveland and Tiao (1976), Hillmer and Tiao (1982) 以及 Bell and Hillmer (1984)。

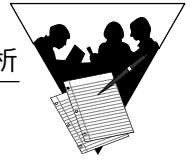
三、季調模型診斷

(一) regARIMA 殘差值檢定

主要檢視：(1)殘差項是否仍具有季節性：在 1%顯著水準下，檢定全體樣本或最近 3 年的殘差季節性是否存在；(2)是否仍具有自我相關：觀察殘差項的 ACF 及 PACF，以及 Ljung-Box Q 統計量 (含 p-value)，藉以檢視模型是否符合「季節性因素消除」及「不規則因素為隨機變動」兩項準則；(3)殘差項是否符合常態分配：檢視殘差項是否通過常態分配檢定，若無法通過時，可能是遺漏重要迴歸變數 (劉淑敏，2007)。

(二) 品管接受度整體指標及個別指標

X-12 ARIMA 以 11 種統計量 (M1~M11) 來判斷季節調整模型優良與否，其中，M1~M6 用以檢視不規則項，而 M7~M11 則用以檢視季節因子。這些個別統計量介於 0~3，小於 1 才是可被接受的，最後將 M1~M11 的加權平均 Q 及 Q2 (即 Q 扣除 M2) 統計量，做為季節調整模型被接受否的綜合判斷指標。X-13ARIMA-SEATS 仍保有過去 X-12ARIMA 的品管接受度指標診斷功能，惟此診斷方式僅適用於 X-11 季節調整方式。



(三) 光譜分析 (spectrum analysis)

由於季節性及交易日具有週期性，因此可利用光譜分析檢驗季節調整後的序列是否仍具有季節性及交易日效應。在季節性效應部分，定義季節效應的週期為 1 年，對於月資料而言，如果有明顯的季節性光譜高峰 (peak) 落在 $k/12$ cycles per month 的頻率上，其中 $1 \leq k \leq 6$ ，即存在季節效應。在交易日效應部分，Cleveland 及 Devlin (1982) 曾指出，對於流量資料而言，最敏感的頻率通常為 0.348 及 0.432 cycles per month。W. P. Cleveland (1982) 指出，0.304 cycles per month 亦可顯示交易日效應。

X-13ARIMA-SEATS 軟體會自動產生 (1) regARIMA 模型殘差；(2) 季節調整差分序列 (first-differenced, transformed seasonally adjusted series)；(3) 季節調整後不規則成分 (irregulars series) 等光譜圖。軟體會將前述所提的季節和交易日頻率上的光譜，與相鄰頻率上的光譜進行比較，如果差異小於一個邊界值 (margin)，該邊界值取決於所有光譜的幅度範圍，則自動輸出估計的譜線圖，同時出現一警告訊息，提醒使用者在季節或交易日頻率上出現明顯 (visually significant) 的高峰 (時間序列 X-12-ARIMA 季節調整原理與方法，2006)。此外，考量近期數據的重要性通常高於較早期的數據，以及交易日效應可能隨著時間發生顯著改變，因此，X-13ARIMA-SEATS 的估計預設區間為最近 8 年數據。

(四) 滑動樣本分析 (Sliding Spans Analysis)

滑動樣本分析主要用以分析季節因子的穩定性。做法是將全期樣本切成 4 段，計算同月但不同區段的季節因子 (seasonal factor) 及月變動率 (month-to-month change) 之最大值與最小值的差異比率，差異比率越小代表季節調整模型越穩定。美國普查局 Findley,

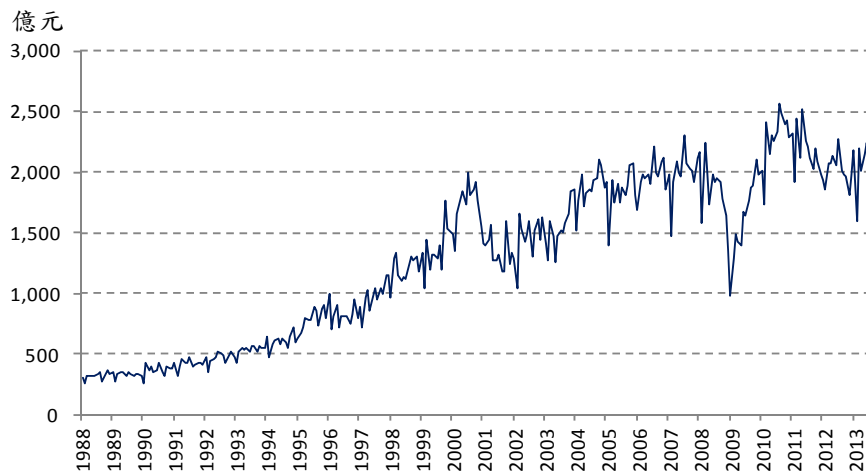
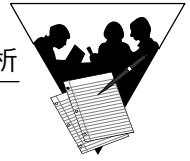
Monsell, Shulman, 及 Pugh (1990) 認為，若前述最大差異比率超出 3%，則視為季調模型不穩定。

(五) 修正歷史檢定 (Revision histories)

季節調整模型在加入新的月份資料時會重新計算季節因子，而一個好的季節調整模型，不應該在每次加入新資料時，產生過大的修正幅度。X-13ARIMA-SEATS 軟體經由計算最終調整值 (final) 與當期調整值 (concurrent) 之間的差量百分比，檢定修正幅度是否過大，詳細內容可參考 Bell and Monsell (1992)。關於修正歷史檢定的評判標準，Findley 等人 (Findley, Monsell, Bell, Otto and Chen, 1998) 曾以 4% 為評判標準，國內中央銀行劉淑敏 (2007) 則以 2% 為評判標準。

