

臺灣地區結婚率、出生率、人口成長率的 時間數列模式探討

吳柏林* 廖敏治**

一、前 言

臺灣地區，地狹人稠，有關人口統計學的問題研究，一直是社會學家極感興趣研究的問題。而人口成長率，出生率與結婚率三動態指標，在人口統計學上佔頗重要的地位且三者有明顯之互動關係。本文即針對此三指標，做一時間數列模式的探討。分別應用單變數ARIMA模式，轉換模式及多變數ARIMA模式，做一比較分析。並考慮季節性變化的因素。最後並預測此三指標的短期成長率，並推估臺灣地區未來二年的人口月總數。

一般而言，在人口成長以數學方法來推計大致可以分成下列數種：

(1)平衡公式法 (2)成長模式法 (3)指數平滑法 (4)趨勢曲線估計法 (又分 1.二次拋物線法 2.三次拋物線法 3.Logistic Curve 4.多項函數法) (5)實地調查法 (蔡宏進 1990，王德睦 1990，Karlberg, J. 1987)。

然而其推估之結果常不令人滿意。主要是忽略了人口學上之某些隨機與過去相關的特性。Box-Jenkins (1976)提出了時間數列模式建立法，吸引無數學者競相研究，從單變數ARIMA 模式，二元轉換模式至多變數VARIMA模式均見到其被應用在各學門的例子。但是，將時間數列分析法應用在人口學推計之文獻上並不多。有關文獻可參考 Haines, et al. (1989)曾觀察16年之資料利用ARIMA模式來預測南非某地區之出生率。Cohen (1983)利用ARIMA模式來分析以色列每天嬰兒總出生數之變動。Choi & Thacker (1981)利用 ARIMA 模式來預測在美國某些城市每週由於肺炎和流行性感冒而死亡的總人數。 Helfenstein (1986)模式化紐約市每月長水痘和得腮腺炎之病人總數。

* 國立政治大學應用數學研究所副教授

** 國立政治大學應用數學研究所碩士班二年級

而對於臺灣特定之風俗習慣，如：每12年出現一次之龍年，孤鸞年等我們欲驗證是否對出生率與結婚率造成顯著之影響，進而干擾到人口成長率之穩定成長。又由於臺灣在民俗乃採行陰曆。因此，在月分的計算上，往往有落差的現象，但是陰歷七月出現在陽歷的月份每年均不定，造成季節性現象有一些逐年游移不定的現象。對此問題目前似乎尚未有較佳之解決辦法，我們視為當月跨年的隨機效果。

對於考慮以結婚率，出生率與人口成長率來建立多變數時間數列模式，乃基於人口成長率受此二變數影響頗大之因素。例如出生率影響到人口成長率，並若干年後影響到結婚率，而結婚率幾年後影響到出生率更進一步影響到人口成長率。故我們研究此一類似封閉系統即除了這三個因素互為影響外，其他外在因素如經濟成長率，國民所得，匯率等均假設關係不大，而經驗上也是如此。至於人口統計學上另一重要指標：死亡率，因為在考慮結婚率，人口出生率與死亡率關係經驗上不是顯著。我們將它放在人口成長率的變數下單獨計算。

二、資料說明與分析

本資料來源自中華民國統計月報。其原始來源自臺灣省警務處主計室，臺北市政府主計處及高雄市政府主計處。蒐集自民國六十年至七十九年共二百四十筆資料。此資料相當完整，並無遺漏值發生。讀者若對整理後之月資料感興趣可逕行向作者索取。

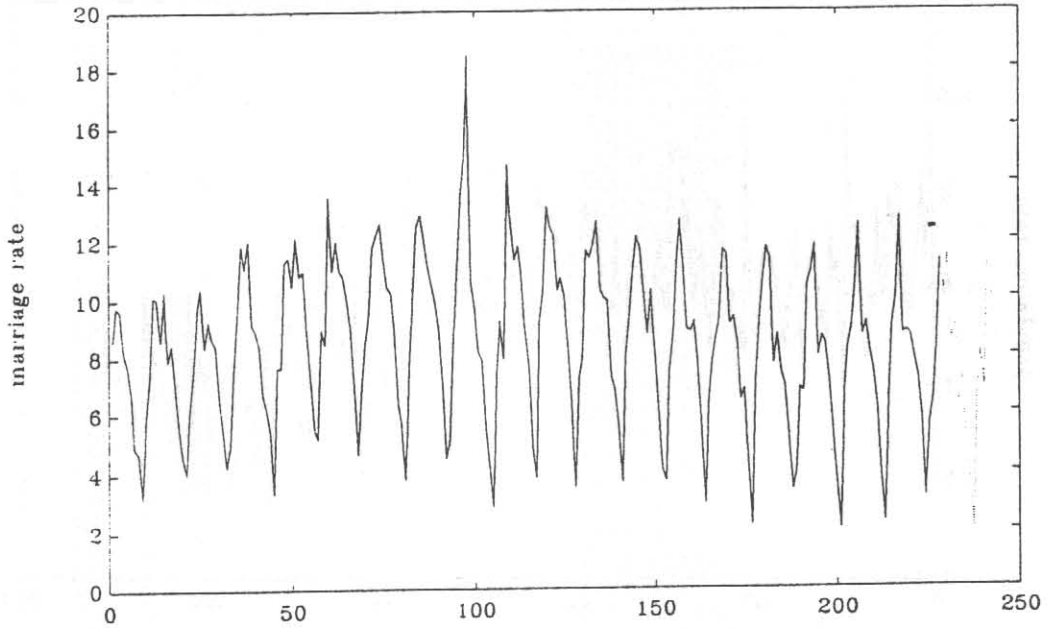
為瞭解三組資料之走勢，我們分別繪於圖一，圖二，圖三。（自1971年1月至1990年12月）。

從圖二我們可以看出從1970年起出生率有逐漸下降的趨勢，每年三月之出生率似乎較同年其它月份高而在第61至72期及第205至216期，即民國65年與民國77年出生率有顯著提高（見第二節）依傳統經驗得知，此乃龍年的效果。

從資料我們可以看出在民國67（即1978）及79（即1990）年結婚率都比前後兩年來的低，在我們觀察的結果發現這兩年是陰曆所說的孤鸞年。而從圖一可以看出在民國68年2月特別高，在我們的猜想下可能是孤鸞年結束後所造成的結果。並且結婚率呈明顯的季節性循環，以每年1，2月是高峰（農曆春節的效果），而7，8月較低（農曆鬼月的效果），顯示民俗觀念影響結婚率頗大。

