經濟部

MOEAWRA1030238

臺灣地下水區可用水量調查分析及伏流水調查規劃先期作業成果報告

Report of Preliminary Process of Investigation Planning for Available Yield of Groundwater Zones and Hyporheic Flow in Taiwan



主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行單位：國立雲林科技大學
水土資源及防災科技研究中心

中華民國 104 年 6 月

臺灣地下水區可用水量調查分析及伏流水調查規劃先期作業成果報告

Report of Preliminary Process of Investigation Planning for Available Yield of Groundwater Zones and Hyporheic Flow in Taiwan

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行單位：國立雲林科技大學
水土資源及防災科技研究中心
計畫主持人：黃紹揚

目錄

表目錄 表-1
圖目錄 圖-1
摘要 摘-1
Abstract A-1
結論與建議 結-1
一、結論 結-1
二、建議 結-3

第一章　前言 1-1
一、計畫緣起及目的 1-1
二、工作項目 1-2
三、執行成果 1-7
第二章　基本資料及文獻蒐集 2-1
一、地下水資源及伏流水資源相關案例及文獻 2-1
二、臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源研究成果 2-33
三、臺灣地下水區水文地質特性 2-51
第三章　地下水資源調查之資料需求及調查參考手冊規劃 3-1
一、參考文獻摘要說明 3-2
二、擬訂地下水資源調查所應具備基礎資料 3-8
三、擬訂地下水可用水量調查方法及作業流程 3-14
四、臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊規劃 3-23
五、「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」內容概述 3-35
六、召開專家會議研議「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」 3-37
第四章　臺灣地下水區可用水量調查分析計畫規劃 4-1
一、研擬各地下水區應辦理調查項目及內容 4-2

二、臺灣地下水區可用水量調查分析計畫規劃 4-6
三、「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」內容概述 4-11
四、召開專家會議研議「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」 4-13
第五章　臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊規劃 5-1
一、參考文獻摘要說明 5-2
二、研擬伏流水資源調查所應具備基礎資料 5-3
三、擬訂伏流水資源調查方法及其作業流程 5-5
四、臺灣地區伏流水資源調查分析規劃 5-13
五、「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」內容概述 5-18
六、召開專家會議研議「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」 5-19
第六章　臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究 6-1
一、臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫推動成果彙整 6-1
二、北段山區環境背景資料蒐集與彙整 6-10
三、北段山區具開發潛能地區初步評估 6-26
四、小結 6-36
第七章　檢討規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網 7-1
一、蒐集分析臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水相關資料 7-1
二、評估規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網 7-4
三、小結 7-20

參考文獻 參-1

附錄一　期末審查意見回覆表
附錄二　臺灣各地下水區水文地質概述
附錄三　歷次會議意見回覆表

附冊一　臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)
附冊二　臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)
附冊三　臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)

表目錄

表 2-1 地層電阻率 2-31
表 2-2 水力梯度 2-31
表 2-3 臺灣西部主要河川適合取用伏流水河段綜整表 2-42
表 2-4 民國 74 年至民國 94 年屏東平原水平衡分析表 2-44
表 2-5 本計畫蒐集各地下水區地下水資源相關研究成果 2-45
表 2-6 本計畫蒐集各地下水區伏流水資源相關研究成果 2-50
表 2-7 各地下水區水文地質特性綜整表 2-52
表 3-1 地下水資源調查資料蒐集項目內容綜整表 3-11
表 3-2 臺灣本島地區各地下水區觀測站井數量統計表 3-12
表 3-3 地下水資源調查各項調查工作優缺點綜整表 3-20
表 3-4 「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」架構及內容 3-36
表 3-5 出席專家委員會議名單 3-41
表 4-1 濁水溪沖積扇地下水分析所需資料可得性檢核表 4-4
表 4-2 各地下水區應增補調查項目綜整表 4-5
表 4-3 各計畫預定期程表 4-9
表 4-4 整體地下水調查經費需求表 4-10
表 4-5 臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)架構及內容 4-11
表 5-1 資料蒐集項目內容及用途 5-9
表 5-2 各調查試驗方法之綜合說明 5-10
表 5-3 日本伏流水定義(中-日文對照) 5-16
表 5-4 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊架構及內容 5-18
表 6-1 大安溪流域地文概況一覽表 6-10
表 6-2 後龍溪流域地文概況一覽表 6-13
表 6-3 中港溪流域地文概況一覽表 6-15
表 6-4 頭前溪流域地文概況一覽表 6-15
表 6-5 鳳山溪流域地文概況一覽表 6-16

表 6-6 淡水河流域地文概況一覽表 6-19
表 6-7 蘭陽溪流域地文概況一覽表 6-21
表 6-8 和平溪流域地文概況一覽表 6-24
表 7-1 離島地區歷年地下水相關計畫之成果彙整表 7-2
表 7-2 降雨入滲補注係數值範圍 7-9
表 7-3 金門地區自來水廠地下水觀測井基本資料 7-14
表 7-4 各離島地下水觀測井設置彙整表 7-20

圖目錄

圖 1-1 本計畫工作流程圖 1-6
圖 2-1 雲林地下水開發工程深井位置平面圖 2-2
圖 2-2 二峰圳集水廊道水源勘查位置圖 2-6
圖 2-3 二峰圳集水廊道平面位置圖 2-6
圖 2-4 二峰圳集水廊道配置及平面圖 2-7
圖 2-5 羅東堰橡皮壩攔水設置及集水井 2-8
圖 2-6 臺灣自來水公司高屏溪會結輻射井集水暗管配置圖 2-10
圖 2-7 HBV 水文模型架構示意圖 2-12
圖 2-8 韋梅省流域地下水資源分布圖 2-12
圖 2-9 地下水庫適宜設置區位示意圖 2-13
圖 2-10 Usquepaug-Queen 河流域位置圖 2-16
圖 2-11 Usquepaug-Queen 河流域含水層自然系統與概念模型 2-16
圖 2-12 Koolau Volcano 及 Waianae Volcano 裂隙帶及火山口分布 2-18
圖 2-13 Kaneohe 裂隙區地下水出流示意圖 2-18
圖 2-14 夏威夷地下水文系統示意圖 2-18
圖 2-15 歐胡島之水井分布圖 2-19
圖 2-16 猶他州羅斯福城區域地面水與地下水概念模型 2-20
圖 2-17 地面水及地下水相互作用分類示意圖 2-20
圖 2-18 羅斯井場抽水產生影響示意圖 2-21
圖 2-19 2005 年 Verde Valley 水平衡分析成果 2-22
圖 2-20 河川基流量因人為抽水所產生之影響(1910~2005) 2-22
圖 2-21 人為抽水行為與地下水儲蓄量及其它水體關係示意圖 2-23
圖 2-22 夏威夷島地形圖 2-24
圖 2-23 水平衡模型概念圖 2-24
圖 2-24 夏威夷島地下水補注量空間分布 2-25
圖 2-25 Clumbia Plateau 位置圖 2-27

圖 2-26 調查區域範圍圖 2-29
圖 2-27 具儲水潛能區域分布圖(藍色區域) 2-29
圖 2-28 鏡川地質及地下水調查圖 2-31
圖 2-29 鑽孔與電阻率之標準曲線分析 2-32
圖 2-30 名竹盆地位置示意圖 2-35
圖 2-31 初始水位等值線及模式邊界 2-36
圖 2-32 臺中盆地等地下水位線及控制點 2-39
圖 2-33 取水模擬地點 2-44
圖 3-1 地下水可用水量調查分析作業流程圖 3-22
圖 3-2 水文地質概念模型建置流程 3-25
圖 3-3 Usquepaug-Queen 流域自然系統與地下水流動概念模型 3-25
圖 3-4 數值模型建置流程 3-27
圖 3-5 地下水狀況區域圖(以濁水溪沖積扇為例) 3-30
圖 3-6 各鄉鎮市代表地下水狀況區域(以濁水溪沖積扇為例) 3-30
圖 3-7 水利普查之用水調查與可用水量相互核驗流程圖 3-31
圖 3-8 生態基流限制條件下可用水量分析示意圖 3-33
圖 3-9 地層下陷限制條件下可用水量分析示意圖 3-34
圖 3-10 海水入侵限制條件下可用水量分析示意圖 3-35
圖 5-1 伏流水調查作業整體流程圖 5-12
圖 5-2 伏流水區(Hyporheic Zone)概念示意圖 5-14
圖 5-3 不同學門角度所描述之地面地下水交界面及伏流水區之概念模型 5-15
圖 6-1 中段山區地下水資源調查與評估計畫工作內容與關聯 6-8
圖 6-2 南段山區地下水資源調查與評估計畫工作內容與架構 6-9
圖 6-3 大安溪流域地形與山影分布圖 6-11
圖 6-4 大安溪流域地質分布圖 6-12
圖 6-5 後龍溪流域地形與山影分布圖 6-13
圖 6-6 後龍溪流域地質分布圖 6-14
圖 6-7 中港溪、頭前溪與鳳山溪流域地形與山影分布圖 6-17

圖 6-8 中港溪、頭前溪與鳳山溪流域地質分布圖 6-18
圖 6-9 淡水河流域地形與山影分布圖 6-20
圖 6-10 淡水河流域地質分布圖 6-21
圖 6-11 蘭陽溪流域地形與山影分布圖 6-22
圖 6-12 蘭陽溪流域地質分布圖 6-23
圖 6-13 和平溪流域地形與山影分布圖 6-25
圖 6-14 和平溪流域地質分布圖 6-25
圖 6-15 利用 ArcGIS 技術進行圖資空間套疊與分析示意圖 6-26
圖 6-16 大安溪、後龍溪、中港溪、頭前溪與鳳山溪流域數值高程影像 6-27
圖 6-17 淡水河流域數值高程影像 6-27
圖 6-18 蘭陽溪、和平溪流域數值高程影像 6-28
圖 6-19 大安溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-29
圖 6-20 後龍溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-30
圖 6-21 中港溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-30
圖 6-22 頭前溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-31
圖 6-23 鳳山溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-31
圖 6-24 淡水河流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-32
圖 6-25 蘭陽溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-33
圖 6-26 和平溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖 6-33
圖 6-27 北段山區具地下水資源潛勢區域評估結果及其分布情形 6-36
圖 7-1 影響地下水狀況之數種因素 7-5
圖 7-2 地下水狀況分區之描繪 7-6
圖 7-3 澎湖地區地質分區圖 7-7
圖 7-4 澎湖地區未飽和層分區圖 7-8
圖 7-5 澎湖地區河川水庫分區圖 7-9
圖 7-6 澎湖地區地下水狀況分區及建議新設觀測井之分布圖 7-10
圖 7-8 金門地區地質分區圖 7-12

圖 7-9 金門地區未飽和層分區圖 7-12
圖 7-10 金門地區河川水庫分區圖 7-12
圖 7-11 金門地區地下水狀況分區及建議新設觀測井之分布圖 .. 7-14
圖 7-12 馬祖地區地質分區圖 7-16
圖 7-13 馬祖地區河川水庫分區圖 7-17
圖 7-14 馬祖地區地下水狀況分區及建議新設觀測井之分布圖 .. 7-18
圖 7-15 綠島地區地質分布與地下水觀測井分布圖 7-19

摘要

一、前言

本計畫係為全臺地下水資源及伏流水資源調查工作之先驅，綜整既有文獻及研究成果，並就地下水資源及伏流水資源評估所應具備之前期資訊建立規範，以作為後續臺灣地區(含北段山區)地下水資源及伏流水資源調查工作推動之參據。

二、基本資料及文獻蒐集

(一)地下水資源及伏流水資源調查相關案例及文獻

本計畫於執行期間蒐集國內外地下水資源及伏流水資源調查相關案例及文獻共計十六則，國外案例及文獻涵蓋美國、日本、中國、西非貝南等國。

由國外案例得知，對於區域地下水資源評估方法大致包含傳統水平衡法及數值模式模擬等二類，而於分析之初應對於分析區域之水文地質狀況進行掌握，諸如含水層、地質構造及水文地質參數等。除了分析方法之外，甚多研究(Lambert, et al., 2011, Garner et al., 2013)多著眼於地下水抽取對於河川地面水之影響，可見分析區域地下水資源潛能需將對於河川流量之可能影響一併納入考量較為周延。

(二)臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源研究成果

本計畫蒐集臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源相關研究成果，蒐集所獲研究報告年分涵蓋自民國 46 年至民國 102 年間，各地下水區蒐集所獲報告數量分別為臺北盆地六篇、桃園中壢臺地四篇、新竹苗栗沿海地區五篇、臺中地區四篇、濁水溪沖積扇十二篇、嘉南平原七篇、屏東平原十一篇、花東縱谷五篇及蘭陽平原四篇，不重覆計算包含不同地下水區之報告，則本計畫總計蒐集四十四篇臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源研究報告。

(三)臺灣地下水區水文地質特性

本計畫綜整所蒐集相關研究報告成果及臺灣地區地下水觀測水位資料進行資料分析，據以繪製各項水文地質圖資，包含地下水歷線、地下水等水位(等勢能)線、地下水等深度等用以研判各地下水區水文地質特性。於臺灣本島九大地下水區中，地下水補注特性最優者，首推濁水溪沖積扇、屏東平原、花東縱谷及蘭陽平原等，其次則為臺北盆地及臺中地區，而地下水補注特性較劣者，為桃園中壢臺地、新竹苗栗沿海地區及嘉南平原等地下水區；於地下水使用現況可發現濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原地下水使用已達超限利用情況。

三、地下水資源調查之資料需求及調查參考手冊規劃

(一)參考文獻摘要說明

本計畫整理包含美國墾務局地下水手冊等共計七篇相關文獻，由各文獻之章節內容及編排方式顯示，各文獻對於地下水資源調查大致以基礎資料蒐集、調查試驗、概念模型建置及數值模型建置之順序流程進行撰擬，故本計畫地下水參考手冊亦依此原則進行撰擬。

(二)擬訂地下水資源調查所應具備基礎資料

綜整國內外相關文獻，歸納地下水調查所需之基礎資料內容，基礎資料之類別大致可區分氣象資料、區域地質、地形地貌、地面水文、地下水文、地下水水質、土地利用及區域水資源供需現況、環境敏感地等八類，因應不同調查區域地下水環境特性及調查尺度，所需基礎資料項目應依實際分析需求予以訂定。以分析地下水可用水量為目標，依臺灣地區九大地下水區現況，應以既有觀測井、地層下陷情況及機制、水資源供需現況等最為關鍵，本計畫所擬推動辦理之各地下水區可用水量分析工作需充分配合水利普查作業用水

調查成果，始可提供所分析可用水量數據之可信度，因此，於推動地下水區可用水量分析工作，應蒐集水利普查用水調查成果，此決定可用水量分析工作成敗。

(三)擬訂地下水可用水量調查分析作業流程

本計畫參考上述所蒐集相關文獻，為改善歷年相關研究於水文地質參數不足、地下水補排行為未能掌握及地下水抽水量未知等情況，以建構完整水文地質架構概念模型及數值模型為目標，並藉由數值模型分析各地下水區可用水量，將可能之調查工作區分為水文地質調查、地下水補注量調查、地下水抽水量調查及地下水水質調查檢測等四類。

依據國內外相關案例及文獻，本計畫所擬訂地下水可用水量參考手冊建議地下水可用水量調查分析作業流程可依基本資料蒐集、基本資料初步分析、基本資料充足性評判、調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型建置及可用水量估計等六大步驟。

本計畫依據國內外參考文獻、基本資料蒐集、調查試驗類別及可用水量分析作業流程等，規劃臺灣地下水區可用水量調查分析工作中各項調查試驗及可用水量分析方法，規劃成果據以撰擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」。

本計畫規劃以現有基本資料為基礎，檢視評析地下水可用水量所需資料，釐清各地下水區應增補調查項目，首重於地下水補排行為調查，並配合未來推動之水利普查中所獲地下水抽水量資料，強化對於地下水補排行為及地下水抽水量之掌握程度，利用水文地質架構概念模型及數值模型建置，進行水平衡分析及數值模擬境況模擬，搭配各地下水區不同環境背景特性，以永續出水量概念分析各地下水區地下水可用水量，於不致對於環境、社經及生態產生不良影響之情況，合理使用地下水資源，以達地下水資源永續利用之目標。

依據本計畫規劃之地下水可用水調查分析內容，擬訂「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」，參考手冊共分為前言、基本資料蒐集與調查、調查試驗、水文地質概念模型建構、數值模型建置及可取用水量推估等六篇章，各篇章架構及內容如摘表 1 所示。

摘表 1　「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」架構及內容

篇章	節	內容概述
第一章 前言	一、目的	以提供臺灣地區地下水調查工作執行參據為原則，說明本參考手冊撰擬之緣由及重要性。
	二、適用範圍	說明本參考手冊之適用範圍。
	三、調查程序	進行調查目的、調查原則、調查區位及範圍、調查期程、調查項目及調查作業流程等相關說明，並提供地下水調查作業整體流程圖以供參考。
第二章 基本資料蒐集與調查	一、資料蒐集	說明應蒐集之基本資料項目、內容及用途，並建議應蒐集之資料項目及於不同地下水環境特性所應蒐集之資料。
	二、基本資料蒐集步驟	說明基本資料蒐集之步驟。
第三章 調查試驗	一、水文地質調查	提供水文地質調查方法包括現地勘查、遙感探測及衛星影像分析、地表地質調查、地面地球物理探勘、水文地質鑽探及地球物理井測、室內及現地試驗、水文觀測井布設及水位觀測、抽水試驗及水文參數分析等八項說明。
	二、補注量調查試驗方法	提供補注量調查試驗方法包括測滲計、土壤含水層量測、地下水水位變動法、環境示蹤劑、基流分離、湧泉流量歷線及補注量推估方法選定原則等七項說明。
	三、抽水量調查試驗方法	提供抽水量調查試驗方法包括作物需水量調查及估計、水井調查配合單位抽水量調查推估法及水位變動配合水平衡分析法等三項說明。
	四、水質調查檢測	提供水質調查檢測包括地下水水質採樣方法及地下水水質檢測項目等兩項說明。

摘表 1 「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」架構及內容(續)

篇章	節	內容概述
第四章 水文地質概念模型建構	一、調查成果資料綜合分析	說明於全數基本資料及調查成果，針對調查區域之地下水進行相關分析作業。
	二、水文地質圖資繪製	提供地下水資源研究相關之圖表內容簡要說明。
	三、水平衡分析	提供應用於地下水資源分析之水平衡分析法包含集水區水平衡分析、河段水平衡分析及含水層水平衡分析等三類分析方法進行說明。
	四、區域地下水形成機制、賦存狀態及運移規律	說明需綜整調查成果資料綜合分析、水文地質圖資繪製及水平衡分析之成果，對於調查區域地下水資源進行機制、賦存狀態及運移規律等特性描述。
	五、水文地質概念模型	進行概念模型說明及架構建置流程。
	六、區域水資源潛能量綜合評估	說明區域水資源潛能量為分析探討之基礎，並需於後續應配合區域環境限制條件，利用理論方法或數值模型模擬，進行可用水量率定工作。
第五章 數值模型建置	一、評估流程	說明數值模型建置必要性評析流程及數值模型建置流程。
	二、網格設定	說明數值模型網格設定方式。
	三、邊界設定	說明三種邊界條件設定方式。
	四、初始水位設定	說明初始水位設定方式。
	五、參數設定	說明三種含水層水力參數設定方式。
	六、模型率定驗證	說明模型率定驗證之重要性及其方法。
	七、模型之限制與不確定性	說明模型誤用、模型限制及誤差來源。
	八、常用地下水數值模式(MODFLOW)	說明常用地下水模式(MODFLOW)之常見模組及其功能。
第六章 可用水量推估	一、可用水量定義	說明可用水量相關定義。
	二、可用水量推估原則	說明含水層永續參數之概念。
	三、可用水量推估方法	說明分區劃設方式、地下水抽水量設定與其它計畫之配合流程、可用水量分析之限制條件與估算、地下水區總體可用水量推估等。
	四、參考案例	提供丹麥自然署進行評量含水層永續參數之方法。

四、臺灣地下水區可用水量調查分析計畫規劃

欲釐清各地下水區地下水總用水量及可用水量，應以建置各地下水區水文地質架構概念模型為基礎，依據相關文獻內容指出，欲進行地下水資源評析所需資料包含含水層物理架構及水文因子等二類別。

本計畫規劃之增補調查工作以釐清地下水天然排出量為主，即調查地面地下水交互作用行為及其交換水量，另水文地質參數之增補調查則著重於儲水係數或比出水量等描述地下水儲蓄行為之參數，因地下水補注量調查部分則著重於地面補注量調查。希望藉由各項增補調查之辦理，並配合水利普查作業用水調查成果，可建構有別於以往更具可信度之水文地質架構概念模型及數值模型，據以進行各地下水區可用水量分析工作。

本計畫於規劃「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」之初，即以分析各地下水區可用水量為目標，參考前章所擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」內容，以分析可用水量為目標檢視各地下水區現有基本資料，以建置完整水文地質架構概念模型為方向，並依據各地下水區水文地質特性，探討各地下水區尚需增補之調查分析工作，並強調於地下水抽水量應納入水利普查用水調查工作成果，於可用水量分析過程予以交互比對驗證，藉由反覆驗證提高可用水量分析成果之可靠度。

各地下水區調查優序以持續發生地層下陷為優先考量因子，考量其持續下陷速率及持續下陷面積進行排序，具較高持續下陷速率及較廣持續下陷面積之地下水優先辦理調查工作，其次為已發生海水入侵之地下水區，第三則為地面水資源不足但尚具地下水資源開發潛能，最後為地面水資源不足區域，因此，九大地下水區調查之優序依序為濁水溪沖積扇、屏東平原、嘉南平原、臺中地區、蘭陽平原、桃園中壢臺地、新竹苗栗沿海地區、臺北盆地及花東縱谷。

本整體計畫整體架構及內容概述如摘表 2 所示，共分為前言、全臺地下水區概況、各地下水區問題重點與未來工作內容、期程安排及經費分配、執行方式等五篇章。

本計畫共分為二期，第一期自民國 106 年起至民國 108 年止，為期 3 年，於民國 106 年至民國 108 年辦理濁水溪沖積扇、屏東平原及嘉南平原等三地下水區，第二期自民國 109 年起至民國 113 年止，為期 5 年，視第一期執行成效及經費籌措情況辦理其餘地下水區，各地下水區調查工作均採跨年度方式辦理；另可用水量調查分析計畫總經費需求為新臺幣 121,500 仟元，第一期經費需求為 54,900 仟元，第二期經費需求為 66,600 仟元(如摘表 3 所示)。

摘表 2 「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」架構及內容

篇章	節	內容概述
壹、 前言	一、計畫緣起	以臺灣地下水資源現況為基礎，說明本計畫辦理之緣由及必要性。
	二、計畫目的	說明可用水量調查分析計畫係以釐清各地下水區地下水可用水量及現況抽水量為目的，作為地下水資源管理之基礎。
貳、 全臺各 地下水區 概況	一、九大地下水區分布情況	說明九大地下水區分布情況，強調本計畫以九大地下水區為範圍，綜整各地下水區概況。
	二、地下水管制區範圍	說明現況地下水管制區劃設範圍及分布。
	三、地層下陷概況	依據歷史及近年地層下陷監測成果，說明各地下水區地層下陷概況。
	四、地下水補注地質敏感區	說明中央地質調查所劃設地下水補注地質敏感區之緣由及法源，並簡述已公告三處地下水補注地質敏感區。
	五、地下水觀測站網	說明「臺灣地區地下水觀測整體計畫」及「地下水觀測網營運管理實施計畫(98 年~103 年)」具體執行成效。
	六、地下水權及水井統計	以地下水權及水井清查相關統計資料，說明率定各地下水分區可用水量對於後續地下水管理之重要性。
參、 各地下水區 地下水情勢 與調查分析 工作重點	一、臺北盆地地下水情勢及未來調查分析工作重點	分析蒐集所獲之各地下水區特性與現況及歷年相關研究成果，針對基本資料檢視瞭解各地下水區地下水重點問題，並進行應增補調查項目檢討，據以提出各地下水區可用水量調查分析工作。
	二、桃園中壢臺地地下水情勢及未來調查分析工作重點	

摘表 2 「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」架構及內容(續)

篇章	節	內容概述
參、 各地下水區地下水情勢與調查分析工作重點	三、新竹苗栗沿海地區地下水情勢及未來調查分析工作重點	分析蒐集所獲之各地下水區特性與現況及歷年相關研究成果，針對基本資料檢視瞭解各地下水區地下水重點問題，並進行應增補調查項目檢討，據以提出各地下水區可用水量調查分析工作。
	四、臺中地區地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	五、濁水溪沖積扇地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	六、嘉南平原地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	七、屏東平原地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	八、花東縱谷地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	九、蘭陽平原地下水情勢及未來調查分析工作重點	
肆、 期程安排及經費分配	一、各地下水區調查優序綜合說明	說明依據已局部超抽地下水並造成地層下陷、已局部超抽地下水並造成海水入侵、地面水資源不足之區域、尚具地下水資源開發潛能等因子，進行各地下水區調查排序評估結果。
	二、期程安排	分為二期進行辦理，第一期為示範計畫、濁水溪沖積扇及臺中地區，第二期則視第一期執行成效及經費籌措情況辦理其餘地下水區。
	三、經費需求	整體計畫總經費為新臺幣 121,500 仟元，第一期經費需求為 54,900 仟元，第二期經費需求為 66,600 仟元。
	四、人力資源需求	說明辦理整體計畫人力需求來源。
伍、 執行方式	一、執行方式	說明可用水量調查分析計畫執行方式。
	二、與其它計畫配合事項	說明與水利普查計畫及地下水補注地質敏感區劃設等二相關計畫配合事項。

摘表 3 「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」調查期程及經費需求表

單元：仟元

地下水區	第一期			小計	第二期					小計	總計	預估現地調查項目數量(處)		
	106	107	108		109	110	111	112	113			水文地質參數	地面地下水交互作用	地面補注量調查
臺北盆地									5,000	5,000	5,000	-	-	-
桃園中壢臺地							4,250	4,250	4,500	13,000	13,000	5	1	20
新竹苗栗沿海地區							4,900	4,900	4,500	14,300	14,300	4	2	20
臺中地區					5,600	5,600	4,500			15,700	15,700	6	2	20
濁水溪沖積扇	7,000	7,000	5,000	19,000							19,000	10	2	20
嘉南平原	6,300	6,300	5,000	17,600							17,600	8	2	20
屏東平原	6,650	6,650	5,000	18,300							18,300	9	2	20
花東縱谷									4,500	4,500	4,500	-	-	-
蘭陽平原					4,550	4,550	5,000			14,100	14,100	3	2	20
合計	19,950	19,950	15,000	54,900	10,150	10,150	18,650	9,150	18,500	66,600	121,500	45	13	140

五、臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊規劃

(一)參考文獻摘要說明

本計畫整理包含英國伏流水手冊等三篇文獻，並就各文獻中有關伏流水相關定義及調查方法，彙整分析出適用於臺灣地區伏流水資源調查及評估之內容，並據以進行伏流水參考手冊相關所需資料、調查試驗方法、潛能河段界定及可取用水量估計撰擬。

(二)研擬伏流水資源調查所應具備基礎資料

由於伏流水係為地面地下水交互作用所形成，因此其形成及存在與地面水、地下水及河道下地質材料均有甚為密切之關係，參考國內外相關文獻，對於伏流水資源調查分析所需資料大致可區分為流域背景概況、水文地質、水資源相關法規等三類，流域背景概況主要係為了解地面水特性、水文地質則為了解地下水特性，水資源開發相關法規則為評析伏流水開發方案是否可行之重要資料。

(三)擬訂伏流水資源調查方法及其作業流程

依據國內外相關文獻，得知伏流水與地面水文、地質特性及水文地質等均息息相關，欲推估伏流水潛能區位及潛能量需先行釐清水文地質架構、水文地質特性及地面地下水交互作用行為等。本計畫所規劃之伏流水參考手冊於調查試驗內容著重於地面地下水交互作用之調查試驗為主，調查試驗之目的則以進行伏流水潛能量估算及數值模型建置為目標，依所需參數建議應辦理之調查試驗工作。

依據國內外相關文獻內容，伏流水資源之調查工作應依不同尺度定義不同階段調查工作，規劃之調查程序包含資料蒐集分析、流域尺度調查分析、河段尺度調查、場址尺度調查、資料綜整分析、伏流水潛能量評估與工法選定等六大步驟。

本計畫規劃之伏流水資源調查分析工作係著重於伏流水可用水量分析，即地面地下水交換水量，進而釐清伏流水潛能區位及潛能水量為主要目的，以利後續開發工法選定，為達此目的對於調查區域伏流水之產狀、流動特性、地面地下水相互作用關係、潛能水量時空變化等均為調查工作應著重之部分。於伏流水可用水量之分析則以不致對於地面水及地下水產生不良影響為限制條件，利用數值模型推求伏流水可用水量。

本伏流水參考手冊整體架構及內容概述如摘表 4 所示，分為前言、基本資料蒐集與調查、調查試驗、調查試驗成果綜合評估及水文地質架構建置、數值模擬與伏流水可用水量推估等五篇章。

摘表 4 「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」架構及內容

篇章	節	內容概述
第一章 前言	一、緣起	以提供臺灣地區伏流水調查工作執行參據為原則，說明本參考手冊撰擬之緣由及重要性。
	二、伏流水定義	說明本參考手冊之伏流水定義。
	三、適用範圍	說明本參考手冊之適用範圍。
	四、調查目的	說明臺灣地區伏流水調查工作之目的。
	五、調查作業流程	進行資料蒐集分析、流域尺度調查分析、河段尺度調查、場址尺度調查、資料綜整分析及伏流水潛能量評估與工法選定等相關說明，並提供伏流水調查作業整體流程圖以供參考。
第二章 基本資料蒐集與調查	一、基本資料蒐集原則	說明基本資料蒐集之原則。
	二、基本資料蒐集項目	說明基本資料項目、內容及用途。
	三、基本資料蒐集步驟	說明基本資料蒐集之步驟。
	四、基本資料分析	說明基本資料蒐集完成後，需進行之相關分析工作。
第三章 調查試驗	一、調查原則	將調查區位定義為流域尺度、河段尺度及場址尺度等三個尺度，並說明各尺度應調查項目。

摘表 4 「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」架構及內容(續)

篇章	節	內容概述
第三章 調查試驗	二、調查試驗方法	提供調查試驗方法包括地面地下水交互作用調查、水文地質參數探查、水位觀測分析、地面地下水交換流量推估及水質調查檢測分析等五項說明。
第四章 調查試驗成果綜合評估及水文地質架構建置	一、潛能河段及場址界定	說明潛能河段及潛能場址之界定原則。
	二、調查試驗成果綜合評估	說明於全數基本資料及調查成果，針對調查區域之伏流水進行相關分析作業。
	三、水文地質圖資繪製	提供伏流水資源研究相關之圖表內容簡要說明。
	四、水文地質架構描繪	說明水文地質架構概念模型建置流程。
	五、區域伏流水潛能量概估	說明地面水與地下水交互作用之流量為分析探討之基礎，並需相互驗證推估所獲水量，以作為後續數值模型及開發工法評估之參考。
第五章 數值模擬與伏流水可用水量推估	一、一般性說明	進行伏流水數值模擬之目的及相關說明。
	二、數值模型建置	針對數值模型之評估流程、網格設定、邊界設定、初始水位設定、參數設定、模型率定驗證、模型之限制與不確定性及常用地下水數值模式(MODFLOW)進行說明。
	三、可取用水量估計	進行可取用水量之定義，並區分為地下水滲出及地面水滲入等二類進行相關說明。

六、臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究

(一)臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫推動成果彙整

臺灣中段與南段山區僅中段山區已執行完畢，而南段山區於 103 年 3 月起始進行，兩區域現階段之重要成果如下：

1、補注潛能較高區域發生於河谷範圍，尤其以山區盆地為最主要地下水容易發生補注之區域，包括名竹盆地、臺中盆地、埔里盆地以及花東縱谷區域。

2、山間盆地以及河谷部分之開發潛能較山區為高，部分補注量較高之區位，則形成適合開發位置，其中，以花蓮溪流域花東縱谷南段最高，埔里盆地以及名竹盆地開發潛能為次之。

3、名竹盆地統計自民國 97 年至民國 101 年，其每年地下水補注地面水為 4.70 億立方公尺，地面水補注地下水為 8.17 億立方公尺，總和為地面水補注地下水 3.47 億立方公尺。

4、濁水溪流域可於彰雲橋下游設置集水廊道開發水資源，亦可於名竹盆地設置井群有效利用濁水溪地下水資源；大甲溪流域石岡壩附近及烏溪流域烏溪橋下游，為適合以集水廊道或井群開發水資源之區位；花蓮溪流域以木瓜溪橋段為適合設置集水廊道之場址。

5、 於南段山區範圍具高開發潛能區域包括東港溪河谷區域、林邊溪河谷區域、利嘉溪下游與安朔溪南區。

6、伏流水潛能場址探討部分，結果顯示林邊溪流域為最佳伏流水潛能場址。

(二)北段山區具開發潛能地區初步評估

本計畫利用蒐集之資料並建立相關之地理、地形、水文及土地利用等基本底圖，進行空間資料套彙以瞭解北段山區可能具地下水資源開發潛能區位，具開發潛勢地區之篩選原則包含：

1、優先選擇河谷或盆地範圍為可能之潛勢區

2、地下水補注行為相對明顯或補注效率較高之區域

3、避免地質為屬於大範圍不透水(不利的地質條件)之區域

4、地形條件為具有可提升地下水之蘊藏水量及可達成工程最小化之地區(如隘口地形)

5、地區水資源需求性較高者

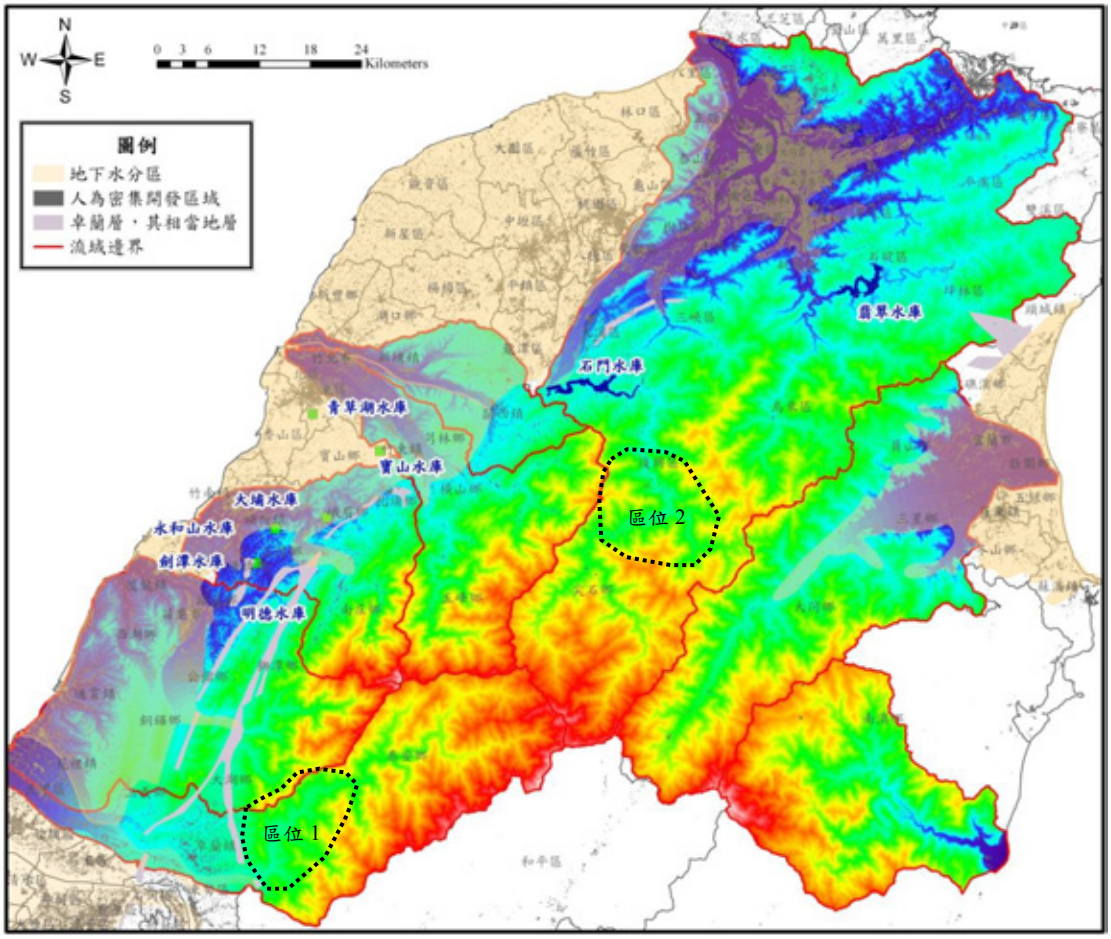
6、避免下游或鄰近地區已有相關水庫設置方案推動者

7、與下游地下水分區之交互影響應最少之區域

利用各類數化後之地質分布狀況、數值地形、水系分布、土地利用及覆蓋等資料進行套疊以初步篩選可能之地下水資源開發潛勢地區。初步選定兩處可能具地下水資源開發潛勢之區位(如摘圖 1 所示)，分別為：

1、區位 1：位於大安溪流域、卓蘭鎮東側、泰安鄉西側與臺中市和平區西北側所包圍之範圍。其中，其鄰近臺中市和平區雙崎部落之河段於此形成一狹窄之隘口地形。

2、區位 2：位於淡水河流域上游之大漢溪流域範圍內，其中區位為大漢溪內自榮華壩起至上游之曲流群隘口間之範圍，屬桃園市復興區中部之區域。



摘圖 1　北段山區具地下水資源潛勢區域評估結果及其分布情形

七、檢討規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網

(一)蒐集分析臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水相關資料

本計畫蒐集臺灣離島地區相關研究報告包含民國 95 年「金門地下水資源調查分析(1/2)」等八篇。依相關研究評析離島地區地下水觀測現況，並將各研究計畫成果彙整列表。

(二)評估規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網

1、澎湖

澎湖地區各地下水狀況分區經 GIS 套疊後可分為 14 個分區，其代表分區為(沖積土-玄武岩)、(石質土與壤土-玄武岩)及(石質土與壤土-玄武岩-河川)等，配合現有四站地下水觀測井分布，規劃於白沙鄉(石質土與壤土-玄武岩分區)赤崁國小及西嶼鄉(石質土與壤土-玄武岩分區)內垵國小分別增設二口觀測井(淺層及深層)。

2、金門

金門地區各地下水狀況分區均有自來水廠地下水觀測井，故建議金門地區以現有地下水觀測井架設水位計進行水位觀測，並對觀測井進行井體攝影及相關試驗，確保該觀測井符合需求。本計畫規劃以金城國中、賢庵國小及開瑄國小等三處地下水觀測井進行觀測。

3、馬祖

馬祖地區經分析可分為八個地下水狀況分區，挑選具代表性之分區進行地下水觀測井布設，並考量抽水行為分布，規劃於東莒、東引、南竿及北竿各設置一口地下水觀測井進行監測，以學校地區為優先考量地點，經挑選後以東引鄉東引國小、北竿鄉唐岐國小、南竿鄉中正國民中小學以及東莒鄉東莒國小等四處進行地下水觀測井布設。

4、綠島

目前臺東縣政府環保局於綠島設置五口地下水觀測井，分別位於南寮村火力發電廠旁三口地下水觀測井、綠島加油站旁一口地下水觀測井以及下南寮段 400 地號一口地下水觀測井，建議另於綠島北邊綠島鄉公館國小內之設置地下水觀測井一口。

各離島規劃設置地下水觀測井數量及位置，綜整如摘表 5 所示。

摘表 5　各離島地下水觀測井設置彙整表

離島地區	設置口數	觀測井設置點位
澎湖	4	白沙鄉赤崁國小(深、淺井)與西嶼鄉內垵國小(深、淺井)。
金門	3	金城鎮金城國中、金寧鄉賢庵國小及金湖鎮開瑄國小。
馬祖	4	東引鄉東引國小、北竿鄉唐岐國小、南竿鄉中正國民中小學以及東莒鄉東莒國小。
綠島	1	綠島鄉公館國小。

Abstract

This project focuses on the preliminary work of the investigation plan for groundwater and hyporheic flow resources. After collecting the related references and the results of previous studies, the specifications of the data for evaluating groundwater and hyporheic flow resources were established. What is more, the achievement of this research is the guide for future investigations and assessments of groundwater and hyporheic resources in Taiwan.

According to the references of groundwater and hyporheic flow resources investigations, the most important work of each investigation is the hydrogeological surveys and the tests. The results of the hydrogeological surveys and the tests can be used to establish a hydrogeology conceptual model for evaluation and further discussion in the future. Furthermore, the effect of the river discharge could be the criterion of the assessment process of groundwater and hyporheic flow resources development potential.

The Reference Manual of Investigation and Analysis for Available Yield of Groundwater Zones in Taiwan is an important output of this research. The process of the typical groundwater investigation includes four levels; data collection and analysis, field investigations and tests, hydrogeological conceptual model, numerical simulation and estimation of acceptable yield.

In this project, 44 reports for 9 major groundwater zones are introduced. The basic hydrogeological characteristics of these groundwater zones are presented in details. According to the hydrogeological characteristics and the due to lack of the basic data, the

works of future investigation of each groundwater zone is set in the Plan of Investigation and Analysis for Available Yield of Groundwater Zones in Taiwan. The duration of the overall plan will be from 2017 to 2024. Total funding requirement is NT 121,500,000.

Another important output is the Reference Manual of Investigation and Plan for Hyporheic Flow in Taiwan, which categorizes the process of the hyporheic flow resources to three scales; basin scale, reach scale and site scale. The results of each hyporheic flow resources investigation plan can assess the potential of hyporheic flow resources in a specific site.

Additionally, the preliminary study investigates the assessment of groundwater resources in the North Mountain Area in Taiwan by using the existed data which are also included in this project. There are 2 regions with high groundwater resources potential.

Last but not least, the groundwater observation networks of offshore islands in Taiwan, is evaluated as well. The total of the observation wells of the islands of Penhu, Kinmen, Matsu and Green Island are 4, 3, 4 and 1 respectively.

結論與建議

一、結論

(一)本計畫參考美國、日本、中國及國內相關地下水調查手冊，擬訂地下水調查所需之基礎資料內容，依其類別大致可區分氣象資料、區域地質、地形地貌、地面水文、地下水文、地下水水質、土地利用及區域水資源供應現況、環境敏感地等八類，另地下水資源調查試驗則大致可區分為水文地質調查、地下水補注量調查、地下水抽水量調查及地下水水質調查檢測等四類，本計畫依據地下水資源調查所應具備之基礎資料、地下水資源調查方法及其作業流程等資料，以地下水區可用水量率定為目標，研擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」，參考手冊主要內容係說明地下水可用水量調查分析所應具備之基礎資料項目及調查方法，詳述各項調查方法之基礎理論、辦理程序及資料分析方法等，並說明水文地質架構概念模型及數值模型建置程序及方法，最後就可用水量之分析方法詳予說明。

(二)本計畫依據各地下水區相關研究報告，掌握各地下水區水文地質基本資料，檢視現有資料是否充足，並就不足部分提出未來應辦理調查工作，據以研擬「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」，本分析計畫係以率定九大地下水區地下水可用水量為目標，作為後續地下水資源規劃及管理重要參據，計畫內容主要描述臺灣地下水總體及各地下水區情勢，指出各地下水區地下水重點問題及進行可用水量分析所欠缺之資料類別，檢討後續應辦理之增補調查項目，最後提出各地下水區可用水量調查分析工作之期程安排、經費分配及執行方式。

(三) 本計畫所擬之「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已規劃九大地下水區應辦理之調查工作，依各地下水區調查優序分析結果，可先行辦理濁水溪沖積扇、屏東平原及嘉南平原等三地下水區，其後再視三地下水區辦理成效，配合經費籌措情況，考量辦理其他地下水區之調查工作。

(四)本計畫參考英國、美國、澳州相關伏流水調查方法文獻及國內外伏流水調查案例，擬訂伏流水調查所需之基礎資料內容，包含流域背景概況、水文地質、水資源相關法規等三類，伏流水調查試驗項目則包含地面地下水交互作用調查、水文地質參數探查、水位觀測分析及水質調查檢測分析等共計四項，本計畫參考相關文獻擬訂伏流水調查程序應為資料蒐集分析、流域尺度調查分析、河段尺度調查、場址尺度調查、資料綜整分析伏流水潛能量評估與工法選定等六大步驟。本計畫依據所應具備之基礎資料、伏流水資源調查方法及其作業流程等資料，研擬「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」，參考手冊內容係說明伏流水資源調查分析所需資料類別及項目，闡述各項伏流水調查方法之基礎理論、辦理程序及資料分析方法，並詳述水文地質架構概念模型及數值模型建置程序及方法，最後提出伏流水可用水量之分析原則及方法。

(五)本計畫蒐集北段山區範圍包含大安溪、後龍溪、中港溪、頭前溪、鳳山溪、淡水河(含上游基隆河、新店溪與大漢溪)、蘭陽溪與和平溪等流域基本資料，基本資料涵蓋地文概況、地形、地質概況、河川特性及氣象水文等，並利用集水區數值地形、水系分布、土地利用及覆蓋(包含土地型態、建物分布)與地質分布等圖層，利用地理資訊系統進行套疊分析，劃定北段山區具地下水開發潛能之區位二處，其一為卓蘭鎮東側與泰安鄉西側與臺中市和平區西北側所包圍之範圍、另一為大漢溪內自榮華壩起至上游之曲流群隘口間之範圍。

(六)本計畫蒐集離島地區地下水資源調查相關研究報告共計八篇，並依據研究報告彙整離島地區地下水資源現況，採用國外文獻所建議之地下水狀況區域劃分法進行觀測網布設規劃，規劃結果應設置地下水觀測井分別為澎湖四口、馬祖四口、金門三口(利用自來水廠現有觀測井改善)及綠島一口。

二、建議

(一)本計畫所擬之「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」廣納國內外相關文獻內容，並經專家會議審視及檢討，為確定參考手冊之適宜性，建議可於民國 104 年至 105 年擇定適宜區位先行辦理示範計畫，辦理成果可據以檢視參考手冊之適宜性，自民國 106 年起至民國 108 年辦理第一期調查工作，以濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原先行辦理，其餘地下水區則可於民國 109 年至民國 113 年第二期調查工作辦理。

(二)本計畫所產出之「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」之目的，係為於未來各地下區地下水資源調查成果可釐清各地下水區之可用水量，以作為未來地下水管理及開發規劃之基礎，建議未來如於各地下水區調查成果產出後，應持續著手研擬各地下水區地下水管理策略及作為，以擴大計畫推動成效。

(三)本計畫已初步分析北段山區範圍可能具地下水資源潛能之區位，由於經濟部中央地質調查所擬於民國 107 年進行北段山區地下水調查工作，因此，建議未來配合經濟部中央地質調查所北段山區地下水調查成果，就其指出之地下水開發潛能區位進行調整修正，再依據經費需求及辦理之必要性，考量是否予以推動辦理。

第一章　前言

一、計畫緣起及目的

臺灣地區由於水文豐枯不均，水資源運用不易，未來臺灣地區水資源運用方式勢必需以地下水及地面水聯合運用，以解決地面水資源開發不易問題。而針對地下水資源利用需優先瞭解地下水資源永續利用條件之可用水量，將含水層視為可供操作之地下水庫，配合地面水資源供應，以達水資源永續利用之目標。

過去臺灣地區各地下水區之地下水資源調查成果豐碩，然並未進行整體整合，各地下水區之地下水資源調查方法基礎不一，導致各地下水區地下水資源評價之差異，故實有針對地下水資源調查方法、作業流程及評量基礎等重要因子進行率定之必要，以確保各項調查分析成果均可作為後續地下水資源評析之基礎。另除地下水資源外，伏流水亦為另一可供開發之水資源，然而目前國內對於伏流水資源調查、評估及取水方式等相關研究較為缺乏，因應未來可能之伏流水開發方案，現階段應就伏流水開發所需之先期調查、評估及取水工法等訂定合宜之作業流程，以供未來相關計畫推動之參考。

臺灣各地下水區地下水資源豐沛，自民國 50 年代即有大規模地下水開發行為，早年對於地下水抽水行為並無任何管制措施，導致地下水抽用行為甚為普遍，然因地下水抽用行為分布廣闊且隱密，長年以來對於地下水抽用量始終無法明確掌握，而使各地下水區地下水可用水量推估成果出現顯著之不確定性，早年可用水量推估成果無法作為地下水管理之依據，致使地下水資源管理不易，部分地下水區出現地下水過度使用，衍生地下水水位持續下降、地層下陷或海水入侵等不良影響，因此，如何掌握地下水抽用量，配合各地下水區水文地質架構概念模型之建置，推估具可信度之地下水可用水量數據，以作為地下水資源管理及開發規劃之基礎，為我國水資源經營管理重要課題。

本計畫係為未來臺灣地下水資源及伏流水資源調查及分析之先驅工作，藉由參考手冊及計畫之擬訂，規劃我國地下水資源及伏流水資源調查分析之作業流程，並提出各項調查分析方法，使得地下水及伏流水可用水量具有一致之分析方法，配合未來辦理之用水調查工作，釐清地下水抽水量時空分布，並配合本計畫所擬訂調查分析工作，分析求獲具科學基礎之地下水及伏流水可用水量數據，以作為我國地下水及伏流水經營管理及開發規劃之依據，提昇我國水資源供應穩定度，以達水資源永續利用之目的。

二、工作項目

本計畫之工作項目及工作流程圖(圖 1-1)如下所示：

(一)基本資料及文獻蒐集彙整分析

1、蒐集國內外有關地下水資源及伏流水資源調查相關案例及文獻

至少蒐集分析十則案例，各案例應包含地下水資源及伏流水資源之調查、規劃及分析等領域。

2、蒐集臺灣各地下水區地下水資源及伏流水水資源開發之研究成果及文獻

至少蒐集近十年間(民國 92 年至民國 102 年間)經濟部水利署、經濟部中央地質調查所及行政院環境保護署等單位，辦理有關地下水水資源及伏流水水資源調查相關報告資料及文獻，並予以彙整列表綜整其重要成果內容。

3、就所蒐集之相關資料，彙整分析臺灣各地下水區地下水水文地質特性

就所蒐集臺灣各地下水區相關調查研究成果，分析研判各地下水區之地下水文地質特性，分析項目應至少包含區域水文、區域地質、水文地質架構、地下水位變化趨勢、地下水平衡機制、地下水蘊藏體積及地下水水質等。

(二)研擬地下水資源調查之資料需求及調查參考手冊

1、參考國內外地下水資源調查案例，擬訂地下水資源調查所應具備基礎資料

就所蒐集之國內外地下水資源調查案例，分析其於調查階段所辦理之調查項目，擬訂臺灣地區地下水資源調查所應辦理調查項目及其內容，調查項目至少應涵蓋區域水文、區域地質、區域水資源供需情況、水文地質調查、水文地質參數檢測、地下水水位觀測、地下水水質檢測、地下水資源綜合評析等。

2、擬訂地下水資源調查方法及其作業流程

綜整探討各項地下水調查方法，以地下水資源調查為目標，評估適宜之調查方法，擬訂地下水調查作業流程。

3、研擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」

參照地下水資源調查作業流程，擬訂地下水資源調查參考手冊，其內容至少應包含資料蒐集、調查規劃、現地調查與試驗、水文地質概念模式建構、區域水平衡分析、地下水水資源開發潛能評估及可用水量率定等。

4、召開專家會議研議「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」

邀集地下水資源調查相關領域專家學者，研議所擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」之適切性，召開至少兩場次專家學者會議，並依會議意見修訂完成「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」。

(三)研擬「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」

1、參考資料蒐集成果，配合擬訂之「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」，研擬各地下水區未來應辦理調查項目及內容

檢視各地下水區既有文獻及研究成果，配合「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」內容，檢討各地下水區尚待補充之基礎資料，據以研提應辦理之調查項目及內容。

2、研擬各地下水區地下水資源調查計畫書

依各地下水區應辦理調查項目及內容，分析其合理作業期程及所需經費，編擬各地下水區地下水資源規劃調查計畫書，各地下水區所擬之調查計畫需綜整撰擬「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」，以作為後續推動之參據。

3、召開專家會議研議「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫（草案）」

邀集地下水資源調查相關領域專家學者，研議所擬各地下水區「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」之適切性，召開至少兩場次之專家學者會議，並依會議意見修訂彙整完成「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)。

(四)研擬「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」

1、參考國內外伏流水資源調查案例，研擬伏流水資源調查所應具備基礎資料

就所蒐集之國內外伏流水資源調查案例，歸納其於調查前所應具備之基礎資料，據以擬訂臺灣地區伏流水資源調查所應蒐集之基礎資料及應辦理之調查項目及內容。

2、擬訂伏流水資源調查方法及其作業流程

綜整探討各項伏流水調查方法，以水資源調查為目標，評估適宜之調查方法，擬訂伏流水資源調查作業流程。

3、研擬「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」

參照伏流水資源調查作業流程，擬訂伏流水資源調查參考手冊，手冊內容至少應包含資料蒐集、調查規劃、現

地調查與試驗、水文地質概念模式建構、區域水平衡分析、水資源開發潛能評估及取水工法評析等內容。

4、召開專家會議研議「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」

邀集地下水資源調查相關領域專家學者，研議所擬「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」之適切性，召開至少兩場次之專家學者會議，並依會議意見修訂完成「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」。

(五)臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究

1、蒐集分析經濟部中央地質調查所辦理之臺灣中段及南段山區地下水資源調查成果

就經濟部中央地質調查所辦理之臺灣中段及南段山區地下水資源調查成果加以彙整分析，並以水資源開發的面向做綜合性探討。

2、提出辦理「臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究」

以臺灣北段山區地下水資源開發調查為標的，並依前項分析成果，提出北段山區地下水資源開發調查研究計畫，其內容包含基本資料蒐集(含區域水文、區域地質、水資源供需現況及未來需求)、調查規劃、調查項目及內容、現地調查與試驗、分析流程及綜合評析等。

(六)檢討規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網

1、蒐集分析臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水相關資料

蒐集金門、馬祖、澎湖、綠島等四地區地下水相關研究計畫成果，包含水文地質、地下水使用現況及現有地下水觀測井分布等資訊，綜整分析各地區地下水環境特性及其含水層分布區位。

2、評估規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網

依據金門、馬祖、澎湖、綠島等四地區水文地質及地下水使用特性，規劃此四地區觀測站網布設原則，內容應包含站井密度、站井深度、儀器設備、經費需求及後續站井管理權責等，以供後續推動之參考。

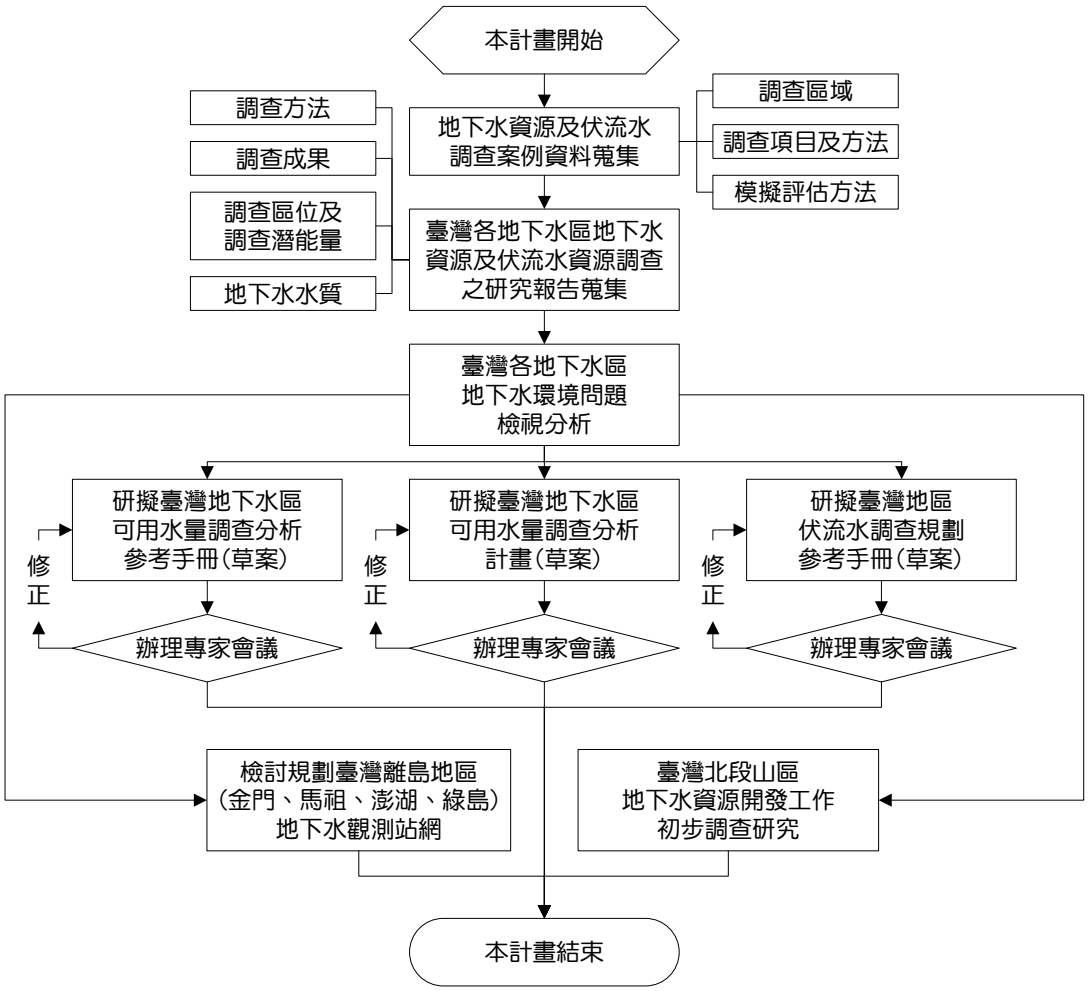


圖 1-1　本計畫工作流程圖

三、執行成果

本計畫已完成全數工作項目，如下所列：

(一)完成國內外有關地下水資源及伏流水資源調查相關案例及文獻蒐集彙整。

(二)完成臺灣各地下水區地下水資源及伏流水資源調查之研究成果及文獻蒐集彙整。

(三)完成地下水資源調查所應具備基礎資料、調查方法及其作業流程之擬訂，並召開兩次專家會議研擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」。

(四)完成臺灣各地下水區未來應辦理調查項目及內容之研擬，並召開兩次專家會議研擬「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」。

(五)完成伏流水資源調查所應具備基礎資料、調查方法及其作業流程之擬訂，並召開兩次專家會議研擬「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」。

(六)完成臺灣中段及南段山區地下水資源調查成果之資料蒐集分析，並據以提出「臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究」。

(七)完成臺灣離島地區(澎湖、金門、馬祖、綠島)地下水相關資料之蒐集分析，並完成檢討規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網。

第二章　基本資料及文獻蒐集

一、地下水資源及伏流水資源相關案例及文獻

本計畫於執行期間蒐集國內外地下水資源及伏流水資源調查相關案例及文獻共計十六則，國外調查案例及文獻涵蓋美國、日本、中國及西非貝南等國，以下就各調查案例及文獻內容簡要說明如下：

(一)國內案例及文獻

國內有關地下水資源及伏流水資源調查相關案例眾多，多數調查案例或研究成果多綜整於本章第二節，本節原則採擇要方式概述各調查案例內容，以下分述地下水及伏流水相關調查案例內容：

1、地下水案例

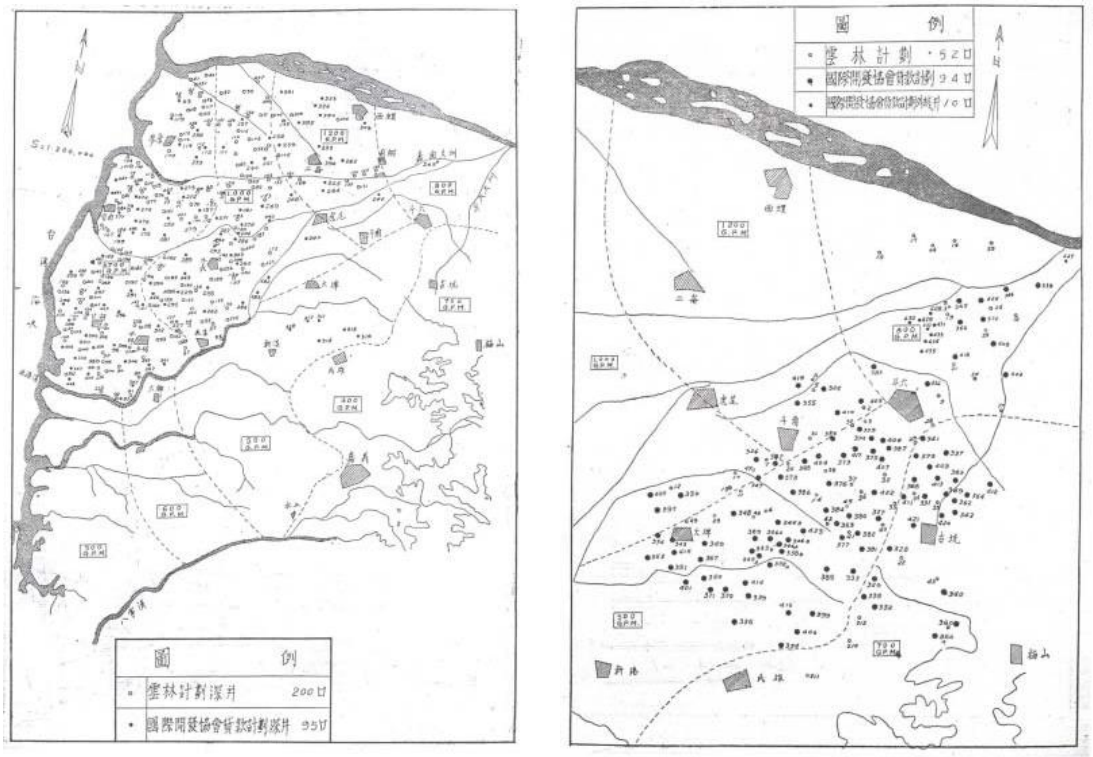
(1)雲林地區農業地下水開發(經濟部水資源統一規劃委員會，民國 56 年)

雲林縣地區有系統有計畫性的利用地下水始於民國 39 年，臺灣糖業公司為充裕蔗田灌溉用水，增加蔗糖生產，委託美國莊士敦國際鑿井公司在虎尾、斗六、龍岩、北港、大林的糖廠自營農場內開鑿深井 53 口。

民國 47 年地下水工程處成立後，政府鑑於臺灣省人口激增，亟需增加糧食生產，以解決軍糧民食問題，認為應先在雲林地區，開發濁水溪沖積扇下豐沛的地下水資源，藉著大量開鑿深井，以補充農田用水，並改善原有灌溉方式，穩定水源做為糧食增產的途徑。於是計畫將原有三年輪作田改為三年二作，水稻單期作田改為雙期作田，或將非灌溉區之看天田改為雙期作田等提高水稻生產面積。

民國 47 年 10 月起，地下水工程處在雲林地區斗六及嘉南水利會轄區內開發地下水，由中國農村復興聯合

委員會補助經費及貸款(補助工程經費四成及貸款六成)迄51年6月止,共開鑿深井252口平均深度106公尺，口徑16吋之深井，是為第一期深井開發計畫。總出水量每分鐘 238,707 加侖，此一新水源增加灌溉面積15,975公頃及改善灌溉面積9,826頃，使每年稻米增產55,400噸。民國51年起，為繼續增產糧食起見，另一大規模地下水開發計畫也開始進行,計畫於彰化、斗六、嘉南、高雄及屏東五個水利會區域內開鑿深井765口；而自民國 51 年至 55 年間，在雲林地區陸續完成深井189口，年增產稻米產量達24,033噸。當時雲林地區開鑿深井位置如圖2-1所示，其中圖2-1(a)為嘉南農田水利會部分，圖2-1(b)為斗六農田水利會部分。



(a)嘉南農田水利會部分　　(b)斗六農田水利會部分

(資料來源：經濟部水資源統一規劃委員會，民國56年)

圖 2-1　雲林地下水開發工程深井位置平面圖

2、伏流水案例

(1)二峰圳伏流水集水廊道(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 95 年)

二峰圳集水廊道由日人鳥居信平所設計，民國 10 年由日籍郡守引介六十餘名原住民之頭目與糖廠接觸，應允出勞力完成之水利灌溉工程。再經由導水路以重力方式將水源引灌至農場，此灌溉工程係以臺糖前任社長山本悌二郎之雅號命名為「二峰圳」。

於日治時代初期，甘蔗耕地約為 2 萬公頃左右，年產量約為 6 萬公噸，至民國 25 年時，甘蔗產量成長至 100 萬噸，每年約有 10 萬公頃土地種植甘蔗，往年有限甘蔗耕地已不敷使用。因此，當時不論是管理當局或是製糖業者均投入大量資金購買土地或進行土地改良，增進甘蔗耕地的利用與擴大耕地範圍，二峰圳集水廊道即基於此一理由進行建造。當時萬隆農場等地因雨季時林邊溪氾濫、枯水期時極乾旱、有大小無數的石礫且土層緊密等因素而為一片荒蕪地，無農業利用價值，只在部分土地優良處栽培甘蔗、蕃薯及旱稻等旱田作物，但因常受旱害，產量極少。

當時，此地大致利用每年 7 月至 9 月間豐水期種植甘蔗，而過了枯水期至下一豐水期長成至糖分充足後才採收。一般而言，豐水期種下的甘蔗發育迅速，但枯水期若無適當降雨，將導致枯死的情形。因此，鳥居信平氏於「利用伏流水開發荒蕪地－臺灣製糖株式會社萬隆農場開發經過」一文中說明林邊溪集水廊道計畫的主要目的為在枯水期能充分得到人畜飲水與甘蔗用水及獲得二期水稻之用水補給。二峰圳集水廊道每年計畫種植的總面積是 3,000 公頃，甘蔗占 700 公頃，水稻 1,000 公頃，其餘為雜作。

民國 8 年，鳥居信平深入山區完成探查研究，最後決定以林邊溪做為水源，然而，區域內標高 1,000 公尺以下的地帶，崩塌地層很多，保水能力極差，保水困難；標高 1,000 公尺以上區域，大體上也是急峻崩壞，露出山谷的地形，保水條件一樣不佳。因保水條件不良，豐枯水期雨量分布又相差懸殊，所以枯水期流量漸減，至 12 月僅灌溉引水口，如圖 2-2 之點 D，起上游約 3.2 公里處有水流，然 1 月以後這些流量亦會枯竭。鳥居信平經調查後發現林邊溪上游深處瓦魯斯溪，如圖 2-2 之點 A，有出水量 0.973cms 之常流量；來社溪上游，如圖 2-2 之點 A'處則有 1cms 常流量。考量若以一般導水渠路引取該處常流量至下游農場灌溉，水量供應並不穩定，此外，點 A 及點 A'位處上游溪谷，河床遍布巨岩及礫石，若以引取地面水方式進行規劃，易遭洪水破壞，故由工程經濟及設施安全性等方面來看，此一方式並不適宜。故鳥居信平決定以該常流量為目標，引進伏流水來供應下游農場用水。

伏流水調查結果顯示，該常流量深潛入地表下，在枯水期時，水量在高程約 17 公尺左右的點 G 湧出；豐水期則在高程約 23 公尺左右之點 F 湧出，伏流水流動最大坡降為 1/63，如圖 2-2 所示。

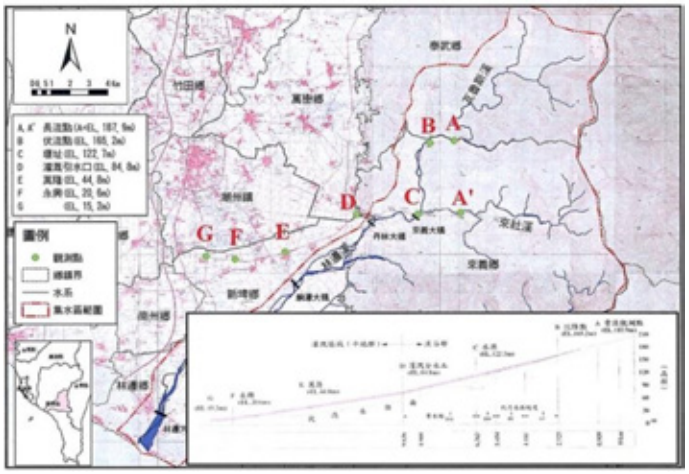
考量河床的淘刷對地下堰堤有很大的危險性，設置地點要選在河床垂直變動最小處，經評估伏流水水位及河床變動情形，以瓦魯斯溪及來社溪兩溪會合點附近最為適合，如圖 2-2 之點 C。一般而言，堰堤的基本設置在岩盤上最為安全，集水量亦最多，然依據當時河床鑽鑿成果，堰堤設置處之岩盤非常深，約在河床面下 17 公尺以上，以經濟觀點而言，設置岩盤上是不可能的，且堰堤深度過深，亦會影響取水及導水路等相關工程。

從伏流水坡降來看，本處伏流水最大降坡約為 1/63，自常流觀測點 A，以 1/63 的坡度向下游畫一線時，地下堰堤埋設預定處伏流水最低點約位於河床下 8 公尺處，若將地下堰堤基礎設於此一深度時，則不論流量如何枯竭，常流量也不至於低於堰堤基礎以下，最少在常流觀測地點能把常流全部擋住。因此，二峰圳集水廊道地下堰堤基礎便決定設置於河床下 8 公尺處。

二峰圳集水廊道結構主要包含梯型堰堤、拱型隧道、半圓型集水暗渠，以及方形進水塔等四大部分，如圖 2-3 及圖 2-4 所示，除地下堰堤工程外，尚包括導水系統，計有長 582 公尺隧道、272 公尺暗渠與 2,582 公尺明渠，工程自民國 11 年 1 月開工至民國 12 年 5 月竣工。

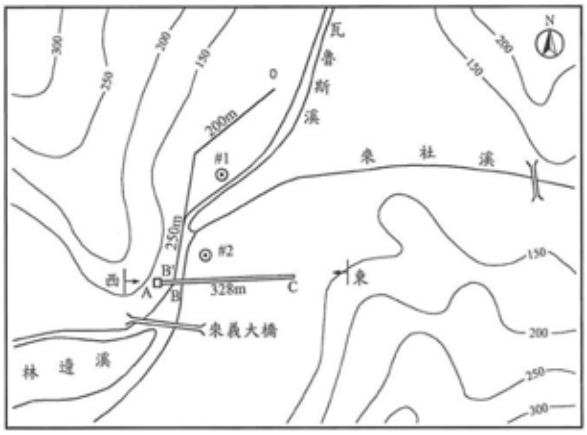
梯型堰堤之頂寬為 0.91 公尺，底寬為 1.55 公尺，上游面以長 2.12 公尺、寬 0.18 公尺之混凝土斜柱，間隔 0.06 公尺形成透水格柵，與堰堤上游堤身面構成底寬及高均為 1.8 公尺之中空三角形渠道，透水格柵其上鋪設由藤條編成之掃工，形成濾水層，以攔集伏流水，另為增加伏流水入流量，在堰堤頂開設直徑 0.42 公尺之進水孔，沿堰堤直壁引水入三角形渠道內。此梯型堰堤為集水廊道工程之主體，總長度為 287 公尺，由東向西以 1/100 坡度配置，底部埋設在河床下 2.73 公尺至 9.1 公尺不等。拱型隧道內高為 1.58 公尺、寬 1.45 公尺、坡度 1/100，其主要功能係用以聯通梯型堰堤，將匯集之伏流水導引至水塔中。半圓型集水暗渠與拱型隧道相接，距進水塔約 37 公尺，半圓型集水暗渠內高 0.6 公尺、頂寬 0.9 公尺，頂部可滲水，暗渠沿右岸河床往上游鋪設 255 公尺，再向河心方向轉折 200 公尺，總長度為 455 公尺。

於民國 47 年 2 月至 3 月中臺糖公司復於地下堰堤上游及下游處共計開鑿二口觀測井(上下游井深各為 8 及 6.5 公尺；直徑 6 吋)，進行地下水位觀測，經統計出水量為 0.821cms 時，地下水坡降約為 1/71.5，且集水暗渠底部高程及集水暗渠透水樑頂高於枯水期時仍處於地下水位面以下，因此，研判二峰圳集水廊道能擁有源源不絕的豐沛水源，此水源即為地下水入滲後所收集之水源。



(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 95 年)

圖 2-2　二峰圳集水廊道水源勘查位置圖



(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 95 年)

圖 2-3　二峰圳集水廊道平面位置圖



(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 95 年)

圖 2-4　二峰圳集水廊道配置及平面圖

(2)羅東攔河堰(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 98 年)

羅東攔河堰係以供應宜蘭、羅東、冬山等地區之民生用水與工業用水為主要目標，攔河堰位於羅東溪歪仔歪橋下游約 25 公尺處並配合設置伏流水收集系統攔取溪水及伏流水，每日攔取 20 萬立方公尺之水量，足可供應該地區至民國 110 年需水量。羅東堰橡皮壩攔水設置及集水井如圖 2-5(a)及圖 2-5 (b)所示。並針對羅東攔河堰之取水設施及伏流水集水設施說明如下：

A、取水設施：

(A)取水口：位於左岸堰軸上游處約 50 公尺，銜接地面水輸水渠道。

(B)地面水輸水渠道：將地面溪流水以重力流輸送至匯流集水井。

(C)匯流集水井：為一座長寬高分別為 15 公尺、15 公尺及 16.8 公尺內部中空之鋼筋混凝土蓄水結構物，底部開口夯填級配料，並預留 10 支抽水管座，以利自來水公司抽取原水。

B、伏流水集水設施：

(A)集水管管材選擇：以高抗壓開孔集水管直徑 1 公尺設置於河床下 6 公尺處，沿水流平行方向，等間距埋設外覆濾料集水管長 110 公尺至 150 公尺，共計 8 支。

(B)集水管類型：選用繞線式不銹鋼管設置於兩集水管間埋設直徑 0.4 公尺、長 45 公尺，共 14 支，外覆濾料分岐管。

(C)地下伏流水輸水渠道：高及寬各為 2 公尺，長度 330 公尺之方形暗渠，坡度約 1/1,000，布置於集水管尾端，收集集水管內之伏流水至匯流集水井。

(D)蝶閥窨井：銜接集水管與輸水渠道介面，為便利輸水渠道清淤及維修，共 8 座。

(E)逆洗系統：於濾層間埋設直徑 9 公分逆洗管，適時以高壓空氣，清洗附著於集水管濾料孔隙間污泥與雜質，保持孔隙通暢，增加透水效果。



(a)羅東堰橡皮壩攔水　　(b)集水井

(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 98 年)

圖 2-5　羅東堰橡皮壩攔水設置及集水井

(3)九曲堂集水廊道(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國95年)

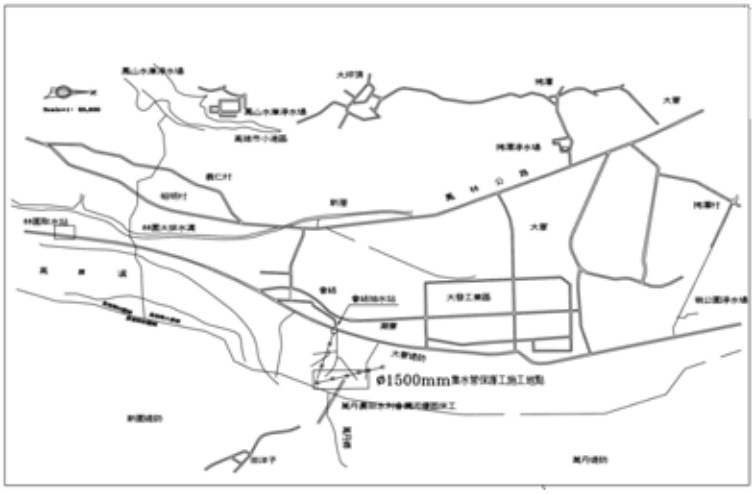
集水廊道位於高屏溪九曲堂附近，由臺灣自來水公司於民國73年及民國77年各埋設一條集水暗管，兩條集水管管徑均為1.65公尺，第一條集水管初期完成之最大集水量每日約18萬立方公尺，後期集水量則降至6萬至9萬立方公尺，主要集水段位於高屏溪常年有水之河段共600公尺；第二條集水管設置於河床右岸，但由於地層之透水性能不佳，出水量每日僅2萬至3萬立方公尺。

於民國78年至民國79年間高雄農田水利會於設置地點堆置重力RC塊固床工，自抽水站斜向鐵路橋，全長1,200公尺，頂部標高為16.2公尺(上游端)至14.5公尺(下游端)，高出河床約2公尺至3公尺。根據臺灣自來水公司之經驗，該處之集水效率約介於每公尺100CMD至200CMD。若以管開孔流速0.03m/sec計算，需要之開孔面積為0.07716平方公尺，假設集水管之開孔率約2%，則所需之集水暗管管徑D必須大於1.22公尺。以50,000CMD之取水量，所須埋設於河床下之長度至少應為250公尺。本處之河水水質與伏流水水質相較下，由於伏流水乃經過入滲過濾，水質皆優於河水。

(4)會結集水暗渠(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國95年)

臺灣自來水公司於高屏溪大寮鄉會結村附近設置集水暗渠工程以進行伏流水開發，其河床下地層概為泥質砂夾細礫層。本工程共施設兩條長度各1,000公尺穿孔式混凝土集水管，第一條於民國73年竣工，第二條於民國82年竣工。該工程集水管徑為1.5公尺，由每

管長 2.5 公尺所連接，管厚度 17 公釐、集水管鑿設孔徑 25 公釐之進水孔(孔距 22 公分、每列 26 孔)，集水管平均布設於河床下約 10 公尺位置，並於集水管段外設有三層各厚度為 90 公分之級配之礫石以過濾水質。該工程完成後運轉之最大集水量約為 13.5 萬 CMD，惟因臺灣南部近年來多次之颱風暴雨致豐水季高屏溪流量劇增，導致該工程之集水管段、人孔屢遭沖毀，目前實際出水量約為 7.5 萬 CMD。



(資料來源：經濟部水利署，民國 95 年)

圖 2-6　臺灣自來水公司高屏溪會結輻射井集水暗管配置圖

(二)國外案例及文獻

1、地下水案例及文獻

(1)西非貝南韋梅省地下水資源評估(Barthel et al., 2009)

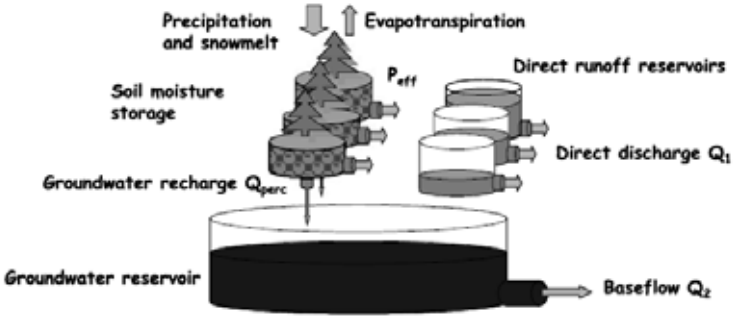
Barthel 等人於西非國家貝南(Benin)韋梅省流域(Ouémé Basin)針對地下水資源進行整體評估，其研究方向原則係依循聯合國水資源組織(UN-Water)推動之綜合水資源管理(Integrated Water Resources Management, IWRM)，其指出 IWRM 對於地下水主要

有兩項目標，其一為提供充足水量及適宜水質之地下水供使用者使用，另一則為同時維護並保證地下水資源量與質之永續利用，因此該研究針對韋梅省流域地下水資源管理綜合評估之目標即包括藉由水文及水文地質觀點瞭解地下水資源可得性、永續性、水質及其經濟效益，以及藉由社經觀點瞭解是否地下水資源可支持開發更多安全的農業及經濟系統，並因應當地人口發展現況。

為達上述目標，該研究針對韋梅省流域進行水文模擬(Hydrological Modeling)、空間水文地質分析(Spatial Hydrogeological Analysis)及健康分析(Health Analysis)等三項主要工作，其中水文模擬工作可得知該流域之地下水補注量空間時間動態資訊，進而得知地下水資源長期可得性(Long-term Availability)、永續性(Sustainability)及可靠性(Reliability)，其利用 HBV 半分布概念模型分析區域地下水補注特性，該模式結構如圖 2-7 所示，該模型考量降雨或融雪、蒸發散、土壤含水量、地下水補注、直接逕流儲蓄、河川流量、基流及地下水儲蓄等因子，藉此模型架構模擬推估流域範圍內每 3km×3km 網格於不同年分之地下水補注量進而推估流域可能地下水資源總量。

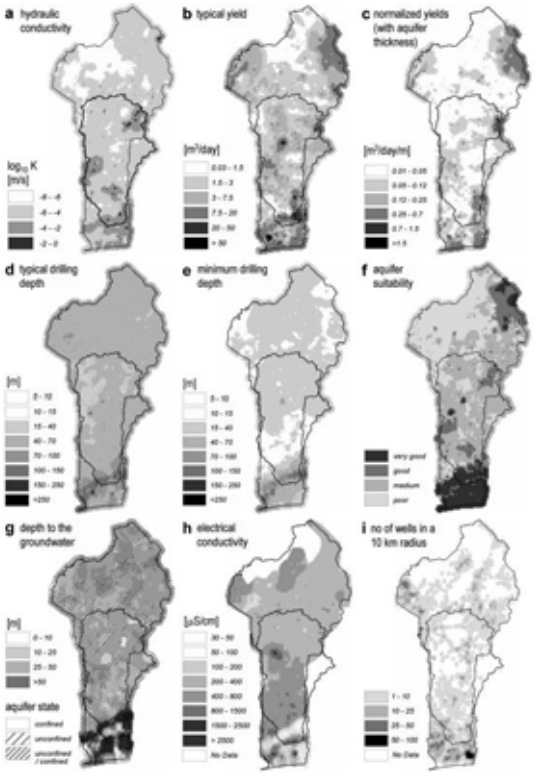
於空間水文地質分析工作中，該研究蒐集於研究區域內自 1983 年至 2004 年間全數鑽井資料總計約為 4,000 點位資料進行分析，分析內容包括含水層型式、水文地質參數、單井及單網格出水量、可利用含水層厚度(Aquifer Thickness Used)、地下水水位、最小開發深度、含水層適合度(Aquifer Suitability)、開發失敗風險(Failure Risk)及地下水水質等項目。該研究綜合前述各項工作成果，針對於流域範圍內之地下水資源分布、開發經費及社經影響以地理資訊系統圖資方式呈現，如圖

2-8 所示，對於該區域未來地下水資源開發提供完整資訊供決策參考，另值得一提，雖然該研究已利用接近 4,000 口鑽井資料，但文內亦提及此等資訊尚不足以提供高可靠度之資訊，後續之持續觀測及調查仍為必要之工作。



(資料來源：Barthel et al., 2009)

圖 2-7　HBV 水文模型架構示意圖



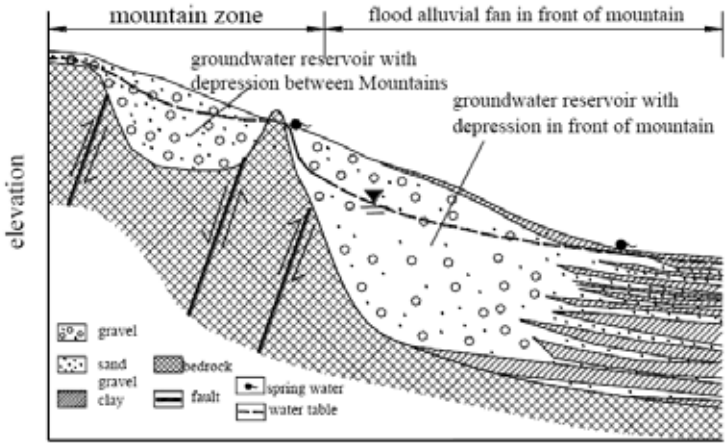
(資料來源：Barthel et al., 2009)

圖 2-8　韋梅省流域地下水資源分布圖

(2)中國新疆地區地下水庫評估(Deng, 2012)

Deng針對中國西北部新疆臺蘭河流域(Tailan Basin)進行地下水庫評估,該研究認為地下水庫為中國西北部乾燥地區未來水資源運用對策中相當重要的一環,其認為地下水庫與傳統地面水庫相較,於經濟面、技術面及環境面均具有其優勢,包含構造簡易、投資較少、無潰壩災害、較長使用壽命、易於操作管理、無淤積問題、無需佔用土地、無需遷移居民及有效減少蒸發散量等。

該研究依據新疆地區地質結構特性提出適宜施設地下水庫之區位,包含位山區河口、山區與沖積平原間區域及沖積平原漫流帶(地下水出流區域),圖2-9所示。該研究認為評估地下水庫設置與否的困難在於分析地下水儲蓄潛能、人工補注效率、補注設施阻塞、地下水水質改變及地下水與地層交互作用,因此該研究以臺蘭河流域為研究對象,進行流域範圍內之含水層調查、地下阻水壩(Ground Dam)可行性分析、補注系統與取水系統規劃等工作,並提出該流域利用地表地下水聯合運用之管理規則。



(資料來源：Deng, 2012)

圖 2-9 地下水庫適宜設置區位示意圖

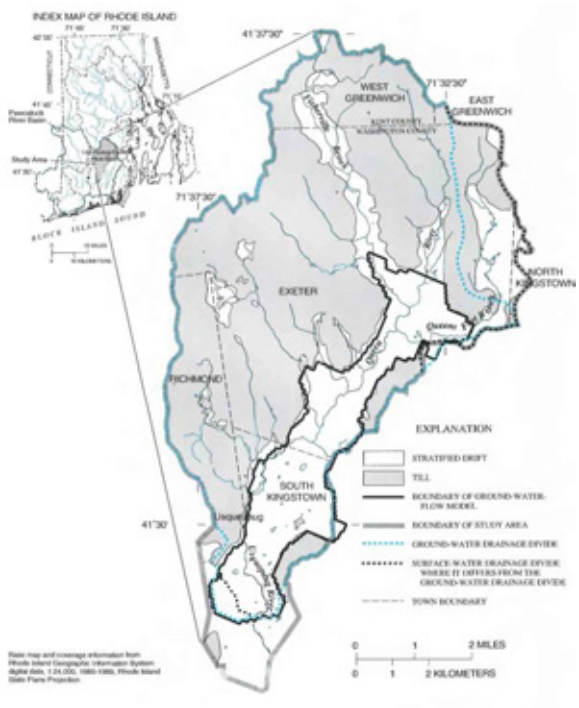
(3) 美國羅德島州 Usquepaug-Queen 地下水庫評估 (Dickerman et al., 1997)

由於美國地質調查所(U.S. Geological Survey, USGS)與美國羅德島州水資源局(Rhode Island Water Resources Board, RIWRB)為規劃羅德島州整體水資源運用，對於羅德島州境內各主要河川流域下之含水層進行大規模調查工作，並將此等含水層視為地下水庫並嘗試瞭解各地下水庫之地下水資源儲蓄量及未來可能運用方式，自 1950 年代就開始進行相關研究工作，其中 Usquepaug-Queen 地下水庫為九個位於 Pawcatuck River 流域地下水庫之一，其上為 Usquepaug-Queen River 流域，位於 Pawcatuck River 流域南側，如圖 2-10 所示，Usquepaug-Queen River 流域範圍 90%至 95%均為森林，高程由 555 英呎變化至出海口 95 英呎，地下水集水區為 33 平方英哩，略小於集水區面積 36.1 平方英哩。

於地質特性部分，於 Usquepaug-Queen River 流域範圍共有三種不同地質單元，包含冰河層狀沉積(Glacial Stratified Deposits)、冰磧(Glacial Till)及結晶母岩(Crystalline Bedrock)，此三種地質單元有不同水力特性，結晶母岩具有低滲透性，地下水僅可於裂隙中流動，而冰河層狀沉積及冰磧屬未壓密沉積物組成，藉由地質調查資料研析，冰河層狀沉積涵蓋面積約佔流域總面積 42%左右，且其厚度約為 122 英呎。冰河層狀沉積又細分為粗顆粒單元及細顆粒單元二類，一般而言，粗顆粒單元較細顆粒單元具有更高之滲透性及儲蓄能力，具有較高滲透性及儲蓄能力之粗顆粒冰河層狀沉積面積約僅有 8 平方英哩，多分布於河流週邊，即河谷一帶，故於 Usquepaug-Queen River 流域適宜作為地下水庫之面積僅為 8 平方英哩。

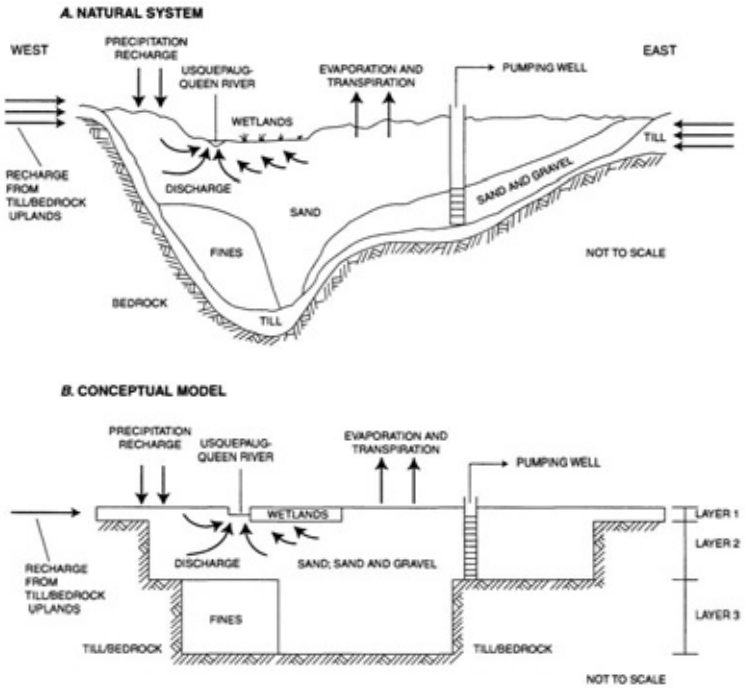
經由含水層試驗得知，於研究區域內冰河層狀沉積之流通係數(Transmissivity)約介於 4,000 平方英呎/天至 26,200 平方英呎/天之間，而水平水力傳導係數則介於 25 英呎/天至 470 英呎/天之間，藉由含水層試驗單井出水能力推估求得於流域範圍內冰河層狀沉積每日總出水潛能至少可達 5×10^5 加侖。此外，流域範圍水資源利用狀況分析得知，於 Usquepaug-Queen River 流域範圍地下水使用總量約介於 2.8×10^5 加侖至 4.8×10^5 加侖之間。

另外，由水質檢測資料顯示該流域地下水水質原則符合各標的用水之需求，僅有部分地區出現硝酸鹽高於飲用水標準之情況。其後，為瞭解未來不同地下水開發情境與其對於區域水資源之影響，該研究建立了三分層之地下水流數值模型，其概念模型如圖 2-11 所示，以歷史平水期間(1975~1990)以及枯水期間(1963~1966)之水位狀況為基礎，模擬每日抽取 4×10^6 加侖及 1.1×10^7 加侖水量，成果顯示採用較大抽水量將造成當地較大地下水水位洩降發生，而此洩降可藉由分散抽水位置來獲得改善，如抽水位置鄰近補注源(如河川等)，其所產生之洩降較遠離補注源位置為小，另外，抽水所造成的洩降對於地下水湧出成為河川基流總量影響不大，反之則為地面水藉由河床入滲之補注量則大幅增加進而減少河川逕流量，總體而言，枯水期間可抽取水量明顯小於平水期間。



(資料來源：Dickerman et al., 1997)

圖 2-10　Usquepaug-Queen 河流域位置圖



(資料來源：Dickerman et al., 1997)

圖 2-11　Usquepaug-Queen 河流域含水層自然系統與概念模型

(4)美國夏威夷州歐胡島岩脈堰水庫評估(Takasaki and Mink, 1985)

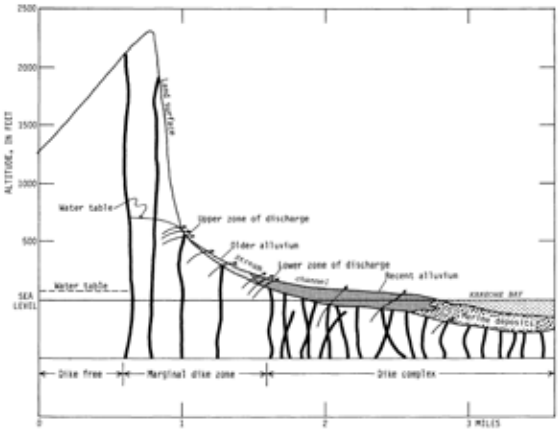
美國地質調查所為瞭解位於夏威夷州之歐胡島地下水資源，研究其火山岩脈入侵地質結構自然形成之地下水庫，並推估其所圍阻之地下水資源總量，其研究針對位於歐胡島上 Koolau 火山及 Waianae 火山週邊裂隙區之地下水庫，如圖 2-12 所示。其地下水庫形成原因主要係因為火山炎漿(Lava)侵入於地層內冷卻後形成不透水之圍堤，於鄰近圍堤之間即形成天然儲水空間，又因夏威夷地區本為降雨豐沛地區，大量降雨經入滲後進入此等儲水空間即形成歐胡島最為重要之水資源，圖 2-13 為歐胡島上 Kaneohe 裂隙區地下水出流示意圖，圖中亦顯示岩脈形成地下水庫之情況。該研究針對各裂隙區之岩脈走向(Strike)及傾向(Dip)進行分析，瞭解各裂隙區地質架構特性，配合地下水位及土層之比出水量(Specific Yield)即可粗略推估不同裂隙區之儲水量，此外，配合地下水水位觀測及現地試驗所獲之流通係數 T、水力梯度 I 及斷面長度 L 等資訊，利用達西定律(Darcy Law)亦可推求於儲水區內地下水流動特性，藉由儲水量及流動特性進而評估歐胡島地下水資源，該研究指出歐胡島最大之岩脈堰地下水庫區域約佔 135 平方英哩(約 52.1 平方公里)，具有 5,600 億加侖(約 21.2 億立方公尺)之地下淡水儲水體積。

地下水為夏威夷最重要資源之一，其水資源運用系統如圖 2-14 所示，地下水於當地提供包括飲水、灌溉、民生、與工商業用水等標的，據統計夏威夷 99%的民生用水來自地下水，同時地下水為該地 50%淡水來源。利用上述歐胡島岩脈堰系統與其他火山岩含水層系統，歐胡島水井分布遍布全島，分布如圖 2-15。



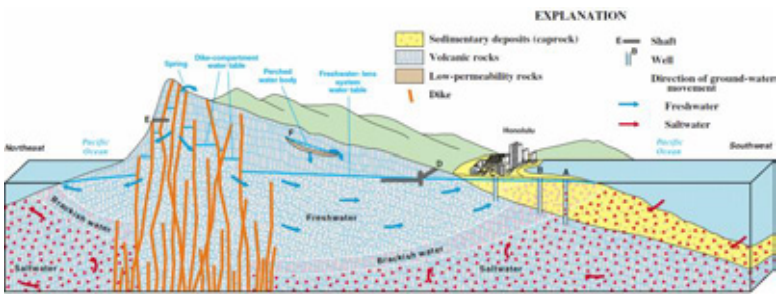
(Takasaki and Mink, 1985)

圖 2-12　Koolau Volcano 及 Waianae Volcano 裂隙帶及火山口分布



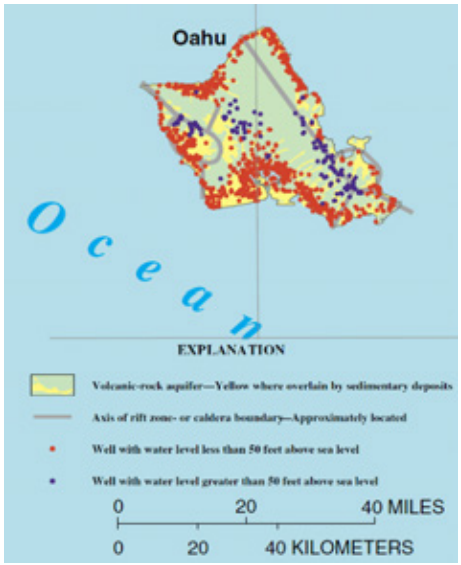
(Takasaki and Mink, 1985)

圖 2-13　Kaneohe 裂隙區地下水出流示意圖



(資料來源：Stephen B. Gingerich, and S. OkiDelwyn, 2000)

圖 2-14　夏威夷地下水文系統示意圖



(資料來源：Stephen et al., 2000)

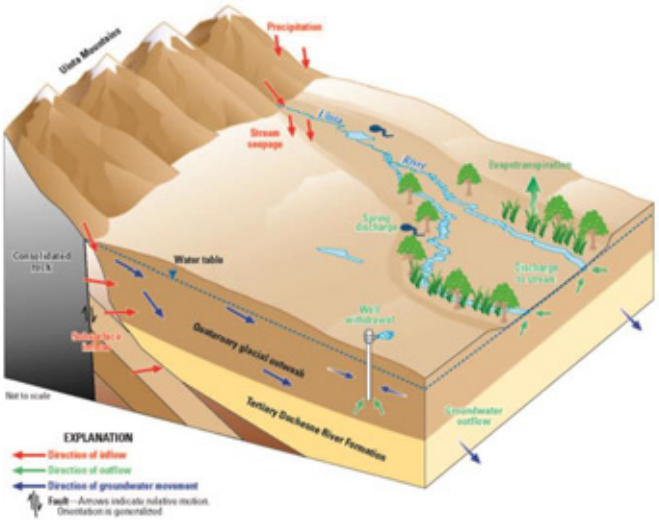
圖 2-15　歐胡島之水井分布圖

(5)美國 Uinta River 因地下水抽取所造成河川流量降低評析(Lambert, et al., 2011)

美國猶他州 Roosevelt City 為因應未來可能人口增加所產生之用水缺口，擬增加原已抽水使用之 Sprouse 井場之抽水量，而該井場緊鄰 Uinta River 之西側河道，由於地下水與地面水存有明顯相互影響關係，為瞭解未來 Sprouse 井場所增加之抽水量對 Uinta River 之影響，自 2008 年由美國地質調查所、猶他自然資源部(Utah Department of Natural Resources)及烏特印地安部落(Ute Indian Tribe)進行一連串相關研究，並於 2011 年提出整體評估報告。

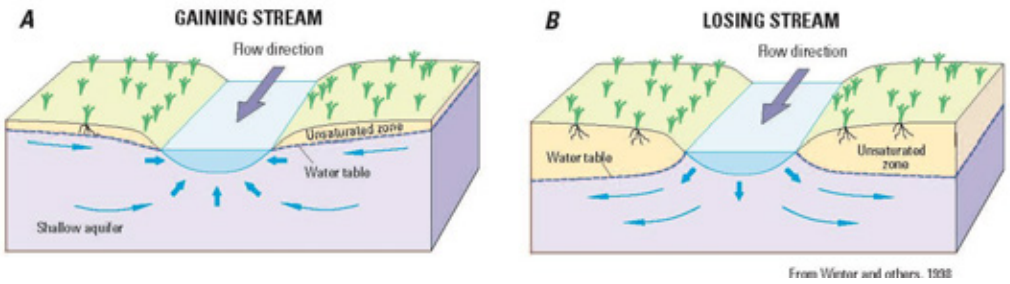
該研究藉由現有地下水位觀測資料評析地下水流動特性，研究區域之地面水及地下水概念模型如圖 2-16 所示，該研究亦利用地面水水位與地下水水位評析不同區位地面地下水相互作用之特性，其將河段區隔為入流河(Losing Stream)及出流河(Gaining Stream)等二類，如

圖 2-17 所示。為瞭解該區域地面水及地下水相互作用行為及相關水文地質參數，其利用示蹤劑試驗(Tracer Test)及溫度感測技術(Temperature Measurement)等方式獲知相關參數及流場特性，最後該研究利用相關參數建構 MODFLOW 地下水數值模型，並用以預測未來如增加地下水抽汲量所可能造成地下水蓄存量及河川流量之影響，由該研究顯示於不同抽水情境下，河川流量將可能因抽水量增加產生明顯降低現象。



(資料來源：Lambert, et al., 2011)

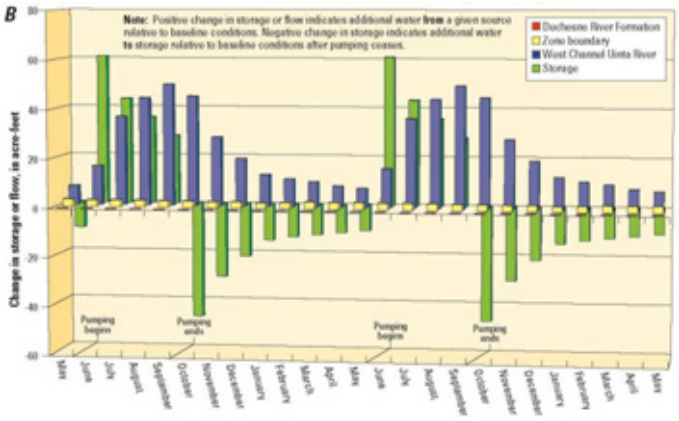
圖 2-16 猶他州羅斯福城區域地面水與地下水概念模型



(資料來源：Lambert, et al., 2011)

圖 2-17 地面水及地下水相互作用分類示意圖

(A、為地下水補注地面水；B、為地面水補注地下水)



(資料來源：Lambert, et al., 2011)

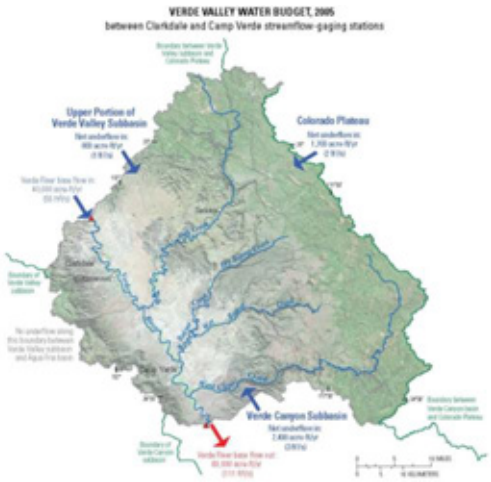
圖 2-18　羅斯井場抽水產生影響示意圖

(6)美國亞歷桑那州中部 Verde Valley 利用區域地下水數值模型評析 1910 年至 2005 年人為行為對於水文系統影響及預測 2005 年至 2110 年可能之影響(Garner et al., 2013)

美國亞歷桑那州中部之 Verde Valley 預期於未來將出現顯著人口增加現象，而對於水資源之需求亦將明顯增加，由於水資源之需求將由區域的地下水來因應，預期由於人口增加所產生之人為抽水行為將可能對於自然水文環境產生影響，是故美國地質調查所配合當地組織以 1910 年至 2005 年相關資料評估以往該區域人為抽水行為對於水文環境的影響，並以此資料為基礎預測自 2005 年至 2110 年該區域水文環境變化情況。

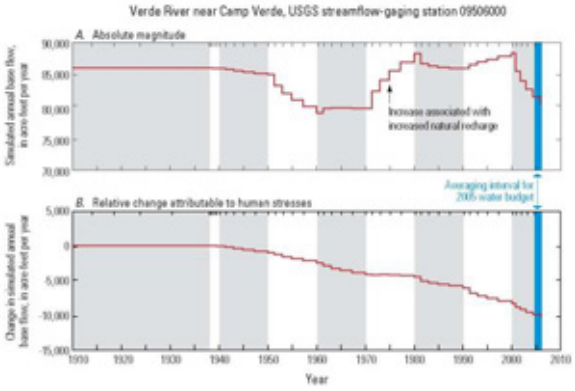
該研究著眼於地面水及地下水相互影響，對於水文環境評析方法則採用區域地下水數值模型，而該數值模型係以美國地質調查所發展之 MODFLOW 模式建置，並採用於 MODFLOW 內建水平衡模組進行水平衡分析，由此瞭解人為抽汲地下水對於區域 Verde River 之影響，其以 2005 年情況之分析成果如圖 2-19 所示，由歷史資料分析顯示，自 1910 年至 2005 年間因人為取汲地下水

造成河川基流量顯著降低，河川基流量減少 4,900 acre-ft/yr 至 10,000 acre-ft/yr 之間，如圖 2-20 所示。該研究對於抽汲地下水對於鄰近地面水的影響依據前人研究提出現象說明，人為抽水時水之來源於初期主要係由地下水儲蓄量供應，但如長期抽水則將由其它水體(如河川流量或蒸發散量)供應，此現象稱為補捉行為(Capture)，而地下水儲蓄量於長期抽水情況下，地下水儲蓄量將維持穩定，如圖 2-21 所示。



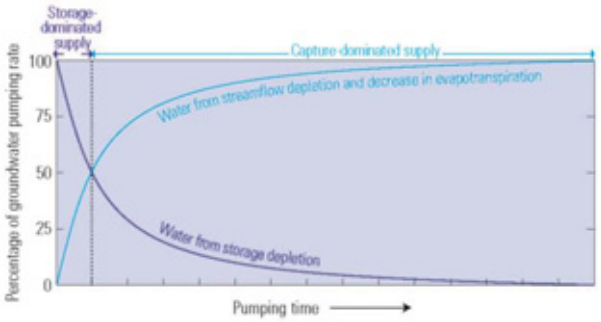
(資料來源：Garner et al., 2013)

圖 2-19　2005 年 Verde Valley 水平衡分析成果



(資料來源：Garner et al., 2013)

圖 2-20　河川基流量因人為抽水所產生之影響(1910~2005)



(資料來源：Garner et al., 2013)

圖 2-21 人為抽水行為與地下水儲蓄量及其它水體關係示意圖

(7)美國夏威夷島利用水平衡模型評估地下水補注量(Engott, 2011)

由於夏威夷島預期於人口逐漸增加情況下，水資源供應將逐漸依賴地下水，因此，於夏威夷島地方政府擬將現有使用地面水之民生用水系統，全數改由地下水供應，於此政策方向下，準確掌握地下水補注量之空間分布對於夏威夷州水資源管理委員會(The State of Hawai'I Commission of Water Resource Management, CWRM)而言，為急迫需得知之資料，因此，美國地質調查所進行一連串分析及評估，評估分析範圍如圖 2-22 所示。

該報告分析地下水補注量空間分布之方法採用逐日水平衡模型(Daily Water-Budget Model)，其概念模型如圖 2-23 所示，其水平衡模型應輸入之資料包含以下數項：

A、土地利用圖資(Land-Cover Map)

B、降雨量資料(Rainfall)

C、霧截留資料(Fog Interception)

D、灌溉資料(Irrigation)

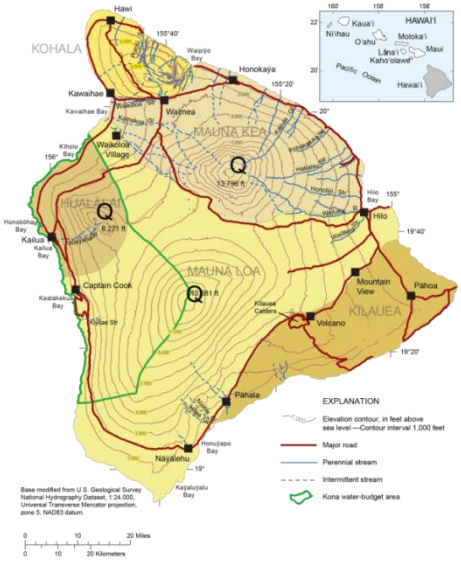
E、地表逕流資料(Runoff)

F、蒸發散量資料(Evapotranspiration)

G、土壤含水潛能資料(Moisture-Storage Capacity)

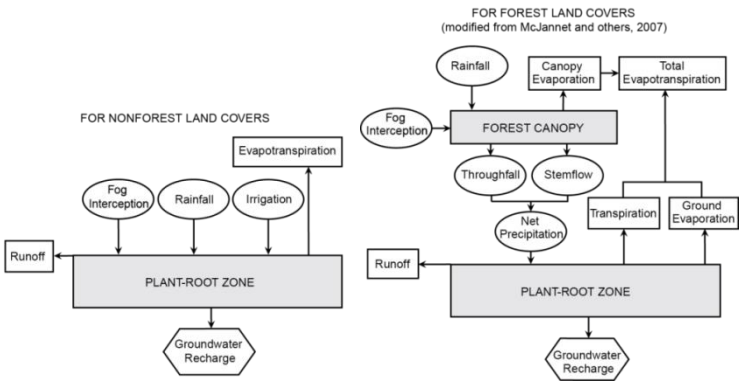
H、直接補注資料(Direct Recharge)

水平衡模型分析過程配合各項輸入資料圖層利用地理資訊系統進行套疊分析，最終可求得於降雨量平均值、95%信賴區間上限及 95%信賴區間下限等不同情況下之地下水補注量空間分布，如圖 2-24 所示。



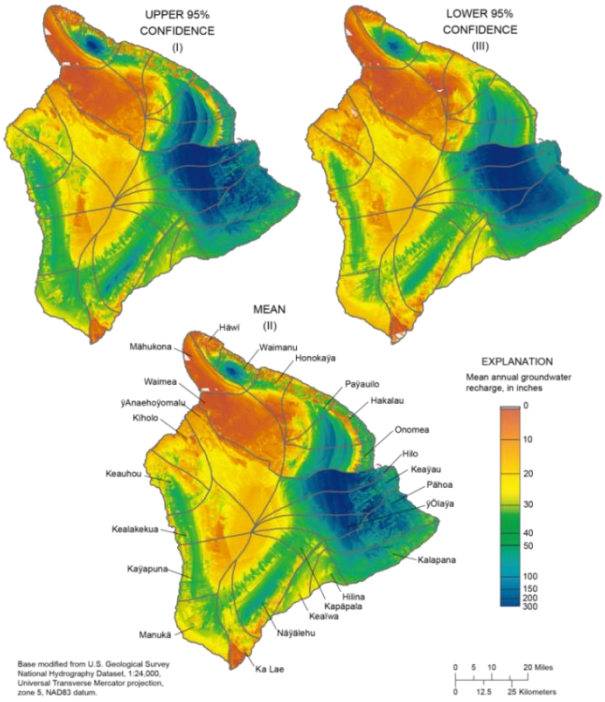
(資料來源：Engott, 2011)

圖 2-22　夏威夷島地形圖



(資料來源：Engott, 2011)

圖 2-23　水平衡模型概念圖



(資料來源：Engott, 2011)

圖 2-24　夏威夷島地下水補注量空間分布

(8)美國 Clumbia Plateau 區域地下水系統分析研究規劃 (Vaccaro, 1986)

Clumbia Plateau 區域之含水層面積約為 70,000 平方英哩，橫跨 Washington、Oregon 及 Idaho 等州，如圖 2-25 所示，此區域之地下水主要係供應農業用水之需，亦部分供應予民生用水及工業用水，由於農業快速發展導致此區域之地下水出現每年約 30 英呎水位下降，應著手進行區域地下水之管理，因此，美國地質調查所自 1983 年起展開為期四年之調查研究計畫，已釐清區域水文地質、水化學特性及地下水流系統，但對於後續管理應有部分工作應逐步開展，因此，撰擬此報告就既有基礎資料探討後續應辦理之調查及分析工作，並規劃調查計畫據以實施。

該報告規劃之調查計畫目標包含下列數點：

A、描述區域含水層系統之地質架構，包含三個主要含水層之側向延伸、厚度及影響含水層系統之地質構造，如斷層等。

B、描述區域含水層系統之水文地質特性，包含水文地質參數、河川含水層相互關係及具地下水開發潛能之區位。

C、描述區域含水層系統之水平衡概況。

D、描述區域含水層系統之地球化學架構。

E、發展區域含水層系統之資料庫，並進行管理及應用。

F、發展區域地下水流模型，作為預測未來開發行為所帶來影響之工具。

該報告規劃相關調查工作內容主要包八大部分，如下所列：

A、參與人員(Staffing)

B、工作計畫(Work Plan)

C、地質架構(Geologic Framework)

D、水流系統(Flow System)

E、水文地質參數(Hydraulic Properties)

F、水平衡分析(Water Budget)

G、地下水流模型建置(Groundwater Flow Model Construction)

H、地球化學(Geochemistry)

各別部分工作內亦已詳細列出，以作為後續工作推動之依據，另該報告對於後續應產出之圖資、論文及報告數量與類型亦已有所規劃。



(資料來源：Vaccaro, 1986)

圖 2-25　Clumbia Plateau 位置圖

2、伏流水案例及文獻

(1)美國 Buena Vista-Salida 流域地面地下水交互作用及地下儲水潛能(Watts et al., 2014)

有鑑於 Arkansas River 流域預期人口將持續成長，預估於 2000 年至 2030 年間人口將成長 73%，因人口成長所產生之水資源需求量亦將大幅增加，預期於 2030 年將出現每年 5,950 acre-ft 水量短缺，因此，美國地質調查所與 Arkansas River 上游水資源局(Upper Arkansas Water Conservancy District, UAWCD)合作進行為期三年之調查工作，調查範圍為 Arkansas River 流域中之 Buena Vista-Salida 子流域，如圖 2-26 所示，目的為探討 Buena Vista-Salida 子流域之地面地下水交互作用行為及此區域作為地下水庫儲水之潛能。

其於三年期間所採用之調查方法包含基本資料整合分析、河川流量量測、微水試驗(Slug Test)、地下水位量測等，而其用於分析地面地下水交互作用之方法係

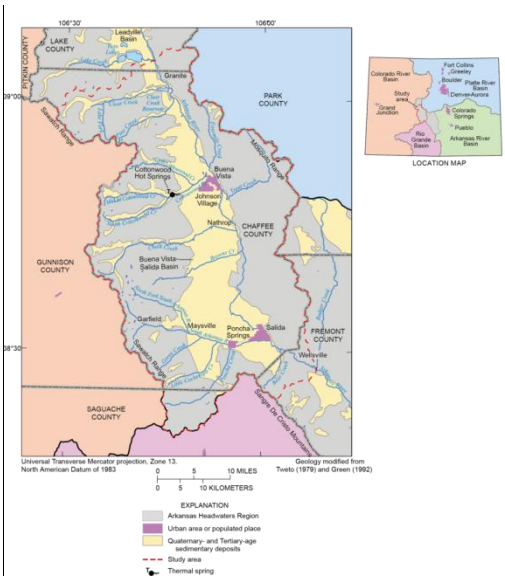
採用水平衡分析求得地面地下水交換水量，另於評析地下儲水潛能則採用地理資訊系統綜合評析流域範圍之地質特性、水文狀況、地形及土壤類型等資料，並計算各區域之流量累積反應時間參數(Stream-Accretion Reponse-Time Factor, SAF)，作為評估適宜作為儲水地點之依據。流量累積反應時間參數係指河川流量因地下水出流而增加，而地下水出流係由人工地下水補注所產生，如反應時間過短代表補注水量甚快即流入河川之內，表示區域儲水能力不佳，流量累積反應時間參數為含水層儲水能力及流通能力綜合參數，於非拘限含水層以下式計算：

$$SAF = \frac{d^2 S_y}{T} \qquad \text{(式 2-1)}$$

其中，d 為人工補注位置至河川之最短距離(L)；S_y 為比出水量(無因次)；T 為流通係數(L^2T^{-1})。

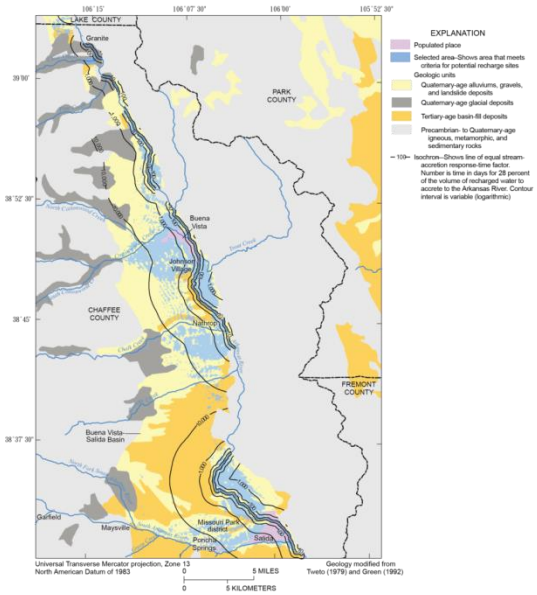
經分析指出於 Buena Vista-Salida 流域各支流地面地下水交互作用複雜，以 Cottonwood Creek 為例，其上游河段為入流河，於調查期間地面水入滲至含水層水量每年約為 5,944 acre-ft，而於下游河段則為出流河，地下水出流至河川水量每年約為 579 acre-ft，而另一支流 Chalk Creek 地面地下水交互作用行為則於上游河段為出流河，地下水出流增加河川流量約為每年 3,819 acre-ft，而於下游河段則為入流河，地面水入滲至含水層水量每年約為 1,349 acre-ft，由兩支流比較可知，即使於相同流域範圍內之支流，其地面地下水交互作用行為大不相同，取決各別支流之地形、水文地質及地下水等特性而定。

另由流量累積反應時間參數分析於 Buena Vista-Salida 流域範圍共計有十處區域具有儲水潛能，適宜進行人工地下水補注，如圖 2-27 所示。



(資料來源：Watts et al., 2014)

圖 2-26　調查區域範圍圖



(資料來源：Watts et al., 2014)

圖 2-27　具儲水潛能區域分布圖(藍色區域)

(2)日本鏡川伏流水調查報告(森博他，1959)

本報告係由日本高知市自來水局的委託進行鏡川伏流水的調查，以電阻率法進行調查的結果，明確顯示鏡川舊河道之伏流水水層分布情形，引用其他相似之調查亦呈現一致之結果。透過調查舊鏡川蜿蜒的河川流向、沖刷深度及寬度，可明確指出適當的伏流水採樣地點。

調查地點的上方為秩父古生層，由砂岩及頁岩組成，並受風化影響，尤其是山坡上的風化帶，調查地點周圍山區為礫石組成的洪積層，沿著舊河道為由砂礫累積的鏡川，可能可以成為地下水利用之水源，其地下水地質及地下水調查圖如圖 2-28。

使用電阻率法進行含水層及其厚度的探勘，以深度及電阻率為例之圖示如圖 2-29(a)及圖 2-29(b)所示，在標準曲線進行分析，由於圖中測量值實線與標準曲線測量值相符。調查地區表面約覆蓋 1 公尺粘性的表土，堆積的砂礫層為基礎的風化帶，各層電阻率如表 2-1 所示，基盤的電阻率甚低，因其為風化後具有黏性的殘留土。

在 B1 及 B2 進行鑽孔的結果顯示於地表下 0.5 公尺~1.0 公尺的表土下，為直徑約 20 公分的礫石具有高透水性的卵礫石層，B1 及 B2 分別於地表下 14.3 公尺及 17.6 公尺出現由黏土、腐植土混合礫石的阻水層。調查結果亦呈現伏流水流域的長及寬，由鑽孔的結果可知，侵蝕谷底部包含黏土，可由侵蝕情形及堆積情形得知舊河道的地層及地質特性。地下水的採取地點調查結果如圖 2-29(b)。如果是從 A、B、C、D 既有井的水位測量計算伏流水平均水力梯度如表 2-2 所示。

表 2-2 為水力梯度的差別，由於伏流水具有一定流動方向，流動方向與水力梯度一致，B-C 方向表示最大的水力梯度，這個地區的平均水力梯度為 1/500，由此

可知該區由間隙較大的卵石及礫石所組成，故伏流水與河川地水面水力梯度落差不大，由抽水試驗進行測點 3 及測點 14 測量含水層的滲透性，可進一步計算伏流水量，並得知 NO.14 是伏流水最佳的利用點。

本研究區塊的地層組成單一，所以雖然得到可以利用伏流水的結果，但若參考此研究加以佐證可利用的伏流水資源可能過於主觀。

表 2-1 地層電阻率

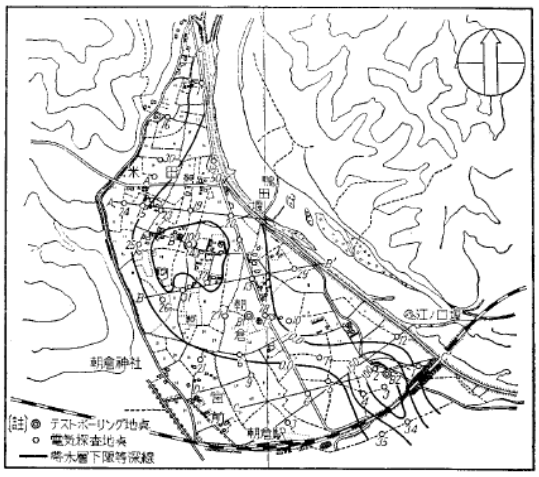
地層	電阻率(Ω-m)
表土	170~800
砂土	795~3,500
基盤	100~600

(修改自森博他，1959)

表 2-2 水力梯度

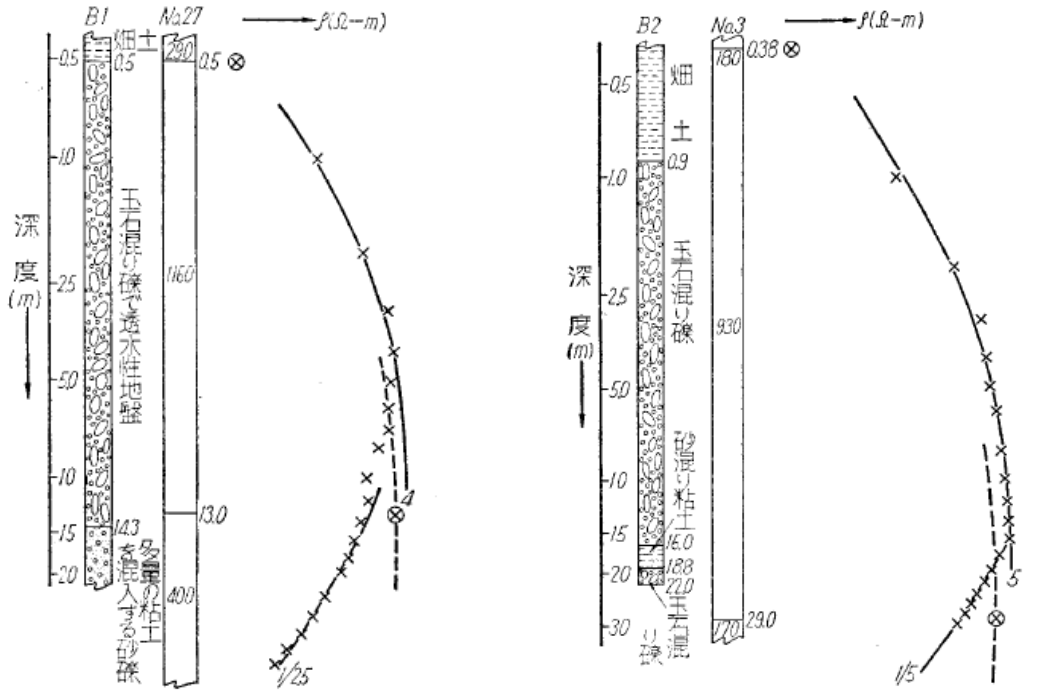
測點	水位(m)	水位差(m)	距離(m)	水力梯度
A-B	8.525~8.238	0.287	150	1.9×10^{-3}
B-C	8.238~7.551	0.687	300	2.3×10^{-3}
C-E	7.551~7.318	0.233	240	1.0×10^{-3}

(修改自森博他，1959)



(資料來源：森博他，1959)

圖 2-28 鏡川地質及地下水調查圖



(a)B1 及 NO.27 對比　　(b)B2 及 NO.3 對比

(資料來源：森博他，1959)

圖 2-29　鑽孔與電阻率之標準曲線分析

由國外案例得知，對於區域地下水資源評估方法大致包含傳統水平衡法及數值模式模擬等二類，而於分析之初應對於分析區域之水文地質狀況進行掌握，諸如含水層、地質構造及水文地質參數等，而此二類分析方法中，傳統水平衡法多用於推估地下水補注量以作為區域地下水可開發潛能，惟傳統水平衡法基本假設為各項水文因子均為穩態(Steady State)，無法反應地下水抽汲後所產生之增加補注量或減少基流量等行為，僅可適用於以年或月作為時間間距之地下水資源評析工作之上，但如採以逐日水平衡模型，經反覆驗證，亦可作為評估地下水資源量變化之方法(Engott, 2011)；而數值模式模擬則可反應地下水抽取後所產生之各項行為，亦可預測未來可能造成之影響，為近年較被接受之評析方法。

除了分析方法之外，甚多研究(Lambert, et al., 2011, Garner et al., 2013)多著眼於地下水抽取對於河川地面水之影響，由亞歷桑那州 Verde Valley 案例可得知，地下水之抽取可能影響原有河川基流量，而增加之地下水抽取量多由河川流量補捉所獲，可見分析區域地下水資源潛能需將對於河川流量之可能影響一併納入考量較為周延。

二、臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源研究成果

本計畫蒐集臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源相關研究成果，蒐集所獲研究報告年分涵蓋自民國 46 年至民國 102 年間，蒐集所獲地下水資源研究報告數量分別為臺北盆地六篇、桃園中壢臺地四篇、新竹苗栗沿海地區五篇、臺中地區四篇、濁水溪沖積扇十篇、嘉南平原七篇、屏東平原九篇、花東縱谷五篇及蘭陽平原四篇，伏流水資源研究報告數量分別為濁水溪沖積扇三篇及屏東平原兩篇，不重覆計算包含不同地下水區之報告，則本計畫總計蒐集四十四篇臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源研究報告，其中地下水資源計有三十九篇，伏流水資源計有五篇，各研究基本資料及成果綜整分別如表 2-5 及表 2-6 所示，以下擇要進行說明：

(一)地下水資源研究成果

(1)蘭陽地區地面地下水聯合運用規劃(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 96 年)

蘭陽地區地面與地下水資源豐沛，自來水公司清洲淨水場完工啟用後更提供大量地面供水，惟受限於區域地下水水質不佳、地層下陷、地下水超抽、地下水位下降及地面水豐枯不均等環境限制，需透過蘭陽地區地面地下水聯合運用，使蘭陽地區水資源有效與合理運用。

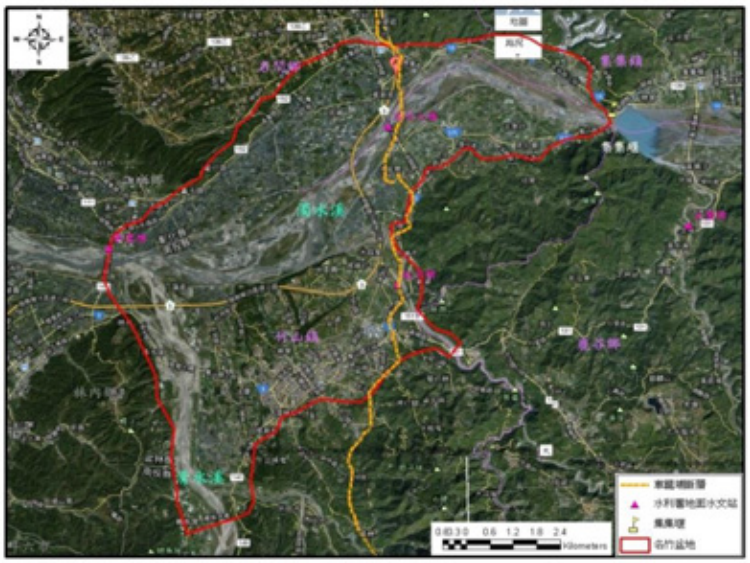
該計畫針對地下水資源潛能分析顯示，蘭陽地區平均每年地下水潛能量為 0.4 億立方公尺，以三星鄉平均每年潛能量 1,875 萬立方公尺為蘭陽地區最大。而民國 87 至民國 94 年間宜蘭市、冬山鄉與蘇澳鎮呈超抽現象，其中蘇澳鎮歷年均呈超抽，平均每年 1,439 萬立方公尺，冬山鄉於民國 88 至民國 91 年以後呈現超抽，平均約每年 233 萬立方公尺，宜蘭市除民國 89 年外歷年亦呈超抽，平均約每年超抽 182 萬立方公尺。

空間分布上，羅東鎮為都市型態區域地下水潛能量很少，近年受居民抗爭，開發地下水不易；其餘鄉鎮除三星鄉外，大致呈現蘭陽溪北岸鄉鎮潛能量大於南岸鄉鎮，然而頭城鎮、礁溪鄉、壯圍鄉與五結鄉等沿海鄉鎮屬黏土層發達易發生地層下陷區域，因此不建議開採地下水。另自來水公司天送埤淨水場水井位處三星鄉為蘭陽地區扇頂，地下水質硬度偏高，是否適宜開採地下水仍待進一步詳細評估。綜合而言，以地下水保育立場，蘭陽地區雖地下水潛能量尚有餘裕，建議仍做為豐枯調節之備用水源為宜，不適再進行地下水源開發。

(2)名竹盆地地下水源開發調查規劃(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年)

名竹盆地範圍東自集集攔河堰、西至彰雲橋下游隘口、南至清水溪中游河谷、北至濁水溪中游現代沖積層邊界與車籠埔斷層交界處。名竹盆地範圍之面積約 76.05 平方公里，主要含水層位於車籠埔斷層以西，面積約為 58.45 平方公里。為確認名竹盆地地下水資源儲水體積及其可開發之潛能，該計畫於名竹盆地蒐集水文地質、河川流量及地下水水位等基本資料，並進行現地水文地質相關的調查及試驗，據以分析、模擬探討名竹盆地地下水庫開發之可行性。研究範圍如圖 2-30 所示。

根據資料文獻之蒐集，現場水文地質探查以及地下水水文分析等工作後可發現，於二水鼻子頭隘口處有一厚度甚厚透水性不佳之土層，推測可能為原有之背斜構造所致，故隘口處應為一天然之地下堰體，可攔蓄上游地下水。且根據調查結果名竹盆地之現代沖積層含水層之水力傳導係數明顯高於其下之頭嵙山層，此外，如以空間分布區分，位於濁水溪沿岸之現代沖積層出水能力較清水溪沿岸為佳。



(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年)

圖 2-30　名竹盆地位置示意圖

依地質鑽探資料劃分名竹盆地之含水層厚度，並利用共 11 口之地下水觀測井所量測之地下水水位進行地下水儲水體積推估，現代沖積層濁水溪段及清水溪段分別為 2.32 億立方公尺及 1.98 億立方公尺，於竹山臺地堆積層則為 0.88 億立方公尺，另於頭嵙山層為 7.84 億立方公尺。儲水體積變化大致介於 13.03 億立方公尺至 13.5 億立方公尺之間。

依據民國 91 年至民國 101 年名竹盆地地下水可開發地區之水平衡分析成果，於可開發區域內地面水與地下水之交換行為多為地下水補注地面水型態，平均每年地下水補注地面水水量為 1,223.64 萬立方公尺，為避免影響地面水水量，此水量即為名竹盆地地下水開發之潛能量。

以數值模式模擬名竹盆地地下水開發情形，模式範圍原則依名竹盆地週邊河川子集水區予以劃設，另車籠埔斷層位於名竹盆地東側，為一含水層不連續面，故於模式東側邊界係沿車籠埔斷層劃設，此外，為瞭解名竹盆地地下水開發對隘口流出量之影響，於西側則往濁水溪沖積扇延伸一定距離。其邊界及初始水位設定如圖 2-31 所示。以常態及備援開發方案規劃，於常態供水方案規劃目標以每日提供穩定水源為考量，故規劃全年常態抽水(無調蓄設施)及豐水期抽水(配合調蓄設施)等兩方案進行規劃描述。



(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年)

圖 2-31　初始水位等值線及模式邊界

A、全年常態抽水(無調蓄設施)

建議規劃開發每日 3 萬立方公尺，採寬口井方式取水，單井取水量為每日 5,000 立方公尺，故建議於濁水溪北岸於斷面 90 至斷面 94 區域以及南側斷面 92 至斷面 96 區域為地下水適宜開發區位，濁水溪南北兩岸各設置 3 口，共計 6 口，此方案可供應彰化雲林地區每年 1,095 萬立方公尺之水量。

B、豐水期抽水(配合調蓄設施)

如以滿足彰化未來每日 11 萬立方公尺之供水目標，調蓄池蓄水空間應滿足於枯水期間穩定供水之需求，調蓄池面積需達 127 公頃，以豐水期抽汲每日 23 萬立方公尺之地下水，如依寬口井單井最佳出水量每日 5,000 立方公尺預估，於北岸需布設 46 口寬口井。

經估算結果，兩項常態供水方案之年計成本及原水建造成本估算成果，全年常態抽水方案之年計成本約 4,823 萬元，以年供水量 1,095 萬立方公尺推估，其原水建造成本為 4.4 元/立方公尺；豐水期抽水配合調蓄池常態供水方案其年計成本為 28.06 億元，以年供水量 3,614 萬立方公尺估算，其原水建造成本則達 77.66 元/立方公尺。

(3)臺中盆地做為地下水庫可能性之探討(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 96 年)

該計畫係由地質觀點切入，針對臺中盆地水文地質形成機制深入探討，提出地質概念模型，做為建構水文地質模型之依據，並配合水文地質與現有之水文資料瞭解區域內之地下水概況，此外也探討地下水概況及地下水水質概況，希望能提供臺中盆地做為地下水水庫初步可能性探討之依據。

臺中盆地是由東緣麓山帶丘陵、八卦山臺地及大肚山臺地所形成狹長盆地;該計畫研究範圍包含大安溪以南、濁水溪以北之範圍(如圖 2-32 所示)。

該計畫工作方法包含以下數項：

A、基本資料收集、調查及分析

B、臺中盆地區域地質調查及地質史之探討。

C、臺中盆地區域地質構造模式建立。

D、臺中盆地地下水水文地質探討。

E、從地下水平衡之觀點，探討臺中盆地地面逕流、地下水補注及地下水滲流之關係。

F、臺中盆地地下水水質評估。

G、初步評估臺中盆地做為地下水水庫之可能性。

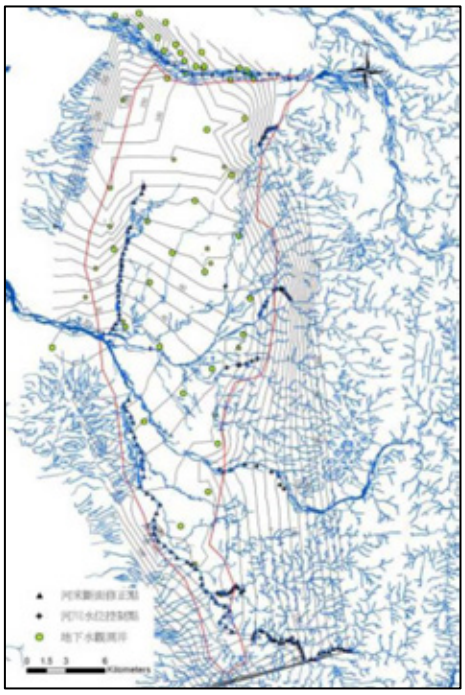
該計畫以地層材料特性為基礎，由地質柵狀圖出發，評估均勻化之含水層滲透係數，以分層材料之厚度佔總厚度之比例為加權因子，計算各柵狀圖點位含水層之滲透係數。計推估 33 個柵狀圖點位，滲透係數在 10^{-1}~10^{-2}m/min 之間。盆地內地層流通係數範圍介於 1.8~19.8m^2/min 之間，平均值約 10.6m^2/min。概估之滲透係數於北盆地大致皆與蒐集資料相符;而在南盆地之部分，仍缺乏深層之滲透係數資料可資比對。

該計畫指出臺中盆地區域內地下水的來源主要貢獻可能來自河床滲漏，地面逕流對地下水之貢獻則可能相對較小。盆地北側鄰接大甲溪河岸，盆地內之地下水極可能主要源自大甲溪河水由河岸或河床滲出所補充;東部豐原丘陵諸溪流則可能補給地下水至太平沖積扇。臺中盆地之地下水可能依地勢由南北兩端分別朝向盆地中央滲流，最後再流入烏溪。

該計畫分別採用基流分析、達西定律推算、及數值模擬等方式估算地下水年補注量，數值模型中亦簡化考

慮水平衡，考量加入垂直補注量條件下之地下水補注量。初步研判地下水年補注量可達 6 億立方公尺以上。

有鑑於臺中盆地地下水補注相當豐富，地下水位普遍甚高，適合取水之範圍廣，研判取水效益應相當良好。取用地下水可能誘發之地表沈陷幾可忽略。這些因素皆屬未來臺中盆地運用為地下水水庫十分有利的因素。然臺中盆地目前仍有許多區域列於地下水管制區，應依據各項長期監測數據檢討，方可能解除管制，目前相關數據多不完整或完全闕如。此外，盆地區域內大型工業區與具污染性工業之中、小型工廠林立，不無可能成為臺中盆地地下水之潛在污染源，後續宜針對可能污染源調查及並執行長期水質監測，及研擬污染整治方案。若排除以上不確定因素，臺中盆地運用為地下水水庫之可能性大致樂觀。



(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 96 年)

圖 2-32　臺中盆地等地下水位線及控制點

(二)伏流水資源研究成果

(1)臺灣西部河川上游經濟穩定的伏流水開發(李昭順及劉振宇，民國 101 年)

此文獻說明臺灣地區因地面水庫飽和，地下水因大量超抽造成嚴重地層下陷，提出開發河川上游之伏流水為最經濟穩定替代水源之構想，並提出取用伏流水之優點如下：

A、全年可取清澈無污染之水，減少沉砂及水處理費用。

B、無水庫因淤積而減低容水量之慮。

C、無水庫因潰壩而對下游釀成災害之慮。

D、無水庫上游淹沒區遷移補償問題。

E、用地小，取得容易，河床無構造物，對河床變化自然環境幾無影響，可避免居民抗爭，為最環保取水工法。

F、取水設備愈低引水量愈穩定，旱、雨季之取水量除非長期枯旱否則變化不大。

G、建設時間短，一至兩年內即可完工取水。

H、工程費用較水庫工程、攔河堰工程為低。

I、通常上游河面乾枯可繼續取用伏流水 3-4 月。

J、對降雨甚敏感，旱季一遇下雨隨即補注伏流水。

此外，此文獻亦提出取用伏流水前應進行之探查試驗工作，包含：

A、測量取水點上下游河床，河床坡度 1/50~1/200 間最佳。

B、調查洪水期該河段洪水流速、水位及挾砂量，其流速應足以挾帶細緻泥砂不致沉積。

C、河川上游最旱月常流點，上游之月平均逕流量應 0.5CMS 以上，以有取用價值。

D、從上游逕流沉降點至取水點下游十公里之日和月地下水位及該段之地下水流坡度(至少兩年以上資料)，每 200~400 公尺設一觀測井，量測旱季水位並作抽水試

驗，計算水層參數，作為決定地下堰及聚水暗渠之埋設深度、坡度、長度之依據。

E、地下堰及聚水暗渠段之地層剖面，並估算取水量。

F、取水點、地下堰及聚水暗渠段之基盤深度，以選定取水設備埋沒深度(太淺旱季取水不穩定，且洪水期容易被洪流刷深沖毀。太深則工程費浩大施工困難不經濟)。

G、選定取水點至用水起點之導水路徑設施(如管路、明渠、隧道、渡槽水橋、虹吸等，基盤深度在 20m 以內地下堰應設在基盤，如條件允許地下堰基礎設在基盤最為安全妥當，以最經濟易於施工為原則，如有既設設備可利用最好)。

H、估算旱、雨季最高、最低取用水量，以最旱月能滿足水量為原則。

I、上游集水區各月降雨量(30 年以上紀錄)。

J、逕流沉降點上游旱季之逕流量及逕流流速至少三年以上之資料。

此文獻最末提出臺灣西部主要河川適合取用伏流水之河段，如表 2-3 所示。

此文獻雖已提出伏流水調查試驗工作，及臺灣西部地區可能具伏流水開發潛勢之區位，惟於其結論亦強調伏流水調查工作應釐清調查區域之地形、河川坡度、集水區植被、水文特性(降雨量、降雨分布、河川基流量、洪水流速、洪水夾砂量)、地質特性(基盤深度、地層剖面)、地下水文(水文地質參數、流向、流速、流量、最旱季地下水水位)等重要資訊，應辦理詳細之調查試驗及分析工作，以作為取用及規劃設計之參考。

表 2-3 臺灣西部主要河川適合取用伏流水河段綜整表

河川	河段
頭前溪	1、上游支流油羅溪樟樹園至水頭屋間之河床。 2、上游支流上坪溪軟橋至瑞峰段河床。
中港溪	桂竹林至南庄河段南河與大東河合流之下游。
後龍溪	上游汶水溪泰安至汶水段河床。
大安溪	白布帆(坪林)至大安溪至烏石坑溪合流處間河床。
大甲溪	大排界外至天冷間河床。
烏溪	1、國姓福隆園至雙冬間之河床。 2、上游眉溪牛眠橋至大楠間河床。 3、上游北港溪與水長流溪合流處河床。
濁水溪	1、上游陳有蘭溪同富(和社)至郡坑口間河床。 2、清水溪：田仔溪與清水溪合流處至木瓜潭龍門橋間河床。
虎尾溪	上游石牛溪與松柏坑溪合流處河床。
八掌溪	上游茄苳溪與八掌溪合流處至觸口間河床。
朴子溪	朴子溪上游牛稠溪：上游崎腳溪與另一支流合流處(竹崎水道頭)。
高屏溪	1、旗山溪(楠梓仙溪)甲仙至頂埔河段。 2、荖濃溪：六龜至大津間河床。 3、口社溪：口社河段。 4、隘寮溪：隘寮北溪與隘寮南溪合流下游段。
士文溪	萃芒溪與草山溪匯流處。
枋山溪	枋山溪與阿士文溪合流處。
楓港溪	楓港溪伊屯至丹路河段河床。
四重溪	四重溪與支流大梅溪匯流處(四重溪溫泉區上游河段)。

(資料來源：李昭順及劉振宇，民國 101 年)

(2)高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃(經濟部水利署南區水資源局，民國 95 年)

由於臺灣南部地區傳統水資源開發計畫受阻，而水源之需求與日俱增。復因近年來高屏地區颱洪時期常連日大雨，高屏溪及上游河川挾帶大量泥沙滾滾而下，導致此期間高屏溪大樹攔河堰取用自來水源因濁度太高而供水水質渾濁，致使該供水區域民生用水供需失調。該計畫目的乃於高屏沿岸及隘寮溪中下游地區，藉由淺層地下水及伏流水之取水技術，研擬其水資源之開發方式，並規劃評估可行方案，俾作為地面水源無法正常使用時之備援系統。

該計畫利用民國 88 年至民國 94 年觀測水位完成模式校正工作，後續針對屏東平原民國 74 年至民國 94 年進行取水量模擬評估，起始水位則以民國 94 年 12 月底之模擬水位代入。民國 74 年至民國 94 水平衡分析成果詳表 2-4，三條河川對地下水的補注量約為 5.60 億噸/年；地下水流出至河川的量約為 0.08 億噸/年；側向補注約 0.8 億噸/年；降雨補注約 9.76 億噸/年。

取水模擬地點分為二處，一為里港，另一為佛光山附近(詳圖 2-33)，抽水模擬採用第一含水層抽水，並以 9 個格網同時取水，以降低井群干擾效應，取水時間為全年 365 天，取水量設定為 0、5 萬、10 萬及 15 萬 CMD，其中里港地區依取水量設定條件下，其洩降值(起始水位與模擬水位之差值)分別為-2.21、-1.80、-1.25 及-0.50 公尺，而佛光山則為-2.21、-2.00、-1.76 及-1.55 (抽乾)。若以 Hill Method 理論分析時，全年抽水二處取水其安全出水量應分別可達里港 20 萬 CMD，佛光山 49 萬 CMD，然佛光山地區受水文地質限制，該處第一含水層底部限制在 EL.-15.77 公尺，亦即該處尚未達到 Hill Method 理論之安全出水量時，水井於 15 萬 CMD 時即部分格網有抽乾現象，故本計畫應以水井是否抽乾為安全出水量之控制條件，故里港全年之取水量應限制在 20 萬 CMD；佛光山取水量應限制在 15 萬 CMD 以內。

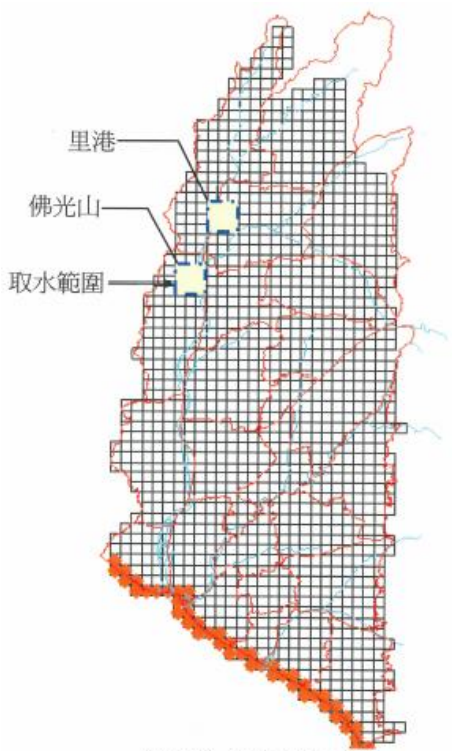
若以豐水期操作時，以 Hill Method 分析安全出水量時，分別為里港 43 萬 CMD，佛光山 112 萬 CMD。但與前述全年取水一樣，受到第一層含水層之水文地質限制，佛光山無法達到該安全之出水量時，即會有淺層水井抽乾的現象，故佛光山合理豐水期之出水量約 25 萬 CMD。若以備援系統觀點考量，里港地區連續抽水 10 萬 CMD 三天所產生的最大洩降量為 0.47 公尺。

表 2-4　民國 74 年至民國 94 年屏東平原水平衡分析表

(單位：立方公尺/年)

項目	由該項目流進系統	由系統流進該項目
儲存量	551,307,166	570,927,982
定水頭	15,876,486	37,260,361
河川交換量	560,425,643	8,632,322
側向補注量	80,968,911	0
抽水量	0	1,469,544,350
降雨補注	976,313,685	0
蒸發量	0	98,525,,556
合計	2,184,891,892	2,184,890,571

(資料來源：經濟部水利署南區水資源局，民國 95 年)



(資料來源：經濟部水利署南區水資源局，民國 95 年)

圖 2-33　取水模擬地點

表 2-5　本計畫蒐集各地下水區地下水資源相關研究成果

地下水區	計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
臺北盆地	臺北基隆都會區域地下水初步調查報告	行政院國際經濟合作發展委員會都市建設及住宅計劃小組	57	藉由資料蒐集及民井資料，編製水文地質圖，以明示區域內地下水概況，進而判斷含水層位置與厚度，另抄錄水井紀錄出水量及所有抽水試驗資料，推測地下水源之優劣；另由水位資料繪製水位等高線圖，輔以含水層之水力傳導係數，進行流網分析，以估算地下水流出量與年補注量。	1、地質：臺北盆地及其四周可見火成岩，沉積岩亦屬中新世，分布於盆地四周之丘陵地，未固結沉積岩包括階地堆積層及沖積層，其世代分別屬更新世及現代，分布於盆地內及沿河流之兩旁。 2、含水層狀況：主要含水層位於地面下 40~90 公尺間，主要含水層似由新店溪之沉積物所組成，含水層有自南向北漸深趨勢，士林以北雖屬臺北盆地，因受北部未固結火山灰堆積之影響，其岩石性質與盆地中心者不同，含水性能較差。 3、地下水抽水量：利用地下水位等水位圖可知最大之水位深度約 30 公尺，以此水位等高線作成流線網，而盆地內之平均水力傳導係數為 4m/min，估算臺北盆地地下水年抽水量約 3.95×10^6 立方公尺。
	臺北盆地地下水含水層電阻探測研究報告	經濟部水資源統一規劃委員會	74	本報告利用電測方式進行試驗分析，電測外業共施測 41 測點，而內業分析研判則參考各機關觀測井、民井等相關地層及地質資料，共計 60 點(處)，分別於盆地內繪製六個東西向及三個南北向之地層剖面。	1、臺北盆地內與地下水關係密切之第四紀層(沖積層)，其結構交錯複雜，各地區狀況不同，僅盆地中央西自迴龍、泰山經中興橋及臺北橋至臺北市之松山區一帶之松山層厚度約 50~60 公尺之含水砂層，大致可連接成帶狀分布，可視為非拘限含水層。 2、林口層(礫石層)，除部分地點其下夾有粘土外，層厚自數十公尺至一百餘公尺，此層為盆地中主要之拘限含水層，盆地中之深井，抽水量大者亦多集中於此一帶，而此地區自地面下 100 餘公尺後，是否仍有優良含水層，由於電測深度不足，仍有待繼續研究。 3、蘆洲、五股、關渡、社子等地區，電阻甚低，顯然已受海水入侵或鹽水之影響。上述地區之地下水量少而質劣，其地層結構亦與盆地中央狀況不同。 4、北投、士林、關渡平原、大直及松山以北等地區，電阻均低，顯然受大屯山之熔岩流之影響，粘土層深厚，含角閃石，地下水源不多，水質不佳，其地層情況與盆地中央大有不同。 5、樹林、土城、板橋以南、中和、永和、新店及公館等地顯然受大漢溪及新店溪河流冲積影響，地層結構交錯複雜，河流兩岸之礫石層較厚，部分位於黏土層之上。 6、內湖、南港部分地區屬基隆河水系，由於地下水不豐，抽用者亦少，對盆地地下水影響不大，本報告未深入探測，仍有待補充調查。 7、就盆地中基隆河、大漢溪、新店溪三主要河流之補注量，自地層結構觀之，以新店溪沿岸最佳，大漢溪次之，基隆河最差。
	臺北盆地地下地質與工程環境綜合調查研究先期規劃計畫-地下水之研究	經濟部中央地質調查所	79	1、本報告主要探討臺北盆地含水層之水文及水力特性，以便提供地下水數學模式檢定及驗證所需資料，並利用所發展之模式評估各種地下水管理方案或地面與地下水聯合運用方案。 2、主要調查研究內容包含地貌、地質、地面水文、含水層之物理架構、地下水文、水及污染物收支平衡分析與數值模式之發展與應用等。	1、根據本報告資料蒐集可知，過去針對臺北盆地之地質及水文資料尚未加妥善整理，故有關地下水方面之研究均須加以相當程度簡化及採用甚多假設，以致於所獲得之研究成果並不足以作為地下水經營或污染防治之依據。 2、本報告擬定七年之時間對臺北盆地地下水進行研究，調查研究區域為臺北盆地，共 243 平方公里，而調查方法包含(1)資料收集、分析與建檔：(2)建立含水層之物理架構資料；(3)建立地下水文資料；(4)水與污染物之收支平衡分析；(5)數值模式之發展與應用。另本報告亦針對人力需求、儀器設備與工作進度及經費預估進行說明。
	地下水環境調查及分析作業先驅規劃(1/2)	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	本報告主要蒐集臺灣地區歷年與地下水相關調查、規劃及研究資料，區分水文地質、地下水水質、地下水水文進行彙整。	1、本報告彙整相關報告後可知，臺北盆地岩盤上方未固結沉積物分出兩個區域性之水文地質單元，其中深處的礫石及砂質為臺北盆地的主要含水層，而其上方覆蓋的泥質沉積物則為阻水層。 2、臺北盆地地下水水質除鐵、錳及氨氮等三項外，其餘多符合飲用水水質標準。 3、地下水補注量推估方面，前水資會(民國 61 年)曾推估為每年 1.5 億噸，能邦公司(民國 89 年)以一維垂向水平衡法估算其值約每年 0.51 億噸，而李振誥(民國 91 年)以河川基流量配合數值模擬推估其值則約為每年 1 億噸。
	臺北盆地地下水可再利用量評估	國立成功大學資源工程研究所	97	主要目的為評估臺北盆地地下水可再利用水量，由水文地質資料建構地下水流數值模型，以地下水位監測資料校正數值模式，進而進行地下水可再利用量與對地下水環境影響進行評估。	由研究成果可知，以合適出水量與水位為限制條件，臺北盆地地下水可再利用量每年約 58.69×10^6~80.83×10^6 立方公尺。若地下水位限制僅針對基隆河、新店溪與大漢溪等七個分區進行開發，評估其地下水可再利用水量每年約 15.66×10^6~27.82×10^6 立方公尺，且其最大水位洩降約 0.17 公尺，對地下水位影響不大。
	臺灣地區水文地質分區特性	經濟部中央地質調查所	97	主要針對臺北盆地水文地質狀況進行說明。	由本報告評估成果可知，地下水補注區主要位於景美及板橋，往中和及三重一帶，松山層漸厚，約 50~100 公尺，形成區域性阻水層。
桃園中壢臺地	地下水環境調查及分析作業先驅規劃(1/2)	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	本報告主要蒐集臺灣地區歷年與地下水相關調查、規劃及研究資料，區分水文地質、地下水水質、地下水水文進行彙整。	地下水補注量推估方面，前水資會(民國 72 年)曾推估為每年 1.17 億噸，能邦公司(民國 89 年)以一維垂向水平衡法估算其值約每年 3.43 億噸。

表 2-5　本計畫蒐集各地下水區地下水資源相關研究成果(續)

地下水區	計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
桃園中壢臺地	桃園地區地面地下水聯合管理整合模式評估與建構(1/2)	經濟部水利署	96	本報告主要利用水平衡分析之方法評估桃園地區之補注量、抽水量、第一含水層儲蓄量與第二含水層儲蓄量之變化。	1、桃園地區之主要補注來源為灌溉入滲量，河川入滲量因桃園中壢臺地之河流皆細且流量不豐，故河川補注量甚少。 2、本計畫根據水平衡方程式反推抽水量，水平衡分析所推估民國 91 至 93 年之平均抽水量為 1.48 億噸，而模式計算之抽水量略比入滲量大 0.0748 億噸，顯示桃園地區沿海區域確有超抽地下水之情形，而內陸區域地下水位則微幅上升。
	臺灣地區水文地質分區特性	經濟部中央地質調查所	97	主要針對桃園中壢臺地水文地質狀況進行說明。	本區域主要地下水層可分為兩層，地下水層一為上部的階地礫石層，以晚更新世紅土礫石層為主廣泛分布於全區；地下水層二為下伏的更新世楊梅層。
	臺灣地區地下水觀測網整體計畫精要成果彙編	經濟部水利署	101	本報告主要以「臺灣地區地下水觀測網整體計畫成果彙編(81~97 年度)」為藍本，補遺未齊全之站井參數及繪製更新至 100 年度之地下水等水位線，並配合中央地質調查所針對各地下水區水位分層正確性、摘錄重要參數及站井分布。	1、本區域含水層可分為兩層，第一層為表層的階地礫石層，第二層為下伏的更新世楊梅層砂層。表層階地礫石含水層廣泛分布於全區。 2、地下水水位方面，以民國 98 年與 100 年 1 月及 8 月平均地下水水位進行地下水水位等值圖分析，由分析結果可知，在沿海地區之地下水位呈現偏低情況。
新竹苗栗沿海地區	新苗地區地下水調查報告	經濟部水資源統一規劃委員會	65	本報告主要針對地下水開發現況、地下水可開發量進行說明，而開發現況主要蒐集各標的水井用水量；地下水可開發量主要先針對地層構造進行調查，利用溫納四電極法電層電測結果為主，輔以水井地層圖資料相互驗證。而各地層體積估算則依照地層構造圖中各地層別之厚度計算其體積。	由本報告可開發量之估算結果可知，新苗地區之面積約為 338 平方公里，其可開發量為 1.8 億立方公尺。
	臺灣地區地下水資源管理決策支援系統建置	經濟部水利署	91	本報告利用數值模型進行新竹苗栗沿海地區各子分區數值模擬工作，利用模式求得其地下水補注量及抽水量。	由本報告推估結果顯示，新竹苗栗沿海地區地下水補注量約每年 1.4 億立方公尺，而地下水抽水量約為 1.2 億立方公尺。
	地下水環境調查及分析作業先驅規劃(1/2)	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	本報告主要蒐集臺灣地區歷年與地下水相關調查、規劃及研究資料，區分水文地質、地下水水質、地下水水文進行彙整。	地下水補注量推估方面，前水資會(民國 72 年)曾推估為每年 1.8 億噸，能邦公司(民國 89 年)以一維垂向水平衡法估算其值約每年 4.35 億噸。而中興公司(民國 91 年)以地下水數值模式推估其值為每年 1.4 億噸。
	臺灣地區水文地質分區特性	經濟部中央地質調查所	97	主要針對新竹苗栗沿海地區水文地質狀況進行說明。	新苗地區以現有地形、地層、構造及水力參數的資料，僅能將含水層大致分為兩大類。第一類為較年輕的全新世含水層，包含全新世沖積層及全新世階地堆積層；第二類為較老的更新世含水層，包含更新世臺地堆積、店子湖層及頭嵙山層。而區內出露的卓蘭層及錦水頁岩則因透水係數極低，故歸類為阻水層。
	臺灣地區地下水觀測網整體計畫精要成果彙編	經濟部水利署	101	本報告主要以「臺灣地區地下水觀測網整體計畫成果彙編(81~97 年度)」為藍本，補遺未齊全之站井參數及繪製更新至 100 年度之地下水等水位線，並配合中央地質調查所針對各地下水區水位分層正確性、摘錄重要參數及站井分布。	1、新苗地區主要的地形為臺地、丘陵及沖積平原，較大面積的沖積平原位於主要河流的下游，而上游地區則為寬度小於 5 公里的河谷平原，具地下水水資源的沖積層，多分布在主要河流的下游河谷。 2、地下水水位方面，以民國 94 年及 100 年地下水水位資料，進行地下水水位等值線空間分布。資料顯示，新竹苗栗臨海地區第一、二含水層在民國 94 年與 100 年地下水水位空間分布差異不大，而第三含水層位於竹南、頭分一帶、公館、苗栗以及後龍鎮一帶觀測井資料過於缺乏，尚未能全面掌握地下水流向之變化。
臺中地區	地下水環境調查及分析作業先驅規劃(1/2)	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	本報告主要蒐集臺灣地區歷年與地下水相關調查、規劃及研究資料，區分水文地質、地下水水質、地下水水文進行彙整。	地下水補注量推估方面，前水資會(民國 72 年)曾推估為每年 3.79 億噸，能邦公司(民國 89 年)以一維垂向水平衡法估算其值約每年 5.55 億噸。
	臺中盆地地下水資源利用調查評估總報告	經濟部水利署水利規劃試驗所	100	本報告利用基本資料蒐集彙整與分析，對於臺中盆地之地下水資源進行整體評價，亦評估後續開發運用之可行性。	1、根據臺中盆地地下水水質分析成果顯示，除盆地下游區域外，其餘地區之水質大致符合飲用水水源水質標準。 2、以 MODFLOW 數值模式進行臺中盆地地下水平衡分析，臺中盆地年抽水量為 2.41 億立方公尺，年補注量為 2.43 億立方公尺。 3、安全出水量約為每年 4 億立方公尺，扣除現況後約每年 2 億立方公尺流出至河道，地下水可開發量為每日 15 萬立方公尺。 4、臺中盆地適宜開發區位(1)大甲溪南岸豐原、潭子、大雅、神岡區一帶；(2)烏溪南岸芬園鄉、草屯鎮一帶近河道區域；(3)筏子溪匯入烏溪前位於烏日區境內。
	臺灣地區地下水觀測網整體計畫精要成果彙編	經濟部水利署	101	本報告主要以「臺灣地區地下水觀測網整體計畫成果彙編(81-97 年度)」為藍本，補遺未齊全之站井參數及繪製更新至 100 年度之地下水等水位線，並配合中央地質調查所針對各地下水區水位分層正確性、摘錄重要參數及站井分布。	本區水文地質初步分析在臺灣之地質分區上屬西部麓山地帶之外麓山帶，依據地形特徵，可將臺中地區區分成兩個地下水分區：大肚山臺地和八卦山臺地以東之臺中盆地，及大肚山臺地以西之清水海岸平原。臺中盆地地下水主要受北部大甲溪河水入滲形成，盆地本身集水及地面滲透次之，東部源自丘陵地帶諸溪流則補給盆地東部太平沖積扇之地下水，南端由烏溪補給。大甲扇狀平原與清水海岸平原之地下水源也多賴大甲溪河床補給。

表 2-5　本計畫蒐集各地下水區地下水資源相關研究成果(續)

地下水區	計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
濁水溪沖積扇	大濁水沖積扇地區地下水源勘查報	臺糖農業工程處、中國農村復興委員會及臺灣省水利局合組地下水勘測隊	46	本報告利用資料蒐集、現地抽水試驗、水位觀測及水質檢測等方法評析濁水溪沖積扇地下水產量。	本報告評析濁水溪沖積扇年降雨入滲補注量為 3.48 億立方公尺，而河川側向補注量則為 6.34 億立方公尺，總補注量約為 9.82 億立方公尺，另亦評析約有 3.11 億立方公尺水量係補注至淺層含水層，故評析濁水溪沖積扇之地下水年產量即為 3.11 億立方公尺。
	大濁水沖積扇地區地下水源複勘報告	臺灣省政府建設廳地下水工程處	52	本報告利用資料蒐集、現地抽水試驗、水位觀測及水質檢測等方法評析濁水溪沖積扇地下水補注行為。	本報告指出濁水溪沖積扇於深度 60~80 公尺及 110~130 公尺之含水層年補注量為 2.96 億立方公尺。
	濁水溪沖積扇地區地下水資源調查	臺灣省水利局	80	本報告利用資料蒐集、現地抽水試驗、水位觀測及抽水量調查等方法評析濁水溪沖積扇地下水安全可再開發量。	本報告指出於民國 80 年間濁水溪沖積扇安全可再開發量約為 1.07 億立方公尺。
	濁水溪沖積扇地面地質材料粒徑分析及現地入滲試驗研究	經濟部中央地質調查所	81	本報告利用雙環入滲試驗調查濁水溪沖積扇總計 280 個試驗點位之表土入滲特性。	本報告繪製表土入滲率空間分布圖，並指出於濁水溪、大肚溪及朴子溪附近地面顆粒較粗為中、高入滲區，滲透率佳，為天然良好之地下水補注區，而愈遠離河流則地面顆粒較細，為低入滲區。
	濁水溪地面地下水聯合運用：第一階段-濁水溪沖積扇地下水人工補注可行性報告	經濟部水利處	86	本報告利用蒐集資料方式，針對濁水溪沖積扇地下水進行地下水時空分布分析，並探討不同人工補注方式之可能補注量，所採用之方法包含經驗值法與達西定律分析方法。	1、天然河道法：每公頃每天 105.4 立方公尺補注量 2、灌溉法：每公頃每天 50 立方公尺補注量 3、人工湖泊法：每公頃每天 262.9 立方公尺補注量 4、補注井法：每一口井每天 684 立方公尺補注量。
	臺灣地區地下水觀測網第一期計畫-濁水溪沖積扇水文地質調查研究總報告	經濟部中央地質調查所	88	本報告綜整地下水觀測網第一期計畫對於濁水溪沖積扇相關調查成果，包含地質鑽探、地球物理探測、地層研究及水文地質研究等。	本報告提出濁水溪沖積扇之水文地質架構及補注區位，指出濁水溪沖積扇之補注來源包含河水、雨水及灌溉水均由扇頂及丘陵地區入滲，此區域為各含水層共同補注區。
	濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用總報告	經濟部水利處	90	本報告利用資料蒐集，針對地面水及地下水資源特性、水權量、運用現況進行分析，並針對地下水抽補特性調查與分析。藉由規劃區域地面地下水聯合運用方案。	1、彰化扇頂、扇央地下水出水能力佳；建議優先配合八堡圳與莿仔埤圳鑽掘水井，增強彰化水利會灌溉系統地面與地下水聯合調配能力。 2、評估雲林地區地下水年抽水量達 5,370 萬噸，出水量高者位於扇頂與扇央，占整體出水量 86%。
	濁水溪下游河道伏流水及地下水調查分析	經濟部水利署中區水資源局	96	本計畫利用基本資料蒐集、水質檢測分析、地電阻探測及數值模型分析濁水溪下游河道(二水鐵橋至西螺大橋)之伏流水及地下水資源。	本報告指出濁水溪沖積扇之地下水總蘊藏量約為 53.11 億立方公尺，而地下水年補注量因灌溉入滲率之不同介於 4.8~10.29 億立方公尺。
	濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用管理模式建立與機制評估	經濟部水利署中區水資源局	96	本報告利用基本資料蒐集，並進行數值模型建置，藉由評估可利用水量。	本報告彙整相關文獻之地下水補注量約介於 8~12 億立方公尺，此計畫推估之結果約 8.12 億立方公尺，其中彰化地區平均為每年 3.82 億立方公尺；雲林地區平均為每年 4.30 億立方公尺
	臺灣地區濁水溪沖積扇及屏東平原地下水合理出水量分析	經濟部水利署	100	依據各觀測井之水位變動趨勢，並納入地層下陷因子以訂定管理水位。	1、各月分安全、下限、嚴重下限水位分別為各月分日水位資料經水文頻率分析後 H15、H65、H80。 2、濁水溪沖積扇以第一含水層有較高蓄水量可供應用，惟當以安全水位為基準時，濁水溪沖積扇因多數觀測井水位均已低於安全水位，故估算可供應用之蓄水量甚低。 3、濁水溪沖積扇因地層下陷問題持續發生，建議暫勿規劃備用水源水井設置。
嘉南平原	嘉南海岸沖積平原地下水勘查報告	臺灣省政府建設廳地下水工程處	49	本報告利用資料蒐集、現地勘查、水井調查、地質鑽探、抽水試驗及水質檢測等調查工作，評析嘉南平原地下水資源。	1、本區地下水來源為區內降雨，但因水文資料不全，無法估算其補注量。 2、本區以概估方式估算其年出水量約為 3.1 億立方公尺。
	嘉雲區域地下水調查報告	經濟部水資源統一規劃委員會	66	本報告於嘉義地區利用資料蒐集、水位觀測、抽水試驗及水質檢測等調查，評析嘉義地區之地下水資源。	1、嘉義地區地下水自東南處八掌溪上溪，流向西北之北港溪下游，主要水源來自八掌溪、朴子溪及山區降雨或灌溉用水之間接流入。 2、嘉義地區流通係數為雲林地區之 1/10，顯見嘉義地區地下水資源不佳。 3、嘉義縣之布袋、義竹等鄉鎮已有海水污染之現象。

表 2-5　本計畫蒐集各地下水區地下水資源相關研究成果(續)

