防災及備援水井建置計畫-新竹地區防災緊急備援井網

設計原則報告
(定稿本)

主辦機關：經濟部水利署北區水資源局

執行單位：黎明工程顧問股份有限公

司中華民國 107 年 8 月

防災及備援水井建置計畫-新竹地區防災緊急備援井網設計原則報告

目　　錄

表　目　錄

圖　目　錄

照 片 目 錄

第一章　前言

1-1　計畫緣起

水資源為國家發展命脈，攸關全民福祉及社經發展，更為經濟發展基礎。政府為強化投資動能，帶動整體經濟成長潛能，積極推動「前瞻基礎建設計畫」，以因應國內外新產業、新技術、新生活趨勢之關鍵需求，促進地方整體發展及區域平衡，奠定未來三十年臺灣經濟發展基礎。

「前瞻基礎建設計畫」包括建構安全便捷之軌道建設、因應氣候變遷之水環境建設、促進環境永續之綠能建設、營造智慧國土之數位建設及加強區域均衡之城鄉建設等五個項目。其中，水環境建設部分，將在「大幅降低淹、缺水風險，擘劃優質水環境」等願景下，以「水與發展」、「水與安全」及「水與環境」三大主軸，分別推動「穩定供水」、「防洪治水、韌性國土」及「優化水質、營造水環境」等水環境建設工作。

其中，以減少移用農業用水及避免或延緩進入第三階段限水為目標，可望有效降低缺水風險，確保國家穩定發展之「防災及備援水井建置計畫」已經行政院106.07.10院臺經字第1060022840號函核定。爰此，經濟部水利署北區水資源局(以下簡稱北水局)擬據以於民國106年委託辦理新竹地區防災緊急備援井網之調查規劃、工程設計作業(以下簡稱本計畫)，並於工程發包後執行施工監造業務。

1-2　計畫分工

依據「防災及備援水井建置計畫」成果內容，本計畫之「防災緊急備援井網」工程由水利署及台灣自來水公司共同協調推動，水井(含機電設備)之調查、規劃、設計、施工由經濟部水利署(水利規劃試驗所及各水資源局)辦理，水井與既有供水系統銜接之新設原水導水管工程規劃、設計、施工由台灣自來水公司辦理；「常態備援水井建置」工程由台灣自來水公司辦理。整體計畫完成後將移交台灣自來水公司統籌營運維護管理，本階段計畫分工示意圖如圖1-2-1所示。

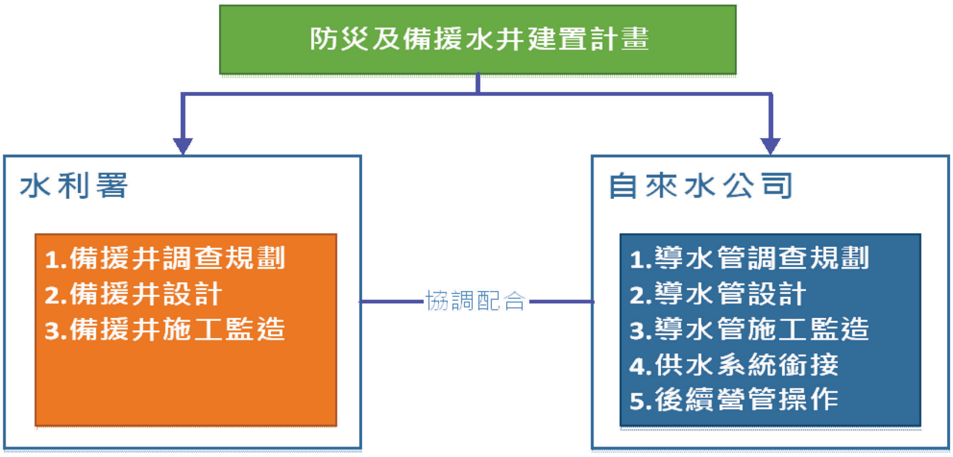


圖 1-2-1　防災及備援水井建置計畫計畫分工示意圖

1-3　工作範圍與目標

因應核定計畫目標，於107年起每年陸續完成目標緊急備援水量，至109年新竹地區共完成緊急備援水量4萬CMD本計畫依據經濟部水利署水利規劃試驗所(以下簡稱水規所)「地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區」規劃報告，規劃10口既有井功能回復以及14口新井，規劃備援水井總計共24口，其地理位置詳圖1-3-1所示。

圖 1-3-1　本計畫備援井網地理位置圖

1-4 工作項目及內容

本計畫之委託工作主要分為整體工作項目(如表1-4-1)以及年度工作項目(如表1-4-2)。

表 1-4-1 整體工作項目一覽表

項次	項目	工作內容
一	補充調查試驗、評估及規劃	1.既有井之井體攝影、洗井與試水、抽水試驗以及水質調查，既有井出水能力及功能恢復方案規劃。 2.新鑿井之地質鑽探、水位水質調查、點井、抽水試驗以及必要之地物調查等，以取得設計所需參數。
二	細部設計	1.設計原則擬定包括井體設計說明、工法選定說明、概估工期及經費、工區位置、工程基本配置圖、地籍圖套繪等、繪製施工圖、區域平面圖、施工詳圖及必要之穩定分析、水文水理計算等，以作為規劃設計之依據、 2.編製工程預算書、計畫說明書、工程進度表、工程預算書、基本單價計算表、單價分析表、數量計算表、統計表、機關辦理發包用之工程估價單及單價分析表、施工技術規範及施工補充說明書編製、工程經費及工期排定、招標文件製作及送審 3.製變更設計預算書、工程發包、施作期間辦理變更設計並編製變更設計預算書、工程契約書及特訂條款編製、協助開標及契約簽定相關事宜、工程完工後協助審查施工廠商竣工測量及竣工結算書圖表、各項工程之設計簽證、操作管理及使用準則規範。
三	工程監造	1.工程估驗計價、工程預付款及退還履約保證金作業審查、監造計畫書及施工計畫書、品質計畫書、品質成果報告書、施工預定進度表及施工文件圖表審查、施工品質檢驗紀錄表、施工作業查核及品質抽驗、施工日報表或月報表、監工半月報， 2.解釋設計圖說或規範之疑義，及提供施工顧問諮詢、協助辦理變更設計，並編製修正施工(變更設計)預算書圖、辦理驗收事宜、竣工文件及結算、協辦履約爭議之處理、自主檢查查驗點及安全衛生查驗點、各項工程之施工簽證、其他工程配合事宜。
四	調查規劃、設計成果報告及簡報	1.工作執行期間廠商須依契約規定提出期初、期中及期末等相關報告，並配合辦理簡報，提供會議所需簡報資料。 2.另應依北水局指示視需要辦理不定期工作執行會議簡報、得標廠商應設法取得各項設計所需相關資料，並彙整納入工程。 3.計畫成果，包括期初報告-工作執行計畫書、期中報告-設計原則報告、期中報告-工程細部設計圖及工程發包相關文件、工程監造作業計畫書、期末報告-設計監造成果報告。

表 1-4-2　年度工作項目一覽表

項次	項目	工作內容
一	106 年度	調查規劃、設計成果報告及簡報-a 期初報告。
二	107 年度	調查規劃、設計成果報告及簡報-b、c 期中報告、d 工程監造作業計畫書。 補充調查試驗、評估及規劃。 防災緊急備援井網細部設計。
三	108 年度	防災緊急備援井網工程監造。
四	109 年度	防災緊急備援井網工程監造。 調查規劃、設計成果報告及簡報-e 期末報告

第二章　基地及周圍環境分析

2-1　基地環境基本資料

本計畫備援水井總數共計24口，其中將新設置14口新設井，並回復10口既有井出水量，上坪堰下游至竹林大橋左岸河道，為員崠地區新設井工區範圍，而興隆大橋下游至舊社大橋下游約700公尺處，為頭前溪既有井及新設井共計17口之工區位置，新設及既有備援水井皆位於上坪溪及頭前溪高灘地，以下茲就工區環境蒐集基本資料如下說明。

2-1-1　頭前溪流域概況

頭前溪流域位於新竹縣、市境內，其中頭前溪本流全長約24km，流域面積包含支流油羅溪及上坪溪約565.9km^2，其主要支流有上坪溪及油羅溪，本流河床平均坡降約1/188，頭前溪流域位置如圖2-1-1。

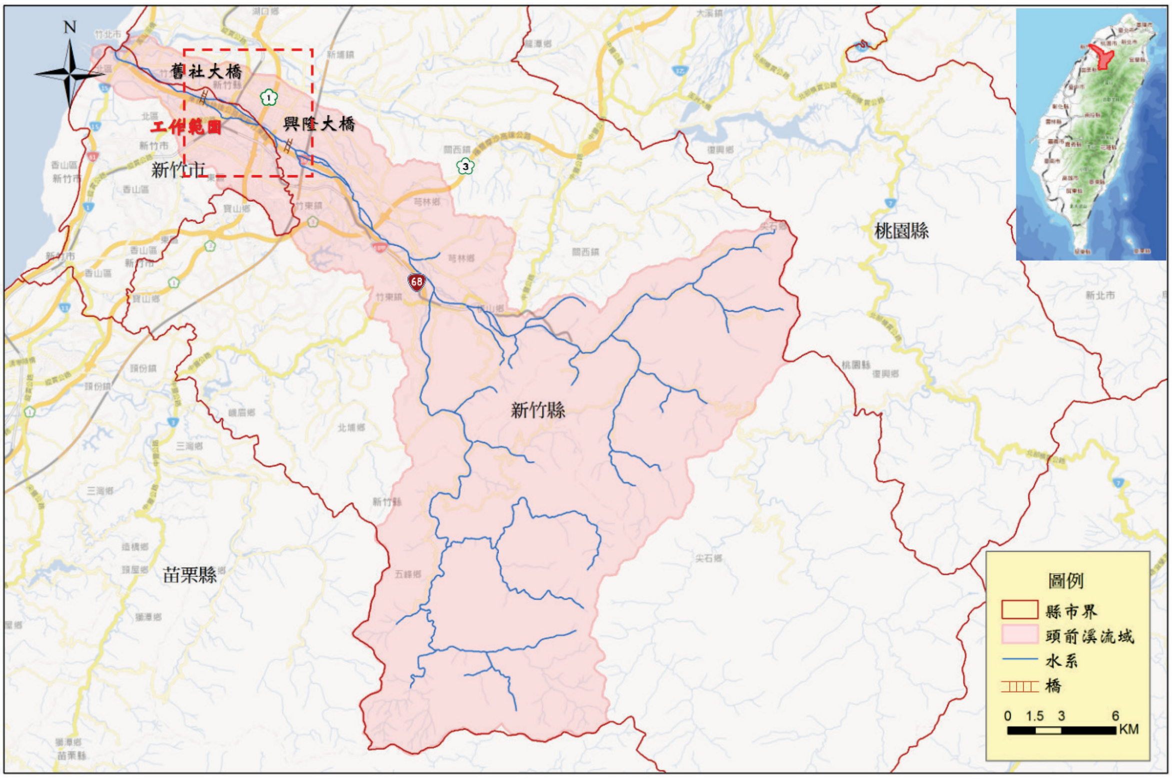


圖 2-1-1　頭前溪流域地理位置圖

2-1-2　上坪溪流域概況

上坪溪流域位於新竹縣境內，河川界點自土場溪與霞喀羅溪匯流處至上坪溪匯流口，為頭前溪上游支流，與油羅溪合流後匯入頭前溪，上坪溪流域面積約242km^2，流路長約44km，流域位置如圖2-1-2。

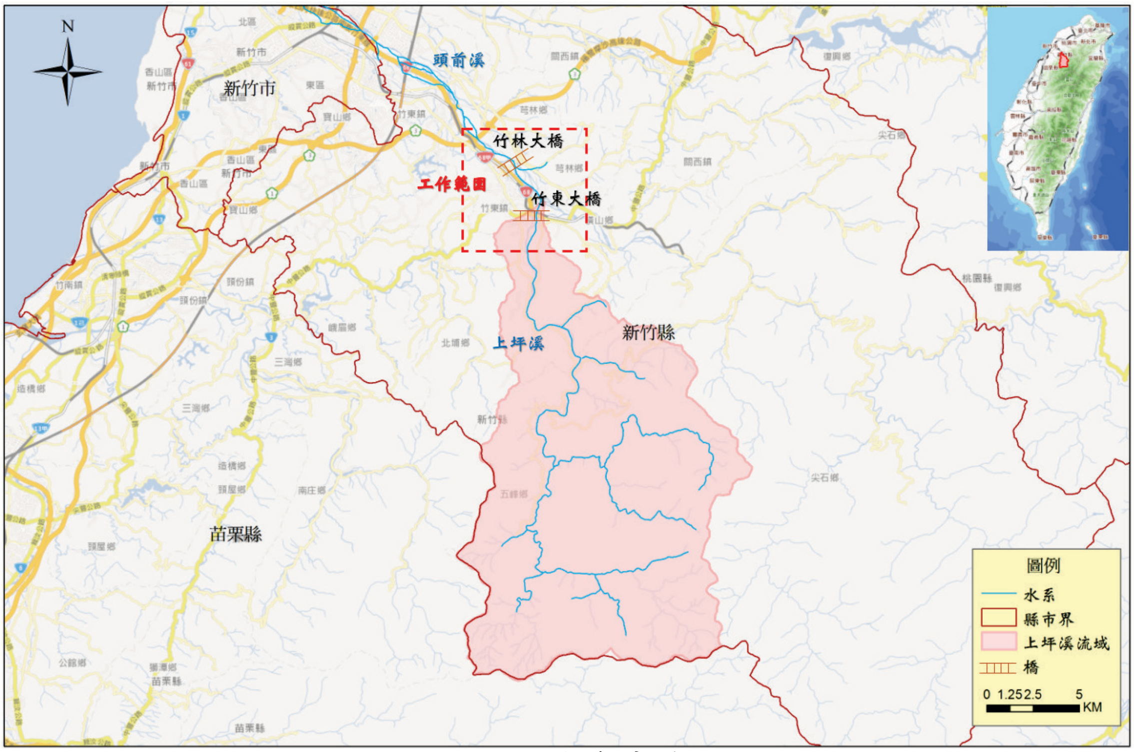


圖 2-1-2　上坪溪流域地理位置圖

2-1-3　頭前溪既有井基本資料

頭前溪既有井於約於民國91年至民國93年辦理完成，其範圍約落於頭前溪隆恩堰下游至中華路陸橋之區域左岸高灘地，既有水井出水量約為1,275CMD~3,914CMD，詳細位置及基本資料如圖2-1-3及表2-1-1。

圖 2-1-3　頭前溪既有井地理位置圖

表 2-1-1　頭前溪既有井基本資料

編號	名稱	X 坐標	Y 坐標	孔徑(in.)	管徑(in.)	深度(m)	濾水管位置(m)	單位洩降出水量(cmh/m)	水力傳導係數(m/s)	安全出水量(CMD)
1	頭前溪一號井	250,477	2,744,952	22	16	111	7-10，16-25，46-64，94-106	10.4	8.2E-05	3,156
2	頭前溪二號井	249,977	2,745,353	22	16	152	8-26，32-38，53-59，119-122，137-146	18.6	1.3E-04	3,223
3	頭前溪三號井	249,773	2,745,711	22	16	101	5-11，38-44，59-68，83-95	8.9	6.6E-05	1,657
4	頭前溪四號井	249,446	2,745,853	22	16	124	4-22，40-49，70-76，97-103，112-118	5.0	2.2E-05	2,551
5	頭前溪五號井	249,094	2,746,082	22	16	127	7-16，22-28，37-40,55-64，70-76,82-85，103-109，115-121	7.1	7.0E-05	2,315
6	頭前溪新一號井	252,015	2,743,736	22	16	132	4-8，54-60，66-72，96-102，114-126	29.9	2.4E-04	1,353
7	頭前溪新二號井	251,255	2,744,044	22	16	116	14-18，48-62，74-86，92-98，104-110	9.5	2.3E-04	1,562
8	頭前溪新三號井	250,947	2,744,483	22	16	143	7-15，21-31，43-55，77-83，89-95，131-137	6.6	9.9E-05	1,275
9	頭前溪新四號井	250,724	2,744,791	22	16	116	5-9，21-29，53-65，70-76，100-110	24.8	2.6E-04	1,626
10	頭前溪新五號井	248,693	2,746,230	22	16	110	5-13，19-29，40-50，56-62，74-80，98-104	82.9	7.8E-04	3,914

資料來源：地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 106 年。

2-2　氣象與水文

一、氣象

參考中央氣象局出版最新「氣候資料年報」，蒐集本區域鄰近新竹氣象站民國81~104年氣象資料，並加以統計分析，用以評估區域氣象特

性；新竹氣象站位置：北緯：22.83度，東經120.01度，標高：26.9公尺，各項氣候因子分析統計如表2-2-1所示，各項氣象因子說明如下：

(一)氣溫

新竹地區緯度較低，以1月份氣溫為最低，約為15.0℃，7月份氣溫最高為29.1℃，年平均氣溫為22.7℃。

(二)相對溼度

新竹地區屬亞熱帶海洋型氣候，受暖流衝擊影響，歷年年平均相對濕度為78.0%，月平均以2月最大為84.7%，最小為10月份之72.6%。

(三)降雨量

年平均降雨量為1,935.5mm，降雨分佈如圖2-2-1。雨量集中於2~9月，約佔全年總降雨量之90.0%，期間總降雨量為1,546.7mm。10月至翌年1月降雨較少，總降雨量僅為388.8mm，約佔全年總降雨量之10.0%，期間總降雨量為354.4mm。

(四)降雨日數

平均降雨日數以2月~6月最多，7月~10月降日數最少，平均年總降雨日數約為139日，新竹地區各月降雨分布如圖2-2-1。

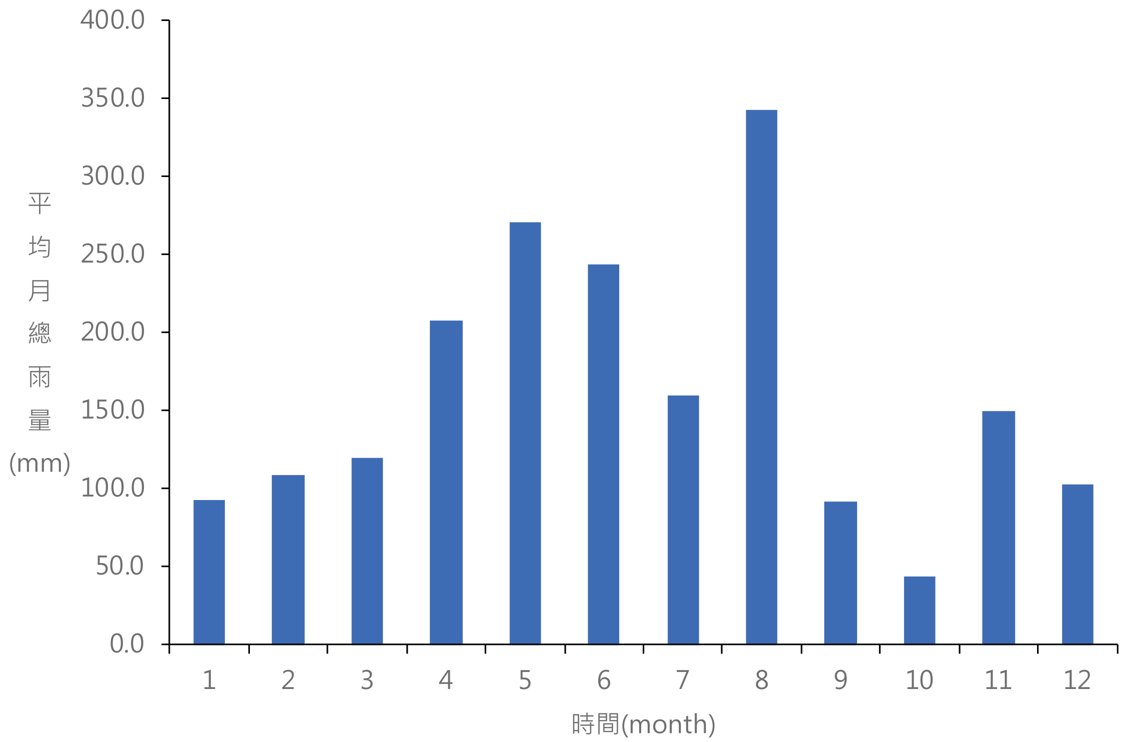


圖 2-2-1　新竹地區月平均降雨量分佈圖

表 2-2-1　氣象資料統計表

項目	平均氣溫(℃)	平均最高氣溫(℃)	平均最低氣溫(℃)	平均降雨量(mm)	平均相對溼度(%)	平均降雨日數(天)
1 月	15.0	18.9	12.9	92.3	83.3	6
2 月	15.7	19.3	13.3	108.7	84.7	15
3 月	17.5	21.3	15.1	120.0	79.8	17
4 月	21.8	25.3	18.9	207.6	78.7	13
5 月	25.4	28.7	21.9	271.2	79.6	21
6 月	28.2	31.1	24.5	243.8	77.6	14
7 月	29.1	33.0	25.8	160.2	74.8	6
8 月	28.9	32.6	25.6	343.3	76.4	7
9 月	27.3	31.0	24.1	91.9	73.7	7
10 月	24.3	27.9	21.7	43.5	72.6	6
11 月	21.9	24.9	18.6	149.8	76.6	11
12 月	17.0	21.3	15.1	103.2	78.3	15
總計				1935.5		139
平均	22.7	26.3	19.8	161.3	78.0	11.6

資料來源：中央氣象局新竹氣象站，統計期間自民國 70 年至民國 105 年。

二、水文

參考民國106年「頭前溪本流治理規劃檢討報告(初稿)」，頭前溪流域目前觀測中水位流量站計有4站，本流設有經國橋及竹林大橋兩站，支流上坪溪有上坪站(昌惠大橋)及油羅溪之內灣站(義興橋)。每年5月~10月豐水期因梅雨及颱風帶來較多雨水，為年度流量較大時期，尤以8月為流量最為豐沛之月份。

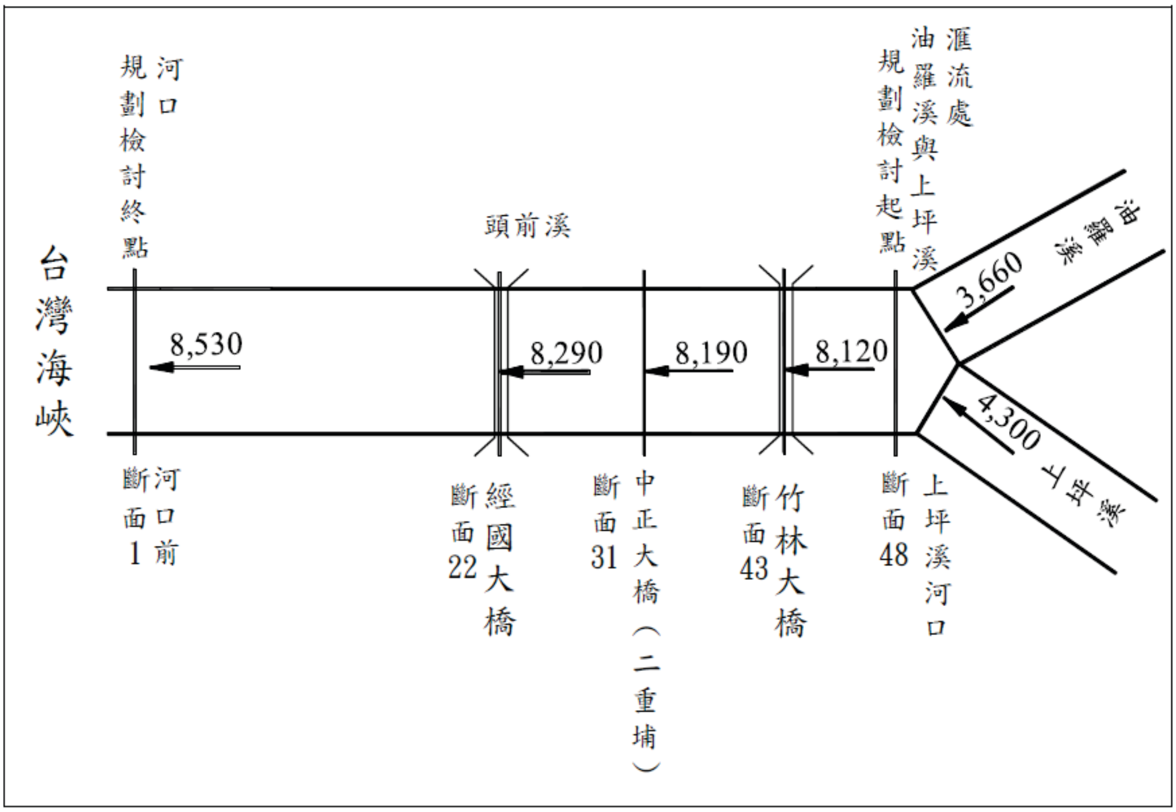
頭前溪流域集水面積約為566km^2，本流年平均逕流量約9~10億m^3，上坪溪平均逕流量約為4.8億m^3；另由歷年觀測紀錄瞬時流量較大颱風為民國93年艾利颱風、民國94年馬莎颱風、民國96年柯羅莎颱風及民國102年蘇力颱風等。

由於本計畫井址皆位於頭前溪及上坪溪高灘地，井址河防安全與河道防洪標準有關，故本計畫將蒐集頭前溪及上坪溪治理規劃檢討之頻率洪水，茲作後續評估之依據，相關結果詳如後續說明。

(一)頭前溪本流頻率洪水成果

依據民國106年「頭前溪本流治理規劃檢討報告」，頭前溪本流控制點為河口前、經國大橋、中正大橋及竹林大橋等，其各控制點洪峰流量詳如表2-2-2所示，100年重現期距洪峰流量分配圖，詳如圖2-2-2所示。

本計畫員崠3號井~7號井位於頭前溪本流竹林大橋上游河段；而頭前溪左岸及右岸備援水井皆位於經國大橋下游河段高灘地，後續評估將採用相關河段分析成果進行後續評估。



資料來源：頭前溪本流治理規劃檢討報告（初稿），民國106年

圖 2-2-2　頭前溪本流各控制點100年重現期距洪峰流量分配圖

表 2-2-2　頭前溪本流各控制點洪峰流量採用表

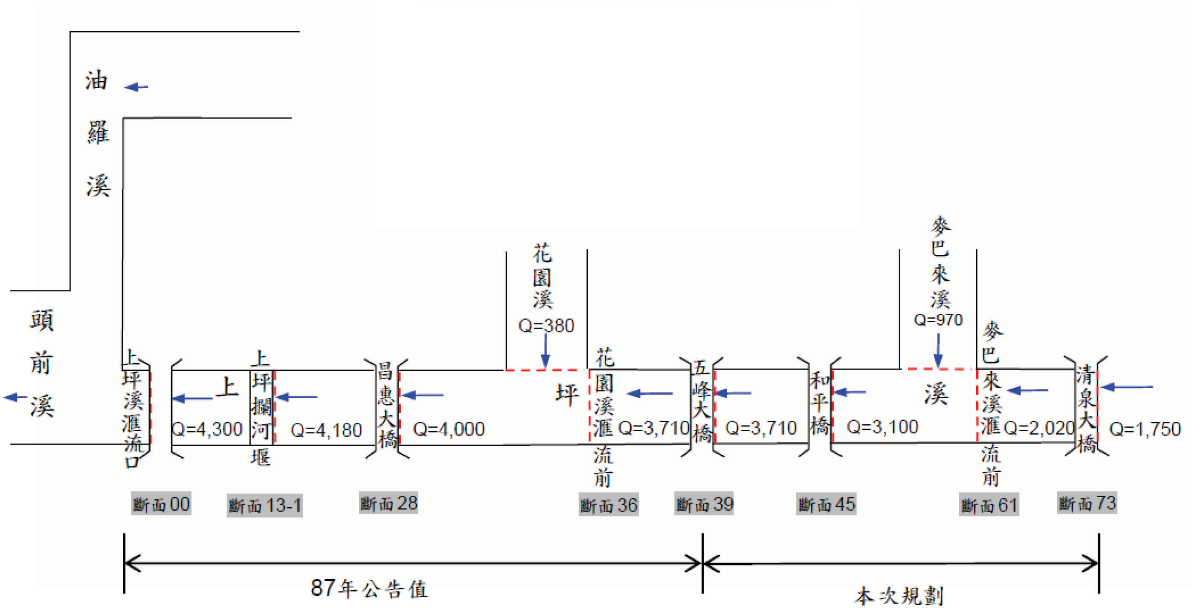
控制點	流域面積 (km^2)	各重現期距(年)							
		2	5	10	20	25	50	100	200
河口前	565.9	2,680	4,280	5,340	6,330	6,650	7,600	8,530	9,450
經國大橋	499.1	2,600	4,180	5,210	6,170	6,470	7,390	8,290	9,160
中正大橋	477.9	2,560	4,130	5,150	6,110	6,400	7,310	8,190	9,060
竹林大橋	438.8	2,510	4,070	5,080	6,040	6,330	7,240	8,120	8,990

資料來源：頭前溪本流治理規劃檢討報告（初稿），民國106年

(二)上坪溪頻率洪水成果

參考民國103年「頭前溪水系支流上坪溪治理規劃檢討」，上坪溪控制點為河口前、經國大橋、中正大橋及竹林大橋等，其各控制點洪峰流量詳如表2-2-3所示，100年重現期距洪峰流量分配圖，詳如圖2-2-3所示。

本計畫員崠1號井~2號井位於上坪溪攔河堰至匯流口之河段高灘地，有關備援水井洪水期間受災可能性將依據治理規劃檢討水文水理成果進行檢討。



資料來源：頭前溪水溪支流上坪溪治理規劃檢討，民國 103 年

圖 2-2-3　上坪溪流域各控制點 100 年重現期距洪峰流量分配圖

表 2-2-3　上坪溪流域各控制點洪峰流量採用表

控制點	流域面積 (km^2)	各重現期距(年)						
		2	5	10	25	50	100	200
上坪溪匯流口	242.1	720	1,440	2,200	2,900	3,530	4,300	5,100
上坪溪攔河堰	230.1	700	1,400	2,140	2,800	3,430	4,180	4,960
昌惠大橋	218.7	650	1,320	1,870	2,700	3,300	4,000	4,800
花園溪匯流前	189.7	600	1,220	1,730	2,500	3,060	3,710	4,450
五峰大橋	187.0	600	1,220	1,730	2,500	3,060	3,710	4,450
和平橋	176.5	830	1,440	1,840	2,350	2,730	3,100	3,480
麥巴來溪匯流前	104.5	540	9,30	1,190	1,520	1,770	2,020	2,260
清泉大橋	90.9	470	810	1,040	1,330	1,540	1,750	1,960

2-3 地形與地質

2-3-1 地形地勢

頭前溪地形由東西山岳地帶向西北遞次傾斜至沿海地區，主要特性為山地、丘陵多、平原少，流域中上游屬山岳丘陵地區，地勢最高位於宜蘭縣、台中市交接處雪山山脈為最高。下游為頭前溪沖積而成的新竹平原，而上坪溪直至上坪攔河堰始出丘陵山谷地形，除竹東大橋左岸都市計劃範圍內土地開發程度較高，其餘地區開發程度低，植披均屬良好。因而計畫區域地形上可分為丘陵區及平原區。

一、丘陵區

竹東丘陵位於頭前溪與中港溪之間，東以竹東斷層為界，西鄰台灣海峽。丘陵成標準的樹枝狀水系，東半部受中港溪支流峨眉溪及流東溪切割，西半部由客雅溪及鹽港溪切割。丘陵頂部上留有原始之臺地地層，覆蓋高度在300m以下，基盤為更新世早期之火炎山礫石層。

二、平原區

新竹沖積平原由鳳山溪及頭前溪所沖積而成，頭前溪匯流於飛鳳山丘陵西南緣，形成擴大之沖積平原，呈網狀流路。兩側之沖積平原於犁頭山附近會合，其下游形成更擴大之新竹沖積平原，沖積平原北緣有桃園市之湖口臺地與飛鳳丘陵，南緣則為竹東丘陵。

新竹備援水井位置皆位於頭前溪及上坪溪河岸高灘地，員崠地區備援水井位於上坪溪至竹林大橋上游，位處頭前溪中上游，河道坡降約為1/91，員崠地區備源井井址高程約為EL.111.74m~EL.144.24m；頭前溪新設備援水井於頭前溪橋下游，屬於頭前溪流域下游區域，河道坡將約為1/511，新設備援水井井址高程約為EL.8.51m~EL.40.02m。

備援水井皆位於河道高灘地，參考頭前溪於民國106年量測河川大斷面成果顯示，頭前下游新設井及既有井井址處與主河道河床高程差約4.0m~5.0m；上游員崠地區新設井因地形因素，高灘地與主河道河床高程差約10.0m~18.0m，由淺層地下水補注來源顯示，上游高灘地因河川高灘地高程較高，地下水受河道補注量應較小，淺層地下水可能不如下游豐沛，河道斷面與備援水井關係圖如圖2-3-1及圖2-3-2所示。

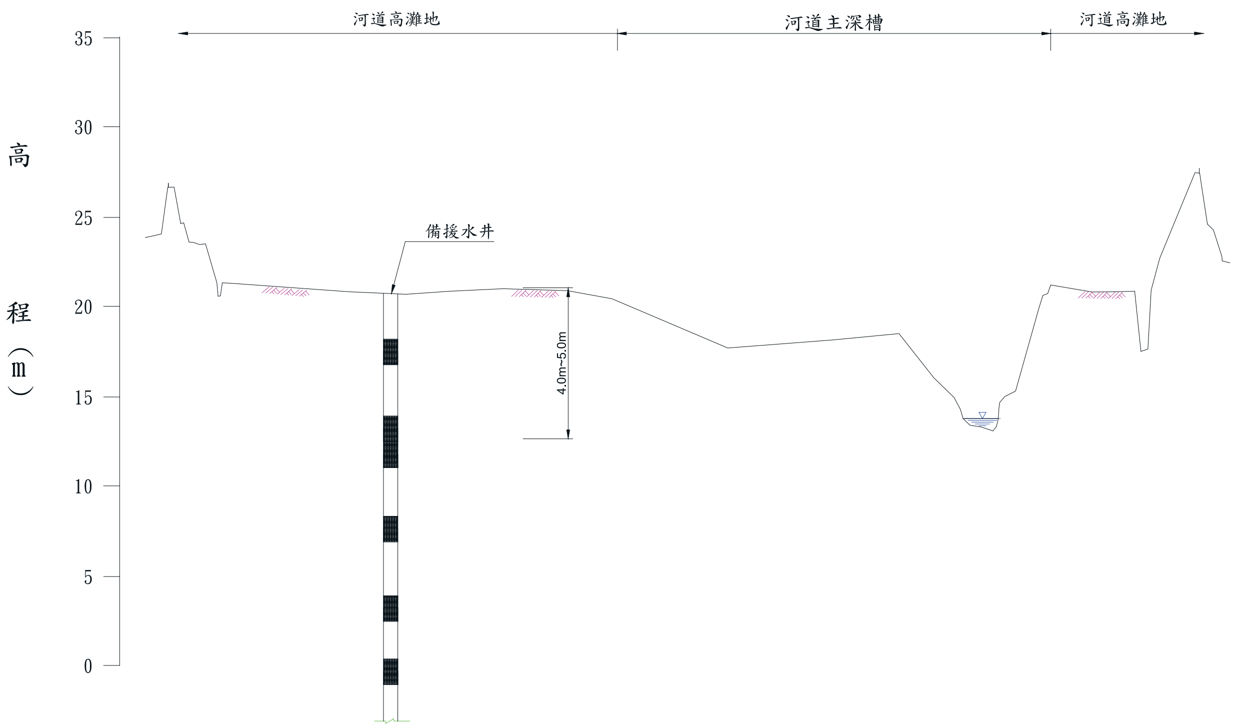


圖 2-3-1　頭前溪下游備援水井及河道主深槽關係圖(頭前溪斷面 18)

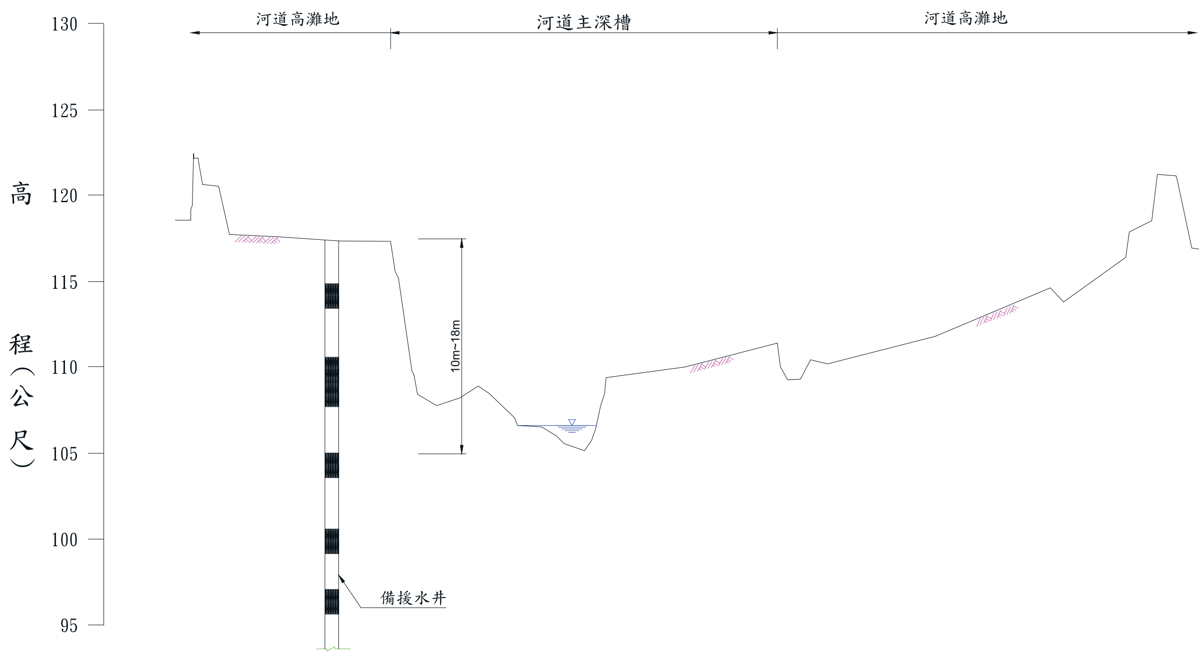


圖 2-3-2　員崠地區備援水井及河道主深槽關係圖(頭前溪斷面 46)

2-3-2 區域地質

參考何春蓀(1975、1986)所劃分之臺灣地質分區，本計畫區域內頭前溪及上坪溪屬於西部麓山帶。區域地質說明主要參考經濟部民國104年「山崩與地滑地質敏改區劃定計畫書」成果、、民國91年「台灣陸上探井評估研究」、民國82年「新竹縣寶山第二水庫可行性規劃-地表地質補充調查」等成果。

一、地層

計畫區域地質受構造控制，走向大致呈現東北-西南方向，第四紀地層由老到新依序為楊梅層照鏡段(Ymc)、楊梅層照門段(Ymm)、大茅埔礫岩(Tm)、店子湖層(Tz)、中壢層(Ch)、紅土臺地堆積層(lt)。河道、溪流、出海口以及地勢平坦的沖積平原，則容納了大量由未固結礫石、砂及泥組成的現代沖積層(a)，以及零星小範圍的階地堆積層(t)與砂丘(s)。地層分布及特性分述如下：

(一)沖積層

本計畫備援水井皆位於頭前溪流域高灘地,河道表層主要為全新世沖積層主要由礫石夾細沙或夾泥組成礫石層，參考民國91年「因應旱災需要緊急於北部地區鑿取抽水井供應民生用水計畫」評估,本層為水井之主要供水含水層。

(二)楊梅層

楊梅層分布極為廣泛，楊梅層為構成湖口台地之基盤岩層。本層主要由礫岩、砂岩及泥岩之互層組成，其中以砂岩成分較多。主要特點含有眾多原生沉積構造如交錯層、波痕粒級層、重荷鑄型、侵蝕面等構造。根據言行本層可區分為上、下兩段，下段為照鏡段，上段為照門段。由楊梅層所含化石之研究，顯示本層可和頭嵙山層對比。

1.照鏡段(Ymc)

照鏡段岩層主要分布於湖口臺地及飛鳳山丘陵地之穹林、中坑一帶，本區內寶山背斜軸部之岩層即為照鏡段。

本岩段主要由厚層砂岩和砂岩及泥岩互層所組成,由下而上砂岩比例漸次減少，於本段下部砂岩佔絕大部分，往上砂岩漸漸減少，至頂部砂岩、泥岩此例約略相等，整個岩段砂岩所佔之厚度約為泥岩之二倍。

砂岩呈淺灰色或黃灰色，細粒至粗粒，膠結相常疏鬆，膠結物主要為黏土。部分砂岩呈塊狀厚層，厚度在5m左右，厚層砂岩通常淘選不良，細砂、租砂混雜一起，部分具有明顯的粒級層構造，在厚層砂岩中交錯層之發育相當良好，主要為大型之平面狀交錯層，厚層砂岩主要在本岩段之下部出現。

本岩段上部主要為砂岩、泥岩之互層，砂岩厚度自數公分至1公尺不等，互層中之砂岩主要為細粒，淘選良好。砂岩中略帶泥質，用手搓之則形成粉末狀散落。在本岩段下部有一層厚約8公尺深灰色砂質泥岩，內有一貝額化石帶，延展甚達，可為良好的指準層。

根據本岩段所顯示之地層層序及沈積構造，推測其當時的沈積環境應為三角洲平原(塗明寬和陳文政，1984)。厚度於800m以上。照鏡段整合覆於卓蘭層之上，整合伏於照門段之下。本段岩層照鏡段和汶水坑岸總和，可與頭嵙山層下段砂岩層相對比。

2.照門段(Ymm)

本岩段主要由礫岩、砂岩及泥岩之互層組成，本段由下而上。礫岩所估比例逐漸增多，礫石主要為中新世沈積岩，直徑大小自數公分至20公分。礫石間的填充物主要為細粒砂泥，少部分為鈣質物。砂岩呈淺灰色或淺黃色，細粒至極粗粒，膠結疏鬆，細粒砂岩淘選較為優良。泥岩主要呈青灰色，部分具砂質則呈淺灰色。本段上部之礫岩、砂岩、泥岩常依序由下而上形成顆粒向上漸粗的層序。照門段岩層含有多種沈積構造，包括平較狀交錯層、槽狀交錯層、粒級層、大型波痕構造、崩移構造重荷鑄型、球枕狀構造等。厚度約為350m。

照門段可與頭嵙山層中段的過渡帶岩層相對比，亦可和香山層中的礫岩段相對比。照門段之岩層整合覆在照鏡段之上，與上覆岩層大茅埔礫岩亦應為整合關係，但局部有不整合之現象。

(三)大茅埔礫岩(Tm)

大茅埔礫岩主要由礫岩組成，推測年帶應屬更新世晚期，偶含砂岩透鏡體，礫石以沈積岩為主，其中以石英岩和堅硬的砂岩佔大部分，少數為基性火成岩或砂質頁岩。礫石形狀為圓形至次圓形，直徑大小在數公分到1公尺之間。礫岩的淘選度通常欠佳。礫岩中礫石常呈現覆瓦狀的排列，可指示古水流的方向。厚度約為80m，大茅埔礫岩整合覆於楊

梅層照門段岩層之上，但局部地區似有不整合現象。

大茅埔礫岩與上伏的臺地堆積物為不整合接觸。本岩層與楊梅層整體觀之，應可對比臺灣中部地區之頭嵙山層。而大茅埔礫岩可和頭嵙山層上段礫岩段相對比。

(四)店子湖層(Tz)