肆、實證分析

檢視目前經建會景氣指標及對策信號的構成項目中，部分項目係採用原始統計機關發布之季節調整後數值 (如工業生產、失業率、貨幣總計數 M1B 等)，部分則由經建會自行調整。本文將以同時指標及對策信號構成項目中的「機械及電機設備進口值」為例，利用 X-13ARIMA-SEATS 軟體進行季節調整，並進一步診斷季節調整模型是否合適。本文所採用的「機械及電機設備進口值」資料期間為 1988 年 1 月至 2013 年 7 月，由圖 2 原始資料走勢可知，機械及電機設備進口值為一個波動較大的數列，而每年 1~2 月農曆春節期間均呈現下滑。此外，此數列大致隨時間遞延而成長，可推測應為乘法模型。而實際上經由 X-13ARIMA-SEATS 軟體以 AICC 檢定之判斷結果亦屬於乘法模型，因此本文所採用的模型為乘法模型。



資料來源：財政部統計處

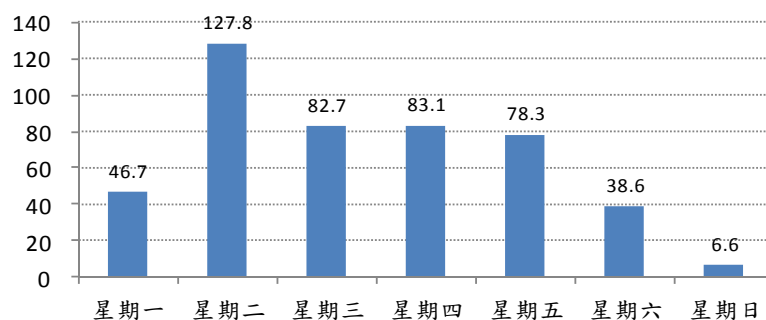
圖 2 機械及電機設備進口值走勢圖

一、季節調整流程

(一) 交易日調整

過去經建會處理機械及電機設備進口值交易日效果係直接由 X-12ARIMA 計算，但由於該資料計算期間並非由當月 1 日至該月月底，而是由當月 3 日起至下月 2 日止，因此若逕行以 X-13ARIMA-SEATS 處理將可能產生偏誤。圖 3 為歷年平均週一至週日的機械及電機設備進口值，日資料期間為 97 年 5 月 3 日至 102 年 5 月 2 日，由圖中可知，機械及電機設備進口值明顯在週二為最高，其次為週四、週三、週五，而週一及週末則較低。表 1 為直接以 X-13ARIMA-SEATS 估算的交易日效果，結果顯示，週四至週六為負的影響，且以週四影響效果較大；而週一至週三則為正的影響，且週二影響效果並不顯著。此推估結果與實際日資料所呈現結果並不相符，故需進一步考量其他調整方式。

單位：億元



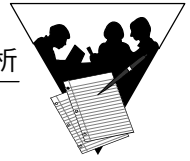
資料來源：財政部關稅總局

圖 3 歷年平均週一至週日之機械及電機設備進口值

表 1 以 X-13ARIMA-SEATS 估算的交易日效果

虛擬變數	迴歸係數	標準誤	T 值
星期一	0.0163	0.00737	2.21
星期二	0.0053	0.00737	0.72
星期三	0.0152	0.00738	2.06
星期四	-0.0255	0.00733	-3.47
星期五	-0.0165	0.00727	-2.27
星期六	-0.0090	0.00734	-1.23
星期日 (derived)	0.0142	0.00739	1.93

資料來源：本研究



本文參考過去經建會陳惠薇（2007 年）對於海關出口總值之交易日調整方式，² 自行估計機械及電機設備進口值交易日效果，步驟如下：

1. 識別 97 年 5 月 3 日至 102 年 5 月 2 日每日的星期數值，並建構一虛擬變數迴歸模型，其中，設定 6 個解釋變數分別代表每日的星期數值，被解釋變數則為當日機械及電機設備進口值。迴歸模型設定如下：

$$y_t = \sum_{i=1}^6 \beta_i * D_{it} + \varepsilon_t ,$$

其中， y_t 為每日機械及電機設備進口值；

$$D_{1,t} = \begin{cases} 1, & \text{if } t \text{ 日為星期一} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$\vdots$$

$$D_{6,t} = \begin{cases} 1, & \text{if } t \text{ 日為星期六} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

將資料代入後計算出週一至週六的迴歸估計係數，再進行中心化調整，所得估計結果如表 2。其中，週二之迴歸係數為正且效果最大，其次為週三至週五，週六則為負效果，此結果似乎與日資料平均統計較為相近。

² 經建會陳惠薇、徐志宏曾分別於 2007 年、2008 進行海關出口值交易日效果內部研究，並利用財政部關稅總局所提供之出口日資料進行估算。

表 2 本文估計之週一至週日迴歸係數比較

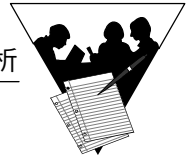
虛擬變數	自行估算之 迴歸係數	以 X-13ARIMA-SEATS 估算
星期一	0.0017	0.0163
星期二	0.0130	0.0053
星期三	0.0091	0.0152
星期四	0.0088	-0.0255
星期五	0.0064	-0.0165
星期六	-0.0003	-0.0090

