

五南出版

研究&方法

時間序列分析

本書適合研究生與研究人員，在社會及行為科學領域，使用時間序列預測模型分析時使用。透過完整的分析方法，讀者研習後，即可著手研究與分析；並可進行真實世界問題的預測。

本書資料檔下載網址：
<http://www.wunan.com.tw>

• 余桂霖 著 •

研究&方法

時間序列分析

· 余桂霖 著 ·

五南圖書出版公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

時間序列分析／余桂霖著．——初版．——臺

北市：五南，2013.10

面：公分

ISBN 978-957-11-7147-0（平裝）

1. 數理統計

319.53

102010253



1H79

時間序列分析

作 者 — 余桂霖

發行人 — 楊榮川

總編輯 — 王翠華

主 編 — 張毓芬

責任編輯 — 侯家嵐

文字校對 — 鐘秀雲

封面設計 — 盧盈良

出 版 者 — 五南圖書出版股份有限公司

地 址：106 台北市大安區和平東路二段339號4樓

電 話：(02)2705-5066 傳 真：(02)2706-6100

網 址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號：01068953

戶 名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室/台中市市區中山路6號

電 話：(04)2223-0891 傳 真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室/高雄市新興區中山一路290號

電 話：(07)2358-702 傳 真：(07)2350-236

法律顧問 林勝安律師事務所 林勝安律師

出版日期 2013年10月初版一刷

定 價 新臺幣1000元

序

分析時間取向資料與預測一個時間序列的未來值是分析家面對許多研究領域，從財政與經濟的範圍，到管理產品生產運作（managing production operations），到政治與社會政策研討會（sessions）的分析，到調查研究他們對環境政策決定對人類的影響之中最重要的問題。其結果，在財政、經濟、科學、工程、統計學，與公共政策各個研究領域中有一群很大組織的學術研究團體成員他們需要去理解某些時間序列分析與預測的基本概念。很可惜地，大部分的基本統計學與經營管理的書籍給予這方面的關切是很少的，而且也很少地給予預測的問題作指引。有某些非常高程度水準時間序列的書籍，這些書籍大部分是由技術的專業者所撰寫，他們給予取得博士程度水準的課程或執行於這方面的研究。他們傾向於真正的理論上與時常集中焦點於很少特殊的主題或技術上。吾人已完成撰寫的這本書是在於彌補這兩個極端之間的間隙。

本書是有意提供學習者（practitioners）他們能夠進行真實世界問題的預測。我們的研究焦點於短期到中期的預測其中統計的方法是有效的。因為許多組織可以改進它們的效益（effectiveness）與許多企業可以對短期到中期預期的預測做較佳的結果，本書對提供各行各業專家應該是有用的。

當然，當前在我們目前教學的環境中所接觸到時間序列的書籍，也有許多時間序列的專業技術書籍，這些書是在於提供給專業矩陣代數的研究者進行研究。例如，Brockwell 與 Davis 的著作（1991），Bowerman 與 OConnell 的著作（1993），等等。另外也有一些書，使用 Excell 的軟體再加上各著作者所使用的專業 QM 的程式進行分析。因而使許多讀者望而卻步，導致目前國內對時間序列的分析方法無法普遍流行的原因。

個人在一九八〇年代，接觸到 Ostrom 的著作（1978）與 McDowall，McCleary，Meidinger，與 Hay，Jr 的著作（1980）就有興趣於時間序列的技術研究。因為當時計算軟體的不普遍，與個人學識的限制，無法進一步著手研究。直到 SPSS（12 版本）的使用，個人才開始重拾時間序列的技術研究，最近 SPSS（18 版本）的使用，使個人更沉醉於時間序列預測技術方法的研究。希望能夠完成一套有系統的時間序列預測方法，有助於國內時間序列預測技術方法的提升。