主要由下部的碟石層和上部的紅土層組成。礫石主要為白色石英岩、暗灰色矽質砂岩、淺灰色砂岩等，另偶合少量的黑色玄武岩。礫石直徑通常在10cm~30cm之間，亦有達1m以上者。礫石層與上蓋之紅土層間大致為逐漸轉化關係，通常此關係為下部未受紅土化作用之礫石層，往上轉為礫石表面稍受分解，再上則變為黃棕色黏土，並含夾小岩塊，最上部則移化為紅土。店子湖層與下伏岩層大茅埔碟岩或楊梅層呈不整合接觸。

(五)卓蘭層

卓蘭層由砂岩、粉砂岩、泥岩及頁岩的互層所組成。由於砂岩和頁岩抗蝕力不等，在適當傾角下，常形成單面山或豬背嶺地形。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色、細粒、略含雲母質，膠結疏鬆，而曾受石灰質溶液浸染部分則較堅硬。砂岩層厚自10cm至2m。頁岩和泥岩呈現青灰或暗灰色，一般層厚在20cm~25cm，部分地方則有較厚的頁岩層。本層主要為遠濱至濱面之沉積物。

(六)錦水頁岩

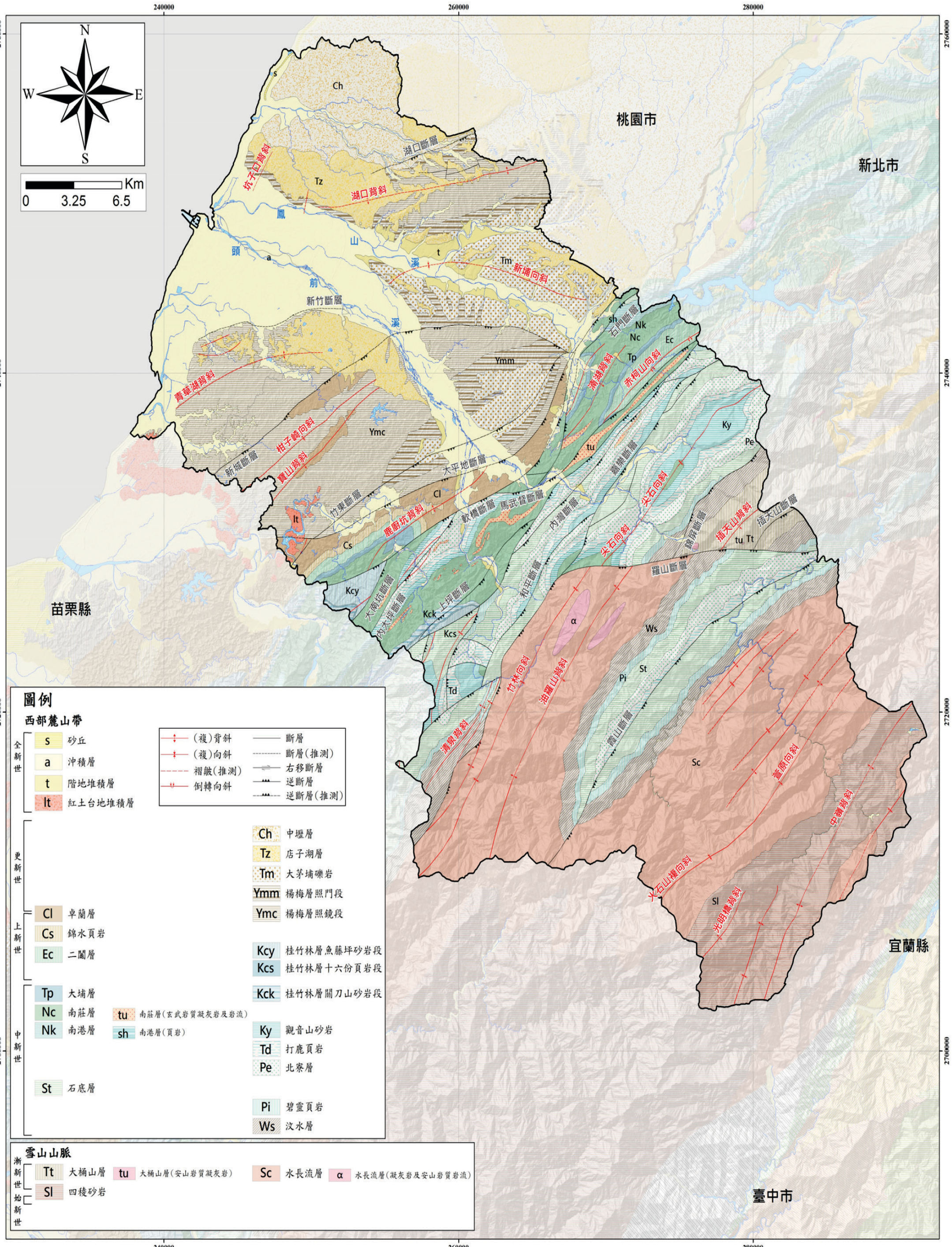
錦水頁岩岩性以深灰色頁岩為主，通常夾有暗灰色圖凸鏡狀砂岩層以及粉砂岩和泥岩之薄層。頁岩岩質軟弱，乾燥時多碎裂成不規則碎片，並具球狀風化玻璃構造。

(七)桂竹林層

桂竹林層之關刀山砂岩段以青灰色至深灰色泥質砂岩為主，常夾砂岩與頁岩之薄互層。砂岩多呈塊狀，常富含石灰質，岩質堅硬，在地形上呈俊俏崖谷。

為便於比對本計畫既有井及新設井於地質圖之相對位置，將區域地質圖套繪鑽井位置，相關地質圖詳圖2-3-4及圖2-3-5，相關孔位資料及鑽井推估沖積層之下伏地層詳表2-3-1。由表可知，大部分鑽井沖積層之下

伏地層主要為楊梅層照門段，僅少數鑽井位於楊梅層照鏡段(AH-01)及大茅埔礫岩(AH-04、AH-05)，下伏地層由老至新依序為楊梅層照鏡段(Ymc)，岩性主要為砂岩、泥岩之互層，對比至頭嵙山層下段砂岩層；楊梅層照門段(Ymm)主要岩性為礫岩、砂岩及泥岩之互層組成，對比至頭嵙山層中段的過渡帶岩層；大茅埔礫岩(Tm)主要由礫岩組成，對比至頭嵙山層上段礫岩段。



資料來源：山崩與地滑地質敏改區劃定計畫書，經濟部，民國 104 年

圖 2-3-3　新竹縣市區域地質圖

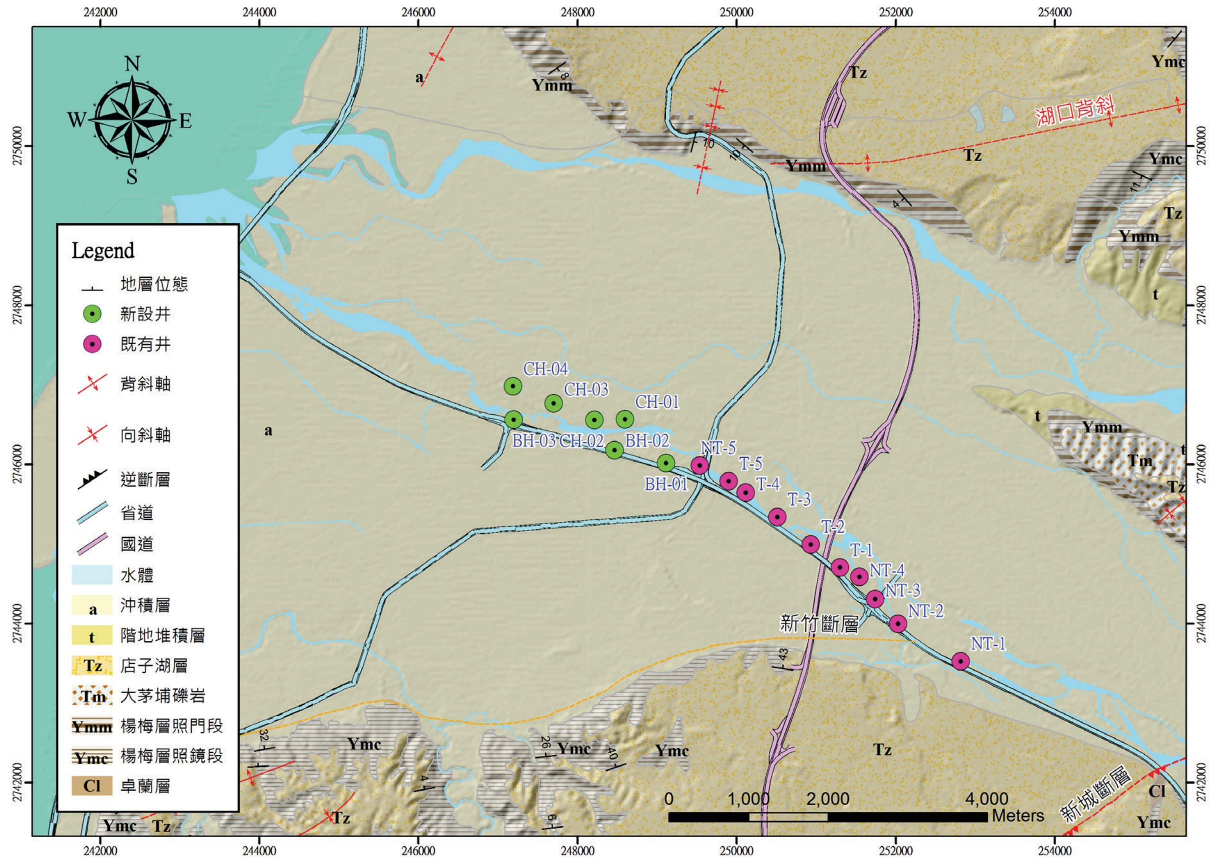


圖 2-3-4　本計畫頭前溪新設及既有井流域地質位置套繪圖

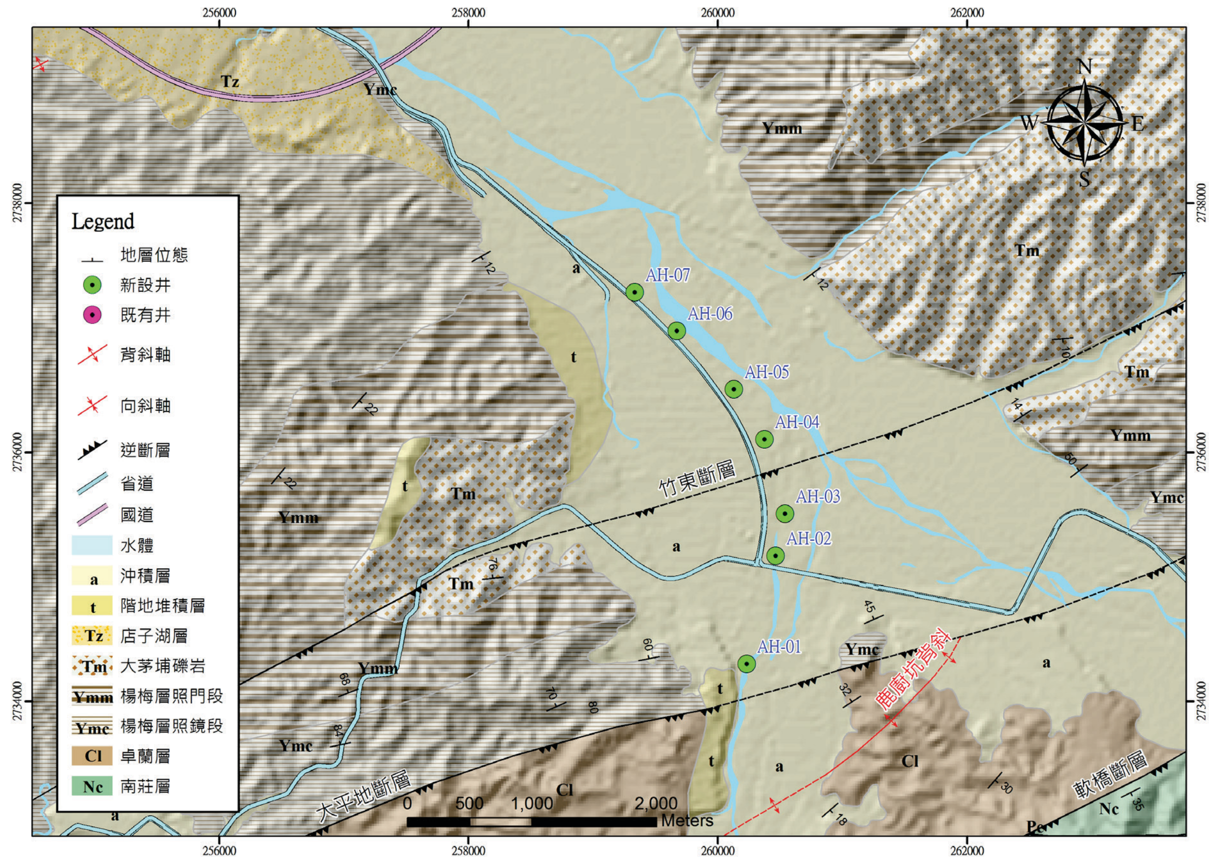


圖 2-3-5　本計畫員崠地區新設井流域地質位置套繪圖

表 2-3-1　流域地質圖井位對照表

井群名稱	套繪圖井號	井名	推估沖積層下伏地層	備註
頭前溪既有井	NT-1	頭前溪新 1 號井	楊梅層照門段	
	NT-2	頭前溪新 2 號井	楊梅層照門段	
	NT-3	頭前溪新 3 號井	楊梅層照門段	
	NT-4	頭前溪新 4 號井	楊梅層照門段	
	NT-5	頭前溪新 5 號井	楊梅層照門段	
	T-1	頭前溪 1 號井	楊梅層照門段	
	T-2	頭前溪 2 號井	楊梅層照門段	
	T-3	頭前溪 3 號井	楊梅層照門段	
	T-4	頭前溪 4 號井	楊梅層照門段	
	T-5	頭前溪 5 號井	楊梅層照門段	
頭前溪新設井	BH-01	頭前溪左岸 1 號井	楊梅層照門段	
	BH-02	頭前溪左岸 2 號井	楊梅層照門段	
	BH-03	頭前溪左岸 3 號井	楊梅層照門段	電井測試驗井 BD1
	CH-01	頭前溪右岸 1 號井	楊梅層照門段	電井測試驗井 BD3
	CH-02	頭前溪右岸 2 號井	楊梅層照門段	
	CH-03	頭前溪右岸 3 號井	楊梅層照門段	
	CH-04	頭前溪右岸 4 號井	楊梅層照門段	電井測試驗井 BD2
員崠地區新設井	AH-01	員崠 1 號井	楊梅層照鏡段	電井測試驗井 BD4
	AH-02	員崠 2 號井	楊梅層照門段	
	AH-03	員崠 3 號井	楊梅層照門段	
	AH-04	員崠 4 號井	大茅埔礫岩	電井測試驗井 BD5
	AH-05	員崠 5 號井	大茅埔礫岩	
	AH-06	員崠 6 號井	楊梅層照門段	
	AH-07	員崠 7 號井	楊梅層照門段	電井測試驗井 BD6

二、地質構造

計畫區域由西北至東南依序為新竹斷層、竹東斷層及大平地斷層，茲分述如下：

(一)新竹斷層

新竹斷層位於竹東丘陵西北緣地帶，位於丘陵地與新竹平原的交會附近，以區域性構造為逆衝系統的前緣斷層之一。參考經濟部民國104年「活動斷層地質敏感區劃定計畫書」成果，顯示過去調查普遍認為斷層兩側岩層位態具有差異，是否為褶皺或斷層作用造成則無法判別，且較陡之岩層為楊梅層，斷層的傾角則大約是30度向南傾斜，上盤地層具有中~高角度傾斜之特徵，下盤地層則相當平緩。

(二)竹東斷層

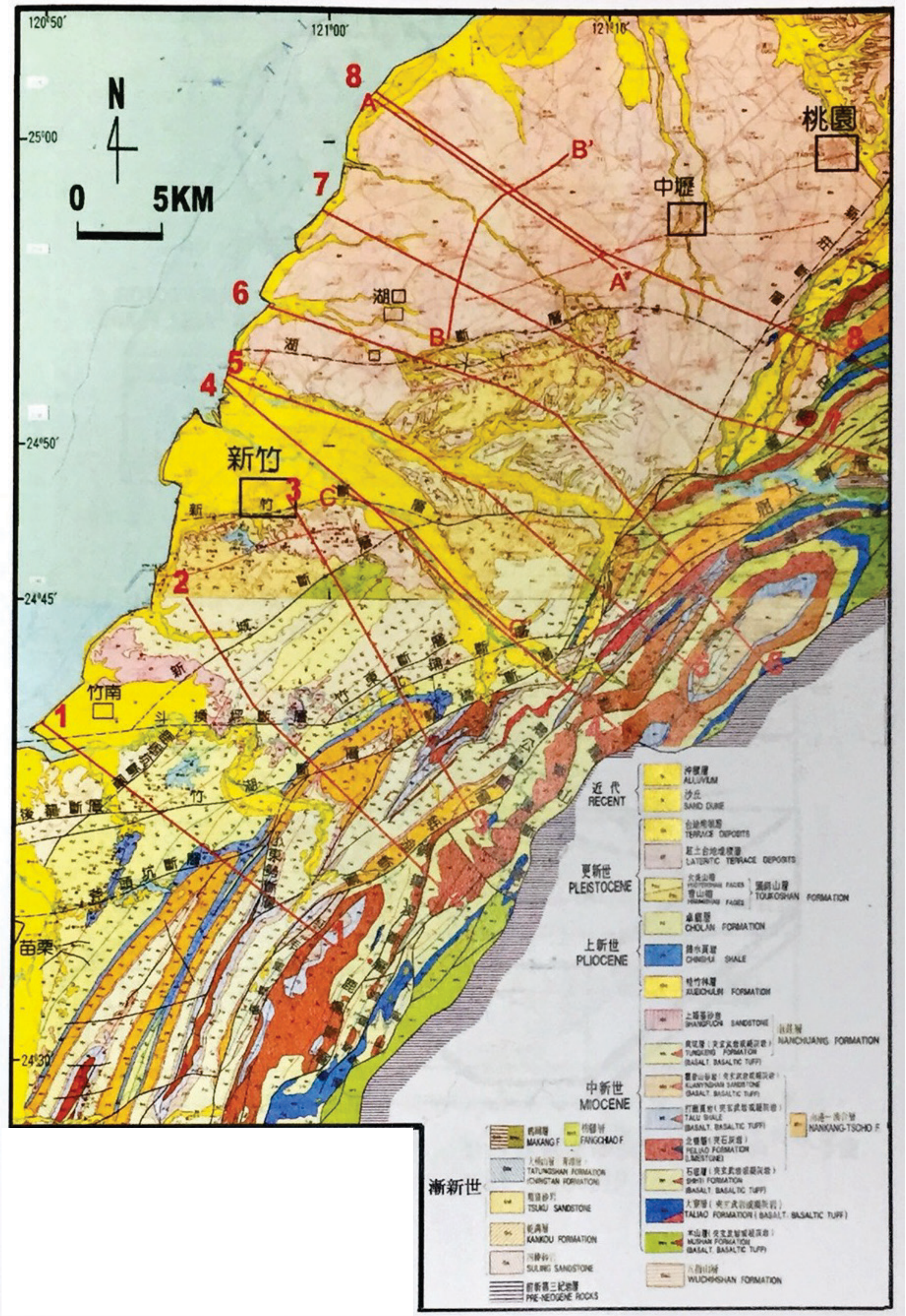
竹東斷層位於竹東至小北埔之台地東緣，呈北東走向為一向斜斷層，其斷層跡均位於楊梅層內，應為發生於楊梅層內的一向斜構造，本斷層屬逆衝性質，斷層以高角度向東南傾斜，層位落差不大，約於20m~30m以內。

(三)大平地斷層

本斷層位於竹東斷層之東南側，呈北東走向竹東斷層約略平行排列。亦為斷面傾向東南之高角度逆斷層，斷層東南側由卓蘭層之岩層組成，西北側為降側，由楊梅層組成。

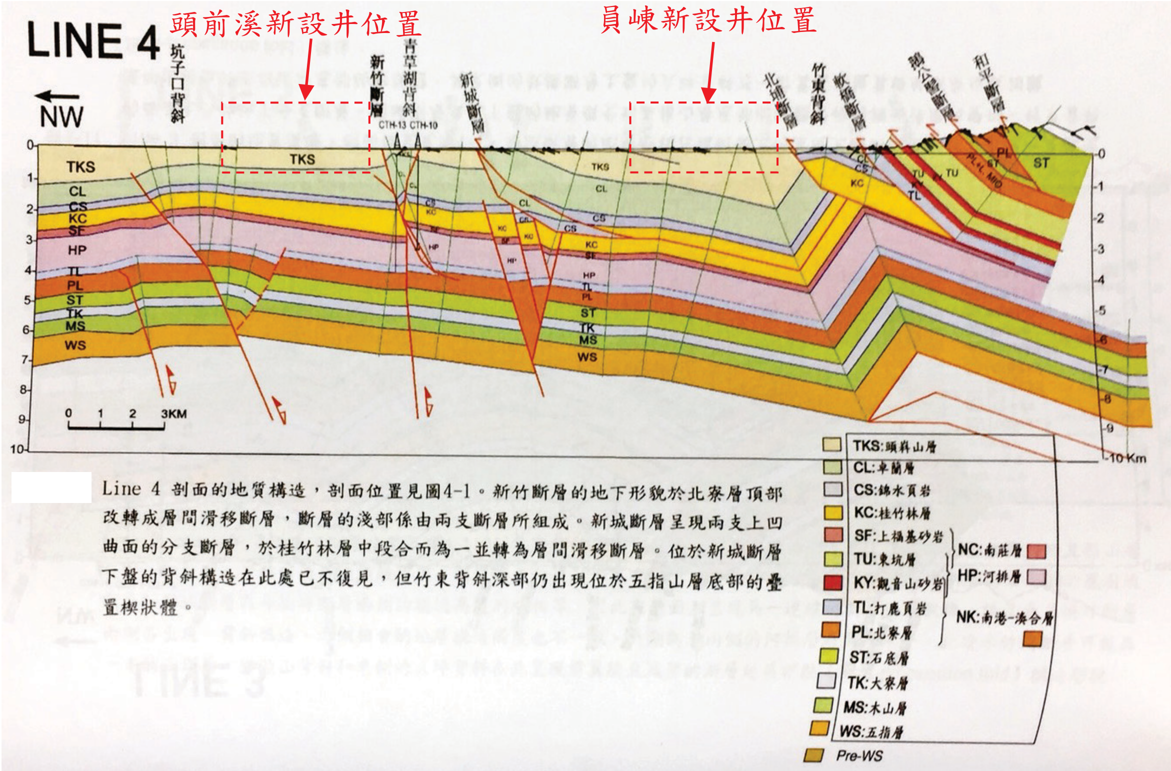
三、構造地質剖面概述

參考民國91年「台灣陸上探井評估研究」成果，針對竹苗地區劃設8條構造地質剖面，相關位置如圖2-3-6~圖2-3-7所示，其中Line-4通過頭前溪與本案計畫範圍鄰近，由構造地質圖可知，員崠新設井位於北埔斷層(大平地斷層)下游，員崠新設井深度約略為80m，對應剖面圖基底岩層應為頭嵙山層(楊梅層)；頭前溪新設井位置落於新竹斷層以下游河道地區，備援水井深度預計為80m，對應剖面圖可知，基底岩層同為頭嵙山層(楊梅層)。



資料來源：台灣陸上探井評估研究，經濟部，民國 91 年

圖 2-3-6　竹苗地區區域構造剖面位置圖

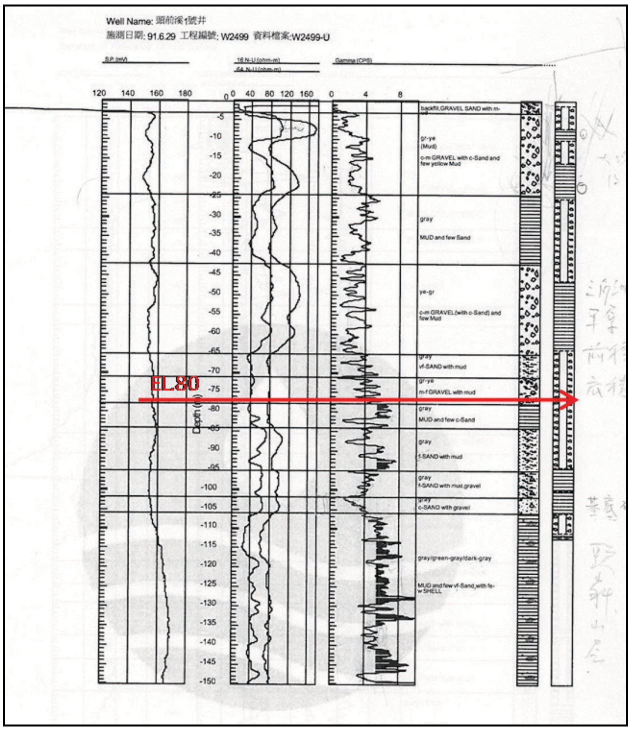


資料來源：台灣陸上探井評估研究，經濟部，民國 91 年

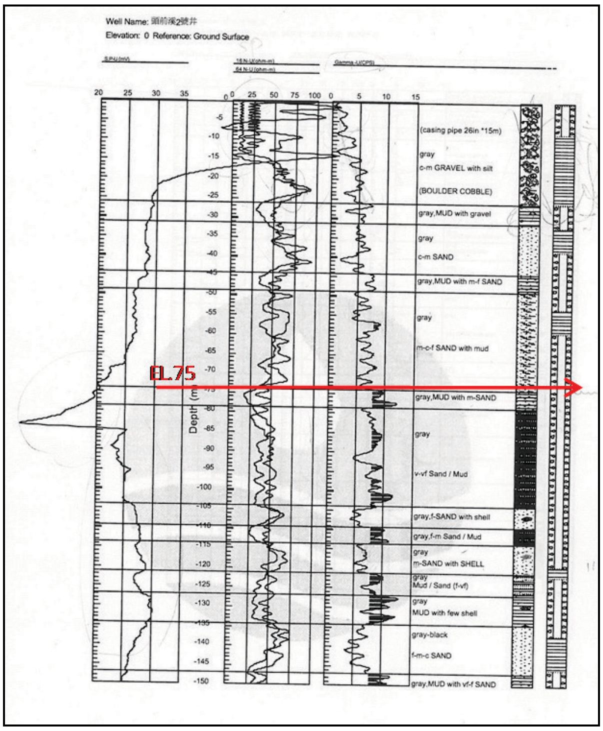
圖 2-3-7　頭前溪區域構造剖面圖

2-3-3　頭前溪既有備援水井地質分布

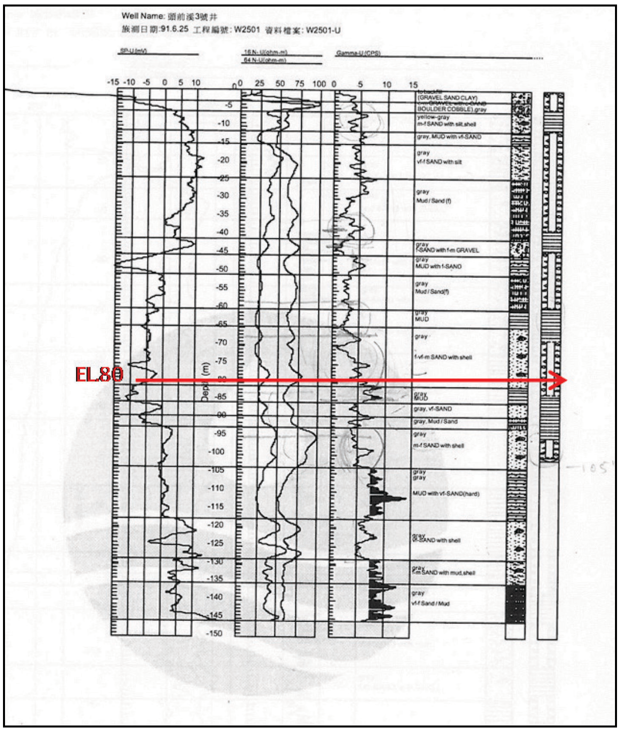
頭前溪既有備援水井施作期間皆有採用電井測之地球物理探測方法進行地層判釋，其成果如圖2-3-8~圖2-3-10所示，由圖顯示新竹地區較厚之泥岩砂岩互層沉積環境約於各井之23m~128m，可能與下游河道沉積有關，由既有井井篩設置及出水情況，泥岩砂岩互層仍為可取水之含水層，後續地質鑽探調查評估時，將納入一併討論。



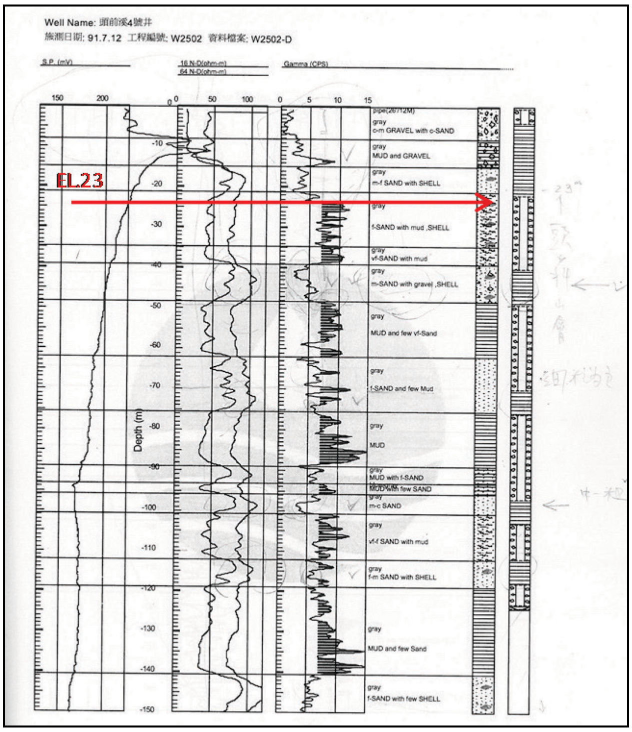
a.頭前溪一號電井測成果



b.頭前溪二號電井測成果

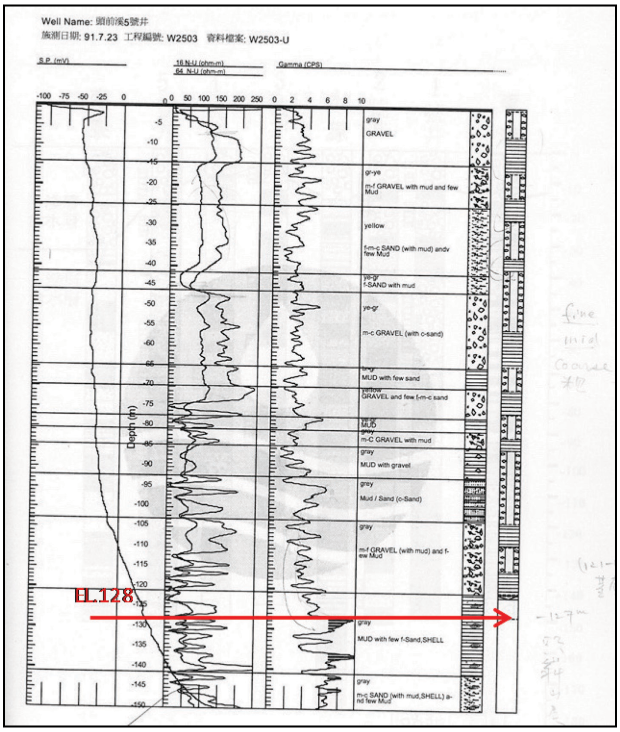


c.頭前溪三號電井測成果

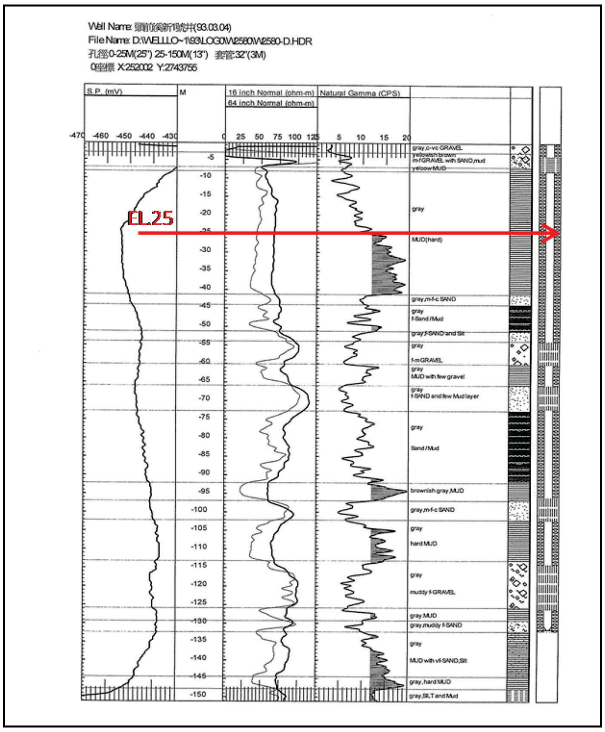


d.頭前溪四號電井測成果

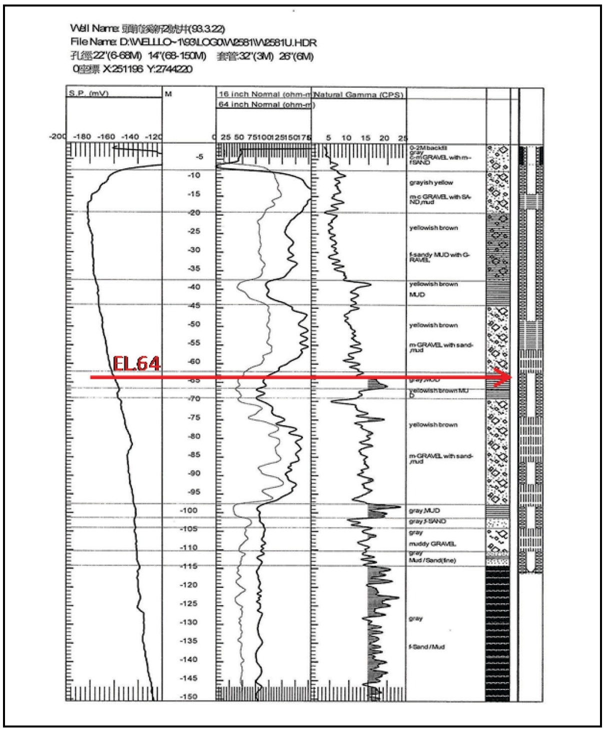
圖 2-3-8　既有備援水井電井測成果(1)



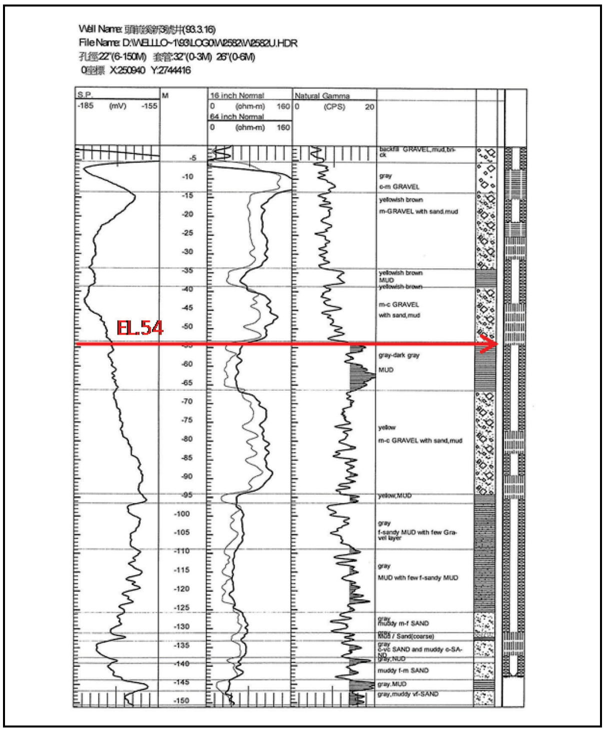
e.頭前溪五號電井測成果



f.頭前溪新一號電井測成果

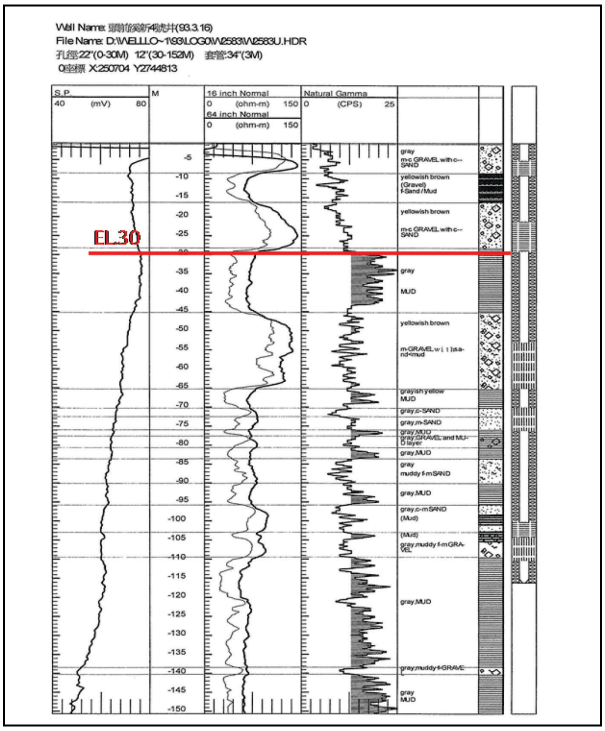


g.頭前溪新二號電井測成果

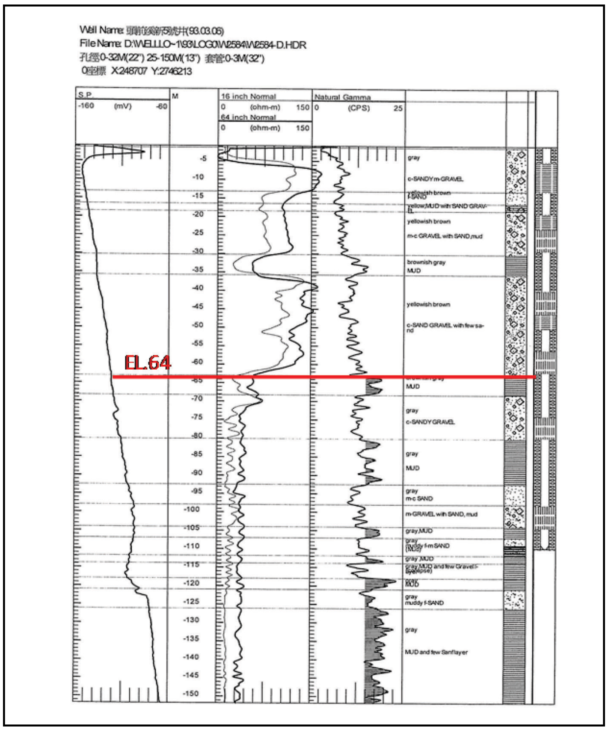


h.頭前溪新三號電井測成果

圖 2-3-9　既有備援水井電井測成果(2)



i.頭前溪新四號電井測成果



j.頭前溪新五號電井測成果

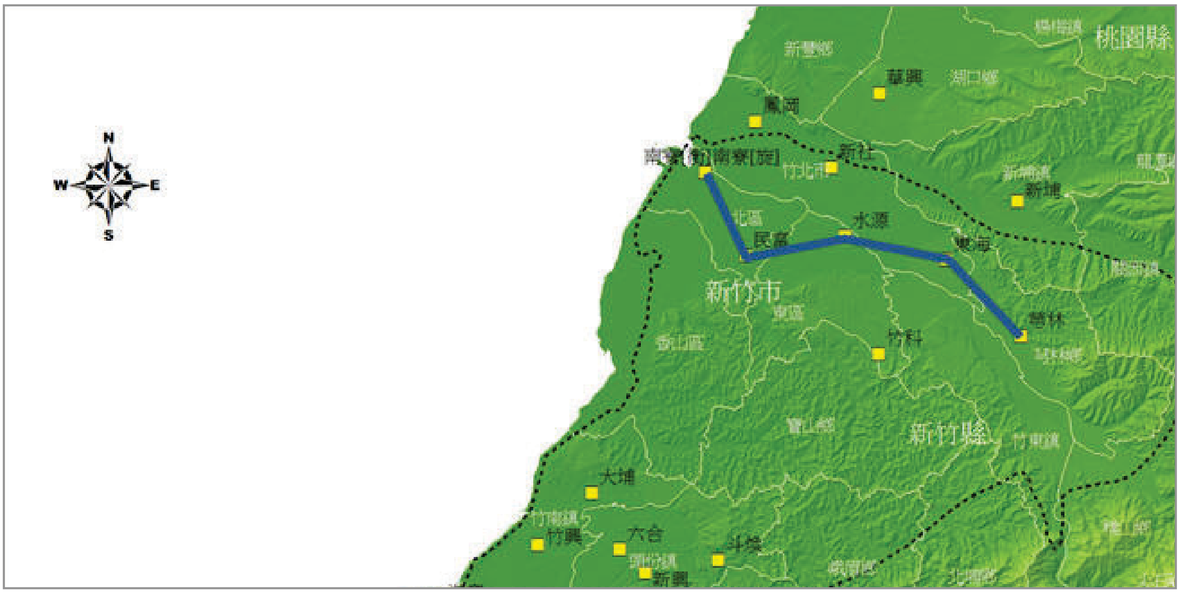
圖 2-3-10　既有備援水井電井測成果(3)