地下水區	計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
嘉南平原	臺灣地區南部區域水資源綜合發展計畫-地下水資源運用現況及其供水潛能分析	經濟部水資源局	87	本報告利用資料蒐集，利用所蒐集之資料進行地盤沉陷特性分析及區域水平衡分析工作，探討嘉南平原之地下水供水潛能。	1、年平均地下水使用量約為 14.98 億立方公尺。 2、年平均補注量約為 14.30 億立方公尺。 3、嘉南平原地區地下水已有超抽之情況。
	臺灣地區地下水觀測網第二期計畫-嘉南平原及蘭陽平原水文地質調查	經濟部中央地質調查所	90	本報告利用地質鑽探、地物井測、沉積物粒度分析、碳 14 定年分析等調查工作，釐清嘉南平原水文地質特性。	1、嘉南平原泥層分布廣闊，除北港溪與朴子溪流域、中部曾文溪流域及南部高雄港區外，其餘地區泥層厚度均達 60%以上，而上述三區則亦達 40%以上，粗砂僅於斗六丘陵西側、曾文溪中上游、高雄港區等三處約有 10%以上分布；而礫石部分僅有斗六丘陵、嘉義丘陵西側及鳳山隆起珊瑚礁等三處約有 10%左右之分布，其餘地區均無礫石分布。 2、僅全新世層序為本分區唯一可比對之界限，其餘均呈現不規則之古地形。 3、依氫氧同位素分析成果顯示，嘉南平原地下水之來源與區內河流有關，來自於平原東側丘陵區，平原南端則來自高屏溪下游區域。另嘉南沿海地區有顯著海水污染現象。
	地下水環境調查及分析作業先驅規劃(1/2)	經濟部水利署水利規劃試驗	96	本報告主要蒐集臺灣地區歷年與地下水相關調查、規劃及研究資料，區分水文地質、地下水水質、地下水水文進行彙整。	1、嘉南平原大致上以鹽水溪為界，分為南北兩段，北段地下含水層聯通性較南段佳。 2、嘉南平原民國 93 年各用水標的中以農業用水佔 63.3%最多，工業用水佔 18.7%次之，生活用水佔 18.0%最末。以水源別來看地下水用水佔 43.8%，地面水用水佔 56.2%。 3、地下水補注量估算部分，水資會推估嘉南平原地下水補注量為每年 5.53 億噸，能邦公司以一維垂向水平衡法推估補注量約為每年 8.53 億噸，中興公司以數值模擬估算之補注量約為每年 5.11 億噸。
	臺灣地區水文地質分區特性	經濟部中央地質調查所	97	主要針對嘉南平原水文地質狀況進行說明。	1、綜合沉積物的分析資料，可將嘉南平原以鹽水溪為界分為南、北兩段：北段為沉積盆地系統，為海相、陸相環境交錯之沉積層，地下水層連通性較佳；南段受活躍的新期構造運動所控制，包含數個海相泥岩組成的基盤高區，呈現與北段不同之型態。 2、沉積谷地，兩者之間無法對比、聯結。 3、嘉南平原北段深約 220 公尺內之地層由上而下主要可劃分為：含水層一大致分布在深度 60 公尺，向南加深至 90 公尺左右；含水層層二約分布於 80~120 公尺之間；含水層三則分布於 120~210 公尺之間，而在 210 公尺之下的含水層則因鑽井深度僅至 250 公尺，且砂層比例極低，因此僅概略性的將其歸類於含水層四。 4、嘉南平原南段受新期構造活動影響，基盤高區固結的海相泥岩，將本區域分割成數個獨立的地下水次分區。就含水層一而言，雖然各站的砂層比例皆高，但其厚度卻受基盤高低影響變化極大，就含水層分層而言，固結的海相泥岩基盤，阻斷了側向的連通性。含水層二以下的深度，除五林站、中洲站等構造低區以外，各站的砂層厚度皆趨近於零，判斷應不具地下水資源的潛能。
	臺灣地區地下水觀測網整體計畫成果彙編	經濟部水利署	99	整合至目前所有站井資料、部分資料重新分析繪製(如水文地質圖、地下水水位變化圖)及最新調查之地下水水質分析資料等	1、更新各分區地下水位水位變化至 98 年度。 2、蒐集彙整各分區水文地質參數。 3、新增各分區(民國 95 至民國 98 年)地下水水質分析資料。
屏東平原	臺灣地區南部區域水資源綜合發展計畫-地下水資源運用現況及其供水潛能分析	經濟部水資源局	87	本報告利用資料蒐集進行地盤沉陷特性分析及區域水平衡分析工作，探討屏東平原之地下水供水潛能。	1、屏東平原地下水年使用量約為 9.20 億立方公尺。 2、屏東平原地下水年補注量約為 9.04 億立方公尺。
	地層下陷防治推動綜合計畫-屏東平原地層下陷區安全出水量之估算與應用	經濟部水資源局	87	本報告利用資料蒐集及數值模型模擬分析屏東平原安全出水量。	1、屏東平原年平均抽水量約為 10.1 億立方公尺，河川流入地下水量約為每年 3.49 億立方公尺，而地下水流入河川水量約為每年 0.938 億立方公尺，地面入滲量約為每年 5.85 億立方公尺，推估年平均超抽量為 0.5 億立方公尺。 2、如達「地下水位低於零水位線面積兩年內不增加，五年內減少一半」之目標，屏東平原抽水量需減少 34%。
	地下水觀測網及地層下陷防治綜合執行計畫-屏東平原地下水補注量估算	經濟部水資源局	90	本報告利用資料蒐集方式，配合一維垂向非飽和模式分析垂向補注量及達西公式估算側向補注量，進而求得總補注量。	本報告成果顯示，屏東平原於 1997 年至 1999 年 3 年間之年總平均補注量分別為 11.78 億立方公尺、12.24 億立方公尺及 13.67 億立方公尺。
	臺灣地區地下水觀測第一期計畫-屏東平原水文地質調查研究總報告	經濟部中央地質調查所	91	本報告綜整地下水觀測網第一期計畫對於屏東平原相關調查成果，包含地質鑽探、地球物理探測、地層研究及水文地質研究等。	本報告提出屏東平原之水文地質架構及補注區位，指出屏東平原之補注來源包含河水、雨水及灌溉水，以荖濃溪和隘寮溪沖積扇及來社溪和力力溪沖積扇扇頂區為共同補注區，而區內河道則為甲級補注區。

表 2-5　本計畫蒐集各地下水區地下水資源相關研究成果(續)

地下水區	計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
屏東平原	屏東平原地面地下水聯合運用機制檢討與個案工程規劃(1)	經濟部水利署南區水資源局	95	本報告利用基本資料蒐集及數值模型模擬，進行地下水水位變化趨勢分析，探討地下水水質與污染、海水入侵與地層下陷變化趨勢及地下水補注方案等課題。	1、屏東平原地下水使用量約 9.78 億立方公尺，佔總用水量 64%。 2、地下水模式計算，屏東平原每年地下水可開發量介於 11 至 22 億立方公尺，並以不超過平水年之潛能量 16 億立方公尺為宜。 3、水質數據來看，扇頂區地下水水質較適合開發，但需注意硝酸鹽偏高問題。
	地下水環境調查及分析作業先驅規劃(1/2)	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	本報告主要蒐集臺灣地區歷年與地下水相關調查、規劃及研究資料，區分水文地質、地下水水質、地下水水文進行彙整。	地下水補注量推估方面，前水資會(民國 61 年)曾推估為每年 11.11 億噸，能邦公司(民國 89 年)以一維垂向水平衡法估算其值約每年 14 億噸，中央地調所(民國 90 年)以地下水位歷線法分析，每年為 20.66 億立方公尺。
	屏東平原地下水補注之試驗研究(3/3)	經濟部水利署南區水資源局	96	本報告利用基本資料蒐集、地下水補注試驗、土壤物化分析、水質檢測分析、地球物理試驗及數值模型模擬等方法探討屏東平原進行地下水補注之效益。	1、模擬地下水補注後，區域地下水位隨地下水補注抬高，第一含水層抬升 0.70 公尺，第二含水層 0.88 公尺，第三含水層 0.68 公尺。 2、補注效益顯示，第一層獲得補注量最大；其次為第二層；第三層為最小。
	臺灣地區濁水溪沖積扇及屏東平原地下水合理出水量分析	經濟部水利署	100	依據各觀測井之水位變動趨勢，並納入地層下陷因子以訂定管理水位。	1、各月分安全、下限、嚴重下限水位分別為各月分日水位資料經水文頻率分析後之 H15、H65、H80。 2、屏東平原以第一含水層有較高蓄水量可供應用。
	區域地下水資源永續利用研究-以屏東平原地下水分區為例	經濟部水利署水利規劃試驗所	102	本報告利用基本資料蒐集及數值模型模擬方法，評析於不同環境限制條件下，如地層下陷、海水入侵及生態流量等之地下水合理水位，並據此提出屏東平原地下水永續利用之策略。	1、考量河川生態及地層下陷災害風險之合理水位下限值參考值 G95 可作為永續使用地下水之參考，並可依其值擬定地下水利用之相關策略。 2、若以最大可再開發之潛能量進行評估，第一含水層於崁頂鄉每年可再抽用水量有 2.98 百萬噸、里港鄉每年可再抽用水量有 9.82 百萬噸、大樹鄉每年可再抽用水量有 9.60 百萬噸；第二含水層於大樹鄉每年有可再抽用水量 4.04 百萬噸。 3、屏東平原地下水永續利用策略中，如地層下陷災害風險區依策略進行減抽時，可全面抬升地層下陷災害風險區之地下水位；若抽水量減半執行，則水位抬升幅度較小；若在下游減抽策略尚未執行前，若以潛能量先開採上游可再開採區之地下水，則會造成地層下陷災害風險區地下水位額外下降約 1 至 12 公分。
花東縱谷	花東縱谷地下水調查研究	經濟部水利署水利規劃試驗所	91	本報告利用資料蒐集，配合水平衡分析評析花東縱谷地區地下水資源概況。	1、花東縱谷地區地下水年流入量約為 9.60 億立方公尺，而年流出量則為 3.61 億立方公尺。 2、本分區地下水可再開發潛能量採蘊藏量 10%計，約為 4.35 億立方公尺。
	花蓮溪流域地下水資源調查	經濟部水利署水利規劃試驗所	94	本報告利用資料蒐集、地電阻調查、同位素分析、化學離子濃度分析及數值模型模擬等方法，評估花蓮溪流域之地下水資源概況。	1、現地實驗結果推估側向流量所得之集水區上游降雨有效入滲係數與模式假設值 0.3 差異不大，證明模式假設值可代表上游集水區降雨入滲情況。 2、量測河川上下游流量差異及同位素與化學物質水中含量分布，可證明萬里溪於鳳林地區為河川補注地下水區域。 3、透過參數敏感度分析與水平衡收支得知，河川底床透水係數為影響花蓮溪流域地下水儲存量主要參數，而地下水側流補注量影響極小。
	花蓮溪流域地下水資源調查	經濟部水利署水利規劃試驗所	94	本報告利用資料蒐集、地電阻調查、同位素分析、化學離子濃度分析及數值模型模擬等方法，評估花蓮溪流域之地下水資源概況。	1、現地實驗結果推估側向流量所得之集水區上游降雨有效入滲係數與模式假設值 0.3 差異不大，證明模式假設值可代表上游集水區降雨入滲情況。 2、量測河川上下游流量差異及同位素與化學物質水中含量分布，可證明萬里溪於鳳林地區為河川補注地下水區域。 3、透過參數敏感度分析與水平衡收支得知，河川底床透水係數為影響花蓮溪流域地下水儲存量主要參數，而地下水側流補注量影響極小。
	知本溪、金崙溪流域地下水資源調查評估總報告	經濟部水利署水利規劃試驗所	98	本報告利用資料蒐集、航照判釋、現地入滲試驗、氫氧同位素分析、地電阻探測及數值模型模擬等方法，評估知本溪、金崙溪流域地下水資源概況。	1、利用穩定氫氧同位素示蹤劑，判斷知本溪流域地下水補注以山區河水佔 68%；平原雨水佔 32%。金崙溪流域之山區河水佔 84%；平原雨水佔 16%。 2、地電阻影像剖面探測方法顯示知本溪中游地區第二層深約 25~100 公尺，金崙溪中游深度 25~80 公尺，為主要含水層。 3、數值模擬顯示，知本溪年補注量為 0.55 億立方公尺，安全出水量為 0.49 億立方公尺/年。金崙溪補注量為 0.68 億立方公尺，安全出水量為 0.26 億立方公尺/年。
	花蓮地區地面地下水聯合運用研究	經濟部水利署水利規劃試驗所	99	本報告利用基本資料蒐集及數值模型模擬，評估花蓮地區地面地下水聯合運用之可行方案。	1、花蓮於民國 97 年每日地下水可開發量分別為北區 14.5 萬立方公尺、中區 10.85 萬立方公尺、中區鳳林 6.8 萬立方公尺及南區 10.2 萬立方公尺。 2、北、中、中區鳳林及南區每日地下水可抽取量於豐水年約 18.56 萬立方公尺、13.89 萬立方公尺、8.71 萬立方公尺、13.06 萬立方公尺；枯水年約 11.6 萬立方公尺、8.68 萬立方公尺、5.45 萬立方公尺、8.16 萬立方公尺。
	臺東地區地面地下水聯合運用可行性評估	經濟部水利署水利規劃試驗所	101	本報告利用基本資料蒐集及數值模型模擬，評估臺東地區地面地下水聯合運用之可行方案。	1、臺東都會區及池上關山區於民國 98 年每日地下水可開發量分別為 9.12 萬及 9 萬立方公尺。 2、臺東都會與池上關山在豐水年地下水可抽取量約每日 12.65 萬立方公尺 及 12.48 萬立方公尺，枯水年時約每日 7.35 萬立方公尺及 7.26 萬立方公尺。

表 2-5　本計畫蒐集各地下水區地下水資源相關研究成果(續)

地下水區	計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
蘭陽平原	臺灣地區地下水觀測網第二期計畫-嘉南平原及蘭陽平原水文地質調查	經濟部中央地質調查所	90	本報告利用地質鑽探、地物井測、沉積物粒度分析、碳 14 定年分析等調查工作，釐清蘭陽平原水文地質特性。	1、蘭陽平原除蘭陽溪上游泥層較少外，其餘區域皆有 40%以上之泥層，細砂主要分布於海岸區域，粗砂分布則與細砂相近，礫石主要分布於蘭陽溪上游，比例可達 60%以上。 2、依氫氧同位素分析成果顯示，蘭陽平原地下水之來源主要來自於平原西側及南側山區，來源高度分布於 100~80 公尺之間。
	蘭陽地區地面地下水聯合運用規劃	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	本報告利用基本資料蒐集及數值模型模擬評估蘭陽地區地面地下水聯合運用之方案。	1、地下水淨補注量每年 0.4 億立方公尺。 2、地下水用水量分別為農業用水 0.13 億立方公尺；民生用水 0.42 億立方公尺；工業用水 0.41 億立方公尺。 3、地下水開發潛能評估以三星補注量 0.19 億立方公尺最大；羅東補注少，不易開發；宜蘭、冬山與蘇澳呈超抽現象；頭城、礁溪、壯圍與五結易發生地層下陷，不建議開發。
	蘭陽地區地面地下水調配及管理模式整合初步規劃	經濟部水利署水利規劃試驗所	97	本報告利用基本資料蒐集及數值模型模擬評估蘭陽地區地面地下水聯合運用之方案。	蘭陽平原年地下水補注量約為 1.04 億立方公尺，而年地下水抽水量則為 0.96 億立方公尺。
	蘭陽地區地面地下水調配及管理系統建置規劃	經濟部水利署水利規劃試驗所	98	本報告利用基本資料蒐集及數值模型模擬評估蘭陽地區地面地下水聯合運用之方案。	1、蘭陽地區自民國 96 年已無明顯持續地層下陷區。 2、蘭陽地區水資源豐沛，地層下陷呈減緩趨勢，但局部地下水位逐年下降，應儘可能減抽地下水；本區無大型蓄水設施調蓄供水，除地下水井外，仍需適度開發備用地下水源。 3、不考慮氣候變遷影響，估計每日可減抽 6.6 萬立方公尺，民國 105 年後可減抽 11 萬立方公尺，即水公司公共給水全部停抽。

表 2-6　本計畫蒐集各地下水區伏流水資源相關研究成果

地下水區	計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
濁水溪沖積扇	清水溪及濁水溪流域伏流水調查報告書	經濟部水資源統一規劃委員會	56	本報告利用現地調查方式，包含河川坡度測定、抽水試驗、土壤分析、水質分析及水位觀測等，評估清水溪及濁水溪流域之伏流水資源。	本報告指出位於清水溪下游處(斗六大圳渠首工一帶)，伏流水深度約為地表下 7 公尺，但因其河床地質多為巨礫，設井或集水廊道之經濟價值不高；另於濁水溪於林內取水口及莿仔埤圳取水口伏流水深度約為地表下 20 公尺，因其深度過深，亦不具開發價值；僅於濁水溪中下游處(永基圳一帶)因伏流水深度淺，水量豐沛具有較佳之開發條件。
	河床伏流水開發利用評估技術報告	經濟部技術處	86	本報告利用遙測影像判釋、地面地球物理探測、水位觀測、流量量測等方法，評估於濁水溪中沙大橋至自強大橋河段伏流水潛能量，並利用即時監測系統監測伏流水水量變化。	1、自強大橋端伏流水水位在枯水季較河川高，可補注河川，設置地下潛堰引用伏流水供枯水期使用時應在靠近自強大橋端附近設置較佳。 2、調查區域枯水期水位下降緩慢，顯示枯水期仍有一定伏流水量可供使用，如以潛堰配合集水管方式取水，約可得 4.9cms 水量。
	濁水溪下游河道伏流水及地下水調查分析	經濟部水利署中區水資源局	96	本計畫利用基本資料蒐集、水質檢測分析、地電阻探測及數值模型分析濁水溪下游河道(二水鐵橋至西螺大橋)之伏流水及地下水資源。	本報告指出濁水溪沖積扇之地下水總蘊藏量約為 53.11 億立方公尺，而地下水年補注量因灌溉入滲率之不同介於 4.8~10.29 億立方公尺。
屏東平原	高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃	經濟部水利署南區水資源局	95	本報告利用基本資料蒐集、地電阻試驗及數值模型模擬探討地面地下水相互關係、水平衡分析及可取水量等。	1、以希爾法理論分析，於里港及佛光山安全出水量分別為 20 萬 CMD 及 15 萬 CMD；豐水期取水時，里港 43 萬 CMD、佛光山地區 25 萬 CMD。 2、針對地點、取水方式、取水量、維護管理等評估，豐水期里港可出水 10 萬 CMD，佛光山 5 萬 CMD；並建議先行開發里港地區伏流水集水工程及土庫農場淺層地下水工程。
	高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗	經濟部水利署南區水資源局	101	本報告利用基本資料蒐集、現地水文地質調查及數值模型模擬等方式，評析調查試驗場址之伏流水開發潛能。	1、依據現場地質鑽探以及地電阻探測結果，試驗場址之地表下 30m 內並無較厚且連續性佳之黏土層，屬於出水性佳之含水層。 2、抽水試驗分析結果，試驗場址之透水係數平均約為 4.65×10^{-4}m/sec，自由含水層之比出水量(S_y 值)為 0.238。微水試驗分析結果，試驗場址之 K 值平均為 3.22×10^{-4} m /sec，屬於良好之含水層。 3、經評估於興田地區以集水管及輻射井之供水潛能量，以集水管方案欲集水 10 萬 CMD 之伏流水源，其所需布設之集水管長度建議採用長度 1,000m、管徑 1.2m。而輻射井方案每座集水井設置 5 根外徑 φ300mm、長 30m 之輻射井，則興田地區每座可取水 10,160CMD，依此出水量之計算，則興田地區若設置輻射井 10 座， 計可出水為 101,600CMD。

三、臺灣地下水區水文地質特性

本計畫綜整所蒐集相關研究報告成果，並蒐集臺灣地區地下水觀測水位資料進行資料分析，繪製各項水文地質圖資，包含個觀測井地下水水位歷線、各地下水區地下水等水位(等勢能)線、地下水等深度線等，藉以研判各地下水區水文地質特性，各地下水區水文地質特性綜整於表 2-7，而各地下水區水文地質詳細說明如附錄二所示。

依表 2-7 內容，於臺灣本島九大地下水區中，地下水補注特性最優者，包含濁水溪沖積扇、屏東平原、花東縱谷及蘭陽平原等，其次則為臺北盆地及臺中地區，而地下水補注特性較劣者，為桃園中壢臺地、新竹苗栗沿海地區及嘉南平原等地下水區；於地下水使用現況可發現濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原地下水使用已達超限利用情況。

表 2-7　各地下水區水文地質特性綜整表

地下水區	面積(平方公里)	範圍	地下水資源分析深度(公尺)	含水層分層(層)	水文地質架構概述	補注量(億立方公尺)	抽水量(億立方公尺)	地下水觀測站(井)數	地下水觀測站平均密度(平方公里/站)	流通係數(m^2/min)	補注特性	地下水使用現況
臺北盆地	380	淡水河流域	200	2	臺北盆地地下水分區之含水層主要係由河流及沖積扇所堆積之厚層礫石及砂泥層所構成，含水層厚度於盆地西部較厚，盆地東部及北部較薄，含水層可區分為第一層含水層(松山層)及第二層含水層(景美層)，其中松山層為薄泥層所覆蓋(湖底沈積)，且松山層含水層很薄(10 至 20 公尺內)，屬於較差之拘限含水層，而景美層主要係以礫石所組成，厚度變化較劇。	1.75 (103)	1.02 (103)	26 (35)	14.62	第一層：2.10×10^{-2} 第二層：1.82×10^{-1}	佳	平衡
桃園中壢臺地	1,090	淡水河流域以南至鳳山溪以北	140	2	桃園中壢臺地地下水分區之含水層大致可分為兩層，第一層為表層的階地礫石層，包括晚更新世紅土礫石層與全新世的河階礫石；第二層為更新世楊梅層砂層。表層階地礫石含水層廣布於全地下水分區，呈東高西低型態，礫石粒徑愈往西邊愈小。楊梅層含水層岩相組合與沉積環境分析結果顯示，龍潭一帶均為陸相礫石堆積，往海側方向之南勢、頭洲及觀音等站則顆粒逐漸變小，呈現海相地層特性。另因新期構造抬昇影響，東側抬昇較高，造成地層具有向西傾斜之位態，故沿沖積扇發展之含水層亦呈現向西傾斜之情況，	3.43 (89)	1.48 (96)	28 (47)	38.93	第一層：6.90×10^{-3} 第二層：2.52×10^{-2}	劣	平衡
新竹苗栗沿海地區	900	鳳山溪以南至大安溪以北	141	2	新竹苗栗沿海地區地下水分區之含水層大致可分為第一層和第二層含水層。第一層含水層屬全新世沖積層、砂丘及更新世晚期的紅土礫石層，此類地下水層較未受斷層或構造的影響，地下水層呈水平分布。第二層含水層指更新世頭嵙山地層，由於受構造作用影響，形成許多獨立的小系統。區內出露以泥或極細砂為主的地層，因透水係數極低，歸類為阻水層。由於本區水文地質特性複雜，且沖積層多分布於不同河川沿岸，且互不連通，自成為單一含水層系統。	4.35 (89)	2.53 (91)	40 (66)	22.5	第一層：2.55×10^{-2} 第二層：1.81×10^{-2}	劣	節餘
臺中地區	1,180	大安溪以南至烏溪以北	200	臺中盆地(2)；清水海岸平原(4)	臺中盆地在盆地北部及東部皆以沖積扇所沉積之厚層礫石為主，無較明顯的阻水層。在盆地中部西側之烏日地區，地層仍以厚層礫石為主，但仍夾有數層砂泥層，形成區域之阻水層。清水海岸平原全區皆為現代沖積層所覆蓋，厚度超過 250 公尺，平均粒徑由北而南，由東而西逐漸變小。含水層厚度在平原北部及東部超過 100 公尺，至平原西南一帶，含水層厚度降至 50 公尺以下，且位置較深。	6.03 (103)	3.58 (103)	35 (49)	33.71	第一層：7.33×10^{-1} 第二層：3.68×10^{-1} 第三層以下：無資料	佳	節餘
濁水溪沖積扇	1,800	烏溪以南至北港溪以北	300	4	濁水溪沖積扇於地面 300 公尺深度內之水文地質架構是由 4 層含水層間夾 3 層阻水層所組成，而阻水層向東尖滅，扇頂附近的各地下含水層則互相連通，含水層延伸至臺灣海峽中，各層最終都分別尖滅於增厚之阻水層中，亦即各地下含水層在下游端應該近似封閉，並未於海床出露。	10.26 (103)	14.43 (103)	97 (230)	18.56	第一層：3.74×10^{-1} 第二層：4.45×10^{-1} 第三層：3.34×10^{-1} 第四層：1.37×10^{-1}	優	超限
嘉南平原	2,520	北港溪以南至高屏溪右岸丘陵	170	鹽水溪以北(4)；鹽水溪以南(不規則)	嘉南平原北段為多條發源自麓山帶河川堆積而成，沉積環境主要受到第四紀以來海水面變化的影響，其沉積速率向南遞增，但其粒度則反向南變細，此區域大致可區分為四層含水層；嘉南平原南段受新期構造活動影響，已固結的海相泥質基盤高區將本區域分割成數個獨立的地下水次分區。南段東西向縱深不到 15 公里，且因受構造影響，站與站之間的岩性變化極大。	7 (103)	9.07 (103)	95 (186)	26.53	第一層：3.07×10^{-2} 第二層：1.91×10^{-2} 第三層：2.04×10^{-2} 第四層：1.50×10^{-2}	劣	超限
屏東平原	1,130	高屏溪右岸丘陵至林邊溪以南	152	4	屏東平原地下水分區之含水層極為發達，厚度大且延展遍布全區，而近地面的頂層礫石非拘限含水層愈往西愈薄。阻水層僅在沿海地區有較連續的分布，並夾於含水層中，厚度遠小於含水層。含水層只有在南側有顯著之分隔，在平原北側及東側則合而為一。屏東平原之含水層大致可區分為含水層一、含水層二、含水層三之一及含水層三之二等四層。	7.77 (103)	9.97 (103)	70 (151)	16.14	第一層：7.10×10^{-1} 第二層：5.05×10^{-1} 第三之一層：5.09×10^{-1} 第三之二層：2.96×10^{-1}	優	超限
花東縱谷	930	花蓮與臺東縱谷	202	縱谷地區地面以下均為透水層	花東縱谷主要含水層為現代沖積層，一般含水層厚，質地粗淘洗佳、透水性良好，屬含水量極豐富之地下水區。本地下水區由於縱谷內並未發現明顯成層之黏土不透水層，其含水層可視為互通之自由含水層。	3.52 (89)	1.46 (101)	49 (54)	18.98	第一層：1.93	優	節餘
蘭陽平原	400	得子口溪至南澳溪	150	4	蘭陽平原含水層大致可劃分為四個含水層及三個阻水層，自地面以下分別為第一含水層、第一阻水層、第二含水層、第二阻水層、第三含水層，第三阻水層、第四含水層及岩盤，本區等岩盤線主要由西往東及由南北往中央漸增，含水層平均厚度約在 200 公尺左右。	1.04 (97)	0.96 (97)	35 (53)	11.43	第一層：6.08×10^{-1} 第二層：1.50×10^{-1} 第三層：2.43×10^{-2} 第四層：6.03×10^{-2}	優	平衡

註：1、地下水資源分析深度係指地下水區內觀測井最大深度。
2、水文地質參數代表值採該分層各觀測井之中位數代表。
3、補注量及抽水量採最近期研究成果數值代表，()標註研究成果產出年度。
4、地下水補注特性及地下水使用現況資料來源：國家發展發展委員會，我國地下水資源政策之研究，民國 103 年。

第三章　地下水資源調查之資料需求及調查參考手冊規劃

國內目前地下水資源開發之調查評估工作並無相關參考手冊可供依循，導致各地下水區地下水資源調查評析基礎不一，為避免各地下水區地下水資源可用水量評價差異，因此，本計畫擬訂之「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」(以下簡稱地下水參考手冊)係蒐集相關案例及文獻，針對臺灣地區地下水資源調查方法、作業流程及評量基礎等內容進行擬訂，以作為未來臺灣地區各地下水區地下水可用水量調查工作推動之參考基礎。

為求參考手冊內容完備，本計畫蒐集國外相關地下水資源調查參考手冊及文獻，包括美國墾務局(USBR)「地下水手冊」(Ground Water Manual)、美國農業部(USDA)「地下水資源管理技術指引」(Technical Guide to Managing Ground Water Resources)、美國 Roscoe Moss Company「地下水開發手冊」(Handbook of Ground Water Development)、日本綠資源機構(Japan Green Resources Agency)「地下水有效開發技術手冊」(地下水有効開発技術マニュアル)及中國大陸「供水水文地質勘察規範」等，另亦蒐集地下水資源調查評析專書包含 Kresic 所著「地下水資源-永續性、管理及復育」(Groundwater Resources, Sustainability, Management, and Restoration)及 Weight 所著「水文地質現地手冊」(Hydrogeology Field Manual)等。此外，本計畫亦蒐集國內相關規範、手冊及準則包含臺糖公司「水井手冊」、經濟部水利處「水資源規劃規範-水源開發規畫作業規範(草案)」及經濟部水利署水利規劃試驗所於民國 98 年「知本溪、金崙溪流域地下水資源調查評估」計畫所產出之「流域地下水資源調查準則」等。

本計畫藉由文獻蒐集及彙整，瞭解各國地下水資源調查作業方法，據以作為撰擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」之參考依據，以下針對本計畫所擬訂之地下水參考手冊簡要說明，完整地下水參考手冊內容詳如附冊一。

一、參考文獻摘要說明

（一）美國墾務局(USBR)，地下水手冊(Ground Water Manual)

美國墾務局於 1977 年出版的地下水手冊(Ground Water Manual)為一完整針對地下水調查、開發及管理等工作之參考手冊，厚達 695 頁之參考手冊中詳述對於地下水資源各項工作方法及相關規範，內容詳實且完整。該手冊共包含十六章節，內容涵蓋地下水文基礎理論、地下水資源調查方法、水井規劃設計及水井操作維護等，由其各章節內容可得知，該手冊不僅詳述地下水資源開發前之試驗調查及規劃，亦說明開發中之水井設計及鑽鑿開發方法，最後提出後續維護管理之方法，甚為完整。其中第二章中完整說明地下水資源調查應如何進行，可作為本計畫之重要參考依據。

於該手冊第二章說明地下水資源調查工作包含四個步驟，即規劃(Planning)、資料蒐集及現地作業(Data Collection and Field Work)、資料分析(Data Analysis)及報告撰寫(Report Preparation)，而每一專案的地下水調查工作均需依據其調查目的進而規劃應辦理之調查工作。以下簡要說明前述四步驟應辦理事項：

1、規劃(Planning)

於規劃階段，首先應先行定義地下水資源調查專案之目的及範圍，其後應蒐集現有資料進行審視，審視後至少應獲知以下資訊：

(1)現地調查工作需求及應蒐集之附加資料

(2)地下水數值模式建置所需資料

(3)研究區域尺寸及位置

(4)調查計畫之起始日、作業期間及完成日

(5)調查計畫等級(初步調查、進階調查、可行性調查及施工調查)

(6)調查計畫特殊需求

除了現有資料審視之後,於規劃階段另一重要工作則為規劃現地調查內容，包含調查項目、調查方法、使用設備、現地試驗規範及調查成果審核等。

2、資料蒐集及現地作業(Data Collection and Field work)

資料蒐集及現地作業步驟應辦理工作及應蒐集資料，包含定義現有資料(Identify Existing Data)、地下調查(Subsurface Investigation)、水質資料 (Water Quality Data)、氣象資料 (Climatic Data)、流量及逕流資料(Streamflow and Runoff)及土壤與植被資料(Soil and Vegetative Cover)等。

3、資料分析(Data Analysis)

於資料分析步驟應辦理工作包含圖說繪製(Maps and Diagrams)及地下水圖說解讀(Groundwater Map Interpretation)等二項重要工作，其中圖說繪製部分依照計畫需求可繪製之圖說包含地形圖(Topographic Maps)、航照圖(Aerial Photographs)、地質圖 (Geologic Maps and Sections)、地質剖面圖(Profile or Cross Sections)、等厚度圖(Isopach Map)、地層結構等值圖(Structure Contour Maps)、等水位線圖(Water-Table Contour Maps)、等勢能線圖(Piezometric Surface Maps)、地下水位等深圖(Depth-to-Water-Table Maps)、柵狀圖(Fence Diagrams)及水位歷線圖(Hydrographs)等。藉由圖說繪製，專業地下水工程人員即可進行地下水資源現況解讀,分析研究區域之地下水特性。

4、報告撰寫(Report Preparation)

美國墾務局手冊中明確列出地下水資源調查報告中應包含之內容,並說明並非任一調查報告均需包含全數內容，由美國墾務局所建議報告內容，可瞭解其涵蓋內容甚廣，可作為本計畫後續撰擬地下水參考手冊之參考。

（二）美國農業部(USDA)，地下水資源管理技術指引(Technical Guide to Managing Ground Water Resources)

此技術指引係為美國農業部為推動森林部門之國家地下水政策，其描述水文、地質及生態等概念，並說明管理者所應負擔之責任，其責任即在於如何使國家森林系統(National Forest System, NFS)地下水資源得以永續利用。

此技術指引共區分三部分，第一部分為介紹(Introduction)，說明此技術指引之目的、範圍及組織，並說明於國家森林系統中地下水資源之重要性。第二部分為地下水管理(Managing Ground Water Resources)，說明美國國家地下水政策、地下水使用現況、地下水水質概況、地下水對於生態系統之影響、影響地下水之人為活動、地下水觀測計畫及地下水管理人員所應具備之智能。第三部分則為水文地質原理與研究方法(Hydrogeologic Principles and Methods of Investigation)，此部分說明流域尺度水文地質原理及相關地下水研究方法，於此部分其羅列及說明各項地下水現地調查試驗及資料分析方法，包含水文地質調查、地下水觀測網建置、水文地質資料分析等，第三部分內容為本計畫撰擬地下水參考手冊之重要參考對象。

（三）美國 Roscoe Moss Company，地下水開發手冊(Handbook of Ground Water Development)

此手冊為 Roscoe Moss Company 有鑑於地下水開發相關書籍及文獻多著重於部分層面及特殊狀況之地下水問題，缺乏具全面性觀點之地下水開發參考書籍，因此依據該公司近 80 年地下水開發經驗，撰寫此手冊以供實務操作參考或作為教學之用，此手冊區分為三部分，第一部分為地下水原理及其存在形態，第二部分為與水井設計及建造所必需之參數說明，第三部分則為水井或井場操作營運，其共區分為二十章節章，其中，第三章(地下水探勘)

說明地下水探勘計畫流程及各類探勘方法內容包含調查計畫定義、地下水初步研究、水文地質架構建置、水平衡分析、水文地質參數探查、地球物理研究，資料整合分析及水井試鑿等，為地下水參考手冊撰擬之重要參考資料。

（四）日本綠資源機構(Japan Green Resources Agency：J-Green) 地下水開發技術參考手冊(Technical Reference for Effective Groundwater Development)

日本綠資源機構(Japan Green Resources Agency：J-Green)於 2004 年出版之地下水開發技術參考手冊(地下水有効開発技術マニュアル，Technical Reference for Effective Groundwater Development)為彙整該機構執行日本地下水庫工程及相關國際合作案之經驗之地下水開發參考手冊，該手冊包含七章節，內容依地下水調查步驟區分為基礎資訊、初步調查、現地調查、水井設計建造及維護管理等。各章節內容詳述地下水庫開發之初步調查及現地調查項目及規劃，亦提出相關地下水庫開發案例(印尼及墨西哥)建設執行成果，並針對維護管理進行說明，內容相當完整且有實例參考，其中第四章(現地調查)針對調查項目、調查流程及案例說明等進行說明；其中調查流程分別為地形地質調查、氣象水文調查、水力分析及可行性分析等，相關內容可作為本計畫地下水參考手冊之重要參考依據。

（五）中國大陸標準 GB 50027-2001 供水水文地質勘察規範(Standard for Hydrogeological Investigation of Water-Supply)

中國大陸於 2001 年出版的供水水文地質勘察規範為針對水文地質勘察技術、規劃、維護及水資源保護等工作之參考規範，該規範共包含十一章節，該規範不僅詳述地下水資源開發前之水文地質探勘及規劃，同時也說明不同類型供水需求的水文地質架構分析，最後提出如何保護地下水資源之方法，此規範重點內容簡述如下：

1、總則說明依供水地區水文地質條件(地形、地貌、沉積、含水層類型、流況、水質、需水量等)進行劃分，可劃分為簡單、中等和複雜等三類。供水水文地質勘察工作劃分為地下水普查、詳查、勘探和開採四個階段。

2、定義水文地質領域的專業術語與符號以供參考者使用。

3、水文地質測繪種類(地形、地貌、地層、泉水、地面水、地下水、水質、補注類型)、相關規定及專門要求(供水水源及地質材料間的關係)等。

4、描述使用地球物理方法探勘所需要的基本條件及背景資料調查。

5、說明水文地質鑽探方法及鑽孔的結構、設置及相關器材的選擇方式。

6、探討抽水試驗分類及方法，主要分為穩定流抽水試驗(定流量抽水試驗)及非穩定流抽水試驗(變流量抽水試驗)。

7、地下水動態觀測方面，敘述監測觀測井孔的出水量、水位、水溫、氣溫和湧泉的流量等相關項目及控制參數。

8、水文地質參數的相關計算包含水力傳導係數、儲水係數、影響半徑及降水入滲率等。

9、說明進行地下水的水量評價，應具備哪些資料，文中提到進行地下水的水量評價，應具備勘察區含水層的岩性、結構、厚度、分布、水力特性及相關參數；含水層的邊界條件，地下水的補注、流動及排水特性；水文、氣象資料和地下水動態觀測資料；初步擬訂的取水結構物類型和布置方案；地下水的開採現狀和今後的開採規劃；進行地下水的水量評價時，應根據需水量要求，結合勘察區的水文地質條件，計算地下水的補注量和允許開採量，必要時應計算儲存量。

10、說明地下水水質評價方面則應查明地下水的物理性質、化學成分、衛生條件和變化規律的基礎上進行。對開採的含水層有水力聯繫的其它含水層，以及能影響該層水質的地面水均應進行綜合評價。在地下水受到污染的地區，應在查明污染現狀的基礎上，著重對與污染源有關的有害成分進行評價，並提出改善水質和防止水質進一步惡化的建議和措施。

11、規定凡出現下列情況的地區，在沒有採取專門措施時，不應再進行擴大開發量的勘察：

(1)現有水源地的開發量和補注量已趨平衡，且在當前的技術經濟條件下補注量已不能增加。

(2)水質明顯惡化，不能滿足需要。

(3)現有水源地的開發已產生環境地質的危害。

最後附錄部分也提供了如何撰寫供水水文地質勘察報告的大綱，應有的圖表說明、地層符號、常用圖例、符號及土壤分類等。

(六)Kresic, N.，地下水資源-永續性、管理及復育(Groundwater Resources, Sustainability, Management, and Restoration)

此文獻為作者有鑑全球暖化(Global Warming)及氣候變遷(Climate Change)將衝擊全球水資源，以致地下水資源於全球水資源重要性逐漸昇高，地下水資源永續性、管理及復育將成為全球性重要課題。因此，作者綜整相關研究以地下水永續性、管理及復育為主要內容，撰擬因應全球變遷(Global Change)地下水資源開發及管理所應依循之方法，供地下水資源管理者參考。本文獻共有九章節，內容涵蓋地下水基礎理論、地下水水質檢測處理、地下水開發、地下水管理及地下水復育等，其中，第三章(地下水補注)描述地下水補注機制、影響地下水補注因素及估計地下水補注量之方法，為地下水參考手冊於地下水補注量估計內容參考對象，另於第八

章(地下水管理)則說明地下水永續性之概念，其重點在於地下水資源並非可更新之資源(Nonrenewable Resources)，因此，對於地下水資源使用應採更為保守之態度，以確保地下水資源之永續利用。

(七)Weight, W.D.，水文地質現地手冊(Hydrogeology Field Manual)

此手冊之編撰目的係為提供水文地質現地調查作業參考之用，其內容甚為廣泛，涵蓋飽和層及未飽和層水文地質調查方法，此手冊共分為十五章節，其內容涵蓋地下水基礎理論、地面地下水交互作用、地下水水質採樣檢測、水井鑽鑿、水文地質參數探查及示踪劑試驗等，此手冊自第一章至第十一章均為說明水文地質現地調查方法及其實施應注意事項。

本計畫整理上述各文獻章節內容及編排方式顯示，各文獻對於地下水資源調查大致以基礎資料蒐集、調查試驗、概念模型建置及數值模型建置之順序流程進行撰擬，故本計畫地下水參考手冊將依此原則進行撰擬。

二、擬訂地下水資源調查所應具備基礎資料

綜整國內外相關文獻，擬訂地下水調查所需之基礎資料內容，由於地下水資源係存於水文循環系統之中，因此影響地下水資源之各項因子眾多，所需獲知之基礎資料項目種類亦甚多，依其類別大致可區分氣象資料、區域地質、地形地貌、地面水文、地下水文、地下水水質、土地利用及區域水資源供應現況、環境敏感地等八類，因應不同調查區域地下水環境特性及調查尺度，所需基礎資料項目應依實際分析需求予以訂定，因任一調查工作其目的、範圍及尺度均有所不同，因此所需基礎資料亦不應全數相同，應視各別調查工作予以擬訂，本參考手冊原則提供廣泛之基礎資料項目供參考，因應不同地下水環境(沖積平原、山區、島嶼)所

建議之資料類別、資料項目、資料來源、目的及建議等如表 3-1 所示，各類資料應用於地下水可用水量推估工作之目的，簡述如下：

(一)氣象資料

於氣象資料類別應蒐集項目包含降雨量、風速、氣溫、蒸發量、相對溼度、日照時數及降雨日數等，蒐集氣象資料之目的在於分析地面入滲補注量及含水層蒸發散量，此兩數據為含水層水平衡分析要項，蒐集完整氣象資料有助於提昇含水層水平衡分析之準確性。

(二)區域地質

於區域地質類別所應蒐集項目應包含地質簡史、地表地質、地質構造、地質剖面及地質井(水文地質井)等，蒐集區域地質資料之目的在於描述含水層特性，如含水層分布區域、深度、阻水層存在與否、含水層邊界等，可據以建構水文地質架構概念模型中含水層物理幾何形態，為含水層水平衡分析及數值模型建置不可或缺之基礎資料。

(三)地形及地貌

於地質及地貌類別應蒐集項目包含遙測影像、地形圖、地表覆蓋及地形演變史等，蒐集地形及地貌資料之目的在於研判含水層區位及其延伸、含水層邊界位置、地下水流向及地面入滲特性等，地形及地貌資料為建構數值模型所需之基本資料，而植被形態則為分析地面入滲補注量之基礎資料。

(四)地面水水文

於地面水水文類別應蒐集項目建議包含水文站基本資料描述、水系概況、水體分布、河川流量及河川水位等，蒐集地面水水文資料之目的在於研判地面地下水交互作用行為，有利於釐清地下水補注區及排出區分布情況，為建構水文地質架構概念模型及數值模型重要之基礎資料。

(五)地下水水文

地下水水文類別應蒐集項目包含地下水水位、地下水流向、含水層特性(位置、深度、厚度、岩性)、補注區、地下水流出點、水位變動長期趨勢、水文地質參數(如水力傳導係數(Hydraulic Conductivity, K)、含水層流通係數(Transmissivity, T)、儲水係數(Storativity, S)、比出水量(Specific Yield, S_y)等)、既有觀測井等，地下水水文資料為描述地下水區地下水流動特性重要資料，亦為建置水文地質架構概念模型及數值模型不可或缺之基本資料。

(六)地下水水質

於地下水水質類別應蒐集項目主要為地下水歷史水質檢測資料，藉由地下水水質資料蒐集，可了解地下水區地下水水質概況及開發可能適用標的，地下水水質亦可作為地下水是否超量使用指標之一，一般而言，地下水水質不佳區域多為地下水超量使用之區域。

(七)土地利用及區域水資源供需現況

土地利用及區域水資源供需現況類別應蒐集項目包含土地利用標的及水資源供需等資料，蒐集之目的在於以現有資料分析地下水使用情況，包含用水標的、可能抽用量及地下水管理現況等，如可獲得較準確之抽水量資料，該抽水量資料為含水層水平衡分析及數值模型重要輸入參數之一。

(八)環境敏感地

於環境敏感地類別應蒐集項目包含地層下陷情況及機制、海水入侵情況及機制、易淹水區域、土壤液化災害歷史及地下水補注地質敏感區等，蒐集之目的在於研判地下水超量使用區位、水位過高區位及地下水主要補注區分布，此資料為地下水可用水量分析過程設定限制條件重要資料，可依各項限制條件配合數值模型釐清地下水區地下水可用水量。

表 3-1　地下水資源調查資料蒐集項目內容綜整表

資料類別	資料項目	資料來源	目的	建議	地下水環境		
					沖積平原	山區	島嶼
氣象資料	降雨量	向辦理觀測氣象之公私立單位蒐集，如交通部中央氣象局、經濟部水利署、農委會及地方農田水利會等。	降雨量為地下水水平衡分析之重要因子。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎	◎	◎
	風速		風速可用以估算區域地面蒸發散量，地面蒸發散量亦為地下水水平衡分析重要因子。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎		
	氣溫		氣溫可用以估算區域地面蒸發散量，地面蒸發散量亦為地下水水平衡分析重要因子。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎		
	蒸發量		地面蒸發量亦為地下水水平衡分析重要因子。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎	◎	◎
	相對溼度		相對溼度可用以估算區域地面蒸發散量，地面蒸發散量亦為地下水水平衡分析重要因子。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎		
	日照時數		日照時數可用以估算區域地面蒸發散量，地面蒸發散量亦為地下水水平衡分析重要因子。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎		
	降雨日數		降雨日數有助判斷地下水補注時間及延時。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎		
區域地質	地質簡史	向辦理地質調查單位進行資料蒐集，如經濟部中央地質調查所，或由歷史文獻查找。	地質簡史有助於瞭解含水層形成時間、分布範圍、地層特性等。	-	◎	◎	
	地表地質		地表地質有助瞭解非拘限含水層分布範圍及地下水補注區位置等。	建議蒐集比例尺不小於 1/50,000 之地質圖資。	◎	◎	◎
	地質構造		地質構造有助於瞭解含水層分布特性，包含不透水邊界位置及含水層位態等。	建議蒐集比例尺不小於 1/50,000 之地質圖資。	◎	◎	
	地質剖面		地質剖面有助瞭解含水層細部特性，包含分層、深度、厚度及岩性等。	-	◎	◎	◎
地形地貌	遙測影像	向辦理遙測單位進行資料蒐集，如農委會林務局農林航測所、內政部國土測繪中心及中央大學太空及遙測研究中心等，地形演變史則需由歷史文獻查找。	遙測影像可有助於瞭解地面水體分布位置、人口聚集區域、產業分布、可能抽水位置、可能側向補注區位等。	建議蒐集比例尺不小於 1/10,000 之遙測影像圖資。	◎	◎	◎
	地形圖		地形圖有助於瞭解含水層分布範圍、地下水(地面水)分水嶺位置、地下水可能流出位置等。	建議蒐集比例尺不小於 1/25,000 之地形圖資。	◎	◎	◎
	植被覆蓋率		植被覆蓋率則為估算地面入滲率之重要因子，即為地下水水平衡分析重要參數。	-	◎	◎	◎
	地形演變史		地形演變史有助於瞭解含水層分布、可能之不透水邊界位置及含水層位態等。	-	◎	◎	
地面水水文	水文站基本資料描述	向辦理地面水水文觀測之單位進行資料蒐集，如經濟部水利署。	水文站基本資料可得知河川水位或流量資料之歷史資料長度、觀測河川及觀測方法等。	-	◎	◎	
	水系概況		水系概況可有助瞭解河川與含水層間之空間分布關係，進而研判可能之交互作用行為。	-	◎	◎	
	水體分布		水體分布可有助瞭解地面水體(如湖泊或溼地)與含水層間之空間分布關係，進而研判可能之交互作用行為。	-	◎	◎	◎
	河川流量		河川流量為進行地面水地下水交互作用水量估算之重要因子，亦可作為推估河川側向補注量之依據。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎	◎	
	河川水位		河川水位可有助於瞭解地面水地下水交互作用類型。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎	◎	
地下水水文	地下水水位	向辦理地下水水文觀測之單位進行資料蒐集，如經濟部水利署。	地下水水位資料為瞭解地下水環境之基礎資料，可用以分析地下水流向及流速、地面地下水交互作用行為、抽水行為研判、補注位置研判等。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎	◎	◎
	地下水流向		地下水流向有助於瞭解地下水流場特性，亦可進一步研判可能抽水及補注位置。	-	◎	◎	◎
	含水層特性		含水層特性包含含水層分層、深度、厚度及岩性，有助於瞭解地下水流動速率及地下水流場分布。	-	◎		◎
	補注及流出位置		地下水補注及流出位置可瞭解地下水與地面水體交互行為發生區位。	-	◎	◎	
	水位變動長期趨勢		水位變動長期趨勢可有助瞭解區域地下水抽水及補注情況，用以研判區域地下水情勢。	-	◎		◎
	水文地質參數		水文地質參數為估算地下水流速及流量之重要因子，亦為進行地下水水平衡分析重要參數。	-	◎	◎	◎
	既有觀測井分布		既有觀測井分布有助瞭解地下水水位觀測位置、目前觀測密度、觀測層別等基本資訊。	-	◎	◎	◎
地下水水質	水質監測站位置及深度	向辦理地下水水質監測之單位進行資料蒐集，如行政院環境保護署及經濟部水利署。	水質監測站位置及深度有助瞭解地下水水質監測位置及監測地下水深度，亦可作用區域水質分析之基礎。	-	◎		◎
	歷史水質檢測資料		歷史水質檢測資料可有助瞭解區域地下水水質特性、污染情況及可供作使用之標的。	蒐集年限建議至少應達十年以上，以利統計分析。	◎		◎
土地利用及區域水資源供需現況	土地利用標的	向辦理土地利用及水資源管理主管單位進行資料蒐集，如各地方政府及經濟部水利署。	土地利用標的可有助於瞭解人口聚集區域、產業分布及可能抽水位置等。	-	◎		◎
	水資源供需資料		水資源供需資料有助於瞭解區域水資源供需平衡概況、各標的用水需水量及各標的用水水源。	蒐集年限建議至少應達五年以上，以利統計分析。	◎		◎
環境敏感地	地層下陷情形及機制	向辦理地質調查及水資源管理主管單位進行資料蒐集，如中央地質調查所及經濟部水利署。	地層下陷情況及機制有助瞭解地下水超抽發生時間、區位及地下水環境劣化位置。	蒐集年限建議至少應達五年以上，以利統計分析。	◎		
	海水入侵情形及機制		海水入侵情況及機制有助瞭解沿海地區地下水超抽區位及地下水環境劣化位置。	蒐集年限建議至少應達五年以上，以利統計分析。	◎		◎
	地下水補注地質敏感區		瞭解地下水補注區位及其範圍。	-	◎	◎	◎
	易淹水區域		可瞭解地形低窪地區及可能地層下陷區域。	-	◎		◎
	土壤液化災害歷史		可瞭解地下水水位鄰近地表之區域。	-	◎		◎

前述各資料類別以分析地下水可用水量為目標，依臺灣地區九大地下水區現況，應以既有觀測井、地層下陷情況及機制、水資源供需現況等最為關鍵，既有觀測井可提供地下水水位變動資料，分析地下水儲蓄量變動情況，若具有充足地下水水位變動資料，可提高地下水可用水量分析之準確性。我國自民國 81 年起推動地下水觀測網建置工作，截至目前已於臺灣本島九大地下水區建置 477 站 878 口地下水觀測井，其中觀測井數量最多之地下水區為濁水溪沖積扇計有 230 口，其次為嘉南平原 193 口，而觀測井密度最高之地下水區為蘭陽平原 11.43 平方公里/站，其次則為臺北盆地 14.62 平方公里/站，九大地下水區觀測井數量統計如表 3-2 所示，依據觀測井數量及分布現況，對於掌握各地下水區地下水水位變動情況應已足夠，且多數觀測井均為自記式觀測井，可觀測每小時水位變動，此等資料為數值模型率定校驗重要資料，利用此等水位資料可使數值模型建置可貼近實際地下水變動行為，進而提高可用水量分析成果精度。

表 3-2　臺灣本島地區各地下水區觀測站井數量統計表

地下水區名稱	地下水區面積(平方公里)	自計站		普通站	總站數(站)	總井數(口)	單位站井面積(平方公里)
		站數	口數	口數			
臺北盆地	380	21	30	5	26	35	14.62
桃園中壢臺地	1,090	13	32	15	28	47	38.93
新竹苗栗沿海地區	900	24	50	16	40	66	22.50
臺中地區	1,180	24	38	11	35	49	33.71
濁水溪沖積扇	1,800	91	224	6	97	230	18.56
嘉南平原	2,520	70	166	27	97	193	25.98
屏東平原	1,130	62	143	8	70	151	16.14
花東縱谷	930	19	24	30	49	54	18.98
蘭陽平原	400	21	39	14	35	53	11.43
合計	10,330	345	746	132	477	878	21.66(平均值)

地層下陷情況及機制則為分析可用水量重要限制條件，藉由地層下陷檢測成果，釐清地下水水位與地層下陷關係，進而建立地層下陷誘發水位，將可作為數值模型推估可用水量之限制條件，可使分析所獲可用水量符合永續利用之目標，避免不良影響之發生。地層下陷檢測包含平面水準測量、地陷井觀測及地面 GPS 觀測，其中平面水準測量原則採逐年檢測方式，可提供逐年地表高程變動資料，而地陷井為即時觀測類型，可提供觀測點位不同深度土層壓縮量歷時資料，而地面 GPS 觀測站則亦為即時觀測，可提供觀測點位地表高程歷時變化，藉由各類地層下陷檢測資料之蒐集，配合地下水觀測網觀測之地下水水位，可分析地層下陷與地下水水位之相關性，進而訂定水位限制值，以作為可用水量分析之用。

水資源供需現況資料則為我國目前最為缺乏之基礎資料，其中於地下水抽水量截至目前為止均無法確實掌握，肇因於地下水抽水行為遍布於各地下水區，且抽水行為均甚為分散且隱密，無法確實掌握抽水井數量及其分布情況，更遑論各抽水井之抽水量，因此，現有水資源供需現況資料仍存有甚大之盲點，欲改善此資料短缺現況，應仰賴未來辦理水利普查工作中之用水調查，藉由廣泛抽樣調查，配合各產業基本資料，如耕地面積、工廠面積等，始可更為精確掌握地下水抽用量，本計畫所擬推動辦理之各地下水區可用水量分析工作需充分配合水利普查作業用水調查成果，始可提供所分析可用水量數據之可信度，因此，於推動地下水區可用水量分析工作，應蒐集水利普查用水調查成果，此決定可用水量分析工作成敗。

三、擬訂地下水可用水量調查方法及作業流程

(一)地下水可用水量調查分析方法

本計畫於綜整各參考文獻後，大致可歸納地下水資源調查作業流程，地下水資源調查工作需以既有的資料為基礎，應先行探討既有資料之完整性，對於不足之部分規劃辦理相關調查試驗工作，整體而言，地下水可用水量分析工作係以進行地下水水平衡分析及數值模型建置為目標，因此需著重於水文地質調查、地下水補注量調查、地下水抽水量調查及水質調查檢測等試驗內容為主。

依據各地下水區現有研究成果顯示，臺灣九大地下水區於民國 81 年地下水觀測網整體計畫推動之後，始有較具規模之水文地質調查工作，而各項調查工作多利用設置觀測井之過程配合辦理,如地質鑽探、井測及水文地質參數探查等，以水文地質參數探查為例，由於早期觀測井辦理水文地質參數探查多採用單井抽水試驗方式，求得水力傳導係數及流通係數等參數，對於需採多井抽水試驗始可求獲之含水層儲水係數或比出水量均多為缺乏，導致於含水層水平衡分析過程中，甚為重要之地下水儲蓄變動量無法估算，而僅可採以土層代表值概估，此情況即影響地下水資源量推估之準確性。此外，地下水觀測網推動過程中，由於經費不足之故，僅完成原規劃工作數量之 60%，因此部分區域水文地質物理幾何形態尚無法詳細描述，如新竹苗栗沿海地區及嘉南平原等，此資料短缺亦無法順利建構水文地質架構概念模型，以致地下水資源評估出現盲點。

於地下水觀測網整體計畫之水文地質調查工作多聚焦於水文地質架構之物理幾何形態，對於地下水補排行為之調查較為缺乏，包含地面入滲補注量及地面地下水交互作用等，無法掌握地面入滲補注量及地面地下水交換量數據，此情況

亦導致相同地下水區所辦理之分析成果出現甚大差異，影響地下水資源評估之可信度。

各地下水區地下水抽水量截至目前尚無法充分掌握，因此，於現有各報告所採用之數據多利用水權核發或水資源供需資料予以推估，距實際地下水抽水量相差甚遠，此情況亦將使所分析之地下水資源量出現顯著之不確定性。因此，於水文地質參數不足、地下水補排行為未能掌握及地下水抽水量未知情況，歷史各研究成果所呈現之地下水安全出水量或地下水資源量均存有甚大之不確定性，進而導致無法實際應用於地下水管理或開發規劃工作之上。因此，本計畫所擬參考手冊與歷年相關研究不同，於調查分析地下水可用水量之過程，需與未來辦理水利普查作業之用水調查充分配合，藉由用水調查工作掌握各地下水區地下水抽水量，並以此地下水抽水量配合水文地質參數增補調查、地面入滲補注量調查及地面地下水交互作用調查等成果，建構完整水文地質架構概念模型，並據以利用水平衡分析及數值模型模擬分析地下水區之可用水量，反覆校驗地下水抽水量，所獲之可用水量資料相較於歷年研究成果將更具有可信度，足供未來地下水資源管理或開發規劃應用。

因此，本計畫參考上述所蒐集相關文獻，為改善歷年相關研究於水文地質參數不足、地下水補排行為未能掌握及地下水抽水量未知等情況，以建構完整水文地質架構概念模型及數值模型為目標，並藉由數值模型分析各地下水區可用水量，將可能之調查工作區分為水文地質調查、地下水補注量調查、地下水抽水量調查及地下水水質調查檢測等四類，其中，水文地質調查方法包括現地勘查、遙感探測及衛星影像分析、地表地質調查、地球物理調查、水文地質鑽探及地球物理井測、室內及現地試驗、觀測井布設及水位觀測、抽水試驗及水文參數分析等八項；地下水補注量調查方法包括測

滲計、土壤含水層量測、地下水水位變動法、環境示蹤劑、基流分離及湧泉流量歷線等六項；抽水量調查方法包括作物需水量調查及估計、水井調查配合單位抽水量調查推估法以及水位變動配合水平衡分析法等三項；而水質調查檢測則針對地下水水質進行採樣檢測。各項調查方法之類別、方法、簡介、空間尺度、時間尺度、優點、缺點及限制、應用層面等如表 3-3 所示，調查試驗方法及原理則詳如附冊一。

各項調查方法需視辦理地下水區之水文地質特性及現有資料需求予以擇定辦理，水文地質調查原則係以調查釐清含水層水文地質架構物理幾何形態為主，包含含水層區位及延伸、阻水層分布、水文地質參數、地下水水位變化等；而地下水補注量調查則為釐清地下水補排行為，估算地下水補注量或地面地下水交換量；抽水量調查則為針對尚未辦理抽水量調查區域提供可供使用之調查方法，對於已辦理水利普查用水調查工作之區域，則依用水調查成果納入後續地下水可用水量分析工作即可，而不需另行辦理抽水量調查工作；水質調查檢測則針對仍具開發潛能之地下水區提供水質檢測之方法及建議所應檢測項目，以利規劃可供之用水標的及後續水質處理所需程序。

(二)地下水資源調查作業流程

依據國內外相關案例及文獻，本計畫所擬訂地下水可用水量參考手冊建議地下水可用水量調查分析作業流程可依基本資料蒐集、基本資料初步分析、基本資料充足性評判、調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型建置及可用水量估計等六大步驟，整體流程如圖 3-1 所示，各步驟所應辦理工作如下所述：

1、基本資料蒐集

於地下水區可用水量調查分析工作辦理之初，應依前節所列各項基本資料進行蒐集，包含氣象資料、區域地質、

地形地貌、地面水文、地下水文、土地利用及區域水資源供需現況及地下水水質等,詳列所需各項資料清單及資料蒐集對象,據以進行資料蒐集作業,於資料蒐集完成之後,應檢視各項資料之完備性,如資料長度、密度及後續應用可能性,如尚有資料蒐集不全時,則應重行擬訂資料蒐集清單,再進行蒐集工作,以確保應蒐集之資料均已蒐集完成。

2、基本資料初步分析

於基本資料蒐集完成後,應就各基本資料進行初步分析工作,以地下水文為例,應繪製地下水歷時圖、地下水等水位(勢能)圖、含水層物理幾何特性、補注區位及水文地質參數分布等相關圖資,以利研判含水層特性,於各項基本資料初步分析完成後,應就未來水文地質架構概念模型建置所需資料予以綜整及列表,以確定基本資料初步分析之完整性。

3、基本資料充足性評判

於基本資料初步分析完成後,依據綜整及列表成果,嘗試建置調查地下水區水文地質架構概念模型,並於建置過程釐清基本資料不足之處,並就不足之處予以列表,作為擬定後續調查試驗工作項目之依據,進而規劃應辦理之調查工作,包含調查工作項目、數量、分布及適用之方法,以作為後續調查試驗辦理之依據。

4、調查試驗

依據基本資料充足性評判所規劃應辦理調查試驗工作內容,於地下水區辦理相關調查試驗,調查試驗過程應依參考手冊所擬程序辦理,而調查試驗成果則依參考手冊所擬分析方法進行分析,以確保調查試驗分析成果之正確性及一致性。

5、水文地質架構概念模型建置

綜整既有基本資料及調查試驗所獲成果,進行水文地質架構概念模型建置工作,所建置之水文地質架構概念模型應可清楚描述調查地下水區含水層物理幾何特性,包含分布、延伸、厚度、分層及邊界等，此外，亦需描述地下水補排行為，包含補注區位置、排出區位置、鄰近含水層交互作用、人為抽水行為等,於水文地質架構概念模型建置完成後,應進行含水層水平衡分析,校核推求地下水補注量或地下水抽水量,於水平衡分析過程應納入水利普查作業用水調查所獲地下水抽水量成果，以長期(如逐年或逐月)平均水平衡分析校驗地下水補注量及地下水抽水量長期平均值,校驗方式可視地下水補注量或地下水抽水量為未知,利用水平衡分析推估該未知量,再與實際調查成果進行比對,如與實際調查成果相符,表示水平衡分析成果及實際調查成果均具有可信度,如比對不相符,則應檢討水文地質架構概念模型建置過程是否仍有不足,就不足之處進行修正調整,必要時應再行增補調查試驗工作以釐清水平衡分析各子項數據,水平衡分析成果可作為後續數值模型建置基礎，並作為可用水量分析之依據。

6、數值模型建置及可用水量估計

依據水文地質架構概念模型及水平衡分析成果,進行數值模型建置,經必要之率定校驗程序,使所建置數值模型符合含水層實際情況,其後應配合水利普查用水調查所獲地下水抽水量進行模擬,校核地下水補注量輸入參數正確性,其後再以地下水補注量輸入參數進行不同時間段之地下水抽水量推估工作,進行反覆校驗,以確保數值模型正確性。最後應依各地下水區環境特性擬定各項限制條件,如地層下陷、海水入侵及生態基流量等,進行可用水量分析工作，所分析之可用水量應可呈現其時空分布特性。

需強調本計畫所擬地下水可用水量分析流程中，每一步驟均與前一步驟緊密相關，該步驟執行與否，端看前一步驟所獲成果是否符合調查目的。原則上於前一步驟完成後，應擬訂或修正調查規劃內容，據以執行下一步驟，此流程中並非全數步驟均需完成，但資料綜整分析則是具有一貫性，於此流程完成後應可就調查地下水區提出可用水量之量化數據。

表 3-3　地下水資源調查各項調查工作優缺點綜整表

類別	方法	簡介	空間尺度	時間尺度	優點	缺點及限制	應用層面
水文地質調查	現地勘查	利用人員至調查區域進行勘查，瞭解調查區域之地形、地貌、含水層分布、地面水體分布及土地利用現況	小	短期	可得知地形地貌特性、人為抽水位置及地面地下水交互作用區位，可作為繪製圖資基礎。	無法對於各項水文因子予以定量；勘查成果取決於執行者之經驗及專業智能。	勘查成果可作為區域地下水環境初步描述之用，包含水文地質、含水層範圍、人為抽水行為及地面水地下水交互作用行為。
	遙感探測及衛星影像分析	利用空中載具針對調查區域進行遙測影像取得，並依影像進行初步識別、分類、判釋及分析。	小至大	短期	為非破壞性之方法用以瞭解地面地形地貌變化及地下水環境特徵。	需要特定儀器及專門技術支援；需較為複雜之率定及分析程序。	部分衛星影像可直接購得或為免費提供。
	地表地質調查	至現地進行地表地質、地貌、新構造運動、地下水調查工作，調查工作包含勘查及必要之現地試驗，成果可據以繪製水文地質圖。	小至中	短期	可瞭解含水層範圍、含水層岩性、含水層走向與位態及地下水補排行為。	調查密度過低易造成誤判，影響對於含水層位態之研判；勘查成果取決於執行者之經驗及專業智能。	調查成果可作為含水層水文地質描述之用，包含含水層範圍及邊界等亦為地下水模型重要設定參數。
	地面地球物理調查	地球物理調查係經由地面測量含水層材料之物理特性，藉此獲得地下水資源相關資訊。	小至中	短期	為非破壞性之方法用以瞭解含水層特性。	需要特定儀器及專門技術支援；需較為複雜之率定及分析程序。	地球物理調查成果輔以其他資料合併分析，可進行含水層分層、地下水水位、含水層邊界及母岩深度等之研判，水平衡分析及數值模型建置重要基礎。
	水文地質鑽探及地球物理井測	利用旋鑽或衝鑽機械向地下鑽取岩層或土壤，可藉由岩心直接判斷含水層或阻水層之特性。於鑽孔實施地球物理井測，測量含水層材料之物理特性，藉此獲得地下水資源相關資訊。	小	短期	為直接方式採取地質材料進行分析研判，可直接掌握含水層岩性，配合現地或室內試驗亦可得知含水層水力特性。	僅為單點調查成果，欲描述區域含水層特性而增加鑽孔密度；所需費用昂貴；需要特定儀器及專門技術支援；鑽探成果研判需由具經驗及專業智能之人員進行。	可作為配合地球物理調查成果校驗之資料；所獲地質柱狀圖可繪製含水層相關圖資，如柵狀圖等；配合其它試驗所獲含水層水力參數為數值模型建置設定重要參數。
	室內及現地試驗	經由現地取樣(鑽探或試坑等)所得樣本進行室內試驗，或於現地實施入滲試驗求取土壤入滲特性參數。	小	短期	為直接方式量測地質材料之入滲特性。	僅為單點調查成果，欲描述區域含水層特性而增加試驗樣本數量及現地試驗密度；所需費用昂貴；需要特定儀器及專門技術支援；鑽探成果研判需由具經驗及專業智能之人員進行。	試驗成果可作為推估含水層補注量之重要參數，瞭解地面補注行為，進而推估地面補注量。。
	水文觀測井布設及水位觀測	利用觀測井布設及水位觀測獲取調查區域水位變動資料，藉此分析水位變動特性及趨勢，並可作為地下水水質採樣之管道。	小	短期至長期	配合觀測井設置，可進行短、中、長期地下水水位觀測，掌握單點地下水短期變動行為及長期趨勢。	僅為單點調查成果，欲描述區域地下水變動特性而增加觀測點位；需先行設置觀測井，所需費用昂貴；需要特定儀器及專門技術支援；觀測水位分析需由具經驗及專業智能之人員進行。	水位觀測成果可作為區域地下水流場分析，包含地下水流向、流速、地面水及地下水交互作用行為、抽水位置及補注位置等，為瞭解區域地下水環境之重要資訊。
	抽水試驗及水文參數分析	利用各類抽水試驗(含微水試驗)求得包含水力傳導係數、流通係數及儲水係數等水文地質參數。	小	短期	利用現地試驗方法直接推求含水層水力參數，如水力傳導係數、流通係數及儲水係數等。	僅為單點調查成果，欲描述區域含水層水力參數特性而增加探查點位；需先行設置抽水井及觀測井，所需費用昂貴；需特定儀器及專門技術；探查成果研判需由具經驗及專業人員進行。	探查成果為研判地下水流速及地下水儲蓄量重要參數，亦為進行地下水水平衡分析及數值模型建置重要設定參數。
補注量調查	測滲計	利用設置於地下水填滿土壤之容器，直接收集滲透水，進行土壤滲透率推估，進而推估補注量。	小	短期至長期	直接量測降雨入滲量，配合長期觀測可得知量測位置地下水補注量變化特性。	僅為單點調查成果，欲描述區域地下水補注行為則需增加布設數量；所需費用昂貴；需特性定儀器及專門技術支援；分析工作需具經驗及專業智能人員進行。	觀測結果可分析觀測點位入滲量，進而推估該點位之地下水補注量，適用於非拘限含水層，該補注量可作為水平衡分析及地下水數值模型建置之基礎資料。
	土壤含水層量測	利用張力計等儀器埋設於土壤之中，進行土壤含水層量測工作，藉由連續觀測可推求補注量。	小	短期至長期	配合長期觀測可得知量測位置地下水補注量變化特性。	僅為單點調查成果，欲描述區域地下水補注行為則需增加觀測點位；需特性定儀器及專門技術支援；分析工作需具經驗及專業智能人員進行。	推估所獲之地下水補注量可作為水平衡分析及地下水數值模型建置之基礎資料，適用於非拘限含水層。
	地下水水位變動法	利用降雨事件之後地下水水位上升現象，進行地下水補注量推估。	中至大	短期至長期	利用水位觀測資料即可推估地下水補注量，配合地理統計方法可推求流域整體地下水補注量，如有連續觀測之水位可供分析，則亦可得知地下水補注量歷時變化行為。	水位變化為眾多因素之複合影響結果，此法未考量其它因素之複合影響，誤差較大；僅可估計降雨事件後短期補注行為；僅適於推估非拘限含水層；分析工作需具經驗及專業智能人員進行。	推估所獲之地下水補注量可作為水平衡分析及地下水數值模型建置之基礎資料，由於推估成果不確定性較高，建議應進行充分校核及驗證，方可用以作為可用水量率定之依據。

註：表中所例空間尺度所指大、中、小尺度，參考量級分別代表>100km^2, 1~100km^2, <1km^2。(Brodie et al., 2007)

表 3-3　地下水資源調查各項調查工作優缺點綜整表(續)

類別	方法	簡介	空間尺度	時間尺度	優點	缺點及限制	應用層面
補注量調查	環境示蹤劑	利用檢測地下水及其關聯水體中之環境示蹤劑濃度或含量，配合質量平衡原理分析地下水補注來源及補注量。	大	長期	配合質量守恆原理，可分析區域地下水組成特性及年代，可進行含水層水循環歷程研判之用。	需要特定儀器及專門技術支援；需較為複雜之分析程序。	調查成果有助於釐清地下水補注來源、地面水地下水交互作用特性。
	基流分離	依據流域長期行為特性，地下水排出量與地下水補注量應為相等之原則，進行河川基流分離分析，所獲之基流量可視為流域長期平均之補注量。	大	長期	利用河川流量歷線經簡易分析，即可推估地下水補注量。	僅可反應流域長期平均補注行為；忽略人為抽水之影響；不適用於存有壩堰等水工結構物之河川；分析工作需具經驗及專業智能人員進行。	調查成果可得知流域尺度地下水補注量及隨時間變化，但其影響推估成果因素眾多，建議應配合其它方法進行核驗，以作用為可用水量率定之依據。
	湧泉流量歷線	利用降雨事件過後，分析湧泉流量歷線，求得湧泉流量增加量，此增加量可視為該降雨事件之補注量。	大	短期至長期	利用湧泉流線歷線經簡易分析，即可推估地下水補注量。	僅可反應流域長期平均補注行為；僅適用於湧泉排出為地下水唯一排出位置之流域；忽略人為之影響；分析工作需具經驗及專業智能人員進行。	調查成果可得知流域尺度地下水補注量及隨時間變化，但其影響推估成果因素眾多，建議應配合其它方法進行核驗，以作用為可用水量率定之依據。
抽水量調查	作物需水量調查及估計	利用調查區域範圍不同作物地下水需水量，配合作物種植面積及時間，推估區域地下水抽水量，此法原則適用於大面積農業生產區域。	小至大	短期至長期	利用作物耕作資料進行推估地下水抽水量，可求得地下水抽水量。	僅適用於大面積農業生產地區；需配合大量現地作物地下水需水量調查，所需經費及時間可觀；耕作型態改變影響推估結果，需定期予以更新計算。	調查成果可瞭解調查區域農業用水地下水抽用水量之時空分布特性。
	水井調查配合單位抽水量調查推估法	利用抽樣或全面性水井調查，配合單位抽水量調查資料(如單位耗電抽水量、單位生產面積抽水等)，推算一定時間內區域地下水抽水量，調查方法可依不同用水標的擇定適宜單位抽水量類別進行。	小至大	短期至長期	配合單位抽水量資料可推估各標的用水之抽水量及其時空變化特性。	需配合抽樣或全面性水井調查，所需經費及時間可觀；需辦理大量單位抽水量調查工作，抽樣樣本大小影響抽水量推估之可信度。	調查成果可瞭解調查區域各標的地下水抽用水量之時空分布特性。
	水位變動配合水平衡分析法	結合水平衡法及水位變動法，視區域地下水抽水量為未知，進行區域抽水量推估。此法準確性在於各項水平衡子項之掌握程度。	大	短期至長期	利用水位變動資料及水平衡分析可概估地下水抽水量。	水位觀測點位密度需可反應區域地下水變化行為；水平衡分析所需子項需有具可信度資料可供運算；分析工作需具經驗及專業智能人員進行。	調查成果可瞭解調查區域整體地下水抽用水量之時空分布特性。
水質調查檢測	地下水水質採樣檢測	利用地下水水樣採集及水質檢測，瞭解地下水水質特性及污染情況。	小	短期至長期	可瞭解地下水水質變化特性及污染情況。	僅為單點監測成果，欲描述區域地下水水質特性而增加觀測點位；需先行設置監測井，所需費用昂貴；需要特定儀器及專門技術支援；水質分析需由具經驗及專業智能之人員進行。	監測成果有助瞭解區域地下水環境特性及可能污染區位，行政院環保署多針對淺層地下水進行水質監測工作，經濟部水利署則針對其觀測網站井進行水質監測，其監測範圍涵蓋不同深度之含水層。

註：表中所例空間尺度所指大、中、小尺度，參考量級分別代表>100km^2, 1~100km^2, <1km^2。(Brodie et al., 2007)



圖 3-1　地下水可用水量調查分析作業流程圖

四、臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊規劃

本計畫依據國內外參考文獻、基本資料蒐集、調查試驗類別及可用水量分析作業流程等規劃臺灣地下水區可用水量調查分析工作中各項調查試驗及可用水量分析方法，規劃成果據以撰擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」，以下就本計畫規劃內容詳予說明如下：

(一)規劃理念

本計畫規劃之臺灣地下水區可用水量調查分析工作有別於以往各地下水相關研究，係以建構水文地質架構概念模型及數值模型為目標，進而利用水平衡分析及數值模擬分析各地下水區可用水量時空分布，以作為各地下水區未來地下水資源管理及地面地下水聯合運用策略研擬之基礎。

然而臺灣地區地下水使用行為甚為普遍，地下水使用行為分散隱密，長年以來對於地下水抽水量均無法準確掌握，加上各地下水區水文地質結構複雜，雖經地下水觀測網整體計畫進行全面性調查工作，但對於地下水補排行為之掌握仍顯不足，由於地下水抽水量及地下水補排行為兩項關鍵資訊之短缺，導致以往相關研究對於此等未知數據多採以簡化或假設方式進行評估分析，以致分析所得地下水可用水量數據相差甚大，無法明確指明各地下水區可用水量量化數據及其時空分布，以致難以推動地下水管理及地面地下水聯合運用等重要水資源經營管理作為。

因此，為改善上述資料短缺及精進地下水可用水量分析成果，釐清各地下水區可用水量之時空分布，為未來地下水管理及地面地下水聯合運用推動奠定基礎，本計畫規劃以現有基本資料為基礎，檢視評析地下水可用水量所需資料類別，釐清各地下水區應增補調查項目，首重於地下水補排行為增補調查，並配合未來推動之水利普查中用水調查所獲地下水

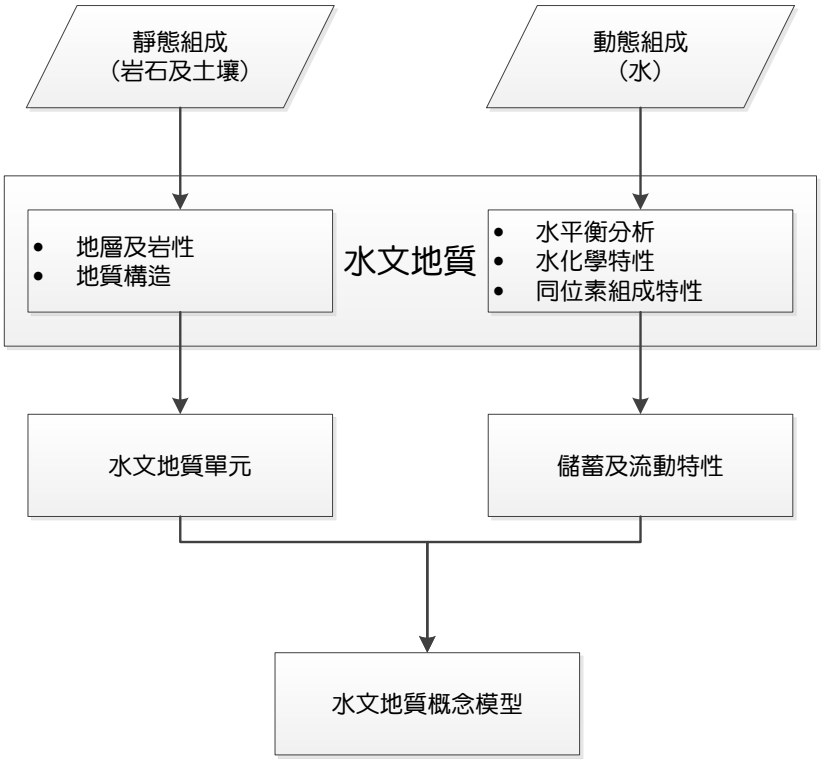
抽水量資料，強化對於地下水補排行為及地下水抽水量之掌握程度，利用水文地質架構概念模型及數值模型建置，進行水平衡分析及數值模擬境況模擬，搭配各地下水區不同環境背景特性，以永續出水量概念分析各地下水區地下水可用水量，於不致對於環境、社經及生態產生不良影響之情況，合理使用地下水資源，以達地下水資源永續利用之目標。

(二)水文地質架構概念模型建置

水文地質概念模型之建置主要係由靜態組成(岩石及土壤)及動態組成(水)所組合而成，靜態組成部分可依據基本資料蒐集及調查試驗所獲成果，瞭解調查區域之地層及岩性、地質構造及裂隙分布等重要資訊，並據此劃分具相同性質之水文地質單元；動態組成部分則可利用水平衡分析、水化學分析及同位素組成特性等分析成果，瞭解調查區域之流動及儲蓄行為。水文地質概念模型建置時，可先行描繪靜態組成部分，即水文地質單元，再將動態組成，即儲蓄及流動特性標註於靜態水文地質單元之上，即可完成水文地質概念模型之建置(如圖 3-2 所示)。

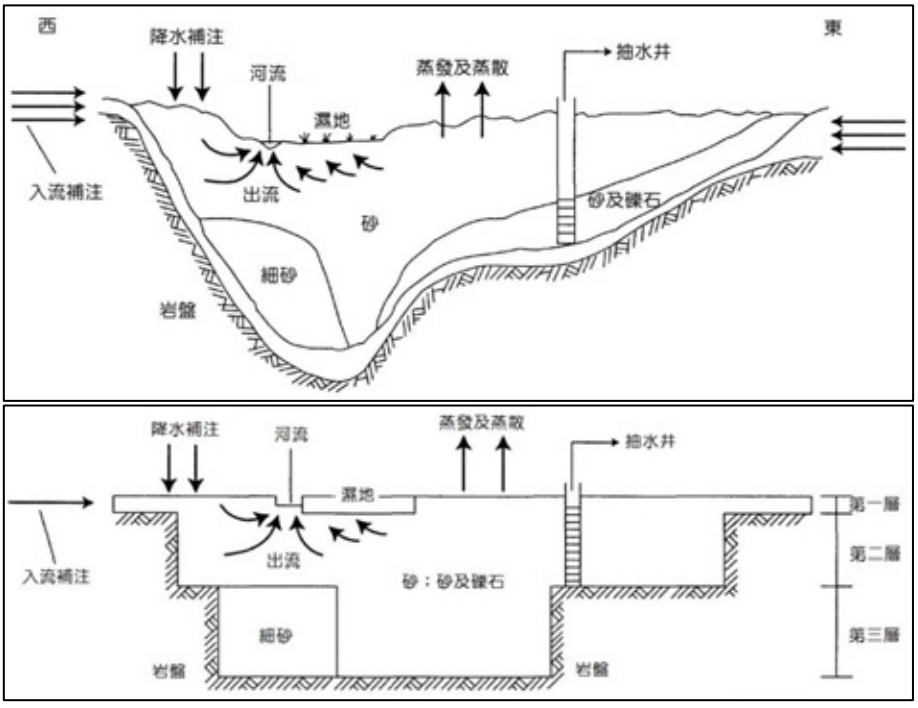
概念化模型的型態並非固定不變，取決於問題的空間尺度及時間尺度(穩態與暫態)。於概念模型建置之初，應進行簡易之試運算，試運算成果有助於發現參數是否缺漏或存有不合理的情況，並可預判後續數值模擬成果之好壞，作為後續參數設定之參考。

典型的水文地質架構概念模型，示例如圖 3-3 所示，由天然水文地質架構簡化為數值模型可建置之概念架構，概念架構主要內容應包含含水層分層、邊界特性及位置、地下水流入流出方向、地面水體分布、地下水補注區位置、抽水行為分布等，簡化之概念架構原則需可完整反應真實水文地質架構之特性。



(修改自 Winkler et al., 2003)

圖 3-2　水文地質概念模型建置流程



(修改自 Dickerman et al., 1997)

圖 3-3　Usquepaug-Queen 流域自然系統與地下水流動概念模型

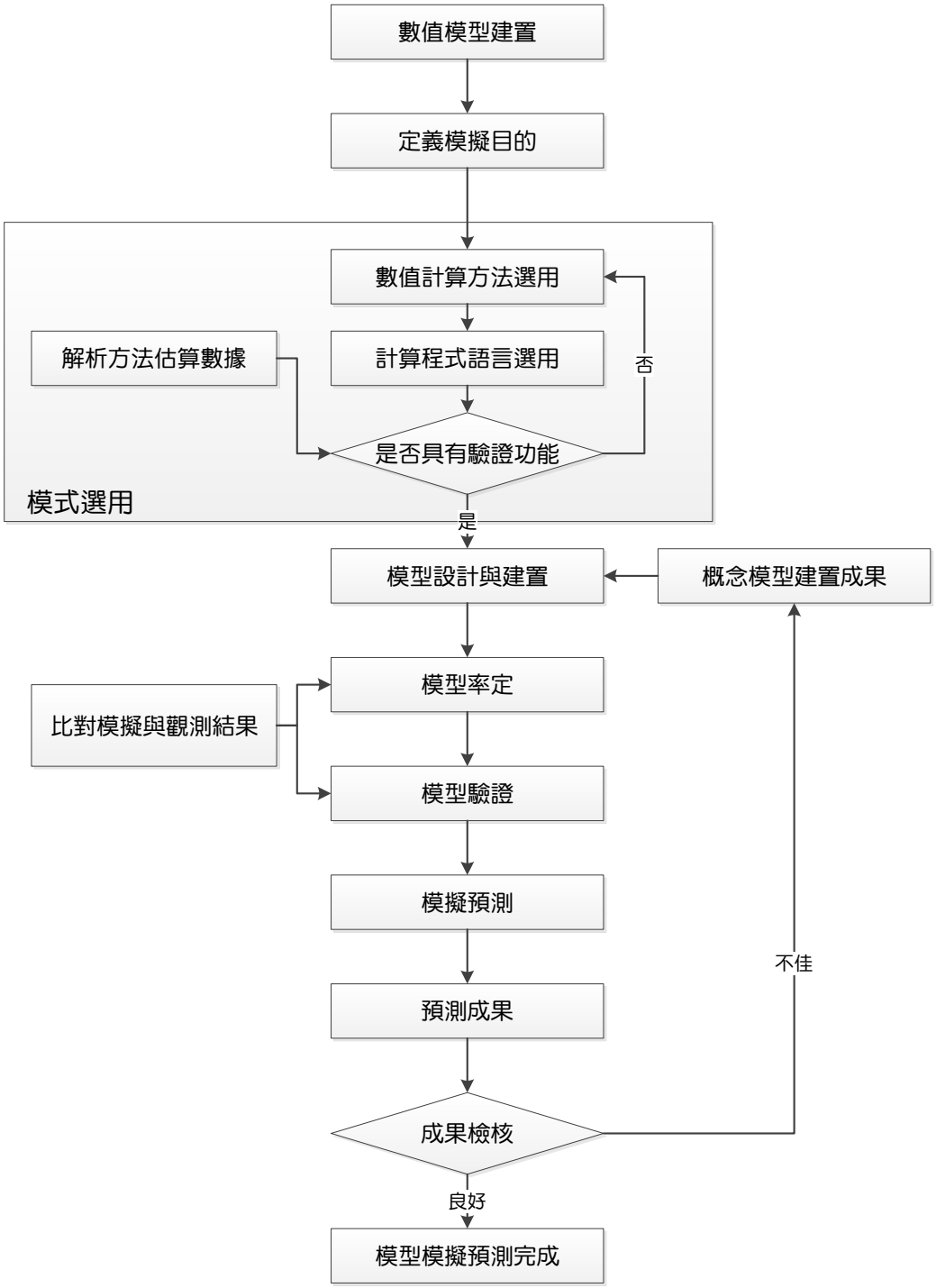
(三)數值模型建置

於水文地質架構概念模型產出之後，再經水平衡分析，即可進行數值模型建置工作，本計畫規劃之數值模型建置流程包含模擬目的定義、模式選定、模型設計與建置、模型率定、模型驗證、模擬預測及成果檢核等步驟，如圖 3-4 所示，需強調此流程不應視為依序之步驟，而較應視為一反饋程序。地下水模型不僅可作為地下水流動行為預測工具，亦可協助概念化含水層的行為，此外，數值模型建置所利用之各項參數應以既有資料或調查試驗所獲實際數據為主，對於資料不足之區域始可採用以率定調校方式設定，以確保數值模型與真實含水層特性相符。

(四)可用水量定義

欲估計地下水可用水量須由何謂可用水量定義著手，於 20 世紀前期安全出水量(Safe Yield)名詞被提出作為地下水可用量評估基礎，最早於 1915 年由 Lee 所提出，其定義安全出水量為「不致產生危險的貯蓄量下降條件下，可經常及永久被抽取之地下水水量限制值(The limit to the quantity of water which can be withdrawn regularly and permanently without dangerous depletion of the storage reserve)」，此定義雖將安全出水量以水文地質觀測予以描述，但對於何謂危險貯蓄下降及經常抽取均未詳細描述，其後陸續研究指出含水層之自然補注量(Natural Recharge)可視為安全出水量，但 1950 年起美國地質調查所因安全出水量定義不明確，逐漸捨棄安全出水量之說法，改以永續出水量(Sustainable Yield)作含水層可用水量之依據，然而永續出水量之定義較安全出水量更為模糊，多數定義大致指出利用永續出水量進行地下水開發利用將不致對於經濟、社會及環境產生不良影響，而對於如何訂定永續出水量則多無明確說明，但多指出永續出水量需小於安全出水量，即含水層補注量(Kalf and Woolley, 2005)。

本計畫所稱之可用水量即以永續出水量為概念，以避免發生地層下陷、海水入侵及生態基流減少等不良影響為限制條件，據以進行可用水量之分析工作。



(修改自 USDA, 2007)

圖 3-4 數值模型建置流程

(五)可用水量分析方法

考量各地下水區面積廣闊，不同區位具有不同之水文地質特性，且環境限制條件不一，因此，本計畫規劃之可用水量分析工作，首先應於地下水區依其水文地質特性及地下水環境劃分不同分區，並分別考量避免發生如河川基流減少、地層下陷及海水入侵等不良影響為限制條件，利用數值模型模擬方式求得不同時間及不同分區之可用水量，整體地下水區可用水量應以各分區分析結果予以加總合計求得，以下就分區劃設方法、抽水量設定方法、可用水量分析、地下水區總體可用水量推估等方法詳述如下：

1、分區劃設方法

臺灣九大地下水區範圍廣闊,各地下水區內因水文地質特性及地下水環境現況均有所差異,不宜視為整體進行可用水量分析,應就不同水文地質特性及地下水環境進行分區劃設,並以各分區範圍進行可用水量評析工作,分區劃設原則採用地理資訊系統圖層套疊分析,為利管理需求分區原則以鄉鎮市行政區域為之，方法如下：

(1)套疊使用圖層

依Zhou等人於2013年提出地下水狀況區域劃分法，利用水文地質分區、未飽和分區、補注分區及影響分區等圖層套疊分析，取其交集部分，作為描述不同地下水狀況之區域，因應臺灣地下水區特性，建議增補地層下陷潛勢區及海水入侵範圍等圖層納入一併套疊分析。

如地下水區已明顯存有不相連通之子分區，應依水文地質架構邊界特性先行劃分子分區，如新竹苗栗沿海地區可直接劃分為新竹沖積平原、竹南沖積平原、苗栗河谷平原及南勢溪與通霄沿海沖積平原等四子分區，再於各子分區範圍內利用地下水狀況區域劃分法再行劃分至更小之地下水狀況分區。

(2)套疊方法

利用地理資訊系統套疊分析模組進行分析，套疊後取其各圖層之交集部分，代表其具有相同水文地質特性、未飽和層特性、地下水補注特性、人為影響情況、地層下陷潛勢、是否已海水入侵等特性，可視地下水具有相同特性之區域，即為地下水狀況區域(如圖 3-5 所示)。

(3)分析各鄉鎮市代表地下水狀況區域

所獲地下水狀況區域圖層再與鄉鎮市界進行套疊，分析各鄉鎮市所屬地下水狀況區域，於鄉鎮市境內如出現多個地下水狀況區域，則以所佔面積較大者代表該鄉鎮市之地下水狀況區域。另配合地下水觀測網站井分布情況，擇訂各鄉鎮市之代表觀測井，以作為後續限制條件可用水量分析之用(如圖 3-6 所示)。

(4)相鄰分區交互影響作用

地下水狀況分區劃分完成後，各分區間之交互作用應於分析可用水量之過程納入考量，依其水文地質架構概念模型，如各分區間具有明顯水文地質邊界，如定水頭邊界、零流量邊界及定流量邊界等，於數值模型中應依實際水文地質邊界進行設定，如分區間不存有明顯水文地質邊界，則應於數值模型模擬成果中，分析分區交界處之地下水流入流出量，以作為評析相鄰分區交互作用之基礎。

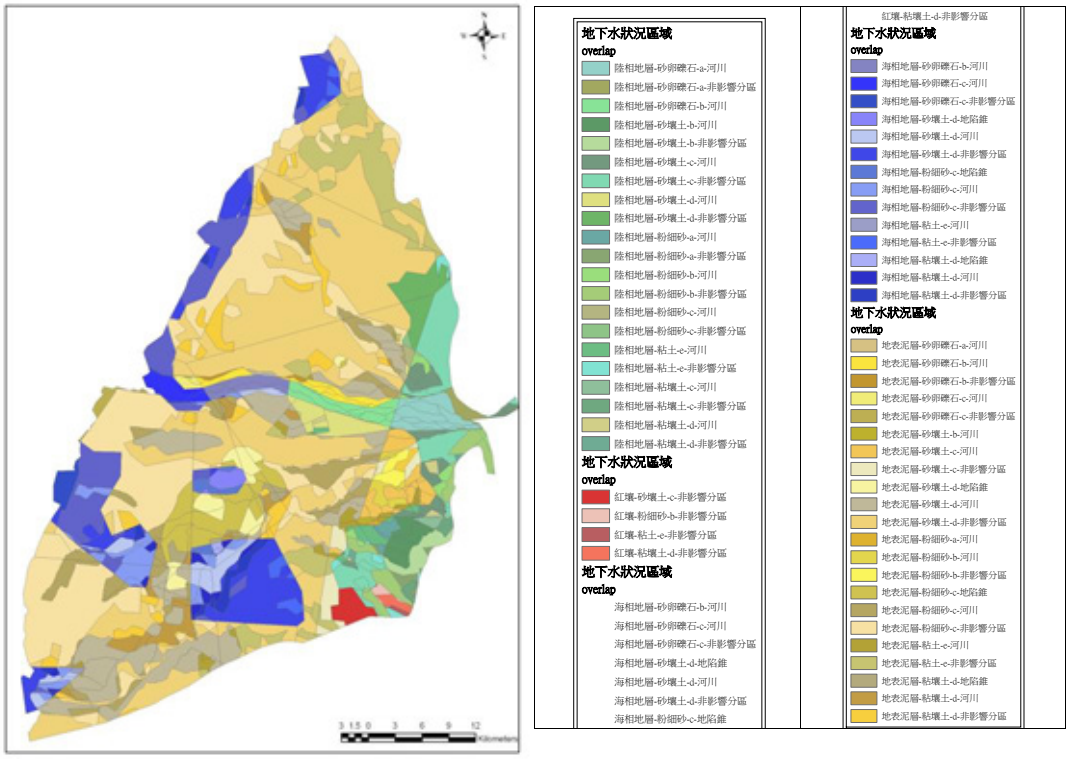


圖 3-5　地下水狀況區域圖(以濁水溪沖積扇為例)



圖 3-6　各鄉鎮市代表地下水狀況區域(以濁水溪沖積扇為例)

2、地下水抽水量設定

地下水抽水量為評估可用水量之關鍵參數，臺灣地區因地下水抽水行為分散隱密，長年來均缺乏具可信度之地下水抽水量數據可供應用，以致地下水可用水量分析出現盲點，為提昇地下水可用水量推估成果之準確性，於水平衡分析及數值模型建置過程，均需納入具可信度之抽水量資訊，臺灣地區未來將辦理水利普查作業，於用水調查工作中將產出各地下水區之地下水抽水量，此地下水抽水量需納入可用水量分析流程之中，據以進行地下水可用水量分析，利用水平衡分析及數值模型模擬反覆校驗地下水可用水量及地下水抽水量之正確性，本計畫規劃之可用水量分析與水利普查地下水抽水量相關配合校驗流程，如圖 3-7 所示。

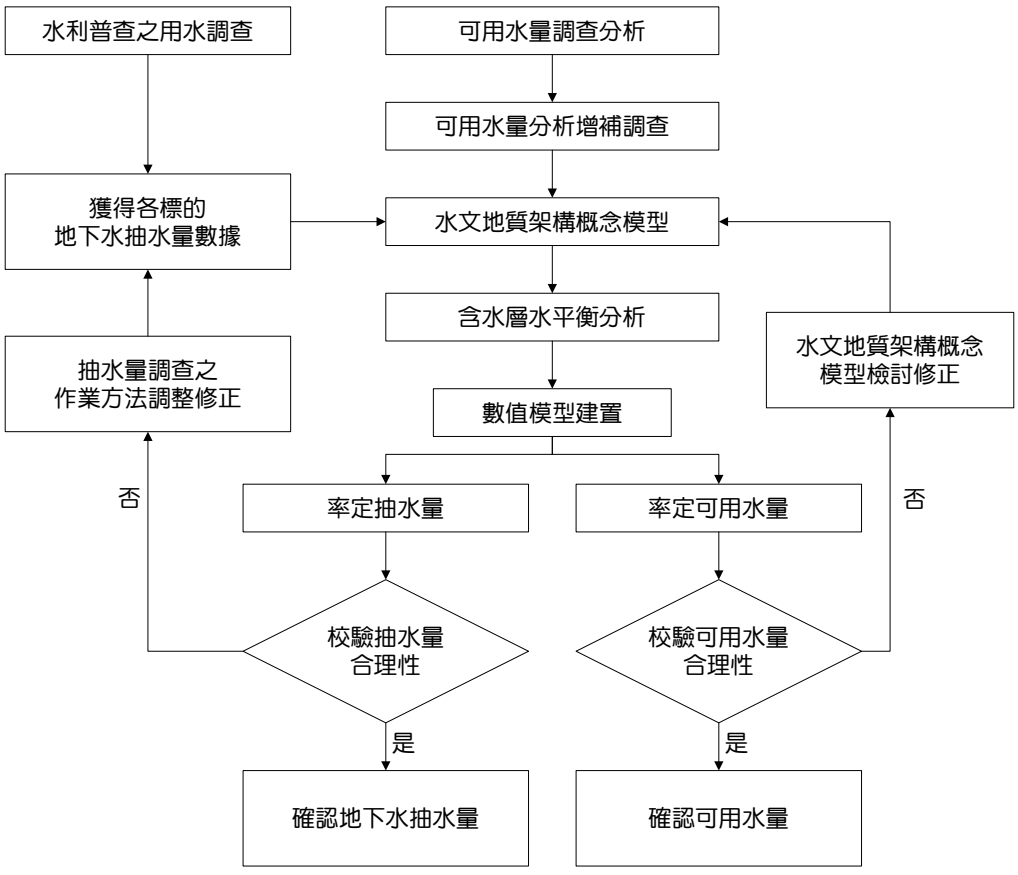


圖 3-7　水利普查之用水調查與可用水量相互核驗流程圖

3、可用水量分析

依據臺灣地區地下水環境特性,對於抽用地下水之行為應考量是否產生生態基流量減少、地層下陷及海水入侵等不良影響,因此,可用水量之分析應分別就各項限制條件予以分析,求得各限制條件下之可用水量,綜整各項限制條件之可用水量後,取其小值作為分區地下水可用水量,分析項目應依不同分區特性為之,如地層下陷限制條件分析應於具地層下陷潛勢之分區進行,而生態基流限制條件分析則應於緊鄰河川之分區進行,以下就各項限制條件之分析方法簡述如下:

(1)生態基流

於緊鄰河川之分區應進行生態基流限制條件分析,其分析步驟如下:

A、蒐集鄰近分區之河川流量資料,原則以枯水期河川流量為分析對象,採基流分析方法求得枯水期河川基流歷線。

B、配合分區內之代表觀測井水位觀測資料,分析水位變化(H)與枯水期基流量(Q)之相關性,訂定各觀測井於維持河川最低基流量(Q_{br})之水位限制值(H_{br}),河川最低基流量可依「臺灣地區水資源開發綱領計畫」規定計算之。

C、配合各觀測井水位限制值,利用數值模型探討分區內最大抽水量,使該觀測井水位不致低於水位限制值,分析方法可採設定不同抽水量情境進行模擬,再依水位變化調校抽水量,使整體分區代表觀測井水位均不致低於水位限制值(H_{br}),於此條件下之分區最大抽水量即為該分區於生態基流限制條件下之可用水量(Y_{br})。抽水量調校應針對不同時間進行,因此,可訂定不同空間及時間下之可用水量,分析流程如圖 3-8 所示。

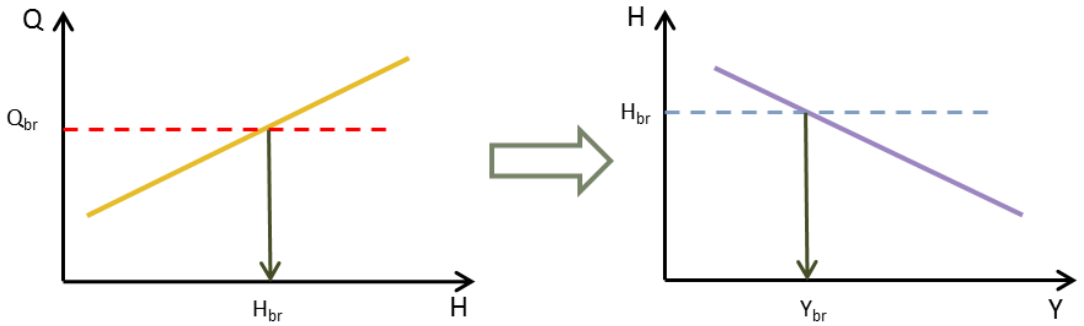


圖 3-8　生態基流限制條件下可用水量分析示意圖

(2)地層下陷

於具有地層下陷潛勢之分區應進行地層下陷限制條件分析，其分析步驟如下：

A、蒐集鄰近分區之歷年地層下陷監測資料，如年下陷速率等，並繪製地層下陷速率歷時變化圖。

B、配合分區內之代表觀測井水位觀測資料，分析水位變化(H)與地層下陷速率(SR)之相關性，並探討水位變化與地層下陷之稽延時間，分析於誘發地層下陷速率加劇時(SR_m)之最低水位(H_{sr})，以此水位作為地層正常壓密行為啟動之水位門檻值，以此水位作為防止地層下陷速率增大之水位限制值。

C、配合各觀測井水位限制值，利用數值模型探討於分區內之最大抽水量，使該觀測井水位不致低於水位限制值，分析方法可採設定不同抽水量情境進行模擬，再依水位變化調校抽水量，使整體分區代表觀測井水位均不致低於水位限制值(H_{sr})，於此條件下之分區最大抽水量即為該分區於地層下陷限制條件下之可用水量(Y_{sr})。抽水量之調校應針對不同時間予以進行，因此，可訂定不同空間及時間下之可用水量，分析流程示意如圖 3-9 所示。

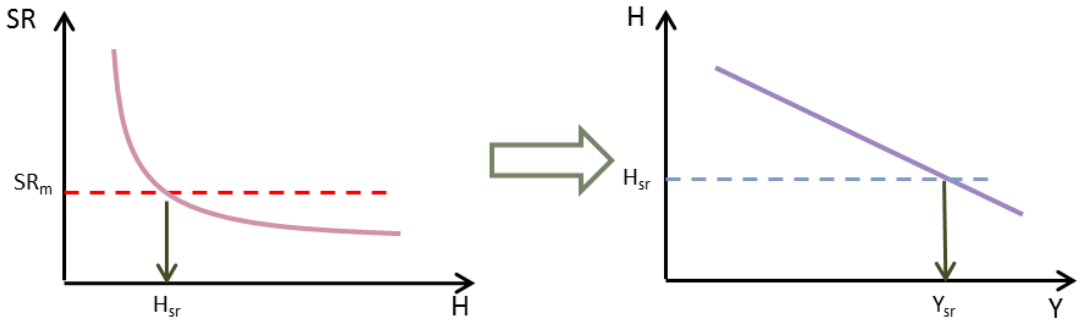


圖 3-9　地層下陷限制條件下可用水量分析示意圖

(3)海水入侵

位於海水入侵範圍之分區應進行海水入侵限制條件分析，其分析步驟如下：

A、蒐集鄰近分區之地下水水質監測資料，分析具海水入侵指標之檢測項目如氯鹽及導電度等，繪製其測值歷時變化圖，並繪製海水入侵範圍區域圖，計算於不同年分之入侵距離。

B、配合分區內之代表觀測井水位觀測資料，分析水位變化與海水入侵指標相關性，並探討水位變化(H)與海水入侵距離(SD)之關係，分析於海水入侵距離增大(SD_m)之最低水位(H_{sd})，以此水位作為海水入侵加劇之水位門檻值，以此水位作為防止海水入侵之水位限制值。

C、配合各觀測井水位限制值，利用數值模型探討於分區內之最大抽水量，使該觀測井水位不致低於水位限制值，分析方法可採設定不同抽水量情境進行模擬，再依水位變化調校抽水量，使整體分區代表觀測井水位均不致低於水位限制值(H_{sd})，於此條件下之分區最大抽水量即為該分區於海水入侵限制條件下之可用水量(Y_{sd})。抽水量之調校應針對不同時間予以進行，因此，可訂定不同空間及時間下之可用水量，分析流程示意如圖 3-10 所示。

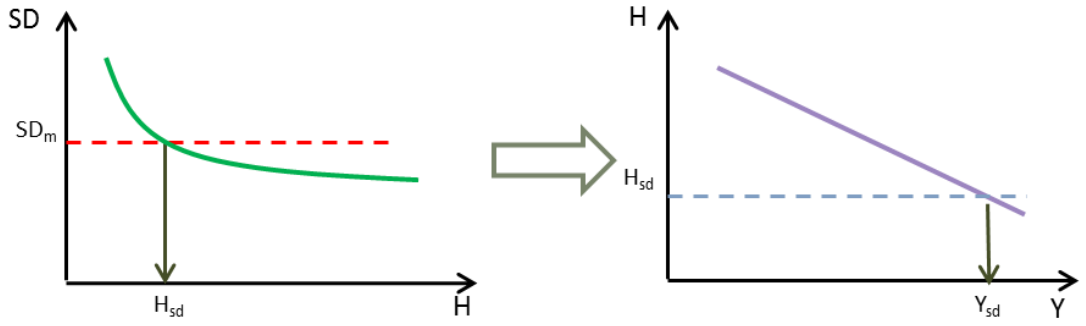


圖 3-10　海水入侵限制條件下可用水量分析示意圖

(4)分區具有不同限制條件可用水量

如可用水量分析之分區同時具有不同限制條件時，該分區之可用水量分析應就不同限制條件進行分析，求得於不同限制條件下之可用水量後，再取其各限制條件可用水量之最小值作為該分區之地下水可用水量(Y_a)，如式所示。

$$Y_a = \min\{Y_{br}, Y_{sr}, Y_{sd}\} \qquad \text{(式 3-1)}$$

4、地下水區總體可用水量推估

累計各分區於不同限制條件下之地下水可用水量，求得地下水區總體地下水可用水量，地下水區地下水可用水量應與相關分析成果進行校驗，如水平衡分析或數值模型模擬等，以確保其合理性。

五、「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」內容概述

依據本計畫規劃之地下水可用水調查分析內容，擬訂「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」，參考手冊共分為前言、基本資料蒐集與調查、調查試驗、水文地質概念模型建構、數值模型建置及可用水量推估等六篇章，各篇章架構及內容如表 3-4 所示，參考手冊詳細內容如附冊一所示。

表 3-4 「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」架構及內容

篇章	節	內容概述
第一章 前言	一、目的	以提供臺灣地區地下水調查工作執行參據為原則，說明本參考手冊撰擬之緣由及重要性。
	二、適用範圍	說明本參考手冊之適用範圍。
	三、調查程序	進行調查目的、調查原則、調查區位及範圍、調查期程、調查項目及調查作業流程等相關說明，並提供地下水調查作業整體流程圖以供參考。
第二章 基本資料蒐集與調查	一、資料蒐集	說明應蒐集之基本資料項目、內容及用途，並建議應蒐集之資料項目及於不同地下水環境特性所應蒐集之資料。
	二、基本資料蒐集步驟	說明基本資料蒐集之步驟。
第三章 調查試驗	一、水文地質調查	提供水文地質調查方法包括現地勘查、遙感探測及衛星影像分析、地表地質調查、地面地球物理探勘、水文地質鑽探及地球物理井測、室內及現地試驗、水文觀測井布設及水位觀測、抽水試驗及水文參數分析等八項說明。
	二、補注量調查試驗方法	提供補注量調查試驗方法包括測滲計、土壤含水層量測、地下水水位變動法、環境示蹤劑、基流分離、湧泉流量歷線及補注量推估方法選定原則等七項說明。
	三、抽水量調查試驗方法	提供抽水量調查試驗方法包括作物需水量調查及估計、水井調查配合單位抽水量調查推估法及水位變動配合水平衡分析法等三項說明。
	四、水質調查檢測	提供水質調查檢測包括地下水水質採樣方法及地下水水質檢測項目等兩項說明。
第四章 水文地質概念模型建構	一、調查成果資料綜合分析	說明於全數基本資料及調查成果，針對調查區域之地下水進行相關分析作業。
	二、水文地質圖資繪製	提供地下水資源研究相關之圖表內容簡要說明。
	三、水平衡分析	提供應用於地下水資源分析之水平衡分析法包含集水區水平衡分析、河段水平衡分析及含水層水平衡分析等三類分析方法進行說明。
	四、區域地下水形成機制、賦存狀態及運移規律	說明需綜整調查成果資料綜合分析、水文地質圖資繪製及水平衡分析之成果，對於調查區域地下水資源進行機制、賦存狀態及運移規律等特性描述。
	五、水文地質概念模型	進行概念模型說明及架構建置流程。
	六、區域水資源潛能量綜合評估	說明區域水資源潛能量為分析探討之基礎，並需於後續應配合區域環境限制條件，利用理論方法或數值模型模擬，進行可用水量率定工作。

表 3-4 「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」架構及內容(續)

篇章	節	內容概述
第五章 數值模型建置	一、評估流程	說明數值模型建置必要性評析流程及數值模型建置流程。
	二、網格設定	說明數值模型網格設定方式。
	三、邊界設定	說明三種邊界條件設定方式。
	四、初始水位設定	說明初始水位設定方式。
	五、參數設定	說明三種含水層水力參數設定方式。
	六、模型率定驗證	說明模型率定驗證之重要性及其方法。
	七、模型之限制與不確定性	說明模型誤用、模型限制及誤差來源。
	八、常用地下水數值模式(MODFLOW)	說明常用地下水模式(MODFLOW)之常見模組及其功能。
第六章 可用水量推估	一、可用水量定義	說明可用水量相關定義。
	二、可用水量推估原則	說明含水層永續參數之概念。
	三、可用水量推估方法	說明分區劃設方式、地下水抽水量設定與其它計畫之配合流程、可用水量分析之限制條件與估算、地下水區總體可用水量推估等。
	四、參考案例	提供丹麥自然署進行評量含水層永續參數之方法。

六、召開專家會議研議「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」

本計畫邀集於地下水資源調查及管理等方面之專家擔任委員，並於民國 103 年 8 月 15 日經水利署水利規劃試驗所發文(水規地字第 10350049270 號)核備同意，歷次會議出席專家學者委員名單如表 3-5 所示；本地下水參考手冊撰擬過程共計召開二次專家會議進行討論(會議記錄文號：雲科大水土字第 1031701601 號、水規地字第 10409004270 號)，以下就各次專家會議辦理時間、辦理地點、重要意見及地下水參考手冊因應修正內容簡述如下：

(一)第一次專家會議

1、辦理時間：民國 103 年 10 月 31 日上午 10 時 00 分

2、辦理地點：國立雲林科技大學

3、重要意見：

(1)手冊結構依序為調查、觀測、分析、評估、開發及保育，請加強結構化的安排。

(2)相關地下水資源調查規劃作業參考手冊，水規所辦理知本溪及金崙溪地下水資源調查計畫亦撰寫過相關的手冊，應納入參考。

(3)第貳篇第三章第(七)水文地質參數探查，建議補充定量抽水試驗、分級試水及微水試驗等三種試驗方法的案例及圖表，以方便使用者參照。

(4)建議補充參數對照表。

(5)總則第四項名詞解釋，建議可放在附錄以專有名詞方式說明，主要應針對本手冊所涉及之重要專有名詞定義與說明，部分基本專有名詞無需在此專業手冊說明，如水文學、水文循環等，請再斟酌那些專有名詞須說明。

4、因應修正內容：

(1)本計畫依期中報告後第一次工作會議結論，「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」主要以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關後續規劃；相關結構化安排則參考相關參考手冊及專家會議意見依序修正為前言、基本資料蒐集與調查、調查試驗、水文地質概念模型建構及水文地質概念模型建構。

(2)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入經濟部水利署水利規劃試驗所民國 98 年「知本溪、金崙溪流域地下水資源調查評估-總報告」所撰擬之「流域地下水資源調查準則」為參考資料。

(3)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充定量抽水試驗、分級試水及微水試驗等三種試驗方法的案例及圖表。

(4)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充參數對照表於附錄三。

(5)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充名詞解釋於附錄一。

(二)第二次專家會議

1、辦理時間：民國 104 年 4 月 8 日下午 2 時 30 分

2、辦理地點：經濟部水利署水利規劃試驗所霧峰辦公區

3、重要意見：

(1)第一篇 總則 一、目的 二、適用範圍，建議改寫並整合成「前言」「…本手冊目的在提供地下水調查方法，以利於查明調查區域之地下水層水平分布範圍及邊界，地下水層和阻水層分層結構、地下水層水位及水力參數、地下水水質、地下水流場包括補注區、流通區及流出區之釐定、地下水收支量、抽水洩降與地層下陷和海水入侵的關係，作為區域地下水資源評估、規劃、開發及保育之基礎。…」。

(2)資料蒐集原則分沖積扇平原、河道沿岸、山區、島嶼等，但表格內容大多一樣，是否整併表 2-2~2-5，只要在表的右邊增加四個欄位，註明不同地下水環境需要蒐集那些資料，如此不但較簡潔，而且可互相對照、比較。

(3)本計畫擬完成「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」提供「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」擬辦理相關工作之參考依據作前提編撰。

(4)本手冊第二~五篇所涵蓋各項調查、試驗、分析、評估等項目，各項目要做到哪些程度，應加強說明，或以綱要式標準表示，此為本手冊之重點，未來使用本手冊者才較有依循方向，如無法明確說明，亦可以案例說明方式介紹。

(5)地下水模式有很多種，功能性不同，建議以 MODFLOW 為主，其它模式可作為補充及驗證之用。

(6)本手冊定位於平原之九大地下水區，將山區部分切割不在本手冊內討論。

(7)水文水量分析為政策管理上需聚焦的地方，必須能分析出九大地下水區各區地下水使用量是多少及可用水量是多少，本手冊需聚焦收斂到尋找上述兩個量之成果展現，並作為後續水資源管理參考依據。

4、因應修正內容：

(1)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第一章已將目的、適用範圍及調查程序改寫整合為「前言」，並修正相關撰擬內容。

(2)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已彙整沖積平原、山區及島嶼於表 2-2 資料蒐集項目內容綜整表。

(3)本計畫依期中報告後第一次工作會議結論，「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」主要以各地下水分區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，與本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」目的在獲得各地下水區地下水使用量及可取用量之目標符合，可做為地下水調查整體計畫之參考。

(4)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增補各調查方法數量及布設建議，亦補充相關案例進行說明。

(5)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」建議地下水模型模擬原則採以美國地質調查所開發之 MODFLOW 為之，惟如有特定模擬需求，如未飽和層水流行為等 MODFLOW 無法順利模擬者，則可考量採用其它模式進行模擬。

(6)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將以平原之九大地下水區地下水資源調查定位進行撰擬。

(7)本計畫依期中報告後第一次工作會議結論，「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」主要以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標。

表 3-5 出席專家委員會議名單

姓名	單位	職稱	專長
毛振泰	國家發展委員會 國土區域離島發展處	副處長	水文地質、水利工程
江崇榮	經濟部中央地質調查所	所長	水文地質、工程地質、環境地質
費立沅	經濟部中央地質調查所 環境與工程地質組	組長	工程地質、水文地質
陳瑞昇	國立中央大學 應用地質研究所	教授	地下水污染傳輸與整治、多物種反應化學傳輸、污染傳輸參數推估
李明旭	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	教授	陸地水文過程、水文生地化數值模式、水文災害模擬、氣候變遷水文
廖培明	經濟部水利署 水利規劃試驗所 前副所長	委員	水文地質、地下水
張炎銘	經濟部水利署 水利行政組 前組長	委員	水文地質、地下水
彭瑞國	經濟部水利署 中區水資源局 前副局長	委員	水文地質、地下水
林永德	行政院農業委員會 漁業署 前主任秘書	委員	水文地質、地下水

第四章　臺灣地下水區可用水量調查分析計畫規劃

由於臺灣地區水文豐枯不均，水資源先天環境不佳，加上近來地面水開發計畫屢因環保議題受阻，而地下水資源具有水量穩定及水質良好之優勢，對於未來可能水資源短缺之影響，地下水資源為穩定水資源供應重要水源之一。部分地下水區已達超限利用情況，地下水管理工作刻不容緩，因各地下水區地下水抽水量截至目前尚無法掌握，且各地下水區地下水補排行為現場調查資料缺乏，歷年雖已有諸多相關研究成果，但因此兩項重要資料無法獲知，而使地下水可用水量之推估出現盲點，目前對於各地下水區尚無一致性之可用水量資料可供依循，導致地下水管理工作成效不彰，推動地面地下水聯合運用困難。

未來經濟部水利署擬推動水利普查作業，其中用水調查工作將產出各地下水區地下水抽水量量化數據，對於各地下水區地下水抽水量將有較具可信度資料可供應用，而地下水補排行為及其水量則尚需辦理增補調查予以釐清，因應地下水資源日益重要之趨勢，對於各地下水區應檢討尚缺乏之資料類別，並擬定所應辦理之增補調查工作，據以釐清各地下水區地下水補排行為，配合水利普查用水調查所產出之地下水抽水量，分析各地下水區地下水可用水量，以作為後續地下水管理及地面地下水聯合運用工作推動之基礎。

本計畫於期中報告後第二次工作會議決議：「為利於未來整體水資源經營管理，本計畫所研擬之後續調查分析計畫，應能釐清全臺各地下水區現況之地下水總用水量及年可取用量之評估分析，且能與本所(水利規劃試驗所)水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核...」，依據該決議指示內容，本計畫研擬之「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」(以下簡稱為可用水量調查分析計畫)之目的即在於釐清臺灣九大地下水區地下水可用水量，以建置各地下水區水文地質架構概念模型及數值模型為目的，依據各地下水區現有資料初步探討應增補調查之資料類別，綜整現有資料及增補調查所獲

資料，據以建置水文地質架構模型及數值模型，其後利用數值模型分析各地下水區可用水量量化數據及時空分布，分析可用水量過程應納入水利普查用水調查中地下水抽水量成果，以確保可用水量分析成果之正確性。

一、研擬各地下水區應辦理調查項目及內容

欲釐清各地下水區地下水可用水量，應以建置各地下水區水文地質架構概念模型為基礎，依據相關文獻內容指出(Winkler et al., 2003)，欲進行地下水資源評析所需資料類別包含含水層物理架構及水文因子等二類別，各類別所應具備之資料如下所列：

(一)含水層物理架構

1、地形地貌

2、區域地質

3、含水層類型

4、含水層厚度及側向延伸

5、含水層邊界

6、含水層內層狀變化

7、含水層特性(水文地質參數)

(二)水文因子

1、地下水水位

2、地下水補注區類型及延伸

3、地下水補注量

4、地下水排出區類型及延伸

5、地下水排出量

依據上列各項資料需求，綜整評估各地下水區現有資料，進而提出未來應辦理之增補調查項目，以濁水溪沖積扇為例，經比對資料需求(如表 4-1 所示)，建議濁水溪沖積扇未來應增補之調查工作如下：

(一)含水層特性(水文地質參數)

著重於比出水量儲水係數之增補調查。

(二)地下水補注量

著重於灌溉迴歸補注量之調查。

(三)地下水排出區類型及延伸

著重地下水排出河川河段位置及分布。

(四)地下水排出量

著重於地下水排出河川之水量。

各地下水區均依據相同評估原則進行現有資料檢視，各地下水區評估結果綜整於表 4-2，由各地下水區現有資料初步檢視成果可發現各地下水區較為缺乏之資料均為水文地質參數、地下水補注量、地下水排出區類型及延伸、地下水排出量等，其中地下水排出量包含地下水天然排出量(如排入河川水量)及人為抽水量，而人為抽水量部分未來於水利普查作業用水調查工作成果中將可提供較具可信度之資料，因此本計畫規劃之增補調查工作以釐清地下水天然排出量為主，即調查地面地下水交互作用行為及其交換水量，而水文地質參數之增補調查則著重於儲水係數或比出水量等描述地下水儲蓄行為之參數，另地下水補注量調查部分則著重於地面補注量調查。希望藉由各項增補調查之辦理，並配合水利普查作業用水調查成果，可建構有別於以往更具可信度之水文地質架構概念模型及數值模型，據以進行各地下水區可用水量分析工作。

表 4-1　濁水溪沖積扇地下水分析所需資料可得性檢核表

資料類別	資料項目	資料可得性	說明
含水層物理架構	地形地貌	◎	可由歷年研究報告或政府相關部門取得
	區域地質	◎	可由歷年研究報告或政府相關部門取得
	含水層類型	◎	可由歷年研究報告或政府相關部門取得
	含水層厚度及側向延伸	◎	可由歷年研究報告或政府相關部門取得
	含水層邊界	◎	可由歷年研究報告或政府相關部門取得
	含水層內層狀變化	◎	可由歷年研究報告或政府相關部門取得
	含水層特性（水文地質參數）	△	比出水量及儲水係數資料缺乏
水文因子	地下水水位	◎	可由政府相關部門取得
	地下水補注區類型及延伸	◎	可由歷年研究報告或政府相關部門取得
	地下水補注量	△	尚無法掌握灌溉回歸補注量
	地下水排出區類型及延伸	□	尚無法掌握人為抽水位置及地下水排出河川區位
	地下水排出量	□	尚無法掌握人為抽水量及地下水排出水量

註：◎為已具完整資料可供利用；△為已具部分資料可供利用，但亦有部分資料無法得知；
□為目前尚無相關資料可供利用。

表 4-2　各地下水區應增補調查項目綜整表

地下水區	應增補調查項目
臺北盆地	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出類型及延伸 ● 地下水排出量
桃園中壢臺地	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量
新竹苗栗沿海地區	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出區類型及延伸
臺中地區	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出區類型及延伸 ● 地下水排出量
濁水溪沖積扇	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出區類型及延伸 ● 地下水排出量
嘉南平原	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出區類型及延伸 ● 地下水排出量
屏東平原	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出區類型及延伸 ● 地下水排出量
花東縱谷	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出區類型及延伸 ● 地下水排出量
蘭陽平原	● 含水層特性(水文地質參數) ● 地下水補注量 ● 地下水排出區類型及延伸 ● 地下水排出量

二、臺灣地下水區可用水量調查分析計畫規劃

由於地下水抽水量未能掌握及地下水補注行為資料缺乏，歷史相關研究無法準確分析各地下水區地下水可用水量，截至目前為止，臺灣各地下水區尚未有可供應用之可用水量數據，導致各項地下水管理措施及地面地下水聯合運用策略推動困難，因此，釐清各地下水區地下水可用水量為我國水資源經營管理之重要課題之一，本計畫規劃之「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」即以達成此一目標為主軸；以下就本計畫研擬之規劃理念、地下水情勢探討及調查工作擬定、期程規劃及經費分配等詳細說明如下：

(一)規劃理念

本計畫於規劃「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」係以分析各地下水區可用水量為目標，參考前章所擬「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」內容，檢視各地下水區現有基本資料，以建置完整水文地質架構概念模型為方向，並依據各地下水區水文地質特性，探討各地下水區尚需增補之調查分析工作，並強調於地下水抽水量應納入水利普查用水調查工作成果，於可用水量分析過程予以交互比對驗證，藉由反覆驗證提高可用水量分析成果之可靠度，此外，由於各地下水區增補調查分析所需資源龐大，為求有限資源得以優先投注於較具地下水問題之地下水區，本計畫由各項地下水環境條件進行各地下水區優序排列，並據以擬訂推動期程及概估所需經費，其後綜整各項規劃成果撰擬「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」。

(二)臺灣地下水整體情勢探討

欲規劃臺灣各地下水區可用水量分析工作，應就臺灣整體地下水情勢有充分了解，包含地下水區分布、地層下陷情況、現行管制措施及範圍、地下水觀測網建置概況等，依臺灣整體地下水情勢概況可歸納出臺灣地下水關鍵課題，其中

最為關鍵者即因地下水抽水行為及抽水量尚未能明確掌握，進而使各地下水區地下水可用水量分析不易，以致無法採取有效之地下水管理措施，於有效管理困難之情況下，部分地下水區已出現地下水超量使用問題，肇致地層下陷危害之發生，呈現臺灣整體地下水管理及永續利用之困境，並突顯釐清各地下水區可用水量之重要性。

(三)各地下水區情勢探討

由於各地下水區水文地質特性迥異，另因產業特性於地下水抽用行為亦不同，地下水環境特性均有所差異，欲於各地下水區規劃所需之增補調查工作應對於各地下水區地下水情勢現況應充分了解，本計畫蒐集各地下水區基本資料，包含水文地質特性、歷年研究成果、地下水水位、地層下陷檢測成果、海水入侵範圍等資料，綜整各地下水區地下水情勢現況，並據以提出各地下水區地下水重點問題，強調各項重點問題解決方法均以分析可用水量為首要，此等重點問題依其輕重緩急，即為評判各地下水區辦理可用水量分析之急迫性，以作為優序排列之依據。

(四)應增補調查項目研擬

各地下水區為分析可用水量所應增補之調查項目，係依據「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」所擬基本資料蒐集及水文地質架構概念模型建置所需內容予以評判，依據現有資料內容予以檢討各地下水區所應增補調查之項目，檢討內容包含含水層物理架構及水文因子等兩大類，逐一檢討各地下水區於所需資料是否具有可供應用之資料，如尚未有可靠資料可供應用者，則納為未來所應增補調查之項目，初步分析成果多指出臺灣各地下水區於水文地質參數、地下水補排行為、補注量及排出量等資料較為缺乏，因此各地下水區依其需求所應辦理之增補調查項目多包含水文地質參數、地面補注量調查及地面地下水交互作用調查等項。

為利後續調查經費估算，本計畫於規劃增補調查項目時，亦初步依現有資料及觀測系統分布概估所需調查之數量。

(五)調查優序及期程安排

為求有限資源可投注於地下水問題較為嚴峻之地下水區進行調查，本計畫規劃各地下水區調查優序考量地層下陷、海水入侵、地面水供應不足及尚具地下水開發潛能等因素，各地下水區調查優序以持續發生地層下陷為優先考量因子，考量其持續下陷速率及持續下陷面積進行排序，具較高持續下陷速率及較廣持續下陷面積之地下水優先辦理調查工作，其次為已發生海水入侵之地下水區，第三則為地面水資源不足但尚具地下水資源開發潛能，最後為地面水資源不足區域，本計畫依此優序進行各地下水區調查工作期程之規劃，考量部分地下水調查工作需觀測達一完整水文年以上，因此各地下水區工作原則規劃以三年為期辦理相關調查分析工作，前二年主要為現地增補調查工作，最後一年則為數值模型建置以及可用水量分析，相關期程安排及經費分配如表 4-3 及表 4-4 所示。

(六)執行方法

由於地下水抽水量為可用水量分析成果是否準確之關鍵因素，因此本計畫於撰擬時強調各地下水區調查分析工作需與未來辦理之水利普查作業用水調查工作成果充分配合，需利用水利普查工作產出之抽水量資料進行相互校核驗證，並據此分析各地下水區之可用水量，此外，亦規劃水文地質架構概念模型之建置應同步參考經濟部中央地質調查所劃定之地下水補注地質敏感區，增加水文地質架構概念模型建置之可信度。為驗證「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」所擬相關調查方法之可行性，建議於民國 104 年至民國 105 年可辦理示範計畫，以確保後續各地下水區調查工作得以順利推行。

表 4-3 各計畫預定期程表

地下水區	第一期			第二期				
	106	107	108	109	110	111	112	113
臺北盆地								
桃園中壢臺地								
新竹苗栗沿海地區								
臺中地區								
濁水溪沖積扇								
嘉南平原								
屏東平原								
花東縱谷								
蘭陽平原								

表 4-4　整體地下水調查經費需求表

單元：仟元

地下水區	第一期			小計	第二期					小計	總計	預估現地調查項目數量(處)		
	106	107	108		109	110	111	112	113			水文地質參數	地面地下水交互作用	地面補注量調查
臺北盆地									5,000	5,000	5,000	-	-	-
桃園中壢臺地							4,250	4,250	4,500	13,000	13,000	5	1	20
新竹苗栗沿海地區							4,900	4,900	4,500	14,300	14,300	4	2	20
臺中地區					5,600	5,600	4,500			15,700	15,700	6	2	20
濁水溪沖積扇	7,000	7,000	5,000	19,000							19,000	10	2	20
嘉南平原	6,300	6,300	5,000	17,600							17,600	8	2	20
屏東平原	6,650	6,650	5,000	18,300							18,300	9	2	20
花東縱谷									4,500	4,500	4,500	-	-	-
蘭陽平原					4,550	4,550	5,000			14,100	14,100	3	2	20
合計	19,950	19,950	15,000	54,900	10,150	10,150	18,650	9,150	18,500	66,600	121,500	45	13	140

三、「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」內容概述

依據各地下水區未來應增補調查項目擬訂成果，並以地下水區地下水可用水量分析為目標，研擬各地下水區可用水量調查工作，依據第二次專家會議決議：「計畫書格式定位為行政計畫，僅需報水利署毋需報行政院，計畫書撰寫主要在確定工作內容、經費、期程及辦理方式，內容毋須強調各區技術性問題及技術性工作細項，...」及「未來工作各地下水區計畫以一標案跨年一次發包為原則，避免計畫太多行政程序複雜，另計畫書內容僅需說明計畫訴求及工作大項，...」，本可用水量調查分析計畫整體架構及內容概述如表 4-5，分為前言、全臺地下水區概況、各地下水區地下水情勢與調查分析工作重點、期程安排及經費分配、執行方式等五篇章，可用水量調查分析計畫內容詳如附冊二所示。

表 4-5 臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)架構及內容

篇章	節	內容概述
壹、 前言	一、計畫緣起	以臺灣地下水資源現況為基礎，說明本計畫辦理之緣由及必要性。
	二、計畫目的	說明可用水量調查分析計畫係以釐清各地下水區地下水可用水量及現況抽水量為目的，作為地下水資源管理之基礎。
貳、 全臺各 地下水區 概況	一、九大地下水區分布情況	說明九大地下水區分布情況，強調本計畫以九大地下水區為範圍,綜整各地下水區概況。
	二、地下水管制區範圍	說明現況地下水管制區劃設範圍及分布。
	三、地層下陷概況	依據歷史及近年地層下陷監測成果，說明各地下水區地層下陷概況。
	四、地下水補注地質敏感區	說明中央地質調查所劃設地下水補注地質敏感區之緣由及法源，並簡述已公告三處地下水補注地質敏感區。
	五、地下水觀測站網	說明「臺灣地區地下水觀測整體計畫」及「地下水觀測網營運管理實施計畫(98 年~103年)」具體執行成效。
	六、地下水權及水井統計	以地下水權及水井清查相關統計資料，說明率定各地下水分區可用水量對於後續地下水管理之重要性。

表 4-5　臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)架構及內容(續)

篇章	節	內容概述
參、 各地下水區地下水情勢與調查分析工作重點	一、臺北盆地地下水情勢及未來調查分析工作重點	分析蒐集所獲之各地下水區特性與現況及歷年相關研究成果，針對基本資料檢視瞭解各地下水區地下水重點問題，並進行應增補調查項目檢討，據以提出各地下水區可用水量調查分析工作。
	二、桃園中壢臺地地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	三、新竹苗栗沿海地區地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	四、臺中地區地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	五、濁水溪沖積扇地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	六、嘉南平原地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	七、屏東平原地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	八、花東縱谷地下水情勢及未來調查分析工作重點	
	九、蘭陽平原地下水情勢及未來調查分析工作重點	
肆、 期程安排及經費分配	一、各地下水區調查優序綜合說明	說明依據已局部超抽地下水並造成地層下陷、已局部超抽地下水並造成海水入侵、地面水資源不足之區域、尚具地下水資源開發潛能等因子，進行各地下水區調查排序評估結果。
	二、期程安排	分為二期進行辦理，第一期為濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原，第二期則視第一期執行成效及經費籌措情況辦理其餘地下水區。
	三、經費需求	整體計畫總經費為新臺幣 121,500 仟元，第一期經費需求為 54,900 仟元，第二期經費需求為 66,600 仟元。
	四、人力資源需求	說明辦理整體計畫人力需求來源。
伍、 執行方式	一、執行方式	說明可用水量調查分析計畫執行方式。
	二、與其它計畫配合事項	說明與水利普查計畫及地下水補注地質敏感區劃設等二相關計畫配合事項。

四、召開專家會議研議「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」

可用水量調查分析計畫撰擬過程共計召開二次專家會議進行討論(會議記錄文號：雲科大水土字第 1041701810 號、水規地字第10409004840號)，以下就各次專家會議辦理時間、辦理地點、重要意見及可用水量調查分析計畫因應修正內容簡述如下：

(一)第一次專家會議

1、辦理時間：民國 103 年 12 月 3 日 10 時 00 分

2、辦理地點：國立雲林科技大學

3、重要意見：

(1)建議將地質法所劃設之「地下水補注地質敏感區」列為考量。

(2)本計畫目的在確認各地下水區之地下水資源總量，開發潛能、開發區位，由前述願景規劃相關工作。

(3)計畫緣起內預期未來地下水資源將成為穩定之供水來源，惟過去臺北市、彰化縣、雲林縣、屏東縣把地下水資源當成穩定之供水來源，抽用時未以地下水位之變化衡量允許抽水量，造成嚴重地層下陷，宜予納入。

(4)報告書目錄宜酌修，針對九大臺灣地下水區之前言，區域地質與地形、地下水資源概述、區域水資源情勢併同附錄內之相關資料整理或臺灣九大地下水區之背景資料，整理在附錄內，不宜放在本文。

(5)建議補充說明各地下水區以往之基礎資料及相關研究成果，並評估其缺漏與不適部分，再據以研訂工作計畫及估列需要經費。

(6)最後應該彙總全部經費與期程，不要只有各區而無整體。

4、因應修正內容：

(1)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已於全臺地下水區概況內容增補地下水補注地質敏感區相關資料。

(2)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依據期中報告後第二次工作會議決議，目的調整為各地下水區年總抽水量及可用水量釐清，可用水量調查分析計畫內容原則即依此目標規劃相關工作內容。

(3)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已於全臺地下水區概況內容增補地層下陷相關資料。

(4)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」各地下水區基本資料已綜整改列為附錄。

(5)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」於各地下水區應辦理調查工作擬訂過程，即參考現有資料就其不足之處，建議增補調查工作項目。

(6)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已於期程安排及經費分配中將各地下水區調查計畫之經費及期程綜整呈現。

(二)第二次專家會議

1、辦理時間：民國 104 年 4 月 20 日上午 9 時 30 分

2、辦理地點：經濟部水利署水利規劃試驗所霧峰辦公區

3、重要意見：

(1)可用水量調查分析計畫中，各地下水區之優先次序及必要性應加強說明，考量的條件可能包括已局部超抽地下水並造成地層下陷地區、已局部超抽地下水並造成海水入侵地區、地面水資源不足的區域。不一定每一個地下水區都有相同的重要性和優先性。因為時間和資源有限，先選定優先執行區域，並促成該區地下水資源有效經營管理，或許較可行。

(2)建議採用地下水區；而不是地下水分區，以利同一地下水區將來進一步劃定分區之需。

(3)有關臺北盆地地下水調查經費需求序次四提昇至序次一，即以臺北盆地地下水分區數值模型建置及可用水量率定研究(分四年完成)，該計畫擬針對個案資料蒐集彙整再將持續觀測中及需補充調查之項目內容編擬再依次辦理補充調查等工作，惟不偏離本計畫研擬之架構。

(4)可用水量調查分析計畫經費分配，應重新整理各地區之需求狀況重新分配較宜，不宜每區平均 3,000 萬分配方式。

(5)第二章至第十章第一節地下水分區現況概述，內容過於簡略，建議應將各區水資源的供需概況及所面對的問題做摘要性的說明，維有先釐清各地下水區所面對的挑戰問題，將問題聚焦之後所擬定的調查計畫案才能具體落實。因此，本可用水量調查分析計畫的第一章，除了如第四節敘述的各項衝擊因子之外，應增列一節探討臺灣地區整體地下水資源所面對的問題及可行的對策。

(6)建議應將九大地下水區之基本數據以表格方式呈現，可歸類為摘要部分，內容至少應有面積、地下水資源之分析深度、含水層分層、蘊藏量、補注量、抽水量、觀測井數量及平均分布密度、簡述水文地質架構(水文概念模型)；水力參數雖較難呈現，但仍可設法。

(7)計畫書格式定位為行政計畫，僅需報水利署毋須報行政院，計畫書撰寫主要在確定工作內容、經費、期程與辦理方式，內容毋須強調各區技術性問題及技術性工作細項，該工作細項等應由個別委辦計畫書陳述與規範；計畫書本身應聚焦於各地下水區面臨問題，目標在尋得各區現況地下水使用量及其行為特性、地下水可使用量多寡及時空分布等。附錄一之九大地下水區概述中，請僅

列各區水文地質之概述，其用水結構圖、水資源供需分析圖均免列；另，歷次審查意見部分亦不需列入整體計畫書，可列於成果報告附錄。

(8)經費分配以各地下水區面臨問題為導向，如雲彰及屏東平原之地層下陷問題，資源的分配應聚焦於臺灣西部地區問題較大及水資源扮演角色較重的區位，花東縱谷幾乎沒問題，經費可大幅減列。年度經費需求依實匡列，不限於每年 3000 萬元，而期程原則不變(至 108 年)，今(104)年度可先提部分計畫。

(9)未來工作各地下水區計畫以一標案跨年一次發包為原則，不宜再切割為數個計畫，避免計畫太多行政程序複雜，另計畫書內僅需說明計畫訴求及工作大項，表 11-1 依此原則修正。

(10)可用水量調查分析計畫因屬行政計畫，章節內容需重整，且標題不稱「章」：壹、前言，計畫緣起及目的，需聚焦於為何需進行此可用水量調查分析計畫，以水資源整體管理需求進行撰擬；貳、全臺地下水區概況，包含九大地下水區分布情況、地下水管制區範圍、地層下陷資料、地下水補注敏感區、地下水區觀測站網、地下水權資料(包含概略之非水權井數量)；參、各地下水區問題重點與未來工作內容，含過去研究成果、問題重點及需增補之工作項目等；肆、期程安排及經費分配；伍、執行方式，包括與水利普查計畫之用水調查統計工作配合事宜。

4、因應修正內容：

(1)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已於「期程安排及經費分配」一節中增補「各地下水區調查優序綜合說明」，將各地下水區依其管理之急迫性予以排序。

(2)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將原「地下水分區」描述，修改為「地下水區」。

(3)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」中各地下水調查計畫已綜整為單一計畫，採跨年度辦理方式，而調查工作細項則由該計畫辦理時提出，原擬訂之工作細項已於各地下水區調查計畫中刪除。

(4)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」之經費分配依其調查優序予以重行分配，調查優序較前者，代表其調查重要性愈高，因此所分配經費較多。

(5)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已於各地下水區重點問題需增補之調查項目內容增補各地下水區之可能問題及其對策，惟仍以地下水區可用水量率定為調查目的。

(6)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已於九大地下水區分布情況中增補各地下水區基本資料列表。

(7)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已刪除原撰擬之技術性工作細項及內容，並依行政計畫方式重行編排撰擬。

(8)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依各地下水區優序重行分配，並依所需核實編列，總經費為 121,500 仟元,其中第一期(民國 106 年至民國 108 年)為 54,900 仟元，第二期(民國 109 年至民國 113 年)為 66,600 仟元。

(9)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」中各地下水調查計畫依綜整為單一計畫，期程安排亦採跨年度辦理方式。

(10)本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」內容已依意見重整，詳如附冊二。

第五章　臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊規劃

國內水資源開發除地下水資源外，伏流水亦為另一可供開發之水資源，然而目前國內對於伏流水資源調查、評估及取水方式相關研究較為缺乏，因應未來可能之伏流水開發方案，現階段應就伏流水開發所需之先期調查及評估訂定合宜作業流程，並擬訂「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」，以供未來相關計畫推動之參考。

為求臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)撰擬內容完備，本計畫進行國內外相關伏流水資源調查參考手冊文獻之蒐集，包括英國環保署(UK Environment Agency)「伏流水手冊」(The Hyporheic Handbook)、澳州農業部(Australian Government, Department of Agriculture)「評估地面地下水連結性方法概觀」(An Overview of Tools for Assessing Ground-Surface Water Connectivity)及美國地質調查所(USGS)「地面地下水交換量估計之現地技術」(Field Techniques for Estimating Water Fluxes between Surface Water and Ground Water)等，除國外相關手冊文獻外，另蒐集國內外相關期刊及技術報告，包括Physics and Chemistry of the Earth、Hydrology and Earth System Sciences及Water Resources Research等重要期刊，及臺灣水利(李昭順及劉振宇，臺灣西部河川上游經濟穩定的伏流水開發)，相關研究技術報告則包含日本鏡川伏流水調查報告(鏡川伏流水の調查報告)及經濟部水利署「臺灣地區伏流水開發對地下水環境影響之調查評估-大甲溪、大安溪、烏溪及濁水溪」、經濟部水利署南區水資料局「高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗」、經濟部水利署水利規劃試驗所「既設河道集水暗渠功能調查分析及因應環境變遷所應考慮的設計原則-以中部地區為例」等。

本計畫藉由文獻彙整，瞭解伏流水資源調查方法、作業流程及評估方法，作為「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」研擬之參考，以下針對本計畫如何擬訂「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」(以下簡稱伏流水參考手冊)簡要說明，完整內容詳如附冊三。

一、參考文獻摘要說明

（一）英國環保署，伏流水手冊(The Hyporheic Handbook)

由於歐盟對於水資源經營管理已朝向流域整合管理(Integrated Catchment Management)方向，而有效流域整合管理應對於地面地下水交互作用行為有充分的瞭解，包含地面水及地下水之交互作用特性、發生位置及交換水量等，由於地面地下水交互作用直至近年成為水文研究之主題，相關研究成果均尚未整合，為提供最新科學資訊及調查方法予相關研究人員依循，英國環保署即著手撰擬此手冊，此手冊內容著重於地面地下水交互作用之發生原因、調查方法、及其對於水生生態之影響等層面，該手冊共有十二章節，此手冊於第三章(伏流水區地貌及沉積特性)及第四章(水及非作用溶液流動與交換)等二章節對於伏流水區之地質特徵、伏流水形成原因、伏流水流動特性及地面地下水交換行為等較為清楚之描述，為本手冊撰擬時瞭解伏流水特性之重要參考依據，另於第八章(地面地下水交界面量測及觀測)則描述最新量測或觀測地面地下水交互作用之調查試驗方法，為本計畫伏流水參考手冊撰擬調查試驗章節重要參考對象。

（二）澳州農業部(Australian Government, Department of Agriculture)，評估地面地下水連結性方法概觀(An Overview of Tools for Assessing Ground-Surface Water Connectivity)

此文獻為澳州農業部為配合水資源整體流域管理政策，針對地面地下水交互作用行為之調查試驗及評估方法進行相關參考文獻及案例蒐集彙整，旨在提供相關作業人員參考之用，其內容包含全數用以評估地面地下水交互作用行為之方法，所述內容甚為廣泛。此文獻共分為十二章節，此文獻各章節對於特定地面地下水交互作用方法均有詳細之介紹，為本計畫伏流水參考手冊重要之參考依據。

（三）美國地質調查所(USGS)，地面地下水交換量估計之現地技術(Field Techniques for Estimating Water Fluxes between Surface Water and Ground Water)

美國地質調查所彙整各項地面地下水交換量之調查試驗方法，提供相關領域研究者或從業人員得依其調查區域特性，參考選用適宜之調查試驗方法，其內容主要包含地面地下水交換量特性描述、估計地面地下水交換量之目的及各項調查方法，所列之調查方法包含集水區尺度降雨逕流模型、河川流量量測、地下水流模型、水力特性量測、紅外線遙測影像判釋及分析、染劑(Dye)與示蹤劑試驗、溫度剖面、導電度測定、電阻率剖面、水位(頭)量測、滲流儀量測及生物指標等共計十二項，此文獻將各項調查方法進行概述，並提供相關文獻供參考，惟各項調查方法細部作業並無明確說明，僅就各方法基礎理論及分析方法進行簡要描述，本計畫伏流水參考手冊亦參考其所述基礎理論及分析方法進行撰擬。

本計畫整理上述各文獻伏流水相關定義及調查方法，彙整分析出適用於臺灣地區伏流水資源調查及評估之內容，並據以進行伏流水參考手冊相關所需資料、調查試驗方法、潛能河段界定及可取用水量估計撰擬，相關伏流水參考手冊撰擬成果如下所述。

二、研擬伏流水資源調查所應具備基礎資料

由於伏流水係為地面地下水交互作用所形成，因此其形成及存在與地面水、地下水及河道下地質材料均有甚為密切之關係，參考國內外相關文獻，對於伏流水資源調查分析所需資料大致可區分為流域背景概況、水文地質、水資源相關法規等三類，流域背景概況主要係為了解地面水特性、水文地質則為了解地下水特性，水資源開發相關法規則為評析伏流水開發方案是否可行之重要資料，各類資料之項目、內容及用途如表 5-1 所示，而各類資料應用於伏流水資源調查分析工作之目的，詳述如下：

(一)流域背景概況

於流域背景概況資料類別應蒐集項目包含地面水文、氣象水文、地形地貌、區域地質及水資源供需概況等，於地面水文部分主要係利用基本資料蒐集了解調查流域之河川特性，其中有關河川流量、河道特性及河道沖淤現況為較重要之基本資料，此等資料為分析伏流水存在與否及判別伏流水存在樣態之基礎，而河道沖淤現況則為規劃未來可能開發取水設施之類型及埋置深度等重要資料；氣象水文資料部分主要係為了解流域伏流水水量，其中以降雨量最為重要，因具有高伏流水潛勢之流域，其集水區範圍降雨量應可提供充足水量形成伏流水；地形地貌資料則為研判伏流水存在區位及其流動特性重要基礎資料，對於河谷或盆地地形區域常視為較具伏流水潛能之區位；區域地質則為描述伏流水儲存水量重要評判基礎，於河道下方如具有較厚之沖積層或岩盤較深之河段，於河道下方賦存之伏流水水量較為豐沛，據此可作為伏流水潛能河段研判；水資源供需現況資料則為研判伏流水潛能區位是否具有開發必要之基礎資料。

(二)水文地質

於水文地質類別所應蒐集之資料項目包含地下水水位、地下水流向、含水層特性(位置、深度、厚度、岩性)、補注區、地下水流出點、水位變動長期趨勢、水文地質參數(如水力傳導係數 K、含水層流通係數 T、儲水係數 S、比儲水係數 S_y 等)、既有觀測井位置及地下水補注地質敏感區等，其中水文地質參數、地下水水位、地下水流出點、地下水補注區為最為重要之基礎資料，由於伏流水係因地面地下水交互作用所形成，於地面地下水交互作用頻繁河段多具有較高之伏流水潛能，而地面地下水交互作用是否頻繁取決於地下水水位之高低，而伏流水流向亦需利用地下水水位進行分析；河道下方地質材料之水文地質參數為研判伏流水流動特性

及取水效能最為重要之基礎資料，具較高水力傳導係數或流通係數之區位，通常為較佳之伏流水取水區位；地下水補注區及地下水排出區即為地面地下水交互作用區位，可藉由已知之地下水補注區及排出區研判伏流水潛能較高之河段。

(三)水資源開發相關法規

水資源開發相關法規類別應蒐集之法規應包含水利事業興辦、水權取得、環境影響評估及原住民保留區等類別，此等法規主要係為伏流水開發方案是否可行之重要資料。

三、擬訂伏流水資源調查方法及其作業流程

(一)伏流水資源調查方法

依據國內外相關文獻，得知伏流水與地面水文、地質特性及水文地質等均息息相關，欲推估伏流水潛能區位及潛能量需先行釐清水文地質架構、水文地質特性及地面地下水交互作用行為等。本計畫所規劃之伏流水參考手冊於調查試驗內容著重於地面地下水交互作用之調查試驗為主，調查試驗之目的則以進行伏流水潛能量估算及數值模型建置為目標，依所需參數建議應辦理之調查試驗工作。

地面地下水交互作用調查於近年開始較受關注，國外對於地面地下水交互作用調查之目的多為河川生態保育為主，調查內容多為地面地下水交互作用所產生之生化反應，而如以伏流水資源開發為考量，多聚焦於地面地下水間之交換水量，本計畫於規劃伏流水調查方法即以釐清地面地下水交換水量為目標，依據國外相關文獻內容，於地面地下水交換量調查方法大致可區分為間接方法及直接方法等二類，間接方法多為利用質量平衡理論進行交換量分析，所採用物理量包含水量、化學物質濃度及溫度等，而直接方法則於河道內利用儀器直接量測河床滲入滲出水量，藉由廣布調查點位方式，了解河段地面地下水交換水量，本計畫綜整各項地面地下水

交互作用調查方法，綜整國內文獻所述操作方式及分析原理，據以撰擬參考手冊內容。

除地面地下水交互作用調查外，河道內河床下方地質材料之水文地質特性亦為影響伏流水存在、流動及開發難易之重要參數，為掌握伏流水潛能河段或潛能場址之水文地質參數，應於調查區位辦理水文地質參數探查工作，諸如抽水試驗或微水試驗等，本計畫規劃參考手冊內容時，亦將水文地質參數探查調查程序及分析方法納入調查試驗篇章說明。

另外，地面地下水交互作用多隨時間變動，而驅動地面地下水交互作用之動力，即為地面水及地下水之水位(頭)差異，因此，為了解調查區位地面地下水交互作用特性應對於地面水及地下水之水位進行觀測，以了解地面地下水交互作用歷時變化，而所觀測之水位亦可利用達西定律進行地面地下水交換量推估工作，釐清地面地下水交換量歷時變化。

水質調查檢測則針對仍具開發潛能之伏流水河段或場址提供水質檢測之方法及建議所應檢測項目，以利規劃可供之用水標的及後續水質處理所需程序。

綜合上述說明伏流水資源調查試驗項目包含地面地下水交互作用調查、水文地質參數探查、水位觀測分析及水質調查檢測分析等共計四項，各項調查工作之調查試驗尺度、優缺點及限制條件，如表 5-2 所示，詳細說明如附冊三所示。

(二)伏流水資源調查作業流程

依據國內外相關文獻內容，伏流水資源調查工作應依不同尺度定義不同階段調查工作，規劃調查程序包含資料蒐集分析、流域尺度調查分析、河段尺度調查、場址尺度調查、資料綜整分析、伏流水潛能量評估與工法選定等六大步驟，整體調查流程如圖 5-1 所示，各階段辦理工作如下所述：

1、資料蒐集分析

於伏流水資源調查分析工作辦理之初，應依前節所列

各項基本資料進行蒐集，包含流域背景概況、水文地質、水資源相關法規等，詳列所需各項資料清單及資料蒐集對象，據以進行資料蒐集作業，於資料蒐集完成之後，應檢視各項資料之完備性，如資料長度、密度及後續應用可能性，如尚有資料蒐集不全時，則應重行擬訂資料蒐集清單，再進行蒐集工作，以確保應蒐集之資料均已蒐集完成。

2、流域尺度調查分析

於基本資料蒐集完成後，應就各基本資料進行初步分析工作，此即為流域尺度調查分析工作，諸如地形地貌分析、水平衡分析、水文歷線分析、地下水文分析、水化學分析及溫度監測資料分析，利用蒐集所獲各項基本資料進行各項地面地下水交換水量間接分析，可釐清流域範圍內伏流水潛能河段分布情況，可作為河段尺度調查分析區位之選定，另外，於各項基本資料初步分析完成後，應就未來水文地質架構概念模型建置所需資料予以綜整及列表，以確定基本資料初步分析之完整性。

3、河段尺度調查

於流域尺度調查完成後，應就具伏流水潛能之河段進行廣泛現地調查試驗，以確定潛能河段伏流水流動行為及潛能量，配合既有資料及調查試驗所獲成果，於此階段應可描述河段尺度水文地質架構，並指出地面地下水交互作用發生位置及特性，進而指出於潛能河段範圍內最具伏流水潛能量之潛能場址。

4、場址尺度調查

經流域尺度及河段尺度之調查所界定潛能場址，需再經更為細緻之調查試驗工作以確認伏流水潛能水量及適用之取水工法，於場址尺度應以細密之現地調查試驗為主，而調查試驗之目的為確認伏流水潛能量及小尺度之流動特性，進而作為取水工法選定及可取用水量評估之依據。

5、資料綜整分析

綜整既有基本資料及調查試驗所獲成果,進行潛能場址水文地質架構概念模型建置工作,所建置之水文地質架構概念模型應可清楚描述潛能場址含水層物理幾何特性,包含分布、延伸、厚度、分層及邊界等，此外，亦需描述地面地下水交互作用行為及位置,於水文地質架構概念模型建置完成後,可初步進行潛能場址水平衡分析,概估地面地下水交換水量,此水量可作為檢核未來數值模型分析所得之伏流水可用水量。

6、伏流水潛能量評估與工法選定

由於伏流水係為地面地下水交互作用所形成,取用伏流水可能影響地面水既有流量或造成鄰近地下水位下降,因地下水水位下降無法以理論方式直接推求,需利用數值模型進行模擬得知,而地面水既有流量則可依潛能場址伏流水形成機制,配合生態基流要求及下游水權水權量保留等限制條件予以推估求得。此外,應進行伏流水取水之數值模型模擬工作,其目的在於瞭解伏流水開發行為對於週遭水環境之影響，包含地面水及地下水等，地下水部分於可針對開發後對於含水層可能產生之洩降及影響範圍予以模擬得知，而對於地面水(主要係指河川)則應就可能產生之流量減少予以模擬求得,配合各項限制條件之設定，採以不同取水量之境況模擬,將可求得對環境影響較小之伏流水可用水量。

需強調本計畫所擬伏流水可取用水量分析流程中，每一步驟均與前一步驟緊密相關，該步驟執行與否，端看前一步驟所獲成果是否符合調查目的。原則上於前一步驟完成後，應擬訂或修正調查規劃內容，據以執行下一步驟，此流程中並非全數步驟均需完成，但資料綜整分析具有一貫性，於此流程完成後應可就調查場址提出可取用水量之量化數據。

表 5-1 資料蒐集項目內容及用途

類別	項目	內容	用途
流域背景概況	地面水文	● 流域邊界 ● 水系概況 ● 水體分布 ● 水文站基本資料描述 ● 河川流量 ● 河川水位 ● 河道特性研究 ● 河道沖淤現況	用以瞭解調查規劃區域地面水體特性，包括河川特性、地面地下水關連性等。
	氣象水文	● 降雨量 ● 風速 ● 氣溫 ● 蒸發量 ● 相對溼度 ● 日照時數 ● 降雨日數	用以瞭解調查區域氣象水文及地面水文特性，可作為調查區位之選定、水平衡分析及數值模型設定等之基礎。
	地形地貌	● 遙測影像 ● 地形圖(經建版) ● 植被覆蓋率 ● 地形演變史	用以瞭解調查規劃區域地形特性，包括補注及湧泉位置、地面入滲特性、地面逕流及可能地質構造特性。可作為調查區位之選定、水平衡分析及數值模型設定等之基礎。
	區域地質	● 地質簡史 ● 地面地質 ● 地質構造 ● 地質剖面 ● 地質井(水文地質井)	用以瞭解調查規劃區域之地質特性，可作為調查區位選定、水文地質模型建置及地下水儲蓄量評析基礎。
	區域水資源供需現況	● 水資源供需資料	用以瞭解調查規劃區域水資源供需現況及可能開發規劃方向，可作為調查區位選定、伏流水環境綜合評析、開發供水標的選定及開發方案研擬之基礎。
水文地質		● 地下水水位 ● 地下水流向 ● 含水層特性 ● 補注及流出位置 ● 地下水補注地質敏感區 ● 水位變動長期趨勢 ● 水文地質參數 ● 既有觀測井分布	用以瞭解調查規劃區域地下水特性，包括水位、流速、流向及變動情況等。可作為調查區位之選定、水平衡分析及數值模型設定等之基礎。
水資源相關法規		● 水利事業興辦 ● 水權核發 ● 環境影響評估 ● 原住民保留區	用以瞭解伏流水開發方案所應依循之法規，以作為規劃方案推動之參考。

表 5-2　各調查試驗方法之綜合說明

方法		適用調查尺度	優點	限制	流向確認	流量測定
地面地下水交互作用調查	水平衡分析	流域尺度 河段尺度 場址尺度	可利用簡易平衡運算，得知地面地下水交互作用水量。	對於各項水平衡計算子項均需予以掌握，才可提高計算之準確性，但多數計算因子多難以直接觀測求得。		V
	水文歷線分析	流域尺度 河段尺度	利用河川流量資料，配合基流分離方法，可推估地面地下水交換作用行為。	河川流量影響因素甚多，分析成果僅可提供分析河段加總行為，無法描述其空間分布特性。		V
	示蹤劑試驗	河段尺度 場址尺度	有助於瞭解伏流水區交換量、地下水流出量、溶液傳輸及地面地下連通情況	通常需要河川管理單位核可(如有取水需求時通常甚為困難)；有健康或生態毒性問題；可能耗費時間及經費；無法控制吸附與降解問題。	V	V
	水化學分析	河段尺度 場址尺度	利用簡易質量守恆原理，可瞭解地面地下水交換行為及交換量。	僅適用於地面水及地下水水質差異較大之河段；需累積充足水質資料以供分析研判。	V	V
	溫度觀測及研究	河段尺度 場址尺度	溫度感測器具有強健、簡易及相對便宜之優點；可提供垂向流量時間歷時資料；適宜提供半定量資訊。	適於地下水及地下水溫差較大之河段；假設垂向水流方向。	V	V
	滲流儀量測	場址尺度	可直接量測滲流量，並可採集小面積於土水交界面之樣本；可獲得半定量資訊。	設計及操作過程具有潛在的誤差；所量測流量為時間平均值；不適合高流速河段、礫石河床及黏土河床；滲流水化學性質可能於滲流儀內改變，無法代表地下實際狀況。	V	V

表 5-2　各調查試驗方法之綜合說明(續)

方法		適用調查尺度	優點	限制	流向確認	流量測定
水文地質參數探查	定量抽水試驗	場址尺度	可估計水力傳導係數、流通係數，配合觀測井亦可估計儲水係數;可作為採樣水樣方法。	需配合抽水設備及觀測儀器試驗;資料分析研判需由專業智能人員為之;欲獲代表性參數，試驗時間耗時甚長。		
	分級試水	場址尺度	可估計水力傳導係數;可瞭解含水層出水能力;可作為採集水樣方法。	需配合抽水設備及觀測儀器試驗;資料分析研判需由具專業智能人員為之。		
	微水試驗	場址尺度	可估計小區域之水力傳導係數;可作為採樣水樣方法;試驗較為便宜。	如井篩阻塞，可能產生試驗誤差;可能因細顆粒沉積層擾動造成試驗誤差。		
水位觀測分析	地下水水位觀測	場址尺度	配合觀測井設置，可進行短、中、長期地下水水位觀測，掌握單點地下水短期變動行為及長期趨勢。	僅為單點調查成果，欲描述區域地下水變動特性而增加觀測點位;需設置觀測井，費用昂貴;需特定儀器及專門技術支援;觀測水位分析需由具經驗及專業智能之人員進行。	V	V
	地面水水位觀測	場址尺度	配合測壓管設置，可進行短期地面水水位觀測，掌握單點地面水短期變動行為。	僅為單點調查成果;需先行設置測壓管;需要特定儀器及專門技術支援;觀測水位分析需由具經驗及專業智能之人員進行。	V	V
水質調查分析	地面水及地下水水質採樣檢測	場址尺度	可瞭解地下水水質變化特性及污染情況。	僅為單點監測成果;地下水採樣需先行設置監測井，所需費用昂貴;需要特定儀器及專門技術支援;水質分析需由具經驗及專業智能之人員進行。		

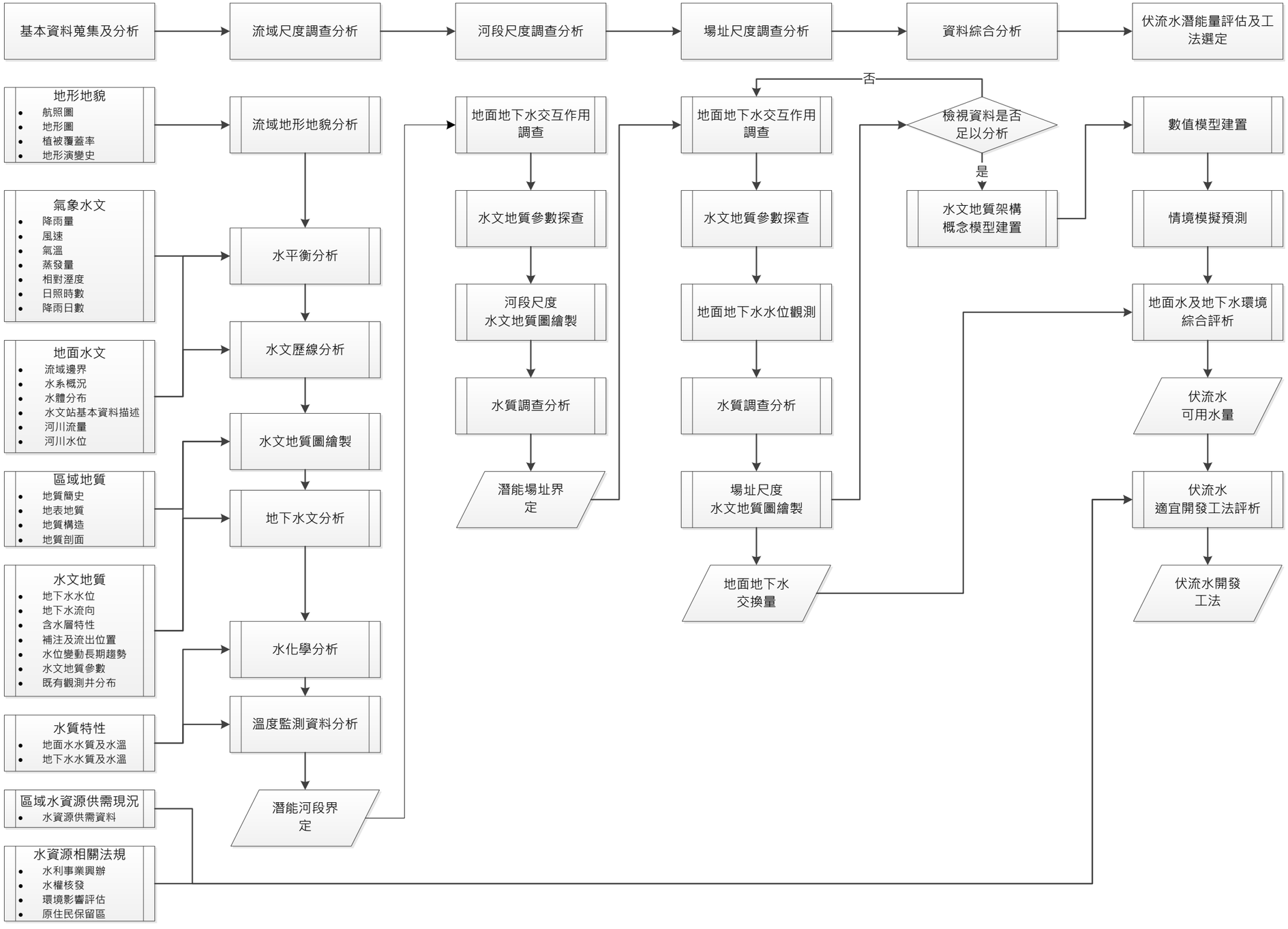


圖 5-1　伏流水調查作業整體流程圖

四、臺灣地區伏流水資源調查分析規劃

本計畫依據國內外參考文獻、基本資料蒐集、調查試驗類別及調查分析作業流程等規劃伏流水資源調查分析工作中各項調查試驗及可取用水量分析方法，規劃成果據以撰擬「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」，以下就本計畫規劃內容詳予說明如下：

(一)規劃理念

本計畫規劃之伏流水資源調查分析工作係著重於伏流水可用水量分析，即地面地下水交換水量，進而釐清伏流水潛能區位及潛能水量為主要目的，以利後續開發工法選定，為達此目的對於調查區域伏流水之產狀、流動特性、地面地下水相互作用關係、潛能水量時空變化等均為調查工作應著重之部分。於伏流水可用水量之分析則以不致對於地面水及地下水產生不良影響為限制條件，利用數值模型推求伏流水可用水量。

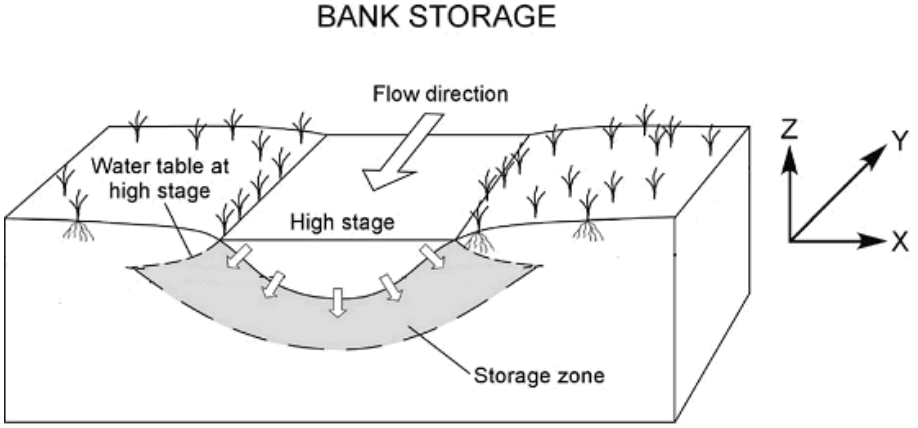
(二)伏流水定義

各種不同領域學門對於伏流水區(Hyporheic Zone)及其間水量交換之過程均以概念化模型予以描述，如圖 5-2 所示。但多數學者專家對於地面地下水交界面及何謂伏流水區尚無法清楚的描述及定義。

伏流水區(Hyporheic Zone)因研究課題的不同而有不同面向之定義，其中包含不同空間及時間尺度之問題，於空間尺度部分則包含單一河床特性(Individual Bedforms)、地貌單元序列(Geomorphological Units)、河段(River Reaches)、集水區(Catchment)及流域(River Basin)等。於水文學(Hydrological)面向，伏流水區通常以地面水及地下水混合比例來描述，如指地面水與地下水交互作用行為，伏流水區以物理或化學梯度來定義；於生物化學(Biogeochemical)面向，伏流水區被視

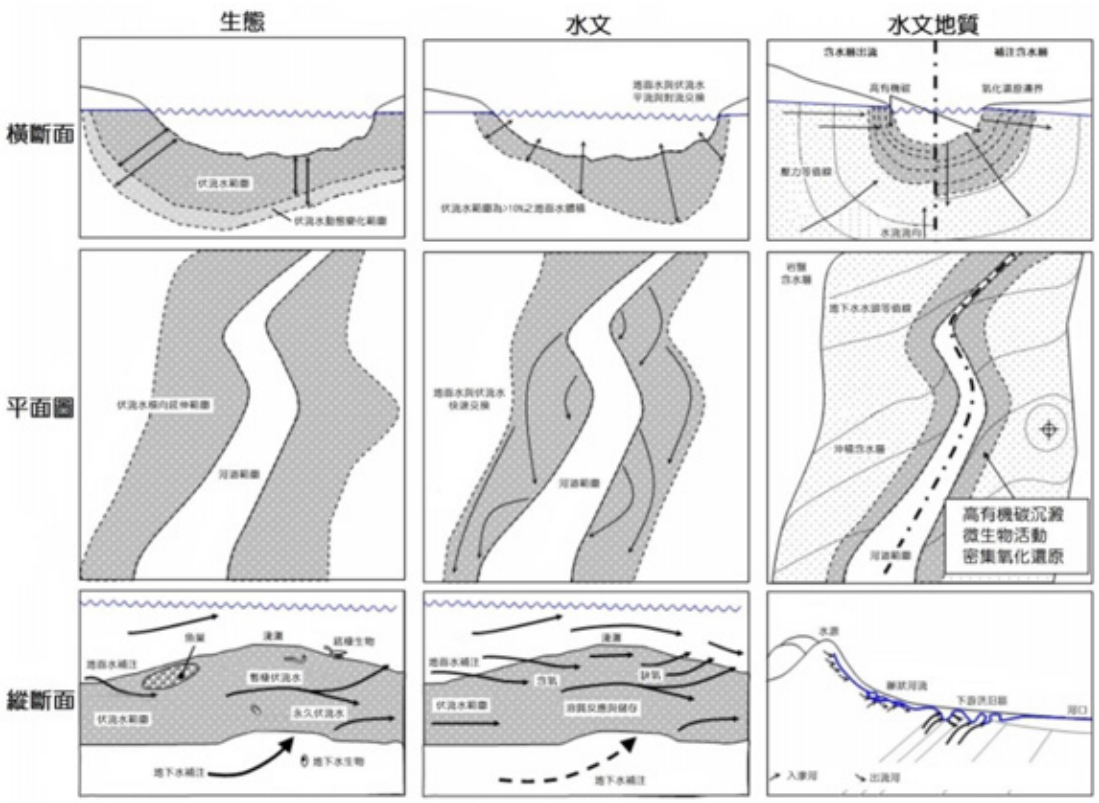
為氧化還原區，於此區域入滲之地面水提供溶氧、營養鹽及有機碳支持生物化學作用及傳輸。近來較受關注伏流水區功能在於污染物衰減(Attenuating Contaminants)功能。由生態學(Ecological)角度，伏流水區則由底棲或地面下生物類別及其棲地來予以定義。依據英國環保署伏流水區手冊(The Hyporheic Handbook, 2009)，綜合各面向伏流水區之定義，其對於伏流水區之定義為：

「於地面水及地下水水體間飽和之過渡帶，其因地面水及地下水混合而有其獨特之物理及生化特性，可提供原生或衍生物種之棲地或避難所。」(如圖 5-3 所示)(The saturated transition zone between surface water and groundwater bodies that derives its specific physical (e.g. water temperature) and biogeochemical (e.g. steep chemical gradients) characteristics from active mixing of surface- and groundwater to provide a habitat and potential refugia for obligate and facultative species.)



