

灰色理論應用於 國防預算規模預測之研究

詹沐仁

壹、前言

國防預算之消長直接影響一國之國防戰力強弱，換言之，國防預算便是維護國家安全能力之重要指標。然近年來國家的發展目標與資源分配的方向逐漸調整，在社會福利、教育支出及國家整體經濟發展等多元發展目標下，國防預算已不再是國家資源配置過程中的優先考量，國防預算占中央政府總預算比率與國內生產毛額（Gross Domestic Product，GDP）比率呈現逐年遞減趨勢。至於中共自1978年的經濟改革後，迄今國防經費仍不斷攀升，造成兩岸國防戰力差距逐漸擴大，且在其不斷對外宣稱不放棄以武力解決臺海問題的威嚇下，如何以有限資源維護國家安全，完成軍事戰略整體規劃為一重要課題。一個良好的戰略規劃需將國家環境的變動趨勢與組織未來的資源分配加以結合，故合理的財務資源估測與分配，便成為軍事戰略規劃的重要前提。

過去在建構國防預算預測模式時，迴歸分析

與時間數列模式常被廣泛的應用（潘俊興等，1999；楊慶永，2000；楊志清等，2001；楊開銘等，2001；陳建達，2001；顏良恭等，2004），且均獲致不同程度的預測結果，但上述預測模式常有較嚴格之基本假設，使得預測模式的建構較為困難（Yao，2003；Chang，2004；Zhou，2006）。而以系統觀點發展的灰預測並不需要強烈的基本假設，使得預測模式建構更為簡單（Hsu，2003；Guo，2005），也提供決策者更多的預測方式選擇。總此，本研究嘗試以灰預測模型建構國防預算規模估測模型，期能更精確的預測國防預算規模，具以提供決策者從事未來軍事戰略規劃及國防預算編列的參考依據。

貳、文獻探討

一、有關國防預算規模之研究

近年來，國防預算規模的議題一直是各界研究的主題，諸多學者研究的重點，概可分為四種



不同的觀點進行，即經濟觀點、政治觀點、管理觀點與軍事觀點(武力威脅)，以下茲以各主要論點加以說明。

(一)經濟的觀點

此觀點認為國防預算的編列與國家的經濟能力有關，討論的是經濟成長與國防預算規模之因果關係。過去的研究如楊忠城、張寶光（2000）以反論探討國防預算的增加對經濟成長的影響，其實證結果認為，每人所得成長率與國防支出規模存有長期穩定均衡的正相關；蔡宗儒、楊志清（2001）考量經濟成長率、國民所得與國民生產毛額對國防預算規模的影響，結果發現國防預算會受到前一期國民所得影響，且國民所得與國防預算間呈現統計上顯著正相關，另國內生產毛額與國民所得兩者間存在高度共線性，只需考慮其一即可；楊忠城、張寶光、傅鐘仁（2001）其研究亦顯示，長期而言，國防支出及非軍事政府支出成長有助於經濟成長；沈振銘（2002）研究國防支出的經濟效益，實證結果認為國防支出規模的增加，有助經濟成長；汪進揚、趙一鳴（2005）在探討國家經濟力與國防需求之關係中指出，經濟力越強的國家有較高的國防需求；劉立倫、翁慈青（2005）實證發現，中央政府總預算、GDP與我國防預算均具有雙向因果關係，即兩者皆會影響當期國防預算的變動，而國防預算的支出亦會促進中央政府總預算與GDP的持續成長，且國防預算的支出對國民經濟具有正面積極的意義。

(二)政治的觀點

持此理論者認為國防預算獲得係於國家有限資源下，經由民主的協商與妥協所得之結果，當國防安全越受到民意的重視，則國防預算的規模越高，且執政者的重視程度亦會影響其規模。過去的研究如林博文（1998）以民國76年至87年之國防預算政策制定過程為研究對象，從政策規劃、政策商議與政策合法化等階段一一進行探討，其研究結果發現在預算編製上，國防部主導權減弱，行政院主導權增加；而在預算審議上則有著立法院主導權增加，國防部主導權減弱的現象；Kim（2001）研究美國1996年以後軍事支出增加原因，認為政黨特色會影響美國軍事支出，當執政黨為共和黨時美國軍事支出較民主黨執政時高，而執政黨為國會多數黨時軍事支出亦高，但政黨特色與國會的執政黨多寡對美國國防預算影響均未達統計上顯著；沈振銘（2002）研究發現國防支出對非國防支出具有負向之因果關係，即兩者間存在抵換關係；黃和才（2005）從國防支出歷史決策行為與不同群體認知行為兩方面進行分析，其研究結果發現，不同執政者之國防重視程度呈現顯著差異，且在國防預算額度與軍事投資費、兵力總人數與軍事投資費之間亦出現相同差異；傅澤偉（2005）探討近期影響國防預算之因素，以民國70年至93年的資料為研究期間，並考量總統選舉之虛擬變數，研究結果顯示總統選舉與國防預算間存有負向關係；張世長（2005）探討1995年至