2-4　新竹地區地下水概況

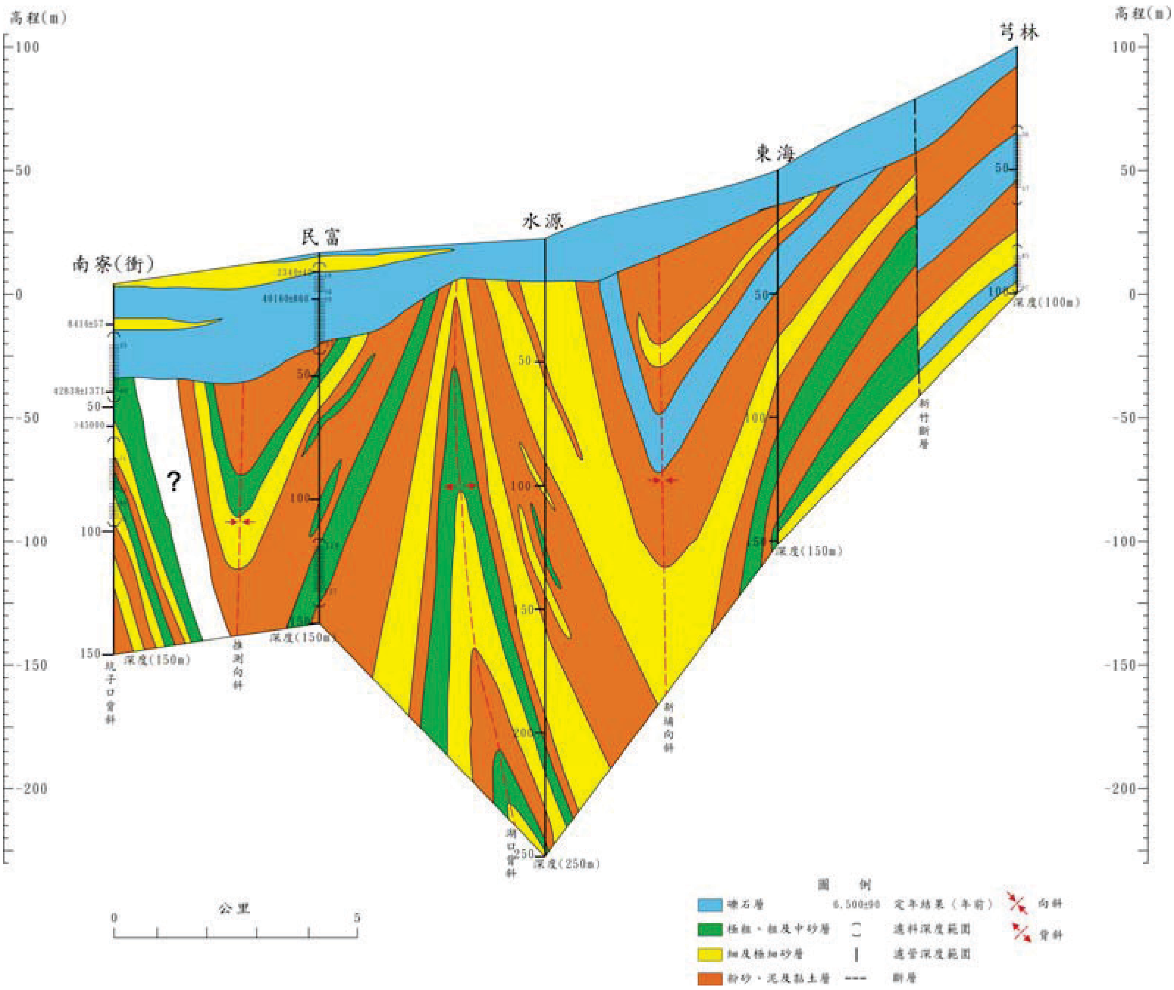
2-4-1　區域水文地質概況

新竹備援水井設置於頭前溪流域高灘地，屬於九大地下水資源分區之新苗地區，沖積平原由全新世的沖積層構成，而台地或丘陵區沉積物受到成岩作用的影響，已有些微的膠結現象，屬更新世之頭嵙山層地層，兩者均以礫石及砂、泥互層為主。地質構造在新苗地區普遍存在，影響到地下水系統的分布情況與複雜程度。新苗地區大部分沖積層之厚度僅20m，且侷限於河道兩側，另外，不同水系之沖積層幾乎不存在相關性，故水文系統極為複雜，且自成格局。

新苗地區另因地質構造複雜，且目前之分層水位觀測資料多集中在全新世的沖積層，故以現有地形、地層、構造及透水係數的資料，僅能將新苗地區的含水層大致分為兩大類。大致上，一類為較年輕的全新世含水層，包含全新世沖積層及全新世階地堆積層；第二類為較老的更新世含水層，包含更新世台地堆積、店子湖層及頭嵙山層，水文地質剖面圖詳圖2-4-1所示。



(a) 水文地質剖面位置



(b) 水文地質剖面

資料來源：地下水觀測站網檢討及規劃，經濟部水利署，民國 99 年 12 月

圖 2-4-1　新竹平原水文地質剖面圖

由水文地質剖面圖顯示地下水層呈水平分布，主要補助源來自雨水或溪水，深層地下水層受構造影響，形成許多獨立小系統，地下水補注主要源自上游河川或山麓集水區。

2-4-2 區域水質概況

一、環保署監測資料

為探討新竹地區區域地下水水質情形，遂蒐集行政院環保署近10年之監測資料，以區域調查資料，初步評估備援井位之合適性。

新竹地區屬於10大地下水區之新苗地區，新竹縣、市地下水監測井計有31口(統計至民國106年)，其相關位置圖詳如圖2-4-2及監測井基本資料詳表2-4-1所示；採樣評估項目計有總硬度、總溶解固體、氯鹽、氨氮、硝酸鹽氮、硫酸鹽、總有機碳、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鋅、鐵、錳及總酚等16項。水質評估標準採用「地下水污染監測標準」及「地下水污染監測標準」進行評估地下水體水質條件。

新竹縣市環保署歷年監測資料彙整詳如表2-4-1~表2-4-3所示，由成果顯示，新竹市歷年監測資料主要為氨氮、鐵及錳三項指標，常有超過標準之情勢；而新竹縣歷年監測資料經常性超過標準項目主要為鐵及錳等指標，而氨氮項目於民國100年後皆符合標準，。

參考「100年度地下水水質檢測分析與評估」分析成果顯示，由於鐵與錳氧化物與氫氧化物屬地層沉積物中含量較豐之礦物成分，於還原環境中，此等礦物容易發生還原作用，而還原態的鐵與錳離子多以溶解狀態出現於水體，造成地下水鐵與錳濃度偏高，與別地下水區域超標率60%相較，新竹縣市地區水質鐵、錳等超標率低於30%，尚屬良好，且本計畫汲取水源將輸送至隆恩堰分水工及員崠淨水場處理，應無水質不良之疑慮。

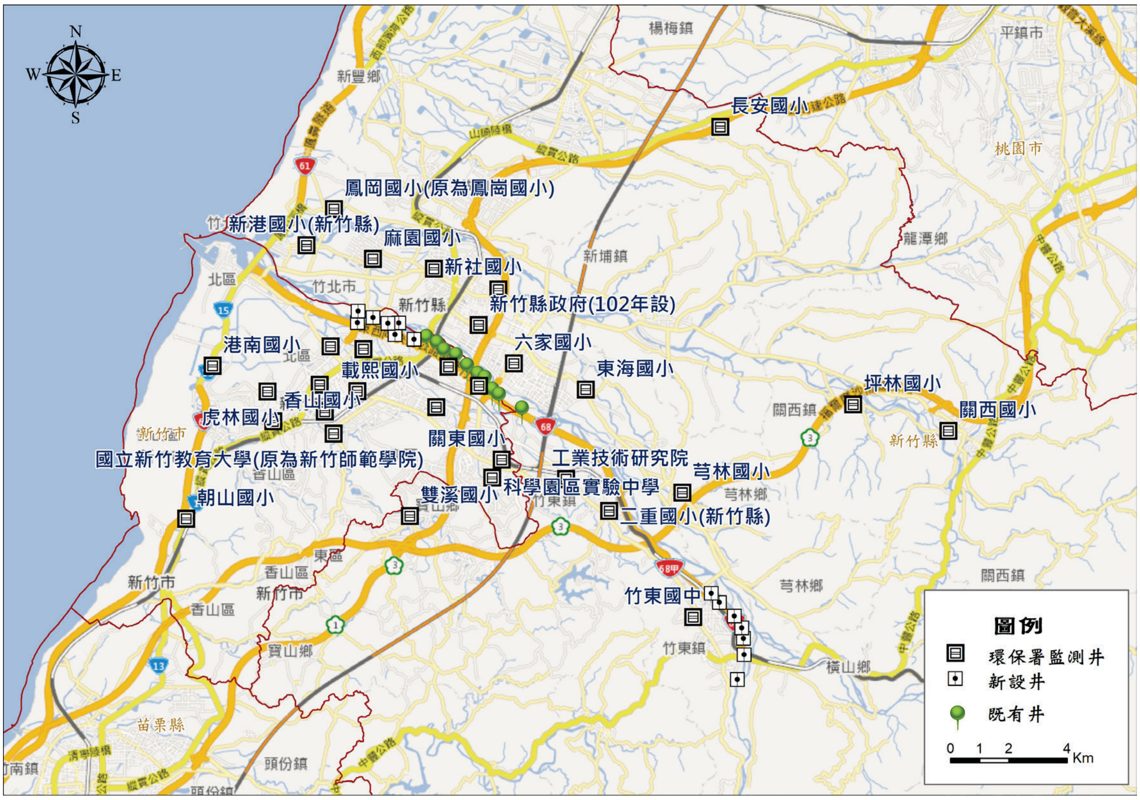


圖 2-4-2　新竹縣市區域性地下水監測井分布圖

表 2-4-1　新竹縣市區域性地下水監測井(1/2)

項次	站名	所屬縣市	所屬鄉鎮市區	X 座標 (TWD97)	Y 座標 (TWD97)	站址
1	長安國小	新竹縣	湖口鄉	259627.51	2753292	湖口鄉長安村長春路 50 號
2	坪林國小	新竹縣	關西鎮	264204.83	2743759	關西鎮上林里坪林 11 號
3	新竹縣政府(102 年設)	新竹縣	竹北市	251325.09	2746494	新竹北市光明六路 10 號
4	中正國小(新竹縣 102 年設)	新竹縣	竹北市	252003.27	2747708	竹北市中山路 190 號
5	光華國中	新竹市	東區	247362.36	2745666	新竹市光華北街 10 號
6	朝山國小	新竹市	香山區	241269.53	2739832	新竹市香山區中華路五段 648 巷 126 號
7	六家國小	新竹縣	竹北市	252532.91	2745176	新竹縣嘉興路 62 號
8	科學園區實驗中學	新竹市	北區	251792.36	2741244	新竹市介壽路 300 號
9	關東國小	新竹市	北區	252120.71	2741863	新竹市東區關東路 53 號
10	建功國小(新竹市)	新竹市	北區	249864.94	2743674	新竹市建功一路 104 巷 22 號

資料來源：水質年報，行政院環保署。

表 2-4-1　新竹縣市區域性地下水監測井(2/2)

項次	站名	所屬縣市	所屬鄉鎮市區	X 座標 (TWD97)	Y 座標 (TWD97)	站址
11	國立新竹教育大學(原為新竹師範學院)	新竹市	北區	246341.17	2742760	新竹市南大路 521 號
12	國立新竹教育大學附設實驗國民小學(原為新竹師範學院附設小學)	新竹市	東區	246033.01	2743519	新竹市四維路 47 號
13	水源國小	新竹市	北區	250287.72	2745051	新竹市仰德路 11 號
14	民富國小	新竹市	東區	245860.5	2744440	新竹市西大路 561 號
15	虎林國小	新竹市	香山區	244068.46	2744210	新竹市延平路二段 78 號
16	千甲里活動中心	新竹市	北區	251338.13	2744407	新竹市千里路 387 號
17	載熙國小	新竹市	東區	246237.04	2745760	新竹市東大路二段 386 號
18	二重國小(新竹縣)	新竹縣	竹東鎮	255805.8	2740107	竹東鎮二重里光明路 32 號
19	工業技術研究院	新竹縣	竹東鎮	254337.07	2741199	竹東鎮中興路四段 195 號
20	芎林國小	新竹縣	芎林鄉	258322.71	2740740	芎林鄉文林村文山路 288 號
21	東海國小	新竹縣	竹北市	255008.61	2744277	竹北市東興路一段 839 號
22	關西國小	新竹縣	關西鎮	267478.14	2742860	關西鎮西安里中山路 126 號
23	新社國小	新竹縣	竹北市	249788.98	2748420	新竹縣竹北市新社里 40 號
24	麻園國小	新竹縣	竹北市	247694.22	2748766	新竹縣新竹市麻園里 60 號之 2
25	新港國小(新竹縣)	新竹縣	竹北市	245405.9	2749223	新竹縣竹北市長青路一段 333 巷 135 號
26	鳳岡國小(原為鳳崗國小)	新竹縣	竹北市	246351.35	2750472	新竹縣竹北市大義里鳳岡路 3 段 200 號
27	竹東國中	新竹縣	竹東鎮	258705.83	2736457	竹東鎮康寧路 45 號
28	雙溪國小	新竹縣	寶山鄉	248964.36	2739936	寶山鄉雙溪村雙園路 84 號
29	香山國小	新竹市	香山區	244261.03	2743185	香山區牛埔東路 260 號
30	東門國小(新竹市)	新竹市	北區	247155.6	2744217	新竹市民族路 33 號
31	港南國小	新竹市	香山區	242179.73	2745097	新竹市港南里海埔路 171 巷 91 號

資料來源：水質年報，行政院環保署。

表 2-4-2　新竹市民國 95 年至民國 106 年環保署地下水質監測通過比率彙整表

檢測年度(民國)	檢測項目通過率(%)																
	總硬度	總溶解固體	氯鹽	氨氮	硝酸鹽氮	硫酸鹽	總有機碳	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鋅	鐵	錳	總酚	氰鹽
95	100	100	100	69.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91.1	80.4	-	-
96	100	100	100	92.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.4	82.1	-	-
97	100	100	100	74.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.4	83.3	-	-
98	100	100	100	67.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87.5	80.4	-	-
99	100	100	100	58.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83.3	72.2	-	-
100	100	100	100	62.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85	65	-	-
101	100	100	100	71.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84.2	71.1	-	-
102	100	100	100	71.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84.2	68.4	-	-
103	100	100	100	64.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	89.2	81.1	100	100
104	100	100	100	56.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	69.6	100	100
105	100	100	100	60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85	75	100	100
106	100	100	100	60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85	75	100	100

資料來源：水質年報，行政院環保署。

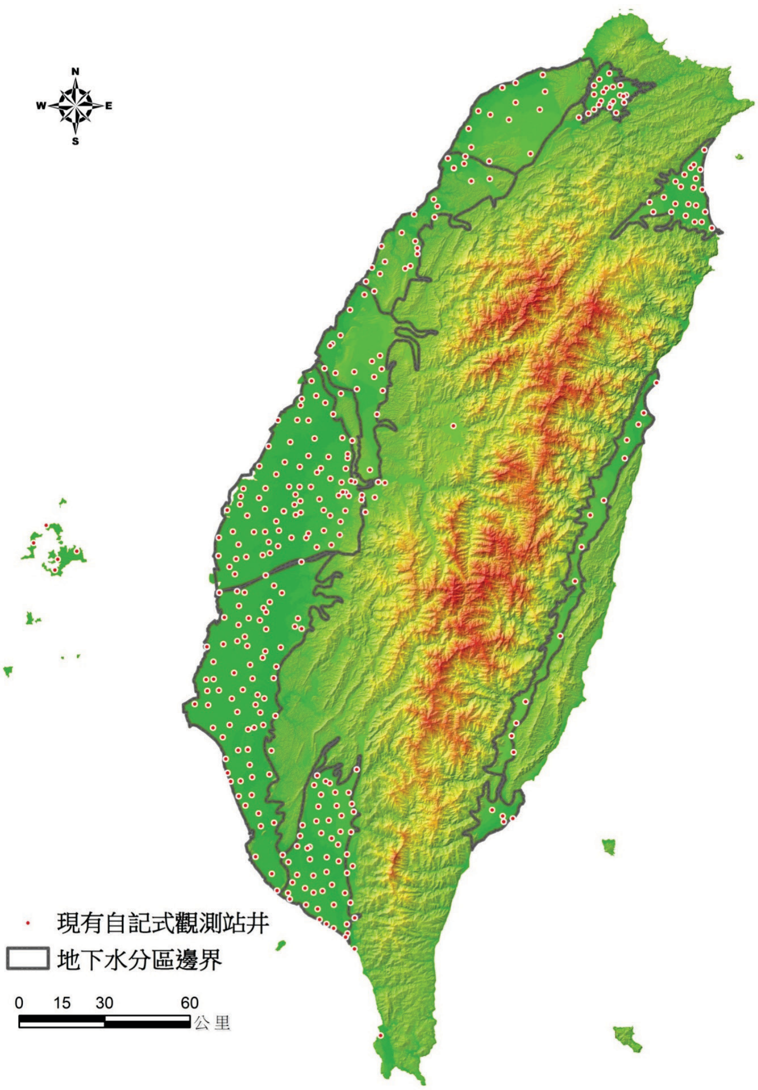
表 2-4-3　新竹縣民國 95 年至民國 106 年環保署地下水質監測通過比率彙整表

檢測年度(民國)	檢測項目通過率(%)															
	總硬度	總溶解固體	氯鹽	氨氮	硝酸鹽氮	硫酸鹽	總有機碳	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鋅	鐵	錳	總酚	氟鹽
95	100	100	100	95.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83.3	75	-	-
96	100	100	100	69.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	89.1	78.2	-	-
97	100	100	100	92.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80.8	75	-	-
98	100	100	100	92.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	86.8	79.2	-	-
99	100	100	100	87.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87.5	81.3	-	-
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87.5	75	-	-
101	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80.8	84.6	-	-
102	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80.8	76.9	-	-
103	100	97.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85.3	79.4	100	100
104	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	78.1	78.1	100	100
105	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83.3	80.6	100	100
106	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83.3	80.6	100	100

資料來源：水質年報，行政院環保署。

二、水利署調查成果

參考民國106年「地下水水質檢測分析與評估計畫」成果，統計至106年水利署已於本區建置之地下水觀測井計50口，相關分佈詳圖2-4-3。新苗地區地下水鹽化之情形，由氯鹽與硫酸鹽之檢測數據研析，應可分為海水影響與地層中硫酸鹽礦物的溶解兩部分，由於地層中硫酸鹽礦物的溶出，同時釋出鈣、鎂等離子使水中硬度增加，以致造成高硫酸鹽濃度與低氯鹽濃度等情形。此因子代表氧化還原因子，在氧化環境，使硝酸鹽不易還原為氨氮，導致第二含水層水中硝酸鹽氮濃度偏高，相反在厭氧環境下沉積物中的鐵、錳及砷受到還原作用的影響而釋出於水體，造成鐵與錳為地下水中常見之重金屬，此類水質因鐵、錳濃度偏高，故本區沿海地下水水質呈還原特性且氨氮及鐵錳較高。



資料來源：地下水水質檢測分析與評估計畫，經濟部水利署，民國106年

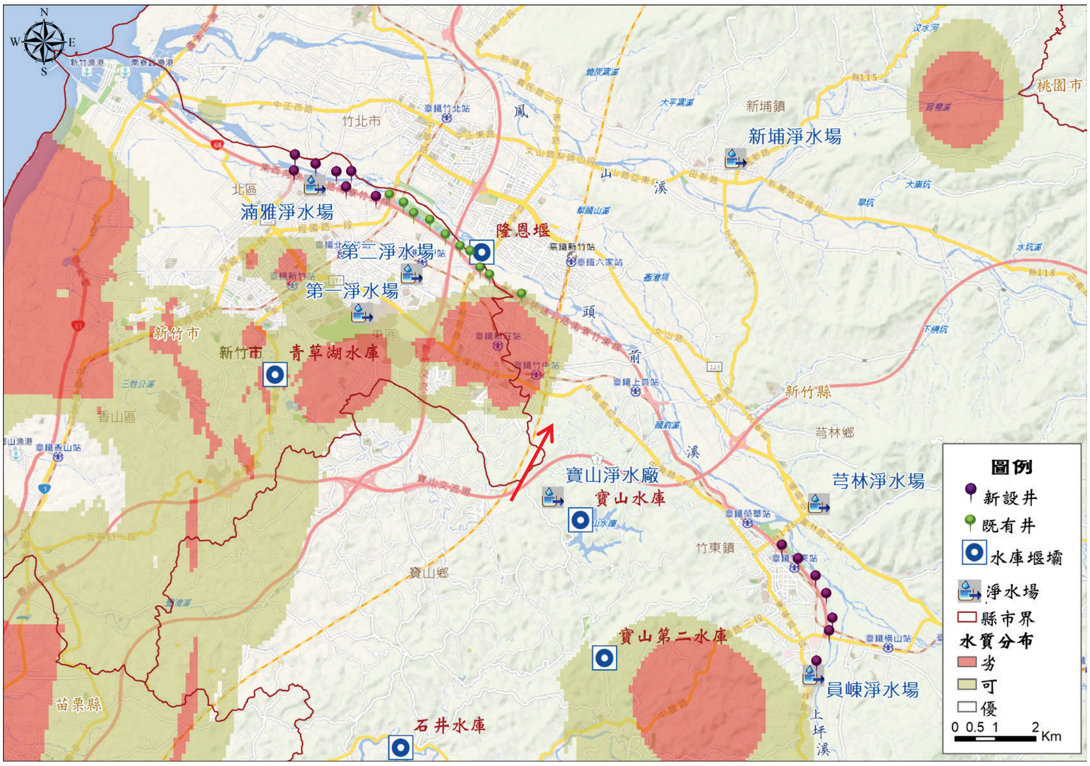
圖 2-4-3　台灣地下水區自記式地下水觀測站井分布圖

三、前期規劃調查成果

參考前期規劃成果，計畫成果包含區域地下水水質及既有井水質調查評估等，後續茲就兩部成果評估新竹地區地下水質。

(一)區域地下水質

前期規劃整體評價分析方法由已監測次數中，全部符合標準者給予評價「優」，僅單一項單一次未符合標準者給予水質「可」，其餘未符合前兩項水質標準給予「劣」；並蒐集水利署、環保署及新竹縣、市環保局等地下水質監測資料，地下水質優劣情況分布如圖2-4-4所示，其中地下水質不符合標準項目為氨氮及總有機碳，其位置主要為新竹市行政區人口稠密處，而本計畫預定位置頭前溪高灘地及上坪溪匯流口處皆大致符合飲用水水源水質標準。



資料來源：地下水防災緊急備援井網規劃－新竹地區，經濟部水利署水利規劃試驗所，本計畫重繪，民國106年

圖 2-4-4　新竹地區地下水質優略評析圖

(二)既有井水質調查

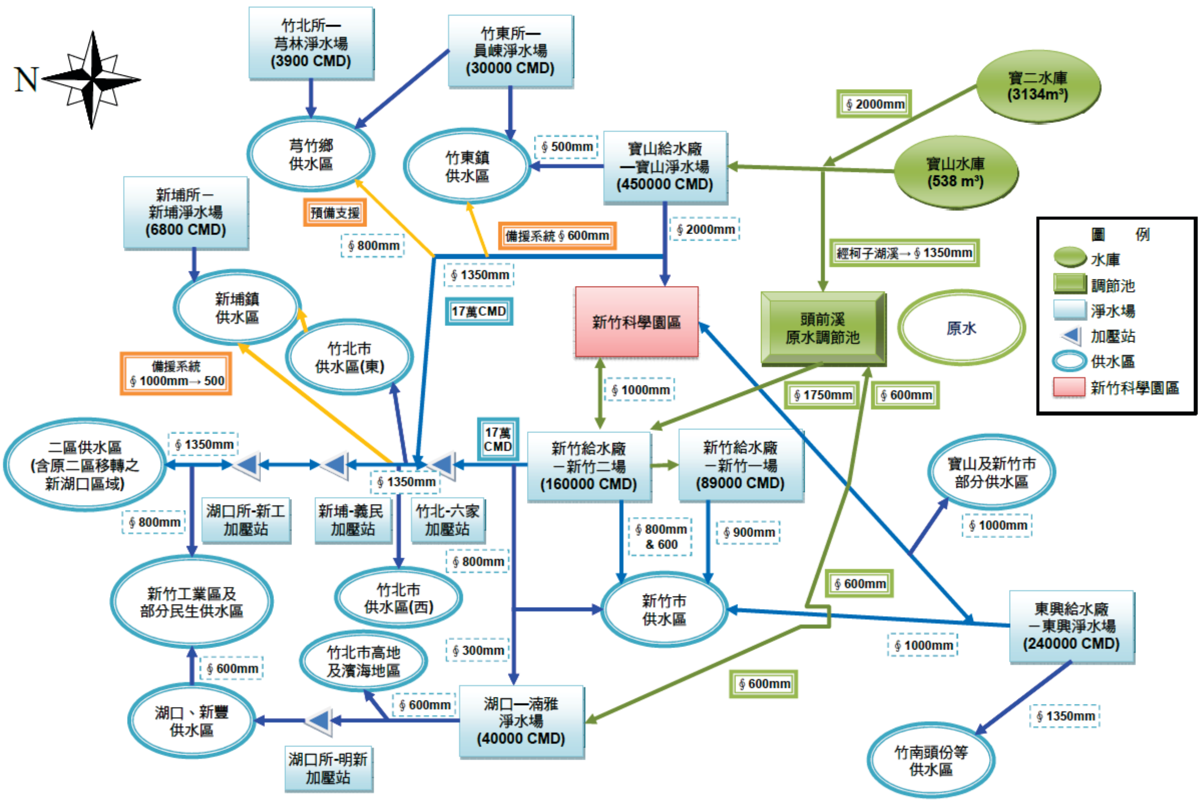
由於各機關水質檢測標準不一，且亦與本計畫水井採用「飲用水水源水質標準」檢測項目不盡相同，故前期規劃另調查頭前溪既有井新1號、1號、3號及新5號等4口井，由調查結果顯示，頭前溪既有備援井網各項水質全數皆符合「飲用水水源水質標準」標準。

2-5 新竹地區水資源運用

2-5-1 家用及公共給水

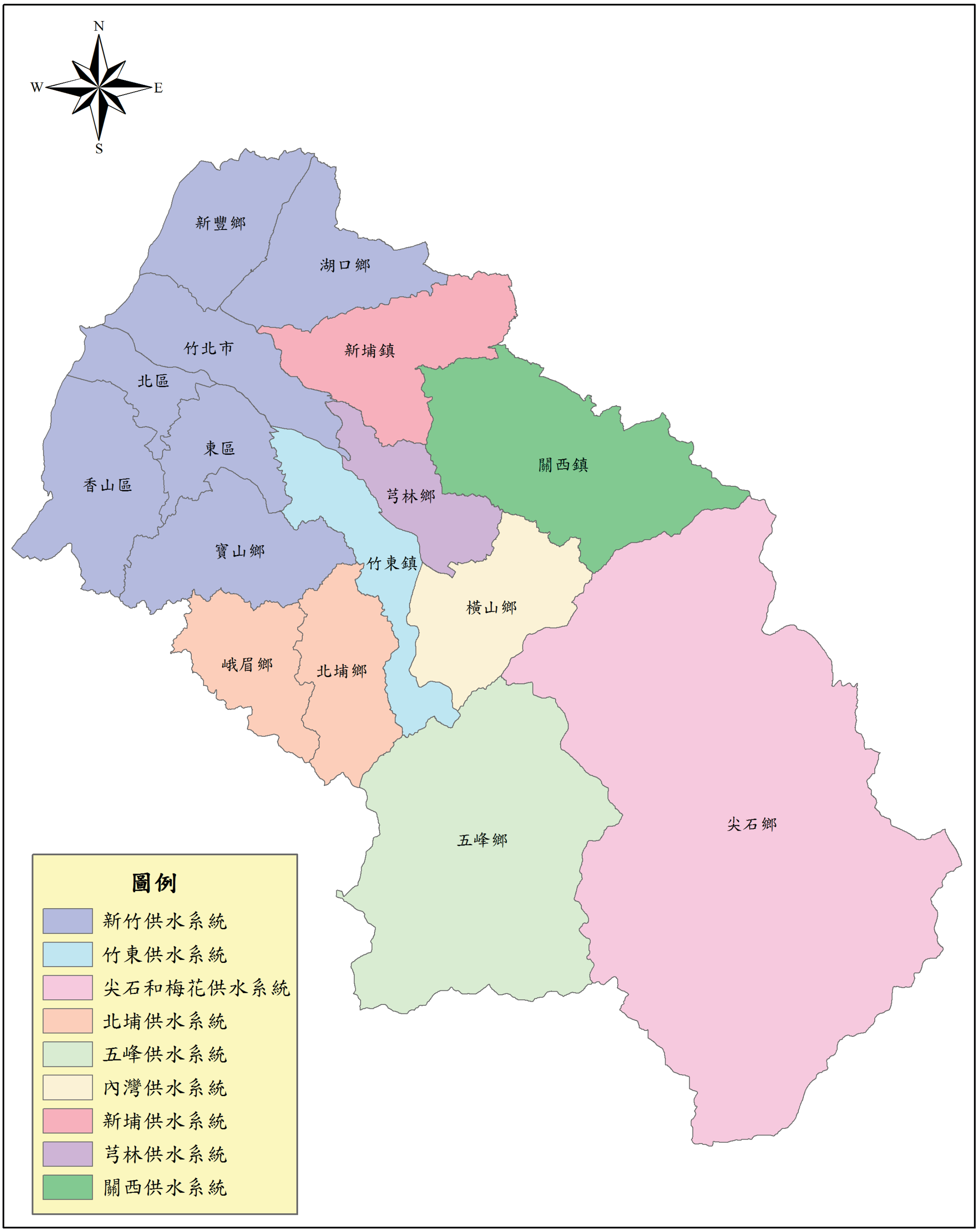
台水公司第三管理處管轄之新竹地區自來水供水系統包括湳雅淨水場、第一淨水場、第二淨水場、員崠淨水場、寶山水庫、寶山第二水庫、隆恩堰等(共10個供水系統)，供水範圍以新竹、竹東、芎林和新埔等系統可分為利用管線互相支援之聯合調配供水系統及其他六個供水系統各自獨立供水系統，示如圖2-5-1、圖2-5-2、表2-5-1及表2-5-2。聯合調配供水系統可跨區互相支援範圍包括竹北市、竹東鎮、芎林鄉、新埔鎮等地區；其餘6個供水系統則為各自獨立供水系統，包括尖石、梅花、北埔、五峰、內灣、關西等系統。

新竹地區供水系統除屬第三區管理處水源外，尚有永和山水庫水源經東興給水廠常態供應及水情不佳由石門水庫之支援供水，依據民國106年「臺灣北部區域水資源經理基本計畫」新竹地區現況水源供水能力61萬CMD，常態供水現況55.9萬CMD，其主要供水來源為頭前溪和永和山水庫每日3萬~9萬CMD，相關供需和水資源調度如圖2-5-3~圖2-5-5所示。



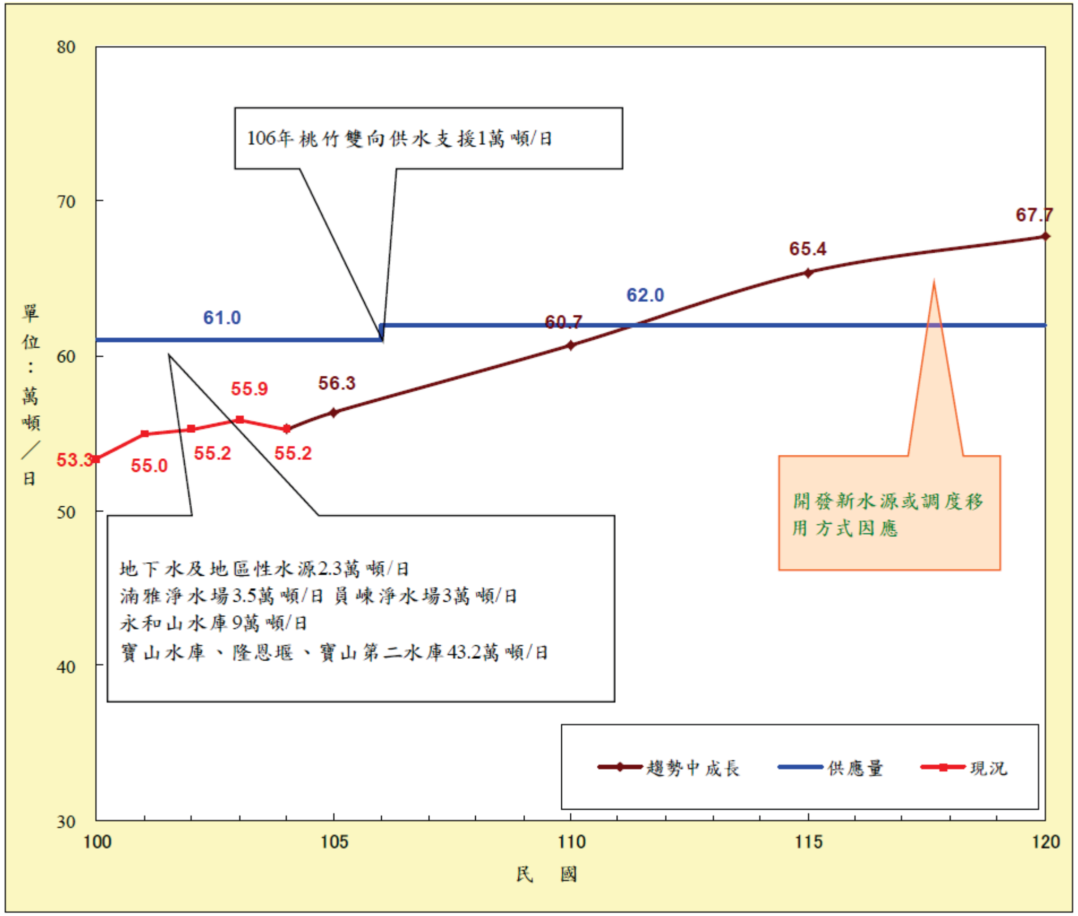
資料來源：新竹地區鳳山溪水資原開發方案調查規劃，民國 104 年，水規所

圖 2-5-1 新竹地區聯合供水系統示意圖



資料來源：新竹地區鳳山溪水資原開發方案調查規劃，民國 104 年，水規所

圖 2-5-2　新竹地區供水系統範圍



民國120年供水目標：
人口數：107萬人
自來水系統普及率：91.9%
自來水系統售水率：趨勢80.4%
每人每日生活用水量：274公升

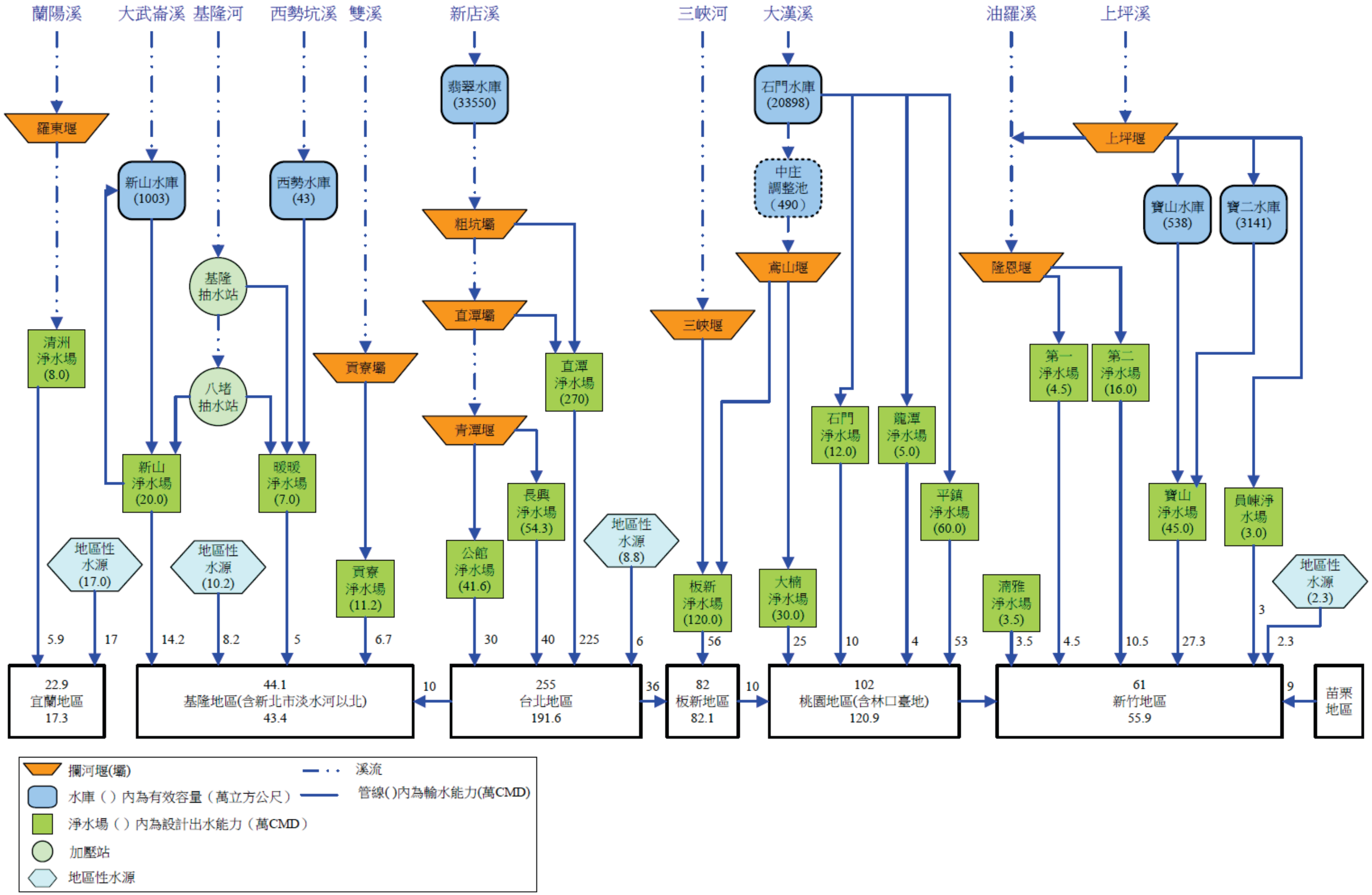
單位：萬噸/日

目標年	103	104	105	110	115	120
趨勢中成長	55.9	55.2	56.3	60.7	65.4	67.7

工業用水：
- 新竹科學工業園區（含1、2、3 期及3、5路）
- 新竹生物醫學園區
- 新竹縣鳳山工業區開發

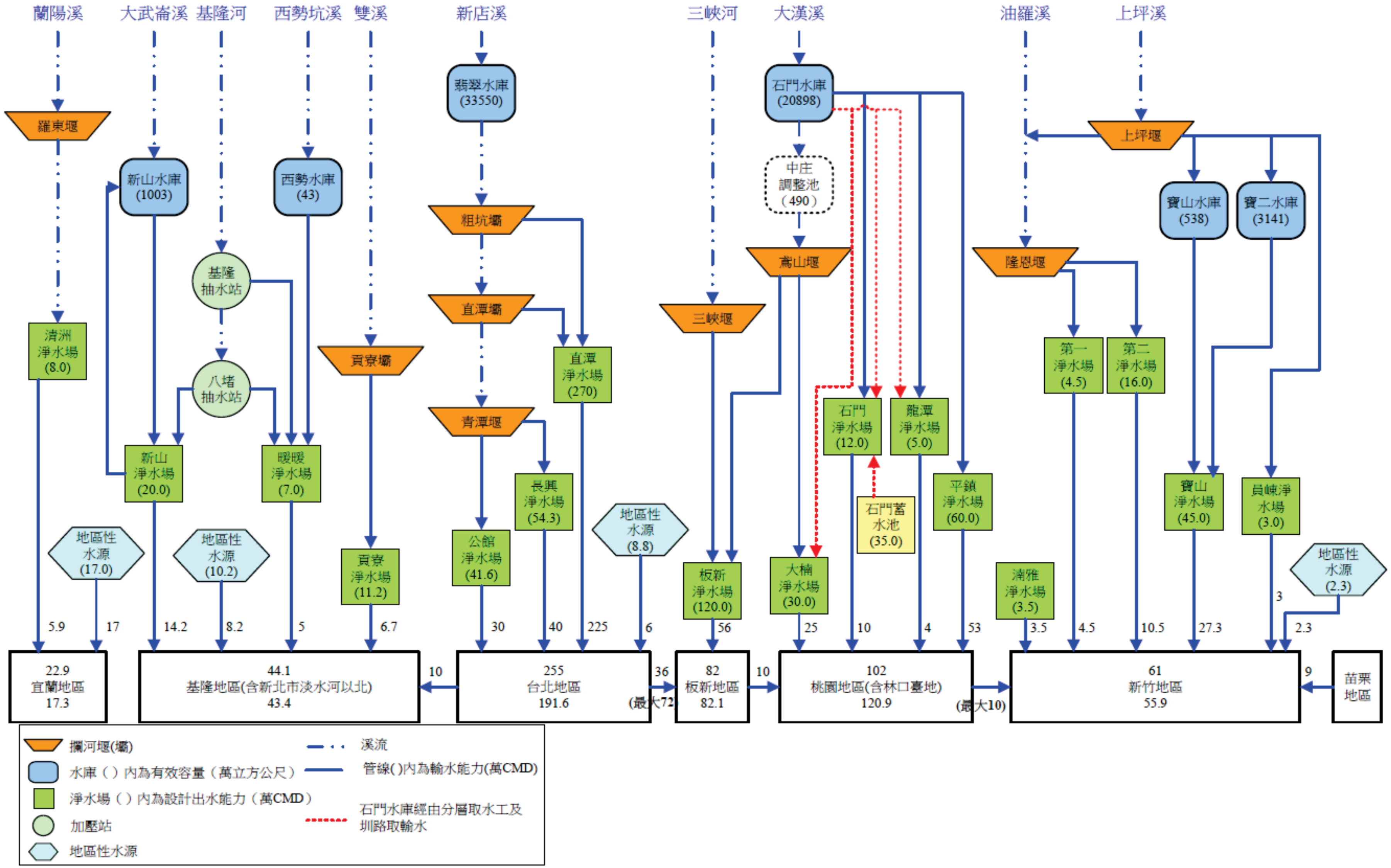
資料來源：「臺灣北部區域水資源經理基本計畫(核定板)」，水利署，2017

圖 2-5-3　新竹地區自來水系統用水供需圖



資料來源：「臺灣北部區域水資源經理基本計畫(核定板)」，水利署，2017

圖 2-5-4　北部區域現況常態水源供需調度示意圖(自來水系統)



資料來源：「臺灣北部區域水資源經理基本計畫(核定板)」，水利署，2017

圖 2-5-5　北部區域現況緊急或高濁度時期水源供需調度示意圖(自來水系統)

表 2-5-1　新竹地區各供水系統供水能力表

系統代號	系統名稱	淨水場名稱	供水地區	設計供水人口（人）	系統供水能力（CMD）	原水來源
第三區管理處						
0301	新竹供水系統	湳雅淨水場 第一淨水場 第二淨水場 寶山淨水場	新竹市：全市含新竹科學園區。 新竹縣： 寶山鄉、竹東鎮：員山里、竹中里、頭重里、二重里、三重里、柯湖里、竹北市、湖口鄉含新竹工業區(其中 20 村靠楊梅地區由二區處供應)、新豐鄉(瑞興、福興、後湖等 3 村由二區處供應)。	736,100	739,000	寶一、寶二水庫、隆恩堰、頭前溪
0302	竹東供水系統	員崠淨水場	竹東鎮除其中員山里、頭重里、柯湖(竹中) 里、二重里、三重里由寶山場供水、陸豐里部分由芎林場供水、竹東鎮上坪、瑞峰由桃山場供水外全部。	89,100	30,000	竹東圳
0303	尖石供水系統	尖石淨水場	尖石鄉嘉樂、新樂、水田、義興。	2,670	570	油羅溪
0304	梅花供水系統	梅花淨水場	尖石鄉錦屏、梅花。	1,070	200	油羅溪
0305	北埔供水系統	北埔淨水場	北埔鄉、峨嵋鄉。	14,000	3,500	大坪溪
0308	五峰供水系統	桃山淨水場	五峰鄉桃山、清泉、大隘。 竹東鎮上坪、瑞峰。"	4,920	1,200	白蘭溪
0309	內灣供水系統	內灣淨水場	橫山鄉內灣村、豐田村(九芎坪、油羅)、力行村。	4,390	900	油羅溪
0311	新埔供水系統	新埔淨水場	新埔鎮全鎮，惟巨埔里、鹿鳴里、清水里、北平里、新北里、南平里等里之高地區尚未供水、關西鎮東平里(該里高地區尚未供水)。	14,000	3,500	大坪溪
0323	芎林供水系統	芎林淨水場	芎林鄉全鄉及竹東鎮陸豐里。	20,780	3,900	頭前溪
0324	關西供水系統	關西淨水場	關西鎮除南新里及仁安里、大同里等里之高地區尚未供水。	28,300	7,800	鳳山溪