資料來源：本研究。

2. 重新計算每月 3 日起至下月 2 日的星期數值結構，再將各星期數值個數扣除星期日天數。以 2013 年 7 月（7 月 3 日至 8 月 2 日）為例，計算方式如表 3：

表 3 2013 年 7 月星期天數結構

2013.7	星期 日	星期 一	星期 二	星期 三	星期 四	星期 五	星期 六
天數	4	4	4	5	5	5	4
減星期日天數後 (Xi)	-	0	0	1	1	1	0



3. 將第 2 步所計算出的每月 X_i 分別乘以中心化後的迴歸係數 β_i ，得出每月份的交易日因子。

若是相乘模型，計算方式為：

$$W \text{ 月交易日因子} = 100 * (1 + X_1\beta_1) * (1 + X_2\beta_2) * (1 + X_3\beta_3) * \\ (1 + X_4\beta_4) * (1 + X_5\beta_5) * (1 + X_6\beta_6)$$

若是相加模型，計算方式為：

$$W \text{ 月交易日因子} = X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4 + X_5\beta_5 + X_6\beta_6$$

將機械及電機設備進口值季節調整前資料以上述計算所得之交易日效果進行調整。由於本文採用乘法模型，故將原始資料除以上述估算出之交易日因子。

(二) 建構季節調整模型

進行上述交易日調整後，接著以 X-13ARIMA-SEATS 程式估計 regARIMA 模型。在建構 regARIMA 模型時，X-13ARIMA-SEATS 提供強大的自動偵測功能，並提供許多診斷檢定協助使用者選取模型。理論上，理想的狀況為，X-13 ARIMA-SEATS 程式給定的「參考模型」中農曆春節效果經 AICC 檢定篩選，自動偵測的離群值有歷史事件能加以解釋原因，且模型診斷檢定結果也符合所求，即可斷言該參考模型選取適當。反之，若僅預測誤差最小，而模型診斷檢定結果不佳，則必需重新修正模型，反覆測試，以兼顧預測誤差及診斷檢定均能符合所求（劉淑敏，2007）。

雖由 ACF 及 PACF 可判斷 ARIMA (p,d,q)(P,D,Q) 之 AR、MA 階次，惟為避免過度人為判斷，本文參考中央銀行劉淑敏 (2007) 及過去經建會設定之 81 組 ARIMA 不同階次候選模型，³ 並以最小樣本內預測誤差為挑選準則，由 X-13ARIMA-SEATS 自動挑選。建構流程如下：

1. 初步挑選 ARIMA 模型

在不考慮春節效果下，先由 X-13ARIMA-SEATS 在 81 組模型中挑選初步 ARIMA 模型。初步挑選出的模型為 ARIMA (1,1,0) (0,1,2)。⁴

2. 決定最適春節影響長度

本文參考仿照林金龍 (2002) 及過去經建會做法，將春節影響效果以「春節前」、「春節中」及「春節後」三個解釋變數呈現。實際測試時，本文預先設定 9 組不同長度的農曆春節影響天數，各組的春節前、中、後影響天數設定如表 4。以表 4 中第 1 組為例，設定春節前 3 天、春節中 6 天、春節後 3 天，亦即除夕前 3 日、除夕至初五、初六至初八。

³ 候選模型從(0,1,0)(0,1,0)至(2,1,2)(2,1,2)等共 81 組。

⁴ 在給定「樣本內預測誤差」為 20，以及「Ljung-Box Q 統計量」為 15 之標準下，程式挑選出的模型為 ARIMA(1,1,0)(0,1,2)。

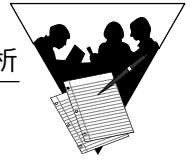


表 4 九組不同長度的農曆春節影響天數

代號	春節前	春節中 (除夕到初五)	春節後
Hol01	3	6	3
Hol02	3	6	7
Hol03	3	6	15
Hol04	7	6	3
Hol05	7	6	7
Hol06	7	6	15
Hol07	15	6	3
Hol08	15	6	7
Hol09	15	6	15

資料來源：本研究

設定上述 9 組影響天數後，分別計算歷年各月份的影響比重，再經中心校正程序後，得出做為 RegARIMA 之春節解釋變數數值。其次，固定步驟 1 所挑選之初步 ARIMA 模型，在迴歸式中分別放入不同的春節長度，測試最明顯的假期影響天數。表 5 為 9 組不同春節影響天數的 RegARIMA 模型誤差量數，⁵ 就 AICC 統計量判斷標準而言，Hol02 模型均具有較小的配適誤差，且在 BIC 及 AIC 統計量中亦為最小，因此採用 Hol02 做為初步選定之春節影響長度設定，亦即設定春節前 3 天、春節中 6 天、春節後 7 天。

⁵ 各組春節模型已分別透過 81 組 ARIMA 設定，搭配各自最佳的 ARIMA 階次。

表 5 9 組春節模型之誤差量數

	AIC	AICC	BIC
Hol01	3439.6128	3440.0044	3465.3978
Hol02	3428.1537*	3428.7875*	3461.3059*
Hol03	3433.6761	3434.3099	3466.8283
Hol04	3441.8207	3442.2124	3467.6058
Hol05	3445.9017	3446.4070	3475.3704
Hol06	3439.7472	3440.3810	3472.8994
Hol07	3447.8772	3448.2688	3473.6623
Hol08	3454.7947	3455.3000	3484.2634
Hol09	3450.2861	3450.9199	3483.4383

