



100年度地下水水質檢測分析與評估

Survey, Analysis and Assessment of Groundwater
Quality of Taiwan in 2011



主辦機關：經濟部水利署

執行單位：財團法人農業工程研究中心

中華民國 100年12月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

地下水水質檢測分析與評估, 100 年度 Survey, Analysis and Assessment of Groundwater Quality of Taiwan in 2011 / 財團法人農業工程研究中心編著. -- 臺北市:經濟部水利署, 民 100.12

面: 公分

參考書目: 面

ISBN 978-986-03-0757-3 (平裝)

1. 地下水水質 2. 濁水溪沖積扇 3. 嘉南平原

351.85

10026269

100 年度地下水水質檢測分析與評估

出版機關: 經濟部水利署

編著者: 財團法人農業工程研究中心

地址: 台北市大安區信義路三段 41-3 號 9-12 樓

電話: 02-37073000

傳真: 02-37073166

網址: <http://www.wra.gov.tw>

出版年月: 2011 年 12 月

GPN 1010004467

ISBN 978-986-03-0757-3

摘要

由於地表可用的水資源有限，且為了滿足日益增加的農業、工業及民生等用水標的之需求量，除了開發地面水水源之外，地下水亦為台灣重要的水資源。有鑑於此，經濟部水利署自民國 81 年起執行台灣地區地下水觀測網整體計畫，分三階段共 17 年之規劃與建置，透過長期系統性水文地質調查、重要地區地下水調查、地層下陷監測調查及地下水水質資料管理等相關工作，達到地下水永續發展的目標，本計畫針對台灣各地下水分區進行地下水水質檢測分析與評估，以了解台灣地下水水質狀況，並提供水利署及產官學研各界作為地下水開發、保育、與研究之參考依據。本年度主要針對台灣各地下水分區共 301 口觀測井進行 30 項水質檢測，利用各類水質標準的比對與統計分析，了解台灣地下水質狀況，並針對主要的水質問題歸納形成原因與因應對策，本年度具體成果如下：

1. 銅、鉛、鋅、鉻與鎳污染情形皆屬零星個案，鎘污染則集中於嘉南平原，重金屬污染的可能原因包括受到地層沉積物溶解釋出及井管材質內鎘含量溶出至地下水。
2. 濁水溪沖積扇扇頂第一含水層硝酸鹽氮污染明顯較第二含水層嚴重，且應與當地早作大量使用氮肥與有機肥料有關，而豐水期硝酸鹽氮較枯水期高，主要則受到水文地質條件與地下水流向影響。
3. 嘉南平原受到海水入侵與硫酸鹽還原影響而呈現水質鹽化的情形最顯著，濁水溪沖積扇、屏東平原沿海部分地區亦受海水入侵影響而出現鹽化。
4. 各分區受還原環境影響，導致氨氮、鐵與錳濃度偏高，且以嘉南平原最顯著，且造成雲林沿海、屏東平原與蘭陽平原下游地區、及嘉南平原出現砷污染。
5. 台北盆地、台中地區、嘉南平原、屏東平原適合備援用水區域主要集中於山區，濁水溪沖積扇、蘭陽平原則集中於淺層含水層，農田水利會與自來水公司各有 979 與 707 口抽水井可供備援用水使用。

未來工作應著重於各地下水分區已受重金屬污染的觀測井持續辦理水質檢測並釐清發生原因，而發生海水入侵之鹽化區域，應加強取締違法私井，避免水質持續劣化，濁水溪沖積扇扇頂地區則應針對地面水體進行檢測分析；針對高度腐蝕潛勢之觀測井，應加速辦理井體清洗維護保養工作，以達地下水觀測站網永續經營之目標。

關鍵詞：地下水、水質、分析、評估

Abstract

Limited available water resources and increased demand of agricultural, industrial, domestic usage, the development of surface and ground water is the important issue of Taiwan government. The 17-years project of groundwater network of Taiwan was established from 1992 to date. The investigation of hydrogeology, land subsidence, groundwater quality, information management are accomplished to achieve the sustainable development of groundwater resource. To comprehend the groundwater quality of Taiwan and provide valuable information for development, protection, and research of groundwater resources, the groundwater samples of 380 monitoring wells in Taiwan are collected and analyzed. 301 monitoring wells were collected to comprehend the groundwater quality. The EPA standards and statistic analyses are adopted for understanding water quality conditions. The causes and countermeasures of the critical issues are proposed in this project. The major achievements of this project including:

