

NDC-DSD-102-007

我國地下水資源政策之研究

國家發展委員會編印

中華民國 103 年 4 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組建議，不代表本會意見）

NDC-DSD-102-007

我國地下水資源政策之研究

受委託單位： 中華經濟研究院
研究主持人： 洪助研究員志銘
協同主持人： 葉助研究員長城
顧問： 黃前署長金山、單副教授信瑜
研究員： 黃分析師德秀、游助理教授景雲
研究助理： 洪嘉琳

國家發展委員會編印

中華民國 103 年 4 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組建議，不代表本會意見）

提要

一、研究緣起

台灣被聯合國列為全球排名第 18 位具缺水危機的國家。台灣本島地區民國 38~99 年期間的平均年雨量約為 2,500 毫米，受限於降雨時間與空間分佈不均，實際可用水量僅為年降雨量之 26% 左右；惟水源繼續開發不易，水資源調配運用困難，台灣水庫密度已經相當高，現有水庫約 96 座，惟庫容均不大。未來受到氣候變遷的影響，水資源將面臨水量減少，水質變差，而需水量卻增加的窘境，水資源稀缺問題將是我們邁向永續發展的首要限制條件之一。一方面，降雨型態與強度的改變將造成上游的土壤沖蝕與崩塌，使更多泥沙進入河道，造成水庫與河道淤積，減少水庫壽命，而且溫度升高將使水中溶氧下降，涵容能力下降，水質變差，造成可用水資源的減少；但另一方面，溫度上升將增加各種用水需求量。

然而過去臺灣人口與經濟的快速發展，對水資源需求量龐大，致長期仰賴地下水資源的提供，導致部分地區地層下陷、海水倒灌、土壤鹽化等情形日益嚴重，對國家整體而言，引發海岸線退縮、國土流失及自然生態破壞等國土保育問題。臺灣不僅內部面臨地下水資源濫用引發連鎖效應，加上近來地球暖化及氣候變遷問題加劇，極端氣候變化導致重大天災事件頻傳，造成這些環境敏感地帶發生災害風險機率提高，嚴重威脅民眾生命財產安全。

近年來，各部會及地方政府因應過度抽取地下水造成地層下陷問題紛紛提出解決方案，例如「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」、「雲彰黃金廊道農業新方案」以及「大潮州地下水補注湖計畫」等，都是希冀透過減少消耗及補注地下水的方式，延緩可能面臨地下水資源耗竭之困境。然而以推動地下水補注或產業轉型計畫的方式，主要是減緩地區性的地層下陷問題，但缺乏整體性的資源管理，對國家整體地下水資源管理問題助益仍有限。

我國地下水資源政策之研究

此外，我國現行地下水資源管理機關為行政院環境保護署及經濟部水利署，分別負責地下水水質及水量控管任務。行政院環境保護署主要依據土壤及地下水污染整治法著重地下水水質保護，職掌監測地下水污染及整治工作；經濟部水利署主要依據水利法及地下水管制辦法負責地下水水量控管，主管地下水水權及鑿井開發工作。在未來政府組織改造契機下，應採取新思維與行動進行整合性規劃，加強地下水整體性管理，符合國際間整合性水資源管理的原則，追求水資源永續利用。本計畫從政策面、法律面及組織面向找出問題的關鍵，參考其他國家經驗，針對問題，研提我國未來地下水資源管理制度建議。

二、研究方法及流程

本研究主要以文獻整理、深入訪談、焦點座談會的舉行與網路意見徵集進行研究。其流程如下：首先，蒐集國內現階段地下水資源管理制度的相關政策與執行現況，主要透過政府相關單位的研究報告、訪談與焦點座談，瞭解水量管理與水質主管機關（經濟部水利署與環保署）的政策作為以及現階段的政策成效，同時也透過文獻、深度訪談與焦點座談深入了解農漁業主管機關（農委會與漁業署）、經濟部（工業局）與地方縣市的水利處與養殖漁政單位，對地下水利用與水資源運用的看法。同時，輔以國內主要媒體資料庫，如聯合知識庫與時報資訊資料庫，瞭解我國當前地方與輿論對於地下水資源管理的意見。

與上述工作項目展開的同時，本計畫亦透過文獻，整理了國外的地下水水資源管理制度。以國際上最常被討論且管理制度先進與資訊取得相對容易的國家為對象，如美國加州、澳洲、荷蘭、丹麥的地下水管理制度，也包括鄰近國家日本。另外，以色列是相當乾旱地區，地下水的治理應有別於水資源豐沛的國家，因此亦列入國外的制度研究之中。經由上述的研究過程，本研究歸納了我國地下水主要關鍵問題與提出制度上的建議。

三、重要發現

（一）政策

1. 問題分析

(1) 缺乏地下水的整體管理政策

「新世紀水資源政策綱領」為我國水資源業務推動的最高指導方針，綱領內容雖然廣泛，但是對於地下水管理利用的篇幅極少，直接有關者僅為加強地下水補注、推動地層下陷防治及下陷區的生活品質與產業發展、嚴重地層下陷區的國土復育。此外，以環境保護為宗旨之「永續發展政策綱領」對於水源水質保護議題上，對地下水水質的具體作為描述少，僅有加強監測與整治，我國各區地下水資源稟賦不同，在有些尚未造成問題的地區應該可以在兼具質與量的安全條件下，善加利用（張良正、許少華，訪談；聯合報社論，2011）。

(2) 偏重水資源供給面政策，忽視水資源需求面管理政策

過去太偏重水資源的開發，對於水資源需求的管理未能重視，因此在可開發的水資源逐漸減少，社會上對開發的接受度不足，政府又無法有效的抑制水資源的需求，以及對有限水資源進行分配，因此僅能運用行政手段進行分配，也因此造成社會上用水部門間的爭議，此爭議都可在第一節所述之高鐵、國光石化與高屏大湖的爭議裡嗅出端倪，中科四期的農業與工業用水搶水爭議為另一適例。

(3) 用水部門欠缺水資源善用誘因

首先，農業部門的用水超過其他部門甚多，隨者工業、民生用水的增加，農業部門的用水未能隨著調整，遂成為各界爭議的焦點（張廣智，座談會；廖宗盛 2010；張炎銘，2011；經濟日報社論，2011）。然而，農業部門在水資源管理與利用亦扮演積極功能，可藏水於農，讓農業適時適地提供民生與工業的用水需求。政府為配合工業部門的需求，並不太考慮地區水資源的情勢，而是積極配合調度或開發水資源以為因應，因此工業部門也無積極管理水資源的誘因，造成農業部門與工業部門的經常性衝突。民生部門的用水順序是各項用水中的第一位，在水價長年沒有調整，大眾無節水誘因。其次，前述各項用水標的之水源分配，並未同時考量其取得原水之水質，當前地下水水權的分配，僅取過去取得水權量做分配，使得各標的的用水單位在無法選擇下，自行負擔處理成本，無法依水質需求調整，無法做最適分配，

然而地下水水質優良且稀缺，應優先分配於水質需求最高者。

四、主要建議

(一) 立即可行建議

1. 建立地下水資源管理前瞻政策與策略

- (1) 深入進行地下水資源的各項研究與基本資料調查，包括建置地下水水文的監測系統，如地下水入滲補注地下觀測系統、安全出水量或永續出水量的估算、伏流水研究、地下水抽用資料估算、地面地下水的最佳聯合運用模式，並公開研究成果（主辦機關：經濟部）。
- (2) 以多元方式進行地下水補注：透水鋪面增加地表進流水入滲、平地造林、水田增加地下水補注、人工地下水補注、回收工業用水與民生污水進行地下水補注（主辦機關：經濟部；協辦機關：農委會）。
- (3) 以滯洪池水、再生水、海水淡化、雨水蒐集、農地蓄水、地面水多元提供水資源（主辦機關：經濟部；協辦機關：農委會）。
- (4) 強化地下水列管場址周圍深層地下水井監測，成立跨部會水質監測小組，建立水質異常即時通報系統（主辦機關：環保署；協辦機關：經濟部）。

2. 落實需求面水資源管理政策

- (1) 落實《水利法》有關水資源利用管理的規定，包括水權登記、量水設備安裝與用水記錄、用水查核、水權費徵收（主辦機關：經濟部、各地方政府；協辦機關：農委會）。
- (2) 調整水價與水污染防治費，水利署 2011 與 2012 年皆有自來水水價調整的研究。以地下水資源經營觀點，本研究建議應對自來水公司課徵地下水使用費（或水權費），並據以反應在自來水水費上（主辦機關：經濟部）。

- (3) 減少農田灌溉渠道或自來水管線的漏水率，透過管線汰換、漏水檢測、修漏作業、水壓管理、加壓設施改善、小區計量等自來水減漏工作，持續改善自來水高漏水率問題，以及推動之圳路系統改善及施設渠道內面工程，以改善降低灌溉用水輸漏水損失（主辦機關：農委會、經濟部）。

3. 明確環境資源部各單位權責與分工

- (1) 由行政院成立跨部會推動小組，進行地下水管理政策之擬定與推動（主辦機關：環保署、經濟部；協辦機關：農委會）。

在環資部成立之後，經濟部（工業局）與農委會依然保有對所屬部門的用水管理之責，以環資部的層級，仍無法有效推動地下水相關政策，需由行政院召集跨部會推動小組，建議以行政院副院長為召集人，以環資部為幕僚，定期召開會議，邀集相關機關擬定年度之改革目標、方向、時程及分工，並持續就各機關推動情形進行列管與協調聯繫。

- (2) 明確「司」與任務編組之「會」之分工，特別是在名稱相似與管理範圍相近者，可定位「司」為「會」之幕僚單位，決策由「會」進行（主辦機關：環保署；協辦機關：經濟部）；
 - (3) 加速環保署與水利署相關業務的整合，如各自的地下水監測系統，建立資料庫交換平台與建置即時水質通報系統（主辦機關：環保署；協辦機關：經濟部）。
4. 依《地質法》建立地下水補注敏感區的管理機制，包括敏感區劃設、管制規定與受土地管制的補償辦法（主辦機關：經濟部）

（二）中長期建議

1. 建立地下地面水資源聯合運用的運作模式（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署、農委會、各地方政府）

首先以流域為邊界來進行地面地下水聯合管理，進而建立本區與跨區的地面地下水聯合運用模式。進行步驟可先對尚未進行過

我國地下水資源政策之研究

聯合運用的地下水水區進行研究，其次建立該區地下地面水聯合運用的操作規則，再以某地下水區為示範區加以驗證並修正操作規則，最後則是建立跨區聯合運用的最佳模式。

2. 成立國家級的地下水研究機構（主辦單位：科技部、教育部；協辦單位：環保署、經濟部）

可仿效外國成立國家級的地下水研究機構，如澳洲在「國家水資源委員會」及「澳洲研究理事會」聯合出資下所成立的「國家地下水教育及研究中心」，我國之地下水研究機構可設於國家實驗研究院，同時在環資部下的「環境教育及訓練所」對公務員進行地下水相關的教育訓練。

3. 研擬需求面的水資源管理政策

- (1) 建立合理水權分配機制，可仿效荷蘭採取許可制，以水質與用途核發水權；長期可仿效澳洲，建立水權、水量的公開交易市場以進行水資源的分配的方式（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署）。

- (2) 農業、工業部門建立水資源管理的上位法律，如農田水利法或是工業用水法，各部門主管機關肩負起水資源管理的責任（主辦機關：經濟部、農委會）。

- (3) 完整反映農業部門用水成本與效益、降低農業部門用水補貼以促成農業用水的效率（主辦機關：農委會）。

4. 以水資源稟賦做為區域產業發展的依據

- (1) 產業發展（例如科技園區或產業園區）應以地區的水資源稟賦作為產業發展的依據，高耗水產業不應在水資源不足地區發展（主辦機關：經濟部、科技部）。

- (2) 農業應根據水資源供給量研擬農作制度與作物生產區的配置，透過適當的誘因與配套以改變作物種植（主辦機關：農委會）。

5. 增強農田水利會對地區水資源調度的功能

- (1) 賦予農田水利會對灌區外的供水任務，可透過類似「農業用水調度使用協調作業要點」的運作方式，由地方縣市政府代表需水一方，進行水量的價購與移轉（主辦機關：經濟部、農委會；協辦機關：各地方政府）。
- (2) 將農田水利會變更為水利公司，使水量的交易可以法制化與正常化，在兼顧農民用水的權益下，為其他用水者創造更大的公益（主辦機關：經濟部、農委會）。

6. 強化地方政府政策與執行的權責（主辦機關：經濟部；協辦機關：各地方政府）

水資源具有區域性，在地方自治的基礎上，地方政府應有該高的權責進行水資源管理。地方政府非供水單位，水權多集中於非其所屬的組織上，缺乏水資源治理的控制權，不利地方水資源的治理。

7. 強化流域管理組織的功能（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署、農委會、各地方政府）

明訂流域管理委員會地下水管理職責，加強流域管理組織地下水管理權責；進一步流域管理組織可轉型為水利公司，採用參與式管理，透過水資源利益相關人所組成的水利公司，讓水資源的利用皆與公司組織成員利害相關，以此創造水資源利用的最大價值。

8. 修改《水利法》

- (1) 修改第 12 條，將「農田」水利會修改水利會，賦予其新的角色；此外，修改第 19 條之一，刪除水量移用 3 年後水權的變更規定，使其樂於水量交易（主辦機關：經濟部；協辦機關：農委會）。
- (2) 修改第 22 條，使取得剩餘水量的人，並不一定取得水權，即水量與水權可分別交易，在水權仍可機會持有的保障下，可

我國地下水資源政策之研究

提高節約用水的誘因；增訂未按照申請水權量超用的罰則（主辦機關：經濟部）。

- (3) 修改《水利法》水權核發方式，改以申請用途做為核發水權依據，或是依申請使用水源用途或水質差異核發水權，或採差別取價核發，將水量與水質的管理合一（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署）。

9. 提升農業與工業的水資源管理法令

- (1) 修改《水利法》第 19 條，以容許或鼓勵水利會運用水資源（主辦機關：經濟部）。
- (2) 提升農業、工業水資源管理法令位階，取代現有的法令。訂定《農田水利法》將灌區內外事業統籌管理與訂定《工業用水法》賦予主管機關更高的水資源管理權責（主辦機關：經濟部、農委會）。
- (3) 統一農業水資源管理，《農業用水調度使用協調作業要點》變更附屬在《農業發展條例》之內（主辦機關：農委會）。
- (4) 修改《農田水利會組織通則》第 10 條，賦予水利會多角化經營的法條，特別是在水資源的經營管理上、賦予更靈活的操作空間（主辦機關：農委會）。

關鍵詞：水利法、地下水補注、地面地下水聯合運用、整合性水資源管理、安全出水量

目次

提要.....	I
目次.....	IX
表次.....	XIII
圖次.....	XV
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二節 研究流程與架構	2
第三節 研究方法說明	4
第二章 國外地下水資源管理	7
第一節 整合性水資源管理	7
第二節 美國	11
第三節 澳洲	36
第四節 日本	54
第五節 以色列	62
第六節 荷蘭	73
第七節 丹麥	86
第八節 各國經驗小結	99
第三章 我國地下水資源管理制度現況	107
第一節 現階段水量管理制度與執行現況	107
第二節 現階段水質管理制度與執行現況	162

第四章 我國地下水資源管理制度研析.....	177
第一節 輿論觀點	177
第二節 綜合分析	184
第五章 結論與建議	201
參考書目	207
附錄一 深入訪談記錄-張良正教授	215
附錄二 深入訪談記錄-許少華教授	219
附錄三 深入訪談記錄-丁澈士教授	223
附錄四 深入訪談記錄-林財富教授	229
附錄五 深入訪談記錄-蔡鴻德執行秘書	233
附錄六 深入訪談記錄-林鎮洋教授	239
附錄七 深入訪談記錄-盧至人教授	243
附錄八 深入訪談記錄-李允中科長	247
附錄九 深入訪談記錄-繆自昌組長	255
附錄十 深入訪談記錄-林榮川處長	263
附錄十一 深入訪談記錄-賴建陞科長	271
附錄十二 深入訪談記錄-周廷彰處長	275
附錄十三 深入訪談記錄-鄭欽韓副工程司	285
附錄十四 第一次座談會會議記錄	289
附錄十五 第二次座談會會議記錄	293
附錄十六 第三次座談會會議記錄	309
附錄十七 第四次座談會會議記錄	321
附錄十八 網路意見-政策投手版	331

附錄十九 網路意見-臉書／公共政策大家談	333
附錄二十 期中報告審查意見回覆	337
附錄二十一 期末報告審查意見回覆	349

我國地下水資源政策之研究

表次

表 1-1 文獻蒐集	5
表 2-1 整合性水資源管理架構三要素說明	9
表 2-2 加州各水區 1998~2005 年年均用水需求與地下水供應情況	16
表 2-3 加州地區相關地下水管制法規一覽表	20
表 2-4 加州現行頒布地下水管理命令之 29 個郡政府	23
表 2-5 加州地下水管理機關及其主要管理職務一覽表	25
表 2-6 2010 年「整合水資源計畫」之整合資源策略規劃	28
表 2-7 加州地下水污染與整治概況（部分案例）	33
表 2-8 澳洲各州與領地的地下水治理相關法規	41
表 2-9 澳洲各州與領地的地下水管理機關	43
表 2-10 澳洲水權交易主要的仲介機構	45
表 2-11 澳洲各區親水權交易量	46
表 2-12 澳洲各區核配水量交易量	47
表 2-13 澳洲歷年核發之親水權件數與親水權水量	50
表 2-14 各地區地層下陷防止等對策要綱概要	59
表 2-15 工業用水法與建築物用水法摘要	60
表 2-16 以色列各用水標的善用水效率的期程規劃（2010~2050 年）	66
表 2-17 荷蘭年均水平衡概要	74
表 2-18 荷蘭 1988 年地下水抽取使用情形	75
表 2-19 美國（加州）與澳洲的地下水管理	101

表 2-20 荷蘭與丹麥的地下水管理	102
表 2-21 日本與以色列的地下水管理	103
表 2-22 我國與各國地下水管理制度比較	104
表 3-1 台灣地區地下水概況特性	111
表 3-2 台灣地區地下水資源分區與地下資源估計	112
表 3-3 彰化地區民國 81 年至 101 年下陷面積分析表	124
表 3-4 雲林地區民國 81 年至 101 年下陷面積分析表	125
表 3-5 「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫」工作項目執行分工表	152
表 3-6 水井調查推估概略數量	158
表 3-7 全台各縣市監測井數量	163
表 3-8 歷年地下水水質平均低於地下水污染監測標準比率	165
表 3-9 101 年各地下水區一般水質項目測值低於地下水污染監測標準比率	166
表 3-10 全台持續使用之場置性監測井分佈與類別統計	167
表 3-11 水利署觀測站井（民國 81 年統計至 98 年 12 月）	169

圖次

圖 1-1 研究架構	3
圖 2-1 整合性水資源管理三要素	8
圖 2-2 地下水資源管理與原則	10
圖 2-3 2012 年全美分區降雨分布情況	12
圖 2-4 加州水區分布情況	17
圖 2-5 澳洲地下水區分佈情形	37
圖 2-6 2009~2010 年澳洲各州親水權與核配水權交易量	48
圖 2-7 日本水資源	55
圖 2-8 日本 2010 年地下水使用	56
圖 2-9 日本歷年全國地下水使用量	56
圖 2-10 2011 年日本地層下陷區累積下陷量	58
圖 2-11 全年供應天然水通過降水進入以色列的天然水能蘊藏量 (1932 至 2010 年)	63
圖 2-12 以色列歷年各種水資源消費量 (1960~2050 年)	64
圖 2-13 荷蘭海岸區域剖面圖	76
圖 2-14 荷蘭東西向的地質水文剖面圖	76
圖 2-15 荷蘭區域地下水位圖	77
圖 2-16 丹麥水資源分布圖	87
圖 2-17 丹麥 1989~2005 年的地下水抽取量變化圖	88
圖 2-18 丹麥地下水污染物濃度的變化趨勢	91
圖 2-19 丹麥地下水分區圖	93

圖 2-20 丹麥地下水監測涵蓋範圍	95
圖 3-1 2011 年臺灣地區水資源利用現況	108
圖 3-2 台灣地區地下水分區圖	110
圖 3-3 台北地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	114
圖 3-4 板新地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	114
圖 3-5 桃園地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	116
圖 3-6 新竹地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	118
圖 3-7 苗栗地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	118
圖 3-8 台中地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	120
圖 3-9 彰化地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	123
圖 3-10 雲林地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	123
圖 3-11 嘉義地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	128
圖 3-12 台南地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	129
圖 3-13 高雄地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	129
圖 3-14 屏東地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)	

.....	132
圖 3-15 宜蘭地區生活及工業用水供需圖(不含自行取水與工業專管)	134
.....	136
圖 3-16 花蓮地區生活及工業用水供需圖(不含自行取水與工業專管)	136
.....	136
圖 3-17 台東地區生活及工業用水供需圖(不含自行取水與工業專管)	144
.....	151
圖 3-18 環境資源部組織架構與編制員額	154
.....	154
圖 3-19 現階段推動地層下陷防治工作分工關聯圖	156
.....	157
圖 3-20 「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫(98~103年度)」之 防治策略及工作項目架構	160
.....	164
圖 3-21 水利署劃設之嚴重地層下陷地區	164
.....	174
圖 3-22 地下水管制區域	174
.....	174
圖 3-23 現階段違法水井處置架構	174
.....	174
圖 3-24 「違法水井處置策略」處置方式及執行流程	174
.....	174
圖 3-25 全台區域性地下水監測井分布圖	174
.....	174
圖 3-26 水質管理組織與法源	174

我國地下水資源政策之研究

第一章 緒論

第一節 研究緣起

台灣被聯合國列為全球排名第 18 位具缺水危機的國家。台灣本島地區民國 38~99 年期間的平均年雨量約為 2,500 毫米，受限於降雨時間與空間分佈不均，實際可用水量僅為年降雨量之 26% 左右；惟水源繼續開發不易，水資源調配運用困難，台灣水庫密度已經相當高，據台灣地區民國 99 年蓄水設施營運水量統計報告，最近施測年量測現今實際運轉且有營運統計資料之公告水庫有 96 座，其中主要水庫計有 40 座，重要水庫為 17 座。惟庫容均不大，蓄水設施總容量計 20.78 億立方公尺，量測蓄水設施有效容量總計 19.51 億立方公尺。未來受到氣候變遷的影響，水資源將面臨水量減少，水質變差，而需水量卻增加的窘境，水資源稀缺問題將是我們邁向永續發展的首要限制條件之一。一方面，降雨型態與強度的改變將造成上游的土壤沖蝕與崩塌，使更多泥沙進入河道，造成水庫與河道淤積，減少水庫壽命，而且溫度升高將使水中溶氧下降，涵容能力下降，水質變差，造成可用水資源的減少；但另一方面，溫度上升將增加各種用水需求量。

然而過去臺灣人口與經濟的快速發展，對水資源需求量龐大，致長期仰賴地下水資源的提供，導致部分地區地層下陷、海水倒灌、土壤鹽化等情形日益嚴重，對國家整體而言，引發海岸線退縮、國土流失及自然生態破壞等國土保育問題。臺灣不僅內部面臨地下水資源濫用引發連鎖效應，加上近來地球暖化及氣候變遷問題加劇，極端氣候變化導致重大天災事件頻傳，造成這些環境敏感地帶發生災害風險機率提高，嚴重威脅民眾生命財產安全。

近年來，各部會及地方政府因應過度抽取地下水造成地層下陷問題紛紛提出解決方案，例如「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」、「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」以及「大潮州地下水人工補注湖

計畫」等，都是希冀透過減少消耗及補注地下水的方式，延緩可能面臨地下水資源耗竭之困境。然而以推動地下水補注或產業轉型計畫的方式，主要是減緩地區性的地層下陷問題，但缺乏整體性的資源管理，對國家整體地下水資源管理問題助益仍有限。

此外，我國現行地下水資源管理機關為行政院環境保護署及經濟部水利署，分別負責地下水水質及水量控管任務。行政院環境保護署主要依據土壤及地下水污染整治法著重地下水水質保護，職掌監測地下水污染及整治工作；經濟部水利署主要依據水利法及地下水管制辦法負責地下水水量控管，主管地下水水權及鑿井開發工作。在未來政府組織改造契機下，應採取新思維與行動進行整合性規劃，加強地下水整體性管理，符合國際間整合性水資源管理的原則，追求水資源永續利用。本計畫從政策面、法律面及組織面向找出問題的關鍵，參考其他國家經驗，針對問題，研提我國未來地下水資源管理制度建議。

第二節 研究流程與架構

本計畫的研究方向與工作有以下四點：

一、探討我國（包含本島及離島地區）現階段地下水資源管理制度相關政策與執行現況。

二、研析我國地下水資源管理制度目前面臨之重要議題（包含政策、法律及組織等面向）。

三、針對上開地下水資源管理制度之議題，研析值得我國借鏡之其他國家地下水資源永續管理策略。

四、研提我國地下水資源政策之具體建議。

根據上述四項工作方向，本研究的研究架構如下圖所示，並說明如後：

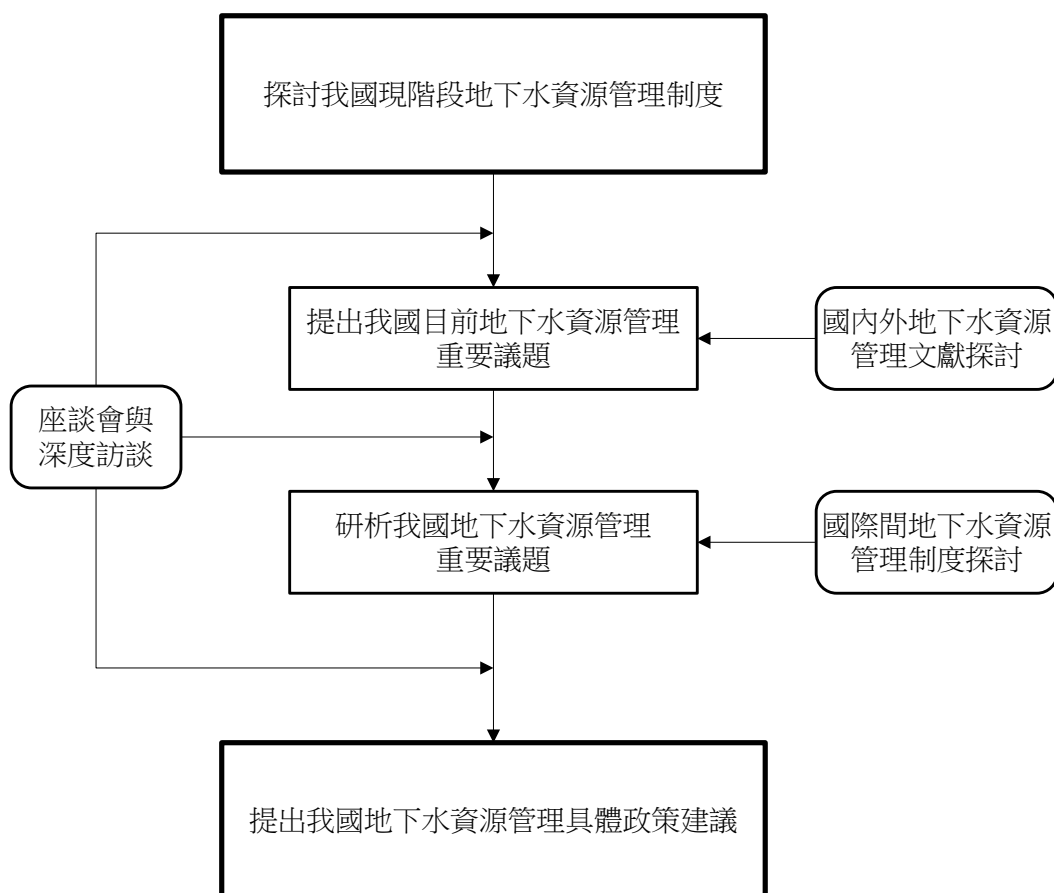


圖 1-1 研究架構

資料來源：本研究繪製

首先，蒐集國內現階段地下水資源管理制度的相關政策與執行現況，主要透過政府相關單位的研究報告、訪談與焦點座談，瞭解水量管理與水質主管機關（經濟部水利署與環保署）的政策作為以及現階段的政策成效，同時也透過文獻、深度訪談與焦點座談深入了解農漁業主管機關（農委會）、經濟部（工業局）與地方縣市的水利處與養殖漁政單位，對地下水利用與水資源運用的看法。同時，輔以國內主要媒體資料庫，如聯合知識庫與時報資訊資料庫，瞭解我國當前地方與輿論對於地下水資源管理的意見。

與上述工作項目展開的同時，本計畫亦透過文獻，整理了國外的地下水水資源管理制度。以國際上最常被討論且管理制度先進與資訊取得相對容易的國家為對象，如美國加州、澳洲、荷蘭、丹麥的地下水管理制度，也包括鄰近國家日本。另外，以色列是相當乾旱地區，地下水的治理應有別於水資源豐沛的國家，因此亦列入國外的制度研究之中。經由上述的研究過程，本研究歸納了我國地下水主要關鍵問題與提出制度上的建議。

第三節 研究方法說明

以下就本研究的研究方法提出簡要說明，分別是文獻整理方式、座談會與深入訪談、與網路資訊意見蒐集，如下：

一、文獻回顧整理

本研究蒐集的文獻包括我國政府地下水資源管理的法規制度與運作情形、國外地下水資源管理的制度及案例、國外學術或管理期刊上對地下水資源管理的研究及國內學術界與民間對地下水資源管理的評析或討論。四類文獻預計蒐集的管道與目的，如下表所示：

表 1-1 文獻蒐集

文獻	資料蒐集管道	目的
我國政府地下水資源管理的制度、法令與作法	國家圖書館、各部會網站、網路	從制度、法令與作法三個面向，以掌握並分析我國地下水資源管理的制度與問題
國外地下水資源管理的制度或案例	學術資料庫、國外政府網站、網路	從制度與管理面向，瞭解國外的地下水資源管理作法，可借鏡其管理制度
國外學術或管理期刊上對地下水資源管理的研究	學術資料庫、網路	以學界對地下水資源的研究，掌握地下水管理的議題與討論，有助本計畫議題的討論
國內學術界與民間對地下水資源管理的評析或討論	國內期刊資料庫、報社資料庫、網路、紙本期刊	掌握國內學術界與民間在地下水管理制度、法令與策略上的觀點與意見，有助本計畫策略建議的修正與形成

資料來源：本研究整理

二、深入訪談與座談會

在深入訪談方面，主軸為「探討我國現階段地下水資管理制度相關政策與執行現況與管理議題」，主要在於瞭解並釐清政府單位，包括中央與地方在水質、水量與地下水利用方面的管理措施與面臨的問題。訪問的對象包括經濟部水利署、環保署、雲林縣政府、農委會、水利與環工的專家學者，共計 13 人。

本計畫召開 4 場次焦點座談會，討論地下水資源有關議題，已邀請不同學門領域的產、官、學、研等專家共 20 人與會。焦點座談會之主要任務在於進行各項議題討論及溝通，提出地下水管理政策的方向與原則，並修正本研究進行中的方向與尋求問題的解答。第一次焦點座談會聚焦於地下水的運用與人工補注；第二次以地下水治理為議題，分別從中央、地方水利主管機關管理觀點與經濟學家的立場，討論地下水的管理；第三次擴大為水利、環保主管機關與專家、與工業、農業主管機關的討論；第四次為本研究的計畫內容初步報告，分別從

我國地下水資源政策之研究

政策、組織與法律面向提出研究成果供與會的專家從多面向討論。

三、網路意見資訊蒐集規劃

有關本計畫運用網際網路蒐集各界意見並納入研究參考部分之執行，已透過「我的 E 政府全球資訊網／政策投手版」與「社群網站：臉書／公共政策大家談」提出地下水資源管理議題供大眾意見表達。

第二章 國外地下水資源管理

第一節 整合性水資源管理

一、整合性水資源管理基本理念

1992 年在愛爾蘭都柏林 (Dublin) 所舉行的水與環境國際會議上，提出了都柏林四原則 (Dublin Principle)，分別是：

1. 淡水是有限且脆弱，卻是維生、發展與環境的重要資源
2. 水資源的發展與管理應該是包含各階層的使用者、規劃者與政府決策者的參與式管理
3. 女性在水資源的提供、管理與維護扮演重要角色
4. 水在爭相使用時產生經濟價值，因此該被視為經濟財 (economic goods)

此四原則，在同年於巴西里約熱內盧所舉辦的聯合國環境與發展會議 (United Nations Conference on Environment and Development, UNCED) 中被進一步採用，並在該次會議的 21 世紀宣言 (Agenda 21) 中提出了水資源的整合性管理理念 (integrated approach)，水資源管理需兼顧水資源的發展、管理與使用等面向，此後，這整合性的方法被稱為水資源整合性管理 (Integrated Water Resources Management, IWRM)，而 IWRM 原則在此後為國際間所追求與採納。

採取 IWRM 原則有三個要素需考量 (Cap Net, 2010)，如圖 2-1 所示：

1. 培育環境 (Enabling environment)：包括政策、立法、管制、財務與誘因結構
2. 制度角色 (Institutional roles)：能包含流域與地下水層、中央

與地方、公私部門的制度模式

3. 管理工具 (Management instruments): 包括資源評估工具、資訊管理、水資源配置與保護工具

此三個元素即反應了永續發展的三個中心思想，亦即生態永續、經濟效率與社會公平兼顧的均衡發展。

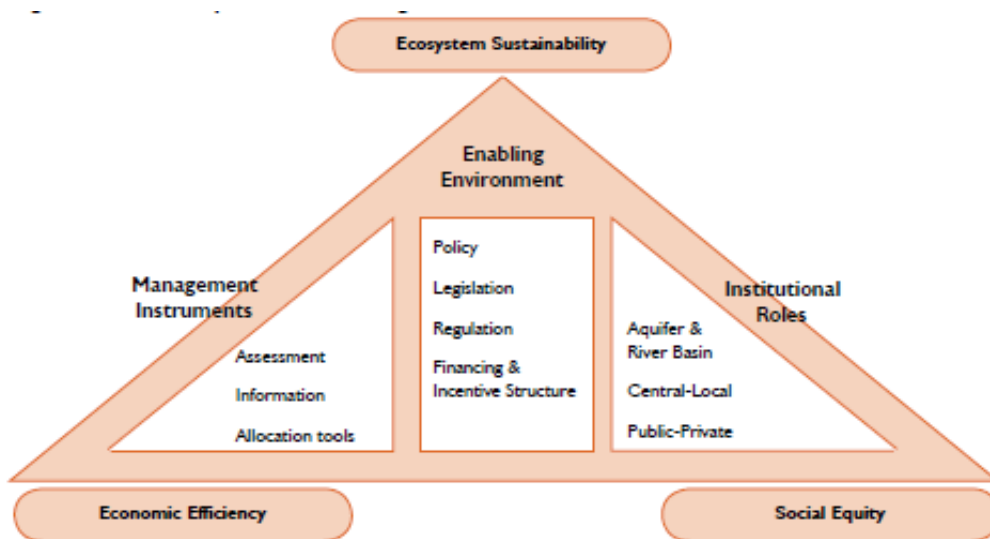


圖 2-1 整合性水資源管理三要素

資料來源: Cap-Net (2010)

採用整合性水資源管理不是一蹴可及的工作，需要循序漸進，在改變的過程中，有幾面向需要注意，如表 2-1 所示：

表 2-1 整合性水資源管理架構三要素說明

培育環境	
一、	政策：建立水資源使用、保護與保育的目標
二、	立法架構：建構能達成政策目標的規則
三、	財務與誘因結構：配置財務資源以達成政策目標
制度角色	
四、	組織架構的建構：包括型式與功能
五、	制度能量建構：即人力資源的培養
管理工具	
六、	水資源評估：瞭解水資源
七、	IWRM 的設計：綜合考量發展需要、水資源使用與用水者之間的關係
八、	需求面管理：讓水資源使用更具效率
九、	社會變遷工具：發展成為重視水資源的公民社會
十、	衝突的解決：建構水資源共享的機制
十一、	管制工具：包括水資源分配與使用機制
十二、	經濟工具：建立反映水資源價值與價格的經濟工具
十三、	資訊管理與交換：增進對什麼是好的水資源管理的認識

資料來源：Cap-Net（2010）

二、水資源管理與整合性水資源管理

在整合性水資源管理的原則裡，地面水與地下水視為同一資源，地下水資源管理的主要目的在於讓水資源能滿足當代與後代人類與生態用水的需求（如圖 2-2），因此有兩個關鍵的管理目標，分別是：地下水的抽取與補注之間取得平衡，二是避免地下水遭到污染。而整合性的地下水資源管理即為整合地面水與地下水的資源管理，目的就是要永續利用水資源，同時兼顧經濟、環境與社會（生活）的平衡發展，而以地下水的使用與補注，與避免水污染為管理目標，因此需以整合性水資源管理的培育環境、制度角色與管理工具為策略手段來循序漸進的達成。

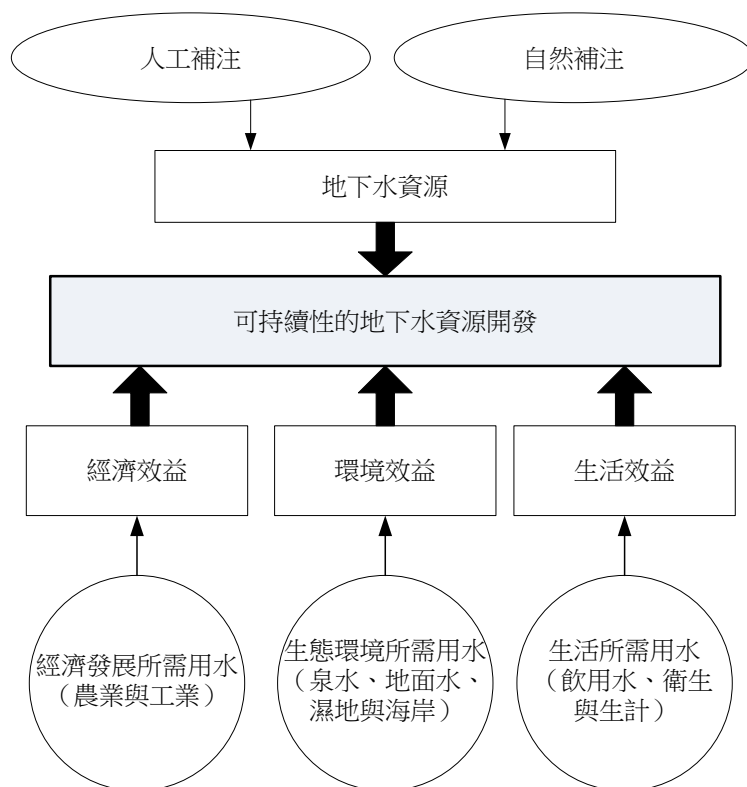


圖 2-2 地下水資源管理與原則

資料來源：本研究繪製，改編自 Cap-Net (2010)

第二節 美國

一、美國水資源利用概況

美國國土面積約為 982 萬平方公里，總人口約有 3.1 億人，每平方公里人口超過 31 人，且因美國幅員遼闊，地形複雜，各地年降雨量差異大。因此，有關如何強化水資源利用效率與連結機關職能已成為美國政府極為重視的課題之一。

依據美國海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）就美國 2012 年平均降雨量的統計資料顯示，扣除阿拉斯加與夏威夷，美國本土 48 州於 2011 年平均降雨量約為 674.9 公釐，低於長期（1895~2012 年）年平均降雨量（約為 740 公釐）。進一步觀察 2012 年各州降雨量分布情況，美國本土 48 州以華盛頓州與奧勒岡州、緬因州、密西西比州、路易西安那州年降雨量明顯高於 2012 年年平均值，其他大部分區域則低於 2012 年年平均值，其中以內布拉斯加州最為乾旱（如圖 2-3 所示）。

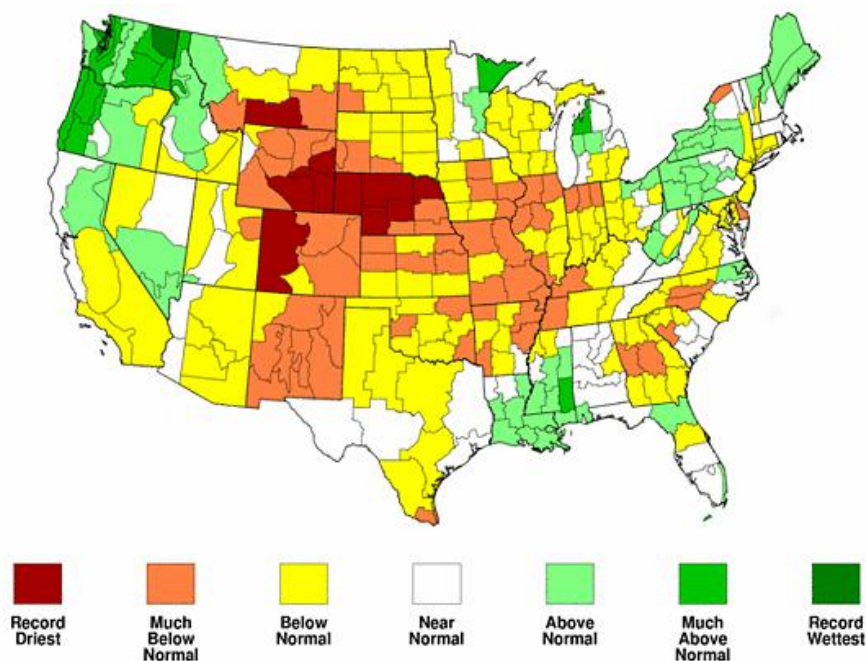


圖 2-3 2012 年全美分區降雨分布情況

資料來源：美國海洋暨大氣總署網站¹

其次，在美國水資源的利用上，依「美國地質調查局」(U.S. Geological Survey, USGS)於2009年公布之「2005年美國用水估量」(Estimated Use of Water in the United States in 2005)報告顯示²，美國在2005年的每日取用水量約為4,100億加侖(約15.5億立方公尺)，略低於2000年的每日取用水量。用途上主要為供應在公共服務(11%)、家庭(1%)、灌溉(31%)、畜牧(1%)、養殖漁業(2%)、工業(4%)、礦業(1%)與地熱發電(49%)。其中，淡水取用量為每

¹ National Oceanic and Atmospheric Administration, "National Temperature and Precipitation Maps," (<http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/maps.php?imgs%5B%5D=Divisionalprank&year=2012&month=1&ts=ytd&submitted=Submit>) (2013/7).

² 依據「美國地質調查所」之公布資料顯示，「美國用水估量」報告約為5年發布一次，「2010年美國用水估量」(Estimated Use of Water in the United States in 2010)報告至截稿為止尚未發布。因此，「2005年美國用水估量」係近期可取得之美國全國用水情況之統計資料。

日 3,490 億加侖，占每日取用水總量的 85%，鹹水（saline water）取用量為每日 610 億加侖（約 2.3 億立方公尺、占 15%）。淡水取用量可再分為地面水與地下水，2005 年美國地面水取用量為每日 2,700 億加侖（約 10.2 億立方公尺），與 2000 年持平，計約占每日取用水總量的 68.85%；地下水取用量為每日 796 億加侖（約 3 億立方公尺），較 2000 年減少 5%，計約占每日取用水總量的 19.41%（Kenny 等，2009）。

此外，「2005 年美國用水估量」之統計亦指出，2005 年全美每日取用水量中，主要前四大使用者依序為加州（占每日取用水總量的 11.1%）、德州（6.5%）、愛達荷州（4.8%）與佛羅里達州（4.5%），此四州總用水量即超過全美用水量的四分之一。若單就地下水而言，加州（13%）、德州（10%）、內布拉斯加州（9%）與阿肯色州（9%）等四州的每日地下水取用量，位居全美地下水取用量之前三位。其次，有關各州地面水與地下水資源之具體用途方面，全美地面水主要供應地熱發電與灌溉之比重最大，例如伊利諾、德州與密西根州將地面水供用於地熱發電、加州與愛達荷州則以灌溉用途最多。另外，在全美地下水之使用上，將近三分之二用於灌溉所需，其中主要灌溉用水區域集中於加州、內布拉斯加、阿肯色州與德州等四州（Kenny 等，2009）。

上述各項統計資料顯示，美國在水資源的利用上，地下水約占美國總體用水的五分之一，係屬重要水源之一。然而，由於美國屬於聯邦體制，全國無統一的水資源管理法規，有關水資源（包括地面水與地下水）之管理與法規制定皆屬於州政府事務，因而在美國水資源管理上形成高度分權且地方化的管理型態。

儘管如此，美國聯邦政府對於全國水資源之管理仍可追溯至 1964 年，在「管理與預算局」（Office of Management and Budget, OMB）之《A-67 通告》（Circular A-67）授權下，美國內政部（Department of the Interior）於轄下美國地質調查局（USGS）的水資源處（Water Resources Division）成立「水資源資料協調辦公室」（Office of Water Data Coordination），專責協調聯邦政府取得部分水資料之工作，該項任務於 1991 年在管理與預算局（OMB）頒布《92-01 號備忘錄》

(Memorandum No. 92-01)，正式將前述《A-67 通告》所涉之相關計畫定名為「水資源資訊協調計畫」(Water Information Coordination Program, WICP)。基本上，設立「水資源資訊協調計畫」(WICP)之目的，係為改善關於自然資源管理與環境保護決策所需之水資源訊息。其次，1991 年的《92-01 號備忘錄》亦整併過去關於水資源的諮詢委員會，成立「水資源資訊諮詢委員會」(Advisory Committee on Water Information, ACWI)，該委員會主要對跨部會、跨區域與公私部門之水資源管理事務提供建議，並為美國地質調查局(USGS)所進行之各項水資源計畫提供諮詢與建議。

此外，美國地質調查局(USGS)於 2001 年起推動「地下水資源計畫」(Ground Water Resources Program, GWRS)³，陸續針對包括加州中央谷含水層(Central Valley Aquifer)在內的主要「含水層系統」(aquifer systems)進行有系統的評估工作，其主要課題包括：1. 紀錄人類活動對於水位、地下水儲存，以及排放到溪流等地面水體之影響情況；2. 探討氣候變化對於區域水平衡(regional water budget)之影響；3. 藉由衡量數據網絡的適當性以評估區域中的衝擊情況。截至目前為止，「地下水資源計畫」仍在持續進行中。

除前述美國地質調查局(USGS)以外，在聯邦層級涉及地下水資源利用的主要管理機關，例如墾務局(Bureau of Reclamation)，其負責水資源的開發利用，如執行「智慧用水計畫」(WaterSMART Program)，並協調各州因水資源利用所產生之衝突；美國環保署(U.S. Environmental Protection Agency)與轄下之「地下水與飲用水辦公室」(Office of Ground Water and Drinking Water)，負責水污染防治及地下

³ 「地下水資源計畫」(GWRS)主要調查的含水層系統計有 13 處，現已完成調查工作的地方包括：哥倫比亞高原地區含水層系統(Columbia Plateau Regional Aquifer System)、密西西比灣地區含水層研究(Mississippi Embayment Regional Aquifer Study)、大盆地碳酸鹽岩與沖積含水層系統(Great Basin Carbonate and Alluvial Aquifer System)、中央谷含水層(Central Valley Aquifer)、北部和南部卡羅來納州大西洋海岸平原含水層系統(North and South Carolina Atlantic Coastal Plain Aquifer System)、丹佛盆地含水層(Denver Basin Aquifer)、中東部格蘭德河流域(Middle Rio Grande Basin Study)。

水污染防治事項。

由上述分析可知：(1) 加州用水量在全美整體水資源使用中占有相當大的比重，特別是加州用水中，無論是地面水或地下水，皆有極大比例係為供應灌溉用水；(2) 美國關於水資源之利用係屬州政府權責，且各州政府對於水資源之管理制度與法規亦有所不同。基於上述兩項因素，本研究係選定加州地區水資源之利用與管理體系作為國外案例的主要研究對象之一，希冀相關研究成果作為我國地下水管理之借鏡。

二、加州地下水水文與地下水使用情況

加州境內平均年降雨量約為 23 英吋 (584.2 公釐)，但在地形與氣候因素的影響下，加州西北部地區的平均年降雨量超過 140 英吋 (3,556 公釐)，而加州東南部地區則是低於 4 英吋 (101.6 公釐)，降雨情況極為不均。在此情況下，加州的地下水資源運用即成為目前加州農業與經濟發展的重要關鍵 (DWR, 2003)。

其次，依加州年度供水量情況來看，統計 1998 年至 2005 年平均年度用水資料，供應加州城市、農業，以及溼地管理用水量占地下水供給量的 35% (約 185 億立方公尺)，若在較為乾旱年份，地下水占整體供水量則將提升至 40%，在部分區域甚至會超過 60% (DWR, 2003; 2009a)。在用途方面，依據《2005 年美國用水估量》統計資料顯示，加州地下水主要用途係為供應灌溉 (78.36%)、公共用水 (11.63%) 與家庭用水 (3.9%)，三大用途合計占加州地下水使用的 93.89% (Kenny 等, 2009)。

此外，加州各地區對於地下水使用的依賴程度不一，但總體上將近半數的加州地區需仰賴地下水供應。按 1998 年至 2005 年平均年度地下水用水資料顯示 (如表 2-2 所示)，在中部海岸區地下水的供應量即超過其整體用水需求的 84%；拉南洪坦地區 (South Lahontan) 則有 70% 依賴地下水供應；圖萊里湖區 (Tulare Lake) 的地下水供水亦占當地用水需求的 49%；其他水區除舊金山灣區 (San Francisco Bay) 與科羅拉多河區 (Colorado River) 外，地下水供應量皆占該水區用水

需求的 20% 至 40% 之間，顯見加州地下水供應對於整體加州地區用水係屬不可或缺的重要水源之一（DWR，2003）。

表 2-2 加州各水區 1998~2005 年年均用水需求與地下水供應情況

單位：立方公尺

加州水區	用水總需求量	地下水供應量	地下水供應占用水總需求量之比重	地下水供應量占全加州地下水供應量之比重
北部海岸區	1,588,104	436,482	27%	2%
舊金山海灣區	1,595,502	256,464	16%	1%
中部海岸區	1,654,686	1,387,125	84%	8%
南部海岸區	6,003,477	2,003,625	33%	11%
沙加緬度河區	11,966,265	3,187,305	27%	17%
聖華金河區	9,934,281	3,281,013	33%	18%
圖萊里湖區	13,778,775	6,734,646	49%	36%
北拉洪坦區	631,296	181,251	29%	1%
南拉洪坦區	738,567	515,394	70%	3%
科羅拉多河區	5,674,266	530,190	9%	3%
總計	53,565,219	18,513,495	35%	100%

資料來源：California Department of Water Resources (2009a)

最後，依加州政府公布之資料顯示，加州現將全境劃分為十大水區（hydrologic region），包括北部海岸區（North Coast）、舊金山海灣區（San Francisco Bay）、中部海岸區（Central Coast）、南部海岸區（South Coast）、沙加緬度河區（Sacramento River）、聖華金河區（San Joaquin River）、圖萊里湖區（Tulare Lake）、北拉洪坦區（North Lahontan）、南拉洪坦區（South Lahontan）與科羅拉多河（Colorado River）。在這十大水區之中，現已發現 431 個地下水域（groundwater basin）（如圖 2-4 所示），其分布面積約占加州地表面積的 40%。惟加州政府僅對部分密集使用地下水域，例如中央山谷地區（包括沙加緬度河區、聖華

金河區與圖萊里湖區等三個水區）與南部海岸水區，較能掌握其地下水平衡，但對諸如東南部沙漠地區（如部分南拉洪坦區與科羅拉多河區兩水區）地下水平衡的掌握情況則處於尚待探索的階段（DWR，2003）。



圖 2-4 加州水區分布情況

資料來源：California Department of Water Resources（2003）

最後，依據加州政府評估地下水使用情形顯示，隨著地面水供應不足的情況，地下水作為額外供應來源的角色愈發重要與吃緊，甚且目前加州地區已有多個區域出現超抽地下水的情況，例如位於中央山谷地區的圖萊里湖盆地與聖華金河谷（San Joaquin Valley）東側區域，

特別是圖萊里湖盆地因農業灌溉需求之故，其用水需求遠大於加州其他地區，超抽地下水水量約占其用水需求的 0.08%至 0.18%之間，這個區域長期仰賴超抽地下水已衍生地下水鹽化、地層下陷等問題，而不利於圖萊里湖盆地的永續發展（Lund 與 Harter，2013）。倘未來再加上氣候變化等因素，將可能肇生更多的環境、社會與經濟上的衝擊，這也使得美國部分民間組織與學者不斷呼籲加州政府應儘快就全加州地下水管理建立全面性的制度（Enion，2011）。

三、地下水管理之制度

在加州關於水資源的管理實務經驗上，地方機關在早期已實施某些非正式的地下水管理工作，如在 1914 年，加州政府便已透過許可程序設立地面水使用權制度，但在地下水管理方面，加州政府除因特別情況外，從未曾涉入地下水管理事務，且加州議會亦一再認定地下水管理係屬地方責任。在此歷史因素演變下，現行加州關於水資源管理制度上，所有地下水管理之相關需求與問題處理皆由地方政府解決，倘遇有部分地方政府無法直接處理情況，尚可透過地方議會立法或由法院裁決。加州政府的角色僅止於如提供「地方地下水協助補助計畫」（Local Groundwater Assistance (LGA) Grant Program）、「整合區域水資源管理」（Integrated Regional Water Management，IRWM）等技術與財政支援，協助地方政府整合水資源利用，並落實其地下水管理措施（DWR，2003）。上述加州地下水的分權與地方化的發展，致使加州未能發展出一套全加州監測與評估加州地下水資源（包括水位、水質等）的管理制度，因而成為加州推動地下水管理上的重大挑戰（DWR，2003）。

四、地下水管理之法律

加州地下水主要為地方管理事務，而加州政府關於地下水之法律規範可分為兩大類型，其一係為支持與鼓勵地方進行地下水管理；其二係為保護與監測。

地下水水質（如表 2-3 所示）。近期關於地下水資源管理法律中主要以 1992 年的《加州水法》關於水資源管理條款，以及 2009 年的《SBX7

6 法案》對於地下水管理最具有特別意義。

首先，1991 年，加州眾議會通過《第 255 法案》(Assembly Bill 255, AB 255) 授權部分屬於超抽地下水情況嚴重的地方機關，於其管轄區域建立管理地下水計畫。當時僅有 7 個地方機關在授權情況下採取地下水管理計畫。至 1992 年，加州眾議會通過《加州水法》(California Water Code) 第 10750 條至第 10756 條關於地下水管理 (Assembly Bill 3030, AB3030)，確立授權地方管理地下水資源之程序與規範。

《加州水法》關於地下水管理條文鼓勵地方機關在法律授權下，實施地下水管理 (第 10750 條(a)、第 10750.2 條、第 10752(b)條)，並允許地方機關為其全部或一部分服務區域採取並執行「地下水管理計畫」(Ground Water Management Plan, GWMP) (第 10752 條(g)、第 10753 條(a)、第 10755.2 條)。地方機關在採取「地下水管理計畫」前應實施相關程序步驟，例如通過特定決議、發布公開訊息，以及舉行聽證會 (第 10753.2 條至第 10753.6 條)。「地下水管理計畫」之相關內容包括 12 類，例如控制鹽水侵入、確認與管理水源保護區、管制污染地下水的流動、管理廢棄與受損水井、減緩超抽地下水、補注超抽地下水、監測地下水位與水量、促進聯合使用，以及建造與進行地下水補注、維護、水資源回收利用與抽取計畫等 12 類相關事務 (《加州水法》第 10753.8 條)。

地方機關經授權採取「地下水管理計畫」後，可在研究或調查確定地下水補注或其他水體供應不足或不可能減輕地下水需求時，限制或中止抽取地下水 (《加州水法》第 10753.9 條)，亦可針對地下水抽取與補注事項，訂定與收取費用權力 (《加州水法》第 10754 條)，惟該訂定與徵收費用之權限須經多數同意為條件 (《加州水法》第 10754.3 條)。相較之下，未採取「地下水管理計畫」的地方機關，則可能無法從州政府方面取得水資源計畫補助或貸款 (《加州水法》第 10753.7(b) 條)。最後，《加州水法》第 10756 條要求加州水資源局向議會提交報告，列載引用《加州水法》條款的地方機關，以及法院審理／裁決中的案例。

2002 年，加州議會進一步通過加州水法關於地下水管理之修正 (SB 1938)，其要求地方機關採取之地下水管理計畫應納入「必要」工作，包括針對地下水域服務或界線重疊的管理機關可相互合作的計畫 (《加州水法》第 10753.7(a)(2))、提供顯示地下水域之地圖，同時附上與自身地下水管理計畫重疊之其他地方機關管理界線 (《加州水法》第 10753.7(a)(3))。建立管理目標 (《加州水法》第 10753.7(a)(1))，以及納入關於監測與管理地下水水位、水質、地層下陷，以及直接影響地下水水位與水質的地面水流與水質變化，或地下水抽取 (《加州水法》第 10753.7(a)(1))。

其次，2009 年 11 月，加州參議會通過《SBX7 6 法案》修正《加州水法》部分內容 (第 10920 條至第 10936 條，增加第 12924 條)，係加州首度針對地下水管理建立全面性的地下水位監測機制。該法要求加州水資源局與各地方機關針對地下水資源共同推動「加州全境地下水位監測」(California Statewide Groundwater Elevation Monitoring, CASGEM/ SBX7 6) 計畫，並將相關監測結果作成報告。

表 2-3 加州地區相關地下水管制法規一覽表

法律名稱／目的	對地方管理的支持／鼓勵	保護或監測地下水質
1969 年《加州水質控制法》 (Porter-Cologne Water Quality Control Act, 1969)		○
1985 年《農藥殘留防治法》 (The Pesticide Contamination Prevention Act of 1985)		○
1992 年《地方地下水管理法》 (Local Groundwater Management Act of 1992, AB 3030)	○	
2000 年《地方地下水管理援助法》 (Local Groundwater Management Assistance Act of 2000, AB 303)	○	
2001 年《地下水質監測法》		○

(Groundwater Quality Monitoring Act of 2001)		
2001 年《土地使用法修正》 (Amendment to Land Use Laws—2001 , SB 221)	○	
2001 年《都市水資源管理法修正》 (Amendment to the Urban Water Management Act—2001 , SB 610)	○	
2002 年《地下水管理水資源法修正》 (Groundwater Management Water Code Amendment—2002 , SB 1938)	○	
2009 年「加州全境地下水位監測」 (California Statewide Groundwater Elevation Monitoring , CASGEM/ SBX7 6)	○	○

資料來源：California Legislative Analyst's Office (2011)

五、地下水管理之組織

由前述分析可瞭解，加州現行地下水管理制度係屬多元、分權的治理型態，即使加州地下水資源的管理權屬於地方機關，但仍有部分地下水資源方面的管理事務與聯邦政府、州政府相關，而需由上級組織加以協調或統籌管理。茲分述加州地下水管理制度中，涉及地方、與州政府之相關機關及其權責範圍如下：

(一) 地方層級

1. 地方水機關

在《加州水法》或加州其他法律之授權下，地下水資源之管理職責散布於加州各地之地方水機關，各機關除獨立運作外，亦負責不同地下水資源之管理事項。一般而言，具管理地下水資源的適格地方機關(local agency)估計超過 2,300 個，其中可再細分成超過 20 種類型，例如加州水管理局(California Water Districts)、郡水管理局(County Water Districts)、灌溉局(Irrigation Districts)、墾務局(Reclamation Districts)、水資源保護局(Water Conservation District)、水資源補注局(Water Replenishment District)與蓄水局(Water Storage Districts)等地方機關，這些機關可能為其客戶提供地下水，或將該區地下水視為未來資源而加以保護，而且各地下水機關之管理事務的範圍與權

限，亦不全然相同（Nelson，2011）。其中，管理權限較大且具特別管理職責的地方水機關計有 13 個，這 13 個地方水機關依其權限不同，則可分為兩種管理類型：其一，水機關基於該區有地下水超抽情況或地下水超抽之威脅而可限制地下水輸出或抽取；其二，水機關不可限制抽取地下水，但地下水使用者被要求報告地下水抽取情況，且水機關可就地下水管理或水補注等徵收款項。

2. 郡／市政府

加州境內現有 29 個郡／市政府在《加州水法》授權下（如表 2-4 所示），並參照加州水資源局公布的「地下水管理命令範例」（Groundwater Management Model Ordinance），發布各自之「地下水管理命令」（Groundwater Ordinances），並採行「地下水管理計畫」（GWMP），地方機關亦可依區域地下水特性研擬額外的管理計畫（Nelson，2011）。截至 2012 年 8 月，全加州總計有 118 個「地下水管理計畫」。

表 2-4 加州現行頒布地下水管理命令之 29 個郡政府

阿爾卑斯郡 (Alpine)	萊森郡 (Lassen)	聖地牙哥郡 (San Diego)
布特郡 (Butte)	馬德拉郡 (Madera)	聖華金郡 (San Joaquin)
卡拉維拉斯郡 (Calaveras)	門蒂西諾郡 (Mendocino)	夏斯塔郡 (Shasta)
科魯薩郡 (Colusa)	莫多克郡 (Modoc)	希艾拉郡 (Sierra)
佛雷斯諾郡 (Fresno)	莫諾郡 (Mono)	西斯基尤郡 (Siskiyou)
葛蘭郡 (Glenn)	蒙特瑞郡 (Monterey)	蒂哈瑪郡 (Tehama)
帝國郡 (Imperial)	納帕郡 (Napa)	托輪郡 (Tuolumne)
印宇郡 (Inyo)	沙加緬度郡 (Sacramento)	凡圖拉郡 (Ventura)
科恩郡 (Kern)	聖貝尼托郡 (San Benito)	優洛郡 (Yolo)
湖郡 (Lake)	聖貝納迪諾郡 (San Bernardino)	

資料來源：California Department of Water Resources 網站⁴

3. 法院裁決

由於加州境內大部分區域中，地下水井擁有者毋需先取得抽取許可即能使用地下水，因而可能引發地下水使用爭議。在此情況下，爭議使用者便須透過法院裁決，確定地下水之使用權。惟部分爭議使用者考量循法律途徑可能曠日費時且所費不貲，大多避免循法院裁決方式解決 (Nelson, 2011)。基本上，在部分已提交法院之爭議地下水域中，有關爭議使用者對於地下水之所有權與專屬權皆由法院決定。此外，法院亦可決定：1. 抽取地下水權利歸屬；2. 水井擁有者對於地下水

⁴

http://www.water.ca.gov/groundwater/gwmanagement/local_gw_ordinances.cfm

的抽取量；以及 3.在依據法院裁決下，確認並指定係爭地下水域的管理單位，且該管理者須定期向法院報告。目前加州地區計有 22 個受法院審理／裁決之地下水域，其中有 21 個由加州地方法院審理／裁決，剩餘 1 個由聯邦法院審理裁決。

（二）州政府層級

加州政府層級中業務涉及地下水資源管理的機關，包括：加州水資源局（California Department of Water Resources，DWR）、加州水資源管制委員會（State Water Resources Control Board，SWRCB），與其他相關配合機關：

1. 加州水資源局（California Department of Water Resources，DWR）

加州水資源局於 1956 年成立。早期主要任務係規劃、設計、建造與監管全國最大的州立水資源開發和輸送系統。如今，加州水資源局主要職責在於維護、保護、開發和管理加州的供水，並與其他機關及大眾發展可維護、管理、開發加州永續水資源之策略目標、短期與長期目標。關於地下水資源維護部分，加州水資源局主要協助地方機關確認開發額外地下水供應之機會、監測地下水水位與水質等事項，同時藉執行「聯合用水管理計畫」（Conjunctive Water Management Program，CWMP）協助地方政府改善地下水管理與增加供水穩定度。

2. 加州水資源管制委員會（State Water Resources Control Board，SWRCB）

加州水資源管制委員會於 1967 年成立，為加州最高水資源機關。其職掌係藉由訂定加州水資源政策、協調與支持加州境內九個區域水質管制委員會（Regional Water Quality Control Board，RWQCB）⁵用水情況與爭議，藉此保護加州水資源之適當分配與使用，具體工作包括

⁵ 加州境內九個區域性水質管制委員會（Regional Water Quality Control Board）分別為：北部海岸地區（North Coast Region）、舊金山海灣地區（San Francisco Bay Region）、中部海岸地區（Central Coast Region）、洛杉磯地區（Los Angeles Region）、中央山谷地區（Central Valley Region）、拉洪坦地區（Lahontan Region）、科羅拉多河谷地區（Colorado River Basin Region）、聖安娜地區（Santa Ana Region）、聖地亞哥地區（San Diego Region）。

水資源監控管理、地下水資源開發利用、節水技術宣導與輔導、水權及用水移轉之審核等。在委員會所執行之地下水資源計畫中以 2000 年推動之「地下水環境監測和評估計劃」(Groundwater Ambient Monitoring and Assessment (GAMA) Program) 最為著名，其利用監測水井以蒐集與評估全加州有關地下水水質與相關數據資料。

3. 其他加州政府機關

其他涉及用水或地下水供應機關尚有負責制定用水處理及標準的「加州健康服務局」(California Department of Health Service, DHS)、監控與防治地下水農藥污染的「加州農藥管理局」(the California Department of Pesticide Regulation, CDPR)、專司用水移轉協調的「聖華金郡用水移轉協調所」(San Joaquin River Water Authority Exchange Contractors) 等。茲彙整加州州政府層級中涉及地下水管理機關及其主要管理職務如下表：

表 2-5 加州地下水管理機關及其主要管理職務一覽表

	水供給	水質保護管制	科學研究與監測	污染防治	地方財政協助
加州公共事業委員會 (California Public Utilities Commission)	○	○			
農糧局 (Department of Food and Agriculture)			○		○
農藥管理局 (Department of Pesticide Regulation)		○	○		
公共衛生局 (Department of Public Health)		○	○		○
有毒物質控制局 (Department of Toxic Substances Control)		○	○	○	○
水資源局 (Department of Water Resources)	○		○		○
廢棄物綜合管理委員會		○			

	水供給	水質保護管制	科學研究與監測	污染防治	地方財政協助
(Integrated Waste Management Board)					
環境健康危害評估辦公室 (Office of Environmental Health Hazard Assessment)			○		
污染防治籌資局 (Pollution Control Financing Authority)					○
加州水資源管制委員會 (State Water Resources Control Board)		○	○	○	○

資料來源：California Legislative Analyst's Office (2011)

六、地下水管理之策略

綜整加州地區關於整體水資源管理中，部分涉及地下水管理範疇相關策略與具體作法如下：

(一) 整合加州水資源利用

1. 推動「整合區域水資源管理」(Integrated Regional Water Management, IRWM)，進行跨區域整合水資源利用

加州政府推動之「整合區域水資源管理」(Integrated Regional Water Management, IRWM) 係源於 2002 年《州參議會第 1672 法案》(Senate Bill 1672, SB 1672)，該法案於《加州水法》增加有關鼓勵地方機關之間協力合作管理地方水供應，並自其他區域進口水以改善水質、水量與供水穩定性之條款。後續，加州陸續於 2002 年 11 月提出《加州 50 號法案》(California Proposition 65)，並在 2006 年 11 月提出《加州 84 號法案》(California Proposition 84) 與《加州 1E 號法案》(California Proposition 1E)，要求加州政府提供充足的經費，支應各「整合區域水資源管理」(IRWM) 與防洪計畫。

目前在加州水資源局之計畫補助與技術協助下，參與「整合區域

水資源管理」(IRWM)而形成的「水資源管理團體」(Regional Water Management Groups, RWMGs)計有 48 個區域團體，⁶其管理面積已涵蓋加州 87%的地理面積與 99%的人口數。

2. 鼓勵聯合管理 (Conjunctive Management)

此外，加州關於地面水與地下水聯合管理 (conjunctive management)中，具成效個案亦是透過「整合區域水資源管理」(IRWM)推動合作。其中較著名的案例為「南加州大都會水區」(Metropolitan Water District of Southern California, MWDSC)之「整合水資源計畫」(Integrated Water Resource Plan, IPR)。

「南加州大都會水區」成立於 1928 年，現由 26 個成員組成 (包括 14 個城市、11 個市政水區與 1 個郡級水機關)，各成員亦分屬 7 個不同的「水資源管理團體」(RWMGs)。⁷「南加州大都會水區」推動之「整合水資源計畫」係為消除長久以來在水資源供應上的不確定性，

⁶ 加州各地方水機關組成之「水資源管理團體」(RWMGs)包括：(1) American River Basin; (2) Antelope Valley; (3) Anza Borrego Desert; (4) Yosemite - Mariposa; (5) Coachella Valley; (6) Cosumnes American Bear Yuba; (7) East Contra Costa County; (8) Eastern San Joaquin; (9) Gateway Region; (10) Greater Los Angeles County; (11) Greater Monterey County; (12) Imperial; (13) Inyo-Mono; (14) Kaweah River Basin; (15) Kern County; (16) Madera; (17) Merced; (18) Mojave; (19) Mokelumne/Amador/Calaveras; (20) Monterey Peninsula, Carmel Bay, South Monterey Bay; (21) North Coast; (22) North Sacramento Valley Group; (23) Pajaro River Watershed; (24) Poso Creek; (26) San Diego Region; (27) San Francisco Bay Area; (28) San Luis Obispo; (29) Santa Ana Watershed Project Authority; (30) Santa Barbara Countywide; (31) Santa Cruz County; (32) South Orange County Watershed Management Area; (33) Southern Sierra; (34) Tahoe-Sierra; (35) Tule; (36) Tuolumne-Stanislaus; (37) Upper Feather River Watershed; (38) Upper Kings Basin Water Forum; (39) Upper Pit River Watershed; (40) Upper Sacramento-McCloud; (41) Upper Santa Clara River; (42) Upper Santa Margarita Watershed; (43) Watersheds Coalition of Ventura County; (44) Westside - San Joaquin; (45) Westside (Yolo, Solano, Napa, Lake, Colusa); (46) Yuba County; (47) East Stanislaus; (48) Fremont Basin; (49) Lahontan Basins。其中另有一編號為 25 的 Sacramento Valley 已不再參與「整合區域水資源管理」(IRWM) (California Legislative Analyst's Office, 2011)。

⁷ 內文所指 7 個「水資源管理團體」(RWMGs)包括：文圖拉郡的流域聯盟 (Watersheds Coalition of Ventura County)、大洛杉磯郡 (Greater Los Angeles County)、通道區 (Gateway Region)、聖塔安娜流域計畫 (Santa Ana Watershed Project Authority)、南橘郡流域管理區 (South Orange County Watershed Management Area)、上聖塔納流域 (Upper Santa Margarita Watershed) 與聖地牙哥區 (San Diego Region) (MWDSC, 2010: 1-10)。

以確保南加州水資源供應的穩定，因而於 1996 年開始推動「整合水資源計畫」(IPR)。1996 年「整合水資源計畫」(IPR) 設定其主要目標為確保水供應的可靠性(reliability)、可負擔(affordability)、水質(water quality)、多樣性(多樣性)與彈性(flexibility)，計畫結果促成區域水資源管理及回收用水與取用及轉移用水之間維持接近平衡，後續在 2004 年的「整合水資源計畫」(IPR) 中，除檢討過去計畫成果外，同時納入未來水資源發展可能面臨的變化情況，例如人口與經濟成長、水質管理、新化學物質污染物、影響供應來源之瀕臨滅絕物種與氣候變遷等因素，進而設定與提出一項以 2025 年為目標的長遠規劃 (MWDC, 2010)。

「南加州大都會水區」於 2008 年至 2010 年經過多次小組討論後提出「2010 年整合水資源計畫」(IPR)，該計畫用意在於透過確認影響該區水供給的不確定因素，並將不確定性因素納入水供應管理策略，評估分析未來用水需求之可能落差，進而研擬出具體實踐策略。茲於下表綜整「南加州大都會水區」提出之 2010 年「整合水資源計畫」(IPR) 概要：

表 2-6 2010 年「整合水資源計畫」之整合資源策略規劃

策略構面	政策規劃	實踐計畫	計畫目的概述
1. 核心資源策略	科羅拉多水道 (Colorado River Aqueduct, CRA) 早年供應發展	大都會水保存計畫 (Metropolitan Water Conservation Program)	挹注資金於提昇灌溉用水功效。
		派洛斯福德土地管理與輪耕計畫 (Palo Verde Land Management & Crop Rotation Program)	減少灌溉用水供給，推動土地利用管理與輪耕措施。
		下科羅拉多水供應計畫 (Lower Colorado Water Supply Project)	協調部分水供應充裕區支應短缺地區。
		海菲爾德地下水儲存計畫 (Hayfield Groundwater Storage)	將科羅拉多水道餘水注入海菲爾德地下水域，供未來取用。

策略構面	政策規劃	實踐計畫	計畫目的概述
		Program)	
	參與海灣三角洲計畫	海灣三角洲保護計畫 (Bay Delta Conservation Plan)	協同聯邦、州政府與地方政府，執行海灣三角洲生態復育、水供應移轉、對抗洪害，與發展水儲存等工作。
		大都會三角洲行動計畫 (Metropolitan's Delta Action Plan)	
	參與州政府水資源計畫	沙加緬度河谷水管理計畫 (Sacramento Valley Water Management Agreement)	透過參與州政府水資源計畫，取得額外的水供應。
		加州水計畫終點儲存 (SWP Terminal Storage)	
		尤巴早年購水計畫 (Yuba Dry-year Water Purchase Program)	
		沙漠水局／棕櫚泉市加州水計畫之用水移轉 (Desert Water Agency/Coachella Valley Water District SWP Table A Transfer)	
		沙漠水局／棕櫚泉市促進輸送計畫 (Desert Water Agency/Coachella Valley Water District Advance Delivery Program)	
	藉維護與回收提升水利用功效		透過包括增加水儲存、改善用水功效，與增加使用回收水以補償飲用水需求，同時藉以達成在 2020 年以前全區減少 20% 用水之目標。
	透過刺激與夥伴方式加大地		遊說各地方機關進行水回收、地下水復育、海水淡化，以因應飲用水

我國地下水資源政策之研究

策略構面	政策規劃	實踐計畫	計畫目的概述
	方資源 充實供應 可靠性與 儲存永續 性		需求。 持續推動核心資源策略，執行水資源儲存、移轉以改善旱季水供需之平衡。
2.發展因應不確定的緩衝計畫	實現額外 供給可靠 性與儲存 穩定性		發展評估不確定情境的緩衝用水空間，擴大取得額外供水量。
3.基礎行動	建立行動 套案		針對包括回收水、海水淡化、雪水與灰水（graywater）轉為飲用水的可能性，化解未來水供應的可能缺口。

資料來源：Metropolitan Water District of Southern California (2010)

此外，「南加州大都會水區」部分成員有執行地下水補注之經驗，例如洛杉磯郡洪水管制局（Los Angeles County Flood Control District，LACFCD）長久以來皆利用雪水與回收水補注地下水、洛杉磯水電局（Los Angeles Department of Water and Power，LADWP）及其他單位合作，利用水壩系統、水道與四個不同開放池（Spreading grounds）將雪水等地面水補注到聖費爾南多地下水域（San Fernando Groundwater Basin）。

（二）建立加州全境地下水位監測制度

長久以來，由於加州地下水管理屬於地方職權，使得加州政府遲遲未能掌握加州全境地下水位與地下水質等基礎資料，阻礙加州進一步建立全面性地下水管理制度，美國部分學者與民間單位極力呼籲加州政府對此研擬因應作為。在此情況下，加州政府於 2009 年推出之「加州全境地下水位監測」（CASGEM），其要求加州水資源局對加州全境地下水進行監測外，另須針對水域私有化、地下水水質、與確認屬地下水嚴重超抽的區域等三項工作提供評估報告。

目前在加州水資源局與地方機關合作下，已分別在下列加州十大

水區設立 515 處監測點，包括北部海岸區（計有 63 處監測點）、舊金山海灣區（33 處）、中部海岸區（60 處）、沙加緬度河區（88）、聖華金河區（11 處）、圖萊里湖區（19 處）、北拉洪坦區（27 處）、南拉洪坦區（77 處）、科羅拉多河區（64 處），與南部海岸區（73 處）。其次，「加州全境地下水位監測」業已完成之工作事項尚有：建置線上系統（第一期計畫）、上傳各監測水井數據資料（第二期計畫），以及公開「加州全境地下水位監測」系統與相關評估結果，惟由於「加州全境地下水位監測」並未提供財政支援，且係地方機關自願合作事項，此將可能影響後續「加州全境地下水位監測」之執行。

（三）因應加州部分區域之地層下陷與建立監測系統

加州水資源局現已確認嚴重超抽地下水區域有 11 處：帕傑羅盆地（Pajaro Basin）、庫亞瑪谷盆地（Cuyama Valley Basin）、文圖拉中部盆地（Ventura Central Basin）、東聖金華郡盆地（Eastern San Joaquin County Basin）、喬奇拉盆地（Chowchilla Basin）、馬德拉盆地（Madera Basin）、國王盆地（Kings Basin）、卡威盆地（Kaweah Basin）、圖萊里湖盆地（Tulare Lake Basin）、圖里盆地（Tule Basin）、克恩郡盆地（Kern County Basin）。

根據美國地質調查局（USGS）的研究，加州地區目前地層下陷情況最為嚴重的地區為中央山谷區域中的門多塔（Mendota）西南邊，該區地層下陷幅度最嚴重之處達 29 英呎（8.99 公尺），其餘出現地層下陷的地區包括蘭開斯特（Lancaster）、聖塔克拉拉谷（Santa Clara Valley）、范朵拉（Ventura）、戴維斯（Davis）與沙加緬度河谷（Sacramento Valley）的薩莫拉（Zamora），各區地層下陷情況約為 2 英呎（0.62 公尺）至 12 英呎（3.72 公尺）不等。

由於諸如沙加緬度河谷（Sacramento Valley）因地質特性之故（地底含有黏土），一旦因地下水超抽衍生地層下陷將造成永久性而無法再回復。目前加州水資源局除利用上述「整合區域水資源管理」（IRWM）、地下水監測等作法與地方機關協同管理地下水資源利用外，另與美國地質調查局（USGS）合作，利用各種監測技術，例如合

成孔徑雷達干涉技術 (Synthetic Aperture Radar Interferometry, InSAR) 與全球定位系統 (Global Position System, GPS), 持續追蹤加州地層下陷情況。基本上, 在加州地區因應地層下陷持續惡化的方法, 除積極監測並減少使用深水井抽水等具體措施外, 長期而言較為有效的方法, 則以前述所謂鼓勵地面水與地下水有效聯合管理運用, 並協調部分水供應充裕區支應水源短缺地區等類似「南加州大都會水區」提出之「整合水資源計畫」措施, 最能避免特定地點因超抽地下水所導致之地層下陷惡化的現象。

(四) 因應及防治地下水污染並進行整治

在加州各區「水資源管制委員會」(SWRCB) 與加州「有毒物質控制部」(Department of Toxic Substances Control, DTSC) 的合作下, 針對加州境內計有 1.6 萬處場址正進行地下水污染調查或整治。加州境內計有 1.3 萬處場址因地下儲存槽洩漏而受到「總石油碳氫化合物」(Total Petroleum Hydrocarbon, TPH)、苯 (Benzene)、甲苯 (Toluene)、乙苯 (Ethyl benzene) 及二甲苯 (Xylene) 等 (合稱 BTEX), 以及甲基第三丁基醚 (MTBE) 之類的化學物質之污染。清除這些地下水污染的主要方式, 通常採取諸如土壤氣體抽除法 (Soil Vapor Extraction, SVE)、抽取處理法 (Pump and Treat)、現地整治 (in-site remediation), 或合併使用數種方式進行。目前加州受污染地下水場址, 約有 800 處使用抽取處理法, 其中約有三分之一屬於地下儲存槽洩漏案例。上述經由抽取處理法產生的排水須先取得地方「水資源管制委員會」的排水許可 (DWR, 2009b)。

此外, 加州地下水中尚有其他多種化學污染物質, 包括工業用溶劑的三氯乙烯 (trichloroethylene)、乾洗用溶劑的四氯乙烯 (tetrachloroethylene)、用以製作爆竹與火箭燃料的高氯酸鹽 (perchlorate)、製成殺蟲劑的 1,2-二溴-3-氯丙烷 (1,2-Dibromo-3-chloropropane, DBCP), 以及其他農業用途化學物質的 1,2-二溴乙烷 (ethylene dibromide, EDB)、硝酸鹽 (nitrate), 其中以硝酸鹽污染範圍最為廣闊 (DWR, 2009b)。有關加州地下水污染與整治之部分案例如下表所示。

表 2-7 加州地下水污染與整治概況（部分案例）

污染物質	受污染地區（場址數量）	整治方式
管制性污染物質		
1.無機化學		
砷	Kern (114)、San Bernardino(64)、Los Angeles (48)、San Joaquin (49)、Kings (40)、Sacramento (22)、Sutter (34)、Sonoma (23)、Riverside (26)、Madera (13)、Monterey (19)、Fresno (9)、Nevada (4)、Tulare(16)、Merced (15)、Mono (11)、Stanislaus (20)、Napa (5)、San Luis Obispo (9)	活性氧化鋁、離子交換法（IX）、逆滲透（RO）、粒狀氫氧化鐵、粒狀氧化鐵、混合處理
硝酸鹽	Los Angeles (123)、San Bernardino (82)、Riverside (67)、Kern (41) Monterey (30)、Fresno、Orange	離子交換法（IX）、逆滲透（RO）、混合處理
亞硝酸鹽	Los Angeles (36)、San Bernardino (38)、Riverside (24)	
高氯酸鹽	Los Angeles (70)、San Bernardino (31)、Riverside (49)、Orange (3)、Santa Clara (2)	離子交換法（IX）、生物處理、混合處理
2.放射性物質		
鈾	San Bernardino (46)、Kern (38)、Stanislaus (28)、Riverside (28)、Madera (20)、Los Angeles (19)、Monterey	離子交換法（IX）、逆滲透（RO）、石灰軟化、混凝／過濾
3.揮發性有機物		
四氯化碳	Los Angeles (95)	顆粒活性炭（GAC）、填充曝氣塔、混合處理
1、2-二氯乙烷	Los Angeles (90)、El Dorado (10)	
甲基叔丁基醚(MTBE)	Los Angeles (14)、San Diego(8)、Kern (7)、Monterey (4)、SanMateo (3)、Madera (2)	
四氯乙烯	Los Angeles (152)、San Bernardino (27)、Sacramento (8)、Kern (6)、Fresno (5)、Monterey	
三氯乙烯	Los Angeles (196)、Fresno (17)、Riverside (14)、San Bernardino(10)、Butte	

