經濟部

MOEAWRA1070193

臺灣中部烏溪流域

備援伏流水開發調查規劃

Survey Planning for Backup Development of Hyporheic Flow in Wuxi River in Central Taiwan

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行單位：睿泰工程顧問有限公司

中華民國 107 年 12 月

臺灣中部烏溪流域
備援伏流水開發調查規劃

Survey Planning for Backup Development of Hyporheic Flow
in Wuxi River in Central Taiwan

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行單位：睿泰工程顧問有限公司
計畫主持人：陳剛南

摘要

一、前言

烏溪流域水資源利用目前僅有已核定之鳥嘴潭人工湖，考量伏流水與地下水資源於枯旱或緊急情況下，可作為備援水源角色，且依過去研究指出烏溪流域具有開發潛能，故透過盤點評估烏溪流域伏流水可能開發利用區位，評估作為高濁度時中部地區備援水源或與地面水聯合運用增供常態水源，並擇選優良位置進行伏流水開發與運用策略規劃。

二、基本資料蒐查及調查

(一)流域概況

烏溪流域位於台灣中西部，東以中央山脈為界，北鄰大甲溪流域，西臨台灣海峽，南鄰濁水溪流域，流域面積 2,025.6 平方公里，烏溪主要支流有筏子溪、大里溪水系、貓羅溪、北港溪及南港溪等。

1、氣象：本區域氣候型態屬於副熱帶季風氣候區，年平均氣溫為 23.4℃；年降雨量 1,717 毫米，降雨主要集中於 5~8 月。

2、地形：烏溪流域內地形大致東高西低，其東半部為高山地區，西半部為低山丘陵、台地、平原地區。

3、區域地質：烏溪上游發源於脊樑山脈地質區，依序流經雪山山脈地質區及西部麓山帶地質區，其中有車籠埔斷層及雙冬斷層。

4、水文地質：豐洲－草屯剖面台中盆地地下 200 公尺內多由礫石組成，淺層(50 公尺以內)由較粗之礫石組成；烏日—霧峰剖面為台中盆地中心地勢最低處，厚層泥主要出現在地表下淺部 50 公尺及深部 100 公尺二處。

5、土地利用：根據內政部國土測繪中心民國 103 年統計資料，針對烏溪流域之土地利用現況，其中以森林使用(47.73%)及農業使用(27.85%)為主，而建築使用土地約有 8.3%。

(二)河川水文

1、流量：烏溪流域流量測站包括烏溪本流大肚橋、烏溪橋，大里

溪溪南橋，北港溪南北通橋，南港溪觀音橋及貓羅溪南岡大橋等，各流量測站年平均流量約每秒 12.48~113.01 立方公尺。

2、河川水位：烏溪流域水位測站包括大肚橋、烏溪橋、隘寮橋、雙冬橋，年平均水位 EL.12.58~167.16 公尺；大里溪溪南橋、大里橋及溪洲橋年平均水位 EL.23.78~79.20 公尺；貓羅溪利民橋年平均水位 EL.53.07 公尺，北港溪南北通橋年平均水位 EL.335.92 公尺；南港溪觀音橋及南崗大橋年平均水位 EL.75.87 公尺及 EL.380.47 公尺；筏子溪集泉橋年平均水位 EL.19.89 公尺。

3、歷年河道沖淤：河床下降河段為大肚橋至阿罩霧圳攔河堰間及支流眉溪全河段，河床顯著上升河段則為炎峰橋至北山橋。

4、水質：除北港溪上游清流橋為甲類水體以外，北港溪下游、南港溪及烏溪中上游皆為乙類水體，烏溪進入台中盆地後，水質因人口稠密而大幅惡化，大里溪屬丁等水體，筏子溪及旱溪屬丙等水體，貓羅溪略佳，屬乙等水體；此外，烏溪主流及支流北港溪於高流量時懸浮固體物會有偏高的現象。

(三)地下水文

1、水位：烏溪愈下游之地下水位觀測井，其地下水位與地表距離及豐枯水位差略小，如烏日站，愈往烏溪上游之站井，其地下水位與地表距離及豐枯水位之變化幅度較高，如萬豐及草屯站；烏溪中游(台中盆地)地下水位流動係由大甲溪河道入滲後往南流動，烏溪河道及大里溪河道地面水入滲入地下後向西流，貓羅溪之地下水滲入後則向北流動，所有的地下水匯集於烏日，再往西經由八卦山台地及大肚台地間之隘口出台中盆地。

2、水質：於筏子溪與貓羅溪匯流後之烏溪下游區域及貓羅溪上游區域，「鐵」及「錳」項目超過地下水污染監測標準；於大里溪及筏子溪間之區域、烏溪炎峰橋及北港溪上游區域，「氨氮」項目超過地下水污染監測標準；貓羅溪既有寬口井之「錳」項目超過飲用水水質標準。

(四)現有水資源設施使用狀況

1、灌溉系統：烏溪上游灌溉引水包含福龜圳、大石股圳及茅埔圳等取水口，北港溪上游圳路包含國姓圳、北圳、南圳、能高大圳及關刀溪取水廊道等取水口；流域中游由南港溪與北港溪合流處下游起計有龍泉圳、北投新圳、阿罩霧一、二、三、四圳、茄荖媽助圳、同安圳等通稱南投八圳；流域下游則分屬臺中、彰化、南投水利會所管轄，主要用水單位為大肚圳、福馬圳等，貓羅溪流域灌溉系統包含上埤、下埤、番子田圳、東西三圳及溪尾寮圳等取水口；筏子溪流域灌溉系統共計 7 條，大里溪主流之灌溉系統共計 2 條，皆屬台中水利會管轄。

2、公共用水：烏溪流域上游之水利設施包含北港溪之大旗堰及南港溪上之北山堰共兩座，主要供國姓地區居民；烏溪及貓羅溪匯流口左岸設有一口寬口井，主要供北彰化民生用水。

3、工業用水：烏溪流域下游現有工業用水包括興農及台化公司。

(五)相關計畫

本計畫已蒐集烏溪流域、台中盆地地下水資源、中部山區地下水資源、烏溪鳥嘴潭及烏溪取用伏流水等相關計畫。

三、盤點界定計畫區內潛能河段

根據水規所「台灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」,伏流水潛能河段需滿足下列要件：1.該河段流量於每年應至少持續九個月以上、2.該河段含水層水力傳導係數應大於 10^{-5} m/sec(≒1 m/day)、3.該河段河床未受不透水黏土層覆蓋或阻隔、4.該河段含水層厚度應大於 10 公尺以上、5.該河段地面水水質良好。本計畫潛能河段界定除採用上述 5 點要件進行評估之外，並增加 6.該河段地下水水質良好等條件，盤點界定烏溪流域(含主流、支流)可能潛能河段,提供最佳開發區位評估之依據。

依據上述評估原則，烏溪上游(鳥嘴潭攔河堰上游)及北港溪大旗堰等兩處，可評估高濁度時期備援用水可能；烏溪橋至台 74 橋間河段、貓羅溪利民橋下游河段及南港溪，符合開發潛能要件，惟南港溪因已完

成埔里盆地地下水開發規劃，避免競合故不列入潛能開發區位，因此建議就於可能取水河段(含高濁度備援)進行補充調查作業，以利後續伏流水開發規劃作業。

此外，烏溪下游及筏子溪河段地面水屬丙類水體及地下水質部分區域有鐵、錳超標現象，雖不符潛能開發要件，惟可考量作為工業用水。大里溪河段因水質分類屬丁類，建議不開發，各河段評估如摘表-1。

四、現地調查與評析

(一)現場調查佈置

本計畫現場調查與試驗包含：地質鑽探(含地下水位觀測)、地球物理探測、單井水力試驗、水質調查、地下水流速流向(無償增辦)、井溫調查(無償增辦)及地面水流量(無償增辦)調查等項目。其中，現場調查與試驗主要地點包括：1.烏溪高鐵橋下游、2.烏溪國道三號橋上游、3.烏溪鳥嘴潭攔河堰上游、4.北港溪大旗堰上游、5.貓羅溪利民橋上游等。試驗地點布置如摘圖-1 及摘表-2。

(二)地質鑽探成果

本計畫鑽探施作地點位於烏溪、貓羅溪及北港溪流域，共佈置 5 孔鑽孔(BH-1～BH-5)，實際鑽孔總深度 166.16 公尺。

1、BH-01：0.0 公尺~40.0 公尺為卵礫石夾灰棕色粉土及細砂。

2、BH-02：0.0 公尺~18.1 公尺為卵礫石夾棕灰色粉土及細砂；18.1 公尺~40.0 公尺為棕灰色泥質砂岩。

3、BH-03：0.0 公尺~40.0 公尺為卵礫石夾棕灰色粉土及細砂。

4、BH-04：0.0 公尺~8.1 公尺為卵礫石夾棕灰色粉土及細砂；8.1 公尺~20.0 公尺為灰棕色泥質砂岩。

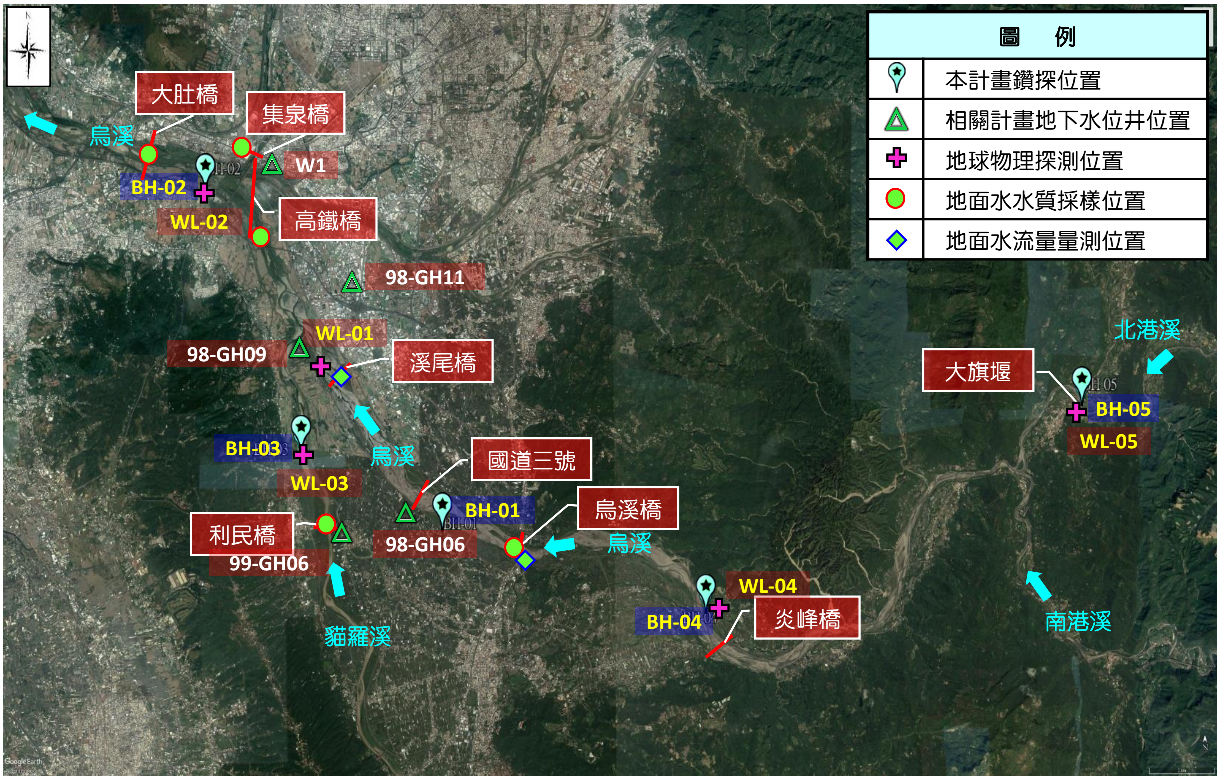
5、BH-05：0.0 公尺~3.0 公尺為卵礫石夾灰色粉土及細砂； 3.0 公尺~20.0 公尺為泥質砂岩偶夾頁岩。

摘表-1　烏溪流域伏流水取水潛能河段評估表

項目	烏溪流域主流			烏溪流域支流				
	烏溪下游 (台 74 橋 ~ 大度橋)	烏溪中游 (台 74 橋 ~ 烏溪橋)	烏溪上游 (烏溪橋～乾峰橋)	貓羅溪 (利民橋～烏溪匯流口)	筏子溪	大里溪	北港溪	南港溪
河川流量持續 9 個月以上	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
河床未受不透水黏土層覆蓋	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
水力傳導係數 (m/s)	1.40×10^{-3}～2.90×10^{-5}		1.98×10^{-5}～8.04×10^{-5}	5.89×10^{-4}～6.02×10^{-5}	8.09×10^{-4}	2.6×10^{-4}	7.23×10^{-5}	1.05×10^{-4}
含水層厚度(m)	18~45	25～100	5～8	13～40	5～18	5～18	5～8	5～30
地面水水質	丙類水體輕度污染	乙類水體未(稍)受污染	乙類水體未(稍)受污染	乙類水體未(稍)受污染	丙類水體輕度污染	丁類水體中度污染	乙類水體未(稍)受污染	乙類水體未(稍)受污染
地下水水質	氨氮、鐵、錳超標	符合污染標準	符合污染標準	符合污染標準	氨氮超標	氨氮超標	符合污染標準	符合污染標準
河床質	粉土與細砂	礫石與粗砂	礫石與粗砂	礫石與細砂	礫石與細砂	礫石與細砂	礫石與粗砂	礫石與粗砂
河道地形	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	河谷狹窄	河谷狹窄
綜合評估	1.地面水質差 2.河床質屬細粒料 3.地下水水質總硬度、鐵、錳離子超標	1.地面水質佳 2.河床質屬砂礫石 3.地下水水質符合污染標準	1.地面水質佳 2.河床質屬砂礫石 3.地下水水質錳離子超標	1.地面水質佳 2.河床質屬砂礫石 3.地下水水質符合污染標準	1.地面水質差 2.地下水水質總硬度、鐵、錳離子超標	1.地面水質差 2.地下水水質總硬度、鐵、錳離子超標	1.地面水質佳 2.地下水水質符合污染標準	1.地面水質佳 2.地下水水質符合污染標準
開發潛能	╳	✓	╳	✓	╳	╳	╳	✓

註：1.烏溪下游河段(台 74 橋~大度橋)及筏子溪因水質屬丙類水體，可開發為工業用水

2.烏溪上游(烏溪橋～乾峰橋)及北港溪等河段雖不符伏流水潛能開發要件，惟有高濁度備援需求故仍列入河段開發評估。



摘圖-1　本計畫現場調查布置總圖

摘表-2　本計畫調查試驗項目及內容一覽表

項目	監測頻率	地點	監測內容
地質鑽探	計畫期間 1 次	BH-01~BH-05，實際鑽孔總深度 166.16 公尺	地質鑽探
地下水位觀測	定期觀測	BH-01~BH-05、98-GH11、98-GH09、98GH-06、99-GH06	地下水位
地球物理探測	計畫期間 1 次	1.北港溪大旗堰上游右岸灘地 1 處 2.烏溪河段 2 處 3.貓羅溪 1 處 4.烏嘴潭攔河堰上游右岸灘地 1 處	瞭解地層及地下水位分佈狀況
單井水力試驗	計畫期間 1 次	BH-01~BH-05	透水係數 K 值
水質採樣分析	計畫期間共 12 站次	地下水： BH-02、98-GH06、BH-03、98-GH09、W1、BH-04、BH-05 地面水：大肚橋、烏溪橋、利民橋、高鐵橋上游、集泉橋	pH 值、溫度、溶氧量、懸浮固體、大腸桿菌群密度、氨氮、生化需氧量、化學需氧量、總有機碳、總磷、砷、鉛、鎘、鉻、汞及硒
地下水流速流向及井溫調查	豐、枯水期各 1 次	98GH-06、99GH-06	流速流向及井溫
地面水流量調查	豐、枯水期各 1 次	烏溪橋及溪尾橋	河川流量調查

(三)單井水力試驗

本計畫進行之 5 處微水試驗，其中 BH-01 之 K 值約每秒 2.90×10^{-5} 公尺、BH-02 之 K 值約每秒 7.11×10^{-5} 公尺、BH-03 之 K 值約每秒 6.02×10^{-5} 公尺、BH-04 之 K 值約每秒 2.71×10^{-5} 公尺、BH-05 之 K 值約每秒 7.23×10^{-5} 公尺。

(四)地球物理探測

本計畫分別於北港溪、烏溪及貓羅溪進行地球物理探測作業，每測站各完成二條二維地電阻影像剖面。

1、WL-01 區：本測區位於溪尾大橋上游左岸灘地。

本區地層在調查深度範圍內(約 40 公尺)的電阻率約 200~500ohm-m，判定主要地層為砂/礫石層。

2、WL-02 區：本測區位於高鐵橋下游左岸灘地。

(1)砂/土層：分佈於淺地表，電阻率約 30-100 ohm-m，厚度約 0.0-6.0 公尺。

(2)礫石/砂層:電阻率約 100-600 ohm-m，厚度約 14.0-20.0 公尺。

(3)岩盤(泥質砂岩)：電阻率約 30-70 ohm-m。

3、WL-03 區：本測區位於貓羅溪利民橋下游左岸灘地。

本區地層在調查深度範圍內(約 40 公尺)，判定主要地層為砂/土/礫石層。

4、WL-04 區：本測區位於北港溪大旗堰上游右岸灘地。

(1)礫石/砂層：分佈於淺地表，電阻率約 200-600 ohm-m，厚度約 1.0-7.0 公尺。

(2)岩盤(砂/頁岩)：電阻率約 10-100 ohm-m。

5、WL-05 區：本測區位於炎峰橋下游右岸灘地。

(1)礫石/砂層：分佈於淺地表，電阻率約 300-2000 ohm-m，厚度約 7.0-8.0 公尺。

(2)岩盤(泥質砂岩)：電阻率約 40-100 ohm-m。

(五)水質調查

本計畫地面水於大肚橋、利民橋、集泉橋、烏溪橋及高鐵橋上游等 5 處進行採樣，地下水於 BH-02(烏溪)、BH-03(貓羅溪)、W1(筏子溪)、98GH-06(烏溪)及 98GH-09(烏溪及貓羅溪匯流處)等 5 處進行採樣，強降雨高濁度時期另加測 BH-04(烏溪鳥嘴潭)及 BH-05(北港溪大旗堰)。

綜合水質檢測結果，就地面水部分烏溪大肚橋之氨氮及大腸桿菌群未符合標準，貓羅溪利民橋之化學需氧量、大腸桿菌群及氨氮等項目未符合標準，筏子溪集泉橋之大腸桿菌群未符合標準；地下水部分在貓羅溪 BH-03 孔之化學需氧量超標，筏子溪 W1 孔之化學需氧量及大腸桿菌群不符合標準，另於強降雨高濁度時期所加測之地下水水質(BH-04 及 BH-05)，除氨氮超過第 2 類地下水污染監測標準外，其餘均符合飲用水水源水質標準。

(六)地下水水位觀測

為利後續地下水位資料研判，本計畫除 5 口觀測井進行水位監測外，另收集本計畫區域相關計畫之觀測井，依據 107 年 6 月至 10 月水位監測記錄，量測結果如下：

1、BH-01(烏溪國道三號橋上游)：地下水位高程約在 58.08~60.51 公尺之間，地表高程約 77.16 公尺。

2、BH-02(烏溪高鐵橋下游)：地下水位高程約在 18.27~19.19 公尺之間，地表高程約 20.08 公尺。

3、BH-03(貓羅溪利民橋下游)：地下水位高程約在 40.97~42.10 公尺之間，地表高程約 45.29 公尺。

4、BH-04(烏溪炎峰橋下游)：地下水位高程約在 140.31~142.64 公尺之間，地表高程約 146.22 公尺。

5、BH-05(北港溪大旗堰上游)：地下水位高程約在 272.00~274.86 公尺之間，地表高程約 274.13 公尺。

6、98GH-11(溪南國中)：地下水位高程約在 27.31~32.30 公尺之間，地表高程約 35.54 公尺。

7、98GH-09(貓羅溪與烏溪匯流處)：地下水位高程約在 33.81~35.46 公尺之間，地表高程約 40.06 公尺。

8、98GH-06(烏溪國道三號橋下游)：地下水位高程約在 56.40~59.76 公尺之間，地表高程約 67.49 公尺。

9、99GH-06(貓羅溪利民橋上游)：地下水位高程約在 58.00~59.45 公尺之間，地表高程約 63.3 公尺。

(七)流量調查

依流量量測位置區分為烏溪橋至溪尾橋之河段，流量量測結果均為入滲現象，枯水期間烏溪橋至溪尾橋間入滲量約每秒 1.10 立方公尺，豐水期間烏溪橋至溪尾橋間入滲量約每秒 10.97 立方公尺。

(八)試驗調查評析

1、水文地質參數探查

綜合彙整繪製烏溪及貓羅溪之地質剖面圖，烏溪橋上游沖積層厚度約 3～8 公尺；烏溪橋至台 74 橋之間鑽孔進尺深度內均未達岩盤，保守研判沖積層厚度約 25～100 公尺；台 74 橋下游至大肚橋沖積層厚度約 18～45 公尺，如摘圖-2。由貓羅溪地質剖面圖得知，於溪頭橋下游至與烏溪匯流口間，於鑽探近尺深度內均未達岩盤，保守研判沖積層厚度約 13～40 公尺，如摘圖-3。

2、地面水與地下水關係

綜合流量調查、地下水位觀測資料及地下水井溫量測，烏溪於烏溪橋至溪尾橋河段屬河道補注地下水河段，貓羅溪於斷面 1 至斷面 30 間大略均屬地下水流出。

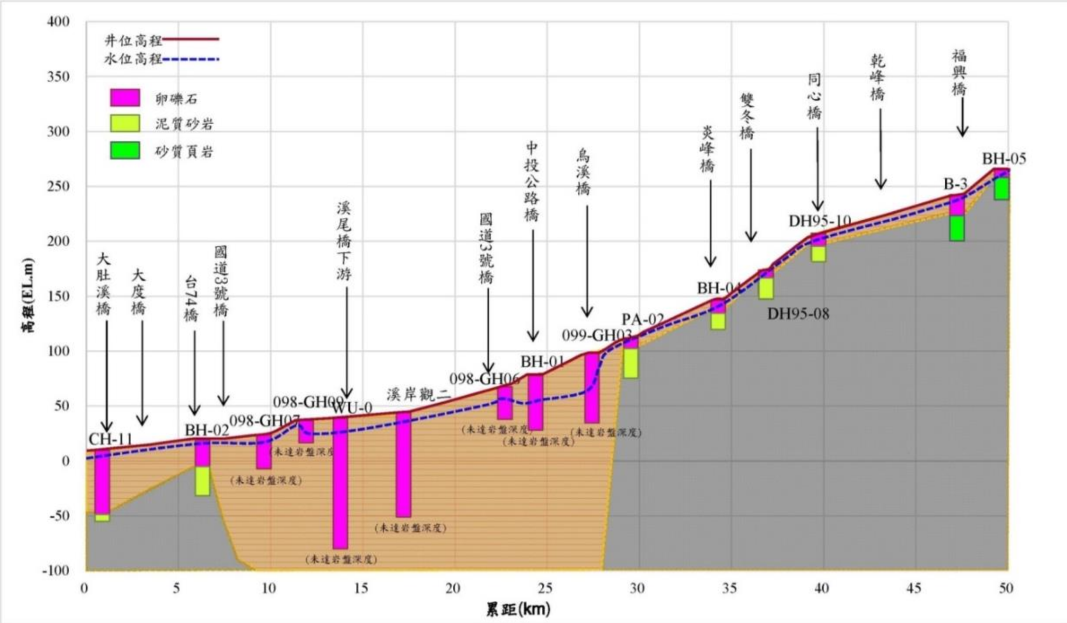
3、水質調查

烏溪流域水質部分受到農業及民生污水影響，導致部分水質監測項目超標，未來污水下水道完成及農業耕作方式改善後應可改善水質情形；此外，於高濁度強降雨時，大旗堰及烏嘴潭地區之地下水水質均無超標之情形。

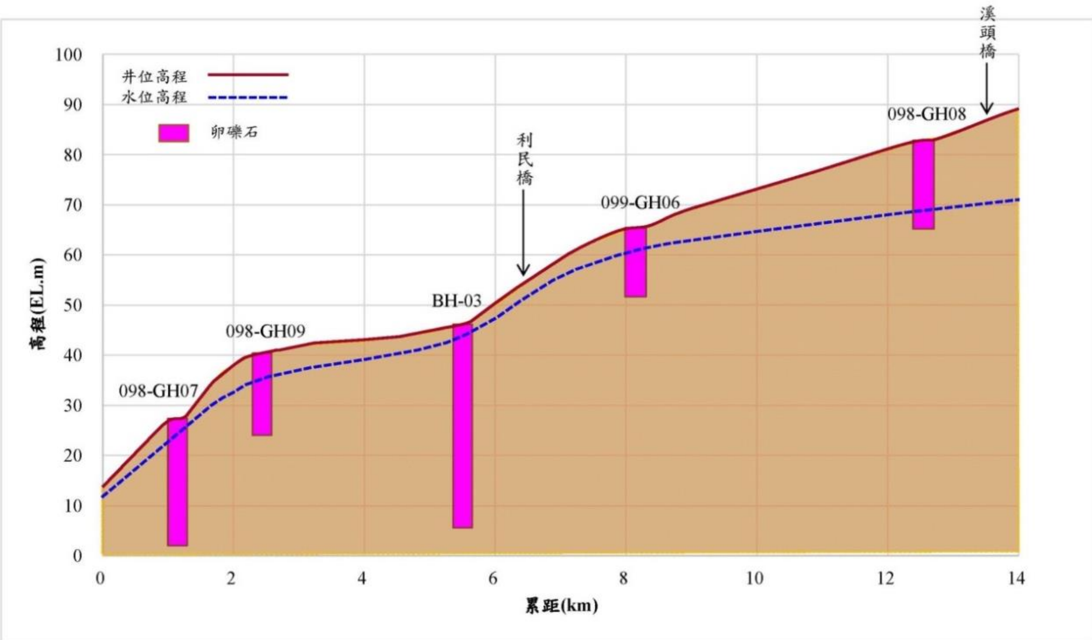
五、水資源利用率評析

(一)計畫區域內各標的用水使用現況調查與評析

計畫區域內標的用水包含自來水用水及農業灌溉用水(台中農田水利會、南投農田水利會與彰化農田水利會)及工業用水，烏溪主流各標的用水狀況彙整示如摘表-3。



摘圖-2　烏溪地質剖面圖



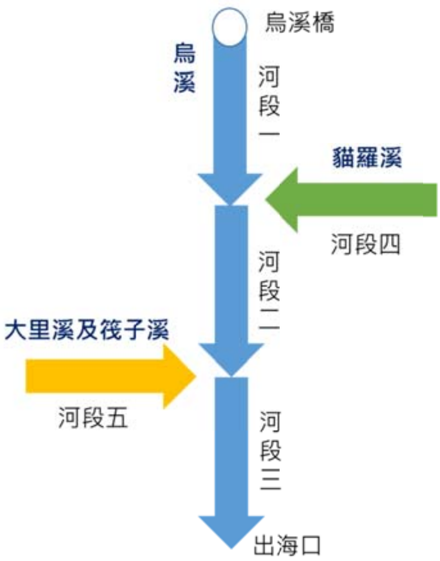
摘圖-3　貓羅溪地質剖面圖

(二)計畫區域內現有取水設施水資源供需分析

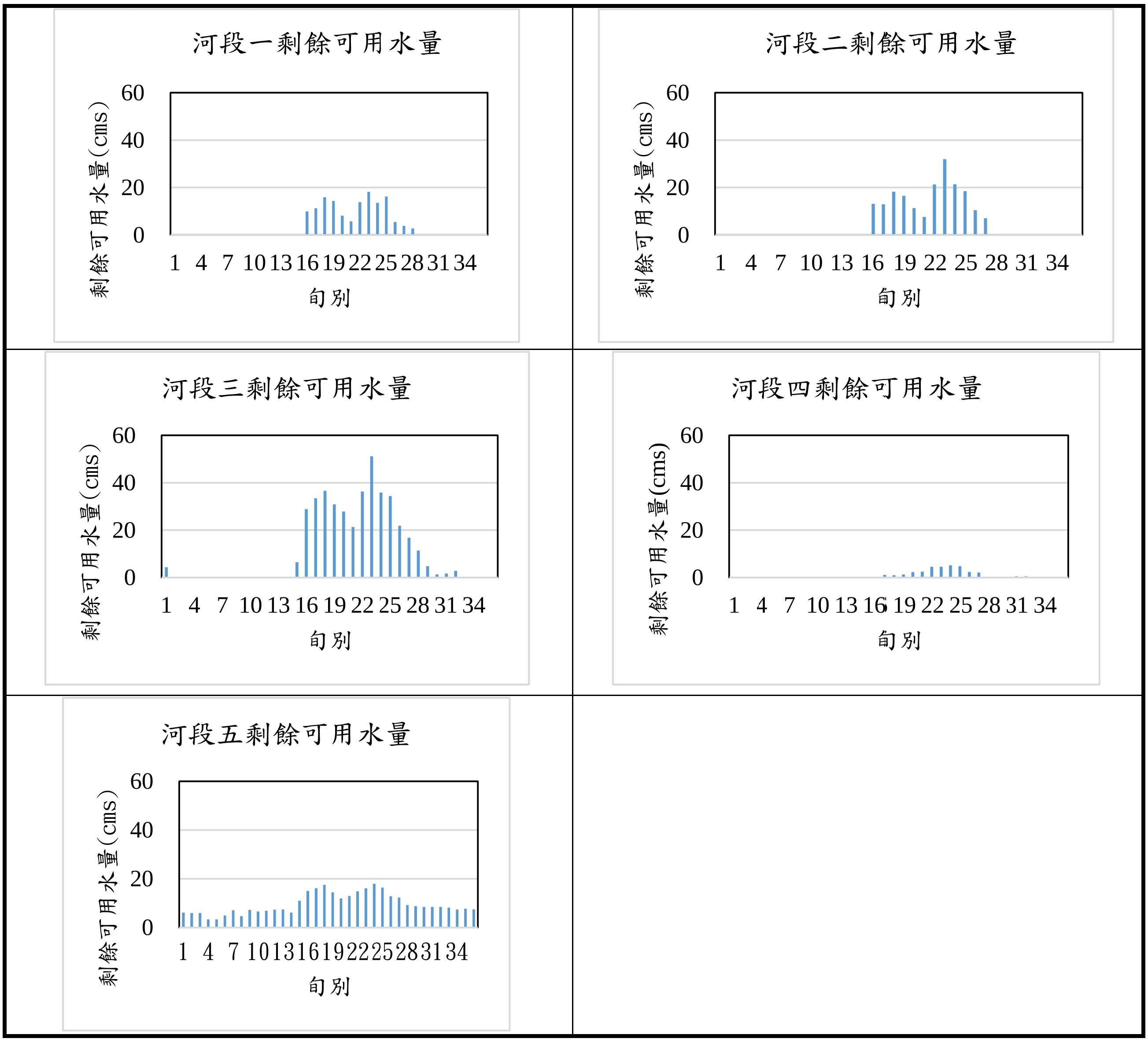
為掌握計畫區域是否仍有餘裕水權可供申請使用，參考水利法施行細則第十四條之一「主管機關審核川流水源之地面水權引用水量，應參酌引水地點之水文測驗所得水源通常保持之水量、其下游已核准地面水水權水量、申請人事業所需用水量及其他必要事項等覈實核給。」進行評估，河川剩餘可用水量分析範圍如摘圖-4，河川剩餘可用水量以水源通常保持水量扣除河段分擔水權量後估計之，若水權上游有多個水源時，依據水源集水面積進行分配估算，各河段剩餘可用水量分析結果示摘圖-5。河段一僅第 16 旬~28 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 2.76~18.18 立方公尺；河段二僅第 16~27 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 0.3~32 立方公尺；河段三第 1、15~32 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 1.35~51.25 立方公尺；河段四第 17~28、31~33 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 0.15~5.19 立方公尺；河段五第 1~36 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 3.32~17.95 立方公尺。

摘表-3　烏溪主流各標的用水調查總表

類別	細項	現況 (億 m^3/年)	規劃中 (億 m^3/年)	備註
烏溪主流地面水用水狀況	農業用水	8.87	-	現況水權量包含龍泉圳、北投新圳、同安圳、茄荖媽助圳、阿罩霧第一~四圳、福馬圳、大肚圳。
	工業用水	0.27607	-	現況水權量包含興農及台化公司
	民生用水	-	0.9125	烏溪主流現況並無供應民生用水，僅支流北港溪大旗堰有供應，其淨水能力為每日 0.5 萬噸；規劃中設施為烏嘴潭人工湖，設計供水能力為每日 25 萬立方公尺
烏溪主流伏流水用水狀況	民生用水	0.02555	0.0365	現況為烏溪及貓羅溪匯流口左岸寬口井，設計取水量為每日 0.4 萬立方公尺，自來水十一區處預計於下游新增一口寬口井，設計取水量每日 1 萬立方公尺



摘圖-4　河川剩餘可用水量分析河段示意圖



摘圖-5　烏溪各河段剩餘可用水量分析結果歷線圖

(三)計畫區域內可能水資源取水設施開發後供需分析

計畫區域內可能水資源取水設施開發包含鳥嘴潭人工湖及埔里地下水開發，本計畫在考量供應農業灌溉用水及生態基流量下，以 SI=1 為公共用水缺水忍受度，透過 GWSM 模式針對上述兩種開發方案進行供水潛能分析，分析結果說明如后。

1、烏溪鳥嘴潭人工湖單獨運用

烏溪鳥嘴潭人工湖單獨運用分析成果示如摘表-4 及摘圖-6，模擬期限民國 69-98 年，分析成果顯示鳥嘴潭人工湖單獨運用供水潛能量為每日 25.1 萬立方公尺，年平均引水量為每年 8,681 萬立方公尺，年平均缺水量為每年 625 萬立方公尺，年平均缺水率為 6.8%，主要缺水集中於 11 月中旬~隔年 7 月上旬。

2、烏溪鳥嘴潭人工湖與埔里盆地地下水聯合運用

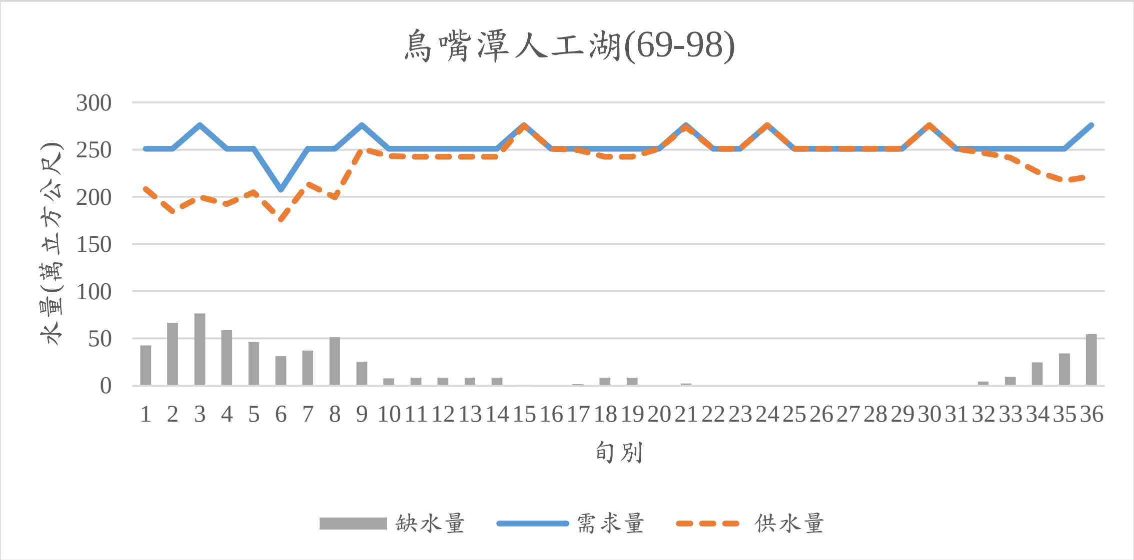
烏溪鳥嘴潭人工湖與埔里盆地下水聯合運用，分析成果示如摘表-5 及摘圖-7，模擬期限民國 69-98 年分析成果顯示鳥嘴潭人工湖與埔里盆地下水聯合運用供水潛能量為每日 33.2 萬立方公尺，鳥嘴潭年平均引水量為每年 10,136 萬立方公尺，年平均缺水量為每年 886 萬立方公尺，年平均缺水率為 7.3%，主要缺水集中於 11 月上旬~隔年 7 月下旬。

摘表-4　烏溪鳥嘴潭人工湖供水分析成果表

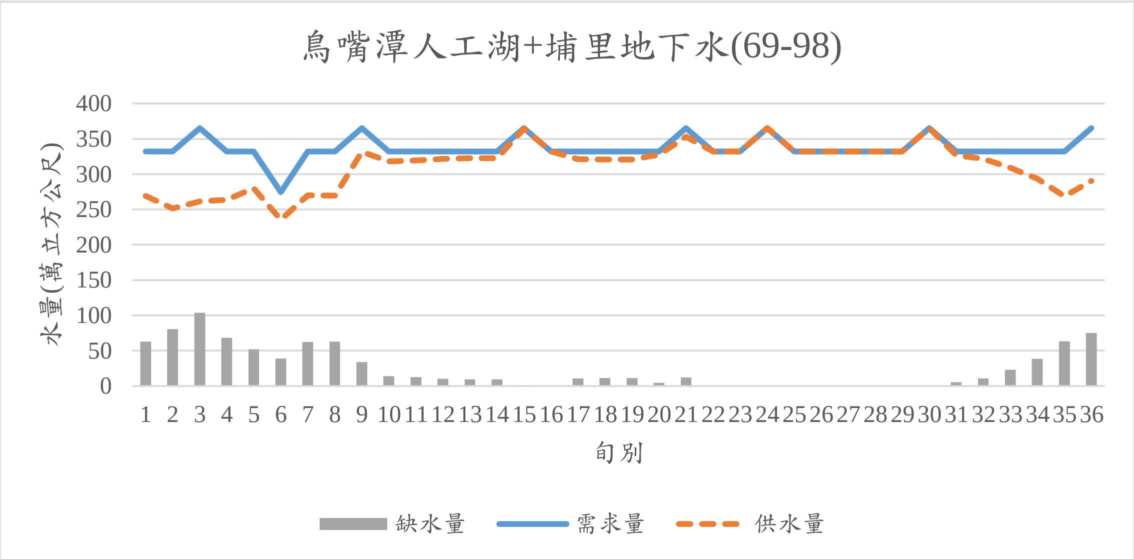
項目	模擬期間 69-98 年
供水潛能(萬 CMD)	25.1
缺水指數	1
年平均需求量(萬 m^3/年)	9,168
年平均供水量(萬 m^3/年)	8,544
年平均缺水量(萬 m^3/年)	625
年平均缺水率(%)	6.8
烏溪攔河堰年平均引水量(萬 m^3/年)	8,681

摘表-5　烏溪烏嘴潭人工湖與埔里盆地地下水資源聯合運用供水分析成果表

項目	模擬期間 69-98 年
供水潛能(萬 CMD)	33.2
缺水指數	1
年平均需求量(萬 m^3/年)	12,127
年平均供水量(萬 m^3/年)	11,241
年平均缺水量(萬 m^3/年)	886
年平均缺水率(%)	7.3
烏溪攔河堰年平均引水量(萬 m^3/年)	10,136



摘圖-6　烏溪烏嘴潭人工湖供水分析旬缺水量圖



摘圖-7　烏溪烏嘴潭人工湖與埔里盆地地下水資源聯合運用供水分析旬缺水量圖

六、伏流水水源潛能量評估

(一)計畫區域內地面地下水交換行為探討

1、文獻蒐集

中央地質調查所(2015)報告中根據溶氧及硝酸鹽濃度顯示台中盆地淺層及深層地下水層間有良好的連通關係，另外藉由地溫梯度量測結果亦顯示，台中盆地地下水上下層流通良好，因此溫度接近，整體地溫梯度偏低。最後氫氧同位素分析結果推估台中盆地地下水大多來自河川入滲，盆地北側如新庄、大雅、豐洲、潭子、泰安、四張犁、東山、中山站之地下水受到大甲溪溪水影響；盆地中段如烏日(1)、建平、大里(1)、草湖站、霧峰、溪尾、草屯、萬豐等站，受到來自東側丘陵的烏溪支流影響，然而烏日(2)和大里(2)之深層地下水則是與大甲溪較為相關；盆地南端的地下水如新街、新光站，主要受貓羅溪溪水影響。

2、地下水流速流向調查

98GH-06(烏溪)及 99GH-06(貓羅溪)於兩次試驗中方向差異大，枯水期地下水流向皆往烏溪主流流動，豐水期各地下水位井流向皆往附近河道流動。

3、井溫剖面調查

由豐、枯水期調查成果可知，烏溪國道三號橋位置在地下水位面下 0~10 公尺，有顯著之地面水與地下水交換行為。

(二)區域伏流水潛能概估

1、將模擬範圍之烏溪主流分別依烏溪橋、台 63 公路、國道三號公路、溪尾橋、貓羅溪匯流口、大里溪匯流口及大肚橋分為 6 個河段，貓羅溪則分依南崗大橋、溪州橋、利民橋及貓羅溪匯流口分為 3 個河段，各河段出入滲量如摘表-6。

2、烏溪河川入滲主要集中於烏溪橋至溪尾橋河段，以下河段屬出滲河段，貓羅溪則皆為出滲河段。

3、將各河段之河川入滲量與出滲量相加計算各河段伏流水潛能量，

烏溪及貓羅溪流域各河段之平均年出入滲量如摘表-6所示，其中烏溪流域自烏溪橋至大肚橋之淨入滲量，分別為每日 8.3、5.1、4.3、3.4、9.2、0.8 萬立方公尺，貓羅溪流域自南崗大橋至貓羅溪匯流口之淨入滲量分別為每日 1.1、2.2、2.0 萬立方公尺。

摘表-6　烏溪及貓羅溪各河段交換量

河段	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲量
烏溪橋 ~ 台 63 公路	8.3	0.0	8.3
台 63 公路 ~ 國道三號	5.1	0.0	5.1
國道三號 ~ 溪尾橋	4.3	0.0	4.3
溪尾橋 ~ 貓羅溪匯流口	0.1	3.5	3.4
貓羅溪匯流口 ~ 大里溪匯流口	0.0	9.2	9.2
大里溪匯流口~大肚橋	0.0	0.8	0.8
南崗大橋~溪洲橋	0.0	1.1	1.1
溪洲橋~利民橋	0.0	2.2	2.2
利民橋~貓羅溪匯流口	0.0	2.0	2.0

七、伏流水開發與運用策略初步規劃

(一)最佳開發區位評估

本計畫就水文地質條件、水質條件、供水標的位置及取水對周遭環境影響等條件，配合河段潛能量估算及水源聯合運用分析結果等項目，進行最佳開發區位評估作業，開發區位評估結果如摘表-7。

1、北港溪大旗堰上游

本區位地下水位埋深、輸水管路距離及水質條件均符合開發條件，且國姓地區有常態高濁度或緊急備援需求，因此建議開發。

2、烏嘴潭攔河堰上游

本區位地下水位埋深、輸水管路距離及水質條件均符合開發條件，惟高濁度時期取用伏流水與烏嘴潭人工湖聯合運用，經水源運用分析並無增供常態供水量，因此本區位不建議開發。

3、烏溪橋～溪尾橋

本區位地下水位埋深變動大且輸水管路距離過長，導致伏流水工程成本增加，且取用伏流水與烏嘴潭人工湖聯合運用，經水源運用分析並無增供常態供水量，因此本區位不建議開發。

4、溪尾橋～貓羅溪匯流口

本區位地下水位埋深及水質條件均符合開發條件，惟配合淨水場位置輸水路需設置一座水管橋，另因區位範圍內水公司已設有寬口井取用伏流水，避免取水設施互相影響，因此不建議開發。

5、貓羅溪匯流口～台 74 橋

本區位地下水位埋深、輸水管路距離及水質條件均符合開發條件，且取用伏流水可作為之彰化地區常態備援或緊急備援，因此建議開發。

6、利民橋～貓羅溪匯流口

本區位地下水位埋深及輸水管路距離均符合開發條件，惟水質條件不穩定，因此本區位不建議開發。

綜合上述，建議開發區段為北港溪大旗堰上游及貓羅溪匯流口～台 74 橋，後續對該區段進行開發方案初步規劃及經濟效益分析。

(二)取水工法及管材評估

1、取水型式評估

伏流水取水設施可分為水平式集水管、集水廊道、寬口井、輻射井等四種方式，其取水方法技術原理極為相近，多以集取河岸旁地面水與地下水源為主，依據本計畫地質鑽探結果，預定取水河段內多屬卵礫石層夾粉土質砂地層，考量地質條件及取水量因素評估適用於本計畫取水型式以寬口井及水平式集水管為主。

2、水管管材評估

集水管材料部分市面上普遍有「混凝土集水管」、「HDPE 集水管」、「開孔鋼管」及「鋼骨繞線式集水管」，以上產品大致為制式規格品，國內外許多廠商都有在生產。本計畫取水型式建議以寬口井及水平式集水管為主，管材建議用鋼骨繞線式透水管為主，如考量經費需求可採用開孔鋼管。

(三)取水方案開發量與初步規劃佈置

依據開發河段評估結果，考量河段潛能、河川特性、取水限制

及輸水路線等條件，以北港溪大旗堰上游(以下簡稱區段一)及貓羅溪匯流口～台 74 橋(以下簡稱區段二)等為建議開發位置，本計畫將依各區段河川特性進行取水方案規劃作業，方案規劃內容說明如后。

1、區段一：北港溪大旗堰上游

依據現地河川特性及地下水位條件，北港溪大旗堰地下水埋深約 1～2 公尺，取水型式建議採採水平式集水管方式，整體平面佈置圖及剖面圖如摘圖-8 及摘圖-9。

(1)取水時機

本計畫豐水期以每日 0.7 萬噸取水 45 日進行高濁度取水量估算。枯旱期以 10 年一次頻率估算枯旱緊急備援系統使用次數，10 年總取水日數保守以 100 日估算，每日以 0.7 萬噸估算取水量及效益估算。

(2)取水潛能計算

經不同管長、不同埋深取水量計算後，以水平式集水管長 360 公尺，管徑 1.2 公尺，淤積係數約 0.5，設計出水量經折減 30 %，滿足取水量約每日 0.7 萬立方公尺。

(3)水平式集水管佈置

本工程水平式集水管設置於北港溪斷面 9(大旗尾淨水場取水口上游右岸)，水平式集水管垂直河川方向長度為 250 公尺 1 組、平行水流方向 100 公尺 1 組，管徑為ϕ1,200 公釐，水平式集水管工程採明挖覆蓋方式施作。

(4)導水管佈置

導水管位內徑採 1.2 公尺，管材採用鋼管，可採明挖方式或推進方式施工。

(5)集水井

設有集水井一座，位置與既有堤防共構，將水平式集水管水量引入，並具加壓站功能、內徑採 6 公尺，井深 7 公尺，內部設施包括抽水設備、閘閥及監控等機電設施。

(6)輸水路規劃

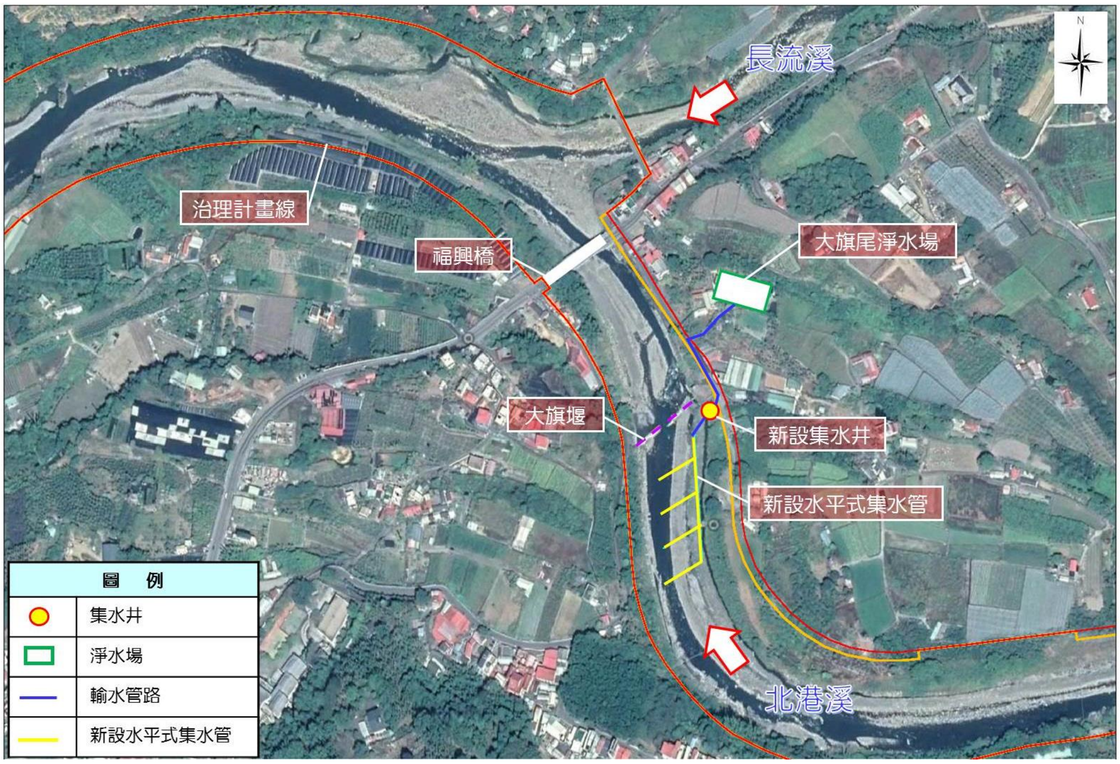
輸水管路規劃自集水井加壓抽取伏流水，沿右岸水防道路下方以明挖覆蓋原則進行埋設，並匯入大旗尾淨水場，輸水管路長度約 300 公尺，管徑採 300 公釐，管材以 DIP 管為主。

(7)建造成本估計

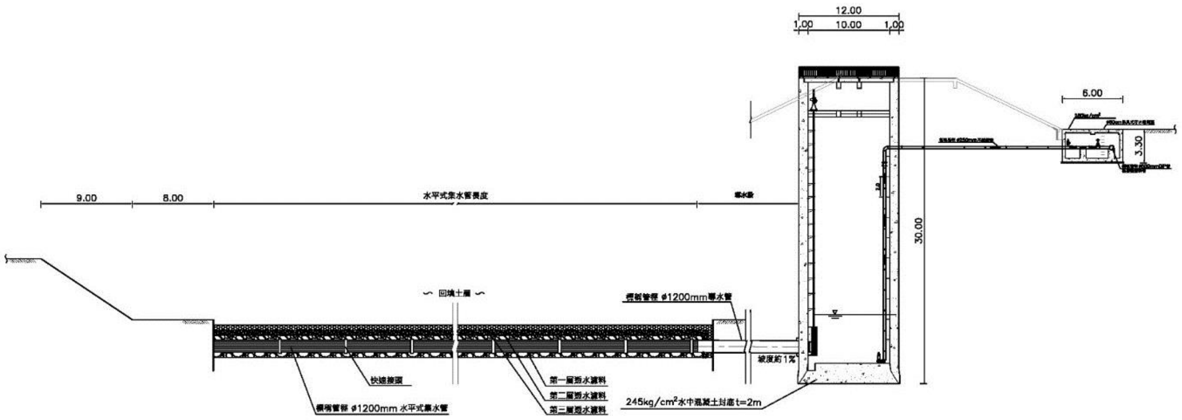
區段一所需之建造成本約 6,515 萬元。

摘表-7　建議開發區位評估表

項目	烏溪					貓羅溪
	大旗堰上游	烏嘴潭攔河堰上游	烏溪橋～溪尾橋	溪尾橋～貓羅溪匯流口	貓羅溪匯流口～台 74 橋	利民橋～貓羅溪匯流口
伏流水潛能(萬 CMD)	-	-	17.7	3.4	9.2	2.0
河川交換行為	-	-	河川入滲	河川出滲	河川出滲	河川出滲
高濁度取水量(萬 CMD)	0.7	10	-	-	-	-
地下水位埋深(m)	1~2	4~5	9.3～19.1	4.6～6.2	2.3～4.2	4～5
水質條件	乙類水體	乙類水體	乙類水體	乙類水體	乙類水體	乙～丙類水體
預定輸水位置	大旗尾淨水場	烏嘴潭人工湖	烏嘴潭淨水場	烏嘴潭淨水場	新設淨水場	烏嘴潭淨水場
送至淨水場距離(KM)	0.3 公里	1 公里	6～11 公里 水管橋：一座	4 公里 水管橋：一座	0.5 公里	0.5 公里
綜合評估	常態備援或緊急備援	無增常態供水量	地下水位埋深太深 無常態增供水量	既有貓羅溪寬口井競合	常態備援或緊急備援	水質不穩定
建議開發	V	×	×	×	V	×



摘圖-8　區段一平面佈置圖



摘圖-9　水平式集水管及集水井剖面示意圖

2、區段二：貓羅溪匯流口～台 74 橋

依據現地河川特性及地下水位條件，貓羅溪匯流口～台 74 橋間因地下水埋深約 2.3～4.2 公尺之間，取水型式採水平式集水管方式。整體平面佈置圖如摘圖-10。

(1)取水時機

豐水期依據歷年石岡壩原水濁度記錄，高濁度時間最長天數為 40 天，本計畫以每日 8 萬噸取水 40 日進行取水量及效益

估算。枯旱期本計畫以 10 年一次枯旱頻率估算，其缺水量約 1,514 萬立方公尺。

(2)取水量分析

水平式集水管管徑為 1.2 公尺，以集水管長度 500 公尺估算，淤積係數約 0.5，設計出水量經折減 30 %後，其取水量約每日 4.1 萬立方公尺。

(3)水平式集水管佈置

規劃於距離國道三號橋(快官段)上游約 250 公尺及 1,500 公尺各設置一組 500 公尺之水平式集水管。

(4)導水管佈置

導水管內徑採 1.2 公尺，管材採用鋼管，可採明挖方式或推進方式施工，每處導水管各 250 公尺，總計 500 公尺。

(5)集水井

本區段共設有集水井兩座，位置與既有堤防共構，內徑採 8 公尺，井深 18 公尺，內部設施包括抽水設備、閘閥及監控等機電設施。

(6)輸水路規劃

沿水防道路下方以明挖覆蓋原則進行埋設，輸水管路總長約 1,100 公尺，管徑採 1,000 公釐，輸水管管材以 DIP 管為主。

(7)下游配合工程

新設一處淨水場進行原水處理作業，其處理後之清水透過新設輸水管路與既有幹管銜接輸送至彰化市區。由於淨水場設施設置及營運屬自來水公司範疇，因此下游配合工程經費不列入本計畫工程費工計算。

(8)取水洩降影響範圍

依據前述工程佈置規模進行數值模擬作業，模擬連續 5 年引取伏流水後之影響，模擬情境如下：

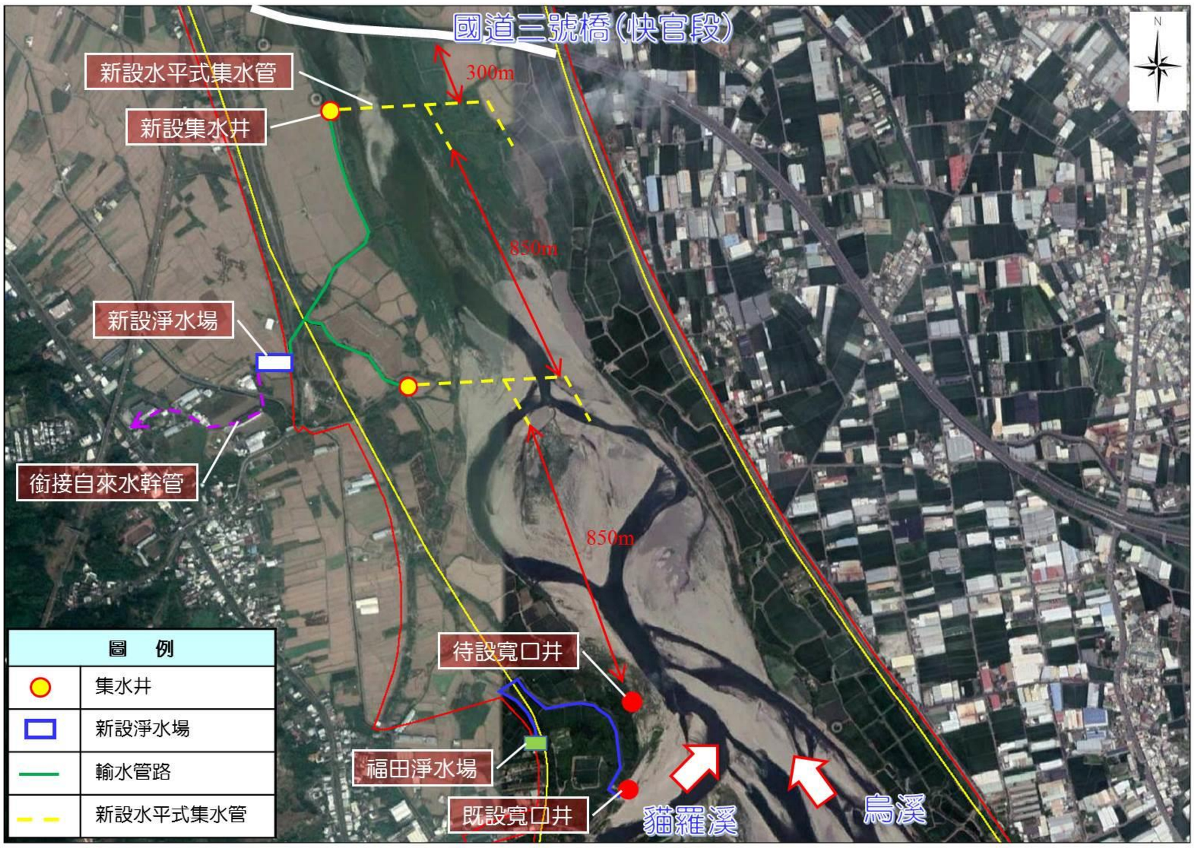
➢ 情境一：每年豐水期取水3個月後(8~10月)停止取水。

➢ 情境二：每年豐水期取水3個月後(8~10月)停止取水且於第二年枯水季(1~3月)啟動3個月枯旱緊急取水。

由模擬結果顯示，情境一最大地下水位洩降約2.45公尺，洩降影響範圍(洩降深度0.1公尺)約2.2公里；，情境二最大地下水位洩降約2.49公尺，洩降影響範圍(洩降深度0.1公尺)約2.2公里。兩種情境取水後洩降深度皆小於平均水位至SGI360均線加上2倍標準偏差，且停止取水後地下水位回升至接近原地下水位，顯示伏流水開發對於周遭地下水環境影響不大。

(9)建造成本估計

本計畫之工程配合標準斷面圖進行數量估算，區段二所需之建造成本約38,879萬元。



摘圖-10　區段二平面佈置圖

(四)經濟分析

本計畫伏流水開發方案經濟分析結果如摘表-8。

摘表-8　伏流水開發方案經濟分析結果表

項目	總工程費	年運用水量	年計成本	原水成本	計畫效益	益本比
區段一	0.65 億	38.5 萬噸	715 萬	18.6 元/m^3	511 萬	0.71
區段二	3.89 億	471.4 萬噸	4,540 萬	9.6 元/m^3	4,980 萬	1.10

(五)運用策略研擬與計畫定位

1、區域水資源供需情勢評析

北港溪上游現有之大旗攔河堰於豐水期時豪雨過後濁度大幅增加無法取水，顯示有高濁度備援之需求；彰化地區因自有水源不足，每逢颱洪事件大甲溪原水濁度增加或枯旱期，由台中支援水量則會減少供應；彰化地區在烏嘴潭人工湖完成後，枯旱時期仍有緊急備援用水需要性。

2、伏流水運用定位

(1)常態備援:北港溪大旗堰高濁度備援、穩定國姓地區供水；彰化地區高濁度備援、穩定由台中支援彰化之供水、增加鯉魚潭水庫蓄存水量，提升大台中地區用水調度能力。

(2)緊急備援:北港溪大旗堰枯旱期緊急備援；彰化地區枯旱期緊急備援、減抽地下水、提升烏嘴潭人工湖供水穩定性。

3、計畫評價

就經濟面向及環境面向,區段一及區段二皆符合可行之原則；就成本效益面向，區段二益本比約 1.1，相對於國內其他水資源開發工程屬可開發方案；區段一益本比雖低於 1，因工程特性屬備援性質，考量穩定地區供水及可能負擔的社會成本等因素，仍應進行開發以穩定國姓地區供水，因此建議後續持續推動區段一及區段二伏流水開發作業。

Abstract

I. According to the analysis of the remaining water available in the river, the remaining water volume of the mainstream of Wuxi (the lower reaches of Wuxi Bridge) and the lower reaches of Maoluoxi has only the remaining water available from June to November. It is recommended to develop towards the backup water source.

II. The net infiltration of Wuxi from Wuxi Bridge to Xiwei Bridge is 177,000 cubic meters per day, and the net infiltration of Xiwei Bridge to Cat Luoxi Confluence is 34,000 cubic meters per day. Cat Luoxi Confluence to Dali The net infiltration of the stream at the stream is 92,000 cubic meters per day, and the net infiltration of the Daliuxi to the Dadu Bridge is 8,000 cubic meters per day. The net infiltration of the Luoxi River Basin from Nangang Bridge to Limin Bridge is 33,000 cubic meters per day, and the net infiltration of Limin Bridge to Cat Luoxi Confluence is 20,000 cubic meters per day.

III. After the hydrogeological conditions, water quality conditions, the location of the water supply target, the environmental impact of the water intake, the potential energy of the river section and the combined analysis of the water source, the best development location is Beigangxi Daqiyu and Cat Luoxi Confluence~ 74 bridge and other sections.

IV. The plan is to set up a effluent water intake facility in the upper reaches of Beigangxi Daqi. The purpose of the project is to set up a high-turbidity backup and drought emergency support for Beigangxi Daqi. The water intake type is a horizontal water collection pipe with a length of 350 meters. The designed water intake is 0.7 million cubic meters per day, the construction cost is about 65 million yuan, the raw water cost is about 18.6 yuan / cubic meter, and the cost is 0.71.

V. The plan is to set up two effluent water intake facilities in Cat Luoxi Confluence to Taiwan 74 Bridge. The purpose of the project is to

provide high-turbidity backup in Changhua City and dry emergency rescue in Changhua area. The water intake type is horizontal water collection pipe. The total length of the pipe is 800 meters (400 meters, 2 places), the designed water intake is 80,000 cubic meters per day, the construction cost is about 389 million yuan, the raw water cost is about 9.6 yuan / cubic meter, and the benefit ratio is 1.1.

VI. Regarding economic orientation and environmental orientation, both Section 1 and Section 2 are in line with the feasible principle; in terms of cost-effectiveness, the sector benefit ratio is about 1.1, which is comparable to other domestic water resources development projects; Although the benefit ratio is less than 1, because the engineering characteristics are redundant, considering the factors such as the water supply in the stable area and the social cost that may be burdened, it is recommended that development should be carried out to stabilize the water supply in the country.

Keywords: Wuxi River, Hyporheic Flow, Horizontal water collection pipe

結論與建議

結論

一、根據河川剩餘可用水量分析成果，烏溪主流(烏溪橋下游)及貓羅溪下游河段僅6～11月尚有剩餘可用水量，建議朝向備援水源開發。

二、烏溪自烏溪橋至溪尾橋淨出滲量每日17.7萬立方公尺，溪尾橋至貓羅溪匯流口淨入滲量每日3.4萬立方公尺，貓羅溪匯流口至大里溪匯流口淨入滲量每日9.2萬立方公尺，大里溪匯流口至大肚橋之淨入滲量每日0.8萬立方公尺。貓羅溪流域自南崗大橋至利民橋之淨入滲量每日3.3萬立方公尺，利民橋至貓羅溪匯流口之淨入滲量每日2.0萬立方公尺。

三、經水文地質條件、水質條件、供水標的位置、取水對周遭環境影響、河段潛能量及水源聯合運用分析等條件評估後，最佳開發區位為北港溪大旗堰及貓羅溪匯流口～台74橋等區段。

四、本計畫規劃於北港溪大旗堰上游設置伏流水取水設施，設置目的為北港溪大旗堰高濁度備援及枯旱緊急備援，取水型式為水平式集水管，管長350公尺，設計取水量每日0.7萬立方公尺，建造成本約0.65億元，原水成本約18.6元/立方公尺，益本比0.71。

五、本計畫規劃於貓羅溪匯流口～台74橋設置2處伏流水取水設施，設置目的為彰化市高濁度備援及彰化地區枯旱緊急備援，取水型式為水平式集水管，總管長800公尺(400公尺×2處)，設計取水量每日8萬立方公尺，建造成本約3.89億元，原水成本約9.6元/立方公尺，益本比為1.1。

六、就經濟面向及環境面向，區段一及區段二皆符合可行之原則；就成本效益面向，區段二益本比約1.1，相對於國內其他水資源開發工程屬可開發方案；區段一益本比雖低於1，因工程特性屬備援性質，考量穩定地區供水及可能負擔的社會成本等因素，建議仍應進行開發以穩定國姓地區供水。

建議

一、河川水質因污染導致超標項目，建議台中市政府、南投縣政府、彰化縣政府及相關主管機關推動雨、污水下水道落實及污染工作防制作業，逐步改善河川水質污染現象。

二、由於北港溪大旗堰上游及貓羅溪匯流口～台 74 橋區段，長期之地下水位監測、水質檢測及流量量測等資料甚少，建議針對地下水位、水質及河川流量等資料持續監測，以利後續作為工程規劃設計依據。

三、本計畫完成開發位置量能評估及工程初步規劃作業，建議後續持續針對開發區位進行基本資料蒐集與監測作業，並進行細部規劃設計作業及地方民眾溝通訪談，以利後續開發工程推動。

目錄

表目錄

圖目錄

第一章　前言

一、計畫緣起

烏溪流域水資源利用目前僅有已核定之烏嘴潭人工湖，考量伏流水與地下水資源於枯旱或緊急情況下，可作為備援水源角色，且依過去研究指出烏溪流域具有開發潛能，因此透過本計畫盤點評估烏溪流域伏流水可能開發利用區位，評估作為高濁度時中部地區備援水源或與地面水聯合運用增供常態水源，並擇選優良位置進行伏流水開發與運用策略規劃。

二、規劃範圍及目標

本計畫工作範圍涵蓋烏溪流域，如圖 1-1 所示。將完成「台灣中部烏溪流域備援伏流水開發調查規劃」報告，俾利提供計畫地區未來可供開發之水源，可於枯旱或緊急事件發生時作為備用水源，或與地面水聯合運用增供作為常態水源。

圖 1-1　計畫範圍圖

三、整體規劃流程

在基本資料蒐查及調查部分，調查項目包括流域概況、河川水文、地下水文、現有水資源設施使用狀況、相關計畫及伏流水相關解釋等。將洽氣象局、水利署、農田水利會、水公司等相關單位蒐集並進行分析。

在盤點界定計畫區內潛能河段部分，將由基本資料蒐集調查及現地勘查成果，選定具伏流水開發潛能河段，以供現地調查、數值模擬與伏流水潛能量推估之參考。選定依據則參照民國 104 年水規所「台灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」，伏流水潛能河段需滿足下列要件：1.該河段流量於每年應至少持續九個月以上、2.該河段含水層水力傳導係數(透水係數)應大於每秒 10^{-5} 公尺(≒每天 1 公尺)、3.該河段河床未受不透水黏土層覆蓋或阻隔、4.該河段含水層厚度應大於 10 公尺以上、5.該河段地面水水質良好(含地下水)。

在現地調查部分，主要項目包含潛能河段之地質鑽探、地下水位觀測、地球物理探測、單井水力試驗、地面水及地下水水質採樣分析、地下水流速流向及井溫調查(無償增做)、地面水流量調查(無償增做)等，提供建立數值模式建置及伏流水開發位置評估參考。將提出潛能河段現地調查執行計畫書奉核後，再進行現地調查作業。

在水資源利用率評析部分，首先就各標的用水使用現況進行調查，計畫區域內供水系統主要包含自來水供水(大旗堰、福田寬口井)、灌溉用水(台中、南投與彰化農田水利會)及工業用水(台化及興農公司)，將洽各單位蒐集資料進行統計分析，探討水資源供需現況及所遭遇問題，作為伏流水開發評估參考。接著就潛能河段現有取水設施及可能水資源取水設施(如鳥嘴潭人工湖、水公司寬口井及南港溪)進行水資源供需分析，探討在保留農業、工業用水量及生態基流量條件下，分析潛能河段之剩餘水量。

在水文地質模型建置與水平衡分析部分，分為四大部分，依序為邊界條件與網格劃分、模式資料輸入、模式參數檢定及水平衡分析。本計畫採用美國地質調查局開發之 MODFLOW 地下水流模式模擬潛能河段之地下水流系統。在以 MODFLOW 建模時，首先需先定義研究區域

之空間切割，模擬期距，分層架構及邊界條件等設定，接著再設定初始條件與含水層參數（如透水係數、蓄水係數、含水層厚度等）；其輸出資訊則包含各含水層之地下水位分佈、洩降分佈、模式水平衡等。在給定建模所需之基本資料後，本計畫應用規則式專家系統進行淨補注量檢定，檢定模擬期距（2010 年~2017 年）中，各旬之表層淨補注量與深層抽水量，再進行水平衡分析。

在伏流水開發與運用策略初步規劃部分，主要項目包含最佳開發區位評估、取水工法及管材評估、取水方案開發量與初步規劃佈置、經濟分析、運用策略研擬與計畫定位等。

其中最佳開發區位評估方面，將依據潛能河段之地面水剩餘水量及伏流水潛能量分析結果，綜合水文地質條件、水質條件、供水地點及環境影響等條件，評估最佳開發區位。再配合開發區位決定取水工法及管材、取水方案規劃佈置、工程費估算及經濟分析等。

在運用策略研擬與計畫定位方面，首先進行區域水資源供需情勢評析，以瞭解台中、彰化及南投地區常態與備援用水需求。常態用水參照民國 105 年經濟部「中部地區水資源經理基本計畫（核定本）」、備援用水則參照推動中之計畫。最後進行伏流水運用定位及計畫評價，以供烏溪後續水資源利用開發之參考。整體規劃流程如圖 1-2 所示。

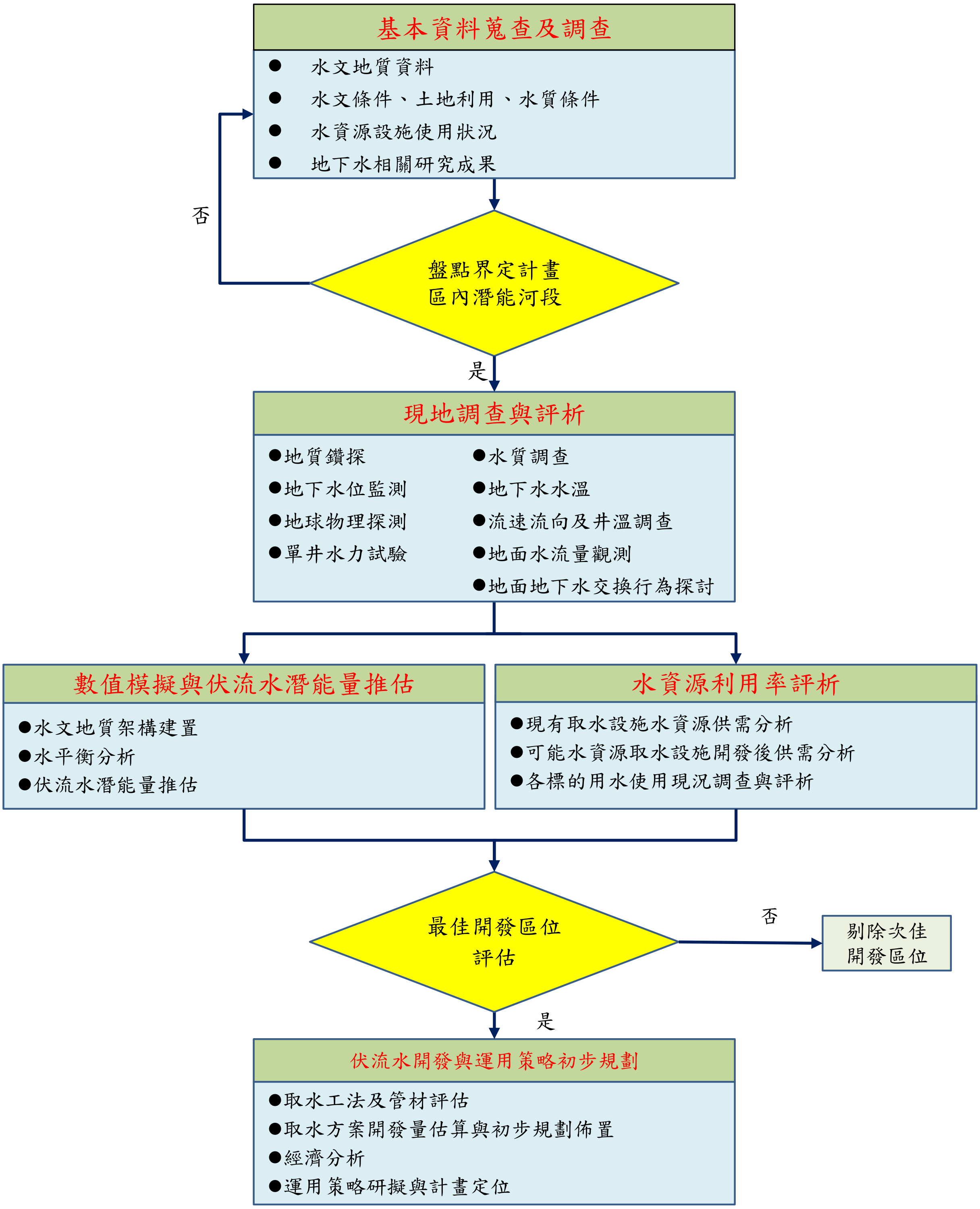

基本資料蒐查及調查
● 水文地質資料
● 水文條件、土地利用、水質條件
● 水資源設施使用狀況
● 地下水相關研究成果
否
盤點界定計畫
區內潛能河段
是
現地調查與評析
●地質鑽探
●地下水位監測
●地球物理探測
●單井水力試驗
●水質調查
●地下水水溫
●流速流向及井溫調查
●地面水流量觀測
●地面地下水交換行為探討
數值模擬與伏流水潛能量推估
●水文地質架構建置
●水平衡分析
●伏流水潛能量推估
水資源利用率評析
●現有取水設施水資源供需分析
●可能水資源取水設施開發後供需分析
●各標的用水使用現況調查與評析
最佳開發區位
評估
否
剔除次佳
開發區位
是
伏流水開發與運用策略初步規劃
●取水工法及管材評估
●取水方案開發量估算與初步規劃佈置
●經濟分析
●運用策略研擬與計畫定位

圖 1-2　整體規劃流程圖

第二章　基本資料蒐查及調查

一、流域概況

(一)氣象

計畫區域屬於屬副熱帶季風氣候區，其特徵為年均溫高、濕度高且雨量充沛。烏溪流域臨近中央氣象局臺中測候站，臺中站於西元 1971~2017 年所觀測資料進行匯整詳如表 2-1 所示，本區氣溫、降雨量、相對濕度、蒸發量及風速等氣象說明如下：

1、氣溫

本區域氣候型態屬於副熱帶季風氣候區，冬季涼爽乾燥、夏季高溫多雨。依據台中氣象站資料，氣溫以 1 月最低為 5.7℃，夏季 6~9 月最熱，以 7 月之 33.4℃為最高，年平均氣溫為 23.4℃。

2、降雨

依據台中氣象站資料(民國 60~106 年)雨量資料，本地區年降雨量 1,717 毫米，降雨主要集中於 5~8 月，又以 6 月份降雨為最多(344.8 毫米)。降雨日數方面，全年降雨日數平均為 112 天，以 6 月份之降雨日數(15 日)為最多。

3、相對濕度

依據台中氣象站資料(民國 60~106 年)，計畫區域內之月平均相對濕度變化不大，年平均相對濕度為 76.4%。

4、蒸發量

依據台中氣象站資料(民國 60~106 年)所測得之蒸發量資料(民國 60~106 年)顯示，月平均蒸發量以 7 月最大為 126.1 毫米，以 1 月份之 61.4 毫米為最低，年蒸發量為 1,084.8 毫米。

5、風速

依據台中氣象站資料(民國 60~106 年)顯示，月均風速約每秒 1.3~1.8 公尺，年均風速約每秒 1.6 公尺。

表 2-1　台中氣象站資料表

項目	單位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年總計
降雨量	mm	36.3	71.0	90.2	133.4	247.5	344.8	274.2	319.0	132.1	21.7	19.5	26.9	1716.5
降雨日數	day	7	9	11	11	12	15	13	13	9	3	4	5	112
蒸發量	mm	61.4	61.9	78.3	89.6	103.4	107.5	126.1	111.9	103.8	102.0	76.0	63.1	-
相對溼度	%	76.0	76.8	76.9	77.9	77.9	79.0	76.0	78.9	76.9	74.0	73.2	73.1	-
日照時數	hr	176.9	142.9	154.8	146.7	154.6	164.9	206.0	182.4	185.0	203.0	174.5	176.8	2068.6
氣溫	℃	16.2	17.0	19.5	23.0	25.8	27.6	28.5	28.1	27.5	25.0	25.0	17.9	-
最高氣溫	℃	22.7	23.1	25.4	28.4	30.6	32.2	33.4	32.8	32.4	30.6	27.5	24.2	-
最低氣溫	℃	5.7	12.9	15.2	18.9	22.0	24.1	24.7	24.6	23.6	21.2	17.3	13.5	-
風速	m/s	1.8	1.8	1.7	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	1.7	1.7	-

資料來源：中央氣象局，台中氣象站(60~106 年)。

(二)流域水系概述

烏溪流域位於台灣中西部，東以中央山脈為界，北鄰大甲溪流域，西臨台灣海峽，南鄰濁水溪流域，流域面積 2,025.6 平方公里，其中平原佔 22%、山坡地佔 44% 、林業用地佔 34%，流域平均 EL.約 651 公尺。

烏溪集水區地勢自東北向西南走向，烏溪發源於中央山脈合歡山西麓，幹流長 119.1 公里，烏溪本流（含南港溪）由東向西流，沿途匯集南北側支流水系，支流集水區地勢匯集形如帶狀。烏溪主要支流自下游起有筏子溪、大里溪水系、貓羅溪、北港溪及眉溪等，烏溪水系概況詳見圖 2-1。按照水系及地形劃分烏溪流域為七個次集水區，次集水區概況詳表 2-2。

各支流河道狀況說明如下：

1、筏子溪

筏子溪位於台中盆地西側，為烏溪支流。起源於台中市大雅區橫山圳排水，屬平地河川。筏子溪全長約 21.3 公里，流域面積約 133.02 平方公里，可分為大肚山台地及台中盆地二大區域，台地面積佔全流域之 1/3。流域範圍北以大甲溪為界，西鄰大肚台地，

東接麻園頭溪，由北而南，匯集各地平地逕流、農田排水及大肚山區東麓各山溝及野溪之水，流經台中市烏日區，注入烏溪。

2、大里溪

大里溪水系為台中盆地內之重要河川，為烏溪中游最重要的支流。其重要之水源包括大坑溪、廍子溪、旱溪、頭汴坑溪、草湖溪及乾溪等六大支流，均發源於大橫屏山淺山區，向西流至烏日區注入烏溪。大里溪全流域面積共計 400.72 平方公里，其中平地面積約 203.6 平方公里，約佔全流域面積 1/2 以上。

3、貓羅溪

貓羅溪為烏溪下游左岸之一大支流，於彰化市快官附近匯入烏溪本流，長約 47 公里。其重要之分歧包括平林溪、樟平溪（原名軍功寮溪）、茄荖溪及溪州排水等，全流域集水面積約 377.5 平方公里。支流樟平溪與平林溪流路蜿蜒曲折，坡度甚陡；貓羅溪上游在千秋里附近出谷後漸趨平緩，自千秋橋至振興橋段平均坡降約 1/340，振興橋至平林橋段平均坡降約 1/1,700，平林橋至出海口平均坡降約 1/250。河幅不甚寬廣，最窄處不及 200 公尺，最寬處也不超過 1,300 公尺，大部分河段皆有約 50 公尺至 100 公尺寬之明顯深水槽，屬於複斷面河槽。

4、北港溪

北港溪位於南投縣境內，其為東西流向，發源自中央山脈合歡山西麓松嶺，海拔約 2,596 公尺。其流域範圍北以大甲溪為界，南與南港溪支流眉溪為鄰，西接水長流溪，河道至柑子林附近與南港溪會合，流域面積共約 536.33 平方公里。北港溪為一典型高山河川，流經高山峻嶺，交通不便，故住民不多。河床平均坡降約 1/60，下游至柑子林段則坡度漸緩。

5、南港溪

南港溪位於南投縣境內，為烏溪的重要支流，流域分布於國姓鄉南部、埔里鎮全境、魚池鄉東部及仁愛鄉中西部，長約 51

公里，流域面積約 421.9 平方公里。主流上游為眉溪，其最遠源流為哈奔溪，本河段內左岸受天然之高台地或局部堤防(護岸)保護，右岸除眉溪匯入河段外，均有高台地約束，主深槽尚不致有亂流，河道坡度尚緩，河床平均坡降約 1/126。

表 2-2　烏溪流域各次集水區概況表

項目河流別	發源地	流域面積(km^2)	長度(km)	河床平均坡降	主要支流
烏溪	-	158	52	柑子林至烏溪橋 1/141 烏溪橋至出海口 1/350	
南港溪	南投縣水社大山	422	51	1/100	眉溪
筏子溪	橫山圳排水	133	21	1/160	港尾子溪
貓羅溪	南投縣中心山	377	47	千秋里至振興橋 1/340 振興橋至平林橋 1/1,700 平林橋至出海口 1/250	隘寮溪、樟平溪、平林溪
大里溪	大橫屏山淺山區	400	31	大里溪幹流 1/550 上游大坑溪 1/80 支流廍子溪 1/50 旱溪山地 1/60、平地 1/140 頭汴坑溪山地 1/80、平地 1/140	旱溪、乾溪、草湖溪、頭汴坑溪
北港溪	中央山脈合歡山西麓	535	64	1/60	水長流溪

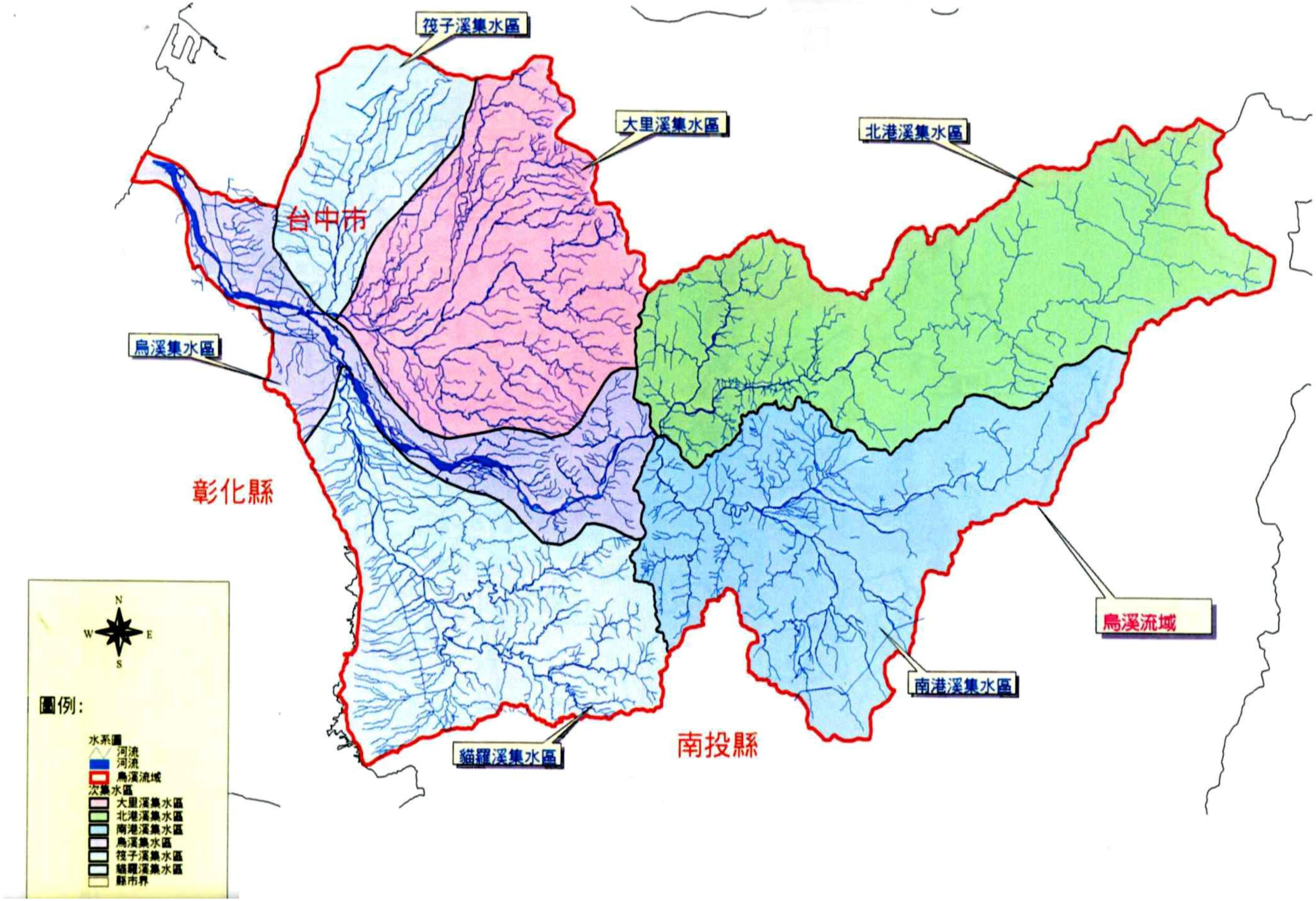


圖 2-1　烏溪流域水系概況圖

(三)地形

烏溪流域位於台灣西海岸中部，東以中央山脈為界，北鄰大甲溪流域，西臨台灣海峽，南鄰濁水溪流域，東西長約 84 公里，南北寬約 52 公里。烏溪流域內地形大致東高西低，其東半部為高山地區，西半部為低山丘陵、台地、平原地區，豐原丘陵及南投丘陵是南北走向車籠埔斷層逆衝形成，921 集集大地震即是車籠埔斷層逆衝抬升的近期證據，大肚台地及八卦台地則是彰化斷層(包含清水斷層)向西逆衝抬升所造成。烏溪流域地形如圖 2-2。

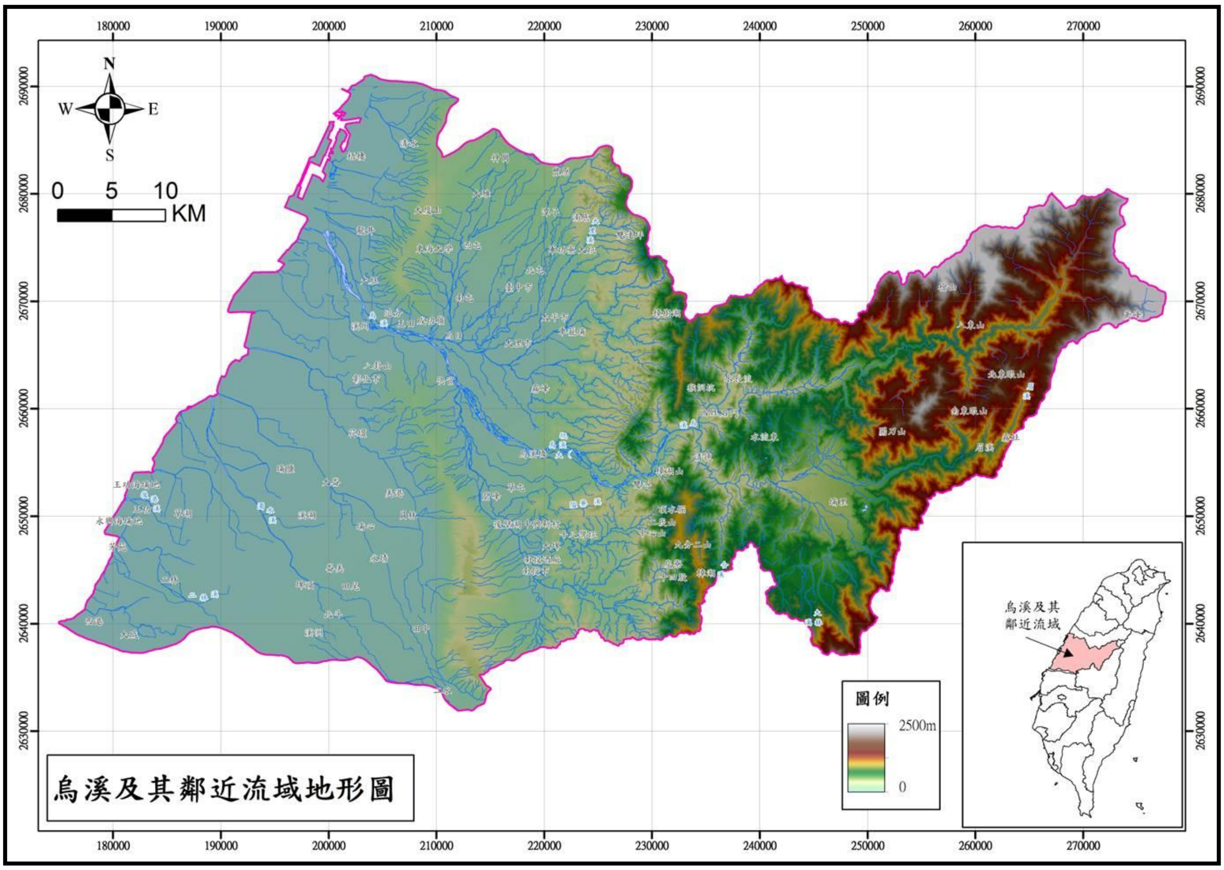


圖 2-2　烏溪流域地形圖

(四)區域地質

烏溪上游發源於脊樑山脈地質區，依序流經雪山山脈地質區及西部麓山帶地質區，如圖 2-3 烏溪流域區域地質圖所示，地質構造主要呈現南-北、北北東-南南西貫穿烏溪流域。由東至西，由北向南的斷層為眉溪斷層、關刀山-地利斷層、眉原斷層、橫流溪斷層、白毛山斷層、水長流斷層、水里坑斷層、頂水堀斷層、四角山斷層、麻竹腳斷層、二尖山斷層、深坑斷層、國姓斷層、龜蒲斷層、馬鞍寮斷層、雙冬斷層、車籠埔斷層、大肚溪斷層及彰化斷層，其中有兩條活動斷層，分別為車籠埔斷層及雙冬斷層。

烏溪流域褶皺線走向同斷層構造，大多呈南-北，北北東-南南西走向。由東至西由南至北依序為關刀山複背斜、大坪頂背斜、桃米坑向斜、外盤安背斜、裡冷向斜、北港向斜、北山坑背斜、小岸背斜、大旗尾向斜、大岸山向斜、國姓背斜、粗坑背斜、大橫屏山向斜、仙洞坪向斜、大肚山背斜、八卦山背斜等。

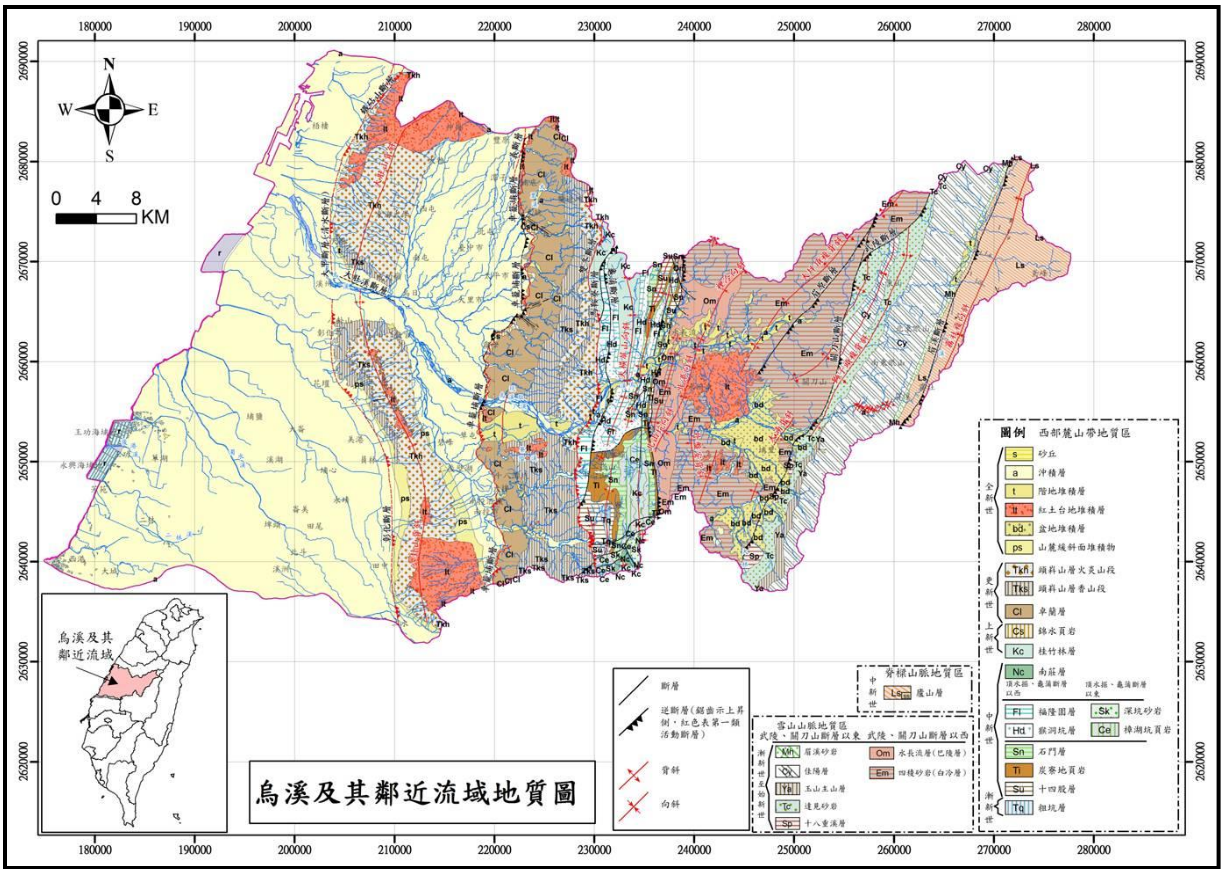


圖 2-3　烏溪流域地質圖

(五)烏溪水文地質

1、水文地質架構

烏溪直接或間接形成的相關地形分別有臺中盆地、烏溪沖積扇、太平合成沖積扇、貓羅溪河谷平原及大肚溪口濕地，分述如下。

(1)台中盆地

為一構造盆地，主要以大甲溪及烏溪所沖積而成的聯合沖積扇，其中北側有豐原沖積扇，東側山麓丘陵區沖積出之太平沖積扇，而南側和東南側則有貓羅溪及烏溪沖積合成之烏溪沖積扇，整個盆地基本上是一廣大之複合沖積扇地下含水層。此一巨厚的沖積扇系統受到大肚丘陵以及八卦丘陵隆起的影響，將原本向海側逐漸變細的扇洲系統切割為台地東側盆地區域的扇頂、扇中沉積物相，以及台地西側海岸平原的扇中、扇尾沉積物相，因此現今的台中盆地區域，基本上是以巨厚的礫石層為主要組成內容，惟盆地上部未固結之礫砂沉積物與下部基盤之接觸情形及厚度不明。其間部分區域可能因主扇側移轉變為扇間小湖環境而有泥層的出現。

(2)烏溪沖積扇

在臺中盆地南部，扇頂在烏溪橋附近，扇端左翼大約從霧峰到喀哩一線；右翼即從內轆經林子頭、草屯、新庄、頂茄荖一線，西至大肚溪水隙部，呈左右不對稱之沖積扇面，扇面位被分割，溪道自由曲流，做網目狀水系。烏溪昔從茄荖孤丘與大虎山間直注盆地，後因河川侵蝕旺盛，發生河川襲奪，於是改由茄荖山北麓今日河道入盆地。

(3)太平合成沖積扇

位於臺中盆地中部，北起自軍功寮、大坑一帶，南至霧峰、北溝附近，西至大肚溪水系，係由發源於豐原山地之大坑、廍仔溪及霧峰山地之頭汴坑、草湖、北溝、暗坑諸溪之複合沖積

扇，其南北長度在東緣山麓線約達十八公里；東西寬度約十公里，略成矩形。

(4)貓羅溪河谷平原

在臺中盆地最南位置，南至名間風隙部起，北至快官北方附近，介於南投山地與八卦臺地間狹長河谷平原，其最寬部份約二公里，南北長達十一公里。貓羅溪匯源自南投縣之樟平溪、平林溪，順沿八卦臺地山麓北流入烏溪，沿岸多曲流河階地形，左側臺地下多狹長河階地形。

(5)大肚溪口溼地

大肚溪(烏溪)出海口北岸為台中市龍井區麗水村，南岸為彰化縣伸港鄉大片河川地。由於河流的侵蝕、搬運與堆積等各項營力作用，加上此處地殼隆起並不明顯，出海口坡度平緩，面積達三千公頃，擁有寬達四公里左右的潮間帶和豐富的河口生態環境，為台灣地區沿海重要溼地之一。由外而內包括了海域、潮間帶、河流、沙洲、新生地、耕作地、魚塭等。其地質屬於彰化沖積平原之延伸，由內陸河川及溝渠所攜帶的泥砂堆積形成，再由風浪與潮汐經年影響所造成。大都屬於河川公有地或已登錄及未登錄之國有地。

2、水文地質分層

依據中央地質調查所(2015 年)之水文地質剖面資料，包括盆地西側的豐洲－草屯剖面(圖 2-4)、盆地東側的豐洲－名間剖面(圖 2-5)，以及盆地中心最低處的烏日－霧峰剖面(圖 2-6)，茲就各剖面水文地質狀況說明如后。

(1)豐洲－草屯

由鑽井資料顯示，盆地地下 200 公尺內多由礫石組成，淺層(50 公尺以內)由較粗之礫石組成，深部地層礫石粒徑有變細之趨勢，往烏日一帶深部地層開始有礫石質粗砂及少數之泥層出現，再往南至草屯泥層又消失。

檢視北盆地內 4 站水利署建置之分層觀測井，由北而南分別為四張犁、啟聰、中山及大里，其淺、深層觀測井濾管深度皆有 70 公尺以上之區隔，可看出同站之分層觀測水位高程一致，差異極小，僅地勢低的大里站深層水位略高於淺層，但深淺水位歷線仍呈同步的變化。顯示北盆地區域下水層極為連通，地下水流場由北往南流動。

(2)豐洲—名間

北盆地範圍水文質條件與豐洲—草屯剖面一致，霧峰觀測井仍以礫石層為主而間夾數層泥層，往南盆地草屯—名間剖面則在淺層地有顯著之泥層出現，但深部地仍以礫石或礫石質粗砂為主。由早期台糖 4 口生產井資料顯示，在草屯至南投間的淺層地層(30~50 公尺內)，有顯著之泥層出現，但深部地層仍以礫石或礫石質粗砂為主。南盆地屬烏溪水系，受烏溪及貓羅溪的補注，地下水呈東南流向西北。

(3)烏日—霧峰剖面

烏日—霧峰剖面為盆地中心勢最低處，厚層泥主要出現在地表下淺部 50 公尺及深部 100 公尺二處，檢視其分層觀測井水位發現，深井觀(2)水位比淺井觀(1)水位高出 5~8 公尺，且已高出地表而呈自流狀態，經中央地質調查所之地球物理調查及該所於 104 年度 5 孔補充地質調查後，確認烏日、霧峰兩處淺部泥層為局部分布，同時確定深部泥層 T2 廣泛分布於盆地中心，具有隔絕上下地水層的效果，如圖 2-7 所示。

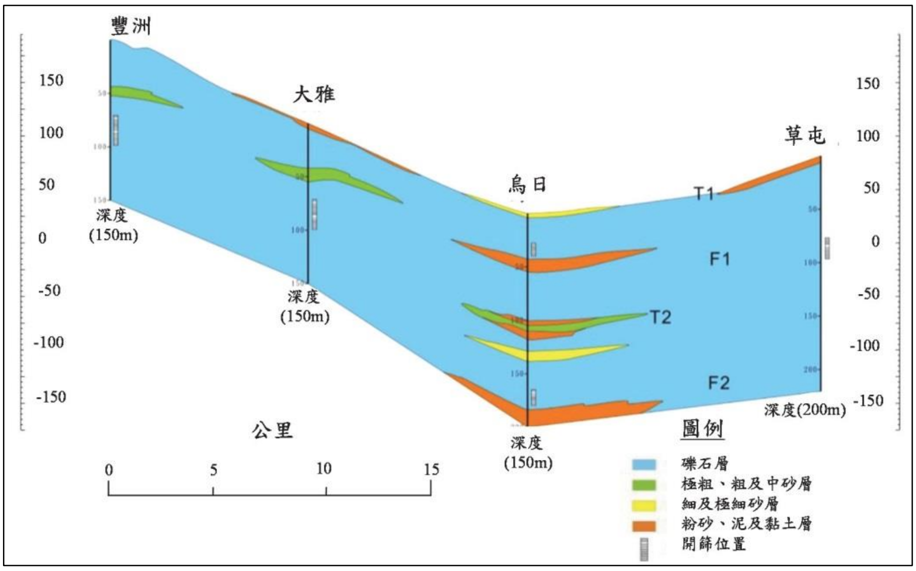


圖 2-4　豐洲－草屯水文地質剖面圖

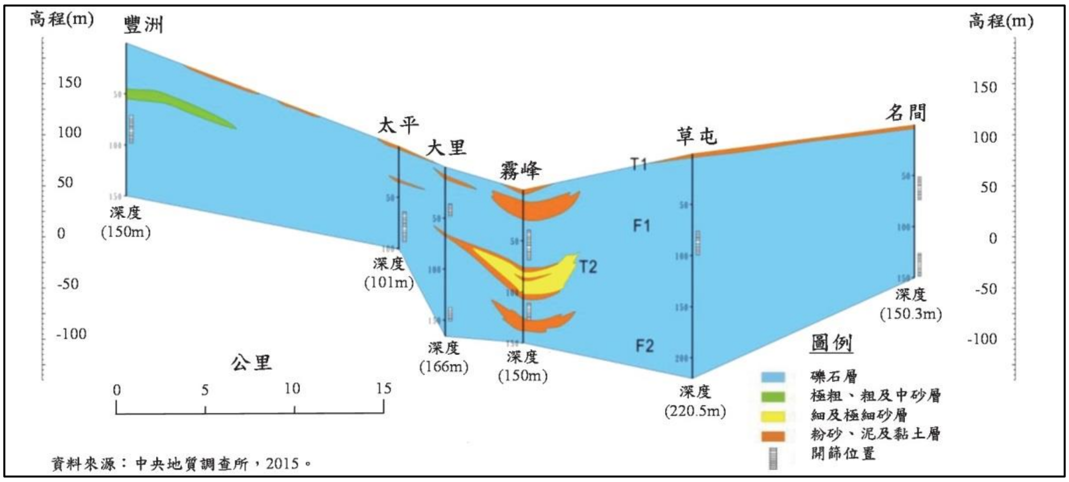


圖 2-5　豐洲－名間水文地質剖面圖

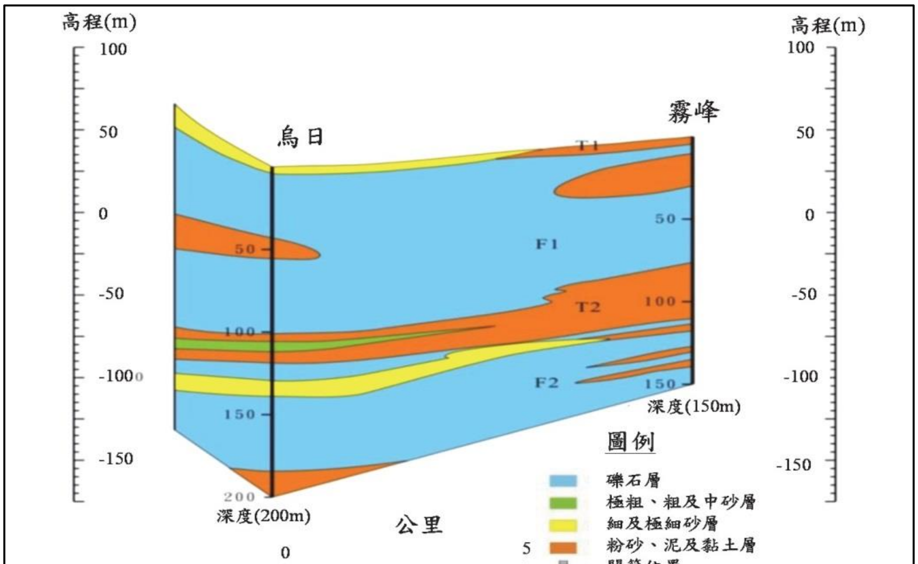
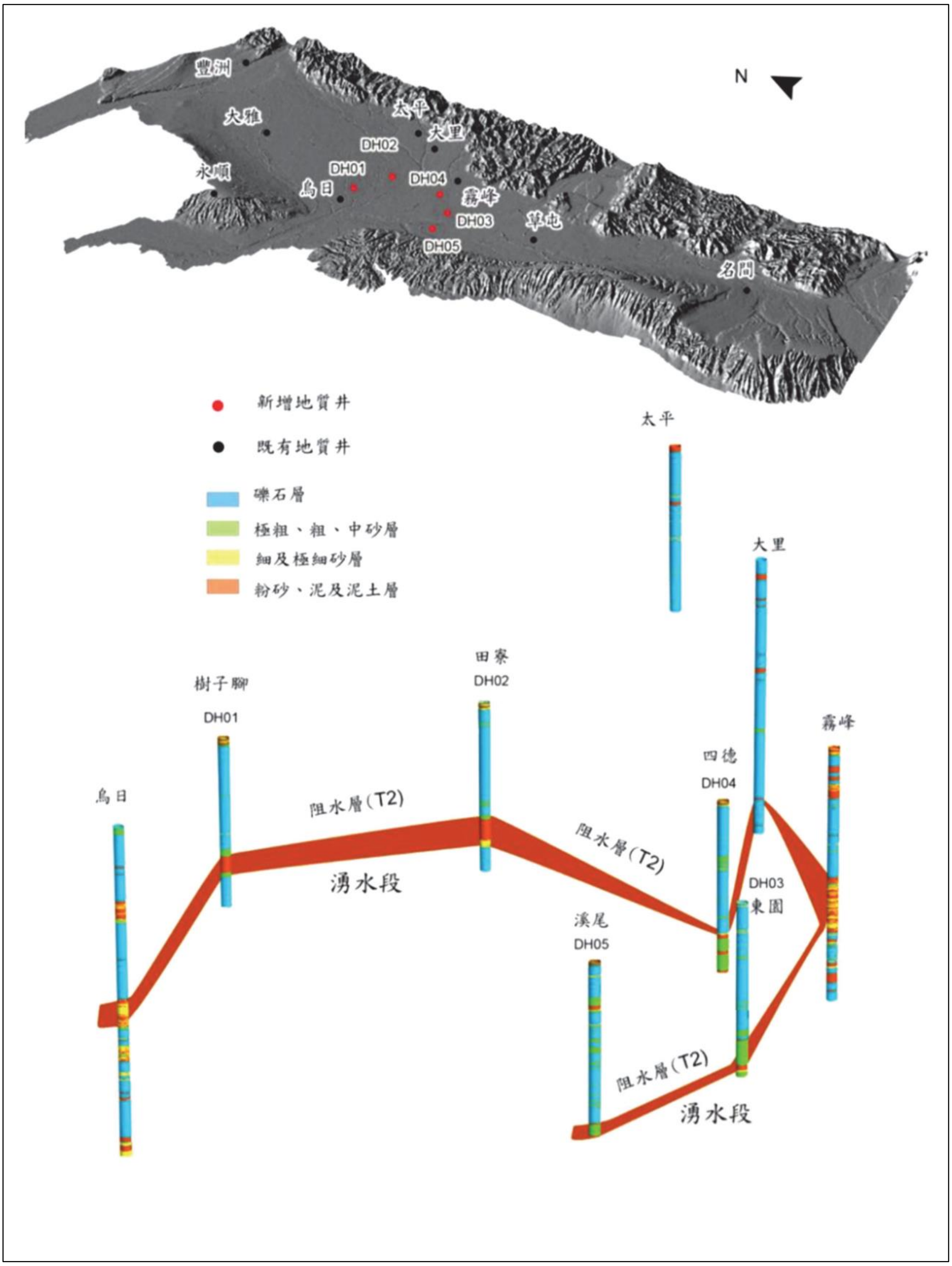