2001年國內外重大政治事件對國防預算編列的影響，而其研究結果發現重大政治事件不會影響我國國防預算編列情形。

(三)管理的觀點

此觀點認為國防預算的額度多寡受到理性主義「由上而下」(top-down)的指導籌編，也受到「由下而上」(bottom-up)的組織內部彙整；前者足以具體展現國防戰略構想、兵力結構及各項業務活動，而後者則代表預算是延續過去的基礎，產生微幅調整的情形，即「漸增預算」(incremental budgeting)。劉裕國(2000)認為我國國防預算編製作業程序流程係先有「建軍構想」，再據以訂定「兵力整建計畫」，最後透過「五年施政計畫」發展施政方案配合各個年度的施政要領，作為「年度國防預算」編製之依據；蔡宗儒、楊志清(2001)探討影響國防預算編製的因素，結果認為我國國防預算不僅受到本身前兩期影響，還受到前一期干擾項的影響；Yu(2002)從預算籌編的作業程序中發現，以前年度國防支出係為推論當年度國防預算之最佳指標；傅澤偉(2005)研究近期國防預算的影響因素，研究發現國防預算受前期國防預算影響甚為明顯。

(四)軍事的觀點(武力威脅)

持此理論者大多討論軍事威脅程度及國家戰略與國防預算獲得額度之關係，一般而言，國防預算獲得與軍事威脅及認知面臨威脅程度、國家戰略強度成正比。過去的研

究如Kim(2001)探討在冷戰前後美國軍事支出與蘇聯軍事支出、中國軍事支出及與美國衝突國家數目間的關係，研究發現美國的軍事支出與蘇聯軍事支出間的緊張關係，自從冷戰結束後轉由中國大陸所取代，而其軍事支出與衝突國家數量間關係則不顯著；葉金成、陳美惠、盧斯駿(2002)應用悲觀、中庸、樂觀等三個模式模擬推估中共國民生產毛額會增加其國防經費趨勢，研究結果指出中共國防費大幅成長，若我國國防部門短中期預算未獲大幅成長，其估計將造成2007年後台海軍事能力的失衡；汪進揚、陳駿穎(2006)探討武裝衝突與國防負擔之間關係，實證結果發現武裝衝突程度與國防負擔呈顯著正向，即武裝衝突愈強之國家對其國防需求強度愈殷切。

二、有關灰預測模式應用之文獻

灰色系統理論(Grey System Theory)係由鄧聚龍於1982年提出，主要內容包括灰生成、灰關聯、灰建模、灰預測、灰決策及灰控制六大部分，本研究所採用之灰色理論方法僅限於灰預測方法，故相關文獻整理僅涵蓋此部分。

鄭美幸、詹志明(2002)應用隨機漫步模型、時間數列GARCH模型及灰預測三種模型，比較新台幣對美元匯率之績效。資料擷取期間為1989年4月至1999年12月共129筆月資料。在灰預測部分先以129筆資料進行建模及預測，發現績效並不突出。由於灰預測之特性係在樣本受限下進行預測的方法，因此研究中嘗試小樣本之建模



及預測，發現以六筆資料建模及預測為最佳，因此該研究以1999年7月至1999年12月作為灰預測模型之初始樣本。研究結果發現，在一個月及三個月的預測績效中，灰預測模型最佳，GARCH模型次之，隨機漫步模型再次之；在六個月的預測績效中，隨機漫步模型最佳，GARCH模型次之，灰預測模型再次之。趙慕芬（2003）比較ARIMA模式，灰預測模式與類神經網路於台灣地區失業率預測績效。資料擷取期間為1979年1月至2003年6月台灣地區失業率月資料。研究結果顯示，灰預測利用小量資料預測效果較佳，且應用於變動期間，預測績效並不會因而較差，另若時間數列資料發生結構性變動後的資料並不多，灰預測可利用變動後的少樣資料，而產生效果不錯的預測。王朝弘、徐歷常（2002）運用灰預測模型預測勝華、華映、碧悠、達威及全台等五家STN-LCD公司財務比率。財務比率係依證管會規定之財務結構、償債能力、經營能力、獲利能力及現金流量構面中選取十五項常用之財務比率。資料擷取期間為1996年至1999年資料，共4筆年資料。運用灰預測方法預測之結果顯示，各公司除部分財務比率差異較大，其餘均獲致良好的預測結果，故GM（1,1）模型可用於五家公司大部分財務比率之預測。陳昶憲、劉錦蕙、楊美美、陳韋佑（2003）則是運用ARMA模型、轉換模式噪音模型與GM（1,1）模型比較河川時流量預測之效能。研究結果顯示，時間數列模型在不同模擬結果差異不大，具相當的穩健性，且預測能力最佳；GM（1,1）模型較能掌握洪水全程變化，且模式建構所需資料與時間遠較時間數列