從個人學習與研究時間序列分析技術的漫長過程中，深深體驗到時間序列分析技術是多重技術交叉，結合，與關聯的組合。它基本上有三種技術成分：（一）時間序列分析的基本技術，主要有：移動平均、指數平滑、趨勢投射與分解（decomposition）等預測的模型或技術方法。（二）迴歸的分析技術，迴歸分析可以被使用於趨勢投射與分解模型的類型之一。它所要強調的是時間序列的預測，時間序列分析不僅允許我們可以獲得一個迴歸方程式，而且亦可以從過去的資料中進行未來的預測。如果是隨意地決定我們的資料，我們可以假設未來會來自過去之前。從本書的研究探究中證明迴歸技術如何可以被使用於時間序列分析的假設檢定考驗與預測。（三）自我迴歸統合移動平均的 ARIMA 模型。當然，其中還有其他的預測方法，因個人學識背景與能力的限制，所以在本書中是以前述的三個主題為本書分析的架構與探究的焦點。如果我們嘗試精研時間序列的技術方法，必須從精研熟練迴歸的技術與 ARIMA 的分析技術開始，然後再精研熟練基本的時間分析技術，諸如移動平均（moving average）、指數平滑（exponential smoothing）、趨勢投射（trend projections）。

有了以上的認知之後，對社會科學的研究者或讀者而言，要使自己的專業領域的研究邁向科學化的研究途徑中，若有興趣與有意使用時間序列預測模型作為自己研究論文的方法時，究竟應該如何著手？依個人多年以來從事政治哲學與政治學方法論教學經驗，以及個人在政治哲學研究著作已出版的《當代正義理論》與《當代西方政治的思想家，倫理與政治理論的興起與形成》兩本著作；方法論有《多元迴歸和它相關的單變項與多變項技術分析》與《因素分析：從探索性到驗證性因素分析》，《結構方程式模型分析》，《政治學研究方法與統計》，與《結構方程式模型：專題分析》多本著作完成出版後，為提升本校研究所碩士班與博士班研究生在社會及行為科學領域的教學，撰寫量化論文使用時間序列分析模型預測分析技術或方法提供研究生多種研究方法的參考選擇，特別以一套有系統的時間序列預測方法撰寫的《時間序列分析》一書。本校研究所近年來自從筆者個人在「國家發展研究組」「政治作戰研究組」，與「國際問題研究組」教「社會科學研究方法」，與「政治學研究方法與統計」課程之後，已有很多研究生以量化方法撰寫有關國軍部隊研究的論文。去年開始亦在博士班教「政治學研究方法與統計」之後，已有博士班研究生撰寫量化的博士論文。著作者個人堅信只要研究生不懼怕數字，接近數字，然後善用數字與方法，即會邁向量化研究或科學化研究的途徑。

依據個人前述出版的著作中均會以其書名呈現出其每一種技術方法的完整論

述，每一本著作均富有其完整的一套技術方法。所以，只要讀者能夠研習它，就可以其完整有系統的方法進行其相關問題的研究與分析。

本書是依據前述基本上有三種技術成分去進行探究與分析，需要透過 SPSS 軟體的程式，與電腦的操作執行才能夠達成。在本書的編輯中考量到研究者的數學背景，將從最簡易的 SPSS 軟體程式的應用與操作，從時間序列分析的基本技術開始，循序漸進加入迴歸分析技術，建立時間序列分析的迴歸預測模型，其中殘差的自我相關問題的出現，學習殘差自我相關的檢測，自我迴歸，加入自變項的計算方法，差分程序方法的使用等方法的探討，均有深入的解析與說明。接著，指導進入自我迴歸統合移動平均的 ARIMA 模型（亦被稱為 Box-Jenkins models）。建立 ARIMA 模型在統計上有足夠的適當與簡約的條件，然後依據辨識（Identification），估計（Estimation），診斷（Diagnosis）的過程，去完成模型的建立策略。然後去建立一個干擾的分析模型。進一步按照時間序列分析著作先驅者的論述方法，以範例配合指數平滑模型，自我迴歸，ARIMA，季節的分解，與光譜的曲線圖等專題進行探討與說明。只要讀者按本書的內容與附錄的案例語法指令進行研習，或參考以各案例檔案為範例所製作檔案光碟提供讀者研習，使用 SPSS，與 MATLAB，軟體程式去處理與執行分析。