註：*標示為各誤差量數最小值

資料來源：本研究

表 6 為 X-13ARIMA-SEATS 輸出的迴歸結果，從中可知，春節前、春節中、春節後三個虛擬變數的 t 值均為顯著，其中，春節前及春節中均為負向效果，而春節後則為正向。由於三個變數呈現顯著，因此均保留在模型中。在加入春節虛擬變數後，原初步挑選之 ARIMA 模型可能不再為最佳者，故保留已確定之春節變數，重新挑選最適當的 ARIMA 模型。經重新篩選後，最後確定之模型仍為 ARIMA (1,1,0)(0,1,2)。

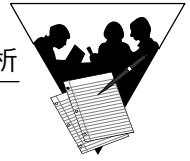


表 6 X-13ARIMA-SEATS 輸出的迴歸結果

Regression Model			
Variable	Parameter Estimate	Standard Error	t-value
User-defined Holiday			
BeforeCNY	-0.1226	0.02519	-4.87
BetweenCNY	-0.1111	0.03448	-3.22
AfterCNY	0.1304	0.05060	2.58
Automatically Identified Outliers			
TC1990.Feb	0.2789	0.06371	4.38
TC2008.Dec	-0.2416	0.05884	-4.11

資料來源：本研究

3. 審視離群值

本研究 RegARIMA 模型的離群值調整迴歸變數係採用 X-13ARIMA-SEATS 程式自動偵測。一般而言，沒有影響到實體經濟的偶發性事件會傾向剔除，否則應予以保留，以維持原序列應有的資訊。程式自動偵測結果如表 7，其中，1990 年 2 月與 2008 年 12 月均呈現 TC 效果顯著。前者為正向效果，且時點恰好落於 2 月份農曆春節後段期間，推測該時點之春節效應可能異於以往春節；而後者為負向效果，該時點適逢美國次級房貸引發全球金融海嘯，可能導致機械及電機設備進口值發生較大波動。為避免 RegARIMA 迴歸模型估計發生偏誤，此兩項離群值仍放入迴歸式中，但在估計最終季節因子時則不進行調整。

表 7 X-13ARIMA-SEATS 程式自動偵測之離群值

X-13ARIMA-SEATS 偵測結果	T 值	可能原因
Tc 1990. Feb	4.38	該時點之春節效應可能異於以往春節
Tc 2008. Dec	-4.11	臺灣第 12 次景氣循環收縮期間，導因為美國次貸引發全球金融海嘯。

資料來源：本研究

4. 將上述建立之模型代入相關診斷檢定，若診斷檢定結果不佳，則重複上述步驟另選模型，再經診斷檢定，反覆測試以確立最終結果（表 8）。模型診斷檢定結果詳見下節說明。

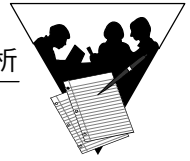
表 8 季節調整模型設定

ARIMA 階次	常數項	交易日	春節效果	季節過濾器*
(110)(012)	無	自行估算	前 3 天 中 6 天 後 7 天	S3*5

註：季節過濾器的長度選取主要依據 Global Moving seasonality ratio，當
 $2.3 < \text{GMSR} < 4.1$ 採用 S3*3； $4.1 < \text{GMSR} < 5.2$ 採用 S3*5； $5.2 < \text{GMSR} < 6.5$ 採用 S3*9。

資料來源：本研究

圖 4 為歷年季節因子走勢，圖 5 則將季節因子按月份排列。由圖 4 可知，1993~1999 年期間，季節因子波動性較低，但 2000 年後季節因子變動有擴大趨勢。圖 5 進一步顯示，各月份的季節性均出現大幅變化。以 4 月為例，季節因子呈現下滑走勢，顯示歷年 4 月的機械及電機設備進口值季節隨時序演進有減少現象。



反觀 9 月則呈現上升走勢，顯示 9 月季節性逐年增強，惟在 2009 年金融海嘯後又呈現下滑。另，圖 6 為歷年假節日因子走勢圖，由圖可知，歷年 1~2 月均出現明顯波動，因此，農曆春節效果之調整有其必要性。