我國地下水資源政策之研究

污染物質	受污染地區（場址數量）	整治方式
4. 殺蟲劑		
二溴氯丙烷 (DBCP)	Fresno (121)、San Joaquin (35)、Tulare (35)、San Bernardino (34)、Madera	顆粒活性炭 (GAC)、混合處理
1,2-二溴乙烷 (EDB)	Fresno (15)、Kern (11)、San Joaquin (5)、Madera	顆粒活性炭 (GAC)、填充曝氣塔、混合處理
非管制性污染物質		
1. 半揮發性有機物		
N-亞硝二甲胺 (NDMA)	Los Angeles (5)	紫外線電離
2. 揮發性有機物／殺蟲劑		
1,2,3-三氯丙烷 (1,2,3-TCP)	Kern (96)、Los Angeles (41)、Fresno (43)、Tulare (26)、San Bernardino (22)、Merced (23)；Riverside (18)、San Joaquin (8)、San Diego (7)、San Mateo (7)、Stanislaus (6)	顆粒活性炭 (GAC)、填充曝氣塔、混合處理

資料來源：DWR (2009b)

七、加州地下水管理之經驗啟示

在美國水資源使用上，由於美國關於水資源之利用係屬州政府權責，且各州政府對於水資源之管理制度與法律規定不盡相同，因此，本研究主要討論重度依賴地下水資源的州政府。其中，加州用水量在全美整體水資源使用裡占有相當大的比重，特別是加州用水中，無論是地面水或地下水，皆有極大比例係為供應灌溉用水。茲綜合簡述加州現行地下水管理制度之政策面、法律面與組織面等規定及作法如下：

首先，就政策面而言，加州政府為整合加州境內各種水資源的整合使用，運用包括「整合區域水資源管理」(IRWM)，進行跨區域整合水資源利用、鼓勵地面水與地下水聯合管理 (conjunctive management)、積極推動建立加州全境地下水位監測制度，同時為因應部分區域之地層下陷問題，亦著手建立監測系統，以及推動防治地下水污染並進行整治工作。然而，現今加州部分學者與公協會也開始極力呼籲，加州政府應發展及建立一全面性的地下水管理架構，用以引導各地方機關治理地下水議題，並促進加州整體水資源利用之效能。

其次，就法律面而言，加州關於地下水法律規範可概分為兩類，其一係為支持與鼓勵地方進行地下水管理，例如 1992 年《加州水法》中針對水資源之管理條款；其二則為保護與監測地下水水質，例如 2009 年的《SBX7 6 法案》要求加州水資源局與各地方機關針對地下水資源共同推動「加州全境地下水位監測」計畫。

最後，在組織方面，加州現行地下水主要係由各類地方層級水資源單位管理地下水之使用，州政府與聯邦政府多扮演提供資金與技術協助之角色，因此使得加州地下水管理制度呈現出多元、分權的治理型態。

第三節 澳洲

一、澳洲水資源利用概況

澳洲總面積達 769.2 萬平方公里，其中七成面積為沙漠和半沙漠。主要河流為位於東南地區的莫瑞河（Murray），長度達 2,995 公里，是澳洲最長的河流，水量多寡受季節性影響，乾季易斷流，豐枯季分明。

澳洲是全球最乾燥的大陸，超過八成的地區年降雨量不及 600 公釐，降雨分佈不均。西部高原和內陸沙漠為熱帶沙漠氣候，乾旱、少雨，年降水量僅 100~300 公釐；北部則屬熱帶草原氣候，年降水量約 1,000~2,300 公釐，為全國多雨區；東部新英格蘭山地以南屬溫帶闊葉林氣候，年降水量 500~1,200 公釐。受限於自然地理環境與有限的降雨條件，澳洲政府高度重視水資源永續利用，近年來已將水資源問題提昇至國家層級的關鍵議題。

澳洲地下水占整體水資源使用的比例為 17%，在特定地區地下水占比更高達 30%（NWC，2012）。由澳洲氣象局編製的「2012 年國家水帳」（National Water Account 2012）與「2012 年澳洲水資源評估報告」（Australia Water Resources Assessment 2012）指出澳洲地下水含水層的增減與降雨有密切關係，2012 年澳洲東部地區因為降雨增加，部份區域的地下水含水層呈現水位增加趨勢，其中即包括墨累－達令流域（Murray-Darling Basin）。

澳洲地下水分為 69 個地下水區，總計 367 個地下水管理單位（Groundwater Management Units，GMUs），如圖 2-5 所示。由圖 2-5 可知，地下水區分佈不均，集中在東南部的墨累－達令流域，其次為澳洲北部領地（Northern Territory of Australia）與西澳（West Australia）的西南部。

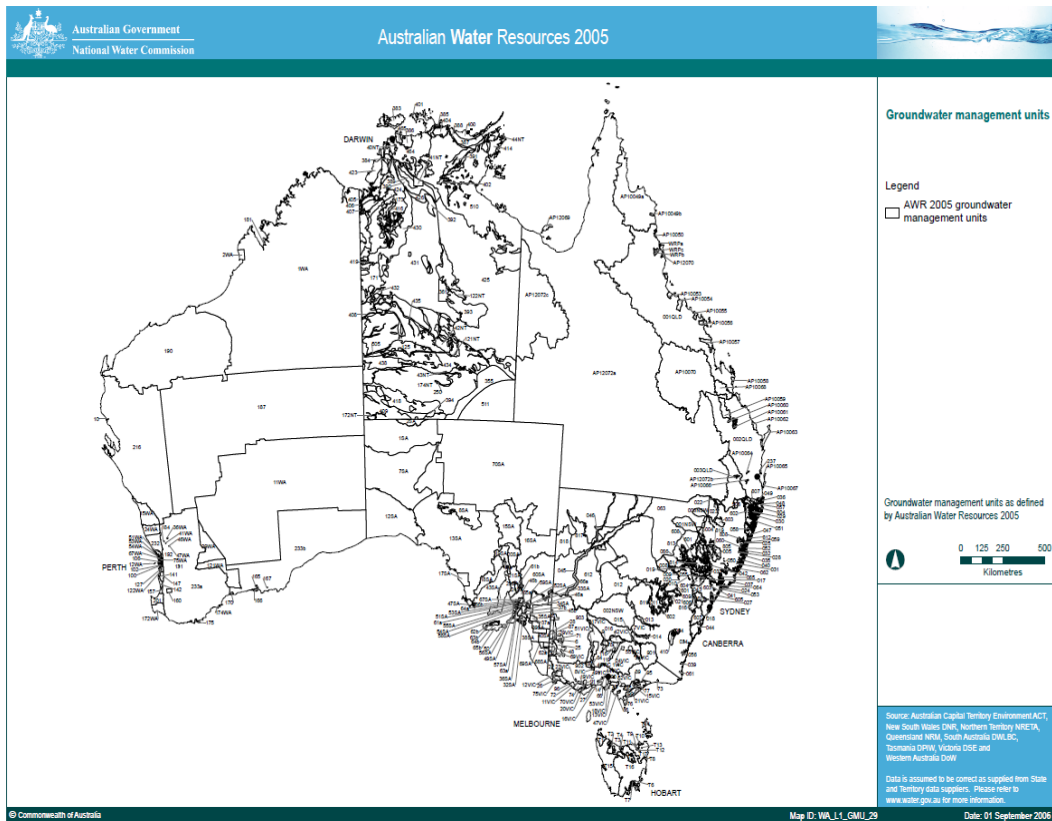


圖 2-5 澳洲地下水區分佈情形

資料來源：澳洲國家水交易市場（National Water Market，NWM）網站

二、澳洲地下水治理之挑戰

分佈澳洲各地地下水區的形成原因與環境各不相同，各州與領地之間對於地下水的管理知識程度互有差異，且州政府對於地下水的管理監督普遍不如地面水嚴格。在某些地區，地下水的抽取速度大於地下水源回補的速度，產生不永續的水資源利用問題（澳洲地球科學中

心網站⁸)。

澳洲於 1960 年代採取儘力滿足用水需求的供給面政策，興建大量的水壩，以解決乾旱問題。但隨著資金來源減少，缺乏適宜的建壩場址，同時面臨環境保護的壓力，澳洲政府在 1980 年意識到水資源政策應從需求面改革著手，於是促成 1990 年代重大的需求面管理制度改革：水權交易制度。澳洲經營水權交易制度的多年經驗使其成為此領域的國際典範（關雅文，2005）。

National Water Commission (2012) 指出澳洲的地下水管理目前面臨以下挑戰：

1. 對於地下水的專業知識與了解程度尚未完備。
2. 過去發出過多的水權狀，導致地下水超抽與超用問題，使地下水鹽化與海水入侵情形進一步惡化。
3. 因旱災，或滿足經濟成長與水源多元化等訴求引發用水需求不斷增加。
4. 能源與礦物開採、非法傾倒等人為因素所造成的地下水水質污染問題。

為了解決上述問題，除了以市場機制使水資源以具經濟效率的方式分配外，澳洲政府已投入資金設立科研機構，推動地下水管理的技術研發與人才培育。

三、地下水管理之政策

澳洲水資源的立法最早是由各州與領地政府自行擬定，澳洲中央政府並未擬定全國統一的水資源法。1994 年，澳洲政府委員會(Council of Australian Governments, COAG) 體認到水資源管理為國家發展之重大議題，於是推行「水利法架構改革」(Water Reform Framework)，

⁸
<http://www.ga.gov.au/groundwater/understanding-groundwater-resources.html>

以彰顯地面水與地下水系統極需整合性管理的重要性，改革的其中一項重大提議即建立水權交易市場。

為了使行政區之間的水資源規劃與管理工作能相輔相成，以實現1994年「水利法架構改革」預期達到的政策效益，澳洲政府委員會於2004年的會議中決議推動「國家水倡議」(National Water Initiative, NWI)，以提升澳洲水資源的使用效率，並使所有水資源系統恢復至「環境永續取水標準」(environmentally sustainable levels of extraction)。澳洲共和聯邦政府(Commonwealth of Australia)與6個行政區政府簽署了「跨政府國家水資源倡議」(Intergovernmental Agreement on a National Water Initiative)⁹。「跨政府國家水資源倡議」旨在建立一套全國一致的地面水與地下水管理體制，該協議宣示將移除水權交易的障礙，以深化與擴大水權交易規模，顯示澳洲當局相當重視水權交易的重要性。同時，該協議也倡議各主管單位應將視為地面水與地下水系統單一系統的概念治理之。

「跨政府國家水資源倡議」明定多項各級政府必須共同參與執行的關鍵行動及其達成時間表，因此該倡議也被視為澳洲水資源管理制度改革的重要藍圖。其中，成立「國家水資源委員會」(National Water Commission, NWC)為重要的關鍵行動之一，「國家水資源委員會」成為澳洲水資源的統籌單位，負責規劃與推行水資源管理相關政策，而水權交易則成為澳洲水資源管理的重要政策工具。

四、地下水管理之法律

(一) 跨州層級：墨累－達令流域

2007年通過的《水利法》(The Water Act 2007)是澳洲重要的水資源法，該法以墨累－達令流域為管轄標的，建置跨州政府的流域管

⁹ 包括：新南威爾斯(New South Wales)、維多利亞(Victoria)、昆士蘭(Queensland)、南澳(South Australia)及澳洲首都領地(Australian Capital Territory)北部行政領地(Northern Territory)，西澳(Western Australia)及塔斯馬尼亞(Tasmania)政府未簽署。

理。中央政府統合墨累－達令流域流經之四個州政府¹⁰，改善過往因各行政區各自為政所導致之過度使用水資源問題。從國家利益角度，以符合成本有效性的管理方式治理該流域之水資源為宗旨，加強環境保護，增進水資源安全。

2007年《水利法》對地下水資源的管制包括保護與復育墨累－達令流域以依附地下水為生的生態系，同時指示「墨累－達令流域管理局」監測地下水水位。

(二) 州屬與領地層級 (states and territories)

如前所述，澳洲水資源的立法最早是由各州與領地自行擬定，最早的水資源管理法源可追溯至 1886 年由維多利亞州 (Victoria) 頒布的《灌溉法》(Irrigation Act) 與 1905 年的《水利法》(Water Act) (關雅文, 2005)，其中 1905 年《水利法》明定維多利亞省境內所有地面水皆為有國有之公共財，確立水資源為國家所有的概念。各州與領地現行的地下水管理法規如表 2-8 所示。多數州屬的法規之應用與管理規範都是針對整體水資源，並在各法規的分條與項描述對地下水之規範。

¹⁰ 這四個州政府分別為昆士蘭、新南威爾斯、維多利亞及南澳。

表 2-8 澳洲各州與領地的地下水治理相關法規

州屬與領地	法規	申請水權之規範	徵收地下水水費(water charges)	地下水超抽或污染地下水之罰則	劃定與相鄰州屬的地下水區邊界協議
昆士蘭	《水資源管制條例》(Water Regulation 2002)	○	○		
新南威爾斯	《水利管理法》(Water Management Act 2000)	○	○		
澳洲首都領地	《水資源法》(Water Resources Act 2007)	○		○	
維多利亞	《水利法》(Water Act 1989)	○	○	○	○
	《地下水邊界協議法》(Groundwater (Border Agreement) Act 2006)				○
塔斯馬尼亞	《水利管理法》(Water Management Act 1999)	○			
南澳	《自然資源管理法》(Natural Resources Management Act 2004)	○			
	《地下水邊界協議法》(Groundwater (Border Agreement) Act 1985)				○
西澳	《灌溉水權法》(Rights in Water Irrigation Act 1914)	○	○	○	
北部領地	《水利法》(Water Act 1992)	○			

資料來源：本研究整理自澳洲各州水資源與地下水法規

由表 2-8 可知，澳洲各州幾乎都已在水資源法規中納入與水權核配相關的條文。近年澳洲各州政府在地下水管理面臨資金來源窘迫的

困境，少數州屬遂立法向地面水及地下水使用者徵收水費（water charge），以填補其地下治理業務之財政缺口。

南澳與維多利亞分別於 1985 年與 2006 年通過《地下水邊界協議法》（Groundwater (Border Agreement) Act 1985），作為兩州交界地帶地下水區認定的法源依據。

五、地下水管理之組織

（一）國家層級

澳洲政府的行政體制與美國相似，中央政府稱為共和聯邦（Commonwealth），各州政府擁有獨立的行政管轄體制。由各省代表組成的澳洲政府委員會（COAG）負責擬定國家層級的重大政策，COAG 體認水資源整合必須仰賴各州政府的資源整合，因此於 2004 年通過「跨政府國家水資源倡議」並成立「國家水資源委員會」（NWC），從此以後「國家水資源委員會」成為澳洲研擬地面水及地下水政策的國家層級統籌單位。

另一方面，2007 年《水利法》賦予澳洲氣象局（Bureau of Meteorology）蒐集、統整、分析與匯報水資源資訊之職責，包括編製「國家水帳」（National Water Account）。目前澳洲氣象局已公開多項地下水資料庫，包括倚賴地下水的生態系地圖（Groundwater Dependent Ecosystem Atlas）、國家地下水資訊系統（National Groundwater Information System）等¹¹。《水利法》亦指示澳洲競爭與消費者委員會（Australian Competition and Consumer Commission）負責擬訂徵收水費與水權交易市場規則。

（二）跨州層級：墨累－達令流域

「墨累－達令流域管理局」（Murray-Darling Basin Authority，以下簡稱 MDBA）是 2007 年《水利法》（The Water Act 2007）下成立的機關。MDBA 被賦予執法權，以流域治理的概念負責規劃墨累－達令

¹¹ 詳見澳洲氣象局網站：
<http://www.bom.gov.au/water/groundwater/index.shtml>。

流域水資源之永續利用管理模式。依《水利法》規定，MDBA 必須每十年提出一份「墨累－達令流域計畫」(Murray-Darling Basin Plan)，以檢討墨累－達令流域的治理情勢，此計畫必須可因應國際間對於流域管理的協議規範，更重要地是必須制定墨累－達令流域地面水與地下水的「永續取水上限」(Sustainable Diversion Limits, SDL)，並辨識此流域水資源之潛在風險。

在《水利法》下成立的另一個組織－「環境水保署」(Commonwealth Environmental Water Holder) 則負責墨累－達令流域及流域以外中央政府所有之水資源保育工作，包括地下水。

(三) 州屬與領地層級

澳洲各州均設有專責的地下水資源管理機構，如表 2-9 所示

表 2-9 澳洲各州與領地的地下水管理機關

州屬與領地	地下水管理機關
昆士蘭	能源與水供部 (Department of Energy and Water Supply)
新南威爾斯	初級產業部，水資源辦公室 (Office of Water, Department of Primary Industries)
澳洲首都領地	環境、氣候變遷、能源與水資源部 (Department of the Environment, Climate Change, Energy and Water)
維多利亞	永續與環境部 (Department of Sustainability and Environment)
塔斯馬尼亞	產業、公園、水及環境部 (Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment)
南澳	環境、水與自然資源部 (Department of Environment, Water and Natural Resources)
西澳	水資源部 (Department of Water)
北部領地	土地資源管理部 (Department of Land Resources Management)

資料來源：National Water Commission (2012)

六、地下水管理之策略

以下介紹澳洲兩項重要的地下水管理策略：水權交易制度與地下水研究發展。

(一) 水權交易制度

澳洲地面水與地下水之交易制度皆受相同法規約束（2007年《水利法》、「國家水倡議」），並在相同的管理組織（「國家水資源委員會」）與交易機制下運作，使用共通之專業用語。然而地下水的取水困難遠高於地面水，且對於地下水系統的理解程度普遍不及地面水。因此相較於地面水，地下水交易制度之建構過程必須掌握更多精確的資訊（例：地下水系統邊界、評估永續抽水量等），以確保地下水核配與交易過程可同時達成環境永續與經濟效率之目的。以下首先闡述整體水權制度（包涵地面水與地下水）之概況與架構，接著進一步說明地下水交易制度的運作情形及其詳細的執行原則。

2004年通過的「國家水倡議」其中一項目的即擴大與深化澳洲水權交易市場，同時鼓勵水權交易、提振交易市場信心、增進水權市場之效率、減少交易成本與提供正確的市場資訊等目標。

根據該倡議的正式公文－「跨政府國家水資源倡議」的定義，可交易水權可分為兩大類：

1. 親水權¹²（water access entitlement）：消費用水集合¹³（consumptive pool）中永久或持續的排他性用水權。
2. 核配水量（water allocation）：每季核配給親水權中之特定取水量。

¹²親水權（water access entitlement）之翻譯參考自黃宗煌、劉奇佳與周嫦娥（2005）。

¹³澳洲依用水形式對水源的影響可分為消耗性用途（consumptive use）與非消耗性用途（non-consumptive use）。消耗性用途是指以合理取水量用水而消耗水源存量的用水方式，例如農業用水；非消耗性用途是指不會消耗水源存量的用水方式，例如水力發電，非消耗性的用水模式可使自然環境之水循環永續流動。消耗性用水集合（consumptive pool）泛指農業用水、家戶用水、工業用水與都市用水等，此集合即可交易的水權（tradable water rights）總量。

親水權可視為取得用水的權力，但實際用水量由主管機關准許之核配水量決定。

澳洲水權交易都必須透過仲介機構完成，仲介機構成員包括水權交易經理人（water broker）、水權交易商（water exchange）與律師。仲介機構負責媒合需求者與水權的供給者，提供足夠的資訊以及服務。仲介機構的水權交易活動受到州政府或者國家規範，表 2-10 所述為澳洲主要的水權交易之仲介機構及其服務地區、交易商品與交易機制。

表 2-10 澳洲水權交易主要的仲介機構

仲介機構	擁有着	服務地區	交易商品	交易機制
Watermove	維多利亞州政府 （由吉爾本與莫瑞河管理局 （GoulburnMurray Water）管理）	維多利亞州與新南威爾斯州南部	親水權、核配水量	每周集中交易
Waterexchange	澳洲鎮券交易所 （National Stock Exchange of Australia）	維多利亞州、新南威爾斯州以及南澳大利亞	水分配權及後續合約	買方競價
Murrumbidgee Water Exchange	馬蘭比吉河灌溉維護機構（High Security Irrigators Murrumbidgee）	新南威爾斯州	親水權、核配水量	買方競價
Murray	莫瑞灌溉局（Murray Irrigation）	新南威爾斯州	親水權、核配水量	買方競價
Waterfind	私人持有	維多利亞州、新南威爾斯州、南澳大利亞及昆士蘭	親水權、核配水量	買方競價

資料來源：National Water Commission（2013）

澳洲的水權交易市場由分散全國各地的個別水權交易市場組合而成。可交易的水資源系統包含：地面水系統、地下水系統以及地面／地下水系統間的連結水，不同的水資源系統期發展水交易市場的速度與進展不一。

莫瑞－達令流域是澳洲最主要的水權交易市場，2011～2012 年間該流域親水權（water access entitlements）交易量達 1,219 百萬立方公尺，占全國總交易量之 85%；核配水量（water allocation）交易量達 4,216 百萬立方公尺，達全國總交易量之 98%（見表 2-11、2-12）。其中莫瑞－達令流域南部的親水權與核配水量交易規模近年內迅速擴展，在 2009 年已達到 3 億澳幣的交易規模（National Water Commission，2011）。

表 2-11 澳洲各區親水權交易量

單位：百萬立方公尺

年度 流域	2007～ 2008 年	2008～ 2009 年	2009～ 2010 年	2010～ 2011 年	2011～ 2012 年
莫瑞－達令 流域	770	1,598	1,818	999	1,219
其他流域	150	202	131	205	218
全國總計	920	1,800	1,949	1,204	1,437

資料來源：National Water Commission（2013）

表 2-12 澳洲各區核配水量交易量

單位：百萬立方公尺

年度 流域	2007~ 2008 年	2008~ 2009 年	2009~ 2010 年	2010~ 2011 年	2011~ 2012 年
莫瑞－達 令流域	1,393	1,953	2,301	3,417	4,216
其他流域	201	205	194	77	81
全國總計	1,594	2,158	2,495	3,493	4,297

資料來源：National Water Commission (2013)

如圖 2-6 所示，莫瑞達令流域以外的地面水與地下水交易量主要集中於新南威爾斯、維多利亞與昆士蘭三州，北部領地完全沒有任何交易量。新南威爾斯交易量遠高於其他各州，乃立基於其水系統之間連結組成的大面積水資源網絡，且新南威爾斯地表逕流豐沛，形成水權交易的先天優勢。另一方面，新南威爾斯的農業的產業類別多樣，展現不同程度的用水需求，因此適用以水權交易進行水資源的分配 (National Water Commission, 2011)。

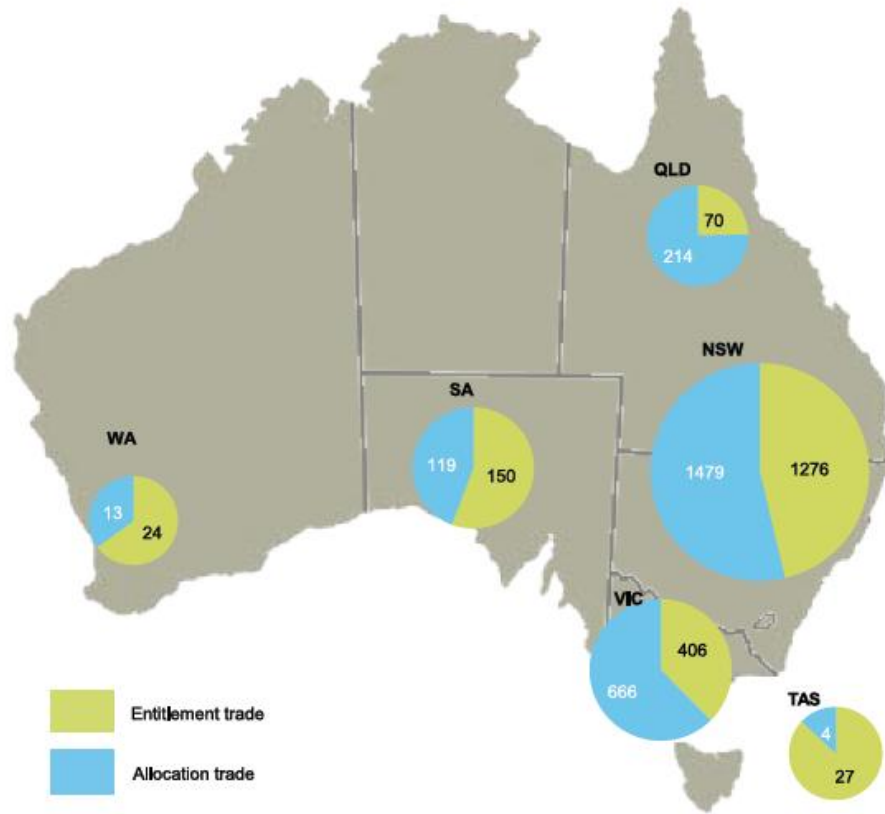


圖 2-6 2009~2010 年澳洲各州親水權與核配水權交易量

資料來源：National Water Commission (2011)

註(1)：(單位：百萬立方公尺)

註(2)：QLD：昆士蘭、NSW：新南威爾斯、VIC：維多利亞、TAS：塔斯馬尼亞、SA：南澳、WA：西澳

1. 地下水權交易

(1) 地下水權交易建構

GHD、Hamsted Consulting 與 Vanessa O'Keefe (2011) 在地下水交易機制架構的報告書建議完備的地下水水權市場規劃應立基於以下

三大項目與相對應之管理原則：

項目一：界定市場邊界

地下水系統必須需奠基於實質的單一含水層，根據水文地質的特徵（如地下水水區、地下水水質的差異性）清楚界定邊界，並根據各含水層之間連結的強弱程度劃分獨立系統。考量水文地質的連結限制與地下水的連續性，劃入交易制度的地下水系統應儘可能擴大。無法互相連結的個別地下水系統，兩者之間的地下水水權交易應予以禁止。跨越州界但含水層系統可連結的地下水，其地下水水權交易則可進行。與地面水連結的地下水系統若存在適當程度的連結性，且可最小化對環境與第三方的衝擊時，則其水權交易可行。

項目二：評估潛在市場交易量

決策者必須根據資源的稀少性（或是對地下水權的競逐程度）與潛在的市場規模（以核發的地下水親水權數量為指標）估算潛在的市場交易量。親水權與抽取量的上限必須明確。對於長期抽取量上限的變更、年度水權核配量的決定以及枯水期抽取量的限制等作業程序都必須透明化並明確定義。

項目三：建立適當的管理機制

地下水交易管理制度的投資需求與潛在市場交易量成正比。潛在市場交易量較高或地下水管理相對成本較低的地區，應作為滿足國家水倡議之下地下水交易市場的優先選擇。

在滿足州政府制度或流域管理局規範的前提下，地下水權交易規則需考量地下水系統的管理制度、交易地帶的完備與否、交易地帶間的交易管理、該地區抽取地下水極限的管理與執行。同時，交易規則需客觀、易理解與易施行。對可能改變抽取地下水位置的交易，評估機構必須提供一套標準、公開的評估法則，包括適當的評估方法與評估協定。評估機構不可接受事前決定的衝擊上限，評估機制應納入風險分析。

主管機關應當公開地下水權交易市場完整且及時的相關資訊，包

括地下水系統抽取情形、可交易水權及其管理狀況、市場交易量、交易稽查機制及行政程序。個別地下水系統的評估及技術技援之投資程度應當與其潛在的市場交易量呈正比。當地下水系統有望實施交易制度時即必須展開量測地下水抽取量的工作，即使是季節性的地下水交易，量測工作也應被視為交易前的強制要件。

(2) 地下水權市場核發與交易

相較於地面水交易，澳洲地下水交易的市場規模仍小。根據主管機關核發的親水權（water access entitlements）統計數據，地下水獲核發的件數與核配取水量皆遠低於地面水水權核發（見表 2-13）。在水權交易量方面，以 2008~2009 年為例，該年度水權交易件數共有 1,284 筆、共計 308 百萬立方公尺的地下水水權交易量。然而，該年度地面水水權交易件數則多達 30,766 筆、共 36.5 億立方公尺的水權交易量（GHD、Hamsted Consulting 與 Vanessa O’Keefe，2011），地下水交易仍不及地面水。

表 2-13 澳洲歷年核發之親水權件數與親水權水量

年度	地面水親水權		地下水親水權	
	核發件數	親水權水量 (百萬立方公尺)	核發件數	親水權水量 (百萬立方公尺)
2008	63,128	17,106	13,198	2,321
2009	95,764	23,329	44,073	4,582
2010	124,696	23,011	47,509	5,071
2011	120,675	23,330	115,991 ^註	6,357
2012	133,484	25,904	81,636	6,472

資料來源：整理自澳洲歷年「國家水權市場報告」(Australian Water Reports)

註：2011年地下水親水權核發件數大幅增加的原因是該年度統計數據加入新威爾斯省於《1902年水利法》(Water Act 1902)下通過的親水權件數，而2010年的統計數據沒有記錄這筆親水權件數。

(二) 地下水研究發展

澳洲政府自覺其在地下水管理實務上存在知識落差 (knowledge gap)，以致地下水治理效能不彰。因此投入大量研發經費，推動一連串的行動方案，補助地下水相關之研究計畫，以提高政府在地下水方面的治理效能。

「國家水資源委員會」於 2006 年提出「提升國家水標準方案」(Raising National Water Standard Program, RNWS)，編列研究經費 2.5 億澳幣，以撥款贊助方式支持可提高澳洲政府在水資源衡量、監測與管理三方面效能的研究計畫。此方案於 2012 年 6 月結束，挹注資金於 11 大類與水資源治理相關之研究領域，其中一類即地下水，共有 178 項研究計畫獲得補助。接受「提升國家水標準方案」補助的研究計畫必須至少達成以下三個策略性目的其中一項¹⁴：

1. 可俾益「國家水倡議」之執行
2. 可增進澳洲整體水資源管理效能
3. 可增進水資源管理的知識與理解

在「提升國家水標準方案」下，「國家水資源委員會」於 2007 年推行「國家地下水行動方案」(National Groundwater Action Plan)，該方案的目的是在於增進政府對地下水的專業知識，俾益地下水治理改革。該行動方案主要有以下三個工作項目：

1. 啟動「國家地下水評估指令」(National Groundwater Assessment Initiative)

此指令為「國家地下水行動方案」之關鍵作為，資金挹注對象鎖定可提升地下水治理效能的研究計畫，補助八大研究領域，目前各領域已累積相當豐碩的研究成果¹⁵，領域主題分述如下：

¹⁴ 詳見：<http://archive.nwc.gov.au/rnws>。

¹⁵ 詳見「國家地下水行動方案」研究成果網站：<http://archive.nwc.gov.au/rnws/ngap/groundwater-projects>。

我國地下水資源政策之研究

- (1) 協調地下水定義與標準，增進政府的治理效能
 - (2) 盤點澳洲北部領地地下水存量
 - (3) 評估全國可操作地下水含水層補注與恢復的場址
 - (4) 倚賴地下水生態系之脆弱度評估
 - (5) 調查地面水與地下水之交互聯結關係
 - (6) 地下水含水層特徵化分析以量化永續取水量
 - (7) 評估全國之潛在深層淡水、鹹水（saline）與半鹹水（brackish water）
 - (8) 地下水水質的風險管理
2. 成立「國家地下水研究與訓練中心」（National Centre for Groundwater Research and Training）

此中心由「國家水資源委員會」與「澳洲研究理事會」聯合出資，栽培地下水領域之科學家與管理人才。

3. 知識管理

建立地下管理的原則、準則，提供優良的地下水管理示範案例供水資源使用者與規劃者參考。

為了確保接受補助的研究計畫其研究產出與「國家水倡議」欲達成的目標一致，「國家水資源委員會」成立「地下水技術諮詢委員會」（Groundwater Technical Advisory Committee），針對地下水發展方向與投資策略方面提供建言。

六、澳洲地下水管理之經驗啟示

澳洲地下水治理模式之脈絡依循水利法改革的軌跡而並進：水資源管理體制最先是各州發展，各州水資源管理制度之依其水資源稟賦差異而發展出不同的法規與行政體系，中央政府察覺各州的水資源發展進程並不一致，且各州制度也互有差異，於是中央政府藉由水利法改革，先是通過「國家水倡議」成立「國家水資源委員會」，由該委

員會負責推動水資源改革。接著於 2007 年通過《水利法》，並成立「墨累－達令流域管理局」以有效規劃墨累－達令流域之水資源，未來有望將墨累－達令流域成功的流域治理模式複製到其他流域。

在政策面，「國家水倡議」非常重視市場機制，因此「國家水資源委員會」傾力建置可適用全國的水權交易制度，並統一水權術語，以便各州水權交易之連結更有效率。目前地下水水權交易的規模遠遠不及地面水水權交易般興盛，原因在於政府對於地下水的理解不足所構成的技術性障礙。有鑒於此，「國家水資源委員會」遂推動「國家地下水行動方案」，一方面資助與地下水技術與知識管理相關之研究計畫，提升政府對地下水管理的知識與技能；另一方面成立「國家地下水研究與訓練中心」，培植地下水治理與研發之人力資本，以研究發展彌補地下水水權交易制度的知識缺口。

在法律面，澳洲最早的水資源法皆由各州與領地獨立頒佈。中央政府直到 1990 年代始推行水利法架構改革，以流域管理概念於 2007 年通過治理墨累－達令流域為主要標的的《水利法》。該法立意即以國家利益為考量，以法統合墨累－達令流域之水資源管理機構與組織，以達到水資源永續治理之目標。

在組織面，各州與領地早已建置並發展出各自成熟的水資源管理制度與獨立之機關組織，但州與州之間的橫向連結並不非常活絡。澳洲中央政府洞悉此現象，因此成立「國家水資源委員會」。該委員會一方面統合各州相關的組織機構，一方面扮演擴展全國性水資源政策的核心單位。2004 年成立至今，「國家水資源委員會」已成功推行多項澳洲水資源政策。

第四節 日本

一、日本水資源利用概況

日本的年均降雨量為 1,690 公釐／年，依其國土面積 378,000 平方公里的面積計算，兩者相乘可得降雨量約為 6,400 億立方公尺／年，其中約有 2,300 億立方公尺／年的水量蒸發散，剩下 4,100 億立方公尺／年的潛在可用資源量，然而，只有 815 億立方公尺／年可供使用。根據 2010 年的調查資料，農業用水、工業用水與生活用水各用了 544、117 與 154 億立方公尺的水量，其中地下水使用在上述使用標的，各用了 29、32 與 33 億立方公尺的水量，地下水使用占地面水使用比例約為 13% ($=0.13*100$)，可知日本是以地面水利用為主、地下水利用為輔（圖 2-7）。

二、地下水使用情況

日本 2010 年的地下水使用狀況如圖 2-8 所示，農業、工業與生活用水的占比，分別為 25.5%、29.1% 與 28.9%，工業用水與生活用水比重差異不大，均高於農業使用。此外，養魚用水（養殖用水）、建築物用水與消防、溶解雪水的用水分別占地下水使用的 10.7%、4.7% 與 1% 左右。圖 2-9 為日本歷年來各標的的地下水使用情形，各標的用水均呈下降趨勢，其中工業用水使用量下降相當顯著，農業用水則是呈階梯狀下降，1995 年與 2007 年為分界點，而生活用水為倒 U 型變化，從 1983 年開始增加，至 1996 年達到最高，之後開始下降，因此以工業用水與生活用水構成的都市用水表現出下降的趨勢。日本早在 1912 年之後因經濟急速擴張，對水資源的需求殷切，對地下水的利用急遽增加，因此開始造成地層下陷的情形，如圖 2-10 所示，在這幾個地區中，東京所在的關東平原是最早發生地層下陷的地區，接著是大阪，直至 1945 年第二次世界大戰結束，地層下陷的情形仍在持續，隨著戰後的復興與經濟起飛，地層下陷情形也愈加嚴重，日本政府意識到問題的嚴重性，開始制訂相關法律來抑制地層下陷的問題。

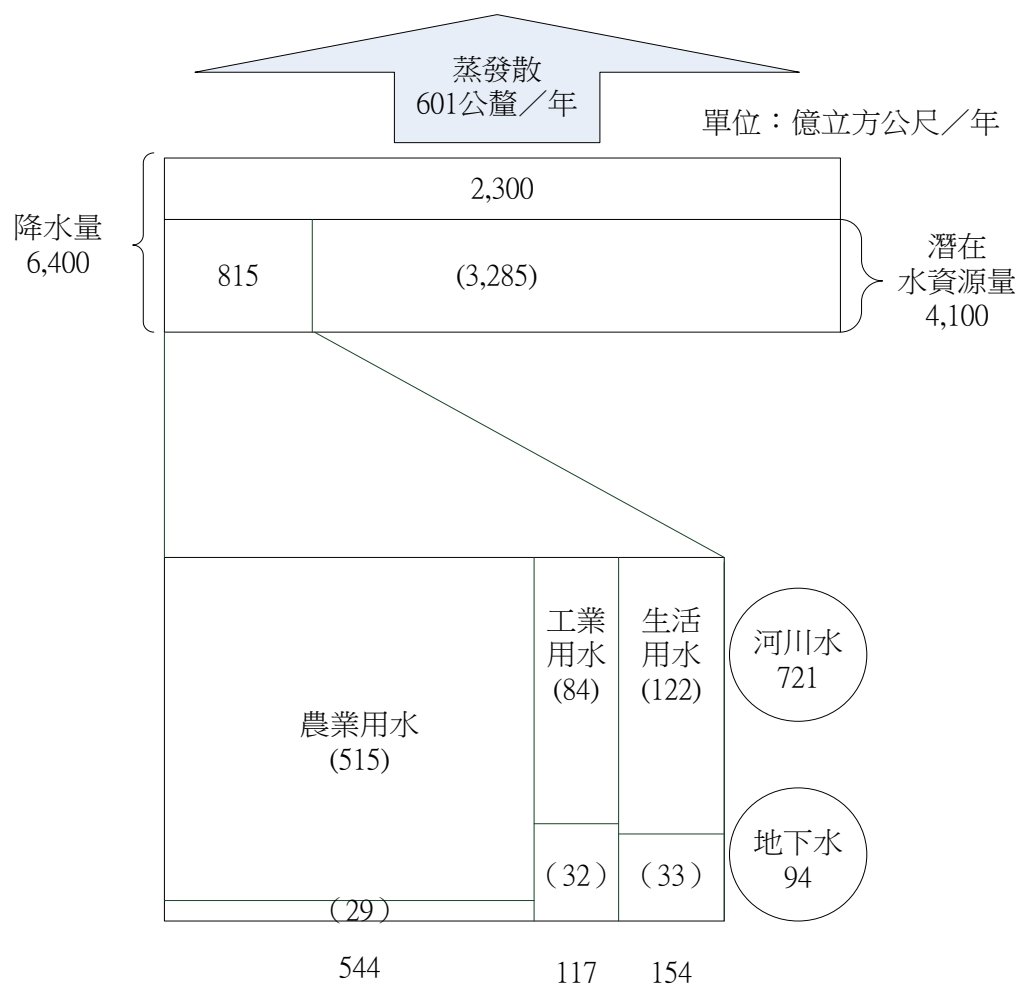


圖 2-7 日本水資源

資料來源：國土交通省（2013年）

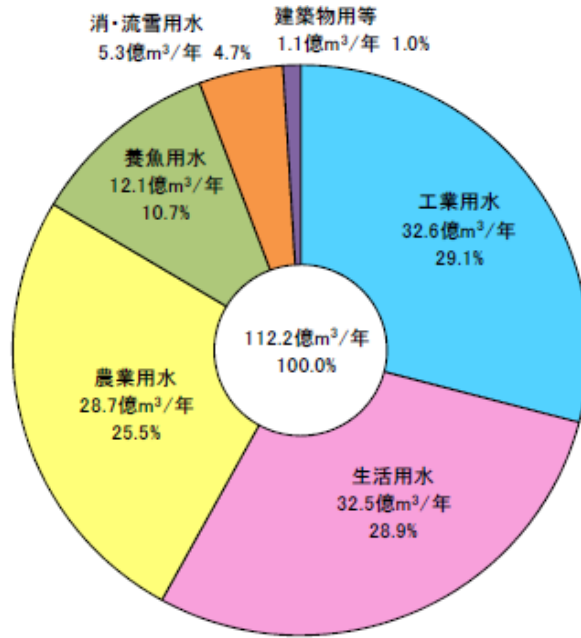


圖 2-8 日本 2010 年地下水使用

資料來源：國土交通省（2013 年）

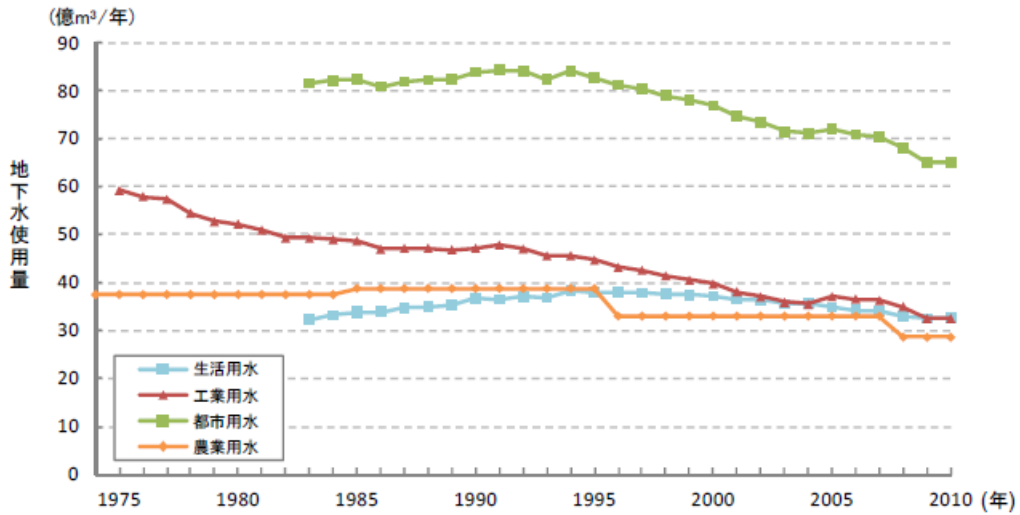


圖 2-9 日本歷年全國地下水使用量

資料來源：國土交通省（2013 年）

三、地下水管理政策

日本是以健全水循環體系的構築進行水資源的管理，地下水資源為整體水資源的一部份，針對地下水管理，首先在處理地下水的超抽問題，除了直接管制地下水抽取之外，以地面水替代地下水使用是降低地下水使用的配套作法，其他水資源管理措施，如加強工業用水回收利用、再生水利用、雨水收集系統建構，都是日本整體水資源管理措施的一部份，亦可歸屬於地下水管理措施的一環。

四、地下水管理組織

日本的地下水管理組織，中央負責政策、管制、方針制訂與協調，國土交通省負責水資源規劃、厚生勞動省負責飲用水、農林水產省負責農業與養殖漁業用水、經濟產業省負責工業用水、環境省負責地層下陷與水污染。地方層級則包括都道府縣的各級單位，負責執行中央的相關政策與法令，亦可制訂地下水管理條例。

五、地下水管理之法律

日本並沒有地下水管理的一般性法律，而是針對地下水問題（如地層下陷與地下水污染）由中央或地方制訂個別的法律或管理規則。與地下水有關的法律，可分為六類，分別是：

1. 防止地層下陷的地下水抽取法規：《工業用水法》（1956，1962）、《建築物用水法》（1962）、「地層下陷防止對策要綱」（1985，1991）
2. 地下水水質保護法規：如《環境基本法》（1993）
3. 污染防制法規：《水污染防制法》（1970，1989）、《廢棄物及清潔法》（1970）、《土壤污染防制法》（2002）
4. 溫泉與天然氣開採法規：《溫泉法》（1948）、《礦業法》（1950）
5. 飲用水水質法規
6. 地下水環境損害預防法規

針對地層下陷問題，日本在 1965 年制訂《工業用水法》，用以規範指定地區指定工業的地下水抽取；1962 年的《建築物用水法》也對

建築物使用地下水訂出了規範，大阪平原的地層下陷在 1962 年開始減緩，地層下陷累積量維持在 200 多公分，而東京的地層下陷情形在 1972 年才開始停止，已地層下陷已累積至 400 多公分，其他地區也陸續出現地層下陷情形，雖然沒有東京與大阪如此嚴重，日本內閣在 1985 年與 1991 年分別對筑後－佐賀平原、濃尾平原，與關東平原北部提出「地層下陷防止對策要綱」，做為因應地層下陷的指導綱領。

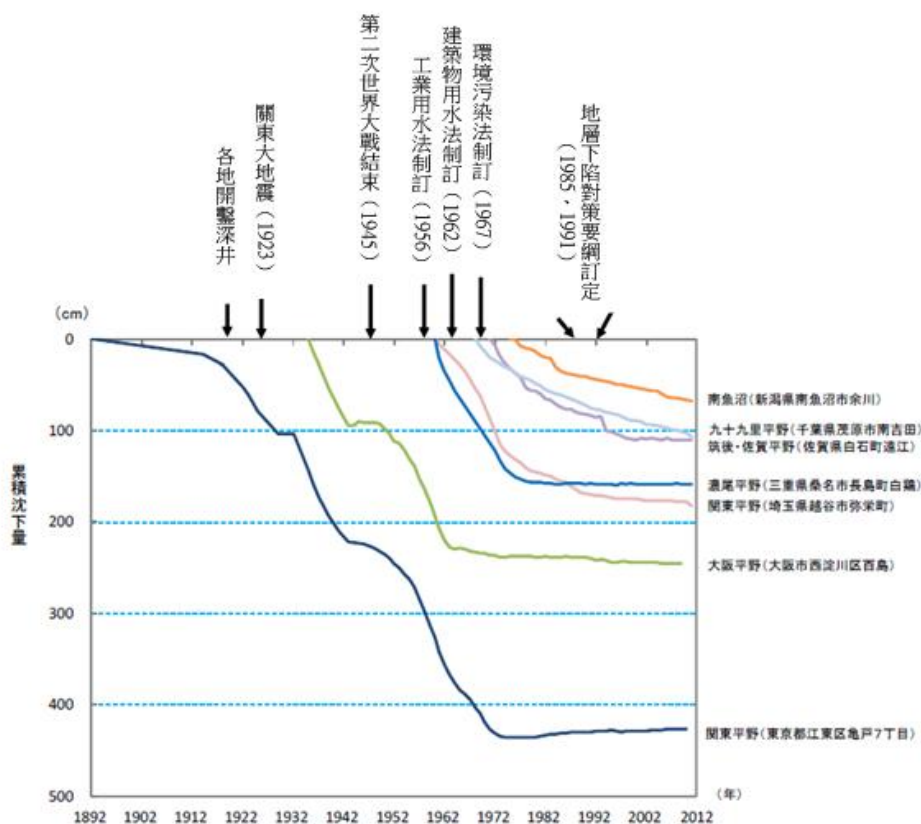


圖 2-10 2011 年日本地層下陷區累積下陷量

資料來源：國土交通省（2013 年）

表 2-14 為三個「地層下陷防止對策要綱」所劃定的三個地區（筑後－佐賀平原、濃尾平原、關東平原北部）因應地層下陷所採取的措施，各區各有不同的地下水總量抽取管制，此外，在對策方面，在限

制（保護）區對地下水的使用及替代水源的確保是其重點，在觀察區主要是掌握地層下陷與地下水位的變化，並對地下水的的使用給予指導。

表 2-14 各地區地層下陷防止等對策要綱概要

	筑後-佐賀平原	濃尾平原	關東平原北部
決定日	1985/4/26	1985/4/26	1991/12/29
部分更新日	1995/9/5	1995/9/5	—
對象區域	福岡縣及佐賀縣的一部	岐阜縣、愛知縣及三重縣的一部	茨城縣、櫛木縣、群馬縣、埼玉縣及千葉縣的一部
地下水取用目標量	佐賀地區： 年 600 萬立方公尺 白石地區： 年 300 萬立方公尺	年 2.7 億立方公尺	年 4.8 億立方公尺
地層下陷防止對策	限制（保護）區：1.地下水採取規範 2.替代水源確保及替代水供給 3. 節水及合理用水 觀察區：地層下陷、地下水位的狀況掌握及地下水適當採取的指導		
觀測及調查	1.下陷量、地下水位的觀測及必要觀測設施的整頓 2.地下水採取量及地層下陷的損害調查		

資料來源：環境省 水・大氣環境局（2012）

《工業用水法》與《建築物用水法》其主管機關與適用地區如表 2-15 所示，在指定地區，工業用水與建築物用水均需取得地方政府的許可才可取用地下水。除了這兩個法律是中央的法令之外，地方亦可因地制宜採取其他地下水管理的作法，例如千葉縣的《環境保全條例》，對縣內指定地區的工業、礦業、建築物、農業、水道、高爾夫球場灑水用途的地下水抽取均有一定規範。

表 2-15 工業用水法與建築物用水法摘要

	工業用水法 (1956 年制訂)	建築物用水法 (1962 年制訂)
主管機關	環境省與經產省	環境省
要義	工業是指製造業、電業、瓦斯及能源供應業 工業用的地下水抽取需獲得地方政府的允許(包括過濾器的位置與出水口的截面積)	建築物使用是指地下水抽取用於空調、浴廁用水、洗車等。 建築物用的地下水抽取需獲得地方政府的允許(包括過濾器的位置與出水口的截面積)
適用地區	宮城縣、福島縣、埼玉縣、千葉縣、東京都、神奈川縣、愛知縣、三重縣、大阪府、兵庫縣	大阪府、東京都、埼玉縣、千葉縣
總計	10 都府縣 62 市區町村	4 都府縣

資料來源：環境省(2012)

六、日本地下水管理制度之經驗啟示

日本的地下水問題起自於工業的發展導致地下水過度抽取，造成地層下陷與海水入侵，颱風期間更造成地層下陷區的嚴重災害，日本政府首先對地層下陷區的工業用地下水進行抽取管制，其次管制建築物對地下水的的使用，在地層下陷問題減緩之際，環境污染問題接踵而至，日本政府陸續訂定了地下水污染防制的法規。與此同時，對主要地層下陷地區仍訂定階段性的地下水抽取總量管制規定，資料顯示，日本的地層下陷已維持在一定水準、趨於穩定。日本的地下水管理制度有以下啟示：

首先，在政策面，日本是以健全水循環體系的構築進行水資源的管理，視地下水資源為整體水資源的一環，並沒有為地下水制訂一明確的地下水管理政策，而是先透過管制直接處理地下水超抽的問題，次而再透過各種替代地下水使用的措施以減少地下水使用量，同時也提升整體水資源的運用效率。日本直接管制地下水抽取的作法與我國類似，但是提升其他水資源運用效率以間接降低地下水使用的作法我

國尚有進步的空間。

其次，在法律面，日本的並沒有地下水管理的一般性法律，在水量管理上只有針對地層下陷的問題量身定做的法律，主要是以管制地下水抽取做為手段；在水質管理上，亦無針對地下水而訂的專法，是包括在一般的污染防制法之中，這與我國目前的法律做法相似。特別的是，地方政府除了執行中央的法令之外，地方亦可因地制宜採取其他的地下水管理作法，這值得我國參考。

最後，組織面上，日本中央層級的地下水管理權責散佈在五個省，簡言之，國土交通省為水資源開發單位，環境省為水質管理單位，而經濟產業省、厚生勞動省與農林水產省各為工業、民生與農業的水資源需求管理單位，可謂多頭馬車的治理，但是從各用水單位地下水使用量逐年減少與地層下陷趨於穩定的現象觀之，顯現出中央各省具有良好的協調與協作機制值得我國借鏡。

第五節 以色列

一、以色列水資源利用概況

以色列位於阿拉伯半島的西北角，鄰近地中海，北部連接黎巴嫩，東北部與敘利亞為鄰，東邊接約旦，北至南沿海為狹長之海岸平原，北部為山地及溪谷，雨量較豐沛，南部為沙漠。2011 年底以色列約有 783 萬人，全國面積 21,500 平方公里（不含加薩走廊及約旦河西岸占領區），其中一半以上的土地屬無法耕種之沙漠及山地，僅有中北部為主要農業區。以色列氣候屬地中海型氣候，有溫帶氣候，也有熱帶氣候，陽光充足，只有兩個差別顯著的季節：以 11 月至來年 2 月的冬季有雨，3 月至 5 月為以色列最好的季節，天氣溫和並充滿綠意，以及接著延續五個月的乾旱夏季，氣候炎熱。以色列的北部和中部降雨量相對較大，南部的內蓋夫沙漠區就要少得多。受到自然氣候條件之影響，及欠缺豐沛水源，水資源條件上屬於半乾旱地區，夏季面臨缺水危機。

該國的特點是沙漠和半沙漠氣候，以色列依靠零星雨季作為國家的水源補給，平均每年的自然水體（主要是降雨）供給為 12.49 億立方公尺／年。然而，每年降雨量的波動程度非常的極端，經常發生連續的乾旱年（詳見圖 2-11）。自 1993 年以來，平均自然供給是 1,155 萬立方公尺／年（低於長期平均值 12.49 億立方公尺／年）。近幾十年加速的地下水損失和的自然供水減少、不斷增長的人口、加上日益增加的需求，導致所有天然水源枯竭。因此節水、提高使用效率以及開發補充來源，是以色列日益窘迫的課題。

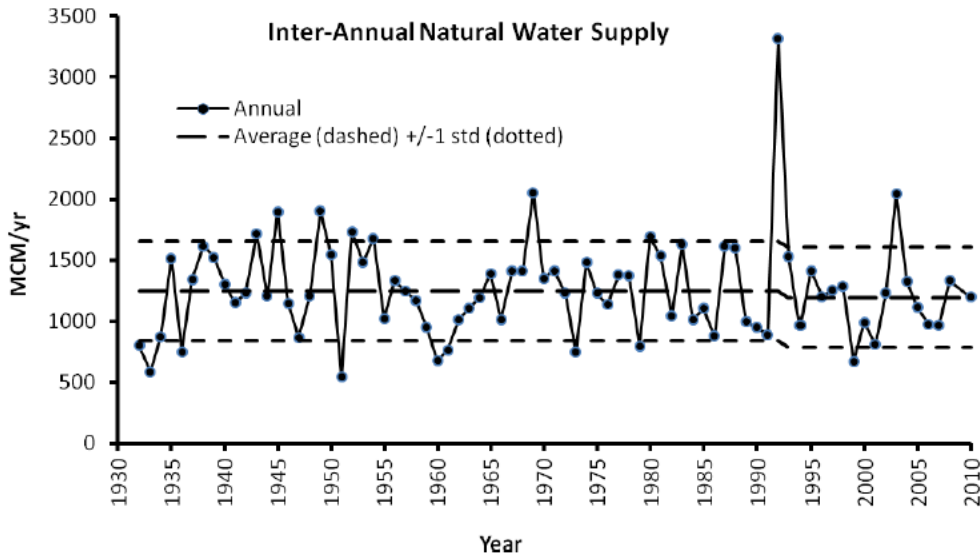


圖 2-11 全年供應天然水通過降水進入以色列的天然水能蘊藏量
(1932 至 2010 年)

資料來源：Rejwan (2011)

註：單位為百萬立方公尺／年

二、以色列地下水使用情況

以色列地面水資源約占 55%，主要集中在北部地方，地面水有約旦河與加利利湖。約旦河全長約 300 公里，年逕流 5.2 億立方公尺。加利利湖 (Sea of Galilee)，是以色列境內最大的淡水湖，相當於一個大型水庫，湖面長 21 公里，最寬處 12 公里，面積 166 平方公里，集水面積 2730 平方公里，抽水量每年約為 4 億立方公尺，其供水大約占全國用水的 30%。地面水尚有北部山區的自然降雨，占全國用水的 25%。

地下水資源約占 45%，以色列共有兩大地下水層，一個位於西部沿海平原，約在卡梅爾 (Carmel) 地區延伸至南部的加沙 (Gaza Strip)。每年大約從地下抽水 25 億立方公尺，占全國用水的 19%。另一個位於中部山區，分佈與沿海地下含水層平行，北自梅爾 (Carmel)，南到內

格夫沙漠北端的比爾謝瓦（Beer Sheva），該含水層每年大約抽水 35 億立方公尺，占全國用水的 26%。以色列用水未來將以海水淡化為主要供水來源，並提升鹽水的使用量，以減少地下水的抽取，水資源的消費量詳見下圖。

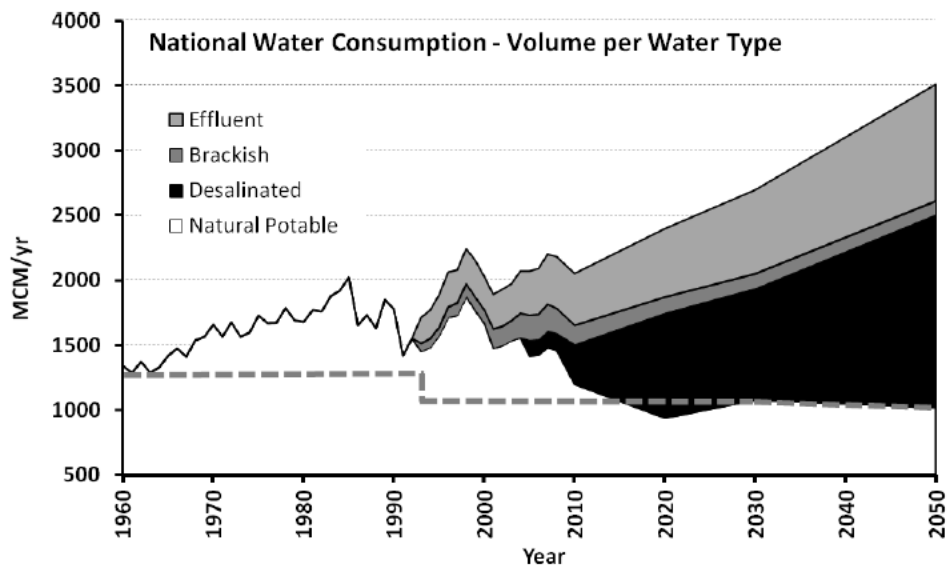


圖 2-12 以色列歷年各種水資源消費量（1960~2050 年）

資料來源：Rejwan（2011）

三、地下水管理之政策

（一）國家水資源長期總體規劃

以色列水資源管理政策是由水資源委員會研擬，2012 年以色列公布「國家水資源長期總體規劃」(Long-Term Master Plan for the National Water Sector)，以下摘要該規劃中的管理方針與內涵。

1. 願景

天然水源將被復原和保存。以色列國家水務部門將成為水相關的全球性技術和創新中心，成為開創性管理水資源短缺的典範。

2. 目標

以具有經濟效率的方式穩定供水，確保所有消費者在用水方面享有永續福祉。

3. 政策

因政策眾多，以下摘錄與本研究相關議題的管理政策：

(1) 天然水源管理

- 天然水源具戰略價值，將回復和保存。
- 所有天然水體的營運與保護目標均將予以設定。
- 以永續的方式使用可再生的天然水，並避免過度抽取。

(2) 淡水系統管理

- 綜合管理：將自然和淡化的水源整合在一個基礎上管理（整合至全國輸水系統）。
- 加利利海被指定供水以色列北部，將保持連接到全國輸水系統。
- 供應國家和其他地區中心的水源，將以海水淡化廠為補充來源。
- 提升供電可靠性，以維護城市的水源供應，並更換管道系統，增加當地生產系統。

(3) 水質

- 天然水源，其品質近年已下降，已被認定不適合大眾消費，未來其水質將恢復到飲用水水質，且必須受限於成本效益分析。
- 除了全國水庫復育的量化目標外，天然水源與消費行業的供水水質標準也將設定質性的復育目標。
- 其他措施包括推廣城市社區使用低鹽水、減少加利利湖的鹽

化、去除污染物並盡量提升天然水資源品質等。

(4) 環境

- 環境是一重要的水資源消費者，必須要保障其取水的權利，棲地與水資源相關的生態系統必須優先取得天然水源。
- 天然水源的需求必須被整體規劃考量，且必須通過水資源委員會認可。
- 環境政策必須被整合至水資源的基礎設施中。
- 外部成本必須被納入各計畫評估的成本效益分析之中。

此外，以國特別著重水資源使用的效率提升，提升的重點有三：(甲)減少水在輸送過程中的損失；(乙)農業部門增加使用半鹹水和汙水；(丙)工業部門增加水資源的再利用並提高水資源利用效率。表 2-16 為各部門於 2010~2050 年間提高用水效率的目標與期程，

表 2-16 以色列各用水標的善用水效率的期程規劃（2010~2050 年）

Table 3: National objectives and timeline for improving efficiency in each sector.

Year	Total		Domestic Sector ^b	Agricultural Sector	
	% alternative water sources ^a	Volume in MCM of desalinated water	Per capita water consumption (m ³ /pers/yr) ^c	% of irrigation from effluent	Volume of effluent (MCM)
2010	44	307	90	38	400
2015	54	558	99	43	464
2025	61	835	98	51	587
2050	71	1491	95	67	900

^a Water resources used other than natural potable water: desalinated, effluent, and brackish.

^b Tourism is included within the domestic sector

^c 100 is the maximum desirable consumption rate across all years.

Data Source: *A Long-Term Master Plan for the Water Sector – Policy Document* of the Ministry of National Infrastructures, Water Authority, Planning Department.

資料來源：Zaide（2012）

具體規劃有以下七點：

- (1) 減少農業部門天然水源的灌溉，應從目前的 42% 調降至 26% (2050

- 年)。
- (2) 加倍使用污水於灌溉，到 2050 年將污水在農業灌溉的使用量提升到兩倍。
 - (3) 持續提供研究、開發、培訓和需求管理的誘因機制。
 - (4) 保持或降低國內人均用水量等於或低於 100 立方公尺／每人每年
 - (5) 保持天然水消費率等於或低於平均自然供給率。
 - (6) 增加天然水源 (natural potable water) 的替代來源：淡化海水 (desalinated sea water)、污水 (effluent)、微鹹水 (brackish water)。海水淡化量從 2010 年的 20% (307 百萬立方公尺)，提升到 2020 年的 46% (809 百萬立方公尺)。
 - (7) 提升使用效率，以確保可永續使用水資源。

此外，工業和農業部門每年均給以固定的配額，民生部門沒有固定配額限制。政府為農業和工業部門提供工具、知識和誘因機制，鼓勵水的重複使用（污水）和苦鹹水。在民生方面，以保持人均消費率低於 100 立方公尺／每人每年需求管理目標。

（二）價格工具

以色列政府透過水價體系，提升用水者的用水效率。以色列以定額為基準，超標加價收取水費，採累進水價制鼓勵節水。農業用水、工業用水與家庭用水在不同地區的水價均不同。農業用水價格是根據每年確定的淡水配額的額度，分成三個等級訂定，在用水額度 60% 以內水價最低，用水量超過額度 80% 以上水價最高且鼓勵回收水的使用，將回收水的價格定的非常低。家庭用水價比農民用水價高出許多，家庭用水的價格亦根據用水量的級距訂有三種價格。工業用水在允許的配額內價格不變。此外，為反映水資源的真實價格，以色列於 2000 年開徵水資源開採費，將外部成本內部化，水資源開採費根據開採行業、水源品質、開採數量和開採地點的不同而不同。水資源開採費成為政府調節水資源利用的政策工具之一，該費率於 2007 年進行了調整。同時，政府還向居民另外收取污水處理費。

四、地下水管理組織

以《水法》為核心的法規體系，成立水利委員會負責水資源管理、建立嚴格的許可制度，規定水價調節需求，國有企業負責對用戶供水。1971年，以色列修改《水法》，禁止任何人直接或間接污染水資源，授權環境部長保護水品質，防止水污染，並為此頒佈行政規章。該法規範所有的水資源屬於國有公共財，沒有任何私有水權且所有用水量必須被測量。以色列政府更進一步將管理體制整合。2006年之前，以色列水資源管理的許可權分佈在各個政府職能部門。其中，基礎設施部負責水資源總體管理，農業部負責農業用水的分配和定價，環境保護部負責水品質標準控制，衛生部負責飲用水品質管制，財政部負責水資源定價和水利投資，內政部負責城市用水供應。2006年，以色列政府對水資源管理的職能部門進行了調整，將分散在不同部門的水資源管理職能統一畫撥到了新組建的「水與污水資源管理委員會」(以下簡稱「水資源委員會」(The Water Authority Council))，委員會是由水務局與其他部會授權組成，共有8名委員員額，包含基礎設施，環境保護，金融，內政部，衛生，水務局，以及兩個公共利益集團的代表，任務為有效地調節非常有限的水資源，以提供以色列的短期和長期的用水要求。同時還規定，政府在制定政策和採取措施的時候，必須徵求政府和生產商、供應商和消費者等公眾代表組成的水資源理事會的意見。在以色列，國家行政部門對於水資源的永續利用必須負完全的責任，所有關於水資源的決策與管理，均由國家一級機關完成，次級國家機關不參與決策過程，例如市政府並非水資源使用的決策者，相反的他們是消費者。

水資源委員會的特點有四，第一：該會管理整個水資源供應鏈，第二：將所有管理機構納入同一屋簷下管理，第三：以經濟方式管理水市場，第四將管理權責轉至單一專業水資源組織，第四：以穩定的程序來維持公共財，第五，自政府預算中獨立。

在委員會下是水務局 Israeli Water Authority，其主要任務是：(1) 保障持續供水的水質、水量、用水效率、穩定性與經濟基礎。(2) 保證按照規定處理污水。

在國家層級，除了水資源委員會與水務局以外，尚有國有的水公司負責執行供水工程與管線管理，在能源和水資源部監督下，麥考羅特水公司（Mekorot）提供全國 70% 的水。梅科洛特的供水系統聯合大部分地區的自來水廠，負責全國輸水系統。麥可羅特公司已挖掘 1300 口井，建立 700 家水電站（約用了 3,000 多個水泵），建起 600 個水庫，擁有長達 6,500 公里的管道，以色列近 65% 的用水都由麥可羅特公司提供。麥考羅特公司對水的收費標準與水的用途有關，並根據政府控制的價格政策對不同用水部門採差別訂價。

由於以色列水資源集中在北部和中部，但是農田主要分佈在東部和乾旱的南部，因此 1953~1964 年，歷時 11 年興建國家供水系統，每年從北部加利利湖向南部納蓋夫乾旱地區輸送水 4 億立方公尺。全國輸水系統（National Water Supply）把加利利湖水和中部的地下水連接成為一個整體，並配合電腦水資源調配系統和高度節水系統形成的國家智慧水網工程，將北部加利利湖水提高水面 372 公尺，提升蓄水功能，亦根據需要對各處的需水作統一調度，還收集污水，經處理後提供給農業灌溉使用，供水量 14 億立方公尺，占全國的 70%，大幅改善以色列的水源供給。為實現即時調配，輸水系統同時搭配建有包括 8 個遙控中心，6 個水質檢測實驗室，集資訊採集、傳輸、儲存、處理、調度功能為一體的水資源統一調度系統，由電腦調度系統即時給出優化的供水方案。剛建成時，工程 80% 的水量用於農業用水，20% 用於飲用水。到 20 世紀 90 年代，約一半的水資源用於飲用水。

國家供水系統除供水外，亦有蓄洪調節的功能，在雨水多的早春和冬季，排放過多的雨水，同時補給沿海地區的地下含水土層，以防海水因地下水水位下降而倒灌，可以將不同用水需求將由一個地方運往另一個地方。

以色列國家水網工程的特點主要包括：

1. 深埋地下。將加利利湖水通過地下管道輸送到南部，減少蒸發漏損，避免戰爭及恐怖主義破壞；
2. 系統開放。需要時可隨時從管道介面連接支線，將水送到需

要的地方；

3. 系統可拓展。興建管道系統回收處理污水以供再利用，將其它水源也納入該系統中；

1998～2002 年的長期乾旱促使政府進行大規模的海水淡化工程。全球最大規模使用反滲透技術淡化海水。2009 年 1 月，Mekorot 宣佈將投資 5 億美元修建新的全國輸水系統。新管道將與 5 個新的海水淡化系統相連。完成後，全國大部分居民用水將來自海水淡化系統。人工地下水回補的來源主要是洪水、全國輸水系統和處理後廢水。冬季將洪水收集回補池回補地下水，供夏季使用。

五、地下水管理之法律

以色列由於水資源供給遠小於需求，而嚴格管控水資源，包括建立《水井控制法》(The Water Drilling Control Law, 1955) 規範所有抽水井必須經國家許可方能抽水，並同時通過《量水法》(The Water Measuring Law, 1955) 規範所有的原水必須經測量後方能進行配送，至 1959 年以色列國會通過《水法》(The Water Law, 1959)，明定水資源屬於公眾所有，由政府作為公眾的受託人統一管理，並依據人民利益和國家發展的目標，管理水資源的使用，以行政規範的手段，控制水資源的供給與需求之間的平衡，涵蓋水資源的消費、分配、供應與污染等的各個層面。同時於 2006 年修正水法，成立水資源委員會納入所有監管機構在一個屋簷下，負責管理水資源、制定和修改國家水資源政策，管理整個水資源鍊鏈。所有水資源的開發都必須考慮三個方面：(1) 保障供水。(2) 考慮社會和經濟需水。(3) 生態環境用水。

六、以色列地下水管理之經驗啟示

以色列的地下水管理制度有以下啟示，首先在政策面：

（一）落實地下水和地面水資源聯合調度－全國輸水系統（National Water Carrier）

以色列政府透過工程和非工程措施，搭配管理機制，強化水資源利用的管理與效率，以工程技術落實地下水和地面水資源聯合調度。以色列建立之全國輸水工程已搭配智慧水網，透過水網將地面水與地下水聯合調度，掌握用水資訊外又可依水質需求調配，我國現階段對地下水的總抽取量尚無法掌握，建議未來於各地下水井裝設水表，以掌握資訊。

（二）嚴格管制地下水抽取與監測地下水水位，落實地下水井管理與水質監測

以色列規範所有水權屬國有，與我國相同，惟其境內 70% 以上之水井屬於國有。以色列嚴格管控水資源，規範所有抽水井必須經國家許可方能抽水，且無許可者不得抽水，所有的原水必須經測量後方能進行配送。又搭配其水質監測，經檢測後方能輸送，不但提升該國水質檢測產業能力，又確保水質安全。

（三）著重水源安全與監測

在污染物檢測方面，以色列在水質的監視、偵察、指揮與控制系統感測器領域，以及毒素檢測的生物感測器領域均處於世界領先地位。以色列已經開發出能夠對水路中的生物和化學污染物進行戰略監測的技術，一旦發現水被污染，就立即採取能夠對抗污染物的措施。通過水質檢測一方面得出即時的水源點水質狀況，另一方面還可以從累積的資料中得到不同區域水質變化的趨勢，進而分析原因並制定相應對策。由於地下水產生變化往往需要一定時間，而一旦污染破壞又難以恢復，這種長期監測的手段為發現和處理問題提供了準確的支持。

（四）善用價格工具

以國針對不同的用水標的分別制定不同水源的累進用水價格，以

我國地下水資源政策之研究

經濟誘因強化節水誘因與污水的使用，我國亦可引進價格機制作為管理地下水與地面水的機制之一。

其次，在法律面，以色列並沒有特別的地下水管理的法律，而是以水法統一管理地面水與地下水的質與量，特別之處在於，統一由國家以行政方式控制水資源的消費、分配、供應與污染等，並且所有抽水井必須經國家許可方能抽水，所有的原水必須量測其抽取水資源之質與量後，方能輸送，這值得我國參考。

最後，組織面上，以色列政府將分散在不同部門的水資源管理職能統一到了新組建的「水與污水資源管理委員會」。四項特點可供我國參考。第一：該會管理整個水資源供應鏈，整個資源從搖籃到搖籃均涵蓋，有整體管理的優點。第二：將所有管理機構納入同一屋簷下管理，如此可降低各機關之間溝通與決策的成本，提升效率。第三：以經濟方式管理水市場，以經濟誘因來調整水資源使用量，減少浪費，第四將管理權責轉至單一專業組織，由專業人員管理。

第六節 荷蘭

一、荷蘭水資源及環境概況

荷蘭位於歐洲西部，東面與德國為鄰、南接比利時、西側及北側濱臨北海，地處萊茵河(Rhine)、馬仕河(Mass)和斯凱爾特河(Scheldt)三角洲，國土面積 41,500 平方公里，其陸地面積甚至小於台灣，人口 1,607 萬人，人口密度每平方公里 475 人。荷蘭為當今世界第十六大經濟體，然自然資源相對貧乏，主要的工業包括食品加工、化工、煉油、電力和機械製造，近年來重視發展空間、微電子、生物工程等高技術產業。荷蘭的石化工業也為重要經濟基礎，皇家殼牌集團為代表。農業方面採高度機械化耕作，出口額列世界第三位，其中園藝已經專業化，花卉是荷蘭的支柱性產業，畜牧業的乳品生產也是世界第一的，出口大量的乳酪製品。

荷蘭緊臨北海，天候深受其影響，氣候屬溫帶海洋性氣候，全年濕潤有雨，無乾季，平均每年約有 1,100 億立方公尺的入流量進入荷蘭，其中最主要的部分是萊茵河(River Rhine)的 690 億立方公尺，降水也是重要的來源約 291 億立方公尺，年平均降水量約 750 公釐，變動不大，蒸發散量約 550 公釐，冬天降雨較多，降雨之時、空分佈差異不大，無明顯之豐枯季節，整體水資源概況如表 2-17 所示。溫差不大，沿海平均氣溫在夏季為攝氏 16 度，冬季為攝氏 3 度；淡水為不可或缺的天然資源，雖目前沒有缺水的問題，但水資源並非平均地分配在全國各地，水資源也有污染的潛在威脅。

荷蘭國土大部分是地質史上十分年輕的沖積平原，地貌幾乎為河流及運河交會成的海埔新生地。東南方之土地以砂礫石為主，而地貌為林地或荒地。大部分的國土皆由泥炭土所組成，在頻繁的人類活動干擾之後，泥炭土因引入的氧氣而分解，因為耕作而排乾土裡的水分，也造成土地的下沉。荷蘭著名的淤田(Polder)，即是將溼地以堤防圍起，再用風車或抽水機排出積水而形成的乾農地。荷蘭政府於 1927

年著手興建著名的北海大堤（Afsluitdijk），將須德海（Zuiderzee）與北海（Noordzee）隔開，形成艾瑟爾湖（LakeIJssel），之後人們在湖中圍墾，利用渠道及風車創造出舉世聞名的東北淤田（Noordoost polder）。

表 2-17 荷蘭年均水平衡概要

	年平均		乾旱年（1976 年）	
	公釐	百萬立方公尺	公釐	10 ⁶ 百萬立方公尺
In				
降雨 Precipitation	750	29100	535	20800
萊茵河 Rhine	1775	69000	1065	41500
馬仕河 Meuse	215	8400	90	3500
其他河流 Other rivers	75	3000	40	1500
合計 Total	2815	109500	1730	67300
Out				
蒸發散量 Evapotranspiration	550	21400	528	20500
其他用水 Different uses	55	2100	154	6000
河流出海 River outflow	2210	86000	1048	40800
合計 Total	2815	109500	1730	67300

資料來源：Huisman 與 Cramer（1998）

二、地下水水文與地下水使用情況

以往荷蘭地下水並非重要問題，地下水資源豐沛，存於良好的地下水含水層，由降雨及周邊的地表逕流予以補注。在接近海平面的沿海地區以及中部丘陵地帶，東部和南部的部分地區，地下水資源較為缺乏。地下水質也相當良好，只有在部分沿海地區有地下水鹽化的問題。荷蘭地下水使用量情形如表 2-18 所示，依地下水的特性的大致可

以分成西部和北部沿海低窪地區，與中、東、南部的高地區域。

表 2-18 荷蘭 1988 年地下水抽取使用情形

單位：立方公尺／分鐘

公共用途抽水	800
工業用途抽水	375
農業用途抽水	175
其他	100
總和	1450

資料來源：Pellenbarg (1997)

荷蘭沿海岸的西部低窪地區，地面高程接近於海平面，許多地區甚至低於海平面，此區域之地面水管理系統，包括了抽水站、閘門、運河等聯合運作，沿著海岸線區域有存在著一些沙丘、其高度可達 40 公尺，保護著內陸不被海水淹沒（圖 2-13）。本區的排水系統運作直接影響到地下水的水位。透過排水得使土地可以予以利用，但過度的排水也會造成該區風險，當地下水位下降過多會發生沈陷的問題，在部分圩田區域也發生了 2~4 公尺的沈陷，圖 2-14 為本區的水文地質剖面示意圖，由透水性高的砂礫石層與一些半透水粘土層，形成可儲蓄大量地下水的含水層。依條件而言，低窪地區應有足夠的水資源，但由於地下水位和水質的關係，地下水必非隨處可得，部分區域地下水超抽造成短缺，部分區域的超抽也降低了泥炭層與降低地下水位，使得土地表面發生沈陷的問題，導致建築物損壞等問題，抽取過多的地下水也更增加了海水入侵的風險。因地點之不同，同時存在著地面水缺乏的狀況。此外因為工業、農業等污染，造成了地面水污染間接影響地下水的水質，造成使用上的限制。

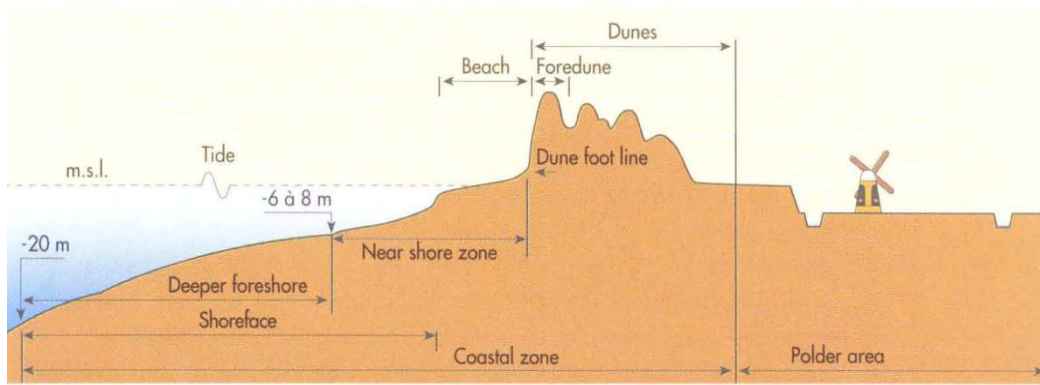


圖 2-13 荷蘭海岸區域剖面圖

資料來源：Huisman 與 Cramer (1998)

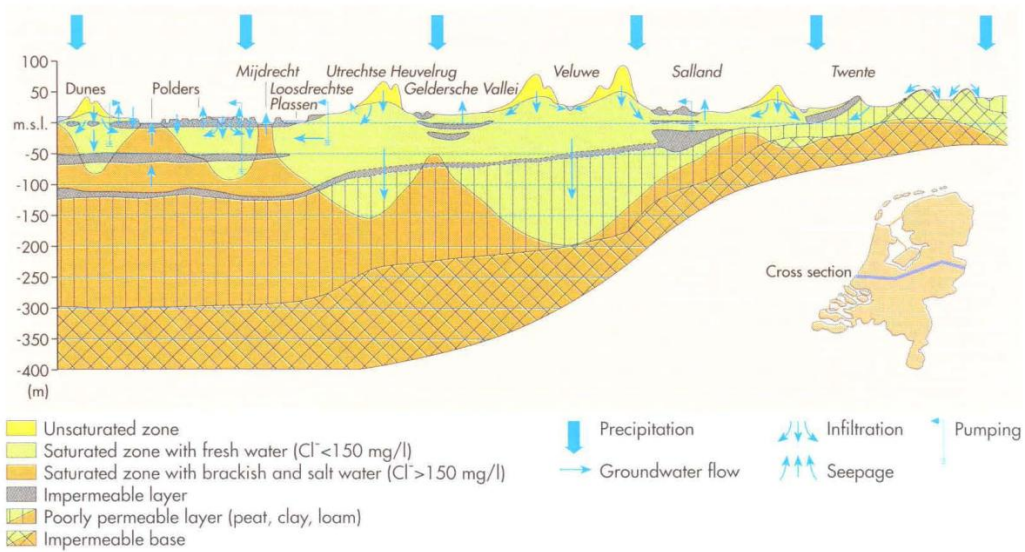


圖 2-14 荷蘭東西向的地質水文剖面圖

資料來源：Huisman 與 Cramer (1998)

荷蘭中、東、南部的高地區域大部高程約為 10~50 公尺以上海平面的地區，一些丘陵可以達到高 100~200 公尺。在這些區域，有較高的地下水層，像大多數其他歐洲國家一樣，即使在高地，地下水位也對於地下水的開發相當敏感，當抽取地下水時，造成地下水位下降，直接使地表植物生長受到影響，也造成農業產量的減少、作物枯萎、畜牧用水不足等問題，在自然環境也對生態有負面的效應，如稀有物種的生存受到威脅等。因此相較於低窪地區，即使本區有較高的地下水蘊含量，但開發還是有限，整體荷蘭的地下水位如圖 2-15 所示。

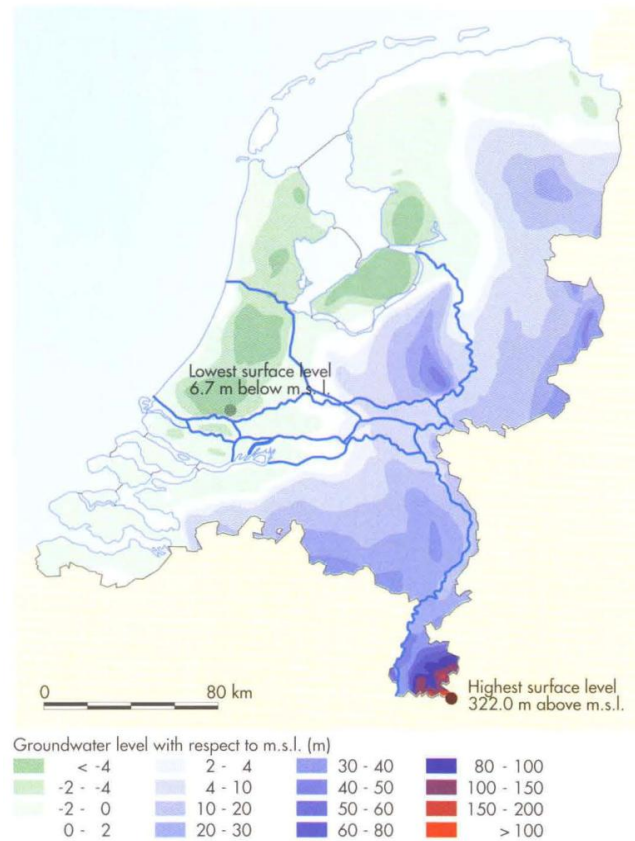


圖 2-15 荷蘭區域地下水位圖

資料來源：Huisman 與 Cramer (1998)

荷蘭在發展農業經濟的目標下，增加排水面積以獲取更多的耕地面積以提高產量，為了因應飲用水與工業用水的增加，地下水抽取量也逐年上升，荷蘭在 20 世紀以前主要還是以地面水為飲用水水源，之後才將飲用水水源移往地下水，目前約三分之二的飲用水來自地下水。但長期過度的超抽造成地下水的短缺。工業污染、農業肥料造成的硝酸鹽和磷酸鹽，農藥和酸雨等都造成了地下水質的逐漸惡化。