1. The dissolution of metals from deposits and borehole materials may result the groundwater contamination of Cu, Pb, Zn, Cr, Ni, Cd in some wells.
2. Extensive use fertilization of agriculture may lead to critical nitrate pollution of groundwater, especially in the uppermost aquifer. The nitrate concentrations in wet season are higher than those in dry season, which is caused by the hydrogeological characteristics and groundwater flow direction.
3. Critical salinization of groundwater was found in Chianan plains, causing by modern seawater intrusion and sulfate reduction. The saline groundwater are also found in part of groundwater of Choushui river alluvial fan and Pindong plain.
4. The reductive condition has caused the elevated nitrite, Fe, and Mn concentrations in most groundwater samples. The adsorbed As may be liberated during the reductive dissolution of Fe/Mn minerals, especially in coastal areas of Yunlin, Pindong and Lanyan plains, and Chianan plain.
5. The urgent wells for drought period or wartime of Taipei basin, Taichung area, Chianan plain, Pindong plain are located in mountain area, whereas those of Choushui river alluvial fan and Lanyan plains are located in shallow groundwater aquifer.

The further investigations of the heavy metals pollution, seawater intrusion, nitrate pollution are needed to achieve the goal of the sustainable operation of monitoring wells.

Key words: Groundwater; Water quality; Analysis; Assessment

目錄

摘要 I

Abstract II

目錄 III

圖目錄 VII

表目錄 XI

一、前言 1

 1-1 計畫緣起 1

 1-2 計畫目的 2

 1-3 擬解決問題 3

二、地下水分區及水質評估項目 5

 2-1 地下水分區 5

 2-1-1 台北盆地 5

 2-1-2 桃園中壢台地 5

 2-1-3 新竹苗栗臨海地區 7

 2-1-4 台中地區 8

 2-1-5 濁水溪沖積扇 8

 2-1-6 嘉南平原 9

 2-1-7 屏東平原 10

 2-1-8 蘭陽平原 10

 2-2 地下水質評估標準 11

 2-2-1 基本性質 11

 2-2-2 主要離子成份 12

 2-2-3 無機氮 13

 2-2-4 重金屬 13

 2-2-5 有機物 14

 2-2-6 細菌類 14

三、工作項目 15

四、工作方法與步驟 17

4-1 前置作業規劃	17
4-2 地下水質採樣與檢驗分析	17
4-3 採樣工作品保品管規劃	23
4-4 進行觀測井初級維護工作	24
4-5 台灣地區地下水水質建檔	25
4-6 台灣地區地下水水質分析與評估	26
4-6-1 研析各分區地下水水質概況	26
4-6-2 沿海地區地下水鹽化範圍與成因	28
4-6-3 硝酸鹽氮污染影響程度及範圍	31
4-6-4 觀測井滯留水腐蝕積垢趨勢評估	32
五、結果與討論	35
5-1 現場檢測	35
5-1-1 水溫	35
5-1-2 導電度	35
5-1-3 酸鹼值	38
5-1-4 溶氧	39
5-1-5 氧化還原電位	40
5-2 水質檢驗結果	42
5-2-1 台北盆地	42
5-2-1-1 水質檢驗結果	42
5-2-1-2 因子分析與集群分析	48
5-2-1-3 地下水鹽化趨勢與範圍	52
5-2-2 桃園中壢台地	56
5-2-2-1 水質檢驗結果	56
5-2-2-2 因子分析與集群分析	58
5-2-2-3 地下水鹽化趨勢與範圍	62
5-2-3 新苗地區	66
5-2-3-1 水質檢驗結果	66

