

水資源規劃之趨向

Aspects of Water Resources Planning*

國立臺灣海洋學院河海工程系

王 天 煦

Tien-Hsi Wang

前 言

這篇報告乃與水資源規劃趨向有關；最近在瑞典推行的水資源初步規劃，引起作者欲寫水資源規劃之構想。因瑞典尚未使用系統規劃之技巧，本篇所提供之觀點即取材於其他已開發國家以及開發中國家的經驗。

水在社會經濟發展中所佔據之地位

在討論水資源規劃問題前，先簡短地討論水在社會經濟發展中，扮演著重要的地位。正如佛肯馬和林地在一九七六年指出，水是維持生計必需品。但佛拉可斯在一九七五年證實，水在社會活動整個新陳代謝進行當中，是不可缺少的，即在工業發展與農業活動中屬必需。我們可以很自然的提出一個問題：有效用水，包括水質與水量以及社會經濟發展之間的相互關係？而歷史文化在社會發展交互作用下有明顯的象徵，在文明發展初期有所謂河川社會，這種社會比它的前身——獵戶聚集社會更進步。河川社會的特徵在以灌溉方式大量生產穀類，以維持國民生計；可說對水作有系統與綜合性的利用。因應這種趨勢，建立強有力的組織，發展成另一種體制，魏特福可在一九七六年將此文化機構稱為東方專制（Oriental Despotism）。隨着歷史演進，十九世紀工業革命乃基於「無消費性及增加」利用水道以產生電源。但是，直到目前為止，可明顯地看出社會進步是基於可用水量之增加。直到最近，在某些缺水地區及受污染地區，使工業用水採取循環過程以資利用；並正在研究：循環用水及節約用水之措施。

然而，現今知識不容許我們對於水在社會發展中的重要性下個定論；但如以圖示說明用水量增加

與經濟發展的關係，實為最佳說明方式。如懷特，布雷得利與懷特在一九七二年，此圖可由不同氣候地區生存需求最小值描繪起。有人認為此圖表只是統計曲線，不能表示某階段用水量所期待的經濟發展。正如波頓與李在一九七四年指出，因為經濟發展並非全靠水的成就，因而難以劃出這曲線。其他學者嘗試用每人用水量與每人總生產額關係中描繪出，得到的只是圖上一些散亂的點。此結果說明特殊目的之用水會產生難以預料的副作用；也就是說，除了極端狀況外，水在經濟發展中並非決定因素。此為灌溉工程所得例證。

分析水在社會經濟發展中所佔據之重要性，事實上是綜合主宰社會體系的一部份，水被很多機構所主宰；這意味着現行文化狀況下對水利政策具有很大的影響力。一般來說，用水依靠一種「具有地區特性以及特定生態環境」的廣義社會文化環境所支配；也就是在社會文化環境中，我們要注意法律條例；同時注意某些公共團體組織標準。聯合國計劃發展中心（UNCDP）在一九七七年指出，許多開發中國家高階級制度遲滯，對農業發展仍是一種障礙；由於傳統及其他理由而保持現行農業，造成農業發展的阻力。

魏斯納在一九七六年指出，開發中社會的另一特色：工業化初期，對水資源利用新技術，多以在生活型態與環境上造成無法預測之轉變。在成熟的工業社會中，已很難有所謂創新考慮促成進步。對於人為世界作深入研究以防止「斷續引進構想」所造成災難，可能發現對於水的有效利用與社會經濟發展關係的困難中，找到一條光明的路。

水資源規劃過程

(一)水資源問題與需求之認識，由前述得知，目

* 譯自 Gunner Lindh, Department of Water Resources Engineering, LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY, Sweden, 1978.