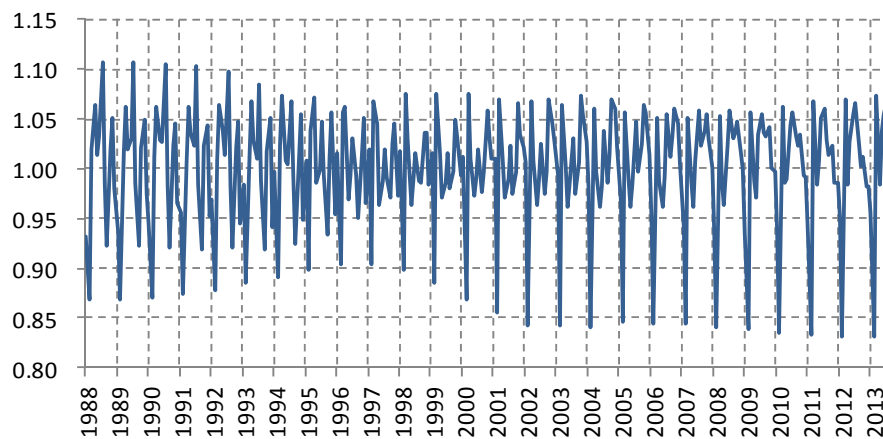


圖 4 歷年各月季節調整因子

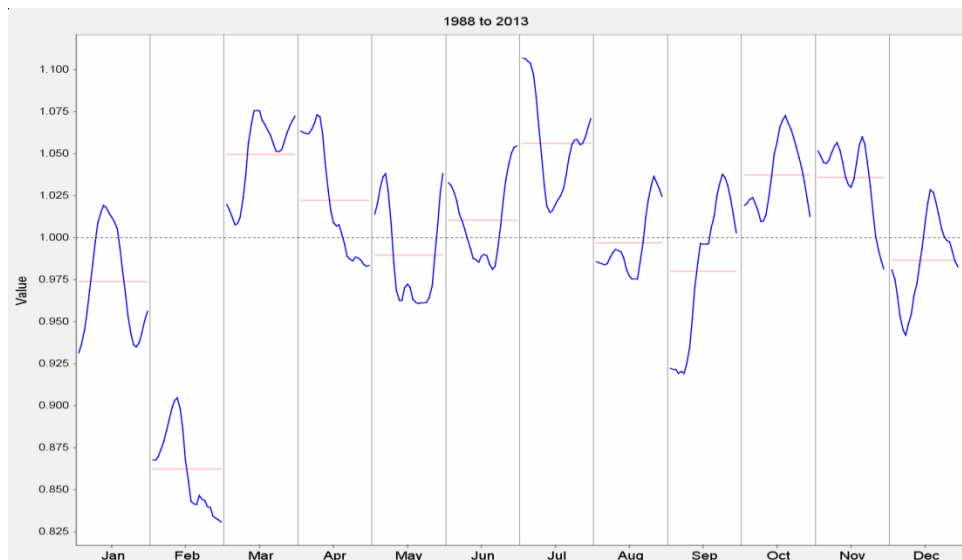


圖 5 季節調整因子-按月份排列

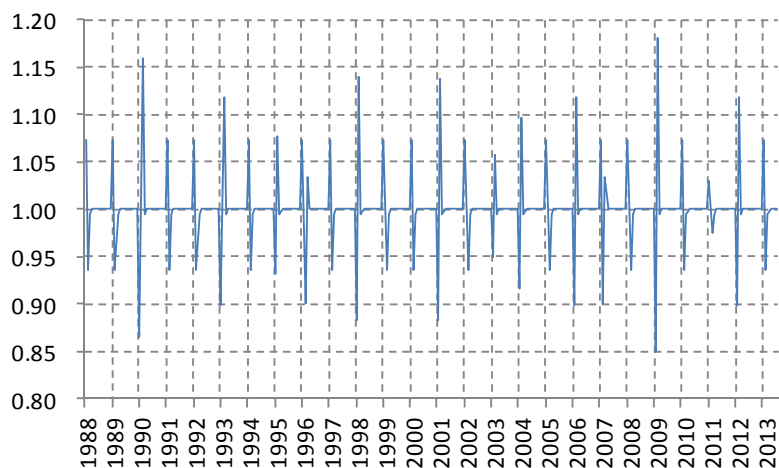


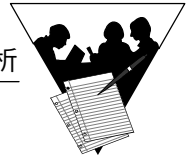
圖 6 歷年假節日因子

二、季節調整模型診斷

本節首先將 X-13ARIMA-SEATS 的檢定結果進行檢視，包括 regARIMA 殘差值檢定、品管接受度整體指標、光譜分析、移動樣本分析以及歷史修正檢定等。其次，利用診斷檢定來比較以 X-11 和 SEATS 兩種季節調整方式結果。

(一) 診斷檢定結果分析

表 9 為診斷檢定結果，設定季節調整方式為 X-11。整體品管接受度整體評估指標可被接受，且季節調整後數列之光譜分析不存在季節性。且歷史修正診斷在以美國普查局標準 4% 為標準下，亦在可接受範圍內，整體而言，季節調整診斷結果尚可接受。惟尚有若干指標不甚理想，包括：regARIMA 殘差診斷檢定結果不符合常態分配、品管接受度指標之 M1、M8、M10 未小於 1、移動樣本分析亦顯示季節性穩定度不佳等。



理論上，殘差無法通過常態分配檢定，可能是遺漏重要的迴歸項，如交易日、節日效果或離群值，若確定 RegARIMA 配適良好，則該檢定並不重要（X-13ARIMA-SEATS Reference Manual）。此外，由於機械及電機設備進口值季節因子變化較大，移動樣本區間之診定結果表示，季節性穩定度較不理想，惟模型經過多次修正後仍無法避免此情形。移動樣本區間估計結果雖大於 3%，但仍在程式所建議最高範圍之內（Seasonal factors 不超過 15% 及 Month-to-Month changes in SA series 不超過 35%）。

表 9 季節調整模型診斷檢定結果

regARIMA 殘差診斷				品管接受度整體指標				季調後光譜 分析 (spectrum analysis)		季節性穩定度 診斷 (sliding span)		歷史修正 診斷 (revision history)	
無 季 節 性	無 交 易 日	不 具 自 我 相 關	符 合 常 態 分 配	整體評 估	Q	Q2	不 被 接 受 之 M 統 計 量	季 調 後 數 列 無 季 節 性	季 調 後 數 列 無 交 易 日	Seasonal factor 之 最大與 最小值 差異比 率	SA 數列 (MOM) 之最大與 最小值差 異比率	季 調 數 列 修 正 幅 度 (%)	季 調 數 列 mom 修 正 幅 度 (百 分 點)
○	△	○	△	accepted	0.53	0.58	M1 M8 M10	○	○	△ 12.2% >3%	△ 12.3% >3%	○ 1.91% <4%	○ 2.18 <4%