5-2-3-2 因子分析與集群分析	73
5-2-3-3 地下水鹽化趨勢與範圍	78
5-2-4 蘭陽平原	82
5-2-4-1 水質檢驗結果	82
5-2-4-2 因子分析與集群分析	87
5-2-4-3 地下水鹽化趨勢與範圍	93
5-2-5 台中地區	98
5-2-5-1 水質檢驗結果	98
5-2-5-2 因子分析與集群分析	102
5-2-5-3 地下水鹽化趨勢與範圍	106
5-2-6 濁水溪沖積扇	110
5-2-6-1 水質檢驗結果	110
5-2-6-2 因子分析與集群分析	119
5-2-6-3 地下水鹽化趨勢與範圍	129
5-2-7 嘉南平原	133
5-2-7-1 水質檢驗結果	133
5-2-7-2 因子分析與集群分析	144
5-2-7-3 地下水鹽化趨勢與範圍	153
5-2-8 屏東平原	157
5-2-8-1 水質檢驗結果	157
5-2-8-2 因子分析與集群分析	167
5-2-8-3 地下水鹽化趨勢與範圍	175
5-3 滯留水檢測與井體腐蝕潛勢評估	179
5-3-1 水溫	179
5-3-2 導電度	180
5-3-3 酸鹼值	180
5-3-4 溶氧	182
5-3-5 氧化還原電位	182
5-3-6 滯留水與地下水現場檢測數據比較	183

5-3-7 地下水腐蝕潛勢評估	187
5-4 台灣地下水重要議題研析	190
5-4-1 濁水溪沖積扇頂部硝酸鹽氮污染	191
5-4-2 地下水水質鹽化問題	204
5-4-3 台灣地下水砷污染	215
5-4-4 緊急備援用水水井分布	224
六、結論與建議	235
6-1 結論	235
6-2 建議	239
參考文獻	241
附件一、計畫評選審查、工作會議、期中審查意見與處理情形	
附件二、100 年度地下水水質檢測分析 300 口觀測井資料	
附件三、地下水水質採樣與現場檢測標準作業程序	
附件四、目前國內現行各項水質監測標準	
附件五、現場採樣記錄表	
附件六、100 年度地下水水質檢測分析品保報告	
附件七、100 年度地下水與滯留水現場量測結果及水位計拆裝時間	
附件八、100 年度地下水水質檢測結果	
附件九、100 年度地下水各項目超過各類水質標準情形	

圖目錄

圖 1-1-1 台灣地下水分區之自記式觀測站井分布	4
圖 3-1-1 計畫工作執行流程	15
圖 4-2-1 水質採樣工作流程	19
圖 4-5-1 水文水資源資料管理供應系統	25
圖 4-6-1 判斷地下水鹽化之常見方法	29
圖 5-1-1 各地下水分區水溫分布之盒型圖	37
圖 5-1-2 各地下水分區導電度分布之盒型圖	37
圖 5-1-3 台灣地下水導電度超過 750 μ s/cm 之觀測井分布	38
圖 5-1-4 各地下水分區酸鹼值分布之盒型圖	39
圖 5-1-5 各地下水分區溶氧分布之盒型圖	40
圖 5-1-6 各地下水分區氧化還原電位分布之盒型圖	41
圖 5-2-1 台北盆地 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	42
圖 5-2-2 北投(1)觀測井之歷年砷濃度變化	45
圖 5-2-3 台北盆地第一(a)與第二(b)含水層之鐵濃度分布	46
圖 5-2-4 台北盆地第一(a)與第二(b)含水層之錳濃度分布	47
圖 5-2-5 台北盆地地下水水質適合作為備援用水之分布區域	52
圖 5-2-6 台北盆地地下水 piper 水質菱形圖	53
圖 5-2-7 台北盆地地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	54
圖 5-2-8 台北盆地地下水之灌溉水質分級圖	54
圖 5-2-9 台北盆地第一(a)與第二(b)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	55
圖 5-2-10 桃園中壢台地 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	56
圖 5-2-11 桃園中壢台地地下水水質適合作為備援用水之分布區域	62
圖 5-2-12 桃園中壢台地地下水 piper 水質菱形圖	63
圖 5-2-13 桃園中壢台地地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	64
圖 5-2-14 桃園中壢台地地下水之灌溉水質分級圖	64
圖 5-2-15 桃園中壢台地圖第一至第三(a-c)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	65
圖 5-2-16 新苗地區 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	66
圖 5-2-17 新苗地區第一至第三(a-c)含水層之氮濃度分布	69
圖 5-2-18 烏眉(1)與銅鑼(2)觀測井之歷年鉻濃度變化	70
圖 5-2-19 龍坑(2)觀測井之歷年砷濃度變化	70