前對水如何影響社會經濟發展了解並不深；這項事實並不等於對水資源規劃所作努力的白費。規劃可視為應用適當策略來解決不同衝突的工具；這些衝突起因於缺水；有趣的是在水源豐富的國家而發生這類衝突，瑞典是個典型的例子，雖然瑞典僅有3%之水資源利用，在不同地區仍有嚴重的衝突，這些衝突主要是灌溉用水與生活用水競爭所造成。佛南德與傑色普在一九七七年指出，此種衝突可作規劃過程的主要著眼點，所涉及之兩方可能為政府系統與社區系統；公共團體組織代表政府，包括數個公共當局；當地社區代表另一系統，有時兩系統並無明顯界限。我們可用威克斯在一九六五年的分析規劃過程，它的特性即市場選擇範圍作為一個系統，就是人類可以自由的選擇；另一系統定為政治選擇範圍，就是人類因他人而作選擇。有關社區用水特殊問題之進行，其目的是如何改善社區供水系統，政府可採取措施或不採取措施。在這種情況下，社區需開始有所行動，而欲使這些行動有效，應儘量取得雙方認知與理解；在政府方面，要確定問題何在，確認裁決之領域，進而可選擇何種行動。然而此種行動需依照一般規則行事；無論如何，此操作背景有賴於操作政策本身，該地區之目標，對外約制力之判斷。行動之項目，是依照政府了解變化過程與社區系統關係的能力而改變。

規劃應對「沒把握」之觀念有認識。選擇替代方案會發生困難之理由有三：第一，是由於對外在環境未充分認識。第二，在相關範圍內對未來意向不能確定。第三，是不能確切地判斷適當的價值。以上對於不確定的判斷是與時間過程相關。對水資源規劃而言，可分作短程、中程、長程三種規劃；雖然對這些期間的長短，各有不同意見；讓我們分別用1~2年、5年、20~30年代表短程、中程、長程。不同的規劃水平並非各不相關，應賦予相關內容；亦即一年水資源規劃之項目必需能與五年期的作比較；同理，中短規劃過程需視為延長中之長期規劃的一部份；而短程規劃可作長程規劃之借鏡。傑恩、歐本與史坦西在一九七七年指出，水資源規劃設計需考慮到短程收穫與長期損失相互間利益關係。同時，我們亦考慮長程收穫與短期損失之利害關係；這種看法，指出對未來建議案選擇之預先處理範圍。

現在進行至規劃過程的本身，如圖一，整個規劃過程最重要的是指明問題與需求，例如某地區家

庭用水的水準達到不可容忍的程度，是絕不能接受的。深入問題的嚴重性以及人類活動與社會關係之間相互影響程度；這需要對整個環境徹底認識，包括人類、文化及物理環境在內。我們需要知道水質改進對社會經濟發展所產生的影響；我們也需有真正意願放棄享有高水質而換取改進的指標。與前述相近的這些趨向，有時只觀測需求，于估計事實是不是為道。事實上，我們要更瞭解實際環境以證明生活品質改進是否合適。有時計劃決定乃是由于非常不可靠之假設，決定後所得的資料就難符合需求。另一情形是花費時間在資料收集和擴建工程，却不考慮該計劃是否需要。很多類似事件，如在開發中國家未先計算需求量即建立了一座不必要的水庫。此類錯誤不但是因不適當的規劃；而且，不適切的實行與評估技巧所造成。尤其正在開發中國家，基於單目標措施，有時不切實際需要；應採用多目標措施于規劃過程。上述錯誤的原因，可由存在的社會——經濟狀況因引進不健全的水資源知識中找出答案。

