



嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

資訊管理系

實務專題期末報告書

東西部地震數量預測

指導教授：	倪克明	教授
組員名單：	康詔為	A48C036
	謝佶佑	A48C047
	陳彥鈞	A48C055
	廖威奕	A48C078
	黃政毓	A48C110

中 華 民 國 一 ○ 八 年 五 月

嶺東科技大學

資訊管理系

台灣東西部地區地
震時間序列分析
及數量預測

中華民國一〇八年五月

謝 誌

本專題得以順利完成，首先要誠摯感謝我們的專題指導老師—倪克明教授，在製作的過程中面臨困難疑惑時，老師都能給予建議與專業知識，不厭其煩的批評與指教，且給予我們很大的鼓勵，獲得明確的方向，使我們專題能夠順利完成。以及感謝林甘敏教授及謝淑玲教授對此次專題的指導，並提供寶貴的意見讓此次專題更加完整

謝 佶 佑
黃 政 毓
陳 彥 鈞 謹誌
康 詔 為
廖 威 奕

中華民國一零八年五月於嶺東

摘 要

本組專題將中央氣象局1995年至2018年12月以來台灣地震預測研究與地震量測數據，把所有有編號及無編號統整起來；裡面包含全台灣二十個縣市的地震次數、每個月地震幾次、地震深度、最大地震規模、地震能量、兩個地震間隔的時間等，並將以上的數據做出圖來表示台灣的地震特性，以利閱讀

本專題使用每次地震震度最大的地區做為該地震發生縣市，數據顯示台灣最多地震的縣市以花蓮為首，宜蘭次之台東第三；平均規模最大以屏東為首，澎湖次之台東第三；最大規模則是南投的921大地震規模7.3為首；間隔時間最短為花蓮兩天，宜蘭三天、台東五天。而西半部最頻繁地區依序為嘉義、台南及南投。本組取東半部的花蓮、宜蘭、台東以及西半部的嘉義、台南、南投來做出我們的地震年數量預測，其中以花蓮的51.45次為最高。本專題使用Minitab18、Excel2016軟體來做分析及作圖。

關鍵詞:地震規模、時間序列、台灣地震

目錄

謝 誌	I
摘 要	III
目 錄	IV
圖目錄	VII
表目錄	IX
第壹章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	1
第貳章 文獻回顧與探討	2
2.1 地震概述	2
2.1.1 台灣地震帶	2
2.1.2 震度、規模的差別[1]	3
2.1.3 台灣地震原因	3
2.2 地震災害[3]	4
2.2.1 直接性災害	4
2.2.2 間接性災害	4
2.3 時間序列分析方法[4]	5
2.3.1 天真預測法(Naive method)	5
2.3.2 平均法(Averaging method)	5
2.3.3 指數平滑法(Exponential smoothing methods)	6
2.3.4 雙指數平滑法(Holt's method)	6
2.3.5 三指數平滑法(Winters' method)	7
2.3.6 ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average)	
法 7	7
2.4 文獻參考	8
第參章 研究方法	9
3.1 進度甘特圖	9
3.2 研究方法	9
第肆章 地震敘述統計學	11
4.1 有編號地震	11
4.1.1 地震數量	11
4.1.2 每月平均地震次數	11
4.1.3 每年平均地震次數	12
4.1.4 平均規模	12
4.1.5 地震最大規模	13
4.1.6 地震間隔時間	13
4.1.7 地震平均深度	14
4.1.8 有編號地震數量百分比	14
4.1.9 原子彈能量轉換顆數	15
4.2 所有地震(有編號加無編號地震)	16
4.2.1 地震數量	16
4.2.2 每月平均地震次數	16
4.2.3 每年平均地震次數	17

4.2.4 平均規模	17
4.2.5 地震最大規模	18
4.2.6 地震間隔時間	18
4.2.7 地震平均深度	19
4.2.8 地震數量百分比	19
4.2.9 原子彈能量轉換顆數	20
4.3 地震能量轉換	21
第伍章 時間序列分析	22
5.1 有編號及無編號每月地震數量分析	22
5.1.1 地震年數量時間序列圖(有編號+無編號)	22
5.1.2 移動平均法	23
5.1.3 單指數平滑法	24
5.1.4 雙指數平滑法	25
5.1.5 三指數平滑法	26
5.1.6 (Autoregressive Integrated Moving Average)	27
自迴歸積分移動平均	27
5.1.7 天真預測法	31
5.1.8 決策	32
5.2 東西部三縣市 2019 年有編號及無編號地震預測	33
5.2.1 宜蘭 2019 年有編號及無編號地震預測	33
5.2.2 花蓮 2019 年有編號及無編號地震預測	34
5.2.3 台東 2019 年有編號及無編號地震預測	35
5.2.4 南投 2019 年有編號及無編號地震預測	36
5.2.5 台南 2019 年有編號及無編號地震預測	37
5.2.6 嘉義 2019 年有編號及無編號地震預測	38
5.2.7 有編號及無編號預測結果	39
5.3 有編號每月地震數量分析	40
5.3.1 有編號地震年數量時間序列圖	40
5.3.2 移動平均法	41
5.3.3 單指數平滑法	42
5.3.4 雙指數平滑法	43
5.3.5 三指數平滑法	44
5.3.6 (Autoregressive Integrated Moving Average)	45
自迴歸積分移動平均	45
5.3.7 天真預測法	49
5.3.8 決策	50
5.4 東西部三縣市 2019 年有編號地震預測	51
5.4.1 宜蘭 2019 年有編號地震數量預測	51
5.4.2 花蓮 2019 年有編號地震數量預測	52
5.4.3 台東 2019 年有編號地震數量預測	53
5.4.4 南投 2019 年有編號地震數量預測	54
5.4.5 台南 2019 年有編號地震數量預測	55
5.4.6 嘉義 2019 年有編號地震數量預測	56
第陸章 結論	57
6.1 有編號地震	57

6.2 所有地震(有編號+無編號)	57
6.3 地震數量誤差分析	58
6.4 單指數預測年地震數量(有編號及無編號地震)	58
6.5 單指數預測年地震數量(有編號地震)	59
參考文獻	60

圖目錄

圖 3-1 進度甘特圖.....	9
圖 3-2 流程圖.....	10
圖 4-1 1995 年至 2018 年 12 月縣市的地震次數(次).....	11
圖 4-2 1995 年至 2018 年 12 月縣市每月平均地震次數.....	11
圖 4-3 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的每年平均地震次數.....	12
圖 4-4 1995 年至 2018 年 12 月有編號各縣市的平均地震規模(芮氏)....	12
圖 4-5 1995 年至 2018 年 12 月有編號各縣市的最大規模.....	13
圖 4-6 1995 年至 2018 年 12 月有編號地震平均間隔時間.....	13
圖 4-7 1995 年至 2018 年 12 月有編號地震平均深度.....	14
圖 4-8 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的平均地震次數.....	14
圖 4-9 1995 年至 2018 年 12 月各縣市有編號地震能量轉換原子彈 (顆).....	15
圖 4-10 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的平均地震次數(次).....	16
圖 4-11 1995 年至 2018 年 12 月各縣市每月平均地震次數.....	16
圖 4-12 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的每年平均地震次數.....	17
圖 4-13 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的平均地震規模(芮氏).....	17
圖 4-14 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的最大規模.....	18
圖 4-15 1995 年至 2018 年 12 月地震平均間隔時間.....	18
圖 4-16 1995 年至 2018 年 12 月有編號地震平均深度.....	19
圖 4-17 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的平均地震次數.....	19
圖 4-18 1995 年至 2018 年 12 月各縣市有編號地震能量轉換原子彈 (顆).....	20
圖 5-1 1995 年至 2018 年之年總地震數量時間序列圖.....	22
圖 5-2 移動平均法預測圖.....	23
圖 5-3 單指數平滑法預測圖.....	24
圖 5-4 雙指數平滑法預測圖.....	25
圖 5-5 三指數平滑法預測圖.....	26
圖 5-6 ARIMA 自相關(ACF)	27
圖 5-7 ARIMA 偏自相關(PACF).....	27
圖 5-8 ARIMA(1.0.0)預測圖.....	28
圖 5-9 ARIMA(2.0.0)預測圖.....	29
圖 5-10 ARIMA(3.0.0)預測圖.....	30
圖 5-11 宜蘭單指數平滑預測圖.....	33
圖 5-12 花蓮單指數平滑預測圖.....	34
圖 5-13 台東單指數平滑預測圖.....	35
圖 5-14 南投單指數平滑預測圖.....	36
圖 5-15 台南單指數平滑預測圖.....	37
圖 5-16 嘉義單指數平滑預測圖.....	38
圖 5-17 1995 年至 2018 年之年有編號地震數量時間序列圖.....	40
圖 5-18 有編號地震移動平均法預測圖.....	41
圖 5-19 有編號地震移動平均法預測圖.....	42
圖 5-20 有編號地震移動平均法預測圖.....	43
圖 5-21 有編號地震移動平均法預測圖.....	44

圖 5-22 有編號地震移動平均法預測圖.....	45
圖 5-23 有編號地震移動平均法預測圖.....	45
圖 5-24 有編號地震移動平均法預測圖.....	46
圖 5-25 有編號地震移動平均法預測圖.....	47
圖 5-26 有編號地震移動平均法預測圖.....	48
圖 5-27 宜蘭單指數平滑預測圖.....	51
圖 5-28 花蓮單指數平滑預測圖.....	52
圖 5-29 台東單指數平滑預測圖.....	53
圖 5-30 南投單指數平滑預測圖.....	54
圖 5-31 台南單指數平滑預測圖.....	55
圖 5-32 嘉義單指數平滑預測圖.....	56

表目錄

表 2-1 震度、規模的差別	3
表 4-1 東部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有、無編號).....	21
表 4-2 東部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有編號).....	21
表 4-1 西部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有無編號).....	21
表 4-2 西部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有編號).....	21
表 5-1 移動平均法預測	23
表 5-2 單指數平滑法預測	24
表 5-3 雙指數平滑法預測	25
表 5-4 三指數平滑法預測	26
表 5-5 ARIMA(1,0,0)預測	28
表 5-6 ARIMA(2,0,0)預測	29
表 5-7 ARIMA(3,0,0)預測	30
表 5-8 天真預測法預測	31
表 5-9 1995 年預測 2018 年地震數量表	32
表 5-10 宜蘭單指數平滑法預測(有編號及無編號)	33
表 5-11 花蓮單指數平滑法預測(有編號及無編號)	34
表 5-12 台東單指數平滑法預測(有編號及無編號)	35
表 5-13 南投單指數平滑法預測(有編號及無編號)	36
表 5-14 台南單指數平滑法預測(有編號及無編號)	37
表 5-15 嘉義單指數平滑法預測(有編號及無編號)	38
表 5-16 移動平均法有編號預測	41
表 5-17 單指數平滑法有編號預測	42
表 5-18 雙指數平滑法有編號預測	43
表 5-19 三指數平滑法有編號預測	44
表 5-20 ARIMA(1,0,0)有編號預測	46
表 5-21 ARIMA(2,0,0)有編號預測	47
表 5-22 ARIMA(3,0,0)有編號預測	48
表 5-23 天真預測法有編號預測	49
表 5-24 1995 年預測 2018 年有編號地震數量表	50
表 5-25 宜蘭單指數平滑法預測(有編號).....	51
表 5-26 花蓮單指數平滑法預測(有編號).....	52
表 5-27 台東單指數平滑法預測(有編號).....	53
表 5-28 南投單指數平滑法預測(有編號).....	54
表 5-29 台南單指數平滑法預測(有編號).....	55
表 5-30 嘉義單指數平滑法預測(有編號).....	56

第壹章 緒論

1.1 研究動機

菲律賓海板塊以每年約8.2公分的速率往西北方移動，於台灣與歐亞板塊會合，台灣島因此為一地震極為活躍之地。板塊的相互擠壓運動，使得水平的地層開始產生彎曲，當彼此相互的作用力持續累積時進而有了破裂面的產生，即為斷層。然而當此力不減，便會在此破裂面上有了能量的累積，進而形成地震亦或以其他運動方式釋放掉此能量。

台灣的地理位置位於菲律賓板塊和歐亞大陸板塊的邊界，所以台灣免不了每年甚至是每天都有大大小小的地震。且地震對於一地區的傷害性很大，若能預測地震對於人類是一大進展。

1.2 研究目的

本專題主要研究目的為，整理出1995年至2018年12月所有有編號、無編號地震做出每年地震的數量預測。

研究台灣各縣市發生的地震的時間、規模、次數、深度等特性，再以統計的方式呈現。並以統計模型推測東西岸地震最頻繁地區的年地震數量，並有效減少更多災害發生，提前做好預防措施與對策。

第貳章 文獻回顧與探討

2.1地震概述

(1)定義:地震(Earthquake)是指地球表面上所發生的震動，它是地殼運動的一種方式。

(2)成因:在地震的成因中，可分為：

火山地震：在地底的壓力過大所造成的火山爆發，岩漿上漲所造成的地面震動。

衝擊地震：因為自然或人為所引起的撞擊，而造成的地面小震動如：地層陷落、山崩、巖崩、地下核爆、隕石撞擊等...

激發地震：也就是觸發地震，如深井注水、大水庫，但此類型的地震規模都不大。

構造地震：全世界九成的地震都屬於此類型.因為岩層受到二地殼之間互相推擠的力量，岩層因受力而產生形變，直到大地應力大於岩層本身所能承受的力時，岩層發生斷裂放出地震波，造成地震。

(3)震央&震源:

震央:指地震發生時，地震震源向上垂直到地面的位置。

震源:指產生地震的源，即地下岩層斷裂錯動的地區。

(4)地震深度:

淺源地震：也稱淺震，震源深度在70公里以內的地震。淺源地震發震的頻率最多，

中源地震：震源深度在70~300公里之間的地震。

深源地震：震源深度超過300公里的地震。

2.1.1台灣地震帶

台灣地震帶主要分成三個，分別是西部地震帶、東部地震帶、東北部地震帶。西部與東部地震帶的震源深度都較淺，但西部因為人口較密集，所以大地震容易造成災情，而東北部地震帶受到沖繩海槽擴張作用影響，大多屬於深層地震，伴隨著地熱與火山活動現象。

2.1.2 震度、規模的差別[1]

規模指地震能量的釋放，由不同地方量測皆相同，震度會依據震央位置而異，距震央越遠震度越小

震 度 分 級		地震加速度範圍 1 gal = 1 cm / sec ²	人的感受	屋內情形	屋外情形
0 級	無 感	0.8Gal以下	無感	無	無
1 級	微 震	0.8~2.5Gal	人靜止時可感覺微小搖晃。	無	無
2 級	輕 震	2.5~8.0Gal	大多數的人可感到搖晃，睡眠中的人有部份會醒來。	電燈等懸掛物有小搖晃。	靜止的汽車輕輕搖晃，類似卡車經過，但歷時很短。
3 級	弱 震	8.0~25Gal	幾乎所有的人都感覺搖晃，有的人會有恐懼感。	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖晃	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃。
4 級	中 震	25~80Gal	有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒。	房屋搖動甚烈，底座不穩物品傾倒，較重傢俱移動，可能有輕微災害。	汽車駕駛人略微有感，電線明顯搖晃，步行中的人也感到搖晃。
5 級	強 震	80~250Gal	大多數人會感到驚嚇恐慌。	部分牆壁產生裂痕，重家具可能翻倒。	汽車駕駛人明顯感覺地震，有些牌坊煙囪傾倒。
6 級	烈 震	250~400Gal	搖晃劇烈以致站立困難。	部分建築物受損，重家具翻倒，門窗扭曲變形。	汽車駕駛人開車困難，出現噴沙噴泥現象。
7 級	劇 震	400Gal以上	搖晃劇烈以致無法依意志行動。	部分建築物受損嚴重或倒塌，幾乎所有傢俱都大幅移位或摔落地面。	山崩地裂，鐵軌彎曲，地下管線破壞。

表2-1震度、規模的差別

2.1.3 台灣地震原因

(1)構造性地震：板塊運動所造成的地殼變動，一般所謂的地震就是此類[2]。

(2)火山地震：因火山爆發而形成[2]。

(3)衝擊性地震：舉例為地殼因大型隕石撞擊而產生[2]。

2.2 地震災害[3]

2.2.1 直接性災害

(1)地面斷裂:當斷層活動時兩側發生數公分到數公尺錯動時，就會造成地面破裂或是地盤凹凸情況，如果建築物跨越斷層，可能會發生扭曲或斷裂，使得建築物倒塌。

(2)山崩:斷層在激烈震動時會使鄰近斷層發生大量的山崩，許多山脈因此走山，例如台灣的九份二山。

(3)岩層液化:發生地震時，強烈震動會使岩層裡的水滲出，使岩層液化而變軟，地基因此失去支撐，容易有倒塌傾斜狀況。

(4)海嘯:如果斷層造成海底地形變化，海水則會被攪動成叫成的波浪，往外擴散，當波浪船到海岸時因海水變淺則使波浪變得更高，因此造成海嘯。

2.2.2 間接性災害

(1)火災:強烈地震時可能直接破壞水管、瓦斯管或電線等、外洩瓦斯碰觸到電線走火或者是其他火源引起。

(2)水壩破壞:由於地震時水壩裡大量的水也跟著強力震動，若撞破水壩則會對下游居民帶來二次災害。

(3)建物物傾毀:如房子倒塌、陸橋斷裂、道路坍方等。

2.3 時間序列分析方法[4]

此次時間序列分析，我們使用了以下六種方法去探討過去的數據並從六種方法中找到更接近事實並預測出未來可能何時發生地震以及地震的位置。

2.3.1 天真預測法(Naive method)

又稱天真預測法，是假設下一個月地震與這個月的地震相同，如果說這個月的地震是多少個，那我們可以利用天真預測法來預測下一個月地震是多少個，雖然容易使用但是無法提供高準確度。

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \quad (2.1)$$

2.3.2 移動平均法(Averaging method)

我們使用平均法來計算地震的頻率的話首先我們先將一個月的地震有幾個地震相加起來再除以一個月天數，為這個月地震頻率的預測值，如果預測的對象變化較小，可用此法來做短期預測。

2.3.2.1 簡單平均法

簡單平均法是指將過去各數之和除以數總個數，求得算術平均數，為預測值。

簡單平均法是依據簡單平均數的原理，認為各值出現的概率相同，簡單的相加後除以個數。歷史數據可以通過多種方式進行平滑處理。目標是使用過去的數據來開發未來期間的預測模型。與天真預測法一樣，決定使用前 t 個數據點作為初始化部分，剩餘數據點作為測試部分。

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i \quad (2.2)$$

當一個新的觀測結果可用時，預測下一個時期， $\hat{Y}_{t+2}$ 平均值或使用上列公式計算的平均值和這個新的觀測值。

當同時預測大量系列時，數據存儲可能是個問題。下列公式解決了這個潛在的問題。只有最近的預測和最近的觀察需要隨著時間的推移而存儲。

$$\hat{Y}_{t+2} = \frac{t\hat{Y}_{t+1} + Y_{t+1}}{t+1} \quad (2.3)$$

2.3.2.2 移動平均法

如果更關心最近的觀察，可以在開始時指定固定數量的數據，並且為最近的觀察值計算平均值。

使用術語移動平均值來描述這種方法。

隨著每個新觀察結果的出現，通過添加最新值並刪除最舊值來計算新均值。

然後用這個移動平均線來預測下一個時期。

時間段 t 的移動平均值是最近 k 個觀測值的算術平均值。

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (2.4)$$

$\hat{Y}_{t+1}$ = 下一期的預測值

Y_t = 期間 t 之實際值

k = 移動平均的時期個數

2.3.3 單指數平滑法(Exponential smoothing methods)

當時間序列無明顯的變化，可用指數平滑法預測。指數平滑法是在移動平均法基礎上發展起來的一種時間序列分析預測法，透過計算指數平滑值，配合一定的時間序列預測模型對現象的未來進行預測。

指數平滑方程式：

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t \quad (2.5)$$

$\hat{Y}_{t+1}$ = 新的平滑值或下一期間的預測值

α = 平滑常數 ($0 < \alpha < 1$)

Y_t = 期間 t 的新觀察值或實際值

$\hat{Y}_t$ = 舊的平滑值或期間 t 的預測

公式可寫為：

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t = \alpha Y_t + \hat{Y}_t - \alpha \hat{Y}_t \quad (2.6)$$

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t) \quad (2.7)$$

2.3.4 雙指數平滑法(Holt's method)

雙指數平滑法，是把指數平滑法再加上趨勢。適用於線性趨勢的時間序列，在單指數平滑中，假設時間序列的水平偶爾變化，並且需要估計當前水平。在某些情況下，觀測數據將呈現明顯的趨勢，並包含允許預測未來向上運動的信息。在這種情況下，需要線性趨勢預測函數。使用雙指數平滑法，允許在時間序列中演化局部線性趨勢，並可用於生成預測。

雙指數平滑法公式：

當前水平估計

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.8)$$

趨勢估計

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.9)$$

對未來 n 天預測

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t \quad (2.10)$$

L_t = 新的平滑值(當前的水平值)
 α = 水平的平滑常數 ($0 < \alpha < 1$)
 Y_t = 期間t的新觀察值或實際值
 β = 趨勢估計的平滑常數($0 < \beta < 1$)
 T_t = 趨勢估計值
 p = 預測到未來的時期
 $\hat{Y}_{t+p}$ = 對未來期間的預測

2.3.5 三指數平滑法(Winters' method)

三指數平滑法，是在雙指數平滑的基礎上再加上季節性估計，此方法中對”趨勢估計公式”和”季節性估計公式”進行平滑後，使用對未來 n 天預測公式獲得預測。它與雙指數平滑法對未來 n 天預測公式幾乎相同，用於獲得更平滑的預測，差異在於未來週期的估計值 $t + p$ 乘以 S_{t-s+p} 這個季節性指數，用於調整季節性的預測。

三指數平滑法公式：

$$\begin{array}{c} \text{當前水平估計} \\ L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \end{array} \quad (2.11)$$

$$\begin{array}{c} \text{趨勢估計} \\ T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \end{array} \quad (2.12)$$

$$\begin{array}{c} \text{季節性估計} \\ S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \end{array} \quad (2.13)$$

$$\begin{array}{c} \text{對未來 } n \text{ 天預測} \\ \hat{Y}_{t+p} = (L_t + pT_t)S_{t-s+p} \end{array} \quad (2.14)$$

L_t = 新的平滑值(當前的水平值)
 α = 水平的平滑常數
 Y_t = 期間t的新觀察值或實際值
 β = 趨勢估計的平滑常數
 T_t = 趨勢估計值
 γ = 季節性估計的平滑常數
 S_t = 季節性估計
 p = 預測到未來的時期
 s = 季節性的長度
 $\hat{Y}_{t+p}$ = 對未來期間的預測

2.3.6 ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average)法

ARIMA稱自迴歸移動平均模型。將資料隨時間推移而形成的數據序列視為一個隨機序列，用一定的模型來描述這個序列。這個模型一旦被辨識後就可以從時間序列的過去值及現在值來預測未來值。

2.3.6.1 AR 自迴歸模型[4]

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.15)$$

Y_t = 時間的依賴變量

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ = 時間滯後的響應變量， $t-1, t-2, \dots, t-p$; Y 為自變量的作用