模式簡易。彭克仲、楊志平、唐淑娟（2005）比較灰預測、指數平滑法與預測組合方法於台灣鮮食鳳梨價格預測之準確性。資料擷取期間為1997年4月至2000年12月之月資料。實證結果顯示，指數平滑法、灰預測與預測組合皆適用於短期預測模型且有不錯的準確度；而指數平滑法的精確度最佳，其次為預測組合模型，再其次為灰預測。

灰色理論之特性在於不需事前假設數列分配情形，即能運用有限數據預測未來數值，由上述文獻結果可看出灰預測模型在各領域被廣泛運用，且均獲致不同程度的預測績效。故本研究嘗試利用灰預測的GM（1,1）模型對國防預算規模進行預測，藉此檢驗此方法運用於預測國防預算，是否如同用於各領域般優異，以提供未來進行國防預算預測另一選擇的方法。

參、研究方法

一、灰色系統理論

在探討許多領域時，經常會面臨訊息不明確的情況。如果以「黑色」表示訊息完全缺乏，對系統內部之結構、參數或特徵一無所知；以「白色」表示訊息完全確知，對系統完全了解；則當訊息不夠充分或不完全確知時，便是介於黑白之間的「灰色」地帶了，因此，訊息不完全之系統即成為灰色系統。

灰色系統理論主要特色係針對系統模型之不確定性及資訊之不完整性之下，進行關

於系統的關聯分析及模型建構，並藉著預測及決策的方法來探討及瞭解系統。灰色理論的應用範圍，主要能對事物的：1.不確定性(NotCertainty)。2.多變量輸入(Multi-Input)。3.離散的數據(DiscreteData)。4.數據的不完整性(NotEnough)做有效的處理(鄧聚龍，1997)。灰色系統包含下列六項研究方法：

(一)灰生成(Grey Generating)

灰色系統的基本觀點是：一切隨機量都看作是在一定範圍內變化的灰色量。比如溫度的變化是隨機量，今天高、明天低，然而可將它當作是在 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 範圍變化的灰色量(不包含過高或過低的異常溫度區)。對灰色量的處置是用數據處理的方法來找出數據間的規律，這種數據處理方式為一種生成方式，這是一種就數找數的規律方法。客觀世界儘管複雜，表述其行為特徵的數據可能雜亂無章，然而任何系統本身都有某種內在規律，只不過這些規律被紛亂的現象所掩蓋。對於系統的行為特徵數據進行生成，其目的就是企圖從雜亂無章的現象中發現內在規律，降低數據中的隨機性，提升其規律性。在灰色理論中常用的生成方法有：

1.累加生成(AccumulatedGeneratingOperation,AGO)：

即通過數列間各時刻的數據逐個累加，得到新的數據與數列。累加前的數列稱原始數列，累加後的數列稱生成數列。

2.逆累加生成(InverseAccumulatedGeneratingOperation,IAGO)：

指前後兩個數之差，是累加生成的逆運算。

3.映射生成：

映射也是一種變換，一種數的關係，累加、累減都可看作是映射，生成也是一種映射，但這裡指的是除了累加與累減以外的其他生成。

(二)灰關聯(Grey Relational Analysis)

因素分析的基本方法，過去主要採用的統計方法，如迴歸分析。迴歸分析為一種較通用的方法，但大都只用於少因素、線性的情況，對於多因素、非線性的情況則難以處理。一般認為迴歸分析有以下不足之處：

- 1.要求大量數據，數量少難以找到統計規律。
- 2.要求分布是線性的、或指數的、或對數的。
- 3.計算工作量大。
- 4.有可能出現反常的情況。

灰關聯分析採用關聯度分析方法作為系統的分析，關聯度分析事實上是動態過程發展態勢的量化分析，也就是發展態勢的量化比較分析，也就是系統歷年來有關統計數據列幾何關聯的比較。

(三)灰建模(Grey Model)

這是利用生成過的數據建立一組灰差分(difference)方程與灰微分方程之模式稱為灰建模，一般可分成下面幾種：

- 1.GM(1,1)：表示一階微分，而輸入變數為一個，一般做預測用。



2. $GM(1, N)$ ：表示一階微分，而輸入變數則為 N 個，一般作多變量關聯分析用。

3. $GM(0, N)$ ：這是 $GM(1, N)$ 的特例，表示零階微分，而輸入變數則為 N 個，一般作多變量關聯分析用。

(四) 灰預測 (Grey Prediction)

以 $GM(1, 1)$ 模型為基礎對現有數據所進行的預測方法，實際上則是找出某一數列中間各個元素之未來動態狀況，灰預測有五種：

1. 數列預測：

對數據大小進行預測。如糧食產量、商品銷售量、交通運輸量、銀行存款量等。

2. 災變與異常值預測：

對一定時間內是否發生災變，或某種異常的數據可能發生在哪些年代的預測。如年平均降雨量過小或過大的預測，及農業收成高於多少或低於多少的年份預測。

3. 季節災變與季節異常值預測：

對一年某個季節內發生的災變或異常值進行預測。如梅雨、颱風等的預測。

4. 拓樸預測：

將現有數據作成曲線，在曲線上按某個定值找出許多發生的時刻數據，然後用時刻數據分別建立 $GM(1, 1)$ 模型，以預測這些定值未來出現的時刻，將各個未來發生的定值連成曲線，以了解整個數據曲線未來的發展變化。是一種全波形預測，是整體預測。