圖一 臺灣地區結婚率

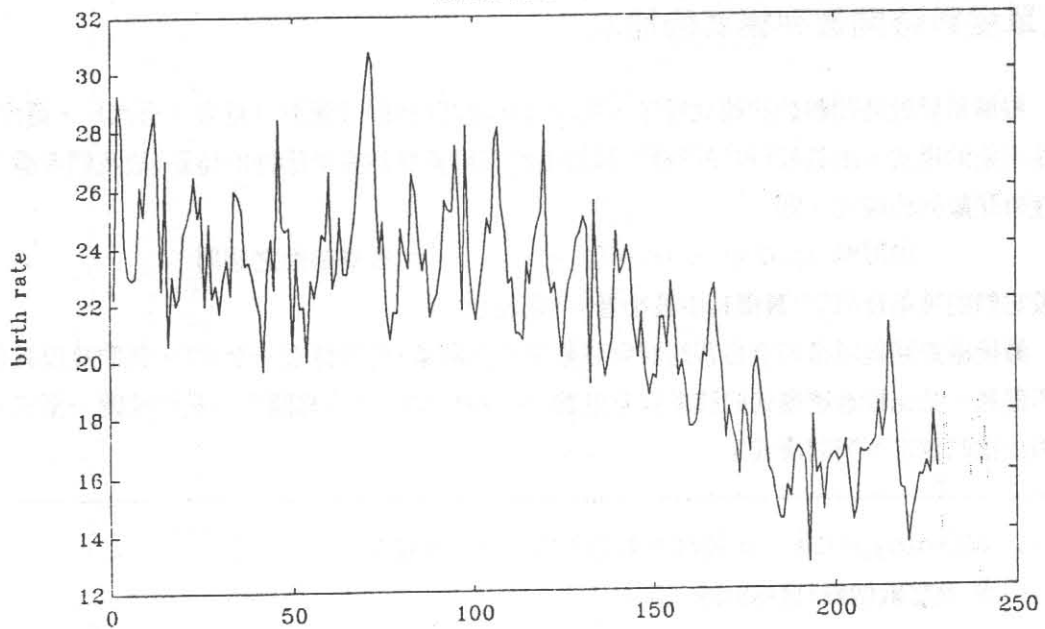
Marriage rate of Taiwan



From Jan. 1971 to Mar. 1991

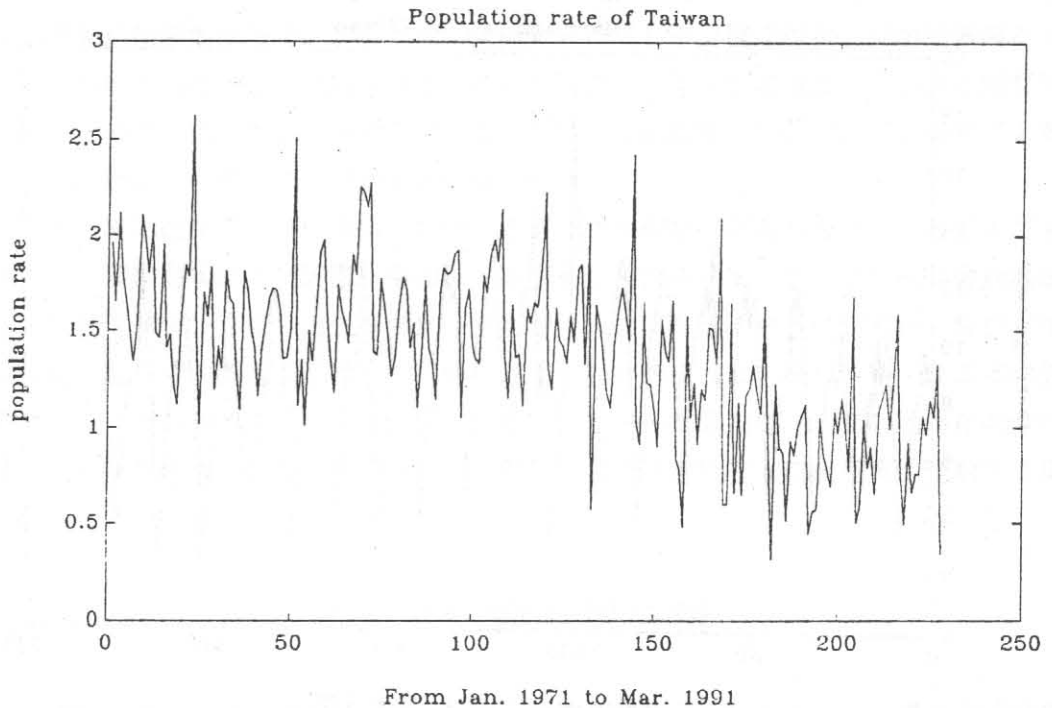
圖二 臺灣地區出生率

Birth rate of Taiwan



From Jan. 1971 to Mar. 1991

圖三 臺灣地區人口成長率



三、模式的建立

(一)單變數時間數列模式的建立

根據單變數時間數列的建立程序，先由資料之ACF與PACF圖形（見表一至六），選擇一些可能的模式。由其ACF與PACF圖可以看出此三組資料均有季節性的特點，故我們考慮季節性時間數列的模式，即

$$\text{SARIMA}(p, d, q) \times (P, D, Q)_s \quad s: \text{表季節性之週期}$$

比較它們的殘差及AIC⁽¹⁾選擇其中最小者。（見表七）

最後檢查殘差項是否有自我迴歸與移動平均之關係（見附錄表一至六），我們發現其值均不顯著。並比較最適模式的殘差與常態數（Normal score）的相關性（見附錄圖一至三）。因此我們認定下列的模式：

(1) $AIC = n \log \sigma^2 + 2M$ ， n 為樣本數自由度， σ^2 為殘差， M 為參數個數（見Akaike, 1974）。

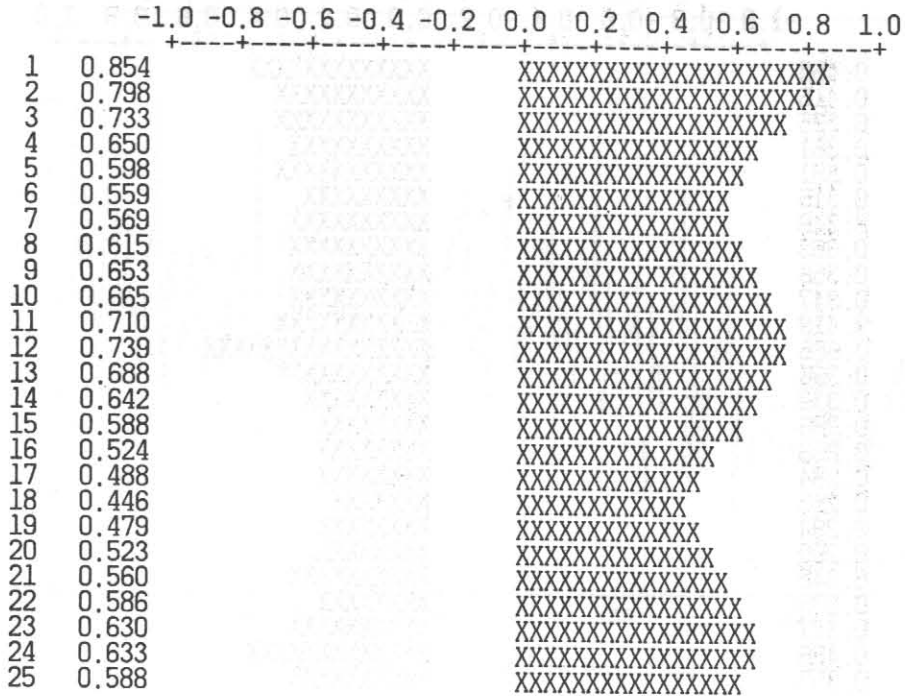
表一 人口成長率的樣本ACF

		-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	0.468						XXXXXXXXXXXXX					
2	0.416						XXXXXXXXXXXXX					
3	0.395						XXXXXXXXXXXXX					
4	0.361						XXXXXXXXXXXXX					
5	0.391						XXXXXXXXXXXXX					
6	0.315						XXXXXXXXXXXXX					
7	0.349						XXXXXXXXXXXXX					
8	0.363						XXXXXXXXXXXXX					
9	0.356						XXXXXXXXXXXXX					
10	0.347						XXXXXXXXXXXXX					
11	0.419						XXXXXXXXXXXXX					
12	0.585						XXXXXXXXXXXXX					
13	0.396						XXXXXXXXXXXXX					
14	0.332						XXXXXXXXXXXXX					
15	0.286						XXXXXXXXXXXXX					
16	0.286						XXXXXXXXXXXXX					
17	0.284						XXXXXXXXXXXXX					
18	0.255						XXXXXXXXXXXXX					
19	0.294						XXXXXXXXXXXXX					
20	0.299						XXXXXXXXXXXXX					
21	0.340						XXXXXXXXXXXXX					
22	0.278						XXXXXXXXXXXXX					
23	0.377						XXXXXXXXXXXXX					
24	0.486						XXXXXXXXXXXXX					
25	0.355						XXXXXXXXXXXXX					