本書是適用提供於研究所碩士班與博士班研究生在社會及行為科學領域的教學，撰寫量化論文使用時間序列預測模型分析技術或方法的參考。由於著作者個人所學有限，拙作歷經多年的琢磨與教學的驗證，著作雖歷經不斷的修正，其中仍然會有謬誤與疏漏之處，尚祈各方先進，學者，與專家不吝指正。

余桂霖

謹誌於國防大學

北投復興崗

民國 102 年 8 月

Contents

Chapter 01

時間序列分析：導論

1

第一節 時間序列與預測.....	2
第二節 時間序列分析技術的主要組成成分.....	4
一、時間序列分析的基本技術.....	4
二、時間序列分析的迴歸技術.....	5
三、自我迴歸統合移動平均的ARIMA模型.....	7
第三節 時間序列的基本概念分析.....	9
第四節 預測的性質與使用.....	11
一、經營管理.....	13
二、市場.....	13
三、財政與危機管理.....	13
四、經濟.....	13
五、工業過程的管控.....	13
六、人口統計.....	14
第五節 預測進行的過程與資料的來源.....	14
一、進行預測的過程.....	14
二、資料的來源.....	16
第六節 本書分析架構的說明.....	18

第七節 結語.....	25
-------------	----

Chapter 02

時間序列分析與預測的基本技術

27

第一節 緒言.....	28
第二節 預測的類型.....	29
一、時間序列模型.....	30
二、因果模型.....	31
三、質化的模型.....	32
第三節 時間序列的成分.....	34
一、趨勢成分.....	34
二、循環成分.....	36
三、季節成分.....	37
四、不規則成分.....	37
第四節 預測誤差的測量.....	40
一、誤差（Error）.....	42
二、平均誤差（Mean Error, ME）.....	42
三、平均絕對離差（Mean Absolute Deviation, MAD）.....	43
四、均方差（Mean Square Error, MSE）.....	43
五、平均百分比誤差（Mean Percentage Error, MPE）.....	43
六、平均絕對百分比誤差（Mean Absolute Percentage Error, MAPE）.....	44
第五節 利用平滑法預測.....	45
一、移動平均.....	45
二、加權移動平均.....	57

Contents

三、指數平滑.....	58
第六節 利用趨勢投射法預測時間序列.....	69
一、趨勢投射法.....	73
第七節 利用古典分解法預測時間序列.....	74
一、季節因素的運算.....	75
二、消除季節性因子以顯現趨勢.....	80
三、季節的調整.....	84
四、電腦軟體的使用.....	85
第八節 使用每年的範例進行分解法預測.....	101
一、季節的影響.....	102
二、趨勢的影響.....	119
三、循環的影響.....	123
四、使用分解法進行預測.....	127
五、使用電腦的分解法.....	128
第九節 利用迴歸模型預測時間序列.....	138
第十節 結語.....	140

Chapter 03

時間序列分析：迴歸技術的探究 143

第一節 導論.....	144
第二節 線性迴歸模型的最小平方的估計.....	146
第三節 單變項多元迴歸分析.....	152
一、原始資料.....	153
二、離均差分數.....	155