(資料來源：Chen, 2003)

圖 5-2　伏流水區(Hyporheic Zone)概念示意圖



(修改自 Buss et al., 2009)

圖 5-3 不同學門角度所描述之地面地下水交界面及伏流水區之概念模型

國內伏流水一詞乃沿襲自日文的用語，日本辭書網站對於伏流水之定義大致包含「處於舊河道或河川砂礫層中流動之水源。」、「位於河川或湖泊底部砂礫層中流動之水源，屬於地下水的一種。」、「分布於河川底部或河岸側邊之砂礫層中潛伏且流動之水源(River-Bed Water)。」、「地面水暫時潛流於地層中，常存於沖積扇之砂礫層中。」、「河川河床入滲而潛存於深度甚淺之地下水。」等五類(如表 5-3 所示)，廣義來說伏流水其實係指位於河床底部及河岸週邊之水源。

表 5-3　日本伏流水定義(中-日文對照)

引用來源	伏流水定義	
三堂省大辭林	旧河道や河川の砂礫(されき)層などの中を流れる水。	舊河道或河川砂礫層中流動之水。
地盤關連用語集	地下水の一つで、河川や湖沼の底または側部の砂れき層中を流れる水。	處於河川或湖泊底部砂礫層流動之水,屬地下水之一種。
水質用語集	河川の底部または側部などの砂礫層を潜伏して流れている水のことをいいます。つまり、河のように表面を流れているのが表流水で、河床や河川敷の下を流れているのが伏流水です。伏流水は地中で自然のろ過が行われるため、表流水に比べて水質が良好です。	於河川底部或側邊之砂礫層中潛伏且流動之水,也就是說,在河川表面流動的水稱為表流水,在河床底下流動的水稱為伏流水。
防府歷史用語辭典	地上の流水が地下に一時もぐって流れるものをいいます。扇状地や砂漠といった、粒の粗い砂や土の場所でよく見られます。	指地面水暫時潛流於地下,常存於沖積扇之砂礫層中。
環境用語集(日本環境資訊中心)(River-Bed Water)	伏流水とは、河川の流水が河床の地質や土質に応じて河床の下へ浸透し、水脈を保っている極めて浅い地下水。本来の地下水と異なり、河道の附近に存在して河川の流水の変動に直接影響されるものをいう。 伏流水は、地中で自然のろ過が行われるため、表流水に比べて濁度など水質が良好で安定している。 扇状地や厚い砂礫層が堆積している河床をもつ河川水は地下に浸透し伏流水となりやすい。石灰岩地域では水が石灰岩の割目を通って伏流水となり再び地面に現れることもある。火山堆積物の中にも伏流水が発達する。	指由河川河床入滲而潛存於深度甚淺之地下水。其原來之地下水不同,此等地下水直接受河川流量變動之影響,其水質如濁度等較地面水良好且穩定,如於石灰岩或火山堆積物地質中伏流水甚為發達,常存於其地質裂隙之間。

本計畫參考國內外伏流水相關定義，僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水。」

(三)伏流水可用水量推估

伏流水可取用水量估計原則於目前尚無國內外相關文獻提出定量之方法，然由於伏流水之取用可能造成河川流量減少及地下水水位之下降，因此，於可用水量之估計仍應以

不致對河川及地下水產生不良影響之限制條件予以估計。依據伏流水存在於地面下之來源，大致區分為地面水滲入及地下水滲出等二類，由於此二類伏流水取用影響型態不同，而伏流水可用水量於此二類伏流水存在形態應有所差異，詳述如下：

1、地面水滲入

如伏流水係由河川地面水下滲所形成,伏流水量隨河川流量變動而變化,於此等河段取用伏流水對於河川及地下水之影響較小,於此等河段之伏流水可用水量應為地面地下水交換流量。

2、地下水滲出

如伏流水係由地下水出滲至河川流動過程所形成,其伏流水量因係為地下水排出量，故較為穩定，由於地下水排出量係為河川基流之一部分，因此，於此等河段進行伏流水之取用將使河川穩定基流減少,為維護河川生態保育需求及下游水權人權益,於此等河段之伏流水可用水量應以不致使河川流量低於生態基流量需求及下游水權人水權量為限制條件予以訂定。

有關河川生態基流量要求可依據行政院民國 91 年 3 月 15 日院臺經字第 0910008117 號函核定之「臺灣地區水資源開發綱領計畫」，以集水面積比例法推估，採每 100 平方公里須有 0.135cms 之河川生態基流量(保育用水量)之原則予以估計。

(四)伏流水可用水量校驗

由於伏流水取用所產生之影響為動態行為，因此伏流水之開發使用應進行差異比較分析，在合理之假設條件下量化評估伏流水開發使用量及其對區域水文平衡或水環境之衝擊。因此伏流水可用水量需利用數值模型進行檢核，於預訂取水位置採用情境設定方式模擬取水，分析取水後之可能影

響，並以河川生態基流量需求、下游水權人水權量及地下水水位為限制條件，避免產生河川流量低於河川生態基流量需求、河川流量不足以提供下游水權人取水及地下水水位大幅下降等不良影響，探討原分析之伏流水可用水量是否適宜，進而確認取水區位之伏流水可用水量。

五、「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」內容概述

依據本計畫規劃之伏流水資源調查分析內容，擬訂「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」，參考手冊共分為前言、基本資料蒐集與調查、調查試驗、調查試驗成果綜合評估及水文地質架構建置、數值模擬與伏流水可用水量推估等五篇章，參考手冊架構及內容簡列於表 5-4，參考手冊詳細內容如附冊三所示。

表 5-4 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊架構及內容

篇章	節	內容概述
第一章 前言	一、緣起	以提供臺灣地區伏流水調查工作執行參據為原則，說明本參考手冊撰擬之緣由及重要性。
	二、伏流水定義	說明本參考手冊之伏流水定義。
	三、適用範圍	說明本參考手冊之適用範圍。
	四、調查目的	說明臺灣地區伏流水調查工作之目的。
	五、調查作業流程	進行資料蒐集分析、流域尺度調查分析、河段尺度調查、場址尺度調查、資料綜整分析及伏流水潛能量評估與工法選定等相關說明，並提供伏流水調查作業整體流程圖以供參考。
第二章 基本資料蒐集與調查	一、基本資料蒐集原則	說明基本資料蒐集之原則。
	二、基本資料蒐集項目	說明應蒐集之基本資料項目、內容及用途。
	三、基本資料蒐集步驟	說明基本資料蒐集之步驟。
	四、基本資料分析	說明基本資料蒐集完成後，需進行之相關分析工作。
第三章 調查試驗	一、調查原則	將調查區位定義為流域尺度、河段尺度及場址尺度等三個尺度，並說明各尺度應調查項目。

表 5-4 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊架構及內容(續)

篇章	節	內容概述
第三章 調查試驗	二、調查試驗方法	提供調查試驗方法包括地面地下水交互作用調查、水文地質參數探查、水位觀測分析、地面地下水交換流量推估及水質調查檢測分析等五項說明。
第四章 調查試驗成果綜合評估及水文地質架構建置	一、潛能河段及場址界定	說明潛能河段及潛能場址之界定原則。
	二、調查試驗成果綜合評估	說明於全數基本資料及調查成果，針對調查區域之伏流水進行相關分析作業。
	三、水文地質圖資繪製	提供伏流水資源研究相關之圖表內容簡要說明。
	四、水文地質架構描繪	說明水文地質架構概念模型建置流程。
	五、區域伏流水潛能量概估	說明地面水與地下水交互作用之流量為分析探討之基礎，並需相互驗證推估所獲水量，以作為後續數值模型及開發工法評估之參考。
第五章 數值模擬與伏流水可用水量推估	一、一般性說明	進行伏流水數值模擬之目的及相關說明。
	二、數值模型建置	針對數值模型之評估流程、網格設定、邊界設定、初始水位設定、參數設定、模型率定驗證、模型之限制與不確定性及常用地下水數值模式(MODFLOW)進行說明。
	三、可取用水量估計	進行可取用水量之定義，並區分為地下水滲出及地面水滲入等二類進行相關說明。

六、召開專家會議研議「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」

伏流水參考手冊撰擬過程共計召開二次專家會議進行討論(會議記錄文號：雲科大水土字第 1041700317 號、水規地字第 10409004840 號)，以下就各次專家會議辦理時間、辦理地點、重要意見及伏流水參考手冊因應修正內容簡述如下：

(一)第一次專家會議

1、辦理時間：民國 104 年 3 月 6 日上午 10 時 00 分

2、辦理地點：國立雲林科技大學

3、重要意見：

(1)伏流水宜先定義，伏流水資源調查評估及管理的對象及方法才能明確。

(2)第貳篇第三章述及地面地下水交互作用，是否增加場址尺度一節，以與前面章節對應。

(3)第貳篇基礎理論主要是參考甚多相關國內外文獻作為本手冊最後針對伏流水之定義，因此宜作比較後再作定義。且將本手冊探討之伏流水與地下水如何分述清楚宜斟酌，必要時基礎理論更詳實放在手冊的附錄內。

4、因應修正內容：

(1)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為:「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水於不同時間尺度下進行水量交換作用，其所交換之水量即為伏流水。」

(2)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已於第二章之調查原則將調查試驗區位定義為流域尺度(Basin Scale)、河段尺度(Reaches Scale)及場址尺度(Site Scale)等三個尺度，並規劃各尺度所需進行之調查試驗內容。

(3)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」對於伏流水定義已依意見參考國內外文獻進行重行定義，詳如本計畫附冊三，而相關基礎理論依第二次專家會議決議不將其納入手冊內容。

(二)第二次專家會議

1、辦理時間：民國 104 年 4 月 20 日上午 9 時 30 分

2、辦理地點：經濟部水利署水利規劃試驗所霧峰辦公區

3、重要意見：

(1)p1-1 伏流水之定義僅列本手冊之定義即可。

(2)附錄四所列伏流水取水工法簡介中，未列出國內常用之工法「潛堰」，請加列，另各工法請加舉例說明。

(3)第三篇 三、水文地質參數探查 及 五、地面地下水交換流量推估均請補充實作案例。

(4)「第六章報告撰寫」、附錄之「歷次審查意見」、「資料蒐集對象」及「基礎理論」均不需納入手冊，請與業務單位檢討確認。

(5)附錄四「取水工法」除集水廊道與集水管外，應包括附屬結構如潛堰、集水井等，並就水源以地面水為主或地下水為主作不同之設計考量，另請改以臺灣現有案例為主，不足處再行增補國外案例。

4、因應修正內容：

(1)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅列出所擬訂之伏流水定義，原版本所擬各國伏流水定義已予以刪除。

(2)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充地下堰相關說明，並臚列國內外相關案例進行說明。

(3)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充水文地質參數探查及地面地下水交換流量推估之相關案例說明。

(4)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已將相關章節及附錄移除。

(5)本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關取水工法說明，並臚列國內外相關案例進行說明。

第六章　臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究

臺灣地區因受地理環境、極端氣候等因素之影響，對於地下水資源之倚賴與需求日益增加，惟平地地區地下水資源恐多已超量開發，故為能尋求其它可靠之水源，近年經濟部中央地質調查所已陸續辦理臺灣中段及南段山區地下水資源調查與評估工作，且已獲得諸多成果。而為銜接過去其它地區之調查結果，並期能統整與掌握臺灣全區可能之地下水資源量，因此，本計畫另一工作項目即以臺灣北段山區為範圍，並以地下水資源開發調查為目的，初步提出北段山區地下水資源開發之調查研究，其內容包含基本資料蒐集(含區域水文、區域地質、水資源供需現況及未來需求)與可能具地下水資源開發潛勢地區之判定，以作為未來現地試驗調查、評估之參考依據。以下即針對相關工作內容與成果進行說明。

一、臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫推動成果彙整

經濟部中央地質調查所於民國 99 年起陸續辦理臺灣中段山區與南段山區之地下水資源調查與評估計畫，未來將持續辦理北段山區地下水資源調查與評估計畫，目前經濟部中央地質調查所已完成中段山區調查工作，並展開第一、二年度南段山區調查工作，本計畫已蒐集其相關成果資料，包含調查評估之方法、架構內容與評估結果綜整簡述如下：

(一)調查評估方法與架構內容

兩計畫將相關調查與評估內容區分為大、中與小尺度範圍，其各項工作內容與關聯性如圖 6-1 與 6-2 所示；其中，大尺度山區地下水資源調查與評估方面，其收集整理並評估各項基礎資料，建立資料圖層及三維概念模型，作為山區地下水研究基礎資料庫使用以及後續各項分析之依據。藉由所建立之區域資料，評估地下水補注潛能、補注率空間分布，

並考慮開發後恢復程度，評估山區地下水資源開發潛能，作為山區地下水可開發區域劃分依據，進而評估山區地下水安全出水量與地下水資源可開發量。

在中尺度範圍研究中，主要工作項目為以河川流量資料、水化學離子資料，利用水量平衡以及水化學離子質量平衡之概念為評估基礎，以推估地面水與地下水於豐枯水季之交換量，作為地下水資源評估重要參考。而在麓山帶與平原區交互作用工作中，根據地質架構、地下水資料、抽水試驗、水化學、水溫剖面等資料，推估交界區水文地質模型及地下水循環路徑以及水量。

而在小尺度範圍研究方面，則根據已建立之集水廊道場址評估作業程序，及所建立之水文、水文地質等資料，在流域中評選計畫區中集水廊道潛能場址，並評估場址出水量，作為山區地下水開發中之重要參考。

(二)評估結果

由於前述臺灣中段山區與南段山區僅前者已完整執行完畢，而後者於民國 103 年 3 月起進行，故此部分僅就臺灣中段山區完整之評估結果，以及民國 103 年南段山區初步成果進行說明。其中，該調查利用不同尺度之調查研究，分別探討流域大尺度下之地下水可開發區及其可開發量，以及中尺度下重要水文地質區特性評估，最終於各評估流域中選取小尺度集水廊道或井群場址。其相關重要成果如下：

1、臺灣中段山區地下水資源調查與評估計畫(民國 99 年~102 年)

(1)山區地下水資源可開發量評估(大尺度)

A、補注潛能分析顯示，補注潛能較高區域發生於河谷範圍，以山區盆地為最主要地下水發生補注區域，包括名竹盆地、臺中盆地、埔里盆地及花東縱谷，且補注潛能較高區也是地面水與地下水交換量較大之區域。

B、由於補注潛能較高且地下水位較淺，故山間盆地以及河谷部分之開發潛能較山區為高，部分補注量較高之區位，則形成適合開發位置，其中，以花蓮溪流域花東縱谷南段最高，埔里盆地以及名竹盆地開發潛能為次之。

C、由流域地下水開發高潛能區之可開發地下水量評估結果顯示，單位面積地下水可開發量以濁水溪流域中上游為每平方公里每年 9.3、7.2 與 4.0 百萬立方公尺為最高、烏溪流域中上游為每平方公里每年 8.3 與 1.6 百萬立方公尺次之，其次依序為花蓮溪流域中上游為每平方公里每年 6.4 與 5.3 百萬立方公尺、立霧溪流域為每平方公里每年 4.7 百萬立方公尺、大甲溪流域中上游為每平方公里每年 3.7 百萬立方公尺。

(2)重點區域水文地質特性評估(中尺度)

A、名竹盆地統計自民國 97 年至民國 101 年，其每年地下水補注地面水為 4.70 億立方公尺，地面水補注地下水為 8.17 億立方公尺，總和為地面水補注地下水 3.47 億立方公尺。

B、烏溪流域烏溪橋至大肚橋段統計自民國 80 至 100 年，其大肚橋站年平均流量約為每年 32 億立方公尺，由烏溪中段所補注之地下水量為 17.8 億立方公尺/年。

C、花蓮溪花東縱谷段主要為地下水補注地面水情況，其統計自民國 92 年至民國 101 年結果顯示，平均每年地下水補注地面水 13.43 億立方公尺，地面水補注地下水為 1.62 億立方公尺，總和為地下水補注地面水 11.81 億立方公尺。

D、斗六扇頂區自由含水層水位歷線，顯示颱風降雨為最主要的補注事件，約占全年補注量的八成以上。豐水季時扇頂區的降雨入滲估計約 0.17 億立方公尺，河床

入滲估計約 0.12 億立方公尺，豐水季之補注量約為 0.39 億立方公尺，主要來自降雨入滲、河床入滲及扇頂側向補注，扇頂側向補注為 0.1 億立方公尺。另以民國 98 年資料為例，其沖積扇北段的總補注量約為 1.16 億立方公尺，而沖積扇南段之總補注量約為 0.4 億立方公尺，合計為 1.56 億立方公尺。

E、八卦山西側平原區以溫度法，量測濁水溪沖積扇扇頂之河床入滲率，估計年入滲量約為 2.91~5.82 億立方公尺。

F、臺中盆地地下水總補注量約為 6.25 億立方公尺/年，淺層側向補注(扇頂側向補注)為 2.77 億立方公尺/年(約占總補注量之 44%)，深層側向補注(來自麓山帶及臺地)為 0.12 億立方公尺/年(2%)，降雨垂直入滲約為 1.0 億立方公尺/年(16%)，河道入滲為 2.36 億立方公尺/年(38%)。

G、花蓮溪流域平原區地下水補注量，估計全區於雨季增加之地下水補注量約為 4.88 億立方公尺。若加上退水量(人為抽水及自然出滲至河川)，比例估計約 1~0.5，則推估花蓮流域地下水補注量民國 100 年約 7.3~9.7 億立方公尺。

(3)集水廊道與井群潛能場址研究(小尺度)

A、濁水溪流域可於彰雲橋下游設置集水廊道開發水資源，亦可於名竹盆地設置井群有效利用濁水溪地下水資源；大甲溪流域石岡壩附近及烏溪流域烏溪橋下游，為適合以集水廊道或井群開發水資源之區位；花蓮溪流域木瓜溪橋段為適合設置集水廊道場址。

B、彰雲橋集水廊道之枯旱期平均出水量為 5.56 cms、豐水期平均出水量為 6.76 cms；大甲溪石岡壩上游集水廊道之枯旱期平均出水量為 1.94 cms，豐水期最大出

水量為 14.70 cms；烏溪橋下游集水廊道之枯水期平均出水量為 8.74 cms、豐水期最大出水量為 11.71 cms；木瓜橋段集水廊道之枯水期平均出水量為 8.95 cms、豐水期最大出水量為 15.48 cms。

2、臺灣南段山區地下水資源調查與評估計畫(1/4)(民國 103 年)

(1)大尺度山區地下水資源調查與評估方面，分析結果顯示高開發潛能區域包括東港溪河谷區域、林邊溪河谷區域、利嘉溪下游與安朔溪南區。其中東港溪河谷區域、林邊溪河谷區域與安朔溪南區由於補注量高，補注潛能中上且地下水位較淺，而利嘉溪下游地勢平緩，地表為沖積層覆蓋加以地下水位淺，補注量中上而形成開發潛能較高區域。由東港溪數值模式顯示在單位洩降下，下游河谷地區地下水可開發量為 0.30 百萬立方公尺/年，雙流森林遊樂區地下水可開發量為 0.26 百萬立方公尺/年，以及內文部落區域地下水可開發量為 2.0 百萬立方公尺/年。

(2)中尺度範圍研究部分，包含：伏流水潛能場址探討、地面水與地下水水文分析以及山區與平原區地下水交互作用評估兩項主要成果。其中：

A、伏流水潛能場址探討部分，結果顯示林邊溪流域為最佳伏流水潛能場址。

B、地面水與地下水水文分析部分，分析結果顯示東港溪每年地面水補注地下水 1.36 億立方公尺；林邊溪地面水補注地下水 2.78 億立方公尺；知本溪選取河段，地面水與地下水之交換相當，平均每年為地下水補注地面水 0.67 億立方公尺。

C、山區與平原區地下水交互作用評估部分，分析結果顯示 101 年荖濃溪沖積扇側向補注約 7.8 億立方公尺，隘

寮、林邊、力力、枋山等沖積扇側向補注約為 1.7、0.46、0.4、0.25 億立方公尺，五個沖積扇合計側向補注為 10.6 億立方公尺。

(3)小尺度範圍研究方面，計算乾枯水季研究場址出水量，其中，林邊溪來義大橋附近集水廊道枯旱期平均出水量估算結果為 0.30cms，豐水期平均出水量為 0.83cms；力力溪白鷺橋附近集水廊道枯旱期平均出水量估算結果為 0.09cms，豐水期平均出水量為 0.38cms。

前述結果顯示，山區地下水資源確有其開發使用潛能，此外，模擬結果亦顯示，山區地下水抽汲對於鄰近或下游區域並不會造成顯著影響；加以區域水環境恐受氣候變遷或極端氣候影響，若能依據客觀資訊與可行技術，進而整體與完整地調查山區地下水開發潛能較高區域及掌握其環境背景特性，應可對於目前臺灣水資源運用吃緊之狀況提出更佳之解決方案，而標準化之研究技術與評估結果更可作為未來水資源整體發展之藍圖。

由於南段山區地下水資源調查與評估計畫現仍推動執行，故本工作僅彙整前期於中段山區執行地下水資源開發調查研究之相關問題與不足處，作為未來北段山區地下水資源調查與評估計畫執行之重要參考，包含：

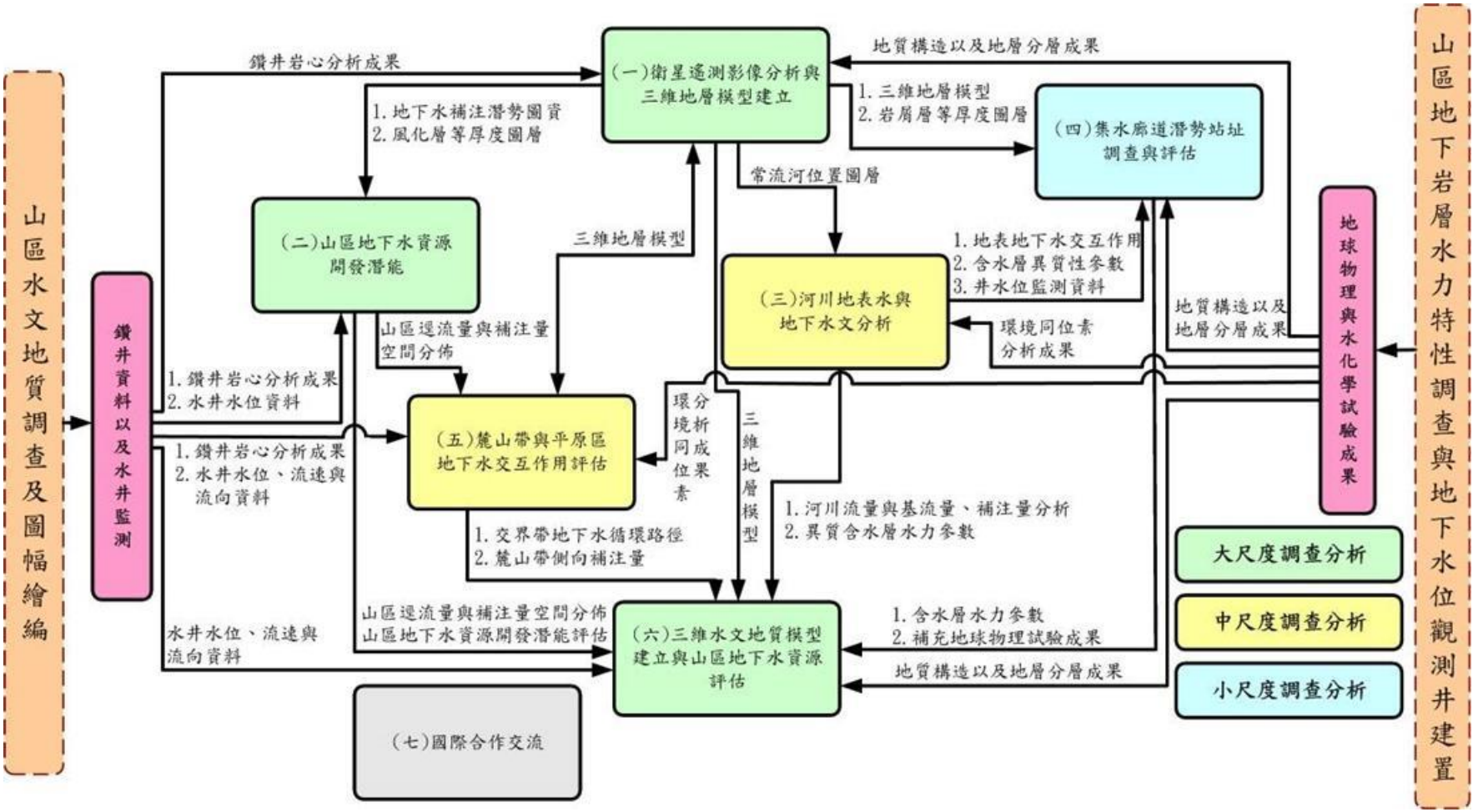
(1)使用遙測方法判釋山區泉水會遭遇的最大困難為解析度不足，較難觀察出小規模泉水造成的地表小幅度溫度變化。

(2)山麓進入平原的側向補注量推估須有觀測井，方能獲得準確的水力梯度，也方能解析旱雨季補注量的差異，而此一工作為前期相關調查計畫辦理過程中所欠缺且影響調查結果之重要因子。

(3)對於重要河流沿岸，應加設監測井瞭解河系與地下水交換情況，對於區域地下水資源評估，有重要之參考價值。

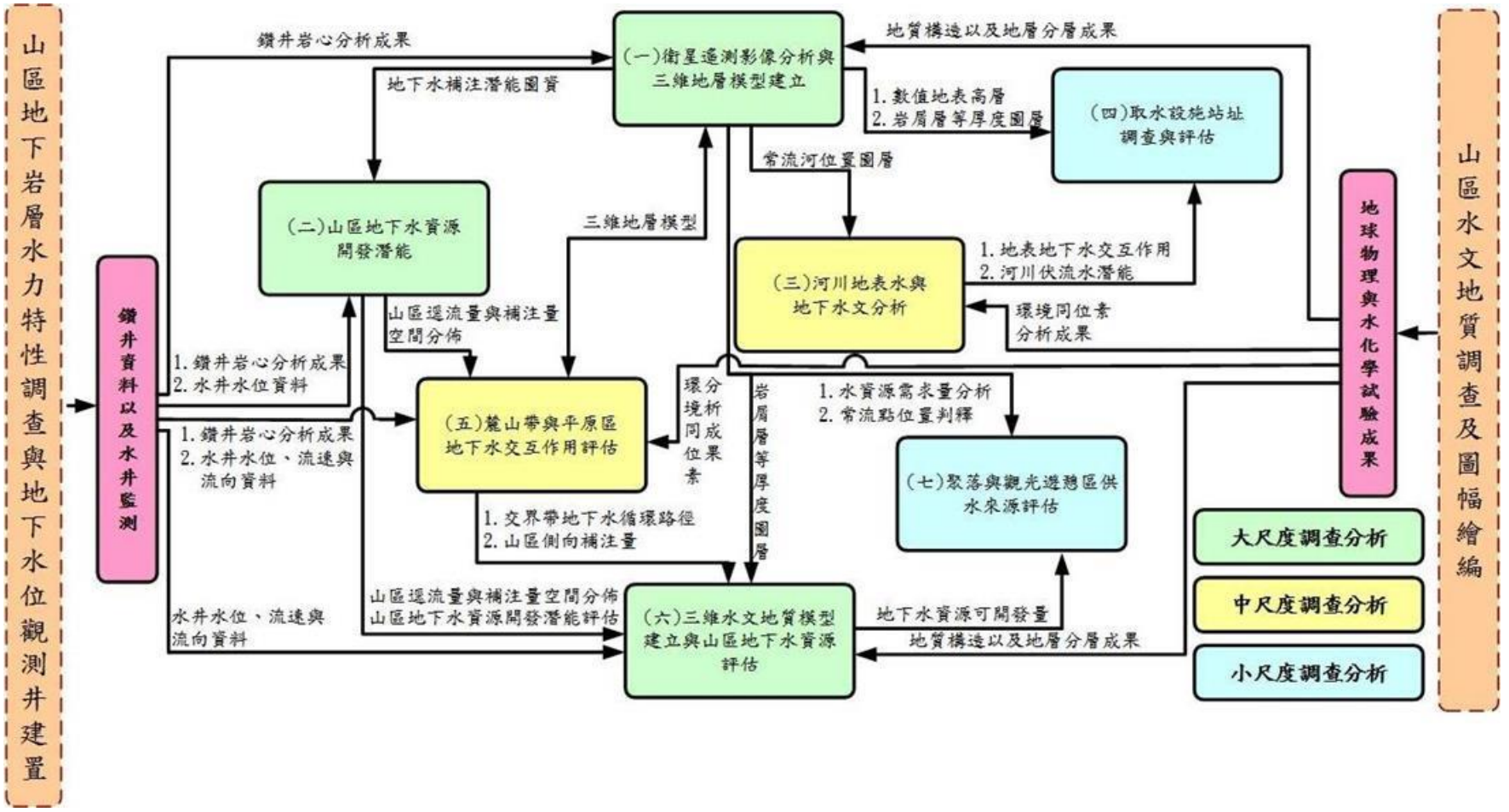
(4)水文地質鑽井受到地形與交通等因素影響，鑽井位置主要分布在河谷或較平坦地區，因此模式率定主要僅能針對這些區域進行，而無法獲得整個區域性的成果。未來須持續進行相關調查並蒐集研究區氣候水文等資料，以增進模式之可靠度。

(5)計畫區域(山區)面積廣大且地勢起伏劇烈，而臺灣於山區鑽探資料仍然不足，數值模式建立工作上仍然有許多改善空間。諸如岩屑層與破碎帶的界定、河川資料的量測、補注量的推估、水文地質參數的推估等，皆需要不同高程階段與更緻密的資料點位，才能描繪出整個多山計畫區的水文地質概念模式，進而建立更完整的數值模式。



(資料來源：經濟部中央地質調查所，民國 99 年)

圖 6-1　中段山區地下水資源調查與評估計畫工作內容與關聯



(資料來源：經濟部中央地質調查所，民國 103 年)

圖 6-2　南段山區地下水資源調查與評估計畫工作內容與架構

二、北段山區環境背景資料蒐集與彙整

(一)北段山區各流域環境背景

依據民國 99 年經濟部中央地質調查所「臺灣中段山區地下水資源調查與評估」計畫成果，其中段山區範圍內各主要流域中位於最北邊者為大甲溪，而位於東部地區者包含立霧溪與花蓮溪，因此，本調查研究之北段山區即接續中段山區調查範圍，以大安溪、後龍溪、中港溪、頭前溪、鳳山溪、淡水河(含上游基隆河、新店溪與大漢溪)、蘭陽溪與和平溪等流域為主要調查範圍；而其各流域之環境背景概述如後。

1、大安溪流域概述

(1)地文概況

大安溪流域位於臺灣臺中市、苗栗縣境內，流域範圍北為後龍溪，南接烏溪，主流發源於雪山山脈之大壩尖山(標高 3,488 公尺)。本流域多屬山地，自發源地分水嶺至雙崎段，坡陡流急，岩石外露，形成狹深溪谷；雙崎以下河道出谷嶺，約束頓減，兩岸較為開展，上游輸下砂石淤積於此，冬季時水源枯竭，河床暴露，夏秋之季颱洪宣洩奔騰而下，為洪患最嚴重地帶。詳細資料如表 6-1 所示。

表 6-1　大安溪流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	雪山山脈之大霸尖山	主流長度	95.76 公里
	入海口	臺中市大安區頂安村	河床平均坡降	1/75
	主要支流	馬達拉溪、老庄溪、景山溪、次高溪、大雪溪、南坑溪、無名溪、雪山坑溪、烏石坑溪。	流域面積	758.47 平方公里
	平地面積	18.26 平方公里	山地面積	740.21 平方公里

(2)地形

大安溪流域地勢東高西低，除大甲、大安、苑裡三鄉鎮之濱海地區(約佔全區域面積 2%~41%)高程在海拔100 公尺以下，其餘地區多屬海拔500 公尺以上之臺地、丘陵地或山坡地(約佔全區域面積 77.86%)。流域上游岸峻流急，坡度屬於五級與六級坡者佔全區域面積約68.44 %，整體而言，流域陡急情勢於雙崎才趨於緩和，而至雙崎以下溪水流出谷嶺，形成兩岸較為寬廣之區域，亦使得上游輸下之砂石多淤積於此(流域地形與山影分布情形如圖 6-3 所示)。

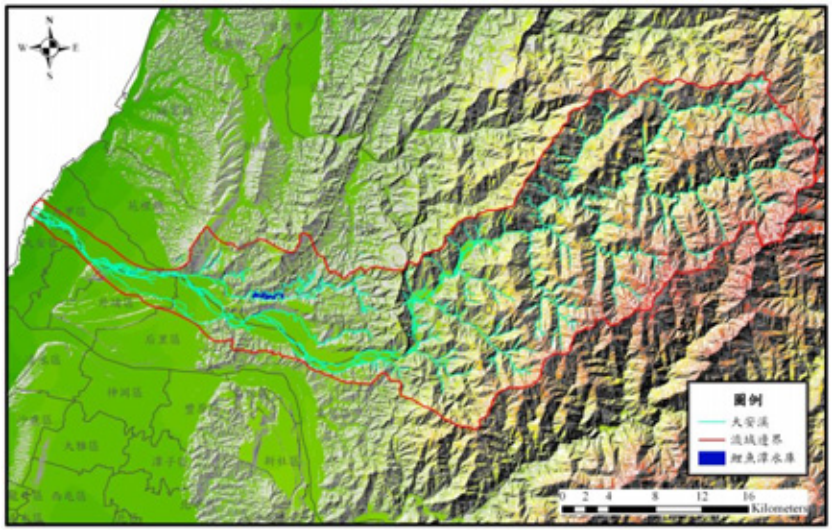
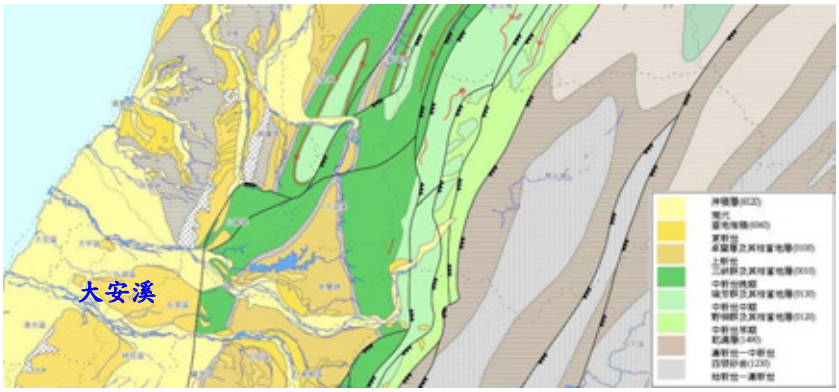


圖 6-3　大安溪流域地形與山影分布圖

(3)地質概況

本流域上游地質大多屬始新世-漸新世之四稜砂岩，地質為石英岩、板岩及煤質頁岩及部分為漸新世－中新世之乾溝層，其地質係由硬頁岩、板岩及千枚岩所組成。流域中游之地質由中新世晚期之野柳群、中新世中期之瑞芳群及中新世晚期之三峽群及其相當地層所組成，其地質屬砂岩及頁岩，及部分區域由上新世之卓蘭層及其

相當地層所組成，其地質為砂岩、泥岩及頁岩所組成。流域下游平地區域大部分由現代沖積層所組成，其地質為礫石、砂及黏土，本流域地質分布如圖 6-4 所示。土壤部分，大安溪流域之土壤分布以石質土與崩積土為主，並有部分黃壤、紅壤、灰壤、沖積土與低腐植質灰色土。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 6-4　大安溪流域地質分布圖

2、後龍溪流域概述

(1)地文概況

後龍溪發源自苗栗縣東側的加里山山脈之鹿場大山，標高 2,616 公尺。其中，西流成汶水溪於獅潭鄉桂竹林匯合發源於東洗水山之大湖溪後稱為後龍溪，並於同處匯入發源於獅潭鄉境內之塩水坑溪，沿臺六線流穿福基而入平地，於銅鑼鄉新雞隆匯入雞隆河後，沿銅鑼鄉七十分段流入並貫穿苗栗市，再於頭屋鄉匯合明德水庫下游老田寮溪及發源於公館、獅潭交界之沙河溪，經後龍鎮於公司寮附近出海。

另後龍溪主流長 58.3 公里，本流之流域面積共 597.62 平方公里，其中山區約占 87 %，全溪坡陡流急，福基以下河道平均坡降約為 1/160，福基以上河道平均坡降約為 1/26 (如表 6-2 所示)。

表 6-2　後龍溪流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	加里山山脈之鹿場大山	主流長度	58.30 公里
	入海口	後龍鎮公司寮附近	河床平均坡降	1/160
	主要支流	大湖南湖溪、汶水溪、鹽水坑溪、雞隆河、打馬溝溪、沙河溪、老田寮溪、南勢坑溪、北勢溪	流域面積	597.62 平方公里
	平地面積	77.69 平方公里	山地面積	519.93 平方公里

(2)地形

後龍溪流域區地形位於西部麓山帶，地形大致包含平原、臺地、丘陵與山地四種，地勢由東南往西北降低，以面向西北方之坡向居多。

由於受到地質構造的影響及山脈走向的控制，以致於流域成格子狀河系。後龍溪段八角棟山脈之後，河流因遇山麓丘陵而轉為側蝕，形成開闊的苗栗河谷平原。此河谷平原於福機、北勢間成南北向(縱谷部)，然後轉為東西向(橫谷部)。縱谷部長約 15 公里，寬最大 4.5 公里，平均 3 公里；橫谷部長 7.5 公里，後龍以東寬 3 公里，後龍以西形成開闊的沖積平原(流域地形與山影分布情形如圖 6-5 所示)。

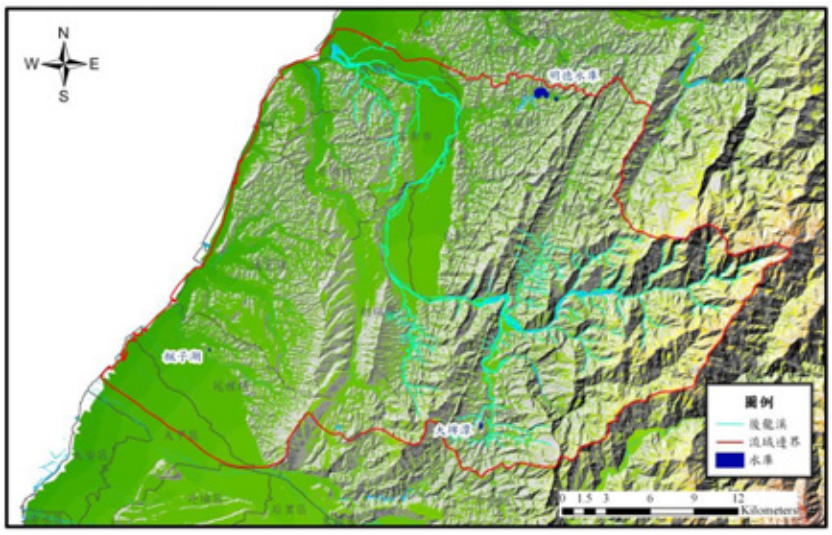
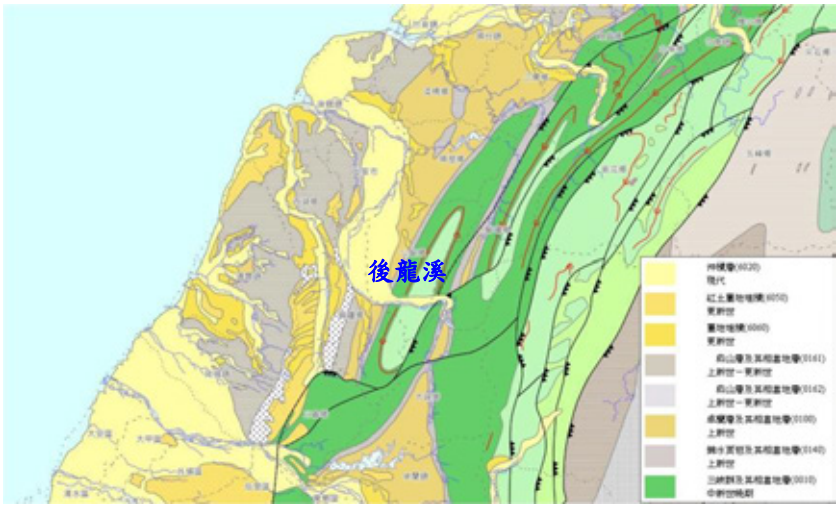


圖 6-5　後龍溪流域地形與山影分布圖

(3)地質概況

後龍溪流域主要是位於屈尺斷層以西，臺灣西部麓山帶內，屬於西部麓山帶地質區內。西部麓山帶地質區是由中央山脈西側的漸新世及第三紀地槽盆地所構成，以屈尺斷層和中央山脈地質區的古第三紀及中新世輕度變質的地層區隔。

整體而言，其流域之地質分類主要包含中新世早期之岩層及現代形成之沖積層，自汶水、出磺坑以下河川兩側及後龍附近沿海平原屬現代沖積層，河谷平原兩側則零星散布堆積臺地；苗栗平原東側之地層包含卓蘭層、錦水頁岩、三峽群及瑞芳群等，其中，河川上游發源地之地層野柳群屬中新世紀之岩層，其岩相為砂岩、頁岩等所構成。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 6-6　後龍溪流域地質分布圖

3、中港溪、頭前溪與鳳山溪流域概述

(1)地文概況

新苗地區內主要之中央管河川包含中港溪、頭前溪與鳳山溪等，亦為此地區內三條重要河川，其地文概況

分別簡述如下，詳細流域地文概況如表 6-3 至表 6-5 所示。

A、中港溪

中港溪的位置在新竹縣的頭前溪和苗栗縣的後龍溪之間,其發源地位於苗栗南庄山區,源頭有兩處，包含:第一發源自鹿場大山(又名樂山,標高海拔 2,618 公尺)的鹿湖溪,第二發源自加里山(標高海拔高 2,220 公尺)的風美溪。中港溪由竹南西南入海，平均高度為 488 公尺、相對高度分為 255 公尺，屬於山陵型流域。其詳細概況如表 6-3 所示。

表 6-3 中港溪流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	鹿場大山北坡	主流長度	54.14 公里
	入海口	竹南鎮塭子口	河床平均坡降	1/160
	主要支流	峨眉溪、南港溪	流域面積	445.58 平方公里
	平地面積	200.51 平方公里	山地面積	245.07 平方公里

B、頭前溪

頭前溪發源於新竹縣東部雪山山脈的鹿場大山(標高 2,616 公尺)西北麓，在竹東與油羅溪，匯流而成頭前溪，到了南寮附近與鳳山溪匯流約 500 公尺後於新竹市舊港與南寮間注入臺灣海峽。其詳細概況如表 6-4 所示。

表 6-4 頭前溪流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	上坪溪：雪山山脈鹿場大山；油羅溪：李棟山	主流長度	63.03 公里
	入海口	新竹市南寮附近	河床平均坡降	1/225
	主要支流	上坪溪、油羅溪	流域面積	565.94 平方公里
	平地面積	187.0 平方公里	山地面積	378.94 平方公里

C、鳳山溪

鳳山溪發源於尖石鄉那結山，為湖口臺地與新竹臺地之界河。鳳山溪是古石門沖積扇扇面上的輻射狀河川之一，其兩側皆以礫石為主要構成成分之臺地，屬於丘陵型流域，並於竹北市的新港與崁子腳間入海，其詳細概況如表 6-5 所示。

表 6-5 鳳山溪流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	尖石鄉那結山	主流長度	45.45 公里
	入海口	竹北市的新港與崁子腳間	河床平均坡降	1/225
	主要支流	霄裡溪、燒炭窩溪、太平窩溪、旱坑溪、上橫坑溪及牛欄河	流域面積	259.83 平方公里
	平地面積	40.0 平方公里	山地面積	219.81 平方公里

(2)地形

此三流域於地形分布上，其地表高程約 100 公尺至 450 公尺以上的丘陵及山地，而本區域西側則可分區為湖口臺地、飛鳳山丘陵、新竹平原、竹東丘陵、崎頂臺地、竹南平原及竹南丘陵等 7 個地形分區。

湖口臺地，分布於新豐、湖口、新埔、關西、龍潭等鄉鎮，且多屬平坦地形。飛鳳山為一受切割的臺地性丘陵，面積約 63 平方公里，分布於橫山、關西、芎林、新埔等鄉鎮。新竹平原之主體分布於竹北及新竹市，面積約 132 平方公里，是鄰近縣市最大的平原。竹東丘陵，面積約 161 平方公里，主體分布於竹東、寶山、新竹市東區及香山等區域。崎頂臺地為一個洪積臺地，臺地主體平坦，面積約 25 平方公里。竹南平原，主體分布於竹南及頭分兩鎮境內，面積約 34 平方公里。竹南丘陵，亦為臺地性丘陵，分布於後龍、造橋、三灣及獅潭四個鄉鎮境內(流域地形與山影分布情形如圖 6-7 所示)。

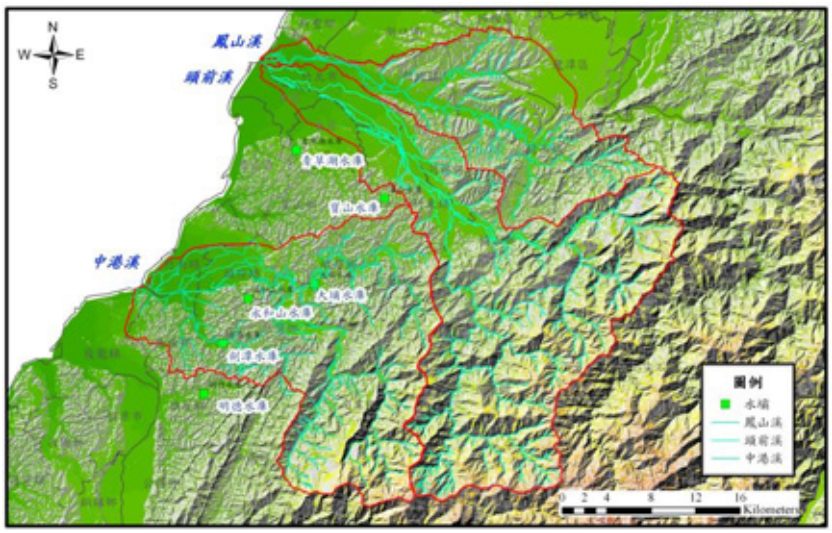
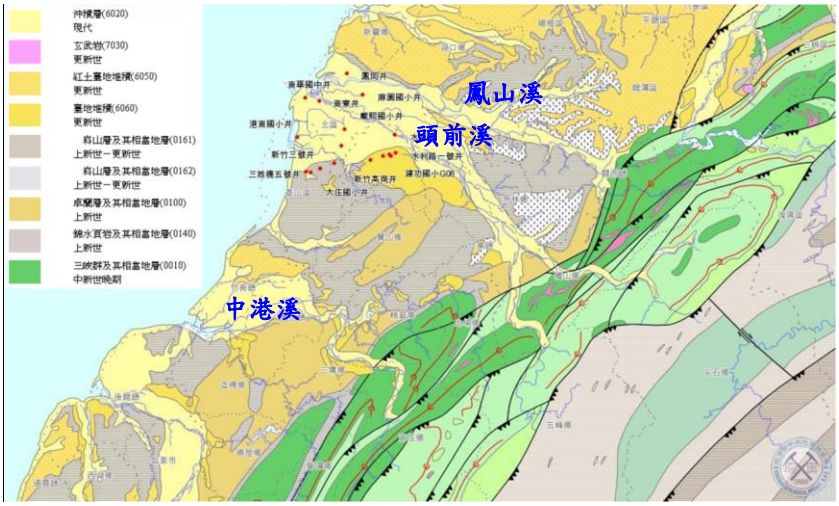


圖 6-7　中港溪、頭前溪與鳳山溪流域地形與山影分布圖

(3)地質概況

中港溪流域的地質主要為中心世至現代沉積岩，東部高山地區地層是由軟質及硬質砂岩與頁岩所組成。而獅頭山經過三灣到河口附近的地質，是由上新世卓蘭層、錦水頁岩等所組成。沿中港溪及南港溪兩岸丘陵地帶分部更新世之階地堆積層，而現代沖積層則分布於沖積平原及海岸沙丘地。

頭前溪及鳳山溪流域部分，其地層大多為紅土堆積層、臺地堆積層及現代沖積層，流域地層分屬漸新世、中新世及上新世等。主要之地質構造除現代沖積層外，軸向均呈東北、西南走向，其中，全新世現代沖積層分布於狹長之海岸邊緣，以及鳳山溪、頭前溪之中下游一帶，臺地堆積層散布於湖口臺地南部新竹平原以及新竹與竹東之間，紅土堆積層主要分布於湖口臺地西側。(如圖 6-8 所示)。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 6-8　中港溪、頭前溪與鳳山溪流域地質分布圖

4、淡水河流域概述

(1)地文概況

淡水河發源於品田山(標高 3,529 公尺，位於新竹縣及臺中市交界)，流域面積 2,726 平方公里。整體而言，淡水河流域由基隆河、新店溪、大漢溪三條主要支流匯集而成，其中，始稱為淡水河之河段起自大漢溪與新店溪於板橋江子翠的會合處，向北流至淡水油車口而注入臺灣海峽，長度僅 23.7 公里(如表 6-6 所示)。

主要支流部分，基隆河發源於新北市平溪區菁桐山，全長約 86.4 公里，流域面積約 490.77 平方公里，全河平均坡降為 1/220；新店溪則發源於棲蘭山，全長約 82 公里，流域面積約 916.00 平方公里，全河平均坡降約為 1/54；大漢溪為淡水河流域內第一大支流，於江子翠與新店溪匯入淡水河，主流長約 135 公里，流域面積約 1,163.00 平方公里，全河平均坡降約為 1/34。

表 6-6　淡水河流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	品田山	主流長度	158.70 公里
	入海口	淡水油車口	河床平均坡降	1/160
	主要支流	大漢溪、新店溪、基隆河三峽河、景美溪、北勢溪、疏洪道	主流域面積	2,726.00 平方公里
	平地面積	299.86 平方公里	山地面積	2,426.14 平方公里

(2)地形

就地形而言，整個流域東起雪山脈北段主要峰巒，經西斜面丘陵地帶，降至桃園臺地邊緣以及臺北盆地附近。

流域中淡水河平均高度約為 107 公尺，平均坡度 20.83%，其中，支流大漢溪上游石門水庫集水區約 760 平方公里，地勢南高北低，除羅浮西北端為較低緩之丘陵地外，大部分均為山岳地形，全區地形自東南向西北傾斜，而呈南北向之狹長地形。支流新店溪部分，其上游河段兩岸山巒起伏，多狹谷地勢，直至新店碧潭大橋以下始出山區地形，山地面積約佔全流域面積之 89%。另基隆河部分，流域面積約 490 平方公里，除下游臺北盆地及中、上游局部狹小之河床區域屬較平坦的範圍外，其餘皆丘陵地、山地與臺地，平地面積約佔 58%；基隆河自東北向西南貫穿基隆市中部，將基隆市分成二部山系，河流西部山區為大屯山支系，東部則屬雪山山脈之延伸，山丘標高雖低但地形複雜。其淡水河流域地形與山影分布圖如圖 6-9 所示。

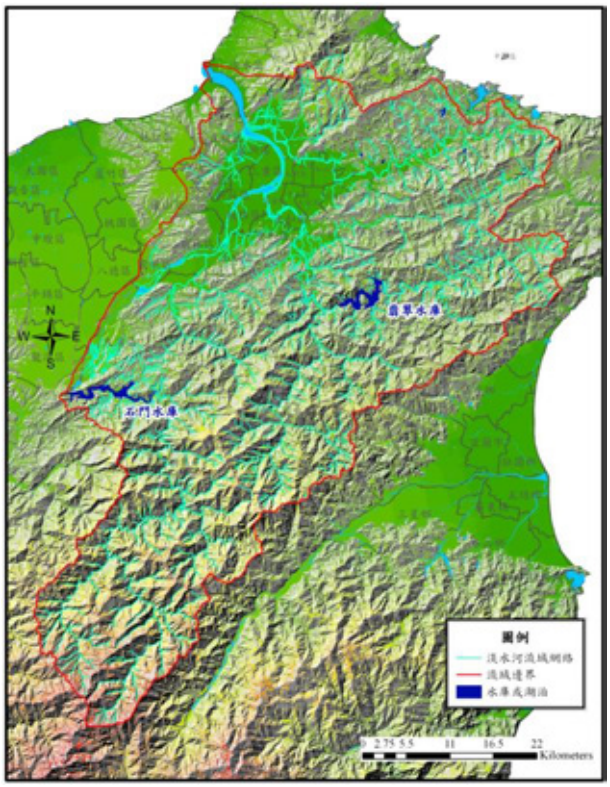


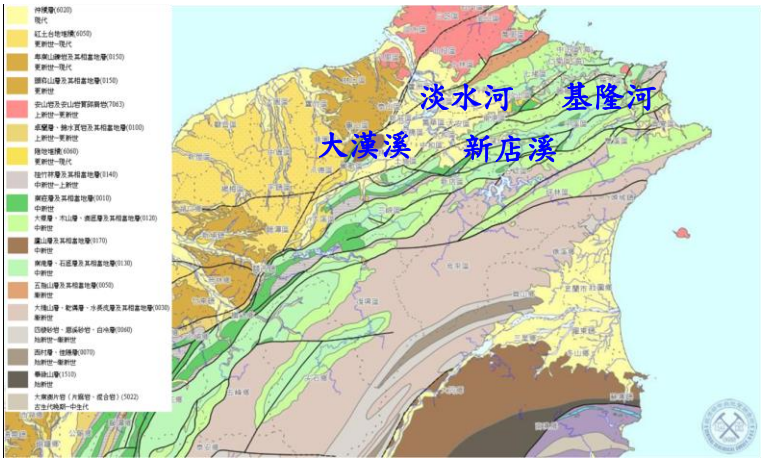
圖 6-9　淡水河流域地形與山影分布圖

(3)地質概況

支流新店溪為雪山地塊，由第三紀始新世亞變質岩、中新世汐止群及中新世三峽群等地層所構成，主要岩性為砂岩、頁岩與板岩等。

支流基隆河流域地質屬中新世地層及第四世紀地層之現代沖積層。其中，中新世早期之野柳群，分布在深坑、五分子、雙溪與瑞芳；中新世中期之瑞芳群，分布於瑞芳、侯硐、石碇、基隆七堵；中新世晚期之三峽群，分布於汐止；第四世紀地層現代沖積層，分布在瑞芳、基隆、暖暖、五堵沿河一帶。

支流大漢溪部分，其地層包含中新世之南港層、中新世至上新世之桂竹林層，以及以不整合方式覆於前述岩盤之未固結岩層，包含更新世之桃園層、全新世之階地堆積層和河道沖積層(如圖 6-10 所示)。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 6-10　淡水河流域地質分布圖

5、蘭陽溪流域概述

(1)地文概況

蘭陽溪(原名為宜蘭濁水溪)位於臺灣東北部宜蘭縣境內，北、西鄰淡水河流域，南隔大甲溪、和平溪、南澳溪及新城溪流域為界，東臨臺灣海峽，為宜蘭縣最大河川。蘭陽溪發源於南湖大山北麓(標高 3,536 公尺)，至三星鄉破布烏始入平地，溪流分岐成辮狀流路，流至蘭陽大橋附近形成主流，東北流向至壯圍鄉東港村後注入太平洋(如表 6-7 所示)。

表 6-7　蘭陽溪流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	南湖大山北麓	主流長度	73 公里
	入海口	壯圍鄉東港村	河床平均坡降	1/55
	主要支流	馬當溪、逸久溪、米磨登溪、四重溪、土場溪、天狗溪、碼崙溪、梵梵溪、清水溪、粗坑溪、羅東溪、宜蘭河、冬山河	流域面積	978 平方公里
	平地面積	326 平方公里	山地面積	652 平方公里

(2)地形

蘭陽溪的中上游為坡陡水急的河岸劇烈切割地形，受雪山山脈與中央山脈地形的約束，主流呈西南至東北流向。主流至牛鬥以下形成扇狀堆積，河流呈網狀。流域地勢由東北向西南逐漸增高，形成狹長畚箕狀，上游地區水源為 3,000 公尺之高山地帶，中游為丘陵，下游多屬平原，平均高度為 983 公尺。其流域地形與山影分布圖如圖 6-11 所示。

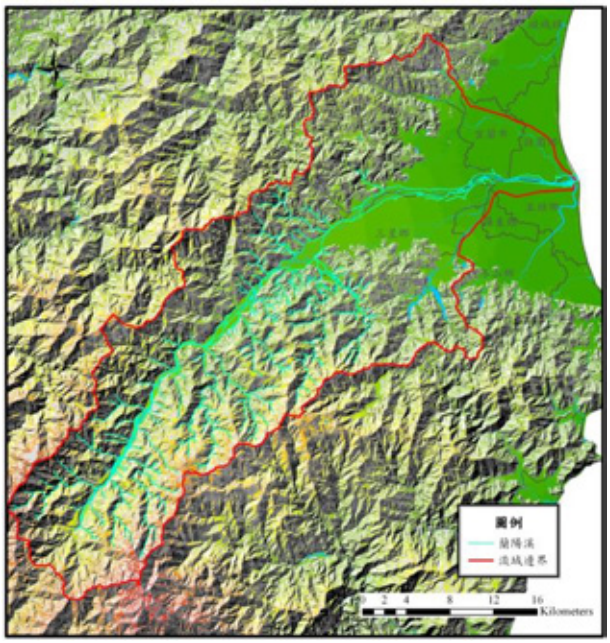
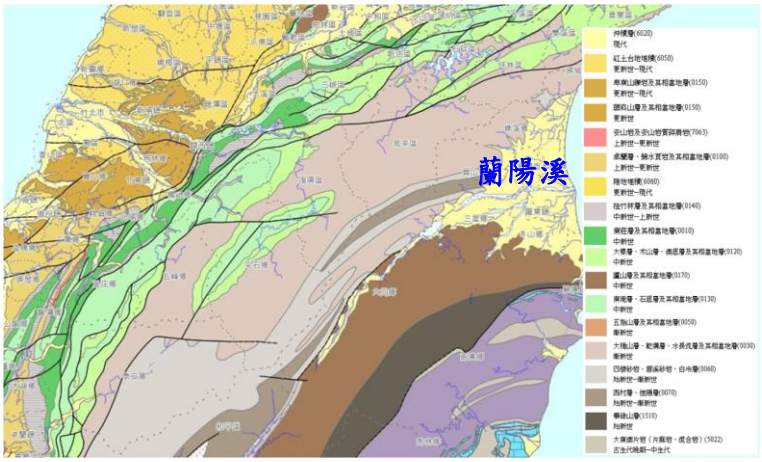


圖 6-11　蘭陽溪流域地形與山影分布圖

(3)地質概況

蘭陽溪流域地質多屬第三紀黏板岩系，主要特徵為灰黑色岩板，並含部分頁岩層。其中，蘭陽溪上游河谷的東部為中央山脈脊樑帶，西部為雪山山脈。中央山脈脊樑帶主要是由硬頁岩、千枚岩和板岩組成；雪山山脈帶受到輕微的變質作用，主要是由硬砂岩和硬頁岩組成。

另陳銘鴻等人於民國 92 年時曾針對宜蘭地區地質特性進行彙整，其中，蘭陽溪流域及下游蘭陽平原，主要以變質岩與板岩所構成的礫石、砂、粉土及黏土為主。厚礫石層主要集中在蘭陽沖積扇頂；沖積平原之中央具有較厚之細粒沉積物，大部分皆為粉土質黏土與粉土質砂層間夾砂礫石薄層(如圖 6-12 所示)。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 6-12　蘭陽溪流域地質分布圖

6、和平溪流域概述

(1)地文概況

和平溪位於臺灣東北部宜蘭縣、花蓮縣境內，發源於中央山脈南湖大山(標高 3,536 公尺)，自大濁水橋以下，左岸屬南澳鄉，大多緊鄰高山峭壁，腹地狹小；右岸屬秀林鄉，腹地較廣。上游主要支流為和平南溪與和平北溪，匯流後為和平溪，於花蓮縣秀林鄉和平村注入太平洋；流域面積約 562 平方公里，主流長約 48.2 公里，河床平均坡降約 1/37(如表 6-8 所示)。

表 6-8 和平溪流域地文概況一覽表

地理位置	發源地	中央山脈南湖大山	主流長度	48.2 公里
	入海口	秀林鄉和平村	河床平均坡降	1/37
	主要支流	馬當溪、逸久溪、米磨登溪、四重溪、土場溪、天狗溪、碼崙溪、梵梵溪、清水溪、粗坑溪、羅東溪、宜蘭河、冬山河	流域面積	562 平方公里
	平地面積	9.92 平方公里	山地面積	552.08 平方公里

(2)地形

和平溪中上游為連續峽谷，出山谷後，坡降突然變緩，下游河段展開為廣闊的沖積扇，河口呈漏斗型，係一標準三角洲(如圖 6-13 所示)。兩支流中，南溪河谷深峻狹窄，崩坍地少；北溪則河床崩坍地甚多，致溪水輸砂量大。其中，流域內特殊景觀地形包含：

A、清水斷崖：

地質構造上屬於斷層海岸，由堅硬的片麻岩和大理石組成。因為受到強烈的海蝕作用，幾近垂直。

B、和平溪瀑布：

和平北溪與南溪河床縱斷曲線中有顯著急速陡坡點(坡降 1/14)，北溪位於南北溪匯合點以上 5 公里處，其高度約 300 公尺；南溪於匯合點以上 7 公里處，其高度約 400 公尺。各急速陡坡點(坡降 1/14)均位於石墨片岩層中所夾之準片麻岩分布處。

C、和平溪沖積扇平原：

和平溪在河口處形成沖積扇，也構成大規模的三角洲海岸。外形上部分呈現喇叭狀向外延伸，並形成一圓弧狀三角洲形態。

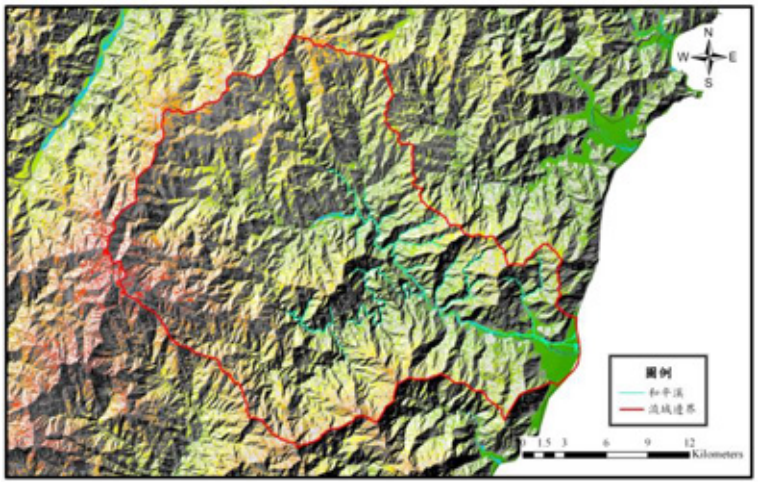
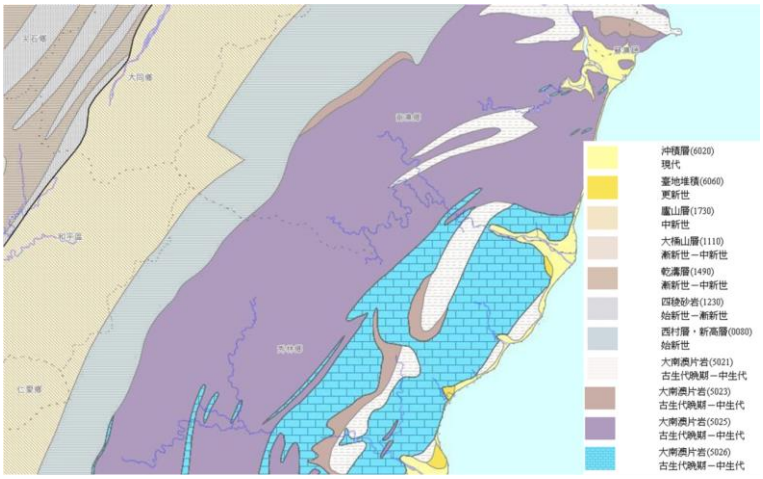


圖 6-13　和平溪流域地形與山影分布圖

(3)地質概況

上游集水區以晚古生代及中生代大南澳變質雜岩為主，源頭則為板岩為主的大禹嶺層，節理、劈理、片理甚發達。而流域下游山區岩體主要以九曲大理岩及得克利片麻岩為主；中上游則黑岩山層、碧綠層及谷園片岩層為主，流域西北部主要為廬山層。由於九曲大理岩、谷園片岩層、黑岩山層及廬山層等皆屬於較脆弱之地質，易發生落石或崩塌等土砂災害(如圖 6-14 所示)。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 6-14　和平溪流域地質分布圖

三、北段山區具開發潛能地區初步評估

由於降雨至地面後易受地形、地質狀況、水系、土地利用、地面覆蓋等因素，進而影響區域地下水補注行為、流動方向及地下水資源之分布。因此，本計畫利用既已蒐集之相關資料並建立相關之地理、地形、水文及土地利用等基本底圖，進行空間資料套彙以瞭解北段山區可能具地下水資源開發潛能區位。而各項成果圖以統一之坐標系統(TWD97)之地理資訊圖檔儲存，利用地理資訊系統(GIS)套疊各項主題圖層，以作為分析之依據；其中，開發潛能區位之評估主要依據集水區數值地形、水系分布、土地利用及覆蓋(包含土地型態、建物分布)與地質分布等主題圖層套疊結果初步判定 (如圖 6-15 所示)。以下針對本工作各項分析內容分述如下：

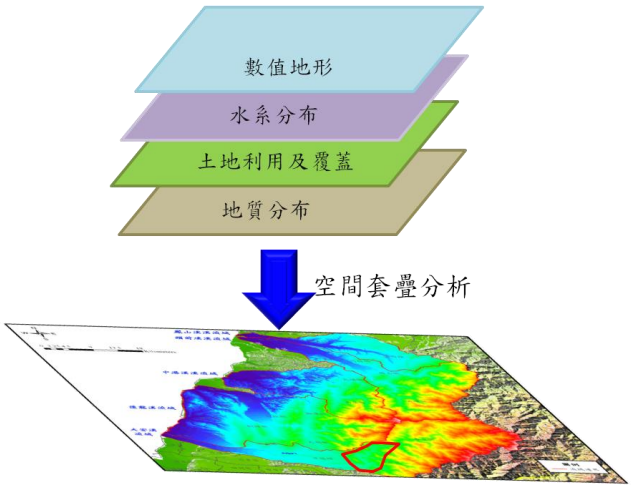


圖 6-15　利用 ArcGIS 技術進行圖資空間套疊與分析示意圖

(一)地下水資源開發潛能區位評估因子建立

1、數值地形

由於山區地下水資源主要係來自於降雨補注，因此地形直接影響逕流與入滲之關係。其中，降雨期間，地形高程變化較大之區域由於地面逕流迅速流經地面，無法有足夠之時間予雨水入滲至地面，補注地下水源，則將影響地

下水補注行為及其分布。而以數值化的方式來展現 3D 空間地形起伏變化的狀況，其可用以瞭解與掌握地面水流動與可能之地下水補注行為。其中，本工作彙整之北部地區依各流域範圍內高程所產製之數值高程影像如圖 6-16 至圖 6-18 所示。

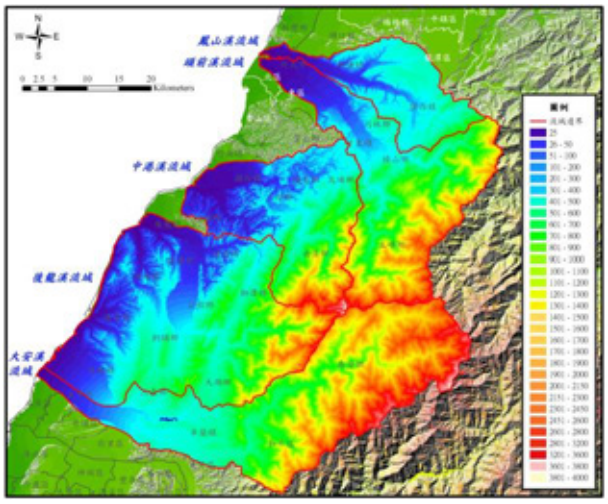


圖 6-16　大安溪、後龍溪、中港溪、頭前溪與鳳山溪流域數值高程影像

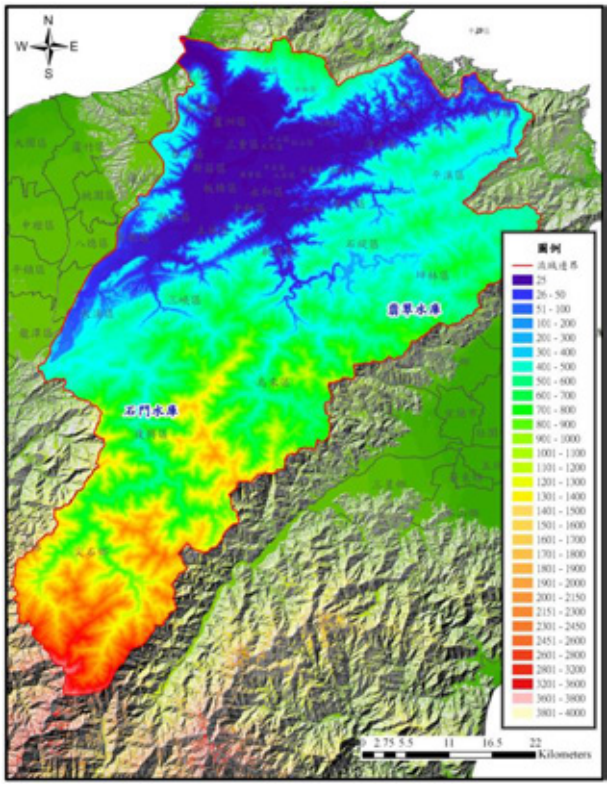


圖 6-17　淡水河流域數值高程影像

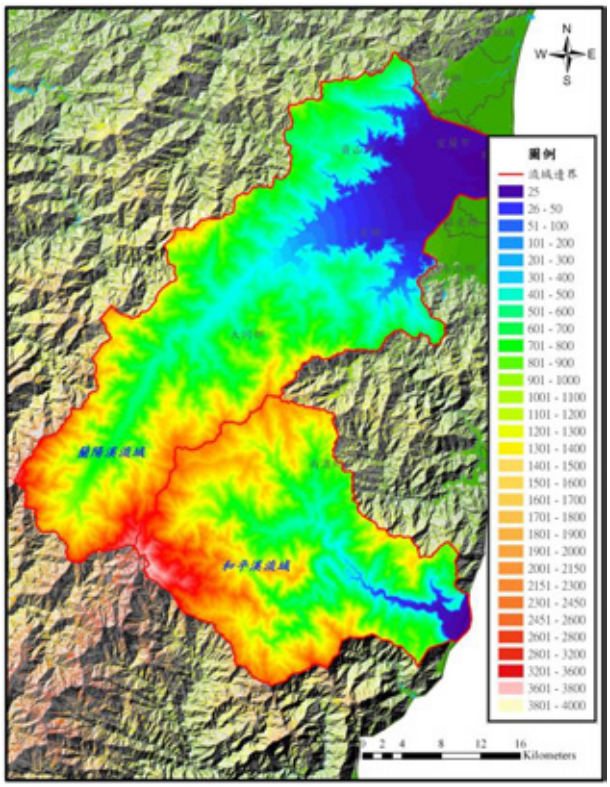


圖 6-18　蘭陽溪、和平溪流域數值高程影像

2、水系分布

由於河川水系即代表地面水體存在位置，故掌握水系分布情形有助於掌握地區可能之地下水補注區域，而且依據相關研究結果指出水系較密之區域則相對代表其可能會產生越多地下水補注量。相關水系分布情形則如前述之各流域環境背景蒐集成果所述。

3、土地利用及覆蓋

土地利用及地面覆蓋情形將影響降雨後雨水滲入地面之行為，此因素可包括土地利用類別及居住區域分布等。由於土地利用及其地面開發情形將控制著水滲透至地表下介質的能力，因此，人造建築物如房屋、及道路等皆會阻礙地下水補注情形，而地面土地利用類別及可能產生之植被行為亦可能對補注產生三項影響，包含(1)植物根部的生化分解有助於鬆散岩石或土壤，使得水更容易滲透地

面；(2)植被區帶可避免土壤水分直接蒸發；(3)植物根部有吸附水分能力，可減少水分隨逕流帶走，藉由土地使用類別可掌握植被覆蓋情形而評估區域可能之地下水補注效率。因此，本工作亦將土地利用及覆蓋納入為初步評估具地下水資源開發潛勢區位之因子之一。而各河川流域之土地利用情形如下所述：

大安溪流域部分，其所佔面積最大之前三類別分別為「樹林」、「水田」及「農場、果園」，佔整體流域之面積分別為 46.05%、26.69%與 19.72%，除水田多座落於流域下游區域外，其餘兩者多分布於本流域之中、上游。其各土地類別分布情形如圖 6-19 所示。

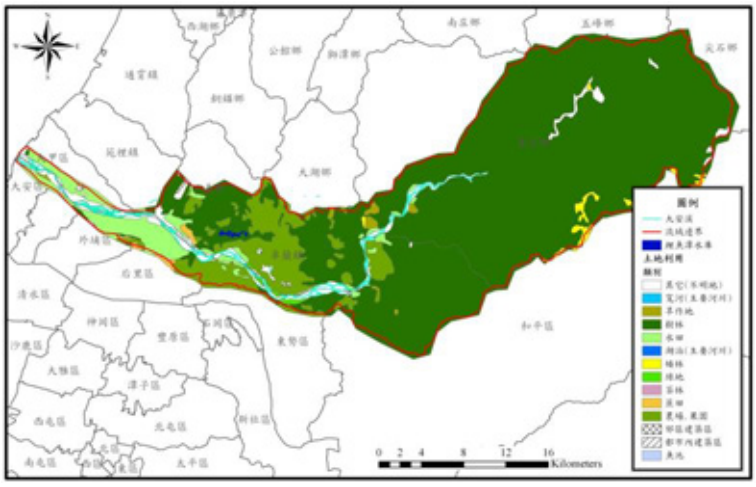


圖 6-19　大安溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖

後龍溪流域部分，其所佔面積最大之前三類別分別為「樹林」、「水田」及「農場、果園」，佔整體(主流)流域之面積分別為 51.76%、31.93%與 8.76%，其中，水田多座落於主流沿岸所在之苗栗河谷平原地區，其餘兩者多分布於本流域之中、上游。其各土地類別分布情形如圖 6-20 所示。

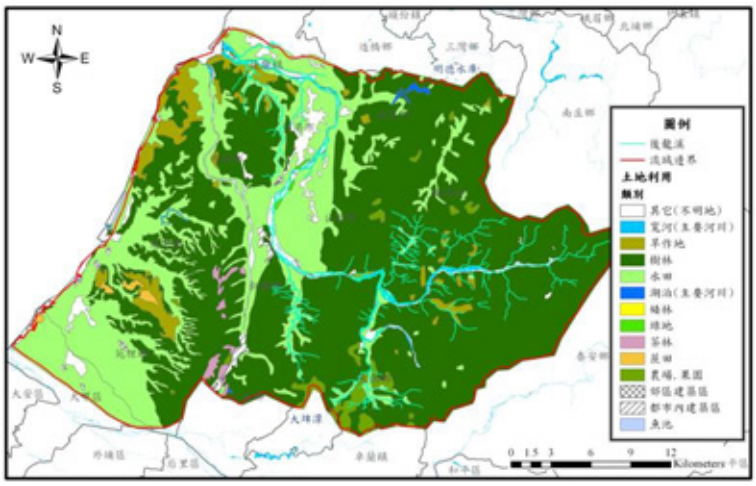


圖 6-20　後龍溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖

中港溪流域部分，其所佔面積最大之前三類別分別為「樹林」、「水田」及「農場、果園」，佔整體(主流)流域之面積分別為 51.76%、31.93%與 8.76%，其中，水田多座落於主流沿岸所在之苗栗河谷平原地區，其餘兩者多分布於本流域之中、上游。其各土地類別分布情形如圖 6-21 所示。

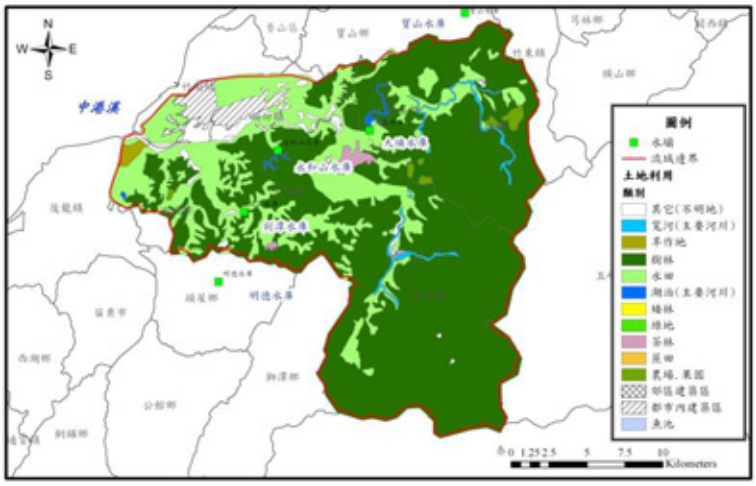


圖 6-21　中港溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖

頭前溪流域部分，其所佔面積最大之前 3 類別分別為「樹林」、「水田」及「寬河」，佔整體(主流)流域之面積分別為 67.03%、23.85%與 3.77%，其中，水田多座落於

主流中下游沿岸地區，而樹林之土地類別則多分布於本流域之中、上游。其各土地類別分布情形如圖 6-22 所示。

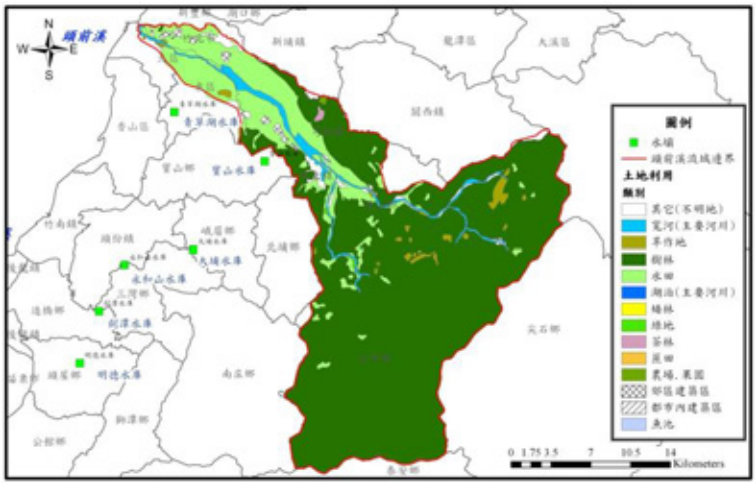
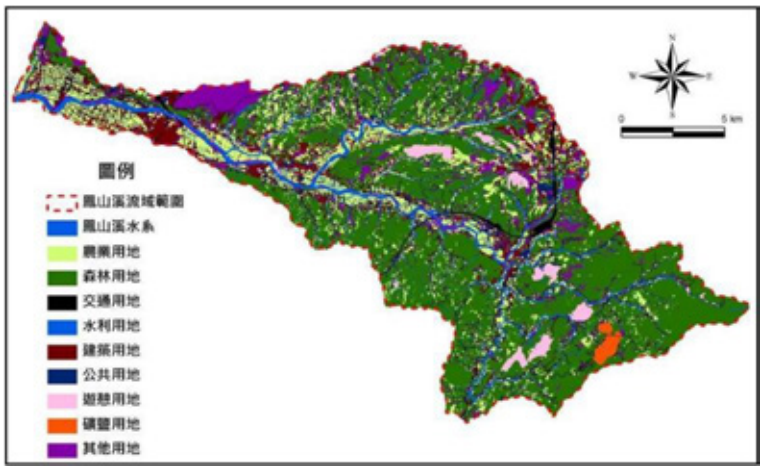


圖 6-22　頭前溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖

鳳山溪流域部分，因土地利用空間資料取得問題，故僅引用相關研究及彙整結果說明；其中，依據民國 98 年內政部國土測繪中心資料，顯示鳳山溪流域土地利用以農林業用地(包含前述水田、旱作地、農場、果園與樹林等)為主，約佔 75.40%，其餘則屬水利用地、建築用地、交通用地及其它用地(含礦鹽與公共用地等)等使用狀況，如圖 6-23 所示。



(資料來源：鳳山溪水系河川情勢調查，民國 103 年)

圖 6-23　鳳山溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖

淡水河流域部分，其所佔面積最大之前三類別分別為「樹林」、「都市內建築區」及「水田」，佔整體流域(含基隆河、新店溪與大漢溪等)之面積分別為 70.56%、11.70%與 9.48%，其中，水田多座落於淡水河及大漢溪沿岸地區，而樹林之土地類別則多分布於流域之中、上游。其各土地類別分布情形如圖 6-24 所示。

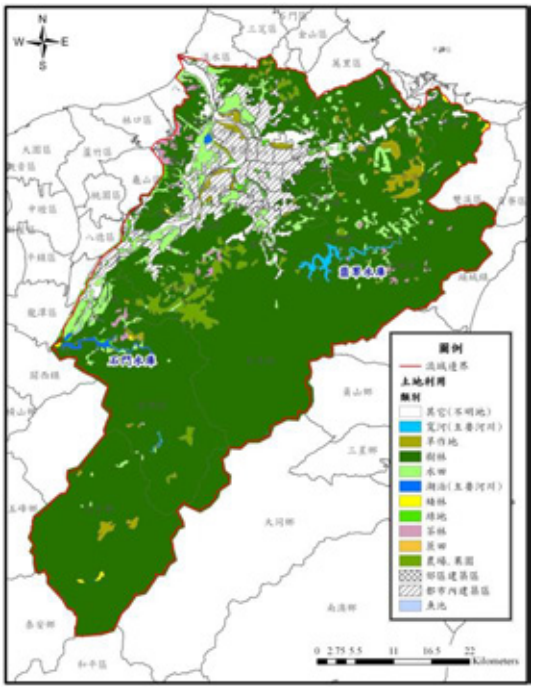


圖 6-24　淡水河流域土地利用及覆蓋情形分布圖

蘭陽溪流域部分，其所佔面積最大之前三類別分別為「樹林」、「水田」及「其它」，佔整體流域面積分別為 66.44%、24.35%與 3.31%，其中，水田多座落於下游蘭陽平原區，而樹林之土地類別則分布於水田區以外絕大部分之地區。其各土地類別分布情形如圖 6-25 所示。

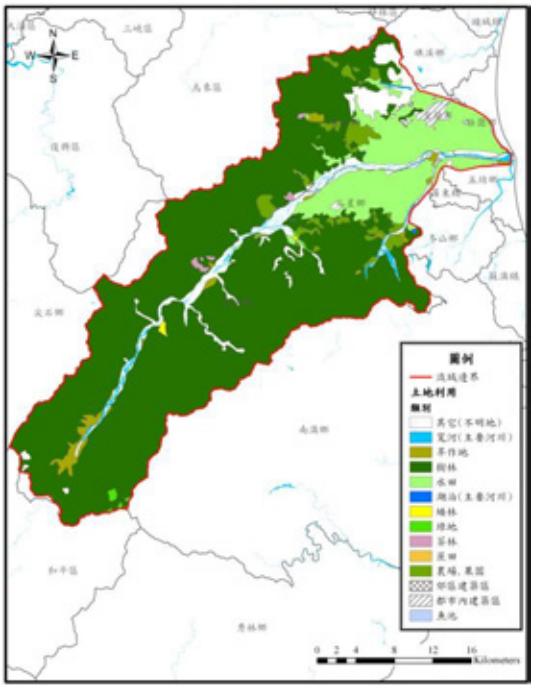


圖 6-25　蘭陽溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖

和平溪流域部分，其所佔面積最大之前三類別分別為「樹林」、「綠地」及「旱作地」，佔整體流域面積分別為92.43%、4.48%與 1.15%，其中，除和平溪下游扇洲區有其它零星的土地使用類別外，其餘皆為樹林綠地。其各土地類別分布情形如圖 6-26 所示。

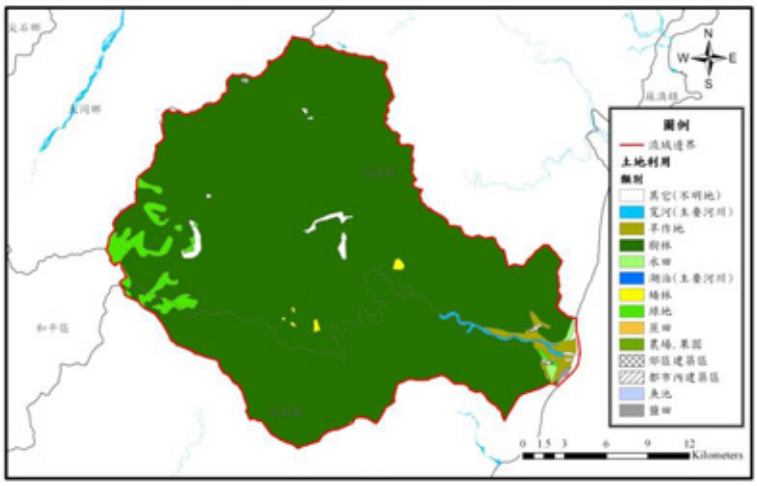


圖 6-26　和平溪流域土地利用及覆蓋情形分布圖

4、地質分布

有鑑於岩性或地質因素對水之滲透有很大的影響力，而本工作執行過程同樣認為地質係影響區域地下水資源蘊藏之重要因素之一，故亦將其歸入探討。其中，各流域地質分布如前節北段山區各流域環境背景內容所述。

(二)地下水資源開發潛能區位評估

綜整前述各項評估(篩選)因子，並將各類數化後之地質分布狀況、數值地形、水系分布、土地利用及覆蓋等資料進行套疊以初步篩選可能之地下水資源開發潛勢地區。其中，具開發潛勢地區之篩選原則包含：

1、優先選擇河谷或盆地範圍為可能之潛勢區

由相關研究結果顯示，地下水補注潛能較高、地下水資源蘊藏較豐富之區域多發生於河谷範圍，尤其以山區盆地為最主要地下水容易發生補注之區域，如名竹盆地、臺中盆地、埔里盆地以及花東縱谷區域，其中，因為其為地下水補注潛能較高區域，故同時應為地面水與地下水交換量較大之區域。

2、地下水補注行為相對明顯或補注效率較高之區域

由於過多人為開發地區，可能因工程或人造鋪面之因素而使得地下水補注行為或效率降低，縱使區域含有大量之蘊藏水量，然卻使得區域地下水資源之使用上易於產生抽補失衡情況，而致使地下水蘊藏量無法永續利用，故應避免過多人為開發且維持原始地表覆蓋之地區，以確保地下水之補注來源。

3、避免地質為屬於大範圍不透水(不利的地質條件)之區域

為確保具地下水補注潛能較高區域之地面水於入滲、補注後能有效涵養於含水層中，因此，篩選過程中應避免其區域地質係屬於大範圍不透水之特性，而考量卓蘭層為具有不透水之顯著特性者，故本初步研究中擬以「卓蘭層，

其相當地層」為輔助篩選之條件，而篩選結果則需避免座落於大範圍地質屬於卓蘭層之地區。

4、地形條件為具有可提升地下水之蘊藏水量及可達成工程最小化之地區(如隘口地形)

考量河道束縮或隘口等地形條件具有天然地下堰體之天然優勢，將可以提升地下水資源之蘊藏或涵容水量，並使取水工程規模最小化之優點，故區位之篩選上盡可能選擇具此一地形條件之區域。

5、地區水資源需求性較高者

由於本工作所初步進行調查與研究之對象為山區地下水資源，考量其開發後水源應盡可能避免跨域輸送以降低工程難易度與工程成本，因此，篩選對象應以地區水資源需求性較高之區位，使能就近調配可用水資源量。

6、避免下游或鄰近地區已有相關水庫設置方案推動者

為避免開發水量與鄰近水資源設施產生競合影響，因此，篩選對象避免下游或鄰近地區已有相關水庫設置方案推動者，以有效增加區域地下水資源開發及可使用量。

7、與下游地下水分區之交互影響應最少之區域

為避免開發後之水量與鄰近地下水分區之地下水使用產生顯著的競合影響，因此，篩選對象應避免鄰近地下水分區範圍或有重疊之情形者，以減少兩者間於地下水使用過程產生之交互影響。

依據各評估(篩選)因子與開發潛勢地區之篩選原則，現階段經空間套疊，考量地形區位、地區水資源需求性較高者，並剔除人為密集開發區域、既有地下水分區、不利之地質條件，以及鄰近地區已有相關水庫設置方案推動者後，初步選定兩處可能具地下水資源開發潛勢之區位(如圖 6-27)，分別為：

1、區位 1：位於大安溪流域、卓蘭鎮東側、泰安鄉西側與臺中市和平區西北側所包圍之範圍。其中，其鄰近臺中市和平區雙崎部落之河段於此形成一狹窄之隘口地形。

2、區位 2：位於淡水河流域上游之大漢溪流域範圍內，其中區位為大漢溪內自榮華壩起至上游之曲流群隘口間之範圍，屬桃園市復興區中部之區域。

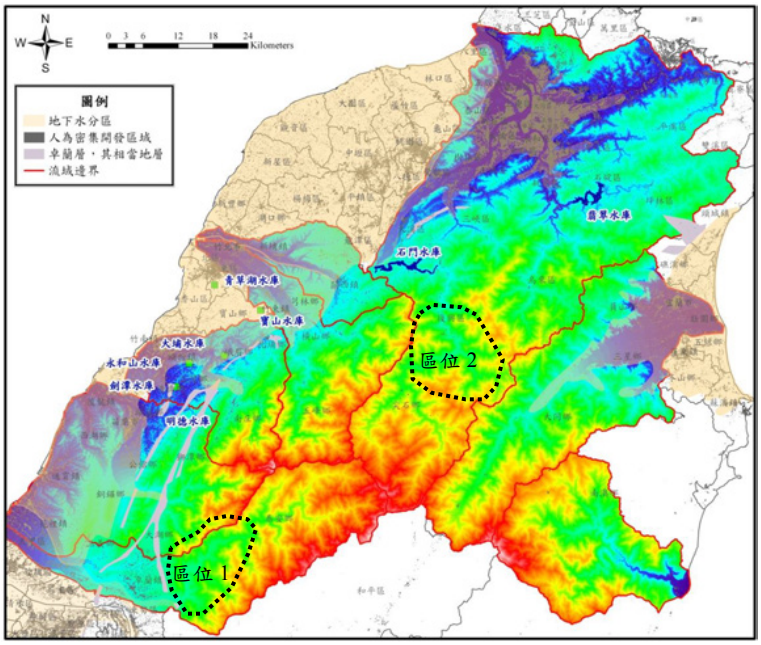


圖 6-27　北段山區具地下水資源潛勢區域評估結果及其分布情形

四、小結

本計畫依據集水區數值地形、水系分布、土地利用及覆蓋(包含土地型態、建物分布)與地質分布等主題圖層套疊結果，就山區地下水資源開發潛能區位進行初步之評估與判定，其中，於考量地形區位並剔除人為密集開發區域、既有地下水分區與不利之地質條件後，初步提出二處可能具地下水資源開發潛勢之區位，包含(一)大安溪流域、卓蘭鎮東側、泰安鄉西側與臺中市和平區西北側所包圍之範圍，以及(二)淡水河流域上游之大漢溪流域範圍內內石門水庫東南邊，桃園市復興區中部之區域。

第七章　檢討規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網

一、蒐集分析臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水相關資料

本計畫蒐集與臺灣離島地區有關之研究計畫計有民國 95 年「金門地下水資源調查分析(1/2)」、民國 96 年「澎湖地區地下水資源調查規劃總報告」、民國 96 年「澎湖與馬祖地區地下水資源調查規劃」、民國 98 年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」、民國 100 年「澎湖縣各鄉市水井清查暨資料庫建置計畫」、民國 101 年「澎湖地區地下水整體保育策略規劃」、民國 101 年「臺東地區地面地下水聯合運用可行性評估」及民國 101 年「金門地區地下水資源之管理與運用策略研究計畫」等，茲將各相關計畫之主要成果整理如表 7-1 所示。

表 7-1　離島地區歷年地下水相關計畫之成果彙整表

計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
金門地下水資源調查分析(1/2)	經濟部水利署	95	1、蒐集金門地區地下水水位、水質檢測資料並進行分析作業。 2、利用地下水收支平衡法探討地下水位變化與地下含水層流動量、儲蓄量變化關係 3、針對金門潛在污染源土地使用狀況進行現場踏勘調查，並進行與地下水污染之關係進行分析。 4、進行金門地區地下水補注可行性評估。	1、由地下水平均水位及水位變動分析顯示寧山庫(KM-003)及金門高中(KM-005)一帶，地下水抽用量已過大，地下水資源不適合再進行開發，金鼎國小(KM-002)附近地區地下水抽用量不大且地下水補注量良好，適合地下水開發。 2、以民國 91 年 4 月與民國 92 年 4 月為例，進行地下水收支平衡方式分析顯示，金門地區整體邊界流入量為 0.074 萬噸/年、邊界流出量為 26.13 萬噸/年、邊界淨流出量為流出 26.056 萬噸/年、含水層補注量為 1,107.042 萬噸/年、含水層抽水量為 1258.709 萬噸/年、含水層儲蓄量為 13,179.097 萬噸(民國 91 年 4 月)、含水層總儲蓄量為減少 177.725 萬噸/年。 3、本計畫以每日 1,000 噸進行長期地下水補注結果顯示寧山庫(KM-003)觀測井平均每年地下水回升 1.12 公尺、金鼎國小(KM-002)觀測井平均每年地下水回升 0.96 公尺，因此金酒公司金寧廠周邊生態公園與生態池建立，不僅可增加金門地區觀光遊憩、綠美化與生態維持等效益，且透過生態池長期持續進行地下水人工補注，可對金門西部地區地下水保育產生立即且正面助益，減少金酒公司抽取地下水對環境之衝擊。
澎湖地區地下水資源調查規劃總報告	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	1、澎湖地區基本資料蒐集、分析。 2、澎湖地區抽水井普查。 3、含水層概念模式建立。 4、澎湖地區安全出水量評估。 5、澎湖地下水保育管理策略研擬。	1、進行澎湖地區公有井與民井普查，合計共有 2,839 口水井，其淺層水井總抽水量為每日 6,572 立方公尺，深井總抽水量為每日 18,641 立方公尺。 2、根據地質鑽探資料及中央地調所調查成果，澎湖地區地層破碎且含水層連通性與延展性不佳。 3、保育管理策略；積極推動節約用水，有效管理既有水利設施，推動飲用分離政策降低用水需求，增加湖庫與海淡廠供水能力，增加地下水補注來源，減抽地下水，加強地下水文基本資料蒐集。
澎湖與馬祖地區地下水資源調查規劃	經濟部水利署水利規劃試驗所	96	1、澎湖西嶼、望安、七美地區背景資料蒐集、整理分析與建置、地區抽水井普查、地區含水層特性調查。 2、澎湖西嶼、望安、七美地區及吉貝嶼含水層概念模式建立、地下水安全出水量評估。 3、澎湖本島地區深層含水層安全出水量檢討。 4、澎湖地區地下水資源保育管理策略研擬。 5、東莒大坪地區地下水庫初步調查與評估。 6、馬祖南竿地區安全出水量檢討評估。 7、觀測站網整體規劃初擬。 8、馬祖地區地下水資源保育管理策略研擬。	1、澎湖西嶼、望安、七美地區地區大致位於北迴歸線上，年平均蒸發量則高達約 1,330.9 毫米。 2、西嶼、望安及七美地區均為各自獨立之供水系統，現況水源以地下水為主現況供水能力合計每日 5,217 立方公尺，其中地下水的使用約佔整體水資源之 92.6%。 3、西嶼、望安、七美地區所有公有井與民井的水井普查作業，其中水公司深水井計 18 口，民井計有 870 口，合計共 888 口。 4、民國 92~93 年西嶼地區的深層含水層平均儲藏量為 204 萬立方公尺。最後分析深、淺不同含水層之水平衡，結果顯示西嶼地區民國 92~93 年平均深層年補注量約為 104.31 萬立方公尺，配合澎湖本島水平衡分析結果，取其淺層至深層補注量之比例，推估深層含水層補注量，並以此為安全出水量。望安、七美與吉貝嶼深層安全出水量為 17.89 萬、12.66 萬與 14.97 萬立方公尺 5、馬祖地區地下水含水層均為自由含水層，安全出水量利用土地利用資料、歷年雨量紀錄及現地飽和入滲率與降雨入滲係數經驗值等資料，採用一維垂向補注法進行推估。分析各澳口安全出水量除以儲蓄量之百分比，結果顯示南竿鄉馬祖村兩年平均約 30%，顯示其地下水資源開發潛能較高。 6、馬祖地區含水層四處分散不如臺灣的集中，其地下水觀測計畫應特別考量實際執行層面。因此本計畫建議以既有民井為觀測井以降低觀測計畫所需經費。 7、馬祖地區地下水資源保育管理之目標應為有效利用地下水資源，水質鹽化地區採用減抽地下水方式紓緩水質惡化現象，進而配合地面水資源與海水淡化廠之經營管理，以達到整體水資源永續利用之成果。
馬祖東莒福正地下水庫初步規劃	經濟部水利署水利規劃試驗所	98	1、基本資料蒐集。 2、集水區現況調查與試驗。 3、可開發量分析。 4、東莒地區水資源運用探討。	1、計畫區內之沉積層為風積砂丘，基盤則由花崗閃長岩、花崗岩及流紋岩所構成，地下水含水層最大厚度約 20 公尺。 2、根據地下水位觀測結果，由地下水等水位線研判地下水流向為自東西端山稜線往中央谷地流。 3、計畫區內之 Kr=3 公尺/天，Kz=0.04 公尺/天，全區域降雨入滲地下含水層水量約為 4.1~6.5 萬立方公尺/年，平均每日約 110~178 立方公尺。含水層體積約為 48.26 萬立方公尺、花崗岩體積約為 5.62 萬立方公尺、地下水蓄水容積約 2.41 萬立方公尺。 4、福正地區新設抽水井主要工程設施包括 1 口抽水井、輸水管線約 20 公尺及抽水站房，初步估算，以每天產水 66 立方公尺計，估算單位原水成本約每立方公尺 5.6 元。
澎湖縣各鄉市水井清查暨資料庫建置計畫	澎湖縣政府	100	1、澎湖縣基本資料 蒐集包括：地理位置及地文環境、水文環境、人文環境。 2、為瞭解本縣各鄉市境內水井之分布與數量，透過區域內全數水井 GPS 定位及資料蒐集，建置各鄉市水井完整的地理資訊資料，並推估調查區內水井之年抽水量及抽水行為，據以提出計畫區域內之用水改善對策。	1、澎湖縣馬公市、湖西鄉、白沙鄉、西嶼鄉、望安鄉及七美鄉等六鄉市水井清查統計，總計共約 4,427 口水井。其中用水標的屬灌溉用水之水井數量最多，其次為家用及公共用水，此兩種標的用水水井數量約佔全澎湖縣之 84%。 2、本計畫利用用電量估算六鄉市 98 年抽水量結果中，馬公市抽水量約 168.39 萬噸，湖西鄉約 65.17 萬噸，白沙鄉約 119.73 萬噸，西嶼鄉約 46.73 萬噸，望安鄉約 4.93 萬噸，七美鄉約 42.16 萬噸，合計約 447.12 萬噸。 3、本計畫篩選出應進行填塞之水井中，屬於不具歷史文化背景且廢棄不用之水井約 507 口；另不列入本計畫建議封填對象，需經實際檢測水井水質後決定是否封填之數量約 761 口。
澎湖地區地下水整體保育策略規劃	經濟部水利署水利規劃試驗所	101	1、澎湖地區基本資料蒐集包括氣象、水文、地形、地質、水質、水文地質等自然環境資料。土地利用、供水系統、水權與用水量等社會完境資料。 2、地下水水質與利用現況調查。 3、地下水鹽化機制探討。 4、地下水補注水源與補注方式探討。 5、地下水整體保育策略研擬。	1、根據歷年澎湖地區深井檢測數據顯示，澎湖地區深層地下水 TDS 含量已偏高，以 TDS 500mg/L 為鹽化評估基準，馬公地下水鹽化比例約為 57%，西嶼地下水鹽化比例約 100%，七美地下水鹽化比例約 100%。 2、採用水平衡模式推估澎湖地區深、淺地下水水收支情形，並推估澎湖地區安全出水量及海水入侵量。民國 99 年淺層含水層之安全出水量為 798.96 萬立方公尺；深層含水層之安全出水量為 591.09 萬立方公尺另澎湖地區民國 99 年海水入侵量為 21.51 萬立方公尺。 3、澎湖地區補注措施為排水路注入補注井之方式，評估後馬公白沙地區有 2,958CMD 補注量，西嶼地區 602CMD、望安及七美地區為 466CMD。

表 7-1　離島地區歷年地下水相關計畫之成果彙整表(續)

計畫名稱	辦理單位	時間(民國)	調查方法	主要成果
金門地區地下水資源之管理與運用策略研究計畫	金門縣政府	101	1、金門地區基本資料蒐集整理分析。 2、水井調查。 3、地下水水位及水質分析評估。 4、地下水觀測井增設檢討。 5、地下水補注可行性評估。	1、金門本島沉積層依水文地質環境可分為三個地下水分區(金西、金沙及料羅地區)。金門本島其含水層總蘊藏量為 1.795 億立方公尺，金西地區蘊藏量為 1.645 億立方公尺，佔總蘊藏量之 91.7%為主要之地下水開發區域。 2、根據水井調查結果，本次完成 1,979 口水井調查，推估金門本島抽水量為 1,129 萬立方公尺/年。 3、根據區域化變數理論進行半異變數分析金門本島地下水水位於空間分布之變異情形，得出每口觀測井之影響範圍為 2 公里×2 公里，故金門本島應增設 14 口地下水觀測井。
臺東地區地面地下水聯合運用可行性評估	經濟部水利署水利規劃試驗所	101	1、臺東地區基本資料蒐集及分析 2、東部離島資料調查 3、臺東地區水資源潛能評估 4、地面地下水聯合運用數值模式建置	1、根據酬勤水庫供水潛能分析、在缺水指數 SI=0.5、原設計庫容(74,300 立方公尺)時，水庫供水能力為每日 1,845 立方公尺；依據現況庫容(45,500 立方公尺)進行運算，酬勤水庫供水能力為每日 13,30 立方公尺。 2、根據導電度量測，除酬勤水庫旁之地下水井因水庫水入滲，故導電度較低水質較好外，其餘位置地下水樣之導電度均偏高，平均約為 800μS/cm，而南寮村的松榮大旅社與紫坪抽取供朝日溫泉用的地下水其導電度均超過 2000μS/cm，已有鹽化現象 3、根據本計畫建置之地下水模式及地下水開發限制標準，民國 98 年(平水年)臺東都會區及池上關山區等 2 分區可開發地下水量分別為每日 9.12 萬及 9 萬立方公尺。另根據豐、平、枯年不同的降雨量進行補注量計算，得臺東都會區與池上關山區在豐水年時之地下水可抽取量約每日 12.65 及 12.48 萬立方公尺，在枯水年時之地下水可抽取量約每日 7.35 及 7.26 萬立方公尺

二、評估規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網

(一)地下水觀測站網布設原則檢討

目前離島區域僅澎湖地區納入「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」，其地下水井布設原則是以空間均布方式設置，目前共建置 4 站地下水觀測站。金門、馬祖地區則未納入站網計畫內，故無水位站資料，但金門縣政府及連江縣環保局於金門及馬祖地區分別建置 16 口及 10 口之地下水觀測井，用以監測水質及水位資料。各離島地區主要水源來自降雨，雨水經截流後存在湖庫裡作為公共給水主要水源，但因湖庫容量有限，大部分地區仍以抽取地下水做為水源應用。為瞭解各離島地區地下水狀況，故需於各離島設置地下水觀測井針對地下水進行監測。

觀測井之目的大致可區分為掌握區域地下水變動及監控人為影響等二類，依其程序應以掌握區域地下水變動為先，依水文地質特性進行布設數量較少之觀測井後進行觀測，其後就區域地下水觀測井無法掌握之人為影響區位再行增補觀測井監控，由於離島地區除澎湖外，均為未納入地下水觀測網之地區，尚無區域性地下水觀測井，因此離島地區現階段觀測井之布設目的，應以掌握區域地下水水位變化為主，其後再行考量是否針對人為抽水密集區位進行監控觀測。

為瞭解離島地區地下水觀測站布設是否需進行增設及其增設位置，本計畫參考 Zhou 於 2013 所提出之方法進行分析，該文獻使用之方法稱為地下水狀況區域劃分法(Groundwater Regime Zone Mapping Method)，設計此方法之緣由主要為此文獻認為影響地下水變化之因素眾多，而地下水狀況主要是水文氣象與人為干擾對地下水系統之反應結果，因此若能將眾多因素進行綜合分析則能提供設計區域性

地下水監測網之參考基礎，而此等監測網就可用來監測地下水區域之行為。由於所有影響地下水狀況之因素均有其空間分布特性，因此若可綜合考量各項因素，即可產出具不同特性之地下水狀況分區，而各狀況分區均有不同地下水水位變動特性。圖 7-1 即為影響地下水狀況的數種因素，包括水文氣象、地下水系統特徵及人為干擾等，可依據此等影響因素進行地下水觀測站設置區位之規劃(Zhou, 2013)。

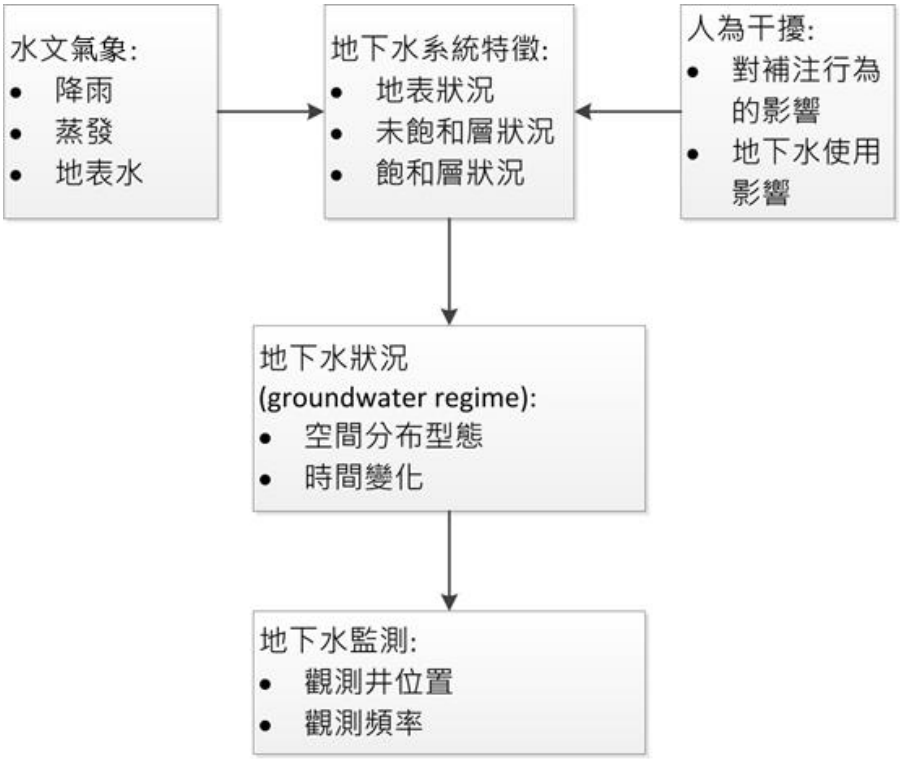


圖 7-1　影響地下水狀況之數種因素

為描繪出地下水狀況區域，將數種分區進行組合分析，包括水文地質分區(Hydrogeological Zones)、未飽和層分區(Unsaturated Zones)、補注分區(Recharge Zones)、影響分區(Influencing Zones)，如圖 7-2 所示，將此 4 種分區組合起來，即可呈現出有區別性的地下水狀況區域(Distinct Groundwater Regime Zones)。

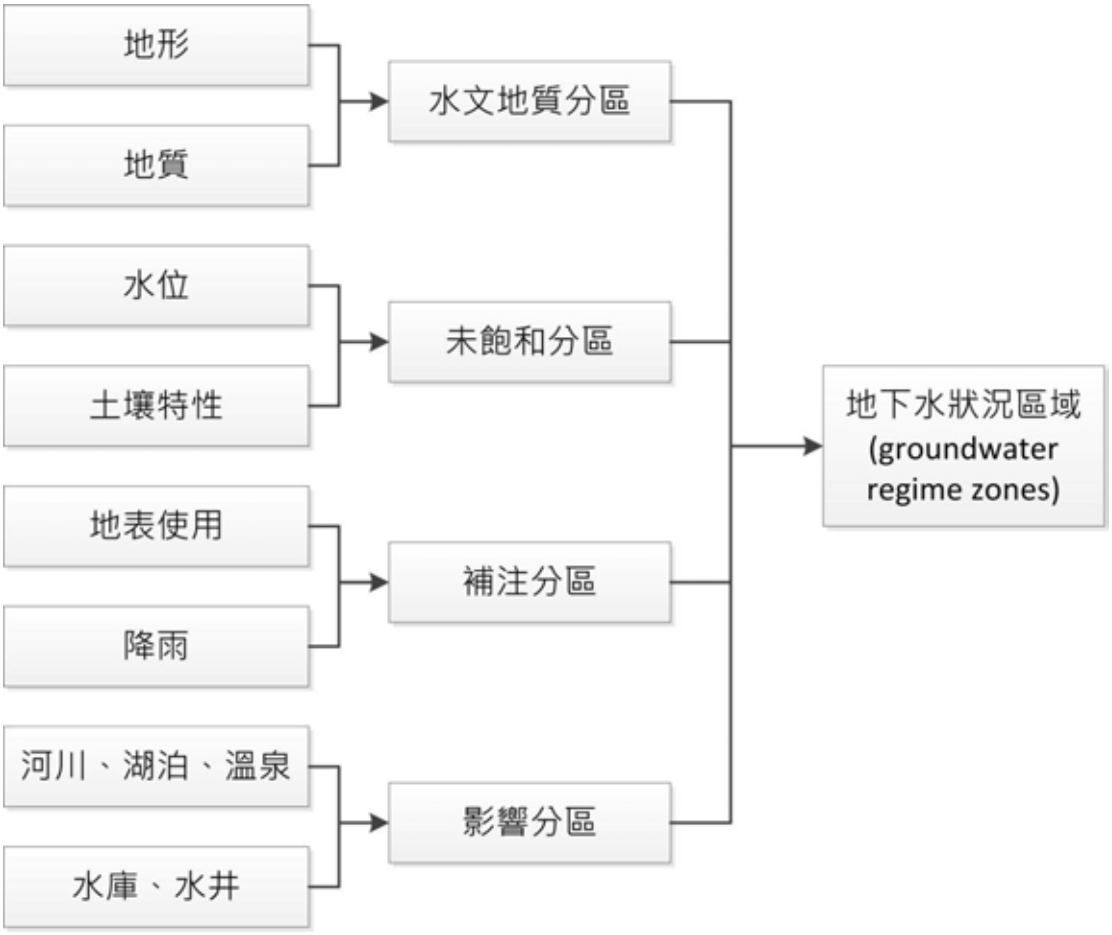


圖 7-2　地下水狀況分區之描繪

本計畫蒐集離島地區之圖資並使用地理資訊系統軟體(GIS)進行圖層套疊，主要套疊圖層包含水文地質分區圖、未飽和層分區圖、補注分區圖及影響分區圖等，後續將上述既有之四種圖層合併後，可得數種地下水狀況區域圖(Groundwater Regime Zone)，每個地下水狀況區域之命名方式則為四種原始圖層之組合，亦即「(未飽和層分區)- (水文地質分區)- (補注分區)-(影響分區)」。觀測井布設原則是以套疊後挑選具代表性之地下水狀況分區布設地下水觀測井，而觀測井設置的位置以該狀況分區之中心較佳。

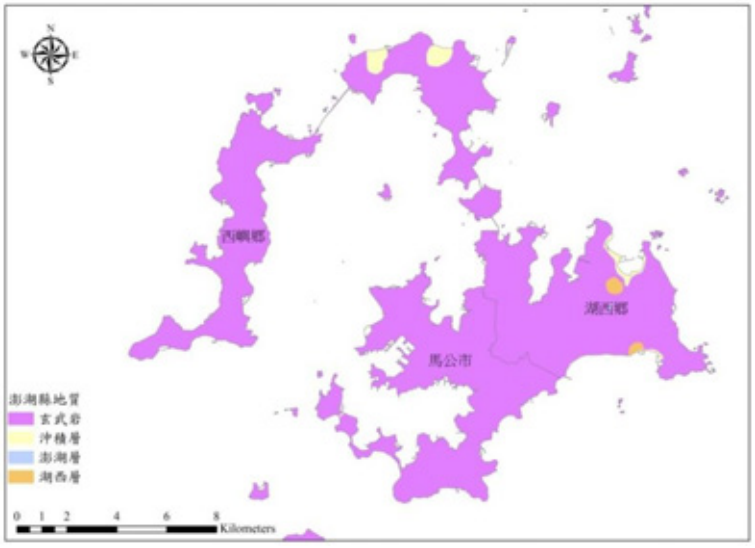
(二)澎湖地區地下水觀測站網規劃

1、水文地質分區圖

本計畫蒐集各離島水文地質文獻資料並參考中央地調所圖資繪製地質分區圖，圖 7-3 為澎湖地區地質分區圖，澎湖地區地質組成主要以玄武岩為主、於白沙鄉、馬公市與湖西鄉有部分現代堆積物(石英砂、泥、礫石、珊瑚、有孔蟲及貝殼碎片)，湖西鄉部分區域亦有砂質泥岩存在。

2、未飽和層分區圖(Unsaturated Zone Map)

未飽和層特性通常會受地下水水位與地表土壤特性影響，在此本計畫利用土壤分布圖作為此類型分區圖之依據，參考歷年文獻鑽探資料，以地表 0~30 公分之土壤進行分類繪製為未飽和層分區圖。圖 7-4 為澎湖地區未飽和層分區圖，其地表 0~30 公分之土壤分類約略可分為沖積土、石質土及壤土三類。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 7-3　澎湖地區地質分區圖

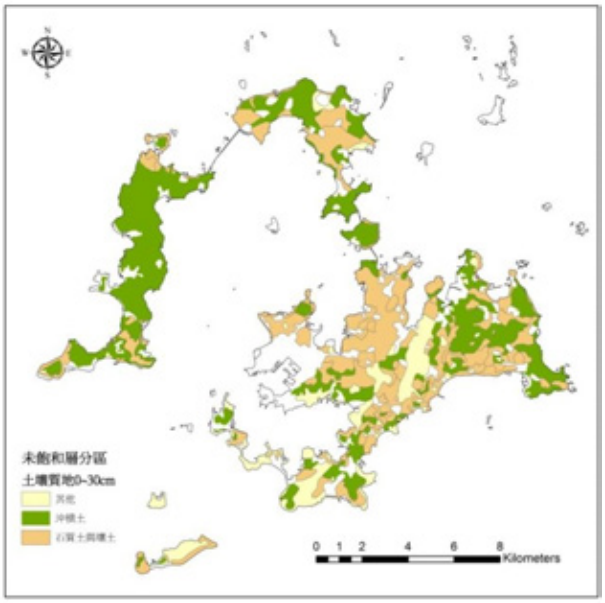


圖 7-4　澎湖地區未飽和層分區圖

3、補注分區圖(Recharge Zone Map)

地下水補注受降雨、地表使用、未飽和層特性等因素影響，為繪製補注分區圖，在此利用降雨入滲補注係數與降雨量之乘積計算而得年降雨補注量，採用之垂向入滲係數主要參考經濟部水資源局民國 89 年「臺灣地區地下水補注量估算」所蒐集大陸水利電力部水文局計算之降雨入滲補注係數值，如表 7-2 所示，由於文獻所列係數值為一範圍值，為方便計算，將使用範圍值的平均值作為代表值進行推估，如表 7-3 所示。

降雨量則採澎湖地區雨量站之歷年平均雨量資料及徐昇氏多邊形法進行計算。將前述各值比對後可得降雨入滲補注係數分布，最後將降雨入滲補注係數與年平均雨量相乘即可求得各分區年地下水補注量分布。由於澎湖地區之雨量站較少，僅有一雨量站資料，故地下水補注量則依地表土壤特性進行劃分，補注分區與未飽和層分區相同。

表 7-2　降雨入滲補注係數值範圍

土壤性質 平均年降雨量 (mm)	粘土	粘壤土	砂壤土	粉細砂	砂卵礫石
50	0.00~0.02	0.01~0.05	0.02~0.07	0.05~0.11	0.08~0.12
100	0.01~0.03	0.02~0.06	0.04~0.09	0.07~0.13	0.10~0.15
200	0.03~0.05	0.04~0.10	0.07~0.13	0.10~0.17	0.15~0.21
400	0.05~0.11	0.08~0.15	0.12~0.20	0.15~0.23	0.22~0.30
600	0.08~0.14	0.11~0.20	0.15~0.24	0.20~0.29	0.26~0.36
800	0.09~0.15	0.13~0.23	0.17~0.26	0.22~0.31	0.28~0.38
1,000	0.08~0.15	0.14~0.23	0.18~0.26	0.22~0.31	0.28~0.38
1,200	0.07~0.14	0.13~0.21	0.17~0.25	0.21~0.29	0.27~0.37
1,500	0.06~0.12	0.11~0.18	0.15~0.22	0.21	0.27
1,800	0.05~0.10	0.09~0.15	0.13~0.19	0.21	0.27

(資料來源：大陸水利電力部水文局，1987)

4、影響分區圖(Influencing Zone Map)

影響分區內之影響因素包括河川、湖泊、溫泉、水庫等，本計畫調查離島地區之河川、湖泊及水庫區位分布以瞭解地下水補注位置。而本計畫以河川、湖泊及水庫進行分析，其它區位則稱為非影響分區。圖 7-5 為澎湖地區河川、湖泊及水庫之分布圖。澎湖地區主要水庫有小池水庫、成功水庫、東衛水庫及興仁水庫。



圖 7-5　澎湖地區河川水庫分區圖

5、澎湖地區地下水觀測站網檢討成果

民國 81 年地下水觀測站網布設原則是以空間均布的方式，規劃於澎湖地區設置 14 個地下水水位觀測站，目前於澎湖地區共建置地下水觀測站共 4 站(6 口觀測井)，而赤崁站已廢站，水位資料記錄至民國 101 年止，其餘各站水位資料均於民國 93 年仍持續監測至今。

澎湖地區各分區圖資經 GIS 套疊後可分為 14 個分區如圖 7-6 所示，其代表分區為分布較廣之(沖積土-玄武岩)、(石質土與壤土-玄武岩)及(石質土與壤土-玄武岩-河川)等，配合現有四站之地下水觀測井分布位置以及澎湖縣聚落位置(地下水抽用較頻繁處)進行地下水觀測井布設，以了解該地區之地下水狀況，規劃分別於白沙鄉(石質土與壤土-玄武岩分區)赤崁國小及西嶼鄉(石質土與壤土-玄武岩分區)內垵國小增設各一站(二口)地下水觀測井。參考澎湖地區地下水井深度，初步推估淺層井鑿井深度 80 公尺，深層井鑿井深度為 130 公尺。

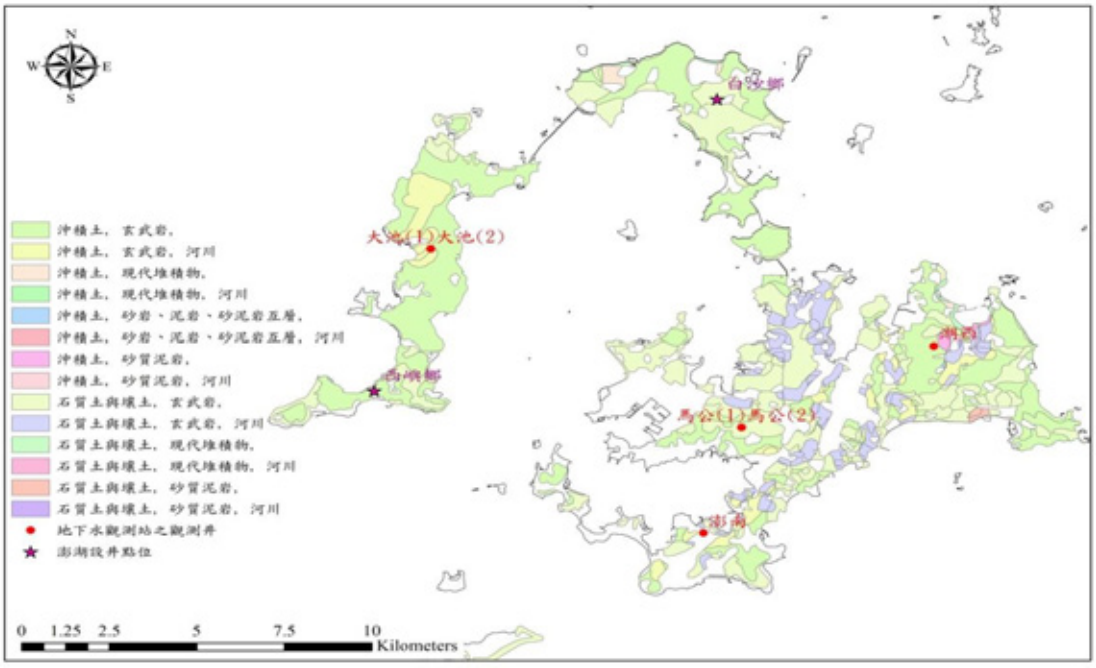


圖 7-6　澎湖地區地下水狀況分區及建議新設觀測井之分布圖

(三)金門地區地下水觀測站網規劃

1、水文地質分區圖(Hydrogeological Zone Map)

本計畫蒐集金門地區水文地質文獻資料並參考中央地質調查所圖資繪製金門地區地質分區圖，如圖 7-8 所示，金門地區地質主要組成包含列嶼玄武岩、花崗片麻岩、現代沉積物(組成分為古期沖積泥砂、金門層(泥質砂岩、粉砂岩、高嶺土及礫層)及紅土礫層。金門本島及烈嶼基盤皆為花崗片麻岩但裸露之範圍不及全島面積之一半，沿著河谷及沿海地區有為砂、礫及黏土混和之現代沖積層，部分地區有紅土層存在，其組成為含砂礫質黏土或含礫泥質砂岩構成，厚度一般可達 10 公尺，其範圍主要分布於本島中央。

2、未飽和層分區圖(Unsaturated Zone Map)

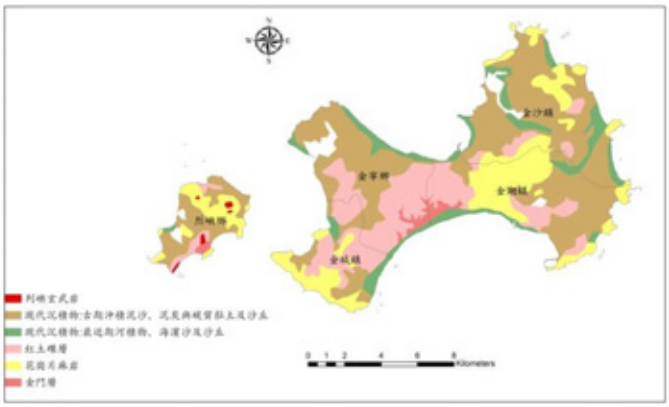
未飽和層特性通常會受地下水水位與地表土壤特性影響，在此本計畫利用土壤分布圖作為此類型分區圖之依據，參考歷年文獻鑽探資料，以地表 0~30 公分之土壤進行分類繪製為未飽和層分區圖。圖 7-9 為金門地區之未飽和層分區圖。其地表 0~30 公分土壤類約略可分為砂質土、裸岩地及黏土質砂土三種族群。

3、補注分區圖(Recharge Zone Map)

金門地區補注分區劃分方法如前述，由於金門地區之雨量站較少，全區僅一雨量站資料，故地下水補注量則依地表土壤特性進行劃分，其地補注分區與未飽和層分區相同。

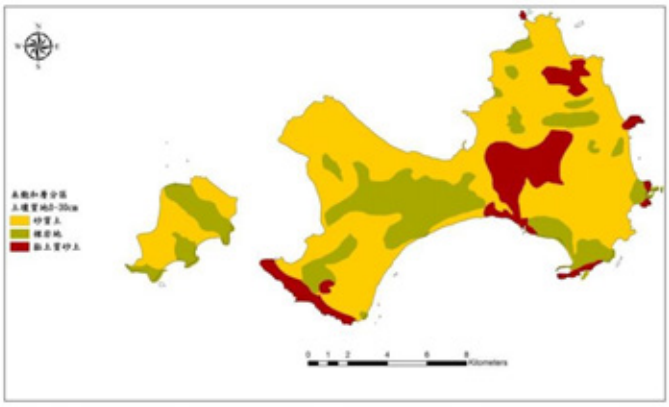
4、影響分區圖(Influencing Zone Map)

金門地區影響分區劃分方法如前述。圖 7-10 金門縣之河川、湖泊及水庫之分布圖。金門地區湖泊及水庫包括擎天水庫、瓊林水庫、蓬湖、菱湖、西湖、太湖、慈湖、莒光湖、古崗湖、榮湖及龍陵湖等。



(資料來源：內政部營建署金門國家公園管理處，民國 95 年)

圖 7-7　金門地區地質分區圖



(資料來源：內政部營建署 金門國家公園管理處，民國 101 年)

圖 7-8　金門地區未飽和層分區圖

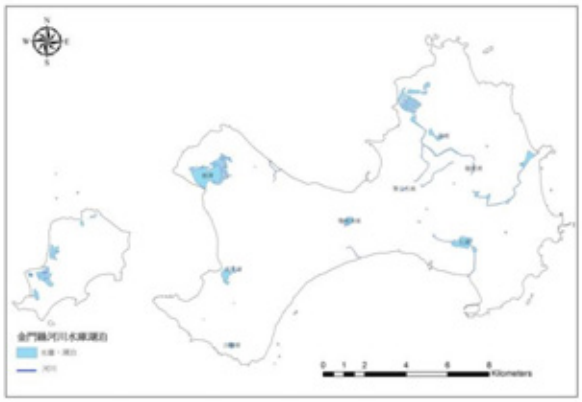


圖 7-9　金門地區河川水庫分區圖

5、金門地區地下水觀測站網檢討成果

由於金門地區並未納入「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」內，根據「金門地區地下水資源之管理與運用策略研究計畫」報告可知金門地區地下水分區及水文地質概況。金門自來水廠與環保局自民國 90 年起陸續於金門地區建置了 16 口與 30 口地下水觀測井，其分布如圖 7-11 所示。考量金門地區西部為主要聚落位置，地下水抽取情況可能較為嚴重，故地下水觀測井設置將以金西為主。金門地區各分區圖資經地理資訊系統套疊後可分為 30 個地下水狀況分區，分布範圍較廣之代表性分區為(砂質土-現代沉積物)、(裸岩地-紅土礫層)及(砂質土-紅土礫層)。上述分區中皆有環保局或自來水廠之地下水觀測井，分別為 (砂質土-現代沉積物)分區之地下水觀測井井為 KM-MW015(金城國中)、KMSW-3(金沙國小)、KM-MW006、KM-MW008(農試所)及 KMSW-1 (多年國小)，位於(砂質-紅土礫層)分區之地下水觀測井井號為 KMSW-18 (和平新村掩埋場下游監測井)及 KM-MW004 (賢庵國小)，位於(裸岩地-紅土礫層)分區之地下水觀測井則有 KMSW-16 (賈村掩埋場 1 號監測井)及 KM-MW009 (開瑄國小)。

地下水觀測井選擇區位代表分區位置以及聚落位置為主，金門地區以金西為人口主要聚集地故本次規劃以金西為主，因各地下水狀況分區皆已有地下水觀測井，故建議金門地區以現有之地下水觀測井架設水位計進行水位觀測，並對觀測井進行井體攝影及相關試驗，確保該觀測井符合需求，若該觀測井不適合進行水位觀測作業，則建議於該井周遭新設一觀測井。各地下水狀況分區建議以自來水公司之地下水觀測井進行觀測，本計畫規劃以金城國中、賢庵國小及開瑄國小等三處地下水觀測井進行觀測(如圖 7-11 所示)。各觀測井基本資料如表 7-3 所示。

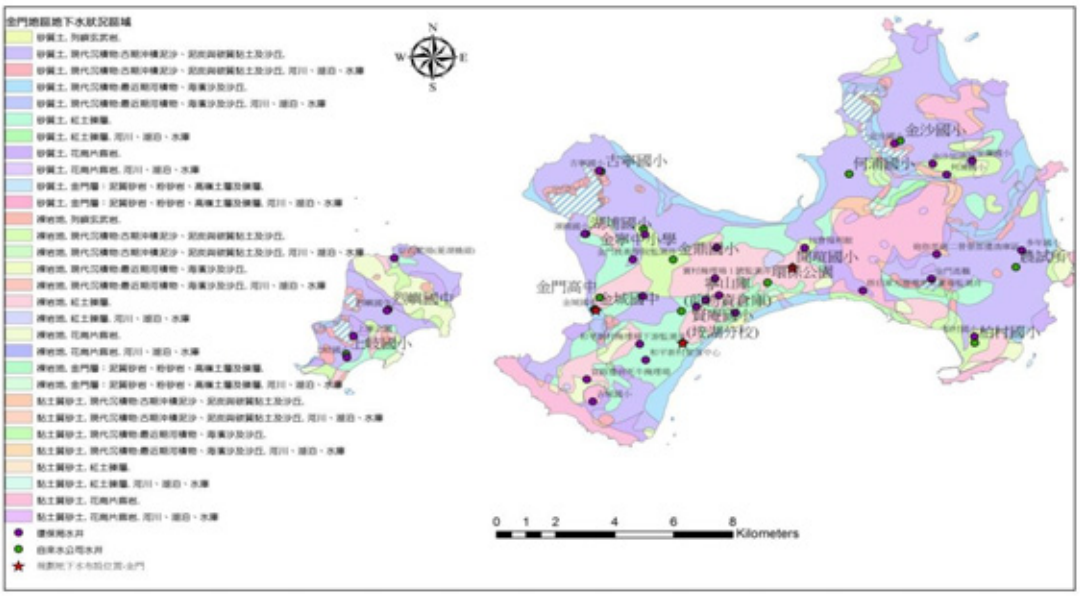


圖 7-10　金門地區地下水狀況分區及建議新設觀測井之分布圖

表 7-3　金門地區自來水廠地下水觀測井基本資料

水井編號	測站名稱	座標		井頂高程(m)	井深(m)	井篩區間(m)	井徑(in)	K 值(cm/sec)	設置日期
		TWD97							
		X	Y						
KM-MW001	湖埔國小	179894	2705789	18.63	50	15~50	6	6.84×10^{-3}	90.08.28
KM-MW002	金鼎國小	182851	2704841	21.589	60	19~54	6	1.92×10^{-3}	90.08.08
KM-MW003	寧山庫(前物資倉庫)	183125	2702923	30.878	70	27~70	6	4.31×10^{-3}	90.08.23
KM-MW004	賢庵國小(垵湖分校)	183170	2701741	30.285	50	20~50	6	5.93×10^{-3}	90.08.13
KM-MW005	金門高中	180366	2703425	22.77	62	16~62	6	8.33×10^{-3}	90.09.13
KM-MW006	金沙國小	190535	2709247	12.478	32	8~32	6	1.22×10^{-4}	90.07.29
KM-MW007	何浦國小	188804	2708015	18.73	32	8~32	6	9.49×10^{-5}	90.08.01
KM-MW008	農試所	194448	2704558	14.979	22	4~22	6	4.36×10^{-3}	90.07.27
KM-MW009	開瑄國小	186886	2704540	32.655	48	18~29 35~48	6	6.07×10^{-3}	90.08.03
KM-MW010	柏村國小	193053	2701748	15.882	36	18~36	6	3.61×10^{-3}	90.07.24
KM-MW011	上岐國小	171783	2701323	12.437	11	5~11	6	1.15×10^{-4}	90.09.05
KM-MW012	烈嶼國中	173199	2702985	12.054	25	8~25	6	6.73×10^{-5}	90.09.06
KM-MW013	古寧國小	180417	2708121	19.054	31	6~30	6	-	94.11.8
KM-MW014	金寧中小學	181837	2705981	21.233	61	25~60	6	-	94.11.8
KM-MW015	金城國中	180174	2702987	14.46	62	20~60	6	-	94.11.8
KM-MW016	環保公園	186045	2703985	33.424	60	20~60	6	-	94.11.8

(四)馬祖地區地下水觀測站網規劃

1、水文地質分區圖(Hydrogeological Zone Map)

本計畫參考「馬祖地質公園觀光亮點推動計畫」中馬祖列島地質資料繪製，圖 7-12 為馬祖地區地質圖，各島嶼之基岩主要由花崗岩類岩石所組成,地面有流紋岩質火山岩系露出。南竿島與北竿島主要岩體為花崗岩與花崗閃長岩，莒光鄉主要為火山角礫岩與凝灰岩。

2、未飽和層分區圖(Unsaturated Zone Map)

由於馬祖地區尚未建立完整之土壤土質資料,故馬祖地區無法繪製未飽和層分區圖。

3、補注分區圖(Recharge Zone Map)

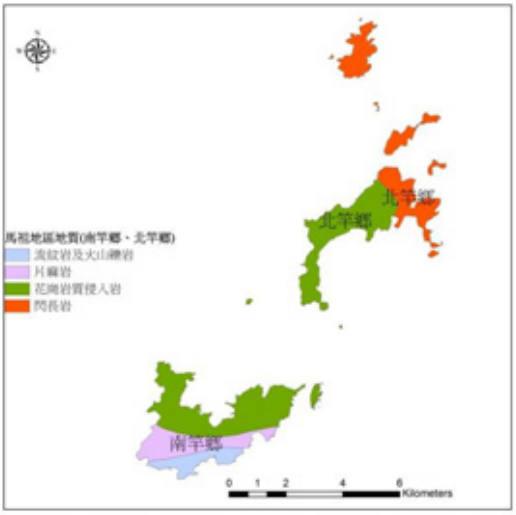
馬祖地區補注分區劃分方法如前述,由於馬祖地區雨量站較少，全區僅一雨量站資料，故地下水補注量則依地表土壤特性進行劃分,其補注分區與未飽和層分區相同。

4、影響分區圖(Influencing Zone Map)

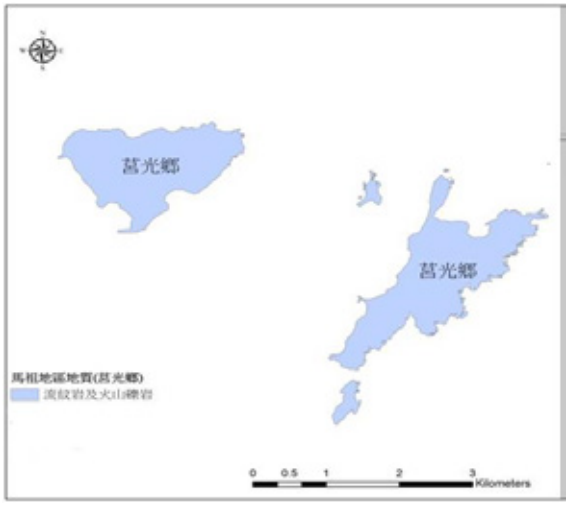
馬祖地區影響分區劃分方法如前述。馬祖地區主要之水庫為位於南竿之勝利水庫、珠螺水庫、儲水沃水庫、津沙水庫、秋桂山水庫、后沃水庫、鐵堡水庫，位於北竿島之坂里、橋仔、中興及午沙等水庫，位於東引之東湧及紫沃水庫以及位於莒光鄉之福正、樂道沃及菜埔沃水庫(如圖 7-13 所示)。



(a)東引鄉

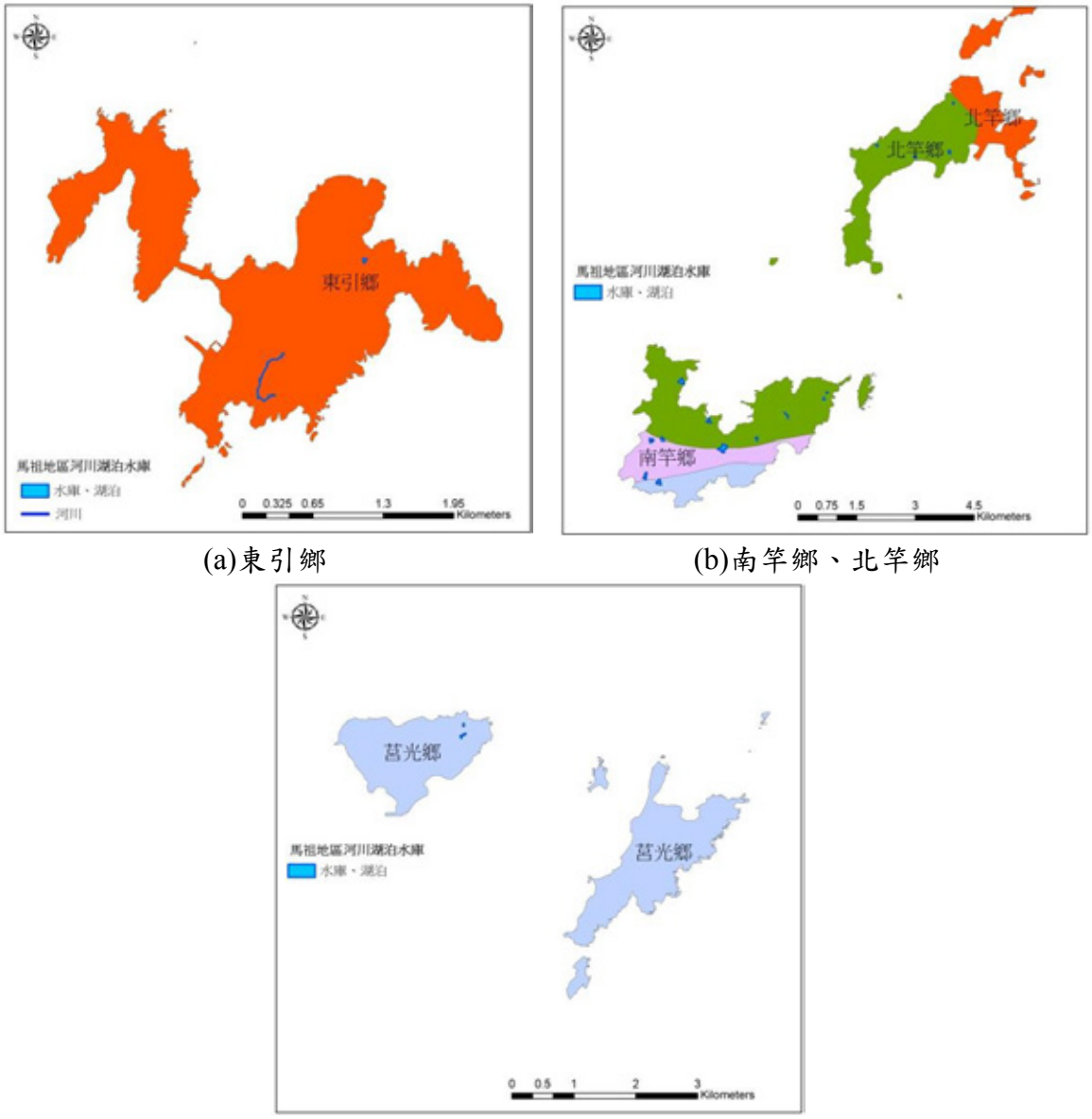


(b)南竿鄉、北竿鄉



(c)莒光鄉

圖 7-11　馬祖地區地質分區圖



(a)東引鄉　　(b)南竿鄉、北竿鄉

(c)莒光鄉

圖 7-12　馬祖地區河川水庫分區圖

5、馬祖地區地下水觀測站網檢討成果

馬祖地區未被納入「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」內，根據「澎湖與馬祖地區地下水資源調查規劃(2)」，可瞭解馬祖地區水文地質概況及補注機制狀況。而連江縣環保局於民國 93 年已完成 10 口地下水水質監測井(如圖 7-14 所示)。另依據相關文獻顯示，馬祖地區僅西莒地區用水需求不大，東莒地區地下水抽取量已接近安全出水量，

東引、南竿及北竿地區於安全出水量範圍間，故規劃於東莒、東引、南竿及北竿各設置一口地下水觀測井進行監測。馬祖地區現有資料僅有水文地質以及影響分區兩種圖層，經套疊後馬祖地區可分為八個分區，挑選具代表性之地下水狀況分區進行地下水觀測井布設，並以學校地區為優先考量地點，經挑選後以東引鄉東引國小、北竿鄉唐岐國小、南竿鄉中正國民中小學以及東莒鄉東莒國小等四處進行地下水觀測井布設，各點位分布位置如圖 7-14 所示。



(a)東引鄉



(b)南竿鄉、北竿鄉



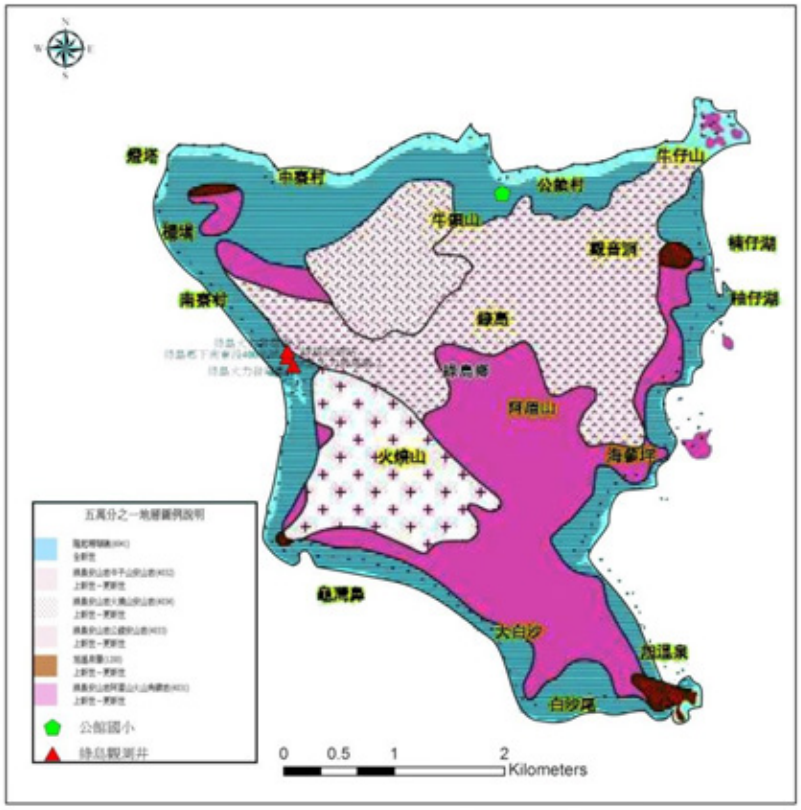
(c)莒光鄉

圖 7-13　馬祖地區地下水狀況分區及建議新設觀測井之分布圖

(五)綠島地區地下水觀測站網規劃

1、綠島地區地下水觀測站網檢討成果

綠島地區相關文獻較為稀少，地下水狀況分區法所需圖層，經蒐集綠島地區僅有地質分布圖可供利用，圖 7-15 為綠島地區之地質分區圖，綠島地質主要由安山岩質火山碎屑岩、熔岩流及集塊岩所組成，綠島沿海則為隆起之珊瑚礁，珊瑚礁與集塊岩之間則有沖積層存在。目前臺東縣政府環保局於綠島設置五口地下水觀測井，分別位於南寮村火力發電廠旁三口地下水觀測井、綠島加油站旁一口地下水觀測井以及下南寮段 400 地號一口地下水觀測井，本計畫依地質圖分布，建議於綠島北邊綠島鄉公館國小內之設置地下水觀測井，增加綠島地區水文地質資料。



(資料來源：中央地質調查所)

圖 7-14　綠島地區地質分布與地下水觀測井分布圖

三、小結

各離島地區地下水觀測站評估後於澎湖地區分別於白沙鄉與西嶼鄉各增設一口淺層與一口深層地下水觀測井(共計四口)；金門地區以現有之三口自來水廠之地下水井進行觀測，其水井需進行井體攝影及相關試驗，並需於水井架設水位計；馬祖地區分別規劃於東引鄉東引國小、北竿鄉唐岐國小、南竿鄉中正國民中小學以及東莒鄉東莒國小等四處進行地下水觀測井布設；而綠島地區則建議於綠島鄉公館國小設置一口地下水觀測井。各離島設置地下水觀測井資料如表 7-4 所示。

表 7-4　各離島地下水觀測井設置彙整表

離島地區	設置口數	觀測井設置點位
澎湖	4	白沙鄉赤崁國小(深、淺井)與西嶼鄉內垵國小(深、淺井)
金門	3	金城鎮金城國中、金寧鄉賢庵國小及金湖鎮開瑄國小
馬祖	4	東引鄉東引國小、北竿鄉唐岐國小、南竿鄉中正國民中小學以及東莒鄉東莒國小
綠島	1	綠島鄉公館國小

參考文獻

1、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2010. Standard guide for application of a groundwater flow model to a site-specific problem, Standard D5447-04, PA.

2、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2008. Standard guide for comparing groundwater flow model simulations to site-specific information, Standard D5490-93, PA.

3、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2008. Standard guide for defining boundary conditions in groundwater flow modeling, Standard D5609-94, PA.

4、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2008. Standard guide for defining initial conditions in groundwater flow modeling, Standard D5610-94, PA.

5、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2008. Standard guide for conducting a sensitivity analysis for a groundwater flow model application, Standard D5611-94, PA.

6、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2006. Standard test method for permeability of granular soils (constant head), Standard D2434-68, PA.

7、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2010. Standard test methods for measurement of hydraulic conductivity of saturated porous materials using a flexible wall permeameter, Standard D5084 - 10, PA.

8、American Society for Testing and Materials (ASTM), 2010. Standard guide for comparison of field methods for determining hydraulic conductivity in vadose zone, Standard D5126 -90, PA.

9、Anderson M.P., and W.W. Woessner, 1992. Applied groundwater modeling, Academic Press Inc., NW, 381p.

10、Barthel, R., B.G.J.S. Sonneveld, J. G?tzinger, M.A. Keyzer, S. Pande, A. Printz, and T. Gaiser, 2009. Integrated assessment of groundwater resources in the Ou?m? basin, Benin, West Africa, Physics and Chemistry of the Earth, 34, p236-250.

11、Bear, J., 1979. Hydraulics of groundwater, Dover Publications Inc., NY, 569p.

12、Brodie, R., B. Sundaram, R. Tottenham, S. Hostetler, and T. Ransley, 2007. An overview of tools for assessing groundwater-surface water connectivity, Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, Bureau of Rural Sciences, Canberra, 131p.

13、Buss, S., Cai, Z., Cardenas, B., Fleckenstein, J., Hannah, D., Heppell, K., Hulme, P., Ibrahim, T., Kaeser, D., Krause, S., Lawler, D., Lerner, D., Mant, J., Malcolm, I., Old, G., Parkin, G., Pickup, R., Pinay, G., Porter, J., Rhodes, G., Ritchie, A., Riley, J., Robertson, A., Sear, D., Shields, B., Smith, J., Tellam, J., Wood, P., 2009. The Hyporheic Handbook: A handbook on the groundwater-surface water interface and hyporheic zone for environmental managers, Science Report, SC0500. Environment Agency, Bristol, UK.

14、CIS, 2009. Guidance on groundwater status and trend assessment, WFD Guidance Document No. 18, Technical Report 2009-026, 80p.

15、Delleur, J.W., 2011. The handbook of groundwater engineer, Boca Raton CRC Press, FL, 969p.

16、Deng, M.J., 2012. Groundwater reservoir: a new pattern of groundwater utilization in arid north-west China-a case study in Tailan river basin, Procedia Environmental Sciences, 13, p2210-2221.

17、Dickerman, D.C., J.D. Kliever, and J.R. Stone, 1997. Hydrogeology, water quality, and simulation of ground-water-development alternatives in the Usquepaug-Queen Ground-Water Reservoir, Southern Rhode Island, U.S. Geological Survey Water Resources Investigation Report 97-4126, 48p.

18、Downing, R.A., D.B. Oakes, W.B. Wilkinson, and C.E. Wright, 1974. Regional development of water resources in combination with surface water. Journal Hydrology, 22, 155-177.

19、Driscoll, F.G., 1986. Groundwater and wells, Johnson Filtration Systems Inc., MN, 1089p.

20、Ferris, J.G., D.B. Knowles, R.H. Brown, and R.W. Stallman, 1962. Theory of aquifer tests, U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1536-E, 174p.

21、Fetter, C.W., 2001. Applied hydrogeology, Prentice-Hall Inc., NJ, 598p.

22、Freeze, R.A., and J.A. Cherry, 1979. Groundwater. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 604 pp.

23、Garner, J.A., 2011. A water-budget model and assessment of groundwater recharge for the Island of Hawai'i, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011-5078,53p.

24、Garner, B.D., D.R. Pool, F.D. Tillman, and B.T. Forbes, 2013. Human effects on the hydrologic system of the Verde Valley, Central Arizona, 1910-2005 and 2005-2110, using a regional groundwater flow model, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2013-5029,47p.

25、Gingerich, S.B., and D.S. Oki, 2000, Ground water in Hawaii, U.S. Geological Survey.

26、Harbaugh, A.W., 2005. MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey modular ground-water model-the ground-water flow process, U.S. Geological Survey `

27、Healy, R.W., and P.G. Cook, 2002. Using groundwater levels to estimate recharge, Journal of Hydrology, 10, 3-15.

28、Healy, R.W., T.C. Winter, J.W. LaBaugh, and O.L. Franke, 2007. Water budgets-foundations for effective water-resources and environmental management, U.S. Geological Survey Circular 1308, 92p.

29、Henriksen, H.J., L. Troldborg, A.L. H?jberg, and J.C. Refsgaard, 2008. Assessment of exploitable groundwater resources of Denmark by use of ensemble resource indicators amd a numerical groundwater-surface water model, Journal of Hydrology, 348, 224-240.

30、Henriksen, H.J., and J.C. Refsgaard, 2013. Sustainable groundwater abstraction, Geological Survey of Denmark and Greenland, Review Report, 113p.

31、International Institute for Land Reclamation and Improvement (IILRI), 1974. Drainage principles and applications, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Survey and Investigation Publication 16, 1125p.

32、Kalf, F. R., and D. R. Woolley, 2005. Applicability and methodology of determining sustainable yield in groundwater systems, Hydrogeology Journal, 13(1), 295-312.

33、Kresic, N., 2009. Groundwater resources: sustainability, management, and restoration, The McGraw-Hill Companies Inc., NY, 852p.

34、Kruseman, G.P., and N.A. de Ridder, 1994. Analysis and evaluation of pumping test data, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands, 377p.

35、Lambert, P.M., T. Marston, B.A. Kimball, and B.J. Stolp, 2011. Assessment of groundwater/surface-water interaction and simulation of potential streamflow depletion induced by groundwater withdrawal, Uinta River near Roosevelt, Utah: Scientific Investigations Report 2011-5044, 48p.

36、Landon, M.K., D.L. Rus, and F.E. Harvey, 2001. Comparison of instream methods for measuring hydraulic conductivity in sandy streambeds, Ground Water, 39(6), 870-885.

37、Lerner, D.N., A.S. Issar, and I. Simmers, 1990. Groundwater recharge, a guide to understanding and estimating natural recharge, International Association of Hydrogeologists, Kenilworth.

38、Mar?chal, J.C., B. Dewandel, S. Ahmed, A. Galeazzi, and F.K. Zaidi, 2006. Combined estimation of specific yield and natural recharge in a semiarid groundwater basin with irrigated agriculture, Journal of Hydrology, 329, 281-293.

39、Mart?nez-Santos, P., and P.E. Mart?nez-Alfaro, 2010. Estimating groundwater withdrawals in areas of intensive agricultural pumping in central Spain, Agricultural water management, 98(1), 172-181.

40、Moltz, H.L.N., J.B. Palmer, and K.R. Bencala, 2013. Water resources sustainability and safe yield in West Virginia, ICPRB Report No. ICPRB-13-3, 13p.

41、Mook W.G., 2000. Environmental isotopes in the hydrological cycle, IHP-V Technical Documents in Hydrology, 39(1), 290p.

42、Neff, B.P., A.R. Piggott, and R.A. Sheets, 2005. Estimation of shallow ground-water recharge in the Great Lakes Basin, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5284, 20 p.

43、Rosenberry, D.O., and J.W. LaBaugh, 2008. Field techniques for estimating water fluxes between surface water and ground water, U.S. Geological Survey Techniques and Methods 4-D2, 128 p.

44、Roscoe Moss Company, 1990. Handbook of ground water development, John Wiley and Sons Inc., 493p.

45、Scanlon, B.R., R.W. Healy, and P.G. Cook, 2002. Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge, Hydrogeology Journal, 10(1), 18-39.

46、Smart, P.L., and I.M.S. Laidlaw, 1977. An evaluation of some fluorescent dyes for water tracing, Water Resources Research, 13(1), 15-33.

47、Smith, A.J., G. Walker, and J. Turner, 2010. Aquifer sustainability factor: a review of previous estimates, Groundwater 2010, 31 October-4 November 2010, Canberra.

48、Srisuk K., L. Archwichai, K. Pholkern, P. Saraphirom, S. Chusanatus, and S. Munyou, 2012. Groundwater resources development by riverbank filtration technology in Thailand, International Journal of Environmental and Rural Development, 3(1), 155-161.

49、Stephens, D.B., 1995. Vadose zone hydrology, Lewis Publishers, FL, 339p.

50、Takasaki, K. J., and J. F. Mink, 1984, Evaluation of major dike-impounded groundwater reservoirs, Island of Oahu, U.S. Geological Survey Water -Supply Paper 2217, 77p.

51、The Department of Defense, 2005. Groundwater Modeling System GMS 6.0 Tutorials, Brigham Young University - Environmental Modeling Research Laboratory.

52、Todd, D.K., and L.W. Mays, 2005. Groundwater hydrology, John Wiley & Sons Inc., NJ, 636p.

53、Uliana, M.M., 2012. Hydrogeology lecture notes, 132p.
54、United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (USBR), 1977. Ground water manual, 662p.
55、United States Department of Agriculture (USDA), 2007. Technical guide to management ground water resources, 281p.
56、Vaccaro, J.J., 1986. Plan of study for the regional aquifer-system analysis, Clumbia Plateau, Washington, Northern Oregon, and Northwestern Idaho, U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 85-4151, 25p.
57、Watts, K.R., T. Ivahnenko, R.W. Stogner, and J.F. Bruce, 2014. Groundwater and surface-water interaction and potential for underground water storage in the Buena Vista-Salida Basin, Chaffee County, Colorado, 2011, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2014-5095, 63p.
58、Weight, W.D., 2008. Manual of applied field hydrogeology., McGraw-Hill Companies Inc. NY, 751p.
59、Wendland, E., C. Barreto, and L.H. Gomes, 2007. Water balance in the Guarani Aquifer outcrop zone based on hydrogeologic monitoring, Journal of Hydrology, 342, 261-269.
60、Winkler, G., P. Reichl, and E. Strobl, 2003. Hydrogeological conceptual model-fracture analysis to determine hydrogeological homogeneous units in hard rock, RMZ-Material and Geoenvironment, 50(1), 417-420.
61、Zaidi, F.K., S. Ahmed, B. Dewandel, and J.C. Mar?chal, 2007. Optimizing a piezometric network in the estimation of the groundwater budget: a case study from a crystalline-rock watershed in southern India, Hydrogeology Journal, 15(6), 1131-1145.