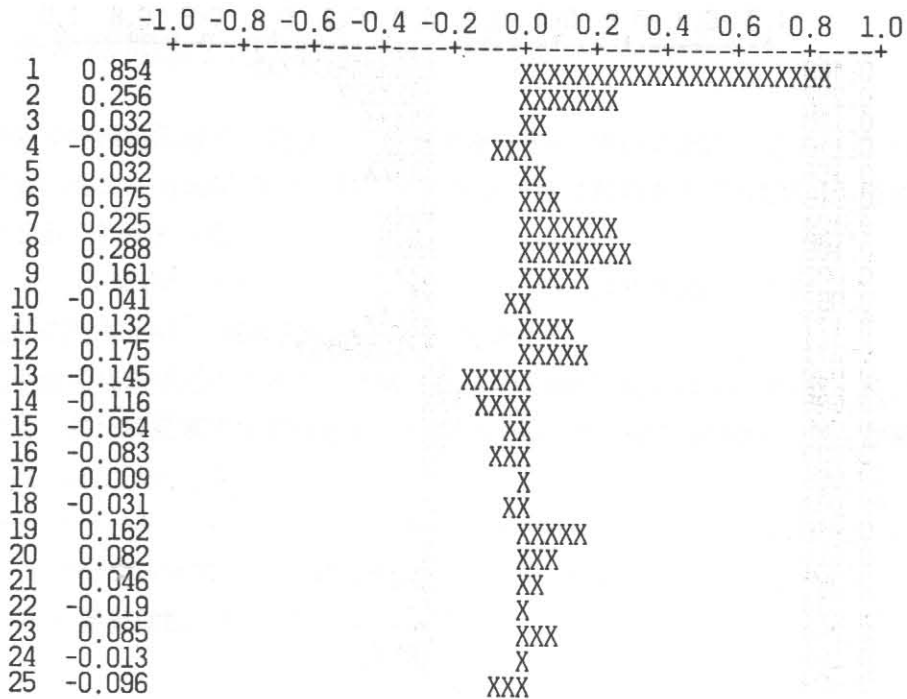
表二 人口成長率的樣本PACF

		-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	0.468						XXXXXXXXXXXXX					
2	0.252						XXXXXXXXXXXXX					
3	0.180						XXXXX					
4	0.110						XXXX					
5	0.156						XXXXX					
6	0.015						X					
7	0.104						XXXX					
8	0.105						XXXX					
9	0.082						XXX					
10	0.052						XX					
11	0.177						XXXXX					
12	0.374						XXXXXXXXXXXXX					
13	-0.039						XX					
14	-0.086						XXX					
15	-0.099						XXX					
16	-0.039						XX					
17	-0.055						XX					
18	-0.003						X					
19	0.040						XX					
20	0.014						X					
21	0.094						XXX					
22	-0.034						XX					
23	0.084						XXX					
24	0.152						XXXXX					
25	0.008						X					

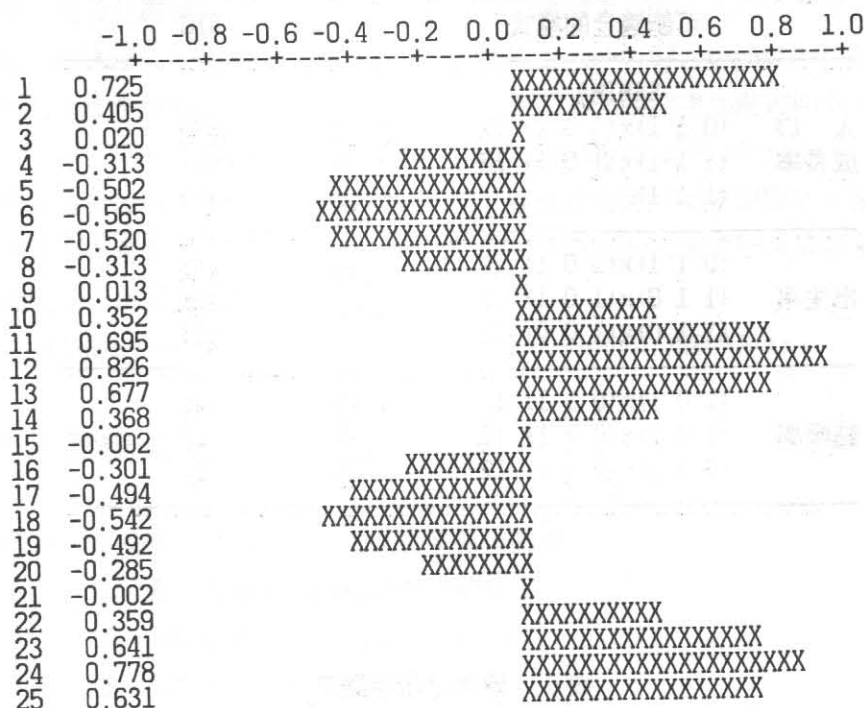
表三 出生率的樣本ACF



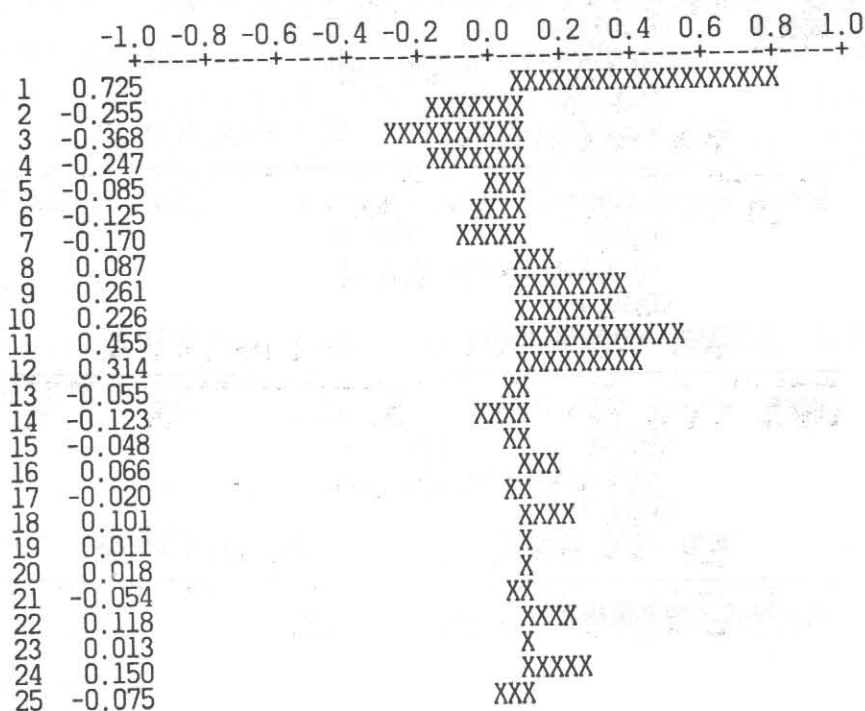
表四 出生率的樣本PACF



表五 結婚率的樣本ACF



表六 結婚率的樣本PACF



表七 人口成長率, 出生率, 結婚率可能適合的模式

	可能適合的模式	σ^2	AIC
SARIMA			
人口 成長率	(0 1 1)x(1 0 1) 12	0.07	-590
	(1 1 1)x(1 0 1) 12	0.07	-587
	(1 1 1)	0.12	-477
出生率	(0 1 1)x(1 0 1) 12	1.94	154
	(1 1 0)x(1 0 1) 12	2.06	168
	(1 1 0)x(1 0 0) 12	2.71	228
結婚率	(1 0 1)x(0 1 1) 12	1.18	41
	(1 0 0)x(0 1 1) 12	1.44	82
	(0 0 1)x(0 1 1) 12	1.52	94