5. 系統預測：

採用 $GM(1, 1)$ 和 $GM(1, N)$ 相結合的方式，對系統中幾個變量同時進行預測，以了解變量之間發展變化的相互協調關係。

(五) 灰決策 (Grey Decision Making)

所謂決策就是指發生了某個事件（要處理的事物），考慮許多對策（處理某一事物的措施）去解決，不同的對策有不同的效果（用某個對策對付某個事件的效果），然後用某種（或多種）目標（用來評價效果的準則）去衡量，從這些對策中挑選一個效果最佳者；該選哪一種對策，取決於效果的量化，從量化效果中選取最佳者。一般記事件為 a ，對策為 b ，對策與事件的二元組合稱為局勢，記為 S ， $S=(a, b)$ 。

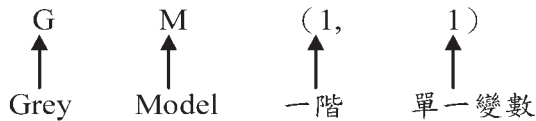
(六) 灰控制 (Grey Control)

決策的執行稱為控制，傳統的控制是利用輸出及輸入間的數據，做成轉移函數而求出所需的增益值，或者利用狀態空間法求出輸入和輸出之間的動態關係。而灰控制則是通過系統行為數據，尋求行為發展規律，預測未來的行為，當預測值得到後，將此一預測值回授至系統，以進行系統控制的一種法則。比如商業活動中，預測某個商品價格將上漲時，可以輸入大量的商品以獲取利益，或以較低價格投入市場穩定價格。

二、灰預測 $GM(1, 1)$ 模式的建立

灰預測模型利用系統已發生之數列，透過灰累加生成運算，建構灰微分方程式即灰色模式，而進行預測。本研究採用灰預測中單變量一階

模式，即以GM (1,1) 模式進行國防預算規模之評估。所謂的GM (1,1) 模式其符號代表的意義為：



GM (1,1) 之模式建構共包括七個步驟，分述於下。

(一)令國防預算占國內生產毛額比率之原始數列資料為 $X^{(0)}$

原始數列資料列 $X^{(0)}$ 亦即：

$$X^{(0)} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)\} \quad (1)$$

$$= \{X^{(0)}(k); k=1, 2, 3, \dots, n\}$$

，其中 $n \geq 4$ 且 $X^{(0)}(k) > 0$ 。

(二)應用原始序列建立一次累加生成 (AGO) 序列 $X^{(1)}$

一次累加生成數列資料列 $X^{(1)}$ 亦即：

$$X^{(1)} = \{X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)\} \quad (2)$$

，其中 $X^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k X^{(0)}(m)$ ，且

累加生成的目的係為將無規律可言的原始數列，轉換成一規律遞增數列，降低數列之隨機性與不確定性，使模型更容易建立。

(三)建模可行性檢驗

灰預測模型在檢測序列是否符合建模條件時，鄧聚龍提出以原始序列 $X^{(0)}$ 之級比 (ClassRatio) 作為建模之依據，級比之定義為：令 $\lambda(k)$ 為 $X^{(0)}$ 的級比，則

$$\lambda(k) = \frac{X^{(0)}(k-1)}{X^{(0)}(k)} \quad (3)$$

當 $\lambda(k) \in (0.135, 7.289)$ ，即滿足 $X^{(0)}$ 之建模條件。

除鄧聚龍提出之級比檢驗外，Sifeng Liu and YiLin (2006) 亦應用半平滑檢驗 (quasi-smoothness check) 與半指數法 (law of quasi-exponentiality) 進行建模可行性之檢驗。半平滑檢驗係為序列 $X^{(0)}$ 之檢驗，令 $p(k)$ 為數列之平滑比，則

$$p(k) = \frac{X^{(0)}(k)}{X^{(1)}(k-1)} \quad (4)$$

當 $p(k) < 0.5$ 時，即滿足 $X^{(0)}$ 之建模條件。

而半指數法檢驗係對序列之檢驗，令

$$\sigma^{(1)}(k) = \frac{X^{(1)}(k)}{X^{(1)}(k-1)} \quad (5)$$

當 $\sigma^{(1)}(k) \in [1, 1.5]$ ，即滿足 $X^{(1)}$ 之建模條件。灰預測模型建模可行性之檢驗方法整理如表1：

表1 檢驗GM (1,1) 建模可行性之方法

名稱	定義	滿足條件
級比檢驗	$\lambda(k) = \frac{X^{(0)}(k-1)}{X^{(0)}(k)}$	$\lambda(k) \in (0.135, 7.289)$
半平滑檢驗	$p(k) = \frac{X^{(0)}(k)}{X^{(1)}(k-1)}$	$p(k) < 0.5$
半指數法則	$\sigma^{(1)}(k) = \frac{X^{(1)}(k)}{X^{(1)}(k-1)}$	$\sigma^{(1)}(k) \in [1, 1.5]$