圖 5-2-20 新苗地區第一至第三(a-c)含水層之鐵濃度分布	71
圖 5-2-21 新苗地區第一至第三(a-c)含水層之錳濃度分布	72
圖 5-2-22 新苗地區地下水水質適合作為備援用水之分布區域	77
圖 5-2-23 新苗地區地下水 piper 水質菱形圖	79
圖 5-2-24 新苗地區地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	80
圖 5-2-25 新苗地區地下水之灌溉水質分級圖	80
圖 5-2-26 新苗地區第一至第三(a-c)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	81
圖 5-2-27 蘭陽平原 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	82
圖 5-2-28 蘭陽平原第一含水層之(a)氮、(b)鐵、(c)錳濃度分布	85
圖 5-2-29 順安觀測井之歷年鉛濃度變化	87
圖 5-2-30 利澤(2)與礁溪(1)觀測井之歷年砷濃度變化	87
圖 5-2-31 蘭陽平原地下水水質適合作為備援用水之分布區域	92
圖 5-2-32 蘭陽平原地下水 piper 水質菱形圖	94
圖 5-2-33 蘭陽平原地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	94
圖 5-2-34 蘭陽平原地下水之灌溉水質分級圖	95
圖 5-2-35 蘭陽平原第一至第三(a-c)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	96
圖 5-2-36 台中地區 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	98
圖 5-2-37 台中地區第一(a)與第二(b)含水層之鐵濃度分布	101
圖 5-2-38 台中地區第一(a)與第二(b)含水層之錳濃度分布	101
圖 5-2-39 台中地區地下水水質適合作為備援用水之觀測井分布區域	106
圖 5-2-40 台中地區地下水 piper 水質菱形圖	107
圖 5-2-41 台中地區地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	108
圖 5-2-42 台中地區地下水之灌溉水質分級圖	108
圖 5-2-43 台中地區第一(a)與第二(b)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	109
圖 5-2-44 濁水溪沖積扇 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	111
圖 5-2-45 濁水溪沖積扇第一至第四(a-d)含水層之氮濃度分布	113
圖 5-2-46 濁水溪沖積扇部分觀測井之歷年(a)鎘、(b)鉛與鉻濃度變化	115
圖 5-2-47 濁水溪沖積扇第一至第四(a-d)含水層之砷濃度分布	116
圖 5-2-48 濁水溪沖積扇第一至第四(a-d)含水層之鐵濃度分布	117
圖 5-2-49 濁水溪沖積扇第一至第四(a-d)含水層之錳濃度分布	118
圖 5-2-50 濁水溪沖積扇地下水水質適合作為備援用水之分布區域	128
圖 5-2-51 濁水溪沖積扇各含水層地下水 piper 水質菱形圖	130