表八 預測之最適模式

	最適模式	殘差	AIC
人口 成長率	$W(t)=1.00W(t-12)+A(t)-0.88A(t-1)$ (T=107.19) (T=27.78)	0.07	-590
	$-0.91A(t-12)+0.80A(t-13)$ (T=20.92)		
	其中 $W(t)=Z(t)-Z(t-1)$ (0 1 1)x(1 0 1) 12		
出生率	$W(t)=1.00W(t-12)+A(t)-0.69A(t-1)$ (T=132) (T=14.3)	1.94	154
	$-0.92A(t-12)+0.63A(t-13)$ (T=19.4)		
	其中 $W(t)=Z(t)-Z(t-1)$ (0 1 1)x(1 0 1) 12		
結婚率	$W(t)=1.00W(t-1)+A(t)-0.90A(t-1)$ (T=175) (T=26.2)	1.18	41
	$-0.91A(t-12)+0.79A(t-13)$ (T=21.7)		
	其中 $W(t)=Z(t)-Z(t-12)$ (1 0 1)x(0 1 1) 12		

以上模式之殘差值檢定可參考附錄表一至表六

由圖二，可以明顯看出在第61至72期及第205至216期，即民國65年與民國77年出生率有顯著提高。對於此顯著高的期間，我們利用介面干擾因素(intervention factor)試圖建立較佳之出生率模式。先利用多變量迴歸分析計算出 $\alpha=0.67$, $t\text{-ratio}=1.6$, $stdev=0.42$ ，可以看出標準差很小，所以須要考慮介面干擾因素，因此建立模式如下：

$$(1-B-B^{12}+B^{13})Z(t) = \alpha * I(t) + (1-0.69B-0.92B^{12}+0.63B^{13})A(t)$$

由圖一，可以看出結婚率在第98期有較高的傾向，在此亦考慮介面干擾因素，擬建立更佳的模式。同樣利用多變量迴歸分析計算出 $\alpha=4.67$, $t\text{-ratio}=3.08$ ，所以須要考慮介面干擾因素，因此建立模式如下：

$$(1-B-B^{12}+B^{13})Z(t) = \alpha * I(t) + (1-0.90B-0.91B^{12}+0.79B^{13})A(t)$$

(二)轉換函數模式

本節考慮以轉換模式來探討三者之互動關係，其中

$$(1) \text{ 人口成長率} = f(\text{結婚率}) + N(t)$$

$$(2) \text{ 人口成長率} = f(\text{出生率}) + N(t)$$

$$(3) \text{ 出生率} = f(\text{結婚率}) + N(t)$$

但因(1)，(2)二模式無明顯之投入產出關係，勉強擬合，其效果並不佳。而多元轉換函數模式尚未有判定原則，因此，在此只考慮模式(3)，即研究以結婚率為投入 $X(t)$ ，而將出生率視為產出 $Y(t)$ ，以每月為間隔共取228個 $(X(t), Y(t))$ 組之觀測值，試建立一具有動態體系的轉換函數模式。首先，方程式為 $Y(t) = V(B)X(t) + n(t)$ 但是， $X(t)$ 和 $Y(t)$ 都不是平穩型，所以，要先對原函數做差分 i.e. $x(t) = (1-B^{12})X(t)$ ， $y(t) = (1-B)Y(t)$ 由附錄表三至表六，可以看出 $x(t)$ 和 $y(t)$ 已達到平穩，因此，可以開始建立轉換函數模式。

(1) 模式鑑定

首先，對投入數列 $\{X(t)\}$ 利用單變量模式建立法的鑑定與擬合過程，尋求模式之形式。由前節我們暫定 $\{X(t)\}$ 數列為

$$\text{ARIMA}(1 \ 0 \ 1) \times (0 \ 1 \ 1) \quad (\text{式1})$$

$$\text{i.e. } \{(1-B)/(1-0.90B-0.91B^{12}+0.80B^{13})\}x(t) = \alpha(t) \quad (\text{式2})$$

接著，利用相同的轉換形式，將 $y(t)$ 轉換為 $\beta(t)$ ，即

$$\beta(t) = \{(1-B)/(1-0.90B-0.91B^{12}+0.8B^{13})\}y(t) \quad (\text{式3})$$

註： α 為一參數

於是，我們可得 $\{\alpha(t)\}$ 與 $\{\beta(t)\}$ 兩個數列及其樣本變異數分別為

$$S_{\alpha}=1.08, S_{\beta}=1.38 \quad (\text{式4})$$

$$\rho(\alpha(k), \beta(k)) = \frac{\gamma(\alpha(k), \beta(k))}{S_{\alpha} * S_{\beta}} \quad (\text{式5})$$

$$V(k) = \frac{S_{\beta}}{S_{\alpha}} \rho(\alpha(k), \beta(k)) \quad (\text{式6})$$

再利用式5和式6求算樣本交叉相關係數(ccf)及衝擊反應函數如下表(表九)：

表九 結婚率與出生率之間交叉相關係數與衝擊反應函數

落後 k 期	交叉相關係數	衝擊反應函數
0	-0.048	-0.062
1	-0.137	-0.176
2	-0.141	-0.181
3	-0.128	-0.164
4	-0.147	-0.188
5	-0.108	-0.138
6	-0.110	-0.141
7	-0.102	-0.131
8	-0.078	-0.100
9	-0.070	-0.090
10	-0.082	-0.105

一般當樣本交叉相關係數 $CCF(\rho(\alpha(k), \beta(k)))$ 近似 $1/\sqrt{n}=0.066$ 時則 $\alpha(t)$ 與 $\beta(t)$ 無交叉相關。因此，由表九，我們暫定轉換函數模式為 $(b, r, s)=(1, 0, 1)$ ，(Wei 1990: 292-293) 即

$$y(t) = (w(0) - w(1)B)Bx(t), \text{ 但 } x(t) = (1-B^{12})X(t) \\ y(t) = (1-B)Y(t)$$

所以，模式應為

$$(1-B)Y(t) = (w(0) - w(1)B)B(1-B^{12})X(t) + n(t)$$

$$\text{其中 } n(t) \text{ 為干擾項 } w(0) = -0.18 \quad w(1) = 0.18$$

而干擾項的求算為

$$n(t) = y(t) - (-0.18 - 0.18B)x(t)$$

算出 $n(t)$ 之後，觀察其ACF和PACF如下

表十 干擾項的ACF

		-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	0.128						XXXX					
2	0.206						XXXXXX					
3	0.053						XX					
4	-0.030						XX					
5	-0.034						XX					
6	-0.070						XXX					
7	-0.144						XXXXX					
8	-0.084						XXX					
9	0.014						X					
10	-0.129						XXXX					
11	0.067						XXX					
12	-0.044						XX					
13	0.076						XXX					
14	0.078						XXX					
15	0.034						XX					
16	0.072						XXX					
17	-0.007						X					
18	0.047						XX					
19	-0.031						XX					
20	0.108						XXXX					
21	0.002						X					
22	0.120						XXXX					
23	0.015						X					
24	0.068						XXX					