資料來源：台灣自來水公司提供。

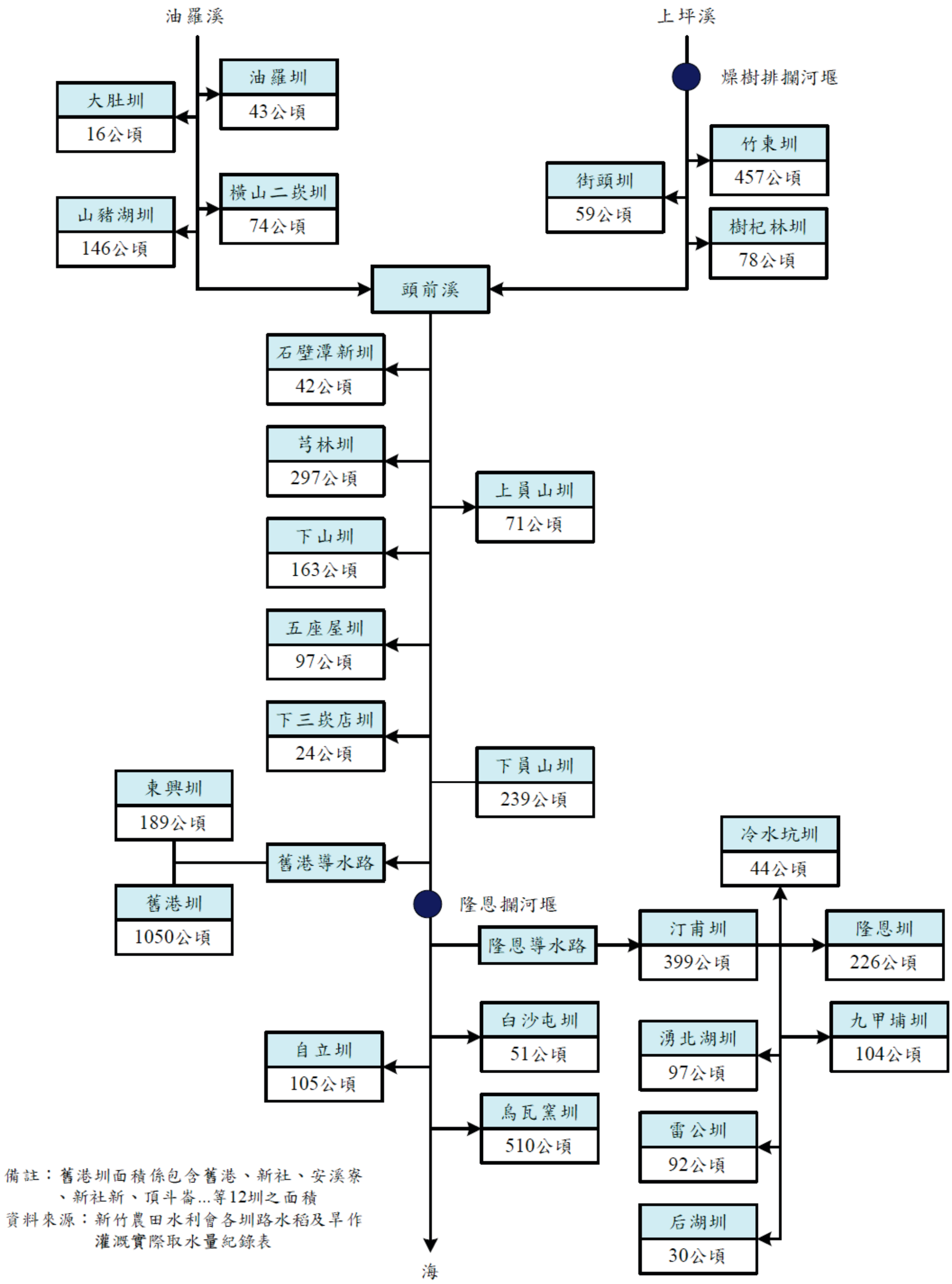
表 2-5-2　台水公司第三區管理處供水系統民國 105 年取水量統計表

系統代號	系統名稱	廠所名稱	淨水場名稱	設計出水能力 (CMD)	地下水取水量 (萬 m^3)	地面水取水量 (萬 m^3)	水庫水取水量 (萬 m^3)	總取水量 (萬 m^3)
0301	新竹供水系統	湖口營運所	湳雅淨水場	40,000	0.00	676.37	0.00	676.37
		新竹給水廠	第一淨水場	89,000	0.00	2,083.90	0.00	2,083.90
		新竹給水廠	第二淨水場	160,000	0.00	5,342.80	0.00	5,342.80
		寶山給水廠	寶山淨水場	450,000	0.00	0.00	9,819.70	9,819.70
0302	竹東供水系統	竹東營運所	員崠淨水場	30,000	0.00	833.30	0.00	833.30
0303	尖石供水系統	竹東營運所	尖石淨水場	570	0.00	19.40	0.00	19.40
0304	梅花供水系統	竹東營運所	梅花淨水場	230	0.00	2.51	0.00	2.51
0305	北埔供水系統	竹東營運所	北埔淨水場	8,000	0.00	136.88	0.00	136.88
0308	五峰供水系統	竹東營運所	桃山淨水場	980	0.00	28.05	0.00	28.05
0309	內灣供水系統	竹東營運所	內灣淨水場	900	0.00	13.76	0.00	13.76
0311	新埔供水系統	竹北營運所	新埔淨水場	6,800	59.17	87.86	0.00	144.03
0323	芎林供水系統	竹北營運所	芎林淨水場	3,900	0.00	108.42	0.00	108.42
0324	關西供水系統	竹北營運所	關西淨水場	7,800	0.00	211.73	0.00	211.73

資料來源：台灣自來水公司提供。

2-5-2　農業用水

新竹農田水利會以頭前溪、鳳山溪及客雅溪溪水為主，約有176口水井抽取地下水作為補助水源，分為5個工作站，目前引取頭前溪水系川流水之圳路共計26條，分屬新竹、竹東及竹北工作站管轄，總灌溉面積約4,703公頃，灌區系統圖示如圖2-5-6。



資料來源：頭前溪本流治理規劃檢討報告，民國 106 年，經濟部水利署

圖 2-5-6　頭前溪水系灌溉區域系統示意圖

2-5-3　地下水體各標的用水

目前新竹地區已核發之地下水水權約每年1.09億立方公尺，其中使用比例大小依序為工業用水每年約0.59億立方公尺(55%)，共約307口水井；農業用水每年約0.23億立方公尺，約176口水井；家庭用水及公共給水每年約0.15億立方公尺，共約35口水井；相關統計詳表2-5-3。

表 2-5-3　新竹地區各標的地下水水權核發量及水井口數統計表

水權量單位：萬立方公尺/年

鄉鎮			新竹市	新竹縣													小計
				竹北市	竹東鎮	新埔鎮	關西鎮	湖口鄉	新豐鄉	寶山鄉	芎林鄉	橫山鄉	北埔鎮	峨眉鄉	尖石鄉	五峰鄉	
工業用水	水權	年總量	1,108.88	1,578.60	401.03	453.49	70.96	1540.26	721.32	-	74.21	-	-	-	-	-	5,948.8
	水井	數目	49	52	31	21	6	94	45	-	9	-	-	-	-	-	307
家庭及公共給水	水權	年總量	739.44	-	78.84	120.84	331.42	-	1.02	-	124.42	68.49	14.72	-	-	-	1,479.2
	水井	數目	10	-	1	6	4	-	1	-	5	7	1	-	-	-	35
農業	水權	年總量	1,069.47	600.48	14.41	136.84	143.91	25.14	292.69	26.06	11.02	0.46	1.78	0.11	18.44	-	2,340.8
	水井	數目	42	28	4	27	7	16	19	8	16	2	5	1	1	-	176
其他	水權	年總量	392.32	55.03	51.74	28.94	164.92	111.86	214.14	65.80	23.95	0.26	2.5	4.27	10.91	0.76	1,127.4
	水井	數目	94	109	22	22	19	34	26	9	17	1	4	4	1	1	363
合計	水權量		3,310.11	2,234.11	546.02	740.11	711.2	1,677.26	1229.17	91.86	233.61	233.61	19.00	4.37	29.35	0.76	10,896.1
	水井數		195	189	58	76	36	144	91	17	47	10	10	5	2	1	881

資料來源：地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區，民國 106 年，水規所

2-5-4 新竹備援系統

1.抗旱井

目前水利署民國91年及民國93年於新竹地區頭前溪處共鑿10口抗旱井，經民國99年2月辦理井體維護作業後，選取3口作為後續因應抗旱供水之用，經民國106年辦理試水報告三口可產約6,100CMD。

台水公司為因應新竹工業區用水需求於頭前溪右岸共鑿18口井，總產水量約5,000~10,000CMD，於民國93年起陸續拆除抽水機，並將用地歸還予河川局，依據民國106年「地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區調查」評估目前井況不具復舊意義。

新竹農田水利會為提供灌區水源於新竹地區共鑿16口抗旱井，主要隸屬於新竹工作站及竹北工作站，多分散於圳路末端，合計水權量約3.59萬CMD，相關抗旱井位置如圖2-5-7所示。

2.水資源回收中心

新竹地區包含新竹市客雅水資源回收中心、竹北市水資源回收中心及竹東鎮水資源回收中心等可提供再生水資源，依據「生活污水再生利用技術參考」手冊顯示再生水主要可做為工業冷卻水、園藝澆灌、民生次級用水等以非用於飲用或其他與人體直接接觸之用途為主。參考營建署「全國各縣市公共污水處理廠回收水取用資訊彙整表」新竹市及新竹縣目前共三處提供再生水，可做為備援使用分別為竹北市水資源回收中心可提供1,500CMD、竹東鎮水資源回收中心可提供1,000CMD、新竹市客雅水資源回收中心可提供10,000CMD以供民眾攜帶容器取水或機關及企業等水車裝取。

3.石門水庫及永和山支援

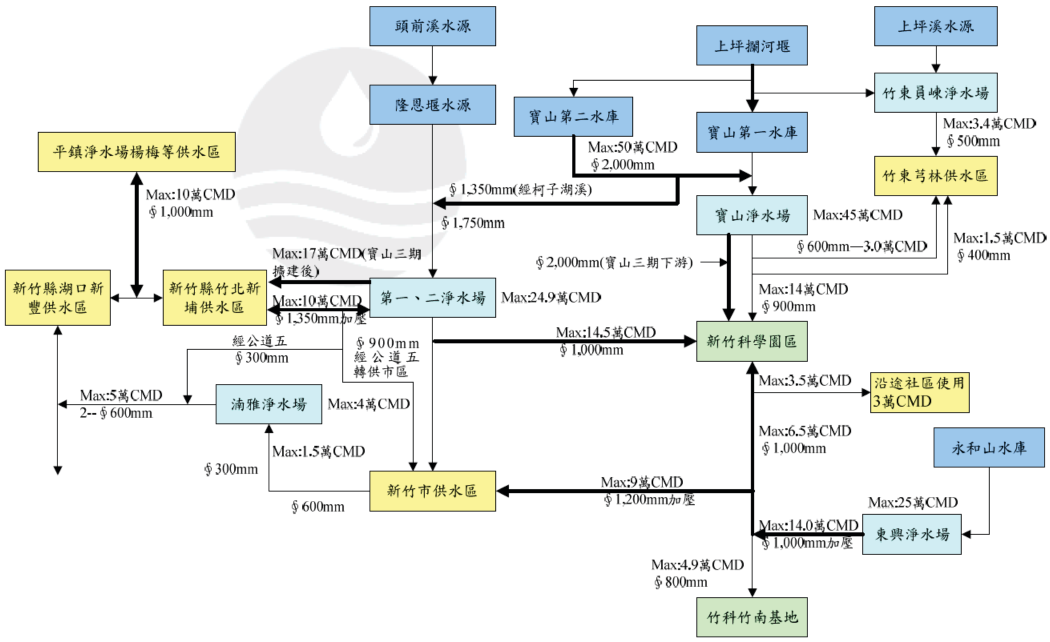
永和山水庫水源依據民國106年「臺灣北部區域水資源經理基本計畫規劃」之規劃為每日可透過東興淨水場支援新竹供水系統最大90,000CMD公共用水，惟若依管線調度乘載力之面向來看，東興淨水場乃由直徑1,000mm之送水管將水源調度至新竹供水系統，則依據管線最大支援能力永和山水庫應可調配為140,000CMD做為緊急調度之用。

石門水庫水源依據民國106年「臺灣北部區域水資源經理基本計畫

規劃」之規劃為每日可透過平鎮淨水場支援新竹供水系統最大10,000CMD公共用水，若遇緊急或高濁度時期時其跨區管線之最大支援水量為100,000CMD，相關管網配製圖詳如圖2-5-8。

資料來源：地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區，民國106年，水規所

圖 2-5-7　現有淨水場及管網配置圖



資料來源：寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究，北區水資源局

圖 2-5-8　新竹系統主要淨水場及送水管線示意圖

2-5-5　抗旱供水策略

供水情勢主要參考中央氣象局之預報、降水情況和各水庫之蓄水水位，並依供水情勢啟動相關因應措施。新竹地區遭遇乾旱事件時，各階限水措施辦理相關應變作為，其中包含夜間減壓供水、提高永和山及石門水庫支援水量和移用農業用水等方式因應。依據「自來水停止及限制供水執行要點」各階限水執行停止及限制供水標準與措施如下：

1. 第一階段：

(1)減壓供水：離峰及特定時段降低管壓供水。

(2)停止供水：停供行政機關及國營事業轄管噴水池、澆灌、沖洗外牆、街道及水溝等非急需或非必要用水。

2. 第二階段：

(1)停止供水：停供試放消防栓、露天屋頂放流及其他得停供之用水。

(2)減量供水：

A.每月用水超過一千度之用水戶。但醫療或其他因性質特殊減量供水將造成公眾重大損失之用水者，不在此限。

B.游泳池、洗車、三溫暖及水療等。

C.其他不急需之用水。

3.第三階段：分區輪流或全區定時停止供水。

4.第四階段：依區內用水狀況定量定時供水，其優先順序如下：

(1)居民維生用水。

(2)醫療用水。

(3)國防事業用水。

(4)工商事業用水。

5.其他用水。

2-5-6 歷年抗旱應變措施

民國90年迄今，有4年(民國91年、民國92年、民國93年、民國104年)執行停灌休耕，而自來水供水系統有6年(民國92年、民國93年、民國98年、民國100年、民國103年、民國106年)進入一階限水、3年(民國92年、民國93年、民國103年) 進入二階限水，相關乾旱應變措施如表2-5-4所示。

表 2-5-4 新竹地區近年乾旱應變措施一覽表(1/2)

資料來源：地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區，民國 106 年，水規所

時間	抗旱應變	應變措施	
		民生與工業	農業用水
91.1~2	-	• 水公司加強節水	• 3/1 起頭前溪灌區約 4,276 公頃一期作辦理停灌
91.3~7	-	• 頭前溪鑿井評估，頭前溪鑿六口，抽水量 1.6 萬 CMD • 3/22 起二區支援新竹地區水量減為 5.5 萬 CMD • 3/26 起二區支援新竹地區水量減為 4.5 萬 CMD • 4/8 至 4/11 達成二區支援新竹地區水量減為 3.0 萬 CMD	—
91.11~92.7	一階	• 92/3/6 起新竹縣市地區實施第一階段夜間減壓供水措施，寶山水庫有效蓄水量 186 萬立方公尺。	• 91/11/28 會議決議新竹水利會舊港圳以下約 3,000 公頃農田 92 年一期作停灌
92.7~93.7	一階	• 新竹縣市持續實施第一階段限水 • 頭前溪 5 口抗旱井完成取水作業	• 92/12/16 會議決議新竹頭前溪(約 4,900 公頃)與鳳山溪灌區(約 270 公頃)93 年一期作停灌
	二階	• 93/2/6 起實施新竹地區第二階段限水，寶山水庫有效蓄水量 293 萬立方公尺	
	一階	• 93/2/17 起實施新竹地區調整為第一階段限水，寶山水庫有效蓄水量 439 萬立方公尺	
	解除	• 6/1 解除新竹地區第一階段限水 • 6/28~7/3 敏督利颱風來襲，旱象解除	

表 2-5-6　新竹地區近年乾旱應變措施一覽表(2/2)

資料來源：地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區、水利署抗旱應變會議紀錄

時間	抗旱應變	應變措施	
		民生與工業	農業用水
97.11~97.12	-	• 永和山水庫蓄水率約 5 成，支援新竹地區以 7 萬 CMD 為原則	• 98 年一期作延後至 2/11 供灌
98.2~98.8	一階	• 永和山水庫支援新竹 5～7 萬 CMD • 2/28 起實施第一階段限水，寶山及寶二水庫合計蓄水量 1,987 萬立方公尺•	• 新竹農田水利會加強灌溉管理
	解除	• 3~4 月新竹地區旱象緩解，6/23 解除第一階段限水，寶山及寶二水庫合計蓄水量 3,420 萬立方公尺	
98.11~98.12	-	• 頭前溪 10 口抗旱井運轉與抽水量確認	• 98/12/14 會議建議停灌舊港圳灌區約 2,493 公頃，停灌時機 99 年 1 月中旬決定
99.1~99.8	-	• 永和山水庫支援新竹 2～3 萬 CMD • 石門水庫支援新竹 3～5 萬 CMD • 頭前溪 10 口抗旱井評估啟動時機 • 隆恩堰引水至少 12 萬 CMD	• 新竹農田水利會分區輪灌與加強灌溉管理(2～5 月)，節水 12 萬 CMD
100.1~100.2	-	• 1/14 會議結論請新竹 10 口抗旱井啟動先期作業 • 2/21 會議結論請永和山及石門水庫支援 3.5 萬及 3.0~5.0 萬 CMD	• 新竹農田水利會分區輪灌(整田期)
100.2~100.5	一階	• 4/1 起新竹地區實施第一階段限水，寶山及寶二水庫合計蓄水量 1,471 萬立方公尺	• 4 月起新竹水利會進入本田期採取加強灌溉管理
	二階	• 5/9 會議結論：5/18 起新竹地區實施第二階段限水，寶山及寶二水庫合計蓄水量 1,050 萬立方公尺；後因梅雨到來，第二階段限水暫緩	
	解除	• 5/26 解除第一階段限水措施，寶山及寶二水庫合計蓄水量 2,578 萬立方公尺	
103.12~104.05	一階	• 103 年 12 月 1 日實施第一階段限水，永和山水庫支援新竹地區水量，至少每日 3.5 萬 CMD	• 1/9 公告頭前溪流域及鳳山溪流域一期作停灌，停灌面積 4,606 公頃。
	二階	• 2/6 實施第二階段限水 • 3/23 提升第二階段限水	
	解除	• 5/22 解除第二階段限水	
106.12~107.1	一階	• 12/27 起新竹地區實施第一階段限水，新竹水利會協助隆恩堰取水 17 萬噸以上，自 107 年 1 月 11 日起管控寶山-寶二水庫出水量每日 20 萬噸以下 • 新竹地區三口抗旱井(3600CMD)啟動 • 水資源回收中心放流水提供次級用水使用	• 新竹農田水利會加強公告宣導節水灌溉措施
	解除	• 1/26 解除第一階段限水措施，寶山及寶二水庫合計蓄水量 3,205 萬立方公尺	

2-6　工區現況歷年地下水維護試驗資料

2-6-1　既有井現況

新竹既有備援水井共計有10口，設計原則期間另辦理直升機空拍詳如附錄十一所示，頭前溪1號井~5號井為民國91年建置，無設置圍籬，目前以1m*1m*1m混凝土塊覆蓋井體，井體頂端因混凝土塊覆蓋，雖可達防盜及避免人員或異物掉入井體，但因負重以致井管頂部呈些微扭曲，應另謀改善方法；頭前溪新1號井~新5號井為民國93年建置，設置期間皆有設置圍籬及井蓋，水井建置迄今逾14年，多數圍籬及井蓋亦有破損，宜需辦理相關改善；另既有井多數皆位於水與環境建設計畫及新竹市頭前溪空氣品質淨化區域內，相關資料如後章節所述，既有井現況如後所示。

照片 2-6-1　頭前溪新 1 號現況
井體外觀及護欄尚屬完善。

照片 2-6-2　頭前溪新 2 號現況
井體外觀尚屬善，護欄有部分破損。

照片 2-6-3　頭前溪新 3 號現況
周遭圍籬因樹枝掉落，已破壞位於頭前溪空氣品質淨化區域。

照片 2-6-4　頭前溪新 4 號現況
井體外觀尚屬良好完善，護欄目前已損壞，位於柯子湖人工湖開放水面區及第二密植區之間。

照片 2-6-5　頭前溪新 5 號現況
井體外觀及護欄尚屬完善，井址位於水與環境建設計畫範圍植草範圍內。

照片 2-6-6　頭前溪 1 號現況
井體外觀尚屬完善，周圍無護欄區隔，井體目前未有井蓋，井址位於水與環境建設計畫植草區內。

照片 2-6-7　頭前溪 2 號現況
井體外觀尚屬完善，周圍無護欄區隔，井址位於水與環境建設計畫植草區內。

照片 2-6-8　頭前溪 3 號現況
井口些許凹陷，周圍無護欄區隔，，井址位於水與環境建設計畫植草區內。

照片 2-6-9　頭前溪 4 號現況
外部井蓋已遭失竊，井址位於水與環境建設計畫運動場內。

照片 2-6-10　頭前溪 5 號現況
井口些許凹陷，外部井蓋已遭失竊，井址位於水與環境建設計畫植草區內。

2-6-2 既有井歷年抽水試驗成果

頭前溪既有井共計有10口，頭前溪1號~5號井為民國91年所辦理，而頭前新1號井~新5號井則為民國93年辦理完成，其井齡已逾14年以上，由於既有井為抗旱備援水井，其使用頻率相當低，本節將蒐集彙整此10口既有井歷年設計維護抽水試驗成果，以供後續設計管理擬定之參考。

一、頭前溪既有備援水井原設計抽水試驗成果

(一)頭前溪1號井~5號井原設計抽水試驗成果

頭前溪1號井~5號井係於民國91年「因應旱災需要緊急於北部地區鑿取抽水井供應民生用水計畫」辦理施作，施工過程辦理電井測及抽水試驗，其中抽水試驗係為探討單位洩降出水量、導水係數(T)、水井效率等，據以探討水井之井體特性，供後續維護操作之參考。

抽水試驗項目主要為分級抽水、定量抽水及回升試驗等三項，分級抽水試驗採四級，每級測試時間為60分鐘；定量抽水試驗則依據分級抽水試驗成果擇定水井安全出水量或適當抽水量進行試驗，作連續四小時定量抽水；回水試驗則為定量抽水試驗結束時，觀測紀錄水位之回升情況，計時原則為2小時，抽水試驗成果詳如表2-6-1所示。

報告指出頭前溪左岸含水層以地層區分主要有兩層：(一)全新世之堆積物，為主要含水層，(二)新竹平原基盤，屬更新世早期之頭嵙山層，為本區次要含水層。此外，各井之頭嵙山層並無法有效對比及連結，雖可能為各井距離約300m所致，但也顯示頭嵙山層之含水層連通性較差，水源補充亦可能受限制，出水量可能不佳。

(二)頭前溪新1號井~新5號井原設計抽水試驗成果

頭前溪新1號井~新5號井係於民國93年「新竹地區地下水源救旱緊急鑿井計畫」辦理施作，施工過程辦理電井測及抽水試驗，其中抽水試驗係為探討單位洩降出水量、導水係數(T)、水井效率等，據以探討水井之井體特性，供後續維護操作之參考。

抽水試驗項目主要為分級抽水、定量抽水及回升試驗等三項，分級抽水試驗採四級，每級測試時間為60分鐘；定量抽水試驗則依據分級抽水試驗成果擇定水井安全出水量或適當抽水量進行試驗，作連續四小時定量抽水；回水試驗則為定量抽水試驗結束時，觀測紀錄水位之回升

情況，計時原則為2小時，抽水試驗成果詳如表2-6-2所示。

表 2-6-1　頭前溪 1 號井~5 號井抽水試驗成果表

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">項目</td><td colspan="5">站名</td></tr>
<tr><td>頭前溪
一號井</td><td>頭前溪
二號井</td><td>頭前溪
三號井</td><td>頭前溪
四號井</td><td>頭前溪
五號井</td></tr>
<tr><td rowspan="12">分級抽水</td><td colspan="2">試水日期</td><td>7 月 6 日</td><td>6 月 29 日</td><td>8 月 10 日</td><td>7 月 19 日</td><td>7 月 30 日</td></tr>
<tr><td colspan="1">靜水位</td><td>m</td><td>4.94</td><td>2.55</td><td>1.03</td><td>2.85</td><td>6.39</td></tr>
<tr><td rowspan="4">抽水位(PL) 1 級</td><td>m</td><td>11.09</td><td>6.35</td><td>4.07</td><td>10.07</td><td>12.26</td></tr>
<tr><td>m</td><td>14.42</td><td>8.445</td><td>5.31</td><td>14.45</td><td>14.645</td></tr>
<tr><td>m</td><td>20.05</td><td>11.7</td><td>7.35</td><td>19.94</td><td>21.66</td></tr>
<tr><td>m</td><td>26.57</td><td>16.51</td><td>9.28</td><td>26.41</td><td>29.91</td></tr>
</table>

項目			頭前溪一號井	頭前溪二號井	頭前溪三號井	頭前溪四號井	頭前溪五號井
分級抽水	試水日期		7 月 6 日	6 月 29 日	8 月 10 日	7 月 19 日	7 月 30 日
	靜水位	m	4.94	2.55	1.03	2.85	6.39
	抽水位(PL) 1 級	m	11.09	6.35	4.07	10.07	12.26
	抽水位(PL) 2 級	m	14.42	8.445	5.31	14.45	14.645
	抽水位(PL) 3 級	m	20.05	11.7	7.35	19.94	21.66
	抽水位(PL) 4 級	m	26.57	16.51	9.28	26.41	29.91
	出水量(Q) 1 級	cmh	96.47	103	42.01	63.15	72.92
	出水量(Q) 2 級	cmh	131.5	134.3	53.14	81.53	92.96
	出水量(Q) 3 級	cmh	168.1	172.3	69.03	106.3	118.15
	出水量(Q) 4 級	cmh	199.7	205.9	72.35	126.3	141.22
	水井效率	%	73.2	46.35	74.44	66.31	71.81
	水井係數 C	m/cmh^2	0.000138	0.0001603	0.0003178	0.0004921	0.0002595
定量抽水	試水日期		7 月 7 日	6 月 29 日	8 月 10 日	7 月 20 日	7 月 31 日
	靜水位	m	5.01	2.58	0.94	2.33	6.392
	抽水位 1000 分	m	17.62	9.8	8.72	23.66	19.95
	出水量	cmh	131.5	134.3	69.03	106.3	96.47
	洩降	m	12.61	7.22	7.78	21.33	13.56
	單位洩降出水量	cmh/m	10.426	18.593	8.8743	4.9828	7.11
	含水層厚度(濾水管長度)	m	42	42	33	45	48
	導水係數 T	m^2/min	0.2061	0.3237	0.1315	0.0582	0.2014

資料來源：「因應旱災需要緊急於北部地區鑿取抽水井供應民生用水計畫」，經濟部水利署，民國 91 年

表 2-6-2　頭前溪新 1 號井~新 5 號井抽水試驗成果表

項目				站名				
				頭前溪新一號井	頭前溪新二號井	頭前溪新三號井	頭前溪新四號井	頭前溪新五號井
分級抽水	試水日期			3 月 14 日	3 月 24 日	3 月 24 日	3 月 24 日	3 月 17 日
	靜水位		m	2.60	6.17	7.91	3.75	4.71
	抽水位(PL)	1 級	m	3.43	9.70	14.5	5.31	5.74
		2 級	m	3.90	10.92	15.03	6.17	6.17
		3 級	m	5.55	12.6	17.79	8.65	6.68
		4 級	m	8.29	14.21	21.19	11.65	7.44
	出水量(Q)	1 級	cmh	42.01	44.06	38.73	51.45	115.30
		2 級	cmh	56.36	56.36	51.45	67.74	145.80
		3 級	cmh	71.54	71.54	63.71	86.61	177.70
		4 級	cmh	84.02	84.02	76.32	102.90	211.80
	水井效率		%	72.17	83.38	72.25	71.67	70.45
	水井係數 C		m/cmh^2	0.000105	0.0002201	0.0007219	0.0001467	183e-05
定量抽水	試水日期			3 月 16 日	3 月 25 日	3 月 25 日	3 月 25 日	3 月 18 日
	靜水位		m	2.81	6.10	7.72	3.49	4.74
	抽水位 1000 分		m	4.69	12.94	15.74	6.23	6.71
	出水量		cmh	56.36	65.08	53.14	67.74	163.10
	洩降		m	1.88	6.84	8.02	2.74	1.97
	單位洩降出水量		cmh/m	29.82	9.51	6.63	24.76	82.89
	含水層厚度(濾水管長度)		m	34	32	48	40	46
	導水係數 T		m^2/min	0.4852	0.4428	0.2855	0.6212	2.1499

資料來源：「新竹地區地下水援救旱緊急鑿井計畫」，經濟部水利署，民國 93 年

二、歷年既有井維護概述

(一)民國99年既有井維護

為配合民國99年緊急抗旱準備工作，管理單位辦理「頭前溪五口抗旱井搶修及試運轉工作」對既有井進行維護保養工作，其中1號井抽水機及輸水管線已遭盜竊，2號井、4號井、5號井輸水管及抽水機跌落井底，其中5號井因輸水管腐蝕破損導致無法打撈抽水機，已於該年度辦理抽水機報廢。

該計畫並針對頭前溪1號井~5號井辦理洗井試水工作，試水成果詳如表2-6-3所示。由成果所示，試水成果皆尚與原設計安全出水量差異

不大，但頭前溪3號井及4號井試水期間已發生出砂現象；考量頭前溪設備經常性遭受盜竊，並且高灘地位置易遭受洪水侵襲，井體維護管理不易，建議保留出水量大及狀況良好的備援水井使用，其餘則作為蓄水、補水井。

表 2-6-3　民國 99 年既有井抽水試驗成果表

井號	洗井後井深 (m)	原設計井深 (m)	測試出水量 (CMD)	原設計安全出水量 (CMD)	備註
1	110	111	3,120	3,156	
2	150.6	152	4,704	3,223	
3	96.3	101	3,648	1,657	試水時出砂量大(研判內管破損)
4	118.7	124	2,976	2,551	試水時出砂量大且位於景觀遊憩區內
5	105	127	1,900	2,315	抽水機於井底
合計			16,348	12,902	

資料來源：頭前溪五口抗旱井搶修及試運轉工作，經濟部水利署北區水資源局，民國 99 年

(二)民國104年既有井維護成果

經民國99年2月辦理井體清洗維護及試水作業後，至民國104年期間皆未曾使用，為因應潛在缺水危機及維持新竹地區供水正常，北水局於民國104年辦理抗旱井清洗維護及預備啟動作業，而於民國99年後既有井運作僅剩餘頭前溪1號井、2號井及新5號井。

該次維護作業主要辦理洗井及抽水試驗，其各項作業如下所述。

1.洗井

洗井作業之前將先辦理一次抽水試驗，抽水完成後再進行洗井工作，其驗收標準為洗井後抽除之泥水水色呈澄清狀態為止。

2.抽水試驗

抽水試驗採用抽水設備為協昌牌不銹鋼沉水汞浦BC18-6型，馬力為30HP，根據型錄顯示最大抽水量約為400GPM(約為2,180CMD)，揚水管尺寸為4”，抽水機設置深度依據各井特性進行設置，深度約為50m~60m不等，抽水時間採5小時，其試水成果詳如表2-6-4所示。

由成果顯示，洗井前後出水量略為增加，頭前溪1號井、2號井及新5號井出水量合計5,170CMD，抽水期間地下水位洩降最大為頭前溪1

號井，約為6.11m，其餘兩口地下水位洩降分別為0.74m(2號井)及3.29m(新5號井)；考慮長時間穩定取水，該計畫建議以抽水總量70%計，保守出水量為3,169CMD。

表 2-6-4　民國 99 年既有井抽水試驗成果表

井號	洗井後井深 (m)	抽水機設置	測試出水量 (CMD)	原設計 安全出水量 (CMD)	同時長期 穩定抽水量 (70%計) (CMD)
1	110	30HP/50m	1,498	3,156	1,196
2	150.6	30HP/60m	1,538	3,223	1,217
新 5	96.3	30HP/60m	1,543	3,914	1,206
合計			4,579	10,293	3,619

資料來源：104 年度頭前溪抗旱井清洗及抽水代操作工作，經濟部水利署北區水資源局，民國 104 年
註:原設計安全出水量本計畫校核

(三)民國106年既有井維護成果

民國106年度因春雨偏少，已於民國106年3月1日實施新竹地區第一階限水措施，為因應後續可能發生供水不足情況，北水局於民國106年辦理「106年度頭前溪抗旱井試水及抽水代操作工作」，該次工作以抽水試驗為主。

抽水試驗主要分為單體試水及配合自來水系統聯合試水，各項試水內容如後續所述。

1.單體試水

(1)單體試水程序

於同一天依序由頭前溪1號、2號至新5號井開啟抽水，並持續抽水作業2小時，期間紀錄其水井水位變化；抽水機採用協昌牌不銹鋼沉水汞浦BC18-6型，馬力為30HP，根據型錄顯示最大抽水量約為400GPM(約為2,180CMD)，揚水管尺寸為4”，抽水機設置深度為36m。

(2)單體試水成果

頭前溪1號井地下水位洩降約為19.45m，出水量經計算後約為2,112CMD；頭前溪2號井地下水位洩降約為2.68m，出水量經計算後約為2,184CMD；頭前溪新5號井試水期間地下水位洩降約為5.75m，計算出水量為2,112CMD。

2.聯合試水

(1)聯合試水程序

啟動順序依序為1號井抽水，經1小時抽水後啟動2號井，2號井抽水1小時候啟動新5號井，各井抽水時間為3小時，總抽水時間為5小時，其抽水試驗進程示意詳如圖2-6-1所示。

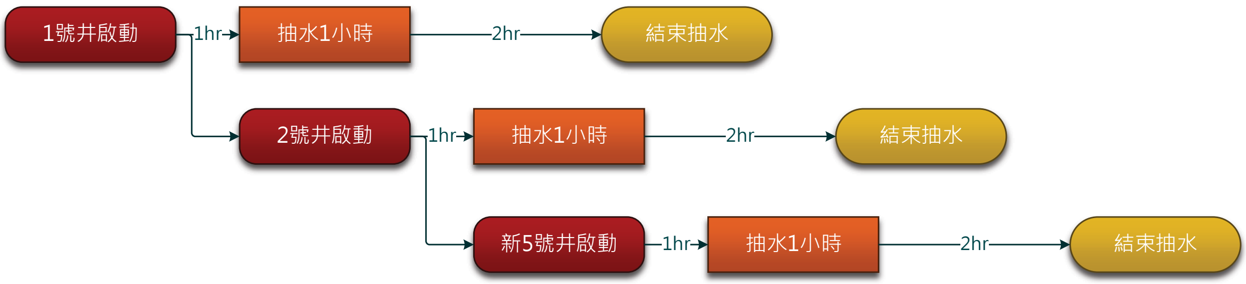


圖 2-6-1　民國 106 年聯合抽水進程示意圖

(2)聯合試水成果

A.以動水位計算結果

1號井最大水位洩降為19.45m，計算流量為2,112CMD；2號井抽水期間最大水位洩降為2.68m，計算流量為2,184CMD；新5號井抽水期間最大水位洩降為5.75m，計算出水量為2,112CMD。

B.自來水公司實際量測分析

聯合抽水期間自來水公司管線所測得流量分別可得知不同情況流量，1號井抽水量輸送至自來水淨水場僅餘1,440CMD；1號井及2號井同時抽水期間，管內量測最大流量為3,168CMD；1號井、2號井及新5號井同時抽水期間，所量測到最大流量為4,752CMD；2號井及新5號井聯合抽水期間，量測抽水量為3,024CMD；新5號井單井抽水量實際量測為1,728CMD，抽水成果如表2-6-5所示。

表 2-6-5　民國 106 年聯合試水成果彙整表

項次	抽水組合	至自來水廠量測流量(CMD)	備註
1	1 號井	1,440	1.1 號井計算出水量 2,112CMD 2.2 號井計算出水量 2,184CMD 3.新 5 號井計算出水量 2,112CMD
2	1 號井+2 號井	3,168	
3	1 號井+2 號井+新 5 號井	4,752	
4	2 號井+新 5 號井	3,024	
5	新 5 號井	1,728	

資料來源：106 年度頭前溪抗旱井試水及抽水代操作工作，經濟部水利署北區水資源局，民國 106 年

由試驗成果顯示，由高程、管路損失、井口位置與原水調節池距離等相關因素皆會影響輸送流量。

(四)民國107年既有井維護成果

由於民國106年冬雨偏少，新竹地區集水區進水量不足，北水局於民國107年辦理「頭前溪抗旱井試水及抽水代操作工作」，並針對頭前溪1號井、2號井及新5號井試抽水作業。

本次試抽水作業同民國106年試驗進行單體試水及聯合試水等試水作業，其抽水設備仍採用協昌牌不銹鋼沉水汞浦BC18-6型，馬力為30HP，根據型錄顯示最大抽水量約為400GPM(約為2,180CMD)，試驗程序及成果將分敘如後。

1.單體試水

(1)單體試水程序

A.自來水公司啟動湳雅返送系統，原水輸送至原水調節池。

B.依序啟動2號井抽水機、1號井抽水及新5號抽水機，抽水時間為4小時。

C.本次試驗配合自來水管線接管完成後進行試驗，可由水井水位變化及自來水公司設置流量計紀錄流量。

(2)單體試水成果

頭前溪1號井地下水位洩降約為24.14m，出水量經計算後約為2,112CMD；頭前溪2號井地下水位洩降約為3.52m，出水量經計算後約為2,184CMD；頭前溪新5號井試水期間地下水位洩降約為6.82m，計算出水量為2,136CMD。由水公司實際於量測流量顯示，1號井出水量約為2,160CMD，2號井出水量約為2,304CMD，新5號井出水量約為1,728CMD，單井試水成果彙整如表2-6-6所示。

表 2-6-6　民國 107 年單井試水成果彙整表

井名	估計出水量 (CMD)	實測出水量 (CMD)
1 號井	2,112	2,160
2 號井	2,184	2,304
新 5 號井	2,136	1,728
合計	6,432	6,192

註：1.估計出水量由水井水位洩降值推求而得 2.實測出水量由自來水公司量測而得

2.聯合試水

(1)聯合試水程序

A.自來水公司啟動湳雅返送系統，原水輸送至原水調節池。

B.啟動順序依序為1號井抽水，經1小時抽水後啟動2號井，2號井抽水1小時候啟動新5號井，各井抽水時間為72小時，總抽水時間為74小時，其抽水試驗進程示意詳如圖2-6-2所示。

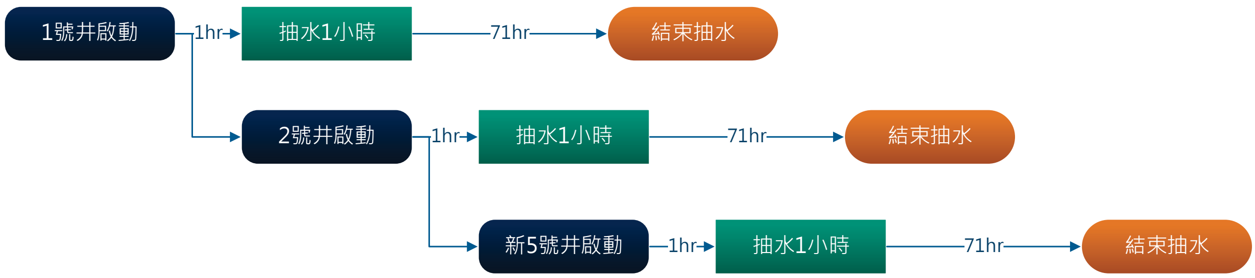


圖 2-6-2　民國 107 年聯合抽水進程示意圖

(2)聯合試水成果

A.以動水位計算結果

1號井最大水位洩降為19.45m，計算流量為2,112CMD；2號井抽水期間最大水位洩降為2.68m，計算流量為2,184CMD；新5號井抽水期間最大水位洩降為5.75m，計算出水量為2,136CMD。

B.自來水公司實際量測分析

聯合抽水期間自來水公司管線所測得流量分別可得知不同情況流量，1號井抽水量輸送至自來水淨水場僅於2,160CMD；1號井及2號井同時抽水期間，管內量測最大流量為4,608CMD；1號井、2號井及新5號井同時抽水期間，所量測到最大流量為6,192CMD；新5號井單井抽水量實際量測為1,728CMD，抽水成果如表2-6-7所示。

表 2-6-7　民國 107 年聯合試水成果彙整表

<table>
<tr><th>項次</th><th>抽水組合</th><th>至自來水廠量測流量
(CMD)</th><th>備註</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1 號井</td><td>2,160</td><td rowspan="4">1.1 號井計算出水量 2,112CMD
2.2 號井計算出水量 2,184CMD
3.新 5 號井計算出水量 2,136CMD</td></tr>
<tr><td>2</td><td>1 號井+2 號井</td><td>4,608</td></tr>
<tr><td>3</td><td>1 號井+2 號井+新 5 號井</td><td>6,192</td></tr>
<tr><td>4</td><td>新 5 號井</td><td>1,728</td></tr>
</table>

資料來源：頭前溪抗旱井試水及抽水代操作工作，經濟部水利署北區水資源局，民國 107 年

由成果顯示，新5號井受管線、井口位置管線長度影響，出水量實測值較小；而聯合抽水試驗達72小時，顯示備援水井可長時間供水。

2-7 前期規劃成果

經濟部水利署水利規劃試驗所於民國106年完成「地下水防災緊急備援井網規劃」主要工作項目如表2-7-1，內容如下所述:

表 2-7-1 前期規劃工作項目

項目	說明
工作內容	1.基本資料蒐集及評析 2.區域可抽水量及缺水情勢分析及評估 3.緊急備援井網調查規劃 4.生產井設計及工程計畫書文件準備

一、枯旱時期調配水量及缺水衝擊分析

(一)枯旱時期調配水量

參考自來水公司各階段限水節水量統計成果，實施第一階段限水每日實際減供水量約1.63萬m^3；第二階段限水工業用戶預定目標為每日減供水量1.5萬m^3(約7.5%)，非工業(大戶)預定目標為每日減供水量為0.5萬m^3，實際減供量約每日4.38萬m^3。

農業停灌調用水量，參考新竹農田水利會近年水稻及旱作灌溉用水計畫與實際取水量記錄表，新竹地區近年計畫灌溉水深約2.9m，計畫取水量與實際取水量差異，視水文狀況而異，民國105年計畫取水量約等於實際取水量。如依此標準估算民國104年停灌之4,606公頃農田，其計畫水量約高達1.33億m^3，惟枯旱期間應無法依計畫水量引水，另由北水局民國104年年報資料，民國104年隆恩堰農業分配水量較民國103年減少約1,405萬m^3，上坪堰農業分配水量較民國103年減少約259萬m^3。

(二)缺水衝擊分析

枯旱缺水衝擊於生活用水方面，除影響生活的便利性外，如實施第三階段分區輪流或全區定時停止供水後，供水管線可能因負壓而造成水污染，進而引發環境衛生問題。

工業用水方面如實施第一階段限水，廠商對策包括：

1.停止不必要之澆灌、洗滌、消防訓練及生活用水等。

2.延長樹脂塔及活性碳塔再生時間(將使樹脂壽命減短，約增加 20%

費用)。

3.延長濾材更換週期(將增加系統風險)。

如實施第二階段限水，廠商增加措施如下：

1.減少辦公室空調、提昇空調用水濃縮數，以減少用水量（增加冰機清洗頻率 30%）。

2.減少廢氣洗滌塔用水(增加維護保養頻率10%)。

3.增加回收水回收率(降低回收水品質，增加系統風險)。

4.關閉游泳池。

5.少數廠商需載水補充。

如實施第三階段限水，除前述措施外，預期可能全面啟動水車載水。以每部水車可載水25立方公尺計，每天約需600車次才能補足二階限水減供7.5%之目標，所需經費每天約900萬元(每車次以1.5萬元計)，不同情境之載水費用分析如表2-7-2。如直接以減供水量比例(減供7.5%)及新竹地區工業營收，估計工業產值影響每天約3.8億元。