(四)建立GM (1,1) 之源模型

$$X^{(0)}(k) + \alpha Z^{(1)}(k) = b \quad (6)$$

其中 $Z^{(1)}(k) = \alpha X^{(1)}(k) + (1 - \alpha)X^{(1)}(k-1)$ 。

上式，與均為待定參數，其中為發展係數，為灰作用量。

(五)建立白化方程，並求預測方程式

由於GM (1,1) 源模型雖然近似滿足微分方程構成條件，但仍不是真的微分方程，無法對一個時間歷程作連續的分析與預測。也就是說，不能將它當作真正的微分方程使用，因此在灰預測中經常以下列一般微分式，取代GM (1,1) 源模型

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b \quad (7)$$

這種過程稱為GM (1,1) 源模式之白化方程或影子方程。

在 $X^{(0)}(t) \Rightarrow X^{(0)} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)\}$;
 $X^{(1)}(t) \Rightarrow X^{(1)} = \{X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)\}$ 的對應條件下， $X^{(1)}(1)$ 的初始值為 $X^{(1)}(1) = X^{(0)}(1)$ ，解其時間函數即可得出預測方程式：

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left[X^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (8)$$

(六)以最小平方方法計算GM (1,1) 源模型參數

a 、 b

根據源模型公式 $X^{(0)}(k) + aZ^{(1)}(k) = b$ ，代入 $k=2, \dots, n$ 之各個數值，可得：

$$X^{(0)}(2) + aZ^{(1)}(2) = b$$

$$X^{(0)}(3) + aZ^{(1)}(3) = b$$

⋮

$$X^{(0)}(n) + aZ^{(1)}(n) = b$$

將 $X^{(0)}(k) + aZ^{(1)}(k) = b$ 移項，可得 $X^{(0)}(k) = -aZ^{(1)}(k) + b$ ，並將結果化成矩陣形式，即以表示，其中：

$$Y = \begin{bmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ X^{(0)}(4) \\ \vdots \\ X^{(0)}(n) \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ -Z^{(1)}(4) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -Z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}, \hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

Y 與 B 均為數據矩陣， $\hat{a}$ 則為參數矩陣。以最小平方方法估計參數矩陣 $\hat{a}$ ，令誤差矩陣 $\varepsilon = Y - B\hat{a}$ ，則 $Q = \varepsilon^T \varepsilon = (Y - B\hat{a})^T (Y - B\hat{a})$ ，為找出使 Q 為最小之參數向量 $\hat{a}$ ，則