圖 5-2-52 濁水溪沖積扇地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	130
圖 5-2-53 濁水溪沖積扇地下水之灌溉水質分級圖	131
圖 5-2-54 濁水溪沖積扇第一至第四(a-d)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	132
圖 5-2-55 嘉南平原 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	133
圖 5-2-56 嘉南平原部分觀測井之歷年鋅與鉻濃度變化	138
圖 5-2-57 嘉南平原第一至第四(a-d)含水層之鎘濃度分布	139
圖 5-2-58 嘉南平原第一至第四(a-d)含水層之砷濃度分布	140
圖 5-2-59 嘉南平原第一至第四(a-d)含水層之鐵濃度分布	141
圖 5-2-60 嘉南平原第一至第四(a-d)含水層之錳濃度分布	142
圖 5-2-61 嘉南平原第一至第四(a-d)含水層之氯鹽濃度分布	143
圖 5-2-62 嘉南平原地下水水質適合作為備援用水之觀測井分布區域	152
圖 5-2-63 嘉南平原各含水層地下水 piper 水質菱形圖	154
圖 5-2-64 嘉南平原地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	154
圖 5-2-65 嘉南平原地下水之灌溉水質分級圖	155
圖 5-2-66 嘉南平原第一至第四(a-d)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	156
圖 5-2-67 屏東平原 100 及 99 年地下水水質採樣觀測井分布	157
圖 5-2-68 屏東平原第一至第四(a-d)含水層之氮氮濃度分布	161
圖 5-2-69 屏東平原部分觀測井之歷年鋅與鉻濃度變化	162
圖 5-2-70 屏東平原第一至第四(a-d)含水層之砷濃度分布	163
圖 5-2-71 屏東平原第一至第四(a-d)含水層之鐵濃度分布	164
圖 5-2-72 屏東平原第一至第四(a-d)含水層之錳濃度分布	165
圖 5-2-73 屏東平原第一至第四(a-d)含水層之氯鹽濃度分布	166
圖 5-2-74 屏東平原地下水水質適合作為備援用水之觀測井分布區域	174
圖 5-2-75 屏東平原各含水層地下水 piper 水質菱形圖	176
圖 5-2-76 屏東平原地下水中氯鹽與碳酸鹽當量濃度比值圖	176
圖 5-2-77 屏東平原地下水之灌溉水質分級圖	177
圖 5-2-78 屏東平原第一至第四(a-d)含水層地下水之殘餘碳酸鈉分布	178
圖 5-3-1 各地下水分區滯留水水溫分布之盒型圖	180
圖 5-3-2 各地下水分區滯留水導電度分布之盒型圖	181
圖 5-3-3 各地下水分區滯留水 ph 分布之盒型圖	181
圖 5-3-4 各地下水分區滯留水溶氧分布之盒型圖	182
圖 5-3-5 各地下水分區滯留水氧化還原電位分布之盒型圖	183

圖 5-3-6 二項指標以上呈現高度腐蝕之觀測井分布	188
圖 5-3-7 二項指標以上呈現無腐蝕之觀測井分布	189
圖 5-4-1 濁水溪沖積扇扇頂 25 口觀測井分布	191
圖 5-4-2 扇頂第一(a)與第二(b)含水層於枯水期之硝酸鹽氮濃度分布	194
圖 5-4-3 扇頂第一(a)與第二(b)含水層於豐水期之硝酸鹽氮濃度分布	195
圖 5-4-4 濁水溪沖積扇扇頂 98 至本年度硝酸鹽氮濃度比較	196
圖 5-4-5 濁水溪沖積扇地下水流線與流向(a)水平分布及(b)剖面分布	197
圖 5-4-6 扇頂第一含水層於(a)枯水期與(b)豐水期硝酸鹽氮污染潛勢分布	198
圖 5-4-7 本年度濁水溪沖積扇扇頂地下水與滯留水之硝酸鹽氮濃度比較	199
圖 5-4-8 中央氣象局雲林雨量站之雨量資料(100 年 3 月 1 日至 6 月 30 日)	199
圖 5-4-9 本團隊於 9 月 5 日針對扇頂硝酸鹽氮污染區域現勘情形	202
圖 5-4-10 濁水溪沖積扇各年度水田/旱田土地利用型態	202
圖 5-4-11 本團隊於 9 月 5 日採集東和站附近自來水公司抽水水樣情形	202
圖 5-4-12 台灣第一至第四含水層(a-d)地下水導電度超過 750 μ s/cm 之觀測井	206
圖 5-4-13 台灣第一至第四含水層(a-d)地下水氯鹽超過 125mg/l 之觀測井	207
圖 5-4-14 台灣第一至第四含水層(a-d)地下水硫酸鹽超過 125mg/l 之觀測井	208
圖 5-4-15 台灣地下水中硫酸鹽與氯鹽濃度之關係	209
圖 5-4-16 不同成因之地下水鹽化觀測井分布	210
圖 5-4-17 砷於環境中的流布	216
圖 5-4-18 台灣第一至第四含水層(a-d)地下水砷濃度超過 0.05mg/l 之觀測井	220
圖 5-4-19 本年度 1 至 6 月全世界發生天然災害事件分布	226
圖 5-4-20 本年度與 99 年度地下水水質符合飲用水水源水質標準之觀測井	227
圖 5-4-21 本年度與 99 年度地下水水質符合灌溉用水水質標準之觀測井	228
圖 5-4-22 地下水水質符合灌溉用水水質標準(溶氧除外)之觀測井	229
圖 5-4-23 台灣截至 99 年度之地層下陷範圍與速率	230
圖 5-4-24 雲林與彰化地區 81-99 年度累積下陷量	231