62、Zhou, Y., D. Dong, J. Liu, and W. Li, 2013. Upgrading a regional groundwater level monitoring network for Beijing Plain, China, Geoscience Frontiers, 4, 127-138.
63、中華人民共和國水利部水資源管理中心，地下水資源管理培訓教材(試用稿)，2008 年。
64、中華人民共和國國家標準，供水水文地質勘察規範，2001。
65、常士驃、張蘇民，工程地質手冊，中國建築工業出版社，2007。
66、劉正峰，水文地質手冊，2010。
67、日本綠資源機構，水資源開発技術マニュアル，2001。
68、日本綠資源機構，地下水有効開発技術マニュアル，2004。
69、森博他，鏡川伏流水調查報告，1959。
70、中國農業工程學會，中國農業工程手冊：農業水利之部：基本類及附錄，民國 79 年。
71、中國農業工程學會，中國農業工程手冊：農業水利之部：灌溉、墾殖、管理，民國 79 年。
72、內政部營建署金門國家公園管理處，金門海岸地質地形調查(一)－古寧頭海岸，民國 95 年。
73、內政部營建署金門國家公園管理處，金門國家公園計畫第二次通盤檢討，民國 101 年。
74、水資會，臺灣地下水之開發利用，民國 66 年。
75、水資會，臺灣地下水資源之估計，民國 61 年。
76、水資會，臺灣地區地下水資源，民國 81 年。
77、行政院公共工程委員會，各類施工綱要規範工具書：水庫工程，民國 90 年。
78、行政院國際經濟合作發展委員會，臺北基隆都會區域地下水初步調查報告，民國 57 年，中華民國自來水協會。
79、行政院農業委員會水土保持局，水土保持技術規範，民國 101 年。
80、行政院農業委員會，農田水利施工規範：鑿井工程，民國 95 年。

81、行政院國際經濟合作發展委員會都市建設及住宅計劃小組，臺北基隆都會區域地下水初步調查報告，民國 57 年。
82、行政院環境保護署，地下水污染管制標準，民國 102 年。
83、行政院環境保護署，地下水水質監測井設置作業原則，民國 102 年。
84、行政院環境保護署，地下水污染監測標準，民國 102 年。
85、行政院環境保護署，地面水體分類及水質標準，民國 87 年。
86、行政院環境保護署，飲用水水質標準，民國 103 年。
87、行政院環境保護署，監測井地下水採樣方法，民國 99 年。
88、金門縣政府，金門地區地下水資源之管理與運用策略研究計畫，民國 101 年。
89、施國欽，大地工程學(三)-工程地質篇，文笙出版社，民國 89 年。
90、李光敦，水文學，五南出版社，民國 93 年。
91、李世峰、金瞰昆、周俊傑，資源與工程地球物理勘探，中國化學工業出版社，2008 年。
92、李昭順及劉振宇，臺灣西部河川上游經濟穩定的伏流水開發，臺灣水利，第 60 卷，第 1 期，民國 101 年。
93、李振誥、陳尉平、李如晃等，應用基流資料估計法推估臺灣地下水補注量，臺灣水利季刊，第 50 卷，第 1 期，第 69~80 頁，民國 91 頁，民國 91 年。
94、陳忠偉、李振誥，在環境條件限制下之臺北盆地合適出水量推估，臺灣公共工程學刊，第 3 卷，第 1 期，第 153~163 頁，民國 97 年。
95、陳忠偉、謝壎煌、李振誥等，臺北盆地地下水可再利用量評估，農業工程學報，第 54 卷，第 1 期，第 70~84 頁，民國 97 年。
96、經濟部，地下水補注地質敏感區劃定計畫書 G0001 濁水溪沖積扇，民國 103 年。
97、經濟部，地下水補注地質敏感區劃定計畫書 G0002 屏東平原，民國 103 年。

98、經濟部，地下水補注地質敏感區劃定計畫書 G0003 宜蘭平原，民國 103 年。
99、經濟部水資源統一規劃委員會，清水溪及濁水溪流域伏流水調查報告書，民國 56 年。
100、經濟部水資源統一規劃委員會，雲林地區屏東地區地下水開發資料整理與研究，民國 56 年。
101、經濟部水資源統一規劃委員會，新苗地區地下水調查報告，民國 65 年。
102、經濟部水資源統一規劃委員會，嘉雲區域地下水調查報告，民國 66 年。
103、經濟部水資源統一規劃委員會，臺北盆地地下水含水層電阻探測研究報告，民國 74 年。
104、經濟部水資源局，臺灣地區南部區域水資源綜合發展計畫-地下水資源運用現況及其供水潛能分析，民國 87 年。
105、經濟部水資源局，臺灣地區地下水補注量估算，民國 89 年，能邦科技顧問公司。
106、經濟部水資源局，地層下陷防治推動綜合計畫-屏東平原地層下陷區安全出水量之估算與應用，民國 87 年。
107、經濟部水資源局，地下水觀測網及地層下陷防治綜合執行計畫-屏東平原地下水補注量估算，民國 90 年。
108、經濟部中央地質調查所，臺北盆地地下地質與工程環境綜合調查研究先期規劃計畫-地下水之研究，民國 79 年。
109、經濟部中央地質調查所，濁水溪沖積扇地面地質材料粒徑分析及現地入滲試驗研究，民國 81 年。
110、經濟部中央地質調查所，臺灣地區地下水觀測網第一期計畫：濁水溪沖積扇水文地質調查研究總報告，民國 88 年。
111、經濟部中央地質調查所，臺灣地區地下水觀測網第二期計畫-嘉南平原及蘭陽平原水文地質調查，民國 90 年。

112、經濟部中央地質調查所，臺灣地區地下水觀測第一期計畫-屏東平原水文地質調查研究總報告，民國 91 年。
113、經濟部中央地質調查所，臺灣地區水文地質分區特性，水文地質調查與應用研討會論文集，6~10，民國 97 年。
114、經濟部中央地質調查所，工程地質探勘資料庫資料作業規範，民國 97 年。
115、經濟部中央地質調查所，臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫－第一期臺灣中段山區地下水資源調查與評估(1/4)，民國 99 年。
116、經濟部中央地質調查所，臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫－第一期臺灣中段山區地下水資源調查與評估(2/4)，民國 100 年。
117、經濟部中央地質調查所，臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫－第一期臺灣中段山區地下水資源調查與評估(3/4)，民國 101 年。
118、經濟部中央地質調查所，臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫－第一期臺灣中段山區地下水資源調查與評估(4/4)，民國 102 年。
119、經濟部中央地質調查所，地下水水文地質與補注模式研究-補注區劃設與資源評估(1/4)，民國 102 年。
120、經濟部中央地質調查所，工程地質探勘資料庫資料項目參考手冊(草案)，民國 102 年。
121、經濟部中央地質調查所，臺灣南段山區地下水資源調查與評估(1/4)，民國 103 年。
122、經濟部水利處，濁水溪地面地下水聯合運用：第一階段-濁水溪沖積扇地下水人工補注可行性報告，民國 86 年。
123、經濟部水利處，水資源規劃規範-水源開發規畫作業規範(草案)，民國 90 年。

124、經濟部水利處，濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用總報告，民國 90 年。
125、經濟部水利署，地下水觀測站井及已完成觀測井井體維護計畫(2/2)-地下水觀測站井布置檢討(臺北盆地及桃園中壢臺地)，民國 92 年，中興工程顧問股分有限公司。
126、經濟部水利署，地下水觀測站井建置及已完成觀測井井體維護計畫(1/2)-地下水觀測站井布置檢討(新苗地區、嘉南平原、澎湖地區)，民國 92 年，臺灣糖業股分有限公司新營廠。
127、經濟部水利署，氣候變遷下臺灣九大地下水資源區地下水潛能變化之研究(1/2)，財團法人成大研究發展基金會，民國 103 年。
128、經濟部水利署，臺灣地區地下水資源管理決策支援系統建置，民國 91 年。
129、經濟部水利署，金門地下水資源調查分析(1/2)，民國 95 年。
130、經濟部水利署，桃園地區地面地下水聯合管理整合模式評估與建構(1/2)，民國 96 年。
131、經濟部水利署，水利科技名詞中英對照彙編手冊(初稿)，民國 97 年。
132、經濟部水利署，臺灣地區地下水觀測網整體計畫成果彙編(81~97 年度)，民國 99 年。
133、經濟部水利署，臺灣地區地下水觀測網整體計畫精要成果彙編(81-100 年)，民國 101 年。
134、經濟部水利署，臺灣地區濁水溪沖積扇及屏東平原地下水合理出水量分析，民國 100 年。
135、經濟部水利署，水文年報，民國 102 年。
136、經濟部水利署，鳳山溪流域(含支流霄裡溪)治理規劃檢討，民國 103 年。
137、經濟部水利署中區水資源局，濁水溪下游河道伏流水及地下水調查分析，民國 96 年。

138、經濟部水利署中區水資源局，濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用管理模式建立與機制評估，民國 96 年。
139、經濟部水利署水利規劃試驗所，花東縱谷地下水調查研究，民國 91 年。
140、經濟部水利署水利規劃試驗所，花蓮溪流域地下水資源調查，民國 94 年。
141、經濟部水利署水利規劃試驗所，中央管河川流域地質資料查核及資料建置-蘭陽溪、鹽水溪、二仁溪及阿公店，民國 95 年。
142、經濟部水利署水利規劃試驗所，全省主要河川流域地質資料查核-鳳山溪及濁水溪專題報告，民國 95 年。
143、經濟部水利署水利規劃試驗所，臺中盆地做為地下水庫可能性之探討專題報告書，民國 96 年。
144、經濟部水利署水利規劃試驗所，全省主要河川流域地質資料查核-大甲溪及大安溪專題報告，民國 96 年。
145、經濟部水利署水利規劃試驗所，臺中盆地做為地下水庫可能行之探討，民國 96 年。
146、經濟部水利署水利規劃試驗所，臺東地區地面地下水聯合運用可行性評估，民國 101 年，能邦科技顧問股分有限公司。
147、經濟部水利署水利規劃試驗所，地下水環境調查及分析作業先驅規劃(1/2)，民國 96 年。
148、經濟部水利署水利規劃試驗所，蘭陽地區地面地下水聯合運用規劃，民國 96 年。
149、經濟部水利署水利規劃試驗所，澎湖地區地下水資源調查規劃總報告，民國 96 年。
150、經濟部水利署水利規劃試驗所，澎湖與馬祖地區地下水資源調查規劃，民國 96 年。
151、經濟部水利署水利規劃試驗所，蘭陽地區地面地下水調配及管理模式整合初步規劃，民國 97 年。

152、經濟部水利署水利規劃試驗所，大安溪水系河川情勢調查(1/2)，民國 98 年。
153、經濟部水利署水利規劃試驗所，蘭陽地區地面地下水調配及管理系統建置規劃，民國 98 年。
154、經濟部水利署水利規劃試驗所，既設河道集水暗渠功能調查分析及因應環境變遷所應考慮的設計原則-以中部地區為例，民國 98 年。
155、經濟部水利署水利規劃試驗所，地下水鑿井技術參考手冊，民國 98 年。
156、經濟部水利署水利規劃試驗所，知本溪、金崙溪流域地下水資源調查評估-總報告，民國 98 年。
157、經濟部水利署水利規劃試驗所，馬祖東莒福正地下水庫初步規劃，民國 98 年。
158、經濟部水利署水利規劃試驗所，花蓮地區地面地下水聯合運用研究，民國 99 年。
159、經濟部水利署水利規劃試驗所，臺中盆地地下水資源利用調查評估總報告，民國 100 年。
160、經濟部水利署水利規劃試驗所，名竹盆地地下水源開發調查規劃，民國 102 年。
161、經濟部水利署水利規劃試驗所，臺東地區地面地下水聯合運用可行性評估，民國 101 年。
162、經濟部水利署水利規劃試驗所，澎湖地區地下水整體保育策略規劃，民國 101 年。
163、經濟部水利署水利規劃試驗所，區域地下水資源永續利用研究-以屏東平原地下水分區為例，民國 102 年。
164、經濟部水利署南區水資源局，高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃，民國 95 年。
165、經濟部水利署南區水資源局，屏東平原地面地下水聯合運用機制檢討與個案工程規劃(1)，民國 95 年。

166、經濟部水利署南區水資源局，高屏溪沿岸及隘寮溪中下游淺層地下水開發評估及備援系統規劃，民國 95 年。
167、經濟部水利署南區水資源局，屏東平原地下水補注之試驗研究(3/3)，民國 96 年。
168、經濟部水利署南區水資源局，高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗，民國 101 年。
169、經濟部水利署南區水資源局，隘寮溪下游集水工暨輸水工程環境影響評估書，民國 99 年，京華工程顧問股分有限公司。
170、經濟部水利署第一河川局，和平溪水系河川情勢調查，民國 103 年。
171、經濟部水利署第二河川局，河川生態工法規劃設計輔助資訊系統建置研究(2/3)，民國 96 年。
172、經濟部水利署第二河川局，頭前溪流域輸砂與河床沖淤穩定研究(2/2)，民國 97 年。
173、經濟部水利署第二河川局，鳳山溪大斷面量測計畫，民國 98 年。
174、經濟部水利署第二河川局，中央管河川疏浚潛能及對河床變遷影響之評估研究(2/2)-以頭前溪、中港溪為例，民國 99 年。
175、經濟部水利署第二河川局，驟變河道沖淤趨勢對防洪設施之影響-以頭前溪為例，民國 101 年。
176、經濟部水利署第二河川局，102 年度中港溪大斷面量測計畫，民國 102 年。
177、經濟部水利署第二河川局，後龍溪流域河川情勢調查(2/2)，民國 103 年。
178、經濟部水利署第二河川局，鳳山溪水系河川情勢調查，民國 103 年。
179、經濟部水利署第十河川局，淡水河流域整體治理規劃，民國 101 年。

180、經濟部水利署第十河川局，淡水河水系河川環境管理計畫規劃(1/2)，民國 102 年。
181、經濟部技術處，河床伏流水開發利用評估技術報告，民國 86 年。
182、謝壎煌、童銘陽、林頌富，2007，「澎湖赤崁地下水庫營運概況」，水利，第 17 期，144-151。
183、楊萬全，臺灣水文論文集，國立臺灣師範大學地理學系，民國 89 年。
184、國立成功大學資源工程研究所，臺北盆地地下水可再利用量評估，農業工程學報，第 54 卷第 1 期，70-84，民國 97 年。
185、澎湖縣政府，澎湖縣各鄉市水井清查暨資料庫建置計畫，民國 100 年。
186、臺灣省水利局，濁水溪沖積扇地區地下水資源調查，民國 80 年。
187、臺灣省政府水利處，濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用-第一階段-濁水溪沖積扇地下水人工補注可行性報告，民國 86 年，中興工程顧問股分有限公司。
188、臺灣省政府建設廳地下水工程處，嘉南海岸沖積平原地下水勘查報告，民國 49 年。
189、臺灣省政府建設廳地下水工程處，大濁水沖積扇地區地下水源複勘報告，民國 52 年。
190、臺糖農業工程處、中國農村復興委員會及臺灣省水利局合組地下水勘測隊，大濁水沖積扇地區地下水源勘查報告，民國 46 年。
191、臺灣糖業公司，水井手冊，民國 65 年。
192、臺灣國定古蹟編纂研究小組，https://www.facebook.com/idocare.taiwan。

193、歐晉德、李延恭、鄭在仁，淡水河流域松山層地下水位及水壓分布對基礎工程影響，土木水利，第 10 卷，第 3 期，第 89~102 頁，民國 72 年。
194、賴慈華、陳瑞娥、陸挽中、黃智昭、林燕初、費立沅、江崇榮等，臺灣地區水文地質分區特性，經濟部中央地質調查所，民國 96 年。

附錄一　期末審查意見回覆表

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
期末報告審查會議

壹、會議日期：104 年 06 月 05 日(星期五)上午 09 時 30 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 06 月 15 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409006200 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、中央地質調查所環境與工程地質組 費組長立沅			
1. 離島地區地下水觀測站網			
(1) 澎湖本島有兩層不同含水層，其他島嶼之地下水可能都僅分布於沖積層，所以地下水區應只考慮沖積層分布區。	(1) 於澎湖白沙及西嶼等兩處規劃設置之觀測井採分層觀測方式，即分別設置淺層觀測井與深層觀測井，其他各島僅設置淺層觀測井。	-	-
(2) 環保署之水質監測井，需先評估與主要抽水層是否相關；另外，也需考慮現有觀測井之井況，以評估是否需增加觀測井。	(2) 本計畫規劃之觀測井以自來水公司現有地下水觀測井進行改善，以符合地下水觀測網需求，規劃進行井體攝影及抽水試驗等，藉以了解觀測井之井況。	-	-
(3) 以土壤分區來分析含水層分布或評估觀測井最適位置，其相關性似不大。	(3) 影響地下水變動情形包括水文氣象、地下水系統特徵及人為干擾等，其地下水系統包含地表狀況、未飽和層與飽和層狀況，土壤分區僅為評估地下水狀況分區因素之一，其餘包含水文地質及人為因素亦為考量之因素，而非僅一土壤分區作為唯一因素。	-	-
(4) 離島觀測井可能以 HQ 或 NX 尺寸較適合，但功能就只有水位及水質資料。	(4) 為符合地下水觀測井要求及配合抽水試驗等工作，本計畫規劃之離島觀測井井徑與臺灣本島之觀測井相同，採井徑為 6 吋，以利後續維護及管理。	-	-

2. 臺灣北段山區地下水資源開發			
(1) 請就全省水資源利用之角度，說明山區河谷或盆地之水資源究竟以北段、中段、南段山區為優先順序。	(1) 本計畫之目的與內容為僅先彙整相關環境背景資料，並依據合理之篩選原則初步提出北段山區可能具地下水資源開發潛能之區位，並作為後續細部調查與評估之參考依據；且台灣地區目前僅完成中段山區之評估，而南段山區之評估調查計畫亦甫於民國 103 年始推動執行，因此，北段山區後續之評估調查計畫仍需依據主管單位既定之期程規劃辦理。然就區域地下水水文情勢與環境現況而言，為能減緩地下水分區地下水超量使用之負荷與地層下陷之影響，建議應以中段及南段山區為優先推動對象。	-	-
(2) 是否以本計畫所標註之「伏流水」，說明山區地下水之屬性。	(2) 為配合既已執行完畢之「台灣山區地下水資源調查研究整體計畫－第一期：台灣中段山區地下水資源調查與評估」，以及民國 103 年開始執行之「臺灣南段山區地下水資源調查與評估(1/4)」等計畫之用法，本計畫仍以現階段用法與說明方式辦理。	-	-
(3) 摘圖 3 之圖例「錦水頁岩，其相當地層」易誤解，請使用「卓蘭層，其相當地層」。	(3) 已將「錦水頁岩，其相當地層」修改為「卓蘭層，其相當地層」。	摘圖一	摘-16
3. 臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫			
(1) 建議將九大分區之環境條件列表，並將近年新出現之問題加入，以做為未來評估那一區具有開發之優先地位。	(1) 已於整體計畫「期程安排及經費分配」針對各地下水區地下水環境及調查優序進行分析排列。	附冊二 第四章	4-1
(2) 本文之表 3-1，資料類別「地質敏感區」請改為「環境敏感區」。對於地下水補注地質敏感區之議題，基本上是以國土資源保育的觀念，強調在土地開發仍未發生時，應有依法有必要地做為。	(2) 已修改「地質敏感區」為「環境敏感地」。	表 3-1	3-11

(3) 依據(附冊二)表 2-4，似乎臺灣部分地區新出現地層下陷之熱點；或因近年因大旱而新增許多民井，都應呈現。	(3) 由於新增之地層下陷區位尚無進行相關調查工作，民井是否確有新增亦無相關證據可供佐證，建議未來可納入相關調查計畫予以確認。	-	-
(4) 本文之表 2-5，蘊藏量與水資源分析深度、含水層分層之底部，彼此之間界定不同，宜加以說明。	(4) 為避免產生誤解，原文中所列蘊藏量數據已依綜合決議予以刪除。	-	-
4. 地下水資源調查參考手冊			
(1) 地下水資源調查工作係以地下水區可使用量之評估為目標，完整蒐集進行地下水平衡分析及數值模型建置所需之數據。	(1) 本計畫所擬地下水參考手冊即以建構具可信度之水文地質架構概念模型，以供水平衡分析及數值模型建置應用，最後再行率定可用水量。	-	-
(2) 宜說明阻水層調查之內容，並加入分層含水層之做法。	(2) 參考手冊所列水文地質調查項目如水文地質鑽探等，均說明可用以確認阻水層特性及分層含水層。	附冊一 第三章	3-17
(3) 可增加「地下水永續利用」章節，說明可利用量。	(3) 已於參考手冊中增補「可用水量推估」篇章，其中即闡明地下水永續利用之意涵。	附冊一 第六章	6-1
(4) 本文表 3-1，請將「地質敏感區」修改為「環境敏感區」。	(4) 已將「地質敏感區」修正為「環境敏感地」。	表 3-1	3-11
(5) 本文表 3-2：(1)方法中，請對於水文地質鑽探及水文觀測井之差異加以說明；(2)室內及現地試驗，請於簡介中加入「現地取樣」；(3)水文觀測井之簡介，請加入「水質試驗」；(4)綜整表在優點部分，不宜使用「快速」兩字；(5)地面地球物理調查方法，其應用層面應以「參考」為主，需輔以其他資料合併分析；(6)水質調查部分，應用層面宜簡要說明環保署及水利署數據，代表不同含水層之情形。	(5) 依意見參考手冊修已內容如下： A. 已於參考手冊表 3-1(各項調查工作優缺點綜整表)簡介中強調水文地質鑽探井及觀測井之差異。 B. 已增補現地取樣之功能。 C. 已增補可供作水質取樣之功能。 D. 有快速之描述已予以刪除。 E. 地面地球物理調查方法已強調其需輔以其他資料合併分析。 F. 水質調查部份，增補說明行政院環保署及經濟部水利署地下水水質檢測之差異。	附冊一	-
5. 伏流水資源調查參考手冊			
(1) 依臺灣案例，伏流水之利用，其取水設施易隨時間而降低取水效率，應加以說明。	(1) 參考手冊附錄三「伏流水取水工法簡介」說明取水設施易因阻塞而產生取水效率降低情況。	附冊三 附錄三	附三-1

(2) 以二峰圳為例，鳥居信平所進行的調查內容，是否已全部納入手冊中？	(2) 鳥居信平於二峰圳調查工作，以水位觀測為主要調查工作，本手冊已納入相關調查工作內容。	-	-
(3) 示踪劑試驗是否以溴(Br)較合適？	(3) 溴(Br)及氯(Cl)均為國外常見之示踪劑，亦適用於伏流水調查工作。	-	-
二、彭委員瑞國			
1. 評估離島地區地下水觀測站網			
(1) P7-1，第七章標題請補列綠島，第一節請補述綠島相關地下水資料(可考慮向自來水公司收集)。	(1) 已補述綠島相關地下水資料。	表 7-1	7-3
(2) 離島監測井設置地點，建議考慮其設置目的。	(2) 本計畫規劃之觀測井地點，除依水文地質等天然因子進行評析外，亦納入人為影響因子為，如抽水行為等，設置目的即為掌握此等行為對於地下水水位之影響。	第七章 第二節	7-4
(3) 經費羅列請再檢討，並附參考圖(監測井設施)及設置基準(井徑、材質等)。	(3) 已附參考圖(監測井設施)及設置基準(井徑)等參考資料感謝委員意見，而依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將離島觀測站網規劃經費刪除。	圖 7-7	7-13
2. 臺灣北段山區地下水資源開發調查研究			
(1) 山區地下水資源涵蓋範圍應與傳統九大地下水資源區有所區隔。	(1) 本項研究工作中所討論之山區地下水資源涵蓋範圍與傳統九大地下水分區不同，不致有重疊之現象。	-	-
(2) 山區地下水資源之開發潛量之評估以不影響下游既有水資源利用量為原則。	(2) 山區地下水資源之開發潛量之評估原本即應以不影響下游既有水資源利用量為原則；然而本計畫之目的與內容為僅先彙整相關環境背景資料，並依據合理之篩選原則初步提出北段山區可能具地下水資源開發潛能之區位，並作為後續細部調查與評估之參考依據，因此，其地下水資源之涵容量與不影響下游既有水資源利用量之最大可開發量等評估結果，建議另以專案計畫方式辦理。	-	-
(3) 和平溪部分建議刪除。	(3) 遵照辦理。	-	-
(4) 潛勢區建議以較大比例尺之航照圖標示。	(4) 已補充相關較大比例之航照圖資。	圖 6-27	6-39

(5) 後續經費建議以初步可能位址之勘選工作需要編列。	(5) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議,已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	-	-
3. 臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫			
(1) P2-4，地下水管制區統計表建議依九大分區彙整並說明全區管制及部分區域管制之定義。	(1) 已將地下水管制區依九大地下水區彙整說明。	附冊二表 2-2	2-5
(2) P2-10，地層下陷區統計建議按九大分區彙整。	(2) 已將地層下陷區統計按九大地下水區彙整說明。	附冊二表 2-3	2-10
(3) P2-11,地下水補注敏感區建議按九大分區說明，其不足者編列經費補充調查。	(3) 已將地下水補注敏感區按九大地下水區說明,而中央地質調查所已規劃進行九大分區後續相關地下水補注敏感區劃設作業,預計於民國 110 完成全項工作,故本計畫不另行編列經費進行調查。	附冊二表 2-5	2-17
(4) P2-21，臺灣地區地下水資源問題及對策，本文與標題諸多不合，建議再檢討修正，例如氣候變遷文敘多屬地表水部分，對地下水之影響建議補充，對策部分建議具體呼應後續工作內容。	(4) 本文有關氣候變遷等文敘已依綜合決議予以刪除。	-	-
(5) 各地下水區未來所需之工作經費建議依照各分區之問題及因應對策，概依輕重緩急分項編列。	(5) 本計畫已考量地層下陷、海水入侵、地面水供應不足且尚具地下水開發潛能、地面水供應不足等因素進行各地下水區之調查排序,並依此原則進行期程安排及經費編列。	附冊二第四章	4-1
4. 臺灣地區地下水資源調查參考手冊			
(1) 就地下水開發面而言，手冊內容相當完整。	(1) 感謝委員肯定。	-	-
(2) 建議增加人工地下水補注方面之應用。	(2) 本參考手冊係以可用水量為目標，提供相關地下水資源調查、水文地質概念模型建置、數值模型及可用水量計算相關方法。惟人工地下水補注方面之應用亦可參酌本參考手冊內容進行調查評估。	-	-

5. 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊			
(1) P1-1，三、適用範圍建議明確界定，例如「適用於河川區域內河床下取用伏流水之規劃參考」。	(1) 已於適用範圍文敘中增補說明。	附冊三 第一章	1-1
(2) P2-1，基本資料蒐集與「調查」本文之文敘建議參照 P1-3 圖 1-1 之內容分項說明。	(2) 已參照委員意見調整文敘內容。	附冊三 第二章	2-1
(3) P2-1，地形地貌建議改為河道縱橫斷面及流路變化(含溪谷線)、河道沖刷深度等。	(3) 於資料蒐集項目流域背景概況之地面水文中即涵括河道特性研究及河道沖淤現況等資料。	附冊三 第二章	2-1
(4) 伏流水可用水量之推估不宜以入流河川之地面地下水交換量，或出流河段之交換量-生態流量如此單純，下游現有之河川等取水量(或水權量)亦應考量。	(4) 於伏流水可用水量分析方法已納入下游水權人水權量。	附冊三 第五章	5-16
(5) 附錄一、名詞定義建議增列有關伏流水取水設施之相關用詞。	(5) 已增補伏流水取水設施相關同詞。	附冊三 附錄一	附一-1
(6) 取水工法簡介建議一併收集國內既有之伏流水取水設施。	(6) 取水工法簡介係依國內相關伏流水取水案例進行撰擬，不足處再以國外案例進行補充，而報告本文之地下水資源及伏流水資源調查相關案例及文獻一節中，已納入國內相關伏流水取水案例說明。	附冊三 附錄三	附三-1
三、經濟部水利署水源經營組 葉科長俊明			
1. 評估離島地區地下水觀測站網			
(1) 設置觀測井之目的為何？	(1) 本計畫規劃之觀測井地點，除依水文地質等天然因子進行評析外，亦納入人為影響因子為，如抽水行為等，設置目的即為掌握此等行為對於地下水水位之影響。	第七章 第二節	7-4
(2) 澎湖是否可比照金門地區，考慮使用現有觀測井進行觀測站網布設，經費需求應可降低。	(2) 澎湖地區原已納入地下水觀測網中，並無其他單位設置以水位觀測為目的之觀測井，故無法以現有觀測井進行改善方式增設。	-	-

(3) 澎湖地區之白沙、西嶼地區地下水抽水行為較為頻繁，具有觀測數據之急迫性，較需要進行觀測站網布設，而湖西地區暫不需要。	(3) 目前澎湖地區觀測井布設已重新檢討，現規劃增設之位置為白沙鄉與西嶼鄉。	第七章 第二節	7-11
(4) 結論撰述方式以應設置觀測站網之明確需落實執行方式撰擬，建議可能無法確定可落實執行者，可列於建議項目。	(4) 已修正結論與建議之文敘方式。	結論與建議	結-1
2. 臺灣北段山區地下水資源開發調查研究			
(1) 北段山區地下水資源開發調查分工部分，地調所以水文地質觀點進行區位之選定，並初步評估其水資源之蘊藏量，而後水利署再以水資源開發觀點進行開發利用之規劃。	(1) 本工作之目的與內容為僅先彙整相關環境背景資料，並依據合理之篩選原則初步提出北段山區可能具地下水資源開發潛能之區位，並作為相關單位後續細部調查或開發規劃之參考依據，而詳細辦理與分工方式仍需由主管機關商討後確認之。	-	-
(2) 感謝地調所相關調查背景資料，有助於後續水利署推動相關水資源開發利用之規劃。	(2) 感謝委員意見。	-	-
(3) 區位 1、2 位於山區，其地下水開發有其困難度，再與九大地下水區進行圖層套疊檢討。	(3) 此一工作原本即主要針對臺灣北段山區具地下水資源開發潛能區位進行初步之評估，並需與一般所認定之九大地下水分區有所區隔。	-	-
(4) 區位 3、4、5、6 雖具開發潛能，但東部地區無缺水之疑慮，較不需要進行相關調查工作。	(4) 本次已斟酌並納入各委員之意見據以調整開發潛勢地區之篩選原則，而篩選結果亦僅留下 2 處區位。	第六章 第二節	6-10

3. 臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫			
(1) 總經費需求為 2 億 2 百萬元，當初與行政院爭取到之經費為每年 1.1 億進行水資源規劃工作，其中伏流水及地下水庫開發爭取經費約 8 千萬，勢必需要有所取捨；因此先期成果需可達一定之預期，有利於未來爭取經費，建議應先界定優先順序，並先有初步成果，後續規劃工作才能順利執行。	(1) 本計畫已就各地下水區進行優序排列，規劃以濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原為優先辦理地下水區，其後再視辦理成果及經費籌措情況，考量辦理其餘地下水區。	附冊二 第四章	4-1
四、經濟部水利署水源經營組 盧正工程司瑞興			
1. 本計畫列屬「重大水資源規劃作業計畫(103~108 年)」，計畫類型應屬策略型計畫，計畫成果各點結論建請酌修文述以呈現是否可落實執行，不確定可落實執行者或可列於建議項目。	1. 已修正結論與建議之文敘方式。	結論與 建議	結-1
2. P6-25~6-60(二)臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫推動成果部分，建議挪於「一、北段山區環境背景資料蒐集與彙整」前以專節文述，並提出配合目前中段及南段計畫成果之後續調查規劃項目及時程建議。	2. 已將臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫推動成果彙整之內容挪至本計畫內容前端，協助計畫內容之閱讀者能先了解其他分段山區之執行成果。另時程規劃部分，依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	第六章 第一節	6-1
3. 所評估北段山區具開發潛能地區，區位 3 及 4 均以位於淡水河流域範圍文述，建議或可分別改以位於大漢溪及南勢溪流域，以較清楚呈現局部區位範圍。	3. 已調整相關區位說明方式。	第六章 第三節	6-36
4. P6-83~84 表 6-27、6-28 所列北段山區水資源開發潛勢後續調查規劃工作項目、時程及經費需求，建議考量視 6 個具開發潛能區位需求特性分列之。	4. 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	-	-

5. 部分列表標題建請增補所屬工作屬性或區位文字，例如表 6-27~28、7-4~8，以利清楚呈現列表資訊。	5. 已修正相關列表標題文敘表示方式。	-	-
6. 附錄六臺灣地區地下水及伏流水資源調查概況與展望係為本計畫成果重點之一，建議可挪至於本文相關章節論述。地面地下水聯合運用可行性評估部分，建議考量所屬區位前相關規劃及急迫性調整工作項目時程，例如臺北盆地前已辦理備用地下水井管理規劃。所列述臺灣北段山區地下水庫開發可行性規劃工作內容、時程及經費需求，與本文 P6-78~85 6 個具開發潛能區位後續調查規劃建議之關聯性為何？	6. 依據綜合決議有關附錄六部份以予以刪除，另有地面地下水聯合運用部份亦暫不納入各地下水可用水量調查分析計畫之內。	-	-
7. 地下水資源整體計畫重點內容，建議於本文及摘要重點文述。(例如各地下水區問題重點及未來工作內容與期程經費)	7. 已於本文及摘要重點描述計畫內容。	-	-
8. 前述各項後續調查規劃項目、時程及經費需求，建議整合後於摘要簡述及表列。	8. 已增補於摘要之中。	摘表 3	摘-10
9. 部分圖示標示文字難辨識，建請改善。部分頁碼置於頁右置中處，建議置於頁底置中。	9. 已修正相關圖示標示，相關頁碼表示亦依水利規劃試驗所相關規範辦理。	-	-
五、經濟部水利署中區水資源局 曾副工程司國源			
1. 有關離島地區地下水觀測站網規劃設置位置及井數建議再檢討，原則上似乎應以地下水使用重點區域為主，若非有使用地下水區域，是否有再增設必要？	1. 目前各離島地區觀測井布設已重新檢討，除地質分區外亦考慮地下水使用較多之聚落進行布設。	第七章 第二節	7-4

2. 對於地下水資源調查整體計畫內容部分，建議就其目的及辦理必要性作補充說明，尤其是未來辦理成果與過去辦理成果之差異性及精進性？如以濁水溪沖積扇為例，所建議之調查整體計畫內容在過去相關研究皆有辦理成果，如：抽水量與水位關係、地下水補注策略、管理策略及地下水水位預警機制等。	2. 本計畫所擬地下水可用水量調查分析計畫即以現有資料為基礎，就不足之處予以增補調查，並依現有資料及增補調查成果，建構具可信度之水文地質架構概念模型，以供水平衡分析及數值模型建置應用，最後再行率定可用水量。	-	-
六、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林課長進榮			
1. 評估離島地區地下水觀測站網			
(1) 本計畫採用之地下水狀況區域劃分法之來源為何？可信度如何？是否經過驗證？	(1) 參考 Zhou 於 2013 所提出之地下水狀況區域劃分法方法進行分析，由於所有影響地下水狀況之因素均有其空間分布特性，因此若可綜合考量各項因素，即可產出具不同特性之地下水狀況分區，而各狀況分區均有不同地下水水位變動特性，故可依照各地下水分區進行調查。	第七章 第二節	7-4
(2) 金門地區採用生產井做為觀測井，各生產井之狀況如何?未交代，請再檢討。	(2) 本計畫於金門地區所規畫之自來水公司水井為地下水觀測井，並非為生產井。	表 7-3	7-19
2. 臺灣北段山區地下水資源開發調查研究			
(1) 原計畫目的為與地調所之南部山區地下水調查同步進行，目前依指示已修改為俟地調所進行調查之後於其建議之區域進行後續水資源調查，請於相關章節說明。	(1) 已增補相關說明於本文之中。	-	-
(2) 因上述辦理原則修正，未來相關調查及經費規劃亦請同時修正。	(2) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	-	-

(3) 地調所中段及南段山區之調查方法有哪些內容、步驟，請於報告本文內進行說明。	(3) 其南段與中段山區之調查方法與架構已補充於臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫推動成果彙整內文中，詳如本文內文及中段與南段山區地下水資源調查與評估計畫工作內容與架構示意圖。	第六章 第一節 圖 6-1 圖 6-2	6-8 6-9
3. 臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫			
(1) 經過多次會議，本報告已相當完整，惟 104 至 108 年經費編列仍無法確定，請雲科大團隊參考委員建議方式進行修正；而相關工作會議決議編列方式應不受重大水資源開發之限制，因此才以各地下水區之需求進行編列；再請雲科大團隊配合可用水量估計及配合水利普查計畫務實進行編列。	(1) 已依意見就計畫所需經費進行重行審視及編列。	附冊二 表 4-3	4-4
(2) 地下水區子分區劃設方式是以鄉鎮為原則？有無與水利普查計畫進行配合？	(2) 為利後續地下水管理工作推動，地下水區子分區劃設原則以鄉鎮行政區為單位，據悉應與未來水利普查計畫相符。	-	-
4. 臺灣地區地下水資源調查參考手冊			
(1) 依簡報及報告中，最後分析所得為「可用水量」，建議報告名稱可加入「可用水量」進行調整。	(1) 本計畫已依期末審查會議綜合決議，修正參考手冊名稱為「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊」。	附冊一	-
(2) P1-8，整體流程圖中，調查試驗中已有進行補注量及抽水量調查，下一步水文地質架構模型之建置時，為何流程圖先進行水平衡之分析，才進行相關補注量及抽水量分析，請再檢討。	(2) 因補注量及抽水量調查係為現地抽樣調查，需利用水平衡分析進行校核，以確定調查之補注量及抽水量之正確性。	附冊一 圖 6-3	P6-7
5. 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊			
(1) 附錄四中所提之潛勢區位 19 條，請評估並建議優先順序。	(1) 已依區域水資源供需現況於伏流水調查參考手冊附錄四中增補排序。	附冊三 附錄四	附四-1
(2) 報告書本文附錄六提及伏流水調查項目及經費，其依據為何，請加以說明。	(2) 本計畫已依期末審查會議綜合決議，免列附錄六。	-	-

七、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林研究員峰瑋			
1. 檢討規劃臺灣離島地區地下水觀測站網			
(1) 表 7-1 未見綠島地區相關文獻，若有請補列。	(1) 已補述綠島相關地下水資料。	表 7-1	P7-3
(2) 報告書本文 P7-4 與圖 7-1「水文壓力」建議改為「水文氣象」。	(2) 相關圖示與內文表示之「水文壓力」已修正為「水文氣象」。	圖 7-1	P7-5
(3) 報告書本文 P7-8，年降雨補注量之推估引用降雨入滲補注係數，雖為參考水資局報告，但資料來源為中國水利電力部水文局資料，建議未來研究規劃在觀測站網規劃內之相關試驗，應編列入滲補注係數之相關試驗經費與工作項目需求，由於入滲補注係數與水文、氣象、水文地質等時空變異息息相關，因此亟需建立本土可信賴數據，不宜再引用中國資料。	(3) 因現離島地區並無詳細之入滲補注資料，故本計畫引用水資局報告中之入滲補注係數進行分析。	-	-
(4) 第七章離島部分，報告中指稱因僅有一處雨量站，因此在補注分區圖時將澎湖(P7-9)、金門(7-15)、馬祖(P7-12)、綠島(未有分區圖層)視為一個補注分區，這將造成誤解，入滲補注除與降水量有關外，更大之影響因子在地表狀態(如土地利用、土壤類型)，縱使要引用中國資料(表 7-2)內也因土壤類型不同而有不同入滲補注係數，因此不宜將全島皆視為同一補注分區。	(4) 離島地區雨量站較少澎湖、金門、馬祖、綠島皆為一雨量站，補注分區則依照地表土壤進行劃分，故補注分區與未飽和層分區相同。	-	-

(5) 各離島地區之地質圖請均依照下列要件修改： A. 各地質圖請均以 A4 圖幅呈現，並請標示重要地名 B. 各圖幅之圖例，請遵照地質圖之常規，未出現在圖幅中之地層，即不需其圖例列入 C. 各圖幅中地下水觀測井的標示所用的顏色，請務必與地層之顏色能明顯辨別，例如圖 7-14。 D. P7-15 及 p7-21 之 3、補注分區圖　文敘中均以“各島嶼僅一雨量站，…”，易讓人誤以為各島嶼均有一雨量站，建議將各島嶼改為全區或本區。	(5) 已依照委員意見進行修正。	-	-
(6) p7-18 圖 7-10 請檢討其圖例複雜的必要性。	(6) 該圖例為各分區之說明故需標示於圖中。	圖 7-11	P7-18
(7) 文字編輯問題： A. p7-1 第 3 行“…計畫包含”，建議改為“…計畫計有”。 B. 表 7-1 主要成果　5、“馬祖村”、“開發潛較高”。 C. p7-10 第 3 行 “湖泊集水庫” ？ D. p7-10 倒數第 5 行 “…觀測展網…”？	(7) 已針對誤植部分進行修正。	-	-
2. 臺灣北段山區地下水資源開發調查研究計畫			
(1) P6-1，建議本章一開始第一段應先說明「北段山區地下水」是以那些主要水系為主。	(1) 已補充說明「北段山區」範圍內主要需調查之水系其選定依據，詳如(二)北段山區各流域環境背景第一段內文。	第六章第二節	P6-10

(2) P6-61 開發潛能初步評估將是後續細部研究計畫推動之重要依據,如圖 6-34 水文地質特徵應是影響是否具有重要山區地下水開法潛能之重要影響因子，然而本章重要成果所初步建議之六處重要開發潛勢區位(P6-66~P6-77)，其分析依據僅以 1.河谷盆地與 2.少人為開發(因是山區原就影響較小)，就建議六處潛勢區位，完全不考慮是否具有合適之水文地質條件，且雖是初步分析但因涉及未來重大經費規劃支用，建議團隊應納入是否具有合適水文地質特徵之定性評估再提出建議。	(2) 已納入各委員意見並調整相關篩選原則,其相關篩選原則之擬定與篩選結果詳如 (二)地下水資源開發潛能區位評估內文所述。	第六章 第三節	P6-36
(3) 地下水資源之開發亦涉及未來使用標的與如何取用與管理，因此對應之研究規劃亦應一併考慮。	(3) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議,已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	-	-
(4) 各流域之流域分布圖、地形與山影分布圖及地質分布圖等圖幅均請用 A4 圖幅呈現，圖幅內之重要地名應標示清晰。	(4) 已將全數相關圖幅放大,惟配合版面配置及並非全數圖幅之比例皆適合以 A4 之圖幅呈現，故調整幅度則依據各圖示狀況進行,詳如本文。	-	-
(5) P6-55(D)後段文敘不順，建議斟酌。	(5) 已修正相關內文敘述方式。	-	-
(6) 文字編輯問題： A. p6-1 第 12 行 “下及”應為“下即”。 B. p6-3 倒數第 2 行“媒質”應為“煤質”。 C. p6-33 第 10~11 行 其餘支流包含…、“疏洪道”？ D. p6-35 倒數第 6 行“河床平原”？ E. p6-35 倒數第 5 行“河河”。 F. p6-81 第 1~2 行“表 6-28”應為“表 6-26” 。 G. p6-81 4、“於於”。	(6) 已依委員意見修正相關誤植之處。	-	-

3. 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊			
(1) p1-1 伏流水定義“不同時間尺度”意義為何？在其定義中與時間尺度有何關係？是否調為“伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換的水量即為伏流水”？	(1) 已依意見調整伏流水定義，將不同時間尺度文敘刪除。	附冊三 第一章	P1-1
(2) 表 4-1(P4-2)為完全引用 Srisuk (2012)在泰國的研究文獻中之表格，該文章中已說明該表格是「At the local and site suitability scale level, the considered site selection criteria include 5 components, … .」(文獻 P158)，因此建議本手冊應加註該核分表格須因地制宜，對於國內伏流水開發應建立本土數據再建立相關核分表格，避免未來之開發利用誤用該表格據以評定。	(2) 已補述相關說明避免誤解。	附冊三 表 4-1	P4-2
(3) P5-16~17，伏流水可用水量估計，文內指述鑒於目前國內外尚無相關文獻之定量方法，以入流河段與出流河段說明，建議文末可以加註「伏流水之開發使用應進行差異比較分析，在合理之假設條件下量化評估伏流水開發使用量及其對區域水文平衡或水環境之衝擊」。	(3) 已於伏流水參考手冊中增補說明。	-	-
(4) 文字編輯問題 A. p3-1 第 10 行“試驗試驗”。 B. p3-2 表 3-1 溫度觀測及研究限制欄“地下水及地下水”。 C. p3-3 表 3-1 水文地質參數探查 優點欄“採樣水樣方法”或“採集水樣方法”，請校核。	(4) 已修正相關誤植之處。	-	-

D. p3-8 第 7 行“場址文地質”。 E. p3-14 倒數第 8 行“所獲果成”。 F. p3-18 倒數第 7 行 “流川”。 G. p3-20 倒數第 9 行 “可以其”應為“可與其”。 H. p3-21 第 6 行 “於存有”應為”於現有”。 I. p3-37 倒數第 5 行“且於含”應為“且以含”。			
4. 臺灣地區地下水資源調查參考手冊			
(1) p3-24 圖 3-2 與 p3-26 第一段文敘，建議採用同一單位。	(1) 已修正相關圖示及文敘方式。	附冊一 圖 3-2	P3-24
(2) p5-2 圖 5-1 兩個“模型建置所需資料是否充足”，建議應可合併簡化	(2) 已修正流程圖內容。	附冊一 圖 5-1	P5-2
(3) 文字編輯問題 A. p3-8 第 2 行 “係”？ B. p3-23 倒數第 3 行 “於於”？ C. p3-25 第 2 行“則時間”？ D. p3-37 第 3 行“以就”？ E. p3-41 第 4 行“篩予許”？ F. p4-17 第 13 行“利用式推”？ G. p4-19 第 5 行“建置初步建置之初”？ H. p5-6 倒數第 2 行“依模測時間”？ I. p5-8 第 8 行 “淨縱流向”？ J. p5-10 第 2 行“誤用主包含…，包含…”？ K. p5-22 第 10 行“於位有”？	(3) 已修正相關誤植之處。	-	-

5. 臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫			
(1) 第二章有關地層下陷概況都以年下陷率幾公分敘述，但都未交代起自何年計算，建議以累計至最近年度的下陷量並輔以最近3~5年的下陷率說明，較為具體。	(1) 文內說述地層下陷均為民國 103 年度檢測成果，即當年度之地層下陷速率，另於 20 年間之下陷速率亦已納入說明，應可反應臺灣地區地層下陷現況。	附冊二 第二章	P2-7
(2) 本項成果既以“臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫”為名，所提各地下水區之地下水資源調查計畫，即應以相同的調查基準研提各地下水區所必要的完整調查計畫內容，不宜遷就預期的預算額度而有不同的基準調查計畫內容。	(2) 於各地下水區之調查工作係依各地下水區現有資料及調查辦理之急迫性等因素予以擬訂，以求有限資源可投注於較為急迫之地下水區。	附冊二 第四章	P4-1
(3) 文字編輯問題 A. p2-1 第 4 行“包含”建議改為“計有”。 B. p2-3 第 3 行“尚未拓展”？ C. p2-3 第 11 行“理”應為“法”。 D. p2-3 第 12 行“及臺”應為“及「臺”。 E. p2-7 （五）雲林地區，有關下陷面積文敘重複，請校核更正。 F. p2-16 五、「臺灣地區地下水觀測整體計畫」或「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」，請校核更正。 G. p2-18 第 2 行“嚴制監測”？ H. p2-22 第 12 行“管理之為主軸”？ I. p3-12 第 5 行“臺地面層”建議改為“臺地表層”。 J. p3-26 第 8 行“下水逐漸”，第 15 行“避水位”，第 18 行“採以地”？	(3) 已修正相關誤植之處。	-	-

K. p3-30 第 18 行“但仍夾”應為“但夾”。 L. p3-31 第 5 行“回供”應為“提供”，第 6 行“可回供”應為“可供”。 M.p3-33 最末行“尚無”應為“尚未能”。 N. p3-47 第 1 行“有管”應為“有效管”。 O. p3-51 倒數第 8 行“包不”應為“包含不”。			
6. 成果報告本文			
(1) p 摘-14 六、（一）文敘不完整，應敘明中段、南段山區已執行完畢什麼，又本節 2、文敘亦不精確，山間盆地、河谷及山區如何區分？本節 3、文敘亦請再酌。	(1) 已修正相關文敘表示。	摘要	摘-1
(2) p 摘-15（二）第二段文敘請再酌。	(2) 已修正相關文敘表示。	摘要	摘-1
(3) 結論（一）建議應綜述所完成的主要成果項目，結論（二）建議再精確說明。	(3) 已修正相關文敘表示。	結論與建議	結-1
(4) 所提建議請綜合水利署績效指標評核相關規定，以能符合現階段之需求且能具體落實為原則。	(4) 將納入績效指標評核歸相關規定進行結論與建議之撰擬。	結論與建議	結-1
(5) 第八章似無必要，尤其第二節、行政協助 文敘不妥且附錄六 恐與整體計畫競合，宜審慎考量，建議再酌。	(5) 已將第八章及附錄六移除。	-	-
(6) 文字編輯問題 A. p 目-1 表目錄應在圖目錄前，其餘相關報告附冊均比照更正。 B. p 摘-2 第 2 行“，並蒐集”應為“，及”，第 3 行“，並”應為“，據以”，第 6 行“，包含”應為“，首推”。	(6) 已修正相關誤植之處。	-	-

C. p 摘-2 倒數第 6 行“，擬定”應為“，歸納”，倒數第 3 行“供應”應為“供需”。 D. p 摘-6（五）文敘“…，會議討論所獲…修正內容。”請修改為“…，歷次會議各位專家及相關單位代表所提建議，均已綜合納入相關章節內容。”，其餘相似文敘（p 摘-10、p 摘-14）均請比照更正。 E. p 摘-7 第 5 行“資料類別”應為“資料”。 F. p 摘-9 摘表 3 貳、三、“歷史”應為“歷年”，貳、六、“水成效”應為“水管理成效”，肆、一、“所規劃之”應為“及”，肆、二、“所規劃之”建議刪除。 G. 建議將 p 摘-14（五）挪至 p 摘-11。 H. p 摘-12 摘圖 2 依「臺灣地區地下水資“料”調查參考手冊」應為「臺灣地區地下水資“源”調查參考手冊」。 I. p 摘-14 倒數第 2 行“為次之”建議改為“則次之”。 J. p 摘-15 第 6 行及第 8 行“為適合”建議改為“較適合”。 K. p 摘-17 倒數第 6 行“包含”建議改為“計有”。 L. p2-13 倒數第 4 行“10 公頃”？ M. p2-15 第 5 行“堰堤對”？ N. p3-13 第 12 行“等三類”？ O. p3-20 第 2 行“經貴所”請改為本所全銜。			

P. p4-5 第 4 行“毋報”？ Q. p4-8 第 6 行“包括、已局部”？第 10 行“資源地”？			
八、經濟部水利署水利規劃試驗所水資源規劃課 畢副研究員嵐杰			
1. 評估離島地區地下水觀測站網			
(1) 觀測站網設置需先以臺灣本島為優先考量，是否進行臺灣地區如臺中盆地之檢討。	(1) 因離島地區僅澎湖地區有納入觀測站網，其他各離島目前尚未納入，且因各離島皆有抽取地下水導致地下水鹽化之問題，為更加瞭解其地下水情況，故於本計畫先針對離島地區觀測站網之檢討。	-	-
(2) 區域劃分法之因子有其不確定性，相關評估成果請補充說明圖層套疊方法。	(2) 其圖層套疊方法是以數種分區進行組合分析，包括水文地質分區(Hydrogeological Zones)、未飽和層分區(Unsaturated Zones)、補注分區(Recharge Zones)、影響分區(Influencing Zones)，將此 4 種分區組合起來，即可呈現出有區別性的地下水狀況區域。	圖 7-2	P7-6
(3) 待本所水利普查計畫落實後，相關資訊較為完整，是否可待後續資料利用如空間分布克利金法進行臺灣各地下水區分區之劃分，應具有較完整之資料呈現。	(3) 臺灣地區各地下水分區之劃分非本計畫之工作範圍，故本工作項目以檢討離島地區觀測站網建置之規劃為主。	-	-
2. 臺灣北段山區地下水資源開發調查研究			
(1) 地下水資源開發應以地面地下水聯合運用(統合調配)之方式進行規劃。	(1) 本項工作僅先就北段山區可能具地下水資源開發潛能之區位進行初步背景調查與評估，如何開發與聯合運用皆需藉由後續計畫進行細部調查與評估後，方能確切掌握可能之開發水量，並據以規劃後續之運用方法。	-	-

(2) 地面水具尤其供水區域，因此地面地下水聯合運用應納入考量。	(2) 承上述意見之回覆說明，故本項工作僅先就北段山區可能具地下水資源開發潛能之區位進行初步背景調查與評估。另本此報告文已參考各委員意見，調整相關潛能區位之篩選原則，其中即已包含「地區水資源需求性較高者」、「避免下游或鄰近地區已有相關水庫設置方案推動者」與「與下游地下水分區之交互影響應最少之區域」等，因此，篩選獲得之區位對於既有地面水資源及地下水分區內之地下水資源，其交互或競合影響應可最小化，對於未來規劃地面地下水聯合運用之工作有其助益。	-	-
(3) 是否可協助提供天花湖水庫周遭相關環境背景資料。	(3) 遵照辦理，本計畫將另外協助蒐集與提供天花湖水庫周遭相關環境背景資料。	-	-
3. 臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫			
(1) 計畫目標為地下水資源永續利用，其大致可分為開發及保育，應符合計畫目標進行相關優先順序排程，並搭配水利普查計畫進行規劃。	(1) 地下水可用水量分析調查計畫已依開發及保育之急迫性進行優序排列，期程安排亦符合未來水利普查計畫推動期程。	附冊二 第四章	P4-1
(2) 開發部分請納入水質條件之因素。	(2) 本計畫現以量化地下水資源可用水量為目標，水質條件可納入後續個案計畫予以檢測分析，本計畫暫不納入工作範圍。	-	-
(3) 地下水總量管制如何進行請說明。	(3) 依綜合決議本計畫原則以訂定各地下水可用水量為目標，相關管理及運用工作均暫不納入本計畫工作範圍。	-	-
4. 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊			
(1) 伏流水與地下水取水之差異，是否需分為兩本手冊進行撰擬。	(1) 為符合本計畫合約要求，以及伏流水與地下水之差異，伏流水以地面地下水交互作用為主，而地下水則以水平衡分析及數值模式建置為主，故分為兩本手冊進行撰擬。	-	-
(2) 伏流水手冊之目標及方向為何？	(2) 伏流水參考手冊即以釐清區域伏流水潛能量為目標，提供經調查而具科學基礎之伏流水可用水量供後續規劃開發使用之參考。	附冊三 第一章	P1-1

九、經濟部水利署水利規劃試驗所水資源規劃課 陳副工程司全金			
1. 綠島地區目前尚無地下水觀測站網，且目前地下水水質鹽化情形有逐年增加狀況，能於本地區設置，可便於監測地下水利用情形，有利未來可能的管理措施，建議觀測井位置布設，應考量當地抽水行為、數量集中範圍及地質含水層等因素擇定。另當地居民大都居住於岸邊，僅設置一口觀測井於公館國小就其影響範圍敏感度是否足夠。設置後管理維護單位建議由台水公司代為管理，就面積 6km^2 綠島，在經費許可下建議再增設 1 口(可逐年考量)。	1. 目前各離島地區觀測井布設已重新檢討，除地質分區外亦考慮地下水使用較多之聚落進行布設，綠島地區依照分區及聚落考量目前建議先設置 1 口觀測井。	第七章 第二節	P7-26
2. 建議增加納入山區地下水開發對下游各地下水分區水資源及各流域水資源影響探討及可開發潛能納入「規劃工作」，另 3 年六處所需總經費 5,370 萬元，是否檢討各區位與地區缺水情形，作優先執行順序，還是需六處全面執行規劃工作。開發可行性總體評價，增加考量與現有地面水資源蓄水設施關係作評價因子，如區位 1 及區位 2 與水公司鯉魚潭、明德水庫蓄水設施與供水系統。	2. 相關「後續調查規劃工作」部分，原已將山區地下水開發對下游各地下水分區水資源及各流域水資源影響探討及可開發潛能納入，詳如本文第 5 點、第 6 點、第 8 點與第 9 點所述；另潛能區位選定結果亦依據新的篩選原則而僅餘 2 處，因此建議可同時進行而不需再行檢討其執行之優先順序；而開發可行性總體評價部分，其第(3)項原已將現有地面水資源蓄水設施與其分布情形納入作為評價因子。	第六章 第三節	P6-36
3. 地下水資源利用，在各分區中，應以地面地下水聯合運用模式方向作檢討，其以豐水期地面水高濁度、枯水期水量不足情況下，在分區管理水位上，利用地下水資源支援地面水供應。分年經費需求 2 億元，在經費條件限制下，及各分區必要性，評估其優先執行順序。各分區內屬「地下水管制區範圍，地層下陷嚴重區域，及地質	3. 依綜合決議，有關地面地下水聯合運用或地下水管理等工作暫不予納入計畫範圍之內。	-	-

敏感區」於本計畫地下水資源調查的相關因應策略及作為。			
4. 地下水模擬模型建置中，所需之水力參數(流通係數、儲水係數、層間滲透率)等，是否在地下水資源調查計畫中來調查，還是仍用推估，在手冊內要檢討說明。	4. 就已經調查確認為水力參數應以調查成果作為模型輸入之設定，然仍需於數值模型中進行校驗及率定工作，惟校驗及率定結果不可偏離原調查結果過大。	-	-
5. 地下水資源利用(即抽水量)目前模擬方式，是以一個所謂合理水位來控制模式抽水量，手冊所提永續出水量(關係到既有地下水使用者權益、抽水行為及地下水資源環境)如何與合理水位搭配利用，或未來係以永續出水量其空間、時間分布來作模式模擬控制條件。	5. 於地下水參考手冊中已將包含地層下陷、海水入侵及生態基流量等限制條件如何利用數值模型模擬推估可用水量之方法詳予說明，所推動成果應可呈現可用水量空間分佈及歷時變化。	附冊一 第六章	P6-1
6. 伏流水可用水量模擬分析公式，受河段位置(入流河段、出流河段)、河川流量及生態基流量影響而有動態行為變化，則可用水量也是具有時間動態數據(如豐枯水期不同)影響伏流水工程開發規模考量，手冊中之可用水量應考量流域既有水權量權益。2、場址選定應再考量河川流域特性(河道環境及河床地質條件)與引水工法的適宜性納入選址要素。3、另無流量資料河段，是以比面積法還是補充調查流量。	6. 相關意見說明如下： (1) 伏流水參考手冊之伏流水可用水量推估方法即可產出於不同時間之伏流水可用水量，利用數值模型模擬亦可以生態基流量、下游水權人水權量及地下水水位作為限制條件進行校核，以產出場址伏流水可用水量歷時變化。 (2) 伏流水參考手冊原則以調查地面地下水交換水量，即伏流水量為目的，潛能場址之選定亦納入河川特性，惟引水工法部份需依個案予以探討。 (3) 建議如無流量資源之河段，應採以現地調查河川流量方式，取得具可信度之河川流量資料。	-	-
十、經濟部水利署水文技術組 高助理工程司富員			
1. 案由一：審查「檢討規劃台灣離島地區地下水觀測網」			
(1) 建議列出各離島地區現有觀測井基本資料(如觀測頻率等)，已供未來地下水相關分析之參考。	(1) 目前已列出金門地區自來水廠地下水觀測經基本資料。	表 7-3	P7-19

(2) 觀測井布設需先釐清布設的目的為何？請於文中敘明清楚。	(2) 離島地區觀測井主要目的為瞭解各離島地區地下水狀況，以期觀測井可進行水位監測及進行水質採樣。	-	-
(3) 觀測井布設未來倘由河川局來管理，應包含無線傳輸設備費用，於經費需求部分請斟酌是否以附註方式加以註明？	(3) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將離島觀測站網規劃經費刪除。	-	-
2. 案由二：審查「台灣北段山區地下水資源開發調查研究計畫」			
(1) 未來工作項目(二)潛勢區域水文地質探測及地下水文分析部分之經費，平均一口觀測井鑿設加上其他必要試驗僅需 51 萬元，是否過於低估？	(1) 內文提到所需設置之觀測井係指簡易觀測井，因此，此一設置經費應已足夠。	-	-
3. 案由三：審查「台灣地區伏流水資源調查參考手冊」			
(1) 伏流水一詞以往有很多不同的定義，建議彙整成表格置於附錄中以供參考。	(1) 依歷次會議決議，為避免誤解，已將伏流水名詞彙總表移除。	-	-
4. 案由四：審查「台灣地區地下水資源調查參考手冊」			
(1) P5-22，地下水可利用量之限制條件之一海水入侵，以海水入侵距離增大之最低水位為門檻值僅可防止惡化，是否應以減少海水入侵範圍為考量？	(1) 海水入侵問題因其不可回復，並無法以減少海水入侵範圍為考量。	-	-
5. 案由五：審查「台灣地下水區地下水資源調查整體計畫」			
(1) 恆春平原亦為九大地下水資源區一部分是否亦應納入本計畫？	(1) 恆春平原因其面積甚小且與屏東平原未連結，因此，暫不納入本計畫調查範圍之內。	-	-
(2) 本署 103 年自計式觀測井數為 349 站 752 口，會後再提供雲科大更新報告書相關統計數據。	(2) 已依委員提供資料進行觀測井數校核修正。	-	-

十一、經濟部水利署水文技術組 郭科長純伶（書面意見）			
1. 地下水資源調查，水質亦是重點，除了砷、鎘等汙染、海水入侵亦須透過水質檢測，目前水質檢測站分布位置、檢測頻度，是否應有規劃。	1. 本計畫現以量化地下水資源可用水量為目標，水質條件可納入後續個案計畫予以檢測分析，本計畫暫不納入工作範圍。	-	-
2. 地下水資源調查整體計畫，水質不佳時因應對策應敘明，另水質如何納入模式評估，水質不佳時如何率定合理可用水量？	2. 本計畫現以量化地下水資源可用水量為目標，水質條件可納入後續個案計畫予以檢測分析，本計畫暫不納入工作範圍。	-	-
3. 山區地下水資源開發調查研究計畫，應考量上游地下水資源開發對於下游地下水之影響，非僅限於周遭環境。	3. 本項工作僅先就北段山區可能具地下水資源開發潛能之區位進行初步背景調查與評估，而開發之潛能量與開發後對下游各地下水分區水資源及各流域水資源影響所可能造成之影響皆需藉由後續計畫進行細部調查與評估後，方能進一步探討與確認。而影響探討範圍部分，亦依據委員意見酌修相關說明內容，詳如本文第 8 點項目及其內容說明。	第六章 第三節	P6-36
4. 規劃離島地下水監測井站網，設置規格、維護單位及資料品管應建立 SOP，儘量與目前水利署一致，以利後續資料品質。若以既有水井監測，應先檢視監測井的規格；若要交由地方政府監測，也應遵循監測及品管 SOP。另是否需分層？亦請考量。	4. 規劃離島地下水觀測井站規格及資料為參考水利署觀測站網之地下水觀測井，設置完成後即納入現有地下水觀測站網，因此相關作業流程及資料品管即依水利署現行規範辦理。因澎湖地區含水層有兩層故於澎湖地區設置之觀測井非為淺層井與深層井，其餘各離島則為不分層。	-	-
十二、綜合決議			
1. 報告分冊方式及名稱如下：			
(1) 總報告名稱調整為「臺灣地下水區可用水量調查分析及伏流水調查規劃先期作業成果報告」；原以附冊呈現之「附錄」，請精簡調整納入報告，不宜另單獨成冊。	(1) 已修正相關附錄與成果編排方式。	-	-

(2) 附冊三本名稱修如下： A.「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」(名稱暫定)，書背應毋須標示總報告名稱，以免過長。 B.「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」(名稱暫定)。 C.「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」	(2) 已依綜合決議進行附冊名稱修正。	-	-
2. 評估離島地區地下水觀測站網部分：			
(1) 請釐清敘明各島地下水觀測站設置之目的及需求為何；不見得每島均須增設。	(1) 各離島地區主要水源來自降雨，雨水經截流後存在湖庫裡作為公共給水主要水源，但因湖庫容量有限，大部分地區仍以抽取地下水做為水源應用。為瞭解各離島地區地下水狀況，故需於各離島設置地下水觀測井針對地下水進行監測詳，本次地下水觀測站設置已進行重新檢討。	第七章 第二節	P7-4
(2) 如需設置，請敘明選址考量因素。	(2) 地下水觀測井選址考量以地下水狀況分區以及人口聚落(地下水使用較為頻繁之地區)進行考量。	-	-
(3) 觀測井設置應考量井位深淺、大小及傳輸管理方式，以務實估價。	(3) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將離島觀測站網規劃經費刪除。	-	-
(4) 金門觀測井規劃位置宜重點於金西，所規劃地點未盡合理。	(4) 金門地區觀測井規劃以重新檢討，並配合金西人口聚落地區進行重新規劃。	第七章 第二節	P7-16
(5) 各島現況及評估結果，請整理彙整總表。	(5) 以彙整各離島地區觀測井設置規劃總表。	表 7-4	P7-28
(6) 請水利署水文技術組再確認水文站網納入離島之必要性及確認管理單位。	(6) 感謝委員意見。		

3. 臺灣北段山區地下水資源開發調查研究部分			
(1) 第六章名稱不宜稱「計畫」；請改為「構想」或「初步規劃」等。	(1) 本章於名稱使用上遵照委員意見，將「計畫」部分進行酌修，而因考量相關成果係擬作為後續細部調查或開發規劃之參考依據，其中，亦已初步彙整相關調查資料並進行研究，因此，將名稱調整為「臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究」。	第六章	P6-1
(2) 所列開發潛勢6區，其篩選原則應請考量如下： A. 地形條件之可能蓄水容量及工程最小之隘口（無此適當條件者應剔除）。 B. 鄰近地區水資源需求性（屬花東的和平溪上游案，不宜）。 C. 本所有相關水庫案推動者不宜（如後龍溪上游區應剔除）。 D. 與下游地下水區之交互影響應最少。	(2) 已將相關建議內容納入具開發潛勢地區之篩選原則中，詳如本文(二)地下水資源開發潛能區位評估內文所述。其中，原六處具開發潛勢區位依據新擬定之篩選原進行篩選後僅保留大安溪流域與淡水河流域上游之大漢溪流域內的兩個區位，其餘已剔除之各區位與剔除原因說明如下： A. 後龍溪：鄰近地區已有天花水庫設置方案，若開發則可能會與水庫之蓄水量產生交互或競合影響。 B. 淡水河流域上游南勢溪：較適開發區位已設有羅好壩(信賢堰堤)，為主要供給烏來發電廠進行發電，若開發恐影響發電用之水量。 C. 蘭陽溪：較適開發區位為位於牛鬥橋上游之隘口，惟與蘭陽平原地下水分區有部分重疊，若開發則可能會與下游地下水分區產生交互影響。 D. 和平溪：為屬於地區水資源需求性較低者，故不考慮。	第六章 第三節	P6-36
(3) 所列推動工作經費需求及期程安排不妥，宜循中段山區地下水資源經驗，俟地調所先完成地質觀點的研究後再就有潛力點進行水資源規劃探討，請再確認，必要時邀地調所研商。報告陳述方式及內容請通盤修正。	(3) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	-	-

4. 「臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫」部分：			
(1) 原計畫名稱過於廣泛，無法彰顯本計畫擬辦重點，亦恐外界誤解為全台地下水調查由本計畫從零開始；為與過去工作區別，名稱修正為「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫（草案）」，請再確認。	(1) 已依綜合決議進行附冊名稱修正。	-	-
(2) 本計畫之目的在利用地下水觀測站網多年觀測資訊及地層下陷檢測資訊，並搭配實際用水調查推估等，以分析目前各地下水區使用地下水時空分布情形及可用地下水量之時空分布，以為將來地下水開發利用與管理之依據，並為與地面水聯合運用之基礎；計畫書應清楚定位表達，避免誤解為單獨為地下水管理。	(2) 已將本計畫以可用水量時空分布分析為目標，以其後續作為地面地下水聯合運用及地下水管理等之基礎等增補說明。	附冊二 第一章	P1-1
(3)「地下水蘊藏量」或「地下水總量」不具實質意義且易誤導，計畫書相關文字應請刪除。	(3) 已於本計畫本文及附冊刪除地下水蘊藏量或地下水總量等文敘。	-	-
(4) 本計畫工作聚焦於可用水量之調查分析，惟係從水文地質模式分析切入，亟需實際抽用水量調查推估資料互為驗證，應與本所水源課水利普查用水調查工作密切搭配辦理，惟僅於第五章輕描淡寫的提到該計畫，顯有不足，應請加強論述。	(4) 已於地下水參考手冊及可用水量調查分析計畫增補論述。	附冊一 附冊二	-
(5) 本計畫固聚焦於可用水量分析，對目前全台地下水利用管理問題及未來管理策略等，屬不同層次之另案工作，不宜納入，以免混淆；未來管理策略應與地面水聯合思考，請本所水源課另規劃辦理。計畫書相關部分應予修正如下：	(5) 已依意見進行調查整修正。	-	-

A. P.2-21~27 臺灣地區地下水資源問題及對策，免列。 B. 第三章各地下水區之工作「4.地下水重點問題」請僅列該區所產生之實際問題，如地陷、海水入侵等；「5.重點問題因應策略」應免列；「6.應增補調查項目檢討」中免列「地下水管理策略研擬」;「7.地下水資源調查計畫」(不宜稱「計畫」，請改為「工作」) 免列「計畫緣起及目的」、「A.基本資料蒐集分析」、「聯合運用機制研擬」及「地下水管理策略」及「預期成果」等。			
(6) 第二章內容請修正如下： A. 表 2-2 增加「地下水區」為統計範圍之欄位。 B. 第 4 節請就目前公告之地下水補注地質敏感區作彙整表。 C. 第 5 節名稱太冗長，改為「地下水觀測站網」，請聚焦於站網建置內容，刪除不相干的「主要成效」及圖 2-7～圖 2-8 架構圖等。 D. 第 6 節改為「地下水權及水井統計」，請聚焦於水權及水井；水權部分請增不同標的下之水權量情形表；水井部分彰化、雲林者請改依申報量為準。	(6) 已依意見進行調整修正。	-	-
(7) 第三章名稱調整為「各區地下水情勢與調查分析工作重點」，第 2 節調查優序說明改併入第四章，原第 1 節名稱刪除，依序以各地下水區為節名，如「一、台北盆地地下水情勢及未來調查分析工作重點」，共 9 區 9 節。本章為計畫核心，除(五)所述刪除不相干之陳述	(7) 已依意見進行調整修正。	-	-

外，請聚焦於現況問題及基於過去相關調查研究成果，確實釐清各區應補充調查分析事項，俾明確各區不同問題特性及投入資源之必要性，目前各區工作內容雷同，無法說明表 4-2 所列大量經費之合理性。應請確實重整。			
(8) 第四章期程安排與經費需求，請務實依各區問題特性及對地下水量掌握之不同需求性，參考計畫之有限預算估算所需費用（不宜逕匡經費）及安排辦理期程，如計畫預算確實無法容納，則可考量規劃分兩期實施，就較急迫者於 108 年前實施完成。本標案及期程安排應配合水利普查分標方式辦理，請會同本所水源課協商訂定。	(8) 已依意見進行調整修正，各地下水區調查分析已區分為兩期，於第一期規劃辦理濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原等三地下水區，其後則視此三地下水區辦理成效及經費籌措情況，考量辦理第二期其餘地下水區。相關期程安排原則已配合水利普查推動期程。	附冊二 第四章	P4-1
(9) 第五章執行方式，重點應在如何利用「地下水參考手冊」所規範方式及與水利普查之用水調查配合執行，如有分期實施者，並說明之。目前實質內容過於貧乏，應請重擬。	(9) 已於第五章執行方式增補參考手冊、配合水利普查及分期實施等相關說明。	附冊二 第五章	P5-1
(10) 附錄一名稱改為「臺灣各地下水區水文地質概述」，各區現有觀測站位置圖、地下水使用概況、地層下陷概況，移併列於本計畫第三章各節。	(10) 已依意見進行調整修正。	附冊二 第二章 附錄一	-

5. 「臺灣地區地下水資源調查參考手冊」部分：			
(1) 本手冊係為執行「整體計畫」以評估分析各地下水區或其分區地下水可使用量之技術性規範或指導，除必要之調查試驗外，應就可用水量分析所需之程序及限制條件作明確規範，非只是原則性宣示，而未見具體方法論，如下： A. 本計畫之執行與本所水利普查之用水調查密切相關，與該計畫如何搭配進行，請具體補充。 B. 九大地下水區係籠統之劃分，實際分析及將來之用水操作並非以整區為範圍。請就分析所需之分區方法再予補充，其與鄰區之交互作用之考量亦請說明。 C.「限制條件」應為「可用水量」分析之關鍵，其量化考量為何，應如何納入地下水觀測站網歷年觀測資訊及地層下陷檢測資訊分析，請具體表達，不宜一語帶過。	(1) 依各意見辦理情形如下： A、已具體補充與水利普查計畫相互配合及校驗之作業流程，並增補相關說明。 B、已補充於地下水區內分區之方法，並亦說明與鄰區之交互作用應如何分析考量。 C、已補充依限制條件應如訂定可用水量，並增繪示意圖供參考。	-	-
(2) 本手冊將為「整體計畫」執行之重要規範，是否合理可行，影響計畫成敗甚鉅。請搭配水利普查擬於今年下半年起進行的試辦計畫辦理，可考量併入該試辦計畫辦理。前述試辦計畫請本所水源課主辦，就試辦區位選擇，及後續如何搭配執行等，邀集大地課及 2 先期作業承辦廠商研商。	(2) 後續將配合提供試辦計畫意見供參。	-	-

6. 「臺灣地區伏流水資源調查參考手冊」部分：			
(1) 將「出流河段」劃歸地下水手冊，僅以「入流河段」為本手冊適用範圍，將造成相同取水方式因位於不同河段，而被視為不同水源，形成混淆。請檢討改以：「於河川區域地面以下之取水行為」為適用範圍；此學理上或未盡嚴謹，但可符一般伏流水之認知。	(1) 已於伏流水參考手冊調整修正說明。	附冊三 第五章	P5-16
(2) 承上，流程圖中將「出流河段」劃歸地下水之表達方式應予修正。請改以於河川區域取用地面以下之水之不同水理特性作分類，並分別規範其可取水量分析應考量之因素及算法。	(2) 已改由伏流水形成來源作為描述基礎，並據以修正相關計算方法。	附冊三 第五章	P5-16
(3) 伏流水係地面、地下水界面間交換水量，不宜視為穩定待開發之水源。總報告附錄六所匡列大筆經費辦理多項調查伏流水工作，恐造成誤解，應予免列。但可就過去調查之潛力點擇一依本手冊規範之方式試辦，再依其成果檢討本手冊之適用性及必要之修正。後續再依個案情形需要規劃辦理。	(3) 已刪除附錄六相關內容。	-	-
7. 總報告部分：			
(1) 第二章基本資料與文獻蒐集，請區隔地下水及伏流水，不宜混著談： A. 第 1 節之國內案例竟僅有赤崁地下水庫（其餘為研究案或伏流水），顯對臺灣大規模利用地下水情形毫無所悉，應請確實補充地下水者；另赤崁非本島，且非成功案例，實不足代表，宜免。 B. 第 2 節研究成果請確實區分伏流水與地下水者。	(1) 已依意見進行調整修正。	第二章	P2-1

(2) 契約所規定 5 大工作，請依前述決議，修正報告本文及相關附冊內容；附冊之重點內容及規劃理念仍應陳述於報告，報告本文不宜僅交待辦理經過及附冊之目錄等。另第六章「北段山區」篇幅過大，且非契約工作主體，應精簡。	(2) 已依意見進行調整修正。	-	-
(3) 各章標題不宜直接移植契約規定之工作名稱，宜轉化成具體工作內涵，如「研擬地下水～冊」，宜調整為「地下水～規劃」，手冊為該工作完整理念陳述後可供後續依循之文件；另「工作會議及行政協助」不宜列為報告之一章，其無具體獨立之成果，免列入報告。	(3) 已依意見進行調整修正。	-	-
(4)「摘要」內容過於冗長及零碎，難以了解重點，請僅保留必要之附圖及表，並確實摘要重要理念及成果，以符「摘要」之精神。	(4) 已依意見進行調整修正。	摘要	摘-1
(5)「結論與建議」為本計畫成果及後續工作之重要準據，請審慎務實表達，並請本所業務單位逐一檢視與確認。請依前述各點決議修正報告內容後依實提出。	(5) 已依意見進行調整修正。	結論與建議	結-1
(6) 附錄部分：「附錄一」之歷次會議記錄，請依序列出完整各次記錄，但僅本次期末審查會應另作完整回應說明，其餘各次會議免回應；「附錄二～五」部分，請精簡整理改列於「整體計畫」附錄；「附錄六」免列，依本次會議決議辦理。	(6) 遵照辦理。	-	-
8. 本報告（含附冊）請依本次會議決議，並參與會委員及各單位代表意見，重新檢討修正後，再送本所審查；本所視需要開會。	8. 將依與會委員及各單位代表意見進行修正，並提出期末報告書修正稿進行審查。	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」期末報告書(修正稿)審查會議

壹、會議日期：104 年 06 月 22 日(星期一)下午 02 時 00 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 06 月 24 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409006770 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部水利署水文技術組 簡科長文奎			
1. 觀測站網於澎湖地區之管理單位應為六河局，而非七河局。	1. 已將相關誤植處進行修正，另依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已不列出後續離島觀測站網管理單位。	第七章 第二節	7-4
2. 澎湖地區觀測井雖已納入地下水觀測網，惟觀測密度仍相當不足，以白沙鄉為例，自赤崁站廢站後，已無觀測井可供持續監測水位變化，未來可以參考本計畫規劃成果視情況增設。	2. 感謝委員肯定。	-	-
3. 金門縣政府曾提出希望將該府觀測站井納入本署觀測網，本組今年已將「金門地區觀測井納入觀測網可行性」列入委辦計畫工作項目檢討，並將依成果與金門縣政府進一步洽談協商。	3. 本計畫經地下水狀況分區法圖層套疊成果顯示，各地下水狀況分區均已有金門縣政府設置之觀測井，故建議以現有觀測井進行相關井況評估後，納入觀測站網；本計畫相關成果可供該計畫參考。	-	-
二、經濟部水利署水文技術組 高助理工程司富員			
1. 既然免列離島觀測站網規劃之經費需求，建議是否也不需將管理單位列出。	1. 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已不列出後續離島觀測站網管理單位。	-	-
三、經濟部水利署水源經營組 盧正工程司瑞興			
1. 成果報告			
(1) 摘要-3 有關地下水資源作業流程相關文述，建議簡述相關步驟或以簡化之流程圖示意。	(1) 已增補相關作業流程文敘。	摘要	摘-3
(2) 摘要-6 建議參照「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」 p4-1，簡列後續調查工作優序考量因素。	(2) 已增補相關調查優序文敘。	摘要	摘-7

(3) 摘要-8 摘表 3，建議增加第一期、第二期經費需求小計。	(3) 已增補第一、第二期經費需求小計欄位。	摘表 3	摘-10
(4) 摘要-10 文述之摘表 3 誤植，應為摘表 4。	(4) 已修正相關誤植處。	摘要	摘-8
(5) 摘要-12~13，建議參照 p6-68~70、6-80 補增北段山區潛勢評估初判原則；摘要-14 並增加後續調查規劃期程及經費表列。	(5) 已增補相關具開發潛能地區初步評估之篩選原則;另依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已不列出後續北段山區調查規畫期程。	摘要	摘-15
(6) 摘要-18 摘圖 5、p7-29 圖 7-15 建議增繪綠島陸地範圍，另圖例藍色區域似難於圖中辨識。	(6) 已修正相關圖例表示，並增繪陸地範圍。	摘圖 5	摘-20
(7) 結論各點應以後續如何落實執行為重點(若屬成果簡述，建議於摘要文述即可)，例如所建議事項似可酌修後挪置於結論中。	(7) 已修正相關結論與建議之文敘方式。	結論與建議	結-1
(8) p1-6~8 預期成果及執行成果建議可刪除。	(8) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將預期成果刪除，僅列出執行成果。	第一章第三節	1-7
(9) 表 3-1、3-2 標題前建請增加「地下水資源調查」。	(9) 已增補相關圖表標題文敘。	表 3-1、表 3-3	3-11、3-20
(10) p4-8 建議增加地下水區可用水量調查分析計畫期程安排及經費列表。	(10) 已增補相關可用水量調查分析計畫期程安排及經費列表。	表 4-3、表 4-4	4-9、4-10
(11) 表 6-20、6-21 建議考量以北段山區地下水資源潛能區位分列期程及經費需求；另標題前則增加「臺灣北段山區地下水資源」，以利清楚呈現列表資訊。	(11) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	-	-
(12) 部分圖請增繪指北方向。部分頁碼置於頁右置中處，建議置於頁底置中。	(12) 已修正相關圖表表示，並依水利規劃試驗所出版品相關規定修正格式。	-	-
2. 其他附冊			
(1) 請考量結案報告之各附冊名稱是否需標註「(草案)」。	(1) 本計畫各冊名稱依期末報告決議修正之各冊名稱進行標註。	-	-
(2) 臺灣地區伏流水資源調查參考手冊附錄四所述伏流水潛能區位，建議可挪於成果報告適當章節中文述。	(2) 相關伏流水潛能區位已補充於臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源研究成果一節中。	第二章第二節	2-48

四、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林課長進榮			
1. 本計畫履約期限只到104年6月底止，水利普查先期規劃則至104年12月底止，要兩先期規劃能相配合未來工作，以延長本計畫工作期程較合理及可行，不知廠商能否配合甲方指示，展延期程。	1. 本計畫期程至104年6月30日，原則仍依計畫原訂期程及工作項目進行合約履行，而後續相關與水利普查作業之配合及示範計畫之區位選定工作，本校將持續協助辦理。	-	-
2. 附冊一(地下水手冊)			
(1) 感覺大部分為理論與方法，手冊實際案例說明較為空洞，如無法舉一案例各章節都可適用，亦可各章節舉不同案例介紹。	(1) 已於參考手冊中列舉相關案例以供參考。	附冊一	-
(2) 如要辦理參考手冊驗證，可否建議辦理地點或區域？	(2) 相關示範計畫之區位選定工作，本校將持續協助辦理。	-	-
3. 附冊二(整體計畫)			
(1) 執行方式到108年只完成臺中地區與濁水溪沖積扇，經費也剩3,700萬元，應可再安排調查排序較前之地區(例如屏東地區或嘉南平原)。	(1) 已修正第一期(106年至108年)期程規畫，規畫由濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原 3 區進行可用水量調查分析作業，並就計畫所需經費進行重行審視及編列。	附冊二 第四章	4-1
(2) 示範計畫預算850萬，可做哪些工作項目，請建議施作區域(與本所水利普查先期規劃廠商研商)。	(2) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將示範計畫刪除，後續相關示範計畫之區位選定及工作項目初擬作業部分，本校將持續協助辦理。	-	-
(3)「伍、執行方式」對將來如何與水利普查進行相互校核驗證仍無較具體作法，建議與水利普查先期規劃廠商再行研商。	(3) 已於地下水參考手冊中修正相關與水利普查相互校核驗證之說明。	附冊一 第六章	6-6
4. 附冊三(伏流水手冊)			
(1) 本手冊適用範圍(P1-1)，建議依上次會議決議修正為「本參考手冊適用於河川區域內地面以下取用伏流水之調查規劃參考」。	(1) 已依委員建議進行修正。	附冊三 第一章	1-1
(2) 原上一版調查作業流程有「伏流水及地下水」之研判流程，建議保留，並以是否位於河川區域為分辨。	(2) 依期末報告審查會議決議，為避免誤解，已修正伏流水可用水量推估方法區分為地面水滲入及地下水滲出兩類。	附冊三 第五章	5-16

(3) 如要辦理手冊示範驗證計畫，請提供建議辦理地點及工作項目與經費。	(3) 相關示範計畫之區位選定、工作項目初擬及經費預估作業部分，本校將持續協助辦理。	-	-
五、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林研究員峰瑋			
1. 成果報告			
(1) 第六章 圖 6-46 及圖 6-47 建議改善，以能讓讀者易於知悉該兩區位所在的相關地理位置為原則。	(1) 為避免誤解，已將該圖刪除，僅以地下水潛勢區位分布情形圖表示。	第六章 第三節	6-39
(2) 表 6-20 及表 6-21 建議改為各個區位分別表述，另單價需求欄應無總計。	(2) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將北段山區相關後續規劃期程及經費刪除。	-	-
(3) 文字編輯問題 A. p2-60 倒數第 7 行‘包含’應為‘首推’。 B. p3-3 1、之(3)‘區域尺寸’ 應為‘區域尺度’。 C. p4-6~ 7(1)~(9)中‘包含’均請改為‘辦理’或‘施作’。 D. p6-2 2、評估結果文敘中兩處‘去年度’不妥，請改以實際年度敘述。 E. p6-70 倒數第 2 行‘大漢溪內’ 建議改為‘大漢溪流域’。 F. 附錄二 頁碼誤植，請校核更正。	(3) 已依委員意見修正誤植處。	-	-
2. 附冊二			
(1) 表 4-1 各地下水區調查優序評核之依據和邏輯請再斟酌。	(1) 已修正各地下水區調查優序，其考量因子依序為持續發生地層下陷、已發生海水入侵、地面水資源不足但尚具地下水資源開發潛能、地面水資源不足等 4 項因子進行排序	附冊二 第四章	4-1
(2) 由於所謂的‘示範計畫’尚有諸多變數，於此時提出無法做具體的表述，建議不宜列在表 4-2 中。	(2) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將示範計畫刪除。	-	-

六、經濟部水利署水利規劃試驗所水資源規劃課 畢副研究員嵐杰			
1. 案由一：有關北段山區地下水資源開發工作初步調查研究主要應釐清地下水潛能量與可用水量之差異。山區地下水資源為地下水補注區，必須其上游有源源不絕地下水補注外，勢必影響下游既有用水，應以地面地下聯合調配為開發思考方式。	1. 本計畫進行地下水資源開發潛能區位評估，已納入相關評估(篩選)因子包括地下水補注行為相對明顯獲補注效率較高之區域及與下游地下水分區之交互影響最少之區域進行篩選。	第六章 第三節	6-38
2. 案由二：原則同意所提方法限制條件下之可用水量分析，惟生態基流量之推估值方式係以 Q95、物理棲地模式推估，或是枯水期低流分析等，或其他方法，其合理性補充說明。	2. 本計畫原則建議依現行法規「臺灣地區水資源開發綱領計畫」以集水面積比例法推估，採每 100km^2 須有 0.135cms 河川生態基流量(保育用水量)原則予以估計	附冊三 第六章	6-2
3. 案由三：			
(1) 未見示範計畫實質內容，惟涉及試驗區選定與兩項計畫之整合，建議另擇時段召開工作會議討論。	(1) 依期末報告書(修正稿)審查會議決議，已將示範計畫刪除，後續相關示範計畫之區位選定及工作項目初擬作業部分，本校將持續協助辦理。	-	-
(2) 所列現地調查項目數量之內容為何，請補充說明。	(2) 所列現地調查項目及數量係依據各地下水區現有觀測系統不足處及缺少之參數進行初擬，實際項目及數量則須依後續基本資料蒐集完整性進行調查規劃。	-	-
(3) 與水利普查搭配流程中，「率定可用水量」除校驗可用水量合理性外，應與地面水情條件有關，建議與地面水源聯合調配相互搭配為原則。	(3) 水利普查搭配可用水量分析主要為地下水抽水量之數據，其他如補注量(包含水情)已納入水平衡之考量中。	-	-
七、經濟部水利署水利規劃試驗所 江所長明郎			
1. 摘要之附圖、附表免列於圖表目錄，目錄僅列本文者。	1. 已修正圖表目錄表示。	表目錄、 圖目錄	表-1、 圖-1
2. 請確實依成果報告各章內容描述重點，不宜聚焦於 3 本附冊之章節內容說明。	2. 已修正成果報告各章文敘方式。	-	-
3. 第一章、p1-1「緣起及目的」免後二段，應強調可用水量調查之目的。	3. 已修正緣起及目的之文敘方式，強調可用水量調查之目的。	第一章 第一節	1-1

4. 第一章、p1-6 預期成果免列，已有「執行成果」。	4. 已刪除預期成果，保留執行成果。	第一章 第三節	1-7
5. 第二章、p2-1「案例及文獻」標題應修正，應僅列有實際取水運作者始稱「案例」，並列出其具體圖說及文獻，純研究規劃者(如名竹盆地、台中盆地)應免，可併入下節「研究成果」，並區別國內外；承上，「(一)國內案例及文獻」，標題免「調查」，所列地下水部份均屬研究，應改併入後一節。	5. 已增補雲林地區農業地下水開發案例，並將相關研究規劃案例併入臺灣地下水區地下水資源及伏流水資源研究成果一結中。	第二章 第一節、 第二節	2-1、 2-40
6. 第二章、p2-60「地下水區水文地質特性」，最後一句屬評論文字應免，本節成果列於附冊之附錄不妥，且內容達 200 頁，請精簡並移回。	6. 已修正相關文敘，並將臺灣各地下水區水文地質概述移至成果報告之附錄二中。	第二章 第三節、 附錄二	2-64、 附二-1
7. 第三章、第一節參考文獻大篇幅介紹其目錄章節，應免；請述重點。	7. 已修正相關文敘表示方式。	第三章 第一節	3-2
8. 第三章、第二節「應備基本資料」僅以表 3-1 太簡陋，應摘要簡述： (1) 資料龐雜，無重點，現有的水位站網監測資訊、地陷簡測資料及水資源供需資料應最關鍵。 (2) 請就水位站網資訊予以強調，並說明目前站網資訊是否充足，須增補否。 (3) 所列「地陷情形及機制」，究竟為何，不明，請確實釐清；現有「機制」恐無資料可提供(後續須探討者)。 (4)「水資源供需資料」實務上提不出來(因此才有水利普查之用水調查及本計畫)，本表如此輕描淡寫，根本無濟於事。	8. 已增補相關文敘表示方式。	第三章 第二節	3-8
9. 第三章、第三節「調查方法及流程」僅以表 3-2 及圖 3-1 表達太草率，且內容恐有誤，應請確實補正：	9. 已增補相關文敘表示方式。	第三章 第三節	3-14

(1) 本手冊目標在分析地下水區可用水量，與過去研究計畫不同，須配合實際水利普查之用水調查進行，但未見此說明。 (2)「調查方法之優缺點及限制」，未敘明不同地質特性之適用性，如「測滲計」「可直接推估地下水補注量」顯有問題，只能說單點入滲量，與地下水補注量差甚遠，對拘限含水層更不可逕用；「土壤含水量量測」亦同。 (3)「抽水量調查」中有關「水利普查」之敘述有誤，與該計畫辦理內容大不相同，請確實修正。另「水位變動配合水平衡分析法」謂可輕易推求地下水抽水量，如這麼簡單，事情早已解決。目前的困難是空有水位資料，卻不知為數眾多水井抽水行為如何，才需普查與數值模式互為驗證，所述方法 忘了計畫困難度，過於簡化問題。 (4) 本節應在為建置水文地質模型數值模式作準備，應聚焦於實務需求及何以過去數十年地下水研究一直未能端上台面作實務管理，故積極性有別於以往，而不是只是把既有學理上的方法湊和整理充數。到底應補充調查試驗之重點為何，應基於過去研究之回顧及新技術作分析，而不是僅圖 3-1 中之「基本資料充足性評判」輕易帶過。資料永遠不足，即使辦理中用水調查，抽水量亦仍是有限資料推估。			

10. 第三章、第四節有關手冊之規劃部份 (1) 本節應在基於前兩節之資料整備及補充調查試驗後，如何建構概念模型與數值模型，並進行可用水量分析，而不是簡介手冊章節名稱及內容，因此本節名稱應依實修正，不以手冊規劃為名。 (2) 上述可用水量分析最困難取得者為現況或過去抽水資訊，及如何依限制條件(生態基流量、地層下陷、海水入侵)，利用有限資料釐清可抽水量，不能一語帶過。本節完全看不出如何解決此問題，該分析方法才是本手冊或本計畫重點。	10. 已增補相關文敘表示方式。	第三章 第四節	3-23
11. 第三章、第五節專家會議表 3-4 之名單，請僅列有與會者，並註明出席場次，照片 3-1 及 3-2 與報告成果無關，應刪除。其他手冊(第四、五章者)應比照辦理。	11. 已修正出席專家委員會議名單，並刪除相關會議開會紀錄照片；其它章節均依此方式辦理修正。	表 3-5	3-43
12. 第四章、本計畫應基於前章之「參考手冊」所訂定之方法論下，如何籌措經費推動各地下水區可用地下水量釐訂工作，而不是僅將該「調查分析計畫」內容在本報告中介紹。本報告應在闡述為何該計畫長那個樣子，不是在介紹該計畫。	12. 已修正相關文敘表示方式。	第四章 第二節	4-6
13. 第四章、欲推動此「調查分析計畫」，分析流程及方法除前章之「參考手冊」外，並應掌握及善用已經存在的資料為地下水站網歷年觀測及地陷檢測資料，及各河川取用水資料，至於最關鍵的抽用水量資訊則透過另案辦理之水利普查用水調查間接推求得知，計畫應確實敘明此	13. 已修正相關文敘表示方式。	第四章 第二節	4-6

緣由及背景，不是憑空冒出。本章內容以介紹該計畫內容為主軸，離前述理念論述差距甚大，應請確實修正補充。			
14. 第五章、相關意見比照第三章地下水手冊意見。	14. 已修正相關文敘表示方式。	第五章	5-1
15. 第六章、山區地下水調查工作本署並不執行，仍靜待地調所完成其相關工作後再就潛力點進行水資源開發評估，相關內容請精簡，並免規劃未來工作期程、項目及經費。本報告重點仍在九大地下水區，不宜喧賓奪主。	15. 已精簡相關內容，並刪除後續規劃期程、項目及經費。	第六章	6-1
16. 第六章相關附圖橫置者，其方向有誤，均應改正，其他各章亦同。	16. 已修正相關附圖方向錯誤部分。	-	-
17. 附錄部份、歷次會議紀錄內容篇幅太多，僅留期末會議及本次者。	17. 歷次會議紀錄將納入資料光碟呈現，成果報告附錄僅保留期末報告書及期末報告書(修正稿)審查會議計畫及意見回覆。	附錄一	附一-1
18. 附錄部份、補列九大地下水區水文地質特性。	18. 已增補臺灣各地下水區水文地質概述至成果報告之附錄二中。	附錄二	附二-1
八、綜合決議			
1. 北段山區地下水調查規劃及離島水文站網規劃，只就技術面呈現結果，不作經費估算與期程規劃，水文站之管理單位亦免列。	1. 已刪除離島觀測站網規劃及北段山區之相關後續規劃期程、經費估算及管理單位等。	-	-
2. 限於經費，所規劃分兩期實施原則可行，惟第一期應以地下水重度使用區之彰雲、嘉南、高屏平原等三區優先，請重新調整分期計畫內容。至於台中盆地地下水開發，本所前已有研究成果，應無須再投大量資源辦理，台中盆地現階段亦無缺水問題，可列於二期。	2. 已修正第一期(106 年至 108 年)期程規畫，規畫由濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原 3 區進行可用水量調查分析作業。	附冊二 第四章	4-1

3. 為確保所訂調查分析作業可行，及如何配合水利普查之用水調查進行，應優先辦理試辦計畫，併案於水利普查用水調查試辦計畫內辦理，請本所水源課主政，於本年度所編預算額度內推動。請雲科大配合草擬試辦計畫，包括試辦區域選定及驗證工作內容等。	3. 後續相關示範計畫之區位選定及工作項目初擬作業部分，本校將持續協助辦理。	-	-
4. 本報告將為後續大量工作之依據，內容訴求應有別於以往，成果報告與所完成附冊表達方式應有不同，不應是介紹該手冊內容，而應闡述相關理念、論述為何手冊(或計畫)要這麼編訂，俾以整合過去多年研究規劃成果，進一步調查試驗分析，以解決台灣區地下水難以量化管理之困境；請務實檢討調整，特別是可用水量如何配合有限資料及不同條件限制分析演算。	4. 已修正相關文敘表示方式。	-	-
5. 請雲科大依前屬決議及各單位意見辦理報告之修正，並於6月26日前將修正稿送本所；有關配合試辦計畫之研擬，如有必要展延契約期限，請依契約規定辦理。	5. 本計畫將依會議決議及各單位意見進行修正，並提出成果報告書(修正稿)進行審查；而本計畫期程至104年6月30日，原則仍依計畫原訂期程及工作項目進行合約履行，而後續相關與水利普查作業之配合及示範計畫之區位選定工作，本校將持續協助辦理。	-	-

附錄二　臺灣各地下水區水文地質概述

目錄

表目錄 附二表-1
圖目錄 附二圖-1

壹、臺北盆地地下水區 附二-1
一、前言 附二-1
二、區域地質與地形 附二-1
三、地下水資源概述 附二-3
(一)區域水文地質 附二-3
(二)含水層水文地質參數 附二-5
(三)地下水補注區位及補注量 附二-6
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-6
(五)水質概況 附二-11
貳、桃園中壢臺地地下水區 附二-12
一、前言 附二-12
二、區域地質與地形 附二-12
三、地下水資源概述 附二-13
(一)區域水文地質 附二-13
(二)含水層水文地質參數 附二-16
(三)地下水補注區位及補注量 附二-17
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-17
(五)水質概況 附二-22
參、新竹苗栗沿海地區地下水區 附二-23
一、前言 附二-23
二、區域地質與地形 附二-23
三、地下水資源概述 附二-25
(一)區域水文地質 附二-25
(二)含水層水文地質參數 附二-28

(三)地下水補注區位及補注量 附二-29
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-30
(五)水質概況 附二-37
肆、臺中地區地下水區 附二-38
一、前言 附二-38
二、區域地質與地形 附二-38
三、地下水資源概述 附二-40
(一)區域水文地質 附二-40
(二)含水層水文地質參數 附二-44
(三)地下水補注區位及補注量 附二-45
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-45
(五)水質概況 附二-51
伍、濁水溪沖積扇地下水區 附二-52
一、前言 附二-52
二、區域地質與地形 附二-52
三、地下水資源概述 附二-54
(一)區域水文地質 附二-54
(二)含水層水文地質參數 附二-57
(三)地下水補注區位及補注量 附二-62
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-63
(五)水質概況 附二-85
陸、嘉南平原地下水區 附二-86
一、前言 附二-86
二、區域地質與地形 附二-86
三、地下水資源概述 附二-87
(一)區域水文地質 附二-87
(二)含水層水文地質參數 附二-89
(三)地下水補注區位及補注量 附二-92
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-93

(五)水質概況 附二-113
柒、屏東平原地下水區 附二-114
一、前言 附二-114
二、區域地質與地形 附二-114
三、地下水資源概述 附二-116
(一)區域水文地質 附二-116
(二)含水層水文地質參數 附二-118
(三)地下水補注區位及補注量 附二-122
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-123
(五)水質概況 附二-141
捌、花東縱谷地下水區 附二-143
一、前言 附二-143
二、區域地質與地形 附二-143
三、地下水資源概述 附二-145
(一)區域水文地質 附二-145
(二)含水層水文地質參數 附二-147
(三)地下水補注區位及補注量 附二-149
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-149
(五)水質概況 附二-154
玖、蘭陽平原地下水區 附二-155
一、前言 附二-155
二、區域地質與地形 附二-155
三、地下水資源概述 附二-156
(一)區域水文地質 附二-156
(二)含水層水文地質參數 附二-158
(三)地下水補注區位及補注量 附二-160
(四)地下水水位變動與趨勢 附二-161
(五)水質概況 附二-168

表目錄

附表 1-1 臺北盆地第一含水層水文地質參數..... 附二-5
附表 1-2 臺北盆地第二含水層水文地質參數..... 附二-5
附表 2-1 桃園中壢臺地第一含水層水文地質參數..... 附二-16
附表 2-2 桃園中壢臺地第二含水層水文地質參數..... 附二-16
附表 2-3 桃園中壢臺地第三含水層水文地質參數..... 附二-17
附表 2-4 桃園中壢臺地第四含水層水文地質參數..... 附二-17
附表 3-1 新竹苗栗沿海地區第一含水層水文地質參數..... 附二-29
附表 3-2 新竹苗栗沿海地區第二含水層水文地質參數..... 附二-29
附表 3-3 新竹苗栗沿海地區第三含水層水文地質參數..... 附二-29
附表 4-1 臺中地區第一含水層水文地質參數..... 附二-44
附表 4-2 臺中地區第二含水層水文地質參數..... 附二-45
附表 5-1 濁水溪沖積扇第一含水層水文地質參數..... 附二-58
附表 5-2 濁水溪沖積扇第二含水層水文地質參數..... 附二-59
附表 5-3 濁水溪沖積扇第三含水層水文地質參數..... 附二-61
附表 5-4 濁水溪沖積扇第四含水層水文地質參數..... 附二-62
附表 6-1 嘉南平原第一含水層水文地質參數..... 附二-90
附表 6-2 嘉南平原第二含水層水文地質參數..... 附二-91
附表 6-3 嘉南平原第三含水層水文地質參數..... 附二-91
附表 6-4 嘉南平原第四含水層水文地質參數..... 附二-92
附表 7-1 屏東平原第一含水層水文地質參數..... 附二-119
附表 7-2 屏東平原第二含水層水文地質參數..... 附二-120
附表 7-3 屏東平原第三之一含水層水文地質參數..... 附二-121
附表 7-4 屏東平原第三之二含水層水文地質參數..... 附二-122
附表 8-1 花東縱谷第一含水層水文地質參數..... 附二-148
附表 9-1 蘭陽平原第一含水層水文地質參數..... 附二-159
附表 9-2 蘭陽平原第二含水層水文地質參數..... 附二-159
附表 9-3 蘭陽平原第三含水層水文地質參數..... 附二-160

附表 9-4　蘭陽平原第四含水層水文地質參數..... 附二-160

圖目錄

附圖 1-1 臺北盆地地下水區範圍圖 附二-1
附圖 1-2 臺北盆地地質圖 附二-2
附圖 1-3 臺北盆地水文地質剖面位置 附二-4
附圖 1-4 臺北盆地水文地質剖面圖 附二-4
附圖 1-5 臺北盆地第一含水層地下水水位歷時圖 附二-7
附圖 1-6 臺北盆地第二含水層地下水水位歷時圖 附二-8
附圖 1-7 臺北盆地第一含水層豐枯水期等水位線 附二-9
附圖 1-8 臺北盆地第二含水層豐枯水期等水位線 附二-10
附圖 1-9 臺北盆地第一含水層豐枯水期等深度線 附二-10
附圖 1-10 臺北盆地第二含水層豐枯水期等深度線 附二-11
附圖 2-1 桃園中壢臺地地下水區範圍圖 附二-12
附圖 2-2 桃園中壢臺地地質圖 附二-13
附圖 2-3 桃園中壢臺地水文地質剖面位置 附二-14
附圖 2-4 桃園中壢臺地龍潭至觀音地質剖面圖 附二-15
附圖 2-5 桃園中壢臺地陽明公園至大園地質剖面圖 附二-15
附圖 2-6 桃園中壢臺地第一含水層地下水水位歷時圖 附二-18
附圖 2-7 桃園中壢臺地第二含水層地下水水位歷時圖 附二-18
附圖 2-8 桃園中壢臺地第三含水層地下水水位歷時圖 附二-19
附圖 2-9 桃園中壢臺地第四含水層地下水水位歷時圖 附二-19
附圖 2-10 桃園中壢臺地第一含水層豐枯水期等水位線 附二-20
附圖 2-11 桃園中壢臺地第二含水層豐枯水期等水位線 附二-20
附圖 2-12 桃園中壢臺地第一含水層豐枯水期等深度線 附二-21
附圖 2-13 桃園中壢臺地第二含水層豐枯水期等深度線 附二-21
附圖 3-1 新竹苗栗沿海地區地下水區範圍圖 附二-23
附圖 3-2 新竹苗栗沿海地區地質圖 附二-25
附圖 3-3 新苗地區地下水區水文地質剖面位置 附二-27
附圖 3-4 新苗地區地下水區頭前溪地質剖面圖 附二-27

附圖 3-5 新苗地區地下水區後龍溪地質剖面圖 附二-28
附圖 3-6 新竹苗栗沿海地區第一含水層地下水水位歷時圖 .. 附二-30
附圖 3-7 新竹苗栗沿海地區第二含水層地下水水位歷時圖 .. 附二-32
附圖 3-8 新竹苗栗沿海地區第三含水層地下水水位歷時圖 .. 附二-33
附圖 3-9 新竹苗栗沿海地區第一含水層豐枯水期等水位線 .. 附二-34
附圖 3-10 新竹苗栗沿海地區第二含水層豐枯水期等水位線 附二-35
附圖 3-11 新竹苗栗沿海地區第三含水層豐枯水期等水位線 附二-35
附圖 3-12 新苗地區第一含水層豐枯水期等深度線 附二-36
附圖 3-13 新苗地區第二含水層豐枯水期等深度線 附二-36
附圖 3-14 新苗地區第三含水層豐枯水期等深度線 附二-37
附圖 4-1 臺中地區地下水區範圍圖 附二-38
附圖 4-2 臺中地區地質圖 附二-39
附圖 4-3 臺中地區水文地質剖面位置 附二-41
附圖 4-4 臺中地區地下水區臺中盆地東側地質剖面圖 附二-42
附圖 4-5 臺中地區地下水區臺中盆地西側地質剖面圖 附二-42
附圖 4-6 臺中地區地下水區臺中盆地中段地質剖面圖 附二-42
附圖 4-7 臺中地區地下水區臺中盆地東西向地質剖面圖 附二-43
附圖 4-8 臺中地區地下水區臺中沿海西側地質剖面圖 附二-43
附圖 4-9 臺中地區地下水區臺中沿海東側地質剖面圖 附二-43
附圖 4-10 臺中地區第一含水層地下水水位歷時圖 附二-46
附圖 4-11 臺中地區第二含水層地下水水位歷時圖 附二-47
附圖 4-12 臺中地區第一含水層豐枯水期等水位線 附二-49
附圖 4-13 臺中地區第二含水層豐枯水期等水位線 附二-49
附圖 4-14 臺中地區第一含水層豐枯水期等深度線 附二-50
附圖 4-15 臺中地區第二含水層豐枯水期等深度線 附二-50
附圖 5-1 濁水溪沖積扇地下水區範圍圖 附二-52
附圖 5-2 濁水溪沖積扇地質圖 附二-53
附圖 5-3 濁水溪沖積扇水文地質剖面位置 附二-56
附圖 5-4 濁水溪沖積扇地下水區海園至石榴地質剖面圖 附二-56

附圖 5-5 濁水溪沖積扇地下水區漢寶至田中地質剖面圖..... 附二-57
附圖 5-6 濁水溪沖積扇地下水補注地質敏感區位置圖..... 附二-63
附圖 5-7 濁水溪沖積扇第一含水層地下水水位歷時圖..... 附二-64
附圖 5-8 濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖..... 附二-67
附圖 5-9 濁水溪沖積扇第三含水層地下水水位歷時圖..... 附二-76
附圖 5-10 濁水溪沖積扇第四含水層地下水水位歷時圖..... 附二-80
附圖 5-11 濁水溪沖積扇第一含水層豐枯水期等水位線..... 附二-81
附圖 5-12 濁水溪沖積扇第二含水層豐枯水期等水位線..... 附二-81
附圖 5-13 濁水溪沖積扇第三含水層豐枯水期等水位線..... 附二-82
附圖 5-14 濁水溪沖積扇第四含水層豐枯水期等水位線..... 附二-82
附圖 5-15 濁水溪沖積扇第一含水層豐枯水期等深度線..... 附二-83
附圖 5-16 濁水溪沖積扇第二含水層豐枯水期等深度線..... 附二-83
附圖 5-17 濁水溪沖積扇第三含水層豐枯水期等深度線..... 附二-84
附圖 5-18 濁水溪沖積扇第四含水層豐枯水期等深度線..... 附二-84
附圖 6-1 嘉南平原地下水區範圍圖..... 附二-86
附圖 6-2 嘉南平原地下水區地質圖..... 附二-87
附圖 6-3 嘉南平原水文地質剖面位置..... 附二-88
附圖 6-4 嘉南平原地下水區茄拔至十份地質剖面圖..... 附二-89
附圖 6-5 嘉南平原地下水區鳳鳴至楠梓地質剖面圖..... 附二-89
附圖 6-6 嘉南平原第一含水層地下水水位歷時圖..... 附二-93
附圖 6-7 嘉南平原第二含水層地下水水位歷時圖..... 附二-98
附圖 6-8 嘉南平原第三含水層地下水水位歷時圖..... 附二-102
附圖 6-9 嘉南平原第四含水層地下水水位歷時圖..... 附二-105
附圖 6-10 嘉南平原第一含水層豐枯水期等水位線..... 附二-109
附圖 6-11 嘉南平原第二含水層豐枯水期等水位線..... 附二-109
附圖 6-12 嘉南平原第三含水層豐枯水期等水位線..... 附二-110
附圖 6-13 嘉南平原第四含水層豐枯水期等水位線..... 附二-110
附圖 6-14 嘉南平原第一含水層豐枯水期等深度線..... 附二-111
附圖 6-15 嘉南平原第二含水層豐枯水期等深度線..... 附二-111

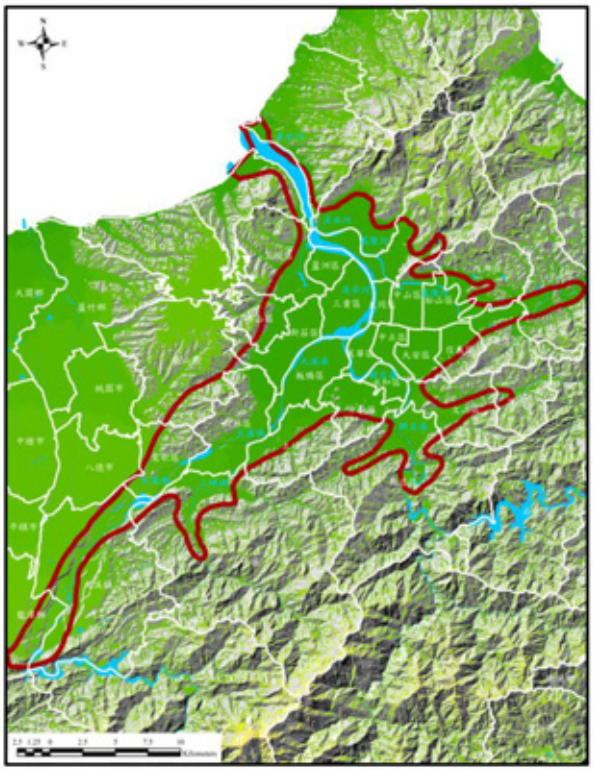
附圖 6-16 嘉南平原第三含水層豐枯水期等深度線..... 附二-112
附圖 6-17 嘉南平原第四含水層豐枯水期等深度線..... 附二-112
附圖 7-1 屏東平原地下水區範圍圖..... 附二-114
附圖 7-2 屏東平原地質圖..... 附二-115
附圖 7-3 屏東平原地下水區水文地質剖面位置..... 附二-117
附圖 7-4 屏東平原地下水區崎峰至老埤地質剖面圖..... 附二-117
附圖 7-5 屏東平原地下水區林園至枋山地質剖面圖..... 附二-118
附圖 7-6 屏東平原地下水補注地質敏感區位置圖..... 附二-123
附圖 7-7 屏東平原第一含水層地下水水位歷時圖..... 附二-124
附圖 7-8 屏東平原第二含水層地下水水位歷時圖..... 附二-129
附圖 7-9 屏東平原第三之一含水層地下水水位歷時圖..... 附二-132
附圖 7-10 屏東平原第三之二含水層地下水水位歷時圖..... 附二-136
附圖 7-11 屏東平原第一含水層豐枯水期等水位線..... 附二-137
附圖 7-12 屏東平原第二含水層豐枯水期等水位線..... 附二-138
附圖 7-13 屏東平原第三之一含水層豐枯水期等水位線..... 附二-138
附圖 7-14 屏東平原第三之二含水層豐枯水期等水位線..... 附二-139
附圖 7-15 屏東平原第一含水層豐枯水期等深度線..... 附二-139
附圖 7-16 屏東平原第二含水層豐枯水期等深度線..... 附二-140
附圖 7-17 屏東平原第三之一含水層豐枯水期等深度線..... 附二-140
附圖 7-18 屏東平原第三之二含水層豐枯水期等深度線..... 附二-141
附圖 8-1 花東縱谷地下水區範圍圖..... 附二-143
附圖 8-2 花東縱谷地質圖..... 附二-144
附圖 8-3 花東縱谷水文地質剖面位置..... 附二-146
附圖 8-4 花東縱谷地下水區新城至光華地質剖面圖..... 附二-147
附圖 8-5 花東縱谷地下水區北埔至大富地質剖面圖..... 附二-147
附圖 8-6 花東縱谷地下水區池上至復興地質剖面圖..... 附二-147
附圖 8-7 花東縱谷第一含水層地下水水位歷時圖..... 附二-149
附圖 8-8 花東縱谷-花蓮地區第一含水層豐枯水期等水位線
..... 附二-152

附圖 8-9 花東縱谷-台東地區第一含水層豐枯水期等水位線 附二-153
附圖 8-10 花東縱谷-花蓮地區第一含水層豐枯水期等深度線 附二-153
附圖 8-11 花東縱谷-台東地區第一含水層豐枯水期等深度線 附二-154
附圖 9-1 蘭陽平原地下水區範圍圖 附二-155
附圖 9-2 蘭陽平原地下水區地質圖 附二-156
附圖 9-3 蘭陽平原地下水區水文地質剖面位置 附二-157
附圖 9-4 蘭陽平原地下水區蘭陽溪南側地質剖面圖 附二-158
附圖 9-5 蘭陽平原地下水區蘭陽平原沿海地質剖面圖 附二-158
附圖 9-6 宜蘭平原地下水補注地質敏感區位置圖 附二-161
附圖 9-7 蘭陽平原第一含水層地下水水位歷時圖 附二-162
附圖 9-8 蘭陽平原第二含水層地下水水位歷時圖 附二-164
附圖 9-9 蘭陽平原第三含水層地下水水位歷時圖 附二-165
附圖 9-10 蘭陽平原第四含水層地下水水位歷時圖 附二-165
附圖 9-11 蘭陽平原第一含水層豐枯水期等水位線 附二-166
附圖 9-12 蘭陽平原第二含水層豐枯水期等水位線 附二-166
附圖 9-13 蘭陽平原第一含水層豐枯水期等深度線 附二-167
附圖 9-14 蘭陽平原第二含水層豐枯水期等深度線 附二-167

壹、臺北盆地地下水區

一、前言

臺北盆地地下水區主要涵蓋臺北市、新北市部分地區及桃園縣部分地區，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 1-1 所示。



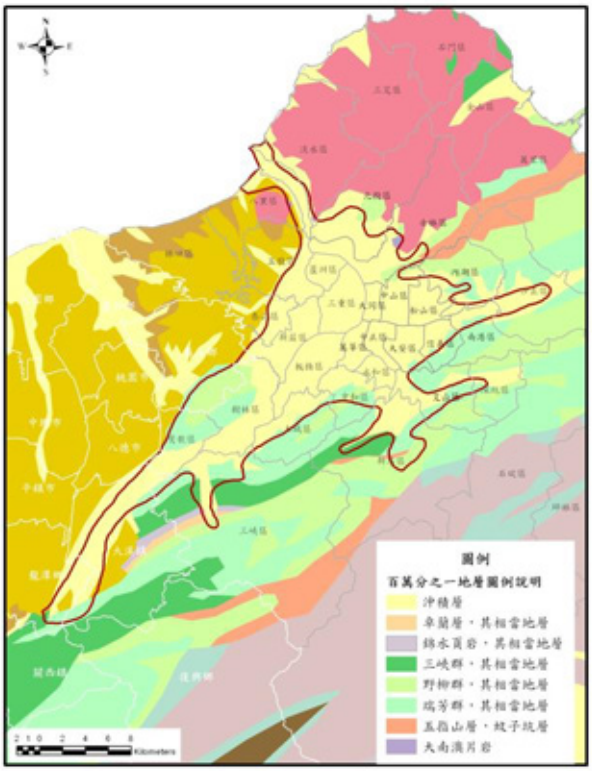
附圖 1-1　臺北盆地地下水區範圍圖

二、區域地質與地形

臺北盆地略成三角形，邊界明顯；三角形之頂點向北西，淡水河由此點附近出口，三角形之底邊呈東北東-西南西向，其東北角有基隆河，中點附近有新店溪，西南角有大漢溪流入盆地中，於盆地中匯合，然後由三角形頂點附近出盆地，而於淡水附近入海。

盆地東北邊埋積較大，尚有芝山巖、丹山、內湖山、葫蘆洲之小孤山散布於山麓附近，狀如海中之島嶼。盆地西北邊有林口臺地，保有高度 240 公尺之臺地原面，臺地東南側之臺地崖已被切割，其山麓線幾成直線，具有三角切面，臺地崖似為斷層崖。盆地東南邊被新店溪截斷為東西兩半，盆地東邊之沉降埋積地形亦甚為發達，山腳出入異常，半島狀突出，內灣狀凹入與島嶼狀小山甚多。新店溪出口處地形複雜，帶有景美菱形小盆地。盆地出口處，於關渡降近海拔約 10 公尺，附近露出基盤之第三系岩層。

臺北盆地地下水區範圍內之地層分布大致以臺地堆積層為主，於鶯歌、樹林及龜山一帶則有瑞芳群與野柳群等地層分布，另於淡水河出海口一帶，則有少數沖積層分布(如附圖 1-2 所示)。

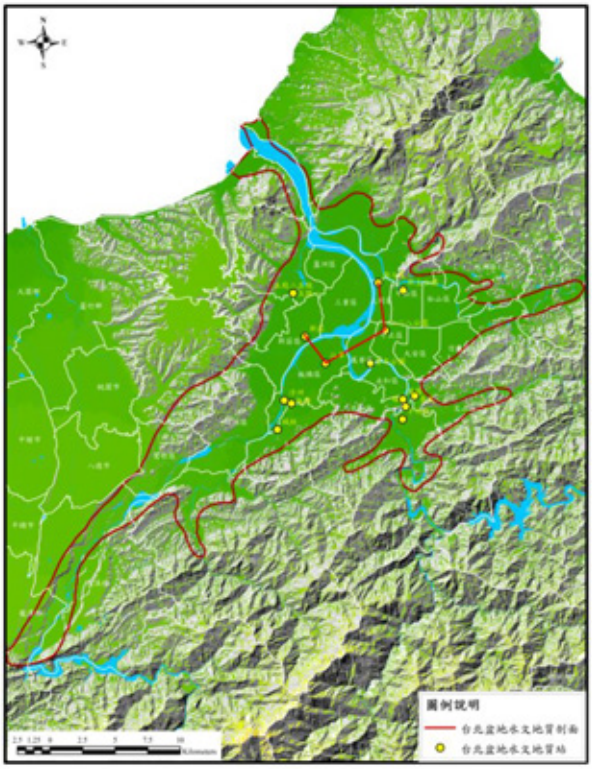


附圖 1-2　臺北盆地地質圖

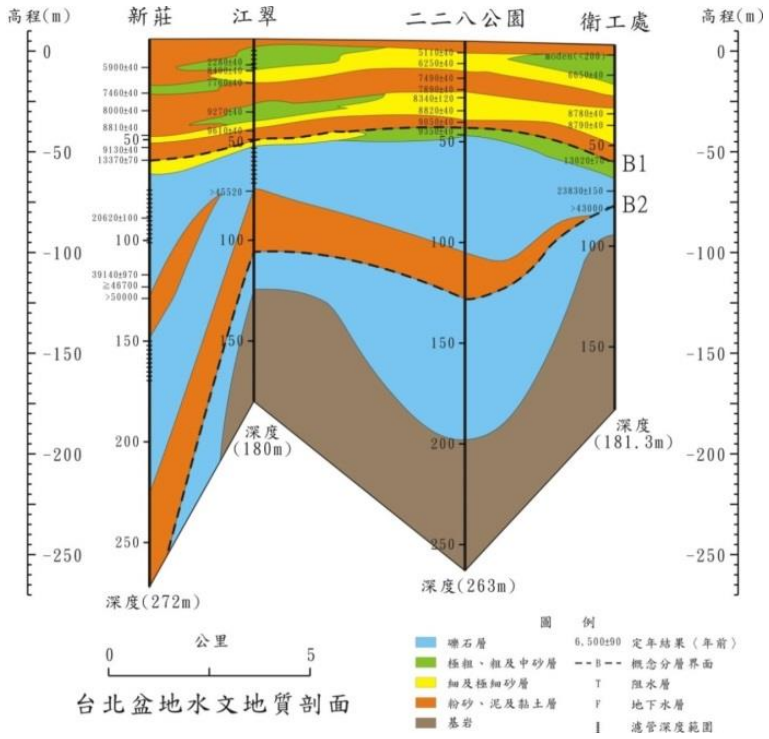
三、地下水資源概述

(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，民國 57 年即針對臺北盆地地下水區進行初步之地下水資源調查，惟當時限於經費有限，多以蒐集資料方式進行分析，藉由資料分析繪製如等水位線等圖說進行地下水資源之研判，直至民國 81 年「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」開始，對於臺北盆地始有較具規模之現地調查成果產出，依據民國 96 年經濟部中央地質調查所編撰之「臺灣地區水文地質分區特性」，臺北盆地地下水區之含水層主要係由河流及沖積扇所堆積之厚層礫石及砂泥層所構成，含水層厚度於盆地西部較厚，盆地東部及北部較薄，含水層可區分為第一層含水層(松山層)及第二層含水層(景美層)，其中松山層為薄泥層所覆蓋(湖底沈積)，且松山層含水層很薄(10 公尺至 20 公尺內)，屬於較差之拘限含水層，僅大漢溪與新店溪上游之局部區域存在部分非拘限含水層，而第二層含水層主要係以礫石所組成，厚度變化較劇，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 1-3 及附圖 1-4 所示。



附圖 1-3　臺北盆地水文地質剖面位置



附圖 1-4　臺北盆地水文地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

臺北盆地地下水區流通係數第一含水層大致介於 5.19×$10^{-4}$$m^2$/min 至 9.29×$10^{-1}$$m^2$/min(中位數 2.10×$10^{-2}$$m^2$/min)之間，而第二含水層則大致介於 3.62×$10^{-3}$$m^2$/min 至 3.55$m^2$/min(中位數 1.82×$10^{-1}$$m^2$/min)之間，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於大漢溪及新店溪沿岸，臺北盆地之東南側。於含水層產水性能部分，第一含水層出水量大致介於 0.066cmh 至 93.33cmh 之間(中位數 5.042cmh)，而第二含水層出水量則介於 0.058cmh 至 14.925cmh(中位數 10.863cmh)之間，以新店溪沿岸之出水能力較佳(如附表 1-1 及附表 1-2 所示)。

附表 1-1 臺北盆地第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
莊敬(1)	296634	2768321	5.80E-05	5.19E-04	0.24
永和(1)	300167	2767330	7.74E-02	9.29E-01	21.82
新莊(1)	294238	2770591	6.77E-03	1.83E-01	6.23
清溪	301944	2764119	2.06E-02	5.57E-01	93.33
蘆洲(1)	296038	2775884	3.49E-03	2.10E-02	5.04
台大(1)	304708	2767689	3.17E-03	1.99E-02	0.07
北投(1)	299571	2777948	3.66E-04	4.42E-03	3.26

附表 1-2 臺北盆地第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
莊敬(2)	296634	2768321	1.02E-02	1.83E-01	4.92
板橋(s)	295924	2766928	1.94E-02	1.82E-01	-
新莊(2)	294238	2770591	6.08E-03	1.09E-01	10.86
蘆洲(2)	296038	2775884	3.18E-03	9.55E-02	12.68
五股(2)	294210	2773700	1.27E-01	2.54E+00	-
台大(2)	304708	2767689	1.66E-02	1.99E-01	14.93
新生公園	303442	2773755	9.00E-03	5.40E-02	1.30
青年公園	300905	2768117	2.22E-01	3.55E+00	14.70
北投(2)	299571	2777948	4.02E-04	3.62E-03	0.06

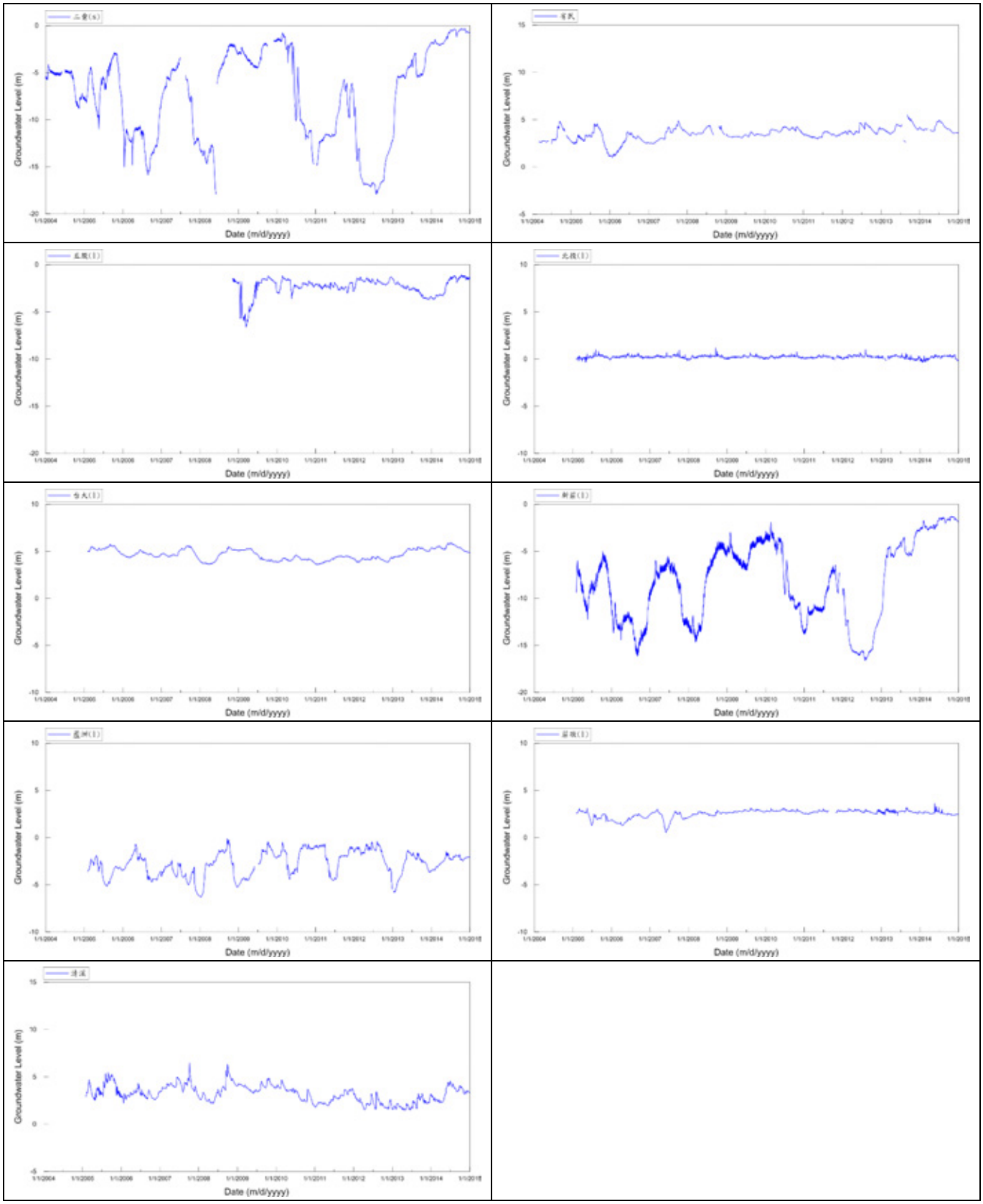
(三)地下水補注區位及補注量

臺北盆地地下水區之主要補注區位於東南部之淡水河支流，即新店溪及大漢溪一帶，而次要補注區則為雙溪及其沿岸地區等，依據經濟部中央地質調查所民國 96 年進行同位素調查分析成果指出，盆地南部新店溪沖積扇地面下 70 公尺內之地下水，皆為近 50 年內補注之新水；而於盆地西部及西北部則因泥層分布，導致河水或雨水入滲不易，甚難補注含水層，故此區域深層地下水循環極為緩慢。整體臺北盆地補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 1.5 億立方公尺，能邦公司於民國 89 年利用一維垂向水平衡法估算約為每年 0.51 億立方公尺，而李振誥等人於民國 91 年利用河川基流量配合數值模式模擬推估約為每年 1 億立公尺，成功大學於民國 103 年利用基流及穩定基分析臺北盆地民國 100 年至 102 年間之地下水補注量平均值為 1.75 億立方公尺。

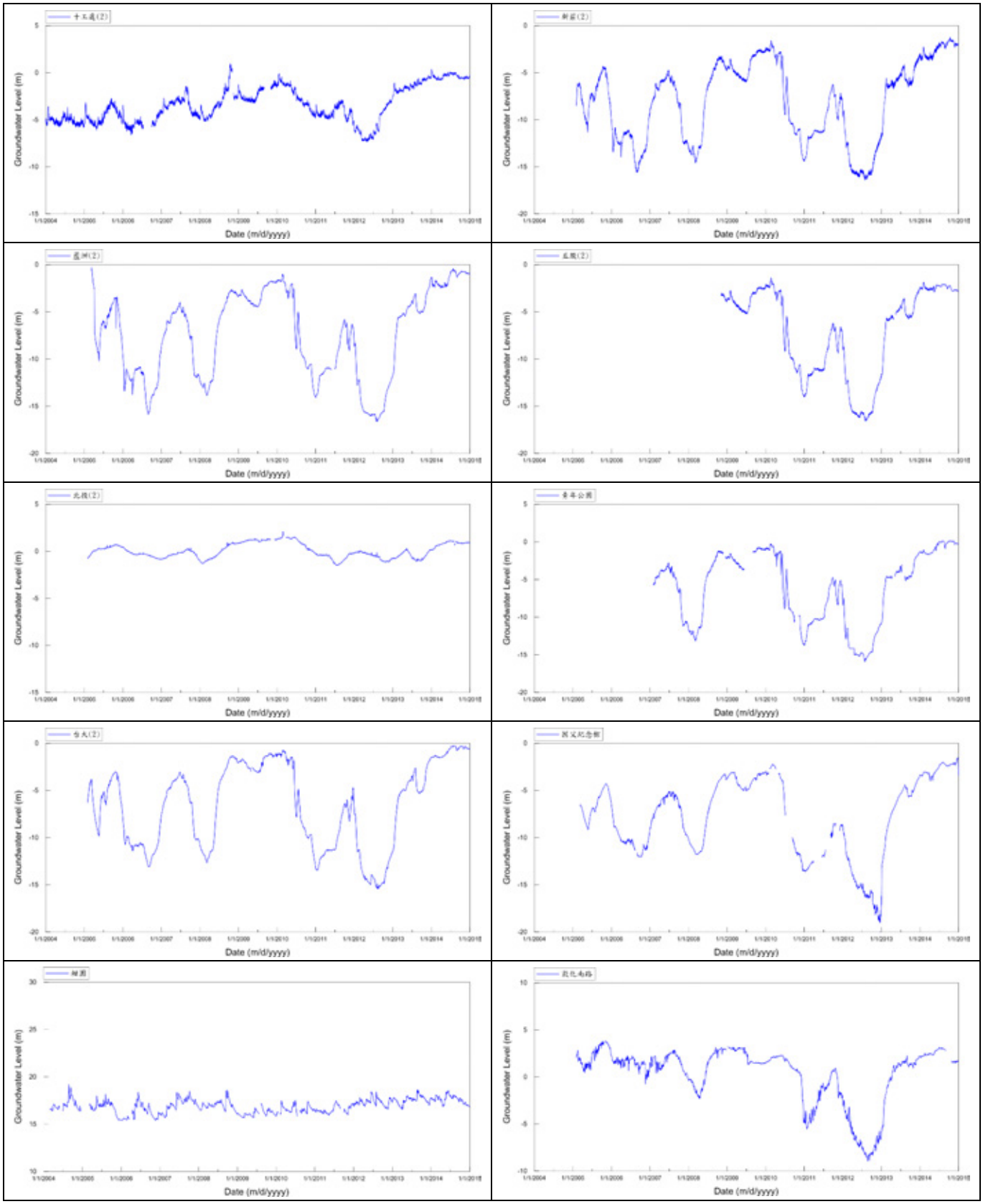
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，臺北盆地地下水水位多為持平或上升(如附圖 1-5 及附圖 1-6 所示)，代表臺北盆地地下水抽用行為未出現超抽現象，地下水資源甚為豐沛。

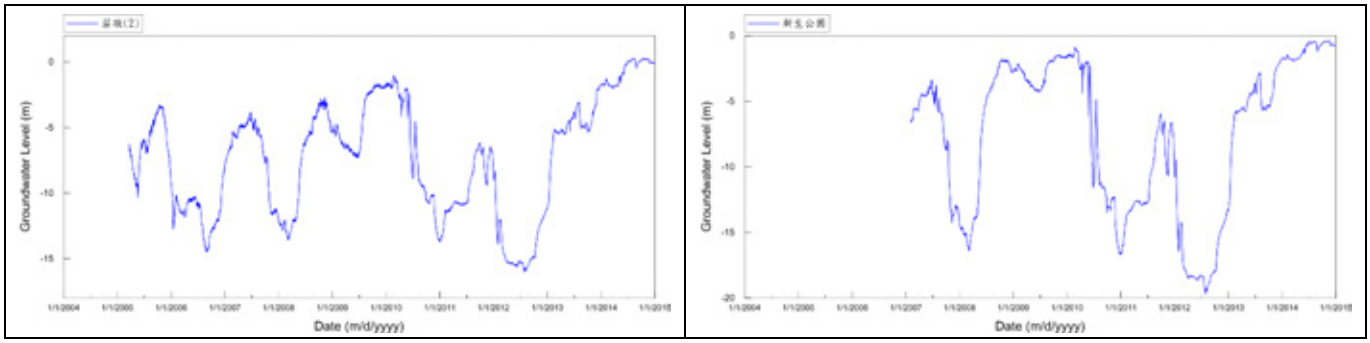
由臺北盆地地下水等水位線圖可發現，臺北盆地水位呈現東南往西北遞減情況，且於東南側水位梯度甚大(如附圖 1-7 及附圖 1-8 所示)。另由地下水等深度線圖可得知，臺北盆地東側地下水水位距地面約 4 公尺，水位甚高(如附圖 1-9 及附圖 1-10 所示)。



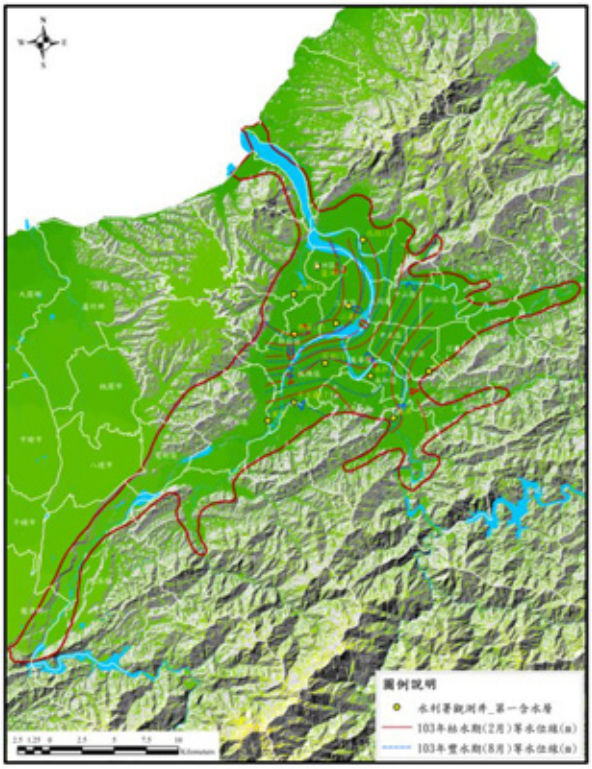
附圖 1-5　臺北盆地第一含水層地下水水位歷時圖



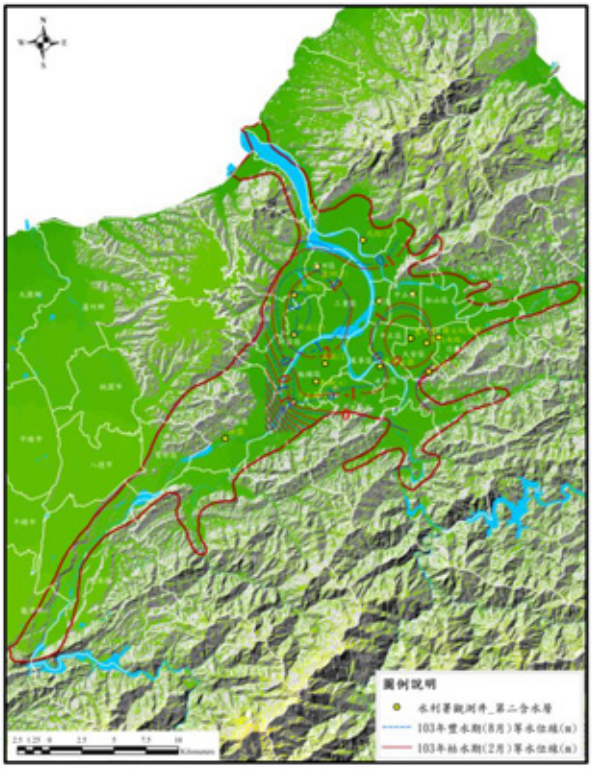
附圖 1-6　臺北盆地第二含水層地下水水位歷時圖



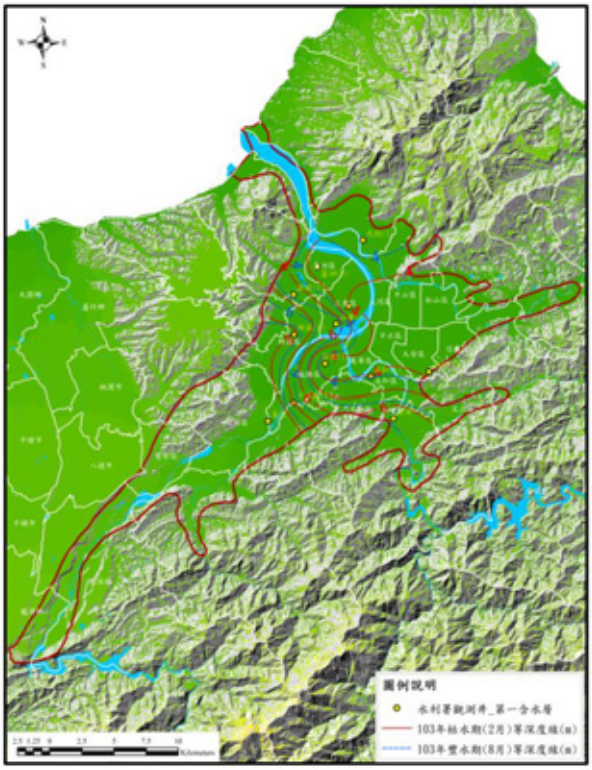
附圖 1-6　臺北盆地第二含水層地下水水位歷時圖(續)



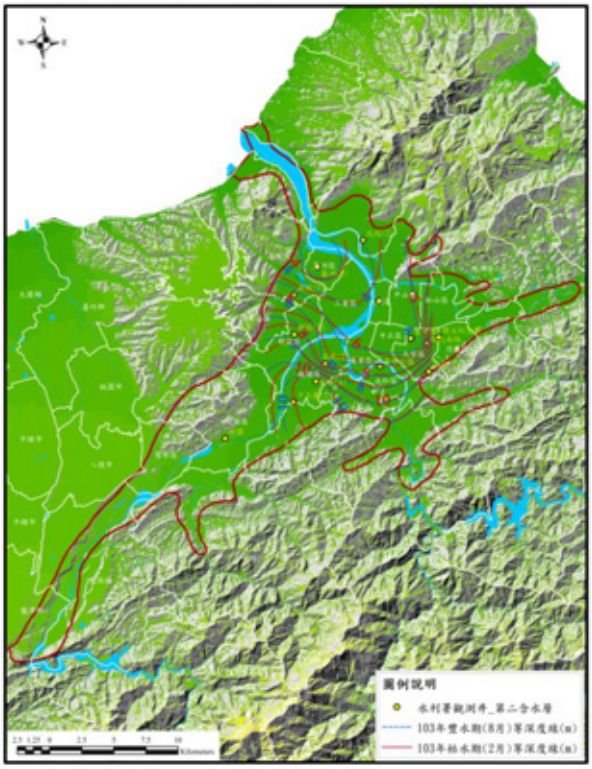
附圖 1-7　臺北盆地第一含水層豐枯水期等水位線



附圖 1-8　臺北盆地第二含水層豐枯水期等水位線



附圖 1-9　臺北盆地第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 1-10　臺北盆地第二含水層豐枯水期等深度線

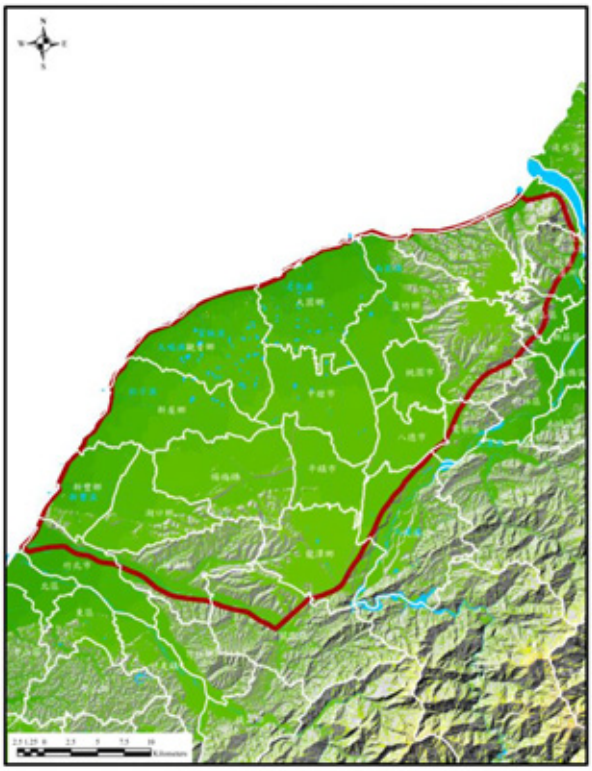
(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最新之臺北盆地地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於台北盆地各監測井最新監測結果顯示部份測站仍有導電度、酸鹼值、硫酸鹽、氨氮、砷、鐵及錳等項目不符法規標準；而經濟部水利署於臺北盆地各監測井最新監測結果之與各項法規標準相較則有部份測站之導電度、氯鹽、氨氮、砷、鐵及錳未符法規標準要求；綜合環保署及水利署監測結果顯示，導電度及氨氮為台北盆地主要不合乎法規標準之水質項目，而實踐國小及北投(1)之砷超過灌溉用水標準，亦需加以改善及監測。

貳、桃園中壢臺地地下水區

一、前言

桃園中壢臺地地下水區主要涵蓋桃園市及新竹縣部分地區，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 2-1 所示。



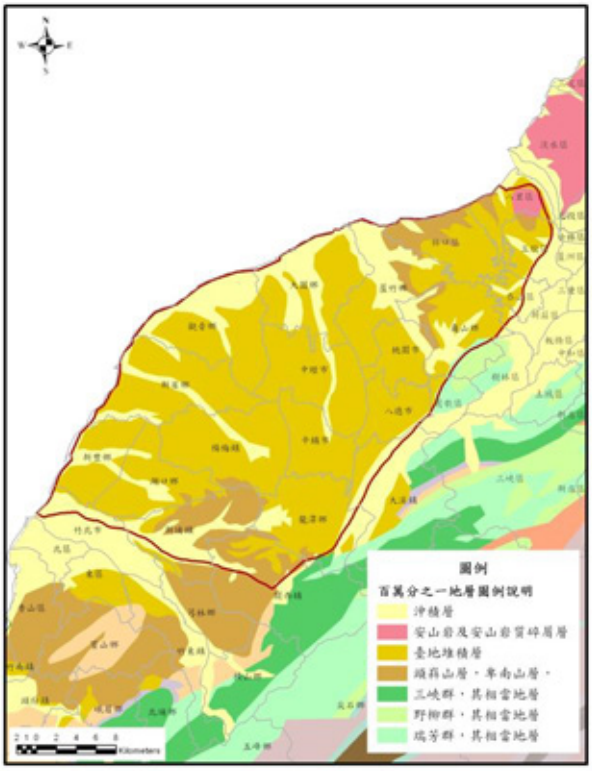
附圖 2-1　桃園中壢臺地地下水區範圍圖

二、區域地質與地形

桃園臺地為古石門合成沖積扇之一部分，而該沖積扇之原面被南崁溪及埔心溪等扇面上之放射性河系所切割，成為河成段丘面，本臺地於 100 公尺左右之臺地崖與林口臺地相接，而於 10 公尺至 20 公尺之臺地崖與中壢臺地相接，臺地起初向北北東延長然後轉向北西，呈弧形之帶狀分布，地形面亦向北緩傾，其東西寬約 6.3 公里，南北長約 31.5 公里。臺地東緣有南崁溪於臺地

面上，呈輕度之曲流，河床雖寬大，但流量有限，其上游部為林口臺地南角之數條小溪。中壢臺地佔古石沖積扇之大部分，臺地東南較高，最高點高度約 250 公尺，然後向西北逐漸降低，至北西方之海濱區為止。

桃園中壢臺地地下水區範圍內地層多數為臺地堆積層，而其間於各河川週邊則散布沖積層，另於林口、蘆竹、龜山、新埔及關西一帶則有部分頭嵙山層存在(如附圖 2-2 所示)。



附圖 2-2　桃園中壢臺地地質圖

三、地下水資源概述

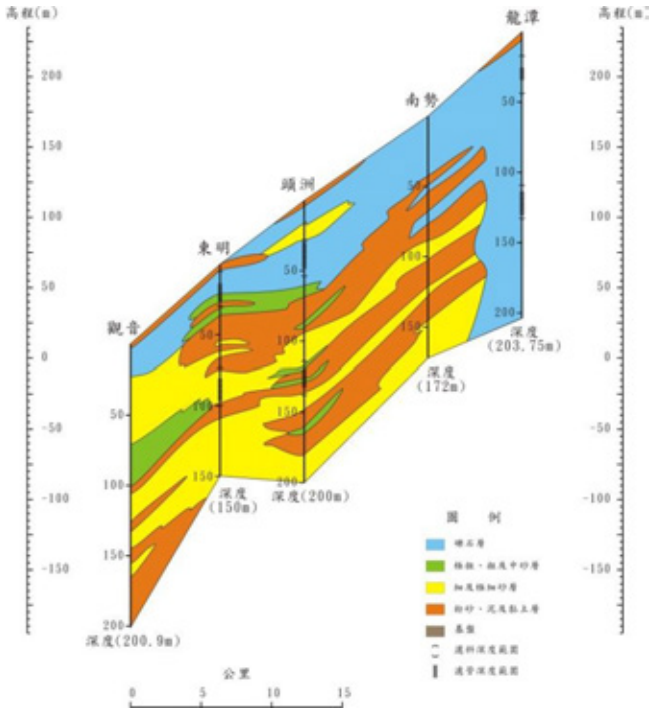
(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，桃園中壢臺地地下水區之含水層大致可分為兩層，第一層為表層的階地礫石層，包括晚更新世紅土礫石層與全新世的河階礫石；第二層為更新世楊

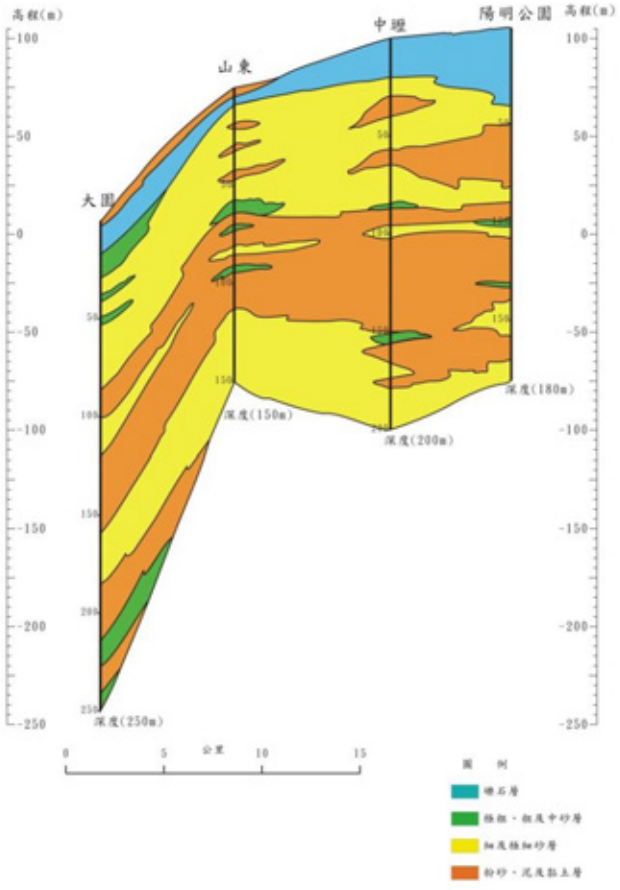
梅層砂層。表層階地礫石含水層廣布於全地下水區，呈東高西低型態，礫石粒徑愈往西邊愈小。楊梅層含水層岩相組合與沉積環境分析結果顯示，龍潭一帶均為陸相礫石堆積，往海側方向之南勢、頭洲及觀音等站則顆粒逐漸變小，呈現海相地層特性。另因新期構造抬昇影響，東側抬昇較高，造成地層具有向西傾斜之位態，故沿沖積扇發展之含水層亦呈現向西傾斜之情況，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 2-3 至附圖 2-5 所示。



附圖 2-3　桃園中壢臺地水文地質剖面位置



附圖 2-4　桃園中壢臺地龍潭至觀音地質剖面圖



附圖 2-5　桃園中壢臺地陽明公園至大園地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

桃園中壢臺地地下水區流通係數於第一層含水層大致介於 $1.11\times10^{-3}m^2/min$ 至 $2.03\times10^{-1}m^2/min$ 之間(中位數 $6.90\times10^{-3}m^2/min$)(表 2-1)，第二含水層則大致介於 $5.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $2.03\times10^{-1}m^2/min$ 之間(中位數 $2.52\times10^{-2}m^2/min$)(表 2-2)，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於龍潭一帶。含水層產水性能部分，第一層含水層出水量大致介於 0.07cmh 至 4.36cmh 之間(中位數 1.675cmh)，而第二層含水層出水量則介於 0.570cmh 至 4.101cmh 之間(中位數 2.599cmh)，以大漢溪沿岸之出水能力較佳，整體而言，桃園中壢臺地之出水能力均不甚佳(如附表 2-1 至附表 2-4 所示)。

附表 2-1 桃園中壢臺地第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
內定(1)	275153	2765240	3.75E-04	3.00E-03	0.16
海湖(1)	276222	2777364	8.20E-05	1.11E-03	2.58
蘆竹	277029	2771530	1.33E-04	2.00E-03	0.07
大園(1)	266700	2774595	1.92E-04	2.30E-03	-
龍潭(1)	271869	2749726	1.68E-02	1.34E-01	2.55
東明(1)	257794	2763430	1.69E-02	2.03E-01	-
頭洲(1)	264374	2761649	1.33E-03	2.40E-02	0.80
樹林(1)	262056	2772989	6.61E-03	1.47E-01	4.36
華興(1)	251102	2752034	7.67E-03	6.90E-03	-

附表 2-2 桃園中壢臺地第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
內定(2)	275153	2765240	1.37E-02	1.64E-01	0.57
永安(2)	253612	2764760.73	2.03E-04	2.44E-03	4.10
東明(2)	257794	2763430	1.69E-02	2.03E-01	-
樹林(2)	262056	2772989	1.01E-04	1.21E-03	2.60
華興(2)	251102	2752034	4.20E-05	5.00E-04	-
大園(2)	266700	2774595	4.00E-03	4.80E-02	-

附表 2-3 桃園中壢臺地第三含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
永安(3)	253612	2764760	2.00E-05	3.63E-04	0.46
樹林(3)	262000	2772921	2.50E-05	4.00E-04	-
華興(3)	251102	2752034	1.67E-04	2.50E-03	-
大園(3)	266700	2774595	1.00E-06	1.00E-04	-

附表 2-4 桃園中壢臺地第四含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
大園(4)	266700	2774595	1.00E-06	1.00E-05	-
永安(4)	253612	2764760	9.50E-05	2.72E-04	0.81
樹林(4)	262000	2772921	1.00E-04	8.00E-04	-

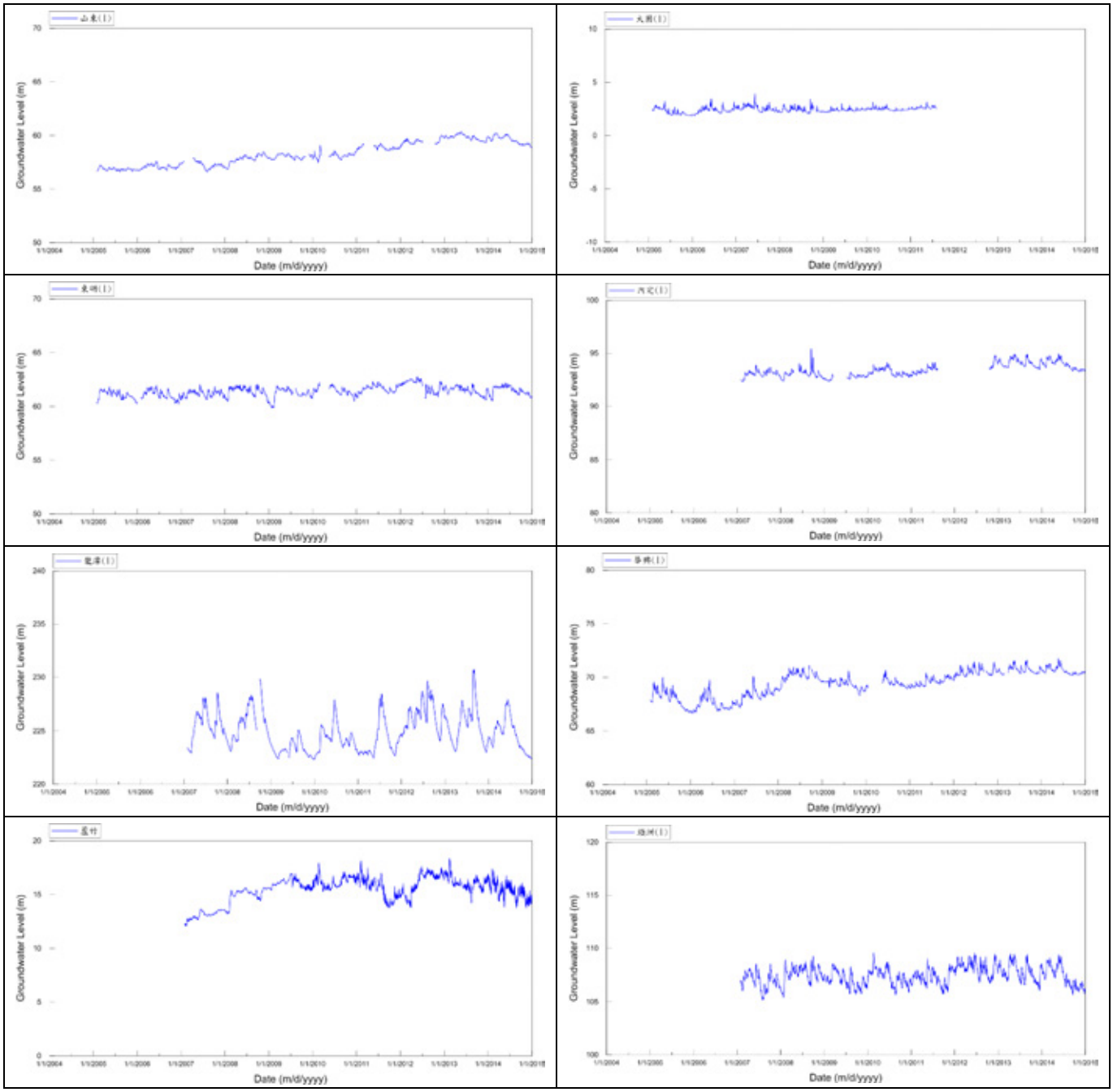
(三)地下水補注區位及補注量

桃園中壢臺地地下水區主要補注區位於南側龍潭一帶，由南崁溪及大漢溪地面水經由河床補注，而次要補注區則為沿海鄉鎮與其它河流處，由於表層分布有滲透性不佳之紅土，故其餘地區地面水入滲不易，甚難補注含水層。整體桃園中壢臺地補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 1.17 億立方公尺，能邦公司於民國 89 年利用一維垂向水平衡法估算約為每年 3.43 億立方公尺。

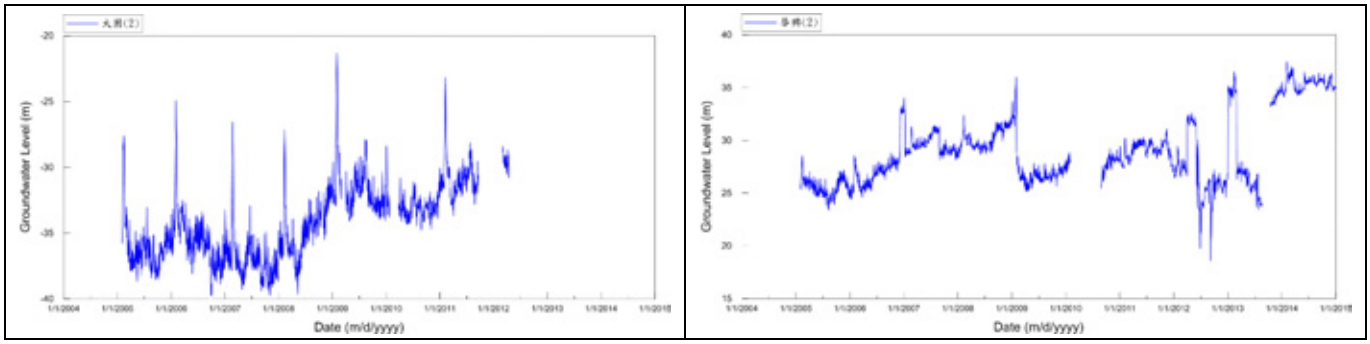
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，桃園中壢臺地地下水水位多為持平或上升，但八德及永安等站則有地下水水位下降趨勢(如附圖 2-6 至附圖 2-9 所示)，顯見該地區已出現地下水超抽現象。

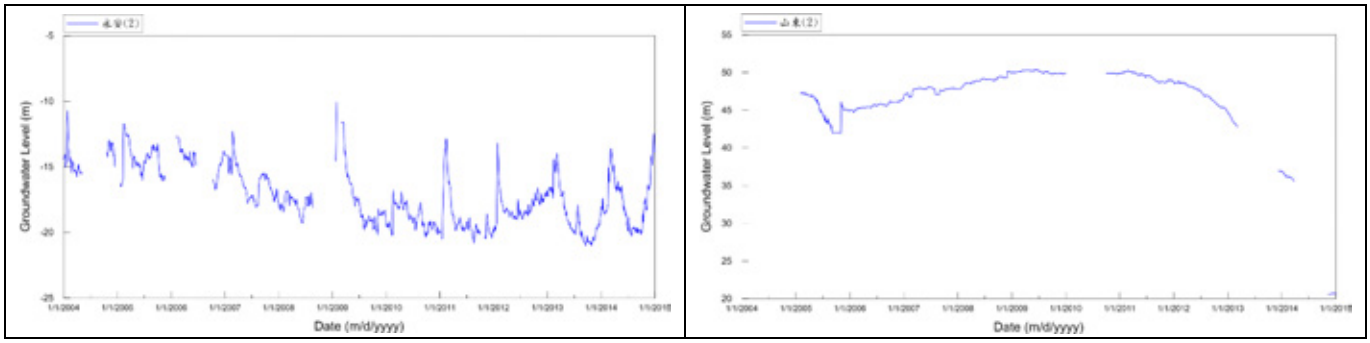
桃園中壢臺地地下水等水位線圖可發現，其水位呈現東南往西北遞減情況，沿海地區地下水位已低於海平面 10 公尺以上(如附圖 2-10 及附圖 2-11 所示)。另由地下水等深度線圖可得知，桃園中壢臺地沿海區域深度約 20 至 25 公尺左右，而至中壢區域則僅為 10 公尺(如附圖 2-12 及附圖 2-13)。



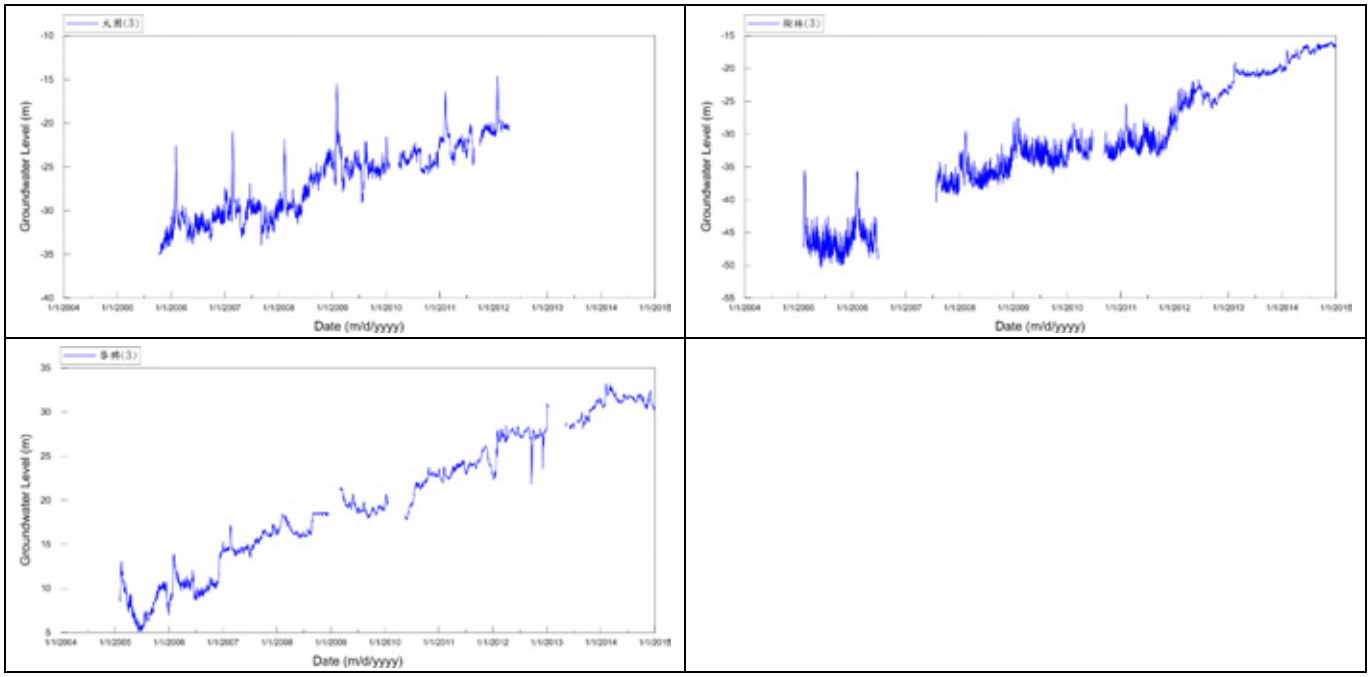
附圖 2-6　桃園中壢臺地第一含水層地下水水位歷時圖



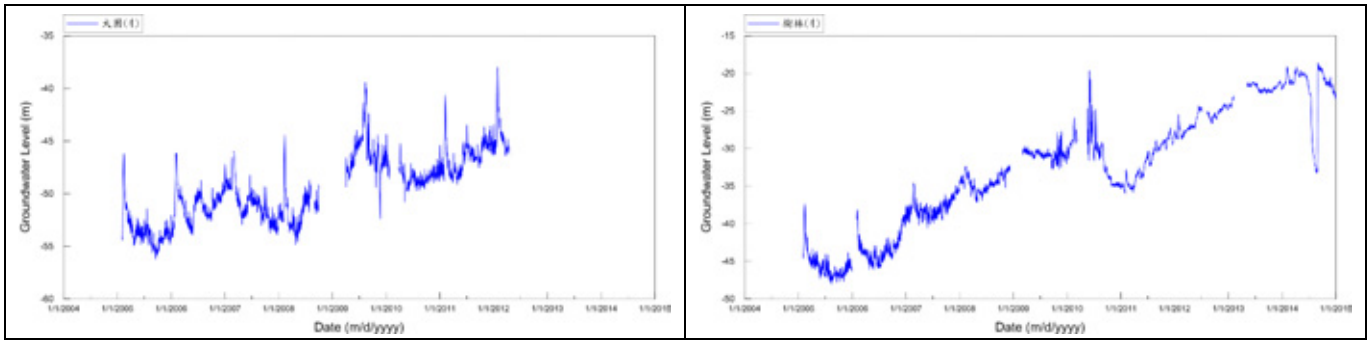
附圖 2-7　桃園中壢臺地第二含水層地下水水位歷時圖



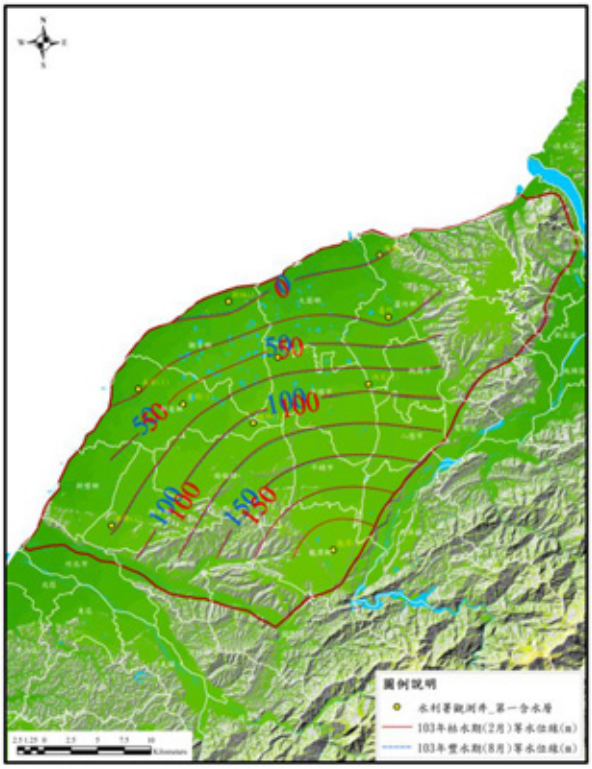
附圖 2-7　桃園中壢臺地第二含水層地下水水位歷時圖(續)



附圖 2-8　桃園中壢臺地第三含水層地下水水位歷時圖



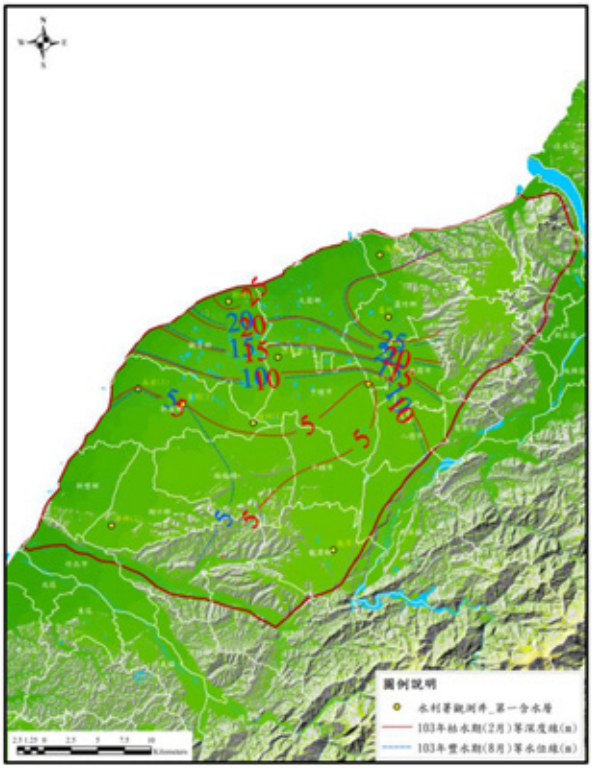
附圖 2-9　桃園中壢臺地第四含水層地下水水位歷時圖



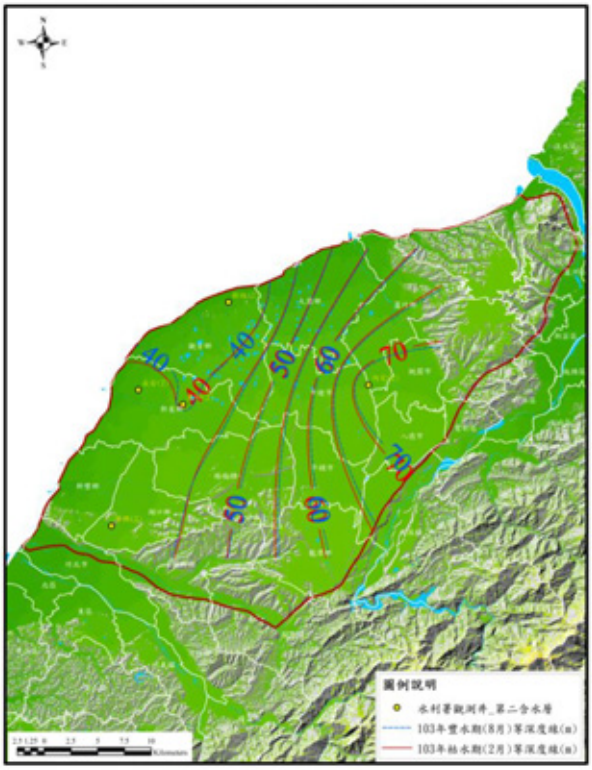
附圖 2-10　桃園中壢臺地第一含水層豐枯水期等水位線



附圖 2-11　桃園中壢臺地第二含水層豐枯水期等水位線



附圖 2-12　桃園中壢臺地第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 2-13　桃園中壢臺地第二含水層豐枯水期等深度線

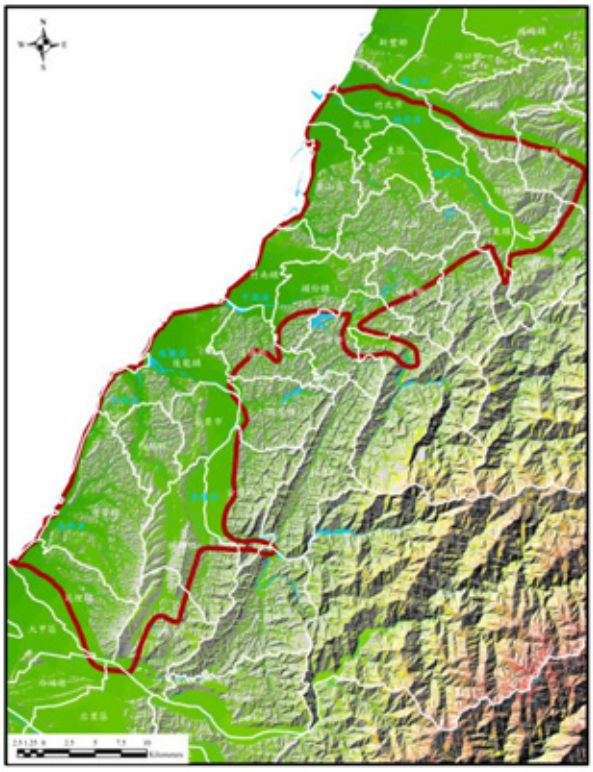
(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最新之桃園中壢台地地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於桃園中壢台地各監測井最新監測結果顯示部份測站出現導電度、酸鹼值、氨氮、砷、鐵及錳等項目未符法規標準情況；而經濟部水利署於桃園中壢台地各監測井最新監測結果顯示部份測站仍有導電度、酸鹼值、氯鹽、硫酸鹽、氨氮、砷、鎘、鐵及錳未符法規標準；綜合環保署及經濟部水利署監測結果顯示，酸鹼值(偏酸)為桃園中壢台地主要不合乎法規標準之水質項目，而海湖國小及龍潭(1)之砷以及龍潭(2)之鎘亦需加以改善及監測。

參、新竹苗栗沿海地區地下水區

一、前言

新竹苗栗沿海地區地下水區主要涵蓋新竹縣部分地區及苗栗縣部分地區，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 3-1 所示。



附圖 3-1　新竹苗栗沿海地區地下水區範圍圖

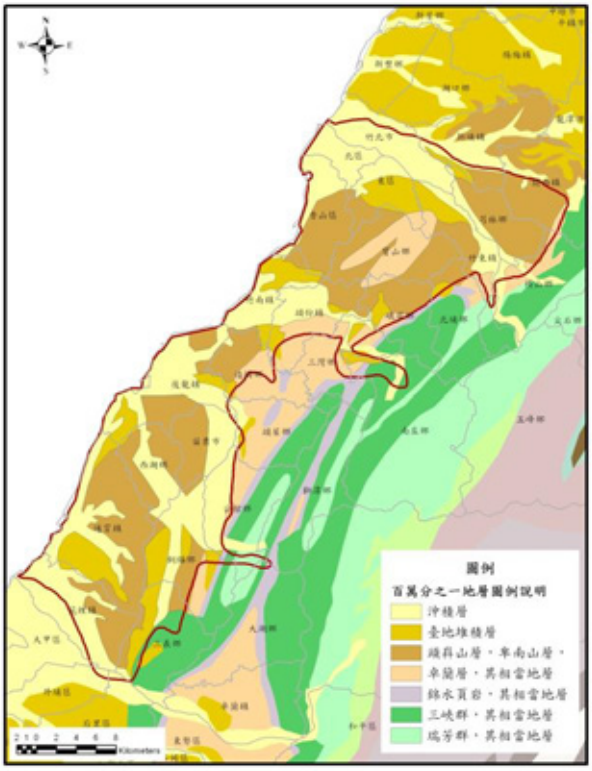
二、區域地質與地形

新苗地區境內主要的地形主要為台地、丘陵及沖積平原，較大面積的沖積平原位於主要河流的下游，而上游地區則為寬度小於 5 公里的河谷平原，具地下水水資源的沖積層，多分布在主要河流的下游河谷。沖積平原由全新世的沖積層構成，沖積層厚度相當薄，大多僅 20 餘公尺，且拘限於河道兩側，不同水系之沖

積層不相連通，故水文系統較為複雜；而台地或丘陵區沉積物受到成岩作用的影響，已有些微的膠結現象，屬更新世之頭嵙山層地層，兩者均以礫石及砂、泥互層為主。地質構造在新苗地區普遍存在，亦影響到地下水系統的分布情況與複雜程度；本區的地下水水資源相對較不豐沛。

新竹沖積平原形成於鳳山溪與頭前溪最下游處，北緣有中壢臺地與飛鳳山丘陵，南緣為竹東丘陵，鳳山溪與頭前溪流於本平原上，呈網狀流路。竹南沖積平原形成於中港溪與其支流之南港溪之最下游處，介於竹東丘陵與竹南丘陵之間，本平原與新竹沖積平原不同處在於砂丘發達，普遍發育於本平原之中西部及南北兩側，形成低平之海岸砂丘區。苗栗河谷平原係由後龍溪於山麓丘陵地河蝕下切後，拓寬其河床所形成之開闊河谷平原，於後龍以西形成寬廣之沖積平原。

新竹苗栗沿海地區地下水區範圍,地層分布複雜,於頭前溪、中港溪及後龍溪沿岸分布沖積層，芎林、寶山、香山、頭分、峨眉、造橋、西湖、通霄及苑裡一帶則分布有頭嵙山層，臺地堆積層及卓蘭層亦分布於其間(如附圖 3-2 所示)。



附圖 3-2　新竹苗栗沿海地區地質圖

三、地下水資源概述

(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，新竹苗栗沿海地區地下水區之含水層大致可分為第一層和第二層含水層。第一層含水層屬全新世沖積層、砂丘及更新世晚期的紅土礫石層，此類地下水層較未受斷層或構造的影響，含水層呈水平分布，其主要補注源來自雨水或溪水。第二層含水層指更新世頭嵙山地層，由於受構造作用影響，形成許多獨立的小系統。區內出露以泥或極細砂為主的地層，因透水係數極低，歸類為阻水層。由於本區水文地質特性複雜，且沖積層多分布於不同河川沿岸，且互不連通，自成為單一含水層系統，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 3-3 至附圖 3-5 所示。

本區域次地下水區的劃分可依據地理條件及水文地質條件，將其劃分為新竹沖積平原、竹南沖積平原、苗栗河谷平原以及南勢溪河谷及通霄沿海沖積平原等四個主要之次地下水區，各次地下水區之構造說明如下：