圖 2-6　烏日－霧峰水文地質剖面圖



資料來源:中央地質調查所(2015 年)

圖 2-7　盆地中心阻水層 T2 分布圖

(六)土地利用

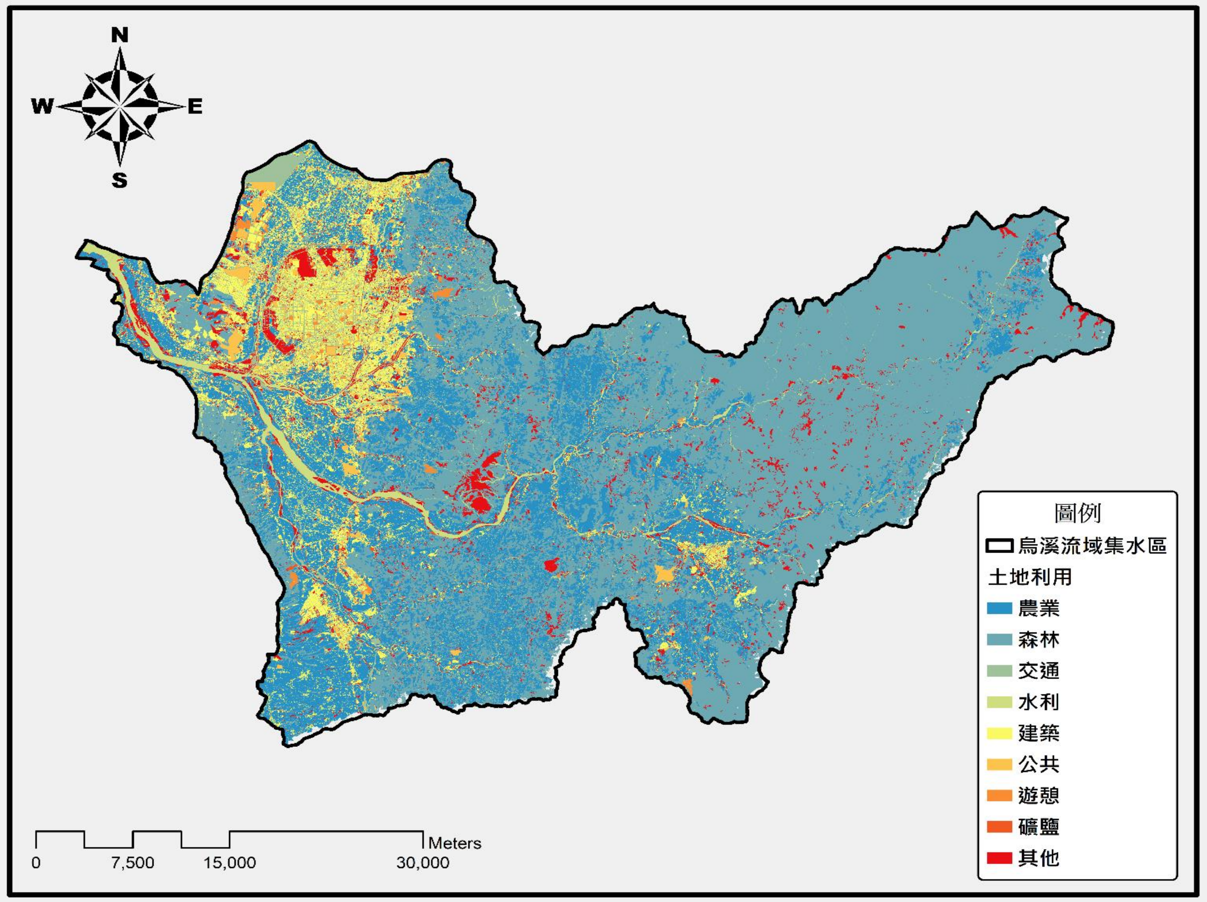
本計畫根據內政部國土測繪中心民國 103 年統計資料，針對烏溪流域之土地利用現況，彙整如圖 2-8 及表 2-3 所示，其中以森林使用(47.73%)及農業使用(27.85%)為主，而建築使用土地約有 8.3%。

河道土地除大部分保持砂石及草生地等自然地形地貌外，土地使用類別自河口上溯觀之,彰化縣伸港鄉河川公地以低莖作物為主，魚塭尚未許可，但部分皆為種植區，大肚區中彰大橋一帶因係砂質土壤，土地使用以種植西瓜為大宗；烏日區下游、芬園鄉以上至霧峰區河段則以旱作為主，間以水稻及甘蔗；而霧峰區以水稻居多，已沒有許可種植甘蔗；草屯鎮交界處上溯至國姓鄉按河川區域種植規定部分許可種植高莖作物；再往上游溯至埔里鎮觀音橋附近因高灘地範圍漸為狹窄間斷，主要利用形態為小規模之旱作、稻田或果園。眉溪及南港溪因河幅較小，河川局因管理需要，暫時停止許可，眉溪未登錄土地種植茭白筍已剷除。

表 2-3　土地利用分類比例表

土地利用分類	面積(km^2)	比例	備註
農業	564.13	27.85%	
森林	966.82	47.73%	
交通	104.12	5.14%	
水利	67.86	3.35%	
建築	168.12	8.30%	
公共	31.80	1.57%	
遊憩	14.38	0.71%	
礦鹽	1.62	0.08%	
其他	106.75	5.27%	

資料來源：內政部-國土測繪中心。



資料來源：內政部-國土測繪中心。

圖 2-8　土地利用調查成果圖

二、河川水文

(一)河川流量

烏溪流域流量測站包括烏溪本流大肚橋、烏溪橋，大里溪溪南橋，北港溪南北通橋，南港溪觀音橋及貓羅溪南岡大橋等，各流量測站位置如圖 2-9，各月之平均流量統計如表 2-4 所示，流量變化如圖 2-10。年平均流量分別為大肚橋每秒 113.01 立方公尺、烏溪橋每秒 55.86 立方公尺、溪南橋每秒 16.68 立方公尺，南北通橋每秒 27.38 立方公尺，觀音橋每秒 21.32 立方公尺及南岡大橋每秒 12.48 立方公尺。

表 2-4　烏溪流域流量站統計資料　　單位：cms

河流名稱	測站名稱	月份												
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均 (CMS)
烏溪	大肚橋	106.71	49.06	60.0	78.07	130.91	258.47	183.99	216.59	138.45	70.71	57.68	56.0	113.01
	烏溪橋	36.91	39.32	25.09	38.13	69.95	176.14	86.48	110.01	83.80	38.02	24.34	21.80	55.86
大里溪	溪南橋	8.15	9.80	10.55	12.97	16.47	33.71	25.46	35.71	20.29	11.48	10.26	8.96	16.68
北港溪	南北通橋	7.61	11.65	18.15	22.60	40.52	72.50	45.77	46.76	32.72	18.13	11.21	8.46	27.38
南港溪	觀音橋	11.02	11.85	12.81	15.38	19.80	40.52	35.35	40.01	30.14	18.68	13.51	12.13	21.32
貓羅溪	南岡大橋	4.43	6.01	6.23	10.03	14.42	27.94	26.13	29.01	14.84	6.15	5.14	3.47	12.48

資料來源：民國 106 年台灣水文年報，經濟部水利署，民國 107 年。

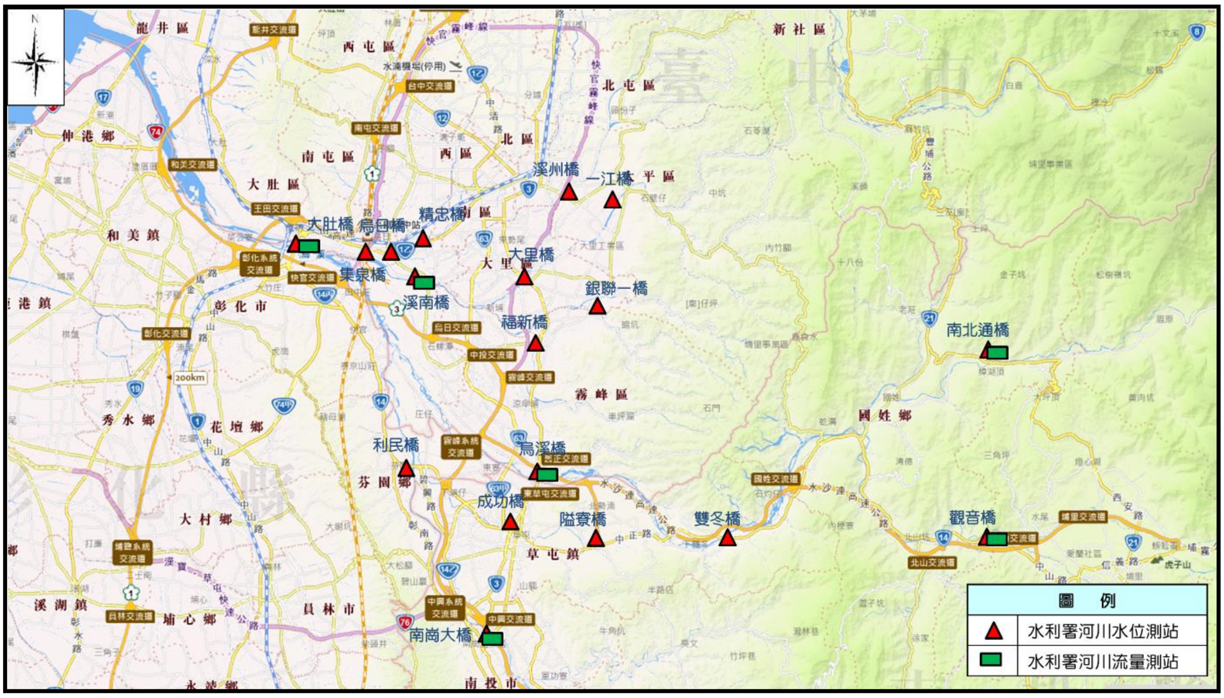


圖 2-9　水利署河川水位及流量測站位置圖

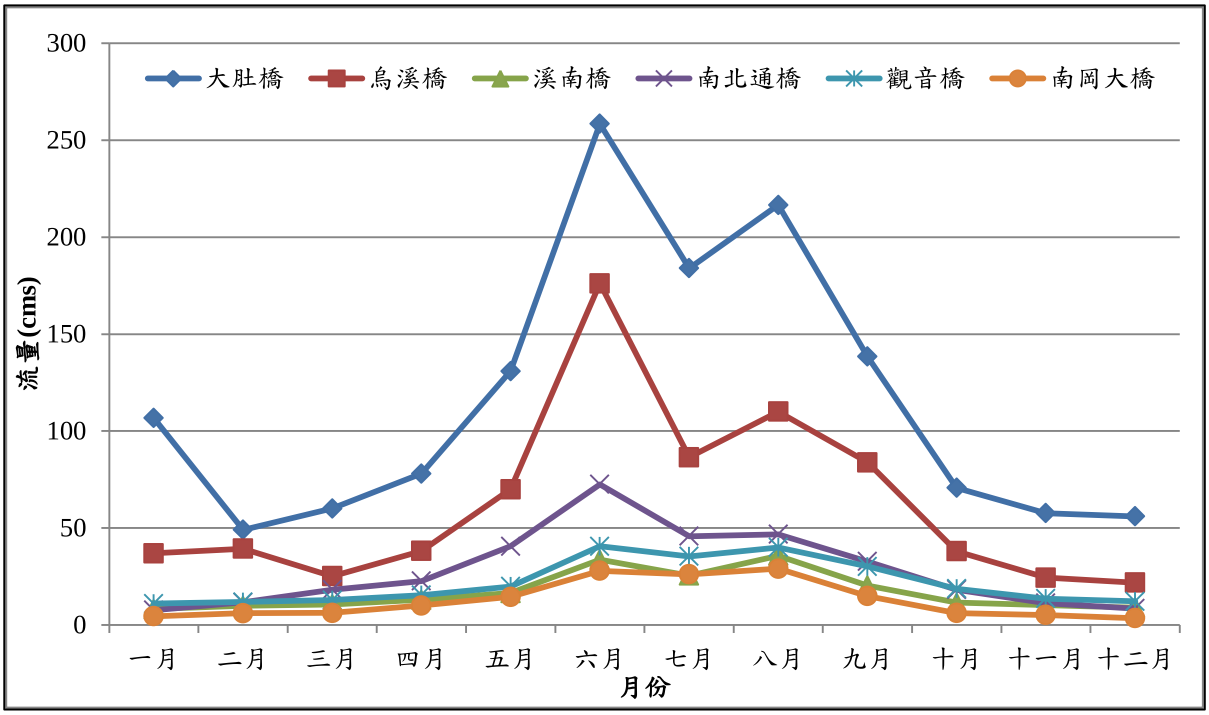


圖 2-10　烏溪流域流量站流量變化圖

(二)河川水位

依據本計畫範圍水利署主要水位站，其水位站分布詳圖 2-9，其中烏溪大肚橋、烏溪橋、隘寮橋、雙冬橋年平均水位分別為 EL.12.58 公尺、EL.89.33 公尺、EL.140.20 公尺及 EL.167.16 公尺；大里溪溪南橋、大里橋及溪洲橋年平均水位分別為 EL.23.78 公尺、EL.38.28 公尺及 EL.79.20 公尺;貓羅溪利民橋及南崗大橋年平均水位 EL.53.07 公尺及 EL.75.87 公尺,北港溪南北通橋年平均水位 EL.335.92 公尺；南港溪觀音橋年平均水位分別為 EL.380.47 公尺;筏子溪集泉橋年平均水位為 EL.19.89 公尺，如表 2-5 所示。

表 2-5　烏溪流域水位站統計資料　　單位：EL.m

河流名稱	測站名稱	月份												
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
烏溪	大肚橋	12.51	12.28	12.35	12.46	12.65	13.06	12.88	12.96	12.69	12.44	12.37	12.37	12.58
	烏溪橋	89.24	89.40	89.46	89.40	89.66	89.97	89.58	89.57	89.49	89.34	89.27	89.24	89.33
	隘寮橋	140.2	140.2	140.3	140.4	140.4	140.3	140.3	140.2	140.1	140.1	140.2	140.2	140.2
	雙冬橋	169.1	168.9	169.4	169.5	168.8	168.7	168.4	169.4	169.5	168.0	167.8	167.9	167.16
大里溪	溪南橋	23.68	23.72	23.75	23.78	23.81	24	23.91	24	23.81	23.69	23.67	23.64	23.78
	大里橋	38.20	38.19	38.21	38.25	38.30	38.35	38.32	38.47	38.39	38.31	38.19	38.18	38.28
	溪洲橋	79.06	79.06	79.06	79.08	79.16	79.32	79.19	79.30	78.98	79.05	79.10	79.09	79.20
貓羅溪	利民橋	52.45	52.63	52.65	52.69	52.61	52.91	52.85	52.83	52.65	52.43	52.51	52.35	53.07
	南崗大橋	75.69	75.75	75.75	75.92	76.02	76.24	76.05	76.13	75.93	75.76	75.73	75.64	75.87
北港溪	南北通橋	335.5	335.8	335.9	336.2	336.6	336.2	336.2	336.3	336.2	335.9	335.7	335.6	335.9
南港溪	觀音橋	380.4	380.4	380.4	380.4	380.5	380.8	380.7	380.7	380.6	380.5	380.5	380.5	380.5
筏子溪	集泉橋	19.73	19.73	19.82	19.88	19.88	19.8	19.78	19.79	19.62	19.54	19.58	19.04	19.89

資料來源：民國 106 年台灣水文年報，經濟部水利署，民國 107 年。

表 2-5　烏溪流域水位站統計資料(續)　　單位：EL.m

河流名稱	測站名稱	月份												
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
隘寮溪	成功橋	92.1	92.05	92.26	92.36	92.16	92.5	92.45	92.6	92.59	92.39	92.23	92.28	92.26
旱溪	烏日橋	25.06	25.06	25.06	25.07	25.06	25.04	25.07	25.08	25.05	25.05	25.05	25.04	25.04
頭汴坑溪	一江橋	96.08	95.72	96.04	95.99	95.98	96.20	96.12	96.15	95.99	95.85	95.86	96.10	95.67
乾溪	福新橋	48.29	48.29	48.29	48.30	48.26	48.29	48.32	48.40	48.35	48.27	48.27	48.28	48.26
草湖溪	銀聯一橋	79.33	79.30	79.33	79.27	79.35	79.42	79.37	79.35	79.34	79.08	79.36	79.33	79.06
柳川排水	精忠橋	31.34	31.34	31.36	31.48	31.62	31.60	31.59	31.58	31.57	31.39	31.39	31.38	31.46

資料來源：民國 106 年台灣水文年報，經濟部水利署，民國 107 年。

(三)歷年河道沖淤

根據 106 年水規所「烏溪水系主流及其支流南港溪與眉溪治理規劃檢討」，烏溪流域各河段計畫洪峰流量分配如圖 2-11，歷年河床沖淤分析結果，河床下降河段為大肚橋至阿罩霧圳攔河堰間(圖 2-12)及支流眉溪全河段，河床顯著上升河段則為炎峰橋至北山橋，至於局部斷面沖淤部分，顯著下降斷面有烏溪主流斷面 15、斷面 58、斷面 81、斷面 89、斷面 109。

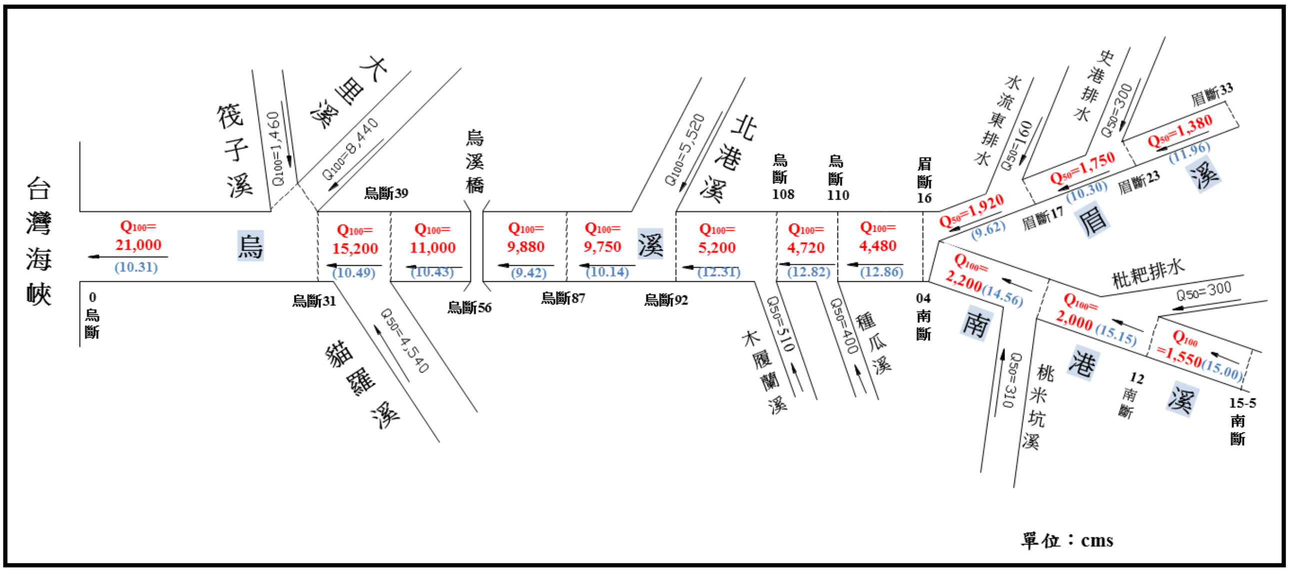


圖 2-11　烏溪流域各河段計畫洪峰流量分配示意圖

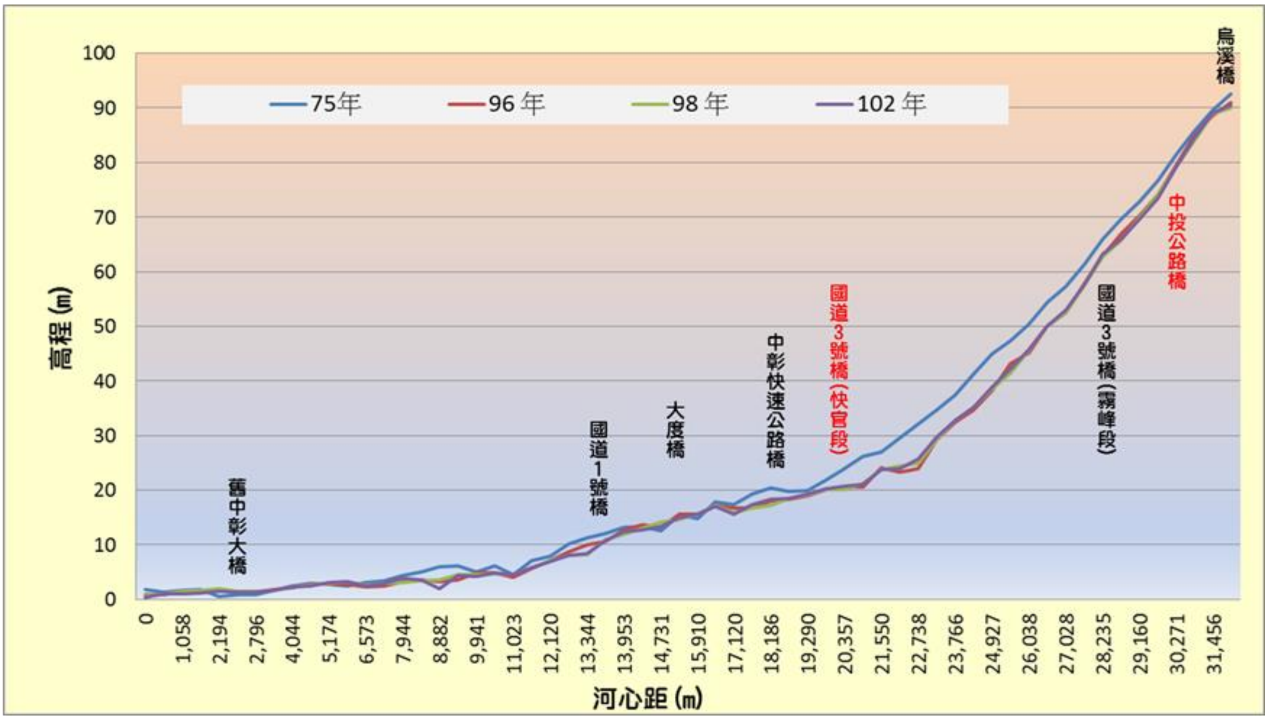


圖 2-12　烏溪歷年平均河床高縱斷面圖

(四)河川水質

1、歷年水質監測成果

由 106 年環保署水體分類等級，北港溪之清流橋為甲級；大里溪之逢甲橋、貓羅溪平林橋及利民橋、烏溪之中正橋、乾峰橋、烏溪橋、福馬圳、南港溪之新生橋、愛蘭橋、北山橋、柑子林橋為乙級；筏子溪之東海橋、集泉橋、旱溪倡和橋、樹王橋、國光橋及烏溪大肚橋為丙級；大里溪溪南橋及大里橋則為丁級，其環保署水質測站位置及水體分類如圖 2-13。

烏溪進入台中盆地後，水質因幾條流經人口稠密區的主要支流匯入而大幅惡化，例如大里溪屬丁等水體，筏子溪及旱溪屬丙等水體，貓羅溪略佳，屬乙等水體，由於是區域性普遍的現象，研判應係環境背景的影響。氨氮的污染則顯著來自民生活動汙染，溪流流經市鎮或下游測站的汙染程度顯著較高，例如旱溪的國光橋和樹王橋站，大里溪的大里橋和溪南橋站，貓羅溪的平林橋站(南投市)和烏溪下游的大肚橋站等位置。

2、水質分析與評估

本計畫彙整環保署自民國 102 年自 106 年水質採樣分析檢驗成果以及台水公司第四區管理處之「烏嘴潭人工湖下游自來水供水工程」工程計畫自民國 100 年至 104 年間於烏溪炎峰橋與雙冬橋水質檢測成果與「飲用水水源水質標準」比較，其中超限項目包括大腸桿菌群、濁度、色度、氨氮、鐵、錳、鉻、鉛等八項，茲將針對超限水質項目內容，針對超限水質項目將其概分為常態性超限類(超限頻率為 50.01~100.00%)、偶發性超限類(超限頻率為 10.01~50.00%)、極少可能超限類(超限頻率為 0.01~10.00%)及未超限類(超限頻率為 0.00%)等四類，分析整理如下：

(1)常態性超限類

經比對環保署之檢測資料(如表 2-6)，於大里溪溪南橋、貓羅溪平林橋及烏溪大肚橋屬常態性超限項目包含錳、大腸桿菌群及氨氮等三項，其中，錳之超限頻率為 100%，大腸桿菌群之超限頻率為 88~98%，氨氮之超限頻率為 58~65%；於北港溪清流橋屬常態性超限項目包含生化需氧量、砷及錳等三項，其中，生化需氧量之超限頻率為 75%，砷之超限頻率為 60%，錳之超限頻率為 60%。經比對台水公司四區處之檢測資料(如表 2-7)，於烏溪炎峰橋與雙冬橋屬常態性超限項目包含大腸桿菌群、濁度、色度、鐵及錳等五項。其中，大腸桿菌群之超限頻率為 100%，濁度之超限頻率為 100%，色度之超限頻率為 80~90%，鐵之超限頻率為 70~80%，錳之超限頻率為 50~60%。

(2)偶發性超限類

經比對環保署之檢測資料(表 2-6)，於南港溪柑子林橋屬偶發性超限項目包含錳、pH、大腸桿菌群及生化需氧量等四項，其中，錳之超限頻率為 40%，大腸桿菌群之超限頻率為 36%，生化需氧量之超限頻率為 28%，pH 之超限頻率為 16%；於烏溪烏溪橋屬偶發性超限項目包含錳、pH、砷、生化需氧量及大

腸桿菌群等五項，其中，錳之超限頻率為 47%，pH 及砷之超限頻率為 40%，生化需氧量之超限頻率為 35%，大腸桿菌群之超限頻率為 15%。

經比對台水公司四區處之檢測資料(如表 2-7)，於烏溪雙冬橋屬偶發性超限項目包含氨氮、鉛及鉻等三項，其中，氨氮之超限頻率為30%，鉛之超限頻率為30%，鉻之超限頻率為10%；於烏溪炎峰橋屬偶發性超限項目包含氨氮及鉛等兩項，其中，氨氮之超限頻率為 30%，鉛之超限頻率為 10%。

(3)極少可能超限類

經比對環保署之檢測資料(如表 2-6)，於大里溪溪南橋、貓羅溪平林橋及烏溪大肚橋屬極少可能超限項目包含生化需氧量，其超限頻率為 6~10%；於南港溪柑子林橋屬極少可能超限項目包含砷，其超限頻率為 5%；於北港溪清流橋屬極少可能超限項目包含 pH，其超限頻率為 2%；於烏溪烏溪橋屬極少可能超限項目包含氨氮，其超限頻率為 2%。

(4)未超限類

經比對環保署之檢測資料(如表 2-6)，於大里溪溪南橋、貓羅溪平林橋及烏溪大肚橋屬未超限項目包含 pH、砷、鉛、鎘及汞等五項，其超限頻率均為 0；於南港溪柑子林橋屬未超限項目包含氨氮、鉛、鎘及汞等四項，其超限頻率均為 0；於北港溪清流橋屬未超限項目包含大腸桿菌群、氨氮、鉛、汞及鎘等五項，其超限頻率為 0；於烏溪烏溪橋屬未超限項目包含鉛、鎘及汞，其超限頻率為 0。

經比對台水公司四區處之檢測資料(如表 2-7)，於烏溪雙冬橋及炎峰橋均屬未超限項目包含 pH、TDS、總硬度、COD、TOC、鎘、砷、硒及汞等九項，其超限頻率均為 0。

綜合上述，環保署及台水公司之檢測成果，烏溪大肚橋、貓羅溪及大里溪河段之大腸桿菌群、氨氮及錳超標頻率較高；烏溪

炎峰橋與雙冬橋河段之大腸桿菌群、濁度、色度、鐵及錳超標頻率較高；北港溪之生化需氧量、砷及錳超標頻率較高。

3、濁度與流量關係

本計畫依據環保署民國 102~106 年烏溪流域主支流懸浮固體物測值及大旗尾淨水廠民國 104~106 年之濁度檢測值，並與歷年水文年報之流量資料比對，成果顯示烏溪主流大肚橋流量每秒 437.67 立方公尺時懸浮固體物高達每公升 2,480 毫克，烏溪橋流量每秒 413.13 立方公尺時懸浮固體物高達每公升 3,180 毫克，如圖 2-14 及圖 2-15；支流北港溪清流橋流量每秒 328.74 立方公尺時懸浮固體物高達每公升 3,560 毫克，大旗堰流量每秒 836.52 立方公尺時懸浮固體物高達每公升 10,193 毫克，如圖 2-16 及圖 2-17；支流大里溪溪南橋流量每秒 20.81 立方公尺時懸浮固體物僅每公升 51.5 毫克，如圖 2-18；支流貓羅溪平林橋流量每秒 39.21 立方公尺時懸浮固體物僅每公升 168 毫克，如圖 2-19。

綜合上述，由流量及懸浮固體物資料比對圖顯示，烏溪主流及支流北港溪於高流量時懸浮固體物會有偏高的現象。

表 2-6　環保署烏溪流域河川水質超限項目暨超限頻率分析表

<table>
<tr><th rowspan="2">河段</th><th rowspan="2">位置</th><th rowspan="2">NO</th><th rowspan="2">水質項目</th><th colspan="3">超限次數</th><th rowspan="2">檢次次數</th><th rowspan="2">超限頻率(%)</th><th rowspan="2">頻率分析</th><th rowspan="2">超限類別</th></tr>
<tr><th>豐水期</th><th>枯水期</th><th>合計</th></tr>
<tr><td rowspan="9">大里溪</td><td rowspan="9">溪南橋</td><td>1</td><td>錳</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td>100.00</td><td rowspan="3">50.01%~100.00%</td><td rowspan="3">常態性超限類</td></tr>
<tr><td>2</td><td>大腸桿菌群</td><td>29</td><td>30</td><td>59</td><td>60</td><td>98.33</td></tr>
<tr><td>3</td><td>氨氮</td><td>12</td><td>27</td><td>39</td><td>60</td><td>65.00</td></tr>
<tr><td>4</td><td>生化需氧量</td><td>1</td><td>3</td><td>4</td><td>60</td><td>6.67</td><td>0.01%~10.00%</td><td>極少可能超限類</td></tr>
<tr><td>5</td><td>pH</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>60</td><td>0.00</td><td rowspan="5">0%</td><td rowspan="5">未超限額</td></tr>
<tr><td>6</td><td>砷</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>7</td><td>鉛</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>8</td><td>鎘</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>9</td><td>汞</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td rowspan="9">貓羅溪</td><td rowspan="9">平林橋</td><td>1</td><td>錳</td><td>10</td><td>10</td><td>20</td><td>20</td><td>100.00</td><td rowspan="3">50.01%~100.00%</td><td rowspan="3">常態性超限類</td></tr>
<tr><td>2</td><td>大腸桿菌群</td><td>28</td><td>25</td><td>53</td><td>60</td><td>88.33</td></tr>
<tr><td>3</td><td>氨氮</td><td>15</td><td>20</td><td>35</td><td>60</td><td>58.33</td></tr>
<tr><td>4</td><td>生化需氧量</td><td>4</td><td>1</td><td>5</td><td>60</td><td>8.33</td><td>0.01%~10.00%</td><td>極少可能超限類</td></tr>
<tr><td>5</td><td>pH</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>60</td><td>0.00</td><td rowspan="5">0%</td><td rowspan="5">未超限額</td></tr>
<tr><td>6</td><td>砷</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>7</td><td>鉛</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>8</td><td>鎘</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>9</td><td>汞</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td rowspan="9">北港溪</td><td rowspan="9">清流橋</td><td>1</td><td>生化需氧量</td><td>20</td><td>25</td><td>45</td><td>60</td><td>75.00</td><td rowspan="3">50.01%~100.00%</td><td rowspan="3">常態性超限類</td></tr>
<tr><td>2</td><td>砷</td><td>4</td><td>8</td><td>12</td><td>20</td><td>60.00</td></tr>
<tr><td>3</td><td>錳</td><td>8</td><td>4</td><td>12</td><td>20</td><td>60.00</td></tr>
<tr><td>4</td><td>pH</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>60</td><td>1.67</td><td>0.01%~10.00%</td><td>極少可能超限類</td></tr>
<tr><td>5</td><td>大腸桿菌群</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>60</td><td>0.00</td><td rowspan="5">0%</td><td rowspan="5">未超限額</td></tr>
<tr><td>6</td><td>氨氮</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>60</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>7</td><td>鉛</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>8</td><td>鎘</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
<tr><td>9</td><td>汞</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20</td><td>0.00</td></tr>
</table>

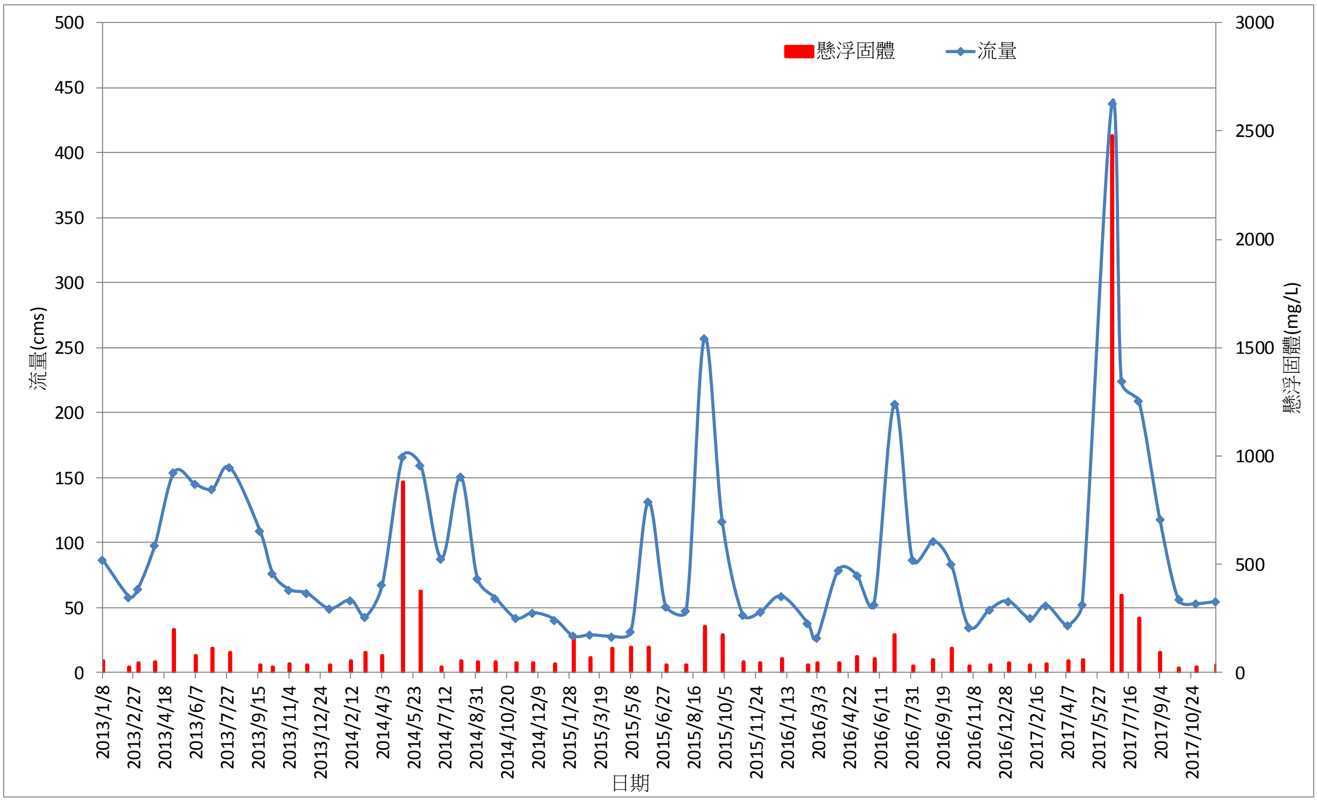
表 2-6　環保署烏溪流域河川水質超限項目暨超限頻率分析表(續)

河段	位置	NO	水質項目	超限次數			檢次次數	超限頻率(%)	頻率分析	超限類別
				豐水期	枯水期	合計				
南港溪	柑子林橋	1	錳	6	2	8	20	40.00	10.01%~50.00%	偶發性超限類
		2	大腸桿菌群	18	4	22	60	36.67		
		3	生化需氧量	9	8	17	60	28.33		
		4	pH	3	7	10	60	16.67		
		5	砷	1	0	1	20	5.00	0.01%~10.00%	極少可能超限類
		6	氨氮	0	0	0	60	0.00	0%	未超限額
		7	鉛	0	0	0	20	0.00		
		8	鎘	0	0	0	20	0.00		
		9	汞	0	0	0	20	0.00		
烏溪	烏溪橋	1	錳	7	2	9	19	47.37	10.01%~50.00%	偶發性超限類
		2	pH	8	16	24	60	40.00		
		3	砷	1	7	8	20	40.00		
		4	生化需氧量	8	13	21	60	35.00		
		5	大腸桿菌群	7	2	9	60	15.00		
		6	氨氮	0	1	1	60	1.67	0.01%~10.00%	極少可能超限類
		7	鉛	0	0	0	20	0.00	0%	未超限額
		8	鎘	0	0	0	20	0.00		
		9	汞	0	0	0	19	0.00		
	大肚橋	1	錳	10	10	20	20	100.00	50.01%~100.00%	常態性超限類
		2	大腸桿菌群	27	28	55	60	91.67		
		3	氨氮	8	29	37	60	61.67		
		4	生化需氧量	3	3	6	60	10.00	0.01%~10.00%	極少可能超限類
		5	pH	0	0	0	60	0.00	0%	未超限額
		6	砷	0	0	0	20	0.00		
		7	鉛	0	0	0	20	0.00		
		8	鎘	0	0	0	20	0.00		
		9	汞	0	0	0	20	0.00		

表 2-7　烏溪雙冬橋及炎峰橋河川水質超限項目暨超限頻率分析表

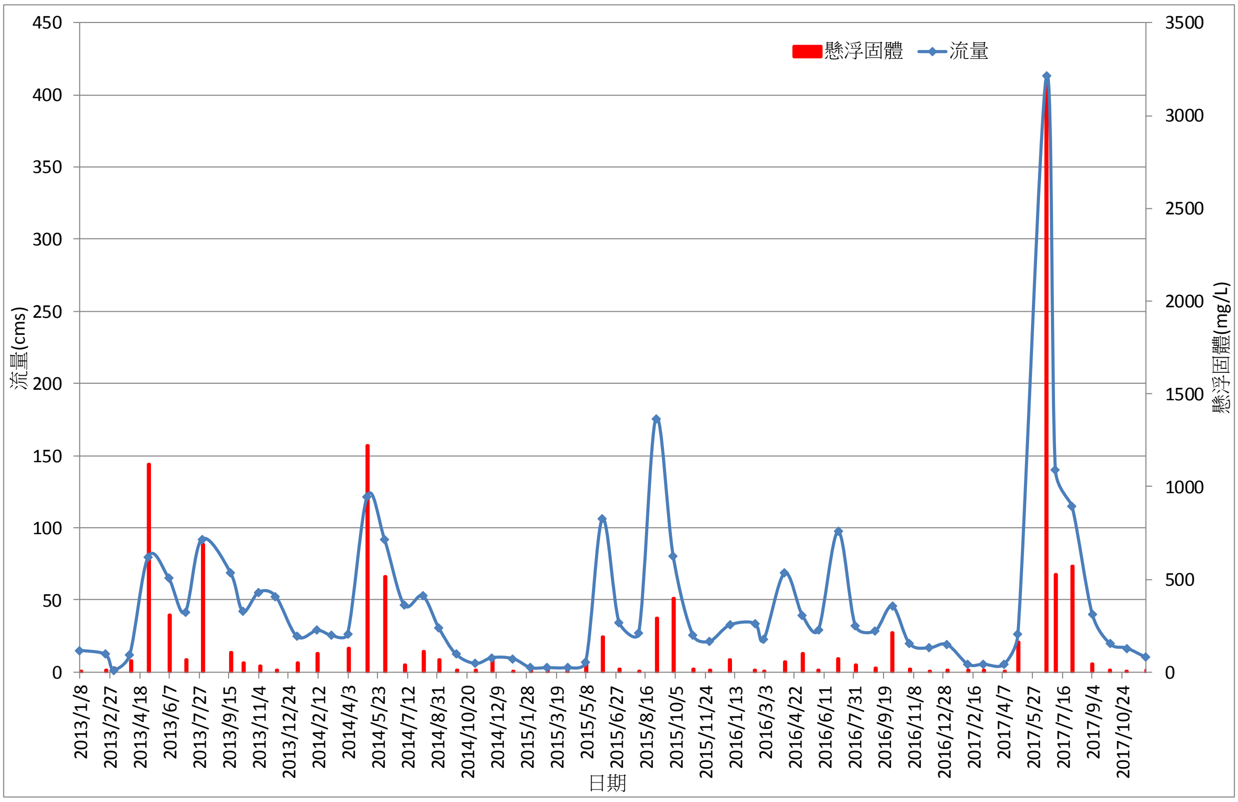
位置	NO	水質項目	超限次數			檢測次數(次)	超限頻率(%)	頻率分布	超限情況
			豐水期	枯水期	合計				
雙冬橋	01	大腸桿菌群	7	3	10	10	100.00	50.01%~100.00%	常態性超限類
	02	濁度	7	3	10	10	100.00		
	03	色度	7	2	9	10	90.00		
	04	鐵	7	0	7	10	70.00		
	05	錳	5	1	6	10	60.00		
	06	氨氮	2	1	3	10	30.00	10.01%~50.00%	偶發性超限類
	07	鉛	3	0	3	10	30.00		
	08	鉻	1	0	1	10	10.00		
	09	pH	0	0	0	10	0.00	0.00%	未超限類
	10	總溶解固體物	0	0	0	10	0.00		
	11	總硬度	0	0	0	10	0.00		
	12	化學需氧量	0	0	0	10	0.00		
	13	總有機碳	0	0	0	10	0.00		
	14	鎘	0	0	0	10	0.00		
	15	砷	0	0	0	10	0.00		
	16	硒	0	0	0	10	0.00		
	17	汞	0	0	0	10	0.00		
炎峰橋	1	大腸桿菌群	7	3	10	10	100.00	50.01%~100.00%	常態性超限類
	2	濁度	7	3	10	10	100.00		
	3	色度	7	1	8	10	80.00		
	4	鐵	7	1	8	10	80.00		
	5	錳	5	0	5	10	50.00		
	6	氨氮	3	0	3	10	30.00	10.01%~50.00%	偶發性超限類
	7	鉛	1	0	1	10	10.00		
	8	鉻	0	0	0	10	0.00	0%	未超限類
	9	pH	0	0	0	10	0.00		
	10	總溶解固體物	0	0	0	10	0.00		
	11	總硬度	0	0	0	10	0.00		
	12	化學需氧量	0	0	0	10	0.00		
	13	總有機碳	0	0	0	10	0.00		
	14	鎘	0	0	0	10	0.00		
	15	砷	0	0	0	10	0.00		
	16	硒	0	0	0	10	0.00		
	17	汞	0	0	0	10	0.00		

圖 2-13　環保署河川水質測站位置圖



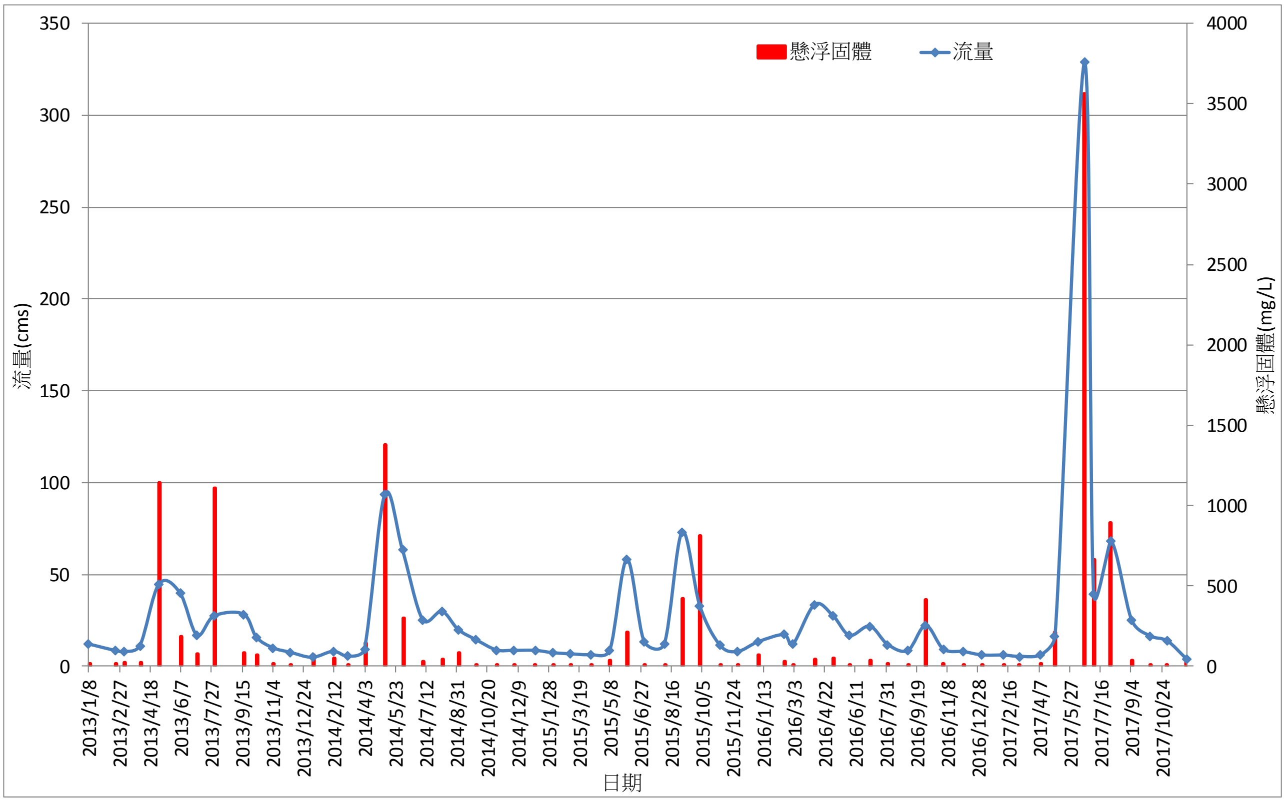
資料來源：水文年報民國 102 年~106 年。

圖 2-14　烏溪大肚橋懸浮固體物及流量關係圖



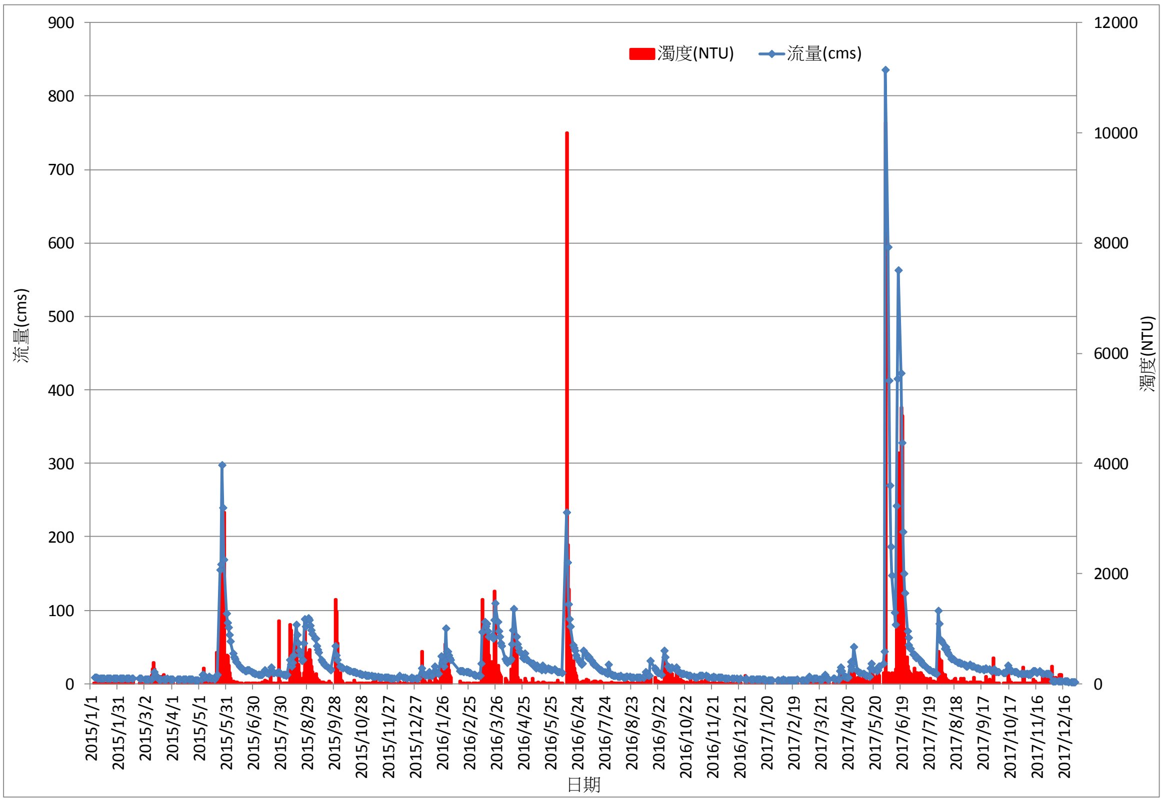
資料來源：水文年報民國 102 年~106 年。

圖 2-15　烏溪烏溪橋懸浮固體物及流量關係圖



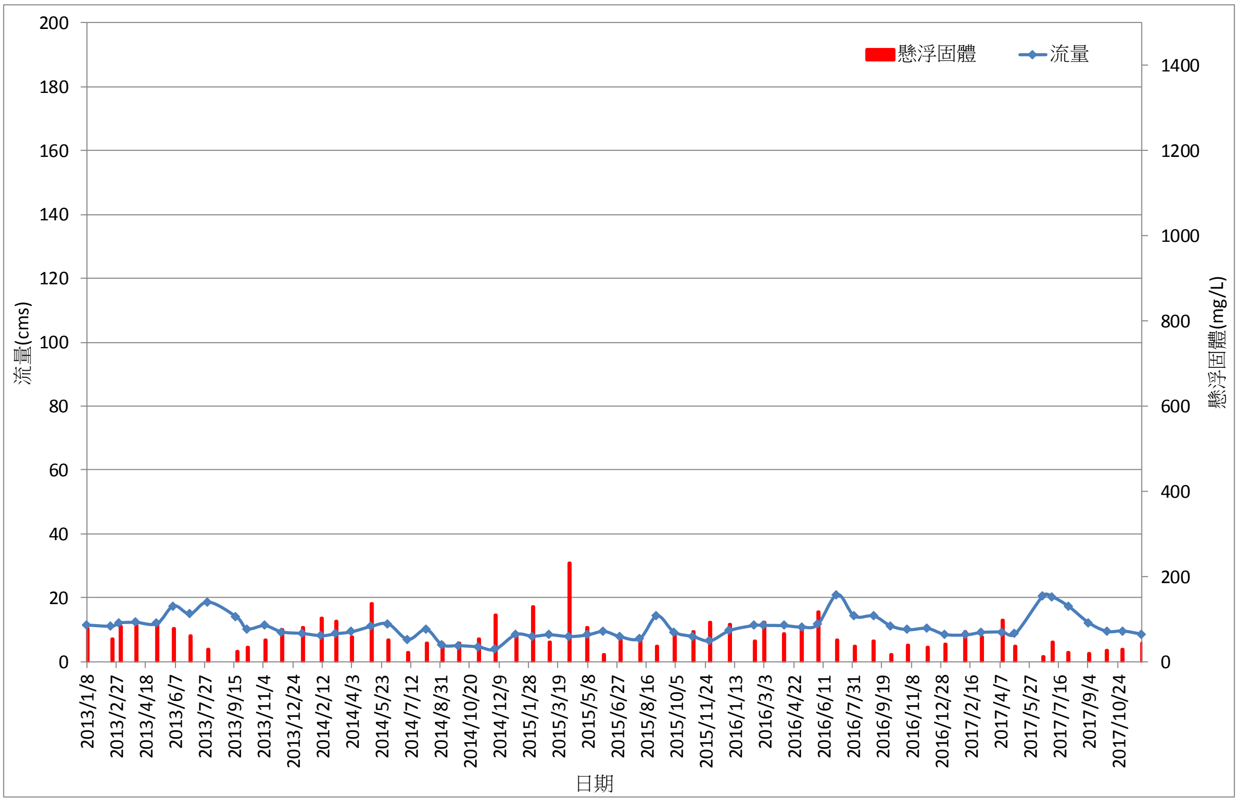
資料來源：水文年報民國 102 年~106 年。

圖 2-16　北港溪清流橋懸浮固體物及流量關係圖



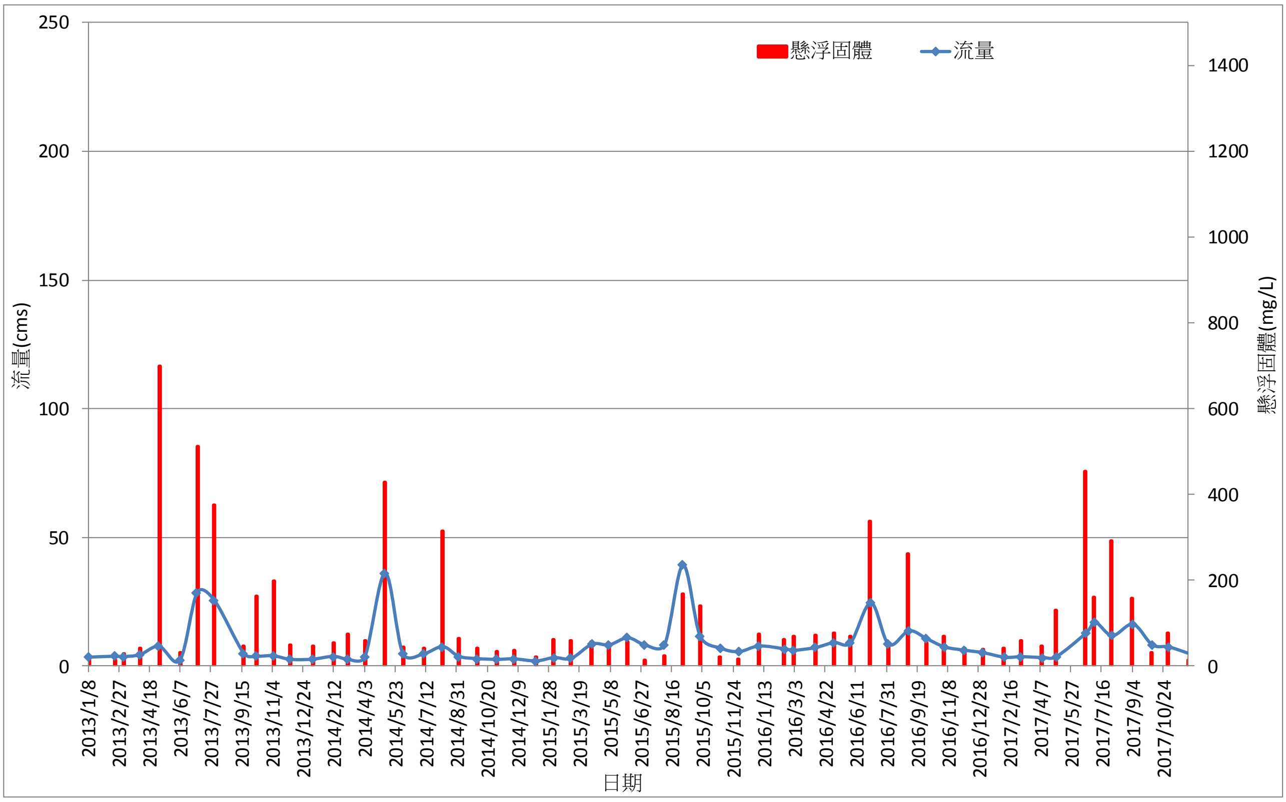
資料來源：台水公司大旗尾淨水廠提供。

圖 2-17　北港溪大旗堰濁度及流量關係圖



資料來源：水文年報民國 102 年~106 年。

圖 2-18　大里溪溪南橋懸浮固體物及流量關係圖



資料來源：水文年報民國 102 年~106 年。

圖 2-19　貓羅溪平林橋懸浮固體物及流量關係圖

三、地下水文

(一)地下水水位

本計畫蒐集鄰近烏溪流域之水利署觀測井地下水位資料，其各站每年之地下水位變化型態大致相同，各站地下水位資料統計如表2-8。位於烏溪愈下游之地下水位觀測井，其地下水位與地表距離及豐枯水位差略小，如烏日站(水位差為 0.85 公尺，地下水位與地表距離為 3.07 公尺)；愈往烏溪上游之站井，其地下水位與地表距離及豐枯水為之變化幅度較高，如萬豐及草屯站(水位差分別為 4.29 公尺及 1.94 公尺，地下水位與地表距離分別為 22.98 公尺及 21.71 公尺)，根據計畫區周圍地下水觀測井歷年水位變化情形如圖 2-20 所示，該地區之地下水位呈下降之趨勢，與降雨量之變化呈正相關。

本計畫為了解烏溪中游(台中盆地)地下水位流動情形，繪製豐枯水期地下水位等值圖，如圖 2-21~圖 2-22 所示。由地下水位等值圖得知，地下水流動係由大甲溪河道入滲後往南流動，烏溪河道及大里溪河道地面水入滲入地下後向西流，貓羅溪之地下水滲入後則向北流動，所有的地下水匯集於烏日，再往西經由八卦山台地及大肚台地間之隘口出台中盆地。

表 2-8　烏溪流域週邊地下水位觀測站井統計表

測站名稱	井頂高程(EL.m)	月份												平均(EL.m)	豐枯水位差(m)	地下水位與地表距離(m)
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月			
豐洲	190.14	148.35	147.25	147.29	147.75	148.59	151.03	152.61	153.25	152.71	152.02	151.12	149.12	150.09	6	42.89
潭子	169.13	103.91	102.74	102.26	102.08	102.55	104.48	106.48	107.47	107.49	107.70	107.20	105.69	105.00	5.62	67.05
泰安	111.11	101.02	100.77	100.95	101.18	101.64	102.92	103.11	103.51	102.95	102.94	102.54	101.56	102.09	2.74	10.34
四張犁(1)	130.78	97.21	96.54	96.38	96.35	96.82	98.81	99.94	100.47	100.16	100.45	99.80	98.44	98.45	4.12	34.43
東山	121.87	83.20	82.65	82.65	83.00	83.77	85.50	86.54	87.48	87.30	86.26	85.14	84.19	84.81	4.83	39.22
啟聰(1)	78.9	72.82	73.85	73.89	74.11	74.48	75.11	75.03	74.90	74.99	75.68	74.58	73.04	74.37	2.86	6.08
中山(1)	83.59	78.27	77.98	77.71	77.69	77.82	78.97	79.24	79.48	79.20	79.26	78.86	78.61	78.59	1.79	5.9
建平	87.01	62.18	62.10	62.19	62.70	62.93	65.09	65.43	65.80	64.57	63.49	62.70	62.35	63.46	3.7	24.91
烏日(1)	27.85	24.56	24.68	24.66	24.54	24.50	25.41	25.22	25.33	25.20	25.05	24.84	24.70	24.89	0.91	3.35
大里(1)	67.56	54.22	54.09	54.20	54.49	54.84	56.67	56.81	56.72	56.36	55.84	54.82	54.31	55.28	2.72	13.47
霧峰(1)	45.69	43.51	43.50	43.67	43.97	43.84	44.45	44.42	44.49	44.22	43.99	43.72	43.56	43.95	0.99	2.19
萬豐	80.1	57.02	57.41	58.35	59.02	59.68	61.31	61.26	61.40	60.54	60.23	59.26	57.88	59.45	4.38	23.08
草屯	81.5	59.41	59.54	59.79	59.92	60.16	61.52	62.16	62.36	62.02	61.68	61.26	60.30	60.84	2.95	22.09
新街(1)	109.53	103.70	103.65	103.61	103.53	103.42	104.20	104.55	105.14	104.96	104.73	104.33	103.70	104.13	1.72	6.11

資料來源：民國 106 年台灣水文年報，經濟部水利署，民國 107 年。

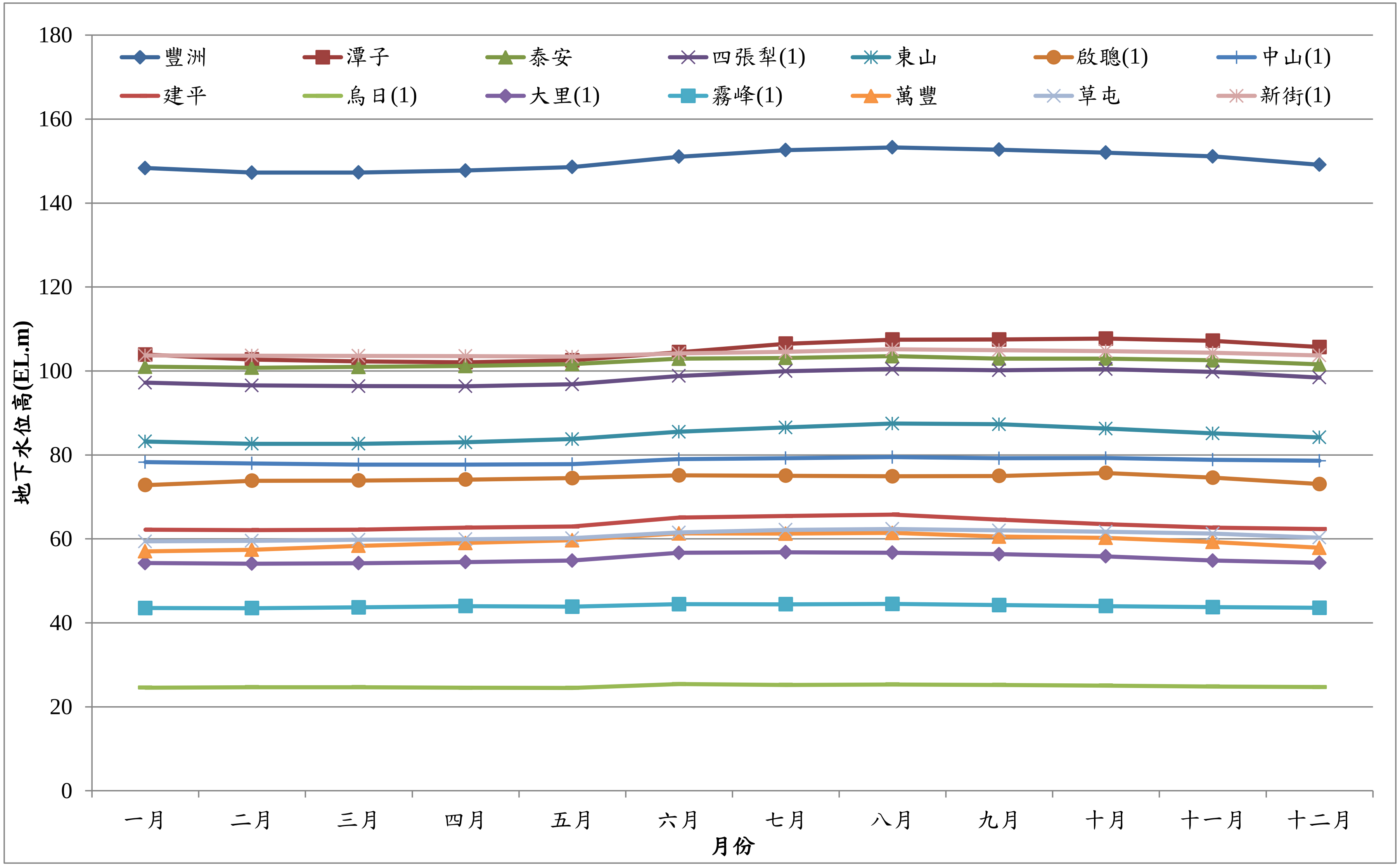
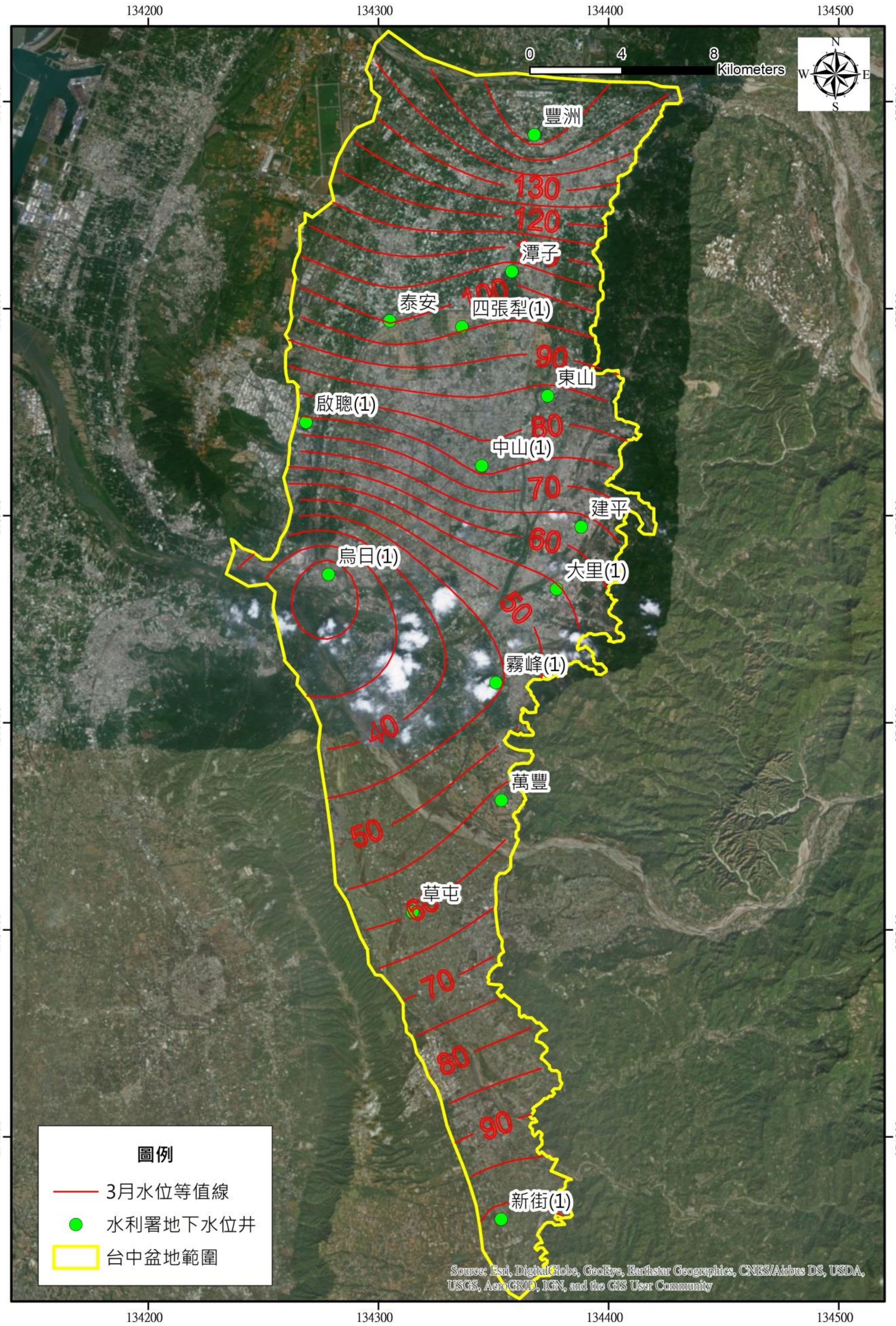
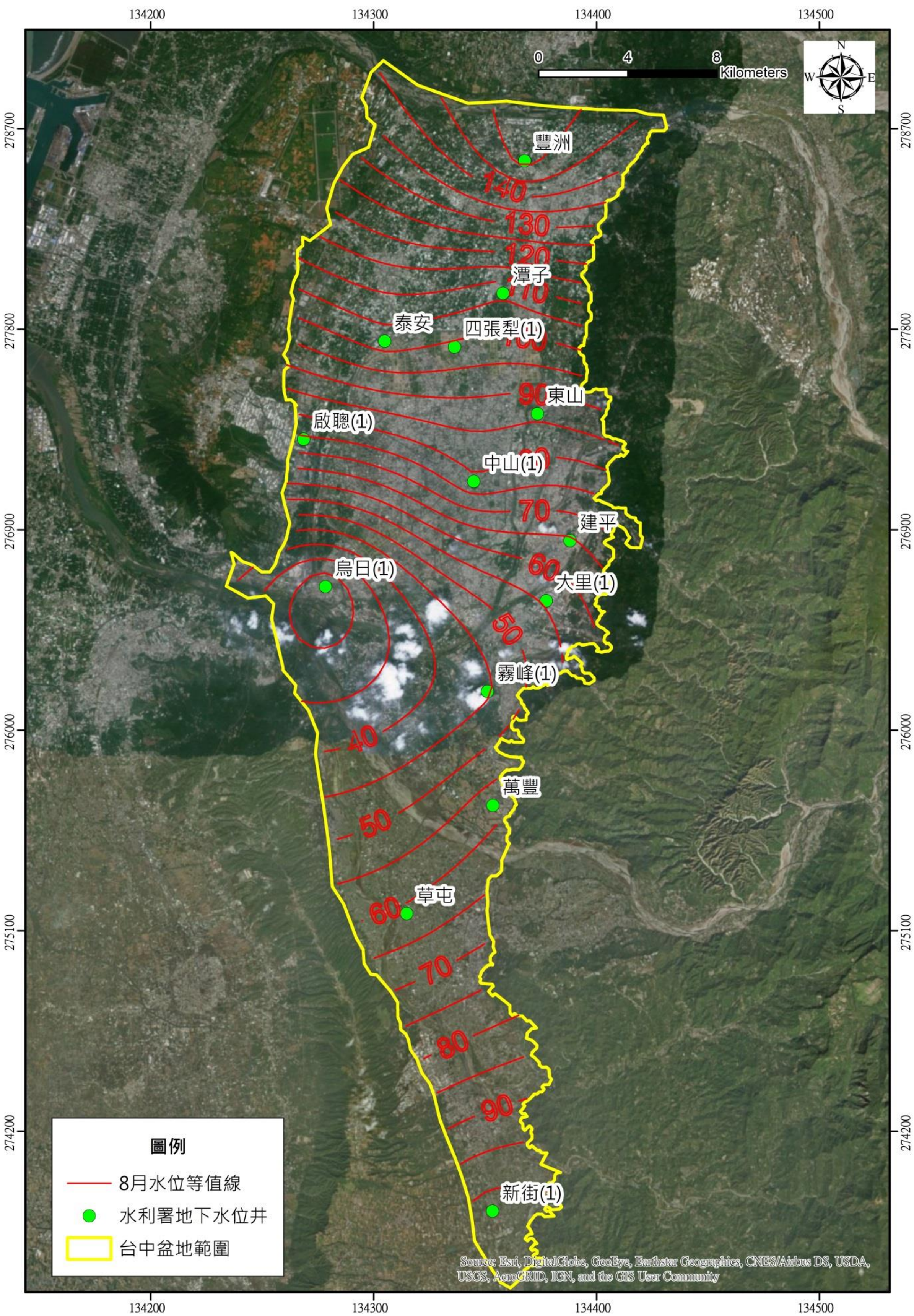


圖 2-20　烏溪地下水位歷線變化圖



備註：圖中水位等值線係為 106 年 3 月地下水位。

圖 2-21　烏溪中游(台中盆地)枯水期地下水位等值線圖



備註：圖中水位等值線係為 106 年 8 月地下水位。

圖 2-22　烏溪中游(台中盆地)豐水期地下水位等值線圖

(二)地下水水質

依據行政院環境保護署全國環境水質監測資訊網地下水水質監測資料(圖 2-23)，「氨氮」檢測結果超過地下水污染監測標準之測站包含龍港國小、大肚國小、僑仁國小、大里國小、鎮平國小及平林國小;「鐵」檢測結果超過地下水污染監測標準之測站包含龍港國小、大肚國小及平和國小；「錳」檢測結果超過地下水污染監測標準之測站包含龍港國小、大肚國小、快官國小、大竹國小及平和國小，如表 2-9 所示。

此外，本計畫另收集台水公司第 11 區處貓羅溪既有寬口井之地下水水質資料，詳表 2-10，既有寬口井地層下水質大多符合標準要求內，惟「錳」超出標準至每公升 0.22~0.38 毫克(標準每公升 0.05 毫克)，且「烏溪取用伏流水工程-工程計畫」曾於新設寬口井附近鑽孔(BH-1、BH-2)進行地下水水質採樣(107 年 1 月)，由水質試驗結果顯示，「錳」亦有超標，惟依目前福田淨水場搭配快濾桶處理模式，其「錳」的去除率約為 95%，未來套用福田淨水場處理模式後，評估「錳」去除後可達到標準每公升 0.05 毫克以內。

表 2-9　烏溪流域週邊地下水水質監測成果統計表

測站名稱	採樣日期	水溫	導電度	酸鹼值	總硬度	總溶解固體物	氯鹽	氨氮	硫酸鹽	總有機碳	總酚	鐵	錳
		℃	µmho/cm25℃	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
地下水污染監測標準					750	1250	625	0.25	625	10	0.14	1.5	0.25
龍港國小	2018/4/25	25.7	903	7.01	341	562	60.4	0.07	139	1.71	<0.006	2.18	0.712
	2017/10/16	28.3	1020	7	370	626	86.8	0.42	163	2.89	<0.006	2.51	0.61
	2017/04/24	26.4	976	7.0	340	682	67.8	0.33	162	3.29	<0.006	1.72	0.61
	2016/10/13	28.4	1,150	7.0	406	787	98.8	0.22	217	2.67	0.0484	1.62	0.73
大肚國小	2017/10/19	26.9	333	5.8	91.7	206	36.4	0.07	25	1.55	<0.006	1.68	0.23
	2017/04/20	28.4	318	5.9	90.2	208	35.0	0.74	21.5	1.53	<0.006	2.03	0.23
	2016/10/13	27.9	320	5.9	99.0	206	34.5	0.02	20.8	2.02	0.0491	2.37	0.26
快官國小	2017/10/16	27.9	429	6.3	183	290	12.6	0.09	27.9	1.47	<0.006	0.03	0.52
	2017/04/18	28.6	445	6.4	172	270	14.0	0.08	34.3	1.42	<0.006	0.07	0.10
	2016/10/18	27.7	586	6.3	215	354	14.2	0.08	61.8	1.26	<0.006	0.04	0.46
大竹國小	2017/10/16	30.1	512	6.3	187	311	19.6	0.01	54	3.04	<0.006	0.01	0.01
	2016/10/18	29.3	471	6.4	160	309	14.7	0.01	34.0	1.08	<0.006	0.06	0.03
	2015/10/15	29.2	460	6.4	159	316	19.8	0.01	30.4	1.64	<0.006	0.01	0.02
僑仁國小	2018/4/25	26.5	670	6.4	313	468	19.1	0.94	121	2.42	<0.006	0.07	0.204
	2018/1/11	27.2	668	6.41	300	453	16.6	0.81	88	1.54	<0.006	0.07	0.2
	2017/07/10	26.8	740	6.4	328	507	13.9	1.02	122	3.08	<0.006	0.05	0.24
	2017/04/20	27.2	649	6.4	309	460	9.7	0.02	107	3.9	<0.006	0.04	0.22
大里國小	2018/4/25	26.8	506	6.54	219	350	18.7	1.31	59.2	1.55	<0.006	0.01	0.02
	2017/10/23	27.9	518	6.6	229	346	23.5	0.34	60.9	1.42	<0.006	<0.005	0.01
	2017/04/19	26.7	506	6.6	216	360	17.3	0.62	64.6	2.62	<0.006	0.02	0.02
	2016/10/12	27.6	615	6.6	290	435	19.0	0.77	99.9	2.73	0.042	0.19	0.15
喀哩國小	2017/10/23	28	590	6.3	270	436	16.7	0.01	126	1.71	<0.006	0.01	0.01
	2017/06/03	26.7	606	6.4	271	447	11.5	0.05	128	1.95	<0.006	0.01	0.02
	2015/10/15	27.3	611	6.3	273	412	11.6	0.02	136	2.19	0.045	0.02	0.05
鎮平國小	2017/10/18	28.5	812	6.9	320	492	22.6	0.40	105	2.78	<0.006	0.19	0.16
	2016/10/17	28.4	759	6.8	365	513	14.9	0.20	89.8	3.46	0.018	0.06	0.09
	2015/10/16	28.7	759	6.7	298	454	21.8	0.32	82.4	4.5	0.186	0.85	0.13

資料來源：全國環境水質監測資訊網，行政院環境保護署。
備註:灰色底表示不符合地下水污染監測標準。

表 2-9　烏溪流域週邊地下水水質監測成果統計表(續)

測站名稱	採樣日期	水溫	導電度	酸鹼值	總硬度	總溶解固體物	氯鹽	氨氮	硫酸鹽	總有機碳	總酚	鐵	錳
		℃	μmho/cm25℃	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
地下水污染監測標準					750	1250	625	0.25	625	10	0.14	1.5	0.25
四德國小	2018/4/25	26.6	650	6.58	299	428	11.7	0.02	90.9	2.17	<0.006	0.02	0.043
	2018/1/11	27.9	597	6.55	310	421	15.7	0.01	112	1.56	<0.006	0.01	0.01
	2017/7/10	27.6	547	6.6	267	307	11.0	0.05	84.3	2.72	<0.006	0.18	0.13
	2017/4/19	26.7	623	6.4	285	403	14.9	0.02	145	3.3	<0.006	0.02	0.05
光正國小	2017/10/23	27.7	509	6.6	250	368	15	0.01	85.8	1.17	<0.006	<0.005	<0.005
	2017/04/19	27.7	492	6.6	237	316	5.5	0.02	94.7	2.36	<0.006	<0.005	<0.005
	2016/10/12	26.8	511	6.6	235	338	6.0	0.04	92.6	1.88	0.051	0.01	<0.005
平林國小	2018/7/12	25.7	634	7.83	169	500	11.3	2.03	65.6	1.35	<0.0003	0.144	0.041
	2018/4/20	25.7	638	7.81	182	390	4.1	2.26	135	1.16	0.0091	0.092	0.117
	2018/1/11	25.4	629	7.8	179	422	3.7	2.1	128	1.44	<0.006	0.05	0.12
	2017/07/17	25.7	636	7.7	167	383	4.3	2.21	43.6	1.37	<0.006	0.08	0.04
北港國小	2018/4/24	24.8	212	6.19	82.8	144	4.4	0.08	34.3	0.42	<0.006	0.042	0.008
	2018/1/9	24.6	221	6.2	82.4	142	3.3	0.3	42.6	0.61	<0.006	0.01	0.01
	2017/07/13	25.4	214	6.4	81.2	152	6.8	0.19	16.8	0.56	<0.006	0.02	0.01
	2017/04/17	25.2	196	6.2	73.	139	4.1	0.11	21.1	1.04	<0.006	0.04	0.01
敦和國小	2017/10/5	30.3	399	6.4	149	267	18.7	0.05	50	1.36	<0.006	0.01	<0.005
	2016/10/11	26.8	411	6.6	140	275	18.7	0.02	58.4	4.44	<0.006	0.01	<0.005
	2015/10/20	27.5	420	6.6	172	288	18.6	0.02	58.1	1.16	<0.006	0.01	<0.005
草屯國小	2018/7/20	26.3	424	6.61	164	300	12.5	0.14	56.0	1.71	<0.006	0.009	<0.005
	2018/4/24	26	418	6.53	160	270	11.9	0.05	58.7	0.87	<0.006	0.01	<0.005
	2018/1/9	24.5	408	6.58	161	261	11.9	0.06	53.1	1.51	<0.006	0.01	<0.005
	2017/07/13	27.6	426	6.6	166	320	14.3	0.08	49.6	0.99	<0.006	0.03	<0.005
平和國小	2017/10/5	25.5	303	6.1	98.5	194	12.3	0.04	54.2	1.64	<0.006	3.95	0.31
	2016/10/11	26.9	297	6.2	84	190	12.6	0.11	56.3	3.18	<0.006	5.14	0.31
	2015/10/20	25.7	303	6.1	90.2	189	12.6	0.09	56.1	1.26	<0.006	5.59	0.34

資料來源：全國環境水質監測資訊網，行政院環境保護署。
備註:灰色底表示不符合地下水污染監測標準。

表 2-10　貓羅溪新設寬口井及既有寬口井各檢項水質檢驗結果

採樣位置	採樣時間	大腸桿菌群密度	濁度	色度	臭度	鉛(Pb)	鉻(Cr)	鎘(Cd)	鋇(Ba)	銻(Sb)	鎳(Ni)	銀(Ag)	鐵(Fe)	錳(Mn)
飲用水水源水質標準		20000	-	-	-	0.05	0.05	0.01	-	-	-	-	-	-
飲用水水質標準		6	4	15	3	0.01	0.05	0.005	2	0.01	0.1	0.05	0.3	0.05
單位		CFU/100毫升	NTU單位	鉑鈷單位	初嗅數	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
既有寬口井	103/9/15	23	7	<5	<1	ND	ND	ND	0.018	0.00022	ND	ND	0.01	0.052
	103/10/13	400	1.9	<5	<1	ND	ND	ND	0.0175	0.00038	ND	ND	0.02	0.172
	103/11/10	200	1.6	<5	<1	ND	ND	ND	0.0164	0.00011	ND	ND	0.11	0.102
	103/12/8	320	1.4	<5	<1	ND	ND	ND	0.0257	0.00035	ND	ND	0.01	0.074
	104/1/12	77	0.8	<5	<1	ND	ND	ND	0.00178	0.00037	ND	ND	ND	0.01
	104/2/2	11	6.9	<5	<1	ND	ND	ND	0.0204	0.00049	0.0045	ND	0.15	0.031
	104/3/9	130	3.5	<5	<1	ND	ND	ND	0.0223	0.00058	ND	ND	0.07	0.052
	104/4/13	14	0.4	<5	<1	ND	0.00336	0.001	0.0142	0.00011	0.0032	ND	ND	0.112
	104/05/12	42	2.5	<5	<1	ND	0.00263	ND	0.0159	ND	ND	0.0168	ND	ND
	104/06/09	65	0.95	<5	<1	ND	0.00271	ND	0.0213	ND	0.00093	ND	0.16	ND
	104/07/14	150	0.75	<5	<1	ND	ND	ND	0.0175	ND	ND	ND	ND	ND
	104/8/11	420	2.4	<5	<1	ND	ND	ND	0.0492	0.00033	ND	ND	ND	0.015
	106/6~7	45	3.76	<5	<1	ND	ND	ND	0.0014	ND	0.0008	ND	0.04	0.26
BH-1	107/1	13	2.8	<1	<1	0.00059	ND<0.0001	ND<0.00008	0.0022	0.00012	0.0009	ND<0.00064	0.0097	0.388
BH-2		132	0.45	<1	<1	0.00059	0.0003	ND<0.00008	0.00192	0.00045	0.0002	ND<0.00064	0.0321	0.223
既有寬口井	107/2/13	13	0.14	<5	<1	-	-	-	-	-	-	-	0.265	0.133

表 2-10 貓羅溪新設寬口井附近鑽孔及既有寬口井各檢項水質檢驗結果(續)

採樣位置	採樣時間	銅(Cu)	鋅(Zn)	硒(Se)	砷(As)	汞(Hg)	氰鹽 (CN^-)	氟鹽 (F^-)	硝酸鹽氮 $(NO_2\text{-}N)$	亞硝酸鹽氮 $(NO_2\text{-}N)$	氨氮 $(NH_3\text{-}N)$	氯鹽 $(C1^-)$	硫酸鹽 $(SO_2^-/4)$	酚類	總溶解固體量
飲用水水源水質標準		-	-	0.05	0.05	0.002	-	-	-	-	1	-	-	-	-
飲用水水質標準		1	5	0.01	0.01	0.002	0.05	0.8	10	0.1	0.1	250	250	0.001	500
單位		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
既有寬口井	103/9/15	0.00118	ND	ND	0.00094	ND	ND	0.08	1.28	0.02	0.09	22.7	63.2	-	287
	103/10/13	ND	0.00264	ND	0.00072	ND	ND	0.22	1.15	0.02	0.08	23	60	-	270
	103/11/10	ND	0.00739	ND	0.00066	ND	ND	0.22	1.68	0.02	0.03	23.9	65.2	-	235
	103/12/8	0.00217	0.00153	0.00124	0.00116	ND	ND	0.19	2	0.02	0.03	26.2	72.9	-	285
	104/1/12	0.00111	0.00724	ND	0.00087	ND	ND	0.19	0.91	<0.01	ND	27.3	71.5	-	335
	104/2/2	ND	0.00466	ND	0.00213	ND	0.003	0.24	7.88	0.68	1.19	36.1	122	-	298
	104/3/9	ND	ND	0.00259	0.00075	ND	ND	0.21	2.55	0.02	ND	32.3	92.2	-	338
	104/4/13	0.0348	0.0152	0.00473	0.00118	0.00128	ND	0.2	1.36	<0.01	ND	28.8	79.2	-	357
	104/05/12	ND	ND	ND	0.00074	ND	ND	0.22	1.84	ND	ND	27.6	76.7	-	309
	104/06/09	ND	ND	0.00099	0.00132	ND	ND	0.21	1.35	ND	ND	12.6	59.1	-	243
	104/07/14	ND	ND	ND	0.00116	ND	ND	0.22	ND	<0.01	0.04	17.7	76.9	-	256
	104/8/11	ND	ND	ND	0.00139	ND	ND	0.26	-	0.02	ND	17	-	-	386
	106/6~7	ND	0.0073	0.0034	0.0005	ND	-	-	1.11	<0.01	0.08	21.6	-	-	335
BH-1	107/1	ND<0.0007	0.00427	0.00039	0.0002	ND<0.00012	ND <0.003	ND <0.04	1.01	ND <0.01	ND <0.02	12.5	36.3	ND<0.0009	219
BH-2		0.00091	0.00461	0.00047	0.0004	ND<0.00012	ND <0.003	0.29	0.31	ND <0.01	ND <0.02	3	29.3	ND<0.0008	198
既有寬口井	107/2/13	-	-	-	-	-	-	0.2	2.13	<0.01	0.04	16.6	82.5	-	315

資料來源：台灣自來水公司第十一區管理處提供。備註:灰色底表示不符合飲用水水質標準。

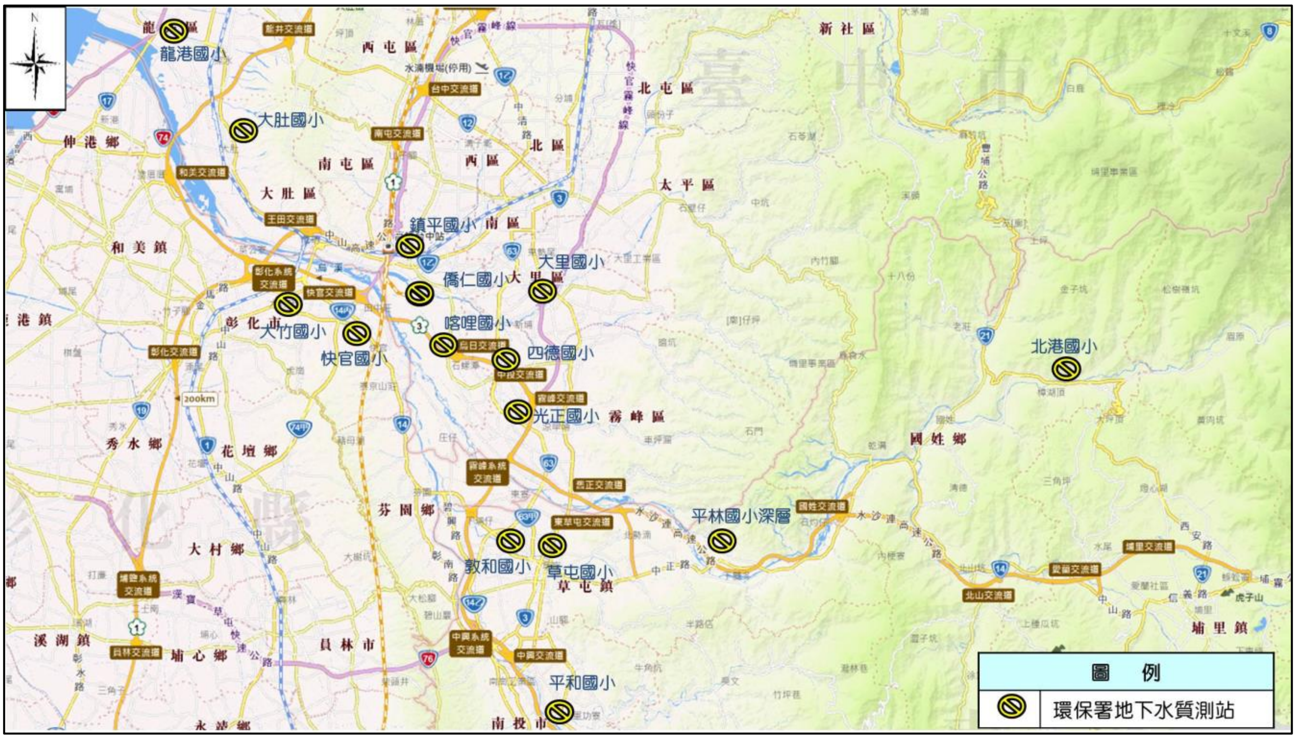


圖 2-23　環保署地下水水質測站位置圖

四、現有水資源設施使用狀況

(一)灌溉系統

烏溪流域灌溉取水圳路如圖 2-24 所示，其各圳路取水位置、設置單位及使用情形詳表 2-11。上游灌溉引水多集中於南港溪上包含福龜圳、大石股圳及茅埔圳等取水口，北港溪上游圳路包含國姓圳、北圳、南圳、能高大圳及關刀溪取水廊道等取水口；流域中游由南港溪與北港溪合流處下游起計有龍泉圳、北投新圳、阿罩霧一、二、三、四圳、茄荖媽助圳、同安圳等通稱南投八圳，皆為引用烏溪本流灌溉，上述南港溪與北港溪河段之圳路皆屬南投水利會管轄；流域下游則分屬臺中、彰化、南投水利會所管轄，主要用水單位為大肚圳、福馬圳等，貓羅溪流域灌溉系統共計 6 條圳路包含上埤、下埤、番子田圳、東西二三圳及溪尾寮圳等取水口，分屬彰化及南投農田水利會管轄；筏子溪流域灌溉系統共計 7 條，大里溪主流之灌溉系統共計 2 條，皆屬台中水利會管轄。

表 2-11　烏溪流域各圳路取水口一覽表

水系	圳名	取水口位置	取水設施	設置單位	使用情形	每年最大水權量(cms)
烏溪	福馬圳	鐵路橋下游 80m 左岸	設攔河堰取水	彰化水利會	正常	7.98
	大肚圳	國道 1 號橋下游 1.9km 右岸	河道取水路	台中水利會	正常	5.27
	北投新圳	炎峰橋下游 1.36km 左岸	河道取水路	南投水利會	正常	4.27
	阿罩霧第一圳	烏溪橋上游 830m 右岸	設攔河堰取水	南投水利會	正常	4.08
	阿罩霧第二圳	中投公路橋下游 1km 右岸	河道取水路	南投水利會	正常	1.51
	阿罩霧第三圳	溪尾橋上游 1.1km 右岸	河道取水路	南投水利會	由二圳供灌	0.63
	阿罩霧第四圳	溪尾橋下游 0.9km 右岸	河道取水路	南投水利會	正常	0.30
	茄荖媽助圳	烏溪橋下游 32m 左岸	河道取水路	南投水利會	正常	2.16
	同安圳	烏溪橋下游 32m 左岸	河道取水路	南投水利會	由茄荖媽助圳供灌	0.85
	龍泉圳	乾峰橋上游 520m 左岸	設攔河堰取水	南投水利會	正常	1.78

表 2-11　烏溪流域各圳路取水口一覽表(續)

水系	圳名	取水口位置	取水設施	設置單位	使用情形	每年最大水權量(cms)
北港溪	國姓圳	福興橋上游 510m 左岸	河道取水路	南投水利會	正常	0.60
	北圳	北原橋上游 800m 右岸	河道取水路	南投水利會	正常	1.20
	南圳	清流橋上游 250m 左岸	河道取水路	南投水利會	正常	0.40
	能高大圳	北港溪與九仙溪匯流口附近	河道取水路	南投水利會	正常	1.20
	關刀溪取水口	蕙蓀林場上游	取水廊道	南投水利會	正常	1.83
南港溪	福龜圳	柑子林橋上游 700m	設攔河堰取水	南投水利會	正常	0.28
	大石股圳	仙人橋下游 600m 右岸	設攔河堰取水	南投水利會	正常	0.18
	茅埔圳	國道 6 號橋上游 60m	設攔河堰取水	南投水利會	正常	0.14
筏子溪	草湳圳	連仔溪橋下游約 130m	河道取水路	台中水利會	正常	-[註 1]
	廟前圳	車路巷橋上游 80m	河道取水路	台中水利會	正常	0.10
	下埒圳	水堀頭五號橋下游	河道取水路	台中水利會	正常	0.14
	知高本圳	知高橋	設攔河堰取水	台中水利會	正常	0.45
	王田圳	厝仔堤防上游	闢引水渠道至右岸取水門	台中水利會	正常	1.05
貓羅溪	上埤	溪頭橋上游 230m 左岸	臨時性攔水壩及固定式導水路	彰化水利會	正常	0.33
	下埤	溪頭橋下游 440m 左岸	臨時性攔水壩及固定式導水路	彰化水利會	正常	0.76
	番子田圳	溪頭橋下游 915m 左岸	臨時性攔水壩及導水路	彰化水利會	正常	0.12
	東西二三圳	利民橋下游 4.26km 左岸	設攔河堰取水	彰化水利會	正常	6.16
	溪尾寮圳	利民橋下游 1.85km 右岸	混凝土固定堰及導水路	南投水利會	正常	0.46
大里溪	詹厝園圳	立仁橋下游 330m 右岸	設攔河堰取水	台中水利會	正常	0.29
	大突寮圳	內新橋下游 51m 右岸	設攔河堰取水	台中水利會	正常	0.30

資料來源：台中農田水利會、彰化農田水利會及南投農田水利會提供。
註 1：水源為大甲溪葫蘆墩圳尾水，屬越域引水，故水權歸在大甲溪內。

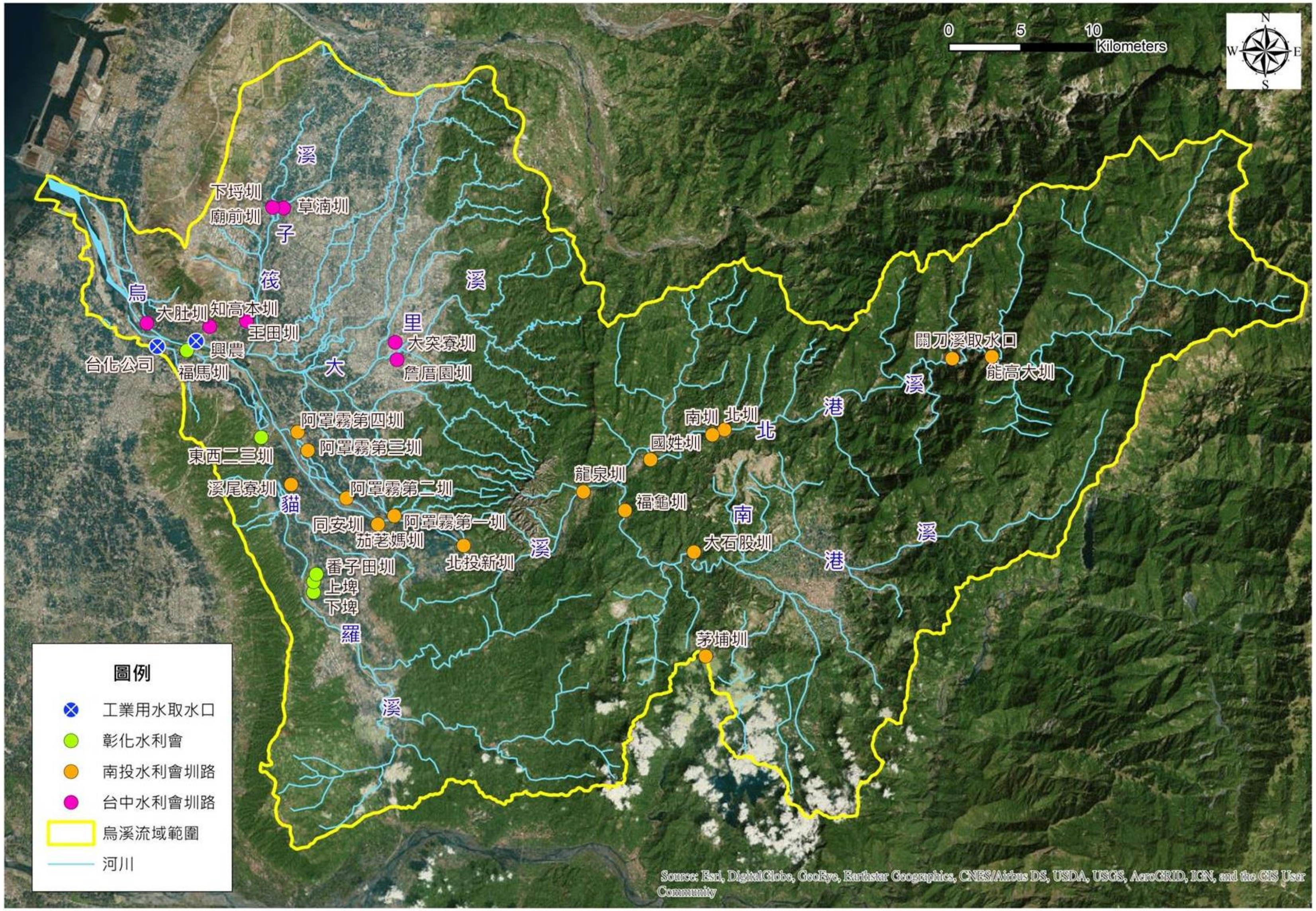


圖 2-24　烏溪流域圳路取水口位置圖

(二)公共給水系統

烏溪流域上游之目前水利設施僅有位於北港溪之大旗堰及南港溪上之北山坑堰共兩座，前者大旗堰每秒輸水 1 立方公尺至大旗尾淨水場，其淨水能力為每日 0.5 萬噸，主要供給國姓地區居民。

此外，烏溪及貓羅溪匯流口左岸設有一口寬口井，深度為地面下 10 公尺，該井於民國 106 年啟用(自來水公司十一區處)，取水量約每日 4,000 立方公尺，至福田淨水場採快濾桶方式進行水質處理作業，其設計處理量約每日 0.9 萬噸，主要供北彰化民生用水。

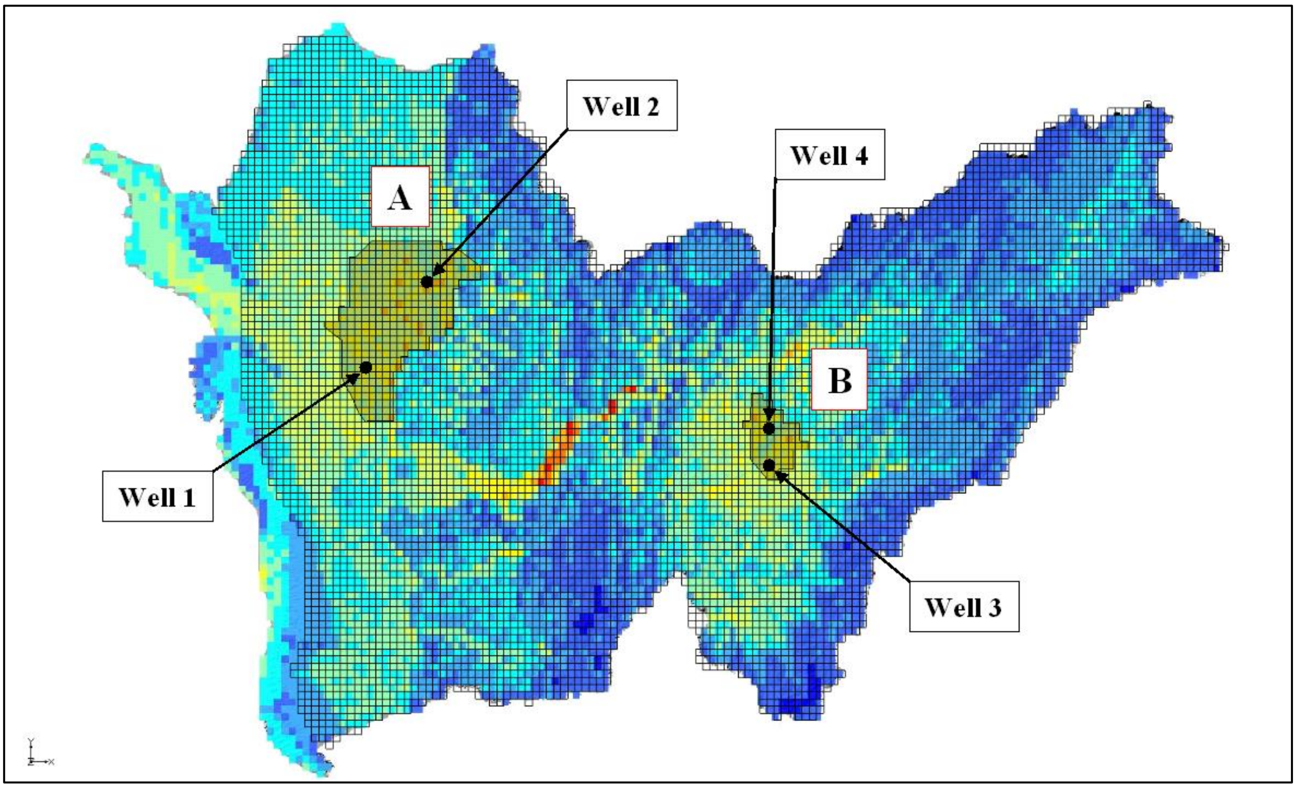
(三)工業用水系統

烏溪流域現有工業用水包括興農及台化公司，其引水位置詳圖 2-24，根據經濟部 104 年「烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」，興農水權量為每年 41 萬立方公尺，台化水權量為每年 2719.7 萬立方公尺。

五、相關計畫

(一)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(3/4) (經濟部中央地質調查所，101 年)

研究結果顯示，烏溪流域中上游地區之地下水安全出水量為每年 280.8~282.1 百萬噸。各情況之變化不顯著，主要在於地下水系統相對於降雨量變化處於相對穩定之狀態，故地下水流出量之變化不明顯。而烏溪中上游開發高潛能區位在台中盆地東部區域（圖 2-25 區域 A）與埔里盆地東北方區域（圖 2-25 區域 B），在單位地下水位洩降下，高潛能 A 與 B 區地下水可開發量分別為每年 631 與 26 百萬噸。以 A 區之可開發量較高，主要原因在於 A 區位在含水層較厚、水系較密布、腹地大而地勢低平之台中盆地中，可蘊含較大量之地下水資源。因此未來可針對 A 區進行更進一步之調查與研究，以更了解該區域之水文地質架構，進而獲得更佳之評估結果。



資料來源:「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(3/4)」，經濟部中央地質調查所，101 年。