三、地下水管理之組織

荷蘭在地下水管理基於一般水資源之架構，並無獨立區分，在一般水資源管理及分工層級上，最上層屬中央政府層級，「基礎設施及環境部」(The Ministry of Infrastructure and the Environment)負責國家整體水資源相關政策制訂，省級政府(Provincial Government)依地區特性訂定執行方針，地方政府(Municipal Government)則具有財務獨立性及執行能力，另外荷蘭將其境內水域畫分為 26 個地區，由各區的水利委員會(Water Board)管理。水利委員為歷史發展形成的民主組織，早在荷蘭建國之前就已經存在，其在荷蘭環境管理中具有重要作用，負責管理和地面水資源之主要運作。演變至今，水利委員會目前主要任務包括了防洪操作(海岸及河川防護工作)、地面水量維護(控制水位、維護河川及運河)、水質維護(污水處理、生態基流等)、水利系統提升等。

在荷蘭，水資源之管理策略直接或間接影響許多其他政策，如環境保護、土地使用計畫與自然保育等。在協調水資源政策與其他法令時，省級政府扮演重要的角色，省級政府水資源管理計畫與水利委員會的協調管理，也是區域層級完整水資源管理的要素。荷蘭目前地下水法令上各項管理制度的實行，主要是省級政府執行，為主要管理者，其中最主要的一項的政策工具乃是地下水抽取許可的發放及審核，另外的一項政策為地下水抽取的登記制度。當省級機關授予許可之前，需要進行各方面調查分析，提出技術報告計畫，該報告由省級政府內的工程師完成，並開放給公共檢視審議，並由「省級水資源管理委員會」(Provincial Water Management Commission)決定是否授予許可。「省級水資源管理委員會」由相關利益團的成員代表所組成，以確保

公平公正客觀地檢視相關事宜。嚴謹的審查程序多運用於較大的地下水開發計劃，小型的地下水開發則需依地下水法規定登記以接受管制即可。

四、地下水管理之政策與法律

荷蘭地下水相關的法令包括了 1984 年制定的「第二次水資源國家政策文件」(Second National Policy Document on Water Management) 及 1989 年的「第三次水資源國家政策文件」(Third National Policy Document on Water Management)。上述政策文件制訂了如何防止人為乾旱的對應策略，包括因地下水抽取以及排水造成的地下水位下降對於環境的傷害。《地下水法》(Groundwater Act) 是 1984 年 3 月通過，主要對水量作規範，荷蘭地下水並未被賦予財產的所有權，水必須存在於地表才會被賦予財產權。根據民法，土地所有者只有在水被引至地表時才能有該項權利，1984 年的《地下水法》要求使用地下水必須有政府核發許可，《地下水法》規範的範圍代表了透過抽水機或抽水站將地下水到地表以供利用的部分。地下水位或是排水造成的負面影響，嚴格上的區分並不屬於地下水法之範疇，而屬於 1987 年訂定的《水資源管理法》(Water Management Act) 的規範。《水資源管理法》(Water Management Act) 涵蓋地面水、地面水位、水源排放與補注、排水、以及地面水和地下水之間交互關係，對應此法案，《地下水法》則主要規範地下水管理與抽取。但地下水的水位與地面水的水位彼此互動關聯，可以通過改變周圍的地面水的水位影響，通過建立堰壩、排水、補助等，都會影響到地下水位。水質部分則透過其它立法如《土壤保護法》(Soil Protection Act) 予以管制。相關法案之內容與精神分別討論如下：

(一) 《水資源管理法》

《水資源管理法》規定水資源管理的政府機構及不同層級的規劃結構，並製定了地面水的量化管理規則，該法也提供了以下政策工具：規劃、許可發放、用水排水登記、分層決策、費用收取等。該法於國家整體結構上，分別規劃各個層級的整合管理機制，並提出空間與環

境上的交互聯結，並與其他法案互為基礎並以執行，如《地面水污染法》(Pollution of Surface Waters Act)、《地下水法》(Groundwater Act)等。

(二)《地面水污染法》(Pollution of Surface Waters Act)

該法的主要目的是所有地面水的污染控制，提供了兩個面向的政策：包括減少排放與改善水質。主要的政策工具則是排放許可、排放標準以及相關款項徵收的使用規範。

(三)《地下水法》

《地下水法》主要是規範抽水部分的行為，主要由省級政府負責該法案執行的相關事宜，包括抽水許可的核發、登記、收費及相關研究及報告等，抽水超過 10 立方公尺／小時均需許可的申請，水質部分則由《土壤保護法》所規範。

(四)《土壤保護法》

該法包含規範土壤污染防止的責任，必要時進行土壤和地下水污染的清理工作並給予執行機關相關的權利與執行工作。此外，該法規範土壤跟地下水污染的清理方式與標準等。

根據《地下水法》的精神，各省級水利主管機關需要制定地下水區域計劃，其中應包括：

1. 規劃區範圍的描述
2. 地下水的政策目標
3. 應採取的措施、實行期限、階段完成目標
4. 估算地下水管理所需的成本

地下水區域計劃應包含下列資訊：

1. 研究細節及相關面向探討
2. 地下水關係團體之相關考量調查
3. 地下水與地面水的交互機制與變動關係

4. 與其他政策與計劃之對應關係

技術細節部分則須包含：

1. 水文情勢的描述、特別是不同水資源使用者對於地下水情勢的需求
2. 現有所有地下水抽取與入滲補助量的登記盤點分析
3. 計劃對於現有地下水抽取與入滲補助量的影響
4. 未來地下水的的需求推估
5. 未來地下水的供給方式以及其他替代水源的可行性
6. 詳列計劃之各相關研究及關係之局處及各種組織團體

五、地下水管理之策略

綜整荷蘭關於整體水資源管理中，部分涉及地下水管理範疇相關策略與具體作法如下：

(一) 總量管制與地下水抽水許可管理

之前，荷蘭人口密集的区域多會造成地下水的超用，而且未有管制標準，直至 1980 年，地下水可開採量的概念形成並運用到荷蘭十二個省份，成為地下水資源管理的基礎。目前荷蘭地下水的用量達到 15 億立方公尺，在管制下，地下水的用量預估不會增加太多。在部分地下水位下降嚴重的地區，並無多餘的地下水可供開發，在其他區域，地面水較為充足，則能適當開發餘裕的地下水資源。對於不同地區，都存在一個最適地下水情勢 (most suitable groundwater situation)，其地下水位應該符合當地所需，如農業、住宅、天然環境等。在荷蘭地下水管理中，最適地下水情勢被定義為核發許可的基礎，但情勢的率定則須基於大量完整研究和廣泛的討論分析方能確立。在用途的管理上，由於地下水資源具有較好的水質，大多保留於水質有所要求的使用標的，如飲用水、食品工業。某些情況下，當地下水被用來作為低水質目的的用水如清洗、冷卻等，許可申請是會被拒絕核發的，而地下水抽取許可在時間上並沒有限制，但荷蘭的制度上不允許轉讓與出

售。

（二）損害賠償與政策誘因工具

荷蘭相對於其他國家人口較為密集，地下水開發對於環境或第三方的影響可能是顯著且無法避免的，特別是大型開發案。直接影響的包括農業生產、住宅安全與開發等，如前所言，如以公共利益為基礎（如飲用水的確保），許可是會被核發的，在此情況下，則必須在可容忍的範圍程度內，對於其他方造成的損害予以進行損害賠償，以獲得社會效益的平衡與最大化。荷蘭的《地下水法》規範抽取許可一旦發放後，責任就由社會共同承擔。當地下水用途涉及社會公益時，即使存在部分反對意見，執照一般來說都會發放。當地下水計劃導致公民權利受侵害時，一般而言可向省級政府要求財務上的損害賠償或是向高等法院提出行政官司訴訟，要求取消抽取許可。當許可已被認可而造成了相關損失（如農業方面的生產下降、農作物枯萎、畜牧引水不足，地下水位改變造成的房屋損壞等），受影響的一方可以採取前述措施要求損害賠償。申訴立案後，專家委員會將進行損害調查。

在執照費用收取方面，抽取許可的持有人需繳付規費，依據《地下水法》第 48 條的精神，省級政府可以運用該項經費從事以下事務：

1. 地下水相關問題的研究、調查該省地下水的現況、維護地下水監測網路。
2. 行因下列行為造成的損害賠償：（1）因政府研究計劃造成的損害（例如鑽井測試造成地下水位降低的影響）（2）不確定來源的地下水抽取造成之損害。

為了避免因損害調查委員會進行完整調查所耗費的時間過長，省級政府可以先行支付賠償。規費費率由各省決定，較大型的抽水使用者需收規費，較小的地下水抽取不收規費，但仍必須註冊。除了《地下水法》外，荷蘭另外還有《環境稅法》（Environmental Tax Act）。該法的目的是使人們了解環境的價值與脆弱，防止過度利用地下水、污染地面水等類似問題。針對這些造成負面影響活動，政府會予以課稅。許多學者（Hellegers 等，2003；Hellegers 與 Van Ierland，2011）均建

議以經濟誘因的政策工具以避免未來用水增加可能造成之衝突。

(三) 水資源綜合管理 (Integrated Water Management)

地下水管理層問題太複雜，無法單獨考量，水資源綜合管理為必要的考量措施，綜合水資源管理基於整合系統之操作。1985 年的荷蘭水資源管理備忘錄 (Dutch Water Management Memorandum) 開始提及與水共生 (Living with Water) 的概念。此理念認為地下水和地面水應一併整合考慮其水質與水量。1989 年的《水資源管理法》公佈後，荷蘭就將地面與地下水整合管理制定單一國家政策與相關報告。相較於前，荷蘭政府分別對於地面水、地下水的水量與水質分別製定「荷蘭水治理」(Water Management of the Netherlands) 及「地面水水質指標性多年計畫」(Indicative Multi-Year Programme for the Quality of Surface Water) 兩份報告。因應整合管理的概念，在組織上也有所變革，「公共工程及水資源管理局」(Directorate-General for Public Works and Water Management) 整併了水質與水量之管理單位；住宅、建設規劃及環境部則根據《土壤保護法》管制地下水質。

(四) 地下水知識和管理工具

荷蘭認為知識與資訊為管理與執行上必要的基礎，對於地下水管理而言，必須瞭解地區的地面地下水的物理交互機制、污染的來源，以及其對環境的影響。在此一基礎上，官方發展與運用三項工具對地下水進行監控，包括地下水監測 (Monitoring)、圖層測繪 (Mapping) 和地下水模式建構 (Modeling)。監控包含了地下水水位與水質的監控，自 1940 年起荷蘭開始建構國家地下水觀測井，1970 年超過 16,000 多口，觀測井從 2 公尺到 300 公尺的深度不等。全國性監測網同時結合了中央與省級政府的監測井，全國性的地下水監測其目標為：(1) 瞭解區域地下水情勢；(2) 了解地下水水位和壓力的時空變化趨勢；(3) 作為其他詳細監測方案的基礎參考依據。目前為止，荷蘭的地下水網路監測系統已算完整，各項數據均做為荷蘭政府相關政策制定參考與研究發展之工具。

圖層繪製主要是建立數位化的基本地下水地理資訊圖層，結合物理、化學和生物特性及相關土壤和地下水的參數資訊。基本地圖資訊與其他訊息結合，可進一步製作脆弱度地圖、風險地圖等。這些圖資可用於管理和提供空間規劃的政策決策。隨著地理資訊系統的發展，可以明確標定污染源發生的地點、排放的量體、發生可能的機率等，也可以對於地下水的保護、環境特性、脆弱度等進一步評估。

地下水模式建構方面，荷蘭自 30 多年前即發展許多地下水數值模型，主要用於協助決策進行，包括以省含水層為單位，或是以全國為單位均有。大多數模型屬於水量模擬，污染的計算模型也逐漸發展，但由於技術與資料的限制，實用性仍需進一步加強。

（五）地下水補注管理（Managed Aquifer Recharge and Storage，MARS）

荷蘭在 1940 開始進行小規模的地面水入滲補注地下水計劃，而在 1950 年開始有較大型的地下水補注計劃，主要地區為該國沿著北海一帶人口稠密的西部地區。該區由於海水入侵和地下水位下降，禁止地下水開發。1990 年人工補注量達 1.8 億立方公尺，97% 的補注水已進行預處理，96% 是透過 Dune Area 的入滲完成，89% 則是運送超過 50 多公里以上的距離進行補注。這些補注水的再抽取與利用，供給荷蘭總需水量的 22%。除了水量的考量，地下水補助再利用也包含水質淨化的考量。目前地下水補注管理計劃，不只侷限於地下水補注，還包含了整體水資源管理的不同面向，包括環境保育、休閒環境恢復、供水管理，並發展相關技術與模式分析等工程管理工具以作為管理之基礎。

六、荷蘭地下水管理之經驗啟示

荷蘭因為地理水文的先天條件限制，致使其地面水的流量、水質都有使用上的疑慮。過去數十年，荷蘭的民生、工業用水已高度依賴地下水供應。相較於台灣，荷蘭地質水文狀況，對於水量、水質的反應都極為敏感，故需要仰賴良好的管理。比較兩國條件，台灣地質水文條件複雜性高且差異性大，而荷蘭因區域差異不顯著，故在分區與

管理上相對單純。

荷蘭的在地下水管理政策為積極管理、有效利用。荷蘭採取總量管制之概念，落實地下水使用許可核發、註冊與使用量的登記制度，另進行長期地下水監測、圖層測繪和地下水模式建構。

就法律面，荷蘭於地面水、地下水、水質與水量之管理與法令上未完全整合，相關規定分別散落於《水資源管理法》、《地下水法》、《地面水污染法》、《土壤保護法》等，與台灣類似。組織上，水資源管理屬三級制，中央政府負責國家整體水資源相關政策制訂，省級政府依地區特性訂定執行方針，地方政府則具有部分執行能力。地下水相關規劃為省級政府所負責主導，另外荷蘭配合水利委員會進行相關管理是其水資源管理之特色。此外，荷蘭全國對於自然資源的使用有一定之共識，認同以課稅等方式增加資源使用效率的政策工具，有助減少地下水資源的過度開發。

台灣目前在觀測網路與模式發展已有一定技術水準，然而缺乏地下水抽取量之完整記錄。雖然我國有地面地下水聯合運用方面的規劃，但未能落實，亦無法使用政策工具有效降低水資源使用，這也是我國與荷蘭差異顯著之處。

第七節 丹麥

一、丹麥水資源及環境概況

丹麥王國三面環海，主要由日德蘭（Jutland）半島及 406 個島嶼組成，較大島嶼為首都哥本哈根所在之西蘭島（Zealand）、芬島（Fyn）及羅蘭島（Lolland），以及位於波羅的海中的柏紅島（Bornholm）。國土面積為 43,000 平方公里，全境地勢平坦，土壤肥沃適宜農牧，為歐洲重要農業國之一。丹麥屬海洋性溫帶闊葉林氣候，天氣變化劇烈，一二月的平均氣溫為攝氏零度，夏季涼爽，八月的平均氣溫為攝氏 15.7 度。丹麥年均降水量為 712 公釐，平均為 121 天，西部約為 755 公釐，東部約為 570 公釐。日德蘭半島河流縱橫，構成貫穿全半島的河川網路，但河流短小，所有河流終年水量豐富，流速緩慢，冬季不凍。全國地面水資源總量為 37 億立方公尺，地下水資源量達 43 億立方公尺，扣除重複水量，全國水資源總量約 60 億立方公尺。

丹麥由於地勢平緩，河流短，落差小，因此水資源相當貧乏，98% 以上的供水是地下水，但一些地區的含水層已經被過度開採。丹麥每年總耗水量近 10 億立方公尺，估計每年使用 8 億立方公尺地下水資源，大約家庭消費、農業、工商各三分之一。在 2009 年，丹麥的家庭用水為 0.114 立方公尺／人／天。

二、地下水水文與地下水使用情況

在丹麥，地下水是最主要的淡水資源，超過 99% 的用水來自地下水，圖 2-16 為丹麥的水資源分布。丹麥注重節約用水，透過高水價募集充足資金以進行污水處理，讓水資源不受損害，早期丹麥並未遭遇嚴重的水資源問題，直到 1975~1976 年的夏季乾旱造成了許多城市附近的地面水路乾枯。丹麥最主要的水資源管理議題是如何節制地面水與地下水的抽取，使其維持一個可接受的範圍，因此丹麥政府逐步禁止地面水的利用、並完全嚴格管制地下水的抽取行為，以確保地表河流的最小流量。此外，飲用水水質劣化是丹麥過去四十年間另一項重

大挑戰，農業的肥料與農藥、廢棄物棄置場、油庫等都有可能污染地下水井。

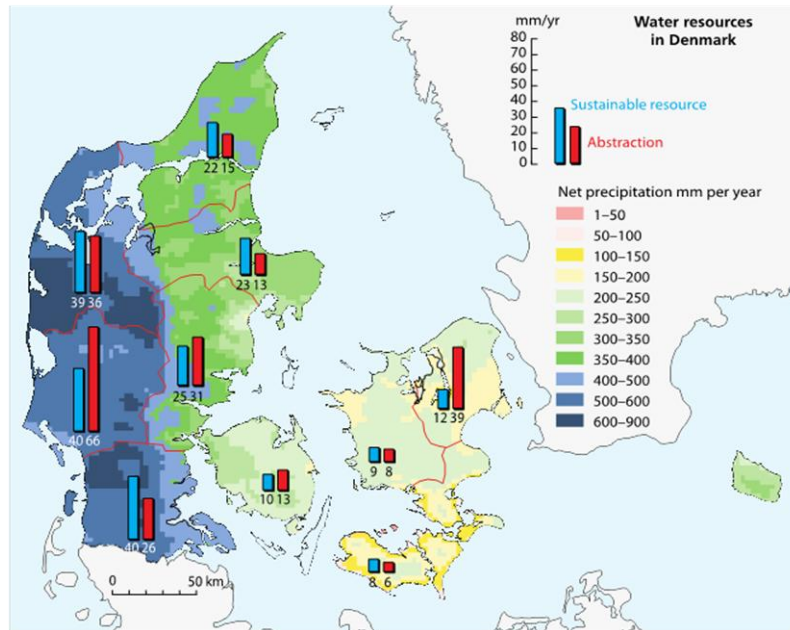


圖 2-16 丹麥水資源分布圖

資料來源：Stockmarr 與 Thomsen (2006)

丹麥飲用水供應是完全取自地下水，由於地下水水質良好，在簡單的處理後，即可供給給使用者，每年約八億立方公尺的地下水被抽取，補給主要約每年 100 公釐、介於在 50~350 公釐之間變動。較深層的含水層，地下水水質相對的更好，不需要太複雜的處理即可飲用，甚至不需加氯消毒。然而丹麥面積的三分之二是農場，每年生產兩千五百萬頭豬、五十萬頭牛以五百萬立方的牛奶。但發展的農業同時也污染地下水水質，許多淺層含水層已遭受硝酸鹽和農藥污染。因此近幾十年來，自來水水廠不是關閉、就是被迫越鑽越深的深井，或從附近國家購買水源供應，圖 2-17 為 1989~2005 年的地下水抽取量變化圖。

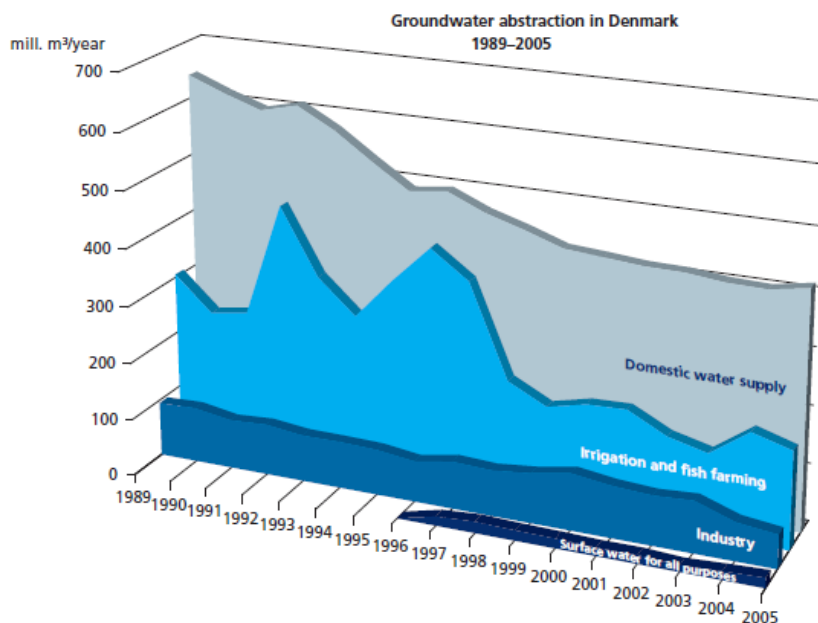


圖 2-17 丹麥 1989~2005 年的地下水抽取量變化圖

資料來源：Stockmarr 與 Thomsen (2006)

三、地下水管理之組織制度

丹麥的政府組織主要分為三級：中央，區域和地方政府。中央政府負責國際間的義務協調、整體管理和立法架構的建立和調整。研究與發展也隸屬於中央政府的責任。在中央，丹麥政府於 1971 年設立了「環境部」(Ministry of the environment)。此後，「環境部」就開始制定各種嚴格的法律和政策，保護環境，限制污染物的排放。

區域政府包括有五個區域委員會，執行利用和管理保護水資源的工作，並根據監測資訊，發放地下水取水許可。許可之優先順序 考量政策、規劃、社會發展和用水需求和及環境目標，區域政府並負責行使保護地下水資源和區域監測，監測水體水質（河流，海洋等），及授權排放廢水等，區域主管機關另外負責從棄置場與其他污染場地的污

染整治。地方政府包含九十八個地方市政府，是負責供水規劃、自來水廠的技術標準檢查，管理和監督，而水廠直接對負責飲用水水質負責。地方政府負責防制污染的相關工作，地方當局可以核定小型的抽水許可。丹麥供水高度分散，大小型水廠散居於全國各地以提供相關用水需求。在資訊搜集上，所有供水收集的數據必須上報丹麥和格陵蘭地質調查局（Geological Survey of Denmark and Greenland，GEUS）管理的國家地下水資料庫，水質資料則由分析的實驗室上傳。

四、地下水管理之法律

法規方面，水資源政策形成於 1978 年的《水源供應法》（Water Supply Act of 1978，1997 年修訂）、《環境保護法》（Environmental Protection Act，1997 年修訂）以及《土壤污染法》（Act on Contaminated Soil）。《水源供應法》規範抽水許可的發放、地下水規劃、脆弱度的評估、測繪相關工作、對地下水資源保護和調節水資源規劃的內容。依其規定，地下水保護的目標是確保飲用水的來源，對於地下水源質量構成威脅的活動行為予以限制。水價政策確立水費總收入不超過總成本，包括對未來的投資規劃，幾乎所有的成本都由水費負擔。1994 年，丹麥對飲用水課徵環境稅以鼓勵節水行為，對於廢水排放的氮、磷和有機物質，也於 1997 年開始課徵污染稅費。

此外，《土壤污染法》目標則為防止、消除或減少土壤污染，以避免被土壤污染的地下水危害健康和環境。《環境保護法》則是規範對於造成地下水影響的業主責任，包括一般工業、農業活動以及土地擁有者，以確保其活動不會引起地下水的污染威脅。

丹麥整體立法架構主要特點與考量可概述為以下五點：

1. 規範不同級別政府之間的明確責任分野架構
2. 對現在與未來的資源需要進行規範與預測
3. 利益相關者的參與機制
4. 提高資訊的接收與相關意識之活動
5. 系統化地下水監測網路架構

五、丹麥地下水管理之策略

(一) 水質全面性管制

丹麥在保護地下水資源策略上以水質保育為主要考量。20 世紀丹麥農業產業化，農產品產量大幅增加，排放到地面水及海水的農業污染廢水量逐漸增加，此外逐年增加的民生、工業及農業用水量也造成地下水資源的枯竭。當局多採取以預防為主的措施，從源頭上控制污染物，阻止其滲透和污染地下水。經過多年的治理和產業結構調整，丹麥境內現在幾乎沒有高污染的工業，地下水資源的最主要污染來自農業生產中使用的農藥等化學物質。

1987 年丹麥議會批准「水環境行動方針」(Action Plan for the Aquatic Environment)，其目標是於五年內達到氮鹽減少 50%、磷酸鹽減少 80% 的農肥減量目標計劃。氮鹽的減量目標已透過污水處理廠達成，但硝酸鹽減量的目標仍未完全實現。1986 年丹麥政府執行「農藥改善行動計劃」(Pesticide Action Plan)，推行減少和限制使用農藥的行動計劃，並在 1987 年制定了「水資源管理計劃」(Water Resources Plan)，全面立法保護地下水和地面水資源。目前，農藥在丹麥的銷售和使用都必須經過政府部門許可，使用的種類和數量由政府部門制定標準，各項指標絕對不允許超標。

「水資源管理計劃」主要目標是持續減少農藥使用以降低對公眾健康和環境的負面影響，以保護地下水。該方案嘗試將含有地下水污染物質的農藥以其他替代物取代，並要求從市場撤出，雖然一直有進展，但與原來預期目標還是有差距，評估仍持續在進行中。1988 年「環境部」批准法定命令 (Statutory Order on Water Quality and Supervision of Water Supply Plants)，進行地下水抽水的水質監測，其參數也運用於相關分析。圖 2-18 為地下水污染物濃度的變化趨勢。

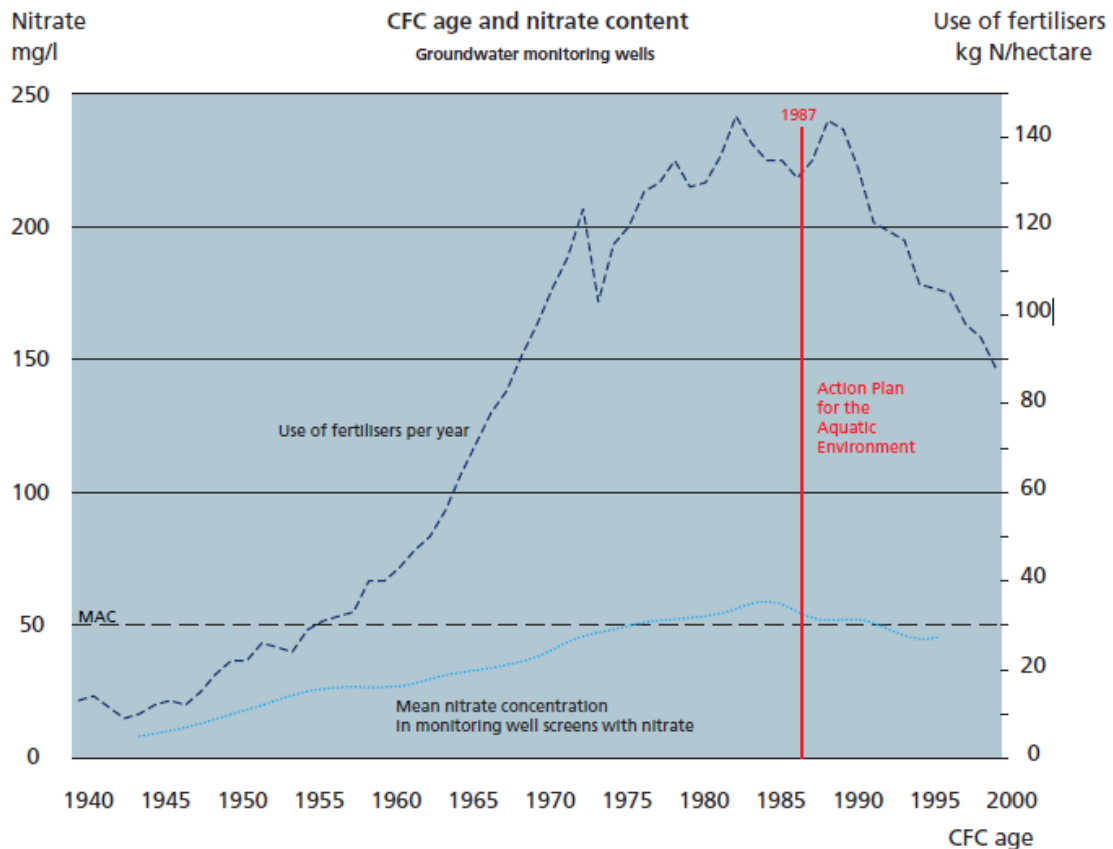


圖 2-18 丹麥地下水污染物濃度的變化趨勢

資料來源：Stockmarr 與 Thomsen (2006)

(二) 水資源統一管理

除了水質外，水量也持續面臨相關問題，丹麥的地下水水資源仍然過度開發。由於水資源缺乏，為了減少對於地面水需求的壓力，地面水的利用需求逐漸被轉移到地下水。在丹麥，抽取地下水需要申請許可，並且需要定期更新，並向政府機關報告登記實際抽取量，自來水廠獲得許可之後可以使用 30 年，而灌溉許可僅達 15 年。過去 20 年，丹麥透過用水徵稅及節水運動，成功將地下水抽取量降低了三分之一。然而模擬分析結果顯示，目前丹麥地下水仍是過度開發，特別

是丹麥東部的人口稠密區域。

(三) 符合歐盟要求

身為歐盟會員國，丹麥的地下水資源策略必須符合歐盟的相關規定，如 EU Water Framework Directive and Groundwater Directive。1994 年，丹麥政府提出了保護地下水的十項重點工作，包括地下水取水分區，重點保護區域的設定以保障飲用水的水質。十項重點分列如下：

1. 排除對環境與健康有害的農藥
2. 對農藥與殺蟲劑課稅並將其排放量減半
3. 2000 年之前硝酸鹽污染減半
4. 鼓勵有機農業
5. 飲用水敏感區域之地下水與保護
6. 新的土壤污染法 (New Soil Contamination Act) 以規範現有廢棄物的清除工作
7. 增加造林與環境保育以保護地下水
8. 加強與歐盟的合作
9. 加強對於控制地下水和飲用水水質之控制
10. 加強對農民與相關組織的溝通

(四) 全面國土規劃管理及監測以訂定相關策略

1997 年，丹麥根據飲用水的敏感程度對於地下水作分區，分別為：特別重要區 (Particularly valuable areas for drinking water interests)、重要區 (valuable areas for drinking water interests) 與非顯著重要區 (less valuable areas for drinking water interests)，分區如圖 2-19 所示。在 1998 年，丹麥政府針對特別重要區進行完整的水文地質調查及地圖測繪工作，費用由消費者負擔，費用約 0.07 歐元／每立方公尺。

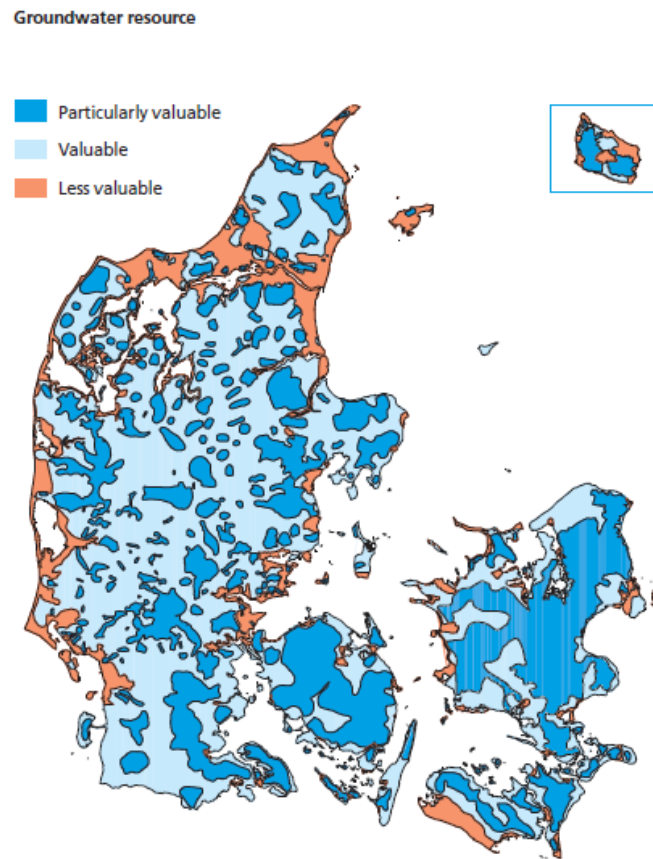


圖 2-19 丹麥地下水分區圖

資料來源：Stockmarr 與 Thomsen（2006）

丹麥地下水保護策略乃基於以下三個方向：

1. 建立空間密集的相關地圖測繪，利用地質水文的調查、鑽探、水樣採集，地下水文模型等，以設定需要特別保護的站點區域，了解可能污染的點源與擴散源的影響，各區的脆弱度取決於水文及化學條件。
2. 測繪和評估所有過去、現在和未來可能的污染來源。
3. 訂定行動計劃，設定相關規範以規定未來的土地利用和污染

場址的修復工作，該計劃必須在公眾決策過程中，保持決策透明度及公眾參與，並制定實施時間表，及相關負責人士以執行該計劃。

另外一個重要的政策是 1988 年開始的監測計劃：NOVANA (Nationwide Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environment)，含蓋項目包括：空氣品質和大氣沉降、點源污染、地下水、農業集水區（包括地下水）、湖泊、溪流、沿海和海洋水域、物種和地面類型。丹麥政府針對不同的監測項目開發特定的技術規範，以地下水監測為例，相關規範包括鑿井與設計、抽水、取樣、現場測量，數據分析等。監測計劃自 1988 年以來，約每 5~6 年調整一次。由於丹麥的飲用水源完全來自地下水，而超過 62% 的丹麥土地為的農業用途，故硝酸鹽污染為地下水水質一大隱憂。故現有地下水監測計劃涵蓋了整個丹麥，圖 2-20 為監測之涵蓋範圍。丹麥地下水監測計劃的主要項目包括供水井的監測，地下水監測網絡建制，和農業流域監測等工作。地下水水質監測網路則包括 70 個集水區內的 1,415 個監測井，5 個農業流域 100 口淺井，約 6,200 個公共供水用井也納入地下水水質監測網路。地下水水質監測主要項目共計 26 項、詳細的監測項目則有 97 項，其中包括對 14 項重金屬、23 種有機微污染物、34 種農藥和代謝物等物質濃度之監測分析。

除了監測與地圖測繪外，地下水模擬以瞭解水平衡與動態情勢也被視為 NOVANA 監控程序的一部分。其主要目的是為瞭解流域內的水平衡和可供利用的地下水資源。NOVANA 發展的模式基於監測網路，並對於模擬與現場的差異仔細探討，模式可增加對地下水的了解，並考量不同氣候、土地利用、抽水及管理策略等問題，目前模式採用 500*500 公尺的解析度作為基礎。

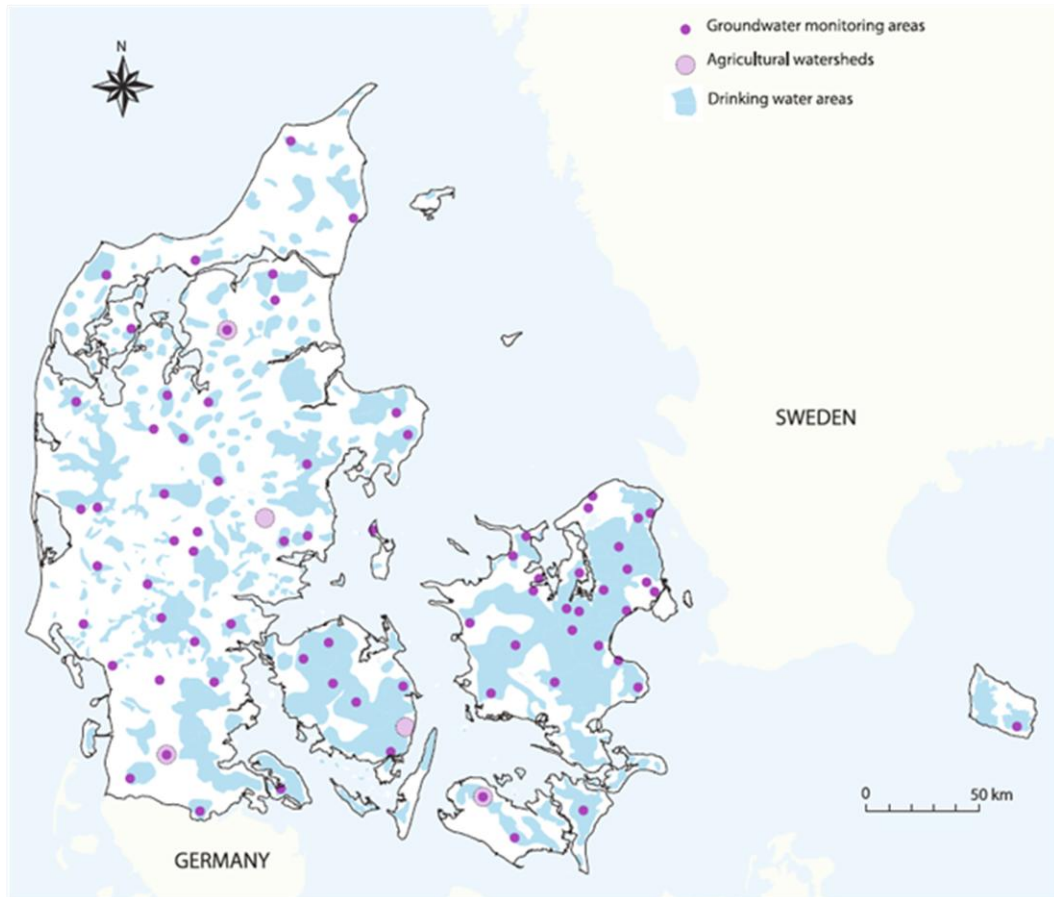


圖 2-20 丹麥地下水監測涵蓋範圍

資料來源：Jørgensen 與 Jens (2009)

(五) 地下水管理策略重點

1. 供水

- (1) 以供水效率與水質改善為目標的措施有良好成效，在數年中，飲用水的水質水量得到改善，生產成本也下降了 20%
- (2) 安裝水表監測可以降低用水量達 40%
- (3) 水價為促使消費者節水的重要工具，水價使得消費者開始

採用各種節水工具，過去 20 年丹麥全國減少用水 40%

- (4) 採用節省能源的抽水機節省大量能源
- (5) 最佳化供水管網，包括合理登記、適當維護、滲漏監測與防止可降低約 6% 的用水損失
- (6) 分散抽取地下水可減少對地面水文的影響，然而，水公司必須合作方能滿足歐盟需求

2. 地下水保護

- (1) 詳細的水文地質圖資為重要決策工具，並能解釋相關政策以獲得民眾支持
- (2) 地下水保護行動實施計劃中，公眾參與非常重要
- (3) 地下水監測可以完整的了解各項行為對水質的正負影響
- (4) 地下水數值模式是計算水平衡、開發、及分析氣候變遷因應方案的重要工具
- (5) 受污染的地下水保護復育是可能的
- (6) 利用全國性對於農藥的調控可以減少地下水硝酸鹽污染
- (7) 在於污染的棄置場或站址附近可利用抽水來復育或防治污染
- (8) 農藥與殺蟲劑的規範可以減少農地的土壤及地下水污染
- (9) 植樹造林是有效而永續保護集水區的方法，丹麥將於未來 80 年內將目前的森林面積增加一倍

3. 地下水監測

- (1) 觀測井網建制在解釋分析結果與了解地下水文有其必要性
- (2) 過度抽水會使得含水層中各層產生混合現象
- (3) 採樣品必須完整保存以免變質
- (4) 實驗室的效能依賴於人力資源，實驗室技術人員的教育和設備維護均須長期投入
- (5) 供水和監測數據必須有權責機關確保其品質並提供給公眾使用

六、丹麥地下水管理之經驗啟示

丹麥由於其水資源之限制，目前已轉為以地下水供應為主，因此對於地下水之控管相較於嚴格。相較於台灣，丹麥的地質水文狀況也相對單純，在水量上，由於長久以來在水資源管理上採以供定需的政策，在水量上非最重要的考量，而以水質為主要管理重點。

丹麥地下水管理制度面以完整的監測網路為主，輔以科學模式作為基礎，依據不同政策手段訂出相關目標，在符合歐盟環境標準下逐年改善地下水水質。

丹麥於水資源之管理組織上一樣採取三級制，中央政府主管國內外政策制訂，區域政府層級負責相當大之規劃管理責任，配合地方政府執行。法律上並無統一，相關規定散落於《水源供應法》、《環境保護法》，以及《土壤污染法》，規範不同級別政府之間的責任分野架構、對現在與未來的資源需要進行規範與預測、利益相關者的參與機制、提高資訊的接收與相關意識之活動、系統化地下水監測網路架構。以預防為目標，對於污染後之整治較無相關探討與規定。

策略上包括劃分地下水質影響敏感區域，以國土規劃概念對於其用途加以限制。丹麥近年來採用嚴格的監測與用水量紀錄等管理措施，搭配經濟工具如水費、課稅等，讓使用者在減少用水與水質保護

我國地下水資源政策之研究

上有所誘因，另完整的行政管理制度、監測資料、分析模式都為重要基礎，其餘地下水工程與科學發展方面也建立良好之制度與規範，倚重國家研究室之分析結果以作為政策與管理之基礎，也是丹麥較為獨特的地方。

第八節 各國經驗小結

以下各表為各國地下水治理制度的小結，美國與澳洲皆為聯邦制的國家（見表 2-19），地方為治理的主體，即便在州的層級亦同，加州政府在水資源管理為輔助性角色，地方的郡市為主體，澳洲政府亦同。加州的地下水管理政策採取整合性水資源管理，對地下水位與地層下陷區進行監測；澳洲則轉向需求面的管理，以水權交易制度為需求管理面的核心策略，另外國家也重視地下水的研究。

地下水是荷蘭與丹麥極為仰賴的水源（見表 2-20），兩國非常注意水質對地下水資源的影響，其管理體制類似，中央與地方各有分工，治理主體在於地方。兩國對於地下水資源的抽取均採許可制，亦注重地下水的監測、知識與管理。荷蘭的特色在於不僅依「最適地下水情勢」亦依據用途核發許可，另外透過地區的水利會進行管理、採取地下水補注作法；丹麥的特色在於透過多元的方式進行需求面管理，另外透過徵稅與依飲用水的敏感度進行地下水分區管理為其特徵。

地下水對於日本與以色列的重要性不同（見表 2-21），以色列更為仰賴地下水。日本與以色列基本上是以整個水資源管理面來管理地下水資源，兩國在管理體制上並不同，日本是由中央的五個部會（省）就其所屬權責進行管理，以色列由中央唯一的「水與污水資源管理委員會」的負責管理；在法律面上，日本並無針對地下水專門管理的法令，因過去有地層持續下陷的問題，日本只有針對地層下陷區域制定一些管制法令。兩國皆善用價格工具，對不同部門的用水採取差別取價，同時，兩國都注重污水的處理與回收利用。

綜合這幾個國家的地下水管理制度可知，地下水資源被視為是整體水資源的一部份，除了地層下陷的問題需要透過一些專門的規定來處理（如日本），地下水的管理就回歸在一般的水資源管理制度內。由於政府體制的不同，聯邦制的國家（美國與澳洲）多由地方負責；非聯邦制的國家，中央與地方各有所重，荷蘭與丹麥主要由地方負責管

我國地下水資源政策之研究

理，以色列因為地處乾旱地區且隨時面臨戰爭的威脅，水資源被視為是戰略資源由中央統一管理。在策略上，多注重地下水的研究，對地下水水位與水質多有監測系統的設置，多寡依國情而定。在水資源的供應，地下水補注，污水再處理與利用都有國家在進行。有些國家則重視需求面管理，透過差別水價、水權交易、徵稅等政策工具進行管理。

與台灣相較（見表 2-22），我國地下水的重要性在前述各國之中，是與美國加州相當（35%），但高於澳洲（17%）與日本（11.5%），低於丹麥（99%）、以色列（45%）。在管理體制上，我國與美國、加州地方為主的管理體制不同，更與以色列、丹麥由中央統一管理的體制不同。但是與日本最相似、與荷蘭同樣仰賴水利會的管理。在策略上，我國與美國相較，我國亦有地下水監測系統、地層下陷監測系統，但地面地下水聯合運用仍未成熟。澳洲以水權交易制度為需求管理重要策略且重視地下水的研究，此值得我國借鏡。在荷蘭，依地下水最適情勢、用途核發許可，並實行地下水補注。在丹麥，以徵稅為需求管理手段，依對飲用水的影響進行地下水分區。在以色列，靈活運用地面地下水，進行聯合調度、對不同用水標的採取差別價格、亦進行地下水人工補注，這些做法值得我國參考借鏡。在亞洲的日本，對地層下陷區分階段訂立可抽取水量、訂定工業用、建築物用水法，亦是我國可以參酌採用之處。

我國在需求面管理的做法較為不足，短期條件較無法像澳洲採取全面的水權交易，但我國水權制度中的水權費收費制度的經濟誘因與丹麥、以色列採行課稅與差別取價的作用類似，水權費可以有發揮的空間。至於地下水補注，我國目前也在試行之中，目前亦有對數個地下水區進行過地下地面聯合運用的研究，但未擴及全國，這都是我與前述各國相似之處。但對特定部門、如工業制訂地下水抽取管制法律、允許地層下陷區在一定範圍汲取地下水、以及依地下水區敏感度進行分區，皆是我國現階段未採行，未來值得可參採之處。

表 2-19 美國（加州）與澳洲的地下水管理

	美國（加州）	澳洲
地下水重要性	• 提供 35%的用水	• 占整體水資源的 17%
管理體制	• 地方為主、州政府為輔	• 地方為主、中央為輔
政策或策略	<ul style="list-style-type: none"> • 整合性區域水資源管理（IRWM） • 鼓勵聯合管理（Conjunctive management） • 建立地下水位監測系統 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 加州水資源局與各地方機關共同推動「加州全境地下水位監測」計畫 • 建立地層下陷監測系統 	<ul style="list-style-type: none"> • 轉以需求面管理政策為主 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 水權交易制度（地面與地下水） • 建立地下水位監測系統，由「莫累－達令流域管理局」全權專責監測該流域之地下水水位 • 重視地下水研究發展 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 國家地下水評估指令 ◇ 國家地下水研究與訓練中心
組織	<ul style="list-style-type: none"> • 州政府： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 加州水資源管理委員 ◇ 加州水資源局 • 地方： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 郡／市政府 ◇ 地方水機關 	<ul style="list-style-type: none"> • 國家： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 國家水資源委員會 ◇ 氣象局 ◇ 澳洲競爭與消費者委員會 • 跨州： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 「莫累－達令流域管理局」 ◇ 環境水保署 • 州屬與領地 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 各有相關管理機關
法律	<ul style="list-style-type: none"> • 《加州水法》 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 地下水管理計畫 ◇ 加州全境地下水位監測 	<ul style="list-style-type: none"> • 跨州： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 《水利法》，建立「莫累－達令流域管理局」 • 州屬與領地： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 各有相關水法律

資料來源：本研究整理

表 2-20 荷蘭與丹麥的地下水管理

	荷蘭	丹麥
地下水重要性	<ul style="list-style-type: none"> • 2/3 飲用水來自地下水 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供全國 99% 以上的用水
管理體制	<ul style="list-style-type: none"> • 中央 (全國)、地方 (地方) 	<ul style="list-style-type: none"> • 中央 (國際、全國事務)
政策或策略	<ul style="list-style-type: none"> • 總水量管制與地下水抽取許可管理制 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 以「最適地下水情勢」核發許可 ◇ 依用途核發許可 • 建立地下水監測系統 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 自 1940 年起開始建構國家地下水觀測井，結合中央與省級政府的監測井，至今已逾 16,000 多口 • 損害賠償制 • 整合性水資源整合管理 • 地下水知識與管理 • 地下水補注管理 	<ul style="list-style-type: none"> • 水質全面管制 • 水資源統一嚴格管理 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 地下水抽取需獲得許可 ◇ 地下水抽用量需定期報告 ◇ 用水徵稅及推廣節水運動 • 遵循歐盟規範 • 依對飲用水敏感度，進行地下水分區 • 全國性的地下水監測系統 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 監測範圍涵括整個丹麥，並制訂了鑿井與設計、抽水數據分析等相關規範
組織	<ul style="list-style-type: none"> • 三級+水利會： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 基礎設施與環境部 (中央) ◇ 省級政府 ◇ 地方政府 ◇ 各水區水利會 	<ul style="list-style-type: none"> • 三級： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 環境部 (中央) ◇ 區域政府 (5 個)：水質水量管理、抽水許可、污水排放 ◇ 地方政府：供水規劃、自來水管理
法律	<ul style="list-style-type: none"> • 《水資源管理法》 • 《地下水法》 • 《土壤保護法》 	<ul style="list-style-type: none"> • 《水源供應法》 • 《環境保護法》 • 《土壤污染法》

資料來源：本研究整理

表 2-21 日本與以色列的地下水管理

	日本	以色列
地下水重要性	<ul style="list-style-type: none"> 占全國水資源使用量的 11.5% 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水資源約占 45%
管理體制	<ul style="list-style-type: none"> 中央：政策、管制、方針制訂與協調 地方：執行中央命令、制訂地下水管理條例 	<ul style="list-style-type: none"> 中央：完全管理
政策或策略	<ul style="list-style-type: none"> 無地下水管理的一般性法律，以整合性水資源管理進行管理 地層下陷防止策略 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 分區設定地下水取水目標與其他措施 	<ul style="list-style-type: none"> 願景：復原和保存天然水源、成為水相關技術和創新中心，成為開創性管理水資源短缺的典範 透過全國輸水系統落實地下水和地面水資源聯合調度 建置高度靈敏的感應監測系統，並嚴格管制地下水抽取與監測地下水水位，落實地下水井管理與水質監測 著重水源安全與監測 善用價格工具
組織	<ul style="list-style-type: none"> 中央： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 國土交通省（水資源規劃）、農林水產省（農業與養殖漁業用水）、經濟產業省（工業用水）、環境省（地層下陷與水污染） 地方 	<ul style="list-style-type: none"> 由「水與污水資源管理委員會」統一管理
法律	<ul style="list-style-type: none"> 《工業用水法》、《建築物用水法》 「地層下陷防止對要綱」 《環境基本法》、《水污染防治法》、《土壤污染防治法》等 	<ul style="list-style-type: none"> 《水法》 《水井控制法》 《量水法》

資料來源：本研究整理

表 2-22 我國與各國地下水管理制度比較

	我國	比較
地下水重要性	<ul style="list-style-type: none"> • 約占全國年利用總水量的 33% 	<ul style="list-style-type: none"> • 我國與美國加州相當 (35%) • 高於澳洲 (17%)、日本 (11.5%) • 低於丹麥 (99%)、以色列 (45%)
管理體制	<ul style="list-style-type: none"> • 中央：負責政策、管制、方針制訂與協調 • 地方：負責執行 	<ul style="list-style-type: none"> • 我國與美國、加州地方為主要的管理體制不同 • 與日本最相似 • 與荷蘭同樣仰賴水利會的管理 • 與以色列、丹麥由中央統一管理的體制不同
政策或策略	<ul style="list-style-type: none"> • 無地下水管理的專責法律 • 有針對地層下陷提出的策略 (請參閱本計畫第三章) 	<ul style="list-style-type: none"> • 美國：我國亦有地下水為監測系統、地層下陷監測系統，但地面地下聯合運用仍未成熟 • 澳洲：水權交易制度為需求管理重要策略且重視地下水的研究，值得我國借鏡 • 荷蘭：依地下水狀況、用途核發許可與實行地下水補注值得我國參考 • 丹麥：以徵稅為需求管理手段、依對飲用水的影響進行地下水分區值得我國借鏡 • 日本：對地層下陷區分階段訂立可抽取水量、訂定工業用、建築物用水法可資我國借鏡 • 以色列：靈活運用地面地下水的聯合調度、善用對不同用水標的採取差別價格、地下水人工補注，

		值得我國參考
組織	<ul style="list-style-type: none"> • 中央 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 經濟部水利署（水利、地層下陷）、經濟部工業局（工業用水）、國科會（工業園區）、環保署（土壤與地下水污染）、農委會（農業用水） • 地方水利單位與環保單位、農田水利會等（請參閱本計畫第三章） 	<ul style="list-style-type: none"> • （請參見各國比較表）
法律	<ul style="list-style-type: none"> • 《水利法》、《土壤與地下水污染整治法》等（請參閱本計畫第三章） 	<ul style="list-style-type: none"> • 與各國無太大的差異，大致可以以水利與環境污染法兩類區分

資料來源：本研究整理

我國地下水資源政策之研究

第三章 我國地下水資源管理制度現況

第一節 現階段水量管理制度與執行現況

一、地下水水文與地下水使用現況

(一) 我國水資源現況探討

台灣本島地區地狹人稠，地形之起伏變化極鉅，集水區地勢陡峭不易涵蓄水份，而河川源短流急，雨量豐沛時河川流量暴增，惟在短時間內即奔流入海，因既有蓄水設施其容量仍不足，尚無法蓄存足夠水量以因應未來需求。三、四十年來，水資源建設在台灣地區各種不同階段之經濟發展過程中，提供穩定供水，對創造優良經濟環境自有其不可磨滅之貢獻，然而台灣地區近年來水資源環境更趨複雜，除全球氣候變遷、溫室效應，到國土自然、地理環境限制之影響外，人為影響亦增，在水資源上游地區，水土保持不良致集水區涵蓄能力不佳，更釀成災害，至中、下游水源受到污染，減低水源之有效利用。

2011 年臺灣地區平均水資源運用情況如圖 3-1 所示，平均降雨量為 828 億立方公尺，蒸發損失量為 191.48 億立方公尺，河道逕流量約 586.02 億立方公尺，滲透量為 50.50 億立方公尺。該年總用水量推估值為 172.18 億立方公尺，其中，農業用水約為 124.35 億立方公尺為最大宗（占 72.22%），其次是生活用水，約為 32.31 億立方公尺（占 18.77%），工業用水最低，約為 15.52 億立方公尺（占 9.01%）。2011 年地下水總抽用量約 57.12 億立方公尺，仍大於推估之臺灣地區年平均地下水天然補注量 50.50 億立方公尺，故台灣地區 2011 年地下水超抽量高達 6.62 億立方公尺。供水主要有三種方式：(1) 河川引水（占 35%）、(2) 水庫供水（占 32%）以及 (3) 地下水抽用（占 33%）。

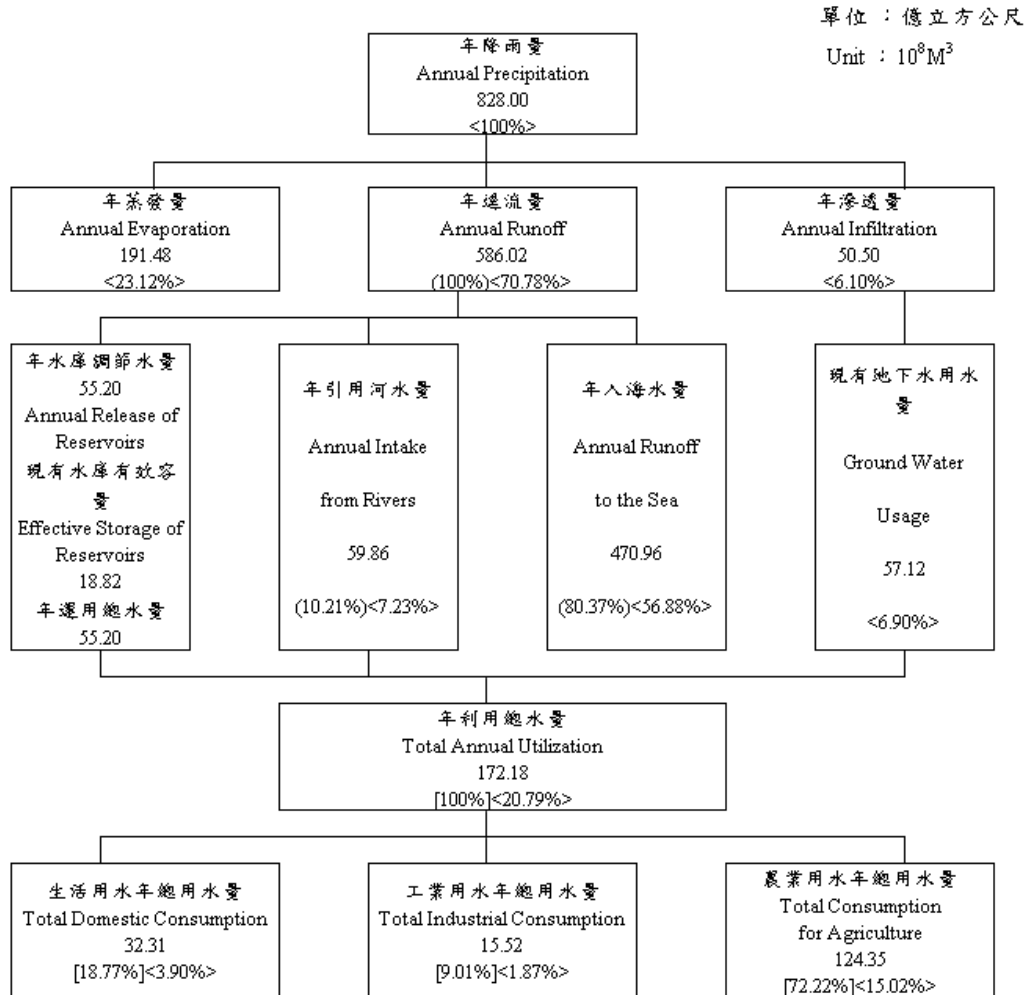


圖 3-1 2011 年臺灣地區水資源利用現況

資料來源：經濟部水利署水源經營組及水文技術組提供

註：[]表示以年利用總水量為基數、<>表示以降雨量為基數、()表示以年逕流量為基數

(二) 地下水水文及地下水使用現況

地下水 (Groundwater) 顧名思義，就是地面以下的水；然而隨著應用領域的不同，對地下水的定義就有差異。一般對地下水的定義，是指在地下水水面以下，土壤或岩石孔隙中的水。換言之，埋藏在土壤、岩石的孔隙、裂隙和溶隙中各種不同形式的水統稱為地下水。但是，在科學和工程上對於地下水的定義是較為嚴格的，通常只有位在地下水含水層 (Groundwater aquifer) 中的水才稱為地下水，這些水是可以流通性良好，可以透水人為的方式抽取或者可以自行流出地表。介於地表和第一層地下水含水層之間的不飽和土壤中的水，因其含水量較小且水分子受到毛細張力作用，不能順暢流動或藉由人力汲取，所以並不歸類為地下水 (單信瑜，2005)。

台灣地區地下水資源分布之劃分，歷年來均以地形或是地質條件來區分。1958年，美國甘迺迪工程顧問公司應水資會聘請來台研究地下水，該團專家 G.E. Bell 參照國內各專家之意見，將台灣地下水資源分為九區。1969年水資會編製地下水文地質圖時，重新檢討地下水資源分區。經參照地形、地下水文、地下水地質等特性，並以甘迺迪公司之分區為藍本，將台灣地下水資源之分布，重新劃為九個區域，而其與甘迺迪公司分區之差異詳見表 3-1，而此分區成為後續台灣地下水調查研究以及規劃工作所採行之分區依據。目前地下水分區，主要採用水利署公告之 10 大分區 (地下水資源蘊藏量較豐富地區) 為主，即臺北盆地、桃園中壢台地、新苗地區、臺中地區、濁水溪沖積扇、嘉南平原、屏東平原 (包括恆春平原)、蘭陽平原、花東縱谷地區，以上 9 個，再加上離島之澎湖地區，計有 10 個分區，如圖 3-2 所示。全臺灣地區之地下水，因各地下水水資源分區之地層構造、含水層深度分布之不同，因此各地下水分區水資源分布之特性相差甚大。以流通係數而言，蘭陽平原、臺中盆地、濁水溪沖積扇、屏東平原、花蓮臺東縱谷最佳，臺北盆地次之，桃園中壢台地及嘉南平原最低；以出水量而言，屏東平原與蘭陽平原為地下水水資源豐沛地區，出水量每小時可達 680 立方公尺，桃園中壢台地最差，約在每小時 45 立方公尺以下。簡而言之、地下水資源以濁水溪沖積扇和屏東平原最為豐沛，但是這兩個區域也是目前地下水超限使用最嚴重的地區，各地下水分區之概況與特性整理如表 3-1 所示，地下水資源估計如表 3-2 所示。

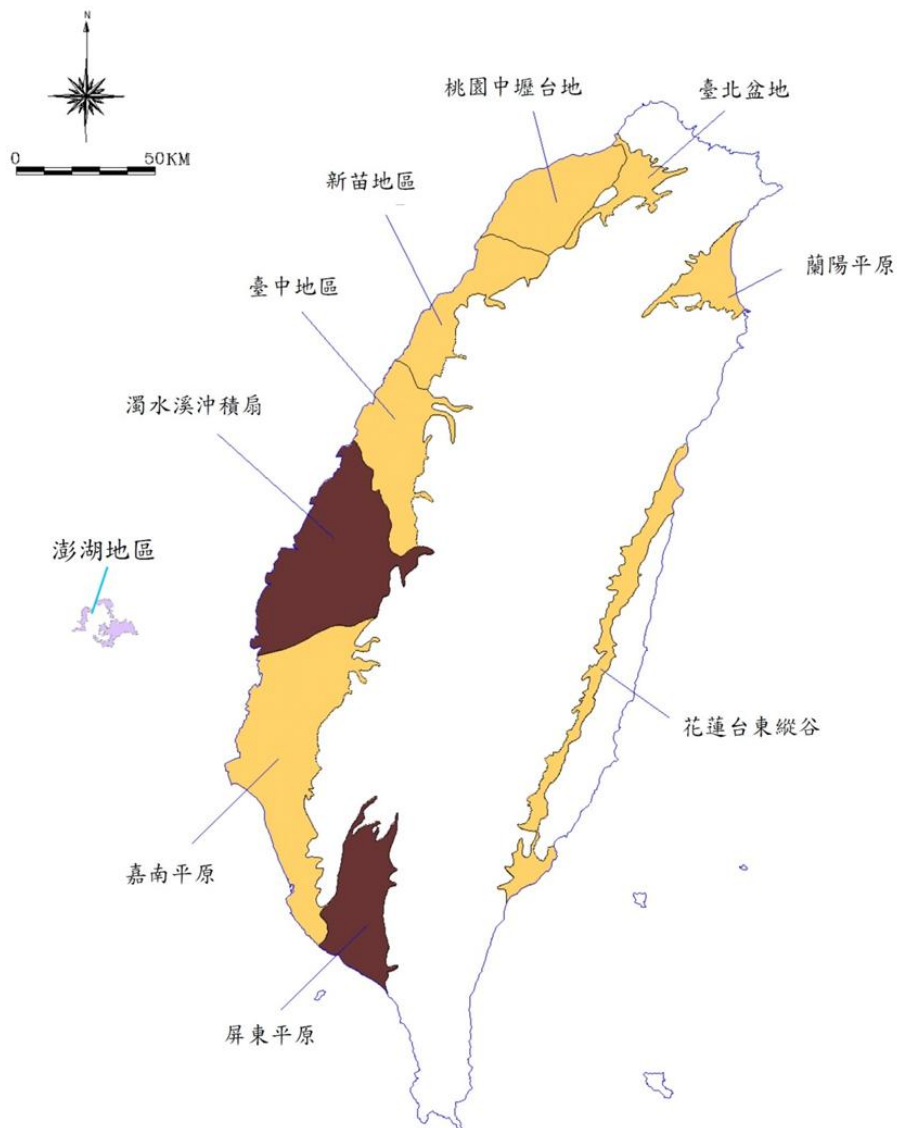


圖 3-2 台灣地區地下水分區圖

資料來源：經濟部水利署（2012a）

表 3-1 台灣地區地下水概況特性

主要地下水區域	面積(km ²)	範圍	地面至地下水水位深度(m)	含水層之層數、厚度及井深	含水層之岩性分布	水層覆蓋土料	水井出水量(CMD)	地下水補給特性	使用現況
臺北盆地	380	淡水河流域	10-40	含水層2層，每層20m最深200m	砂、礫、卵石	黏土	1100-5500	佳	平衡
桃園中壢台地	1090	淡水河流域以南至鳳山溪以北	0-3	不規則，最深井140m	砂、礫、卵石	黏土	270-1100	劣	平衡
新苗地區	900	鳳山溪以南至大安溪以北	0-5	不規則，最深井141m	砂、礫、卵石	黏土	820-4350	劣	節餘
臺中地區	1180	大安溪以南至烏溪以北	3-40	含水層1-5層，層厚10-180m最深井200m	砂、礫、卵石	黏土	820-4351	佳	節餘
濁水溪沖積扇	1800	烏溪以南至北港溪以北	3-40	含水層1-3層，層厚15-40m最深井達300m	靠山麓多粗礫靠海岸多砂礫	黏土	2700-8200	優	超限
嘉南平原	2520	北港溪以南至高屏溪右岸丘陵	1.2-21	含水層3-5層，每層1-2m最深井170m	砂、礫、黏土	黏土	220-4300	劣	超限
屏東平原	1130	高屏溪右岸丘陵至林邊溪以南	0-12	主水層2-3層每層10-30m最深井152m	靠山麓多粗礫靠海岸多砂礫	黏土	1100-16000	優	超限
蘭陽平原	400	得子口溪至南澳溪	0-10	主水層1-3，每層10-60m最深井150m	靠山麓多粗礫靠海岸多砂礫	黏土	1100-13500	優	平衡
花蓮臺東縱谷平原	930	花蓮與台東縱穀	花蓮0-21 臺東0-42	縱谷地區地面以下均為透水層	砂、礫、卵石	黏土	2200-7000	優	節餘
外島區域	106	外島區域	澎湖11-13	無明顯地層分層	-	-	-	劣	超限

資料來源：本研究整理自譚義績（2008）

表 3-2 台灣地區地下水資源分區與地下資源估計

地下水區	補注量 (百萬立方公尺)		
	豐水年	平水年	枯水年
台北盆地	66	51	45
桃園中壢台地	378	343	326
新苗地區	492	435	407
台中地區	578	555	546
濁水溪沖積扇	1,429	1,381	1,255
嘉南平原	999	853	719
屏東平原	964	778	582
蘭陽平原	347	304	287
花東縱谷	451	352	283
台灣地區地下水補注	5,704	5,052	4,450

資料來源：本研究整理自譚義績（2008）

（三）地下水分區個別概況

1. 台北盆地

盆地面積約 380 平方公里。其東南兩面為雪山山脈之丘陵地所圍繞，北鄰大屯火山、西為觀音山及林口桃園兩台地；大漢溪、新店溪、基隆河流經並匯集於盆地之中。新店溪、大漢溪上游山地多屬硬岩層，經風化後成為礫石與粗砂，隨河水之長年搬運，沈積於盆地內，故其沖積扇中有透水之砂礫含水層，為優良之地下水區。臺北盆地構造完整，只有關渡一個出口，淡水河流域的各種水流匯集後一定會流經臺北盆地的地下水天然補注區，所以臺北盆地成為良好的天然地下水庫。盆地地下水流大致自補注區的新店、秀朗橋向西北流；也自土城、浮洲里向東北流，均流注淡水河段（大漢溪和新店溪匯流點的江子翠至關渡）後，經關渡流出。臺北盆地內未固結地層的飽和層體積約 282 億立方公尺，以孔隙率 30% 計算，地下水蘊藏量約 85 億立方公尺，每年循環更新的水量，即通稱的永續性出水量（Perennial yield），由盆地全區歷年的抽水量變化和歷年的地下水位平均變化量計算（Hill method）結果，略少於 2 億立方公尺。日本戰敗（1945 年）後，盆地內的淡水河段和塹子川下游多自噴的竹管井，經 1960 年代的地下水大量開發，年抽水量曾高

達 435 億立方公尺（1970 年），相當於 4.97 公釐／天，使地下水位下降，自噴井消失，並有明顯的地盤下陷，所以地盤下陷是地下水超抽的結果（譚義績，2008）。

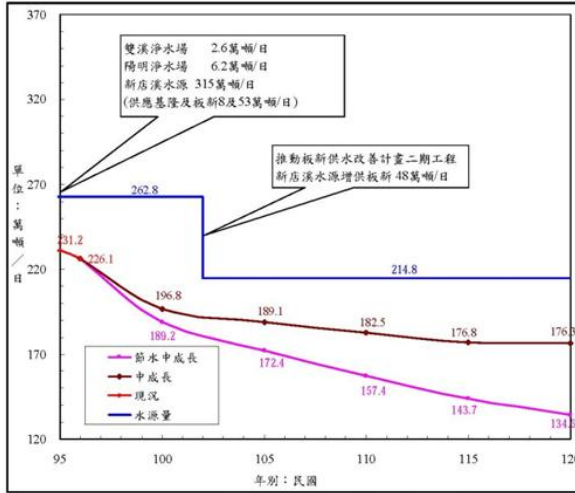
水利署（前水資會）曾於民國 81 年依當時的用水量數據估算臺北盆地的地下水抽取量為 0.86 億立方公尺，惟自實施地下水管制後，除近盆地周圍地勢較高地區（如溫泉區），近年來已禁止抽取地下水。主要補注水源、來自降雨及河道之河水，另有部分水原則來自盆地周緣山區地下水。臺北盆地主要含水層的地下水補注區是在新店溪、大漢溪之中游地區，而基隆河則因坡降較緩，在汐止以西的基盤上方皆為泥層，阻滯了河水或雨水的下滲，難以補注含水層。經由臺北盆地周圍山區、丘陵及台地深處岩層流向含水層的地下水則為次要補注源。此外，由於淺處阻水層之水位高於深處的含水層，也有部份地下水是由阻水層下滲而來（譚義績，2008）。

在用水需求方面，台北市與新北市的用水都以民生為主，依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計¹，2010 年臺北市與新北市合計之總用水量為 11.78 億立方公尺。其中民生用水占最大宗，達 10.89 億立方公尺（92.43%），其次是工業用水 80.94 百萬立方公尺（6.87%），農業用水最少（8.24 百萬立方公尺，占比為 0.70%）。臺北地區自來水供應生活用水與工業用水之水源、均取自水庫水和河川水，無抽取地下水源，農業用水僅養殖用水有 53 萬立方公尺取自地下水，另外工業用水自行取水 1.61 億立方公尺。

依據中興工程顧問有限公司（2009）執行之「臺灣地區水資源需求潛勢評估及經理策略檢討」，台北及板新地區之用水推估如圖 3-3 與 3-4 所示，本區於未來之用水需求並無明顯增加，再加上已禁止抽取地下水，因此也不會增加地下水之使用量。

¹ 網址為：<http://wuss.wra.gov.tw/>，其中農業用水量包括灌溉用水、畜牧用水與養殖用水；此外，〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉最完整的統計資料僅更新至 2010 年，因此本研究 10 個水區皆引用該資料庫中相對應縣市之 2010 年數據。

我國地下水資源政策之研究



民國 120 年
 人口 402.56 萬人(較民國 96 年增加 15.36 萬人)
 自來水系統普及率 100.00%(較民國 96 年成長 0.49%)
 自來水系統抄見率 80.00%(較民國 96 年成長 15.44%)
 每人每日生活用水量 342 公升/人/日(較民國 96 年成長 0 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	226.1	196.8	189.1	182.5	176.8	176.3
中成長	226.1	196.8	189.1	182.5	176.8	176.3
高成長	226.1	196.8	189.1	182.5	176.8	176.3
節水中成長	226.2	189.2	172.4	157.4	143.7	134.6

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區

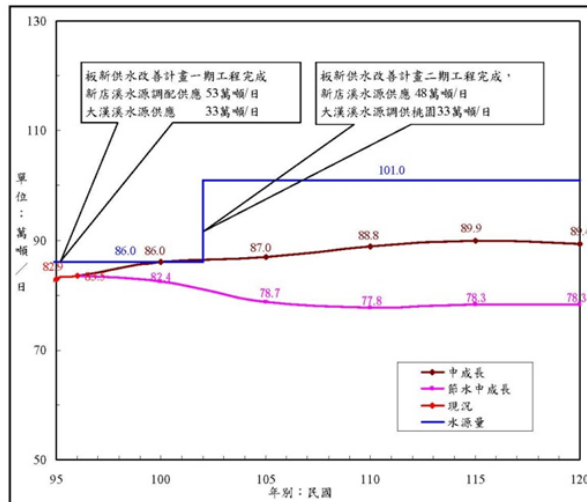
中成長：低成長+編定及報編中之工業區

低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區

內湖科技園區
士林科技園區

圖 3-3 台北地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)



民國 120 年
 人口 211.60 萬人(較民國 96 年增加 10.68 萬人)
 自來水系統普及率 99.80%(較民國 96 年成長 0.93%)
 自來水系統抄見率 77.64%(較民國 96 年成長 2.26%)
 每人每日生活用水量 290 公升/人/日(較民國 96 年成長 5 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	83.5	85.9	86.8	88.6	89.7	89.1
中成長	83.5	86.0	87.0	88.8	89.9	89.4
高成長	83.5	86.0	87.0	88.8	89.9	89.4
節水中成長	83.5	82.4	78.7	77.8	78.3	78.3

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區

中成長：低成長+編定及報編中之工業區

遠東通訊數位園區

低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區

台北港(第二期工程)

圖 3-4 板新地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)

2. 桃園中壢台地

北起林口臺地，南到湖口臺地，東自新莊斷層（北）和新店斷層（南），西止於臺灣海峽，南北長約 50 公里，全區面積約 1,200 平方公里。因大部分在桃園縣境內，稱為桃園臺地群，也因其位居臺灣西北部，而稱為西北臺地。台地東部與中央山脈西側外圍山脈相接，其餘則與濱海之沖積層相接，面積約為 1,090 平方公里。就表面地質而言，地區內大部分屬於較古老及固結之洪積與沖積礫石，頂部有紅土覆蓋，高出平地約達 100 公尺。台地因缺少較大河流貫通，再加上表面紅色黏土極為堅密，地面雨水滲透不易，故地下水較為貧乏。臺地因地勢較高，地下水來源少，石門水庫完成後，中壢臺地、桃園臺地在灌溉範圍內，有較多灌溉水入滲。區內地下水補注方式主要為田間滲漏，即石門水庫引水灌溉水田之滲漏最多，其次為農田排水、雨水及小溪流補注。本區另一個補注來源、是蓄水池塘，由於本區為一平坦之高台地，其地形由沿海向內陸逐漸升高，海拔約在 100 至 200 公尺之間，可供種植水稻之農田面積廣達 2.7 億平方公尺。因地勢高亢峻陡，無法經常引用陡坡之河川水，因此僅能由農民築堤開設星羅密佈之蓄水池塘於降雨期間截留天然雨水蓄水灌溉。由桃園、石門農田水利會控管的埤塘 692 口，有助於地下水之補注（譚義績，2008）。

桃園中壢台地屬於地下水貧乏之區域，河流分布雖眾，然因源枯流短，故對地下水之補注相當有限。在沖積扇頂處雖有大漢溪經過，但臺北斷層及新莊斷層亦橫互其間，減低了大漢溪對本區之地下水補注作用。沿海地區成為地下水流區，地下水資源較多。湖口臺地在湖口斷層以南，湖口背斜以北不易找到地下水源；此地勢高的西北臺地和低平的嘉南平原相比較，水庫、池塘灌溉情形相似，降水量的季節分配和地層的透水性有差異，但地下水資源均不豐。

依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計，2010 年桃園縣總用水量達 9.39 億立方公尺，最大宗的用水標的為農業用水（4.07 億立方公尺），占總用水量 43.36%，工業用水與民生用水之規模幾乎相當，工業用水量為 2.67 億立方公尺（28.46%），民生用水達 2.65 億立方公尺（28.18%）。桃園地區自來水供應生活用水與工業用水之水源均取自石門水庫，無抽取地下水源。農業用水中養殖用水每年取自地下水約 4,709 萬立方公尺，另外工業用

我國地下水資源政策之研究

水自行取水 2 億 2,284 萬立方公尺。

圖 3-5 為桃園地區之用水推估量，目前短期之用水供應由農業用水調度取得，中長期則倚賴板新供水、桃園海淡、及中庄調整池等設施以為因應，未來透過如用水需求增加，則透過開發新水源或調度移用等方式，然由於地下水資源本身以相當缺乏，依賴地下水資源供應所需之可能性較低。

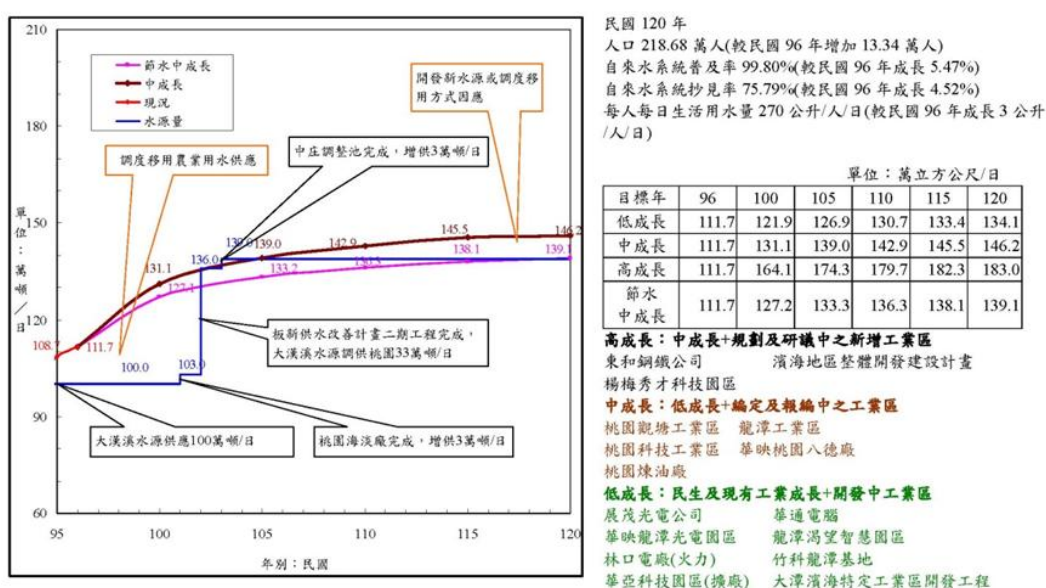


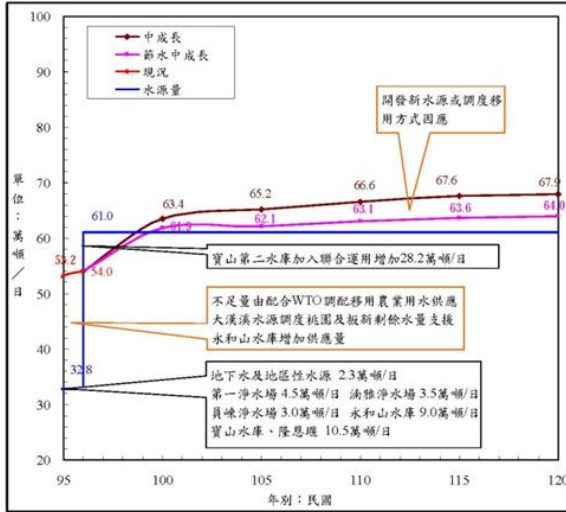
圖 3-5 桃園地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)
 資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)

3. 新竹苗栗臨海地區

本區面積約為 900 平方公里，位於台灣西部外圍山脈之西側。北起中壢台地與海岸線間之狹長地帶，南經新竹、苗栗，而止於大安溪北岸，為較新之沖積層。區內有鳳山溪、頭前溪、中港溪及後龍溪等，各溪下游皆有較小沖積扇。本區可分為平原和臺地性丘陵兩類型。平原部分包括：新竹沖積平原、竹南平原、苗栗平原。臺地性丘陵部分包括：飛鳳山丘陵、竹東丘陵、竹南丘陵、苗栗丘陵。新苗區地形、地質複雜，平原部分地下水源尚稱豐富，丘陵部分均為第四紀更新世臺地經侵蝕切割而成，因大部分此類臺地性丘陵多為透水性不好的香山相頭崙山層分布，又是地勢高，地下水來源少，出水量亦少。區內之地下水補注情形並不一致，北部因無較大河流貫入，補注水量較少；南部因與山麓之接觸線較長，補注水量較多；其餘河流兩岸地帶，也因有河床之滲漏，補注量亦豐（譚義績，2008）。

〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉統計資料顯示，2010 年新竹縣與新竹市合計之總用水量為 7.23 億立方公尺，其中農業用水為最大宗，達 5.54 億立方公尺（76.63%），其次為民生用水，達 1.08 億立方公尺（14.91%），工業用水為 61.2 百萬立方公尺（8.46%）；苗栗縣 2010 年總用水量為 4.71 億立方公尺，其農業用水為最大宗，達 3.36 億立方公尺（71.31%），民生用水與工業用水規模相當，民生用水量為 67.49 百萬立方公尺（14.35%），工業用水為 67.47 百萬立方公尺（14.34%）。

我國地下水資源政策之研究



民國 120 年
 人口 89.21 萬人(較民國 96 年減少 6.01 萬人)
 自來水系統普及率 94.58%(較民國 96 年成長 7.03%)
 自來水系統抄見率 75.33%(較民國 96 年成長 4.52%)
 每人每日生活用水量 278 公升/人/日(較民國 96 年成長 4 公升/人/日)

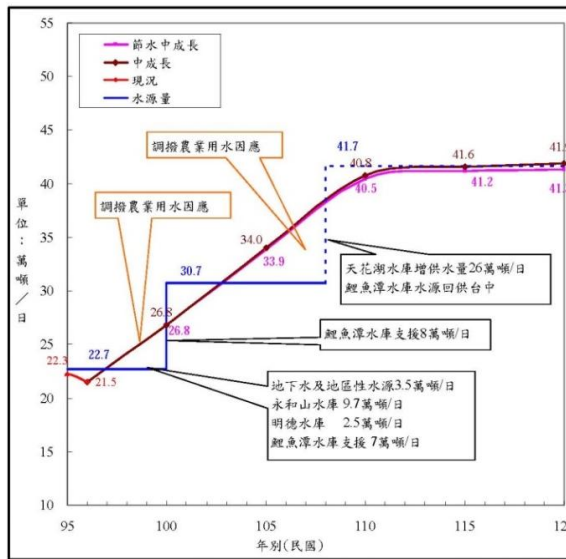
單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	54.0	62.3	63.8	65.2	66.2	66.5
中成長	54.0	63.4	65.2	66.6	67.6	67.9
高成長	54.0	63.4	65.2	69.2	70.1	70.5
節水 中成長	54.0	61.9	62.1	63.1	63.6	64.0