表目錄

表 2-1-1 台灣各地下水區情勢分析表	6
表 4-2-1 地下水樣品保存方法	22
表 4-6-1 氯鹽與碳酸鹽類濃度比值與海水入侵可能性對照表	29
表 4-6-2 滯留水腐蝕趨勢評估指標公式參數對照表	34
表 4-6-3 LSI、RSI 與 AI 指標水質腐蝕特性評估	34
表 5-1-1 各地下水分區現場檢測數據之統計量	36
表 5-2-1 台北盆地地下水水質之統計量	43
表 5-2-2 台北盆地地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	50
表 5-2-3 台北盆地地下水水質之因子負荷矩陣	50
表 5-2-4 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	51
表 5-2-5 台北盆地地下水 2007-2011 年水質因子比較	51
表 5-2-6 桃園中壢台地地下水水質之統計量	57
表 5-2-7 桃園中壢台地地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	60
表 5-2-8 桃園中壢台地地下水水質之因子負荷矩陣	60
表 5-2-9 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	61
表 5-2-10 桃園中壢台地地下水 2007-2011 年水質因子比較	61
表 5-2-11 新苗地區地下水水質之統計量	67
表 5-2-12 新苗地區地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	75
表 5-2-13 新苗地區地下水水質之因子負荷矩陣	75
表 5-2-14 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	75
表 5-2-15 新苗地區地下水 2007-2011 年水質因子比較	77
表 5-2-16 蘭陽平原地下水水質之統計量	83
表 5-2-17 蘭陽平原地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	89
表 5-2-18 蘭陽平原地下水水質轉軸後之因子負荷矩陣	90
表 5-2-19 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	90
表 5-2-20 蘭陽平原地下水 2007-2011 年水質因子比較	91
表 5-2-21 台中地區地下水水質之統計量	99
表 5-2-22 台中地區地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	104
表 5-2-23 新苗地區地下水水質之因子負荷矩陣	104
表 5-2-24 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	105

表 5-2-25 新苗地區地下水 2007-2011 年水質因子比較	105
表 5-2-26 濁水溪沖積扇地下水水質之統計量	112
表 5-2-27 濁水溪沖積扇地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	122
表 5-2-28 濁水溪沖積扇地下水水質之因子負荷矩陣	122
表 5-2-29 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	123
表 5-2-30 濁水溪沖積扇地下水 2007-2011 年水質因子比較	127
表 5-2-31 嘉南平原地下水水質之統計量	134
表 5-2-32 嘉南平原地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	146
表 5-2-33 嘉南平原地下水水質之因子負荷矩陣	146
表 5-2-34 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	147
表 5-2-35 嘉南平原地下水 2007-2011 年水質因子比較	151
表 5-2-36 屏東平原地下水水質之統計量	158
表 5-2-37 屏東平原地下水水質轉軸後之特徵值及變異量	168
表 5-2-38 屏東平原地下水水質之因子負荷矩陣	169
表 5-2-39 各觀測井於各因子之得分與集群分析結果	170
表 5-2-40 屏東平原地下水 2007-2011 年水質因子比較	173
表 5-3-1 各地下水分區滯留水檢測數據之統計量	179
表 5-3-2 現場檢測項目與滯留水檢測項目之平均值	185
表 5-3-3 現場檢測項目與滯留水檢測項目之成對均值檢定	186
表 5-3-4 符合各項腐蝕指標不同程度之觀測井數與比例	187
表 5-4-1 本年度出現重金屬污染之觀測井與歷年變化趨勢	190
表 5-4-2 濁水溪沖積扇扇頂歷年(95-99 年度)硝酸鹽氮檢測結果	193
表 5-4-3 台灣各地下水分區 99 與 100 年度發生鹽化井數與比例	209
表 5-4-4 以人工補注地下水以防治海水入侵之措施	213
表 5-4-5 地下水人工補注之優缺點	214
表 5-4-6 台灣各地下水分區 99 與 100 年度發生砷污染井數與比例	219
表 5-4-7 各地下水分區符合飲用水水源與灌溉用水水質標準之井數與比例	226
表 5-4-8 各地下水分區適合用於備援用水之井數比例分布區域	230
表 5-4-9 各地下水分區內適合作為備援用水之抽水井	232