註：○代表檢定通過或良好；△表示檢定未通過。

資料來源：本研究

(二) X-11 和 SEATS 季調模型診斷檢定結果比較

本文除了採用傳統 X-11 季節調整方式，在 regARIMA 模型設定均相同的情境下，亦嘗試以 X-13ARIMA-SEATS 所新增的 SEATS 功能進行季節調整，藉以比較兩者調整結果差異。表 10 為分別以 X-11 及 SEATS 兩種季節調整方式的診斷結果，就移動樣本分析而言，在 Findley 等人(1990)所設定 3% 的標準下，SEATS 的季節因子之最大與最小值差異比率小於 3%，但 X-11 則大於 3%。而兩者季調後數列 MOM 之最大與最小值差異比率均大於 3%，惟 SEATS 的比率小於 X-11。就歷史修正診斷而言，除季調數列 MoM 修正幅度外，SEATS 的季調數列修正幅度及趨勢估計修正幅度均小於 X-11。整體而言，SEATS 季節調整方式的診斷結果較 X-11 理想。

表 10 X-11 及 SEATS 季節調整診斷結果

診斷結果		X-11	SEATS
移動樣本分析 (sliding span)	Seasonal factor 之最大與最小值差異比率	12.2	0.5
	SA 數列 (MoM) 之最大與最小值差異比率	12.3	6.7
歷史修正診斷 (revision history)	季調數列修正幅度 (%)	1.91	1.66
	季調數列 MoM 修正幅度 (百分點)	2.18	2.56
	趨勢估計修正幅度 (%)	2.5	1.89

資料來源：本研究

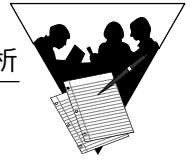
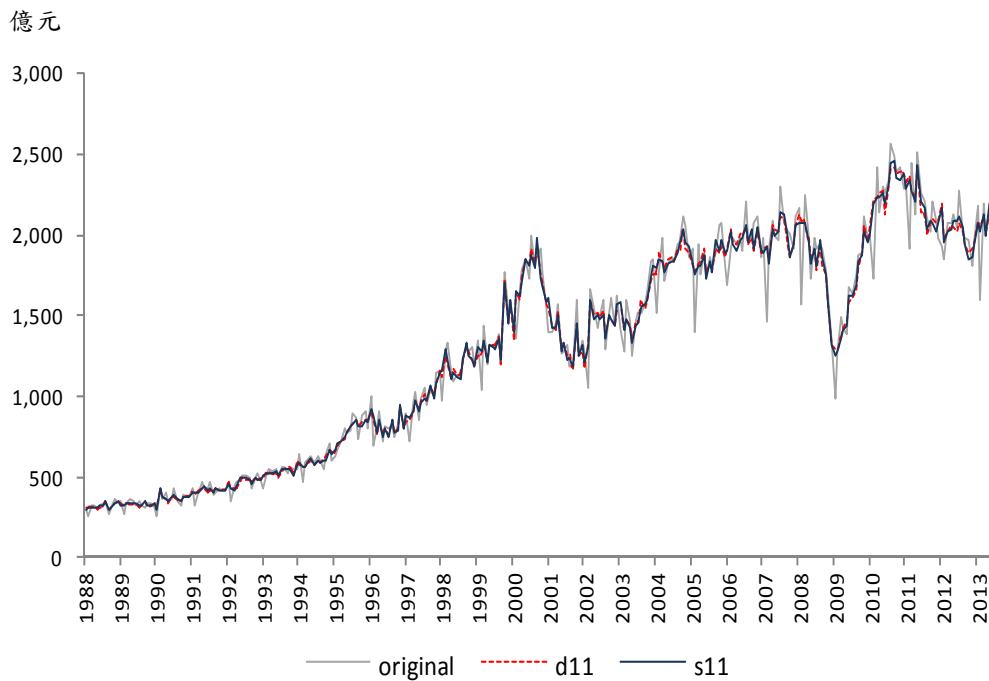
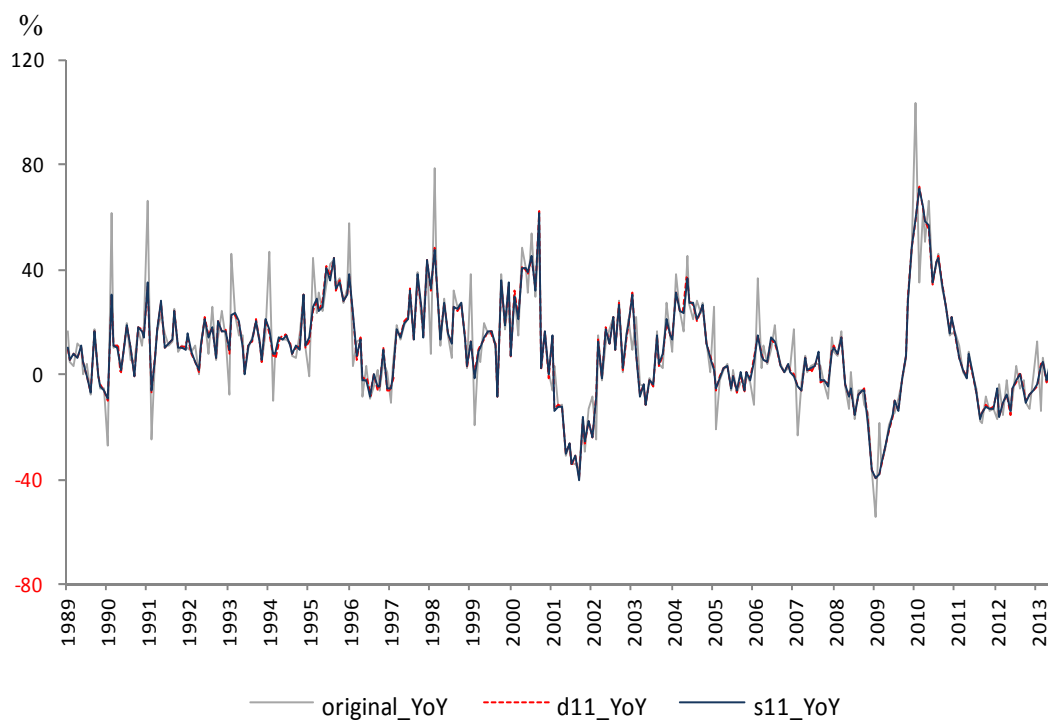