圖 2-25　烏溪流域地下水開發高潛能區

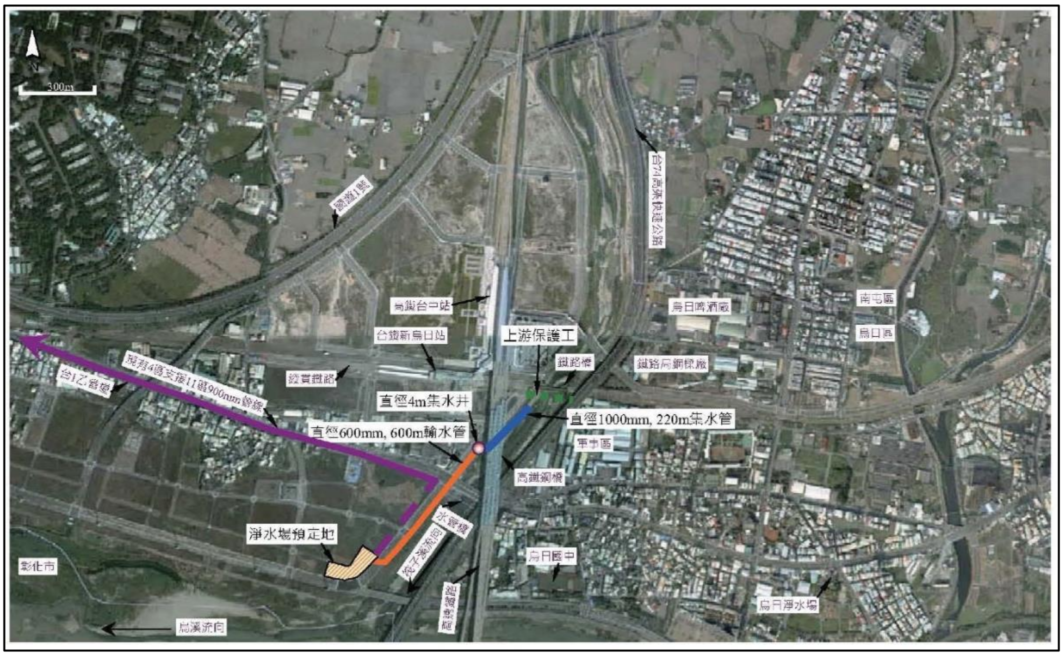
(二)台中盆地地下水資源利用調查評估(水規所，100 年)

該計畫三個年度之工作主要可分為水文地質調查、地下水水量評價、地下水水質評價、地下水開發規劃及水文地質環境資料庫建置五個部分，主要以地質構造及地形稜線劃分，東側以車籠埔斷層為界，西側沿大肚山台地及八卦山台地之稜線為界，而北側則以屯子腳斷層為邊界，面積約 584 平方公里，所含括之行政區包括台中市、南投縣、彰化縣。

規劃成果，建議推動先後次序為: (1)大甲溪南岸水公司水井復抽每日 3 萬立方公尺;(2)烏溪南岸深井開發每日 7 萬立方公尺(圖 2-26);(3)筏子溪集水管汲取每日 5 萬立方公尺地下水資源(圖 2-27)。水源運用於民國 120 年後以常態運用時可供水合計每日 15 萬立方公尺，民國 120 年前於備援情況下則可增加大安大甲聯合運用計畫及烏嘴潭人工湖計畫之供水穩定度。

資料來源:「台中盆地地下水資源利用調查評估」，水利規劃試驗所，100 年。

圖 2-26　烏溪南岸深井工程佈置平面圖



資料來源：「台中盆地地下水資源利用調查評估」，水利規劃試驗所，100 年。

圖 2-27　筏子溪水平集水管工程佈置平面圖

(三)烏溪高灘地用於河川淨化及供水可行性評估研究(水規所、102 年)

該計畫主要目的為評估在烏溪高灘地設置現地處理設施之水質淨化效益以及穩定供水可行性，經評估，於中彰快速道路下游左岸高灘地(H18 場址)設置人工濕地結合礫間接觸處理設施，引流河川水淨化，穩定供水量可達每日 3 萬平方公尺，且由於 H18 場址鄰近彰濱工業區有用水需求，故規劃三個輸水方案(圖 2-28)。

資料來源：「烏溪高灘地用於河川淨化及供水可行性評估研究」，水利規劃試驗所，102 年。

圖 2-28　H18 場址及下游輸水方案路線配置圖

(四)彰化烏溪貓羅溪伏流水開發工程計畫評估報告(水公司、104 年)

彰化地區鑿井不易，水源開發受阻，供水壓力提高。水公司曾於 95 年委託雲林科技大學辦理「快官淨水場水源開發試驗及分析研究報告」，該報告指出在貓羅溪與烏溪匯流處滲流水豐富，水公司乃於 102 年完成寬口井一口、深度 10 公尺、口徑 5 公尺，依據 106 年 7 月～107 年 4 月取水量記錄平均每日約 4,000 立方公尺，顯示該區域取水量具有一穩定性。於工程完工後進行水質觀測(約 1 年期)，待水質確認符合要求後，進行福田淨水場之規劃設計。福田淨水場於 104 年辦理土地取得、土地容許使用申請、河川公地申請及水權申請等前置作業，並於 105 年辦理淨水場之土建工程、機電工程及進出管線工程等設計、發包及工程施工作業，計畫於 106 年 5 月底前完成試車運轉並正式啟動。福田淨水場採快濾桶方式進行水質處理作業，其設計處理量約 0.9 萬 CMD，如圖 2-29。

	
寬口井現況照片	福田淨水廠快濾桶工程

圖 2-29　烏溪貓羅溪伏流水開發工程照片

(五)台中盆地地下水資源調查開發評估(1)(中水局、106 年)

該計畫經評估，大甲溪南岸水公司水井復抽方案在各方面皆較具優勢，故開發順序建議列為第 1 優先。而其他 4 項方案中大安溪場址取水方案規模較小、益本比較低，被接納納入既有公共給水系統供水接受度可能性偏低，開發順序建議列為第 5；至於烏溪南岸場址(1)—溪尾里取水方案、烏溪南岸場址(2)—田中央堤防取水方案、

筏子溪場址取水方案各項條件相去不遠，惟筏子溪場址取水方案因位於台中市區，且場址目前已為台中市民假日之休憩與釣魚場所，根據現勘與訪談當地民眾，水源開發民眾之接受度可能相對較低，而烏溪南岸場址(1)僅在環境影響評估有辦理之需求，另烏溪南岸 2 個場址之水源開發，可供應較為缺水之彰化地區，故建議開發順序分別為第 2、3、4 優先，建議日後配合區域用水需求依序開發(圖 2-30)。

場址名稱	開發方式	預計開發量
烏溪南岸場址(1)—溪尾里	地下水	3萬CMD
	伏流水	2萬CMD
烏溪南岸場址(2)—田中央堤防	伏流水	5萬CMD
筏子溪場址	伏流水	5萬CMD
大安溪場址	伏流水	1萬CMD
大甲溪南岸水井復抽	地下水	3萬CMD
總計	伏流水/地下水	19萬CMD

資料來源：「台中盆地地下水資源調查開發評估(1)」，中區水資源局，106 年。

圖 2-30　各水源開發方案位置及內容圖

(六)地下水防災緊急備援井網規劃-台中地區(水規所，106 年)

藉由緊急備援井網建置，調配台中地區地下水，提供緊急枯旱時期的地下水源，延緩台中地區進入二階限水時間，穩定枯旱時期的用水需求，以減少移用農業用水對農民耕作造成影響，減緩區域枯旱時期供水緊張情勢。

台中地區備援方案優先考量既有水井恢復，再進行水井新設工作。水井恢復方案恢復既有台水公司 15 口水井，提供每日 4 萬平方公尺供水量。新設水井方案，擬新設 12 口水井，提供每日 4 萬平方公尺供水量，合計提供每日 8 萬平方公尺備援水量(圖 2-31)。

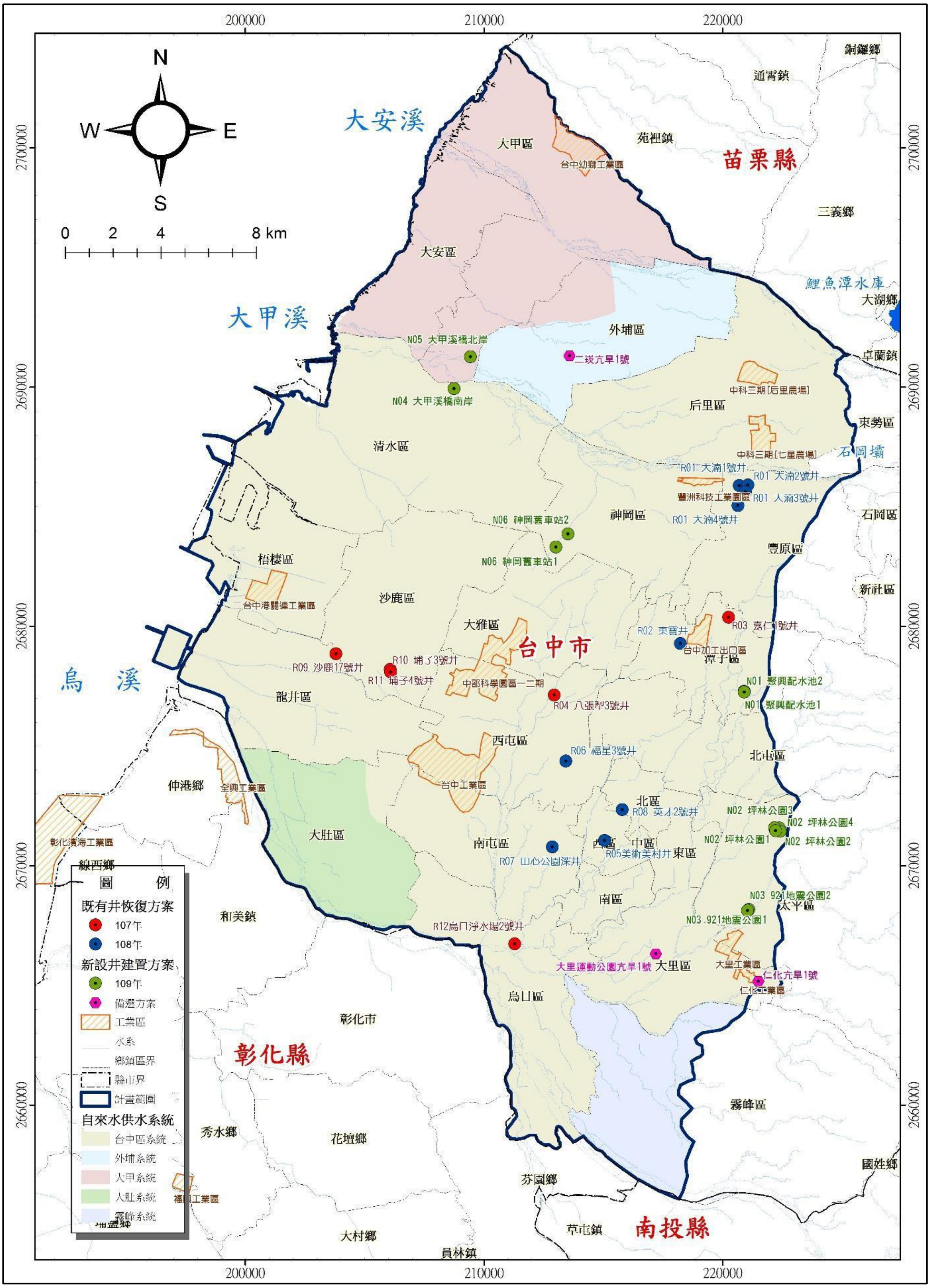
目前係由水利署中區水資源局辦理「防災及備援水井建置計畫-台中地區防災緊急備援井網調查規劃、工程設計及監造」，目標於 109 年完成緊急備援水量 8 萬立方公尺。

(七)埔里盆地地下水開發可行性規劃(水規所，107 年)

該計畫主要工作為釐清埔里與魚池盆地地下水可用水量，評估滿足區域用水需求，及增供大台中地區用水之可行性。主要目的包括：永續利用埔里與魚池地下水，透過聯合運用增加供水潛能；地下水補注、取水與輸水工程方案可行性規劃。

埔里盆地再取用地下水，並輸送至鳥嘴潭人工湖聯合運用。包括取水工程及下游輸水工程總建造成本為 26.65 億元，於維持現況用水與生態流量下，具增供每日 6 萬立方公尺開源效益；同時，於適宜再開發地下水區增用，而超抽地下水區減(停)用之調度效益；並有提升水力發電用水之備援效益。若以興建海水淡化廠作為替選方案，進行效益評估，益本比為 28.58/12.16=2.4，符合經濟可行之原則。

經該計畫調查評析結果，顯示魚池盆地含水層較埔里盆地薄(平均約 90 公尺)，北側隘口一帶含水層更為淺薄(地下 50 公尺內多屬低透水度材質)，不利取水越域補注埔里盆地，且武界輸水路穩定剩餘流量與可補注期間有限；初步評估可再開發地下水量以每日 1.9 萬立方公尺為上限。



資料來源：「地下水防災緊急備援井網規劃-台中地區」，水利規劃試驗所，106 年。

圖 2-31　地下水井恢復及新增備援水井方案位置圖

(八)烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫(經濟部，104 年)

彰化地區因長期超量抽用地下水，導致地層下陷並持續往內陸延伸。原規劃於南投地區興設「建民水庫」作為替代水源，惟民國 88 年發生 921 地震,「建民水庫」核定停建。其後，經濟部水利署評估提出「烏溪水資源開發分期推動計畫」,提報前經濟建設委員會於民國 94 年 10 月 25 日都字第 0940004270 號函准予備查；再於民國 95 年檢討以鳥嘴潭攔河堰開發配合人工湖蓄水方式較為可行，民國 96 至 101 年起逐年辦理初步規劃、可行性規劃及環境影響評估等工作，並提報「烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫環境影響說明書」於民國 102 年 1 月 15 日獲環評審查決議有條件通過，經行政院於民國 104 年 4 月 10 日院臺經字第 1040017301 號函核定。

烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫位於南投縣草屯鎮(圖 2-32)、本計畫主要應辦工程可分為攔河堰與附屬設施、人工湖與附屬設施及土石方處理(圖 2-33)、淨水場及上下游輸水管路(圖 2-34)等。根據鳥嘴潭人工湖工程計畫(核定本)」(104.4)，相關內容摘要如下:

1、計畫目標

(1)增供地面水，減抽地下水，減緩地層下陷

(2)穩定區域供水，降低缺水風險，因應區域發展需求。

2、開發期程

整體施開發程預計 9 年,奉核後第 6.5 年,完成第一期工程(含攔河堰與附屬設施及開挖完成 A'、A 及 B 等 3 個湖區)，屆時人工湖平均年供水量約 3,200 萬噸。奉核後第 9 年，開發完成所有湖區(A'~F)，人工湖年供水量達 8,500 萬噸。

3、計畫成效

(1)全年增供地面水量約 8,500 萬噸。

(2)鳥嘴潭人工湖與湖山水庫聯合增供約每年 2.3 億噸，其中 1.2 億噸作為減抽雲彰地區地下水之替代水源量。

(3)彰化地區下陷速率達 2 公分以上之區域面積由原推估每年 49.64

平方公里，最小縮減至約 13.4 平方公里。

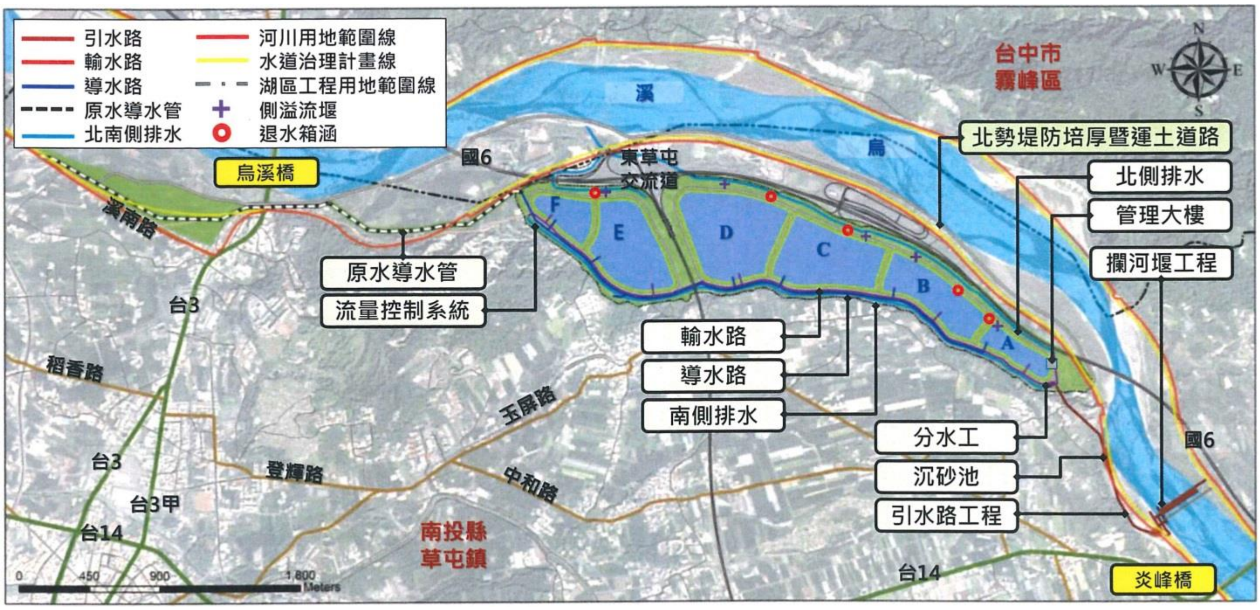
(4)活化利用本計畫於國道 6 號路堤與北勢堤防間帶狀土地及攔河堰址右岸下游土地等 2 處填土區，俾充分發揮跨域加值效益。

(5)本項設施除優先引取水源供給人工湖區調蓄運用外，另於人工湖需引取之水量小於每秒 25 立方公尺時，得將設施餘裕之引水能力轉供南投農田水利會利用，引取在堰址下游原以非固定式設施引取之灌溉水源，俾充分發揮設施功能。

目前湖區及引水設施工程由中水局辦理規劃設計、淨水場及輸水管路由水公司辦理規劃設計，相關工程整體布置及工期詳圖 2-35 及圖 2-36。

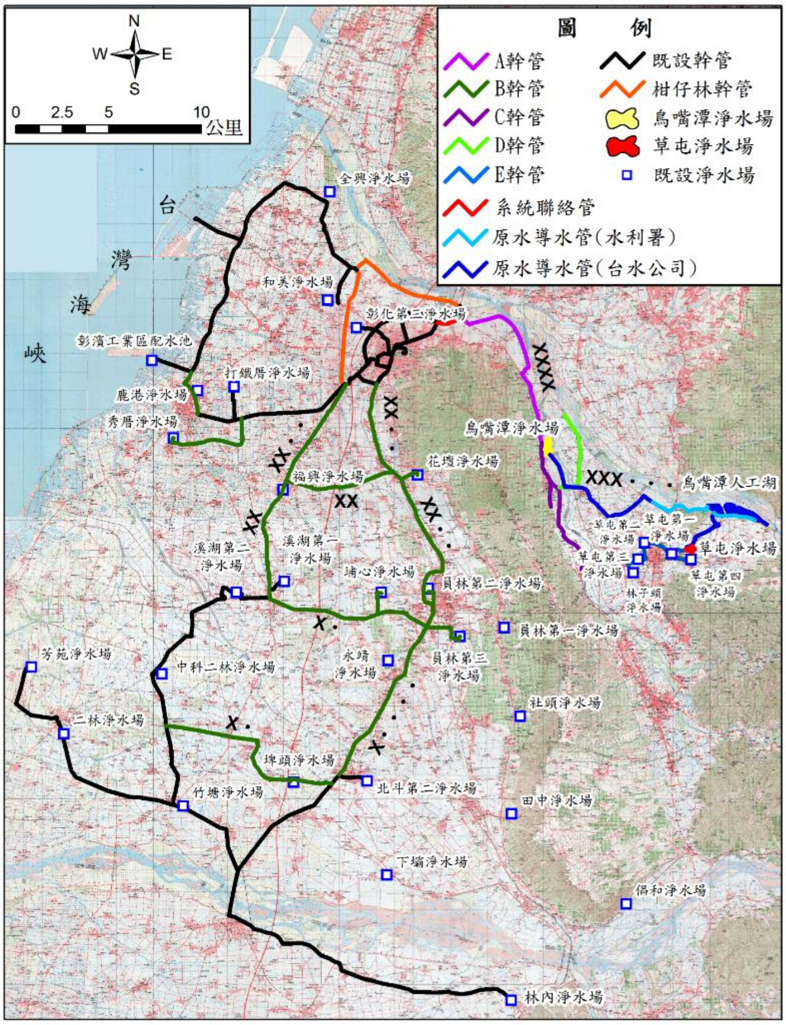
資料來源：「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」，經濟部，104 年。

圖 2-32　烏嘴潭人工湖計畫位置圖



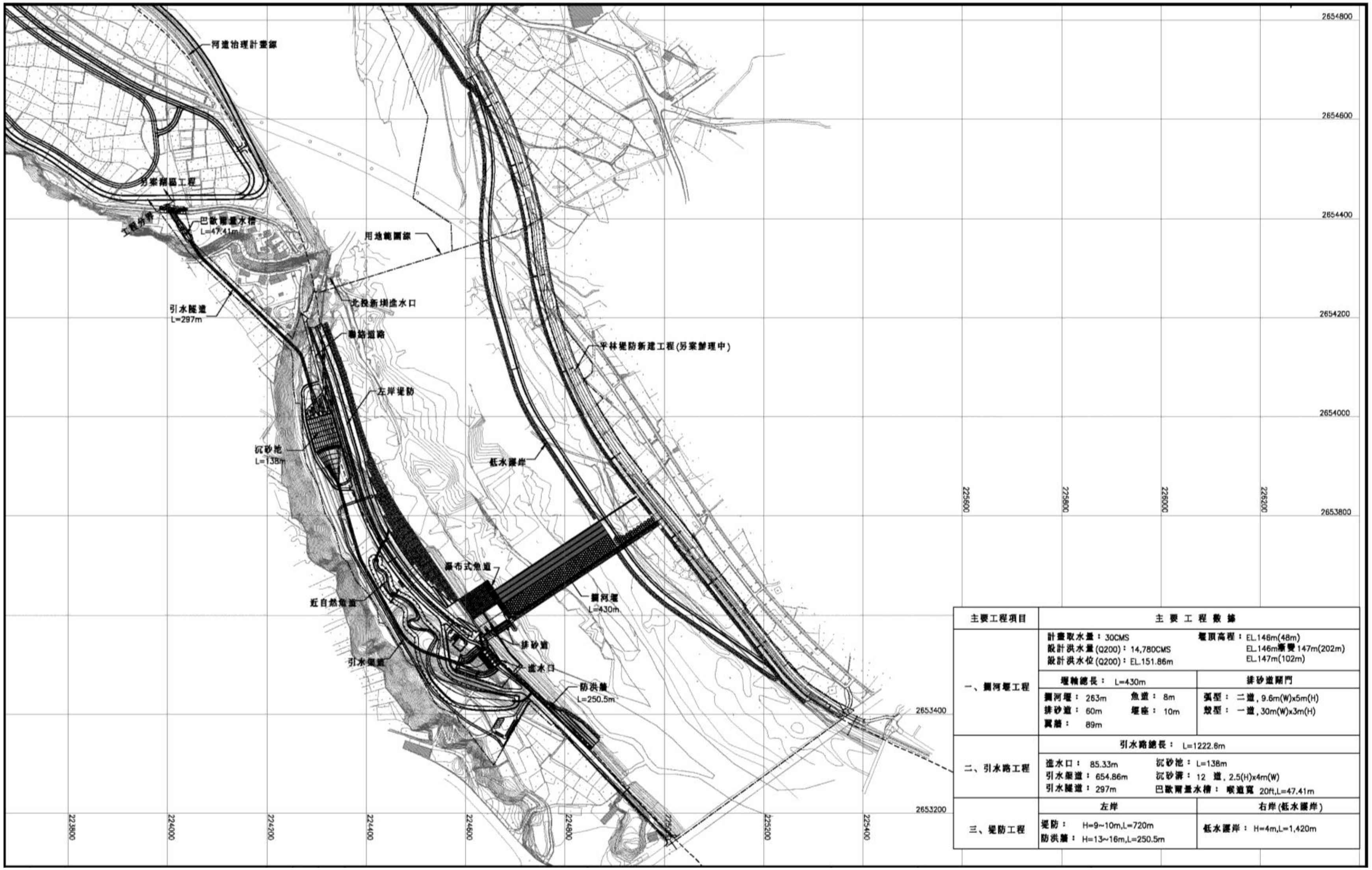
資料來源：「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫」湖區工程基本設計報告，中水局，106 年。

圖 2-33　烏嘴潭攔河堰及人工湖位置示意圖



資料來源：「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」，經濟部，104 年。

圖 2-34　烏嘴潭人工湖下游輸水管線各幹管規劃位置圖



資料來源：烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫引水設施工程，中水局，107 年。

圖 2-35　烏嘴潭引水設施工程總平面布置圖

資料來源：烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫引水設施工程，中水局，107 年。

圖 2-36　烏嘴潭工程計畫期程

(九)烏溪取用伏流水工程(台水公司第 11 區處，107 年)

新設寬口井設計取水量 10,000CMD，參考既有寬口井取水方式，同樣採井壁及井底進水，再以∮400-DIP 新設管線連接既有導水管線，以沉水式抽水機加壓輸送原水至福田淨水場淨水處理，其既有寬口井、導水管線及福田淨水場設施位置如圖 2-37。

既有寬口井所取用之伏流水，其濁度大多 10NTU 以下，各水質項目中惟「錳」含量偏高，但經由福田淨水場快濾桶處理後，其水質皆能符合「飲用水水質標準」，處理成效良好。

資料來源：烏溪取用伏流水工程-工程計畫，台灣自來水公司第十一區管理處，107 年。

圖 2-37　烏溪伏流水工程計畫範圍既有設施及新設寬口井相對位置

(十)地下水水文地質與水資源調查-地下水庫活化與效益評估(2/4)(經濟部地調所，107 年)

該年度計畫研究區域為臺中盆地(詳圖 2-38)，主要內容共分為五個部分，說明如下：

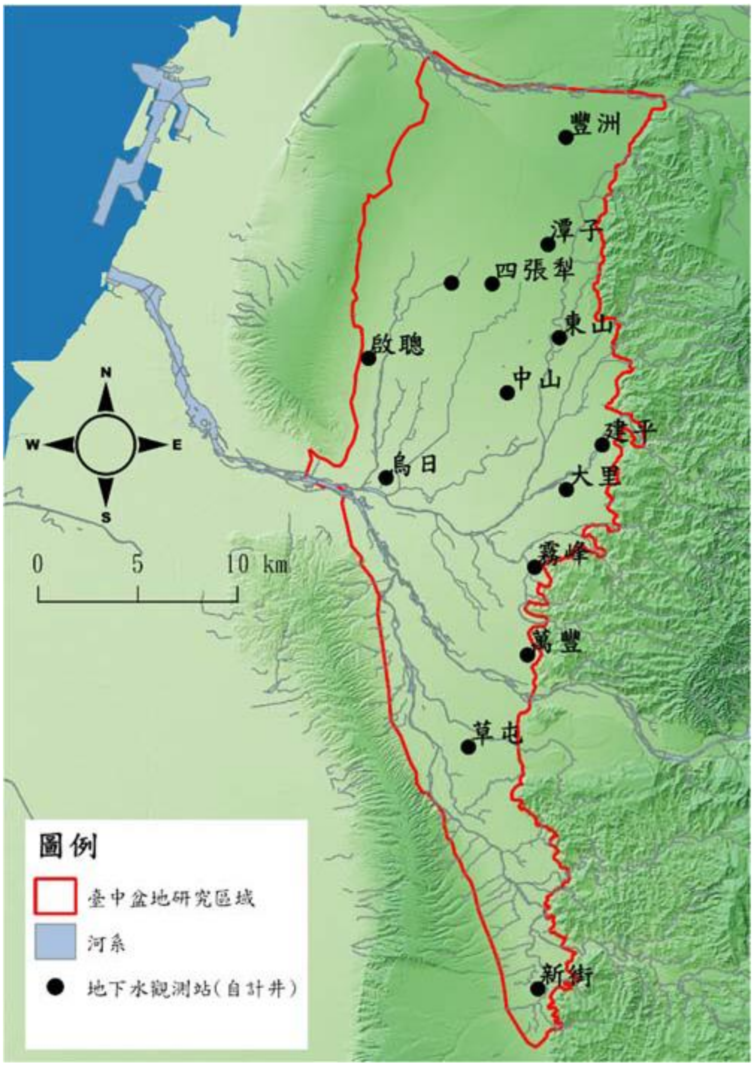
1、以現地補充調查掌握地下水區特性，其中量測河床之地溫梯度以推求主要河川之出入滲率，以遙測技術辨識河川分佈面積，結合兩者以推估河川整體出入滲量。以氫氧同位素調查辨識地下水區之補注水源。聯合重力量測與地電阻測量發展非侵入式比出水量推估方法，以不同季節之地電阻率變化，辨識無觀測井區域之水位面變化，以相同時間之中利差掌握地下水質量變化。

2、以各式觀測量（包含地下水位、降雨量與河川水位等），結合迴歸分析、獨立成分分析與 LSM 地下水文模式等不同工具進行地下水文特徵分析，掌握各種水文觀測量之關聯性，作為後續數值模式建模之參考。

3、建置三維水文地質模型，包含水文地質架構與參數兩者，結合岩芯紀錄與地電阻資料進行三維架構之建置，並利用各種地球物理調查成果推估三維水文地質參數場。

4、綜合前述地下水文特徵與三維水文地質模型，建置並精進地下水數值模式。

5、進行地下水潛能及可供水量分析及其影響評估，研擬地下水庫空間活化情境，以區域地表地下聯合調配模式在地下水位營運限制下，模擬評估地下水潛能及可供水量，可為相關單位後續區域性水資源規劃之直接參考依據。



資料來源：地下水水文地質與水資源調查-地下水庫活化與效益評估(2/4)，經濟部中央地調所，107 年。

圖 2-38　台中盆地研究區域

(十一)臺灣中部區域水資源經理基本計畫(核定本)(105 年 3 月)

中部區域各地區自來水系統水資源供需情勢說明如下。

1、台中地區

現況水源供給能力約每日 132.0 萬噸(俟鯉魚潭北送苗栗管線完成後，須回供苗栗地區每日 3 萬噸)，主要來源為地下水及地區性水源每日 10.0 萬噸、鯉魚潭水庫與石岡壩每日 137.0 萬噸(需支援苗栗、彰化地區計每日 15 萬噸)。民國 110、120 年中成長用水需求預估為每日 150.1、157.2 萬噸，不足量分別為每日 21.1、28.2 萬噸(圖 2-39)。

為因應本區水資源需求成長，現況正積極推動大安溪大甲溪

水源聯合運用計畫，以提升水源調配能力及供水潛能。並以調度農業用水及抽取地下水作為備用水源，未來配合新水源開發增強跨區備援系統，如烏溪鳥嘴潭人工湖完工後，台中系統支援彰化水量機動抽調等，並推動福田水資源回收中心再生水作為工業用水使用。惟大安溪大甲溪水源聯合運用計畫可能遭受天然災害、政策變更或未能取得地方民眾推動共識等因素影響而具不確定性。

2、南投地區

現況水源供給能力約每日 17 萬噸，主要來源為地下水及地區性水源，其中埔里系統每日供水能力 2.7 萬噸、南投系統每日供水能力 6.4 萬噸、水里系統每日供水能力 6.8 萬噸。民國 110、120 年中成長用水需求預估為每日 16.4、16.0 萬噸，現況水源供給尚可滿足未來需求，惟仍應提高抄見率。部分地下水水質不佳，且區內供水系統大多屬獨立供水系統，僅水里、集集、名間、竹山、南投、草屯系統有管線聯通(圖 2-40)。

本地區應積極推動鳥嘴潭人工湖計畫，鳥嘴潭人工湖完成後，將增供南投地區地面水每日 4 萬噸，並可增供彰化地區每日 21 萬噸地面水、減少地下水之抽用，且原地下水源可轉為枯旱期之備援。本區現有水源供給能力尚可滿足民國 110、120 年之需求，惟各供水系統分散且位於山區或丘陵地，系統整合維護困難，因此各獨立系統，可規劃小型區域水源，以作為枯旱或主要系統受損時備援之用。

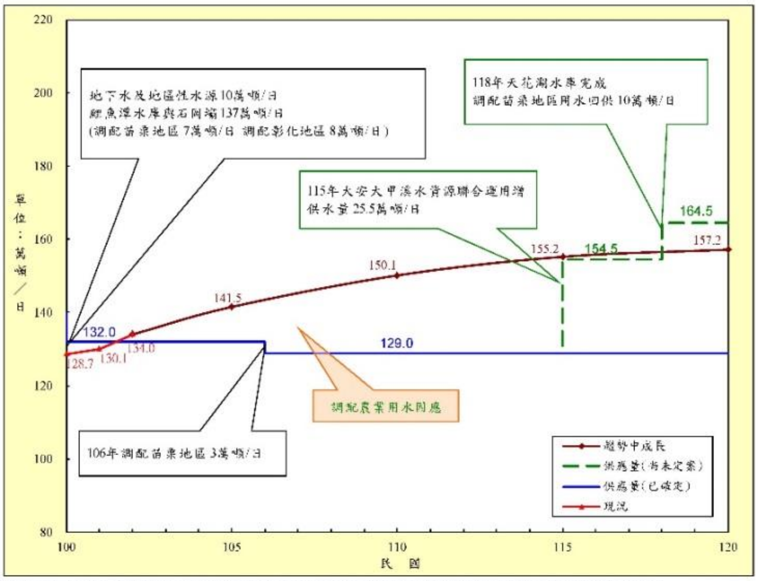
3、彰化地區

現況水源供給能力約每日 36.4 萬噸，主要來源為地下水及地區性水源每日 28 萬噸及台中地區每日支援 8 萬噸、雲林地區每日支援 0.4 萬噸。本區由於未來工業用水持續增加，民國 110、120 年中成長用水需求預估為每日 38.5、38.3 萬噸，不足量分別為每日 2.1、1.9 萬噸(圖 2-41)。

枯水期可採行地面水及地下水聯合運用方式因應。跨區支援系統可充分利用現有台中彰化聯通管及林內淨水場支援幹管，提升區域調度能力。

為因應未來工業用水自覓水源之需求，可推動新興水源(如借道福馬圳供水)來滿足。未來本區生活用水可藉由鳥嘴潭人工湖調蓄烏溪之地面水，並與地下水聯合運用，以滿足未來用水需求。

本區長期使用地下水，使用之地下水總量仍超過天然補注量，且地下水水質有逐漸劣化現象，鳥嘴潭人工湖完工供水後，應減抽地下水，以降低本區地下水使用量。



民國120年供水目標：

人口數：270.35萬人

自來水系統普及率：95.39%

自來水系統漏水率：19.99%

每人每日生活用水量(趨勢值)：273公升

單位：萬噸/日

目標年	100	102	105	110	115	120
趨勢中成長	128.7	134.0	141.5	150.1	155.2	157.2

工業用水：

新訂中部科學工業園區台中基地附近特定區計畫

中部科學工業園區

龍風發電計畫

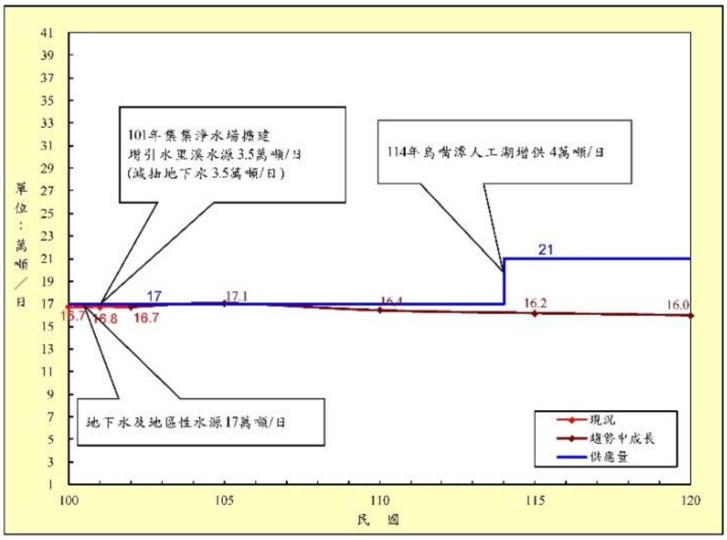
中部科學工業園區台中基地第二期擴建計畫(含第一期變更)

中部科學工業園區第三期發展區(七星、后里農場)開發計畫

備註：1.大安大甲溪水源聯合運用計畫前已奉院核定實施，為預期可順利推動之水資源方案。
2.天花湖水庫計畫已有條件通過環評，惟尚未與地方建立推動共識，爰其完工供水時程目前無法確定。
3.供給小於需求期間，仍須推動開源節流方案或調度農業用水因應。

資料來源：臺灣中部區域水資源經理基本計畫(核定本)，經濟部，105 年。

圖 2-39　台中地區自來水系統用水供需圖



民國120年供水目標：

人口數：50.26萬人

自來水系統普及率：79.09%

自來水系統漏水率：19.99%

每人每日生活用水量(趨勢值)：248公升

單位：萬噸/日

目標年	100	102	105	110	115	120
趨勢中成長	16.7	16.7	17.1	16.4	16.2	16.0

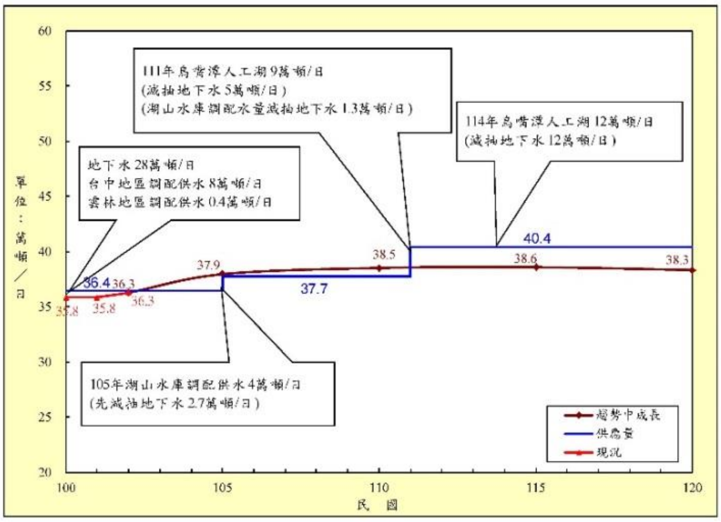
工業用水：

高等研究園區實質計畫

南投旺來產業園區

資料來源：臺灣中部區域水資源經理基本計畫(核定本)，經濟部，105 年。

圖 2-40　南投地區自來水系統用水供需圖



民國120年供水目標：

人口數：125.88萬人

自來水系統普及率：96.38%

自來水系統漏水率：13.87%

每人每日生活用水量(趨勢值)：205公升

單位：萬噸/日

目標年	100	102	105	110	115	120
趨勢中成長	35.8	36.3	37.9	38.5	38.6	38.3

工業用水：

二林精密機械園區

中部科學工業園區第四期(二林園區)開發計畫

資料來源：臺灣中部區域水資源經理基本計畫(核定本)，經濟部，105 年。

圖 2-41　彰化地區自來水系統用水供需圖

(十二)鳥嘴潭人工湖下游自來水供水工程(台水公司，106 年)

該計畫以鳥嘴潭人工湖水源規劃淨水場及其下游輸水管線工程，並與現有之供水設備連結，除可滿足計畫區目標年(民國 120 年)之公共用水需求外，亦可達到利用地面水源替代目前使用之地下水源，減緩地層下陷情況持續擴大之目的。

供水範圍包括南投縣草屯鎮及彰化縣兩行政區，按上游計畫優先供水之南投縣草屯鎮(約 104.03 平方公里)，係台水公司第四區管理處草屯營運所轄管，包含草屯第 1~4、林子頭及營盤口等六處淨水場及其供水管網；其餘供水區為彰化縣(共計 23 個鄉鎮市，由台水公司第十一區管理處轄管，境內供水系統包含柑子林幹管、支援系統、各淨水場及其送水管)及台中市烏日區溪尾里(共計 1 里，由台水公司第四區管理處轄管、溪尾里區內目前暫無自來水供水系統)。

六、伏流水相關解釋

經濟部於民國 105 年 9 月 13 日頒布有關伏流水定義(經授水字第 10504604240 號解釋令)為：「本法所稱地面水，指流動或停瀦於地面上之水；地下水，指流動或停瀦於地面以下之水。但水道內河床下非飽和層內之伏流水屬地面水」。

民國 106 年 9 月 8 日補充解釋(經授水字第 10620210890 號)為：「設置寬口井、輻射井、水平式集水管或集水廊道等集水設施所取用水道內之水體，視為取用「水利法施行細則」第二條所稱之伏流水」。

民國 104 年水規所『臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)』：其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」。

伏流水量介於地表水與地下水兩水體之間，因經過砂礫層過濾可取得較潔淨之原水，可作為因應原水高濁度問題之有效對策。如經評估不影響鄰近及下游用水人之用水權益，亦可作為常態供水或常態備援水源。

第三章　盤點界定計畫區內潛能河段

一、潛能河段界定原則

依據水規所民國 104 年所完成之「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」之潛能河段界定方式，進行烏溪溪域調查河段之潛能河段之評估，於流域尺度調查所界定之潛能河段需滿足下列要件(Srisuk, 2012)：

(一)該河段流量於每年應至少持續九個月以上。

(二)該河段含水層透水係數應大於每秒 10^{-5} 公尺(≒每日 1 公尺)。

(三)該河段河床未受不透水黏土層覆蓋或阻隔。

(四)該河段含水層厚度應大於 10 公尺以上。

(五)該河段地面水水質良好。

本計畫潛能河段界定除採用上述5點要件進行評估之外,並增加(六)該河段地下水水質良好等條件，盤點界定烏溪流域(含主流、支流)可能潛能河段，提供最佳開發區位評估之依據。

二、潛能河段評估

本計畫依據上述潛能河段界定原則進行烏溪流域(含主流、支流)可能潛能河段界定作業(如圖 3-1 及圖 3-2)，相關說明如后。

(一)烏溪橋上游河段

1、烏溪橋至乾峰橋

烏溪橋至乾峰橋河段於流量部分，依據烏溪橋流量資料符合要件需求；在水質部分，該河段水質測站包括烏溪橋及乾峰橋，其水體分類等級皆在乙級以上，地表水質符合要件需求；在地下水質部分，烏溪上游河段皆符合地下水污染標準；在透水係數部分，烏溪橋上游河段屬卵礫石層夾砂透水係數約每秒 10^{-5} 公尺，且河道河床粒徑大於下游，因此研判符合要件二及三需求。由地質剖面圖(圖 4-55)得知烏溪橋上游沖積層厚度約 3～8 公尺之間，該河段含水層厚度皆小於 10 公尺，不符潛能河段要件需求。

綜合本河段蒐集資料彙整，因該河段於高流量時濁度有偏高現象，雖含水層厚度不符潛能界定要件，惟水質及透水係數等條件符合潛能要件，由於河段內設有鳥嘴潭攔河堰，建議可評估作為高濁度時期取水來源或備援用水可行性，如表 3-1。

2、北港溪河段

北港溪河段流量部分，依據北港溪南北通橋流量資料符合要件需求；在水質部分，該河段水質測站包括北港溪清流橋，其水體分類等級皆在乙級以上，其地表水質符合要件需求；在地下水質部分，北港溪上游河段符合地下水污染標準；在透水係數部分，北港溪河段屬卵礫石層夾砂透水係數約每秒 10^{-5} 公尺，且北港溪河道河床粒徑大於下游，因此研判符合要件二及三需求。由地質剖面圖(圖 4-55)得知北港溪沖積層厚度約 3～8 公尺之間，該河段含水層厚度皆小於 10 公尺，不符潛能河段要件需求。

綜合本河段蒐集資料彙整，因北港溪大旗堰豐水期時豪雨過後濁度大幅增加無法取用地面水，雖含水層厚度不符潛能界定要件，惟水質及透水係數等條件符合潛能要件，考量國姓地區供水穩定，建議可評估作為大旗尾淨水廠高濁度時期備援取水，如表 3-1 所示。

3、南港溪

南港溪河段流量部分，依據南港溪觀音橋流量資料符合要件需求；在水質部分，該河段水質測站有南港溪愛蘭橋，其水體分類等級皆在乙級以上，其地表水質符合要件需求；在地下水質部分，南港溪河段符合地下水污染標準；在透水係數部分，南港溪河段屬卵礫石層夾砂透水係數約每秒 10^{-4} 公尺，因此研判符合要件二及三需求。

根據民國 107 年「埔里盆地地下水開發可行性規劃」成果報告，該計畫建議埔里盆地於枯水期(鳥嘴潭人工湖未滿庫期間)於滿足在地居民與水公司國姓系統需求(每日 1.2 萬立方公尺)後，取

水每日5萬立方公尺地下水(合計取水每日6.2萬立方公尺)，並輸送至下游與烏嘴潭人工湖聯合運用，可增加供水潛能每日5萬立方公尺。由於埔里盆地已規劃完成地下水開發，避免計畫競合，故南港溪不在本計畫評估範圍。

(二)烏溪中游河段

1、流量

由烏溪本流烏溪橋流量站每年流量皆持續九個月以上，可滿足要件。

2、水質

根據環保署地面水水體分類等級，烏溪之烏溪橋及福馬圳為乙級；在地下水質部分，根據環保署地下水質測站資料皆符合地下水污染管制標準。另根據106年台中盆地地下水資源調查開發評估(1)，烏溪溪尾大橋及烏溪與貓羅溪匯流口下游之地下水質皆符合飲用水水質標準。綜合水質資料顯示烏溪中游河段可滿足要件。

3、透水係數

根據民國98年台中盆地地下水資源利用調查評估(1/3)、民國106年台中盆地地下水資源調查開發評估(1)及本計畫調查結果，透水係數約每秒10^{-5}公尺。綜合透水係數資料顯示烏溪中游河段可滿足要件。

4、含水層厚度

依據本計畫彙整之地質剖面圖(圖 4-55)，烏溪中游含水層厚度約 25～100 公尺(皆未達岩盤)且未夾連續黏土層，顯示烏溪中游河段可滿足要件。

由於本河段均滿足伏流水潛能開發界定要件，建議配合本河段伏流水蘊藏量及剩餘水量分析結果，後續進行伏流水開發規劃作業，如表3-1所示。

(三)烏溪橋下游河段(含大里溪、貓羅溪及筏子溪)

1、流量

由烏溪流域流量站統計資料顯示，其中烏溪本流大度橋，大里溪溪南橋及貓羅溪南岡大橋等，每年流量皆持續九個月以上，可滿足要件。

2、水質

由環保署水體分類等級，烏溪本流之大度橋屬丙類水體，大里溪中、上游水質屬乙類水體，下游溪南橋及大里橋為丁類水體；筏子溪東海橋、集泉橋為丙類水體；貓羅溪中正橋、平林橋及利民橋屬乙類水體。

在地下水質部分，根據環保署地下水質測站資料，其中鐵超標測站為龍港(烏溪下游右岸)、大肚(烏溪下游右岸)、平和國小(貓羅溪上游)；錳超標測站為龍港(烏溪下游右岸)、大肚(烏溪下游右岸)、快官(貓羅溪下游左岸)、平和國小(貓羅溪上游)等。

水質資料顯示烏溪橋下游除貓羅溪(溪頭橋以下)水質可滿足要件外，其餘河段均不符開發要件。

3、透水係數

根據民國 98 年台中盆地地下水資源利用調查評估(1/3)、民國 106 年台中盆地地下水資源調查開發評估(1)及本計畫調查結果，烏溪本流下游河段透水係數約每秒 10^{-3}～10^{-5} 公尺之間，貓羅溪河段透水係數約每秒 10^{-4}～10^{-5} 公尺之間，大里溪及筏子溪河段透水係數約每秒 10^{-4} 公尺。

綜合透水係數資料，烏溪本流下游河段、筏子溪下游河段、大里溪下游河段及貓羅溪利民橋下游河段含水層透水係數可滿足要件。

4、含水層厚度

依據本計畫彙整之地質剖面圖(圖 4-55 及圖 4-56)，烏溪下游含水層厚度約 18～45 公尺(皆未達岩盤)且未夾連續黏土層，顯示烏溪下游河段可滿足要件。貓羅溪下游含水層厚度約 13～40 公尺

(皆未達岩盤)且未夾連續黏土層，顯示貓羅溪下游河段可滿足要件。

在筏子溪部分，根據民國 106 年「台中盆地地下水資源調查開發評估(1)」成果報告，井號 W1(集泉橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂，厚度 18.4 公尺；井號 W2(特三號道路橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂，厚度 18.4 公尺；井號 W3(永安橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂，厚度 18.3 公尺。

在大里溪部分，根據民國 106 年「台中盆地地下水資源調查開發評估(1)」成果報告，井號 W4(溪南橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂，厚度 12.3 公尺。

由上述地質調查資料，烏溪橋下游河段(含大里溪、貓羅溪及筏子溪下游河段)含水層厚度皆大於 10 公尺以上且不含連續黏土層，可滿足要件。

(四)潛能河段評估

綜合上述評估，烏溪上游(烏嘴潭攔河堰上游)及北港溪大旗堰等兩處，雖不符伏流水潛能開發要件，惟考量高濁度備援需求，因此仍列入開發河段評估作業；烏溪橋至台 74 橋間河段、貓羅溪利民橋下游河段及南港溪，符合開發潛能要件，惟南港溪因已完成埔里盆地地下水開發規劃，避免競合故不列入潛能開發區位，因此建議就於可能取水河段(含高濁度備援)進行補充調查作業，以利後續伏流水開發規劃作業。

此外，烏溪下游及筏子溪河段地面水屬丙類水體及地下水質部分區域有鐵、錳超標現象，雖不符潛能開發要件，惟可考量作為工業用水。大里溪河段因水質分類屬丁類，建議不開發，如表 3-1 所示。

表 3-1　烏溪流域伏流水取水潛能河段評估表

項目	烏溪流域主流			烏溪流域支流				
	烏溪下游 (台 74 橋～大度橋)	烏溪中游 (台 74 橋～烏溪橋)	烏溪上游 (烏溪橋～乾峰橋)	貓羅溪(利民橋～烏溪匯流口)	筏子溪	大里溪	北港溪	南港溪
河川流量持續 9 個月以上	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
河床未受不透水黏土層覆蓋	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
水力傳導係數(m/s)	1.40×10^{-3}～2.90×10^{-5}		1.98×10^{-5}～8.04×10^{-5}	5.89×10^{-4}～6.02×10^{-5}	8.09×10^{-4}	2.6×10^{-4}	7.23×10^{-5}	1.05×10^{-4}
含水層厚度(m)	18~45	25～100	5～8	13～40	5～18	5～18	5～8	5～30
地面水水質	丙類水體輕度污染	乙類水體未(稍)受污染	乙類水體未(稍)受污染	乙類水體未(稍)受污染	丙類水體輕度污染	丁類水體中度污染	乙類水體未(稍)受污染	乙類水體未(稍)受污染
地下水水質	氨氮、鐵、錳超標	符合污染標準	符合污染標準	符合污染標準	氨氮超標	氨氮超標	符合污染標準	符合污染標準
河床質	粉土與細砂	礫石與粗砂	礫石與粗砂	礫石與細砂	礫石與細砂	礫石與細砂	礫石與粗砂	礫石與粗砂
河道地形	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	地形寬闊	河谷狹窄	河谷狹窄
綜合評估	1.地面水質差 2.河床質屬細粒料 3.地下水水質總硬度、鐵、錳離子超標	1.地面水質佳 2.河床質屬砂礫石 3.地下水水質符合污染標準	1.地面水質佳 2.河床質屬砂礫石 3.地下水水質錳離子超標	1.地面水質佳 2.河床質屬砂礫石 3.地下水水質符合污染標準	1.地面水質差 2.地下水水質總硬度、鐵、錳離子超標	1.地面水質差 2.地下水水質總硬度、鐵、錳離子超標	1.地面水質佳 2.地下水水質符合污染標準	1.地面水質佳 2.地下水水質符合污染標準
開發潛能	╳	✓	╳	✓	╳	╳	╳	✓

註：1.烏溪下游河段(台 74 橋~大度橋)及筏子溪因水質屬丙類水體，可開發為工業用水

2.烏溪上游(烏溪橋～乾峰橋)及北港溪等河段雖不符伏流水潛能開發要件，惟有高濁度備援需求故仍列入河段開發評估。

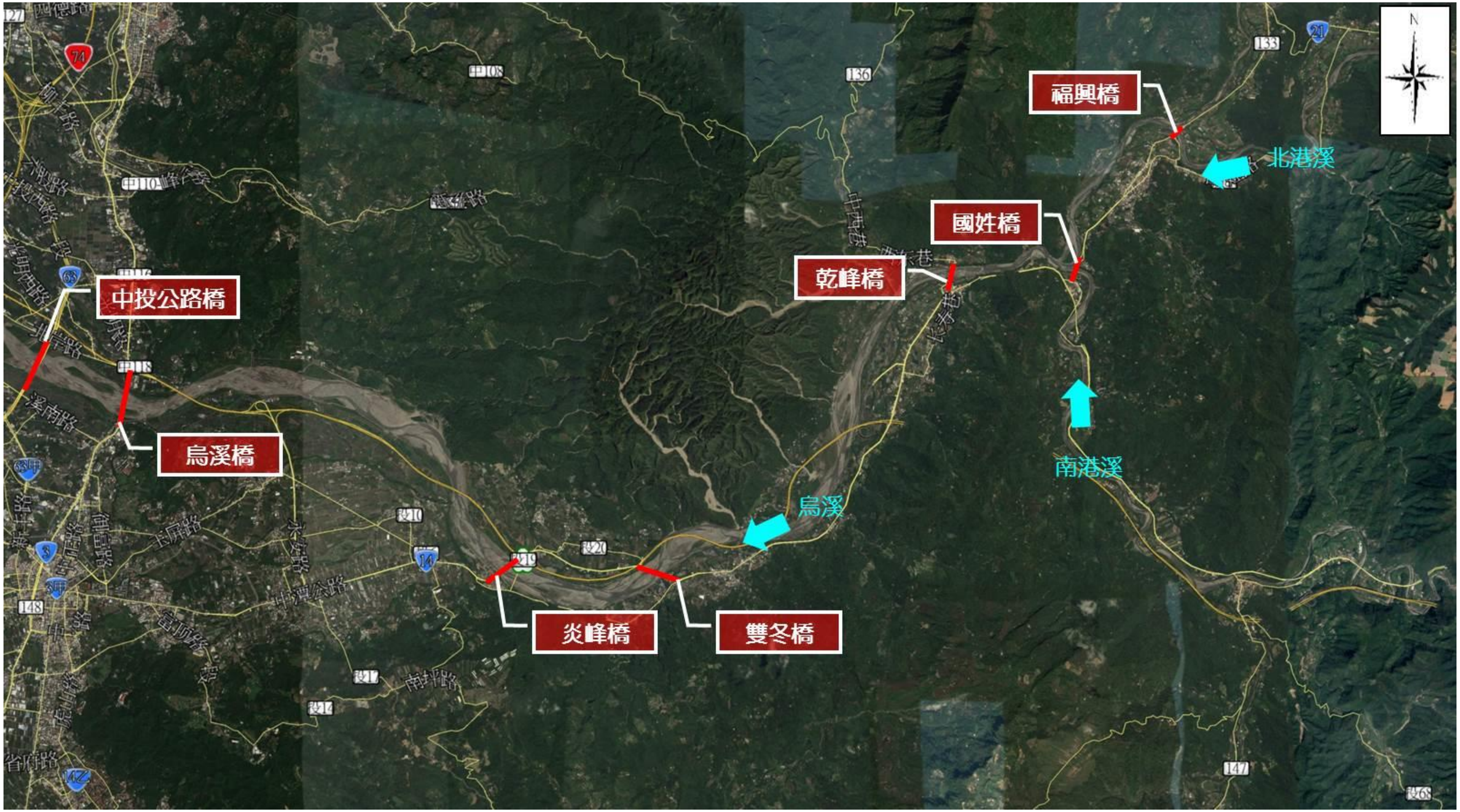


圖 3-1　烏溪橋上游河段平面圖

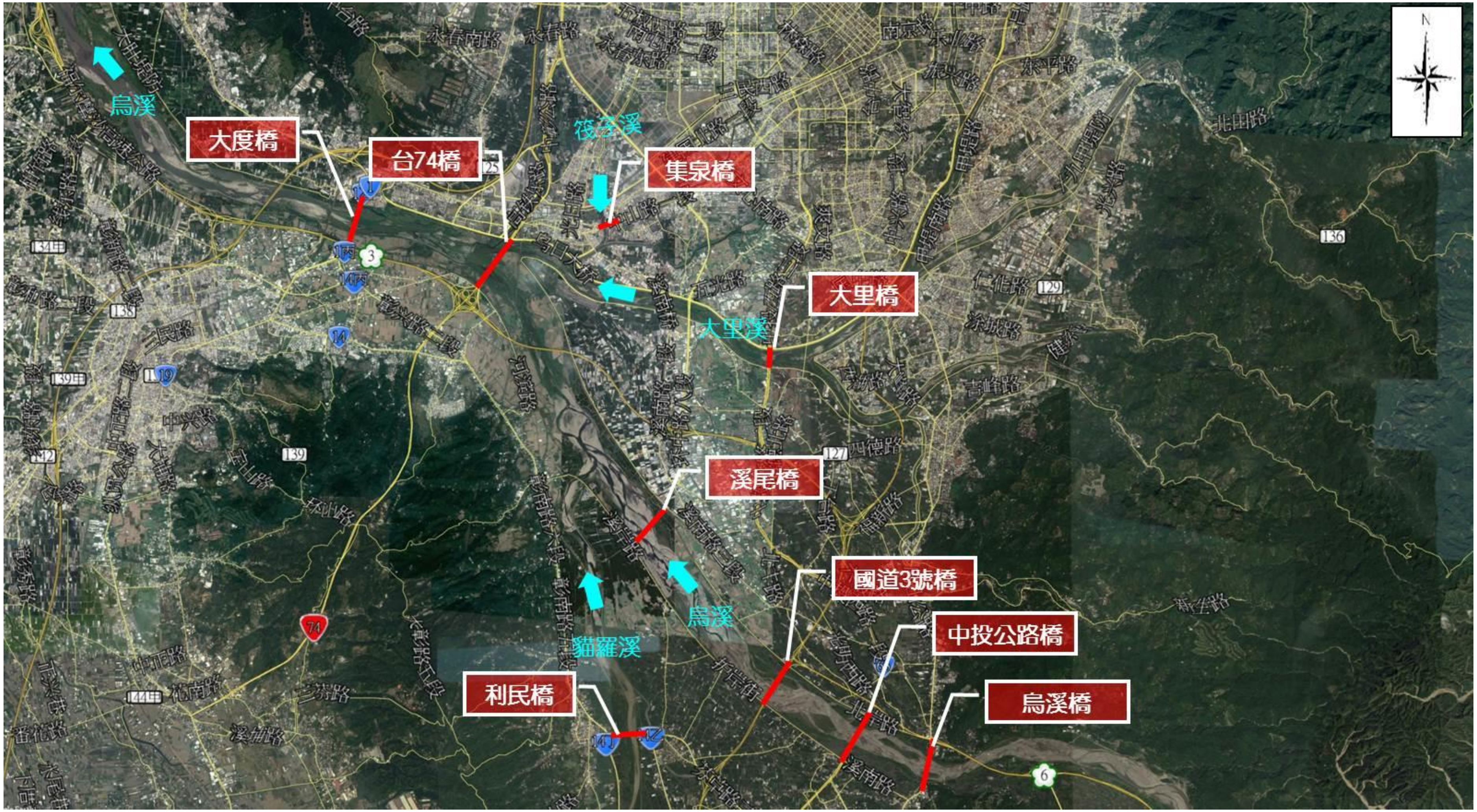


圖 3-2　烏溪橋下游河段平面圖

第四章　現地調查與評析

一、現場調查佈置

本計畫分析烏溪橋至高鐵橋河段及貓羅溪下游河段應符合「台灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」伏流水潛能河段要件，且輸水管路距離既有或烏嘴潭淨水場皆屬適中；環境友善度部分，配合相關計畫推動亦屬可行，因此於烏溪橋至高鐵橋河段及貓羅溪下游河段進行外業補充調查作業。另為評估烏嘴潭攔河堰上、下游增設伏流水取水設施及北港溪大旗堰高濁度備援可行性，亦於烏嘴潭攔河堰上游及北港溪大旗堰上游灘地進行外業補充調查作業。本計畫現場調查與試驗包含：地質鑽探(含地下水位觀測)、地球物理探測、單井水力試驗、水質調查、地下水流速流向、井溫調查及地面水流量調查等項目，提供建立數值模式建置及伏流水開發位置評估參考，各項工作項目內容如后，調查試驗項目如表 4-1 及圖 4-1 所示。

表 4-1　本計畫調查試驗項目及內容一覽表

項目	監測頻率	地點	監測內容	數量	
				契約規定數量	實際施作數量
地質鑽探	計畫期間 1 次	1.烏溪高灘地設 2 處 2.貓羅溪高灘地設 1 處 3.北港溪大旗堰上游右岸灘地 1 處 4.鳥嘴潭攔河堰上游右岸灘地 1 處	地質鑽探	200 公尺	共 5 孔，實際鑽孔總深度 166.16 公尺
地下水位觀測	定期觀測	鑽探孔位	地下水位	鑽探孔位	共 5 處，採自計式
地球物理探測	計畫期間 1 次	1.北港溪大旗堰上游右岸灘地 1 處 2.烏溪河段 2 處 3.貓羅溪 1 處 4.鳥嘴潭攔河堰上游右岸灘地 1 處	瞭解地層及地下水分佈狀況	1000 公尺	測線長度依現場狀況調整
單井水力試驗	計畫期間 1 次	鑽探孔位	透水係數 K 值	共 5 處	共 5 處
水質採樣分析	計畫期間共 12 站次	地下水： 1.烏溪：BH-02、98GH-06 2.貓羅溪：BH-03、98GH-09 3.筏子溪：W1(既有井) 4.鳥嘴潭：BH-04 5.大旗堰：BH-05 地面水： 1.烏溪：大肚橋、烏溪橋 2.貓羅溪：利民橋、高鐵橋上游 3.筏子溪：集泉橋	pH 值、溫度、溶氧量、懸浮固體、大腸桿菌群密度、氨氮、生化需氧量、化學需氧量、總有機碳、總磷、砷、鉛、鎘、鉻、汞及硒	地面水 3 站、地下水 3 站，每站各 2 次，共 12 站次	12 站次
地下水流速流向及井溫調查	豐、枯水期各 1 次	1.烏溪： 98GH-06(既有孔) 2.貓羅溪： 99GH-06(既有孔)	地下水流速流向及井溫	無償施作	4 站次
地面水流量調查	豐、枯水期各 1 次	烏溪橋及溪尾橋	河川流量調查	無償施作	4 站次

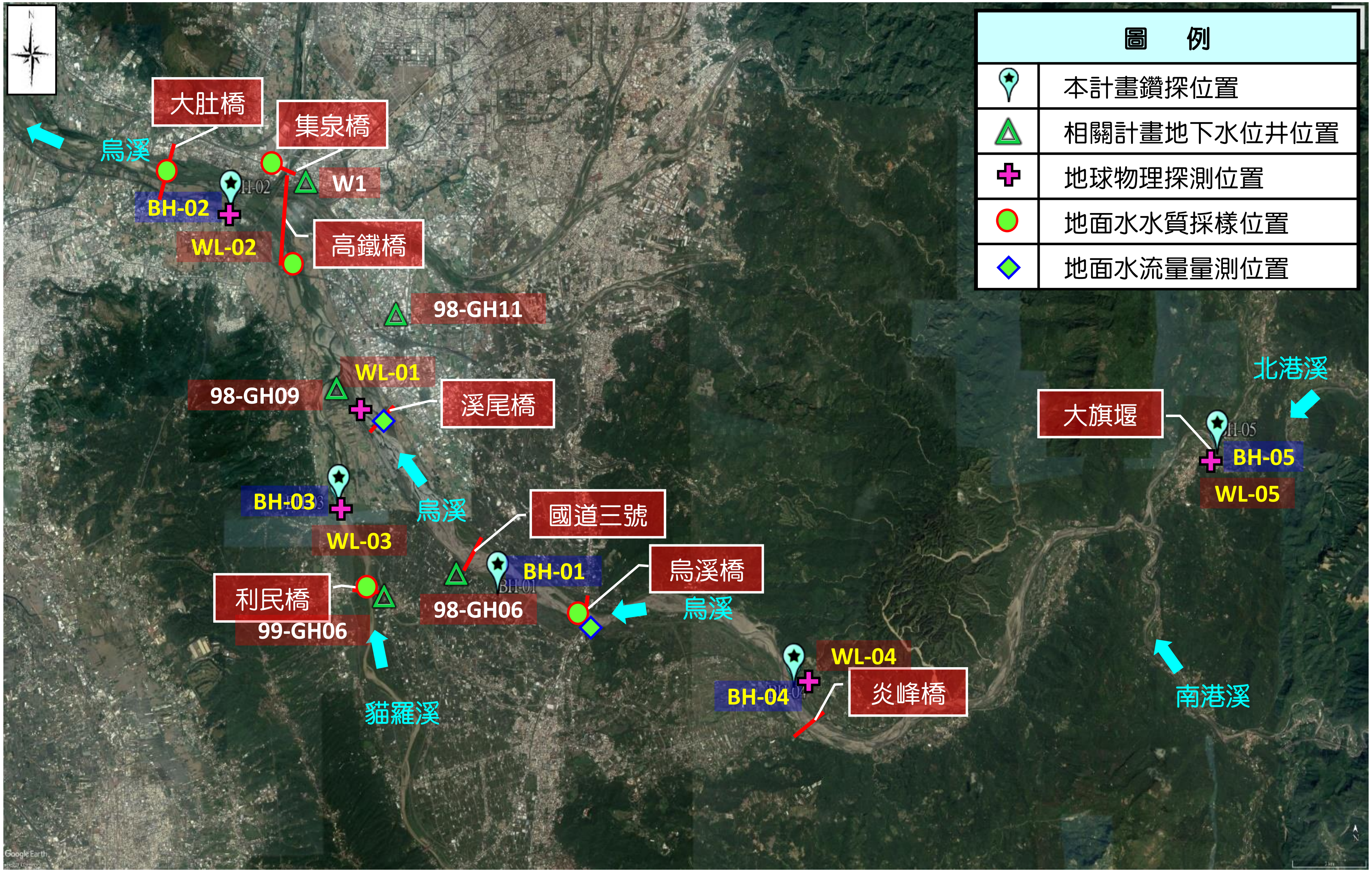


圖 4-1　本計畫現場調查布置總圖

二、既有地質現地調查結果彙整

(一)既有地質鑽探調查成果蒐集

蒐集烏溪流域歷年鑽探資料及相關地質文獻，參考歷年資料並彙整出本計畫調查範圍之鑽探成果圖，並以烏溪橋作為分界分別繪製，如圖 4-2 及圖 4-3。另彙整各鑽探調查之地質參數如表 4-2；相關文獻地質鑽探說明如后。

1、舊國姓橋(公路局)

根據公路局舊國姓橋(南港溪下游，已靠近北港溪匯流口)鑽探資料，最大卵礫石層厚度約 8.8 公尺。

2、烏溪柑子林取水口改善規劃補充地質調查報告(水規所、92 年)

柑子林取水口位於南投農田水利會所轄龍泉圳攔河堰排砂道下游側(乾峰橋上游約 500 公尺)，為 U 型河谷。分佈於烏溪河床，由礫石、砂及沉泥組成，河床沖積層厚度在 5 公尺以內。

3、136 線乾峰橋改建工程(公路局)

根據交通部公路總局「136 線乾峰橋改建工程」調查結果，顯示此一區域之地質在地表面下 3～5 公尺即為泥質砂岩及灰色粉砂岩層。

4、柑子林取水口地表地下水聯合運用(中水局、96 年)

該計畫於石灼橋下游至炎峰橋下游共鑽六孔(圖 4-2)，DH-95-05 鑽孔深 20 公尺，其中 0~13.9 公尺為回填土與卵礫石層，其下為中至粗粒疏鬆砂岩（ss）；DH-95-06 鑽孔深 20 公尺，其中 0~13.1 公尺為卵礫石夾砂泥，其下為砂泥岩互層；DH-95-07 鑽孔深 20 公尺，其中 0~8.6 公尺為卵礫石層，其下為砂岩、泥岩及其互層；DH-95-08 鑽孔深 20 公尺，除 0~3.4 公尺為砂、泥、礫石夾雜混凝土塊外，岩性主要為細砂岩與泥岩；DH-95-09 鑽孔深 20 公尺，鑽探深度內均為沖積層礫石夾泥砂；DH-95-10 鑽孔深 20 公尺，其中 0~3 公尺為表土層，其下主要為礫岩層（cg），偶夾薄層砂泥岩互層。

5、烏溪鳥嘴潭人工湖可行性規劃(2/2)-補充地質調查(水規所)

該計畫鑽孔位置於南投縣草屯鎮炎峰橋下游處，說明如下:

(1)BH-99-01 輸水隧道入口

0~8.4 公尺卵礫石夾棕灰色砂土、8.4~9.2 公尺深灰色砂岩有夾泥(風化且膠結未完成)、9.2~20.0 公尺深灰色風化頁岩夾砂岩。

(2)BH-99-02 輸水隧道入口

0~1.0 公尺棕灰色砂質粉土偶夾礫石、1.0~7.45 公尺卵礫石夾棕灰色砂土、7.45~14.0 公尺深灰色砂岩偶夾頁岩(風化且膠結未完成)、14.0~18.2 公尺深灰色頁岩偶夾砂岩、18.2~21.0 公尺深灰色砂岩偶夾頁岩、21.0~25.0 深灰色頁岩偶夾砂岩、25.0~30.0 公尺深灰色砂岩(膠結差)、30.0~40.0 公尺深灰色頁岩偶夾砂岩。

(3)BH-99-03 攔河堰(右側)

0～0.6 公尺回填灰色砂土偶夾礫石、0.6～1.2 公尺卵礫石夾棕灰色砂土、1.2～6.8 公尺卵礫石夾灰色砂土、6.8 公尺以下為岩盤。

(4)BH-99-04 攔河堰(中間)

0～5.8 公尺卵礫石夾灰色砂土層、5.8 公尺以下為岩盤。

(5)BH-99-05 攔河堰(左側)

0～0.2 公尺地表 AC 鋪面、0.2～8.2 公尺卵礫石夾灰色砂土層、8.2 公尺以下為岩盤。

(6)BH-99-06 沉砂池

0~8.4 公尺卵礫石夾灰色砂土層、8.4~15.9 公尺深灰色頁岩偶夾砂岩、15.9~20 公尺深灰色泥質砂岩(膠結差)。

6、99 年台中盆地地下水資源利用調查評估(2/3)

在烏溪本流之井號為烏溪橋 GH03，地層屬卵礫石夾棕黃色中粗砂偶夾灰色中粗砂，厚度為 55.2 公尺。另地下水位觀測顯示地下水埋深於烏溪橋鄰近約 30 公尺。

7、98 年台中盆地地下水資源利用調查評估(1/3)

在烏溪本流之井號分別為 W6、W7 及 W7-1，地層屬棕灰色卵礫石夾粉土及細砂，厚度分別為 24.27 公尺、25 公尺、19.37 公尺(皆未達岩盤)；W7 透水係數為每秒 0.00045 公尺。另地下水位觀測顯示地下水埋深於 W6 國道 3 號橋鄰近約 12 公尺、W7 同安厝堤防鄰近約 5

公尺。

為瞭解近隘口處之含水層厚度，分別於大肚台地與八卦山台地間的烏溪與大里溪匯流口上游之烏溪河道南北岸河床上，各佈設一條地電阻影像探測測線 L1(400 公尺)及 L2(300 公尺)；另為配合抽水試驗之調查，亦於試驗位置(貓羅溪匯流口下游右岸)設置一條測線 L3(300 公尺)。其中 L1 測線礫石/砂層厚度約 11~32 公尺、L2 測線礫石/砂層厚度約 34~45 公尺、L3 測線礫石/砂層厚度約 30~40 公尺。

在筏子溪部分，井號 W1(集泉橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂、厚度 18.4 公尺、地下水埋深 9.03 公尺；井號 W2(特三號道路橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂、厚度 18.4 公尺、地下水埋深 5.14 公尺；井號 W3(永安橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂、厚度 18.3 公尺、地下水埋深 3.20 公尺。

在大里溪部分，井號 W4(溪南橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂、厚度 12.3 公尺、地下水埋深 6.07 公尺。

在貓羅溪部分，井號 W8(溪頭橋)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂、厚度 17.4 公尺、地下水埋深 14.19 公尺；井號 W9(溪岸路)之地層屬卵礫石夾粉土及細砂、厚度 16.2 公尺、地下水埋深 6.46 公尺。

8、106 年台中盆地地下水資源調查開發評估(1)

烏溪南岸 1 場址位於烏溪南岸之高灘地上，本鑽井深度達 100 公尺，地面至 30 公尺深為卵礫石含粗砂礫石，透水係數為每秒 0.0003 公尺，地下水位約在地表下 9 公尺。

烏溪南岸 2 場址位於烏溪與貓羅溪匯流口下游南岸之高灘地上，本鑽井深度 30 公尺，其中 0~4.5 公尺為卵礫石夾黃棕色中細砂及粉土、4.5~5.5 公尺為中細砂及粉土、5.5~24 公尺為卵礫石夾灰色中細粗砂及粉土，透水係數為每秒 0.0014 公尺，地下水位約在地表下 7 公尺。

筏子溪左岸永春路橋頭場址之地質應屬近代之河川沖積層，以卵礫石層為主，其中 0~24 公尺為卵礫石夾黃棕色中細砂及黏土間夾中細砂及黏土，24~30 公尺為卵礫石夾黃棕色中細砂及黏土偶夾灰色黏土。地下水位約在地表下 4 公尺、抽水試驗之透水係數每秒 0.0003 公尺。

9、台 63 線烏溪 P1~P47 橋梁改善工程(公路總局、105 年)

該計畫總共鑽探 6 孔，鑽探資料顯示，0~40 公尺皆為卵礫石夾棕黃棕灰色粉混土質細砂。

10、溪尾大橋(台中市政府、103 年)

該計畫總共鑽探 10 孔，在河道中央鑽探資料顯示，0.0~6.1 公尺:卵礫石夾棕灰色粗中細砂、6.1~14.8 公尺:卵礫石夾棕黃色粉土質粗中細砂、14.8~15.6 公尺:卵礫石夾棕褐色粉土質粗中細砂、15.6~40.0 公尺:卵礫石夾棕黃色粉土質粗中細砂。

11、福馬圳固床工工程規劃

根據 91 年「福馬圳固床工鑽探報告」，基地位於新世沖積層，為砂及卵礫石等所組成，厚度約 20 公尺。另基地地下水位高(約地面下 0.2 公尺)，在 BH-7(補鑽孔)，在地面下 21.0~22.5 公尺以及 38.7~41.0 公尺間有兩層受壓含水層並有大量的泉湧，水壓甚大。此層為受壓含水層，泉湧水頭高出地面高 0.6 公尺左右。

表 4-2　烏溪流域既有鑽探及試驗資料彙整表

編號	孔位名稱	隸屬單位/計畫	座標(X)	座標(Y)	井頂高程(EL.m)	透水係數(m/sec)	井深(m)
1	溪尾國小	水利署	2659930	212400	45.2	-	35
2	098-GH01(W1)	台中盆地地下水資源利用調查評估	210751.7	2666842	28.9	-	18.4
3	098-GH04		213896.3	2664347	31.43	1.74×10^{-5}	12.3
4	098-GH05(W5)		216740	2664072	38.93	-	18.5
5	098-GH06(W6)		215659.9	2657259	67.49	-	24.2
6	098-GH07(W7)		212226	2662960	26.33	4.5×10^{-4}	25
7	098-GH08(W8)		214210.8	2651882	82.34	-	17.4
8	098-GH09(W9)		212202.5	2661522	40.06	-	16.2
9	099-GH02		218878.4	2665974	52.73	2.6×10^{-4}	55.2
10	099-GH03		218333.3	2655436	97.3	-	55.2
11	099-GH06		213272.9	2656470	63.3	-	13.5
12	溪尾	水利署	212443	2660052	39.525	-	100
13	東園		214617	2660081	45.654	-	100
14	草屯		215135	2653573	81.6	-	220
15	烏日(W10)		211811	2666914	27.59	-	200
16	田寮		216430	2666101	38.2	-	100
17	四德		216230	2662078	40.3	-	100
18	BH-99-01	烏溪烏嘴潭人工湖可行性規劃	224233.4	2654167	170.1	1.98×10^{-5}	40
19	BH-99-02		224090.6	2654316	168.91	8.04×10^{-6}	40
20	BH-99-03		224936.8	2653815	150.57	-	20
21	BH-99-04		224777.1	2653704	148	8.71×10^{-5}	20
22	BH-99-05		224603.6	2653588	149.94	-	20
23	BH-99-06		224491.6	2653650	148.57	-	20
24	FZ-0	台中盆地地下水資源調查開發評估	211464.4	2670614	51.062	8.09×10^{-4}	30
25	WU-0		212848.3	2660810	40.251	2.60×10^{-4}	100
26	WD-0		211448.8	2663179	31.553	1.40×10^{-3}	30

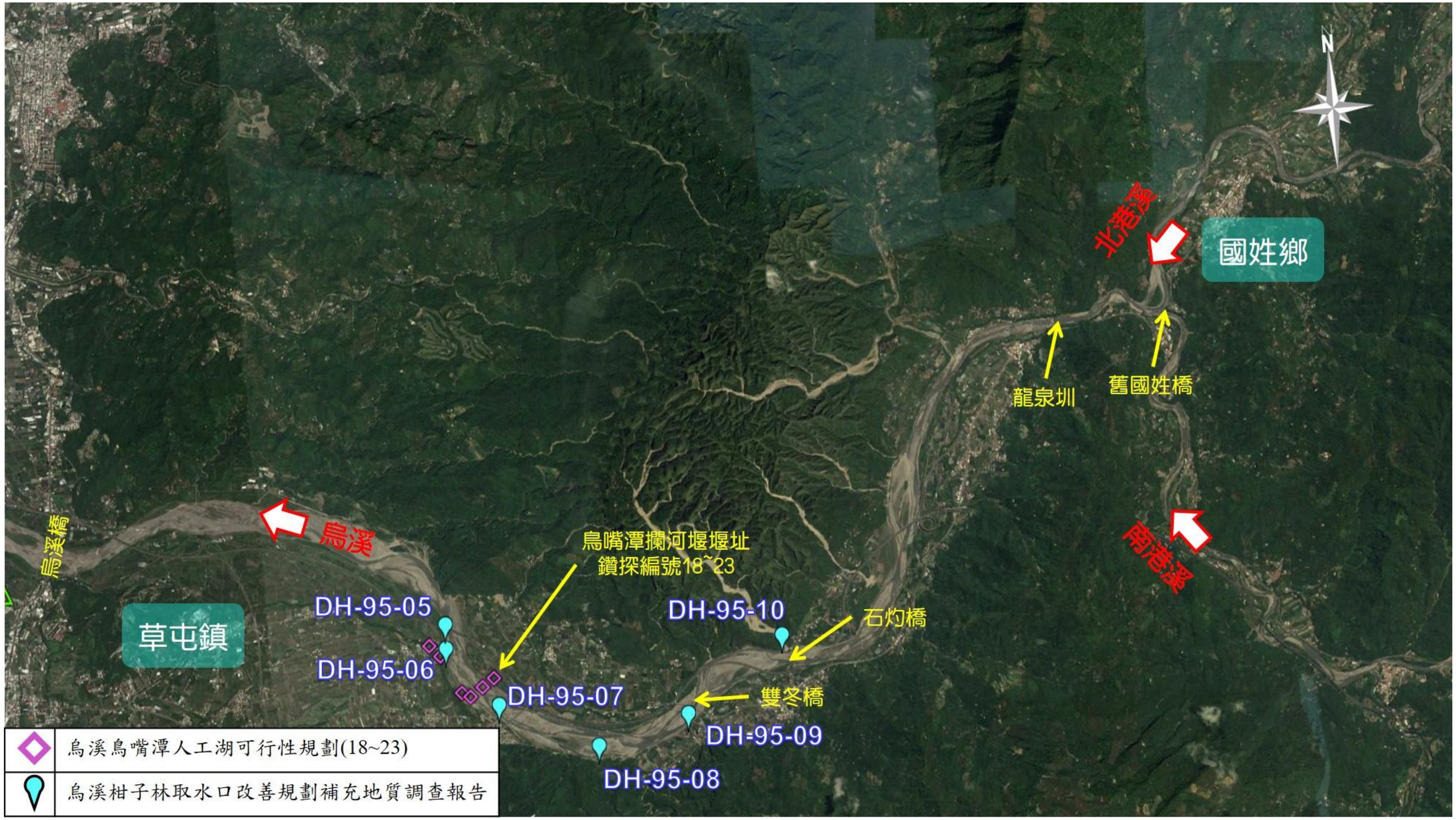


圖 4-2　烏溪橋上游既有鑽探孔位位置圖

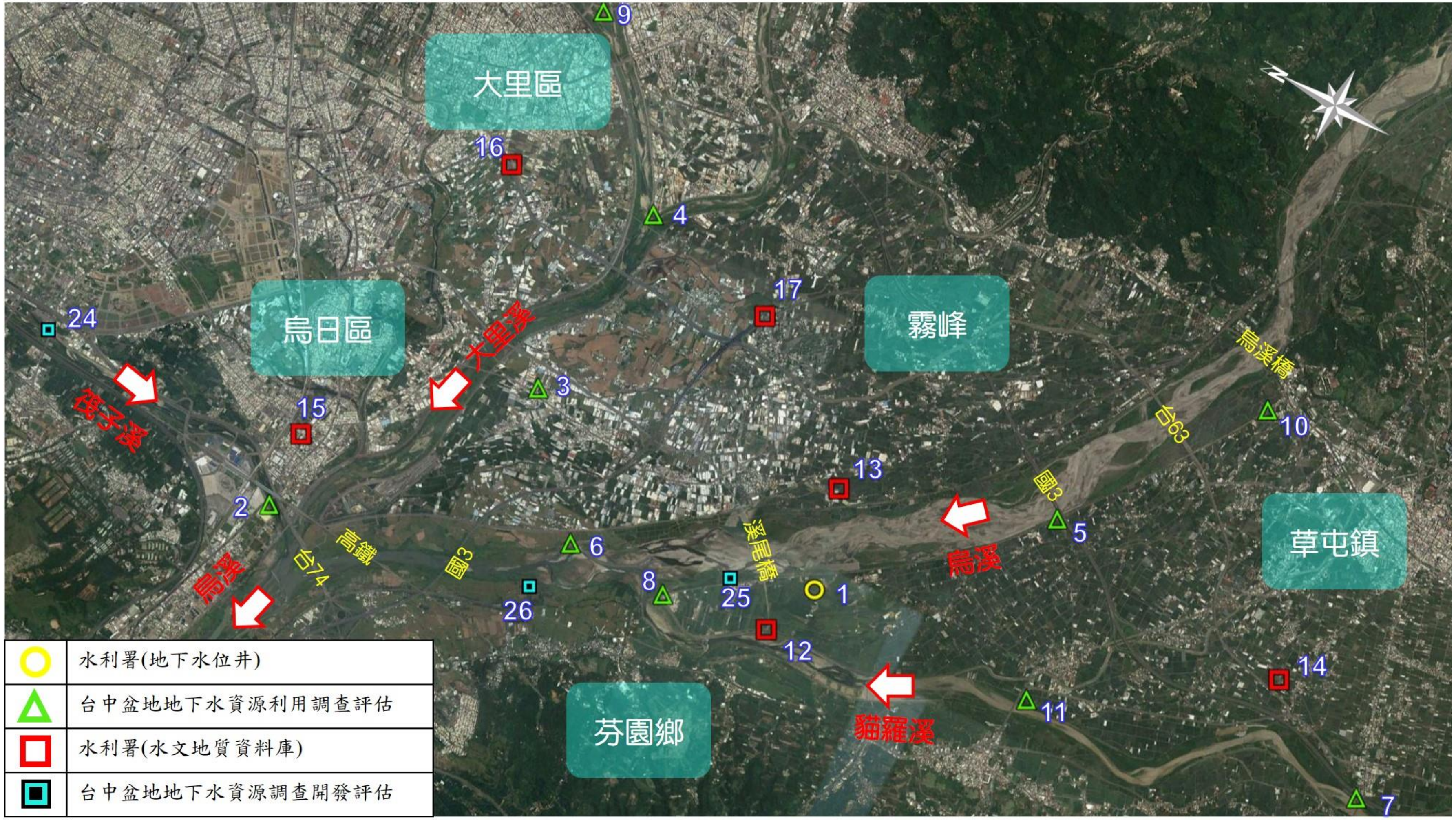


圖 4-3　烏溪橋下游既有鑽探孔位及地電阻探測位置圖

(二)既有地球物理探測結果彙整

蒐集鄰近烏溪流域之地球物理探測資料及相關文獻，並針對本計畫範圍地層分布狀況進行相關說明。

1、台中盆地地下水資源利用調查評估(1/3)

地電阻調查測線共設置三處，其中 L-1(400 公尺)及 L-2(300 公尺)二條測線分別位於烏溪與大里溪匯流口上游之烏溪河道南岸及北岸河床 L-3(300 公尺)則位於同安厝堤防外側河床高灘地，位置圖詳圖 4-4，成果圖詳圖 4-5~圖 4-7。

(1)電阻影像調查成果顯示測線 L-1 及 L-3 剖面地層由上而下可概分為砂/泥層、礫石層及岩盤(泥岩/粉砂岩)等三層。而測線 L-2 剖面地層由上而下可概分為砂/泥層、礫石層、砂/粉砂層。

(2)測線 L-2 之礫石/砂層相較其他測線分層較厚，且礫徑也較大，另礫石層厚度有往測線東北側增厚現象。

(3)成果顯示測區岩盤以泥岩為主，滲透率低，為良好的阻水層；泥岩層之上為厚層礫石層為良好的儲水層。

(4)測線 L-3 岩盤面可能受到構造影響或河道侵蝕呈現不規則狀。測線 L-2 則在探查深度範圍內(約 60 公尺)未達岩盤，即烏溪南北二岸岩盤深度有較大的變化。

(5)測線 L-1 至 L-3 剖面地層推估之岩盤(地表下)深度約 20 公尺~40 公尺及 25 公尺~55 公尺，與「二高後續計畫-彰濱快官段初步設計階段報告書」鑽孔井資料相近。測線 L-2 剖面地層(探查深度約 60 公尺)並無岩盤特性，比對烏日國小水文地質鑽孔，於鑽孔孔底深度 200 公尺亦未鑽遇岩盤。

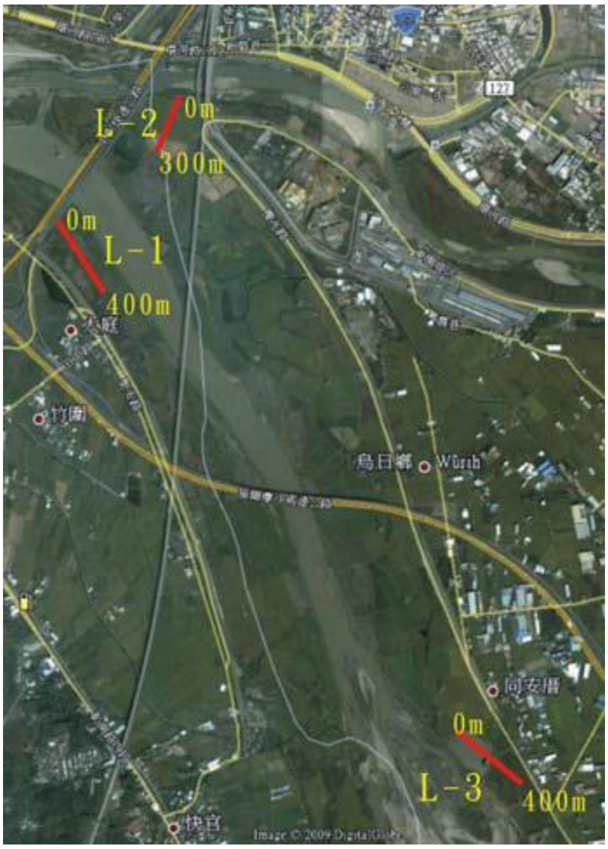
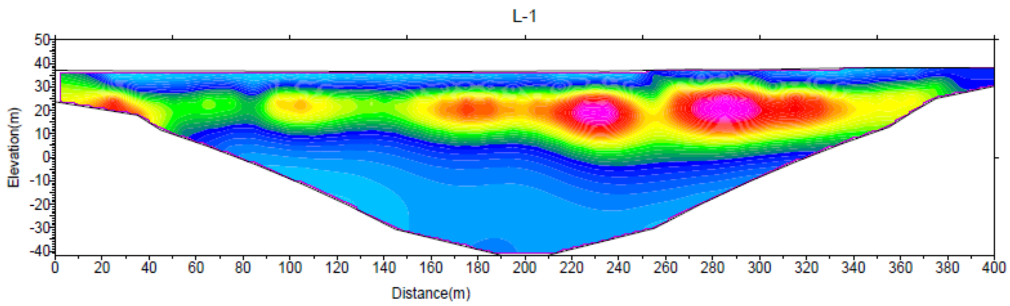
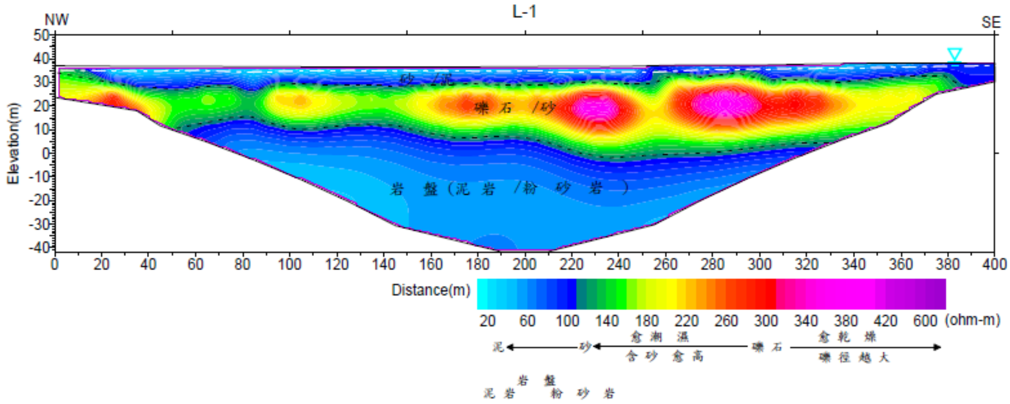


圖 4-4　電阻率影像剖面測線位置圖

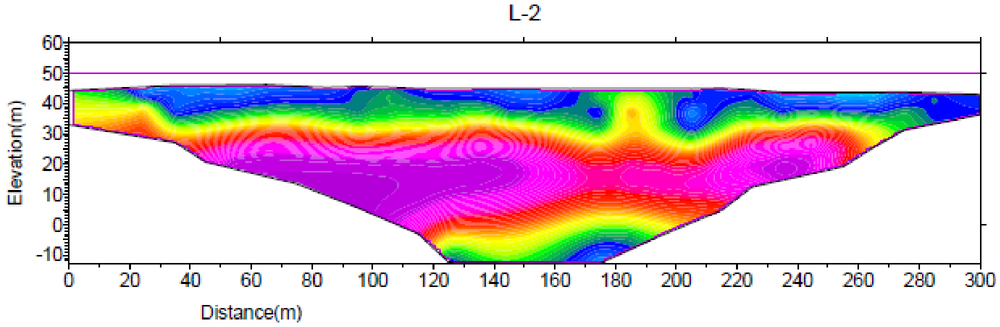


a. 地電阻影像剖面成果

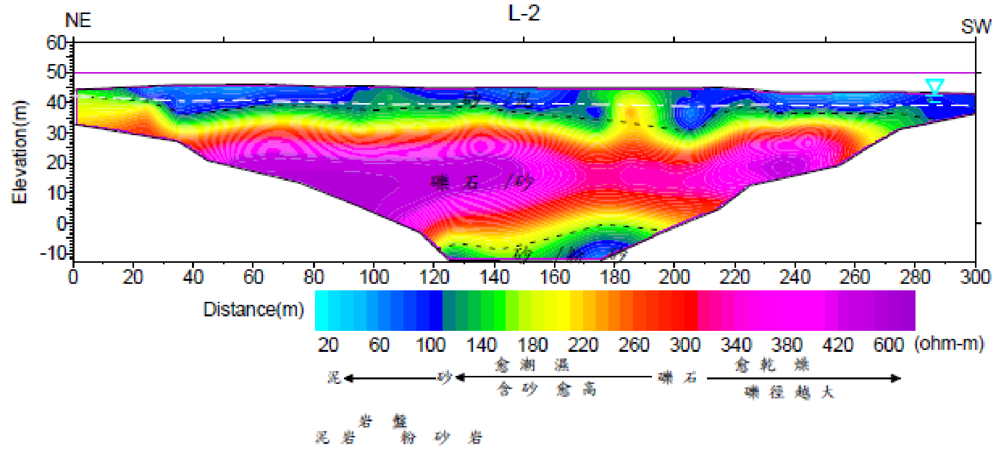


b. 地電阻影像剖面地質判釋成果

圖 4-5　測線 L-1 地電阻影像剖面及地質判釋成果圖

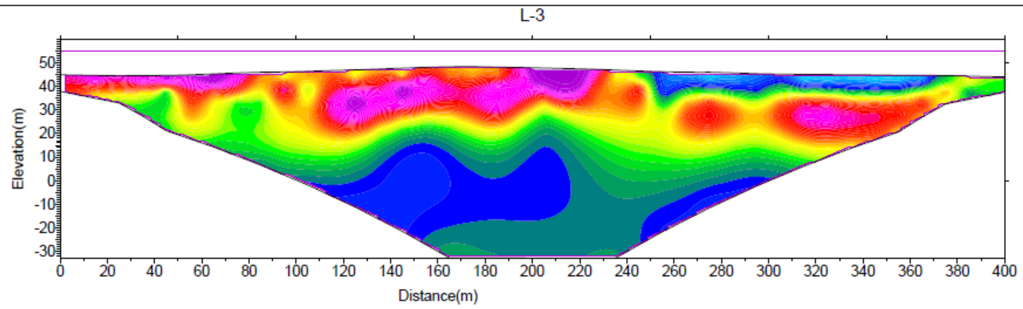


a. 地電阻影像剖面成果

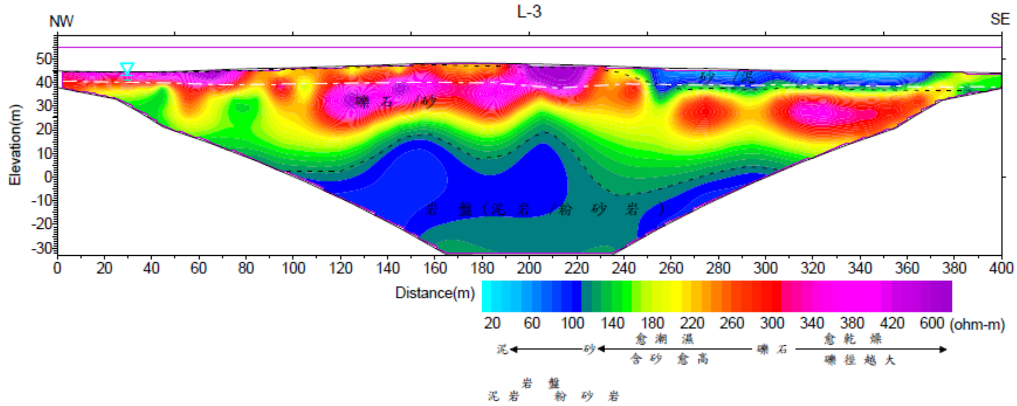


b. 地電阻影像剖面地質判釋成果

圖 4-6　測線 L-2 地電阻影像剖面及地質判釋成果圖



a. 地電阻影像剖面成果



b. 地電阻影像剖面地質判釋成果

圖 4-7　測線 L-3 地電阻影像剖面及地質判釋成果圖

2、民國 104 年地下水水文地質與補注模式研究-補注區劃設與資源量評估(3/4)-地球物理補充調查

(1)一維大地電磁法

利用音頻大地電磁法(Audio Magnetotelluric method, AMT)，調查臺中盆地地下水資源現況，並於烏溪以南地區施測 21 個 AMT 測點，如圖 4-8 及圖 4-9。

A、臺中盆地南端之地下水層，推估分別由盆地東側向西側；南端向北端漸漸變厚，地下水層最厚處可能位於烏日一帶附近，詳圖4-10。

B、根據東-西剖面I推估位於剖面西側之地下水層厚度較深，向東漸漸變薄，詳圖4-11。

C、根據東-西剖面II判斷，地下水層分布範圍向南有變小的趨勢，詳圖4-12。

D、根據電阻率深度變化圖研判(詳圖4-13)，臺中盆地南端之主要地下水層分布範圍，推估應沿著烏溪流域範圍分布為主。

(2)地電阻調查與分析

地電阻調查沿大肚溪-大里溪、草溪與烏溪一帶進行測線佈設，共計 23 條，總長度為 8630 公尺，另根據測線施測之範圍區域進行分區，分別為臺中盆地調查區域西側的 TC-I、與東側的 TC-II、以及沿烏溪進行施測的 TC-III 區，與位於大肚溪穿越大肚-八卦丘陵隘口附近的 TC-IV 區，詳圖 4-14，其中 TC-III 及 TC-IV 與本計畫調查範圍較為相近，其結果說明如后。

A、TC-III區

測區TC-III地電阻測線主要沿烏溪分布，由上游至下游分別為TC01、TC16、TC17、TC02測線，詳圖圖4-15~圖4-19。除了位於貓羅溪與烏溪匯流口的TC02剖面外，均呈現礫石質

地層的高電阻率反應。而TC02的西端約80公尺範圍，則出現低電阻率的地層反應，由空間關係判斷，由於此測線西側已非常接近隆起的八卦丘陵，研判此一低阻泥質地層極有可能為較老的隆起泥質岩層反應。

B、TC-IV區

測區TC-IV位於大肚-八卦丘陵隘口區域，由東向西分別為TC19、TC18、TC20 測線，詳圖4-20~圖4-23。地電阻剖面均呈現非常一致的地層結構，僅於表面有較高電阻率的地層反應，較深處的地層，均呈現低電阻率的泥質地層反應，顯示並隘口處未具有厚層的礫石層。