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區
 變更新竹科學工業園區特定區(竹東鎮)
中成長：低成長+編定及報編中之工業區
 新竹生物醫學園區
 遠東紡織汽電共生擴建計畫
低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區
 竹科 3 期(含 3、5 路)

圖 3-6 新竹地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)



民國 120 年
 人口 55.04 萬人(較民國 96 年增加 0.88 萬人)
 自來水系統普及率 85.61%(較民國 96 年成長 10.61%)
 自來水系統抄見率 71.42%(較民國 96 年成長 4.52%)
 每人每日生活用水量 235 公升/人/日(較民國 96 年成長 3 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	21.5	25.5	32.2	33.0	33.6	33.8
中成長	21.5	26.8	34.0	40.8	41.6	41.9
高成長	21.5	26.8	34.0	40.8	41.6	41.9
節水 中成長	21.5	26.8	33.9	40.5	41.2	41.3

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區
中成長：低成長+編定及報編中之工業區
 龍港智慧型工業園區
 竹科 4 期銅鑼基地
 通霄南區海埔地造地
 後龍科技園區
低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區
 竹科 4 期竹南基地
 竹科竹南基地周邊地區
 通霄電廠更新擴建(火力)

圖 3-7 苗栗地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)

圖 3-6 及圖 3-7 為新竹及苗栗地區之用水推估量，新竹地區農業用水主要由頭前溪、鳳山溪川流式取水供應，其容忍度遠較民生用水為大，故常可支援其它標的用水需求，僅運用部分地下水與地區性水源。本區河川流量差異甚大，由於寶山及寶山第二水庫庫量有限，在豐水時期無足夠庫容蓄存，枯水時期水量幾乎被引用殆盡，因此新竹地區用水受到天然水文情況影響甚大，現況用水雖勉強供需平衡，惟桃園與苗栗地區由於水文條件相同，缺水時期無法互為支援，未來朝向節約與調度方面因應。苗栗區域地下水主要有五個自來水供水系統，大部份為以淺井或深井方式抽取地下水，未來本區將因產業業用水需求量大增，現有水源供給量已無法滿足需求，需由鯉魚潭水庫北送支援以為因應，未來天花湖水庫若能順利完成，可增加供給量，屆時鯉魚潭水庫初期調配農業用水可移回支援農業用水或其他用水，未來期望永和山、天花湖與鯉魚潭水庫之供水系統應進行整合，以增強水源調配支援能力。但天花湖水庫變數仍多，工業區是否能順利開發也屬未知，未來供水缺口如何因應有待觀察。

4. 台中地區

本區北起大安溪及其沖積扇，東自車籠埔斷層，南到八卦臺地南端（近濁水溪），西止於八卦臺地西緣和烏溪以北的臺灣海峽，包括臺中盆地、后里台地、大甲扇狀平原、清水海岸平原等，面積為 1,180 平方公里。本區中包括有盆地，合流沖積扇，海岸平原，和臺地四種類型的地下水區。臺中盆地南北細長，以大肚橋附近為最低，臺中市以北為大甲溪古沖積扇，太平、霧峰間為大里溪合流沖積扇；霧峰西南為烏溪沖積扇，因此盆地北部的筏子溪、旱溪等水系，中部的大里溪水系，和南部烏溪、貓羅溪等水系均向盆底的烏日、大肚橋匯流，地下水系亦然。臺中盆地地下水資源以烏日南方的烏溪、大里溪匯流點附近最為豐富，地下水資源大致與臺北盆地相似。

本區北部的后里臺地，西部的大肚臺地和八卦臺地均為更新世沖積扇堆積物所組成的含土礫石層，地下水源情形與西北臺地相似。唯西北臺地僅湖口臺地東南出現透水性好的火炎山相頭崙山層（由礫石、砂組成）；而本區各臺地均出現此地層，所以出水量較多。沿海地區則大致以清水、梧棲為界，以北為大安溪和大甲溪合流沖積扇，以南為梧棲、龍井海岸平原。合流沖積扇在后里臺地西側的平原，因規模不大，地下水資源不很多。梧棲、龍井海

我國地下水資源政策之研究

岸平原在大肚臺地西側，烏溪以北，地勢低平，目前為臺中港及其相關設施分布地區，地層透水性不佳，地下水資源少。本區除大肚台地為更新世之含紅土階地堆積外，其餘均為現代之礫石、砂土及黏土層。本區內大安溪與大甲溪間地區，山麓接觸線不長，其地下水之補注，多依靠河床之滲漏。大甲溪河床高出烏溪 100 餘公尺，故大甲扇狀平原及清水海岸地下水，係由大甲溪河床補注。本區地下水以台中盆地及大甲扇狀平原為豐，清水平原含水層較薄，組成物以泥、細砂為主，地下水資源尚可（譚義績，2008）。

依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計，2010 年台中縣與台中市之總水量合計為 20.23 億立方公尺，農業用水為最大宗（14.74 億立方公尺，72.86%），其次為民生用水（4.2 億立方公尺，20.78%），工業用水最少（1.29 億立方公尺，6.36%）。

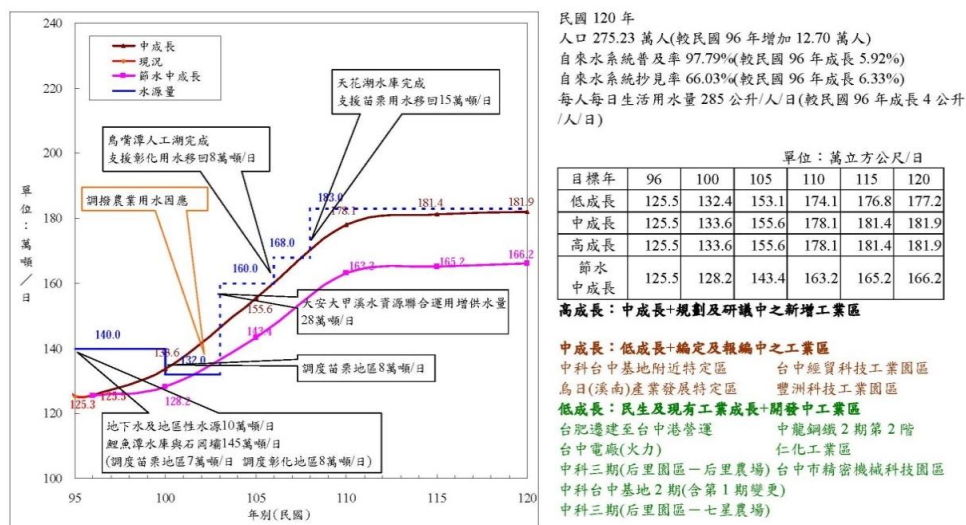


圖 3-8 台中地區生活及工業用水供需圖（不含自行取水與工業專管）

資料來源：中興工程顧問有限公司（2009）

圖 3-8 為台中地區之用水推估量，目前本區僅運用部分地下水與地區性水源，本區人口與經濟持續成長，生活與工業用水持續增加，民國 110、120 年每日尚有 38.1、41.9 萬立方公尺之供水缺口，現階段需藉由調度農業用水

以及抽取地下水作為備用水源。未來配合新水源開發增強跨區備援系統，如鯉魚潭與天花湖水庫雙向調度幹管、烏溪鳥嘴潭供水系統與台中系統銜接，另大度堰與台中港區產業用水銜接等，目前地下水情勢尚堪穩定，水源缺口無法補齊時可能造成問題。

5. 濁水溪沖積扇

本區北起烏溪南岸分水嶺，南止於北港溪略南，東以山為界，西接海峽，面積為 1,800 平方公里。可分為三個地下水系、北部洋子厝溪以北面積約 100 平方公里，為和美地下水系；東南部虎尾溪（北港溪上游）以南，面積約 200 平方公里，為北港溪源流區，均與濁水溪水系無關。彰化雲林地區其餘約 1,700 平方公里則是一般所稱的『濁水溪沖積扇』地下水系，所涵蓋的地區多曾經做為濁水溪下游河道的分流散布的範圍。區內均由現代沖積層所組成，復有濁水、西螺、虎尾及北港等河溪散布其間，成為一寬廣之扇形沖積地，上游並有廣大之流域面積，地下水補注甚豐，而沖積層之砂礫疏鬆、孔隙率大、含水性良好，為台灣極豐富之地下水資源區，永續性出水量（即通稱的安全出水量）約為每年 15 億立方公尺。本區地下水源主要來自濁水溪的河道滲透，也有扇面上各種水如雨水、灌溉水等的滲透，地下水資源豐富。濁水溪沖積扇北起洋子厝溪，南迄虎尾溪—北港溪，以彰雲大橋東側標高 100 公尺附近為扇頂，向西扇形開展，扇端到達海岸。濁水河流域在扇頂以東的中、上游集水區面積 2,977 平方公里，包括中央山脈中段的西坡、玉山和阿里山的北端、雪山山脈的南端。近 200 年來曾以舊濁水溪（麥嶼厝溪）、新虎尾溪、舊虎尾溪、虎尾溪、西螺溪（今濁水溪）等為主流，得以形成沖積扇，這些舊河道均為濁水溪下游的分流，舊河道透水性較佳，如葉脈狀，係沖積扇上重要的地下水流通道，員林、溪州、西螺、虎溪、東和連線以東，各含水層間無明顯之阻水層存在，地面水可直接補注至深層，此即濁水溪沖積扇扇頂自由含水層區，自由含水層區以西，至好修、趙甲、潭墘、田洋、北港連線以東，阻水層一覆於含水層一之上，各含水層間有明顯之阻水層存在，地面水較難直接補注各含水層。扇央區以西至沿海，含水層一以上皆有阻水層覆蓋，各含水層間亦如扇央區皆有明顯阻水層存在，且其地層材料中，砂礫所占之比例較小，而粉砂、泥及粘土所占之比例較大。總結來看，濁水溪沖積扇在自由含水層之扇頂區地面水可直接補注至深層地下水，而在自由含水層

之界線以西之扇央及扇尾的區域，地面水因受阻水層的影響較難直接補注至深層。第一含水層除自由含水層區外，於扇央及扇尾的區域仍有部份地區因未受阻水層阻隔，地面水仍可直接補注至第一含水層（譚義績，2008）。

依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計，彰化縣 2010 年總用水量為全國最高，達 18.32 億立方公尺，其中農業用水為最大宗（15.89 億立方公尺，86.76%），其次為民生用水（1.37 億立方公尺，7.47%），工業用水最少（1.06 億立方公尺，5.78%）；2010 年雲林縣總用水量達 16.98 億立方公尺，為全國用水量第二大縣市，其農業用水量為最大宗（13.86 億立方公尺，81.59%），其次為工業用水（2.17 億立方公尺，12.79%），民生用水最少（95.43 百萬立方公尺，5.62%）。

圖 3-9 及 3-10 為彰化與雲林地區之推估供需情勢，現況水源供給能力約每日 38.0 萬立方公尺，主要來源為地下水及地區性水源每日 30.0 萬立方公尺及台中地區每日支援 8.0 萬立方公尺。本地區自來水系統幾乎全以地下水為取水水源，地面水源量在自來水系統中幾乎微不足道，惟自有水源不足時，才會由台中地區支援。但本區由於未來工業用水持續增加，民國 110、120 年每日尚有 3.2、4.0 萬立方公尺之供水缺口，再加上長期使用地下水，使用之地下水總量仍超過天然補注量，且地下水水質有逐漸劣化現象，由於地面水源不足，未來任何增加之用水量，將造成地下水之負擔。雲林地區現況水源供給能力約每日 30.0 萬立方公尺，主要來源為地下水及地區性水源每日 22.0 萬立方公尺與集集堰供給林內淨水場每日 10.0 萬立方公尺。本地區水源來自濁水溪與地下水水源，然灌溉用水占總用水量約九成，故缺水忍受力高。但由本地區地面水源不足，以致長期超抽地下水，湖山水庫完工後，與集集攔河堰聯合運用將可增供雲林地區自來水每年 1.15 億立方公尺，屆時雲林地區將減抽地下水 0.46 億立方公尺。

第三章 我國地下水資源管理制度現況

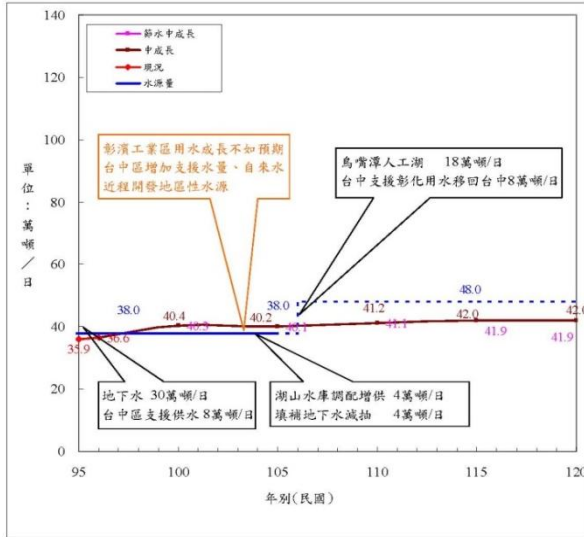


圖 3-9 彰化地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)

民國 120 年
 人口 133.26 萬人(較民國 96 年增加 4.36 萬人)
 自來水系統普及率 99.76%(較民國 96 年成長 5.92%)
 自來水系統抄見率 74.14%(較民國 96 年成長 4.52%)
 每人每日生活用水量 200 公升/人/日(較民國 96 年成長 3 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	36.6	40.4	40.2	41.2	42.0	42.0
中成長	36.6	40.4	40.2	41.2	42.0	42.0
高成長	36.6	40.4	40.2	41.2	42.0	42.0
節水	36.6	40.3	40.1	41.1	41.9	41.9
中成長						

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區

中成長：低成長+編定及報編中之工業區

低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區
 彰濱工業區(自來水供水)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
工業專管	0.0	0.85	19.7	57.4	59.1	59.3

二林精密機械園區、彰濱工業區(原水供水)、中科四期彰化二林基地及彰化大城石化科技園區(國光)未來將以烏溪大度堰西田路抽水

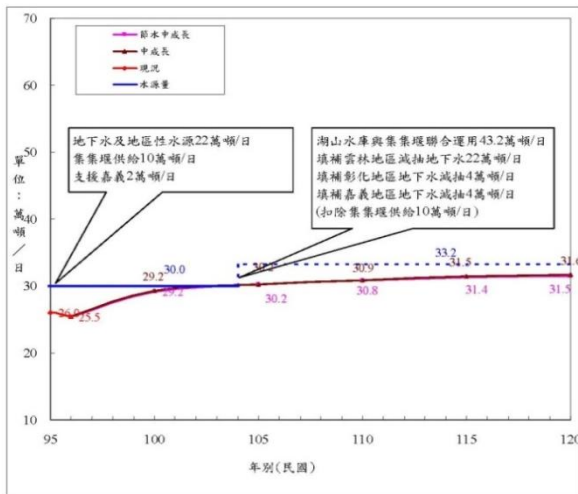


圖 3-10 雲林地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)

民國 120 年
 人口 73.06 萬人(較民國 96 年減少 0.73 萬人)
 自來水系統普及率 99.80%(較民國 96 年成長 6.14%)
 自來水系統抄見率 73.17%(較民國 96 年成長 4.52%)
 每人每日生活用水量 238 公升/人/日(較民國 96 年成長 3 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	25.5	29.2	30.2	30.9	31.5	31.6
中成長	25.5	29.2	30.2	30.9	31.5	31.6
高成長	25.5	29.2	30.2	30.9	31.5	31.6
節水	25.5	29.2	30.2	30.8	31.4	31.5
中成長						

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區

中成長：低成長+編定及報編中之工業區

低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區
 斗六擴大工業區 中科雲林基地
 雲林科技工業區大北勢區

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
工業專管	32.0	46.1	75.8	79.6	86.0	86.0

雲林科技工業區(竹園子區)、離島基礎工業區(參寮區)與離島基礎工業區(新興、台西區等)未來將以專用管路供水

地下水的超抽引起地層下陷與海水入侵在彰化與雲林是嚴重的問題，簡

述如後：

(1) 彰化地區

依據民國 81 年至 101 年間之檢測資料顯示，彰化地區 101 年最大下陷速率發生地點位於溪州鄉，持續下陷面積已大幅減緩，約達 19.9 平方公里，年最大下陷速率達 54 公釐／年。由其最大下陷速率顯示，彰化地區下陷速率呈現明顯減緩的趨勢。

依民國 81 年至 101 年期間之水準測量成果，整理下陷速率與持續下陷面積如表 3-3，民國 81~90 年間，彰化地區以大城鄉為主要下陷中心，下陷量呈扇形方式往外逐漸遞減；90~99 年間，下陷中心往內陸移動並出現了溪湖鎮、二林鎮與溪州鄉等 3 個明顯下陷中心。

表 3-3 彰化地區民國 81 年至 101 年下陷面積分析表

觀測期距 ^o	81.10~ 82.08 ^o	82.08~ 84.08 ^o	84.08~ 86.08 ^o	86.08~ 87.08 ^o	87.08~ 89.06 ^o	89.06~ 90.08 ^o	90.08~ 92.08 ^o	92.08~ 93.08 ^o	93.08~ 94.05 ^o	94.05~ 95.10 ^o	95.10~ 96.07 ^o	96.07~ 97.06 ^o	97.06~ 98.07 ^o	98.07~ 99.06 ^o	99.06~ 100.05 ^o	100.05~ 101.05 ^o
最大下陷速率 (公分/年) ^o	17.1 ^o	21.7 ^o	23.6 ^o	19.3 ^o	16.4 ^o	17.6 ^o	10.4 ^o	14.2 ^o	11.0 ^o	8.9 ^o	8.4 ^o	6.4 ^o	5.7 ^o	6.4 ^o	5.3 ^o	5.4 ^o
最大下陷速率 發生地點 ^o	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	溪湖鎮	溪湖鎮	溪湖鎮	二林鎮	二林鎮	溪州鄉	溪州鄉	溪湖鎮	溪州鄉
速率超過(3公 分/年)之面積 (平方公里) ^o	59.9 ^o	195.9 ^o	257.6 ^o	392.0 ^o	321.6 ^o	408.0 ^o	357.3 ^o	368.1 ^o	263.4 ^o	278.3 ^o	225.6 ^o	213.7 ^o	78.1 ^o	138.9 ^o	51.4 ^o	19.9 ^o
3.0~5.0cm ^o	9.16 ^o	84.80 ^o	96.77 ^o	125.42 ^o	88.22 ^o	114.21 ^o	90.49 ^o	124.17 ^o	76.40 ^o	120.16 ^o	98.46 ^o	185.23 ^o	76.67 ^o	131.79 ^o	49.76 ^o	19.63 ^o
5.0~7.5cm ^o	9.05 ^o	44.42 ^o	49.75 ^o	118.14 ^o	75.46 ^o	83.99 ^o	103.44 ^o	99.43 ^o	108.44 ^o	143.00 ^o	126.47 ^o	28.41 ^o	1.46 ^o	7.06 ^o	1.66 ^o	0.24 ^o
7.5~10.0cm ^o	13.05 ^o	15.73 ^o	24.58 ^o	49.82 ^o	89.61 ^o	56.27 ^o	156.86 ^o	121.99 ^o	78.49 ^o	15.17 ^o	0.67 ^o	^o	^o	^o	^o	^o
10.0~12.5cm ^o	13.04 ^o	6.32 ^o	28.81 ^o	44.16 ^o	31.39 ^o	70.88 ^o	6.54 ^o	22.15 ^o	0.09 ^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o
12.5~15.0cm ^o	12.91 ^o	11.67 ^o	17.40 ^o	28.96 ^o	27.09 ^o	38.29 ^o	^o	0.38 ^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o
15.0~17.5cm ^o	2.66 ^o	17.62 ^o	16.28 ^o	16.51 ^o	9.82 ^o	44.31 ^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o
17.5~20.0cm ^o	^o	13.00 ^o	12.69 ^o	9.01 ^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o
20.0~22.5cm ^o	^o	2.30 ^o	10.18 ^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o
22.5~25.0cm ^o	^o	^o	1.12 ^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o	^o

資料來源：達雲科技有限公司（2013）

(2) 雲林地區

依據民國 81 年至 101 年間之檢測資料顯示，雲林地區 101 年最大下陷速率發生地點位於虎尾鎮，最大年下陷速率達 7.4 公分／年。近年雲林地區主

要下陷區域大致分布於內陸地區（虎尾、土庫及元長鄉），97 年度沿海地區雖曾有下陷增加之趨勢，但 98、99 年度又趨緩和。民國 88 年之前，雲林地區下陷中心位於沿海鄉鎮，88 年以後下陷中心集中於褒忠鄉、土庫鎮與元長鄉；目前整個雲林地區下陷的主要重點地區為虎尾鎮、土庫鎮、元長鄉與褒忠鄉等 4 個鄉鎮。

表 3-4 雲林地區民國 81 年至 101 年下陷面積分析表

觀測期距 ^a	81.08~ 83.10 ^a	83.10~ 85.10 ^a	85.10~ 87.02 ^a	87.02~ 88.11 ^a	88.11~ 91.04 ^a	91.04~ 92.04 ^a	92.04~ 94.05 ^a	94.05~ 95.10 ^a	95.10~ 96.07 ^a	96.07~ 97.05 ^a	97.05~ 98.06 ^a	98.06~ 99.05 ^a	99.05~ 100.05 ^a	100.05 ~ 101.05 ^a
最大下陷速率 (公分/年) ^a	16.0 ^a	8.0 ^a	8.0 ^a	7.0 ^a	9.5 ^a	12.2 ^a	11.6 ^a	10.1 ^a	8.2 ^a	7.1 ^a	7.4 ^a	6.4 ^a	6.8 ^a	7.4 ^a
最大下陷速率 發生地點 ^a	麥寮鄉 ^a	麥寮鄉 ^a	麥寮鄉 ^a	元長鄉 ^a	土庫鎮 ^a	褒忠鄉 ^a	元長鄉 ^a	元長鄉 ^a	虎尾鎮 ^a	元長鄉 ^a	虎尾鎮 ^a	土庫鎮 ^a	虎尾鎮 ^a	虎尾鎮 ^a
速率超過(3公分/年) 之面積 (平方公里) ^a	782.7 ^a	745.7 ^a	392.0 ^a	366.1 ^a	610.5 ^a	703.1 ^a	678.6 ^a	557.1 ^a	551.5 ^a	580.7 ^a	413.9 ^a	267.1 ^a	397.6 ^a	261.0 ^a
3.0~5.0cm ^a	99.47 ^a	264.07 ^a	140.77 ^a	216.00 ^a	323.10 ^a	335.10 ^a	277.60 ^a	259.50 ^a	283.30 ^a	395.42 ^a	293.91 ^a	206.45 ^a	277.02 ^a	198.53 ^a
5.0~7.5cm ^a	145.08 ^a	476.54 ^a	250.76 ^a	148.30 ^a	188.00 ^a	214.30 ^a	306.70 ^a	190.60 ^a	268.00 ^a	185.30 ^a	119.95 ^a	60.61 ^a	120.57 ^a	62.49 ^a
7.5~10.0cm ^a	313.43 ^a	5.11 ^a	0.46 ^a	1.76 ^a	99.30 ^a	121.80 ^a	90.40 ^a	105.30 ^a	0.24 ^a	^a	^a	^a	^a	^a
10.0~12.5cm ^a	156.97 ^a	^a	^a	^a	^a	31.86 ^a	3.90 ^a	1.70 ^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a
12.5~15.0cm ^a	46.99 ^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a
15.0~17.5cm ^a	20.71 ^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a

資料來源：達雲科技有限公司（2013）

6. 嘉南平原

本區北起北港溪南岸，經嘉義、台南及高雄三縣，嘉南平原為臺灣最大平原；北起北港溪，南迄鳳山、鳳鳴，縱長約 140 公里，北部（嘉義、臺南）較寬約 30 公里，南部尖細達高雄市南端，東自阿里山山脈丘陵西麓，西止於臺灣海峽，面積約 2,800 平方公里。本區地下水系受地質影響甚大，其中雖有朴子、八掌、急水、曾文、鹽水、二仁等諸溪，惟各溪短促，上游多泥質岩層，沖積層多細粒物質，地下水環境欠佳，蘊藏不豐。僅沿高屏溪右岸部分地區，因有良好礫砂含水層，水量較豐。全區在薄層近代沖積層之下，為更新世和第三紀上新世的泥岩系地層為主，地層透水性差，不會形成好的含

我國地下水資源政策之研究

水層，所以地下水系為自由水。自北而南可概分為新港系、東石系、布袋系、北門系、臺南系、二仁系、彌陀系和高雄系。嘉南地區的地層極複雜，多為砂泥互層，分層明顯但沿續性不佳，層厚變化大，並沒有主要的阻水層（特別厚的泥層）與含水層（砂層），地下水上下流通不佳。經濟部水利署在嘉南地區地下水觀測網觀測井的深度界於 200-290 公尺之間，本區在此觀測深度內的水文地層，可分為五層。本區地下水的流向，淺層地下水因有地面補注，基本上符合地形分布，由東向西流向臺灣海峽。深層地下水因泥層封隔，儲水條件不良，近年來又大量抽取，導致地下水位零公尺線逐漸擴大並形成三個顯著之沉降錐，在朴子溪及八掌溪之間的沿海一帶水位降至海平面下 25 公尺。

嘉南平原上的土地利用原來多旱田，嘉南大圳與曾文水庫的完成，提供較多的灌溉用水，增加水田面積，略改善地下水補注條件。由於嘉南平原地層剖面太多為黏土互層，故可能蓄含水量之砂土層多間雜於黏土層間，且呈區域性形狀。若地表具滲透性良好之土質，則其接近地表的土層即能積蓄灌溉或降雨入滲之水量成為天然之淺層地下水庫，再經由不透水層之裂縫或邊緣補充至不同的地下含水層。嘉南平原、基本上並無良好的扇頂補注區，地下水補注與流動皆極緩慢，地下水水資源、極貧乏。

依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計，2010 年嘉義縣、嘉義市、台南市及台南縣四縣市的總用水量為 15.03 億立方公尺，其中農業用水為最大宗（9.46 億立方公尺，62.96%），其次為民生用水（3.13 億立方公尺，20.81%），工業用水占比最小（2.44 億立方公尺，16.24%）。2010 年高雄縣、高雄市合計之總用水量為 11.19 億立方公尺，以農業用水為最大宗（5.07 億立方公尺，45.30%），民生用水居次（3.64 億立方公尺，32.57%），工業用水最少（2.48 億立方公尺，22.13%）。

圖 3-11、3-12、3-13 分別為嘉義、台南、高雄地區之推估供水情勢，嘉義目前現況水源供給主要來源為仁義潭蘭潭水庫、曾文烏山頭水庫、地下水抽取及雲林。產業以農業為主，濱海地區則養殖業興盛，生產業多屬傳統產業，尚無大型工商業之發展計畫。早期曾有計畫開發運用地下水供農業使用，惟因濱海養殖業興盛以至於過量超抽地下水，造成嘉義沿海地區嚴重地層下陷，目前大部份沿海鄉鎮均列為地下水管制區，限制地下水使用。但本地區

水源設施供水能力無法滿足未來需求，除曾文水庫越域引水工程外，本區目前尚無已核定新水源開發計畫，由於曾文水庫越域引水工程在莫拉克風災後暫時停工檢討，原計畫於民國 101 年後增供本區之水量已難以落實。應儘速推動其他水源開發計畫，俾填補長期水源需求。

台南地區水源供給主要來源有曾文、烏山頭水庫及南化水庫與高屏堰聯合運用，目前台南縣仍保留有相當豐富之農業產業，台南市人口密集、工商業鼎盛，區內有南部科學園區、樹谷園區、台南科技工業區、新營工業區、安平工業區、新市永康地區之中小型工業區，但因台南地區地下水源不豐，地下水使用量並不多。本區短中期用水成長所需水源，尚賴台水公司儘速建立南化水庫與高屏堰聯合運用所需配合之淨水、輸水能力，增加供水潛能。此外，改善或擴充烏山頭水庫下游淨水場，可提高緊急情況下水資源調度運用之潛能，並增加休耕停灌期間可移用之農業用水量。於中長期水源部分，則須視曾文水庫越域引水工程之後續作法而定，如曾文水庫越域引水計畫短期內無法復工，又擬留住南部科學園區及液晶專區廠商不外移時，則台南地區須以移用農業用水方式填補供水缺口，或規劃其他開源措施，包括污水廠水回收再利用、台南海淡廠及後堀溪水源開發計畫等。

高雄地區要來源高屏堰、鳳山水庫、區域及南化水庫。政府為平衡台灣南北發展，自民國 90 年代起大規模投資發展本地區之各項產業，本地區為台灣南部工、商重鎮，為石化、鋼鐵、造船等重工業所在，中長程預計將發展電子、高科技生化、服務業等，相關計畫對水質與水量的需求均十分殷切。本區目前供水潛能低於水源需求，該供水缺口係協調高雄及屏東農田水利會加強灌溉管理節餘水量供應，惟當高屏溪河川逕流量於枯水期嚴重偏低時，所引取水量多已包含河川保育用水量，該供水缺口仍應設法填補。由於曾文水庫越域引水工程暫時停工檢討，原計畫於民國 101 年後增供本地區每日 30 萬立方公尺之水量，已難以落實，在確認其後續發展前，為因應本地區未來用水需求成長，仍需開發新水源因應。本區除位於屏東平原沖積扇邊緣之土地外，地下水可再開發之常態供水潛能不高，於「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」中，已請水公司儘速與地方溝通恢復里港地區原有水井之每日 10 萬立方公尺抽水量，惟該水量尚難以滿足本地區未來發展所需，為穩定供水仍應優先推動已奉院核定之吉洋人工湖（高屏大湖一期）工

我國地下水資源政策之研究

程，以增加每日 14 萬立方公尺供水量及 2,400 萬立方公尺有效蓄水量於高濁度期間供水、以滿足本地區中期常態供水及備援供水需求。於長期水源供應部分，則須視曾文水庫越域引水工程之後續作法而定，該計畫若未繼續推動，則須視需求成長情形，陸續推動高屏大湖工程，以因應區域發展所需。另本區水源主要於高屏堰引取高屏溪之川流水，惟高屏溪在颱風期間，淨水場往往因地面水原水濁度偏高而使可處理並供應之水量大幅減少，常造成供水情勢緊張。民國 99 年 5 月水公司完成地下水及伏流水整備工作，提昇區域地下水取水能力（可常態供水能力提昇為 22.5 萬立方公尺），另擬於民國 104 年前完成新增伏流水備援取水設施（備援取水能力每日 20 萬立方公尺）與里港原有水井抽水量復抽工程（常態供水每日 10 萬立方公尺）。此地下水可取水量再加上東港溪支援量及吉洋人工湖（高屏大湖一期）或南化水庫短期備援水量，應可有效緩和本區原水高濁度期間之供水緊張問題（經濟部水利署，2011）。以上為原水利署之規劃，但是高屏大湖工程開發一案已於 2013 年 3 月被環評大會否決，但開發單位仍可向環保署提出環境差異分析報告。

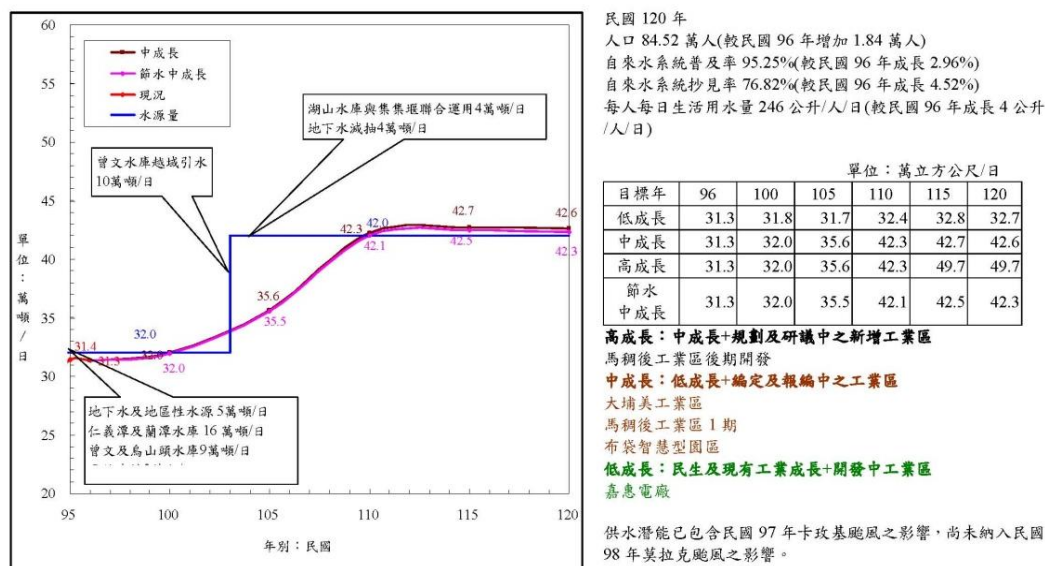
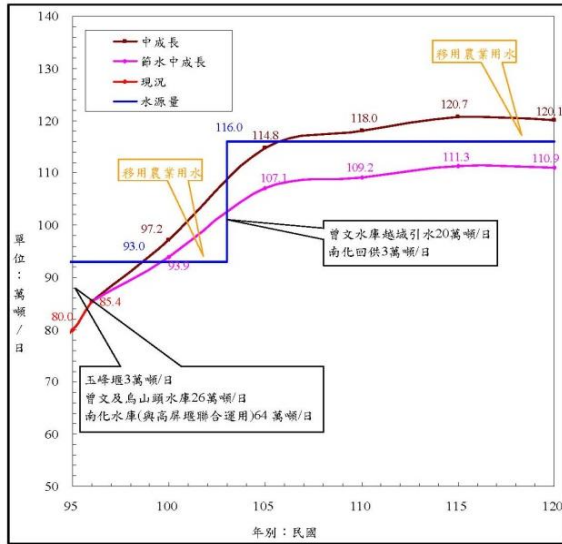


圖 3-11 嘉義地區生活及工業用水供需圖（不含自行取水與工業專管）

資料來源：經濟部水利署（2011）

第三章 我國地下水資源管理制度現況



民國 120 年
 人口 194.33 萬人(較民國 96 年增加 7.37 萬人)
 自來水系統普及率 99.80%(較民國 96 年成長 1.11%)
 自來水系統抄見率 81.04%(較民國 96 年成長 1.51%)
 每人每日生活用水量 284 公升/人/日(較民國 96 年成長 5 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	85.4	96.2	105.4	107.7	108.5	107.8
中成長	85.4	97.2	114.8	118.0	120.7	120.1
高成長	85.4	97.2	114.8	118.0	120.7	120.1
節水 中成長	85.4	93.9	107.2	109.2	111.3	110.9

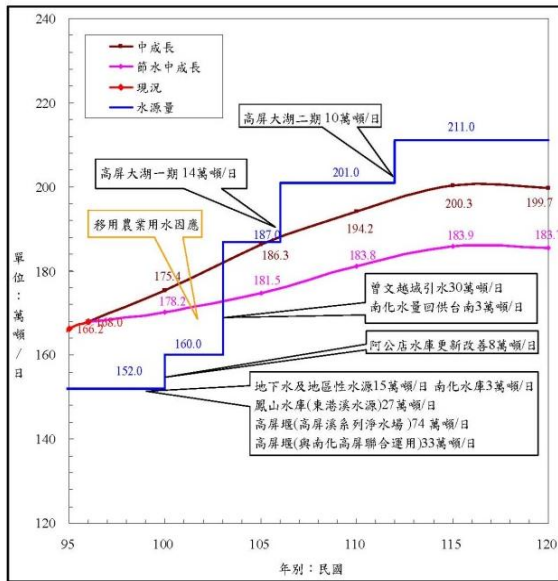
高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區

中成長：低成長+編定及報編中之工業區

- 濱南工業區
 - 台南七股科技工業區
 - 永康科技工業區
 - 台灣蘭花生物科技園區
 - 低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區**
 - 台南科學園區(台南園區)
 - 台南縣柳營科技工業區
 - 南科液晶電視及產業支援工業區(樹谷園區)(僅列計自來水供應 1.1 萬立方公尺/日)
- 供水潛能已包含民國 97 年卡玫基颱風之影響，尚未納入民國 98 年莫拉克颱風之影響。

圖 3-12 台南地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：經濟部水利署 (2011)



民國 120 年
 人口 287.80 萬人(較民國 96 年增加 11.27 萬人)
 自來水系統普及率 99.80%(較民國 96 年成長 4.80%)
 自來水系統抄見率 76.48%(較民國 96 年成長 2.26%)
 每人每日生活用水量 280 公升/人/日(較民國 96 年成長 4 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	168.0	174.1	183.8	191.7	194.7	194.1
中成長	168.0	175.4	186.3	194.2	200.3	199.7
高成長	168.0	176.6	187.5	195.4	201.5	200.8
節水 中成長	168.0	170.1	174.7	181.2	185.8	185.5

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區

- 萬大工業區擴大
 - 中成長：低成長+編定及報編中之工業區**
 - 岡山本洲工業區擴大
 - 南科高雄園區特定區計畫
 - 中鋼冷軋廠
 - 低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區**
 - 南科高雄園區(原路竹基地)
 - 仁武汽電廠
 - 大林電廠更新改建(火力)
 - 岡山本洲工業區
 - 興達港遊艇產業專區
- 供水潛能已包含民國 97 年卡玫基颱風之影響，尚未納入民國 98 年莫拉克颱風之影響。

圖 3-13 高雄地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：經濟部水利署 (2011)

7. 屏東地區

本區為台灣主要地下水資源地區之一，位於高屏溪左岸，高屏溪及其支流貫通本平原南行入海，東起中央山脈南段西側山麓的潮州斷層，西至阿里山山脈南段東麓，北自高樹、美濃，南止於臺灣海峽，為南北延長的矩形。長約 55 公里，寬約 22 公里，面積為 1,130 平方公里，大部分在屏東縣境內。屏東平原地質為一構造陷落之谷地，東側沿平原有一主要斷層，斷層之西向下陷落而成谷地，高屏溪上游及兩側均發生劇烈侵蝕作用。臺灣南部年平均降水量 4,000 公釐以上的多雨區分布在中央山脈南段西坡的隘寮溪（荖濃溪支流、東港溪、林邊溪等的上游，水量大，營力亦大。大量泥砂搬運到潮州斷層西側形成沖積扇，自北而南有荖濃溪扇（高樹扇）、隘寮溪扇（老埤扇）、林邊溪扇（克魯斯扇）、力力溪扇（利基利基扇）等。其扇頂均在潮州斷層附近的東側，沖積扇則在斷層西側。地區具有廣厚之礫石及砂土含水層，且透水性良好。高透水性的全新世沖積扇，也讓灌溉水、雨水等的滲透成為地下水。本區地層以多個沖積扇組成，標高由東向西降低，扇頂處以厚層礫石層為主，分別向西、西北、西南扇狀展開，地層向西砂、泥層厚度漸厚，層次漸多。地下水的流向，基本受到沖積扇地層控制，流向有兩個主要分量，由東向西（沖積扇）及由北向南（由陸至海），合成區域流向為由東北向西南流。本區地下水之補注，幾受高屏溪及其支流河床之入滲及東側山脈補注區雨水之入滲，水量極為豐富，主要補注區分布於荖濃溪、隘寮溪、來社溪和力力溪其沖積扇頂區域，是河水、雨水、灌溉水等入滲補注之處，其重要性遠高於其他潛在之補注區域。各河川出隘口的地下水側向補注是屏東平原最主要補注來源之一，包括荖濃溪、隘寮溪、東港溪、來社溪、力力溪及旗山溪等與邊界之交會點，由邊界線外河床內之地下水直接通過交會點注入扇頂含水層中，其水量相當可觀。此外，由於沿海地區地下水超抽之影響，海水由東港外海溺谷直接侵入陸成含水層中，也成為屏東平原一個重要的側向補注來源（譚義績，2008）。

依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計，2010 年屏東縣總用水量為 11.83 億立方公尺，其中農業用水為最大宗（10.54 億立方公尺，89.06%），其次為民生用水（86.32 百萬立方公尺，7.29%），工業用水最少（43.14 百萬立方公尺，3.65%）。民國 102 年 12 月底，屏東縣自來水普及率僅為

43.67%²，為我國自來水普及率最低縣市，顯示本區過去因地下水豐沛且水質佳，民眾沒有使用自來水之強烈需求。惟在本區部分鄉鎮（如萬丹鄉等）地下水質劣化後，飲用自來水之需求已經有所轉變。

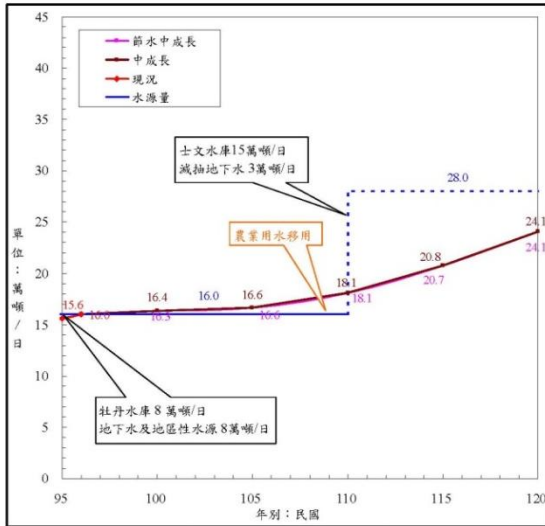
本區現況水源供給能力約每日 16.0 萬立方公尺，主要來源有牡丹水庫每日 8.0 萬立方公尺、區域及地下水源每日 8.0 萬立方公尺。民國 110、120 年中成長用水需求預估為每日 18.1、24.1 萬立方公尺。

圖 3-14 為屏東水資源供需情勢，本地區除農業用水引用高屏溪、東港溪、四重溪等外，生活及產業用水，北屏東地區均未使用地面水，反以高屏溪及東港溪水支援高雄地區用水，南屏東地區則由四重溪之牡丹水庫供應。由於北屏東地區地下水豐沛，故為本省各縣市自來水普及率最低，而現有之自來水系統係以地下水為主要水源，由於長期抽取，原牡丹水庫工程計畫係要解決屏南八鄉鎮用水，惟目前供水地區已擴大至屏北之東港、新園等鄉鎮，該水庫目前已無多餘供水潛能再供應新增需求。屏北地區自來水系統水源多係抽取地下水，雖然目前屏東平原沖積扇扇央、扇尾地區超抽地下水情形已趨平緩，但地方民眾對於自來水公司開鑿新井普遍有抗爭行為，導致現有自來水系統無多餘之供水潛能，且既有水井無法避免老舊或阻塞導致之出水量減少趨勢。屏東農業生物科技園區及屏東二代加工出口區均使用地下水供水，如長期抽用可能影響地下水環境平衡。如本區仍有新水源開發需求，未來若推動土文水庫、隘寮溪下游集水工或其他新水源開發計畫，其增供之水源量應可達成自來水普及率提昇、減抽地下水及協助經濟發展等多項功能(經濟部水利署，2011)。

2

[http://www.water.gov.tw/files/%E5%8D%80%E5%9F%9F%E4%BE%9B%E6%B0%B4%E6%99%AE%E5%8F%8A%E7%8E%87\(1\).JPG](http://www.water.gov.tw/files/%E5%8D%80%E5%9F%9F%E4%BE%9B%E6%B0%B4%E6%99%AE%E5%8F%8A%E7%8E%87(1).JPG)

我國地下水資源政策之研究



民國 120 年
 人口 90.57 萬人(較民國 96 年增加 1.61 萬人)
 自來水系統普及率 68.34%(較民國 96 年成長 24.67%)
 自來水系統抄見率 66.16%(較民國 96 年成長 4.52%)
 每人每日生活用水量 245 公升/人/日(較民國 96 年成長 4 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	16.0	15.9	16.2	17.6	20.3	23.7
中成長	16.0	16.4	16.6	18.1	20.8	24.1
高成長	16.0	18.2	19.4	21.7	24.8	28.6
節水 中成長	16.0	16.3	16.6	18.1	20.7	24.1

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區
 大鵬灣 2、3 期計畫
中成長：低成長+編定及報編中之工業區
 大鵬灣 1 期計畫
低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區

圖 3-14 屏東地區生活及工業用水供需圖（不含自行取水與工業專管）
 資料來源：經濟部水利署（2011）

8. 蘭陽平原

本區約呈一等邊三角形，西北側隔梨山斷層（蘭陽溪縱谷斷層或匹亞南斷層）為雪山山脈，南側為中央山脈北端，東為太平洋。等高線 100 公尺以下面積約 300 平方公里，面積約 400 平方公里。蘭陽溪由西而東貫通本平原，由於自中央山脈挾帶粗礫而下，沈積於平原之上，構成本區主要含水層，西北緣的雪山山脈東麓有頭城沖積扇、礁溪沖積扇、大小礁溪合成沖積扇、五十溪沖積扇、和最大的蘭陽溪扇等，中央山脈北端有羅東溪沖積扇、新城溪沖積扇等。大部分為沖積扇分布，大小礫石滿布地面，水田少，透水性良好，為台灣地下水豐富地區之一。惟在沿海平原一帶，由於含水層多為細砂及砂土組成，透水性較差。

由宜蘭平原地下水流網可概分為三個地下水系：北部為得子口溪地下水系、蘭陽溪地下水系、冬山河地下水系。宜蘭平原地下水的補注區在平原西側和南側等高線 5 公尺以上的沖積扇區，並以東側等高線 2-3 公尺的三角洲為流出區。因沖積扇的透水性佳，三角洲的透水性差，地下水容易流出地面後繼續向東流，卻受阻於與海岸平行的砂丘帶，而匯集於得子口溪下游、蘭陽溪口和冬山河。宜蘭平原沖積扇區的輸水率，以蘭陽溪為界，南部較佳，北部較差。蘭陽平原之阻水層頗為完整，各沖積扇扇頂區域之含水層之多屬連通形式，且多含礫石，傳導效果佳，為蘭陽平原地下水主要之補注區，另沿海一帶之沙丘地形發達，透水性佳，亦為蘭陽平原地下水良好的補注區（譚義績，2008）。

依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計，2010 年宜蘭縣總用水量為 9.13 億立方公尺，其中農業用水為最大宗（8.07 億立方公尺，88.47%），其次為民生用水（56.53 百萬立方公尺，6.19%），工業用水最少（48.69 百萬立方公尺，5.34%）。宜蘭地區主要供應水源為地下水及區域性水源，宜蘭地區由於政策導向以自然、觀光為主要產業，並不鼓勵製造業之發展，因此宜蘭地區長期趨勢人口不致有明顯之成長，製造業亦不致快速發展，水量需求不致有高程度之成長，現況水源已能滿足未來需求，宜蘭地區地下水蘊藏豐富，如不考慮環境因素，滿足民國 120 年應無用水缺口。惟若繼續取用地下水做民生及產業使用，長期推估，仍不利環境生態之保育及地層環境變化之

安定，過去長期依賴地下水已產生地層下陷問題，因此未來水資源應朝地面地下水聯合運用。

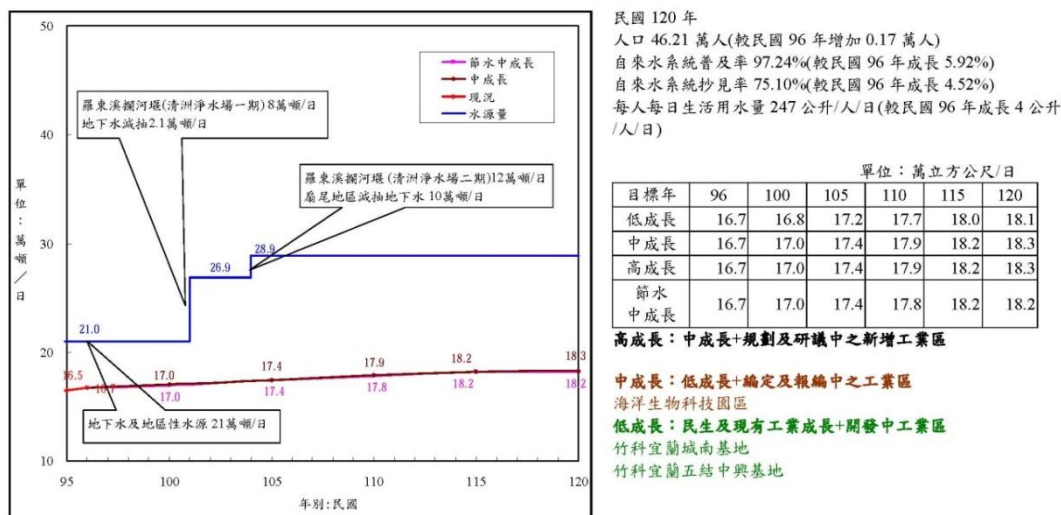


圖 3-15 宜蘭地區生活及工業用水供需圖（不含自行取水與工業專管）

資料來源：中興工程顧問有限公司（2009）

9. 花蓮台東縱谷

北起花蓮縣立霧溪下游，經海岸山脈和中央山脈間的谷地，到臺東縣的知本溪下游，全長約 183 公里，寬 2.7 公里，平均寬度約 3.4 公里，面積為 930 平方公里。地質上屬東臺裂谷（East Taiwan Rift）或地塹（Graben），縱谷西緣為中央山脈東麓斷層，東緣為海岸山脈西麓斷層，地形區自北而南分為立霧溪平原、花蓮平原，花蓮溪河谷平原、秀姑巒溪河谷平原，卑南溪河谷平原和臺東平原，但地質上的裂谷或地塹將其聯接成一個地下水區。

區內主由第四紀之古期沖積及現代沖積層所構成，大多含圓度甚佳之砂礫，孔隙率大，透水性良好。西緣甚多沖積扇，北端立霧溪口為標準的扇形三角洲（Arcuatedelta）之上有沖積扇，花蓮平原有美崙溪沖積扇。花蓮溪河谷平原有木瓜溪、壽豐溪、萬里溪等沖積扇。秀姑巒溪河谷平原北以大富與花蓮溪水系為界，南以大坡與卑南溪水系為界，亦有紅葉溪、豐坪溪（太平

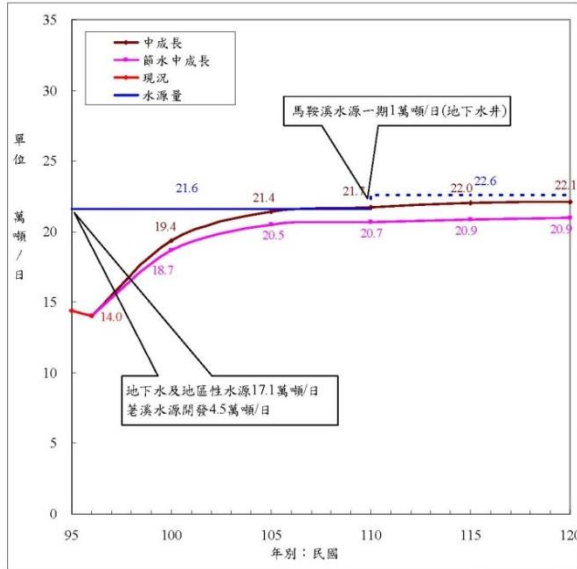
溪)、樂樂溪(拉庫拉庫溪)、崙天溪等沖積扇。卑南溪河谷平原有新武呂溪,鹿寮溪(加納沙衣溪)、鹿野溪(北絲絲溪)等沖積扇。臺東平原以太平溪(太巴六九溪)、利嘉溪、知本溪等沖積扇。上述透水性良好的全新世沖積扇,使谷地有豐富的地下水資源,但在特徵上與沖積扇平原有很大的不同,因本區眾多沖積扇的扇頂大多在中央山脈東麓斷層線之西,礫石層甚薄,其下為變質岩層的片岩、結晶石灰岩等,其透水性甚差(不透水層),因此只有淺層自由水,易受乾季影響,部分沖積扇的扇端在海岸山脈西麓斷層線以東,扇端湧泉區完全消失,較大出水量區域範圍僅限於地塹部分,地塹構造不僅將所有沖積扇地下水串連起來,也是影響區內地下水源的主要因素。

本區三大水系中,花蓮溪河谷以南端的分水嶺附近大富的地下水位最高(145公尺),向北遞減,地下水大致向北流,而以壽豐至木瓜溪間的地下水源較多。秀姑巒溪河谷的地下水有大富南流至瑞穗,也有大坡、池上北流至瑞穗,所以瑞穗附近的地下水源較多。卑南溪河谷地下水位自大坡、池上向南遞減,鹿野溪以南受卑南山礫岩所阻,地下水源以鹿寮溪扇至鹿野溪扇間最多(譚義績,2008)。

本區直接承襲中央山脈東側廣大坡面降雨逕流進入,有大量地下水補注水源,地下水主要補注來源為附近海拔約100至400公尺山麓區的地面水。花東縱谷東西緣有大斷層崖,西側中央山脈山麓及東側海岸山脈山麓為地下水來源。花蓮平原則由美崙溪、吉安溪、木瓜溪及西側中央山脈山麓補給地下水,臺東平原之河川補注地下水來自卑南溪、太平溪、利嘉溪、知本溪。由於東部河川常年有水、甚少枯乾又因沖積層透水性良好,故河川水乃大量沿河床滲入地下。此外,降於沖積層之雨水亦形成另一補注來源,故終年均為補注期。故本區亦為台灣地下水資源豐富地區之一。

依據〈經濟部水利署各項用水統計資料庫〉之統計,2010年花蓮縣總用水量為11.67億立方公尺,其中農業用水為最大宗(10.74億立方公尺,92.04%),其次為民生用水(48.76百萬立方公尺,4.18%),工業用水最少(44.2百萬立方公尺,3.79%);2010年台東縣總用水量為10.44億立方公尺,農業用水亦為最大宗(9.97億立方公尺,95.49%),民生用水次之(33.81百萬立方公尺,3.24%),工業用水最少(13.26百萬立方公尺,1.27%)。

我國地下水資源政策之研究



民國 120 年
 人口 33.28 萬人(較民國 96 年減少 1.05 萬人)
 自來水系統普及率 91.57%(較民國 96 年成長 8.88%)
 自來水系統抄見率 61.09%(較民國 96 年成長 4.52%)
 每人每日生活用水量 269 公升/人/日(較民國 96 年成長 4 公升/人/日)

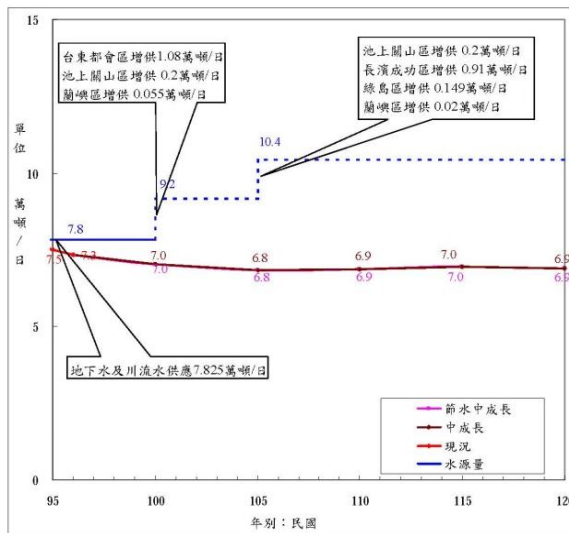
單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	14.0	13.9	13.7	14.0	14.4	14.4
中成長	14.0	19.4	21.4	21.7	22.0	22.1
高成長	14.0	19.4	21.4	21.7	22.0	22.1
節水 中成長	14.0	18.7	20.5	20.7	20.9	20.9

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區
中成長：低成長+編定及報編中之工業區
 鳳林綜合開發區
低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區
 花蓮環保科技園區

圖 3-16 花蓮地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)



民國 120 年
 人口 20.94 萬人(較民國 96 年減少 2.43 萬人)
 自來水系統普及率 87.28%(較民國 96 年成長 9.38%)
 自來水系統抄見率 64.20%(較民國 96 年成長 4.52%)
 每人每日生活用水量 240 公升/人/日(較民國 96 年成長 4 公升/人/日)

單位：萬立方公尺/日

目標年	96	100	105	110	115	120
低成長	7.3	7.0	6.8	6.9	7.0	6.9
中成長	7.3	7.0	6.8	6.9	7.0	6.9
高成長	7.3	7.0	6.8	6.9	7.0	6.9
節水 中成長	7.3	7.0	6.8	6.9	7.0	6.9

高成長：中成長+規劃及研議中之新增工業區
中成長：低成長+編定及報編中之工業區
低成長：民生及現有工業成長+開發中工業區

因台灣自來水公司於台東地區分為 5 個用水分區，且各分區系統無法相互支援，為滿足 5 個用水分區自身之未來需求，因此仍需規劃相關多元化水源方案以茲因應。

圖 3-17 台東地區生活及工業用水供需圖 (不含自行取水與工業專管)

資料來源：中興工程顧問有限公司 (2009)

圖 3-16、3-17 為花東之生活及工業用水供需，本區域水資源之開發利用，尚大型無水庫之建設。東部區域水資源之逕流量豐枯分配仍不甚平均，又受地形影響，各供水區管線不易聯通互相支援，無法達成區域聯合運用。花蓮地區現況水源供給能力約每日 21.6 萬立方公尺，主要來源為荖溪水源開發每日 4.5 萬立方公尺、地下水每日 17.1 萬立方公尺。由於花蓮地區產業型態十分穩定，計畫中亦無大型用水產業之開發案，台東地區，主要來源為地下水及區域性水源。現況水源已可滿足民國 110、120 年中成長用水需求。東部地區朝開發區域水源，以地面水及地下水聯合運用方式，達到自給自足之目標，但對於地下水之需求成長有限，不致產生負面影響。

10. 澎湖群島與離島地區

澎湖群島由大小 64 個島嶼和多數岩礁組成，總面積約 127 平方公里，以澎湖本島（79 平方公里）、白沙嶼（25.5 平方公里）、西嶼（漁翁島 21 平方公里）、望安島（八罩島 8.47 平方公里），七美嶼（7.54 平方公里）等較大。地質上，澎湖群島除最西緣的花嶼由玢岩、石英斑岩所成者外，其餘各島均為沉積岩上覆玄武岩的構造。澎湖群島的氣候水平衡屬於降水量少於蒸發散量地區，年平均降水量約僅 880 毫米，年平均蒸發散量為 1,230 公釐，全年只有梅雨期（五、六月間）可能有較多雨水，使土壤水分增加，卻不足以使土壤水分飽和，所以澎湖群島無常流河，連暫時河也很難出現，地下水天然補注甚少或無。此種氣候條件下，興建水庫不但欠缺雨水可貯存，又要面對大量蒸發。地下水含水層分淺深兩層，淺層在 20~30 公尺以內，但海邊易遭海水入侵，枯旱時供水不穩，深層地下水源尚無定論，現有水井深度約 150 公尺，因地下水超抽，其地下水水位一度下降至 93 公尺，其後建水庫控制後趨緩。開發深層地下水時幾乎沿海都會出現鹹水，大部分地區淡水的深井出水平均流速約在 100 立方米／天以內，才能維持較長的壽命，此等地下水源來自地層形成當時同時存在地層中水分的暫時性化石水為主，將隨著開發量和時間的累積而快速減少。目前七美和白沙嶼的赤崁附近有較多地下水以外，大部分地區用水取得困難。

地下水的用水標的包括有生活用水、國防用水、工業用水、農業用水等，其中除自來水公司供應之用水標的有地面水庫以及海淡廠供應之外，其餘各標的用水均仰賴地下水供應，其中農業所使用的為淺層的地下水，而其餘包

括工業、國防等均仰賴深層的地下水供應。本地區農業並不發達，均為早作，用水需求量不大，工業的發展也不興盛，因此估計其用水需求量並不大，本區域用水主要的標的為生活用水及國防用水。

依據水利署「地下水觀測網執行成效及發展規劃」與「金門縣第三期綜建計畫」之資料，金門平均年降雨量僅為 1,072 公釐，為臺灣平均年降雨量之 43%（臺灣為 2,510 公釐），且降雨時間與降雨分布極不平均，其中 75% 集中於每年 4 至 9 月，另外年計蒸發散之蒸發量達 1,653 公釐，形成雨量少而蒸發量大的乾燥型氣候。由於雨量不足且分布不均以及集水面積狹小，河川短小急促，常出現枯竭，水源涵蓄不易。金門地區過去水資源之建設多著重於興建開發地面水源，地面湖庫蓄水設施多賴梅雨及颱風暴雨，惟其降雨時間短暫，無水區面積狹小，致使水源涵蓄不易。由於地面水之開發已漸不易，蓄水量不足必須依靠地下水支援才能滿足用水需求，據推估民國 92 年金門地區之地下水抽水量高達 1,500 萬立方公尺，遠超過地面水可利用水量，加上金門酒廠釀製高粱酒需大量使用地下水，且金酒公司已成為金門之經濟命脈，為確保金門地區地下水水資源之永續利用，必須建立金門地區地下水水資源補注與保護區，落實本區地下水水資源之保育及防止地下水污染、海水入侵各項工作，加強水資源循環再利用，作為金門縣政府營運管理金門地區水資源永續利用之依據。金門地區目前推估年補注量為 1,539.9 萬立方公尺，略高於地下水抽水量 1,513.2 萬立方公尺，惟考量 253.8 萬立方公尺邊界側流出量後，地下水儲水量一年約不足 227.1 萬立方公尺。

金門自來水的「原水」，在金西地區主要靠地下水，金東地區為湖庫水，但目前「原水」供應問題逐漸浮出，一是湖庫水由於來自地表雨水的截流，有農藥、肥料等污染問題，二是地下水每天安全出水量 25,000 立方公尺，但連同民間自行抽水，實際地下水抽水量 33,000 立方公尺，超抽逾 8,000 立方公尺，若情況持續下去，會有「鹽化」問題。金門酒廠釀酒所需水源就是地下水，是金門高粱酒好品質的關鍵之一。但如果金門地區持續超抽，地下水鹽化的問題將持續惡化，屆時金酒就無法再釀製高粱酒。此外，依「行政院經濟建設委員會」金馬中長期經濟發展規劃的常住人口與觀光人口資料等推估，金門縣政府認為金門供水缺口可能持續擴大，只能仰賴島外引水或海水淡化挹注。

「金門地區整體供水改善綱要計畫」，於 102 年 4 月奉行政院核定。綱要計畫中包括「地下水管制及減抽」、「節約用水」、「湖庫水質改善」、「供水設施更新改善」、「多元水源開發利用」等五大策略，並以「地下水減抽 1.83 萬立方公尺／日」、「自有水源 75% 以上」、「確保整體產業水源安全」及「110 年供需平衡」為目標，確保供水水質、水量，並滿足金門地區未來發展需求及保育地下水永續利用。後續將由水利署及金門縣政府研提實施計畫報行政院核定後實施。

金門自大陸引水案已列入水利署研擬「金門地區整體供水改善綱要計畫」中，希望比照新加坡向馬來西亞買水模式向大陸買水，而目前金門與大陸已有「晉江圍頭—金門田埔」與「廈門大嶼—金門營山」兩規劃方案。我國中央政府目前仍在研議中。其他解決水源不足的方案，如海水淡化、由台灣本島輸水或是廢水回收處理再利用，似乎仍經不起成本效益分析的檢驗。金門地區民國 120 年用水需求包含生活、國防、觀光、產業（中成長）、農業灌溉、畜牧、養殖及保育用水之需求量每日約 46,500 立方公尺，其中農業用水量每日約 9,925 立方公尺；民國 97 年自來水水源包含地面水、地下水及海水淡化之平均日供水量約 16,000 立方公尺，在完成太湖、榮湖等湖庫之浚渫以及金湖水庫加入運轉後，平均日供水量為 36,346 立方公尺，仍不足以供應民國 120 年需水量，爰此為改善金門地區水資源供應穩定性，除應持續建立地區自主性水源供應能力外，對於目前規劃中之大陸引水計畫亦具需求性。其中，依據民國 98 年 1 月水利署「金門自大陸引水評估報告」，目前以晉江圍頭通水方案評估結果為佳，預計民國 110 年平均每日可供水量達 80,000 立方公尺。

馬祖地區之水資源、設施興建自民國 62 年起，在農復會及國防部等單位的經費補助下，陸續在各島嶼興建小型水庫，蓄存地表逕流，主要可分別為地面蓄水設施及地下水儲蓄設施二大類，其中地面蓄水設施計有水庫（含軍方水庫）18 座（總蓄水容量 69 萬立方公尺）、農塘 2 座（總蓄水容量 0.6 萬立方公尺）、集水池抽水站 3 座（總蓄水容量 0.3 萬立方公尺），合計總蓄水容量約為 69.9 萬立方公尺。部分水庫隸屬於軍方管理或已發生淤積或水質污染，可利用之地面蓄水設施容量，僅達 60 萬立方公尺，估計其年進流量約為 184 萬立方公尺，年可運用水量約為 131 萬立方公尺。馬祖地區亦配合興建淨水廠及開鑿淺井或寬口井，供軍民使用，惟其供水量仍屬有限，地下水源

之開發，除由自來水廠開鑿公設寬口井外，民間亦大量開鑿使用，但缺乏長期監測與調查，出水量及蘊藏量之資料均甚為缺乏。目前各島使用中之地下水井數明顯下降，其原因除人口外移用水量減少外，且陸續興建多座小型水庫、海水淡化廠，居民使用自來水日漸普遍，部分水井廢棄不用亦為主原因之一。根據連江縣自來水廠資料顯示，目前僅東莒島仍以地下水為主要供水來源，其餘各島之供水均以海水淡化廠及地面水為主。

二、地下水管理上位政策

地下水資源作為整體水資源的一部份，其管理政策亦應納入整體水資源的管理架構內，民國 95 年行政院核定的「新世紀水資源政策綱領」以民國 85 年「現階段水資源政策綱領」為基礎，作為我國新世紀水資源業務推動之最高指導方針。「新世紀水資源政策綱領」提出三大願景、六大政策主張與八大策略與措施，如下：

（一）願景

1. 營造安全、生態、多樣的水環境
2. 確保量足、質優、永續的水資源
3. 建立知水、愛水、節水的水文化

（二）政策主張

1. 節流與開源並重、生態保育與開發利用兼顧。
2. 總量管制，改變需求以適應水資源供應潛能。
3. 生態治河，保育水域生態及自然景觀環境。
4. 彰顯社會公義，落實取水者付費、回饋受限者與獎勵保育者原則。
5. 整合水、土、林、海岸等環境資源管理事權於同一部會，釐正權責。
6. 落實民眾參與，中央與地方共同協力、政府與民間攜手合作。

（三）策略與措施

1. 推動流域綜合治水，減免淹水災害損失

2. 合理有效使用水量，確保水源穩定供應
3. 強化水土資源保育，健全水文循環體系
4. 落實水岸環境改善，營造生態親水環境
5. 推廣回收再生利用，蓬勃水利產業發展
6. 配合政府組織改造，健全水利行政體系
7. 通盤檢討水利法規，確保政策落實推動
8. 推動科技研究發展，促進國際合作交流

其中，除了「4.落實水岸環境改善，營造生態親水環境」與「8.推動科技研究發展，促進國際合作交流」與地下水資源管理直接相關性較低外，其餘「新世紀水資源政策綱領」所敘及的措施均與地下水資源管理有關。

三、地下水水量管理相關組織

依據《水利法》，水利主管機關在中央為經濟部；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。

（一）中央層級

經濟部水利署為中央水利主管機關，下轄水利規劃試驗所、十個河川局、三個水資源局與臺北水源特定區管理局並負責全國水利事業之水區保育、治理、管理、調查、試驗、研究及規劃事項。與地下水直接有關的單位，包括水文技術組負責全國地下水計畫之研定與督導、下水觀測網之建置與維護、地下水資訊收集、提供與情勢分析與地下水管理決策系統建置與管理；保育事業組負責水庫及水區保育治理、水源涵養保護、溫泉利用、自來水管理指導、水質水量保護區保育及回饋事項；水利行政組負責水利行政法規、水權與地下水管制。

此外，經濟部中央地質調查所亦為水文地質基本資料的調查單位，環保署負責地面水及地下水水質資料、地面水及地下水水位預警，同時也提供淺層地下水水質監測資料。

（二）地方層級

縣市政府內設有水利局、水利處等相關單位，直接負責縣市內水利事務之處理，其中水權（包括地面水與地下水水權）的登記、履勘、審查、水權狀發給、設備及用水情形檢查與註銷，是地方政府重要的水利業務，也是我國地下水管理非常重要的一環。

（三）其他地方組織

1. 農田水利會

農田水利會以推展農田水利事業為宗旨，任務除了農田水利事業的興辦、改善、保養及管理之外，根據《農田水利會組織通則》，農田水利事業配合政府推行土地、農業、工業政策及農村建設亦為其任務之一，據此，水利會水源在政府水資源調度上扮演重要的角色。

2. 流域管理委員會

以流域進行水資源治理的組織，目前有高屏河流域管理委員會與淡水和流域管理委員會，兩會的組織與權責簡要說明如下：

高屏河流域管理委員會成立於 2001 年 8 月，委員組成包括中央機關與高雄市、屏東縣代表、自來水公司與環保團體代表組成，由經濟部部長或指派次長兼任召集人；副召集人由經濟部次長、環境保護署副署長及行政院農業委員會副主任委員或其指派人員兼任；委員 24 人。其權責包括高屏河流域整體治理計畫之策劃、協調及追蹤管制事項、重大開發經建計畫之協調、諮詢事項；流域內有關污染及生態環境之防護、協調事項；河川區域內有關違法案件稽查、取締之執行、協調。

淡水河流域管理委員會成立於 2011 年 8 月，設置 2 位召集人與 2 位副召集人，召集人由臺北市與新北市副市長一人兼任；委員有臺北市及新北市內的單位代表、中央政府機關代表（農委會、水利署、營建署）、其他縣市代表（桃園、新竹、基隆）與學者專家代表，委員 25~29 人。其任務之一為在政策面與執行面協調流域治理與管理、河川區域水污染防治及其他相關事項。

(四) 中央政府組織改造-環境資源部

政府此刻正進行組織改造，規劃成立環境資源部，以污染防治、氣候變遷、流域管理、災害防治及自然保育為主軸，進行「水、土、林、空氣及生態橫向整合」及「專業職能垂直分工」的組織調整（沈世宏，2011）。環境資源部暨所屬機關組織法於 101 年 2 月 16 日送立法院審議，立法院司法及法制、社會及衛生環境委員會於 101 年 5 月 16 日進行第一次審查並提出修正意見，經環境資源部籌備小組及行政院組改小組檢討組織法草案內容之後，提出修正，修正後的組織架構如下圖所示，立法院司法及法制、社會及衛生環境委員會於 102 年 4 月 10、11 日再次就修正後的組織法進行審議，行政院版的「環境資源部組織法草案」全文共 7 條，除了第二條環境資源部的掌理事項與第五條環境資源部之次級機關及其業務，保留送立法院院會處理之外，其餘均照立法院提案通過（立法院第 8 屆第 3 會期第 14 次會議議案關係文書，2013）。

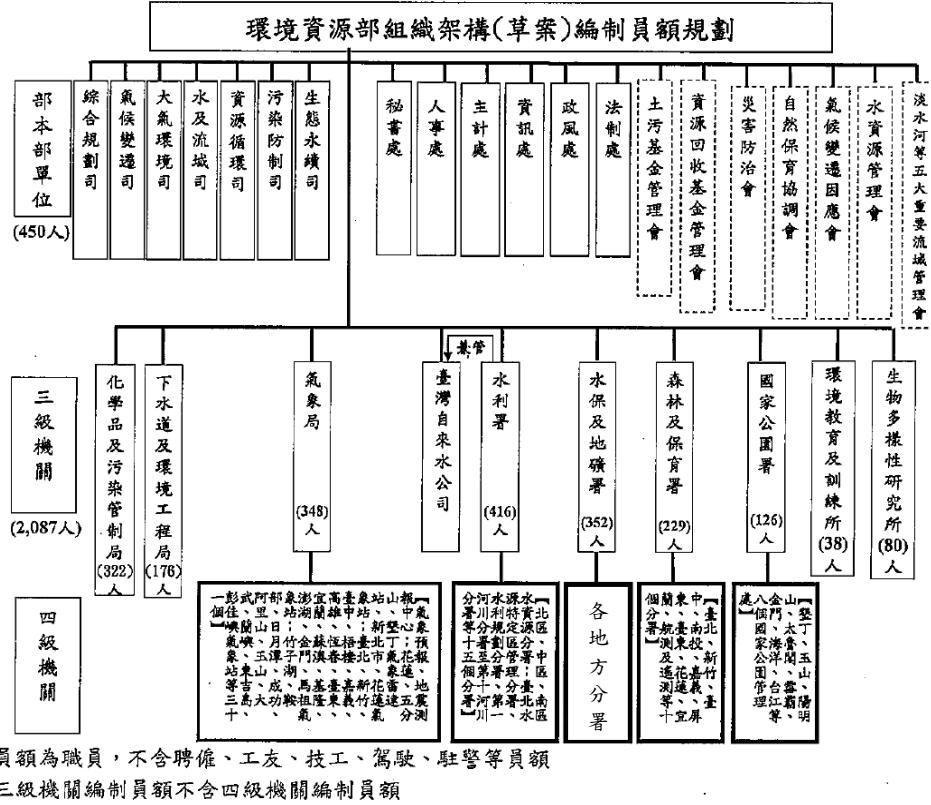


圖 3-18 環境資源部組織架構與編制員額

資料來源：環境資源部籌備小組（2013）

依整合性水資源管理架構，地下水資源的管理不能獨立於整體水資源的管理，整體水資源的管理又與土地、森林及生態的管理密切相關，若將地下水管理所需的功能，依資訊、保育、開發、水質、教育，可將三級機關分類整理如下：

1. 氣象水文資訊提供：氣象局、水保及地礦署、水利署。
2. 上游集水區保育：水保及地礦署、森林及保育署、國家公園署。
3. 地下水資源開發利用與管制：水利署（含台灣自來水公司）。
4. 水質管理：化學品及污染管制局、下水道及環境工程局。

5. 環境知識教育及訓練：環境教育及訓練所。

部本部單位直接與地下水管理關連性較高者有水及流域司、污染防治司、水資源管理會、淡水河等五大重要流域管理會。環境資源部的組織架構實已囊括多數水資源管理所需的管理組織，惟在水資源需求部門的協調，如農業與工業用水，將來仍需與組織變革後的經濟與能源部、農業部共同處理，國土管理則需與內政部共同商議。

四、地下水水量管理之相關法律

(一)《水利法》

《水利法》分為十章，第一章第 2 條規定水資源為國家所有，第二章為水利區與水利機構的規定，其中規定了中央介入的時機與水利機構的設立(農田水利會、水利協進會與水利公司)；第三章為水權，第 18 條規定了用水順序，第 19 條~26 條為水權的分配與補償規定；第四章為水權登記，第 27 條規定水權非經登記不生效力，第 28 條規定登記的主管機關，在水源流經二縣(市)以上，應向中央主管機關登記。第 39 條為量水設備規定³，第 42 條為水權登記之例外規定；第五章為水利事業之興辦，其中第 47 條之 1 為地下水管制區劃設規定⁴，第 60 條、第 60 條之 1~6 為水井的管理規定，包括地下水鑿井業、水井維護等；第八章為水利經費，第 84 條徵收水權費、河工費與防洪受益費的規定⁵，第 89 條之 1 為水資源作業基金規定⁶。第 9 章為罰則，其中第 93 條之 6 為主管機關或水利機關執行水權等管理，得派員進入事業場

³ 「水權人應在取水地點裝置量水設備，並將全年之逐月用水情形、實用水量，填具用水記錄表報查。前項設備及用水情形，主管機關得隨時派員檢查。」

⁴ 「中央主管機關為防止某一地區地下水之超抽所引起之海水入侵或地盤沉陷，得劃定地下水管制區，限制或禁止地下水之開發；其管制辦法，由中央主管機關定之。前項地下水管制區內已取得之水權，主管機關得予限制、變更或撤銷。」

⁵ 「政府為發展及維護水利事業，得徵收左列各費：一、水權費。二、河工費。三、防洪受益費。前項所稱各費，除依法支付管理費用外，一律撥充水利建設專款，由主管機關列入預算，統籌支配。」

⁶ 基金的用途範圍如下：「... 一、辦理水庫、海堤、河川或排水設施之管理及疏濬。二、辦理水庫、海堤、河川或排水設施之災害搶修搶險。三、相關人才培訓。四、辦理回饋措施。..」。

所、建築物或土地檢查的規定⁷。

目前授權地方縣市政府直接管理地下水，但囿於人力編制，只能負責水權登記與核發之相關作業，難以執行地下水井使用之稽核工作。水利法對地下水水量管理之規定尚稱詳盡，然而執行上問題重重。縣市政府水利課水權管理之人力僅一至二人，其職位低且常兼辦其他業務。現地勘查及仲裁水權糾紛，主動發現新舊水權井是否造成水量競爭等工作，均須高度專業知識和經驗，而且缺乏大比例尺之地下水分佈圖及安全抽水量之設計為依據之下，要求水利課進行現地勘查及審核工作，實為苛求，因此導致水利法有關地下水權管理規定之無法落實。經調查發現無水權之抽水井數量，遠超過有水權之合法井。而且水井局部過於集中，造成大量超抽，引起水井互相干擾及地盤下陷。台灣地區未實施按抽水量收取水權費之制度，申請水權者只需交少許費用，即可獲得三至五年抽水權利，因抽水量未填報或查驗，故水權許可之抽水量無法發揮有效管制作用。局部區域因大量抽取地下水，而地下水位大幅下降，導致不良後果。

(二)《地下水鑿井業管理規則》

《地下水鑿井業管理規則》共計 22 條，第 2 條說明地下水鑿井業的業務，第 5 條進一步將鑿井業分為甲乙丙三等，甲等可承攬第 2 條所述的完整業務，乙等次之，丙等最少。第 5 條亦規定甲乙丙三等所需具備之營業能力，甲等要求最高，乙等次之，丙等最少。第 3 條規定從事地下水鑿井業務者，需向地方主管機關申請籌設許可，取得籌設許可之後，辦妥公司或商業登記證，加入鑿井工程工業同業公會，再依相關文件向地方主管機關領取地下水鑿井業營業許可書。營業許可書之期限為 5 年，屆期可展延，每次展延均為 5 年。

(三)《農田水利會組織通則》與《農業用水調度使用協調作業要點》

農田水利會的法律地位與主管機關明訂於《農田水利會組織通則》第 1 條與第 4 條，第 1 條說明農田水利會為公法人，第 4 條說明該通則的主管機關為行政院農委會；第 10 條則規定了「農田水利事業配合政府推行土地、農

⁷ 該法條還規定「... 無正當理由規避、妨礙或拒絕第一項之檢查，或提出說明、配合措施或相關資料者，處新臺幣二萬元以上十萬元以下罰鍰，並得按次處罰。」

業、工業政策及農村建設」，該法被視為農業用水支援其他部門的依據。而《農業用水調度使用協調作業要點》(執行機關為經濟部)則更進一步規範在特定情況(枯旱與水源水量不足)，公共給水、工業用水需向農業調度用水產生爭議時的處理規則，基本上，水量的調用是由需調用水量者與被調度水量者協議，協議不成時，需調用水量者才報請經濟部處理，而農業主管機關只有在協議涉及農作休耕、轉作或廢耕時才參加。要點另還規定了補償的計算原則。

(四)《用水計畫書審查作業要點》

此要點為經濟部為核發開發單位用水、供水的同意文件而定，開發單位需依此要點規定提送用水計畫書，計畫書中之用水應符合節約用水之意旨，經核定的用水計畫，開發或管理單位應每年提報實際用水量，若實際用水量與計畫用水量不符，開發或管理單位應提出用水差異分析，受理機關依此差異分析審查結果，可廢止、撤銷或變更其用水計畫。

五、地下水水量管理策略

(一) 安全出水量 (Safe yield)

地下水抽取量超過該地點之地下水補注量，將產生地層下陷或海水入侵之現象。在不損及含水層物理性質與不減損地下水貯蓄量原則下之抽取水量，稱為地下水的**安全出水量 (Safe yield)**。「安全出水量」可從地下水層含水量、地下水抽取、地下水補注、水質條件(淡水與海水之平衡)、地層下陷量、經濟條件與法律等客觀條件層面加以考慮，然而上述任何單一的觀點可能均不足以涵蓋台灣地區地層下陷之徵結問題。近來各相關研究報告中，分別從物理機制及現象結合法令與政策賦予台灣地區「安全出水量」定義。包括了：

1. 從地下水層含水量、地下水抽取、地下水補注與地層下陷量等自然條件的觀點訂定出安全出水量。接著再從經濟條件與法律等方面訂出可行的安全出水量。該定義雖充分考量不同的影響因素，但卻有實際應用的困難與限制。

2. 定義「滿足地層下陷防治執行方案量化目標為前題，其對應之抽水量即為安全出水量」。如此可以配合解決經濟部水利署當前管制問題之需求，另一方面亦避免了各界可能產生名詞上的爭議。

不同的定義會有不同之安全出水量，安全出水量因與水文氣象及界域等因素有關，屬一時空之變量。因此，在實際管理上仍面臨難以明確訂定之困難，這也是現階段無法以「安全出水量」作為地下水管理之主因。實際上「安全」出水量的觀念，應以「永續」出水量的觀念重新定義之，亦即突破過去單一觀點的定義，應同時滿足其他因素條件，如地下水位、地層下陷、區域差異、地區特性等限制條件，推估各地容許之地下水使用量，而以地下水位高低為指標，持續修正調整，以進行地下水的管理。因此，需持續完成台灣地區各地下水流域之水文地質調查工作及水位觀測井網之建置，訂定及即時更新各地下水分區之合理安全出水量。

（二）地層下陷

一般的地層下陷為自然現象，從河流所沖積下來的沙石所構成的沖積平原，當沙石的顆粒愈小，壓實的程度就愈明顯，這是屬於自然的地層下陷。持續的自然或人為外力作用，都會壓密地層，皆屬無法避免的地層下陷。

超抽地下水所地層下陷，則屬不當使用下之人為破壞台灣部分地區因經濟發展，各產業用水需求量增加，在地面水供應不足，以及地下水使用成本低之情況下，使得許多地區之地下水受到超量使用，並產生地層下陷災害，造成水土資源相當大的損失，經濟部水利署進行台灣已地層下陷及具地層下陷潛勢地區相關地層下陷量及地層壓縮量之調查。

地層下陷防治之總目標為達到水土資源永續利用，在此前提下，必須落實保育地下水環境，合理利用地下水資源，並使持續下陷區域減小，下陷趨勢趨緩，並以綜合治水理念，治理嚴重下陷之環境惡化區域，以達國土資源永續利用目標，有效之面對臺灣未來整體環境的永續發展，應以完整可行之地下水管理政策為基礎，以地下水資源之環境供給限制面作為基礎，檢討整體需求與地下水資源之開發、利用以及規劃管理方式，以兼顧生存所需與不可回覆性之地下水環境破壞。