$\phi_0, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ = 要估計的係數

ε_t = 時間的誤差項，表示模型未解釋的變量的影響；關於誤差項的假設與標準回歸模型的假設相同

2.3.6.2 MA 移動平均模型[4]

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \cdots - \omega_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.16)$$

Y_t = 時間的相關變量

μ = 過程的恆定意義

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_q$ = 要估計的係數

ε_t = 時間的誤差項，表示模型未解釋的變量的影響；關於誤差項的假設與標準回歸模型的假設相同

$\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ = 在先前時間段中的錯誤包含在 Y_t 中(殘差)

2.3.6.3 自迴歸移動平均模型(ARIMA)

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \cdots - \omega_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.17)$$

具有自回歸項的模型可以與模型組合。使用符號 ARMA (p, q)，其中 p 是自回歸部分的階數，q 是移動平均部分的階數，ARMA (p, q) 模型可以減少靜止時間序列的各種行為。由 ARMA (p, q) 模型生成的預測將取決於當前和過去值 Y，以及錯誤的當前和過去值(殘差)。

2.4 文獻參考

我們參考嶺東科技大學資訊管理系學生的相關資料得知第六章的結論地震數量預測

(1) 在宜蘭我們預測出未來 12 個月 (2017 年 8 月至 2018 年 7 月) 每月的數量保守預測是 2 次。

(2) 在花蓮我們預測出未來六個月 (2017 年 8 月至 2018 年 7 月) 每月的數量保守預測是 5 次。

(3) 在台東我們預測出未來六個月 (2017 年 8 月至 2018 年 7 月) 每月的數量保守預測是 2 次。

第參章 研究方法

3.1 進度甘特圖

	2018									2019			
	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月
1.尋找組員 與教授													
2.專題題目 確立													
3.了解內容													
4.企劃書製 作													
5.文獻資料 收集													
6.資料分析													
7.統整數據													
8.期中報告													
9.期末報告													

圖 3-1 進度甘特圖

3.2 研究方法

我們主要研究時間序列，時間序列是使用歷史資料來預測的一種方法，將可能發生作用的因素進行分類，並將資料發生時間的先後排成一序列，從分析資料中，資料的變動、過程、方向、趨勢。找出資料的規律、變化、恆定值，得出一套模式。並預測未來可能發生的情況。

步驟為：

第一步 收集數據並編成序列

第二步 敘述統計學

第三步 分析時間序列

第四步 找出序列的趨勢、變動

第五步 利用第三步及第四步得出的值預測未來的時間序列

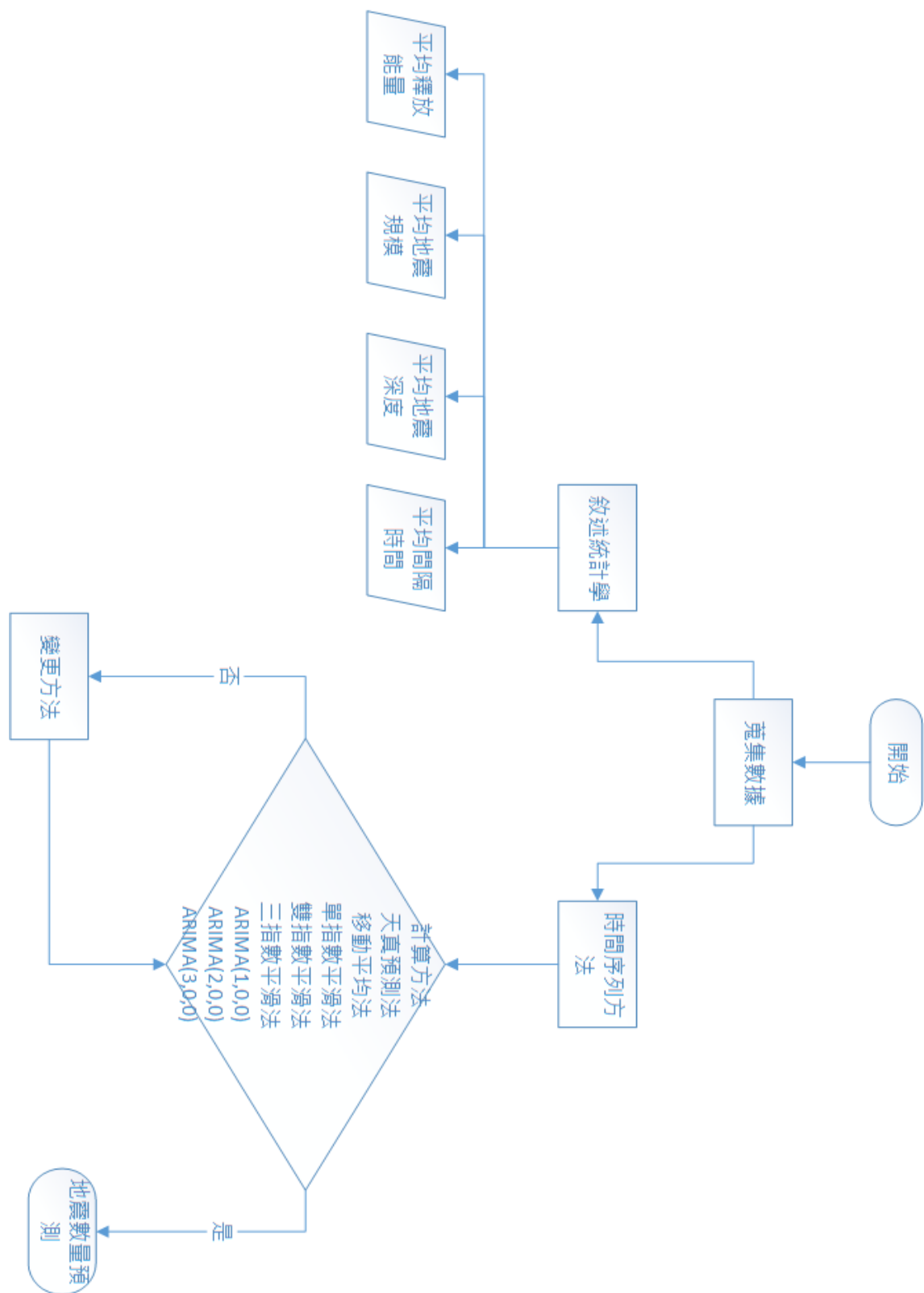


圖 3-2 流程圖

我們將蒐集來的資料，根據所反映出的時間、地點、震度、強度、震源進行延伸，藉以預測下個月或下一年可能會發生地震的次數。本專題以台灣東西岸地區從 1995 年每個月以來的地震次數分類整理，統計到 2018 年 12 月份共 24 年(288 個月)，並以 Minitab18、Excel 2016 軟體操作分析。

第肆章 地震敘述統計學

本章以敘述統計學分析台灣二十個行政區的地震資料，以下各節有詳盡解釋。

4.1 有編號地震

4.1.1 地震數量

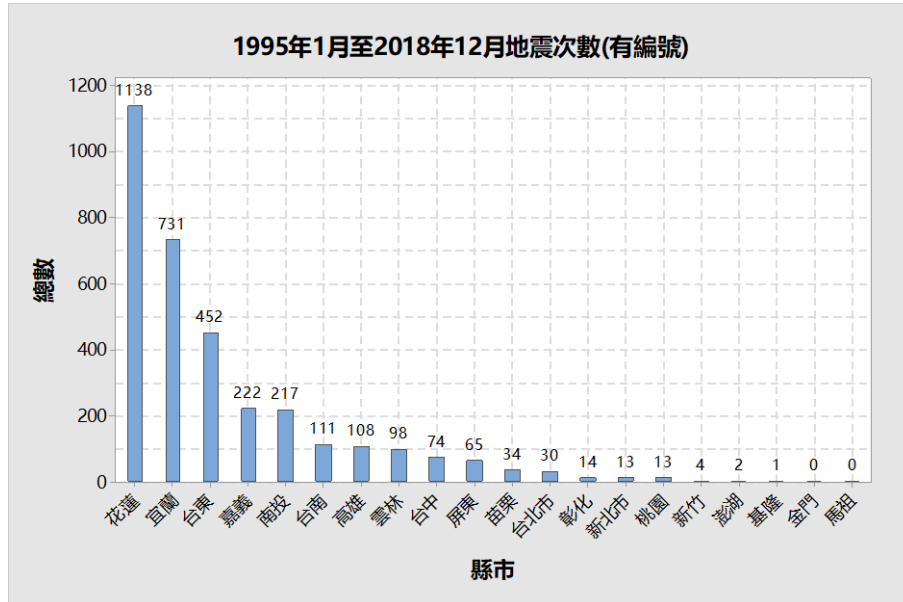


圖 4-1 1995 年至 2018 年 12 月縣市的地震次數(次)

根據圖 4-1，1995 年至 2018 年 12 月各縣市的地震次數，花蓮是地震最頻繁的城市，在有編號地震 3327，有 1138 地震位於花蓮為首其次為宜蘭 731、台東以 452 第三位。

4.1.2 每月平均地震次數

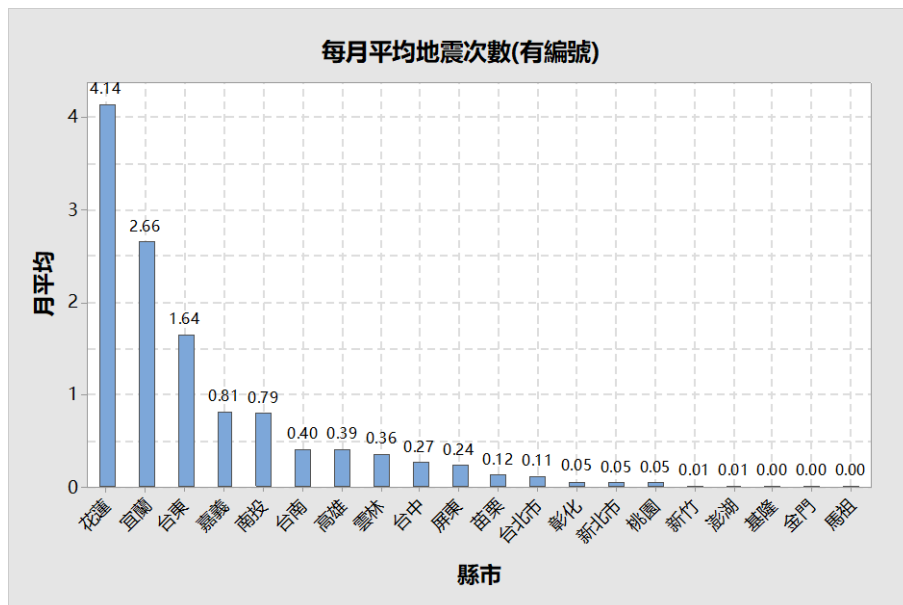


圖 4-2 1995 年至 2018 年 12 月縣市每月平均地震次數

根據圖 4-2，1995 年至 2018 年 12 月計算出，花蓮平均每個月發生 4.14 次有編號地震為首其次為宜蘭 2.66、台東以 1.64 第三位。

4.1.3 每年平均地震次數

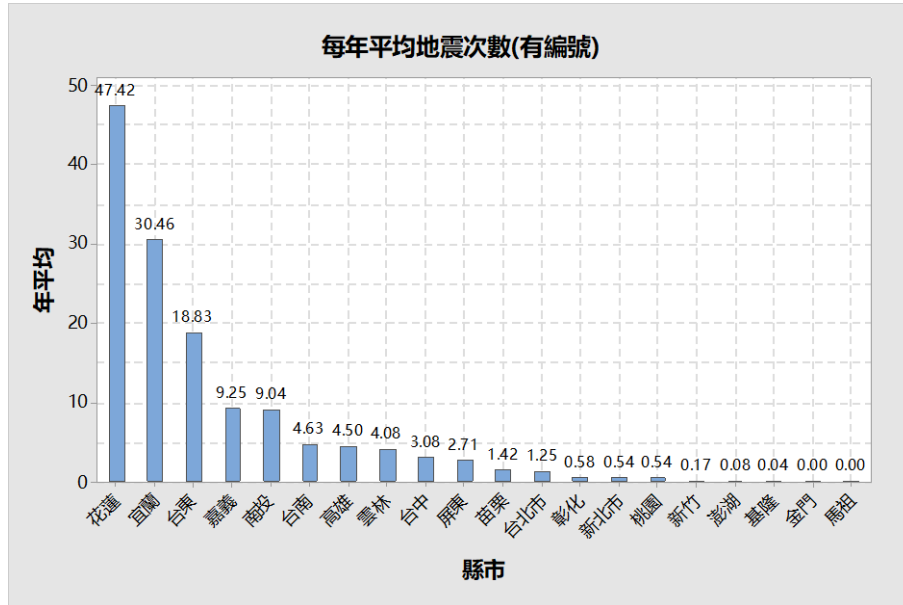


圖 4-3 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的每年平均地震次數

根據圖 4-3，1995 年至 2018 年 12 各縣市每年平均地震次數，台灣每年平均發生地震次數，花蓮每年平均發生 47 次地震為全台灣之首其次為宜蘭 30 次、台東 18 次居第三位。

4.1.4 平均規模

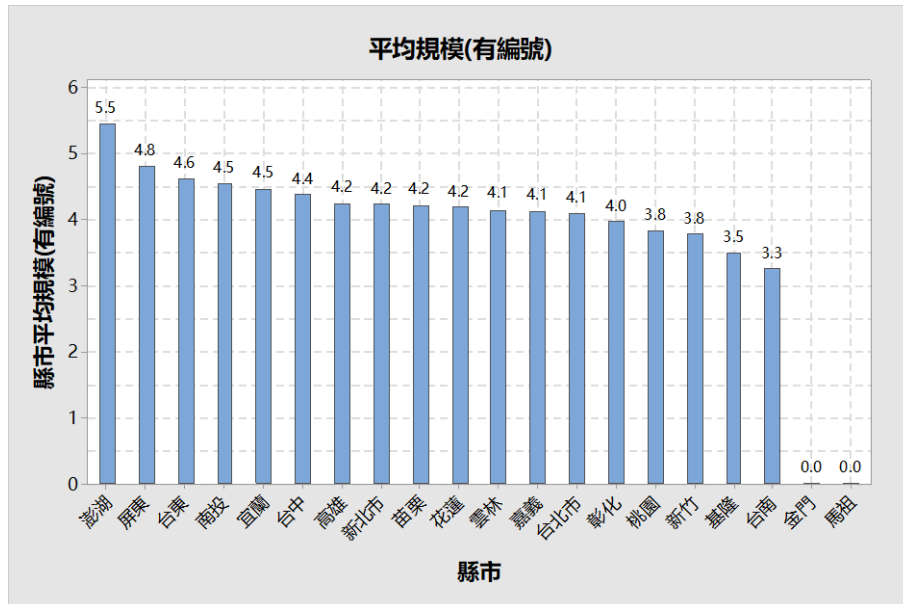


圖 4-4 1995 年至 2018 年 12 月有編號各縣市的平均地震規模(芮氏)

根據圖 4-4，得知從 1995 年至 2018 年 12 發生的有編號地震中，平均最高規模為澎湖其次為屏東、台東。由於金門、馬祖未曾發生有編號地震故為 0。

4.1.5 地震最大規模

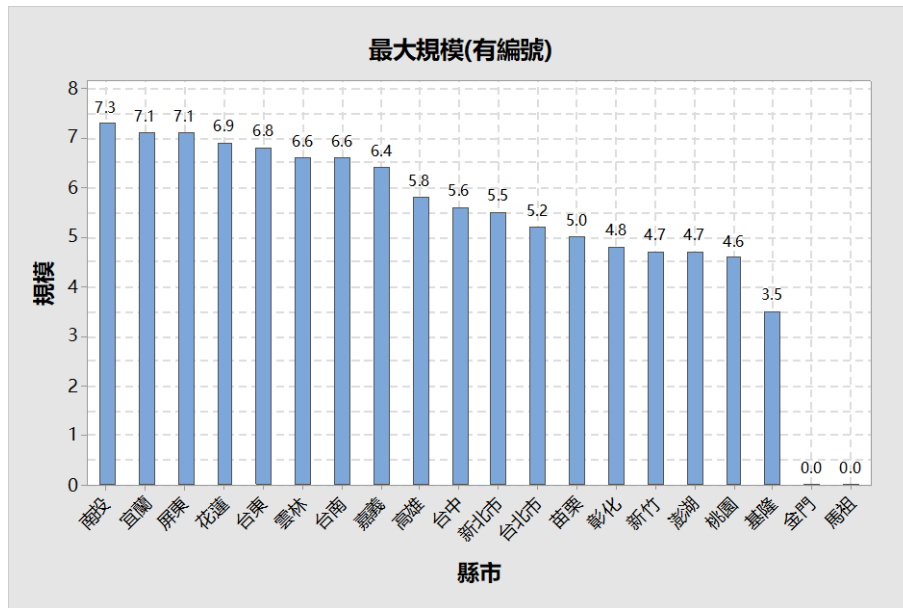


圖 4-5 1995 年至 2018 年 12 月有編號各縣市的最大規模

根據圖 4-5，得知從 1995 年至 2018 年 12 月發生的有編號地震中，南投的 921 大地震達到芮氏規模 7.3 是全台灣之首及次為宜蘭以及屏東芮氏規模 7.1。金門與馬祖無有編號第震故為 0

4.1.6 地震間隔時間

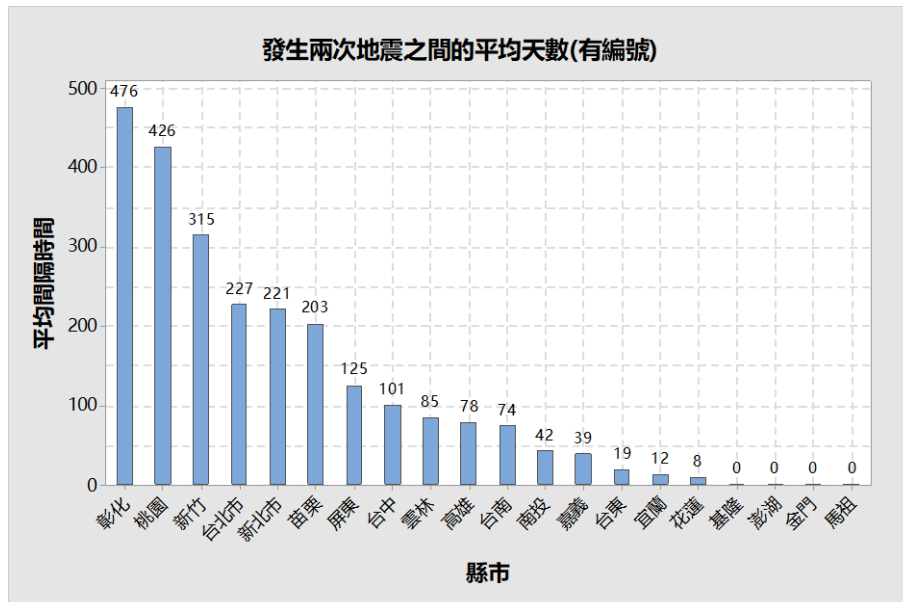


圖 4-6 1995 年至 2018 年 12 月有編號地震平均間隔時間

根據圖 4-6，得知從 1995 年至 2018 年 12 月發生的有編號地震中，在兩個地震之間的平均間隔時間(天數)，花蓮平均每 8 天就會地震一次，彰化要 476 天才會發生一次有編號地震。由於基隆、澎湖、金門、馬祖未曾發生有編號地震故為 0。

4.1.7 地震平均深度

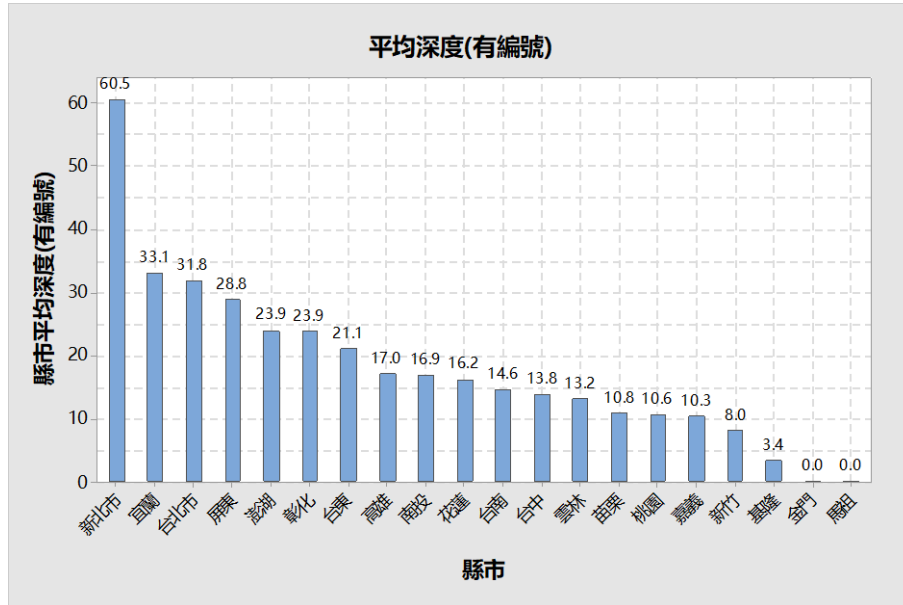


圖 4-7 1995 年至 2018 年 12 月有編號地震平均深度

根據圖 4-7，得知從 1995 年至 2018 年 12 月發生的有編號地震中，平均最高深度為新北市 60.5 公里為首，其次為宜蘭 33.1 公里而台北以 31.8 公里位居第三。由於金門、馬祖未曾發生有編號地震故為 0。

4.1.8 有編號地震數量百分比

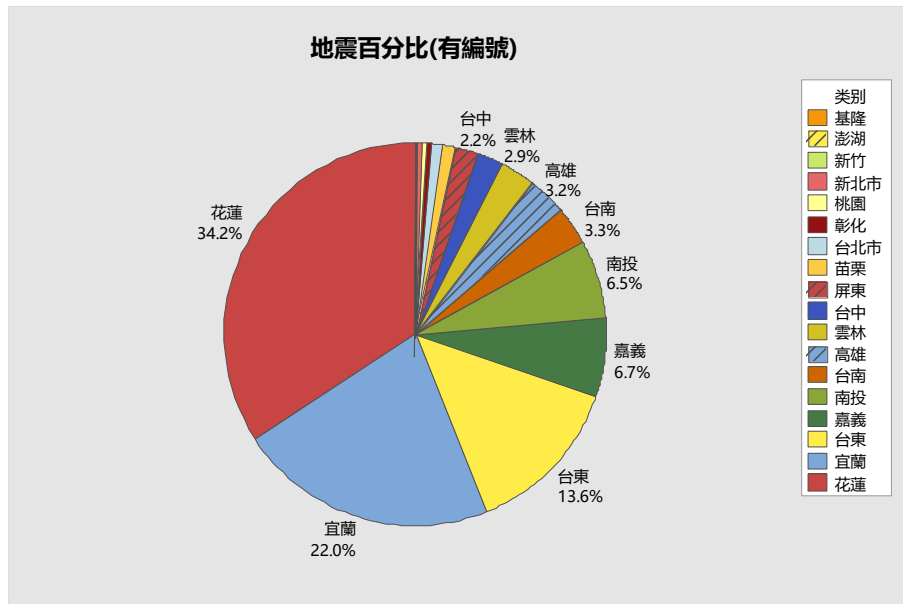


圖 4-8 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的平均地震次數

根據圖 4-8，得知從 1995 年到 2018 年 12 月有編號地震計算出，每發生一百個地震，會有幾個地震在各個行政區發生，以花蓮約 34 次為首其次為宜蘭約 22 次、台東約 13 次。

