

第一章 緒論

1.1 前言

近年來由於全球氣候變遷造成旱澇發生的頻率升高，台灣雖然為雨量充足的海島型氣候，但雨季不均且河川大都流短坡陡，造成水資源在時間及空間的分布上極為不平均，水資源保存不易，加上人口集中處工商業密集的發展，對水資源的需求日益增加，因此水資源的開源與節流實為重要。近年來由於環境保護意識的高漲，使得新水源的開發變得不易，如何運用現有的水資源作妥善的規劃與調配實為當前的重要課題，如能將地下水資源與地表水資源整合進行聯合營運，將可在水資源運用上獲得更大的效應，台灣部分地區由於養殖漁業的盛行，民眾過量的抽取地下水，造成地層下陷，甚至導致海水入侵土壤及地下水鹽化，使得政府在地下水的運用上策略趨於保守，因此如何妥善及有效率地規劃管理地下水資源，使其與地表水資源聯合營運時發揮最大效應為一重要課題。

本研究主要目的為建立一兼顧計算量與精度之非拘限地下水模式，並運用指標平衡的概念作為地表地下系統間供水之調配原則，以發展地表地下聯合營運模擬模式。

研究步驟依序可分為兩大主題，一為類神經網路的建立與驗證，二為地表地下聯合營運模式的發展。首先，本研究以地下水數值模式 MODFLOW 所模擬出來的資料來訓練類神經網路，以訓練完成的類神經網路做為抽水與地下水位變化之反應方程式。

其次，本研究發展逐時刻優選之地表地下聯合營運模式，由於地下水之非線性特性，使得本水資源調配問題兼具線性與非線性，因此傳統水資源調配模式常見之線性規劃法在此並無法直接使用；若直接使用非線性演算法進行求解，相較於線性規劃而言，解題速度相對較

低。在此，本研究藉由遺傳演算法串連地表水與地下水兩系統，地表與地下水源間之調配原則採用「指標平衡」概念，地下水系統部分則採用前述之類神經網路，地表水部分則以線性規劃求解，如此本模式可兼具線性規劃之高計算效率與遺傳演算法可以涵蓋線性與非線性之彈性。



1.2 文獻回顧

1. 類神經網路

類神經網路 (Artificial Neural Network, ANN) 為一資訊處理系統，其使用了大量簡單的相連人工神經元來模仿生物神經網路的能力。人工神經元是生物神經元的簡單模擬，藉由外界環境或者其它人工神經元的輸入取得資訊，並加以簡單的運算，最後將其結果輸出到外界環境或者其它人工神經元。其應用範圍有：水資源工程之流量預測(楊等, 1995)、股票市場預測(Kimoto and Asakawa, 1990)、電子電路診斷(Kagle 等, 1990)等。但在類神經廣泛的運用範圍裡，網路的架構中之輸入神經元及輸出神經元大都為不同變數，鮮少有將該時刻之輸出值作為下個時刻輸入值之連續預測網路模擬法。

在連續預測網路模擬法之文獻方面，過去 Emery Coppola Jr(2003) 曾採用坦帕灣當地地下水含水層實際水文資料來訓練類神經網路，並以訓練好之類神經網路來進行水位連續預測，發現可以運用於短期之地下水位預測，但就長期規劃而言地下水位的預測仍需要其他數值模式加以協助；另外謝明富(1999)應用於學習單自由度結構物受地震力後所產生的非線性遲滯動力行為之模擬模式上也有良好的成果。

2. 地下水模式與最佳化模式結合

過去關於地表地下聯合營運模式建立的研究中地下水模式與地表水模式的整合方面大致可分為兩種方向，Gorelick (1983)曾就地下水模擬模式如何與最佳化模式整合，區分為嵌入法(Embedding Method)與響應矩陣法(Response Matrix Method)。嵌入法乃直接將以有限差分或有限元素法近似之地下水方程式，當成最佳化模式之限制條件，其變數包含有每一個節點之水位或抽水井之抽水量。嵌入法對