圖 7 為機械電機設備進口值原始數列、X-11 及 SEATS 季節調整水準值走勢比較圖，圖 8 則為其年增率走勢比較圖。不論是水準值或年增率，季節調整後數列均較原始數列平滑，季節性波動已大致去除。但 X-11 與 SEATS 季節調整後數列之間的差異並不明顯，兩者走勢大致相近。



資料來源：本研究

圖 7 原始數列、X-11 及 SEATS 季節調整比較圖（水準值）

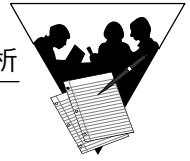


資料來源：本研究

圖 8 原始數列、X-11 及 SEATS 季節調整比較圖（年增率）

伍、結論與建議

季節調整向來為經建會景氣指標與對策信號編製工作的重要環節之一，季節調整品質的良窳將影響景氣走勢之判斷。由於美國商務部普查局（Census Bureau）已在 2013 年 1 月正式發布新季節調整程式（X-13 ARIMA-SEATS），本文嘗試應用此新版本進行研究，並以同時指標及對策信號中的「機械及電機設備進口值」為例，結合該數列日資料及 X-13ARIMA-SEATS 程式，重新建構



季節調整模型。透過上述模型建構過程及結果，期能對目前景氣指標季節調整工作提出具體建議。

研究首先針對海關特殊的資料結算日特性，取得日資料自行推估每月交易日效果，其次應用 X-13ARIMA-SEATS 軟體建構 regARIMA 模型並進行季節調整。其中，除了處理華人地區特有的春節效應，更採用軟體新增的 SEATS 季節調整方法，藉以比較 X-11 與 SEATS 兩者季節調整結果差異。歸納本文主要實證結果如下：

- 一、觀察歷年平均週一至週日之機械及電機設備進口值，與直接採用 X-13ARIMA-SEATS 所推估之交易日效果並不相符，而根據該數列日資料所推估之交易日因子與實際平均統計結果則較為相近。
- 二、本數列的春節前、中、後因子解釋變數均為顯著，顯示農曆春節對於國內企業進口機械電機設備的活動確實存在影響。
- 三、透過診斷檢定分析，SEATS 季節調整方式的診斷結果普遍較 X-11 理想。此外，不論是水準值或年增率，透過本研究所建構的模型，季節調整後數列均較原始數列平滑，季節性波動已大致去除。

透過上述實證分析結果，本文謹提出四點建議如下：

一、貿易面經濟數列交易日與春節效果之檢視

過去本會及其他統計機關已普遍運用 X-12ARIMA-SEATS 估

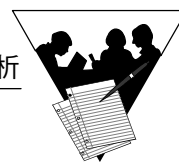
算交易日效果。但對於海關進出口統計資料而言，由於資料結算日具有特殊性，因此，直接以程式估算交易日效果並不一定符合真實狀況。因海關進出口月資料係由日資料彙整而得，建議發布單位可適時檢視日資料特性，估算合適之交易日因子。此外，本文僅以日資料分析交易日效果，建議未來可進一步利用日資料建構春節變數，精確分析農曆春節期間的影響效應 (Liou, Lin, and Peng, 2012)。

二、引進 X-13ARIMA-SEATS 方法

美國普查局已於 2013 年初發布 X-13ARIMA-SEATS 程式，除了整合最新的 X-12-ARIMA 版本及 SEATS 季節調整功能，亦提供更多 regARIMA 迴歸參數設定及模型診斷工具，建議未來經建會或其他統計機關可適時引進。另，本文透過診斷檢定分析，發現 SEATS 季節調整方式的診斷結果較 X-11 理想，惟本文僅針對機械及電機設備進口值單一數列進行測試，建議未來研究可針對各項經濟數列廣泛測試，全面性檢視 SEATS 是否優於 X-11，或歸納適合 X-11 或 SEATS 季節調整方法的數列特性。

三、適時檢視季節調整模型並回溯修正

由於經濟數列的季節特性隨著時間演進可能產生變化，適時檢視季節調整模型有其必要性。此外，由於季節因子會隨著每月加入新資料而有所變動，因此須定期修正季節調整數列之歷史資料。目前經建會採逐月回溯修正做法，國內其他統計機關則採取



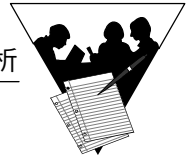
每半年或一年進行修正。惟為避免歷史季節因子固定過久，致季節調整資料失去正確性，建議歷史資料修正間隔不宜過長。