表十一 干擾項的PACF

		-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	0.128						XXXX					
2	0.193						XXXXXX					
3	0.007						X					
4	-0.080						XXX					
5	-0.037						XX					
6	-0.044						XX					
7	-0.121						XXXX					
8	-0.039						XX					
9	0.086						XXX					
10	-0.120						XXXX					
11	0.064						XXX					
12	-0.028						XX					
13	0.059						XX					
14	0.047						XX					
15	-0.010						X					
16	0.045						XX					
17	-0.048						XX					
18	0.041						XX					
19	-0.018						X					
20	0.112						XXXX					
21	0.031						XX					
22	0.080						XXX					
23	0.008						X					
24	0.043						XX					

我們可以看出干擾項已達白干擾(White noises),因此可得轉換函數 - 干擾模式之初步鑑定為

$$Y(t) = \{(-0.18 - 0.18B)B(1-B)^2 / (1-B)\}X(t) + \{1/(1-B)\}n(t)$$

(三)多變數時間數列模式的建立

多變數時間數列分析近年來廣受研究學者重視,一般相信它們可以被用來改進單變量ARIMA模式或轉換函數模式預測之準確度(Tiao & Box 1981)。一多變量時間數列 $Z(t) = (Z_1(t), Z_2(t), \dots, Z_k(t))'$ 的一般式為:

$$\Phi(B)Z(t) = C + \Theta(B)A(t)$$

其中 $\Phi(B) = I - \Phi_1(B) - \dots - \Phi_p(B)$, $\Theta(B) = I - \Theta_1(B) - \dots - \Theta_q(B)$ 為矩陣多項式。且假設行列式 $|\Phi(B)|$ 的根落在單位圓上或單位圓外,而行列式 $|\Theta(B)|$ 的根落在單位圓外。同時, $\Phi(B)$ 與 $\Theta(B)$ 左互質(left-coprime)。

欲判斷並估計此模式之矩陣參數並不容易。但目前由於高速電腦的發展,使得多變量時間數列之運算較為可行。目前尚有SAS/ETS, SPSS, SCA, BMDP等數種套裝程式軟體可資使用。這也更擴展了多變量時間數列之應用領域。

本節乃採用教育部SCA程式軟體,對結婚率,出生率與人口成長率建立之多變量ARIMA模式。其模式建立過程可參考Tiao & Box(1981)及 Wei (1990: 332-383)

表十二

結婚率一次季節性差,出生率;人口成長率一次差分的樣本相關矩陣

k	1	2	3	4	5
ρ_k	$\begin{pmatrix} \cdot & - & \cdot \\ \cdot & - & \cdot \\ \cdot & \cdot & - \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} + & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$
k	6	7	8	9	10
ρ_k	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & - & - \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & - & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} - & \cdot & \cdot \\ \cdot & - & \cdot \\ \cdot & \cdot & - \end{pmatrix}$

表十三

結婚率一次季節性差, 出生率; 人口成長率一次差分的樣本偏相關矩陣

k	1	2	3	4	5
Φ_k	$\begin{pmatrix} \cdot & - & \cdot \\ \cdot & - & \cdot \\ \cdot & \cdot & - \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} + & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & - \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & - \\ \cdot & \cdot & - \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & - \\ \cdot & \cdot & - \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$
k	6	7	8	9	10
Φ_k	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & - & - \\ \cdot & \cdot & - \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & - & - \\ \cdot & - & - \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & - & - \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & + & \cdot \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} - & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$

表中之“+”與“-”符號分別代表矩陣元素之數值具有顯著正, 負相關性。
而“.”表相關性不顯著。

從表十二和十三我們定出模式為Vector ARMA(1,1), 其參數矩陣及殘差相關矩陣分別為

$$\Phi_1 = \begin{pmatrix} 0.423 & -0.130 & -0.116 \\ -0.548 & -0.063 & -0.410 \\ 0.080 & 0.059 & -0.107 \end{pmatrix}$$

$$\Theta_1 = \begin{pmatrix} 0.302 & 0.004 & -0.573 \\ -0.477 & 0.311 & -0.468 \\ 0.100 & -0.034 & 1.078 \end{pmatrix}$$

$$A_1 = \begin{pmatrix} 1.00 & & \\ 0.27 & 1.00 & \\ 0.10 & 0.57 & 1.00 \end{pmatrix}$$

所以, 我們得到完整多變數函數為

$$\left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0.423 & -0.130 & -0.116 \\ -0.548 & -0.063 & -0.410 \\ 0.080 & 0.059 & -0.107 \end{pmatrix} B \right\} \begin{pmatrix} (1-B^{12}) Z_1(t) \\ (1-B) Z_2(t) \\ (1-B) Z_3(t) \end{pmatrix}$$

$$= \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0.302 & 0.004 & -0.573 \\ -0.477 & 0.311 & -0.468 \\ 0.100 & -0.034 & 1.078 \end{pmatrix} B \right\} \begin{pmatrix} a_1(t) \\ a_2(t) \\ a_3(t) \end{pmatrix}$$

其中 $Z_1(t)$ 表結婚率數列
 $Z_2(t)$ 表出生率數列
 $Z_3(t)$ 表人口成長率數列
AIC = -1.36

四、模式的預測與比較分析

本節擬針對由以上所建立之各種模式，做預測並比較分析各類模式之預測結果。而在人口成長數上，並與過去一般常使用於短期預測之指數平滑法（范子華 1990），作比較：

(一) 模式之預測

表十四 結婚率的預測比較

期數	單變量預測	多變量預測	真實值
229	11.53	12.90	10.25
230	11.32	8.64	11.44
231	9.27	8.86	8.53
232	9.09	8.67	9.06
233	8.61	7.95	6.33
234	7.28	7.27	7.27
235	5.75	5.77	4.94
236	3.83	3.16	3.86
237	3.71	5.60	1.98
238	7.01	6.48	6.58
239	8.56	8.29	8.08
240	10.49	11.30	6.88
241	11.56	12.90	11.18
242	11.34	8.64	10.07
243	9.29	8.86	8.53
244	9.12	8.67	
245	8.64	7.95	
246	7.30	7.27	
247	5.77	5.77	
248	3.85	3.16	
249	3.74	5.60	
250	7.03	6.48	
251	8.58	8.29	
252	10.51	11.30	

由表十四至表十六的比較預測來看，結婚率以單變量時間數列的預測較準確。而出生率與人口成長率均以多變量的預測較為準確。我們認為其中之原因是出生率與人口成長率要影響到結婚率的時間較為長遠，所以使得其影響力沒有結婚率自身相關來得大。因此，單變量的預測不如較多變量時間數列來的準確。而結婚率和出生率很快就影響到人口成長率，以及結婚率和人口成長率亦很快就影響到出生率，所以對於出生率和人口成長率考慮多變量時間數列的預測要比單變量時間數列預測的結果來的更佳。至於出生率以轉換函數模式

表十五 出生率的比較預測

期數	單變量預測	轉換函數預測	多變量預測	真實值
229	14.47	16.24	16.58	13.89
230	14.57	13.80	16.22	18.62
231	14.78	18.85	16.31	16.30
232	13.20	16.27	16.31	15.84
233	12.98	15.41	16.31	15.40
234	13.19	15.39	16.31	16.03
235	14.15	16.25	16.31	16.72
236	15.08	17.01	16.31	17.21
237	14.94	17.36	16.31	15.65
238	15.87	15.67	16.31	18.83
239	16.83	19.36	16.31	18.33
240	16.00	18.96	16.31	16.03
241	13.78	16.86	16.31	17.42
242	13.88	17.48	16.31	14.86
243	14.08	14.42	16.31	14.26
244	12.51		16.31	
245	12.29		16.31	
246	12.50		16.31	
247	13.45		16.31	
248	14.38		16.31	
249	14.24		16.31	
250	15.16		16.31	
251	16.12		16.31	
252	15.30		16.31	