1、新竹沖積平原

新竹沖積平原為鳳山溪與頭前溪兩者聯合沖積而成，北緣為湖口台地與飛鳳山丘陵，南界為竹東丘陵，面積約為 170 平方公里。上游區沖積範圍較小，尤其在鳳山溪的河谷，其寬度甚至未達 1 公里。

2、竹南沖積平原

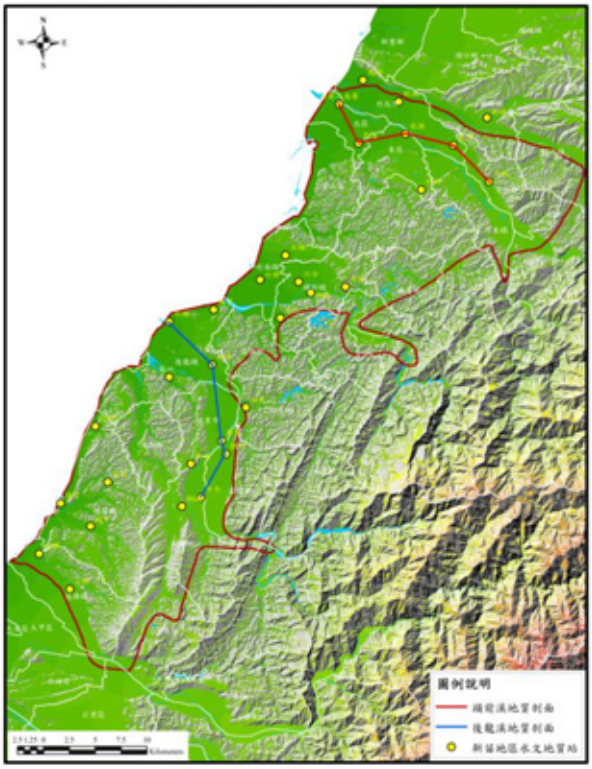
竹南沖積平原為中港溪沖積而成，面積較小，約 50 平方公里，其北側為竹東丘陵，南側則為竹南丘陵。

3、苗栗河谷平原

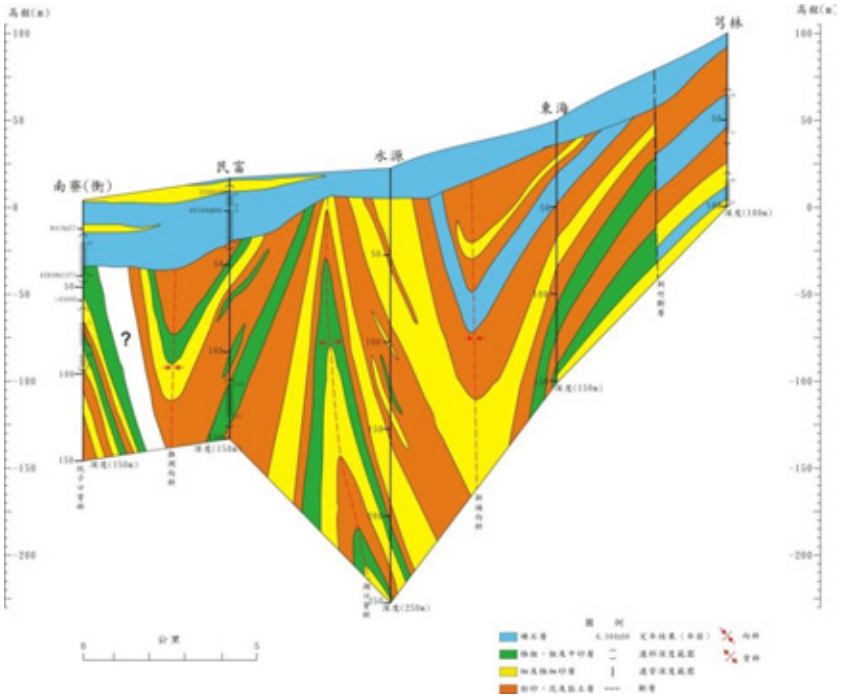
苗栗河谷平原為後龍溪所沖積而成,後龍溪再穿過西部麓山帶後，遭遇頭嵙山層的軟弱地層，其下切作用轉成側切作用，造成河道的拓寬，形成開闊的沖積平原。苗栗河谷平原可分為兩個部分，以新港為界，其上游側呈南北向，河床的顆粒亦較粗，主要由礫石所組成，下游側轉為東西向，河床的顆粒較細，主要組成粒徑為細砂夾泥，面積合計為 90 平方公里，上游其河谷最寬處達 4.5 公里，下游則僅 3 公里左右。

4、南勢溪河谷及通霄沿海沖積平原

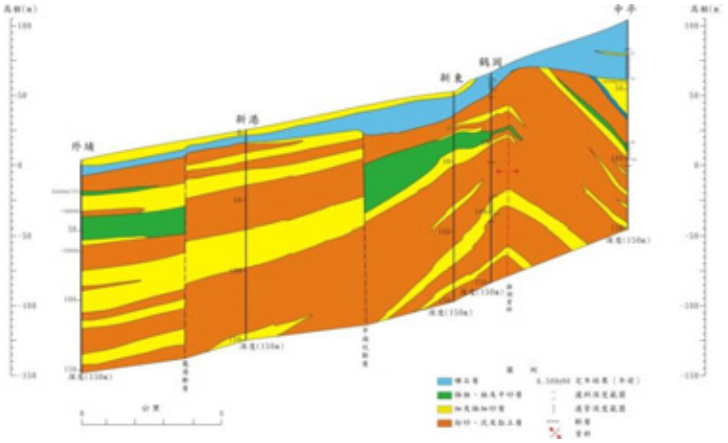
本地下水次分區包含之範圍包括南勢溪河谷及通霄沿海之沖積平原，面積相當小，僅約 10 平方公里，但是因為本地區並無農田水利會之灌溉系統,因此對地下水水資源之依賴度較高，故須獨立出來檢討。



附圖 3-3　新苗地區地下水區水文地質剖面位置



附圖 3-4　新苗地區地下水區頭前溪地質剖面圖



附圖 3-5　新苗地區地下水區後龍溪地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

新竹苗栗沿海地區地下水區流通係數於第一層含水層大致介於 $7.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $1.98\times10^{-1}m^2/min$ 之間(各子分區中位數分別為：新竹沖積平原 $7.60\times10^{-2}m^2/min$、苗栗河谷平原 $3.00\times10^{-2}m^2/min$、南勢溪河谷及通霄沿海沖積平原 $1.86\times10^{-2}m^2/min$；竹南沖積平原無相關資料)，而第二層含水層則大致介於 $7.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $1.98\times10^{-1}m^2/min$ 之間(各子分區中位數分別為：新竹沖積平原 $2.40\times10^{-2}m^2/min$、苗栗河谷平原 $1.81\times10^{-2}m^2/min$、南勢溪河谷及通霄沿海沖積平原 $2.30\times10^{-3}m^2/min$；竹南沖積平原無相關資料)，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於頭前溪一帶。含水層產水性能部分，第一層含水層出水量大致介於 0.199cmh 至 4.090cmh 之間(各子分區中位數分別為：新竹沖積平原 4.090cmh、苗栗河谷平原 0.199cmh、南勢溪河谷及通霄沿海沖積平原 0.875cmh；竹南沖積平原無相關資料)，第二含水層出水量則介於 0.041cmh 至 1.148cmh 之間(各子分區中位數分別為：苗栗河谷平原 1.148cmh、南勢溪河谷及通霄沿海沖積平原 0.041cmh；新竹沖積平原及竹南沖積平原無相關資料)，以頭前溪沿岸之出水能力較佳，整體而言，新竹苗栗沿海地區之出水能力均不甚佳(如附表 3-1 至附表 3-3 所示)。

附表 3-1 新竹苗栗沿海地區第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
新埔(1)	257461	2747083	5.83E-04	7.00E-04	4.09
啟明	219613	2717203	1.40E-03	1.62E-02	0.88
通霄(1)	216245	2709755	4.10E-02	2.10E-02	-
海寶(1)	231037	2728498	2.50E-03	3.00E-02	0.20
民富(1)	245018	2744619	1.80E-02	7.60E-02	-
南寮(1)	242969	2748091	1.10E-02	1.98E-01	-

附表 3-2 新竹苗栗沿海地區第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
城中	219141	2707533	3.00E-04	2.30E-03	0.04
海寶(2)	231037	2728498	2.00E-03	1.81E-02	1.15
南寮(2)	242969	2748091	1.00E-03	2.40E-02	-

附表 3-3 新竹苗栗沿海地區第三含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
新埔(3)	257461	2747083	5.83E-04	7.00E-04	4.09
通霄(2)	216245	2709755	4.10E-02	4.00E-03	-
海寶(4)	231037	2728498	1.20E-03	1.44E-02	2.02
民富(2)	245018.7	2744719	1.80E-02	8.20E-02	-

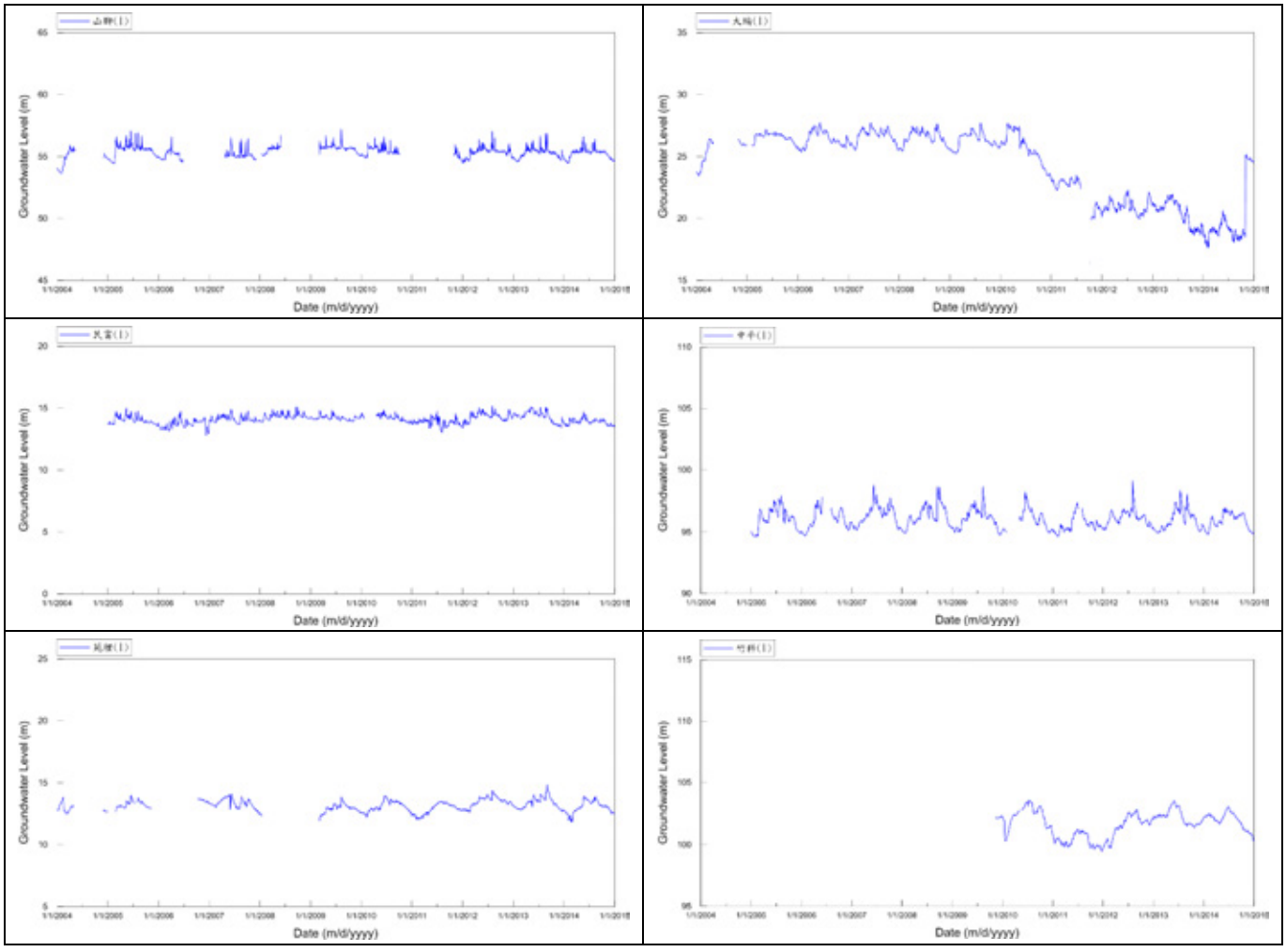
(三)地下水補注區位及補注量

新竹苗栗沿海地區地下水區之第一層含水層主要補注區由北往南分別位於頭前溪、中港溪及後龍溪沿岸，而第二層含水層之地下水補注源主要源自上游河川或山麓集水區，由於第二層含水層透水性差，補注不易。整體新竹苗栗沿海地區補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 1.8 億立方公尺，能邦公司於民國 89 年利用一維垂向水平衡法估算約為每年 4.35 億立方公尺。

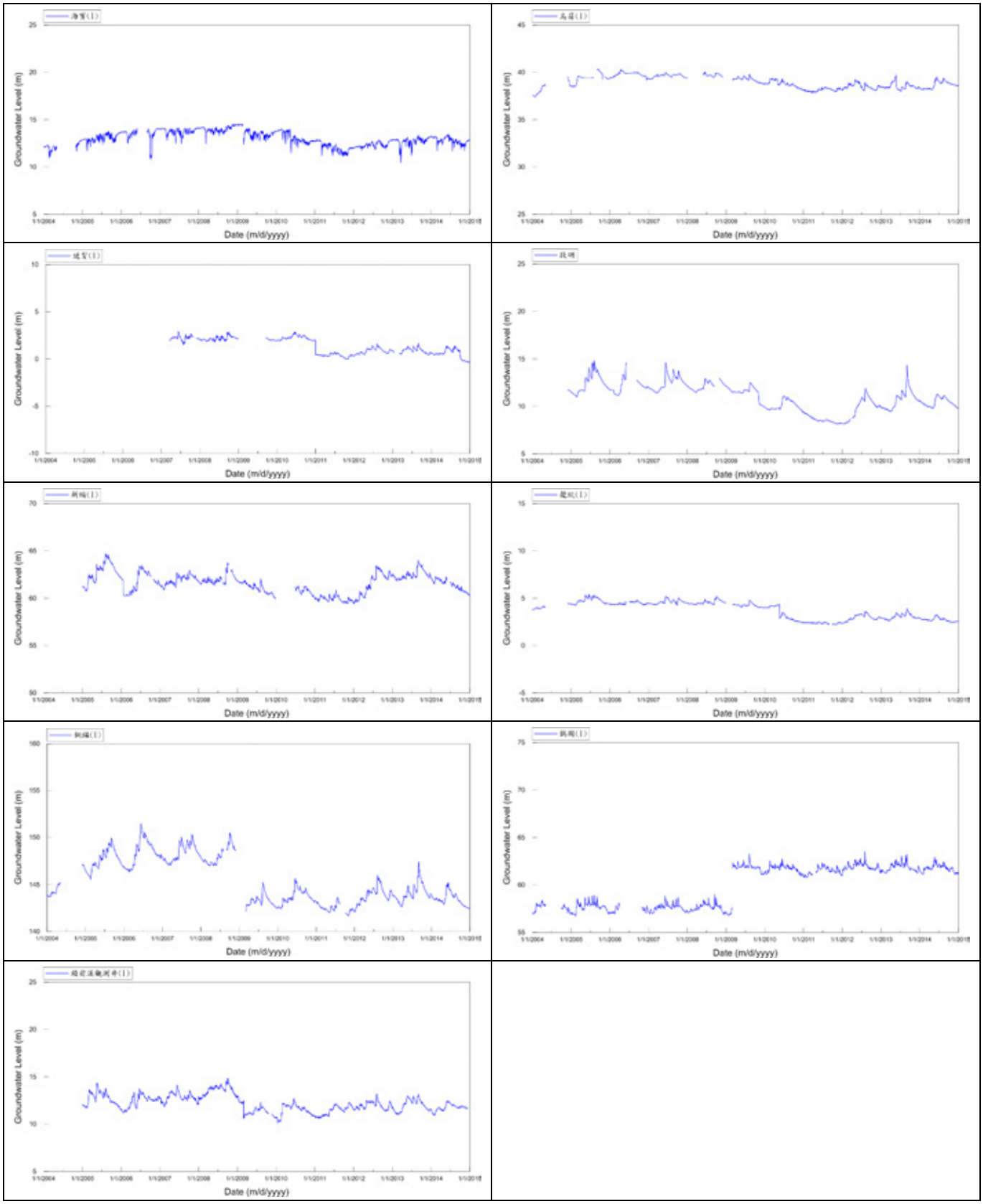
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，新竹苗栗沿海地區地下水水位多為持平或上升，但沿海地區如後龍、竹南及通霄一帶則有地下水水位下降趨勢(如附圖 3-6 至附圖 3-8 所示)，顯見該地區已出現地下水超抽現象。

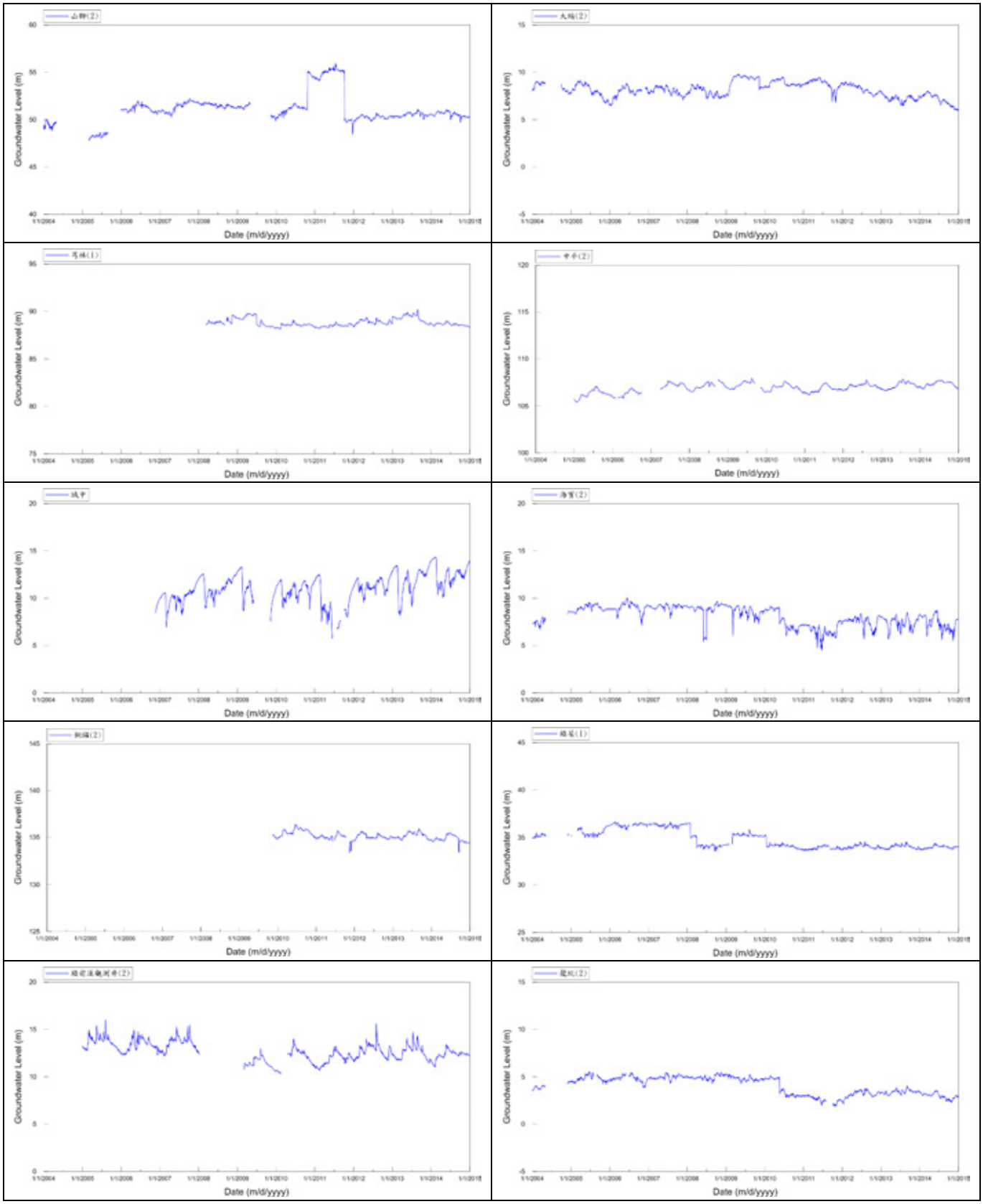
由新竹苗栗沿海地區地下水等水位線圖可發現，水位大致呈現東南往西北遞減情況，沿海地區地下水位仍高海平面以上(如附圖 3-9 至附圖 3-11 所示)。另由地下水等深度線圖可得知，於沿海區域深度約為 10 公尺左右，於新竹市北區、竹南及通霄與苑裡沿海一帶僅為 4 公尺至 6 公尺(如附圖 3-12 至附圖 3-14 所示)。



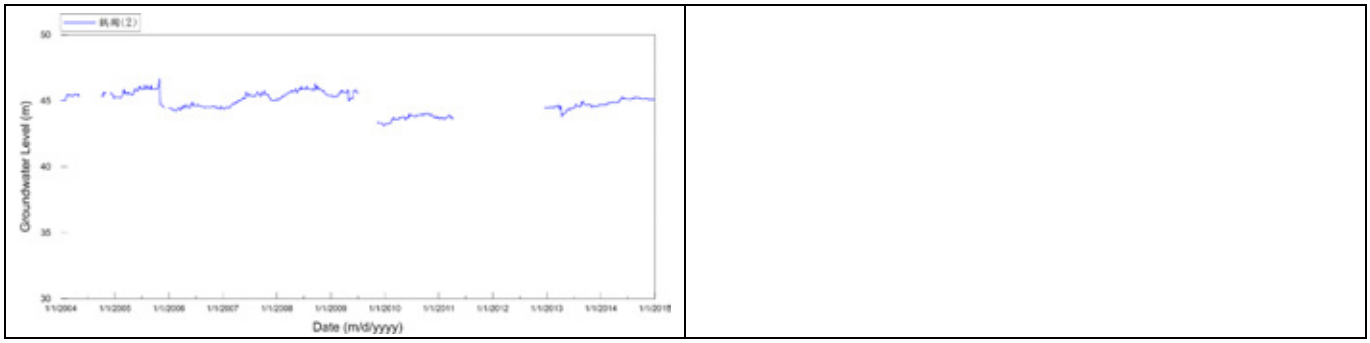
附圖 3-6　新竹苗栗沿海地區第一含水層地下水水位歷時圖



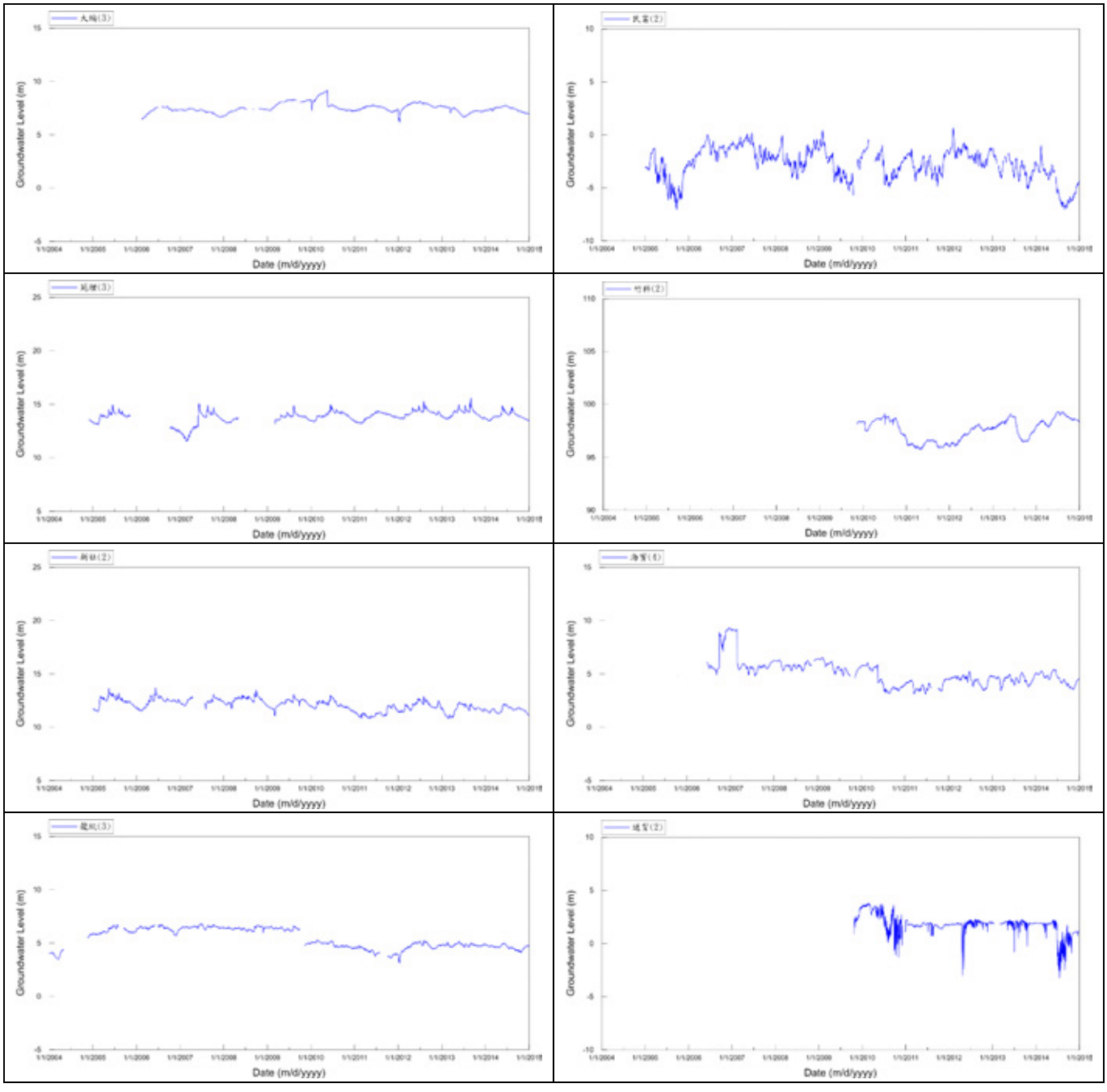
附圖 3-6　新竹苗栗沿海地區第一含水層地下水水位歷時圖(續)



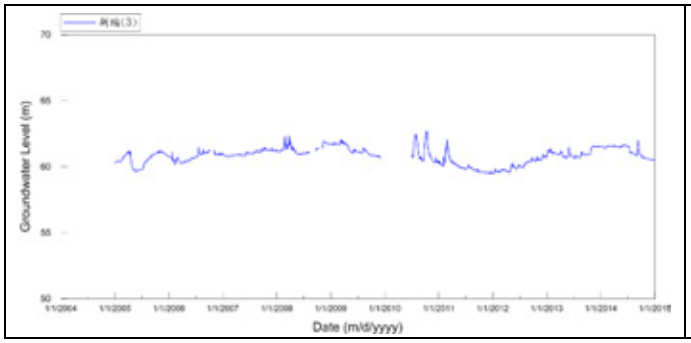
附圖 3-7　新竹苗栗沿海地區第二含水層地下水水位歷時圖



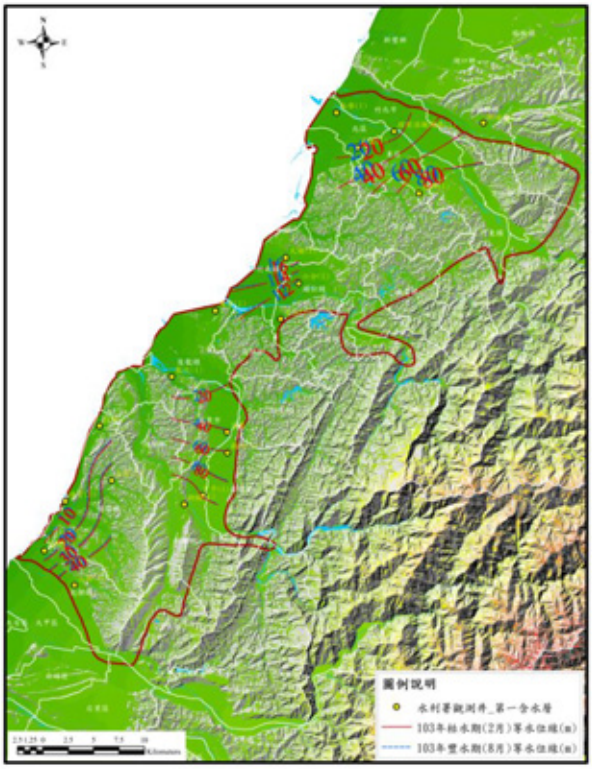
附圖 3-7　新竹苗栗沿海地區第二含水層地下水水位歷時圖(續)



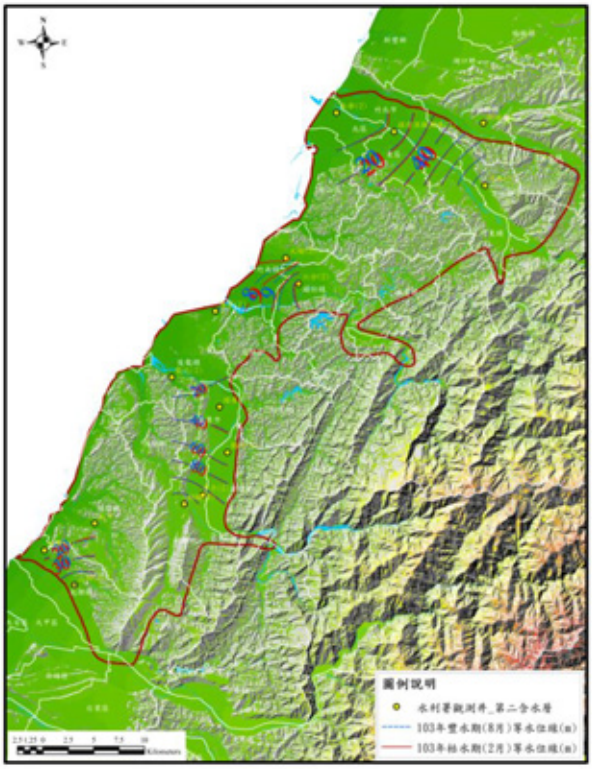
附圖 3-8　新竹苗栗沿海地區第三含水層地下水水位歷時圖



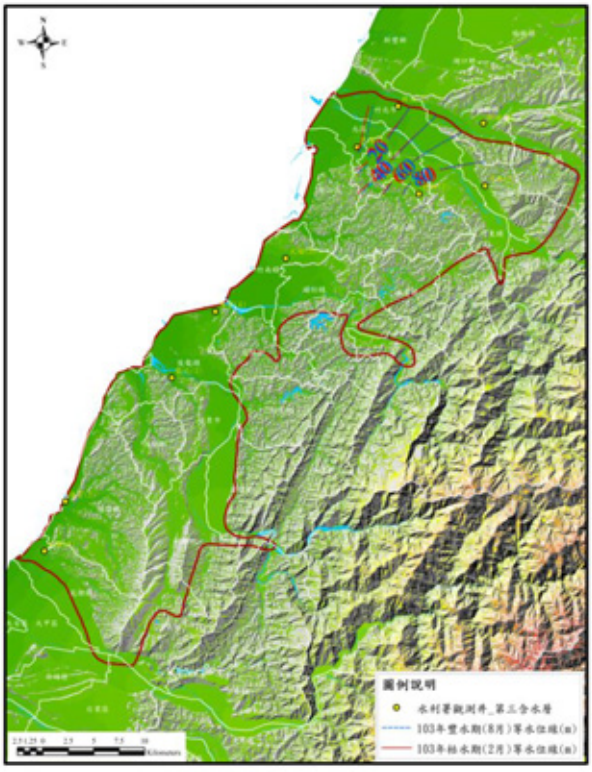
附圖 3-8　新竹苗栗沿海地區第三含水層地下水水位歷時圖(續)



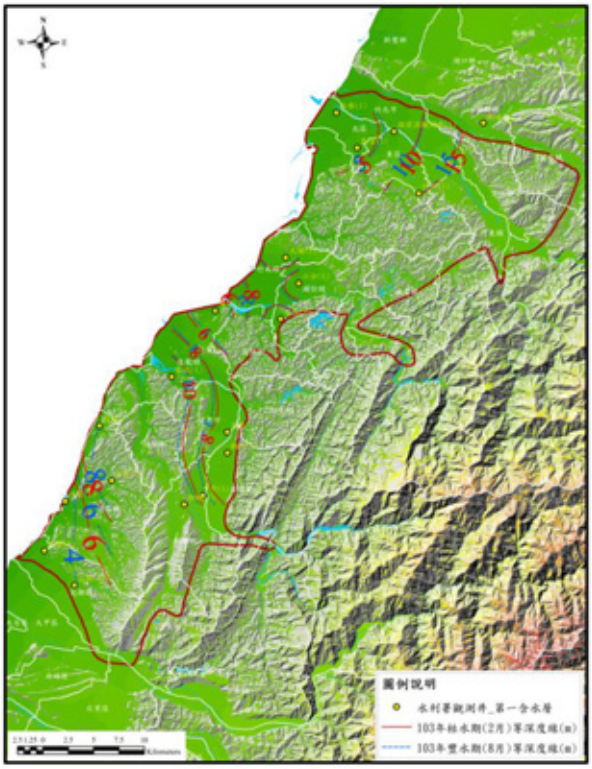
附圖 3-9　新竹苗栗沿海地區第一含水層豐枯水期等水位線



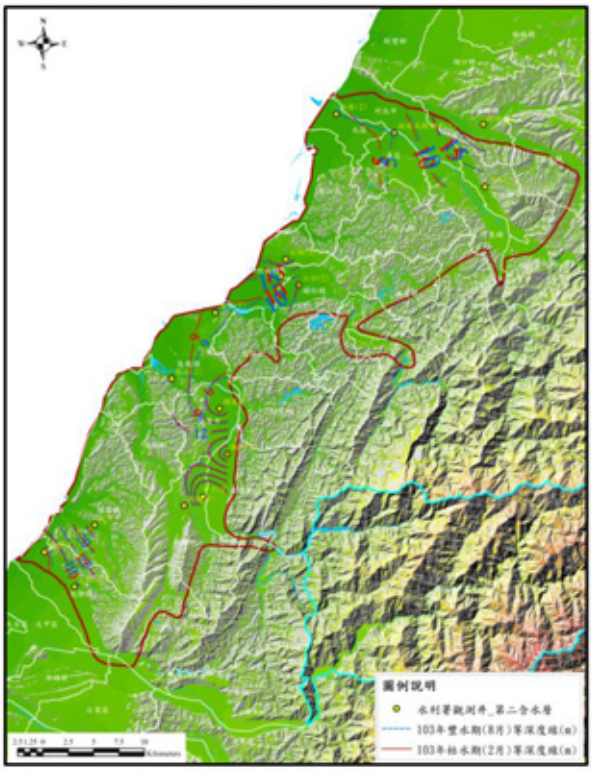
附圖 3-10　新竹苗栗沿海地區第二含水層豐枯水期等水位線



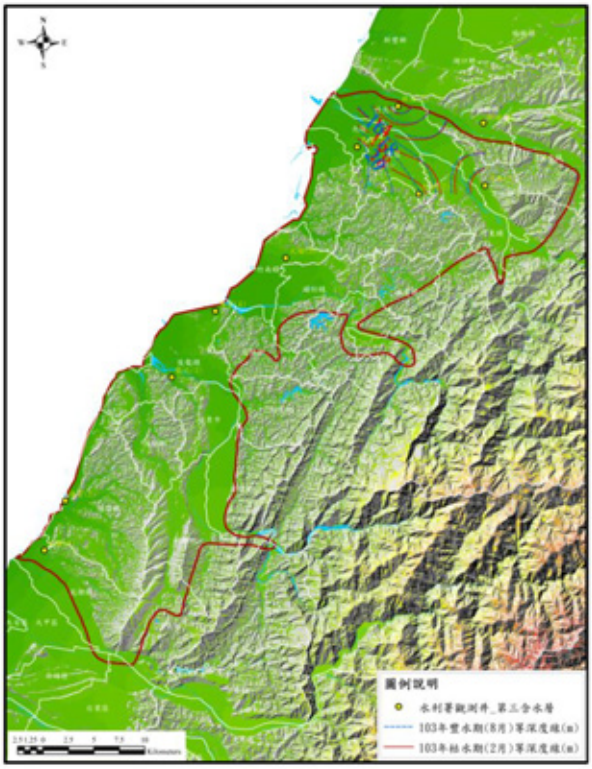
附圖 3-11　新竹苗栗沿海地區第三含水層豐枯水期等水位線



附圖 3-12　新苗地區第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 3-13　新苗地區第二含水層豐枯水期等深度線



附圖 3-14　新苗地區第三含水層豐枯水期等深度線

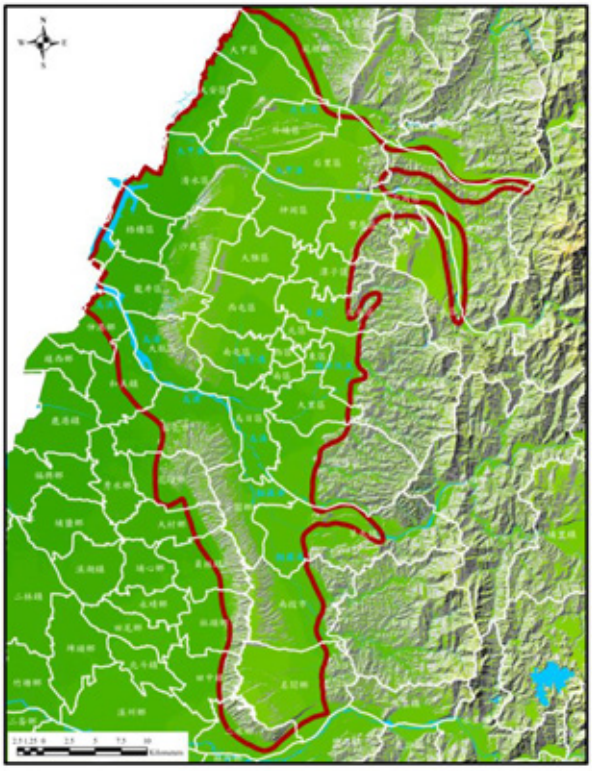
(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最新之新竹苗栗沿海地區地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於新竹苗栗沿海地區各監測井最新監測結果之部份測站有導電度、酸鹼值、氯鹽、硫酸鹽、總溶解固體物、氨氮、鐵、錳及鎳未符法規標準；而依經濟部水利署於新竹苗栗沿海地區各監測井最新監測結果，則有部份測站酸鹼值、氯鹽、硫酸鹽、氨氮、鎘、鐵及錳等未符法規標準。綜合環保署及水利署監測結果顯示，氨氮為新竹苗栗沿海地區主要不合乎法規標準之水質項目，而通霄精鹽廠之鎳以及銅鑼(2)之鎘超過灌溉用水標準，亦需加以改善及監測。

肆、臺中地區地下水區

一、前言

臺中地區地下水區主要涵蓋臺中市地區，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 4-1 所示。



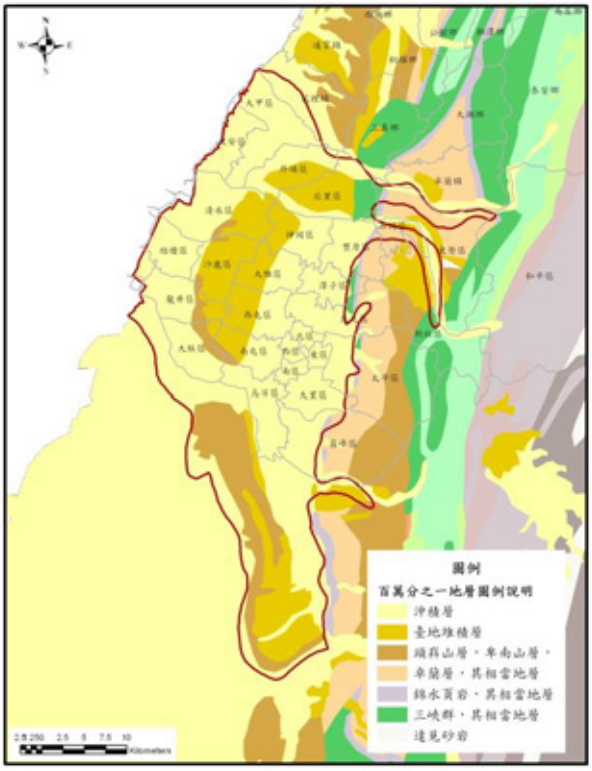
附圖 4-1　臺中地區地下水區範圍圖

二、區域地質與地形

臺中盆地為一細長之盆地，南北縱長約 40 公里，寬度於北端豐原附近約 9.5 公里，中央處於臺中市附近約 14 公里，後向其南端濁水溪北岸逐漸尖滅，盆地南端附近之名間成為 800 公尺以下之地峽。臺中盆地北側被大甲溪擴大洪水平原截斷，與大甲溪北岸后里臺地之屯子腳古沖積扇相對，盆地西側為大肚臺地與八卦臺地傾動地塊，傾動臺地面向東緩傾，沒入盆地中，而盆地南

端為名間地峽。盆地面向其缺口(大肚溪水系)微傾，西北端豐原一帶海拔約 260 公尺，南端名間附近則約 160 公尺左右。清水海岸平原分布於大甲溪沖積扇與大肚溪之間，東側有大肚丘陵西緣之切割斷層崖，崖高約 140 公尺以下，本平原之延長方向與大肚丘陵延長方向平行，東邊長約 16 公里，西側海岸線長約 11 公里，寬則約 4.5 公里。

臺中地區地下水區範圍內，主要地層係為沖積層為主，而於大肚臺地及八卦臺地則主要為臺地堆積層及頭嵙山層(如附圖 4-2 所示)。



附圖 4-2　臺中地區地質圖

三、地下水資源概述

(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，臺中地區區分為兩種不同沉積環境，其一為大肚山臺地和八卦山臺地以東之臺中盆地，另一為大肚山臺地以西之清水海岸平原，臺中盆地含水層以礫石層為主，可區分為 2 層含水層；清水海岸平原含水層大致可分為 4 個含水層及 3 個阻水層，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 4-3 至附圖 4-9 所示。依臺中地區地下水區範圍內不同之水文地質特性，大致可分為后里臺地、大甲溪-大安溪沖積平原、清水海岸平原、大肚-八卦臺地及臺中盆地等五區，以下就各區水文地質特性簡要說明如下：

1、后里臺地

本臺地北為大安溪，南為大甲溪，礫石層含黏土，透水性不佳，又係隆起沖積扇，故地下水位較深，土層概為多層薄含水層及較厚自由含水層，可深達 200 公尺。

2、大甲溪-大安溪沖積平原

本區為大安溪與大甲溪之沖積扇所構成，地層顆粒較粗大，均為砂石與礫石等，透水性良好，地下水補注水源有大甲溪、大安溪等，地下水豐富。土層為較厚之自由含水層，約 200 公尺左右之礫石層。

3、清水海岸平原

根據地調所之地質鑽探資料顯示，全區皆為現代沖積層所覆蓋，厚度超過 250 公尺，平均粒徑由北而南，由東而西逐漸變小。含水層厚度在平原北部及東部超過 100 公尺，至平原西南一帶，含水層厚度降至 50 公尺以下，且位置較深。

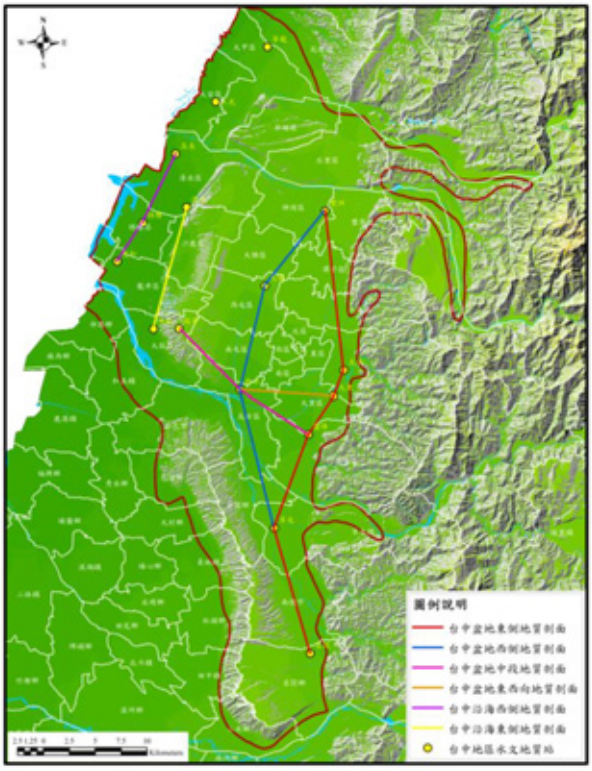
4、大肚-八卦臺地

根據地形與地層岩性分布推論，大肚臺地和八卦臺地之沉積物分屬南北兩個主要河系的沖積扇，兩臺地間烏溪

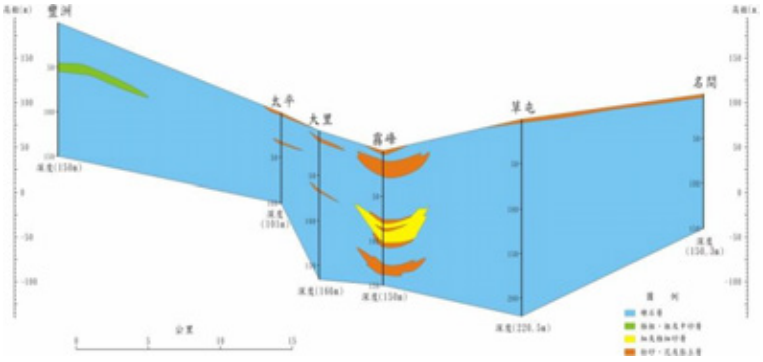
切穿處可能為兩沖積扇交界處，因礫石層較薄，含砂及泥岩比例較高，抗蝕性較弱而為烏溪切穿。大肚臺地北段與八卦臺地南段的頭嵙山層中礫岩層的厚度與粒徑皆較兩臺地相鄰處為高。

5、臺中盆地

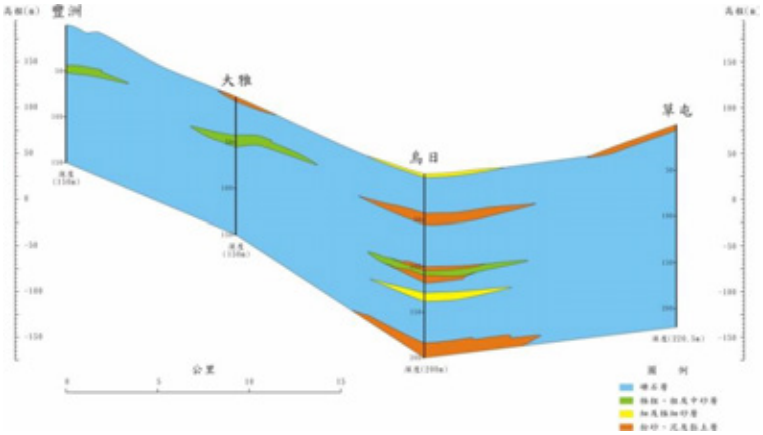
臺中盆地地理上之分布，大致由北邊臺中豐原往南至南投名間，地形上以中間之烏日-霧峰連線為低點。根據地調所與水利署各觀測井之資料顯示，在盆地北部及東部皆以沖積扇所沉積之厚層礫石為主，無較明顯的阻水層。在盆地中部西側之烏日地區，地層仍以厚層礫石為主，但仍夾有數層砂泥層，形成區域之阻水層。



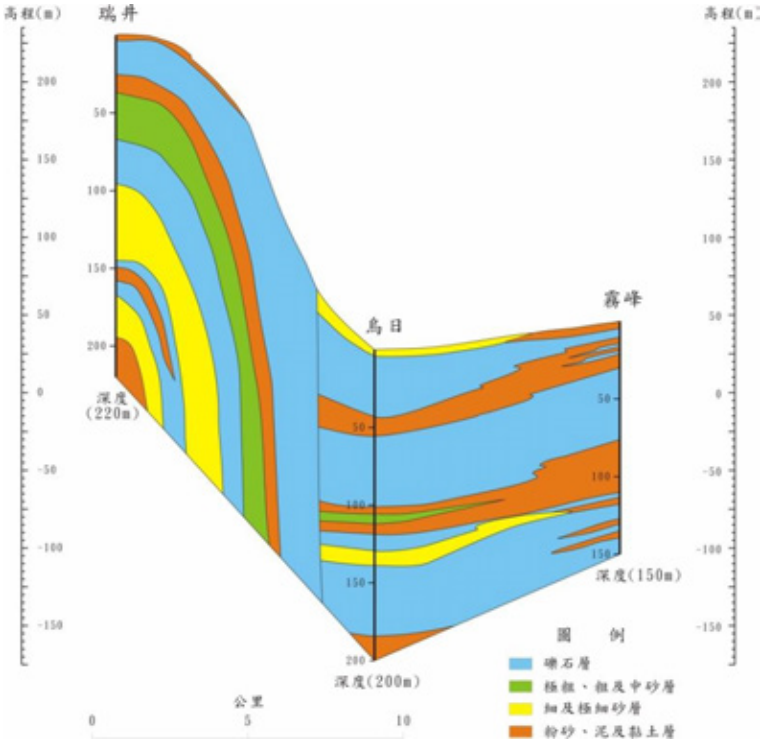
附圖 4-3　臺中地區水文地質剖面位置



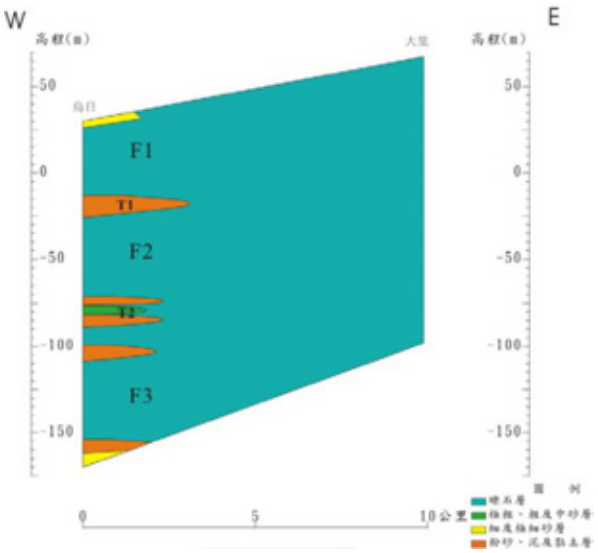
附圖 4-4　臺中地區地下水區臺中盆地東側地質剖面圖



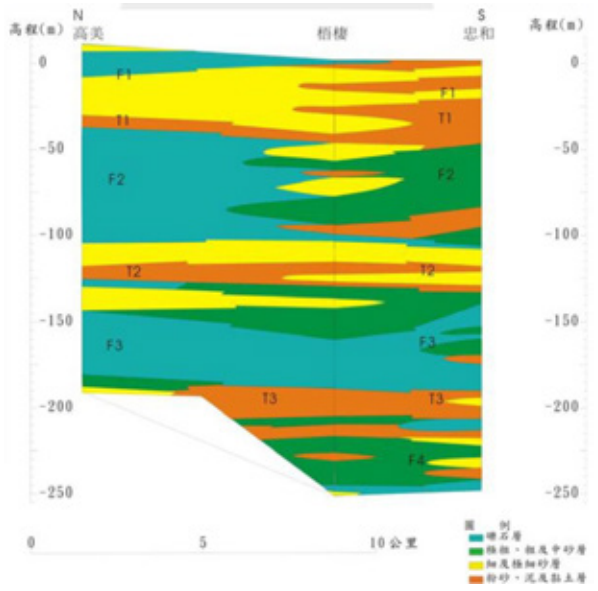
附圖 4-5　臺中地區地下水區臺中盆地西側地質剖面圖



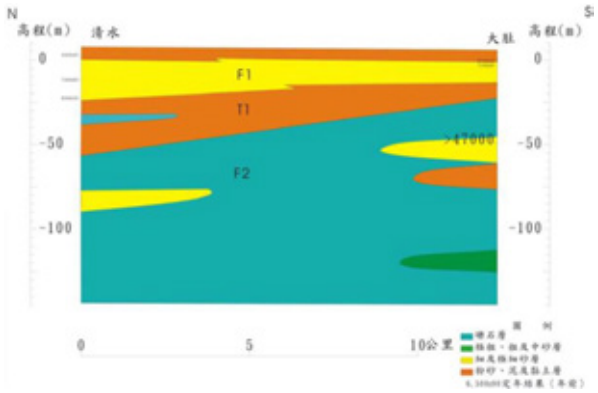
附圖 4-6　臺中地區地下水區臺中盆地中段地質剖面圖



附圖 4-7　臺中地區地下水區臺中盆地東西向地質剖面圖



附圖 4-8　臺中地區地下水區臺中沿海西側地質剖面圖



附圖 4-9　臺中地區地下水區臺中沿海東側地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

臺中地區地下水區流通係數於第一層含水層大致介於 $7.20\times10^{-2}m^2/min$ 至 $4.01m^2/min$ 之間(各子分區中位數分別為：海岸平原 $7.61\times10^{-1}m^2/min$ 及臺中盆地 $7.33\times10^{-1}m^2/min$)，第二含水層則大致介於 $2.00\times10^{-2}m^2/min$ 至 $1.02m^2/min$ 之間(各子分區中位數分別為：海岸平原 $1.34\times10^{-1}m^2/min$ 及臺中盆地 $7.76\times10^{-1}m^2/min$)，而第三第四含水層則無相關資料可供參考，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於臺中盆地東側大里一帶。含水層產水性能部分，第一層含水層出水量大致介於 1.960cmh 至 14.020cmh 之間(各子分區中位數分別為：海岸平原 6.305cmh 及臺中盆地 3.940cmh)，第二層含水層出水量則介於 1.640cmh 至 11.570cmh 之間(各子分區中位數分別為：海岸平原 4.910cmh 及臺中盆地 6.360cmh)，以臺中盆地之出水能力較佳，整體而言，臺中地區之出水能力甚佳(如附表 4-1 及附表 4-2 所示)。

附表 4-1　臺中地區第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
華龍(1)	213625	2700250	8.50E-02	1.36E+00	14.02
大秀(1)	205245	2685940	1.35E-02	1.62E-01	2.03
潭子	219106	2678852	6.00E-02	7.21E-01	1.96
三光(1)	208625	2694937	9.81E-02	1.57E+00	10.17
烏日(1)	210980	2667122	6.21E-02	7.45E-01	-
永順(1)	203447	2672732	6.00E-03	7.20E-02	2.44
大里(1)	220025	2666526	2.50E-01	4.01E+00	-
中山(1)	217064	2671395	5.00E-02	6.00E-01	3.31
啟聰(1)	210102	2673131	5.90E-02	5.37E-01	4.57
四張犁(1)	216303	2676875	6.38E-02	7.65E-01	12.59

附表 4-2　臺中地區第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
華龍(2)	213625	2700250	1.30E-03	2.00E-02	1.64
大秀(2)	205245	2685940	2.68E-02	3.21E-01	5.65
梧棲(梧棲國小)	202402	2683024	5.42E-02	8.67E-01	11.57
烏日(2)	210979	2667122	2.30E-02	3.68E-01	-
永順(2)	203447	2672732	1.12E-02	1.34E-01	4.91
大里(2)	220025	2666526	5.51E-02	8.82E-01	-
中山(2)	217063	2671395	5.70E-02	6.85E-01	6.76
啟聰(2)	210102	2673131	2.50E-02	3.01E-01	2.70
四張犁(2)	216304	2676875	5.64E-02	1.02E+00	5.96

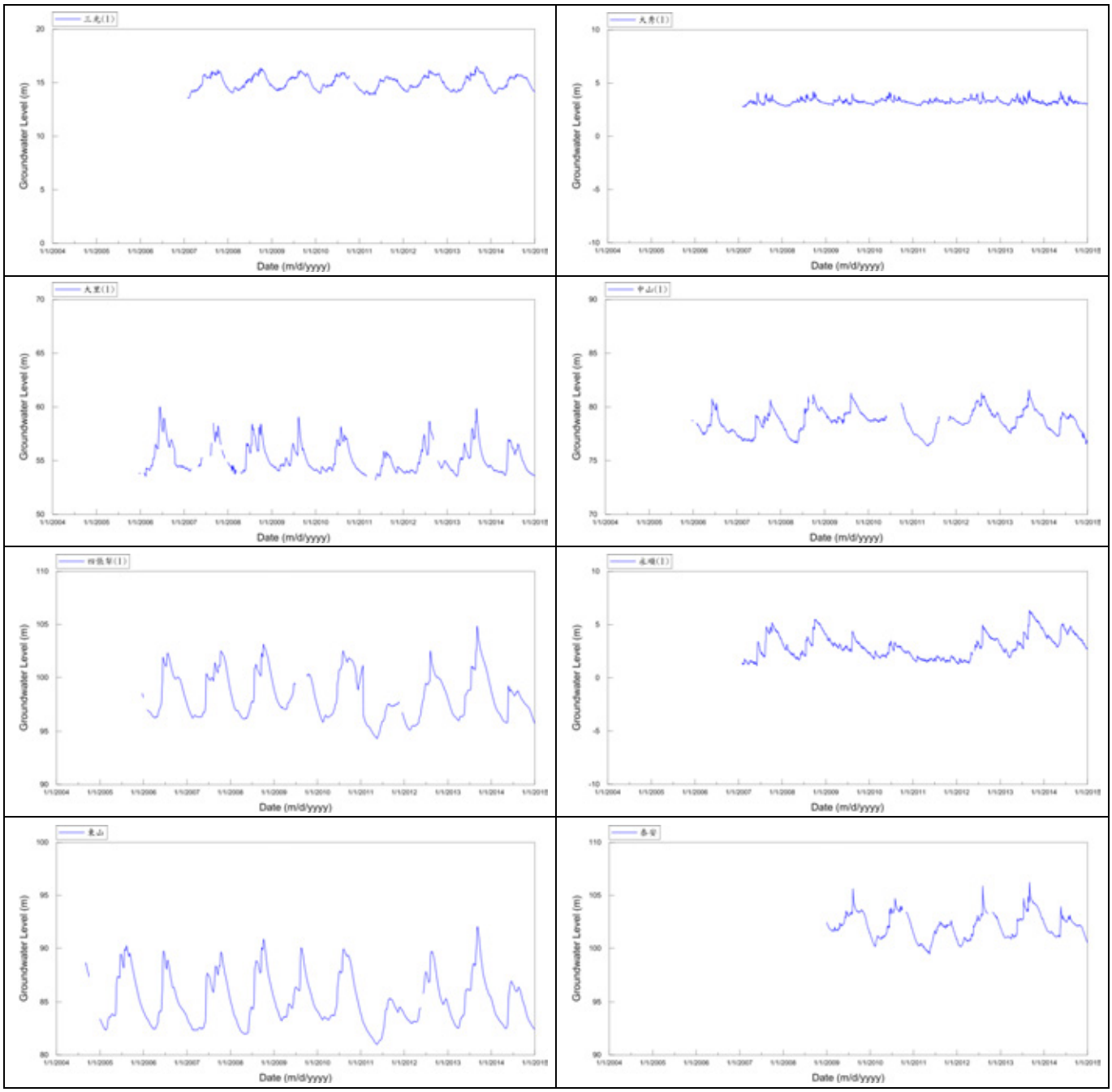
(三)地下水補注區位及補注量

臺中地區地下水區之主要補注區北側位於大甲溪一帶，南側則位於烏溪一帶，由大甲溪及烏溪地面水經由河床補注，而次要補注區則為整個地下水區地面降雨入滲補注。整體臺中地區補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 3.79 億立方公尺，能邦公司民國 89 年利用一維垂向水平衡法估算約為每年 5.55 億立方公尺。中興工程顧問公司於民國 96 年利用基流分析、達西定律推算及數值模擬等方法估算，研判臺中盆地地下水補注量每年可達 6 億立方公尺以上，另於民國 100 年針對臺中盆地利用數值模式進行水平衡分析估算其補注量為每年 4 億立方公尺。成功大學於民國 103 年利用基流及穩定基流分析推估民國 100 年至 102 年台中地區地下水補注量平均值約為 6.03 億立方公尺。

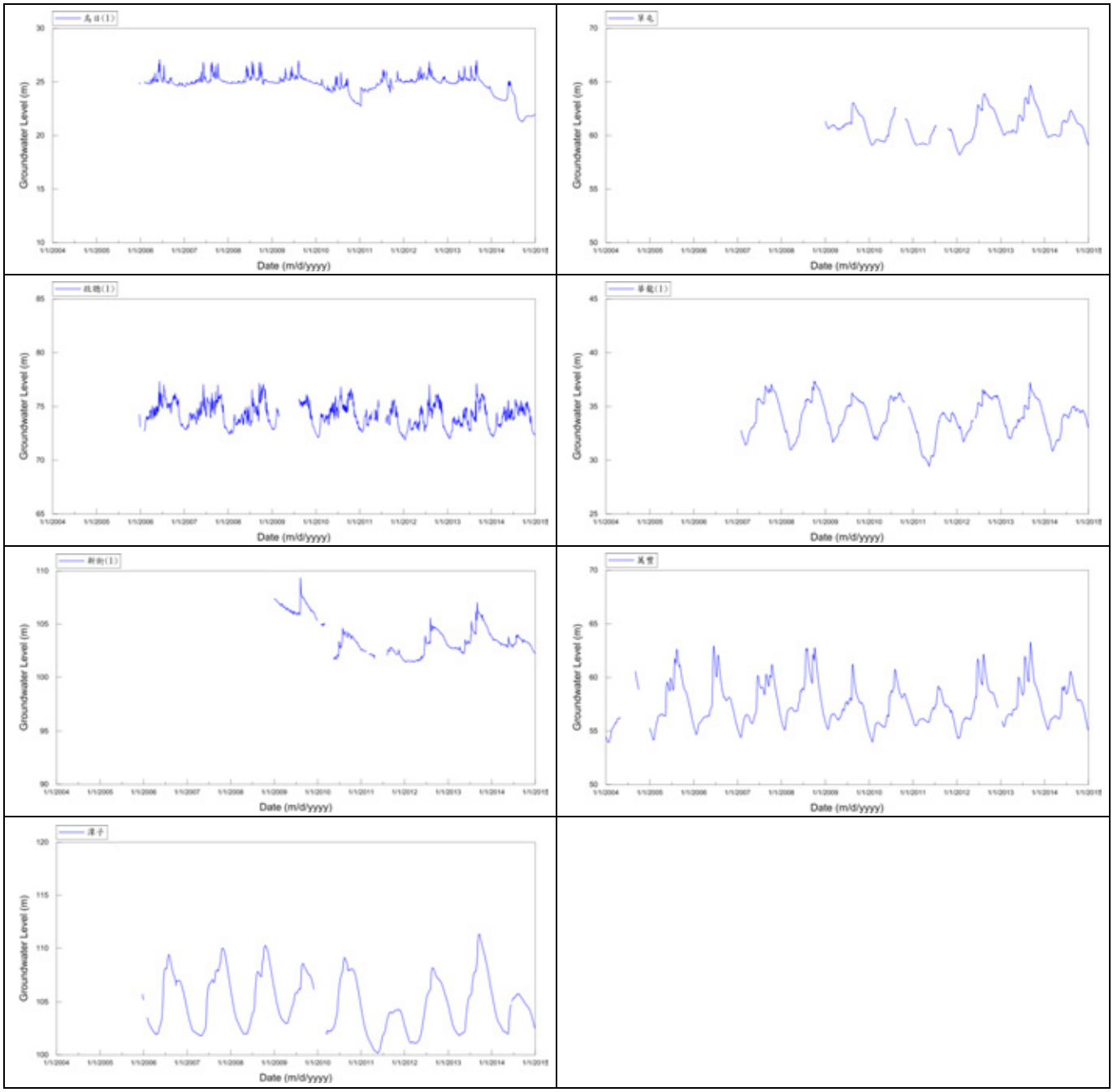
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，臺中地區地下水水位多為持平或上升(如附圖 4-10 及附圖 4-11 所示)，代表臺中地區地下水區地下水抽用行為未出現超抽現象，地下水資源甚為豐沛。

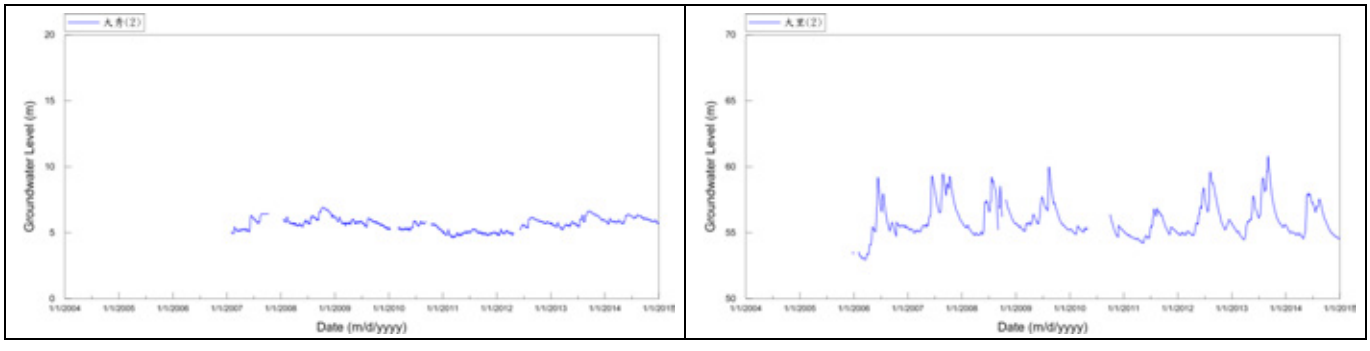
由臺中地區地下水等水位線圖可發現，水位大致隨烏溪遞減情況，烏日地區水位大約為 40 公尺，沿海地區因觀測井數量較少，尚無法了解水位變化情形(如附圖 4-12 及附圖 4-13 所示)。另由地下水等深度線圖可得知。臺中地區於南屯一帶地下水水位距地面僅約 5 公尺，而於潭子一帶水位深度可達地面下 50 公尺以上(如附圖 4-14 及附圖 4-15 所示)。



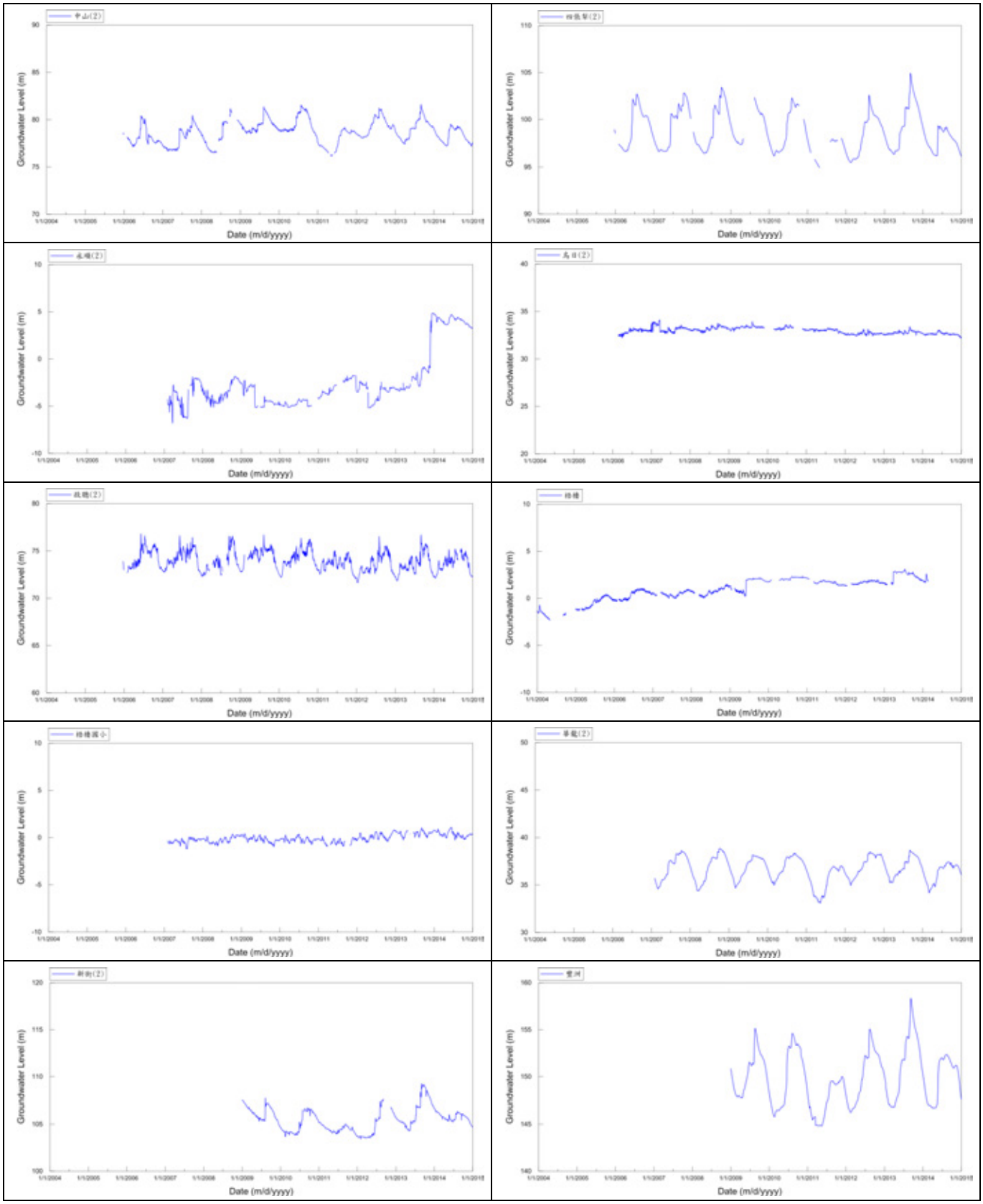
附圖 4-10　臺中地區第一含水層地下水水位歷時圖



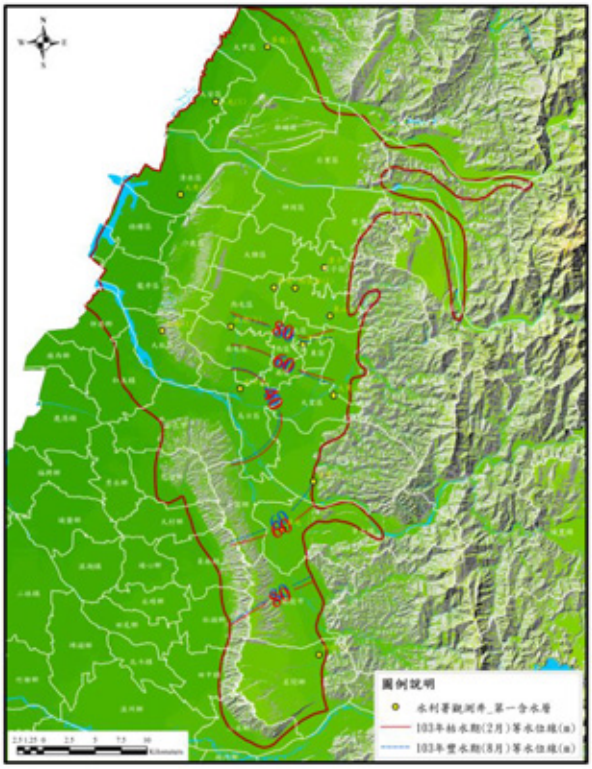
附圖 4-10　臺中地區第一含水層地下水水位歷時圖(續)



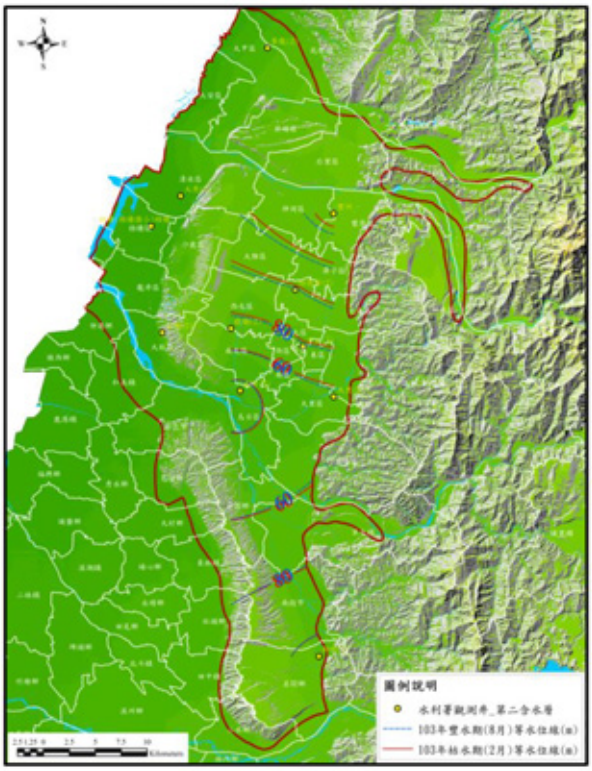
附圖 4-11　臺中地區第二含水層地下水水位歷時圖



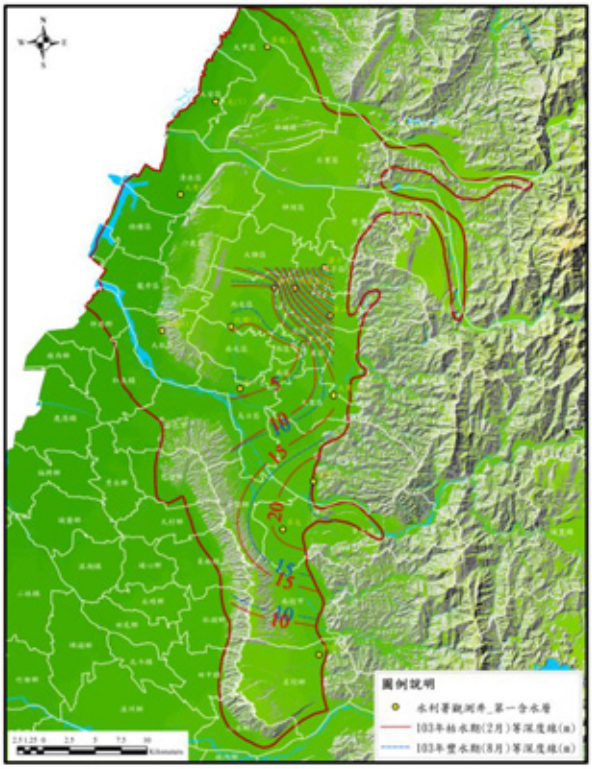
附圖 4-11　臺中地區第二含水層地下水水位歷時圖(續)



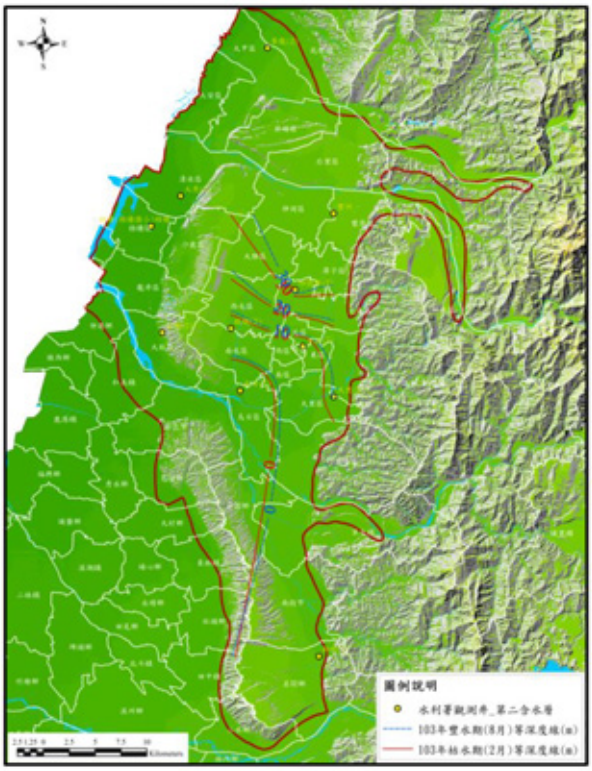
附圖 4-12　臺中地區第一含水層豐枯水期等水位線



附圖 4-13　臺中地區第二含水層豐枯水期等水位線



附圖 4-14　臺中地區第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 4-15　臺中地區第二含水層豐枯水期等深度線

(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最新之台中地區地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於台中地區各監測井最新監測結果有部份測站之導電度、酸鹼值、氨氮、總有機碳、砷、鐵及錳等未符法規標準；經濟部水利署於台中地區各監測井最新監測結果則有部份測站導電度、酸鹼值、氨氮、砷、鎘、鐵及錳等項目未符法規標準；綜合環保署及經濟部水利署監測結果顯示，台中地區水質大致良好，而明潭國中及埔里(2)之砷以及霧峰(2)、潭子、大里(1)、中山(2)、啟聰(1)及四張犁(1)之鎘超過灌溉用水標準，亦需加以改善及監測。

伍、濁水溪沖積扇地下水區

一、前言

濁水溪沖積扇地下水區主要涵蓋彰化縣及雲林縣，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 5-1 所示。



附圖 5-1　濁水溪沖積扇地下水區範圍圖

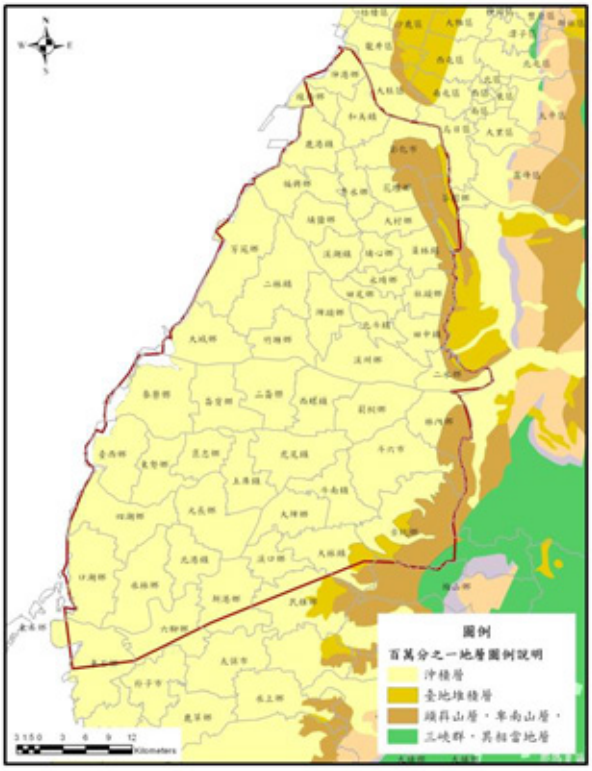
二、區域地質與地形

濁水溪流域地形大致自東向西漸次由高山山脈、丘陵、台地、以至於沖積扇平原。主要地層均呈南北狹長而略向西之弧形帶狀分布，中下游丘陵及平地區域在地面為現代沖積層，次為台地礫石層，下為頭嵙山礫石層三者之總厚度在數百公尺以上；以上各岩層均由未固結之粘土、細石、砂、礫等所組成；砂及礫層孔隙發達，含水性能甚佳，構成主要含水層。更深則為上新世或更老

之地層，主要由較緻密之砂頁岩所組成，透水及含水性不佳。上游山脈大部分屬第三紀亞變質岩系板岩極發達，含有許多複雜之褶曲與斷層，故山崩眾多，且風化侵蝕甚顯著，以致溪流終年混濁，板岩、變質砂岩、石英之碎屑等在上游侵蝕並經搬運而在平原地區堆積，形成本沖積扇。

濁水溪於其河口形成規模龐大之沖積扇，以鼻子頭隘路為扇頂，扇頂高度約 100 公尺，扇尾達海岸，其半圓徑約 40 公里。扇尾處 12 公里處似為隆起海岸平原面，係彰化隆起海岸平原之南方延長，此面連續至沖積扇之下，被沖積扇所覆蓋，其後因河流呈放射狀流路，堆積新洪水平原，形成本沖積扇之延長部分。

濁水溪沖積扇地下水分布範圍內之主要地層為沖積層，僅於八卦臺地及斗六丘陵分布有頭嵙山層及些許臺地堆積層(如附圖 5-2 所示)。



附圖 5-2　濁水溪沖積扇地質圖

三、地下水資源概述

(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，濁水溪沖積扇於地面 300 公尺深度內之水文地質架構是由四層含水層間夾三層阻水層所組成，而阻水層向東尖滅，扇頂附近的各地下含水層則互相連通，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 5-3 至附圖 5-5 所示。本區地下水由東側臺地、丘陵及河床區向西側沿海區滲流。烏溪、八卦山臺地、濁水溪及斗六丘陵均為地下水流源頭，濁水溪扇頂地區堆積大量礫石層，在地形較高處形成上下連通之巨厚礫石層，其於地面出露區域即為主要之地下水補注區。扇頂以外之區域，在海進海退事件中，地層的岩性出現明顯的變化，其礫石層往扇央及扇尾厚度逐漸變薄，粒徑也逐漸變細，依照此種自然漸變的趨勢，地調所推測含水層延伸至臺灣海峽中，各層最終都分別尖滅於增厚之阻水層中，亦即各地下含水層在下游端應該近似封閉，並未於海床出露。

濁水溪沖積扇區含水層及阻水層之岩性變化與分布分述如次：

1、含水層一(F1)

含水層一位在濁水溪沖積扇地區水文地質系統之最表層，分布範圍涵蓋全區，從地面起至最深約 103 公尺，厚度從 19 公尺至 103 公尺不等，平均厚度 42 公尺。本層於沖積扇頂附近以礫石層和粗砂層為主，厚度較大;至扇央及扇尾其岩性漸次相變為細砂層和泥層，含水層一的表面及內部常有延展良好之厚泥層分布，造成地下水層局部受壓(Confined)或分段之現象。

2、含水層二(F2)

含水層二分布範圍涵蓋全區，深度介於地面下 35 公尺至 217 公尺之問，厚度從 76 公尺至 145 公尺不等，平均厚度約 95 公尺，為濁水溪沖積扇各含水層中厚度最大者。本層在沖積扇頂附近以礫石和粗砂層為主，與含水層一之間並無明顯之阻水層分隔。在扇央及扇尾本層材料的粒徑變細，惟仍有粗砂或礫石層存在，顯示廣泛分布的含水層二在本區蓄水及供水上之重要性。部分地區的含水層二中間夾有二至三層延展範圍大之泥層，此等泥層對含水層有局部分割的作用。

3、含水層三(F3)

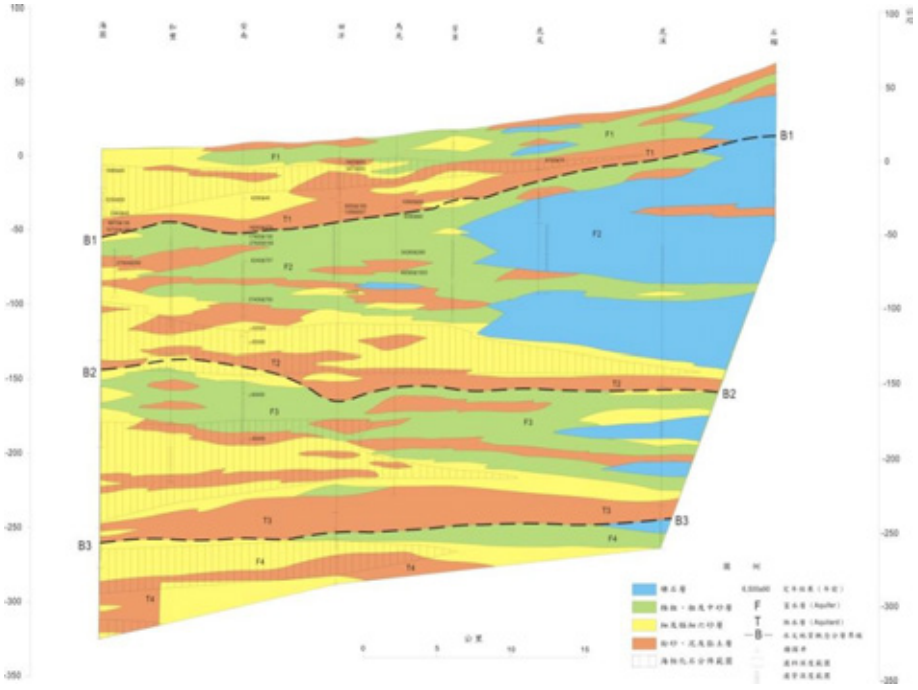
受鑽探深度的限制，只在水文地質剖面一、二、六、八及十的局部地點適合繪製含水層三及更深之各個層次。含水層三分布範圍亦涵蓋全區，規模略小於含水層二，深度在 140 公尺至 275 公尺之間，厚度介於 42 公尺至 122 公尺之間，全區平均厚約 86 公尺。

4、含水層四(F4)

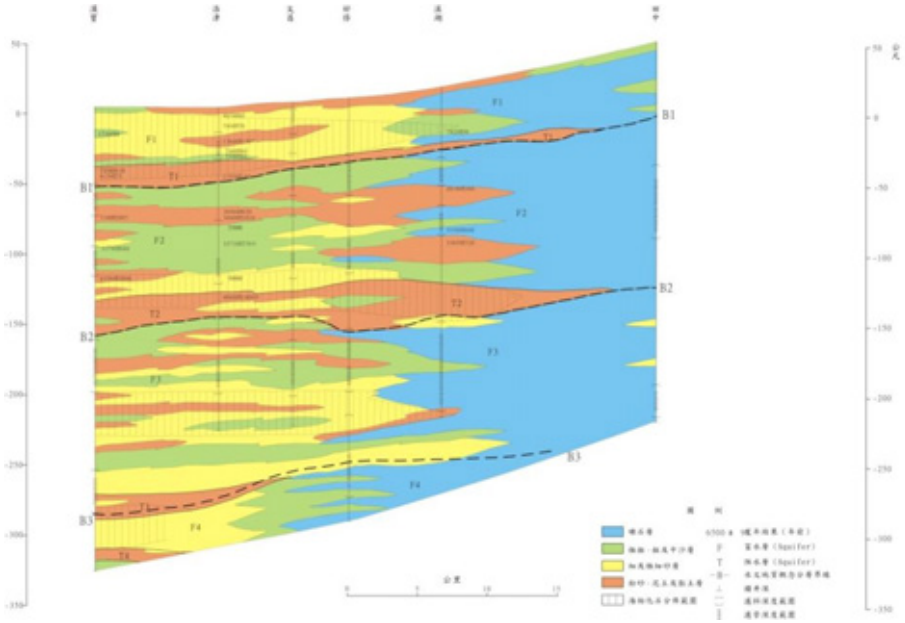
含水層四平均深度大於 271 公尺，全區只有 14 口井超過此一深度，以此少量資料難以對全區的含水層四做明確之描述，基本上在扇頂附近仍以礫石層及粗砂層為主，往扇央及扇尾則相變至以細砂為主。其分布深度約介於 238 公尺至 313 公尺間，厚度介於 6 公尺至 51 公尺間，平均厚約 24 公尺，是各含水層中厚度最小者。



附圖 5-3　濁水溪沖積扇水文地質剖面位置



附圖 5-4　濁水溪沖積扇地下水區海園至石榴地質剖面圖



附圖 5-5　濁水溪沖積扇地下水區漢寶至田中地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

濁水溪沖積扇地下水區流通係數於第一層含水層大致介於 $4.50\times10^{-3}m^2/min$ 至 $4.19m^2/min$ 之間(中位數 $3.74\times10^{-1}m^2/min$)，第二含水層則大致介於 $2.00\times10^{-2}m^2/min$ 至 $3.44m^2/min$ 之間(中位數 $4.45\times10^{-1}m^2/min$)，第三層含水層大致介於 $5.22\times10^{-2}m^2/min$ 至 $1.26m^2/min$ 之間(中位數 $3.34\times10^{-1}m^2/min$)，第四含水層則大致介於 $7.8\times10^{-3}m^2/min$ 至 $1.17m^2/min$ 之間(中位數 $1.37\times10^{-1}m^2/min$)，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於濁水溪沖積扇扇頂區。含水層產水性能部分，第一層含水層出水量大致介於 0.344cmh 至 799.000cmh 之間(中位數 9.635cmh)，第二層含水層出水量則介於 0.047cmh 至 88.700cmh 之間(中位數 14.860cmh)，第三層含水層出水量大致介於 1.009cmh 至 31.700cmh 之間(中位數 8.600cmh)，第四層含水層出水量介於 0.016cmh 至 16.426cmh 之間(中位數 5.730cmh)，以扇頂區之出水能力較佳；整體而言，濁水溪沖積扇扇頂出水能力甚佳，而往扇尾漸減(如附表 5-1 至附表 5-4 所示)。

附表 5-1　濁水溪沖積扇第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
洛津(1)	191220	2661365	2.40E-03	3.56E-02	1.36
線西(1)	195062	2669966	1.28E-02	2.56E-01	7.87
青山(1)	209364	2648960	2.54E-02	3.05E-01	3.90
社頭(1)	207804	2644287	9.25E-03	1.11E-01	1.72
二水	210242	2634428	5.98E-02	4.19E+00	208.32
合興(1)	194000	2643600	1.06E-01	1.58E+00	57.25
西港(1)	176799	2639978	3.13E-02	2.82E-01	9.63
竹塘(1)	190948	2639823	8.66E-02	1.93E+00	799.00
溪州(1)	199206	2639069	3.99E-02	8.37E-01	35.10
觸口(1)	212782	2629816	1.00E-03	9.52E-02	3.80
石榴(1)	206944	2624360	1.60E-03	1.13E-02	0.48
溫厝(1)	199400	2617408	5.40E-03	1.09E-01	6.20
光復(1)	189077	2626516	1.40E-01	1.68E+00	15.34
西螺(1)	194891	2632723	3.17E-02	1.03E+00	36.00
九隆(1)	191168	2627781	4.04E-02	6.46E-01	24.10
宏崙(1)	182680	2620675	2.98E-02	4.17E-01	9.70
崁腳(1)	202021	2612378	2.20E-03	6.46E-02	2.70
古坑(1)	204980	2615932	3.30E-03	1.83E-01	5.90
六合(1)	204584	2629706	6.49E-02	2.78E+00	72.80
烏塗(2)	208141	2629528	3.32E-02	2.32E+00	113.50
豐榮(1)	178954	2632222	2.05E-02	6.25E-01	22.30
田洋(1)	178717	2624989	3.14E-02	9.10E-01	37.70
海園(1)	165467	2624551	8.10E-03	1.54E-01	3.91
明德(1)	167485	2617020	4.40E-03	9.62E-02	3.35
宜梧(1)	166296	2604660	1.34E-02	3.74E-01	8.97
三和(1)	196915	2611594	1.16E-01	4.38E-01	16.80
東榮(1)	191545	2606340	3.00E-04	4.50E-03	0.34
安和(1)	178980	2601660	4.50E-03	6.72E-02	2.82
柑園(1)	201662	2635696	7.27E-02	1.86E+00	99.70

附表 5-2　濁水溪沖積扇第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
東芳(1)	199950	2662265	1.63E-02	6.50E-01	22.61
線西(2)	195062	2669966	3.95E-02	3.95E-01	-
線西(3)	195062	2669966	3.90E-02	5.08E-01	15.20
花壇(2)	202725	2658257	2.20E-03	3.75E-02	2.40
花壇(3)	202725	2658257	3.25E-02	6.49E-01	22.40
員林(1)	205885	2649930	1.58E-02	3.17E-01	12.50
員林(2)	205885	2649930	1.65E-02	5.93E-01	18.50
員林(3)	205885	2649930	8.70E-03	9.56E-02	3.80
好修(1)	194052	2656100	4.43E-02	8.42E-01	30.80
好修(2)	194052	2656100	3.55E-02	7.81E-01	24.00
崙雅(1)	207760	2642822	1.78E-01	2.14E+00	1.67
趙甲(1)	188350.1	2648276	4.65E-02	6.75E-01	25.60
趙甲(2)	187624	2648441	3.05E-02	8.54E-01	31.30
漢寶(1)	183282	2656147	5.20E-03	4.70E-02	0.05
漢寶(2)	183282	2656147	2.10E-02	4.21E-01	18.40
潭墘(1)	183518	2637027	7.90E-03	3.83E-01	23.30
潭墘(2)	183518	2637027	3.37E-02	1.45E+00	51.20
西港(2)	177619	2639736	4.57E-02	8.23E-01	28.66
竹塘(2)	190948	2639823	2.97E-02	1.50E+00	44.60
溪州(2)	199206	2639069	2.45E-01	2.94E+00	2.94
溪州(3)	199206	2639069	2.67E-02	1.60E+00	55.80
僑義	196979	2637768	1.04E-01	1.25E+00	19.26
觸口(2)	212782	2629816	4.00E-04	2.00E-02	0.80
虎溪(2)	199331	2624542	1.32E-02	1.32E+00	26.52
石榴(2)	207791	2624124	3.70E-03	3.58E-01	16.40
溫厝(2)	199400	2617408	2.10E-03	4.92E-02	2.10
虎尾(2)	191285	2623689	3.29E-02	1.09E+00	34.90
芳草(2)	185350	2624184	2.12E-02	1.55E+00	44.70
西螺(2)	194891	2632723	4.43E-02	2.59E+00	77.00
九隆(2)	191168	2627781	4.58E-02	1.01E+00	34.50
秀潭	183653	2617392	4.30E-01	3.44E+00	14.52
崁腳(2)	202021	2612378	1.11E-02	2.73E-01	9.90
嘉興(2)	194864	2616165	1.30E-03	4.00E-02	6.50
舊庄(2)	188020	2614870	5.30E-03	5.78E-02	2.24
舊庄(3)	188020	2614870	1.05E-02	1.36E-01	5.36
六合(2)	204584	2629706	2.55E-02	2.72E+00	23.50
港後(1)	187220	2632820	2.74E-02	3.29E-01	12.70
港後(2)	187220	2632820	2.58E-02	1.08E+00	38.40

附表 5-2　濁水溪沖積扇第二含水層水文地質參數(續)

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
永定	190854	2632736	8.18E-02	9.81E-01	15.58
二崙	189465	2630072	4.44E-03	8.00E-02	2.82
豐榮(2)	178954	2632222	3.68E-02	8.46E-01	23.60
豐榮(3)	178954	2632222	1.22E-02	2.19E-01	9.00
興化(2)	176695	2628849	1.30E-02	2.70E-01	10.40
海豐(1)	170273	2629402	1.44E-02	3.09E-01	11.70
田洋(2)	178717	2624989	1.78E-02	8.89E-01	31.70
海園(2)	165467	2624551	1.49E-02	4.63E-01	12.70
崙子(1)	184155	2611719	6.60E-03	1.45E-01	9.30
崙子(2)	184155	2611719	1.48E-02	4.45E-01	17.10
元長(1)	179496	2616801	2.88E-02	8.06E-01	26.00
元長(2)	179496	2616801	2.05E-02	5.12E-01	21.00
箔子(2)	162598	2614898	4.40E-03	2.00E-01	8.30
蔡厝(1)	169500	2612504	1.53E-02	3.37E-01	17.00
蔡厝(2)	169500	2612504	3.60E-03	1.41E-01	6.80
明德(2)	167485	2617020	1.08E-02	2.81E-01	7.29
明德(3)	167485	2617020	8.30E-03	1.66E-01	2.69
東光(2)	174905	2616870	2.49E-02	6.22E-01	21.68
東光(3)	174905	2616870	2.31E-02	5.30E-01	10.54
宜梧(2)	166296	2604660	5.90E-03	1.40E-01	5.28
瓊埔(1)	168219	2602115	1.32E-02	2.37E-01	9.30
瓊埔(2)	168219	2602115	8.50E-03	1.86E-01	6.50
三和(2)	196915	2611594	6.80E-05	5.70E-02	2.50
東榮(2)	191545	2606340	1.40E-03	3.51E-02	1.28
安和(2)	178980	2601660	2.80E-03	7.47E-02	2.27
安和(3)	178980	2601660	1.94E-02	2.53E-01	10.08
柑園(2)	201662	2635696	1.45E-02	1.41E+00	88.70

附表 5-3　濁水溪沖積扇第三含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
東芳(2)	199950	2662265	4.24E-02	5.08E-01	17.94
洛津(3)	191220	2661365	3.36E-02	6.05E-01	12.46
線西(4)	195062	2669966	6.30E-03	2.85E-01	23.40
員林(4)	205885	2649930	1.50E-02	3.14E-01	12.50
青山(2)	209364	2648960	5.40E-03	1.08E-01	2.45
田中(2)	207088	2639188	7.43E-02	1.26E+00	9.79
好修(3)	194052	2656100	1.75E-02	5.60E-01	4.50
崙雅(2)	207760	2642822	6.61E-02	1.06E+00	8.39
社頭(2)	207804	2644287	6.49E-02	7.79E-01	2.47
趙甲(3)	188350	2648276	5.24E-02	8.39E-01	7.30
合興(2)	194000	2643600	1.91E-02	6.69E-01	23.20
合興(3)	194000	2643600	5.10E-03	9.20E-02	3.83
漢寶(3)	183282	2656147	2.13E-02	6.60E-01	23.60
漢寶(4)	183282	2656147	1.23E-02	2.09E-01	6.03
西港(3)	177619	2639736	1.83E-02	2.20E-01	7.90
虎溪(3)	199331	2624542	1.88E-02	3.94E-01	8.29
拯民	189557	2622959	5.78E-02	6.94E-01	11.53
宏崙(2)	182680	2620675	5.10E-03	5.64E-02	1.01
東和(3)	205251	2620504	4.10E-03	1.24E-01	4.27
嘉興(3)	194864	2616165	2.99E-02	5.97E-01	31.70
舊庄(4)	188020	2614870	1.50E-03	5.42E-02	2.44
港後(3)	187220	2632820	2.18E-02	4.80E-01	14.24
港後(4)	187220	2632820	2.38E-02	7.39E-01	13.00
興化(3)	176695	2628849	5.05E-02	8.09E-01	25.80
海豐(2)	170273	2629402	1.89E-02	3.21E-01	10.80
海園(3)	165467	2624551	6.80E-03	3.34E-01	9.10
箔子(3)	162598	2614898	1.27E-02	2.15E-01	8.60
明德(4)	167485	2617020	5.00E-03	1.41E-01	3.03
東光(4)	174905	2616870	2.82E-02	2.82E-01	9.23
宜梧(3)	166296	2604660	1.24E-02	1.98E-01	6.82
東榮(3)	191545	2606340	2.50E-03	5.22E-02	2.11

附表 5-4　濁水溪沖積扇第四含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
花壇(4)	202725	2658257	4.90E-03	1.08E-01	3.86
好修(4)	194052	2656100	3.25E-02	1.17E+00	16.43
虎溪(4)	199331	2624542	2.65E-02	3.44E-01	7.93
光復(2)	189077	2626516	8.84E-02	1.06E+00	5.73
辰光	180495	2609518	1.00E-03	1.60E-02	0.02
舊庄(5)	188020	2614870	2.50E-03	6.96E-02	3.71
田洋(3)	178717	2624989	8.00E-03	9.64E-02	1.73
海園(4)	165467	2624551	3.09E-02	3.09E-01	6.75
忠孝	180098	2613341	2.75E-02	3.30E-01	10.94
東光(5)	174905	2616870	2.20E-02	3.52E-01	11.70
宜梧(4)	166296	2604660	4.60E-03	6.48E-02	2.52
東榮(4)	191545	2606340	5.30E-03	1.37E-01	6.50
安和(4)	178980	2601660	4.00E-04	7.80E-03	0.45

(三)地下水補注區位及補注量

濁水溪沖積扇地下水區之主要補注區於扇頂區濁水溪一帶，主要來源為地面水補注及降雨入滲補注，依據經濟部於民國 103 年 3 月 4 日經地字第 10304601090 號公告「地下水補注地質敏感區(G0001 濁水溪沖積扇)」，濁水溪沖積扇地下水補注地質敏感區位置如附圖 5-6 所示。整體濁水溪沖積扇補注量估算部分，歷年有眾多研究進行估算，補注量大致介於 8.18 億立方公尺至 22.6 億立方公尺之間，民國 103 年成功大學利用基流及穩定基流分析推估民國 100 年至 102 年濁水溪沖積扇地下水年平均補注量約為 10.26 億立方公尺。

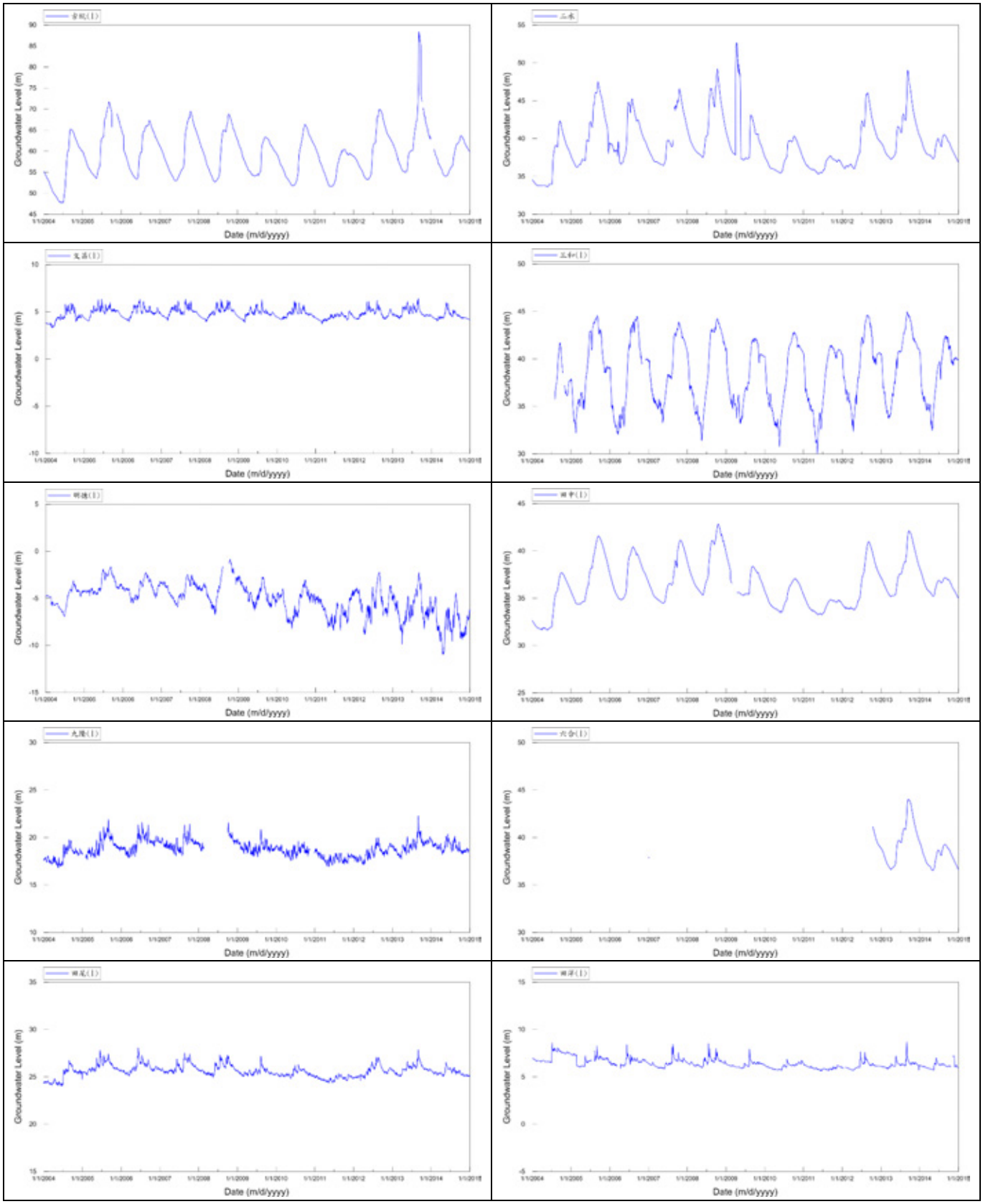


附圖 5-6　濁水溪沖積扇地下水補注地質敏感區位置圖

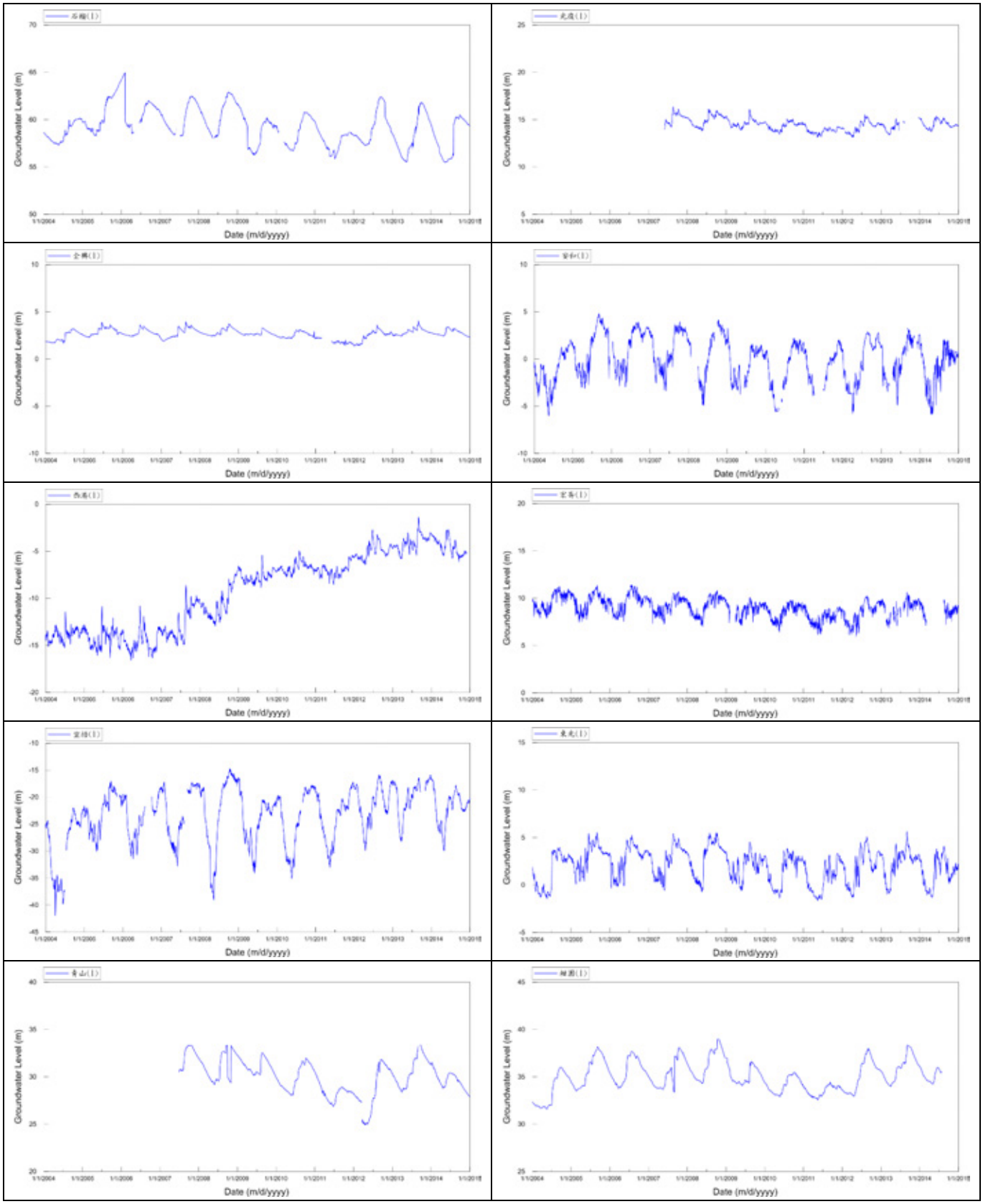
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，濁水溪沖積扇地下水水位受豐枯影響甚大，水位變動多隨豐枯水期變化，整體而言多數觀測井水位為持平或上升趨勢，但仍有為數可觀地區地下水出現下降情況(如附圖 5-7 至附圖 5-10 所示)，且濁水溪沖積扇為目前地層下陷主要區域，顯示濁水溪沖積扇部分地區已出現地下水超抽情況。

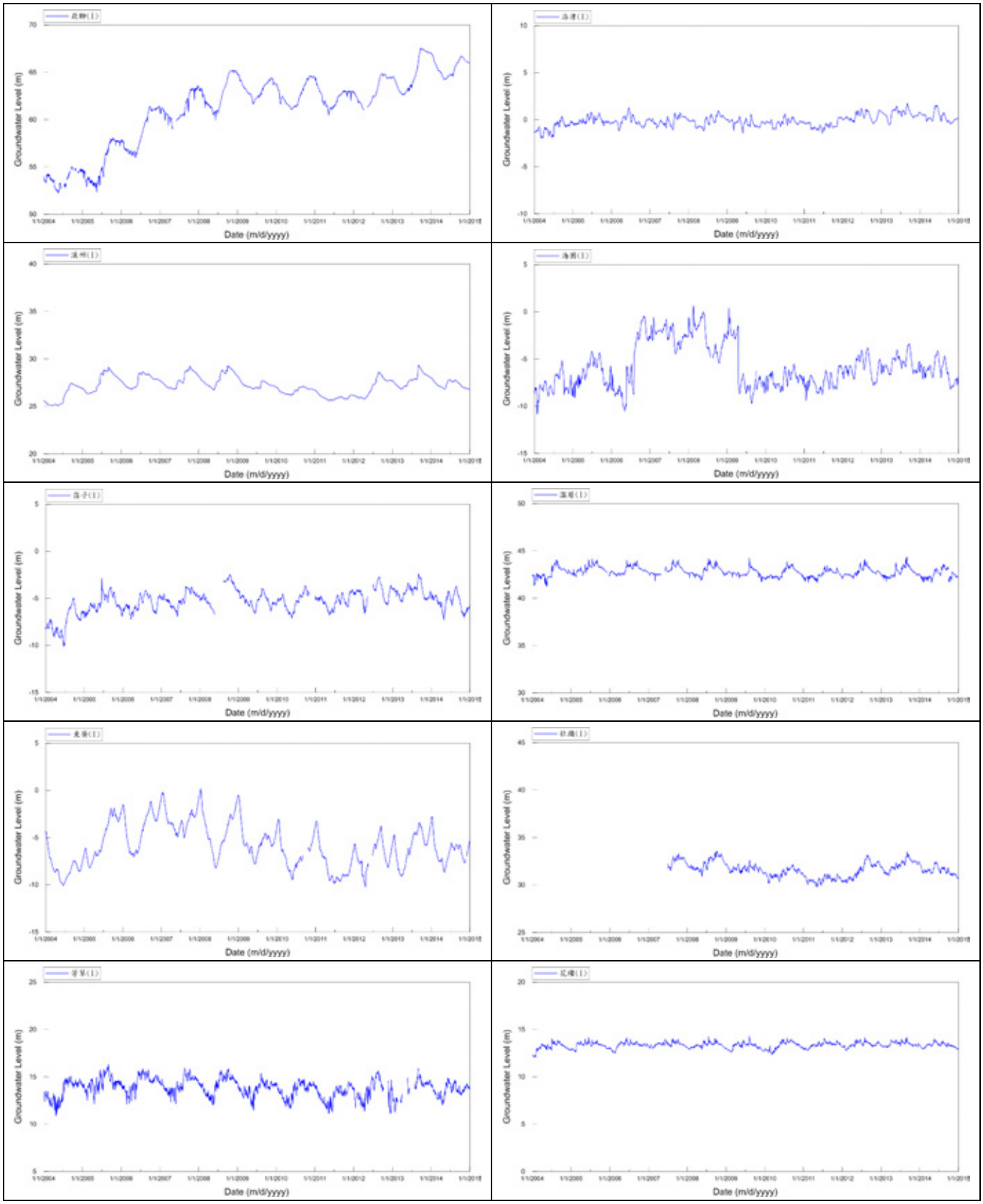
由濁水溪沖積扇等水位線圖可發現，水位大致呈東往西遞減，沿海地下水水位則低於海平面(如附圖 5-11 至附圖 5-14 所示)。另由地下水等深度線圖可得知，濁水溪沖積扇於扇頂區埋深大約為 10 公尺至 30 公尺之間(如附圖 5-15 至附圖 5-18 所示)。



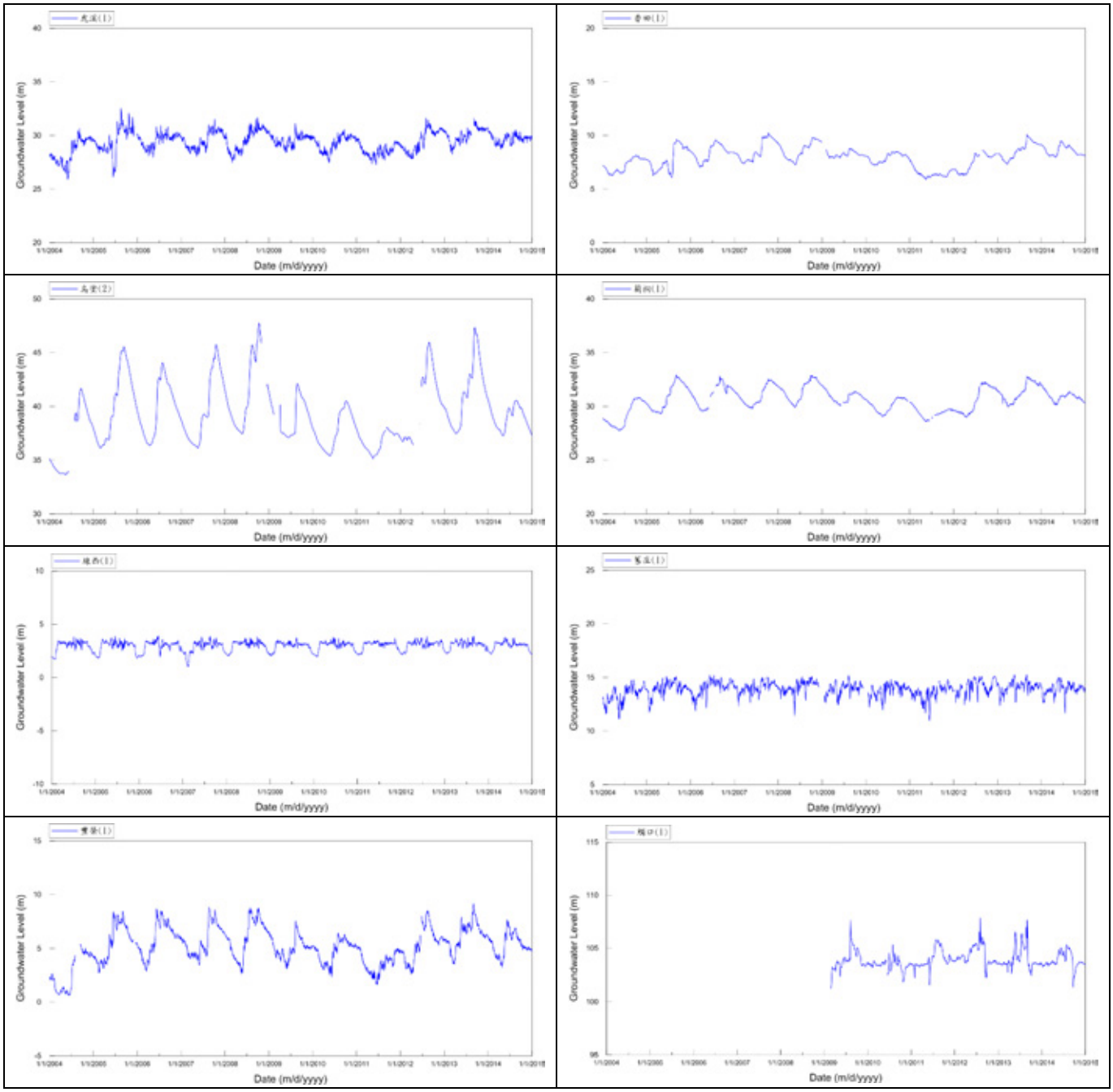
附圖 5-7　濁水溪沖積扇第一含水層地下水水位歷時圖



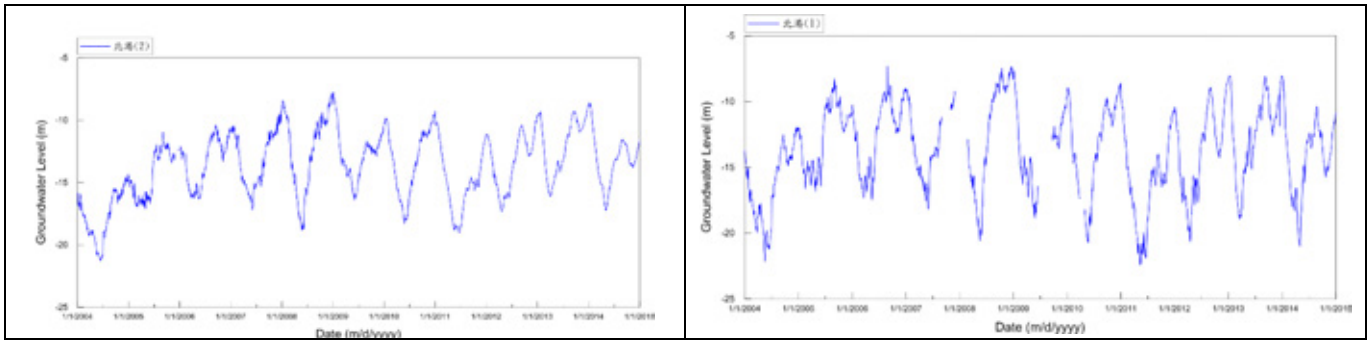
附圖 5-7　濁水溪沖積扇第一含水層地下水水位歷時圖(續)



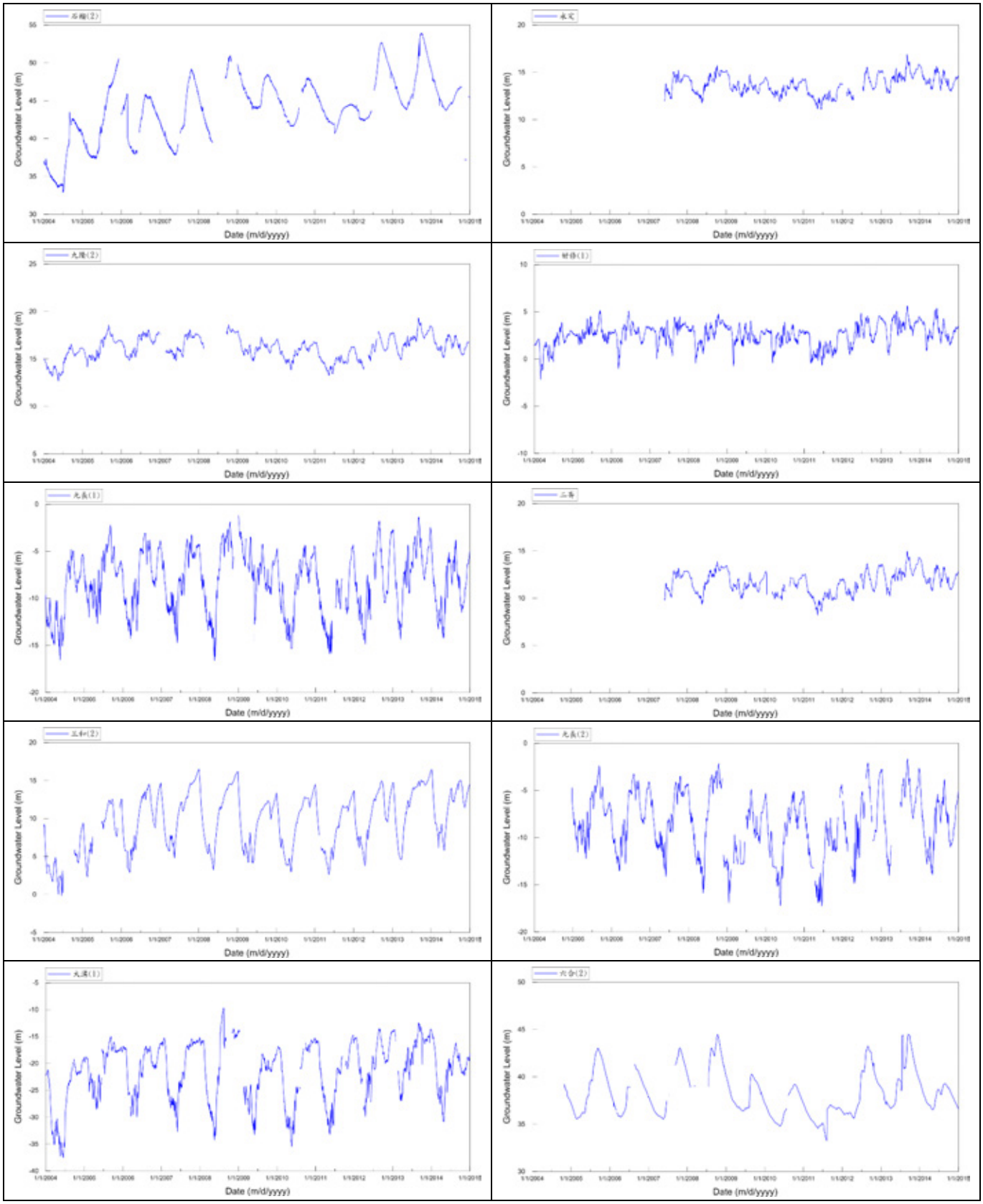
附圖 5-7　濁水溪沖積扇第一含水層地下水水位歷時圖(續)



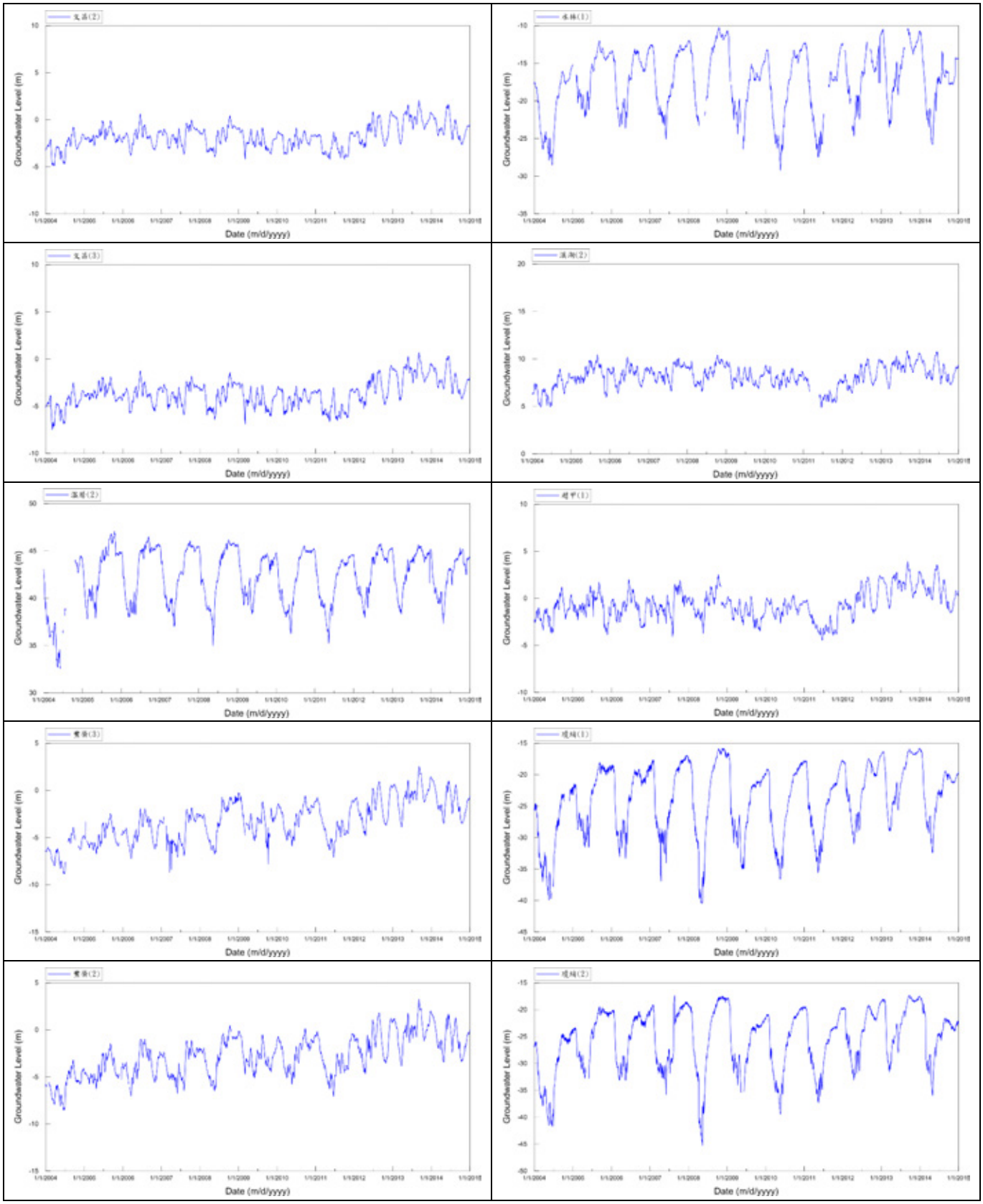
附圖 5-7　濁水溪沖積扇第一含水層地下水水位歷時圖(續)



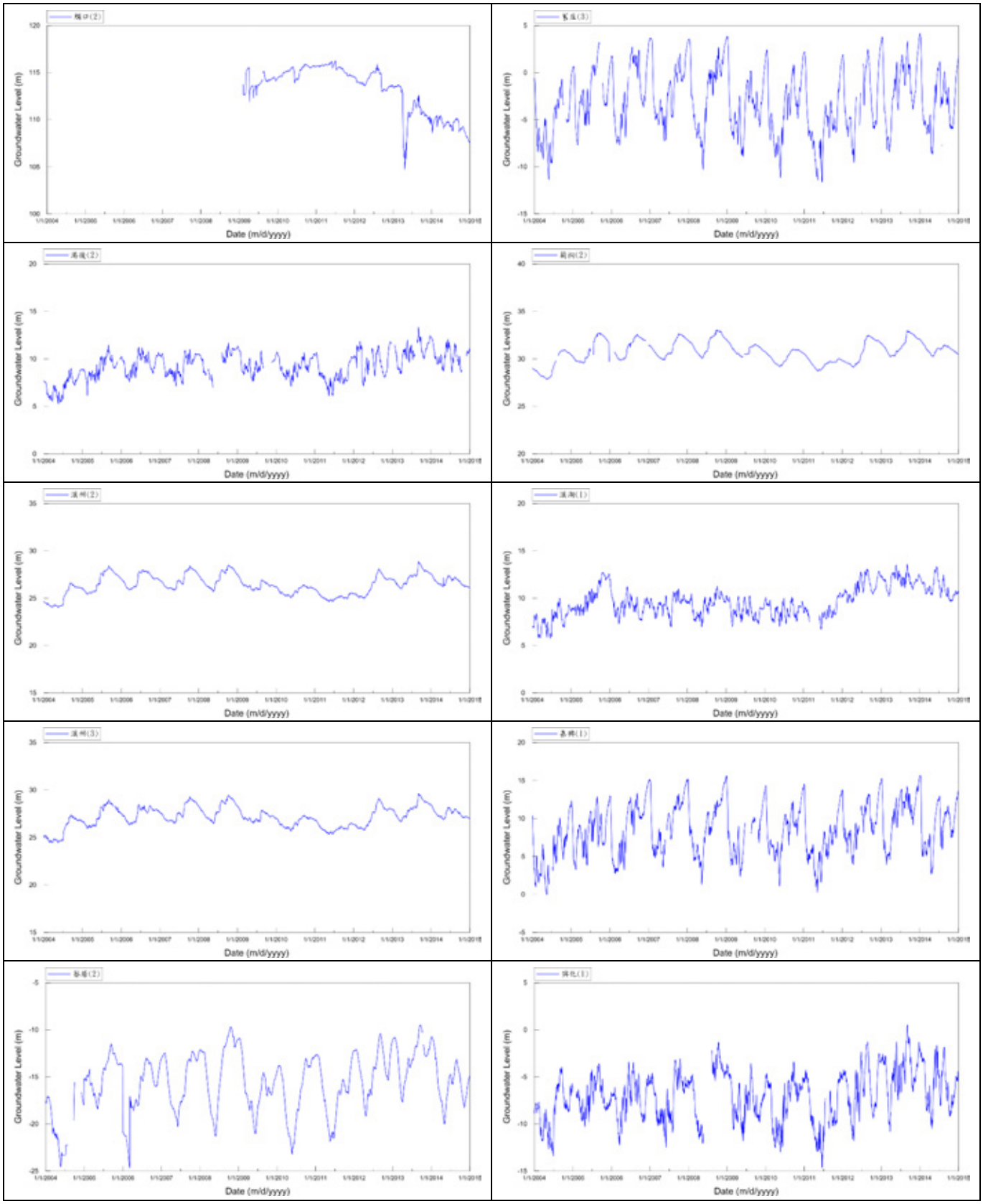
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖



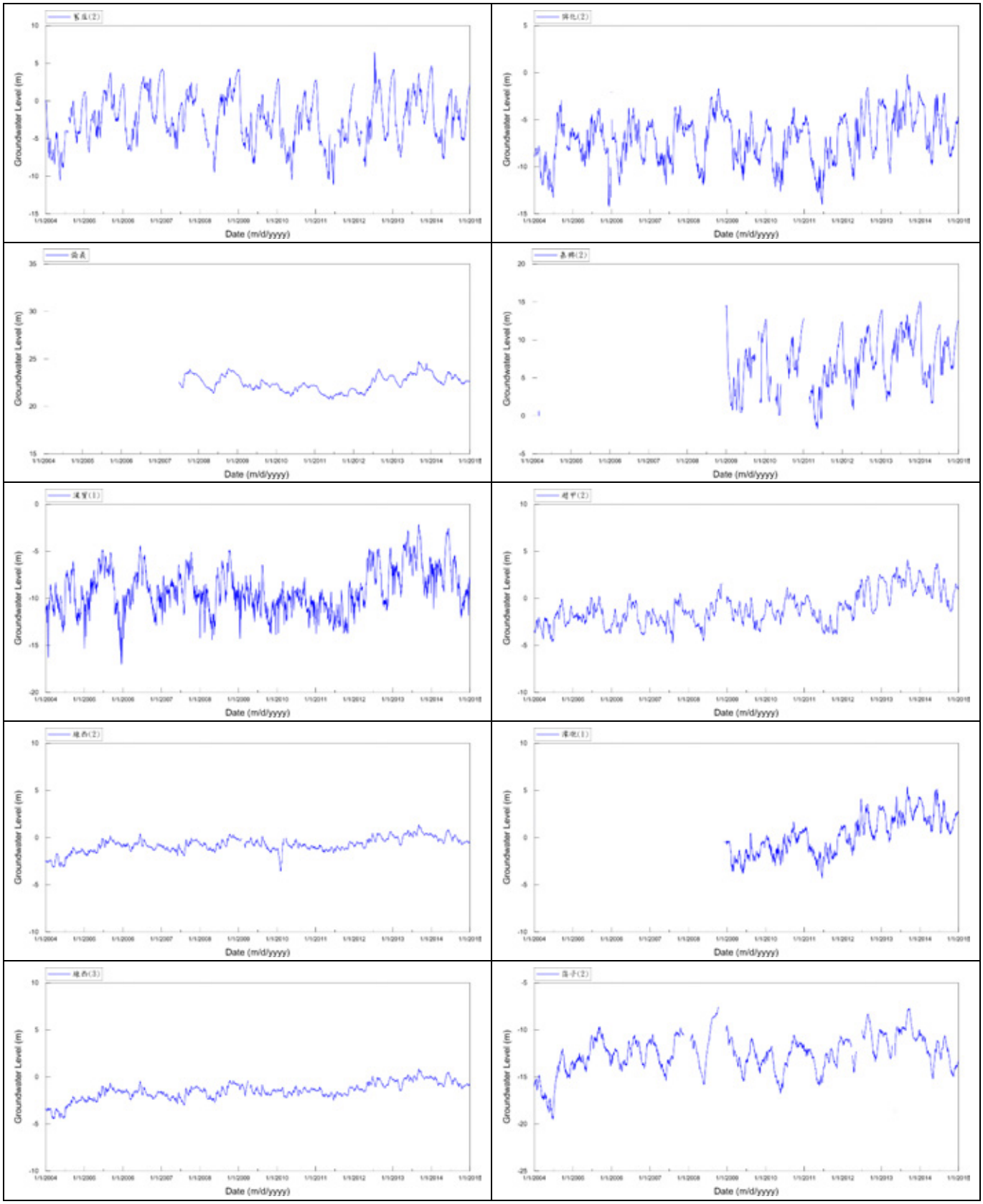
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



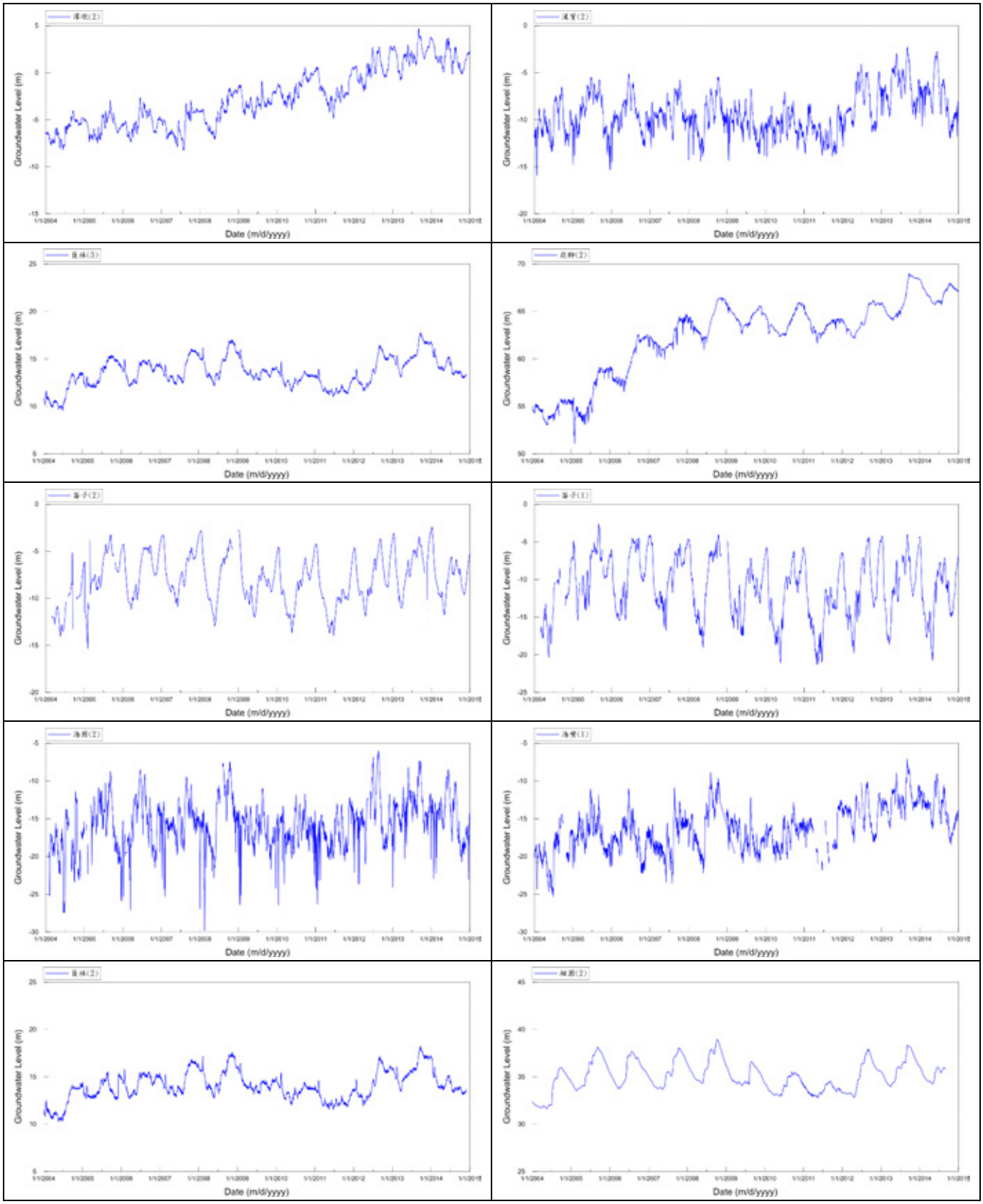
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



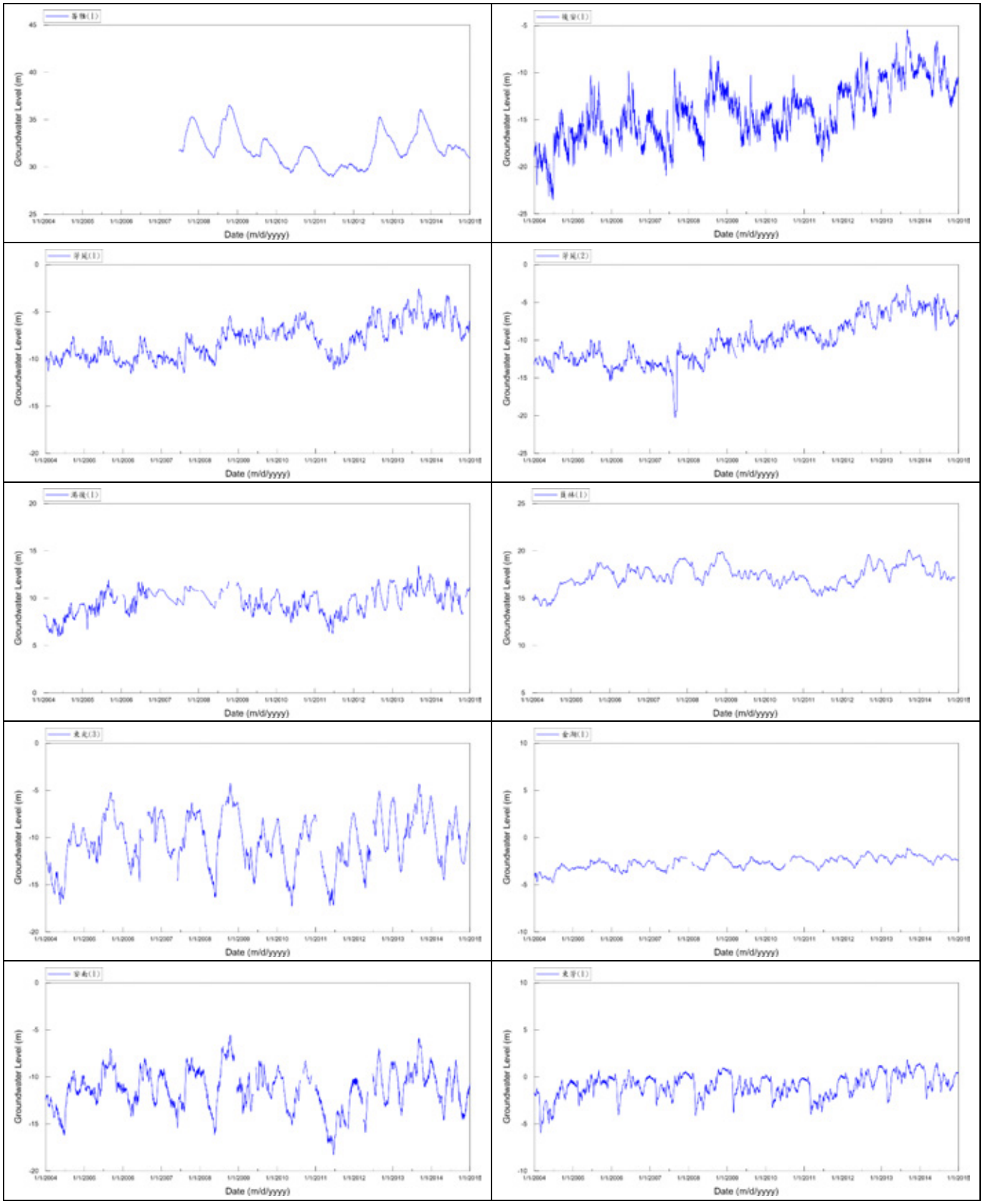
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



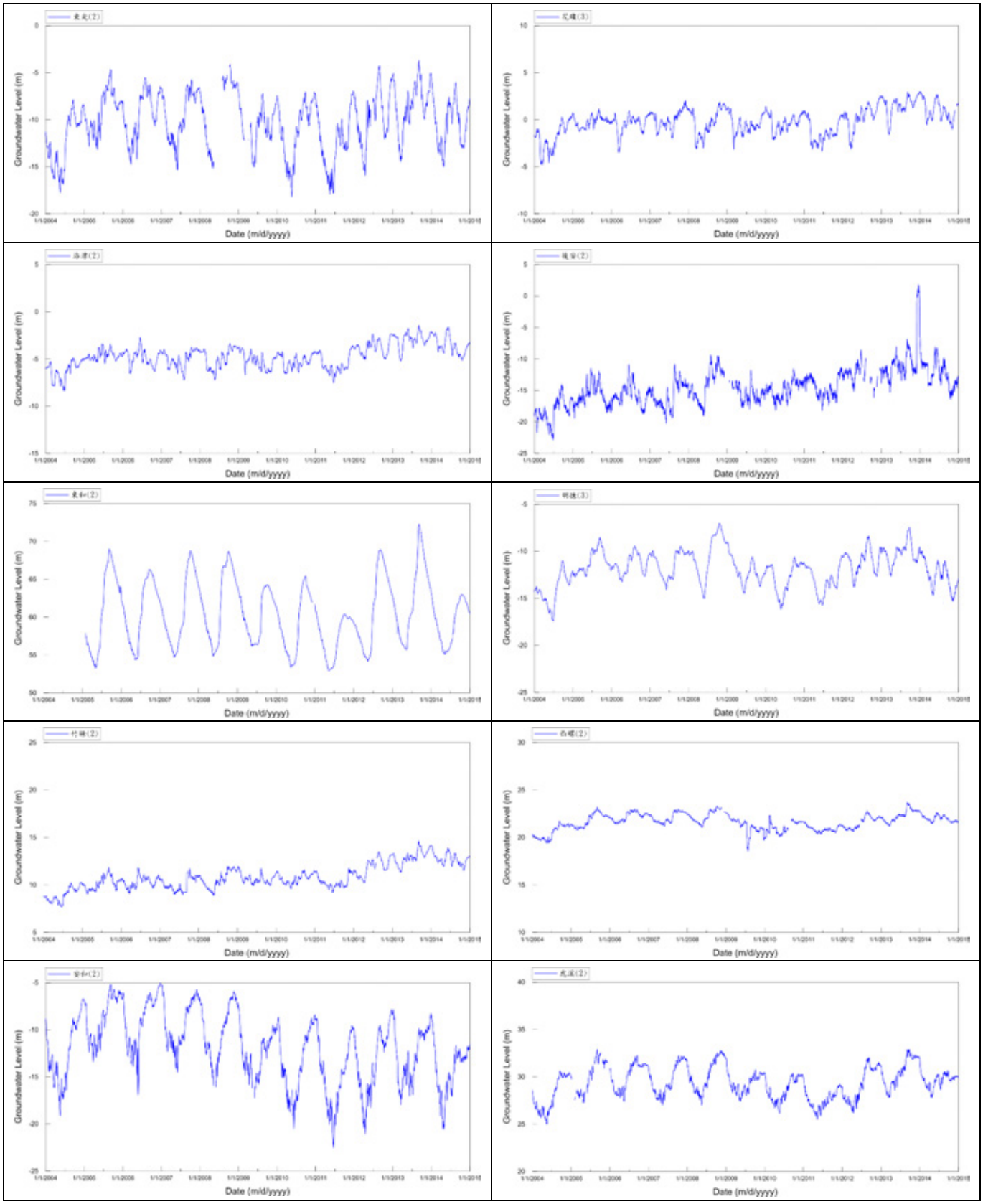
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



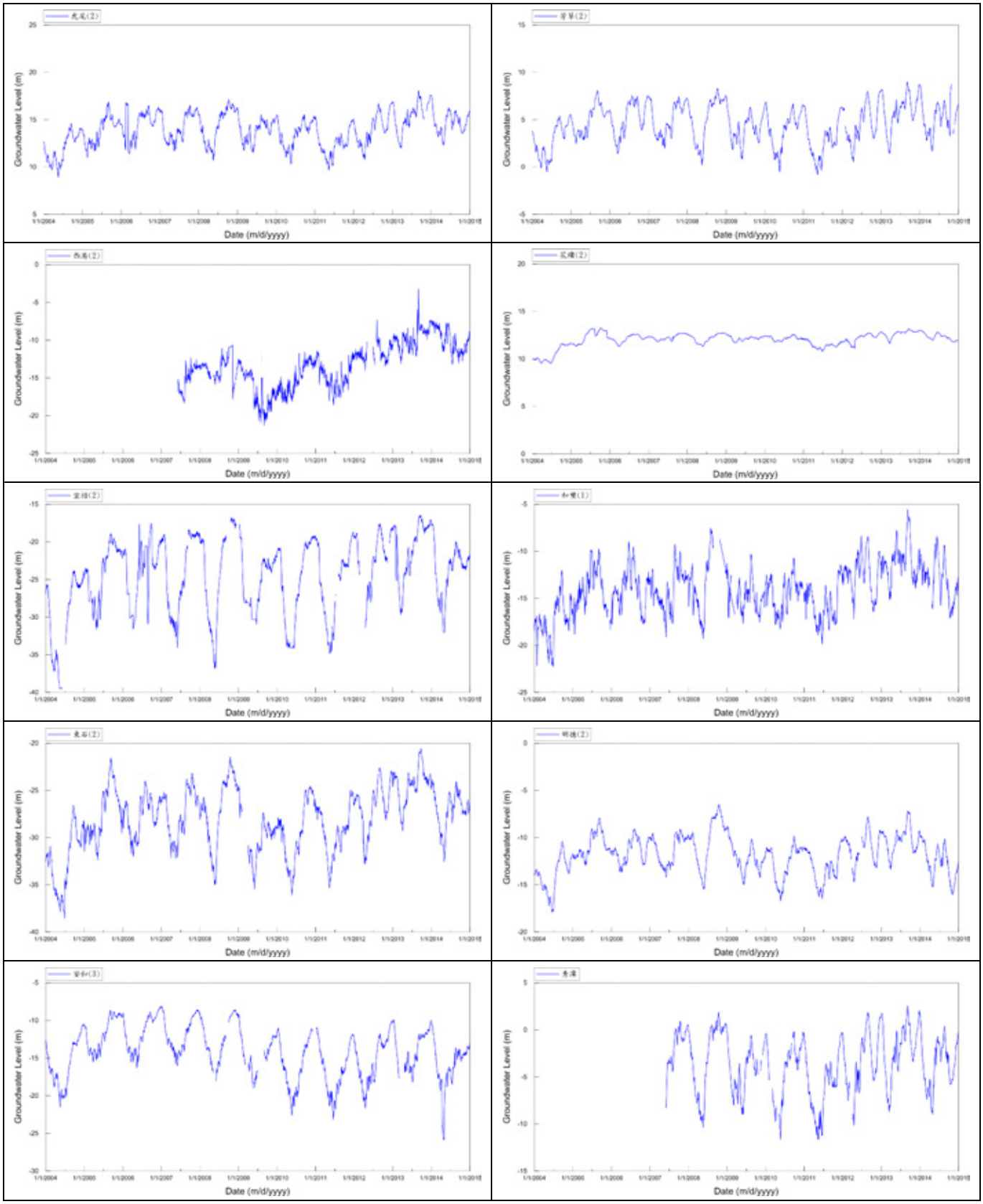
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



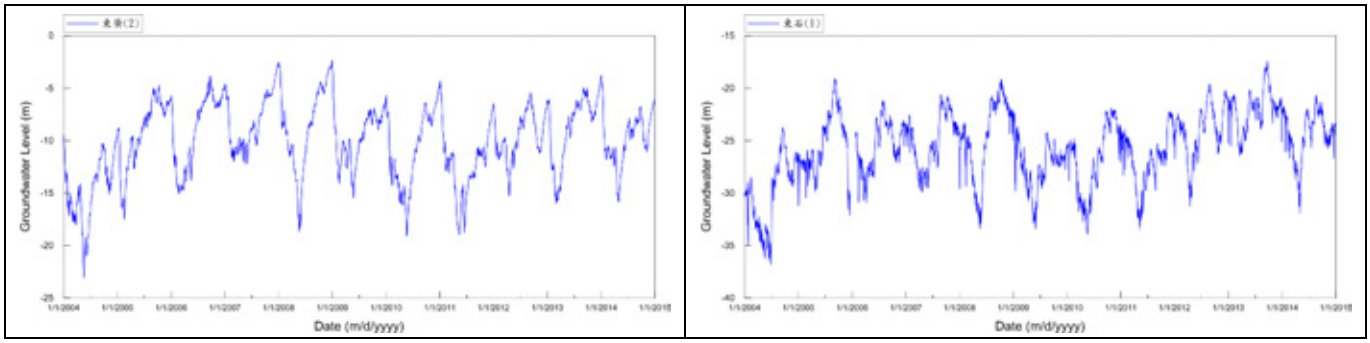
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



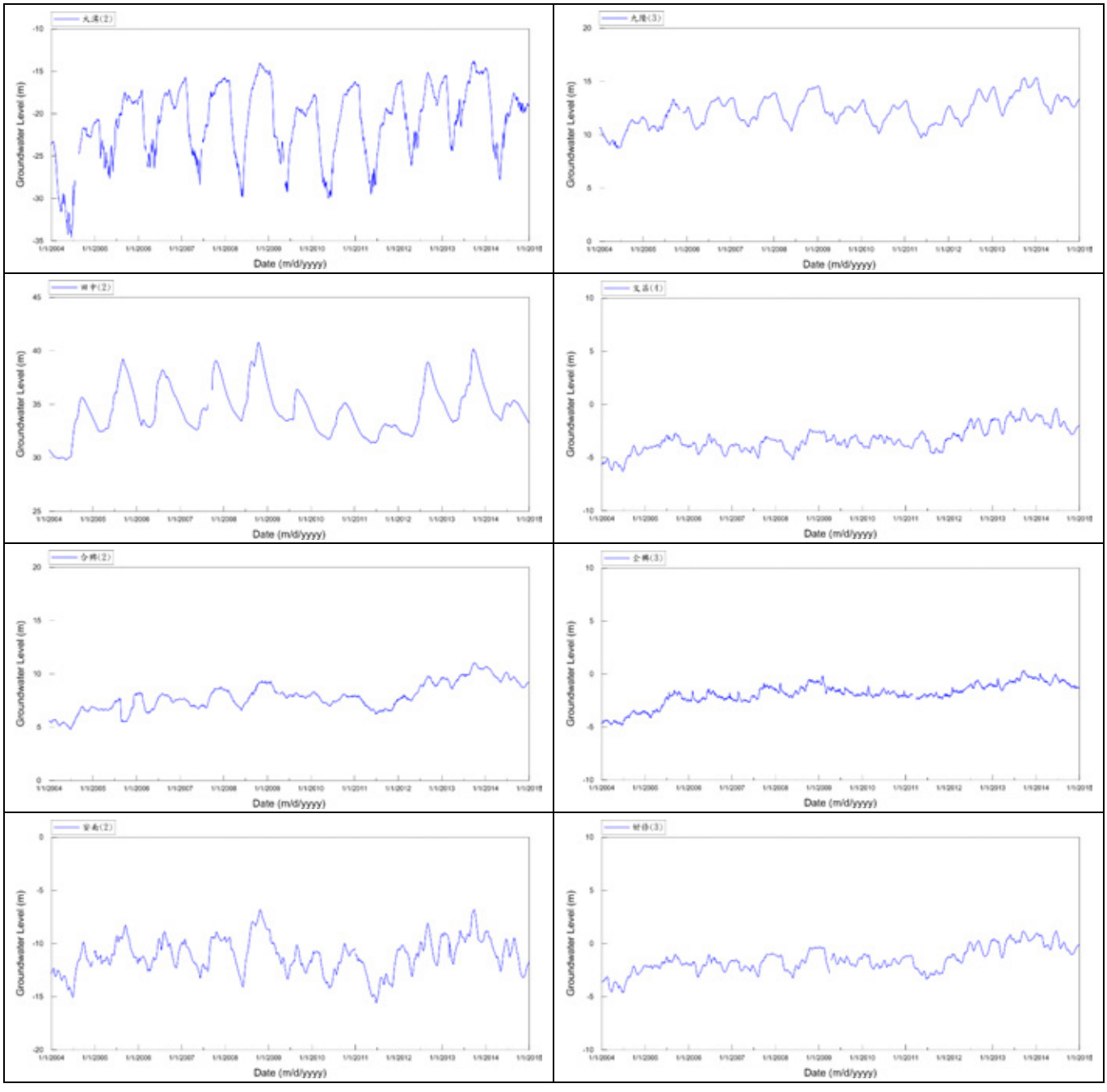
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



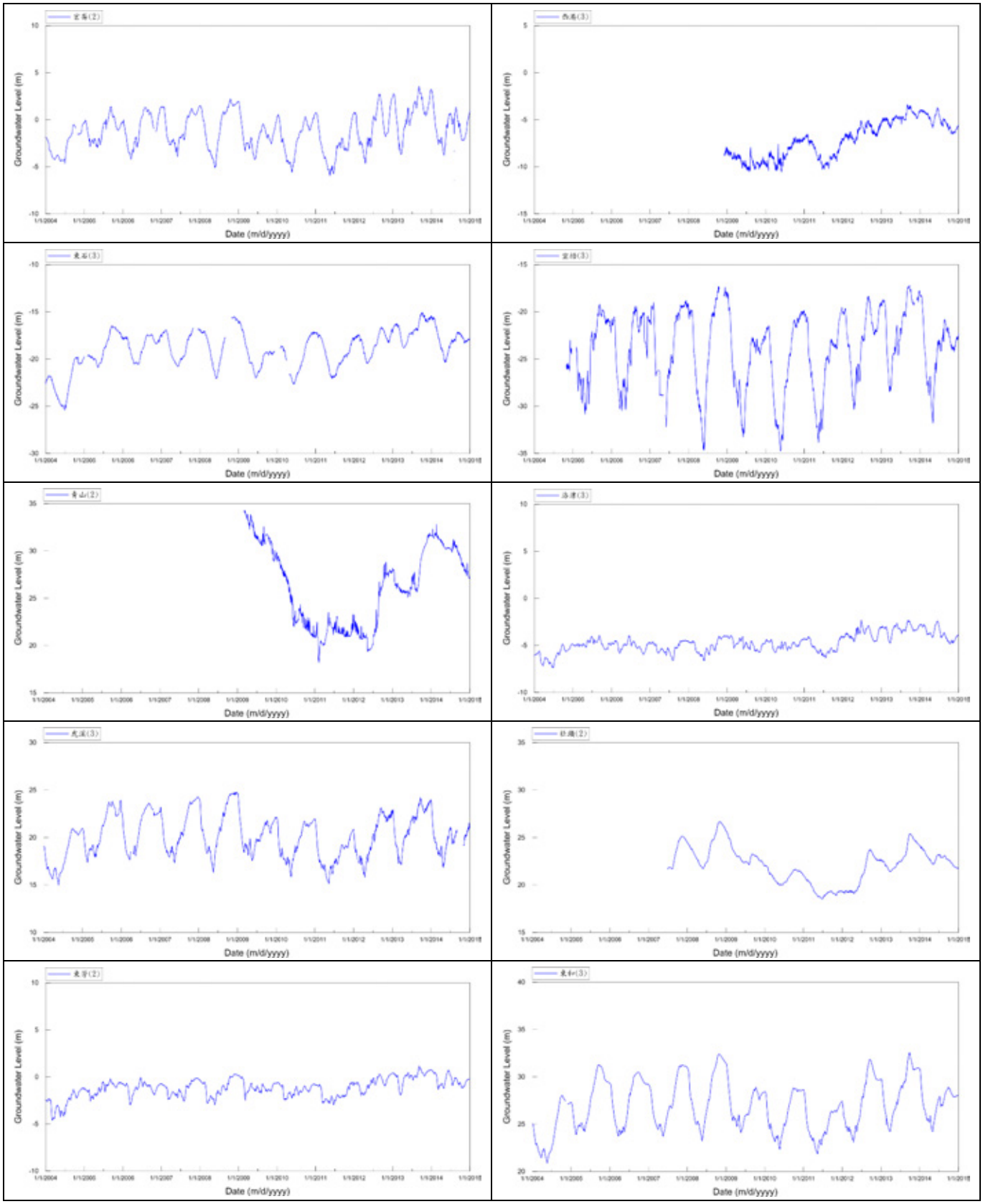
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



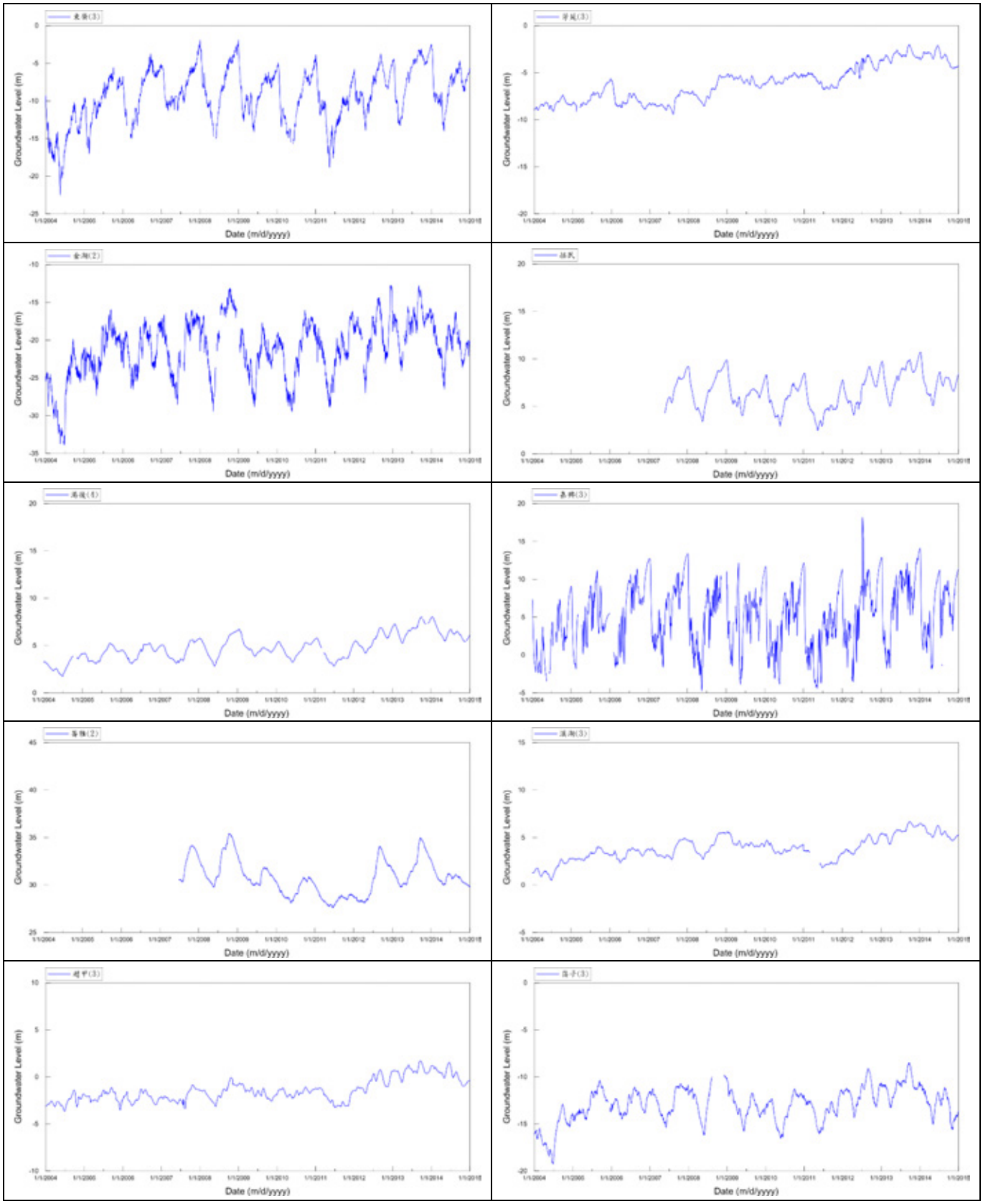
附圖 5-8　濁水溪沖積扇第二含水層地下水水位歷時圖(續)



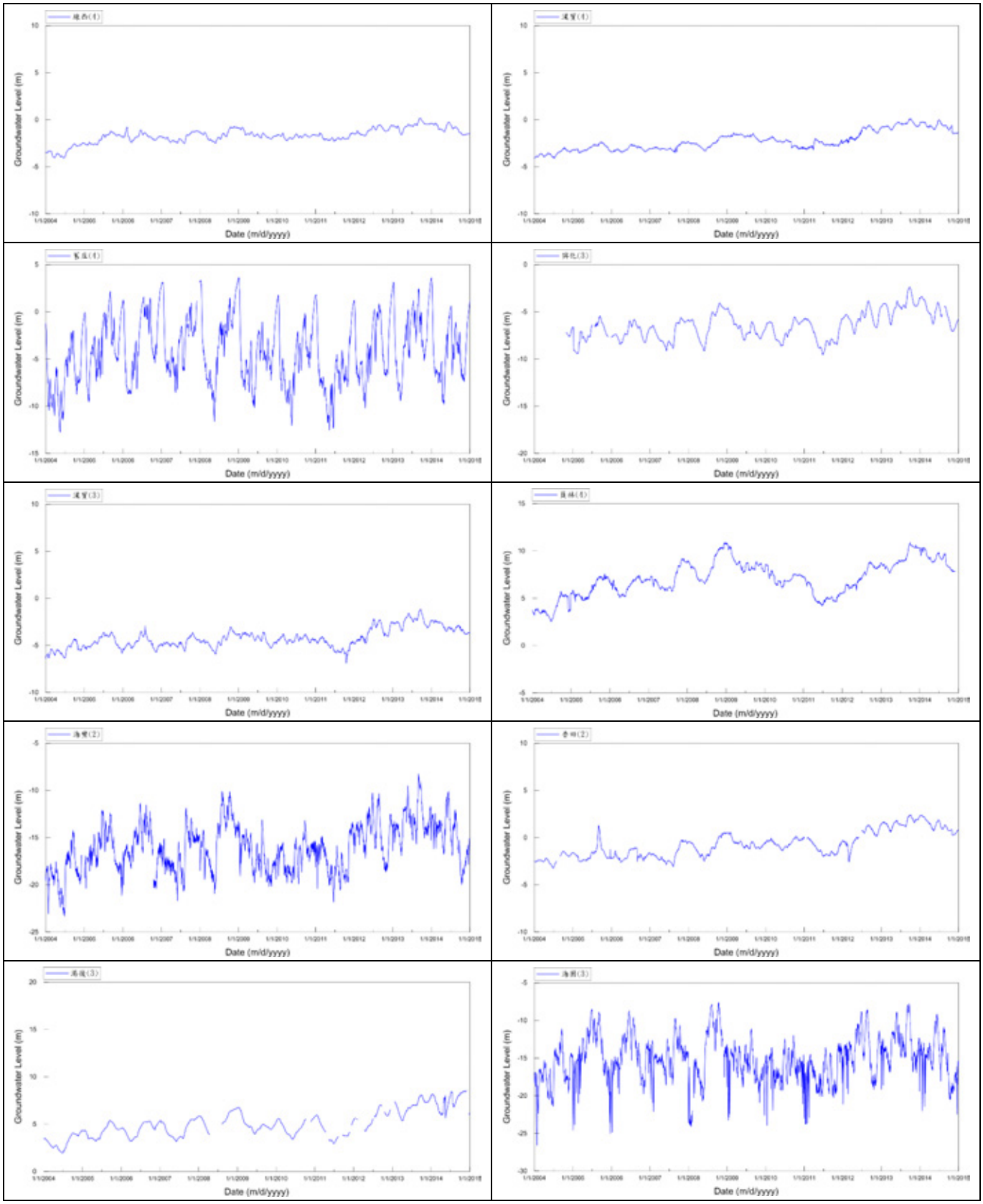
附圖 5-9　濁水溪沖積扇第三含水層地下水水位歷時圖



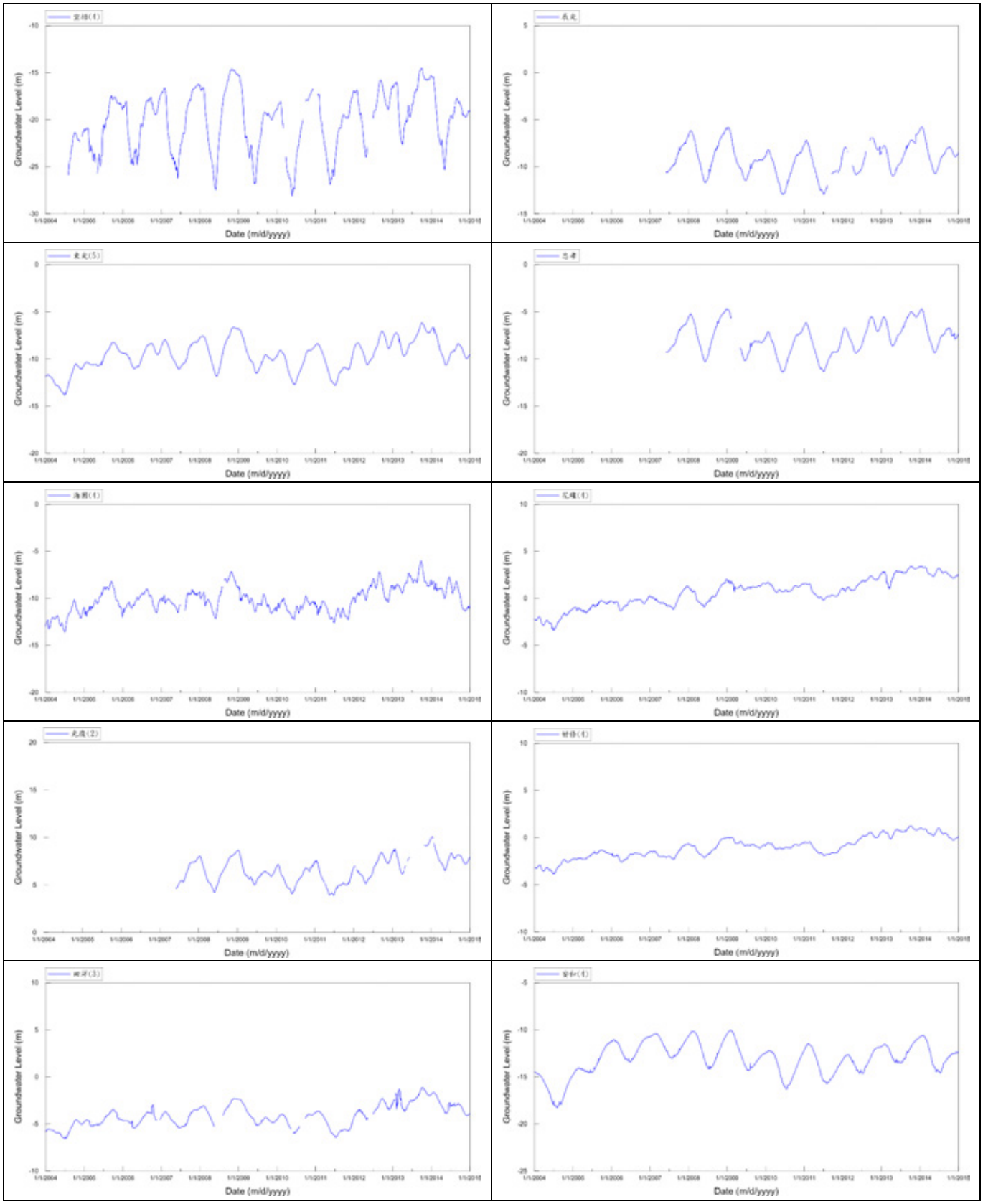
附圖 5-9　濁水溪沖積扇第三含水層地下水水位歷時圖(續)