三、使用方程式的計算方法.....	159
四、變異數——共變數矩陣與相關係數R矩陣.....	164
第四節 迴歸係數顯著性的檢定.....	168
一、原始分數時.....	168
二、離均差分數時.....	169
三、個別迴歸係數的信賴區間.....	172
四、多元迴歸與殘差平方和.....	174
五、b的變異數／共變數矩陣.....	175
六、迴歸平方和的增加.....	176
七、兩個自變項的一個範例：相關係數.....	177
八、多元相關的平方.....	179
九、變異數比例的增加.....	179
十、使用SPSS軟體進行計算所獲得結果報表資料的說明.....	180
第五節 時間序列迴歸分析：未滯延的範例.....	187
一、一個比率目標的假設.....	188
二、誤差項.....	190
三、時間序列迴歸模型.....	195
四、非自我迴歸的假設.....	197
五、違反非自我迴歸假設的結果.....	202
六、傳統對自我相關的檢定.....	208
七、一個可以選擇對立的估計方法.....	213
八、虛擬——GLS估計.....	216
九、小樣本的特性.....	218
十、延伸到多元迴歸.....	219
十一、一個比率目標假設的再斟酌.....	220
第六節 時間序列迴歸分析：滯延的案例.....	222

Contents

一、滯延的外衍變項.....	222
二、滯延的內衍變項.....	224
三、滯延內衍變項模型中自我相關的檢定.....	229
四、估計.....	231
五、虛擬——GLS估計.....	231
六、IV——虛擬GLS.....	233
七、一個修正比率目標的模型.....	234
第七節 預測.....	235
一、預測誤差.....	237
二、預測的產生（forecast generaion）.....	240
三、預測方程式的修正.....	241
四、預測的評估.....	243
第八節 可以選擇的時間——相依過程.....	251
一、可以選擇的過程.....	252
二、過程的辨識.....	258
三、估計.....	259
第九節 中國（中共）國防預算問題的探討.....	260
一、簡單的迴歸分析.....	260
二、多元的迴歸分析.....	269
三、殘差自我相關的檢測.....	280
四、預測的評估.....	283
第十節 使用迴歸進行趨勢發展分析.....	286
一、使用迴歸以決定趨勢發展.....	287
二、二次方程式模型.....	292
第十一節 結語.....	295

第一節	緒言.....	300
第二節	自我相關的問題.....	301
一、	進行迴歸分析獲得資料.....	303
二、	從殘差資料去發現殘差的自我相關與殘差的自我相關圖形.....	304
第三節	一階自我迴歸的誤差模型.....	306
一、	簡單的線性迴歸.....	306
二、	多元迴歸.....	306
三、	誤差項的屬性.....	307
四、	評論.....	308
第四節	自我相關與Durbin-Watson檢定.....	310
一、	自我相關.....	310
二、	Durbin-Watson檢定.....	312
三、	範例說明.....	314
四、	評論.....	318
第五節	自我相關的修正測量.....	319
一、	預測變項的增加.....	319
二、	使用已被轉變的變項.....	328
三、	Cochrane-Orcutt的程序.....	330
四、	Hildreth-Lu的程序.....	342
五、	一階的差分的程序.....	344
六、	三種方法的比較.....	349
第六節	以自我相關的誤差項進行預測.....	350

Contents

一、範例.....	352
二、評論.....	354
三、電腦軟體的使用.....	355
第七節 自我迴歸.....	366
第八節 結語.....	374

Chapter 05

時間序列分析：ARIMA模型代數與 技術分析

375

第一節 緒論.....	376
第二節 提供定常性時間序列線性模型的限制與問題.....	376
一、一個時間序列的定常性與它在時間方面的統計特性 （statistical properties）有關	377
二、定常性的時間序列.....	377
第三節 間斷的時間序列的基本認知.....	379
第四節 隨機組成成分， N_t	385
一、ARIMA 模型（0,0,0）與ARIMA 模型（0,d,0）過程	387
二、自我相關函數.....	393
三、移動平均模型.....	398
四、自我迴歸的模型.....	402
五、淨（偏partial）自我相關的函數	408
六、混合自我迴歸——移動平均模型.....	413
七、模型的建構.....	414
八、季節的模型.....	444