$$\frac{\partial Q}{\partial \hat{a}} = B^T Y - B^T B \hat{a} = 0$$

，移項後可得 $\hat{a}$ 之方程式為

$$\hat{a} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (9)$$

，依據式(9)得即出所欲估計之參數值 a 與 b

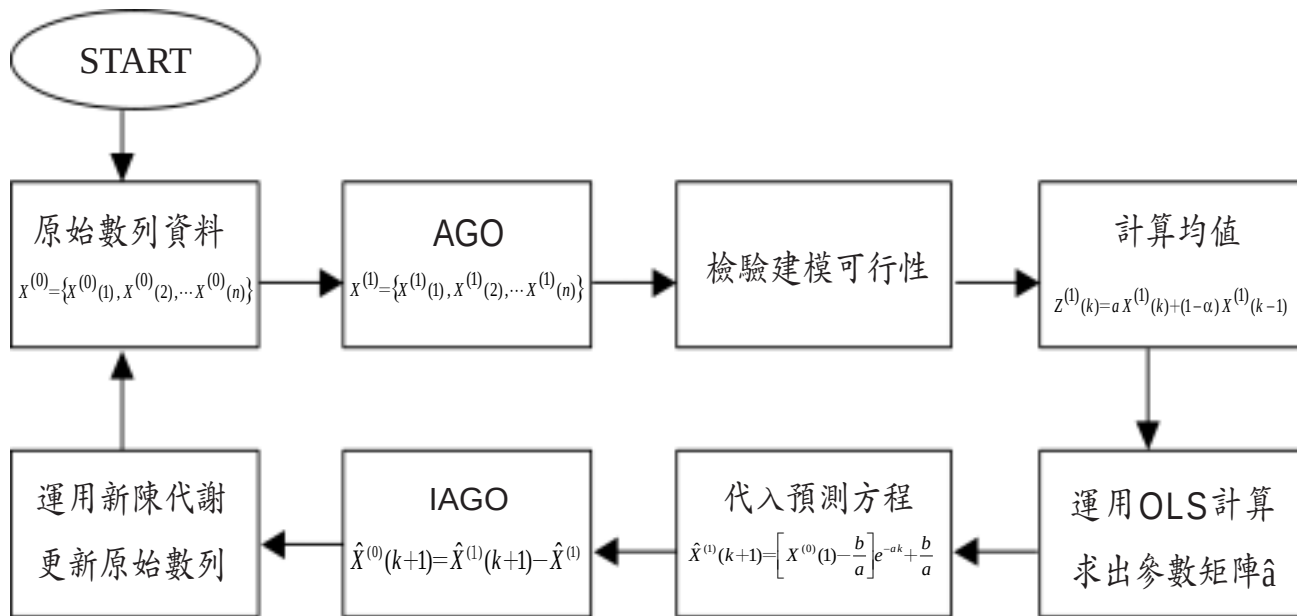
(七)經由逆累加生成 (IAGO) 將數列還原後進行預測

將(六)所得之 a 與 b 參數，代入式(8)預測方程式中，求得 $\hat{X}^{(1)}(k+1)$ 。然而 $\hat{X}^{(1)}(k+1)$ ，並非預測模型之預測值，在步驟(二)時，序列 $X^{(0)}$ 係透過一次累加生成得到序列 $X^{(1)}$ ，故預測方程式所得之 $\hat{X}^{(1)}(k+1)$ 應經由逆累加生成予以還原為 $\hat{X}^{(0)}(k+1)$ ，還原後之即為本預測模型之 $\hat{X}^{(0)}(k+1)$ 預測值。逆累加生成計算方式如下：

$$\hat{X}^{(0)}(k+1) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k) \quad (10)$$

GM (1,1) 模型建構流程如圖1：

圖1 GM (1,1) 模型建構流程



三、預測精確度之衡量方式

本研究在衡量預測精確度時，採用平均絕對百分比誤差（Mean Absolute Percentage Error；MAPE）MAPE來衡量預測模式之外部效度。MAPE主要在衡量模式中未被解釋部份之百分比，MAPE之值愈小，表示模型正確預測能力愈強，預測模式估計結果與歷史資料吻合精確度愈大，計算公式如下：

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{F_t - A_t}{A_t} \right| \times 100\% \quad (11)$$

其中n為預測的期數； F_t 為第t期的預測值； A_t 為第t期的實際值。

Lewis（1982）依據MAPE值之大小，將模式預測能力分為四種等級，如表2所示，當

MAPE小於10%時，表示模型之預測能力優良。

表2 MAPE預測能力之等級

MAPE值	預測能力
<10%	高精確度
10%—20%	良好
30%—50%	合理
>50%	不正確

肆、實證分析

本研究之目的係為利用灰預測模型進行國防預算規模之預測，因國防預算數額係為一絕對金額，本身無法明確表示其相對意涵，故本研究



在探討國防預算之規模與否時，設定以國防預算占國內生產毛額之比率為研究標的，推估國防預算之適當比率。資料來源為行政院主計處及中華民國統計資訊網，資料擷取期間為民國84年至民國97年，共14筆年資料。而在從事國防預算規模預測時，又依其外推預測期數分別進行短期（一年）、中期（五年）、長期（十年）之外推預測；短期預測，將民國93年至民國96年共4筆資料作為模型之建立，餘1筆實際資料評估預測值之精確度；中期預測將民國89年至民國92年共4筆資料作為模型之建立，餘5筆實際資料評估預測值之精確度；長期預測，將民國84年至民國87年共4筆資料作為模型之建立，剩餘10筆實際資料用以評估模型樣本外預測值之精確度。

基於本研究之目的，有下列兩點研究限制；其一，本研究係以我國過去年度國防預算資料進行預測模式之推估，期間有關金融海嘯、政黨輪

替、軍購案等經濟與政治性議題，不在本研究範圍之內。其二，本研究之研究範圍設定為立法院審議後之法定預算數，期間與國防事務有關之特別預算，諸如「中央政府採購高性能戰機特別預算」等，皆屬當時時空背景所產生之預算彈性作為，數據礙於實際現行作業不易獲取，故本研究未予探討。

一、灰預測模型建立與分析

本研究應用灰預測模型預測國防預算規模時，將外推期間分為短期、中期、長期，故在說明研究結果時也將分別介紹。

(一)短期預測

建構短期預測模式使用的資料為民國93年至民國96年，外推預測的期數為1期，即為民國97年的國防預算占國內生產毛額比率，實際值與預測值列於表3。

表3 GM (1,1) 模型短期預測結果

年度	預測值	實際值	MPAE
97	2.39%	2.58%	7.28% (高精確度)

根據上述預測結果，計算得知對應之MAPE值為7.28%，根據Lewis(1982)的分類標準而言，GM (1,1) 模型對於短期的預測結果屬於「高精確度」，顯示灰預測對於國防預算規模的短期預測能力甚佳。