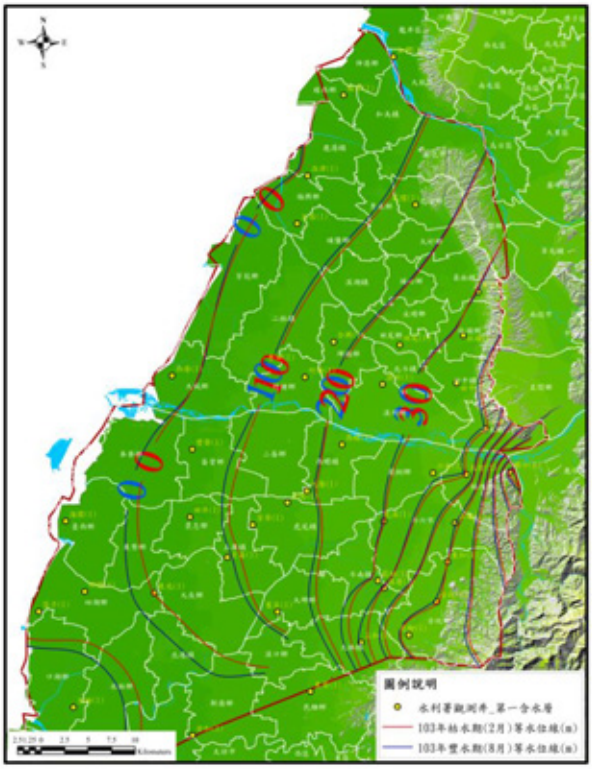
附圖 5-9　濁水溪沖積扇第三含水層地下水水位歷時圖(續)



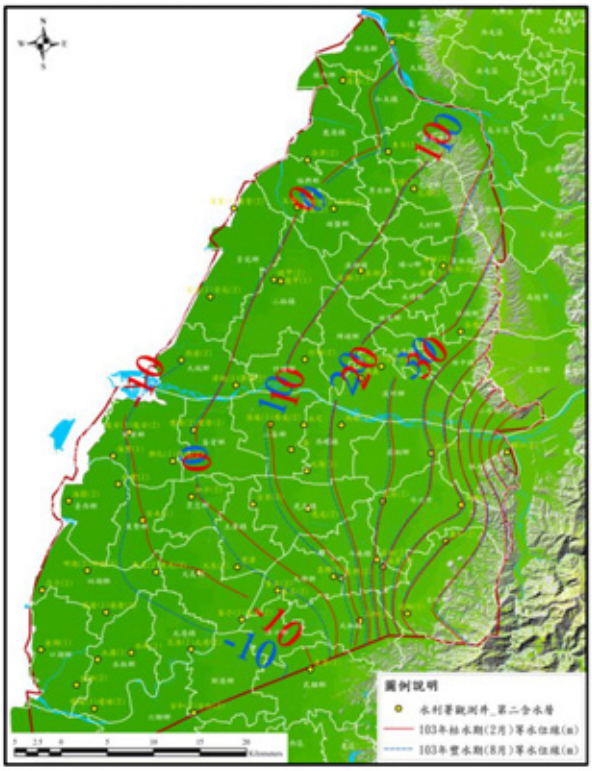
附圖 5-9　濁水溪沖積扇第三含水層地下水水位歷時圖(續)



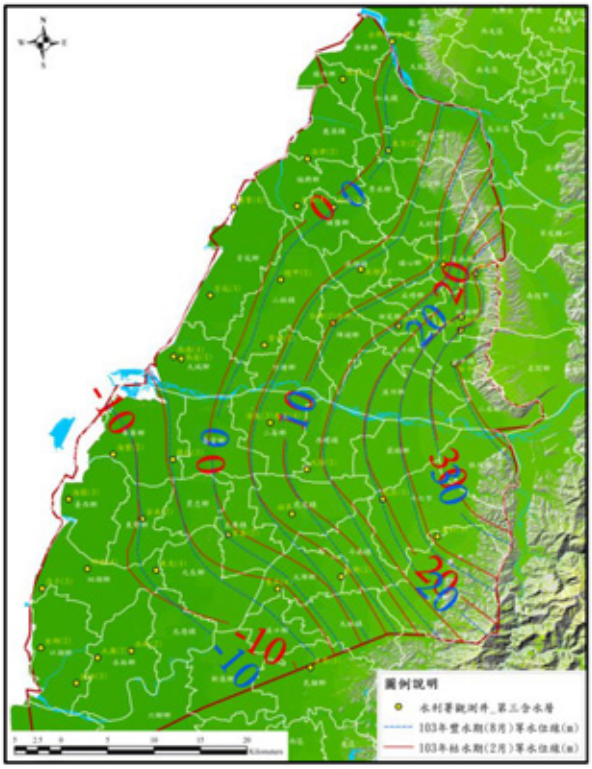
附圖 5-10　濁水溪沖積扇第四含水層地下水水位歷時圖



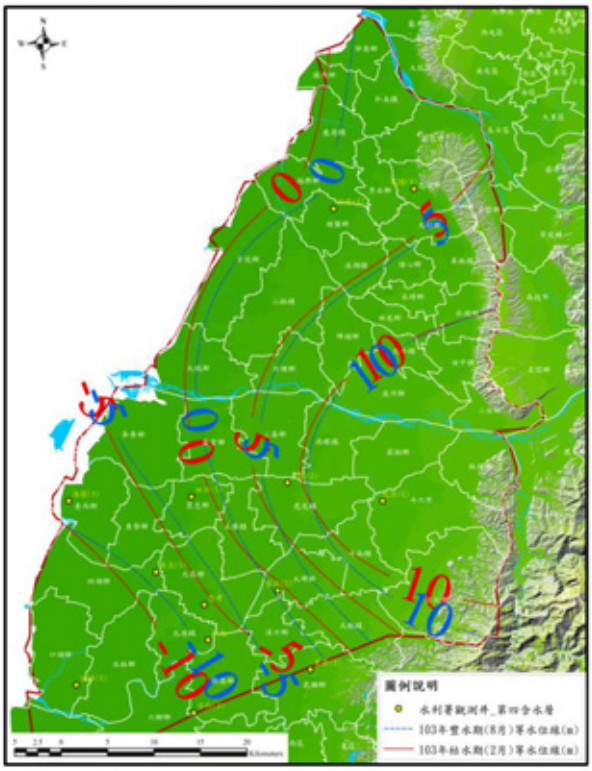
附圖 5-11　濁水溪沖積扇第一含水層豐枯水期等水位線



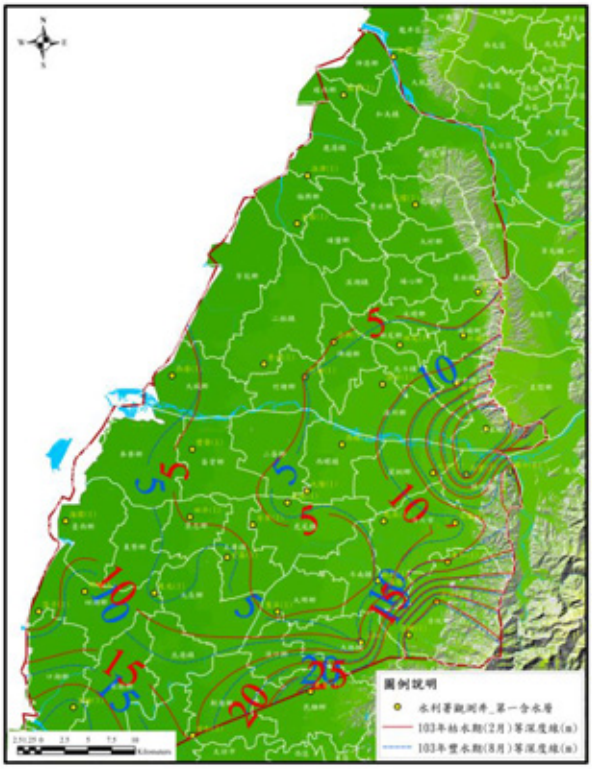
附圖 5-12　濁水溪沖積扇第二含水層豐枯水期等水位線



附圖 5-13　濁水溪沖積扇第三含水層豐枯水期等水位線



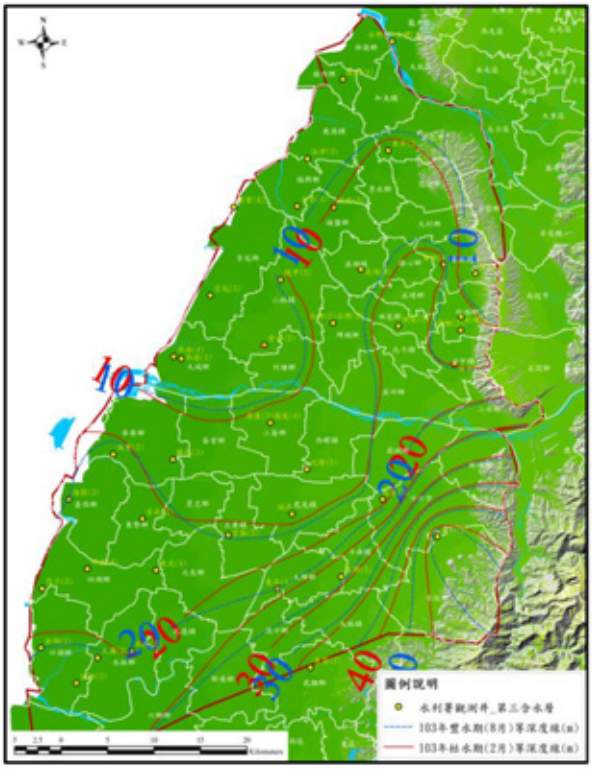
附圖 5-14　濁水溪沖積扇第四含水層豐枯水期等水位線



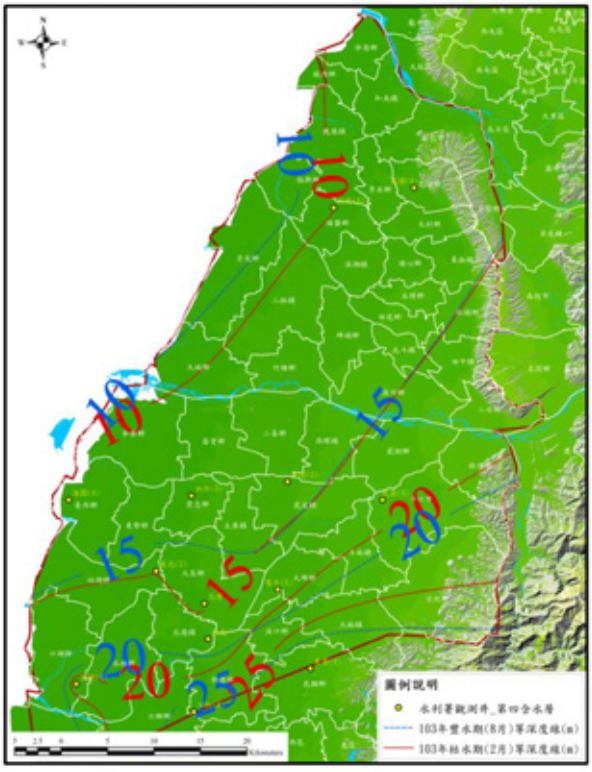
附圖 5-15　濁水溪沖積扇第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 5-16　濁水溪沖積扇第二含水層豐枯水期等深度線



附圖 5-17　濁水溪沖積扇第三含水層豐枯水期等深度線



附圖 5-18　濁水溪沖積扇第四含水層豐枯水期等深度線

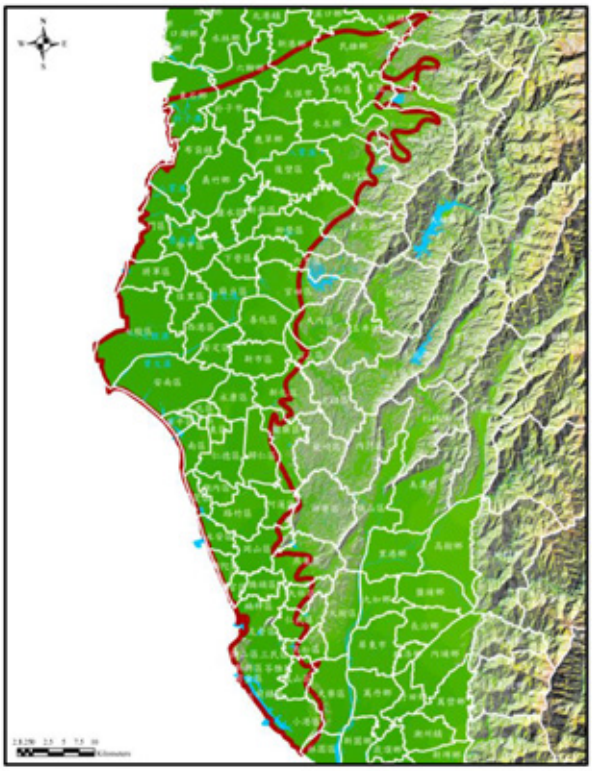
(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最近之濁水溪沖積扇地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於濁水溪沖積扇各監測井最新監測結果部份測站出現導電度、氯鹽、硫酸鹽、總硬度、總溶解固體物、氨氮、砷、鐵及錳未符法規標準情況；而經濟部水利署於濁水溪沖積扇各監測井最新監測結果則有部份測站導電度、酸鹼值、氯鹽、硫酸鹽、氨氮、砷、鎘、鉛、鐵及錳等未符法規標準；綜合環保署及經濟部水利署監測結果顯示，導電度、硫酸鹽及氨氮為濁水溪沖積扇主要不合乎法規標準之監測物，而台西國小、育英國小、花壇(2)、員林(2)、光復(2)、豐榮(1)、海園(1)、崙子(1)、元長(1)、明德(1)、東光(1)、安和(1、3)、東石(1~4)、洛津(1)、北港(1)、舊庄(1~3)、箔子(1、2)、蔡厝(1、2)、金湖(1、2)、大溝(1)、瓊埔(1、2)、三和(1)及東榮(1)之砷以及辰光、東光(5)、國聖(1)、線西(3)、全興(3、4)、青山(1)、漢寶(3、4)、芳苑(2、3)及舊庄(2)之鎘以及舊庄(2)之鉛超過灌溉用水標準，需加以改善及監測。

陸、嘉南平原地下水區

一、前言

嘉南平原地下水區主要涵蓋嘉義縣市、臺南市及高雄市部分地區，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 6-1 所示。



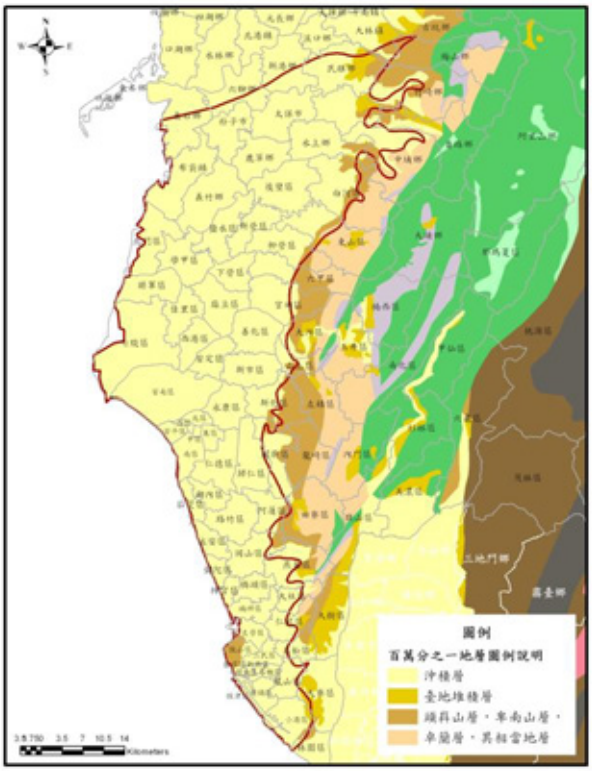
附圖 6-1　嘉南平原地下水區範圍圖

二、區域地質與地形

嘉南平原起於北港溪南側，南至鳳山附近，縱長約 145 公里，兩端尖細而中部較寬，嘉義附近寬約 35 公里，臺南北方寬約 30 公里，平原面甚為平坦，但於斗六嘉義間之平原西緣有合流沖積扇面，呈臺地地形，嘉義以南至曾文溪北岸之山麓地帶亦有臺地切割段丘化之小臺地群，臺南附近有 10 公尺至 20 公尺之臺地，

岡山附近則有泥火山，岡山、高雄及鳳山一帶則於平原面上有隆起之珊瑚礁。

嘉南平原地下水區範圍內主要地層為沖積層，僅於地下水區範圍東側分布有部分頭嵙山層及臺地堆積層(如附圖 6-2 所示)。



附圖 6-2　嘉南平原地下水區地質圖

三、地下水資源概述

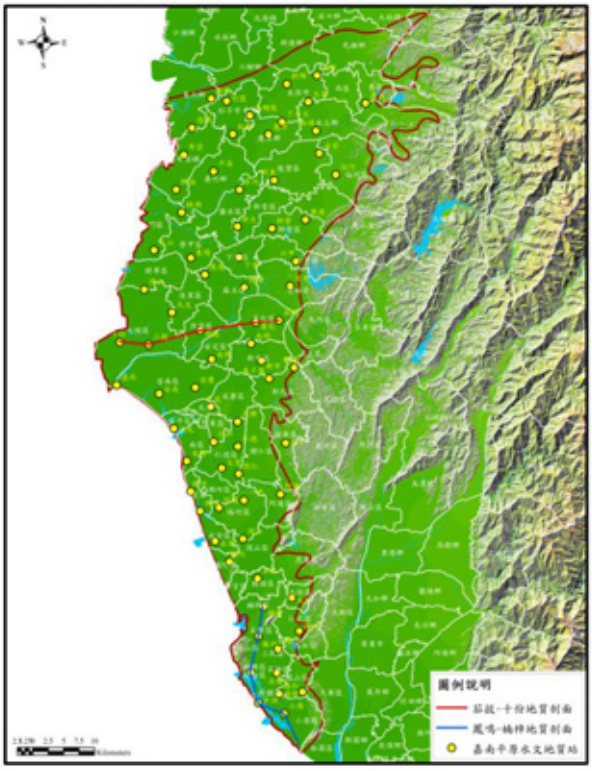
(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，嘉南平原地下水區之含水層大致以鹽水溪為界，分為南、北兩段。

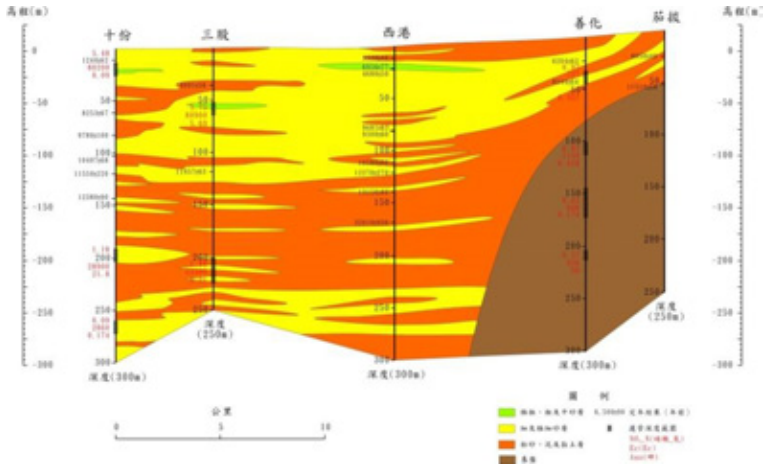
嘉南平原北段為多條發源自麓山帶河川堆積而成，沉積環境主要受到第四紀以來海水面變化的影響，其沉積速率向南遞增，但其粒度則反向南變細，此區域大致可區分為四層含水層，第一含水層其深度分布 60 公尺至 200 公尺之間，

第二含水層約分布於 80 公尺至 120 公尺之間、第三含水層則分布於 120 公尺至 210 公尺之間，而於 210 公尺以下的地下水層歸類於第四含水層，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 6-3 至附圖 6-5 所示。

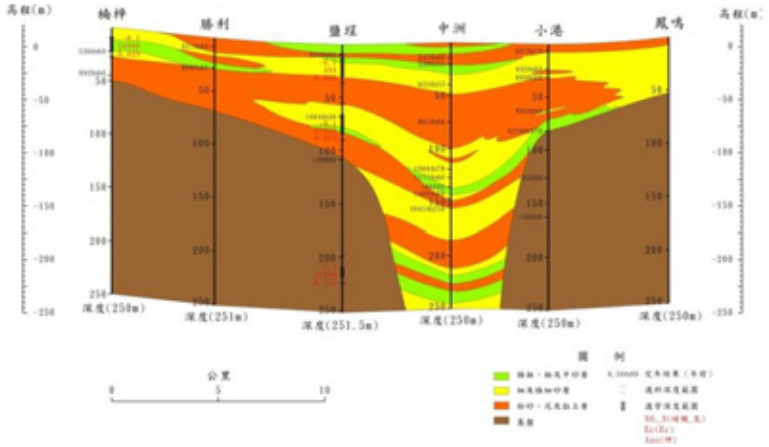
嘉南平原南段受新期構造活動影響，已固結的海相泥質基盤高區將本區域分割成數個獨立的地下水次分區。南段東西向縱深不到 15 公里，且因受構造影響，站與站之間的岩性變化極大，就第一含水層而言，雖然部分各站鑽探資料顯示砂層比例皆高,但其厚度卻變化極大,就地下水分層而言，尚需其它證據才能評估其間的連通性。而於深層部分則因未存有顯著之砂層，應不具地下水資源。



附圖 6-3　嘉南平原水文地質剖面位置



附圖 6-4　嘉南平原地下水區茄拔至十份地質剖面圖



附圖 6-5　嘉南平原地下水區鳳鳴至楠梓地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

嘉南平原地下水區流通係數於第一層含水層大致介於 $5.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $2.40\times10^{-1}m^2/min$ 之間(中位數 $3.07\times10^{-2}m^2/min$)，第二含水層則大致介於 $1.00\times10^{-3}m^2/min$ 至 $2.30\times10^{-1}m^2/min$ 之間(中位數 $1.91\times10^{-2}m^2/min$)，第三層含水層大致介於 $1.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $4.87\times10^{-1}m^2/min$ 之間(中位數 $2.04\times10^{-2}m^2/min$)，第四含水層則大致介於 $8.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $1.30\times10^{-1}m^2/min$ 之間(中位數 $1.50\times10^{-2}m^2/min$)，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於嘉南平原東北側。含水層產水性能部分，第一層含水層出水量大致介於 0.055cmh 至

14.100cmh 之間(中位數 1.229cmh)，第二層含水層出水量則介於 0.067cmh 至 7.833cmh 之間(中位數 0.889cmh)，第三層含水層出水量大致介於 0.006cmh 至 3.500cmh 之間(中位數 0.795cmh)，第四層含水層出水量則介於 0.044cmh 至 4.873cmh 之間(中位數 0.484cmh)，以嘉南平原東北側太保及鹿草一帶出水能力較佳；整體而言，嘉南平原出水能力均不佳(如附表 6-1 至附表 6-4 所示)。

附表 6-1 嘉南平原第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
大崙(1)	184711	2595490	1.63E-01	1.50E-01	5.86
河東	191581	2582897	-	2.95E-02	1.00
柳營(1)	178884	2575010	2.31E-01	8.16E-02	3.31
六甲(1)	182707	2569605	2.00E-04	4.90E-03	0.49
官田(1)	181773	2565587	2.40E-03	4.23E-02	1.71
頂山(1)	158102	2565024	6.00E-04	7.40E-03	0.56
十份(1)	154145	2556442	4.90E-03	1.12E-01	3.23
北門(1)	158374	2576594	-	5.20E-03	0.33
錦湖(1)	164163	2577533	1.40E-03	3.19E-02	1.46
南興(1)	169053	2553701	6.00E-04	4.40E-03	0.28
永康(1)	172843	2547566	6.00E-04	6.60E-03	0.60
成功(1)	165620	2532260	8.00E-03	2.40E-01	6.41
安平(1)	163950	2544815	2.35E-02	1.41E-01	14.10
重溪(1)	184262	2576360	4.20E-05	5.00E-04	0.05

附表 6-2 嘉南平原第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
布袋(1)	164518	2586882	3.50E-01	-	-
鹿草(1)	178215	2590227	3.63E-01	-	-
下半天(1)	180452	2592259	4.87E-01	2.30E-01	7.83
新東(2)	179176	2582775	4.20E-03	9.20E-02	3.08
總爺(2)	174375	2565395	8.30E-02	1.00E-03	0.10
下營(2)	173545	2570238	2.70E-03	5.08E-02	2.23
官田(2)	181773	2565587	1.00E-04	1.70E-03	0.07
錦湖(2)	164168	2577533	3.10E-03	5.21E-02	2.29
新化(1)	178148	2549104	-	9.10E-03	0.41
善化(2)	176200	2559720	7.00E-04	8.60E-03	0.37
新市(2)	177116	2553430	5.00E-03	1.60E-01	5.31
永康(2)	172843	2547566	2.00E-04	4.40E-03	0.31
台南(2)	160525	2548099	5.00E-04	1.14E-02	0.57
重溪(2)	184262	2576360	6.00E-04	2.67E-02	1.21

附表 6-3 嘉南平原第三含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
布袋(2)	164518	2586882	3.50E-01	-	-
港墘(1)	168958	2596050	6.86E-01	4.13E-02	2.14
平溪(3)	169486	2584223	-	1.00E-04	0.01
鹿草(2)	178215	2590227	3.63E-01	-	-
下半天(2)	180452	2592259	4.87E-01	4.87E-01	1.62
柳營(2)	178870	2575008	2.31E-01	9.11E-02	3.50
新東(3)	179176	2582775	2.60E-03	3.38E-02	1.38
總爺(3)	174375	2565395	1.90E-03	3.93E-02	0.90
港尾(3)	167942	2567430	1.30E-03	2.30E-02	1.65
下營(3)	173545	2570238	1.30E-03	1.56E-02	0.68
六甲(2)	182707	2569605	8.00E-04	1.38E-02	0.47
大文(3)	162586	2561292	3.00E-03	2.68E-02	1.53
十份(2)	154145	2556442	1.10E-03	1.35E-02	0.54
錦湖(3)	164163	2577533	8.00E-04	1.77E-02	0.46
南興(3)	169053	2553701	6.80E-03	1.23E-01	2.33
成功(2)	165620	2532260	4.00E-04	4.00E-03	0.18
台南(3)	160525	2548099	9.00E-04	1.11E-02	0.54
重溪(3)	184262	2576360	1.70E-03	1.22E-02	0.62

附表 6-4　嘉南平原第四含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
大崙(2)	184711	2595490	1.63E-01	4.00E-02	1.91
港墘(2)	168958	2596050	6.80E-01	5.60E-03	0.43
平溪(4)	169486	2584223	1.44E-02	1.30E-01	4.87
白河(3)	189262	2583700	1.20E-03	1.43E-02	0.54
新東(4)	179176	2582775	3.00E-04	2.40E-03	0.14
港尾(4)	167942	2567430	6.00E-04	7.50E-03	0.32
下營(4)	173545	2570238	1.00E-04	8.00E-04	0.07
六甲(3)	182707	2569605	2.70E-03	6.67E-02	1.11
官田(3)	181773	2565587	6.00E-04	1.10E-02	0.40
進學(4)	167155	2558381	4.70E-05	8.00E-04	0.04
大文(4)	162586	2561292	3.30E-03	3.34E-02	0.72
頂山(2)	158102	2565024	3.00E-03	3.64E-02	1.44
十份(3)	154145	2556442	1.00E-04	1.20E-03	0.07
北門(2)	158374	2576580	-	1.01E-01	4.18
新市(3)	177116	2553430	9.00E-04	1.71E-02	0.69
南興(4)	169053	2553701	3.10E-03	6.61E-02	1.61
台南(4)	160525	2548099	1.00E-04	1.00E-03	0.07
重溪(4)	184262	2576360	1.00E-03	1.56E-02	0.41

(三)地下水補注區位及補注量

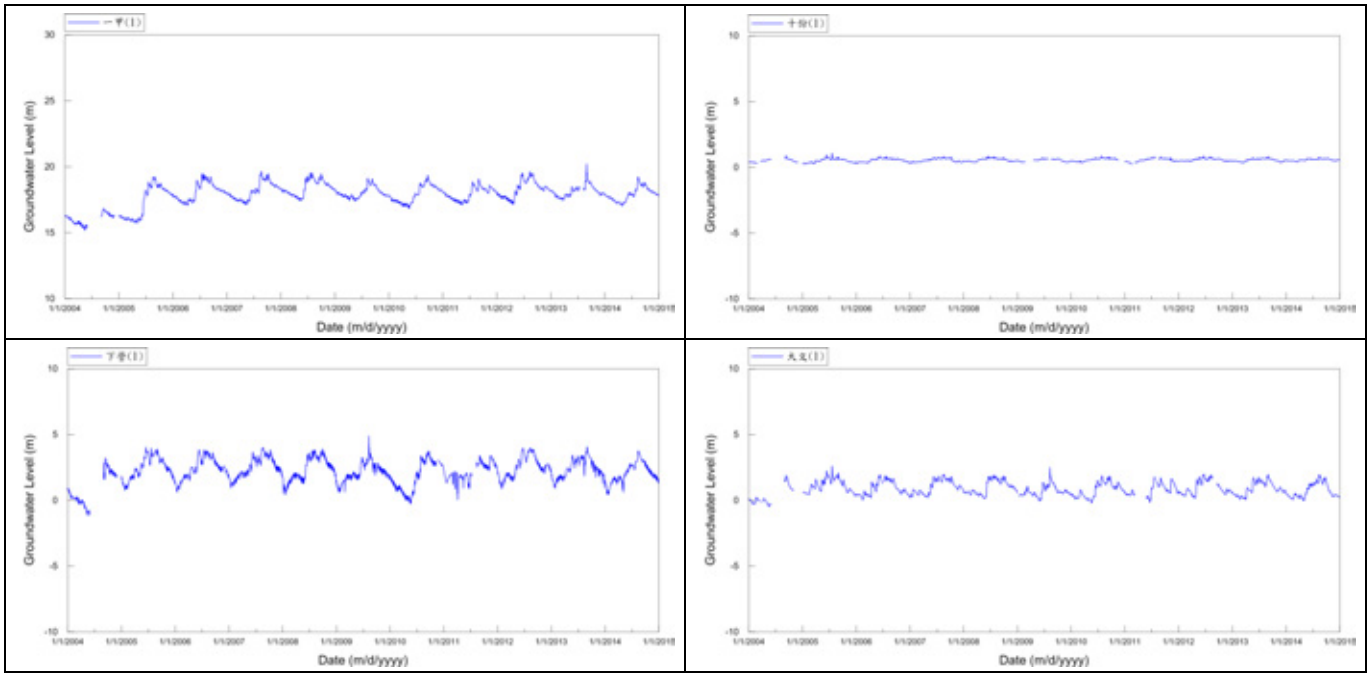
嘉南平原以濱海相與河口瀉湖相為主，除少數局部區域具河道沉積物外，並不具有大型河流堆積。由於本區沉積物粒度細，未提供良好的地下水補注管道。平原區上以細顆粒沉積物為主，降雨補注入滲不良。因此，本區基本上並無良好的扇頂補注區，地下水補注與流動皆極緩慢，地下水資源極貧乏。

於整體嘉南平原補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 5.53 億立方公尺，能邦公司民國 89 年利用一維垂向水平衡法估算約為每年 8.53 億立方公尺,成功大學於民國 103 年利用基流及穩定基流分析法推估民國 100 年至 102 年嘉南平原地下水年平均補注量約為 7 億立方公尺。

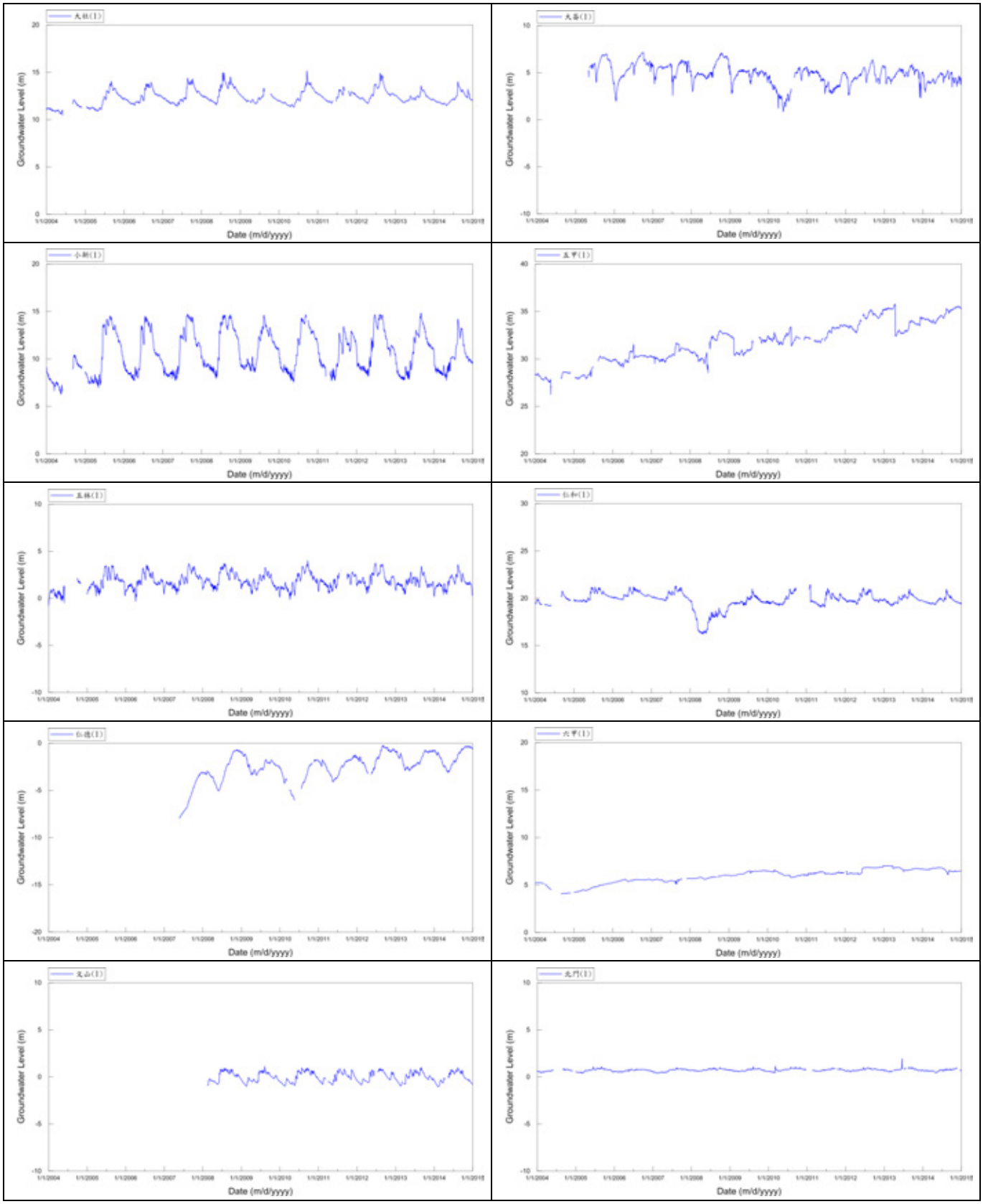
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，嘉南平原地下水水位整體而言多數觀測井水位為持平或上升趨勢，但仍有部分地區地下水出現下降情況，如太保、安平及白河地區(如附圖 6-6 至附圖 6-9 所示)，由於嘉南平原地下水資源貧乏，兼以補注不易，由水位變化情況表示部分地區已出現地下水超抽情況。

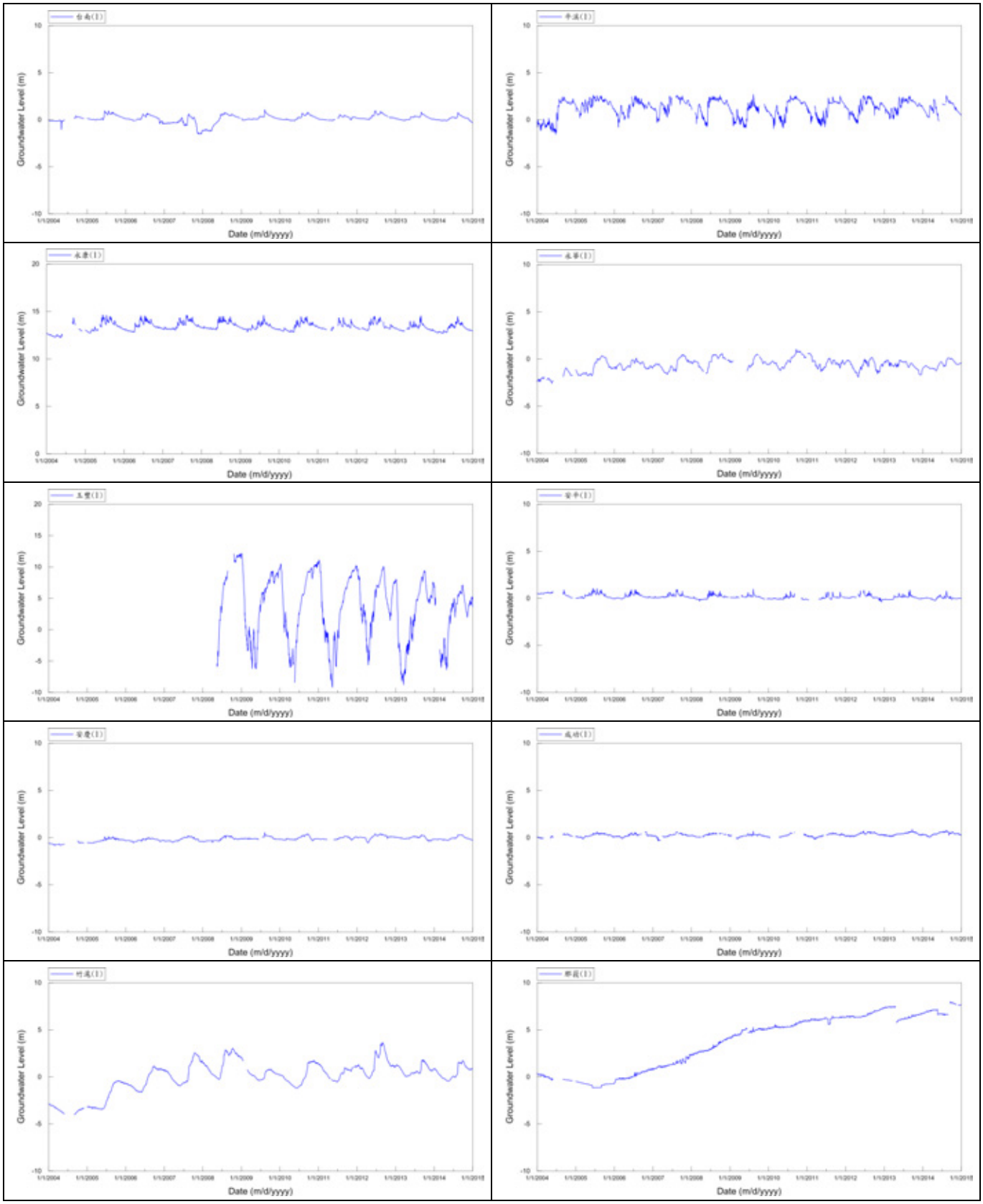
由嘉南平原地下水等水位線圖可發現，水位大致呈現東南往西北遞減情況，地下水水位於沿海地區朴子、東石及布袋一帶則低於海平面(如附圖 6-10 至附圖 6-13 所示)。另由地下水等深度線圖可得知，嘉南平原白河一帶地下水埋深較深約為 20 公尺，而沿海地區則相對埋深較淺(如附圖 6-14 至附圖 6-17 所示)。



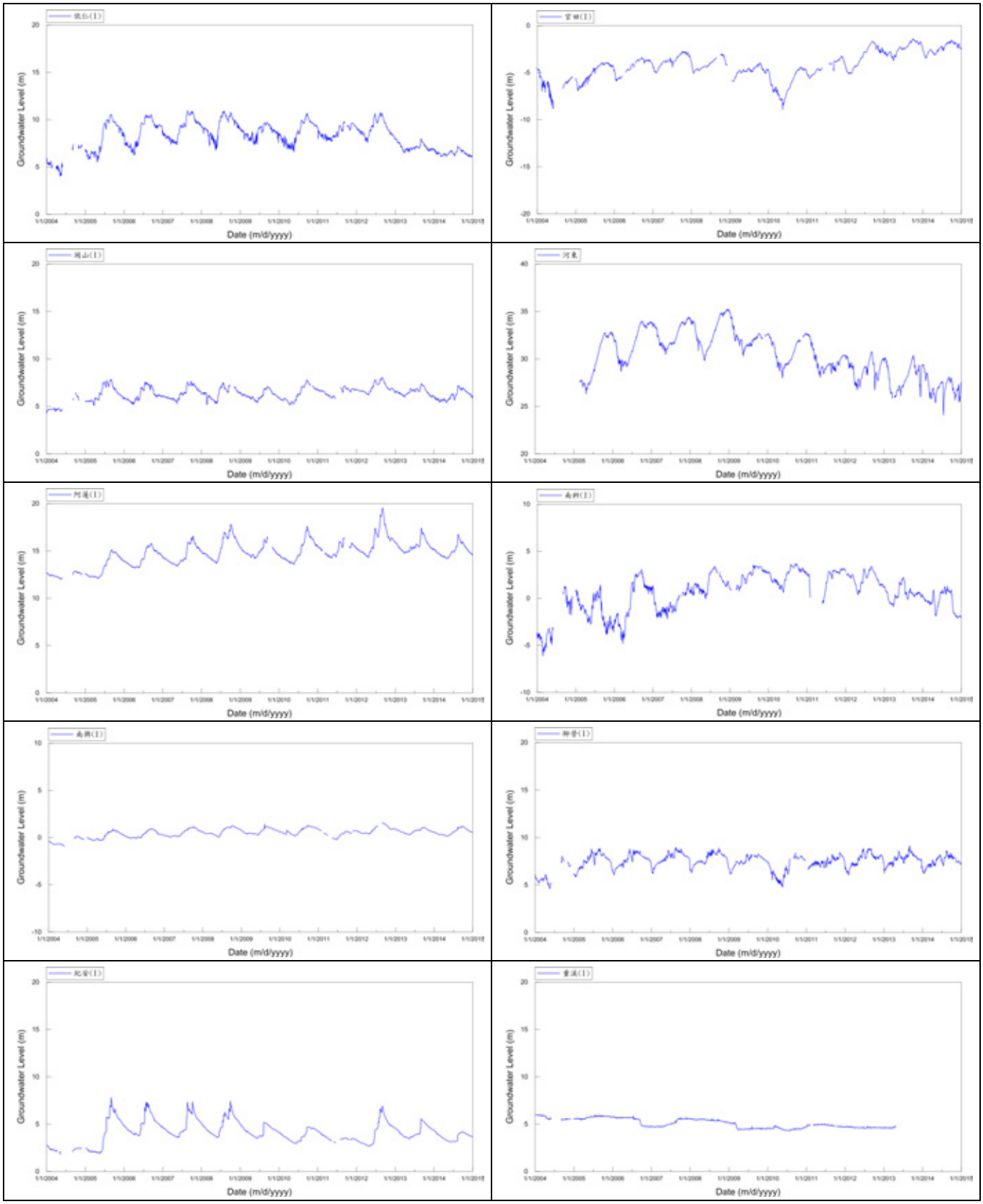
附圖 6-6　嘉南平原第一含水層地下水水位歷時圖



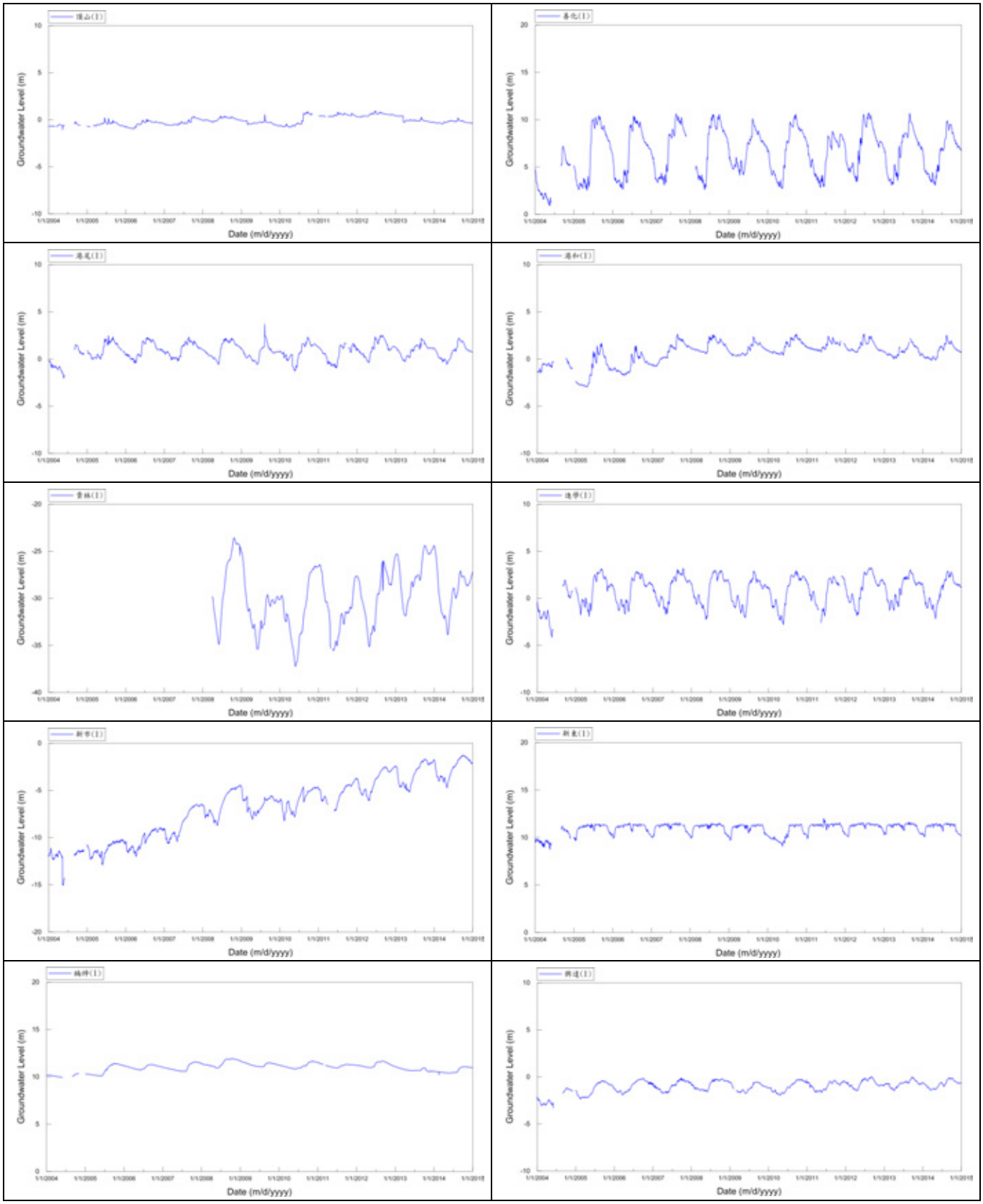
附圖 6-6　嘉南平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



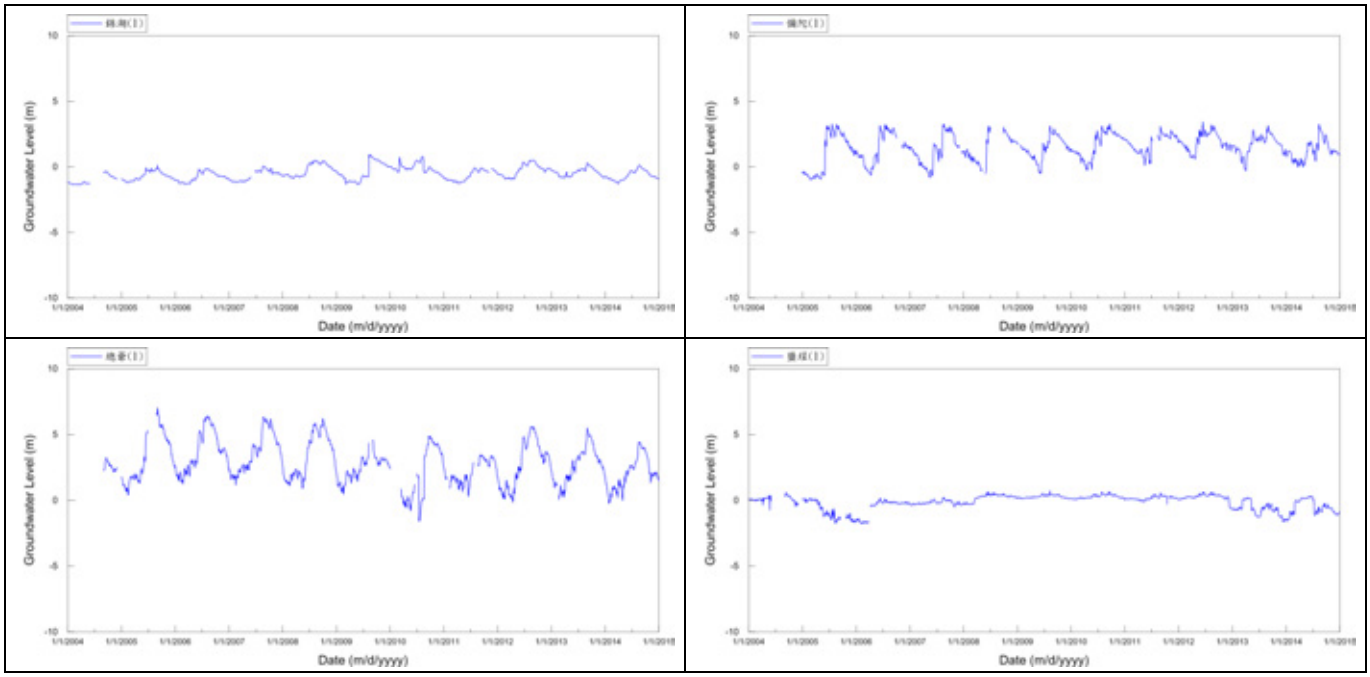
附圖 6-6　嘉南平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



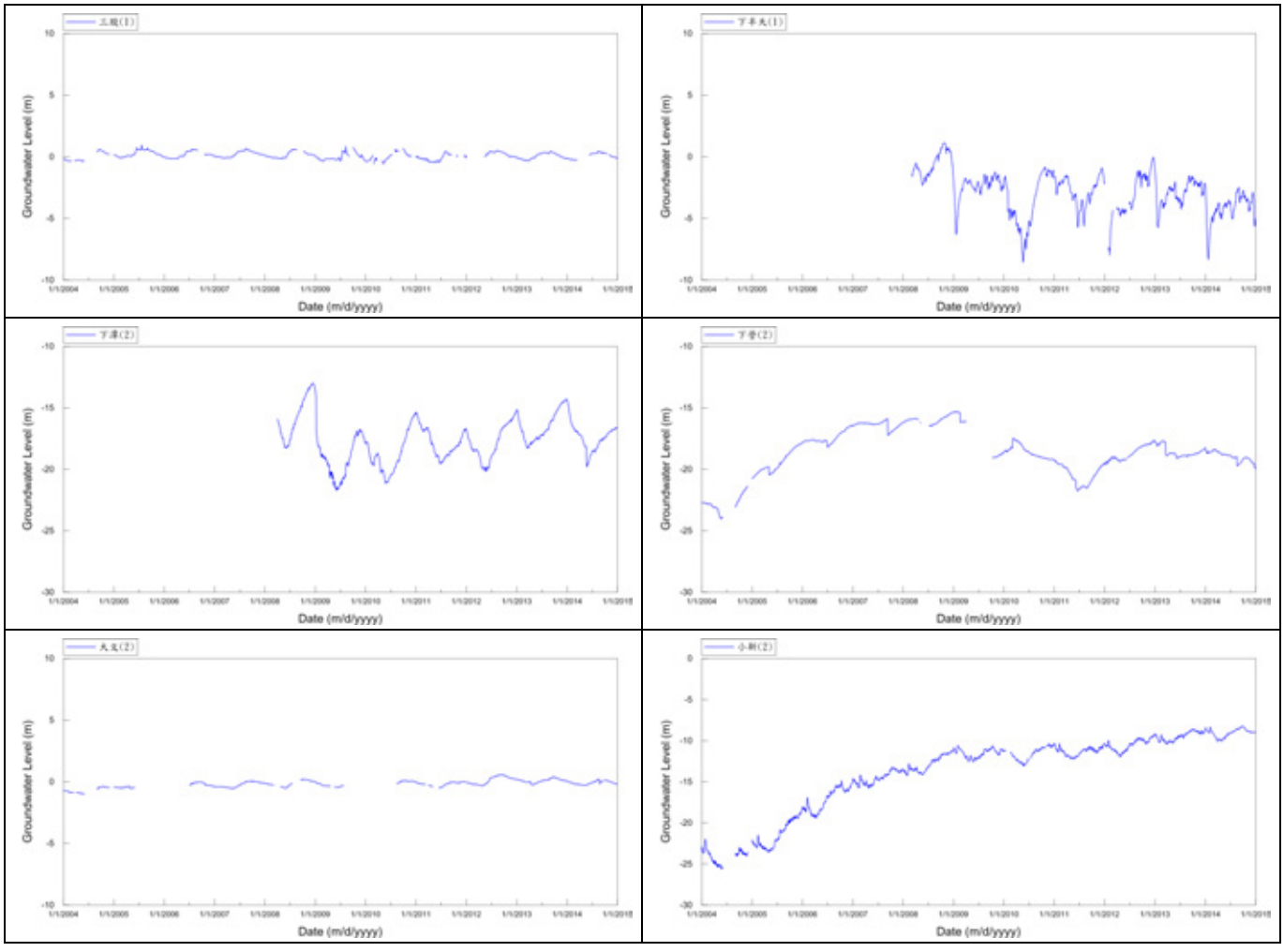
附圖 6-6　嘉南平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



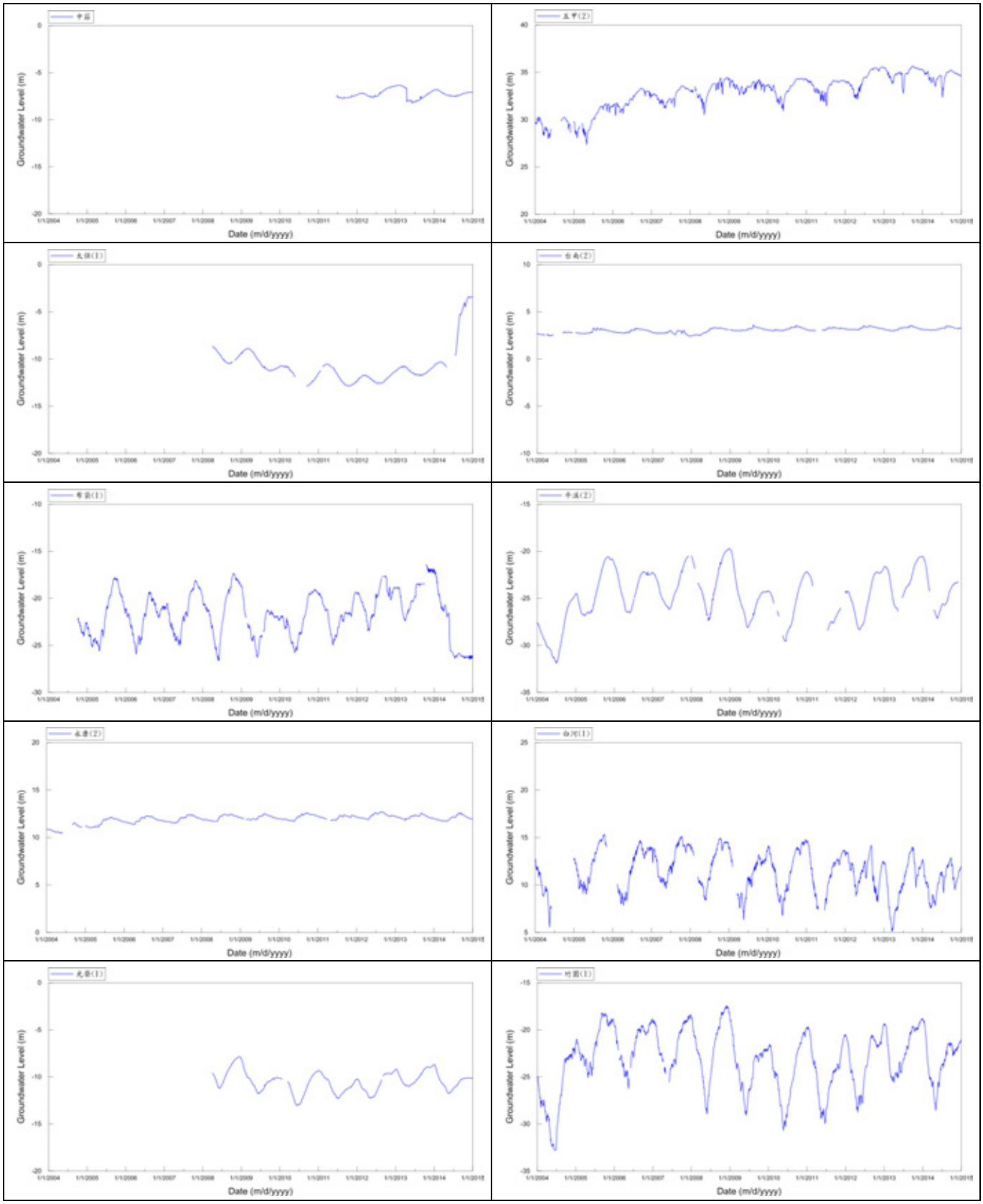
附圖 6-6　嘉南平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



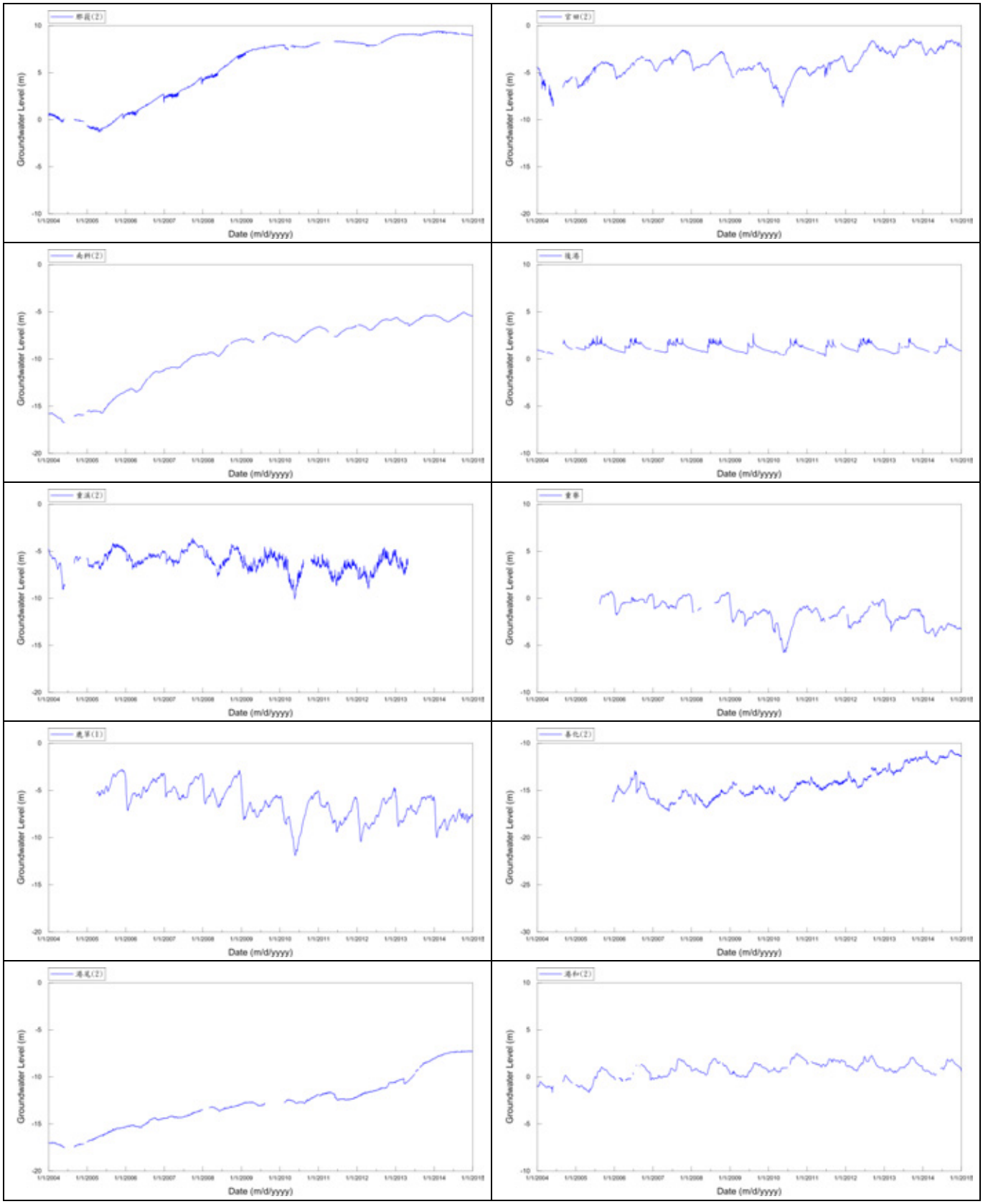
附圖 6-6　嘉南平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



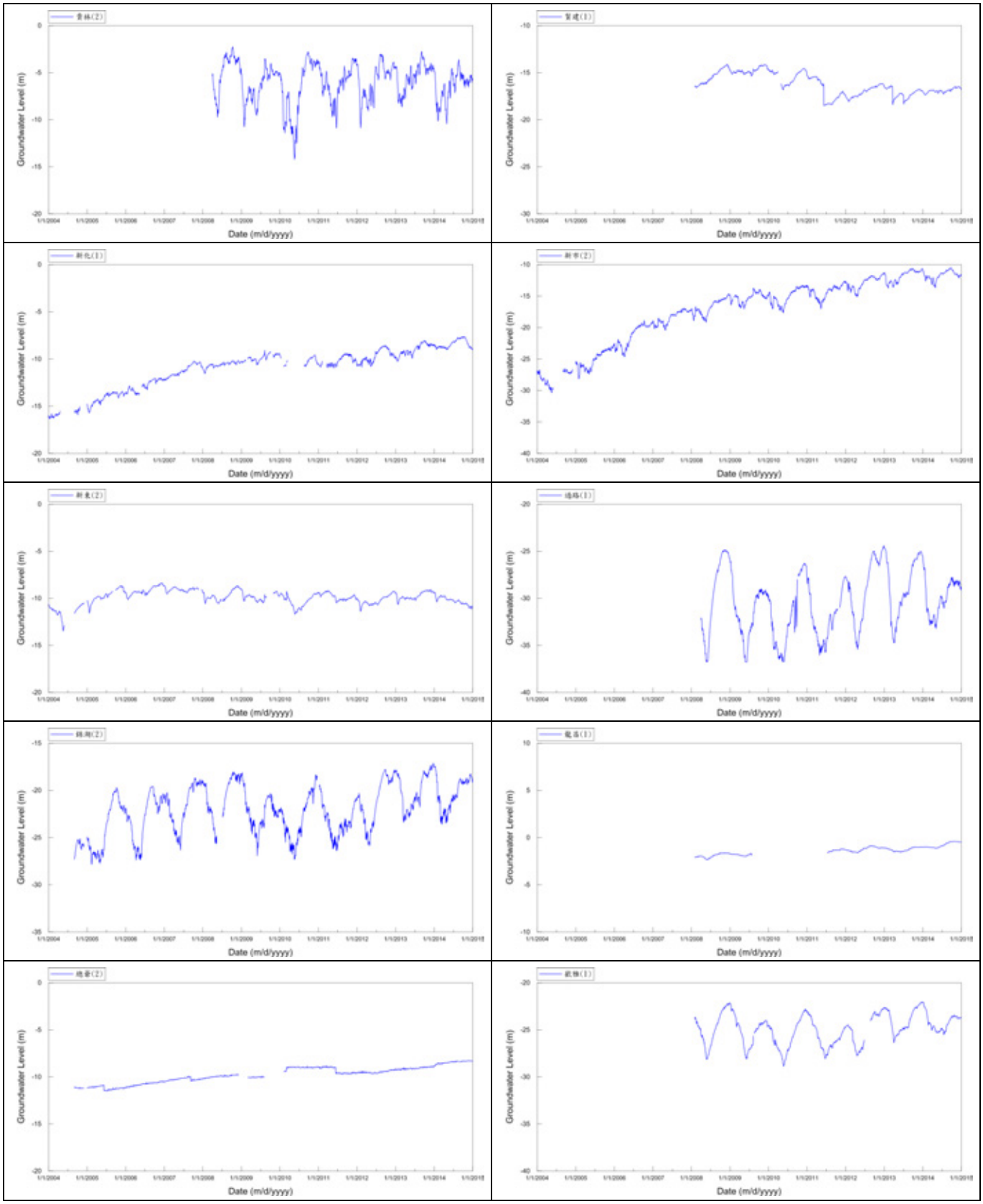
附圖 6-7　嘉南平原第二含水層地下水水位歷時圖



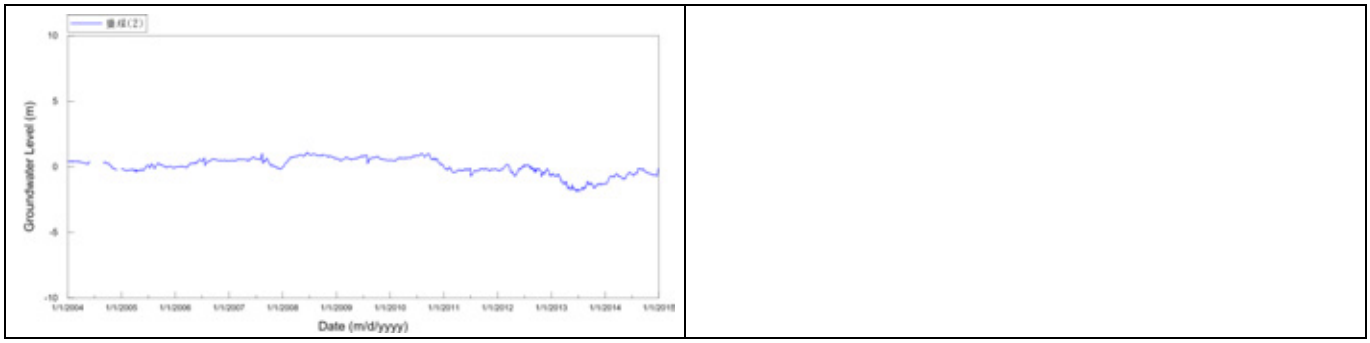
附圖 6-7　嘉南平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



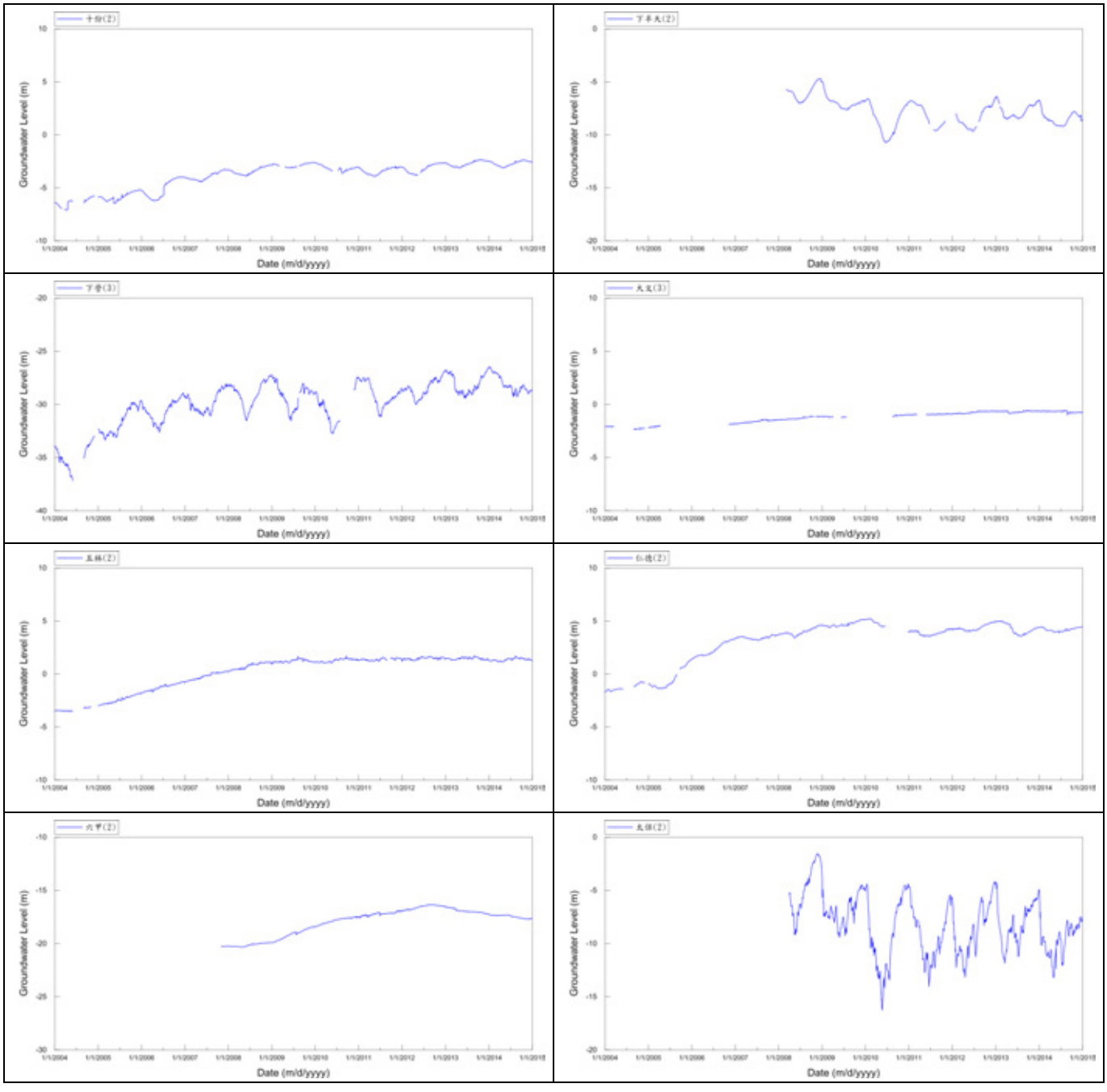
附圖 6-7　嘉南平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



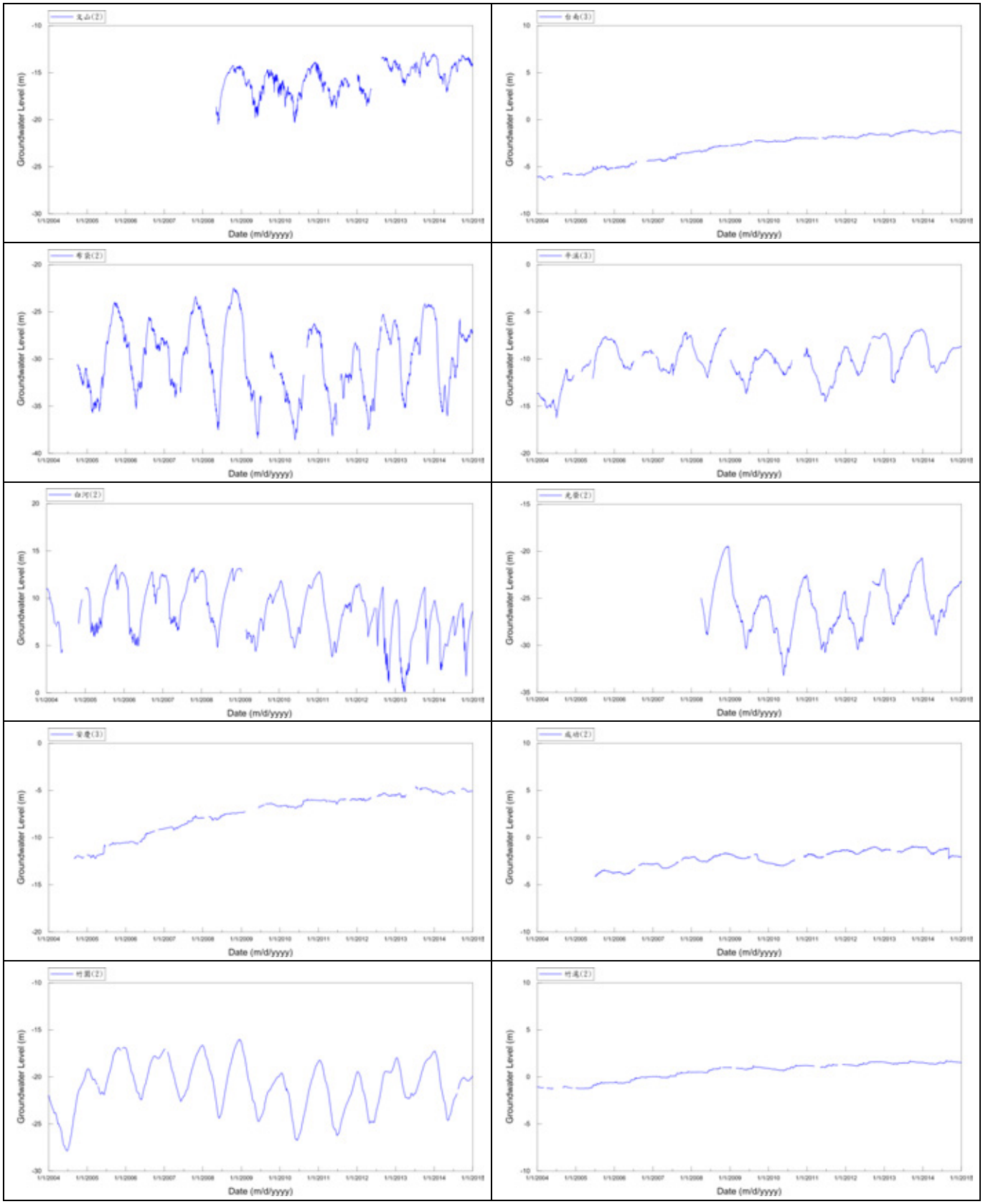
附圖 6-7　嘉南平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



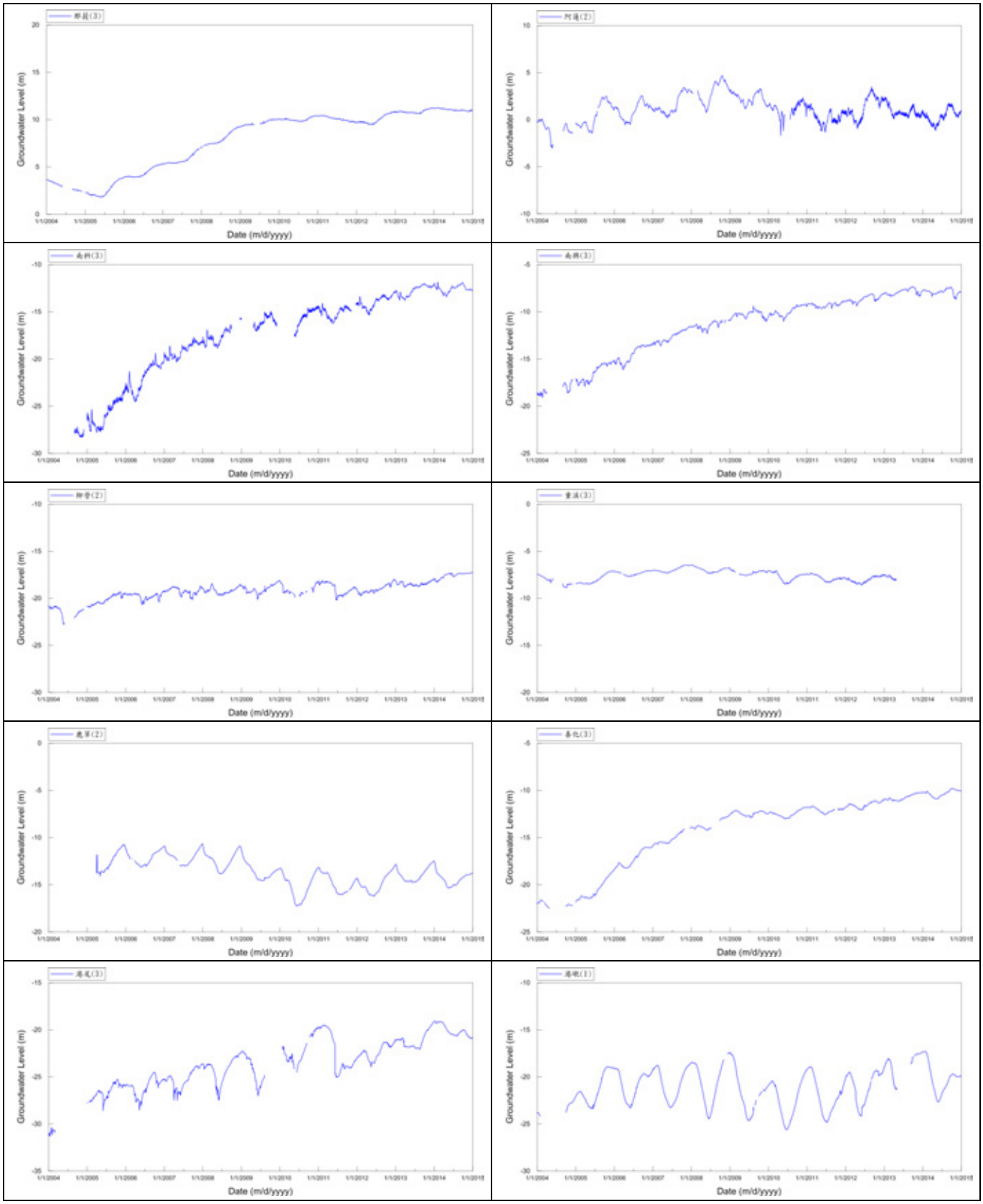
附圖 6-7　嘉南平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



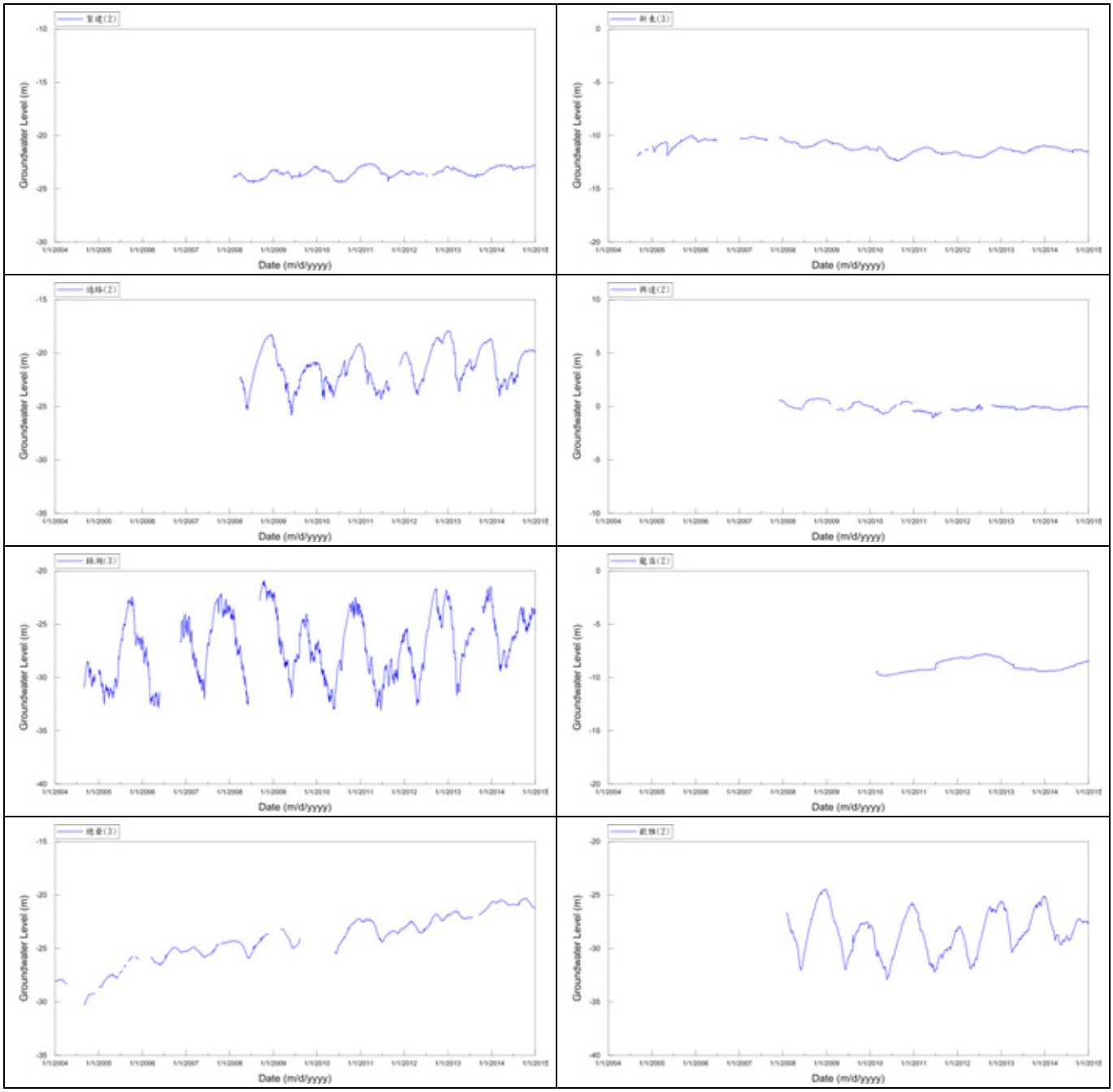
附圖 6-8　嘉南平原第三含水層地下水水位歷時圖



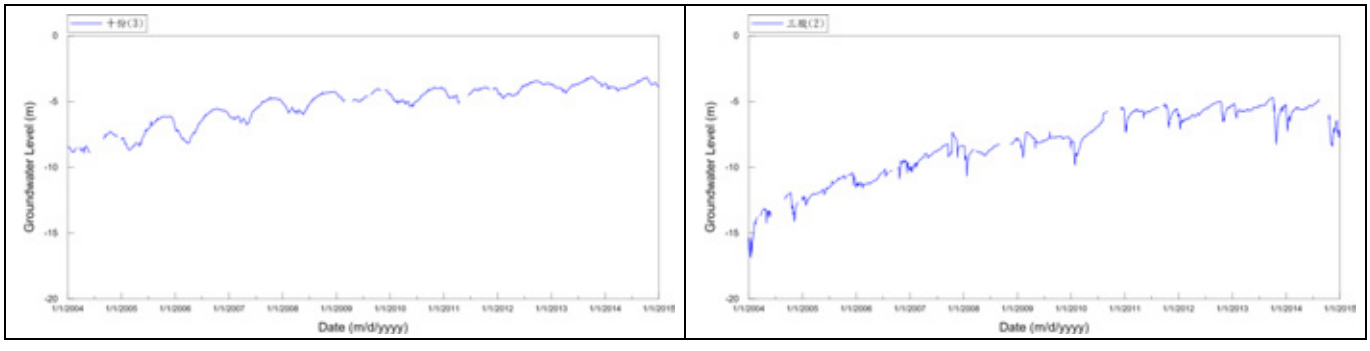
附圖 6-8　嘉南平原第三含水層地下水水位歷時圖(續)



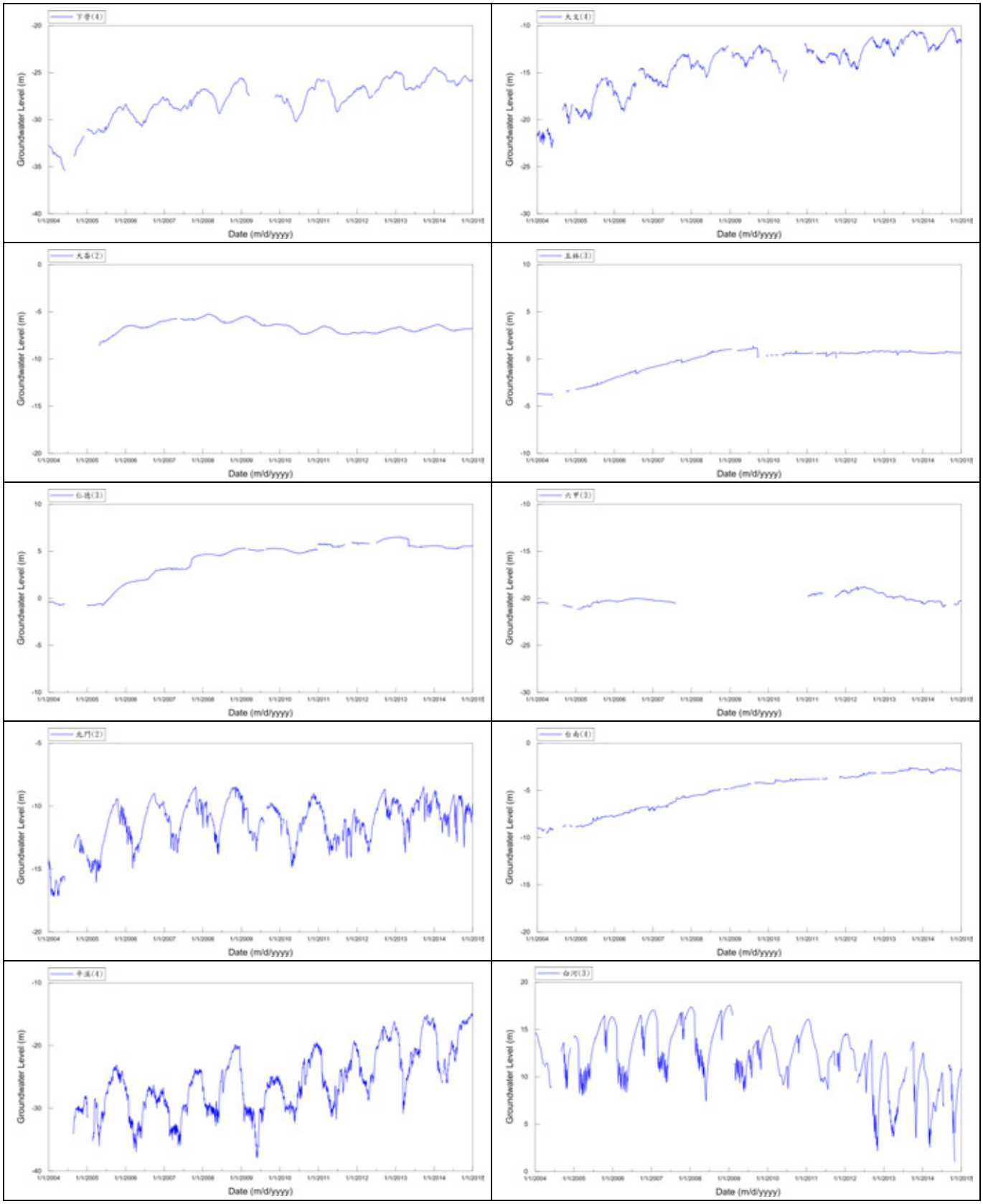
附圖 6-8　嘉南平原第三含水層地下水水位歷時圖(續)



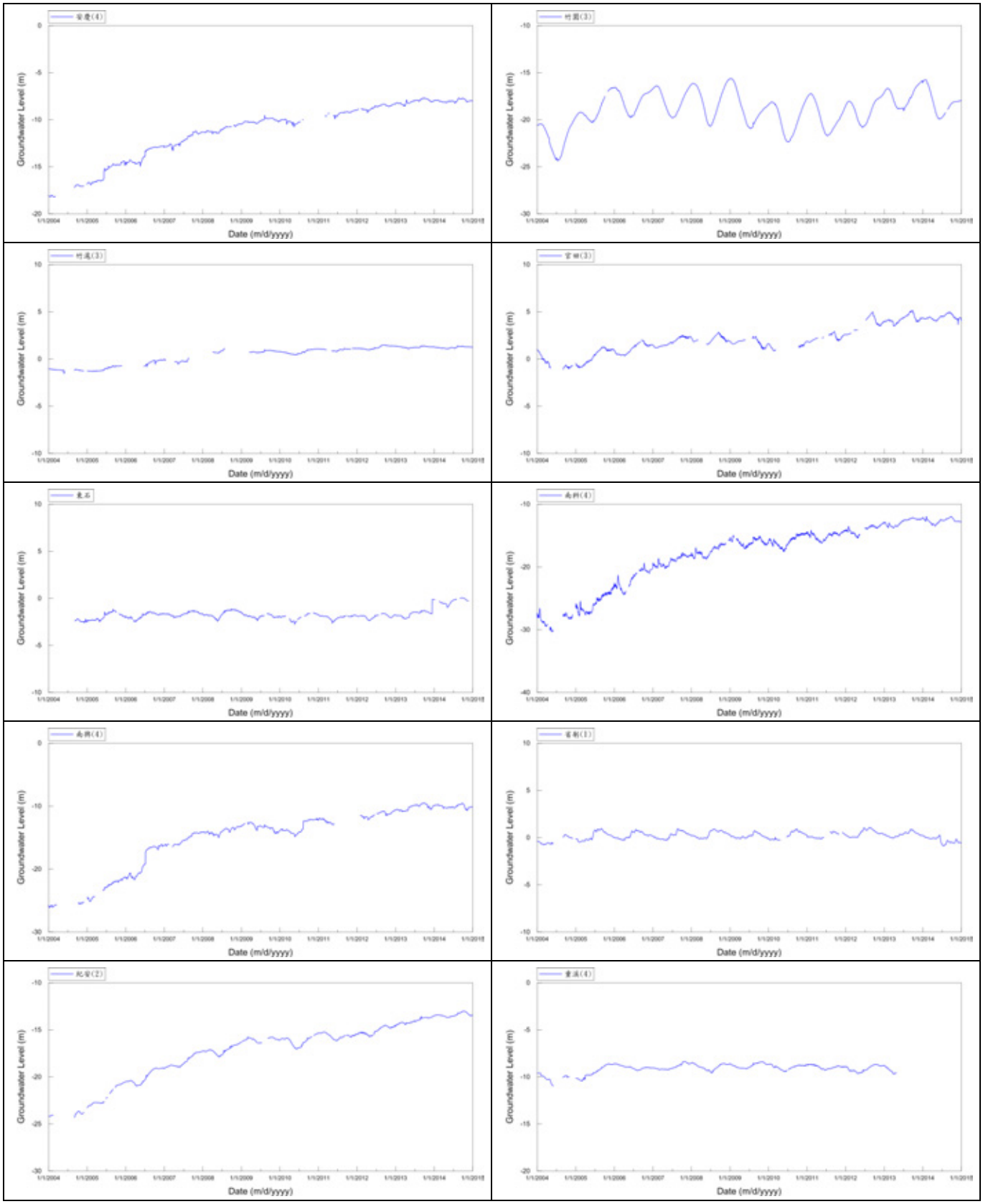
附圖 6-8　嘉南平原第三含水層地下水水位歷時圖(續)



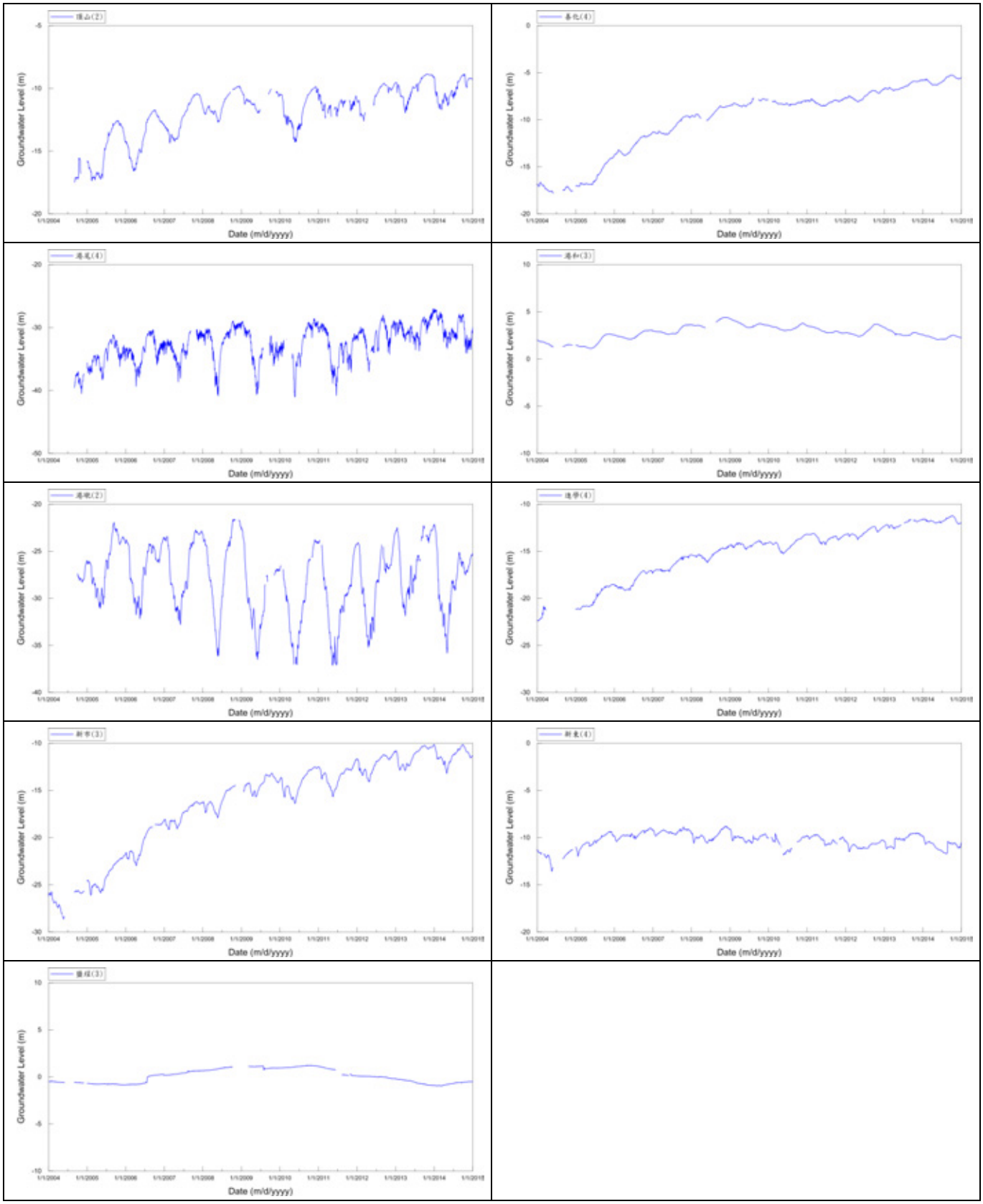
附圖 6-9　嘉南平原第四含水層地下水水位歷時圖



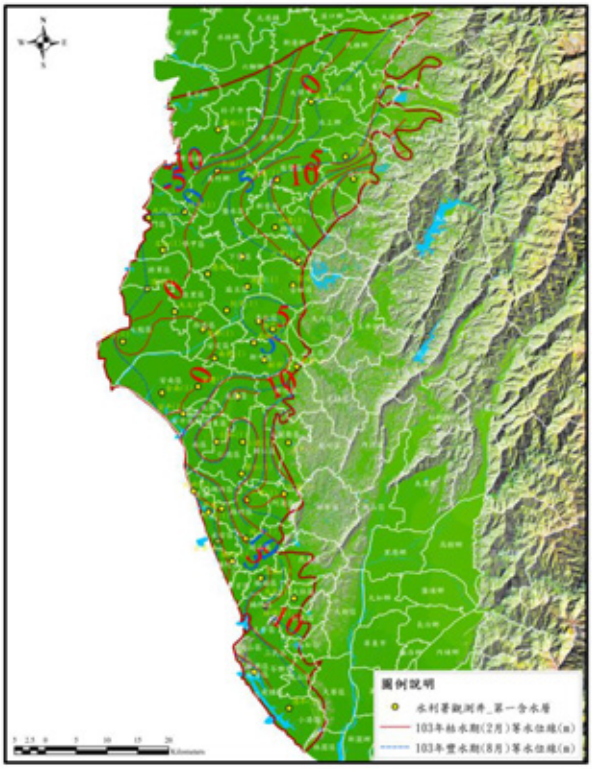
附圖 6-9　嘉南平原第四含水層地下水水位歷時圖(續)



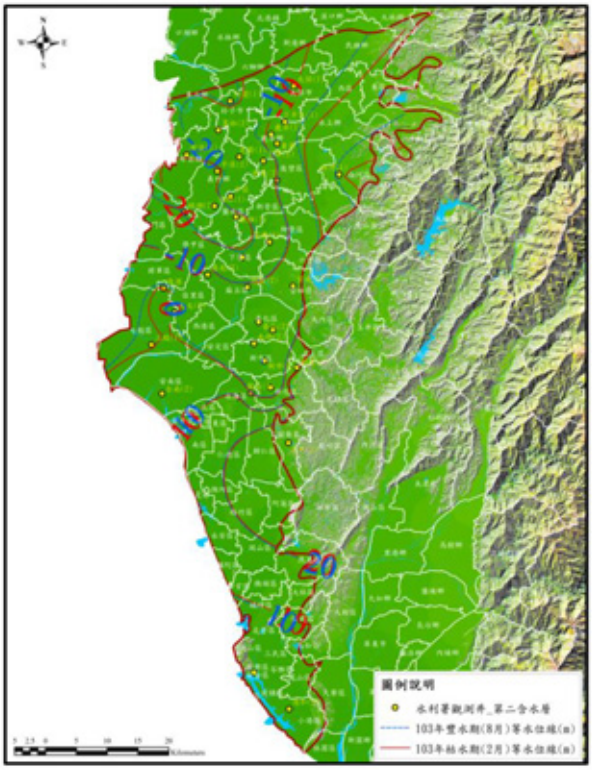
附圖 6-9　嘉南平原第四含水層地下水水位歷時圖(續)



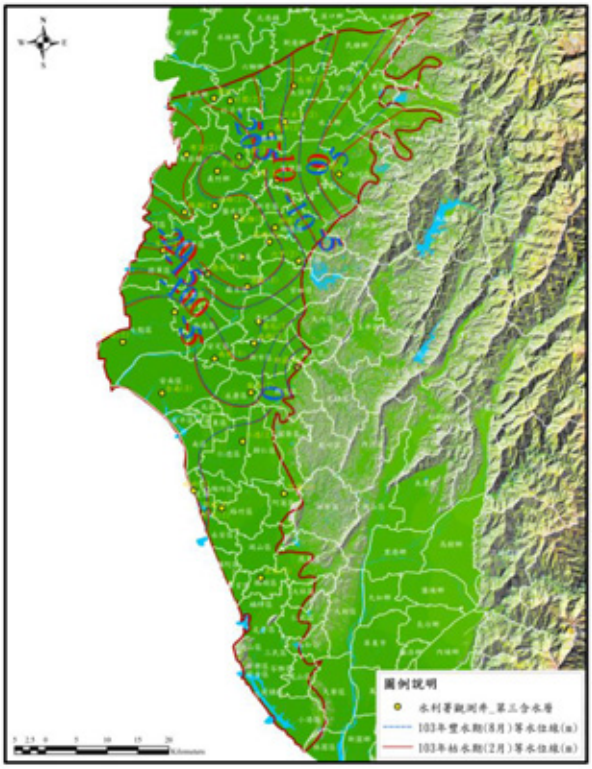
附圖 6-9　嘉南平原第四含水層地下水水位歷時圖(續)



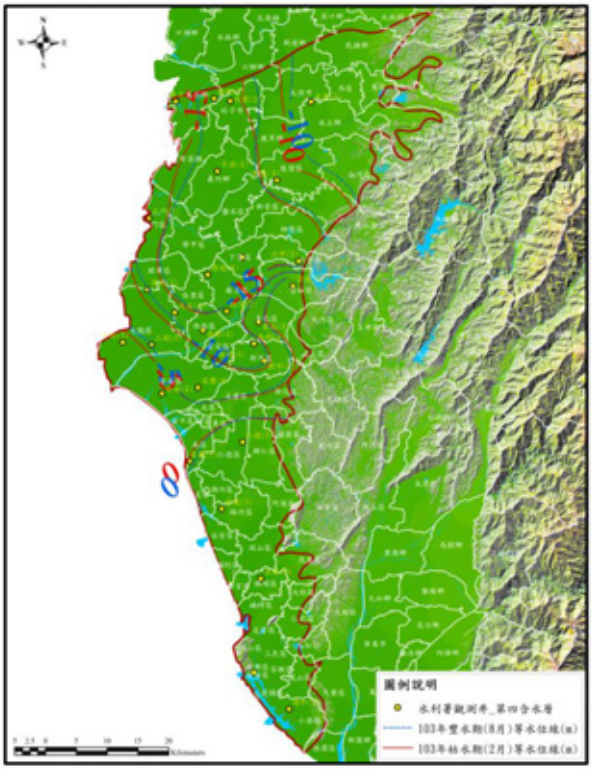
附圖 6-10　嘉南平原第一含水層豐枯水期等水位線



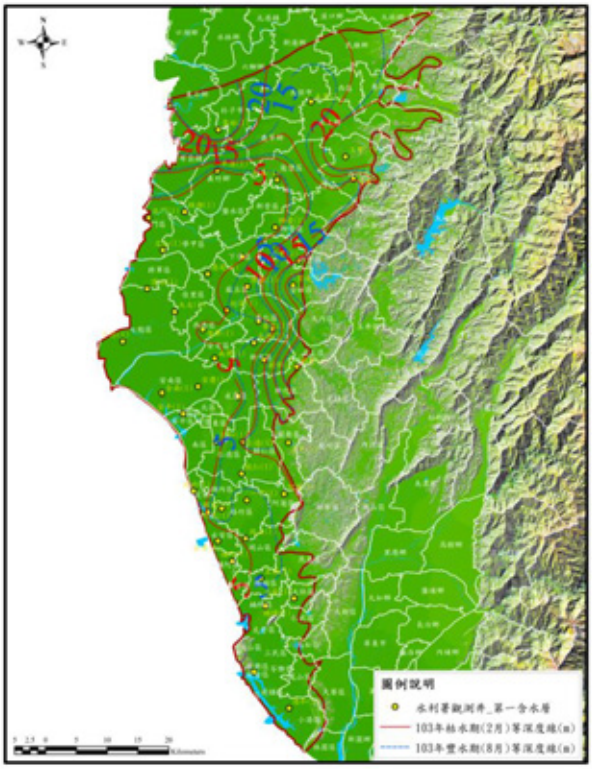
附圖 6-11　嘉南平原第二含水層豐枯水期等水位線



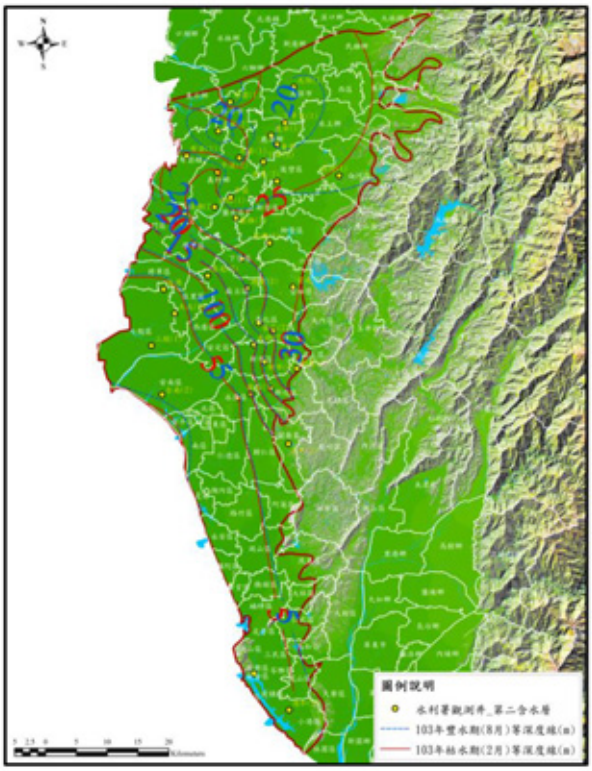
附圖 6-12　嘉南平原第三含水層豐枯水期等水位線



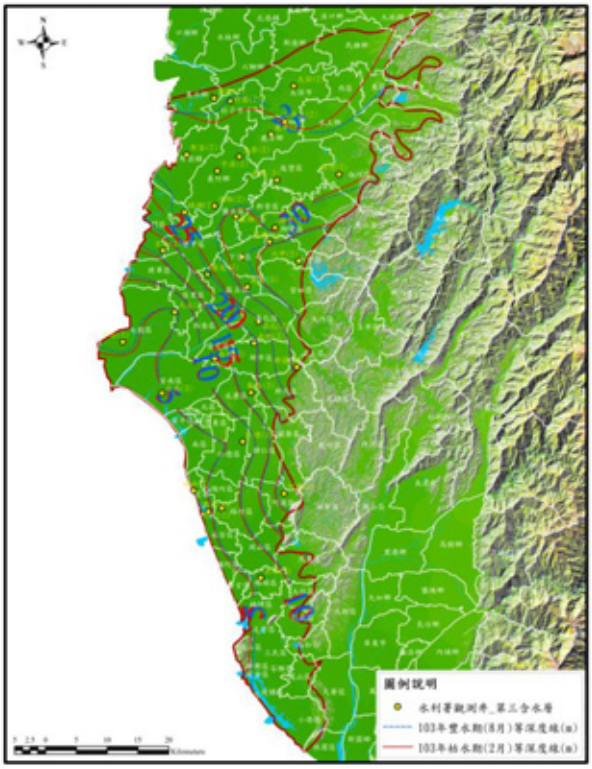
附圖 6-13　嘉南平原第四含水層豐枯水期等水位線



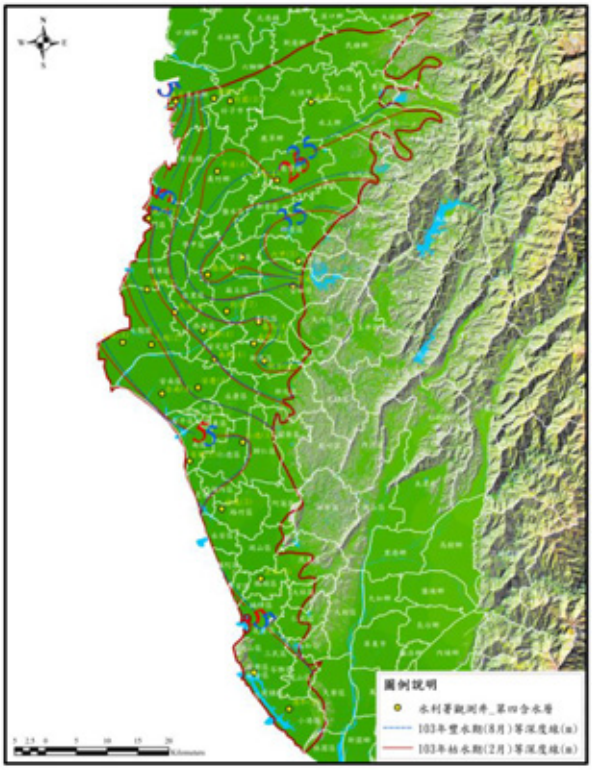
附圖 6-14　嘉南平原第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 6-15　嘉南平原第二含水層豐枯水期等深度線



附圖 6-16　嘉南平原第三含水層豐枯水期等深度線



附圖 6-17　嘉南平原第四含水層豐枯水期等深度線

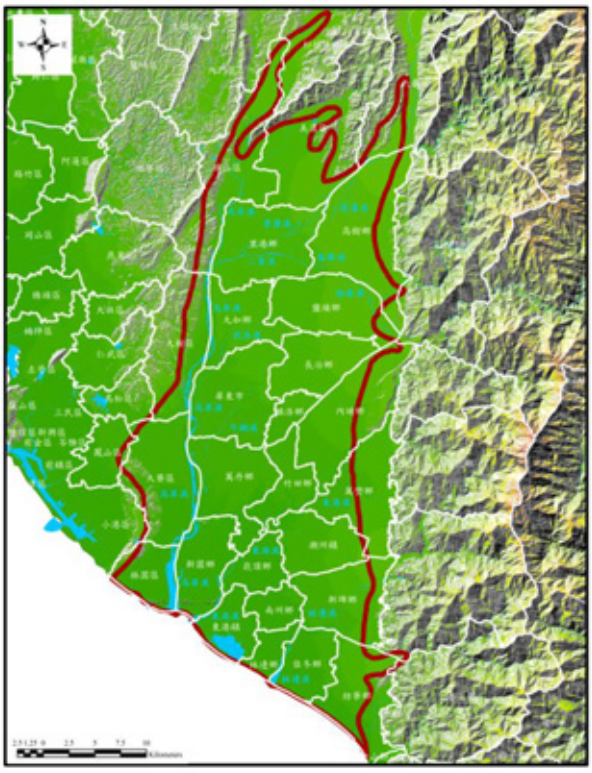
(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最近之嘉南平原地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於嘉南平原各監測井最新監測結果有部份測站於導電度、酸鹼值、氯鹽、硫酸鹽、總硬度、總溶解固體物、氨氮、砷、鐵及錳等未符法規標準；而經濟部水利署於嘉南平原各監測井最新監測結果則有部份測站於導電度、酸鹼值、氯鹽、硫酸鹽、氨氮、總有機碳、砷、鎘、銅、鋅、鐵及錳等未符法規標準；綜合環保署及經濟部水利署監測結果顯示，導電度、氯鹽、硫酸鹽、氨氮及砷為嘉南平原主要不合乎法規標準之水質項目，而多數測站之砷以及玉豐(2)、港尾(4)及南興(2)之鎘以及玉豐(2)之銅以及紀安(2)之鋅超過灌溉用水標準，亦需加以改善及監測。

柒、屏東平原地下水區

一、前言

屏東平原地下水區主要涵蓋屏東縣及高雄市部分地區，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 7-1 所示。



附圖 7-1　屏東平原地下水區範圍圖

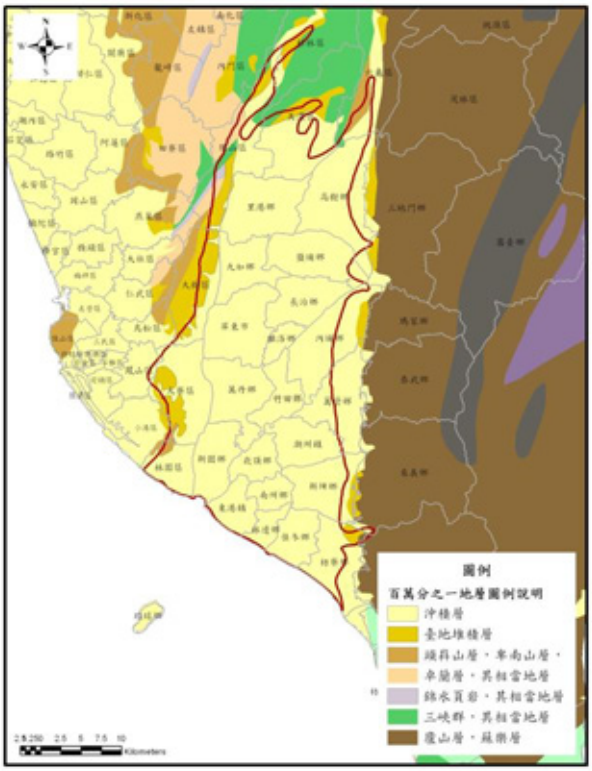
二、區域地質與地形

屏東平原位於臺灣之西南端，北與阿里山山脈的南端相隔，西接嶺口丘陵地，南接臺灣海峽，東以潮州斷層與中央山脈南端大武山山脈相隔，海拔 100 公尺以下之平原地帶面積約 1,130 平方公里。本區域南北長約 50 公里，東西寬約 20 公里，地勢由東北向西南緩斜，內有高屏溪、東港溪及林邊溪流域等主要河川貫穿本區，注入臺灣海峽。屏東平原主要在海拔 100 公尺以下之平

原地帶，此區域之地面水域位於林邊溪流域，由西擴展至東港溪，南邊延伸至士文溪。

屏東平原略成南北延長之矩形，其成因與六龜地塹有密切關係，平原東側之荖濃溪，大致為沿潮洲斷層流動之一斷層谷，平原西側之楠梓仙溪亦呈南北流向之縱谷，其流跡亦可能與地質構造有關。本平原為一陷落而成之地塹狀平原，因潮洲大斷層下形成許多新舊沖積扇，使荖濃溪河流西移，而與楠梓仙溪合併為高屏溪，高屏溪流路亦被東側沖積扇堆積物而逐漸向西側移動，逐步切削旗山南方之丘陵東麓而拓寬平原面，同時其上游各河川搬運大量岩屑均堆積於本平原面，河川之沖積作用為形成本平原之主要因素，此等河川於平原上呈網狀流動，造成廣大洪水平原。

屏東平原地下水區範圍內主要地層為沖積層，僅於大寮、大樹及旗山一帶分布有零星臺地堆積層及頭嵙山層(如附圖 7-2 所示)。



附圖 7-2　屏東平原地質圖

三、地下水資源概述

(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，屏東平原地下水區之含水層極為發達，厚度大且延展遍布全區，而近地面的頂層礫石非拘限含水層愈往西愈薄。阻水層僅在沿海地區有較連續的分布，並夾於含水層中，厚度遠小於含水層。含水層只有在南側有顯著之分隔，在平原北側及東側則合而為一。屏東平原之含水層大致可區分為含水層一、含水層二、含水層三之一及含水層三之二等四層，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 7-3 至附圖 7-5 所示，各層特性如下所述：

1、含水層一

含水層一為屏東平原含水層系統之表層，分布範圍涵蓋全區，厚度從 24 公尺至 84 公尺不等，平均厚度約 50 公尺，為一非拘限含水層。地下水位以潮州斷層以西各沖積扇頂區最深，深度可達 45 公尺左右，往西南則水位漸接近地面，較近者僅於地面下數公尺處。本層同時也是降雨河川等補注來源必經之處。

2、含水層二

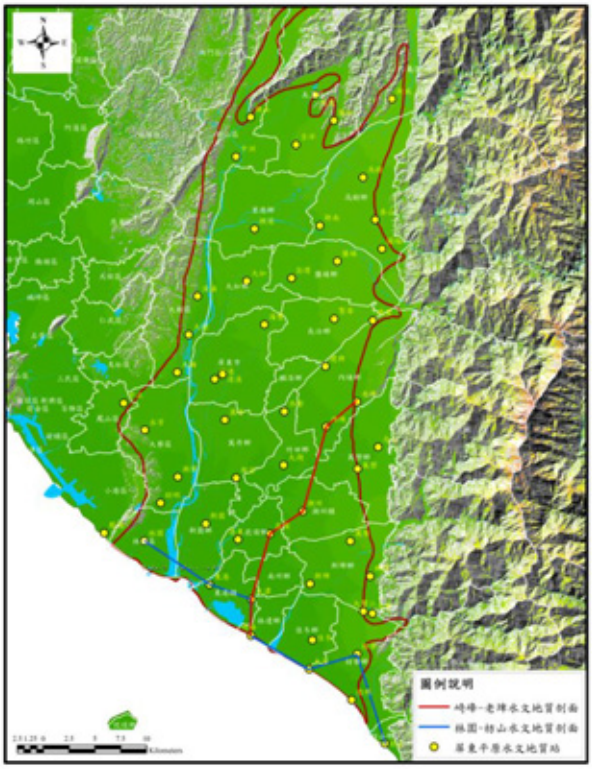
含水層二位於含水層一和阻水層一之下，分布範圍涵蓋全區，其深度在地面下 43 公尺至 152 公尺之間，厚度從 9 公尺至 80 公尺不等，平均厚度約 52 公尺。本層之岩性以礫石層最為發達，出水能力良好，與含水層一分別構成屏東平原地下水淺井及深井開發之主要層次。

3、含水層三之一

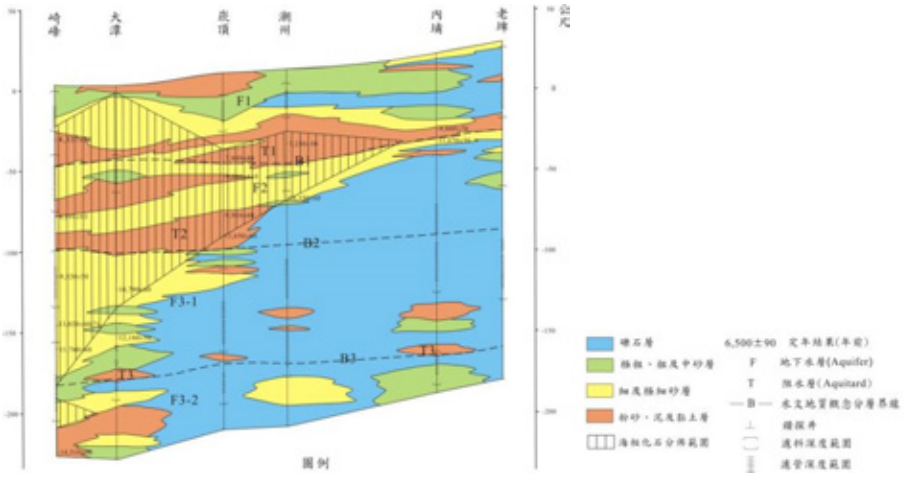
含水層三之一位於含水層二和阻水層二之下，分布範圍涵蓋全區，其深度在地面下 95 公尺至 210 公尺間，厚度從 50 公尺至 89 公尺不等，平均厚度約 70 公尺。本層之岩性以礫石層最為發達，因深度較深，地下水開發不及含水層一、二。

4、含水層三之二

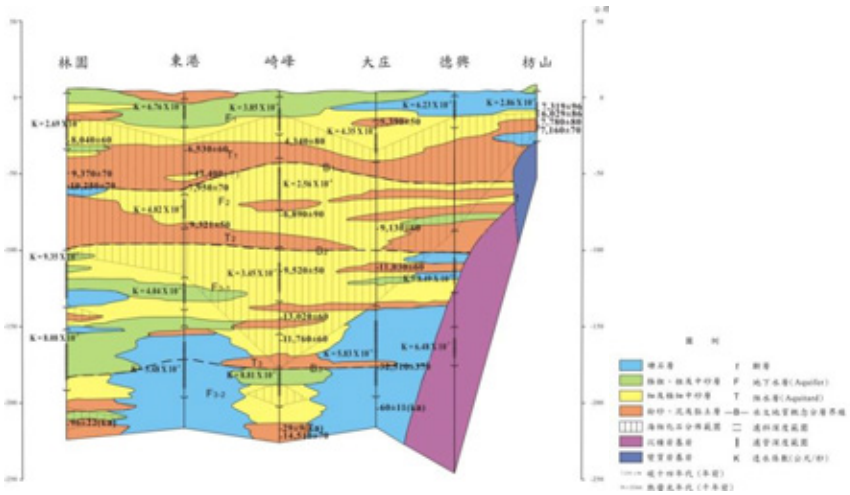
含水層三之二位於含水層系統之最底層，分布範圍涵蓋全區，其頂部深度在地面下 174 公尺至 214 公尺不等，本層之岩性以礫石層為主。因為觀測網計畫之鑽探深度並未貫穿本層，故其底部位置尚未能確定。



附圖 7-3　屏東平原地下水區水文地質剖面位置



附圖 7-4　屏東平原地下水區崎峰至老埤地質剖面圖



附圖 7-5　屏東平原地下水區林園至枋山地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

屏東平原地下水區流通係數於第一層含水層大致介於 $1.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $8.11m^2/min$ 之間(中位數 $7.10\times10^{-1}m^2/min$)，第二含水層則大致介於 $3.30\times10^{-3}m^2/min$ 至 $2.00m^2/min$ 之間(中位數 $5.05\times10^{-1}m^2/min$)，第三之一層含水層大致介於 $7.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $1.84m^2/min$ 之間(中位數 $5.09\times10^{-1}m^2/min$)，第三之二含水層則大致介於 $5.00\times10^{-3}m^2/min$ 至 $1.65m^2/min$ 之間(中位數 $2.96\times10^{-1}m^2/min$)，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於屏東平原北側。含水層產水性能部分，第一層含水層出水量大致介於0.120cmh至202.941cmh之間(中位數 23.133cmh)，第二層含水層出水量則介於 0.004cmh 至70.909cmh 之間(中位數 17.576cmh)，第三之一層含水層出水量大致介於0.044cmh至44.162cmh之間(中位數14.325cmh)，第三之二層含水層出水量則介於 0.395cmh 至 55.138cmh 之間(中位數 9.173cmh)，整體而言，屏東平原之出水能力甚佳(如附表 7-1 至附表 7-4 所示)。

附表 7-1　屏東平原第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
中正(1)	185015	2503504	6.50E-03	1.17E-01	6.75
林園(1)	186809	2490130	1.06E-02	4.03E-01	11.81
永芳(1)	186942	2500950	3.16E-02	5.68E-01	19.74
溪埔(1)	191978	2513893	3.03E-02	7.59E-01	23.13
九曲(1)	190015	2506507	4.36E-02	1.18E+00	40.10
旗山(1)	197100	2531368	2.16E-02	2.59E-01	9.44
吉洋工作站	201510	2528640	9.48E-02	4.34E+00	66.67
美濃(1)	203425	2525409	9.60E-04	1.44E-02	0.48
吉洋(1)	200032	2529333	2.70E-01	8.11E+00	35.50
新威(1)	210915	2533502	4.00E-06	1.00E-04	0.12
清溪(1)	194408	2506330	1.82E-02	2.73E-01	9.70
海豐(1)	198476	2511130	1.19E-01	3.57E+00	111.88
東港(1)	193156	2485971	3.83E-02	6.90E-01	23.60
新庄(1)	195738	2496246	2.09E-02	7.10E-01	19.51
萬丹(1)	194540	2501970	1.30E-02	4.68E-01	23.35
繁華(1)	205264	2511656	6.46E-02	1.55E+00	37.70
土庫(1)	198425	2524645	9.48E-02	4.34E+00	66.67
鹽埔(1)	205622	2517240	3.13E-02	1.66E+00	80.59
彭厝(1)	201104	2515658	6.10E-02	1.46E+00	16.10
高樹(1)	208068	2525407	8.72E-02	6.98E+00	57.29
泰山(1)	209266	2521392	9.90E-03	9.53E-01	25.63
新南(1)	203915	2520763	2.40E-02	5.75E-01	29.47
關福(1)	209883	2518620	3.21E-01	7.69E+00	32.79
老埤(1)	207504	2503670	1.15E-02	4.70E-01	22.57
西勢(1)	200397	2502704	9.60E-03	2.70E-01	13.66
大湖(1)	200368	2497500	1.70E-01	2.04E+00	17.53
新埤(1)	202895	2485957	8.01E-03	1.60E-01	9.06
萬隆(1)	206802	2490112	1.14E-01	6.02E+00	121.64
大響(1)	210206	2481360	6.20E-02	4.22E+00	202.94
餉潭(1)	208707	2486714	5.74E-02	1.72E+00	66.86
大庄(1)	202810	2477706	4.10E-03	8.62E-02	2.87
德興(1)	207000	2474613	9.97E-02	1.20E+00	31.92
崁頂(1)	198929	2490845	9.95E-03	1.69E-01	6.16
港東(1)	195798	2490241	3.39E-02	6.10E-01	22.25
瑪家(1)	208976	2511539	5.04E-02	1.77E+00	84.94
鳳鳴(1)	182982	2490949	5.80E-03	1.40E-01	4.37
前進(1)	193652	2505845	1.96E-02	2.35E-01	5.60

附表 7-2　屏東平原第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
中正(2)	185015	2503504	1.00E-02	1.79E-01	6.65
溪埔(2)	191978	2513893	1.40E-02	2.65E-01	9.54
旗山(2)	197100	2531368	8.20E-03	2.47E-01	9.02
美濃(2)	203425	2525409	2.49E-02	6.72E-01	21.77
新威(2)	210915	2533502	-	-	-
清溪(2)	194408	2506330	3.91E-02	2.00E+00	60.10
海豐(2)	198476	2511130	1.16E-02	1.29E+00	42.13
東港(2)	193156	2485971	2.34E-02	4.91E-01	17.38
新庄(2)	195738	2496246	1.30E-02	2.09E-01	5.90
萬丹(2)	194540	2501970	1.60E-02	7.83E-01	23.98
繁華(2)	205264	2511656	1.68E-02	5.05E-01	12.76
彭厝(2)	201104	2515658	1.19E-01	1.43E+00	11.40
高樹(2)	208068	2525407	3.50E-03	6.87E-01	22.29
新南(2)	203915	2520763	6.84E-02	1.23E+00	16.02
關福(2)	209883	2518620	7.60E-03	1.83E-01	2.51
赤山(2)	209521	2499542	2.20E-03	2.62E-02	0.99
老埤(2)	207504	2503670	6.70E-03	4.94E-01	17.89
西勢(2)	200397	2502704	4.21E-02	4.21E-01	17.78
大湖(2)	200368	2497500	3.14E-02	3.76E-01	9.54
大響(2)	210206	2481360	3.95E-02	1.18E+00	24.97
餉潭(2)	208707	2486714	3.00E-04	3.30E-03	0.24
德興(2)	207000	2474613	1.43E-02	2.15E-01	8.70
港東(2)	195798	2490241	3.23E-02	3.87E-01	9.37
瑪家(2)	208976	2511539	1.90E-02	6.65E-01	19.11
中州(1)	195993	2528009	8.10E-03	6.91E-01	40.20
吉洋(2)	200032	2529333	1.98E-02	4.75E-01	17.84
大潭(1)	197221	2484469	1.34E-02	2.14E-01	7.85
九如(1)	196776	2515370	1.05E-02	9.83E-01	26.38
里港(1)	197514	2520447	3.17E-02	1.90E+00	66.74
萬巒(1)	207502	2497136	3.60E-02	1.26E+00	33.59
建興(1)	204395	2507086	2.63E-02	1.58E+00	70.91
內埔(1)	204588	2501296	1.10E-02	9.05E-01	45.33

附表 7-3 屏東平原第三之一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
林園(2)	186809	2490130	6.30E-03	2.02E-01	4.55
潮寮(2)	190004	2496500	1.24E-02	6.20E-01	21.42
永芳(2)	186942	2500950	4.50E-03	7.15E-02	2.47
昭明(3)	188414	2493802	1.80E-03	3.23E-02	1.77
溪埔(3)	191978	2513893	9.40E-03	3.39E-01	10.45
九曲(2)	190015	2506507	1.01E-02	1.71E-01	5.71
大樹(3)	191135	2510159	5.26E-02	9.47E-01	14.17
中州(2)	195993	2528009	1.70E-02	7.64E-01	20.46
清溪(3)	194408	2506330	1.69E-02	5.23E-01	18.38
海豐(3)	198476	2511130	4.30E-03	1.24E-01	2.90
大潭(2)	197221	2484469	2.17E-02	5.63E-01	17.57
東港(3)	193156	2485971	3.39E-02	5.09E-01	17.71
新庄(3)	195738	2496246	6.26E-02	1.38E+00	38.87
萬丹(3)	194540	2501970	1.94E-02	1.08E+00	21.79
九如(2)	196776	2515370	6.50E-03	4.34E-01	15.47
里港(2)	197514	2520447	8.00E-03	4.02E-01	17.91
鹽埔(2)	205622	2517240	4.20E-03	6.15E-01	31.58
泰山(2)	209266	2521392	1.51E-02	7.71E-01	7.12
萬巒(2)	207502	2497136	2.27E-02	3.41E-01	12.29
赤山(3)	209521	2499542	2.00E-04	4.80E-03	0.31
建興(2)	204395	2507086	5.12E-02	1.84E+00	44.16
內埔(2)	204588	2501296	1.25E-02	3.13E-01	11.86
西勢(3)	200397	2502704	5.20E-03	6.80E-02	2.16
大湖(3)	200368	2497500	4.80E-02	1.44E+00	23.18
新埤(2)	202895	2485957	3.13E-02	1.06E+00	30.65
萬隆(2)	206802	2490112	3.70E-03	1.31E-01	4.94
大庄(2)	202810	2477706	1.92E-02	1.15E+00	37.44
德興(3)	207000	2474613	1.00E-04	7.00E-04	0.04
崁頂(2)	198929	2490845	4.79E-02	1.25E+00	42.80
港東(3)	195798	2490241	3.02E-02	5.43E-01	14.33
瑪家(3)	208976	2511539	3.10E-03	1.02E-01	3.27

附表 7-4 屏東平原第三之二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
林園(3)	186809	2490130	5.00E-03	2.04E-01	6.65
潮寮(3)	190004	2496500	3.13E-02	3.76E-01	13.85
永芳(3)	186942	2500950	3.80E-03	1.49E-01	5.37
昭明(4)	188414	2493802	4.00E-04	5.00E-03	0.39
大樹(4)	191135	2510159	2.23E-02	2.68E-01	4.11
東港(4)	193156	2485971	2.35E-02	9.86E-01	35.02
大湖(4)	200368	2497500	3.29E-02	2.96E-01	7.66
新埤(3)	202895	2485957	2.44E-02	2.92E-01	9.17
新園(2)	192774	2491800	4.23E-02	1.65E+00	55.14
崁頂(3)	198929	2490845	3.67E-02	8.07E-01	27.03
港東(4)	195798	2490241	1.77E-02	4.25E-01	14.94

(三)地下水補注區位及補注量

屏東平原沉積物主要來自東側中央山脈，由地形等高線分布可看出荖濃溪、隘寮溪、來社溪和力力溪均於山麓造成地形完整之沖積扇，各沖積扇扇頂為河水、雨水及灌溉水等向下入滲補注之處，為本區域主要補注區，總面積約 231 平方公里。依據經濟部於民國 103 年 10 月 28 日經地字第 10304604980 號公告「地下水補注地質敏感區(G0002 屏東平原)」，屏東平原地下水補注地質敏感區位置如附圖 7-6 所示。



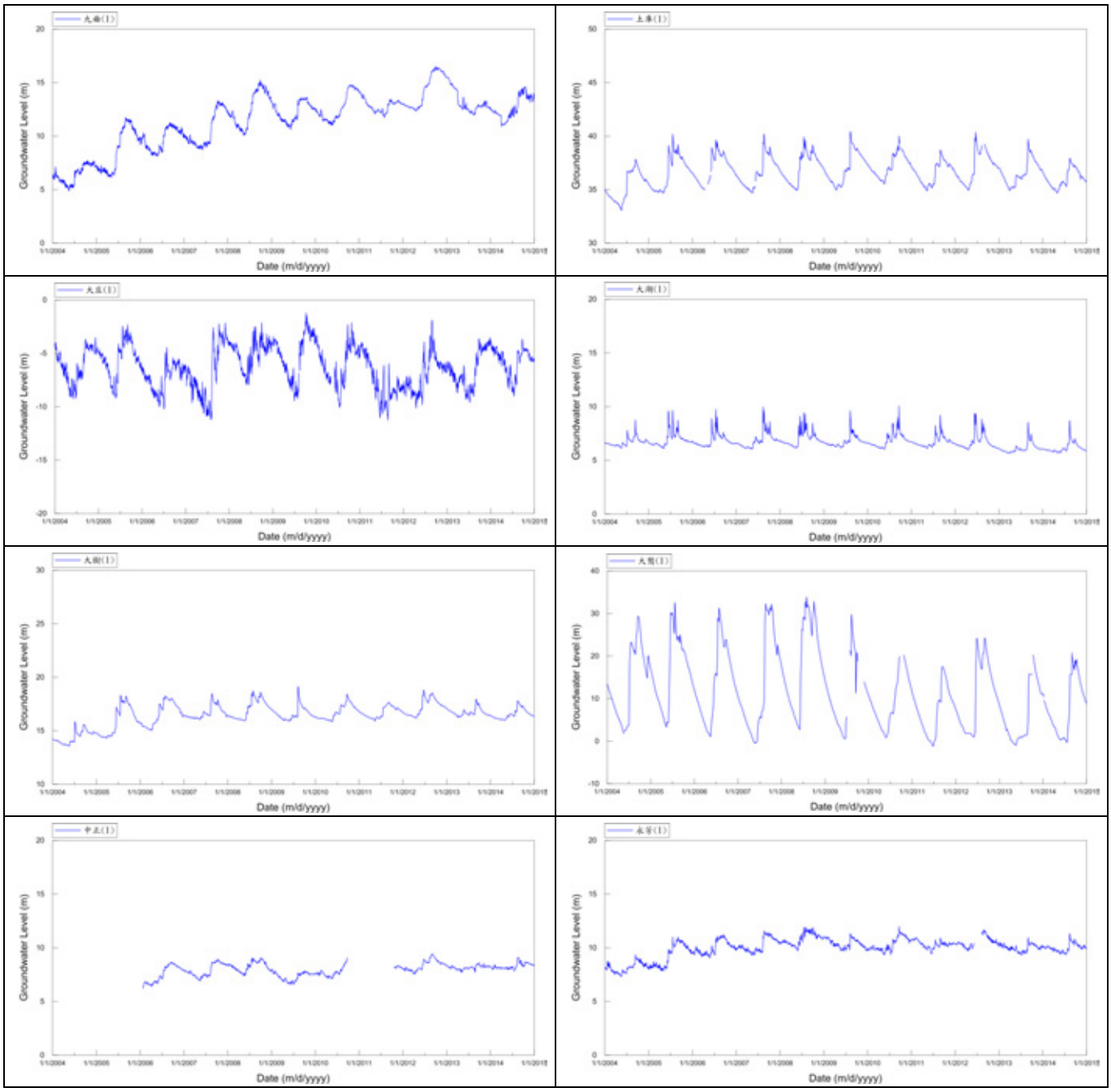
附圖 7-6　屏東平原地下水補注地質敏感區位置圖

整體補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 11.11 億立方公尺，能邦公司民國 89 年利用數值模式估算約為每年 14 億立方公尺。除此之外，尚有諸多研究推估屏東平原補注量大致介於 7.33 億至 22.25 億立方公尺之間。民國 103 年成功大學利用基流及穩定基流分析推估民國 100 至 102 年屏東平原地下水年平均補注量約為 7.77 億立方公尺。

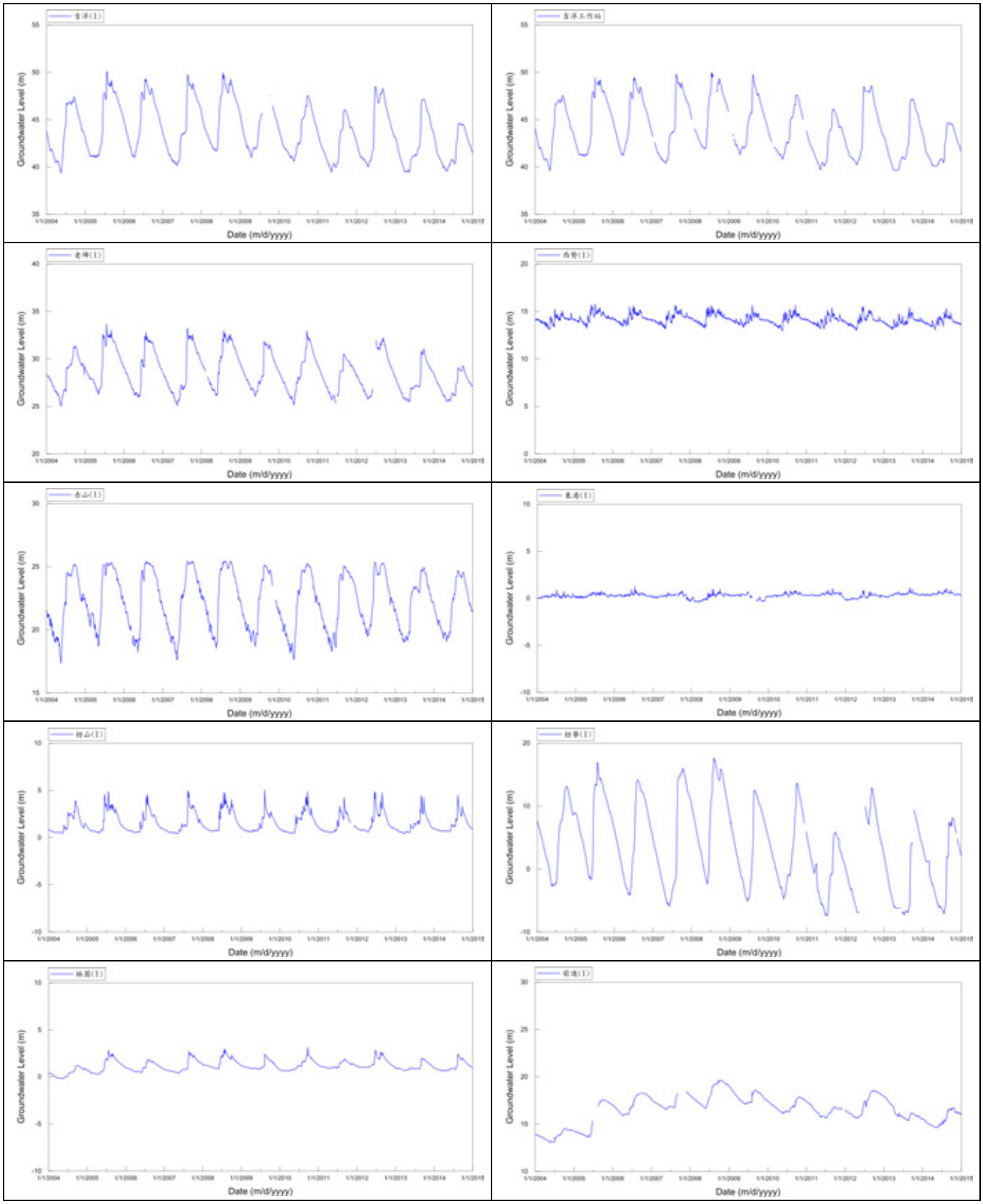
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，屏東平原地下水水位整體而言多數觀測井水位為持平或上升趨勢，但仍有部分地區地下水出現下降情況，如沿海枋寮一帶(如附圖 7-7 至附圖 7-10 所示)，由於屏東平原地下水資源豐沛，補注來源穩定，但仍由水位變化情況顯示部分地區已出現地下水超抽情況。

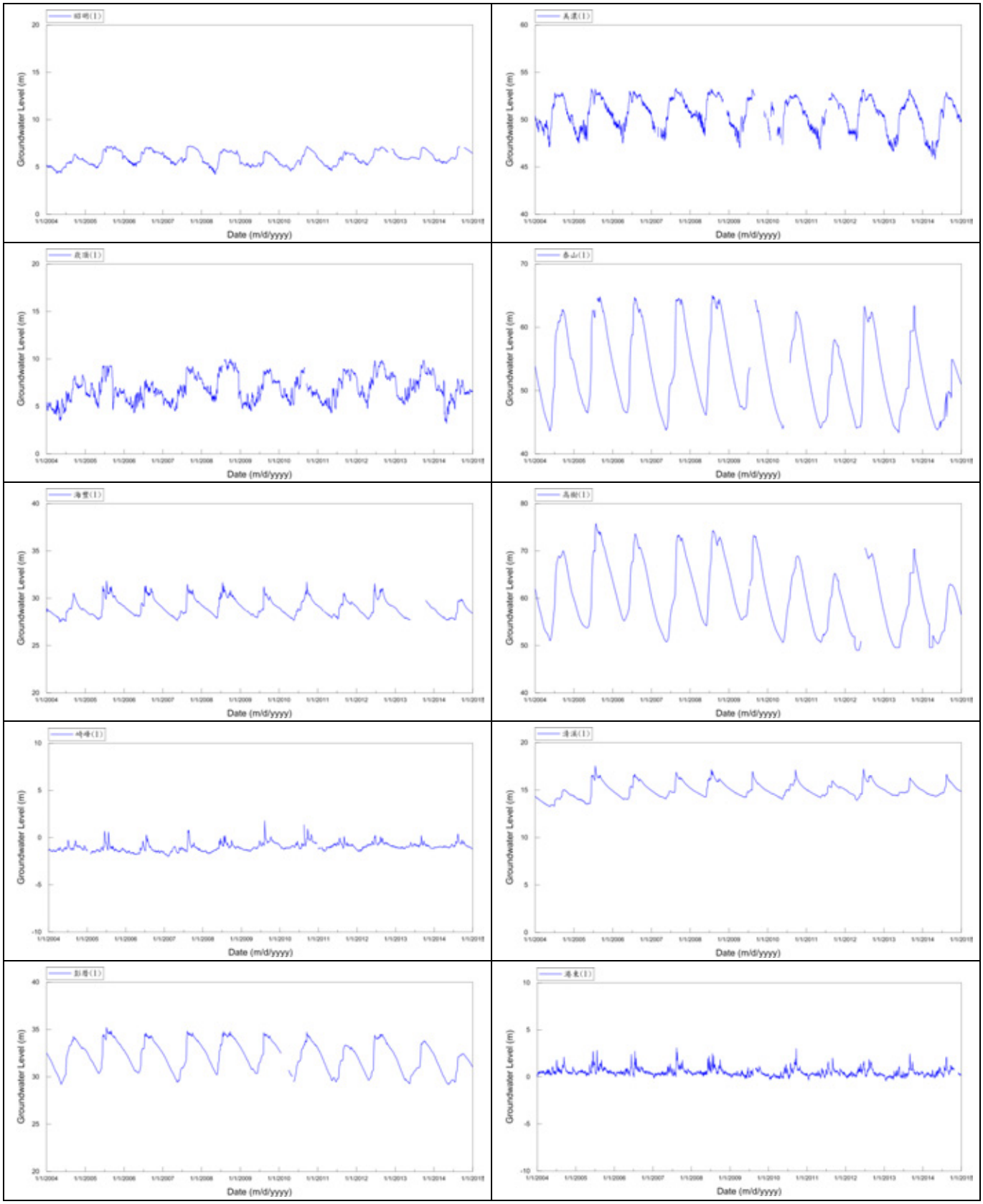
屏東平原地下水等水位線圖可發現，水位大致呈現北往南遞減情況，沿海地區地下水水位已低於海平面(如附圖 7-11 至附圖 7-14 所示)。另由地下水等深度線圖可得知，屏東平原於鹽埔及長治一帶地下水埋深較深約為 20 公尺，另於扇頂區地下水埋深則約為 5 公尺至 10 公尺，而沿海地區則相對埋深較淺(如附圖 7-15 至附圖 7-18 所示)。



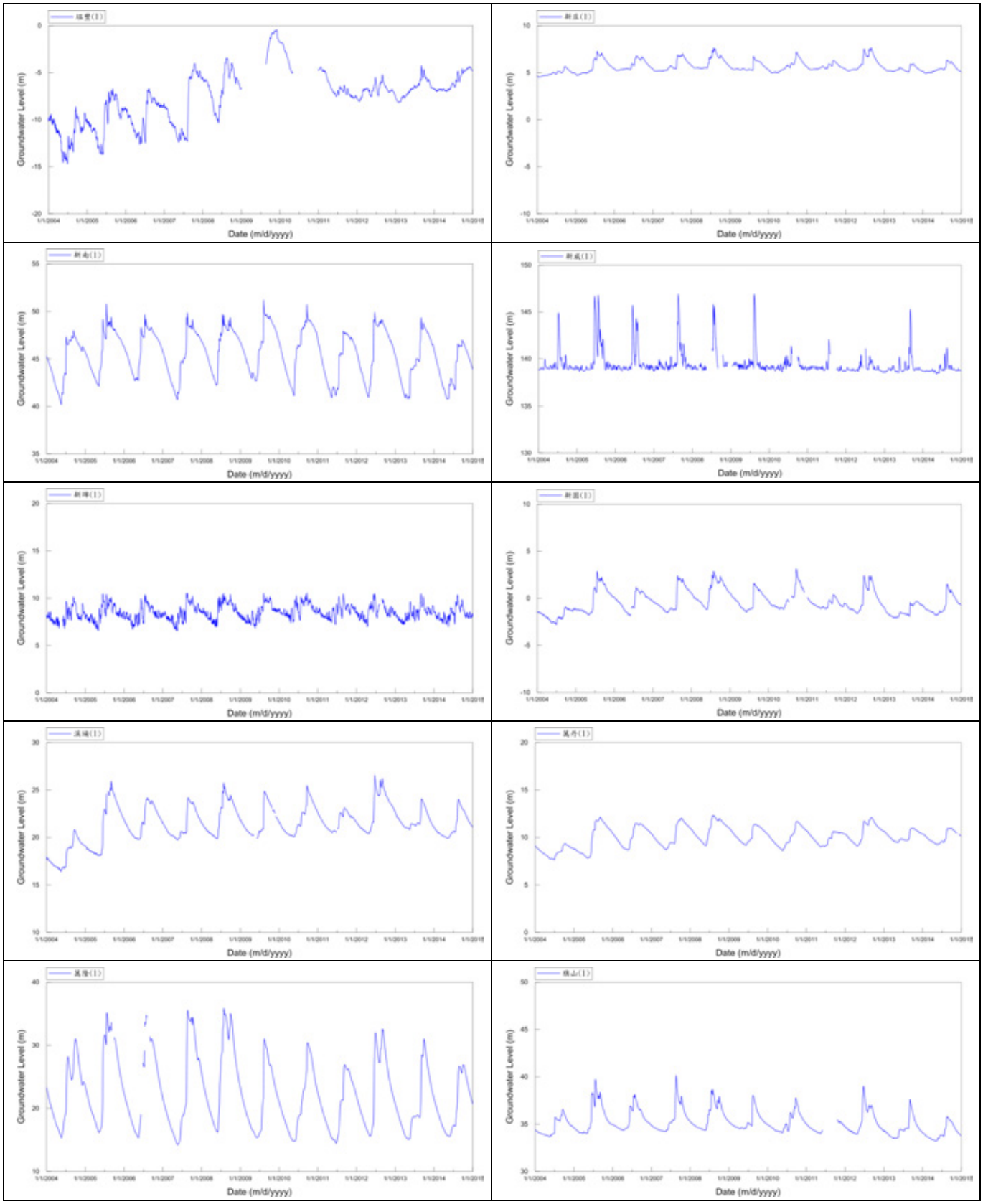
附圖 7-7　屏東平原第一含水層地下水水位歷時圖



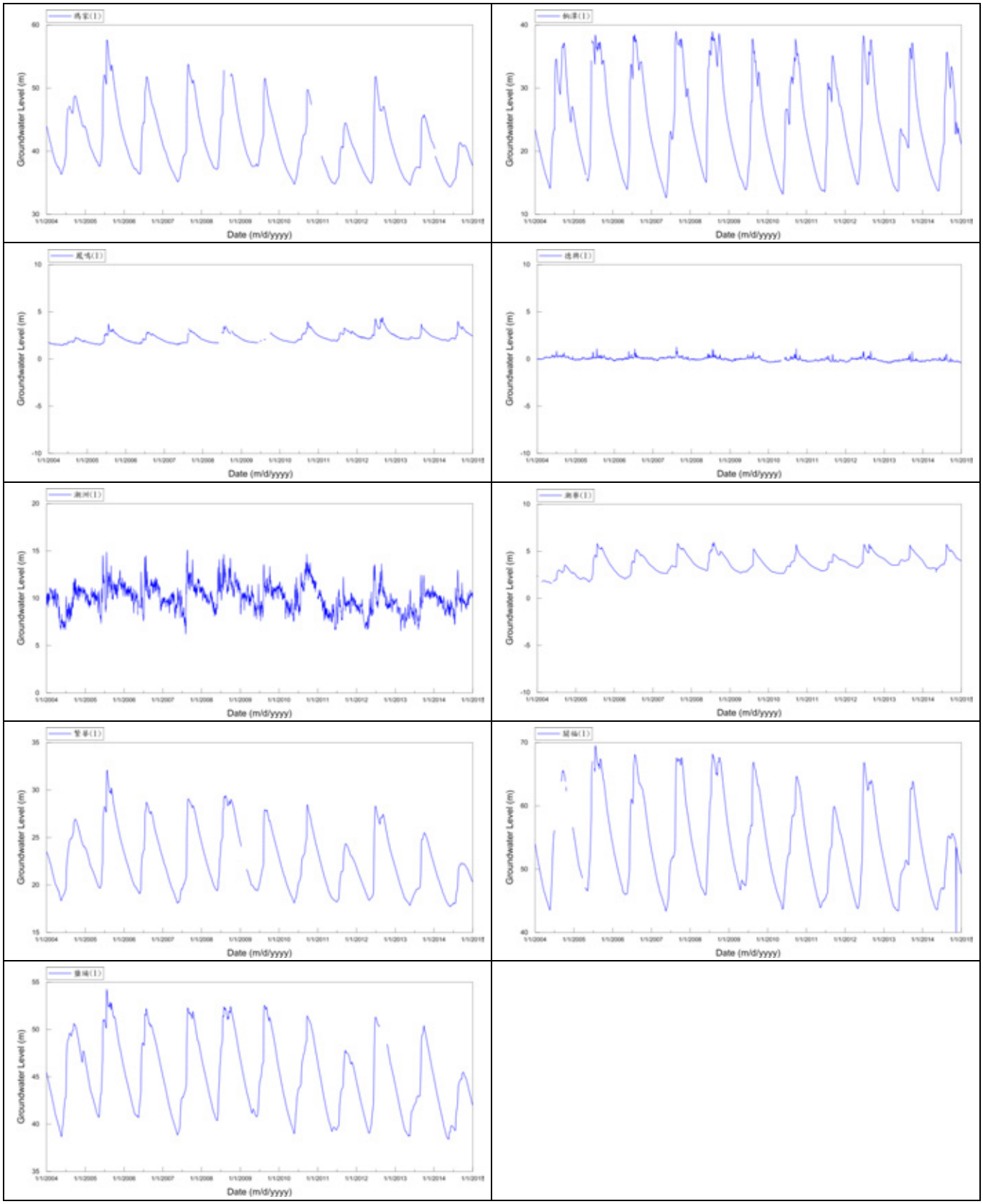
附圖 7-7　屏東平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



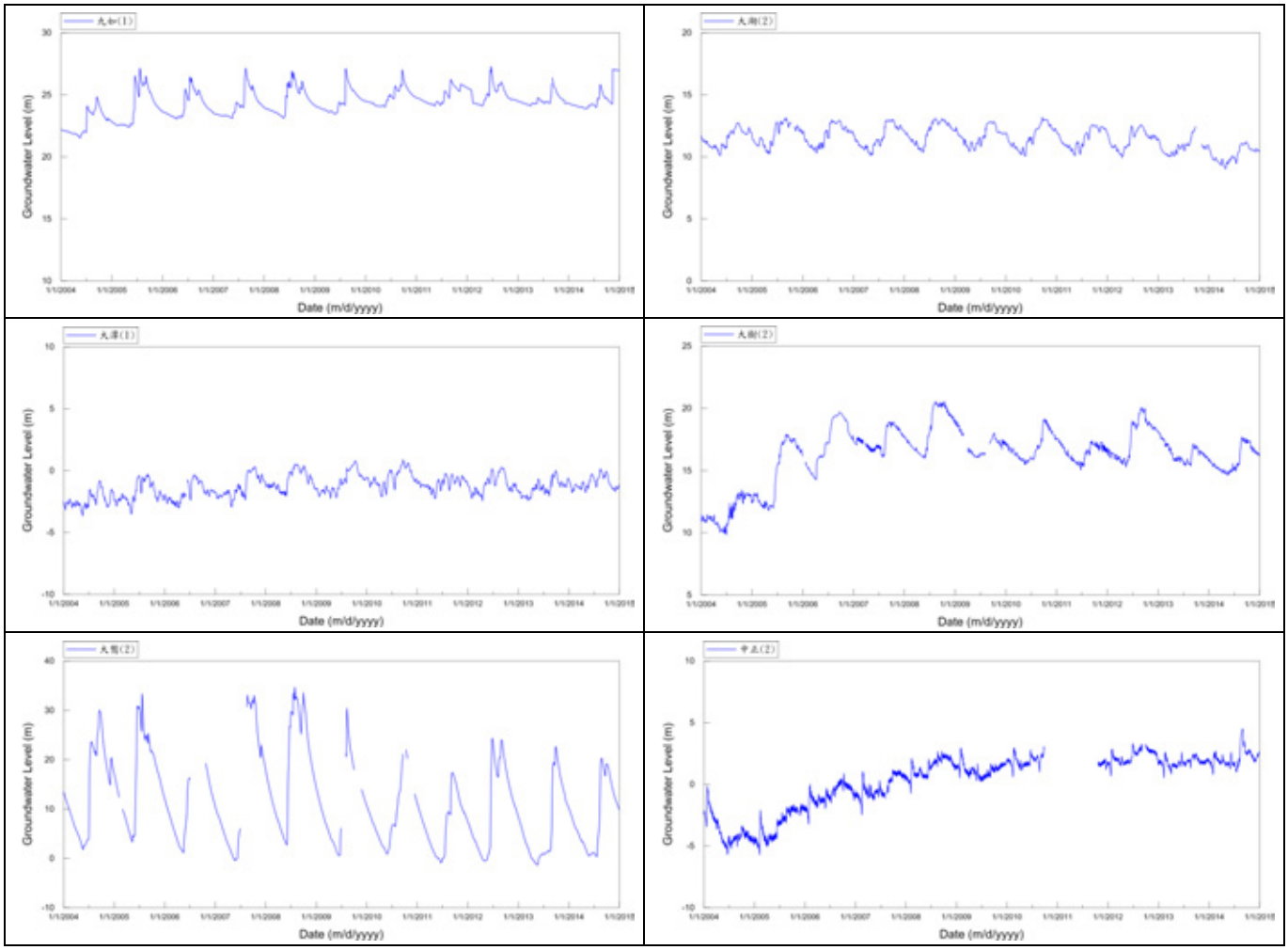
附圖 7-7　屏東平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)

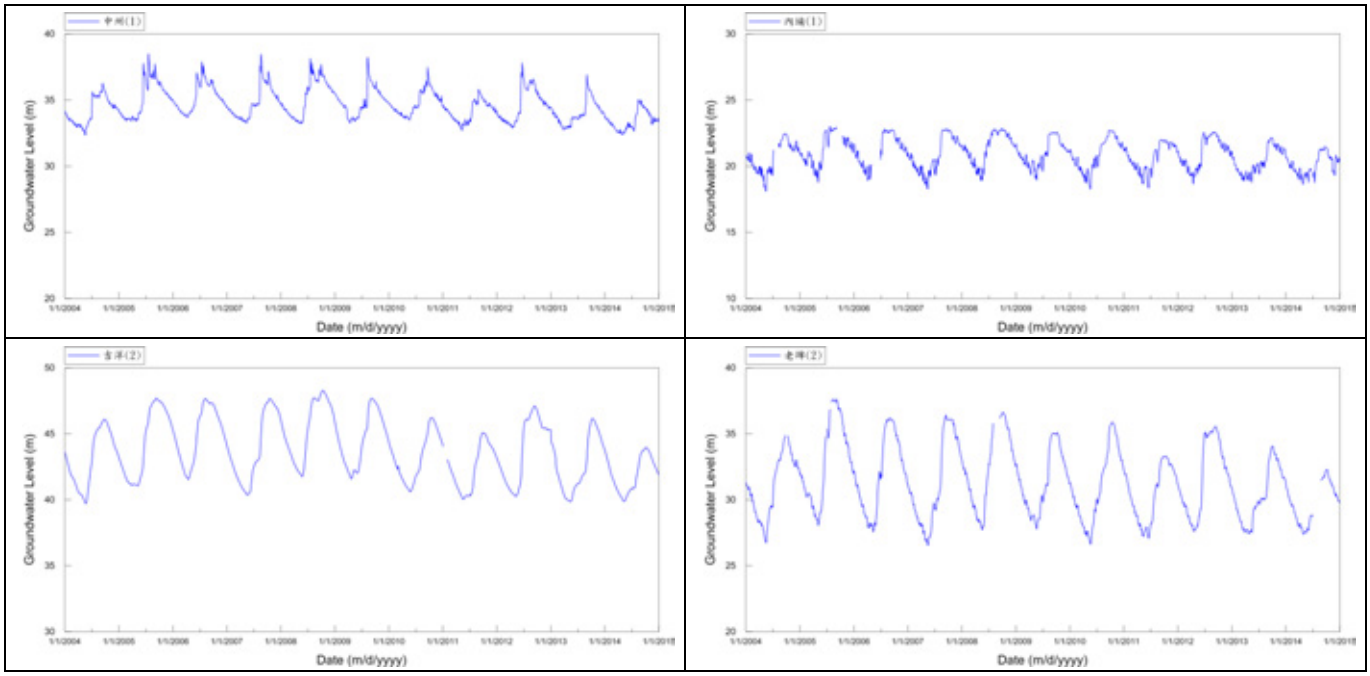


附圖 7-7　屏東平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)

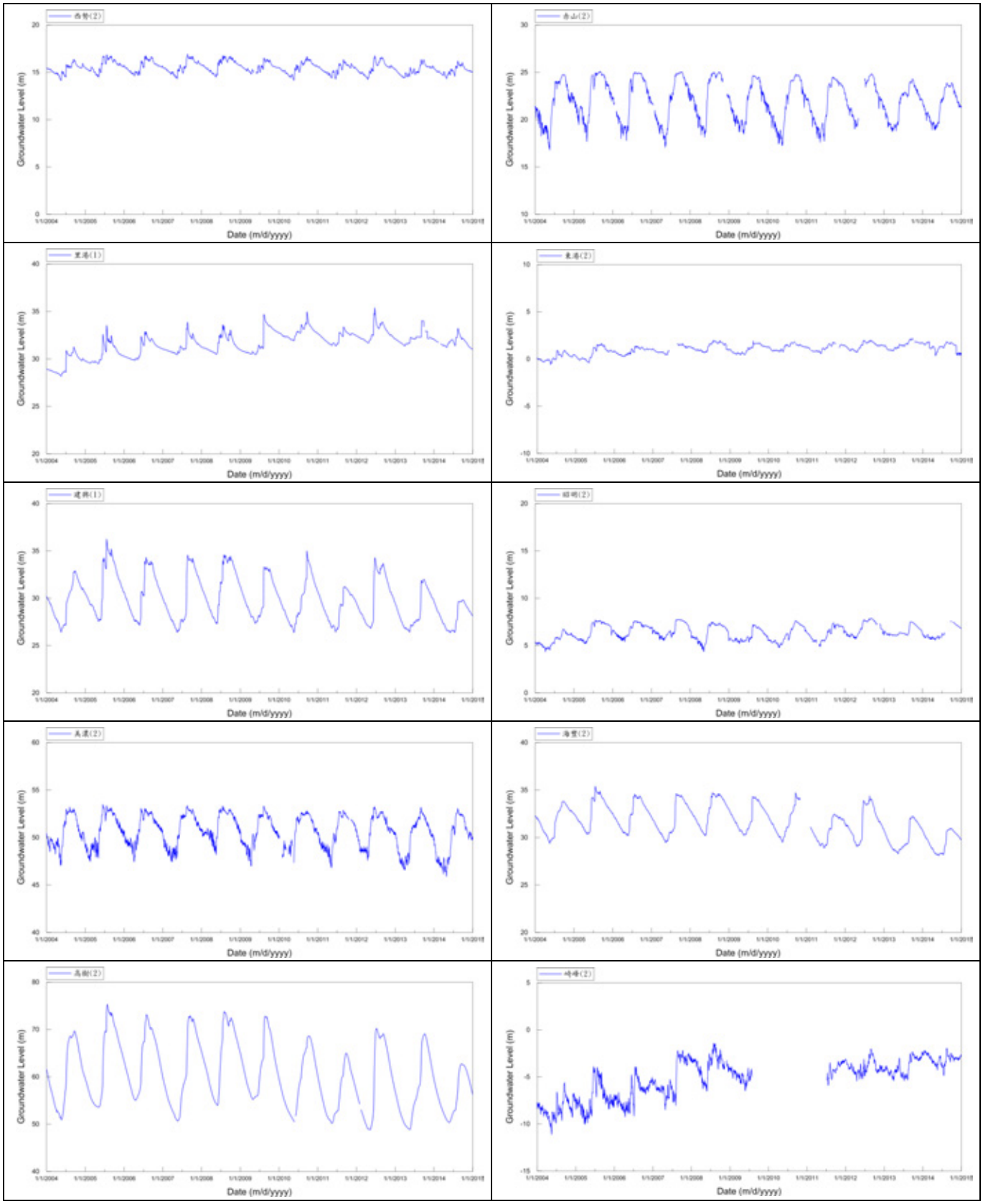


附圖 7-7　屏東平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)

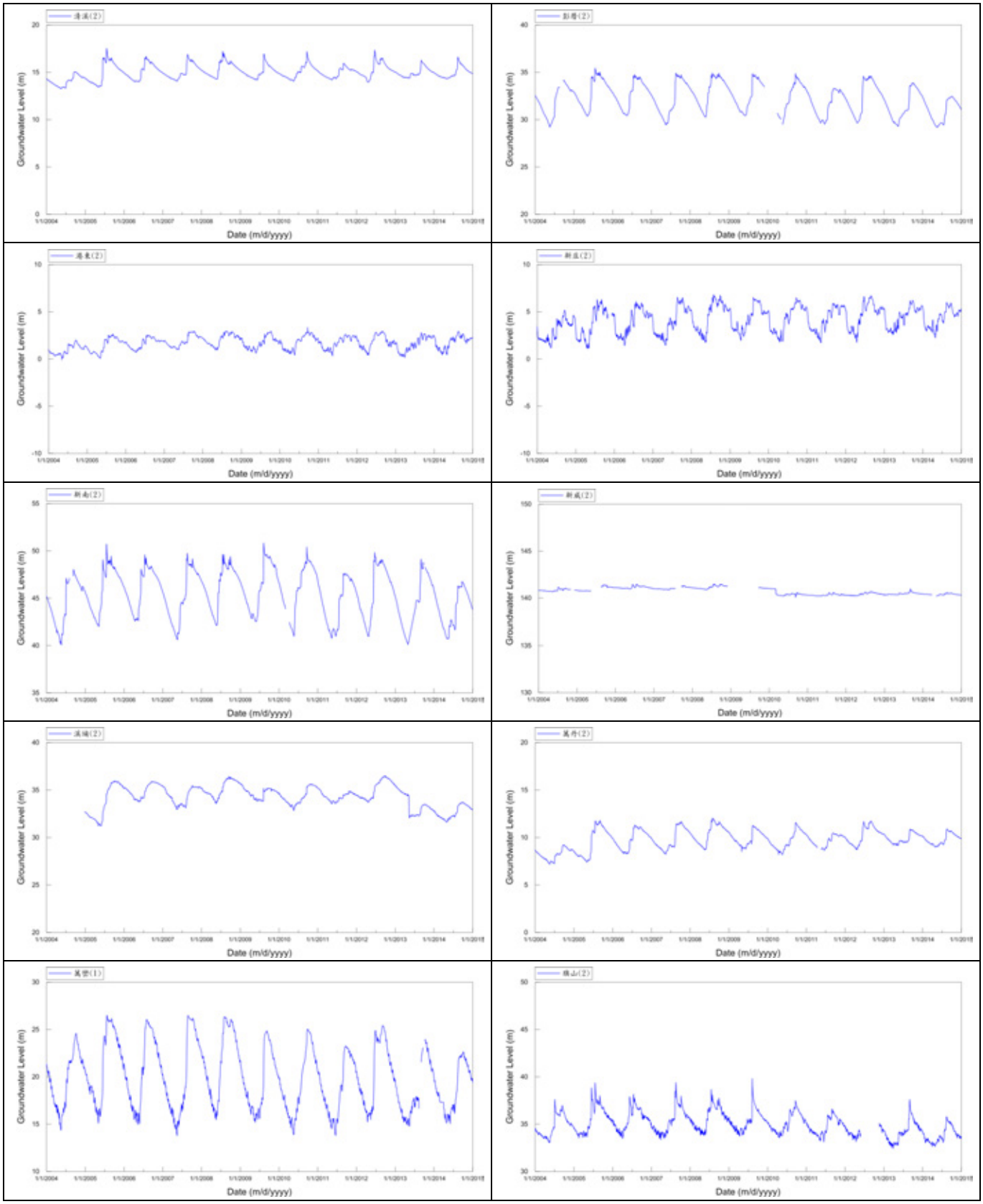




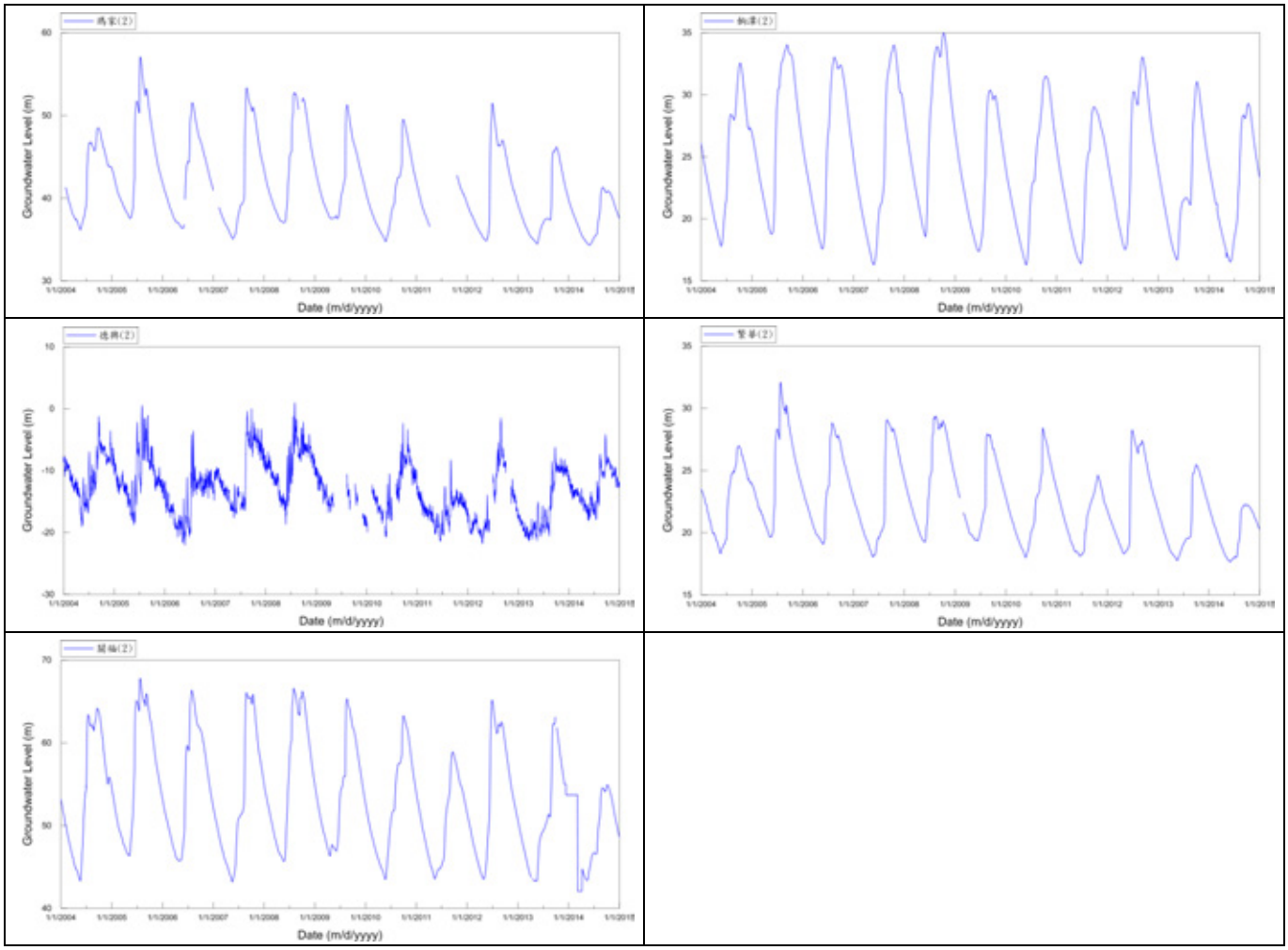
附圖 7-8　屏東平原第二含水層地下水水位歷時圖



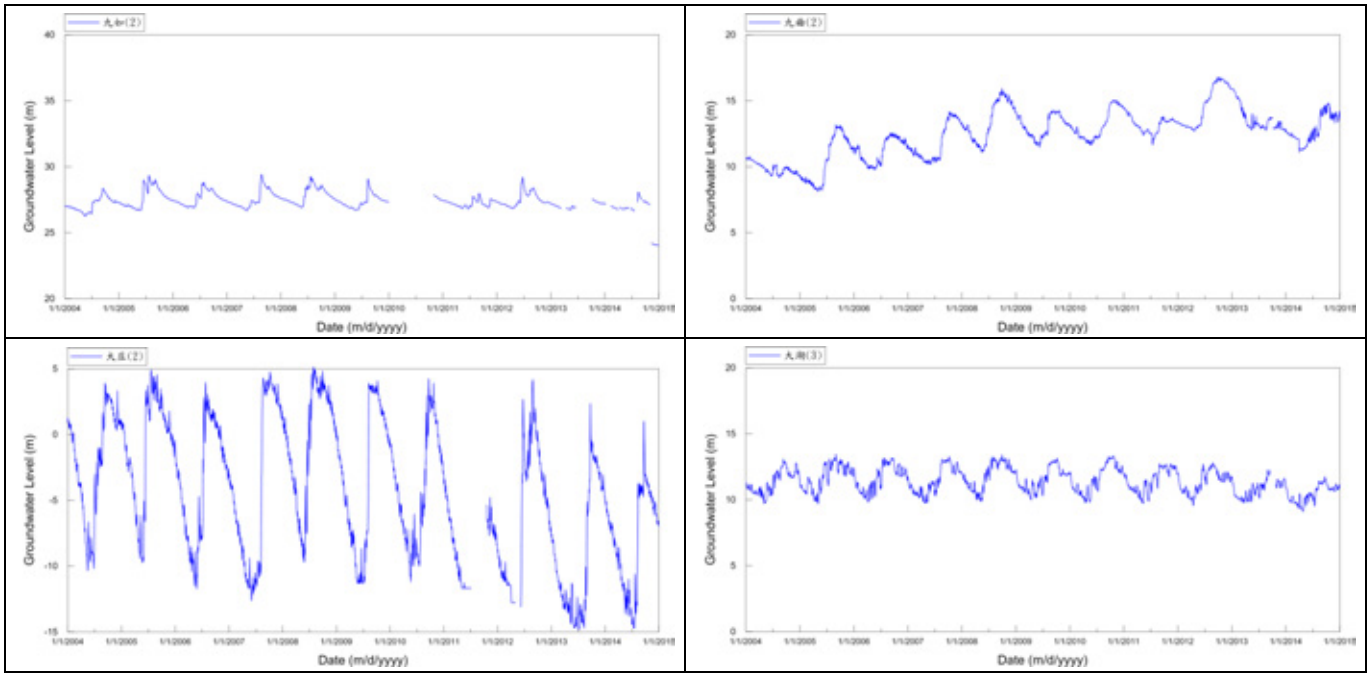
附圖 7-8　屏東平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