4.1.9 原子彈能量轉換顆數

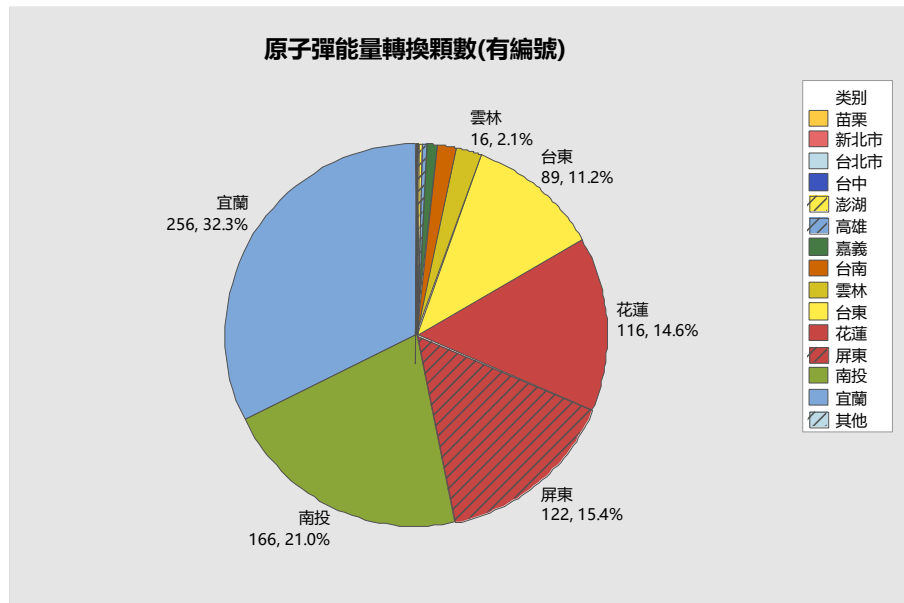


圖 4-9 1995 年至 2018 年 12 月各縣市有編號地震能量轉換原子彈(顆)

根據圖 4-9，得知從 1995 年到 2018 年 12 月編號地震計算出地震能量，以宜蘭 248 顆原子彈能量占了 31.7%次、南投 166 顆占了 21.3%、屏東 122 顆占了 15.6%。

4.2 所有地震(有編號加無編號地震)

4.2.1 地震數量

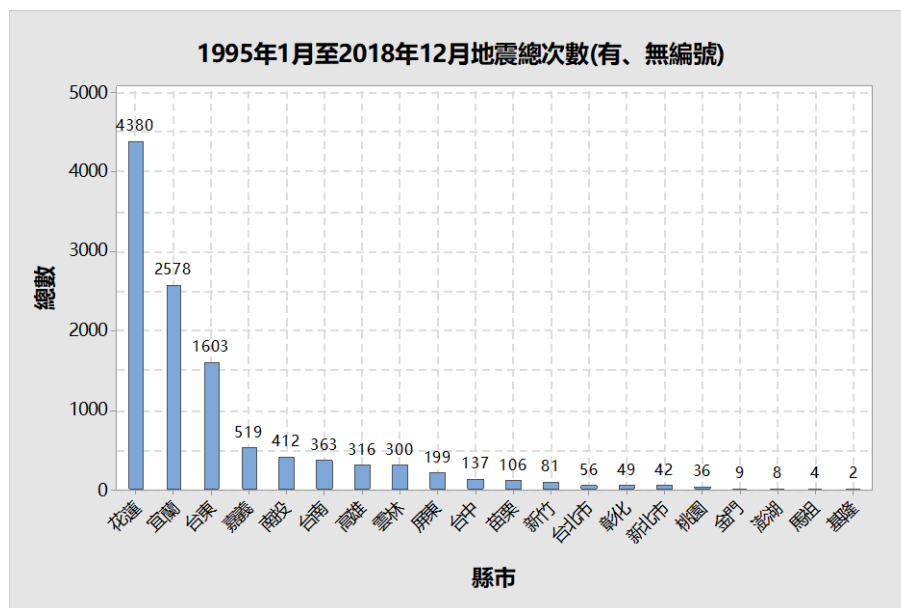


圖 4-10 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的地震次數(次)

根據圖 4-10，從 1995 年至 2018 年 12 月計算出，花蓮是地震最頻繁的城市，在全地震 11200 次中，有 4380 次的地震位於花蓮為首其次為宜蘭 2578 次、台東 1603 次居第三位。

4.2.2 每月平均地震次數

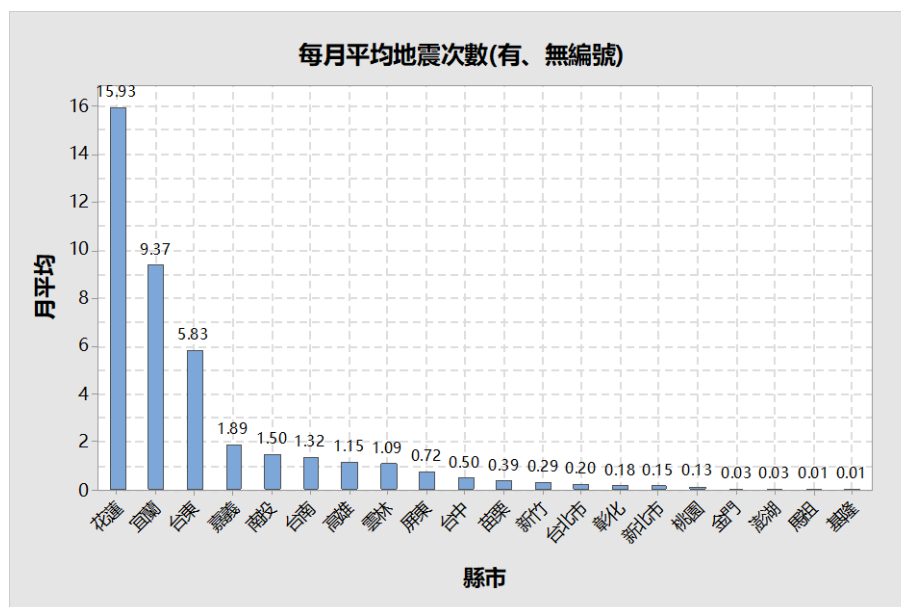


圖 4-11 1995 年至 2018 年 12 月各縣市每月平均地震次數

根據圖 4-11，從 1995 年至 2018 年 12 月計算出，花蓮平均每個月發生 15.93 次地震為首其次為宜蘭 9.37 次、台東以 5.83 次居第三位。

4.2.3 每年平均地震次數

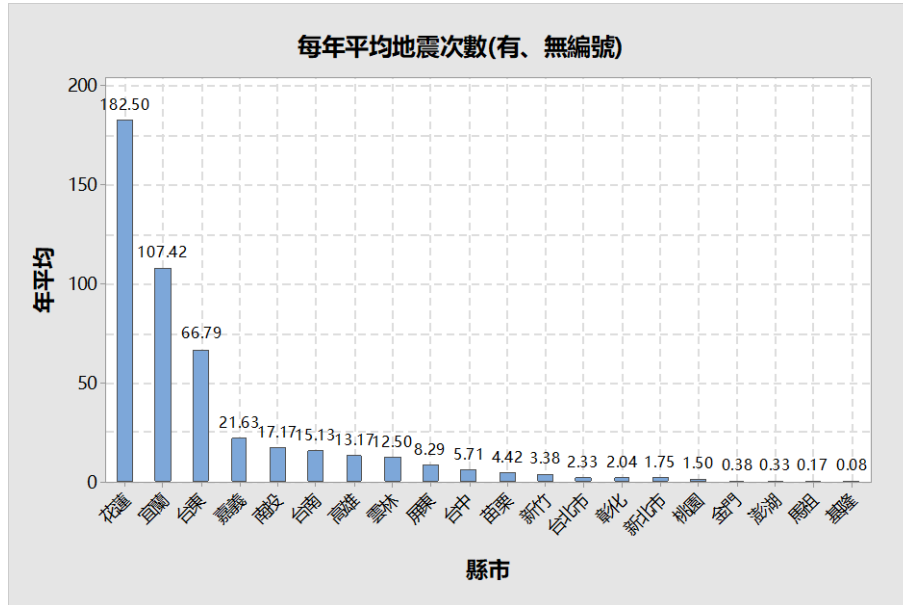


圖 4-12 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的每年平均地震次數

根據圖 4-12，1995 年至 2018 年 12 月發生的地震中，台灣每年平均發生地震次數，花蓮每年平均發生 182 次地震為全台灣之首其次為宜蘭 107 次、台東 66 次居第三位。

4.2.4 平均規模

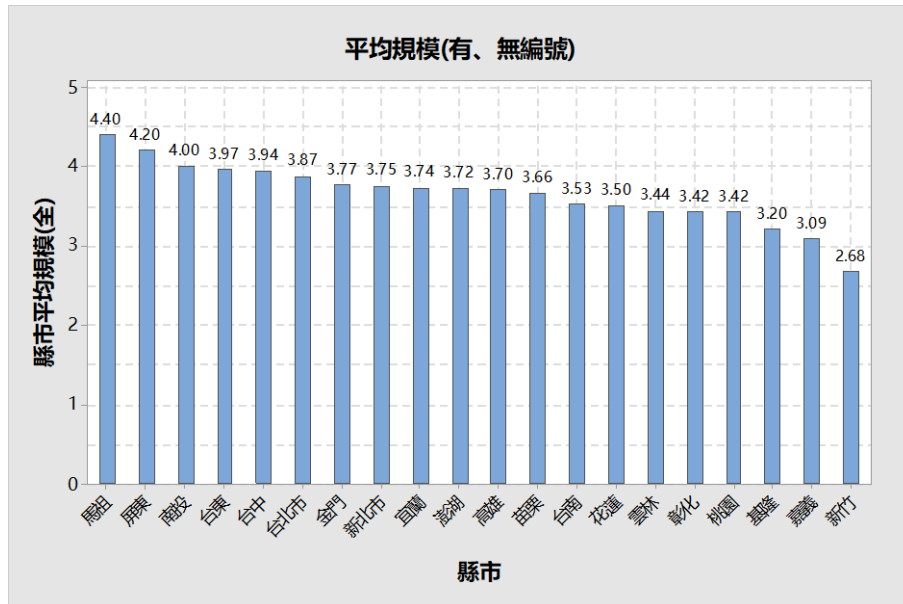


圖 4-13 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的平均地震規模(芮氏)

根據圖 4-13，得知從 1995 年至 2018 年 12 月發生的地震中，平均最高規模為馬祖芮氏規模 4.4 為首其次為屏東 4.2、南投 4.0。

4.2.5 地震最大規模

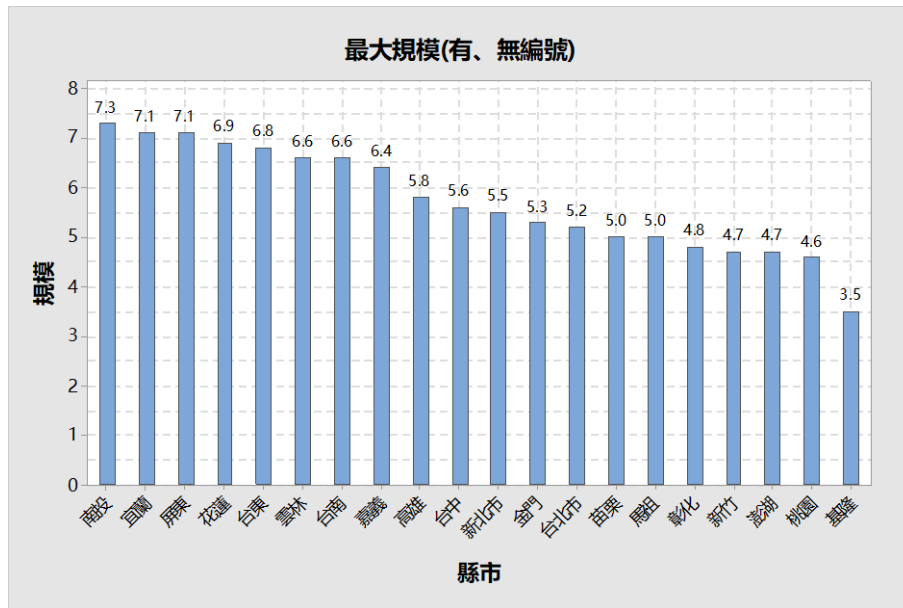


圖 4-14 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的最大規模

根據圖 4-14，得知從 1995 年至 2018 年 12 月發生的所有地震中，南投的 921 大地震達到芮氏規模 7.3 是全台灣之首及次為宜蘭以及屏東芮氏規模 7.1。

4.2.6 地震間隔時間

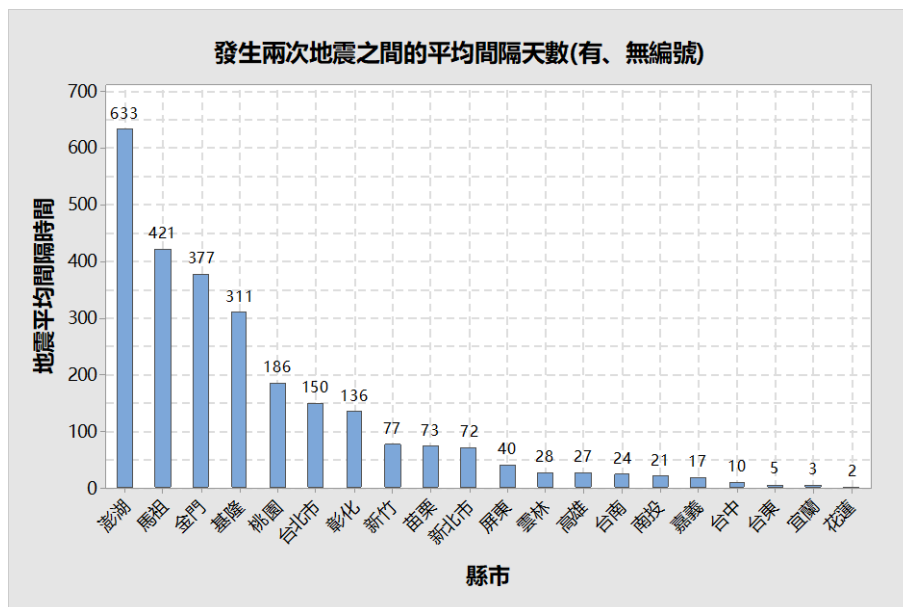


圖 4-15 1995 年至 2018 年 12 月地震平均間隔時間

根據圖 4-15，得知從 1995 年至 2018 年 12 月發生的所有地震中，在兩個地震之間的平均間隔時間(天數)，花蓮平均每 2 天就會地震一次，澎湖每 633 天才會發生一次地震。

4.2.7 地震平均深度

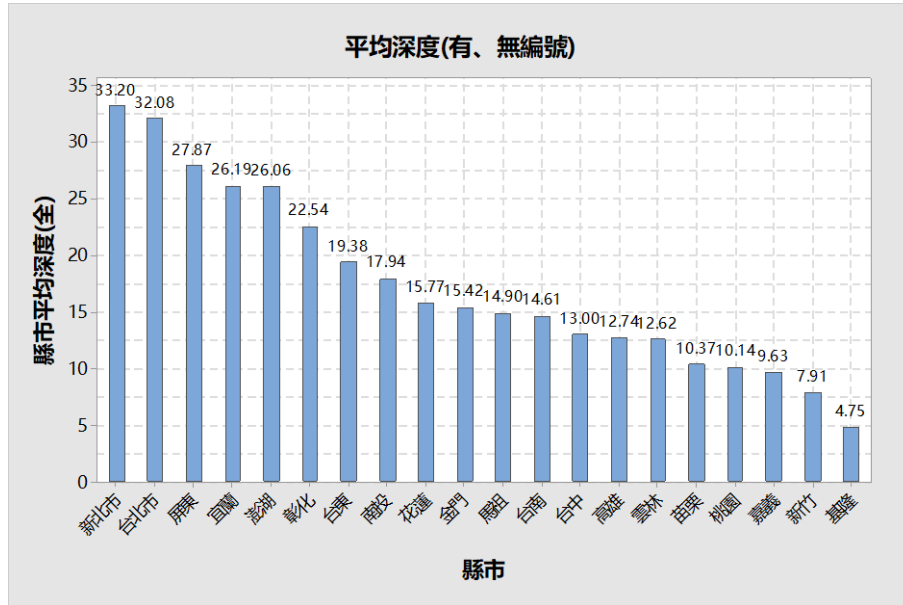


圖 4-16 1995 年至 2018 年 12 月有編號地震平均深度

根據圖 4-16，得知從 1995 年至 2018 年 12 月發生的所有地震，平均最高深度為新北市 33.2 公里為首其次為台北市 32.0 公里而屏東 27.8 公里位居第三。

4.2.8 地震數量百分比

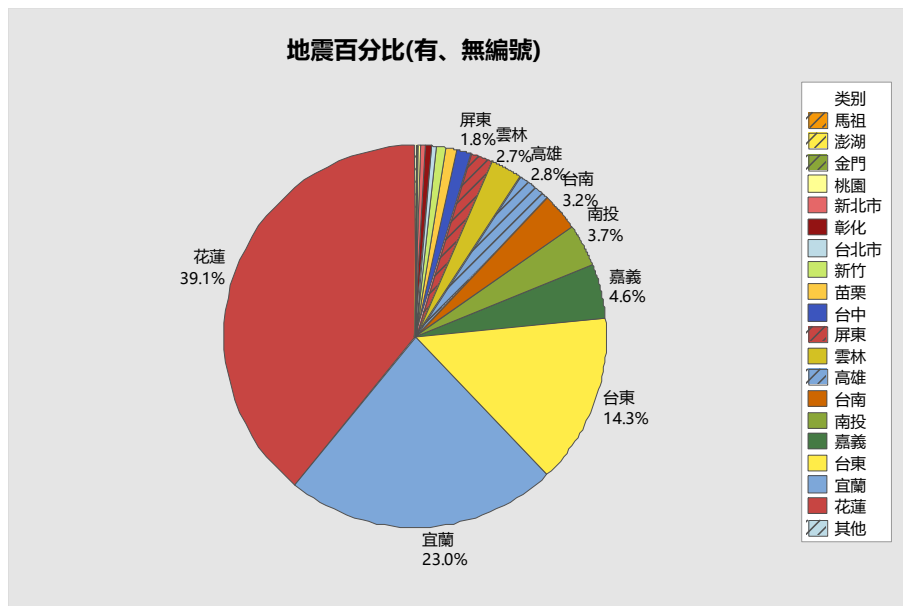


圖 4-17 1995 年至 2018 年 12 月各縣市的平均地震次數

根據圖 4-17，得知從 1995 年到 2018 年 12 月地震計算出，每發生一百個地震，會有幾個地震在各個行政區發生，以花蓮約 39 次為首其次為宜蘭約 23 次、台東約 14 次。

4.2.9 原子彈能量轉換顆數

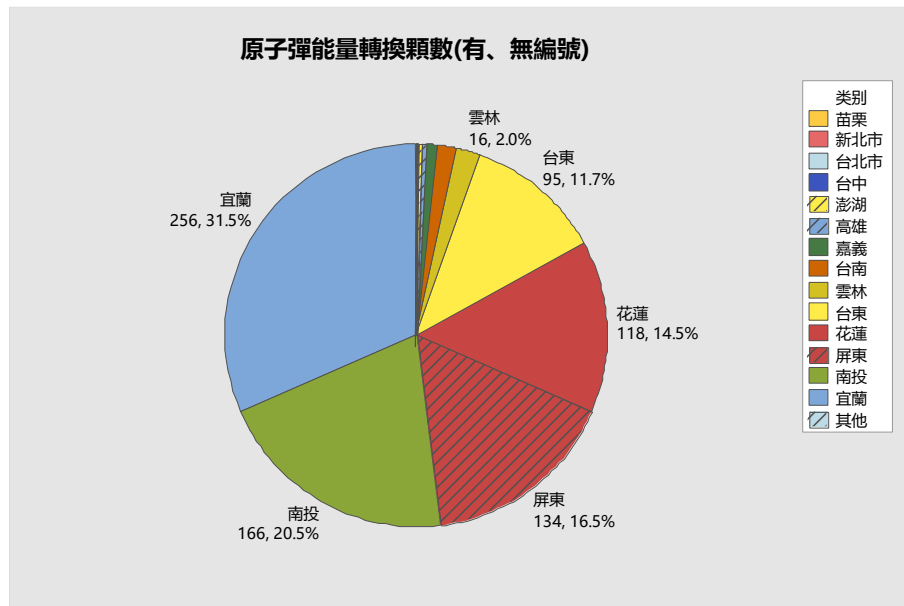


圖 4-18 1995 年至 2018 年 12 月各縣市有編號地震能量轉換原子彈(顆)

根據圖 4-18，得知從 1995 年到 2018 年 12 月所有地震計算出地震能量，以宜蘭 256 顆原子彈能量占了 31.5%次、南投 166 顆占了 20.5%、屏東 134 顆占了 16.5%。

4.3 地震能量轉換

1995 年至 2018 年 12 月東西岸三縣市地震釋放能量(ergs)相當於幾顆原子彈
總表請見附錄 A 及附錄 B，每個原子彈釋放能量為 6.3×10^{20} ergs。

表 4-1 東部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有、無編號)

	有編號及無編號地震	
城市	釋放總能量	原子彈(顆)
宜蘭	1.61197×10^{23}	256
花蓮	7.40466×10^{22}	118
台東	5.97571×10^{22}	95

表 4-2 東部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有編號)

	有編號地震	
城市	釋放總能量	原子彈(顆)
宜蘭	1.61197×10^{23}	248
花蓮	7.29676×10^{22}	115
台東	5.61202×10^{22}	89

表 4-3 西部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有、無編號)

	有編號及無編號地震	
城市	釋放總能量	原子彈(顆)
南投	1.04688×10^{23}	166
屏東	8.43383×10^{22}	134
雲林	1.03265×10^{22}	16

表 4-4 西部三縣市地震能量轉換原子彈顆數(有編號)

	有編號地震	
城市	釋放總能量	原子彈(顆)
南投	1.04705×10^{23}	166
屏東	7.66625×10^{22}	122
雲林	1.03144×10^{22}	16

第伍章 時間序列分析

5.1 有編號及無編號每月地震數量分析

本節以時間序列透過天真預測法、平均移動法、單指數平滑法、雙指數平滑法、三指數平滑法及 ARIMA(p,g,r)等方法；藉由過去資料找出最佳的預測模式，並用該模式做未來 12 個月的有編號地震及無編號數量預測。

5.1.1 地震年數量時間序列圖(有編號+無編號)