另依民國104年新竹地區實施二階限水天數達85天，及工業實際減供水量(每天約3.87萬立方公尺)，如工業減供水量要全面以載水方式補足，所需經費約19.7億元。

表 2-7-2　載水費分析表

供水缺口 (萬 CMD)	減供百分比 (%)	載水車次/天	載水費 (萬元/天)
1.0	5.0	400	600
1.5	7.5	600	900
2.0	10.0	800	1,200
4.0	20.0	1,600	2,400
6.0	30.0	2,400	3,600

註：水車容量以 25 立方公尺計，載水費每車次以 1.5 萬元。

農業方面係以經濟部「農業用水調度使用協調作業要點」為依據，計算被調用地區之稻作農家賺款，並考量物價成長幅度估算補償費。民國104年以此方式算出一期作每公頃停灌補償標準如下，補償費由農委會、科技部、水利署、水公司分攤，合計補償費約3億元。

1.休耕且種綠肥為85,000元

2.休耕不種綠肥為78,000元

3.不種稻而轉(契)作旱作物或長期作物者，每公頃補償39,000元至62,000元。

二、區域可抽水量評估

枯旱時期備援水井可抽水量，先由蘊藏量觀點，釐清大範圍含水層可出水量，再檢視水文地質條件限制下，單井可出水能力，以供備援井網佈設參考。其中，大範圍適宜出水之含水層區位判斷，係同時考量地下水流特性，與水質特性而決定。

(一)地下水流特性評析

地下水流特性同時考量水文與地質特性，進行綜合評析；說明如下。

1.水文特性評析

新竹平原地下水補注源以降雨為主(包含落地後之河川地面水、水旱田灌溉等)，由第二章分析可知頭前溪與鳳山溪主河道(含高灘地)區位(約略新竹機場以東至高鐵路線以西含水層)，相對水力傳導性較高，地下水體接受補注較為直接，其抽水後受補注回升地下水位較容易。另由地下水井出水性能資料顯示亦較優，故優先考量作為備用井佈置區位。

有關允許地下水位洩降深度之評析，以新社(1)站為例，檢視近年月平均地下水位，顯示豐枯水期平均水位差值約0.5m；最枯之月水位埋深約9m，較枯水期平均水位再低2.5m；水位降至此低點尚可回升至常年平均水位。若以頭前溪(1)站進行檢視，則顯示豐枯水期平均水位差值亦為0.5m；最枯月水位埋深7.5m，較枯水期平均水位再低2m；水位降至此低點尚可回升至常年平均水位。顯示此區域天然地下水補注潛能，應可於極枯旱取水後，使地下水位回升2.5m，可作為備用可抽水量之限制依據。

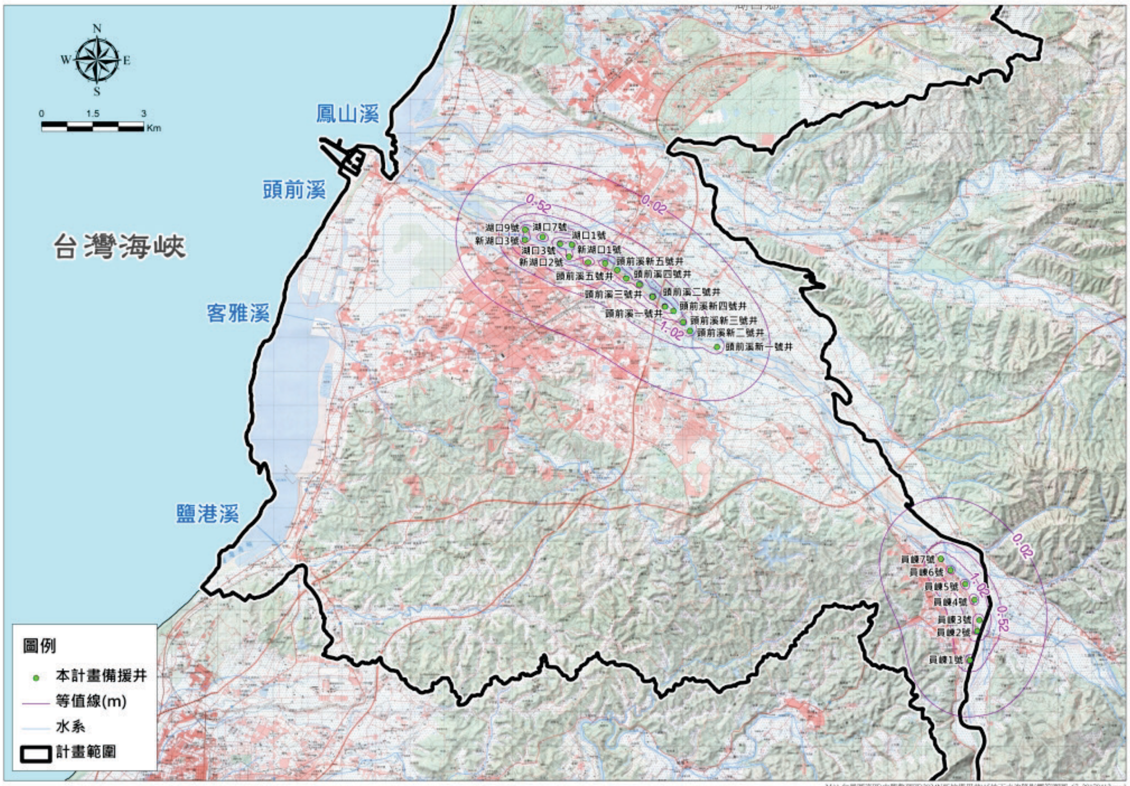
2.地質特性評析

新竹平原以外之台地與丘陵，其含水層極薄，且含有低透水性之土質分層，出水恐低且欲取水需採分層取水，有可能同時抽汲侷限含水層；新竹平原內較深層之地層亦有相同狀況。新竹平原非侷限含水層出水性能較佳，砂礫層比出水量一般較高，較利取水。若考量地層

下陷因素，材質中含黏土與粉土質砂分層厚或比例高之區位應盡可能排除，或將開篩位置避開。

目前既有頭前溪抗旱井之單井安全出水量約為每日1,275至3,914m^{3}間，井深約101m至152m，開篩之含水層厚度約32m至48m。依據北水局106年「頭前溪抗旱井試水及抽水代操作-試水報告書」，顯示水利署抗旱井單井出水量約為每日2,000 m^{3}以上；若考量輸水至隆恩堰分水工調節池間之水頭損失，則實際出水量約為單井抽水至井口之70%。

考量作業空間、通水面積，及一般水公司慣常採用之抽水井尺寸(採16英吋)，配合含水層厚度(依據水利署既有抗旱井，採平均值26m進行估算)，及井群效應下計畫出水量(採每日4萬m^3)抽水150天後之洩降深度(如圖2-7-1)，估算單口井設計出水量最大可採每日2,000 m^3 (詳表2-7-3)。若含水層厚度假設為23m與19m，則單井設計出水量分別為每日1,500與1,000立方公尺。



註：備援井群共 24 口，詳第四章；採 Schwartz and Zhang (2003)之 WELLz 2.0 軟體計算；圖左側等值線為頭前溪下游主河道區位洩降總深度 0.02(最外圈)~4.1(最內圈)公尺，圖右側等值線為上坪溪匯入頭前溪河道區位洩降總深度 0.02(最外圈)~2.0(最內圈)公尺；圖中等值線除最外與最內圈外，間格為 0.5 公尺；模擬範圍水力傳導係數為 2X10^{-4}m/s，比出水量為 0.1。

圖 2-7-1　計畫備援供水 4 萬 CMD 連續 150 天後地下水位洩降圖

表 2-7-3　水文地質條件限制下單井出水能力估算表

編號	項目	數值	單位	備註
(1)	抽水井井徑	16	in.	參考頭前溪既有抗旱井、水公司一般型式，考量通水面積、作業空間等
(2)	抽水井有效開篩長度	14.4	m	考慮地下水埋深後剩餘長度
(3)	開孔率	18	%	捲線型濾水管約為 18~31%，依現地材質而定
(4)	允許最大流入速度	0.003	m/sec	依粒徑大小而定
(5)	水井效率	0.7		依北水局 106 年試水成果
(6)	含水層厚度	26	m	依水利署既有抗旱井平均值
(7)	枯水期地下水平均埋深	5.5	m	參考頭前溪(1)地下水位站
(8)	有效含水層厚度	20.5	m	枯水期平均水位至底部厚度
(9)	抽水後洩降深度	4.1	m	井群效應下，計畫出水量(4 萬 CMD)抽水 150 天後之洩降深度(如圖 2-6-3)
(10)	井內抽水損失水頭等無效管段	2	m	
(11)	單井可出水量	2,001	CMD	單井抽水量可採 2,000CMD 設計

註：

(2)=(8)-(9)-(10)
(8)=(6)-(7)
(11)=(1)X2.54/100 X 3.14 X (2) X (3)/100 X (4) X 24 X 3600 X (5)

三、規劃設計

(一)抽水井深度

地下水井深度當以貫穿整個含水層厚度較佳，可取得較高水量及減少局部區域地下水位大幅洩降。依據水利署既有10口抗旱井相關資料(如表2-7-4)，顯示雖井深達101至152公尺，惟主要開篩位置均於埋深76公尺範圍內，顯示此區地下水資源開採範圍仍以淺層含水層為主，因此，規劃井孔深度為80公尺，視施工階段補充調查結果再進行微調。

(二)抽水井主體結構

1.井材與井徑

抽水井井材與尺寸大小關係備援井網出水量、建置與營運成本，以下針對井管材質及尺寸進行評估，說明如下。

(1)井材

鑿井業常用之水井材料包括塑膠管、高週波黑鋼管及不銹鋼管

等。本計畫供水標的為民生及家用公共給水，且預計使用年限10年以上，且深度達80公尺，故建議採不鏽鋼管為主。

(2)井徑

井徑大小關係著可抽水量之大小，及井內可作業空間。參考水利署既有抗旱井經驗，及本計畫備援出水目標量，及水文地質特性，建議井徑採16英吋(400毫米)，經第三章第一節試算結果，隨含水層厚度不同，出水量介於每日1,000至2,000立方公尺間。

2、濾料粒徑與篩管開孔

濾料粒徑與篩管開孔主要由含水層之材質決定，濾料粒徑建議採2.0mm~4.0mm，篩管開孔寬度則約0.75mm至1.0mm，惟須依據施工階段鑽孔之試驗成果決定。

表 2-7-4　前期規劃新竹地區 24 口備援生產井成果表(1/2)

序號	井名	計畫出水量(CMD)	X坐標	Y坐標	計畫揚程(m)	預估抽水機馬力(HP)	預估抽水機馬力(瓩)	計畫出水年份
1	頭前溪一號井	2,000	250,459	2,744,913	53	30	39	107
2	頭前溪二號井	2,000	250,098	2,745,201	50	28	37	107
3	頭前溪三號井	2,000	249,711	2,745,564	58	33	43	107
4	頭前溪四號井	2,000	249,322	2,745,741	53	30	40	107
5	頭前溪五號井	2,000	249,062	2,745,990	61	34	45	107
6	頭前溪新一號井	1,000	251,990	2,743,730	34	9	13	108
7	頭前溪新二號井	1,000	251,193	2,744,201	44	12	16	108
8	頭前溪新三號井	1,000	250,995	2,744,460	44	12	17	108
9	頭前溪新四號井	1,000	250,711	2,744,787	46	13	17	108
10	頭前溪新五號井	2,000	248,707	2,746,188	63	35	47	108
11	湖口新 3 號	2,000	246,354	2,746,872	68	38	51	108
12	湖口新 2 號	2,000	247,649	2,746,378	71	40	53	108
13	湖口新 1 號	2,000	248,208	2,746,213	57	32	43	108
14	員崠 1 號	1,500	259,400	2,734,529	34	14	19	109
15	員崠 2 號	1,500	259,622	2,735,387	46	19	26	109
16	員崠 3 號	1,500	259,686	2,735,705	46	19	26	109
17	員崠 4 號	1,500	259,539	2,736,304	51	22	29	109

表 2-7-4　前期規劃新竹地區 24 口備援生產井成果表(2/2)

序號	井名	計畫 出水量(CMD)	X 坐標	Y 坐標	計畫 揚程 (m)	預估 抽水機 馬力(HP)	預估 抽水機 馬力(瓩)	計畫出水 年份
18	員崠 5 號	1,500	259,267	2,736,767	55	23	31	109
19	員崠 6 號	1,500	258,838	2,737,172	61	26	34	109
20	員崠 7 號	1,500	258,550	2,737,506	65	27	37	109
21	湖口 1 號	2,000	247,732	2,746,732	71	40	53	108
22	湖口 3 號	2,000	247,385	2,746,757	73	41	55	108
23	湖口 7 號	2,000	246,875	2,746,961	67	38	50	108
24	湖口 9 號	2,000	246,361	2,747,174	68	38	51	108

3、井體構造

由上述對井深、井徑、井材、濾料粒徑與篩管開孔縫寬分析後，抽水井井體，說明如下：

(1)保護套管

保護套管為一管徑較大，用來保護鑽孔避免下管期間發生坍孔，一般採捲焊套管施作，採28英吋。

(2)井管與篩管

井管與篩管井徑同為16英吋，擴孔孔徑26英吋。其中篩管之長度與位置需視含水層之狀況而定，依據鑽孔之柱狀圖來進一步確認篩管長度。

(3)沉泥管

沉泥管主要為泥沙由篩管進入水井後之沉降空間。

(4)濾料圈

濾料圈為環繞篩管周圍過濾含水層泥沙之用途，採用質硬形圓、淘洗乾淨且顆粒均勻之濾料(如石英砂)，其粒徑大小2.0mm~4.0mm。

2-8 相關計畫

2-8-1 頭前溪治理規劃檢討

一、頻率洪水

依據民國106年「頭前溪本流治理規劃檢討報告」水文分析之頻率洪水成果配合本案工作範圍顯示，頭前溪本流竹林大橋上游地區(斷面44~斷面48)，其保護標準為100年重現期距，流量8,120cms;頭前溪下游興隆大橋至舊社大橋(斷面12~斷面26)，保護標準為100年重現期距，流量8,530cms。

二、水理分析

依水理分析結果與本案備援水井相關河道斷面顯示，頭前溪本流上游100年重現期距洪水位介於EL.97.1m~EL.116.6m，及頭前溪本流下游100年重現期距洪水位介於EL.12.0m~EL.36.5m。其水理演算成果如表表2-8-1。

2-8-2 上坪溪治理規劃檢討

一、頻率洪水

依據民國103年「頭前溪水系支流上坪溪治理規劃檢討」水文分析之頻率洪水成果顯示，上坪溪匯流口至上坪攔河堰 (斷面0~斷面13)，其保護標準為100年重現期距，流量4,180cms~4,300cms。

二、水理分析

依水理分析結果與本案備援水井相關河道斷面顯示，上坪溪匯流口至上坪攔河堰100年重現期距洪水位介於EL.130.34m~EL.166.16m。其水理演算成果如表2-8-2。

表 2-8-1　頭前溪本流水理演算成果表

斷面編號	100 年重現期距				各重現期距洪水位(m)					備註
	Q_{100} 水位 (m)	通水面積 (m^2)	水面寬 (m)	平均流速 (m/s)	Q_2 水位 (m)	Q_5 水位 (m)	Q_{10} 水位 (m)	Q_{20} 水位 (m)	Q_{50} 水位 (m)	
12	11.96	1744.19	364.15	4.89	9.1	10.1	10.7	11.2	11.6	鄰近頭前溪右岸 4 號
13	13.30	2006.41	490.34	4.25	10	11.1	11.7	12.4	12.9	鄰近頭前溪左岸 3 號、右岸 3 號
14	15.35	2146.12	657.82	3.97	11.7	12.9	13.6	14.5	15	鄰近頭前溪右岸 2 號
15	17.00	2452.51	540.75	3.48	13.3	14.7	15.4	16.2	16.6	鄰近頭前溪左岸 2 號、右岸 1 號
16	18.01	3440.13	632.20	2.48	14.3	15.6	16.4	17.2	17.6	鄰近頭前溪左岸 1 號
17	18.25	1486.48	528.50	5.74	16.9	17.5	18.1	18.7	19	鄰近頭前溪 5 號、新 5 號
18	22.90	2066.17	588.49	4.13	20	21.2	21.7	22.2	22.6	鄰近頭前溪 4 號
19	25.45	2218.80	656.46	3.84	23.2	24.1	24.5	24.9	25.2	鄰近頭前溪 3 號
20	27.07	1185.29	349.79	7.20	26.5	27.3	27.8	28.2	28.4	鄰近頭前溪 2 號
21	30.98	1610.51	575.90	5.30	28.4	29.5	30	30.4	30.7	鄰近頭前溪新 4 號、1 號
22	34.24	2422.91	582.00	3.52	31.4	32.6	33.1	33.6	34	鄰近頭前溪新 3 號
23	35.63	2532.37	514.70	3.27	32.8	33.8	34.4	34.9	35.3	鄰近頭前溪新 2 號
24	31.79	2449.15	616..01	3.38	36.4	37.1	37.5	38	38.3	鄰近頭前溪新 1 號
25	36.32	1899.18	537.68	4.37	40.62	41.33	41.71	42.14	42.45	
26	36.79	1179.49	369.73	7.03	42.18	43.12	43.59	44.11	44.41	
44	98.94	2711.95	692.84	2.99	102.8	103.6	104.1	104.7	105.1	鄰近員崠 7 號
45	102.11	1541.79	543.54	5.27	105.8	106.3	106.7	107	107.3	鄰近員崠 6 號
46	105.52	1453.90	399.91	5.58	111.4	112.1	112.4	112.8	113.1	鄰近員崠 5 號
47	109.03	1616.63	404.10	5.02	115	115.9	116.3	116.8	117.1	鄰近員崠 4 號
48	116.60	1601.02	611.95	5.07	120.2	120.8	121.1	121.4	121.6	鄰近員崠 3 號

資料來源：頭前溪本流治理規劃檢討報告，民國 106 年

表 2-8-2 上坪溪水理演算成果表

斷面編號	100 年重現期距				各重現期距洪水位(m)				
	Q_{100} 水位 (m)	通水面積 (m^2)	水面寬 (m)	平均流速 (m/s)	Q_2 水位 (m)	Q_5 水位 (m)	Q_{10} 水位 (m)	Q_{25} 水位 (m)	Q_{50} 水位 (m)
00	130.34	715.87	300.12	6.62	128.57	129.44	129.46	129.75	130.05
01	131.91	1189.23	370.02	3.62	128.89	129.78	130.49	131.01	131.43
02	132.06	417.54	228.12	10.30	129.86	130.68	131.19	131.59	131.81
03	137.03	673.80	160.42	6.38	134.03	134.91	135.6	136.16	136.62
04	140.10	1073.83	276.63	4.00	136.32	137.31	138.15	138.82	139.38
05	141.49	1026.17	287.55	4.19	138.11	139.22	139.95	140.48	140.94
06	143.45	911.81	309.25	4.72	140.62	141.29	142.4	142.85	143.13
07	148.25	819.67	235.30	5.25	144.69	145.6	146.4	147.04	147.26
08	150.11	530.72	192.94	8.10	148.03	148.36	148.93	149.3	149.75
09	155.29	717.06	161.02	6.00	150.63	152.3	153.24	154.14	154.58
10	157.52	773.22	163.32	5.56	153.66	154.8	155.73	156.37	156.99
11	159.43	814.66	214.78	5.28	155.68	156.86	157.6	158.2	158.71
12	160.59	495.62	194.09	8.68	159.46	159.23	159.73	160.05	160.3
13	166.16	421.68	192.04	10.20	164.54	165.01	165.36	165.65	165.88

資料來源：頭前溪水系支流上坪溪治理規劃檢討，民國 106 年

2-8-3　新竹市政府水與環境建設計畫

新竹市水與環境建設計畫為行政院「前瞻基礎建設計畫-水環境建設」一環，主要藉由跨部會協調整合，集中資源加速辦理河川及排水環境營造、污水截流、放流水補注、水源淨化、滯洪池休憩景觀、植栽美化、污水處理設施、步道及跨(吊)橋設置，營造一親水亮點，提供自然豐富親水空間與生態棲地，恢復水岸生命力及親水永續水環境。

而新竹市水環境建設計畫主要包含1.新竹左岸整體景觀規劃2.新竹17公里海岸整體規劃3.新竹漁人碼頭計畫4.市區水系景觀改善計畫，其景觀概念平面位置如圖2-8-1所示。

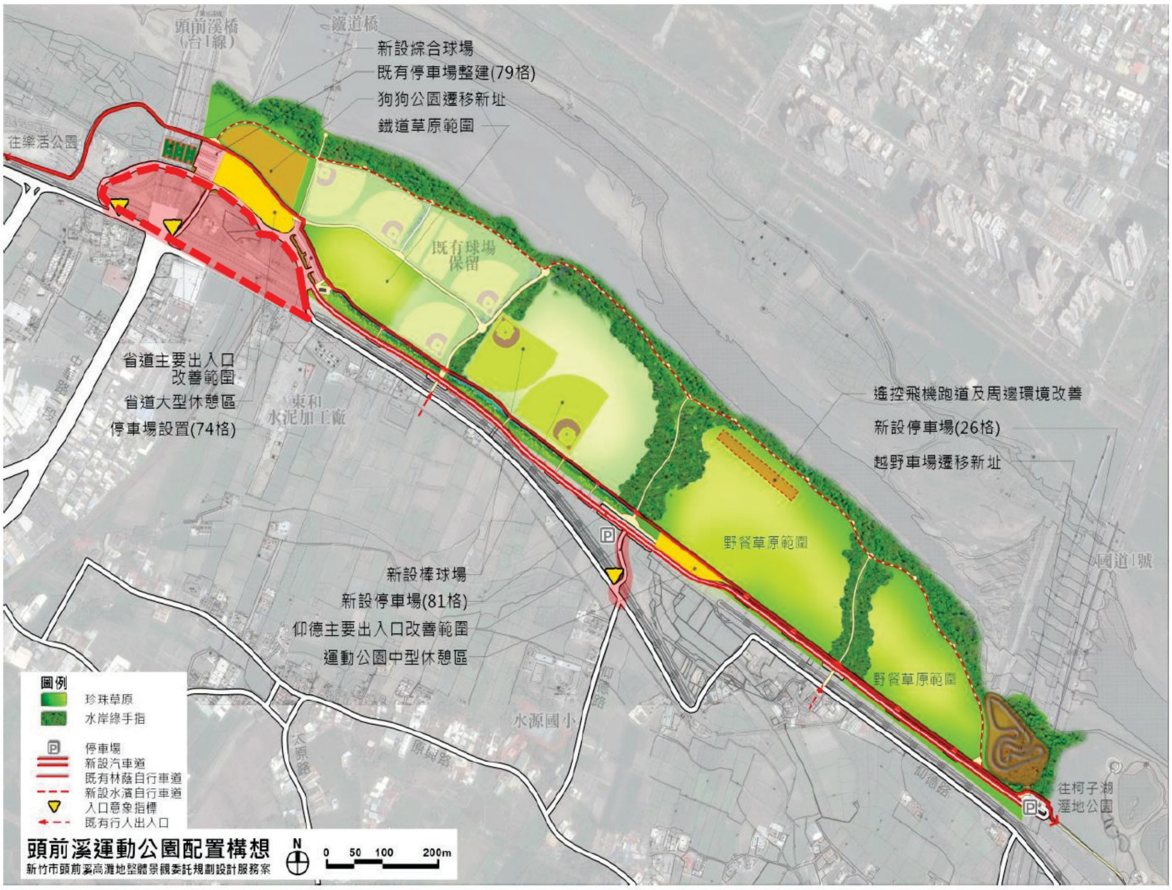
資料來源：新竹市政府水與環境建設計畫資料

圖 2-8-1　新竹市環視水岸建設計劃位置圖

新竹左岸整體景觀規劃係針對頭前溪左岸所辦理環境整體規劃，主要針對景觀不同特性辦理綠美化、河濱公園整合及進出入口改善，其中子工程項目頭前溪橋下簡易綠美化工程、新竹左岸高灘地柯子湖段景觀改善工程及新竹左岸高灘地溪埔子段景觀改善工程等3項工程，工程位置同於本計畫工程井址，以下將針對此三工程內容概述說明，茲以作為後續工程規劃檢討依據。

一、頭前溪橋下簡易綠美化工程

頭前溪橋下簡易綠美化工程範圍自國道高速公路至頭前溪橋左岸高灘地，工程位置圖詳圖2-8-2所示，此工程主要工項有興建停車場、新設棒球場、停車場整建、越野車場遷移、遙控飛機跑道改善及植草綠化等，主要將目前既有頭前溪河濱公園重新規劃及整建，部分工項如棒球場新建即停車場整建預計於民國107年8月陸續完成。

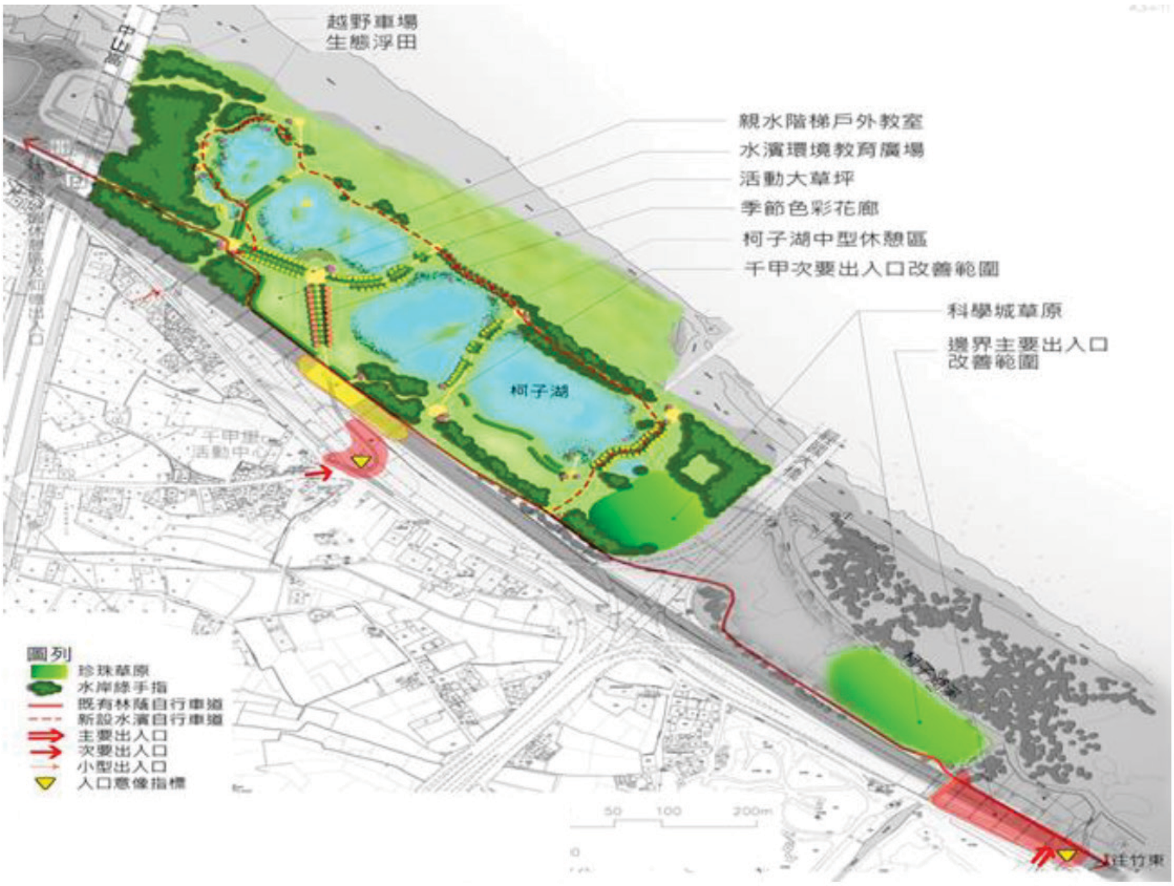


資料來源：新竹市政府水與環境建設計畫資料

圖 2-8-2　頭前溪橋下簡易綠美化工程位置圖

二、新竹左岸高灘地柯子湖段景觀改善工程

新竹左岸高灘地柯子湖段景觀改善工程範圍自國道高速公路至經國大橋上游600m之左岸高灘地，工程位置圖詳圖2-8-3所示，此工程主要工項為邊界出入口之改善、新增改善親水空間及高灘地綠美化等工項，工程截至6月期間尚未進場施作。



資料來源：新竹市政府水與環境建設計畫資料

圖 2-8-3　新竹左岸高灘地柯子湖段景觀改善工程位置圖

三、新竹左岸高灘地溪埔子段景觀改善工程

此工程針對目前溪埔子段進行綠美化改善，主要工項為人工湖綠美化，目前亦尚未進場施作，相關佈置詳圖2-8-4。

資料來源：新竹市政府水與環境建設計畫資料

圖 2-8-4　新竹左岸高灘地溪埔子段景觀改善工程位置圖

第三章　用地取得情形及相關法令分析

3-1　用地取得情形

新竹地區備援井網建置皆位於頭前溪及上坪溪高灘地，一般來說河川高灘地皆屬於河川公地，屬第二河川局所管轄，應無用地問題，據本計畫套繪河川地籍圖後本案預定井址皆屬於河川公地，故本案工程無涉及用地徵收之問題。

由河川地籍套繪圖顯示本案工程雖無涉及私人土地情勢，管轄單位應屬第二河川局，依據法規規定仍需管理單位同意後方可進場施工；另新竹縣市河川公地多為生態公園、人工溼地及市政府所規劃之遊憩空間，屬新竹縣市政府代為管轄，位於公園、人工濕地等新竹縣市政府管轄區域之備援水井，將另行取得縣政府同意後施作；另頭前溪左岸二號為民眾承租地參考法規，需取得承租戶同意後進行施作，本階段地質鑽探已和民眾接觸並取得鑽探作業進行同意，後續設計階段將再行取得備援水井施作同意，備援水井預定位置土地使用及後續辦理情形彙整表詳如表3-1-1所示，地籍套繪成果如圖3-1-1~圖3-1-3所示。

表 3-1-1　備援水井相對位置一覽表

井名	相對位置 (環境改善工程前)	相對位置 (環境改善工程後)	管理單位	備註
頭前溪一號井	柯子湖河濱公園	柯子湖河濱公園	新竹市	
頭前溪二號井	-	頭前溪野餐草原	新竹市	
頭前溪三號井	頭前溪飛行場	頭前溪飛行場	新竹市	
頭前溪四號井	頭前溪寵物公園	棒球場	新竹市	
頭前溪五號井	頭前溪河濱公園	頭前溪鐵道草原	新竹市	
頭前溪新一號井	新竹豆腐岩	新竹豆腐岩	新竹縣	
頭前溪新二號井	-	科學城草原	新竹市	
頭前溪新三號井	-	科學城草原	新竹市	
頭前溪新四號井	柯子湖河濱公園	柯子湖河濱公園	新竹市	
頭前溪新五號井	-	頭前溪草原	新竹市	
頭前溪左岸一號	-	友善農業區	新竹市	
頭前溪左岸二號	-	活力草原	新竹市	需承租戶同意施作
頭前溪左岸三號	溪埔子濕地公園	溪埔子濕地公園	新竹市	
頭前溪右岸一號	-	-	新竹市	
頭前溪右岸二號	-	-	新竹市	
頭前溪右岸三號	-	-	新竹市	
頭前溪右岸四號	-	-	新竹市	
員崠 1 號~7 號	頭前溪河濱公園	頭前溪河濱公園	新竹縣	

圖 3-1-1　員崠新設備援水井地籍套繪圖

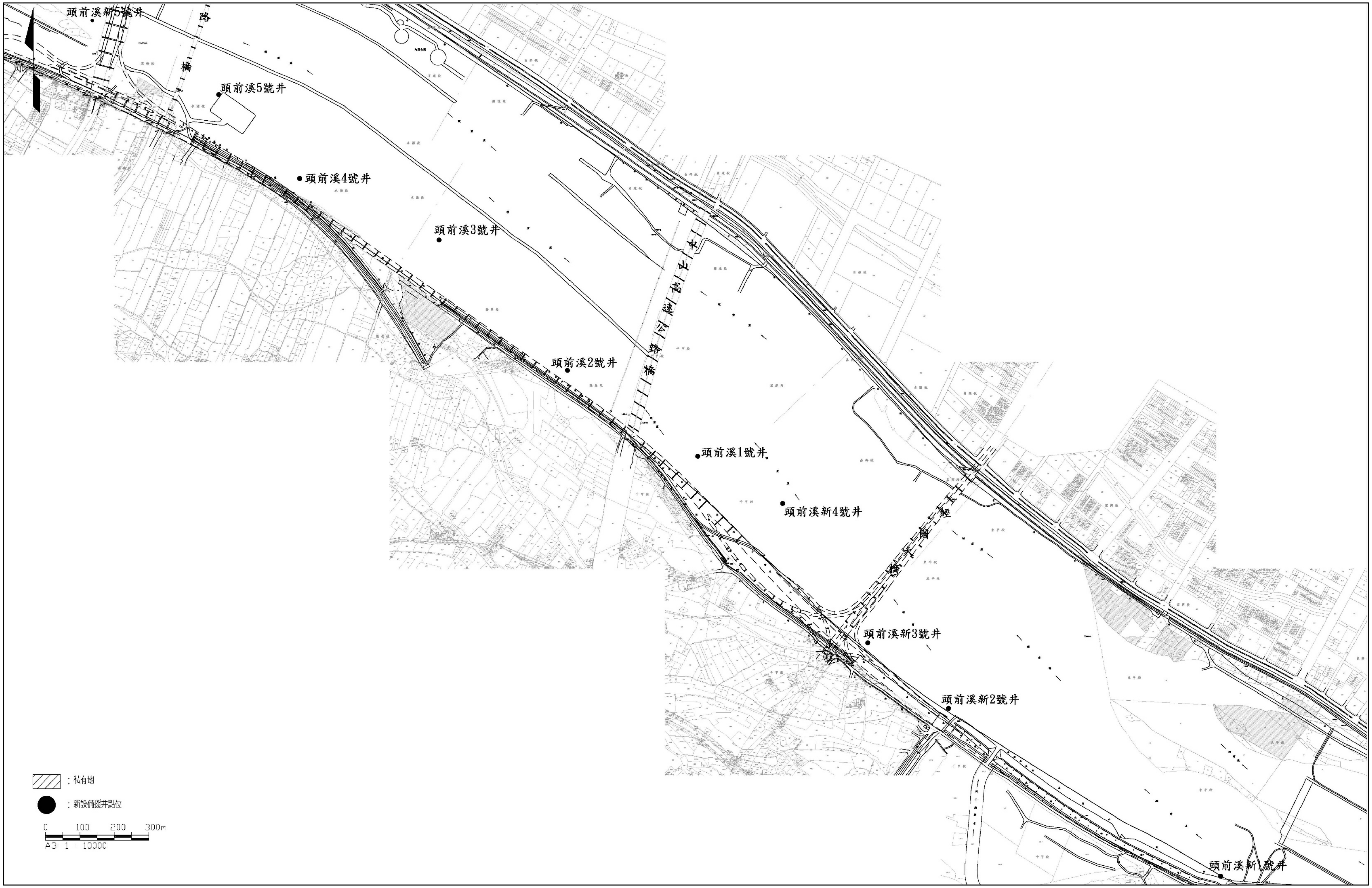


圖 3-1-2　頭前溪既有備援水井地籍套繪圖

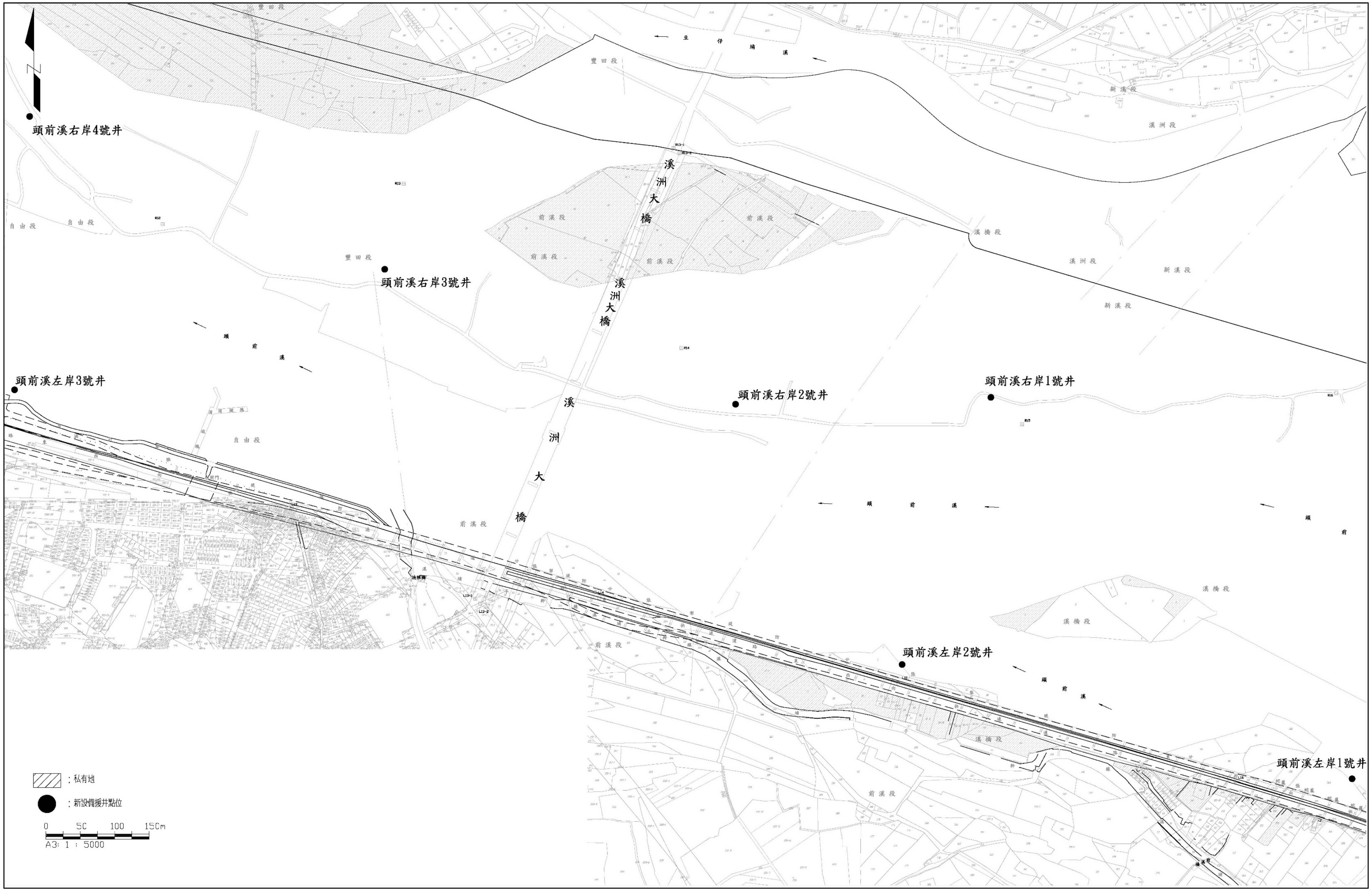


圖 3-1-3　頭前溪新設備援水井地籍套繪圖

3-2 相關法令分析

本計畫為防災及備援水井建置計畫，有關水井建置所涉及相關法令、作業要點及管理規則等詳述如下。

一、備援水井水質評估標準

依據民國106年「地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區」規劃成果，本計畫新設備援水井水源主要輸送至隆恩堰分水工調節池及員崠淨水場集水井，有關水質標準應參考「飲用水水源水質標準」規定辦理，與本案相關條文有第3條及第5條，相關法令詳如表3-2-1所示。

因本計畫水源主要輸送至隆恩堰分水工及員崠淨水場，應屬法規規定之自來水水源，其水質標準應符合法規第5條規定詳如表3-2-2所示。

表 3-2-1　飲用水水源水質標準相關法令

法條	條文內容
第 3 條	水源水質檢驗之採樣地點如下： 一、自來水水源：於供水單位取水後進入淨水場內之淨水處理設備前之足以代表該水源水質之適當地點採樣；取水後先經原水前處理設備處理後再進入淨水處理設備者，亦同；無原水前處理設備或淨水處理設備者，應於供水單位取水後足以代表該水源水質之適當地點採樣。 二、簡易自來水或社區自設公共給水水源：於管理單位取水後進入淨水處理設備前之足以代表該水源水質之適當地點採樣；取水後先經原水前處理設備處理後再進入淨水處理設備者，亦同；無原水前處理設備或淨水處理設備者，應於管理單位取水後足以代表該水源水質之適當地點採樣。 三、包裝水水源：於包裝水業者取水後未經以任何設備或方式輸送或裝載進入工廠生產前之足以代表該水源水質之適當地點採樣。 四、盛裝水水源：於盛裝水業者取水後未進入淨水處理設備或貯水設備前，或尚未以管線、載水車或其他容器、設備輸送、盛裝或裝載之前採樣。 五、供公眾飲用之連續供水固定設備水源：於水源進入該設備前之適當地點採樣，無適當地點採樣時，應於足以代表該水源水質之其他出水口處採樣。 前項採樣地點由供水單位、管理單位或包裝水、盛裝水業者報請當地主管機關核定。
第 5 條	地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合下列規定：

表 3-2-2　飲用水水源水質標準相關法令

項目	最大限值	單位
大腸桿菌群密度	20,000	MPN/100 毫升或 CFU/100 毫升
氨氮(NH_3-H)	1	毫升/公升
化學需氧量(COD)	25	毫升/公升
總有機碳(TOC)	4	毫升/公升
砷(As)	0.05	毫升/公升
鉛(Pb)	0.05	毫升/公升
鎘(Cd)	0.01	毫升/公升
鉻(Cr)	0.05	毫升/公升
汞(Hg)	0.002	毫升/公升
硒(Se)	0.05	毫升/公升

二、河川公地申請

本工程位於頭前溪及上坪溪高灘地處，河川公地屬第二河川局所管轄，有關河川公地申請法規如表3-2-3；依法規規定應於工程於進場作前，配合進行相關申請，經主管機關同意後進場施工。

表 3-2-3　河川公地申請相關法規表

<table>
<tr><td colspan="3">河川公地申請相關法令</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td colspan="2">河川管理辦法(民國 102 年 12 月 27 日修正)</td></tr>
<tr><td>第六條</td><td>河川公地：指河川區域內已登記及未登記之公有土地。</td></tr>
<tr><td>第九條</td><td>河川區域土地之申請使用人或利害關係人得向管理機關申請閱覽、影印、抄繪河川圖籍及申請複丈，該使用土地之假編地號與範圍，並依規定繳納規費。
申請河川公地使用之土地無假編地號時，以鄰近之已登記土地編列地先認定其位置及範圍。</td></tr>
<tr><td>第二十七條</td><td>管理機關得依河川治理計畫，並參酌所轄河川水土資源、生態環境、自然景觀、河川沿岸土地發展及其他相關情事，訂定河川環境管理計畫報經其主管機關核定之。
管理機關應依前項核定之各該河川環境管理計畫，公告其管理使用分區、得申請許可使用之範圍及其項目。但原已許可使用者，應俟使用期限屆滿後始得變更，其為種植使用者，得展限使用二次期滿後再行變更之。
前項經許可使用之土地於許可期限屆滿時或經撤銷、廢止使用許可者，管理機關得命使用人限期整復；未依所定期限整復者，得依本法第九十五條規定處分，該河川公地如符合許可要件者，管理機關得指定期限公告受理申請許可使用。</td></tr>
</table>