於小區域之問題可獲得精度較高之解答。然而當面對大區域之問題時則會有變數過多而難以求解之困難。響應矩陣法則假設某一抽水井之抽水量與水位之洩降具有線性關係，因此可應用疊加原理獲得抽水井與地下水位之函數關係。響應矩陣法中之變數較嵌入法少，因此於最佳化模式中可節省記憶體需求及電腦計算時間，故可應用於大區域之地下水最佳化模式中。然而由於線性之假設，當遭遇非線性系統(如非拘限含水層)時，則無法直接應用，在一般多半以抽取非拘限含水層之地下水居多的情況下，響應矩陣法並不適用。

3. 地表地下聯合營運模式之發展

在國外學者方面，Dean Randall (1997) 利用一具有多標的目標函數之線性規劃系統來建立地表地下聯合營運的模式，標的間的權重大小反應其在操作策略上的重要程度，而地下水系統的相關操作則以在目標函數中設計抽水量最小之標的及於限制式中加入最大補注量之限制來設計。整個問題除了所有相關的方程式均為線性之定義外，其地下水系統的處理方式將無法呈現地下水抽水量、補注量對地下水位隨時變的動態性。David and Daene (1998) 建立一地表地下聯合營運的非線性規劃模式，其目標函數為地表地下相關水工結構物之固定成本(包括水庫庫容，管線容量與抽水及補注井的投資設計)與操作成本的組合。其在地下水系統的處理方面，乃先以計算數值模式模擬研究區域的地下水流流動，接著再以模擬結果計算響應矩陣(Response Matrix)，規劃模式中則以此響應矩陣來描述抽水與補注對地下水的影響。由於以非線性規劃來求解，為維持系統的動態特性所以變數的維度將會隨著演算時刻的延長而大增這樣會使得計算量及複雜度大為提高。此外，響應矩陣為線性之假設，當遭遇非線性系統(如非拘限

含水層)時將無法確切地反應其特性。Hakan and Migue (1999) 則以線性規劃的方式來處理地表地下聯合營運的問題，此問題為由多標的水庫、河川、含水層、農地、供水設施、觀測井與人工補注井所組成的系統。其中河川被視為地表系統與地下系統的連接機制，計算上則藉由地下水數值模擬模式來建立反應河川與含水層間交換量的響應矩陣，並以此連結地表與地下系統。雖然地表與地下的系統均已涵概，但整個問題所有相關的方程式均為線性的定義，當遭遇非線性系統(如非拘限含水層)時將無法確切地反應其特性;在國內學者方面，楊朝仲(2002)使用遺傳演算法與可微分動態規劃法於多目標地表地下聯合營運規劃上，其在地下水系統的處理方面，藉由嵌入地下水水流模擬模式 ISOQUAD 來計算抽水量及補注量與地下水位之變動關係，這樣的處理雖然能確切反應非線性之非拘限含水層之水位變化，然而當地下水系統變數過多時，與遺傳演算法結合時，求解上則會有變數過多而計算量大增難以求解之困難。徐年盛 (1995) 結合地下水流模式與地表水水權模式而成地表水與地下水聯合營運之模擬模式，其整體模式為一以線性規劃設計為主的網流模式，目標函數為箭線總成本最小值，並以淡水河流域為例。整個問題因使用網流模式故相關目標函數與限制式僅適於線性的設計。顏榮祥 (1999) 以線性規劃法建構南部地區水資源調配之系統模式，聯合運用地表水與地下水，考量用水效益與水利法標的優先順序及水權的優先順序，對未來南部地區在不同水文狀態下之配水情形進行初步的研究。除線性規劃之僅適用於線性定義的限制外，其在地下水系統方面，只以研究區域地下水抽用限制量視為限制式作處理，這種方式將無法看出地下水位在各時刻之變動性。