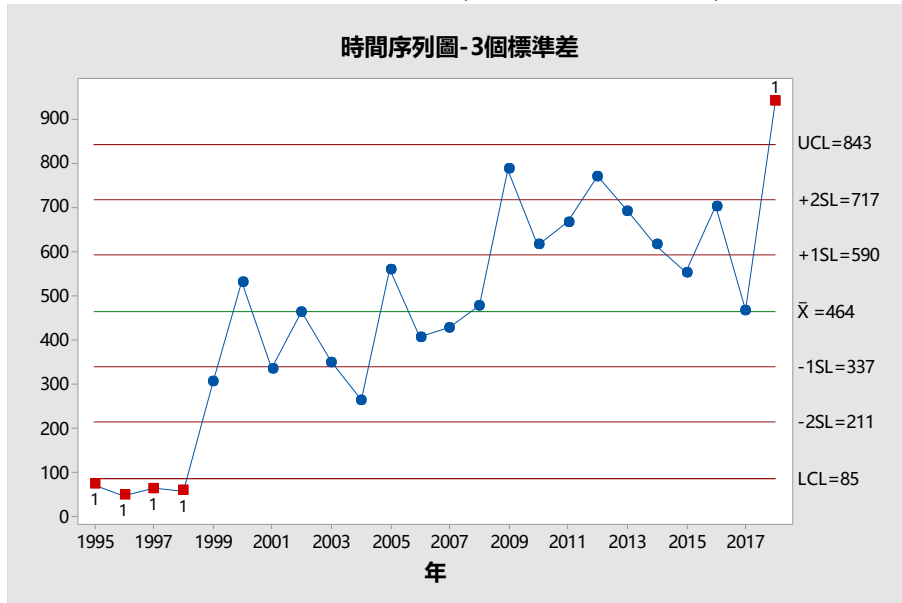


圖 5-1 1995 年至 2018 年之年總地震數量時間序列圖

由上圖5-1得知台灣的地震數量大都在三個標準差之內，因1995-1999無編號無編號地震故數量較少，2018年花蓮地震數量龐大所以該年超出平均數加三個標準差。

5.1.2 移動平均法

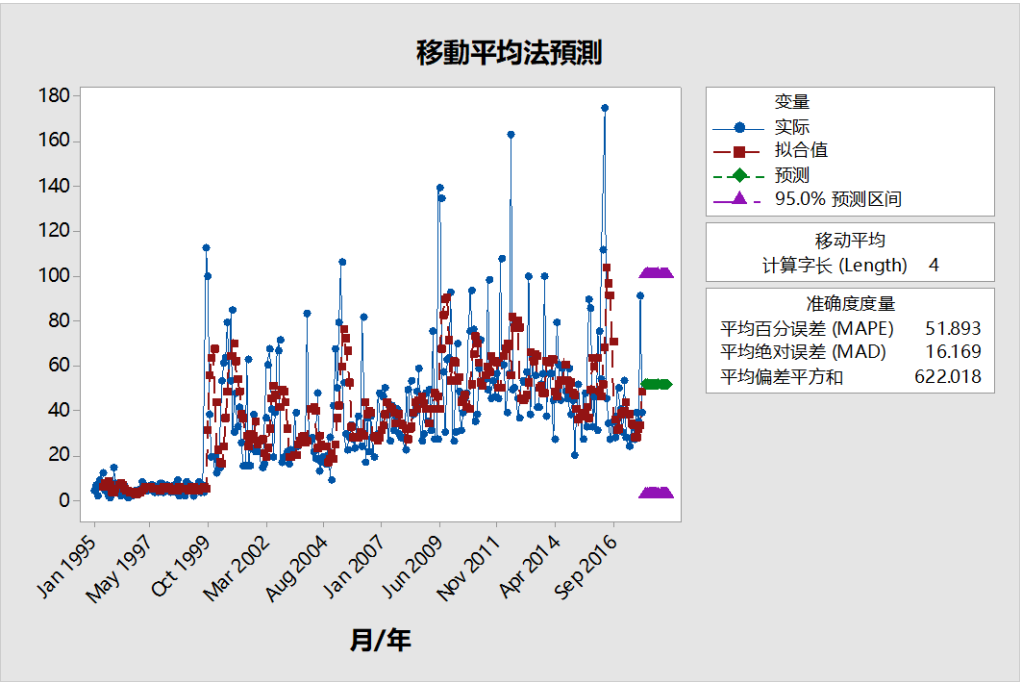


圖 5-2 移動平均法預測圖
表 5-1 移動平均法誤差分析

移動平均法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	27.25	17.75
2018.02	46	27.25	18.75
2018.03	57	27.25	29.75
2018.04	44	27.25	16.75
2018.05	48	27.25	20.75
2018.06	68	27.25	40.75
2018.07	68	27.25	40.75
2018.08	66	27.25	38.75
2018.09	28	27.25	0.75
2018.10	21	27.25	6.25
2018.11	33	27.25	5.75
2018.12	27	27.25	0.25
			237
月平均誤差			19.75

根據圖 5-2 及表 5-1，從 1995 年-2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 19.75 次。

5.1.3 單指數平滑法

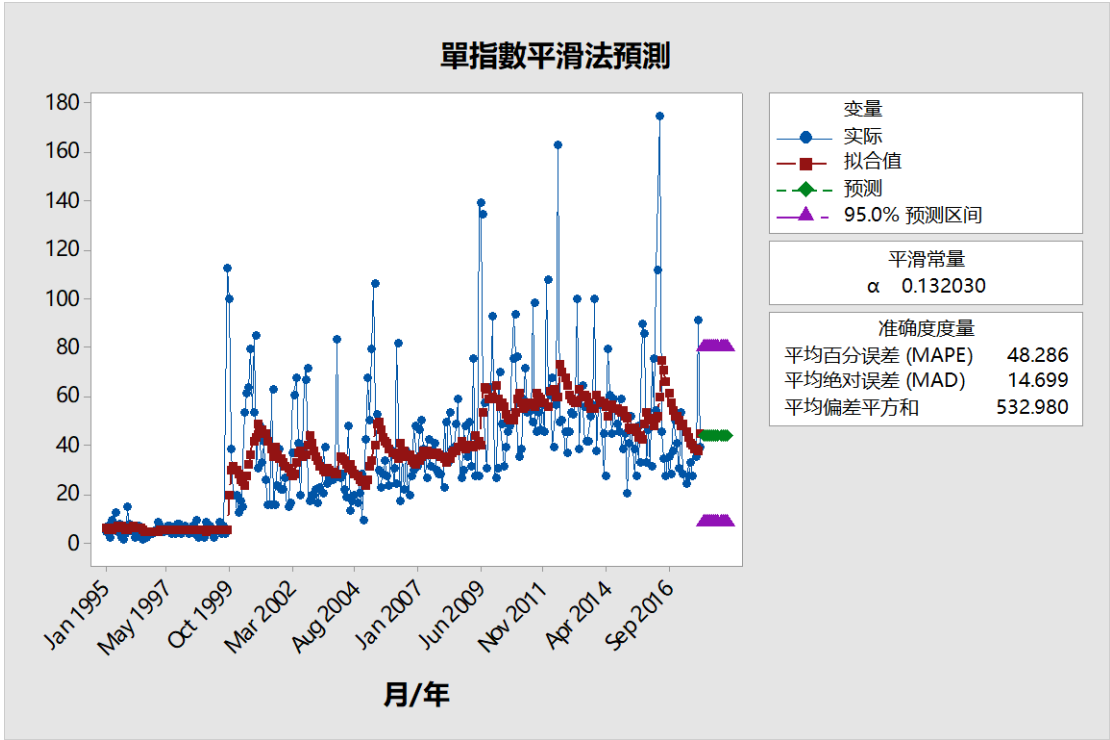


圖 5-3 單指數平滑法預測圖

表 5-2 單指數平滑法誤差分析

單指數平滑法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	42.12	2.88
2018.02	46	42.12	3.88
2018.03	57	42.12	14.88
2018.04	44	42.12	1.88
2018.05	48	42.12	5.88
2018.06	68	42.12	25.88
2018.07	68	42.12	25.88
2018.08	66	42.12	23.88
2018.09	28	42.12	14.12
2018.10	21	42.12	21.12
2018.11	33	42.12	9.12
2018.12	27	42.12	15.12
			164.51
月平均誤差			13.71

根據圖 5-3 及表 5-2，從 1995 年-2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 13.71 次。

5.1.4 雙指數平滑法

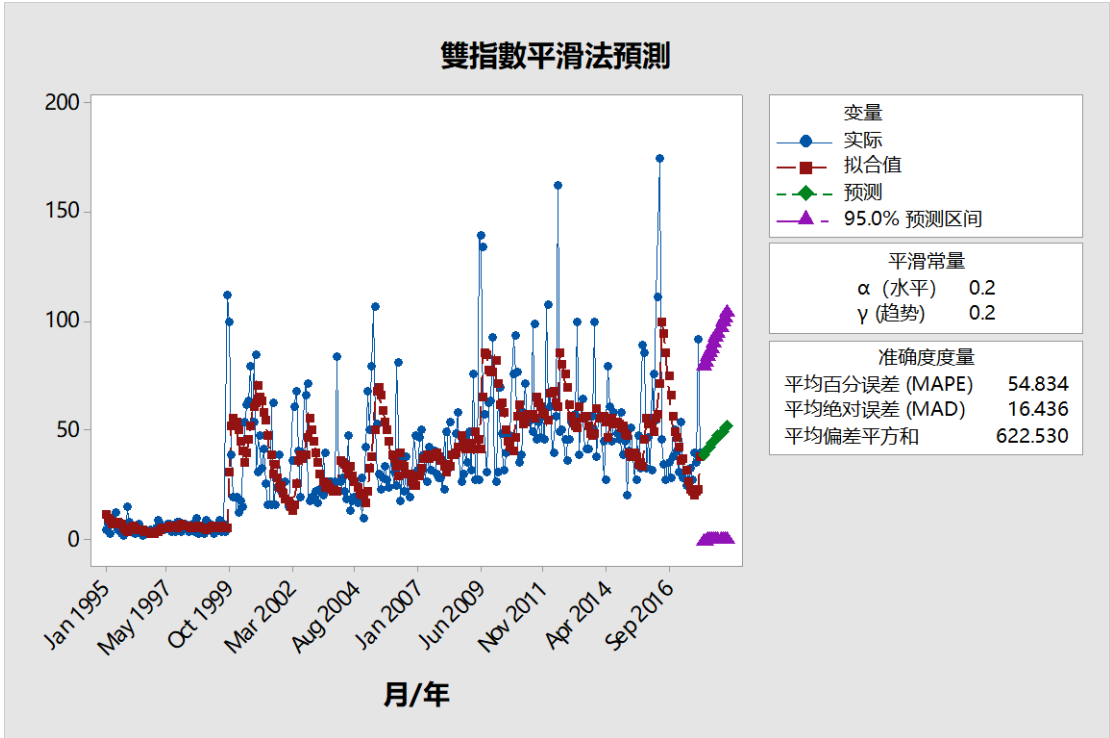


圖 5-4 雙指數平滑法預測圖

表 5-3 雙指數平滑法誤差分析

雙指數平滑法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	42.04	2.96
2018.02	46	40.48	5.52
2018.03	57	38.92	18.08
2018.04	44	37.36	6.64
2018.05	48	35.80	12.20
2018.06	68	34.24	33.76
2018.07	68	32.68	35.32
2018.08	66	31.12	34.88
2018.09	28	29.56	1.56
2018.10	21	28.00	7.00
2018.11	33	26.44	6.56
2018.12	27	24.88	2.12
			166.61
月平均誤差			13.88

根據圖 5-4 及表 5-3，從 1995 年-2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 13.88 次。

5.1.5 三指數平滑法

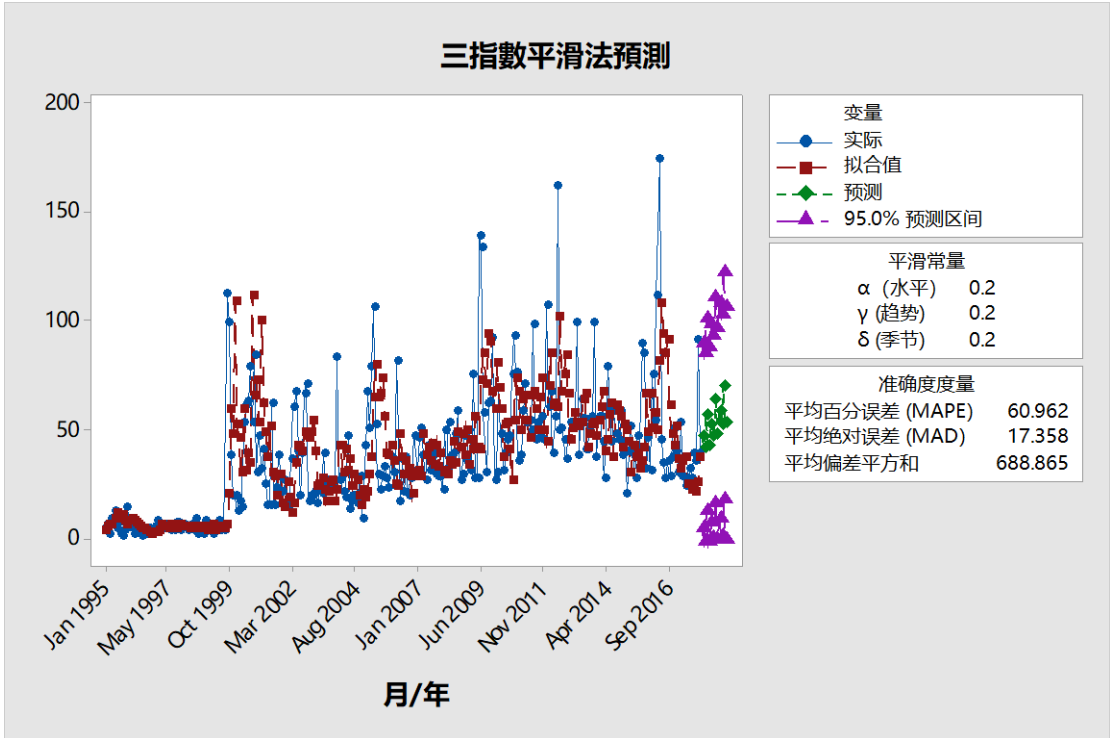


圖 5-5 三指數平滑法預測圖

表 5-4 三指數平滑法誤差分析

三指數平滑法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	37.11	7.89
2018.02	46	33.40	12.60
2018.03	57	40.16	16.84
2018.04	44	29.92	14.08
2018.05	48	30.25	17.75
2018.06	68	26.93	41.07
2018.07	68	31.98	36.02
2018.08	66	23.50	42.50
2018.09	28	23.39	4.61
2018.10	21	20.45	0.55
2018.11	33	23.79	9.21
2018.12	27	17.07	9.93
			213.05
月平均誤差			17.75

根據圖 5-5 及表 5-4，從 1995 年-2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 17.75 次。

5.1.6 (Autoregressive Integrated Moving Average) 自迴歸積分移動平均

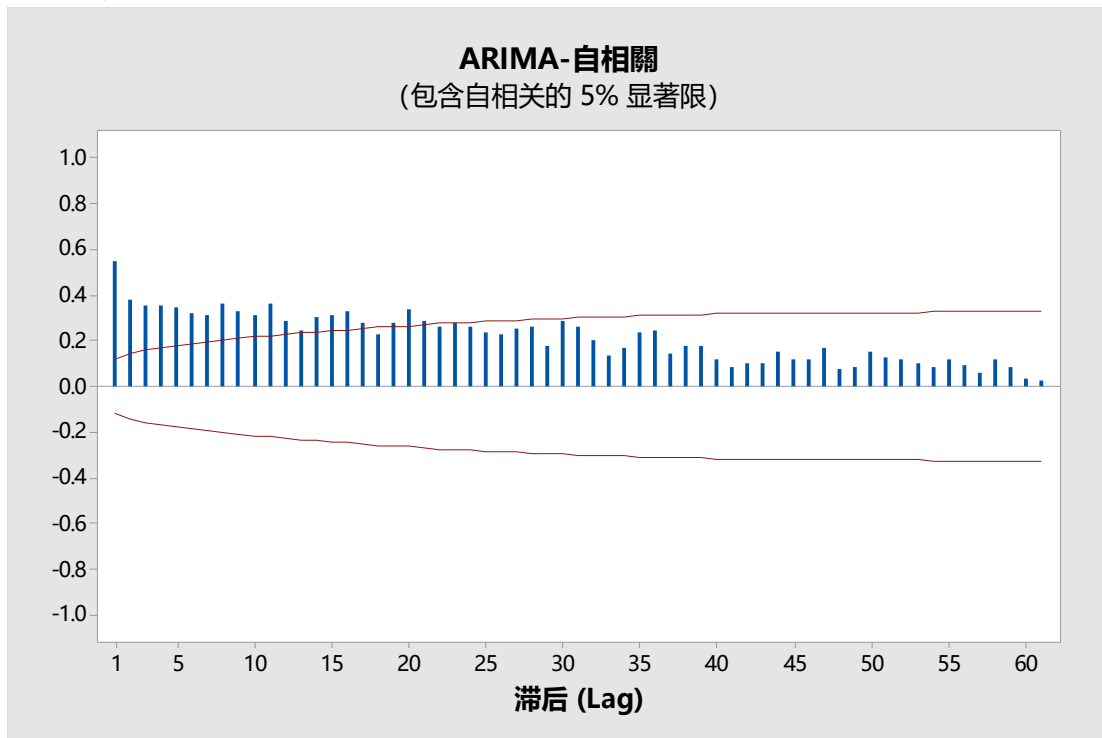


圖 5-6 ARIMA 自相關(ACF)

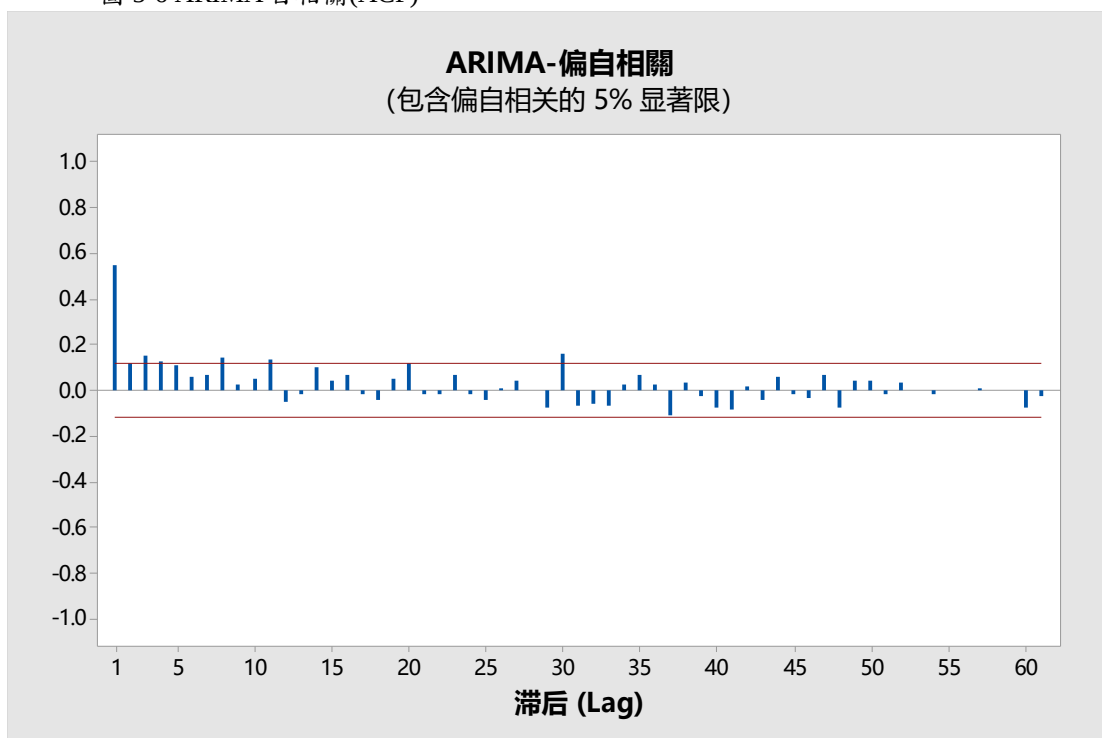


圖 5-7 ARIMA 偏自相關(PACF)

5.1.6.1 ARIMA(1,0,0)

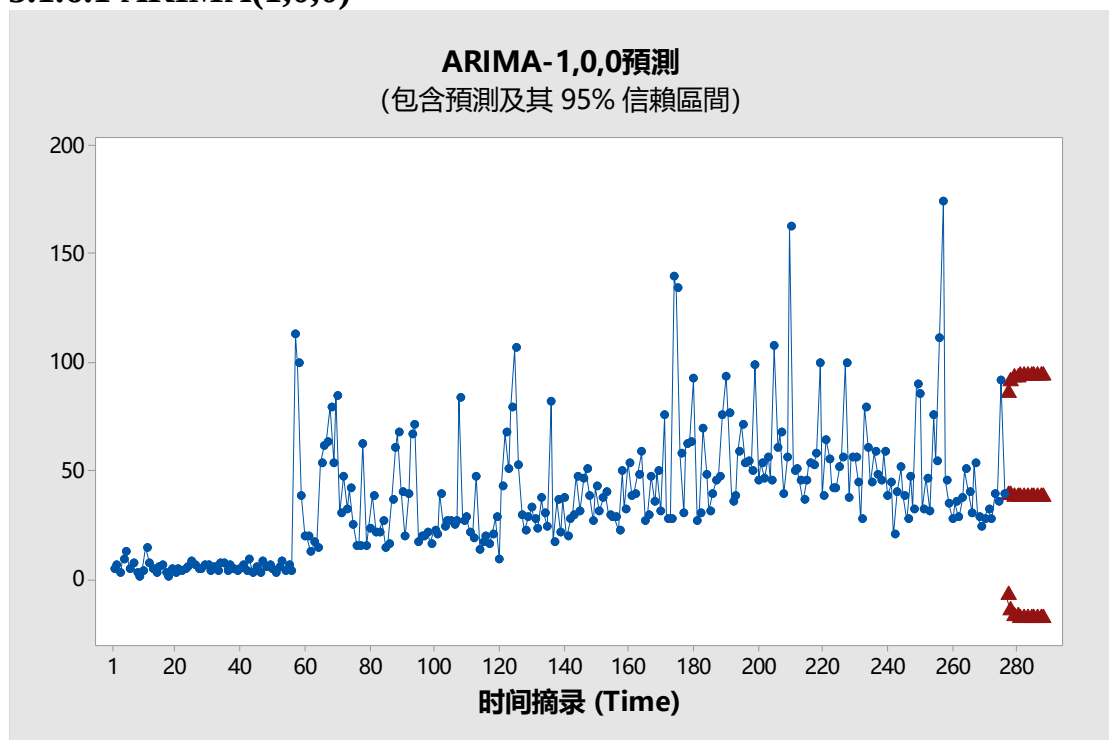


圖 5-8 ARIMA(1.0.0)預測圖

表 5-5 ARIMA(1,0,0)誤差分析

ARIMA(1,0,0)	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	31.56	13.44
2018.02	46	34.07	11.93
2018.03	57	35.45	21.55
2018.04	44	36.21	7.79
2018.05	48	36.62	11.38
2018.06	68	36.85	31.15
2018.07	68	36.98	31.02
2018.08	66	37.05	28.95
2018.09	28	37.09	9.09
2018.10	21	37.11	16.11
2018.11	33	37.12	4.12
2018.12	27	37.13	10.13
			196.65
月平均誤差			16.39

根據圖 5-8 及表 5-5，從 1995 年-2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 16.39 次。