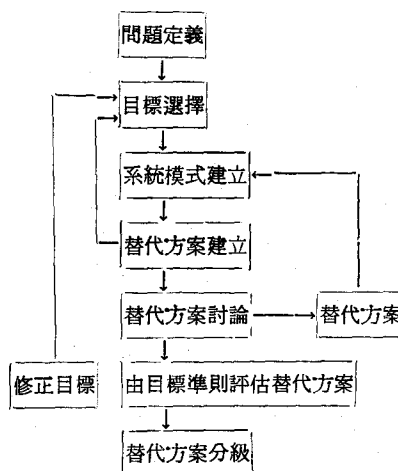


圖1. 水資源規劃系統分析流程圖

(二)水資源規劃目標 斯威爾在一九七三年指出，規劃過程可視為一系列相關聯的步驟，先對問題的認知與求證，再採用適當策略的抉擇。阿姆斯特壯在一九七二年指出，明確地表示目標是件難事，在美國是採用廣大的計劃以反應社會的喜好；他提出水資源規劃一般原則：

1.經濟成長 (National Economic Development)：欲提高國家對外輸出、服務及改善經濟效率。

2.環境品質 (Enviromental Quality) : 此原則之目的在於保護、管理、消費、保育、創造、儲存或改善各種自然文化資源及生態系統，以提高環境品質。

3.地區發展 (Regional Development) : 在增加地區收入、創造就業機會，人口均衡分布；改善地區經濟基礎、地區教育、文化及音樂設施，以及其他特定項目；這項地區發展與經濟發展之差別在於地區及國家發生之效果。

4.社會福祉 (Social Well-Being) : 第四目標應視為上述目標之捷徑，包括人民福祉可由水資源規劃社會效應考慮之。

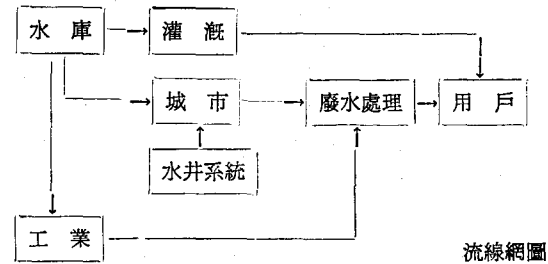
討論目標或目標中各種目的時，討論目標是描述方法而非描述結果。例如「增加灌溉用水面積」或「提供廉價供水」，兩者不精確故無法歸入個別目標。倘若我們要決定「獲得既定目標」最佳手段，我們必需求得提供此種服務之真實意義。

建立目標時尚要牢記另一問題，即評估需用錢幣或非錢幣關係表示。前述目標中，經濟成長需用錢幣表示，環境品質需用非錢幣表示，地區發展可用兩者表示；除了對過程及結果有價值觀念外，對於目標應有比上述四項更清晰之分類；在此舉例不易，僅由圖一示出替代方案如何選擇、如何評估可依靠水資源規劃目標之陳述。

(三)水資源規劃過程思考系統之應用 有關定義問題及目標選擇之後，應選擇最合適系統，以有效措施解決資源保育及管理諸問題。由於這個理由，我們需建立系統模式，經有效方法將各事實投射於模式之中。畢夏普在一九七五年指出，我們需引進水資源結果應用於模式之中。圖一顯示我們如何將水資源規劃模式決策過程綱要建立於此系統模式中。瑪爾在一九七四年指出，當簡化處理複雜問題時，不失其特質。其法將問題分成輔系統；然後每個輔系統又分為數個可視為一段段之成分，各段在其範圍內應易為人所分辨。當各段能為人所瞭解時，再將其組合起來。固然，明瞭每一段是不可能，但在過程組合階段却可增加資料量，如此便可獲得對事實更充分理解。無論如何，各成分所需多少知識是個大問題。上述方法在分解一系統時，需介紹必要之變數與參數；從科學觀點而言，變數間關係是被接受的，模型即被認可。

最簡單的方法，是利用流程圖描述發生過程。輔模式和整模式中輔模式間相互關係；此流程圖乃

是有很大的用途，可利用許多變數合理地洞察上述系統。然而，這模式可能發生很多輔模式與很多變數，其複雜程度，可想而知。另一方法，可利用矩陣。圖二就是流線網圖及矩陣描述一個應用簡例。