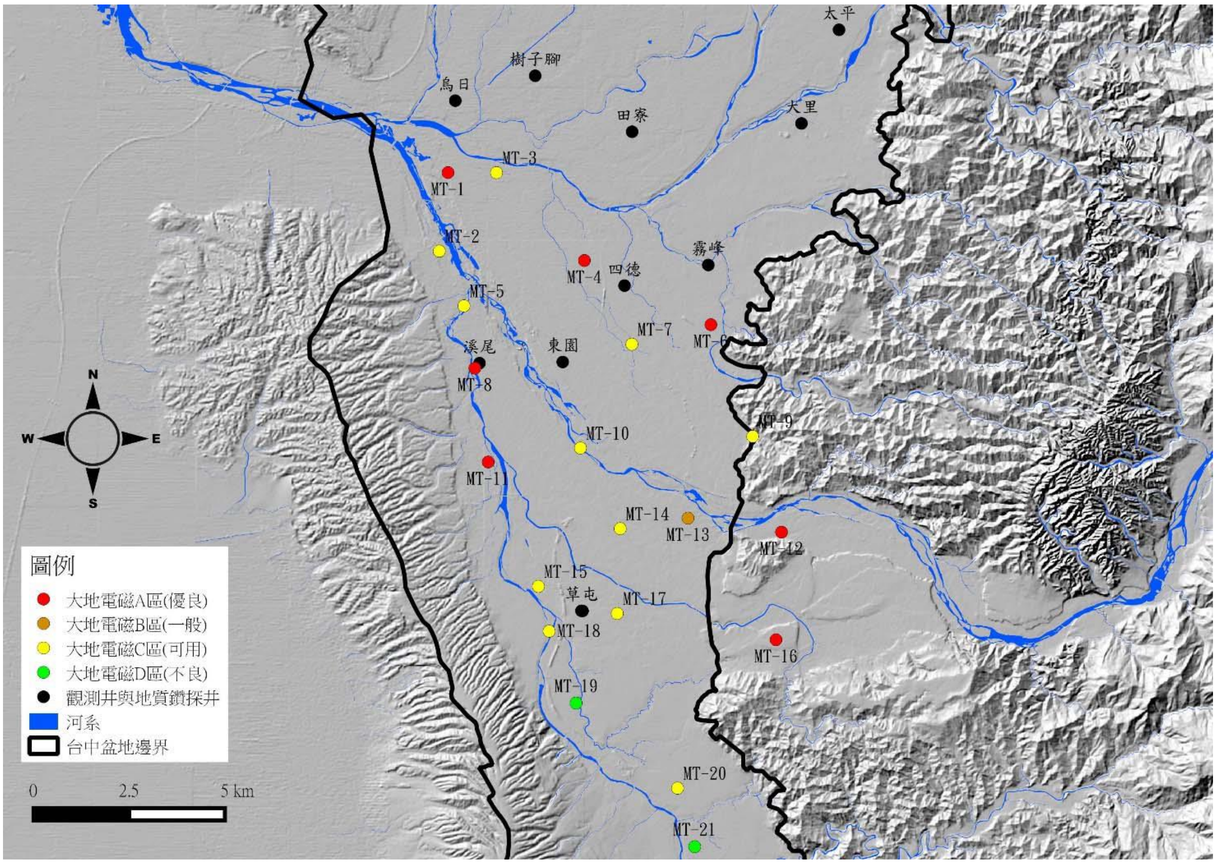


圖 4-8　AMT 施測為至及其資料品質分布圖

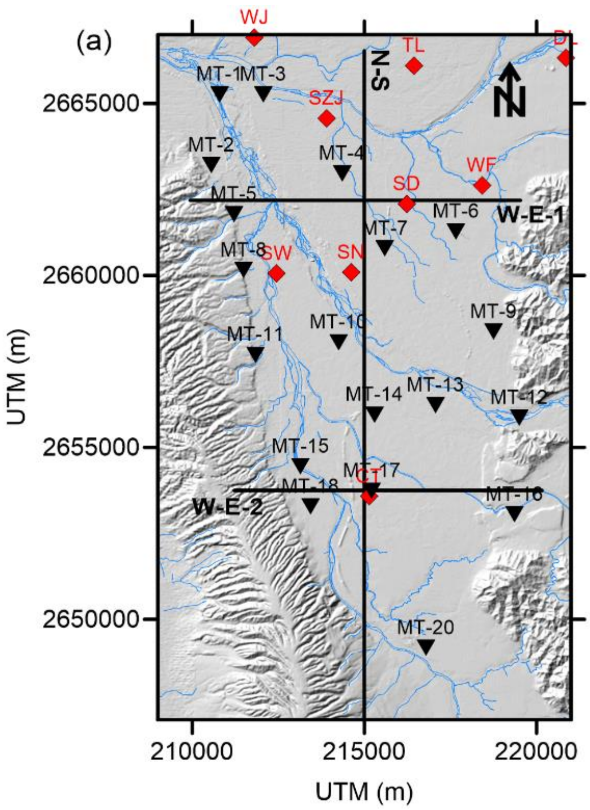


圖 4-9　AMT 測點、剖面位置圖及水文地質鑽井位置圖

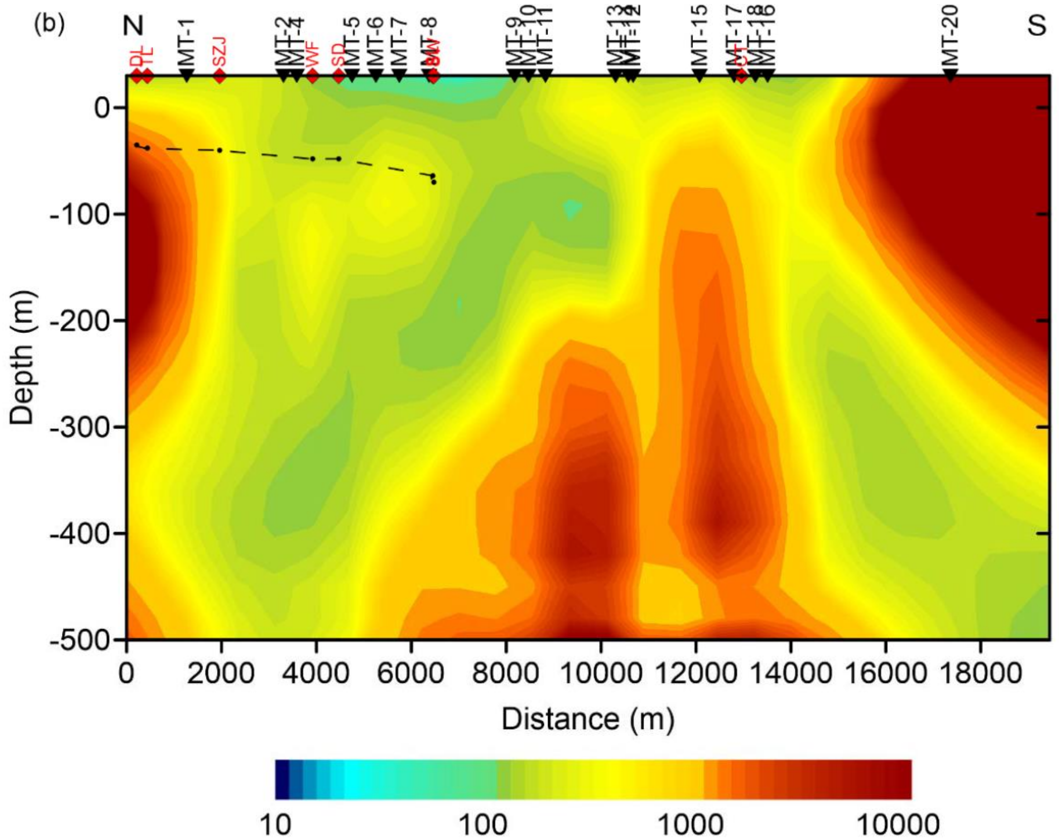


圖 4-10　南-北剖面之地電阻率分布圖

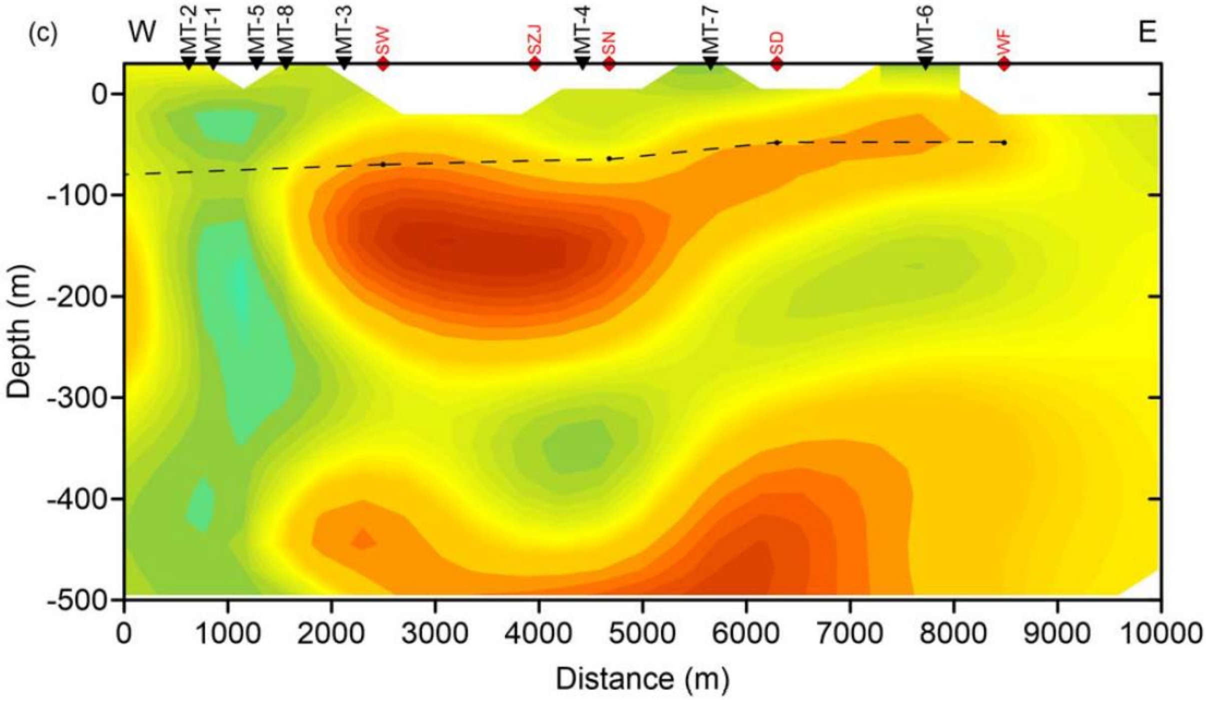


圖 4-11　東-西剖面 I 之地電阻率分布圖

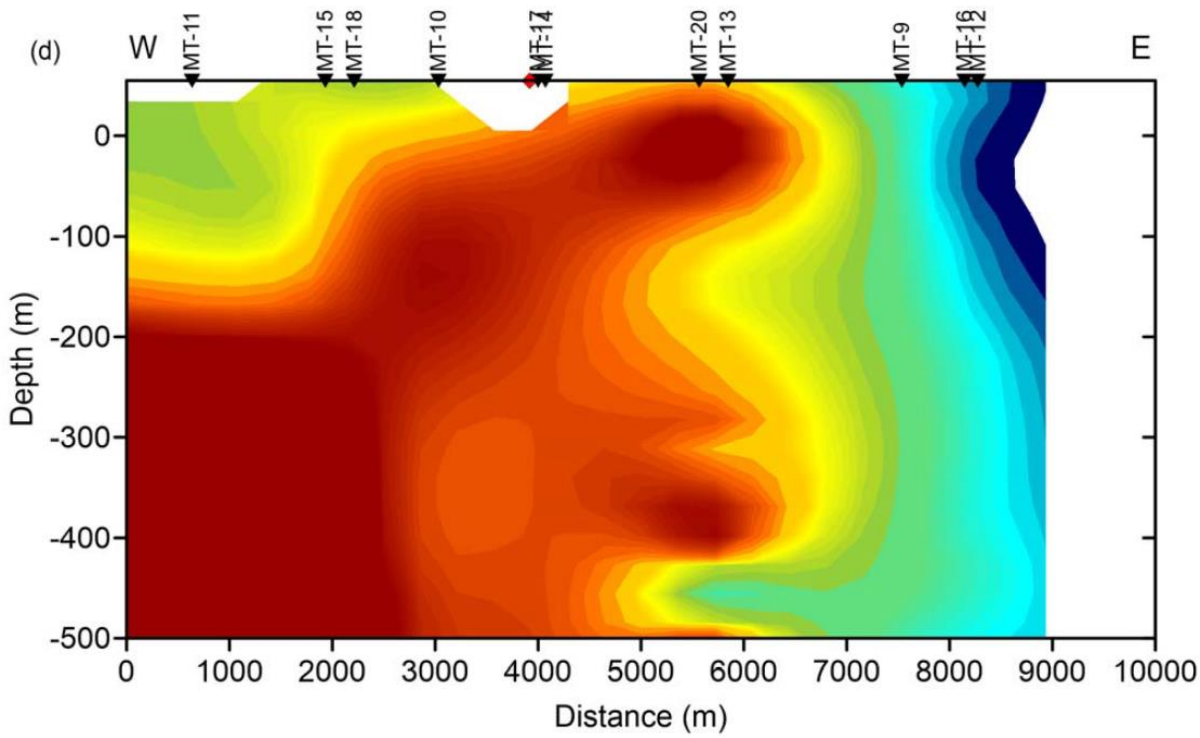


圖 4-12　東-西剖面 II 之地電阻率分布圖

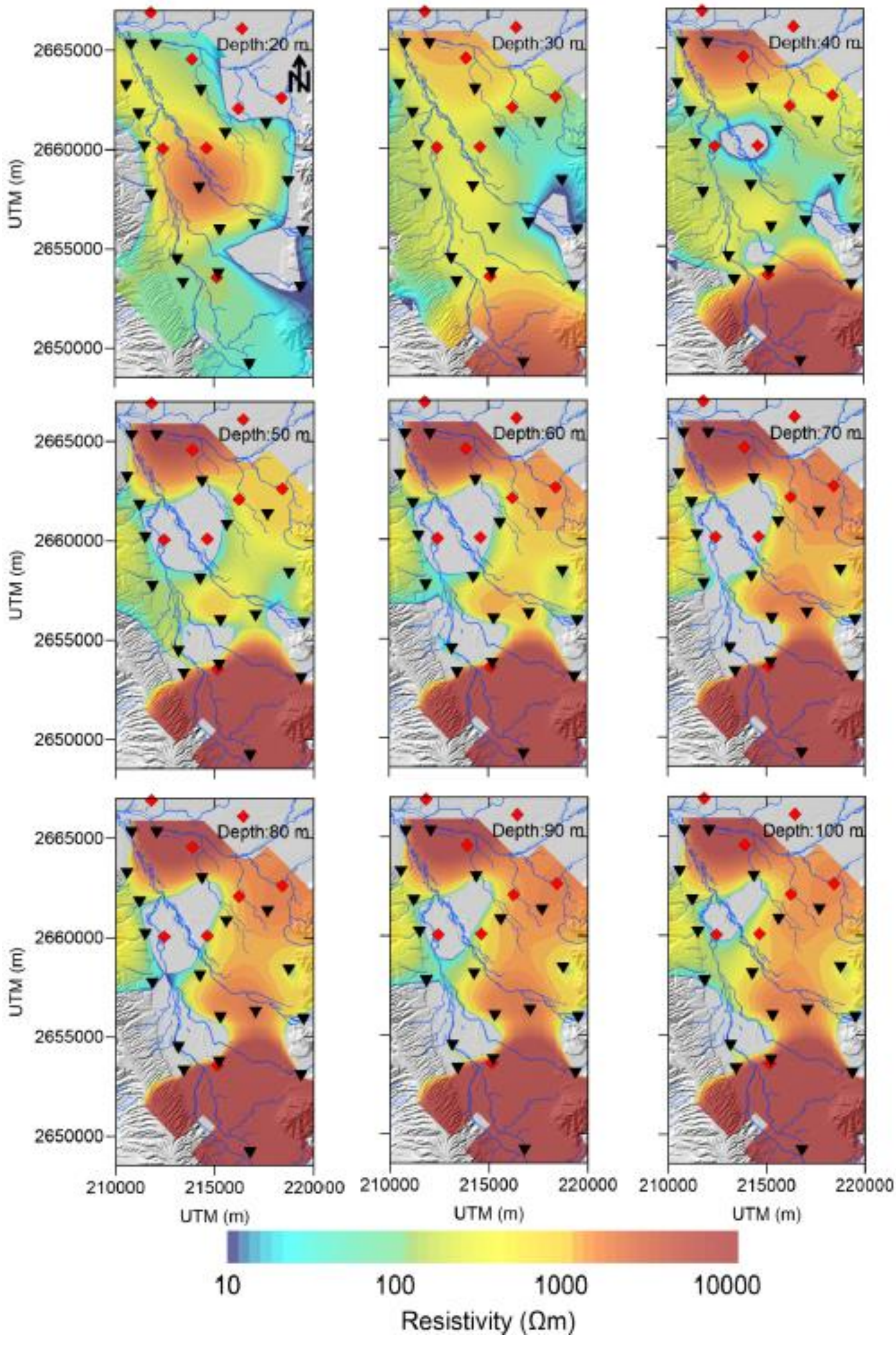


圖 4-13　電阻率隨深度變化之切片圖

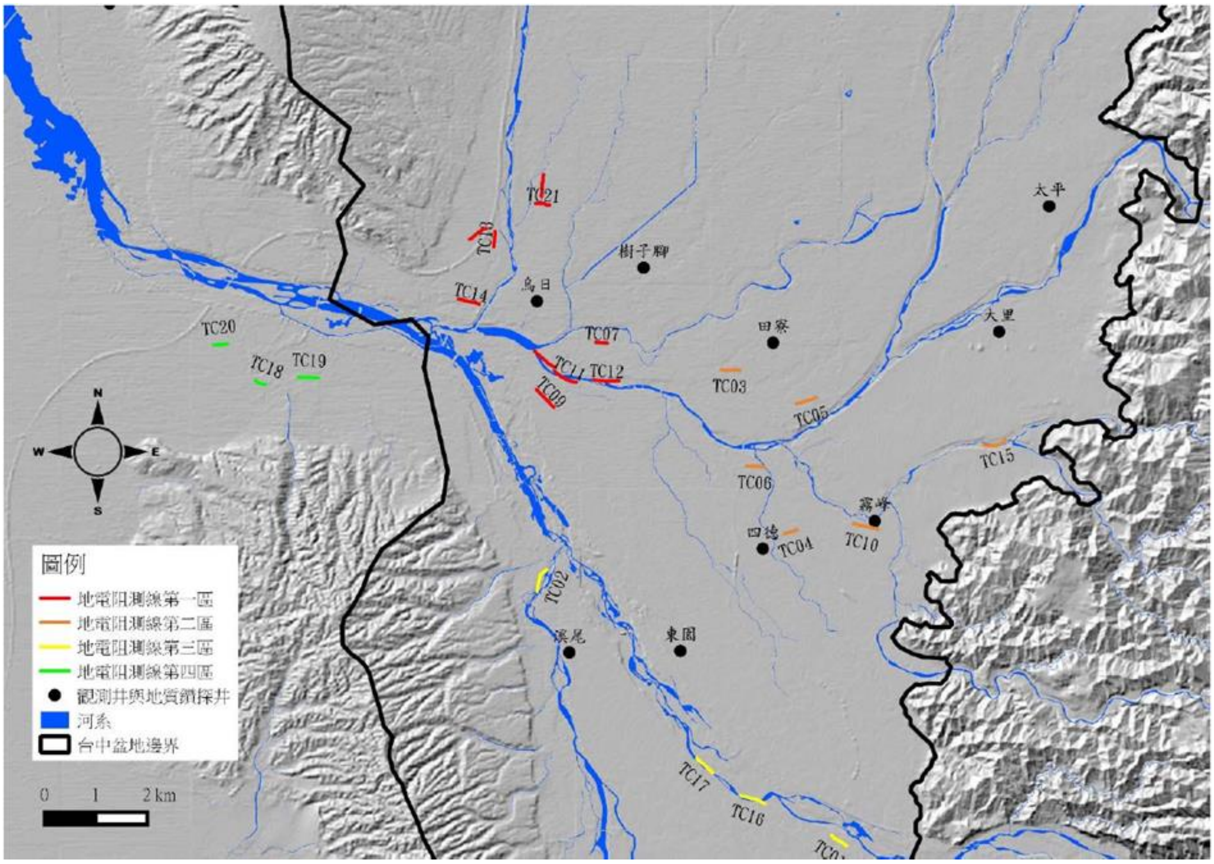


圖 4-14　二維地電阻測區分區圖

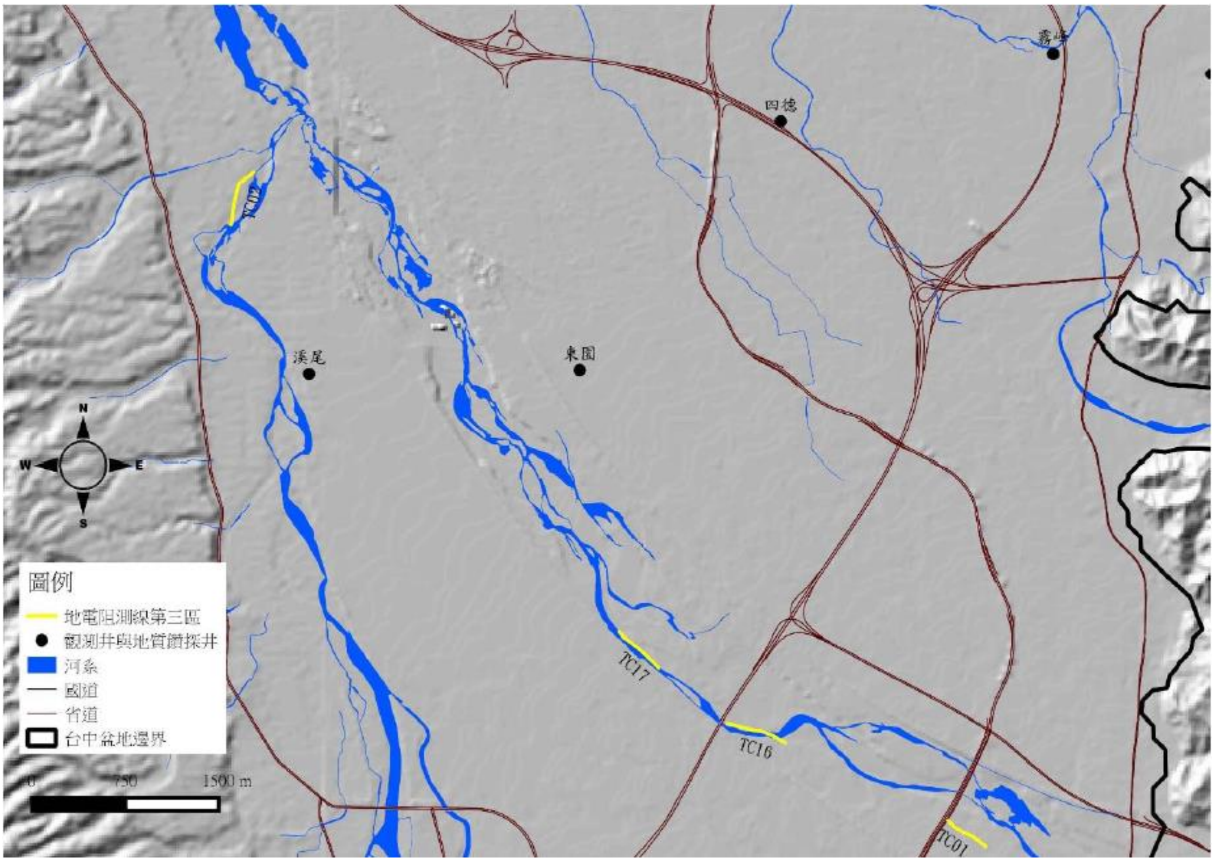


圖 4-15　TC-III 測區沿烏溪分布之二維地電阻測線與觀測井分布圖

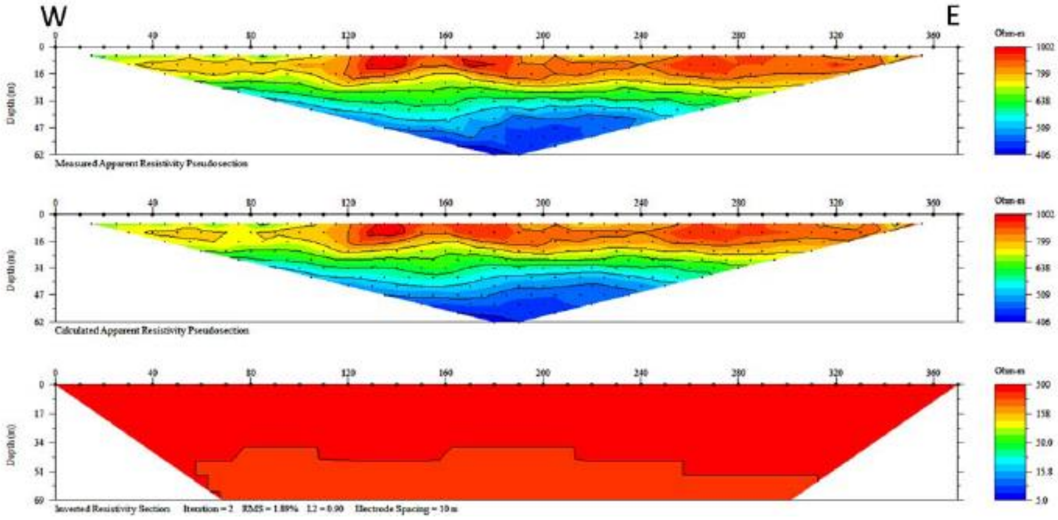


圖 4-16　TC01 測線之剖面圖

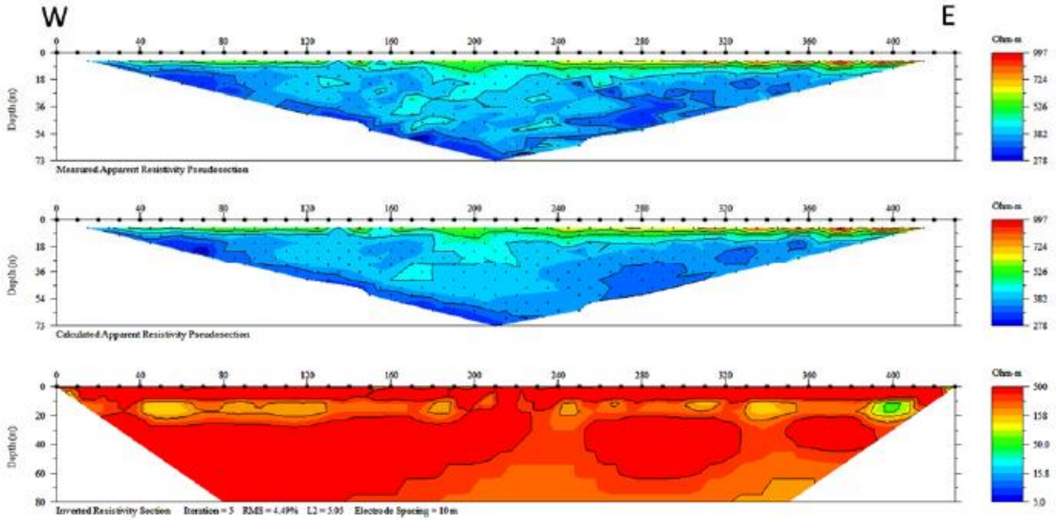


圖 4-17　TC16 測線之剖面圖

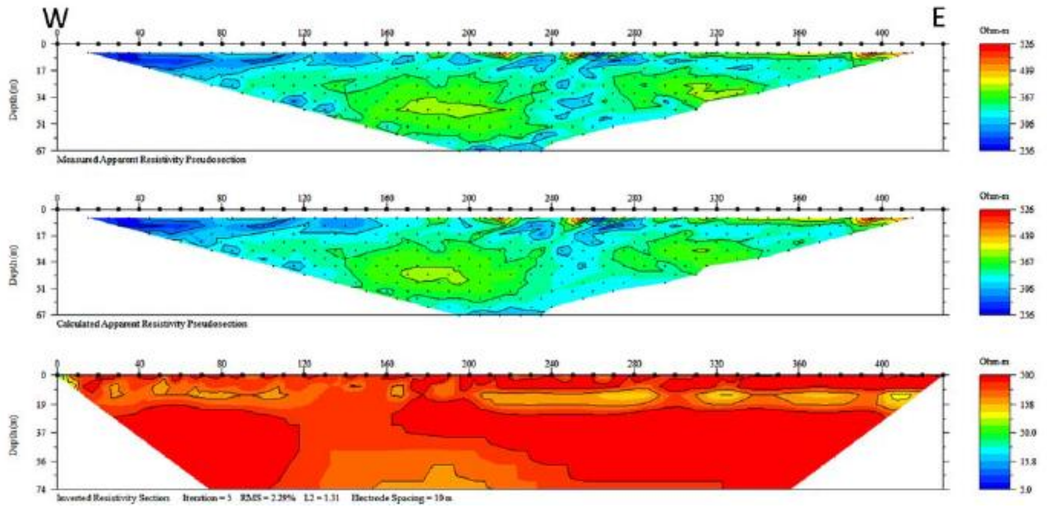


圖 4-18　TC17 測線之剖面圖

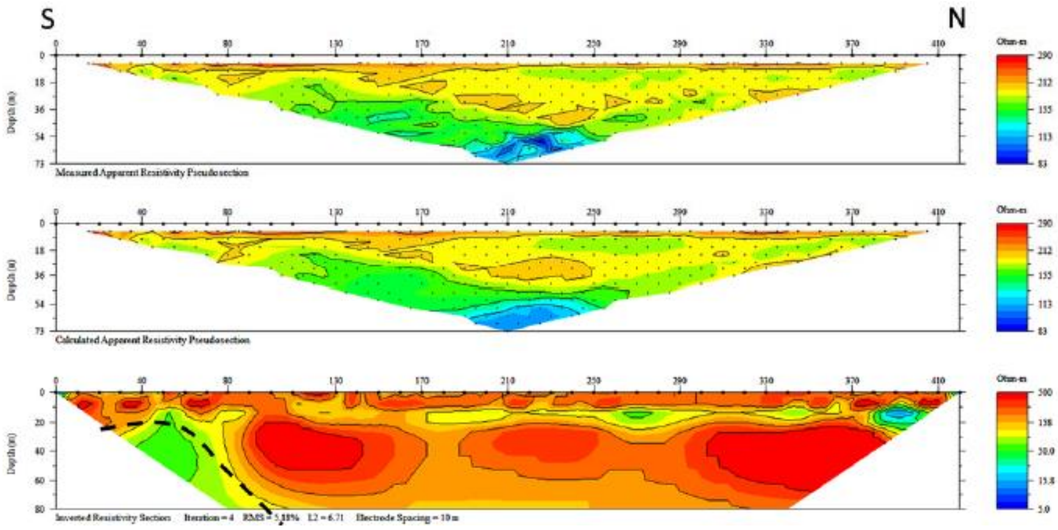


圖 4-19　TC02 測線之剖面圖

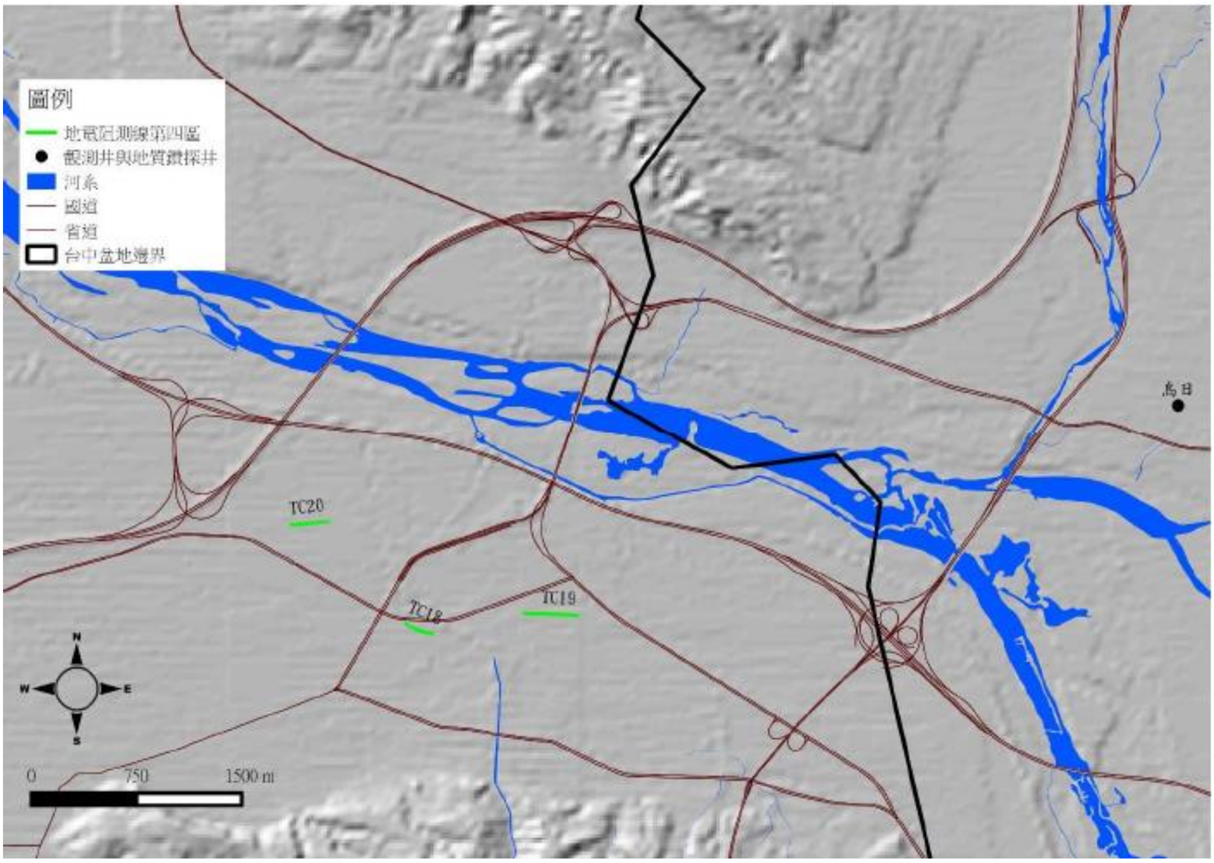


圖 4-20　TC-IV 測區之二維地電阻測線與觀測井分布圖

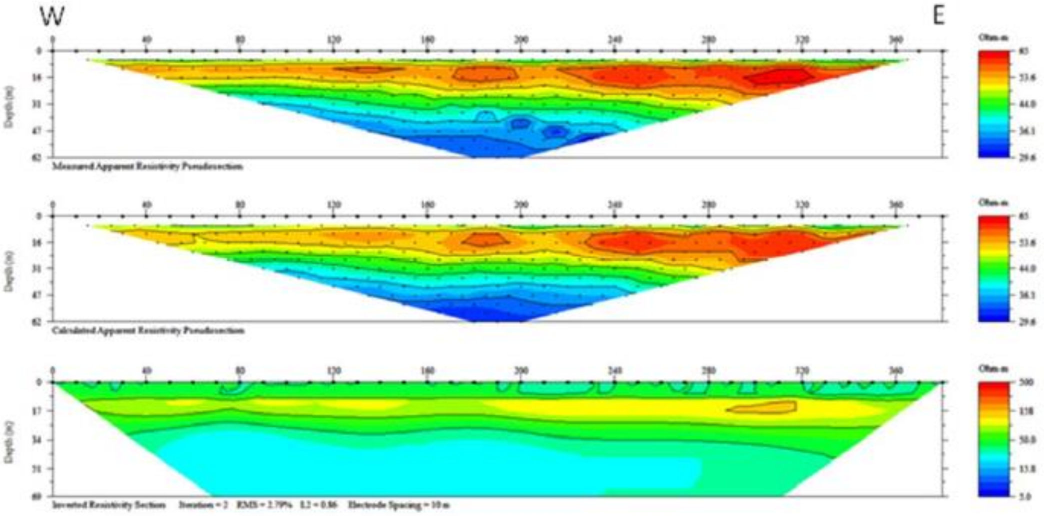


圖 4-21　TC19 測線之剖面圖

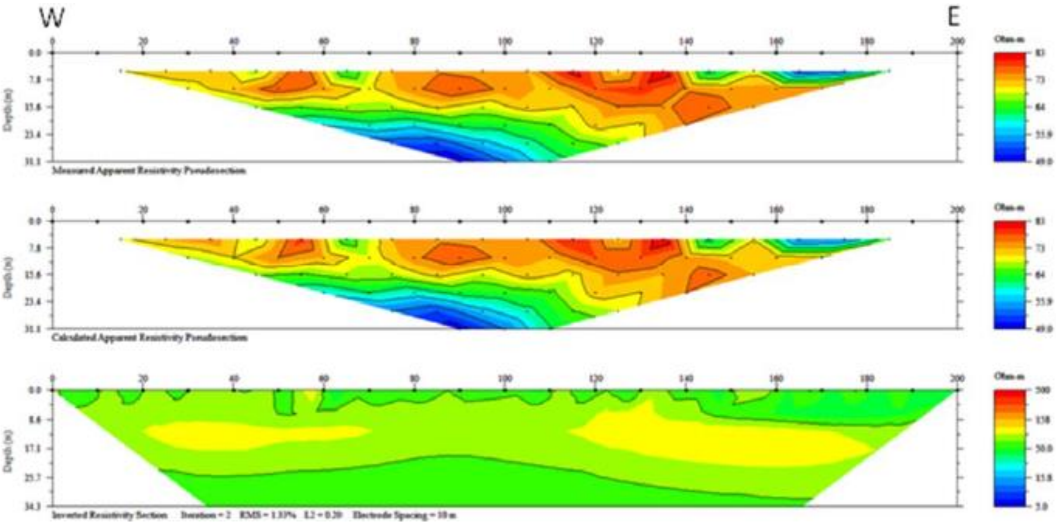


圖 4-22　TC18 測線之剖面圖

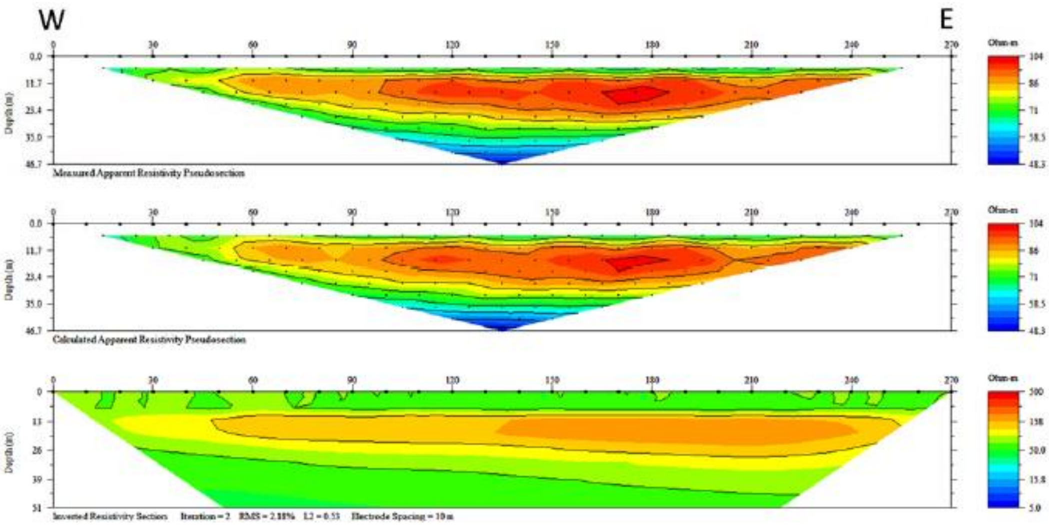


圖 4-23　TC20 測線之剖面圖

3、地下水水文地質與水資源調查地下水庫活化與效益評估-期中報告(107)

地電阻施測範圍為貓羅溪與烏溪之間，詳圖 4-24。主要分佈於烏溪東西岸，由下游至上游展開，量測點總共 11 處，測線長度約 80 至 100 公尺，解析深度約 0.25 公尺至 17 公尺間，分別於 2 月及 5 月各進行一次量測，以了解表層未飽和層與下方飽和含水層電阻差異。

依據地電阻量測結果，烏溪流域兩岸地下水位深度約在地下 8 至 15 公尺之間，僅靠近貓羅溪側之地下水位在地表下 17.5 公尺左右。另繪製 11 測點之地下水位高程分布圖，詳圖 4-25。可看出 2 月及 5 月之整體地下水位梯度方向與河流流向相近，顯示由地電阻推測出的地下水高程，可代表此區域地下水分布變化。

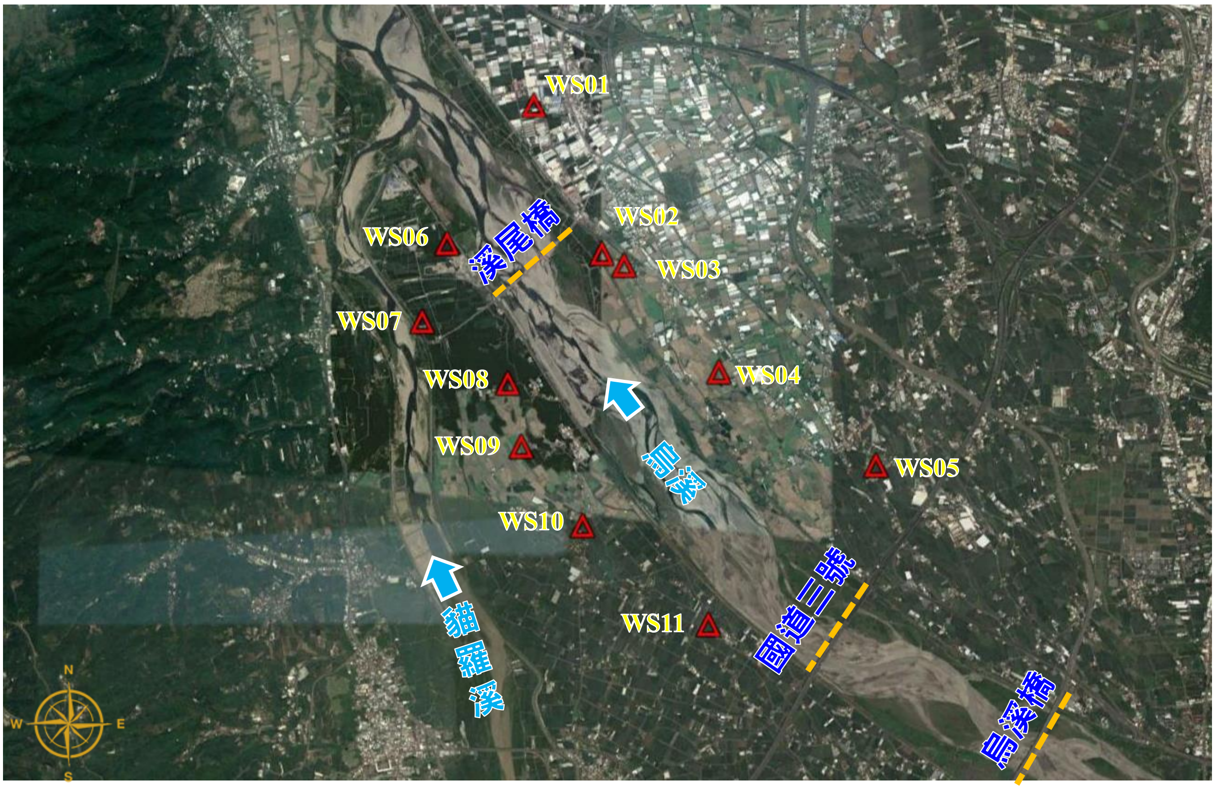
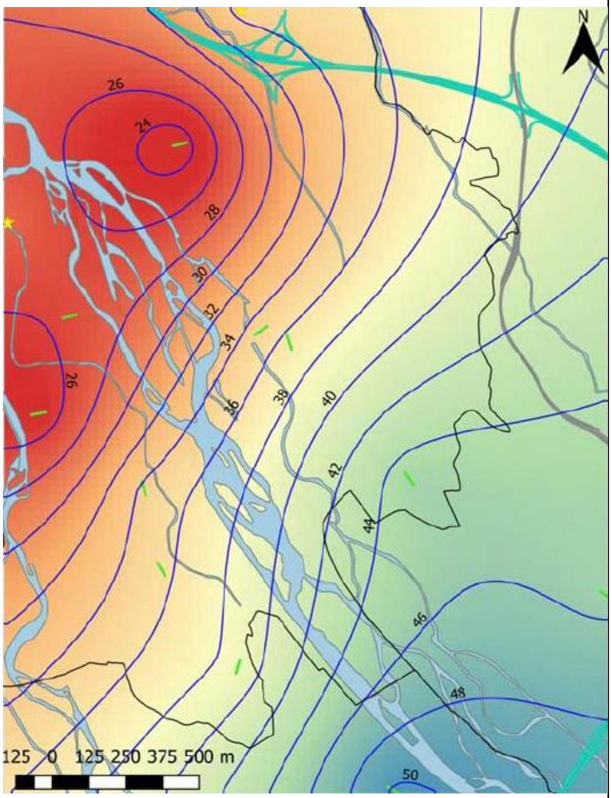
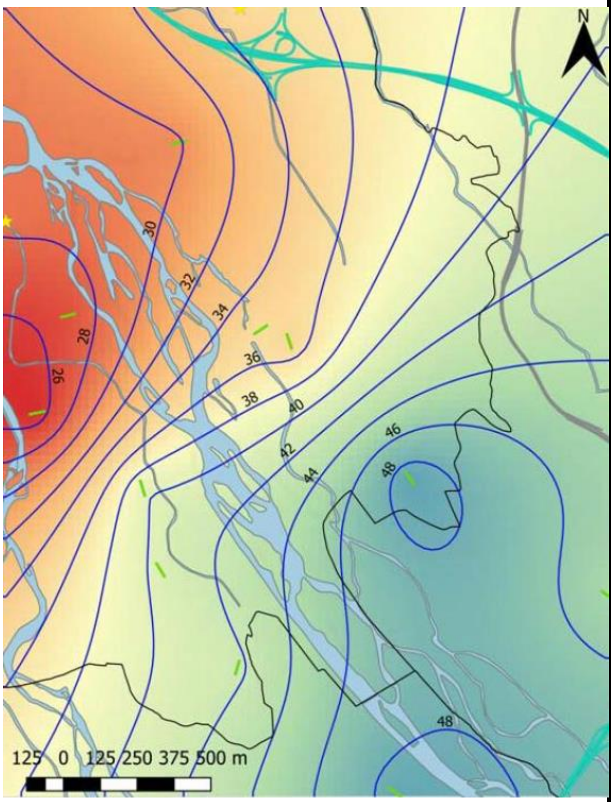


圖 4-24　地電阻測區平面圖



2 月份地下水位高程分布



5 月份地下水位高程分布

圖 4-25　地電阻推估地下水位高程分布圖

三、地質鑽探成果

本計畫針對地質資料缺乏位置進行鑽探作業，於烏溪、貓羅溪及北港溪共佈置 5 孔地質鑽探(BH-1～BH-5)進行地質鑽探作業，預計鑽孔總深度 160 公尺。各鑽孔目的及佈置位置彙整如表 4-3 及圖 4-26。

(一)工作目的

1、取得地層分佈，以瞭解區域地質分佈並提供後續規劃設計參考

2、提供數值模擬建模參考

3、地下水位資料建立，瞭解地下水出入滲機制

(二)工作及試驗方法

本計畫擬於烏溪、貓羅溪及北港溪共佈置 5 孔地質鑽探，俾獲土層基本參數，供數值模擬建模參考及工程規劃設計之需，以利後續規劃設計參考。作業方法及試驗方法如下：

1、工作設備

(1)主要施工機具

採鋼纜 wire-line 鑽機施鑽。含鑽桿、動力設備及抽水機等。

(2)其他附屬設備：

A、卡式吊車(1部)：用以移動鑽機等較重之機具設備。

B、測量儀器：經緯儀、水準儀、50米尺等以測定鑽孔位置、高程或量測水位深。

2、作業方法

(1)土壤鑽探及取樣方法

本次地基調查採現場鑽探方式進行。鑽探進尺採用鑽堡機進行鑽探施作，使用不小於 50.8 釐米內徑之鑽頭和取樣管進行取樣，鑽探進行中並派遣豐富經驗工程師督導、記錄，以及進行各項現場試驗。

完成進尺及清孔工作至預定取樣深度後，將取樣器放至鑽

孔底部，量測取樣深度無誤再進行取樣，取樣法為打擊取樣，將取樣器打入鑽孔土層取樣，除另有規定外，土層內取樣區間不超過 1.5 公尺，或在土層改變時應即行取樣。取樣器取出後，立即封閉樣品不使水氣蒸發，放入適當之容器內，每一樣品外加標籤以標示土樣說明。此外，取樣器須符合 ASTM D1586-84 之規定，礫石層可用外徑 63.5 釐米(內徑 50.8 釐米)開裂式取樣器。

(2)岩心鑽探及取樣方法

本次鑽探工作中遇岩盤地層部分，將使用旋轉式油壓推進型鑽機，並以分裂式雙套管或三套岩心管搭配鑽石鑽頭(軟岩使用鎢鋼鑽頭)鑽取直徑 50 釐米以上岩心樣體，作為地質材料紀錄及岩性研判之用，取樣岩心試體應包括完整之岩心段、軟岩、泥縫及破碎料。此外，岩心管及鑽頭尺度須符合 ASTM D2113 規定。

岩盤地層進行鑽探時，每 1.0 公尺至少進行取樣一次，每次鑽畢取樣時應將岩心樣品取出量測及紀錄岩石品質指標。鑽取岩心過程中，若發現岩心管有阻塞現象，應即時提出岩心管，以免損壞岩心。當岩心提取率過低時，必須更換取樣器或變更取樣方法。

鑽取岩心取出後，應置於尺度約 100 公分×35 公分×7.5 公分，箱上有鉸蓋，箱內縱間分為約 4 格，每格以放置 1 公尺之岩心為原則之堅固之岩心箱內予以保存。無法順利取得岩心時以適當長度之保麗龍或木塊等充填表示，並於其上註明起迄深度、長度等。需要做試驗之岩心試體，以塑膠膜包裹並封腊以防止水分散失及風化，並標明鑽探孔號及取樣深度範圍，送至主辦單位認可之試驗室進行實驗。

(三)工作成果

本計畫鑽探施作地點位於烏溪、貓羅溪及北港溪流域，共佈置 5

孔鑽孔(BH-1～BH-5)進行地質鑽探作業，實際鑽孔總深度 166.16 公尺。各鑽孔之鑽探深度、座標及高程彙整如表 4-4，本次鑽探工作所取得地質鑽探岩心照片及記錄詳如附錄二(A)，圖 4-27 為鑽探岩心柱狀圖，圖 4-28 為各鑽孔水位觀測井及高程測量照片，各鑽探成果相關說明如後。

1、BH-01

依據鑽探成果顯示，本鑽孔於深度 0.0 公尺~40.0 公尺地質材料為卵礫石夾灰棕色粉土及細砂。

2、BH-02

依據鑽探成果顯示，本鑽孔於深度 0.0 公尺~18.1 公尺地質材料為卵礫石夾棕灰色粉土及細砂；深度 18.1 公尺~40.0 公尺地質材料為棕灰色泥質砂岩。

3、BH-03

依據鑽探成果顯示，本鑽孔於深度 0.0 公尺~40.0 公尺地質材料為卵礫石夾棕灰色粉土及細砂。

4、BH-04

依據鑽探成果顯示，本鑽孔於深度 0.0 公尺~8.1 公尺地質材料為卵礫石夾棕灰色粉土及細砂；深度 8.1 公尺~20.0 公尺地質材料為灰棕色泥質砂岩。

5、BH-05

依據鑽探成果顯示，本鑽孔於深度 0.0 公尺~3.0 公尺地質材料為卵礫石夾灰色粉土及細砂；深度 3.0 公尺~20.0 公尺地質材料為泥質砂岩偶夾頁岩。

表 4-3　計畫鑽孔位置、目的監測項目一覽表

<table>
<tr><th rowspan="2">河段</th><th rowspan="2">孔號</th><th rowspan="2">鑽孔位置</th><th rowspan="2">預定鑽孔深度(m)</th><th rowspan="2">目的</th><th colspan="3">監測項目</th></tr>
<tr><th>水位觀測</th><th>單井水力試驗</th><th>水質檢測</th></tr>
<tr><td rowspan="2">烏溪</td><td>BH-01</td><td>中投公路橋下游左岸灘地</td><td>40</td><td rowspan="3">➢ 地層分佈取得，以瞭解區域地質分佈
➢ 土壤參數取得，以利後續規劃設計參考
➢ 數值模擬建模參考
➢ 地下水出入滲機制瞭解</td><td>V 註</td><td>V</td><td></td></tr>
<tr><td>BH-02</td><td>高鐵橋下游左岸灘地</td><td>40</td><td>V 註</td><td>V</td><td>V</td></tr>
<tr><td>貓羅溪</td><td>BH-03</td><td>烏嘴潭淨水場旁灘地</td><td>40</td><td>V 註</td><td>V</td><td>V</td></tr>
<tr><td>烏溪</td><td>BH-04</td><td>炎峰橋下游右岸灘地</td><td>20</td><td rowspan="2">➢ 地層分佈取得，以瞭解區域地質分佈
➢ 土壤參數取得，以利後續規劃設計參考</td><td>V 註</td><td>V</td><td>V</td></tr>
<tr><td>北港溪</td><td>BH-05</td><td>北港溪大旗堰上游右岸灘地</td><td>20</td><td>V 註</td><td>V</td><td>V</td></tr>
</table>

註：採自計水位計連續觀測水位。

表 4-4　計畫鑽孔現場工作數量統計表

<table>
<tr><th rowspan="2">孔號</th><th rowspan="2">座標</th><th>孔口高程</th><th>孔深</th><th>一般土層</th><th>一般岩層</th></tr>
<tr><th>EL.m</th><th>m</th><th>m</th><th>m</th></tr>
<tr><td rowspan="2">BH-01</td><td>N：2656586.881</td><td rowspan="2">77.17</td><td rowspan="2">41.64</td><td rowspan="2">40</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>E：216614.958</td></tr>
<tr><td rowspan="2">BH-02</td><td>N：2665905.818</td><td rowspan="2">20.09</td><td rowspan="2">41.6</td><td rowspan="2">18.1</td><td rowspan="2">21.9</td></tr>
<tr><td>E：209331.384</td></tr>
<tr><td rowspan="2">BH-03</td><td>N：2658653.381</td><td rowspan="2">45.29</td><td rowspan="2">41.61</td><td rowspan="2">40</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>E：212209.806</td></tr>
<tr><td rowspan="2">BH-04</td><td>N：2654170.262</td><td rowspan="2">146.22</td><td rowspan="2">20.94</td><td rowspan="2">8.1</td><td rowspan="2">11.9</td></tr>
<tr><td>E：224726.184</td></tr>
<tr><td rowspan="2">BH-05</td><td>N：2659908.596</td><td rowspan="2">274.13</td><td rowspan="2">20.37</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">17</td></tr>
<tr><td>E：236156.911</td></tr>
<tr><td colspan="3">合計</td><td>166.16</td><td>109.2</td><td>50.8</td></tr>
</table>

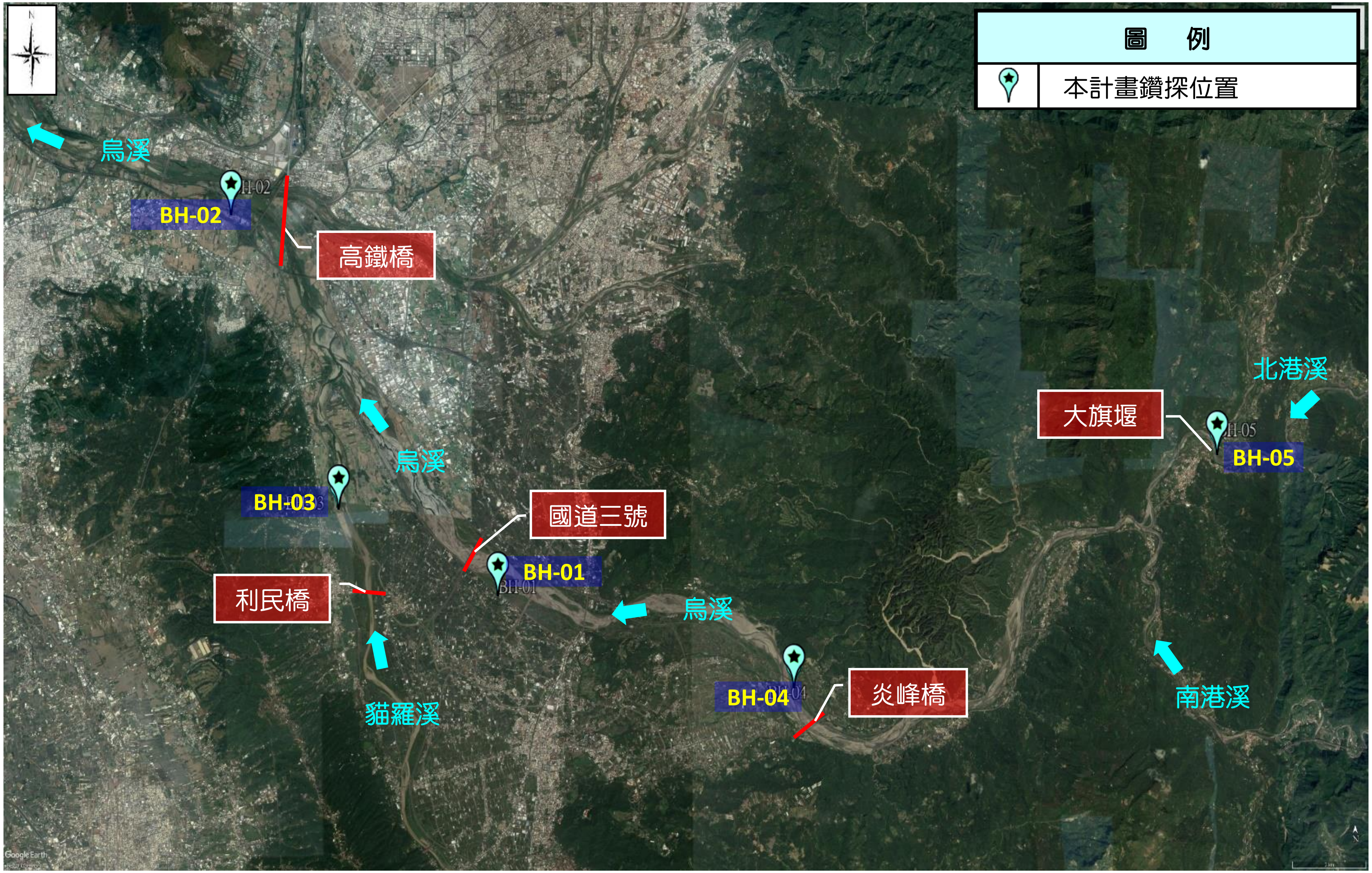


圖 4-26　本計畫鑽探位置總圖

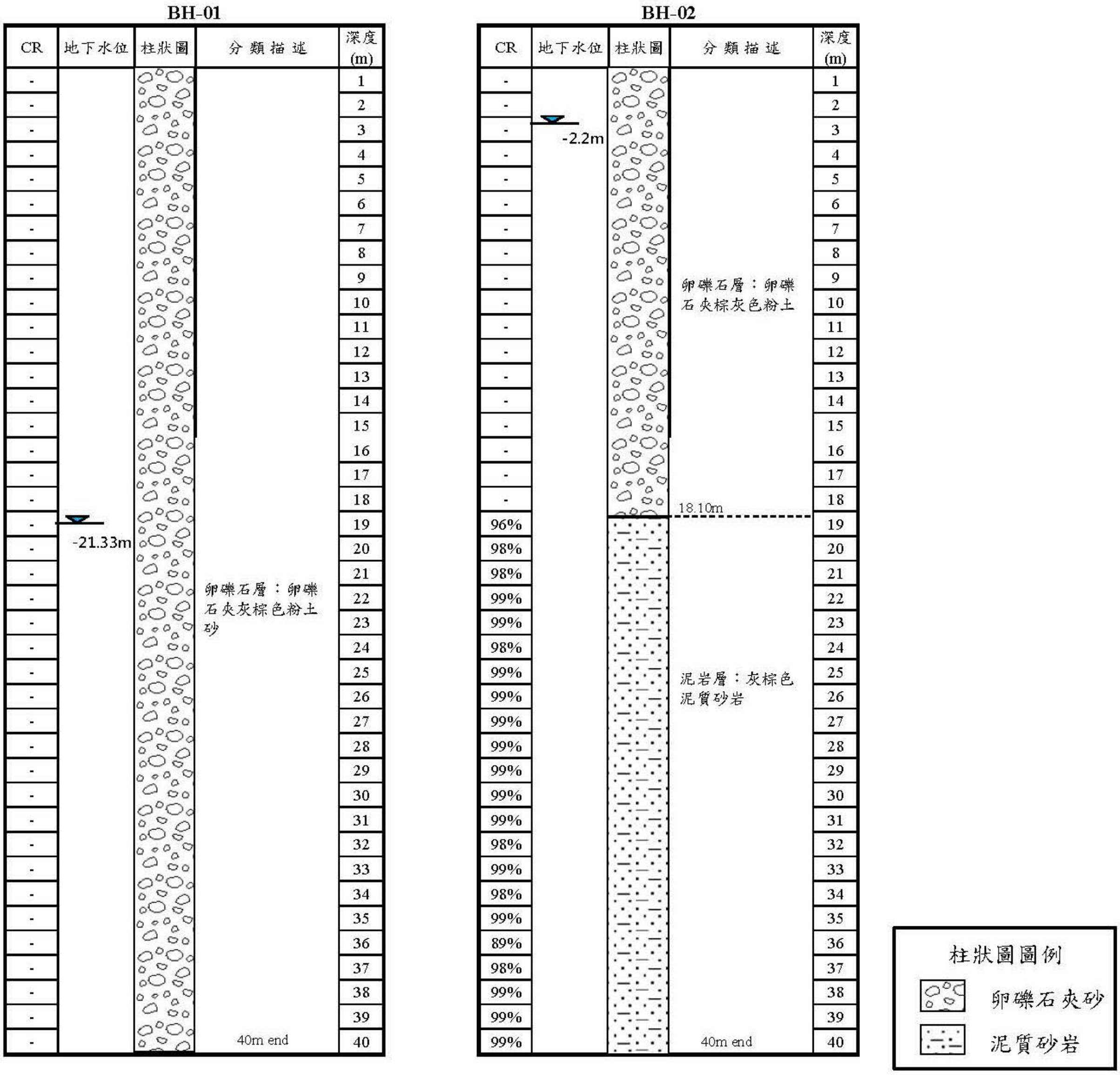


圖 4-27　鑽探岩心柱狀圖

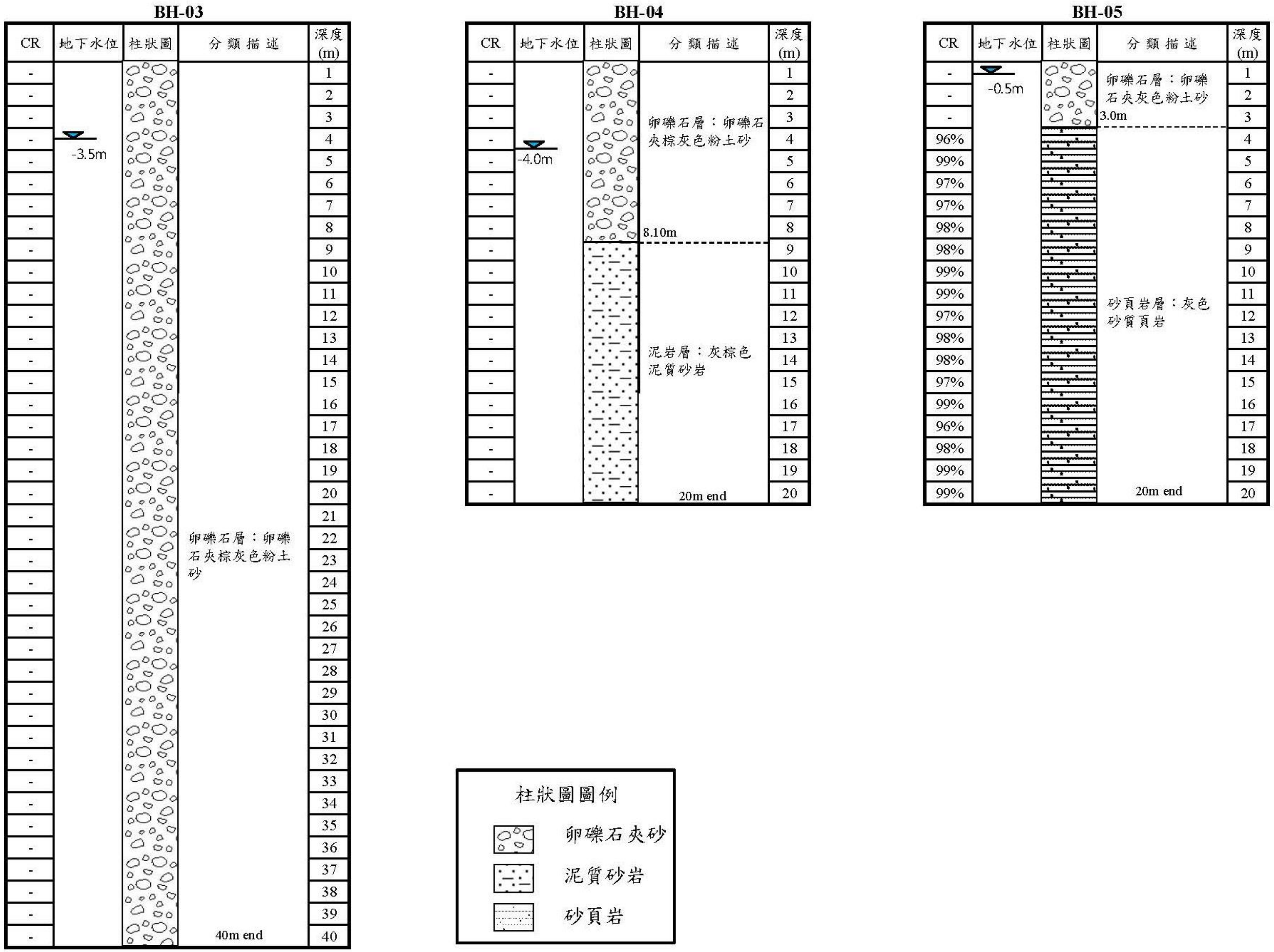


圖 4-26　鑽探岩心柱狀圖(續)

BH-01

BH-02

BH-03

BH-04

BH-05

圖 4-28　各鑽孔水位觀測井及高程測量照片

四、單井水力試驗

(一)工作目的

本計畫單井水力試驗採用微水試驗方式施作，其目的在求取地質參數之 K 值(透水係數)，此為一般可較簡易及快速獲得地質之透水係數之方法，用以代表試驗井周遭之地質水力傳導情形，微水試驗係於地質鑽探完成後進行之，試驗地點分別為烏溪、貓羅溪及北港溪共 5 站(BH-1～BH-5)。

(二)工作方法

微水試驗的理論最早由 Bouwer and Rice(1976)提出，可應用於部分或完全貫穿自由含水層的水井，此模式假設地下水位面在有效影響半徑內，於試驗期間維持不變。分析方法是由井篩長度 d 與井管半徑 r_w 的比值，經由此模式提出的對照圖，求得有效影響半徑 R_c，配合井管中的水位變化與實驗時間於半對數圖上所得的斜率以推估 K。含水層的水井係以 Thiem Equation 為依據，並假設水井周圍地下水位面的洩降可忽略不計，與地下水面之上無水流通。由 Theim Equation:

$$Q = 2\pi K d \frac{h_1}{\ln\left(R_c / r_w\right)}$$ 3-1 式

井中水位的上升速率 dh/dt 可以下式表示：

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{Q}{\pi \times r_c^2}$$ 3-2 式

將上述二式整理並積分後得：

$$K = \frac{r_c^{\,2} \ln(R_c / r_w)}{2d} \times \frac{1}{t} \ln \frac{h_0}{h_t}$$ 3-3 式

式中，r_c = 水井中心與井管壁的距離(即井管半徑)；r_w = 水井中心與含水層之間的半徑距離；R_c = 水頭差異 h_0 消散的半徑距離；d = 井篩長度；h_0 = 時間等於 0 之 h 值；h_t = 時間等於 t 之 h 值；t = 自 h_0 起算之時間。

Bouwer and Rice 以經驗式推導 R_c與系統幾何單元和邊界條件之關係如下：

1、對於 Partially penetrating well (局部貫穿井)

$$\ln\frac{R_c}{r_w}=\left[\frac{1.1}{\ln(b/r_w)}+\frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}\ln\left[(\mathrm{D}-\mathrm{b})/r_w\right]}{\mathrm{d}/r_w}\right]^{-1} \qquad \text{3-4 式}$$

式中 A、B 為無因次參數，為 d/r_w 函數，可由 Bouwer and Rice(1976)文獻中查得。而 D 為地下水位至下方透水與不透水層邊界距離，b 為地下水位至孔底或是井篩底部之距離。若 D>>b，則 $\ln[(D-b)/r_w]$之最大值不能超過 6，以 6 為其值；若 D=b，則需改用完全貫穿含水層之水井的估算公式。

2、對於 Fully penetrating well (全貫穿井)

$$\ln\frac{R_c}{r_w}=\left[\frac{1.1}{\ln(b/r_w)}+\frac{C}{d/r_w}\right]^{-1} \qquad \text{3-5 式}$$

式中 C 為無因次參數，為 d/r_w 函數。

(三)工作流程

為瞭解輻射井週邊之地質水力傳導情形，鑽孔完成後即於現場進行微水試驗，以推估週邊透水係數 K 值，其相關試驗流程及照片如圖 4-29。

1、量測監控孔內之地下水水位。

2、放入壓力感應計於孔內飽和水面以下適當深度，設定與計算地下水面之相對深度。

3、連接壓力感應計自動資料記錄儀器。

4、設定記錄儀器之參數及設定記錄時間。

5、開始微水試驗，以 bailer 管抽水，使孔內產生水位變化。

6、記錄變化產生之時間與水位下降及上升的變化。

7、待水位平復至原有水位或水位變化甚為緩慢時(洩降約為最大洩降之 20%至 40%)，停止自動資料紀錄儀器。

8、將自動記錄儀器中之記錄資料輸入電腦內作水文資料分析，以

應用於求取試驗段地層之滲透係數。

將上述微水試驗現場所執行獲得後之數據，經整理後以 Bouwer&Rice Method (1976)分析其含水層之透水係數 K 值。

(四)試驗成果

本計畫進行之 5 處微水試驗如表 4-5 所示，其中 BH-01(烏溪中投公路下游左岸)透水係數平均值約每秒 2.90×10^{-5} 公尺、BH-02(烏溪 74 號下游左岸)透水係數平均值約每秒 7.11×10^{-5} 公尺、BH-03(貓羅溪利民橋下游左岸)透水係數平均值約每秒 6.02×10^{-5} 公尺、BH-04(烏溪烏嘴潭攔河堰上游右岸)透水係數平均值約每秒 2.71×10^{-5} 公尺、BH-05(北港溪大旗堰上游右岸)透水係數平均值約每秒 7.23×10^{-5} 公尺，詳附錄二(B)所示。

表 4-5　微水試驗成果表

編號	微水試驗(m/sec)		
	第一次	第二次	平均值
BH-01	3.067×10^{-5}	2.735×10^{-5}	2.90×10^{-5}
BH-02	7.900×10^{-5}	6.310×10^{-5}	7.11×10^{-5}
BH-03	6.017×10^{-5}	6.023×10^{-5}	6.02×10^{-5}
BH-04	2.495×10^{-5}	2.932×10^{-5}	2.71×10^{-5}
BH-05	4.275×10^{-5}	1.019×10^{-4}	7.23×10^{-5}

圖 4-29　微水試驗作業照片

五、地球物理探測

(一)目的

地球物理探測目的係為瞭解伏流水可能開發區位之地層分佈及地下水位狀況，利用地球物理探測原理掌握地下不同深度地層變化。

(二)原理

地層的電阻率與地層組成礦物、顆粒度大小、組織以及地層之含水量與鹽度有關。尤以地層顆粒度大小、含水量及水的鹽度關係影響較大。因此可用地層的電阻率來研判地層的岩性、含水量、含鹽度或探測地層內的異常構造。

二維電阻法探測，依電流極與電位極幾何位置不同而有不同的排列方式，常見的排列方式有”偶極-偶極陣列(Dipole-Dipole array，後文簡稱 D-D array)、溫奈陣列(Wenner array)、溫奈-施蘭柏吉陣列(Wenner-Schlumberger array)、極-偶極陣列（Pole-Dipole array，後文簡稱 P-D array）及二極陣列(Pole-Pole array)等。本次調查為掌控地層電阻率垂直變化反應的靈敏度，除使用極-偶極陣列(PD)，並以偶極-偶極陣列(DD)輔助探測結果。

地電阻探測施測示意如圖 4-30，是以直流或低頻交替直流電，流經一對電極稱為電流極（圖中的Ａ與Ｂ）通入地下，電流流經地層建立電場，在地表上用另一對電極稱為電位極（圖中的Ｍ與Ｎ）測得其間的電位差。此電位差與通入地下的電流強度、電極間的相對位置及各地層的導電性有關。

在一電性均質厚度無限大的地層，各物理量間之關係如下式：

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi}\left\{\left(\frac{1}{\overline{AM}} - \frac{1}{\overline{BM}}\right) - \left(\frac{1}{\overline{AN}} - \frac{1}{\overline{BN}}\right)\right\}$$

式中 ΔV：電位極間的電位差；ρ：地層的電阻率；I：通入地下的電流強度；$\overline{AM}$、$\overline{BM}$、$\overline{AN}$及$\overline{BN}$：電流極至電位極的距離。

上式可改寫成：

$$\rho = K\frac{\Delta V}{I}$$

$$K = 2\pi\left\{\left(\frac{1}{\overline{AM}} - \frac{1}{\overline{BM}}\right) - \left(\frac{1}{\overline{AN}} - \frac{1}{\overline{BN}}\right)\right\}^{-1}$$

因此若測得ΔV、I 及電流極與電位極的距離即可算出此均質厚度無限大的地層電阻率。但地層實際上並非均質且厚度為無限大，因此依上式算得的電阻率稱為「視電阻率」(apparent resistivity)，寫成

$$\rho_a = K\frac{\Delta V}{I}$$

「視電阻率」通常不代表地下各地層之實際電阻率，而是代表在此種電極排列情形下所有地層導電性之綜合效應。電流極展距愈大，電流穿入愈深，其效應愈接近下部地層的性質，因此在探測中將電流極展距逐次加大，可逐次測獲由淺至深的地層反應訊號，探測之資料經分析與解釋可求得地下由淺至深各地層之電阻率分布。

(三)方法

本計畫使用法國IRIS公司製造的SYSCAL PRO地電阻探測儀施測。該儀器輸出最大電壓為1000 V交替式直流電，最大電流2.5 A(安培)，最大功率250W，訊號靈敏度達1μV，並具訊號疊加功能，可將不良資料去除，另可於施測期間針對資料不良部分進行重複施測或提醒偵測錯誤之功能。地電阻影像剖面探測現地施工示意圖詳圖 4-31。

(四)成果

本計畫分別於北港溪、烏溪及貓羅溪進行地球物理探測作業，每測站各完成二條二維地電阻影像剖面，施測電極間距為 3 公尺。各測線起訖點座標詳如表 4-6，測線位置如圖 4-32～圖 4-37 所示。

探測成果中電阻率越低表示泥質含量越高顆粒越細或越潮濕，電阻率越高表示礫石含量越高或越乾燥，探測成果圖中地層與地下水位面分布以黑色虛線所示。各區地電阻影像探測成果分述如下：

1、WL-01 區

本測區位於溪尾大橋上游左岸灘地，地電阻影像剖面探測成

果如圖 4-38。其中在 WL-01-E 測線距離約 0-40 公尺下方及 WL-01-N 測線距離約 20-40 公尺、90-150 公尺側向(或鄰近)，分別受到含金屬人工結構物干擾，電阻率呈異常低值，推估為現地護床工或構造物基腳。扣除因干擾異常層段，本區地層在調查深度範圍內(約 40 公尺)的電阻率約 200~500ohm-m，判定主要地層為砂/礫石層。

圖 4-39 為測線 WL-01-E、WL-01-N 依測線對應位置繪製之柵狀立屏圖，其中淺部層段無干擾影響，二測線東西及南北向地層材料電阻率相近，為砂/礫石電阻率特徵。深部層段因二測線受干擾情況不一，至交會處地層電阻率並不相同。

2、WL-02 區

本測區位於高鐵橋下游左岸灘地，地電阻影像剖面探測成果如圖 4-40。各層特性分述如下：

(1)砂/土層：分佈於淺地表，電阻率約 30-100 ohm-m，厚度約 0.0-6.0 公尺。

(2)礫石/砂層:電阻率約 100-600 ohm-m，厚度約 14.0-20.0 公尺。

(3)岩盤(泥質砂岩)：電阻率約 30-70 ohm-m。

圖 4-41 為測線 WL-02-E、WL-02-N 依測線對應位置繪製之柵狀立屏圖，交會處二測線電性地層一致，上部砂/土/礫石層厚度約 14~24 公尺，測線 WL-02-E(東-西向)岩盤起伏狀況較平緩，位於地表下約 18-20 公尺間，測線 WL-02-N(南-北向)岩盤起伏則較明顯，0-60 公尺範圍內，位於地表下約 20~24 公尺間，60-126 公尺範圍內，位於地表下約 16~18 公尺間。

3、WL-03 區

本測區位於貓羅溪利民橋下游左岸灘地，地電阻影像剖面探測成果如圖 4-42，本區另量測 DD 陣列作為地層輔助判釋，其地層在調查深度範圍內(約 40 公尺)，判定主要地層為砂/土/礫石層。

圖 4-43 為測線 WL-03-E、WL-03-N 依測線對應位置繪製之

柵狀立屏圖，交會處二測線電性地層一致，主要地層為砂/土/礫石層。

4、WL-04 區

本測區位於北港溪大旗堰上游右岸灘地，地電阻影像剖面探測成果如圖 4-44。各層特性分述如下：

(1)礫石/砂層：分佈於淺地表，電阻率約 200-600 ohm-m，厚度約 1.0-7.0 公尺。

(2)岩盤(砂/頁岩)：電阻率約 10-100 ohm-m。

圖 4-45 為測線 WL-04-E、WL-04-N 依測線對應位置繪製之柵狀立屏圖，交會處二測線電性地層一致，上部砂/礫石層厚度約 1.0~7.0 公尺，WL-04-N(南-北向)之岩盤起伏較平緩，位於地表下 7.0 公尺處，WL-04-E(東-西向)之岩盤則稍有起伏，位於地表下約 1.0~7.0 公尺間。

5、WL-05 區

本測區位於炎峰橋下游右岸灘地，地電阻影像剖面探測成果如圖 4-46。其中 WL-05-N 在測線距離約 0-40 公尺電阻率有異常現象，判斷係受回填或既有地下設施干擾影響，將不予以列入評析。其各層特性分述如下：

(1)礫石/砂層：分佈於淺地表，電阻率約 300-2000 ohm-m，厚度約 7.0-8.0 公尺。

(2)岩盤(泥質砂岩)：電阻率約 40-100 ohm-m。

圖 4-47 為測線 WL-05-E、WL-05-N 依測線對應位置繪製之柵狀立屏圖，交會處二測線電性地層一致，上部砂/礫石層厚度約 7.0~8.0 公尺，岩盤深度在調查區分佈平緩，約 7.0~8.0 公尺。

表 4-6　地電阻影響測線起迄點座標

測線名稱	長度(m)	起點		訖點	
		縱座標	橫座標	縱座標	橫座標
WL-01-E	105	2660041.8	213304.5	2660041.8	213304.5
WL-01-N	150	2660173.9	213317.1	2660173.9	213317.1
WL-02-E	126	2665937.0	209266.5	2665937.0	209266.5
WL-02-N	126	2665886.7	209326.7	2665886.7	209326.7
WL-03-E	105	2658648.8	212177.8	2658648.8	212177.8
WL-03-N	150	2658730.5	212192.7	2658730.5	212192.7
WL-04-E	75	2659903.6	236094.8	2659903.6	236094.8
WL-04-N	105	2659959.4	236134.1	2659959.4	236134.1
WL-05-E	105	2654159.5	224672.0	2654159.5	224672.0
WL-05-N	105	2654132.9	224766.5	2654132.9	224766.5
合計	1152				

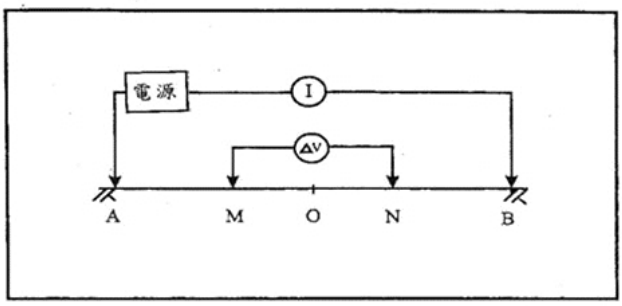


圖 4-30　直流電阻法使用四極排列施測示意圖

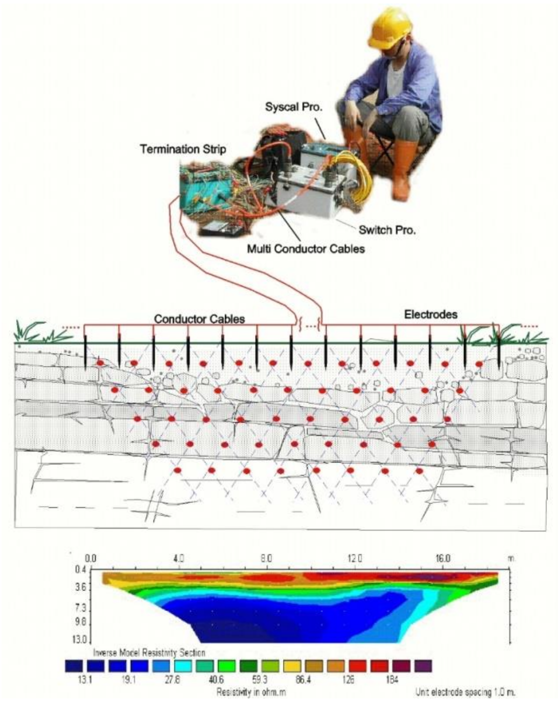


圖 4-31　地電阻影像剖面探查現地施工示意圖

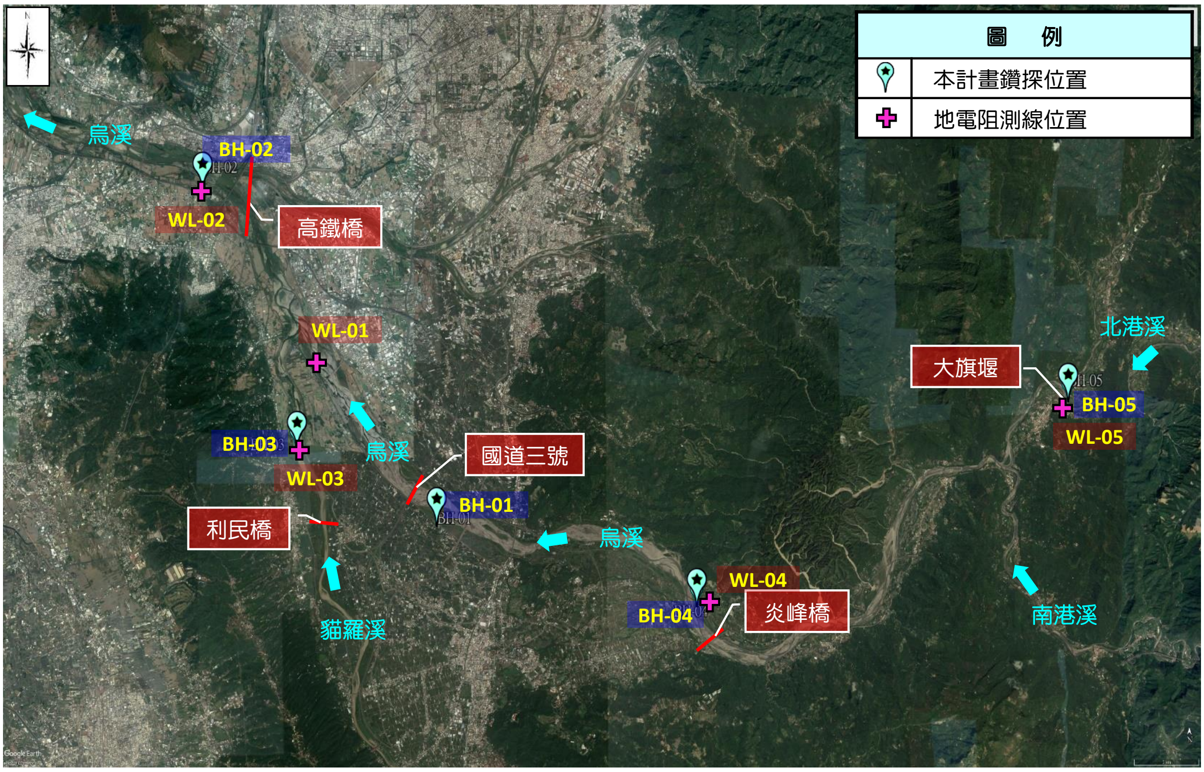


圖 4-32　本計畫地電阻側線位置總圖

圖 4-33　WL-01 地電阻影像測線位置圖

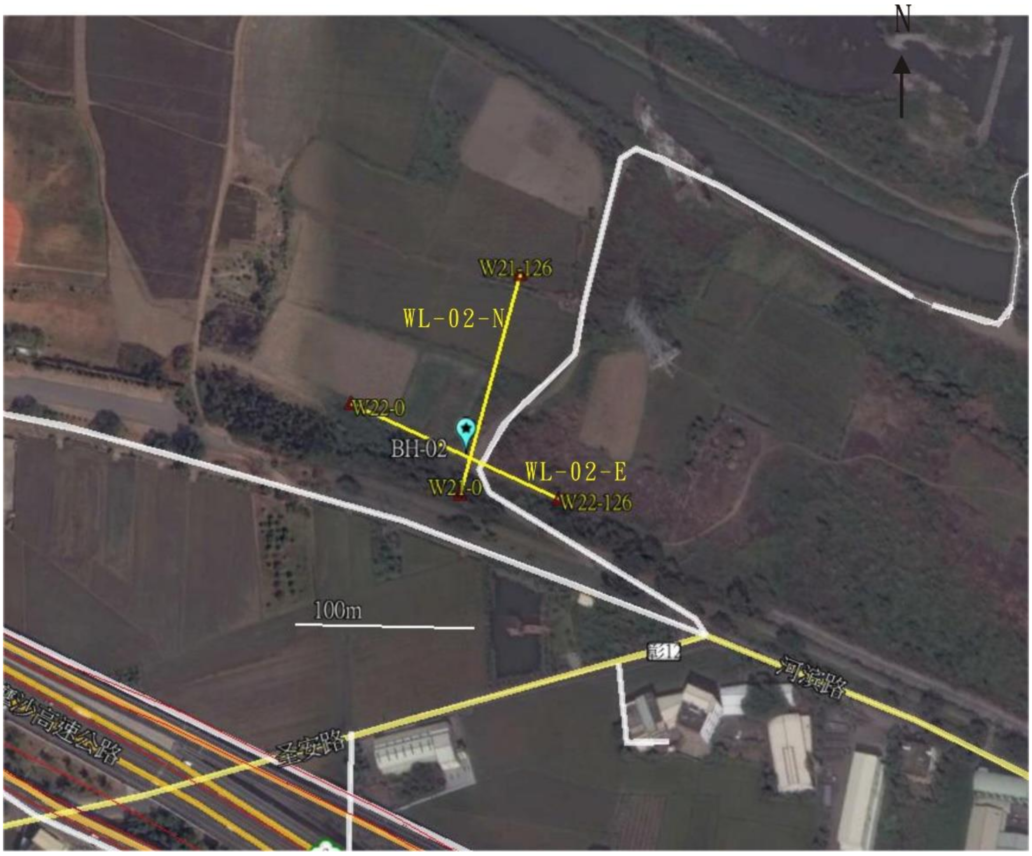


圖 4-34　WL-02 地電阻影像測線位置圖

圖 4-35　WL-03 地電阻影像測線位置圖

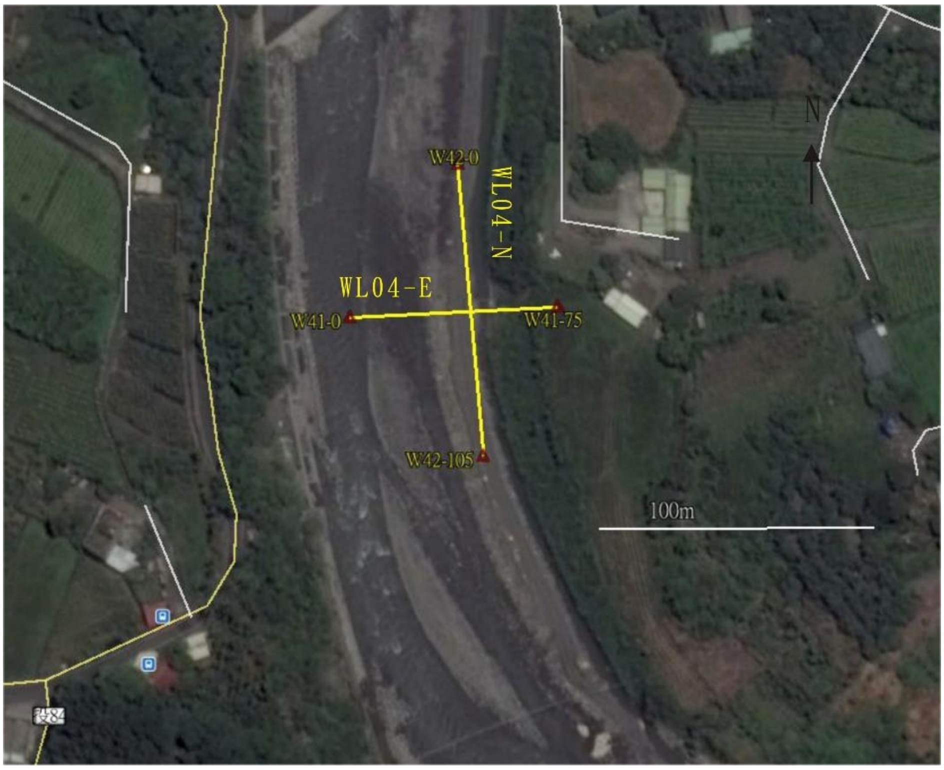


圖 4-36　WL-04 地電阻影像測線位置圖

圖 4-37　WL-05 地電阻影像測線位置圖

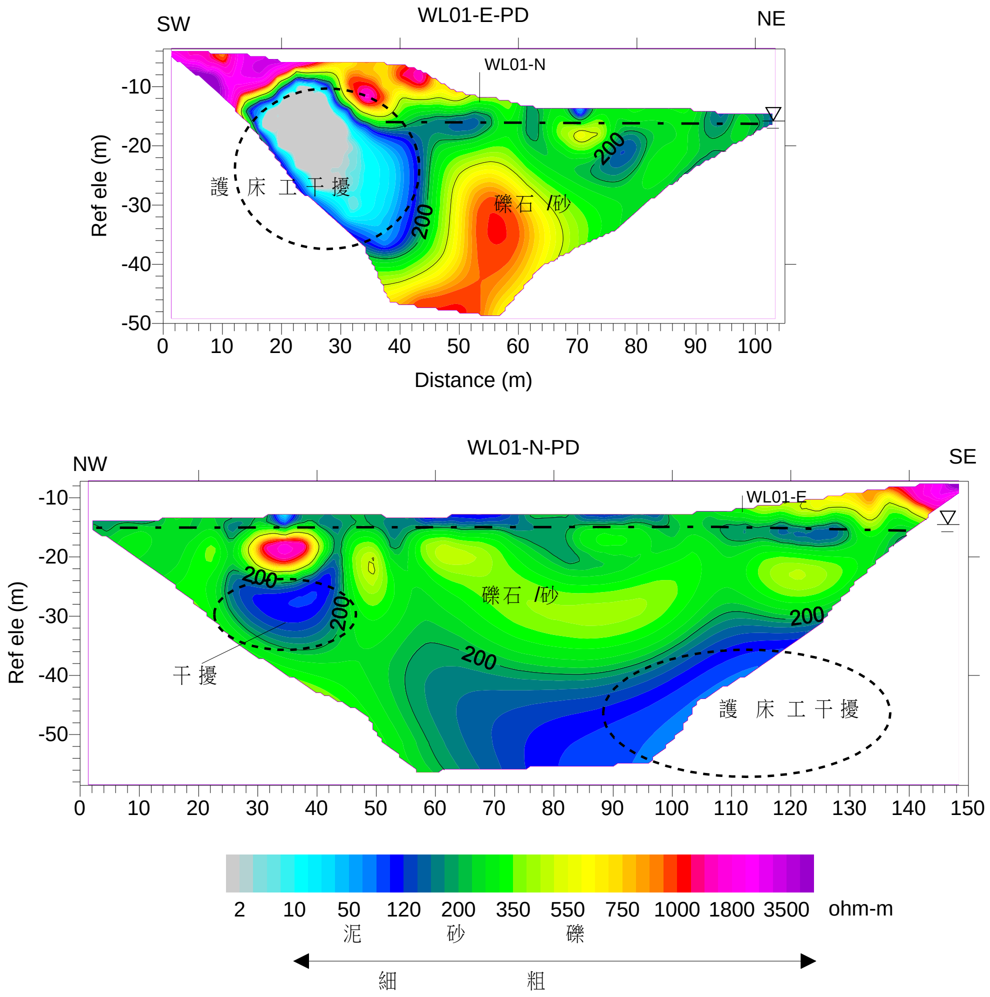


圖 4-38　WL-01 區測線地電阻影像剖面成果圖

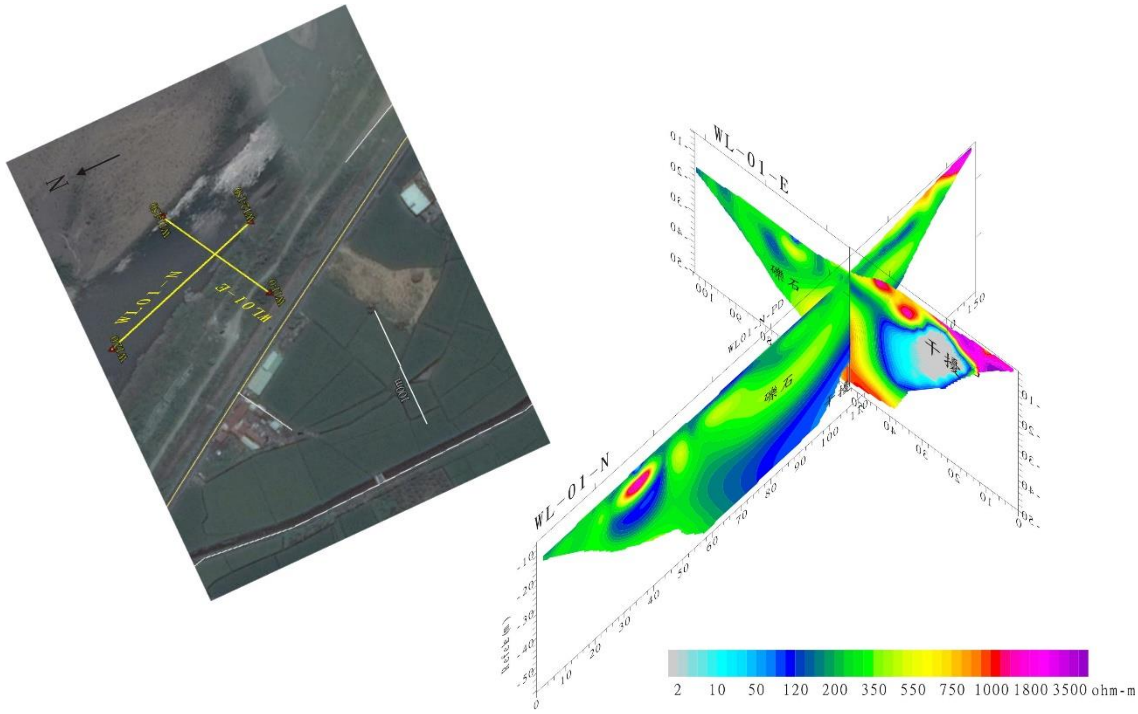


圖 4-39　WL-01 區測線地電阻影像剖面柵狀立屏圖

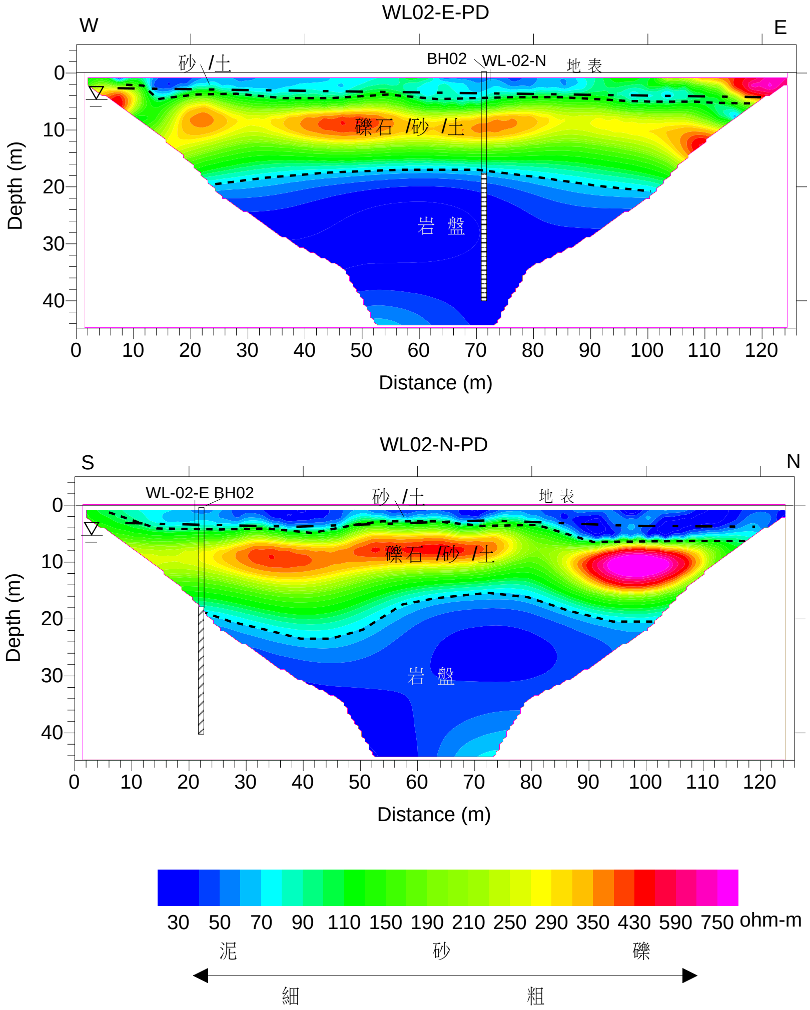


圖 4-40　WL-02 區測線地電阻影像剖面成果圖

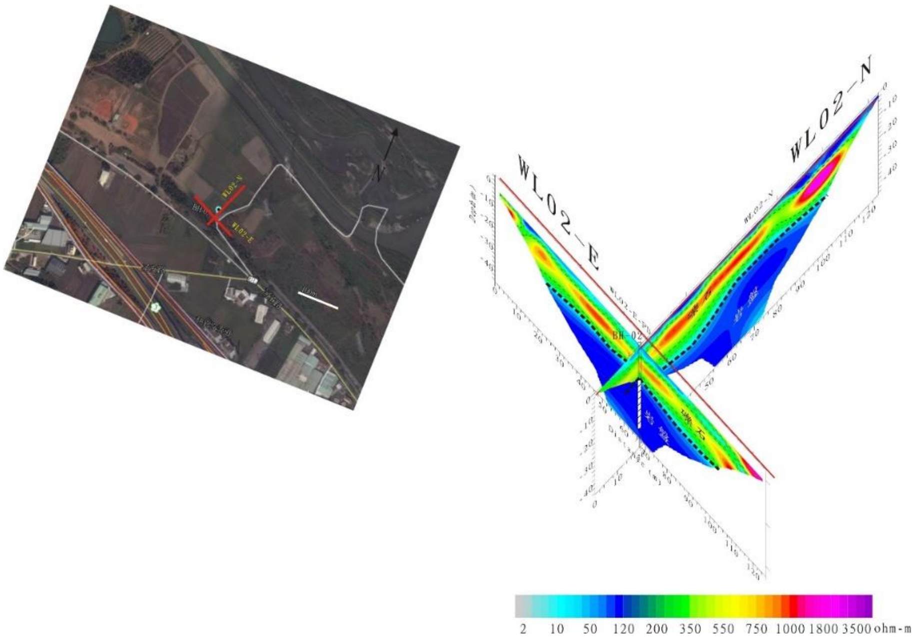


圖 4-41　WL-02 區測線地電阻影像剖面柵狀立屏圖

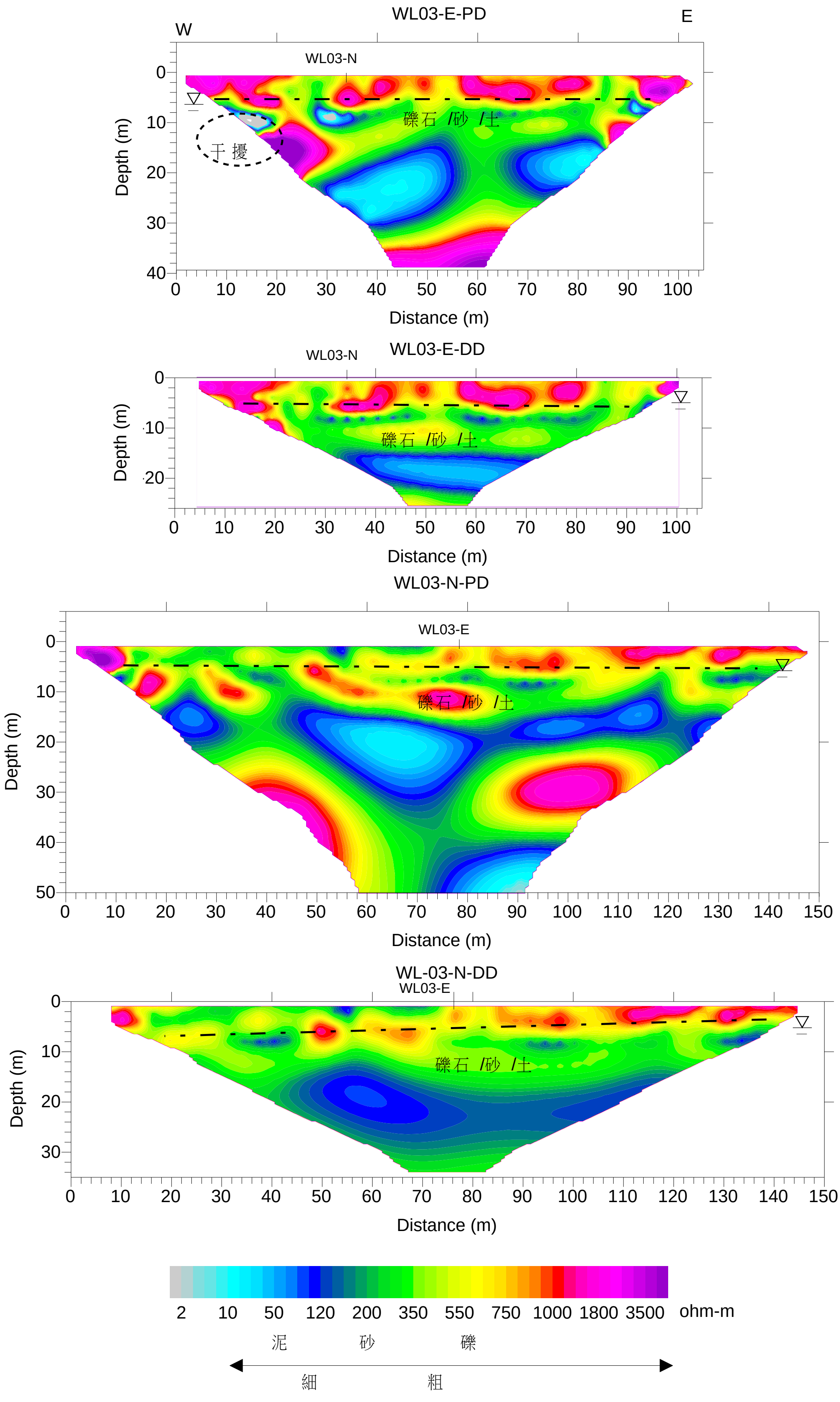


圖 4-42　WL-03 區測線地電阻影像(PD、DD)剖面成果圖

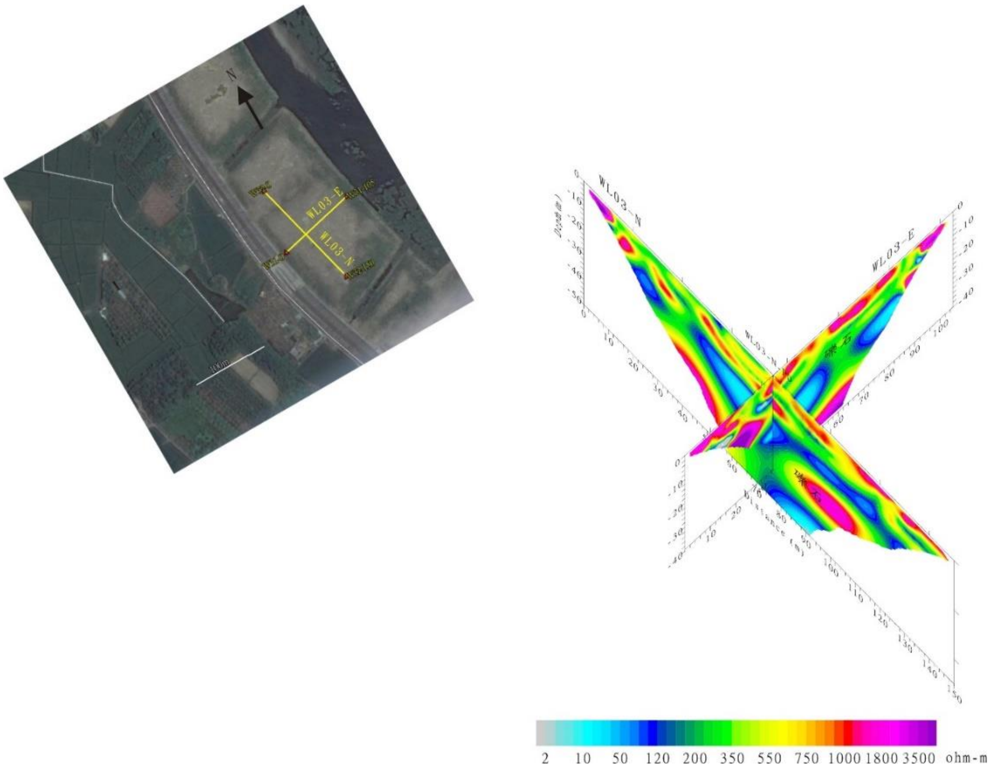


圖 4-43　WL-03 區測線地電阻影像剖面柵狀立屏圖

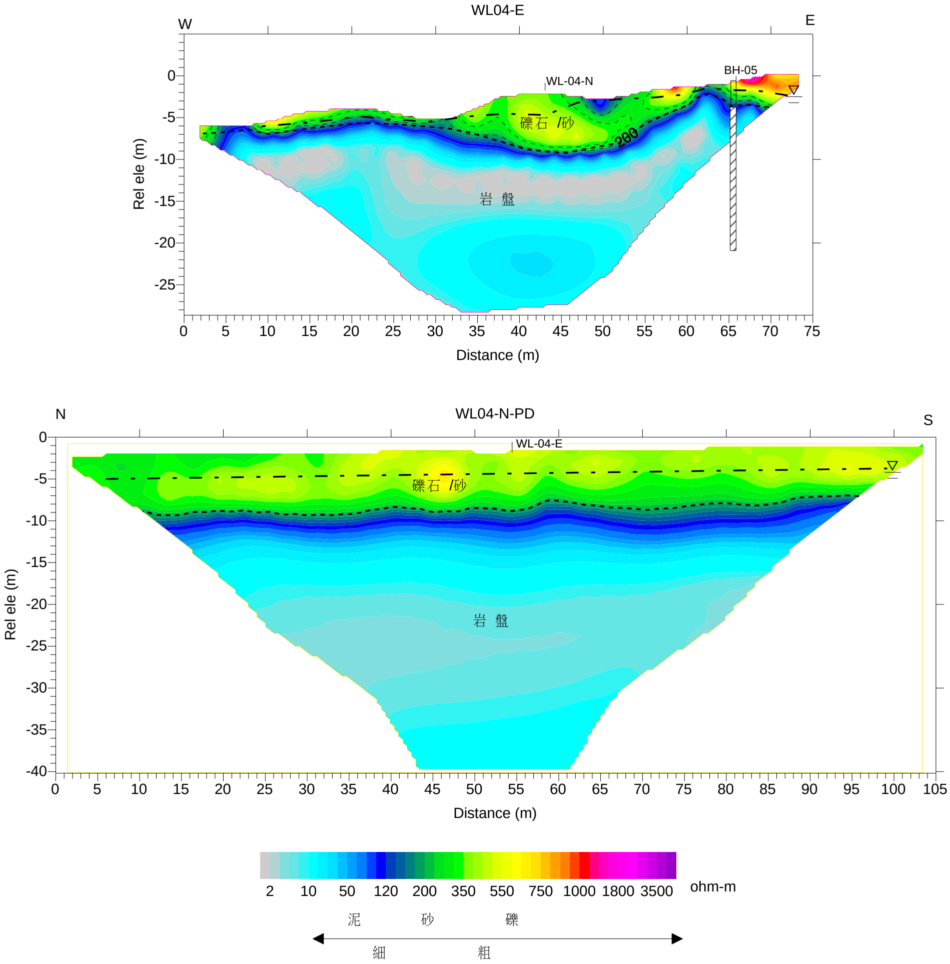


圖 4-44　WL-04 區測線地電阻影像剖面成果圖

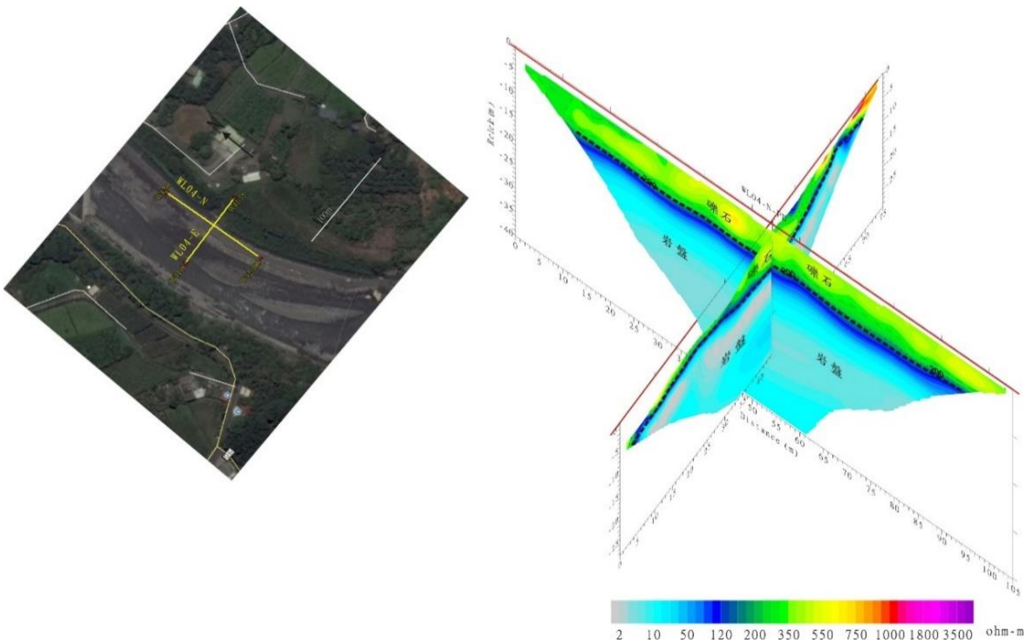


圖 4-45　WL-04 區測線地電阻影像面柵狀立屏圖

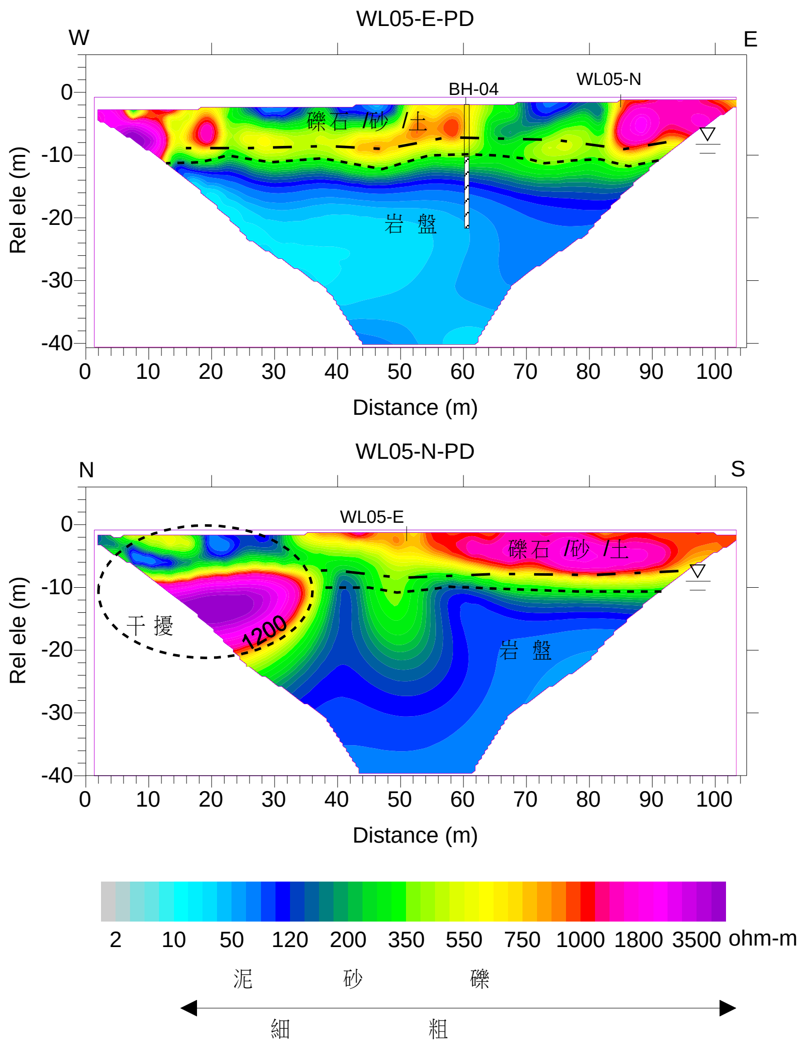


圖 4-46　WL-05 區測線地電阻影像剖面成果圖

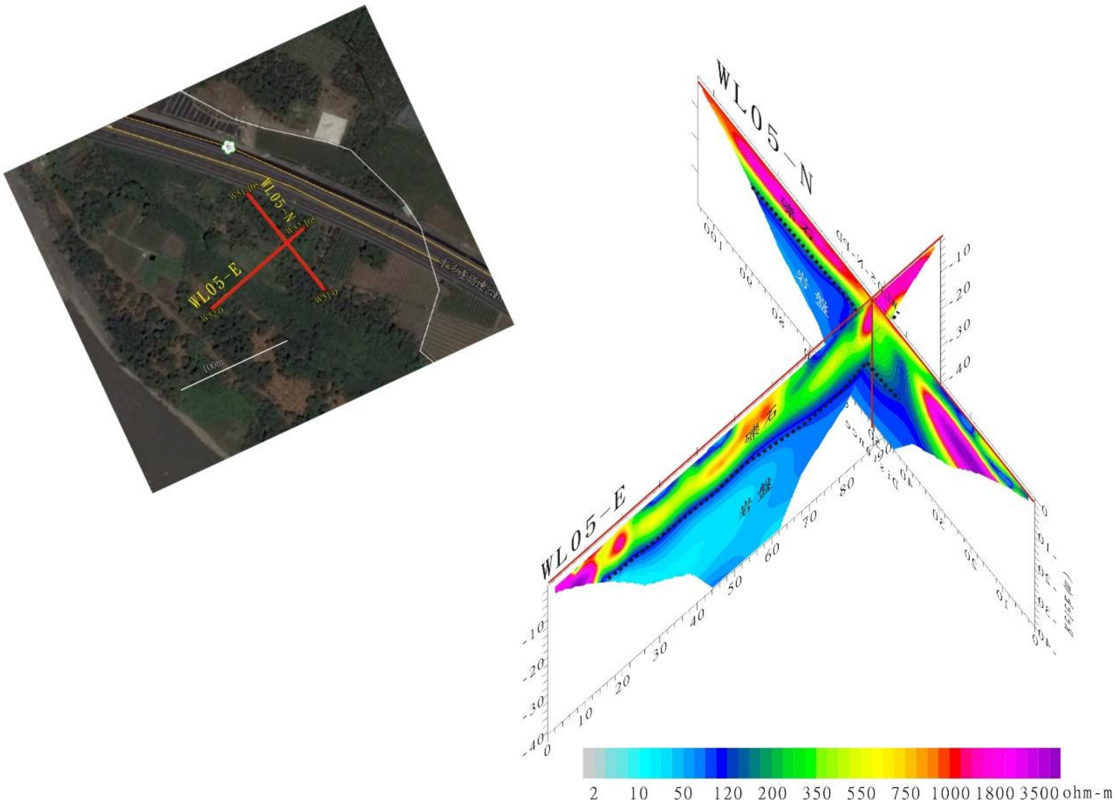


圖 4-47　WL-05 區測線地電阻影像剖面柵狀立屏圖

六、水質調查

水質調查以3處地面水及3處地下水水質檢測為主，每處各2次，本計畫於107年6月至9月進行水質調查，並於8月27日強降雨高濁度時，於烏溪烏嘴潭(BH-04)及北港溪大旗堰(BH-05)進行補充地下水水質補充調查，相關檢測方式及成果說明如后。