經濟部及農委會為有效遏止地層因超抽地下水而持續下陷，於 84 年提出

「地層下陷防治執行方案」(第一期)經行政院核定後實施,實施期程自民國 85 年至 89 年度止。為持續推動地層下陷防治工作,於民國 92 經濟部與農委會乃會同內政部再研提「第二期地層下陷防治執行方案」奉行政院核定後實施,實施期程自民國 90 年至 97 年度止,實施地區包括宜蘭、雲林、彰化、嘉義、台南、高雄、屏東等縣外,並增列地下水位急遽下降之桃園縣。由於政府財政短絀,行政院指示第二期方案選取 2 或 3 個縣市為由中央統籌辦理之地層下陷治理區,於此執行原則下,三部會乃擬訂「雲林、彰化地區地層下陷防治計畫」經行政院核定後實施,專案型工作則由各主辦機關依工作特性及實際需要規劃實施期程。其中,「雲林縣境高鐵沿線 3 公里寬範圍內公有合法水井封移實施計畫」於 94 核定後實施,「彰化縣大城鄉公有合法水井封停實施計畫」亦於 95 年 2 月 3 日經行政院核定後實施。

(三)「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案暨行動計畫」

台灣地下水資源以濁水溪沖積扇和屏東平原最為豐沛、也為地下水超限使用最嚴重的地區,其中雲林、彰化地區之地層下陷問題,已由早期主要分佈於沿海區域,近年來轉變為主要下陷區域移入內陸地區之趨勢,不僅易造成該地區逢雨成災,且已引發高鐵行車安全疑慮,未來隨著工商業進一步發展及重大投資之展開,問題將更為嚴重。經濟建設委員會協同內政部、經濟部、交通部及行政院農業委員會等權責機關於民國 100 年提出「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」奉行政院核定,為更積極落實該地區地層下陷之防治,遂以該方案為基底,提出「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」(100 至 109 年度),以作為後續推動雲彰地區地層下陷防治之方針。

(四)「臺灣地區地下水管制辦法」

長期以來台灣地區因產業發展、土地利用與水源供應三者間難以同步平衡考量,仍以土地取得難易因素為主要權衡指標,在水源尚未拓展地區發展耗水產業,致水資源開發不及用水需求,以致持續超抽地下水而引發地下水鹽化、地層下陷、長期淹水及國土流失等問題。台灣地區於 60 年代起發現地層下陷問題,行政院自民國 62 年 2 月即訂定「臺灣地區地下水管制辦法」,其間雖於民國 66、69、72 及 74 年經數度修正,將包括台北、高雄兩院轄市及台灣省八十餘鄉鎮市劃為地下水管制區,但因對管制區內地下水採取單

我國地下水資源政策之研究

向、絕對之管制，未能考慮區內產業之實際需求，部分違法抽水依然存在。為落實執行地下水管制辦法，台灣省政府分別於民國 74 年及 75 年分別成立「台灣省地下水管制督導小組」及「台灣省防治超抽地下水專案研究小組」，展開有關工作。

(五)「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」

經濟部水利署所屬之水文技術組負責地下水觀測研擬及督導、站網之建置及維護、水文資訊之收集、分析等業務，當地下水及地質資料不足，難以提供管制基礎。故水利署自民國 81 年起執行「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」分三階段 17 年規劃與建置，3 階段分別為：第一期為 81-87 年，主要以地層下陷災害嚴重地區為優先進行；第二期為 88-92 年，以地下水災害次級區域及經濟發展重點地區為考量；第三期為 93-97 年，針對其他區域建置以建構全省完整地下水觀測網。經濟部水利署自民國 81 年起推動「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」迄今已獲致相當之成果，包括對地下水分區之水文地質概況、地下水含水層劃分、地下水補注區之瞭解、地下水水質分析、地下水水位監測紀錄、水文資料庫建置、管理決策支援系統開發建置等。相關之資料應用包括地震地下水水位分析、土壤液化潛能分析、地下水水資源圖繪製、地層下陷監測與分析、地下結構物安全評估、地下水管制區劃設、乾旱時期地下水緊急用水潛能評估、地下水補注量估算、溫泉資源調查與開發利用、地下水管理與保育原則制定、地面水與地下水聯合運用、山區地下水水資源調查與利用等資料。

(六)「地下水保育管理計畫（98~103 年）」

結合「第二期地層下陷防治執行方案」及「臺灣地區地下水觀測網整體計畫(81 年~97 年)」之目標，水利署於 98 年提出「地下水保育管理計畫(98 年~103 年)」奉行政院核定，其目標除增供地面水、替代水源及保育地下水外，亦包括落實土地利用管理與強化已下陷地區土地使用管理效能（內政部）；並依區域水源條件，調整產業用水型態與規模，以降低用水需求（農委會）。

(七)「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫（98~103 年度）」

「地下水保育管理計畫(98 年~103 年)」之後依據行政院經濟建設委員

會提報行政院核定之「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」及「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」之結論與建議，爰將規劃工作與「地下水保育管理計畫（98~103年）」工作項目融合，研撰提報「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫（98~103年）」，現階段推動地層下陷防治工作分工關聯性如圖 3-19 所示，98 年度至 103 年度分年執行策略及工作規劃如表 3-5 所示。

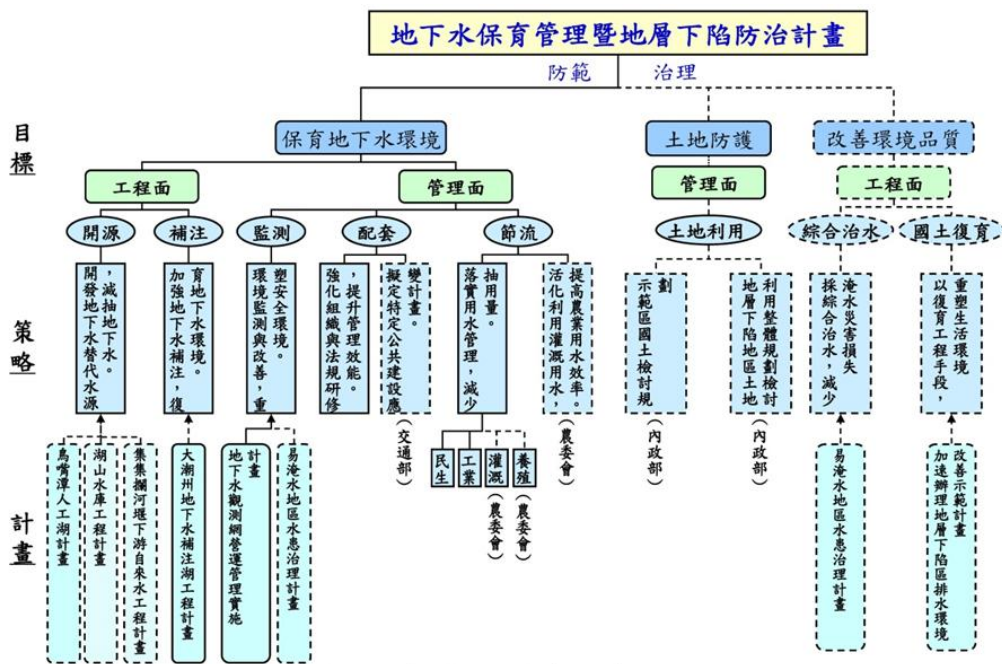


圖 3-19 現階段推動地層下陷防治工作分工關聯圖

資料來源：經濟部水利署（2012b）

表 3-5 「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫」工作項目執行分工表

策略	工作項目	主（協）辦機關
一、開發地下水之替代水源，減抽地下水。	1.辦理地面水供水系統工程	經濟部、台灣自來水公司
	2.規劃興建蓄（取）水設施	經濟部、彰化縣政府、雲林縣政府、彰化農田水利會、雲林農田水利會
	3.辦理水資源最佳調配管理方案之研究	經濟部
	4.其他替代水源開發技術與可行性評估	經濟部
二、加強地下水補注，復育地下水環境。	1.推動辦理地下水補注計畫及工程，並加強地面地下水聯合運用	經濟部、彰化縣政府、雲林縣政府、屏東縣政府、彰化農田水利會、雲林農田水利會
	2.人工湖補注地下水綜合檢討評估	經濟部、農委會、縣政府、彰化農田水利會、雲林農田水利會
	3.人工地下水補注方法與技術可行性評估	經濟部
	4.水文地質補充調查。	經濟部
三、落實水井管理與產業規劃，減少抽用量。	1.辦理水井普查作業	經濟部
	2.違法水井處置研析	經濟部、各縣市政府、台灣電力公司
	3.持續推動核定專案計畫	經濟部、農委會、內政部（交通部、雲林縣政府、雲林農田水利會、彰化農田水利會、台灣自來水公司、台糖公司）
	4.降減高淡水消耗產業用水需求	農委會、經濟部
	5.地層下陷地區土地防護管理	內政部、經濟部、各縣市政府

四、持續環境監測，掌握地層下陷情勢。	1.推動地下水觀測網永續營運及應用。	經濟部
	2.管理及更新地層下陷監測系統	經濟部
	3.建置與維護觀測資料庫及傳輸系統	經濟部
	4.維護與更新地層下陷警示及管理資訊平台	經濟部
	5.探討區域地層下陷成因與研擬防治對策	經濟部
五、強化推動組織與法令研修，提升管理效能。	1.強化地層下陷防治業務幕僚功能。	經濟部
	2.強化教育宣導與訓練	經濟部、各縣市政府
	3.研修相關法規暨作業評估	經濟部

資料來源：經濟部水利署（2012b）

「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫（98~103 年度）」為目前最新訂定之地下水管理及對應策略，工作規劃主要將以落實辦理增供地面水、減抽地下水、地下水補注復育及加強用水管理等工作為主軸，並搭配各部會其他核定方案或計畫併行，分由各主管機關負責規劃與建立滾動檢討機制，提升整體防治工作成效。整體計畫防治策略及工作項目架構如圖 3-20。

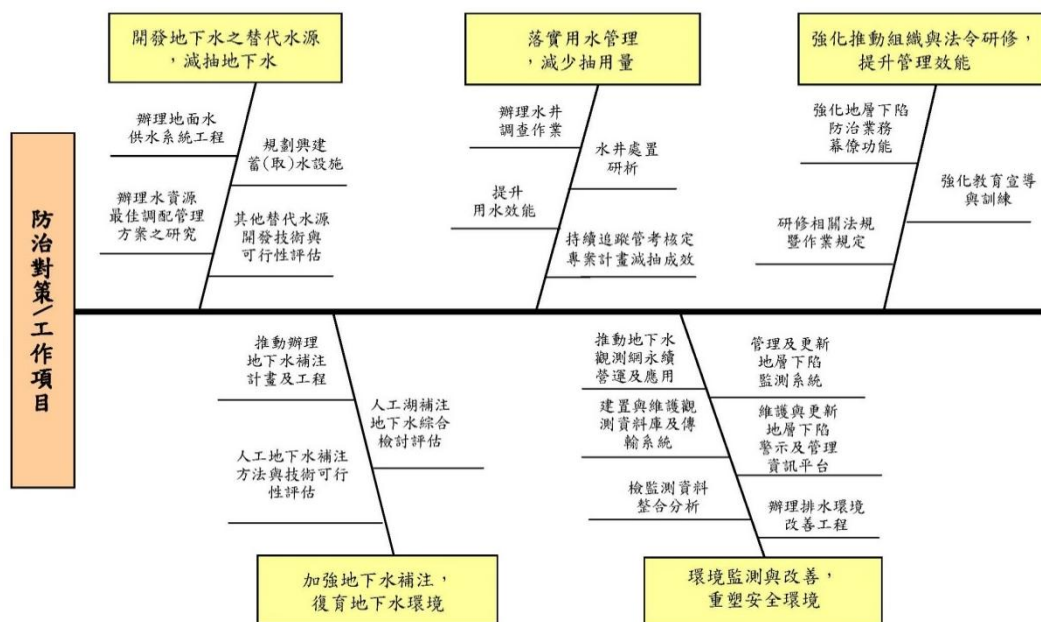


圖 3-20 「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫（98~103 年度）」之防治策略及工作項目架構

資料來源：經濟部水利署（2012b）

1. 劃設嚴重地層下陷地區

目前為止台灣發生地層下陷之地區包括台北縣市、宜蘭縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣等地區，面積近九百平方公里，整體位置如圖 3-21。各發生下陷區域之共通點為皆位處於新生代沖積扇與供水管線末端，地面水取得不易或已受一定程度之污染。因此，各產業在為滿足用水需求及發展標的之前題下，質量穩定、低廉且方便汲取之地下水遂成為最主要之用水來源；復以彼等地區原屬台灣區域沈積環境中之平原邊緣，地質組織又多呈現細粉砂、黏土等較細顆粒材料堆積之互層狀態。一旦經長期短時間大量抽取地下水，急遽的地下水位洩降變化，極易導致地層中之有效應力增加而形成地層壓密下陷之現象。其中地層下陷嚴重地區以鄉鎮為單位劃定，凡是達到「地層下陷累積總量」或「近年地層下陷年平均速率」認定標準，且達到「易淹水區域」認定標準之鄉鎮，則該鄉鎮被劃定為嚴重地層

下陷區。嚴重地層下陷區乃由水利署依據「嚴重地層下陷地區劃設作業規範」（民國 94 年發佈）劃設，如圖 3-22 所示。地下水管制區為因應地層下陷發生，依據「水利法」規定「省（市）主管機關為防止某一地區地下水之超抽所引起之海水入侵或地盤沈陷，得劃定地下水管制區，限制或禁止地下水之開發。其管制辦法，由省（市）主管機關報經中央主管機關核准後公告實施。水利署依據地下水管制辦法及劃設作業規範，公告之可能發生地下水災害之（潛勢）鄉鎮為地下水管制範圍，禁止抽用地下水。地下水管制區與地層下陷區範圍並沒有直接的重疊關係，像目前的臺北盆地，因為受到地下水抽用管制，雖然已經沒有地層下陷之虞，但仍是地下水管制區，各區位置如圖 3-22 所示。

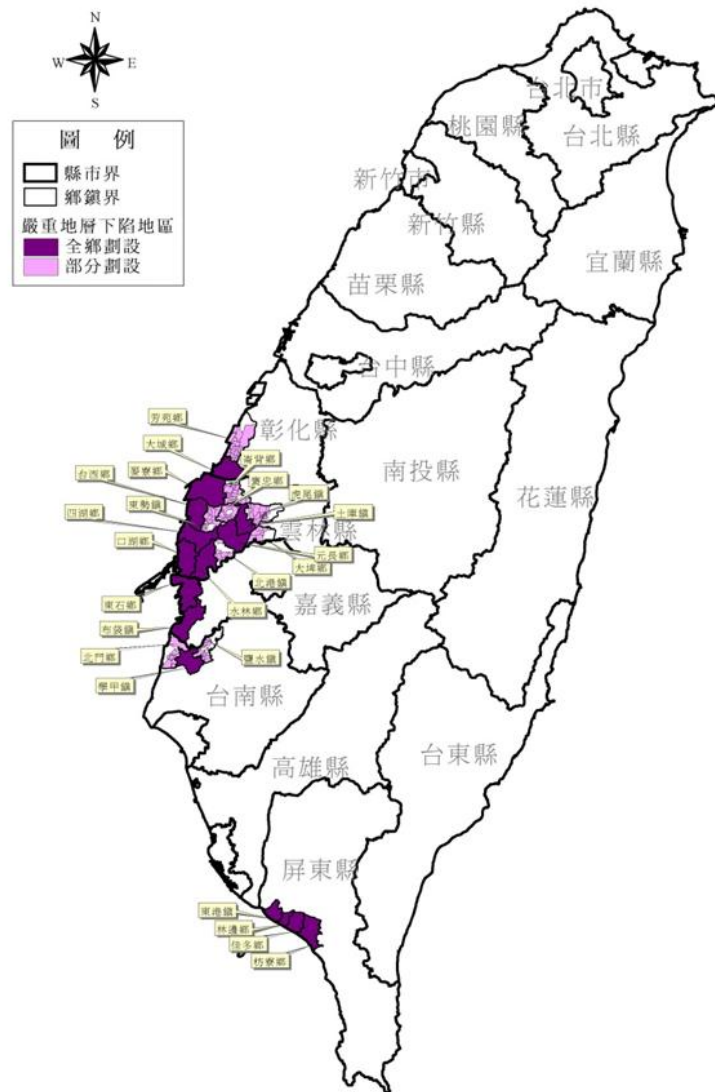


圖 3-21 水利署劃設之嚴重地層下陷地區

資料來源：經濟部水利署水文技術組網站
(<http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=25688&ctNode=5487&comefrom=lp>)

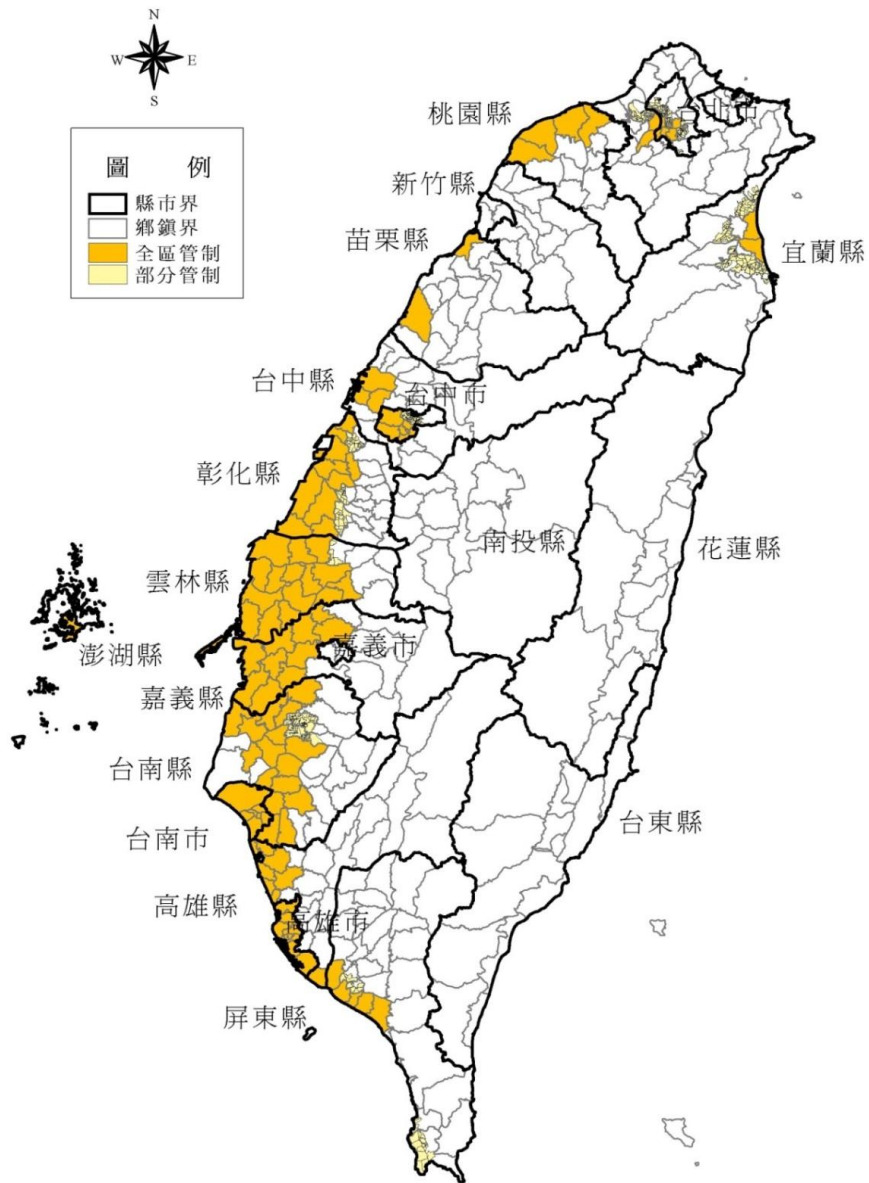


圖 3-22 地下水管制區域

資料來源：經濟部水利署水文技術組網站
(<http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=25696&ctNode=5487&comefrom=lp>)

2. 違法水井處置

在各項策略中、最直接影響的乃是非法水井處置導致之地下水超抽問題，因其涉及國土利用、產業發展與水資源供應等因素。主因乃是產業用水（如農業與養殖業）需求遠大於有限之地面水資源，致需抽用地下水甚至超抽，而成為問題之癥結，需審慎處置因其影響產業發展及民眾生計甚劇。經水利署調查推估，至民國 98 年之推估水井數約 32 萬口，僅約 1 萬 7 仟口合法，水井調查地區合法井比例僅約 6%，於實務上、主管地下水權核發之縣市政府單位，並無地下水使用無完整紀錄與判斷依據，僅能依井址是否位於地下水管制區內准駁水權申請依水權人申請核給水權，導致核發總量遠大於實際可用水量，表 3-6 列出水井調查之相關結果。

表 3-6 水井調查推估概略數量

縣市	調查年度	水井調查口數	地下水有效水權		違法水井粗估口數
			水權狀	臨用用水	
宜蘭縣	82	15,177	316	6	14,855
台北市	61	966	11	0	955
新竹縣	83	1,761	364	0	1,397
新竹市	83	774	106	0	668
苗栗縣	83	8,608	348	0	8,260
彰化縣	~99	75,261	603	1	74,657
雲林縣	~96	107,689	1,725	67	105,897
嘉義縣	~97	34,560	5,083	13	29,464
嘉義市	80	540	86	0	454
台南市	80	1,201	38	0	1,163
台南縣	~97	24,462	641	107	23,714
高雄縣	~97	17,683	1,342	10	16,331
高雄市	80	2,439	350	13	2,076
屏東縣	~99	19,491	5,499	38	12,213
合計		319,961	17,545	255	302,161

資料來源：陳隆政（2011）

對於水井之管制、因過去管制人力不足、管理單位不明確、相關法規未落實等因素，無法切實管制。經濟部水利署自民國 95 年便開始研議違法水井之可行處置方法與配套措施，歷經多年反覆協商討論，現階段違法水井處置政策已然大致定調。期望兼顧水井所有人用水需求與自然環境保育等條件，合理調整運用地下水，逐漸降減地下水抽用量。掌握抽水井使用條件，依違法水井對環境危害程度、井位水源條件及用水事實與需求程度等分級分類排序處置，維護社會公平正義。全面取締新增違法水井及被舉發且經查屬實之既有違法水井，限縮管理對象，避免違法水井數量不斷擴增。相關法令檢討研修（進入調查權、記錄權、專用電表）、研訂獎勵舉發新增違法水井作業要點。加強鑿井業管理等，以遏止違法水井不斷新增外，需建立溝通協商機制，以提高違法水井所有人配合意願，降低政策執行阻力。

民國 98 年，經濟部水利署於「研商縣市政府加強處置違法水井事宜」第 2 次會議中訂定「違法水井處置策略」，並於 99 年「經濟部地層下陷防治推動委員會」第 6 次會議確立。目前管制已與各直轄市與縣市政府確認「新增違法水井即查即填，既有違法水井依存在樣態分類分期填塞」之處置原則，架構如圖 3-23 所示。其中，新增違法水井之處置方式及執行流程大致上已達成處置共識，對既有違法水井之處置作為與配套措施，於執行架構上則依水井處置之輕重緩急分為：經舉發及舉報屬實者即查即填；經井主主動申報填塞與配合其他公共建設計畫等部分者優先處置；以位處重大計畫或建設區（含地層下陷區排水環境改善示範計畫、高鐵沿線特定範圍）、嚴重地層下陷地區之其他既有違法水井為「第一階段」排序填塞對象，由地方政府依其存在態樣（水井位置、使用目的、使用型態、對環境負面影響等）排序予以填塞；「第二階段」再清查地下水管制區內其餘尚未處置之既有違法水井，依其存在態樣排序填塞，整體流程如圖 3-24 所示。

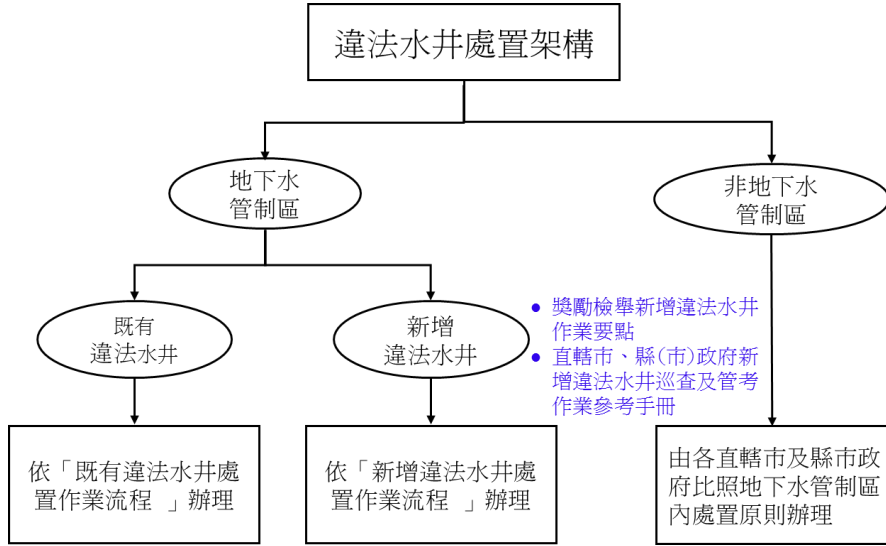


圖 3-23 現階段違法水井處置架構

資料來源：陳隆政（2011）

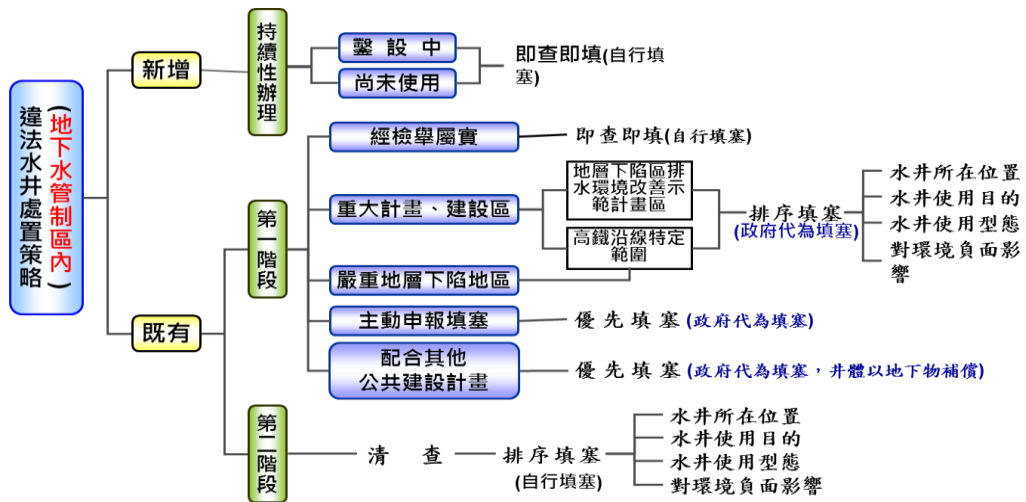


圖 3-24 「違法水井處置策略」處置方式及執行流程

資料來源：陳隆政（2011）

(八)「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」

此外，在地層下陷可能引起高鐵雲林路段「十年變廢鐵」的討論之際，除了前述政府處理地下水的策略之外，農委會更對彰化雲林高鐵路段周圍，以「樂活農業」為施政主軸，配合「經濟動能推升方案」，綜合考量彰雲高鐵沿線地區農業環境與既有政策資源，研擬「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」，並於於民國 102 年 12 月 13 日奉行政院核定，做為「黃金十年－樂活農業」的旗艦示範區，以三新二節新動能－「新技術、新農民、新產業」為策略目標，於 102 至 109 年期間將打造「節水、節能」的農業黃金廊道。「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」四大實施策略為：一、設立省水農業生產專區，活化農業資源利用；二、導入綠能節水科技與資訊，推展創新農產業；三、導入綠能節水科技與資訊，推展創新農產業；四、推動傳統農產業精緻化及多元行銷，發展休閒產業⁸。

⁸ 細部內容請參閱

www.ey.gov.tw/Upload/RelFile/27/706375/ad4f49f3-0ff2-4234-bf05-5c9c765b39f0.pdf

第二節 現階段水質管理制度與執行現況

一、地下水水質現況

國內目前監測地下水水質的單位主要有環保署及水利署，環保署以監測水質污染為目的，已建立區域性水質監測站網，監測區域性淺層地下水（距地表 15 至 30 公尺以內）水質，迄今共建置 431 口區域性監測井，並同時就場址需求建置 1,100 口以上之場置性監測井，監測井以 2 吋與 4 吋井徑為主，監測頻率為一年 4 次與 2 次為主。水利署則針對全台各地下水分區，監測地下水層的水位，監測井主要深度介於地表下 10~300 公尺之各含水層，監測井以 4 吋與 6 吋井為主，觀測井檢測頻率以兩年 1 次為原則。本小節以下就水質監測資料說明國內的地下水水質現況。

（一）區域性地下水監測井（環保署）

環保署自 2002 年負責之全國水體水質改善及經營管理計畫，為建立長期水質變化資料庫，統籌辦理全國環境水質監測工作，每年將監測結果統計並發布環境水質監測年報，內容涵蓋 431 口區域性地下水監測井，並依據地下水污染監測標準與管制標準訂定監測項目，以各項水質監測項目低於污染監測標準之比率⁹，作為地下水水質的比較基準，監測標準比率趨於 100% 者，表示越佳。

1. 監測項目

環保署監測項目有總計有 45 項，涵蓋水溫、導電度、pH、總硬度、總溶解固體、氯鹽、氨氮、硝酸鹽氮、硫酸鹽、總有機碳、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鋅、錳、鐵、汞、鎳、鈉、鉀、鈣、鎂、鹼度等 25 項，以及苯、甲苯、乙苯、二甲苯、萘、四氯化碳、氯苯、氯仿、氯甲烷、1,4-二氯苯、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、順-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、四

⁹計算方法如下：單一項目低於地下水污染監測標準比率（%）=〔單一項目水質低於監測標準的總次數／單一水質監測項目有效監測總次數〕×100%。

平均低於地下水污染監測標準比率（%）=〔各水質測項低於地下水污染監測標準之比率的總合／測項數目〕×100%

氯乙烯、三氯乙烯、氯乙炔、二氯甲烷、1,1,2-三氯乙烷等 20 項揮發性有機物。

2. 監測點

101 年度「環境水質監測計畫」的地下水質監測係針對共 431 口區域性地下水監測井進行水質採樣的比較分析，監測井數量統計與位置以表 3-7 與圖 3-25 說明。

表 3-7 全台各縣市監測井數量

縣市別	宜蘭縣	花蓮縣	南投縣	屏東縣	苗栗縣	桃園縣	高雄市	雲林縣	新北市	新竹市	新竹縣	嘉義市	嘉義縣	彰化縣	臺中市	臺北市	臺東縣	臺南市	澎湖縣	總計
監測井數	19	11	2	76	40	25	49	14	30	15	14	1	18	21	20	18	7	40	11	431

資料來源：本計畫整理自行政院環保署（2013）

註：金門縣、基隆市、連江縣並無監測井數資料



圖 3-25 全台區域性地下水監測井分布圖

資料來源：行政院環保署（2013）

3. 監測結果

(1) 全台地下水水質概況

環保署依據《土壤及地下水污染整治法》於 90 年 11 月 21 日發布施行「地下水污染監測基準」與「地下水污染管制標準」，污染監測標準的目的在於預防地下水污染，而管制標準的目的則在於防止地下水污染惡化。以全國歷年分析 92 年至 101 年區域性地下水水質監測結果，以平均水質低於地下水污染監測標準比率而言，不論是一般水質項目或各項重金屬項目，歷年地下水一般水質各項目低於監測標準比率變動幅度不大。

表 3-8 歷年地下水水質平均低於地下水污染監測標準比率

	101 年	100 年	99 年	98 年	97 年	96 年	95 年	94 年	93 年	92 年
平均比率	89.9	90	90.3	91.9	92	91.6	91.3	91.3	90.4	88.8

資料來源：本計畫整理自行政院環保署（2013）

註：鐵、錳在民國92年因重金屬採用未過濾檢測，導致測質偏高而低於地下水污染監測標準比率較低，93年起將分析方法由未過濾改為過濾檢測，同時採樣方式亦要求排除貝勒管改為以沈水式泵執行，因此，93年以後低於地下水污染監測標準比率已有提升。

(2) 101 年各地下水分區分析結果

101 年區域性地下水水質監測結果，依地下水區劃分，比較各水區的分項低於地下水污染監測標準比率如下表所示，以花東縱谷水區的地下水水質狀況最佳，濁水溪沖積扇最差。

表 3-9 101 年各地下水區一般水質項目測值低於地下水污染監測標準比率

水區	總硬度	總溶解固體	氯鹽	氨氮	硝酸鹽氮	硫酸鹽	總有機碳	平均合格率
臺北盆地	100.0	100.0	100.0	44.4	100.0	100.0	96.6	91.57
桃園中壢臺地	100.0	100.0	100.0	72.7	100.0	100.0	100.0	96.10
新苗地區	98.7	98.7	98.7	75.6	100.0	98.7	99.4	95.69
臺中地區	100.0	100.0	100.0	72.5	100.0	100.0	100.0	96.07
濁水溪沖積扇	67.4	72.8	89.1	38.0	100.0	88.0	100.0	79.33
嘉南平原	87.0	75.7	80.8	37.2	99.6	89.5	100.0	81.40
屏東平原	87.2	87.2	87.2	80.5	100.0	94.4	100.0	90.93
蘭陽平原	100.0	95.6	95.6	60.0	100.0	100.0	100.0	93.03
花東縱谷	100.0	100.0	100.0	86.5	100.0	100.0	100.0	98.07
澎湖地區	90.5	81.0	81.0	100.0	100.0	95.2	100.0	92.53
平均	91.0	88.4	91.1	60.2	99.9	95.0	99.5	89.30

資料來源：本計畫整理自行政院環保署（2013）

（二）場置性監測井（環保署）

場置性監測井（Site-Specific Monitoring Well）之設置目的為針對高污染潛勢地區、已發生污染地區或民眾有污染疑慮之區域進行污染調查、查證或監測。場址類型主要分為兩大類：第一類為重大污染源監測站，第二類為高污染潛勢預警監測站，由環保署補助各地方環保機關進行監測及維護。截至 2013 年止，使用中之場置性監測井共計 1,182 口（林怡君等，2013），依蔡昀達等（2012）之調查，使用中之場置性監測井主要集中於台南市（152 口）、高雄市（139 口）與桃園縣（123 口）（見表 3-10）。依設置所在用地類別統計，則以工廠（271 口），工業區（192 口）與加油站（187 口）為主。

表 3-10 全台持續使用之場置性監測井分佈與類別統計

縣市別	工業區	工廠	加油站	其他	非法棄置場	科學園區	掩埋場	軟體/環保/農業科技園區	環評監測井	總計
台中市	4	6	3	3	0	4	6	5	0	31
台中市 (前台中縣)	0	14	7	6	13	0	0	0	0	40
台北市	0	1	1	7	0	0	1	0	0	10
新北市 (前台北縣)	19	4	0	3	0	0	0	0	0	26
台東縣	12	0	0	2	0	0	0	0	0	14
台南市	10	0	5	10	0	0	0	0	0	25
台南市 (前台南縣)	0	7	37	62	16	0	5	0	0	127
宜蘭縣	14	0	0	4	0	0	4	0	0	22
花蓮縣	10	0	0	8	0	3	0	8	0	29
金門縣	0	0	7	17	2	0	6	0	0	32
南投縣	1	2	1	56	0	0	0	0	0	60
屏東縣	5	13	21	4	20	0	0	0	0	63
苗栗縣	26	41	1	5	0	0	2	0	0	75
桃園縣	0	76	37	8	2	0	0	0	0	123
高雄市	0	55	18	33	0	0	0	0	0	106
高雄市 (前高雄縣)	19	1	0	1	10	0	2	0	0	33
基隆市	2	7	1	0	0	0	0	0	2	12
連江縣	0	0	0	5	0	0	1	0	0	6
雲林縣	12	4	6	3	2	0	7	0	0	34
新竹市	9	7	0	0	0	8	0	0	0	24
新竹縣	6	0	2	3	0	2	0	0	0	13
嘉義市	0	1	0	4	0	0	1	0	0	6
嘉義縣	30	11	16	13	0	0	3	0	0	73
彰化縣	13	15	12	0	18	0	0	0	0	58
澎湖縣	0	6	12	4	0	0	6	0	0	28
總計	192	271	187	261	83	17	44	13	2	1070

資料來源：本計畫整理自蔡昫達等（2011）

依據「土壤及地下水監測資訊整合作業要點」規定，各環保機關、工業區、加工出口區、科學工業園區、環保科技園區、農業科技園區等 5 類單位之監測資訊整合後得定期上傳至土壤及地下水管理資訊系統，及定期更新轄

我國地下水資源政策之研究

區內土壤及地下水檢測成果。經濟部水利署、台灣自來水公司及其他環保署指定單位透過環境監測及資訊處之「環境資源資料交換平台」完成監測資訊之上傳、交換。目前，整合作業由環保署監資處負責「環境資源資料交換平台」；土壤及地下水污染整治基金管理會負責「土壤及地下水監測資訊供應平台」。

(三) 各地下水區水質現況 (水利署)

水利署自民國 81 年起執行台灣地區地下水觀測網整體計畫，監測調查地下水水質之目的為提供水資源單位調配地下水資源時之水質依據，根據其階段性目標進行，規劃建立 517 站水文地質調查站及 990 口地下水觀測井，水利署的監測井因為各井都設置水位自動監測設備，取樣監測較為困難，而且水質監測僅為附帶功能，並非設井宗旨，因此，監測水質取樣的時距較長，通常為一年採樣一次。

1. 監測項目

水利署每年針對地下水水位自記式觀測井中，篩選部分觀測井進行地下水水質檢測、分析與評估，地下水水質檢測包含現場檢測與實驗室檢測兩部分，現場檢測項目包括滯留水與抽取 3 倍井管水後地下水之溶氧、水溫、氧化還原電位、導電度、pH 及甲烷氣等 6 項，藉由長期滯留水水質監測結果以估算相關指標之變化情形，評估滯留水質之腐蝕趨勢及對井體結構之影響。另外，亦進行實驗室檢測，以抽取 3 倍井管水後地下水進行之水質檢驗項目包括鹼度 (碳酸氫根、碳酸根)、鈣、鎂、鉀、鈉、氯鹽、硫酸鹽、硝酸鹽、硝酸鹽氮、碳酸根、碳酸氫根、氮、氨氮、銅、鎳、鉛、鋅、鎳、鉻、砷、鐵、錳、總有機碳、硫化物、大腸桿菌群、鈉吸著率等 22 項。

2. 監測點

觀測站井統計 (81 年統計至 98 年 12 月) 如下表所示：

表 3-11 水利署觀測站井（民國 81 年統計至 98 年 12 月）

地下水分區	地下水觀測井(口)	抽水試驗井(口)	水文地質站
濁水溪沖積扇	210	55	88
屏東平原	134	23	52
嘉南平原	163	28	74
蘭陽平原	41	8	23
新苗地區	50	9	32
臺北盆地	30	7	6
桃園中壢台地	29	4	11
澎湖地區	7	0	8
臺中地區	34	6	16
花蓮臺東地區	23	4	13
恆春平原	8	1	4
合計	729	145	327

資料來源：經濟部水利署地下水監測網
 (<http://pc183.hy.ntu.edu.tw/wells-and-stations.php>)

3. 監測結果

財團法人農業工程研究中心（2012）將水利署歷年地下水水質監測結果統整，除花東地區水質無虞外，可分為下四項：

- (1) 沿海地區水質鹽化：嘉南平原、屏東平原、雲林、蘭陽平原沿海地區，其鹽化發生的含水層與深度不一，但將不利於地下水灌溉使用。
- (2) 補注區硝酸鹽氮污染：濁水溪沖積扇、屏東平原扇頂補注區，均有硝酸鹽氮污染，硝酸鹽氮可能透過氮循環與食物鏈，轉換為亞硝酸鹽與氨氮，影響人體健康。
- (3) 地下水砷、鐵、錳偏高，嘉南平原、雲林、蘭陽平原，各區水砷、鐵、錳含量偏高發生之含水層深度不一，若作為養殖或灌溉水源，將危害人體健康。
- (4) 部分觀測井重金屬含量長期偏高，主要為鋅、鉛、鎘、鉻，大多集中於第二含水層以下，可能是地質因素自然釋出，恐影響地下水使用安全。

(三) 地下水污染管制現況 (環保署公告列管地下水限制使用地區)

依《土壤及地下水污染整治法》第 11 條第 1 項規定，污染場址地下水污染濃度達地下水管制標準，但污染來源不明確者，環保署應公告劃定地下水受污染使用限制及限制事項。依據環保署「100 年度土壤及地下水污染整治年報」，依場址地區面積區分，屏東縣 300,000 平方公尺最多，其次其次是苗栗縣 138,524 平方公尺，以污染物區分則地下水限制使用地區所遭受之污染物質皆以氯乙烯類化合物為主。

(四) 小結

地下水監測井的深度和井管開口的位置，除決定監測的地下水層外，亦影響了是否能監測到污染，因此，在規劃設置時必須詳加考慮污染狀況與水文地質狀況。過去水利署的監測井在設置之前均經過嚴謹的佈井分析，以透過不同深淺的監測井反映出不同深度含水層的整體水質變化趨勢。然而，水利署並非進行污染調查或潛在污染源的監測。環保署監測井，主要目的在偵測有污染之虞地區的拘限含水層（地表下第一個含水層）地下水現況，因而其深度多在 30 公尺以內；但監測井深度較淺，則無法反映該區域實質使用之地下水質的概況。除此之外，尚有工業局於台灣 61 工業區之淺層含水層建置 2 吋與 4 吋的觀測井 274 口，農田水利會與自來水公司於地表下 100 公尺的深層含水層建置抽水井等。

當前各使用者依據其使用目的與用途各別開鑿深淺不一的地下水井，而目的事業主關機關又依據其權責，各別設立監測井，未來因應政府組織改造，應就地下水水質整體規劃，完備地下水監測，各種用途均應符合其使用標準，並搭配定期監測，以有效掌控地下水水質。

二、地下水水質管理策略

我國關於地下水水質的上位政策，目前是以「永續發展政策綱領」為上位指導。過去，我國為響應聯合國之國際公約，分別針對 1992 年聯合國「里約環境與發展宣言」、「二十一世紀議程」，訂定「廿一世紀議程－中華民國永續發展策略綱領」(2000.05)，於 2004 年再檢討修正為「台灣 21 世紀議程－國家永續發展願景與策略綱領」(2004.11)，於 2009 年再將 2008 年總統競選政見納入，檢討修正為「永續發展政策綱領 (2009.09)」，其中「永續發展政

策綱領」中與水源水質保護的目標有 2 項，分別是：

- (一) 集水區之水源保護涉及土地利用管理、森林保育經營、水土保持、污染防治計畫等，相關法令及權責需加以整合。
- (二) 為達水源水質保護之目的，需有效整合及凝聚各單位之共識及資源，以使水源水質得到適當保護及改善，確保水體環境維護及永續發展。

水源水質保護的策略有以下 4 項：

- (一) 以流域整體性整治為目標，規劃水資源之永續利用；達成水體水質目標，保障飲用水水質安全，維護水體環境永續發展。
- (二) 加強污染源管制及排放削減，推動排放許可制度及經濟誘因之管制策略。
- (三) 加強非點源污染防治工作，實施最佳管理作業，保護湖泊水庫水質。
- (四) 健全地下水保護制度、加強地下水水質監測及整治改善。

一直以來，我國對水資源的使用均以地面水為優先，地下水為輔，並以開發地下水替代水源為主，然而地下水之使用，自過去迄今，所占之比例仍至少三成，而未來氣候變遷下，水資源匱乏將是我們必然面對的課題，因此，如何有效、安全、永續的使用地下水，是當前的重要議題。

三、地下水水質管理相關組織

地下水屬於整體環境水體的一環，依據《水污染防治法》第二條「水：指以任何形式存在之地面水及地下水」、「三、地下水體：指存在於地下水層之水。」，水質監測為環保署水質保護處的職責，又依據《土壤與地下水污染整治法》，地下水之污染防治為環保署土壤及地下水污染整治基金會的職責，然而，除環境保護之目的外，以地下水做為水源之各機關，亦有其標準，如做為自來水水源則須符合自來水標準，若作為灌溉用水則須符合《農田水利會灌溉排水管理要點》，以下依據各機關層級整理，並逐一說明。

依據《水污染防治法》，水質主管機關在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。依據《土壤及地下水污染整治法》地下水污染整治主管機關在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。

（一）中央層級

1. 環境保護目的

行政院環境保護署為中央水質主管機關，下轄土壤及地下水污染整治基金管理會與環境督察總隊。行政院環境保護署內部與地下水直接有關的單位，包括水質保護處負責全國海洋、地面水與地下水之水質管理監督；環境監測及資訊處負責環境（含地下水水質）監測規劃管理與品質保證；土壤及地下水污染整治基金會¹⁰負責持續監督已污染並進行整治中之場址，推動防止污染地下水體及監測制度；環境督察總隊負責地方政府環保事項執行督導與違反環保法規定之稽查督察。

¹⁰ 《依據土壤及地下水污染整治法》第四條本法所定中央主管機關之主管事項如下：一、全國性土壤、底泥及地下水污染預防與整治政策、方案、計畫之規劃、訂定、督導及執行。二、全國性土壤及地下水污染之監測及檢驗。三、土壤、底泥及地下水污染整治法規之訂定、研議及釋示。四、直轄市或縣（市）主管機關土壤、底泥及地下水污染預防、監測與整治工作之監督、輔導及核定。五、涉及二直轄市或縣（市）以上土壤、底泥及地下水污染整治之協調。六、土壤及地下水污染整治基金之管理。七、土壤、底泥及地下水污染檢測機構之認可及管理。八、土壤、底泥及地下水污染預防與整治之研究發展及宣導。九、土壤、底泥及地下水污染整治之國際合作、科技交流及人員訓練。十、其他有關全國性土壤、底泥及地下水污染之管理、預防及整治。

2. 保障飲用水品質之目的

行政院環境保護署為飲用水主管機關，行政院環境保護署內部與飲用水直接有關的單位，有環境衛生及毒物管理處負責飲用水水質管理監督。

3. 保障自來水水質之目的

經濟部水利署為自來水事業之主管機關，自來水事業對其水源之保護，除依《水利法》之規定向水利主管機關申請辦理外，得視事實需要，申請主管機關會商有關機關，劃定公布水質水量保護區，禁止或限制貽害水質與水量之行為。除此之外，自來水事業對其水源，應經常作有關水質及水量之調查及紀錄。

4. 保障灌溉用水

行政院農委會為農業用水之主管機關，下轄農田水利會，以保障灌溉用水之水質與水量。

（二）地方層級

縣市政府內設有環保局，直接負責縣市內地下水水質事務之處理，依據《土壤及地下水污染整治法》第五條：直轄市、縣（市）主管機關之主管事項為轄內土壤、底泥及地下水污染預防與整治工作實施方案、計畫之規劃、訂定及執行、自治法規之訂定及釋示、預防、監測及整治工作之執行事項、研究發展及宣導、人員訓練與其他有關事項。

（三）其他地方組織：農田水利會

農田水利會以推展農田水利事業為宗旨，任務之一包含管理農業用水供應的質與量，根據《農田水利會灌溉排水管理要點》，水利會核准之搭排水，其水質不符放流水或灌溉用水標準時，水利會應立即通知搭排者暫停排放並限期改善。此外，若灌溉用水若遭受廢（污）水污染，水利會應向當地環保主管機關舉發，並依損害情形對污染者加以求償。水利會應建立灌排系統水質調查、水污染處理等資料。由此可知，水利會在灌溉用水之水質把關上扮演重要的角色。

(四) 中央政府組織改造-環境資源部

詳見地下水水量管理相關組織。

四、地下水水質管理之相關法律

地下水屬於整體環境水體的一環，依據《水污染防治法》，水質監測為環保署水質保護處的職責，又依據《土壤與地下水污染整治法》，地下水之污染防治為環保署土壤及地下水污染整治基金會的職責，然而，除環境保護之目的外，以地下水做為水源之各機關，亦有其標準，如做為自來水水源則須符合自來水標準，若作為灌溉用水則須符合《農田水利會灌溉排水管理要點》，以下依據各類水源用途的不同，分為飲用水、灌溉用水與環境用水三類，分別就各相關法律與組織整理如圖 3-26，並逐一說明。

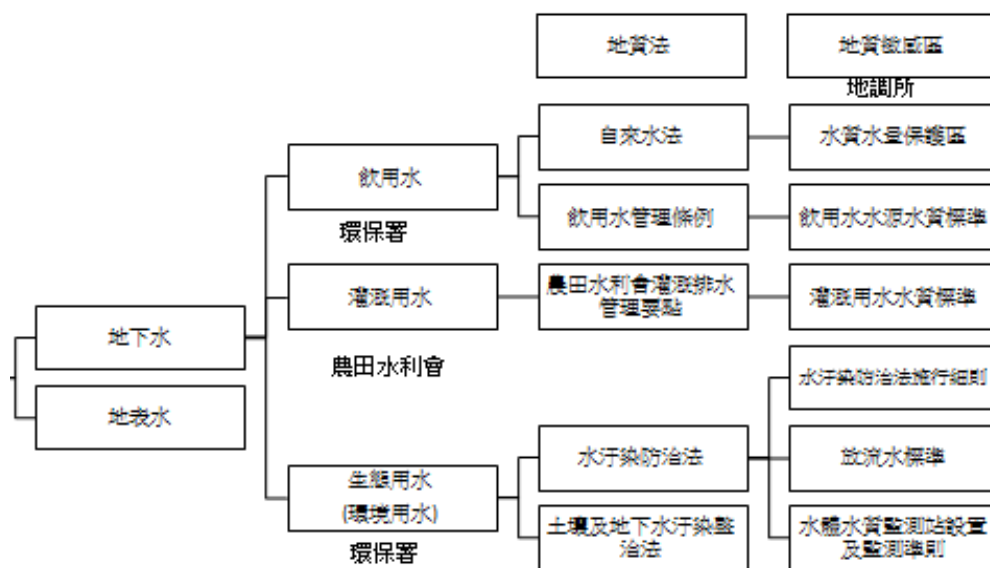


圖 3-26 水質管理組織與法源

資料來源：本計畫繪製

(一) 《水污染防治法》

《水污染防治法》以維護全國水質為宗旨，並於第十條明定各級主管機

關應設水質監測站，採樣檢驗，定期公告檢驗結果，並採取適當之措施。而水質監測工作，得委託水利事業或有關機關辦理。此外，《水污染防治法》施行細則第七條規範地面及地下水體之水質監測站設置，水質監測站採樣頻率，以每季一次為原則，其監測項目包含水溫、氫離子濃度指數、溶氧量、重金屬與其他經中央主管機關依水體特性指定之項目且監測結果及統計資料須按季公告。《水污染防治法施行細則》第十五條第四項規定訂定《水體水質監測站設置及監測準則》，該準則第五條規範地下水水質監測站設置原則有以下五點：一、重要污染源。二、海水入侵地區。三、其他污染潛勢較高之地區。四、重要水利用點。五、可反映一般水質點。與六、其他必要點。而第九條規範地下水採樣頻率以每季採樣一次為原則，有污染之虞者應提高其頻率。

（二）《土壤與地下水污染整治法》

《土壤與地下水污染整治法》之目的之一為地下水之污染防治，第六條規範主管機關應定期檢測轄區土壤及地下水品質狀況，其污染物濃度達土壤或地下水污染管制標準者，應採取適當措施，追查污染責任，直轄市、縣(市)主管機關並應陳報中央主管機關；其污染物濃度低於土壤或地下水污染管制標準而達土壤或地下水污染監測標準者，應定期監測，監測結果應公告，並報請中央主管機關備查。而前項地下水污染監測、管制之適用範圍、污染物項目、污染物標準值及其他應遵行事項之標準，由中央主管機關分別定之。更將工業區、加工出口區、科學工業園區、環保科技園區、農業科技園區與其他經中央主管機關公告之特定區域視為區內污染潛勢，定期檢測地下水品質狀況。此外亦針對地下水監測與污染分別訂定地下水污染監測標準、地下水污染管制標準。

（三）《飲用水管理條例》

《飲用水管理條例》第三條所稱之飲用水之水源包含地下水體，因此，其水源保護之規範亦可適用地下水之保護，其中第五條係以地面水集水區概念規範飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區，不得有污染水源水質之行為。第六條具體規範飲用水之水源之水質標準者，符合原水規範者始得作為。

(四)《自來水法》

《自來水法》第十條規定自來水事業所供應之自來水水質，應以清澈、無色、無臭、無味、酸鹼度適當，不含有超過容許量之化合物、微生物、礦物質及放射性物質為準；其水質標準，由中央主管機關會商中央環境保護及衛生主管機關定之。第十一條自來水事業對其水源之保護，申請主管機關會商有關機關，劃定公布水質水量保護區，禁止或限制貽害水質與水量之行為。

(五)《農田水利會灌溉排水管理要點》

農田水利會事業區內的灌溉用水水質應符合於該要點第二十條的規範，此外，第二十一條為不得擅自排放廢(污)水與禁止排放廢(污)水的規定；灌溉用水若遭廢(污)水污染，水利會應向當地環保主管機關舉發，並依損害情形對污染者加以求償(第二十六條)。第二十三條為水利會對搭排者水質的要求，約定搭排者應落實水污染防治法規定；若搭排水質不符合放流水標準或是灌溉用水標準，搭排者暫停搭排，限期改善(第二十五條)。

(四)《地質法》

《地質法》第五條規定中央主管機關應將具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地區，公告為地質敏感區。並據此訂定《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》，第二條規範凡具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地質敏感區，包括地下水補注地質敏感區。第四條指出地下水補注區指地面水入滲地下地層，且為區域性之地下水流源頭地區，且為多層地下水層之共同補注區或補注之地下水體可做為區域性供水之重要水源者，得劃為地下水補注地質敏感區。

第四章 我國地下水資源管理制度研析

第一節 輿論觀點

以下整理地下水相關重要議題之輿論觀點，時間從 2010 年至 2013 年，包括高鐵與地層下陷、國光石化案、高屏大湖爭議等議題，並特別納入於臉書¹上徵集之網路意見。

一、高鐵與地層下陷

在高鐵與台七十八線快速道路跨交處，墩柱角度變化首度超出警戒值被發現之後，引發地層下陷可能引發高鐵變廢鐵及行車安全的疑慮之後，引發一連串的討論。

首先是中央要求地方執行封井，優先封閉高鐵沿線的 1115 口水井，這些水井 9 成爲非法水井，且位於地下水管制區，中央質疑地方未充分執行違法水井的查封（沈明川、蔡佩珊，2010）。雲林縣隨即提出說明，縣長表示若沒有妥善措施與規劃，雲林縣政府不會執行封井。雲林縣水利處處長認爲，高鐵與台七十八線交會處集中載重是地層下陷主因，目前抽用的淺層地下水並不是造成地層下陷的元兇。封井就是斷了農民生路，希望能處理水資源利用問題，提供農民水源再封井（段鴻裕，2010）。雲林縣府並指出，農民超抽地下水是因爲沒水可用，農田水利會還以休耕輪灌方式賣水給六輕，讓農民憤怒（周麗蘭，2010）。雲林縣民衆認爲在沒有任何補償之下，封井會影響生計（李鉉銅，2010）。雲林縣政府指出自來水公司長期大量抽取深度 200 公尺以上地下水才是地層下陷元兇（陳信利，2011），而雲林縣議會則認爲水公司與台塑六輕才是原兇（段鴻裕、姜宜菁，2011）。陳泰安（2011）認爲農民設水井的原因在於政府重工業、輕農業，重財團與輕小民的

¹公共政策大家談（<https://www.facebook.com/thinktankrdec?ref=ts&fref=ts>）

水資源分配政策。

在尋找誰是元兇的過程中，如何處理高鐵沿線的地層下陷問題也逐漸被提出，雲林縣長建議中央提高一期作休耕補助、中期鼓勵全面休耕、長期規劃為節水農業生產區（聯合報，2010）。許錦文（2010）認為雲林農田水利會應發揮調配水源功能以及雲林縣政府應強制封井。雲林縣政府提出設置「太陽能光電專區」的計畫，建議在高鐵左右各 1.5 公里規劃為綠色能源、節能節水設施園藝專區，由政府徵收土地或向農民租賃，吸引太陽光電廠商進駐（王瑞堂，2010）。行政院此時也在擬定「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」（朱婉寧，2011）。此時，社論（聯合報，2011）指出，地層下陷是國土規劃問題，國家的資源有限，各地有各地的特性，農業、工業、民生水資源分配一定要有明確規劃。地區如果缺水，就不要發展高耗水產業。

台灣自來水公司表示將於 2011 年五月將雲林縣高鐵沿線三公里範圍內的水井全數封填，三公里以外的三十多口水井提早實施減抽（林淑慧，2011）。至 2011 年 5 月，地層下陷的原兇初步釐清為地下水中層及深層的用水，而此部分的用水大戶為水公司、農田水利會與工業區工廠（蘇秀慧，2011）。此時政務委員李鴻源提出「整合治水」觀念，從產業結構著手，訂出安全出水存量，先解決農民生計，再根本解決地層下陷問題（許素惠、鍾武達，2011）。至此之後，即以「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫」進行地層下陷防治工作（請參閱第三章有關此計畫的介紹）。

二、國光石化與用水

2006 年中油組成國光石化科技公司，2007 年環保署進行國光石化（雲林台西）環境影響評估專案小組第一次審查，會中環評委員提出有關用水、二氧化碳等質疑，最後決議補件再審。2007 年 2 月國光石化開發案進行第三次專案小組審查，環評委員決議國光石化（雲林台西）應進入第二階段環境影響評估。國光石化公司於是轉進彰化大城，2010 年國光石化開發案（彰化大城）二階段環評受到強烈的環保抗爭與社會矚目，2011 年 4 月 22 日馬英九總統在總統府召開記者會，希

望行政院要求經濟部促請持有國光石化 43% 股份的中油公司，在國光石化的股東大會中，表達公股不支持國光石化繼續在彰化開發的立場，本開發案於是在五月底向環保署撤回申請。輿論對於國光石化與用水之間的意見，簡述如下：

國光石化原規劃，短期用水由自來水公司提供民生用水，及農田水利會調度農業用水供給，長期則是自行開發濁水溪剩餘水量。但是環評專家會議質疑三點，一是氣候變遷枯水期變長，屆時水要從哪裡來？二是，農田水利會的承諾缺乏適法性，三是即使國光石化承諾不使用地下水，萬一自來水、農業用水不足，導致國光石化被迫抽取地下水，恐將加速彰化沿岸地層下陷（薛孟杰，2010）。監察委員於 2011 年 4 月 6 日提出彰雲地區地層下陷報告，呼籲政府不應再導入國光石化、中科四期等高耗水產業，以免進一步排擠民生及農業用水，讓地層下陷問題更嚴重（鄭閔聲，2011）。

三、高屏大湖爭議

水利署提出興建高屏大湖計畫，高屏大湖涵蓋美濃、旗山及屏東里港等地，預計完成後提供大高雄地區每日十萬噸常態供水，並做為高屏溪原水濁度變高時的短期備用水源（呂素麗，2012）。

由於計畫用地為毛豆種植地，該計畫引發環保團體及農民抗議，環保團體指出，高屏大湖預定區地下水位極高，全部工程開挖 700 公頃良田，不僅浪費良田，亦抽取大量地下水，影響農民灌溉與民生用水（薛孟杰，2013）。環團表示高屏大湖位於中下游地區，地下水位很高，平均 2 到 12 公尺，而高屏大湖要挖 12 公尺深，地下水已自然湧出，等於是將地下水層曝露於地表，還不如直接抽取地下水，根本不需挖人工湖蓄水（劉開元，2010）。

環保團體指出，高雄漏水每日四十五萬噸，只要改善漏水，就能停止此無效率的計畫（王志宏，2013）。此案已於 2013 年 3 月被環評大會否決，但開發單位仍可向環保署提出環境差異分析報告。

四、地層下陷

溫志超（2010）認為雲林地層下陷問題由來已久，持續惡化的原因在於主政者未能正視問題，農民於枯水期鑿井取水從事稻作灌溉，其認為解決之道在於無水時期不應從事高耗水農業生產，進一步擴及高耗水產業調整，以達水資源供需平衡。丁崇峰認為沿海地層下陷因應之道，一為藉由開源與節流措施滿足各標的用水需求，二為改善環境品質，減少地下水區內淹水災害嚴重程度，解決之道在於增供水量、降低用水需求、落實水井管理以減少抽用地下水。就水井管理，可運用自動化計量設施，整合地下水水位觀測資料全面監控，以達地下水抽取量管理目的（林宜蓁，2010）。歐陽嶠暉（2011）認為以雲彰地區產生的再生水，經過砂濾處理，可直接調度至該區地下水層帶的上游，壓力補注地下含水層，使其滲流至本區地下水區，提高地下水位緩和地層下陷。雲林縣議員建議除減抽地下水外，應透過深井人工補注地下水，要求六輕自找水源，以利濁水溪補注地下水（許素惠，2011）。然而，水利署在彰化溪洲進行「濁水溪地下水補注工程」，因限期剷除行水區內長期占耕的農作物，遭農民反彈（2012）。

蔡俊鏡（2011）建議加速完成湖山水庫，與集集共同引水工程聯合運用，提供雲林地區優質水源，達到減抽地下水。接著，取締非法水井，最後檢討大用戶水資源調配。聯合報社論（2011）認為，首先整合的地層下陷防治方案需定位在國土安全層次，國土安全需基於國土計劃，依每塊國土的資源、屬性、訂定利用原則，而「不予利用」是重要選項。其次，關於水資源，應地表水、地下水整體考量。民生、工業、農業的分配應檢討。地下水不是不可以抽，應視補注以決定抽取量。

五、農業用水

廖宗盛（2010）認為有效轉移農業用水的作物類別，並改變灌溉方式，如從漫灌改為滴灌，或是將明渠曝露之輸水系統管線化，以降低污染與蒸發、漏水。張炎銘（2011）認為隨著灌溉面積減少、作物種類改變，農業用水逐漸減少，農業用水有減少空間。主張開放水利

會多角化經營，將水權合法轉為工業使用。虞國興（2011）主張藏水於農，因為農業缺水容忍度高，在乾旱缺水期間，農田水利部門專業人員運用既有供水設施及灌溉技術或配合休耕停灌，可適時支援民生或工業單位用水，如能善加利用台灣的耕地與農田水利設施與灌溉用水可以降低缺水的衝擊。劉昌文（2011）認為救高鐵也應就農業，主張一是調查中南部復耕地區，如有充裕水資源可調配灌溉，就繼續生產水稻，如尚有少許輪灌水源，可改推旱作或雜糧。二是多面向尋找水源，三是對休耕或閒置農地，由政府整合承租，改為養水、蓄水的農用調節池，並採因地因產的適宜噴灌、管灌等低耗水技術及推廣。四是釐清工業及民生用水限度，規定循環再利用機制。張炎銘（2013）認為農業難以節水，因為依照水利法，水權取得的用水量是以其事業所以必需者為限，但這種「必需」的估算相當寬鬆，水利會不是將這些多出來的水量調配給其他用水，就是讓水流走，也不會將水權拱手讓人，完全沒有積極節水誘因，其建議水權登記時用水量計算應更嚴格，同時也要修改水利會組織通則，讓水利會更積極節水。

六、伏流水、地下水庫與污水補注

彰化縣長卓伯源表示彰化縣是農業縣對水需求大，可發展伏流水收集技術，以低成本方式將乾淨的水蒐集再利用（洪璧珍，2011）。台中市政府將在大安溪及大甲溪設置截水設施，利用乾淨的伏流水，栽種耐風耐鹽的植物（田兆緯，2012）。然而，南區水資局計畫在高屏溪抽取伏流水做為備援用水，引起高雄市大樹區居民反彈，認為在大樹區抽取伏流水將破壞佛光山一帶的山泉水脈，影響玉荷包等農作灌溉（王昭月，2012）。

許靖華院士曾提出積體水路構想，在適宜地區挖掘隧道網路蓄集潔淨的地下水源，是一種人工加強型地下水庫，現有的地下水儲水層，如濁水溪沖積扇、高屏溪沖積扇等，加強人工補注可成為永續的地下蓄水庫（李錫堤，2011）。此外，如國外將污水處理廠升級為「水資源再生利用中心」，提高處理等級，透過管線將處理過的水送到公園做為植栽澆灌，或是再建立地下水補注水質標準之後，透過專用管線把再生水送到地層下陷區的地下水補注源頭，有助改善地層下陷（鄭朝陽，

2011)。

七、水權與水價

廖宗盛(2010)建議，在耕地面積大幅減少或是處於休耕狀態，農業用水水權比例仍偏高的情形下，水利主管機關應依實際用水量檢討水權，對既有水權者研擬補償，轉移至民生或工業用水，以提高用水效率。經濟日報社論(2011)認為主政者對於水權與水價問題怠惰苟且使台灣身陷缺水困境，主張以價制量，水價要合理調高，至少能反映當其水資源開發維護成本，將收到的水費依每戶在籍人口數算出平均金額，全數補貼到每家每戶。在水權上，認為農業用水財產權歸屬不明，又不准許自由買賣，使握有使用權者浪費或任其流失，沒有強烈動機有效利用或轉移其他部門，建議將水權直接賦予農田經營者，容許他們自行決定利用方式，對弱勢農民不無小補，水資源將點石成金，水荒自解。

宜蘭縣政府曾擬課徵工業用水特別稅，課徵年限為4年，按年用水量每公噸課徵9元，短報、漏報年用水量或未辦水權登記而使用地面水和地下水除補稅外，另處一倍罰鍰。然宜蘭縣產業工會理事長表示，已申請水權的營利事業單位大多為老舊工廠，營利狀況不佳，若課徵特別稅，將增加工廠支出，迫使廠商調降員工薪資、裁員或是出走(吳淑君，2011)。台中市亦曾研擬自治條例，對抽取地下水抽取維護費。鑑於台中市建案眾多，地下室開挖抽水量每年達1.08億公噸，但營建業將抽出的水直接排入溝渠相當浪費。因此台中市水利局局長劉振宇指出正研擬中的維護費，將以營建業與工商業的地下水抽取為徵收對象，超過門檻收取維護費，民生農業用水不收，同時，營建業者抽取的地下水若能提出再利用計畫，使流入地下水層的水量超過抽取量的1/3，即可免徵維護費(洪敬法，2013)。台中市長胡志強認為此法案容易產生爭議和誤解，已在市政會議中退回(陳世宗，2013)。

八、網路意見

本計畫透過網路²蒐集意見，意見整理如下：

（一）中央與政府應深入了解抽取地下水的的原因、並對症下藥

廖桓暉認為地下水可以使用，但必須在有規劃、有限度的條件下使用。Soh Tiong Chen 認為中央與地方政府首要任務應該先蒐集完整的地下水存量與使用量數據，再根據此資料擬好政策，才能了解地層下陷的確實原因。不然抽用地下水的各方（例如農民，自來水公司）各說各話，很難解決地下水超抽與地層下陷的問題。Michelle Liao 建議中央應與地方政府合作，以各地方政府為第一線調查單位、透過實地查勘、深入民情才能了解各產業抽地下水的的原因與理由。廖桓暉亦認為應實際訪談那些抽取地下水的農民、漁民或其他，知道問題所在，才能對症下藥。Kevin Wu 認為每個地方地層下陷原因不同，需要抽地下水的原因也不同，建議進行調查並以數據驗證解決方案的有效性。

（二）政策作法

Arthur Liu 認為地下水相關政策應先釐清政策的目標與位階，才能在與其他政策產生競合時，能夠有立足點。如果地層下陷的主因是因經濟問題而起，可能與利害相關人的補償及利益損失有關，則適當引入經濟誘因措施或許會有一定效果。然而，如果地層下陷定位為國土安全問題，則採取嚴格的地下水抽取管制政策，可以有比較好的政策效果。Phoenix Yang 認為若政府已經知道抽用地下水的原因（如供水系統不足），那應該要努力朝原因去思考解決之道，而不是採取較為間接的方式（如地下水補注）為之。

九、小結

從高鐵與地層下陷的案例，可以窺見我國對地下水資源的使用掌握不清，因此對於誰才是導致造成地層下陷元兇花了許多時間，在這

² 臉書版頁：公共政策大家談
(<https://www.facebook.com/thinktankrdec?ref=ts&fref=ts>)，或參考附錄十八。

期間，中央與地方口角不斷，直到辨認出造成地層下陷的主要用水大戶，解決方案才走上正路。在此議題發酵的同時，國光石化可能引發與農民爭水的議題亦正上演，由此再度引發出農業、工業與民生用水的衝突，引起國人再度對水資源管理制度的討論，因此在國土規劃、產業政策、水資源分配、地下水補注、污水再利用、水價調整、節約用水、水權管理、水資源稅費、農業與工業的用水管理等有了許多的建議。本計畫綜合上述輿論與網路意見並匯集各國文獻、座談會、專家訪談與本研究心得於下一節進行綜合分析並提出對策。

第二節 綜合分析

為何抽取地下水？從農民或漁民的角度，不外乎有幾點，一是地面水供應不足，沒有水，農（漁）業生產無以為繼，這特別發生在非農田水利會的灌溉區或是在灌區但灌溉渠道毀損，或是位於河川（道）的下游地區水源不足之處。二是地面水質不佳，特別是在中南部地區，工業污染與畜牧業造成的地面水污染，讓農漁民必須以抽取地下水進行生產，或是因為地面水水質的天然因素，如濁水溪較為混濁，取溪水澆灌有礙蔬菜賣相。三是取水方便與鑿井費用不高，雲彰地區與屏東平原地質上屬於地下水豐沛區域，鑿井不深即可獲得水源，淺井鑿井技術門檻低，鑿井經費亦不高。在水質要求，一般以民生要求最高、工業次之、農業最低。因地下水水質優良與恆溫特性，特別適合在養殖漁業在寒冬時確保魚類所需的水溫，同時地下水水質也有助於農漁產品的品質與價格。農漁民在抽取地下水時，雖然政府實際上並未徵收水權費，但是地下抽取的過程中仍須用到馬達與電力，因此地下水使用仍存在機會成本，農漁民抽取地下水依然仍是依循成本利益的原則來判斷。對工業而言，基本上地下水抽取的原因不外乎是地面水供應不足，或是以地下水做為備用水源，但相較於農漁業，不需支付地下水資源的使用成本，使其有更大的誘因抽取地下水。在民生用水方面，自來水公司負責提供民生用水（亦提供工業用水），地下水是其當然的選項。

一、政策

(一) 問題分析

1. 缺乏地下水的整體管理政策

「新世紀水資源政策綱領」為我國水資源業務推動的最高指導方針，綱領內容雖然廣泛，但是對於地下水管理利用的篇幅極少³，直接有關者僅為加強地下水補注、推動地層下陷防治及下陷區的生活品質與產業發展、嚴重地層下陷區的國土復育。此外，以環境保護為宗旨之「永續發展政策綱領」對於水源水質保護議題上，對地下水水質的具體作為描述少，僅有加強監測與整治，我國各區地下水資源稟賦不同，在有些尚未造成問題的地區應該可以在兼具質與量的安全條件下，善加利用（張良正、許少華，訪談；聯合報社論，2011）。⁴

2. 偏重水資源供給面政策，忽視水資源需求面管理政策；

過去太偏重水資源的開發，對於水資源需求的管理未能重視，因此在可開發的水資源逐漸減少，社會上對開發的接受度不足，政府又無法有效的抑制水資源的需求，以及對有限水資源進行分配，因此僅能運用行政手段進行分配，也因此造成社會上用水部門間的爭議，此爭議都可在第一節所述之高鐵、國光石化與高屏大湖的爭議裡嗅出端倪，中科四期的農業與工業用水搶水爭議為另一適例。

3. 用水部門欠缺水資源善用誘因

首先，農業部門的用水超過其他部門甚多，隨者工業、民生用水的增加，農業部門的用水未能隨著調整，遂成為各界爭議的焦點（張廣智，座談會⁵；廖宗盛 2010；張炎銘，2011；經濟日報社論，2011）。

³ 張良正（訪談）。「訪談」為本計畫深入訪談的簡稱，訪談內容皆置於附件，為節省篇幅，文後亦採相同方式處理。

⁴ 日本針對地層下陷地區採取的措施，並未完全限制地下水取用，而是對不同的地層下陷區訂定不同的地下水取用目標，並搭配管制、替代水源、節水等作法，可參閱本計畫第二章第四節有關的說明。

⁵ 「座談會」為本計畫所舉辦之「焦點座談會」的簡稱，座談會內容皆置於附件，為節省篇幅，文後亦採相同方式處理。

然而，農業部門在水資源管理與利用亦扮演積極功能，可藏水於農，讓農業適時適地提供民生與工業的用水需求⁶。政府為配合工業部門的需求，並不太考慮地區水資源的情勢，而是積極配合調度或開發水資源以為因應，因此工業部門也無積極管理水資源的誘因，造成農業部門與工業部門的經常性衝突。民生部門的用水順序是各項用水中的第一位，在水價長年沒有調整，大眾無節水誘因。其次，前述各項用水標的之水源分配，並未同時考量其取得原水之水質，當前地下水水權的分配，僅取過去取得水權量做分配，使得各標的用水單位在無法選擇下，自行負擔處理成本，無法依水質需求調整，無法做最適分配，然而地下水水質優良且稀缺，應優先分配於水質需求最高者。

（二）對策

1. 建立地下地面水資源聯合運用的前瞻政策

首先應對地下水利用建立正確的觀念，肯定地下水利用在水資源管理中的角色，透過對地下水文的研究，在安全使用地下水的前提下，針對各區地下與地面水資源的稟賦進行有效的聯合運用⁷。未來修訂「新世紀水資源政策綱領」時，應納入地下地面水聯合運用的文字，作為水資源業務的最高指導原則。具體策略為

- (1) 深入進行地下水資源的各項研究與基本資料調查⁸，包括建置地下水水文的監測系統，如地下水入滲補注地下觀測系統、安全出水量或永續出水量的估算、伏流水的研究、地下水抽用資料估算、地面地下水的最佳聯合運用模式，以上資料皆須公開⁹。另外，可仿效外國成立國家級的地下水研究機構，如澳洲成立「國家地下水教育及研究中心」，可設於國家實驗

⁶ 李允中（訪談）、虞國興（2011）。

⁷ 林鎮洋（訪談）、黃金山（座談會）、李炎任（座談會）。

⁸ 美國（加州）、澳洲、荷蘭、丹麥都非常注重地下水文的研究發展，可參考本計畫第二章的說明。

⁹ 以上策略可見江國豐（座談會）、張良正（訪談）、林榮川（訪談）、呂學諭（座談會）、洪銘堅（座談會）、盧至人（訪談）、黃金山（座談會）。

研究院，同時在環資部下的「環境教育及訓練所」對公務員進行地下水相關的教育訓練。

- (2) 建立本區與跨區的地面地下聯合運用^{10, 11}：水利署過去已進行過蘭陽地區、花蓮地區、台東地區、濁水溪沖積扇、屏東平原的地面水與地下水聯合運用的研究，此聯合運用符合國際整合性水資源管理的理念，應繼續完成我國其他地區地面地下水聯合運用的研究。
- (3) 以多元方式進行地下水補注：包括分散式的，如以海綿城市的觀念以透水鋪面增加地表進流水入滲的作法、平地造林或是以水田增加地下水補注；集中式的，如人工地下水補注¹²；回收工業與民生的污水進行地下水補注¹³。
- (4) 以滯洪池水、再生水、海水淡化、雨水蒐集、農地蓄水、地面水提供水資源，減少對地下水的抽用¹⁴。
- (5) 強化地下水列管場址周圍深層地下水井監測：土污法已規範地下水水質中污染物濃度介於地下水污染管制標準與地下水污染監測標準者，應定期監測，並公告監測結果，且向中央主管機關備查，然環保署設置之場置性監測井多為淺層，而抽用地下水者多為深層，不一能完全確保周圍深層地下水之用水安全，因此，建議多對於地下水管制場址應強化其周圍之深層地下水井監測，並建立水質監測異常即時通報系統，因為一旦地下水層遭受污染，又繼續抽用，將導致地下水污染擴散速度加快，影響面積更廣，倘若能透過即時通報系統，

¹⁰ 張良正（訪談）、許少華（訪談）、丁澈士（訪談）、聯合報社論（2011）。

¹¹ 這也是以色列水資源管理的特色，請見本計畫第二章第五節的說明。

¹² 此為荷蘭地下水管理的特點，可參見本計畫第二章第六節的說明。

¹³ 以上策略可見許少華（訪談）、林榮川（訪談）、李允中（訪談）、丁澈士（訪談）、林鎮洋（訪談）、歐陽嶠暉（2011）、李錫堤（2011）。

¹⁴ 以上策略可見繆自昌（訪談）、賴建陞（訪談）、陳獻（座談會）、林鎮洋（訪談）、陳明健（座談會）、毛振泰（座談會）、虞國興（2011）、劉昌文（2011）。

立即減緩該污染區周圍的地下水抽用，可防止地下水污染擴散，減少損失。

2. 落實需求面的水資源管理政策

- (1) 建立合理水權分配機制，可朝向建立公式、水權交易作為水資源分配的方式，或以水質與用途核發抽用許可¹⁵。
- (2) 落實《水利法》關於水資源利用管理的規定，包括水權登記、量水設備安裝與用水記錄、用水查核、水權費徵收^{16,17}。
- (3) 農業、工業部門建立水資源管理的上位法律，如農田水利法或是工業用水法。
- (4) 提供農業部門足夠的誘因以善用水資源，包括完全反映農業部門用水完整的外部成本與效益（成本包括水資源取用的機會成本，效益包括農地的地下水補注）¹⁸，降低農業部門用水的補貼。
- (5) 在強化水權管理上，可要求提供用水記錄、採用節水設施與水表安裝做為水權展延依據（嚴鳳旗，座談會）¹⁹。
- (6) 調整水價^{20, 21}、調整水污染防治費（朱文生，座談會），以提高節水誘因與增加水資源回收再利用的誘因²²，惟水權費徵收也應搭配水價調整（李炎任，座談會）。

¹⁵ 以上建議可見李允中（訪談）、蔡鴻德（訪談）、廖宗盛（2010）、聯合報社論（2011）、張炎銘（2013）。

¹⁶ 張良正（訪談）、林財富（訪談）、蔡鴻德（訪談）、丁崇峰（座談會）。

¹⁷ 以色列重視價格工具的運用，其中之一為課徵水資源開採費。

¹⁸ 林國慶（座談會）、陳獻（座談會）。

¹⁹ 荷蘭與丹麥是以許可制來管理地下水，荷蘭更採取依用途與該地地下水情勢作為核發可的準則，可參閱本計畫第二章。

²⁰ 丁澈士（訪談）、蔡鴻德（訪談）、陳獻（座談會）、朱文生（座談會）、經濟日報社論（2011）。

²¹ 水價調整的近期研究可參閱經濟部水利署（2011、2012）委託淡江大學水資源管理與政策研究中心所做的報告。

- (7) 減少農田灌溉渠道或自來水管線的漏水率，間接減少地下水的
需求。

江慶轟²³提出水公司減少漏水率的作法有：

- A. 加強檢修漏作業之改進。除地面漏水隨報隨修以外，實施分區分期加強檢修漏以減少漏水量，如遇漏水頻率高修不勝修者應即淘舊換新。
- B. 加強淘換陳舊管線，並優先淘換下列管件：
 - a. 埋設相當年數的腐朽管件。
 - b. 由於埋設時限於財力或材料不足而不得已使用代用材料或劣質材料者。
 - c. 因交通流量頻繁，大型車輛不斷輾壓使路面較原設計超負過大而致原埋設管件深度不足者。
 - d. 受到地盤變動或地震災害之影響。
 - e. 其他地下埋設物與水管線鄰接之處所。
 - f. 附著於橋樑架設的管件或公用水栓等平時如遇故障漏水時較為疏忽的地方。
- C. 嚴格要求提高配管工程品質，認真監工，嚴格要求承包商按圖施工，對檢驗試壓及材料等應作嚴格要求。
- D. 改善器材品質，採購質優準確之總水表及用戶水表。
- E. 適當調節配水量，維持各供水區之正常水壓以免破管。

3. 以水資源稟賦作為區域產業發展的依據

²² 以色列以累進水價鼓勵節水，農業、工業與民生用水在不同地區水價不同。該國也收取污水處理費，使用回收水的水價定的較低以鼓勵使用回收水，可參見本計畫第二章以色列一節。

²³ 請參閱 http://www.water.tku.edu.tw/record/2/chat_conv2_2.html。

產業的發展應以該區的水資源稟賦作為產業發展的依據，水資源不足地區不應讓耗水產業發展，既有耗水產業應透過《水利法》等相關法令以提高其用水效率。農業也應根據水資源供給量研擬農作制度，透過適當的誘因與配套以改變作物種植（如：省水作物），與調整作物生產區的配置，如水源豐沛區可種需水高之作物，水源缺乏區則種植耐旱作物²⁴。

二、組織

（一）問題分析

1. 環境資源部（以下簡稱環資部）

對於環境資源部以「水、土、林、空氣及生態橫向整合」及「專業職能垂直分工」的組織調整，本計畫訪談與座談會參與專家學者原則上表示贊同²⁵，同時也有數點疑慮，分述如下：

- (1) 不清楚環資部各單位之間的分工與權責，因此認為環資部只是將既有單位放在同一組織中，並無實質整合（張瀨文，2012）。
- (2) 二是對於部內單位權責與分工的疑問，在部本部單位，如「司」與任務編組中的「會」的功能重疊性問題，「水及流域司」與「水資源管理會」為一例，「氣候變遷司」與「氣候變遷因應會」名稱相似，功能定位與主從順序不清亦為一例（鄧家基，2012）。在司與署的關係上，鄧家基（2012）認為「司署分立，應以精簡為要，業務非得”獨立署理”不可者，絕不單獨設司；相互關聯者，應以整併合署為原則...」。
- (3) 環資部與地方權責分工問題，如重要河川的流域管理組織應是以地區為主體進行流域的管理，地方負有較高的權力與義

²⁴ 以上建議可見李允中（訪談）、林榮川（訪談）、黃金山（座談會）、李允中（訪談）、林榮川（訪談）、張廣智（座談會）、林榮川（訪談）、溫志超（2010）、聯合報社論（2011）。