第五節	干預成分， I_t	478
一、	一個突然的間斷的，持久的影響.....	481
二、	一個逐漸的，持久的影響.....	490
三、	一個突然的，暫時的影響.....	496
四、	檢定競爭的假設.....	499
五、	範例5-6一個穀物品牌銷售的範例與SPSS的操作方法	501
第六節	結語.....	520

Chapter 06

時間序列的資料分析與SPSS（18版） 的操作過程

523

第一節	緒論.....	524
第二節	時間序列的迴歸.....	525
一、	時間就是一個預測式（predictor）	525
二、	進行二次方程式趨勢.....	532
三、	診斷：自我相關的修正.....	535
四、	The Durbin-Watson 統計量.....	542
五、	差分（Differences）	543
六、	圖形的求取與SPSS軟體的操作方法.....	551
第三節	滯延.....	616
一、	分配的滯延.....	616
二、	KOYCK MODEL	624
三、	圖形的求取與SPSS軟體的操作方法.....	627
第四節	自我迴歸	664

Contents

一、AR(1)模型	666
二、AR(2)模型	673
三、圖形的求取與SPSS軟體的操作方法	682
第五節 指數平滑	711
一、簡單的指數平滑	711
二、平滑常數的選擇	715
三、雙重指數平滑	719
四、圖形的求取與SPSS軟體的操作方法	721
第六節 結語	740

Chapter 07

時間序列預測模型：專題的分析與 SPSS（13版）的操作

743

第一節 指數平滑模型	744
一、指數平滑的模型類型	744
二、有四種模型的參數可以被要求進行選擇	745
三、使用指數平滑去預測未來的量尺	746
四、理解你的資料	747
五、建立與分析指數平滑模型	750
六、建立與分析一個簡單的模型	751
七、建立與分析一個雜林（Holt）模型	759
八、建立冬季模型	763
九、檢定模型預測能力你可以使用堅強的證據判斷你提出模型 預測力的表現	770

十、使用模型去預測未來的量尺.....	775
十一、結語.....	779
第二節 自我迴歸.....	779
一、方法.....	780
二、在自我相關迴歸出現時顯著性預測變項的決定.....	781
三、使用普通（ordinary）最小平方迴歸進行預測.....	783
四、檢核殘差的自我相關.....	787
五、把自我迴歸應用於問題.....	789
六、再進行顯著性預測變項的分析.....	793
七、結語.....	795
第三節 ARIMA	795
一、自我迴歸（ARIMA）	796
二、差分（ARIMA）	797
三、移動平均（ARIMA）	798
四、季節的階.....	798
五、使用ARIMA的步驟	799
六、初步之行動.....	801
七、使用干擾分析去決定市場分配.....	821
八、結語.....	838
第四節 季節的分解.....	839
一、模型.....	839
二、從銷售量中排除季節性.....	839
三、決定與設定定期或周期性.....	841
四、理解輸出報表的結果.....	847
五、結語.....	849
第五節 光譜的曲線圖.....	850

一、使用光譜的曲線圖去證實關於周期性的指數.....	850
二、進行分析.....	851
三、結語.....	854
第六節 結語.....	854

Chapter 08

時間序列模型的塑造與預測： 專題與SPSS（18版）的操作分析 855

第一節 緒論.....	856
一、學習如何去使用專業的模組器.....	857
二、學習如何去應用套用模式.....	857
第二節 使用專業的模組器進行大量混合資料的預測.....	857
一、檢測你的資料.....	857
二、進行分析.....	860
三、模型摘要圖形.....	867
四、模型的預測.....	868
五、結語.....	870
第三節 使用套用模式進行大量綜合性資料的預測.....	871
一、進行分析.....	871
二、模型適配統計量（Model Fit Statistics）.....	874
三、模型預測值（Model Predictions）.....	876
四、結語.....	877
第四節 使用專業模組器去決定顯著性的預測變項或預測式.....	877
一、以圖形顯示你的資料.....	878