(一)檢測位置

地面水於大肚橋、利民橋、集泉橋、烏溪橋及高鐵橋上游等5處進行採樣，地下水於BH-02(烏溪)、BH-03(貓羅溪)、W1(筏子溪)、98GH-06(烏溪)及98GH-09(烏溪及貓羅溪匯流處)等5處進行採樣，強降雨高濁度時期另加測BH-04(烏溪烏嘴潭)及BH-05(北港溪大旗堰)，如圖4-48所示。

(二)檢測方式

水質檢測方式依環保署環境檢驗所公告之標準方法進行，檢測項目依飲用水水源水質檢測標準為之，水質檢測項目包含環保署「飲用水水源水質標準」所規範之檢測項目包含大腸桿菌群密度、氨氮、化學需氧量、總有機碳以及砷、鉛、鎘、鉻、汞、硒等重金屬試驗等共計十項，如表4-7所示。此外，本計畫另增加pH值、溫度、溶氧量、懸浮固體、生化需氧量、總磷、總硬度及總溶解固體物等，並參考行政院環保署「全國環境水質監測資訊網」於計畫區內的河川水質測站與地下水水質測站輔助以便於進行地下水水質調查之工作。

(三)檢測結果

水質採樣以飲用水水源水質標準及第二類地下水污染管制標準比較分析結果說明如下。

1、氫離子濃度指數

各測站採樣值介於每公升6.6~8.25毫克之間。

2、氨氮

大肚橋測站及利民橋測站採樣值分別為每公升1.53毫克及每公升1.1毫克，不符合飲用水水源水質標準；集泉橋測站、W1、 BH-03、BH-04 及 BH-05 採樣值僅超過第二類地下水污染管制標準每公升 0.25 毫克，其他各測站採樣值皆符合標準。

3、化學需氧量

地面水質利民橋站檢測質為每公升 30.4 毫克，另地下水水質 BH-03 及 W1 測站採樣質分別為每公升 88.6 毫克及每公升 30.8 毫克，超過飲用水水源水質監測標準，其他各測站採樣值皆符合標準。

4、總有機碳

地下水質 BH-03 測站採樣質為每公升 28.4 毫克超過飲用水水源水質監測標準，其他各測站採樣值皆符合標準。

5、大腸桿菌群

地面水質大肚橋、利民橋及集泉橋測站採樣值分別為每 100 毫升 32,000、46,000 與 47,000CFU，地下水 W1 測站採樣值每 100 毫升 29,000CFU，其他各測站皆符合標準。

6、鉛、鎘、鉻、砷、硒、汞

各測站各採樣值皆低於 0.05，皆符合飲用水水源水質監測。

綜合上述分析結果，地面水水質檢測成果超過飲用水水源水質標準之項目包含大腸桿菌群及化學需氧量，其餘項目皆符合飲用水水源水質標準；地下水水質檢測成果超過第 2 類地下水污染監測標準之項目包含氨氮及總有機碳，且超過飲用水水源水質標準之項目包含大腸桿菌群、總有機碳及化學需氧量等，其餘項目均符合標準(如表 4-8)，另於強降雨高濁度時期所加測之地下水水質(BH-04 及 BH-05)，除氨氮超過第 2 類地下水污染監測標準外，其餘均符合飲用水水源水質標準。本計畫地下水水質檢測成果以大腸桿菌、氨氮、化學需氧量及總有機碳檢測超標，與鄰近地下水檢測成果超標項目相符，研判應與地面農業種植行為有關。

表 4-7　水質檢驗項目之檢測方法

水質檢測項目	檢測方法	方法偵測極限
氫離子濃度指數	NIEA W424.50A	—
導電度	NIEA W217.51A	—
溶氧	NIEA W455.52C	—
懸浮固體	NIEA W210.57A	1.25 mg/L
生化需氧量	NIEA W510.55B	2.0 mg/L
氨氮	NIEA W448.51B	0.012 mg/L
總磷	NIEA W427.53B	0.0051 mg/L
大腸桿菌群	NIEA E202.54B	<10 CFU/100mL
化學需氧量	NIEA W517.52B	2.7 mg/L
總有機碳	NIEA W532.52C	0.095 mg/L
鉛	NIEA W306.52A	0.030 mg/L
鎘	NIEA W306.52A	0.0019 mg/L
鉻	NIEA W306.52A	0.020 mg/L
汞	NIEA W330.52A	0.00036 mg/L
砷	NIEA W434.53B	0.00031 mg/L
硒	NIEA W341.51B	0.00032 mg/L

說明：各項檢測方法符合環保署水質檢測方法作業規範。

表 4-8　地下水與地面水水質檢測分析結果及各項水質標準表

位置/日期		檢驗項目	pH	水溫 ℃	氨氮 mg/L	大腸桿菌群 CFU/100mL	總有機碳 mg/L	化學需氧量 mg/L	溶氧量 mg/L	生化需氧量 mg/L	懸浮固體 mg/L	總磷	總溶解固體	總硬度	砷 mg/L	鉛 mg/L	鎘 mg/L	鉻 mg/L	汞 mg/L	硒 mg/L
飲用水水源水質標準值			-	-	1	20,000	4	25	-	-	-	-	-	-	0.05	0.05	0.01	0.05	0.002	0.05
第 2 類地下水污染監測標準			-	-	0.25	-	10	-	-	-	-	-	1250	750	0.5	0.1	0.05	0.5	0.02	-
地面水質	大肚橋	6 月 19 日	7.04	24.5	1.53	3.2×10^4	4	20.3	4.68	4.1	62.5	0.53	-	-	0.0026	ND	ND	ND	ND	ND
	利民橋	6 月 19 日	7.04	24.1	0.81	3.0×10^3	3.1	30.4	4.52	5	150	0.392	-	-	0.0013	ND	ND	ND	ND	ND
		9 月 25 日	7.6	28.1	1.1	4.6×10^4	2.8	3.4	5.4	3.4	254	0.46	-	-	0.0035	ND	ND	<0.04	ND	ND
	集泉橋	6 月 19 日	7.02	24.6	0.51	4.7×10^4	3.9	19.1	4.28	3.2	41.2	0.609	-	-	0.0076	ND	ND	ND	ND	ND
	烏溪橋	9 月 25 日	7.9	27.2	<0.08	5.5×10^2	1.9	3.2	4.8	ND	27	0.092	-	-	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND
	高鐵橋上游	9 月 25 日	7.8	27.4	0.12	1.8×10^4	2.6	1.2	4.7	1.2	56.6	0.252	-	-	<0.0004	ND	ND	ND	ND	ND
地下水質	W1	6 月 19 日	7.85	24.9	**0.28**	2.9×10^4	1.9	30.8	-	-	-	-	191	141	0.0026	ND	ND	ND	ND	ND
	BH-02	6 月 19 日	7.95	24.5	0.15	45	1.7	4.2	-	-	-	-	210	140	0.0027	ND	ND	ND	ND	ND
	BH-03	6 月 19 日	8.25	25.3	**0.26**	2.8×10^3	**28.4**	88.6	-	-	-	-	255	162	0.0028	ND	ND	ND	ND	ND
		9 月 20 日	6.6	26.1	0.25	1.8×10^2	2.9	15.8	-	-	-	-	160	77.3	0.0006	0.0122	ND	ND	ND	ND
	BH-04	8 月 27 日	7.3	25.8	**0.27**	<10	1.9	8.6	-	-	-	-	367	122	0.0009	0.00285	ND	ND	ND	ND
	BH-05	8 月 27 日	7.5	25.4	**0.26**	<10	1.5	10.8	-	-	-	-	509	164	0.005	0.0128	ND	<0.01	ND	ND
	98GH-06	9 月 20 日	7.3	26.5	<0.08	4.2×10^3	1.7	2.8	-	-	-	-	210	139	0.0006	0.00185	ND	ND	ND	ND
	98GH-09	9 月 20 日	7.1	26.4	<0.08	9.8×10^2	1.7	4.5	-	-	-	-	340	239	0.0006	0.00143	ND	ND	ND	ND

備註：1.檢驗項目低於方法偵測極限之測定以"ND"表示。2.第二類地下水係指飲用水水源水質保護區外之地下水。3.灰底：表示不符合飲用水水源水質標準。
4.粗體字：表示不符合第 2 類地下水污染監測標準。

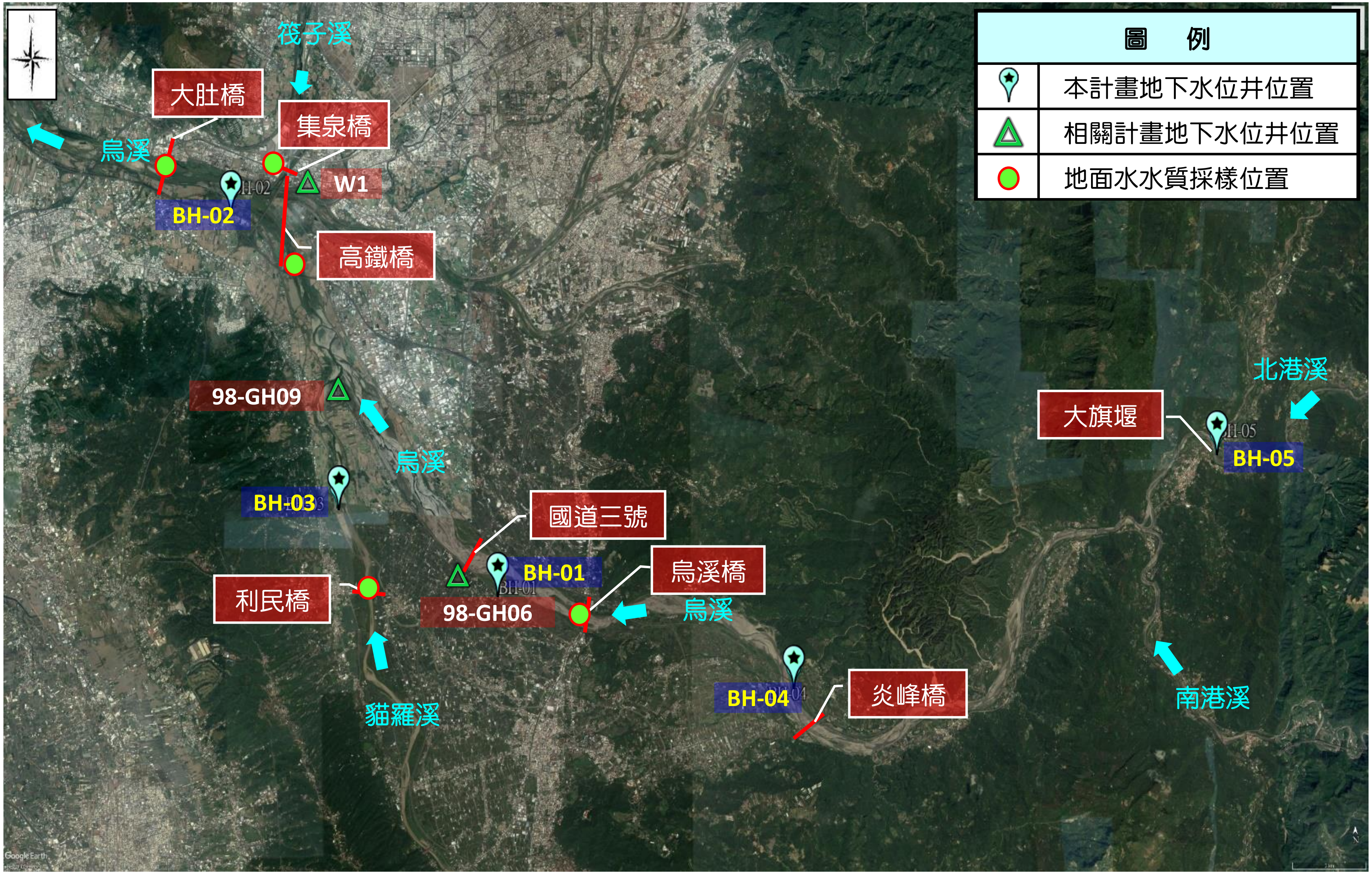


圖 4-48　本計畫水質檢測位置

七、地下水水位觀測

為瞭解計畫區域地下水位變化情形，作為數值模型模擬邊界條件參考資料，於地質鑽探作業完成後，將鑽孔改成地下水位觀測井進行水位監測作業，其中 BH-01～BH-05 採自計式水位計進行觀測，且定期每月派員進行地下水位觀測井之水位計調校及水位量測工作，地下水位觀測井位置如圖 4-49。

(一)本計畫地下水位觀測記錄

本計畫共 6 口地下水位觀測井之地下水位及雨量變化如圖 4-50，BH-01(烏溪國道三號橋上游)地下水位高程約在 58.08~60.51 公尺之間，地表高程約 77.16 公尺；BH-02(烏溪高鐵橋下游)地下水位高程約在 18.27~19.19 公尺之間，地表高程約 20.08 公尺；BH-03(貓羅溪利民橋下游)地下水位高程約在 40.97~42.10 公尺之間，地表高程約 45.29 公尺；BH-04(烏溪炎峰橋下游)地下水位高程約在 140.31~142.64 公尺之間，地表高程約 146.22 公尺；BH-05(北港溪大旗堰上游)地下水位高程約在 272.00~274.86 公尺之間，地表高程約 274.13 公尺。

(二)相關計畫地下水位觀測記錄

本計畫亦收集經濟部中央地調所「地下水水文地質與水資源調查-地下水庫活化與效益評估(2/4)」之計畫地下水位觀測井，其地下水位及雨量變化如圖 4-51，98GH-11(溪南國中)地下水位高程約在 27.31~32.30 公尺之間，地表高程約 35.54 公尺；98GH-09(貓羅溪與烏溪匯流處)地下水位高程約在 33.81~35.46 公尺之間，地表高程約 40.06 公尺；98GH-06(烏溪國道三號橋下游)地下水位高程約在 56.40~59.76 公尺之間，地表高程約 67.49 公尺；99GH-06(貓羅溪利民橋上游)地下水位高程約在 58.00~59.45 公尺之間，地表高程約 63.3 公尺。

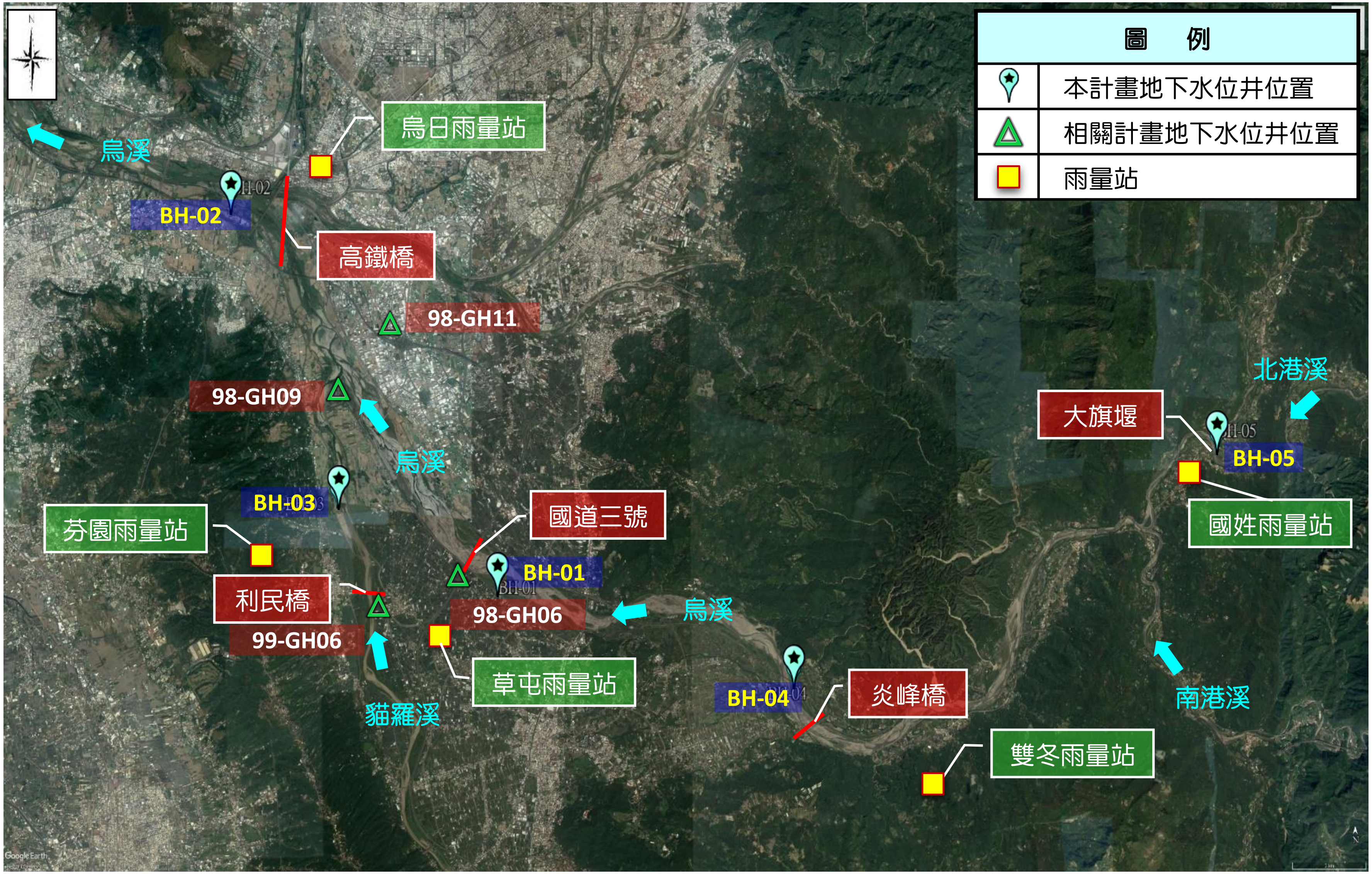
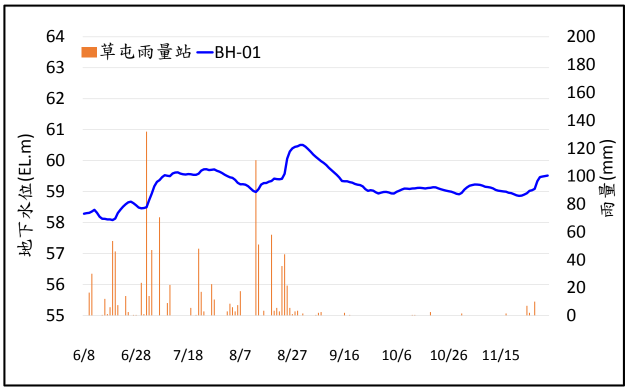
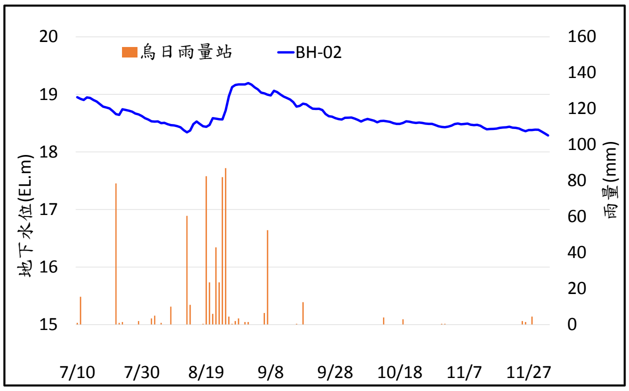


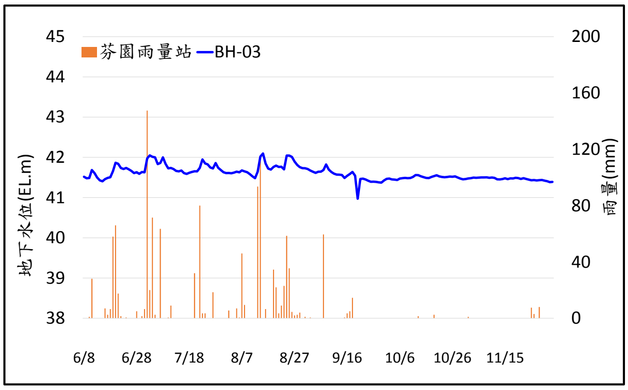
圖 4-49　本計畫地下水位觀測井位置分布圖



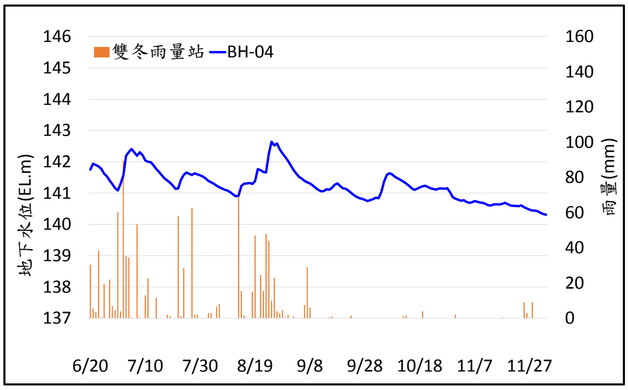
BH-01



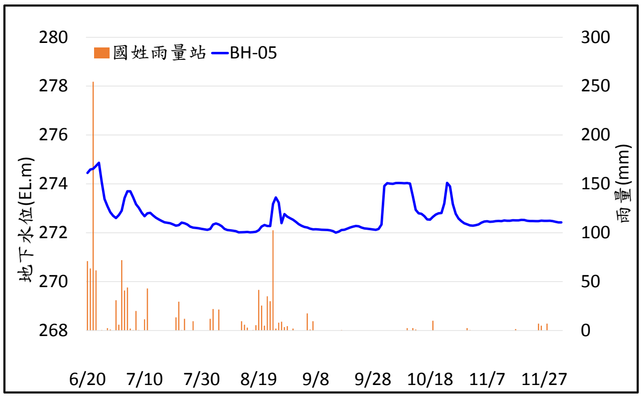
BH-02



BH-03

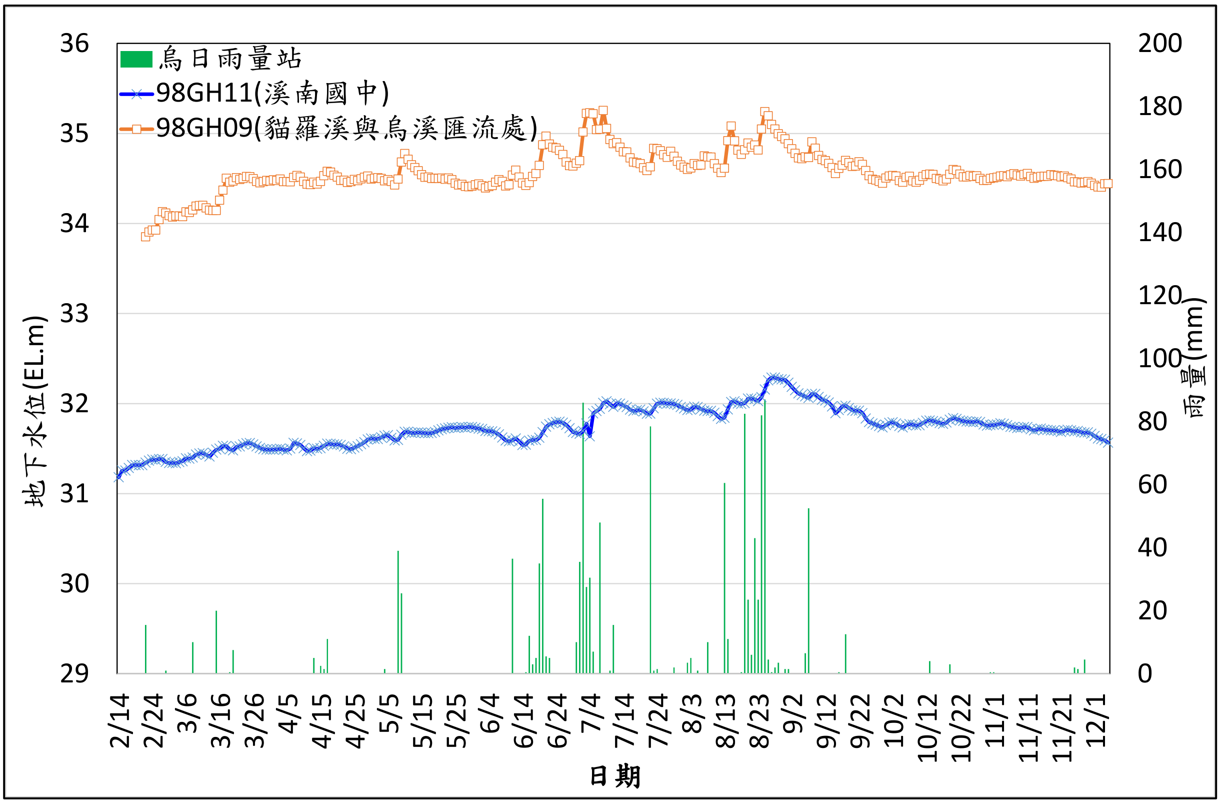


BH-04

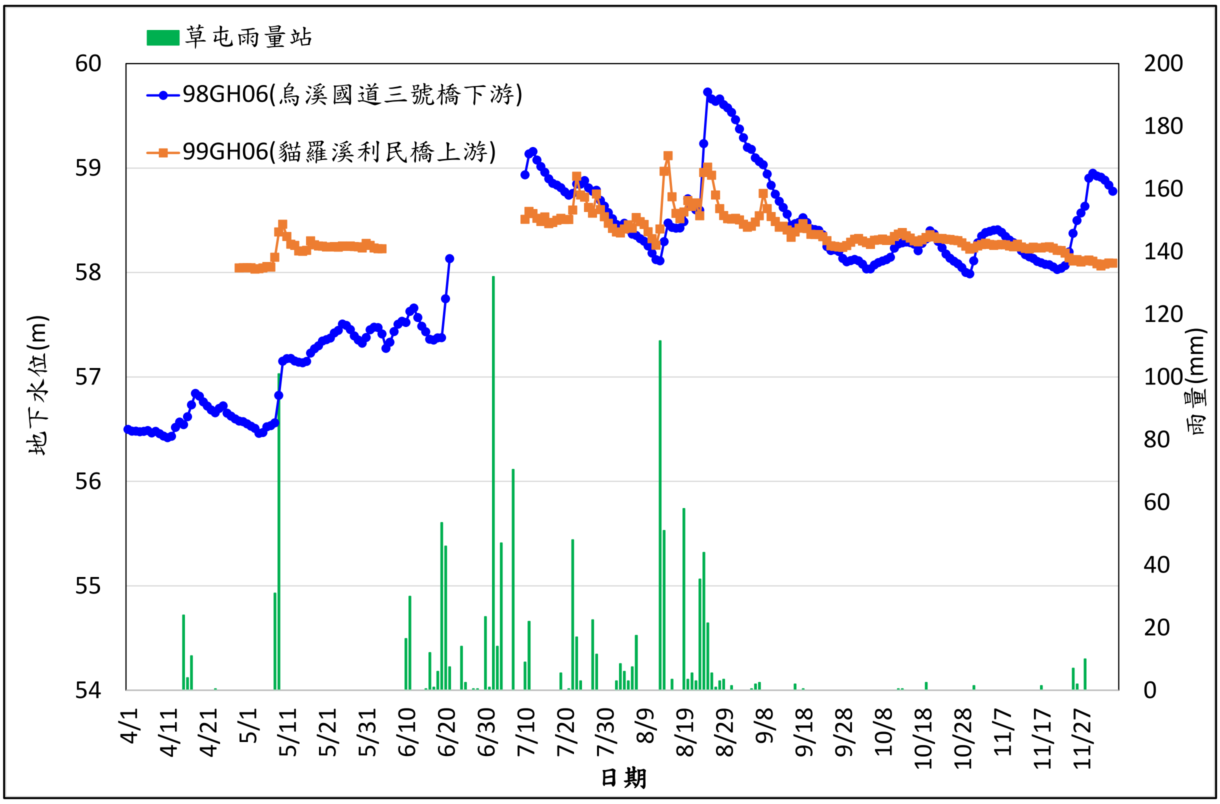


BH-05

圖 4-50　本計畫觀測井地下水位歷線圖



98GH-11 及 98GH-09



98GH-06 及 99GH-06

圖 4-51　相關計畫觀測井之地下水位歷線圖

八、流量調查

(一)調查目的

為了解調查河段範圍內河川出入滲情形，依河段水平衡分析概念，針對各河段配合各重要橋樑間位置，於計畫期間進行主支流流量觀測，依據水平衡方程式之水平衡關係，藉以分析河道出入滲量季節變化，如圖 4-52 所示。

(二)河川斷面流量計算方法

河川斷面流量之計算，一般可將全斷面分為若干垂直子斷面，量測每一部份的斷面積(ai，m^2)及平均流速(V_i，m/sec)，計算出垂直子斷面的流量，各子斷面流量的總和即為通過全斷面的流量。

$$Q=\sum_{i=1}^{n}q_i=\sum_{i=1}^{n}(V_i\times a_i) \qquad (1)$$

參考圖 4-53，其中 i 為測線編號，b_i 為測線距參考點的距離，通常以測橋左岸起點為參考點，d_i 為測線之水深。對於子斷面面積及流速有不同的取法，最常採用的方法為平均斷面法及中斷面法，說明如下：

1、平均斷面法

平均斷面法取相鄰 2 測線之區間為一子斷面，子斷面之流速為相鄰 2 測線流速之平均值，子斷面之深度為相鄰 2 測線深度之平均值。

$$q_i=\left(\frac{v_{i-1}+v_i}{2}\right)\times(b_i-b_{i-1})\times\left(\frac{d_{i-1}+d_i}{2}\right) \quad ;\ i=2,3,\ldots..n \qquad (2)$$

2、中斷面法：

中斷面法以某測線為中心，取與前一測線之中點為子斷面之左邊界、取與後一測線之中點為子斷面之右邊界，子斷面之流速即為中心測線之流速、子斷面之深度即為中心測線之深度。

$$q_i=v_i\times\left(\frac{b_i-b_{i-1}}{2}+\frac{b_{i+1}-b_i}{2}\right)\times d_i=v_i\times\left(\frac{b_{i+1}-b_{i-1}}{2}\right)\times d_i \quad ;\ i=2,3,\ldots..n-1 \qquad (3)$$

採用平均斷面法或中斷面法計算流量，其結果差異不大。水利署編製的「河川水位流量觀測手冊」乃採用中斷面法計算河道

斷面流量，故本計畫將採用中斷面法計算斷面流量。

(三)量測方法與步驟

以上式中有3個量測量：測線位置b_i、測線水深d_i及測線流速v_i，以下說明各量測量之量測方式及量測步驟：

1、測線位置

首先要定出測線位置，如圖 4-53，測線 b_1 為河道水域之右邊界線位置。b_1 與 b_n 之間插入(n-2)條測線，測線之數目，依據「河川水位流量觀測手冊」之規定，以不少於 10 個測線為原則，一般情況則依流速測線間距對照表之建議決定測線間距，如表 4-9。測線位置之量測最為簡單，一般以皮尺或鋼尺即可測得，若測站在橋樑位置，實務上常先在護欄上標註里程數字(公尺)，通常以左岸橋頭為 0 點，流量測定時只需記錄測線里程數(公尺)即可。

2、測線水深

測線水深之量測通常採用測深桿(涉測時)或測深錘(橋面吊測時)。採用測深桿量測水深時，直接讀取測桿之刻劃讀數即可，測深桿 5(公分)一刻劃，當水面在刻劃之間時以估讀方式讀出水深。採用測深錘量測水深時，先測出護欄至水面高度，再測出護欄至底床高度，兩者差值即為測線水深。

3、測線流速

水利署「河川水位流量觀測手冊」採用中型普萊斯流速儀為基準。依據水深不同可分為單點法、二點法、三點法，用以求出各測線上之平均流速，如表 4-10 所示。

依據美國地質調查所「河道測站量水手冊」，中型普萊斯流速儀適用的流速範圍為每秒 0.2~12 英呎(每秒 0.06~3.6 公尺)，適用水深為 1.25 英呎(0.38 公尺)以上。如果河道流速太快或水深太淺，不適用普萊斯流速儀量測流速時，本計畫將改採手持式雷達波表面流速儀量測流速。

4、手持式雷達波表面流速儀

近年來隨科技之發展，超音波及雷達波流速儀已普遍用在河川流速之量測，美國 Applied Concepts 公司生產之 Stalker Pro II SVR，其基本規格如表 4-11 所示。

手持式表面流速儀之使用規範已列入水利署編制之「全洪程觀測作業手冊(草案)」中，摘錄如下：

利用雷達測速槍進行流速量測時，將其瞄準待測斷面之水面位置以進行量測，經過 60 秒流速儀完成每 5 秒 1 筆流速的量測，共計 12 筆資料後，流速儀即自動關閉雷達波傳送停止量測，並顯示平均值。量測作業實施方式為：

(1)手持式微波雷達槍置於橋欄杆上，量測俯角介於 20°至 40°間。

(2)與水流方向之夾角以 10°以內為宜。

(3)以往上游方向施測為原則。

(4)施測點應避開橋墩，避免受橋墩擾流影響。

(5)每測點應進行 2 次以上之量測，取其平均值推估流量。

(6)表面流速乘以流速比β值以推估平均流速；β值暫訂為 0.85。

(四)流量量測成果

本計畫流量觀測於 107 年 3 月 22 日及 107 年 9 月 4 日進行烏溪橋至溪尾橋流量量測作業(如圖 4-54)，惟後續針對實際開發河段，修正河川實測量測位置。流量量測及圳路取水量蒐集成果詳表 4-12 所示，流量量測記錄詳附錄三，測量成果說明如后。

民國 107 年 3 月份流量觀測前 7 天有 27.5 毫米降雨，經現地量測 3 月 22 日烏溪橋流量約 8.91 秒立方公尺，溪尾橋流量約 7.81 秒立方公尺，該日阿罩霧二圳無引水。

民國 107 年 9 月份流量觀測前 30 天共降下 480 毫米降雨，經現地量測 9 月 4 日烏溪橋流量約 62.22 秒立方公尺，溪尾橋流量約 49.24 秒立方公尺，該日阿罩霧二圳流量約 2.01 秒立方公尺。

(五)流量觀測水平衡分析

為了解烏溪河段之河川出入滲分佈情形，針對烏溪主流河段配合各重要橋樑間位置，進行主支流流量觀測，依據水平衡方程式分別建立河段之水平衡關係，藉以分析河道出入滲變化。水平衡方程式為：

$$I - O = \frac{dS}{dt}$$

式中，I 為流入系統水量，O 為流出系統水量，S 為系統存水量，假設系統儲存水量變化為零，則

$$\overline{I} - \overline{O} = \overline{\frac{dS}{dt}} = 0$$

據此可進行河段之水平衡分析，本計畫利用大安溪主支流流量觀測結果，分析各河段之出入滲量，Q_L 正負情形分別代表出入滲情形如下：

1、$Q_L>0$，則為出滲。

2、$Q_L<0$，則為入滲。

依流量量測位置區分為烏溪橋至溪尾橋之河段，流量量測結果均為入滲現象，枯水期間烏溪橋至溪尾橋間入滲量約每秒 1.10 立方公尺，豐水期間烏溪橋至溪尾橋間入滲量約每秒 10.97 立方公尺，河段之水平衡計算成果詳表 4-12 所示。

表 4-9　流速測線間距對照表

水面寬(m)	10-20	20-40	40-60	60-80	80-101	101-150	150-200	200 以上
流速測線間距(m)	2	4	6	8	10	12	20	30

表 4-10　不同水深各測線平均流速測定方法

測線水深 H		流速測定法	流速儀在水面下 各點深度	各測線平均流速 V_m
涉測	0.3m 以下	一點法	0.6H	$V_{0.6}$
	0.3~1m 之間	二點法	0.2H，0.8H	$(V_{0.2}+V_{0.8})/2$
吊測	0.75m 以下	一點法	0.6H	$V_{0.6}$
	0.75~2m 之間	二點法	0.2H，0.8H	$(V_{0.2}+V_{0.8})/2$
	2m 以上	三點法	0.2H，0.6H，0.8H	$(V_{0.2}+2V_{0.6}+V_{0.8})/4$ 或$(V_{0.2}+V_{0.6}+V_{0.8})/3$

表 4-11　Stalker Pro II SVR 表面流速儀基本規格

1. 流速量測範圍	0.1~18.0 m/s
2. 流速量測精確度	±0.1 m/s
3. 計時範圍	0~99.9 sec
4. 計時精度	0.1 sec
5. 最大作業範圍	100 m
6. 發射功率	50 mW
7. 發射頻率	34.7 GHz (Ka-Baud)
8. 工作溫度	-30℃ ~65℃
9. 電源	鋰電池，可連續觀測 6hr
10 防水能力	水下 1.0 m

表 4-12　烏溪橋至溪尾橋河段水平衡分析表

河段	流量類別		量測點		觀測日期		備註
					107/03/22	107/09/04	
烏溪橋至溪尾橋	Q_{in}	主流	烏溪橋		8.91	62.22	
	q_s	支流	-	-	-	-	
	Q_{take}	圳路	右岸	阿罩霧二圳	0	2.01	3/22 無引水
	Q_{out}	主流	溪尾橋		7.81	49.24	
	Q_L	$Q_{out}-Q_{in}-q_s+Q_{take}$			-1.10	-10.97	
					入滲	入滲	QL>0 為出滲 QL<0 為入滲

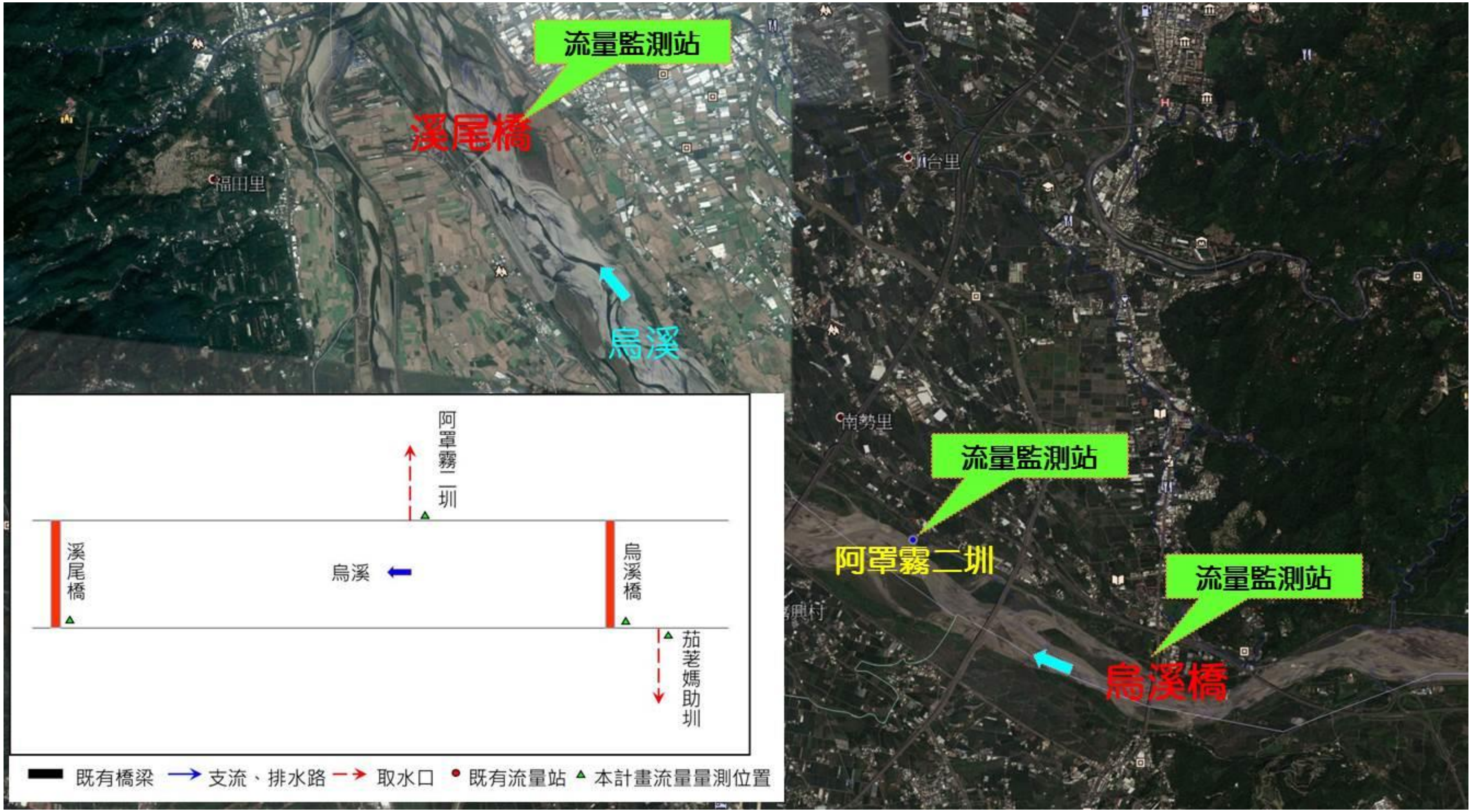


圖 4-52　調查河段內流量觀測點位置分布圖

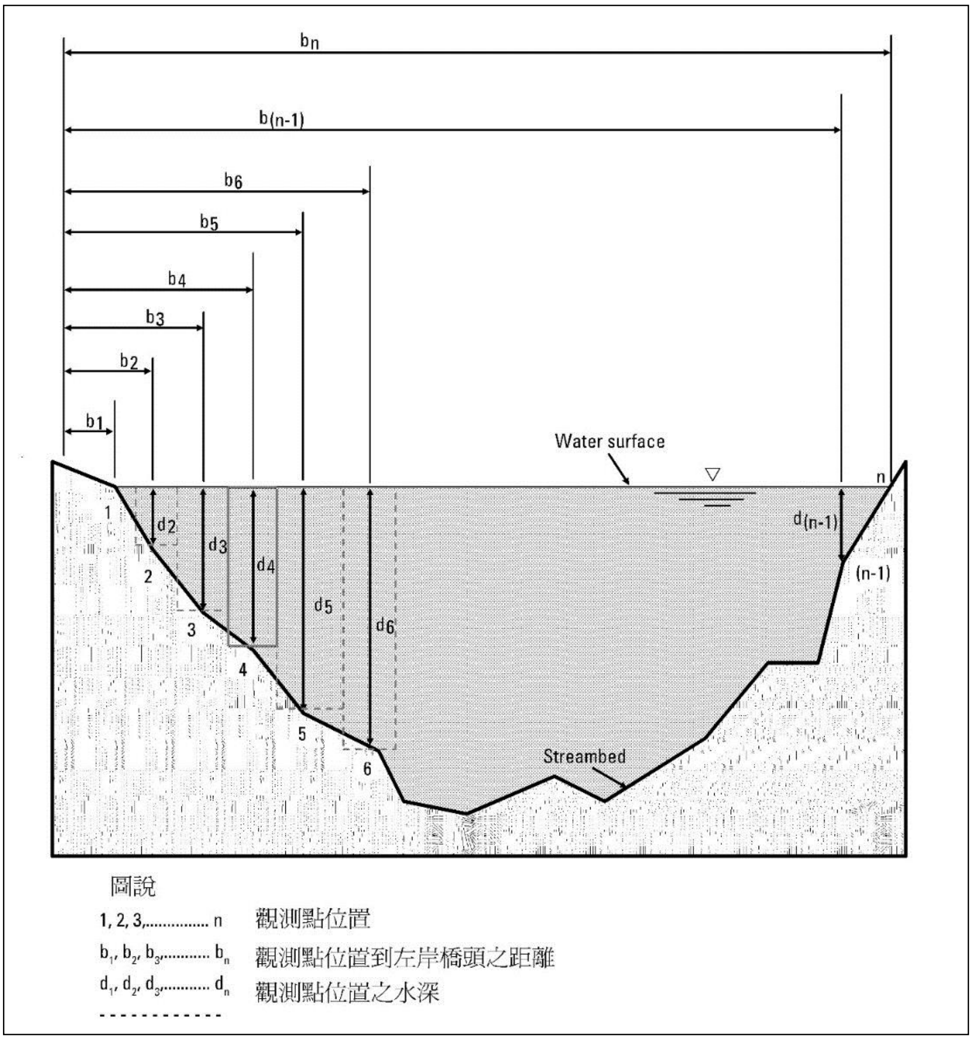


圖 4-53　河道斷面流量計算示意圖

	
流量量測作業工具	現場流量量測作業

圖 4-54　流量量測作業照片

九、試驗調查評析

本計畫目前已完成5處地質鑽孔作業及地球物理探測作業，且完成微水試驗並取得其透水係數，同時於107年6月開始進行各觀測井之地下水位觀測工作；另於107年3月至10月期間分別完成枯水期及豐水期流量量測及地下水井溫、流速流向量測作業、地下水及地面水之水質檢測等作業，針對上述各項試驗成果之綜合評估說明如下。

(一)水文地質參數探查

1、烏溪上游(烏嘴潭攔河堰堰堰軸附近)

由地質鑽探及地球物理探測成果，烏嘴潭攔河堰沖積層厚度約7.0～8.0公尺，土壤組成以卵礫石夾粉土質砂為主，透水係數約每秒 2.71×10^{-5} 公尺。

2、烏溪中游(中投公路橋下游)

由地質鑽探及相關計畫之地球物理探測成果，烏溪中游(中投公路橋下游)沖積層厚度約40～70公尺，土壤組成以卵礫石夾粉土質砂為主，透水係數約每秒 2.90×10^{-5} 公尺。

3、烏溪下游(台74橋下游)

由地質鑽探及地球物理探測成果，烏溪下游(台74橋下游)沖積層厚度約14.0~24.0公尺，土壤組成以卵礫石夾粉土質砂為主，透水係數約每秒 7.11×10^{-5} 公尺。

4、貓羅溪(利民橋下游)

由地質鑽探及地球物理探測成果，貓羅溪(利民橋下游)沖積層厚度約40～50公尺，土壤組成以卵礫石夾粉土質砂為主，透水係數約每秒 6.02×10^{-5} 公尺。

5、北港溪(大旗堰上游)

由地質鑽探及地球物理探測成果，北港溪大旗堰上游沖積層厚度約7.0公尺，土壤組成以卵礫石夾粉土質砂為主，透水係數約每秒 7.23×10^{-5} 公尺。

綜合上述並參考民國86年「臺灣地區地下水觀測網第一期計畫八

十四及八十五年度屏東平原水文地質調查研究報告」，烏溪與貓羅溪伏流水取水地質條件中級～佳級之間，如表 4-13 所示。

綜合彙整本計畫地質調查成果及鄰近烏溪流域之相關計畫之地質調查成果，繪製烏溪及貓羅溪之地質剖面圖，由烏溪地質剖面圖得知烏溪橋上游沖積層厚度約 3～8 公尺之間；烏溪橋至台 74 橋之間鑽孔進尺深度內均未達岩盤，保守研判沖積層厚度約 25～100 公尺；台 74 橋下游至大肚橋沖積層厚度約 18～45 公尺之間，如圖 4-55。由貓羅溪地質剖面圖得知，於溪頭橋下游至與烏溪匯流口間，於鑽探近尺深度內均未達岩盤，保守研判沖積層厚度約 13～40 公尺之間，如表 4-14 及圖 4-56。

表 4-13　伏流水取水分類表

<table>
<tr><th rowspan="2">水文地質</th><th rowspan="2">岩性</th><th rowspan="2">土層分類</th><th colspan="2">透水係數</th><th rowspan="2">分類</th><th rowspan="2">透水係數代表值(m/s)</th></tr>
<tr><th>m/day</th><th>m/s</th></tr>
<tr><td rowspan="5">含水層</td><td rowspan="3">平原區之礫石層或砂層</td><td>卵石砂礫(GP)砂礫</td><td>≧86</td><td>≧10^{-3}</td><td>A(極佳級)</td><td>10^{-3}</td></tr>
<tr><td>砂層(S)</td><td>85~8.6</td><td>9.9×10^{-4}~1.0×10^{-4}</td><td>B(佳級)</td><td>10^{-4}</td></tr>
<tr><td rowspan="2">砂質土(Sa)</td><td rowspan="2">8.5~0.86</td><td rowspan="2">9.9×10^{-5}~1.0×10^{-5}</td><td rowspan="2">C(中級)</td><td rowspan="2">10^{-5}</td></tr>
<tr><td rowspan="2">丘陵或台地之礫石層</td></tr>
<tr><td></td><td>0.85~0.086</td><td>9.9×10^{-6}~1.0×10^{-6}</td><td>D(差級)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>阻水層</td><td>泥層、黏土層或固結岩層</td><td>粘土(C)</td><td>≦0.085</td><td>≦9.9×10^{-7}</td><td>E(極差級)</td><td>10^{-6}</td></tr>
</table>

資料來源：臺灣地區地下水觀測網第一期計畫八十四及八十五年度屏東平原水文地質調查研究報告，經濟部中央地質調查所，民國 86 年。

表 4-14　烏溪及貓羅溪鄰近區域鑽孔資料

溪流	工程名稱	孔號	位置	縱坐標	橫坐標	井頂高程 (EL.m)	水位高程 (EL.m)	鑽孔深度 (m)	含水層厚度 (m)	備註
烏溪	烏溪大度攔河堰工程規劃初步工程規劃報告	CH-11	福馬圳下游	2667856	204261	9.30	6.20	50.2	20～35	
	本計畫	BH-02	台 74 橋下游	2665906	209331	20.09	17.89	40.0	14.0~24.0	
	台中盆地地下水資源利用調查評估	098-GH01	國道 3 號橋上游	2666842	210752	28.90	20.39	18.4	18.4m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	台中盆地地下水資源利用調查評估	098-GH07	貓羅溪匯流口	2662960	212226	26.33	22.06	25.0	25.0m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	台中盆地地下水資源利用調查評估	098-GH09	溪尾橋下游	2661522	212203	40.06	34.19	16.2	16.2m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	106 年台中盆地地下水資源調查開發評估	WU-0	溪尾橋下游	2660810	212848	40.25	31.05	100.0	100.0m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	106 年度第三河川局地下水自記式觀測站井建置計畫	溪岸觀二	溪尾橋上游	2659604	213405	46.17	39.13	80.0	80.0m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	台中盆地地下水資源利用調查評估	098-GH06	國道 3 號橋下游	2657259	215660	67.49	57.67	24.2	24.2m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	本計畫	BH-01	中投公路橋下游	2656587	216615	77.17	55.84	40.0	40.0m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	台中盆地地下水資源利用調查評估	099-GH03	烏溪橋下游	2655436	218333	97.30	65.87	55.2	55.2m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	中橫快速公路霧峰埔里段工程規劃大地評估	PA-02	烏溪橋上游	2655729	220657	106.37	104.97	30.0	0~8.5	
	本計畫	BH-04	炎峰橋下游	2654170	224726	146.22	142.22	20.0	0~8.0	
	烏溪柑子林取水口改善規劃補充地質調查報告	DH-95-08	雙冬橋下游	2652623	226287	172.00	170.11	20.0	0~3.4	
	烏溪柑子林取水口改善規劃補充地質調查報告	DH-95-10	同心橋下游	2653567	228754	205.00	201.32	20.0	0~3.0	
	135 線舊國姓橋改建工程	B-3	舊國姓橋	2658032	234364	240.87	237.57	40.1	2.4~9.2	
	本計畫	BH-05	福興橋上游	2659909	236157	274.13	273.63	20.0	3.0~8.0	
貓羅溪	台中盆地地下水資源利用調查評估	098-GH07	貓羅溪匯流口	2662960	212226	26.33	22.06	25.0	25m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	台中盆地地下水資源利用調查評估	098-GH09	溪尾橋下游	2661522	212203	40.06	34.19	16.2	16.2m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	本計畫	BH-03	利明橋下游	2658653	212210	45.29	41.79	40.0	40m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	台中盆地地下水資源利用調查評估	099-GH06	利明橋上游	2656470	213273	63.30	58.44	13.5	13.5m 以上	鑽探深度內未達岩盤
	台中盆地地下水資源利用調查評估	098-GH08	溪頭橋下游	2651882	214211	82.34	67.96	17.4	17.4m 以上	鑽探深度內未達岩盤

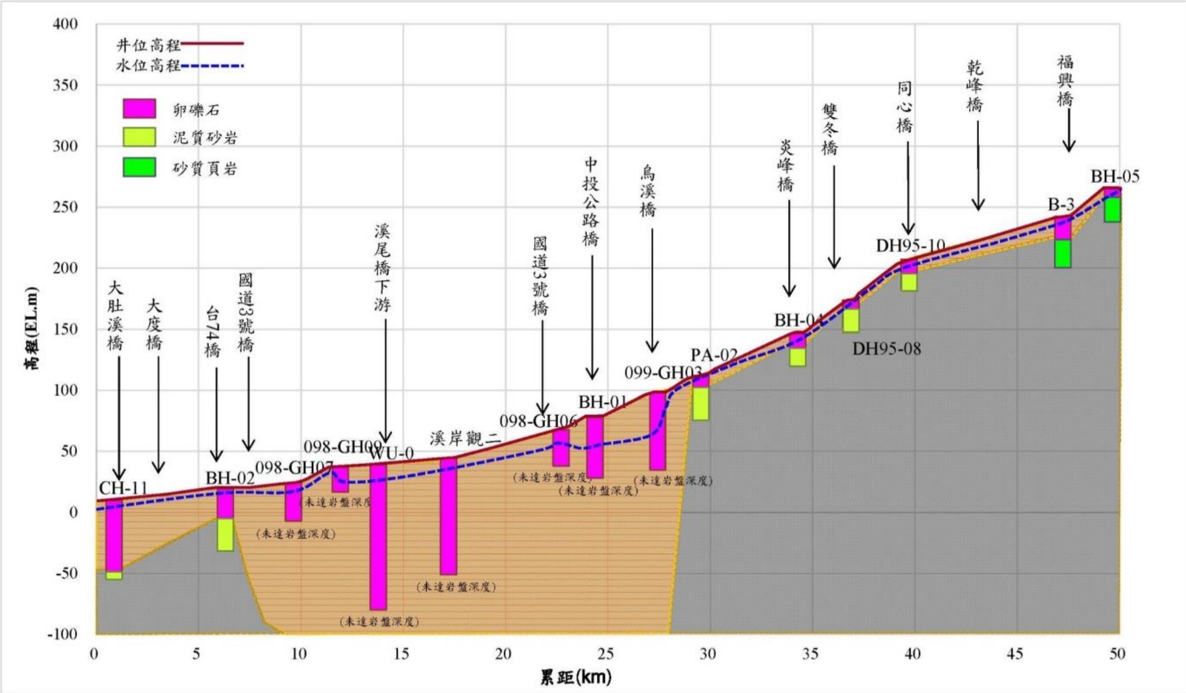


圖 4-55　烏溪地質剖面圖

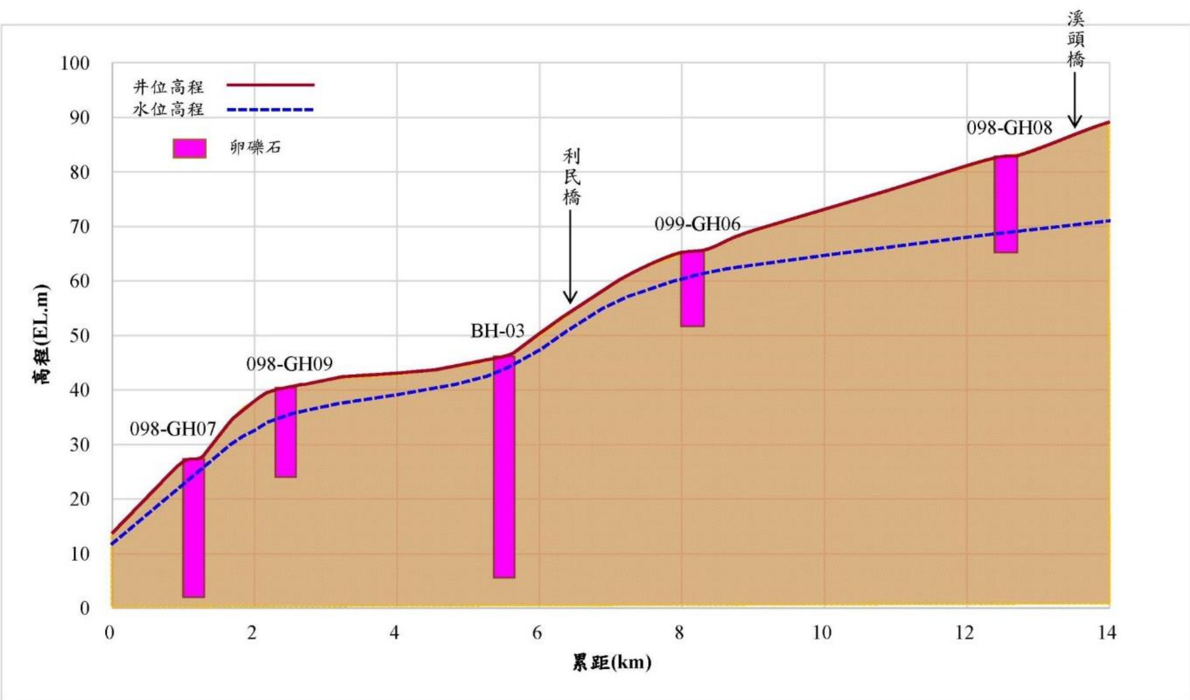


圖 4-56　貓羅溪地質剖面圖

(二)地面水與地下水關係

1、流量調查

本計畫於 107 年 3 月及 9 月完成地面水流量調查作業，依據量測河段逕流量水文分析結果，烏溪橋(斷面55)至溪尾橋(斷面42)上游河段屬河道補注地下水河段。

2、地下水位觀測資料

由「台中盆地地下水資源利用調查評估(3/3)」及本計畫蒐集與觀測之地下水位資料，進行地下水與河道關係探討，由地下水位與鄰近河道最低點高程比對結果得知(如表 4-15)，烏溪主流約於斷面 49~斷面 55 之間為河道補注地下水，貓羅溪於河道斷面 1 至斷面 30 之間，除約於斷面 17 為河道補注地下水外，其餘水量交換方向均為地下水流出。

3、地下水井溫量測

本計畫於 107 年 4 月及 8 月完成地下水井溫量測作業，量測成果顯示，位於烏溪國道三號橋之地下水受河川水補注，且地下水位面下 0~10 公尺有顯著之地面水與地下水交換行為。

綜合上述調查成果，烏溪於烏溪橋(斷面 55)至溪尾橋(斷面 42)河段屬河道補注地下水河段，貓羅溪於斷面 1 至斷面 30 間大略均屬地下水流出。

(三)水質調查

本計畫目前已完成豐水期地面水 5 站及地下水 5 站之水質檢測作業，就地面水部分烏溪大肚橋之氨氮及大腸桿菌群未符合標準，貓羅溪利民橋之化學需氧量、大腸桿菌群及氨氮等項目未符合標準，筏子溪集泉橋之大腸桿菌群未符合標準；地下水在貓羅溪 BH-03 孔之化學需氧量超標，筏子溪 W1 孔之化學需氧量及大腸桿菌群不符合標準。

參考 106 年「台中盆地地下水資源調查開發評估(1)」成果報告，烏溪南岸場址(2)觀測井(於貓羅溪匯流口下游)，地下水值檢測成果硫

酸鹽的濃度比例較高、鈉濃度也相對偏高；筏子溪的地面水的硫酸鹽比例稍微高些，TDS 也比地下水高些研判可能是受到了地面農業活動或地面水入滲的影響。

綜合計畫區域，烏溪流域水質部分受到農業及民生污水影響，導致部分水質監測項目超標，未來污水下水道完成及農業耕作方式改善後應可改善水質情形；此外，於高濁度強降雨時，大旗堰及烏嘴潭地區之地下水水質均無超標之情形。

表 4-15　地下水水位與河道斷面最低點高程比較表

河道	地下水位站	對應河道斷面	地下水水位最高(m)	地下水水位最低(m)	平均地下水位(m)	斷面最低點高程(m)	水量交換方向
烏溪	BH-02	SEC 29	18.34	19.19	18.76	10.77	地下水流出
	南岸場址(2)	SEC 37	24.00	22.40	23.30	16.73	地下水流出
	098-GH09	SEC 40	35.47	33.49	34.11	23.71	地下水流出
	溪尾國小	SEC 43	45.46	31.65	41.69	33.15	地下水流出
	098-GH06	SEC 49	59.88	54.17	56.20	59.40	河道補注地下水
	BH-01	SEC 52	60.51	58.08	59.30	69.05	河道補注地下水
	099-GH03	SEC 55	67.83	64.94	65.91	82.97	河道補注地下水
	BH-04	SEC 65	142.64	140.89	141.58	137.19	地下水流出
	BH-05	北港斷 SEC 9	274.86	272.00	272.58	273.29	地下水流出
貓羅溪	098-GH09	SEC 1	35.47	33.49	34.11	21.06	地下水流出
	BH-03	SEC 6	42.09	41.40	41.70	40.34	地下水流出
	茄荖國小	SEC 9	56.20	52.30	54.80	48.40	地下水流出
	099-GH06	SEC 10	58.90	58.38	58.54	51.30	地下水流出
	098-GH08	SEC 17	68.19	64.62	66.18	68.00	河道補注地下水
	099-GH05	SEC 24	75.81	75.21	75.67	74.60	地下水流出
	099-GH04	SEC 30	88.61	88.04	88.28	78.20	地下水流出

第五章　水資源利用率評析

蒐集烏溪流域內之現有、規劃中取水設施及標的用水取水位置，確定現況及規劃中之供水系統，待供水系統確認後，針對流域內之自來水、民生、農業及工業等標的用水使用現況進行蒐集與評析，再利用 GWSM 模式建立烏溪水資源調配模式，針對可能開發潛能河段(烏溪橋~台 74 橋、貓羅溪下游)內現況及規劃中水資源進行供需分析，整體分析流程示如圖 5-1，以下針對各流程說明如下：

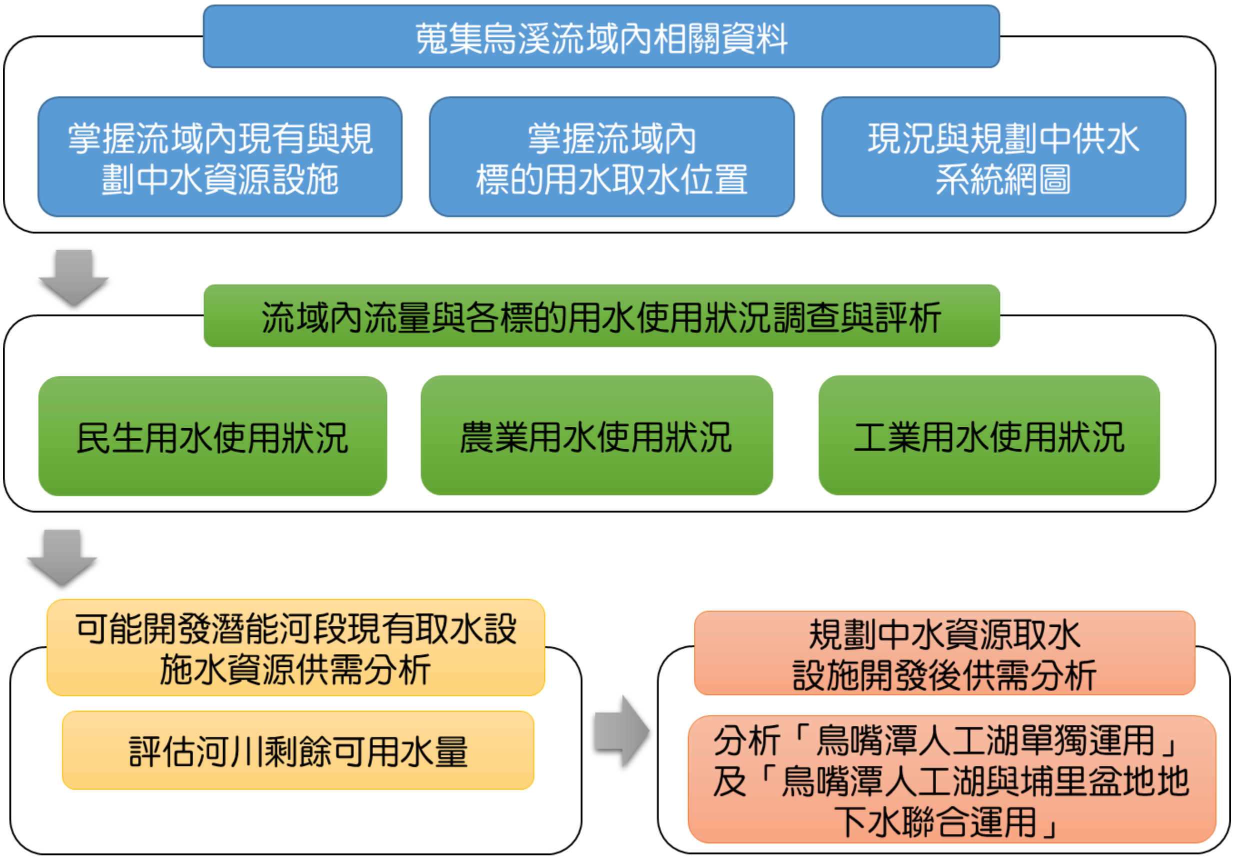


圖 5-1　水資源利用率評析流程圖

一、烏溪流域各標的用水使用現況調查與評析

計畫區域內標的用水包含自來水用水及農業灌溉用水(台中農田水利會、南投農田水利會與彰化農田水利會)及工業用水，烏溪主流各標的用水狀況彙整示如表 5-1，茲就各標的用水使用現況說明如下。

表 5-1　烏溪主流各標的用水調查總表

類別	細項	現況 (億 m^3/年)	規劃中 (億 m^3/年)	備註
烏溪主流地面水用水狀況	農業用水	8.87	-	現況水權量包含龍泉圳、北投新圳、同安圳、茄荖媽助圳、阿罩霧第一~四圳、福馬圳、大肚圳。
	工業用水	0.27607	-	現況水權量包含興農及台化公司
	民生用水	-	0.9125	烏溪主流現況並無供應民生用水，僅支流北港溪大旗堰有供應，其淨設計處理能力為每日0.5萬噸；規劃中設施為烏嘴潭人工湖，設計供水能力為每日25萬立方公尺
烏溪主流伏流水用水狀況	民生用水	0.02555	0.0365	現況為烏溪及貓羅溪匯流口左岸寬口井，設計取水量為每日0.4萬立方公尺，自來水十一區處預計於下游新增一口寬口井，設計取水量每日1萬立方公尺

(一)自來水公司

烏溪流域之水資源利用為河川取水，現有水資源設施包含北港溪大旗堰、南港溪北山坑堰及烏溪及貓羅溪匯流口寬口井，茲說明如下：

1、大旗堰管理單位為自來水公司四區處，自北港溪引水至大旗尾淨水場，引水管線上限為每秒 1 立方公尺，大旗尾淨水場設計處理能力為每日 0.5 萬立方公尺，惟該系統與其他供水系統間並無輸水管網相通，因此視為地區性水源。

2、北山坑堰管理單位為台電公司，目的為引水發電，發電量約每年 0.37 億度。

3、烏溪及貓羅溪匯流口左岸設有一口寬口井，深度為地面下 10 公尺，該井於民國 106 年啟用(自來水公司十一區處)，取水量約每日 4,000 立方公尺。

(二)農業灌溉用水

烏溪流域農業用水灌溉系統之水源大部份取自河川地面水，部份有地面迴歸水及地下水配合灌溉，整個流域灌溉系統分屬南投、彰化及臺中農田水利會，烏溪流域灌溉系統示意如圖 5-2 所示。烏溪主流之灌溉用水包含龍泉圳、北投新圳、同安圳、茄荖媽助圳及阿罩霧第一、二、三、四圳、福馬圳、大肚圳；貓羅溪灌溉用水包含溪頭上埤、溪頭下埤、東西圳及番子田埤；大里溪灌溉用水包含太平第一圳、頭汴坑圳、大突寮圳、詹厝園圳、旱溪灌區；筏子溪灌溉用水包含王田圳及知高本線圳。烏嘴潭攔河堰下游農業登記水權量、計畫用水量及實際用水量示如表 5-2~表 5-4。

1、農業水權量：

(1)烏溪主流

參考經濟部 104 年「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」，南投水利會為 4.32 億立方公尺，包含北投新圳 1.09 億立方公尺，龍泉圳 0.44 億立方公尺、阿罩霧一圳~四圳 2.06 億立方公

尺、茄姥媽助圳與同安圳 0.76 億立方公尺，彰化水利會(福馬圳)為 2.53 億立方公尺，台中水利會(大肚圳)為 2.02 億立方公尺。南投、彰化及台中水利會合計水權量為 8.87 億立方公尺。

(2)貓羅溪、大里溪及筏子溪支流

根據經濟部水利署提供之水權資料，貓羅溪農業水權量為 1.78 億立方公尺，包含溪頭上埤 0.086 億立方公尺，溪頭下埤 0.233 億立方公尺、東西圳 1.427 億立方公尺、番子田埤 0.035 億立方公尺；大里溪農業水權量為 0.419 億立方公尺，包含太平第一圳 0.005 億立方公尺、頭汴坑圳 0.066 億立方公尺、大突寮圳 0.077 億立方公尺、旱溪灌區為 0.198 億立方公尺及詹厝園圳 0.073 億立方公尺；筏子溪農業水權量為 0.475 億立方公尺，包含王田圳 0.333 億立方公尺及知高本線圳 0.143 億立方公尺。

2、農業計畫用水量：

(1)烏溪主流

本計畫蒐集民國 97 年~民國 105 年之計畫用水量，南投水利會為 3.002 億立方公尺，包含北投新圳 0.915 億立方公尺，龍泉圳 0.432 億立方公尺、阿罩霧一圳~四圳 1.169 億立方公尺、茄姥媽助圳 0.4403 億立方公尺及同安圳水權量 0.0466 億立方公尺，彰化水利會(福馬圳)為 2.36 億立方公尺，台中水利會(大肚圳)為 1.123 億立方公尺。南投、彰化及台中水利會合計用水量為 6.4859 億立方公尺。

(2)貓羅溪、大里溪及筏子溪支流

本計畫蒐集民國 97 年~民國 105 年之計畫用水量，貓羅溪農業計畫用水量為 2.336 億立方公尺，包含溪頭上埤 0.067 億立方公尺，溪頭下埤 0.662 億立方公尺、東西二、三圳 1.564 億立方公尺、番子田埤 0.044 億立方公尺；大里溪農業計畫用水量為 0.306 億立方公尺，包含太平第一圳 0.024 億立方公尺、

頭汴坑圳 0.095 億立方公尺、大突寮圳 0.065 億立方公尺、旱溪灌區(五張犁圳)0.039 億立方公尺及詹厝園圳 0.083 億立方公尺；筏子溪農業計畫用水量為 0.359 億立方公尺，包含王田圳 0.262 億立方公尺及知高本線圳 0.097 億立方公尺。

3、農業實際用水量：

(1)烏溪主流

本計畫蒐集民國 97 年~民國 105 年之實際用水量，南投水利會為 3.06 億立方公尺，包含北投新圳 0.907 億立方公尺，龍泉圳 0.437 億立方公尺、阿罩霧一圳~四圳 1.135 億立方公尺、茄姥媽助圳 0.531 億立方公尺及同安圳 0.0466 億立方公尺，彰化水利會(福馬圳)為 2.364 億立方公尺，台中水利會(大肚圳)為 0.571 億立方公尺。南投、彰化及台中水利會合計用水量為 5.9916 億立方公尺。

(2)貓羅溪、大里溪及筏子溪支流

本計畫蒐集民國 97 年~民國 105 年之實際用水量，貓羅溪農業實際用水量為 1.197 億立方公尺，包含溪頭上埤 0.086 億立方公尺，溪頭下埤 0.449 億立方公尺、東西二、三圳 0.602 億立方公尺、番子田埤 0.059 億立方公尺；大里溪農業實際用水量為 0.264 億立方公尺，包含太平第一圳 0.023 億立方公尺、頭汴坑圳 0.074 億立方公尺、大突寮圳 0.063 億立方公尺、旱溪灌區(五張犁圳)0.048 億立方公尺及詹厝園圳 0.056 億立方公尺；筏子溪農業實際用水量為 0.35 億立方公尺，包含王田圳 0.25 億立方公尺及知高本線圳 0.099 億立方公尺。

(三)工業用水

興農及台化公司自烏溪大肚橋下游引水利用，根據經濟部 104 年「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」，其登記水權量示如表 5-5，興農水權量為每年 41 萬立方公尺，台化水權量為每年 2719.7 萬立方公尺。

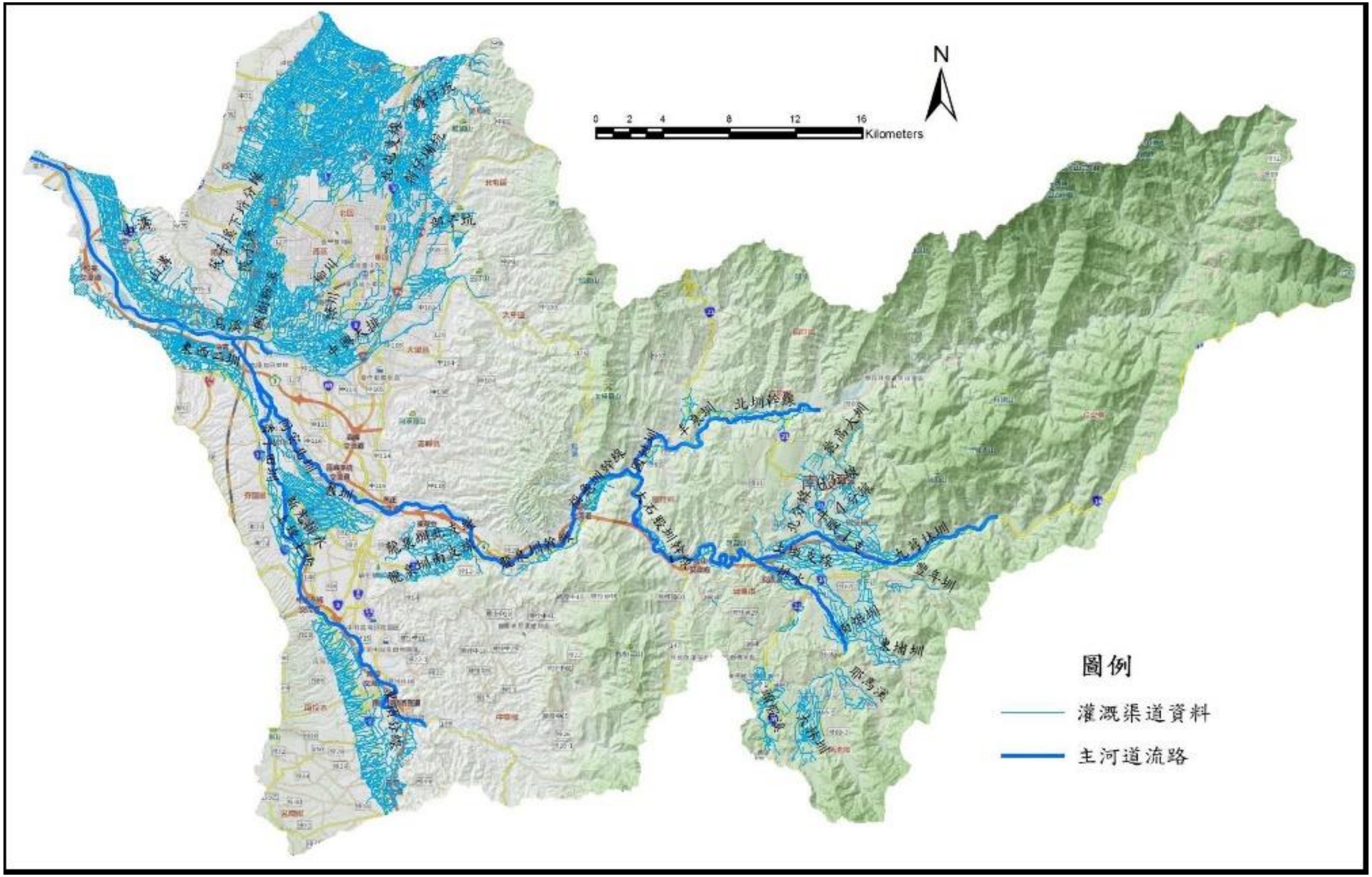


圖 5-2　烏溪流域灌溉引水系統圖

表 5-2　烏溪主流、貓羅溪、大里溪及筏子溪支流農業水權量

月	旬	北投新圳	阿罩霧一圳	阿罩霧二圳	阿罩霧三圳	阿罩霧四圳	茄荖媽助圳	同安圳	福馬圳	龍泉圳	大肚圳
1月	上	3.382	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.399	2.18	1.576	6.65
	中	3.382	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.399	2.18	1.576	6.65
	下	3.382	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.399	2.18	1.576	6.65
2月	上	3.782	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.282	7.42	1.412	6.65
	中	3.782	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.282	7.42	1.412	6.65
	下	3.782	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.282	7.42	1.412	6.65
3月	上	4.273	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.492	9.5	1.782	6.65
	中	4.273	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.492	9.5	1.782	6.65
	下	4.273	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.492	9.5	1.782	6.65
4月	上	3.635	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.849	9.69	1.503	6.65
	中	3.635	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.849	9.69	1.503	6.65
	下	3.635	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.849	9.69	1.503	6.65
5月	上	3.678	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.542	9.75	1.47	5.877
	中	3.678	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.542	9.75	1.47	5.877
	下	3.678	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.542	9.75	1.47	5.877
6月	上	2.896	4.078	1.51	0.634	0.3	1.78	0.402	9.75	0.819	5.877
	中	2.896	4.078	1.51	0.634	0.3	1.78	0.402	9.75	0.819	5.877
	下	2.896	4.078	1.51	0.634	0.3	1.78	0.402	9.75	0.819	5.877
7月	上	3.745	4.078	1.51	0.634	0.3	2.052	0.461	9.15	1.47	6.65
	中	3.745	4.078	1.51	0.634	0.3	2.052	0.461	9.15	1.47	6.65
	下	3.745	4.078	1.51	0.634	0.3	2.052	0.461	9.15	1.47	6.65
8月	上	3.981	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.593	9.62	1.644	6.65
	中	3.981	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.593	9.62	1.644	6.65
	下	3.981	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.593	9.62	1.644	6.65
9月	上	3.937	4.078	1.51	0.634	0.3	2.015	0.41	7.01	1.68	6.65
	中	3.937	4.078	1.51	0.634	0.3	2.015	0.41	7.01	1.68	6.65
	下	3.937	4.078	1.51	0.634	0.3	2.015	0.41	7.01	1.68	6.65
10月	上	3.382	4.078	1.51	0.634	0.3	0.16	0.386	6.62	1.475	6.65
	中	3.382	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.386	6.62	1.475	6.65
	下	3.382	4.078	1.51	0.634	0.3	2.16	0.386	6.62	1.475	6.65
11月	上	3.672	4.078	1.51	0.634	0.3	2.059	0.319	7.06	1.292	5.877
	中	3.672	4.078	1.51	0.634	0.3	2.059	0.319	7.06	1.292	5.877
	下	3.672	4.078	1.51	0.634	0.3	2.059	0.319	7.06	1.292	5.877
12月	上	1.929	4.078	1.51	0.634	0.3	1.311	0.256	8.51	0.734	5.877
	中	1.929	4.078	1.51	0.634	0.3	1.311	0.256	8.51	0.734	5.877
	下	1.929	4.078	1.51	0.634	0.3	1.311	0.256	8.51	0.734	5.877

資料來源：1.烏溪主流水權量：經濟部，104 年，「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」
2.貓羅溪、大里溪、筏子溪水權量：經濟部水利署提供
3.單位:cms

表 5-2 烏溪主流、貓羅溪、大里溪及筏子溪支流農業水權量(續)

月	旬	溪頭上埤	溪頭下埤	東西圳	番子田圳	太平第一圳	頭汴坑圳	大突寮圳	詹厝園圳	王田圳	知高本線圳	旱溪灌區
1月	上	0.21	0.72	4.89	0.1	0.0152	0.21	0.103	0.095	1.0547	0.4522	0.256
	中	0.21	0.72	4.89	0.1	0.0152	0.21	0.103	0.095	1.0547	0.4522	0.256
	下	0.21	0.72	4.89	0.1	0.0152	0.21	0.103	0.095	1.0547	0.4522	0.256
2月	上	0.21	0.72	4.725	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	中	0.21	0.72	4.725	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	下	0.21	0.72	4.725	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
3月	上	0.21	0.72	4.597	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	中	0.21	0.72	4.597	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	下	0.21	0.72	4.597	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
4月	上	0.21	0.72	4.365	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	中	0.21	0.72	4.365	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	下	0.21	0.72	4.365	0.1	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
5月	上	0.333	0.7553	5.31	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	中	0.333	0.7553	5.31	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	下	0.333	0.7553	5.31	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
6月	上	0.333	0.7553	5.82	0.122	0.0152	0.21	0.22	0.206	1.0547	0.4522	0.513
	中	0.333	0.7553	5.82	0.122	0.0152	0.21	0.22	0.206	1.0547	0.4522	0.513
	下	0.333	0.7553	5.82	0.122	0.0152	0.21	0.22	0.206	1.0547	0.4522	0.513
7月	上	0.333	0.7553	6.1552	0.122	0.0152	0.21	0.223	0.209	1.0547	0.4522	0.567
	中	0.333	0.7553	6.1552	0.122	0.0152	0.21	0.223	0.209	1.0547	0.4522	0.567
	下	0.333	0.7553	6.1552	0.122	0.0152	0.21	0.223	0.209	1.0547	0.4522	0.567
8月	上	0.333	0.7553	4.875	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	中	0.333	0.7553	4.875	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	下	0.333	0.7553	4.875	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
9月	上	0.333	0.7553	3.697	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	中	0.333	0.7553	3.697	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	下	0.333	0.7553	3.697	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
10月	上	0.333	0.7553	4.41	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	中	0.333	0.7553	4.41	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
	下	0.333	0.7553	4.41	0.122	0.0152	0.21	0.303	0.287	1.0547	0.4522	0.783
11月	上	0.21	0.72	2.865	0.1	0.0152	0.21	0.193	0.18	1.0547	0.4522	0.482
	中	0.21	0.72	2.865	0.1	0.0152	0.21	0.193	0.18	1.0547	0.4522	0.482
	下	0.21	0.72	2.865	0.1	0.0152	0.21	0.193	0.18	1.0547	0.4522	0.482
12月	上	0.21	0.72	2.565	0.1	0.0152	0.21	0.093	0.084	1.0547	0.4522	0.247
	中	0.21	0.72	2.565	0.1	0.0152	0.21	0.093	0.084	1.0547	0.4522	0.247
	下	0.21	0.72	2.565	0.1	0.0152	0.21	0.093	0.084	1.0547	0.4522	0.247

資料來源：1.烏溪主流水權量：經濟部，104 年，「烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」
2.貓羅溪、大里溪、筏子溪水權量：經濟部水利署提供
3.單位:cms

表 5-3　烏溪主流、貓羅溪、大里溪及筏子溪支流農業計畫用水量

月	旬	北投新圳	阿罩霧一圳	阿罩霧二圳	阿罩霧三圳	阿罩霧四圳	茄荖媽助圳	同安圳	福馬圳	龍泉圳	大肚圳
1月	上	0.211	0.155	0.037	0.0389	0.0482	0.098	0.399	2.728	0.067	0.814
	中	0.211	0.155	0.037	0.0389	0.0482	0.098	0.399	2.728	0.067	0.814
	下	0.211	0.155	0.037	0.0389	0.0482	0.098	0.399	2.728	0.067	0.814
2月	上	3.528	2.800	0.664	0.8921	0.3166	2.213	0.282	3.643	1.506	2.794
	中	3.528	2.800	0.664	0.8921	0.3166	2.213	0.282	3.643	1.506	2.794
	下	3.528	2.800	0.664	0.8921	0.3166	2.213	0.282	3.643	1.506	2.794
3月	上	4.661	3.609	0.872	1.1577	0.4045	2.723	0.492	5.856	2.270	6.382
	中	4.661	3.609	0.872	1.1577	0.4045	2.723	0.492	5.856	2.270	6.382
	下	4.661	3.609	0.872	1.1577	0.4045	2.723	0.492	5.856	2.270	6.382
4月	上	4.056	3.078	0.744	0.9946	0.3457	2.313	0.849	9.847	1.929	5.771
	中	4.056	3.078	0.744	0.9946	0.3457	2.313	0.849	9.847	1.929	5.771
	下	4.056	3.078	0.744	0.9946	0.3457	2.313	0.849	9.847	1.929	5.771
5月	上	3.789	2.933	0.710	0.9450	0.3304	2.197	0.542	10.679	1.848	5.450
	中	3.789	2.933	0.710	0.9450	0.3304	2.197	0.542	10.679	1.848	5.450
	下	3.789	2.933	0.710	0.9450	0.3304	2.197	0.542	10.679	1.848	5.450
6月	上	1.653	1.106	0.285	0.3998	0.1239	0.917	0.402	9.656	0.945	3.934
	中	1.653	1.106	0.285	0.3998	0.1239	0.917	0.402	9.656	0.945	3.934
	下	1.653	1.106	0.285	0.3998	0.1239	0.917	0.402	9.656	0.945	3.934
7月	上	3.427	1.252	0.312	0.3147	0.1015	1.338	0.461	7.119	1.657	0.722
	中	3.427	1.252	0.312	0.3147	0.1015	1.338	0.461	7.119	1.657	0.722
	下	3.427	1.252	0.312	0.3147	0.1015	1.338	0.461	7.119	1.657	0.722
8月	上	4.903	3.758	0.862	1.0944	0.4289	2.863	0.593	10.628	2.260	6.579
	中	4.903	3.758	0.862	1.0944	0.4289	2.863	0.593	10.628	2.260	6.579
	下	4.903	3.758	0.862	1.0944	0.4289	2.863	0.593	10.628	2.260	6.579
9月	上	4.099	3.372	0.840	0.9941	0.3933	2.352	0.410	11.925	1.884	5.771
	中	4.099	3.372	0.840	0.9941	0.3933	2.352	0.410	11.925	1.884	5.771
	下	4.099	3.372	0.840	0.9941	0.3933	2.352	0.410	11.925	1.884	5.771
10月	上	3.987	3.089	0.762	0.9129	0.3589	2.254	0.386	10.773	1.835	5.405
	中	3.987	3.089	0.762	0.9129	0.3589	2.254	0.386	10.773	1.835	5.405
	下	3.987	3.089	0.762	0.9129	0.3589	2.254	0.386	10.773	1.835	5.405
11月	上	0.990	1.870	0.443	0.5999	0.2485	0.973	0.319	5.688	0.472	2.054
	中	0.990	1.870	0.443	0.5999	0.2485	0.973	0.319	5.688	0.472	2.054
	下	0.990	1.870	0.443	0.5999	0.2485	0.973	0.319	5.688	0.472	2.054
12月	上	0.000	0.073	0.017	0.0301	0.0132	0.002	0.256	2.645	0.000	1.112
	中	0.000	0.073	0.017	0.0301	0.0132	0.002	0.256	2.645	0.000	1.112
	下	0.000	0.073	0.017	0.0301	0.0132	0.002	0.256	2.645	0.000	1.112

資料來源：1.南投水利會、臺中水利會、彰化水利會
　　　　　2.統計年分 97~105 年，單位:cms

表 5-3　烏溪主流、貓羅溪、大里溪及筏子溪支流農業計畫用水量(續)

月	旬	溪頭上埤	溪頭下埤	東西圳	番子田圳	太平第一圳	頭汴坑圳	大突寮圳	詹厝園圳	王田圳	知高本線圳	旱溪(五張犁圳)
1月	上	0.102	0.374	2.000	0.064	0.071	0.135	0.051	0.081	0.123	0.086	0.039
	中	0.102	0.374	2.000	0.064	0.071	0.135	0.051	0.081	0.123	0.086	0.039
	下	0.102	0.374	2.000	0.064	0.071	0.135	0.051	0.081	0.123	0.086	0.039
2月	上	0.145	0.531	2.543	0.100	0.072	0.333	0.234	0.289	0.929	0.331	0.151
	中	0.145	0.531	2.543	0.100	0.072	0.333	0.234	0.289	0.929	0.331	0.151
	下	0.145	0.531	2.543	0.100	0.072	0.333	0.234	0.289	0.929	0.331	0.151
3月	上	0.239	0.898	4.970	0.181	0.079	0.438	0.337	0.400	1.389	0.464	0.213
	中	0.239	0.898	4.970	0.181	0.079	0.438	0.337	0.400	1.389	0.464	0.213
	下	0.239	0.898	4.970	0.181	0.079	0.438	0.337	0.400	1.389	0.464	0.213
4月	上	0.266	1.009	6.509	0.204	0.079	0.388	0.288	0.342	1.218	0.430	0.182
	中	0.266	1.009	6.509	0.204	0.079	0.388	0.288	0.342	1.218	0.430	0.182
	下	0.266	1.009	6.509	0.204	0.079	0.388	0.288	0.342	1.218	0.430	0.182
5月	上	0.260	0.982	6.682	0.198	0.078	0.381	0.282	0.334	1.175	0.412	0.178
	中	0.260	0.982	6.682	0.198	0.078	0.381	0.282	0.334	1.175	0.412	0.178
	下	0.260	0.982	6.682	0.198	0.078	0.381	0.282	0.334	1.175	0.412	0.178
6月	上	0.182	0.674	6.244	0.135	0.077	0.190	0.130	0.169	0.474	0.214	0.067
	中	0.182	0.674	6.244	0.135	0.077	0.190	0.130	0.169	0.474	0.214	0.067
	下	0.182	0.674	6.244	0.135	0.077	0.190	0.130	0.169	0.474	0.214	0.067
7月	上	0.179	0.673	4.631	0.110	0.082	0.136	0.044	0.058	0.357	0.169	0.023
	中	0.179	0.673	4.631	0.110	0.082	0.136	0.044	0.058	0.357	0.169	0.023
	下	0.179	0.673	4.631	0.110	0.082	0.136	0.044	0.058	0.357	0.169	0.023
8月	上	0.307	1.170	6.811	0.187	0.079	0.468	0.352	0.452	1.473	0.507	0.197
	中	0.307	1.170	6.811	0.187	0.079	0.468	0.352	0.452	1.473	0.507	0.197
	下	0.307	1.170	6.811	0.187	0.079	0.468	0.352	0.452	1.473	0.507	0.197
9月	上	0.333	1.269	7.401	0.204	0.078	0.416	0.302	0.407	1.232	0.434	0.168
	中	0.333	1.269	7.401	0.204	0.078	0.416	0.302	0.407	1.232	0.434	0.168
	下	0.333	1.269	7.401	0.204	0.078	0.416	0.302	0.407	1.232	0.434	0.168
10月	上	0.307	1.169	6.811	0.187	0.076	0.396	0.283	0.382	1.165	0.412	0.158
	中	0.307	1.169	6.811	0.187	0.076	0.396	0.283	0.382	1.165	0.412	0.158
	下	0.307	1.169	6.811	0.187	0.076	0.396	0.283	0.382	1.165	0.412	0.158
11月	上	0.139	16.389	3.153	0.082	0.071	0.203	0.121	0.180	0.330	0.154	0.090
	中	0.139	16.389	3.153	0.082	0.071	0.203	0.121	0.180	0.330	0.154	0.090
	下	0.139	16.389	3.153	0.082	0.071	0.203	0.121	0.180	0.330	0.154	0.090
12月	上	0.069	0.241	1.624	0.039	0.071	0.126	0.046	0.084	0.097	0.079	0.031
	中	0.069	0.241	1.624	0.039	0.071	0.126	0.046	0.084	0.097	0.079	0.031
	下	0.069	0.241	1.624	0.039	0.071	0.126	0.046	0.084	0.097	0.079	0.031

資料來源：1.南投水利會、臺中水利會、彰化水利會
2.統計年分 97~105 年，單位:cms

表 5-4　烏溪主流、貓羅溪、大里溪及筏子溪支流農業實際用水量

月	旬	北投新圳	阿罩霧一圳	阿罩霧二圳	阿罩霧三圳	阿罩霧四圳	茄荖媽助圳	同安圳	福馬圳	龍泉圳	大肚圳
1月	上	0.206	0.444	0.071	0.048	0.029	0.218	0.399	2.728	0.163	0.450
	中	0.206	0.444	0.071	0.048	0.029	0.218	0.399	2.728	0.163	0.450
	下	0.206	0.444	0.071	0.048	0.029	0.218	0.399	2.728	0.163	0.450
2月	上	3.659	2.777	0.673	0.517	0.287	2.182	0.282	3.643	1.618	2.578
	中	3.659	2.777	0.673	0.517	0.287	2.182	0.282	3.643	1.618	2.578
	下	3.659	2.777	0.673	0.517	0.287	2.182	0.282	3.643	1.618	2.578
3月	上	4.412	3.505	0.929	0.776	0.369	2.627	0.492	5.856	2.230	1.960
	中	4.412	3.505	0.929	0.776	0.369	2.627	0.492	5.856	2.230	1.960
	下	4.412	3.505	0.929	0.776	0.369	2.627	0.492	5.856	2.230	1.960
4月	上	3.978	3.016	0.788	0.669	0.316	2.255	0.849	9.847	1.822	1.430
	中	3.978	3.016	0.788	0.669	0.316	2.255	0.849	9.847	1.822	1.430
	下	3.978	3.016	0.788	0.669	0.316	2.255	0.849	9.847	1.822	1.430
5月	上	3.699	2.710	0.684	0.621	0.274	2.099	0.542	10.679	1.670	1.293
	中	3.699	2.710	0.684	0.621	0.274	2.099	0.542	10.679	1.670	1.293
	下	3.699	2.710	0.684	0.621	0.274	2.099	0.542	10.679	1.670	1.293
6月	上	1.816	1.365	0.352	0.340	0.146	1.264	0.402	9.656	1.072	1.219
	中	1.816	1.365	0.352	0.340	0.146	1.264	0.402	9.656	1.072	1.219
	下	1.816	1.365	0.352	0.340	0.146	1.264	0.402	9.656	1.072	1.219
7月	上	3.427	1.528	0.445	0.307	0.103	1.647	0.461	7.119	1.770	2.285
	中	3.427	1.528	0.445	0.307	0.103	1.647	0.461	7.119	1.770	2.285
	下	3.427	1.528	0.445	0.307	0.103	1.647	0.461	7.119	1.770	2.285
8月	上	4.492	3.364	0.893	0.705	0.398	2.626	0.593	10.628	2.074	2.429
	中	4.492	3.364	0.893	0.705	0.398	2.626	0.593	10.628	2.074	2.429
	下	4.492	3.364	0.893	0.705	0.398	2.626	0.593	10.628	2.074	2.429
9月	上	3.905	3.168	0.910	0.625	0.356	2.208	0.410	11.925	1.791	2.531
	中	3.905	3.168	0.910	0.625	0.356	2.208	0.410	11.925	1.791	2.531
	下	3.905	3.168	0.910	0.625	0.356	2.208	0.410	11.925	1.791	2.531
10月	上	3.766	3.025	0.853	1.564	0.344	2.111	0.386	10.773	1.757	3.320
	中	3.766	3.025	0.853	1.564	0.344	2.111	0.386	10.773	1.757	3.320
	下	3.766	3.025	0.853	1.564	0.344	2.111	0.386	10.773	1.757	3.320
11月	上	1.345	1.998	0.530	0.405	0.240	1.157	0.319	5.688	0.753	2.461
	中	1.345	1.998	0.530	0.405	0.240	1.157	0.319	5.688	0.753	2.461
	下	1.345	1.998	0.530	0.405	0.240	1.157	0.319	5.688	0.753	2.461
12月	上	0.302	0.164	0.104	0.036	0.018	0.105	0.256	2.645	0.143	0.059
	中	0.302	0.164	0.104	0.036	0.018	0.105	0.256	2.645	0.143	0.059
	下	0.302	0.164	0.104	0.036	0.018	0.105	0.256	2.645	0.143	0.059

資料來源：1.南投水利會、臺中水利會、彰化水利會
2.統計年分 97~105 年，單位:cms

表 5-4　烏溪主流、貓羅溪、大里溪及筏子溪支流農業實際用水量(續)

月	旬	溪頭上埤	溪頭下埤	東西圳	番子田圳	太平第一圳	頭汴坑圳	大突寮圳	詹厝園圳	王田圳	知高本線圳	旱溪(五張犁圳)
1月	上	0.169	0.867	0.284	0.127	0.075	0.095	0.033	0.049	0.126	0.045	0.038
	中	0.169	0.867	0.284	0.127	0.075	0.095	0.033	0.049	0.126	0.045	0.038
	下	0.169	0.867	0.284	0.127	0.075	0.095	0.033	0.049	0.126	0.045	0.038
2月	上	0.258	1.509	2.092	0.192	0.069	0.235	0.141	0.187	0.968	0.348	0.092
	中	0.258	1.509	2.092	0.192	0.069	0.235	0.141	0.187	0.968	0.348	0.092
	下	0.258	1.509	2.092	0.192	0.069	0.235	0.141	0.187	0.968	0.348	0.092
3月	上	0.342	1.612	2.299	0.227	0.068	0.315	0.210	0.264	1.131	0.419	0.155
	中	0.342	1.612	2.299	0.227	0.068	0.315	0.210	0.264	1.131	0.419	0.155
	下	0.342	1.612	2.299	0.227	0.068	0.315	0.210	0.264	1.131	0.419	0.155
4月	上	0.296	1.481	2.195	0.196	0.069	0.282	0.173	0.218	0.974	0.377	0.109
	中	0.296	1.481	2.195	0.196	0.069	0.282	0.173	0.218	0.974	0.377	0.109
	下	0.296	1.481	2.195	0.196	0.069	0.282	0.173	0.218	0.974	0.377	0.109
5月	上	0.267	1.436	1.679	0.181	0.060	0.266	0.158	0.199	0.988	0.366	0.113
	中	0.267	1.436	1.679	0.181	0.060	0.266	0.158	0.199	0.988	0.366	0.113
	下	0.267	1.436	1.679	0.181	0.060	0.266	0.158	0.199	0.988	0.366	0.113
6月	上	0.271	1.620	2.880	0.226	0.058	0.155	0.068	0.083	0.452	0.184	0.072
	中	0.271	1.620	2.880	0.226	0.058	0.155	0.068	0.083	0.452	0.184	0.072
	下	0.271	1.620	2.880	0.226	0.058	0.155	0.068	0.083	0.452	0.184	0.072
7月	上	0.377	2.756	3.250	0.297	0.108	0.138	0.088	0.057	0.468	0.228	0.101
	中	0.377	2.756	3.250	0.297	0.108	0.138	0.088	0.057	0.468	0.228	0.101
	下	0.377	2.756	3.250	0.297	0.108	0.138	0.088	0.057	0.468	0.228	0.101
8月	上	0.355	1.564	1.848	0.213	0.068	0.342	0.533	0.345	1.416	0.574	0.349
	中	0.355	1.564	1.848	0.213	0.068	0.342	0.533	0.345	1.416	0.574	0.349
	下	0.355	1.564	1.848	0.213	0.068	0.342	0.533	0.345	1.416	0.574	0.349
9月	上	0.337	1.505	1.632	0.233	0.073	0.351	0.422	0.277	1.217	0.455	0.275
	中	0.337	1.505	1.632	0.233	0.073	0.351	0.422	0.277	1.217	0.455	0.275
	下	0.337	1.505	1.632	0.233	0.073	0.351	0.422	0.277	1.217	0.455	0.275
10月	上	0.381	1.662	2.407	0.212	0.066	0.339	0.381	0.268	1.303	0.537	0.278
	中	0.381	1.662	2.407	0.212	0.066	0.339	0.381	0.268	1.303	0.537	0.278
	下	0.381	1.662	2.407	0.212	0.066	0.339	0.381	0.268	1.303	0.537	0.278
11月	上	0.233	1.099	2.319	0.139	0.084	0.179	0.128	0.122	0.483	0.213	0.152
	中	0.233	1.099	2.319	0.139	0.084	0.179	0.128	0.122	0.483	0.213	0.152
	下	0.233	1.099	2.319	0.139	0.084	0.179	0.128	0.122	0.483	0.213	0.152
12月	上	0.001	0.000	0.081	0.000	0.092	0.108	0.065	0.060	0.018	0.036	0.095
	中	0.001	0.000	0.081	0.000	0.092	0.108	0.065	0.060	0.018	0.036	0.095
	下	0.001	0.000	0.081	0.000	0.092	0.108	0.065	0.060	0.018	0.036	0.095

資料來源：1.南投水利會、臺中水利會、彰化水利會
2.統計年分 97~105 年，單位:cms

表 5-5　烏溪主流工業用水水權量

月份	1 月			2 月			3 月			4 月		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
興農	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
台化	0.907	0.907	0.907	0.834	0.834	0.834	0.851	0.851	0.851	0.854	0.854	0.854
月份	5 月			6 月			7 月			8 月		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
興農	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
台化	0.865	0.865	0.865	0.881	0.881	0.881	0.862	0.862	0.862	0.87	0.87	0.87
月份	9 月			10 月			11 月			12 月		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
興農	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
台化	0.873	0.873	0.873	0.823	0.823	0.823	0.865	0.865	0.865	0.862	0.862	0.862

資料來源：1.104 年「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫(核定版)」
2.單位:cms

二、可能開發潛能河段現有取水設施水資源供需分析

烏溪流域水資源利用為河川取水，現有水資源設施僅有北港溪支流上之大旗堰及南港溪支流上之北山坑堰共二座，然其規模尚未達公告標準，其基本資料詳見表 5-6，位置圖詳見圖 5-3，地面水設施以農業灌溉取水構造為主，主要提供彰化地區與南投地區使用。

表 5-6　烏溪現有水資源設施基本資料

水庫壩堰名稱	主壩型式	滿水位 (EL.m)	完工總容量 (萬立方公尺)	集水區面積 (平方公里)	主要標的	發電量/供水量	電廠/淨水場	管理單位
大旗堰	自由溢流堰	268.6	-	536	公共給水	4.3 萬噸/日	大旗尾淨水場	自來水公司四區處
北山坑堰	自由溢流堰	377.5	-	344.7	發電	0.37 億度/年	北山電廠	台電公司