²⁵ 許少華（訪談）、蔡鴻德（訪談）、周廷彰（訪談）、李炎任（座談會）、張廣智（座談會）。

務，而環資部設立了「淡水河等五大重要流域委員會」，其在流域治理扮演的角色為何？會不會因為過度干預，失去了流域管理委員會自我管理的基本精神。

- (4) 環資部可能無法解決水資源管理問題。首先，環資部僅整合了水資源供給與一部份的用水需求（即自來水公司），其他部門的用水需求管理與現狀無異，若遇到用水爭議，仍須往上一層透過行政院院會或國發會（過去是經建會）處理²⁶，環資部中的「水資源管理會」是否具有協調部門用水的功能也尚屬未知。再者，水利署的層級過低，決策者難以影響自來水水價或是工業用水價格²⁷；又依據當前法律，地下水水質管理之權責屬於環保署，並未明確規範地下水抽用之水質，未來環資部雖整合現在的環保署與水利署，恐未能改善當前兩造各自進行水質監測之情事。
- (5) 環資部對原有組織人力的影響，組織改造涉及人事的變更，以組織改造後的原水利署單位為例，其必須配合環資部政策方針，撥用既有人力支援環資部內部單位，在既有業務不變或不增加的前提下，將使人力更加吃緊²⁸。

2. 地方政府

地方政府直接負責水權的執行與管理，地方政府囿於人力編制與人力的高流動性，只能負責水權登記與核發之相關作業，難以充分執行地下水井使用之稽核工作。同時，地方政府並不擁有水權亦無分配水權的權力，自來水公司、農田水利會才是地方主要擁有水權者，地方政府沒有監督權，因此地方政府欲對水資源進行管理，僅能透過建議的方式與上述單位溝通²⁹，然而地方政府直接面對民眾，需承受民眾對政策的挑戰，當民眾的反彈聲浪大，在選舉制度下，地方政府也

²⁶ 丁崇峰（座談會）。

²⁷ 陳獻（座談會）。

²⁸ 鄭欽韓（訪談）。

²⁹ 周廷彰（訪談）。

只得以較不積極的態度，在有限的管理能量下進行管理。造成的後果是未登記的非法水井林立，欲依法執行水井管制時反而多到難以執行。

3. 農田水利會

農田水利會擁有大量的水權卻未能配合工業、民生用水的需求做適當的移轉，是多數專家認為水資源管理的一大問題。其次是農業用水效率低落問題³⁰。再者，農田水利會僅對其灌區負有供水義務，對於非灌區則無，因此灌區外的農業用水只得透過抽取地下水的方式為之³¹，這也被認為是地下水井氾濫的原因。接著，地方政府對於農田水利會沒有監督與管理權，對於灌溉設備的修繕，對灌區外農民或用水需求者的協助要求，只能建議農田水利會協助，這造成水資源管理上的障礙。此外，農田水利會兼有確保農業灌溉用水水質之責任與義務，然則環保單位對於污水搭排之水質標準上缺乏深入研究，致使農田水利會依標準許可搭排，仍造成下游農田因污染累積與入滲致地下水層而有損害發生，駱尙廉（2010）指出灌溉水搭排廢水，對農地與農田品質污染威脅日增，應以污染負荷總量為管制標準，限制排放污染量。最後，農田水利會移用農業用水給予其他用水部門，在目前的法令上，農委會介入的空間少，較難確保移用水資源之後對既有農業用水的影響。

4. 流域管理組織

流域管理為國際大力倡導的水資源管理機制，在我國現有的兩個流域管理組織，一是 2001 年成立的高屏河流域管理委員會，二是 2011 年成立的淡水河流域管理委員會，兩會的權責都明訂負責流域的治理與協調。高屏河流域管理委員會成立最久，地下水的管理似乎較不重視，未能充分發揮水資源管理的功能。

5. 各單位尚未整併地下水整體水質監測與管理工作

³⁰ 張廣智（座談會）。李允中（訪談）對此並不認同，認為農業單位已用很多方法節水，且農業用水的統計方式也有改進必要，以確實反映農業用水。

³¹ 林榮川（訪談）、周廷彰（訪談）。

目前進行地下水水質監測者有水利署、環保署、工業局、農田水利會與自來水公司各自進行監測。目前各單位地下水水質監測資料整併方式是由土壤及地下水污染整治基金管理會之「土壤及地下水監測資訊供應平台」擔任單一窗口，其中各級環保機關應定期上傳土壤及地下水監測資訊至「土壤及地下水管理資訊系統」，如經濟部工業局公辦工業區、經濟部加工出口區、行政院國家科學委員會科學工業園區、直轄市／縣（市）政府環保科技園區、行政院農業委員會農業科技園區等單位，應定期申報備查土壤及地下水監測資訊至「工業區監測備查管理平台」；經濟部水利署與台灣自來水公司辦理之地下水監測資訊，應依環保署環境監測及資訊處規定，定期上傳至「環境資源資料交換平台」。

雖然當前已將其資訊整併匯入「土壤及地下水監測資訊供應平台」，但尚缺乏即時通報該區地下水抽用人之機制，亦無更進一步積極的利用相關資料進行地下水水體水質的整合評估，甚為可惜。未來應將地下水水質管理之工作整併，交由環資部進行管理，並統籌經費，增設水質監測站，以完整掌握地下水水質之變化。

（二）對策

1. 由行政院成立跨部會推動小組，進行地下水管理政策之擬定與推動

在環資部成立之後，經濟部（工業局）與農委會依然保有對所屬部門的用水管理之責，以環資部的層級，仍無法有效推動地下水相關政策，需由行政院召集跨部會推動小組，建議以行政院副院長為召集人，以環資部為幕僚，定期召開會議，邀集相關機關擬定年度之改革目標、方向、時程及分工，並持續就各機關推動情形進行列管與協調聯繫。

2. 明確環境資源部中各單位的權責與分工

首先是部本部單位，「水資源管理會」、「淡水河等五大重要流域管理會」與「水及流域司」，名稱相似，業務執掌與運作方式仍不明確。倘若「會」定位為任務編組單位，建議「水資源管理會」應界定為水

資源的供需協調平台，環資部已有負責供水業務的水利署，農業與工業用水不在其中，但包括自來水公司，供需雙方可在此平台協商。同理，「淡水河等五大重要流域管理會」為任務編組單位，那麼「水及流域司」作為內部單位，應具有提供「會」所需的一切支援，五大重要流域外的流域管理應屬「水及流域司」負責。「氣候變遷司」也應被界定為提供「氣候變遷委員會」決策所需的幕僚單位。

其次，加速環保署與水利署相關業務的整合³²，如各自的地下水監測系統，建立資料庫交換平台與建置即時水質通報系統，以利水量水質的整合管理。

最後，確保組織改造後，人力的調整不會降低水資源的管理效能。從另一方向思考，水資源管理若以地方為主，中央為政策規劃功能，組織員額安排是中央少、地方多，由此也可解決地方縣市人力缺乏的困境³³。

3. 增強農田水利會對地區水資源調度的功能

因地方政府對農田水利單位無監督權，地方政府亦無水權，對灌區外缺少地區僅能協調供水，建議賦予農田水利會對灌區外的供水任務，可透過類似「農業用水調度使用協調作業要點」的運作方式，由地方縣市政府代表需水一方，進行水量的價購與移轉，移用補償經費與輸水管線為必要的配套。另一方式，就是將農田水利會變更為水利公司³⁴，使其水量交易正常化與公開化，不必再受制於現有法令對水量移轉的限制，以及現有實質交易卻無法坦然公開的窘境，在水量交易有利可圖之下，水利會可善用既有的水權進行買賣，在維護既有會員的權益下，追求公益與會員利益的實現，有助於整體水資源的運用效率。

4. 由地方政府主導水資源政策與執行

³² 林財富（訪談）。

³³ 洪銘堅（座談會）。

³⁴ 蕭代基（座談會）、張廣智（座談會）。

水資源運用具有地方性，在反映地方自治的精神下，除非涉及兩縣以上事務，水資源政策與執行應由地方主導³⁵。

5. 強化流域管理組織的功能

鑑於流域管理組織忽略地下水的管理，因此應在流域管理委員會的組織法裡，明訂其應負地下水的管理職責。此外，若流域系統與行政邊界契合，水資源管理事權應交由地方縣市政府³⁶；或是進一步仿效荷蘭做法，使流域管理組織成爲水利公司，採用參與式管理，水利會、自來水公司、水資局，負責水的供應、管理與使用，收取管理使用費³⁷。

6. 增進水質監測資訊之交流與即時通報

有鑑於現今水質監測仍分屬自來水公司、工業局、農田水利會、水利署與環保署，建議就水質監測成立任務編組的跨部會小組，整合現有之監測井，並由環保署統籌管理，並建立即時通報系統，整合各部會資源，以達到污染預防之效。

三、法律

(一) 問題分析

1. 《水利法》

《水利法》著重規範地面水，除在水權方面涉及地下水，其他法條尚有地下水管制區的劃設、水井管理的規定、地下水鑿井業規範、水權費徵收等。以下分爲法令本身規定與執行兩類進行說明。

(1) 法令

第 12 條關於核准設立農田水利會的規定，應將「農田」兩字刪除，成爲「水利會」，類似水公司性質³⁸，在水資源運用扮演更積極的角色。

³⁵ 洪銘堅（座談會）、陳獻（座談會）、鄧家基（2012）

³⁶ 林鎮洋（訪談）。

³⁷ 蕭代基（座談會）。

³⁸ 蕭代基（座談會）、張廣智（座談會）。

第 18 條，關於用水標的順序，農業用水在工業用水之前，未能因應當前經濟發展的現況做調整，造成無法穩定供水的窘境³⁹。

第 19-1 條，關於水量移用 3 年後水權的變更規定，水量移用後水權將變更的規定，將使擁水權者害怕失去水權，而不願將水量釋出，反而妨礙用水效率，因此應該讓有水權者永久擁水權⁴⁰。

第 22 條，關於節約用水之水權分配規定⁴¹，此條是以法令要求水權人節約用水，非水權人自發性的採取節約作為，且節約之後水權轉移，雖有移轉後的費用支付，因為水權會喪失，且移轉之後的費用僅限於改善用水之費用，因此原水權持有者會降低節約用水之動機。倘若建立水量公開交易市場，不強制水權一併移轉，會提高原擁水權者節約用水之誘因，且可能獲得高於改善用水之費用。

對罰則的建議，對於水權違規者應在水利法裡訂定罰則，不要依賴其他法律或行政訴訟程序⁴²。

(2) 執行

應落實水利法中已明文規定卻未完全執行的工作，如水權登記、量水設備裝置與實際用水量紀錄、主管機關檢查、水權費徵收等⁴³。

2. 《農田水利會組織通則》、《農業用水調度使用協調作業要點》

在《水利法》沒有明文規定水權或水量交易下，《農田水利會組織通則》第 10 條被視為農業用水支援其他部門的依據。而《農業用水調度使用協調作業要點》(執行機關為經濟部)則更進一步規範在特定情況(枯旱與水源水量不足)，公共給水、工業用水需向農業調度用水產

³⁹ 嚴鳳旗(座談會)。

⁴⁰ 蕭代基(座談會)。

⁴¹ 第 22 條「主管機關根據科學技術，認為該管區域內某水源之水量可以節約使用，得令已取得水權之原水權人，改善其取水、用水方法或設備，因此所有剩餘之水量，並得另行分配使用，但取得剩餘水量之水權人，應負擔原水權人改善之費用。」。

⁴² 蕭代基(座談會)。

⁴³ 參考第三章第一節之四、地下水水量管理之相關法律(145頁)。

生爭議時的處理規則，基本上，水量的調用是由需調用水量者與被調度水量者協議。而農業主管機關只有在協議涉及農作休耕、轉作或廢耕時才參加。這反映農業主管機關能對水資源的管理位階不高，只有在特定情況時才能對水資源進行介入，也未能對非農田水利會的用水進行積極管理。

3. 《用水計畫書審查作業要點》與《工廠管理輔導法》

《用水計畫書審查作業要點》為經濟部為核發開發單位用水、供水的同意文件而訂為目前重要水資源管理的依據，另外，經濟部擬依據《工廠管理輔導法》第 11 條於嚴重地層下陷區域⁴⁴，對於新設或擴廠案件，須經用水計畫審查並通過後方能投資設廠的規定（嚴鳳旗，座談會）。這兩個法令雖有助於水資源管理，然仍有法令層級不夠高，範疇不夠廣（僅限開發計畫、地層下陷區、新設或擴廠）的疑慮。

4. 《自來水法》、《飲用水管理條例》、《水污染防治法》與《土壤與地下水污染防治法》

當前水質規範依農業、工業、民生與環境等用途，由各專法個別訂定標準。在地下水水源水質保育部份，依《土污法》第 6 條第 2 項訂定之地下水污染監測標準與管制標準中，區分飲用水水源水質保護區內與區外之不同標準，且《飲用水管理條例》第 5 條亦明訂在飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區，不得有污染水源水質之行爲。

⁴⁴第 11 條「工廠有下列情形之一者，應於設廠前取得設立許可：一、依法律規定，設廠應經工業主管機關許可。二、基於工業均衡發展、資源合理利用或節約能源等政策，經中央主管機關公告應經其許可。」

5. 《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》

當前各主管機關已建立各水質標準，然而並未針對地下水補注區進行更謹慎的管理，過去我國並未劃設地下水補注區，101 年公布之《地質敏感區劃定變更及廢止辦法》規範地下水補注地質敏感區屬於地質敏感區，依據《地質法》第六條「各目的事業主管機關應將地質敏感區相關資料，納入土地利用計畫、土地開發審查、災害防治、環境保育及資源開發之依據。各目的事業主管機關依其主管法令進行前項作業，致使地質敏感區內現有土地受管制時，其補償規定從其法令規定辦理。」而目前各目的事業主管機關並未就地下水補注地質敏感區有相關的限制，即使是《飲用水條例》中規範的水源水質保護區的限制以及《自來水法》中的水源水質水量保護區，前述兩者保護區並未包含來自於地下水體的水源，應進行限制開發地下水補注地質敏感區，因此，在當前地下水使用勢不可免的情勢下，地下水補注地質敏感區的限制、補償與管理，均應積極著手進行。

（二）對策

1. 修改與落實《水利法》

包括修改第 12 條，將「農田」水利會修改水利會，賦予其新的角色而不侷限於農業；修改第 19 條之一，刪除水量移用 3 年後水權的變更規定，使其樂於水量交易；修改第 22 條，使取得剩餘水量的人，並不一定取得水權，即水量與水權可分別交易，在水權仍可機會持有的保障下，可提高節約用水的誘因；增訂未按照申請水權量超用的罰則；修改《水利法》水權核發方式，改以申請用途做為核發水權依據，或是依申請使用水源類別或水質差異，核發水權⁴⁵，或採差別取價，如申請地下水抽取使用，其水權費徵收較高，地面水較低，實際費用徵收情形得視地區性供水供需調整。落實水權費與量水設備安裝的規定，基於公平正義的觀點，可先對工業用戶或地下水用水大戶要求其依法裝設量水設備，並據以徵收水權費或使用費；對於大型工程抽用

⁴⁵ 盧至人（訪談）。

地下水的地下水再回收利用，可訂立水權費減徵設計⁴⁶，類似於環保單位為增加回收而採取的押金退瓶機制，已增加其用水回收誘因；對於一般用戶，可以採取水表出租方式增加其裝設意願⁴⁷，僅負擔租金或是由政府補貼，亦可要求地下水鑿井業者在為民眾鑿井時安裝水表⁴⁸。

過去已有水權費徵收的相關研究，中央政府可以選擇的適當時機開徵，建議可從象徵意義的微小數額徵收起，在適當時機再具有節水效果的費額徵收，從無到有較難推動，有再更好，則相對較容易。若中央無法推動水權費徵收，應修法將水權費徵收權力交由地方政府，讓地方政府根據地方的水資源稟賦與經濟發展規劃，彈性徵收水權費。或是鼓勵地方政府依據地方自治權限，徵收地下水相關稅費，一來具有節約用水的效果，亦有充實地方財政的功能。同時，在經濟誘因無法充分發效果之處，政府應要求產業進行水資源回收再利用，降低地下水使用比例。

2. 提升農業與工業的水資源管理法令

修改《水利法》第 19 條，以容許或鼓勵水利會運用水⁴⁹。再者，《農田水利會組織通則》、《農業用水調度使用協調作業要點》、《用水計畫書審查作業要點》與《工廠管理輔導法》為農業與工業部門在水資源調度、管理的重要依據，然有法律位階過低，管理範圍侷限等缺陷。建議修改《農田水利會組織通則》第 10 條，賦予水利會多角化經營的法條；提高法律的層級，訂定《農田水利法》將灌區內外事業統籌管理⁵⁰；訂定《工業用水法》賦予主管機關更高的水資源管理權責。

⁴⁶ 如同台中市規劃的地下水維護費設計（洪敬法，2013）。

⁴⁷ 林榮川（訪談）。

⁴⁸ 李允中（訪談）。

⁴⁹ 李允中（訪談、蕭代基（座談會）。

⁵⁰ 李允中（訪談）。

我國地下水資源政策之研究

3. 為統一農業水資源管理，《農業用水調度使用協調作業要點》附屬在《農業發展條例》⁵¹。
4. 修改《飲用水管理條例》、《自來水法》，將水質水量保護區納入地下水補注敏感區。
5. 依《地質敏感區劃設辦法》建立地下水補注敏感區的管理機制⁵²。
6. 為保護地下水水質與水量，建議依法儘速建立地下水補注敏感區的管理機制，包括敏感區劃設、管制規定與補償機制，建議以地下水抽用多者為優先推動地區。

⁵¹ 陳獻（座談會）。

⁵² 張廣智（座談會）。

第五章 結論與建議

本計畫已從政策、組織、策略等面向回顧國內外水資源的管理制度，第四章並已整理輿論的意見，融入國外地下水管理制度以及本計畫專家訪談與座談會的討論，整理出我國地下水的問題與可能的應對策略。本章依據政策或策略是否已經進行、是否已有法律規定但未落實執行、過去是否已有豐富的研究，是否急迫，將建議分為立即可行與中長期建議，相關論述已於第四章說明，在此僅以標題列出重要建議事項。

一、立即可行建議

(一) 建立地下水資源管理前瞻政策與策略

1. 深入進行地下水資源的各項研究與基本資料調查，包括建置地下水水文的監測系統，如地下水入滲補注地下觀測系統、安全出水量或永續出水量的估算、伏流水研究、地下水抽用資料估算、地面地下水的最佳聯合運用模式，並公開研究成果（主辦機關：經濟部）。
2. 以多元方式進行地下水補注：透水鋪面增加地表進流水入滲、平地造林、水田增加地下水補注、人工地下水補注、回收工業用水與民生污水進行地下水補注（主辦機關：經濟部；協辦機關：農委會）。
3. 以滯洪池水、再生水、海水淡化、雨水蒐集、農地蓄水、地面水多元提供水資源（主辦機關：經濟部；協辦機關：農委會）。
4. 強化地下水列管場址周圍深層地下水井監測，成立跨部會水質監測小組，建立水質異常即時通報系統（主辦機關：環保署；協辦機關：經濟部）。

(二)落實需求面水資源管理政策

1. 落實《水利法》有關水資源利用管理的規定，包括水權登記、量水設備安裝與用水記錄、用水查核、水權費徵收（主辦機關：經濟部、各地方政府；協辦機關：農委會）。
2. 調整水價與水污染防治費，水利署 2011 與 2012 年皆有自來水水價調整的研究。以地下水資源經營觀點，本研究建議應對自來水公司課徵地下水使用費（或水權費），並據以反應在自來水水費上（主辦機關：經濟部）。
3. 減少農田灌溉渠道或自來水管線的漏水率，透過管線汰換、漏水檢測、修漏作業、水壓管理、加壓設施改善、小區計量等自來水減漏工作，持續改善自來水高漏水率問題，以及推動之圳路系統改善及施設渠道內面工程，以改善降低灌溉用水輸漏水損失（主辦機關：農委會、經濟部）。

(三)明確環境資源部各單位權責與分工

1. 由行政院成立跨部會推動小組，進行地下水管理政策之擬定與推動（主辦機關：環保署、經濟部；協辦機關：農委會）。

在環資部成立之後，經濟部（工業局）與農委會依然保有對所屬部門的用水管理之責，以環資部的層級，仍無法有效推動地下水相關政策，需由行政院召集跨部會推動小組，建議以行政院副院長為召集人，以環資部為幕僚，定期召開會議，邀集相關機關擬定年度之改革目標、方向、時程及分工，並持續就各機關推動情形進行列管與協調聯繫。

2. 明確「司」與任務編組之「會」之分工，特別是在名稱相似與管理範圍相近者，可定位「司」為「會」之幕僚單位，決策由「會」進行（主辦機關：環保署；協辦機關：經濟部）；
3. 加速環保署與水利署相關業務的整合，如各自的地下水監測系統，建立資料庫交換平台與建置即時水質通報系統（主辦機關：環保署；協辦機關：經濟部）。

- (四)依《地質法》建立地下水補注敏感區的管理機制，包括敏感區劃設、管制規定與受土地管制的補償辦法（主辦機關：經濟部）

二、中長期建議

- (一)建立地下地面水資源聯合運用的運作模式（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署、農委會、各地方政府）

首先以流域為邊界來進行地面地下水聯合管理，進而建立本區與跨區的地面地下水聯合運用模式。進行步驟可先對尚未進行過聯合運用的地下水水區進行研究，其次建立該區地下地面水聯合運用的操作規則，再以某地下水區為示範區加以驗證並修正操作規則，最後則是建立跨區聯合運用的最佳模式。

- (二)成立國家級的地下水研究機構（主辦單位：科技部、教育部；協辦單位：環保署、經濟部）

可仿效外國成立國家級的地下水研究機構，如澳洲在「國家水資源委員會」及「澳洲研究理事會」聯合出資下所成立的「國家地下水教育及研究中心」，我國之地下水研究機構可設於國家實驗研究院，同時在環資部下的「環境教育及訓練所」對公務員進行地下水相關的教育訓練。

- (三)研擬需求面的水資源管理政策

1. 建立合理水權分配機制，可仿效荷蘭採取許可制，以水質與用途核發水權；長期可仿效澳洲，建立水權、水量的公開交易市場以進行水資源的分配的方式（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署）。
2. 農業、工業部門建立水資源管理的上位法律，如農田水利法或是工業用水法，各部門主管機關肩負起水資源管理的責任（主辦機關：經濟部、農委會）。
3. 完整反映農業部門用水成本與效益、降低農業部門用水補貼以促成農業用水的效率（主辦機關：農委會）。

(四)以水資源稟賦做爲區域產業發展的依據

1. 產業發展（例如科技園區或產業園區）應以地區的水資源稟賦作爲產業發展的依據，高耗水產業不應在水資源不足地區發展（主辦機關：經濟部、科技部）。
2. 農業應根據水資源供給量研擬農作制度與作物生產區的配置，透過適當的誘因與配套以改變作物種植（主辦機關：農委會）。

(五)增強農田水利會對地區水資源調度的功能

1. 賦予農田水利會對灌區外的供水任務，可透過類似「農業用水調度使用協調作業要點」的運作方式，由地方縣市政府代表需水一方，進行水量的價購與移轉（主辦機關：經濟部、農委會；協辦機關：各地方政府）。
2. 將農田水利會變更為水利公司，使水量的交易可以法制化與正常化，在兼顧農民用水的權益下，爲其他用水者創造更大的公益（主辦機關：經濟部、農委會）。

(六)強化地方政府政策與執行的權責（主辦機關：經濟部；協辦機關：各地方政府）

水資源具有區域性，在地方自治的基礎上，地方政府應有該高的權責進行水資源管理。地方政府非供水單位，水權多集中於非其所屬的組織上，缺乏水資源治理的控制權，不利地方水資源的治理。

(七)強化流域管理組織的功能（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署、農委會、各地方政府）

明訂流域管理委員會地下水管理職責，加強流域管理組織地下水管理權責；進一步流域管理組織可轉型爲水利公司，採用參與式管理，透過水資源利益相關人所組成的水利公司，讓水資源的利用皆與公司組織成員利害相關，以此創造水資源利用的最大價值。

(八)修改《水利法》

1. 修改第 12 條，將「農田」水利會修改水利會，賦予其新的角色；此外，修改第 19 條之一，刪除水量移用 3 年後水權的變更規定，使其樂於水量交易（主辦機關：經濟部；協辦機關：農委會）。
2. 修改第 22 條，使取得剩餘水量的人，並不一定取得水權，即水量與水權可分別交易，在水權仍可機會持有的保障下，可提高節約用水的誘因；增訂未按照申請水權量超用的罰則（主辦機關：經濟部）。
3. 修改《水利法》水權核發方式，改以申請用途做為核發水權依據，或是依申請使用水源用途或水質差異核發水權，或採差別取價核發，將水量與水質的管理合一（主辦機關：經濟部；協辦機關：環保署）。

(九)提升農業與工業的水資源管理法令

1. 修改《水利法》第 19 條，以容許或鼓勵水利會運用水資源（主辦機關：經濟部）。
2. 提升農業、工業水資源管理法令位階，取代現有的法令。訂定《農田水利法》將灌區內外事業統籌管理與訂定《工業用水法》賦予主管機關更高的水資源管理權責（主辦機關：經濟部、農委會）。
3. 統一農業水資源管理，《農業用水調度使用協調作業要點》變更附屬在《農業發展條例》之內（主辦機關：農委會）。
4. 修改《農田水利會組織通則》第 10 條，賦予水利會多角化經營的法條，特別是在水資源的經營管理上、賦予更靈活的操作空間（主辦機關：農委會）。

我國地下水資源政策之研究

參考書目

(一) 中文

- 行政院環保署，2013。「民國 101 年環境水質監測年報（102 年 6 月修訂）」。
- 沈世宏，2011。「打造環境永續的綠色台灣：環境資源部未來展望」。『研考雙週刊』，第 35 卷第 2 期。
- 林怡君、習良孝、蔡昀達、潘時正、劉志忠、王聖瑋、陶方策與潘樹德，2013。「101 年全國地下水監測井管理規劃及維護計畫」。環保署補助研究計畫。EPA-101-GA12-03-A167。中興工程顧問有限公司。
- 能邦科技顧問股份有限公司，2005。「地下水資源綱領計畫」。經濟部水利署補助研究計畫。MOEAWRA0940230。能邦科技顧問股份有限公司。
- 財團法人農業工程研究中心，2012。「101 至 103 年度地下水水質檢測分析與評估」。經濟部水利署補助研究計畫。MOWAWRA1010056。財團法人農業工程研究中心。
- 張瀨文，2012。「東拼西湊部會改組四大亂象現形」，『今周刊』。12 月。101-105。
- 單信瑜，2005。「台灣地下水資源使用與水質現況」。
(http://www.cv.nctu.edu.tw/chinese/teacher/Ppt-pdf/teacher13_shan/gwater_doc.pdf)
- 黃宗煌、劉奇佳與周嫦娥，2005。「可用水量不確定下之水權配置制度的比較利益分析」。農業經濟半年刊，77 期，133-169。
- 經濟部水利署，2009。「臺灣北部區域水資源經理基本計畫」。中興工程顧問有限公司，2009。「臺灣地區水資源需求潛勢評

我國地下水資源政策之研究

- 估及經理策略檢討」。經濟部水利署補助研究計畫。MOEAWRA0980100。中興工程顧問有限公司。
- 經濟部水利署，2011。「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」。
- 經濟部水利署，2012a。「臺灣地區地下水觀測網整體計畫精要成果彙編（81-100年）」。
- 經濟部水利署，2012b。「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫（98年～103年度）（一百零一年核定本）」。
- 經濟部水資源統一規劃委員會，1992。「台灣地區地下水資源」。
- 虞國興、劉世翔、仇士愷、黃渾峰、徐幸瑜、林真伊、鄭乃健、廖庭宇、黃得勝、蔡易廷與俞仲豪，2010。「自來水事業永續經營之水價策略規劃研究（1/2）」。經濟部水利署補助研究計畫。MOEAWRA0990428。淡江大學。
- 虞國興、劉世翔、仇士愷、黃渾峰、徐幸瑜、林真伊、鄭乃健、廖庭宇、黃得勝、蔡易廷與張世樺，2012。「自來水事業永續經營之水價策略規劃研究（2/2）」。經濟部水利署補助研究計畫。MOEAWRA1010228。淡江大學。
- 農業委員會，2012。「雲彰黃金廊道農業新方案」（簡報）。
- 達雲科技有限公司，2013。101年度多元化監測及整合技術應用於臺北、彰化及雲林地區地層下陷監測。MOEAWRA1010057。經濟部水利署委託計畫。達雲科技有限公司。
- 蔡昫達、潘時正、劉志忠、林怡君、蕭家寧、張大偉與王聖璋，2012。「100年全國地下水監測井管理規劃及維護計畫」。環保署補助研究計畫。EPA-100-G102-02-A086。中興工程顧問有限公司。
- 鄧家基，2012。「環境資源部的定位與戰略架構」，3-19。刊於林志森編，『對環境資源部的期望』。臺北市：財團法人中技社。

- 環境省，2012。「平成 23 年度全國地層下陷地域概況」。
- 環境省與水・大氣環境局，2012。「平成 23 年度全國地層下陷地域概況」。
- 環境資源部籌備小組，2013。「環境資源部暨所屬機關組織法草案 部 分 條 文 調 整 說 明 」（<http://npl.ly.gov.tw/do/www/FileViewer?id=3521>）。
- 闕雅文，2005。「澳洲水資源管理制度之變革與農業用水之交易規範」。取自行政院農業委員會網站（<http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=8307&print=1>）。
- 譚義績，2008。「地下水觀測網執行成效及發展規劃」。經濟部水利署水文技術組補助研究計畫。MOEAWRA0970011。國立臺灣大學。

（二）報章評論

- 王昭月，2012。「大樹抽取伏流水 民眾反對到底」。『聯合報』。8 月 3 日，B1 版。
- 王瑞堂，2010。「雲林 規劃太陽光電區」。『經濟日報』。6 月 7 日，C8 版。
- 田兆緯，2012。「抓住伏流水 大安、大甲溪 設截水設施」。『聯合報』。3 月 20 日，B2 版。
- 朱婉寧，2011。「地層下陷 10 年內高鐵恐變慢鐵」。『聯合報』。3 月 15 日，A7 版。
- 吳淑君，2011。「每噸 9 元 工業用水 宜蘭擬課特別稅」。『聯合報』。8 月 26 日，B1 版。
- 李錚銅，2010。「農民：封井？我餓死啊！」。『聯合報』。4 月 2 日，A5 版。

我國地下水資源政策之研究

- 李錫堤，2011。「未旱綢繆 興建永續水庫」。『聯合報』。5月12日，A17版。
- 沈明川與蔡佩芳，2010。「水利署：縣府取締不力 井該封」。『聯合晚報』。4月2日，A12版。
- 周麗蘭，2010。「加害者.....農民一肚子苦水 分配怪 休耕賣水 給六輕」。『中國時報』。9月11日，A8版。
- 林宜蓁，2010。「成大水工試驗所：水利發展，極需解決地層下陷問題」。『工商時報』。11月17日，A5版。
- 林淑慧，2011。「雲林高鐵沿線 下月底封井」。『聯合報』。4月14日，A11版。
- 段鴻裕，2010。「蘇治芬態度強硬 提綠能計畫」。『聯合晚報』。4月2日，A12版。
- 段鴻裕與姜宜菁，2011。「高鐵下陷 議員反對封農用井」。『聯合報』。3月18日，B2版。
- 洪敬浚，2013。「建案猛抽地下水 中市設法收費」。『聯合報』。4月16日，B1版。
- 洪璧珍，2011。「不必建水庫！彰化成功截取伏流水」。『中國時報』。6月14日，C1版。
- 張炎銘，2011。「節約農業用水有必要」。『中國時報』。4月25日，A14版。
- 張炎銘，2013。「節水 農業成漏網之魚？」。『聯合報』。3月7日，A15版。
- 許玉君與段鴻裕，2010。「水利署令封千井 雲縣府嗆難配合」。『聯合報』。4月2日，A5版。
- 許素惠，2010。「封井救高鐵 議員批政策錯誤」。『中國時報』。6月27日，A15版。

- 許素惠與鐘武達，2011。「官方首度證實 地層下陷 高鐵撐不到10年」。『中國時報』。6月14日，A7版。
- 許錦文，2010。「地層下陷 國土規劃不及格」。『聯合報』。4月9日，A27版。
- 陳文星，2012。「地下水補注工程 農民反彈剷作物」。『聯合報』。4月24日，B1版。
- 陳世宗，2013。「押地下水收費？胡志強退回」。『中國時報』。9月17日。
- 陳信利，2011。「高鐵下陷元兇 雲縣指水公司」。『聯合報』。3月16日，B1版。
- 陳信利、蔡維斌與李鋅銅，2010。「封井沒配套 雲縣砲轟」。『聯合報』。4月3日，A10版。
- 陳泰安，2010。「解決地層下陷 先要水源公平」。『工商時報』。4月12日，A4版。
- 陳隆政，2011。「查緝違法，追求公義～談嚴重下陷區違法水井處置策略」。100年度地層下陷防治工作業管人員實務說明暨座談會
(<http://www2.water.tku.edu.tw/Sub91/inquiry/QueryIndustry.aspx>)。A25版。
- 溫志超，2010。「地層下陷 別再迴避」。『中國時報』。9月9日，
經濟日報，2011。「點水成金 永絕水荒」。『經濟日報』（社論）。
5月13日，A2版。
- 虞國興，2011。「藏水於農 不怕缺水」。『中國時報』。5月6日，
A18版。
- 廖宗盛，2010。「多元化節水政策 遠離水荒之苦」。『經濟日報』。
5月28日，D2版。

我國地下水資源政策之研究

- 劉昌文，2011。「救高鐵也要救農業」。『工商時報』。8月3日，C4版。
- 劉開元，2010。「砸 200 億 解決南部缺水…」。『聯合晚報』。4月5日，A6版。
- 歐陽嶠暉，2011。「用再生水改善地層下陷」。『中國時報』。6月21日，C1版。
- 蔡俊鏡，2011。「加速建水庫 延高鐵壽命」。『聯合報』。6月19日，A15版。
- 鄭朝陽，2011。「澆花、洗馬路 汗水也是資源」。『聯合報』。6月21日，AA3版。
- 鄭閔聲，2011。「監委調查報告：國光石化高耗水 加速彰雲下陷」。『中國時報』。4月7日，A3版。
- 聯合報，2011a。「地層下陷 十年內高鐵恐成慢鐵」。『聯合報』(社論)。4月3日，A2版。
- 聯合報，2011b。「高鐵存續是西南海岸平原的健康指標」。『聯合報』(社論)。6月21日，A2版。
- 薛孟杰，2010。「環署建議 以海水淡化取水」。『中國時報』。8月14日，A4版。
- 蘇秀慧，2011。「改善地層下陷 將訂荷重遊戲規則」。『經濟日報』。5月17日，A4版。

(三) 日文

- 國土交通省，2013。「平成 25 年版日本の水資源について」
(http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_fr2_000004.html)。

(四) 英文

- California Department of Water Resources (DWR), 2003. *California's Groundwater - Bulletin 118*. California: Department of Water Resources.
- California Department of Water Resources (DWR), 2009a. "Conjunctive Management and Groundwater Storage," in *California Department of Water Resources, California Water Plan Update 2009* (CA: Department of Water Resources). 10-11.
- California Department of Water Resources (DWR), 2009b. "Groundwater and Aquifer Remediation," in *California Department of Water Resources, California Water Plan Update 2009* (CA: Department of Water Resources). 9-10.
- California Legislative Analyst's Office, 2011. "Improving Management of the State's Groundwater Resources." (<http://www.lao.ca.gov/laoapp/pubdetails.aspx?id=2242>)
- Cap-Net, 2010. "Groundwater management in IWRM." (<http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/Cap-Net%20Groundwater%20%28web%20res%29.pdf>)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2011. <http://www.fao.org/wairdocs/LRI/x5499e03.htm>.
- GHD, Hamsted Consulting and Vanessa O'Keefe (2011). A framework for managing and developing groundwater trading.
- Hellegers, Petra and Ekko Van Ierland, 2003. "Policy instruments for groundwater management in the Netherlands," *Environmental and Resource Economics*. 26.(1): 163-172.
- Hellegers, Petra and Ekko Van Ierland, 2011. "Policy instruments for ground water allocation in Dutch agriculture," *Journal of Contemporary Water Research and Education*. 121 (1): 58-63.

- Huisman, P. and W. Cramer, 1998. *Water in the Netherlands*. Utrecht: Netherlands Hydrological Society.
- Jørgensen, Lisbeth Flindt and Stockmarr Jens, 2009. “Groundwater monitoring in Denmark: characteristics, perspectives and comparison with other countries, 2009,” *Hydrogeology Journal*. 17 (4): 827-842.
- Metropolitan Water District of Southern California (MWDSC), 2010. “Integrated Water Resource Plan- 2010 Update, Report No. 1373.” (<http://www.mwdh2o.com/mwdh2o/pages/yourwater/irp/IRP2010Report.pdf>)
- National Water Commission (2012). *Groundwater Essentials*.
- National Water Commission (2013). *Australian water markets report 2011-12*.
- National Water Commission. (2011). *Water Markets in Australia: A short history*.
- Pallenbarg, N.P. 1997. “Groundwater management in the Netherlands: Background and Legislation,” in Schrevel, A., *Groundwater management: Sharing responsibility for an open access resource - Proceedings of the First Wageningen Water Workshop, 13-15 October 1997*. Wageningen, Netherlands: ILRI. 137-149.
- Rejwa, Ariel, 2011. “The State of Israel: National Water Efficiency Report,” Planning Department of the Israeli Water Authority.
- Stockmarr, Jens and Richard Thomsen, 2006. “Water supply in Denmark.” (http://www.geus.dk/program-areas/water/denmark/vandforsyning_artikel.pdf)
- Zaide, Miki, 2012. “Long-Term Master Plan for the National Water Sector,” Planning Division of Water Authority, State of Israel.

附錄一 深入訪談記錄-張良正教授

- 一、訪談對象：張良正教授（國立交通大學土木工程學系）
- 二、時間：102 年 07 月 02 日（星期二）下午 16:00 至 17:30
- 三、地點：交通大學 301 會議室
- 四、紀錄：洪嘉琳
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、游景雲助理教授、洪嘉琳研究助理
- 六、訪談摘要

（一）政策

《新世紀水資源政策綱領》於地下水相關篇幅極少，政府侷限在過去「天然供給 40 億噸、抽取 50 億噸」的數據，因此只強調「降低地下水抽取的強度」，缺乏地下水管理。然而事實上，該數據已完全不符現況，雖然仍有少數地區持續超抽，但也有部分過去超抽地區有大幅改善，因此不該繼續沿用該數據做為政策指導方向，應就各個地區不同的地下水情況，制定相對應的地下水管理政策。

（二）法令

1. 《水利法》著重規範地表水，基本上在地下水、地層下陷的法條部分初步完備，主要缺乏母法之下執行的法條根據，有母法卻沒有施行法條，導致窒礙難行。應考慮增訂水利法之下的施行細則，使地方機關可以有法條依循。
2. 《溫泉法》中採用沖積層地下水量之評估方式作為溫泉水量的評估，並不符合溫泉多為岩屑層或岩層裂隙中流出的

事實，採用沖積平原方式衡量在評估上會有偏誤，應給予修正。

(三) 組織

1. 就政府組織而言，農田水利會有整併之必要。農田水利會擁有過多的水權，並掌握大部分農地地下水量資料，農田水利會向農委會彙報水量多寡卻缺乏實質的審查機制；以水利法作為法源，該會利用「補償」節水措施所增加之支出的名義，讓渡水源給有需求的單位，此種作法於缺水時期為正常而必要之調水措施，惟部份水利會此種作法已成經常性業務，並不符合水權原有之精神。目前農田水利會會長由民選產生，應考慮官派會長，使政策可以確實執行實踐。
2. 或者考慮將農田水利會、水利署、自來水公司整併為統一運作的機構，三者合併於環資部內，如此則可以改善農田水利會一邊向自來水公司賣水、一邊向水利署提出缺水申請，而水利署因應農田水利會需水進行投資建設的「假需求」，解決水資源的調配問題。

(四) 其他

1. 建構地下水監測系統
 - (1) 現今的地下水觀測網只監測地下水水位，而無法得知地下水的進出水量。地下水補注量至今還沒有一套廣泛可信的方法可以評估，可考慮建立地下水入滲補注之觀測系統。而地下水抽水量則應該制定法律使利用該水權者自提資料，再由管理機關查核，並且制定獨立的法條公開地下水資訊。
 - (2) 由此，建構完整的地下水監測與營運系統，搭配完整的實行細則，則可以使地方政府有明確的根據，知道

該區可以核發多少水權，地方政府即可按表操課管理當地地下水。

2. 水權費與水權交易

若徵收水權費，可以使資源有更合理的使用，但必須搭配水費的調整，若不考慮調漲水費除了會導致自來水公司的虧損外，各種提高水資源利用效率的方案如節水、再生水、雨水儲留等將難以普遍推廣。若考慮推行水權交易，則必須修改水利法，並且必須搭配完整的地下水監測系統，公開地下水資訊。

3. 水資源分配

由於全台各地水文情勢時空分佈及用水情況不一，而且台灣地區多年來在水源及自來水設施上已有相當基礎，未來應該加強由水量豐沛的地區供應水量不足的地區，以全台灣地表地下水聯合營運的概念，跨區互相支援。

4. 人工湖補注

人工湖的補注必須經由淺層非限制含水層，因此其對水位的影響範圍僅在其附近周遭，因此欲從沖積扇上游補注而減緩沖積扇下游限制含水層超抽的負面影響並不實際。且相對於整個沖積平原，如濁水溪或是屏東平原而言，單一人工湖不論規模再大，仍僅是一個有限的區域。

5. 安全出水量

以往曾以平原之天然入滲量作為安全出水量，惟地表地下水會互動，平原之入滲量在自然狀態下將有一部份從河川滲出，若將平原天然入滲量全部使用，原本要在枯水期入滲河川、涵養河川生態系的水源將會因此被剝奪，嚴重影響生態，因此安全出水量之評估需地表地下水一起考量。

6. 流域聯合經營管理

我國地下水資源政策之研究

地下水的分布與河川沖積扇密不可分，利用流域作為地下水的分區依據遠比縣市分區更適合，應考慮流域整體的地表水、地下水聯合管理。

附錄二 深入訪談記錄-許少華教授

一、訪談對象：許少華教授（逢甲大學水利工程與資源保育學系）

二、時間：102年07月04日下午17:30至19:00

三、地點：新店捷運站伯朗咖啡館

四、紀錄：洪嘉琳

五、訪談人員：洪志銘助研究員、洪嘉琳研究助理

六、訪談摘要

（一）政策法令與執行

1. 地下水超抽議題往往發生在高度開發的國家，事實上是一種「文明病」。由於現在地下水觀測系統不夠完備，無法確切掌握各個水井的抽水量，因此即便有法律存在也無法做適當的管理。若無法取得水井汲水的資料，或者建置更密集的觀測水井，則應該傾向修改法律，使法律可以運作。
2. 政府應制定法條，由營建署做為主管機構，要求中小企業以及科學園區在建廠時保留綠地以作為雨水補注區，既可補充地下水，又可達到環境美化以及防洪的效果。都市內的建案也可利用法律規範要求或者獎勵機制，要求建商採用筏式基礎，在都市區內保留儲水空間。相對於建設人工湖這樣不可逆的大系統補注，地區性的地下水補注更具效果。
3. 相對於農戶挖淺井抽水灌溉，自來水公司與農田水利會是三大主要挖深井的抽水機構。政府應該考慮先從此三大機構著手，在進一步推向開挖中型水井的中小企業，最後再針對個別農戶。

(二) 組織架構

1. 成立環資部整併環保署與水利署，並將水質與水量劃分在統一單位負責，由於水質好壞將會影響可用水量的多寡，水質與水量之間的關係密不可分，因此將水量與水質一併考慮相當實際，但於環保署與水利署的整併則需要時間去磨合。另外，政府機關普遍只關注自己部會負責的事物，權責區分不夠清楚的部分則常有踢皮球的情況，應考慮加強各部會之間的橫向聯繫。
2. 農田水利會應站在農民角度保障灌溉水源之水質與水量，節約灌溉用水後的農業水權若出售給工業用水等其他用水需求者，則須另立法予以規範以符合公平正義原則。農田水利會必須以保障農民權益為優先，可適當開放水權交易合法化，進行具有效率的合法水權交易，並將水權交易之所得部分繳交國庫。

(三) 其他

1. 水資源管理
 - (1) 水資源策略仍須因應各地水資源環境不同而南北有別，考量個別區域特性以及確保國土與生態的合理使用，審視政策是否恰當。
 - (2) 安全出水量的決定須以「永續開發」為核心，以過去未地層下陷的歷史水位做為基準，搭配各研究機構共同討論之參數，決定各地區有別的安全出水量。
2. 流域聯合經營管理

地表水與地下水流域不完全相同，但十分相近。應用流域聯合經營管理於地表、地下水互補，地表水流量大，著重於儲水與補充地下水源；主要原則：「保育為主，使用為輔」，豐水期使用地表水、涵養地下水，枯水期則使用地下水。流域聯合經營管理須配合治水機構的整併，自來水公司由水利署

管轄，使國家利益與個別利益重合。

3. 水權交易

推動水權交易須搭配自來水水價的調漲，水價調漲使民眾與企業有儲水的誘因。

我國地下水資源政策之研究

附錄三 深入訪談記錄-丁澈士教授

- 一、訪談對象：丁澈士教授（國立屏東科技大學土木工程系）
- 二、時間：102年07月09日（星期二）上午10:30至下午14:30
- 三、地點：高雄-屏東
- 四、紀錄：洪嘉琳
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、游景雲助理教授、洪嘉琳研究助理
- 六、訪談摘要

本次深入訪談對象為屏東科技大學土木工程系丁澈士教授，並參訪（一）至（五）之景點。

（一）高屏大湖試驗場

位於高屏溪上游的高屏大湖試驗場，作為引水模擬之用，主要由粗粒料粗礫石構成，地下水位高（約地面下三公尺）。模擬從荖濃溪引水，由於試驗場地下水位高以及粗粒料的特性，水引入後會立即擴散湖區四週，儲水效果極差，不適合做為蓄水人工湖。

（二）砂石盜採區

因為農地管理遠比河川砂石管理寬鬆，盜採砂石業者遂向農地持有者租借農地，卻下挖農地、盜採砂石，導致農地下凹；八八水災後砂石供應量大且採集簡單，遂少有類似情事，下凹的農地也大多回填，但仍可見到類似峽谷的下凹農地。砂石盜採區因傾倒不明廢棄物，恐會造成土地以及地下水污染，與地下水資源減損；若於地下水位較高處盜採砂石，則可能因地下水滲出而形成湖泊。

(三) 二峰圳集水廊道

1. 位於屏東的二峰圳共由 4 大部分組成，包含取水工、引水工、分水工和灌溉渠道。其中取水工又由 4 部分組成，包含地下堰堤（又稱集水廊道）、方形進水塔（又稱人孔）、拱形隧道和半圓形集水暗渠。二峰圳集水廊道，擷取伏流溪水，雨後混濁的溪水經過天然河床砂礫過濾，有如利用濾水器過濾，純淨無垢又保有豐富的礦物質。
2. 二峰圳的集水廊道之重要價值在於它的成本低、構造簡單、利用地形高差之重力引水又不需人工常態維護。而且相對位於水面上會影響水流的攔河堰，位於水面下的集水廊道不會影響水流，因此對河川生態影響相對輕微。採用此工法則於枯水期、豐水期都可以利用地下水。

(四) 高屏溪攔河堰管理中心與竹寮取水站

位於高雄市大樹區的高屏溪攔河堰，以活動充氣式橡皮壩設置排砂道、活動堰控制調節水位，攔河堰中河水明顯混濁，遠不及二峰圳集水廊道如清水清澈。

(五) 其他

1. 地下水補注

- (1) 在河川上游地帶，可由政府或環保團體購入土地，以土地信託或濕地銀行的概念經營管理，相互串聯做為人工地下水補注的場址以及水質水量保護區。補注的地下水將會流到下游，除了提供豐富的地下水對水質要求較高的養殖漁業就可以直接利用而不造成地下水超抽，若搭配對養殖業者課稅，與養殖對象的變更（如改為養鰲），可使達到資源有效利用與養殖戶雙贏的結果。
- (2) 台灣西南沿海一帶都適合進行地下水補注。於扇頂進行補注，補注後水就會流向下游地區，下游務必須抽

水，否則將形成地表逕流、沼澤更甚是湧泉。要達到良好的地下水補注效果須搭配較低的地下水位以及透水性良好的土層，當扇頂補水，則水流將會按照地勢高低，從高到低流向下游。

- (3) 利用位於當地的地下水人工補注試驗場模擬可知，若垂直滲透性高則水流將會垂直補注、若垂直滲透性差則將側向補注，高屏一帶的雨量大多不會超過地下水蓄存的負荷量，降雨後水將會持續下滲，達到地下水補注的效果。

2. 九曲堂伏流水集水暗渠（又稱輻射井）

輻射井是在水井下匯集多條水管，輻射式吸收淺層河床下之伏流水資源。輻射井具有：不影響河川流道、通水斷面大、減少成本以及現地過濾淨化處理方便的優勢。一口輻射井單日就能提供數萬噸水量，且造價較低廉，卻有更長的使用年限。英國沿用輻射井概念約近百年，至今仍然保持良好的效果。

3. 水庫問題

地震頻繁，地質破碎及坡陡流急，土石流多之台灣地理環境，事實上並不適合興建水庫，水庫概念的引進源自美國，始於中美合作時期。水庫不利於河川生態環境發展，且有潰壩風險、建造費用高昂、降雨時水源易混濁和水庫淤泥太厚而失去蓄水功能的問題。

4. 地面、地下水聯合經營管理

- (1) 地面水與地下水本是同一水源，地下水是地面水的延伸，抽取地面水事實上就是抽取地下水。因此地面水地下水聯合經營有其必要，降雨後地面水混濁則可抽取仍保持乾淨的地下水。

(2) 另外，由於豐水期地面水濁度過高、無法利用，而地下水則於豐水期之此時且飽和又乾淨，因此豐水期應以使用地下水為主、地面水為輔，枯水期則以使用地面水或水庫已沈澱之儲水為主，地下水則留待保育。

5. 安全出水量

安全出水量是 1960 年代的舊觀念，現今的新觀念是「永續出水量」，考慮世代正義，使未來仍有持續可用的水資源。

6. 地下水分區

由於地下水分區會依據用水情況或地質情況而改變，因此沿用現今的九大分區，利用不更動的地理環境去劃分會變化的地下水域，較為合適。另外，地下水位等高線也會因為抽水的多寡而變化。

7. 養殖漁業

政府為了避免養殖漁業持續超抽地下水，興建水庫提供使用，但由於水庫水質混濁無法達到養殖漁業的要求；因此即便有水庫存在，養殖業者仍然會選擇抽取較為乾淨的地下水，如何利用洪水在扇頂區分洪補注地下水，可增源且下游沿海地層下陷也可減洪。

8. 地層下陷

地層下陷的肇因來自於深達一百到兩百公尺的民生用井，而非多半為了便宜行事只打淺井的農業用井，由於地層結構互通，所以重點應放在扇頂補水。

9. 水權交易與水價

提高水價有其必要，提高才能使水資源的價值反映在各標的用水之價格上，而不被濫用。

10. 離島地區

澎湖群島由玄武石構成，興建水庫則滲透多，而七美鄉因為

民生廢水排放造成優養化，澎湖地區之水庫其滲漏高，滲入地層形成地下水補注，其補注後之水源水質高，在水庫周邊之地下抽水井抽取水庫滲漏水，即是地面水地下水聯合運用之體現。金門水庫同樣優養化嚴重，與澎湖類似，可考慮地面、地下水聯合管理應用，又因金門天然地下水補注不足，應實施人工補注，再利用地下水。

11. 高屏現況

高雄淹水主因來自市區內排水不及，應考慮上游保水，中游滯洪補注，下游蓄水或與水共生。另可選在愛河兩岸保留綠地，將暴雨導致過多的河水引至綠地地下調節池，於雨停後則會再抽揚至河道，排到海裡。

我國地下水資源政策之研究

附錄四 深入訪談記錄-林財富教授

- 一、訪談對象：林財富教授（國立成功大學環境工程學系）
- 二、時間：102年07月17日（星期三）下午14:00至15:00
- 三、地點：國立成功大學環境工程學系
- 四、紀錄：洪嘉琳
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師
- 六、訪談摘要

（一）組織與管理

1. 原先不同部會管理的自來水、飲用水，在環資部成立後應進行整併；並以水的「用途」作為管理的分類，不同用途的水資源應有不同的管理標準。
2. 仿效國外管理模式，水資源管理應將水質與水量一併考慮，並以流域管理方式。
3. 現有地下水污染之管制僅考慮小範圍、小區域，即多以場址作為範圍；大範圍、大尺度的區域性地下水污染問題，牽涉到跨部會，建議後續積極納入監測與管理。

（二）組織改造

1. 現行水資源工程多半只考量水量充足，常不考慮水質問題（如國外許多新建水庫、人工湖，未預先考慮藻類問題）。若水庫出現藻華，淨化處理將使成本提高，供水品質也受影響。我國與國際許多國家類似，水資源管理部分在水量、水質間的整合仍不足；以地下水為例，水利部門關切「水量」、環境部門關切水質，此歧異應儘速整合。

2. 台灣地下水井觀測主要分成兩類：水利網監測井多為深水井、大範圍進行監測；環保署則為小範圍(如場址性)、表層淺井。後續兩者間之資訊交換、資料互補，建議加強。

(三) 農田水利會

先前環保署依據土壤及地下水污染整治法「潛在污染責任人」的規定，針對桃園及彰化農田水利會，要求負擔一半的污染農地的整治責任，未來農田水利會針對污染問題應該會更為重視。執行面而言，建議農田水利會應能夠掌握各地區污染源的種類、總量，以及對污染物之性質更了解，以利於評估灌排渠道水質，以及了解污染潛勢，由以往水量之管理提升到質與量俱重的管理模式。

(四) 各區現況與建議

1. 本國翡翠水庫水質、水量都已有保護規範，相對而言，在水資源缺乏的中南部，例如高雄地區，水量豐沛但卻因為水質不良或不穩定，而缺乏足夠的公共用水。例如高屏溪因為地質條件與天災造成濁度過高，東港溪則因水質污染較嚴重。類似的成因造成南部地區面臨兩大重要問題：豐水期濁度過高而缺水、枯水期污染影響而水質差。
2. 中南部利用地下水來補足用水缺口，卻也面臨問題：台南地區靠海地下水含砷、靠山地帶有泥岩，水質或水量上各有其缺失；高雄用水口較大，但是地下水供給量亦有限；相對而言，屏東則地下水豐富，但居民較少，缺口較小。
3. 長期而言，水源調度可以解決南部地區用水缺口問題。若可以清楚了解各區供給水量、地下水補注及安全取水量、以及水回收，配合適當的地下水補注及水源調度，應可改善南部用水缺口的情況。

4. 少數地區居民因經費考量(接自來水管必須全額或者部分付費)，而選擇直接打井抽取地下水使用，相對於地下水而言，自來水水質風險性比較容易掌握。

(五) 地下水補注

地下水補注前期研究作業不夠完整，建議應進行深入的研究，之後可考慮地下水補注的問題。國外在豐水期時將水補注到地下，當需要用水時再抽取地下水，是台灣可以嘗試努力的方向。

(六) 地下水質水量保護區

目前仍未劃設地下水水質水量保護區，目前已經開始討論但仍需相關研究搭配，了解水區特性，才能有效劃定。

(七) 水費與水權費

目前我國工業及民生用水水費與其他國家相比，屬於偏低的，造成基礎建設改善困難。此部分建議考量適度調整。

我國地下水資源政策之研究

附錄五 深入訪談記錄-蔡鴻德執行秘書

一、訪談對象：蔡鴻德執行秘書（行政院環保署土壤及地下水污染整治基金管理會）

二、時間：102年07月19日（星期五）下午14:00至15:30

三、地點：土壤及地下水污染整治基金管理委員會

四、紀錄：洪嘉琳

五、訪談人員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、洪嘉琳研究助理

六、訪談摘要

（一）管理現況與建議

1. 組織與法令

- (1) 在土壤及地下水污染整治基金管理會(以下簡稱土基會)成立前，地下水水質相關業務歸屬於水管處，後來土基會成立後便改屬土基會。
- (2) 地下水水質管理的法源根據主要以地表地下作區分，地表以上由《水污染防治法》管理、地表以下則由《土壤及地下水污染整治法》負責。飲用水區分為自來水與瓶裝水，上市販售之瓶裝水歸屬衛生福利部管理，自來水則由環保署依「飲用水管理條例」管理，其下又有飲用水水源水質標準負責管理自來水水源水質，若水源不佳則須尋找替代水源。
- (3) 自來水管理主要區分為水量、水質與水利用三類，水量、水質以及水利用務須合併討論，過去的錯誤觀念認為握有水權最為重要，先考慮水利用，才進一步去

考慮水量以及水質，但正確的觀念應該是先考慮有多少水量、辨別水質優劣，最後才考慮水資源的利用。

2. 組織改造

(1) 環保署與水利署未來合併於環資部內，應於環資部內成立平台，並由環資部常次或政次負責協調討論，使原分屬環保署、水利署的成員更能夠溝通協調。

(2) 組織改造前各部會各有權責，成立環資部的一大重點是將水、土、林整併於一個部會，比過去各部會各負權責，更容易協調整合。

3. 環保署與水利署聯合稽查

修法可使兩署聯合稽查，另外水利署可仿效環保署做法，進行水權稽查。

4. 地表水管理

未來成立環資部「水及流域司」，以河川流域作整體規劃，將水質水量及水資源的利用一併考慮，由當地政府與民眾進行討論，較現今劃分方式更容易執行。

5. 灌溉水源管理

首先應該要求灌溉水達到灌溉水質標準，而區域排水搭排的問題，可以先要求重金屬的排水符合灌溉用水質標準，或以附掛專管的方式排到區外，最終目標是達成灌排分離。

6. 資料庫

水量與水質各有資料庫，現在已著手進行資料庫整合，避免重複監測，這也是成立環資部的潛在好處。

(二) 污染現況與建議

1. 土壤及地下水污染

- (1) 土壤與地下水污染與地下水流動速度息息相關，地下水可能一年僅流動幾十公尺，因此地下水污染擴散範圍小，多是局部區域的污染。土壤地質也會影響污染擴散的速度，黏土顆粒較小，地下水流動速度慢、污染擴散速度也慢，而顆粒較大的礫石則流動速度較快，污染速度也快，先向下滲透再側向擴散。
- (2) 地下水污染大多透過土壤，污染大部分為淺層，但仍有少數深層。
- (3) 地下水污染偵測倚靠地球物理探測技術，例如透地雷達、薄膜探測技術及地電阻等方式，藉由信號改變決定監測井的位置，一旦發現污染立刻進行污染源的阻斷與圍阻，以防止污染擴散。

2. 扇頂管制

- (1) 目前區域監測井多以第一含水層的監測，來反應區域性地下水的現況，目前氨氮的污染超標約有三成，至於第二含水層的污染則發生在濁水溪沖積扇地區。
- (2) 地下水污染擴散範圍小，又打井多為淺井，除卻少數隨著打井將污染下接的「錯接」、影響深層地下水外，地下水污染多分布在地下水層第一層，第二層相對污染少。目前濁水溪沖積扇被發現有氨氮的污染，應輔導農民進行施肥的管理，或考慮直接於沖積扇扇頂保留隔離用的綠帶，確保扇頂水源不受污染。

3. 加強地下水管理

- (1) 目前已有五十五個鄉鎮市區發現砷的濃度偏高，為避免該地的地下水對民眾造成健康上的風險。因此建議該地區的民眾不要自行抽用地下水，儘量改用自來水。

- (2) 環保署會主動監控自來水公司供水水質，若水源水質有異常則會封閉該水源，以卻保民眾飲用水的安全。

4. 搭排污染問題

水利會發核發搭排許可，就應擔負管理搭排之責任，搭排水質應滿足灌溉用水標準；土污法加嚴後，如果未妥善管理，水利會可能會因造成農地污染而依潛在污染責任人遭到求償。

5. 私井與工廠井

- (1) 環保單位不主動檢測私設民井的水質，除非民眾考慮飲用需求自行送環保局檢驗。當發現污染源，土基會主動偵查污染源附近的民井是否遭受污染，若有則封井停用，以保護民眾的健康。
- (2) 工廠大多相當重視井水水質，環保單位不會主動要求檢驗工廠水井水質，但若發現水質有異，則會主動告知。
- (3) 台灣多群聚的小型工廠，一旦污染發生，偵查蒐證非常困難。目前正在推行環境法醫的制度，並可透過科學方法檢測污染可能年分，進一步確定污染來源。

(三) 其他

1. 地下水整治

地下水整治成本所費不貲，而且地下水整治相當困難。譬如三氯乙烯、四氯乙烯做為清洗溶劑已使用多年，雖已禁用十年，但污染卻已造成而且追查污染源相當困難。

2. 水權

水權應該收歸國家所有，應設立專職管理水權的委員會，架構完善的水權交易市場，要水權就購買。

3. 水價

台灣地區缺水狀況嚴重，考慮提高水價及水污費方能節流。一旦提高水價及水污費，則工廠會考慮污水回收再利用，或者可考慮要求零排放，現今技術已可達到污水零排放，惟污水處理排放花費較高，現今廉價的水費及水污費缺乏誘因機制。

4. 水庫

由於水庫攔截水流，造成生態用水缺乏，因此為人所詬病。應關注於如何留水、儲水以及提供生態廊道，而非一味擋水。

5. 離島

金門地區水質優養化嚴重，只能考慮海水淡化或從其他地區引水。

我國地下水資源政策之研究

附錄六 深入訪談記錄-林鎮洋教授

一、訪談對象：林鎮洋教授（國立臺北科技大學木土與防災研究所）

二、時間：102年8月7日（星期三）上午 10:00 至中午 12:00

三、地點：國立臺北科技大學研發總中心

四、紀錄：蘇中正

五、訪談人員：洪志銘助研究員、游景雲助理教授、洪嘉琳研究助理

六、訪談摘要

（一）人工湖與水庫

1. 人工湖可視為地下水補注源頭，可增強地面水的聯合運用。
2. 水庫有三種：一是上游的森林水庫，二是中游的人工水庫，三是下游的地下水庫。若有辦法加強上游的森林水庫儲水功能，此為最佳水文治理方案，也就是在上游儘量拉長水的集流時間（time of concentration），把水儲藏起來，在上游拉長集流時間比在下游更好。也可採取海綿城市的概念，但此作法只適用流域末端。
3. 地下水庫是天然含水層，不應盲目開挖，決策者應了解地下水結構而不是以開發方式破壞之，以龍井為例，清朝時期該地區一鑿就有井，後來沒水了，才發現不是龍井被破壞，而是八卦山儲水系統已被破壞。

（二）地下水使用方式

我國地下水資源政策之研究

1. 地下水可以用，而且一定要用，不應僅視為救命水使用，平常就該在合理範圍內儘量使用之，不用太可惜。只要有把握，豐水期或枯水期都可使用地下水。
2. 談開源時不應只強調地表水，也應重視補注後的地下水運用。

(三) 地下水之治理政策

1. 水資源治理如果不結合資本財觀念(例：課徵地下水費)，就只能訴諸道德訴求。
2. 1990年代的德國漢堡環境廳就是類似流域管理局(單一管理機構)的概念，唯有單一的管理機構才有辦法追究其責任。

(四) 安全出水量

安全出水量是學界重視的觀念，它是一項可計算出來且國際間接受的用水標準，有其參考價值。

(五) 量水設備

裝設量水設備的政策一直推不起來，工程技術不是問題，決策者應採行政命令強制執行，適時搭配經濟工具，增加安裝誘因。

(六) 回收水再利用

雨水儲存與海綿城市等增加回收水再利用措施可減少自來水公司的供水壓力，在國外(例：德國漢堡)甚至是強制式措施，沒蓋雨水儲水槽得多交稅。

(七) 地下地面水聯合運用

地下地面水聯合運用的措施應符合簡單可操作之原則，個人認為應在安全出水量的前提下優先使用地下水，同時應減少地面水的水管滲漏問題。

(八) 水資源管理組織的建議

1. 除水權屬中央事務以外，用水資源管理與水質問題本為地方事務。在五都的部份因地下水系統與行政區邊界契合，這些縣市的水資源管理事權應交由地方縣市政府。
2. 水權管理應交由單一部會（水資源局）統一管理，執行面則由地方政府落實，此方式較容易操作，對現況衝擊也較小。

(九) 環資部可能面臨的困難

1. 目前尚無法確定環資部成立後水資源管理業務，難以決定是由水利單位或環保單位主導。
2. 在地面水的部份，為了避免環資部屆時因同時身兼開發單位與審核單位而使人有球員兼裁判的問題，且考量政府採購法規定設計、採購、發包應由不同單位負責，個人主張環資部未來應建立自我監督與內控機制的制度革新，以避免上述問題發生。

(十) 劃設地下水保護區之可行性

台灣地下水區面積不大，相較於地面水應較易劃設。

我國地下水資源政策之研究

附錄七 深入訪談記錄-盧至人教授

- 一、訪談對象：盧至人教授（中興大學環境工程學系）
- 二、時間：102年9月5日（星期四）上午 10:00 至中午 12:00
- 三、地點：環保署土基會會議室
- 四、紀錄：蘇中正
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、洪嘉琳研究助理
- 六、訪談摘要

（一）地下水抽用數據

國內很多水井並未申請水權，即使有水權也無法確定該水井實際抽取量是否有遵循水權證上核發的抽取量，因此應先建立基本的地下水抽用資料。

（二）污染防治政策

1. 土污基金會所設的大部份水井、或是經濟部工業局或國科會科學園區的地下水水井都得符合設井規範，此規定乃依據《土壤及地下水污染整治法》，該法要求目的事業主管機關管轄之科學園區或工業區必須按照設井規範設置地下水監測井。
2. 土污基金會設置後，在工業區下游設立預警井（偵測井），顯示污染防治政策已從防制污染發生後如何整治轉為預防。

（三）農民使用地下水的的原因

從農民用角度，若地面水有污染，農民勢必轉為使用污染

程度較低的地下水；且農民向農田水利會取水也需付費(以前)，因此降低其使用地面水的意願。

(四) 地下水污染

1. 農業污染與民生和工業污染同為河川污染源，但農業污染占比不大。過去台糖曾將養豬產生的排放污水用於澆灌甘蔗園，經長期觀測後發現澆灌水入滲後並未增加該區地下水水質的氮與磷，雖然如此，在其他地區確實有發現農地在檢測後發現其地下水因使用已處理的廢水澆灌而有硝酸鹽偏高的情形。
2. 目前地下水的主要污染來源仍以工業為主，但農業使用肥料產生的硫酸鹽與硝酸鹽污染仍須設法整治，但此類污染一般界定為非點源污染或面狀污染，不似工業污染之點源污染類型。因為是非點源污染，因此很難追究其責任歸屬。但也因為非點源污染很難界定責任，也因此不容易成為污染追究責任的對象，因為只要在污染區一抽樣就可測得有污染現象。因此非點源污染應重管理，而非處理（污染）。
3. 《土壤及地下水污染整治法》對於污染行為設有行政法罰則，還兼有刑法，因此具有嚇阻性，反觀水利法則宣示意義大於實質意義。

(五) 水質監測

1. 地下水滲透速度慢，第二、第三含水層可能受到地面水污染，因此自來水公司的水井也應該作水質監測，但不應花太多冤枉錢或太頻繁地進行監測，例：豐、枯水期各測一次即可，或是在颱風季節（豐水期）及農曆年間（枯水期）分別測一次。
2. 環保署與水利單位的監測并能統合則整體監測效果將非常顯著。

(六) 組織改造

組織改造後各單位的權責要界定明確，有賴英明的領導長官統合各部會。

(七) 水質水量保護區

1. 劃設水質水量保護區之目的在於使用水資源，透過設立保護區防止污染源進入集水區之補注口或取水口，可是自然界的地下水補注是隨時隨地在發生的，只要地表有水，或多或少，或快或慢，地表污染物都會滲透至地下水層。但自然界土壤在物理、化學和微生物作用下有很好的吸附與轉化作用，因此地表污染物透過此作用傳輸後，不全然會進入地下水層。
2. 目前主要的問題是不該有的開發行為正在進行中，除了少數個案，在水質水量保護區並沒有工業性污染。一般發現其污染源來自住家、旅館等民生污染源。

(八) 核發水權同時監測水質的可行性

1. 以合法的地下水使用者而言，對於其自有水井所抽出的地下水水質好壞，使用者只要對自己的用水目的負責就好。水質若有任何項目不符合，例：飲料生產商只要確定地下水經處理後符合飲料之食品安全標準即可，但地下水水質有其他水質疑慮時，廠商偏向自主處理，並無動機主動向政府申報，因為申報對廠商並無好處，申報後廠商還得另找水源。應由政府引用水源水質標準主動徹查地下水井的水質是否安全，而非要求廠商自主申報。灌溉水的情形也一樣，政府不能責成使用者通報水質，而必須由政府避免使用者取用有安全疑慮的水，而主動阻止農民取用，以雲林縣地下水污染為例：雲林縣監測後發現某地區地下水污染導致農民稻作死亡，因此劃設該區為地下水限制使用地區。

2. 供水單位（例：農田水利會）有義務在供水時主動告知標的用水的水質是否安全。目前地方水權是由地方政府核發，若能在核發水權的同時監測水質，這是一項好的措施，整合量與質的管理。

（九）安全出水量

安全出水量一定要算，由不同的工程師計算的安全出水量或許互有差異，主管機關必須決定採用何者數據作為合適的安全出水量，再搭配實際監測得到的水位作為調整依據。透過此機制以作中學的方式反覆驗證，以取得正確的安全出水量。

附錄八 深入訪談記錄-李允中科長

- 一、訪談對象：李允中科長（農委會農田水利處灌溉管理科）
- 二、時間：102 年 10 月 22 日（星期二）上午 10:00 至中午 12:00
- 三、地點：台北市中正區南海路 37 號農委會
- 四、紀錄：蘇中正
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、蘇中正
- 六、訪談摘要

（一）農業灌溉的地下水利用情形

1. 農田水利處有掌握農田水利會每年地下水抽用量資料，非農田水利會的其他農業地下水使用情形則以產業用水量推估地下水用量，推估依據包括栽種的作物、有無使用水利會地面水、降雨量等。
2. 水利署沒有登記非法水井其地下水使用量，但有些研究報告曾推估，例如彰雲地區地下水使用量，經建會有一個綜合各部會數據後的地下水量推估數據，農田水利處也使用經建會版本的推估數據。農田水利處掌握全省水利會地下水取用量。
3. 農田水利處一般取水量都是以流量計，但地下水考慮馬力、用電量、電費等資訊倒推地下水用水量，因為一般水利會並沒有統計水井用水量，只記錄抽水機開啟時間、馬力速、用了多少電費。
4. 彰雲地區農田水利會供應之地面水加上地下水的供應量根本不足以支持當地產業，因此供水不足的缺口合理推斷

其來源應來自農民私自抽用地下水。目前官方尚未納管這十萬口非法水井。

5. 彰化地面水充足，一年可兩期作，除了芳苑、二林等臨海地區收不到淡水的地區，彰化大部份地區很早就發展輸水系統，北岸用水無虞，因此可種二期作；但處於南岸的雲林縣發展較晚，只能分彰化剩餘的水量，西螺、二崙以南供水不足，無法兩期作，發展輪流用水的灌溉制度（例：三年一作），但自從地下水井成成本變便宜後（20米深者約為5萬元；80米以下為120~150萬，農民一般無法負擔），農民作業型態就改變了。有了水井後，原本三年一作改為一年兩作，相等於三年六作，增加了六倍收入，在此獲利誘因下很難用行政命令限制農民抽用地下水，應該用經濟因素（例：以同等收益補償農民不抽用地下水灌溉農作）的方式導正之。

（二）地下水利用的現階段管理作法與未來規劃

1. 一般而言，地面水供應充足的地區，農民會傾向使用地面水，而不抽取地下水，因為抽用地下水需要購置抽水機等成本支出，但在彰雲地區卻是例外。以雲林二崙地區為例，該地區種植蔬菜，但濁水溪溪水混濁，含黑色粉粒，用溪水灌溉會使細沙附著蔬菜葉面，導致賣相變差，去除細沙又必須用大量的水沖洗，因此該地即使地面水供應無虞，農民仍寧可抽取地下水。且濁水溪水含草種，草種隨著水流流入水稻田長成雜草，引入溪水只會使農民徒增除草成本；加上水利會因灌溉供水制度之故水圳有時通水，有時不通水，水不流動即發臭，導致農民不想使用，而無人使用的情形下水利會即不供水，形成惡性循環，想用水的農民只得轉而鑿井取水。
2. 追求最大利益的動機下，農民不會從事成本超出利益的耕作（例：鑿百萬元的水井），面臨缺水時，農民自我評估

後會選擇最符合利益的作法，例如改種旱作，或從事高經濟價值的溫室栽種等，這也是農委會推行的黃金廊道計畫的出發點。

3. 根據農委會資料，彰雲地區地下水應是可以有限度利用，因為這地區是很大的濁水溪沖積扇，地面水水量充足，所有地下水伏流水來源也都來自濁水溪扇頂。剖析彰雲地質構造，其含水層共分四層，第一層含水層－自由含水層的水位隨季節變化而起伏，在上游或下游截取的話應不會對環境造成影響。但若抽取第二含水層以下的受壓水，抽取後就會造成地層下陷。有鑑於此，農田水利處的建議作法是管控農民的地下水井深度，只抽用第一含水層，但也不能完全抽乾（水利署有在監控第一含水層水位），在安全限度內抽用第一含水層地下水，先取締深層水井，這是農委會與水利署協調後產生的共識作法。
4. 對於彰雲地區十萬口非法水井，經濟部水利署目前採取的是納管申報的方式，明年開始取締未納管申報的水井。水規所或工研院開鑿地下水監測井，蒐集水位資料，有這些資料就可以掌握有多少可使用地下水。
5. 農委會黃金廊道計畫採經濟誘導，規勸農民由水稻改種旱作，但農民對不熟悉的農作物有疑慮（例：如何產銷），因此農委會以契作產銷方式，找契作廠商收購農民改種的作物，使農民可預期改種作物的收益。針對不熟悉新作物耕種技術的農民，有代耕隊可協助農民從事育苗，插秧與收割等工作。
6. 在裡作期（第二期作結束到春季之間），農民一般種植蔬菜、玉米或綠肥作物，當初研擬黃金廊道計畫的替代旱作物時，考慮其耕作到收割期程約為 3~4 個月，若 1 月耕種，則 5 月收成期會碰上梅雨季，若是高樑，遇水發芽的話就無法釀酒。因此建議提前至 12 月種，隔年 4 月收割，

避開梅雨季節。但因為台灣天候條件與水量皆適合水稻栽種，改種旱作有其困難性，因此欲成功推行水稻改為旱作必須提供農民足夠誘因。

7. 旱作可減少水資源使用量，但因為旱作蓄水量少於水稻，因此改種旱作將減少對地下水之補注。為了達到蓄水功能，水稻土層以下 1.2 公尺處有淤泥構成的牛踏層（不透水層）。而入滲作用分垂直入滲與水平入滲，研究發現水平入滲比與垂直入滲約為 3:1，垂直入滲為 1，水平入滲為 3，因此水稻地下水主要以橫向流走，這與水利界稱水稻蓄水功能（地下水補注）有限一說的差異即沒有考慮橫向的水平入滲，這方面研究可參考兩年前彰化伏流水研究（台大甘老師）。
8. 依照甘老師之研究，有系統地將伏流水導向中科二林園區，如同新增水源，不影響既有水源，因此爭議較小，同時解決當地水資源問題；但同時亦需謹慎使用伏流水，因為截取伏流水可能會影響下游，加上目前對伏流水的理解不足，有可能發生上游截取而阻斷下游水脈而不自知的情形。另一方面，法律上對伏流水的定義也不明確。
9. 水利界一般認為農業用水比例偏高且用水效率不彰。農業用水比例偏高應為統計資料的迷思。依照統計目前農業用水占台灣用水總量的七成，應從農業用水型態來看，例如北基水利會從不關水門，因為不缺水，而且從陽明山流下的水質非常好，因此不需管理，因此其用水量高於其他水利會 1.5 倍。台灣東部諸多不缺水的地區（宜蘭、花蓮等）都採不管控水的方式，有多少水都盡量取用，另外其中有多少水真正被用於農業也不得而知。另外，為節省成本，農民都盡量不用抽水而採重力灌溉，依高程由上游一路往下游灌溉，直到出海口，但這部份水量是重覆被計算的，因此真正農業用水沒使用那麼多，而是統計的表達方式。但誠然農業用水也不該浪費。農業節水一定要針對缺水區

位，例如桃園地區一年需水量約 10 億噸，但石門水庫一年蓄容量僅約 2 億噸。另，嘉南地區用水量 6 億噸，但灌溉面積為 7~8 萬公頃，單位用水量已非常節省，嘉南水利會採非常精密的輪灌，一塊田分三塊精密灌溉，已達節水之極致，因此當地一旦面臨缺水乾旱，唯一節水途徑只有休耕（該區沒有地下水）。

10. 針對“減抽地下水、增供地面水”一點，以集集攔河堰為例，一年供應水利會 18.3 億噸水量，水利會在攔河堰完工前的取水量為 15 億噸，完工後可增加至 17 億噸，1 億噸供民生用途，3 千萬噸供六輕使用，水源都已分配完畢，無多餘供水，唯一可新增為農民的夜間不灌溉的水儲存於蓄水池，隔日由蓄水池發水給農民。因此從“開源”的供給面策略因種種限制（水庫不能蓋）已沒有突破空間。

（三）農業用的地下水在工業、民生用水調配中扮演的角色？

1. 從農業用水調配部份水量予其他用途的作法不是簡單加減的數學問題，必須考量時空限制（例：豐／枯水期、東部農業用水無法調給西部）。
2. 農業用水不像工業用水或民生用水每天都必須定量提供，只要在適當時機時提供適當水量，即可滿足農業用水，以水稻為例，即 4 月份的抽穗期，與 1 月份的插秧期，只要這兩階段滿足用水量，就可實現預期收成。
3. 在平常不缺水時期引入抗旱措施（灌溉管理、夜間儲水）可省下 50% 的農業用水量，這 50% 的節水量可透過調蓄設施供應中、科、四期。調查灌區灌溉作用與面積，透過 GIS 系統，可迅速掌握農民栽種的作物與耕作面積。但調配給中、科、四期後，渠道輸水量減少勢必影響下游農民，必須透過加壓或在中游設立調蓄設施，以輸水給下游農民。同時在水量減少的壓力下，輔導農民改種低需水量、高經濟價

值的作物（例：芭樂、葡萄），搭配補助，農民較有意願接受改種。

4. 調配水給其他用途一定要有調蓄設施，才能穩定供應。為確保農民權益，必須將灌溉區分得更仔細，當缺水到某程度，可停止供應某一百公頃灌區用水，使其休耕；若仍缺水，再停止供應一百公頃灌區用水，以此類推，不作全面停水，依是根據事先分好的區塊逐步調整供水。農民休耕的損失由調配的廠商負責，以實現使用者付費精神。
5. 農民從水井抽出地下水使用並不划算，因此不會動用地下水以作調配給民生或工業用途，而是以節餘的地面水調配。
6. 將水源調配權置於農方的目的有二：(1) 工業用水不應以要求農業用水調配為優先考慮策略，而是採以供定需的觀念，以工業所在地區的水資源供應量為限，決定其用水量；(2) 讓農業用水保有充裕的彈性，否則一旦發生乾旱，仍需調配水給民生與工業用時，農業只能採休耕一途。短期內由農方調配水予工業用水（例：中科四期），但長期仍需仰賴工業區根據水源計畫進行開發。
7. 調配水的分配機制：可依據水利署訂立的《農業用水調度使用協調作業要點》（屬行政命令層級），找水利會協商，調多少量與調動量的價格，調越多，單價越高。
8. 農委會站在保障農民的立場，不希望水利會犧牲農民權益，成為賣水的單位，以往都是水利會與廠商談好條件，即達成調配水，因此從去年十月訂了一套流程：嚴格審查水利會的調用計畫，確認其調用作法，發生乾旱時水利會如何補償農民損失的應變措施等。
9. 水源調配時必須先談好合理的用水量。談好合理的用水量後，農田水利會即可轉型為供水的角色。但是在目前水權量的協商機制下，農田水利會與水利署彼此沒有互信。農

田水利會目前沒看到誘因，只看到限制。目前法規只有限制（水利署要削減農田水利會的多餘水權），農田水利會不能轉型供水。必須有互信，再來談，把法制面的規則訂清楚。另外，應重新檢討事業合理的水權分配機制，分配公式應可獲普遍共識，空泛的水權量並無幫助，合理的水權量牽涉到後續的計價／計量。

10. 未來若成立水公司（多角化經營）才會用到事業水權的合理分配問題，現階段調動水其實不需牽涉水權，以現有機制就可調配農業用水，處理好公式、計價方式與農民權益即可調配，只有當水利會想運用水權作為資產配置時才會談到事業水權的合理分配。

（四）地下水量水設備（水表）的裝設可行性？

1. 不可行，水利會可掌控，因為《水利法》39 條規定，取水設備就需裝量水設備，農委會用電費與馬達等資訊倒推用水量，直接安裝量水設備成本不高，受限於水井數太多，且資料不一定準確。曾發文請各水利會依《水利法》39 條裝設水表，但成效不彰。目前僅新建水井有裝設水表，另外水利會有建置自動測報（自動流量計）。
2. 建議直接管控鑿井業者；《水利法》39 條規定必須裝設水表，但又沒有執行，也沒有罰則處罰之。在水井申報時請農民領水表的作法也可行。只要裝設水表對使用上無影響，價格不必承受，農民普遍可接受裝設水表。

（五）徵收水權費的可行性與影響？

不可行，容易泛政治化，最終演變成水利會部分費用由政府代繳。

（六）相關法令或組織是否需要調整，以利地下水永續利用？

1. 修法部份，建立水利署修《水利法》第 19-1 條（容許水利會調用水），農委會要修「農田水利會組織通則」第 10

條（賦予水利會多角化經營的法條）。建議不要削減水利會水權，核定後透過交易處理水利會多餘水量，但不要牽涉到水權移轉，建議水利署：擱置水權，務實處理水量問題。

2. 建議提升一些行政命令至法令層級，例：「農業用水調度使用協調作業要點」。
3. 成立農業部後考慮成立新的農業法（《農田水利法草案》），其中將包括農業用水的調度，也包括灌區外的管制，灌區外措施重點在農村再生與高產值、高科技農作。草案未考慮原住民的權益。

附錄九 深入訪談記錄-繆自昌組長

- 一、訪談對象：繆自昌組長（農委會漁業署養殖漁業組）
- 二、時間：102 年 10 月 24 日（星期四）上午 10:00 至中午 12:00
- 三、地點：台北市中正區潮州街 2 號漁業署 6 樓
- 四、紀錄：蘇中正
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、蘇中正
- 六、訪談摘要