5.1.6.2 ARIMA(2,0,0)

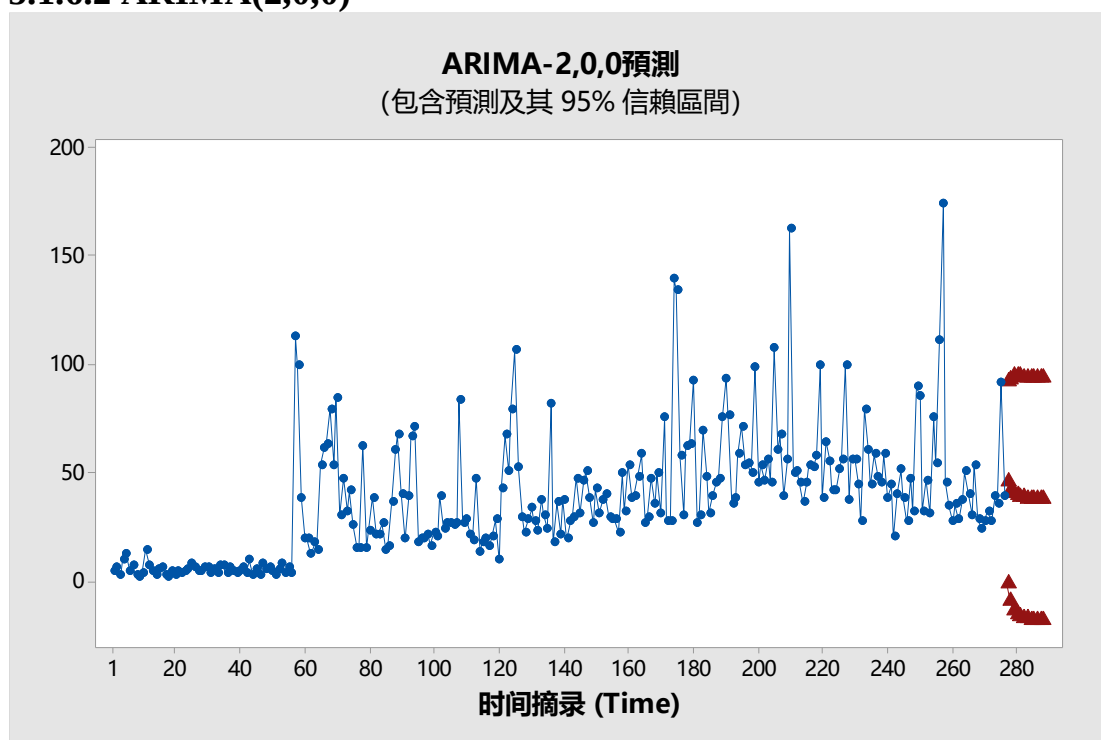


圖 5-9 ARIMA(2.0.0)預測圖

表 5-6 ARIMA(2,0,0)誤差分析

ARIMA(2,0,0)	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	31.70	13.30
2018.02	46	33.24	12.76
2018.03	57	34.56	22.44
2018.04	44	35.38	8.62
2018.05	48	35.94	12.06
2018.06	68	36.31	31.69
2018.07	68	36.56	31.44
2018.08	66	36.72	29.28
2018.09	28	36.83	8.83
2018.10	21	36.90	15.90
2018.11	33	36.95	3.95
2018.12	27	36.98	9.98
			200.27
月平均誤差			16.69

根據圖 5-9 及表 5-6，從 1995 年-2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 16.69 次。

5.1.6.3 ARIMA(3,0,0)

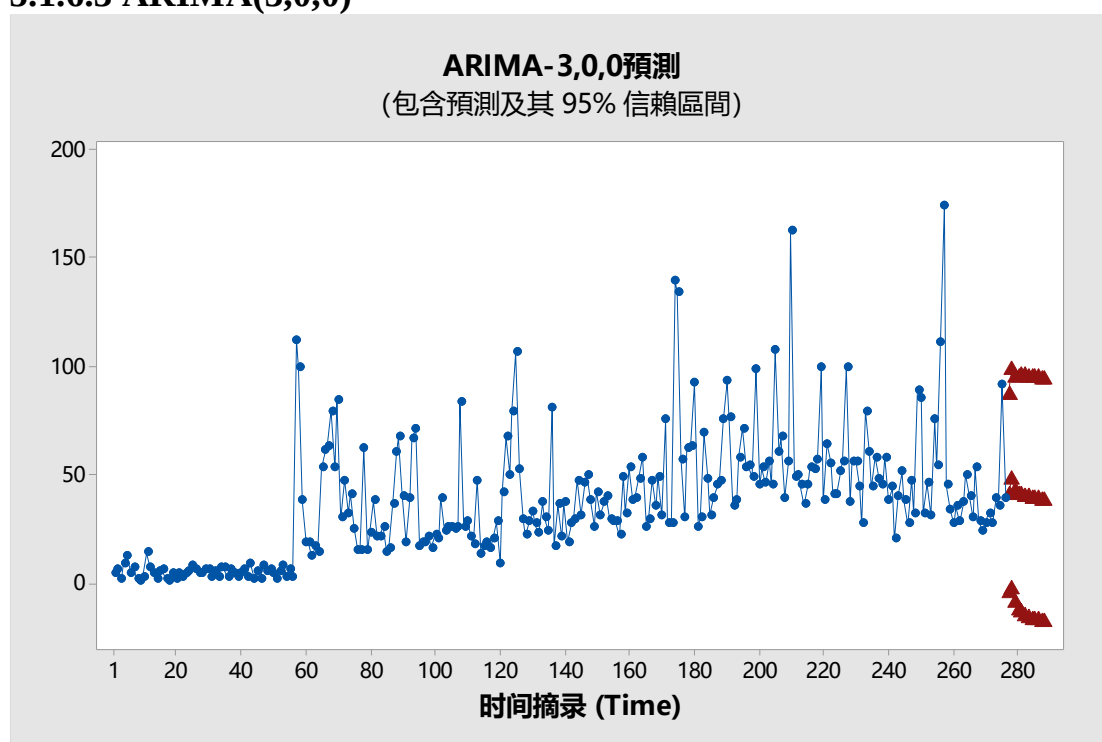


圖 5-10 ARIMA(3,0,0)預測圖

表 5-7 ARIMA(3,0,0)誤差分析

ARIMA(3,0,0)	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	29.61	15.39
2018.02	46	32.42	13.58
2018.03	57	32.91	24.09
2018.04	44	33.68	10.32
2018.05	48	34.50	13.50
2018.06	68	35.00	33.00
2018.07	68	35.39	32.61
2018.08	66	35.72	30.28
2018.09	28	35.97	7.97
2018.10	21	36.16	15.16
2018.11	33	36.32	3.32
2018.12	27	36.43	9.43
			208.65
月平均誤差			17.39

根據圖 5-10 及表 5-7，，從 1995 年-2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 17.39 次。

5.1.7 天真預測法

表 5-8 天真預測法誤差分析

天真預測法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	45	40	5
2018.02	46	30	16
2018.03	57	53	4
2018.04	44	28	16
2018.05	48	24	24
2018.06	68	27	41
2018.07	68	32	36
2018.08	66	27	39
2018.09	28	39	11
2018.10	21	35	14
2018.11	33	91	58
2018.12	27	39	12
			276.00
月平均誤差			23.00

根據表 5-8，天真預測方法為該年有多少地震隔年即會發生多少地震，從 2017 年預測 2018 年地震數量計算出與實際地震數量每月的誤差平均值為 23 次。

表 5-9 1995 年預測 2018 年地震數量表

月份	移動 平均法	單指數 平滑法	雙指數 平滑法	三指數 平滑法	ARIMA (1,0,0)	ARIMA (2,0,0)	ARIMA (3,0,0)	天真 預測法
2018.01	17.75	2.88	2.96	7.89	13.44	13.30	15.39	5
2018.02	18.75	3.88	5.52	12.60	11.93	12.76	13.58	16
2018.03	29.75	14.88	18.08	16.84	21.55	22.44	24.09	4
2018.04	16.75	1.88	6.64	14.08	7.79	8.62	10.32	16
2018.05	20.75	5.88	12.20	17.75	11.38	12.06	13.50	24
2018.06	40.75	25.88	33.76	41.07	31.15	31.69	33.00	41
2018.07	40.75	25.88	35.32	36.02	31.02	31.44	32.61	36
2018.08	38.75	23.88	34.88	42.50	28.95	29.28	30.28	39
2018.09	0.75	14.12	1.56	4.61	9.09	8.83	7.97	11
2018.10	6.25	21.12	7.00	0.55	16.11	15.90	15.16	14
2018.11	5.75	9.12	6.56	9.21	4.12	3.95	3.32	58
2018.12	0.25	15.12	2.12	9.93	10.13	9.98	9.43	12
誤差	19.75	13.71	13.88	17.75	16.39	16.69	17.39	23

5.1.8 決策

由以上六種方法，得出誤差值最小的方法為：單指數平滑法，我們將使用該方法預測2019年東西部三縣市每月發生有編號及無編號地震數量。

5.2 東西部三縣市2019年有編號及無編號地震預測

我們從5.1節找出最適當的預測模式為單指數平滑法並使用此方法做東西岸三縣市有編號及無編號每月地震預測。

5.2.1 宜蘭2019年有編號及無編號地震預測

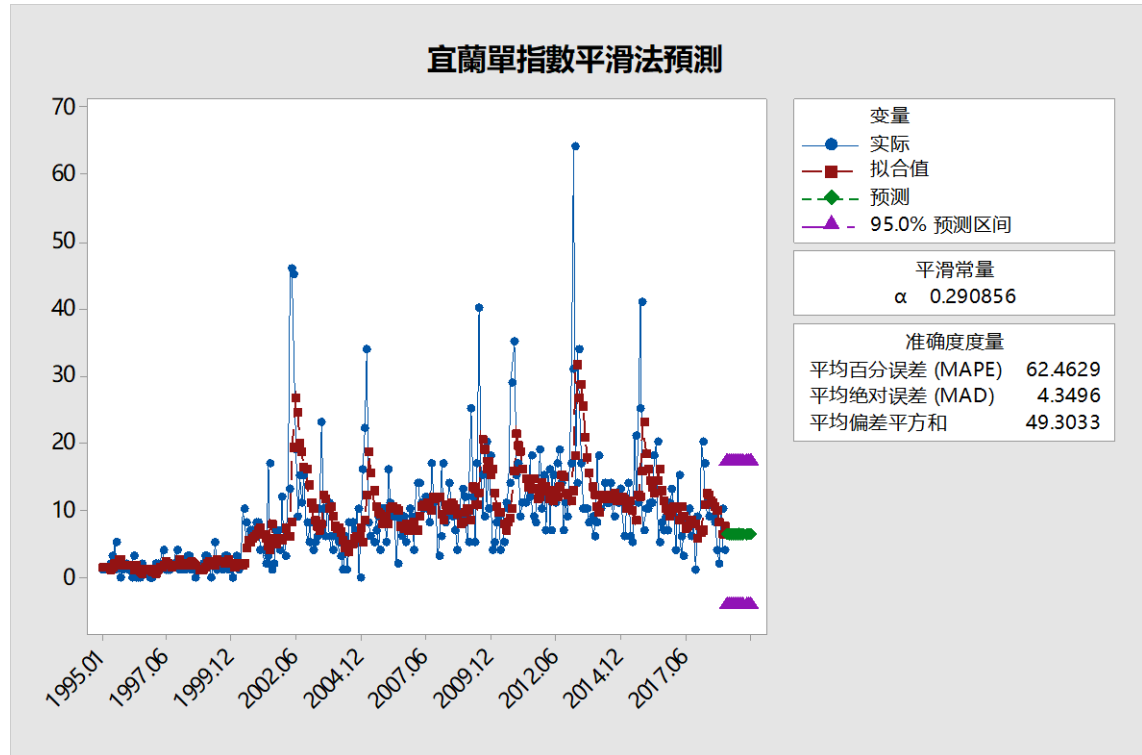


圖 5-11 宜蘭單指數平滑預測圖

表 5-10 宜蘭單指數平滑法預測(有編號及無編號)

宜蘭	預測
2019.01	6.41
2019.02	6.41
2019.03	6.41
2019.04	6.41
2019.05	6.41
2019.06	6.41
2019.07	6.41
2019.08	6.41
2019.09	6.41
2019.10	6.41
2019.11	6.41
2019.12	6.41
總量	76.87

根據圖 5-11 及表 5-10，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 76.87 次有編號及無編號地震。

5.2.2 花蓮2019年有編號及無編號地震預測

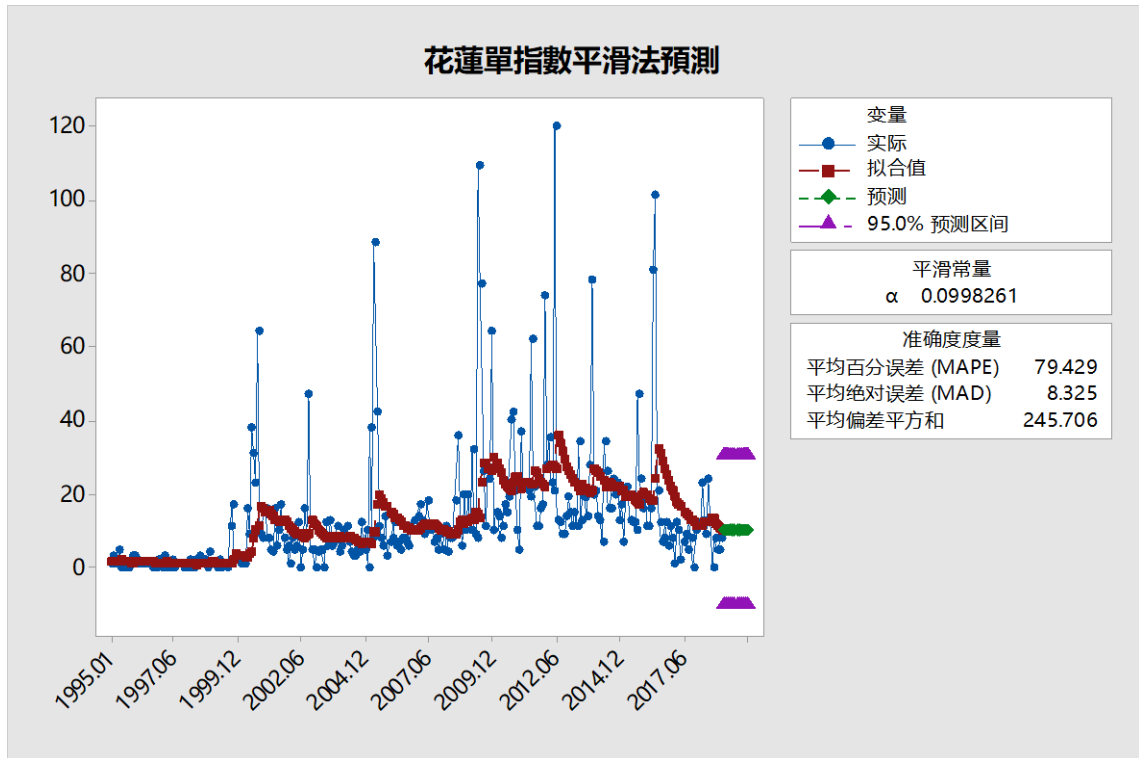


圖 5-12 花蓮單指數平滑預測圖

表 5-11 花蓮單指數平滑法預測(有編號及無編號)

花蓮	預測
2019.01	9.96
2019.02	9.96
2019.03	9.96
2019.04	9.96
2019.05	9.96
2019.06	9.96
2019.07	9.96
2019.08	9.96
2019.09	9.96
2019.10	9.96
2019.11	9.96
2019.12	9.96
總量	119.57

根據圖 5-12 及表 5-11，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 119.57 次有編號及無編號地震。

5.2.3 台東2019年有編號及無編號地震預測

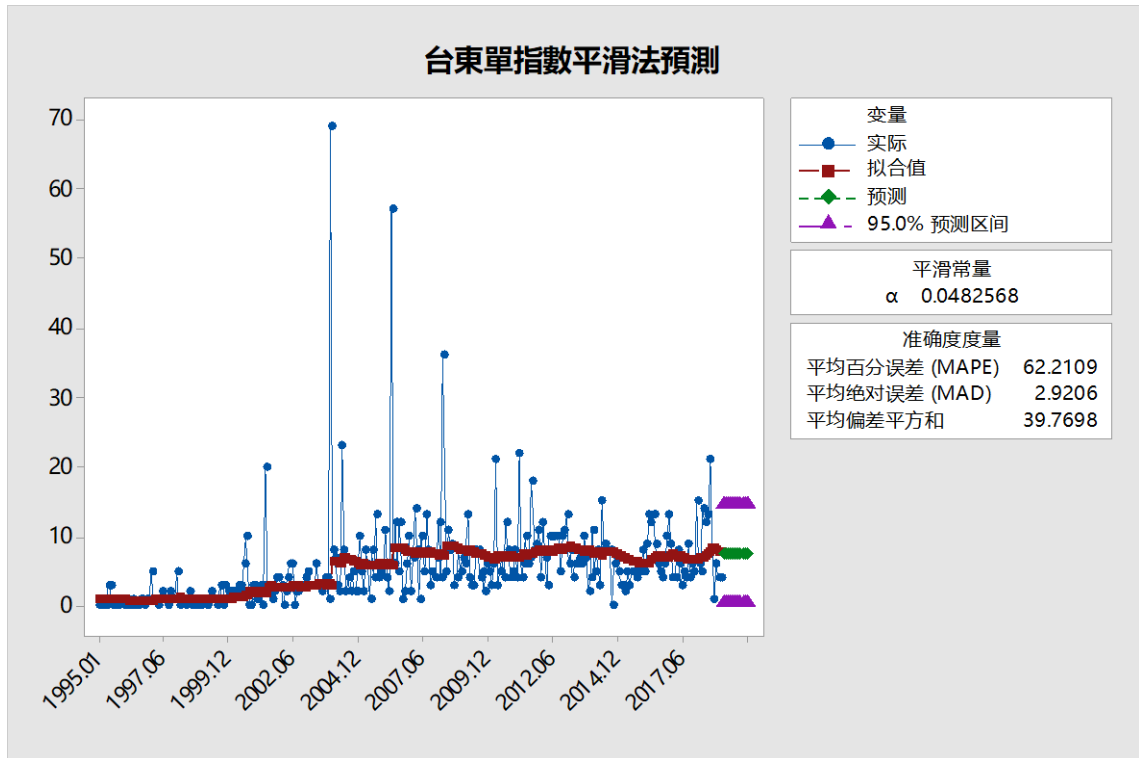


圖 5-13 台東單指數平滑預測圖

表 5-12 台東單指數平滑法預測(有編號及無編號)

台東	預測
2019.01	7.46
2019.02	7.46
2019.03	7.46
2019.04	7.46
2019.05	7.46
2019.06	7.46
2019.07	7.46
2019.08	7.46
2019.09	7.46
2019.10	7.46
2019.11	7.46
2019.12	7.46
總量	89.49

根據圖 5-13 及表 5-12，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 80.49 次有編號及無編號地震。

5.2.4 南投2019年有編號及無編號地震預測

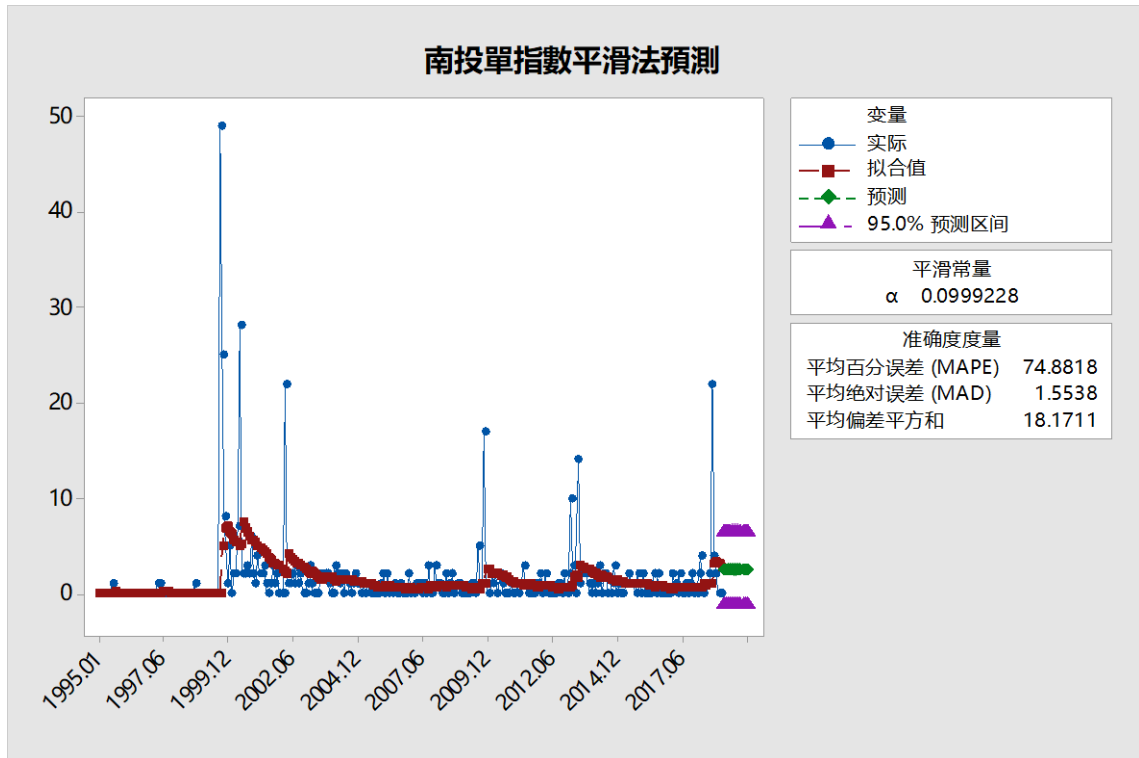


圖 5-14 南投單指數平滑預測圖

表 5-13 南投單指數平滑法預測(有編號及無編號)

南投	預測
2019.01	2.53
2019.02	2.53
2019.03	2.53
2019.04	2.53
2019.05	2.53
2019.06	2.53
2019.07	2.53
2019.08	2.53
2019.09	2.53
2019.10	2.53
2019.11	2.53
2019.12	2.53
總量	30.38

根據圖 5-14 及表 5-13，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 30.38 次有編號及無編號地震。