二、建置季節調整經驗分享平台

目前歐美等先進國家發布之統計資料多以季節調整後資料為主，觀察與上月或上季比較之變化（mom、qoq），或進一步轉換為年率（saar），以即時觀察經濟成長或衰退速度轉變。國內統計機構雖已普遍發布季節調整後資訊，惟仍多側重與上年同期（yoy）比較方法。雖然yoy計算容易，並可簡易克服季節性因素，但存在無法即時反應經濟變化之缺點。此外，國內每年1~2月資料受農曆春節假期影響，致yoy變動較大，不利經濟數據之解讀與判斷。綜合上述，國內季節調整工作有其必要性與重要性，建議未來官方可定期舉辦季節調整模型研討會，廣邀產、官、學、研各界專家參與，除了分享各機構季節調整經驗，並可汲取最新模型技術，進一步提升國內季節調整資料的品質。

參考文獻

1. 中國人民銀行調查統計局 (2006), 時間序列 X-12-ARIMA 季節調整-原理與方法, 中國金融出版社。
2. 台灣景氣指標月刊, 行政院經濟建設委員會。
3. 高鐵梅 (2006), 計量經濟分析方法與建模: EViews 應用及實例, 清華大學出版社。
4. 范維, 張磊, 石剛 (2006), 「季節調整方法綜述及比較」, 統計研究, 2006, 2.006: 2.
5. 劉淑敏 (2007), 「貨幣總計數採行 X-12 ARIMA 季節調整之研究—兼論農曆春節移動節日之影響處理」, 中央銀行季刊, 第 29 卷第 1 期。
6. Bell, W. R. and Monsell, B. C. (1992), “X-11 Symmetric Linear Filters and their Transfer Functions,” Research Report Number 1992/15, Statistical Research Division, U.S. Census Bureau.
7. Brian C. Monsell (2007), “The X-13A-S Seasonal Adjustment Program,” *Proceedings of the 2007 Federal Committee On Statistical Methodology Research Conference*.
8. Cleveland, William P., and George C. Tiao. (1976), “Decomposition of seasonal time series: a model for the Census X-11 program.” *Journal of the American statistical Association* 71.355 : 581-587.
9. Cleveland, William S., and Susan J. Devlin (1982), “Calendar effects in monthly time series: modeling and adjustment.” *Journal of the American Statistical Association* 77.379 (1982): 520-528.
10. Chen, Philip Y.H., David Lee, Maria Biec and Agnes Biec, 國際商業暨經濟研究基金會 (2003), 「景氣指標季節調整及推估方法之研究」, 行政院經濟建設委員會委託研究計畫。
11. Dagum, E. B. (1980), “The X-II-ARIMA seasonal adjustment method.” Statistics Canada, Seasonal Adjustment and Time Series Staff, 1980.
12. Dagum, E. B. (1988). “The X11ARIMA/88 Seasonal Adjustment Method: Foundations and User's Manual.” Statistics Canada, Time Series Research and Analysis Division.
13. Findley, D. F., Monsell, B. C., Shulman, H. B., & Pugh, M. G. (1990). “Sliding-spans diagnostics for seasonal and related adjustments.” *Journal of the American Statistical Association*, 85(410), 345-355.



14. Findley, D. F., Monsell, B. C., Bell, W. R., Otto, M. C., & Chen, B. C. (1998), "New capabilities and methods of the X-12-ARIMA seasonal-adjustment program." *Journal of Business & Economic Statistics*, 16(2), 127-152.
15. Findley, D. F., & Soukup, R. J. (2000) . "Modeling and model selection for moving holidays." *2000 Proceedings of the Business and Economic Statistics Section of the American Statistical Association, Alexandria*, 102-107, Alexandria: American Statistical Association.
16. Gomez, Victor, and Agustin Maravall. (1996) , "Programs Tramo (Time series Regression with Arima noise, Missing observations, and Outliers) and Seats (Signal Extraction in Arima Time Series) . Instructions for the User." working paper 9628.
17. Hillmer, Steven C., and George C. Tiao.(1982) , "An ARIMA-model-based approach to seasonal adjustment." *Journal of the American Statistical Association* 77.377: 63-70.
18. Lin, Jin-Lung and Tian-Syh Liu (2002) , "Modeling Lunar Calendar Holiday Effects in Taiwan," 臺灣經濟預測與政策, 中央研究院經濟研究所, 第 33 卷第 1 期, 1-37。
19. Shuw-Miin Liou, Jin-Lung Lin, and Chun-Neng Peng, (2012) , "Using High Frequency Data to Model Moving Holiday Effects: An Empirical Investigation of Taiwanese Monetary Aggregates," 臺灣經濟預測與政策, 中央研究院經濟研究所, 第 43 卷第 1 期, 171-192。
20. Macaulay, F. R. (1931) . "Introduction to "The Smoothing of Time Series"." *The Smoothing of Time Series*, NBER, 1931. 17-30.
21. Monsell, B. C., Aston, J. A. D., & Koopman, S. J. (2003) . "Toward X-13?" *ASA proceedings, business and economic statistics section, alexandria, VA: ASA*.
22. Monsell, B. C. (2009) , "Update on the development of X-13ARIMA-SEATS," *Joint Statistical Meetings Proceedings*.
23. U.S. Census Bureau (2013) , "X-13ARIMA-SEATS Reference Manual."
24. W.R. Bell, S.C. Hillmer (1984) "Issues involved with the seasonal adjustment of economic time series," *Journal of Business and Economic Statistics*, 2 (1984), pp. 291-320
25. Soukup, R. J., & Findley, D. F. (1999) . "On the spectrum diagnostics used by X-12-ARIMA to indicate the presence of trading day effects after modeling or adjustment." *Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section* (pp. 144-149).