(二)中期預測

建構中期預測模式使用的資料為民國89年至民國92年，外推預測的期數計5期，為民國93年至民國97年的國防預算占國內生產毛額比率，實際值與預測值列於表4。

表4 GM (1,1) 模型中期預測結果

年度	預測值	實際值	MPAE
93	2.35%	2.45%	7.8% (高精確度)
94	2.40%	2.32%	
95	2.26%	2.12%	
96	1.99%	2.42%	
97	2.39%	2.58%	

根據上述預測結果，計算得知對應之MAPE值為7.80%，根據Lewis(1982)的分類標準而言，GM (1,1) 模型對於中期的預測結果屬於「高精確度」，顯示灰預測對於國防預算規模的中長期預測能力甚佳。

(三)長期預測

建構長期預測模式使用的資料為民國84年至民國87年，外推預測的期數計10期，為民國88年至民國97年的國防預算占國內生產毛額比率，實際值與預測值列於表5。

表5 GM (1,1) 模型長期預測結果

年度	預測值	實際值	MPAE
88	2.90%	3.00%	5.49% (高精確度)
89	2.85%	2.7%	
90	2.58%	2.74%	
91	2.56%	2.55%	
92	2.52%	2.49%	
93	2.35%	2.45%	
94	2.40%	2.32%	
95	2.26%	2.12%	
96	1.99%	2.42%	
97	2.39%	2.58%	

根據上述預測結果，計算得知對應之MAPE值為5.49%，根據Lewis (1982) 的分類標準而言，GM (1,1) 模型對於長期的預測結

果屬於「高精確度」，顯示灰預測對於國防預算規模的長期預測能力優異。



二、灰預測模型預測能力之比較

本研究嘗試以灰預測模型預測國防預算占國內生產毛額比率，在評估預測模式準確度時，採

用MPAE值作為評估的標準，一般而言，MAPE值越小表示模型之預測精確度越高。GM（1,1）模型各期間之樣本外推預測結果如表6：

表6 GM（1,1）模型各期預測精確度之比較

	短期預測	中期預測	長期預測
GM（1,1） 模型	7.28% （高精確度）	7.80% （高精確度）	5.49% （高精確度）

表6顯示，GM（1,1）模型在各期之預測精確度，根據Lewis(1982)的分類標準，均屬於「高精確度」，顯示GM（1,1）模型應用在預測國防預算規模時，具有穩定的預測結果，且是一個相當不錯的方法。由上述結果得知，GM（1,1）模型對於國防預算規模之預測能力，以長期（十年）最佳，其次為短期（一年）與中期（五年）。各期之預測結果均為高精確度，顯示GM（1,1）模型，在以民國88年至民國97年資料進行建模與樣本外推下，對國防預算占國內生產毛額比率有相當準確及穩定之預測能力。在中期與長期預測的結果上，灰預測結果相當優異，故使用GM（1,1）模型進行國防預算規模之預測，可以作為決策者從事未來軍事戰略規劃及因應不同時期的決策判斷參據。

存，更應有相同的體認；然而近年來我國國防預算規模並未因此而顯著成長，此與中共近年國防預算兩位數的成長相比大相逕庭。國防部在三項重大軍購案政策說明中提到「中共已具有對我猝然發動軍事威攝之能力」，顯示我國在自我防衛能力上恐有不足；前國防部副部長蔡明憲在「國防政策評論」曾提到軍購應有長遠的眼光和規劃，因此國防部門有必要建立一套有效的預測模型，以因應國防資源長期的規劃。

過去在研究國防財務資源獲得的預測中，普遍面臨兩個問題，其一是資料不完整的问题，其二是資料的結構不一致的問題，這些問題其實都與資訊清楚的程度有關，當資料不完整時，表示可獲得的分析資料有限，如此導致模式參數建構不夠合理；而當資料的結構改變時，則表示會產生另一個新系統，其資料的內涵將出現變化而不一致。無論是資料有限或變化，都將影響預測效能，導致預測結果缺乏穩定。

在運用灰預測模型時，所用的歷史資料不宜過多，陳舊資料過多，對建立預測模型並無助益，本研究應用GM（1,1）模型僅需四筆資料

伍、結論與建議

國防預算之消長直接影響一國之國防戰力強弱，故對任何國家來說都具有其必要性及優先性，就我國而言，為能在明確的敵情威脅下生

即可建模的特性，建構國防預算規模之預測模型，並比較在兩模式下短期、中期、長期之樣本外推預測能力。結果發現不論在短期、中期或長期均獲致不錯的預測結果，顯示灰預測模型在資料有限或結構改變的情形下，預測能力仍不受影響，且其在十年長期的預測能力最佳，可彌補傳統時間數列模型預測能力隨時間降低的問題，若能結合國防計畫預算制度的「建軍構想」、「兵力整建計畫」、「五年施政計畫」與「年度施政計畫與預算」，將能有效提供決策者從事未來軍事戰略規劃及國防預算編列的參考依據；本研究之另一目的係為建構一套有效的國防預算預測模型，不同過去研究者以國防預算絕對數值作為研究標的，採以國防預算占國內生產毛額之相對數值進行預測模式的建構，實務上在進行預算編製時，一開始常是以一個概括數值表示，故預測出之絕對數值較無意義；然以本研究預測之相對數值，再配合行政院主計處每年公布之次年度估測GDP值，如此則能推估一國防預算可編列之上限額度，而在進行預算編製時，期能以此額度做為參考依據，適切建議決策者妥善分配國防資源。因此不需強烈假設之灰預測模型，在應用於預測國防預算規模時，不失為一簡便且預測精確的方法。