5.2.5 台南2019年有編號及無編號地震預測

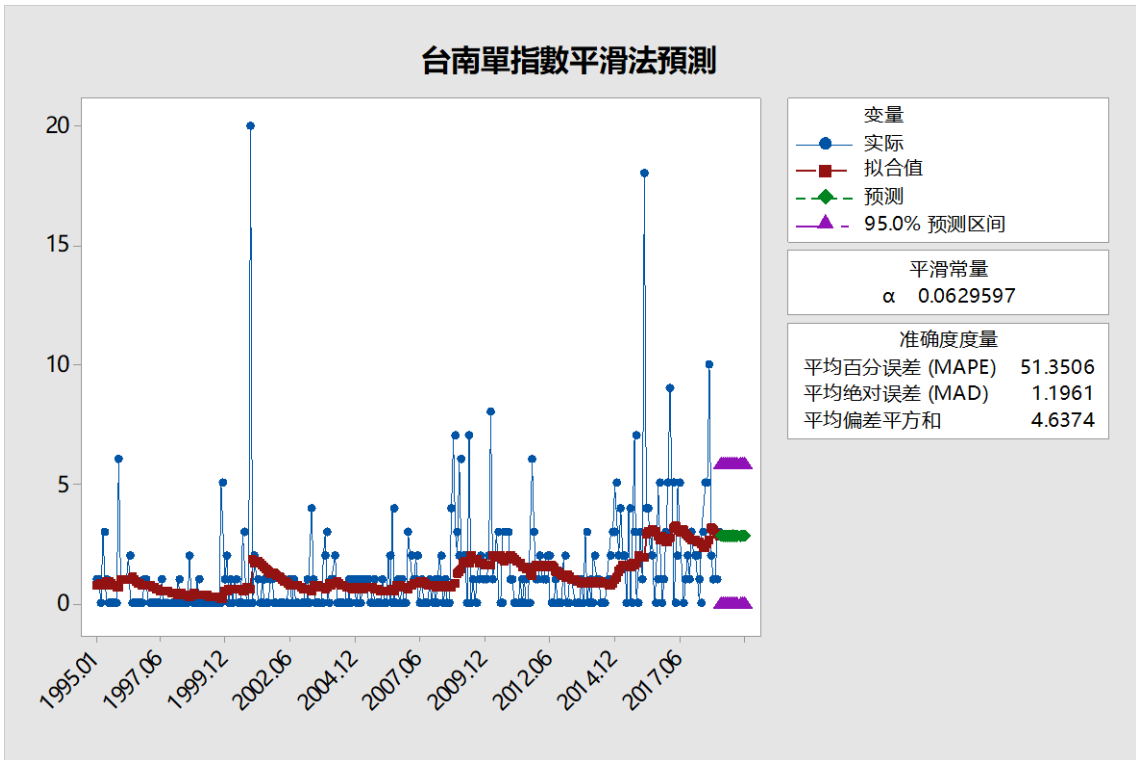


圖 5-15 台南單指數平滑預測圖

表 5-14 台南單指數平滑法預測(有編號及無編號)

台南	預測
2019.01	2.82
2019.02	2.82
2019.03	2.82
2019.04	2.82
2019.05	2.82
2019.06	2.82
2019.07	2.82
2019.08	2.82
2019.09	2.82
2019.10	2.82
2019.11	2.82
2019.12	2.82
總量	33.89

根據圖 5-15 及表 5-14，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 33.89 次有編號及無編號地震。

5.2.6嘉義2019年有編號及無編號地震預測

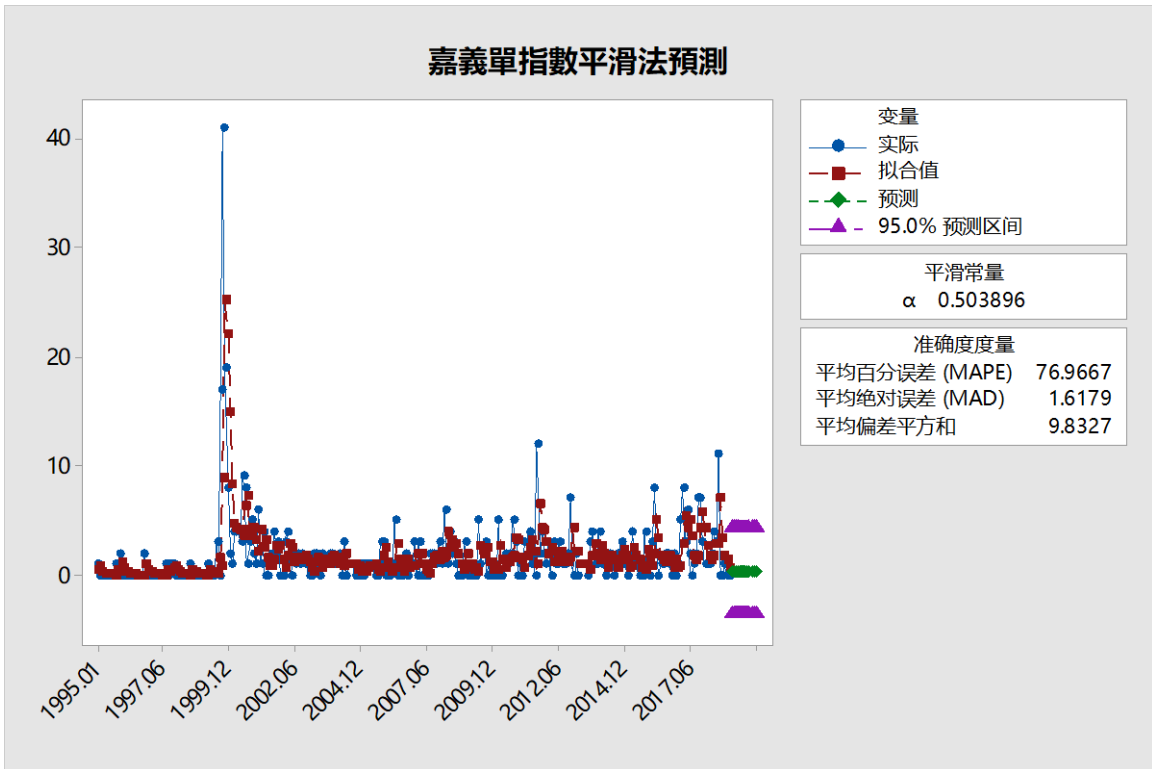


圖 5-16 嘉義單指數平滑預測圖

表 5-15 嘉義單指數平滑法預測(有編號及無編號)

嘉義	預測
2019.01	0.33
2019.02	0.33
2019.03	0.33
2019.04	0.33
2019.05	0.33
2019.06	0.33
2019.07	0.33
2019.08	0.33
2019.09	0.33
2019.10	0.33
2019.11	0.33
2019.12	0.33
總量	4.01

根據圖 5-16 及表 5-15，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 4.01 次有編號及無編號地震。

5.2.7有編號及無編號預測結果

	東部			西部		
	宜蘭	花蓮	台東	南投	台南	嘉義
	預測	預測	預測	預測	預測	預測
2019.01	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.02	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.03	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.04	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.05	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.06	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.07	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.08	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.09	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.1	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.11	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
2019.12	1.19	4.29	1.50	0.43	0.37	0.10
總量	14.34	51.45	17.98	5.11	4.38	1.15

5.3有編號每月地震數量分析

本節以時間序列透過天真預測法、平均移動法、單指數平滑法、雙指數平滑法、三指數平滑法及ARIMA(p,g,r)等方法；藉由過去資料找出最佳的預測模式，並用該模式做未來12個月的有編號地震數量預測。

5.3.1有編號地震年數量時間序列圖

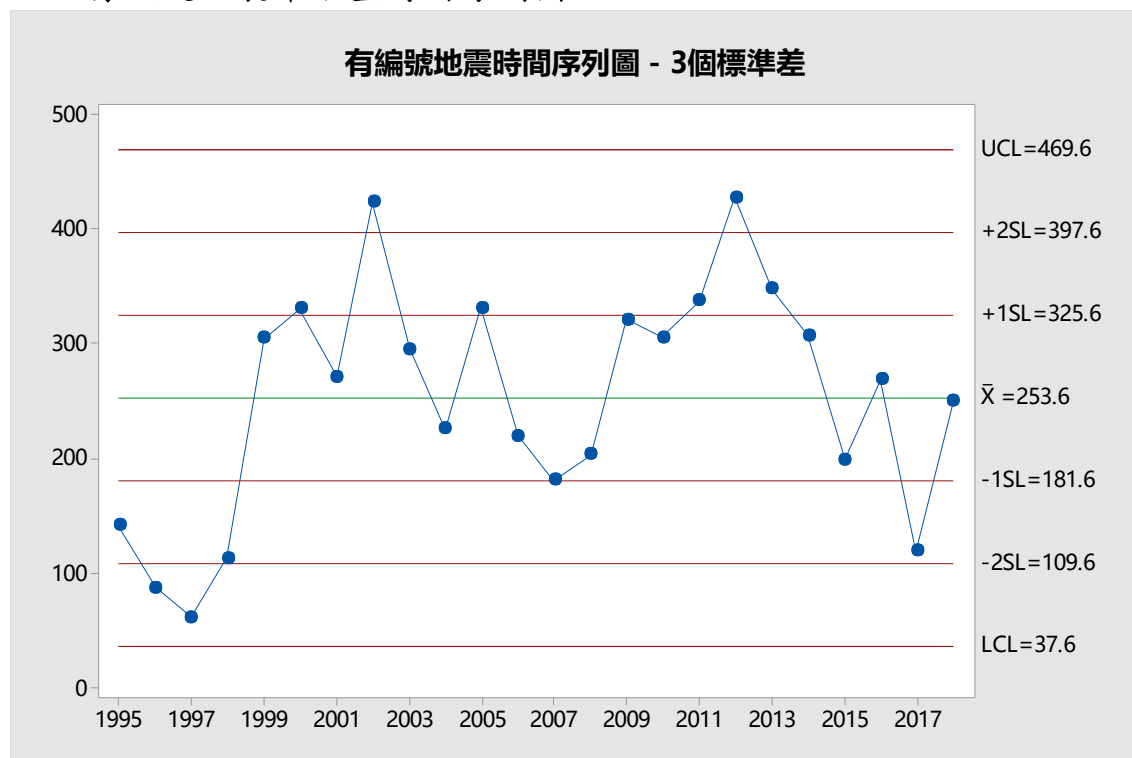


圖 5-17 1995 年至 2018 年之年有編號地震數量時間序列圖

由上圖5-17得知台灣的有編號地震數量平均都在三個標準差之內。

5.3.2移動平均法

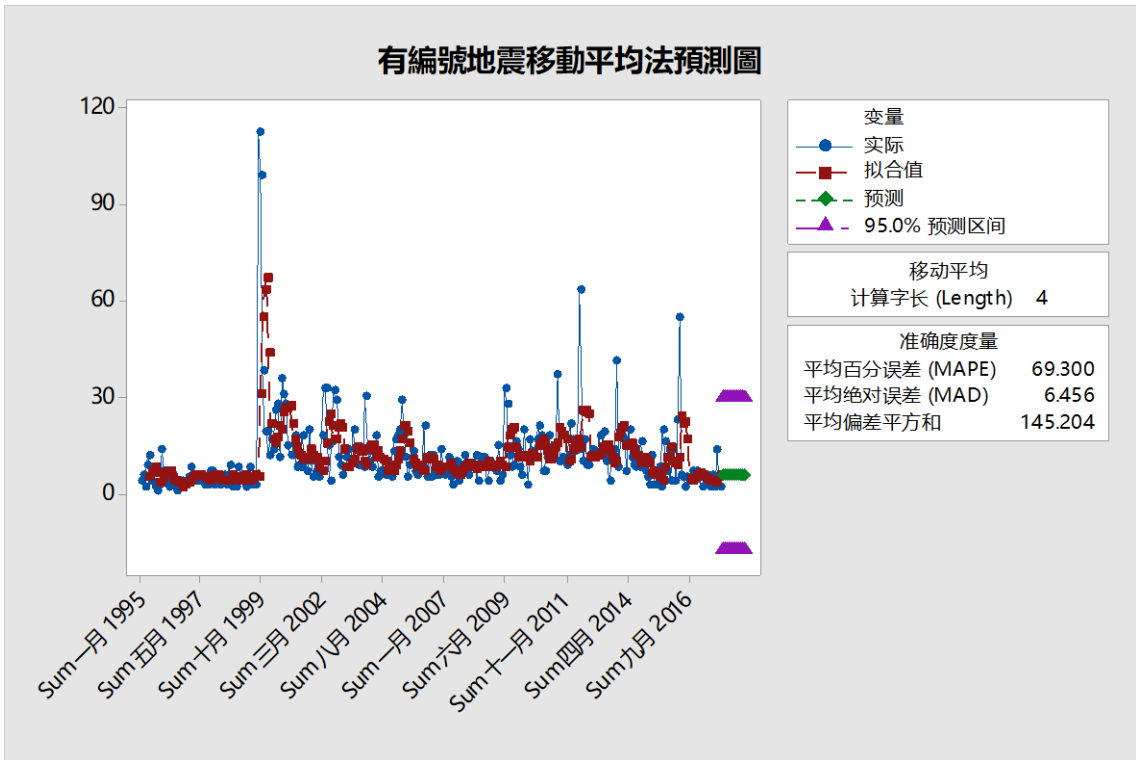


圖 5-18 有編號地震移動平均法預測圖

表 5-16 移動平均法有編號地震預測

移動平均法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	6	3
2018.02	7	6	1
2018.03	7	6	1
2018.04	9	6	3
2018.05	5	6	1
2018.06	9	6	3
2018.07	12	6	6
2018.08	5	6	1
2018.09	5	6	1
2018.10	4	6	2
2018.11	5	6	1
2018.12	8	6	2
			25
月平均誤差			2.083

根據圖 5-18 及表 5-16，從 1995 年-2017 年預測 2018 年有編號地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為 2.08 次。

5.3.3單指數平滑法

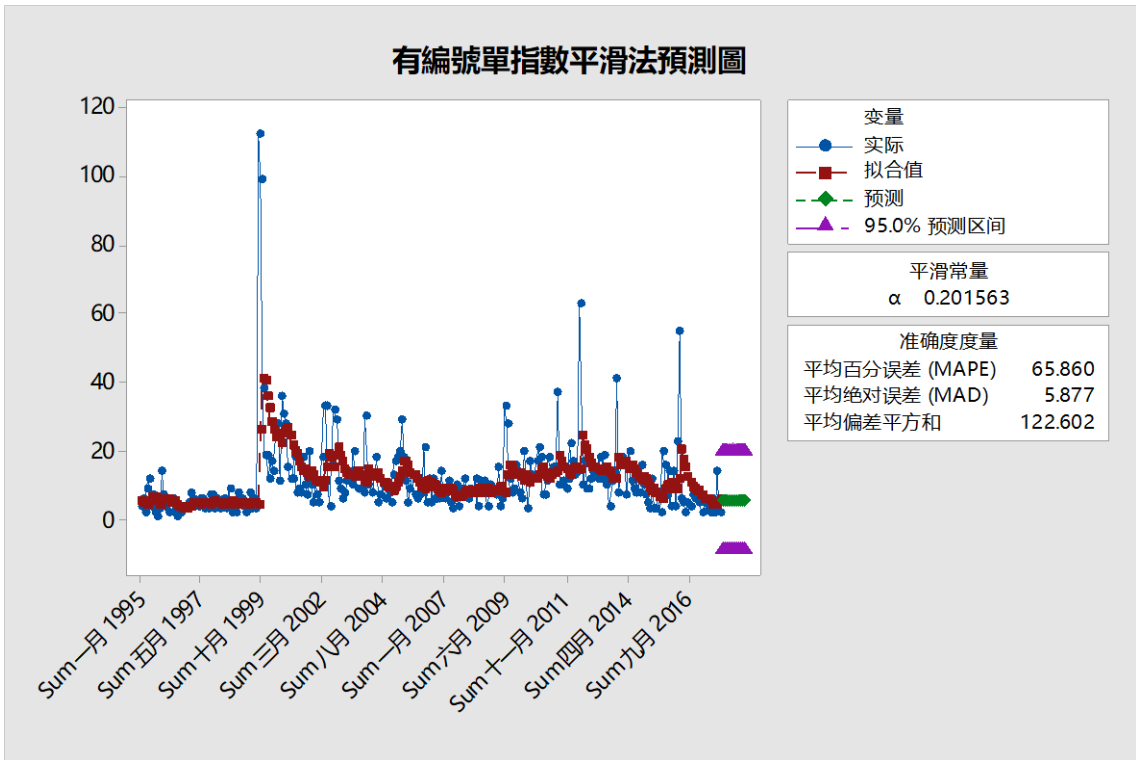


圖 5-19 有編號地震移動平均法預測圖
表 5-17 單指數平滑法有編號地震預測

單指數平滑法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	5.43	2.43
2018.02	7	5.43	1.57
2018.03	7	5.43	1.57
2018.04	9	5.43	3.57
2018.05	5	5.43	0.43
2018.06	9	5.43	3.57
2018.07	12	5.43	6.57
2018.08	5	5.43	0.43
2018.09	5	5.43	0.43
2018.10	4	5.43	1.43
2018.11	5	5.43	0.43
2018.12	8	5.43	2.57
			25.00
月平均誤差			2.08

根據圖5-19及表5-17，從1995年-2017年預測2018年有編號地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為2.08次。

5.3.4 雙指數平滑法

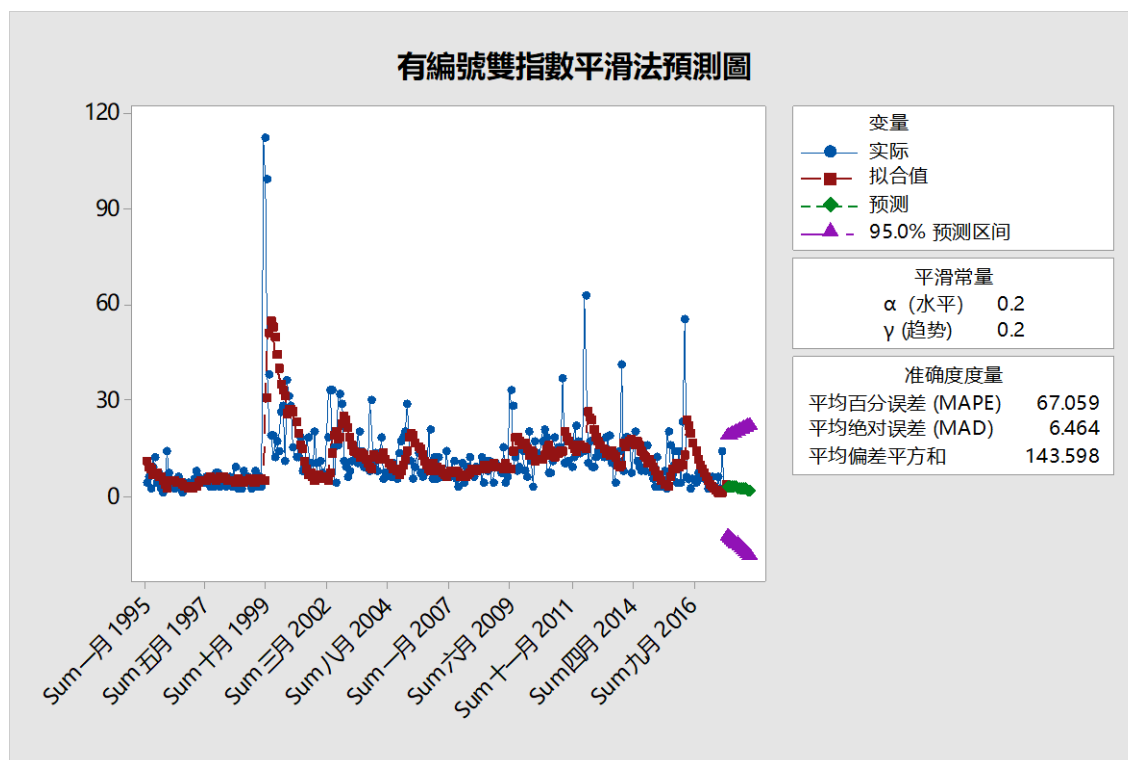


圖 5-20 有編號地震移動平均法預測圖

表 5-18 雙指數平滑法有編號地震預測

雙指數平滑法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	2.99	0.01
2018.02	7	2.87	4.13
2018.03	7	2.75	4.25
2018.04	9	2.62	6.38
2018.05	5	2.50	2.50
2018.06	9	2.38	6.62
2018.07	12	2.25	9.75
2018.08	5	2.13	2.87
2018.09	5	2.01	2.99
2018.10	4	1.88	2.12
2018.11	5	1.76	3.24
2018.12	8	1.64	6.36
			51.22
月平均誤差			4.27

根據圖5-20及表5-18，從1995年-2017年預測2018年有編號地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為4.27次。

5.3.5三指數平滑法

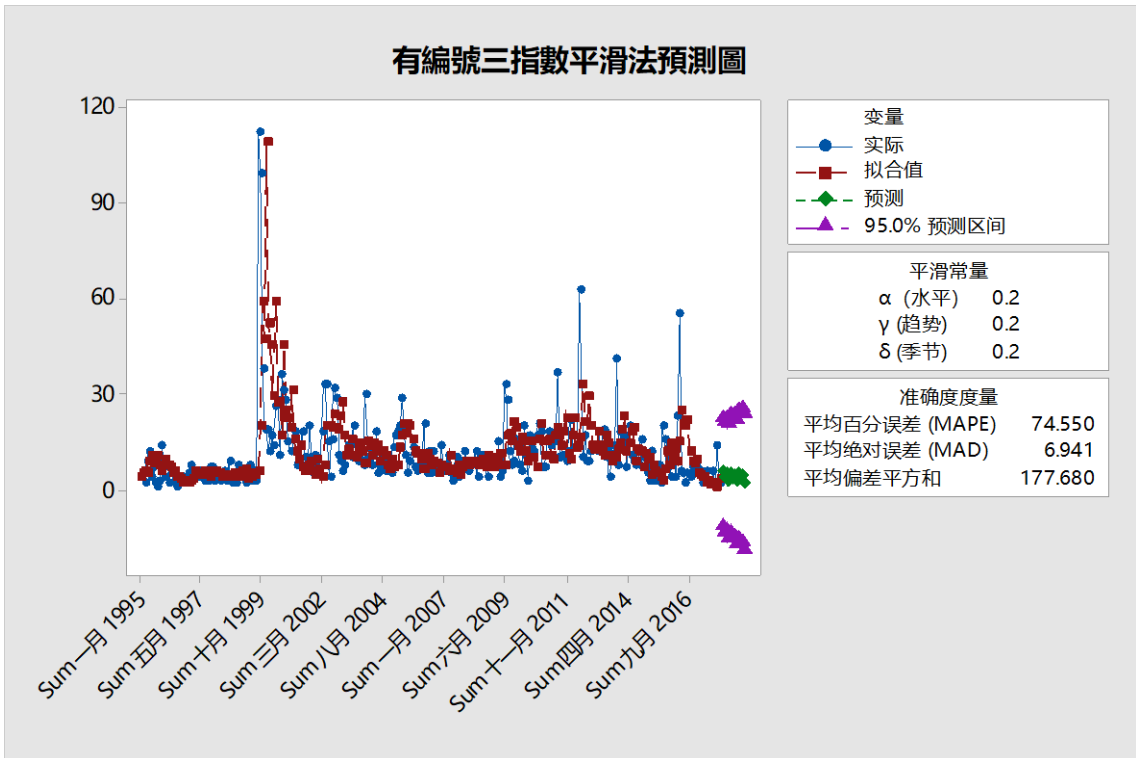


圖 5-21 有編號地震移動平均法預測圖

表 5-19 三指數平滑法有編號地震預測

三指數平滑法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	5.58	2.58
2018.02	7	3.74	3.26
2018.03	7	5.09	1.91
2018.04	9	2.67	6.33
2018.05	5	5.28	0.28
2018.06	9	3.53	5.47
2018.07	12	4.81	7.19
2018.08	5	2.52	2.48
2018.09	5	4.97	0.03
2018.10	4	3.33	0.67
2018.11	5	4.52	0.48
2018.12	8	2.37	5.63
			36.31
月平均誤差			3.03