一、前言

1-1 計畫緣起

在全球總水量中，海洋佔約 97.47%，偏遠而難以利用的兩極冰山及冰川約佔 1.736%，而人類可利用的淡水資源僅佔約 0.794%，其中又以地下水的貯存總量居冠。由於地表可用的水資源有限，且分佈不均，部分地區水資源豐富，部分地區則極為貧乏。為了滿足日益增加的農業、工業及民生等用水標的之需求量，除了利用水庫調節之外，地下水為另一重要的水資源；在乾旱地區，地下水甚至是唯一的水資源。因此，地下水水質優劣將影響該區地下水之開發程度，並可能影響人體健康。有鑑於此，我國自民國 77 年度起台灣省水利局辦理「改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃研究」，分五期四年完成台灣地區之地下水觀測站網規劃，並於民國 79 年 1 月 31 日將規劃結果提報行政院經建會第五三六次委員會討論。其後，水利署根據會議結論，自民國 81 年起執行「台灣地區地下水觀測網整體計畫」，分三階段共 17 年之規劃與建置，透過長期系統性水文地質調查、重要地區地下水調查、地層下陷監測調查及地下水水質資料管理等相關工作，獲得各地下水區之地下水水位、水文地質、地下水水質等相關資料，對於台灣地區地下水水文地質條件已獲初步成果，並持續進行地下水位觀測與地下水水質監測，依據水利署資料庫統計至民國 100 年之井口數資料顯示，台灣現存自記式地下水觀測井共計 730 口，其中包括蘭陽平原 39 口、台北盆地 30 口、桃園中壢台地 29 口、新苗地區 50 口、台中地區 34 口、濁水溪沖積扇 212 口、嘉南平原 163 口、屏東平原 143 口、花東縱谷 23 口及澎湖地區 7 口。

台灣地區地下水觀測網之觀測井最早進行水質檢測為中興大學環境工程研究所(1994-2001)，在新建觀測井之同時，進行 31 項水質檢驗。後續，台糖地下水中心持續進行各地區地下水背景水質監控、比對、分析，並追蹤污染源及污染程度(台灣糖業股份有限公司新營總廠，1999-2003，2004-2006)，而本研究團隊則自民國 96 年起開始承接此項工作。歷年之地下水水質分析除監測地下水污染情形之外，水質資料亦提供產官學研各界之應用與評估，已獲得相當豐碩之研究成果，由過去台灣地下水水質採樣分析結果顯示，地下水水質有幾項共通問題：

- 沿海地區水質鹽化：彰雲地區、嘉南平原、屏東平原沿海地區
- 補注區硝酸鹽氮污染：彰雲投地區、屏東平原扇頂補注區。

- 地下水砷污染：沿海地區居民早期直接飲用含砷地下水，曾爆發大規模烏腳病等末梢血管病變，目前雖鮮少居民直接飲用地下水，然含砷地下水仍多用於養殖與灌溉用水，恐有健康危害之虞。
- 鐵、錳、氨氮、總有機碳偏高：台灣西南沿海地區(雲林至屏東)，此類化學物質大多出現於偏向還原的含水層，且伴隨高砷含量的出現，使此類地下水更不利於民生與農漁業用水。