（一）水產養殖特性與管理現況

1. 討論地下水問題必須同時考慮土地問題，如水利法第 2 條所述：「水為天然資源，屬於國家所有，不因人民取得土地所有權而受影響」，因此要取得地面水或地下水還是要取得水利主管機關許可才可以，土地與用水應綁在一起一併討論。
2. 談產業對地下水的利用，從水－土－生物三者之間的關連性角度，分析地下水議題，同時應考慮土地主管機關的觀點。
3. 養殖漁業要用到土和水，養殖的介面是水，水量、水質有很大關連性，而水量、水質又與所在土地取得水的容易度、潔淨度、鹽度等被視為很重要的因素。養殖魚有淡水與鹹水兩種，以台 17 線可作大分類，台 17 線以東是淡水養殖，以西偏海（鹹）水養殖。鹹水養殖所需水的鹽度介於千分之十至千分之四十之間，海水鹽度大概為千分之四十左右。淡水與鹹水混合是有利海水生物生長。因此海水養殖需要。考慮鹹水會蒸發，水量會減少，鹽度會增加，

又需要淡水稀釋。漁民為何要耗費精力抽取地下水？抽地下水需要打井、購置抽水機、地下水抽上來含鐵又不能立即被使用。

4. 養殖漁業產業現況：目前淡水與海水的面積比大概為一比一，產量也大概一比一，甚至海水養殖的產量越來越高，以前是淡水養殖較多。海水養殖魚種包括廣鹽性的七星鱸、金目鱸的鱸魚類，到比較鹹水性的虱目魚、石斑魚，蟹蝦類、文蛤、貝類、淺海的牡蠣、箱網養殖的石斑。
5. 養殖漁業為何抽地下水？地下水管制辦法訂定之後，台 17 線以西的地下水權幾乎整個被水利主管單位劃分為地下水管制區(在地下水管制辦法之前為臺灣省地下水管制辦法)，養殖漁塭在台 17 線以西是因為取水容易、土地便宜，這塊區域早期是農田，惟經濟利益不高、風大，農作物種不起來。加上地層下陷與海水倒灌致土地鹽化問題，更種不起來，因此沿海很多農田荒蕪，在颱風淹水、地域環境不良等因素下，台 17 線以西土地相當貧瘠，因此很多轉為工業使用，但工業使用的土地必需鄰近主要幹道或聯外道路（例：麥寮），否則其他土地則棄之荒蕪，或轉而養魚，養虱目魚或作為鹽田。鹽水不適宜農作，因此產業轉型，將土地用作漁塭，
6. 在沿海地區高蒸發量與風大的環境下，海水養殖需要持續的淡水來源以稀釋鹹水。淡水水源來自地面水，從感潮段到抽水門，潮水漲退之間有海水湧入退出，而海水鹽度即介於千分之十至千分之四十，恰好適合養殖用。但水利單位指出感潮段到抽水門之間，使用此水需要地面水水權。如漁塭旁有天然形成的潮溝還可就地理管取水，但若潮溝位於他人土地，依水利法還必須取得他人土地使用同意書。水量與鹽度足夠，但若潮溝水質不佳，必須以人工方式循環過濾，還能勉強取用之。但地面水又容易受到工業排放廢水的污染（例：重金屬污染），及農田灌溉加入農

藥後污染的排放水，面臨地面水水質不佳的困境，海水養殖漁民只好跨堤抽用海岸砂層過瀘海水。水路共用時，若發生污染、用藥或魚病問題，容易形成交互感染，因此目前漁民儘量採取用水進、排水分離。在宜蘭、屏東、雲林箔仔寮漁港等地之海水養殖區經監測其海水水質，確認水質無虞後設置海水供應站，以解決污染問題。但有了海水，淡水不足的問題仍未解決。早期，在地下水管制以前，漁民有取得水權，但如今因漁塭所在區域被列入地下水管制區，漁民水權都停掉。因此目前考慮以滯洪池解決缺淡水的問題，或是有可能的話請水利單位分配淡水水量給漁民，或是由灌溉水－灌溉末端（非農田使用後的餘水）供水給漁民，這是目前漁業署與農田水利處在合作的計畫。水利單位當初在分配用水時未考慮農業，而農業也未考慮養殖漁業。養殖漁業之於漁民生計是很重要的，但養殖漁業發展，尤其台 17 線的農漁業經濟發展是國家忽略的一塊。水利署水量分配不均，只分配水給麥寮六輕，從集集攔河堰拉一條管線到六輕，而不分配水給漁民，還做一隔離水道，阻隔海水交換，以致麥寮沿岸一千多公頃的文蛤及吳郭魚養殖業者權利都被犧牲。

7. 因農漁業 GDP 占整體比例約 1.8~2%，因此經濟單位與水利單位認為農漁業的產業發展是可被忽略的，或照顧程度不需那麼強，扶持高產值企業後影響當地環境，從麥寮與六輕之間持續的衝突對立可見一斑。漁民只為生計而用地下水，但水利單位以國土保安名義抹殺漁民謀生之權益。
8. 經濟部繼地下水管制區後又發佈嚴重地層下陷區，幾乎把所有台 17 線的地段劃進去。結果該區即使過去長期在該地養漁者但未申請水權與土地合法，如今若想要取得土地使用權合法化，在現行法規下是不被准許的，因為受到地下水管制區的制約。嚴重地層下陷區必須先取得水權許可

才可取得土地容許使用，而土地合法化必須先取得水權，種種法規制約使申請合法的途徑幾乎斷絕，因此土地與水必須一併考量，因為同時受到水利與內政部土地主管機關的管制。水與土無法取得合法使用的情形下，漁民沒法取得養殖登記證，也就無法申請農漁業賠償災害救助。蓋水庫也沒有發給漁民補償金，漁民不能遷漁塢，也無法休耕，漁民生計不被照顧，土地與水利法規逼使漁民入絕境。本署曾輔導大城鄉漁民不再養蜆，以減少地下水抽取情況，但漁民不養蜆生計無著落，轉養文蛤，漁民認為其技術門檻太高或要求停養補償金。

9. 西南部從彰化到屏東這一帶，地質為平原沖積扇造成，長期沖積下地質土層都是爛泥，台 17 線地質也都是爛泥黏土，無法大面積去改造其地質；地下水位也是順河流上、中、下游形勢而生成，從上游到中下游各種用水產業持續在抽取地下水的情況下，越到下游地下水越少，地下水自然乾涸下土地即自然壓縮下陷，越到中下游地下水水井就越打越深。地下水是可再補注的，但抽取量大於自然補注量即造成地層下陷。
10. 很多專家看到漁塢的水車曝氣即指稱養殖漁民在抽地下水，這是養殖漁民不可接受的，水車曝氣與抽地下水不可混為一談；或是指摘地層下陷是由養殖漁業造成，但如今地層下陷的核心原因不在養殖漁業，是故現在的嚴重地層下陷方案鎖定雲嘉、高鐵沿線三公里等抽取地下水最嚴重地區，封的水井是台糖、水利會與工業水井。
11. 本署曾進行全國養殖漁業的地下水抽取量調查工作並以三年時間委託農工中心裝設水錶實測，資料可細分每個魚種、每個縣市，實測資料還可分為地面水與地下水，2012 年實測養殖漁業地下水用水量有 8.5 億噸。雖然水錶裝設費用由漁業署負責，但一開始要裝水錶漁民也很反彈，但漁業署說服養殖漁民唯有裝設水錶才能代漁民發聲，證明

地下水抽取量不能完全歸咎於養殖漁民。另外也可詢問水利署水文技術組，養殖漁業的地下水抽用量占總用量僅 20%，地下水不是只有養殖漁業在抽。養殖漁業的地下水抽用量已在減少中，從民國八十年的 24 億噸，目前已減少至 8.5 億噸。

12. 現在除了淡水養殖的鰻魚價格很好以外，吳郭魚每台斤 50 元，鱸魚 100 元/斤，石斑魚 200 元/斤，如果政府提供優質海水，同時養殖漁業達到一定經濟效益，則市場會引導產業轉型，轉為飼養鹹水魚，且淡水魚肉質不及鹹水魚結實。雖然如此，鹹水養殖還是需要淡水，只要水利單位分配一點淡水量，不用全部，如之前所述，提供養殖漁民末端灌溉餘水，或者是滯洪池的水。現在與水利單位在雲林縣口湖設滯洪池，可供鄰近地區幾百公頃的生產區使用。只要地面水供應充足，養殖漁民不會想抽取地下水，且抽地下水又用電與曝氣，是消耗成本的。

（二）水權分配

1. 本署養殖漁業組也與水文技術組的王崇輝副工於今年三月到高雄、彰化、嘉義調查養殖漁民對於水權申請的問題。經濟部有地層下陷委員會，每三個月開會一次，另外內政部水利署與漁業署有成立工作小組，也是每三個月開一次會，多次開會後達成共識，由漁業署與水利署成立輔導小組，協助養殖漁民解決水權的問題，多次至縣府瞭解發現水利署的政策命令沒辦法下達到地方，依水利署劃分，水權核發部份，跨縣市才歸水利署管轄，單一縣市由該縣市管，水利整治由河川局主導。中央水利署規定，每日出水量在特定標準下免水權登記的。依土地主管機關之公文有規定，在某些地段（例：趕潮段到水門之間），是免水權，但地方水利單位對這些規定都不清楚。水利體系對水權申請程序及核發的認知都有差距，那地方百姓又該如何遵循。

2. 水權的申請太專業，一般漁民不理解含水層與每日出水量等觀念，唯有請代書，又因地處台 17 線以西，地面水水權只准一年。一年要花一次代書費與規費。
3. 漁業署已在全台主要養殖地區設 46 個養殖生產區，集中生產，合法養殖，設立海水供應站統籌供水。生產區分兩類：第一類是 100 公頃以上，大範圍，可明顯區隔者，可設海水供應站；第二類是 30 公頃以上，小範圍，若水系很完整，漁塢也集中在一起，可協助設立進排水分離的改善工程。但還是需要淡水，即需要灌溉餘水，滯洪池，灌溉堤壩，或是共用水權，共用水權是在生產區範圍內漁民集體以共用水權名義申請共用水井（公井），以特定的水量提供生產區淡水。
4. 水權分配要合理，但目前水權沒法制化，從養殖漁業觀點覺得有錢者比較有優勢，像六輕冷卻用後的餘水也是排掉，六輕不需使用水質那麼好的水，從集集攔河堰拉那麼長的管線專供其使用，用完就排掉，糟蹋了好水。舉個成功案例，目前高雄永安的液態天然氣（LNG）灌到油槽，靠海水升溫，汽化到家庭使用，在吸收能量過程將旁邊的水溫降低，這水原本都排到海裡，漁業署花了三年將該排放水作為永安養殖區漁民使用。另外火力發電廠冷卻後的餘水也都排掉。若可妥善規劃，這些水應該可以給養殖漁業使用。只是用作冷卻用途，用海水淡化或初步過濾的水就已堪用，淡化產生的鹽也可作其他使用。目前水冷卻後就排掉，水沒有好好利用，效率不彰。從國家觀點，水資源是很珍惜的，養殖水都可再利用，冷卻水卻沒再利用，很可惜。引用 LNG 排放水源目前已被研考會視為成功的案例，成本只需一至兩千萬，蓋海水供應站成本至少 5 億，水質也都不及引用 LNG 的水質好。原本也想利用火力發電的排放水，徵詢台電結果台電說不行，因發電設備每年要歲休，加上每季、每半年與每月皆要小休，要用藥

水清洗冷卻循環系統，供水不穩與水質不佳構成疑慮。養殖漁民不是非要地下水，是窮則變，變則通，不得不使用地下水，產業發展過程，政府部門沒有協調，長期漠視養殖漁民生計。養殖漁民只為混口飯吃，但水利單位以不當的區域概念劃設地下水管制區，也沒有充分考量與配套措施，如建水庫，遷村也好，輔導就業也好，不能劃了就不管人民生計，認為是農政單位的事。

5. 水的分配不公平，沒有妥善規劃，沒有與地方單位充分溝通的機會。政府應先有水量合理分配，再談水權與管制。

(三) 法令問題

1. 部門與部門之間本位主義，土地單位對土地管制愈管愈嚴，以航拍監測變異點為例，名義上舉報違規漁塭，交給地方政府或目的事業主管機關去查。應該是土地單位查清楚地目，若地目是農牧用地是否容許用作蓄水池，或是否確實改作養殖行為再交給農政單位為宜，土地單位卻是立即舉報認定為違規「漁塭」，還是水池或雞鴨游池，此作法太武斷。
2. 地下水要有補充的前提下，合理分配，合理使用。部分地區應解編地下水管制區，釋放部份地下水權，但目前管制是越來越嚴。應好好納管，漁民漁塭不能搬，因地下水限制而影響人民生計將衍生許多社會問題。
3. 《水利法》與《土地法》及其規定，抑制養殖漁業發展，各國都有《水產養殖法》，但《水產養殖法》是特別法，位階在《漁業法》以下或與《漁業法》平行，一直突破不了《水利法》與土地法兩大框架，也不容易突破。行政院想法是《水產養殖法》必須在水和土的法規之下，如此一來《水產養殖法》的位階就不夠，不能抵觸《水利法》與土地法的前題下，等於宣判水產養殖沒有合法生存空間。

我國地下水資源政策之研究

附錄十 深入訪談記錄-林榮川處長

一、訪談對象：林榮川處長（雲林縣水利處）

二、時間：102 年 11 月 14 日（星期四）下午 14:00 至 15:00

三、地點：雲林縣水利處辦公室

四、紀錄：蘇中正

五、訪談人員：洪志銘助研究員

六、訪談摘要：

（一）雲林縣地下水利用情形

1. 雲林縣是全台唯一沒有水庫的縣市，沒有水庫的原因可追溯至四、五十年前的水資源政策。當時省政府在規劃本縣市水資源政策時發現本縣地下水豐沛，地下水容易取得，於是決定以地下水為取水來源，開鑿深井，因此雲林縣自民國六十幾年的水資源利用即以地下水為優先。
2. 目前本縣市的深井都是早期開鑿後遺留至今的舊水井，這些深井的所有權分佈在水利會、台糖、自來水公司等單位。由於糖業沒落，台糖的井都已成為備用井，目前實際操作的深井為水利會與自來水公司所有。
3. 供水對象一般分為農業、民生與工業，而雲林縣以農業為主。根據早期的用水資料，雲林縣的用水量曾達到 21 億噸，近年用水量為 16.5 億噸。用這麼多水的情況下，應檢討自然因素提供的水資源來源是否足夠。假設以本縣面積 1,290 平方公里換算，所有地面水並完全應用的前提下，一年供水量才 16 億噸，然而總用水量達 16.5 億噸，

已超出地面水的供給量，表示純粹使用地面水作為供水來源會產生水源短缺的問題。

4. 政府供水單位包括自來水公司與水利會，地方政府是不供水的。雲林縣良田有 86,000 公頃，水利會只供水給灌區，其供水範圍大約 62,000 公頃，非灌區田地之農民只好自覓水源。農民會以最方便的方式取得水源，也就是鑿取地下水，由此可知地下水對雲林縣農民而言是很重要的。

（二）安全出水量

過去中央政策以地下水開發作為雲林縣供水主要來源，但一直無法掌握地下水量。假設資料足夠，即可控制地下水取水量。透過地下水觀測井，算出安全出水量，以進行管理。自蘇治芬縣長上任以後，本處即向中央政府提出要求：既然本縣無法避免使用地下水，可否告知安全出水量應為何。但提出要求至今已八年，仍然不知安全出水量為何，原因在於地質與水文等入流部份（inflow）基礎資料不足。

（三）地層下陷問題

1. 在未知地下水存量的情況持續抽取地下水，勢必將產生地層下陷問題。然而縣內居民其實並不知曉雲林縣何處發生地層下陷，因為雲林縣是大面積沈陷而非呈錐狀沈陷。使百姓有感地層下陷其中一個現象是淹水，但淹水卻又不全然是地層下陷所導致。
2. 觀測井有兩種：地層下陷觀測井與地下水位觀測井，這兩種觀測井必須同時建立。地下水位觀測網雖已建置，但時間不夠長。近幾年觀測網資料顯示，地層下陷量與年降雨量是有關的，反而抽取地下水對地層下陷的影響不大，其原因是雲林縣的深井一直都維持在固定數量不增加。沿海地區的地層下陷速度已減緩，但內陸地層下陷速度增加，原因在於沿海與內陸地區兩者的基準並不一致。早期沿海地區就已設觀測井，而內陸地區沒有觀測，因此沒有歷史

資料，未足以反映地層下陷結果。近期因為高鐵行經內陸地區的地層下陷問題嚴重，因此才在該地區作監測。沈陷嚴重區發現自來水公司在該處有四口深井，立即無條件封井，結果導致無水可用，但地層仍然持續下陷。

3. 因輿論將地層下陷歸咎於地下水超抽，本縣告知中央政府地質狀況與荷重也會影響地層下陷，但中央政府不採信。於是本縣同仁比對高鐵建造時間與本縣 78 線建置時間，向中央政府說明是荷重造成地層下陷的主因，才說服中央政府把高鐵與 78 線交叉的部份移走。這都是因為基礎資料不足，只能依靠定性的資料作決策判斷。
4. 本人曾幫幾個縣市做過水資源規劃之調查與計畫，以宜蘭的大塭養殖區為例，其地層下陷的原因在於自來水公司深井抽取地下水所致。因為有此經驗，因此推斷雲林縣地層下陷或許也是因自來水公司深井抽取地下水所致，以地圖比對，發現雲林縣地層下陷最嚴重的地區位置都是自來水公司深井的位置，據此要求自來水公司應擬定因應措施。過去自來水公司服務區之間的管線是分開的，爾後水利署規定要求其管網必須互相連結，形成一個水源調度的大系統。本單位也建議自來水公司應串連湖山水庫，作管線串連，以地面水取代地下水，並進一步促成高鐵沿線深井全面封填等措施。
5. 目前雲林縣影響比較大的有 1,190 口深井，現已封填 654 口，還有約 500 口沒封。其實不需要封填，可允許深井改為備用井。因為雲林縣地質結構屬於沈積層，地質結構比其他縣市還軟弱，假設含水量太高會造成土壤液化，仍會產生地層下陷問題。原則上本處不反對深井抽取地下水，但是應以安全出水量為依據抽用地下水。
6. 淺水井加上深井的總數有 107,000 口，民國 99 年 78 線與高鐵交匯處地層下陷嚴重時，水利署推行「封井試範圍計

畫」，要求封填 1,115 口農民的淺水井，預計年省水量大約 900 萬噸。但影響地層下陷主因不在淺水井，而在深水井與荷重。就農民觀點而言，未建設高鐵以前，農民就已在當地抽用地下水，為何高鐵進駐後就得犧牲農民耕作的權益與生計？本處認為封井一事茲事體大，非水利署可獨力完成，因此在縣長帶領下曾與經建會溝通，希望由經建會主導，統合各部會（農委會、經濟部、內政部），作跨部會管理。

7. 近年沿海地區地層下陷趨勢減緩的原因在於產業結構調整。沿海地區以養殖漁業為主，其中尤以鰻魚與草蝦養殖最為耗水。但後來因鰻苗減少與用藥過量問題，導致日本不進口我國養殖的鰻魚，因此造成鰻魚養殖業者數量銳減，沿海地區的地下水抽取量也就隨之大幅減少。因此產業結構調整是一項自然的減緩地層下陷問題的方式，從產業面與土地利用面去改善的效果，比起規範業者不要鑿井的方式有效。

（四）水資源分配

水資源分配權在中央，權限沒有給縣市政府，縣市政府只有建議權。因此唯有不斷提建言，讓中央政府去處理。

（五）農業用水

1. 代耕隊與機械耕作模式已取代過去老農親自下田的耕作模式，但面臨水資源短缺問題，農民必須更進一步調整耕作模式，譬如：種一期稻子，下一期種其他雜作、旱作或裏作，如此一來農民收入會增加二至三倍，同時土地可多次重覆使用，而且田地長期種同一種作物也不利於土地資源之永續利用。
2. 本處曾計算種植何種作物對農民收入的影響，種植雜糧作物可提高農民單位面積收入約 15 至 20 萬，同時雜糧作物用水量只有耗水作物（水稻）的五分之一。由此可知，應

從產業調整方式而非封井方式解決地層下陷與地下水問題，改種雜糧作物自然就會減少地下水使用量，而不必封農民水井。封水井既無效果，也會引發民怨。

3. 除了鼓勵農民改作，本單位也推動平地造林與太陽能光電。本縣推動太陽能光電是為了增加農民收益。六輕同意以與其開發範圍對等的面積（2,600公頃）造林，並補助雲林縣。森林本身就是活水庫，一棵樹可承受相等於其五倍重量的雨水，經年累月可形成森林水庫。但因為農委會已停止推動平地造林計畫，因此本縣目前已不再接受新造林計畫之申請。
4. 農委會的黃金廊道計畫基本上與本單位原先提出的改作規劃相符，本縣改作高糧的農民已與金酒達成契作協議。雜糧作物的收成比較耗人工，有賴於農試所發明的代收機具，收成問題已解決；此外雜糧作物還有種子不足的問題（例：作芝麻油的黑芝麻種子）。引入國外的種子若未經農試所培育調訓，其存活率不高。有鑒於此，本單位已提醒中央政府種子庫一定提早預備充足數量的種子。
5. 本縣縣長非常關注農業議題，且本縣農產量現為全國第一。縣政府除了積極行銷本縣農產品，還在縣內建造溫室、網室等設施，推廣節約式管理與「計畫生產，保價收購」，並建議農民由漫灌改為噴灌或滴灌等方式，以節約用水。

（六）地面水供應

雲林縣地面水供應來自濁水溪與北港溪，北港溪的水量比較不穩定，而濁水溪水量較穩定，且含有豐富的礦物質，對水稻田與甘蔗等作物有益，但不適合灌溉葉菜類（灌溉後賣相不佳）。

（七）水井納管政策

1. 雲林縣現有約 73 萬人，以 10 萬口井計算，平均一口井影響 6 個人，一旦封井影響層面極廣。有鑒於此，目前本縣策略是納管處理，備案登記。透過納管方式，請水井擁有者前來登記列案。本處不主張封井，但也不同意新鑿水井。假設水井壞了要修，惟有列案納管的水井，同時水井周遭都無其他水源，縣政府才同意讓其修繕。若水井周遭有其他水源，則須引用其他水源。
2. 其實實施登記制的風險很高（例：開放納管卻無人前來登記），有鑒於此，本處透過有線電視、廣播、或是到地方村里召開說明會（目前已召開三十場的地方說明會，還有鄉鎮代表要求我們到該鄉鎮召開說明會）、以及垃圾車掛布條宣傳等方式推廣納管政策。根據民國 98 年之觀察統計結果，當時本縣共有 107,000 口水井（不包括設置在工廠內、無法由外憑目視觀察到的水井），目前已登記的已有 105,000 口，預計登記數會超過 107,000 口。
3. 近年本處加強取締非法鑿井，一開始的作法是一旦查獲非法鑿井，無論其有無牌照，即當場沒收其機具。目前已沒收七具機組，但也因此引起民怨。於是本處改以《水利法》之規範為依據，依查獲次數逐次加嚴處罰：初次查獲，罰款 5 萬，機具可取回；之後若再犯，除罰款 10 萬以外，還扣押機具，同時向業者徵收相關的代執行費。第三次查獲，則直接沒收機具作拍賣。此作法目前已有效扼止偷鑿水井的行為。
4. 本處同意既有水井的修護，但必須是已登記水井，而且修護工程必須交由合法鑿井廠商處理。鑿井廠商是否有合法牌照的稽查工作相對而言比較困難。但事實上水井的修護業務量是相當龐大的，業者不必以偷鑿水井維生。以 10 萬口井的量而言，假設一口井壽命為十年，一年就有一萬口井要修護，一天至少 25 口井要修護，但目前只有 7 家合法的鑿井業者。修護作業需要 6-8 小時，快則 2 小時。

若是位於沿海地區地質條件稍差的水井，平均壽命只有五年，業務量就更大。本處以此概念向鑿井業者與鑿井業工會說明合法化經營的動機。

5. 目前碰到一項執行面的難題：列案納管政策結束之後將有復查程序，依水利署規定復查程序的執行期限至民國 105 年，意即復查時間長達 2 年。復查政策下有檢舉制度，一旦檢舉成案即可取得檢舉獎金三千元，如此一來即有檢舉達人的出現。復查時間太長，造成本處困擾。舉例而言，已列案的水井有可能因為尚未在水井上作任何標示而被檢舉。一旦接獲檢舉，本處即必須派出人力前往視查，長期而言將造成本處人力無法負荷。因此目前正在考慮的解決方法是提供列案的水井所有戶一個臨時標籤，以方便檢舉者辨識。但貼標籤的工作水利署與農委會皆不提供資金，因此本處只好利用替代役與既有編制內的二十人，負責將縣內 105,000 口水井貼上臨時標籤。
6. 另一個執行面問題：水井所有戶可能無法在規定的時間到固定地點配合貼標籤。因此本處考慮以彈性方式，譬如改以三天為期限的方式發放標籤，搭配跑馬燈、廣播等方式傳播發放合法水井標籤的訊息。

(八) 量水設備

1. 量水設備的安裝可參考自來水公司與台電兩種不同的模式。台電是用租的，裝設的電錶是採出租方式；自來水公司的方式則是一次買斷，水錶用戶得一次繳八千到九千元的費用。本處研議後考慮採台電方式，讓農民以租用方式取得量水設備，再根據其租用期限推算月租金。以太陽能光電業者為例，假設太陽能光電設備的壽命是十五年，以此設備壽命作為租用期限，推算其每月租金。假設採自來水公司一次買斷的方式，農民得一次支付兩萬餘元的安裝費，恐降低其安裝意願。

2. 另一個計算抽水量的方法是以用電量、作物需水量與耕作面積等資訊推估地下水抽取量。

(九) 土地利用與規劃

土地利用的關鍵在於農委會是否調整農業規劃的區塊，目前是以灌區、一期作、二期作、兩年一期作、三年一期作等土地利用方式劃分區塊，若農委會改以計畫生產區方式劃分，可能會比較適合，譬如近水源的上游區塊規劃為兩年一期作，下游地區則規劃為旱作物耕作區，不宜把下游規劃為水稻等高耗水作物耕作區。

附錄十一 深入訪談記錄-賴建陞科長

一、訪談對象：賴建陞科長（雲林縣政府農業處漁業科）

二、時間：102 年 11 月 14 日（星期四）下午 15:00 至 16:00

三、地點：雲林縣政府農業處漁業科

四、紀錄：蘇中正

五、訪談人員：洪志銘助研究員

六、訪談摘要

（一）雲林縣養殖漁業管理概況

1. 地方財政相當拮据，雖然行政上主張地方自治，但地方上財政仍無法自治。
2. 早期本縣水利處未成立之前，所有養殖工程仍由本科管轄。民國 96 年水利處成立之後，所有漁業工程業務都歸水利處管轄，包括人員都已挪移至水利處，故本科目前已沒有工程方面的編制人力，業務偏向漁業行政為主。
3. 從去年開始有室內養殖設施補助計畫，補助對象限定政府輔導下的產銷班成員。101 年原來有五戶提出申請，陸續有兩戶因無法取得建照而放棄申請，其餘 3 戶已建置完成。102 年核定四戶，目前正在辦理階段。補助經費來自農業發展安定基金。
4. 為了推廣省水，漁業署在下崙與水井養殖漁業生產區設置海水供應系統，已彰顯成效，達到減抽地下水的目的。一方面有助於鹹水養殖業者在大雨時達成合宜鹹度的調和作業，另一方面也消除了開啟閘門引用海水可能導致海水

入侵的顧慮。此外，採用海水系統以後，業者不必再以灌排同渠的方式取水，進而杜絕病蟲害交叉污染的疑慮。

5. 在口湖已蓋好一個宜梧滯洪池，面積廣達一百多公頃，未來可用於蓄存淡水，平常可供應淡水需求，以減少地下水抽用，同時兼具防洪功能。
6. 多年前農工中心有作過養殖漁業地下水抽用調查計劃，今年漁業署再次調查地下水抽用量。
7. 鼓勵養殖業者儘量由淡水養殖轉向鹹水養殖業發展，以烏魚子為例，鹹度越高者口感越佳。
8. 透過專家學者講習會，以輔導漁民養殖魚種轉換之技術。搭配淨排水路的措施，並期待滯洪池未來可用作淡水來源，除宜梧滯洪池以外，在箔子寮有一個中型的滯洪池，對於減少水患將有很大幫助。

(二) 雲林縣養殖漁業與地下水利用關聯

1. 文蛤為海水養殖的大宗，其鹽度要求約介於 2 度至 2 度半（一般純海水的鹽度約為 3.3 度左右），若鹽度太淡則需要引入海水，若太鹹（例：夏天蒸發量大）需要淡水挹注，淡水來源即以地下水為主，也有部分引用來自各大排之地面水，但潔淨之地面水較難取得。因養殖漁業多位在沿海一帶，因此養殖業者無法取得農田水利會提供的灌溉水。養殖業者並非樂於抽用地下水，因為抽用地下水需電，同時還需注意地下水水質是否適合養殖。
2. 地面水較容易受到污染，雲林縣是養豬大縣，縱使有作排水處理，因累積效果仍然很有可能影響下游水質。
3. 養殖業者抽用地下水占本縣整體抽用比例並不高，可能不到百分之十，以往將地層下陷歸咎於水產養殖既不確實也不公平。已發現的地層下陷區也不在沿海，而是高鐵沿線

的內陸地區。地層下陷原因有很多，不應純粹歸咎於農民，也有部份原因來自工業與民生。

4. 近年來由於鰻苗量少價昂，養殖面積已由四、五百公頃縮減至一百公頃左右。養殖業者因技術障礙無法轉為飼養其他魚種（例：吳郭魚），於是大部份養殖業者處於休養狀態，甚至有部份業者暫時從事農耕，以等待復養時機。

（三）對中央政府處理地層下陷的建議

中央政府部會若基於地層下陷問題而限制本縣完全不能抽用地下水，此作法並不合理，理由是百姓生計與抽用地下水息息相關。禁止抽用地下水有一個前提：應滿足基本民生需求，提供百姓足夠地面水。因地方政府沒有財源，所編列的預算都是配合中央政府的配合款，由地方政府籌措自主財源以改善地層下陷與地下水問題是不太可能的。解決地層下陷問題基本上不能完全仍仰賴硬體工程，必須強化產業轉型輔導措施及民眾高度認知意識，才能有效減少地下水使用量，進而減緩地陷。

我國地下水資源政策之研究

附錄十二 深入訪談記錄-周廷彰處長

- 一、訪談對象：周廷彰處長（彰化縣政府水利處）
- 二、時間：102年11月18日（星期四）下午16:00至17:30
- 三、地點：彰化縣政府水利處
- 四、紀錄：蘇中正
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員
- 六、訪談摘要

（一）彰化縣地下水治理概況

1. 地下水依用途可分三種：民生用水、工業用水與農業用水，雲彰都是農業重鎮，以農業用水為主，因為農戶數量多，必須採納高績效管理。因此本處針對用水量比較大的事業單位進行管理，以某家上市公司為例，其水井深達四百多公尺，減少抽用地下水對地層下陷有顯著助益。本處以協商方式勸說其改用自來水，並提供其補貼。該公司水權到期時，將根據實際用水量削減水權。經過多次協商與溝通，這家上市公司願意配合封閉部份水井，減抽地下水。考量颱風豪雨可能有停水的狀況，用水量攸關其產能，因此本處同意該公司在緊急狀況使用備用水井，並在備用水井上裝設水錶，以掌握其抽水情形。
2. 以政府角度，不能從單一面向（例：水資源運用）看待地下水問題，必須綜合產業與社會面等思維，提供無水權水井戶協助或配套措施。否則依照水利法規定，所有水井都必須經核准始得開鑿。但農田水利會灌區外的農民無法取

得地面水，政府也未提供其取水設備，這些灌區外的農民勢必得取用地下水以灌溉作物，若依法封井，將影響農民生計，引發抗爭，為了解地下水之取用情形，故本縣目前刻正辦理水井納管作業，以利地下水之管理。

(二) 農田水利會的角色

彰化縣大部份的農業用水取自濁水溪之集集攔河堰供水，其供應雲林農田水利會和彰化農田水利會之水量，分別為雲林農田水利會約為 54%，彰化農田水利會約 38%。水量是否足夠所有農業灌溉這是一個問題。

(三) 彰化縣抽用地下水的的原因

在日據時代，濁水溪以北是水稻為主，以南是以旱作為主，而雲林縣在濁水溪以南，彰化縣在濁水溪以北。彰化縣過去即以水田為主，取用濁水溪的水，因含泥量很高，有機物豐富，很適合稻作。需取用地下水的目的應分兩個層面來談：一是灌溉用水無法達到，即農地是否在灌區；二是水質問題。除非是很精緻的溫室噴灌方式，或對水質要求很高的養殖漁業（例：養蜆）才需要用到乾淨水質的水，否則濁水溪的水質應可滿足所需。因此個人認為地面水水量無法滿足灌溉用水需求才是抽用地下水的主要因素。

(四) 水污染問題

北彰化的地面水污染問題較嚴重，主要是因為之前一些零星的工業區不肖業者偷排污染物污染水源所造成。此外北彰化也有一些電鍍業者，因此有重金屬污染的問題。南彰化工業聚落不密集，地面水污染的問題主要來自畜牧業（養豬的排泄物）。

(五) 水井申報機制

1. 彰化縣約有七萬五千口的非法水井。依行政院民國 100 年 8 月 16 日院臺經字第 1000101388 號函核定「雲彰地區

長期地層下陷具體解決方案」，本處鼓勵未完成法定程序的既有水井（即非法水井）申報，並依照水井分類（深井或淺井）、分級（工業用或農業用）與分地，以了解不同地區與不同產業的地下水運用情況，作合理管制，目前申報率約有 90% 以上。

2. 過去法令與產業政策之間並沒有協調，譬如：為了增加糧食產量而鼓勵多期稻作，但未考慮水量是否可支應，同樣地，鼓勵工業、淡水養殖等產業發展策略都未考慮供水問題。因此地下水的管理不能單從水利觀點切入，應該要結合產業政策與國土規劃。地下水的供給是固定的，合理分配水源的決策需要跨領域的整合與協調。

（六）鑿井業之管理

1. 鑿井是特許行業，本處對於鑿井行為是有管制的，鑿井需找合法的鑿井業者。若合法的鑿井業者所鑿的井是非法的，亦屬非法鑿井。本處作法是依水利法規定撤銷其執照。
2. 至於非法鑿井業者鑿非法的井，則透過民眾檢舉，本處前往稽查的方式，依水利法規定對其開罰。

（七）水利法稽查非法水井的規定

1. 水利法先前並未賦予水利單位進入密閉空間稽查、搜索的權利，本處曾建議水利法應該要修法，賦予水利單位強制進入檢查的權力。在未修法以前，本處是引用其他法令，因此本縣水利資源處應是國內首個執行強制進入工廠檢查的案例，本處利用《工廠輔導管理法》的規定：如對工廠的設施有疑慮，可會同環保、建設等相關單位，必要時可請警察支援，強制進入廠區檢查是否有非法水井。本處也請示行政院考慮修法問題，為此行政院也會同警政署與法務部等單位商議修法事宜，行政院現已修法通過水利法九十三條之六，賦予水利單位進入廠區檢查的權力。

2. 若是合法水井但有超抽情形，水利單位可刪減水權量，或是縮減其水權使用年限。
3. 在缺乏量水設備的情況下，只能透過推估方式估算廠方的用水量確實是一個問題。水由廠區排出是由環保法令管制，工廠必須提出合理的廢水排放量數據。此外，在設廠階段事業應提出用水計畫，提出工廠的用水量。將用水計畫的用水量核對廠區的廢水排放量，即可掌握其用水量是否合理。或是從水管或水井口徑推算其用水量，用電度數推算其使用時間，也可推估其地下水抽取量。

(八) 申報制度與量水設備之裝設

1. 申報機制主要是依行政院核定「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」之工作項目辦理，交由雲彰兩縣地方政府負責執行，若執行遭逢困難時地方政府可向中央政府反映。行政院有成立推動小組，責成交通部、內政部、經濟部、農委會等各部會，透過頻繁的會議與地方政府溝通。如前所述，水井絕對不僅是水利單位的問題，還必須搭配完善的產業輔導，協助產業轉型。大概是在李部長擔任政務委員後，提出以國土規劃方式處理地層下陷與地下水議題，因此有跨部會統合的機會，而不再是只由水利單位獨立解決，從產業面、政策面與執行面調整，也因此促成水利法修法。
2. 為了鼓勵民眾申報，目前對於地下水之抽用並沒有收取規費。彰化申報數量比雲林少的一部份原因，推測可能是中科二林園區用水議題之爭議，當時農民認為中科二林來搶水，因此一開始申報率很低。加上顧慮申報後將根據用水量收取費用或封井，造成民眾恐慌。本縣曾就此向水利署反應，獲得無替代水源不會封井的承諾，且目前亦無收費之規劃，並經大量宣傳後，民眾申報數量，已逐漸增加。

3. 本處已要求申請水權的業者都必須裝設水錶，但無水權之水井仍占大多數，因此透過申報機制了解業者的水井分佈位置與口徑等資訊，後續計畫中，這些水井都會輔導安裝量水設備等類似措施，以了解地下水之使用量。

（九）地層下陷

1. 依照造成地層下陷的因素與公平正義的考量，本處鎖定地層下陷敏感區（高鐵沿線三公里）範圍，優先清查非法的工業用水。
2. 彰化的地層下陷問題，地面水的供應是重要的解決方向。湖山水庫即將完工，將可增供南彰化民生用水，北彰化未來則依靠烏嘴潭人工湖的地面水供應，如此，才可改善地下水抽取量的情形。

（十）地面地下水聯合運用

彰化的民生用水約為 36 萬噸，其中有 8 萬噸來自台中鯉魚潭水庫，也就是有 28 萬噸必須抽取地下水，換句話說，地下水占彰化民生用水的 78%。以地層下陷防治與國土保育的觀點，應多利用地面水，地下水屬保命水，非必要時不應抽取，非得抽取則必須有所限制。

（十二）對自來水公司的用水管制

自來水公司鑿地下水井必須向縣政府申請。但依水利法第十八條規定：供水需以公共供水為優先，自來水公司申請鑿井或水權，縣政府很難拒絕。但自來水公司應檢討是否可提昇用水效率，減少管線滲漏率，如此一來即不需抽這麼多的地下水。行政院已要求自來水公司減少滲漏率，同時縮減封填深井的期程。

（十三）組織改造

目前水資源的管理組織分散於不同部門，以流域觀念和水利建設而言：野溪屬於農委會、區域排水屬於經濟部、都市下

水道屬於內政部、農田排水屬於農委會。以水資源管理而言，權責也分屬不同部門：農田水利會的管理單位是農委會的農田水利處，地面水部份屬於經濟部水利署；另一方面提供污水再回收，污水處理廠受內政部管轄。未來環境資源部成立，可以把水資源管理（包括水量與水質）統一由單一部會負責，如此一來在制定政策時較有配套與協調性。譬如：環保署對水處理的監測，和新辦工廠的用水計畫，兩者若是在同一部門申辦，可互相稽合。至於污水再回收、再利用目前分屬內政部與經濟部，日後若由單一部門管理，效率應可提昇。

（十四）污水再利用、再回收

全台大部份污水處理廠都屬於民生用，民生用的污水處理廠歸內政部營建署管轄。處理完的排放水即合乎排放標準，排放至河川。後來因水資源有限，因此思考將處理完的排放水回收再利用，送至工業區。目前彰化污水處理廠處理完的排放水未來將規劃送至彰濱工業區作為工業用水；如同鳳山污水處理廠即專管送至中鋼作為煉鋼之冷卻用水，如此一來中鋼即不需向自來水公司分水，也不必鑿水，以成本效益分析而言對中鋼是划算的。

（十五）地下水補注

1. 水利署第四河川局在濁水溪扇頂有作高灘地地下水補注計畫，計畫完成後，每年可提供一億多噸的水量。此外，彰化也在持續進行伏流水研究計畫，推動水田即水庫的概念，希望下雨或灌溉時的水能儘量補注到地下水層；未來規劃把沿海地區的養殖區發展為滯洪池，一來解決當地洪泛的問題，同時解決地下水抽取量的問題，搭配轉作與平地造林的措施，應可有效解決沿海地區地層下陷的問題。
2. 本處亦鼓吹海綿城市的概念，土地開發或重劃區、工業區儘量採用透水鋪面，如此一來下雨時可增加地下水入滲量，同時進一步減少地表水的排出，進而降低淹水的機率。

(十六) 地下水保護區之劃設

1. 劃設地下水保護區的作法應可行，但還是需要配套措施，因為一旦限制一個區域的使用，該區域既有的產業將受影響。以地質法為例，斷層帶一百公尺以內不能蓋房子，依此規定實施的話全台很多學校都得遷址。因此應審慎評估如何劃設保護區？劃多大？如何限制開發行為？單純針對地下水補注這是好的方式，但是從整體產業與社會的層面則需要許多配套措施。
2. 與其劃為保護區，或許從污染源頭著手管理更有效。

(十七) 徵收地下水使用費的可行性

1. 從水資源利用的觀點，贊成收取地下水抽用量規費，但問題在如何執行。首先應檢討水的價值是否低估，建立合理水價。目前即使是已處理的自來水水價就已經過於便宜，調整自來水價已有一定困難度，更何況是未處理的地下水。
2. 不見得一定要以收取費用的方式，可要求或鼓勵大型的開挖工程（例：隧道），為工程所需抽水時，實施水資源回收計畫，搭配獎勵措施（例：獎勵容積率）。

(十八) 溫泉管理與地下水管理的差異

溫泉可採取總量管制同時又收取費用，而地下水無法比照辦理的原因或許是因為溫泉並非民生必需，而地下水對於農業或工業是必要的，溫泉使用費較類似奢侈稅，泡溫泉是休閒活動，使用者有特定對象，範圍與量也很侷限，因此可採總量管制同時又收取費用。

(十九) 向工業收取地下水使用費的可行性

從公平正義與處理成本的考量而言這是一個可行的方式，目前高雄市已針對工業用水先收取地下水使用費。因事業用水量較大，先向事業收費，後續再斟酌普及至民生收費。

(二十) 對既有法令或組織之建議

1. 建議中央可賦予水利會更有效管理用水方式之獎勵措施，使水利會可藉改善渠道或有效管理等方式，有效管控灌溉用水。
2. 以目前申報的水井而言，九成五都是農業用水，但縣市政府目前沒有任何機制可提供水資源給農民，因此希望農田水利會應增加服務農民的範圍，尤其針對弱勢農民。
3. 在水資源方面，農業與工業的主管部門是否可作單位組織的整併，或是法令的修正，以彰化縣的中科四期開發計畫為例，開發是國科會，但取水的業務是向經濟部申請，短期不足部分，另向彰化農田水利會請求協助，彰化縣政府對水資源的管理權限相當有限。
4. 縣市政府曾為了河川整治問題拜訪中央主管機關，希望能多分配一些濁水溪與集集攔河堰的水權給縣市政府，可是很困難，因為農田水利會聲稱有用水需求，其獲分配很多的水權很難釋放出來。除非是向農田水利會買水量，否則很難以協商方式取得水權。譬如冬季民生用水量較大，本處可依據民生為優先的原則，向農田水利會協調將農業用水的水井轉為供應自來水公司使用，價格則由農田水利會與自來水公司雙方協議。希望未來中央能有單一個部門可整合民生、工業、農業之水資源管理業務。

(二十一) 地方政府的困境

1. 地方人力與資源相當有限，以彰化縣而言，水利管理科只有兩個人負責水井的管理業務。另外人員的流動性也是很大的問題。此外，本縣相對直轄市又更弱勢，現在彰化縣是全台最大縣，但本縣的人員編制組織比起直轄市人數少了好幾倍，職等也較低，因此對同仁的流動只能道德勸說。

2. 在減抽地下水的政策上應先提供民眾地面水，希望中央政府可協助建設地面水取水設施。
3. 在法令擬定與政策執行的方面希望中央政府能多參考地方政府的意見，並適時增加地方政府的人力編制。

我國地下水資源政策之研究

附錄十三 深入訪談記錄-鄭欽韓副工程司

- 一、訪談對象：鄭欽韓副工程司（經濟部水利署綜合企劃組）
- 二、時間：102年12月17日（星期二）下午14:00至15:00
- 三、地點：經濟部水利署（台北市信義路三段41-3號11樓）
- 四、紀錄：蘇中正
- 五、訪談人員：洪志銘助研究員、蘇中正
- 六、訪談摘要

（一）環資部的組織改造進度

目前環資部組織法草案已於立法院審議中，至於環資部及所屬機關之內部單位部分亦已明定於環資部及所屬機關相關組織法規草案，待行政院審議中，下階段可能必須討論部內相關任務編組之組織架構、業務職掌及運作方式等，例如「五大流域管理會」、「水資源管理會」等，水利署亦將做好各項準備工作。

（二）環資部組織改造的關鍵問題

1. 以流域治理為例，過去上中下游治理事權機關都分屬不同部會，必須進行跨部會整合協調，在組織改造後，大部分流域治理事權機關都納入環資部，未來該部應重視跨署局協調，所以水利署對於環資部之組織特別強調設置「水及流域司」，以整合協調跨署局的水資源管理及流域治理工作，再則目前涉及流域治理之國土規劃、跨河橋樑等仍屬其他部會，未來環資部仍需強化跨部會協調。針對跨部會或跨署局的整合協調工作，目前行政院皆規劃將相關機制納入環資部部內單位組織規劃。

2. 組織改造前，水利署的業務已非常繁重，組織改造後，水利署業務並無減少，惟在無法增加員額的前提下，水利署必須配合撥用部份既有人力支援環資部內部單位，這將使未來水利署的人力問題更加吃緊。再則水利署不僅是政策擬定、工程執行、技術審查機關，更兼負督導地方政府之責，惟依銓敘部之建議，組織改造後，水利署及所屬機關之七職等以上人員約有 30%(約 162 人)必須調降至七職等以下，減少七職等以上之高階且經驗豐富工程人員，將使督導地方政府的機能失去效用。另外，隨著六都的成立，大都規劃成立位階屬直轄市一級單位之水利局，加上其職等大幅提升，將產生磁吸效用，恐使得水利署人才大幅流失，故水利署及所屬機關人力或七職等以上人員配置都將是組改後必須面臨的重要課題。

(三) 局、署和司的定位

1. 「局」是執行單位，「署」的主要工作是擬定政策與執行，惟其政策範疇僅限該機關自身政策；以流域治理為例，水利署、水保局、林務局及營建署都移入環資部，未來流域治理政策必須整合，才能有環資部之整體思惟，故例如涉及跨部會的政策治理政策的整合工作，則必須由「司」整合協調，另外，「司」也有負責「局」擬定政策的職責，像「化學品及污染管制局」，其政策由「污染防制司」擬定。故「署」和「司」的職責分野即「司」具有擬定跨署局的整合性政策權責，而「署」僅負責該機關的政策擬定。
2. 現有的環資部編組，目前環資部部內已規劃設有多個任務編組其中司會如：「水資源管理會」與「五大流域管理會」等，但任務編組與部內司的分工，仍需進一步與各相關機關研商規劃，

(四) 水利署與環保署之整合與規劃

1. 目前對環資部已將水利署、林務局、水保局、環保署、營建署等機關都納入，已經是組織改造的一大步，當然相關業務宜進行整合，如水量（水利署）及水質（環保署）或其他業務，惟組改一次到位，恐使得組改各機關磨合期更長，不利業務推動，更影響民眾權益，故應俟環資部運作一段時間後，再行討論研商。
2. 政府機關的政策皆具有持續性，任何工作不會因為組織改造而停滯不前，而組織改造係是將工作進行更為妥適分工。

我國地下水資源政策之研究

附錄十四 第一次座談會會議記錄

一、記錄事由：第一次焦點座談會

二、時間：102年08月07日（星期三）下午 14:00 至 17:30

三、地點：國立台灣大學水工試驗所 新會議室（207室）

四、紀錄：洪嘉琳研究助理

五、出席人員

（一）研考會人員：莊麗蘭副處長、施乃元科長、王資竣副研究員

（二）研究小組成員：洪志銘助研究員、葉長城助研究員、黃德秀分析師、游景雲助理教授、黃金山顧問、洪嘉琳研究助理

（三）座談與會人員：丁澈士教授（國立屏東科技大學土木工程系）、張良正教授（國立交通大學土木工程學系）、呂學諭副教授（國立中正大學地球與環境科學系）

六、座談會摘要

本次焦點座談會主要由四位水量與水質專家針對議題提供意見：

（一）黃金山顧問（行政院經濟建設委員會）

1. 由於本計畫名為「我國地下水資源政策之研究」，因此應將重點放在策略與政策面，不需納入細節的技術問題。
2. 地下水相關的策略，應考慮納入以下幾項重點：
 - (1) 掌握地下水安全出水量以作為用水量的依據。
 - (2) 用水量少的情況可以單獨利用地下水，如旱季飲用水與工業用水均可單獨利用地下水。

- (3) 台灣早期農業用水水源為地表水，飲用水與工業用水的水源則為地下水。
 - (4) 單獨利用地表水或單獨利用地下水，各有利弊，因此應考慮地表地下水聯合運用，即所謂的「conjunctive use」。
 - (5) 在氣候變遷的衝擊下，地表水供水不穩定，因此才引入 IWRM 概念，把再生水及海淡水等都列入考慮，依其特性組合，因此在 IWRM 之體制下，地下水也納入考慮。
 - (6) 建置地下水庫需選擇無地盤下陷所在的地區。
 - (7) 各地區之用水量順應自然供水量。
3. 各農業區須嚴格依據地表地下水可供給水量來研擬農作制度，除少數特殊地區外大抵均為豐水期種植水稻作物，枯水期則改為旱作。
 4. 目前的縣市管理均遵循憲法規範，一縣（市）以內歸屬縣（市）的事務交由地方辦理，兩縣（市）以上之事務則交由中央管理。今後或許有其討論變動之空間。
 5. 地表污染會影響地下水，因此環境保護須依照用水標的的不同訂定得宜的策略。
 6. 台灣由於水資源過度集中，因此人工補注有其施行困難。
 7. 地下水的利用時機主要為枯水期的補注，以及豐水期地表水濁度高時使用。
- (二) 丁澈士教授／院長（國立屏東科技大學土木工程系/工學院）
1. 地面水與地下水本系出同源，地下水是地面水的延伸，引取地面水會影響地下水源。因此地面水地下水聯合經理有其必要。

2. 由於豐水期或汛期地面水濁度過高、無法利用，而地下水此期則飽和又乾淨，因此豐水期應以使用地下水為主、地面水為輔，枯水期則以使用地面水、水庫儲水為主，地下水留待保育。
3. 依循安全出水量概念所提出的兩階段地層下陷防治專案始終無效，乃是因為安全出水量是舊觀念，只考慮總量管制，現今的新觀念是「最佳出水量」及「永續出水量」，考慮世代正義，使未來仍有持續可用的水資源。
4. 在台灣西南沿海之沖積平原是蓄地下水最好場所，所謂「利用洪水，蓄水地下」即是實施地下水人工補注為解決洪氾平原水患問題、地層下陷及地下水增源之最好方法。

(三) 張良正教授（國立交通大學土木工程學系）

1. 美國南加州長久以來便大量且充分利用含水層空間進行水量的調配，成功經驗可供本國參考。
2. 由於抽水量未知，在推估水量時具有相當的不確定性，致使地下水安全出水量的相關政策規畫無法決定。此種不確定性可由後續的營運操作配合監測系統加以控制，因此不必求其推估量的絕對準確，而應在目前最可信的推估量下進行地下水相關政策的推動。
3. 目前台灣地區地下水已有相當的使用量，惟部分區域仍有可操作的含水層空間，因此仍可配合人工補注，進行地表地下聯合營運，惟人工補注不應用來解決人為超抽引起的地層下陷問題。
4. 地下污染在整個沖積扇尺寸的保護方面，目前正推動的「地下水補注敏感區」的劃定應有一定程度的幫助。

(四) 呂學諭副教授（國立中正大學地球與環境科學系）

1. 由於政策有效性多以數十年為衡量尺度，而全球變遷造成各地氣候變異情況更加嚴峻，未來台灣北部水豐、南部水

乏的情況將會更為惡化，氣候變遷更引發海水入侵、雨量改變，因此在政策訂定應考慮全球環境變遷效應對供水的影響。

2. 以南加州為例，南加州與北加州買水，用剩多餘的水就補注到地下，卻發現所有的地下水補注都會影響水質，建置人工湖、攔河堰或進行人工補注事實上均會對下游水質發生負面影響，南加州利用系統回饋以及精密的監控，來掌握水質的變化與影響。以台灣而言，濁水溪、大屯溪、大甲溪與花蓮的上游地區都可能有類似情況，需多加注意，應加強環境化學背景調查。
3. 地下水污染除少數污染情況非常輕微者外，大多案例因沉積物的吸附作用，致使復育困難，幾近無法恢復，因此在政策的制定上對地下水污染的避免需特別注意。在考慮水量多寡前應先關注討論水質的優劣。
4. 地下含水層的不均勻性必須被考量，需做好詳細的規劃調查。

附錄十五 第二次座談會會議記錄

一、記錄事由：第二次焦點座談會

二、時間：102 年 10 月 04 日（星期五）上午 10:00 至中午 12:00

三、地點：中華經濟研究院 522 會議室

四、紀錄：蘇中正

五、出席人員

（一）研考會人員：王資竣副研究員

（二）研究小組成員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、游景雲助理教授

（三）座談與會人員：張廣智組長（經濟部水利署水文技術組）、李丁來副處長（自來水公司供水處）、李炎任副處長（雲林縣政府水利處）、蕭代基研究員（中央研究院經濟研究所）、陳明健教授（台灣大學農業經濟學系）、廖肇寧副教授（清華大學經濟學系）

六、座談會摘要

本次焦點座談會主要由 3 位政府部門代表與 3 位專家學者針對議題提供意見：

（一）李炎任副處長（雲林縣政府水利處）

雲林地區地下水現況

(1) 雲林地區地層下陷問題早期發生在沿海地區，經過研究探討於沿海地區養殖業超抽地下水是導致地層下陷原因之一。近年來政府的宣導管制及鼓勵引用海水

養殖及海水統籌供應系統的建設，沿海地區的地層下陷逐漸趨緩。

- (2) 然雲林地區的地層下陷問題往內陸延伸，究其原因，與自來水公司的抽用地下水供民生用水及農業的灌溉用水息息相關。所以為了積極遏止地層下陷，政府也要求自來水公司及農田水利會封填不少的深水井。另對廣大的農民自鑿的地下水井，包含民生及工業用水地下水井，雲林縣政府也配合中央政府做地下水井的全面清查納管。雲林縣境內約有十萬口地下水井，對於 99.8.4 以前既有的水井從 102.1.1 至 102.12.31 做申報，並自 103.1.1 起未申報之地下水井或未合法申鑿的水井即查即封。並配合中央政府將擬定的後續管理政策來執行。
- (3) 雲林地區年平均雨量約 1,500mm，低於全台 2,500mm，水資源供應不足，尤其雲林縣是農業大縣，用水量不少。適度的取用地下水應該是合理而且是不得不的作為。所以合理的取用地下水資源及遏止地層下陷必須由農業單位製訂配合用水的農業耕作政策。
- (4) 地下水權的核發依據是否位於地下水管制區，若是，則不准核發水權。位於非地下水管制區則視現場狀況核發適當的水權狀。
- (5) 湖山水庫若完工後，與集集攔河堰聯合運用將可增供雲林地區自來水每年 1.15 億噸，屆時雲林地區將可減抽地下水 0.46 億噸。與地面水聯合操作供應，並合理分配地下水源有賴設立專責單位或類似水公司形式才能有效且精確的控管調配。

(二) 李丁來處長 (自來水公司供水處)

1. 各區地下水抽取量

- (1) 就水公司在這個區塊 (地下水) 的執行狀況報告，第一個是量水設備的裝設，101 年地下水一年抽取量大概在 4 億 4 千 849 立方公尺，每個區域分配的狀況都不太一樣。
- (2) 彰化一年抽了 1 億 1 千 260 萬立方公尺的水，大概約占整個彰化地區用水量的 75% 左右，目前有從台中與林內的供水量支援，所以地下水的比重下降。以前大概是將近百分之百，已慢慢在下降。
- (3) 另外一個比較大的是第七區管理處，即高雄與屏東。該區用水量相當大，一年大概 6 億 5 千 378 萬立方公尺，地下水用水量為 1 億零 216 萬立方公尺，大概占該區總用水量的 15.63%。
- (4) 第三個比例比較高的是第四區管理處，即台中跟南投，一年抽 9 千 953 萬立方公尺，大概占該區總用水量的 15.39%。
- (5) 第四是雲林，地下水抽取量約為 5 千 215 萬立方公尺，占該區域的供水約 25.75% 左右。
- (6) 第五是第八區管理處－宜蘭，一年抽 4,468 萬立方公尺，大概占那個區塊自來水供給量將近七成 (69.97%)。
- (7) 第六是第九區管理處－花蓮，大概一年抽 1,524 萬立方公尺，占了那個區域大概三分之一 (34.43%)；
- (8) 其他，第一區管理處基隆，一年抽 528 萬立方公尺，占 3.93%；第三區－新竹苗栗，一年抽 740 萬立方公尺，大概占 2.8% 的自來水比例；第十區－台東，一年抽 861 萬，占該區塊差不多 1/3 (32.69%)。

- (9) 水公司地下水抽取量大都有裝水錶，所以跟其他單位相比，水公司的取水量相對來講比較準確，水公司地下水抽取量占國內整體地下水抽水量（一年大概 56 億立方公尺）將近 8% 左右。

2. 地下水角色與監控

- (1) 配合整體地面水開發政策，水公司地下水抽取水量會逐步減少，105 年開始，雲林的湖山水庫開始出水，水公司雲林的地下水抽取量將逐步減少。112 年彰化烏嘴潭完工，彰化地區就不再抽取地下水，而是作為備用水源，水公司在彰化及雲林地區的 352 口井，其中 60 口將封閉，其他作為戰備用。因為在氣候變遷的威脅下，地下水仍是救命水，不能完全封閉。
- (2) 自來水公司各廠所均有供水監控系統，以監控地下水抽水情形。

3. 地面水來源與計量

因地面水的水質變動很大，水質與濁度會影響到量水設備，所以與水利會、水資局作溝通協調，基本上是以水公司淨水場出去的量為準。雖然水資源局與水利會導水管（渠、圳）路有水量計或者是堰，以衡量提供給水公司的地面水用水量，但相對來講比較不準確，水公司的水量計比較準確。101 年水公司自有地面水量約 5 億 4 千零 15 萬立方公尺，101 年水公司向各地區水資源局、農田水利會買水量大概 20 億 4 千零 15 萬立方公尺，水公司一年的供應量大概 31 億立方公尺，水公司本身自有的水量將近差不多 40% 左右，其他都是向各地區水資源局、水利會、還有北水處買水。地面水部份水公司是以淨水廠的出水量為準，另外再加上一個淨水處理的過程會耗用大概 3-4% 的水，以去除水中雜質，因此水公司地面水取水量包括耗水量。相對來講，水公司的水量數據是比較準確的。

4. 聯合運用

另外水公司供給政策是地面水與地下水聯合運用，除了幾個區域是使用地下水為主，其他區域是地面水（包括河川水、水庫水）為主，地下水為輔。

5. 水權與水權費之意見

(1) 101 年水公司一年的供水量約 31 億立方公尺左右，但自有地面及地下水取水量才 10 億立方公尺，因此水公司得向北水處買 9 千 5 百萬立方公尺的清水，向水利會買水及借道輸送 4.2 億立方公尺，向水利署買水 16 億立方公尺，顯示國家給水公司的水權量是極度不合理。當論及水權交易與水權分配合理性，應考慮水公司處境。水權的分配可謂形同是財富的分配，影響很大。事實上水公司已有水權交易制度以外的交易方式，例如向水利會買水（及借道輸送）與向水利署買水，一年花將近 29 億。談水權交易，水權分配的合理性要解決。

(2) 基本上，水公司的立場並不反對水權費，只要政府允許水公司的自來水水價計算公式反映水權費的成本，則基本上水公司可接受水權費。

6. 地層下陷

大家容易誤解水公司在雲林地區抽取地下水，會影響高鐵與地層下陷問題，不管是工研院研究或是水公司委託成大的研究指出，水公司水井的抽取水位比較深，大概是 200-300 米以上的水井，會造成地層下陷都是比較淺層的地下水水井。

7. 生態服務費

生態服務費觀念很好，然而地下水要有滯洪池、補注池或補注井，建設都要預算支用。若法律上、政府及社會各單位代表有共識，在自來水使用上徵收，水公司一定極力配合，徵

收生態服務費對台灣地下水管理將有幫助。

8. 跨部會資源整合

若未來環資部成立，水公司有 1,126 口井，水利署與環保署也已建置很多地下水觀測井，把這些井串在一起，可為地下水水位與水質的監控提供重要的資訊。

(三) 張廣智組長（經濟部水利署水文技術組）

1. 地下水治理沿革與概況

- (1) 全世界都有地下水問題，地下水問題主要根源在農業用水的使用效率不佳，而國際上對於農業用水使用效率不佳成因的普遍共識即水的大量補貼，世界各國對農業的抽水補貼都相當大，導致農業用水使用效率不佳的問題長期存在，台灣也追尋這樣的軌跡。
- (2) 1895 年日本接管台灣的時候，當年日本只在台灣土地種植一種作物：甘蔗，當時也抽取地下水灌溉，但種植甘蔗雖沒有造成地層下陷，卻是大規模使用地下水的濫觴；珍珠港事件後，日本開始推動生產稻，用水量即增加，於是日據政府即規劃水庫，作為稻作之用水來源。台灣光復之後，開始工業發展，台灣的用水型態越來越複雜，卻一直依循著民國 32 年的《水利法》，《水利法》是大陸法，台灣是海島型國家，用水型態跟大陸型國家不一樣，長年至今，導致我國地下水管理出現問題。最大問題來自台灣的用水型態變化太快，導致《水利法》跟不上用水型態與結構的變化去做調整，以致水權管理，尤其是地下水權管理隨著時空環境變化愈形窒礙難行。就以所謂「植物工廠」為例，植物工廠的產出物是蔬菜，但是他栽培的方式不需要土，不需要專職農民，需要的是用水，需要廠房可是這廠房不需要蓋在農地上，它可以蓋在其他用地上，這樣的種植與經營型態，試問如何界定植物工

廠用水屬於農業用水或工業用水，有些植物工廠設在工業區，有些設在工商綜合區，增加水管制的難度，根據目前土地使用分區相關規定很難界定植物工廠的定位。另自台灣年用水結構來看，農業用水占的比例最大約 70%，所以要解決地下水問題，最重要還是從農業著手處理。

- (3) 調整用水結構其實政策工具都有，視如何串連讓這些政策工具變成可操作。就以科學園區晶圓製造業及中鋼為例，為什麼這些廠商願意節約用水，這其中的有三個主要驅動力：(A) 製程用水要求的水質高於自來水水質，所以廠商必須進一步自行產出純水或超純水，以符需求，然生產一噸純水的成本往往是自來的數倍價格，因此他們會想要循環利用水；(B) 工業廢水排放成本高，一般放流水排放成本一噸水超過 30 元，因此廠商會找出省水節水方法濃縮降低排放成本；(C) 有些放流水水質成分單純，可以透過水再生處理技術所產出的再生水作為製程用水，其成本反而低於用自來水作為製程用水的成本，所以廠商願意做。例如，最近水利署與高雄市政府簽訂再生水合作意向書，就是中鋼有此需求。換言之，節水推動不是不可行而是怎麼將業者與政府政策工具及環境成本串聯起來。而未來欲由點的成果推廣到面的成果，需要 (A) 自來水價要調整；(B) 都市下水道生活污水處理系統提升水質；(C) 政府比照新加坡明訂一定比例水供應由再生水提供；(D) 成立基金，政府投資具規模經濟的再生水廠。

2. 對「安全出水量」的觀點

不應以安全出水量為考量，基本上所謂安全出水量是教科書上的理論值，台灣屬於年輕的地質構造，理論上地下含水層中的均質含水層，在實際上是不存在的，所以安全出水量在

實務上是根本不可行。比較可行的作法是將藉助綿密的地下水井觀測，觀測資料越多，成為巨量資料，透過演算，可找出規律性，作預測。透過地下水位預測模式，進行區域間的地下水管理，這會是具體務實的作法。

3. 跨部會治理

- (1) 因高鐵行經彰化、雲林，突顯這個地區的地層下陷問題的複雜度，地層下陷是個「果」，這個「因」存在複雜的時空環境因素，沒有誰對誰錯的問題，站在眼前的十字路口，政府不能卸責推給過去，只能承擔找出關鍵原因，跨部會齊心協力去做。持平而言，當前彰雲地區地層下陷問題，除了開源節流措施，主要核心還是在於農業用水需求依賴地下水比例過高。現在農委會針對高鐵沿線嚴重地層下陷地區提出「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」，可期待將來新的嶄新作法。如今該地區地層下陷問題不再只是經濟部的事，用水、農作制度調整、荷重沉陷及土地使用規劃等課題，而農委會、交通部、內政部及地方政府均已積極介入執行，這是過去難以想見的。
- (2) 環保署與水利署在水質監測工作可以作好統合，環保署的水質監測井與水利署全省 747 口觀測井水質資料整合起來可以強化對地下水層水質系統化監測。
- (3) 針對彰雲地區的地層下陷尚有工業用水回收率提升及工業用水量管控等問題，有待強化，對此，目前行政院核定的行動計畫中，工業局與國科會有其角色要扮演。配合內政部區域計畫土地容許使用項目所涉用水審查制度建立，水利署已建立用水計畫審查機制，除了嚴格管控用水總量外，未來工業區的用水對在地的環境必須要有責任分攤的義務。此外，工業局亦就轄管位於嚴重地層下陷地區的工業區工廠進行提升

工業用水回收率輔導，希望將目前僅 10% 的水回收率逐步提升至 50% 以上；另外國科會在彰化、雲林有兩個科學園區，也已落實執行用水管理及回收率提升。目前透過各部會合作，地下水管理已逐步有朝好的方向行進。

4. 地方治理

- (1) 流域管理仍很難對地下水管理產生變革，台灣政府組織的特色是分工很明確，但協調很困難。台灣欠缺流域管理組織所需要的參與式管理。
- (2) 非灌區的農業用水問題大，地方政府難以處理，必須由中央農政單位介入統合政策與執行。2006 年全國經濟會議上，提出把農田水利會轉為水利公司，這似乎是可行的構想，將小量使用者整合統一供水，由水利公司經營管理，再推動徵收水權費。
- (3) 在此之前，必須先處理十幾萬口沒登記水權的水井，如李炎任副處長所言，水利署與地方政府配合正在推行水井申報作業，今年年底截止登記。目前登記已逾 80%。

5. 金門地下水概況

- (1) 因行政院已核定金門地區供水綱領計畫。金門地面水有兩大問題：(A) 降雨之後蒸發量非常大，地面水供應不足；(B) 水質污染嚴重，污染源包括養豬業與農藥施肥。即使作水資源回收，污染水轉換為自來水水源，也將形成惡性循環。加上金門自來水處理是由縣政府成立水廠統管，金門水廠受限於設備投資與長期人員培訓等問題，力有未殆。
- (2) 透過綱領計畫，金門未來朝兩方向解決地面水問題：
(A) 海水淡化，但金門外海水水質不佳，此外還必

須考慮成本，仍須慎思，因此目前傾向第二個替代方案。(B) 從大陸供水。透過陸委會介入，大陸供水幾乎已定案。但大陸供水只供三分之一的用水量，另外三分之二的用水量仍必須透過有效的地下水管理。金門地區因花崗岩地質沒有地層下陷問題，但地下水水位已下降，且金門最大稅收來源即酒廠，因此金門必須保護地下水。

- (3) 金門分為金西與金東，兩邊情況不太一樣，目前水利署透過綱領計畫協助金門，將來金門縣政府將提出地下水管理計畫，檢討金門地區地下水管理。過去民國 93 至 96 年間，水利署在金門作了非常清楚的調查，嚴謹地探討該地區水質及地下水流向等情形。若金門縣政府統合水利署完整的調查資料，且金門面積較小，將來可成為地下水管理示範區，設置比較多地下水觀測井，掌控水位與水質變化，當可控制金門地區的水資源供需狀況。

6. 彰化與雲林地區地下水概況

台灣目前分九大地下水區(金門為獨立系統，屬於福建省內，不在九大水區內)，其中供需落差最大的分區為濁水溪沖積扇，一年超抽量可能比簡報的數字還要高，因為受到豐枯期的變化，所以會有此問題。彰化與雲林也位在濁水溪沖積扇，兩個地區有以下幾個問題：

- (1) 降雨不足：台灣的年平均降雨量是 2,500 毫米，可是彰化與雲林位於 1,500 毫米等雨量線內，遠低於台灣年平均降雨量，必須有調蓄設施彌補降雨不足。
- (2) 彰化、雲林因濁水溪沖積扇長期改道，土質養份非常豐沛，為重要的農業稻作生產區，特別是彰化是最重要的稻作生產區，一年兩期稻作；雲林一年生產一期稻作，因土質良好，太多農民種稻。

- (3) 彰化、雲林畜牧業興盛，是牛、雞、豬、羊的最重要的生產基地，因此彰化、雲林的農業用水需求占了非常大的關鍵。
- (4) 此外，彰化、雲林兩地有十幾萬口的水井，水權費若開徵，水井的個人申請者不似水公司，水公司用水量，成本低，可轉嫁水權費；個人申請者量小，成本高，不願接受水權費。小的使用者太多，遠多於大使用者。成本負擔高，降低執行水權費的意願。加上地下水水權登記流程複雜，意願非常低。

7. 水權費

特定標的水權費其實已在徵收，例如溫泉取用費，溫泉取用費其屬性就是水權費。從民國 92 年至今花了十年時間才成功推動，以前是減半徵收，今年開始是全面，落實使用者付費。為了水質保護區，保護水源，收保育回饋費。將來開徵水權費怎麼與溫泉取用費、保育回饋費區隔，是一大問題。

8. 對農業的看法

以湖山水庫替代地下水，供應彰化、雲林工業用水；但農業用水無法替代，農業仍有地下水超抽。因此農委會想出兩個作法：(1) 修復所有灌溉渠道，減少漏水；(2) 推動「黃金廊道農業新方案」，調整農作。目前阻力包括水的補貼，過往農民必須繳水租，因此對水的使用很在意，但民國 82 年後立法院三讀通過農業用水補貼，不必繳水租，即出現浪費水的情形。另外，不當的糧食平準機制，保量保價，使稻作生產盛行，因耕作簡單，且保證收入。「黃金廊道農業新方案」調整農作物與補貼，似乎有成功機會。一旦提升農業用水效率，將來可成為台灣地下水管理的標竿。

9. 地下水補注

有關地下水補注，在屏東台糖昌隆農場過去有設置地下水抽

補井試驗井，但抽補井需要選擇區位，經試驗指出，屏東平原無法蓄存水，該次試驗發現，井的位置將來還是必須透過地面水與地下水比較好的模式檢視地方條件，找出適當地方測試。原先的井設得不好，實際補注量與抽取量差很多，不符經濟效益，現在當作教學使用。在佛羅里達的作法是密排，排好多個，才能形成淡水屏障，讓海水無法滲入。水利署目前在濁水溪扇頂溪洲附近，於河槽中設置臨時土堤，進行河槽地下水補注，經過三年的觀測調查與分析已有些成效。但河槽補注最大風險是遭逢一場豪大雨可能就會毀損。為此，水利署與中央大學進行合作，建立地面與地下水整合分析模式，可進一步評估出更為適當的區位進行地下補注。

10. 地下水保護區之劃設

- (1) 廣義的地下水區都是沖積扇。中央地質調查所的地質法很重要，地質法有環境敏感區域，有劃地下水補注區，一旦劃定之後，所有的行為都將禁制，是非常重要的管制依據，建議可參考地調所。在濁水溪扇頂附近是最重要的地下水補注區，需要好好保護。
- (2) 依《自來水法》對水質涵養保護區之劃定，誠如李丁來處長所言，很多取水水源來自地下水，但地下水源如何保護？還是需要劃設保護區範圍，不能只仰賴《水利法》作保護。《水利法》管水權（水量），不是水質，除非環保署指出水質不好，封閉水源，只能用此消極被動的方式處理，較積極的作為可搭配《地質法》。例如環保署為了水質考量，針對青潭水質水量保護區，將翡翠水庫的取水點往下游移，禁止養豬。透過參與式管理建立共識，此作法或許可行。若青潭水質水量保護區的案例成功，將來可複製到其他地方。

11. 養殖漁業

就個人了解養殖專區的漁塭，目前漁業署有一套管理機制，近年來推動海水養殖，沿海地下水已有回升趨勢；惟位於《區域計畫法》非都市土地容許使用的養殖，是必須持續關注的課題。

(四) 蕭代基研究員（中央研究院經濟研究所）

1. 水權管理與水權交易

- (1) 在清朝，水權為民有，民間組織建水圳，引水灌溉。現今《水利法》規定政府核發水權，水權有期限，雖已核發水權，主管機關得另行分配使用，因此水權非完整產權。但實際情形是雖然農田越來越少，但很少減少核發水利會水權，這表示仍然承認傳統上水利會擁有的水權。
- (2) 問題不在水權、水權費與水權交易，重點在水權的管理。《水利法》對水權管理有專章說明，但管理不夠落實。本人親身經歷，十年前本人曾參與某團隊去視查台中縣一個用水量很大的工廠，詢問廠方有無水權，廠方拿出水權狀，但水權狀上的水量與實際用水量相差非常多，可見其長年超量使用地面水與地下水，但是縣政府未落實管理水權，未檢查是否超限利用。
- (3) 根據《水利法》第 19 條之一、第 20 條之一，已許可水權交易，承認水利會既有的水權，可以出售多餘的水權，雖然沒有明寫水權交易制度。
- (4) 應承認水利會的歷史水權，若要減少使用或交換水權，就需付費，此即水權交易。《水利法》規定水權有年限，建議修正為類似地權，水權無年限，則水權為完整產權，產權擁有者才會安心，才會好好利用水

資源，否則有期限的水權會造成浪費使用水資源，產權的界定很重要。

2. 對《水利法》水權管理「罰則」的建議

- (1) 《水利法》對於水權違規行為沒有規定任何罰則，得依賴其他法律或得經過訴訟才能開罰。
- (2) 建議修正《水利法》，規定水權管理所需的罰則。以《水污法》為例，超過排放標準，則立即處罰。若透過法院訴訟制度，效率很低。

3. 管理機構責任

- (1) 地方政府很難落實執行水權管理，因為面臨很大的民意壓力，建議中央主管機關－水利署亦應有權管理水權，仿效環境污染管制作法，中央與地方政府都有管制責任與權力，才能做得好。希望水利署利用民意壓力推動修法，落實管理。
- (2) 進一步應推動流域管理，成立流域水公司或水利公司，成為流域水資源管理組織，採用參與式管理，公司成員包括代表地方農民的水利會、民生使用者（自來水公司）與水資源局，負責水的供應、管理與使用。水利公司有自利動機做好水管理，收取水管理使用費。全世界最好的水利組織都是採用此模式，如荷蘭的 **Water Board**、德國魯爾河流域水利會、法國流域管理局。
- (3) 依《水利法》第 12 條：“主管機關得視地方區域之需要，核准設立農田水利會，秉承政府推行農田灌溉事業。”應該改為得設「水利會」，刪去農田二字，因為如今民生用水與工業用水也很重要。此即上述之水利公司，或《水利法》13 條的水利事業。

4. 金門地下水問題

金門酒廠是金門縣主要財源，但其用水量很大，其地下水已經開始鹹化。金門雖為缺水地區且水價值很高，但未全力推動節約用水，例：雨水回收再利用。

(五) 陳明健教授 (台灣大學農業經濟學系)

1. 產權

十幾年前在某期刊的某篇論文曾以美國某地為例，該案例採取的辦法是將 *aquifer* 私有化，私有化後地下水水位下跌的情形不再，甚至有時還會上升，顯見是水權的產權問題。從國外經驗，水權由河岸權轉變為分配利用權，再轉變為市場化私有權的概念，可見水權問題就在於 *common property* 的產權問題。

2. 水權分配

水利會最主要的資產就是水權與地權，因此要剝奪其水權有一定的阻力。早期農業占台灣最主要之經濟角色，所以水利會分配到的水權較多，後來因各種產業多元化與都市發展，各標的競爭用水，造成水權量與實際用水量相差很多，可見水權主管機關有過度發放水權的責任。

3. 農業角色

農業可視為自然資源之倉庫，農業的水源可以按需要而調配，問題在於應建立公開市場，讓農業部門有誘因推動水資源之保育與利用，例如水田的深水灌溉或休耕蓄水，都可能成為調配蓄水之工具，充分達到再生資源的利用，至於談水權重分配問題會很困難，是長期的問題。

4. 地下水區與地下補注

- (1) 支持成立地下水區，但不宜範圍過大，最好以 *aquifer* 為單位，先逐步在小區域成立；對於原有用水者應採登記制度，再類似排放權制度，賦予用水權利，留下未來仍有調控之空間。

- (2) 請多加注重地下水之補助設施，例如減少鄉村路面全面鋪設水泥等，造成阻隔水滲透之面積不斷擴大。

(六) 廖肇寧副教授（清華大學經濟學系）

1. 水權費

- (1) 水權費的實施牽涉到費率訂立的問題，目前本人所知台灣唯一的研究為黃宗煌教授約二十年前之研究，未來若有推動之意，願可能需重新重視費率問題。
- (2) 任何管制措施都可能造農民負面的影響，農民的反彈可能導致政策推行不易。

2. 監控

管制措施都需要後續的監控成本，但地下水使用可能涉及的人數眾多，政府是否有足夠的經費來支應也是未來的難題。

3. 水量的分配

安全出水量是個好的概念，但在決定了這個“量”之後，如何分配給使用者，可採取競標的方式決定，出高價者可取得用水，但這又牽涉到執行面的問題。

4. 補貼

補貼政策也許是可以考慮的方向（補貼業者完全休養），因為業者是否休養是一個較容易觀察監測的指標。

附錄十六 第三次座談會會議記錄

一、記錄事由：第三次焦點座談會

二、時間：102 年 11 月 12 日（星期二）上午 10:00 至中午 12:00

三、地點：中華經濟研究院 522 會議室

四、紀錄：蘇中正

五、出席人員

（一）研考會人員：王資竣副研究員

（二）研究小組成員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、葉長城助研究員

（三）座談與會人員：李允中科長（行政院農委會農田水利處灌溉管理科）、顏鳳旗科長（經濟部工業局永續發展組）、江國豐副處長（屏東縣政府水利處）、蔡國聖科長（行政院環保署土壤及地下水污染整治基金管理會）、洪銘堅博士（國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心）、盧至人教授（國立中興大學環境工程學系）。

六、座談會摘要

本次焦點座談會主要由 4 位政府部門代表與 2 位專家學者針對議題提供意見：

（一）江國豐副處長（屏東縣政府水利處）

1. 屏東縣地下水治理情形

(1) 屏東地層下陷問題現在比較減緩，但許多地區淹水非常嚴重，需仰賴抽水設施把水抽出去。屏東縣長很重視地下水與河川整治議題，本縣正在推動大潮州地下

水人工補注湖，此案目前已在試作。因這是台灣第一個付諸實際的人工湖補注入滲地下水，獲得許多單位關注。根據工程顧問公司評估結果，林邊溪最上游的沖積扇為最佳補注區，目前已在該補注區設置一個尺度較小（30x30 公尺）的入滲池。根據實驗結果，其每日入滲量可達 17~22 公尺左右。該區地下水水位離地表常年至少 25 公尺左右，有很大的空間可涵容地下水。

- (2) 台灣河川短，地形陡，降雨之雨水容易流失。八八水災重創林邊溪兩岸地區，林邊溪一百年的洪流量到達 4,320cms 左右，下雨時林邊溪的洪水量是很大的，但枯水期河道幾乎看不到水，因此必須引用豐水期的水進入林邊溪右岸、以前台糖之農場（萬隆農場），原先規劃面積為 300 公頃，經建會核定後先做 50 公頃的先驅計畫。因為這是第一次試行，地下水補注情形與地下水流動到何處等資訊是很重要的。當初提出計畫的目的為國土復育，未到水資源應用層面，所設計之取水流量大約 116cms，引用至補注池，一年可取 1.5 億噸的水進入補注湖區，作地下水補注。依推算在此補注計畫下地下水水位可提升，最高在扇頂區可到達 5 公尺。同時在湖區週遭設置許多觀測井，作為後續監督之用。觀測計畫執行前到未來補注以後的地下水水位，冀望產出地下水水位數據。在本計畫觀測井外圍還有水利署的地下水觀測網，未來兩者之間的數據可作聯合運用。
- (3) 屏東雖然地下水很豐沛，但自來水普及率很低，大概僅 40 幾（百分比），應為全台最低。近年來民眾想來自牡丹水庫自來水的訴求漸起，牡丹水庫一天供水量大概有 10 萬噸，目前已飽和，大概只能從牡丹送到新園，萬丹地區就用不到牡丹水庫自來水。因此自

來水公司評估後萬丹與潮洲地區仍需使用地下水，但每次要鑿井時都遭逢抗爭。要提升自來水普及率，民眾想使用好水勢必要增加水源；很多農業用的地下水是非法的，地方政府核准自來水公司抽地下水時會擔憂抽取以後農業抽不到，因此產生矛盾。

- (4) 縣政府灌輸民眾一個觀念：地下水是可抽取使用的，但如銀行帳戶存款一樣，必須有存水，才能取水使用。因此大潮州地下水人工補注計畫目的即在此。把監測數據成果（一年可補注量與可取水量分別有多少）告訴民眾，量入為出，讓自來水公司在適當地區抽取地下水。
- (5) 屏東佳冬與林邊的養殖漁業發達，養殖技術高，過去屏東沿海地區幾乎都是管線，因發展出海水與淡水混合的養殖法，導致海堤與渠道都是抽用海水的管線，嚴重影響排洪與景觀。經歷莫拉克風災後，縣長一直在推動沿海養殖的產業轉型，不在養殖區或淡水、海水供應不便地區之養殖業，縣政府鼓勵其轉業，因零散的或內陸供水不便地區若堅持發展養殖業，唯有超抽地下水一途，或是接管線接海水。在農委會補助下，本縣在佳冬塹豐與林邊水利及枋寮番子崙等地分別推動海水統籌供應及傍河取水，在林邊水利及枋寮番子崙海堤前與離岸堤中間的高灘，共設置五個寬口井（類似輻射井），估計每口每天可供應 1 萬噸海水，配置管線供應海水給養殖區。一方面解決管線問題，一方面解決亂抽海水問題。此計畫後續仍需農委會支持，因為此案是台灣首例，希望能成功，並使養殖漁業轉型，漁民能較容易取得品質較高的海水。總結而言，目前屏東縣一方面推動地下水補注，告知民眾補注後的可使用地下水量；一方面輔導不適合的養殖漁業轉型，或是將養殖戶集中在養殖區內，供應其