根據圖5-21及表5-19，從1995年-2017年預測2018年有編號地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為3.03次。

5.3.6 (Autoregressive Integrated Moving Average)

自迴歸積分移動平均

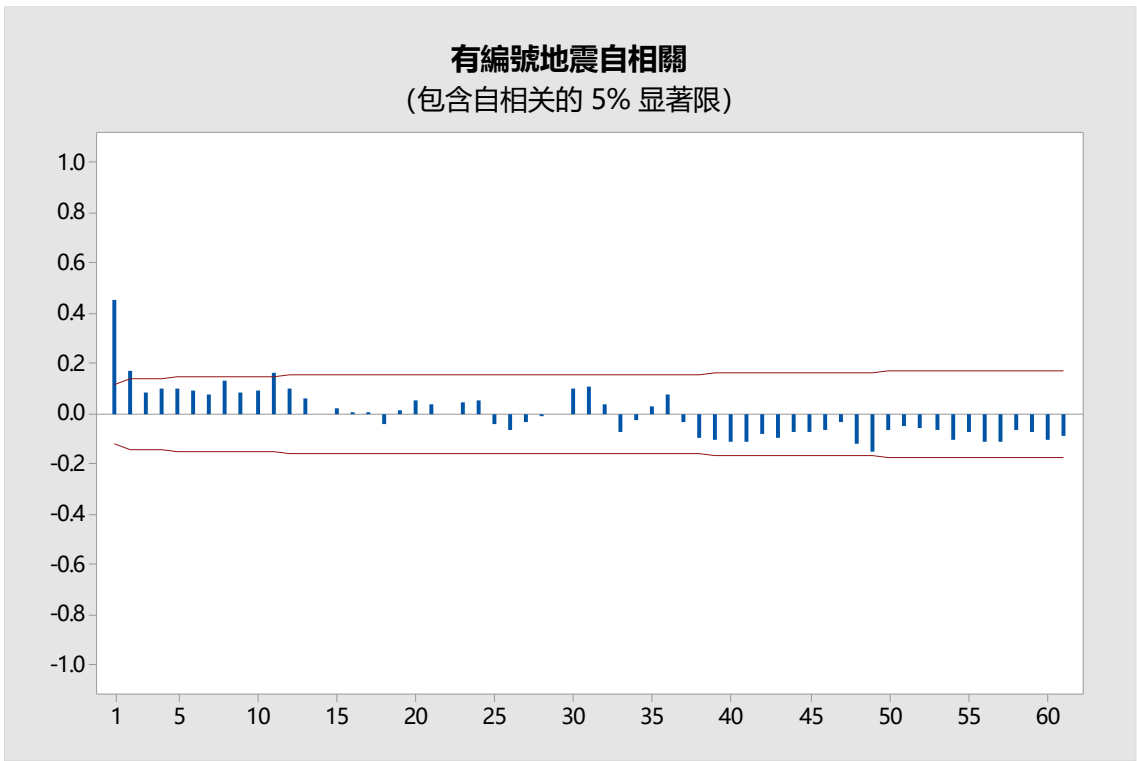


圖 5-22 有編號地震移動平均法預測圖

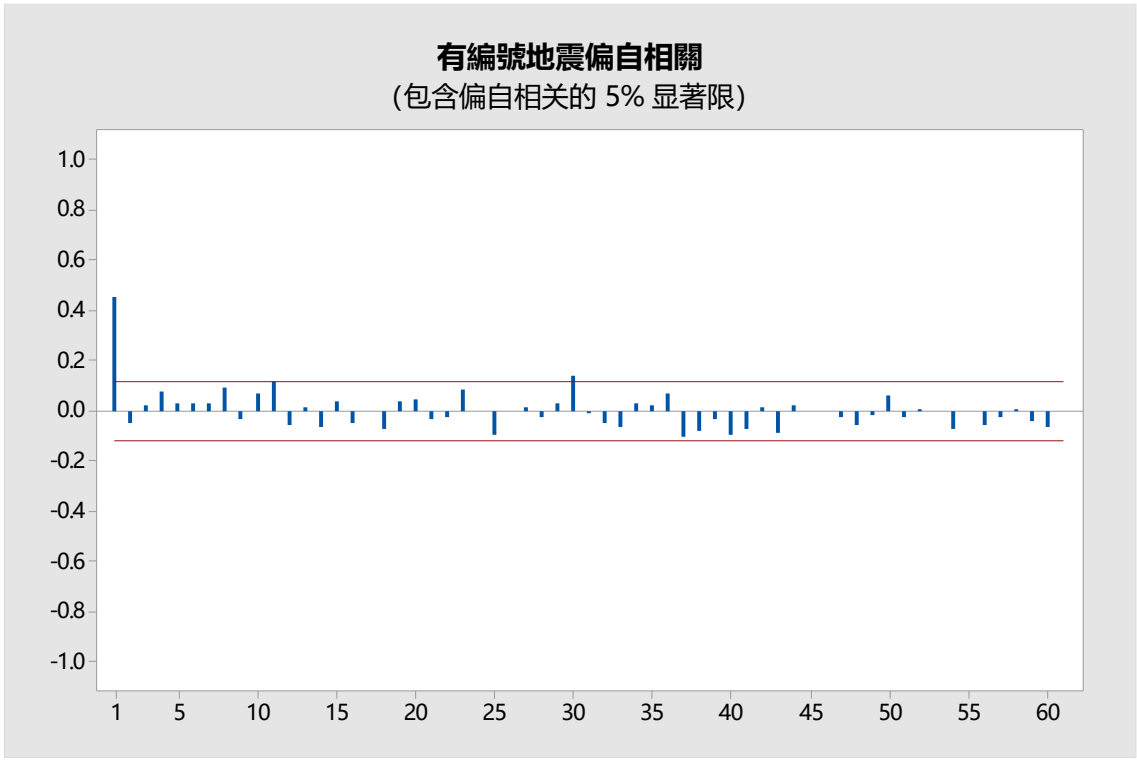


圖 5-23 有編號地震移動平均法預測圖

5.3.6.1 ARIMA(1,0,0)

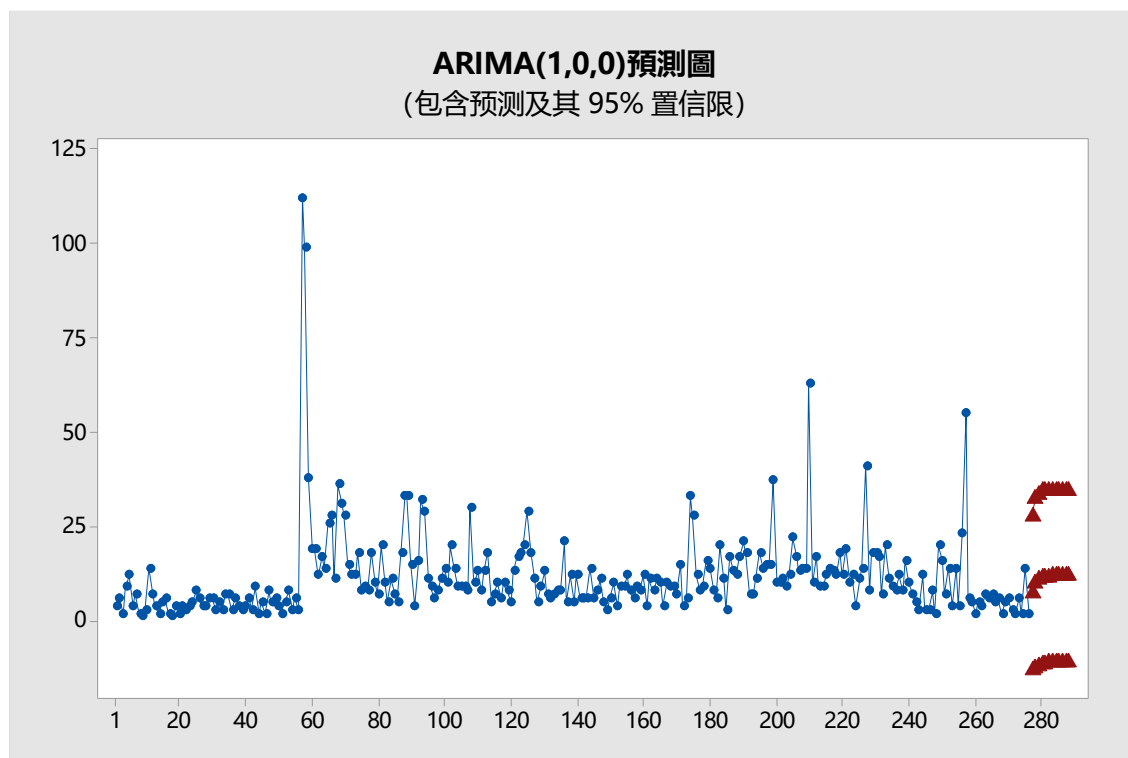


圖 5-24 有編號地震移動平均法預測圖

表 5-20 ARIMA(1,0,0)有編號地震預測

ARIMA(1,0,0)	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	7.12	4.12
2018.02	7	9.47	2.47
2018.03	7	10.56	3.56
2018.04	9	11.06	2.06
2018.05	5	11.29	6.29
2018.06	9	11.39	2.39
2018.07	12	11.44	0.56
2018.08	5	11.46	6.46
2018.09	5	11.48	6.48
2018.10	4	11.48	7.48
2018.11	5	11.48	6.48
2018.12	8	11.48	3.48
			51.83
月平均誤差			4.32

根據圖5-24及表5-20，從1995年-2017年預測2018年有編號地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為4.32次。

5.3.6.2 ARIMA(2,0,0)

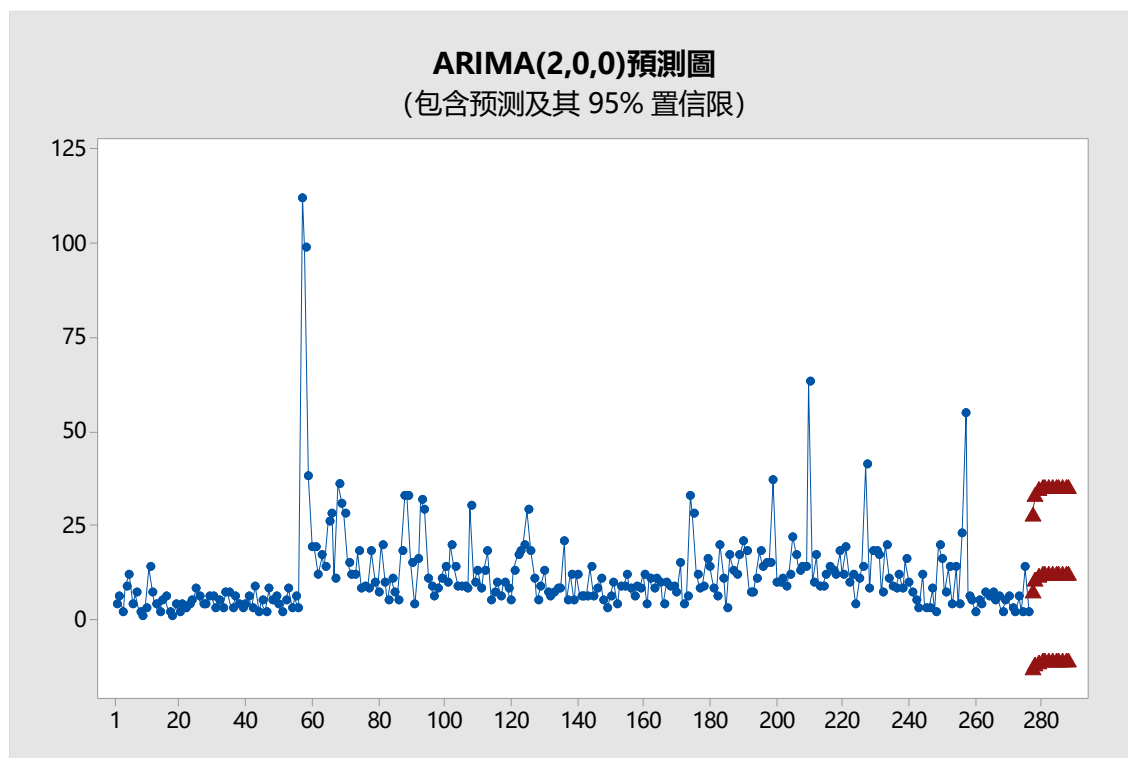


圖 5-25 有編號地震移動平均法預測圖

表 5-21 ARIMA(2,0,0)有編號地震預測

ARIMA(2,0,0)	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	6.80	3.80
2018.02	7	9.67	2.67
2018.03	7	10.83	3.83
2018.04	9	11.26	2.26
2018.05	5	11.41	6.41
2018.06	9	11.46	2.46
2018.07	12	11.48	0.52
2018.08	5	11.49	6.49
2018.09	5	11.49	6.49
2018.10	4	11.49	7.49
2018.11	5	11.49	6.49
2018.12	8	11.49	3.49
			52.40
月平均誤差			4.37

根據圖5-25及表5-21，從1995年-2017年預測2018年有編號地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為4.37次。

5.3.6.3 ARIMA(3,0,0)

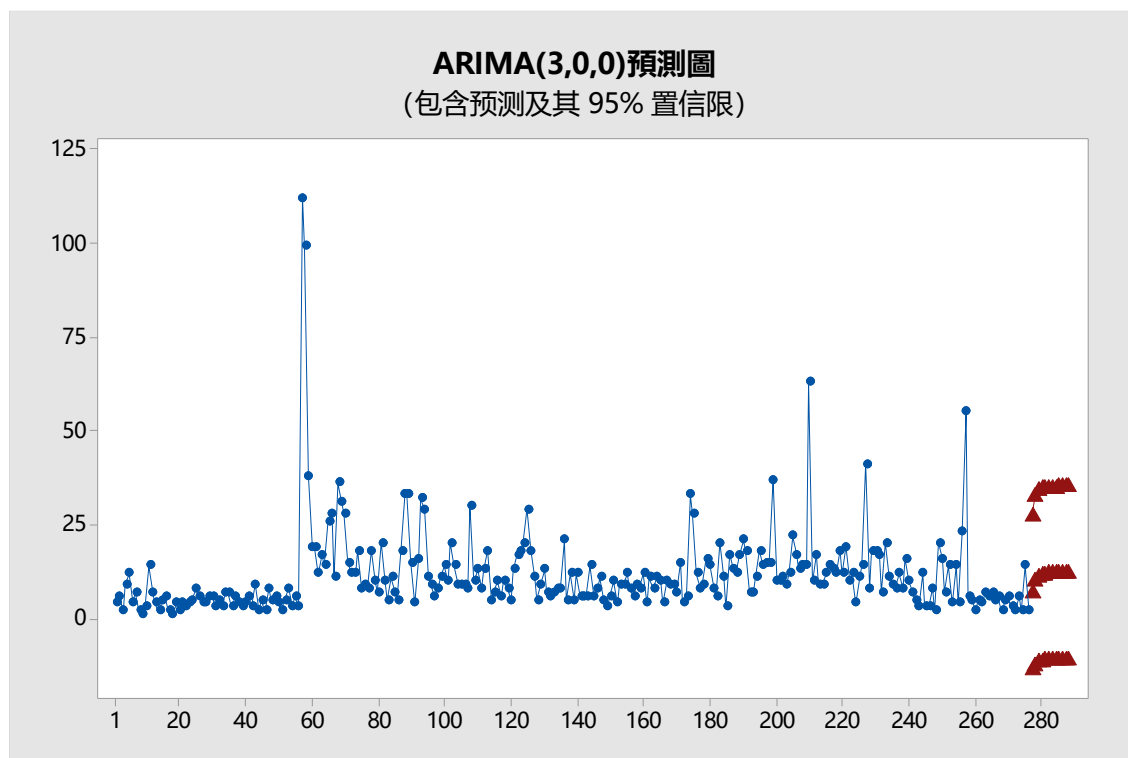


圖 5-26 有編號地震移動平均法預測圖

表 5-22 ARIMA(3,0,0)有編號地震預測

ARIMA(3,0,0)	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	6.46	3.46
2018.02	7	9.71	2.71
2018.03	7	10.65	3.65
2018.04	9	11.04	2.04
2018.05	5	11.26	6.26
2018.06	9	11.38	2.38
2018.07	12	11.43	0.57
2018.08	5	11.46	6.46
2018.09	5	11.47	6.47
2018.10	4	11.48	7.48
2018.11	5	11.48	6.48
2018.12	8	11.48	3.48
			51.43
月平均誤差			4.29

根據圖5-26及表5-22，從1995年-2017年預測2018年有編號地震數量計算出與實際地震數量的誤差平均值為4.29次。

5.3.7 天真預測法

表 5-23 天真預測法有編號地震預測

天真預測法	實際地震數量	預測	誤差值
2018.01	3	7	4
2018.02	7	5	2
2018.03	7	6	1
2018.04	9	2	7
2018.05	5	5	0
2018.06	9	6	3
2018.07	12	3	9
2018.08	5	2	3
2018.09	5	6	1
2018.10	4	2	2
2018.11	5	14	9
2018.12	8	2	6
			47
月平均誤差			3.92

天真預測方法為該年有多少地震隔年即會發生多少地震，從2017年預測2018年有編號地震數量計算出與實際有編號地震數量每月的誤差平均值為3.91次。

5.3.8 決策

表 5-24 1995 年預測 2018 年有編號地震數量表

月份	移動 平均法	單指數 平滑法	雙指數 平滑法	三指數 平滑法	ARIMA (1,0,0)	ARIMA (2,0,0)	ARIMA (3,0,0)	天真 預測法
2018.01	3	2.43	0.01	2.58	4.12	3.80	3.46	4
2018.02	1	1.57	4.13	3.26	2.47	2.67	2.71	2
2018.03	1	1.57	4.25	1.91	3.56	3.83	3.65	1
2018.04	3	3.57	6.38	6.33	2.06	2.26	2.04	7
2018.05	1	0.43	2.50	0.28	6.29	6.41	6.26	0
2018.06	3	3.57	6.62	5.47	2.39	2.46	2.38	3
2018.07	6	6.57	9.75	7.19	0.56	0.52	0.57	9
2018.08	1	0.43	2.87	2.48	6.46	6.49	6.46	3
2018.09	1	0.43	2.99	0.03	6.48	6.49	6.47	1
2018.10	2	1.43	2.12	0.67	7.48	7.49	7.48	2
2018.11	1	0.43	3.24	0.48	6.48	6.49	6.48	9
2018.12	2	2.57	6.36	5.63	3.48	3.49	3.48	6
誤差	2.08	2.083	4.27	3.03	4.32	4.37	4.29	3.92

由以上六種方法，得出誤差值最小的方法為：單指數平滑法，我們將使用該方法預測2019年東西部三縣市每月發生有編號地震數量。

5.4 東西部三縣市2019年有編號地震預測

我們從5.3節找出最適當的預測模式為單指數平滑法並使用此方法做東西岸三縣市有編號每月地震預測。

5.4.1 宜蘭2019年有編號地震數量預測

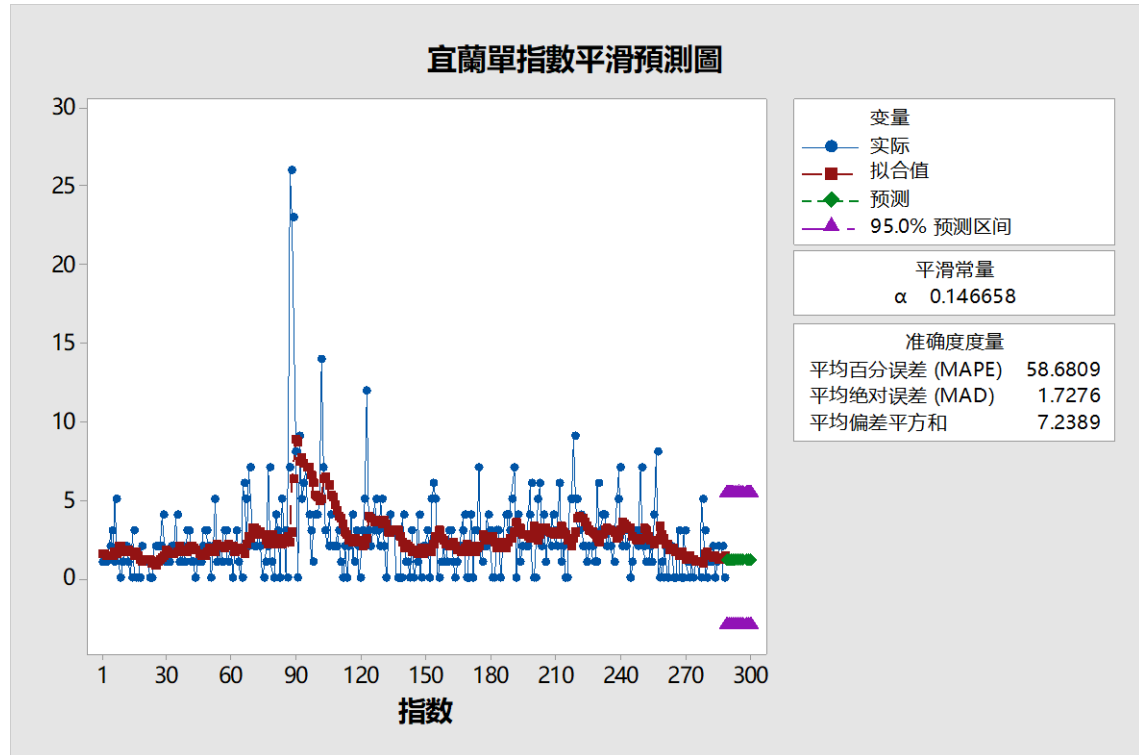


圖 5-27 宜蘭單指數平滑預測圖

表 5-25 宜蘭單指數平滑法預測(有編號)

宜蘭	預測
2019.01	1.19
2019.02	1.19
2019.03	1.19
2019.04	1.19
2019.05	1.19
2019.06	1.19
2019.07	1.19
2019.08	1.19
2019.09	1.19
2019.10	1.19
2019.11	1.19
2019.12	1.19
總量	14.34

根據圖 5-27 及表 5-24，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 14.34 次有編號地震。