表十六 人口成長率比較預測

期數	單變量預測	多變量預測	真實值
229	0.49	1.01	0.46
230	0.48	0.98	0.83
231	1.00	0.95	1.11
232	0.65	0.96	1.14
233	0.66	0.96	1.11
234	0.49	0.96	0.81
235	0.79	0.96	1.32
236	0.85	0.96	1.20
237	1.01	0.96	1.18
238	0.96	0.96	1.13
239	0.97	0.96	1.07
240	1.05	0.96	1.10
241	0.44	0.96	0.77
242	0.43	0.96	0.73
243	0.94	0.96	0.92
244	0.60	0.96	
245	0.60	0.96	
246	0.44	0.96	
247	0.74	0.96	
248	0.80	0.96	
249	0.96	0.96	
250	0.91	0.96	
251	0.91	0.96	
252	1.00	0.96	

來預測的結果雖然亦佳，甚至勝過多變量時間數列。但是因其預測時每每要牽涉到其真實時值，以至於預測的期數不能太長，（甚至不能超過一年）所以仍以多變量時間數列的預測最佳。

(二) 臺灣地區未來人口數之短期預測

現在我們利用人口成長率來對臺灣地區未來人口數做一短期的推估。由表十七可以看出三種推估的方法中，以多變量時間數列模式最接近實際值，單變量時間數列模式次之，而指數平滑法與實際值相差最遠。

最後我們推估到79年底臺灣地區人口數將達到二千零三十四萬，到80年底臺灣地區人口數將達到二千零五十八萬。

對於，長期之預測若單從成長率，出生率，死亡率，遷移率等資料推計，似乎不盡恰當，因考慮到政治與經濟環境之各種不可控制之因素如兩岸關係，治安問題，所得分配等關係變化頗大且影響人口成長數相當深遠。若再考慮天然災害如颱風，大地震，流行傳染病等其分析與模式之建立過程將更浩繁，並不亞於總體經濟結構模式，本文就不另探討。

表十七 未來二年人口數的比較預測

期數	指數平滑法預測	單變量預測	多變量預測	真實值
229	20108864	20117292	20127748	20116752
230	20110289	20126948	20147473	20133432
231	20111713	20147075	20166613	20155829
232	20113138	20160171	20185973	20178864
233	20114563	20173477	20205352	20201206
234	20115987	20183363	20224749	20217487
235	20117412	20199308	20244165	20244225
236	20118837	20216477	20263599	20268560
237	20126263	20236693	20283052	20292445
238	20121688	20256120	20302524	20315378
239	20123113	20275768	20322014	20337110
240	20124539	20298071	20341523	20359403
241	20125968	20307002	20361051	20375177
242	20127397	20315734	20380598	20390068
243	20128826	20334831	20400163	20408798
244	20130255	20347032	20419747	
245	20131684	20359240	20439350	
246	20133113	20368198	20458972	
247	20134542	20383270	20478613	
248	20135972	20399577	20498272	
249	20137402	20419161	20517950	
250	20138832	20437742	20537647	
251	20140262	20456340	20557363	
252	20141692	20476796	20577098	

五、結論與建議

就人口成長預測理論發展來看，在最初是假定人口的成長是固定不變。但是隨著現代化社會，經濟政治之急劇轉型，人口成長預測的技術與內容亦不斷改良。因此，許多學者乃提出各種數學模式估算法，如：三次多項式模式；Logistic模式等。而隨著動態人口統計學的發展，愈來愈多的學著引用隨機過程的觀念，試圖以較適合實際情況的統計模式來研究人口成長問題。本文所提出時間數列分析方法，即希望將此新的預測技術應用在人口統計學的領域。尚冀盼藉此短文，提供一推估人口成長研究方法之另一方向。

參考文獻

一、中文部份

內政部人口政策委員會

1989 人口資料彙集。

王德睦

1990 「臺灣地區未來人口成長之若干可能」，臺灣轉型後期人口現象與分析研討會論文集。台北：中國人口學會。

行政院主計處

1971-1991 中華民國統計月報。

范子華 編著

1990 人口統計。臺北：宏星文具印刷有限公司。

蔡宏進

1990 臺灣地區人口成長推計與未來人口政策推行之展望。臺北：巨流圖書公司。

蔡宏進與廖正宏 著

1987 人口學，頁347-384。臺北：巨流圖書公司。

二、英文部份

Akaike, H.

1974 A New Look at the Statistical Model Identification. IEEE Transactions on Automatic Control, AC-19: 716-723.

Box, G.E.P. and G.M. Jenkins

1976 *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, 2nd ed. San Francisco: Holden-Day.

Choi, K. and S.B. Thacker

1981 "An Evaluation of Influenza Mortality Surveillance," *American Journal of Epidemiology* 113: 215-235.

Cohen, A.

1983 "Seasonal Daily Effect on the Number of Births in Israel," *Applied Statistics* 32: 228-235.

Haines, L., W. Munoz & C. Van Gelderen

1989 "ARIMA Modelling of Birth Data," *Journal of Applied Statistics* 16: 55-57.

Helfenstein, U.

1986 "Box-Jenkins Modelling of Some Viral Infectious Diseases," *Statistics in Medicine* 5: 37-47.

Karlberg, J.

1987 "On the Modelling of Human Growth," *Statistics in Medicine* 6: 185-192.

Pollard, A.H., Farhat Yusuf & G.H. Pollard

1981 *Demographic Techniques*: 101-124.

Tiao, G.C. & G.E.P. Box

1981 "Modeling Multiple Time Series with Applications," *J. Amer. Statist. Assoc.* 76: 802-816.

Wei, William W.S.

1990 *Time Series Analysis. Univariate and Multivariate Methods*. New York: Addison-Wesley.

附 錄

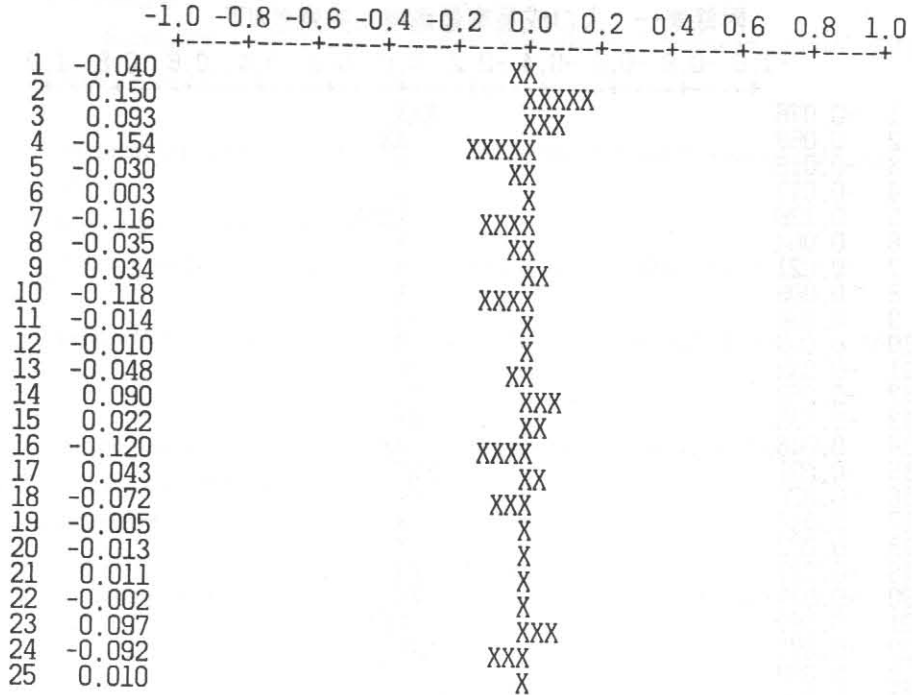
附錄表一 人口成長率最適模式的殘差ACF

	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	-0.076					XXX					
2	0.058					XX					
3	-0.016					X					
4	-0.017					X					
5	0.128					XXXX					
6	0.004					X					
7	-0.021					XX					
8	0.006					X					
9	-0.036					XX					
10	0.002					X					
11	-0.038					XX					
12	-0.052					XX					
13	-0.038					XX					
14	0.046					XX					
15	-0.091					XXX					
16	-0.026					XX					
17	-0.014					X					
18	0.002					X					
19	-0.027					XX					
20	-0.027					XX					
21	0.092					XXX					
22	-0.077					XXX					
23	0.082					XXX					
24	-0.105					XXXX					
25	0.010					X					