使用利益 來源 或活動	都市	工業	灌溉	廢水處理廠	用戶
水庫	×	×			
水井	×				
市鎮放流水				×	
工業廢水				×	
農業改良流量					×
廢水處理廠					×
使用利益需求	市鎮需求	工業需求	農業需求	工廠流入量	流出量

* 矩陣描述

圖 2. 水資源規劃流線網圖與矩陣描述之實例 *

流線網圖和矩陣表示法乃是分析模式有效工具，我們使用模式系統技巧，其目的在建立一個可預測或慣例上可確知模式。第一種模式分明系統內部結構，並在不同操作下預測其行徑。規定模式不但可再生系統結果，並在預先示範措施下，可能評估各替代方案之結果；更進一步地談到定量及非定量模式，前者是由決定性或推測性步驟組成一大羣不同的模式，後者如同示範動作或操作規範典型特質之模式。定量與非定量模式均可發展成為預測的或慣例的模式。

接着，我們可將單一決定性模式簡述，此模式具有輸入輸出的特徵。利用簡圖敘述於圖三。

輸入	過程	輸出
拘限/需求	過程結構	目標
社會—人口統計的	設立機構	增加生產力
經濟的	實體次層結構	提高土地價值
物理的	操作規則	生產品質
標準的		個體團體改進

圖 3. 輸入輸出模式 (黑盒模式)

若輸入資源標為 $R_1, \dots, R_n$ ，及輸出貨物、服務條件稱作 G ，系統操作可表為函數 $f(R)$ ，可得到 $G = f(R_1, \dots, R_n)$ 。

這個簡單系統係輸入、輸出與引用技巧相互作用，為實在的描述；因此我們預料過程中之變數常以時間為準，亦即我們需考慮動態系統。將輸入資源表為自然、推測的數據最常用在考慮降雨、河川流量或水質變化的情況；這種情形下，我們需引用一能為人類影響之技巧。當然，有時這種影響力並非重要；例如，在廢水處理廠處理過程，所引用的技巧是我們假定已知淨化水應採何種量度而規定；但細查之下可看出工人在處理工廠系統時可能在調配所需化學藥劑有所困難。這是人為社會系統之一部份影響到物理系統之簡例。

四水資源規劃過程之評估 規劃過程中極為重要的一步是評估程序，主要可分為兩種狀況：第一種是不考慮任何評估之規劃。第二種是規劃過程中對進步驟在規劃結果的分量作評估。在第一種規劃中，規劃者和評估者是不同的兩種專家，我們不期待目標的範圍有連貫性；如此造成替代方案產生與原來應產生替代方案相較下反而不利，此因我們對規劃者、評估者兩者的目標無常識。

評估過程及影響評估因素在本篇報告中都討論過，其方法是將利益和成本分類，再比較替代方案，好處是可依益本分析而定出等級。斯威爾在一九七四年、賈金斯在一九七七年都指出，今日公眾團體之參與是比過去要廣泛；前者稱公眾可分為活躍與非活躍兩種，活躍的參與者是很少數且公認公眾對環境品質下降的反應不如預期的大，在活躍團體被用作團體工具，為自身緣故而與問題相爭，他們喜歡攻擊政策甚至攻擊獨立的問題。相反者是表現性團體，為特定問題而爭，目的在提高或保有他們自身的利益。畢夏普在一九七〇年指出下列團體可作參與決策之參考：

1. 政府機構
2. 政黨
3. 利益團體
4. 職業上優秀份子
5. 不合併之機構
6. 決策者本身

歐特蘭在一九七六年指出，兩大問題有待解決

1. 決定替代方案時應考慮何種因素？在任何決

策狀況下公共利益以什麼因素組成？由誰、如何定義這些因素？

2. 如何在相對因素間加權，以執行分級替代方案所需交易分析？特別是以何者加權為參考，如何決定加權及如何運用替代方案。

如前所述，當運用替代方案時，益本分析相當有效，但僅考慮經濟效益而國家收入受影響。未使用特別加權，如同我們知道在一九六〇年代此種步驟所受政治家與科學家嚴厲的批評。有人辯解說，水資源規劃替代方案，既不是環境因素，也非社會因素而不列入。在一九七〇年環境保護法規定，已將某些稱為經濟與環境因素列入正式規定；但如此作是否使公眾更容易參與令人懷疑；事實上，公眾輿論與水資源規劃工程是相關連的。