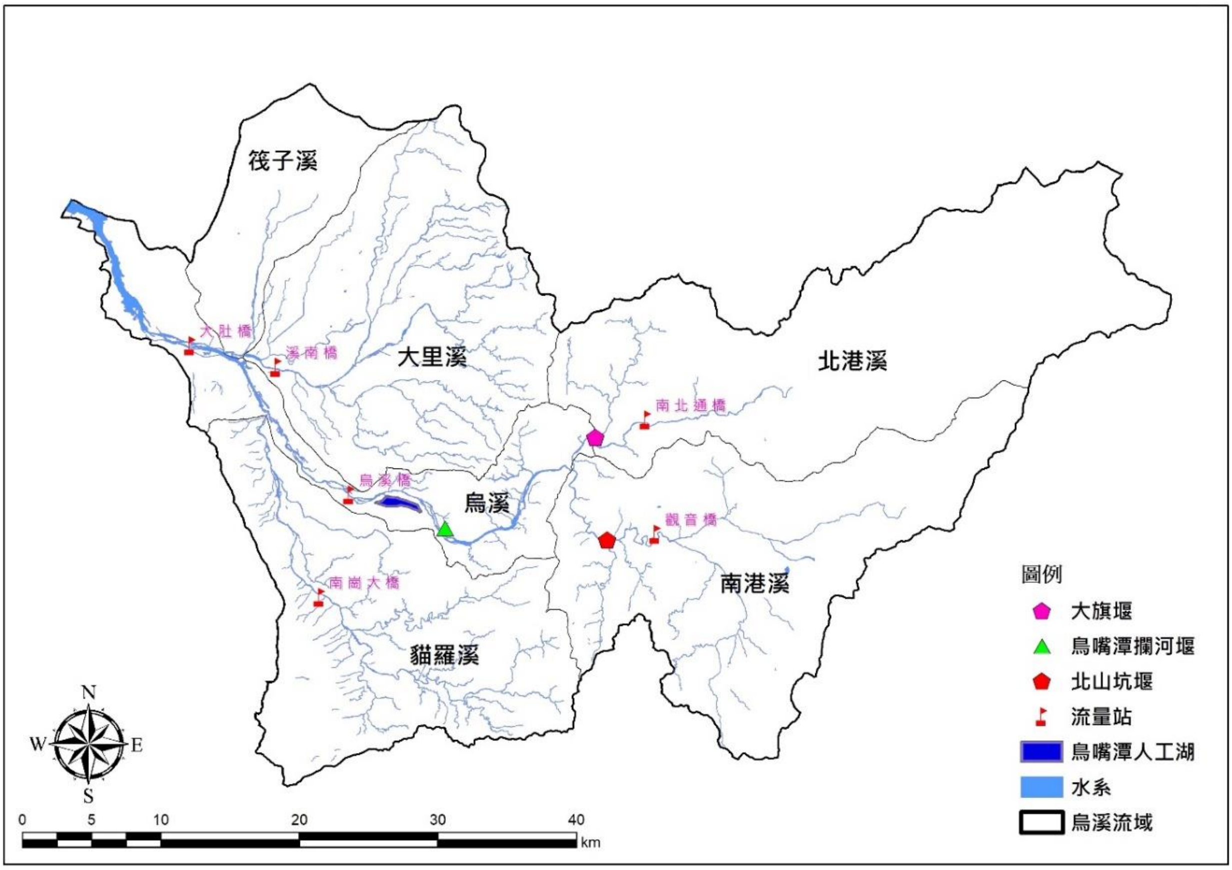


圖 5-3　烏溪流域現有水源設施位置圖

自來水公司在烏溪上游北港溪支流上，有大旗堰引水至大旗尾淨水場，其設計處理能力為每日 0.5 萬噸，惟該系統與其他供水系統間並無輸水管網相通，因此視為地區性水源；另有台電北山機組取水發電使用。南投水利會之引水設施分佈於貓羅溪匯流前之上游河段，主要有龍泉圳（996 公頃）、北投新圳（1,980 公頃）、阿罩霧第一圳（1,518 公頃）、阿罩霧第二圳至四圳（806 公頃）、茄荖媽助圳及同安圳（1,363 公頃）。貓羅溪及烏溪下游河段（貓羅溪以下）水源主要供應彰化水利會灌區(福馬圳（3,124 公頃）)及台中水利會灌區(大肚圳（1,899 公頃）)，其中以福馬圳（3,124 公頃）最大。各標的用水取水位置示如圖 5-4。

圖 5-4　烏溪流域各標的用水取水位置示意圖

由於本計畫伏流水預計開發位置為烏溪橋下游及貓羅溪鄰近，為掌握此區段是否仍有餘裕水權可供申請使用，本計畫參考水利法施行細則第十四條之一「主管機關審核川流水源之地面水權引用水量，應參酌引水地點之水文測驗所得水源通常保持之水量、其下游已核准地面水水權水量、申請人事業所需用水量及其他必要事項等覈實核給。」，評估河川剩餘可用水量，其估算公式如下：

$$Q=Q_{85}-WR \qquad 式 5\text{-}1$$

式中 Q 為河川剩餘可用水量；Q_{85} 為水源通常保持水量，根據水利

法施行細則第十四條之一，水源通常保持水量以引水地點之流量超越機率百分之八十五估算；WR 為下游已核准地面水水權水量。

河川剩餘可用水量分析範圍如圖 5-5 所示，包含烏溪主流之烏溪橋-貓羅溪匯流、貓羅溪匯流-筏子溪匯流及筏子溪匯流以下等三個河段，以及貓羅溪、大里溪及筏子溪全河段，共計五個河段。以下分別針對各河段之通常保持水量及已核准之地面水水權水量進行分析：

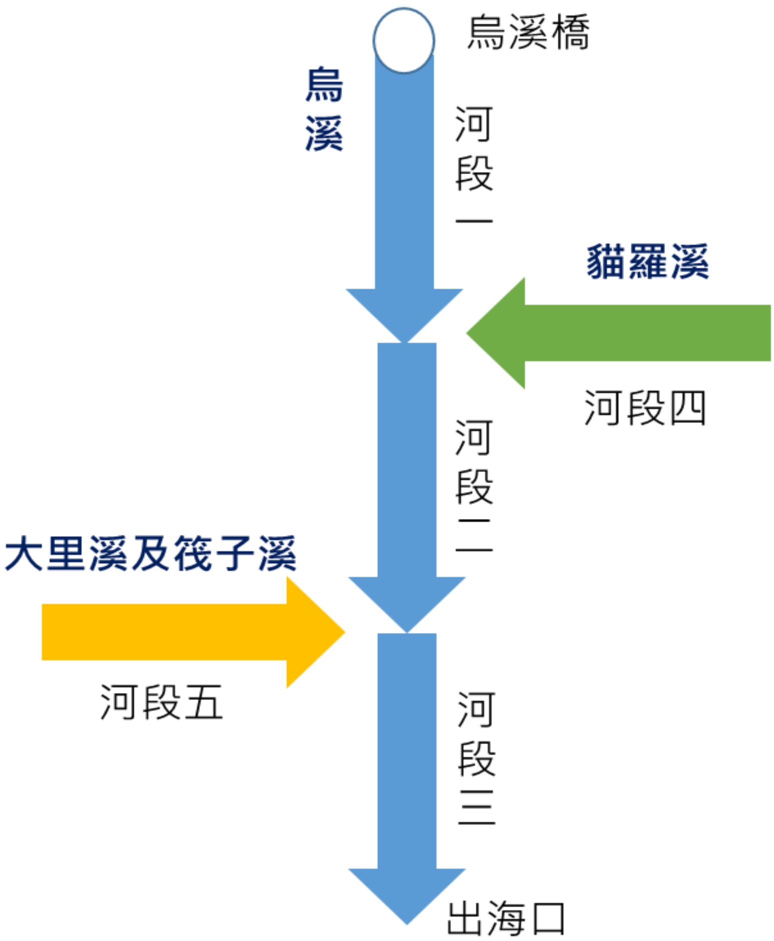


圖 5-5　河川剩餘可用水量分析河段示意圖

(一)水源通常保持水量

水源通常保持水量以引水地點之流量超越機率百分之八十五估算，首先估算各河段之天然流量，各河段天然流量推估式詳見表 5-7，各河段歷年旬流量詳見表 5-8~表 5-11，再透過韋伯法針對各旬天然流量進行流量超越機率估算，各河段 Q_{85} 分析成果示如圖 5-6 至圖 5-10，河段一烏溪橋-貓羅溪匯流河段豐水期 Q_{85} 介於每秒 7.4~33.46

立方公尺，枯水期河川水源 Q_{85} 介於每秒 1.95~10.5 立方公尺，河段二貓羅溪-筏子溪匯流河段豐水期 Q_{85} 介於每秒 13.95~58.66 立方公尺，枯水期河川水源 Q_{85} 介於每秒 6.66~15.54 立方公尺，河段三筏子溪匯流下游河段豐水期 Q_{85} 介於每秒 33.01~85.58 立方公尺，枯水期河川水源 Q_{85} 介於每秒 16.58~30.98 立方公尺，河段四貓羅溪河段豐水期 Q_{85} 介於每秒 4.56~11.28 立方公尺，枯水期河川水源 Q_{85} 介於每秒 2.56~4.61 立方公尺，河段五大里溪及筏子溪河段豐水期 Q_{85} 介於每秒 9.22~21.06 立方公尺，枯水期河川水源 Q_{85} 介於每秒 6.43~11.03 立方公尺。

表 5-7　烏溪各河段天然流量推估公式

河川	河段	天然流量推估式
烏溪主流	河段一：烏溪橋-貓羅溪匯流	Q 烏溪橋
	河段二： 貓羅溪匯流-筏子溪匯流	Q 烏溪橋+ Q 南崗大橋*A 貓羅溪/A 南崗大橋
	河段三：筏子溪匯流以下	Q 烏溪橋 + Q 南崗大橋*A 貓羅溪/A 南崗大橋 +Q 溪南橋*A 大里溪/A 溪南橋 +Q 溪南橋*A 筏子溪/A 溪南橋
貓羅溪	河段四：貓羅溪全段	Q 南崗大橋*A 貓羅溪/A 南崗大橋
大里溪及筏子溪	河段五：大里溪及筏子溪全段	Q 溪南橋*A 大里溪/A 溪南橋 +Q 溪南橋*A 筏子溪/A 溪南橋

表 5-8　烏嘴潭入流量歷年旬流量一覽表

旬/年分	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
1	381.28	555.56	807.6	801.63	1119.23	479.34	1570.76	2402.8	1284.78	1439.41	2231.7	2102.96	1149.14
2	414.88	350.86	666.14	901.09	729.57	303.26	1092.96	1016.06	1000.15	1469.64	2147.03	1772.05	1235.54
3	479.52	181.24	333.17	1331.7	487.82	319.33	773.28	355.44	895.88	1071.2	1573.34	2087.42	1302.07
4	760.04	111.3	137.46	7895.23	82.34	3408.06	106.46	216.44	1048.89	670.84	699.35	844.84	1092.98
5	620.69	130.9	190.19	15344.64	110.62	3788.62	725.68	167.19	980.62	408.15	817.67	856.93	3980.47
6	721.09	173.74	280.28	6760.8	196.02	3558.8	1612.23	184.03	555.04	235.28	828.84	501.2	3097.45
7	1368.56	213.59	1020.4	6109.33	331.78	2589.42	2243.8	684.46	588.83	267.24	4955.05	345.33	5745.61
8	911.16	1186.01	979.08	11208.67	299.62	1325.37	1912.04	1207.61	524.55	460.86	4424.54	306.37	5734.37
9	454.11	1916.35	861.47	12545.28	630.39	1833.41	4980.96	2471.91	678.96	439.75	2991.15	426.91	3372.19
10	308.02	671.14	796.5	8652.96	1405.73	3364.43	2803.68	2276.62	3578.7	5105.36	3656.45	837.91	5356.81
11	1479.5	156.22	664.24	5950.36	1698.61	5810.4	2468.45	3482.79	2042.48	2884.9	27006.04	479	17167.68
12	1557.79	1101.43	1049.58	4130.79	4394.31	3318.61	1565.57	1767.74	2782.95	2381.19	20712.67	302.05	10695.46
13	1737.51	676.07	8894.02	3951.94	6124.04	2562.62	519.11	6040.21	1804.91	2798.5	14463.36	8297.85	5375.82
14	1306.36	1926.45	3160.51	10562.4	6859.31	2090.01	16157.41	8964.86	4451.32	1832.7	13072.32	5835.45	4889.4
15	1685.23	15292.88	4205.09	23060.16	16612.99	3595.98	19967.04	5228.06	19757.95	12790.84	8398.07	1629.24	10336.04
16	2191.1	15881.18	17020.8	72247.7	15189.12	12430.37	24451.2	2716.41	6827.33	16711.48	25073.28	873.25	9199.88
17	1454.97	9484.12	7184.16	3606.34	8778.24	16657.92	17884.8	3663.36	3580.41	4703.6	21608.64	1392.79	11456.64
18	1302.9	35233.92	6955.19	2905.64	8531.14	10895.04	18593.28	15886.37	3717.79	1462.74	28123.2	9655.19	7857.22
19	1176.85	11145.6	12604.9	3236.54	8748	9650.88	11772.86	15132.1	2565.21	5736.1	10430.21	4497.11	28554.34
20	891.9	13253.76	6302.02	2835.64	7303.39	5415.55	6594.05	8664.21	2090	1351.27	4688.06	3865.53	16269.12
21	961.96	36987.84	6340.02	3379.1	6798.81	4195.57	3097.46	27889.92	1468.8	16398.71	5057	4331.23	6670.94
22	1369.36	10393.92	13291.78	2619.64	11807.42	3976.96	3466.38	10527.85	3464.29	11803.97	8396.35	3182.97	4316.56
23	2521.16	5090.7	27328.32	1562.09	6037.62	4855.67	2047.7	11538.73	8631.36	7276.6	17539.2	2677.52	5124.39
24	18795.44	5374.96	10478.6	4183.49	4175.7	36227.52	9336.38	6077.38	5724.86	7724.16	38257.92	2267.14	16732.21
25	5573.67	35570.88	6564.67	4019.35	3768.78	11793.6	3167.41	6589.72	9353.66	11715.84	36711.36	1898.2	14368.32
26	2280.09	11232	3572.65	1613.96	3832.7	9592.13	3847.39	3875.04	3687.54	25842.24	13167.36	1622.6	5405.19
27	1792.8	8684.06	2371.69	1707.28	2089.18	6996.67	6724.51	4368.4	4726.09	14869.44	8786.88	1378.96	9893.67
28	1261.43	4866.05	1983.73	1168.4	1454.98	4241.39	3540.66	3871.56	4256.93	8183.81	6462.74	2154.82	4764.97
29	1061	2933.31	1527.54	757.31	1116.29	2065.83	2715.55	2688.75	3073.24	4391.73	4205.07	1537.06	3918.25
30	1095.2	2436.47	1517.17	930.45	1193.18	1337.47	2773.41	2626.55	2255.86	3854.32	4383.05	1406.59	3688.41
31	968.56	2520.29	1059.29	511.03	1018.65	991.87	2266.3	1953.49	1854.13	4550.7	3075.83	1052.34	2476.23
32	792.81	2303.4	1375.51	788.83	869.88	1054.08	2655.09	1296.88	1486.07	3072.37	2311.21	1021.24	1944.86
33	997.78	2037.28	1083.45	766.71	788.65	960.77	2280.96	1007.4	1144.79	1324.51	1700.35	1141.34	1556.93
34	768.97	1232.05	965.69	403.22	941.4	934.86	1722.8	1867.96	1090.35	1848.07	1594.94	1022.96	1546.58
35	805.08	985.82	933.7	736.53	933.98	901.4	1473.15	1880.93	1496.43	1654.55	1207.87	1076.52	1463.63
36	424.83	1031.61	824.85	850.78	935.72	809.96	2030.39	2051.14	1691.69	2639.52	1834.25	1372.9	1660.61

表 5-8　鳥嘴潭入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	729.92	620.79	1423.88	958.61	867.81	870.39	1475.71	3558.76	1786.28	2323.32	1461.88	965.95	2243.06
2	1006.57	623.38	981.5	1413.93	752.91	1864.32	1256.26	3381.78	1704.17	1920.68	1396.22	801.81	2301.96
3	847.08	669.51	972.87	1384.2	722.81	891.21	1322.8	3704.55	2229.6	1469.3	1149.45	365.12	2014.12
4	449.28	549.17	557.45	83.46	534	1982.01	1045.47	2861.88	1625.77	614.22	782.93	961.61	1375.45
5	421.62	1510.89	379.63	102.61	520.71	3566.58	816.48	2975.11	1407.05	318.88	699.67	601.34	4986.08
6	295.49	1799.72	1757.81	201.83	402.24	10635.84	275.64	8908.36	1065.05	282.95	525.06	375.91	13793.3
7	432.02	2411.42	2789	351.57	500.82	8141.46	274.93	4287.74	1386.45	194.89	681.94	647.99	30233.05
8	5120.07	3965.74	2717.28	835.92	483	9045.22	1215.92	4427.13	1393.79	169.14	673.92	592.53	20888.56
9	5109.69	3324.67	2629.15	417.73	4669.92	4565.37	1611.34	3823.77	1877.51	229.81	756.19	1130.97	20670.17
10	8022.23	1114.55	5062.17	2873.5	1428.2	2344.89	933.1	4809.05	3183.72	343.77	3574.12	1683.09	22025.66
11	5666.11	1623.47	2265.4	3450.8	2571.26	3923.43	1065.32	3451	3862.73	338.86	2808.01	987.9	11457.61
12	4912.71	1070.49	1327.1	4322.6	2315.5	6168.1	993.6	11323.68	3037.92	284.7	697.76	1009.16	7272.6
13	11368.51	7957.44	3114.72	8706.53	2634.33	5001.69	2467.58	11003.65	2517.54	247.27	610.17	867.97	16684.4
14	7027.77	5486.4	4340.74	5658.33	7792.4	4715.72	2286.14	4856.26	4311.6	392.44	1610.67	884.48	52022.09
15	18476.64	4522.18	7454.59	3712.6	4818.54	4669.92	8712.58	5020.4	8823.55	1260.91	900.13	3110.66	24549.53
16	42825.02	7138.37	7806.24	6436.8	13207.1	22868.34	5609.08	5130.45	7101.95	3913.91	7073.06	1103.07	22903.25
17	16243.2	7941.02	11676.96	4802.99	42655.68	16476.48	6998.4	21425	11320.02	6104.16	11244.09	836.18	38285.53
18	8985.6	8082.73	5522.68	4458.25	20468.16	7043.33	7694.78	7308.26	8275.66	3014.5	4991.32	1290.69	34473.02
19	6835.96	3359.25	5616.01	2909.94	12674.88	4558.47	10099.29	4436.76	5091.02	6312.39	3392.08	56071.58	25629.08
20	3787.78	8135.42	8573.47	3579.55	11081.66	2959.19	11286.43	4993.82	7587.92	10838.01	3082.75	10693.4	35276.13
21	5799.17	8835.26	7635.16	4647.45	7855.49	2515.1	9501.41	4633.91	19548.87	5073.41	2014.86	15454.18	38965.8
22	4948.12	46042.56	5552.93	39683.52	8736.77	4841.84	15035.33	9339.36	7106.52	4443.55	1453.25	12110	48397.69
23	5933.08	36063.36	5751.64	14342.4	14088.38	2774.3	13226.11	7542.07	5591.69	4720.89	3009.32	11571.55	24736.57
24	2961.79	12442.47	6383.23	7622.21	13132.8	2592	9854.79	11723.47	6388.53	3551.89	3034.37	19061.65	17727.94
25	1455.83	15819.84	3462.04	5249.67	10134.72	4392.56	4536	7995.98	7028.58	2408.84	2393.27	14233.5	10144.08
26	1800.57	8177.76	3081.03	3364.42	5155.51	2914.27	3372.18	3591.31	12333.25	1824.77	1042.84	13642.2	5403.8
27	1043.71	5298.05	3846.53	3083.61	3700.52	2498.69	6826.86	2644.53	5555.92	1612.22	2491.77	13924.41	5077.41
28	991.01	4921.35	2890.94	2201.48	3132.87	2381.18	5969.49	1945.36	4219.89	1542.25	1339.19	2734.46	5188.96
29	915.86	3583	1458.43	2296.52	2435.61	6026.4	4875.98	1779.81	3289.64	1239.83	1555.53	2725.05	4304.94
30	877.45	2441.68	1227.75	2007.07	1588.87	3830.11	4720.09	2024.68	3349.68	1322.79	831.34	3043.88	4428.91
31	762.58	1340.93	1066.19	1069.64	1296.01	2162.58	3977.82	2883.88	2720.2	787.63	738.19	2755.38	3896.67
32	767.92	1156.04	1298.17	1162.95	968.18	1808.35	3635.79	1911.9	2816.49	490.32	807.83	2761.02	3688.15
33	773.28	1531.87	899.41	551.21	553.98	1525.83	3486.34	1881.65	2128.29	863.13	1253.66	2756.17	3843.12
34	928.36	1776.4	1791.08	858.82	1400.55	1783.31	3418.93	1851.39	2625.76	930.86	1118.88	2775.1	3473.76
35	841.02	1690.87	1593.64	757.31	1087.78	1453.25	3521.18	2418.97	2321.78	1107.46	859.86	2758.23	3385.64
36	941.91	1764.3	1658.44	1060.12	833.76	2079.65	3786.63	2074.66	2501.51	1397.96	1071.01	3036.62	3794.65

表 5-8　烏嘴潭入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	2476.14	2296.07	2691.61	1050.97	1326.76	1687.48	3104.52	1796.77	2144.34	964.39	2478.52
2	1954.97	1747.79	2769.81	1005.68	1106.61	636.5	2258.3	1835.99	2149.34	1030.16	2892.07
3	1999.56	1627.6	3687.98	1024.53	655.24	74.14	1460.07	1174.1	2364.56	377.04	5614.37
4	1568.94	1966.91	3183.59	833.25	329.01	45.8	1413.42	1055.9	2172.33	280.98	3907.8
5	1631.75	1750.46	3133.73	748.91	2233.44	53.49	1239.23	1077.92	2175.29	277.78	1962
6	1247.18	1314.32	2844.81	701.74	1542.32	36.82	3969.21	864	1854.22	231.55	1370.1
7	1366.84	2952.46	3089.41	1000.51	980.62	148.53	3273.94	235.11	2179.6	278.54	1916.83
8	1309.32	2230.67	2987.89	1011.82	829.43	137.56	2837.82	99.88	2365.36	430.37	10163.19
9	1398.39	4026.41	3191.71	1137.96	743.63	711.42	1750.04	452.9	2382.45	321.92	10206.39
10	1062.63	4866.23	3064.78	1065.15	881.89	229.2	5452.96	3825.52	2163.54	273.02	4140.82
11	1681.26	5294.92	3077.47	908.42	783.31	134.73	1755.47	4633.96	2156.55	299.63	10968.05
12	1013.23	4713.39	3180.92	1032.81	1388.11	47.9	13550.47	5365.44	2156.03	291.07	6308.57
13	6196.77	4251.22	3182.98	1289.17	1782.35	47.21	16785.62	6213.38	5111.01	593.48	3713.37
14	3562.45	4278.19	2290.83	899.51	1028.5	5916.26	14166.58	10839.67	12685.59	594.41	3436.95
15	9289.81	7815.13	4279.73	942.29	7679.06	7648.91	23365.77	13299.04	14179.53	22678.87	4021.8
16	37064.05	16369.51	4910.88	882.58	6033.92	2555.72	16763.76	5850.77	11107.23	10274	4214.43
17	36813.32	22032.35	5188.07	898.13	27460.33	2714.6	52332.57	4911.93	7883.12	4332.02	16882.1
18	18659.3	15450.13	4207.85	969.04	16574.8	7691.93	20161.61	4213.37	7839.67	4495.9	9061.55
19	13688.53	12959.13	4226.18	949.1	7247.66	4478.45	3964.22	5410.71	5172.15	2980.37	8497.47
20	26006.76	8605.26	15928.44	997.14	5877.8	11646.79	1920.33	16542.14	3525.63	3931.37	5269.74
21	3468.65	7687.27	18211.64	1390.69	18247.07	11542.8	2357.06	9568.96	9692.19	3775.26	4134.06
22	5002.45	6934.11	12701.42	12808.2	10092.73	8315.67	24663.06	7282.22	6640.71	5355.33	3675.03
23	2409.16	29159.74	10131.87	14225.16	7979.64	7447.77	6986.47	6989.07	5608.38	12642.99	7396.05
24	1321.75	25066.45	11247.66	28526.87	6601.12	6690.74	4868.71	13575.86	3959.55	15855.35	3755.72
25	1251.53	15705.89	10013.6	36345.88	5422.81	4593.98	4327.42	10425.8	2614.11	13587.61	3944.63
26	1371.95	18745.85	23639.9	4048.7	5873.13	3839.35	2751	6715.8	2028.41	5998.65	5445.26
27	1999.97	17146.95	14633.04	382.92	4303.85	2373.93	2215.81	5984.58	3353.26	7302.36	7548.03
28	2333.1	23393.15	13976.49	470.36	2883.86	2332.99	1811.73	4061.83	1007.43	5521.56	4810.59
29	2310.54	13697.78	13997.75	1267.4	2438.72	2580.5	1589.76	3987.45	740.71	3655.41	3086.29
30	2432.65	12335.42	14795.57	1546.98	2378.95	1388.88	1510.09	5212.85	674.6	3050.6	2629.83
31	2153.32	10739.17	1430.18	1454.26	1925.34	2702.59	1278.54	4691.43	529.89	2188.33	1552.3
32	2058.42	10362.9	983.85	447.81	2355.6	6606.83	1419.21	4324.66	517.55	1838.58	1596.45
33	2029.07	10298.8	1254.6	448.84	2107.47	4028.66	2462.12	4573.06	682.56	2246.13	3382.39
34	1938.47	10104.99	1091.51	1239.08	2147.03	3841.25	3473.03	3278.88	748.31	2024.35	2135.25
35	2076.33	10160.29	1282.71	1202.17	2100.82	3908.38	2629.41	2225.93	784.07	2281.13	1779.93
36	2047.69	10434.88	1740.01	1312.82	2254.35	3117.4	2247.27	2267.19	838.16	2065.9	1752.43

表 5-9　貓羅溪入流量歷年旬流量一覽表

旬/年分	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
1	613.92	424.78	614.1	746.13	228.01	385.88	1366.1	571.37	465.27	326.24	534.99	584.83	748.22
2	881.49	447.64	522.46	688.57	284.27	362.12	310.36	299.04	601.68	308.64	307.01	545.14	819.91
3	945.95	891.18	468.86	1556.25	270.51	393.33	368.41	291.85	570.06	284.13	384.73	618.35	844.85
4	616.38	363.78	354.56	2661.88	188.57	3314.58	278.23	198.07	475.8	379.31	562.62	575.58	677.08
5	464.09	191.73	339.74	4443.59	195.01	1304.69	610.02	341.54	535.26	332.81	324.34	688.76	2211.93
6	745.81	210.17	320.84	2710.23	285.15	1065.89	511.24	242.63	473.74	213.74	678.22	436.47	1242.76
7	683.98	338.28	1095.93	2914.16	282.61	1068.83	948.22	418.78	547.48	289.26	1013.47	470.24	2081.17
8	562.77	722.79	1720.54	5170.48	291.46	579.18	385.87	539.5	369.18	473.19	700.69	479.87	1195.25
9	446.81	947.08	824.91	5691.8	346.44	891.45	942.33	1894.66	374.3	498.14	973.66	528.17	1008.21
10	444.52	355.56	867.33	3573.59	276.71	661.26	451.51	1226.83	1134.74	2664.1	1110.21	558.62	2712.88
11	1189.18	280.07	636.78	2562.22	1685.3	2411.15	395.61	2466.27	591.91	980.22	7394.44	339.86	4453.68
12	799.42	588.93	776.22	1811.32	2352.46	568.92	323.06	553.13	1303.67	771.35	2698.76	301.08	2689
13	750.24	352.08	3945.94	1719.21	1778.92	646.88	281.82	1251.77	721.9	863.07	655.09	721.24	958.26
14	434.32	494.36	1092.3	2029.39	1488.25	568.39	3740.53	1854.85	514.83	459.7	619.79	341.13	904.69
15	588.25	6400.76	2698.88	4180.44	2597.04	2246.39	5587.63	4360.93	2446.9	1387.67	1009.62	339.45	1239.3
16	771.95	5423.75	5968.07	12704.18	3325.1	4732.43	7893.36	2226.83	989.33	1840.34	4399.48	445.06	3036.59
17	864.87	3072.02	1656.07	2831.93	1647.28	4800.26	2323.8	1411.82	1101.08	3389.08	2193.95	914.2	1307.13
18	1013.88	9022.02	3059.52	1800.79	3915.2	3456.63	1940.9	4407.19	1232.63	471.15	2942.05	8421.95	902.75
19	654.86	3675.57	3113.15	1293.45	3346.19	2205.53	1974.55	4806.16	1138.86	1748.59	1091.59	2086.83	7030.68
20	457.5	9701.21	2031.02	1537.65	2909.42	1309.05	2377.26	2297.24	2291.85	1687.61	855.62	2010.01	2662.17
21	439.07	13891.51	5110.42	1591.91	1152.61	3522.26	1473.85	9763.61	632.76	15756.28	1464.33	2155.67	2245.73
22	1155.49	4561.98	5778.94	916.02	3856.12	3962.74	1836.58	1408.33	2120.49	1285.15	3250.21	1963.38	2647.79
23	1167.8	2397.76	10546.51	894.63	2030.18	4088.63	735.77	2017.99	9162.47	949	13345.36	3003.19	4300.56
24	7922.11	2615.81	3234.82	3489.74	1380.21	8616.55	7530.36	2214.53	3222.09	2105.32	4314.7	1555.55	11420.64
25	1866.22	16624.77	2646.07	1399.52	1220.03	4263.32	782.67	1529.07	3542.69	1680.16	5351.3	2047.51	6023.1
26	1154.82	2539.19	1726.47	994.95	1121.9	3053.3	2420.43	849.83	956.21	17005.73	1655.73	1028.5	2351.95
27	722.79	2395.79	1294.25	990.83	902.24	1992.93	1175.35	1241.35	840.58	1265.25	888.39	949.64	2744.5
28	455.72	1210.56	1177.82	890.51	440.72	1061.91	679.65	759.41	747.08	1176.63	949.26	2131.13	933.45
29	410.96	1282.91	898.23	891.34	491.09	624.15	540.54	853.94	631.97	620.43	783.56	1011.16	839.41
30	540.06	960.29	933.1	1029.46	497.89	667.56	560.7	789.73	725.76	650.12	972	942.97	819.38
31	471.01	995.94	623.61	697.31	464.49	533.22	448.96	664.88	545.67	845.73	491.72	741.56	705.21
32	498.64	1064.02	1139.33	733.46	392.53	738.47	644.69	644.33	545.66	698.78	747.6	800.78	695.28
33	608.64	959.78	1182.11	710.48	448.3	514.32	525.37	619.67	332.42	425.45	506.1	612.07	533.19
34	553.4	859.96	941.03	795.93	212.96	257.68	208.12	467.56	244.05	317.53	423.9	368.4	415.02
35	585.29	698.75	868.98	881.47	229.94	370.58	291.6	212.68	329.35	382.02	472.98	294.15	368.94
36	504.89	730.87	870.47	939.02	472.94	527.81	629.17	304.67	426.7	725.36	463.98	520.24	412.21

表 5-9　貓羅溪入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	514.06	393.81	292.89	605	289.26	269.49	233.75	238.93	210.27	402.54	291.47	209.15	685.68
2	593.06	488.24	544.64	558.77	334.47	621.05	330.89	242.8	220.05	854.98	323.82	274.87	1070.12
3	733.59	466	624.28	455.87	439.56	477.83	396.53	334.61	664.61	818.63	397.16	400.76	1285.29
4	768.15	399.34	521.51	475.41	602.83	969.03	332.68	330.12	382.02	732.81	382.54	574.69	1278.48
5	534.87	1183.42	608.86	457.95	568.14	2288.49	394.45	426.44	301	565.19	430.31	393.07	2138.1
6	310.98	631.83	593.44	471.53	317.27	3610.78	280.02	1775.2	216.84	381.64	274.89	307	2025.31
7	405.53	709.54	842.64	396.29	379.69	2755.29	352.2	529.23	259.36	421.83	355.55	427.22	3207.04
8	975.47	784.17	631.97	544.13	393.43	3121.51	478.1	551.06	273.23	376.74	335.02	362.25	1829.29
9	713.94	793.93	854.19	263.71	1434.05	901.46	414	500.95	448.67	471.79	398.58	581.14	2418.62
10	736.03	520.73	1704.54	248.44	460.63	538.98	344.9	1681.94	664.61	445.33	1194.87	810.54	2342.71
11	614	519.06	718.67	571.22	446.77	1824.14	479.77	722.9	1099.82	361.84	568.01	799.75	1283.49
12	1458.7	382.51	637.11	882.85	389.96	1981.38	475.66	3649.98	599.63	359.4	341.96	510.74	2181.75
13	5111.87	2361.98	859.96	4534.36	1153.65	851.76	960.68	1345.79	401.93	334.48	368.03	377.26	4009.36
14	1002.83	1923.18	1294.79	2125.87	2202.96	1937.81	924.85	556.96	1167.64	328.7	747.73	394.73	8807.04
15	5447.26	2238.9	2464.36	2041.09	4259.44	1244.83	2743.88	884.13	1829.55	478.22	450.35	1968.53	998.85
16	6905.57	4408.46	9096.95	1966.46	5143.2	7664.72	528.7	1111.23	1344.88	1316.23	918.94	634.29	1324.18
17	2328.83	3339.24	3564.53	501.48	7107.26	2294.81	1701.99	9636.45	2634.54	1187.29	3543.97	485.8	11336
18	1424.16	2928.71	680.79	1590.35	5508.02	1540.52	1947.33	1629.3	1797.05	629.66	1684.79	654.84	2837.89
19	996.29	1322.16	3508.66	1445.08	2358.36	2933.84	4515.08	1607.98	1188.95	3624.68	907.66	26958.19	2086.81
20	2839.68	2184.32	4488.1	1810.54	2235.06	1778.92	4561.33	3452.27	2891.45	2627.61	1973.67	2559.91	14934.83
21	1899.79	2982.66	6637.74	3018.61	1695.56	932.58	3520.85	2221.56	9499.51	1282.99	866.42	2981.22	6764.96
22	3980.74	11057.12	2358.38	15243.37	2124.56	3240.43	13728.93	5523.43	1301.47	1447	476.7	1688.62	15153.48
23	3175.33	3513.15	3708.4	2900.45	2317.27	4337.8	3438.65	2837.52	1555.56	2381.49	2716.13	1699.42	4700.07
24	2468.84	2652.52	1474.63	1258.71	2122.67	1871.54	3389.84	5947.31	2303.14	2342.96	1845.86	14962.72	6076.01
25	1039.17	8325.74	637.12	1027.37	3035.32	3199.72	1750.81	1975.58	1047.8	1074.5	650.25	1754.27	5234.52
26	1647.27	545.02	660.23	969.28	1274.24	1317.9	3067.44	1098.26	3301.87	1341.03	355.69	2221.06	599.64
27	734.88	461.55	564.42	1082.34	1165.57	797.81	1157.36	714.71	1134.74	1188.83	732.29	1245.35	639.16
28	568.27	639.44	345.55	586.01	1009.36	688.51	863.18	617.07	908.15	957.61	510.2	752.46	818.48
29	528.19	782.52	269.75	562.62	949.39	2656.77	718.05	596	573.66	671.17	406.82	741.68	400.51
30	461.64	528.59	321.14	669.21	419	1072.84	736.69	684.9	664.1	642.61	343.07	846.62	411.93
31	402.3	460.77	261.28	595.99	412.08	550.55	656.01	428.88	578.04	354.91	290.7	2790.6	348.87
32	527.8	502.38	371.25	634.54	508.41	534.37	594.85	239.93	442.27	379.59	271.41	2517.77	309.82
33	606.04	440.99	394.37	603.7	552.34	472.83	474.89	215.78	445.35	308.65	233.13	1765.32	213.09
34	451.62	369.44	267.18	489.41	433.65	239.68	455.73	199.74	401.03	274.49	207.45	674.01	191.14
35	320.36	282.6	108.52	389.24	496.08	239.18	513.54	342.48	353.89	302.63	234.44	405.02	173.01
36	340.41	338.72	172.35	413.62	359.03	338.2	527.31	241.1	349.4	346.32	235.03	401.29	193.59

表 5-9　貓羅溪入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	755.56	1087.34	1274.38	1394.21	566.72	778.42	782.79	466.29	417.35	1011.77	999.48
2	754.9	1268.58	1261.8	1282.6	507.66	761.99	763.26	545	404.88	979.36	989.33
3	901.76	1199.75	1407.64	1315.21	677.32	792.8	896.33	535.76	445.86	1129.05	1745.91
4	809.39	1022.08	1381.86	1157.48	596.93	655.5	795.24	470.13	420.3	952.04	1208.86
5	935.91	1074.12	1366.39	1146.43	1085.02	685.69	770.21	487.49	451.37	1025.67	887.61
6	715.34	913.15	1228.2	969.16	711.75	594.47	831.85	399.62	356.97	792.92	767.48
7	1007.44	1133.99	1358.65	1549.89	750.93	711.61	780.86	454.6	414.76	983.22	932.94
8	970.2	1101.34	1359.12	1359.66	745.15	748.24	785.1	458.2	501.99	1173.2	2116.62
9	1508.66	1282.71	1541.1	1539.5	842.63	849.83	808.6	654.46	508.42	1250.61	2010.53
10	1043.42	1222.08	4803.72	1266.16	926.53	752.61	809.63	2589.21	464.86	1087.86	922.28
11	1331.79	1265.76	4765.96	1745.03	822.72	674.9	966.09	824.02	411.95	1128.98	3072.56
12	1538.34	1208.98	4911.88	2611.17	877.59	629.29	1716	1549.51	419.13	1113.94	1532.56
13	1970.32	1132.3	4901.08	1152.74	781.13	543.24	2500.19	1002.56	790.75	1032.37	1251.52
14	1156.19	1264.47	4930.63	1001.52	638.27	1202.43	2691.71	7636.6	3968.13	1104.68	1248.93
15	2308.8	1635.07	6866.51	1301.34	2676.41	2170.06	3927.94	4389.47	2624.29	6761.04	1819.39
16	25380.25	3268.45	8938.19	2879.77	996.67	897.74	2661.53	359.54	1852.93	1850.1	2064.61
17	3744.87	2016.56	9650.2	1383.42	5756.19	1371.47	17094.35	1966.85	945.16	1363.66	5586.75
18	2830.3	1641.6	6601.64	1225.17	8480.64	4978.79	2494.54	359.3	2394.98	1910.97	4439.41
19	4247.39	1782.27	3042.78	787.03	442.53	2753.5	1336.14	7785.07	1027.99	1082.72	3088.35
20	9974.39	1166.99	20510.47	946.44	2362.36	7443.65	954.52	28500.51	1782.16	1383.95	1469.49
21	1233.26	1360.29	4137.98	1482.34	9377.23	2484.51	2935.13	2949.77	5612.56	1805.02	1371.86
22	1794.35	1362.6	1949.15	17099.9	2572.64	2926.02	21028.45	1789.84	1885.29	2709.17	1553.24
23	1050.61	5195.62	1778.2	1942.72	5642.76	4618.1	2567.63	2796.14	1256.65	2699.15	2122.91
24	1251.14	2857.41	1531.7	1130.13	3237.63	1354	1425.03	14714.53	784.2	3844.44	1389.73
25	2478.62	2190.75	2454.42	798.45	1703.92	1905.96	2278.22	2818.63	509.31	3440.45	1513.16
26	2015.06	2169.43	17459.94	846.23	4297.61	1090.42	2259.22	900.32	556.47	1104.42	1883.35
27	1760.3	1393.06	7740.34	787.79	1684.38	680.42	922.02	628.28	722.59	2345.52	3249.06
28	836.86	3532.54	1314.41	966.73	909.72	653.56	834.82	506.75	575.18	1211.18	1470.64
29	828.76	1091.33	1005.72	682.98	805.9	809.22	723.84	482.21	560.32	981.37	1130.64
30	872.57	998.46	985.18	727.8	751.44	680.42	759.93	542.94	606.97	983.69	1109.7
31	772.39	915.99	872.73	571.73	726.39	721.77	697.88	509.44	543.48	894.92	946.69
32	738.37	853.31	1161.34	603.34	725.38	2799.85	833.65	666.68	564.05	874.49	953.62
33	727.84	847.39	1557.72	536.4	651.89	594.86	860.89	392.27	516.27	756.08	974.44
34	695.31	824.03	961.72	444.43	462.04	500.43	886.21	330.89	460.05	756.19	791.4
35	744.78	885.03	978.79	431.21	482.85	454.71	627.61	588.57	408.66	732.69	745.02
36	734.48	1073.2	1017.09	470.92	476.55	469.35	690.55	373.68	508.07	781.12	858.57

表 5-10　大里溪入流量歷年旬流量一覽表

旬/年分	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
1	652.52	451.49	652.69	793.08	843.7	584.75	1452.04	607.31	494.53	346.79	1017.33	870.32	933.54
2	936.93	475.8	555.36	731.9	794.2	580.36	329.9	317.85	639.52	328.07	938.15	798.98	779.08
3	1005.46	947.27	498.36	1654.15	820.56	1106.89	391.6	310.19	605.91	302.03	1029.14	809.4	632.95
4	655.16	386.65	376.86	2829.34	544.91	3401.55	295.75	210.51	505.72	403.2	701.19	529.34	560.72
5	493.28	203.83	361.1	4723.15	614.43	1324.1	648.4	363.03	568.93	353.75	943.05	664.03	1833.67
6	792.71	223.38	341.02	2880.74	538.47	1008.46	543.41	257.91	503.55	227.19	5008.27	628.96	1229.36
7	727	359.55	1164.89	3097.49	769.81	1537.06	1007.9	445.1	581.92	307.47	1174.11	724.18	3607.45
8	598.15	768.23	1828.78	5495.77	861.69	700.66	410.15	573.43	392.39	502.98	932.78	703.87	2295.03
9	474.93	1006.69	876.82	6049.91	1299.3	1090.98	1001.61	2013.86	397.86	529.48	819.94	1128.89	1958.56
10	472.48	377.91	921.91	3798.44	1039.67	972.61	479.92	1304.03	1206.13	2831.7	844.34	1409.69	3849.06
11	1263.99	297.68	676.83	2723.41	2038.9	3085.28	420.53	2621.45	629.14	1041.89	11399.89	644.23	2880.04
12	849.71	625.96	825.07	1925.25	2900.58	397.78	343.39	587.93	1385.7	819.88	7475.79	683.19	3403.61
13	797.44	374.24	4194.2	1827.38	2225.87	489.27	299.56	1330.52	767.33	917.37	1620.58	1187.87	2441.79
14	461.65	525.45	1161.04	2157.07	2237.46	578.58	3975.84	1971.55	547.21	488.66	1671.74	678.7	2779.8
15	625.26	6803.49	2868.67	4443.47	4335.48	1791.79	5939.21	4635.31	2600.82	1474.99	1413.44	690.51	3089.53
16	820.52	5764.99	6343.57	13503.48	3637	10897.13	8390	2366.93	1051.57	1956.12	9066.8	847.82	3815.64
17	919.28	3265.28	1760.26	3010.11	2322.29	5271.71	2470.03	1500.66	1170.37	3602.3	3683.79	1020.93	2818.35
18	1077.64	9589.65	3252.01	1914.09	6513.19	1427.95	2063.03	4684.47	1310.17	500.82	6502.52	11817.3	1971.44
19	696.05	3906.83	3309	1374.81	3915.88	861.7	2098.8	5108.54	1210.5	1858.63	1380.89	1433.98	6434.8
20	486.3	10311.56	2158.8	1634.39	2007.41	702.34	2526.85	2441.77	2436.05	1793.79	1339.01	2326	1471
21	466.72	14765.54	5432.01	1692.07	2031.83	1292.6	1566.58	10377.92	672.57	16747.63	1175.81	2336.93	1131.94
22	1228.22	4849.02	6142.54	973.63	6211.17	1903.58	1952.13	1496.98	2253.9	1366.01	6450.22	1773.77	1175.4
23	1241.25	2548.62	11210.06	950.91	2247.74	3115.23	782.07	2144.94	9738.96	1008.71	18182.57	5233.16	2308.13
24	8420.57	2780.42	3438.37	3709.31	1145.07	19281.25	8004.14	2353.85	3424.8	2237.8	7748.24	1897.65	6387.24
25	1983.65	17670.75	2812.56	1487.56	708.75	4581.6	831.9	1625.29	3765.59	1785.85	5014.3	2497.07	3764.22
26	1227.47	2698.95	1835.06	1057.54	515.86	2773.38	2572.72	903.3	1016.35	18075.69	2978.23	1637.29	2347.99
27	768.24	2546.52	1375.7	1053.17	603.26	2413.55	1249.28	1319.45	893.48	1344.85	1177.2	1135.7	3079.24
28	484.38	1286.72	1251.94	946.56	591.94	1778.15	722.41	807.17	794.06	1250.66	904.74	1016.57	1535.79
29	436.85	1363.63	954.76	947.42	726.75	1240.7	574.57	907.68	671.75	659.46	832.78	990.46	1368.21
30	574.04	1020.67	991.85	1094.25	920.82	1340.15	596	839.38	771.41	691.02	1148.91	933.51	1552.5
31	500.64	1058.61	662.85	741.17	875.2	1311.62	477.2	706.66	579.99	898.95	1048.66	878.64	1408.56
32	530.01	1130.98	1211.05	779.61	843.7	1270.78	685.27	684.81	579.99	742.75	997.26	1010.26	1477.95
33	646.95	1020.17	1256.49	755.1	776.23	1232.19	558.44	658.63	353.36	452.2	984.41	1173.48	1465.1
34	588.21	914.02	1000.23	846.06	708.76	1212.15	221.21	496.96	259.4	337.5	976.7	976.58	1306.38
35	622.12	742.75	923.66	936.96	834.71	1172.06	309.96	226.06	350.08	406.06	714.56	878.15	1182.09
36	536.65	776.85	925.22	998.13	793.57	1335.28	668.77	323.83	453.58	771	855.92	993.05	1374.75

表 5-10　大里溪入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	1183.62	925.33	970.32	769.81	877.76	848.2	840.49	1206.78	868.11	910.54	1620.59	609.94	728.81
2	1325.63	938.15	867.48	665.71	985.72	1300.58	763.39	1029.41	812.85	1083.39	1521.64	542.86	1137.45
3	1517.78	963.86	1028.12	768.5	1073.1	1089.79	904.75	1213.19	1378.97	1222.81	1745.25	642.86	1366.16
4	989.54	636.16	578.32	692.69	1259.46	1145.07	624.62	1052.54	1044.19	1048.68	1454.82	1147.91	1358.91
5	902.81	1706.68	1374.49	924.05	765.95	3047.09	722.91	1156.64	1066.68	931.73	1511.36	723.55	2272.61
6	745.41	1034.54	1452.23	1233.74	1061.55	5566.02	514.07	4969.71	822.49	776.86	1192.64	656.71	2152.72
7	1228.61	1651.42	1512.62	1172.07	1071.8	5081.52	709.42	1332.72	981.21	1013.98	1628.3	850.5	3408.83
8	2172.57	1359.69	1475.36	1094.95	920.19	3304.16	803.87	1214.47	1040.97	1160.5	1619.3	773.65	1944.38
9	1228.6	1265.88	1242.76	1250.49	4043.1	1452.22	1294.16	1291.57	1323.07	1346.83	2060.09	1536.3	2570.8
10	1941.87	938.17	2578.02	2653.86	1399.56	1201.61	960.02	1510.04	1427.17	1250.46	3201.32	1635.76	2490.11
11	1547.32	1218.33	1047.41	2084.54	1569.19	2232.34	1241.46	1172.07	1873.76	1106.53	2164.23	1138.14	1364.25
12	1970.14	999.86	783.92	1759.38	1192.62	1632.16	868.76	4958.14	1434.24	925.31	1862.18	1202.4	2319
13	3534.18	3541.91	1220.91	4780.8	2747.66	1786.38	2001	4649.71	1254.97	864.29	2006.14	965.03	4261.62
14	1038.38	2045.98	2097.37	1202.91	4149.79	1475.33	1629.58	1420.1	2098.68	1139.29	2470.06	1043.17	11922.66
15	4418.36	1445.8	1974	3328.58	2236.18	2043.41	5848.77	1445.8	3130.65	2400.67	2075.54	2338.08	6492.23
16	8474.34	2647.42	7707.11	3133.23	7748.23	11540.72	1859.64	1809.5	1856.42	2540.76	3074.08	1508.76	1407.5
17	4100.93	3296.44	2823.49	1664.28	15508.03	4770.51	4810.34	5589.16	2858.2	2665.41	5627.73	1208.94	12049.24
18	2252.89	2912.15	3138.35	2666.71	13125.33	2826.08	3784.79	3092.1	2558.75	1880.18	2135.94	1501.44	3016.45
19	1142.51	2094.8	4113.8	2574.17	5294.85	2527.91	7727.66	1773.51	1715.69	4250.02	2197.65	20628.87	2218.11
20	2038.91	3822.06	3527.76	1445.81	4892.59	2141.07	3723.11	2225.89	2439.26	4760.23	2381.39	5960.71	15874.51
21	1812.71	6508.06	4223.03	3975	3948	1342.99	7647.98	2051.1	10170.75	3607.44	2490.62	4007.26	10451.31
22	3095.3	17401.06	3086.96	13886.16	6628.85	4269.3	16732.79	3467.36	1796.65	3815.65	1845.49	3302.47	16106.91
23	3969.85	5414.39	2779.81	6794.63	5690.69	3547.04	5132.92	3170.5	2060.12	2779.8	3948.01	4061.89	6827.29
24	1977.85	2569.02	2587.01	6577.44	5694.55	2261.89	3205.19	4800.06	3016.28	2490.66	3048.41	11858.59	7208.33
25	1289.64	4144.64	1362.3	3174.34	6864.04	2052.39	1851.9	2268.31	2312.02	2540.75	1911.01	4365.93	9110.37
26	1612.88	1389.27	1130.94	1362.27	2219.47	1998.42	1439.37	1458.67	7433.35	2673.15	1783.83	3905.46	4475.45
27	1134.78	1085.95	1285.15	1124.5	1741.39	1506.23	3441.66	1366.15	3273.31	1782.51	1853.21	2095.97	4271.23
28	1047.38	1231.19	889.32	1124.48	1902.03	1638.58	1531.9	1417.53	2714.25	1565.31	1689.99	1827.76	4266.98
29	1085.94	1336.58	848.2	1130.91	1895.6	4151.06	1178.49	1476.64	2434.09	1498.46	1665.59	1782.27	3997.36
30	1159.83	1310.87	871.34	1272.3	2062.67	1841.63	1376.4	1453.27	2745.09	1664.25	1226.79	2038.78	4276.52
31	1095.58	1303.18	961.28	1213.2	1679.73	1728.56	1160.49	1485.37	2339	1528.06	1173.09	1723.79	3878.35
32	1432.94	1370.01	894.46	1143.79	1664.31	1399.54	1195.2	1265.11	2359.56	1936.73	1224.5	1718.36	3831.71
33	1382.83	1547.34	786.52	850.8	1593.6	1259.48	1152.77	1235.29	2174.52	1815.93	981.85	1743.7	3732.5
34	941.4	1253.04	786.52	781.36	898.35	1170.77	1044.83	1049.19	2164.24	1697.71	941.76	1458.4	3651.8
35	1066.66	1205.48	832.79	742.8	917.62	918.89	1069.25	1506.21	2004.84	1752.94	892.39	1319.07	3612.97
36	1082.73	1255.59	1010.12	776.23	917.63	1146.36	1391.83	1144.3	1997.14	1956.03	928.9	1493.87	3970.5

表 5-10　大里溪入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	1800.9	2126.94	1354.55	303.56	1563.79	1742.56	646.06	1367.15	1064.5	1075.42	1419.2
2	1811.42	2216.77	1341.18	299.95	1516.24	1914.9	1057.93	1338.87	951	1040.97	1524.45
3	2122.56	2290.78	1496.19	340.56	1636.02	2108.81	1226.82	1570.2	1093.67	1200.09	2270.74
4	1869.27	2180.14	1468.83	302.67	1557.61	1717.62	1185.43	1477.42	1044.58	1011.94	1546.17
5	1908.96	2169.34	1452.37	313.97	2057.03	1984.8	1106.66	1417.01	1077.21	1090.2	1468.29
6	1535.38	1932.75	1305.46	245.34	1358.67	1517.26	1264.97	1150.09	845.13	842.8	1299.3
7	1963.47	2525.99	1444.14	497.87	1635.77	1904.62	1144.17	1488.6	1083.52	1045.12	1748.06
8	1934.68	2400.41	1444.65	340.56	1685.37	1906.4	1212.68	1469.73	1176.32	1186.71	2906.13
9	2402.99	2879.4	1638.06	855.03	1842.79	2217.16	1172.08	1756.28	1233.25	1297.48	2389.37
10	2145.72	2758.46	1507.74	334.14	1965.52	1879.02	1157.41	2748.69	1104.59	1002.41	1483.98
11	2232.44	2550	1436.95	779.43	1732.79	1848.07	1214.74	1815.41	990.22	1156.26	3183.99
12	2198.92	2365.58	1509.94	749.77	1737.52	1762.21	2501.44	1794.09	999.72	1071.19	2029.26
13	3395.27	2748.44	1646.66	338.52	709.68	1758.09	1411.88	1744.22	1393.12	1098.04	1558.11
14	1990.85	2463.15	1403.01	337.86	705.8	2308.03	3307.5	4244.11	6218.65	2078.89	1789.18
15	3089.14	3334.49	2567.37	1116.69	2183.09	2596.28	3418.79	3602.82	3215.6	8578.2	1908.73
16	13699.68	3474.1	2378.94	2639.2	1281.04	2067.93	2506.59	1750.78	2387.06	1453.12	1848.82
17	3398.72	2143.44	2313.94	5344.45	6375.95	2090.84	8825.58	1812.32	1384.38	1065.28	6048.76
18	2543.85	1744.91	1440.42	3253.89	3293.22	3908.04	2177.83	1593.47	1565.97	1471.51	2839.93
19	3565.66	1686.38	3234.24	2024.25	1208.18	2020.4	1384.25	2303.27	998.82	1055.89	3798.68
20	6295.74	1600.52	21800.96	2254.16	1469.19	5057.62	1371.27	14200.38	1058.32	1173.09	1817.72
21	2340.65	1806.03	4398.33	2636.13	8345.84	1728.42	4136.13	3706.67	2190.81	1286.45	1877.61
22	2162.8	1816.57	2071.81	18335.76	2402.74	3353.37	23805.4	2145.57	2153.82	1596.94	1877.36
23	2028.88	13629.75	1890.08	2342.46	3323.3	1811.56	3016.28	2850.5	1198.79	2535.88	4082.19
24	2239.92	7956.82	1628.04	1957.42	3936.32	1794.73	2812.82	12709.34	889.95	3441.65	1894.97
25	2634.59	2766.19	2608.87	1645.51	2807.7	1516.37	2283.35	3000.85	688.2	2648.21	1850
26	2141.86	6504.46	18558.47	1804.37	2997.5	1282.47	1585.12	1910	673.94	1094.33	1730.6
27	1871.06	2496.67	8227.34	1656.34	2226.52	1129.78	1202.8	1490.28	824.56	2084.55	2711.17
28	1814.91	7998.2	1397.11	1633.94	2011.92	1185.69	1162.55	1429.48	611.36	1106.13	1525.5
29	1838.8	1428.07	1069	1565.19	1928.01	1170.14	1129.13	1455.71	595.54	983.15	1338.74
30	2034.15	1239.27	1047.16	1699.23	2054.57	1237.21	1290.56	1531.53	645.16	1064.75	1476.12
31	1974.65	1086.73	927.62	1531.27	1874.79	1962.18	1169.49	1389.4	577.67	981.87	1278.09
32	1896.89	1031.6	890.62	1581.38	1878.79	1456.1	1304.44	1352.36	599.52	942.41	1385.53
33	2007.56	1017.6	827.76	1481.4	1765.53	1183.9	1487.31	1375.25	548.76	881.75	1650.16
34	1800.51	890.75	790.64	1464.44	1723.52	1192.62	1402.74	1241.46	489.01	943.19	1313.68
35	1894.95	839.09	773.66	1444.77	1761.31	1085.99	1172.45	1338.23	434.39	846.02	1226.16
36	1934.81	931.86	880.59	1620.34	1868.24	1159.87	1258.17	1162.95	540.04	948.95	1379.36

表 5-11　筏子溪入流量歷年旬流量一覽表

旬/年分	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
1	21.6	14.94	21.58	26.23	27.92	19.36	48.04	20.08	16.34	11.47	33.68	28.77	30.91
2	30.99	15.74	18.37	24.22	26.3	19.22	10.92	10.51	21.18	10.85	31.05	26.44	25.79
3	33.26	31.32	16.5	54.76	27.16	36.65	12.94	10.25	20.05	9.99	34.06	26.78	20.94
4	21.68	12.79	12.47	93.64	18.01	112.56	9.8	6.96	16.72	13.35	23.21	17.51	18.56
5	16.33	6.72	11.95	156.3	20.31	43.82	21.46	12.03	18.83	11.71	31.19	21.97	60.68
6	26.24	7.39	11.27	95.32	17.79	33.38	17.99	8.55	16.66	7.51	165.72	20.81	40.68
7	24.06	11.91	38.54	102.48	25.46	50.87	33.35	14.72	19.27	10.17	38.86	23.94	119.36
8	19.81	25.42	60.51	181.84	28.51	23.19	13.56	18.96	12.99	16.64	30.86	23.28	75.96
9	15.7	33.31	29.01	200.19	42.97	36.1	33.14	66.62	13.17	17.51	27.12	37.34	64.81
10	15.63	12.51	30.52	125.68	34.4	32.2	15.87	43.14	39.93	93.72	27.94	46.64	127.37
11	41.8	9.86	22.41	90.11	67.46	102.11	13.89	86.73	20.82	34.47	377.22	21.29	95.31
12	28.11	20.72	27.3	63.69	95.99	13.18	11.35	19.45	45.86	27.13	247.37	22.59	112.63
13	26.38	12.39	138.78	60.46	73.65	16.2	9.92	44.04	25.4	30.35	53.63	39.3	80.83
14	15.27	17.38	38.42	71.37	74.04	19.15	131.55	65.26	18.1	16.16	55.32	22.43	91.99
15	20.69	225.13	94.93	147.03	143.46	59.3	196.53	153.4	86.07	48.8	46.76	22.83	102.22
16	27.16	190.78	209.92	446.83	120.35	360.58	277.65	78.31	34.8	64.72	300.03	28.04	126.25
17	30.42	108.05	58.24	99.63	76.84	174.45	81.73	49.65	38.73	119.2	121.91	33.77	93.27
18	35.66	317.35	107.61	63.35	215.52	47.25	68.27	155	43.35	16.57	215.15	391.03	65.25
19	23.03	129.28	109.5	45.49	129.58	28.52	69.46	169.04	40.07	61.5	45.69	47.46	212.93
20	16.09	341.22	71.44	54.09	66.42	23.25	83.62	80.82	80.62	59.35	44.31	76.97	48.68
21	15.43	488.58	179.74	55.98	67.25	42.78	51.84	343.41	22.27	554.17	38.89	77.31	37.44
22	40.64	160.44	203.26	32.23	205.52	62.99	64.61	49.53	74.59	45.19	213.45	58.68	38.89
23	41.06	84.33	370.95	31.46	74.38	103.08	25.89	70.99	322.28	33.38	601.65	173.16	76.38
24	278.62	92.01	113.79	122.74	37.9	638.03	264.86	77.88	113.34	74.05	256.38	62.8	211.36
25	65.66	584.73	93.06	49.21	23.45	151.61	27.54	53.78	124.59	59.08	165.91	82.62	124.55
26	40.62	89.3	60.72	34.98	17.04	91.76	85.13	29.9	33.64	598.14	98.54	54.18	77.69
27	25.41	84.27	45.54	34.85	19.96	79.84	41.33	43.65	29.57	44.51	38.96	37.56	101.9
28	16.04	42.57	41.45	31.33	19.56	58.83	23.93	26.71	26.29	41.37	29.97	33.63	50.82
29	14.44	45.13	31.6	31.34	24.05	41.05	19	30.04	22.22	21.83	27.59	32.77	45.25
30	19	33.79	32.85	36.22	30.46	44.33	19.71	27.79	25.54	22.87	38.04	30.88	51.34
31	16.56	35.02	21.94	24.52	28.97	43.42	15.8	23.38	19.2	29.74	34.71	29.07	46.58
32	17.54	37.41	40.08	25.8	27.95	42.05	22.67	22.64	19.19	24.59	33.03	33.43	48.89
33	21.4	33.74	41.6	25.01	25.7	40.76	18.49	21.78	11.69	14.96	32.6	38.8	48.46
34	19.45	30.25	33.11	28	23.45	40.1	7.32	16.44	8.58	11.17	32.35	32.3	43.23
35	20.59	24.57	30.57	31.02	27.65	38.8	10.27	7.5	11.58	13.43	23.68	29.06	39.11
36	17.75	25.7	30.63	33.03	26.26	44.23	22.12	10.71	15.02	25.51	28.36	32.85	45.48

表 5-11　筏子溪入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	39.16	30.61	32.11	25.46	29.03	28.05	27.82	39.9	28.72	30.12	53.64	20.17	24.12
2	43.87	31.06	28.71	22.03	32.6	43.03	25.27	34.05	26.9	35.84	50.37	17.98	37.65
3	50.23	31.89	34.03	25.4	35.51	36.04	29.95	40.13	45.62	40.46	57.77	21.28	45.21
4	32.72	21.04	19.14	22.92	41.66	37.88	20.67	34.82	34.55	34.68	48.16	37.98	44.96
5	29.84	56.48	45.49	30.56	25.35	100.82	23.93	38.26	35.3	30.83	50.03	23.96	75.22
6	24.64	34.24	48.05	40.82	35.11	184.18	17.01	164.45	27.21	25.71	39.48	21.73	71.23
7	40.65	54.65	50.05	38.76	35.44	168.17	23.48	44.1	32.46	33.56	53.89	28.14	112.79
8	71.9	45	48.82	36.22	30.44	109.34	26.6	40.18	34.44	38.39	53.6	25.6	64.33
9	40.64	41.89	41.12	41.35	133.79	48.05	42.82	42.73	43.8	44.57	68.16	50.82	85.06
10	64.26	31.06	85.31	87.81	46.29	39.75	31.77	49.96	47.22	41.38	105.93	54.13	82.4
11	51.2	40.31	34.65	68.98	51.9	73.85	41.09	38.77	62	36.61	71.61	37.65	45.14
12	65.19	33.1	25.95	58.21	39.44	54	28.76	164.06	47.46	30.63	61.61	39.78	76.74
13	116.94	117.19	40.39	158.2	90.91	59.1	66.22	153.85	41.53	28.59	66.38	31.93	141.02
14	34.34	67.69	69.39	39.79	137.31	48.81	53.92	47	69.45	37.7	81.74	34.51	394.51
15	146.21	47.84	65.32	110.12	73.99	67.61	193.54	47.85	103.59	79.45	68.67	77.36	214.83
16	280.41	87.6	255.02	103.67	256.39	381.88	61.52	59.89	61.43	84.1	101.73	49.92	46.56
17	135.71	109.06	93.42	55.06	513.17	157.86	159.18	184.95	94.58	88.2	186.23	40.01	398.72
18	74.54	96.38	103.86	88.24	434.32	93.53	125.23	102.3	84.65	62.22	70.69	49.68	99.81
19	37.8	69.32	136.11	85.19	175.21	83.66	255.73	58.72	56.77	140.64	72.75	682.61	73.4
20	67.46	126.47	116.74	47.85	161.9	70.86	123.2	73.65	80.72	157.52	78.8	197.23	525.3
21	59.99	215.37	139.75	131.54	130.63	44.42	253.07	67.88	336.55	119.38	82.42	132.61	345.85
22	102.44	575.8	102.16	459.49	219.36	141.28	553.69	114.72	59.46	126.26	61.09	109.27	532.98
23	131.37	179.17	91.99	224.81	188.31	117.39	169.84	104.91	68.17	91.99	130.64	134.42	225.92
24	65.45	85.01	85.61	217.67	188.43	74.83	106.05	158.83	99.82	82.4	100.86	392.41	238.53
25	42.68	137.14	45.1	105.04	227.12	67.91	61.25	75.03	76.5	84.08	63.24	144.46	301.47
26	53.37	45.96	37.45	45.06	73.45	66.12	47.66	48.29	245.99	88.46	59.06	129.23	148.09
27	37.54	35.92	42.55	37.2	57.64	49.84	113.87	45.23	108.31	59.01	61.35	69.37	141.34
28	34.64	40.73	29.46	37.22	62.96	54.22	50.68	46.93	89.84	51.84	55.96	60.47	141.2
29	35.92	44.22	28.1	37.43	62.75	137.36	38.99	48.86	80.55	49.63	55.13	58.97	132.29
30	38.36	43.36	28.87	42.09	68.27	60.94	45.55	48.09	90.84	55.12	40.61	67.48	141.51
31	36.24	43.11	31.84	40.14	55.58	57.22	38.4	49.16	77.37	50.58	38.83	57.03	128.32
32	47.42	45.32	29.63	37.85	55.07	46.31	39.52	41.86	78.06	64.1	40.53	56.87	126.81
33	45.77	51.19	26.06	28.14	52.75	41.69	38.15	40.86	71.91	60.09	32.48	57.7	123.52
34	31.12	41.45	26.06	25.88	29.69	38.74	34.55	34.7	71.57	56.18	31.15	48.27	120.83
35	35.28	39.88	27.59	24.58	30.34	30.4	35.38	49.84	66.3	58	29.53	43.66	119.55
36	35.8	41.53	33.46	25.66	30.36	37.94	46.06	37.89	66.09	64.7	30.74	49.45	131.4

表 5-11　筏子溪入流量歷年旬流量一覽表(續)

旬/年分	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	59.59	70.37	44.81	10.04	51.75	57.68	21.38	45.22	35.23	35.6	46.97
2	59.94	73.35	44.39	9.93	50.18	63.37	35.02	44.3	31.46	34.47	50.45
3	70.23	75.8	49.54	11.27	54.14	69.78	40.59	51.97	36.19	39.69	75.14
4	61.85	72.15	48.62	10.02	51.54	56.84	39.22	48.88	34.56	33.47	51.16
5	63.17	71.79	48.05	10.4	68.06	65.68	36.62	46.88	35.66	36.08	48.59
6	50.81	63.97	43.2	8.12	44.97	50.22	41.86	38.06	27.97	27.88	42.99
7	64.97	83.59	47.77	16.47	54.12	63.04	37.87	49.23	35.86	34.58	57.85
8	64.03	79.45	47.81	11.28	55.78	63.09	40.12	48.62	38.93	39.27	96.16
9	79.51	95.29	54.21	28.29	60.99	73.38	38.8	58.11	40.79	42.94	79.05
10	71.01	91.28	49.89	11.05	65.04	62.17	38.3	90.94	36.55	33.18	49.12
11	73.88	84.39	47.54	25.79	57.33	61.14	40.19	60.08	32.77	38.27	105.36
12	72.77	78.28	49.95	24.81	57.48	58.3	82.78	59.36	33.09	35.45	67.14
13	112.35	90.96	54.49	11.21	23.51	58.18	46.73	57.72	46.09	36.32	51.56
14	65.87	81.51	46.43	11.18	23.34	76.37	109.45	140.44	205.77	68.78	59.21
15	102.21	110.34	84.94	36.94	72.23	85.92	113.14	119.21	106.41	283.86	63.16
16	453.33	114.94	78.74	87.32	42.39	68.43	82.94	57.93	78.98	48.08	61.18
17	112.48	70.93	76.58	176.86	210.99	69.19	292.04	59.97	45.82	35.23	200.16
18	84.18	57.75	47.67	107.68	108.96	129.31	72.08	52.72	51.82	48.69	93.96
19	117.99	55.81	107.03	66.98	39.98	66.85	45.8	76.21	33.05	34.95	125.69
20	208.34	52.97	721.42	74.59	48.6	167.37	45.38	469.89	35.03	38.83	60.16
21	77.45	59.75	145.55	87.23	276.17	57.18	136.86	122.64	72.49	42.57	62.14
22	71.56	60.12	68.55	606.74	79.49	110.97	787.72	71	71.28	52.84	62.11
23	67.13	451.03	62.56	77.49	109.96	59.95	99.81	94.32	39.66	83.92	135.08
24	74.11	263.29	53.87	64.75	130.26	59.38	93.07	420.56	29.45	113.9	62.72
25	87.18	91.52	86.33	54.45	92.92	50.18	75.54	99.3	22.77	87.63	61.2
26	70.88	215.23	614.1	59.71	99.19	42.44	52.45	63.2	22.3	36.22	57.26
27	61.91	82.61	272.25	54.8	73.68	37.37	39.78	49.33	27.28	68.97	89.72
28	60.06	264.67	46.23	54.07	66.58	39.23	38.47	47.31	20.24	36.61	50.47
29	60.84	47.26	35.37	51.8	63.79	38.73	37.36	48.17	19.69	32.53	44.29
30	67.33	41.01	34.66	56.23	67.98	40.94	42.71	50.69	21.35	35.24	48.85
31	65.34	35.94	30.7	50.67	62.04	64.92	38.69	45.98	19.12	32.47	42.29
32	62.76	34.12	29.48	52.31	62.18	48.19	43.17	44.76	19.83	31.18	45.83
33	66.44	33.68	27.4	49.01	58.42	39.18	49.21	45.52	18.15	29.19	54.61
34	59.57	29.49	26.16	48.45	57.04	39.47	46.42	41.09	16.17	31.2	43.46
35	62.69	27.77	25.61	47.8	58.28	35.93	38.81	44.29	14.37	27.98	40.59
36	64.03	30.84	29.15	53.61	61.83	38.37	41.63	38.48	17.88	31.4	45.65

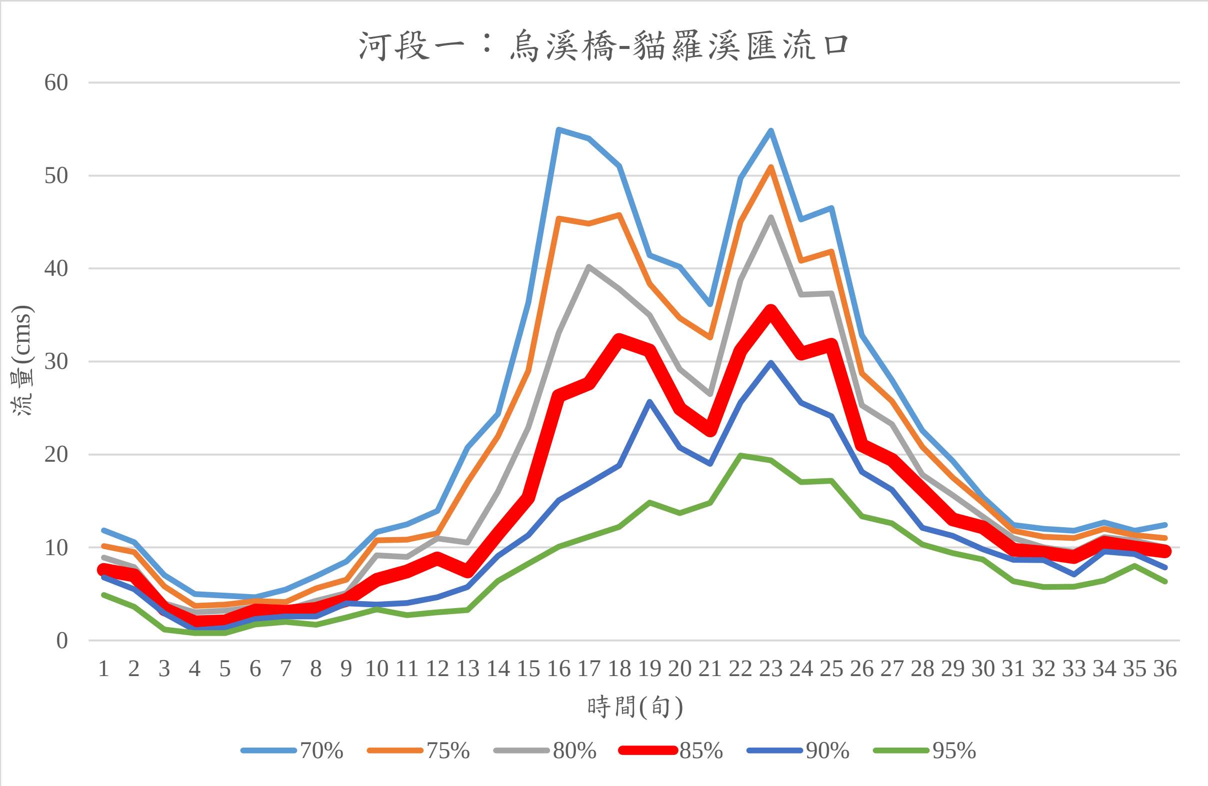


圖 5-6　河段一流量超越機率分析結果

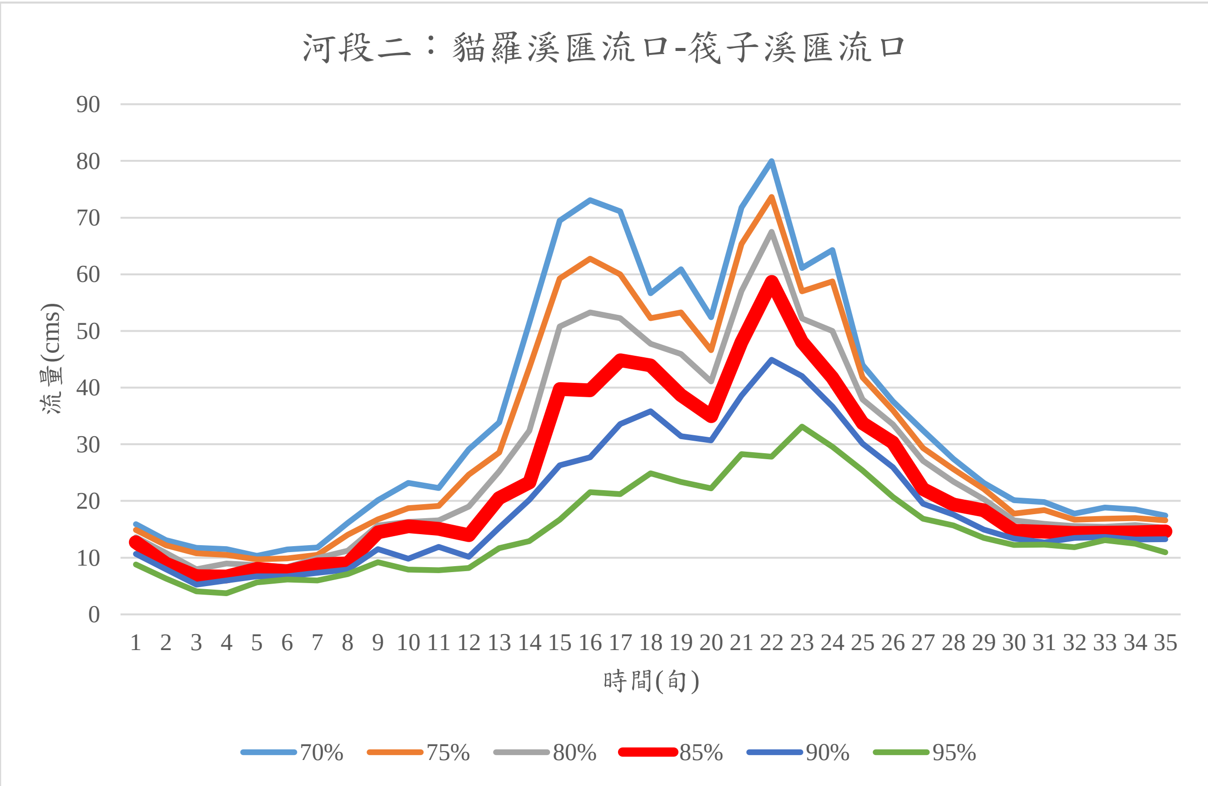


圖 5-7　河段二流量超越機率分析結果

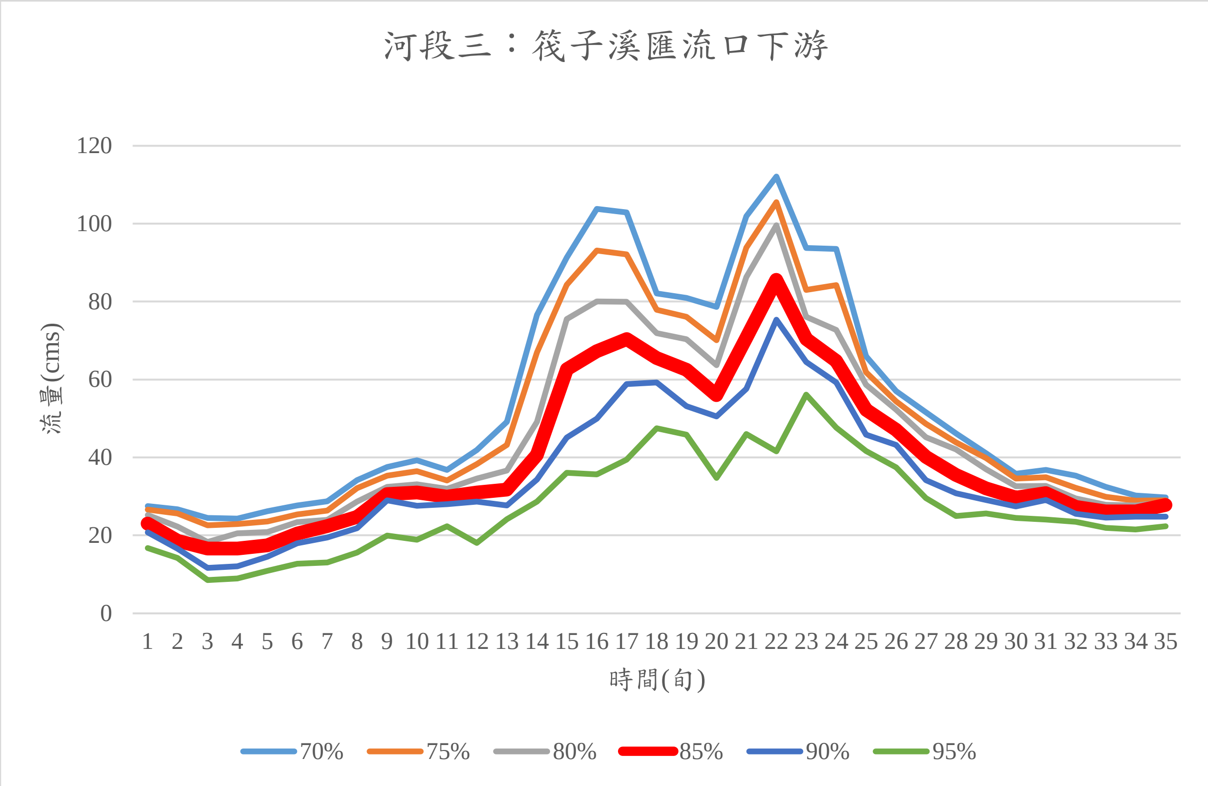


圖 5-8　河段三流量超越機率分析結果

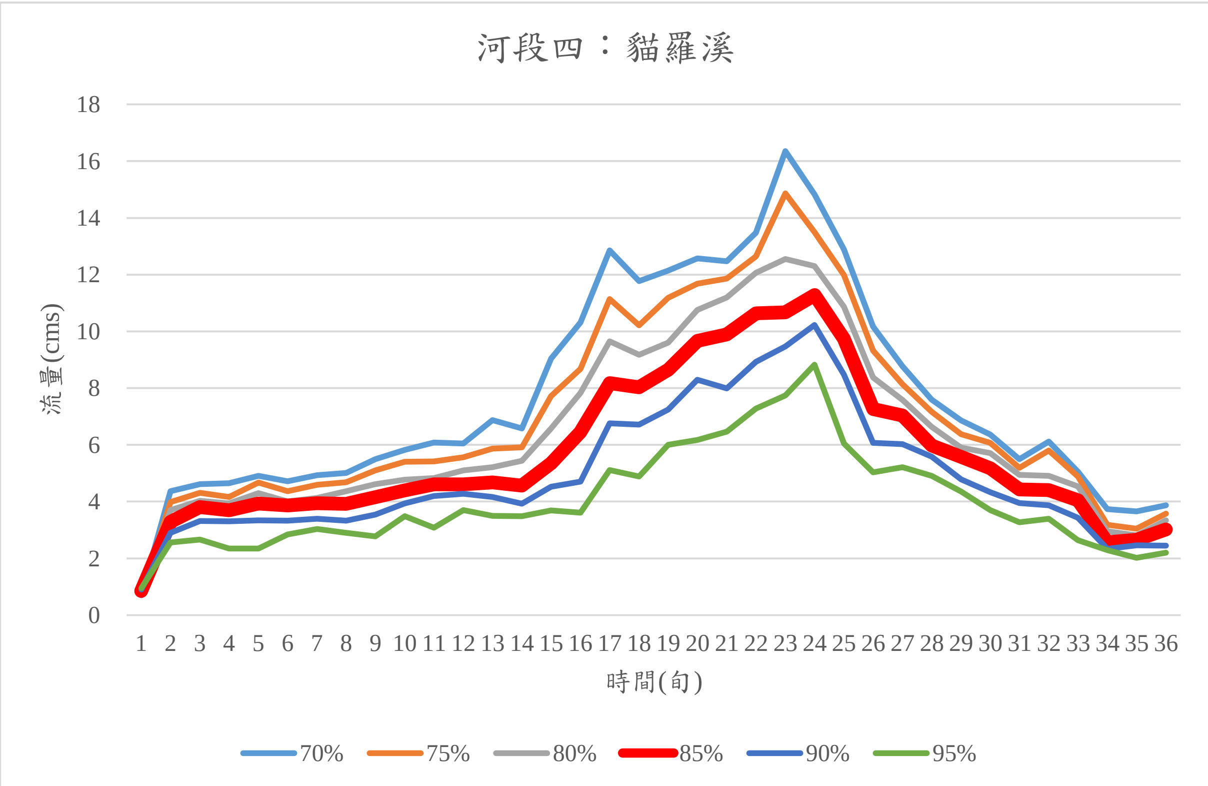


圖 5-9　河段四流量超越機率分析結果

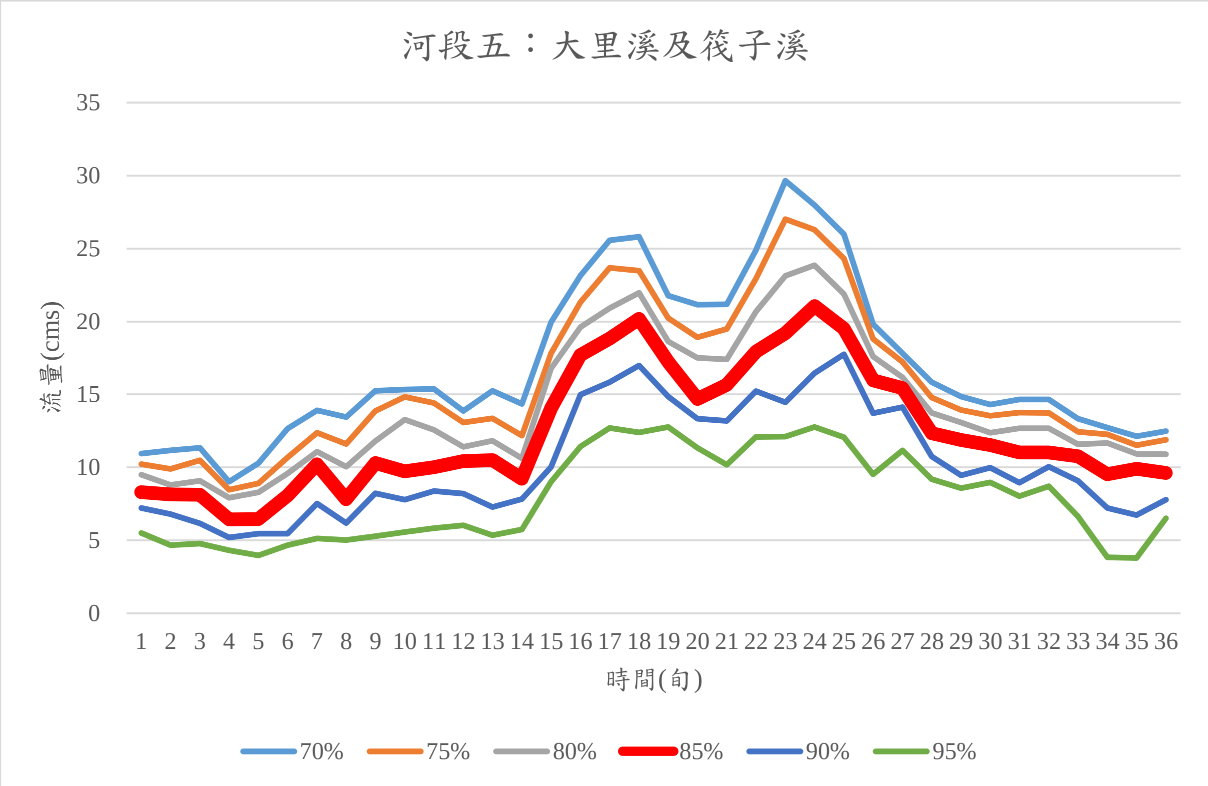


圖 5-10　河段五流量超越機率分析結果

(二)河川剩餘可用水量

河川剩餘可用水量以水源通常保持水量扣除河段分擔水權量後估計之，各河段水源通常保持水量分析結果如前節說明，各河段分擔水權量依據水權登記水量(詳表 5-2)估算之，若水權上游有多個水源時，依據水源集水面積進行分配估算，各河段分擔水權量比例詳見表 5-12，由於鳥嘴潭人工湖計畫已奉院核定通過，故本計畫亦將其設計引水量(25 萬 CMD)納入河川剩餘可用水量評估考量。依據各河段之上下游關係及各河段分擔水權量，其各河段剩餘可用水量估算公式可修正為

$Q_1=Q_{1,85}-WR_1$ 式 5-2

$Q_2= Q_1+(Q_{2,85}- Q_{1,85})- WR_2$ 式 5-3

$Q_3= Q_2+ Q_5 +(Q_{3,85}- Q_{2,85}- Q_{5,85})- WR_3$ 式 5-4

$Q_4=Q_{4,85}-WR_4$ 式 5-5

$Q_5=Q_{5,85}-WR_5$ 式 5-5

式中 Q_1、Q_2、Q_3、Q_4、Q_5 分別為河段一~五之剩餘可用水量；

$Q_{1,85}$、$Q_{2,85}$、$Q_{3,85}$、$Q_{4,85}$、$Q_{5,85}$分別為河段一~五之水源通常保持水量；WR_1、WR_2、WR_3、WR_4、WR_5分別為河段一~五分擔水權量。

河段一水源為烏溪橋流量,所需分擔之水權量包含烏嘴潭人工湖引水量、阿罩霧二~四圳、茄荖媽助圳、同安圳並分擔福馬圳、興農、大肚圳、台化部分水權量；河段二水源包含河段一剩餘可用水量及貓羅溪流量,河段二需分擔的水權量包含貓羅溪的溪頭上埤、溪頭下埤、東西二、三圳、番子田埤並分擔福馬圳、興農、大肚圳、台化部分水權量；河段三水源包含河段二剩餘可用水量及河段五(大里溪及筏子溪)剩餘可用水量，因此河段三需分擔的水權量包含福馬圳、興農、大肚圳、台化經河段一及河段二分擔後之剩餘水權量；河段四水源為貓羅溪流量,所需分擔之水權量包含溪頭上埤、溪頭下埤、東西圳及番子田埤水權量；河段五水源為大里溪及筏子溪流量,所需分擔之水權量包含王田圳、知高本線圳、太平第一圳、旱溪灌區、頭汴坑溪圳、大突寮圳(含中興大排)及詹厝園圳水權量。

各河段剩餘可用水量分析結果示如表 5-13 及圖 5-11。河段一僅第 16 旬~28 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 2.76~18.18 立方公尺；河段二僅第 16~27 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 0.3~32 立方公尺；河段三第 1、15~32 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 1.35~51.25 立方公尺；河段四第 17~28、31~33 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 0.15~5.19 立方公尺；河段五第 1~36 旬有剩餘可用水量，剩餘可用水量介於每秒 3.32~17.95 立方公尺。

表 5-12　烏溪各河段分擔水權量比例

既有水權	河段一	河段二	河段三	河段四	河段五
烏嘴潭引水量	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
阿罩霧二圳	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
阿罩霧三圳	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
阿罩霧四圳	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
茄老媽助圳	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
同安圳	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
福馬圳	53.6%	19.2%	27.2%	0.0%	0.0%
興農	53.6%	19.2%	27.2%	0.0%	0.0%
大肚圳	53.6%	19.2%	27.2%	0.0%	0.0%
台化公司	53.6%	19.2%	27.2%	0.0%	0.0%
溪頭上埤	0%	0%	0%	100%	0.0%
溪頭下埤	0%	0%	0%	100%	0.0%
東西圳	0%	0%	0%	100%	0.0%
番子田埤	0%	0%	0%	100%	0.0%
王田圳	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
知高本線圳	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
太平第一圳	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
旱溪灌區	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
頭汴坑溪圳	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
大突寮圳(含中興大排)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
詹厝園圳	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

註：分擔比例依據水源集水面積估算之
河段一：烏溪橋-貓羅溪匯流、河段二：貓羅溪匯流-筏子溪匯流、
河段三：筏子溪匯流以下、河段四：貓羅溪全段、河段五：大里溪及筏子溪全段

表 5-13　烏溪各河段剩餘可用水量評估成果

月	旬	水源通常保持之水量(Q_{85})cms					河段分擔水權量(cms)					剩餘可用水量(cms)				
		河段一	河段二	河段三	河段四	河段五	河段一	河段二	河段三	河段四	河段五	河段一	河段二	河段三	河段四	河段五
1月	1	7.59	12.90	24.21	2.97	8.31	13.12	1.87	2.65	5.92	2.19	-5.53	-2.10	4.38	-2.95	6.12
	2	6.99	12.72	23.03	3.29	8.14	13.12	7.79	2.65	5.92	2.19	-6.13	-8.20	-2.72	-2.63	5.95
	3	3.36	8.95	18.60	3.81	8.13	13.12	7.79	2.65	5.92	2.19	-9.76	-11.97	-7.15	-2.11	5.94
2月	4	1.95	6.74	16.58	3.69	6.43	15.77	8.62	4.06	5.76	3.11	-13.82	-17.66	-14.98	-2.07	3.32
	5	2.05	6.65	16.65	3.93	6.46	15.77	8.62	4.06	5.76	3.11	-13.72	-17.75	-14.91	-1.83	3.35
	6	3.20	8.01	17.45	3.86	8.09	15.77	8.62	4.06	5.76	3.11	-12.57	-16.39	-14.11	-1.90	4.98
3月	7	3.08	7.57	20.47	3.94	10.22	17.11	8.90	4.63	5.63	3.11	-14.03	-18.43	-13.27	-1.69	7.11
	8	3.40	8.84	22.37	3.92	7.81	17.11	8.90	4.63	5.63	3.11	-13.71	-17.16	-11.37	-1.71	4.70
	9	4.33	8.99	24.75	4.16	10.31	17.11	8.90	4.63	5.63	3.11	-12.78	-17.01	-8.99	-1.47	7.20
4月	10	6.53	14.44	30.58	4.39	9.72	17.57	8.70	4.68	5.40	3.11	-11.04	-11.83	-3.47	-1.01	6.61
	11	7.40	15.54	30.98	4.61	10.01	17.57	8.70	4.68	5.40	3.11	-10.17	-10.73	-3.07	-0.78	6.90
	12	8.83	15.06	29.94	4.61	10.43	17.57	8.70	4.68	5.40	3.11	-8.74	-11.21	-4.11	-0.78	7.32
5月	13	7.40	13.95	31.01	4.68	10.50	16.88	9.69	4.49	6.52	3.11	-9.48	-12.63	-3.16	-1.84	7.39
	14	11.48	20.48	31.76	4.56	9.22	16.88	9.69	4.49	6.52	3.11	-5.40	-6.10	-2.41	-1.96	6.11
	15	15.32	23.29	40.65	5.35	14.07	16.88	9.69	4.49	6.52	3.11	-1.56	-3.29	6.48	-1.17	10.96
6月	16	26.31	39.73	62.62	6.45	17.69	16.37	10.21	4.49	7.03	2.67	9.94	13.15	28.88	-0.58	15.02
	17	27.65	39.54	67.20	8.18	18.83	16.37	10.21	4.49	7.03	2.67	11.28	12.96	33.46	1.15	16.16
	18	32.32	44.85	70.36	8.03	20.17	16.37	10.21	4.49	7.03	2.67	15.95	18.27	36.62	1.00	17.50
7月	19	31.19	43.91	65.55	8.65	17.21	16.79	10.57	4.53	7.37	2.73	14.40	16.55	30.93	1.28	14.48
	20	24.93	38.70	62.48	9.67	14.68	16.79	10.57	4.53	7.37	2.73	8.14	11.34	27.86	2.30	11.95
	21	22.58	34.95	55.97	9.89	15.66	16.79	10.57	4.53	7.37	2.73	5.79	7.59	21.35	2.52	12.93

表 5-13　烏溪各河段剩餘可用水量評估成果(續)

月	旬	水源通常保持之水量(Q_{85})cms					河段分擔水權量(cms)					剩餘可用水量(cms)				
		河段一	河段二	河段三	河段四	河段五	河段一	河段二	河段三	河段四	河段五	河段一	河段二	河段三	河段四	河段五
8月	22	28.29	31.14	48.02	70.74	10.64	17.94	17.28	9.38	4.66	6.09	3.11	13.86	21.36	36.31	4.55
	23	33.43	35.46	58.66	85.58	10.67	19.20	17.28	9.38	4.66	6.09	3.11	18.18	32.00	51.15	4.58
	24	28.00	30.84	48.08	70.35	11.28	21.06	17.28	9.38	4.66	6.09	3.11	13.56	21.42	35.92	5.19
9月	25	31.60	31.80	41.76	64.75	9.74	19.52	15.56	7.70	3.96	4.91	3.11	16.24	18.50	34.43	4.83
	26	21.01	21.01	33.71	52.20	7.26	15.97	15.56	7.70	3.96	4.91	3.11	5.45	10.45	21.88	2.35
	27	18.86	19.42	30.34	47.12	7.04	15.44	15.56	7.70	3.96	4.91	3.11	3.86	7.08	16.80	2.13
10月	28	14.36	16.20	22.07	40.13	5.98	12.34	13.44	8.33	3.84	5.62	3.11	2.76	0.30	11.42	0.36
	29	12.27	13.00	19.39	35.51	5.58	11.87	15.44	8.33	3.84	5.62	3.11	-2.44	-4.38	4.80	-0.04
	30	10.42	12.15	18.36	32.06	5.17	11.52	15.44	8.33	3.84	5.62	3.11	-3.29	-5.41	1.35	-0.45
11月	31	8.95	9.74	14.77	29.72	4.43	11.03	15.12	6.55	3.76	3.90	2.59	-5.38	-6.90	1.71	0.54
	32	8.95	9.44	14.55	30.86	4.41	11.03	15.12	6.55	3.76	3.90	2.59	-5.68	-7.12	2.85	0.52
	33	8.21	8.95	14.36	27.28	4.04	10.75	15.12	6.55	3.76	3.90	2.59	-6.17	-7.31	-0.73	0.15
12月	34	10.10	10.50	14.43	26.13	2.56	9.54	15.08	6.53	4.15	3.60	2.16	-4.58	-7.18	-1.79	-1.04
	35	9.68	9.99	14.48	26.18	2.65	9.90	15.08	6.53	4.15	3.60	2.16	-5.09	-7.13	-1.74	-0.95
	36	8.64	9.56	14.65	27.80	3.02	9.61	15.08	6.53	4.15	3.60	2.16	-5.52	-6.96	-0.12	-0.58

註 1：河段一：烏溪橋-貓羅溪匯流、河段二：貓羅溪匯流-筏子溪匯流、河段三：筏子溪匯流以下、河段四：貓羅溪全段、河段五：大里溪及筏子溪全段
註 2：剩餘可用水量欄位中，負值代表即有水權量已超過水源通常保持之水量(Q85)，即無剩餘可用水量。

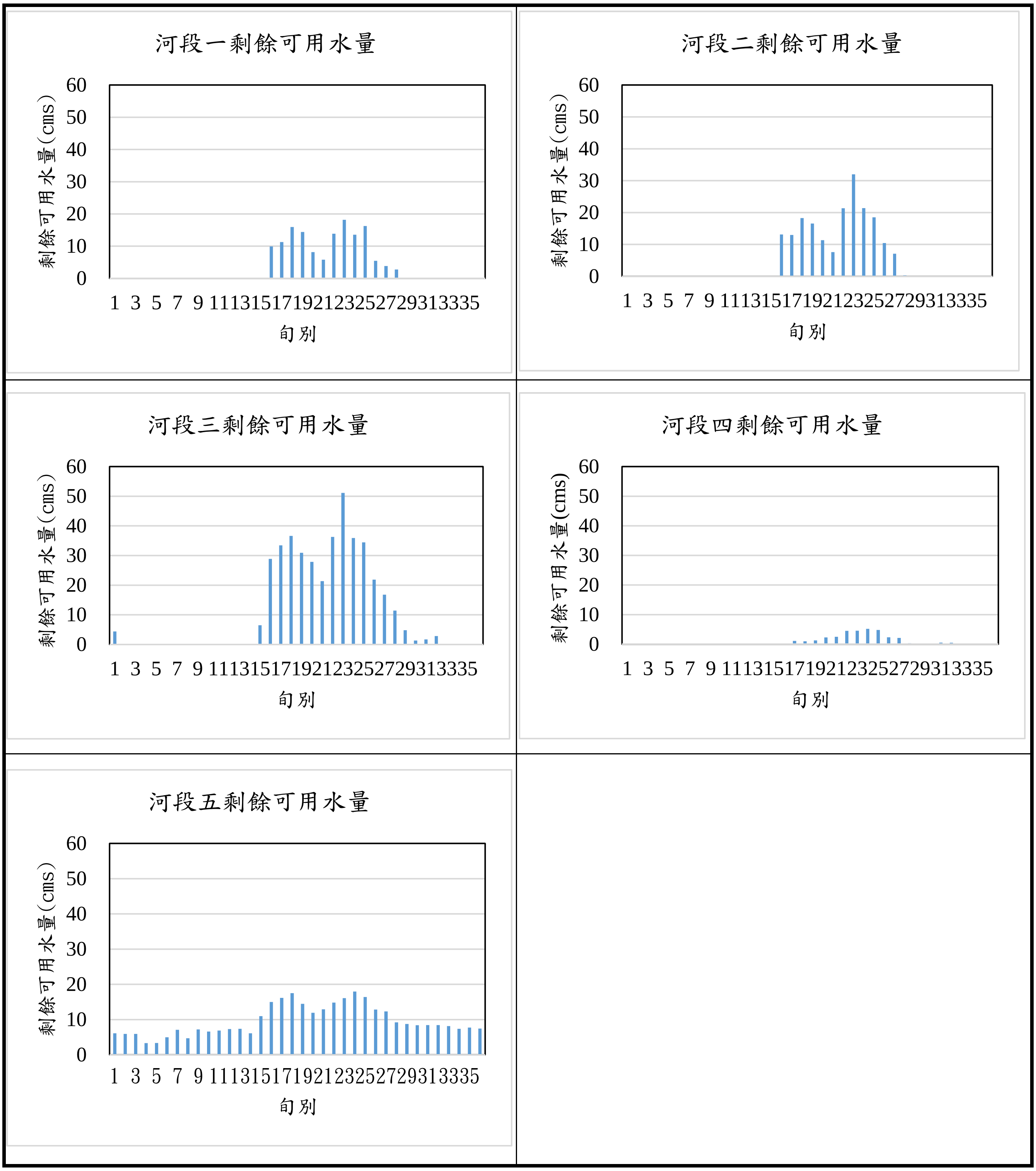


圖 5-11　烏溪各河段剩餘可用水量分析結果歷線圖

三、規劃中水資源取水設施開發後供需分析

(一)水資源調配模式建置

本計畫採用 GWSM 模式進行供水操作模擬分析，此模式於過去已被應用於多個供水系統之模擬，包含蘭陽溪、大漢溪、新店溪、基隆河、頭前溪、大甲溪、大安溪、高屏溪等供水系統(水利署，北部地區水資源供應風險管理機制探討(1/2~2/2)，民國 99-100 年；水利規劃試驗所，整合性水資源經理方案決策模式研究（1/3~3/3），民國 100-102 年；水利規劃試驗所，氣候變遷下河川環境流量之研訂及推動策略研究(1/2~2/2) ，民國 103-104 年；北區水資源局，石門水庫調蓄潛能檢討及跨水系經營策略規劃，民國 104 年；水利規劃試驗所，因應氣候變遷水源設施乾旱供水風險評估(1/2~2/2)，民國 106~107 年)，於不同供水系統之水源供需模擬均有良好之表現。GWSM 係由交通大學張良正教授及逢甲大學何智超助理教授參考 HEC-ResSim 及 MODSIM 模式發展而來，結合規線操作及線性規劃方法，配合「指標平衡」原則及「高指標優先供水」觀念，利用 Fortran 程式語言，配合 IMSL 函式庫(可求解線性規劃之函式庫)所發展而成的水資源調配模式。模式考量水庫操作規線、系統各需求節點之缺水量最小、空庫體積最小、雙向管路運作、河川生態基流量等水資源調配原則下建立水資源調配線性規劃模式，可以評估臺灣地區各種不同操作規則，包含發電操作、高濁度供水規則、總量管制、雙向管路、生態基流量保留、下游保留水量、多水庫聯合操作、地表地下聯合運用等，適合運用於於全台各水資源系統之規劃、管理與操作分析之通用化模式。

GWSM 將實體水資源供水系統區分為節點與箭線之網流系統，節點包含蓄水節點、非蓄水節點、需求節點、淨水場節點，箭線包含入流量、天然河川、單向人工管線、雙向人管線及補注地下水管線，藉由組合各類節點與箭線可模擬台灣各種水資源系統的樣態。以下針對目標函數及限制式做完整說明。

1、目標函數

GWSM模式之目標函數主要乃考量需求節點之缺水量最小，水庫亦可以規線操作，並在此前提下盡量將水蓄留在水庫內，且若有雙向輸水管路時，確保在同一模擬 t 時刻管路流量為單一流向，目標函數如 5-6 式。

$$Min \quad Z = \sum_{j=1}^{n} \left[\left(\sum_{i \in N_D} wsh_{i,j}^{t} \times \left(D_{i,j}^{t} - Q_{i,j}^{t} \right) \right) + \left(\sum_{k \in N_s} wes_{k,j}^{t} \times \left(V_{k,j}^{t} - S_{k,j}^{t+1} \right) \right) + \sum_{l \in N_b} wba \times \left(Vba_{1,j} \times ba_{l,j}^{t} \right) \right] + \sum_{m \in N_{PI}} wpi \times PI_{m}^{t} \qquad (5\text{-}6 式)$$

$$wsh_{i,1}^{t} > wes_{k,1}^{t} > \cdots > wsh_{i,n}^{t} > wes_{k,n}^{t} \quad > wba = wpi$$

$$\forall i \in N_D，\forall k \in N_s，\forall l \in N_b$$

其中，

$D_{i,j}^{t}$：第 t 時刻第 i 需求節點第 j 分層的計畫供水量；

$Q_{i,j}^{t}$：第 t 時刻供應至第 i 需求節點第 j 分層的流量；

$S_{k,j}^{t+1}$：第 t+1 時刻第 k 座水庫第 j 分層之蓄水量；

$V_{k,j}$：第 k 座水庫節點第 j 分層之容量；

PI_{m}^{t}：第 t 時刻第 m 雙向管路之流量；

$ba_{l,j}^{t}$：第 t 時刻第 i 水庫第 j 分層之指標平衡差值；

$Vba_{1,j}$：採取指標平衡第一座水庫第 j 分層之庫容

$wsh_{i,j}^{t}$：第 t 時刻第 i 需求節點第 j 分層之缺水量之權重；

$wes_{k,j}^{t}$：第 t 時刻第 k 水庫節點第 j 分層之空庫體積之權重；

wba：指標平衡之權重；

wpi：雙向管路之權重；

N_D：需求節點之集合；

N_S：水庫節點之集合；

N_{PI}：雙向管路之集合；

N_b：做指標平衡水庫之集合；

n：分層數量；

本目標函數所欲獲取的解為尋求最小化（Minimize）的決策

問題，目標函數中的各項次進行說明：

(1) $\sum_{i \in N_D} wsh_{i,j}^t \left(D_{i,j}^t - Q_{i,j}^t\right)$項次是為使各種需求標的之缺水量最小，其中缺水量即為計畫供水量減去實際供水量，而實際供水量為此線性規劃中之決策變數之一。

(2) $\sum_{k \in N_s} wes_{k,j}^t \left(V_{k,j}^t - S_{k,j}^{t+1}\right)$項次是為將水盡量蓄留於水庫內，其中空庫體積即為水庫最大蓄容量減去水庫該時刻之蓄水量，而水庫蓄水量為本線性規劃中另一決策變數。

(3) $\sum_{l \in N_b} wba \times \left(Vba_{1,j} \times ba_{i,j}^t\right)$ 項次為指標平衡之差值最小，其中將指標平衡差值乘與進行指標平衡第一座水庫第 j 分層體積，使目標函數各項之單位可大致一樣。

(4) $\sum_{m \in N_{PI}} wpi \times PI_m^t$ 項次是為確保雙向管路在同一模擬時刻管路流量為單一流向，因雙向管路在實際系統中為單一管路，但於本研究模擬網流系統中則以相反流向之兩條管路表示，如此可能發生兩條管路在同一時刻均有流量存在，舉例說明：若系統中有一南北流向之雙向管路，假設其在某一時刻之最佳解為向北有 5 單位之流量，則其可能之解有「向北 5，向南 0」、「向北 6，向南 1」、「向北 7，向南 2」…等，若於目標函數中加入 $\sum_{m \in N_{PI}} wpi \times PI_m^t$ 項次，則可解出正確之解「向北 5，向南 0」，反之則有可能解出與實際雙向管路運作情形相悖之錯誤解。

2、限制式

在水資源規劃中的限制式主要分成 2 大類，第一類為各節點之質量守衡式，第二類為不等式，例如供(引)水管路在單一時刻下之最大輸送量、淨水場的處理能力上限等，以下將分別條列出各限制式。

(1)質量平衡式

A、蓄水節點（水庫）

$$\sum_{j=1}^{n} S_{i,j}^{t} + I_{i}^{t} - X_{i}^{t} = S_{i}^{t+1} \quad ,\forall k \in N_S \tag{5-7 式}$$

其中，

$S_{i,j}^{t}$：第t時刻初第i水庫第j分層之蓄水量；

S_{i}^{t+1} ：第t+1時刻初第i水庫節點之蓄水量；

I_{i}^{t} ：第t時刻第i水庫之入流量；

X_{i}^{t} ：第t時刻第i水庫之出流量；

B、需水節點

$$X_{i,j}^{t} = \sum_{k=1}^{n} Q_{j,k}^{t} \quad ,\forall j \in N_D ,\forall i \in \Lambda \tag{5-8 式}$$

其中，

$X_{i,j}^{t}$：第t時刻第i節點供應至第j需水節點之流量；

Λ ：流入第j節點之集合；

C、其餘節點（淨水場、攔河堰...等）

$$\sum_{i \in \Lambda} X_{i,j}^{t} - \sum_{k \in \Phi} X_{j,k}^{t} = 0 \quad ,\forall j \in N_q \tag{5-9 式}$$