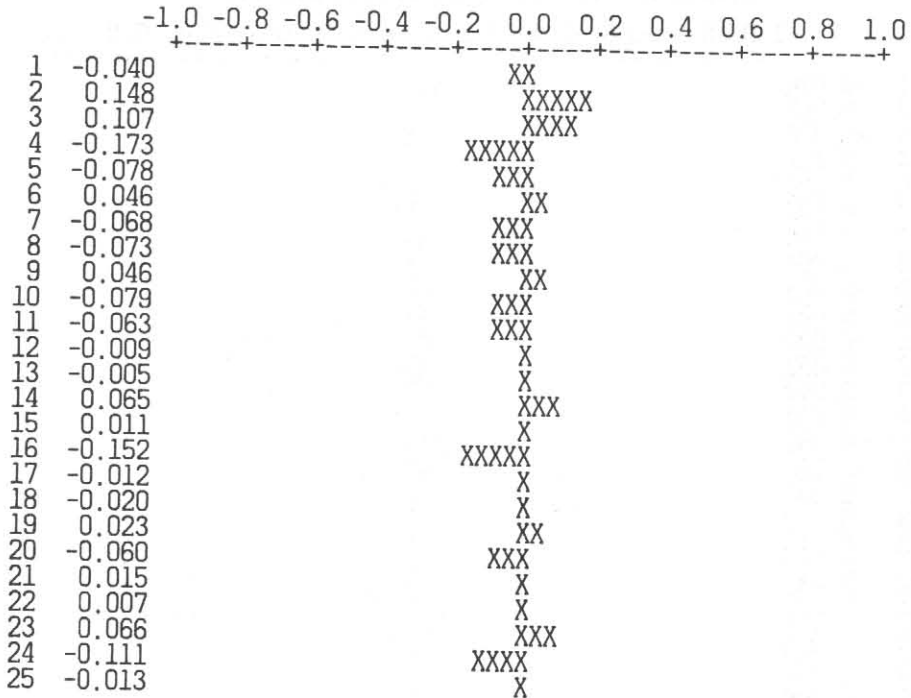
附錄表二 人口成長率最適模式的殘差PACF

	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
1	-0.076					XXX					
2	0.053					XX					
3	-0.008					X					
4	-0.022					XX					
5	0.128					XXXX					
6	0.024					XX					
7	-0.035					XX					
8	0.004					X					
9	-0.028					XX					
10	-0.021					XX					
11	-0.040					XX					
12	-0.052					XX					
13	-0.044					XX					
14	0.054					XX					
15	-0.081					XXX					
16	-0.040					XX					
17	0.007					X					
18	0.012					X					
19	-0.045					XX					
20	-0.017					X					
21	0.108					XXXX					
22	-0.074					XXX					
23	0.059					XX					
24	-0.090					XXX					
25	-0.008					X					