上述地下水水質之問題，大多已超過多項飲用水及地下水管制限值，目前自來水公司仍於許多地區抽取地下水作為飲用水水源，這些天然或人為所造成地下水污染，將可能威脅國人飲用水之安全，實有持續監測之必要，且行政院經濟建設委員會於民國 94 年核定之「國土復育策略方案暨行動計畫」中，第 2 階段實施計畫目標即包含積極復育嚴重地層下陷地區之生態環境；其計畫之執行，即是藉由檢測地下水觀測網之區域性地下水水質，提供台灣各地下水區之地下水水質評估與分析、沿海地區地下水鹽化及地下水補注區硝酸鹽氮污染情況與分佈趨勢分析等，以供國土復育生態現況營造及地下水水資源永續經營時之參據。

此外，由於全球氣候變遷之影響，導致近年來世界各地氣候異常情形層出不窮，台灣亦是如此。例如 98 年度上半年因降雨量減少導致旱象漸呈，雖然該年 8 月 8 日莫拉克颱風於短短 2 天內挾帶之雨量即補足各地水庫之庫容量，但短時間內之降雨量已遠超過台灣之年平均降雨量，造成台灣東部及南部地區災情損失慘重，而於風災後再次超過百日無明顯之降雨，南部地區水庫用水量再度面臨匱乏情況。因此，為確保民生及農作灌溉用水量，評估地下水水質符合備用水源之適合觀測井與所屬區域，應為未來地下水水質檢測分析與評估之重要趨勢與工作。

1-2 計畫目的

地下水是台灣水資源極重要的一部份，而水質的優劣將影響水資源的供給，因此地下水水質持續監測有兩項基本目的，一為提供水資源調配之水質依據，再則提供污染監測參考。故本計畫將針對台灣各地下水分區之自記式觀測井(圖 1-1)，針對 99 年未採樣檢測之地下水觀測井，以觀測站為單位，篩選 300 口分層觀測井進行地下水水質檢測、分析與評估工作，觀測井基本資料如附件二所示。由於地下水流速慢、大部分與地面空氣隔絕、位於還原環境為主，因此地下水特性不同於地面水，考量其特性，

本計畫地下水水質檢測包含現場檢測與實驗室檢測兩部分，其中，現場檢測項目包括滯留水與抽取三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可計算相關指標之變化情形，以評估滯留水質之腐蝕趨勢及對井體結構之影響。而抽取三倍井管水後地下水水質檢驗項目包括碳酸氫根、碳酸根、鈣、鎂、鉀、鈉、氯鹽、硫酸鹽、硝酸鹽氮、氨氮、銅、鎘、鉛、鋅、鎳、鉻、砷、鐵、錳、總有機碳、硫化物、大腸桿菌群、鈉殘餘率、殘餘碳酸鈉等 24 項。藉由此等水質分析項目提供台灣地區地下水質評估與分析、沿海地區地下水鹽化因應對策與建議、及西南部沿海地區地下水中砷含量與分布情形。此外，為研擬濁水溪沖積扇扇頂補注區之硝酸鹽氮污染的因應對策與建議，本計畫另針對濁水溪扇頂區 25 口觀測井，每半年辦理 1 次硝酸鹽氮濃度檢測。期望藉由本計畫執行成果，掌握台灣地下水水質變化與汙染狀況，並作為未來擬定水資源永續利用政策之參考依據。

1-3 擬解決問題

本計畫主要進行 300 口地下水觀測井之水質採樣、現場檢測 6 項水質項目與實驗室檢驗分析 24 項水質參數，藉以分析地下水水質變化趨勢，確保台灣地區地下水資源之永續經營與利用。此外，因應近年來氣候環境之異常變遷，而台灣地區為一島國國家，水資源之應用與推廣相對異常重要，其中地下水資源更扮演舉足輕重之角色，尤其在經歷近年風災及缺水等情況，蘊含量豐富之地下水資源未來勢將成為緊急備援之考量；因此，評估各分區地下水水質符合備用水源之適合區域與觀測井，為地下水水質檢測分析與評估之重要趨勢與工作。