其中，

$X_{i,j}^{t}$：第t時刻第i節點流入第j節點之流量；

$X_{j,k}^{t}$：第t時刻第j節點流入第k節點之流量；

N_q ：其餘節點之集合；

Λ ：流入第j節點之集合；

Φ ：第j節點流出之集合；

(2)不等式

A、蓄水節點(水庫)

$$S_{i,j}^{t+1} \leq V_{i,j} \quad , \quad \forall i \in N_s \quad , \quad j = 1 \sim n \qquad \text{(5-10 式)}$$

B、需水節點

$$Q_{i,j}^{t} \leq D_{i,j}^{t} \quad , \quad \forall i \in N_D \quad , \quad j = 1 \sim n \qquad \text{(5-11 式)}$$

C、淨水場

$$\sum_{i \in \Pi} X_{i,j}^{t} \leq Tre_{j}^{t} \quad , \quad \forall j \in N_T \qquad \text{(5-12 式)}$$

其中，

$X_{i,j}^{t}$ ：第i節點流入第j淨水場節點之流量；

Tre_{j}^{t} ：第j淨水場節點之處理能力上限；

N_T ：淨水場節點之集合；

Π ：流入第j淨水場節點之集合；

D、河川基流量限制

$$X_{i,j}^{t} \geq Base_{i,j}^{t} \quad , \qquad \text{(5-13 式)}$$

其中，

$Base_{i,j}^{t}$ ：第t時刻第i節點流入第j節點之生態基流量；

(3)水庫之指標平衡則是對於多水庫營運所需之額外限制。

$$\frac{V_{i,k}^{t}}{St_{i,k}^{t}} + R_{i,k}^{t} = \frac{V_{j,k}^{t}}{St_{j,k}^{t}} + R_{j,k}^{t} \quad , \forall i \in N_s \quad , \forall j \in N_s \quad , k = 1 \sim n \qquad \text{(5-14 式)}$$

其中，

$St^{t}_{i(j),k}$：第 t 時刻第 i(j)水庫 第 k 分層之最大蓄容量；

$R^{t}_{i(j),k}$ ：第 t 時刻第 i(j)水庫第 k 分層之指標平衡差值；

(二)烏溪鳥嘴潭人工湖供水系統操作模式建立

鳥嘴潭人工湖工程計畫已於民國 104 年經行政院民國 104 年 4 月 10 日院臺經字第 1040017301 號函核定，本計畫將其納入烏溪供水系統進行模擬分析，供水系統圖示如圖 5-12，本計畫在考量供應農業灌溉用水及生態基流量下，以 SI=1 為公共用水缺水忍受度，透過 GWSM 模式進行公共用水潛能分析。以下針對分析資料進行說明：

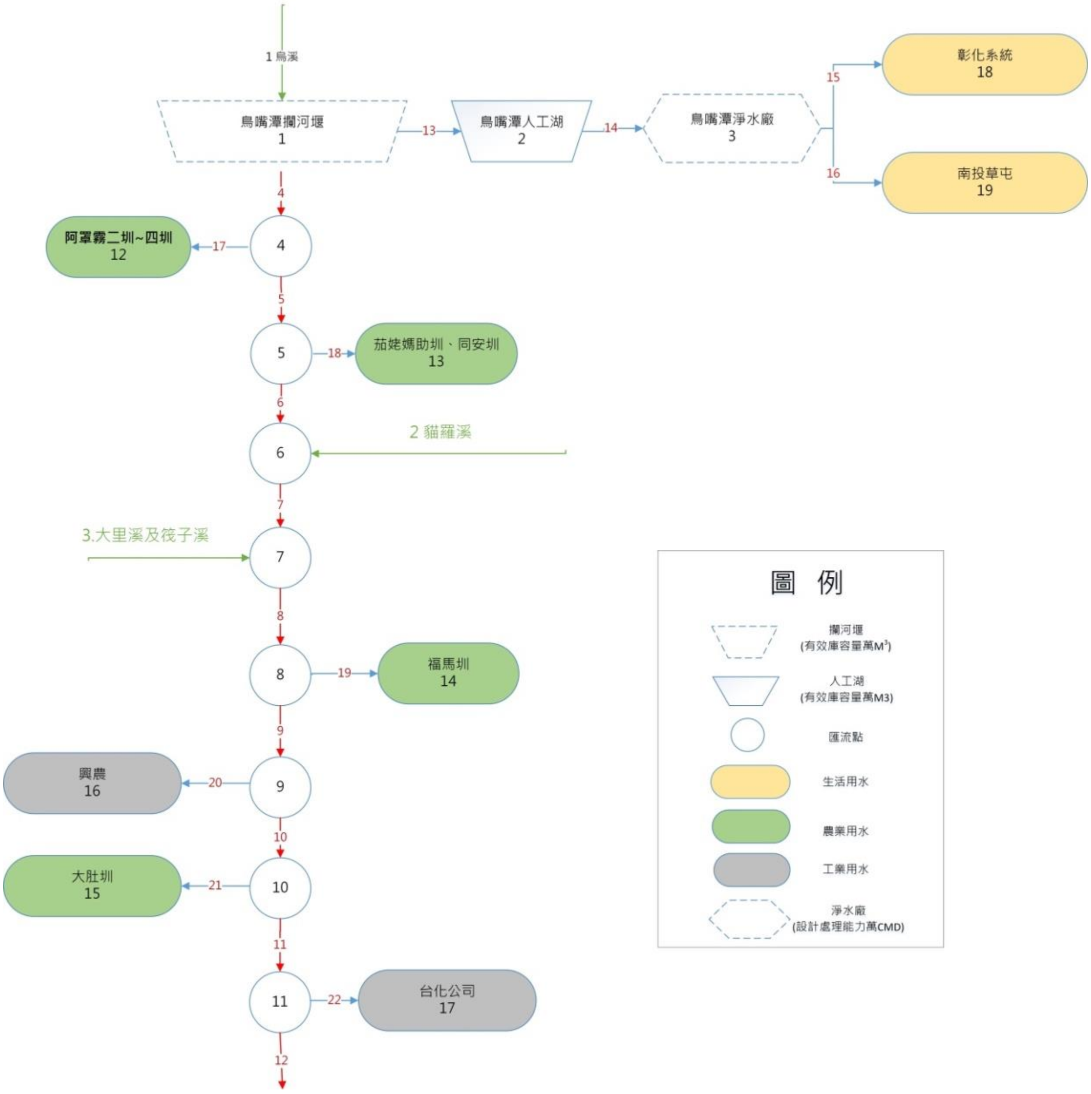


圖 5-12　烏溪鳥嘴潭人工湖供水系統圖

1、逕流量

烏嘴潭攔河堰入流量、貓羅溪、大里溪及筏子溪逕流量依據表5-7進行估算，烏嘴潭攔河堰年平均入流量為19.29億立方公尺；貓羅溪年平均流量為 6.37 億立方公尺；大里溪年平均流量為 8.2 億立方公尺；筏子溪年平均流量為 0.27 億立方公尺。

2、保留水量

烏嘴潭堰址下游有阿罩霧第二至第四圳、茄荖媽助圳、同安圳、福馬圳、大肚圳等灌溉取水口，另有台化及興農公司等取水口，各取水口之水權量列如表 5-2。阿罩霧第二至第四圳水權量為每年 0.77 億立方公尺；茄荖媽助圳水權量為每年 0.622 億立方公尺；同安圳水權量為每年 0.142 億立方公尺；福馬圳水權量為每年 2.53 億立方公尺；大度圳水權量為每年 2.02 億立方公尺；台化水權量為每年 0.272 億立方公尺；興農水權量為每年 0.004 億立方公尺；

3、生態基流量

參考民國 104 年「烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫」，引用乾峰橋站生態基流量按面積比例法推估烏嘴潭堰址生態基流量，該流量為 8.18cms。

4、水庫蒸發量

烏嘴潭人工湖蒸發量引用民國 107 年「埔里盆地地下水開發可行性規劃」資料，示如表 5-14。

5、輸水及淨水損失

忽略輸水及淨水損失。

6、水位-面積-容積曲線

參考民國 107 年「埔里盆地地下水開發可行性規劃」，烏嘴潭人工湖水位-面積-容積關係示如表 5-15，有效容量為 1,450 萬立方公尺。

7、模擬分析原則

(1)模擬分析年限分別採用民國 69-98 年及民國 69-105 年流量資料。

(2)優先使用烏溪川流水流量，不足再由烏嘴潭人工湖供應。

(3)當烏嘴潭攔河堰入流量超過下游保留水量(包含農業保留水量及生態基流量)，餘裕水量再引入烏嘴潭人工湖蓄存，引水限制為每秒 20 立方公尺。

(4)烏嘴潭攔河堰入流量超過每秒 200 立方公尺時，停止引水。

(5)公共給水供水能力判斷準則採用缺水指數 1.0。

8、烏溪供水系統(含烏嘴潭人工湖)之供水潛能

依據前述資料，以年缺水指數(SI)為 1 進行供水潛能分析，分析結果顯示分析年限採民國 69-98 年，烏溪供水系統(含烏嘴潭人工湖)之供水潛能量為每日 25.1 萬立方公尺，民國 69-105 年之分析成果為每日 22.2 萬立方公尺，茲與其他計畫成果比較(示如表 5-16)。本計畫分析結果與經濟部 104 年「烏嘴潭人工湖工程計畫(核定本)」差異不大，顯示本模式已可有效反映烏溪系統調配行為。

進一步探討烏溪供水系統(含烏嘴潭人工湖)供水分析成果，分析成果示如表 5-17 及圖 5-13，模擬期限民國 69-98 分析成果顯示烏嘴潭年平均引水量為每年 8,681 萬立方公尺，年平均缺水量為每年 625 萬立方公尺，年平均缺水率為 6.8%，主要缺水集中於 11 月中旬~隔年 7 月上旬。模擬期限民國 69-105 分析成果顯示烏嘴潭年平均引水量為每年 7,809 萬立方公尺，年平均缺水量為每年 482 萬立方公尺，年平均缺水率為 5.9%，主要缺水集中於 11 月下旬~隔年 5 月中旬。

表 5-14　烏嘴潭人工湖蒸發損失量列表

時間(旬)	蒸發量(毫米)	時間(旬)	蒸發量(毫米)	時間(旬)	蒸發量(毫米)	時間(旬)	蒸發量(毫米)
1	2.642	10	3.647	19	4.958	28	4.239
2	2.642	11	3.647	20	4.958	29	4.239
3	2.642	12	3.647	21	4.958	30	4.239
4	2.289	13	4.2	22	4.555	31	3.387
5	2.289	14	4.2	23	4.555	32	3.387
6	2.289	15	4.2	24	4.555	33	3.387
7	3.119	16	4.437	25	4.443	34	2.752
8	3.119	17	4.437	26	4.443	35	2.752
9	3.119	18	4.437	27	4.443	36	2.752

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，107 年，埔里盆地地下水開發可行性規劃。

表 5-15　烏嘴潭人工湖水位-面積-容積曲線

面積(公頃)	容積(萬立方公尺)	水位(公尺)
98	0.0	120.0
105	265.4	122.4(呆水位)
114	601.6	124.8
120	953.4	127.2
129	1,337.7	129.6
135	1,728.0	132.0(滿水位)

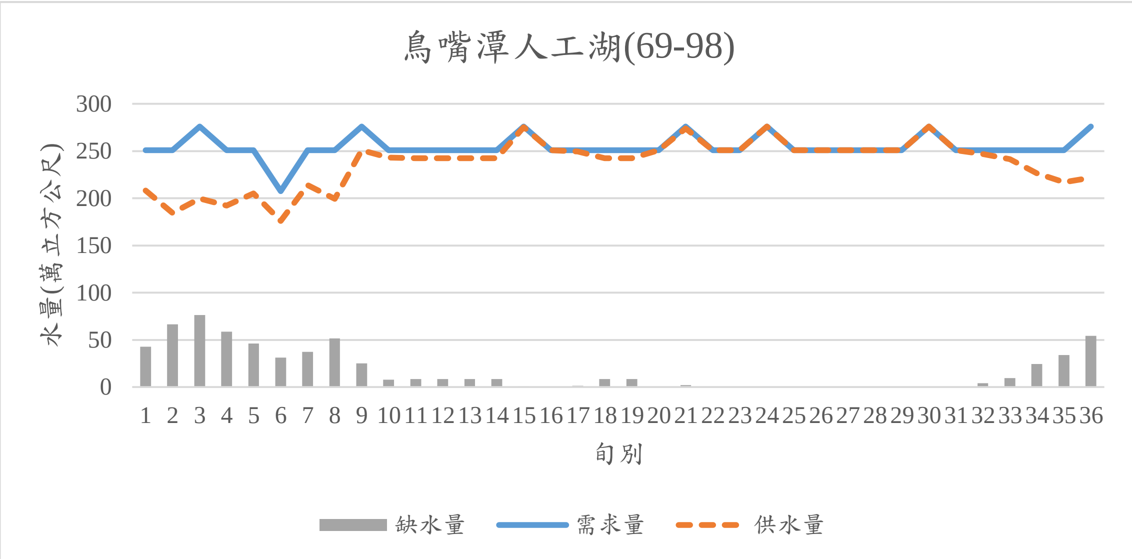
資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，107 年，埔里盆地地下水開發可行性規劃。

表 5-16　烏溪烏嘴潭人工湖供水潛能分析比較

計畫名稱	執行單位	供水潛能量 (萬 cmd)	供水系統	分析年份	有效庫容量 (萬 m^3)	保留水量 (億 m^3/年)	生態基流量 (cms)	供水損失 (%)
本計畫	經濟部 水規所 (107 年)	25.1	烏嘴潭人工湖下游	民國 69～98 年 1.烏溪橋年平均流量 19.29 億 m^3 2.貓羅溪年平均流量 6.37 億 m^3 3.大里溪年平均流量 8.2 億 m^3 4.筏子溪年平均流量 0.27 億 m^3	1,450	6.36	8.18	0
		22.2	烏嘴潭人工湖下游	民國 69～105 年 1.烏溪橋年平均流量 18.84 億 m^3 2.貓羅溪年平均流量 6.26 億 m^3 3.大里溪年平均流量 8 億 m^3 4.筏子溪年平均流量 0.26 億 m^3	1,450	6.36	8.18	0
烏嘴潭人工湖工程計畫(核定本)	經濟部 (104 年)	25	烏嘴潭人工湖下游	民國 69～98 年 烏溪橋年平均流量　18.5 億 m^3	1,450	4.56	8.18	0
中部區域水資源規劃調配管理系統分析(2-2)	經濟部 水規所 (103 年)	25.5	烏溪全流域	民國 69～102 年 1.北港溪年平均流量 9.06 億 m^3 2.南港溪年平均流量 6.96 億 m^3 3.烏嘴潭人工湖側流年平均流量 6.75 億 m^3 4.貓羅溪年平均流量 6.23 億 m^3 5.大里溪年平均流量 7.56 億 m^3 6.筏子溪年平均流量 3.21 億 m^3	1,450	9.66	8.18	5%

表 5-17　烏溪烏嘴潭人工湖供水分析成果表

項目	模擬期間 69-98	模擬期間 69-105
供水潛能(萬 CMD)	25.1	22.2
缺水指數	1	1
年平均需求量(萬 m^3/年)	9,168	8,109
年平均供水量(萬 m^3/年)	8,544	7,627
年平均缺水量(萬 m^3/年)	625	482
年平均缺水率(%)	6.8	5.9
烏溪攔河堰年平均引水量(萬 m^3/年)	8,681	7,809



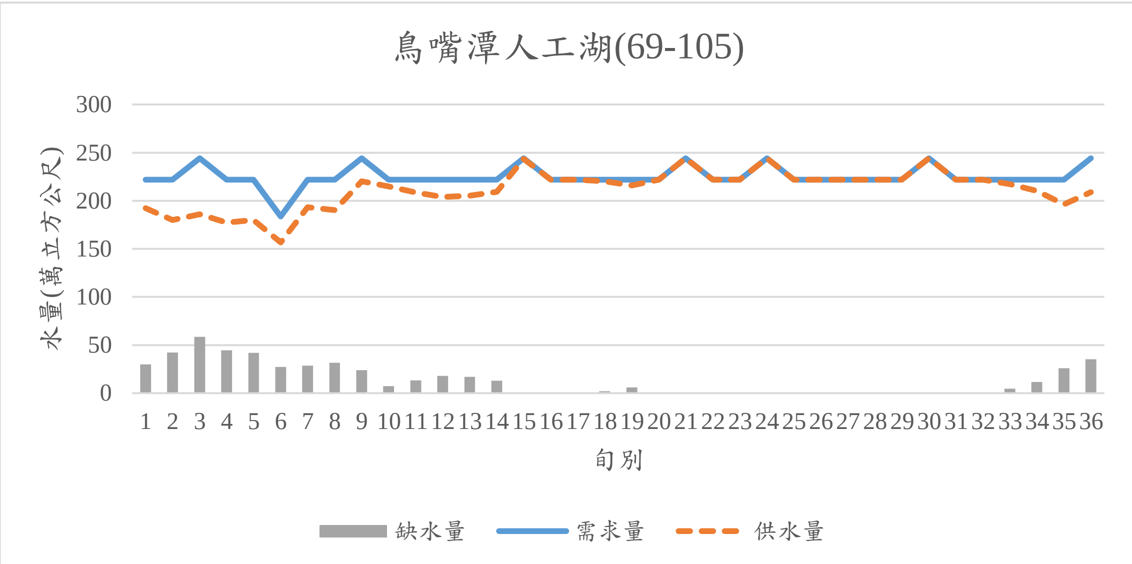


圖 5-13　烏溪烏嘴潭人工湖供水分析旬缺水量圖

(三)烏溪鳥嘴潭人工湖及埔里盆地地下水資源聯合運用供水系統操作模式建立

參考 107 年埔里盆地地下水開發可行性規劃分析，將鳥嘴潭人工湖及埔里盆地地下水進行水資源聯合運用，其供水系統圖示如圖 5-14，本計畫在考量供應農業灌溉用水及生態基流量下，以 SI=1 為公共用水缺水忍受度，透過 GWSM 模式進行公共用水潛能分析。關於逕流量、保留水量、生態基流量、水庫蒸發量、輸水及淨水損失及水位-面積-容積曲線等設定接與前節相同，模擬分析原則說明如下：

1、模擬分析年限分別採用民國 69-98 年及民國 69-105 年流量資料。

2、優先使用烏溪川流水流量，不足再由鳥嘴潭人工湖供應。

3、埔里盆地地下水除豐水期(人工湖滿庫期間，6 月中旬至 10 月上旬)外，每日引水每日 5 萬立方公尺至鳥嘴潭人工湖蓄存，以增加聯合運用能力。

3、當鳥嘴潭攔河堰入流量超過下游保留水量(包含農業保留水量及生態基流量)，烏溪餘裕水量再引入鳥嘴潭人工湖蓄存，引水限制為每秒 20 立方公尺。

4、鳥嘴潭攔河堰入流量超過每秒 200 立方公尺時，停止引水。

5、公共給水供水能力判斷準則採用缺水指數 1.0。

依據前述資料，以年缺水指數(SI)為 1 進行供水潛能分析，分析結果顯示分析年限採民國 69-98 年，鳥嘴潭人工湖及埔里盆地地下水資源聯合運用之供水潛能量為每日 33.2 萬立方公尺，民國 69-105 年之分析成果為每日 31.3 萬立方公尺，茲與「埔里盆地地下水開發可行性規劃」計畫成果比較(示如表 5-18)，由於該計畫有考量因抽用地下水造成地表水之減少量，因此分析成果較本計畫略低。

進一步探討鳥嘴潭人工湖及埔里盆地地下水資源聯合運用供水系統供水分析成果，分析成果示如表 5-19 及圖 5-15，模擬期限民國 69-98 分析成果顯示鳥嘴潭年平均引水量為每年 10,136 萬立方公尺，年平均缺水量為每年 886 萬立方公尺，年平均缺水率為 7.3%，主要

缺水集中於 11 月上旬~隔年 7 月下旬。模擬期限民國 69-105 分析成果顯示烏嘴潭年平均引水量為每年 9,606 萬立方公尺，年平均缺水量為每年 777 萬立方公尺，年平均缺水率為 6.8%。主要缺水集中於 11 月上旬~隔年 7 月下旬。

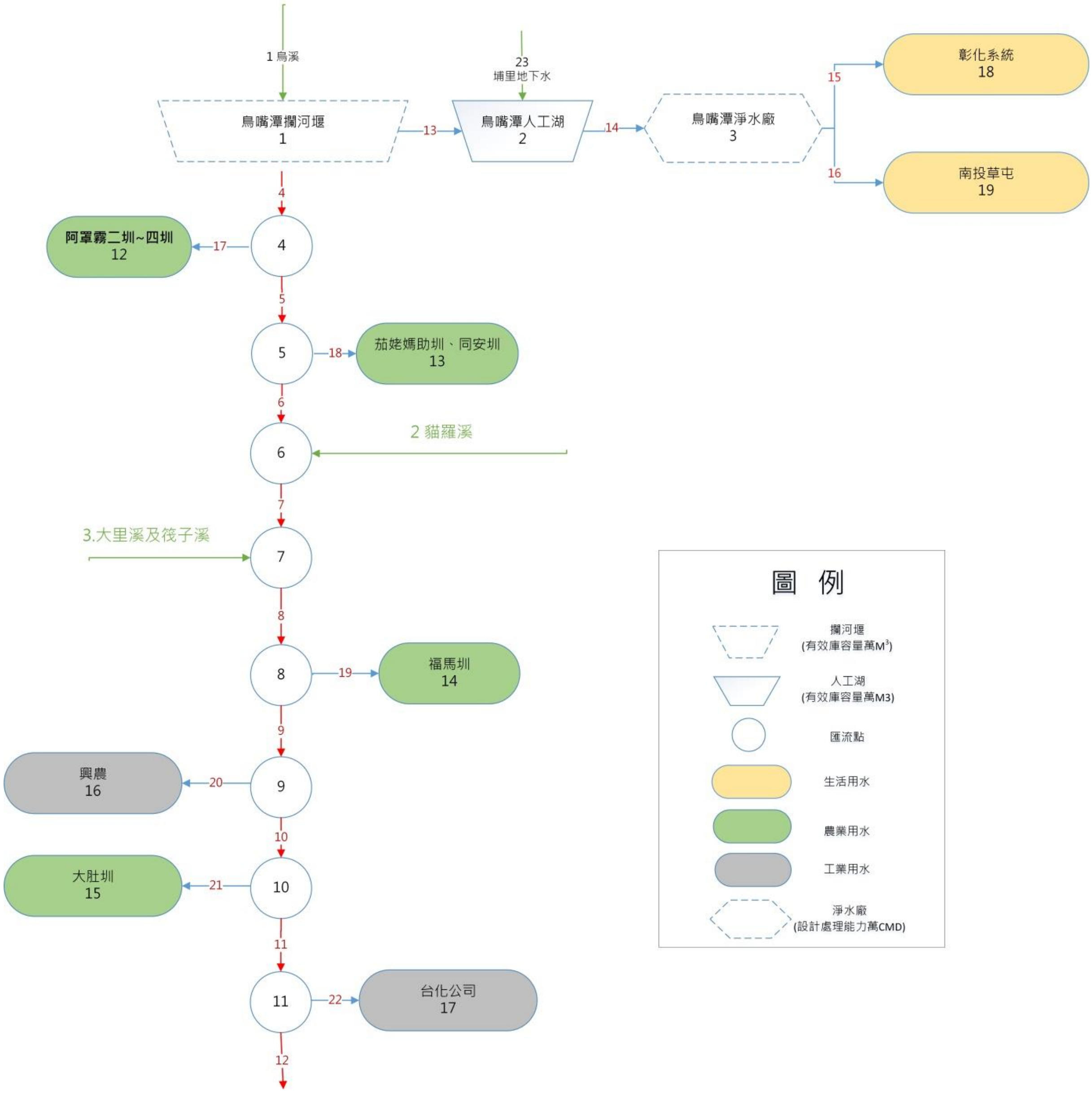


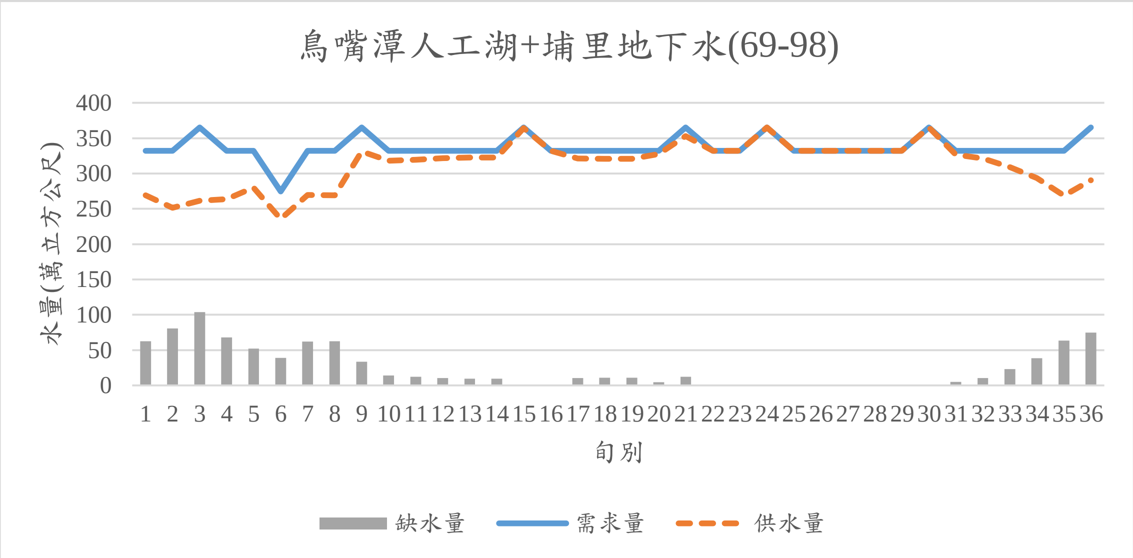
圖 5-14　烏溪烏嘴潭人工湖與埔里盆地地下水聯合運用供水系統圖

表 5-18　烏溪鳥嘴潭人工湖與埔里盆地地下水資源聯合運用供水潛能分析比較

計畫名稱	執行單位	供水潛能量(萬cmd)	供水系統	分析年份	有效庫容量(萬 m^3)	保留水量(億 m^3/年)	生態基流量(cms)	供水損失(%)
本計畫	經濟部水規所(107 年)	33.2	鳥嘴潭人工湖與埔里盆地聯合運用	民國 69～98 年 1.烏溪橋年平均流量 19.29 億 m^3 2.貓羅溪年平均流量 6.37 億 m^3 3.大里溪年平均流量 8.2 億 m^3 4.筏子溪年平均流量 0.27 億 m^3	1,450	6.36	8.18	0
		31.8	鳥嘴潭人工湖與埔里盆地聯合運用	民國 69～105 年 1.烏溪橋年平均流量 18.84 億 m^3 2.貓羅溪年平均流量 6.26 億 m^3 3.大里溪年平均流量 8 億 m^3 4.筏子溪年平均流量 0.26 億 m^3	1,450	6.36	8.18	0
埔里盆地地下水開發可行性規劃	經濟部水規所(107 年)	31	鳥嘴潭人工湖與埔里盆地聯合運用	民國 69～98 年 1.烏溪橋年平均流量 17.08 億 m^3(有扣除地下水流出量)	1,450	4.56	8.18	0

表 5-19　烏溪烏嘴潭人工湖與埔里盆地地下水資源聯合運用供水分析成果表

項目	模擬期間 69-98 年	模擬期間 69-105 年
供水潛能(萬 CMD)	33.2	31.3
缺水指數	1	1
年平均需求量(萬 m^3/年)	12,127	11,433
年平均供水量(萬 m^3/年)	11,241	10,656
年平均缺水量(萬 m^3/年)	886	777
年平均缺水率(%)	7.3	6.8
烏溪攔河堰年平均引水量(萬 m^3/年)	10,136	9,606



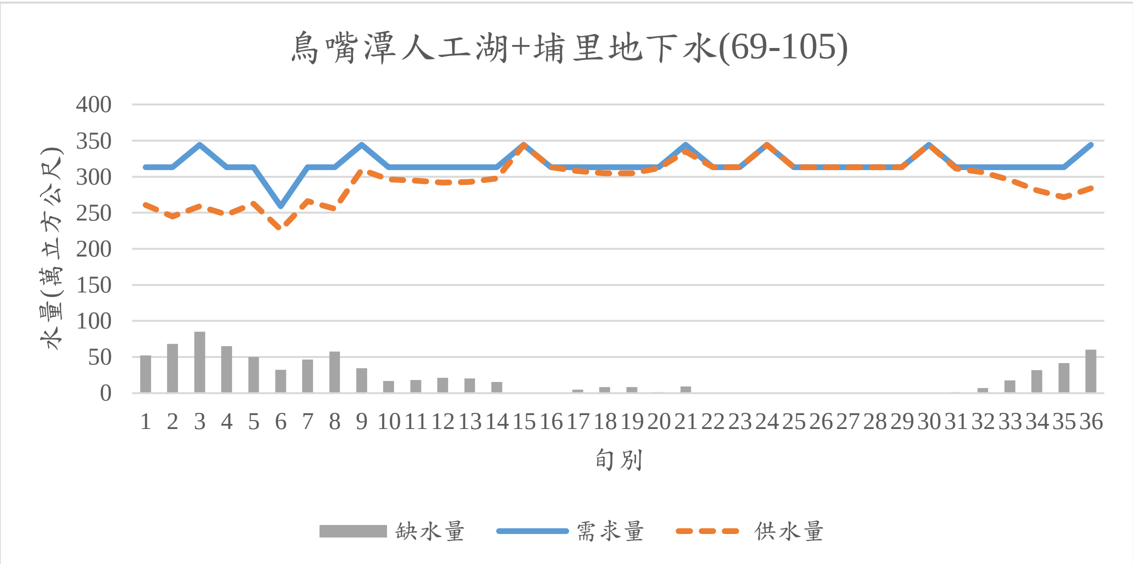


圖 5-15　烏溪烏嘴潭人工湖與埔里盆地地下水資源聯合運用供水分析旬缺水量圖

第六章　數值模擬與伏流水潛能量推估

一、計畫區域內地面地下水交換行為探討

(一)文獻蒐集

本小節引用 104 年中央地質調查所「地下水水文地質與補注模式研究-補注區劃設與資源量評估(3/4)」報告，分別由地下水水質、地下水溫梯度、氫氧同位素三方面，探討地面地下水交換行為。

報告中調查台中地區 10 個地面水及 44 個地下水點位進行溶氧及硝酸鹽檢測，相關位置如圖 6-1 所示，溶氧及硝酸鹽的結果顯示，礫石層的隆起區（后里台地、大肚台地及八卦台地）也普遍含有溶氧及硝酸鹽，顯示這些隆起的較老的礫石層是屬於未拘限（unconfined）狀態。盆地北邊及南邊亦檢測出溶氧及硝酸鹽。其中兩種成份可於地下水第二層檢測出，最深約 200 公尺，例如四張犁、中山及大里井，溶氧濃度為 3.61 至每公升 3.94 毫克（圖 6-1），硝酸鹽濃度為每公升 1.78 至 3.22 毫克，顯示淺層和深層間有連通。

臺中盆地之地溫量測共 26 口，最深為全興井 250 公尺深，其中分層地溫分布顯示，臺中盆地的地溫有明顯的南北冷(豐洲及新街)、中間熱(國聖及霧峰)的現象(圖 6-2)，南北約 22 至 24℃、中間最高可達 26 至 27℃。表示地下水補注應來自南北側，往中間流動，地溫的分布與地下水壓力及流向一致。豐州的井溫較低、往潭子、四張犁及中山井溫漸漸升高。其中深度 80 至 120 公尺，在盆地西側的國聖地區，有明顯的溫度高區，最高可達 27℃，可能表示深部的地下水並沒有向西流出，因此溫度偏高，若水平的流動性佳，東西兩側的溫度應接近；深度大於 50 公尺的井，共有 19 口，地溫梯度都偏低，小於每公尺 0.02℃。整體結果顯示，由於臺中地區多為礫石層所組成，上下流通較好，因此溫度較近，地溫梯度偏低。

報告中氫氧同位素部分收集 4 個雨水、10 處地表水及 26 口地下水樣本，以同位素檢測平均值結果(圖 6-3)，顯示烏溪流域的同位素組成較大甲溪為重，推測因烏溪流域包含了來自盆地東側丘陵的支

流，其溪流發源高程較低，故其同位素組成較其他溪水樣本為重。而大肚台地附近之瑞井、洗衣窟，氫氧同位素組成分布均比雨水輕，且同位素值沒有乾、濕季的差別，與一般地表水易因雨量大小、蒸發作用強弱而有乾濕季差異的特性明顯不同，故排除瑞井及洗衣窟的水為地表水匯集之可能性；反之，洗衣窟與啟聰(1)的氧同位素值接近，故其可能源自附近的地下水，瑞井泉水周遭則無其他水樣可以相互比較，推測其來源為地下水面之上的不飽和礫石層內透鏡狀黏土層上的棲止水(Perched Water)流出。

基本上，地下水標本均沿臺中地區之氫氧同位素天水線分布（圖6-3），顯示地下水之來源都來自天水，且未與地下水層之基質發生顯著之同位素交換反應而改變其氫氧同位素組成。另由地下水與地表水之氫氧同位素組成特徵比較顯示，地下水之氫氧同位素組成接近於濕季之溪水同位素值，推測地下水的主要補注來源為河川入滲，而豐水期河川流量較大，故地下水之同位素組成表現較接近於濕季溪水。

進一步由地下水δ^{18}O值與地表水δ^{18}O值之空間分布比較(圖6-4)，可發現盆地北側地下水如新庄、大雅、豐洲、潭子、泰安、四張犁、東山、中山站，δ^{18}O值均在-10.1至-9.1‰之間，與氫氧同位素組成較輕的大甲溪溪水較為相關；而中段地下水如烏日(1)、建平、大里(1)、草湖站、霧峰、溪尾、草屯、萬豐等站，受到來自東側丘陵的烏溪支流影響，δ^{18}O 值較重，分布在-7.8 至-8.6‰間，但較重的溪水並未影響到烏日及大里站的深層井，烏日(2)和大里(2)之地下水仍是與大甲溪較為相關；最南端的地下水如新街、新光站，δ^{18}O 值分布在-8.2至-7.9‰間，主要受貓羅溪溪水影響。

(二)地下水流速流向調查

區域地下水之流速流向與區域之地下水位，和整體水環境、水文地質特性、含水層水力參數有最直接之關聯性，然由於地下水位觀測資料有限，利用地下水流速流向資料可協助瞭解區域地下水概況，故本計畫將利用地下水流速流向儀進行水井流速流向測定。水

流儀所量測得到之結果，代表的是某個時間點，單井附近小區域的流速、流向，優點是只需單口井即可直接量得井附近的地下水流速、流向。

本計畫流速流向試驗預期採用日本アレック電子株式会社(ALEC ELECTRONICS CO.,LTD.)生產之GFD3熱源式井中地下水流速流向儀，進行井中地下水流速流向量測，測量基本原理是由儀器中心之熱源器加熱，周圍不同方位佈置16支溫度感測計，由地下水流通過後，造成不同方位溫度感測計之溫差及升溫速率的差異性，來判斷地下水流速及流向。熱流式水流儀具有操作簡單、可量測範圍廣等優點，亦為國內廣泛使用之調查儀器，其誤差可小於每秒10^{-5}公尺(詳圖 6-5)。

本計畫針對烏溪及貓羅溪既有孔設立之各 1 孔地下水觀測井(98GH-06及99GH-06)，乾濕季各一次，進行井溫及流速流向量測，本計畫 2 次地下水觀測井流速流向測量結果如圖 6-6 及表 6-1，現場作業照片如圖 6-7，98GH-06(烏溪)及 99GH-06(貓羅溪)於兩次試驗中方向差異大，枯水期地下水流向皆往烏溪主流流動，豐水期各地下水位井流向皆往附近河道流動。

(三)井溫剖面調查

一般所指地溫梯度是由於地熱量之影響，自地面以下地層溫度逐漸升高，然地溫梯度在淺層常因地下水流動，形成異常的地溫分布，地下水若為水平流動，常造成地溫梯度在該含水層位置的曲線轉折(圖 6-8)。假設含水層有較冷的水補注，沿著含水層水平流動，因為上下阻水層的水沒有流動，因此含水層的溫度變化較大，而形成轉折。至於轉折的形狀，及上下地層溫度的反應，與此含水層的溫度與上下層的差異有關。

為了解計畫分析區域含水層流動特性，本計畫針對既有的地下水觀測井進行地下水溫度剖面調查，利用地下水觀測井，量測各井之井溫剖面，繪製區域之地下水溫度剖面，以輔助地下水流場之判斷。使用 Seba 公司生產之 KKT-L 溫度測棒(精度 0.01˚C)，每間隔 1

公尺測量一點水溫，每點停留至少 1 分鐘記錄數據，本計畫豐枯水期之測量成果則如圖 6-9 及圖 6-10 所示。

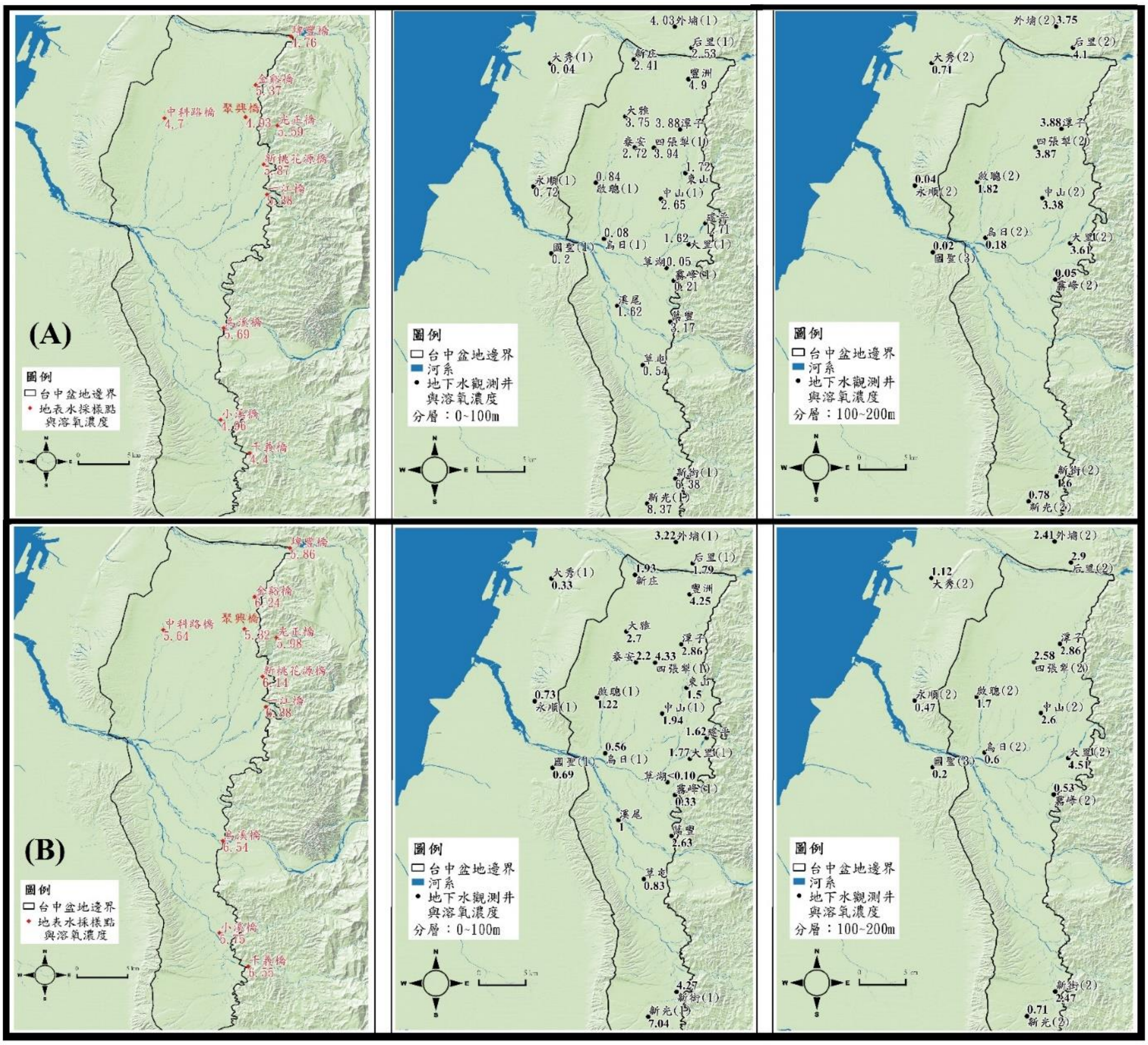
由地面水溫可知若河川水補注地下水，則地下水溫度剖面將顯示地面水產生之溫降效應，而為了解上述流向量測之準確性，本計畫於 4/13 與 8/28 進行井溫剖面量測以了解河水與地下水溫度，量測成果顯示計畫區以 98GH-06(烏溪國道三號下游)地面水溫較地下水溫低，故地下水溫度降低極可能受河川水補注影響，且地下水降溫情況應與地下水補注量體有關；此外，99GH-06(貓羅溪利民橋下游)於枯水期河川水補注影響較不顯著，惟於豐水期地下水溫較河川水溫高，顯示該時期地下水補注河川水較多。

另本計畫於 8/28 位於 BH-01(烏溪國道三號上游)鄰近之地調所深井(井深 80 公尺)增加測量地下水，該量測成果顯示地面水溫較地下水溫低，亦可能受河川水補注影響，惟至水面下深度 25~27 公尺水溫更低，顯示該深度可能受別處河川水補注影響。

綜上所述，由豐枯水期地下水井溫剖面調查成果可知，烏溪國道三號橋位置在地下水位面下 0~10 公尺，有顯著之地面水與地下水交換行為。

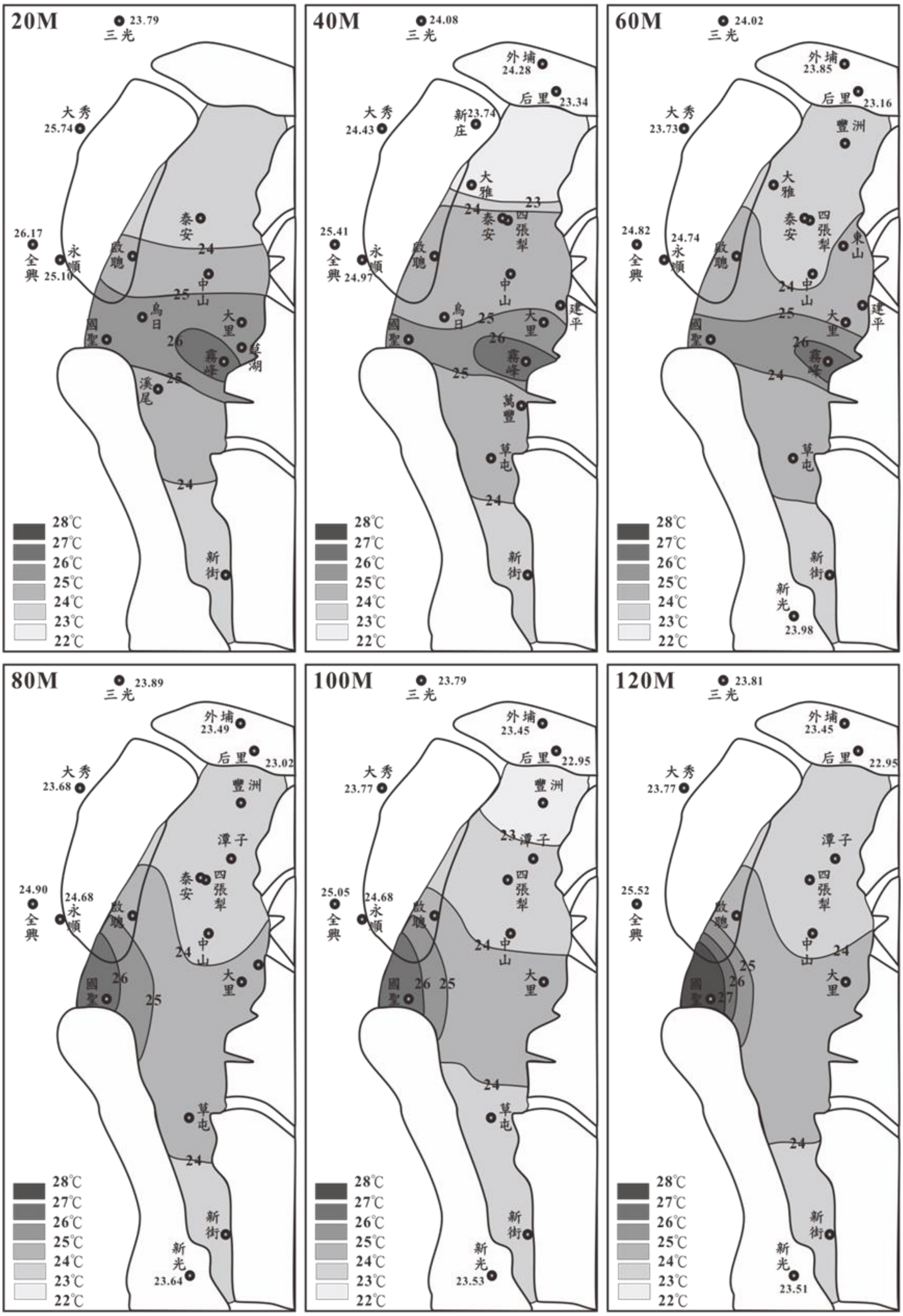
表 6-1　本計畫水井流速流向試驗成果表

井編號	流向 (度)	流速 (cm/min)	水位深度 (公尺)	儀器深度 (公尺)	測量時間 (日期)	備註
98GH-06	83	11.65	10.93	22.6	107/04/13	烏溪
	345.2	4.78	7.83	23.5	107/08/28	
99GH-06	76.8	3.41	5.28	11.3	107/04/13	貓羅溪
	263.8	3.2	4.67	12.3	107/08/28	



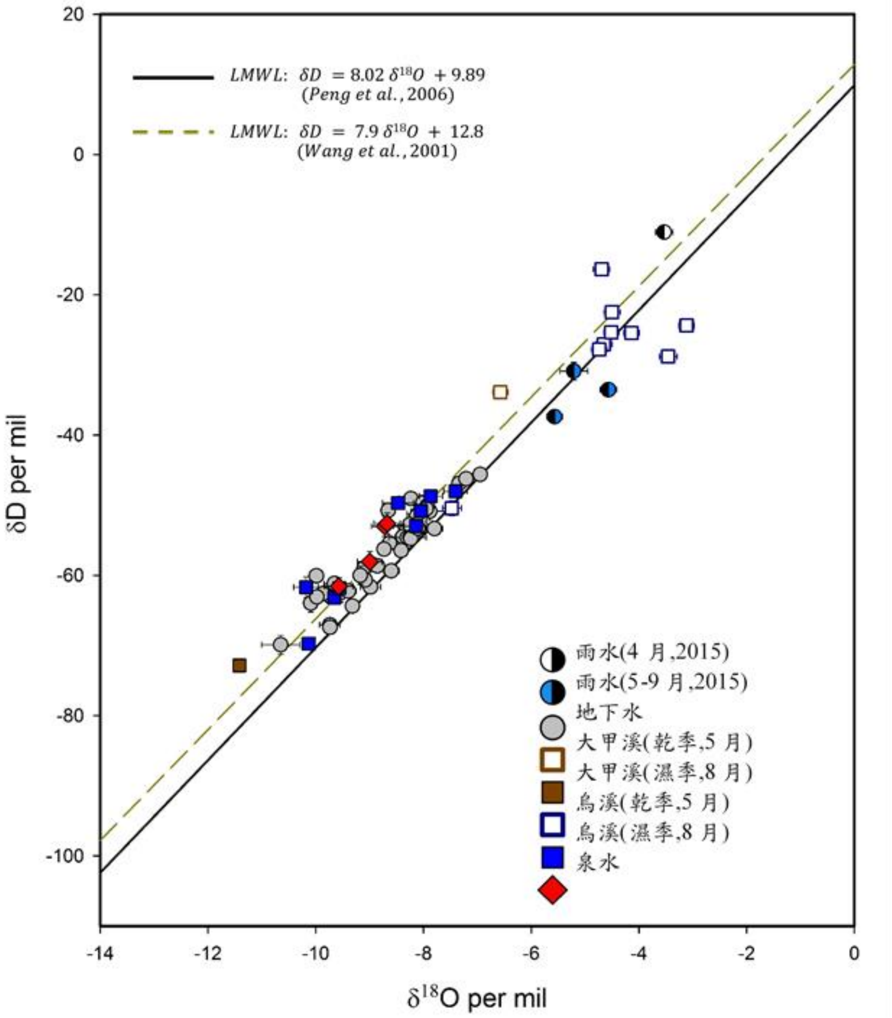
資料來源：中央地質調查所，104 年。

圖 6-1　台中地區 2015 年之地面水及地下水溶氧濃度



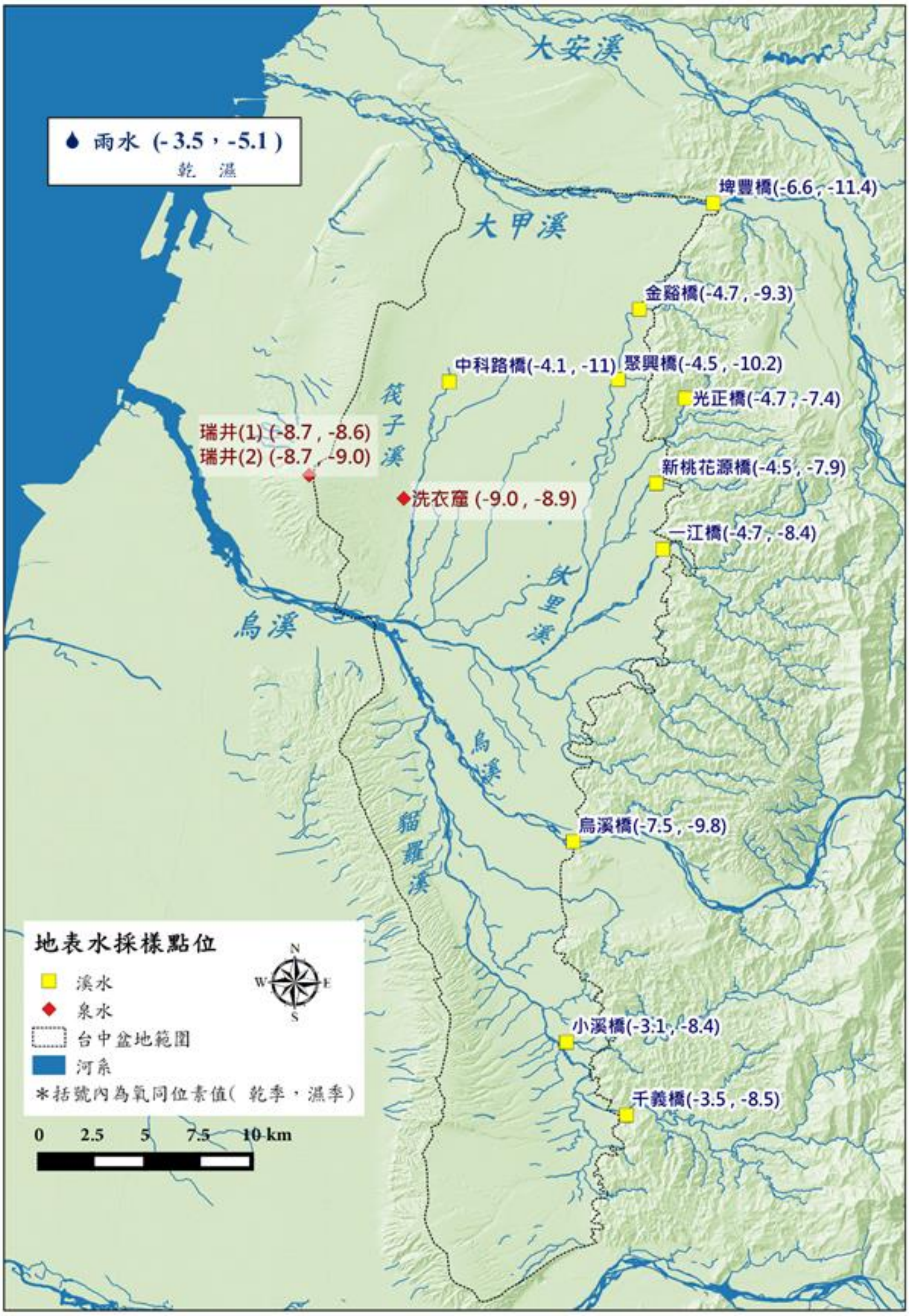
資料來源：中央地質調查所，104 年。

圖 6-2　台中盆地之地溫平面分布(2015 年 3 月)



資料來源：中央地質調查所，104 年。

圖 6-3　臺中地區地下水、雨水及地表水之氫氧同位素組成分布關係圖



資料來源：中央地質調查所，104 年。

圖 6-4　地表水採樣點分布及氧同位素值(‰)

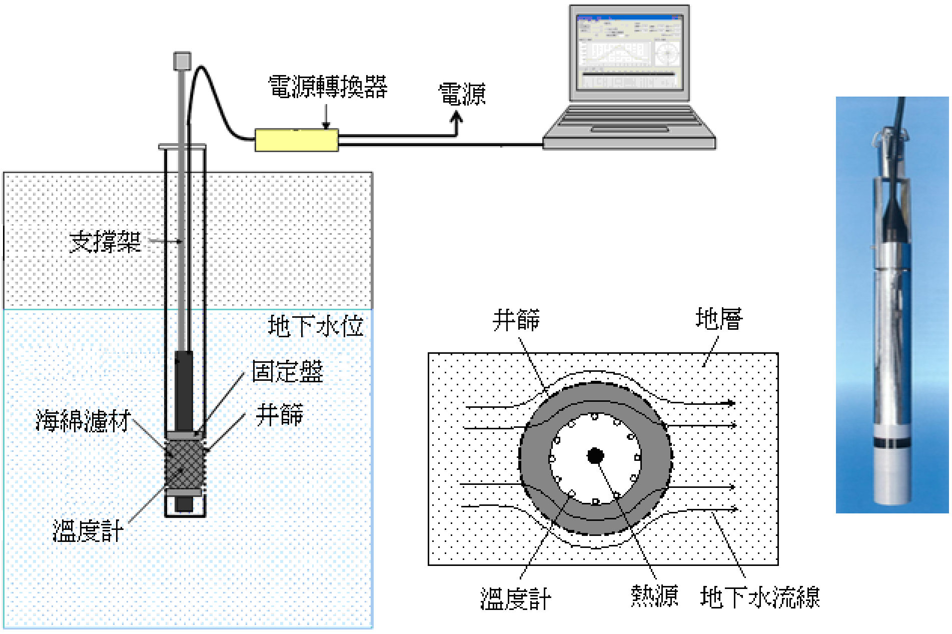


圖 6-5　熱流式水流儀架設示意圖

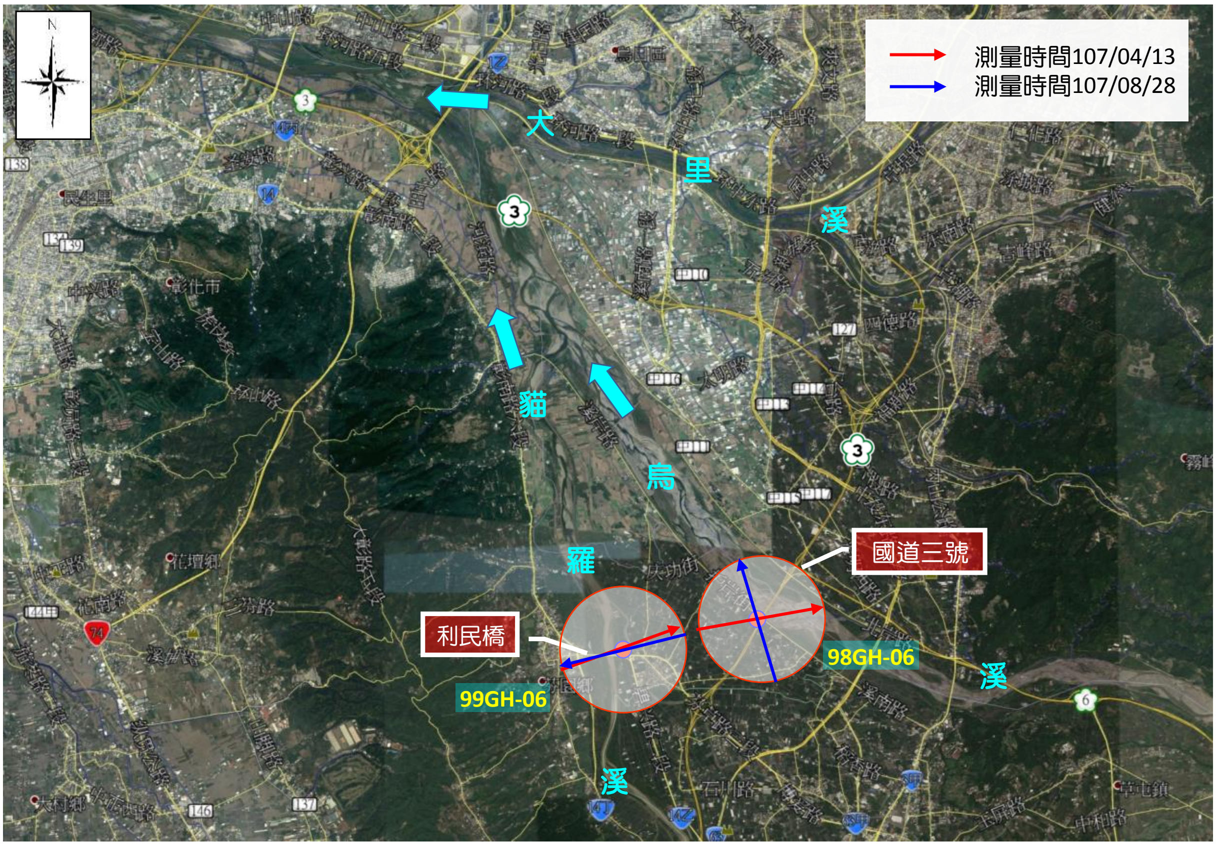


圖 6-6　本計畫水井流向試驗成果

	
	
98GH-06	99GH-06

圖 6-7　流速流向量測作業照片

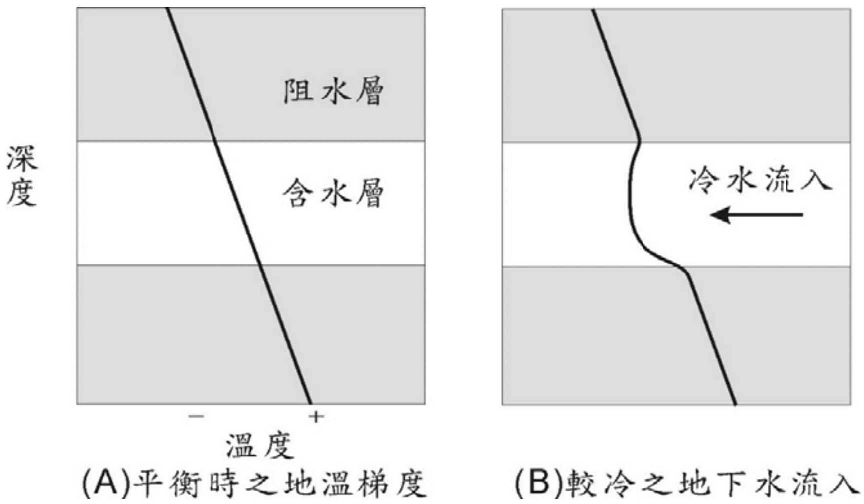


圖 6-8　地下水水平流動對地溫的影響

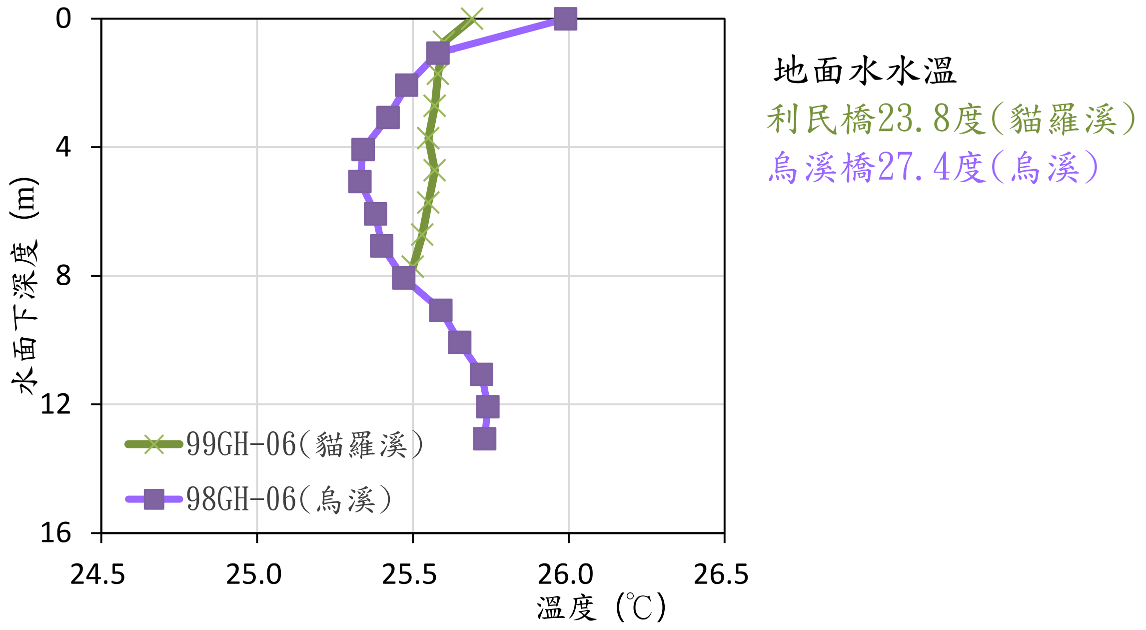


圖 6-9　107/4/13 觀測井井溫剖面調查成果

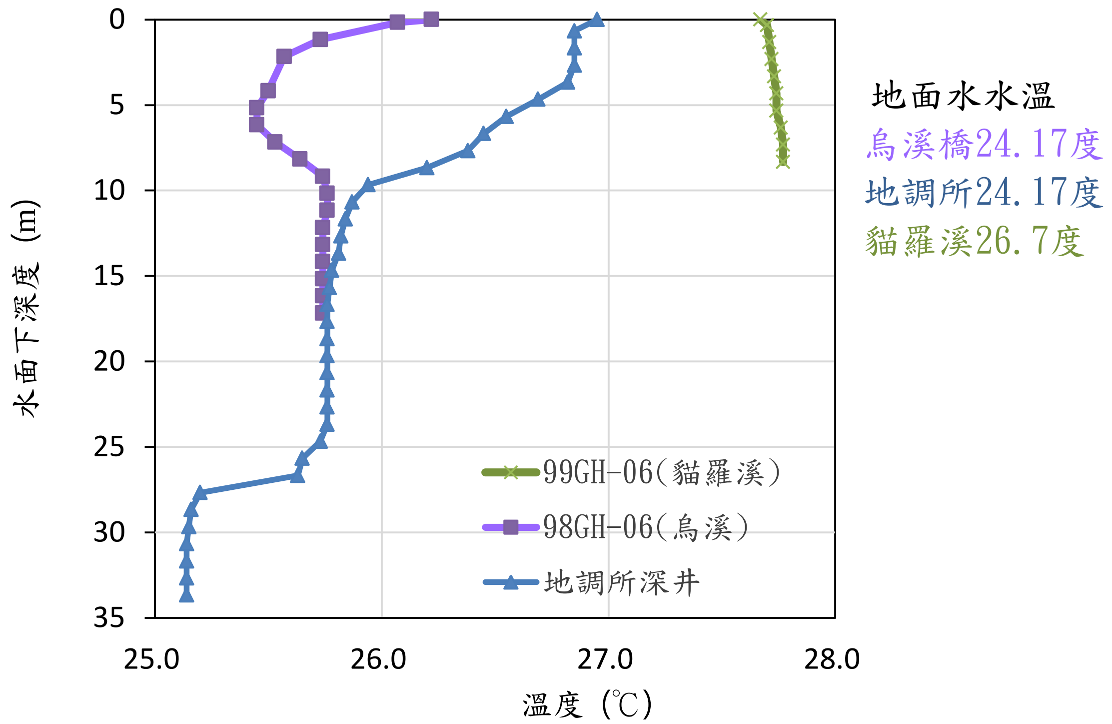


圖 6-10　107/8/28 觀測井井溫剖面調查成果

二、水文地質模型建置與水平衡分析

本小節將說明臺中盆地之地下水數值模式建置流程及水平衡分析，建置完成之地下水數值模型，可供推估烏溪及貓羅溪河段之伏流水與地下水資源之潛能之用。

(一)地下水數值模式建置流程

本計畫地下水數質模式之建置流程如圖 6-11 所示，可分為四大部分，依序為邊界條件與網格劃分、模式資料輸入、模式參數檢定及水平衡分析。本計畫採用美國地質調查局開發之 MODFLOW 地下水流模擬模式模擬研究區域之地下水流系統。在以 MODFLOW 建模時，首先需先定義研究區域之空間切割，模擬期距，分層架構及邊界條件等設定，接著再設定初始條件與含水層參數（如透水係數、蓄水係數、含水層厚度等）；其輸出資訊則包含各含水層之地下水位分佈、洩降分佈、模式水平衡等。在給定建模所需之基本資料後，本計畫應用規則式專家系統進行淨補注量檢定，檢定模擬期距（2010 年至 2017 年）中，各旬之表層淨補注量與深層抽水量，再進行水平衡分析。

(二)地下水模式建置及檢定

本計畫所建立臺中盆地 MODFLOW 地下水流數值模式模擬，以旬為時間間距建立旬模式進行暫態(transient)模擬，其模式建立過程包括模擬範圍與邊界條件設定、地層分層與數值網格設定、水文地質參數分區與設定、起始水位設定、河流演算套件設定等，將此五個部份分述如下：

1、模擬範圍與邊界條件設定

本計畫所建立之地下水流數值模式範圍為臺中盆地，如圖 6-12 所示，其北邊以大甲溪為界，西邊以大肚山與八卦山為界，東邊則以車籠埔斷層為界，南側則以貓羅溪與濁水溪之分水嶺為界。其中西側邊界以大肚山與八卦山山頂稜線為界，山坡地坡度遠高於地下水層，水力特徵與平地沖積平原不同，不易以

MODFLOW 模擬。此外，八卦山脈與大肚山脈為板塊擠壓隆起造成，其土壤材質較平原區土壤壓密而固結，透水性與儲水性亦較平原區土壤差，再加上山頂上並無額外水源，在此以坡度 5 度為山坡地與平地之判斷門檻，結合 DEM 數位高程模型，以大肚山與八卦山腳為西側邊界。

模式邊界設定上，依據地質特性，北側以大甲溪為界，設定為時變定水頭邊界、西側大肚山及八卦山台地設定為零流量邊界，隘口處設定為時變定水頭邊界、東側河川出山口設定為時變定水頭邊界，其餘皆為零流量邊界。系統內有數條主要河川，分別是中部的烏溪、筏子溪與大里溪，以及南邊之貓羅溪，其中筏子溪及大里溪以河川模組(RIV)搭配河川水位記錄模擬之，而烏溪及貓羅溪則以河流演算套件(SFR)搭配河川流量記錄模擬之。

2、數值模式分層架構與格網劃分

本計畫依中央地質調查所公告之烏日-霧峰地質剖面圖之泥層分布作為模式分層依據，沿各含水層及阻水層高程作東西方向斜切分層。數值模式以此切割數值網格，共分為五層(分別標注為 L1、L2、L3、L4 及 L5)，如圖 6-13 所示。網格頂部高程設定依循數位高程模型(Digital Elevation Model，DEM)建立，數值網格設定上主要採用 250*250 公尺為網格間距，南北方向分為 266 列，東西方向分為 128 行。各層數值網格高度則根據地層分層之厚度所設定。

3、水文地質參數分區與設定

水力傳導係數、比出水率(Sy)及儲水係數(S)參考水利署地下水觀測站網試驗值、水利規劃試驗所「台中盆地地下水資源利用調查評估」報告及中央地質調查所「地下水水文地質與補注模式研究-補注區劃設與資源量評估」進行設定，各參數影響區域依徐昇氏法劃分各個代表區域外，另外設置虛擬井於資料密度較低之區域，這些區域內則設定相同之比出水量(Sy)及蓄水係數(S)、水

平水力傳導係數(K)，相關數值整理如表 6-2。

水力傳導係數透水係數之空間分布，採取兩階段方式。第一階段以各站徐昇氏多邊形，如圖 6-14，水平向係數搭配表 6-2 給定參數值，垂直向則假設為 1/50，第二階段，則於檢定過程中，依據模擬成果與觀測水位，以等雨量線法適度調整控制面積，如圖 6-15。

儲水係數之給定，除四張犁(1)、草屯、98GH07、99GH02 及 99GH04 試驗值為 0.23、0.162、0.23、0.129 及 0.203 外，其餘區域以 0.129 給定。

4、起始水位設定

對於暫態模式而言，初始地下水位代表模式之初始條件，不同初始條件影響模擬結果極巨，因此應選取適當之初始水位以得到較佳之模擬結果。本計畫建置之地下水系統模擬期距為 2010 年~2017 年，為旬模擬，模擬起始時刻為西元 2010 年 1 月上旬，因此以西元 2009 年 12 月下旬之平均水位作為起始水位，並依各觀測井之平均水位進行空間內插後，輸入至各模式網格作為地下水位初始值。

5、河川模組設定

筏子溪及大里溪以河川模組(RIV)搭配河川水位記錄模擬之，河川模組(RIV)所需資料分別為河道路徑、河川水位、上游與下游河床高程、上游與下游河床滲漏值，上游與下游河床底泥厚度，各河川分別取吻合模擬年份觀測資料之河川水位站，作為邊界條件給定之依據，其中取上游與下游端點之河川水位站，依其記錄之時變河水位進行線性內插，推估河道其他網格之時變河水位。圖 6-16 為模式使用河川模組(RIV)及河流演算套件(SFR)網格分布圖，針對筏子溪與大里溪，筏子溪選用農路橋與集泉橋二河川水位站，大里溪選用嘉新橋、育英橋、一江橋、大里橋、溪南橋五河川水位站。

各河道網格除需給予各時刻之河川水位外，河川透水性(Conductance)。下式為河川模組計算河川交換量之公式，其中 K 為底泥透水係數，L 為河道長度，W 為河道寬度，M 為底泥厚度，HRIV 為河川水位，h 為地下水位。CRIV 為底泥透水性(Conductance)，故此在參數給定上，需參考底泥水力傳導係數，以及實質河道浸水面積。

$$Q_{RIV} = \frac{KLW}{M}\left(H_{RIV} - h\right) = C_{RIV}\left(H_{RIV} - h\right)$$

前述底泥透水係數由於缺乏相關現場調查資料，故參考其他經驗值，先假設渠底水力傳導係數為每秒 1.4×10^{-5} 公尺，底泥厚度為 1 公尺，並於後續模式校正時合理調整底泥透水係數。

烏溪及貓羅溪則以河流演算套件(SFR)搭配河川流量記錄模擬之，河流演算套件(SFR)所需資料分別為河道路徑、河川流量、河川斷面、主河道及河道兩岸之曼寧 n 值、上游與下游河床高程、上游與下游河床滲漏

KS 值，上游與下游河床底泥厚度，其中取該河段之上游端點與下游端點為設定值，中間網格將由模式進行線性內插計算數值。其中烏溪選用烏溪橋河川流量站，貓羅溪選用南崗大橋河川流量站，兩站之時變流量紀錄，作為上游時變入流量給定之依據。

本計畫所設定河道路徑與分段如圖 6-16 所示，烏溪由烏溪橋至貓羅溪匯流口分 9 河段進行描述，貓羅溪則以利民橋為界分 2 個河段進行描述。各個河川斷面資料採用經濟部水利署（2015）現地量測斷面資料，並簡化為八個點代表該斷面以符合 SFR2 模式輸入條件，其各個河段之簡化河川斷面示意圖如圖 6-17 所示。

曼寧 n 值之設定，延用 106 年中區水資源局「台中盆地地下水資源調查開發評估」報告，參考周文德(1959)依河床特性所提出之分類，判定台中盆地範圍內支水系多為河道通水順暢，具漥

蓄、深潭及砂洲，其中有較多石塊及雜草，且低水位時出現較多的無效通水斷面，最後採用 0.048 作為輸入 SFR 之曼寧 n 值。，得到 SFR2 曼寧 n 值輸入設定，如表 6-3 所示。

河床底泥透水係數(KS)，引用 101 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(3/4)」報告中針對烏溪底泥特性調查，並利用溫度法實測，烏溪之床底泥透水係數介於每秒 7.5×10^{-6} 公分至每秒 10^{-4} 公分，其他溪流則採每秒 5×10^{-6} 公分；河床底泥厚度則設定為 5 公尺。

6、抽水量及補注量

由於現地抽水量資料較不完整，且地下水補注為未知，故本計畫將以參數檢定方法推估淺層淨補注量與深層抽水量，檢定工具為自行開發之專家系統，本研究設定之模擬時刻長度為旬，參數檢定之依據為各觀測井之日水位，此外，本計畫採用徐昇氏法進行參數分區，以降低參數維度。

7、參數檢定方法

建立地下水模式之過程中，參數檢定乃必要的步驟，而一般的參數檢定方法可分為「人工參數檢定」與「自動參數檢定」。人工參數檢定在推估參數時，過程不但複雜、冗長，且需要花費許多時間，進行檢定的人員除了需具備相關地下水知識外，亦須具有參數檢定之經驗與技巧。自動化參數檢定通常是將地下水模式結合優選法來進行檢定，雖然可免去人工參數檢定的煩瑣，但使用者難以參與參數變動過程，往往只能被動的接受最後的檢定結果，而因為地下水模式甚至優選模式本身，因受限於參數之維度數目，往往皆對問題本身有相當程度的簡化，使得自動參數檢定所得之結果亦可能產生不符物理條件的狀況。

本計畫採用專家系統進行參數檢定，期能在保有自動化參數優選檢定的快速及方便的同時，亦能保有人工參數檢定之彈性，並能累積整合專家之經驗，使得參數檢定的工作更易進行，檢定

流程如圖 6-18。

表 6-2　各地下水井水力傳導係數列表

井號	井名	比出水量 (Sy)	透水係數 (m/day)	井號	井名	比出水量 (Sy)	透水係數 (m/day)
6150111	烏日(1)	-	89.424	19080111	四張犁(1)	0.23	91.8
6150121	烏日(2)	-	33.12	19080121	四張犁(2)	-	80.64
6180111	霧峰(1)	-	138.384	6090111	潭子	-	86.4
6180121	霧峰(2)	-	7.704	6080111	豐洲	-	183.6
6200111	大里(1)	-	360.432	061812M2	萬豐	-	138.384
6200121	大里(2)	-	79.344	190812M2	東山	-	81.9
8060311	新街(1)	-	534.24	19060211	泰安	-	279.63
8060321	新街(2)	-	39.312	6190111	建平	-	298.656
19010111	中山(1)	-	72	8030111	草屯	0.162	385.632
19010121	中山(2)	-	82.08	98-GH07		0.0016	38.88
19060111	啟聰(1)	-	84.96	99GH02		0.129	22.464
19060121	啟聰(2)	-	36	99-Gh04		0.203	1.468

表 6-3　依河床特性分類之曼寧 n 值表

河床特性	最大值	一般值	最小值
A.緩坡河道			
1.河道筆直、通水順暢、無窪蓄或深潭	0.025	0.030	0.033
2.與 1.同，但河道中較多石塊及雜草	0.030	0.035	0.040
3.河道通水順暢，具窪蓄、深潭及砂洲	0.033	0.040	0.045
4.與 3.同，但河道中較多石塊及雜草	0.035	0.045	0.050
5.與 3.同，河道中較多石塊及雜草，且低水位時出現較多的無效通水斷面	0.040	0.048	0.055
6.與 4.同，但河道中具更多石塊	0.045	0.050	0.060
7.河道通水因受阻而緩慢、雜草叢生、具窪蓄、深潭	0.050	0.070	0.080
8.河道雜草非常茂密、具窪蓄、深潭，或通水斷面內有厚密的樹枝殘株及水草站立	0.075	0.100	0.150
B.山澗，溪流中無植生，河岸通常陡峭，當高水位時岸邊植生會部分浸入水中：			
1.溪床粒徑以卵、礫石為主，偶有大塊石塊	0.030	0.040	0.050
2.溪床粒徑以卵石及大塊石塊為主	0.040	0.050	0.070

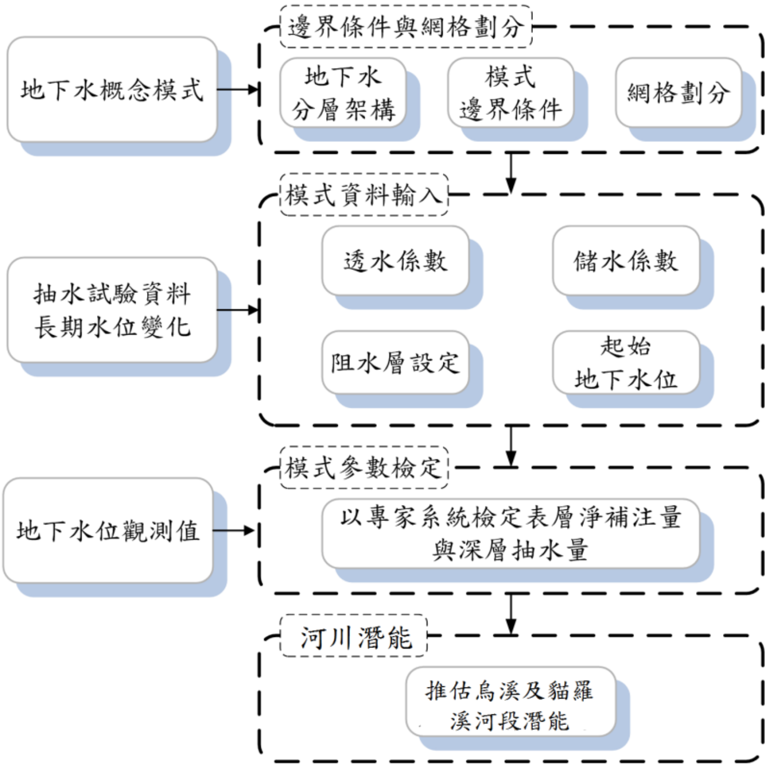


圖 6-11　地下水數值模式建置流程示意圖

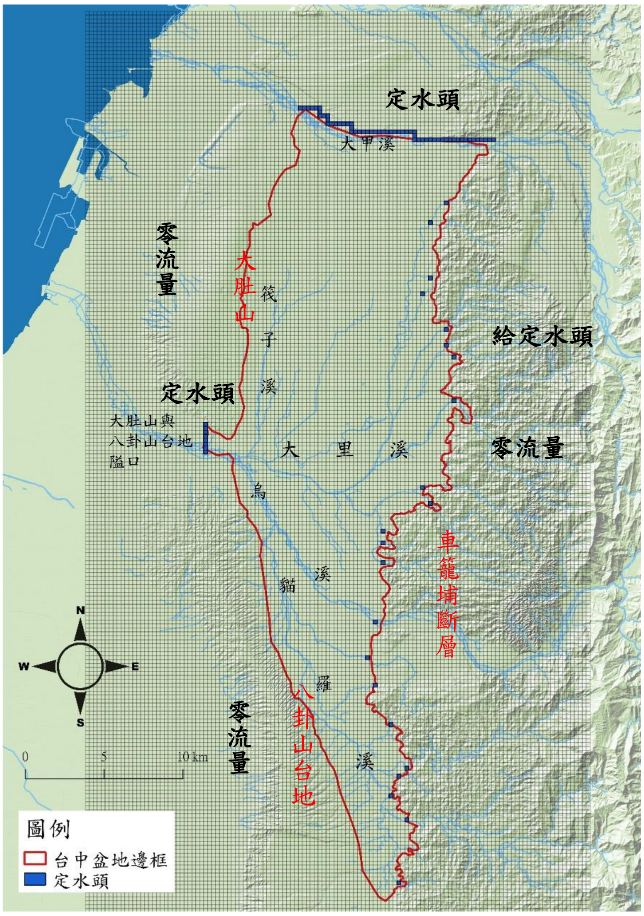


圖 6-12　臺中盆地之模式範圍與邊界條件設定

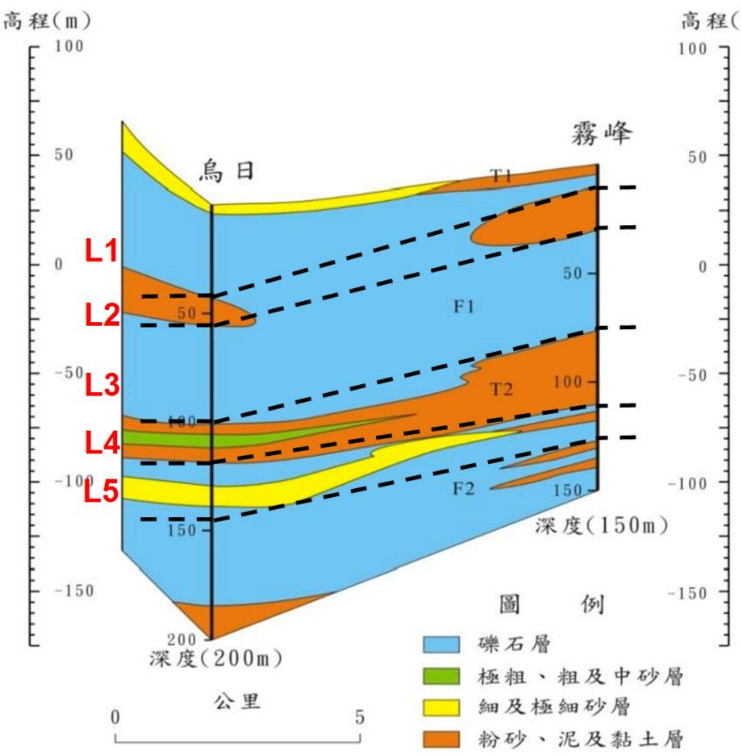


圖 6-13　臺中盆地地下水流數值模式網格分層示意圖

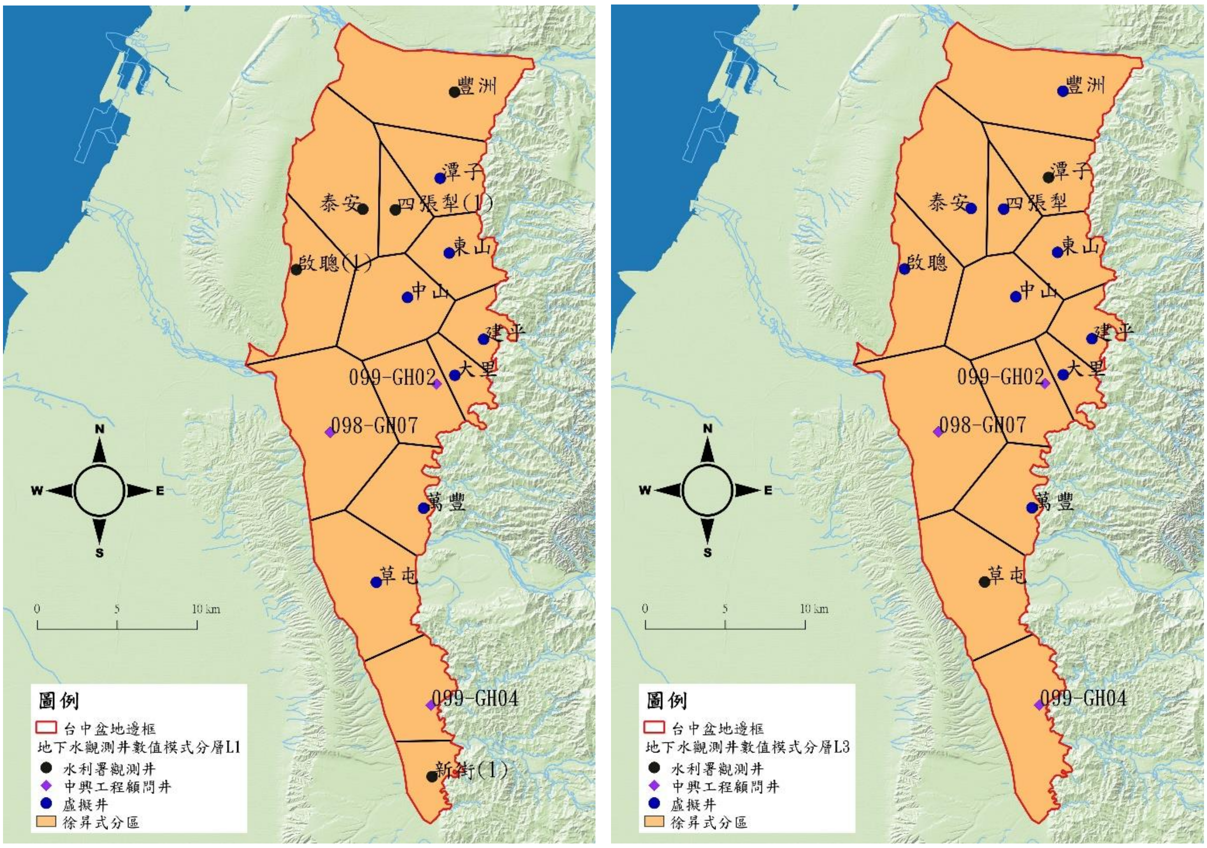


圖 6-14　臺中盆地水文地質參數模式分層 L1 及 L2 分區

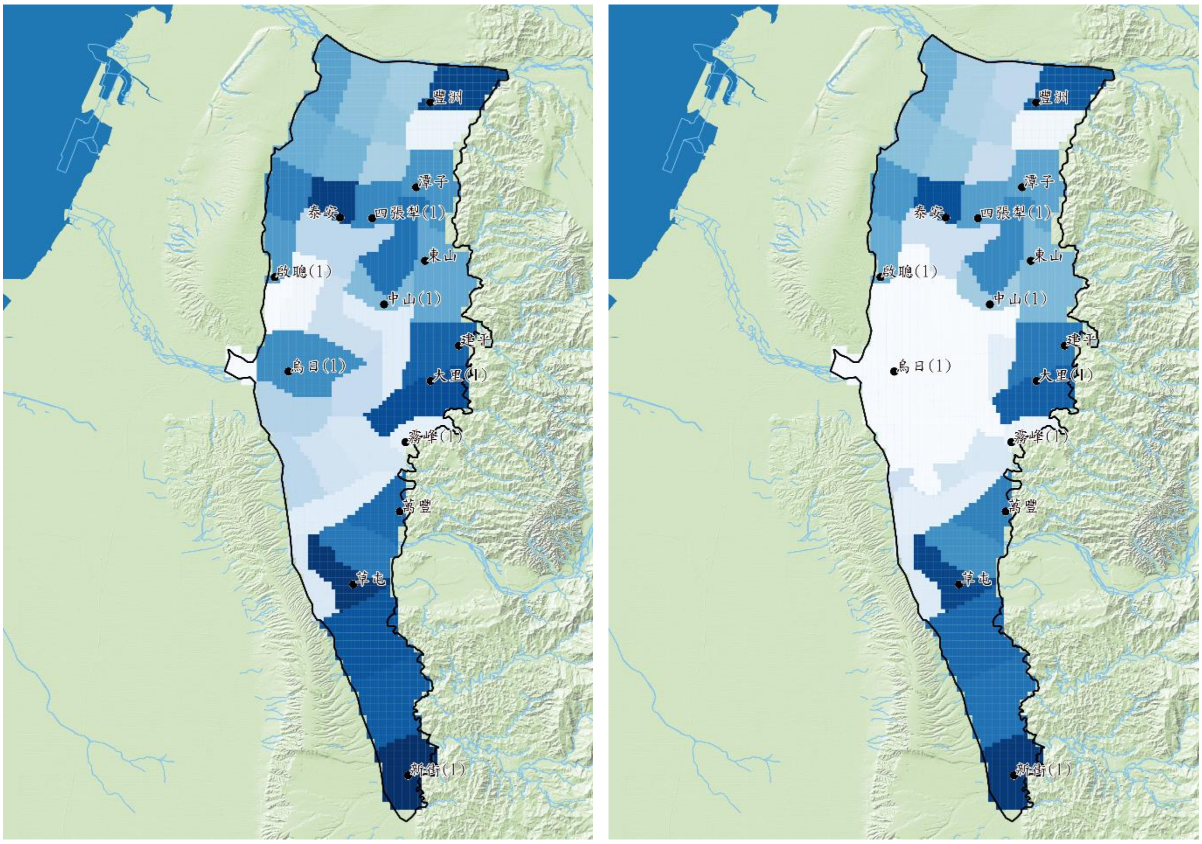


圖 6-15　臺中盆地水文地質參數模式分層 L1 及 L2 分區

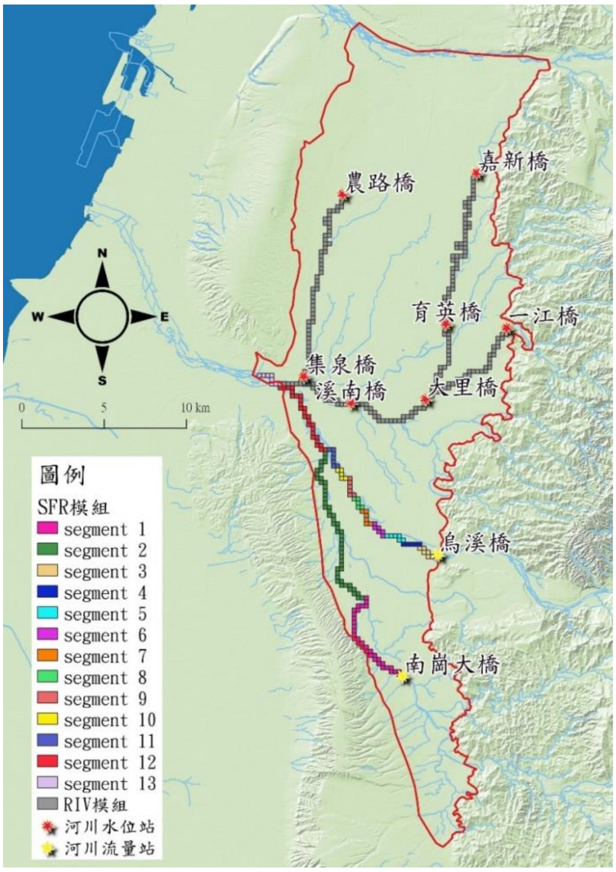


圖 6-16　模式之河川模組(RIV)及河流演算套件(SFR)網格分布圖

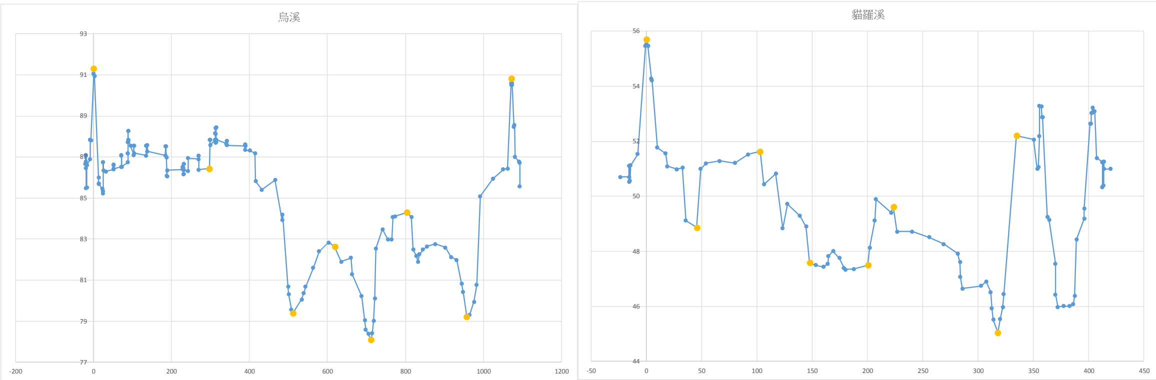


圖 6-17　烏溪及貓羅溪簡化河道斷面示意圖

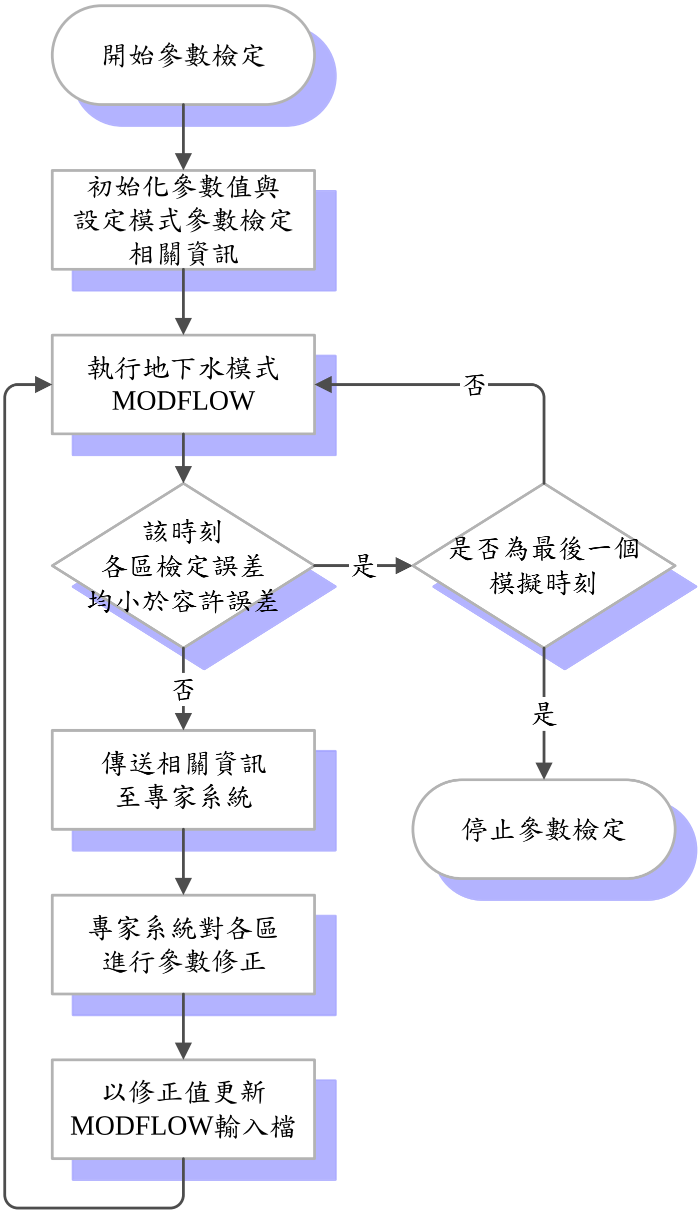


圖 6-18　參數檢定流程

(二)模式檢定

本計畫地下水數值模式率定時間由 2010 年 1 月至 2017 年 12 月採旬模擬，合計 288 個模擬時程，率定完成之模式其模擬水位變動區勢大致與觀測水位相近，烏溪流域地下水位站率定結果，如圖 6-19 圖 6-20 及圖 6-21 所示，烏日(1)模擬水位整體誤差，除幾個時段誤差略大外，其餘時段皆小於 1 公尺，萬豐(1)分別位於烏溪中上游，整體均有掌握變化趨勢。

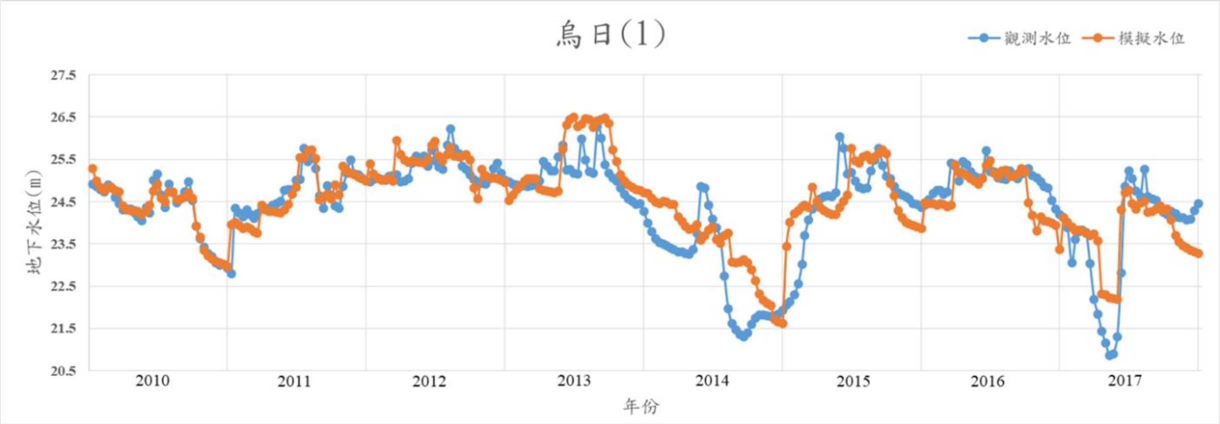


圖 6-19　烏日(1)模擬水位與觀測水位

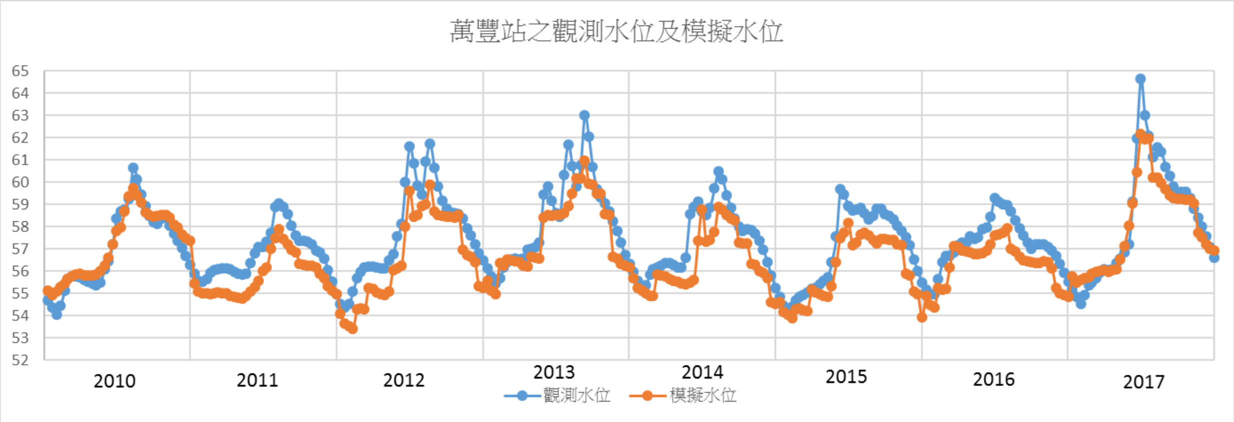


圖 6-20　萬豐模擬水位與觀測水位

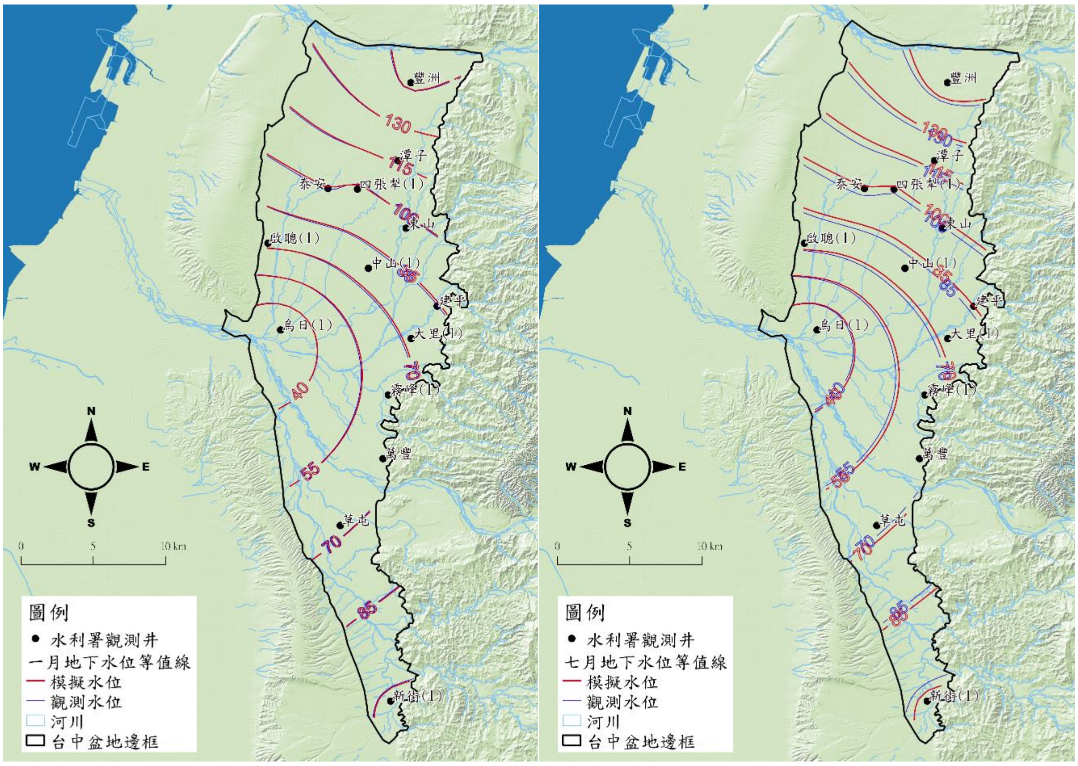


圖 6-21　臺中盆地地下水觀測及模擬月平均水位分布圖

(三)推估補注量與抽水量

能邦公司(2000)以一維垂向水平衡法估算年補注量約 5.55 億噸；水規所(2007)以地下水流動法推估台中盆地整體補注量約 14.7~22.3 億噸；水規所(2011)透過地下水數值模式推估 2006 年至 2010 年之年補注量約 2.43 億噸，年抽水量約 2.41 億噸；中央地質調查所(2015)以水位歷線法推估 2009 年至 2014 年之年補注量約 6.63 億噸，抽水量約 6.72 億噸；中區水資源局(2017)以地下水流數值模式推估之年垂向補注量約 4.63 億噸，抽水量約 3.71 億噸，河川入滲量約 6.03 億噸，河川出滲量約 6.95 億噸。

由於本計畫著重於河川潛能之估算，故以補注量扣除抽水量之值(簡稱淨補注量)作為模式垂向交換量率定，根據 2010 年至 2017 年率定後之地下水流數值模式結果顯示，台中盆地年平均淨補注量約 -0.1 億立方公尺；河川年平均入滲量約為 5.1 億立方公尺，年平均出滲量約 1.7 億立方公尺；邊界年平均流入量約 3.49 億立方公尺，年平均流出量約 3.49 億噸，整體補注量約 8.49 億噸，與相關研究之推估值相近。

三、計畫區域內開發潛能估算

為瞭解本計畫擇定伏流水適合開發區段之伏流水與地下水資源潛能，以率定完成之臺中盆地地下水模式進行區域潛能概估，輸出SFR河川模組各時刻各網格與地下水之交換量，並根據規劃河段累計平均交換量，模擬期間為2010年1月至2017年12月，以旬為時間單位進行評估，評估結果說明如下。

(一)將模擬範圍之烏溪主流分別依烏溪橋、台 63 公路、國道三號公路、溪尾橋、貓羅溪匯流口、大里溪匯流口及大肚橋分為 6 個河段，貓羅溪則分依南崗大橋、溪州橋、利民橋及貓羅溪匯流口分為 3 個河段，各河段出入滲量如表 6-4。

(二)烏溪主流各河段之模式含水層厚度，烏溪橋至台 63 公路約 50 公尺以上、台 63 至國道三號公路約 47 公尺以上，國道三號公路至溪尾橋約 40 公尺以上，溪尾橋至貓羅溪匯流口約 30 公尺以上，貓羅溪匯流口至大里溪匯流口約 22 公尺以上，大里溪匯流口至大肚橋約 18 公尺以上；貓羅溪各河段之模式含水層厚度，南崗大橋至溪州橋約 118 公尺以上，溪州橋至利民橋約 50 公尺以上，利民橋至貓羅溪匯流口約 37 公尺以上。其中，烏溪河川入滲主要集中於烏溪橋至溪岸橋河段，以下河段屬出滲河段，貓羅溪則皆為出滲河段。

(三)將各河段之河川入滲量與出滲量相加計算各河段伏流水潛能量，烏溪及貓羅溪流域各河段之平均年出入滲量如表 6-4 所示，其中烏溪流域自烏溪橋至大肚橋之淨入滲量，分別為每日 8.3、5.1、4.3、3.4、11.7 及 0.8 萬立方公尺，貓羅溪流域自南崗大橋至貓羅溪匯流口之淨入滲量分別為每日 1.1、2.2 及 2 萬立方公尺，另外各月份平均交換量如表 6-5～表 6-13。

表 6-4　本計畫推估各河段平均交換量

單位：萬立方公尺/日

河段	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲量
烏溪橋 ~ 台 63 公路	8.3	0.0	8.3
台 63 公路 ~ 國道三號	5.1	0.0	5.1
國道三號 ~ 溪尾橋	4.3	0.0	4.3
溪尾橋 ~ 貓羅溪匯流口	0.1	-3.5	3.4
貓羅溪匯流口 ~ 大里溪匯流口	0.0	-9.2	9.2
大里溪匯流口~大肚橋	0.0	-0.8	0.8
南崗大橋~溪洲橋	0.0	-1.1	1.1
溪洲橋~利民橋	0.0	-2.2	2.2
利民橋~貓羅溪匯流口	0.0	-2	2

表 6-5　烏溪橋至台 63 公路河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

月份	烏溪橋 ~ 台 63 公路		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	38532.1	0	38532.1
2	36785.4	0	36785.4
3	45945.2	0	45945.2
4	65580.2	0	65580.2
5	125534.9	0	125534.9
6	192640.1	0	192640.1
7	123084.0	0	123084.0
8	131751.1	0	131751.1
9	92307.5	0	92307.5
10	53676.7	0	53676.7
11	48566.3	0	48566.3
12	42139.8	0	42139.8
平均	83045.3	0	83045.3

表 6-6　台 63 公路至國道三號公路河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

月份	台 63 公路 ~ 國道三號公路		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	31123.3	0	31123.3
2	27601.5	0	27601.5
3	33418.5	0	33418.5
4	39799.2	0	39799.2
5	69080.8	0	69080.8
6	114452.0	0	114452.0
7	65513.3	0	65513.3
8	69863.2	0	69863.2
9	52371.7	0	52371.7
10	37597.6	0	37597.6
11	35610.2	0	35610.2
12	33617.7	0	33617.7
平均	50837.4	0	50837.4