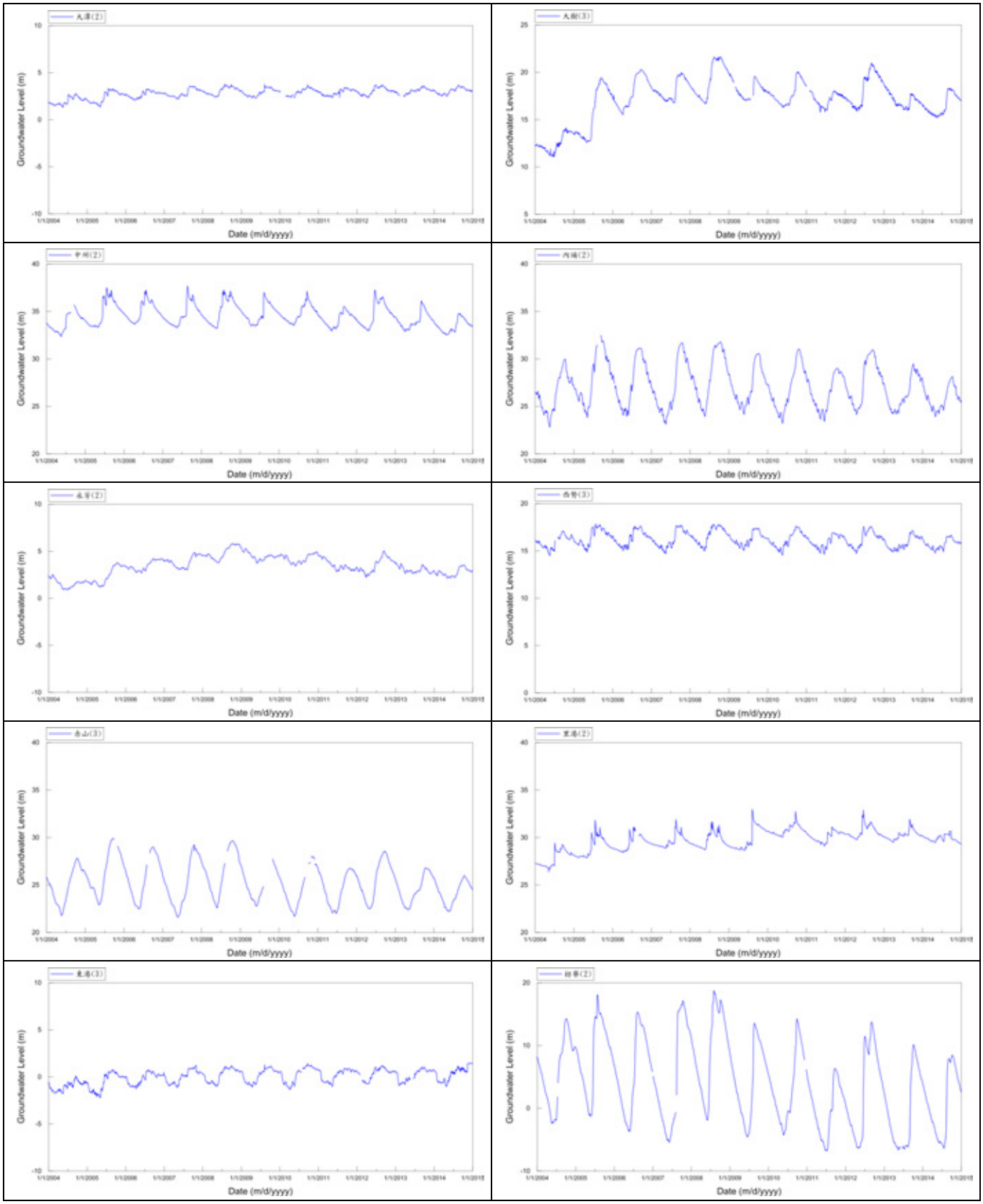
附圖 7-8　屏東平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



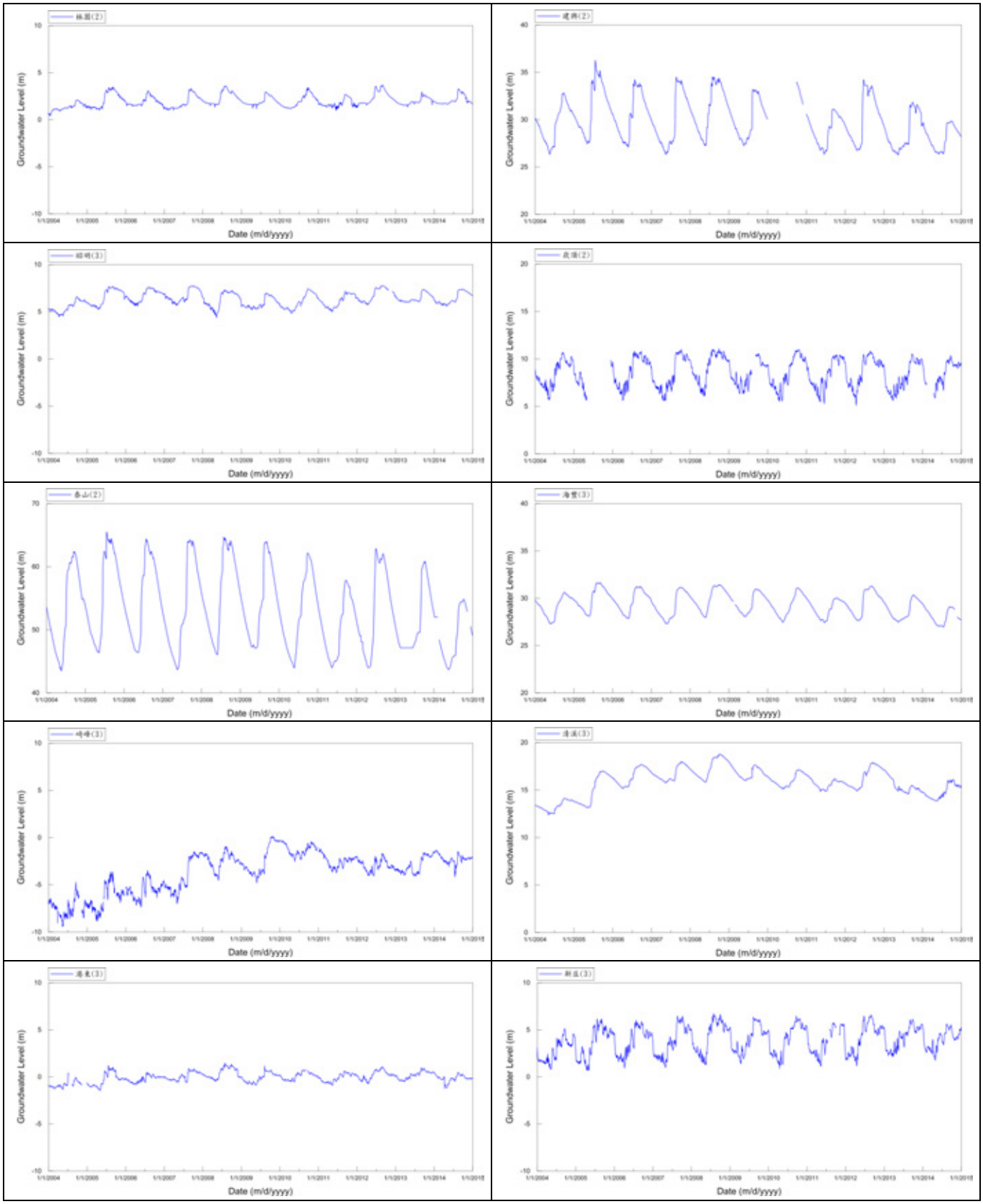
附圖 7-8　屏東平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



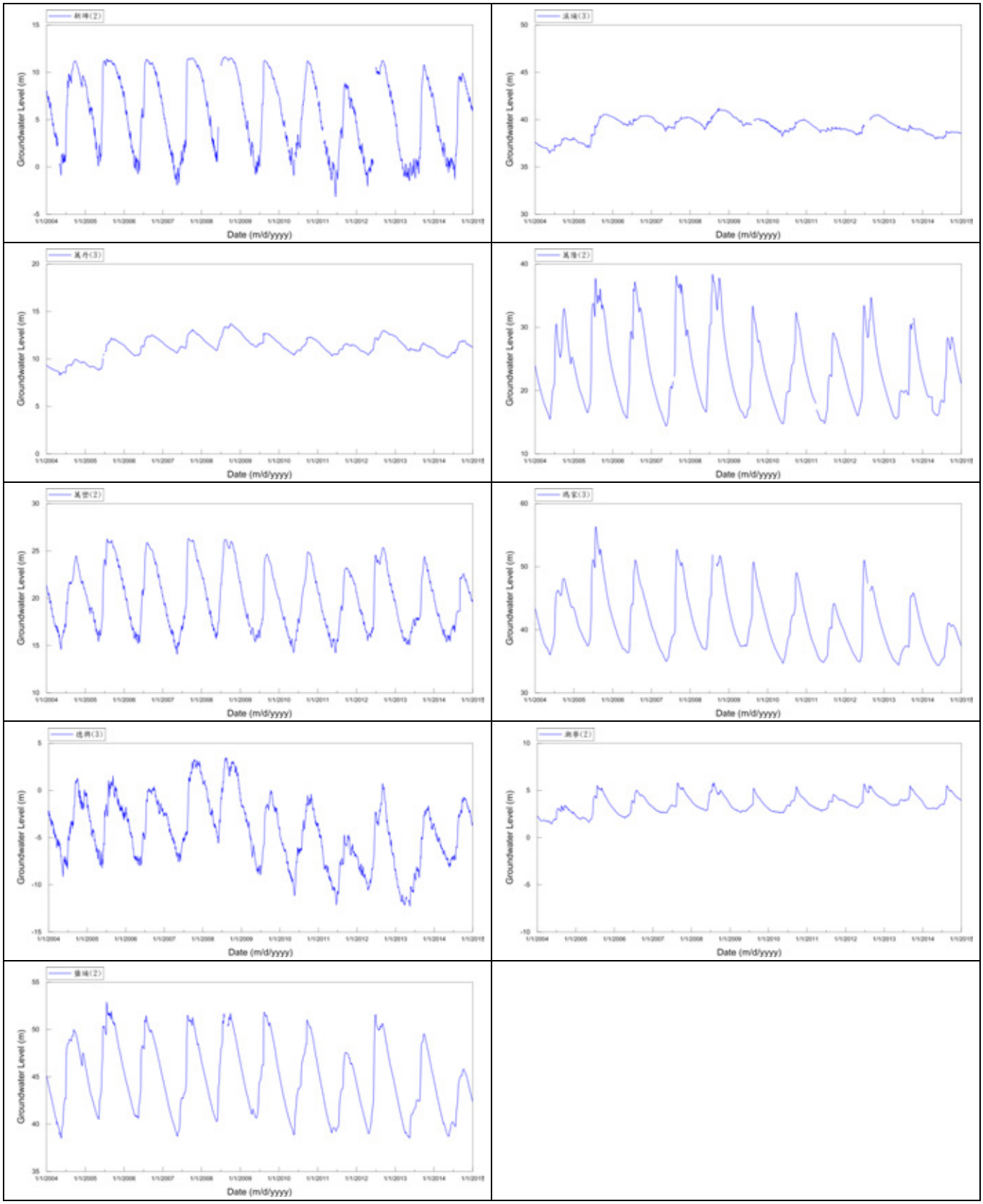
附圖 7-9　屏東平原第三之一含水層地下水水位歷時圖



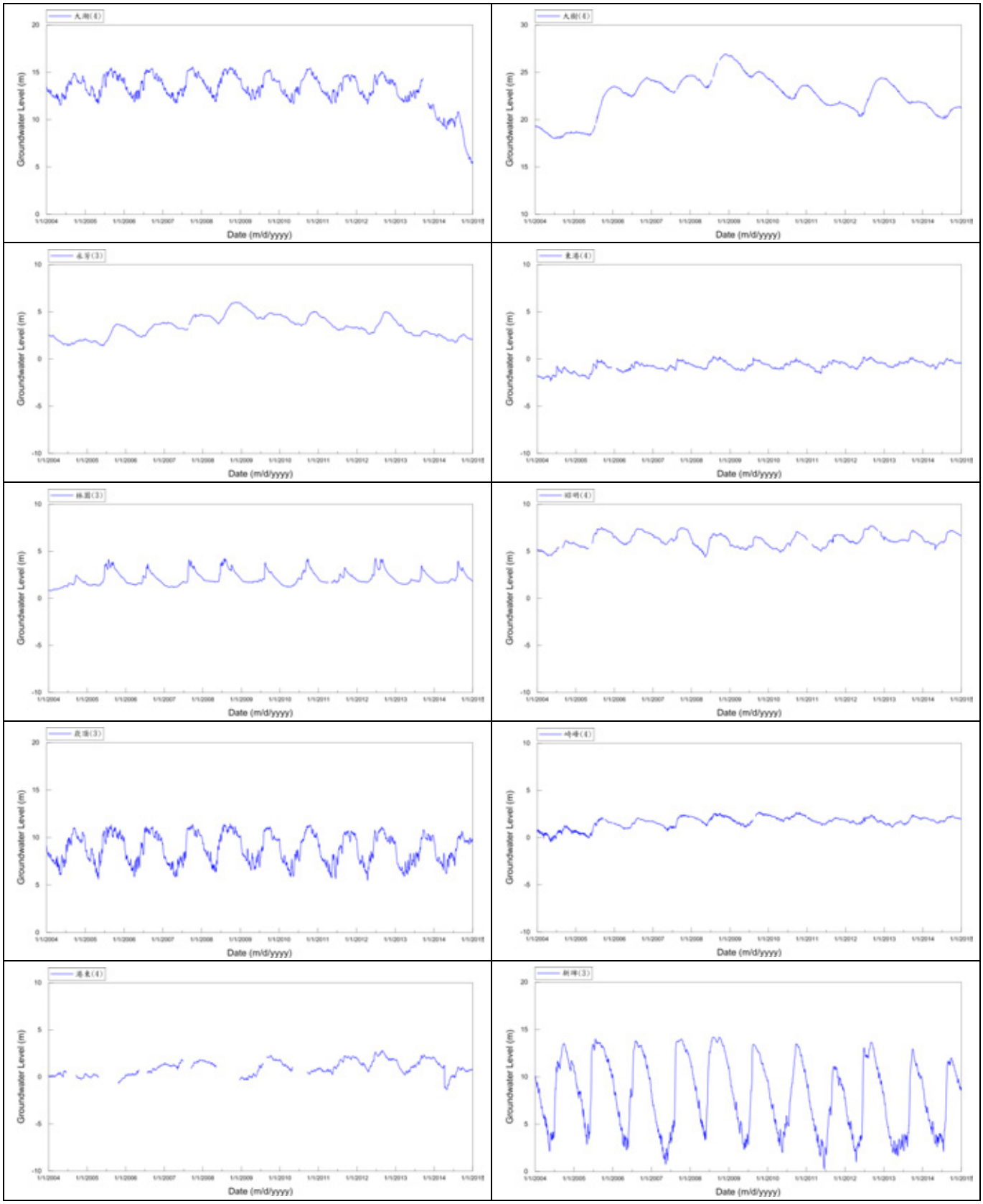
附圖 7-9　屏東平原第三之一含水層地下水水位歷時圖(續)



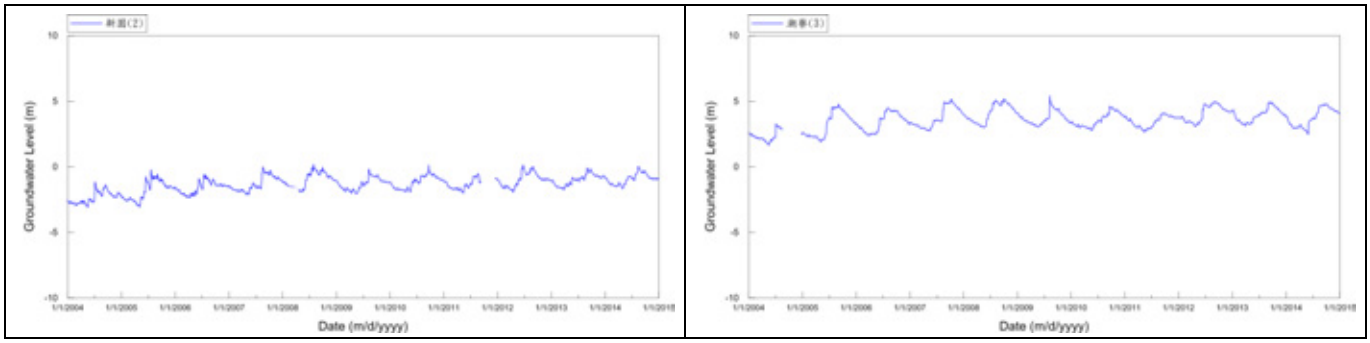
附圖 7-9　屏東平原第三之一含水層地下水水位歷時圖(續)



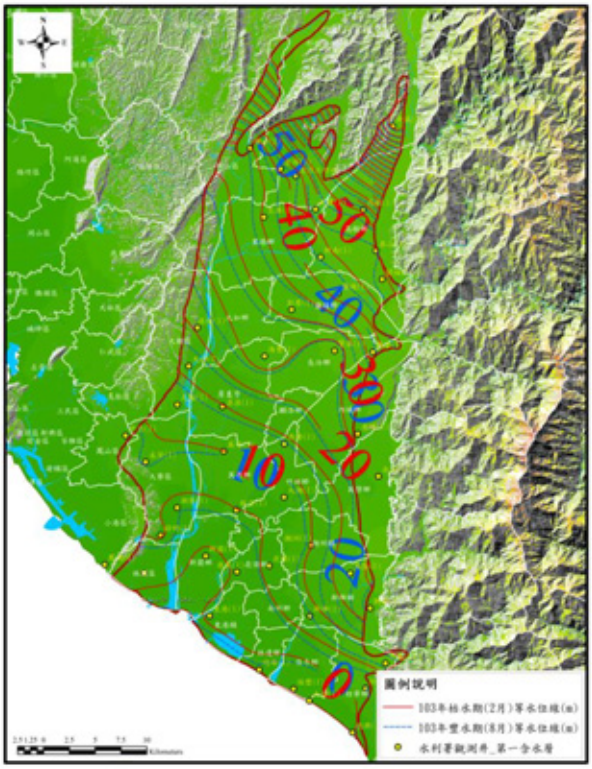
附圖 7-9　屏東平原第三之一含水層地下水水位歷時圖(續)



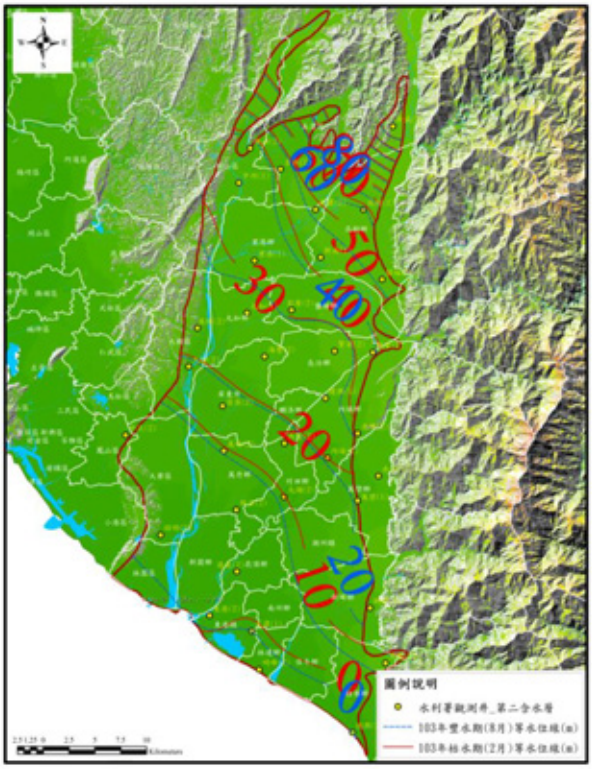
附圖 7-10　屏東平原第三之二含水層地下水水位歷時圖



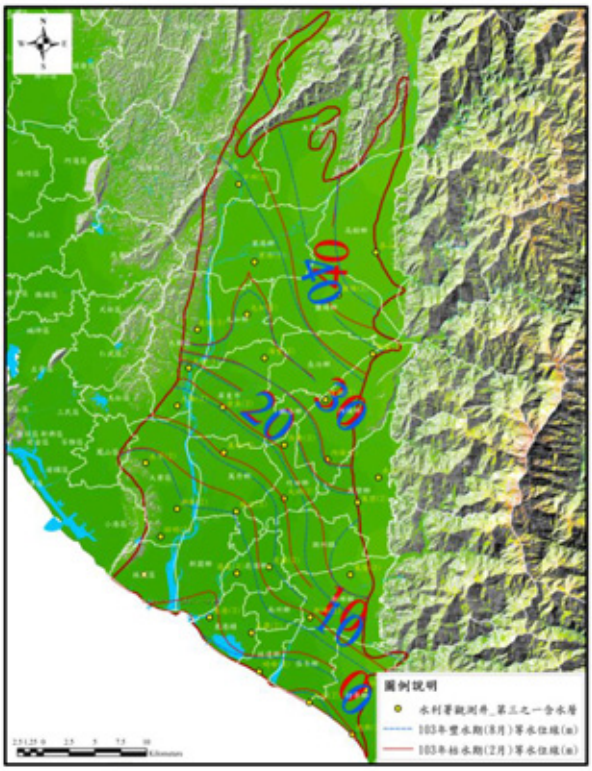
附圖 7-10　屏東平原第三之二含水層地下水水位歷時圖(續)



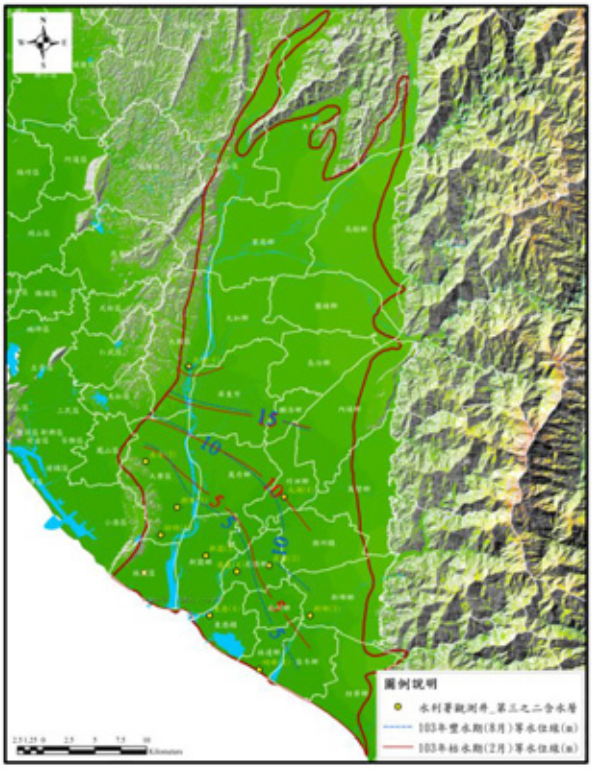
附圖 7-11　屏東平原第一含水層豐枯水期等水位線



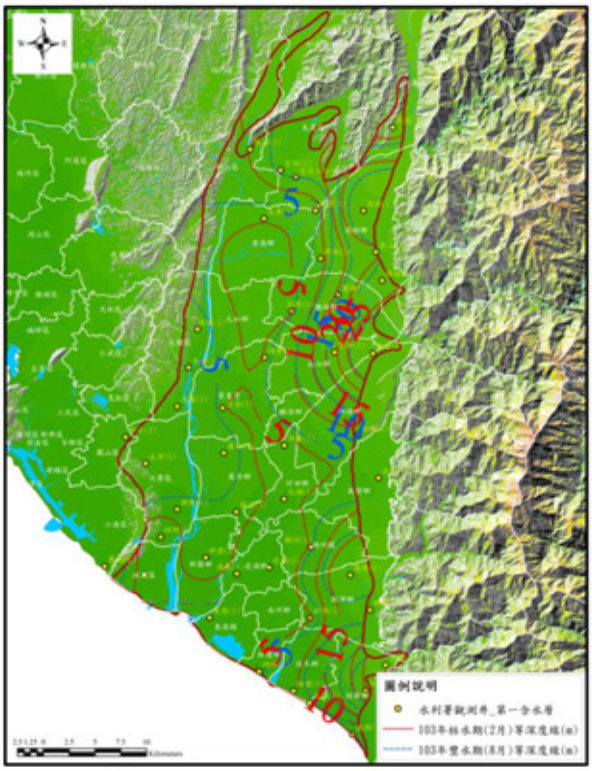
附圖 7-12　屏東平原第二含水層豐枯水期等水位線



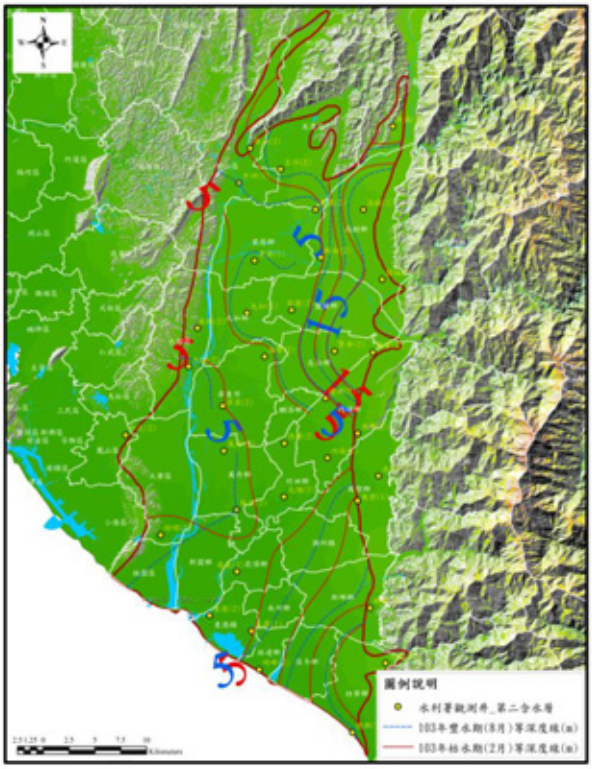
附圖 7-13　屏東平原第三之一含水層豐枯水期等水位線



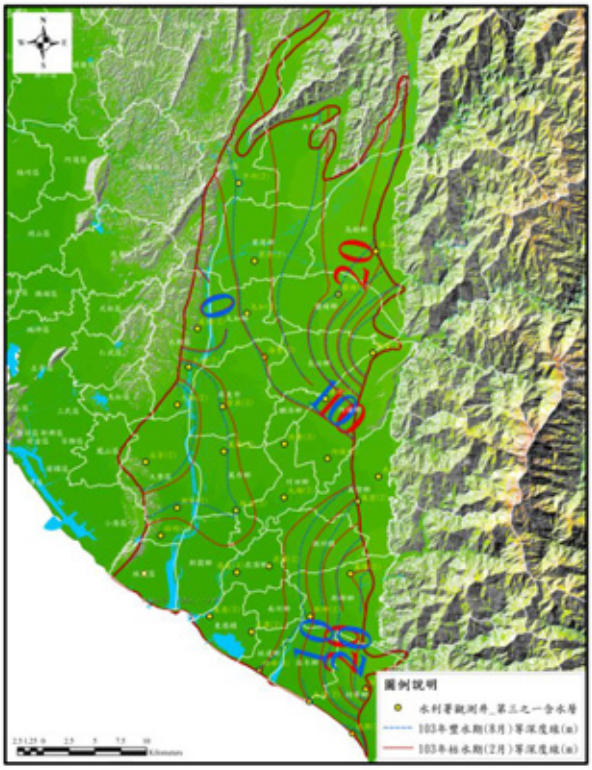
附圖 7-14　屏東平原第三之二含水層豐枯水期等水位線



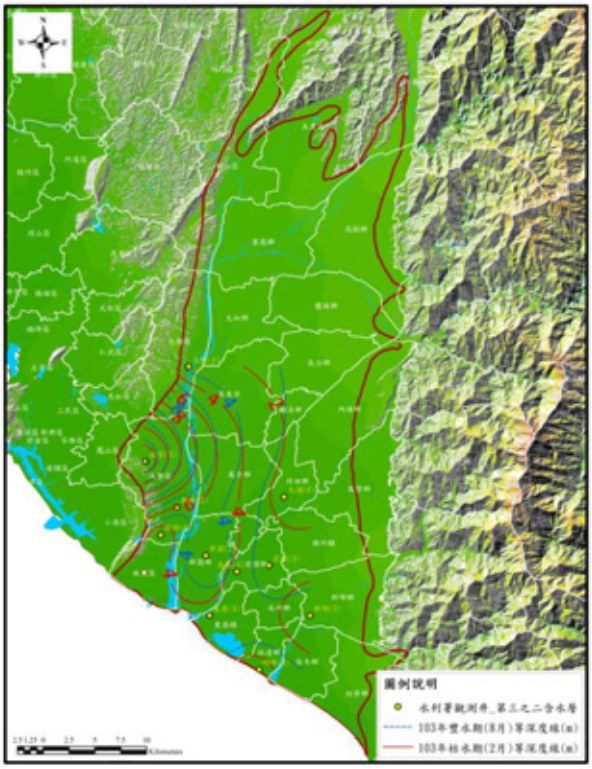
附圖 7-15　屏東平原第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 7-16　屏東平原第二含水層豐枯水期等深度線



附圖 7-17　屏東平原第三之一含水層豐枯水期等深度線



附圖 7-18　屏東平原第三之二含水層豐枯水期等深度線

(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最新之屏東平原地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於屏東平原各監測井最新監測結果部份測站之導電度、氯鹽、硫酸鹽、總硬度、總溶解固體物、氨氮、砷、鐵及錳未符法規標準；而經濟部水利署於屏東平原各監測井最新監測結果則有部份測站於導電度、氯鹽、硫酸鹽、氨氮、砷、鎘、銅、鉛、鋅、鐵及錳未符法規標準；綜合環保署及經濟部水利署監測結果顯示，導電度及氨氮為屏東平原主要不合乎法規標準之監測物，而林邊國小、大潭(1、2)、僑勇、大平(2)、水底寮(1)、大庄(1)、崎峰(2、3)、潮寮(2)、東港(2、3)、射寮(1~3)之砷以及土庫(1)、永芳(2、3)、新威

(2)、清溪(1)、萬丹(2、3)、鹽埔(1)、赤山(2、3)、新園(2)、崁頂(3)、港東(2~4)及瑪家(2)之鎘以及新威(2)之銅及鉛以及九曲(1)之鋅超過灌溉用水標準，亦需加以改善及監測。

捌、花東縱谷地下水區

一、前言

花東縱谷地下水區主要涵蓋花蓮縣及臺東縣，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 8-1 所示。



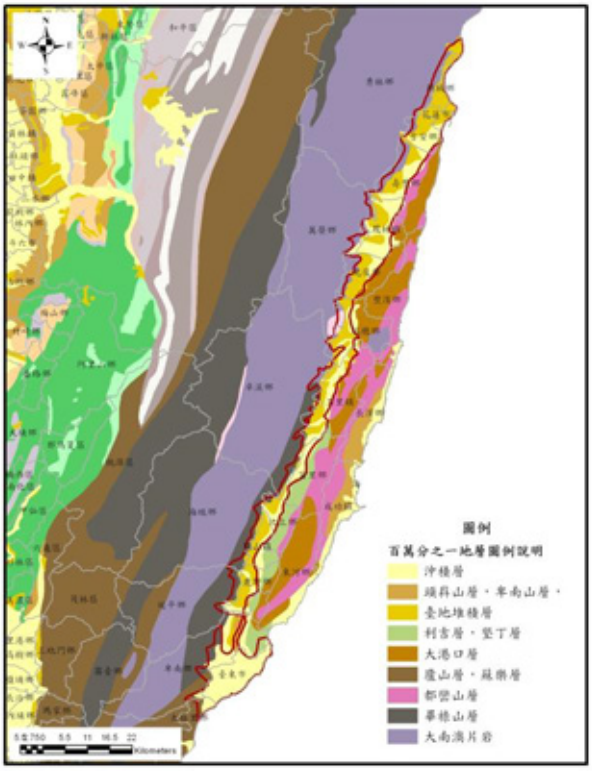
附圖 8-1　花東縱谷地下水區範圍圖

二、區域地質與地形

花蓮海岸平原分布於三棧溪口與木瓜溪下游之間，南北長約 7 公里，東西最寬 8 公里至 9 公里，平原外形如一弓形三角洲，中央寬度較寬，往北逐漸寬度逐漸減小，於三棧溪附近寬度約僅 1 公里左右。臺東縱谷平原北起花蓮南至臺東，介於東部片岩山地與東部海岸山脈之間，呈一南北延長之細長平原，其長約 150 公里，寬度介於 2 公里至 7 公里。臺東縱谷係為一斷層谷，縱貫

東臺灣之大斷層崖由蘇澳延長至花蓮後，進入縱谷之西緣，經玉里至鹿野段丘西緣與初鹿通谷後，向南延長，此斷層崖雖因許多順行河之切割與其搬運之大量岩屑所填積而呈複雜之山麓線。臺東平原分布於海岸山脈與臺東縱谷南端，為一開闊之海岸平原，平原大體呈直角三角形，北邊約 11.5 公里，西邊約 14 公里，東南邊則約 18 公里，形成本平原之岩屑主係由卑南溪等河川搬運而來。

花東縱谷地下水區範圍內，主要地層為臺地堆積層，而於各河川沿岸則有沖積層分布(如附圖 8-2 所示)。



附圖 8-2　花東縱谷地質圖

三、地下水資源概述

(一)區域水文地質

本計畫所蒐集之文獻顯示，花東縱谷地下水區之含水層主要由全新世沖積層、階地及晚更新世之卵礫石層組成，地形上含多處之沖積扇地形，其中扇頂地區以厚層礫石層為主，往扇央及扇尾地區才有砂泥層之穿插出現，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 8-3 至附圖 8-6 所示。主要含水層為現代沖積層，一般含水層厚，質地粗淘洗佳、透水性良好，屬含水量極豐富之地下水區。本地下水區由於縱谷內並未發現明顯成層之黏土不透水層，其含水層可視為互通之自由含水層。花東縱谷地下水依地形可分為三個部分，即花蓮平原、花東縱谷平原及臺東平原，概述如下。

1、花蓮平原

花蓮平原位於三棧溪至木瓜溪下游之間，其南區為木瓜溪之沖積層所覆蓋，深度 100 公尺內之淺層地層多以礫石為主，礫石層厚度有由沖積扇頂往扇尾變薄的趨勢，深層地層則以粗砂為主，偶夾泥層。花蓮平原之含水層(卵礫夾砂土層、礫石層或砂層)厚度約在 100 至 150 公尺左右，而黏土層主要分布於花蓮市西北方。平原西南區有自流井，顯示該區有受壓含水層存在。美崙斷層以東，淺層礫石層為一自由含水層；深層之半固結地層，雖有局部之含水地層，但屬水文條件較差之受壓含水層。

2、花東縱谷平原

本區北起花蓮，南至臺東，位於中央山脈與海岸山脈之間。花東縱谷為一個構造通谷，兩側屬高角度逆衝斷層，地形起伏小，由相當厚度之沖積層及一系列之沖積扇所組成。縱谷內之河流主要有花蓮溪、秀姑巒溪及卑南溪等三個河系。縱谷內含水層(卵礫夾砂土層、礫石層或砂層)的厚度平均約在 120 公尺以上，以縱谷西側之沖積扇及臺地

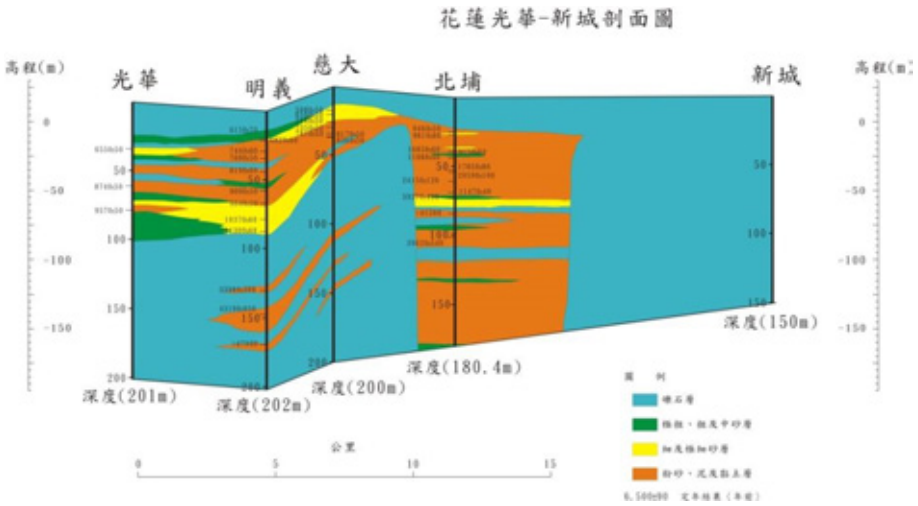
堆積較厚，東側海岸山脈山麓則較薄。黏土層一般皆夾於其它層之間，主分布於海岸山脈西側地帶。

3、臺東平原

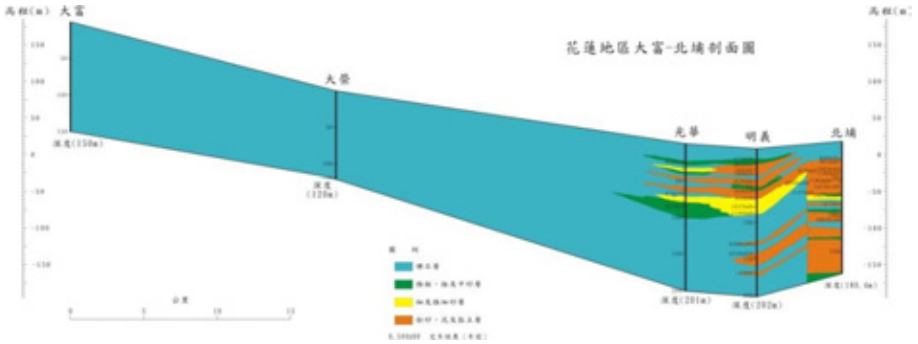
臺東平原位於花東縱谷與海岸山脈之南端，為一開廣之海岸平原。臺東平原主要由卑南溪、太平溪、利嘉溪及知本溪之沖積扇相互鄰接所構成，地層多以卵石、礫石及砂土為主。臺東平原之含水層(卵礫夾砂土層、礫石層或砂層)的平均厚度約 100 公尺左右，黏土層則以薄層夾於其它層之間，分布區域極少，以臺東市附近為最密集。



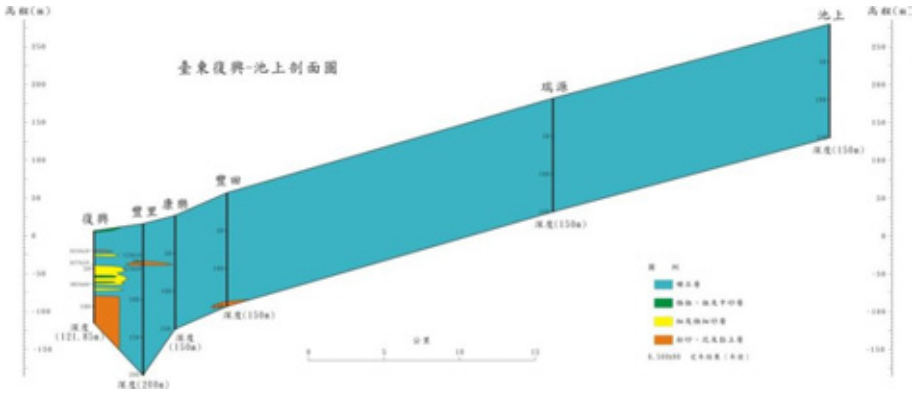
附圖 8-3　花東縱谷水文地質剖面位置



附圖 8-4　花東縱谷地下水區新城至光華地質剖面圖



附圖 8-5　花東縱谷地下水區北埔至大富地質剖面圖



附圖 8-6　花東縱谷地下水區池上至復興地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

依地下水觀測網站井資料，將花東縱谷含水層流通係數大致介於 $1.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $11.5m^2/min$ 之間(各子分區中位

數分別為：臺東平原 1.02m^2/min、花東縱谷 3.25m^2/min 及花蓮平原 1.10m^2/min)，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於花東縱谷平原北側。含水層產水性能部分，含水層出水量大致介於4.040cmh至123.430cmh之間(各子分區中位數分別為：臺東平原 35.740cmh、花東縱谷 23.240cmh 及花蓮平原 19.145cmh)；整體而言，花東縱谷之出水能力甚佳(如附表 8-1 所示)。

附表 8-1　花東縱谷第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
康樂	262134	2517120	9.60E-01	1.15E+01	46.64
豐田	258416	2519249	8.01E-02	9.61E-01	35.74
豐里(1)	262508	2515115	7.02E-02	8.42E-01	19.96
豐里(2)	262508	2515115	8.53E-02	1.02E+00	28.70
復興	265665	2516238	1.59E-01	1.91E+00	36.77
關山	266871	2549799	2.38E-02	2.85E-01	4.04
月眉	265274	2545275	3.62E-01	4.34E+00	24.52
瑞源	265977	2539514	3.95E-01	2.37E+00	15.16
池上	270150	2557325	4.44E-01	5.33E+00	95.26
花崗山	311625	2652700	4.00E-06	1.00E-04	-
慈濟(1)	309763	2654667	9.16E-02	1.10E+00	14.01
慈濟(2)	309763	2654667	2.19E-01	2.62E+00	19.85
大榮	297624	2627964	8.12E-01	9.75E+00	35.00
長橋	292829	2622803	5.44E-01	6.53E+00	70.16
中城	282369	2580319	6.94E-01	8.33E+00	27.30
新城	316146	2669306	5.52E-02	6.62E-01	21.70
北埔(1)	311645	2658701	9.78E-02	1.76E+00	18.44
北埔(2)	311645	2658701	2.00E-02	2.40E-01	9.83
南華	305738	2649155	2.20E-01	2.64E+00	123.43
吳全(1)	304958	2642791	3.16E-01	3.79E+00	17.56
吳全(2)	304958	2642791	9.00E-02	1.08E+00	21.96
大富	289829	2611611	2.27E-01	2.72E+00	20.89
瑞穗(1)	287511	2599609	2.78E-01	1.96E+00	25.57
瑞穗(2)	287511	2599609	1.75E-01	5.60E-01	7.26

(三)地下水補注區位及補注量

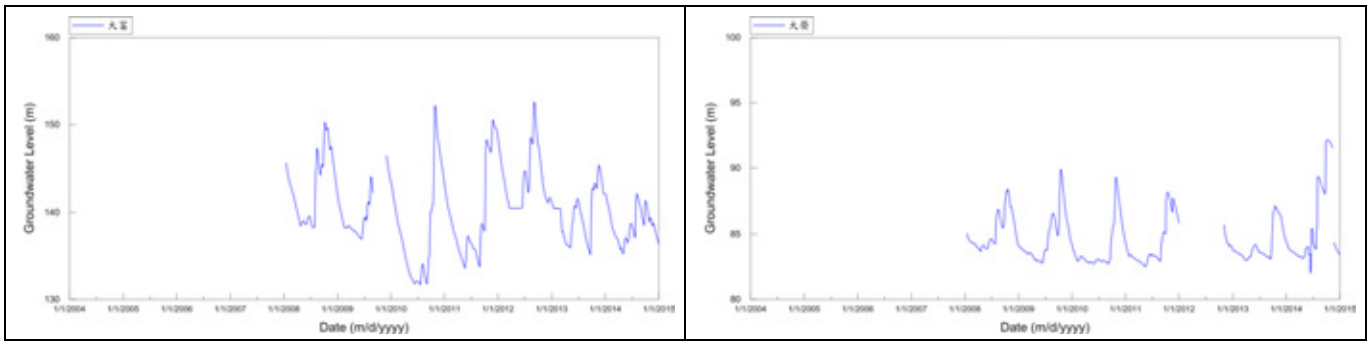
本區之花蓮平原地下水係由美崙溪、吉安溪、木瓜溪及西側中央山脈山麓補注而來,臺東平原則由卑南溪、太平溪、利嘉溪及知本溪等河川地面水補注含水層。除地面水外，本區土層入滲能力良好，故降雨入滲補注亦為本區重要之補注來源。

整體花東縱谷補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 2.50 億立方公尺，能邦公司民國 89 年利用一維垂向水平衡法估算約為每年 3.52 億立方公尺。

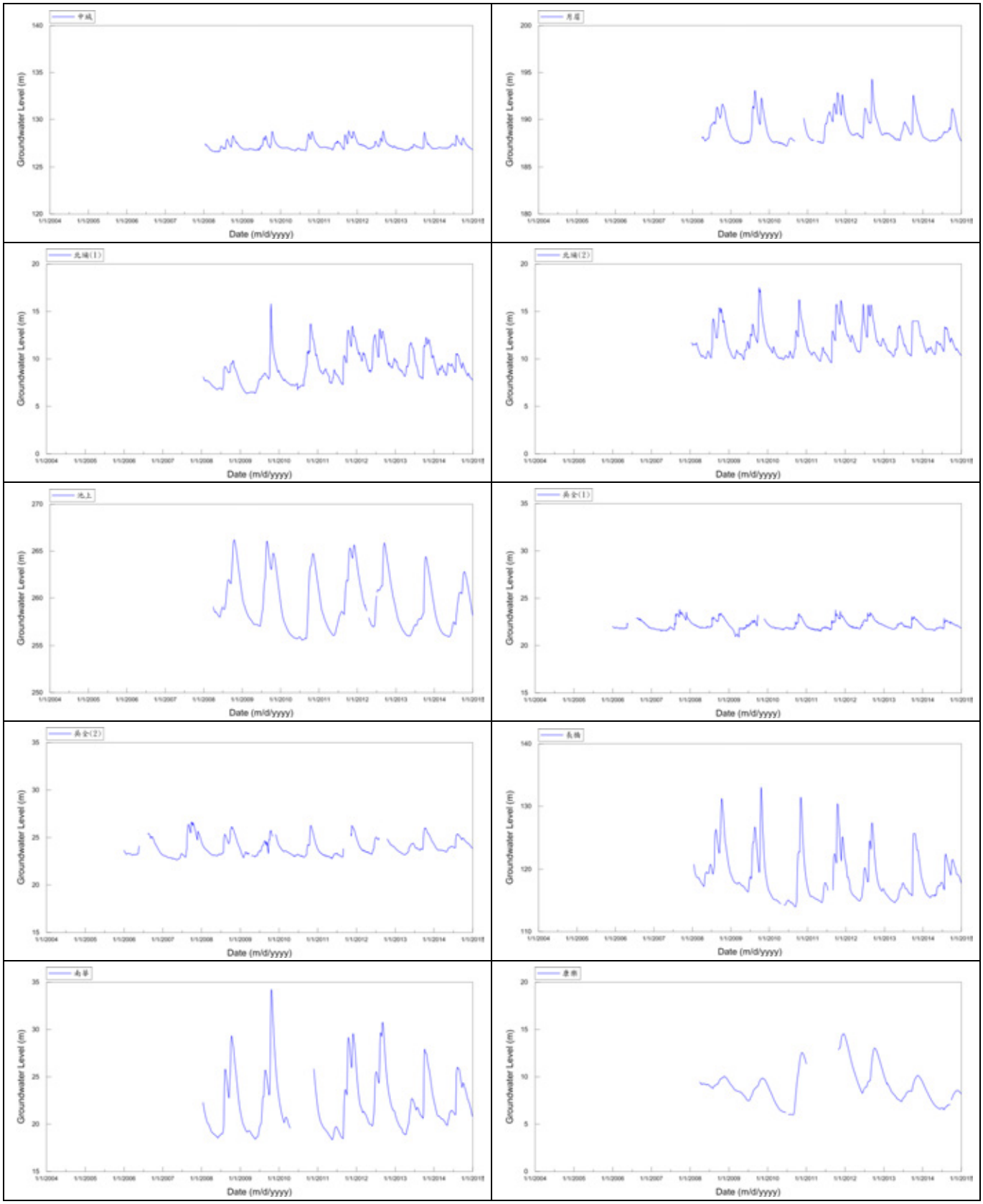
(四)地下水水位變動與趨勢

依據歷年地下水水位歷時資料顯示，花東縱谷地下水水位整體而言多數觀測井水位為持平或上升趨勢(如附圖 8-7 所示)，未出現有地下水水位下降，即超抽之現象。

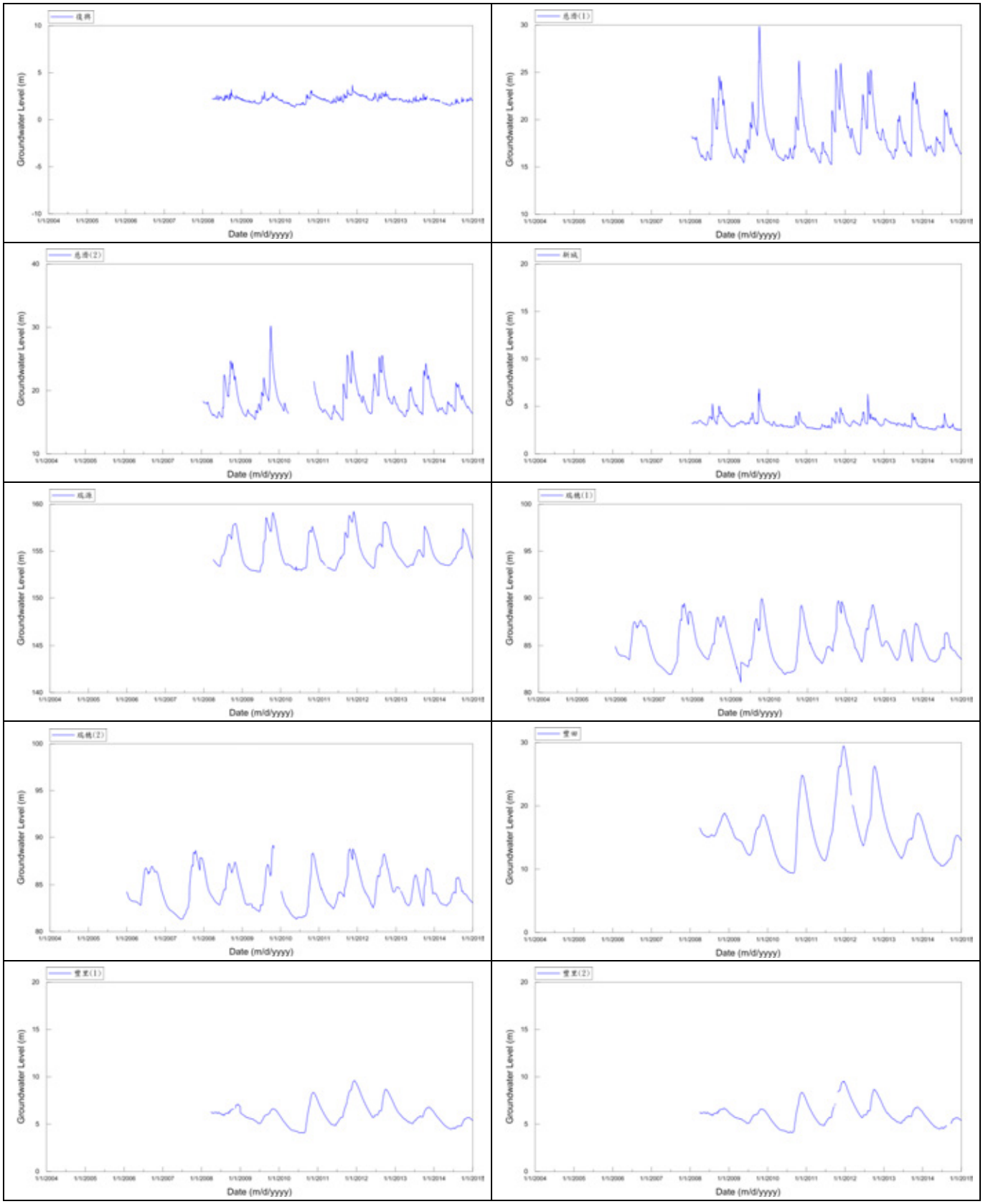
花東縱谷地下水等水位線圖可發現，水位大致呈現由花東縱谷分別往花蓮平原及臺東平原遞減(如附圖 8-8 及附圖 8-9 所示)。另由地下水等深度線圖可得知，本區地下水埋深均小於 30 公尺，而於花蓮平原及臺東平原埋深相對較淺(如附圖 8-10 及附圖 8-11 所示)。



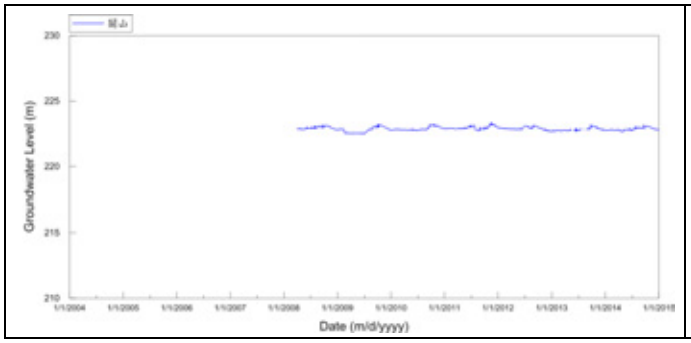
附圖 8-7　花東縱谷第一含水層地下水水位歷時圖



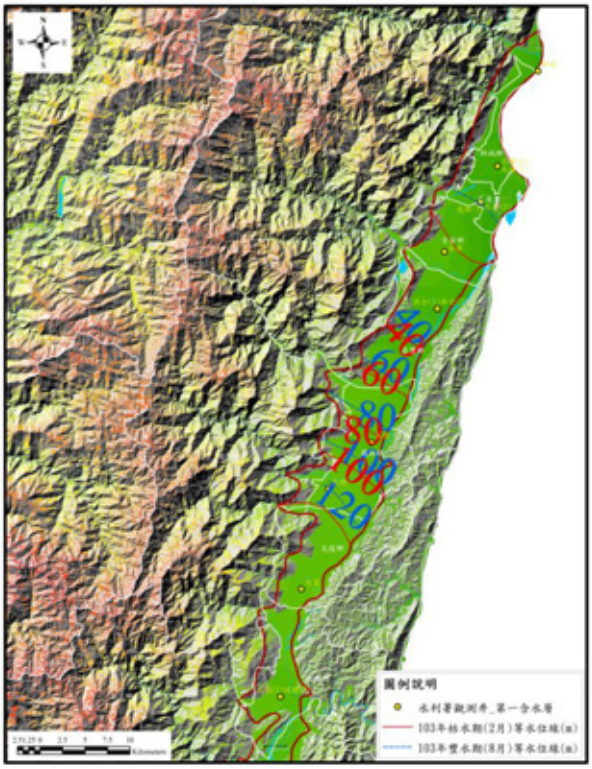
附圖 8-7　花東縱谷第一含水層地下水水位歷時圖(續)



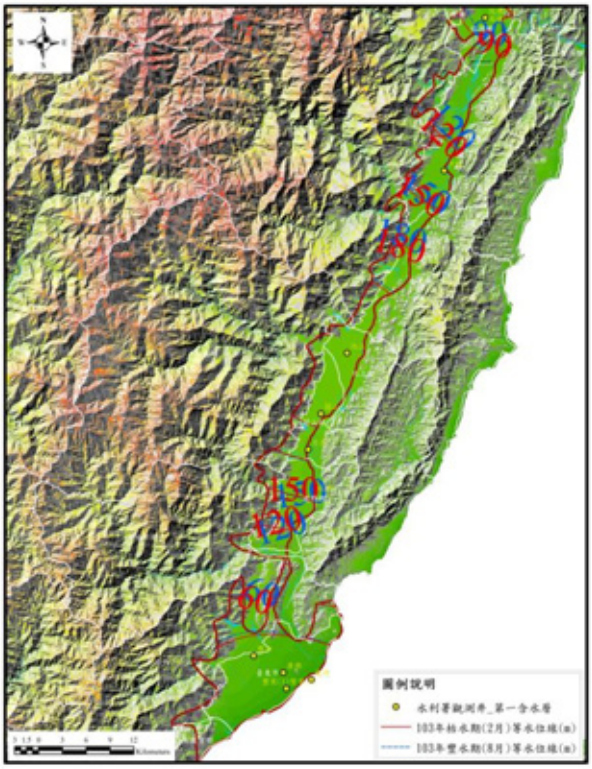
附圖 8-7　花東縱谷第一含水層地下水水位歷時圖(續)



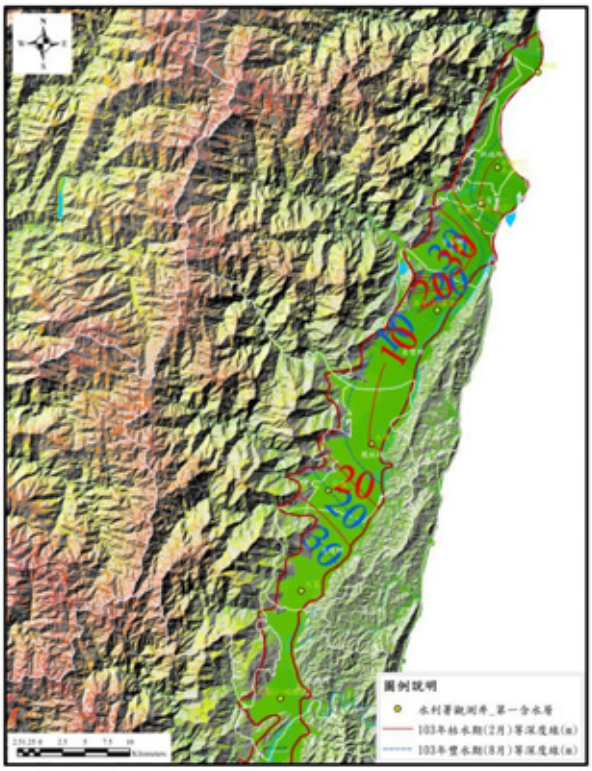
附圖 8-7　花東縱谷第一含水層地下水水位歷時圖(續)



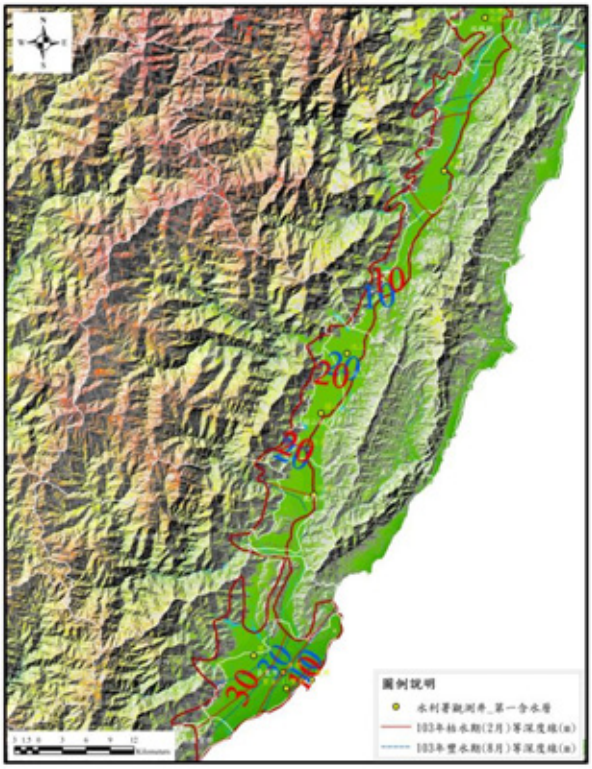
附圖 8-8　花東縱谷-花蓮地區第一含水層豐枯水期等水位線



附圖 8-9　花東縱谷-台東地區第一含水層豐枯水期等水位線



附圖 8-10　花東縱谷-花蓮地區第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 8-11　花東縱谷-台東地區第一含水層豐枯水期等深度線

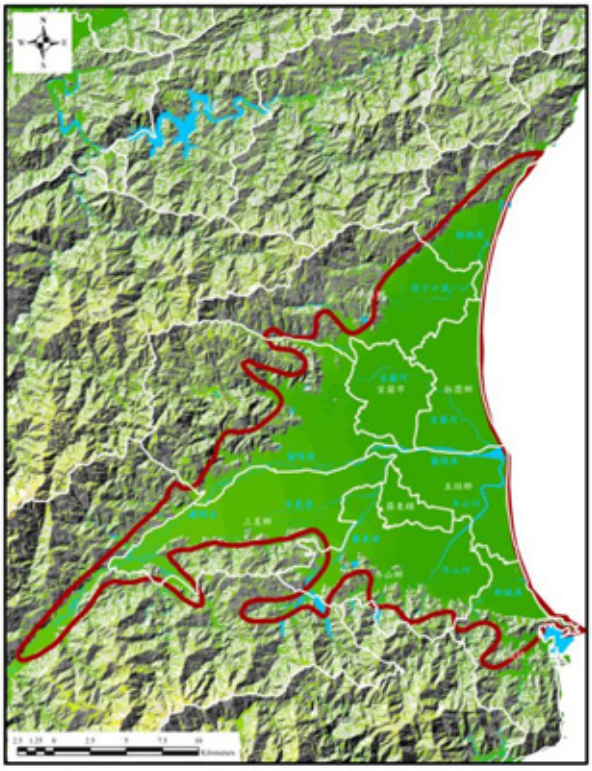
(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最新之花東縱谷地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於花東縱谷各監測井最新監測結果部份測站於導電度、硫酸鹽、氨氮、鐵及錳未符法規標準；而經濟部水利署於花東縱谷各監測井最新監測結果部份測站則於酸鹼值、氨氮、鎘、鐵及錳未符法規標準；綜合環保署及經濟部水利署監測結果顯示，氨氮及鎘為花東縱谷主要不合乎法規標準之水質項目，而北埔(1)、南華、瑞穗(1)及瑞穗(2)之鎘超過灌溉用水標準，亦需加以改善及監測。

玖、蘭陽平原地下水區

一、前言

蘭陽平原地下水區主要涵蓋宜蘭縣，本調查計畫所規劃之調查範圍，即以此範圍為限，如附圖 9-1 所示。



附圖 9-1　蘭陽平原地下水區範圍圖

二、區域地質與地形

蘭陽平原位於臺灣東北側，分布於蘭陽溪下游，本平原呈等邊三角形，每邊長約 30 公里，底邊呈南北向，向西稍為凹入，頂點於蘭陽溪口起算，約 23 公里上游，高度約 160 公尺，本平原頂點至下游 1/3 部分，蘭陽溪所搬運之泥砂大量堆積，形成大規模之沖積扇，扇面河流呈放射狀或網狀流路。

蘭陽平原地下水區範圍內主要地層為沖積層，僅於三星、冬山及蘇澳一帶分布有零星廬山層及乾溝層等(如附圖 9-2 所示)。



附圖 9-2　蘭陽平原地下水區地質圖

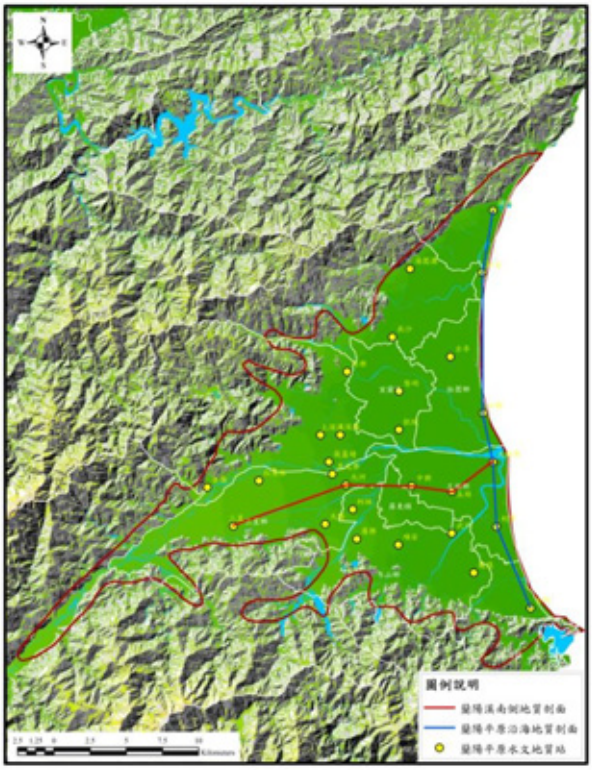
三、地下水資源概述

(一)區域水文地質

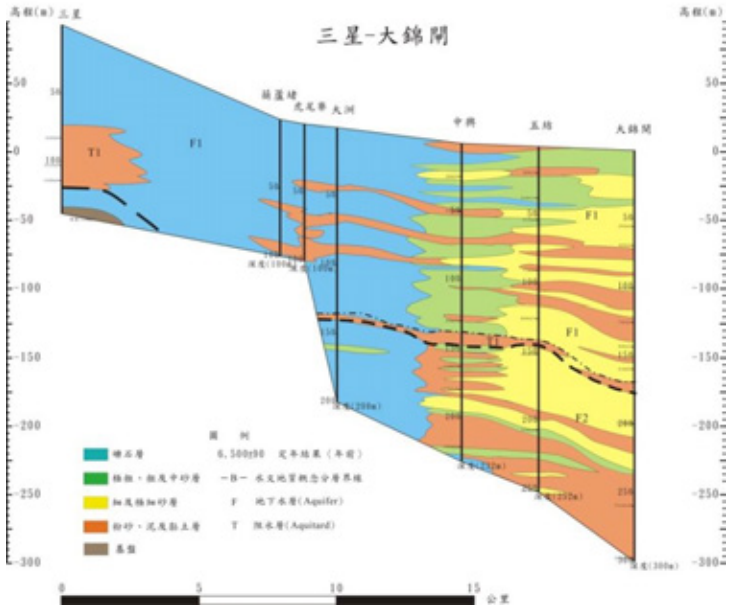
本計畫所蒐集之文獻顯示，蘭陽平原地下水區之含水層之連續性較不規則。一般而言，沖積扇扇頂(上游)沉積物之顆粒較粗，坡度略陡，往往形成良好之含水層。沖積扇外圍(中、下游)沉積物粒度較細，含泥量較高，影響含水層之側向連續。本區西側之蘭陽溪及羅東溪上游沖積扇於蘭陽平原南側規模較大，礫石層厚度可達 200 公尺，往東礫石層厚度變薄，粒度漸細。蘭陽平原北側則漸變為礫石夾厚層泥層。粗砂層主要分布於蘭陽溪中游區域，沿海地區深度在 50 公

尺以下，以海相泥層為主，間夾薄層砂層因此無較佳之地下水層；50 公尺以上則以蘭陽溪三角洲向外加積之砂層為主，為淺層地下水層，相關水文地質剖面位置及水文地質剖面圖如附圖 9-3 至附圖 9-5 所示。

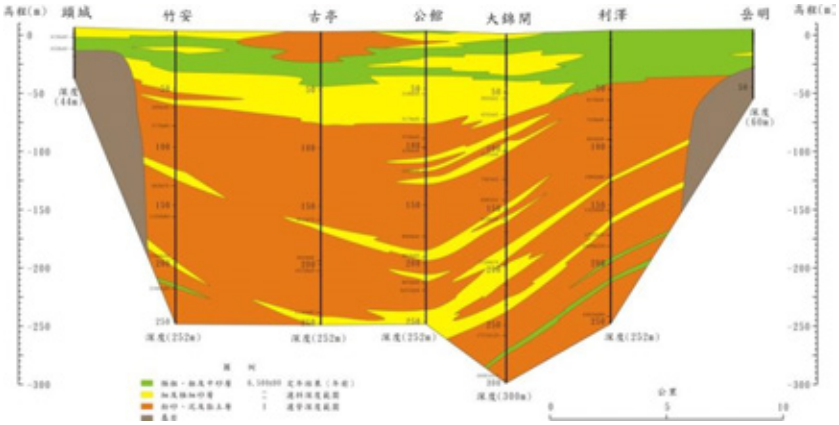
本區含水層大致可劃分為四個含水層及三個阻水層，自地面以下分別為第一含水層、第一阻水層、第二含水層、第二阻水層、第三含水層，第三阻水層、第四含水層及岩盤，本區等岩盤線主要由西往東及由南北往中央漸增，含水層平均厚度約在 200 公尺左右。



附圖 9-3　蘭陽平原地下水區水文地質剖面位置



附圖 9-4　蘭陽平原地下水區蘭陽溪南側地質剖面圖



附圖 9-5　蘭陽平原地下水區蘭陽平原沿海地質剖面圖

(二)含水層水文地質參數

蘭陽平原地下水區流通係數於第一層含水層大致介於 $1.45\times10^{-2}m^2/min$ 至 $2.92m^2/min$ 之間(中位數 $6.08\times10^{-1}m^2/min$)，第二含水層則介於 $7.00\times10^{-3}m^2/min$ 至 $1.89m^2/min$ 之間(中位數 $1.50\times10^{-1}m^2/min$)，第三層含水層介於 $1.00\times10^{-4}m^2/min$ 至 $9.78\times10^{-2}m^2/min$ 之間(中位數 $2.43\times10^{-2}m^2/min$)，第四含水層為 $6.03\times10^{-2}m^2/min$，如以區域而言，具較高流通係數區位多分布於蘭陽平原南側。含水層產水性能部分，第一層含水層

出水量大致介於 0.086cmh 至 58.620cmh 之間(中位數 11.854cmh)，第二含水層介於 0.322cmh 至 54.870cmh 之間(中位數 4.870cmh)，第三含水層介於 0.013cmh 至 2.756cmh 之間(中位數 1.220cmh)，第四含水層則為 2.713cmh；整體而言，蘭陽平原之出水能力甚佳(如附表 9-1 至附表 9-4 所示)。

附表 9-1 蘭陽平原第一含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
宜農(1)	324620	2738165	4.01E-02	6.16E-01	20.78
岳明國小(1)	335500	2723634	3.00E-03	3.60E-02	10.82
利澤(1)	333200	2729300	1.26E-02	2.27E-01	7.51
頭城國小(1)	332900	2751100	5.97E-02	7.16E-01	10.29
吳沙(1)	325944	2742374	2.90E-02	4.93E-01	10.06
二龍	328104	2744848	-	4.21E-01	12.89
大福國小(1)	331460	2744155	4.78E-02	1.15E+00	33.69
古亭(1)	329932	2741080	-	7.99E-01	15.52
公館	332212	2737115	4.30E-02	3.96E-01	7.03
內城	318685	2734452	-	2.92E+00	-
自強國小(1)	313700	2732700	1.50E-03	2.64E-02	0.09
同樂	322822	2739979	5.62E-02	1.75E-01	9.71
冬山(1)	329500	2725778	1.28E-01	1.53E+00	55.73
順安	326363	2727985	3.10E-02	1.45E-02	0.70
大隱(1)	321300	2729300	2.43E-02	6.08E-01	33.64
三星	314970	2729321	7.77E-02	6.58E-01	37.25
大洲(1)	322731	2732157	-	2.80E+00	58.62

附表 9-2 蘭陽平原第二含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
宜農(2)	324620	2738165	3.00E-03	7.20E-02	2.40
利澤(2)	333200	2729300	1.10E-03	1.28E-02	0.50
龍德(3)	332000	2725800	1.26E-02	2.27E-01	7.34
吳沙(2)	325944	2742374	2.90E-02	2.79E-02	0.88
古亭(2)	329932	2741080	-	7.00E-03	0.32
冬山(2)	329500	2725778	7.20E-02	1.44E+00	54.87
大隱(2)	321300	2729300	1.03E-02	2.48E-01	12.59
大洲(2)	322731	2732157	-	1.89E+00	10.28

附表 9-3　蘭陽平原第三含水層水文地質參數

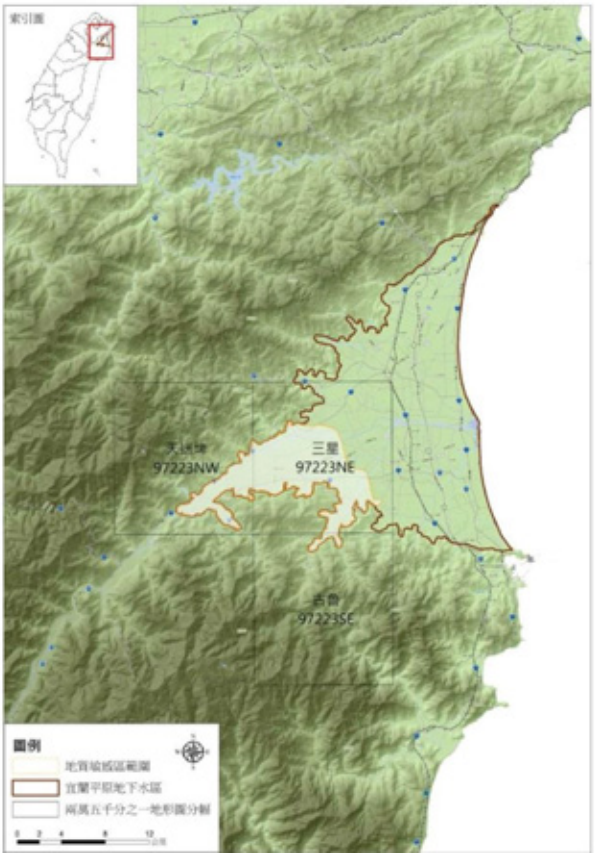
井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
龍德(4)	332000	2725800	2.03E-03	2.43E-02	1.22
壯圍(3)	329122	2737853	1.00E-04	1.00E-04	0.01
中興(3)	327300	2732000	8.15E-03	9.78E-02	2.76

附表 9-4　蘭陽平原第四含水層水文地質參數

井名	X	Y	K(m/min)	T(m^2/min)	出水量(cmh)
中興(4)	327300	2732000	1.01E-02	6.03E-02	2.71

(三)地下水補注區位及補注量

蘭陽平原之地下水相當豐沛，地下水補注區主要分布於員山及廣興以西，礫石層分布面積廣，且透水性良好。蘭陽平原之淺層地下水，主要來自附近地面水之下滲補注，深層地下水則主要來自山麓地區之下滲補注。依據經濟部於民國 103 年 12 月 26 日經地字第 10304606590 號公告「地下水補注地質敏感區(G0003 宜蘭平原)」，宜蘭平原地下水補注地質敏感區位置如附圖 9-6 所示。



附圖 9-6　宜蘭平原地下水補注地質敏感區位置圖

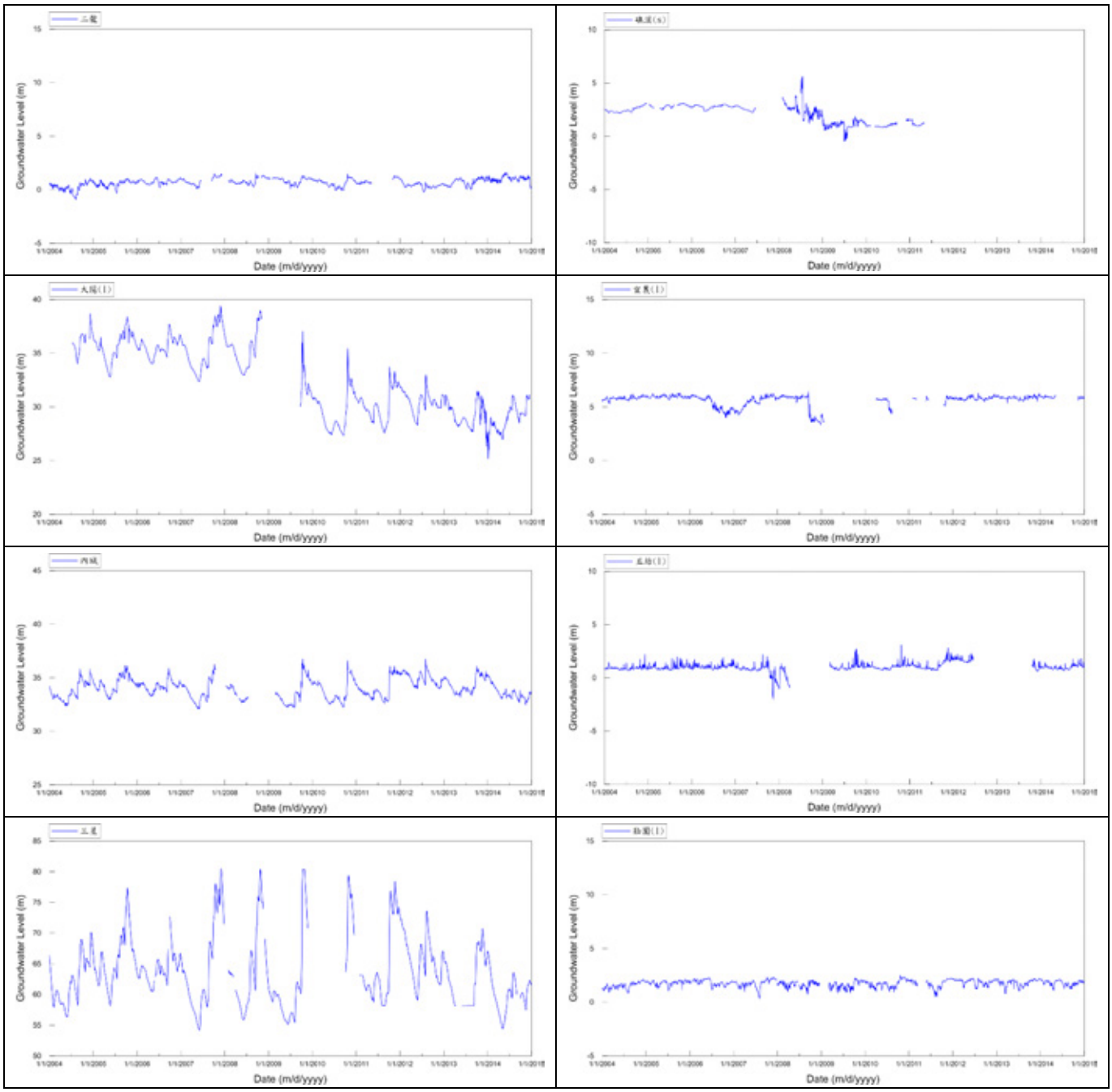
整體蘭陽平原補注量估算部分，民國 61 年前水資會推估約為每年 1.2 億立方公尺，能邦公司民國 89 年利用一維垂向水平衡法估算約為每年 3.04 億立方公尺。其它研究推估蘭陽平原之地下水補注量，大致介於 1.9 億立方公尺至 2.6 億立方公尺之間。

(四)地下水水位變動與趨勢

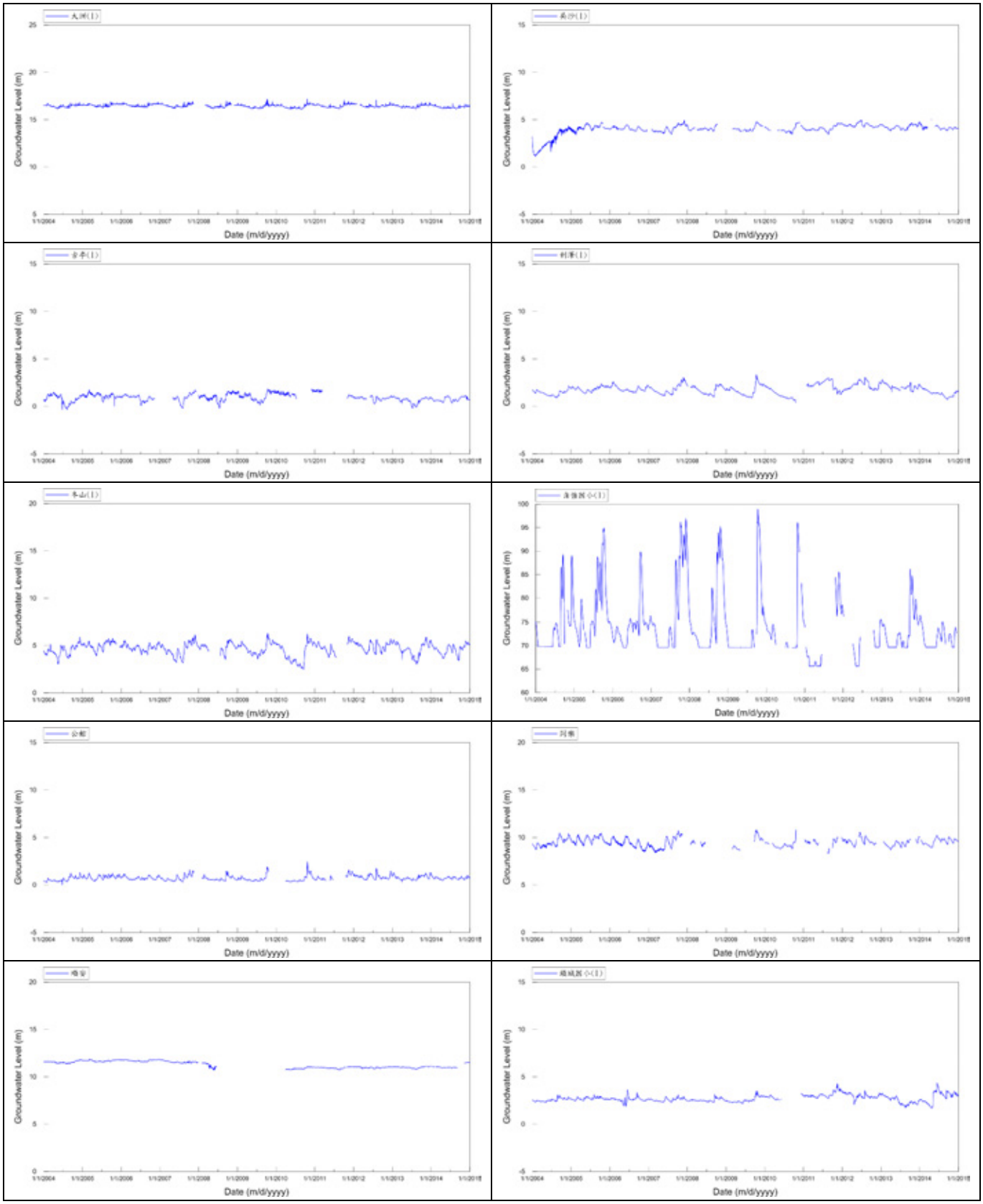
依據歷年地下水水位歷時資料顯示，蘭陽平原地下水水位整體而言多數觀測井水位為持平或上升趨勢，但仍有部分地區地下水出現下降情況(如附圖 9-7 至附圖 9-10 所示)，如沿海壯圍一帶，由水位變化情況顯示部分地區已出現地下水超抽情況。

由蘭陽平原地下水等水位線圖可發現，水位大致呈現西往東遞減情況(如附圖 9-11 及附圖 9-12 所示)。另由地下水等

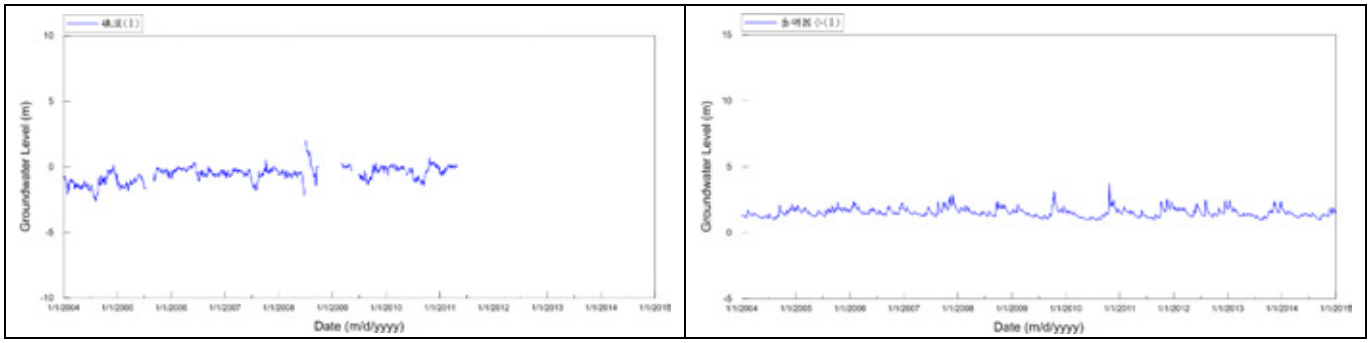
深度線圖可得知，蘭陽平原地下水埋深甚淺，多數地區均小於 5 公尺(如附圖 9-13 及附圖 9-14 所示)。



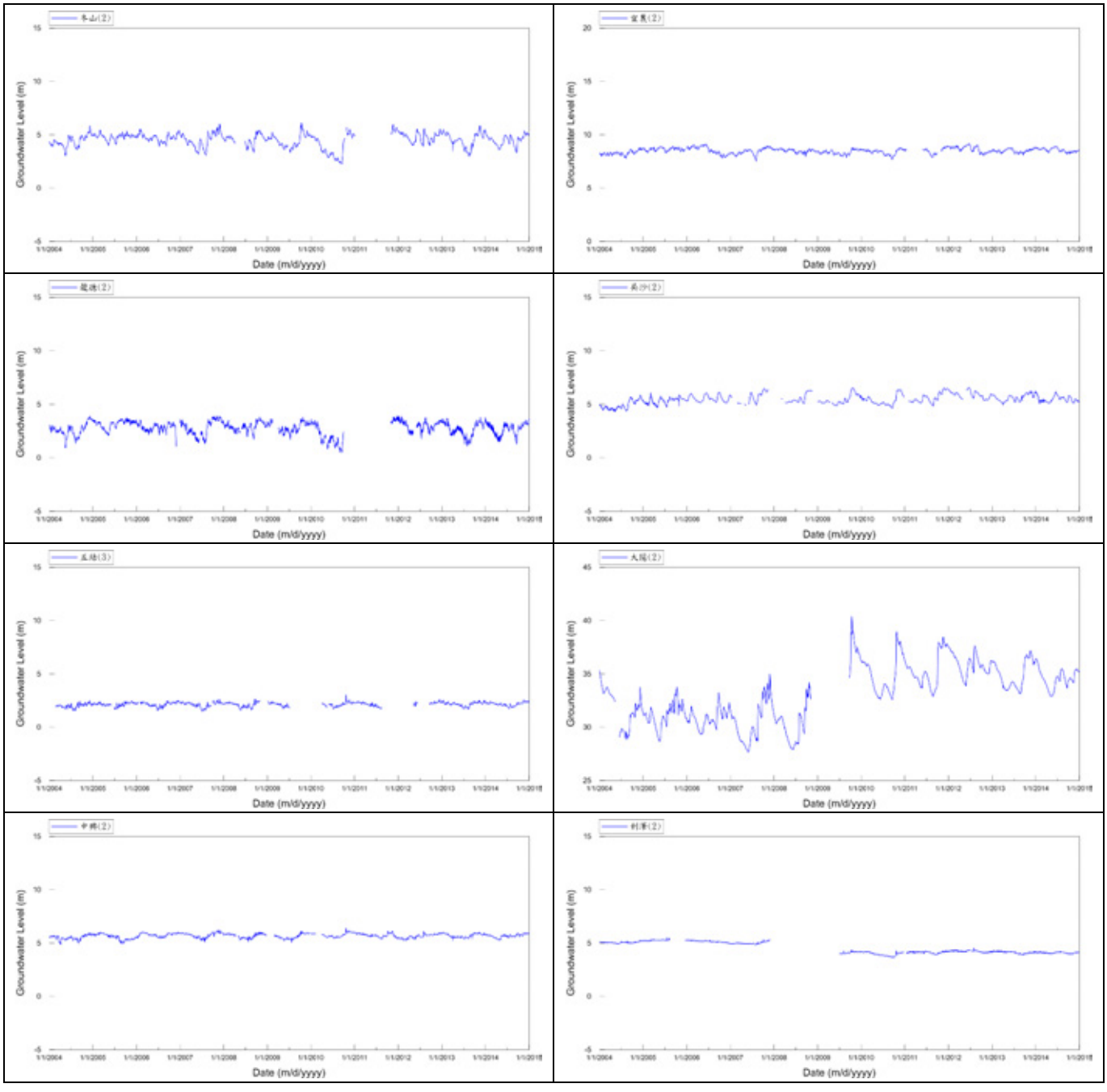
附圖 9-7　蘭陽平原第一含水層地下水水位歷時圖



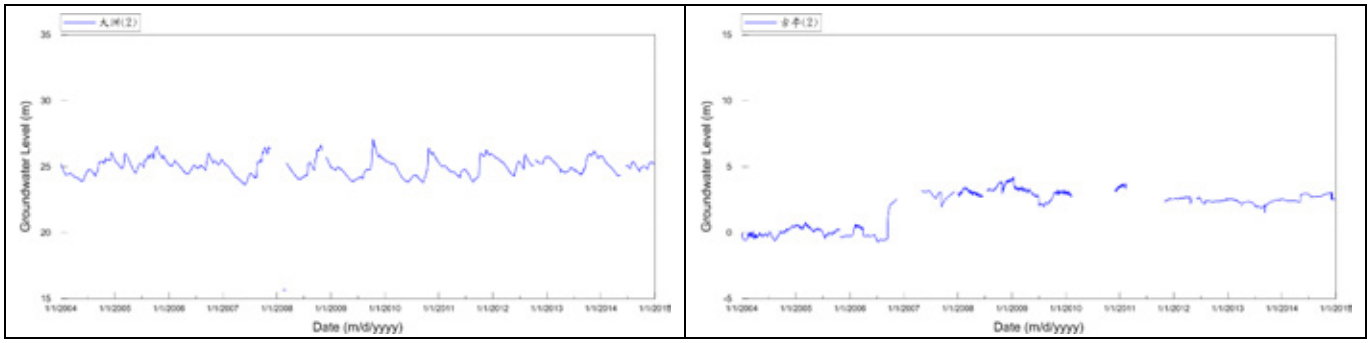
附圖 9-7　蘭陽平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



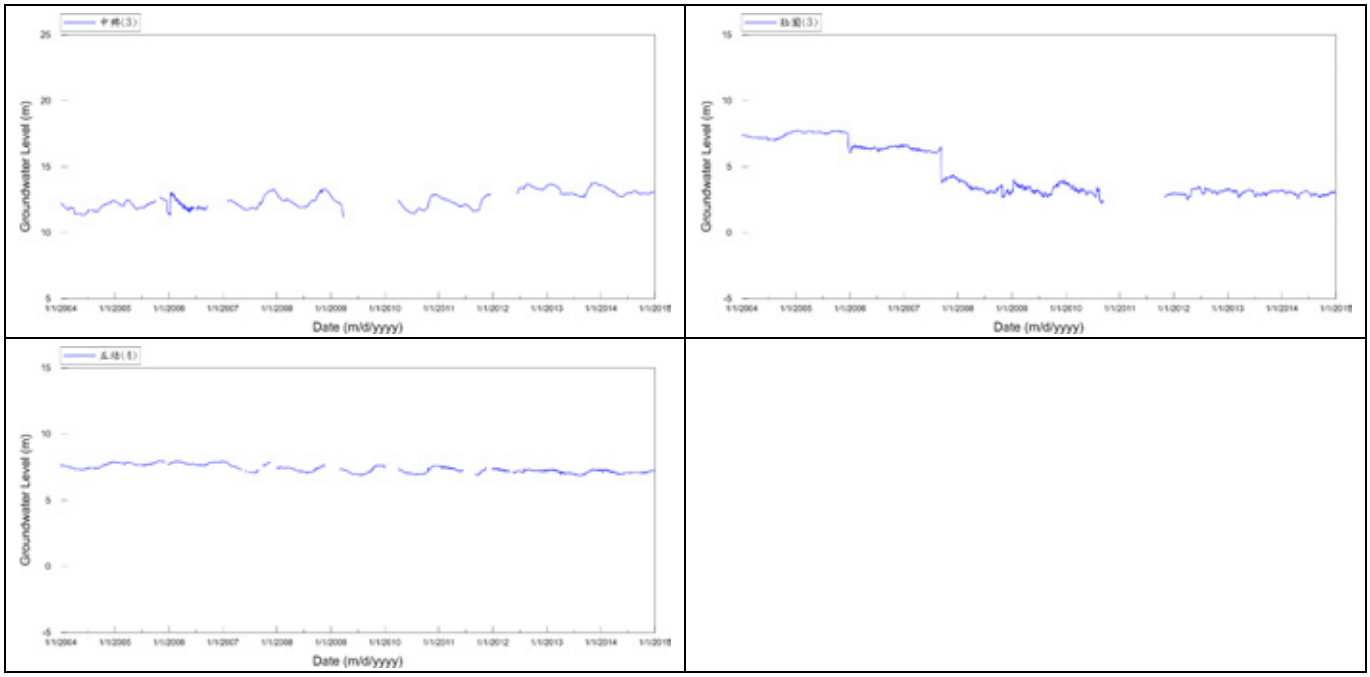
附圖 9-7　蘭陽平原第一含水層地下水水位歷時圖(續)



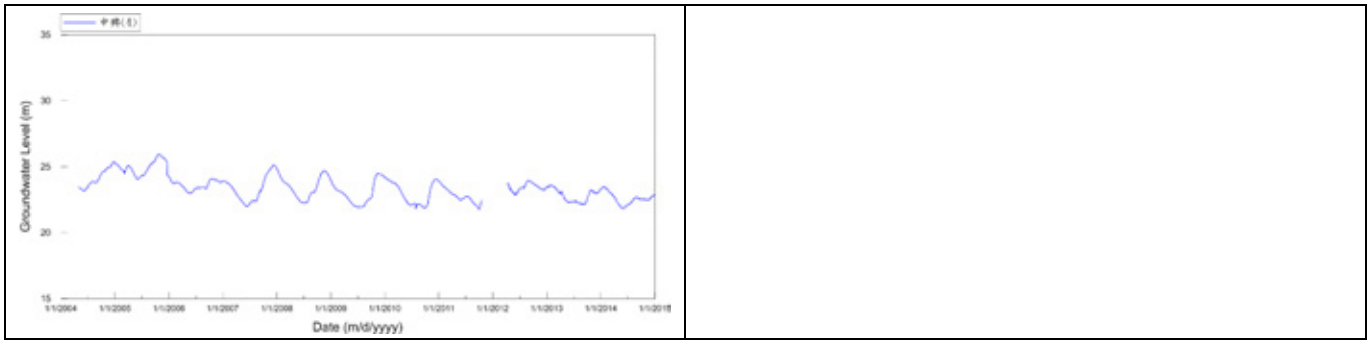
附圖 9-8　蘭陽平原第二含水層地下水水位歷時圖



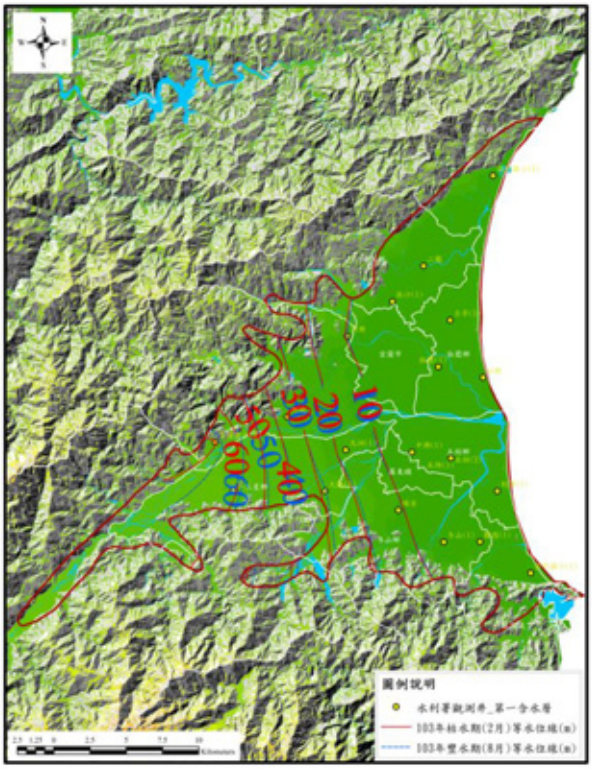
附圖 9-8　蘭陽平原第二含水層地下水水位歷時圖(續)



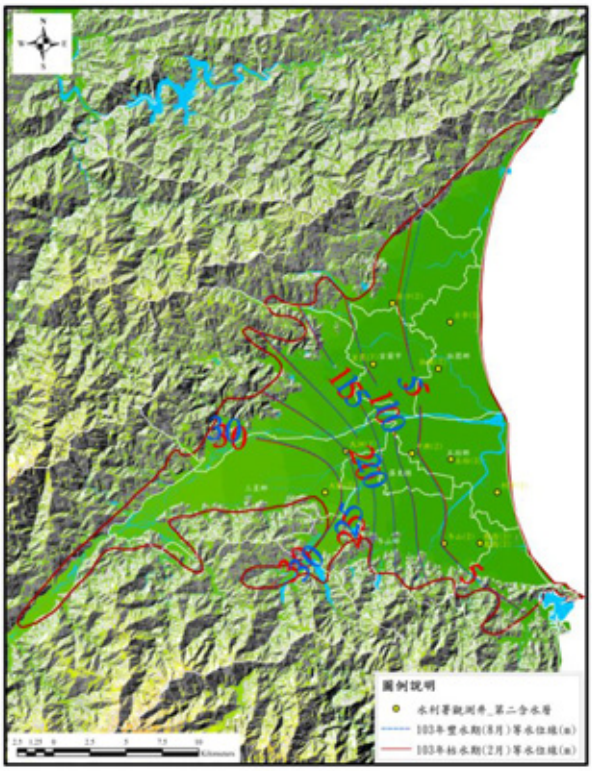
附圖 9-9　蘭陽平原第三含水層地下水水位歷時圖



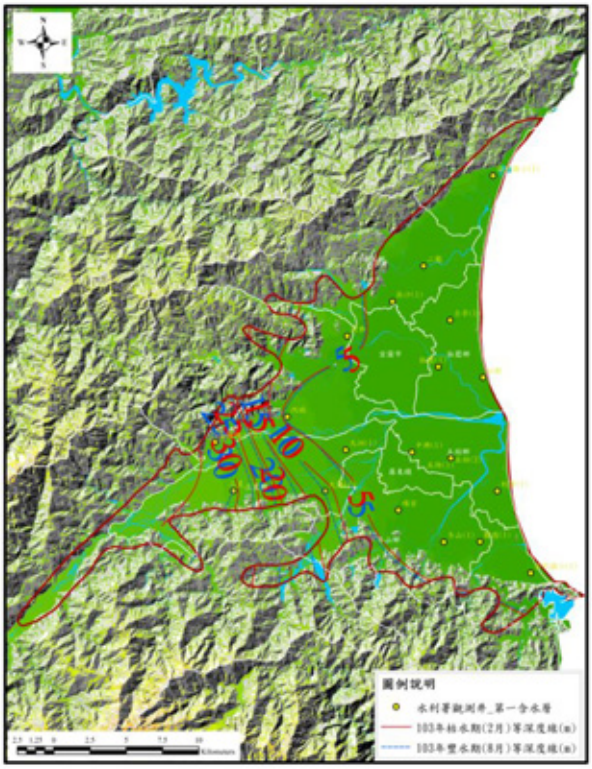
附圖 9-10　蘭陽平原第四含水層地下水水位歷時圖



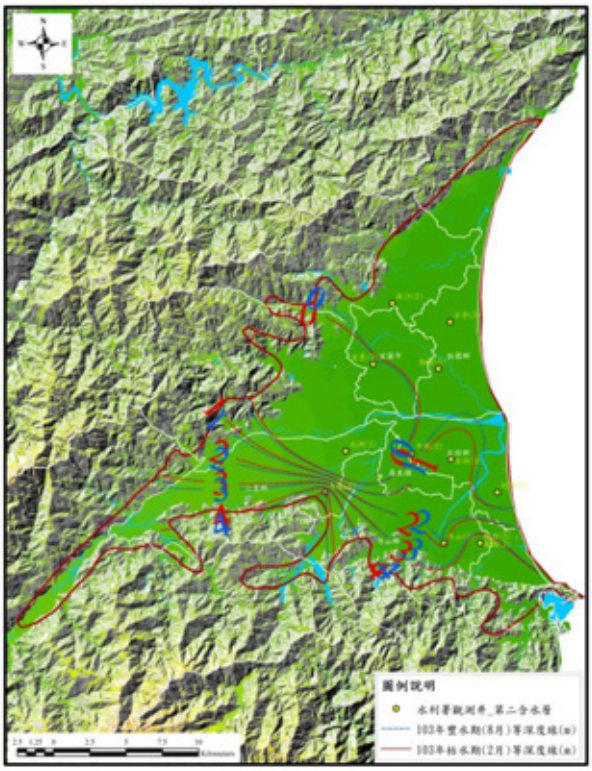
附圖 9-11　蘭陽平原第一含水層豐枯水期等水位線



附圖 9-12　蘭陽平原第二含水層豐枯水期等水位線



附圖 9-13　蘭陽平原第一含水層豐枯水期等深度線



附圖 9-14　蘭陽平原第二含水層豐枯水期等深度線

(五)水質概況

本計畫蒐集行政院環境保護署「全國環境水質監測資訊網」及水利署地下水觀測井最新之蘭陽平原地下水水質資料，本計畫針對檢測結果與「灌溉用水水質標準」、「地下水污染監測標準-第二類」及「地下水污染管制標準-第二類」相較，結果顯示環保署於蘭陽平原各監測井最新監測結果部份測站於氨氮、砷、鎘、鐵及錳未符法規標準；而經濟部水利署於蘭陽平原各監測井最新監測結果部份測站於導電度、氯鹽、硫酸鹽、氨氮、總有機碳、砷、鐵及錳未符法規標準；綜合環保署及經濟部水利署監測結果顯示，氨氮為屏東平原主要不合乎法規標準之監測物，而冬山國小、竹林國小、利澤(2)、宜農(1、2)、龍德(3、4)、吳沙(2)、冬山(1)及五結(1、2、4)之砷以及竹林國小之鎘超過灌溉用水標準，亦需加以改善及監測。

附錄三　歷次會議意見回覆表

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」期初簡報暨工作執行計畫書審查會議

壹、會議日期：103 年 07 月 24 日(星期四)上午 09 時 30 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所舊正辦公區 4 樓會議室

參、主持人：陳副所長春宏　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 07 月 30 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10309006560 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、國立臺灣大學地質系　賈教授儀平			
6. 伏流水的開發宜針對自由含水層為主，而且抽水井必須分散，以避免衍生附近的環境問題。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」為提供臺灣地區伏流水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及伏流水可用水量率定等工作參考之用，故未納入相關開發注意事項章節。	附冊三	-
7. 建議評估興建調蓄設施(配合豐水期抽水)的必要性。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故僅針對相關調查項目進行評估。	附冊二	-
8. 建議水利署積極爭取利用金門現有的 6 口花崗岩區的深井(研究井)作為觀測井。	3. 本計畫已依影響分區法進行規劃金門地區利用現有之自來水廠三口地下水觀測井做為觀測井使用。	第七章	7-13
9. 評估開發潛能亟需充份的現地水文地質資訊，模擬成果可作為定性參考，不適宜作為定量評估依據。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」中數值模式建置一節，建議使用者為維持客觀立場，應視分析區域基本資料完整性與否自行應用模擬結果。	附冊一 附冊三	5-1 5-1
10. 建議避免規劃任何設置於受壓含水層的深井進行地下水資源開發，以避免附近地區的環境問題。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故未進行相關開發規劃。	附冊二	-
二、國立中央大學應用地質研究所 陳教授瑞昇			
6. 國外文獻可以加入較新的文獻(USGS)。	1. 本計畫已納入相關 USGS 文獻以供參考。	第二章	2-1

7. UFZ 全名請列出。	2. 本計畫已補充修正相關參考文獻。	第二章	-
8. p.13 透水係數、水力傳導係數，請定義清楚。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已進行相關名詞定義。	附冊一 附冊三	附錄一 附錄一
9. p.25 地面地下水流通量如何量測，請清楚說明。	4. 該文獻提供之地表地下水流通量之量測係使用監測儀器直接進行量測，並藉此換算為地下水補注量。	-	-
10. DRASTIC 請稍加說明，在實用上如何改進。	5. DRASTIC 方法係利用 GIS 圖層的地形、坡向及地質表現不同地形地貌，以地下水井資料庫計算深層水，並以鄰近地區的水文地質和土壤計算導水率、補注量以及土壤厚度等，藉此進行地下水資源評估。	-	-
11. 地下水使用除水量，請納入水質考量。	6. 本計畫工作項目「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入水質之考量。	附冊一	3-90
12. 目前的參數有哪些不足？垂向的水力傳導係數呢？	7. 本計畫目前蒐集水利署於臺灣各地下水區含水層水力係數(水平)，目前較為缺乏之水力參數主要為儲水係數(S)及比出水量(S_y)，另部分地區之水力傳導係數(K)及導水係數(T)亦有不足之處；而相關垂向之水力傳導係數相當缺乏，大多以經驗公式(垂向為水平之 10 分之 1)作為計算方式。	附錄二	附二-1
13. MODFLOW 使用上的限制？	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關數值模式使用限制之章節進行說明。	附冊一 附冊三	5-10 5-11
三、彭委員瑞國			
4. 本計畫各項工作之執行構想多偏重於地下水資源開發面，建議對於地下水資源保育面之調查規劃一併納入研訂之各項參考手冊中。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」為提供臺灣地區地下水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及地下水可用水量率定等工作參考之用，故未納入相關保育面章節。	附冊一	-

5. 地面地下水之交互作用及如何搭配運用應為本計畫之工作重點，以往有關人工湖之開發計畫多因對地下水之利用有不利影響之虞而受質疑，若以地表水資源穩定供水(SI=0.5~1.0)之方式開發，可能使整體水資源供應之調度失去彈性，宜因應臺灣地區豐枯懸殊之水文條件下，對地下水資源利用在整體水資源供應上之角色予以明確之定位。	2. 本計畫工作項目「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將針對台灣各地下水區進行問題評析，並將相關地面地下水交互作用納入調查項目之考量，藉以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估。	附冊二	-
6. 參考資料之收集，建議將鄰國日本之相關地下水資源經理資料納入。	3. 本計畫已蒐集日本地下水及伏流水資源調查相關文獻資料。	第二章	2-1
7. 建議各參考手冊有關地下、地面交互作用分析模式之運用，將視覺化展示(時間變化)功能一併納入。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」之水文地質圖資繪製一節已納入相關圖表繪製說明。	附冊一 附冊二	4-1 4-3
8. 後續之地下水資源開發調查，建議以完成臺灣地區分區地下水資源經理基本計畫為目標，研訂分期工作計畫(包含山區、平野及沿海)。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故將以九大地下水區為目標進行相關調查規劃工作。	附冊二	-
9. 離島地區地下水觀測站網檢討，建議考量尺度效應，儘量利用現有公、民井(亦可考慮租用方式)改善為兼具觀測井之方式，增加站網密度，更能掌握離島地區之整體地下水變化狀況。	6. 本計畫離島地區地下水觀測站網規畫將配合地下水狀況區域法分析結果，建議離島地區觀測站網選用現有之公井進行優先觀測站井規劃位置。	第七章	7-1
四、中央地質調查所 費組長立沅			
10. 請對於地下水(分沖積層、山坡地)及伏流水之定義做較清楚之界定。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對地下水環境區分為沖積平原、山區及島嶼進行相關說明；另本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對伏流水進行定義。	附冊一 附冊三	2-5 1-1

11. 18 年的臺灣地區地下水觀測網計畫累積相當多的數據，建議臺灣九大不同地下水區，從水資源之角度，重新評估其範圍、深度、調查內容等，也可考慮水資源之應用面做分級。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故將以九大地下水區為目標進行相關調查規劃工作。	附冊二	-
12. 目前地下水基本數據已達一定程度，建議從數值模擬之需求，探討精進所需要之數據，做為規劃未來調查計畫之重點。	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故將以建構各地下水區水文地質架構概念模型為目標，藉由理論分析及數值模擬等分析方法，釐清各地下水區地下水合理可用水量及現況抽水量。	附冊二	1-2
13. 伏流水之取水方式究竟是採集水井(輻射井)或是以攔河堰之方式，請再評估。	13. 伏流水開發工法需視調查成果進行評析及選定，本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅提供相關伏流水取水工法簡介。	附冊三	附錄三
14. 本計畫建議評估未來開發地下水資源時，請考慮地調所公告「地下水補注地質敏感區」之區域，需面對之法律競合議題。	14. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將依地質法所劃設之「地下水補注地質敏感區」納入考量。	附冊二	2-12
15. 諮詢顧問建議增加地調所與水利署專家。	15. 已修正本計畫專家委員名單。	表 3-5	3-41
五、國立中央大學水文與海洋科學研究所 李教授明旭（書面意見）			
3. 雲科大團隊具有多年地下水實務豐碩經驗，工作執行計畫書資訊充分，工作內容規劃合理完整，有助於未來手冊成果之完整性。	3. 感謝委員肯定。	-	-
4. 地球物理探勘在地下水與伏流水調查先期作業相當重要，尤其是應用於伏流水區位與潛能評估，建議團隊未來可增加此領域專長之學者專家協助規劃作業推動。	4. 已修正本計畫專家委員名單。	表 3-5	3-41

5. 工作項目與內容是「地下水資源調查規劃」還是「地下水資源規劃調查」，在執行計畫書中有多處是不一致。如專家會議是要研議「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫書」與「臺灣地區地下水資源調查規劃作業參考手冊」	5. 已統一本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」、「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」之相關名稱；另本計畫專家會議研議目標為上述三項工作項目。	第三章 第四章 第五章	3-23 4-6 5-13
6. 在「地下水資源調查規劃作業參考手冊」內容，建議應有專章或專節論述水文地質概念模型，目前是規劃在第肆篇、地下水數值模式建立之 4.1 水文地質架構，是會依所需模式有異而再簡化水文地質概念模型。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對概念模型架構建置進行專節論述。	附冊一	4-17
7. 地下水數值模式依其功能、限制與需求有許多選擇，未來手冊內容在模式部分如何涵蓋重要模式資訊，還是僅會有通則性的廣泛介紹。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對數值模式建置一節進行相關說明，其中包含評估流程、網格設定、邊界設定、初始水位設定、參數設定、模型率定驗證、模型之不限制與不確定性及常用地下水數值模式。	附冊一 附冊三	5-1 5-1
8. 伏流水資源調查在地面水與伏流水的交換機制釐清十分重要，建議在手冊中應有專章或專節論述調查區域之伏流水機制(與地面水)及豐枯水期變化特徵，即伏流水的水文地質概念模型。	8. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對地面地下水交互作用調查進行相關說明，另亦已針對水文地質概念模型建置進行說明。	附冊三	3-11 4-11
9. 在 3.3.1 節引用 MODFLOW 為伏流水模擬可用之數值模式有待斟酌，對於伏流水而言，模式應至少具有可模擬變飽和含水層功能(伏流水層應會因季節豐枯而變動厚度與區位)，且若同時包含地表水模式應較完整。	9. 由於伏流水取水位置係於含水層範圍且其影響對象包含地下水及地面水，利用地下水模式配合適宜之地面水模組或模式，即可同步模擬地面地下水交互作用行為，故本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以地下水模式為探討對象。	附冊三	5-1

10. 地下水與伏流水二份手冊中，應有適當章節論述說明不確定性，包含調查資料的不確定性、參數的不確定性、模式的不確定性，重點應在說明與提醒這些不確定性可能影響所調查的結果與程度。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對相關限制及不確定性進行說明。	附冊一 附冊三	5-10 5-11
六、經濟部水利署水源經營組 潘科長禎哲			
6. 本研究計畫定義之「伏流水」與水利法之「伏流水」是否不同，應請釐清並明確內容。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。	附冊三	1-1
7. 本研究後續擬定之地下水資源調查方法及作業流程係以「地下水資源開發」為目標，則建議本研究成果能以臺灣缺水區域為優先探討範圍，並依缺水型式(高濁度備援、長期開發)區分為短期使用最大潛能及長期配合地面水不足之開發。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故不將「地下水資源開發」納入考量。	附冊二	-
8. 地下水潛能量之利用不若河川(地面水)，通常想(看)得到但取不到，因此「立地條件」相當關鍵，包括取水的方式(工法、水量)及供水輸水與淨水設施。	3. 伏流水開發工法需視調查成果進行評析及選定，本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅提供相關伏流水取水工法簡介。	附冊三	附錄三
9. 伏流水之潛能如何模擬？MODFLOW 為飽和層之模擬，是否適用？	4. 由於伏流水取水位置係於含水層範圍且其影響對象包含地下水及地面水，利用地下水模式配合適宜之地面水模組或模式，即可同步模擬地面地下水交互作用行為，故本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以地下水模式為探討對象。	附冊三	5-1

10. 參考 USBR 之地下水資源調查報告，來研擬本研究之參考手冊，惟 USBR 之報告主軸為「調查」，本研究另有一重點「規劃」，建議補充。	5. 本計畫已蒐集相關國內外地下水及伏流水調查及規畫文獻納入說明。	第二章	2-1
七、經濟部水利署水源經營組 郭科長耀程			
7. 目前國內水資源供應仍具不穩定性，尤其臺灣西部縣市隨產經發展用水需求仍持續增加，惟因地面水源開發對環境衝擊程度較大，故地下水源開發可行性，為未來期待確認及執行目標。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，以期針對地下水資源進行相關管理措施。	附冊二	-
8. 地下水開發因隱藏諸多不確定性，必需有詳實調查資料分析，始能在安全條件下進行開發。建議在與中央地質調查所合作下，朝未來至 108 年完成全國地下水開發調查工作為目標，故本計畫應就 104～108 年如何進行規劃、調查工作方式(含中央與地方分工、經費、方法論、期程及工作順序等)予以研擬對策，俾遵循辦理。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對全台各地下水區概況、各地下水區問題重點與未來工作內容、期程安排及經費分配、執行方式等進行相關說明。	附冊二	-
9. 本計畫之性質，隱涵地下水使用普查工作之推動規劃，建議宜就各產業地下水使用量之資料收集方式，含法規依據、地方政府與產業主管機關配合、執行方法與配套措施、經費及時程等提出具體作法，以利後續評估辦理。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估；而水利普查則由水利規劃試驗所辦理之「水利普查規劃與作業評估先期計畫」針對各項水利普查項目之方法論進行規劃。	附冊二	-
10. 伏流水開發為近期外界較可接受之水源開發方式，建議期末成果應就具潛能之區位提出明確推動方案評估成果，以供未來探討開發時程。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已彙整相關文獻提出臺灣地區伏流水潛能區位進行說明。	附冊三	附錄四

11. 金門、馬祖及澎湖等離島地區，因先天水資源條件限制，使用地下水源比重偏高，但卻未建置地下水長期監測系統，導致目前普遍出現地下水超抽及海水入侵地下水層問題。建議本計畫就前開離島地區地下水監測系統進行建置規劃，並提出觀測站網建置計畫，內容含建置與管理分工、經費、期程等，俾各地方權責單位未來參辦。	5. 本計畫已針對臺灣離島地區進行地下水觀測站網規畫作業，其內容包含觀測井布設規劃，而經費需求、期程及管理分工部分，依期末報告修正稿審查會議決議，不納入成果報告進行說明。	第七章	7-1
12. 本計畫工作項目中，有規劃辦理多項專家學者會議，對各界意見可充份收集參考，惟建議專家學者會議辦理時，應考量分區且一併邀請地方政府及產業單位共同參與，以免未來規劃作業執行遭遇配合阻力。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」、「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已邀集相關領域專家學者及各水資源局與會討論。	-	-
13. 第 83 頁，圖 3-1-1 所列之工作流程，除資料文獻收集工作外，其他工作項目似乎偏重透過專家學者會議來完成各項工作訂定(作業手冊)，因本計畫著眼於方法論及可執行性，非調查成果(水量、水質)之確認及提出，請檢討修正，建議將圖 3-1-2、圖 3-5-3 等併入，較完整(免誤解)。	7. 已修正相關工作流程。	圖 1-1	1-6

14. 山區地下水源調查之成果，目前中央地質調查所已完成臺灣中段山區地下水源調查工作，現已推動臺灣南段山區地下水源調查，故本計畫著眼於臺灣北段山區地下水源調查工作方法，其成果除提供未來臺灣北段山區地下水源調查工作流程外，應提全國山區地下水源調查成果(彙整)以求完整性。(工作內涵宜簡化，以水資源調查及運用為主，不一定要和地調所一樣)。	8. 本計畫臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究已納入目前地調所已完成之中段山區地下水資源調查工作，以及地調所目前進行之南段山區地下水資源調查工作之成果進行說明，並提出北段山區地下水資源開發潛能區位初步評估；而相關經費需求、工作規劃及期程部分，依期末報告修正稿審查會議決議，不納入成果報告進行說明。	第六章	6-1
八、經濟部水利署水文技術組 簡科長文奎			
5. 目前本署於澎湖地區共建置4站6口地下水觀測井，請再補充收集澎湖縣政府所建置之觀測井或監測井。	1. 本計畫已蒐集相關觀測井資訊納入觀測井布設規劃。	第七章	7-4
6. 有關地下水觀測站網之檢討，除分佈密度之檢討外，尚包括：觀測井之規模、深度；資料收錄方式；觀測頻率及透過抽水試驗取得水文地質參數。	2. 本計畫離島地下水觀測站網檢討規劃已將相關設井深度及水文地質參數相關試驗納入規劃討論。	第七章	7-4
九、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林課長進榮			
7. 本計畫工作項目繁多，承辦廠商已規劃詳細工作期程與進度，希望未來能依序完成。	7. 本計畫將依工作期程與進度執行各工作項目。	第一章	1-7
8. 本計畫將完成2本作業參考手冊，各手冊請以較彈性之寫法舉參考範例，並列為各報告附錄或附冊。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已納入相關案例進行說明。	附冊一 附冊三	-
9. 以濁水溪沖積扇為例，歷年多次研究計畫針對此區域之調查成果差異極大，如何取捨成單一標準，請承辦團隊多方酌酌研判。	9. 由於過去各研究成果使用不同之方法及考量，故本計畫綜整各研究成果之數據以提供參考，而目前以各地下水區最新之文獻報告做為標準進行評估。	表 2-7	2-52
10. 為利統一研判各地下水區調查基準，其觀測井、地質鑽探、地物等各項調查分佈密度原則，是否須訂出一致之標準。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」參考國外相關文獻已提出相關調查方法之布設密度或長度，而是否作為標準建議由主辦單位研議之。	附冊一	3-1

11. 河川底泥於洪水前後之狀況與性質分析有否列入作業手冊，以利研判河川流域之地面地下水交換情形。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅提供相關地面地下水交換之調查方法，而河川底泥於洪水前後之狀況與性質則由現場專業調查人員進行判斷及調查規劃。	附冊一 附冊三	-
12. 因應未來成為環資部所屬單位，本計畫請多著墨地下水及伏流水資源開發對環境生態之影響。	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」為提供臺灣地區地下水及伏流水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及可用水量率定等工作參考之用，故未納入相關開發注意事項章節。	附冊一 附冊三	-
十、經濟部水利署水利規劃試驗所 大地工程試驗課 吳副研究員文賢			
6. 希望重新思考本計畫的定位應為如何，而不是照計畫名稱來很淺表地思考，也就是說不希望只朝調查規劃方向前進，應該要有一個戰略指導層面(地下水資源如何進行開發、管理、保護等面向，現今如何結合新思維、新技術及國際潮流趨勢)，如此才能更能明確擬定相關未來的調查規劃方向，不然仍會陷入以往戰術框架。	1. 本計畫將會不定期召開工作會議與水規所計畫主辦單位進行討論，確定本計畫各項工作方向之擬定。	-	-
7. 未來有關報告撰寫，對於基本資料及文獻回顧章節內容，希望能有系統性的分類整理，不要條列式列出，及節錄部分內容，那應該不是我們所想要的內容。建議可將各項案例的優劣點、規劃、興建及管理面臨何種問題加以分類彙整，提出自己的觀點，以作為往後借鏡。所收集到的工程案例等相關數據建議可以以附錄方式呈現。	2. 本計畫後續將妥為分析各案例內容，據以做為「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」撰擬之參考。	-	-

8. 所收集的國外文獻還是以技術層面居多，建議多收集保育及管理方面的文獻，以利瞭解於後續擬定調查規劃計畫所需何種資料。貴團隊仍以墾務局的資料為主，但那資料已相當陳舊，無太多新意，建議多補充新的研究熱點文章。	3. 本計畫已蒐集相關保育管理之文獻如日本綠資源機構之撒哈拉地區荒漠化防治技術手冊及地下水開發技術參考手冊等，均有針對保育及管理進行說明。	第二章 第三章	2-1 3-1
9. 整體計畫要有指導方針，如此才能依循擬定相關規劃調查內容。應釐清各地下水區面臨的問題、待解決問題急迫性及分區重要性，方能擬定調查規劃的優先順序、補充調查項目及調查尺度。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依各地下水區問題重點進行調查優序說明，另亦提出各地下水區相關調查計畫。	附冊二	3-1 4-1
10. 參考手冊的內容及擬定方向建議與本課密集召開工作會議商討並定之。	5. 本計畫將會不定期召開工作會議與水規所計畫主辦單位進行討論。	-	-
11. 有關參考手冊中地下水數值模擬部分,建議再收集 ASTM 規範，該規範有對建模、參數判釋、模式驗證等內容加以規範，此規範應可協助手冊的周延性。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」均已納入 ASTM 相關規範進行撰擬。	附冊一 附冊三	參-1 參-1
12. 有關工作執行計畫書所提工作討論會議內容幾偏重參考手冊的擬定，個人認為手冊內容架構應該不會有太多變動，而是未來的地下水資源調查、開發、管理及保育等面向的指導方針是必須被詳加仔細的討論並定其原則及方針。俟上述指導方針確立，調查規劃方向也才能被確立下來，因此建議工作會議討論內容是否再加以調整。	7. 本計畫工作會議討論內容將與水規所計畫主辦單位密切聯繫，進行調整。	-	-
13. 有關檢討規劃臺灣離島地區地下水觀測網部分，建議應先從其定位加以剖析，進而訂立目標，不宜直接說要採用何種方法評估觀測網的密度。	8. 本計畫離島地區觀測網規劃將蒐集離島地區歷年相關計畫進行彙整，瞭解離島地區地下水資源及需布設觀測站網之情形。	第七章	7-1

14. 報告指出採用指示克利金法評估監測井網分布，文中未能明確詳實交代利用該法用意及依據。其門檻值為何？亦即該門檻變量是指何物？說補充說明。	9. 本計畫原評估監測井網分布規劃方法(克利金法)需有長期地下水水位觀測資訊及相關水文地質參數進行評估，故本計畫修正評估方法為「地下水狀況區域劃分法」，相關說明如內文所敘。	第七章	7-4
15. 利用交叉相關分析地下水位資料評估是否增設觀測井，是由相關係數決定之，但如何決定相關係數高低之分界點。使用該法是否能確信兩變量間不受其他變量影響，還是應使用偏相關分析較為妥適。	10. 本計畫原評估監測井網分佈規劃方法因需要有長期之地下水水位觀測資訊及相關水文地質參數進行評估，故本計畫之監測井網分布規劃方法修正為「地下水狀況區域劃分法」，相關說明如內文所敘。	第七章	7-4
十一、經濟部水利署水源經營組 蘇助理工程司耿崧			
5. p6，第 1.3 節，預期成果部分，看起來比較像是本計畫的工作目標或項目，看不出預計要做的成果或效益在哪裡，建議期中報告時應將階段性成果做適當的展現或說明。	5. 已增列執行成果一節進行階段性成果說明。	第一章	1-7
6. p102，第 3.5 節，北段山區地下水資源開發調查研究計畫，以本署立場，需考量「開發成本」、「需求用水端」等相關因素，所評估出來的才是實際可開發水量，而不只是評估地下水蘊藏量，因此，後續在分析北段山區地下水資源開發部分，如何透過管線輸送至平地之用水需求者，在綜合評析部分，應將管線輸配的成本納入考量，做為參考因素之一。	6. 本計畫臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究僅初步提出北段山區地下水資源開發調查研究計畫，其內容包含基本資料蒐集(含區域水文、區域地質、水資源供需現況及未來需求)與可能具地下水資源開發潛勢地區之判定，而規劃調查項目及內容、現地調查與試驗、分析流程及綜合評析等相關作業部分，依據期末報告修正稿審查會議決議，不納入成果報告進行說明。	第六章	6-1

7. p102，第 3.5 節，本計畫預計將針對北段山區地下水資源開發研究調查，後續建請就開發山區盆地地下水對於鄰近地區或下游區域河道流量之影響情形，或其他環境影響衝擊面向，適當做分析評估，以利後續進行開發時之參考依據資料。	7. 本計畫臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究僅初步提出北段山區地下水資源開發調查研究計畫，其內容包含基本資料蒐集(含區域水文、區域地質、水資源供需現況及未來需求)與可能具地下水資源開發潛勢地區之判定，而規劃調查項目及內容、現地調查與試驗、分析流程及綜合評析等相關作業部分，依據期末報告修正稿審查會議決議，不納入成果報告進行說明。	第六章	6-1
8. p110，第 3.6 節，檢討規劃臺灣離島地區地下水觀測站網部分，本次屬工作執行計畫書審查，報告書內僅能看出未來要做的有 3.6.1 文獻蒐集及 3.6.2 站網佈設原則檢討，其餘尚未能看出預期成果，故建議就未來站網佈設需求提出關於分工管理權責及所需建置經費之可行建議方案，以利後續執行。	8. 本計畫評估規劃臺灣離島地區(金門、馬祖、澎湖、綠島)地下水觀測站網相關分工管理權責及建置經費依期末報告修正稿審查會議決議，不納入成果報告進行說明。	-	-
十二、經濟部水利署水利規劃試驗所 陳副工程司全金			
9. 對工作執行計畫書而言，重點在於(1)計畫執行-構想方法及展程(2)工作項目適宜性，在計畫執行面，工作團隊努力量可以肯定，針對工作項目檢討規劃臺灣離島地區，請主辦單位與執行團隊檢討是否可以增加納入綠島地下水觀測站網建置。	1. 感謝委員肯定，本計畫評估規劃臺灣離島地區地下水觀測站網已納入綠島進行相關說明。	第七章	7-19
10. p97 頁伏流水資源調查規劃作業參考手冊，除有作數值模擬分析，有區域影響評估，在第五篇開發可行性評估-建議未來評估納入對上下游區域環境生態及保育影響。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」為提供臺灣地區伏流水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及伏流水可用水量率定等工作參考之用，故未納入相關開發注意事項章節。	附冊三	-
11. 調查規劃除水量外，相關地下水及伏流水水質調查建議一併納入調查規劃工作項。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」均已納入水質調查檢測相關說明。	附冊一 附冊三	3-90 3-42

十三、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林研究員峰瑋			
1. p7 表 1-4-1 工作進度建議做適度的調整，工作項目 2 建議於 104 年 1 月完成，工作項目 3 及 4 建議提前於 103 年 11 月開始且於 104 年 3 月完成。	1. 已修正相關工作項目期程。	-	-
2. p85 一、規劃階段之(一)(二)建議對調，宜先定義調查區域範圍及區位，再探討其資料蒐集和調查需求。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將依委員意見進行撰擬。	附冊一	-
3. 本工作執行計畫書中有關調查方法的引用著墨甚多，建議先藉由定義目的和需求，例如在那一個階段需取得那些精度的圖資和參數，再回頭探討要取得所需的圖資和參數宜應用那些可行的調查方法。	3. 感謝委員意見，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將依委員意見進行撰擬。	附冊一	-
4. 本工作執行計畫書第參章 3.1 節研擬地下水資源開發之資料需求及調查規劃作業參考手冊，條列現地作業、調查項目，及諸多調查方法，似顯得零散未能妥為連結。爰建議，於「地下水資源規劃作業參考手冊初擬目錄」(表 3-1-1)，總則 4 調查規劃原則中定義調查規劃的階段---假設暫分為初步規劃(或踏勘)階段、可行性規劃階段、細部設計階段、施工階段等，於其中規範各個階段應取得的基本資料(圖資及相關參數)。於總則 5 調查作業流程中定義為取得各階段基本資料的配套調查手段和方法。其後第貳篇的 2.2 現地調查作業 即配合總則 4 及總則 5 的定義研擬，第參篇 資料分析 即融入前開各個階段中。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依歷次工作會議及專家會議修正架構為前言、基本資料蒐集與調查、調查試驗、水文地質概念模型建構、數值模型建置及可用水量估計等進行說明。	附冊一	-

5. p89 表 3-2-1 各項目內容建議配合 3.1 節作修正。	5. 相關圖表已依歷次工作會議、專家會議及審查會議進行調整修正。	-	-
6. p98 及 p100 均提及專家委員名單，請說明貴團隊的想法，如何與本所所聘請的審查委員分工？其意見如何整合？另建議 p101 表 3-4-6 中的兩次專家委員名單討論，能於本次期初審查會後儘速辦理。	6. 已修正相關專家委員名單，並於民國 103 年 8 月 15 日經 水利規劃試驗所發文(水規地字第 10350049270 號)核備同意。	表 3-5	3-41
7. p101，3.4.2 工作討論會辦理規劃中〝水規所計畫承辦人〞建議修改為〝水規所計畫主辦單位〞。	7. 已修正相關文敘。	-	-
十四、結論			
1. 請先訂定計畫長、中及短期目標和方向後，再依各區位缺水型態及地下水資源評估後，再定位各地下水區之地下水資源開發。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依各地下水區問題重點進行調查優序說明，另亦提出各地下水區相關調查計畫。	附冊二	3-1 4-1
2. 短期計畫以 104 年 6 月至 108 年為期程，依前項評估結果，排定期程與經費，經費額度原則以每年 3000 萬元。	2. 為保持本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」之彈性，目前未根據經費額度原則以每年 3000 萬元之經費進行各期工作經費需求之研擬，僅先就各工作項目內容與所需資源估計可能經費需求。	附冊二	4-3
3. 專家名單與專家會議期程，請速與主辦單位研商後，報所核備。	3. 已修正相關專家委員名單，並於於民國 103 年 8 月 15 日經 水利規劃試驗所發文(水規地字第 10350049270 號)核備同意。	表 3-5	3-41
4. 本計畫後續各期程會議，請視所擬討論議題屬性及需求，邀請相關單位參加。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」、「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已邀集相關領域專家學者及各水資源局與會討論。	-	-
5. 伏流水模式評估請再檢討，另開發可能區位亦請納入評估。	5. 由於伏流水取水位置係於含水層範圍且其影響對象包含地下水及地面水，利用地下水模式配合適宜之地面水模組或模式即可同步模擬地面地下水交互作用行為，故本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」以地下水模式為探討對象。	附冊三	5-1

6. 本計畫期中報告書請於本(103)年 12 月 22 日提送。	6. 本計畫期中報告已依規定期程進行提送。	-	-
7. 後續進度管控及相關議題討論，請視情況召開工作會議研商。	7. 本計畫將會不定期召開工作會議與水規所計畫主辦單位進行討論。	-	-
8. 本計畫期初簡報暨工作執行計畫書審查原則認可，各委員及各單位代表意見請納入期中報告，並於附錄作具體回應。	8. 本計畫期中報告已納入各單位代表意見，並於附錄進行回覆。	附錄三	附三-1

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
第一次工作會議

壹、會議日期：103 年 08 月 28 日(星期四)上午 10 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 09 月 05 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1031701220 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部水利署水利規劃試驗所 林課長進榮			
1. 資料蒐集文獻部分，建議蒐集美國地調所(USGS)相關資料供本計畫參考。	1. 本計畫已納入相關 USGS 文獻以供參考。	第二章	2-1
2. 臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫之工作構想及方法中，以蘭陽平原為例進行說明，是否因該區為典型之例子，請加以說明。	2. 該次會議簡報內容僅以蘭陽平原為例進行案例說明，其它各地下水區將依相關規劃流程進行問題探討及調查規劃。	附冊二	3-1
3. 目錄之第參篇 3.6 經濟評價項目，國家發展委員會現行推廣「跨域加值公共建設財務規劃方案」，請評估是否將將跨域加值財務規劃評析納入。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議決議，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此原經濟評估項目已予以刪除。	附冊一	-
二、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 計畫之工作構想及方法原則可行，請主辦單位與協同單位能緊密連結，使相關工作能順利推動。	1. 本計畫將會不定期召開工作會議與協同單位及水規所計畫主辦單位進行討論。	-	-
2. 第貳篇之 2.1 資料蒐集部分，2.1.8 節地下水使用現況應可納入 2.1.7 節區域水資源供需現況 一併討論。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-

3. 2.3 節現地調查部分，是否應先定義調查規劃的階段，例如先進行初步的調查(或踏勘)階段，先行了解該區是否有開發之可能性或潛在性等，再進行可行性調查規劃、細部調查規劃或開發規劃設計等。或藉由定義不同階段、不同調查精度的報告書應呈現的成果內容來規範其對應的調查需求。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
4. 章節順序部分，建議將 2.2.3 節地球物理調查列於 2.2.2 節地質鑽探之前。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
5. 2.3 節現地調查之調查方法，建議納入地球化學及遙感探測等項目。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入環境示蹤劑(地球化學)及遙感探測與衛星影像分析等項目進行說明。	附冊一	3-5 3-77
6. 2.3.4 節含水層試驗，請會後與本所再行討論較佳用語。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關用語修正。	附冊一	-
7. 建議增加 2.5 節區域水文地質架構，進行區域之整合性及摘要性之水文地質架構描述；數值模型部分也建議於該章節進行初步之概念架構描述。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列水文地質概念模型架構、數值模型建置及水文地質概念模型等章節進行說明。	附冊一	4-1 4-16 5-1
8. 建議將「地質調查」納入 2.3 現地調查中，以提供水文地質調查底圖；其內容至少應具有地形、地貌、地層分布、地質構造、地形演變史等。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議調整現地勘查內容包含地形地貌、水井及地面水體等進行簡要說明。	附冊一	3-4
9. 建議於總則中規範模式建置的成員於計畫開始即應參與研擬規劃調查工作，以利於明確定義模式建置所需參數及參數取得的方式，落實調查工作成果能滿足模式建置的需求。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議修改相關內文說明。	附冊一	-
三、國立成功大學大地資源研究中心 林博士宏奕			
1. 本工作目標「參考手冊」其中所列諸多工作方法及準則，宜以條列統整為原則，內容細節可適度精簡。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊一	

2. 水化學資料應用，可考慮適度補充。	2. 本計畫於「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對環境示蹤劑(地球化學)進行論述。	附冊一	3-77
3. 伏流水定義及調查方法及範圍，國內外研究有明顯差異，未來參考手冊撰擬宜考量國內現行對於伏流水之定義。	3. 本計畫於「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對伏流水進行相關定義。	附冊三	1-1
4. 各項調查資料之精度及密度，應考量是否於參考手冊中予以規範。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」參考國外相關文獻已提出相關調查方法之布設密度或長度。	附冊一	3-1
5. 遙測及衛星影像分析可考慮納入參考手冊調查方法之中。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入遙感探測與衛星影像分析等項目進行說明。	附冊一	3-5
6. 地下水開發勢必衝擊地下水位，對於地下水位於開發期間之管理，宜整合至開發潛能章節。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議決議，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
7. 開發後監測項目，可考慮加入於開發規劃章節中。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議決議，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
8. 不同調查尺度之建議方法，可考慮加以整理。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入相關調查方法適宜之時間及空間尺度進行說明。	附冊一	3-2
9. 建議參考文獻可納入現行相關規範及既有參考手冊(例如鑽井規範等)。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入相關規範及參考手冊進行撰擬。	附冊一	參-1
10. 工作內容中參考手冊訂定，可著重於目標重點；地下水調查手冊注重調查流程與工作方法；伏流水手冊注重範圍調查與開發影響；北段山區計畫著重現況與重點場址選擇。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	-	-

四、國立成功大學大地資源研究中心 葉博士信富			
1. 2.2 調查規劃小節中建議增列「調查原則」，地下水資源調查規劃作業依調查目標的要求、調查項目的類別與調查成果精度的不同加以區分。配合各階段工程的需要，調查階段可以分為例如：一般勘查(十萬分之一)、初步勘查(五萬分之一)和詳細勘查(一萬分之一)等。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入相關調查方法適宜之時間及空間尺度進行說明。	附冊一	3-2
2. 2.3 現地調查小節中建議增列「遙感探測」，通常使用航空照片及衛星影像，由空中遠距離的觀察地面的相關特徵，初步研判地質狀況，再進行地面地質調查，亦可節省工作量、時間與經費等。在水文地質領域常用的遙測影像如下：(1)航空照片立體像對：適用於線型判釋 (2)多光譜掃瞄影像：適用於岩性判釋及劃分、植被分布(3)熱紅外線影像：斷層、破碎帶、褶皺軸的含水程度、地質構造研判、地表水文分析、地熱及溫泉分布調查(4)雷達影像：斷層、線型判釋、地質構造研判。	2. 本計畫於「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」之調查試驗已納入遙感探測及衛星影像分析項目，內容包含相關非熱紅外線影像及熱紅外線影像等說明。	附冊一	3-5
3. 2.3 現地調查小節中建議增列「地球化學調查」，例如氫氧穩定同位素分析補注來源，或是碳 14 定年以瞭解地下水可能的水循環時間。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對環境示蹤劑(地球化學)進行論述，內容包含常用之環境示蹤劑如氯、氚、氦-氚比、氫氧同位素及碳 14 等。	附冊一	3-77
4. 2.3 現地調查小節中建議增列「地下水井布設原則」，地下水井可分為探勘井與觀測井兩類，希望以經濟效益為出發點，對於控制點的配置達到以最少的探勘工程量和最快的速度獲得最多水文地質資料為原則。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對水文地質鑽探及觀測井布設原則進行說明。	附冊一	3-17 3-32

5. 2.4 資料分析小節中建議增列「補注量分析」及「儲存量分析」。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對補注量調查試驗方法及可用水量估計進行說明。	附冊一	3-73 6-1
五、國立交通大學土木工程研究所 蔡博士瑞彬			
1. 地下水資源調查規劃手冊是否考量大區域(地下水區)或局部區域調查之差別，應可思考手冊內容如何涵蓋不同尺度之調查方法。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對地下水環境區分為沖積平原、山區及島嶼進行相關說明。	附冊一	2-5
2. 建議總則章節應加入整體規劃流程，使讀者先有一規劃概念，並與後續章節內容連串，易於了解手冊內容。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對調查作業流程進行說明。	附冊一	1-8
3. 建議現地調查章節應加入地球化學調查。	3. 本計畫於「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對環境示蹤劑(地球化學)進行論述。	附冊一	3-77
4. 2.1.8、2.1.9、2.4.3、2.4.4 建議納入開發規劃章節中。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，有關開發規劃相關內容已予以刪除。	附冊一	-
5. 區域地下水補注量之推估分析亦應加入手冊中。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對補注量調查試驗方法進行說明。	附冊一	3-73
六、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元			
1. 地下水觀測站網建置為臺灣地下水資源調查重要成就，建議 2.1 節資料蒐集中介紹地下水觀測站網原由、資料內容，甚至是使用方式做介紹，以供使用者明瞭資料查詢與使用方式。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已將地下水水文納入資料蒐集項目內，而參考手冊僅提供相關資料蒐集內容，因此觀測站網相關簡介則未於參考手冊內容提及。	附冊一	2-1
2. 第參篇之開發規劃似乎尚未如第貳篇般針對細節做規劃。第 3.5 節環境影響評析及 3.6 節經濟評價，在目前蒐集的美、中、日文獻中，似乎無對應之章節可參考，不知未來撰寫的依據為何？	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
3. 第參篇開發規劃是否會有案例說明?像日本的文獻便有針對印尼與墨西哥做案例說明。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」相關調查方法內文已納入案例以資參考。	附冊一	-

七、中興工程顧問股份有限公司水利及海洋工程部 楊博士銘賢			
1. 後續調查規劃範圍是否僅限於九大地下水區，還是涵蓋其它區域。九大地下水區域外缺乏地下水位觀測，宜儘早評估建置觀測站網，以利後續評估規劃。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故僅針對九大地下水區進行調查規劃。	附冊二	-
2. 目前國內對於抽水試驗，及地下水工程開發方式(如深井、寬口井、水平集水井等)，尚無完整一致之參考技術手冊，可藉由本計畫中之地下水與伏流水調查規劃手冊來呈現。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對抽水試驗方法進行說明，並提供相關案例供參；而依期中報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊未納入開發方式之說明。	附冊一	3-36
3. 水平衡分析是否包含完整的地面水及地下水水量？另外，是否考慮地下水開發對下游影響之評估？建議「第貳篇調查試驗-2.1 資料蒐集」增加納入地面水用水量蒐集(含水權及用水量)小節。	3. 本計畫於「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對水平衡分析進行論述，其分析目的分別為推估地下水入出流量、地面水補注含水層水量及推估地下水環境水文量(如補注量及抽水量等)；另資料蒐集一節亦已增列地面水水文及地下水水文等資料。	附冊一	2-1 4-9
4. 「第參篇開發規劃-3.3 開發方案研擬」尚可包含開發工程方式評估之說明，如深井、淺井、水平集水井等之描述。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊未納入開發方式之說明。	附冊一	-
八、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及參考手冊撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「地下水資源調查規劃作業參考手冊」架構及目錄將依本次會議意見進行修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
第二次工作會議

壹、會議日期：103 年 09 月 23 日(星期二)下午 02 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 09 月 26 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1031701335 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、國立成功大學資源工程學系 李教授振誥 (書面意見)			
1. 1.1 節構造地質學與地層，改為構造地質與地層。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節名稱修正。	附冊一	-
2. 1.2 節流速流向，改為流速流向與水位。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節名稱修正。	附冊一	-
3. 2.1.5 節水文地質參數，加入給水度(gravity yield)。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節內容修正。	附冊一	-
4. 2.3.4 節地球物理調查項目，加入地電阻法。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已於地球物理增列電測法進行說明。	附冊一	3-10
5. 2.3.5 地下水井布設布設原則，改為含水層地下水井布設原則。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節名稱修正。	附冊一	-
6. 2.3.7 水文地質參數探查，考慮加入室內試驗項目。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列室內試驗項目進行說明。	附冊一	3-23
7. 2.3.9 地球化學調查，考慮加入其他地球化學試驗項目(e.g.化學成分與同位素等)。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對環境示蹤劑(地球化學)進行論述，內容包含常用之環境示蹤劑如氯、氚、氦-氚比、氫氧同位素及碳 14 等。	附冊一	3-76
8. 2.3.10 水質監測，考慮分層水質監測。	8. 本計畫於「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」水質調查僅就水質採樣方法及應檢測之項目簡要說明，分層水質監測則視調查之目的進行考慮。	附冊一	3-90

9. 2.5.2 數值模型初步概念架構，考慮邊界，改為自然水文與水力邊界，天然補注區域。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節名稱修正。	附冊一	-
10. 3.3 方案研擬(開發及保育)，改為管理方案研擬(開發及保育)，方案設定項目，考慮區域範圍、工作期程與目標。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
二、國立成功大學大地資源研究中心 林博士宏奕			
1. 手冊 2.1.1 氣象資料 D 蒸發量部分可考慮更動為蒸發散量。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節名稱修正。	附冊一	-
2. 手冊 2.1.3 地形及地貌 C 植被覆蓋率部分是否考慮改為地表覆蓋。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節名稱修正。	附冊一	-
3. 手冊 2.1.4 區域地質中，可考慮地質簡史之補充。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」區域地質資料蒐集項目已納入地質簡史之說明。	附冊一	2-1
4. 手冊 2.3.2 遙感探測及衛星影像分析中，所列項目調查目標偏重地表水，後續撰寫工作中宜多加注意與地下水之關聯性。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」遙感探測及衛星影像分析已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節內容修正。	附冊一	3-5
5. 手冊 2.3.4 地球物理調查，可考慮是否增加大地電磁探測及井測部分項目。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入相關地球物理探勘及地球物理井測方法進行說明。	附冊一	3-10 3-17
6. 手冊 2.3.5 地下水井布設原則中，探勘井與觀測井之差異與規格，後續工作中宜區分清楚。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節內容修正。	附冊一	-
7. 手冊 2.4.3 地下水開發潛能量分析中，是否考慮補充開發影響評估項目。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-

8. 手冊 2.4.3 與 2.4.4 兩節，是否考慮獨立為 2.6 節。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
9. 手冊 2.5.2 數值模型初步概念架構可考慮更動為概念模型架構建置。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行相關章節名稱修正。	附冊一	-
10. 手冊 3.5 環境影響評析之 A 環境及 B 生態部分建議更動為地面水及地下水影響；手冊3.5環境影響評析之C社會經濟則建議納入 3.6 經濟評價內。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
三、國立臺灣大學生物環境系統工程學系 譚教授義績			
1. 目前編寫的方式，主要參考指標與原則為何依據？	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」主要彙整相關國外地下水資源調查參考手冊架構，並藉由各工作會議、專家會議及審查會議委員意見進行修正。	附冊一	-
2. 環資部未來會整合水利署及環保署，因此本研究除了水量之外，水質也必須考量，目前水質部分仍有加強空間，目前現地調查有水質監測，但是資料收集仍必須加入。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已於資料蒐集項目及調查試驗方法納入水質相關章節進行說明。	附冊一	2-1 3-90
3. 總體規劃中模式仍以水量為主，水質部分仍須加入，但環境影響評析已有考量水質。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入水質調查檢測一章節進行說明。	附冊一	3-90
4. 3.6 經濟評價，目前用語可否用經濟評估與財務管理。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
5. 似乎伏流水部分內容必須加強，因為伏流水是不是要和現有章節分開。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」以地下水資源調查為主要撰擬目標，而伏流水部分則於本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」進行說明。	附冊一 附冊三	-

6. 遙感探測中之線形分析是否應為線形構造。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」遙感探測及衛星影像分析已針對相關分析進行說明。	附冊一	3-5
7. 地下水模式除 GMS 外建議考慮 MODFLOW。	7. 本計畫於「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入常用地下水數值模式(MODFLOW)進行說明。	附冊一	5-12
8. 參考文獻建議增加農業工程手冊-地下水篇。	8. 本計畫於「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入相關文獻進行撰擬之參考。	附冊一	參-1
四、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 本參考手冊所擬大綱及細目，已大致符合應具備的架構及內容，惟在文字表達及各細目編輯次序上，尚有調整的空間，爰建議大綱及細目編輯順序之原則：由廣域至局部、由主要至次要、由上至下。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊一	-
2. 依前開原則，建議酌修如下： (1) 1 水文地質之 C.構造地質與地層與 B.含水層類型前後對調。 (2) 1.3 水井力學之 A.受壓含水層與 B.非受壓含水層前後對調。 (3) 2.1 資料蒐集之 2.1.2 地表水文與 2.1.4 區域地質前後對調；地表水文中 D.水系概況挪為 A.；2.1.3 地形及地貌 B.等高線建議改為地形圖、經建圖。 (4) 2.1.5 地下水水文之 A.地下水水位與 C.含水層特性前後對調，且含水層特性中細項宜依序為位置、岩性、深度、厚度。 (5) 2.1.7B.中之水井數量與水井抽水量對調。 (6) 2.3.1 現地勘查 C.植被與 E.地表水體前後對調。 (7) 2.4.3 地下水開發潛能量分析 D.潛能量分析建議挪至最後。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-

(8) 2.5.1 水文地質架構概述細目建議修改為：A.地層分布及岩性，B.地質構造，C.沉積環境。			
3. 第參篇總體規劃不宜一開始即進入數值模式建置，建議宜增列針對第貳篇調查試驗成果的綜合評論，以做為方案研擬(開發及保育)的依據，之後才是就所建議的方案，進行數值模式建置。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
五、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元			
1. 「3.5 環境影響評析」一節中，欲採用 Ground Water Manual/Chapter 2 之資料，但似乎 Ground Water Manual/Chapter 2 中對於環境與生態部分有些許著墨，但對於社會經濟尚無適合內容做為本節之引用參考。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」相關章節已修正相關參考文獻來源。	附冊一	-
2. 「3.6 節經濟評價」同樣欲引用 Ground Water Manual/Chapter 2，不過翻閱 Ground Water Manual，似乎在 Chapter16 方有提到水井之成本與維護管理，比較適合本節之內容。「地下水有効開発技術マニュアル/第 7 章」也有提到維護管理的部分，應可供參考。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
3. 2.2.2 之初步調查規劃是否涵蓋 2.1 節資料蒐集，或是在 2.1 節前加一段章節邏輯性的說明，或在 2.2 節前做說明。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
六、中興工程顧問股份有限公司水利及海洋工程部 楊博士銘賢			
1. 本計畫擬呈現之調查規劃作業參考手冊，其內容究竟為「技術規範」，或是「技術手冊」需先釐清。建議本先期計畫可朝「技術規範」編撰，後續年度再擴充為「技術手冊」。	1. 依期末報告審查會議決議，修正本計畫附冊一名稱為「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」，並於前言內容進行目的、適用範圍及調查程序等相關說明。	附冊一	1-1

2. 本手冊用詞宜統一，例如究竟為「地面水」或「地表水」。目前水利相關法規似乎以「地面水」較為常用。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已統一相關用詞為常用之地面水。	附冊一	-
3. 「2.4.3 地下水開發潛能量分析」一節，建議納入安全出水量或永續出水量之定義與說明，可參考 Bredehoeft 對此之詮釋，即地下水利用宜以自然排出水量之某個比例為限(可參考 Applied Hydrogeology; Fetter, 2000 及 Groundwater Resources-Sustainability, Management, and Restoration; Kresic, 2009 等文獻)。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將納入相關文獻進行撰擬。	附冊一	參-1
4. 一般而言，單獨評估地下水區之蒸發散量較為困難，「2.1.1 氣象資料 D.蒸發量」建議可參考楊萬全教授臺灣水文論文集，就全臺年平均合理蒸發散量等值線進行補充說明；而蒸發是否列為「2.5.2 數值模型初步概念架構」之必要項目可再斟酌。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將納入相關文獻進行撰擬。	附冊一	參-1
七、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及參考手冊撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「地下水資源調查規劃作業參考手冊」架構及目錄將依本次會議意見進行修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
第三次工作會議

壹、會議日期：103 年 10 月 16 日(星期四)下午 03 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 10 月 22 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1031701503 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、中興工程顧問股份有限公司水利及海洋工程部 楊博士銘賢			
1. 由於本手冊旨在統合地下水資源調查規劃之方法與作業流程，使參閱者能儘量在相同基礎上從事調查分析工作；建請本手冊初稿能依此核心宗旨進行修飾與補充。以蒸發散量評估為例，尚未見到相關之估算原則與評估方法概述，建議補充其內容。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊一	-
2. 本手冊適用範圍似乎定位於評估供水水文地質，若是，建議於總則補充文敘說明。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	1-1
3. 名詞定義中：回復試驗(Recovery Method)、伏流(Subterranean Stream)、地下水面(Water Table)、地下水出水量(Yield of Groundwater)等之英文翻譯可再斟酌，又其並未出現於手冊後續文敘中，因此，該等詞條是否有必要列入？另，建議補充伏流水、出流河與入滲河等之名詞定義。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
4. 「2.1.1 氣象資料」文敘提及應至少蒐集風速、氣溫、蒸發量、相對濕度、日照時數及降雨日數等，惟其目的為何？或為了評估水平衡中那些項目，是否能有相關的文敘補充。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	2-1

5. 「2.3.4 地球物理調查」是否可補充各方法之比較表，或施測原則、使用時機、建議方式等文敘。同樣地「2.3.7 水文地質參數探查」是否可比照補充。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列地球物理調查及水文地質參數探查之相關方法比較表及文敘說明。	附冊一	3-1
6. 依據目前手冊初稿內容，建議「2.4.2 水平衡分析」納入 2.6 節，成為「2.6.1 水平衡分析」，並依臺灣地區實際狀況修飾文敘。例如，臺灣地下水區並無降雪情況；或應提出降雪之評估方法。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
7. 原「2.6.2 可用水量率定」之標題是否改為「可用水量評估」較為妥適？文敘中提及”因為安全出水量是基於長時間之平均補注量，因此抽水回灌方法係為平衡某年度之補注量不足”似乎與前後文敘無法對應，可再修飾補充。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
二、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元			
1. 名詞定義部分似乎可整合，例如 Cone of Depression 與 Water-Table Depression Cone，或 Safe Yield 與 Permissive Sustained Yield，其他請再檢視。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
2. 3.3 節模式建置以 MODFLOW 為例說明，並特別說明 River-Aquifer 交換之原理，但其他的模擬或模組無特別述明，本節應針對模式應考慮的建置參數做原則上的說明即可。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關數值模式運用模組進行說明。	附冊一	5-12
3. 4.1 節報告內容所建議的報告大綱可以再確認那些是臺灣地下水調查所可能需要，例如天然氣設施的必要性。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-

三、國立交通大學土木工程研究所 蔡博士瑞彬			
1. 水文地質小節(1.1)下設置水文循環小節似乎不妥，該小節應該為直接與水文地質相關之內容，建議或許可以修正為水文地質與水文循環之關係，或將水文地質小節修正為水文與地質。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
2. 地下水與地面水之內容建議可以提及湖泊與地下水之關係。另外，河川與地下水之交換量關係可以由河川流量分段量測得知，建議亦可於文中補充。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關地面地下水交互作用相關討論於附錄中呈現。	附冊一	附錄二
3. 水井力學(1.3 節)中，文中的文獻引用應修正。圖 1-3-1 需重繪以增加解析度。另外，基礎理論部分建議加入未飽和層之相關理論，如保水曲線等。達西定律小節亦可補充廣義達西定律。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正水井力學一節之相關文敘及圖表表示。	附冊一	附錄二
4. 第二章 2.1 節資料蒐集完成後，應可利用 GIS 等工具，選定影響區域之因子，進行空間分析，推估地下水潛能潛勢分布，產出之圖層可作為 2.2.3 節調查範圍之用。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已於調查作業流程中說明資料蒐集完成後應先進行相關初步之分析作業。	附冊一	1-7
5. 圖 2-2-1 第六步驟似乎漏畫兩條箭頭，另外，請確認為水文平衡還是水平衡分析，文中兩者均重複出現。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正水平衡分析相關圖表及文敘表示。	附冊一	4-9
6. 建議在飲用水水質檢驗項目之前加上「環保署」，如 2.1.6 節。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正水質調查檢測相關文敘表示。	附冊一	3-90
7. 2.3 節地形地貌小節為條列式簡要說明，因內容涵蓋範圍較廣，建議可增加參考書目，供讀者參考。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正地形地貌相關文敘表示。	附冊一	附錄二
8. 2.3.7 水文地質參數探查，主要以抽水試驗求得水文地質參數，於未進行抽水試驗區域，建議可利用地球物理調查成果建立與水文地質參數關係，補充水文地質參數。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充地球物理探勘相關文敘表示。	附冊一	3-10

9. 2.3.10 中，地下水水質檢測方法小節中，建議將檢測方法加入檢測對象，如溶氧量、TDS、 EC 等。飲用水水質檢驗項目建議加入目前標準值。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已列出相關地下水水質檢測項目及標準。	附冊一	3-91
10. 在現地調查小節中，建議可補充量測入滲量方法，如雙環入滲實驗，TDR 等方法，及相關入滲公式，如荷頓(Horton)公式。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關補注量調查試驗方法。	附冊一	3-73
11. 2.4 節資料分析小節中，建議增加水質分析，以環保署的指標水質或有害物質繪製水質分布圖，成果可納入綜合分析中，作為候選區域考量。例如濁水溪沖積扇砷濃度過高之區域即應給予較低之排序。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關地下水水質說明。	附冊一	3-90
12. 2.4.2 水平衡分析中，土壤含水量是指未飽和層的蓄水量嘛？若是，其應屬於廣義地下水的一部分。Rp 定義可以修正的更清楚些(含水層抽水之地面水補注地下水量，中文字意不好懂)。另外，在考量區域水平衡時，主要考慮進出系統的流出與流入量，而在研究區域內之地下水與地面水間的交換量應該屬於系統內部之交換量，應不需考量進系統水平計算，否則恐有重複計算之虞。	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」之水平衡分析一節已針對相關分析方法如集水區水平衡分析、河段水平衡分析及含水層水平衡分析進行說明。	附冊一	4-9
13. 2.6.1 地下水開發潛能量分析小節，似乎缺開發潛能定義，另外有關降雨量與地下水位相關性分析推估補注量部分，建議可補充文獻參考圖文於本小節中。	13. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」之可用水量推估一章已修正相關文敘並補充相關文獻進行說明。	附冊一	6-1

14. 3.3 節中提及地下水流數值模式 MODFLOW，主要針對水量的部分說明，亦可補充水質的部分，如 MT3D。另外，MODFLOW 亦有水井水力模擬的功能(MNW package)，對於後續管理規劃應有幫助，建議亦可加入文中補充說明。	14. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊僅列出相關水量部分說明。	附冊一	5-1
15. 3.5 節中提及應評估管理方案實施後對環境的影響，不知其他參考資料是否有建立參考指標，可作為環境影響變化之參考標的，若有，建議考慮加入此小節中。	15. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此參考手冊尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
四、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 手冊目錄之目次請參照本所報告書編輯之規定格式，以第壹篇為例：篇壹、章一、節(一)、小節 1、項(1)、目 A、小目 a 等次序，目錄修改如附。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
2. 總則四 名詞定義，內容多數文敘不清或未能簡要闡釋所要定義名詞之意涵，建議參考 USGS 或相關領域研究單位的撰寫方式。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義，並納入 USGS 及相關領域研究單位之文獻進行參考。	附冊一	附錄一 參-1
3. 第壹篇第一章第二節 構造地質與地層，結構與內容未盡妥善，未能展現所應闡述的內容，建議參考水文地質手冊第壹篇第一章。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正構造地質與地層相關文敘方式及內容。	附冊一	附錄二
4. 第壹篇第一章第三節含水層類型，未能清楚表達所要闡述內容的意涵，建議參考水文地質手冊第壹篇第四、六章。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正含水層類型相關文敘方式及內容。	附冊一	附錄二
5. 第貳篇第二章第二節 調查原則，所建議之各階段調查採用地形圖比例尺宜考量國情，建議再斟酌。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行內容修正。	附冊一	-
6. 第貳篇第三章第三節 地質調查，前言及全節文敘未能具體表達所要闡述內容的意涵，建議再斟酌。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正地表地質調查相關文敘方式及內容。	附冊一	3-7

7. 本手冊中所臚列的各項調查方法，除了簡要介紹其原理之外，建議應就其適用的時機及限制條件加以說明。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列調查方法相關適用時機與限制條件進行說明。	附冊一	3-1
五、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及參考手冊撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「臺灣地區地下水資源調查規劃作業參考手冊」(初稿)將依本次會議意見修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)
第一次專家會議

壹、會議日期：103 年 10 月 31 日(星期五)上午 10 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 11 月 05 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1031701601 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部中央地質調查所 江所長崇榮			
1. 標題建議改為「地下水資源調查規劃作業手冊」。	1. 依期末報告審查會議決議，本計畫附冊一名稱修正為「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」。	附冊一	-
2. 手冊結構依序為調查、觀測、分析、評估、開發及保育，請加強結構化的安排。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正；而依期末報告後第一次工作會議結論，參考手冊以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
3. 地下水水質適用性評估以及水處理之需求，宜加強說明。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」之調查試驗已針對水質調查檢測項目進行說明。	附冊一	3-91
4. 開發保育方案涉及區域水資源需求、地下水平衡，以及地層下陷、海水入侵防範之安全水位規劃；此外，污染防治及人工補注也應加以考量。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期末報告後第一次工作會議結論，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，故未納入開發保育相關說明。	附冊一	-
5. 名詞定義 Impermeable Layer 不透水層，Aquiclude 微水層，Aquiclude 絕水層，Aquitard 滯水層，Confining Layer 施壓層的釐清及重複性宜加以處理。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一

二、林委員永德			
1. P47 地層內確定第四紀地層…，但 P12 則為新第三紀直到現在發生的構造運動，兩處應儘量一致。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
2. P37 表 2-1-1 內地下水水文內容建議加入既有觀測井分布。P61 水位觀測之目的為…地下水水位長期變化趨勢，新設井觀測時間短，仍需尋求其觀測資料與鄰近原有較長期觀測井觀測資料之關係。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並已增列既有觀測井分布。	附冊一	2-1
3. P39 細部調查規劃與開發規劃設計之比例尺，宜分成總平面圖和設計圖兩類，總平面圖的比例尺可以放寬。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	3-1
4. P97 方案情境模擬時間建議應達 10 年以上，但 P35 觀測降雨量 1 年以上，P41 地下水及地面水建議觀測時間不宜小於 1 年，均應以鄰近測站資料補遺至 10 年以上。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	2-1
5. P82 總體規劃內均為管理方案，P105 則為開發方案，兩處應一致。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正；而依期末報告後第一次工作會議結論，參考手冊以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，因此尚不考慮開發及保育相關規劃。	附冊一	-
6. 第三篇總體規劃之項目應納入報告內容，P105(八)分析方法建議改為模擬分析，其後建議加調查試驗成果綜合評論。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
7. P106 及 P107 建議增列為二、報告編撰說明。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
8. P57 應由經過專業人員承擔語意不明。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-

9. P31 圖 1-2-3 下之說明宜排列整齊。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關圖說排列。	附冊一	附錄二
10. P39 建議增列以不同開發規模訂定所需不同規劃階段，如單井開發，就不需四個階段都做。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正調查原則一節之調查階段相關定義。	附冊一	1-3
11. P2 名詞定義可放在附錄。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已將名詞定義放至附錄一。	附冊一	附錄一
三、張委員炎銘			
1. 本手冊可能因參考多種資料來源，而沒有統合好。例如，有「侷限含水層」及「拘限含水層」混用，「侷限」有局部、狹小的意思，「拘限」有受限制的意義，個人較喜歡用「拘限」，但本手冊應該要統一(包括圖內文字)。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已統一相關用詞為常用之拘限。	附冊一	-
2. p2 以後的名詞定義不需要那麼多，而且有些仍有待商確，例如，入滲率通常以水量/單位時間來表示，與單位面積無關；再如「地下水透支」稱為「地下水開採」也不妥適；還有「自流含水層」也不等同「拘限含水層」；蒸散是指植物或動物排出水蒸氣還是如 p12，只是植物呢？不但有些重複，而且描述也不同，建議此部分好好精簡、修改，並以中文第一個字筆畫大小依序排列。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
3. p11，有關地下水的描述，變成地下水都會形成河水，與事實不符，也請修正。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	2-1
4. p24、25 把拘限含水層分為微水層、絕水層、滯水層，變成拘限含水層的水量都不大，也不符合事實；另外，p57 及大部分文獻資料，Aquitard 都用「阻水層」，是否統一？	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞。	附冊一	-