三、水利建造物建造、改造或拆除申請

本工程為備援水井建置工程，主要為抽取地下水，其基地位於中央管河川之頭前溪高灘地處，依據水利法施行細則第四十一條及水利建造物建造、改造或拆除審核作業要點第四點之二，興辦關於引水、蓄水、抽汲地下水、利用水力及其他以水資源利用為目的之水利建造物，將由水利署北區水資源局辦理及核發其水利建造物建造、改造或拆除申請。

由水利建造物建造、改造或拆除審核作業要點第十二點，水利建造物與水權可同時提出申請，並於完成水權登記後使得施工。相關法規如表3-2-4。

表 3-2-4　水利建造物建造、改造或拆除申請相關法規表(1/2)

水利建造物建造、改造或拆除申請相關法令		
1.	水利法(民國 105 年 05 月 25 日修正)	
	第四十六條	興辦水利事業，關於下列建造物之建造、改造或拆除，應經主管機關之核准： 一、防水之建造物。 二、引水之建造物。 三、蓄水之建造物。 四、洩水之建造物。 五、抽汲地下水之建造物。 六、與水運有關之建造物。 七、利用水力之建造物。 八、其他水利建造物。 前項各款建造物之建造或改造，均應由興辦水利事業人備具詳細計畫圖樣及說明書，申請主管機關核准。如因特殊情形有變更核准計畫之必要時，應由興辦水利事業人聲敘理由，並備具變更之計畫圖樣及說明書，申請核准後為之。但為防止危險及臨時救濟起見，得先行處置，報請主管機關備案。
2.	水利法施行細則(民國 105 年 09 月 13 日修正)	
	第四十一條	本法第四十六條水利建造物之核准，興辦水利事業人應向該水利建造物基地所在直轄市或縣（市）主管機關申請；水利建造物有下列各款情形之一者，應向中央主管機關申請： 一、基地涉及二以上直轄市、縣（市）。 二、基地涉及中央管之河川區域、排水設施範圍、海堤區域或水庫蓄水範圍內。 三、屬重大公共建設之水利建造物。

表 3-2-4　水利建造物建造、改造或拆除申請相關法規表(2/2)

3.	水利建造物建造、改造或拆除審核作業要點(民國 99 年 07 月 30 日修正)	
	四	依水利法施行細則第四十一條規定水利建造物之主管機關為縣(市)政府者，由該水利建造物所在之縣(市)政府受理；水利建造物之主管機關為中央主管機關者，由該建造物所在之轄管本部水利署河川局或水資源局受理，並依下列規定辦理： 一、防水、洩水、與水運有關及其他以水患防治為目的之水利建造物，由本部水利署轄管河川局受理。 二、引水、蓄水、抽汲地下水、利用水力及其他以水資源利用為目的之水利建造物，由本部水利署轄管水資源局受理。 前項權責機關難以認定者，由本部水利署指定之。
	十一	主管機關依其權責興辦之水利建造物之建造或改造，得併於水利事業計畫審核，並應於完工後於水利建造物登記簿登記。
	十二	水利建造物之建造、改造或拆除，其基地全部或部分位於河川、海堤區域、排水設施範圍或水庫蓄水範圍者，應先取得其管理機關之許可。 引水建造物申請涉及水權取得時，於取得前項許可後，水利建造物與水權可同時提出申請，水利建造物主管機關得先行核發附停止條件之許可處分，於完成水權登記後，該處分始生效力，申請人始得施工。

四、水權申請

本計畫應於申請建造水利建造物，並俟鑿井工程竣工後，再依法配合主辦機關(經濟部水利署北區水資源局)向主管機關(新竹縣、市政府)進行水權申請並取得登記。水權申請相關法令如表3-2-5。

表 3-2-5　水權申請相關法規表(1/2)

水權申請相關法令		
1.	水利法(民國 105 年 05 月 25 日修正)	
	第十五條	本法所稱水權，謂依法對於地面水或地下水，取得使用或收益之權。
	第二十九條	水權之登記，應由權利人及義務人或其代理人提出左列文件，向主管機關申請之： 一、申請書。 二、證明登記原因文件或水權狀。 三、其他依法應提出之書據圖式。 由代理人申請登記者，應附具委任書。 政府興辦之水利事業，以其主辦機關為水權登記申請人。 地下水之開發，應先行檢具工程計劃及詳細說明，申請水權；俟完成供水後，再行依法取得水權。

表 3-2-5　水權申請相關法規表(2/2)

<table>
<tr><td rowspan="3">2.</td><td colspan="2">水權登記審查作業要點(民國 106 年 12 月 12 日修正)</td></tr>
<tr><td>三</td><td>地下水水權登記，主管機關為直轄市、縣（市）政府。
地面水水權登記，水源水系於直轄市、縣（市）內，主管機關為直轄市、縣（市）政府；水源流經二省（市）或二縣（市）以上者，由中央主管機關辦理。</td></tr>
<tr><td>六</td><td>申請水權之登記，應提出下列文件，向主管機關申請之：
一、申請書。
二、證明登記原因文件或水權狀。
三、其他依法應提出之書據圖式。
由代理人申請登記者，應附具委任書。
政府興辦之水利事業，以其主辦機關為水權登記申請人。
申請地下水水權，應由興辦水利事業人先行檢具工程計畫書圖、說明書、水權申請書及用水範圍資料表，申請建造水利建造物；並俟鑿井工程竣工後，再行依法辦理水權取得登記。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3.</td><td colspan="2">地下水管制辦法(民國 106 年 06 月 13 日修正)</td></tr>
<tr><td>第十一條</td><td>符合第五條第二項規定於管制區內鑿井引水者，應於原水井鄰近地點重新鑿井，並應依本法規定，向主管機關申請鑿井及水權變更登記。
因戰爭、天然災害或不可歸責於水權人之重大變故，致無法依規定提出鑿井及變更登記之申請者，得先行鑿井引水，並應於該事由消滅之次日起十五日內補辦之。
主管機關受理前二項水權變更登記時，其水井深度及引用水量不得超過原水權狀之記載。</td></tr>
</table>

五、環境影響評估

本計畫為防災及備援水井建置計畫，以新竹地區達第一階段限水條件時，即進行備援水井抽水，由上述抽水條件及依據開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準第十三條法規，本計畫僅須由主管機關同意，即可免實施環境影響評估。環境影響評估相關法令如表3-2-6。

表 3-2-6　環境影響評估相關法規表

<table>
<tr><td colspan="3">環境影響評估相關法令</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.</td><td colspan="2">環境影響評估法(民國 105 年 05 月 25 日修正)</td></tr>
<tr><td>第四條</td><td>(2)環境影響評估：指開發行為或政府政策對環境包括生活環境、自然環境、社會環境及經濟、文化、生態等可能影響之程度及範圍，事前以科學、客觀、綜合之調查、預測、分析及評定，提出環境管理計畫，並公開說明及審查。環境影響評估工作包括第一階段、第二階段環境影響評估及審查、追蹤考核等程序。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2.</td><td colspan="2">開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準(民國 107 年 04 月 11 日修正)</td></tr>
<tr><td>第十三條</td><td>供水、抽水或引水工程之開發，有下列情形之一者，應實施環境影響評估：
一、抽水、引水工程，符合下列規定之一者：
(1)抽、引取地面水、伏流水每秒抽水量二立方公尺以上。但抽取海水供冷
　卻水或養殖用水使用者，或引水供農業灌溉使用者，不在此限。
(2)抽取地下水每秒抽水量０．二立方公尺以上。
(3)抽取溫泉（不含自然湧出之溫泉）每秒抽水量０．０二立方公尺以上。
(4)抽取地下水位於地下水管制區。但抽取地下水每秒抽水量未達０．二立方公尺、抽取溫泉（不含自然湧出之溫泉）每秒抽水量未達０．０二立方公尺或抽取地下水目的為工程施工，經地下水管制區主管機關同意者，或抽
取地下水目的為地下水污染改善或整治、檢測水質或進行水文地質特性調查者，不在此限。
第一項第一款抽水、引水工程，屬臨時救急之抗旱救旱，經目的事業主管機關同意者，免實施環境影響評估。</td></tr>
</table>

第四章　調查規劃、試驗及評估

4-1　頭前溪既有井現況調查

4-1-1　既有備援水井環境評估

一、既有井現況評析

既有備援水井依建造期間可分為兩階段，分別為民國91年及民國93年，後續茲就目前環境及歷年空間環境變化進行後續評析。

(一)頭前溪1號井~5號井

為民國91年所建造，此階段所建造之備援水井皆無設置圍籬，但有配備機電抽水設備，但後續於民國99年整備紀錄顯示，多數機電設備遭竊盜損壞，僅於頭前溪1號井及2號井可用，經現地評估頭前溪1號井及2號井就環境條件，存在下列所需改善事項。

1.空間區隔

備援水井無設置圍籬，因位處民眾公共空間，若無圍籬區隔空間，容易使得民眾進入工區，可能造成設備容易失竊、雜物掉入井內及人員跌落等危險。

2.無水井工區範圍

備援水井所在位置自民國91年來陸續進行環境營造，包含柯子湖人工湖及河濱公園整理等，現況水井多數埋沒於雜草中，目前僅採用混凝土塊進行警示。

3.機電設備遺失

目前營運管理採用開口合約養護及動員操作，以本年度1、2月備援操作情況，此法甚有效率，但機電設備由廠商自行負責，不熟悉水井特性，未能具備相符之機具，可能會造成抽水量降低，降低備援水井出水能力，若能購置設備，後續由廠商維護能確保水井出水之效能。

(二)頭前溪新1號井~新5號井

為民國93年所建造，此階段所建造之備援水井皆設置透水性鐵網式圍籬，並無購置機電抽水設備之紀錄，有關此階段建造水井僅有新5號井有使用紀錄，經現地評估環境條件，存在下列所需改善事項。

1.圍籬護欄損壞

備援水井設置圍籬，因年久失修多數鐵網已損壞需進行改善，建議統由本次改善工程辦理。

2.未配備機電設備

以目前維護管理紀錄難以判斷於建造時期是否添購機電設備，同頭前溪1號井~5號井，若營運廠商不熟悉水井特性，未能具備相符之機具，可能會造成抽水量降低，降低備援水井出水能力，若能購置設備，後續由廠商維護，能確保水井出水之效能。

二、既有水井現況改善事項

本階段茲就既有水井現況進行評估，井體內部狀況待由井體攝影及抽水試驗等進行評估，後續試驗詳如第三章所示，本節將由既有井現況建議所需改善事項。

(一)圍籬地坪之改善

頭前溪1號井~5號井建議設置地坪及圍籬改善，頭前溪新1號~新5號井建議進行圍籬改善。

(二)機電設備添置

目前雖以開口合約辦理營運維護管理，為確保備援水井出水能力，建議仍需添置機電設備，設計原設階段將辦理既有井抽水試驗，以評估機電設備之需求。

	
照片 4-1-1　頭前溪 1 號井備援現況 抽水機具為開口合約租用設備，待改善	照片 4-1-2　頭前溪 3 號井現況 週遭無區隔容易造成民入誤入掉落，待改善

照片 4-1-3　頭前溪新 3 號井現況
透水性圍籬待改善，待改善

照片 4-1-4　頭前溪新 4 號井現況
環境整體年久未整理，待改善

4-1-2　既有備援水井歷年維護操作評析

一、既有井現況抽水能力評析

民國99年備援水井整備後，發現多數井遭受損壞而無法運轉，有關出水能力評估僅存頭前溪1號井、2號井及新5號井，由頭前溪既有備援水井歷年維護資料顯示，如表4-1-1所示，頭前溪1號井~新5號井安全出水量可達3,455CMD~3,914CMD，而歷年維護成果此三口水井出水量降至1,498CMD~2,304CMD，雖然頭前溪既有備援水井建造時間以逾14年，出水能力降低實屬合理，但各年度評估成果不一，難以確認備援水實際可出水量。

表 4-1-1　歷年運轉維護成果

井號	完工階段	民國 99 年	民國 104 年	民國 106 年	民國 107 年
	安全出水量 (CMD)	單井出水量 (CMD)	單井出水量 (CMD)	單井出水量 (CMD)	單井出水量 (CMD)
頭前溪 1 號井	3,156	3,120	1,498	2,112	2,160
頭前溪 2 號井	3,223	4,704	1,538	2,184	2,304
頭前溪新 5 號井	3,914	-	1,543	2,112	1,728

註：民國 99 年未紀錄新 5 號試驗相關過程

二、既有井現況抽水能力待改善事項

由歷年維護成果顯示，備援水井出水量差異過大且建造已久，備援

水井實際情況仍須重新評估，故設計原則階段將辦理抽水試驗藉以評估各井出水能力，依據備援水井現況試驗項目將如下所述。

(一)井體內部評估

出水量降低可能受限於井篩堵塞，於歷年維護情況未見辦理井體攝影，本次試驗將優先辦理井體攝影，初步判別出水量遞減原因。

(二)備援水井抽水試驗

歷年維護試驗常以定量抽水測試，考量既有井建造已久，出水量可能出現減少情況，故本次試驗將重新辦理分級抽水試驗、定量抽水試驗及水位回升試驗，重新評估水井安全出水量。

4-2 既有井調查評估

4-2-1 既有井調查評估目的

頭前溪既有井約略建於民國91年至民國93年期間，由於使用目的為備援水井，使用頻率相當低，考量設備維護不易，目前僅有頭前溪1號井、2號井及新5號井可使用，礙於頭前溪既有井建置已逾14年，既有井井體性能將影響後續整體備援井網總出水量，故探討既有井出水量及水質評估為本計畫主要探討目的，有關既有井試驗規劃流程圖詳如圖4-2-1所示，既有井試驗紀錄詳調查規劃、試驗及評估報告所示。

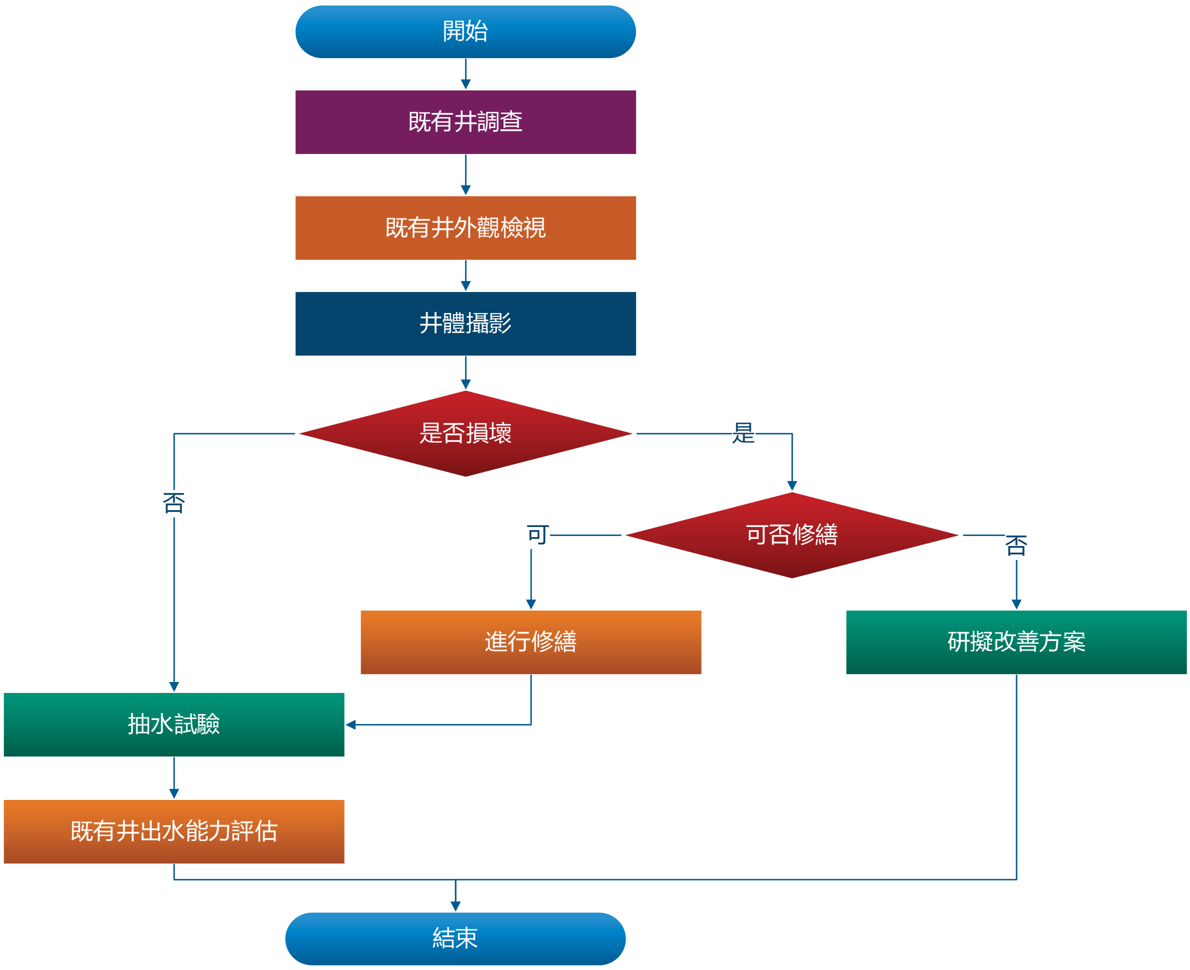


圖 4-2-1 既有井調查評估流程圖

4-2-2 井體攝影成果

頭前溪既有備援水井民國99年雖辦理整備，但皆未辦理井體攝影，依據民國99年整備資料顯示，頭前溪3號井及頭前溪4號井似有出砂現況，而頭前溪5號井後續似已辦理廢井，頭前溪新1號井~新5號井於歷年整備維護資料顯示，僅新5號井有出水之紀錄，其他水井狀況不明，本次

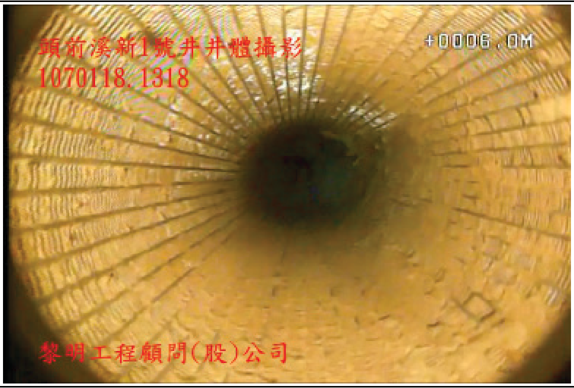
井體攝影已於民國107年3月辦理完成，依據本次攝影成果目前頭前溪既有井可概分為三種狀況，以下將依據各井狀況分述如下。

一、井體結構狀況良好，井體堵塞嚴重

由井體攝影結果顯示，井體結構狀況良好之水井有頭前溪新1號井、新2號井、新4號井、新5號井、1號井及2號井等6口水井，水井第一層約20m以上井篩尚可通水，以下皆出現井膚狀況。

(一)年久未辦理抽水，井篩堵塞較為嚴重：頭前溪新1號井、新2號井、新4號井

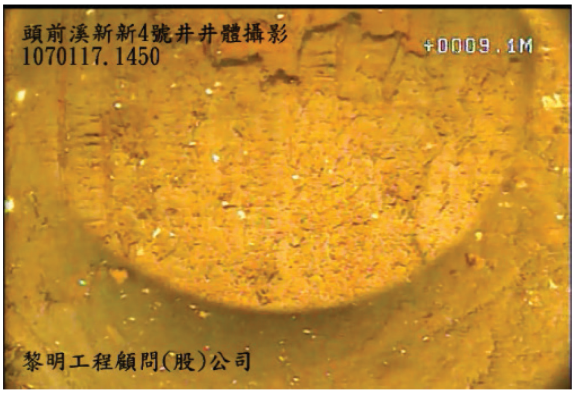
由頭前溪新1號井井篩位置皆有大量附著物附著其中，第二層井篩以下(56m)以呈現厭氧狀況，且懸浮物幾乎無流動，應為井篩堵塞嚴重，加上長期間並無抽水所致；新2號井及新4號井同樣井管及井篩皆呈現大量附著物於其上，由懸浮物流動情況，含水層仍有出水情況，以上水井井體狀況未出現破損、歪斜等狀況，建議可辦理後續洗井、試水作業，水井狀況如照片4-2-1~照片4-2-4所示。



照片 4-2-1　頭前溪新 1 號井井內攝影(1)
第一層井篩大量附著物

照片 4-2-2　頭前溪新 1 號井井內攝影(2)
第二層井篩大量附著物，已成厭氧狀況

照片 4-2-3　頭前溪新 2 號井井內攝影(1)
第二層井篩，大量附著物(55m 處)



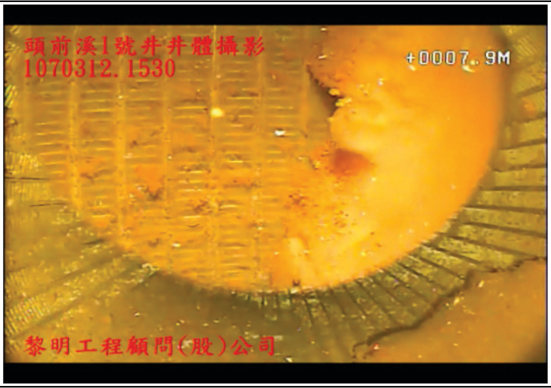
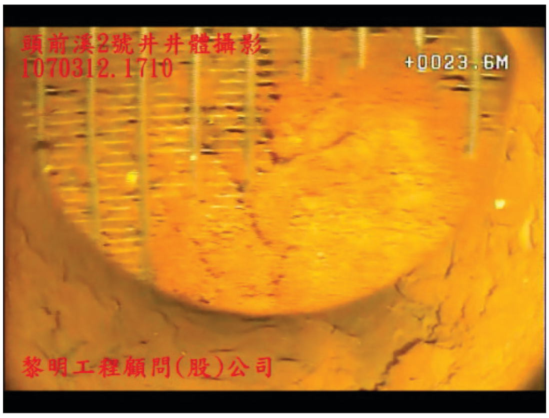
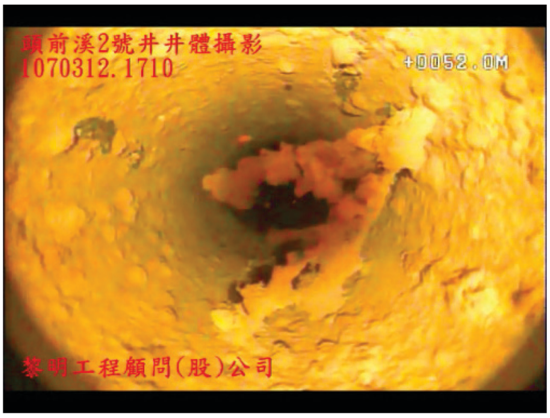
照片 4-2-4　頭前溪新 4 號井井內攝影(2)
第一層井篩，大量附著物

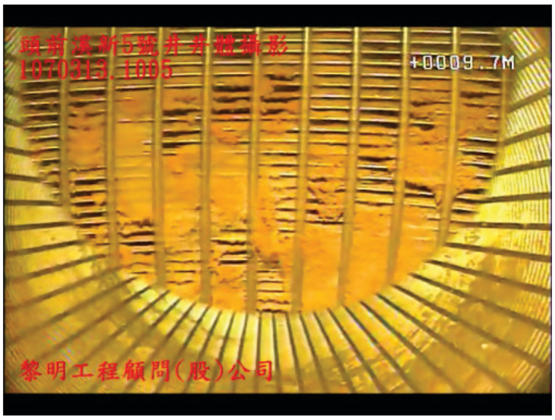
(二)歷年維護之水井攝影成果：頭前溪1號井、2號井、新5號井

本次攝影期間為民國107年3月12日，是為水井備援作業結束後進場辦理攝影，可由攝影成果及備援水水井抽水量評估抽水效率及含水層出水狀況；由民國107年備援水井維護成果顯示，頭前溪1號井及2號井大約出水量為2,100CMD~2,300CMD，新5號井約為1,700CMD，由井體攝影顯示此3口水井因抽水頻率不高，井篩皆也呈現大量附著物堵塞井篩，第1層堵塞情況較不嚴重，，且越往下層井篩堵塞情況越趨嚴重，頭前溪2號井井中亦有多處出現電線卡在井篩之情況；新5號水井亦呈現厭氧狀況，顯示久未有地下水流動之情勢。

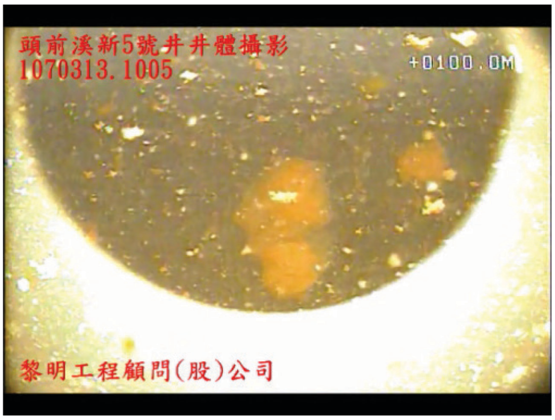
由井篩部分堵塞情況及備援水井備援出水量初步研判，歷年維護出水量可能皆由第1層含水層所出，後續辦理洗井後應可回復水井應有設計出水量，井內攝影概況如照片4-2-5~照片4-2-10所示。

2號井因未有圍籬阻隔，井內多出發電線及雜物，本次攝影僅52m，待洗井後確認有效井深。

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>照片 4-2-5　頭前溪 1 號井井內攝影(1)
井篩橫斷面照，大量附著物，7.9m 處</td>
<td>照片 4-2-6　頭前溪 1 號井井內攝影(2)
井篩橫斷面照，大量附著物，105.0m 處</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>照片 4-2-7　頭前溪 2 號井井內攝影(1)
井篩橫斷面照，大量附著物，23.6m 處</td>
<td>照片 4-2-8　頭前溪 2 號井井內攝影(2)
井管攝影照，大量附著物，52.0m 處</td>
</tr>
</table>



照片 4-2-9　頭前溪新 5 號井井內攝影(1)
井篩橫斷面照，大量附著物，9.7m 處



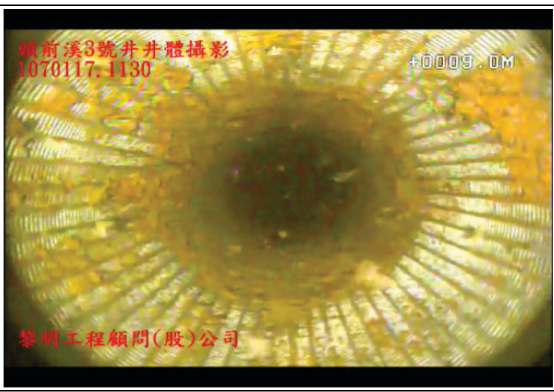
照片 4-2-10　頭前溪新 5 井井內攝影(2)
井篩橫斷面照，大量附著物，100.0m 處

二、井體結構損壞

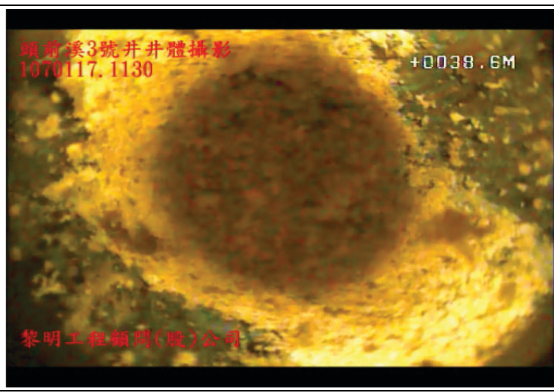
本次井體攝影成果顯示，屬於井體結構損壞計有頭前溪3號井、4號井及新3號井，其水井狀況如照片4-2-11~照片4-2-16所示。

本次攝影成果頭前溪3號井井深僅餘38.6m，而頭前溪4號井井深僅餘23.5m，且井體有呈現彎曲情況，參考民國99年備援水井整備紀錄顯示，此2口水井測試流量大於原設計流量，當時已出現出砂狀況，可能井體當時已破損，流速過快加速井體淤積，目前僅剩於1層含水層可取，建議辦理重鑿。

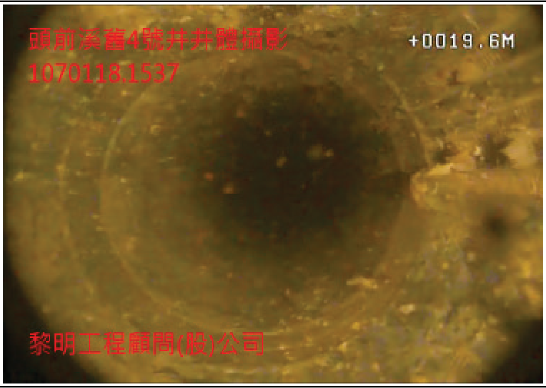
新3號井攝影成果顯示，8m井篩已發現井篩枕線脫落，9.2m處有彎曲現象，雖未如3號井及4號井變形嚴重進而造成淤砂，但若進行後續洗井作業期間，井體結構受損情況下，貝勒管井體作業可能造成井體破損，建議辦理重鑿。



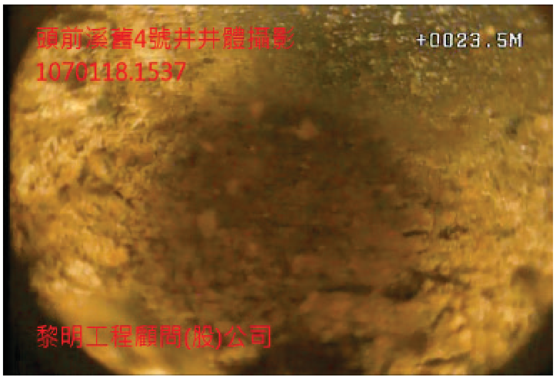
照片 4-2-11　頭前溪 3 號井井內攝影(1)
井篩橫斷面照，大量附著物，7.9m 處



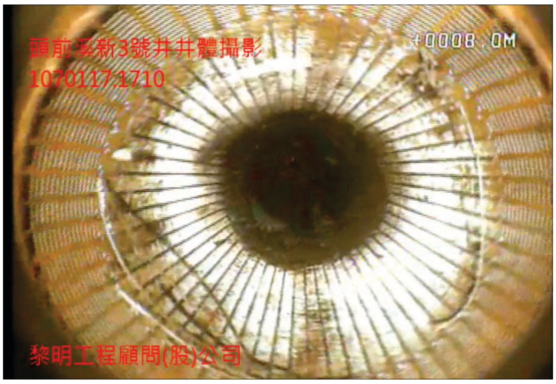
照片 4-2-12　頭前溪 3 號井井內攝影(2)
井體淤積，目前井底，38.6m 處



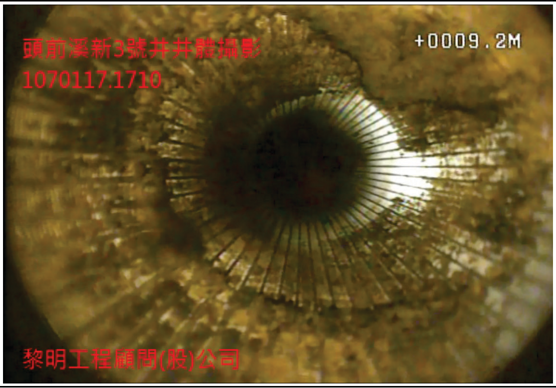
照片 4-2-13　頭前溪 4 號井井內攝影(1)
井篩彎曲，19.6m 處



照片 4-2-14　頭前溪 4 號井井內攝影(2)
井體淤積，目前井底，23.5m 處



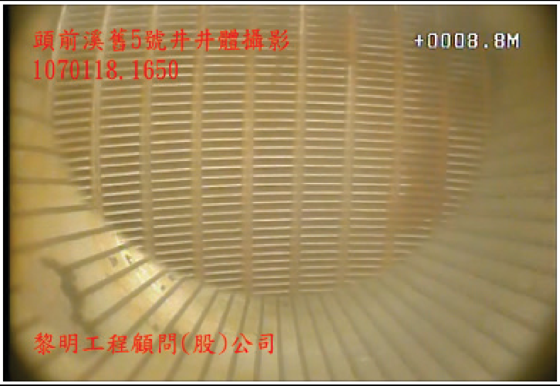
照片 4-2-15　頭前溪新 3 號井井內攝影(1)
井篩枕線脫落，8m 處



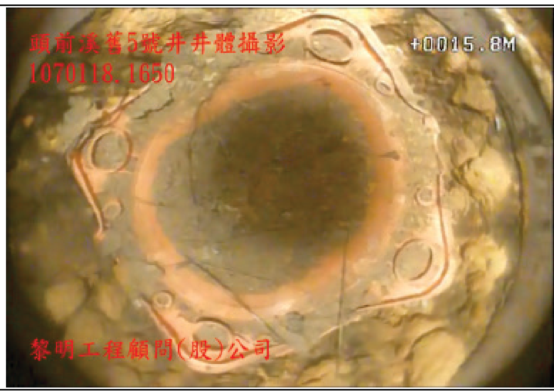
照片 4-2-16　頭前溪新 3 號井井內攝影(2)
井篩彎曲，9.2m 處

三、廢井

參考民國99年備援水井整備紀錄，頭前溪5號井因抽水馬達及揚水管因鏽蝕跌落水底，由本次井體攝影成果，管理單位已辦理廢井，以卵礫石進行回填井深剩餘15.8m，第一層井篩堵塞情況顯示淺層地下水流動佳。



照片 4-2-17　頭前溪 5 號井井內攝影(1)
井篩橫斷面照，少量附著物，8.8m 處



照片 4-2-18　頭前溪 5 號井井內攝影(2)
井體底部，15.8m 處

表 4-2-1　井體基本資料及成果方案彙整表

井號	本次攝影檢測深度 (m)	前次洗井後深度 (m)	前次洗井後測試出水量 (CMD)	攝影成果概述	後續處理情形
井 1	108.5	111	3,120	井體沉積物附著、井篩堵塞	建議辦理後續洗井試水作業
井 2	52	152	4,704	井體沉積物附著、井篩堵塞	建議辦理後續洗井試水作業
井 3	38.6	101	3,648	井體出砂，有效井體剩餘 38m	建議重鑿
井 4	23.5	124	2,976	井體彎曲、有效井體剩餘 23.5m	建議重鑿
井 5	15.8	127	1,900	井體堵塞，有效井體剩餘 15.8m	建議重鑿
新井 1	132	132	1,598	井體沉積物附著、井篩堵塞	建議辦理後續洗井試水作業
新井 2	116.2	116	1,095	井體沉積物附著、井篩堵塞	建議辦理後續洗井試水作業
新井 3	139.6	141	878	井篩彎曲	建議重鑿
新井 4	115.7	115.4	1,296	井體沉積物附著、井篩堵塞	建議辦理後續洗井試水作業
新井 5	107.8	51	4,224	井體沉積物附著、井篩堵塞	建議辦理後續洗井試水作業

資料來源：本計畫攝影彙整，攝影期間為民國 106 年度，前次洗井為民國 99 年。

4-2-3　洗井、試水及抽水試驗成果

一、洗井、試水

洗井作業採用鋼刷配合震盪法及抽水法，其完工標準為抽水濁度小於10NTU，本項作業與抽水試驗辦理期間由民國107年3月23日至4月3日，針對井體良好6口井辦理作業，其相關作業如照片4-2-19~照片4-2-22所示，分級及定量抽水試驗濁度測量成果如圖4-2-2~圖4-2-3所示，濁度皆於10NTU內，符合試驗規定完工條件，由本次作業可歸納相關建議如後所述。

(一)管材選用

頭前溪既有備援水井採用碳鋼管，因建造已久，洗井作業時候部分鐵削已掉落，造成管厚變薄，長久以往可能降低井管強度使得井體受損，建議後續可採用不銹鋼管，可延長備援水井使用年限。

(二)備援水井維護

備援水井維護頻率極少，不長期辦理抽水容易井管井篩堆積污垢，

須辦理物理清洗作業，易造成井體破壞，建議辦理經常性抽水作業，地下水流動使得污垢不易堆積，減少物理清洗對於井體破壞，延長使用年限。

(三)洗井方式選擇

由備援水井井體狀況，初步可歸納建議洗井方式，應優先採用抽水法，若水井效率降低原效率80%，方可考慮採震盪法進行洗井，若非水井產生井膚效應，則不建議採用鋼刷進行清洗。

	
照片 4-2-19　頭前溪 1 號洗井作業 鋼刷洗井作業	照片 4-2-20　頭前溪新 5 號洗井作業 貝勒管震盪法洗井
	
照片 4-2-21　頭前溪新 5 號井洗井作業 鋼刷法井內髒污及井管生鏽鐵削	照片 4-2-22　頭前溪 2 號井試水作業 試水作業濁度為 3.8NTU，Q=3,900CMD

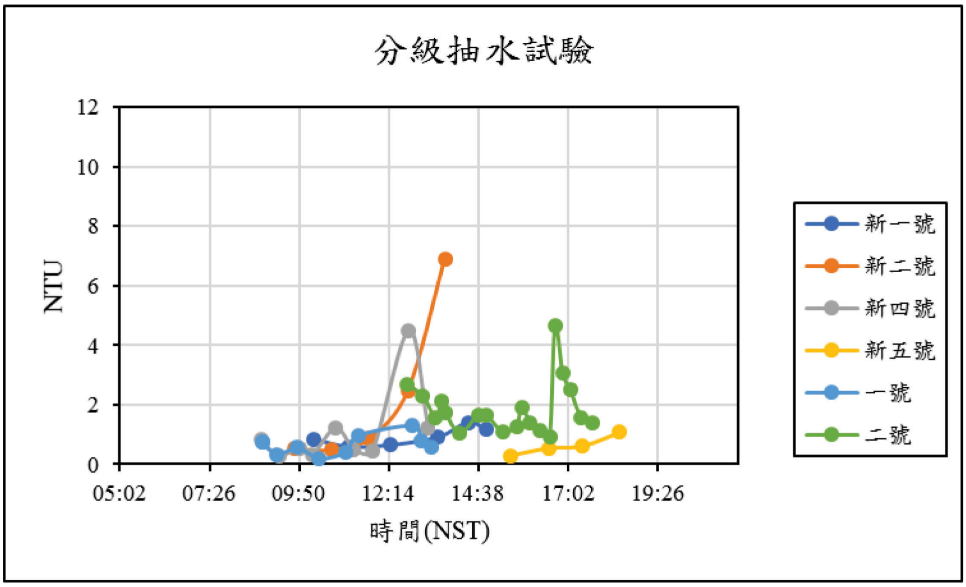


圖 4-2-2　分級抽水試驗濁度量測時序圖

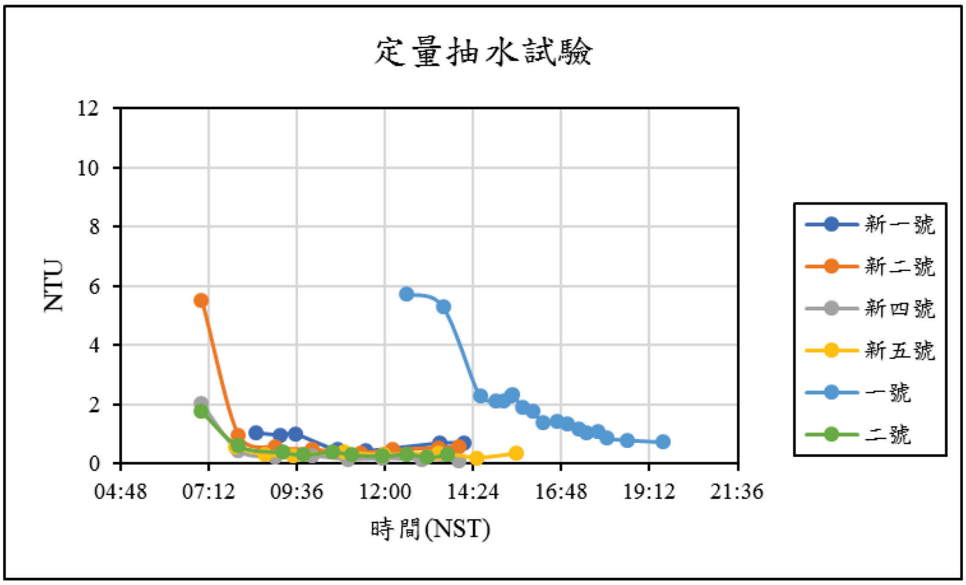


圖 4-2-3　定量抽水試驗濁度量測時序圖

二、抽水試驗

既有備援水井抽水試驗項目為分級抽水試驗、定量抽水試驗及回水試驗等三部分，後續茲就此三部分試驗成果分別說明。

(一)分級抽水試驗

分級抽水試驗由試水期間再次測試水井洗井後水井推估最大抽水量後，依據3-1節分級原則辦理分級抽水試驗，以求得水井安全出水量，各水井安全出水量詳表4-2-2所示，各備援水井安全出水量範圍約為1,250CMD~3,900CMD，分級抽水試驗成果摘要詳如表4-2-3所示，試驗紀錄詳附錄所示。

表 4-2-2　本次試驗各水井安全出水量分析成果表

項目	站名					
	頭前溪 1 號井	頭前溪 2 號井	頭前溪 新 1 號井	頭前溪 新 2 號井	頭前溪 新 4 號井	頭前溪 新 5 號井
安全出水量 (CMD)	2,000	3,500	1,700	1,250	1,600	3,900

表 4-2-3　既有備援水井分級抽水試驗成果摘要表

項目				站名					
				頭前溪 1 號井	頭前溪 2 號井	頭前溪 新 1 號井	頭前溪 新 2 號井	頭前溪 新 4 號井	頭前溪 新 5 號井
分級抽水	試水日期			3 月 31 日	3 月 27 日	3 月 25 日	3 月 29 日	4 月 1 日	3 月 23 日
	靜水位		m	5.30	2.08	3.51	8.21	4.88	5.12
	抽水位 (PL)	1 級	m	10.49	2.67	4.31	9.58	7.93	5.98
		2 級	m	13.87	3.07	4.67	10.21	10.02	6.37
		3 級	m	19.18	3.38	5.29	10.94	12.99	6.73
		4 級	m	26.78	3.83	6.12	11.85	17.96	7.21
		5 級	m	35.93	4.67	7.90	13.41	24.82	7.92
	出水量 (Q)	1 級	CMD	1,200	1,672	857	686	960	2,329
		2 級	CMD	1,600	2,229	1,143	914	1,280	3,106
		3 級	CMD	2,000	2,786	1,429	1,143	1,600	3,882
		4 級	CMD	2,400	3,343	1,715	1,372	1,920	4,658
		5 級	CMD	2,800	3,900	2,000	1,600	2,240	5,435
	水井係數 C		hr^2/m^5	0.001813	0.000030	0.000379	0.000206	0.001648	0.000002
	水井損失 B		hr/m^2	0.011126	0.006759	0.007722	0.043970	0.008672	0.009000

(二)定量抽水試驗

定量抽水試驗依據分級抽水試驗分析之安全出水量辦理8小時抽水，藉由長時間抽水分析備援水井之導水係數(T)及單位洩降出水量等相關水井參數，其分析結果詳表4-2-4所示。