表 6-7　國道三號公路至溪尾橋河段各月份交換量

單位：立方公尺/日

月份	國道三號公路 ~ 溪尾橋		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	40694.1	0	40694.1
2	32251.3	0	32251.3
3	34744.2	0	34744.2
4	41111.5	0	41111.5
5	62617.6	0	62617.6
6	81557.7	0	81557.7
7	52459.4	0	52459.4
8	54371.3	0	54371.3
9	40775.5	0	40775.5
10	28933.8	0	28933.8
11	26565.9	0	26565.9
12	23620.6	0	23620.6
平均	43308.6	0	43308.6

表 6-8　溪尾橋至貓羅溪匯流口河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

月份	溪尾橋 ~ 貓羅溪匯流口		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	911	-52452.0	51541.0
2	661	-35989.7	35328.7
3	435	-32940.1	32505.1
4	480	-33236.2	32756.2
5	964	-35878.2	34914.2
6	4,281	-36937.8	32656.8
7	2,063	-36361.9	34298.9
8	1,319	-34360.3	33041.3
9	943	-33760.0	32817.0
10	547	-32128.5	31581.5
11	505	-31766.4	31261.4
12	493	-31558.8	31065.8
平均	1,134	-35614.7	34480.7

表 6-9　貓羅溪匯流口至大里溪匯流口河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

月份	貓羅溪匯流口 ~ 大里溪匯流口		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	0	-192475.0	192475.0
2	0	-145886.2	145886.2
3	0	-132828.1	132828.1
4	0	-123950.9	123950.9
5	0	-114359.3	114359.3
6	0	-107213.6	107213.6
7	0	-107995.9	107995.9
8	0	-102581.5	102581.5
9	0	-100996.5	100996.5
10	0	-98236.9	98236.9
11	0	-93474.3	93474.3
12	0	-90500.2	90500.2
平均	0	-117541.5	117541.5

表 6-10　大里溪匯流口至大肚橋河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

月份	大里溪匯流口~ 大肚橋		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	0	-10776.2	10776.2
2	0	-9213.0	9213.0
3	0	-8884.2	8884.2
4	0	-8698.8	8698.8
5	0	-7991.8	7991.8
6	0	-7130.6	7130.6
7	0	-9784.4	9784.4
8	0	-8396.7	8396.7
9	0	-8851.3	8851.3
10	0	-8683.4	8683.4
11	0	-8311.6	8311.6
12	0	-7078.9	7078.9
平均	0	-8650.1	8650.1

表 6-11　南崗大橋至溪洲橋河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

3 月份	南崗大橋 ~ 溪洲橋		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	0	-6272.9	6272.9
2	0	-7358.2	7358.2
3	0	-8173.0	8173.0
4	0	-9324.3	9324.3
5	0	-10669.2	10669.2
6	0	-10510.5	10510.5
7	0	-12216.7	12216.7
8	0	-13008.9	13008.9
9	0	-13305.1	13305.1
10	0	-12552.1	12552.1
11	0	-12942.5	12942.5
12	0	-12357.9	12357.9
平均	0	-10724.3	10724.3

表 6-12　溪洲橋至利民橋河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

月份	溪洲橋 ~ 利民橋		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	0	-15378.4	15378.4
2	0	-15897.6	15897.6
3	0	-16771.0	16771.0
4	0	-18606.1	18606.1
5	0	-22921.8	22921.8
6	0	-30741.3	30741.3
7	0	-29621.0	29621.0
8	0	-31114.3	31114.3
9	0	-24250.7	24250.7
10	0	-20521.8	20521.8
11	0	-20813.6	20813.6
12	0	-19197.9	19197.9
平均	0	-22153.0	22153.0

表 6-13　利民橋至貓羅溪匯流口河段各月份平均交換量

單位：立方公尺/日

月份	利民橋 ~ 貓羅溪匯流口		
	河川入滲量	河川出滲量	河川淨入滲
1	0	-16387.4	16387.4
2	0	-16026.1	16026.1
3	0	-16426.6	16426.6
4	0	-17802.3	17802.3
5	0	-21669.7	21669.7
6	0	-28485.5	28485.5
7	0	-26935.4	26935.4
8	0	-28057.3	28057.3
9	0	-21499.5	21499.5
10	0	-17979.4	17979.4
11	0	-18114.9	18114.9
12	0	-16602.5	16602.5
平均	0	-20498.9	20498.9

第七章　伏流水開發與運用策略初步規劃

一、最佳開發區位評估

依據取水潛能河段盤點界定結果，北港溪大旗堰上游及烏嘴潭攔河堰預定堰址上游在豐水期時河水濁度偏高，將評估設置伏流水取水設施做為高濁度時期備援之可能性；烏溪中游(烏溪橋～台 74 橋)及貓羅溪(利民橋～烏溪匯流口)等位置符合伏流水開發原則，本計畫就水文地質條件、水質條件、供水標的位置及取水對周遭環境影響等條件，並配合河段潛能量估算及水源聯合運用分析結果等項目，進行最佳開發區位評估作業，相關說明如后。

(一)北港溪大旗堰上游

1、水文地質條件

依據本計畫補充調查結果，地質組成以卵礫石夾砂為主，含水層厚度約 5～8 公尺，透水係數約每秒 10^{-5} 公尺，觀測期間地下水位最高約 EL.273.7 公尺，最低約 EL.272.0 公尺，地下水位埋深約 1～2 公尺。

2、水質條件

依據本計畫補充調查結果，地面水水體分類為乙類水體符合飲用水源水質標準；地下水水質符合飲用水水質標準。

3、供水標的位置

該處取用之原水預定輸送至大旗尾淨水場，由取水設施至淨水場之輸水管距離約 0.3 公里。

4、取水對周遭環境影響

大旗尾淨水場每日原水取用量約每日 0.7 萬立方公尺，由於可能取水時機為河川高流量且高濁度時期，因此伏流水取用對於周遭影響甚微。

(二)烏嘴潭攔河堰上游

1、水文地質條件

依據本計畫補充調查結果，地質組成以卵礫石夾砂為主，含水層厚度約 5～8 公尺，透水係數約每秒 10^{-5} 公尺，地下水位觀測期間地下水位最高約 EL.142.6 公尺，最低約 EL.140.9 公尺，地下水位埋深約於 4～6 公尺，地下水位埋深約 4～5 公尺。

2、水質條件

依據本計畫補充調查結果，水體分類為乙類水體符合飲用水源水質標準；地下水水質符合飲用水水質標準。

3、輸水管長度

該處取用之原水預定輸送至鳥嘴潭人工湖，取水設施至人工湖之輸水管路距離概估約 1 公里。

4、取水對周遭環境影響

由於取水時機為河川高流量且高濁度時期，主要之影響範圍落於河道內，因此伏流水取用對於周遭影響甚微。

5、高濁度時期取水之增供水量分析

本計畫假設於鳥嘴潭攔河堰上游取用每日 10 萬立方公尺之伏流水作為高濁度備援，並與鳥嘴潭人工湖聯合運用進行增供水量分析，方案模擬原則說明如下：

模擬分析年限分別採用民國 69-98 年及民國 69-105 年流量資料。

(1)鳥嘴潭攔河堰入流量超過每秒 200 立方公尺時停止引水，此時由乾峰橋下游伏流水供應之，供水上限為每日 10 萬立方公尺。

(2)當鳥嘴潭攔河堰入流量超過下游保留水量(包含農業保留水量及生態基流量)，烏溪餘裕水量再引入鳥嘴潭人工湖蓄存，引水限制為每秒 20 立方公尺。

(3)公共給水供水能力判斷準則採用缺水指數 1.0。

分析成果示如表 7-1，分析成果顯示模擬期限民國 69-98 年聯合運用供水潛能量為每日 25.1 萬立方公尺，民國 69-105 年聯合運用供水潛能量為每日 22.2 萬立方公尺，皆與鳥嘴潭人工湖單獨運用供水潛能量相同，由於鳥嘴潭人工湖單獨運用時缺水集中於 11 月~隔年 5 月，但高濁度時期多發生於 6~10 月，持續時間不長，平均每年發生高濁度事件約為 21.1 天，且高濁度期間鳥嘴潭人工湖湖庫蓄水仍足以因應，因此取用伏流水作為高濁度備援對於整體供水潛能助益不大。

(三)烏溪中游(烏溪橋～台 74 橋)

本計畫將烏溪中游段區分為：「烏溪橋～溪尾橋」、「溪尾橋～貓羅溪匯流口」及「貓羅溪匯流口～台 74 橋」等三個河段，各河段評估說明如后。

1、烏溪橋～溪尾橋

(1)水文地質條件

依據本計畫補充調查結果，地質組成以卵礫石夾砂為主，含水層厚度約 40～100 公尺，透水係數約每秒 10^{-5} 立方公尺，地下水位觀測期間，地下水位最高約 EL.60.51 公尺，最低約 EL.56.4 公尺，地下水位埋深約於 9.3～19.1 公尺。

(2)水質條件

依據本計畫蒐集水質檢測結果，水體分類為乙類水體符合飲用水源水質標準；地下水水質符合飲用水水質標準。

(3)輸水管長度

該處取用之原水預定輸送至烏嘴潭淨水場，取水設施至淨水場之輸水管距離概估約 6～11 公里。

(4)取水對周遭環境影響

由本計畫現地調查及數值模擬成果，本河段屬地面水補注地下水(入滲河段)，依據 104 年「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案）」成果報告，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。另因取水設施設置於河道周圍，取水後主要影響範圍落於河道周圍，因此伏流水取用對於周遭影響甚微。

本河段範圍周遭用地曾評估設置烏嘴潭淨水場，惟因當地民情反對，因此烏嘴潭淨水場位置最終移往烏溪與貓羅溪匯流口上游 2.7 公里處左岸農地，因此後續若要於此河段設置伏流水取水設施，預期地方民情支持度不高，仍需溝通說明以利後續工程推動。

(5)伏流水潛能量

依據第六章伏流水開發潛能估算結果，烏溪橋～溪尾橋間伏流

水潛能量約每日 17.7 萬立方公尺。

(6)豐水期取水之增供水量分析

本計畫分析豐水期取用伏流水與烏嘴潭人工湖聯合運用增供水量，方案模擬原則說明如下：

A、模擬分析年限分別採用民國69-98年及民國69-105年流量資料。

B、於河段有剩餘可用水量之時期(6-9月)，常態取用國道三號橋伏流水，供水上限為每日3.5萬立方公尺。

C、烏嘴潭攔河堰入流量超過下游保留水量(包含農業保留水量及生態基流量)，烏溪餘裕水量再引入烏嘴潭人工湖蓄存，引水限制為每秒20立方公尺。

D、烏嘴潭攔河堰入流量超過每秒200立方公尺時，停止引水。

E、公共給水供水能力判斷準則採用缺水指數1.0。

分析成果示如表 7-1，分析成果顯示模擬期限民國 69-98 年聯合運用供水潛能量為每日 25.2 萬立方公尺，民國 69-105 年聯合運用供水潛能量為每日 22.3 萬立方公尺，與烏嘴潭人工湖單獨運用供水潛能量(分別為每日 25.1 萬立方公尺及每日 22.2 萬立方公尺)差異不大，由於烏嘴潭人工湖單獨運用時缺水集中於 11 月~隔年 5 月，但本河段僅 6-9 月有剩餘水量可供常態使用，且烏嘴潭人工湖庫容有限，此段時間常有滿庫情況，無足夠空間儲存節餘水量，因此取用伏流水作為常態供水方案對於供水潛能助益不大。

2、溪尾橋～貓羅溪匯流口

(1)水文地質條件

依據本計畫補充調查結果，地質組成以卵礫石夾砂為主，含水層厚度約 40～60 公尺，透水係數約每秒 10^{-5} 公尺、地下水位最高約 EL.35.46 公尺，最低約 EL.33.81 公尺，地下水位埋深約於 4.6～6.2 公尺。

(2)水質條件

依據現地調查及本計畫蒐集水質檢測結果，水體分類為乙類水

體符合飲用水源水質標準；地下水水質符合飲用水水質標準。

(3)輸水管長度

該處取用之原水預定輸送至鳥嘴潭淨水場，取水設施至淨水場之輸水管距離概估約 4 公里，且需配合興建一座水管橋跨越貓羅溪。

(4)取水對周遭環境影響

依據現地調查及數值模擬成果，河段屬地下水補注地面水(出滲河段)，依據 104 年「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」成果報告，如伏流水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，故其量能較為穩定，惟地下水排出量為河川基流之一部分，因此於此等河段取用伏流水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。

依據前述說明，由於該河段屬出滲河段伏流水取用將影響下游河段流量，因此需於具剩餘流量時段才能進行伏流水取水，以避免影響下游取水人權益。另台水公司於貓羅溪匯流口預計設置一口寬口井(取水量每日 1 萬立方公尺)，於開發位置評估時應納入考量，避免造成取水競合。

(5)伏流水潛能量

依據前節伏流水開發潛能估算結果，溪尾橋～貓羅溪匯流口間伏流水潛能量約每日 3.4 萬立方公尺。

3、貓羅溪匯流口～台 74 橋

(1)水文地質條件

依據本計畫補充調查結果，地質組成以卵礫石夾砂為主，含水層厚度約 20～40 公尺，透水係數約每秒 10^{-5} 公尺，地下水位最高約 EL.23.95 公尺，最低約 EL.21.86 公尺，地下水位埋深約於 2.3～4.2 公尺。

(2)水質條件

依據現地調查及本計畫蒐集水質檢測結果，水體分類為乙類水體符合飲用水源水質標準；地下水水質符合飲用水水質標準。

(3)輸水管長度

該處取用之原水預定輸送至新設淨水場，取水設施至淨水場之輸水管距離概估約 0.5 公里。

(4)取水對周遭環境影響

依據現地調查及數值模擬成果，河段屬地下水補注地面水(出滲河段)，因此需於具剩餘流量時段才能進行伏流水取水，以避免影響下游取水人權益。

(5)伏流水潛能量

依據前節伏流水開發潛能估算結果，貓羅溪匯流口～台 74 橋間伏流水潛能量約每日 9.2 萬立方公尺。

(四)貓羅溪利民橋～烏溪匯流口

1、水文地質條件

依據本計畫補充調查結果，地質組成以卵礫石夾砂為主，含水層厚度約 20～40 公尺，透水係數約每秒 10^{-5} 公尺，地下水位最高約 EL.42.1 公尺，最低約 EL.41.4 公尺，地下水位埋深約於 4.2～5.1 公尺。

2、水質條件

依據本計畫補充調查結果，水體分類為乙類至丙類水體之間，水體呈現不穩定狀態，地下水水質部分，除民國 107 年 6 月 19 日總有機碳及化學需氧量超標之外，其餘檢測結果符合飲用水水質標準。

3、輸水管長度

該處取用之原水預定輸送至烏嘴潭淨水場，取水設施至淨水場之輸水管距離概估約 0.5 公里。

4、取水對周遭環境影響

依據現地調查及數值模擬成果，河段屬地下水補注地面水(出滲河段)，因此需於具剩餘流量時段才能進行伏流水取水，以避免影響下游取水人權益。

5、伏流水潛能量

依據前節伏流水開發潛能估算結果，貓羅溪利民橋～烏溪匯流口間伏流水潛能量約每日 2 萬立方公尺。

(五)建議開發區位

由上述各河段特性進行開發區位評估，開發區位評估結果如表 7-2，相關評估說明如后。

1、北港溪大旗堰上游

本區位地下水位埋深、輸水管路距離及水質條件均符合開發條件，且國姓地區有常態高濁度或緊急備援需求，因此本區位建議開發。

2、鳥嘴潭攔河堰上游

本區位地下水位埋深、輸水管路距離及水質條件均符合開發條件，惟高濁度時期取用伏流水與鳥嘴潭人工湖聯合運用，經水源運用分析並無增供常態供水量，因此本區位不建議開發。

3、烏溪橋～國道三號橋(霧峰段)

本區位地下水位埋深變動大且輸水管路距離過長，導致伏流水工程成本增加，且取用伏流水與鳥嘴潭人工湖聯合運用，經水源運用分析並無增供常態供水量，因此本區位不建議開發。

4、溪尾橋～貓羅溪匯流口

本區位地下水位埋深及水質條件均符合開發條件，惟配合淨水場位置輸水路需設置一座水管橋，另因開發區位範圍內水公司已設有寬口井取用伏流水，避免取水設施互相影響，因此本區位不建議開發。

5、貓羅溪匯流口～台 74 橋

本區位地下水位埋深、輸水管路距離及水質條件均符合開發條件，且取用伏流水可作為之彰化地區常態備援或緊急備援，因此本區位建議開發。

6、利民橋～貓羅溪匯流口

本區位地下水位埋深及輸水管路距離均符合開發條件，惟水質條件不穩定，因此本區位不建議開發。

綜合上述評估，建議開發區段為北港溪大旗堰上游及貓羅溪匯流口～台 74 橋等兩區段，於後續章節進行開發方案初步規劃及經濟效益分析。

表 7-1　伏流水方案供水分析成果表

項目	烏嘴潭+乾峰橋下游伏流水(進烏嘴潭人工湖)聯合運用(高濁度備援)		烏嘴潭+國道三號橋伏流水(進烏嘴潭淨水場)聯合運用(6-9 月常態供應)	
模擬期間	69-98	69-105	69-98	69-105
供水潛能量(萬 CMD)	25.1	22.2	25.2	22.3
烏嘴潭人工湖引水量(萬 m^3/年)	8472	7612	9284	7418
伏流水取水量(萬 m^3/年)	211	197	427	427
伏流水取水天數(天/年)	21.1	19.7	122	122
年平均需求量(萬 m^3/年)	9168	8109	9205	8145
年平均供水量(萬 m^3/年)	8546	7627	8582	7664
年平均缺水量(萬 m^3/年)	622	482	623	482
年平均缺水率(%)	6.8	5.9	6.8	5.9
伏流水運用時機	烏嘴潭堰流量超過 200cms，取用烏溪乾峰橋下游伏流水 10 萬 CMD，並引入烏嘴潭人工湖蓄存		自烏溪國道三號橋 6-9 月常態取用伏流水 3.5 萬 CMD，並引入烏嘴潭淨水場供應	

表 7-2　建議開發區位評估表

項目	烏溪					貓羅溪
	大旗堰上游	烏嘴潭攔河堰上游	烏溪橋～溪尾橋	溪尾橋～貓羅溪匯流口	貓羅溪匯流口～台 74 橋	利民橋～貓羅溪匯流口
伏流水潛能(萬 CMD)	-	-	17.7	3.4	9.2	2.0
河川交換行為	-	-	河川入滲	河川出滲	河川出滲	河川出滲
高濁度取水量(萬 CMD)	0.7	10	-	-	-	-
地下水位埋深(m)	1~2	4~5	9.3～19.1	4.6～6.2	2.3～4.2	4～5
水質條件	乙類水體	乙類水體	乙類水體	乙類水體	乙類水體	乙～丙類水體
預定輸水位置	大旗尾淨水場	烏嘴潭人工湖	烏嘴潭淨水場	烏嘴潭淨水場	新設淨水場	烏嘴潭淨水場
送至淨水場距離(KM)	0.3 公里	1 公里	6～11 公里 水管橋：一座	4 公里 水管橋：一座	0.5 公里	0.5 公里
綜合評估	常態備援或緊急備援	無增常態供水量	地下水位埋深太深 無常態增供水量	既有貓羅溪寬口井競合	常態備援或緊急備援	水質不穩定
建議開發	V	×	×	×	V	×

二、取水工法及管材評估

(一)取水型式評估

伏流水取水設施一般可分為水平式集水管、集水廊道、寬口井、輻射井等四種取水方式，其取水方法之技術原理極為相近，多以集取河岸旁地面水與地下水源為主，各取水型式介紹詳圖 7-1 所示。

1、水平式集水管、集水廊道

集水廊道一般指設置於河床下含水層中之地下堰堤或使用有孔管渠之水平埋管設施，而水平式集水管與集水廊道基本上原理相同，僅為設施規模及取水方向等差異。水平式集水管、集水廊道其適宜開發地點為潛在集水面積廣、流量大、河床所堆積之礫(砂)石沖積層夠厚，運用集水方式構築取水，搭配取水技術特性，可取得潔淨、濁度低之水源。

2、寬口井

寬口井取水主要係集取淺層地下水或河岸滲透水的取水構造物，一般之井徑大多介於 2～8 公尺之間，具有出水量穩定、水質清澈、使用年限長、施工方便等優點。一般為圓形或橢圓形之鋼筋結構物，井深多在 20 公尺以內，較深之淺井為防止礫石層之崩塌，多採用鑿井法鑿井，並以鋼管為井管材質。有底面取水與側面取水方式兩種。若含水層較厚，地下水位較高，可採用底部取水方式；反之，若含水層較薄，枯水期地下水位較低，可採用側面取水方式。

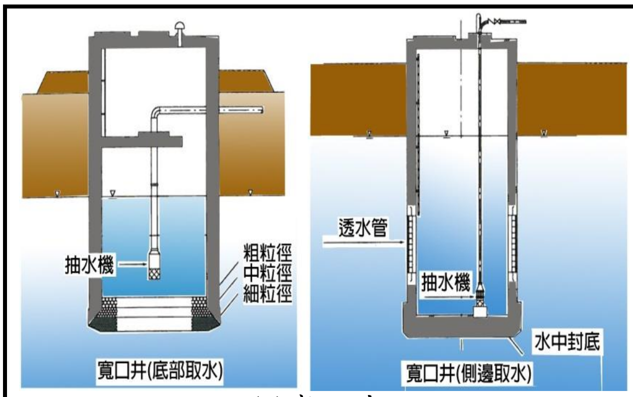
3、輻射井

輻射井一般係於河岸邊設置大口井，於井內將輻射管(滲水管)由內往外徑向鋪設於含水層內的大井。地下水經這些輻射狀的水平滲水管匯集於中心集水井。其主要構造包括沉箱式收集井(caisson)、水平輻射管及抽水泵房等，亦具有過濾水質之功效。

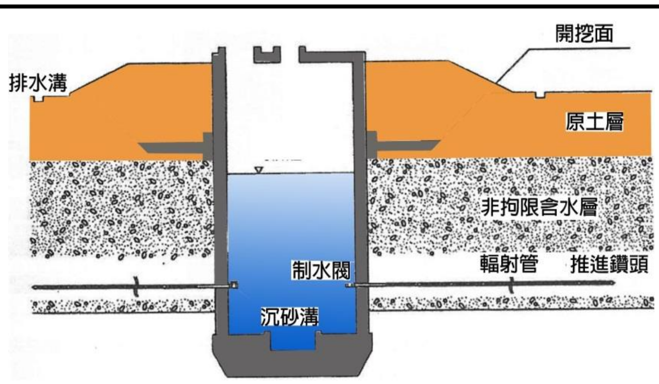
依據本計畫地質鑽探結果，預定取水河段內多屬卵礫石層夾粉土質砂地層，根據日本及國內高屏溪伏流水工程經驗，針對該類土

壞，採輻射井型式取水時，其輻射管可採小管徑(10 公分)方式施作，以克服鑽頭磨擦及鋼管推進之困難；若採用寬口井型式，其較適用取水量較低之情況，如取水量較高則需設置數口寬口井才能達到設計取水量；集水廊道型式因施工開挖面積相較於水平式集水管大，於本計畫較不適合。

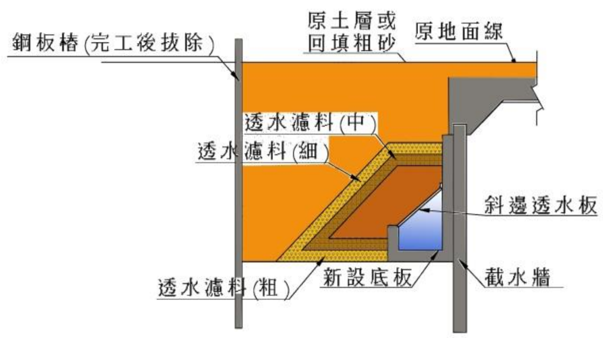
綜合上述評估，考量地質條件及取水量因素初步評估適用於本計畫之取水型式以水平式集水管為主。



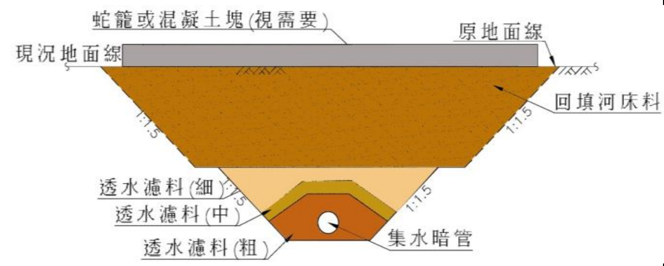
(1)寬口井



(2)輻射井



(3)集水廊道



(4)水平式集水管

圖 7-1　伏流水工程取水型式介紹

(二)沖刷深度分析

由於取用伏流水取水設施埋設於河床下，因此每逢颱風暴雨時期構造物常因河床沖刷而受損，借鏡於國內既有伏流水取水設施之經驗，本計畫先行分析取水設施之沖刷深度，以利後續規劃設計時參考，以確保取水設施安全。

本計畫蒐集國內常採用經驗公式計算並取保守值作為沖刷深度，河床沖刷深度隨流速、亂流與渦流強度及河床質粒徑等因素而異，

沖刷現象相當複雜，一般皆以試驗成果或實測資料所推導之經驗公式估算之，由於北港溪及烏溪預計取水河段平均粒徑屬於粒徑較大之粒石顆粒土壤層，依公式適用條件選用 Blench 公式，Blench(1969)經驗公式係以 Lacey(1930)公式為雛形進行修正，探討河床沖淤穩定達到動床平衡輸砂狀態下之斷面相應水深，並於其他砂質河川驗證，適用範圍擴大之粗礫河床質。公式說明如下：

$$Y_{ms}=(q^2/F_{b0})^{1/3}$$

其中：Y_{ms}：洪水位向下起算之河床沖刷水深(m)

q：單位寬流量(cms/m)

F_{b0}=Blench氏之零河床因子(zero bed factor,m/s^2)

經驗公式推算北港溪以斷面 5～斷面 10 為計算範圍、烏溪以斷面 34～斷面 39 為計算範圍，依據上述公式，北港溪斷面 5～斷面 10 河床沖刷水深約為 8.67~11.88 公尺，如表 7-3 所示。烏溪斷面 34～斷面 39 河床沖刷水深約為 4.63~7.02 公尺，如表 7-4 所示。

表 7-3　北港溪沖刷深度演算成果表

斷面編號	流量(cms)	水面寬(m)	單寬流量(cms/m)	中值粒徑(mm)	零河床因子 F_{b0}	平均河床沖刷水深 Y_{ms}(m)
斷面 5.1	5,860	181.52	32.28	78.30	1.8	8.67
斷面 6	5,860	174.41	33.60	78.30	1.8	8.91
斷面 7.1	4,880	160.52	30.40	100.00	2.0	8.16
斷面 8	4,880	166.12	29.38	100.00	2.0	7.98
斷面 8.01	4,880	161.57	30.20	100.00	2.0	8.13
斷面 8.1	4,880	162.38	30.05	100.00	2.0	8.10
斷面 9	4,880	94.76	51.50	100.00	2.0	11.60
斷面 10	4,880	91.41	53.39	100.00	2.0	11.88

表 7-4　烏溪沖刷深度演算成果表

斷面編號	流量(cms)	水面寬(m)	單寬流量(cms/m)	中值粒徑(mm)	零河床因子 F_{b0}	平均河床沖刷水深 Y_{ms}(m)
斷面 34	15,200	1041.50	14.59	17.50	1.2	5.79
斷面 34-0	15,200	946.23	16.06	17.50	1.2	6.17
斷面 34-1	15,200	948.04	16.03	17.50	1.2	6.16
斷面 35	15,200	1002.50	15.16	17.50	1.2	5.94
斷面 36	15,200	979.52	15.52	35.00	1.3	5.69
斷面 37	15,200	714.96	21.26	35.00	1.3	7.02
斷面 38	15,200	773.06	19.66	49.00	1.4	6.48
斷面 39	15,200	1277.60	11.90	49.00	1.4	4.63

(三)集水管管材評估

集水管材料部分市面上普遍有「混凝土集水管」、「HDPE 集水管」、「開孔鋼管」及「鋼骨繞線式集水管」，以上產品大致為制式規格品，國內外許多廠商都有在生產。

一般而言開孔率愈大集水面積愈大，流入集水管開孔之流速愈小，為控制流入開孔之於容許流速內，以防止集水管開孔處流速過大，水流會帶動濾層或集水管周圍之細料，造成開孔之阻塞。雖然開孔率愈大對集水系統愈佳，但是開孔率愈大抗壓性愈差，所以應以滿足抗壓條件下來評估最大開孔率。輻射井或水平式集水管工程皆於地下施工，管材埋設於深層不易維修，因此應審慎評估選擇管材，因為管材優劣會直接影響取水功能及壽命。

混凝土集水管雖然造價較便宜，但抗壓限制下開孔率偏小，開孔率僅介於為 1.0%~3.0%，因此造成取水量偏低，而且開孔率低流入孔隙之流速偏高容易造成阻塞。管體部分容易因不均勻層陷或地震影響造成結構破壞。

HDPE 集水管價格及孔隙率介於三者中間，開孔率較混凝土透水管高，開孔率介於 3%~10%，因此阻塞率較混凝土透水管低。經拜訪廠商了解，其材質附有彈性，容許不均勻沉陷能力較強且耐震性高，但結構較不堅固，容易因擠壓造成損壞，故不適用於輻射管推

進施工，僅適用於開挖埋設之工程。

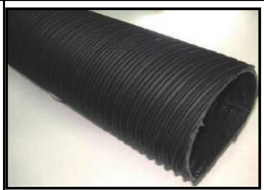
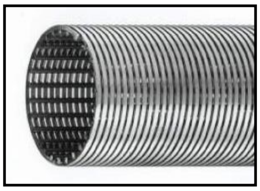
鋼骨繞線式集水管是以圓孔為基底將抗壓強度強的鋼條交錯配置，在其外圍以梯型鋼線纏繞，再銲接起來的鋼管，並可依管徑大小及承壓力增設加強環。由於此管的溝寬可依含水層的砂粒自由的變化，且開孔率大，目前在國外已經常使用，在國內已漸為普遍。

鋼骨繞線式集水管雖然相較其他管材單價偏高，但開孔率為三者中最大，開孔率介於 15%~45%，可明顯降低流入孔隙速度減少淤積降低阻塞，開孔型式亦為阻塞率降低之原因。試驗結果指出，材質較為強硬不易擠壓，不僅容許不均勻沉陷能力較強且耐震性高。

開孔鋼管之開孔率與 HDPE 管相近，惟抗壓性高於後者，國內會結伏流水設施即採用該型式，因其單價低於鋼骨繞線式，因此亦可考慮採用。

本計畫取水型式建議以寬口井及水平式集水管為主，管材建議用鋼骨繞線式透水管，如考量經費需求可採用開孔鋼管，常用管材比較說明詳表 7-5 所示。

表 7-5　常用集水管比較說明表

項目	混凝土透水管 (φ=300mm)	HDPE 透水管 (φ=300mm)	開孔鋼管 (φ =300mm)	鋼骨繞線式透水管 (φ=300mm)
圖例				
開孔率	1~3%	3~10%	1~10%	15~45%
孔隙流速 (公分/秒)	0.12	0.035	0.035	0.008
市場採購	普遍	普遍	市售成品加工	國內外均有製作廠商無專利限制
管材 特性	1.開孔率低 2.耐震度差 3.抗壓性中	1.開孔率中 2.耐震度高 3.抗壓性中	1.開孔率中 2.耐震度中 3.抗壓性高	1.開孔率大 2.耐震度中 3.抗壓性高
綜合 評估	1.開孔率低 2.接頭處易脫落	1.施工時材料損壞風險高 2.國內實例少	1.無規格品需加工 2.管材強度因開孔降低	1.集水量最大 2.單位成本高

三、取水方案開發量與初步規劃佈置

依據開發河段評估結果，考量河段潛能、河川特性、取水限制及輸水路線等條件，以北港溪大旗堰上游(以下簡稱區段一)及貓羅溪匯流口～台 74 橋(以下簡稱區段二)等區段為建議開發位置，本計畫將依各區段河川特性進行取水方案規劃作業，方案規劃內容說明如后。

(一)區段一：北港溪大旗堰上游

依據現地河川特性及地下水位條件，北港溪大旗堰地下水埋深約 1～2 公尺，取水型式建議採水平式集水管方式，整體平面佈置圖及剖面圖如圖 7-2 及圖 7-3。其取水時機、型式及規模說明如后。

1、取水時機

(1)豐水期

依據大旗尾淨水場近年濁度及流量資料，豐水期濁度最高達 1,500 NTU，高濁度年平均日數約 45 日，因此可於原水高濁度時期啟動伏流水備援系統，本計畫以每日 0.7 萬噸取水 45 日進行取水量估算。

(2)枯旱期

由於大旗尾淨水場主要水源為北港溪，場區內未設置緊急用之地下水井，因此伏流水設施亦可作為枯旱緊急備援系統。本計畫以 10 年一次頻率估算枯旱緊急備援系統使用次數，其 10 年總取水日數保守以 100 日估算，每日以 0.7 萬噸估算取水量及效益估算。

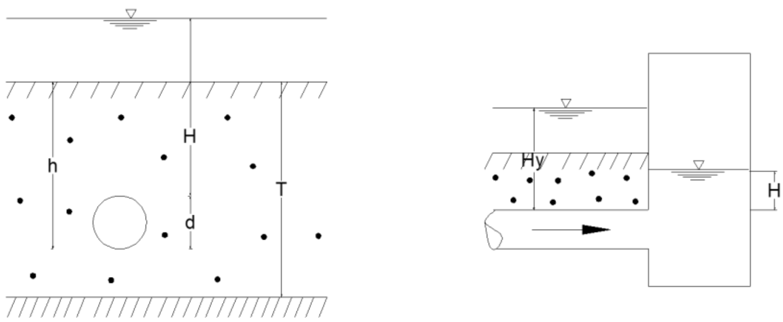
2、水平式集水管規劃

(1)取水量分析

水平式集水管以周圍置換濾層條件下設計取水量，採用阿拉維娜-努美諾夫公式估算，公式中透水係數 K 值採平均值 6.2 公尺/每日，由於水平式集水管出水量會隨著水位變動而不同，因此規劃以較保守之最低取水位進行估算，水平式集水管管徑為 1.2 公尺，其淤積係數約為 0.5，設計出水量經折減 30 %後

以滿足每日取水 0.7 萬 CMD 為目標。本計畫分析不同埋深、不同管長條件下之取水量，經試算集水暗管埋深 7 公尺、管長 350 公尺可滿足每日 0.7 萬立方公尺取水量,計算結果詳表 7-6、圖 7-4、圖 7-5 所示，計算公式簡述如下：

$$Q=\alpha' LK\frac{Hy-H_0}{A} \quad A=0.371g\left[\tan\left(\frac{\pi}{8}\times\frac{4h-d}{T}\right)\times\cot\left(\frac{\pi d}{8T}\right)\right]$$



Q：總出水量(立方公尺/日)　L：集水管長度 360 公尺

k：滲透係數 6.2 公尺/日　h：河床至管底的深度 7.5 公尺

T：河床至不透水層頂部的距離 8 公尺

d：集水暗管直徑 1.2 公尺　α'：淤塞係數 0.5

H_y：河流水面至管頂的深度 8.3 公尺

H_0：吸水井內水位對集水暗管出口所施水壓 2.5 公尺

(2)集水管埋深

依據河道沖刷分析及現地補充調查結果，大旗堰上游卵礫石層厚度約 6～8 公尺，地下水埋深約 1～2 公尺，因此規劃水平式集水管埋設河床下於約 7 公尺位置，再加上 1.5 公尺濾層厚度，所以河床面至集水管頂部距離約 4.8 公尺，滿足該河段沖刷深度要求。

(3)水平式集水管佈置

本工程水平式集水管設置於北港溪斷面 9(大旗尾淨水場取水口上游右岸)，水平式集水管垂直河川方向長度為 260 公尺 1 組、平行水流方向 100 公尺 1 組，管徑為ϕ1,200 公釐，

水平式集水管工程採明挖覆蓋方式施作。水平式集水管管材採鋼骨繞線式鋼管，集水管周圍包覆透水濾層，由內而外分別為粗粒徑、中粒徑、細粒徑，濾層回填型式呈矩型佈設如圖 7-6 所示。

(4)導水管佈置

導水管位於水平式集水管與集水井之間，其目的為將水平式集水管水量引入，內徑採 1.2 公尺，管材採用鋼管，可採明挖方式或推進方式施工。

(5)集水井

取水後設有集水井一座，其位置與既有堤防共構，將水平式集水管水量引入，並具加壓站功能，內徑採 6 公尺，井深 7 公尺，內部設施包括抽水設備、閘閥及監控等機電設施。

3、輸水路規劃

輸水管路規劃自集水井加壓抽取伏流水，沿右岸水防道路下方以明挖覆蓋原則進行埋設，並匯入大旗尾淨水場，輸水管路長度約 300 公尺。輸水管路管徑採 300 公釐，輸水管管材以 DIP 管為主，輸水管路於一般道路埋設深度依規定須大於 1.5 公尺，如圖 7-7 所示。

4、建造成本估計

工程經費將依行政院公共工程委員會所訂之「政府公共工程與經費審議作業要點」之公共建設工程估算編列手冊與經濟部水利署水利工程工資工率分析手冊進行編列，其中物價係依民國 107 年之物價為基準。

本計畫之工程配合標準斷面圖進行數量估算，區段一所需之建造成本約 6,515 萬元，詳表 7-7 及表 7-8。

表 7-6　水平式集水管取水量計算表

參數 ＼ 水位	設計最低取水水位
H_y：河流水面至滲渠頂的深度（公尺）	8.3
H_0：吸水井內水位對滲渠出口所施水壓（公尺）	2.5
h：河床至滲渠底的深度（公尺）	7.5
d：滲渠直徑或寬度（公尺）	1.2
α’：淤塞係數	0.5
T:(河床至不透水層頂部之距離)(公尺)	10.0
A:(參數)	0.61
L(公尺)：長度	350
k：滲透係數(公尺/日)	6.2
Q_A：總出水量（立方公尺/日）	10,657
Q_s：總出水量（立方公尺/日）(Q_A 折減 30%)	7,460

表 7-7　區段一工程經費估算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(萬元)	複價(萬元)	備註
一	**工程建造費**	**式**	**1**	5,197	5,197	
(一)	直接工程費	式	1	4,640	4,640	
1.	集水暗管工程	式	1	3,625	3,625	詳工程估算明細表(一)
2.	集水井工程	式	1	646	646	詳工程估算明細表(二)
4.	輸水管工程	式	1	369	369	詳工程估算明細表(三)
(二)	雜項工程費	式	1	464	464	直接工程費之 10%估列
(三)	環境保護及安全衛生費	式	1	93	93	直接工程費之 2%估列
二	間接工程成本	式	1	696	696	直接工程費之 15%估列
三	工程預備費	式	1	464	464	直接工程費之 10%估列
四	物價調整費	式	1	159	159	一～三項之 2.5%估列
五	**建造成本**	**式**	**1**	6,515	6,515	一～四項費用之和

表 7-8　區段一工程經費估算明細表

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	直接工程成本	式	1		
(一)	集水暗管工程	式	1	36,246,800	36,246,800
1.1	挖方	M3	7,850	30	235,500
1.2	填方	M3	4,710	30	141,300
1.3	回填透水濾料(細)	M3	180	1,500	270,000
1.4	回填透水濾料(中)	M3	180	1,500	270,000
1.5	回填透水濾料(粗)	M3	180	1,500	270,000
1.6	導水管(∮1200mm SP)	M	50	20,000	1,000,000
1.7	導水管推進作業費	M	50	50,000	2,500,000
1.8	∮1200mm 鋼骨繞線管	M	350	80,000	28,000,000
1.9	臨時圍堰太空包	個	300	200	60,000
2.0	開挖安全維護費	式	1	1,200,000	1,200,000
2.1	機具動員費	式	1	800,000	800,000
2.2	祛水費用（含電費）	式	1	1,500,000	1,500,000
(二)	集水井工程	式	1	6,458,650	6,458,650
2.1	280kg/cm2 混凝土及澆置	M3	75	2,500	187,500
2.2	鋼模製作及拆裝	M2	285	500	142,500
2.3	鋼筋及加工組立	T	6	25,000	150,000
2.4	不鏽鋼人孔蓋	座	1	40,000	40,000
2.5	大型沉水式污物抽水機(30HP)	台	2	400,000	800,000
2.6	不鏽鋼抽水鋼管(∮250mm)	M	14	6,000	84,000
2.7	逆止閥(∮250mm)	組	2	200,000	400,000
2.8	直提式閘門	座	1	1,000,000	1,000,000
2.9	自記式水位計	組	1	30,000	30,000
2.10	維修爬梯(含護籠)	M	7	10,000	70,000
2.11	挖方	M3	155	30	4,650
2.12	沉箱施作費	式	1	500,000	500,000
2.13	沉箱鐵腳製作及安裝	式	1	400,000	400,000
2.14	機具動員費	式	1	500,000	500,000
2.15	抽排水費	式	1	200,000	200,000
2.16	覆工蓋板	式	1	100,000	100,000
2.17	不鏽鋼欄杆	M	20	2,500	50,000
2.18	避雷接地設備	式	1	200,000	200,000
2.19	照明設備	式	1	50,000	50,000
2.20	抽排風設備	式	1	50,000	50,000

表 7-8　區段一工程經費估算明細表(續)

項次	項目	單位	數量	單價	複價
2.21	置物櫃	式	1	100,000	100,000
2.22	機櫃	組	2	100,000	200,000
2.23	控制設備	式	1	600,000	600,000
2.24	機電設備	式	1	600,000	600,000
(三)	輸水管路工程	式	1	3,692,000	3,692,000
4.1	輸水管(∮300mm DIP)，含吊裝	M	300	2,000	600,000
4.2	電磁式流量計	組	1	400,000	400,000
4.3	彈性座封閘閥(∮300mm)	組	1	400,000	400,000
4.4	排氣閥(∮50mm)	組	2	30,000	60,000
4.5	彈性座封閘閥(∮50mm)	組	2	10,000	20,000
4.6	排泥閥(∮100mm)	組	1	10,000	10,000
4.7	挖方	M^3	1,200	30	36,000
4.8	控制性低強度回填材料及澆置	M^3	1,150	1500	1,725,000
4.9	AC 鋪面	M^3	630	700	441,000

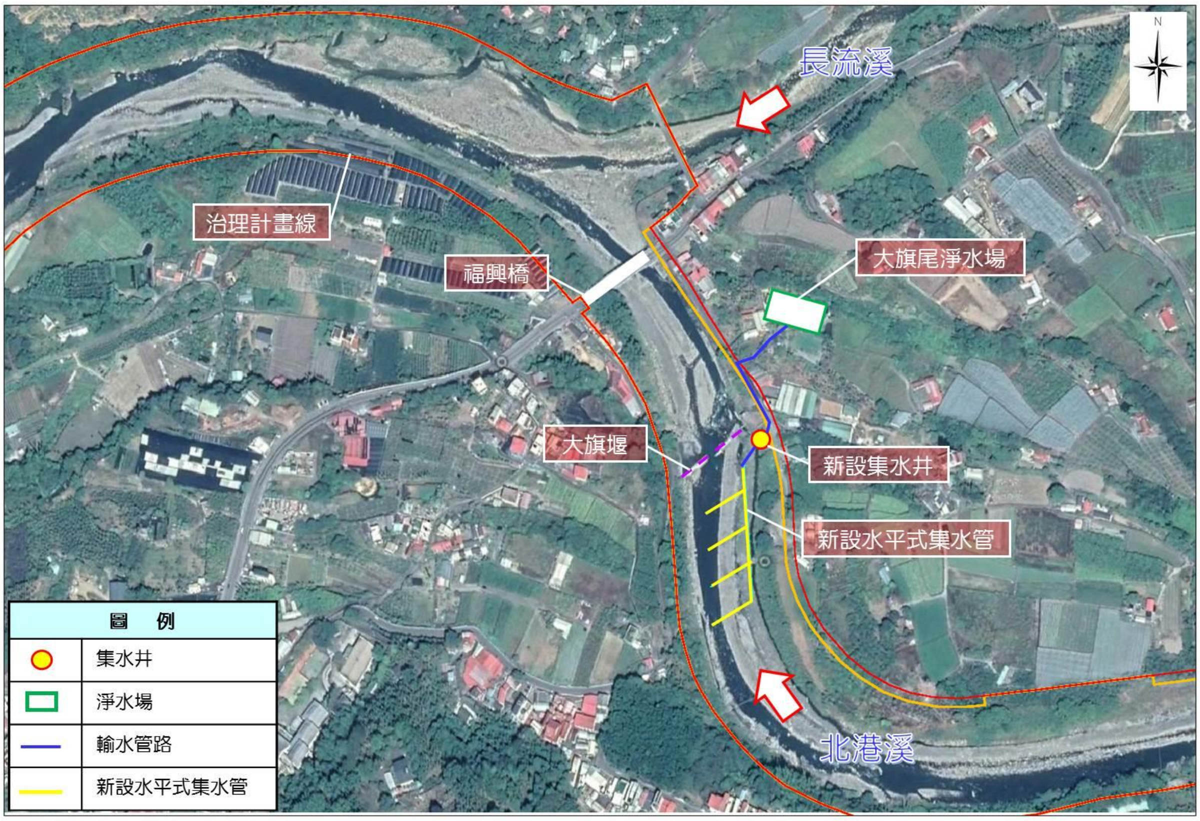


圖 7-2　區段一工程平面佈置圖

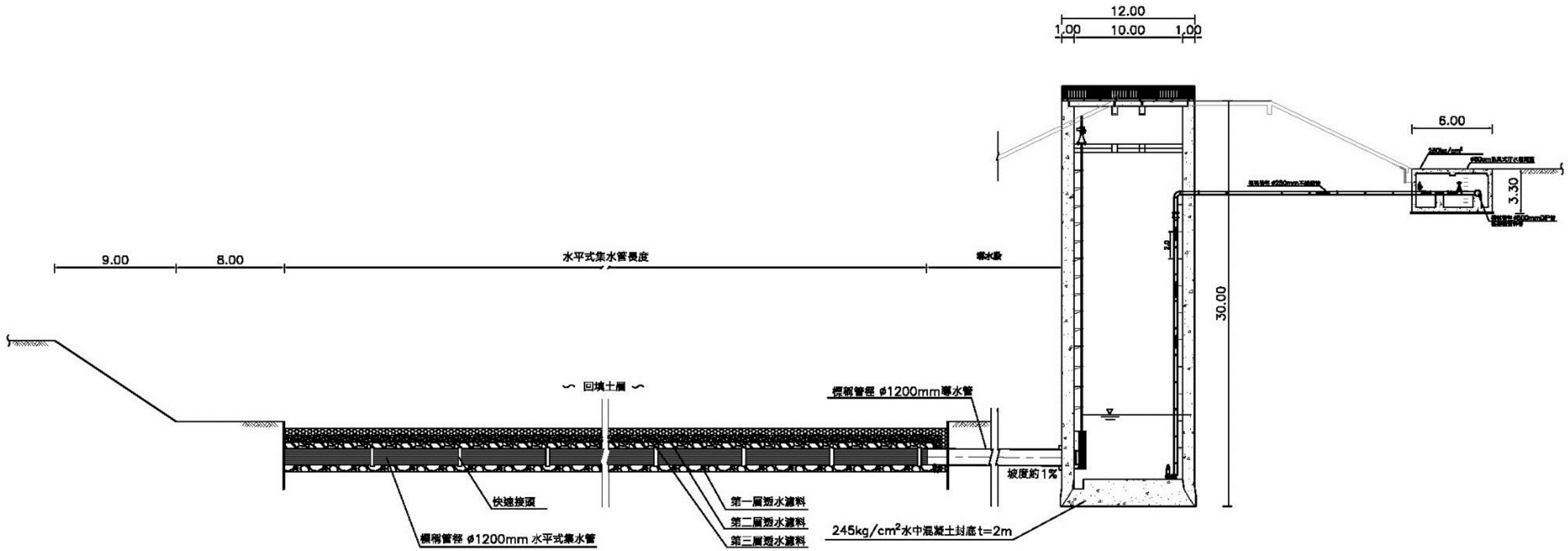


圖 7-3　水平式集水管及集水井剖面示意圖

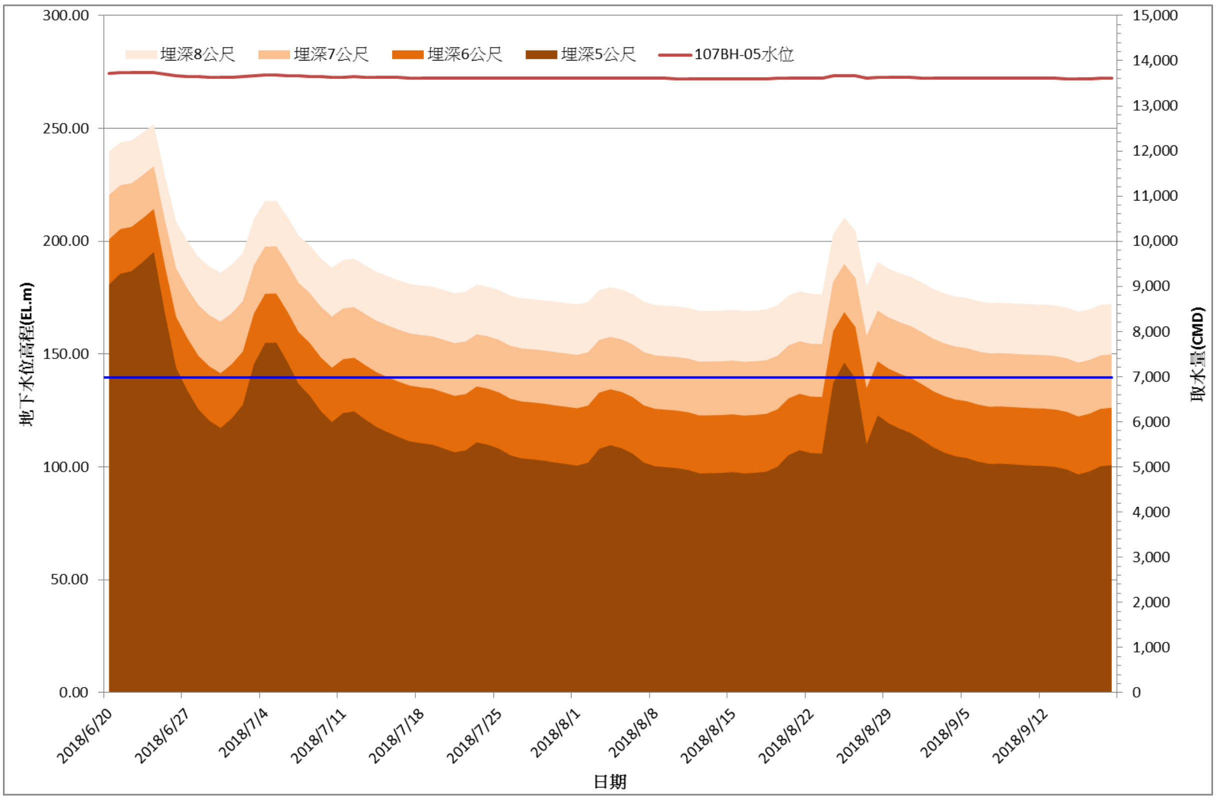


圖 7-4　集水暗管長 350 公尺、不同埋深取水量圖

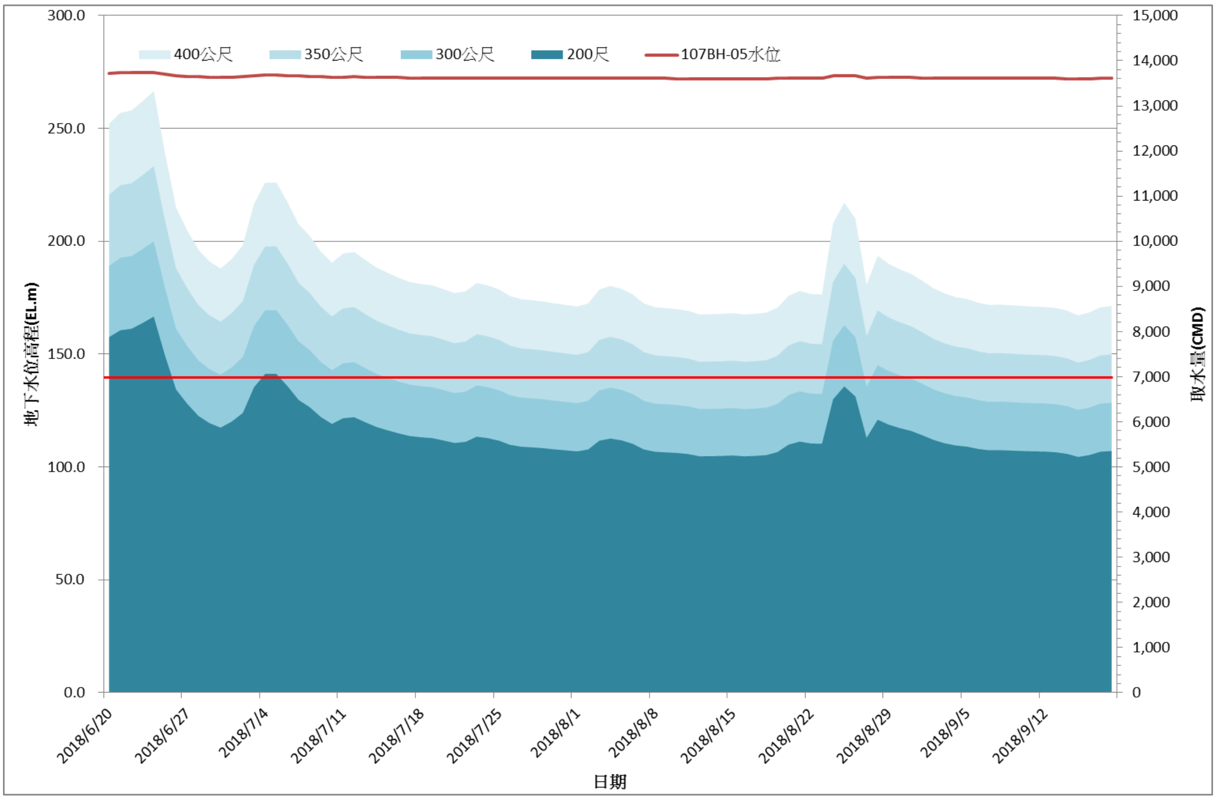


圖 7-5　集水暗管埋深 7 公尺、不同管長取水量圖

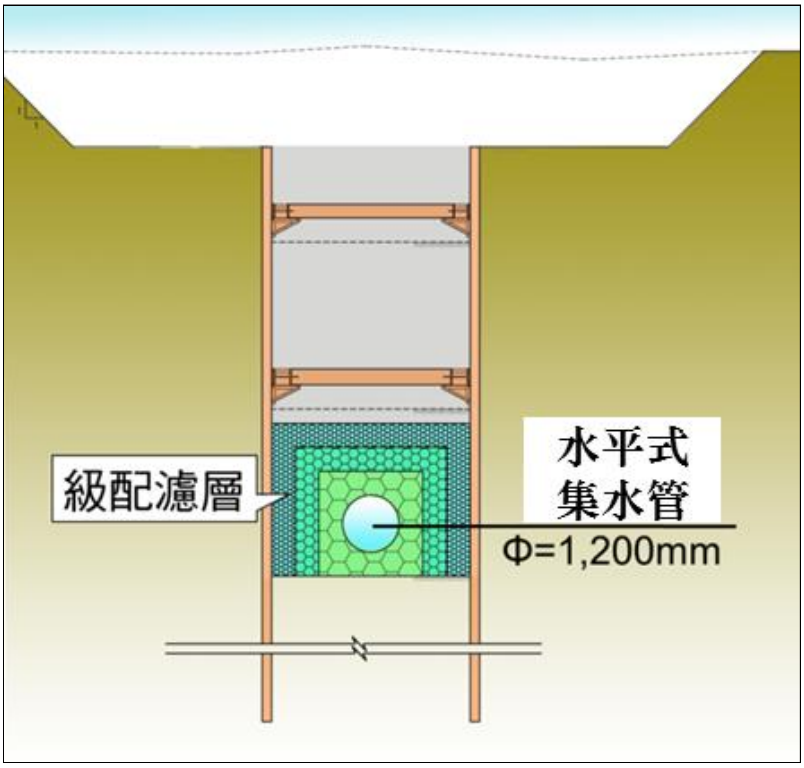


圖 7-6　水平式集水管橫斷面示意圖

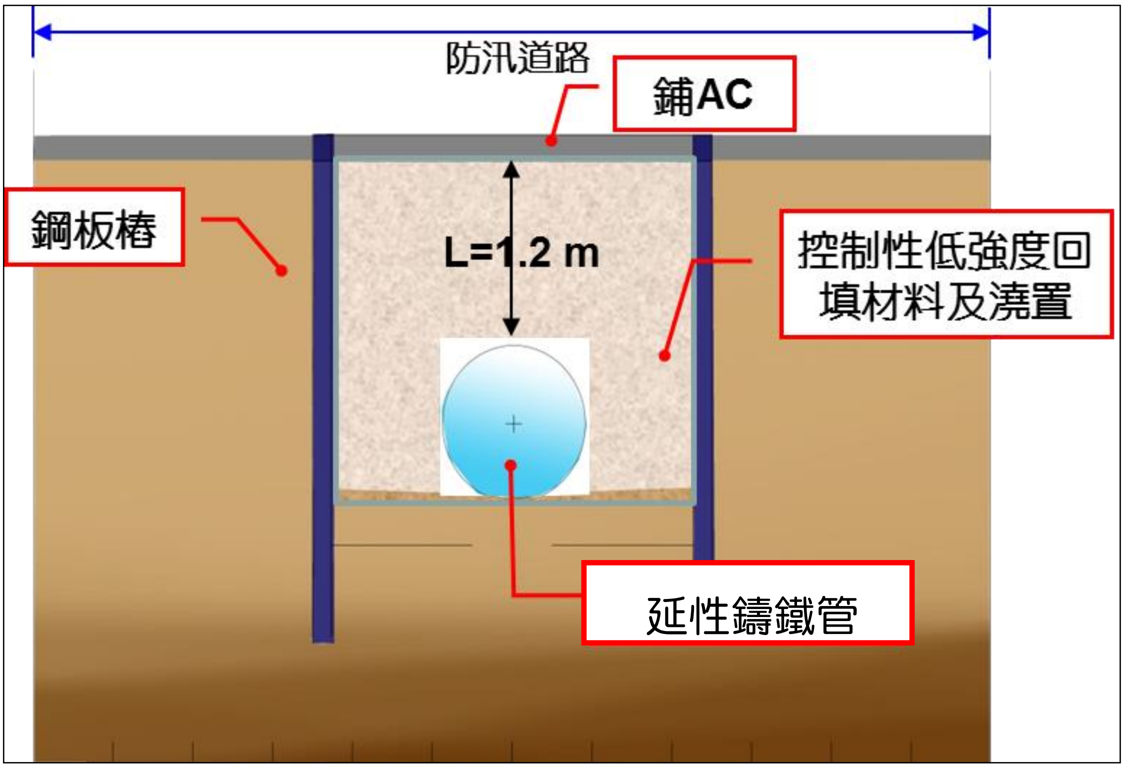


圖 7-7　輸水管路斷面示意圖

(二)區段二：貓羅溪匯流口～台 74 橋

依據現地河川特性及地下水位條件，貓羅溪匯流口～台 74 橋間因地下水埋深約 2.3～4.2 公尺之間，因此取水型式建議同方案一，採水平式集水管方式。整體平面佈置圖如圖 7-8 其相關規劃佈置說明如后。

1、取水時機

(1)豐水期

依據歷年石岡壩原水濁度記錄，高濁度時間最長天數為 40 天，因此可於原水高濁度時期啟動伏流水備援系統，本計畫以每日 8 萬噸取水 40 日進行取水量及效益估算。

(2)枯旱期

彰化地區於烏嘴潭人工湖後，雖可利用既有地下水井做為備援水量，惟本區長期使用地下水，使用之地下水總量仍超過天然補注量，且地下水水質有逐漸劣化現象，因此伏流水取水設施亦可作為旱期緊急備援，本計畫以 10 年一次枯旱頻率估算，其缺水量約 1,514 萬立方公尺。

2、水平式集水管規劃

本計畫考量輸水路線、設施腹地及水質等因素，建議伏流水取水設施設置於國道三號橋(快官段)上游(共兩處)，並與水公司既有寬口井保持一定距離，避免取水時交互影響，相關集水管規劃說明如后。

(1)集水管埋深

依據河段開發潛能評估結果，貓羅溪匯流口～台 74 橋伏流水潛能量每日約 9.2 萬立方公尺，地下水埋深約 3.3～4.9 公尺之間；依據烏溪大斷面測量成果，烏溪斷面 37 附近深槽高程約 EL.17.23 公尺，為避免颱洪時期動床影響水平式集水管取水及考量 1.5 公尺濾層厚度，所以河床面至集水管頂部距離採 5.7 公尺。

(2)取水量分析

依據本計畫蒐集計畫開發位置既有透水係數試驗成果，透水係數K值保守採平均值每日22公尺，以最低取水位EL.21.23公尺進行估算，水平式集水管管徑為1.2公尺，集水管長度500公尺估算，淤積係數約0.5，設計出水量經折減30 %後，其取水量約每日4.1萬立方公尺，計算結果詳表7-9。

(3)水平式集水管佈置

貓羅溪匯流口～台74橋河段開發潛能約每日9.2萬立方公尺，考量水資源有效利用及避免單處集中大量取水，因此規劃於距離國道三號橋(快官段)上游約250公尺及1,500公尺各設置一組500公尺之水平式集水管，每處水平式集水管垂直河川方向長度為300公尺1組、平行水流方向100公尺2組，管徑為ϕ1,200 公釐，水平式集水管工程採明挖覆蓋方式施作，如圖7-3～圖7-6所示。

(4)導水管佈置

導水管位於水平式集水管與集水井之間，其目的為將水平式集水管水量引入，內徑採1.0公尺，管材採用鋼管，可採明挖方式或推進方式施工，每處導水管各250公尺，總計500公尺。

(5)集水井

每處集水管設置集水井一座，其位置與既有堤防共構，將水平式集水管水量引入，並具加壓站功能，內徑採8公尺，井深18公尺，內部設施包括抽水設備、閘閥及監控等機電設施。

3、輸水路規劃

輸水管路規劃自兩口集水井加壓抽取伏流水，沿水防道路下方以明挖覆蓋原則進行埋設，並匯入新設之淨水場，輸水管路總長約1,100公尺。輸水管路管徑採1,000公釐，輸水管管材以DIP管為主，如圖7-7。

4、下游配合工程

由於本區段內設有福田淨水場及烏嘴潭淨水場，惟兩處淨水場處理能力均已達滿載，因此建議新設一處淨水場進行原水處理作業，其處理後之清水透過新設輸水管路與既有幹管銜接輸送至彰化市區。由於淨水場設施設置及營運屬自來水公司範疇，因此下游配合工程經費不列入本計畫工程費計算。

5、取水洩降影響範圍

依據前述工程佈置規模進行數值模擬作業，模擬連續 5 年引取伏流水後之影響，數值模擬時間則以月為演算期距，模擬時間共 60 個月，模擬情境如下：

- 情境一：每年豐水期取水 3 個月後(8~10 月)停止取水。
- 情境二：每年豐水期取水 3 個月後(8~10 月)停止取水且於第二年枯水季(1~3 月)啟動 3 個月枯旱緊急取水。

(1)情境一

藉由比較第 21 個月模擬取水結果顯示，情境一最大地下水位洩降發生於水平式集水管處約 2.45 公尺，洩降深度往外遞減至 0.1 公尺之影響範圍約 2.2 公里(如圖 7-9(a))，另由取水後之模擬水位歷線得知，於停止取水後 30 日地下水位回升至接近原地下水位(0.15 公尺內)，如圖 7-10 所示。

(2)情境二

藉由比較第 14 個月模擬取水結果顯示，最大地下水位洩降發生於水平式集水管處約 2.49 公尺，洩降深度往外遞減至 0.1 公尺之影響範圍約 2.2 公里(如圖 7-9(b))，另由取水後之模擬水位歷線得知，無論於豐水期(8-10)備援取水或枯旱期(1-3)緊急取水，於停止取水後 30 日地下水位回升至接近原地下水位(0.15 公尺內)，如圖 7-11 所示。

由上述結果顯示，取水後洩降深度小於平均水位至 SGI360 均線加 2 倍標準偏差(詳附錄五)，且停止取水後地下水位回升至

接近原地下水位，顯示伏流水開發對周遭地下水環境影響不大。

6、建造成本估計

工程經費將依行政院公共工程委員會所訂之「政府公共工程與經費審議作業要點」之公共建設工程估算編列手冊與經濟部水利署水利工程工資工率分析手冊進行編列，其中物價係依民國107 年之物價為基準。

本計畫之工程配合標準斷面圖進行數量估算，區段二所需之建造成本約 38,879 萬元，詳表 7-10 及表 7-11。

表 7-9　水平式集水管取水量計算表

參數＼水位	設計最低取水水位
H_y：河流水面至滲渠頂的深度（公尺）	8.3
H_0：吸水井內水位對滲渠出口所施水壓（公尺）	3.0
h：河床至滲渠底的深度（公尺）	5.7
d：滲渠直徑或寬度（公尺）	1.2
α'：淤塞係數	0.5
T:(河床至不透水層頂部之距離)(公尺)	10.0
A:(參數)	0.5
L(公尺)：長度	500
k：滲透係數(公尺/日)	22.5
Q_A：總出水量（立方公尺/日）	59,519
Q_s：總出水量（立方公尺/日）(Q_A 折減 30%)	41,663

表 7-10　區段二工程經費估算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(萬元)	複價(萬元)	備註
一	**工程建造費**	**式**	**1**	31,009	31,009	
(一)	直接工程費	式	1	27,687	27,687	
1.	集水暗管工程	式	1	21,199	21,199	詳工程估算明細表(一)
2.	集水井工程	式	1	3,864	3,864	詳工程估算明細表(二)
3.	輸水管工程	式	1	2,623	2,623	詳工程估算明細表(三)
(二)	雜項工程費	式	1	2,769	2,769	直接工程費之 10%估列
(三)	環境保護及安全衛生費	式	1	554	554	直接工程費之 2%估列
二	間接工程成本	式	1	4,153	4,153	直接工程費之 15%估列
三	工程預備費	式	1	2,769	2,769	直接工程費之 10%估列
四	物價調整費	式	1	948	948	一～三項之 2.5%估列
五	**建造成本**	**式**	**1**	38,879	38,879	一～四項費用之和

表 7-11　區段二工程經費估算明細表

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	直接工程成本	式	1		
(一)	集水暗管工程	式	1	211,993,500	211,993,500
1.1	挖方	M3	76,800	30	2,304,000
1.2	填方	M3	74,650	30	2,239,500
1.3	回填透水濾料(細)	M3	500	1,500	750,000
1.4	回填透水濾料(中)	M3	500	1,500	750,000
1.5	回填透水濾料(粗)	M3	500	1,500	750,000
1.6	導水管(∮1000mm SP)	M	500	20,000	10,000,000
1.7	導水管推進作業費	M	500	50,000	25,000,000
1.8	∮1200mm 鋼骨繞線管	M	1000	80,000	80,000,000
1.9	臨時圍堰太空包	個	6,000	200	1,200,000
2.0	開挖安全維護費	式	1	32,000,000	32,000,000
2.1	機具動員費	式	1	4,000,000	4,000,000
2.2	袪水費用（含電費）	式	1	53,000,000	53,000,000
(二)	集水井工程	式	1	38,644,200	38,644,200
2.1	280kg/cm2 混凝土及澆置	M3	1,020	2,500	2,550,000
2.2	鋼模製作及拆裝	M2	2,040	500	1,020,000
2.3	鋼筋及加工組立	T	82	25,000	2,040,000
2.4	不鏽鋼人孔蓋	座	2	40,000	80,000
2.5	大型沉水式污物抽水機(75HP)	台	6	1,500,000	9,000,000
2.6	不鏽鋼抽水鋼管(∮250mm)	M	120	10,000	1,200,000
2.7	逆止閥(∮250mm)	組	6	200,000	1,200,000
2.8	直提式閘門	座	2	3,000,000	6,000,000
2.9	自記式水位計	組	2	30,000	60,000
2.10	維修爬梯(含護籠)	M	36	10,000	360,000
2.11	挖方	M3	1,140	30	34,200
2.12	沉箱施作費	式	1	3,000,000	3,000,000
2.13	沉箱鐵腳製作及安裝	式	1	2,000,000	2,000,000
2.14	機具動員費	式	1	2,000,000	2,000,000
2.15	抽排水費	式	1	1,000,000	1,000,000
2.16	覆工蓋板	式	1	400,000	400,000
2.17	不鏽鋼欄杆	M	40	2,500	100,000
2.18	避雷接地設備	式	1	600,000	600,000
2.19	照明設備	式	1	200,000	200,000

表 7-11　區段二工程經費估算明細表(續)

項次	項目	單位	數量	單價	複價
2.20	抽排風設備	式	1	200,000	200,000
2.21	置物櫃	式	1	200,000	200,000
2.22	機櫃	組	4	100,000	400,000
2.23	控制設備	式	1	2,500,000	2,500,000
2.24	機電設備	式	1	2,500,000	2,500,000
(三)	輸水管路工程	式	1	26,229,000	26,229,000
3.1	輸水管(∮1000mm DIP)，含吊裝	M	1,100	10,000	11,000,000
3.2	電磁式流量計	組	2	1,000,000	2,000,000
3.3	彈性座封閘閥(∮1000mm)	組	2	2,500,000	5,000,000
3.4	排氣閥(∮50mm)	組	4	30,000	120,000
3.5	彈性座封閘閥(∮50mm)	組	4	10,000	40,000
3.6	排泥閥(∮100mm)	組	2	10,000	20,000
3.7	挖方	M3	4,400	30	132,000
3.8	控制性低強度回填材料及澆置	M3	4,200	1500	6,300,000
3.9	AC 鋪面	M3	2,310	700	1,617,000

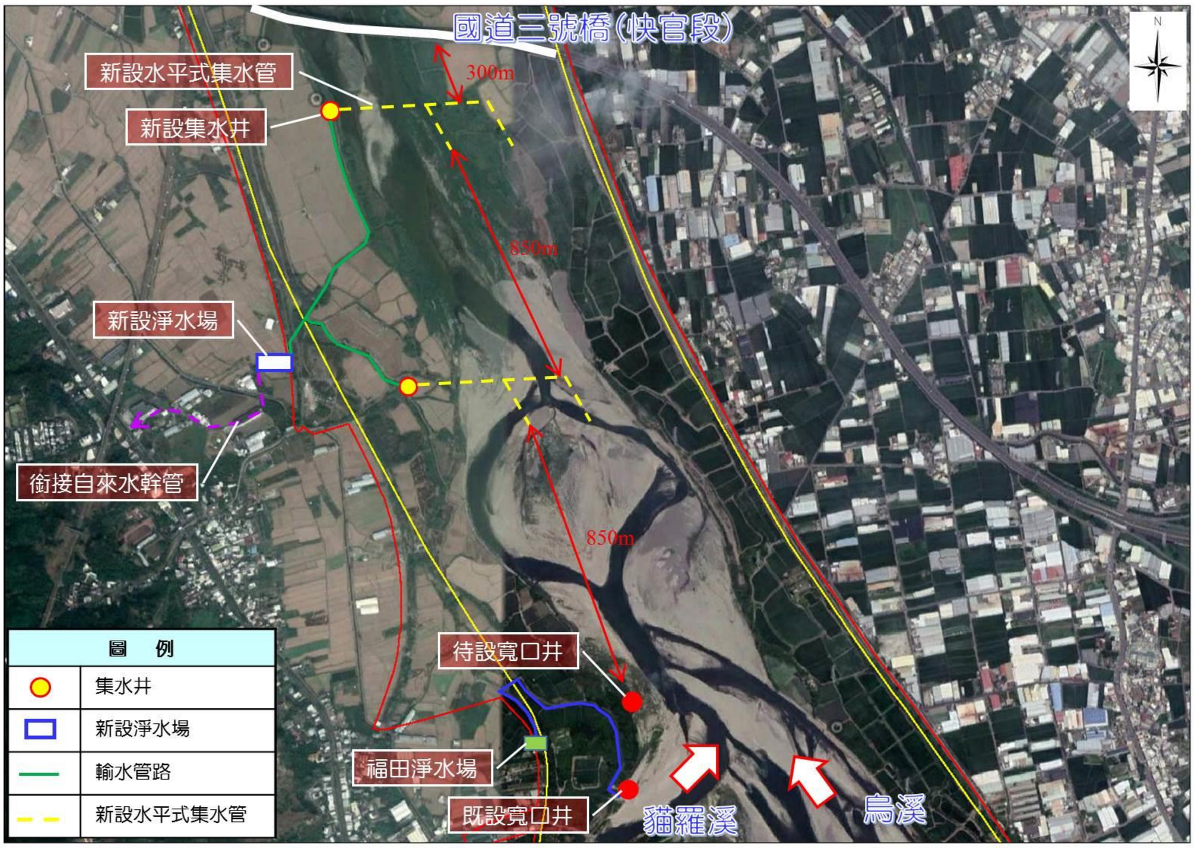
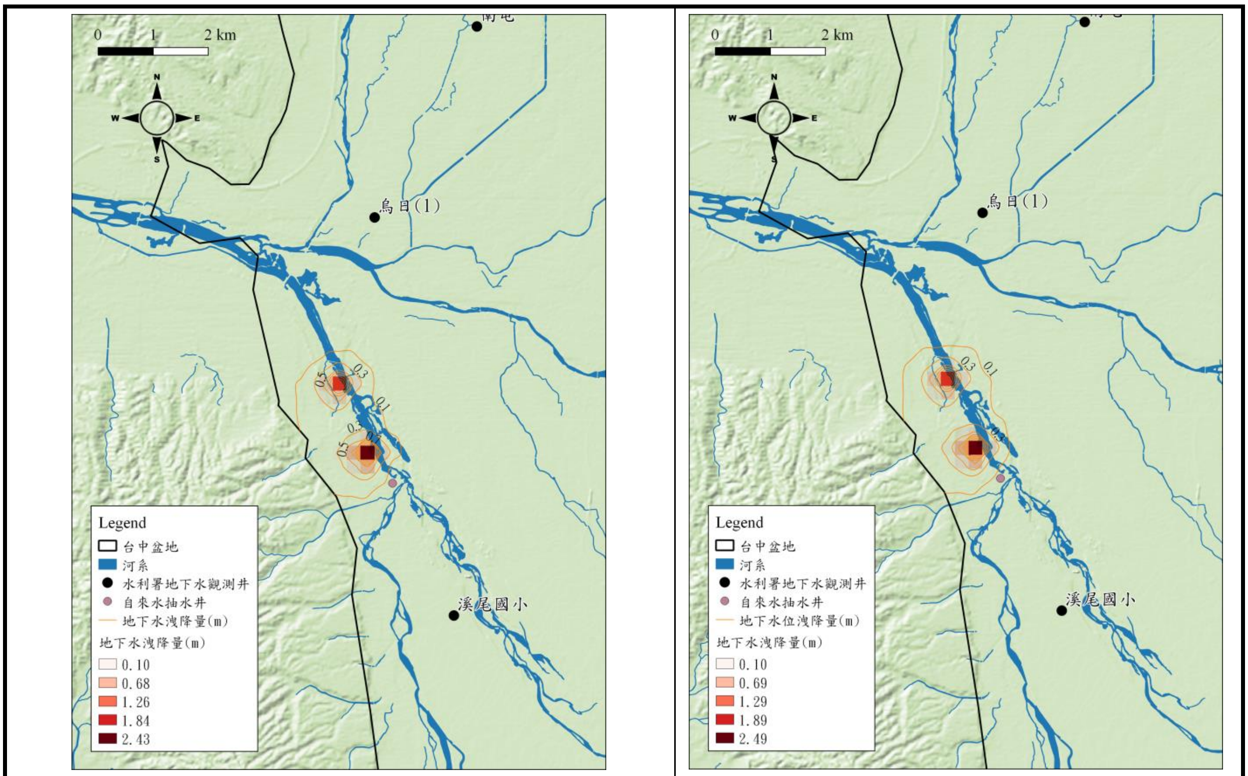
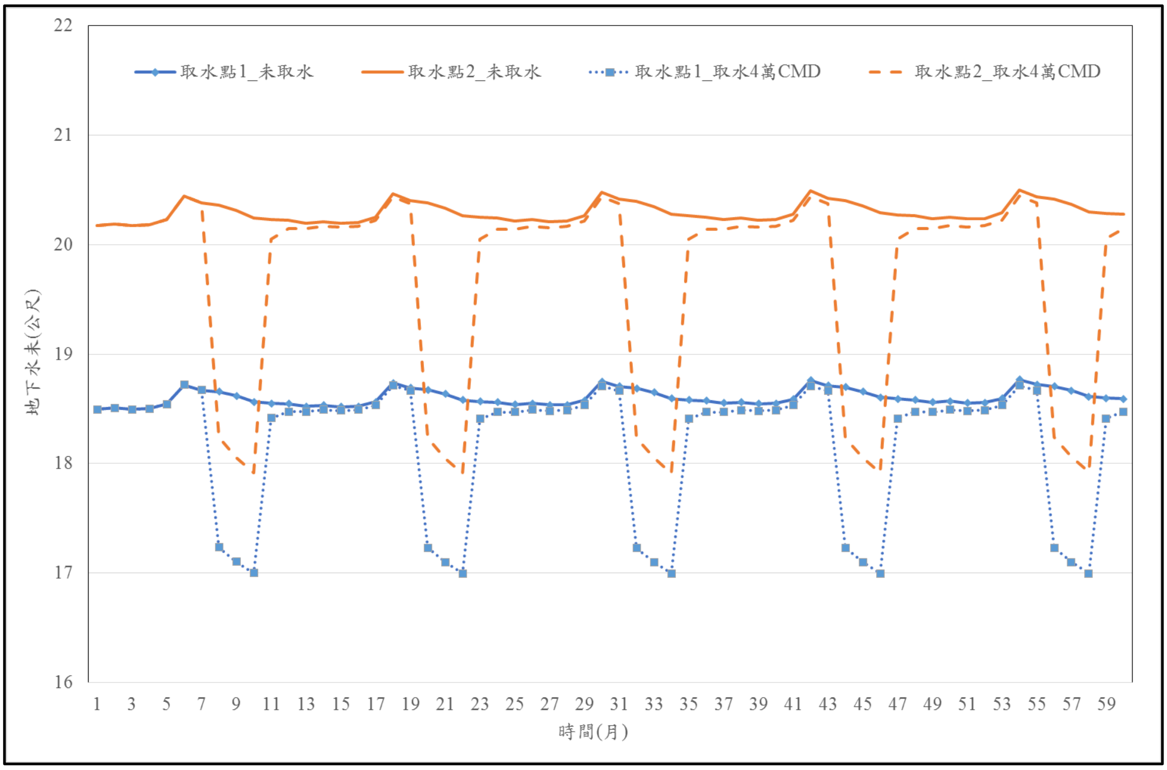


圖 7-8　區段二平面佈置圖



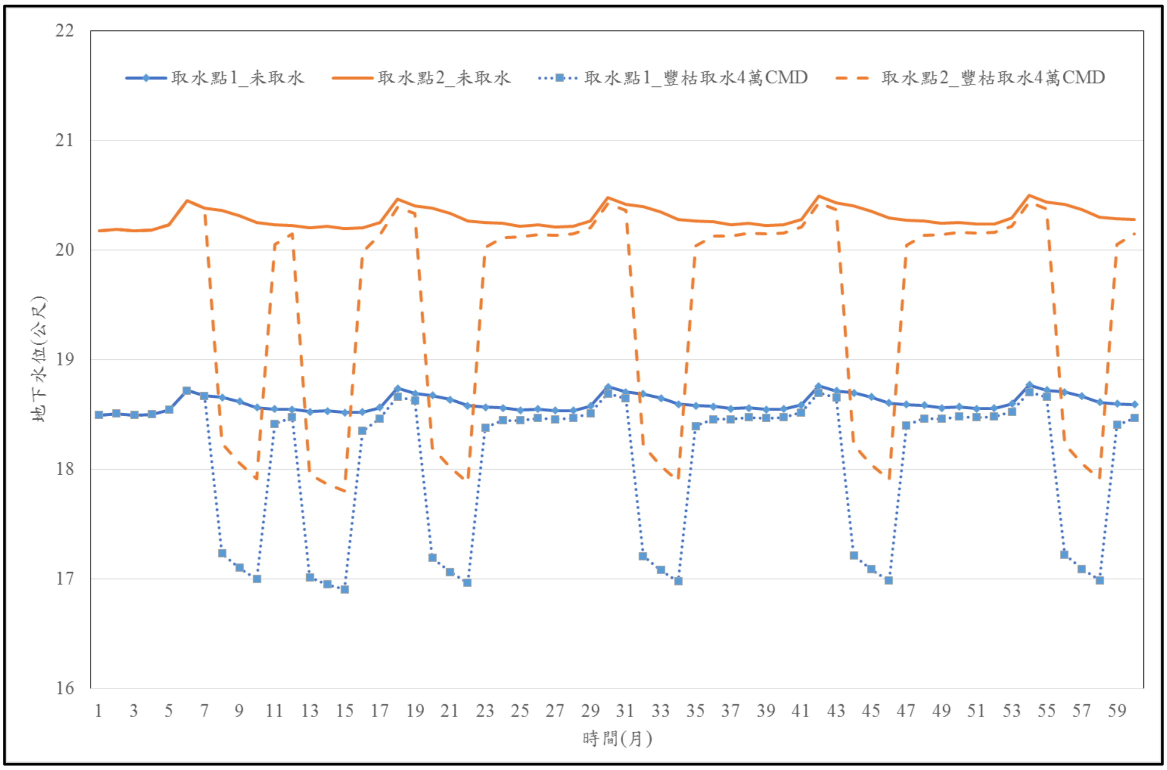
(a)情境一取水洩降影響範圍圖	(b)情境二取水洩降影響範圍圖

圖 7-9　區段二取水洩降影響範圍圖



註：每年豐水期取水 3 個月後(8~10 月)停止取水

圖 7-10　區段二情境一取水後地下水位歷線圖



註：每年豐水期取水 3 個月後(8~10 月)停止取水且於第二年枯水季(1~3 月)啟動 3 個月枯旱緊急取水

圖 7-11　區段二情境二取水後地下水位歷線圖

四、經濟分析

(一)工程費估算

工程經費將依行政院公共工程委員會所訂之「政府公共工程與經費審議作業要點」之公共建設工程估算編列手冊與經濟部水利署水利工程工資工率分析手冊進行編列，其中物價係依民國 107 年之物價為基準。有關基本單價乃依據規畫設計圖所使用之主要工項，並參考營建物價、行政院公共工程會價格資料庫、重要資材趨勢調查及營建物價雜誌進行編列預算。相關估算內容說明如后。

1、工程建造費

工程建造費由直接工程費、間接工程費、工程預備費、物價調整費、其他費用及施工期間利息等六部份組成，估算原則如下：

(1)直接工程費

包含工程費、雜項工程費、施工安全衛生及環保措施等費用。其中工程費之單價包括施工設施及工地費用、包商管理費及營業稅均在內。而雜項工程費以直接工程費之 15%估列。勞工安全衛生及環境保護措施費用以直接工程費之 1%分別估列。

(2)間接工程費

包括行政管理費、工程監造費、階段性營建管理及顧問費、環境監測費、空氣污染防制費及初期運轉費等，按「水利發電工程預算編列手冊」採 15%估列。

(3)工程預備費

考慮工程估計增加及不足部分所準備之費用，按「水利發電工程預算編列手冊」採 15%。

(4)物價調整費

考慮物價變動因素，致使工程費增加部份，物價調整費按（直接工程費＋間接工程費＋工程預備費）合計之值，按近年躉售物價指數變動趨勢，每年預估上漲率 3.5%依複利法分年

估列。

(5)施工期間利息

依分年經費(設計階段作業費用+用地取得及拆遷補償費+工程建造費)及資金來源，按複利年息3%逐年估算。

2、總工程費

總工程費參酌前各節規劃內容，估算數量及經費，各方案工程經費估算成果如表7-12所示，相關說明如后。

(1)區段一：北港溪大旗堰上游

區段一含水平式集水管、集水井、水工機械及輸水管路等工程，總工程費約為0.65億元。

(2)區段二：貓羅溪匯流口～台74橋

方案二含水平式集水管、集水井、水工機械及輸水管路等工程，總工程費約為3.89億元。

(二)效益分析

本計畫規劃之工程設施包括取水工(水平式集水管、集水井及寬口井)、水工機械及輸水管路等，各項設施開發成本含括建造成本(包含直接工程成本、間接工程成本與施工期間利息)與營運成本，依據「水資源開發規劃作業規範(草案)」、「水資源開發計畫規劃報告內容、資料標準及評估準則」，針對本計畫效益分析說明如后。

1、年計成本

年計成本係指在經濟分析年期內，每年平均分攤完工建造成本之固定年成本、營運期間之年運轉維護等費用。其中固定年成本包括利息、償債基金、期中換新準備金、保險費及稅捐等。經濟分析年期以營運年期為考量，年計成本分析成果如表7-13所示，各項目估算原則說明如下：

(1)年利息：以建造成本3%計算。

(2)年償債基金：為投資攤還年金，以建造成本依年息複利計算，在經濟分析期限內每年平均負擔數。依經濟分析年限50年計算，

每年平均攤還，加上年利率以3%以複利計算，則償債基金為總工程費之0.887%。

(3)年換新準備金：為各項工程依壽齡更新之費用，以年平均計其負擔數，在經濟分析年限內計算更新百分率及次數以推算年換新年金費率，再以其費率乘建造成本而得。經估算本計畫換新準備金費率為0.617%。

(4)稅捐及保險費：假設保險費及稅捐每年平均分攤，保險費及稅捐分別以總工程費之0.12%及0.5%估列。

(5)年運轉維護費於運轉期間須支付財貨及勞務費用，以維持經濟分析年限內之計畫各項設施之功能，費用並包含人事費、設施運轉費及設備維護費等，以工程建造費之3.0%估列。

2、年運用水量

(1)區段一

依大旗尾淨水場濁度及流量資料，區段一伏流水取水量以每年高濁度年平均日數45日計算備援取水量及10年使用一次枯旱緊急備援(取水日數以100日計算)，年總取水量約38.5萬噸((0.7萬噸/日×45日)+(0.7萬噸/日×100日)/10)＝38.5萬噸)。

(1)區段二

依據歷年石岡壩原水濁度記錄，高濁度時間最長天數為40天，故區段二以每年豐水期間使用40日計算備援取水量及10年一次枯旱緊急備援取水量(取水量以1,514萬噸計算)，年總取水量約471.4萬噸((8萬噸/日×40日)+(1,514萬噸/10年)＝471.4萬噸)。

3、原水成本

本計畫區段一年計成本約715萬元及區段二年計成本約4,540萬。區段一年供水量38.5萬噸及區段二年供水量471.4萬噸，原水成本＝年計成本/年供水量，區段計算結果如下：

(1)區段一：715/38.5＝18.6元/立方公尺。

(2)區段二：4,540/471.4＝9.6 元/立方公尺。

4、效益計算

(1)直接效益

A、降低給水處理成本效益

本項工程施作後較為直接之效益即為減少公共給水處理成本，未來本項工程完成後於高濁度期間，使用烏溪河道低濁度之伏流水水源，將降低其處理成本。經洽詢豐原水淨水場表示，大甲溪原水濁度升高時(500~1,500 NTU)，淨水場將取用食水嵙溪水源稀釋大甲溪原水濁度，使濁度降至淨水場處理範圍。參考台水公司資料平均濁度1,500 NTU以上平均處理成本約8元/噸，成本包括：加藥、污泥處理、用電增加等費用。區段一降低處理成本約252萬元、區段二降低處理成本約2,560萬元。

B、售水效益

旱期緊急備援直接效益係以售水效益估列，區段一售水效益約 74 萬元、區段二售水效益 1,590 萬元。

C、降低土堤修復成本效益

區段一目前採臨時土堤導水至取水井，颱洪後均需進行土堤整修作業，因此降低土堤修復成本效益估列100萬元。

小計上述區段一直接效益為 426 萬元，區段二直接效益 4,150 萬元。

(2)間接效益

由伏流水備援系統除可作為高濁度時期備援用水外，另可作為枯旱期緊急備援用水，使彰化地區缺水量及缺水天數效降低。因此在供水穩定的條件下，可創造良好投資環境，有助於產業發展及強化產業投資誘因，進而增加政府稅收。此外，缺水除會帶來生活不便外，可能引發環境衛生問題，備援井網有

助於區內居民生活環境品質，上述之效益均為不可量化之社會效益，本計畫以直接效益20%作為間接效益估算。

綜合上述，小計各區段直接及間接效益，其區段一效益約511萬元、區段二效益約4,980萬元。

5、益本比分析

總效益現值與總成本現值之比即為益本比，各區段益本比分析如下：

(1)區段一年計成本約715萬元，年計效益約511.2萬元，益本比0.71(511.2／715=0.71)。

(2)區段二年計成本約4,540萬元，年計效益約4,980萬元，益本比1.10(4,980／4,540=1.10)。

表 7-12　各區段工程經費估算成果表　單位：萬元

項次	工程項目	區段一	區段二	備註
一	工程建造費	5,197	31,009	
(一)	直接工程費	4,640	27,687	
1.	水平式集水管工程	3,625	21,199	詳工程估算明細表
2.	集水井工程	646	3,864	詳工程估算明細表
3.	輸水管工程	369	2,623	詳工程估算明細表
(二)	雜項工程費	464	2,769	直接工程費之10%估列
(三)	環境保護及安全衛生費	93	554	直接工程費之2%估列
二	間接工程成本	696	4,153	直接工程費之15%估列
三	工程預備費	464	2,769	直接工程費之10%估列
四	物價調整費	159	948	一～三項之2.5%估列
五	建造成本	6,515	38,879	一～四項費用之和

註：
1.區段一：北港溪大旗堰上游
2.區段二：貓羅溪匯流口～台74橋

表 7-13　各區段工程效益分析成果表

項目	區段一	區段二	備註
一、總工程費(萬元)	6,515	38,879	
二、建造成本(萬元)	6,515	38,879	
三、年計成本(萬元)	715	4,540	
(一)利息	195	1,166	建造成本 3%
(二)年償債基金	58	345	建造成本 0.887%
(三)期中換新準備金	195	1,166	總工程費 3%
(四)保險與稅捐	40	241	總工程費 0.62%
(五)營運維護費	226	1,621	
四、年計取水量(噸)	385,000	4,714,000	
五、原水成本(元/噸)	18.57	9.6	

註：
1.區段一：北港溪大旗堰上游
2.區段二：貓羅溪匯流口～台 74 橋

五、運用策略研擬與計畫定位

(一)區域水資源供需情勢評析

本計畫根據民國 105 年經濟部「中部地區水資源經理基本計畫（核定本）」以及目前推動中之計畫，分別評析台中、南投及彰化地區之常態及備援水源供需情勢，相關說明如后。

1、台中地區

根據「中部地區水資源經理基本計畫（核定本）」，現況水源供給能力約每日 132.0 萬噸(俟鯉魚潭北送苗栗管線完成後，須回供苗栗地區每日 3 萬噸)，主要來源為地下水及地區性水源每日 10.0 萬噸、鯉魚潭水庫與石岡壩每日 137.0 萬噸(需支援苗栗每日 7 萬噸、彰化地區每日 8 萬噸)。民國 110、120 年中成長用水需求預估每日 150.1、157.2 萬噸，不足量分別為每日 21.1、28.2 萬噸。

未來台中地區因民國 115 年大安大甲溪水源聯合運用增供水量每日 25.5 萬噸，及民國 118 年天花湖水庫完工後鯉魚潭水庫水源回調台中地區每日 10 萬噸等計畫可因應民國 120 年用水需求。

為因應台中地區水資源需求成長，現況正積極推動大安溪大甲溪水源聯合運用計畫(預定民國 109 年辦理環評)，以提升水源調配能力及供水潛能。並以調度農業用水及抽取地下水作為備用水源，未來配合新水源開發增強跨區備援系統，如烏溪鳥嘴潭人工湖完工後，台中系統支援彰化水量機動抽調等，並推動福田水資源回收中心再生水作為工業用水使用。惟大安溪大甲溪水源聯合運用計畫可能遭受天然災害、政策變更或未能取得地方民眾推動共識等因素影響而具不確定性。

另根據民國 106 年經濟部「防災及備援水井建置計畫」，其中在台中地區防災緊急備援水井部分，原計畫每日 8 萬立方公尺，經民國 107 年檢討修正為每日 5 萬立方公尺(尚未核定)，其原因包括遇到既有井毀損須重鑿、施作空間不足、水質不符標準及土地無法取得等不可抗力因素。在常態備援水井部分，原計畫每日

7 萬立方公尺，民國 107 年調整為每日 11 萬立方公尺。因此台中地區防災緊急備援及常態備援計畫已由經濟部水利署中區水資源局及自來水公司等單位推動中，因此本計畫現階段不考慮台中地區防災緊急備援及常態備援水量。

2、南投地區

現況水源供給能力約每日 17 萬噸，民國 110、120 年中成長用水需求預估為每日 16.4、16.0 萬噸，現況水源供給尚可滿足未來需求，且烏嘴潭人工湖完成後，將增供南投地區地面水每日 4 萬噸，減少地下水抽用，且原地下水源可轉為枯旱期備援。本區現有水源供給能力尚可滿足民國 110、120 年需求，惟各供水系統分散且位於山區或丘陵地,系統整合維護困難,因此各獨立系統，可規劃小型區域水源，以作為枯旱或主要系統受損時備援之用。

據本計畫調查，在北港溪上游現有之大旗攔河堰，由於民國 93 年 72 水災導致攔河堰受損，水公司設置臨時導水路及簡易設施取水，常因颱風、豪雨受損，導致南投縣國姓鄉停水，另豐水期時豪雨過後濁度大幅增加，亦無法取水，顯示國姓地區有高濁度備援之需求，且伏流水設施完成後兼有枯旱期緊急備援功能。

3、彰化地區

現況水源供給能力約每日 36.4 萬噸，主要來源為地下水及地區性水源每日 28 萬噸、台中地區每日支援 8 萬噸及雲林地區每日支援 0.4 萬噸。本區由於未來工業用水持續增加，民國 110、120 年中成長用水需求預估為每日 38.5、38.3 萬噸，不足量分別為每日 2.1、1.9 萬噸。根據「中部地區水資源經理基本計畫(核定本)」，彰化地區在民國 114 年烏嘴潭人工湖完成後，可供應彰化地區每日 21 萬立方公尺，水源供給尚可滿足民國 120 年需求。

根據民國 106 年水公司「烏嘴潭人工湖下游自來水供水工程」工程計畫，彰化縣現有地下水源約每日 29.79 萬立方公尺，而烏嘴潭人工湖工程完成後，計畫減、停抽水量之目標值為每日 19.65

萬立方公尺，其中，停用水量(停抽)約計每日 7.98 萬立方公尺，備援水量(減抽)約計每日 10.61 萬立方公尺，則沿用水量約計每日 11.20 萬立方公尺，顯示彰化地區未來尚可利用既有地下水井做為備援水量，惟本區長期使用地下水，使用之地下水總量仍超過天然補注量，且地下水水質有逐漸劣化現象，既有地下水井因設備老化已有抽水量逐年衰減現象，因此鳥嘴潭人工湖完工供水後，應減抽地下水，以降低本區地下水使用量，彰化地區各淨水場現有與目標年之地下水源使用如表 7-14 所示。

另經洽詢水公司表示彰化地區自有水源不足，現階段不足供應之生活用水均由台中地區支援水量每日八萬立方公尺，惟每逢颱洪事件大甲溪原水濁度增加或枯旱時期，由台中支援水量則會減少供應，導致彰化供水產生不穩定現象，顯示彰化地區現況有高濁度備援及枯旱期備援之需求。

根據本計畫探討烏溪供水系統(含鳥嘴潭人工湖)供水分析成果，顯示鳥嘴潭年平均引水量為每年 8,681 萬立方公尺，年平均缺水量為每年 625 萬立方公尺，年平均缺水率為 6.8%。各旬平均缺水量分布圖示如圖 5-13，主要缺水集中於 11 月下旬~隔年 6 月中旬。

另參考民國 100 年水規所「台中盆地地下水資源利用調查評估(3)」，鳥嘴潭人工湖在單獨供水時，缺水主要發生於枯水期 11 月至隔年 5 月，其中又以 3 月~5 月缺水狀況較為嚴重，擷取較嚴重之 5 場缺水事件顯示單獨供水時，最長缺水時間達 94 日，該次乾旱事件總缺水量為 2,764 萬立方公尺；民國 103 年水規所「中部區域水資源規劃調配管理系統分析」，烏溪流域單獨運用之供水能力分析結果(含鳥嘴潭人工湖)最大年缺水量 2,114 萬立方公尺，上述相關計畫顯示彰化地區在鳥嘴潭人工湖完成後，枯旱時期仍有緊急備援用水需要性。

綜合上述，北港溪上游現有之大旗攔河堰於豐水期時豪雨過

後濁度大幅增加無法取水，顯示有高濁度備援之需求；彰化地區因自有水源不足，每逢颱洪事件大甲溪原水濁度增加或枯旱期，由台中支援水量則會減少供應;彰化地區在烏嘴潭人工湖完成後，枯旱時期仍有緊急備援用水需要性。

(二)伏流水運用定位

本計畫開發伏流水之運用定位說明如下:

1、常態備援:北港溪大旗堰高濁度備援、穩定國姓地區供水；彰化地區高濁度備援、穩定由台中支援彰化之供水、增加鯉魚潭水庫蓄存水量，提升大台中地區用水調度能力。

2、緊急備援:北港溪大旗堰枯旱期緊急備援；彰化地區枯旱期緊急備援、減抽地下水、提升烏嘴潭人工湖供水穩定性。

(三)計畫評價

就經濟面而言，伏流水取水工程無須投入大量土地成本，其取水量可於原水濁度增加或枯旱時期發揮關鍵性貢獻，雖然直接售水收益不高，惟可降低高濁度時期原水處理成本及減少枯旱期移用農業用水對農業造成之衝擊。

就環境面而言，本計畫啟動時機為高濁度或枯旱時期備援取水設施，於發生高濁度或枯旱時才啟動，水情狀況恢復正常即停止取水，取水時主要影響範圍均在河川區域內，對地下水環境影響不大。

就成本效益而言，區段一(北港溪大旗堰)年計成本約 715 萬元，年計效益約 511 萬元，益本比為 0.71。區段二(貓羅溪匯流口～台 74 橋)年計成本約 4,540 萬元，年計效益約 4,980 萬元，益本比為 1.10。

綜合上述評估，就經濟面向及環境面向面向，區段一及區段二皆符合可行之原則；就成本效益面向，區段二益本比約 1.1，相對於國內其他水資源開發工程屬可開發方案；區段一益本比雖低於 1，因工程特性屬備援性質，考量穩定地區供水及可能負擔的社會成本等因素，仍應進行開發以穩定國姓地區供水，因此建議後續持續推動區段一及區段二伏流水開發作業。

表 7-14　彰化地區現有(公共給水)地下水源使用一覽表

營運所別	淨水場名稱	現況(CMD)	目標年(CMD)				備註	地下水管制現況
		96-100年平均取供水量	不可利用水量	可利用水量		減、停抽水量		
			停用水量	備援水量	沿用水量	小計		
		A	B	C	D=A-B-C	E=B+C		
彰化服務所暨給水廠	彰化第三淨水場	27,420	12,931	6,900	7,589	19,831	台中系統支援	備援
	和美淨水場	7,944	1,258	2,100	4,586	3,358	鳥嘴潭人工湖供給	備援
	全興淨水場	15,084	5,320	6,200	3,564	11,520	鳥嘴潭人工湖供給	備援
花壇營運所	花壇淨水場	12,377	0	5,700	6,677	5,700	鳥嘴潭人工湖供給	聯合運用
	大村第一淨水場	1,087	0	0	1,087	0	鳥嘴潭人工湖供給	聯合運用
	大村第二淨水場	4,858	0	3,200	1,658	3,200	鳥嘴潭人工湖供給	聯合運用
鹿港營運所	鹿港淨水場	9,712	4,317	2,200	3,195	6,517	鳥嘴潭人工湖供給	備援
	秀厝淨水場	10,056	5,118	1,700	3,238	6,818	鳥嘴潭人工湖供給	備援
	打鐵厝淨水場	6,640	0	2,600	4,040	2,600	鳥嘴潭人工湖供給	備援
溪湖營運所	溪湖第一淨水場	11,015	5,792	2,003	3,220	7,795	鳥嘴潭人工湖供給	停用
	溪湖第二淨水場	5,753	0	2,533	3,220	2,533	湖山系統支援、鳥嘴潭人工湖供給	停用
	福興淨水場	19,782	8,329	6,400	5,053	14,729	鳥嘴潭人工湖供給	備援
員林營運所	員林第一淨水場	9,950	2,648	4,900	2,402	7,548	地表水不支援	聯合運用
	員林第二淨水場	22,065	2,429	10,300	9,336	12,729	鳥嘴潭人工湖供給	聯合運用
	員林第三淨水場	14,003	449	6,300	7,254	6,749	鳥嘴潭人工湖供給	聯合運用
二林營運所	二林淨水場	9,424	2,479	6,945	0	9,424	湖山系統支援	停用
	芳苑淨水場	8,586	6,060	2,526	0	8,586	湖山系統支援	停用
	竹塘淨水場	6,348	509	5,839	0	6,348	湖山系統支援	停用
北斗營運所	北斗淨水場	9,619	1,705	4,000	3,914	5,705	湖山系統支援、鳥嘴潭人工湖供給	聯合運用
	埤頭淨水場	2,234	1,019	1,000	215	2,019	湖山系統支援	停用
	下壩淨水場	16,953	2,608	5,000	9,345	7,608	地表水不支援	聯合運用
	永靖淨水場	11,540	6,268	2,000	3,272	8,268	鳥嘴潭人工湖供給	聯合運用
	埔心淨水場	7,458	1,627	2,000	3,831	3,627	鳥嘴潭人工湖供給	備援
二水營運所	社頭淨水場	14,503	5,295	3,000	6,208	8,295	地表水不支援	聯合運用
	清水岩淨水場	4,885	1,405	1,000	2,480	2,405		聯合運用
	田中淨水場	20,357	2,135	6,838	11,384	8,973		聯合運用
	倡和淨水場	8,231	121	2,894	5,216	3,015		聯合運用
	合計	297,884	79,822	106,078	111,984	185,900	—	—
彰化縣國中、小及工廠水井填塞改用自來水部分，減抽水量計＝						10,600	—	—
總計＝						196,500	—	—

備註：1.由台水公司第十一區管理處提供「彰雲地區減抽地下水封井及停用井明細表」及本計畫共同整理。
2.位於地下水管制區並同時為處地層下陷中心之淨水場，則建議停用該區域之地下水；位於地下水管制區，但未同時位處地層下陷中心之淨水場，其備援、停用量可依據現階段之供水量進行調整；位於非地下水管制區之淨水場，其地下水源則建議納入備援水量；本計畫並無規劃任何水量取代該區域地下水之供水系統，則建議沿用該區地下水。
3.96-100 年平均日供水量未包含鄰近系統之支援水量。

資料來源：「鳥嘴潭人工湖下游自來水供水工程」工程計畫，台灣自來水股份有限公司，民國 106 年。

參考文獻

1、烏溪河系河川情勢調查總報告，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 95 年。

2、中央管河川流域地質資料查核-烏溪及八掌溪經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 98 年。

3、102 年度烏溪、眉溪、南港溪、北港溪大斷面測量，經濟部水利署第三河川局，民國 102 年。

4、大安溪、大甲溪及烏溪易致災河段災害風險評估與治理對策研析，經濟部水利署第三河川局，民國 100 年。

5、烏溪水系河川環境管理規劃報告，經濟部水利署第三河川局，民國 104 年。

6、烏溪水系主流及其支流南港溪與眉溪治理規劃檢討，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 106 年。

7、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(3/4)，經濟部中央地質調查所，民國 101 年。

8、烏溪高灘地用於河川淨化及供水可行性評估研究，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

9、彰化烏溪貓羅溪伏流水開發工程計畫評估報告，台灣自來水公司，民國 104 年。

10、台中盆地地下水資源調查開發評估(1)，經濟部水利署中區水資源局，民國 106 年。

11、地下水防災緊急備援井網規劃-台中地區，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 106 年。

12、中部區域水資源規劃調配管理系統分析，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 103 年。

13、臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案) ，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

14、伏流水取水工程規劃設計施工作業要領，經濟部水利署，民國 106 年。

15、水文年報，經濟部水利署，民國 105 年。
16、埔里盆地地下水開發可行性規劃，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 106 年。
17、烏溪鳥嘴潭人工湖可行性規劃(22)-補充地質調查、測量暨民意調查，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 99 年。
18、烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫(核定版)，經濟部，民國 106 年。
19、伏流水開發工程計畫(核定本)，經濟部，民國 106 年。
20、防災及備援水井建置計畫(核定本)，經濟部，民國 106 年。
21、柑子林取水口地表地下水聯合運用，經濟部水利署中區水資源局，民國 96 年。
22、地下水水文地質與補注模式研究-補注區劃設與資源量評估，中央地質調查所，民國 104 年。
23、台中盆地地下水資源利用調查評估(3/3)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 100 年。
24、台中盆地地下水資源調查開發評估(1)，經濟部水利署中區水資源局，民國 106 年。
25、鯉魚潭水庫保留新灌區供水量之替代方案評估-大安溪下游河段伏流取水調查研究及規劃，經濟部水利署中區水資源局，民國 106 年。

國家圖書館出版品預行編目資料CIP

臺灣中部烏溪流域備援伏流水開發調查規劃 / 陳剛南編著. -- 初版. -- 臺中市： 水利署水規所, 2018.12
面； 公分
ISBN 978-986-05-8097-6(平裝附光碟片)

1.伏流 2.水資源管理

443.8　　107022450

臺灣中部烏溪流域備援伏流水開發調查規劃

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：睿泰工程顧問有限公司/陳剛南
出版年月：2018年12月
版次；初版
定價：新台幣800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：1010702515
ISBN：978-986-05-8097-6

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　978-986-05-8097-6

9 789860 580976

GPN：1010702515

定價：新臺幣 800 元