參考文獻

1. 王朝弘、徐歷常（2002），灰色理論應用於財務比率預測與評估，灰色系統學刊，5（2），131-144。
2. 沈振銘（2002），我國國防支出對經濟成長影響之研究，國防管理學院資源管理研究所未出版碩士學位論文。
3. 汪進揚、趙一鳴（2005），經濟發展與國防需求關係之研究，真理財經學報，12，23-52。
4. 汪進揚、陳駿穎（2006），武裝衝突與國防負擔關係之研究，95年國防管理及軍備獲得學術暨實務研討會論文集。
5. 林博文（1998），我國國防預算案之研究（1987-1998）-政策制定過程之分析，政治大學公共行政學系未出版博士論文。
6. 陳昶憲、劉錦蕙、楊美美、陳韋佑（2003），時序與灰色時流量預測模式效能比較，台灣水利，51（4），68-78。
7. 張世長（2004），我國重大政治事件對國防預算編列影響之研究〈1995-2004年〉，中山大學高階公共政策碩士班未出版碩士論文。
8. 彭克仲、楊志平、唐淑娟（2005），灰預測、指數平滑法與預測組合-以台灣地區鮮食鳳梨產地價格為例，台灣土地金融季刊，42（1），65-75。
9. 黃和才（2005），我國國防支出之歷史行為與不同群體之認知行為，國防管理學院國防財務資源研究所未出版碩士論文。
10. 傅澤偉、潘大畏（2005），近期國防預算的影響因素，國防管理學報，26（2），81-94。
11. 楊忠城、張寶光（2000），從內生經濟成長理論觀察我國國防支出規模之適足性，國防管理學報，21（2），22-31。
12. 楊忠城、張寶光、傅鐘仁（2001），我國國防



- 支出與技術變遷對經濟成長的影響，國防管理學報，21（1），68-83。
- 13.葉金成、陳美惠、盧斯駿（2002），中共軍力發展過程之回顧與未來估測，國防管理學院，23（2），55-68。
- 14.趙慕芬（2003），單變量失業率預測模式與結構性失業之研究，台北大學企業管理學系未出版博士學位論文。
- 15.鄭美幸、詹志明（2002），灰色理論與時間序列模型在匯率預測績效上之比較，台灣金融財務季刊，3（2），95-104。
- 16.劉裕國（2000），後冷戰時期影響我國防預算系統之國內外政經因素分析，成功大學政治經濟研究所未出版碩士論文。
- 17.劉立倫、翁慈青（2005），大陸軍事威脅國家經濟能力與我國防預算因果影響關係之探討，國防管理學報，26（2），21-36。
- 18.蔡宗儒、楊志清（2001），時間數列模型在國防預算編列上之應用，淡江人文社會學刊，7，63-87。
- 19.Chang, S. C. and Yu, H. C. (2004). Rolling Grey Prediction of Taiwan IC Design Industry. The Journal of Grey System, 2, 165-174.
- 20.Deng, J. L. (1982). Control Problems of Grey System. Systems and Control Letters, 5, 288-294.
- 21.Deng, J. L. (1989). Introduction to Grey System. Journal of Grey System, 1（1），1-24.
- 22.Guo, Z. and Song, X. and Ye, J. (2005). A verhulst model on time series error corrected for port throughput forecasting. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6, 881-891.
- 23.Hsu, L. C. (2003). Applying the Grey prediction model to the global integrated circuit Industry. Technological Forecasting and Social Change, 70, 563-574.
- 24.Kim, H. C. (2001). Determinants of U.S. Military Expenditure After the Cold War, University of Missouri-Columbia, Dept of Pol. Sci.
- 25.Lewis, C. D. (1982). Industrial and Business Forecasting Methods, London: Butterworths.
- 26.Liu, S. and Lin, Y. (2006). Grey Information Theory and Practical Applications, Springer.
- 27.Yao, W. L. and Chi S. C. and Chen J. H. (2003). An improved Grey-based approach for electricity demand forecasting. Electric power systems research, 67, 217-224.
- 詹沐仁上尉，現任裝訓部暨裝校主計室預財官；國防管理學院會計系44期、國防財務資源管理研究所96年班畢；曾任陸軍第一〇二旅預財官、陸軍第十軍團統計官、陸軍通信兵學校會審官等職。

作者簡介