表 4-2-4　既有備援水井定量抽水試驗成果摘要表

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">項目</td><td colspan="6">站名</td></tr>
<tr><td>頭前溪
1 號井</td><td>頭前溪
2 號井</td><td>頭前溪
新 1 號井</td><td>頭前溪
新 2 號井</td><td>頭前溪
新 4 號井</td><td>頭前溪
新 5 號井</td></tr>
<tr><td rowspan="7">定量抽水</td><td colspan="2">試水日期</td><td>4 月 2 日</td><td>3 月 28 日</td><td>3 月 26 日</td><td>3 月 30 日</td><td>4 月 3 日</td><td>3 月 24 日</td></tr>
<tr><td>靜水位</td><td>m</td><td>5.62</td><td>2.16</td><td>3.51</td><td>8.26</td><td>4.92</td><td>5.13</td></tr>
<tr><td>出水量</td><td>CMD</td><td>2,000</td><td>3,500</td><td>1,700</td><td>1,250</td><td>1,600</td><td>3,900</td></tr>
<tr><td>洩降</td><td>m</td><td>13.7</td><td>1.83</td><td>3.22</td><td>3.37</td><td>10.28</td><td>1.79</td></tr>
<tr><td>單位洩降
出水量</td><td>CMD/m</td><td>145.99</td><td>1912.57</td><td>527.95</td><td>370.92</td><td>155.64</td><td>2178.77</td></tr>
<tr><td>含水層厚度
(濾水管長度)</td><td>m</td><td>42</td><td>42</td><td>34</td><td>42</td><td>48</td><td>46</td></tr>
<tr><td>導水係數 T</td><td>m^2/min</td><td>0.153</td><td>0.869</td><td>0.888</td><td>1.490</td><td>0.156</td><td>1.746</td></tr>
</table>

(三)抽水試驗綜合評估

1. 比較原設計安全出水量與本次試驗成果顯示，各井安全出水量差異不大，僅頭前溪1號井差異較大，詳表4-2-5。
2. 由民國91年原設計報告顯示，頭前溪既有備援水井主要供水層為全新世之堆積物，而頭前溪1號井及新4號井於民國103年後，興建柯子湖人工溼地，頭前溪1號井較靠近較腳踏車道及公園綠地，地表覆蓋經過回填土覆蓋及夯實後，可能造成供水層特性改變，進而出水量降低。

表 4-2-5　各水井安全出水量分析比較表

<table>
<tr><td rowspan="2">項目</td><td colspan="6">站名</td></tr>
<tr><td>頭前溪
1 號井</td><td>頭前溪
2 號井</td><td>頭前溪
新 1 號井</td><td>頭前溪
新 2 號井</td><td>頭前溪
新 4 號井</td><td>頭前溪
新 5 號井</td></tr>
<tr><td>原設計安全出水量
(CMD)</td><td>3,156</td><td>3,223</td><td>1,353</td><td>1,562</td><td>1,626</td><td>3,914</td></tr>
<tr><td>本次試驗安全出水量
(CMD)</td><td>2,000</td><td>3,500</td><td>1,700</td><td>1,250</td><td>1,600</td><td>3,900</td></tr>
</table>

4-2-4 既有井調查綜合評估

一、頭前溪既有備援水井經洗井、試水及抽水試驗等相關作業後，出水量幾乎皆以回復至原設計出水量，顯示頭前溪既有備援水井在維護保養後確可為旱災期間提供水源。

二、參考歷年維護保養紀錄顯示，出水量評估差異過大，可能井體特性掌握度較低，未了解井體狀況及井體出水能力，以致抽水試驗結果差異過大。

三、井體攝影為備援水井維護重要項目之一，掌握井體狀況可增加井體維護效率，並且降低不適當之維護作業對井體之損傷，而後續既有備援水井抽水試驗和營運操作，可依據本次試驗成果進行規劃，可避免抽水過量造成水井內流速過快，造成出砂現象發生。

四、頭前溪備援水井主要供水層為全新世堆積物，地表覆蓋及施工工法將影響備援水井出水量，往後若於高灘地若有大規模建設時，應重新辦理抽水試驗，複核水井安全出水量，避免操作不良造成井體損壞。

五、後續既有備援水井抽水設施，仍須參考備援時程最大洩降評估所需配備動力，相關分析詳第八章所敘。

六、頭前溪3號井、4號井、5號井及新3號井等4口井，因井體破損或已廢井，建議重新辦理鑿井工程，後續探討目前井位及地質條件進行評估，並擬定可能鑿井之位置，另視需求辦理地質鑽探調查作為後續設計之依據。

4-3 新鑿井補充調查及試驗評估

4-3-1 地質鑽探調查試驗結果

一、土壤性質

地質鑽探調查成果得知，計畫沿線之主要基盤為頭嵙山層，依據各孔岩心資料可知上層地層可依次包含回填層或表土層約至1米及沖積層約為1~20m處，而下層以卵礫石層、泥質砂層及砂質泥層互層為主，且為膠結不佳易鬆散之泥質砂岩層。以地緣分布概述，由岩心資料顯示，頭前溪上游竹東鎮AH-06鑽孔下游左右岸調查資料，鑽探地層化石層中皆可發現偶夾貝屑之沉積，應屬於海相，各孔地質鑽探調查地質分布如下所述，本次調查基本資料及工作數量統計表詳如表4-3-1~表4-3-2及圖4-3-1~圖4-3-2所示。

表 4-3-1 地質鑽探調查鑽孔基本資料

鑽孔編號	座標		孔口高程	鑽探深度	SPT-N 值
	X	Y			
AH-01	260230.679	2734298.599	143.499	80.0	-
AH-02	260464.749	2735167.976	132.503	90.0	-
AH-03	260540.229	2735503.439	129.915	80.0	-
AH-04	260373.332	2736100.564	126.569	80.0	-
AH-05	260127.858	2736503.002	121.253	90.0	-
AH-06	259672.066	2736972.184	115.071	80.0	-
AH-07	259334.661	2737282.043	112.384	90.0	-
BH-01	249110.065	2746012.755	17.673	80.0	-
BH-02	248463.655	2746172.933	16.024	80.0	-
BH-03	247197.232	2746558.223	10.429	80.0	-
CH-01	248597.332	2746562.768	15.659	80.0	-
CH-02	248212.570	2746554.684	14.818	80.0	-
CH-03	247701.635	2746763.478	11.867	80.0	-
CH-04	247189.026	2746976.530	8.823	80.0	-
#3	250507.191	2745335.491	22.325	80.0	-
#4	250167.437	2745591.270	21.003	110.0	-
N3	251738.753	2744302.626	31.850	100.0	-

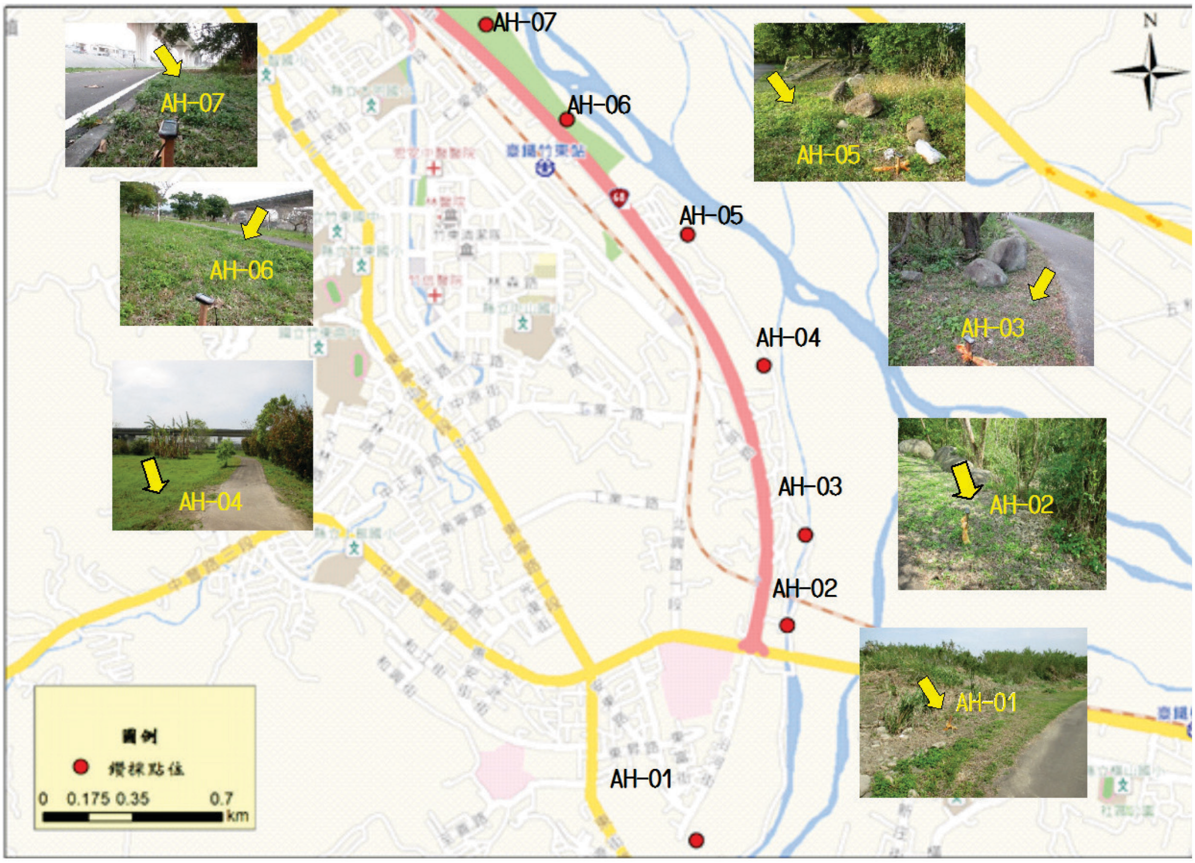


圖 4-3-1　員崠新設井地質鑽探位置圖

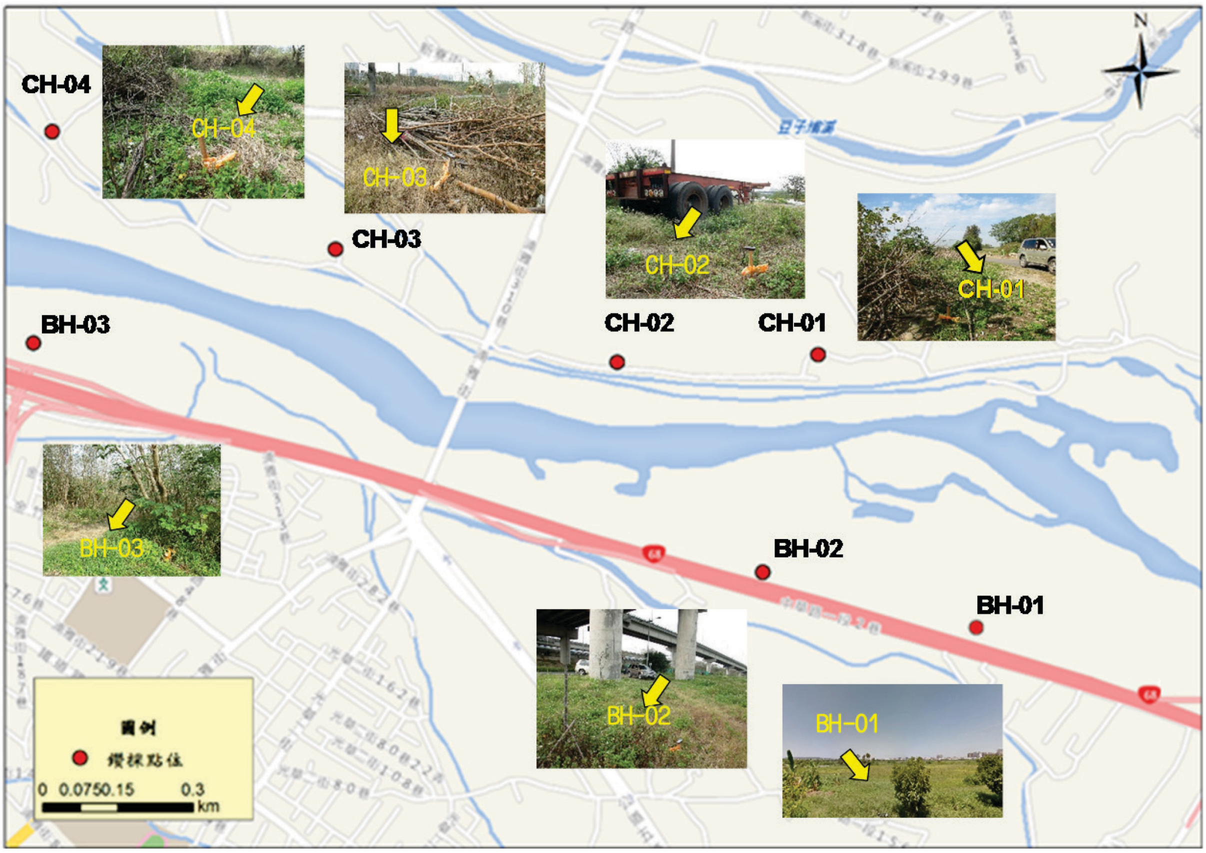


圖 4-3-2　頭前溪新設井地質鑽探位置圖

表 **4-3-2** 現場及試驗室工作數量統計表

孔號	一般土層 (m)	卵礫石層 (m)	岩盤 (m)	總深度 (m)	岩心箱 (箱)	標準貫入試驗 (組)	劈管 (組)	土壤一般物性試驗 (組)	水位觀測井 (組)
AH-01	0.00	15.15	64.85	80	20	6	0	1	1
AH-02	1.00	81.55	7.45	90	23	9	0	2	1
AH-03	1.00	76.10	2.90	80	20	6	0	2	1
AH-04	0.90	70.90	8.20	80	20	3	0	3	1
AH-05	0.40	88.50	1.10	90	20	5	0	2	1
AH-06	0.40	29.00	50.60	80	20	5	0	3	1
AH-07	0.80	34.10	55.10	90	20	5	0	3	1
BH-01	0.00	65.30	14.70	80	20	2	0	2	1
BH-02	0.90	61.77	17.33	80	20	5	0	3	1
BH-03	1.90	44.70	33.40	80	20	6	0	3	1
CH-01	0.00	56.00	24.00	80	20	6	0	3	1
CH-02	0.60	53.40	26.00	80	20	14	0	3	1
CH-03	0.30	40.70	39.00	80	20	23	0	2	1
CH-04	0.00	36.80	43.20	80	20	5	0	2	1
#3	5.00	3.70	71.30	80	20	5	0	1	1
#4	3.00	3.60	103.40	110	28	2	0	1	1
N-3	2.00	66.92	31.08	100	25	18	0	2	1
合計	18.20	828.19	593.61	1440	356	125	0	38	17

(一)員崠1~7號井鑽探孔地層分布概述

頭前溪上游區域竹東鎮員崠地區鑽探數量為七孔，由地層分布地表約至15m處為沖積層，而下層約15m至90m主要為礫石層、及膠結不佳易鬆散泥質砂岩及砂質泥岩組成，員崠地區地質鑽探成果彙整詳圖4-3-3及表4-3-3，以下為各孔地質分布概況描述。

1.AH-01

本孔之岩層狀況由底部至地表約歷經三次沉積環境，從鑽探80m的沉積物以灰青色泥質砂岩為主，偶有局部夾薄泥岩，此環境一直持續到33m為止，自33m往上由原本的灰青色泥質砂岩轉至以灰黑色的砂質泥岩為主，偶有砂岩薄層沉積，厚度約17.85m，值得注意是15.15~80m部份岩心有受應力作用的現象，並且伴隨岩體局部破碎夾角礫。由15.15m向上至地表結束，沈積環境由原本細顆粒沈積環境，

快速進入礫石之沉積，其中有一次沉積顆粒的轉變，為8.0m後直至地表，由原本黃棕色粉土質砂轉為灰棕色灰棕色砂質粉土。

2.AH-02~AH-05

AH-02~AH-05之岩層狀況從岩心底部開始至約11m約歷經3~4次沉積環境，一開始底層80(90)m為夾黃棕色粉土質砂之礫石層，其後出現含泥質之黃棕色砂岩沉積，厚度約1m-7m，膠結不佳鬆散軟弱，上述兩種不同沉積形態在此交互出現，其中還夾有炭及生物碎屑，直至約11m。約從11m以上至1m的沉積物岩性變得相當不同，主要是灰色砂岩岩塊夾灰棕色砂質粉土，岩塊粒徑可達25cm左右，最上層則為一層夾草根的砂質粉土。

3.AH-06~AH-07

此二孔由岩心紀錄顯示由岩心底部向上，為礫岩層夾粉土砂質與厚度約2m~6m的砂質泥岩或膠結不佳且局部夾薄泥岩的砂岩交疊出現，此沉積現象至58m為止。約自58m開始向上，以灰色膠結不佳鬆散軟弱的砂岩與灰色砂質泥岩交互交疊為主的沉積環境，直到約14m。14m以上回到以灰色砂岩岩塊夾灰棕色砂質粉土沉積為主的沉積相，岩塊粒徑可達40cm左右，最上層1m層為砂質粉土覆蓋。

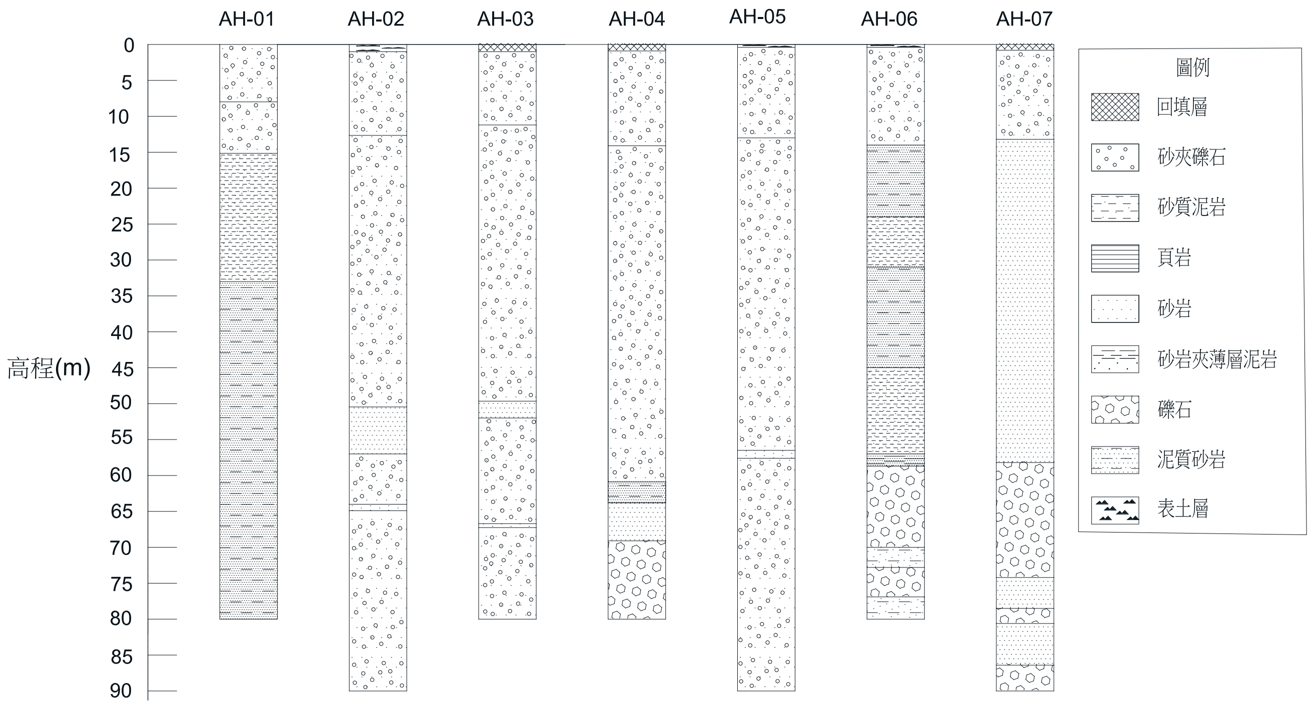


圖 4-3-3　員峠 1~7 號井鑽探孔鑽孔岩心柱狀圖

表 4-3-3　員崠 1~7 號井鑽探孔鑽孔之地層分布特性說明表(1/2)

孔號	深度(m)	起(m)	訖(m)	土層特性說明
AH-01	80	0.00	8.00	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		8.00	15.15	礫石層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		15.15	33.00	灰至灰黑色砂質泥岩，局部夾砂岩薄層，層面約 45 度。16.0-31.0m 有剪裂現象，岩體局部破碎夾角礫。
		33.00	80.00	灰至青灰色泥質砂岩，局部夾薄層泥岩，層面約 45 度。岩體有剪裂現象，岩體局部破碎夾角礫。
AH-02	90	0.00	1.00	表土層。
		1.00	12.65	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		12.65	50.45	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		50.45	57.00	黃棕色砂岩，含泥質，膠結差鬆散軟弱。
		57.00	64.00	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		64.00	64.90	黃棕色砂岩，含泥質，膠結差鬆散軟弱。
		64.90	90.00	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
AH-03	80	0.00	1.00	回填層。
		1.00	11.20	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		11.20	49.65	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		49.65	52.00	黃棕色砂岩，含泥質，膠結差鬆散軟弱。
		52.00	66.70	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		66.70	67.25	黃棕色砂岩，含泥質，膠結差鬆散軟弱。
		67.25	80.00	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
AH-04	80	0.00	0.90	回填層。
		0.90	14.10	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		14.10	60.90	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		60.90	64.18	黃棕色泥質砂岩，鐵染，膠結不佳鬆散軟弱。
		64.18	69.10	黃棕色砂岩，鐵染，帶泥質，膠結不佳鬆散軟弱。
		69.10	80.00	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
AH-05	90	0.00	0.40	表土層。
		0.40	13.00	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		13.00	56.50	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		56.50	57.60	青灰至黃棕色砂岩，含泥質。略堅硬，鐵染。
		57.60	90.00	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂

表 4-3-3　員崠 1~7 號井鑽孔之地層分布特性說明表(2/2)

孔號	深度 m	起 (m)	訖 (m)	土層特性說明
AH-06	80	0.00	0.40	表土層。
		0.40	14.00	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		14.00	24.00	灰至青灰色泥質砂岩，膠結不佳易鬆散。局部夾薄層泥岩。
		24.00	31.00	灰至青灰黑色砂質泥岩。
		31.00	45.00	灰至青灰色泥質砂岩，膠結不佳易鬆散。局部夾薄層泥岩。
		45.00	57.00	灰至青灰黑色砂質泥岩。
		57.00	58.70	灰至青黃色泥質砂岩，膠結不佳易鬆散。偶夾細粒礫石。
		57.80	70.00	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。
		70.00	72.80	灰至青灰黑色砂質泥岩。
		72.80	76.90	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。
		76.90	80.00	灰至青灰黑色砂質泥岩。
AH-07	90	0.00	0.80	回填層。
		0.80	13.20	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		13.20	58.20	灰至青灰色砂岩，細粒，膠結不佳鬆散軟弱。局部夾薄層泥岩。
		58.20	74.20	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾青灰色粉土質砂。
		74.20	78.50	灰至青灰色砂岩，細粒，膠結不佳鬆散軟弱。局部夾薄層泥岩。
		78.50	80.60	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾青灰色粉土質砂。
		80.60	86.40	灰至青灰色砂岩，細粒，膠結不佳鬆散軟弱。局部夾薄層泥岩。
		86.40	90.00	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾青灰色粉土質砂。

(二)頭前溪左岸1~3號井鑽探孔地層分布概述

BH-01~BH-03在表層約5m-17m厚現代沖積層，主要以灰色砂岩岩塊礫石夾灰棕色砂質粉土沈積為主。其下厚約60m，以灰至黃棕色岩塊夾黃棕色粉土質砂沈積為主的礫石層，偶夾厚度約1m-10m之膠結不佳之泥質砂岩，再下至岩心底部，沈積物從黃棕色岩塊礫石，轉變為灰色礫岩層或灰色膠結不佳泥質砂岩及砂質泥岩，互相交疊至80m，相關成果詳圖4-3-4及表4-3-4。

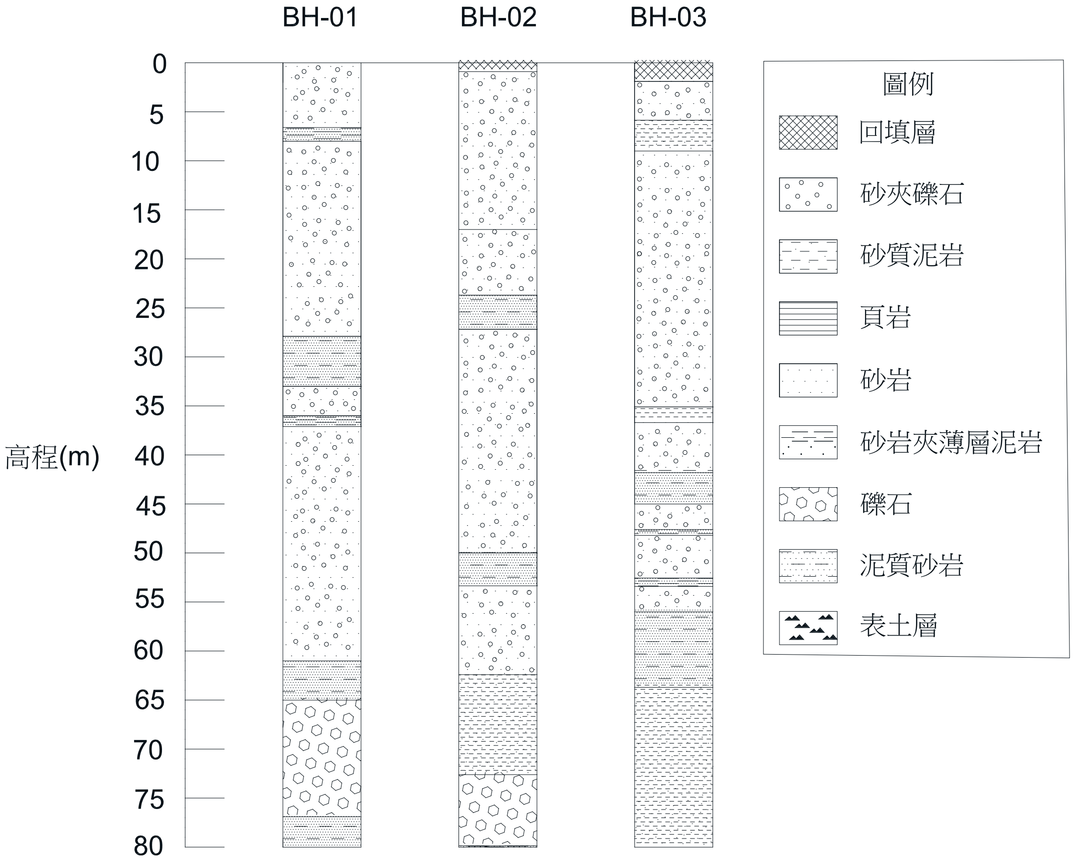


圖 4-3-4　頭前溪左岸 1~3 號井鑽探孔鑽孔岩心柱狀圖

表 4-3-4　頭前溪左岸 1~3 號井鑽孔之地層分布特性說明表

孔號	深度 m	起 (m)	訖 (m)	土層特性說明
BH-01	80	0.00	6.60	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		6.60	65.00	礫石層夾泥質砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，約 1-5 公尺厚。
		65.00	76.90	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾粉土質砂。局部鬆散。
		76.90	80.00	灰色泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，含貝屑。
BH-02	80	0.00	0.90	回填層。
		0.90	17.00	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		17.00	72.60	礫石層夾泥質砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，約 1-10 公尺厚。
		72.60	79.85	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾粉土質砂。局部鬆散。
		79.85	80.00	灰色砂質泥岩，膠結不佳鬆散軟弱。
BH-03	80	0.00	1.90	回填層。
		1.90	5.85	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		5.85	9.00	砂質泥岩，局部鐵染，膠結不佳易鬆散，軟弱。
		9.00	56.00	礫石層夾泥質砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，約 1-5 公尺厚。
		56.00	63.70	灰色泥質砂岩，膠結不佳鬆散，軟弱，含貝屑，局部鐵染。
		63.70	80.00	灰色砂質泥岩，膠結不佳鬆散，軟弱，局部鐵染。

(三)頭前溪右岸1~4號井鑽探孔地層分布概述

CH-01~CH-04與左岸地層相似，表層約至7-18m厚現代沖積層，主要以灰色砂岩岩塊礫石夾灰棕色砂質粉土沈積為主，其下約至50m沈積物從灰色岩塊礫石夾砂質粉土，轉變為灰至黃棕色礫石層夾厚約1-5m之黃棕色砂岩或泥質砂岩，從鑽深約50m開始，再往下轉為灰色膠結不良的泥質砂岩與砂岩岩塊礫石夾粉土質砂的礫岩層不停的交疊相互出現，伴隨少量炭碎屑及貝屑，一直至80m為止。其中值得注意的是由CH-01往下游至CH-04其50m~80m沉積環境變化次數逐漸減少(4次變為1次)，CH-04從50m至80m處僅為膠結不佳的灰色泥質砂岩沉積環境，相關成果詳圖4-3-5及表4-3-5。

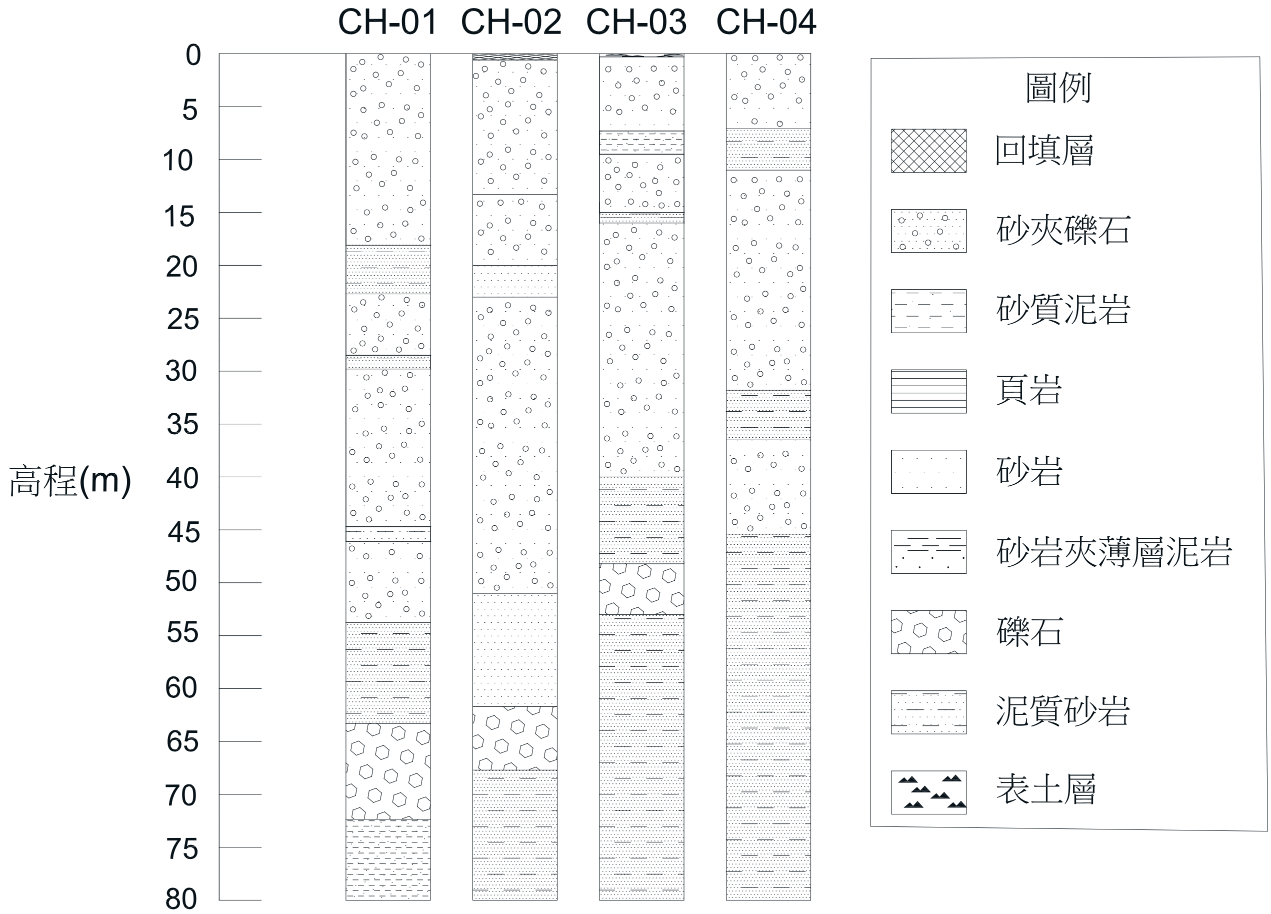


圖 4-3-5　頭前溪右岸 1~3 號井鑽孔岩心柱狀圖

表 4-3-5 頭前溪右岸 1~3 號井鑽孔之地層分布特性說明表

孔號	深度 m	起 (m)	訖 (m)	土層特性說明
CH-01	80	0.00	18.60	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		18.60	22.70	黃棕色泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，鐵染。
		22.70	53.75	礫石層夾泥質砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，約 1-2 公尺厚。
		53.75	63.30	灰色泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱。
		63.30	72.35	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾粉土質砂。局部鬆散。
		72.35	80.00	灰色砂質泥岩，膠結不佳鬆散軟弱。
CH-02	80	0.00	0.60	回填層。
		0.60	13.30	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		13.30	51.00	礫石層夾砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，約 3 公尺厚。
		51.00	61.70	灰至灰黑色砂岩，帶泥質，膠結不佳，鬆散軟弱。局部夾薄層泥岩。
		61.70	67.70	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾粉土質砂。局部鬆散。
		67.70	80.00	灰至灰棕色泥質砂岩，膠結不佳，鬆散軟弱。局部夾薄層泥岩。
CH-03	80	0.00	0.30	表土層。
		0.30	7.30	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		7.00	9.50	灰至棕灰色砂質泥岩，膠結不佳軟弱, 局部鐵染。
		9.50	15.00	礫石層夾泥質砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，約 1-2 公尺厚。
		40.00	48.20	灰黑色泥質砂岩，膠結不佳鬆散。局部鐵染。
		48.20	53.00	礫岩層。砂岩岩塊礫石夾粉土質砂。局部鬆散。
		53.00	80.00	灰至灰黑色泥質砂岩，膠結不佳，局部鬆散。局部鐵染。
CH-04	80	0.00	7.10	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		7.10	11.00	灰色泥質砂岩，膠結不佳鬆散 軟弱。局部鐵染。
		11.00	45.40	礫石層夾泥質砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱，約 1-5 公尺厚。
		45.40	80.00	灰色泥質砂岩，膠結不佳鬆散軟弱。偶夾細粒礫石。局部鐵染。

(四)頭前溪三號、四號及新三號井鑽探孔

鑽孔#3與#4之表層約6m-8m厚礫石層，在其下為砂岩及砂質泥岩互層。鑽孔N-3表層約5.4m厚現代沖積層，其下厚79m礫石層夾厚約1-5m之砂岩或泥質砂岩或頁岩，再往下為砂岩偶夾頁岩，相關成果詳圖4-3-6及表4-3-6。

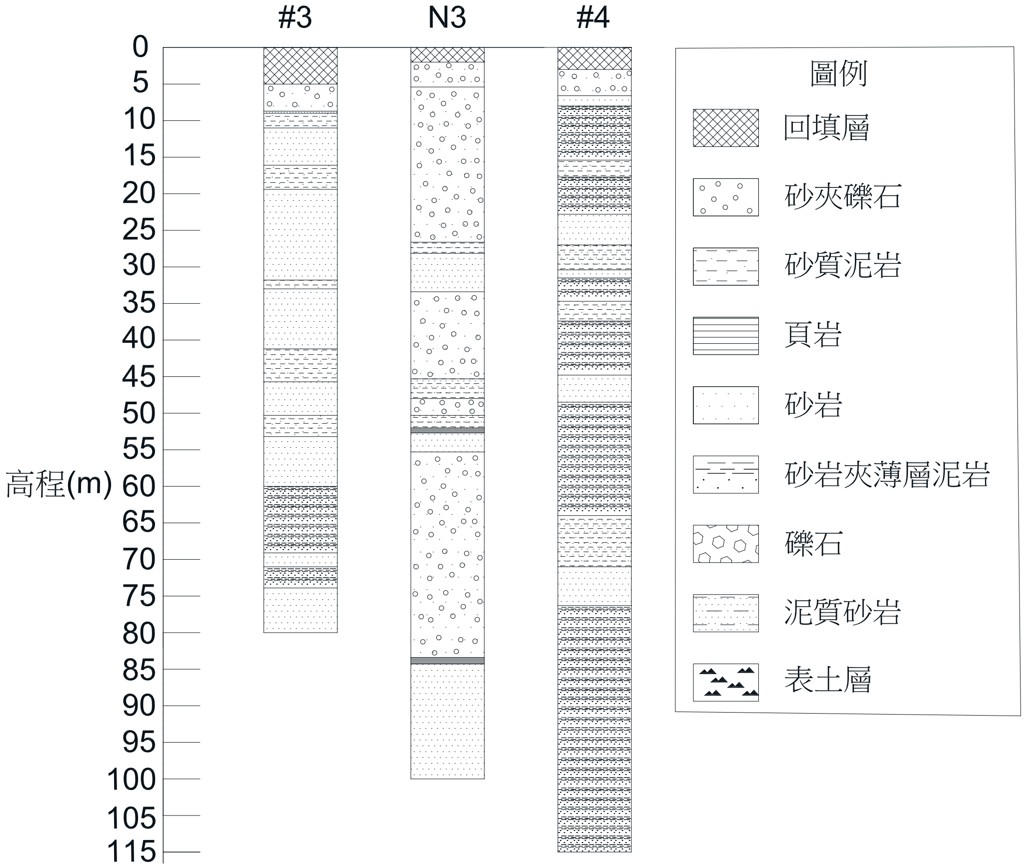


圖 4-3-6　既有井改善鑽孔岩心柱狀圖

表 4-3-6　既有備援水井改善鑽孔之地層分布特性說明表

孔號	深度 m	起 (m)	訖 (m)	土層特性說明
#3	80	0.00	5.00	回填層。
		5.00	8.70	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		8.70	53.20	砂岩與砂質泥岩互層。砂岩，中粗粒，膠結差鬆散軟弱。砂質泥岩，膠結尚佳。
		53.20	80.00	砂岩，中粗粒，膠結差鬆散軟弱。局部夾薄層泥岩。
#4	90	0.00	3.00	回填層。
		3.00	6.60	礫石層。砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂
		6.60	8.00	灰棕色砂岩，鐵染，膠結差鬆散軟弱。
		8.00	71.00	砂岩與砂質泥岩互層。砂岩，中粗粒，膠結差鬆散軟弱。砂質泥岩，膠結尚佳。
		71.00	110.00	砂岩，中粗粒，膠結差鬆散軟弱。局部夾薄層泥岩。
N-3	80	0.00	2.00	回填層。
		2.00	5.40	沖積層。岩塊礫石夾砂質粉土。
		5.40	83.40	礫石層夾砂質泥岩與頁岩與砂岩。礫石層岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂。砂質泥岩，膠結尚佳軟弱，約 1-3m 厚。頁岩約 0.7m 厚。砂岩含泥質，膠結差鬆散軟弱，約 3-5m 厚。
		83.40	84.30	灰色頁岩。軟弱。
		84.30	100.00	灰色砂岩，中粗粒，膠結差鬆散軟弱。偶夾薄層頁岩。

二、一般物理性試驗成果

一般物理性試驗進行粒徑分析相關成果詳表4-3-7。本計畫之地層土壤種類主要為GM及SM為主。

備援水井濾料圈乃需採用由一般物理性試驗所得現場土壤之粒徑分佈曲線作為參考，依據現場土壤之粒徑分佈曲線之D_{50}評估濾管縫寬及濾料粒徑。本次調查各孔D_{50}主要粒徑介於3mm~15mm間，成果詳表4-3-8，部份篩分析之岩心為粉土或泥層等細顆粒沉積物有較小的粒徑，後續將以本次調查成果據以作為援水井粒料圈及管篩等井體設計之依據。

三、整體區域地質評析

(一)地質綜合描述

1. 員崠地區主要可分為三種區域土層性質，AH01表層約8-14公尺厚現代沖積層，其下層砂質泥岩與泥質砂岩；AH-02、AH-03、AH-04、AH-05，表層約11m-14m厚現代沖積層，其下礫石層夾薄層砂岩與泥質砂岩，厚約1m-7m；AH06、AH07表層約14m厚現代沖積層，其下厚約45m泥質砂岩夾砂質泥岩，再下為礫岩層夾厚約2m-6m砂岩或砂質泥岩。
2. 頭前溪左右岸新設井鑽探孔BH-01、BH-02、BH-03，表層約5-17公尺厚現代沖積層，其下厚約60m礫石層夾厚約1-10m之泥質砂岩，再下為礫岩層或泥質砂岩及砂質泥岩。表層約7m-18m厚現代沖積層，其下厚33m-38m礫石層夾厚約1m-5m之砂岩或泥質砂岩，再往下為厚約6m-10m礫岩層或泥質砂岩及砂質泥岩。
3. 既有井#3與#4之表層約6m-8m厚礫石層，在其下為砂岩及砂質泥岩互層。鑽孔N-3表層約5.4m厚現代沖積層，其下厚79m礫石層夾厚約1m-5m之砂岩或泥質砂岩或頁岩，再往下為砂岩偶夾頁岩。

(二)本次調查成果地層分布皆屬礫石層、泥質砂岩及泥岩，由一般物理試驗礫石層土壤分布D_{50}約介於3mm~15mm間，後續井體設計將依此成果布設濾料圈以井篩開縫之大小。