5.4.2花蓮2019年有編號地震數量預測

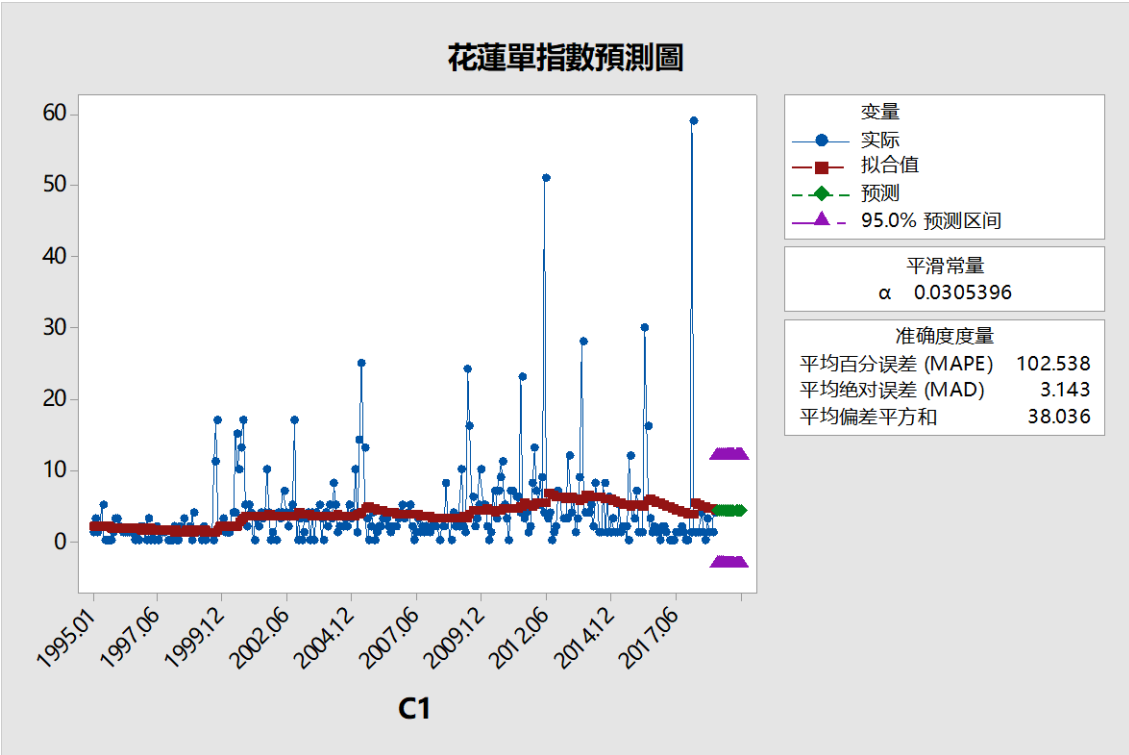


圖 5-28 花蓮單指數平滑預測圖

表 5-26 花蓮單指數平滑法預測(有編號)

花蓮	預測
2019.01	4.29
2019.02	4.29
2019.03	4.29
2019.04	4.29
2019.05	4.29
2019.06	4.29
2019.07	4.29
2019.08	4.29
2019.09	4.29
2019.10	4.29
2019.11	4.29
2019.12	4.29
總量	51.45

根據圖 5-28 及表 5-25，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 51.45 次有編號地震。

5.4.3 台東 2019 年有編號地震數量預測

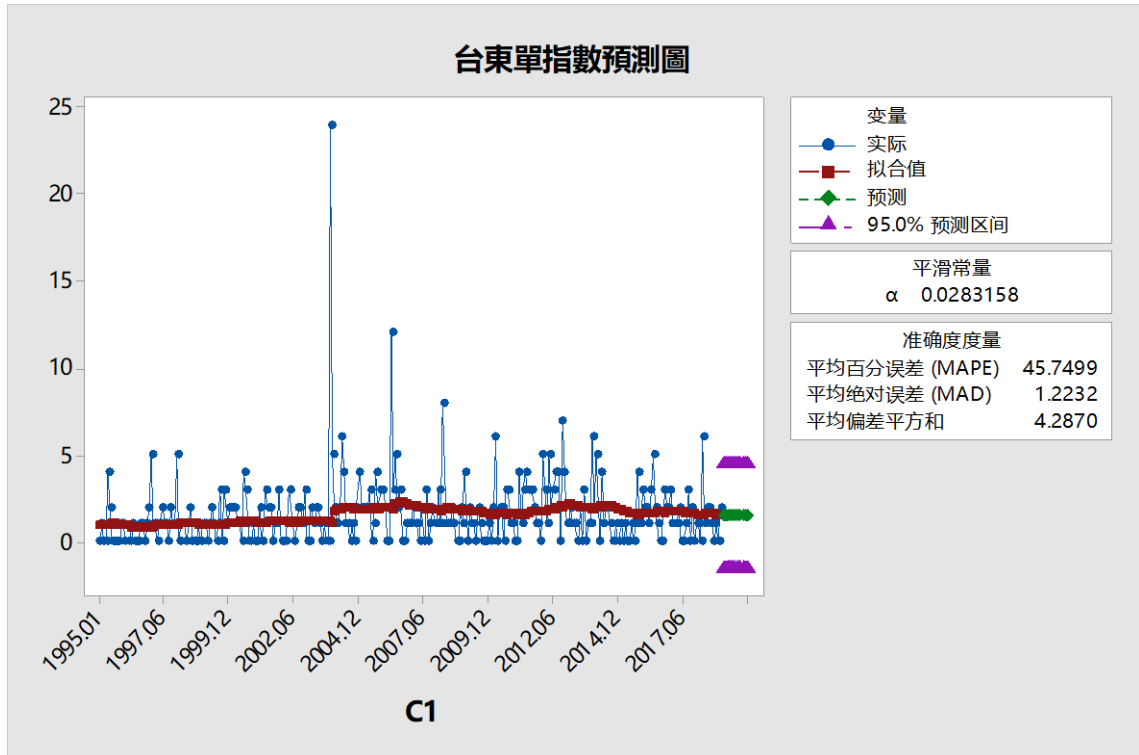


圖 5-29 台東單指數平滑預測圖

表 5-27 台東單指數平滑法預測(有編號)

台東	預測
2019.01	1.50
2019.02	1.50
2019.03	1.50
2019.04	1.50
2019.05	1.50
2019.06	1.50
2019.07	1.50
2019.08	1.50
2019.09	1.50
2019.10	1.50
2019.11	1.50
2019.12	1.50
總量	17.98

根據圖 5-29 及表 5-26，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 17.98 次有編號地震。

5.4.4 南投 2019 年有編號地震數量預測

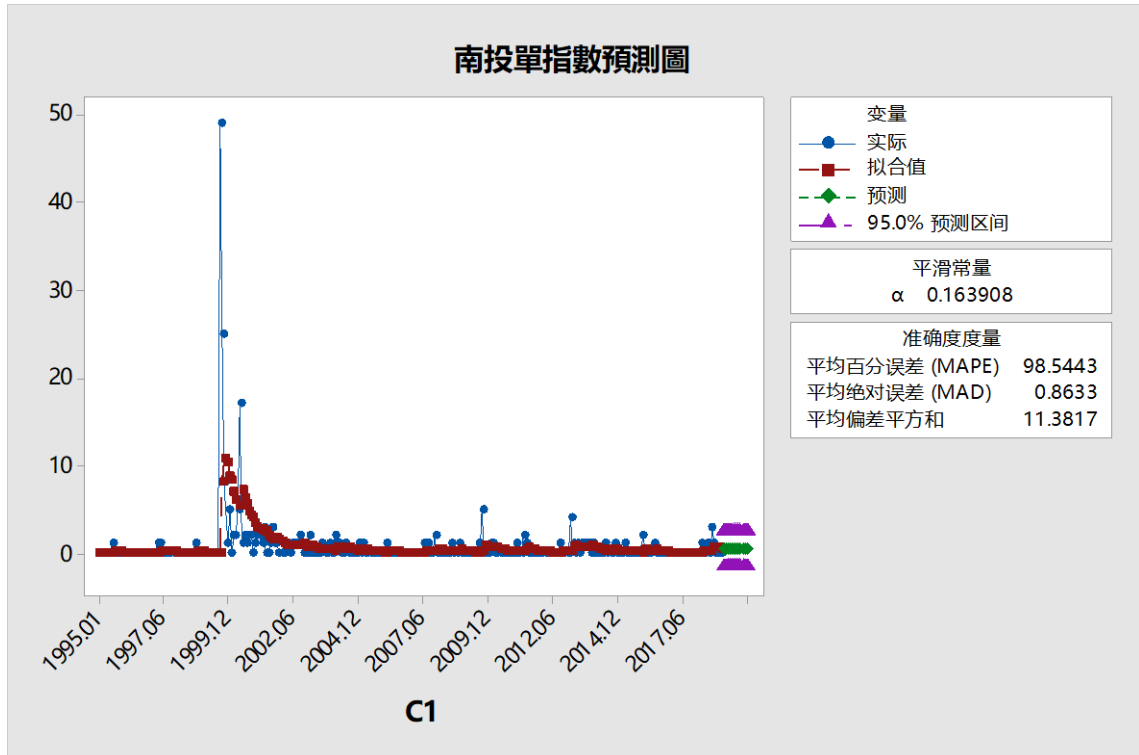


圖 5-30 南投單指數平滑預測圖

表 5-28 南投單指數平滑法預測(有編號)

南投	預測
2019.01	0.43
2019.02	0.43
2019.03	0.43
2019.04	0.43
2019.05	0.43
2019.06	0.43
2019.07	0.43
2019.08	0.43
2019.09	0.43
2019.10	0.43
2019.11	0.43
2019.12	0.43
	5.11

根據圖 5-30 及表 5-27，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 5.11 次有編號地震。

5.4.5 台南 2019 年有編號地震數量預測

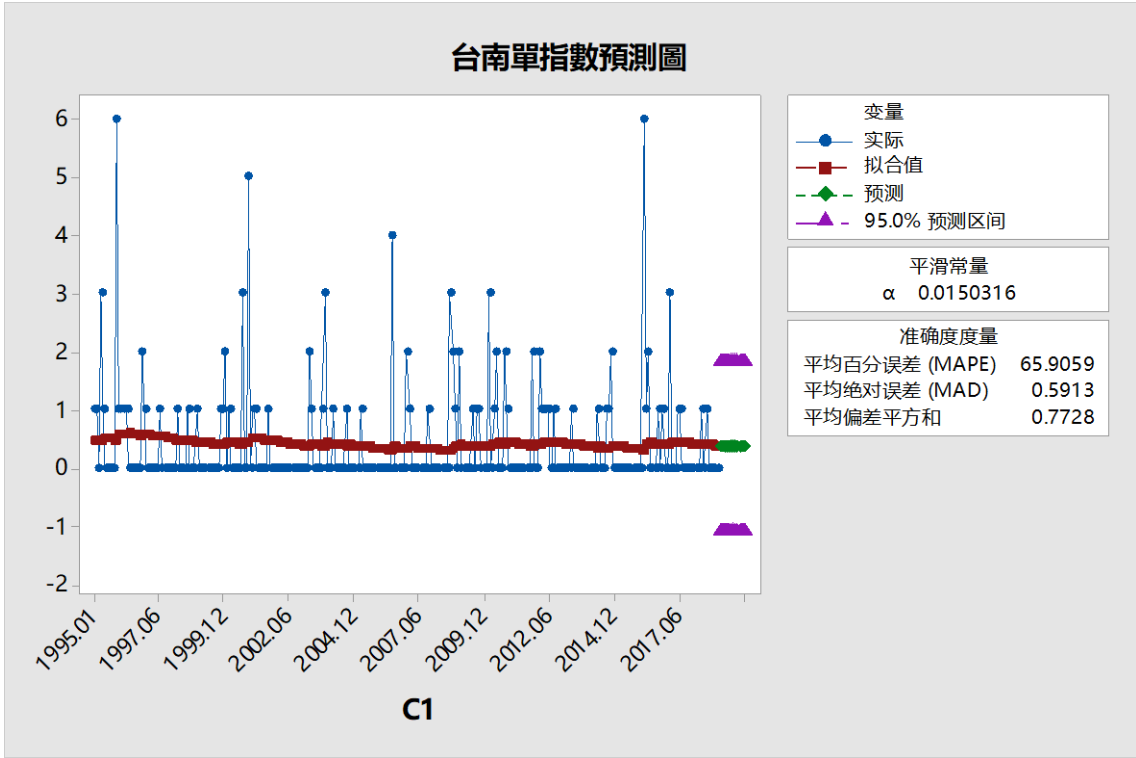


圖 5-31 台南單指數平滑預測圖

表 5-29 台南單指數平滑法預測(有編號)

台南	預測
2019.01	0.37
2019.02	0.37
2019.03	0.37
2019.04	0.37
2019.05	0.37
2019.06	0.37
2019.07	0.37
2019.08	0.37
2019.09	0.37
2019.10	0.37
2019.11	0.37
2019.12	0.37
	4.38

根據圖 5-31 及表 5-28，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 4.38 次有編號地震。

5.4.6 嘉義 2019 年有編號地震數量預測

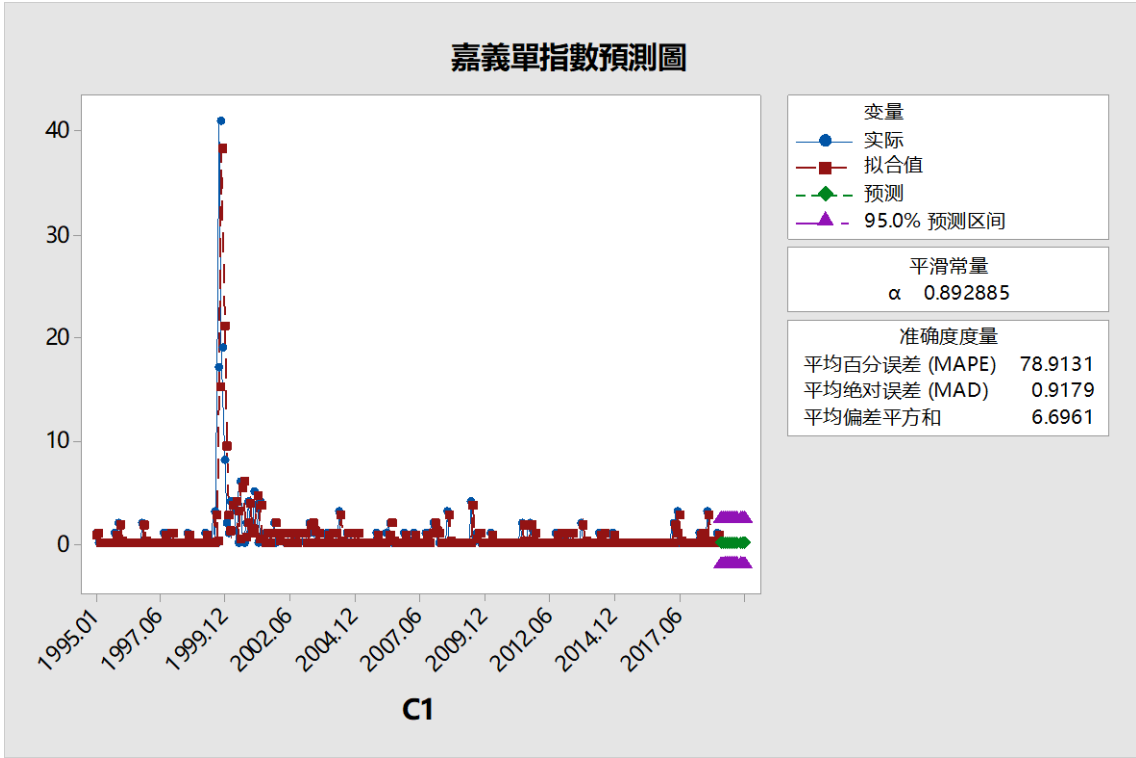


圖 5-32 嘉義單指數平滑預測圖

表 5-30 嘉義單指數平滑法預測(有編號)

嘉義	預測
2019.01	0.10
2019.02	0.10
2019.03	0.10
2019.04	0.10
2019.05	0.10
2019.06	0.10
2019.07	0.10
2019.08	0.10
2019.09	0.10
2019.10	0.10
2019.11	0.10
2019.12	0.10
總量	1.15

根據圖 5-32 及表 5-29，從 1995 年-2018 年地震數量預測出 2019 年地震數量約有 1.15 次有編號地震。

第陸章 結論

經過第四章及第五章的分析，本專題得到以下結論

6.1 有編號地震

- (1)台灣有編號地震3327次中，有1138次的地震位於花蓮為首其次為宜蘭731次、台東452次居第三位。
- (2)花蓮平均每個月發生4.14次有編號地震為首其次為宜蘭2.66次、台東以1.64次居第三位。
- (3)在台灣每年平均發生地震次數，花蓮每年平均發生47次地震為全台灣之首其次為宜蘭30次、台東19次。
- (4)在台灣有編號地震中，平均最高規模為澎湖芮氏規模5.5為首其次為屏東4.8、台東4.6。
- (5)在台灣有編號地震中，南投的921大地震達到芮氏規模7.3是全台灣之首及次為宜蘭以及屏東芮氏規模7.1。
- (6)花蓮平均每8天就會地震一次，彰化要476天才會發生一次有編號地震。
- (7)在台灣有編號地震中，平均最高深度為新北市60.5公里為首其次為宜蘭以33.1公里而台北市31.8公里位居第三。
- (8)台灣每發生一百個地震，會有幾個有編號地震在各個行政區發生，以花蓮約34次為首其次為宜蘭約22次、台東約14次。
- (9)台灣有編號地震計算出地震能量，以宜蘭256顆原子彈能量占了32.3%南投以166顆占了21%、屏東122顆占了15.4%。

6.2 所有地震(有編號+無編號)

- (1)台灣全地震11200次中，有4380次的地震位於花蓮為首其次為宜蘭2578次、台東1603次居第三位。
- (2)花蓮平均每個月發生15.93次地震為首其次為宜蘭9.37次、台東以5.83次居第三位。
- (3)台灣每年平均發生地震次數，花蓮每年平均發生182次地震為全台灣之首其次為宜蘭107次、台東66次
- (4)平均最高規模為馬祖芮氏規模4.4為首其次為屏東4.2、南投4.0。
- (5)在台灣所有地震中，南投的921大地震達到芮氏規模7.3是全台灣之首及次為宜蘭以及屏東芮氏規模7.1。
- (6)在台灣所有地震中，在兩個地震之間的平均間隔時間(天數)，花蓮平均每2天就會地震一次，澎湖633天才會發生一次地震。
- (7)在台灣所有地震，平均最高深度為新北市33.2公里為首其次為台北市32公里而屏東27.8公里位居第三。

(8)台灣每發生一百個地震，會有幾個地震在各個行政區發生，以花蓮約39次為首其次為宜蘭約23次、台東約14次。

(9)所有地震計算出地震能量，以宜蘭256顆原子彈能量占了31.5%、南投166顆占了20.5%、屏東134顆占了16.5%。

6.3地震數量誤差分析

(1)在台灣的地震資料顯示，除2018年外台灣的地震發生次數都在三個標準差之內。

(2)天真預測方法從2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差為23次。

(3)移動平均法從1995年-2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差值為19.75次。

(4)單指數平滑法從1995年-2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差值為13.71次。

(5)雙指數從1995年-2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差值為13.88次。

(6)三指數從1995年-2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差值為17.75次。

(7)ARIMA(1,0,0)從1995年-2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差值為16.39次。

(8)ARIMA(2,0,0)從1995年-2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差值為16.69次。

(9)ARIMA(3,0,0)從1995年-2017年預測2018年地震數量計算出與實際地震數量的月平均誤差值為17.39次。

6.4單指數預測年地震數量(有編號及無編號地震)

(1)宜蘭從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有76.87次有編號及無編號地震。

(2)花蓮從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有119.57次有編號及無編號地震。

(3)台東從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有89.49次有編號及無編號地震。

(4)南投從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有30.38次有編號及無編號地震。

(5)台南從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有33.89次有編號及無編號地震。

(6)嘉義從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有4.01次有編號及無編號地震。

6.5單指數預測年地震數量(有編號地震)

(1)宜蘭從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有17.98次有編號地震。

(2)花蓮從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有14.34次有編號地震。

(3)台東從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有51.45次有編號地震。

(4)南投從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有5.11次有編號地震。

(5)台南從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有4.38次有編號地震。

(6)嘉義從1995年-2018年預測2019年地震數量計算出每年有1.15次有編號地震。

參考文獻

- [1] 「交通部中央氣象局地震震度分級表」(89 年 8 月 1 日公告修訂)
https://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/quake_preparedness.htm
- [2] 「中央氣象局兒童網」
https://market.cloud.edu.tw/content/senior/earth/yl_ld/content/1-2/reason.htm
- [3] 「地震災害」
<http://web.fg.tp.edu.tw/~earth/learn/eq/sec3.htm>
- [4]
Hanke, J.E. and D.W. Wichern (2009), *Business Forecasting*.
Pearson Educational International .

附錄 A – 有編號及無編號地震數據

台灣 20 個行政區域（1995 年 1 月～2018 年 12 月的總地震數據含未編號）

城市	所有地震	地震百分比	平均深度	規模	總能量釋放 (耳格)	平均間隔 時間(天)
宜蘭	2578	23.02%	26.19	7.1	1.61197E+23	3
花蓮	4380	39.11%	15.77	6.9	7.40466E+22	2
台東	1603	14.31%	19.38	6.8	5.97571E+22	5
南投	412	3.68%	17.94	7.3	1.04748E+23	21
基隆	2	0.02%	4.75	3.5	1.26327E+17	311
台北	56	0.50%	32.08	5.2	1.96365E+20	148
新北	42	0.38%	33.20	5.5	1.60432E+20	72
桃園	36	0.32%	10.14	4.6	1.34802E+19	186
新竹	81	0.72%	7.91	4.7	1.06817E+19	81
苗栗	106	0.95%	10.37	5	1.57E+20	73
台中	137	1.22%	13.00	5.6	7.95685E+20	10
彰化	49	0.44%	22.54	4.8	3.03097E+19	136
雲林	300	2.68%	12.62	6.6	1.03287E+22	27
嘉義	519	4.63%	9.63	6.4	4.91523E+21	17
台南	363	3.24%	14.61	6.6	8.25214E+21	24
高雄	316	2.82%	12.74	5.8	1.58157E+21	27
屏東	199	1.78%	27.87	7.1	8.43583E+22	40
澎湖	8	0.07%	26.06	4.7	1.26657E+21	388
金門	9	0.08%	15.42	5.3	8.26689E+19	377
馬祖	4	0.04%	14.90	5	2.46895E+19	421
總和	11200	100%	NA	NA	5.1051E+23	NA
能量		$\log_{10} E = 11.8 + 1.5M_s$				

附錄 B – 有編號地震數據

台灣 20 個行政區域（1995 年 1 月～2018 年 12 月的總地震數據）

城市	有編號地震	地震百分比	平均深度	規模	總能量釋放 (耳格)	平均間隔 時間(天)
宜蘭	731	22.0%	33.1	4.5	1.61197E+23	12
花蓮	1138	34.2%	16.2	4.2	7.29676E+22	8
台東	452	13.6%	21.1	4.6	5.61202E+22	19
南投	217	6.5%	16.9	4.5	1.04705E+23	42
基隆	1	0.0%	3.4	3.5	1.12202E+17	0
台北	30	0.9%	31.8	4.1	1.68846E+20	227
新北	13	0.4%	60.5	4.2	1.5489E+20	221
桃園	13	0.4%	10.6	3.8	1.09258E+19	426
新竹	4	0.1%	8.0	3.8	8.42782E+18	315
苗栗	34	1.0%	10.8	4.2	1.36E+20	203
台中	74	2.2%	13.8	4.4	7.76002E+20	101
彰化	14	0.4%	23.9	4.0	1.61349E+18	476
雲林	98	2.9%	13.2	4.1	1.03166E+22	85
嘉義	222	6.7%	10.3	4.1	4.88852E+21	39
台南	111	3.3%	14.6	3.3	8.19335E+21	74
高雄	108	3.2%	17.0	4.2	1.49926E+21	78
屏東	65	2.0%	28.8	4.8	7.66625E+22	125
澎湖	2	0.1%	24.0	5.5	1.266E+21	無
金門	0	0.0%	0.0	0.0	無	無
馬祖	0	0.0%	0.0	0.0	無	無
總和	3327	100%	NA	NA	4.92619E+23	NA
能量	$\log_{10} E = 11.8 + 1.5M_s$					