海水，以杜絕海水濫抽的情形。希望藉由上述策略，使屏東縣之地下水資源能被永續利用。

2. 引述《水利法》對地表水與地下水之解釋

依水利署去年解釋的法令，伏流水假設在河川範圍與海堤範圍內，設置 15 公尺左右的淺井所取得的伏流水稱為地面水，不受地下水管制區的限制；但假設井的位置在河川範圍外，即使其位置在海堤內側，設井與輻射管到河川，（不用機械動力）取得的水源則歸類為地下水。詳細內容可查閱水利署有關伏流水定義的法規解釋令。

（二）李允中科長（行政院農委會農田水利處灌溉管理科）

1. 農業用水之現況與政策

農民抽取地下水的行為是農民爭取更高收益的經濟行為，需以經濟手段去解決。農委會在黃金廊道農業新方案中，輔導農民依據當地水資源供應情勢，轉作合適的低需水、高經濟價值旱作，藉由農民用水需求端的減少而降低地下水抽用量。

2. 水資源調度

目前水資源調度的盲點在調用過程中農民灌溉用水權益是否能被確保，農政部門應確實監督與審核水利會調用農業用水的過程，以確保農民權益不被犧牲。

3. 組織改造後之農政單位與法令

未來政府組織改造後將成立農業部，將把灌區外所有灌溉事業納入農業部之管制範疇內，並有可能將制定一套新的事業管理辦法，將農業用水引用調度納入該事業管理辦法。

（三）顏鳳旗科長（經濟部工業局永續發展組）

1. 地下水治理

在我國水庫等水利設施開發不易下，地下水合理有效利用為未來重要課題。

2. 工業用水現況與管制措施

- (1) 我國用水優先依序為民生、農業、工業，工業部門貢獻我國生產產值占重要比例，惟水權分配僅約 9%，無法穩定供水已造成經濟發展的困難。
- (2) 目前工業局正研擬依據《工廠管理輔導法》第 11 條規定，於嚴重地層下陷區域，對於新設或擴廠案件，須經用水計畫審查，並通過後，方能投資設廠，本方案應能有效管理工業用水。
- (3) 有關合法水權管理上，建議在未來水權展延時，應要求廠方提升用水效率，或採用節水設施或水錶，並要求有用水紀錄，方能同意展延。

3. 將優質再生水作為地下水補助來源

考量我國目前都市污水處理廠排放量甚大，且採用海洋放流，建議可將優質再生水作為地下水補助之措施，但目前尚無相關法規與制定補注水質之要求。

4. 地下水之管理與分配

目前《環境影響評估法》對於地下水之使用採行禁止不開發為原則，建議應將地下水分級化管理，對於地下水補注量大於抽取量之地區，可以合理開發與分配使用，增加區域工業發展。

5. 對組織改造後水資源分配之看法

組織改造後，水利署將併入環資部，我國水資源分配與使用將不再以產業發展為優先，在目前水資源分配不公與水源開發調度不易情況下，未來產業投資與工業區開發將更為嚴厲。

(四) 蔡國聖科長（行政院環保署土壤及地下水污染整治基金管理會）

1. 水污染相關法令與治理

有關環保法令依其權責及管理，其中《水污法》掌管放流水，《飲用水管理條例》負責飲用水品質。鑒於放流水搭排灌溉渠道可能影響灌溉水，甚至造成農地土壤或地下水品質惡化，日前依《土污法》權責已與水保處合作，從源頭減量方式等管制作為避免因污染傳輸污染地下水，故未來組織改造後，有利資訊整合，降低污染。

2. 農田水利會與環保單位之分工情形

針對農田水利會與環保單位的分工，目前水利會同意使用排水路施建灌排及維護設施，或以附掛專管方式改善，而環保單位則加強污水排放稽查，使事業水符合相關水質標準。

3. 地下水政策之建議

地下水資源應有系統性的思維來做聯合管理（量與質），因為其可能是各類污染途徑與污染項目的最後途徑。檢討組織法令的適宜性，除兼具用水需求及用水安全，更使地下水資源達到永續利用的目標，後續環資部的整合，應有利與各種工作的推動。

4. 環保署與水利署之觀測井資源整合

環保署對土壤與地下水之監測大部份都是依據淺層井，水利署則都是依深層井。深層與淺層所關切的問題不同，水利關切的參數是量，環保署關切點則水質有無被污染，需要的參數（例：地質環境、傳輸條件）也不同，未來在組織改造後勢必將面臨資料整合問題。目前已在籌劃如何架構資訊交流的平台與資訊運用。土基會目前設有 1,800 多口井，水利單位設置之水井數量更多，此外還有工業用水井，這些資源未來在部級成立後有望作有效整合，但初步工作仍需時間磨合，建置與了解。

（五）盧至人教授（國立中興大學環境工程學系）

1. 農業用水入滲量

農業固然是地下水用水量的重要使用者之一，但部份農業用水會再度入滲回到地下水水體（如水稻田等），目前並未呈現入滲量數據，有必要進一步計算此具回饋效果之入滲水量，且農業灌溉水同時也將部份營養鹽帶入淺層地下水體（例： SO_4 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 PO_4 等）。

2. 依水質高低使用地下水

(1) 依照水體水質分類，地下水也可仿照地表水水質分類，依原水水質限制其使用用途。某些產業適合使用地下水，某些產業使用地下水則未免太可惜。應思考地下水應用在何者用途其效益最大。首先應考量河川水兩者需淨化處理到何種程度才可達到其用水品質，而地下水也如此，兩者之間的淨化處理投入應該計算清楚。釐清數據以後，即可辨識地表水及地下水兩者效益最大之用途。以管理與分配概念思考，花多少錢可得到一噸水質好的水，可供何種產業使用，不能透支（用水需求大於用水供給），若透支即必須增加供水來源，例如再生水，或是對環境沒有太大危害產業之放流水，例如製糖業（台糖）之放流水。在中部，挖地下室或蓋大樓等工程施工所抽出來的水量極多，若能限制其抽出來的水必須再找地方作入滲補注，不讓其任意排放。

(2) 彰化縣政府曾在舊濁水溪區作水質淨化研究，原先規劃在舊濁水溪區域找地進行試範區實驗，評估不再轉回耕作用途之休耕地是否可供豐水期間的區域排水（含下水道未及區域）滯洪之用，及枯水期的貯存、補注、保育與生態淨化之用。此計劃後續因找不到地而無法繼續，但試驗之概念應可提供參考。

3. 污水再利用

- (1) 較好的供水來源的例子如生活污水。生活污水處理後，若能再次淨化，即是另一重要水資源（取代部份地下水抽用，或是供做地下水補助等），可作為水質要求較低的用水需求之供水來源。至於地下水之開發，應待地表水水權分配後，不得已情況下才可能抽地下水。
- (2) 國內有許多畜牧業廢水經過處理後已移除數個重要污染源，過去在省環保處時期，曾開放部份放流水排放至台糖甘蔗園作澆灌之用。以此個案為例，若目前能將經過淨化處理之放流水，再作地表澆灌，或是進入蓄水塘作自然入滲。可藉由許多方法，提升使用後的放流水水質，可供其他產業用水，或是作為地下水入滲補注之用。以台糖甘蔗園為例，即把土壤視為污水處理之媒介，營養鹽可藉由甘蔗吸收，部份水可入滲至地下水層。

4. 地下水污染之預防

中部曾發生農民不知地下水水質異變而仍抽用地下水，使其農作物遭受毒害之事件。未來土基會等監測單位進入環資部後，從預警原則角度，或是基於污染異常擴散之預防，應禁止某些區域之水井持續抽取地下水。

（六）洪銘堅博士（國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心）

1. 水資源供需數據統計之問題

- (1) 從簡報第 5 頁的水資源供需現況來看，箇中隱藏許多問題。過去數十年來的水資源問題衍生至今仍未解決，徵結在於水資源供需統計過於粗糙，因數量估計粗略導致無法看出水資源供需真正問題為何。
- (2) 首先須了解該圖引用哪一年統計資料。相對而言數據較為可靠者為最頂端的年降雨量，但其仍應考慮時空

分佈與時間變化。過去雨量站沒那麼多，近十年來因災害問題，氣象局佈置很多雨量站，因此降雨量近年數據之可信度更為提高。

- (3) 蒸發損失量：蒸發損失量非觀測得來，而是其他項目計算結果後的差值。從該圖的統計數字或水利署常年公佈的水文年報即可看出我國水資源供需管理與政策執行無法落實的問題所在。
- (4) 河道逕流量：水利署在河川中設流量站觀測而來，然而該逕流量常因為國土及山坡地開發等土地利用因素而改變，這與國家整體經濟發展政策與方向有關。
- (5) 地下水入滲量：相對上述各項，入滲量的統計工作更困難，入滲量視水文地質狀況而定。
- (6) 水庫引水量與河川引水量可能相對而言或許較準確，其中包括灌概引水量與自來水引水量，如有設置量水設備即可計算其河川引水量，然而量水設施的準確度又是另一項問題。
- (7) 地下水抽水量：地方政府無法檢討已核發水權的原因即無法掌握地下水抽水量與其他相關水水量。另外，總用水量需求端估計的問題太多，舉例而言總用水量應考慮含非灌水區的 210 億噸而非 181 億噸。
- (8) 公供給水：公供給水包括生活用水與工業用水，工業用水有一部份是由自來水支援，部份為自行抽用地下水。而生活用水量每一年都不同，主要由自來水供應，自來水存在管線漏水問題，依過去調查統計至少 30%。若能減低自來水水管線漏水與回收水再生利用，生活用水量的需求即可大量降低。
- (9) 農業用水：台灣很多灌區具備完善的灌溉系統，然其用水量多為估算值，終端使用者（end-user）的用水

量沒有精緻化的數據可供參考。農業用水如能強化其量水設施，即能充分瞭解台灣最大用水產業之來龍去脈，即可掌握台灣目前所面臨的地下水問題所在。

2. 數據統計之重要性

未來水資源政策研究必須依賴更為精緻化的供需數據。基本資料的量測是最重要的，沒有基本資料就無法有問題分析的基礎來源（source），但目前政府單位並不重視基本資料的量測工作。對於台灣水資源政策規劃皆需要完善的數據（data），而取得數據後還需考慮其可信度，方能作為擬定方案之依據。

3. 地下水資源管理之問題

- (1) 台灣水資源量是有限且有季節性（豐枯期不同），由北到南亦不同。過去經常談論地表與地下水聯合運用，但無法付之執行，原因在於無法掌握終端使用者的用水量，每個地區地下水權都超額核發。水利署地下水觀測網花了十七年時間建置 700~800 口觀測井，透過地下井的水位變化管制抽水量，但其中存在太多問題，例：太多抽水井，每個井的抽水行為都不同。水位變化是綜合多種因素而來，可能是因為農業用水、工業用水或民生用水所致；養殖用水不是地下水超抽之大宗，地層下陷變化現在已集中在內陸地區，漁業署一直在輔導養殖漁民使其轉型為海水養殖。地層下陷的現況不能怪農民，因地層下陷區原本就是地表水缺乏地區，農民原來就長年在使用地下水，後來因經濟成長政策下必須輔導工業，因此造成地下水問題。另外都市成長，用水量增加，自來水抽用應是其中一項主因，因為一天二十四小時都在抽，因此即使用觀測井也無法看出何者為超抽地下水之

元兇。原因有可能是觀測井密度不夠，而觀測井密度不夠的原因為無法掌握地質結構所導致。

(2) 地下水資源管制的法規如牛毛，但無法解決目前面臨的問題，原因並非法令不足，而是執行上技術的問題。

4. 對環資部之建議

跨縣市河川過去由中央統籌管理，但未同時下放資源與人力，以致地方政府無法有效執行水資源相關政策。對於未來政府組織改造與地方自治條例之實施，環資部中有關水利相關單位之組織整合，建議中央負責政策的規劃，業務執行可仿照現有環保單位，除跨兩縣以上的事務外，其餘執行業務應交由地方，同時應將中央原負責執行之四級單位如河川局、水保分局等人力劃歸地方，並給予足夠的預算。

我國地下水資源政策之研究

附錄十七 第四次座談會會議記錄

一、記錄事由：第四次焦點座談會

二、時間：102 年 12 月 11 日（星期三）下午 14:00 至 16:30

三、地點：中華經濟研究院 322 會議室

四、紀錄：蘇中正

五、出席人員

（一）研考會人員：王資竣副研究員

（二）研究小組成員：洪志銘助研究員、黃德秀分析師、葉長城助研究員、游景雲特約研究員

（三）座談與會人員：毛振泰組長（行政院經濟建設委員會部門計畫處水資源組）、陳獻研究員兼組長（財團法人農業工程研究中心）、朱文生董事長（能邦科技顧問公司）、林國慶教授（國立台灣大學農業經濟學系）、丁崇峰副研究員（國立成功大學水工試驗所／地層下陷防治服務團）

六、座談會摘要

本次焦點座談會主要由 2 位政府部門代表、2 位專家學者與 1 位環境工程顧問公司代表，針對議題提供意見：

（一）林國慶教授（國立台灣大學農業經濟學系）

1. 地下水資源政策

(1) 地下水資源政策是整體水資源政策之一部份，本研究應以地下水資源政策為探討主體。

- (2) 各國之地下水資源政策受其自然與社經環境之影響，除了介紹這些國家之政策與制度之外，若能進一步分析為何不同國家在不同階段會發展出不同的地下水資源政策，進一步分析為何我國會發展出這樣的政策，在這個分析基礎上才能作有用的政策建議。
- (3) 我國水資源供應量應屬充沛，但問題是我們無法有效留住大部分的降雨，另外，地面水也有污染之問題，減少可供使用的用水量。供給面應著重管理效率問題，如何強化政策執行與管理效率是未來努力方向。
- (4) 需求面方面，我認為民眾對水資源的珍惜與使用效率不似電力般「有感」，水資源價格與水權問題值得繼續關心。以農業用水為例，農民給付的水價偏低，不利於水資源之有效利用。為減輕農民負擔，農田水利會會費由政府編預算代繳，代繳金額約 22 億元，另外政府亦補助水利工程一年達數十億元。農田水利對於農業永續發展非常重要，農業具三生功能，而農業用水在三生功能扮演重要角色。農業在生態與環境的貢獻方面，政府應設計相關政策提供環境生態給付，以提升農民改善生態環境之誘因，另外，在農業用水部分也應適度反應用水之資源成本，以利用水效率之提升。
- (5) 我國對地下水之重視度不夠，主要因地層下陷部份才重視這些問題，地下水之角色功能應加以釐清，不應只是因應地層下陷問題而已。
- (6) 應找出水資源與地下水問題的關鍵問題所在，人民與社區間形成的行為規範制約人民的行為，這些行為規範若與法律規範之落差大，則執法成本將高。如果當地人民認為違法抽取地下水不是一件危害公共利益與私人利益之事，政府要嚴格取締相關違法之困難度

將大。除了研擬有效的制度與嚴加執法之外，應透過由下往上的方式，讓當地人民與社區瞭解生態與環境之重要，並能在規範的形成上往良性循環的方向發展。透過環境與生態改善所產生的效益，提升人民對於生態與環境的認知與規範水準。透過人民形成的行為規範與彼此的監督，將能有效提升對於生態環境品質的要求，以及降低法律的執行成本。

2. 水污染問題

應重視水污染問題，只要地上水沒有污染，地下水就不會有污染。此外，地上水污染問題的改善也會增加水的供給量，進而減少對地下水之抽取。應有效處理水污染之問題，包括地上水與地下水。有鑑於此，我認為防止地下水污染的因應對策不是劃地下水敏感區，而是應制定嚴格的地面水水質標準。

3. 農業用水

農業具有三生功能，為國家重要產業，對環境與生態具正面功能。農業用水應充分供應，對於農業生產所提供的環境生態功能應研擬友善環境直接給付。應研擬提昇農業用水效率之政策，包括水價以及用水量相關之農業用水政策，以減少對於地下水的需求。

(二) 陳獻顧問（財團法人農業工程研究中心）

1. 國土規劃

(1) 水資源與土地為自然資源，是產業之依據，水資源政策應與土地及產業整合，作總體規劃。區域性的產業發展應考慮當地的水和土等自然資源限制，否則必須耗費很大的工程與努力調度水資源才能滿足產業需求。

(2) 目前水資源政策的決策單位層級太低，被定位在經濟部水利署，因此決策者較難影響自來水水價或提高工業用水價格。未來應將水資源政策決策單位提昇至握有實權，且不受自來水、工業用水及農業用水影響之獨立機關。

2. 合理水價

(1) 政府應考慮發展特定產業的必要性，以農業為例，農業用水其實代價很高，農田水利設施更新改善及災害修復費高達每年 50 億元，加上代農民繳交的會費約 20 億元，總共約 70 億元，這麼龐大的水費支出每年僅供應 38 公頃農地灌溉，而農業用水很多地方都迴歸利用 3、4 次，換算成原水單位用水價格，則農業用水水價不便宜，其他用水如太便宜就不合理，也不易管理。

(2) 水價應重新精算，以反映土地徵收與土地的機會成本、和埋管線等營運與送水成本。

3. 再生水之重要性

(1) 水價太便宜又沒管制好排放水標準，致使迴歸水不能再利用；消耗性用水（即民生用水）的價格太便宜，人民用水無感，這對國家資源是一大耗費。相對地，政府也沒有限制某些生產性用水。然而工業用水政府除了限制其用水，也要限制其排水，因為工業用水應可循環再利用，但目前工業排放水不但不能再利用，還擴大污染。約在民國 60 年桃園未工業化以前，當時桃園農業用水有一半是仰賴排水溝與池塘連結而成的儲水系統。這些水源一部份來自雨水，一部份來自民生排放水。目前有在耕作的農地面積只剩當年的一半，但石門水庫的水權仍維持不變，此現象是否代表水資源浪費？桃園的池塘面積約占農地的十分之

一，面積很大，用於儲水灌溉。由於當地地面水水質沒有管理好，因此桃園農田水利會不敢直接引用地面排放水，任由原本可回收再利用的排放水直接流入大海，雖然目前桃園農地面積只剩原先的一半，原則上應該以伏流水搭配池塘的儲水即可滿足用水需求，但是向石門水庫取得的水權量仍然維持不變。水資源本是可循環使用之資源，故應該嚴格管制水污染問題。

- (2) 工業排放污水必須處理到合乎排放水標準後，只需再經過一套簡單的處理程序，此再生水其實是可提供農業作為灌溉用水。
- (3) 生活用水之再生水是很可靠的地面水水源，但很可惜一直不被重視，以民生用水 0.2 立方米／每人每日計，1,000 萬人口居住的離沿岸地即相等於再生水供水區域。

4. 海水淡化

台灣四面環海，目前海水淡化成本已降低至每噸 15 元新台幣，此成本與地下水成本相較之後，是否還應持續抽用地下水？未來決策者應將海水淡化視為水資源供應的來源之一，應將地下水視為保險用水。

5. 法規建議

「農業用水調度使用協調作業要點」位階太低，期待新法立法，緩不濟急。如能修法，將「農業用水調度使用協調作業要點」附屬在《農業發展條例》而非附屬在水利法，可能政策效果會較好。

6. 由地方政府主導水資源政策

水資源之運用具有地方特性，農業、工業、民生等都是地方問題，水資源調度宜以地方主導為佳。

7. 地面水與地下水聯合運用之建議

同時考慮地面水（含再生水）、地下水及海水淡化，地下水是保命用水，海水淡化相當是保險水源，再生水用於農業，非製程工業用水及洗車、沖廁所等非與人直接接觸用水，應該是最便宜水源，故建議優先管制排放水污染而開發再生水。

（三）朱文生董事長（能邦科技顧問公司）

1. 請問不要錢或沒有反應成本的資源如何管理？

決策者應當勇敢面對拋離選票政治，儘快調整水價，優先調整工業用水的水價。

2. 安全出水量

任何一個含水層都有安全出水量。台灣的地下水是不患寡而患不均，該用的地方沒用足，不該用的地方超用。

3. 污染防治政策

污染防治政策應仰賴重罰和環境教育。目前污染的罰金太低，污染戶繳罰金比修污染防治設備更划的來。污染罰款金額應調高至比污染改善設施的成本高幾倍的水準才行。此外，透過環境教育，可讓下一代管理與再教育上一代，以導正當代的水資源使用方式。

（四）丁崇峰研究員（國立成功大學水工試驗所／地層下陷防治服務團）

1. 針對簡報內容之建議與釐清事項

- (1) 簡報第 8 頁我國水資源利用供需平衡圖建議加註引用時間及資料來源。
- (2) 簡報中有關地層下陷資料建議更新至 101 年度，可洽水利署水文組提供。
- (3) 簡報第 12 頁有關我國地下水管理各時期之計畫、方案、辦法等內容說明較不完整，例如台灣省地下水管制辦法因精省合併台北市及高雄市地下水管制辦法

為「地下水管制辦法」，另如括號中標註為各計畫、方案、辦法之核定年度，則雲彰地區黃金廊道農業新方案目前尚未核定，應修正。

- (4) 簡報第 15 頁地下水超抽為引起地層下陷主因之一，除非發生在沿海地區並不一定會造成海水入侵、地下水鹽化現象；而地下水含砷等重金屬可能係因地質融出因素，不是含水層的問題。但地層壓密後，會使地下水補注涵容量減少。

2. 地層下陷區可引用限制抽水之法制規範

依國土復育精神及原則，嚴重地層下陷地區內禁止抽用地下水，但《國土復育條例》未通過立法，故目前公告嚴重地層下陷地區僅在標示下陷嚴重之範圍，並無實質管制（抽水）作為之規定，然因目前公告之嚴重地層下陷地區大致位於地下水管制區內，故尚可依《水利法》管制抽水行為。按依《水利法》47 之 1 條規定，地下水管制區內之水權得予以限制、變更或撤銷，且在現行《地下水管制辦法》第五條規定亦容許例外之各款水權登記要件，意即區內容許新增抽水行為，並非完全不能抽用。

3. 地下水管制區之規範標的

地下水管制區之劃定公告，除離島地區外，並未考慮水質污染（鹽化對地下水而言也是一種污染樣態）或整治課題，主要在於抽水量的控管。

4. 養殖用水的考量

養殖用水對於水質、水溫之要求，並非一定要靠地下水，但過濾、殺菌及加溫等設備初期投資及後續之維護勢必提高生產成本，有無利基是為關鍵。

5. 地面地下水聯合運用

- (1) 地面地下水聯合運用為很好的水資源利用概念，特別在濁水溪沖積扇、屏東平原均有建置條件。就民生用水而言，須注意地下水供水系統與地面水供水系統必須先串連後方可併聯調度，地下水並非完全不能抽但應強調依環境條件適度合理抽用，避免造成地層下陷，因此以何者為主？何者為輔？亦應事先釐定。
- (2) 地面地下水聯合運用可否落實，除需利用科學方法及技術做到精準之配水、調度管理外，如何建構完整供水管網亦為關鍵。目前水利署已嘗試藉由即時地下水觀測井網水位資料，由各井訂定之不同管理水位條件建構警示系統，監控、管理控制面積內之地下水抽用行為，惟如何落實仍須繼續努力。

6. 用水效率與用水順位

就提高用水效率與用水順序調整而言，因一般灌溉用水水質要求較為寬鬆，因此目前思考的作法是先供民生使用後再供灌溉，但農業用水量遠大於民生用水量，且灌溉用水涉及糧食衛生安全，規劃上仍應注意。

7. 高鐵沿線的水井處置措施與挑戰

高鐵 3 公里範圍內公有水井處置計畫中央與地方政府應無溝通問題，由水利署地層下陷監測井監測地表下 300 公尺深度之壓密變化可知淺層（高鐵墩柱基樁深度範圍內）及深層均有壓密，但深層壓密量大於淺層，且為考量水井處置對民眾生計之影響，故第一階段優先填塞高鐵雲林路段沿線 3 公里範圍內公有深井，同時展現政府處置水井超量抽水決心。深水井數量少且屬公有，執行上爭議不大。但對高鐵基樁有影響可能導致負摩擦力影響結構安全者反而是淺井，此部份水井可能涉及民眾生計，數量也較多，故第二階段以減量抽水為目標，配合水井申報納管，期可透過加強用水管理、輔導轉作、造林等節水措施，降低持續抽水對高鐵正常營運之影

響，此階段縣政府在執行時將面臨極大考驗。

8. 組織建議

就組織架構而言，由以往經驗可知，涉及跨部會協商事項必須提高決策或指導層級至行政院（或經建會）方可克竟其功。建議除可朝事權統一方式規劃，例如成立水利部或總署外，亦可針對特殊任務或問題，指派政務委員籌組跨部會任務編制委員會或小組，明確分工管考，較易彰顯成效。

9. 課徵水權費

就使用者付費、受限得償原則，建議儘速落實水權費開徵作業。

（五）毛振泰組長（行政院經濟建設委員會部門計畫處水資源組）

1. 環境資源部下之「氣候變遷因應會」為行政院永續小組之主要幕僚（目前已存在於環保署下之某單位），未來應可因應該會之主要工作項目變更部會名稱，以免外界混淆。
2. 地下水研究發展已進行幾十年，重點是怎麼發展，怎麼規劃政府各年度進行的研究方向，俾一步步達成地下地下水聯合運用及地下水永續利用之目標。
3. 雲彰地區總用水量為 40.6 億／年，地下水總抽用量為 12.25 億噸／年，即使減抽地下水，政府還是要用地下水。地下水庫的發展及地面水的開發是未來必要的水資源工作。

我國地下水資源政策之研究

附錄十八 網路意見-政策投手版

政策投手板 | 政策議題，互動分享 - Windows Internet Explorer

http://blog.www.gov.tw/blog/2e896527-4194-4859-9682-06bb6aec7934/post.aspx?id=c3698b81-398e-4448-a3a0-44a924

檔案(E) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

我的最愛 建議的網站 Yahoo!奇摩 iGoogle 取得更多附加...

政策投手板 | 政策議題，互動分享

我的E政府 www.gov.tw

甲午年吉祥

搜尋

線上服務 政府資訊 分眾服務 專題報導 便利服務

會員登入 加入會員

臺灣看遠透 創新e化觀光網 郵寄地址變更 國土資訊圖資 一站式企業開辦 投資臺灣入口網

回政策投手板首頁

政策投手板 政策議題 互動分享

您可以在這裡參與由學者專家研提的重要公共政策議題討論，也可以針對機關目前正在進行的研究計畫發表意見。

最新議題

- 政策綱領治理中行政部門... 2013.12.24 14:30
- 我國地下資源政策** 2013.12.18 11:46
- 未來如果審代改的夜期重... 2013.11.29 14:59
- 我國推動國際生活營造... 2013.11.27 14:02
- 我國非營利組織社會企業... 2013.11.22 17:24
- 社會影響評估-有錢徵答... 2013.10.24 01:35
- 我國行政機關建立重大... 2013.10.24 01:35
- 中華民國退休金架構與... 2013.04.02 17:43
- ECFA政策實施對南部之... 2013.04.02 17:40
- 台南市與高雄市升格後對... 2013.04.02 17:39

熱門議題-熱門指數

- 中華民國退休金架構與內含，您了解嗎? 21024
- 民眾對社會公平正義的看法 8555
- 政府透明化之分析架構及評估 8454
- 我國觀光發展政策之研究 8232
- 退休人力資源活化策略 7593
- 行政院組織改造後，公務機關傾向聯繫及... 7495
- 應光法案立法及執行成效之比較研究 7482
- 國營事業績效管理制度之研究 7442
- 我國中央行政機關使用非典型勞動力的影... 7428
- 山坡地管理之政府職能與角色分析 7315

二月 2014 < 二月 2014 >

日	一	二	三	四	五	六
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	1
2	3	4	5	6	7	8

系統公告

政府部區 部區服務條款

熱門指數

144

瀏覽 > 144

回應 > 0

推薦 > 0

推薦這篇文章: 0

Hotchen | 國土 | 發表於 18 十二月 2013 11:46

拓展下部的問題由來已久，近年來「為第十年可能繼臨」的疑慮高度吸引國人的注意，政府亦再次提出地質

我國地下水資源政策之研究

政策投手板 | 政策議題, 互動分享 - Windows Internet Explorer

http://blog.www.gov.tw/blog/2e896527-4194-4859-9682-06bb6aec7934/post.aspx?id=c3698b81-396e-4448-a3a0-44a924

檔案(E) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

我的最愛 建議的網站 Yahoo! 奇摩 iGoogle 取得更多附加...

政策投手板 | 政策議題, 互動分享

我國地下水資源政策

推薦此篇文章: 0

honeychen | 國土 | 發表於 10 十二月 2013 11:46

地層下陷的問題由來已久, 近年來「高鐵十年可能變廢鐵」的疑慮再度喚起國人的注意, 政府亦再次提出地層下陷的因應對策, 諸如「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」(www.cepd.gov.tw/dn.aspx?uid=11091)、 「雲彰資金應道農業新方案」(www.cepd.gov.tw/dn.aspx?uid=12055) 的規劃。另外, 在中央政府的組織再造中, 環境資源部整合了環保署與水利署的主要業務, 似乎水資源管理問題可以大幅改善。請各位關心水資源與地下水問題的朋友, 是否可以就以下問題提出看法?

1. 您認為需要抽取地下水的原因為何?
2. 您認為造成地層下陷的原因為何?
3. 政府目前提出的地層下陷解決方案, 您認為可以解決地層下陷問題嗎? 若不行, 您認為癥結在哪? 應如何處理或改進?
4. 您認為環境資源部可以解決水資源供給與需求分配的問題嗎? 農業、工業、民生用水分配問題可以透過水量交易來達成嗎?

人氣(144) | 回應(0)

新增回應

名字*

E-mail*

網站

請輸入驗證碼* LNS143

保存評論

瀏覽: 144
回應: 0
推薦: 0

大樹成長至開花尚須努力

關於我

管理者: miller

文章分類

- 人權(2)
- 文化(1)
- 生活(3)
- 生財(0)
- 旅遊(3)
- 其他(30)
- 社會(29)
- 思緒(0)
- 家庭(0)
- 健康(9)
- 國土(4)
- 教育(1)

RSS訂閱

RSS 2.0
Atom 0.3

人氣指數

網路網路

附錄十九 網路意見-臉書／公共政策大家談

公共政策大家談 - Mozilla Firefox

檔案 (E) 編輯 (E) 檢視 (V) 歷史 (S) 書籤 (B) 工具 (I) 說明 (H)

公共政策大家談

https://www.facebook.com/thinktankrdec?ref=ts&fref=ts

最常用瀏覽 新手上路 Search 即時新聞 iGoogle Yahoo!奇摩 Medium-Term Oil Market ...

facebook 搜尋人、地點和事物

公共政策大家談 動態時報 最新

的公共退休金屬於行政機關組織管理型態；至於新加坡的中央公積金制度 (Central Provident Fund, CPF) 是由中央公積金局負責管理，該組織在層級上雖隸屬於人力部，但型態卻屬獨立法人。

2.相較於我國以行政機關為主要運作組織，基於提升基金管理與運用效益，參酌各國在組織類型與基金管理成效連結的發展經驗，值得我國關注與重視。配合行政院組改進程，現行勞工退休基金監理會將規劃改制為勞動基金運用局，統籌 (新、舊制) 勞退基金與勞保基金在內六大基金為「勞動基金」之發展面向。請問您對我國政府基金管理組織型態，有何具體建議？請您提供寶貴意見。

讚 · 留言 · 分享 1

公共政策大家談 2013年11月29日

我國透過遊說法、講願法、行政程序法、行政院及所屬各機關處理人民陳情案件要點、行政程序法、公職人員利益衝突迴避法、政府採購法、行政院及所屬機關機構請託關說登錄查察作業要點、以及公務員廉政倫理規範等規定。對民眾表達意見行為，或政府部門應有之對應作為予以規範。但是，上述各法規適用情形、對象資格、行為要件、進行程序、違失款罰等各有差異，請問您認為是否有統合為單一法規的必要？請提供寶貴意見。

讚 · 留言 · 分享 1

公共政策大家談 2013年11月14日

隨著日益浮現的高齡社會問題，有許多專家提出不同的見解，尤其在老人福利機構方面，是否該從政府負責轉由民間團體辦理，甚至是開放營利機構市場化，都有著不同的想法。但對於民眾來說，如果要交由政府保障人民的高齡安全就勢必要提高稅額，大家願意承擔嗎？還是覺得就交由市場機制完全商品化呢？

讚 · 留言 · 分享 4

公共政策大家談 2013年12月18日

地層下陷的問題由來已久，近年來影響高鐵行駛的疑慮再度喚起國人注意，政府為此再次提出地層下陷因應對策，包括「臺彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」(www.cepd.gov.tw/dn.aspx?uid=11091)、「臺彰黃金廊道農業新方案」(www.cepd.gov.tw/dn.aspx?uid=12055)的規劃。此外，在行政院組織再造中，環境資源部整合環保署與水利署主要業務，作為解決我國水資源整合管理問題機關。請各位關心水資源與地下水問題的朋友，是否可以就以下問題提出看法？

1. 您認為需要抽取地下水的原因為何？
2. 您認為造成地層下陷的原因為何？
3. 政府目前提出的地層下陷解決方案，您認為可以解決地層下陷問題嗎？若不行，您認為癥結在哪？應如何處理或改進？
4. 您認為環境資源部可以解決水資源供給與需求分配的問題嗎？農業、工業、民生用水分配問題可以透過水量交易來達成嗎？
5. 您是否贊同以劃設保護區來保護地下水的補注區？

讚 · 留言 · 分享 13 9 1

Anne Lin · Eric Yan · 廖桓輝以及其他 10 人都說讚。



我國地下水資源政策之研究

公共政策大家談 - Mozilla Firefox

檔案 (E) 編輯 (E) 檢視 (V) 歷史 (S) 書籤 (B) 工具 (I) 說明 (H)

公共政策大家談

https://www.facebook.com/thinktankrdec?ref=ts&fref=ts

最常瀏覽 新手上路 Search 即時新聞 iGoogle Yahoo! 奇摩 Medium-Term Oil Market ...

facebook 搜尋人、地點和事物

公共政策大家談 動態時報 最新

業要點、以及公務員廉政倫理規範等規定。對民眾表達意見行為，或政府部門應有之對應作為予以規範。但是，上述各法規適用情形、對象資格、行為要件、進行程序、違失款罰等各有差異，請問您認為是否有統合為單一法規的必要？請提供寶貴意見。

讚 · 留言 · 分享 7 1 1

公共政策大家談 2013年11月14日

隨著日益浮現的高齡社會問題，有許多專家提出不同的見解，尤其在老人福利機構方面，是否該從政府負責轉移由民間團體辦理，甚至是開放營利機構市場化，都有著不同的想法。但對於民眾來說，如果要交由政府保障人民的高齡安全就勢必要提高稅額，大家願意承擔嗎？還是覺得就交由市場機制完全商品化呢？

讚 · 留言 · 分享 3 4



讚 · 留言 · 分享 13 9 1

Anne Lin · Eric Yan · 廖桓輝 以及其他 10 人都說 人氣留言 · 讚 ·

留言

Michelle Liao 請 中央與地方政府合作，各地方政府的相關單位（地政司或產發局）屬性為第一線、協助調查。這得「實地查勘，深入民情才能了解各產業抽地下水的用處為何...

讚 · 回覆 · 2 · 2013年12月20日 17:36 · 已編輯

廖桓輝 地下水可以使用，但必須在有規劃、有限度的條件下使用，個人認為劃設保護區是必要的，以上個人淺見。

讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 11:53

廖桓輝 有需要才會抽取地下水，應實際訪談那些抽取地下水的農民、漁民或其他，知道問題所在，才能對症下藥。

讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 11:50

Soh Tiong Chen 個人認為中央與地方政府首要任務應該先蒐集完整的地下水存量與使用量數據，再根據此資料擬好政策，才能了解地層下陷的確實原因，不然抽用地下水的各方（例如農民、自來水公司）各說各話，很難解決地下水超抽與地層下陷的問題

讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 9:36

Eric Yan 劃設保護區來保護地下水的補注區？====我支持這個做法，保護區在先進國家是很普遍的，對後代子孫來說保護區的設置非常重要！

讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 09:46

公共政策大家談 - Mozilla Firefox

檔案 (F) 編輯 (E) 檢視 (V) 歷史 (S) 書籤 (B) 工具 (T) 說明 (H)

公共政策大家談

https://www.facebook.com/thinktankrdec?ref=ts&fref=ts

最常瀏覽 新手上路 Search 即時新聞 iGoogle Yahoo! 奇摩 Medium-Term Oil Market ...

facebook 搜尋人、地點和事物

公共政策大家談 動態時報 最新

讚

使用，個人認為劃設保護區是必要的，以上個人淺見。
讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 11:53

廖桓峰 有需要才會抽取地下水，應實際訪談那些抽取地下水的農民、漁民或其他，知道問題所在，才能對症下藥。
讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 11:50

Soh Tiong Chen 個人認為中央與地方政府首要任務應該先蒐集完整的地下水存量與使用量數據，再根據此資料擬好政策，才能了解地層下陷的確實原因。不然抽用地下水的各方（例如農民，自來水公司）各說各話，很難解決地下水超抽與地層下陷的問題
讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 9:36

Eric Yan 劃設保護區來保護地下水的補注區？====我支持這個做法。保護區在先進國家是很普遍的。對後代子孫來說保護區的設置非常重要！
讚 · 回覆 · 2月12日 20:45

Phoenix Yang 政府政策仍是給人民抽取地下水為主，我認為這是治標不治本。住在臺北地區的人民是地層下陷首當其衝的受災戶，我想他們也很無奈要做這種傷害自己的事吧？既然政府已經知道他們抽地下水的原因是大型水資源建設缺乏，供水系統不足，那應該就要努力朝這兩個方向去思考解決之道，而不是在那邊補被抽取的水量！另一方面，要管理抽取量也不是那麼容易的事，政府要怎麼保證在補水政策下地層下陷不會發生呢？
讚 · 回覆 · 2月11日 17:43 · 已編輯

Arthur Liu 建議先釐清相關政策的目標與位階，才能在與其他政策產生競合問題時，能夠有其立基點。舉例而言，如果避免地層下陷是經濟問題，則該政策可能與利害相關人的補償及利損有關。此時適當引入經濟誘因措施，或許會有一定效果。然而，如果地層下陷定位為國土安全問題，則較積極的公權力介入，比如採取嚴格的抽取地下水管制政策，將可以有比較好的政策效果。
讚 · 回覆 · 2月11日 13:32

Reggie Sun 建議舉辦徵文活動。
讚 · 回覆 · 2 · 2013年12月18日 10:09

Kevin Wu 每個地方地層下陷原因不同，需要抽地下水的原則也不同，真正知道這些原因的人應該不會到這裡留言，所以建議走出去做個調查吧！至於解決方案有沒有用...數據應該會說話。
讚 · 回覆 · 1 · 2月11日 9:58

留言.....

我國地下水資源政策之研究

附錄二十 期中報告審查意見回覆

審查意見	意見回覆
<p>一、本研究係為了解我國地下水資源現況及運作情形，以研提相關地下水資源永續治理策略之具體政策，爰擬先透過檢視我國地下水資源及運作制度之現況，並參考美國、澳洲、日本等各國案例，輔以比較研究、文獻分析、焦點團體及深度訪談等研究方法，作綜合性比較分析，研提切合我國地下水資源之相關政策建議，以供各主管機關參採。惟本期中報告目前國外個案之論述尚不完整，且欠缺各國對總體地下水資源政策規劃之資料，為強化研究之周延性，請研究小組加強論述內容。</p>	<p>已於本計畫第二章加強各國地下水資源的管理作法，並於該章最後一節進行歸納整理比較。</p>
<p>二、本期中報告多以環境觀點探討地下水資源議題，請加強社會層面(鑿井業、農漁業、工業對於地下水運用發展之影響)與經濟層面(既有水位與水質監測井網建置與維護成本、及未來環資部成立後地下水監測工作成本效益分析)之資料收集與重點歸納；另我國地下水相關政策、法規修正及主管機關組織現況與調整建議等節之探討亦付之闕如，研究進度恐有落後之虞，請研究小組如有時程上的問題應主動向本會反應。</p>	<p>本計畫已於第四章依政策、組織與法律三面向，將農漁業、工業議題納入分析，同時對政府組織改造議題進行分析與提出建議。</p>

審查意見	意見回覆
<p>三、有關資料引用及數據部分，本報告內文引用水利署多項資料，惟未見於參考文獻，應完整列出，且各類引用資料之圖表應敘明完整出處或來源網址；另請研究小組重新檢視資料的正確性，如第 8 頁地下水用量為 6.2 億噸，惟第 11 頁顯示為 7.2 億噸；第 41 頁金門地區年蒸發量為 1,653mm，年降雨量 1,072mm，若數據無誤，則當地應無地下水可用等，如資料係誤繕請更正。另請更新各項統計數據及我國地下水規定至最新年度，如地層下陷數據、臺灣地區水資源利用現況及水質管理組織法規之地下水污染監測標準與管制標準（第 84 頁）等，以增強研究立論。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫已於期末計畫依據現有資料更新相關數據，並檢視數據之正確性，以及進行來源出處之補正。原期中報告第 8 頁地下水超抽量乃根據行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」中，其以民國 89~98 年水資源利用平均值為基礎，以地下水使用量與補助量之差距予與估計。期末報告於 108 頁改以經濟部水利署水源經營組及水文技術組所提供之 2011 年臺灣地區水資源利用現況呈現。原期中報告 11 頁則為水利署先前依據民國 86~90 年平均之估計結果，107 頁的文字敘述也依據前述資料一併更正。 2. 金門地區水文條件與期中報告一致，乃參採水利署「地下水觀測網執行成效及發展規劃」及行政院核定之「金門縣第三期綜建計畫」，雖蒸發量大於降雨量，然蒸發主要發生於自由水體表面，故總量而言仍有地面水可做為地下水之補注，加註資料來源於期末報告 138 頁。 3. 雲林彰化地區地層下陷資料更新至 101 年如表 3-3、3-4，並更新內文中相關的文字敘述。 4. 臺灣地區水資源利用現況及水質管理組織法規之地下水污染監測標準與管制標準考量研究報告之篇幅與論述的整體性，已予以刪除。

審查意見	意見回覆
四、第二章「我國地下水資源管理制度現況」部分：	
<p>(一)有關(三)地下水分區個別概況中，引用之生活及工業用水供需圖已有更新資料，建請參考水利署 101 年完成之「水資源開發利用總量管制策略推動規劃」成果報告。</p>	<p>水利署 101 年完成之「水資源開發利用總量管制策略推動規劃」成果中、僅有北中南東各大區之相關資料、無法對應各分地下水區之資料、故期末報告仍依據 (1) 98 年之臺灣地區水資源需求潛勢評估及經理策略檢討；(2) 行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」；(3) 行政院核定之「台灣北部區域水資源經理基本計畫」予以論述。</p>
<p>(二)前述供需圖主要係呈現自來水系統水源供需，而自來水系統之供水量占全台總用水量不及 30%，故該圖不足代表各標的總用水供需情勢。另自來水系統中以地下水為主要水源者僅彰化、雲林、屏東及花東等區，其他地區自來水之主要水源為水庫水，而地下水使用最多的是農業，故欲以該圖連結或引申出我國地下水運用問題，恐有誤導。建議可增加研析農委會報告，並從我國水稻耕作面積及產量之歷年變化，進一步瞭解彰雲地區地層嚴重下陷之原因，包括農民增產水稻導致大量增抽地下水等面向，此攸關本研究後續議題設定與政策建議。</p>	<p>如審查意見所述、供需圖主要呈現自來水之情勢，然彼此有競合關係，可由其瞭解對於地表地下水之需求情勢，當地面水不足時則致使增加地下水之取水量，雲彰地區皆有類似問題。報告撰寫並未僅依據該圖引申推論地下水運用問題，對於各分區之各標的用水均有探討，(如彰化雲林地區之各標的用水探討於 122 頁，屏東地區各標的用水探討於 130 頁)，以避免誤導。</p>

審查意見	意見回覆
四、第二章「我國地下水資源管理制度現況」部分：	
(三) 第 13 頁圖 3 濁水溪沖積扇範圍已將扇頂尾巴去除，請更正。	本研究團隊查無相關官方資料修正該區域，故根據現有報告及資料保留該圖（圖 3-2）。
(四) 第 27 頁敘述「目前規劃濁水溪集集攔河堰之水源應僅供應本區灌溉用水，其他標的用水須由烏溪供應」、「大度堰必須及時推動始能滿足」等與實際不符。另述及「霧社水庫與集集攔河堰淤積嚴重，降低水庫供水能力」內容實有誤解，因霧社水庫係台電公司供發電使用，與供水能力無涉，至於攔河堰功能則為抬高水位取水，是否淤積與供水能力無直接關係。	已刪除錯誤部分，修正於 122 頁。
(五) 第 31 頁多處敘述「曾文越域引水工程」，惟該工程已於 98 年莫拉克風災後停工檢討，相關文字敘述請配合調整。另倒數第三行「水利署規劃...不足時則以里港、九如地區地下水...供應」，水利署並無該項規劃或構想，相關文字請併予修正。	已刪除錯誤論述，期末報告依據行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」修正相關敘述於 127~128 頁。

審查意見	意見回覆
四、第二章「我國地下水資源管理制度現況」部分：	
<p>(六)第 35 頁，因屏東地區民眾持續反對水公司鑿井開發地下水源，致水公司水源不足，難以有效提升自來水普及率。水利署推動土文水庫之主要目的係為增加屏東地區地面水源供給量，協助提高該區之自來水普及率，取代民眾現況自行抽取地下水之行為，亦可間接涵養地下水，惟非針對生物科技園區或二代加工出口區興辦。此外，依屏東地區地下水位觀測井資料顯示，屏東地區地下水位已呈持平狀況，故非「持續惡化」，建請調整敘述。</p>	<p>已刪除錯誤論述，期末報告依據行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」修正相關敘述於 131 頁。</p>
五、第三章「國外地下水資源管理」部分：	
<p>(一)各國案例部分，應先有一致性的整體架構，最後與我國制度現況比較後，導出值得我國借鏡之處，考量中國大陸之人文環境與我國相似，建議未來可於報告內探討中國大陸案例並加以比較。</p>	<p>各國案例部分已依照一致性架構進行撰寫，並提出可借鏡之處。此外，因中國大陸並不在原先的規劃之內，為了達成本計畫的預定進度，恕不在本計畫探討，建議可以新增研究案的方式進行中國大陸的研究。</p>

審查意見	意見回覆
五、第三章「國外地下水資源管理」部分：	
<p>(二)第 118 頁說明加州部分區域屬於嚴重地層下陷區域，除透過 GPS(Global Position System)及 InSAR(Synthetic Aperture Radar Interferometry)等技術進行沉陷量監控追蹤外，對於防止地層持續下陷之作法，如防止超抽行為等，是否有相關說明，建議補充。</p>	<p>謝謝委員意見。本研究已在第 32 頁增補加州在進行監控追蹤外之其他防止地層持續下陷之作法。基本上，在加州地區因應地層下陷持續惡化的方法，除積極監測並減少使用深水井抽水等具體措施外，長期而言較為有效的方法，則以鼓勵地面水與地下水有效聯合管理運用，並協調部分水供應充裕區支應水源短缺地區等類似「南加州大都會水區」提出之「整合水資源計畫」措施，最能避免特定地點因超抽地下水所導致之地層下陷持續惡化的現象。</p>
<p>(三)請補敘各國現行總體地下水政策及未來規劃之說明資料，並於此章文末新增小結，建議以表格方式比較分析各國地下水管理制度之問題及優缺點，俾利閱讀。</p>	<p>已依照委員意見整理比較各國地下水相關政策與作法，可參閱第二章第八節。</p>

審查意見	意見回覆
六、第四章「我國地下水資源管理制度初步研究發現」部分：	
(一)建議水質與水量議題不宜分開探討，因其所含各項議題皆可由水量與水質面向探討，故應分為以水量為主、水質為輔(水源開發、地下水補注)，或水質為主、水量為輔(各標的用水管理方式、地下水監測業務職掌、工業放流水與農業回歸水之配套)等相關議題。	本計畫已依照委員意見，採取以水量為主，水質為輔的架構進行分析討論與建議。
(二)第 195 頁整理架構缺少防災方面議題（如地層下陷、海水入侵等）；另水質議題部分，建議應包括法規（配合土壤及地面水體相關污染標準）、污染管理、污染整治與開發利用等面向。	在防災議題，研究團隊認為若地下水合理使用與善加管理之下，可避免地下水超抽造成之環境系統劣化、地層下限與、海水入侵等問題，本計畫著重於事前管理，故不討論防災議題。 在水質部分，已遵照委員意見增補。
(三)第 196 頁工程面之開源部分，由於地面水及多元水源開發，皆直接或間接影響地下水之使用行為，建議朝整體水資源角度說明為宜。	非常同意委員的意見，本研究是以供給及需求面之整體水資源管理觀點探討地下水議題。
(四)第 198 頁地下水水質部分，不同單位之地下水監測尚須考量採樣檢測方法、井規格與目的差異、檢測項目與頻率、及後端資料整合方式，建議再行補充說明。	本計畫建議就水質監測成立任務編組的跨部會小組，整合現有自來水公司、工業局、農田水利會、水利局與環保署之監測井，並由環保署統籌管理，整合各部會資源，以收事半功倍之效（見第四章 192~193 頁）。

審查意見	意見回覆
六、第四章「我國地下水資源管理制度初步研究發現」部分：	
<p>(五)有關水權費部分，查水利法第 84 條規定，政府為發展及維護水利事業得徵收水權費。所徵收之水權費除依法支付管理費用外，一律撥充水利建設專款，由主管機關列入預算，統籌支配。即徵收之水權費，僅能作為水利建設費用(依水利法施行細則第 61 條包含水利設施之興建、維護管理及水利事業研究發展等)，如以水資源保育為目標徵收水權費，則似應先行修改水利法，並明定其支應項目。另因我國各用水標的水權總用水量，農業用水占約 70%，即使依用水標的訂定不同費率，農業發展必然受相當之衝擊，中央主管機關對水權費徵收之課題尚需審慎研議，請研究小組參考，並在爾後座談會將其納入討論議題。</p>	<p>感謝委員意見，水權費的議題在過去已有許多討論，本研究已透過深入訪談與座談會，瞭解各界對水權費之看法，其意見可參閱本計畫附錄一～十七的深入訪談與焦點座談會內容。</p>

審查意見	意見回覆
七、第五章「我國地下水資源管理制度初步建議事項」部分：	
<p>(一)有關落實水利法對於量水設備裝設及地方政府地下水量的查核一節，考量地方政府（如雲彰地區）現有人力不足且員額無法擴編之窘境下，面臨當地約有 20 萬口違法水井應如何處置等問題，建請於報告適當章節提出地方政府應如何執行之實質建議，並補充具體可行之管理評估方式及修法方向；另併請補充說明如何強化地下水管制場址周圍深層地下井的監測。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在地方執行查緝問題上，本研究建議應給予地方較大的人力配置與經費以執行相關業務；若無法對多數的水井要求裝設量水設備，可先從地下水用水大戶著手，並以綿密的地下水井監測站設置嚴密監測區域地下水位的變動，據以管理眾多的抽水用戶。 2. 再者，環保署針對地下水管制場址之監測井仍屬淺層井，未來宜就地下水管制場址周圍之深層地下水，設立監測井、增加採樣頻率，並增加水質異常即時通報系統，以盡早預警潛在的可能污染抽水井，以確保水源安全（見第四章）。
<p>(二)第 201 頁提及擴大地下水人工補注，並建議於全國地下水區，擇適當地點進行地下水工補注，惟按本報告表 3（第 14 頁）所列 9 大地下水區特性，部分分區並無超限問題是否皆須投入人工補注，建請釐清。</p>	<p>本報告已將論述方式依政策、組織、法律層面進行分析撰寫，並未針對地下水人工補注特別著墨。本研究贊同委員所提，並非所有地區皆可進行地下水補注，本計畫深入訪談的專家中，有多位認為在進行人工補注時應進行更多的地下水文與水質影響的研究。</p>

審查意見	意見回覆
七、第五章「我國地下水資源管理制度初步建議事項」部分：	
<p>(三)第 202 頁提及在經濟誘因無法充分發揮效果之處，政府應要求產業進行水資源回收再利用，降低地下水使用比例一項，水利署於新增產業研提用水計畫書(為環評之要件)送審時，均就用水合理性及是否節約用水進行審議，並會要求合理之水回收率，如科學園區之標準已達 85% 以上。惟就既存之傳統產業如何管控或要求其水回收率，而不致影響其利潤與永續生存，建請研究小組提出可行建議。</p>	<p>委員所指教的問題涉及產業政策與地方的產業發展，非本研究所能回答。然而本研究認為，為了水資源的永續利用，對耗水產業採取必要的管理是應該的，但若能引進好的政策工具，例如透過水權、水量交易，或是用水回收再利用獎勵制度，或是節約用水輔導機制，或是因應出口市場的節約用水需求或是國內公民團體的力量，將會提供給廠商誘因，以進行用水管理。</p>
<p>(四)由於地下水水文及地文複雜度高，過去相關研究，不論現場調查或模式推估，安全出水量難有一致性，因此訂出安全出水量現階段有其困難，故除安全出水量機制外，國外是否有其他替代機制可供參考，以達到地下水管制目標。</p>	<p>安全出水量為一供需總量平衡之概念，如審查意見所述，執行上即使同一地下水分區，仍需考量區域內地質水文上差距，予以釐清，現行管理上各國多以水位為監測標準，然於水權核發管理上仍需以水量作為依據。本研究所蒐集的外國案例中並未明確指出有依「安全出水量」進行管理，日本有設定地層下陷區的可抽取目標水量、荷蘭有所謂依「最適地下水情勢」核發抽水許可的制度。在國內訪談與座談中，專家對於安全出水量是否可以做為管理依據看法分歧，本研究不能夠下定論，但是其所代表的管理意義是大家認同的。</p>

審查意見	意見回覆
八、關於地上水之名稱，依「水利法」用詞為「地面水」，建議本報告應統一用詞。	感謝委員指正，期末報告修正本已統一用詞。
九、有關焦點座談及深度訪談部分，目前本案所列訪談對象均集中於專家學者，對地下水問題之了解恐偏於學術觀點，致所提建議過於技術面而未盡務實。建議多訪談政府主管機關(包跨中央及地方)，以了解政策面與組織面之困難，俾有助於第四章之「初步研究發現」以完整呈現問題全貌，第五章之「建議事項」亦將針對問題而更務實；另深度訪談紀錄部分，為確保研究品質及學術倫理，請研究小組務必與受訪者確認後再節錄刊出。	本研究已依循委員意見處理，訪談與座談會對象擴及許多領域，可參閱本附件中的會議紀錄。
十、有關具體建議事項應區分為立即可行建議與中長程建議，並註明相應之主、協辦機關納入期末報告定稿。	已遵照辦理。
十一、報告尚有諸多錯漏字及誤繕之處，請研究小組重新檢視內文、訪談摘要及座談會會議紀錄，並盡速修正，以下僅臚列內文明顯錯誤處：	
(一) 報告全文之「汙」染(水)請統一修正為「污」染(水)。	謝謝委員指正，全文已統一修正為「污」染。
(二) 第 5 頁，議程如表 2，無相關表格及內容；另座談會召開場次應為 4 場次，會議規畫內容方面亦應視研究實際進行方向調整文字。	感謝指正，已修正。
(三) 第 42 頁，居民使用用自來水，「用」重複。	感謝指正，已修正於 140 頁。
(四) 第 60 頁，(一)我區域性地下水水質現況，「我」為多餘字眼。	感謝指正，已修正。

我國地下水資源政策之研究

審查意見	意見回覆
(五)第 71 頁，部分觀測井重金屬缺項次(4)。	感謝指正，已修正。
(六)第 76 頁，未來因應整府組織改造，應為「政」府。	感謝指正，已修正。
(七)第 77-79 頁，編碼有誤，請全面檢視修正。	感謝指正，期末報告已修正。
(八)第 91 頁，「環境水質北、中、南區監測計畫」自 100 年起地下水相關監測費用已由土壤及地下水污染整治基金支應，且土壤及地下水監測資訊整合作業要點係於 99 年 12 月 2 日訂定，故與地方環保局、自來水公司等相關單位進行監測資料交換作業，應自 100 年起；另環保署目前為因應政府組織改造成立「環境資源部」尚在研擬地下水監測管理推動適宜，建議將「此外，環保署已完另因應…推動方案」刪除。	謝謝委員指正，期末報告已刪除
(九)第 216 頁，訪談地點應為「土壤及地下水污染整治基金管理會」；另第一段內文應為水保處，而非水管處。	謝謝委員指正，期末報告已更正。
(十)第 219 頁，目前有 55 個鄉鎮市區的土壤發現砷污染，飲用該地的地下水將造成傷害，建議修改成 81 個鄉鎮市區的地下水發現背景砷濃度偏高，飲用該區域的地下水將可能造成傷害；另該會簡稱為土基會，非土管會，且該會不會主動監控自來水供水水質，若水質有異則會封閉該水源。	謝謝委員指正，期末報告已刪除。

附錄二十一 期末報告審查意見回覆

(一) 林教授鎮洋 (臺北科技大學土木工程系暨土木與防災研究所)	
審查意見	意見回覆
1. 本研究以文獻整理、深入訪談、焦點座談會及網路意見徵集進行分析，並歸納各國經驗，據此所提關鍵問題具參考價值；惟網路意見資料並未呈現在本次期末報告中，請補充相關資料。	感謝委員提醒，已融入第四章第一節之輿論觀點，並於附錄十八、十九附上網路意見原文。
2. 有關地下水補注問題，考量水質保護區占全臺面積約27%，如均劃為補注區可行性不高，補注區範圍劃定之政策建議應再予檢討調整。	水質保護區係依據地表水集水區的概念，以取水口一定距離以上之集水區劃設為保護區，以達到保護取水水質之目的，在扇頂劃設地下水補注區，可在源頭優先保護地下水水質，因此，並非全台之水質保護區均需劃設補注區。報告所稱建立地下水補注敏感區的管理機制，並非指我國之水質保護區均需劃設，而是指地下水抽用量大者之地下水層的補注區，例如濁水溪沖積扇為雲彰地區地下水層的補注區，應優先劃定為保護區並建立管理機制，以確保地下水補注。

(一) 林教授鎮洋 (臺北科技大學土木工程系暨土木與防災研究所)	
審查意見	意見回覆
3. 政策建議部分初步可行，但建議研究團隊能就關鍵問題，以單點突破方式尋求解決之道（如現行地面及地下水聯合運用已淪為口號，欠缺實際執行策略）。	有效的單點突破不易成功，需要各個策略的整體合作。所以本研究於第五章將地下水管理策略的配套分為立即可行與中長期建議，以期達成良善治理的成效。
4. 落實水權管理為解決我國地下水問題之關鍵議題（如課徵水權費），請研究團隊參考。	感謝委員提供意見。
5. 在組織部分由於環保署及經濟部水利署等機關「對話不平等」，期許環資部展現永續對話契機。	感謝委員提供意見。
6. 當「移撥農業用水」成為常態，除明顯違反水利法外，亦增加違規抽取地下水風險，請研究團隊納入參考。	本研究已於第四章與第五章從法律、組織討論移撥農業用水議題與解決之道。

(二) 丁院長澈士 (屏東科技大學工學院土木工程系):	
審查意見	意見回覆
<p>1. 研究方法：</p> <p>地下水權交易在澳洲做得很確實，然在台灣之解決方式未能提出評析。因此，農業用水交易造成水資源開發利用正義之爭議，而如何經營管理因農業用水(含灌溉及養殖)而造成公共工程問題(如高鐵沉陷)，如無法判定其對負面應負擔責任之情事，建議循外國之成功經驗，儘速成立「國家地下水教育及研究中心」，研究及制訂各種標的用水之合理用水量。</p>	<p>已在第四章與第五章提出成立國家級的地下水研究機構，可設於國家實驗研究院，同時在環資部下的「環境教育及訓練所」對公務員進行地下水相關的教育訓練。</p>
<p>2. 研究資料：</p> <p>有關以色列對「環境生態用水」，在水資源開發都必須考慮 3 項重要關鍵，分別是重視水源安全、監測技術及不同用水分級分價格，此種研究資料具參考價值。但對於我國地下水目前遭遇同樣永續經營管理問題應有評析，並提出相關政策建議。</p>	<p>關於以色列地下水管理之經驗啟示中已列出地下水管理政策可供我國參考的政策建議，主要建議有四：(一)落實地下水和地面水資源聯合調度；(二)嚴格管制地下水抽取與監測地下水水位；(三)著重水源安全與監測；(四)善用價格工具等。以上內容已融入本研究之結論與建議。</p>

(二) 丁院長澈士 (屏東科技大學工學院土木工程系):	
審查意見	意見回覆
<p>3. 研究結論： 有關「環保團體」及「公民參與」之意見應納入政府公共工程之構想階段，以求日後各期程之計畫能通暢。惟本報告僅於研究方法敘及前開方式，建請加以研析本案蒐集之相關公民參與意見回饋資料。</p>	<p>感謝委員提醒，已將網路上徵集之公民意見融入於第四章第一節的輿論觀點、與附錄十八、十九之網路意見。</p>
<p>4. 研究結論是否具體可行： 地下水資源政策揭槩於基礎資料之精確與否，對於極為基礎之地下水井普查及水權管理皆未能掌握其抽水量，更遑論對地下水永續經營管理。因此，對地下水之水權合理使用及掌控，相關主管機關應有所作為，才能冀望長期之永續經營。</p>	<p>感謝委員的建議。</p>
<p>5. 建議本研究應 (可) 修訂部分：</p>	
<p>(1) 結論與建議係經訪談及歷經研究方法、收集資料後之綜合研析，而提出之結論與建議。因此，不宜在結論與建議部分直接爰引參考單位、訪談人及文獻之資料作為唯一依據。</p>	<p>感謝委員指教，已融入各方意見，並已修正結論與建議之爰引方式。</p>
<p>(2) 地下水含水層之安全保育是我國目前應立即處理之問題，考量地下水一旦被污染，要整治復育是棘手且耗時耗力。爰如何掌握被污染場址，其監控不容忽視，持續保育是維持對地下水資源永續發展之第一步，全民要有共識，請研究團隊參考。</p>	<p>感謝委員建議，關於污染場址的監測，本報告已於第三章第二節說明，至於全民共識，則有賴於教育宣導等作為。</p>

(二) 丁院長澈士 (屏東科技大學工學院土木工程系):	
審查意見	意見回覆
(3) 部分數據資料請確認後更新(如頁128), 另全文單位及名詞應盡量統一。	謝謝委員建議, 已更新資料, 單位部份已重新換算, 將公升換算為立方公尺(1立方公尺=1,000公升), 將噸換算為立方公尺(1噸=1立方公尺)。
(三) 張組長廣智(經濟部水利署水文技術組):	
1. 分析架構與基本理論假設妥適, 透過深度訪談及4次焦點座談, 並蒐集美國、澳洲、日本、以色列、荷蘭、丹麥等國家地下水管理制度, 內容敘述明晰, 研究方法嚴謹, 文章論述有系統脈絡, 惟建議補充國外制度如何提供作為我國地下水管理納入參考之論述, 並納入結論及政策建議。	感謝委員建議, 已於第二章第八節表2-22比較國外制度與我國制度, 並已於第四章與第五章從中提出可供我國地下水管理之參考建議。
2. 各國水權制度基本上都是在「量」的管理, 倘若我國將「質」的差異納入作為控管水權之依據, 實務操作上未具可行性。	感謝委員意見, 然納入水質管理的作法在國外已有案例(例: 以色列、丹麥), 故長期而言非不可行。但考量我國國情與地下水管理機制, 短期恐怕無法操作。但是量與質同時考量, 有助於水資源運用效率, 本研究列為中長期建議。

(三) 張組長廣智(經濟部水利署水文技術組)：	
審查意見	意見回覆
<p>3. 部分數據及名稱請更新：如全國水庫 96 座、雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫、黃金廊道農業新方案暨行動計畫、大潮州地下水人工補注湖等。</p>	<p>感謝委員建議，水庫數目、容積等資料依據最新之台灣地區 99 年蓄水設施營運水量統計報告予以更新。另「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」，已於 100 年奉院核定，係屬綱要性質、故另增修「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」，以作為各相關部會後續推動依據，其差異於原文中已有敘明。《黃金廊道農業新方案暨行動計畫》、《大潮州地下水人工補注湖》等等計畫名稱也已更新。</p>
<p>4. 地下水管理主要法規除水利法、地下水管制辦法外，尚有地下水鑿井業管制規則，以規範及管理地下水井開鑿，請補充之。</p>	<p>感謝委員意見，已補充《地下水鑿井業管理規則》於第三章第一節 146 頁。</p>

(三) 張組長廣智(經濟部水利署水文技術組)：	
審查意見	意見回覆
5. 本報告所收集之美國、澳洲、日本、以色列、荷蘭、丹麥地下水管理資料非常豐富且齊全，針對上述各國作法，茲將箇中主要特色提供建議如下，供團隊整理文字參考：	
<p>(1) 美國與澳洲：水交易市場在美澳部分地區交易熱絡，主要關鍵在於地面水與地下水由州政府主導聯合管理、灌溉用水需求占最大比例、有綿密的供水網、健全的監測計畫與政策支持及法院對水權分配量的審查權。</p> <p>(2) 日本：重視地層下陷的危害與防範，制定工業用水法，建築物用水法，對地下水抽取使用建立嚴謹的規範；農業（含養殖），工業及民生等各標的地下水使用大致相當，有利部會間協調與合作。</p> <p>(3) 以色列：視水為戰略物資，有明確的多元水源供應政策及標的用水分配；其次採差別定價，以價制量；另採取密水網方式，水井為國有能嚴格管制地下水抽取，監測地下水水位及水質。</p> <p>(4) 荷蘭：綿密的地下水觀測網，進行嚴謹的地下水監測計畫；地下水使用採總量管制，以有效利用地下水並持續有系統地進行地下水補注管理。</p> <p>(5) 丹麥：98%水源為地下水，62%的土地利用與農業有關，因此對地下水的嚴格監督與管理；以水價抑制用水，水文地質調查費用，由用水消費者支付，並建立非常綿密的地下水監測系統。</p>	感謝委員提供意見。

(三) 張組長廣智(經濟部水利署水文技術組)：	
審查意見	意見回覆
6. 關於修法部分提出以下建議供參：	
(1) 水利法修第 19 條無助於調整農田水利會扮演「水供應管理」之角色，除修正第 19 條之 1 外，關鍵是修第 22 條並搭配修農田水利會組織通則第 10 條，賦予農田水利會多元化經營供水事業之法源，使其具供應家用及公共給水、工業用水之任務。	已補述第 22 條，並納入第五章之結論與建議。
(2) 台灣面積小，幾乎所有的供水設施是由政府出資興建的，所以欲比照美澳等面積廣大國家辦理「水交易」，實務上有困難；以臺灣特性而言，多數水權掌握在農田水利會手上，故優先推動農田水利會多元化經營方為要務。	感謝委員意見，已於第五章結論與建議納入增強農田水利會水源調度功能的建議，水權交易列為中長期建議事項。
7. 研究建議欠缺如何強化各機關在組織改造後橫向聯繫功能，請補充相關論述。	已於第四章與第五章補述，建議成立「地下水資源管理推動小組」，由行政院副院長擔任召集人，由環資部擔任幕僚，統合跨部會之橫向聯繫，進行滾動式管理。

(三) 張組長廣智(經濟部水利署水文技術組)：	
審查意見	意見回覆
8. 臺灣可進行地下水人工補注之場址不多，相關政策建議僅適用於部分地區，考量水資源利用之可行性，建議於結論中增列伏流水之開發及應用。	已於第四章第一節介紹伏流水應用的輿論意見，並於第五章結論與建議中建議進行伏流水的研究。
9. 建議本報告於研究發現與結論部分探討以下問題：	
(1) 我國水井管理及地下水水位與水質監測應由何機關辦理較為妥適？	已於第四章第二節之對策中討論。目前水井管理及地下水水位由水利署負責，而水質監測由環保署負責，組織改造後則由環境資源部負責。由於地下水水質會立即影響健康與農作物，所以水質監測刻不容緩，建議就水質監測成立任務編組的跨部會小組，由環保署統籌管理，整合現有之監測井，並建立即時通報系統，整合各部會資源，以達到污染預防之效。
(2) 地面水與地下水聯合管理尚未推動，作法為何？	已於第五章結論與建議補述地面水與地下水聯合管理，其進行步驟可先對尚未進行過聯合運用的地下水水區進行研究，其次建立該區地下地面水聯合運用的操作規則，再以某地下水區為示範區加以驗證並修正操作規則，最後則是建立跨區聯合運用的最佳模式。

(三) 張組長廣智(經濟部水利署水文技術組)：	
審查意見	意見回覆
(3) 水量與水質管理事權之統合議題。	已於結論與建議提出加速環保署與水利署相關業務的整合，如各自的地下水監測系統，建立資料庫交換平台與建置即時水質通報系統。有關水井管理請參考意見回覆 9 之(1) (357 頁)。
(4) 地層下陷問題之探討。	已於第三章第一節 148~159 頁進行論述。
(四) 李科長允中(行政院農業委員會)：	
1. 網路意見徵集部分應補充原始蒐集資料來源。	感謝委員提醒，已融入第四章第一節之輿論觀點，已並補充網路意見於附錄十八、十九。
2. 各國水資源管理策略及地下水管制資料參考價值高，研究結論尚符合預期目標。	感謝委員提供意見。
3. 計畫內容提及「雲彰黃金廊道農業新方案」請更正為「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」。	感謝委員意見、已依委員意見於內文修正該計畫名稱。
4. 查桃園地區埤塘計 692 口，其中桃園水利會 285 口、石門水利會 407 口，請更正查明引用資料 (頁 115)。	感謝委員意見、已依據桃園水務局資料予以更新。

(四) 李科長允中(行政院農業委員會)：	
審查意見	意見回覆
5. 請確認「地下水保育管理計畫」(頁 148)名稱是否為「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫」。	感謝委員意見，「地下水保育管理計畫」與「地下水保育管理暨地層下陷防治計畫」分別為不同之計畫。地下水保育管理暨地層下陷防治計畫」乃是依據行政院經濟建設委員會提報行政院核定之「雲彰地區長期地層下陷具體解決方案」及「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」之結論與建議，將規劃工作與「地下水保育管理計畫(98~103年)」工作項目融合所提報之方案，相關說明於報告中已有敘明。
6. 建議研究團隊於報告內強調地下水資料收集之重要性。	已於第五章結論與建議之立即可行建議中的(一)提出。
7. 有關加強農田水利會對地區水資源調度之政策建議，其主辦機關應改為地方政府，農委會僅為協辦、輔助之角色，請修正。	感謝委員指教，已於第五章修正。
8. 各學者專家深入訪談意見應先了解不同角色之立場，在綜合考量納入報告內引用，請研究團隊再研議相關內容是否妥適。	感謝委員意見，已適度調整修正。
9. 有關農田水利會功能強化一節，建議研究團隊再補充相關論述資料，俾周延研究品質。	已於針對農田水利會水資源調度功能補述於第四章第二節之(二)對策之第3點(194頁)。

(五) 環保署土壤及地下水污染整治基金管理委員會 (書面審查):	
審查意見	意見回覆
<p>1. 第二章建議增列新加坡水資源管理經驗，雖然新加坡並無地下水資源開發問題，然其水資源管理單位僅單一窗口，即新加坡公用事業局，與國內未來成立環境資源部之概念相近，且近年來發展「國家四大水喉」政策，包括海水淡化、再生水、區域性集水區、境外供水等面向，並配合國際先進與永續的技術與制度，例如水質監控、廢污水處理與再生、階梯式水費收費制度、水資源環境教育等，因此其政策、組織、技術等面向的管理思維，可作為台灣本島與離島未來針對地下水資源管理之參考借鏡。</p>	<p>感謝委員意見，由於新加坡水資源管理較缺乏地下水資源系統，參考價值較低，因此本研究考慮後不納入國外參考範例。</p>
<p>2. 第三章第一節(頁 149)，建議更新並納入「地下水觀測網營運管理實施計畫(104~108 年度)」內容，並依工作項目架構彙整未來工作重點於報告中，包括觀測資料品質管理、觀測網站更新與補充調查、地下水資源經營管理、地下水環境保育等面向；另第 156 頁小節編號應為 2。</p>	<p>1. 感謝委員指點，經與水利署水文組洽詢後，對方回覆因「地下水觀測網營運管理實施計畫(104~108 年度)」目前尚未核定，因此無法取得該份資料。</p> <p>2. 已修正該小節編號(見修稿 158 頁)。</p>

(五) 環保署土壤及地下水污染整治基金管理委員會 (書面審查):	
審查意見	意見回覆
<p>3. 考量金門地區地下水資源具觀光與戰略地位，近期金門地區整體供水改善綱要計畫已核定由中國引水之方案，因此建議將金門地區地下水資源相關政策列入本節之台灣地下水水量管理策略內容中(頁 159)。</p>	<p>「金門地區整體供水改善綱要計畫」，於 102 年 4 月 15 日奉行政院核定。綱要計畫中包括「地下水管制及減抽」、「節約用水」、「湖庫水質改善」、「供水設施更新改善」、「多元水源開發利用」等 5 大策略，金門自大陸引水案已列入水利署研擬「金門地區整體供水改善綱要計畫」中，後續將由水利署及金門縣政府研提實施計畫報行政院核定後實施。相關內容已納入第三章第一節 139 頁予以討論。</p>
<p>4. 第三章第二節(頁 161)，建議納入環保署場置性監測井目前現況，包括設置目的、場址類型與井數分布、以及中央與地方環保機關權責劃分與歷年成果，並彙整目前依據環保署「土壤及地下水監測資訊整合作業要點」辦理之監測資訊交換機制與成果。</p>	<p>感謝委員意見，本研究已補充場置性監測井之現況(包括設置目的、場址類型與井數分布)與中央與地方環保機關權責劃分與歷年成果於修稿之第三章第二節之 166~168 頁。</p>

(五) 環保署土壤及地下水污染整治基金管理委員會 (書面審查):	
審查意見	意見回覆
<p>5. 第四章第一節(頁 178)，建議敘明目前各單位地下水水質監測資料整併方式，即各單位監測資訊目前係由土壤及地下水污染整治基金管理會之「土壤及地下水監測資訊供應平台」擔任單一窗口，其中各級環保機關應定期上傳土壤及地下水監測資訊至「土壤及地下水管理資訊系統」，如經濟部工業局公辦工業區、經濟部加工出口區、行政院國家科學委員會科學工業園區、直轄市/縣(市)政府環保科技園區、行政院農業委員會農業科技園區等單位，應定期申報備查土壤及地下水監測資訊至「工業區監測備查管理平台」；經濟部水利署與台灣自來水公司辦理之地下水監測資訊，應依環保署環境監測及資訊處規定，定期上傳至「環境資源資料交換平台」。</p>	<p>感謝委員提供意見，已根據委員意見納入報告第四章第二節之192~193頁。</p>

(五) 環保署土壤及地下水污染整治基金管理委員會 (書面審查):	
審查意見	意見回覆
<p>6. 本報告並未探討法律競合問題，例如依據土污法第 27 條劃定地下水受污染使用限制地區及限制事項時，應如何解決地區內依水利法申請合法水權之地下水井抽水情形，建議補充說明類似問題及後續因應對策(頁 179)。</p>	<p>本研究是以較上位的角度探討地下水資源管理制度問題，各項地下水相關法規之競合問題需仰賴具備法律專業之各主管機關認定與相互協商，以取得共識，因此細部的法律競合問題乃本報告之研究限制。</p>
<p>7. 依土污法第 6 條第 2 項訂定之地下水污染監測標準與管制標準中，已區分飲用水水源水質保護區內與區外之不同標準，且飲用水管理條例第 5 條亦明訂在飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區，不得有污染水源水質之行為。因此建議修正並補充說明本會土污法與飲用水管理條例對於地下水原水水質保育(是否應為地下水水源水質保育?)並未明定於法律中之說法(頁 180)。</p>	<p>感謝委員意見，並已依照委員建議將土污法中對地下水水源保育之相關規範內容修正於第四章第二節之 197 頁。</p>

(五) 環保署土壤及地下水污染整治基金管理委員會(書面審查):	
審查意見	意見回覆
8. 第四章第二節(頁 183): 本報告於後續管理制度之建議中, 針對政策面提及建置地下水水文(第 1 點第(1)項)與水質(第 1 點第(5)項)監測系統, 建議應於第二章與第三章彙整目前國內外有關地下水監測系統之經驗與現況, 作為後續地下水水資源監控與預警系統整合開發之參考。	感謝委員意見, 本研究於國內的地下水監測系統已說明於第三章第二節之 162 ~ 170 頁, 並已將各國有關地下水監測系統之經驗與現況補充於第二章之表 2-19~2-21。
9. 本報告建議之落實需求面的水資源管理政策, 主要仍針對水量管理與水權管制, 目前水質係依各目的事業單位主管機關之需求訂定相關標準, 建議工作團隊針對未來環境資源部成立, 研提各單位對於地下水水質監測與污染管理之權責與分工, 以達資源共享原則。此外, 水權管理之新申辦或展延作業, 是否應考量其用水標的而要求申請水權之水質須符合其所對應之水質標準(頁 185)。	已於結論與建議提出加速環保署與水利署相關業務的整合, 如各自的地下水監測系統, 建立資料庫交換平台與建置即時水質通報系統。有關水井管理請參考意見回覆 9 之(1)。水質與水量之綜合考量有助於水資源運用效率(如以色列與荷蘭), 故本研究將其納入中長期建議。
10. 本報告建議中央若無法推動水權費徵收, 則應修法將水權費徵收權力移交地方政府, 惟依目前國內地方選舉制度, 可能仍無法有效落實, 因此研究團隊應考量此建議之可行性(頁 188)。	宜蘭縣與台中市曾研擬在地方自治的權限內徵收工業用水特別稅與地下水維護費, 以管理該縣市水資源。本研究認為地下水資源具有區域特性, 應交由地方政府管理, 因此建議水權費或類似稅費徵收應交由地

	方政府決定。
(六) 本會意見：	
審查意見	意見回覆
1. 本報告在緒論中，表示研究方法除文獻回顧及焦點座談、深度訪談外，還包括了網路意見資訊蒐集規劃，惟在報告內文及附錄未見相關資料，請補充相關內容。	感謝委員提醒，已補充網路意見於附錄十八、十九，並已融入第四章第一節之輿論觀點。
2. 報告第二章國外經驗回顧部分，研究團隊分就美國、澳洲、荷蘭、丹麥、日本及以色列 6 國，從管理體制、政策或策略、組織及法律等層面進行比較研析，歸納先進國家對地下水資源政策，建議可於報告內適當章節處併同我國針對上開層面之現況分析綜合比較，並針對各國管理制度之優劣加以說明。	感謝委員建議，已針對我國與國外經驗進行比較說明，並整理於第二章第八節表 2-22。

(六) 本會意見：	
審查意見	意見回覆
<p>3. 我國現況部分，部分資料來源年代較久(如頁 135 末段、頁 166 表 3-10 等)，本章頁眉章名誤繕為「我國地下水資源水量管理制度現況」，併請研究團隊更新及修正；另本章分就水量及水質現況論述，惟水質部分之組織分析，未就環境資源部成立後進行相關分析，請研究團隊補充相關論述。</p>	<p>1. 本報告已依據可蒐集之最新資料予以更新，部分資料目前近年來官方尚無統計，故仍然沿用既有數據。</p> <p>2. 第三章頁眉章名已修正。</p> <p>3. 第四章水質部份之組織分析已有對於環資部的權責分工，例如氣候變遷司、氣候變遷因應會、水及流域司與流域管理委員會的功能提出討論與建議，同時包括環保署與水利署在地下水水井監測管理的協調問題（見第四章 190～194 頁）。</p>
<p>4. 第四章第二節管理制度之組織部分，指出水利署整併於環資部後可能會有人員職等降低，對地方政府的監督權責下降，以致影響我國總體水資源管理功能。惟參照現行環境資源部組織法草案（另組織架構圖參照頁 143 圖 3-18），水利署仍為中央三級機關，與現行層級相同，無人員職等下降情況，爰請研究團隊再與主管機關確認相關資訊。</p>	<p>感謝委員指點，已修正於第四章第二節 191 頁。</p>

(六) 本會意見：	
審查意見	意見回覆
5. 本報告政策建議部分：	
(1) 我國應就地下水安全出水量進行評估，以建立地下地面水聯合運用之前瞻政策，惟學界及實務界對安全出水量是否可精確評估及其功效尚有爭議，請研究團隊說明。	安全出水量之可行性與限制討論已於期末報告第三章第二節 147~148 頁予以討論，建議以地下水位、地層下陷、區域差異、地區特性等限制條件，推估各地容許之地下水使用量，而以地下水水位高低為指標，持續修正調整，以進行地下水的管理。第五章政策建議持續安全出水量或永續出水量的估算，並建立區域監測機制予以持續修正調整，此為合理可行之執行策略。
(2) 另在落實需求面之水資源管理政策部分，建議減少灌溉渠道及自來水管漏水率，惟並無具體減少漏水率之執行建議，為免政策建議欠缺可行性，請研究團隊補敘相關內容。	已於第五章加入自來水減漏、農業用水效率提升等政策執行相關建議。
(3) 立即可行建議及中長期建議之第一點及第二點建議內容相異，惟所用文字相同，為免閱讀上產生混淆，請研究團隊依建議內容酌修相關文字。	已修正相關文字。

(六) 本會意見：	
審查意見	意見回覆
(4) 本章研究建議內容尚屬妥適，惟多數均未敘明具體執行策略及方式，且部分建議與前文研究內容欠缺關聯性（如農田水利會改制為水利公司之推論為何），併請研究團隊增加相關說明。	已於第四章將政策建議的背景、問題與對策綜合論述，第五章僅以標題列出重要建議事項。農田水利會改制為水利公司已補述於第四章 194 頁。
6. 本報告部分格式如排版、錯(漏)字等疏漏，請依本會「委託研究計畫作業要點」及委託研究期末報告印製格式相關規定修正之。	感謝委員提醒，已依照「委託研究計畫作業要點」及委託研究期末報告印製格式編寫報告。
7. 本會業於 103 年 1 月 22 日改制為國家發展委員會，請研究團隊配合修正封面編印單位，相關內文涉及本會名稱部分亦請併同修正。	感謝委員意見，已修正封面編印單位名稱與內文相關字眼。