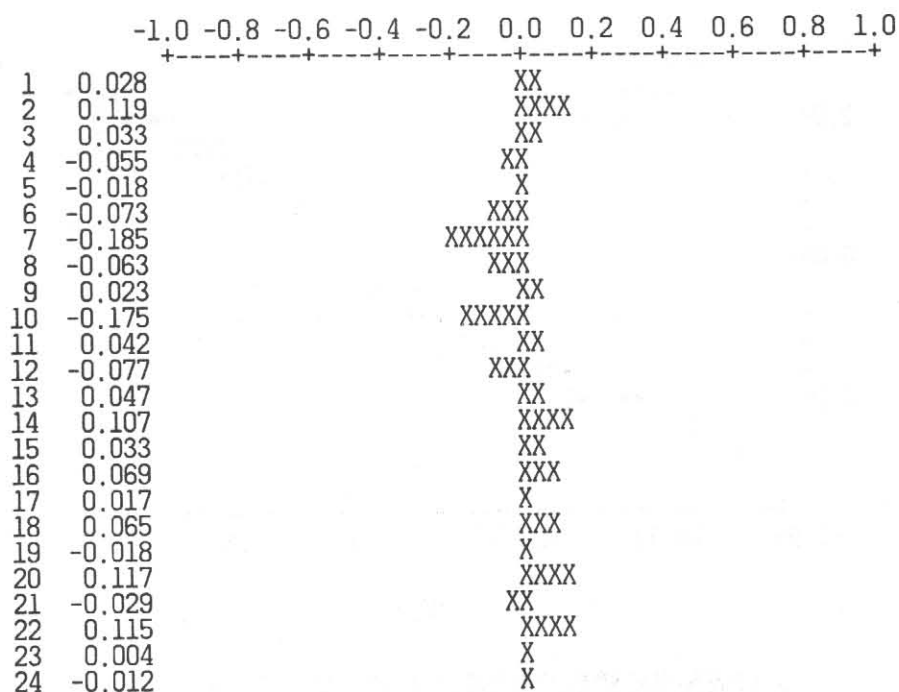
附錄表三 出生率最適模式的殘差ACF



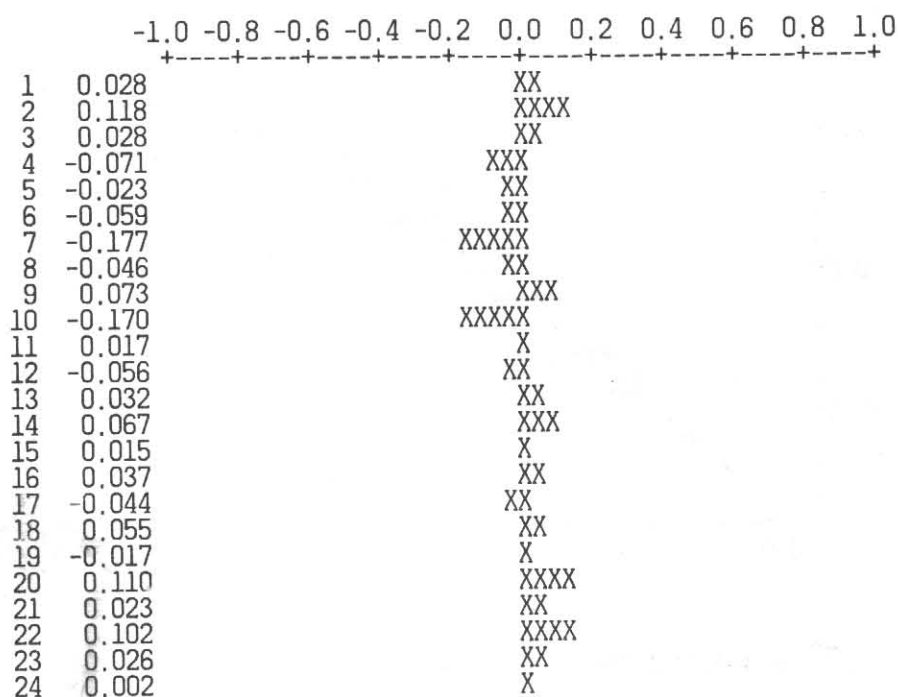
附錄表四 出生率最適模式的殘差PACF



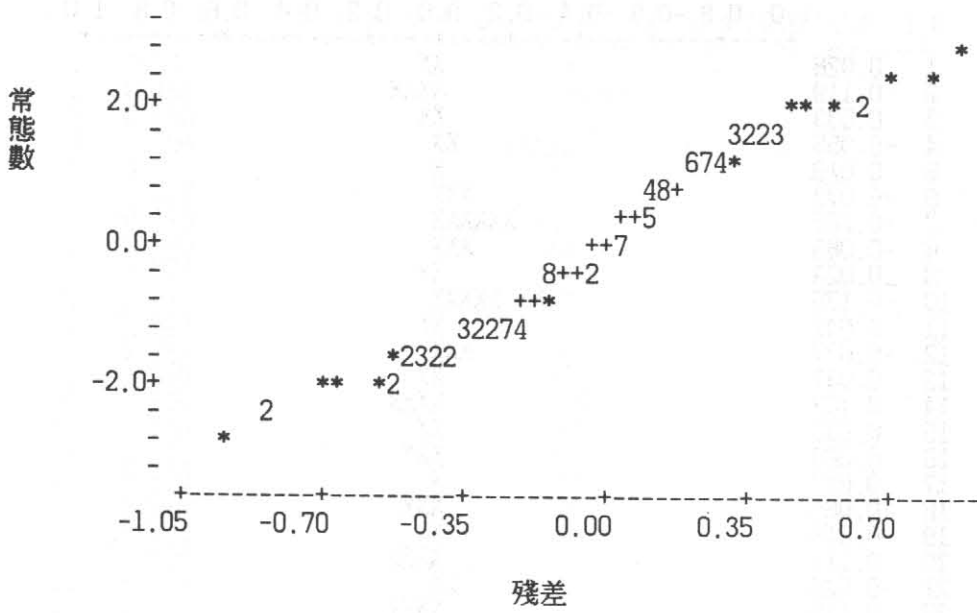
附錄表五 結婚率最適模式的殘差ACF



附錄表六 結婚率最適模式的殘差PACF

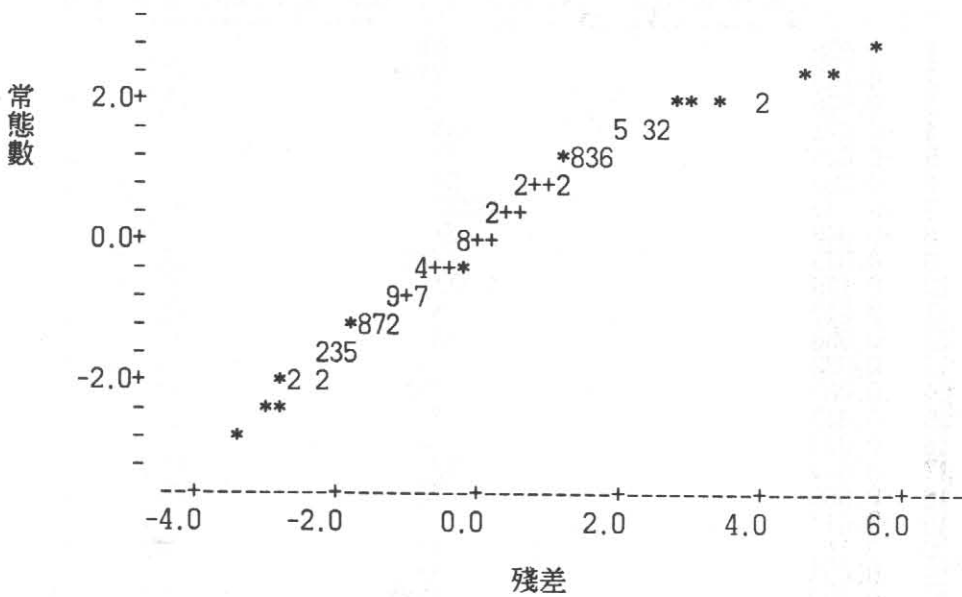


附錄圖一 人口成長率的殘差與常態數的關係



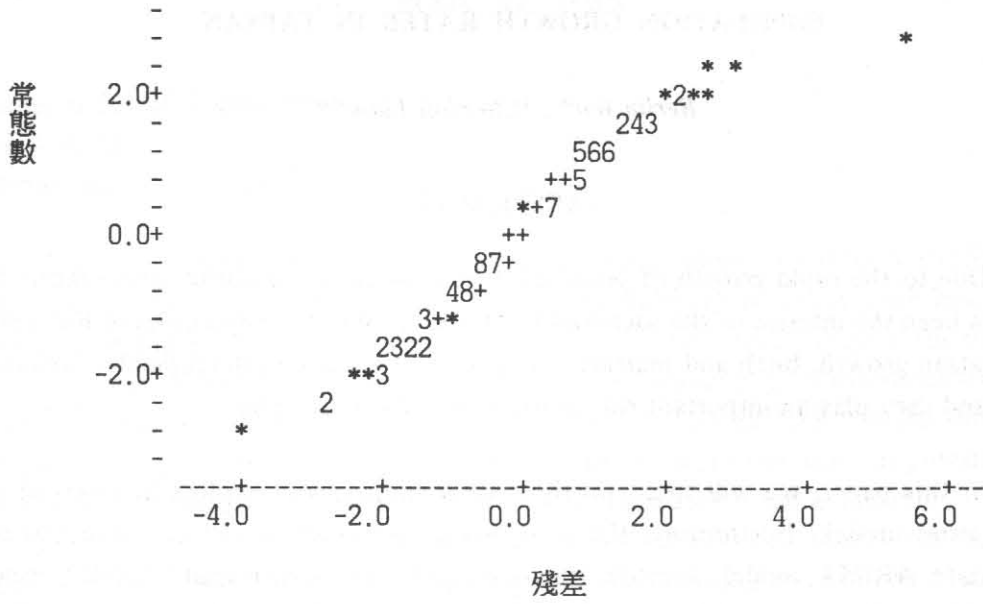
人口成長率的殘差與常態數的相關係數 = 0.983

附錄圖二 出生率的殘差與常態數的關係



出生率的殘差與常態數的相關係數 = 0.983

附錄圖三 結婚率的殘差與常態數的關係



結婚率的殘差與常態數的相關係數 = 0.974

ARIMA MODELING OF BIRTH, MARRIAGE AND
POPULATION GROWTH RATES IN TAIWAN

*Berlin Wu** *Miin-chih Liaw***

(ABSTRACT)

Due to the rapid growth of population in Taiwan, the study of demography has always been the interest of the sociologist. Moreover, the three dynamics of indexes of population growth, birth and marriage rates have an apparent interdependent relationship, and they play an important role in the study of demography.

In this paper, we will focus on these three indexes and explore in terms of the time series model. Furthermore, the comparison and analysis will be made utilizing univariate ARIMA model, transfer function model and multivariate ARIMA model accordingly. The seasonal factor will also be considered. Lastly, the prediction will be made on the short term growth rate of these three indexes, and we will also estimate the monthly sum of population of the next two years in Taiwan.

*Associate Professor, Institute of Applied Mathematics, National Chengchi University.

**Graduate Student, Institute of Applied Mathematics, National Chengchi University.