5. p80、81，可用水量率定，只用水量、水位升降的觀點是否不足？土壤可能因其質地而會在水位升降過程中壓密而造成沉陷，是否有必要考慮土壤性質而酌減可用水量？	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」於可用水量推估一章已進行相關文敘說明。	附冊一	6-1
6. 本手冊既然要當成相關人員的重要參考，文字上應該更注意，除了錯別字另以書面提出外，p99 第一段與第三段多有重複，而且段落編碼與 p98 也不合理。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明及段落編排。	附冊一	-
7. p102 第一段，講到環境成本，突然冒出「河川斷流對生態影響」，本報告是地下水資源調查規劃，即使是地面水也很少有河川斷流的環境成本，建請修改較一般而通常的情況。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
8. 文字錯漏、不順： (1) p2，12 行，進「行」應為「入」；15 行，第一個「指」字可刪去。 (2) p11，4 行，「進行」表示，「進行」可刪去。 (3) p12，13 行，使得對於了解岩層之分布顯得困難，相當不通順。 (4) p13，倒數 7 行，「規規」是甚麼？ (5) p16，倒數 5 行，「直」傾角，應為「真」。 (6) p58，3 行，「空」隙比，應為「孔」。 (7) p59，2 行，「已」決定，應為「以」。 (8) p82，倒數 10 行，於目標「之」字刪除。 (9) p87，3 行，在「非未」拘限含水層，刪除一字；倒數 4 行，予「定」確定，改為「以」。 (10) p91，1 行，「元」字刪除。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將依委員意見修正相關文字錯漏及不順之處。	附冊一	-

(11) p98，5 行，工程經費「已」，應為「以」。			
四、廖委員培明			
1. 相關地下水資源調查規劃作業參考手冊，水規所辦理知本溪及金崙溪地下水資源調查計畫，成大李教授曾於該計畫亦撰寫過相關的手冊，是否有參考。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入經濟部水利署水利規劃試驗所於民國98年委辦財團法人成大研究發展基金會執行之「知本溪、金崙溪流域地下水資源調查評估-總報告」工作項目內容撰擬之「流域地下水資源調查準則」列入參考文獻。	附冊一	參-1
2. page1 將一、緣起及二、目的合併為制定本參考手冊之目的。總則是否列為第一篇。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	1-1
3. page10 既為參考手冊則相關基礎理論宜彙整在附錄內。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已將基礎理論彙整放至附錄二。	附冊一	附錄二
4. page39 有關各調查目的之地下水調查工作區分為 4 個階段，其名詞慣用之分階段方式似不同，宜再斟酌。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
5. page40 調查階段定義，若一定要分階段式論述，則相關調查試驗必不相同(詳page42)，則本手冊整理宜詳酌。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
6. page55 含水層探勘井及觀測井布設原則宜針對需求作研擬較妥。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」水文地質鑽探及觀測井布設章節已針對相關布設原則進行說明。	附冊一	3-17 3-32
7. page103 有關(四)氣候概述、(五)地面水文、(六)地質地貌、(七)地下水水文宜合併在第(三)研究區域概述內。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
8. page105 有關(八)分析方法宜因不同地下水開發方案之分析，因此(八)宜列在(九)之內作敘述。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
9. page106~page107 相關(十)、(十一)、(十二)宜彙整放在附冊或附錄內。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-

10. page108 有關報告格式是否要分不同規劃階段作建議再酌。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
11. page111 參考文獻 42 宜列計畫名稱較宜。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列經濟部水利署水利規劃試驗所於民國98年委辦財團法人成大研究發展基金會執行之「知本溪、金崙溪流域地下水資源調查評估-總報告」之文獻。	附冊一	參-1
五、經濟部水利署水利規劃試驗所 林課長進榮			
1. 本計畫各手冊建議要有案例說明，可將其放置附錄。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列調查試驗相關案例進行說明。	附冊一	3-1
2. 手冊抬頭「初稿」，是否修正為「草案」較為適當。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已將抬頭之初稿修正為草案。	附冊一	-
3. 第三篇總體規劃第六節經濟評估與財務管理，建議改為國發會推動之「跨域加值公共建設財務規劃」，謹提供簡報供參。	3. 本計畫依期末報告後第一次工作會議結論，「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」主要以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標，原有關經濟評價內容，已予以刪除。	附冊一	-
4. 文字部分待修部份： (1) P2： A. 入滲河英譯為：Losing 或 Influent(後面文章提及)，請確認。 B. 請補充出流河(Effluent River)定義。 C. 入滲率…「進行」…，請修正。 D. 中間流之定義與後面文章不同。 (2) P4：第 4 行「之」地表，應為「至」地面。 (3) P6：非「拘」限含水層與後面文章「侷」限，用詞不一，請修正。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」將依委員意見修正相關文字錯漏及不順之處。	附冊一	-

(4) P10：第 10 行，或「經由」於毛細管區，「經由」應刪除第 12 行，「在」改為「再」。最後一行，中間流與後面文章定義不同。 (5) P31：圖 1-2-3，第(b)(c)應為「入滲河」。 (6) P37 表請註明出處。 (7) P55：表 2-3-2 請註明出處。 (8) P70 與 P71 圖太小，內容不清楚。			
六、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 手冊中文敘所探討、引用之名詞應前後一致，最好能與名詞定義中的詞彙相同。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞。	附冊一	-
2. 名詞定義中尚有諸多詞彙的定義和解釋未盡完善，建議多加斟酌。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
3. 名詞定義中建議補充在後面章節中文敘所提到的專有名詞，例如：完全貫穿井、儲水係數、比出水量、邊界類型、…。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
4. 名詞定義及文敘中多處以『地質構造』、『岩石』說明水文地質，易造成誤解。因'地質構造'在地質領域中有其特定的義意，又'岩石'在義意上較為局部或有其針對性，爰請分別採用'地層''岩層'做為文敘中相關說明之詞彙。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞。	附冊一	-
5. 第壹篇第一章第(一)水文循環 p10 中 6.出滲、7.中間流及 8.地下水的闡釋說明請再斟酌；p11 文敘「，而計算地下水…近似之結果，」建議刪除，整段文敘請再斟酌。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
6. 第壹篇第一章第(二)構造地質與地層 p12 第 3 段「，使得對於…不良影響；」文敘建議刪除。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-

7. 第貳篇第三章第(三)地質調查中所列調查項目建議再斟酌。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	3-1
8. 第貳篇第三章第(七)水文地質參數探查，建議補充定量抽水試驗、分級試水及微水試驗等三種試驗方法的案例及圖表，以方便使用者參照。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列抽水試驗相關案例進行說明。	附冊一	3-36
9. 第參篇第四章區域水資源分析文敘中「因可利用渠道或管路輸送抽汲之地下水」似與該章內容不相關或未完整論述，爰建議本章之文敘內容宜再斟酌。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	4-19
七、國立成功大學大地資源研究中心 林博士宏奕			
1. 名詞定義中所列之名詞註釋，部分內容尚有疑義，建議修正並採慣用名詞使用為宜。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
2. 部分名詞間互相關聯，註釋時宜加以注意，如飽和層與毛細帶。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞。	附冊一	-
3. 構造地質部分是否需加以縮減，因部分內容與水文地質無關聯性。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關構造地質與地層之文敘說明。	附冊一	附錄二
4. 是否補充參數對照表。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關參數對照表於附錄三。	附冊一	附錄三
5. p.30 末段邊界說明是否移至數值模型章節中。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
6. p.31 圖 1-2-3 (d)A、B 兩線對應出滲入滲，請補充。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關圖示說明。	附冊一	附錄二
7. p.32 水井力學章節中，是否提供其他理論方法。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充水井力學相關理論方法。	附冊一	附錄二
8. 蘊藏量概念源於石油工程，然地下水資源有補充特性，是否採用蘊藏量一詞，可加以斟酌。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞為儲蓄量。	附冊一	-

9. p.42 開發可行性調查規劃階段，建議加入水質。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入水質調查檢測一章節進行說明。	附冊一	3-90
10. p.58 水文地質參數調查，可考慮加入封塞試驗。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已列出相關常用之水文地質參數調查方法。	附冊一	3-1
11. p.88 末段說明 MODFLOW，請查核章節編排，內容不連續。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明及段落編排方式。	附冊一	5-12
八、國立成功大學大地資源研究中心 葉博士信富			
1. 內文英文專有名詞是否統一皆附註在後？p.2 名詞定義是否在內文均有提及(地下水分界、深層入滲)?與內文名詞定義(p.69、p.70)是否一致？	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞。	附冊一	附錄一
2. p.2 入滲河(Losing Stream)與 p.29 入滲河(Influent River)？	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞。	附冊一	附錄一
3. p.4 出流河(Gaining Stream)與 p.29 出流河(Effluent River)？	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞。	附冊一	附錄一
4. 圖 1-1-2、圖 1-1-4 及圖 1-1-3 建議引用教科書例如 Structural Geology of Rocks and Regions by Davis et al. (1996)。另外，構造地質與地層小節建議不需詳述定義(例如：位態、走向、傾角、褶皺及斷層等)。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入相關參考文獻，並修正相關構造地質與地層一節之相關文敘說明。	附冊一	參-1 附錄二
5. p.28、p.75、p.77 補充因次	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關公式之因次，並彙整參數對照表如附錄三所示。	附冊一	附錄三
6. 圖 2-4-4、圖 2-4-5、圖 2-4-6 及圖 2-4-7 圖內標記說明皆不清，無法判讀。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關圖內標記說明。	附冊一	-
7. p.87 (三)層間滲透率？ 描繪阻水層分層/低透水層特徵？	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-

8. 建議 p.88 僅需提出地下水數值模式之種類(例如 MODFLOW、TOUGH2、FEMWATER 等)即可,無需將 MODFLOW 其發展簡介、控制方程及模組等皆於參考手冊詳細說明。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	5-1
9. p.101 圖 3-6-1 皆以中文一致 Pecuniary。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關圖內標記說明。	附冊一	-
10. p.107 順序調整 水文、氣象、地球物理、地球化學。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議,已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
九、國立中央大學水文與海洋科學研究所 李教授明旭(書面意見)			
1. 總則第四項名詞解釋,建議可放在附錄以專有名詞方式說明,主要應針對本手冊所涉及之重要專有名詞定義與說明,部分基本專有名詞無需在此專業手冊說明,如水文學、水文循環等,請再斟酌那些專有名詞須說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義,並將名詞定義放至附錄一。	附冊一	附錄一
2. 第壹篇之一之(三)含水層類型,建議可補繪一草圖說明文內所論述之含水層類型或引述圖 1-1-1 內之含水層說明。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充含水層類型之說明草圖。	附冊一	附錄二
3. 在地下水水質檢測項目羅列「地下水汙染管制標準」與「飲用水水源水質標準」之水質標準項目,建議除列出主要項目外,可同時標註所列各水質標準限值含單位。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」水質調查檢測項目已增列相關法規標準之水質標準及其單位。	附冊一	3-91
4. 分級試水建議補充圖解法說明與方程式 2-3-1 的關係。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已增列抽水試驗相關案例進行說明。	附冊一	3-36

5. 在地下水數值模式介紹部分，以相當篇幅介紹常用之MODLFOW，然除此模式外仍有其他廣泛使用之數值模式，因此建議應概要介紹幾種數值模式，介紹重點在不同模式的基本假設、適用條件與模擬限制，模式細節提供對應參考文獻即可。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	5-1
6. 第 83 頁「惟數值模式多建構於甚多基本假設之上，故與真實地下水流行為仍存有一定之差異，建議數值模式之成果原則適用於定性分析，較不適宜應用於定量分析之上」，主要原因應是我們對地下水的水文地質瞭解還有限，是否過於主觀否定模擬結果的定量應用請斟酌。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
7. 第參篇總體規劃第四項區域水資源分析，目前內容為精簡的概要敘述，建議補充說明區域水資源分析的要項、流程與架構。在第五項方案情境模擬也建議加強說明如何進行，應注意模擬案例的設定原則。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
十、國立中央大學應用地質研究所 陳教授瑞昇(書面意見)			
1. p.5 Artesian Well 的定義請再確認。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
2. p.25 微水層 Aquiclude。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
3. p.28 Q1 Q2 未於圖 1-2-2 顯現。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關圖表標示。	附冊一	附錄二
4. p.30 河床透水性差為何做為定水頭邊界請再思考河川做為邊界或內部的補注來源應是考慮模擬系統的範圍。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
5. p.33 式 1-3-3 應該是對 x 積分，因次應表為大寫 T 例如 L/T。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關因次表示。	附冊一	-

6. p.34 非穩流建議考慮用 Neumann 的方法來分析。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正水井力學一節相關文敘說明。	附冊一	附錄二
7. p.3 微水試驗不是求 T 值應該是 K 值，分析方法說明請儘量清楚，另外高滲透地層微水試驗會產生震盪現象也請說明。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	3-36
8. p.64 地下水採樣方法未說明洗井量，另也可採用微洗井採樣方法。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充地下水水質採樣方法說明之超量抽水洗井及微洗井方式。	附冊一	3-90
9. p.85 第三類邊界的定義請更清楚。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正數值模式建置一節之邊界設定相關文敘說明。	附冊一	5-5
10. p.90 Ss 應非比出水量。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
11. p.91 非 SS 請更正。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
十一、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元(書面意見)			
1. p26，圖 1-2-1 的圖對於瞭解達西定律的試驗方式似乎有限，例如看不出來 h1、h2、L 等對應圖上的位置，建議可再詳加標示。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正達西定律一節之相關圖表標示。	附冊一	附錄二
2. p89 頁起，針對 MODFLOW 的介紹有點太細了，尤其是像方程式 3.3.3-3.3.5 及相關介紹離散方式的敘述是否有其必要？甚至是像 P94 起的各模組，個人覺得只要介紹採用該模組可達到何目的，一些方程式不是很必要。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	5-12
十二、中興工程顧問股份有限公司 楊博士銘賢(書面意見)			
1. p.2「四、名詞定義」建議對伏流水亦有說明及界定。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一

2. p.58 (七)水文地質參數探查中，有關抽水試驗何時採單井、何時採複井試驗，對於完全貫穿、非完全貫穿含水層，穩定流與非穩定流，適用之公式，試驗之布置與考量等是否可以列表呈現，並補充參考文獻。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正抽水試驗相關文敘說明。	附冊一	3-36
3. 依據參考文獻「中國農業工程手冊-地下水工程篇」,地下水位調查尚區分廣域短期同時觀測與定點長期連續觀測，p.61(八)水位觀測僅提及長期觀測，是否也能簡短補充地下水位調查整體意義。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並納入相關文獻進行參考。	附冊一	2-1 參-1
4. p.93 中 MODFLOW 之模組尚有新版本內容及其他模組，是否也能一併補充文敘。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充常用地下水數值模式(MOFLOW)相關文敘說明，內容包含基礎模組、內部流動模組及概念化應力模組等相關說明。	附冊一	5-12
5. 手冊文敘中名詞用法建議與「四、名詞定義」一致，例如手冊內文用地面水，而非地表水。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並統一相關用詞為地面水。	附冊一	附錄一
十三、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及參考手冊撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「地下水資源調查規劃作業參考手冊」之撰擬將依本次會議意見進行修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
第四次工作會議

壹、會議日期：103 年 11 月 20 日(星期四)上午 10 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 11 月 27 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1031701721 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部水利署水利規劃試驗所 林課長進榮			
1. 整體調查計畫內容需先進行整體說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已於全臺各地下水區概況進行整體之說明。	附冊二	2-1
2. 調查內容提及許多區域需進行水井調查，是否可行。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行調查規劃修正。	附冊二	-
二、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 本整體計畫章節架構建議做下列調整： (1)章標題:以臺北盆地為例「臺北盆地地下水區地下水資源規劃調查計畫」。 (2)每章開頭的前言，應就所探討區域的地理位置及範圍配合妥適的地圖明確定義。 (3)每章的第一節應為該區的區域地質及地形水系的描述，亦應附區域地質圖及地形圖供參閱。 (4)第二節為該區的水文地質環境背景的整體說明： A. 區域水文地質(應附水文地質剖面圖)。 B. 含水層水文地質參數(或特性)。 C. 地下水補注區位。 D. 區域地下水抽用概況。 E. 地下水水位變動概況和趨勢。 F. 現有觀測系統(應含：地下水水位觀測井、河川流量站、雨量站及水質監測井)。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行調查規劃修正。	附冊二	-

G. 水質概況。 H. 區域水資源供需概況和趨勢。 (5) 第三節為該區的整體水資源情勢評析： A. 關鍵議題(含氣候變遷的因應調適)。 B. 開發潛能評估(量與區位)。 C. 保育策略。 (6) 第四節為該區的規劃調查計畫(呼應第三節的情勢評析，參照調查規劃作業參考手冊研提規劃調查計畫)。			
2. 各地下水區的各子分區水文地質特性的說明，建議綜整所蒐集文獻的相關資料做整合性的描述。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區進行概述說明。	附冊二	2-1
3. 各地下水區的含水層分層(淺層、深層或第 N 層)應附圖具體說明其分層的依據。	3. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關說明。	附錄二 附冊二	附二-13-1
4. 附錄二、三內容建議整合為一，納入各章節相關文敘中便於閱覽參照；各圖幅請適度加大，建議改變深綠色的色調或調整圖例的顏色，將各觀測井名稱標示清晰，並刪除圖面上各站的 T 值。	4. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附錄二 附冊二	附二-13-1
5. 附錄六、七各圖幅中的豐水期等水位線、等深度線不易辨視，建議改變深綠色的色調或調整線條的顏色，以能讓讀者輕易閱覽為原則。	5. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關圖表表示。	附錄二 附冊二	附二-13-1
6. 附錄八亦請配合前意見調整色差或對比，以能讓讀者輕易辨視各圖例所標示的點位為原則。	6. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關圖表表示。	附錄二 附冊二	附二-13-1
7. 附錄一所蒐錄的各區域文獻，請依照產出年度順序編輯；每分區均視為獨立章，請由展開面的右側頁開始(例如第貳章 桃園中壢臺地應由第 31 頁起)；不同年度的文獻，應自獨立頁面開始。	7. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關章節及文獻表示方式。	附錄二 附冊二	附二-13-1

三、國立交通大學土木工程研究所 蔡博士瑞彬			
1. 整體： (1)文中內容大致上都為簡略的摘要，建議可以考慮將附錄的相關圖表內容加入文中，以豐富本報告內容。 (2)建議加入各地下水區之地表水當下與未來之產業供水分析及未來之缺水分析(水利署報告)。 (3)有關抽補特性部分，建議可增加考慮說明各地下水區之產業型態、相應之需水狀況與供水來源，並探討可能抽用地下水之可能產業，以說明抽水型態與地下水區產業型態(農業及工業等)的關係，另外亦可考慮增加補注型態(山邊測流、降雨補注、河川入滲或海岸邊界流入等)分析。若能搜集到補注與抽水之空間分布相關資料，建議增加精簡之資料統計分析。 (4)各區域之抽補量推估，不同研究推估值均有所差異，惟濁水溪沖積扇更是明顯，建議確認各研究之研究區域範圍。 (5)地調所已公告部分地下水區之主要補注區，建議文中主要補注區範圍可參考公告定義之範圍。 (6)水質(地球化學)分析應考慮加入成為一節。 (7)「地下水補注區土壤入滲能力調查」建議增加至所有地下水區。 (8)地下水位線僅選用 102 年豐、枯水期，建議可考慮使用長期平均。 (9)水位歷線圖回歸似乎是要看趨勢，建議資料過短或缺漏嚴重之站井可以不要回歸。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

2. 內文更正： (1)臺北盆地 A. 臺北盆地「水文地質特性」小節中，提及「淺層含水層(松山層)主要由透水性甚佳之礫石所組成，厚度大致介於 29 公尺至 128 公尺之間，屬非拘限含水層」，應修正，因為松山層為薄泥層所覆蓋(湖底沈積)，且松山層含水層很薄(10~20 公尺內)，屬於較差之拘限含水層，僅大漢溪與新店溪上游之局部區域存在部分非拘限含水層。建議確認參考資料是否正確。 B. 文中之數據及相關引用資料建議加入引用文獻來源。 C. 臺北盆地「地下水抽補特性」部分，由水位資料可知，大約每兩年有一次大幅度的抽水，使得大部分之觀測井水位驟降，建議可考慮將此行為納入文中。 D. 地下水位現況小節，建議可加入等水位線圖等，以便閱讀。 E. 關鍵課題中「人口密集地區產生之污染問題」，建議可考慮改為 「土地利用過度開發而減少地下水補注問題」。水質監測工作環保署應有定期量測。 F. 淡水河出海口一帶鹽度上升，鄰近井之地下水位是否有下降之趨勢，建議可分析一下鄰近水位之變化趨勢。 G. p14「新店溪及大漢溪流量觀測」第二行「河川水位站多為位上游」應修正「河川水位站多位於上游」。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

(2)桃園臺地 A. 埤塘似乎為桃園地區之重要儲水方式，亦可能補注地下水，因此在「地下水抽補特性」與「地下水備援系統」中，建議應對埤塘有所著墨。 B. p17「地下水備援用水」小節中，「用水需求孔急」應修正錯字。 C.「地下水補注區土壤入滲能力調查」建議增加至所有地下水區。 (3)竹苗地區 A. 關鍵課題中，「沿海地區地下水超抽問題」提及因地質結構之故，海水應不致有入侵行為，建議進一步以圖與文字詳加說明。 B.「地下水備援用水」提及地下水資源量有限，但欲以地下水作為備援用水，似乎可行性不高，建議文字可考慮改為類似「地下水作為備援用水的選項之一」。 C.「含水層水力參數探查」建議亦沿海地區之 Sy 亦應推估，因以利後續抽水量推估。 (4)臺中盆地 A. 關鍵課題中「地下水水位變動之掌握」建議可改為「地下水系統狀態之掌握」。 (5)濁水溪沖積扇 A.「地下水水位現況」小節可補充說明地下水位趨勢向下之觀測井及其空間分布。另外「可得知於濁水溪沖積扇於扇頂區水位埋深大約為 10 公尺至 30 公尺之間」，應修正。 B. 現存觀測系統包含地陷井與 GPS 等，建議加入文中。			

C. 現存觀測井系統中，「自強大書」應為自強大橋。 D. 本區亦可考慮地表水與地下水系統聯合營運，及如何透過管理手段改善地層下陷問題。 (6)嘉南平原 A. 關鍵課題中，地下水作為備援用水應思考是否可行，因為補注不易且地下水層並不互相連通，若要考慮緊急採用地下水，似乎應考慮如何回補地下水，以避免地陷或海水入侵等問題。 B. 地下水抽用量驚人，建議轉為量化數字。 C. 嘉南平原應增加地層下陷觀測，因為地質主要為細顆粒沈積物，如果大量抽水應該會有地層下陷之疑慮。 (7)屏東地區 A.「現存觀測系統」應納入地陷井與 GPS。 B.「所需調查工作」中，「沿海地區地下水抽用行為調查」建議改為「屏東地區地下水抽用行為調查」以符合撰寫內容。 (8)花東縱谷 A. 關鍵課題中，地下水補注(2億多/年)遠大於抽水量(1億初/年)，且地質構造上似乎不易產生地陷問題，因此可思考是否有地表地下聯合營運的必要。 (9)蘭陽平原 A. 文中提出地下水超抽問題，建議可加入說明超抽之原因，如 80 年代沿海超抽是因為養殖漁業導致，礁溪一帶則是溫泉業抽取地下水的影響，以作為後續地下水管理之參考。			

四、中興工程顧問股份有限公司水利及海洋工程部 楊博士銘賢			
1. 未來分年分期執行計畫是否僅包含傳統9大地下水區，還是包含全國未固結含水層進行評估與調查，例如埔里盆地(中部)、恆春地區(南部)及雙溪流域(北部) ...等。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，將以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫，故未納入山區地下水之調查評估。	附冊二	-
2. 目前整體計畫(初稿)提及對於地下水區未來所需調查工作，均建議進行地下水數值模式建置，是否意味擬採一致的數值模式進行建置，例如規範均採 GMS(相同版本)之MODFLOW 進行建模，並提出成果檔案，以供後續檢核與擴充(註：類似一維水理分析均需提交 HEC-RAS 建模成果檔案之方式辦理)。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」未針對特定數值模式進行限制規範；而本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依第二次專家會議委員意見，建議地下水模型模擬原則採以美國地質調查所開發之MODFLOW 為之，惟如有特定模擬需求，如未飽和層水流行為等MODFLOW 無法順利模擬者，則可考量採用其它模式進行模擬。	附冊一 附冊二	-
3. 未來水利署擬執行之水利普查計畫，其具體成果未必趕得上(本)地下水資源規畫調查整體計畫期程。因此，是否有必要研擬一地下水流出(含抽水量...等)之推估或調查方法，以利未來地下水水平衡之評估。	3. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」故本計畫將與該計畫調查成果互相驗證及校核。	附冊二	
4. 目前整體計畫(初稿)中每一地下水區之關鍵課題與所需之調查工作可以再詳加釐清，例如蘭陽平原似乎無海水入侵議題，臺中盆地似應釐清地下水天然流出區位與量體時空分布。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關調查工作規劃。	附冊二	3-1

五、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元			
1. 建議將濁水溪沖積扇之補注量估算方式列舉幾項，至少包含最高與最低量之估算方式及由誰估算。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已進行相關補注量估算之補充說明。	附冊二	2-3
2. 屏東平原沿海亦有地層下陷問題，是否納入研究議題？	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已進行相關地層下陷資料補充說明。	附冊二	2-7
3. 臺北盆地地下水長期趨勢為上升，但近年來看似有一些較明顯之地下水位下降，趨勢是否有產生變化可再確認。	3. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已進行相關地下水位變動趨勢之補充說明。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1
4. 氣候變遷之影響為全省性，但手冊內有部分區域沒有提到此部分之可能影響，建議全省一併考量氣候變遷之影響。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已進行相關氣候變遷影響之補充說明。	附冊二	2-1
六、國立成功大學大地資源研究中心 林博士宏奕			
1. 傳統地下水區，邊界訂定是否考慮修訂？	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」仍以民國 58 年水資會劃分之邊界進行地下水區相關調查工作規劃撰擬。	附冊二	2-1
2. 河川流量資料之補充，可考慮增加數量。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將相關資料補充納入需增補之調查項目。	附冊二	3-1
3. 河岸地下水水質，可應用於河水與地下水交換，可考慮補充。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將相關資料補充納入需增補之調查項目。	附冊二	3-1
4. 可考慮配合地調所地下水補注區成果，對地下水進行分區，並考量應用不同分析技術。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將地調所劃設之地下水補注地質敏感區納入配合考量事項。	附冊二	2-12 5-3
5. 山區對平原之補注為相當重要之地下水來源，是否考慮納入？	5. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，故未將山區地下水相關調查工作納入考量。	附冊二	-
6. 歷史資料之趨勢研判，豐枯水年之變動為後續分析重要考量。	6. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已進行相關地下水水位變動之補充說明。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1

7. 未來資料取用區段宜考量一致。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已統一相關資料取用區段。	附冊二	-
七、國立成功大學大地資源研究中心 葉博士信富			
1. 水位上升或持平的判斷應考量「時間段」(豐枯水年)的影響。	1. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已進行相關地下水水位變動之補充說明。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1
2. 流量站的增設，河川流量的掌握可以用來判斷地下水儲存量。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將相關資料補充納入需增補之調查項目。	附冊二	3-1
3. 建議增列各地下水區地下水儲存量之評估。	3. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析。	附冊二	-
4. 地表入滲能力調查之可行性？	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關地面入滲能力調查規劃及相關說明。	附冊二	3-1
5. 增加各地下水區之地質背景資料。	5. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫」已補充相關地質資料說明。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1
6. 增列依據(參考文獻)之列表。	6. 本計畫成果報告已補充參考文獻列表。	參考文獻	參-1
八、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及整體計畫撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」將依本次會議意見修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)
第一次專家會議

壹、會議日期：103 年 12 月 03 日(星期三)上午 10 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 12 月 08 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1031701810 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部中央地質調查所　費組長立沅			
1. 建議將地質法所劃設之「地下水補注地質敏感區」列為考量。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將地質法所劃設之「地下水補注地質敏感區」納入考量。	附冊二	2-12 5-3
2. 利用過去研究成果(例如地下水抽用量、補注量等)，請列出本報告評估之單一數據。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」採最近期研究成果數值代表。	附冊二	2-3
3. 地層下陷之資料及報告中用詞，請使用最新成果。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入相關地層下陷資料。	附冊二	2-7
4. 現存觀測系統是否包括普通井及自記井？	4. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入自記站及普通站觀測井。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1
5. 未來之工作部分： (1)新增鑽井尤其在都會區施設之困難度極高，需慎重。 (2)水質資料都僅有環保署淺井，建議增加現有觀測 (3)水力參數如能利用現有觀測井重做，應也是一種可行的方法。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊二	-

6. 本計畫目的在確認各地下水區之地下水資源總量，開發潛能、開發區位，由前述願景規劃相關工作。	6. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」故本計畫將以總用水量及可用水量為目標進行整體計畫之撰擬。	附冊二	-
7. 報告中文字及附圖，請改善品質及註明出處。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修改相關圖表表示方式，並註明相關出處。	附冊二	-
二、國立成功大學資源工程學系 李教授振誥			
1. 整體規劃計畫調查項目及資源需求，目前以地下水區為探討範圍，建議以地下水資源分布與數量地區配合整體水資源開發運用調配來進行地下水區開發，潛能評估及各工作項目規劃。	1. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析」，故僅以增補調查以釐清各地下水區地下水合理可用水量及現況抽水量。	附冊二	-
2. 本計畫建議配合地調所目前公布地下水敏感區劃設資料進行可開發潛能。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將地質法所劃設之「地下水補注地質敏感區」納入考量。	附冊二	2-12 5-3

3. 建議增加一工作項目，有關地下水預警系統之建置以及地下水資源保育，特別各地下水區水文地質特性不一，其警戒方式亦不一，故保育方式亦不一。	3. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」故未納入相關長期營管之工作規劃。	附冊二	-
4. 請配合地調所「山區地下水資源調查計畫」之內容進行整體計畫工作項目規劃。另外，如伏流水區位或地點調查，於地表地下水交互作用之工作項目亦請列入。	4. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「整體調查計畫書原則以臺灣地區地下水資源調查為範疇，伏流水、北段山區地下水資源調查計畫及離島地區地下水觀測站網等工作項目則於成果報告中以專章闡述，不須納入整體計畫書中。」故未納入相關山區及伏流水工作規劃。	附冊二	-
5. 臺中盆地建議增加都會區滯洪池或河道入滲之項目。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關補注量調查工作。	附冊二	3-29
三、林委員永德			
1. P1-1 計畫緣起內預期未來地下水資源將成為穩定之供水來源，惟過去臺北市、彰化縣、雲林縣、屏東縣把地下水資源當成穩定之供水來源，抽用時未以地下水位之變化衡量允許抽水量，造成嚴重地層下陷，宜予納入。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將地層下陷及超抽情形納入考量。	附冊二	2-7
2. P1-5 海淡水供應 0.02 億立方公尺建議寫出。	2. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1

3. P2-7 臺北盆地的地下水抽用概況僅敘述 80 年以後之情況，民國 64 年水位低於-45m 之面積達 15 平方公里，最大下陷量達 2.2 公尺之狀況也要說明。	3. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘。	附錄二 附冊二	附二-13-1
4. P2-12 水質達成率、P3-11 第一含水層等深度線宜有名詞解釋。水質達成率達到 100%的有那些？	4. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘。	附錄二 附冊二	附二-13-1
5. P2-14 字太小，看不清楚表達的意義。	5. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關圖表表示。	附錄二 附冊二	附二-13-1
6. P2-15 地下水位太高時政府之作為，荷蘭提供即時地下水位資訊供民眾查詢。	6. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」故未納入相關長期營管之工作規劃。	附冊二	-
7. P3-8 各項數據差異頗大，又有地下水超抽現象，宜予探討。	7. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關圖表表示。	附錄二 附冊二	附二-13-1
8. P3-14 是否意含自行抽取地下水的量很多。	8. 桃園中壢臺地抽水行為主要集中於沿海區域之工業區，而民井抽水量目前尚無法準確進行估算。	附錄二 附冊二	附二-13-1
9. P4-7 竹苗地區是否地下水權核發過多。	9. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已蒐集 103 年水權核發情況進行說明。	附錄二 附冊二	附二-13-1

四、廖委員培明			
1. 報告書目錄宜酌修，針對九大臺灣地下水區之前言，區域地質與地形、地下水資源概述、區域水資源情勢併同附錄內之相關資料整理或臺灣九大地下水區之背景資料，整理在附錄內，不宜放在本文。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
2. 本文主要是探討彙整臺灣九大地下水區之關鍵議題及開發潛能評估等。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」將以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫。	附冊二	-
3. 本報告之重點係研擬臺灣九大地下水區之近、中程規劃調查計畫為主撰寫。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依分年分期之方式進行調查規劃。	附冊二	4-2
4. 針對關鍵議題之彙整臺灣九大地下水區後續擬辦理近、中、長程地下水規劃調查之工作項目，分年分期擬執行規劃及所需經費。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊二	-
5. 是否要分得更細緻到各地下水區需辦理規畫調查計畫名稱，請主辦單位自行斟酌。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，未來工作各地下水區計畫以一標案跨年一次發包為原則，不宜再切割為數個計畫，避免計畫太多行政程序複雜，故僅臚列各地下水調查計畫名稱及工作內容。	附冊二	4-2
五、彭委員瑞國			
1. 本報告所研提之工作項目，似僅以基礎調查及模式建置為主，建議補充針對各地下水資源分區之各關鍵課題，以解決問題導向之子分區具體調查工作計畫。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下水區重點問題及應增補調查項目。	附冊二	3-1
2. 建議本計畫以研判臺灣地區地下水資源基本計畫為目標來研訂相關調查規畫分期工作計畫。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫。	附冊二	4-2

3. 建議補充說明各地下水區以往之基礎資料及相關研究成果，並評估其缺漏與不適部分，再據以研訂工作計畫及估列需要經費。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2
4. 建議本計畫研判之工作計畫，能區分基礎調查、開發利用、管制與保育等大項，針對各水資源分區特性與現況，就其輕重緩急訂定工作計畫(包括跨域合作計畫)。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求。	附冊二	4-1 4-2 4-3
5. 因應氣候變遷議題之相關計畫建議具體回應至工作計畫內。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入相關氣候變遷衝擊議題。	附冊二	2-1
六、經濟部水利署水利規劃試驗所 林課長進榮			
1. 報告中相關資料數據請更新至 102 年度之資料。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已更新至 103 年度資料。	附冊二	-
2. P2-14 及各章水資源供需圖，請承辦單位連絡本所承辦人取得本所水源課相關報告之原始圖檔，以利判讀。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，已刪除相關水資源供需圖。	附冊二	-
3. P2-15 敍及臺北盆地可能液化問題，請查證 921 等多次地震時，臺北盆地之地盤反應狀況，確認有無此一疑慮。	3. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1
4. 請明確檢討各地下水區之課題，以利規劃未來整體計畫，例如濁水溪沖積平原之地下水補注量、各標的抽取量為多少？與地層下陷相關情形？且補注效果只能至地下含水層第一層，模式之應用有無考慮此一問題？目前地表地下水交換情形如何？請明確交代。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2
5. 不同地下水區有不同課題，也有部分相同課題，請再有系統綜整，提供本計畫更完整之評估成果。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2

6. 請依上位計畫之經費額度妥適建議安排後續年度調查經費之運用。	6. 為保持本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」彈性，未根據上位計畫編列之經費進行本計畫各期工作經費需求之研擬，僅先就各工作項目內容與所需資源估計可能經費。	附冊二	4-3
七、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 第壹章 章標題建議修改為『緒論』較妥。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	1-1
2. 請補列參考文獻。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
3. 附錄請增列目錄以便於查考。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
4. 歷次審查意見及回應處理請編列於本文附錄。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，已將意見回覆予以刪除。	附冊二	-
5. 各地下水區地質圖請依照下列要件修正： (1)圖例中各地層之排列順序請依年代輕至老排序。 (2)各地層的顏色有其特定的代表性義意，例如在本計畫各地質圖幅中出露最多的地層當屬沖積層，其在地質圖幅中一向是以淺黃色標示，爰請參照地調所出版地質圖幅的慣用顏色妥為標示各地層。 (3)請補列該區域主要地質構造(斷層、褶皺)及河川名稱。 (4)各圖幅均應標示資料來源。 (5)可參考水利署 92 年出版之『臺灣地下水資源圖說明書』。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

6. 有關各地下水區水文地質的文敘及圖幅請依照下列要件修正： (1)水文地質的文敘應妥為彙整所蒐集的文獻，做整合性的描述；若有子分區之地下水區，宜分別闡述。 (2)水文地質剖面圖之圖例及地層顏色請一律遵照地質圖幅繪製的慣例。 (3)水文地質剖面位置圖中“水文地質站”宜定義清楚。 (4)請改善目前各圖幅的剖面圖、圖例之清晰度，以利閱覽。 (5)各圖幅均應標示資料來源。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
7. 各地下水區之範圍圖、剖面位置圖、等水位線圖、等深度線圖及現有觀測系統圖，所採用之底色太深，以致無法清晰呈現所要說明的標的，建議妥為調整，以能讓讀者輕易閱覽為原則。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
8. 子分區之地下水區，其相關的背景環境資料：水文地質、水文地質參數、地下水補注區位、地下水水位變動趨勢、水質概況、…等應分別闡述。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
9. 各區之水源供需分析圖其圖幅及字體均請妥適調整，以利閱覽。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，已刪除相關水資源供需圖。	附冊二	-
10. 各區之關鍵議題請妥為彙整所蒐集的文獻，考量各區特有的情境，做整合性的闡述。	10. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將相關地下水區背景資料分別闡述。	附錄二 附冊二	附二-13-1
11. 有關各區水質概況的說明不宜採用“水質達成率”，請提供其檢測項目的監測值、檢測頻率(或豐、枯季)並與各類水質標準對照。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

12. 在研擬各地下水區之規劃調查計畫時，應與各區所定義之關鍵議題密切呼應，並請將國家發展委員會(103 年 4 月)編印的『我國地下水資源政策之研究』納入參酌。	12. 本計畫成果報告及附冊二「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將相關文獻納入考量。	附錄二 附冊二	附二-1 3-1
13. 各章節內容修正建議： (1)第壹章第三節臺灣地區地下水區之內容請配合前列意見修改。 (2)圖 1-2 圖例及縱、橫坐標之文字，均請改用中文標示。 (3)P2-2 第 2 段文敘最末行『…，被大屯火山群之熔岩流覆蓋(如圖 2-1 所示)。』文敘所指圖 2-1 並非地質圖，而圖 2-2 區域地質圖中則未見熔岩流，請校核更正。 (4)P2-15“土地利用過度開發減少地下水補注”建議修改為“土地過度利用開發減少地下水補注”；本小節敘述宜注意其前後之關聯性和其可行性。 (5)P3-13 倒數第 5 行文敘『…，工業用水量為全臺之冠，如圖 3-10 所示。』惟圖 3-10 是該區現有觀測系統圖。 (6)P4-2 二、區域地質與地形整節有關地質之文敘過於簡略，建議分區陳述。	13. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

(7)P4-4 區域水文地質，建議先說明淺層、深層的劃分，再分別說明其水文地質。本節文敘『淺層含水層“包含”全新世沖積層…』，建議修改為『淺層含水層“屬”全新世沖積層…』;『此類地下水層較“不”受斷層或構造的影響，…』，建議修改為『此類地下水層較“未”受斷層或構造的影響，…』。 (8)P5-2 第 8~9 行『…大甲溪沖積扇與大肚溪之，…』，整段文敘未敘述完整。 (9)第伍章第三節第(二)小節含水層水文地質參數，本節應就區域水文地質分區說明，所指第一、二含水層如何界定？ (10)臺中地區地下水區如第伍章第三節區域水文地質分區為 5 小分區，臺中盆地和大甲溪-大安溪沖積平原及清水海岸平原之間水力連通否？若不連通則圖 5-12 及圖 5-13 義意為何？請審慎釐清。 (11)第伍章第三節第(八)小節區域水資源供需概況和趨勢謂『顯示臺中地區水資源…，如未來天花湖水庫順利興建營運後，均可達供需平衡。』，此與第四節第(二)小節開發潛能評估似互為矛盾，又不同地下水區水資源評估是否妥適？			

(12) 第伍章第四節第(二)小節開發潛能評估，謂『…，補注量大致介於3.79億立方公尺至6億立方公尺之間，而目前區域地下水水權核發量為4.09億立方公尺，如以補注量估算最大值6億立方公尺計算，本區尚有1.91億立方公尺地下水資源餘裕量可供利用，…』，這樣評估是否妥適？ (13) 第陸章第二節區域地質與地形，整節文敘無章法語意不明，建議重擬。另圖6-1並非地形圖如何呈現文敘的地形特徵？ (14) 第陸章第三節第(二)小節含水層水文地質參數，請簡要補充說明第一~四含水層如何劃分。 (15) 第捌章第二節區域地質與地形，文敘建議妥為修飾力求順暢；另，文敘中兩處"地溝"，應為"地塹"，建議查明修正。			
八、經濟部水利署水利規劃試驗所 吳副研究員文賢			
1. 本整體計畫的定位要加以釐清，其成果為未來地下水資源規劃調查管理研究課題之指導方針。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，定位為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國108年底前完成全臺各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待108年完成各區調查及評估後再另行辦理」。	附冊二	-

2. 各地下水區規劃調查順序需有一標準來評價衡量，因為期程及經費是有限制。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求。	附冊二	4-1 4-2 4-3
3. 各地下水區所面臨問題並非一致，應仔細考慮其問題是否為真正問題，例如海水入侵及地下水污染。真正定義問題範圍才能規劃相關研究課題。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2
4. 本計劃書所提方向，未來真能解決報告書所提的關鍵議題嗎？建議再思考。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫。	附冊二	-
5. 計劃書所提各計畫之經費及期程分配是不恰當，建議刪除。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求。	附冊二	4-1 4-2 4-3
九、國立交通大學土木工程研究所 蔡博士瑞彬			
1. 此計畫內容多在探討如何了解各地下水區之地下水系統，較少提及後續地下水資源的開發策略，是否後續會再考慮此部分之內容，因為計畫目的包含擬定臺灣整體地下水資源未來管理策略。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，定位為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全臺各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理」，故未納入相關長期營管之工作規劃。	附冊二	-

2. 對於文中提及對於地下水資源可作為備援系統或與地表水聯合營運，對於地下水資源較差的區域，因其補注效率緩慢，地層多為細顆粒，建議文中增加備援用水之使用區位、抽水頻率、量值及後續的衝擊分析。含水層較佳區域之地表地下聯合營運，應著重質量平衡(mass balance)多的空間在地表水，缺水再用儲蓄的地下水。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，定位為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全臺各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理」，故未納入相關長期營管之工作規劃。	附冊二	-
3. 對於地下水與地表水交互作用部分，除臺北盆地外，其他區域皆未提及所欲蒐集資料、參數，建議可以撰寫清楚。另外河川與地下水交換部分應對地下水系統影響很大，建議增加河川流量量測(短時間，如 1~2 年內)，空間上密度較高的量測，以釐清各主要河川出入滲的河段情況。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將相關地面地下水交互作用及河川流量等納入考量。	附冊二	3-1
十、張委員炎銘 (書面意見)			
1. 本計畫是接續「臺灣地區地下水觀測站網計畫」？彼此目的似乎雷同，如何延續前期計畫而不致重複？請釐清說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫。	附冊二	-
2. 每一區工作期程都只有 3 年，時間可能不足，況且有些區設站就 2 年，第 3 年建數模，資料可能不足。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關計畫期程規劃。	附冊二	4-2

3. 每一區工作項目幾乎一樣，沒有其他研究或管理計畫？	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，定位為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全臺各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理」，故未納入相關長期營管之工作規劃。	附冊二	-
4. 最後應該彙總全部經費與期程，不要只有各區而無整體。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已彙整整體計畫期程與經費。	附冊二	4-2 4-3
5. 附錄應該加目錄，方便查閱。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
十一、中興工程顧問股份有限公司 楊博士銘賢 (書面意見)			
1. 臺灣除傳統九大地下水區外，尚有地下水流出高潛能地區，惟目前少有觀測井，無法掌握基本資訊，建議本「調查整體計畫」可針對該地區將建立觀測站網納入考量。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫，故未將山區地下水資源調查規劃納入考量。	附冊二	-
2. 地下水流出為判斷某地下水區安全出水量之關鍵因子，建立九大地下水區皆能安排詳細之調查計畫，以利釐清地下水系統之流入、流出(地面地下水交互作用)特性。例如屏東平原增加東港溪、旗山溪與荖濃溪之調查；臺中盆地增加筏子溪之調查。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入相關地面地下水交互作用調查之工作規劃。	附冊二	3-1
3. 現況臺中地區車籠埔斷層以東、大肚臺地以西之調查評估成果較為缺乏，可由本「調查整體計畫」加以強化。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入相關調查之工作規劃。	附冊二	3-1

4. 地下水數值模式建置同時，仍有很多參數屬未知，需配合相關的資料蒐集、調查數據加以研判，因此，地下水數值模式建置之預算經費建議可酌予調高。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關經費估算。	附冊二	4-3
十二、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及整體計畫撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」之撰擬將依本次會議意見進行修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
第五次工作會議

壹、會議日期：104 年 01 月 08 日(星期四)上午 10 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 01 月 13 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1041700032 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、國立成功大學大地資源研究中心 林博士宏奕			
1. 在研擬整體臺灣地下水資源調查整體計畫時，考量之區域將超出九大地下水區範圍，如山間盆地與伏流水場址選定，都在山區範圍之中。如何選定研究場址將成重要工作。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫，故未納入山區地下水之調查評估。	附冊二	-
2. 伏流水文獻搜尋建議加入 hyporheic zone。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已納入相關文獻。	附冊三	參-1
3. 伏流水範圍以及其特性，宜先加以釐清後，在後續評估工作上，較無爭議。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對伏流水進行定義。	附冊三	1-1
4. P3-35 頁手冊目錄，現場調查項目宜再斟酌取捨。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊三	-
5. 既有臺灣研究以及計畫報告中，對地下水與伏流水區分以及方法，尚無明確畫分以及相異處，可能成為後續撰寫手冊重要探討重點。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	1-1
6. 地下水保護區相關是否考慮納入。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入地下水管制區範圍進行說明。	附冊二	2-4
二、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元			
1. 依工作項目(一)-3，各地下水區地下水文地質特性應收集地下水平衡機制及地下水蘊藏量，此與目前期中報告內以地下水抽補機制作描述，字面上不太一致，且似乎未特別提出蘊藏量說明，可考量是否須修正。	1. 本計畫彙整分析臺灣各地下水區地下水水文地質特性已修改相關文敘說明。	第二章	2-51

2. 金門縣政府這幾年其實一直有在檢討地下水觀測站網，建議於進行規劃時能與地方政府做一些討論，讓檢討後之方案更可行。	2. 本計畫離島地區地下水觀測站網檢討已納入相關文獻進行考量。	第七章	7-1
3. 伏流水手冊內取水工法的描述應是獨立出來放在第二章理論基礎內或另寫一章，並廣泛說明現有的取水工法種類，如此使用者便可參考後於三-(十一)合適取水工法乙節內做一應用與分析。	3. 伏流水開發工法需視調查成果進行評析及選定，本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅提供相關伏流水取水工法簡介。	附冊三	附錄三
三、國立交通大學土木工程研究所 陳博士宇文			
1. 臺中水位等值圖應考慮大肚山的阻隔效果(宜分成兩區繪製)。	1. 本計畫水位等值圖已依地下水子分區進行繪製。	附錄二	附二-1
2. 海岸平原部份，以錯誤的等值圖來看 0 位線是否恰當。	2. 本計畫已修改相關圖示。	附錄二	附二-1
3. 附錄 8 山區地下水的部份雖已列出開發可行性的後續規劃，但仍建議詳列應評估的細項供後續評估考慮，例如：需求點與供水點的距離極遠，造成輸水不易等。	3. 本計畫臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究僅初步提出北段山區地下水資源開發調查研究計畫，其內容包含基本資料蒐集(含區域水文、區域地質、水資源供需現況及未來需求)與可能具地下水資源開發潛勢地區之判定，而相關經費需求、工作規劃及期程部分，依期末報告修正稿審查會議決議，不納入成果報告進行說明。	第六章	6-1
4. 伏流水的使用，將排擠到河道水權或地下水的使用。如何因應之 SOP 應補充說明。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」為提供臺灣地區伏流水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及可用水量率定等工作參考之用，故未納入相關開發注意事項章節。	附冊三	-
四、國立交通大學土木工程研究所 蔡博士瑞彬			
1. 水資源規劃調查計劃書內容置於附錄是否恰當？因為此計劃書似乎為本計劃重要的工作項目。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-

2. 水資源規劃調查計劃書過於簡略，建議強化各區域地下水相關災害問題(盡量蒐集最新資料，強調其嚴重性及相關危害事件)，強調出地下水資源管理之重要性，再帶出區域地下水的規劃(如備援或聯合應用)，再提出為了解決地下水相關災害之可能/可行策略研擬，以及因應這些策略所需調查規劃，以及相關經費，以強化本計劃所規劃調查工作之必要性。問題評析部分缺乏量化數據，及各問題衍生之影響(例如災害)說明，缺乏說服力與吸引力。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2
3. 報告內容中相關補注量推估文獻似乎較舊，建議可引用近年之推估資料，如水利署去年與今年之九大水區補注量推估資料成果，地調所補注區劃設計畫之推估成果。濁水溪地層下陷的資料亦需更新，因去年地層下陷更加嚴重(因為復耕之關係)，建議於文中強調事態之嚴重性，以及對目前重要建設如高鐵等之危害。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關推估文獻，並納入地層下陷資料進行說明。	附冊二	2-3 2-7
4. 地質調查所山區與補注區計畫新增之水文地質參數資料建議可納入水文地質參數附錄。	4. 本計畫已納入相關山區地下水資源調查計畫及地下水補注地質敏感區計畫等文獻進行考量。	-	-
5. 建議加入執行策略，「短中長」期規劃之說明，例如該執行項目規劃為短期之原因為何？增加說明其重要性與迫切性，儘可能可量化說明。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2
6. 地下水資源經營管理策略中，新竹苗地區之地面與地下水聯合運用評估為何是短期？其迫切性為何？	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-

7. 本文資料蒐集彙整部分，建議加入目前各地下水區地下水相關災害分析，強調其影響性及其對具體危害與影響。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容	附冊二	3-1 4-2
8. 地下水狀況分區說明中，應說明如何整合四種不同分區，以及最後分區結果應以圖形呈現。另外，未飽和層僅以表層土壤(0-30)cm 進行判定，其意義為何？為何不以未飽和層厚度作為分區依據？	8. 本計畫離島地區地下水觀測站網檢討之表層土壤係為判斷地面補注情形之影響，藉由各影響分區進行 GIS 圖層套疊進行觀測站網規劃。	第七章	7-1
9. 伏流水調查規劃部分，在伏流水開發潛能分析部分，建議考量環境流量之確保，以避免因使用伏流水而影響環境流量。	9. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」可用水量估計已納入相關考量進行說明。	附冊三	5-16
10. 現行政策方案檢討應納入執行策略及方法中考量。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入相關現行政策方案進行說明。	附冊二	2-1 5-2
11. 濁水溪超抽是現況，但未來湖山水庫營運後應該考慮的是減抽策略，而如何規劃減少抽水量的分布，減緩既有災害應為一重點方向。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2
五、中興工程顧問股份有限公司水利及海洋工程部 楊博士銘賢			
1. 臺灣地區地下水資源規劃調查計畫書(初稿)中之短、中、長期經費需求表仍可再做橫向或垂向檢討。橫向檢討，例如「埔里盆地地下水庫開發可行性規劃」未必僅於 104 年執行，可考量調查-分析-評估等步驟，分 2~3 年執行；垂向檢討，例如「伏流水資源調查及規劃」若無需依據「地下水資源基礎資料強化」工項成果往後執行，則可考量於 105 年以前提早進行，如調查分析等。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-

2. 臺灣地區地下水資源規劃調查計畫書(初稿)中，有關「地下水資源經營管理策略研擬」項中，似乎僅針對新竹苗栗、濁水溪沖積扇、嘉南平原，是否須針對全臺灣地區，可在斟酌修改。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
3. 臺灣地區地下水資源規劃調查計畫書(初稿)中，編列 800 萬元(分 2 年度)執行「濁水溪沖積扇產業地下水抽用行為調查及基本參數建置」，是否僅是方法論建立，或是實地調查分析？其餘地下水區是否也需針對產業地下水抽用行為進行調查？或是完全排除於該計畫之外，可再斟酌修改。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
4. 伏流水定義似乎仍有疑義，介於地面與地下水間之「伏流水」究竟以何種形式存在才可再開發利用(地下水天然流出為地面水者，或地面水補注進入地下水者)，值得伏流水調查規劃參考作業手冊加以規範。因此，臺灣地區地下水資源規劃調查計畫書(初稿)中，「伏流水資源調查及規劃」項目所列之計劃區域範圍，是否考量酌予放大，例如用南部區域、高屏溪流域，或屏東平原，而不用「…里嶺大橋及九曲堂河段…」。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對伏流水進行定義。	附冊三	1-1
六、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 伏流水水資源調查規劃作業參考手冊 (1)有關伏流水宜明確定義，尤其若要從事水資源的開發，更應釐清伏流水和河川水的界面為何。 (2)簡報所擬參考手冊目錄架構尚屬可行，惟應於總則的目的和適用範圍明確闡述。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-

(3)p3-32 圖 3-8 圖中之文字“調查計畫限制”請改為“調查計畫資源”、“蒐集所獲資料”請改為“資料蒐集”、“水文地質勘查所獲資料”請改為“水文地質勘查”、“規劃開發可行性調查”請改為“規劃可行性調查”、“地質鑽探”請改為“地質探查”，另於規劃可行性調查、規劃細部調查及伏流水開發可行方案的前端插入“資料整合分析”。			
2. 臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫(初稿) (1)第壹章第二節以“未來環境問題預測”為標題，其範圍涵蓋甚廣，但所討論的議題內容僅列三項，顯不妥切。建議以臺灣地區水資源環境所面對的問題為重點。 (2)第壹章第二節之(二)“氣侯變遷衝擊水資源供應”建議修改為“氣侯變遷對水資源供應的衝擊”，本小節之文敘過於簡略，建議應將衝擊的情境做具體說明。 (3)第壹章第二節之(三)臺灣地區地層下陷未能對地層下陷問題，文敘前後顯不妥切，建議做有系統和具體的說明，並請勿採用“內陸地區”。 (4)第貳章 章標題“問題評析”顯無法與本計畫所擬探討的議題密切連結，建議綜合各地下水區的關鍵議題及臺灣地區水資源環境所面對的問題，做有系統性的闡釋。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	

(5)第參章計畫目標 第一節 目標說明未能精準的將本計畫的目標作妥適的闡述，請再斟酌。第二節 達成目標之限制應非所擬三項議題，請再斟酌。 (6)第參章績效指標、衡量標準及目標值等均應有明確的定義，不宜僅以單一表列呈現。 (7)第肆章建議以與達成本計畫目標密切相關的政策及方案為檢討重點。 (8)第伍章執行策略及方法，請在前列各項建議所提各項議題均釐清之後再行研擬。 (9)第陸章 表 6-1 工作項目 5 之(1)新竹苗栗地區地面地下水聯合運用可行性評估經費編列在 104~105 年度，而表 5-1 地下水資源基礎資料強化則編列在 107~109 年度，建議再斟酌。			
七、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及整體計畫與參考手冊撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」及「臺灣地區伏流水資源調查規劃作業參考手冊」將依本次會議意見修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
期中報告書審查會議

壹、會議日期：104 年 01 月 13 日(星期二)下午 02 時 00 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 01 月 22 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409000890 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、中央地質調查所環境與工程地質組 費組長立沅			
1. 文獻與案例之蒐集，請能提出遭遇問題、改進建議及值得傳承之經驗。如果有可能，可訪談與國內案例有關之前輩。	1. 本計畫基本資料及文獻蒐集已納入相關案例進行說明。	第二章	2-1
2. 表 3-1 建議將蒐集項目之內容加以擴大，例如目的、調查方法、條件限制等。另外，由於地下水資源之環境分為平原區(沖積層)、水道(伏流水)、山區(岩屑層及岩盤)、島嶼區(沖積層及岩盤)，不同環境所需蒐集資料之內容可能不盡相同。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對地下水環境區分為沖積平原、山區及島嶼進行相關說明。	附冊一	2-5
3. 調查方法包含之內容極多，且每一種方法又有很多不同之設備，如果可能，請簡述各自的優缺點與適用性。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已針對各調查試驗方法之優缺點與適用性進行彙整說明。	附冊一	3-1
4. 地下水資源規劃作業手冊：(1)地質內容可集中於與地下水有關之內容；(2)建議增加環境評估及土地利用內容；(3)數值模式可提至較前階段，且與(六)合併。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
5. 表 3-4 建議：(1)氣候變遷可談及水庫淤積嚴重，臺灣已很難再開發新水庫；(2)問題評析，增加自來水公司有關供應之意見；(3)問題評析之內容似大部分目前都無解。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下區相關重點問題及應增補調查項目，並據以研訂工作內容。	附冊二	3-1 4-2

6. 有關伏流水部分：(1)3 種取水工法請提出各自之優缺點及適用性(2)與地調所中段南段山區所強調的「小尺度調查分析」類似(3)類似名竹盆地之案例，似可同時考量伏流水及較深層(頭嵙山層)地下水之聯合應用。	6. 伏流水開發工法需視調查成果進行評析及選定，本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅提供相關伏流水取水工法簡介。	附冊三	附錄三
7. 附錄二名詞定義，建議可增補本案中所出現的重要地下水名詞，對於文字也請再精進。岩屑層及伏流水兩名詞可增列；不透水層所指「不允許水流通」並不合理，另請對於各名詞如有常用單位者請列出。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一 附冊三	附錄一 附錄一
8. 圖 3-10 及 3-11 雖係引用地調所計畫資料，但其內容有部分不盡合理，請設法修正。	8. 本計畫臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究參考目前已完成及進行中之中段、南段山區地下水調查成果進行說明，相關流程圖係以該計畫成果報告書及服務建議書流程圖呈現。	第六章	6-8 6-9
9. 涉及對岸部分，請依政府規定使用「中國大陸」之標準用法。	9. 本計畫已統一相關用法。	-	-
二、國立中央大學水文與海洋科學研究所 李所長明旭			
1. 在「臺灣地區地下水資源規劃作業參考手冊」(附錄七)中，圖 2-1 水文循環圖建議修改或重繪以符合本節所解釋與定義之各主要水文量，如中間流(圖中缺)、漫地流(圖中為逕流)。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關圖示。	附冊一	附錄二
2. 在「臺灣地區地下水資源規劃作業參考手冊」(附錄七)中，第五章報告撰寫之報告內容，建議應增加一節為水文地質概念模型，可置於(三)研究區域概述之後或(四)之 1、模擬分析(3)模式模擬之前，主要目的在說明依區域概述的內容，如何簡化出水文地質概念模型供後續數值模擬使用。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-

3. 在「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」(附錄八)中，第壹章第二節未來環境議題預測，(一)為自來水系統水源供需分析，但內容較像是區域水資源供需分析；(二)為氣候變遷衝擊水資源供應，建議應引用水規所過去委辦各區水資源衝擊評估成果說明，目前內容過於簡略；(三)為地層下陷問題，建議皆應有相關引用文獻說明。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
4. 在「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」(附錄八)中，第五章執行策略及方法第四點地下水水質保護策略研擬之中期工作重點為臺灣地區地下水資源脆弱度調查及分析，請檢討是否合宜，地下水資源脆弱度調查及分析的標的為何？並說明如何與短期及長期之工作規劃連結。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
5. 在「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」(附錄八)中第三章計畫目標之第三節為績效指標、衡量標準及目標值，目前以表格呈現計畫目標與績效指標，衡量標準與目標值為何？若暫無，建議修改小節標題。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
6. 在「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」(附錄八)中建議應將第三章計畫目標調整成第二章接續第一章之計畫緣起，或是調整成第四章接續問題評析與現行相關政策及方案檢討之後。且在第二小節論述達成目標之限制，建議應補充說明，如何透過本規劃案減緩或因應這些限制的策略為何。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-

7. 在「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」(附錄八)中第五章執行策略及方法規劃有五大工作項目，建議應增加「地下水資源潛能量評估」針對各主要地下水區量化可合理使用之地下水資源潛能量。這應是地下水資源經營管理策略研擬時所需之重要參考數據。	7. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」故本計畫將以總用水量及可用水量為目標進行整體計畫之撰擬。	附冊二	-
8. 本報告與所有附錄中皆有提供各地下水區等水位線，但因套疊數值地形高程使等水位線之判讀效果不佳，建議等水位線套疊圖可以將數值地形高程底圖移除，僅留鄉鎮界與河系就應已充足。	8. 本計畫相關圖示已依委員意見進行修正。	-	-
9. 期中報告書 2-36 頁，式(2-1)後之變數文字說明有缺漏；2-21 頁縮排錯誤；英文翻譯請確認，如 2-26 頁氣象總論(Climatic Summary)，Climatic 是氣候，若是氣象應用 Weather；2-27 頁水文地質分區，英文不應是 Summary of the More Important Hydrologic Provinces 等，建議所有英譯應再確認統一用詞。	9. 本計畫已依委員意見進行修正。	-	-
10. 在「臺灣地區地下水資源規劃作業參考手冊」(附錄七)中 4-1 頁，3、減少地下水透支引發之危害，建議修改為 3、減少地下水超抽引發之危害。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

11. 引用相關計畫成果，部分文字需修飾,如期中報告書2-19頁 A、烏溪，「本計畫以MODFLOW 及MODPATH」，本計畫是該文獻還是此執行中計畫。在第二章所引用文獻內容皆以本計畫論述，文字建議修飾為該計畫。	11. 本計畫基本資料及文獻蒐集已依委員意見進行修正。	第二章	2-1
12. 本計畫報告內容與附錄皆收錄豐富相關資料，建議未來專家會議推動方式，可依邀請委員專長任務編組，委請各委員重點針對部分章節提出建議，也可避免部分章節有重複或不同的審查意見。	12. 本計畫專家會議以開放討論方式進行，各專家學者依其專長提出相關意見，以利本計畫相關參考手冊及整體計畫之撰擬及推動。	-	-
13. 規劃調查整體計畫之第一項工作地下水資源基礎資料強化，建議短期應先針對現有觀測歷史資料先進行檢核檢討資料品質或缺補作業。	13. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入相關增補調查項目進行說明。	附冊二	3-1
14. 有許多圖是以數值地型高程為底圖，但欠缺高程比例尺，建議補附高程比例尺。	14. 本計畫相關圖示已依委員意見進行修正。	-	-
三、國立臺灣大學生物環境系統工程系 劉教授振宇			
1. 本計畫收集資料豐富，工作方法可行應可達成計畫目標。	1. 感謝委員肯定。	-	-
2. 伏流水之調查與開發宜選擇河川上游地區經濟穩定之水源為標的，另提供臺灣水利 vol.60 之 P.29-P.36 之文獻供參考。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已納入相關文獻進行說明。	附冊三	附錄四
3. 河川下游出海口之地下水流出量 SGD (Submarine Groundwater Discharge) 數據請儘量收集，作為河川伏流水潛能評估之參考。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已納入相關基本資料蒐集項目進行說明。	附冊三	2-1
4. 地下水位監測數據與伏流水水量之關係宜作出歸納，以作為後續評估時之判定依據。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	-

5. 乾旱時期地下水可作為短期供水之替代水源，建議本計畫可作出建議方案(分區)。	5. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」故本計畫將以總用水量及可用水量為目標進行整體計畫之撰擬。	附冊二	-
四、國立臺灣大學地質科學系　賈教授儀平			
1. 臺灣地區地面水開發利用已逐漸面臨困境，水規所適時進行地下水資源調查規劃，提供後續水資源管理的參考，符合施政需求與方向，相當值得肯定。	1. 感謝委員肯定。	-	-
2. 本計畫進度合理，但是地下水資源調查規劃問題複雜，需要長期持續研究分析與評估，才能規劃出經濟有效，而且對環境友善的發展政策。	2. 本計畫已於預定期程內提出相關工作成果。	-	-
3. 報告中列舉三種伏流水的取水工法可能適合應用於地面水質較佳且基盤較淺的地點，是否能用在地面水質較差的中下游，可能需要進一步了解，供水的穩定性仍須考量。	3. 伏流水開發工法需視調查成果進行評析及選定，本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅提供相關伏流水取水工法簡介。	附冊三	附錄三
4. 金門地區還有六口臺電委託工研院鑽的深井，每口約 500~600 公尺深，維護狀況良好，建議納入離島地區地下水觀測站網。	4. 本計畫已依影響分區法進行規劃金門地區利用現有之自來水廠三口地下水觀測井做為觀測井使用。	第七章	7-13

5. P.3-24、25、26 說明有關伏流水定義問題，其中經濟部的解釋令，內容不符合水文地質基本常識，水利署應予重新定義：日本的定義 A、B、C、D、E 都比經濟部正確。如報告所言，伏流水係指河床底下及河岸附近沈積物中的地下水，如果不用這個名詞，並不會影響地下水資源調查與規劃。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。	附冊三	1-1
6. 地下水模擬需要正確的基本資訊，目前最重要的抽水量不明，因此模擬結果很難有很高的期望，僅能作為評估分析的工具。	6. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」故本計畫將搭配水利普查計畫進行互相驗證、校核。	附冊二	-
五、經濟部水利署水文技術組 許正工程司經昌			
1. 有關地下水補注地質敏感區部分，中央地調所於 103 年 12 月有新增公告宜蘭蘭陽平原之地下水補注地質敏感區，目前已公告的包括濁水溪沖積扇、屏東平原及蘭陽平原等 3 地區，未來亦將陸續進行公告，故建議執行單位應補充該等資料。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已將依地質法所劃設之「地下水補注地質敏感區」納入考量。	附冊二	2-12 5-3

六、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林課長進榮			
1. 本計畫成立之目的在完成全國地下水資源普查(調查)之先期規劃作業，故舉凡地下水資源相關之蘊藏量、使用情形、補注等之所須調查工作希望皆能包括進來，目前對「使用情形」(含公私井使用水量)之調查方法著墨較少應加強。	1. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」，故本計畫將搭配水利普查計畫進行互相驗證、校核。	附冊二	-
2. 有關「整體計畫」未來工作期程安排，請依上位計畫之要求於 108 年底前完成臺灣地區地下水資源調查之要求。	2. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析...各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全台各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。」，本計畫已規劃於 108 年及 113 年前完成相關計畫。	附冊二	-
3. 「整體計畫」中「執行策略及方法」應依「問題評析」所面對之問題提出策略及方法。例如「抽用行為」、「補注行為」掌握不足，未見執行策略。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下水區重點問題及應增補調查項目。	附冊二	3-1
4. 臺灣北段山區地下水資源開發調查之實際調查作業應在 108 年底前有所成果，請修正「整體計畫」。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，將以九大地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標研訂分期工作計畫，故未納入山區地下水之調查評估。	附冊二	-

5. 至目為止，依預定進度表，以「離島地區監測網規劃」進度較慢(較少新資料產出)，請加強辦理。	5. 本計畫已完成相關離島地區監測站網之初步規劃。	第七章	7-4
6. 附錄一~六以成冊方式編排，請加入目錄以利閱讀。	6. 本計畫已將附錄成冊編排並加入目錄。	-	-
七、經濟部水利署水源經營組 潘科長禎哲			
1. 有關研擬伏流水資源或地下水資源調查規劃作業參考手冊，其內涵究竟為何？係規劃如何調查之作業流程、如何規劃之流程，其作業範圍思維與理念及技術、經濟、環境、管理面評估與調查作業完全不同，爰請於報告內容釐清說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」為提供臺灣地區地下水及伏流水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及可用水量率定等工作參考之用。	附冊一 附冊三	-
2. 本委辦計畫所稱之伏流水相關分析似與傳統地下水相同，依相關定義(如經濟部解釋令)僅差異在是否在「水道內」，則是否本計畫成果地下水、伏流水調查規劃作業參考手冊之差別為何？	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	-
3. P.2-19 伏流水儲蓄量及適宜開發量分析，以 MODFLOW 模擬，惟所擬參考手冊建議以 FEMWATER，請加強評析釐清。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	5-13
4. 地下水資源調查規劃作業參考手冊(草案)，建議不採基礎理論為章名，是否可加強說明地下水環境與管理，包括含水層特性、地下水流速流向等。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已將基礎理論一節移至附錄進行說明。	附冊一	附錄二
5. 調查規劃作業參考手冊之第參章調查試驗之六「地下水開發潛能量分析及可用水量率定」屬規劃範疇，且涉及相關分析方法，不宜放在「調查試驗」章節。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-

6. 調查規劃作業手冊之第肆節總體規劃，其內涵請再參考規劃實務面修正為較具邏輯及可依據執行之章節與內容。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
7. 應再詳予考量本委辦計畫產出之參考手冊是否可讓相關從業人員依循。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
8. 參考手冊 P.3-5 有關調查工作進程將地下水調查工作區分為 4 個階段(1)初步(2)開發可行性(3)細部(4)開發規劃，各階段建議採用之比例尺均有所建議，惟似無必要細分為 4 個階段且就調查工作而言，所建議的比尺似要求過高，例如細部調查採 1/1,000，則 10 公尺需測 1 點，開發規劃調查 1/200，則 2 公尺需測 1 點。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
9. 參考手冊第肆章總體規劃三、數值模式建置，其重點應非數值模式建置，而是為規劃或管理地下水，需將地下水 Physical model、Conceptual model → Mathemetical Model → Analytical 或 Numerical model。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊一	-
八、經濟部水利署水源經營組 盧正工程司瑞興			
1. 鑒於 104 年度工作執行計畫執行在即，建議協助研擬 104 年度工作項目內容及經費需求，以利盡早辦理相關委辦執行計畫。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已完成研擬 104 年至 108 年及 109 年至 113 年相關工作規劃；另本計畫行政協助亦提出相關山區地下水資源及伏流水資源調查規劃期程。	附冊二 第八章	4-2 8-1
2. 本文 P3-4 基礎資料部分，建議或可涵蓋參用農田水利會之雨量測站觀測資料。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」基礎資料蒐集已納入相關說明。	附冊一	2-1
3. 地下水資源調查方法之述中，建議增加個調查方法適用時機、限制與優缺點等列表。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充調查試驗方法之優缺點、適用性及相關限制等說明。	附冊一	3-1

4. 有關伏流水定義部分，雖前業以經濟部函表示說明在案，惟仍請協助再予檢討供參。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。	附冊三	1-1
5. 鑒於中央地質調查所後續將辦理「臺灣北段山區地下水資源開發調查研究計畫」，建議本案所擬後續計畫執行工作項目以與該計畫互補不重複為原則，並建議分年相關工作應延續地調所研究成果進行可開發量調查規劃。	5. 本計畫臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究已依此原則進行撰擬；而相關經費需求、工作規劃及期程部分，依期末報告修正稿審查會議決議，不納入成果報告進行說明。	第六章	6-1
6. 建議增繪 P3-55 表 3-8 馬祖地下水質監測水井位置圖。	6. 本計畫臺灣離島地區地下水觀測站網檢討已補充相關監測井位置圖。	第七章	7-4
7. 附錄七參考手冊草案部分專有名詞，建議文述後增補英文名稱，例如 P2-17 非侷限含水層、侷限含水層、暫棲含水層…等。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關專有名詞及其英文名稱。	附冊一	附錄一
8. 附錄八整體計畫初稿 P1-1~2 未來環境問題預測，建議各區均以趨勢中成長論述用水供需情勢。相關文述空易遭誤解中部地區水資源開案係專為產業用水，建議考量重擬文述內容。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，已刪除相關水資源供需圖。	附冊二	-
9. 附錄八整體計畫初稿第貳章問題評析，建議增補各區域地下水資源面臨關鍵課題。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下水區重點問題及應增補調查項目。	附冊二	3-1
10. 附錄八整體計畫初稿第伍章執行策略及方法，後續建議增補短、中、長期個工作規畫之主要目的及概要項目。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
11. 附錄八整理計畫初稿建議增加分年、分項預期成果及效益一章，並與 P3-2 績效指標對應。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
12. 部分頁碼置於頁右置中處，建議至於頁底置中處。	12. 本計畫已修正相關頁碼編排。	-	-

13. 文述涉地下水質部分，建議亦可參考本署水文技術組歷年觀測站網地水質檢測檢果。	13. 本計畫地下水質說明已包含行政院環保署監測井及經濟部水利署觀測井之水質監測結果彙整。	-	-
九、經濟部水利署水利規劃試驗所水資源規劃課 林正工程司端正			
1. 有關期中報告(本文)第貳章「基本資料及文獻蒐集」文敘內容，建議於撰寫期末報告時再精簡(能以表格彙整最適宜)，請參酌。同時，評析該文獻資料由規劃至現況實際營運後之差異，俾供撰寫調查規劃作業參考手冊(草案)之卓參。	1. 本計畫已修改相關文敘說明。	-	-
2. 有關(附錄七)「臺灣地區地下水資源調查規劃作業參考手冊」(草案)之建議如下： (1)業於 103/10/31 召開第 1 次專家會議，撰寫目錄內容大致擬訂，惟該手冊呈現格式建請參閱本所各業務課曾編撰之相關手冊的格式辦理修正(非似撰寫報告方式)。 (2)一般規劃流程係分為調查(勘查)規劃→初步規劃→可行性規劃→基本設計→詳細設計等階段，請參考。 (3)第參章「調查試驗」建議修飾為「規劃與試驗」，請參考。相關該章之各節編撰，請參酌 P.3-11 圖 3-1 地下水資源規劃流程圖(建議參考例)，適切調整各階段規劃之工作項目及內容。 (4)第肆章「總體規劃」建議修飾為「地下水管理與工程規劃」，請參考。而該章之第六節「經濟評估與財務管理」建請修飾為「經濟評價與財務分析」，相關文敘內容則修飾為(一)成本與效益(二)經濟評價(三)財務分析，請卓參。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正；而本計畫「臺灣地區地下水資源調查參考手冊」為提供臺灣地區地下水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及地下水可用水量推估等工作參考之用，故未納入相關營運管理規劃。	附冊一	-

(5)建請增列「營運管理規劃」。			
3. 有關(附錄八)「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫」(初稿)之第五章文敘，建議將短期、中期及長期修飾為近程、中程及遠程，而P.5-6之表5-1〝工作項目〞修飾為〝推動措施〞；〝工作內容〞則修飾為〝規劃方案〞且擬辦方案建議於下次專家會議時依本期中審查會議結論作適當補正。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊二	-
十、經濟部水利署水利規劃試驗所水資源規劃課 陳副工程司全金			
1. 計畫目的為地下水資源及伏流水調查規劃作業手冊，作為未來規劃之參考，所蒐集報告、文獻很多，報告P2-55~P2-79，僅列出各調查方法及主要成果，建議針對各文獻下這兩項調查規劃方式作優劣檢討，以納為計畫製訂手冊參考。	1. 本計畫基本資料及文獻蒐集已納入相關案例進行說明。	第二章	2-1
2. 計畫目前為期中，工作量及所需撰寫報告內容很繁雜，還有時間上可以努力，對於計畫每個工作項目定義，不同分別及未來如何運用，要再詳細清楚完整釐清解釋。	2. 本計畫已藉由期中報告後第一及第二次工作會議進行計畫方向釐清。	第八章	8-1
3. 地下水有山區，平地及島嶼型態不同，建議本計畫能增加工作量將臺東綠島(地下水使用率高)，納入「地下水觀測網計畫」規劃對應地下水觀測站網。	3. 本計畫臺灣離島地區觀測站網規劃已將綠島納入規劃。	第七章	7-19
4. 建議作業手冊著重於執行方法及規劃調查項目呈現。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊一	-

十一、經濟部水利署水利規劃試驗所大地工程試驗課 林研究員峰瑋			
1. 期中報告本文 (1)報告編輯格式請依照本所規定 A. 報告書封面標題刪除‘委託專業服務’。 B. 附錄七、附錄八請修改為附冊一、附冊二，後續完成之伏流水資源調查規劃作業參考手冊、北段山區地下水資源開發調查研究計畫依序為附冊三、附冊四。 C. 報告書本文之附錄一為歷次會議審查意見回覆表，其內容應涵概本計畫全程歷次（含工作會議）之會議紀錄，並敘明意見回覆之對應章節。 (2)摘要應重點說明計畫執行之成果，其撰寫型式，請遵照本所報告書之編撰格式。 (3)第貳章基本資料及文獻蒐集第二節之內容與附錄八中之附錄二幾近相同，建議於報告書本文之基本資料及文獻蒐集應著重於說明所蒐集的文獻資料應用於相關成果的那些章節中。 (4)P3-21 表 3-4 第壹章‘計劃緣起’建議修改為‘緣起’、（二）‘氣侯變遷衝擊水資源供應’建議修改為‘氣侯變遷對水資源供應的衝擊’。 (5)P3-17 圖 3-17 圖例及圖面的呈現方式不妥，建議遵照一般地質圖幅之慣用形式。 (6)p 結-1 ‘結論’所陳述內容僅屬工作執行進度說明，不宜歸納為結論；有關結論的撰寫型式，請遵照本所報告書之編撰格式。	1. 本計畫已依委員意見進行修正。	-	-

(7)編輯問題： A. p2-19　B、濁水溪(B)小節請補列該河段地點名稱。 B. p2-31 圖 2-13、p2-38 圖 2-16、p2-49 圖 2-18 請改善呈現方式。 C. p2-36 式 2-1 後之文敘遺漏了相關參數。 D. P2-63 臺中盆地地下水資源利用調查評估計畫案，及 P2-76 花蓮溪流域地下水資源調查、知本溪金崙溪流域地下水資源調查評估計畫案，係本所分別委託中興工程顧問股份有限公司、逢甲大學及財團法人成大研究發展基金會辦理的，請校核更正。 E. p3-10 圖 3-1 圖中之文字‘調查計畫限制’請改為‘調查計畫資源’、‘蒐集所獲資料’請改為‘資料蒐集’、‘水文地質勘查所獲資料’請改為‘水文地質勘查’、‘規劃開發可行性調查’請改為‘規劃可行性調查’、‘地質鑽探’請改為‘地質探查’，另於規劃可行性調查、規劃細部調查及地下水開發（保育）可行方案的前端插入‘資料整合分析’。 F. p3-16 第 5、9 行及 p3-23 第 7 行‘貴所’請改為‘水利規劃試驗所’。 G. p3-11 第 9 行及 p3-20 第 8 行‘期中報告階段’請改為期中階段。 H. p3-20 圖 3-3 之流程圖請改以全程的流程呈現。 I. p3-32 圖 3-8 請比照圖 3-1 修改。			

2. 臺灣地區地下水資源調查規劃作業參考手冊(草案) (1)本手冊附錄之編輯順序請調整為：附錄一. 名詞定義，附錄二. 資料蒐集對象，附錄三. 歷次會議審查意見回覆表。 (2)第壹章第二節適用範圍文敘‘本參考手冊適用於臺灣地區特定地下水資源相關設施調查規劃，…’，建議修改為‘本參考手冊適用於臺灣地區地下水資源調查規劃，…’。 (3)p3-9 第參章第二節（五）2、開發可行性調查規劃階段的調查內容，是否應考慮納入水文地質參數探查、水位觀測、水質監測？ (4)p3-11 圖 3-1 圖中之文字編輯，請比照報告本文 p3-10 圖 3-1 方式修改。 (5)p3-12 第參章第三節標題‘現地調查’請改為‘調查方法’。 (6)名詞定義請再斟酌，以能讓非專業人士都能瞭解為原則。例如：33. 阻水層的解釋文義前後矛盾；有些解釋過於簡略，例如：41. 基流、42. 排水、48. 集水區；另請補列手冊中提到的專有名詞，例如：臨前消退曲線。 (7)編輯問題 A. p2-18 ‘圖 2-5’應為‘圖 2-6’。 B. p2-22 （三）‘圖 2-7’應為‘圖 2-8’。 C. p2-25（一）1、穩流 ‘圖 2-8’應為‘圖 2-9’。 D. p2-27（二）1、穩流 ‘圖 2-9’應為‘圖 2-10’。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

E. p3-1 第 9 行，‘附錄三’請改為‘附錄二’。 F. p3-49 倒數第 6 行因抽水‘之’，建議刪除‘之’。 G. p3-51 第 6 行 ‘地下水變動法’應為‘地下水位變動法’。 H. p3-53 式 3-9 參數誤植。 I. p4-10~p4-11 項次誤植。			
3. 臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫(初稿) (1)第壹章第二節以‘未來環境問題預測’為標題，其範圍涵蓋甚廣，但所討論的議題內容僅列三項，顯不妥切。建議以臺灣地區水資源環境所面對的問題為重點。 (2)第壹章第二節之（二）‘氣侯變遷衝擊水資源供應’建議修改為‘氣侯變遷對水資源供應的衝擊’，本小節之文敘過於簡略，建議應將衝擊的情境做具體說明。 (3)第壹章第二節之（三）臺灣地區地層下陷未能對地層下陷問題，文敘前後顯不妥切，建議做有系統和具體的說明，並請刪除‘內陸地區’。 (4)第貳章 章標題‘問題評析’顯無法與本計畫所擬探討的議題密切連結，建議綜合各地下水區的關鍵議題及臺灣地區水資源環境所面對的問題，做有系統性的闡釋。 (5)第參章計畫目標 第一節目標說明未能精準的將本計畫的目標作妥適的闡述，請再斟酌。第二節達成目標之限制應非所擬三項議題，請再斟酌。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

(6)第參章績效指標、衡量標準及目標值等均應有明確的定義，不宜僅以單一表列呈現。 (7)第肆章 建議以與達成本計畫目標密切相關的政策及方案為檢討重點。 (8)第伍章 執行策略及方法，請在前列各項建議所提各項議題均釐清之後再行研擬。 (9)第陸章 表 6-1 工作項目 5 之（1）新竹苗栗地區地面地下水聯合運用可行性評估經費編列在 104~105 年度，而在的表 5-1 地下水資源基礎資料強化則編列在 107~109 年度，建議再斟酌。 (10)附錄一、附錄二 編排順序請對調。			
4. 伏流水水資源調查規劃作業參考手冊 (1)有關伏流水宜明確定義，尤其若要從事水資源的開發，更應釐清伏流水和河川水的相互關係。 (2)所擬參考手冊目錄架構尚屬可行，惟應於總則的目的和適用範圍明確闡述。 (3)p3-32 圖 3-8 圖中之文字編輯，請比照報告本文 p3-10 圖 3-1 方式修改。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-
5. 附錄一~六請增列目錄並標示起迄頁碼。	5. 本計畫已將附錄成冊編排並加入目錄。	-	-
十二、綜合決議			
1. 本計畫之緣由、定位不明，有過度強調開發之嫌，請主辦業務課與雲科大儘速釐清修正。	1. 本計畫已於民國 104 年 2 月 16 日、3 月 16 日及 3 月 18 日進行工作會議進行計畫釐清。	-	-

2. 預期成果之附冊名稱與章節名稱未盡妥適，如「整體計畫」部分，名稱易誤為地下水資源開發計畫之調查，與臺灣地下水普遍超抽之情勢不符，請依實務需要務實調整修正。	2. 本計畫依期末報告審查會議決議，修正相關附冊名稱為「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」、「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」及「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」。	附冊一 附冊二 附冊三	-
3. 行政院之新聞稿不宜納入作為計畫執行的依據，仍應依照專業需求辦理；水利署‘伏流水’函文宜先避開，純就技術觀點探討是否須與地下水開發調查區隔，另請將李昭順前輩有關伏流水的調查試驗報告一併納入。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」；並已納入相關參考文獻進行說明。	附冊三	1-1 附錄四 參-1
4. 臺電公司在金門所施作的深井已移交縣府，是否可作為觀測井，請雲科大設法了解其鑽探成果，並納入規劃。	4. 本計畫已依影響分區法進行規劃金門地區利用現有之自來水廠三口地下水觀測井做為觀測井使用。	第七章	7-13
5. 離島地下水觀測網，請署水文組協助評估，綠島是否納入併檢討。	5. 本計畫臺灣離島地區觀測站網規劃已將綠島納入規劃。	第七章	7-19
6. 有關北段山區地下水資源開發調查研究，應與地調所執行中的山區地下水資源開發調查有所區隔，避免重複。	6. 本計畫臺灣北段山區地下水資源開發工作初步調查研究已依此原則進行撰擬。	第六章	6-26
7. 與會委員和各單位代表所提意見，請雲科大彙整作為後續工作的參據，並於期末報告回應。	7. 本計畫期末報告已納入各單位代表意見，並於附錄進行回覆。	附錄一 附錄三	附一-1 附三-1
8. 本計畫期中報告審查原則認可，惟目前報告未符水利署關於臺灣地下水未來政策需求，請本所業務單位盡速召開工作會議釐訂之。	8. 本計畫已於民國 104 年 2 月 16 日、3 月 16 日及 3 月 18 日進行工作會議進行計畫釐清。	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
期中報告後第一次工作會議

壹、會議日期：104 年 02 月 16 日(星期一)下午 04 時 00 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 A 棟 4 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 03 月 02 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409002550 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、綜合決議			
1. 本計畫定位經綜合討論釐清如下： (1)後續計畫：全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析；其目的是作為後續水資源管理及與地面水聯合運用基礎。 (2)先期作業計畫：建立前述評估分析方法與如何驗證、校核該水量之技術參考手冊，及研訂整體實施計畫。	1. 本計畫已依此原則進行撰擬。	-	-
2. 本先期作業計畫執行重點如下： (1)參考手冊部分：由於臺灣地下水區之地下水監測站網完備程度不同、水文地質條件各異、用水種類與型態不同，手冊應能針對不同類型地下水區建立其評估分析方法，就分析所需規範資料類別與內容(如地下水位監測資料、抽水量推估資料、地層下陷資料等)，訂定不同之辦理流程與分析評估之原則；可抽水量之分析，除考量地質條件下可能的天然補注量、地下水位變化趨勢外，其有地層下陷潛勢者，亦因將該因素納入規範。	2. 本計畫已依此原則進行撰擬。	-	-

(2)整體實施計畫部分：應清楚表達計畫目的在獲得各地下水區地下水使用量及可抽水量，其非屬應報院核定之計畫，毋須按行政院中長程個案計畫格式規定辦理，請適當安排各地下水區所需作業期程及所需經費，同一年度得數分區同步進行、各地下水區得跨年度辦理。			
3. 本所水源課正辦理水利普查，將聚焦於各標的地下水使用量推估調查，可與本計畫後續地下水數值模式分析所需之抽水量互相驗證與校核，其辦理方式及期程如何搭配，請大地課與水源課另密切協調。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」將搭配水利普查計畫進行相關計畫期程規劃。	附冊二	-
4. 本先期計畫預期產出成果之附冊「臺灣地區地下水資源調查規劃作業參考手冊」、「臺灣地區伏流水資源調查規劃作業參考手冊」、「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫書」，其中第一、三項地下水部分，依其名稱易誤以為如河川水資源開發之調查規劃，與目前臺灣地下水區重點在保育不在開發之情勢未符，請按決議一所稱未來工作目標在各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，酌調整名稱以符實際，至於第二項伏流水部分可照列。	4. 本計畫已依此委員意見進行修改。	附冊一 附冊二 附冊三	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)
第一次專家會議

壹、會議日期：103 年 03 月 06 日(星期五)上午 10 時 00 分

貳、會議地點：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心會議室

參、主持人：黃執行秘書紹揚　　記錄：林建利

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 03 月 12 日

伍、會議紀錄發文字號：雲科大水土字第 1041700317 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部中央地質調查所 江所長崇榮			
1. 伏流水宜先定義，伏流水資源調查評估及管理的對象及方法才能明確。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。	附冊三	1-1
2. 水道中，河水可入滲成地下水，然後又出滲成河水，反覆進行交流，此部分之地下水稱為伏流水。伏流水或地下水不易區分，常將水道範圍內河床下的水統稱為伏流水。若依其水源可分為： (1)地下水區上游集水區河道範圍內，無大面積地下水層分布，取用伏流水，等同於取用河床砂礫過濾之河水，開發伏流水直接影響河水量，於地面水權登記管理較合理。 (2)地下水區中，河道範圍內之伏流水，其分布若高於而且未達到區域性地下水位面，其水源屬於地面水，開發此伏流水可能影響河川水量，因高於區域性地下水位面，其伏流水水量可能很不穩定，於地面水權登記管理為宜。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	1-1

(3)伏流水分布若已達區域性地下水位面，與地下水連成一體，開發此伏流水，視其開發深度，可能同時涉及河水和地下水，可依個案之地面水和地下水源比率登記管理，建議以地下水權登記管理較為簡單，以避免水源比率判定上之負擔及爭議。			
3. 伏流水地層透水係數、地層飽和厚度、面積、水源種類及其可支撐之水量是調查分析重點，所涉及方法與地下水層水文水量調查分析、河川水文流量分析並無差異。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對相關調查試驗及調查試驗成果綜合評估進行說明。	附冊三	3-1 4-3
4. 伏流水的開發，應以地下水上游集水區河道範圍內之伏流水為主，並且以重力取水為原則。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已蒐集相關文獻，進行臺灣地區伏流水潛能區位進行說明。	附冊三	附錄四
二、張委員炎銘			
1. 伏流水調查開發，涉及將來水權申請，因水利法內並無伏流水一詞，是否在「伏流水定義」一節內增加經濟部在民國一百年對伏流水的定義及水權登記處理原則更好？	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。	附冊三	1-1
2. 手冊內名詞應統一。例如，「貯」水係數(p2-18)或「儲」水係數(p2-13)；還有「井篩」一詞，最近幾年都用「濾水管」；示「縱」劑應是示「蹤」劑；「幾」率(p4-3)應為「機」率等。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-
3. 第貳篇第三章述及地面地下水交互作用，是否增加場址尺度一節，以與前面章節對應。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對地面地下水交互作用之調查方法及交換流量推估方法進行相關說明。	附冊三	3-11 3-36
4. 調查方法用示蹤劑講了很多，但臺灣卻很少實例，反而未提及氫氧同位素及氚定年、碳定年等，是否補充？	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對地面地下水交互作用之調查方法提出相關常用示蹤劑試驗進行說明。	附冊三	3-36

三、廖委員培明			
1. 依第壹篇適用範圍，本參考手冊適用於臺灣地區特定伏流水資源相關調查作業為主，然報告(手冊)之內容卻未夠詳實。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	1-1
2. 第貳篇基礎理論主要是參考甚多相關國內外文獻作為本手冊最後針對伏流水之定義，因此宜作比較後再作定義。且將本手冊探討之伏流水與地下水如何分述清楚宜斟酌，必要時基礎理論更詳實放在手冊的附錄內。	2. 依第二次專家會議決議，本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已將基礎理論予以刪除。	附冊三	-
3. p3-4，調查目的以第 7 項為主，故此相關調查試驗以此為基礎，且調查試驗除了伏流水之調查試驗，相關之地下水調查試驗亦應一併納入才能較為完整。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	1-1
4. 第肆篇之數值模擬與預測幾乎均為地下水模擬分析為主，是否宜考慮僅伏流水情境下之模擬分析。	4. 由於伏流水取水位置係於含水層範圍且其影響對象包含地下水及地面水，利用地下水模式配合適宜之地面水模組或模式，即可同步模擬地面地下水交互作用行為，故本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以地下水模式為探討對象。	附冊三	5-1
5. 第伍篇報告撰寫之 p5-2 及 p5-3，宜修正為(四)調查試驗成果綜合評論，(五)模擬分析，(六)成果探討，(七)附錄。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊三	-
四、林委員永德			
1. 建議增列伏流水和淺層地下水之關係，目前之淺層地下水可能有些利用到伏流水。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」地面地下水交互作用調查內容之含水層水平衡分析中，進行淺層含水層之相關分析說明。	附冊三	3-11

2. 濁水溪歷經多次改道，舊河道之地質與相鄰土地亦有差異，p2-20 有所敘述，如其亦屬伏流水範圍，可於圖 2-11 加入。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對伏流水定義進行相關說明，並定義本計畫之伏流水區及伏流水為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水。」	附冊三	1-1
3. p2-13，第二段所述較高含水層反應時間時將產生瞬間基流與圖 2-8 內似不相同。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘。	附冊三	-
4. p3-4，二、調查規劃內，建議將調查區域範圍，範圍內之觀測井、河道地形變遷等資料納入。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已納入相關資料蒐集項目。	附冊三	2-1
5. p4-9 第 4 行，部分於可針對…改為部分可針對；第 20 行，其它水體補捉等量…改為其它水體補充等量。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘。	附冊三	-
五、國家發展委員會國土區域離島發展處 毛副處長振泰			
1. 本計畫強調乃對於伏流水開發及管理所編輯之參考手冊，但提供了四種模型，又提供了理論、數值、地下水、河川等模型，似僅屬資料整理，對於伏流水開發管理的具體落實較無助益，建議本案未來可作一結論或小結，擬具在臺灣目前社經情況下，較理想的「模型種類應用」，例如若要進行開發的話，初期應進行「理論+總集+空間」模型建置。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對相關數值模式建置進行說明，其內容包含評估流程、網格設定、邊界設定、初始水位設定、參數設定、模型率定驗證、模型之限制與不確定性及常用地下水模式等。	附冊三	5-1
2. 本案的總則篇，撰寫思維似乎太保守也太拘限，建議應補充伏流水以往研究歷史作一簡要說明，並使讀者瞭解，於目前社經環境下伏流水開發與管理是新一代水利工程司所必須承擔的使命與任務。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關伏流水定義、調查目的及原則於第一章前言中。	附冊三	1-1

3. 第伍篇報告撰寫部分，對於(三)研究區域概述，建議應分為供給與需求(使用)2 大部分為區隔，因此使用面就不只4.灌溉，另 8.伏流水區特性建議改成「地下水區特性」，再把伏流水置於其中。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊三	-
六、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 第參篇第二章(一)調查目的，所列 7 項內容應屬調查目的之調查項目，調查目的應為較上位階的標的，譬如：河川生態保育或復育、水污染防治、水資源環境調查、…。爰本章所列(二)調查規劃原則及(三)調查作業流程應配合再擬。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊三	-
2. 第參篇第四章河段尺度調查(二)~(五)節均屬地表水與地下水交換行為和作用的調查方法，故建議本章第二、四、五節綜合歸納為第二節『地表水與地下水交換行為和作用調查』，在本節中將調查方法再依其屬性劃分為： (1)環境示蹤劑(離子分析、穩定同位素、放射性同位素、工業化學物質、…) (2)水平衡分析(流量量測、基流分析、…) (3)水質分析 (4)水溫量測 (5)現場參數(導電度、pH、溶氧、…) 另地球物理探測仍列為第三節，惟所謂地球物理探測其方法甚多，本節應就伏流水區之調查需求，建議可採用那些方法、各項方法的適用時機、探測成果的解析等。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊三	-
3. 第參篇第五章場址尺度調查，請依據第(五)點建議之原則先定義重點調查項目，再依序說明各調查項目的調查方法。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-

4. 第參篇第七章資料分析，所列三項分析方法僅是地表水與地下水交換的部分，並非整個伏流水環境調查成果資料的全部，爰請就各尺度之調查方法所得參數，分別撰擬其資料分析。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關地面地下水交互作用調查試驗。	附冊三	3-11
5. 第參篇編撰架構型式建議做下列調整： (1)明確定義調查目的，及各目的的重點調查標的。 (2)明確定義各尺度(流域、河段、場址)的重點調查項目。 (3)各重點調查項目的調查方法。 (4)各項調查方法的學理簡介、適用場合(或時機)及其限度、佈置原則、操作流程、量測參數的判讀應用。 (5)在各尺度調查成果資料分析之後，應分別做綜合評估並建構水文地質概念模型。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊三	-
6. 第肆篇數值模擬與預測，應無需介紹太多的模式，建議依據各尺度所建構的水文地質概念模型進行模擬即可。	6. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-
7. 文字編輯問題： (1)p1-1 適用範圍的文敘建議刪除「特定」。 (2)第貳篇文敘「間竭河」應為「間歇河」。 (3)第參篇文敘： A. p3-1 第 6 行「地貌學」建議改為「地形學」。 B. p3-1 第 9 行地下水交互作用「之」建議刪除。 C. p3-1 第 11 行「特性區位之」建議刪除。 D. p3-1 最後行「甚為」建議刪除。 E. p3-2 第 14 行「既存」建議改為「既有」。	7. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-

七、經濟部水利署水利規劃試驗所 吳副研究員文賢			
1. 手冊目的及適用範圍需與水規所再行討論，應以第一線調查人員之觀點為出發點進行撰擬。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」將密切與水規所承辦課進行參考手冊撰擬之討論。	附冊三	-
2. 調查尺度應偏向中尺度、河段尺度及場址尺度，而地質調查範圍(除河道中)需擴充至哪些地方應予以建議。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-
3. 模型列表之用語應使用國內常使用之名稱，且伏流水模擬用不到統計模型(無觀測井資料)，不適合參考使用。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-
4. 補充選擇場址之方案如何進行決策，如伏流水取水工程。	4. 伏流水開發工法需視調查成果進行評析及選定，本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅提供相關伏流水取水工法簡介。	附冊三	附錄三
八、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元			
1. p2-11 提到以流域尺度、河段尺度及場址尺度描述地面地下水交互作用，但似乎未看到場址尺度的說明。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-
2. p2-11，流域尺度之水平衡中，SWO 定義為地面水流出量，而 p2-12 中，又說明其為河川流量，宜統一。另外，P 為降雨，Pd 為直接降雨，是否有重複。而由於本手冊針對伏流水進行規範，故(式 2-2)中是否能明確指出哪幾個項為伏流水(也許是 IF 及 GWD)。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-
3. (三) p2-16，河段尺度是否也能用一平衡關係界定伏流水，例如(式 3-5)。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關地面地下水交互作用試驗。	附冊三	3-11
4. 圖 2-8，等效滲透函數為何？	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-

九、國立交通大學土木工程研究所 陳博士宇文			
1. 本參考手冊的目標讀者為有志於調查或開發伏流水資源的人員，供其參考之用，因此應提供所需的 SOP、想法與工具，撰寫上建議應更為明確。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」為提供臺灣地區伏流水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及可用水量率定等工作參考之用，故未納入相關開發注意事項章節。	附冊三	-
2. 建議在手冊之初，說明調查與開發伏流水的流程大綱(調查(包含水文地質、流場與走勢等)→模擬分析→伏流水量的時空分佈→決定開採與否與細部設計(包含是否穩定？可開發量？如何開發？深度？))，方便讀者與後續規劃人員可依據本手冊，掌握整體調查與開發的架構。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊三	-
3. 建議調整文章結構。「參、七、資料分析」屬於水文模式(Hydrologic Model)，「肆、五、常見模式」則為水力模式(Hydraulic Model)，另外「肆、一至四」其實用來描述水文模型亦可，例如總集模型(Lumped Model)等。故建議第肆篇可改名為「模擬與預測」，「參、七」可置放於第肆篇之下。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊三	-

4. MODFLOW 本體為擬三維飽和水流模式，純以 MODFLOW 本身無法模擬伏流水，需搭配 SFR2 方可模擬，其全名為 Streamflow Routing Package ver. 2，其以 Kinematic Wave Eq.進行河道水理演算，河床與飽和層間的交換，則以 Vertical 1D Richard's Eq.來進行未飽和層的模擬，搭配 SFR2 方可掌握伏流水的出滲或入滲等垂向流動機制。建議著重於 SRF2 的描述，有利相關人員評估伏流水之用(因為使用 1D Richard's Eq.，所以像二峰圳這種河床乾涸，伏流水水源是源自上游的某個常流點的問題，MODFLOW+SFR2 則無法模擬)。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已納入相關文獻進行說明。	附冊三	5-13
5. 伏流水的流動方向，可分為垂向的出入滲，以及往下游之水平流動兩者，如欲完整模擬兩者，則需使用 FEMWATER 或 WASH 1-2-3 整合飽和與未飽和之純三維模式，建議一併納入手冊中，並詳列相關理論、假設與適用範圍。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	5-1
十、經濟部中央地質調查所 費組長立沅(書面意見)			
1. p2-2 有關伏流水之定義，宜從水文地質及水資源兩種面向加以考量，且建議應說明：1.其位於河床；2.未包含基盤；3.空間單元(至河岸的範圍或是至法定的河岸界線、約略的深度)；4.材料可能包括岩屑層(Regolith)及沖積層；5.顆粒組構(粒徑分布與顆粒間膠結關係等)；6.飽和或不飽和之情況；7.水力參數之參考數值；8.含水層與阻水層之特性等。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對伏流水定義進行相關說明，並定義本計畫之伏流水區及伏流水為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水。」	附冊三	1-1
2. p2-4 述及伏流水之流動性質，除上湧及平流，應加入下滲(p.2-7 有談到)之機制。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-

3. 參考手冊宜概要說明伏流水之最適合取水時間、水資源之用途屬於常態取水或備援使用，且宜說明如何評估其水資源蘊藏量。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對可取用水量估計進行相關說明。	附冊三	5-16
4. 資料蒐集可從 1.水資源需求；2.伏流水取水設施規劃所需兩種面向，討論各自所必需的資料，如何蒐集如何應用？	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對資料蒐集原則、項目、步驟及分析進行相關說明。	附冊三	2-1
5. 表 3-1 建議可增加一欄位「調查方法」，較能清楚對應「項目」與「資料用途」。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關圖表表示。	附冊三	-
6. 調查工作的規劃宜包括：1.短期調查項目；2.長期觀測項目，較能獲得完整的數據或資料。	6. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已針對調查試驗內容進行相關說明。	附冊三	3-1
7. 報告撰寫部分，「8、伏流水區特性」宜包含水文地質架構及含水層性質，且應有水質之數據。另外，宜有「綜合評估」的容，對於水量、水質、蘊藏潛能等，做一較完整的分析與討論。	7. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊三	-
十一、中興工程顧問股份有限公司 楊博士銘賢 (書面意見)			
1. 有關流域尺度、河段尺度，或場址尺度之伏流水潛能量與可再開發量之評估方式，於手冊中無明確論述，建議補充相關說明。特別是流域尺度之評估方式，如何不影響既有用水人權益及保證河道最小流量，以利未來就此觀點進行後續全臺伏流水與地下水資源評估，釐清可再開發水資源潛能量。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-
2. 場址尺度調查中提及部分量測設備需自行手工製作，如滲流儀(Seepage Meter)與微型壓力管(Mini Piezometer)，建議有更完整之論述，以提高本手冊之參考價值。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	-

3. 地下水質檢測項目提及：「地下水污染管制標準」、「灌溉用水水質標準」，與「飲用水水源水質標準」等，是否可再納入取用伏流水時考量之水質項目之說明，如鐵離子、pH值、氧化還原電位等之影響。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	3-42
4. 伏流水模擬要點中提及河床底泥之 K 值，可否提供國內(或國外)常見之數值範圍供參考，以提高本手冊之參考價值。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正補充相關文敘。	附冊三	5-7
十二、結論			
1. 各與會單位代表意見，將納入本計畫未來推動及參考手冊撰擬之參考。	-	-	-
2. 有關「臺灣地區伏流水資源調查規劃作業參考手冊」之撰擬將依本次會議意見進行修正，並與水利規劃試驗所保持密切聯繫，進行討論調整修正。	-	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」期中報告後第二次工作會議

壹、會議日期：104 年 03 月 18 日(星期三)下午 03 時 30 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 03 月 24 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409003530 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、綜合決議			
1. 為利於未來整體水資源經營管理，本計畫所研擬之後續整體調查計畫，應能釐清全臺各地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析，且能與本所水源課正辦理的水利普查計畫之調查成果互相驗證、校核，並以濁水溪沖積扇為優先規劃分區，各年度執行之區域請兩計畫務必互相搭配，以利於民國 108 年底前完成全臺各區地下水抽水量及可用水量之評估；而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待 108 年完成各區調查及評估後再另行辦理。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊二	-
2. 所擬地下水調查參考手冊目錄部分章節尚未臻妥善，請速與本所業務單位研議。	2. 本計畫將與水利規劃試驗所業務單位密切聯繫，進行相關章節修正。	-	-
3. 本計畫預期產出成果附冊原名稱「臺灣地區地下水資源調查規劃作業參考手冊」、「臺灣地區伏流水資源調查規劃作業參考手冊」、「臺灣地區地下水資源規劃調查整體計畫書」，依序酌調為「臺灣地區地下水資源調查參考手冊」、「臺灣地區伏流水資源調查參考手冊」、「臺灣地區地下水資源調查整體計畫」。	3. 本計畫已依委員意見進行修正。	附冊一 附冊二 附冊三	-

4. 整體調查計畫書原則以臺灣地區地下水資源調查為範疇，伏流水、北段山區地下水資源調查計畫及離島地區地下水觀測站網等工作項目則於成果報告中以專章闡述，不須納入整體計畫書中。	4. 本計畫已依此原則進行撰擬。	-	-
5. 本計畫於後續召開前開預期產出成果附冊之專家會議時，請增邀北、中、南區水資源局與會。	5. 本計畫專家會議已增邀北、中、南區水資源局與會。	-	-
6. 「臺灣地區伏流水資源調查參考手冊」內容請納入 104 年 3 月 18 日水利署召開「研商本署檢討中重要水資源計畫後續推動方向會議」，有關伏流水調查之相關決議，其內容請速與本所主辦單位研議。	6. 本計畫將與水利規劃試驗所業務單位密切聯繫，納入相關會議決議進行研議。	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)
第二次專家會議

壹、會議日期：104 年 04 月 08 日(星期三)下午 02 時 30 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 04 月 14 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409004270 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部中央地質調查所 江所長崇榮			
1. 第一篇 總則 一、目的 二、適用範圍，建議改寫並整合成「前言」「…本手冊目的在提供地下水調查方法，以利於查明調查區域之地下水層水平分布範圍及邊界，地下水層和阻水層分層結構、地下水層水位及水力參數、地下水水質、地下水流場包括補注區、流通區及流出區之釐定、地下水收支量、抽水洩降與地層下陷和海水入侵的關係，作為區域地下水資源評估、規劃、開發及保育之基礎。…」。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
2. P2-8 表 2-2，地層下陷情況及「機制」、海水入侵情況及「機制」。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
3. P3-11 (1)電阻率法包含垂直電探法(VES)、水平電探法(Horizontal Electrical Profiling, HEP)，和地電阻影像剖面法(Resistivity Image Profiling, RIP)。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充修正相關文敘。	附冊一	3-10
4. P3-40 五、水質調查詳列污染指標，建議增加基本必備水質項目。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充修正相關文敘。	附冊一	3-90

5. P5-12 二、可取用水量估計原則、參考案例似不適於臺灣的地下水區，因為地下水區之河段大致屬於滲失河(Losing Stream)為主，不是盈水河(Gaining Stream)。可用水量可以抽水量不致引起不可容許之地層下陷量和海水入侵程度為主要條件，據此探討該水量所造成之水位為安全水位，再利用安全水位去管制抽水。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」可取用水量之參考案例已修正相關文敘說明。	附冊一	6-10
6. 山區河道為伏流水，平原地下水區為地下水應分別撰寫伏流水水資源調查和區域地下水資源調查參考手冊，亦即對象先定義清楚，限縮範圍，較為明確可行。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議決議，以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標。	附冊一	-
二、張委員炎銘			
1. p2-4~2-16，資料蒐集原則分沖積扇平原、河道沿岸、山區、島嶼等，但表格內容大多一樣，是否整併表2-2~2-5，只要在表的右邊增加四個欄位，註明不同地下水環境需要蒐集那些資料，如此不但較簡潔，而且可互相對照、比較。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已彙整沖積平原、山區及島嶼於資料蒐集項目內容綜整表。	附冊一	2-5
2. 有關資料蒐集，地下水水質中，資料項目只有「水質監測站位置」並不夠，應增加其深度，因目前環保署與水利署地下水水質資料取自不同深度。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正資料蒐集相關文敘。	附冊一	2-1
3. p3-2，表 3-1，遙感探測及衛星影像分析，應用層面請依照 p3-4~3-5 修改，其空間尺度，應可以「小至大」；水質監測時間尺度應可以「短至長」。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關調查方法之空間尺度文敘。	附冊一	3-1

4. p3-10~3-14，地球物理調查，第二段是說有「表面法和孔內法」,但 p3-14 的表卻用「表面法、井測法」，請一致。又第三段述及水文地質調查有震測法、電測法、磁力法、電磁法等等，把電磁法分離，但在 p3-11，電磁法是電測法中的一種，電測法到底該分二種還是三種，在 p3-11 第一段也不一致，請修正。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關地球物理調查方法及地球物理井測文敘。	附冊一	3-10 3-17
5. p3-11，提及電阻率法時，可用於含水層和阻水層劃定，但在附錄一卻用「滯水層」，是否修改附錄內名詞？(因一般文獻多用阻水層)	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘，並統一相關名詞。	附冊一	3-10 附錄一
6. p3-24，利用地下水位變動法推估地下水補注量，建議加一段，因台灣地下水位變動受降雨影響甚為敏感，有些固是地下水補注，亦有些是由於停止抽水，提醒注意不要高估補注量。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充地下水位變動法相關文敘。	附冊一	3-76
7. 錯漏字，請修正 (1)p2-5 第四欄「目的」倒數 10 行，多一個「研」。 (2)p3-24，9 行，廣「泛」。 (3)p5-8，倒數 3 行，反應「真」實含水層。 (4)p5-9，「捨入誤差」或「捨去誤差」，請統一。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
三、廖委員培明			
1. 本計畫擬完成「臺灣地區地下水資源調查參考手冊」及「臺灣地區伏流水資源調查參考手冊」提供「臺灣地區地下水資源整體計畫」擬辦理相關工作之參考依據作前提編撰。	1. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「整體調查計畫書原則以臺灣地區地下水資源調查為範疇...。」故本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」主要依據為「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」。	附冊一 附冊二	-

2. 第一篇總則建議增加一節調查作業流程。參考 P2-21 及 P2-22 之圖 2-1 地下水調查作業整體流程圖，惟需酌修為本計畫之調查係為完成水文地質概念模型建置及地下水補注量評估之參考依據。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充調查作業流程說明。	附冊一	1-7
3. 第二篇調查規劃宜修正為基本資料蒐集與調查(因報告書名稱已修正)。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	2-1
4. 第二篇宜依蒐集與調查之原則、項目及步驟分別敘述。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	2-1
5. P2-4~P2-16，有關不同地下水環境資料蒐集項目雷同，可列總表作描述(沖積平原、河道沿岸、山區及島嶼)，尤其 P2-8，河道沿岸地區是否為伏流水宜釐清，會造成另一本伏流水調查參考手冊之混淆不清。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已彙整沖積平原、山區及島嶼於資料蒐集項目內容綜整表。	附冊一	2-5
6. P3-1 之表 3-1，建議以地下水水文地質調查試驗方法之簡介為主，且作適當之分類為宜。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」水文地質調查試驗方法已修改相關文敘說明，並進行分類。	附冊一	3-1
7. P3-3，水文地質調查試驗為本參考手冊之重點內容，宜更詳實些，俾利使用者布設原則及比較參考用。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」水文地質調查試驗方法已修改相關文敘說明。	附冊一	3-1
8. P3-22，補注量調查試驗方法。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-73
9. P3-29，基流分離係水利工程人員較常用作為概估之依據，是否較詳實描述且以一案例置於附錄內。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」基流分離法已納入參考文獻進行說明。	附冊一	3-81
10. P3-33，抽水量調查宜更詳細整理分成農業、工業、公共給水或其它等放在第二篇內，惟本章節重點描述抽水量調查試驗方法。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」抽水量調查試驗方法已修正相關文敘說明。	附冊一	3-87
11. P3-40，宜修正為水質調查檢測。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-90

12. 第四篇水文地質概念模型建構係本參考手冊相關調查試驗之綜合分析，其步驟流程宜更清楚交代，最後如何完成水文地質圖之繪製宜一併敘明清楚。	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	4-17
13. 第五篇數值模式建置，是否要統一用 MODFLOW，宜清楚詳述。	13. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」建議地下水模型模擬原則採以美國地質調查所開發之 MODFLOW 為之，惟如有特定模擬需求，如未飽和層水流行為等 MODFLOW 無法順利模擬者，則可考量採用其它模式進行模擬。	附冊一	5-1
14. 數值模式內相關起始條件、邊界條件及參數給定、模式率定驗證等亦宜更詳實。	14. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	5-1
15. 可取用水量估算僅羅列一些國外之參考文獻，至於臺灣地區該如何估算，報告內均未敘明。	15. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關國外案例說明，並補充相關估算方法。	附冊一	6-10
16. 有關第六篇之報告撰寫宜以調查內容為主，惟需參考不同階段之方式作編撰。	16. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
17. 名詞定義僅以和本手冊有相關之名詞作敘述即可。	17. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
四、經濟部水利署南區水資源局水文課 呂工程員元鈞			
1. 第二篇調查規劃的資料蒐集項目中，各區域的蒐集項目皆未包括地面水水質，雖本計畫主要以地下水為主，唯考量地面、地下水聯合運用及交換作用，是否亦需納入。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入地面水水質相關說明。	附冊一	2-1
2. 部分專有名詞有括號原文，但部分沒有建議原則需一致(例 P5-5，流通係數、儲水係數等)建議至少在該名詞第一次出現時就要有。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

3. 關於「可取用水量估計」一節，本手冊建議以永續出水量的概念，那是否其標題應隨之修正。另是否可納入超抽或嚴重超抽之負面影響：例在枯旱期，自然補注量已減少，地下水抽取量勢必增加，對於沒有節制的抽水行為，是否可能導致含水層的不可逆影響。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
4. 水文地質調查的現地勘查部分，建議可納入區域產業型態。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-4
5. P3-21 第 4 行「水位觀測誤差…達到」？達到什麼？文句未完整。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊一	-
五、經濟部水利署水利規劃試驗所 林課長進榮			
1. 本手冊第二~五篇所函蓋各項調查、試驗、分析、評估等項目，各項目要做到哪些程度，應加強說明，或以綱要式標準表示，此為本手冊之重點，未來使用本手冊者才較有依循方向，如無法明確說明，亦可以案例說明方式介紹。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並增列相關案例說明。	附冊一	-
2. 第六篇「報告撰寫」,「報告內容」之各項標題為「研究」,建議改為「調查」較符合。另第 5 行:「報告之主要內容須包括…」,建議修正為「報告之主要內容〝至少〞須包括…」。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
3. 第五篇(二) 可取用水量推估原則，對於環境因素只考慮保留生態基流量之因素，對於台灣部份地區之考慮因素，是否應再加「地層下陷」之因子？請參考。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修改相關文敘說明。	附冊一	6-7
4. 附錄五，P2、P3、P25 有多處將期「中」報告誤植為期「末」報告，請修正。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

六、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 第二篇第一章 資料蒐集 建議增列第8小節,名稱為‘地質敏感區’，並將原第7小節中地層下陷、海水入侵歸納在第8小節。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
2. 第三篇第四章 水文地質參數調查 僅就學理做簡介，建議增列相關水文地質參數計算的實作案例。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並增列相關案例說明。	附冊一	3-47
3. 第四篇 請做下列調整： (1) 第二章 圖表繪製 章名改為‘水文地質圖資繪製’ (2) 第四章 水文地質概念模型改列為第五章 (3) 增列‘第四章 區域地下水形成機制、賦存狀態及運移規律’，和‘第六章 區域水資源潛能量綜合評估’。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
4. 第六篇 請做下列調整： (1) 原第四章請改為‘調查試驗成果’，並於最後一節綜合探討調查區域的水文地質參數。 (2) 第五章為‘調查成果綜合評估’，本章應與第四篇相呼應，依序的節次名稱為：『區域地下水形成機制、賦存狀態及運移規律』、『水文地質概念模型』、『區域水資源潛能量綜合評估』及『永續水量評估』。 (3) 第三章 第7節之（7）重要之水文地質區域概述，建議改為‘區域水文地質概述’；第（8）不穩定地層及第（9）可能之下陷區，建議合併為第（8）地質敏感區。 (4) 第三章 第8節之（7）含水層管理方案之適用性，本小節所要探討的內容為何，其定位為何，請審慎釐清。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

(5) 附錄一 名詞定義 應儘量將本手冊引用到的常用詞彙納入，名詞定義內容應能掌握該詞彙的義意，避免用一名詞去解釋另一名詞，必要時增列圖幅說明。			
5. p3-39 倒數第 2 行 ‘，本公式適用於拘限含水層中之大口徑水井。’請補充說明‘大口徑水井’的尺寸範圍，或換個方式說明。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	-
6. p3-38 式 3-17 B、C 及 p3-39 式 3-19 α、β參數的定義，請補充說明。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關參數定義。	附冊一	-
7. p4-4~p4-5 有關地下水位等深度圖文敘‘…，故真實地下水情況可能偏離圖形所表達之意涵’，由於本計畫所編撰的是參考手冊，對於應用層面的問題應是明確肯定的，因此請補充說明應如何研判應用。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	-
8. 編輯問題： (1) 文敘中非屬數據之數字，請統一以國字呈現，例如：p2-1、p2-2‘10 年’、‘1 年’請改為‘十年’、‘一年’；p3-37‘2 類’、‘3 種’請改為‘二類’、‘三種’，餘類推。 (2) p3-28 最後第 2、3 行疑文字遺漏致整段文敘不完整，請校核更正。 (3) p3-31 第 8 行‘…尚遭另一…’、倒數第 5 行‘…補注動態行為主，…’ 文敘不完整，請校核更正。 (4) p3-32 圖 3-7 面積單位，請校核更正。 (5) p3-34 第 16 行‘…氣侯變特性，…’ ，請校核更正。 (6) p3-37 第 17 行‘…水位計記讀是…’ ，請校核更正。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

(7) p4-1 第 8 行‘，以下僅就…’ 建議刪除僅字。 (8) p4-11 式 4-5 中的參數 Qsw,in、Qsw,out 於後面文敘中漏植‘地面水’。 (9) p4-14 第 3 行 ‘…，則利用未…則…’ ，建議刪除第一個則字，第二個則字請以即字取代。同理，第 6 行的則字亦建議刪除。 (10) p4-14 第 8 行‘…，求…補注量（），…’，請校核更正。 (11) p5-1 第 10 行 ‘…數值型‥’，請校核更正。 (12) p5-2 第 2、3 行‘…，於…’，其中於為贅字，請刪除。 (13) p5-7 最後 1 行‘…，就可資料…’，語意不明，請校核更正。 (14) p5-8 最後第 2 行‘用不宜所…’，建議改為‘用不當所…’ 。 (15) p5-9 第二段文敘‘…，相較為其他誤差，…’，語意不明，請校核更正。 (16) p5-9 倒數第 5 行‘…，為最為常見…’，建議改為‘…，為最常見…’。 (17) p5-10 第 15 行‘網絡間距…’ 建議改為‘網格間距…’。 (18) p 附五-46 請校核會議日期和會議紀錄發文日期。			

七、經濟部水利署水利規劃試驗所 陳副工程司全金			
1. 手冊內容學理及理論敘述很詳細，但以使用者立場，作業方法及調查步驟流程及方法選定原則及條件，應該要再詳細。如抽水量調查、方法的選定、數值模式之各項設定及觀測網監測井數量與各九大分區特性的要求等，都應清楚說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明，並增列相關案例說明。	附冊一	3-87
八、國立臺灣大學生物環境系統工程學系 譚教授義績			
1. 目前地下水觀測站網已經建置完成，經過十七年期程建置，但是目前每年偶爾有些維持保養之計畫，而非經常性經費，對站網永續經營並非長久之計，建議水利署重視其加值分析功能。	1. 感謝委員提供寶貴經驗。	-	-
2. 現有站網分層觀測，發現各層並不會干擾，而且和河川補注除最上層外，其它各層不一定有直接關係，我在歐盟各國和地下水專家討論時，他們十分有興趣，因為全世界沒有如此完整可供分析站網建置，建議水利署加強推銷我國站網建置經驗及和其它國家交流，去年保育事業組帶來一些國外專家，也去宜蘭礁溪溫泉，在宜蘭水利處長陳春錦介紹及王藝峰組長引薦之下，國外專家對站網十分有興趣，而且丹麥也派員來台大進行了解，未來應該加強地下水國際交流，目前地質調查所，每年都有和國際水文地質界進行技術交流，成功大學李振誥教授及吳銘誌教授居中發揮推廣交流的功能。	2. 感謝委員提供寶貴經驗。	-	-

3. 當年負責站網田巧玲副署長及張炎銘簡任工程司兼副組長都已經退休了，水文技術組也要合併，未來地下水資源調查分析會逐漸限縮在資料蒐集，未來水規所希望加強水資源調配研究分析，尤其不要每次旱災想到地下水或者伏流水，希望所長考量水資源多元化考量，以往水利署加強河川、水庫地表水部分，之外也要加強地下水永續利用，像加州因乾旱多年而特別重視。	3. 感謝委員提供寶貴經驗。	-	-
4. 依造水利署作業流程要先完成地下水資源調查參考手冊，未來才能進行下一步功能性研究分析之準則，因此目前討論抽水量調查方式，應細分出來日水位下降模式要分析出那些是工業用水、民生用水或者農業用水。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依期中報告後第一次工作會議決議，係以各地下水區之地下水年總用水量與年可取用量之評估分析為目標進行撰擬。	附冊一	-
5. 地下水模式有很多種，功能性不同，廖副建議一種也許比較容易，建議以 MODFLOW 為主，這也是 USGS 公認,其它模式作為補充。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」建議地下水模型模擬原則採以美國地質調查所開發之 MODFLOW 為之，惟如有特定模擬需求，如未飽和層水流行為等 MODFLOW 無法順利模擬者，則可考量採用其它模式進行模擬。	附冊一	5-1
6. 農民如果不種水稻，嘗試改種雜糧，二十年前做過一次，由於老百姓不熟悉耕作時程而取消。	6. 感謝委員提供寶貴經驗。	-	-
九、國立成功大學資源工程學系 李教授振誥			
1. 第三篇第二節補注量調查方法，請注意是評估方法或量測方法，亦即直接計算或間接計算所得方法，如：測滲計為一種量測方法。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	3-73

2. 第四篇概念模型建構，請於前言中，本建構以孔隙介質概念(EPM)來考量，而不考量裂隙介質與岩熔介質概念來考量。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	4-16
3. P3-38 頁，B 與 C 之定義，P3-39 中α與β定義。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關參數定義。	附冊一	附錄三
4. 附一-6 頁，含水層、阻水層、非拘限含水層、拘限含水層，請放一起編輯以利閱讀。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正相關名詞定義。	附冊一	附錄一
5. 配合圖 2-1 中，地層下陷及海水入侵項目，請於第三篇與第四篇中融入調查試驗項目及概念模型建構內。第四篇 4-7 頁(十一)項後，加入(十二)地層下陷量、(十三)海水入侵距離圖。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	6-1
6. 附二-21 頁，雷諾數小於“1”，改為小於“10”。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	附錄二
十、經濟部水利署水利規劃試驗所 江所長明郎			
1. P2-22 頁圖 2-1 地下水調查作業整體流程，顯示架構共有四個主要部分，分別為資料蒐集與分析、調查試驗、資料統整分析及地下水水文量評估等；該流程圖不適合放在第二篇中，應於第一篇進行整體流程之說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	1-7
2. 本手冊定位於平原之九大地下水區，將山區部分切割不在本手冊內討論。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊一	-
3. 九大地下水區特性不同，應強化說明清楚如何適用於九大地下水區不同之特性。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	1-1
4. 水文水量分析為政策管理上需聚焦的地方，必須能分析出九大地下水區各區地下水使用量是多少及可用水量是多少，本手冊需聚焦收斂到尋找上述兩個量之成果展現，並作為後續水資源管理參考依據。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊一	-

5. 地下水使用量及可用水量不僅考量空間之分布，應考慮與時間因素之關係。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	6-1
6. 地下水使用量及可用水量驗證部分，附錄三-3 各項用水統計資料庫之資料並不可靠，請將該部分拿掉，請將本所水源課水利普查計畫納入考量，本計畫所建構的水文地質模式未來應能採用普查成果加以驗證。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
7. 請適當表達可用水量之生態保留基流量是否需要考量納入，各地下水區情況不同，不一定皆需一體適用。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	6-7
8. 地下水觀測站網有無是否與地下水區特性有直接關係，分析作業上應配合各地下水區特性及站網密度不同，而作法有不同，應做適當之區隔。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	1-1
9. 地調所去年陸續公告之地下水補注地質敏感區，對本手冊內容應有所影響，請明確說明，將來水資源管理利用對該地區與他區有所不同。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已納入相關文獻進行撰擬。	附冊一	參-1
10. 目前雖無法釐清抽水量與地層下陷量之直接關係，而地下水可使用量除天然補注量外，明顯受制於對環境之衝擊程度(地陷或海水入侵)，應適當表達避免環境衝擊而進行抽水量之限制。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	6-7
11. 手冊之「篇」建議改為「章」；附錄之名詞解釋部分，請僅列本手冊使用到者。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
12.「基本資料蒐集與分析」應為第二章，其內容請：(1)優先強調文獻資料之整理與回顧，避免後續工作重複；(2)「土地利用與區域水資源供需現況」內容太貧乏，且用途過度強調「開發」，甚為不妥，請務實檢討補正。	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

十一、中央地質調查所環境與工程地質組 費組長立沅 (書面意見)			
1. 本案「臺灣地區地下水資源調查」，請釐清標的是指以孔隙介質為主(沖積層)的含水層？或是甚至包含到裂隙介質的(山區)岩盤含水層？看起來似乎較偏前者，故建議僅於山區(例如 p.2-11)增加部分涉及裂隙不連續面的說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	1-1
2. p.1-1 之「水文量」用詞較不同俗，是否有更合適之詞？述及「地質與水文地質特性」，建議改為「地下水蘊儲與水文地質特性」。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	1-1
3. p.2-1 區域地質，述及「…蒐集的地球物理…等資訊」，建議改為「…蒐集的地質調查、地球物理探測、鑽探及室內或現地試驗等資訊」，較完整。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	2-1
4. p.2-2 第 3 節地形與地貌，航照圖建議改為「遙測影像」，內容可廣泛包括衛星影像、航空照片、Google Earth 影像、UAV 影像等。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-5
5. p.2-3 第 7 節土地利用及區域水資源供需現況，可以考慮增加易淹水資料及土壤液化災害歷史，前者表現出區域性地形低窪或是地層下陷嚴重地區；後者表現的是地下水位較淺、土壤顆粒偏砂質。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	2-1
6. p.2-5 表 2-2 資料類別之「區域地質」，建議增加『地質井』或『水文地質井』資料蒐集，其與『既有觀測井分布』(p.2-7)呈現的資訊不相同；p.2-7 表 2-2 資料項目之「補注及流出位置」，建議蒐集公告之地下水補注地質敏感區資料，未來若涉及開發，則可提醒依法需進行的後續作為。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-

7. 島嶼部分之水文地質極為複雜，以金門為例，含水層仍以局部分布之沖積層為主；若以澎湖為例，澎湖本島以地表岩屑層或是不同時期噴發的玄武岩等火成岩間夾之沖積層為主，其含水、補注、調查等獨具特性。或許參考手冊可以澎湖為例加以說明。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	2-1
8. p.2-16 調查目的類別，可考慮增加抗旱井(井群)、戰備井、備援供水之水利設施需求者。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	1-1
9. p.2-21 第 1 節水文地質調查之內容，建議修為：(1)現地勘查；(2)遙測影像、地形分析(例如 5mDTM 或 1mDEM)；(3)地質調查；(4)地表地球物理探勘；(5)水文地質鑽探、地球物理井測；(6)現地及室內試驗(例如入滲試驗或室內土壤物理性質試驗)；(7)水文觀測井布設及水位觀測；(8)抽水試驗(單井或多井)；(9)水文參數分析。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-1
10. p.3-5 之『遙感探測適用對象』，建議分為(1)非熱紅外線影像及(2)熱紅外線影像兩類即可，前者目前文字中所列項目應有類似之成果，後者則對於水較為敏感，可以判釋出對於與水有關的成果。對於『遙感圖像判釋成果』，目前之文字需要整理及釐清。『遙感判釋要項』之【地層】，請全部改為【岩層】，且【B.確定第四紀地層的成因類型和年代】意義不明，建議刪除。【地質構造】部分，A 及 B 兩項，請在文字啟始位置加上＜初判＞，因為以遙測影像不可能將地質構造做出完全正確的研判；	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-5

C 項建議將節理改為＜不連續面＞。此項工作不宜屬於“如有必要應進行外業驗證工作”，而是絕對必要的程序。			
11. p.3-7 第(三)地質調查，建議改為「水文地質調查」較合宜。基本任務可考慮增加(1)阻水層的特性及其分布；(2)水文地質架構及邊界條件的初步探討。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-17
12. p.3-8 有關觀測線及觀測點，在鬆散岩層地區(通常為沖積層)分布區，規範地質調查點數，指的是鑽探數量或是地物探勘測線密度？意義不明。	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	3-1
13. p.3-10 述及「地球物理調查將有效減少鑽探的需求，並降低地下水調查規劃之所需經費」，建議修改為「地球物理調查可將鑽探所獲單點的資訊擴充為線或面的資訊，也可降低大面積地下水調查規劃所需經費，但是測得之地球物理量常易受到週遭環境因素的影響，所以在數據解析時需要有經驗的人負責，且與其他資料檢核比對後，才能提高其正確性」。	13. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-10
14. p.3-16 第(五)地質鑽探，建議改為「水文地質鑽探」。有關旋鑽及衝鑽，宜簡要說明兩者在下列各項目的差異：適用岩層、孔徑、岩心或岩屑、柱狀圖紀錄、地物井測、鑽鑿過程對環境衝擊、完井後之延續用途等。	14. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-17

15. p.3-17 第(六)探勘井及觀測井，其中探勘井似可併入前節「水文地質鑽探」，本項標題可改為「觀測井及抽水井」。觀測井宜區分為全孔觀測或分層觀測；觀測井及抽水井則宜考量濾管位置及完井施做。	15. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-17
16. 全文請檢核：地名中的「台」請改為「臺」。	16. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
十二、國立中央大學水文與海洋科學研究所 李教授明旭(書面意見)			
1. P2-1，氣象資料蒐集建議項目，由於氣象測站多僅以蒸發皿觀測，因此建議蒐集項目可將「蒸發散量」改成「蒸發量」，且與表 2-1 內文字一致。而表 2-2~表 2-5 內目的之「地表蒸發量…」則應改成「地表蒸發散量…」。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	2-1
2. 表 2-2~表 2-5 之表頭，「蒐集方法」建議改成「資料來源」;「限制條件」建議改成「建議」。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	2-5
3. P2-13，報告內使用「島嶼地區」建議是否改成「離島地區」較妥適，因為文內所指島嶼地區係泛指除台灣本島外之離島。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	2-1
4. P4-11，含水層水平衡分析，引用 P4-13 之圖 4-10 說明，並不十分符合段落內所描述方程式所需，且與圖 4-9 同質性頗高，建議可另繪一草圖標註方程式內各水文通量與方向。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	4-12
5. 第五篇為數值模式建置及可取用水量估計，由於此二主題在內容敘述上有極大差異，建議將可取用水量估計另成一章節。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	6-1

6. 附錄一名詞定義，入滲的說明「…進入地表之行為」建議改成「……進入地表下之行為」,「…與水力傳導係數、滲透及透水性有關」建議改成「…與水力傳導係數、孔隙率及初始含水量有關」；入滲能力與入滲率單位一般通用應為「L/T」。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	附錄一
7. 本報告為未來地下水資源調查重要參考依據，建議報告內文辭使用上應力求精準，部分文字是否由於為英文直譯，或是誤植，使中文表達上之語意不甚清晰，如P2-17：(7)結構物地下開挖降水評估、(10)定義溼地水力特性；附一、11 第 4 行：…發生週日性變化。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	-
十三、林委員永德 (書面意見)			
1. P6-1 報告內容中,(三)研究區域概述,(四)調查成果綜合評估，但(三)和(四)之間並無調查試驗項目和成果，建議加入，一個計畫的調查試驗經費比重頗高，計畫成果的良窳亦和調查試驗結果密切相關。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」依第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊一	-
2. P2-21(五)調查項目中，漏列：4.水文地質參數調查，5.水質調查。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-1
3. P1-1　二、適用範圍「特定地下水分區水文量(如補注量等)」建議改為「特定地下水分區水文量(如補注量、容許抽取量等)」。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	1-1
4. 目-1　第三篇　調查試驗　二、補注量調查方法建議改為二、補注量調查。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊一	3-73

十四、中興工程顧問股份有限公司 楊博士銘賢 (書面意見)			
1. 手冊內抽水量調查中提及「水位變動配合水平衡分析法」，由於該法需於自然補注量、灌溉回歸量、蒸發量及比出水量等皆已知，且站網密度完備之理想條件下始可行。「作物需水量調查及估計」僅適用於灌溉抽用水；「水井普查配合能源消耗量推估法」尚無法立即推行於9大地下水區。由於水規所另案「水利普查先期計畫」研議各標的抽水量調查推估方法論，為未來實際用水量調查之重要方法之一，建議補充於報告內呈現。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充水利普查計畫相關推估方法。	附冊一	3-87
2. 手冊中已蒐集許多文獻說明可取用水量、永續出水量與安全出水量等關係，惟對於其推估方式或範疇界定尚不明確。例如，永續出水量是否需與地下水區之天然排出量有關，建議補充說明。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	6-1
十五、經濟部水利署水利規劃試驗所 吳副研究員文賢(書面意見)			
1. 若調查區域無氣象資料及地面水文資料，則建議設置測站1年，並以鄰近測站資料補遺至10年以上數據，如此做法可信度如何？	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	2-1
2. 圖2-1，流程圖部份流程有矛盾，請再檢查是否需要如此複雜流程圖。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已修正流程圖，並補充相關文敘說明。	附冊一	1-7
3. 表3-1，空間尺度可否給予量化數據，如空間尺度小是代表何種量級的尺寸，例如1~10公尺等級或是10~1000公尺等級。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	3-1
4. P3-5，談論到利用衛星掃瞄影像(如SPOT、華衛二號)判斷岩性、岩性劃分，上述衛星是無法達到此功能。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	3-5

5. P3-8,所建議調查精度為何種調查階段？	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	-
6. P3-11，請補充激發極化法。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	-
7. P3-18，井佈設原則，建議增加圖來說明。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關圖示說明。	附冊一	3-32
8. P3-24 利用地下水水位變動法，計算相關參數，請補充說明在收集利用該法時有何限制條件。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	3-76
9. P3-25，氯同位素法適用於台灣否？請再查明。利用氚同位素，是否恰當，離核試爆的年份相當遠了，其半衰期只有 12 年，其濃度應相當低。對同位素的利用，建議再收集較適用的資料，及說明如何利用。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	3-77
10. P3-34，請提供作物需水量資料可從何處取得之訊息。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	3-87
11. P5-3 數值模擬，建議時距大小供參酌。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	5-1
12. P5-4 有關河流邊界採第一類邊界或第二類邊界來進行邊界設定較妥。有時河川與地下水會有〝脫節〞現象發生，適合繼續採第一類邊界否？	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	5-5
13. P5-7 對於模式率定驗證，建議允許誤差多少？	13. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	5-8
14. P5-12 此節考慮可取用水量估計層次只限於河川生態與地下水觀測來考慮地層下陷社經條件，而且未考慮空間上的分佈情形，建議此用語能保守些。此外，本所 102 年執行區域地下水資源永續利用計畫，有探討對此概念，可做為參考。	14. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊一	6-7

十六、綜合決議			
1. 本次會議各委員及相關單位代表所提建議，請工作團隊納入後續報告撰擬及手冊修訂之參考，並於期末報告回應。	1. 本計畫成果報告已納入各單位代表意見，並於附錄進行回覆。	附錄一 附錄三 附冊一	附一-1 附三-1 -
2. 報告格式、章節架構及內容尚有疑義部分，請本所業務課於期末報告(稿)提送之前，召開工作會議確定。	2. 本計畫已於民國 104 年 5 月 5 日進行工作會議檢視正式報告初稿。	-	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)
第二次專家會議

壹、會議日期：104 年 04 月 20 日(星期一)上午 09 時 30 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 05 月 01 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409004840 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部中央地質調查所 江所長崇榮			
1. 可用水量率定，一定要先將各地下水區地下水開發的限制條件包括：地層下陷、海水入侵、環境保護等限制條件仔細釐定，做為安全水位設定的依據；必須先有安全水位，才有可用水量的產出。此外，可用水量不應只是數量，其與空間的最有利分布，應一併加以評估，以利後續經營管理之規劃。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下水區重點問題及應增補調查項目。	附冊二	3-1
2. 總體計畫中，各地下水區之優先次序及必要性應加強說明，考量的條件可能包括： (1) 已局部超抽地下水並造成地層下陷地區。 (2) 已局部超抽地下水並造成海水入侵地區。 (3) 地面水資源不足的區域。 不一定每一個地下水區都有相同的重要性和優先性。因為時間和資源有限，先選定優先執行區域，並促成該區地下水資源地有效經營管理，或許較可行。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊二	-
3. 建議採用地下水區；而不是地下水區，以利同一地下水區將來進一步劃定分區之需。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

二、張委員炎銘			
1. 本報告主要目的是為了將來函報行政院中長程計畫？若如此，應該依照「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」所規定格式，若否，則未來還要再寫一本中長程計畫，而把本報告當附件，是哪一種情況，及未來打算如何辦理，請說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，屬行政計畫，非屬於中長程個案計畫。	附冊二	-
2. 在基本資料檢視部分，描述有關地下水觀測時間太晚。地下水觀測最早自民國 47 年，民國 55 年時，全國已有 146 口觀測井，民國 65 年地下水工程處裁撤、業務改隸省水利局時，已有 300 口觀測井，大部分地下水區從民國 55 年就有每月一筆的地下水位資料，建請主辦單位參考水利署地下水位年報修正。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	2-1
3. 抽水位置及抽水量納入未來水利普查，則本計畫必須參照普查成果，請問普查由誰進行、進度如何？本計畫時程能與之搭配嗎？	3. 水利普查計畫由水利規劃試驗所水源課主辦，本計畫已於民國 104 年 2 月 16 日、3 月 16 日及 3 月 18 日進行工作會議討論兩計畫搭配事宜。	-	-
4. p2-10，有關臺北盆地地面地下水作用調查，並不太需要再做河川流量調查，水利署第十河川局這方面資料相當豐富，請參考。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	3-1
5. 有關資源需求，人力隻字未提，是要依賴現有水規所，還是各水資源局？地方政府要不要配合？建請補充。又經費需求表建議在表頭加上單位（千元）。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充人力資源需求說明。	附冊二	4-5

6. 第 11 章整體期程及需求，只是把各地下水區彙整，是否有不屬於各地下水區的計畫，例如，是否要有資訊平台？是否要有整體的管理計畫？甚至研習考察等相關計畫。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故僅針對相關調查項目進行評估。	附冊二	-
7. 錯漏字，請更正 (1) p1-3，10 行，蓄水設「區」。 (2) p1-10，倒數 7 行，綠色國「民」。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
三、廖委員培明			
1. p1-2 計畫目的建議重擬為整體計畫之真正預期達到之目標。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	1-1
2. p2-7，計畫目的均修正為調查目的。(p2-8、p2-9 同)	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
3. p2-13，有關臺北盆地地下水調查經費需求序次四提昇至序次一，即以臺北盆地地下水區數值模型建置及可用水量率定研究(分 4 年完成)，該計畫擬針對個案資料蒐集彙整再將持續觀測中及需補充調查之項目內容編擬再依次辦理補充調查等工作，惟不偏離本計畫研擬之架構。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，以一標案跨年一次發包為原則進行修正。	附冊二	-
4. p2-13，七、資源需求修正為經費需求。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
5. p3-9，有關桃園中壢臺地地下水調查建議與上述意見 3 同，惟本地區為何不需作地面地下水交互作用量調查宜敘明。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	3-11
6. p3-9，七、與上述意見 4 同。	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
7. p4-13，七、與議上述意見 4 同	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

8. p4-13，新竹苗栗沿海地區地下水調查建議與上述意見 3 同，惟增補水文地質構造調查納入宜敘明。	8. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	3-19
9. p5-12，七、與意見 4 同。	9. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
10. p5-12，台中地區地下水調查序位分配宜參考上述意見 3 同。	10. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，以一標案跨年一次發包為原則進行修正。	附冊二	-
11. p6-2，辦理單位儘可能以產出單位。	11. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關辦理單位為產出單位。	附冊二	-
12. p6-3，部分個案工程宜一併列入。	12. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	-
13. p6-13，濁水溪沖積扇地下水調查經費，本地區之數值模型建置及可用水量率定為何所需經費與其它區相對的高，然本區研究較其它區又齊全，是否有特殊理由。	13. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	3-38
14. p7-14，與上述意見 3 同。	14. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依第二次專家會議決議，以一標案跨年一次發包為原則進行修正。	附冊二	-
15. p8-10，屏東平原地下水調查為何不需補充作地面水及地下水交互作用。(大潮州人工湖等)	15. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	3-60
16. p9-11，花東縱谷地下水調查相對在河川覆蓋層厚度頗厚，幾乎屬未侷限含水層之水量如何估，宜在未來調查時補述。	16. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	3-71
17. p10-2，蘭陽平原地下水資源調查相關個案工程宜一併納入。	17. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	3-79
18. p10-10 蘭陽平原地下水調查經費需求為何沒編列 106 年度的。	18. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊二	4-2

19. p11-3，整體地下水調查經費分配，應重新整理各地區之需求狀況重新分配較宜，不宜每區平均 3,000 萬分配方式。	19. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求。	附冊二	4-1 4-2 4-3
四、經濟部水利署水利規劃試驗所 林課長進榮			
1. 水文地參數以流通係數表示(m2/min)，出水量以 cmh 表示，其數值代表意義為何？有無通用之標準？例如：數據多大以上代表地層出水量佳或不佳。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	-
2. 「地下水補注地質敏感區」，未列入各區現況概述中，請補充。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	2-12 5-3
3. 第 11 章整體計畫期程，所規劃 105 年～108 年工作期程與水源課水利普查期程有無事先溝通配合？請依本所先前相關會議決議辦理。	3. 本計畫已於民國 104 年 2 月 16 日、3 月 16 日及 3 月 18 日進行工作會議討論兩計畫搭配事宜。	附冊二	-
4. 簡報 p33 整體計畫期程及資源需求表，簡單明瞭，可考慮加入報告中，惟各區調查經費未依基本資料齊全與否分別估計較不合理，請再檢討。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已修改相關需求表表示。	附冊二	4-2 4-3
五、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 第二章至第十章第一節地下水區現況概述，內容過於簡略，建議應將各區水資源的供需概況及所面對的問題做摘要性的說明，維有先釐清各地下水區所面對的挑戰問題，將問題聚焦之後所擬定的調查計畫案才能具體落實。因此，本調查整體計畫的第一章，除了如第四節敘述的各項衝擊因子之外，應增列一節探討臺灣地區整體地下水資源所面對的問題及可行的對策。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充各地下水區重點問題及應增補調查項目。	附冊二	3-1

2. 第二章至第十章各章所提列之應增補調查項目及調查規劃，應能呼應各地下水區所面對的問題。基本上各地下水區應能以相同的基準建構水文地質概念模型，其後續的相關水資源量體的推估才具備相同的基準。計畫提報的型式應以區域為單元，就以臺北盆地為例，以「臺北盆地地下水資源調查計畫」為計畫名稱，現有第五節調查規劃所列的(一)至(四)項即為調查計畫的工作項目。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求。	附冊二	4-1 4-2 4-3
3. 第 11 章總體計畫期程及資源需求，編列方式傾向於齊頭式的思維，建議應能從第 1 章探討臺灣地區整體地下水資源所面對的問題及其對策，據以釐清所面對問題的輕重緩急和所需預算額度，做為擬訂計畫期程及預算需求的憑據。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求。	附冊二	4-1 4-2 4-3
4. 編輯問題： (1) 文敘中非屬數據之數字，請統一以國字呈現，例如：p1-2 ‘58 年’請改為‘五十八年’、‘9 個區域’請改為‘九個區域’、‘9 大分區’請改為‘九大分區’，餘類推。 (2) p1-3 第 10 行‘蓄水設區’請改為‘蓄水設施’。 (3) p1-8 第 17、23 行‘0 平方公里’，表達方式不妥，請改以其它方式表達。 (4) p2-2 表 2-1 主要成果 2.含水層狀況：主要水層位於 40~90 公尺間，是高程或是地表下深度，宜敘明；p2-3 表 2-1 調查方法 2. ‘…地貌、地相、…’ 請校核。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

(5) 第二章至第十章第三節 基本資料檢視最後一段文敘‘…研究報告用以…’，文敘前後銜接不順，請校核。 (6) p3-4 第 3 行‘…，應以含水層特性應以含水層特性…’，請校核。 (7) p3-8 第 17 行‘…，並進嚴謹之…’，請校核。 (8) p3-8 第 20 行‘…進行臺北盆地…’，請校核。 (9) p7-1 第 3 行‘…、曾水溪、…’，請校核。 (10) p7-2 表 7-1 主要成果‘…八掌溪上溪…’，請校核。 (11) p7-3 表 7-1 主要成果‘…，能幫公司…’、‘…，與其間不同型態。’，請校核。 (12) p8-4 第 4 行‘…，水文地質架構亦於總報告…’，所指總報告為何，請校核。			
六、經濟部水利署水利規劃試驗所 陳副工程司全金			
1. 未來工作項目之地面地下水交互作用調查，未來之基本資料蒐集應包含流域或地下水區地面水資源之降雨量，以釐清地面水補注量及其來源(河川補注量)。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	3-1
2. 計畫目的除地下水管理及地面地下水聯合運用外，是否納入地層下陷防治。又各地下水區除地下水管理外，地層下陷防治管理策略是否應一併於未來計畫提出。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求，而本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故僅針對相關調查項目進行評估。	附冊二	4-1 4-2 4-3

3. 可用水量或管制水位之管理，應考量未來執行面檢討。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，而長期營管工作規劃部分，屬另階段工作，可待108年完成各區調查及評估後再另行辦理。	附冊二	-
4. 地調所公告之地下水補注敏感區資料，於計畫各地下水區該如何因應。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	2-12 5-3
5. 整體計畫期程之經費編製條件及未來執行單位應補充備註。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	4-2 4-3 5-1
七、國立交通大學土木工程研究所 陳博士宇文			
1. 宜先分析各區域對水資源的需求及其地下水系統潛能，再考慮是否廣泛進行調查與方向，如花東縱谷需求不大無開發需求，或濁水溪沖積扇需求大，系統潛能不足，造成大量災害，資源宜集中於需求量大，急需開發(或解決災害)的區域，不應平均分布。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已針對各地下水區優序進行綜合說明，並藉以擬定期程安排及經費需求。	附冊二	4-1 4-2 4-3
八、中央地質調查所環境與工程地質組 費組長立沅 (書面意見)			
1. p.1-1 計畫緣起部分，建議將水利署與地調所共同執行為期18年的「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」之貢獻加入，以彰顯本項整體計畫之傳承、延續、更新、精進、應用、加值的意義。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已納入相關計畫成果進行說明。	附冊二	2-18
2. p.1-2 計畫目的部分，似可將部分「四、計畫辦理之必要」內容精簡後列入；如果要更具政策必要性，可強調地下水資源對於協助紓緩乾旱缺水之意義，此應為水利署開始推動臺灣地區水資源永續利用地下水資源之前瞻目的。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	1-2

3. p.1-2 計畫範圍部分，在「臺灣地區地下水觀測網整體計畫」中，分區範圍應該已有微調，且後者增加澎湖群島的調查。以現階段來規劃未來之整體計畫時，建議除九大地下水區，應將本計畫之範圍擴大至外島、山區等其他相關之區域。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」依期中報告後第二次工作會議決議，以釐清全臺地下水區現況之地下水年總用水量與年可取用量之評估，故未納入離島及山區地下水資源之調查。	附冊二	-
4. p.1-3 計畫辦理之必要部分，請考慮水利署為解決文敘中所述問題已有之努力，並設法簡要釐清NGO的部分相關主張，以避免未來環境保護團體誤用此項資料。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	1-1
5. p.1-6 有關地層下陷持續發生部分，因為近年之量測結果不盡合理，建議引用較長期之資料佐證，捨棄近兩年之分析成果，推測 104、105 年之結果較能呈現目前之真實現況，以免未來再檢視時出現數據的矛盾。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	2-7
6. 以臺北盆地為例：(1)應考慮都會區之地下水資源利用型態應與非都會區不同，也即是應將此列為其地下水資源是否存在開發可行性的考量之一；(2)臺北盆地屬於地下水管制區，於法律上即不允許開發，故應考慮法律上之條件限制。臺北市未出現都會型溫泉也是因為此限制，否則每坪上百萬元的豪宅一定也有溫泉井提供溫泉享受；(3)臺北盆地近年一直被討論到地下水位已昇高到可能會在部分地區造成土壤液化危害的可能，這也是地下水調查或是有條件利用的議題之一；(4)都會區現地調查或鑽探的難度極高，應朝向利用其它間接的方法得到相關數據，或是精進數值模擬	6. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	3-1

的方法，以獲取所需要的成果。因此，建議可列出每一地下水區各自存在的特殊問題，以說明問題所在－解決問題構想－可能的對策方法－結果之適用性等。附錄一第一章臺北盆地地水分區，依據圖 1-2 很難定義臺北盆地之地水區之範圍，因為部分地區分布著沖積層，部分則為岩盤地層，故建議應將定義說明清楚。			
7. 建議應將九大地下水區之基本數據以表格方式呈現，可歸類為摘要部分，內容至少應有面積、地下水資源之分析深度、含水層分層、蘊藏量、補注量、抽水量、觀測井數量及平均分布密度、簡述水文地質架構(水文概念模型)；水力參數雖較難呈現，但仍可設法。	7. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關彙整表。	附冊二	2-3
九、林委員永德 (書面意見)			
1. p2-6 臺北盆地、p3-4 桃園中壢臺地、p4-6 新竹苗栗沿海地區、應增補調查項目說明有關人為抽水位置及抽水量已納入未來水利普查工作之內，地下水補注區之劃設業由中央地質調查所辦理地質敏感區劃設工作，本計畫不另規劃調查工作，但 p5-5 臺中地區、p6-6 濁水溪沖積扇、p7-7 嘉南平原、p8-5 屏東平原、p9-5 花東縱谷則未予詳細說明，建議採取一致之說明方式，或於第一章緒論中加以說明。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊二	3-1 3-11 3-19 3-29 3-38 3-49 3-60 3-71
2. p6-6 表 6-2 應修正為濁水溪沖積扇地下水分析…。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	3-38

十、中興工程顧問股份有限公司 楊博士銘賢 (書面意見)			
1. 「整體計畫」(初稿)中針對每一地下水區，均進行歷史研究報告摘要整理，惟請納入近年成果，如地調所於濁水溪沖積扇及屏東平原之成果，而數值模擬成果亦建請一併整理納入。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已補充相關文獻說明。	附冊二	3-1
十一、綜合決議			
1. 計畫書名稱由原工作會議確定之「臺灣地區地下水資源調查整體計畫」微調為「臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫」，九大地下水區內再依實調查細分為地下水區。	1. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
2. 計畫書格式定位為行政計畫，僅需報水利署毋須報行政院，計畫書撰寫主要在確定工作內容、經費、期程與辦理方式，內容毋須強調各區技術性問題及技術性工作細項，該工作細項等應由個別委辦計畫書陳述與規範；計畫書本身應聚焦於各地下水區面臨問題，目標在尋得各區現況地下水使用量及其行為特性、地下水可使用量多寡及時空分布等。附錄一之九大地下水區概述中，請僅列各區水文地質之概述，其用水結構圖、水資源供需分析圖均免列；另，歷次審查意見部分亦不需列入整體計畫書，可列於成果報告附錄。	2. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-

3. 經費分配以各地下水區面臨問題為導向，如雲彰及屏東平原之地層下陷問題，資源的分配應聚焦於臺灣西部地區問題較大及水資源扮演角色較重的區位，花東縱谷幾乎沒問題，經費可大幅減列。年度經費需求依實匡列，不限於每年3000萬元，而期程原則不變(至108年)，今(104)年度可先提部分計畫。	3. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊二	-
4. 未來工作各地下水區計畫以一標案跨年一次發包為原則，不宜再切割為數個計畫，避免計畫太多行政程序複雜，另計畫書內僅需說明計畫訴求及工作大項，表11-1依此原則修正。	4. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊二	-
5. 整體計畫因屬行政計畫，章節內容需重整，且標題不稱「章」：壹、前言，計畫緣起及目的，需聚焦於為何需進行此整體計畫，以水資源整體管理需求進行撰擬；貳、全台地下水區概況，包含九大地下水區分布情況、地下水管制區範圍、地層下陷資料、地下水補注敏感區、地下水區觀測站網、地下水權資料(包含概略之非水權井數量)；參、各地下水區問題重點與未來工作內容，含過去研究成果、問題重點及需增補之工作項目等；肆、期程安排及經費分配；伍、執行方式，包括與水利普查計畫之用水調查統計工作配合事宜。	5. 本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊二	-
6. 本次會議各委員及相關單位代表所提建議，請工作團隊納入後續報告撰擬及手冊修訂之參考，並於期末報告回應。	6. 本計畫成果報告已納入各單位代表意見，並於附錄進行回覆。	附錄一 附錄三 附冊二	附一-1 附三-1 -

7. 報告格式、章節架構及內容尚有疑義部分，請本所業務課於期末報告（稿）提送前，召開工作會議確定。	7. 本計畫已於民國 104 年 5 月 5 日進行工作會議檢視正式報告初稿。	附冊二	-

「臺灣地區地下水資源及伏流水之調查規劃先期作業」
臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)
第二次專家會議

壹、會議日期：104 年 04 月 20 日(星期一)上午 09 時 30 分

貳、會議地點：水利規劃試驗所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：江所長明郎　　記錄：林峰瑋

肆、會議紀錄發文日期：民國 104 年 05 月 01 日

伍、會議紀錄發文字號：水規地字第 10409004840 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、經濟部中央地質調查所 江所長崇榮			
1. 伏流水資源調查應以評估其水量之穩定性及水質適用性為課題。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」為提供臺灣地區伏流水調查工作辦理調查試驗、水文地質架構概念模型建置、數值模型模擬及伏流水可用水量率定等工作參考之用，故僅以可用水量評估為主要目標進行調查。	附冊三	5-1
2. 地下水區邊界外，上游河床中的伏流水供水潛力受集水區規模、降雨量控制。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已納入相關考量進行說明。	附冊三	1-1
3. 地下水區內，河床中伏流水與區域性地下水不易區分，其開發若以昂貴的集水廊道或輻射井，倒不如直接以抽水井取水；集水廊道和輻射井深度有限，枯水期可能供水量大幅度減少，以抽水井取水則供水最為穩定。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	1-1
4. 伏流水資源調查與臺灣地下水區地下水資源調查整體計畫的關係為何？若把伏流水界定在上述第(二)點的範圍，則可與地下水區地下水資源調查互相區隔，再聯合運用。	4. 依期中報告後第二次工作會議結論，本計畫「臺灣地下水區可用水量調查分析計畫(草案)」執行重點為「整體調查計畫書原則以臺灣地區地下水資源調查為範疇...。」故整體計畫主要依據「臺灣地下水區可用水量調查分析參考手冊(草案)」進行相關調查試驗。	附冊一 附冊二	-
5. 地下水區地下水位面以上，河床下的地下水可界定為伏流水。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊三	-

二、張委員炎銘			
1. 圖目錄中，圖 3-6、3-7 都是滲流儀設置示意圖，經查 p3-22、3-23，圖 3-7 說明應是誤植，請更正。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	圖-1
2. p2-3 提及水資源開發時要蒐集相關法規，不能僅限於表列三種。曾文越引從茖濃溪取水工程暫停，想改從旗山溪，卻發現伏流水取水位處原住民保留地及濕地，因此原住民基本法、濕地法等相關法規將來也要注意，尤其若伏流水位於河道較上游，更有可能牽涉原住民相關法規。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	2-3
3. p3-25~p3-29，示蹤劑，「蹤」字錯誤，請修改。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	3-11
4. p4-1，錯漏字，6 行，「上」列，應為「下」列；14 行，多一個「年」；23 行，漏「尺」字。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-
三、廖委員培明			
1. p1-1 伏流水之定義僅列本手冊之定義即可。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	1-1
2. p1-5 三、修正為制定本手冊之目的，四、適用範圍，五、調查原則宜列在第三篇，(四)調查作業流程宜列為（五）調查作業流程。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊三	-
3. p1-14 宜修正用 A3 圖幅，方便參閱。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	1-3
4. p2-1 第二篇基本資料蒐集分析(調查列入第三篇) 。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依歷次工作會議及專家會議進行架構內容修正。	附冊三	-
5. 第二篇相關伏流水調查之基本資料蒐集方面，宜針對河道特性研究及河道沖淤現況資料亦需一併蒐集。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊三	2-1

6. p3-1 第三篇是調查及試驗或調查試驗。	6. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」第三章為調查試驗。	附冊三	3-1
7. 第三篇可參考臺灣地區地下水資源調查參考手冊酌修。(有部份宜增加試驗用語)	7. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	-
8. p3-34 有關水質調查分析宜修正為水質調查檢測分析，在伏流水調查相對重要。	8. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	3-42
9. p3-9 有關地質調查外業所採用 1/25,000 比例尺地形圖不宜再縮繪成 1/50,000。	9. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	3-1
10. p4-3 有關水文地質圖繪製目的及成果為何宜敘明。	10. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	4-3
11. p6-1 第六篇報告撰寫宜以不同之規劃階段分別有不同之目錄或刪除。	11. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」第二次專家會議決議，已將報告內容一節予以刪除。	附冊三	-
四、經濟部水利署水利規劃試驗所 林課長進榮			
1. 附錄四所列伏流水取水工法簡介中，未列出國內常用之工法「潛堰」，請加列，另各工法請加舉例說明。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充地下堰相關說明，並臚列國內外相關案例進行說明。	附冊三	附錄三
2. 請依各伏流水潛能區位情形，於總報告中提出建議未來開發區位之優先順序及所需經費。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充開發區位之優序說明。	附冊三	附錄四
五、經濟部水利署水利規劃試驗所 林研究員峰瑋			
1. 第三篇 三、水文地質參數探查 及 五、地面地下水交換流量推估 均請補充實作案例。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關案例進行說明。	附冊三	3-24 3-36
2. 第四篇 三、水文地質圖繪製請修改為‘水文地質圖資繪製’ 。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	4-3
3. p3-8（三）地質調查 文敘‘…，依此規則…之改善對策。’ 所陳述內容非純屬地質調查所能提供之成果，建議刪除。另，文敘‘地質調查亦為接續…等規劃依據，…’ 亦顯不順，建議斟酌。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	-

4. p3-34 參數 B、C 及 p3-36 參數α、β，請補充其定義。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關參數定義。	附冊三	附錄二
5. 圖 4-4 及圖 4-5 請改善圖幅清晰度，以能輕易閱讀為原則。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關圖表表示。	附冊三	4-3
6. p4-14 五、區域伏流水潛能量概估，建議至少辦理兩項以上之調查試驗，不夠明確，請明確說明那兩項調查試驗。	6. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	4-14
7. 表 1-2 場址尺度＜100 m^2 是否合理？	7. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正為<1km^2。	附冊三	1-3
8. 編輯問題： (1) 文敘中非屬數據之數字，請統一以國字呈現，例如：p1-13‘6 大步驟’請改為‘六大步驟’；p2-1‘10 年’請改為‘十年’，餘類推。 (2) p1-8 第 4 行‘起終點’請改為‘起訖點’。 (3) p2-4 第 5 行‘，應就…’，請校核。 (4) p3-1 第 6 行兩個‘之’建議刪除。 (5) 表 3-1 優點‘可作為採樣水樣…’，限制‘可於因細顆粒沉積層…’文敘不順語意不明，請校核。 (6) p3-6 倒數第 5 行‘，茲以下…’，請校核。 (7) p3-7 第 10 行‘不良地質作用’請改為‘地質作用’。 (8) p3-18 表 3-4 ‘較薄土層亦產生’，請校核。 (9) p3-25~p3-29 ‘示縱劑’，請校核。 (10) p3-27 第 3 行‘，方法包…’，請校核。 (11) p3-28 第 7 行‘於僅伏流水…’，請校核。 (12) p3-37 第 10 行‘圖 3-8’應為圖 3-9。	8. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	-

(13) p4-1 第 6 行‘上列’、第 14 行‘101 年年’、第 21 行‘年雨量於’、第 23 行‘15 公’，請校核。			
六、經濟部水利署水利規劃試驗所 陳副工程司全金			
1. 依水利署水權分類只有地面水及地下水，本計畫伏流水定義依 p4-1 第四篇之潛能河段及場址界定及 p5-15 伏流水可用水量推估之可取用水量估計皆在河川河段上，是否考量本計畫伏流水調查區域，界定著重於河川伏流水。如此，則水質調查分析，應就要取水樣作水質調查即可。(羅東堰規劃設計及調查有關伏流水部分，可供手冊內容參考)	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。	附冊三	1-1
七、中央地質調查所環境與工程地質組 費組長立沅 (書面意見)			
1. p.1-5 對於伏流水已有較清楚之定義，但是對於行政機關仍需要考慮得更為透澈，因此需要思考：「位於水道內或外？」、「河岸階地是否包含？」、「其他相關之水利管理名詞是否均考慮周全？」。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」僅以水文面向為觀點，不考慮生物化學及生態面向，將伏流水區及伏流水定義為：「伏流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。	附冊三	1-1
2. 伏流水調查原則，需釐清：(1)為的是潛能區位及水量調查(流域尺度、河段尺度應屬此)？還是為了開發伏流水資源目的(場址尺度應屬此)之調查？(2)調查深度僅及「河床沉積層底部」或是到「地下水水量交換的某一深度」？前述的差異會導致在調查作業上有很大的差別。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」依期末報告審查會議決議，適用範圍為河川區域內地面下取用伏流水之調查規劃參考。	附冊三	1-1

3. p.1-7 之表 1-2，建議將流域尺度、河段尺度、場址尺度於 p.1-7~1-13 所述的重要內容摘要補充於其中，較能清楚比較彼此差異。另，需要界定前述三類伏流水調查成果在圖件呈現時的最適比例尺。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關彙整比較。	附冊三	1-3
4. p.2-2 水文地質部分之「地下水流向」宜代替以「地下水流網」，將包括流向及等水位線資訊。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	2-2
5. p.3-2 表 3-1 使用「快速(得知、了解)」兩字並不妥，建議改為「初步評估」或「廣域瞭解」等詞句。	5. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	3-1
6. 水文地質調查部分，如果伏流水之調查深度在 10m 以內，可考慮使用試坑調查的方式，因為河床沉積層較為疏鬆，使用怪手很容易開挖，如果伏流水不致於破壞試坑開挖面之穩定，採用試坑調查可得到更多的水文參數。	6. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關試驗方法。	附冊三	3-11
八、林委員永德 (書面意見)			
1. p5-16 第 7 行「因此，於此等河進其伏流水之取用將使河川穩定基流減少」，語意不明。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	-
2. p2-5 圖 2-1 基本資料蒐集流程圖中，最後為基本資料調查完成，建議於「資料是否完整」格，增加不完整時辦理補充調查後再進入「資料整合及資料庫建置」。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	2-3

九、國立臺灣大學氣候天氣災害研究中心 柯博士凱元 (書面意見)			
1. p2-2「應設置水文站並且觀測1年以上，並以鄰近測站資料補遺至 10 年以上數據」，一般流量或水文資料之補遺，因牽涉到雨量、集水面積、河川取水等因素影響，似乎較難以鄰近測站資料補遺，而是採面積比法、面積坡降法、降雨逕流模式等方式進行，建議文字可改為「並以適當方式補遺至10年以上數據」。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依委員意見進行修正。	附冊三	2-1
2. p3-21 第 4 行「水位觀測誤差可藉由增加測量的……..來達到」，是要達到什麼？誤差之降低或誤差之控制嗎？	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊三	3-1
3. p3-24 △h 為地下水水位上升量，既是水位，因次是否為 L^3？ 其實有些流域的水平衡分析中，有時是以單位面積的體積變化去表現，像是入滲、蒸發散、地下貯儲量變化等，請確認本手冊內水平衡要表現的方式，並確認式 3-1、式 3-2，甚至是本手冊後續的各方程式表現方法。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修正相關文敘說明。	附冊三	-
十、中興工程顧問股份有限公司 楊博士銘賢 (書面意見)			
1. 「臺灣地區伏流水資源調查參考手冊(草案)」中已說明可取用水量，與入流河段、出流河段之關係，惟對於其推估方式或範疇界定尚不明確。例如，伏流水之永續出水量是否需與地下水區之天然排出量有關；伏流水取用時，是否需考慮地面水既有水權人權益及河道最小放水量等，建議補充說明。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關文敘說明。	附冊三	5-16

十一、綜合決議			
1. 建議將伏流水依所在位置區分為兩類，分別為山區及平原地區，並就平原地區伏流水集水井底部是否達地下水面，區分調查及可抽水量分析方法，其達地下水面者依「臺灣地下水區地下水資源調查參考手冊」，考量地下水平衡；本參考手冊則聚焦於未達地下水面者，單純考量場址之地面水文與河床環境與材料特性等，不強調地下水平衡。	1. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊三	-
2. 前述地下水面如何依季節或含水層特性(拘限或自由含水層)定義與規範，請於本手冊釐訂，圖 1-3 之流程圖、手冊其他章節，均請配合重擬與修正。	2. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已修改相關文敘及彙整表格說明。	附冊三	2-1
3. 「第六章報告撰寫」、附錄之「歷次審查意見」、「資料蒐集對象」及「基礎理論」均不需納入手冊，請與業務單位檢討確認。	3. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已依此原則進行撰擬。	附冊三	-
4. 附錄四「取水工法」除集水廊道與集水管外，應包括附屬結構如潛堰、集水井等，並就水源以地面水為主或地下水為主作不同之設計考量，另請改以臺灣現有案例為主，不足處再行增補國外案例。	4. 本計畫「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」已補充相關取水工法說明，並臚列國內外相關案例進行說明。	附冊三	附錄三
5. 本次會議各委員及相關單位代表所提建議，請工作團隊納入後續報告撰擬及手冊修訂之參考，並於期末報告回應。	5. 本計畫成果報告已納入各單位代表意見，並於附錄進行回覆。	附錄一 附錄三 附冊三	附一-1 附三-1 -
6. 報告格式、章節架構及內容尚有疑義部分，請本所業務課於期末報告（稿）提送前，召開工作會議確定。	6. 本計畫已於民國 104 年 5 月 5 日進行工作會議檢視正式報告初稿。	附冊三	-

國家圖書館出版品預行編目資料CIP

臺灣地下水區可用水量調查分析及伏流水調查規劃
先期作業成果報告 / 黃紹揚等編著. -- 初版. -
- 臺中市 : 水利署水規所, 2015.06
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-5296-9(平裝附光碟片)

1.地下水 2.水資源管理

443.8 104011637

臺灣地下水區可用水量調查分析及伏流水調查規劃先期作業成果報告

出版機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
地址：臺中市霧峰區吉峰里中正路1340號
電話：(04)23304788
傳真：(04)23300282
網址：http://www.wrap.gov.tw
編著者：國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心/黃紹揚等
出版年月：2015年06月
版次；初版
定價：新台幣980元
展售門市：五南文化廣場 臺中市中山路6號 （04）22260330
http://www.wunanbooks.com.tw
國家書店松江門市 臺北市松江路209號1樓 (02)25180207
http://www.govbooks.com.tw
GPN：1010401048
ISBN：978-986-04-5296-9
著作權利管理資訊：經濟部水利署水利規劃試驗所保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求經濟部水利署水利規劃試驗所同意或書面授權。
電子出版：本書附光碟片
聯絡資訊：經濟部水利署水利規劃試驗所
電話(04)23304788

廉潔、效能、便民

經濟部水利署水利規劃試驗所

地址：臺中市霧峰區吉峰里中正路 1340 號

網址：http://www.wrap.gov.tw/

總機：(04)23304788

傳真：(04)23300282

ISBN 978-986-04-5296-9

9 789860 452969

GPN：1010401048

定價：新臺幣 980 元