結 語

此篇報告膚淺地接觸到水資源規劃過程所面臨的問題，只論及水資源規劃過程之趨向，並未提及水資源實際應用及各階段進行時之困難；至於水資源開發所能遇到難題，將另外撰文加以討論。

參 考 資 料

1. Armstrong, E. L. (1972) Guidelines for implementing principles and standards for multiobjective planning of water resources—United States Department of the interior, Washington, D. C.
2. Bishop, A. B. (1970) Public participation in water resources planning—U. S. Corps of Engineers, Water Research Institute, Arlington, Virginia
3. Bishop, A. B. (1975) "System Analysis" in Environmental design for public projects (Edited by Hendricks, D. W.; Vlachos, E, C.; Tucker L. S. and Kellogg J. C.)—Water Publications, Fort Collins, Colorado.
4. Burton, I. and Lee T. R. (1974), Water Supply and economic development. The Scale and timing of investment in Jakobson, L. and Prakash. V. (ed). "Metropolitan growth"—Halsted Press Division. John Wiley and Sons. New York.
5. Fagence, M. (1977) Citizen participation in planning. Pergamon Press.
6. Falkenmark, M. and LINDH G. (1976)

- Water for a starving world—Westview Press, Boulder, Colorado.
7. Friend, J. K. and Jessop, W. N. (1977). Local government and strategic Choice—Pergamon 2nd Edition.
 8. Jain, R. K., Urban, L. V. and Stacey, G. S. (1977) Environmental impact analysis—Van Nostrand Reinhold Company, New York.
 9. Mar. B. W. (1974) "Problems encountered in Multi-disciplinary resources and environmental simulation models development" Journal of Environmental Management 2, pp. 83-100
 10. OECD (1976) Expert Meeting on water resources Utilisation and management. Paris 17th to 19th March. Summary and Conclusions (draft)
 11. Ortolano, L. (1976) "Water Plan making and the Public interest"—J. of Water Resources planning and management division. WR1, April, pp. 35-48 ASCE
 12. Rodhe F. G. and Rouve, G. (1977) "Multiple-objective planning of water resources"—Ambio Vol. VI Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, Sweden.
 13. Sewell, W. R. D. (1973) "Broadening the approach to evaluation in resources management decision-making"—J. of Environmental Management 1, pp. 33-60
 14. Sewell, W. R. D. (1974) "Perceptions, attitudes and public participation in countryside management in Scotland"—J. of Environmental Management 2, pp. 235-257
 15. U. N. Centre for development planning, projections and policies (1977). "Development and international economic co-operation"—J. of development Planning, no. 9, United Nations, New York.
 16. White, G. F. Bradley D. J. and White, A. U. (1972). Drawers of Water—Domestic Water Use in East Africa—the University of Chicago Press, Chicago and London.
 17. Vickers, Sir Geoffrey (1965) The art of judgement: a study of policy making—Chapman and Hall London.
 18. Wiesner, J. B. (1976). Technological innovation and Social change—Economic Impact, Number Sixteen, U. S. Gov. Editorial office, Washington.
 19. Wittfogel, (1976). Oriental despotism. A comparative study of total Power—Yale University Press.
 20. Vlachos, E. (1976). Socio-cultural aspects of water management—Proc. of International conference on global water law Systems—Colorado State University.

承包土木、水利、建築、鐵路等工程

清 裕 土 木 包 工 業

負責人：黃 清 波

電話：九 八 二 〇 五 一