表 4-3-7 鑽孔土壤一般物理性質成果

鑽孔編號	樣號	深度 (m)	粒徑分析				土壤分類	含水量 Wn%	Gs	SPT-N	指數試驗		
			Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)					WL	WP	IP
AH-01	S-1	13-14	80.4	15.3	4.3	0.0	GM	7.8	2.59	-	—	—	NP
AH-02	S-1	48-49	6.4	69.0	16.2	8.4	SM	26.3	2.67	-	—	—	NP
AH-02	S-2	78-79	75.3	19.6	5.1	0.0	GM	8.1	2.60	-	—	—	NP
AH-03	S-1	47-48	60.6	24.7	11.5	3.2	GM	14.9	2.61	-	—	—	NP
AH-03	S-2	76-77	56.3	34.6	6.8	2.3	GM	15.1	2.62	-	—	—	NP
AH-04	S-1	12-13	72.1	23.2	4.7	0.0	GM	13.3	2.60	-	—	—	NP
AH-04	S-2	63-64	66.4	23.8	7.2	2.6	GM	12.8	2.61	-	—	—	NP
AH-04	S-3	75-76	25.9	65.8	6.3	2.0	SM	14.2	2.65	-	—	—	NP
AH-05	S-1	55-56	73.7	20.2	6.1	0.0	GM	11.9	2.62	-	—	—	NP
AH-05	S-2	83-84	75.9	18.4	5.7	0.0	GM	9.8	2.60	-	—	—	NP
AH-06	S-1	12-13	78.6	16.9	4.5	0.0	GM	12.4	2.59	-	—	—	NP
AH-06	S-2	69-70	74.7	22.9	3.4	0.0	GM	5.8	2.60	-	—	—	NP
AH-06	S-3	75-76	78.6	12.5	5.6	3.3	GM	7.6	2.60	-	—	—	NP
AH-07	S-1	07-08	83.7	13.3	3.0	0.0	GM	8.5	2.57	-	—	—	NP
AH-07	S-2	64-65	80.7	16.4	2.9	0.0	GM	12.1	2.56	-	—	—	NP
AH-07	S-3	89-90	81.3	12.8	5.9	0.0	GM	7.7	2.57	-	—	—	NP
BH-01	S-1	60-61	78.7	16.5	4.8	0.0	GM	12.1	2.58	-	—	—	NP
BH-01	S-2	75-76	9.9	54.1	20.4	15.6	SM	28.3	2.67	-	—	—	NP
BH-02	S-1	12-13	75.3	22.1	2.6	0.0	GM	13.2	2.60	-	—	—	NP
BH-02	S-2	61-62	6.7	46.3	37.6	9.4	SM	26.4	2.68	-	—	—	NP
BH-02	S-3	78-79	84.6	12.1	3.3	0.0	GM	6.8	2.60	-	—	—	NP
BH-03	S-1	22-23	53.7	40.5	5.8	0.0	GM	15.7	2.62	-	—	—	NP
BH-03	S-2	40-41	84.1	9.7	2.6	0.0	GM	7.9	2.58	-	—	—	NP
BH-03	S-3	54-55	80.4	13.9	5.7	0.0	GM	9.5	2.59	-	—	—	NP
CH-01	S-1	27-28	81.3	14.6	4.1	0.0	GM	8.9	2.58	-	—	—	NP
CH-01	S-2	53-54	77.6	20.4	2.0	0.0	GM	9.2	2.60	-	—	—	NP
CH-01	S-3	72-73	0.0	84.4	11.3	4.3	SM	22.3	2.66	-	—	—	NP
CH-02	S-1	19-20	41.2	43.5	10.2	5.1	SM	6.9	2.64	-	—	—	NP
CH-02	S-2	50-51	45.7	48.6	8.9	0.0	SM	8.6	2.64	-	—	—	NP
CH-02	S-3	67-68	10.9	30.4	33.4	25.3	CL	32.3	2.72	-	37.1	17.8	19.3
CH-03	S-1	39-40	76.3	18.5	5.2	0.0	GM	15.7	2.61	-	—	—	NP
CH-03	S-2	52-53	20.9	67.5	8.0	3.6	SM	20.6	2.65	-	—	—	NP
CH-04	S-1	30-31	58.1	32.8	6.3	2.8	GM	12.7	2.62	-	—	—	NP
CH-04	S-2	42-43	85.8	10.2	4.0	0.0	GM	9.6	2.59	-	—	—	NP
#3	S-1	08-09	3.8	81.3	10.0	4.9	SM	17.9	2.65	-	—	—	NP
#4	S-1	05-06	84.4	11.0	4.6	0.0	GM	9.8	2.58	-	—	—	NP
N3	S-1	08-09	53.9	35.5	8.7	1.9	GM	16.1	2.62	-	—	—	NP
N3	S-2	05-06	63.9	32.7	3.4	0.0	GM	14.7	2.60	-	—	—	NP

表 4-3-8 本次各孔代表粒徑 D_{50} 成果彙整表

鑽孔編號	含水層 d_{50} 粒徑 (mm)	鑽孔編號	含水層 d_{50} 粒徑 (mm)
AH-01	>2.0	BH-03	>2.0
AH-02	0.24	CH-01	0.05
AH-03	>2.0	CH-02	>2.0
AH-04	0.32	CH-03	0.3
AH-05	>2.0	CH-04	>2.0
AH-06	>2.0	#3	>2.0
AH-07	>2.0	#4	0.23
BH-01	0.18	N3	>2.0
BH-02	0.15		

4-3-2 試驗井地球物理調查成果

一、試驗井BD1電井測成果

(一)地層判釋

試驗井BD1位於溪埔子人工濕地旁，由電井測成果顯示，大致可分為三種不同沉積環境，沉積相轉變深度分別於63.7m及41.8m，從9.0m至41.8m之間以黃棕色至青灰色砂質泥岩，與黃棕色與灰色砂岩礫石層夾砂質粉土相互沉積為主；41.8m至63.7m為灰色泥質砂岩，由電組圖變化顯示，28.5m至29.8m及41.8m至44.0m黃棕色泥質砂岩為上層之阻水層，將44m以上分為兩層含水層；與灰色砂岩岩塊礫石灰色砂岩相互沉積為主；63.7m至80m為灰色砂質泥岩沉積，砂泥交互層積，此處含水層較為零星，BD1電井測成果圖詳如圖4-3-7所示。

(二)含水層判釋

電井測曲線於深度約12m~29.6m、38.4m~41m與46.8m~52.4m公尺呈現之相對較高電阻與相對較低的伽瑪反應，代表透水性較佳至優。因此保守建議採用井深約12m~29.6m與38.4m~41m公尺之棕黃色泥砂質礫層(msG)，以及46.8m~52.4m之砂質礫(sG)裝設濾水管，或下表順位2之棕黃色泥砂質礫層(msG)(井深約29.6m~38.4m)裝設濾水管，表4-3-9為本水井較佳含水層表列如下。

表 4-3-9 頭前溪左岸 3 號井(BD1)井管及濾水管參考位置

順位	含水層深度(m) (參考電井測資料)	地層說明 (參考現場砂樣採集紀錄)
1	12~29.6	棕黃色泥砂質礫(msG)(分布深度 12~42 公尺)
1	38.4~41	
1	46.8~52.4	砂質礫(sG)(分布深度 45~53 公尺)
2	29.6~38.4	棕黃色泥砂質礫(msG)(分布深度 12~42 公尺)

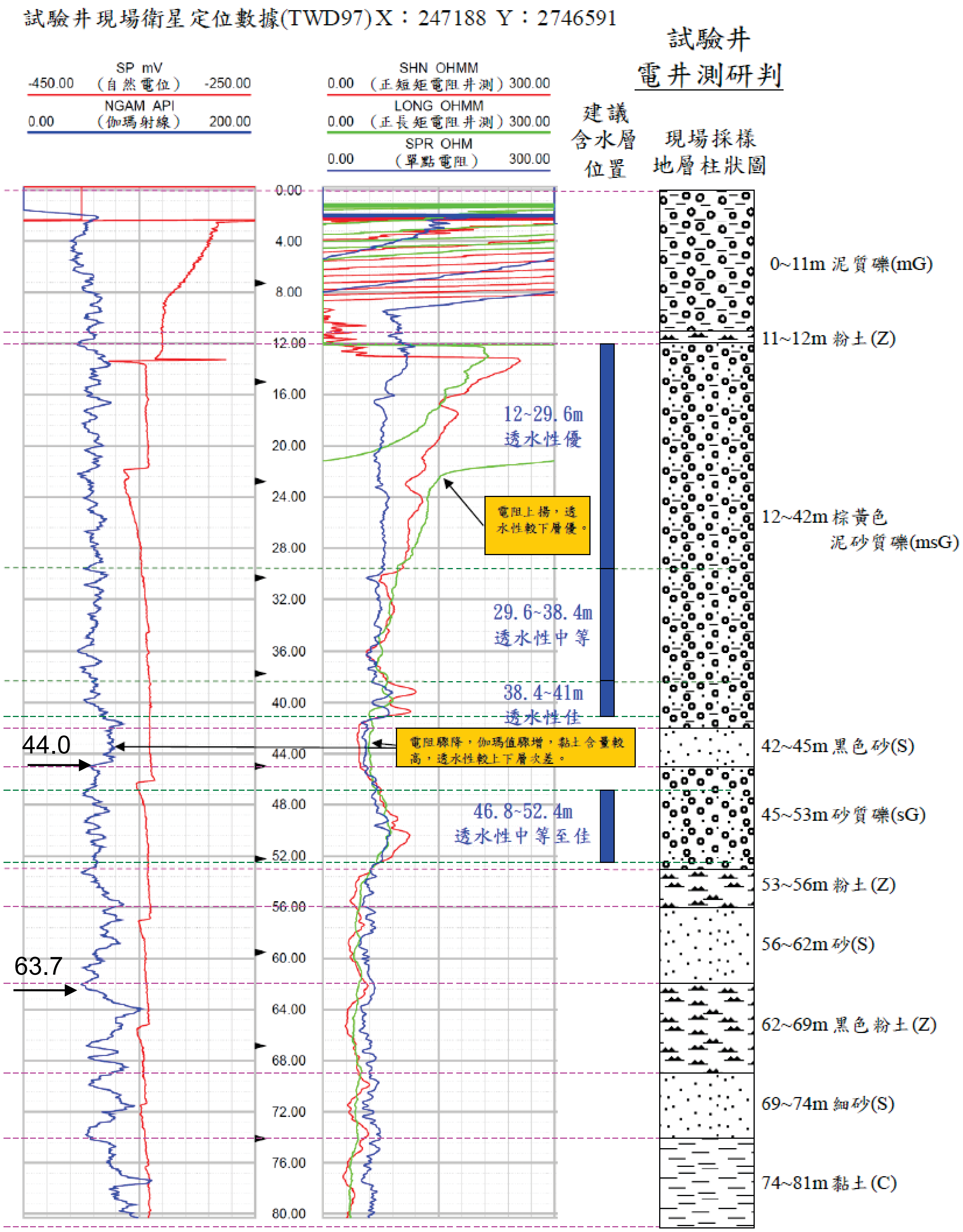


圖 4-3-7　試驗井 BD1 電井測資料判釋圖

二、試驗井BD2電井測成果

(一)地層判釋

試驗井BD2位於頭前溪右岸舊社大橋下游，區域地層主要分為全新世沖積層及更新世楊梅層照門段；由電井測成果顯示，大致可分為兩種不同沉積環境，向上變粗沉積相轉變深度約位於47.8m，從10.0m至47.8m之間以黃棕色至青灰色砂質砂岩，與黃棕色與灰色砂岩礫石層夾黃棕色及灰棕色砂質粉土相互沉積為主，47.8m至81.0m處主要為灰色泥質砂岩，膠結不佳且鬆散軟弱，且泥砂層相互交替沉積。

由電組圖變化顯示，將48m以上以31.8m至36.5m之黃棕色泥質砂岩將含水層區隔成兩層含水層；48m以下為灰色泥質砂岩，泥沙交替沉積頻繁，未採得區塊性砂岩泥岩互層，下層出水量可能不佳，BD2電井測成果圖詳如圖4-3-8示。

(二)含水層判釋

電井測曲線於深度10.0m~27.2m、27.2m~31.2m與37.6m~41.2m呈現之相對較高與相對較低的伽瑪反應，代表透水性中等以上至佳。因此最主要含水層，保守建議以選擇深度約10.0m~27.2m之砂質礫(sG)為主，次之為深度約27.2m~31.2m與37.6m~41.2m砂質礫(sG)。推測本井地層的導水係數與出水量在中等以上至佳，最佳含水層共約可選擇24.8m，表4-3-10為本水井較佳含水層表列如下。

表 4-3-10　頭前溪右岸 4 號井(BD2)井管及濾水管參考位置

順位	含水層深度(m) (參考電井測資料)	地層說明 (參考現場砂樣採集紀錄)
1	10.0~27.2	砂質礫(sG)(分布深度 10.0m~32.0m)
2	27.2~31.2	砂質礫(sG)(分布深度 10.0m~32.0m)
2	37.6~41.2	砂質礫(sG)(分布深度 35.0m~45.0m)

試驗井現場衛星定位數據(TWD97)X：247186 Y：2746985

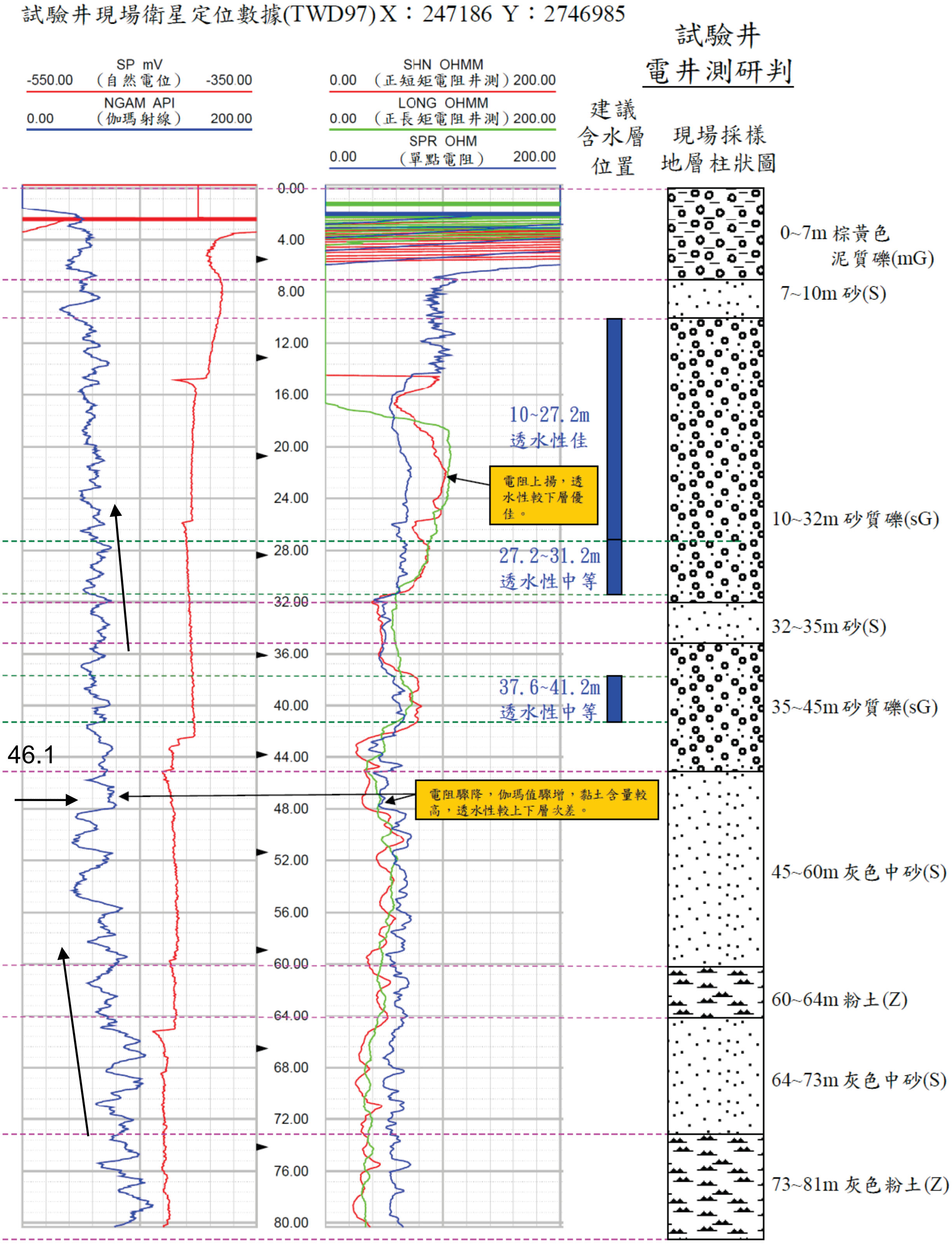


圖 4-3-8　試驗井 BD2 電井測資料判釋圖

三、試驗井BD3電井測成果

(一)地層判釋

試驗井BD3位於頭前溪右岸中華路橋下游，由電井測成果顯示，大致可分為兩種不同沉積環境，從18.6m至46.1m之間以黃棕色至青灰色砂質砂岩，與黃棕色與灰色砂岩礫石層夾黃棕色及灰棕色砂質粉土相互沉積為主，46.1m至81.0m處主要為灰色泥質砂岩，灰與灰黑色砂岩岩塊礫石夾灰及黃棕色粉土質砂相互沉積為主。

由電組圖變化顯示，黃棕色泥質砂岩及灰色砂質泥岩為本孔之阻水層，分布範圍28.5m~29.8m、44.7m~46.1m及53.8m~63.3m、72.4m~80.0m；46.1m以下沉積出現兩次循環，第一次為46.1m~63.3m，第二次為63.3m~80.0m，初步評估兩次循環含水層厚度約為4.2m~5.0m，BD3電井測成果圖詳如圖4-3-9所示。

(二)含水層判釋

電井測曲線於深度10.0m~19.0m、24.2m~29.0m與31.0m~43.4m公尺呈現之相對較高與相對較低的伽瑪反應，代表透水性較佳至優。因此最主要含水層，保守建議以選擇深度約10.0m~19.0m、24.2m~ 29.0m與31.0m~43.4m之泥砂質礫(msG)、砂層(S)與砂質礫(sG)為主，次之為深度約29.0m~31.0m、48.0m~53.0m與67.0m~72.0m的砂層(S)與砂質礫(sG)。推測本井地層的導水係數與出水量在中等以上至優，最佳含水層共約可選擇36.2m，表4-3-11為本水井較佳含水層表列如下。

表 4-3-11　頭前溪右岸 1 號井(BD3)井管及濾水管參考位置

順位	含水層深度(m) (參考電井測資料)	地層說明 (參考現場砂樣採集紀錄)
1	12~19	棕黃色泥砂質礫(msG)(分布深度 0.0m~27.0m)
1	24.2~27	
1	27~29	砂(S)(分布深度 27.0m~31.0m)
1	31~43.4	砂質礫(sG)(分布深度 31.0m~53.0m)
2	29~31	砂(S)(分布深度 27.0m~31.0m)
2	48~53	砂質礫(sG)(分布深度 31.0m~53.0m)
2	67~72	砂質礫(sG)(分布深度 67.0m~76.0m)

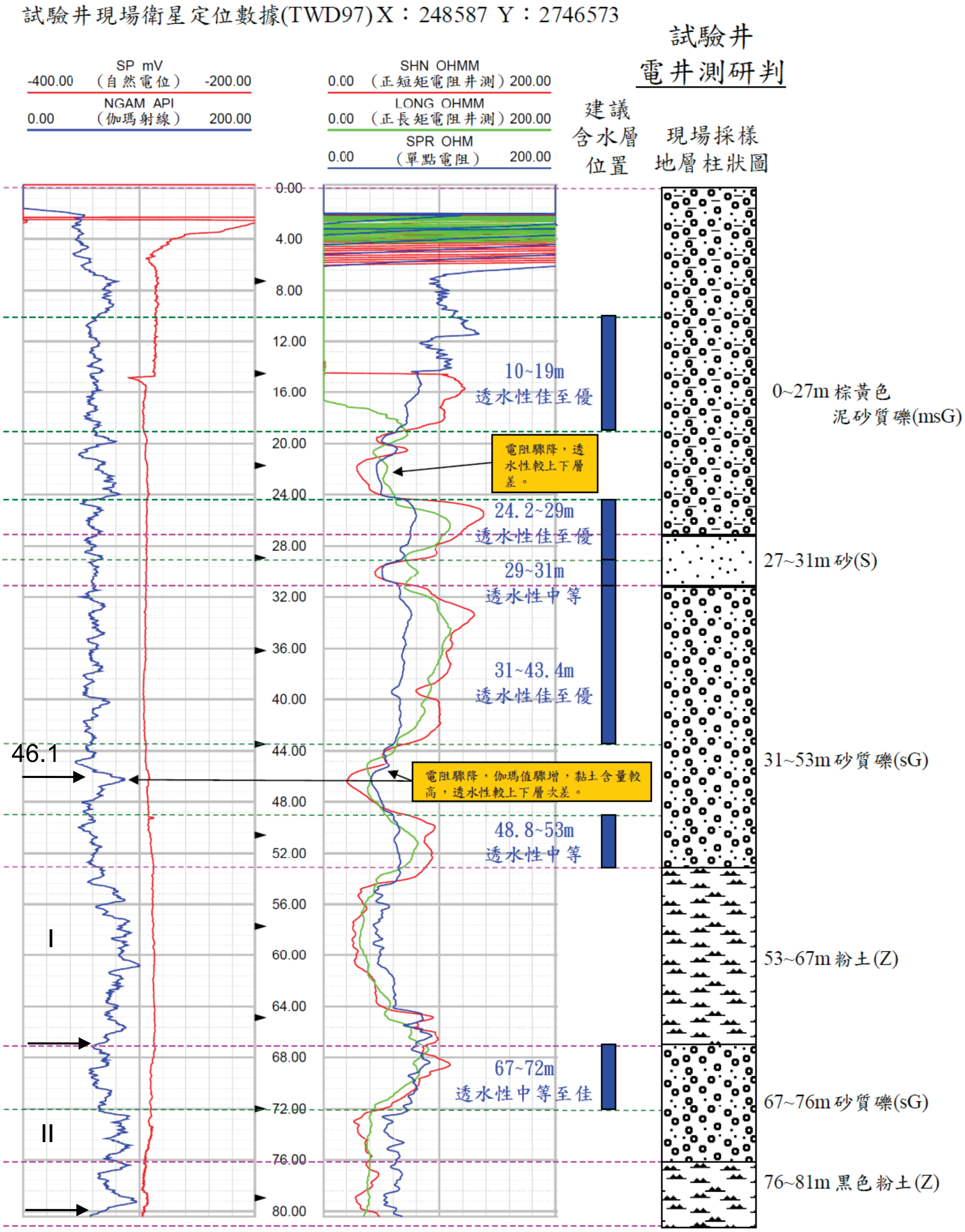


圖 4-3-9　試驗井 BD3 電井測資料判釋圖

四、試驗井BD4電井測成果

(一)地層判釋

試驗井BD4位於竹東鎮員崠淨水場下游上坪溪高灘地，區域地層亦為全新世沖積層及更新世楊梅層照鏡段；由電井測成果顯示，大致可分為三種不同沉積環境，向上變粗沉積相轉變深度約位於23.8m，23.8m~40.0m為砂岩泥岩互層，40.0m以下判釋為灰至青灰色泥質砂岩，由伽瑪反應顯示此區域砂岩泥岩相互沉積環境。由電組圖變化顯示，本水井含水層分布於40m以上，40m以下為砂泥岩互層岩性含水層僅零星分布，BD4電井測成果圖詳如圖4-3-10所示。

(二)含水層判釋

電井測曲線於深度6.4m~15.0m與24.0m~31.0m呈現之相對較高與相對較低的伽瑪反應，代表透水性較佳至優。因此最主要含水層，保守建議以選擇深度約6.4m~15.0m之砂質礫(msG)，以及24.0m~ 31.0m之砂層(S)為主，次之為深度約40.0m~42.4m的砂層(S)。推測本井地層的導水係數與出水量在中等以上至優，最佳含水層共約可選擇18.0m，表4-3-12為本水井較佳含水層表列如下。

表 4-3-12　員崠 1 號井(BD4)井管及濾水管參考位置

順位	含水層深度(m) (參考電井測資料)	地層說明 (參考現場砂樣採集紀錄)
1	6.4~15	砂質礫(sG)(分布深度 0m~15m)
1	24~31	砂(S)(分布深度 24m~30m) 細砂(S)(分布深度 30m~45m)
2	40~42.4	細砂(S)(分布深度 30m~45m)

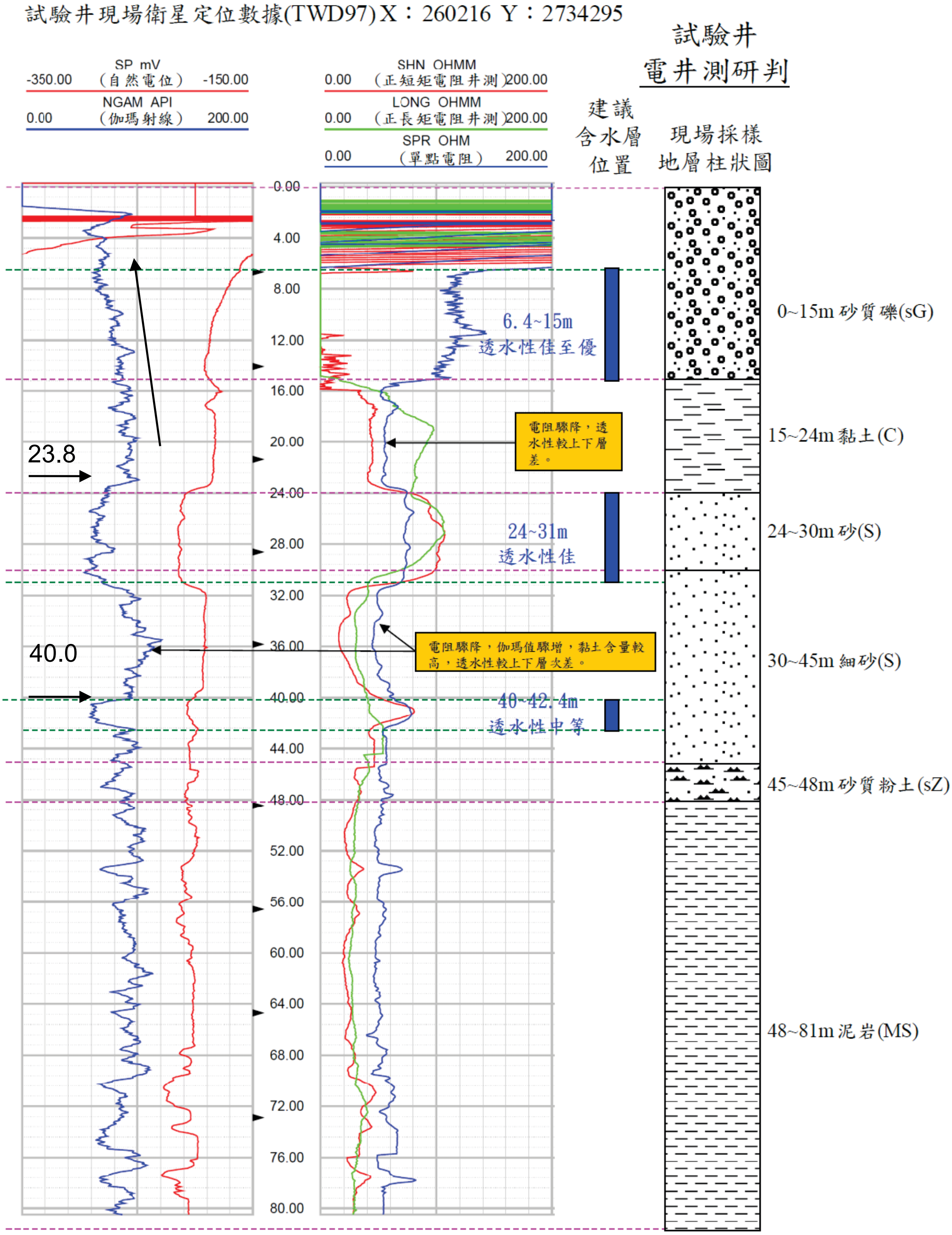


圖 4-3-10　試驗井 BD4 電井測資料判釋圖

五、試驗井BD5電井測成果

(一)地層判釋

試驗井BD5位於竹東鎮上坪溪高灘地，沉積環境可分為兩層，沉積轉變約位於66.0m，14.1m~64.0m為灰至黃棕色砂岩岩塊礫石夾黃棕色粉土質砂，60.9m~69.1m為黃棕色泥質砂岩及黃棕色砂岩，為本試驗井最大之阻水層，14.1m~64.0m為礫石夾粉土砂質，夾泥量較大時將形成小區間之阻水層，如31.0m~35.0m、39.0m~41.0m等，而69.1m以下礫石層於76.0m~79.0m出現黃棕色砂岩，是為下層之阻水層，以鑽探成果顯示，79.4m砂岩下層出現礫石層，可能將出現第二次循環沉積，BD5電井測成果圖詳如圖4-3-11。

(二)含水層判釋

電井測曲線於深度10.0m~23.2m與51.0m~60.0m呈現之相對較高與相對較低的伽瑪反應，代表透水性較佳至優。因此最主要含水層，保守建議以選擇深度約10.0~18.0m之礫石層(G)，以及18.0m~ 23.2m、51.0m~60.0m與68.8m~75.2m泥砂質礫(msG)層為主，次之為深度約23.2m~33.2m與34.8m~51.0m的泥砂質礫(msG)層。含水層共約可選擇54.8m，本試驗井地質組層雖為礫石層，但主要皆為夾黃棕色分土質砂，顆粒較細可能影響其出水量，待後續抽水試驗進一步評估區域地下水出水量，表4-3-13為本水井較佳含水層表列如下。

表 4-3-13　員崠 4 號井(BD5)井管及濾水管參考位置

<table>
<tr><th>順位</th><th>含水層深度(m)
(參考電井測資料)</th><th>地層說明
(參考現場砂樣採集紀錄)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">10.0~23.2</td><td>礫石(G)(分布深度0.0m~18.0m)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">棕黃色泥砂質礫(msG)(分布深度18.0m~81.0m)</td></tr>
<tr><td>1</td><td>51.0~60.0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>68.8~75.2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>23.2~33.2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>34.8~51.0</td></tr>
</table>

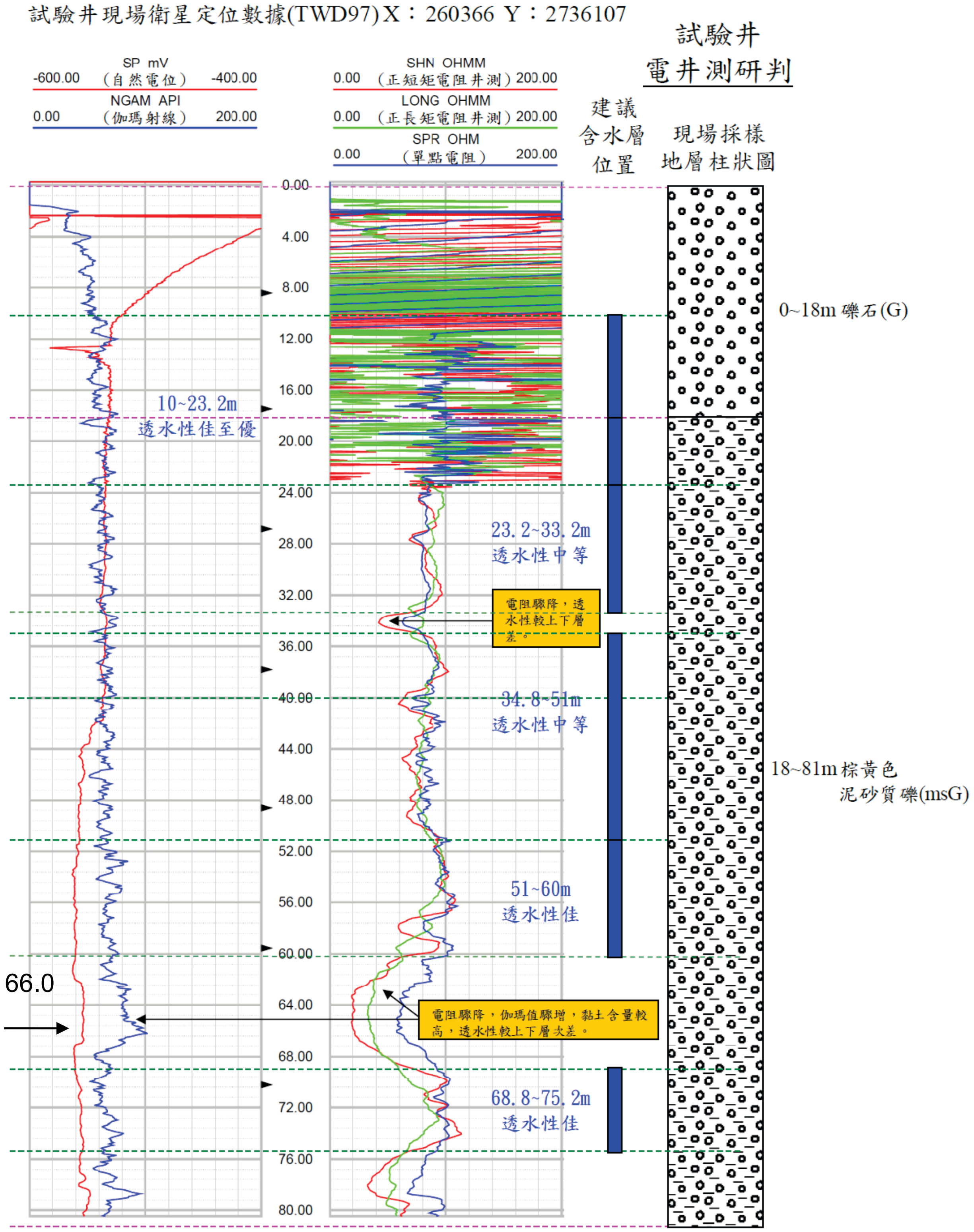


圖 4-3-11　試驗井 BD5 電井測資料判釋圖

六、試驗井BD6電井測成果

(一)地層判釋

試驗井BD6位於竹東鎮上坪溪高灘地，由岩心可判別亦屬於楊梅層海相，沉積環境可概分為兩種，沉積轉變約位於58.2m。13.2m~ 58.2m主灰至青灰色砂岩，此區段岩性仍呈現砂、泥岩相互沉積，電阻顯示因砂泥岩互層緣故，含水層較為破碎恐不利於取水；58.2m以下呈現灰至青灰色砂岩與礫石層交互沉積，以透水性較好之範圍約為63.6m~66.4m及69.2m~77.2m，以地質鑽探之成果顯示，至90m仍有第三次青灰色砂岩與礫石層交互沉積之循環，BD6電井測成果圖詳如圖4-3-12。

(二)含水層判釋

電井測曲線於深度6.8m~13.6m呈現之相對較高與相對較低的伽瑪反應，代表透水性較佳至優。因此最主要含水層，保守建議以選擇深度約6.8m~13.6m之礫質砂層(gS)為主，次之為深度約53.8m~56.6m與71.2m~77.2m的砂層(S)，以及約63.6m~66.4m與69.2m~71.2m的砂質礫層(sG)，表4-3-14為本水井較佳含水層表列如下。

表 4-3-14　員崠 7 號井(BD6)井管及濾水管參考位置

順位	含水層深度(m) (參考電井測資料)	地層說明 (參考現場砂樣採集紀錄)
1	6.8~13.6	礫質砂(gS)(分布深度 0.0m~13.6m)
2	53.8~56.6	細砂(S)(分布深度 51.5m~59.1m)
2	63.6~66.4	砂質礫(sG)(分布深度 63.6m~71.2m)
2	69.2~77.2	砂質礫(sG)(分布深度 63.6m~71.2m) 中砂(S)(分布深度 71.2m~81m)

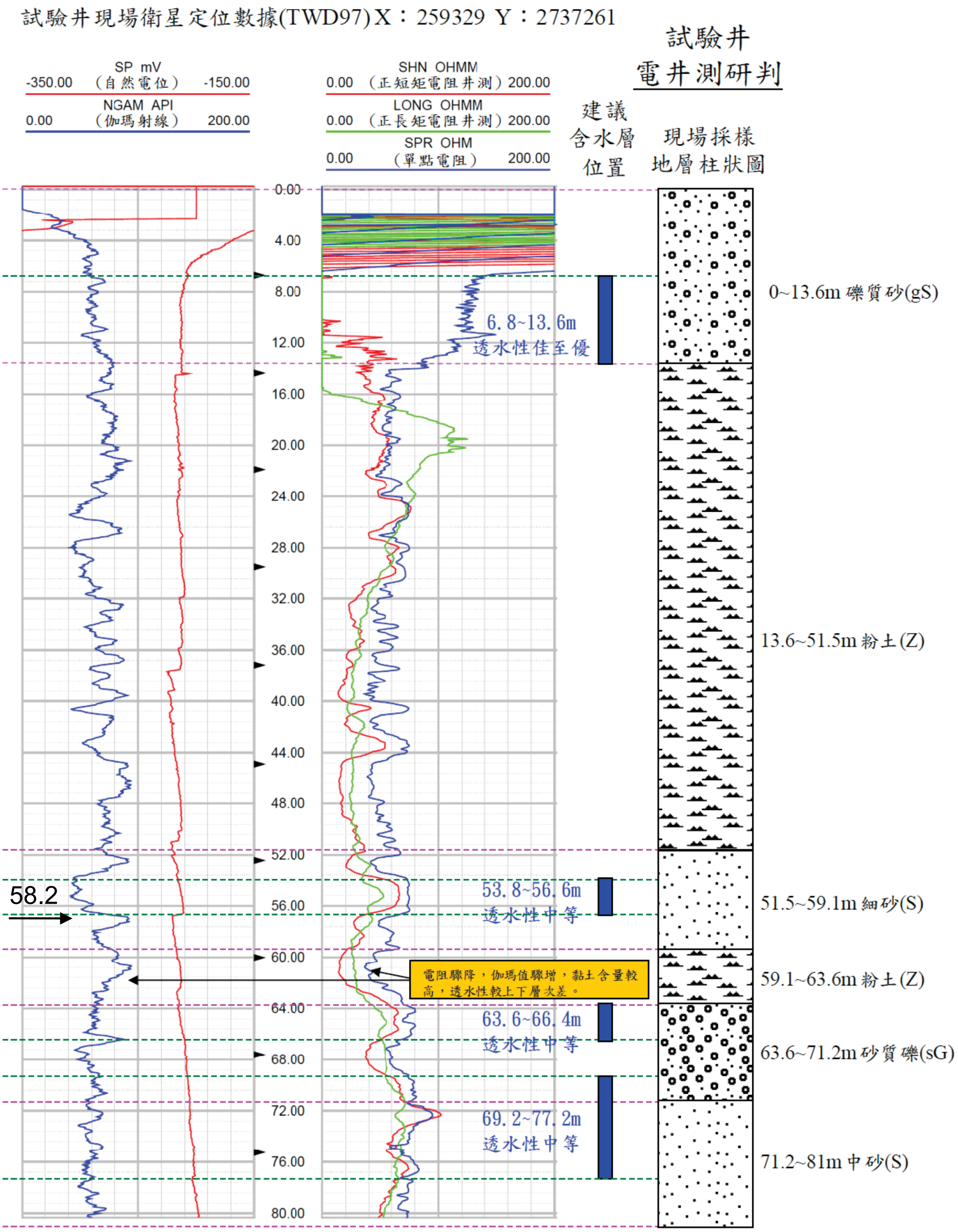


圖 4-3-12　試驗井 BD6 電井測資料判釋圖

4-3-3 試驗井抽水試驗

試驗井抽水試驗項目為分級抽水試驗、定量抽水試驗及回升試驗等三部分，後續茲就此部分試驗成果分別說明，試驗井基本資料詳表4-3-15所示。

表 4-3-15 頭前溪試驗井基本資料

編號	名稱	X 坐標	Y 坐標	孔徑 (in.)	管徑 (in.)	深度 (m)	濾水管位置(m)	單位洩降出水量 (cmh/m)	滲透係數 (m^2/min)	安全出水量 (CMD)
1	BD1	249115.3	2746011.2	10	6	80	6-45，56-60，71-75	5.76	0.1118	720
2	BD2	247186.4	2746982.2	10	6	80	11-40，46-60，66-70	4.29	0.1844	720
3	BD3	248588.8	2746565.3	10	6	80	11-50、66-70	3.71	0.1029	720
4	BD4	260224.1	2734291.0	10	6	80	6-15、26-45、71-75	4.41	0.5242	240
5	BD5	260378.7	2736103.6	10	6	80	6-15、21-25、31-35、41-45、51-55、61-65、71-75	1.36	0.0267	70
6	BD6	259336.5	2737284.6	10	6	80	1-15、51-55、61-75	16.18	1.668	132

一、分級抽水試驗

分級抽水試驗由試水期間再次測試水井洗井後水井推估最大抽水量後，依據前述試驗原規劃原則辦理分級抽水試驗，以求得水井安全出水量，各水井安全出水量詳表4-3-16所示，本次試驗井深度為80m，含水層皆為非侷限含水層，各備援水井安全出水量範圍約為70CMD ~720CMD，以區特性分別，頭前溪下游備援水井出水量較大，而員崠地區出水量較小，此外員崠地區出水量差異較大，應與地質條件有關，分級抽水試驗成果摘要詳如表4-3-17所示，試驗紀錄詳附錄所示。

表 4-3-16　本次試驗各水井安全出水量分析成果表

項目	井名					
安全出水量 (CMD)	試驗井 BD1	試驗井 BD2	試驗井 BD3	試驗井 BD4	試驗井 BD5	試驗井 BD6
	720	720	720	240	70	132

表 4-3-17　試驗井分級抽水試驗成果摘要表

項目				站名					
				試驗井 BD1	試驗井 BD2	試驗井 BD3	試驗井 BD4	試驗井 BD5	試驗井 BD6
分級抽水	試水日期			5月30日	6月6日	5月31日	6月4日	6月6日	6月5日
	靜水位		m	4.79	1.63	6.22	9.58	11.77	9.78
	抽水位(PL)	1級	m	6.81	4.82	7.97	11.61	12.11	10.33
		2級	m	7.72	6.12	9.21	12.19	12.36	10.46
		3級	m	8.65	7.62	11.03	12.97	12.82	10.54
		4級	m	9.66	8.14	13.68	15.24	13.31	10.64
		5級	m	10.76	10.15	16.58	22.26	14.09	10.66
	出水量(Q)	1級	CMD	360	360	360	168	30	108
		2級	CMD	480	480	480	204	40	120
		3級	CMD	600	600	600	240	50	132
		4級	CMD	720	720	720	276	60	144
		5級	CMD	840	840	840	312	70	156

二、定量抽水試驗

定量抽水試驗依據分級抽水試驗分析之安全出水量辦理8小時抽水，藉由長時間抽水分析備援水井之導水係數(T)及單位洩降出水量等相關水井參數，其分析結果詳表4-3-18所示。

表 4-3-18　試驗井定量抽水試驗成果摘要表

項目			站名					
			試驗井 BD1	試驗井 BD2	試驗井 BD3	試驗井 BD4	試驗井 BD5	試驗井 BD6
定量抽水	試水日期		5 月 31 日	6 月 7 日	6 月 1 日	6 月 5 日	6 月 7 日	6 月 6 日
	靜水位	m	4.79	1.63	6.22	9.58	11.77	9.78
	出水量	CMD	720	720	720	240	70	132
	洩降	m	5.21	6.99	8.09	2.27	2.15	0.39
	單位洩降出水量	CMD/m	138.20	103.00	89.00	105.73	32.56	338.46
	含水層厚度(濾水管長度)	m	50	50	45	35	40	25
	導水係數 T	m^2/min	0.1381	0.1996	0.1290	0.6104	0.0495	1.6786
	水層損失 B	hr/m^2	0.122	0.0886	0.0243	0.0906	0.0494	0.0297
	水井損失 C	hr^2/m^5	0.0012	0.0043	0.0063	0.0176	0.1486	0.0164
	水井效率 E_w	%	76.75	40.54	11.37	33.99	10.23	24.83

三、分層供水測定

水井為提高出水量通常於兩層或更多層含水層設置井篩，但供水層供水能力不一，若可測定不同含水層供水量，可了解各層含水層供水能力，另可提供鄰近地區水井設計及水層取捨之參考。

本次分層供水測定採用「微型流速儀」測定，於抽水時將流速儀自井底以每5公尺逐漸向上測量，紀錄各測點之流速，並求得該測點以下含水層所供應之水量，再轉求不同含水層之供水量，分層供水層定結果如圖4-3-13所示。由分析結果顯示，抽水期間主要供水層仍以淺層含水層為為主，而於30m以下地層環境泥質砂岩分布較廣，含水量較低，出水量相對較少。

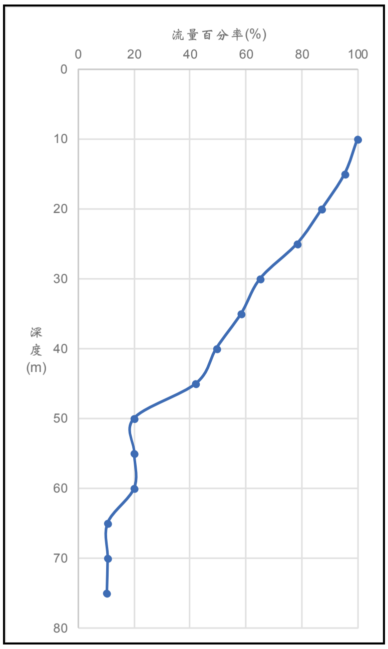
四、抽水試驗綜合評估

(一)由抽水試驗成果顯示，下游地區整體出水量較大，而員崠地區整體出水量較小，若依試驗井井篩配置設計16吋深井取水量，應將會增加水井出水量，但依據水井計算理論增加井徑，出水量增加幅度可能最大約為10%。

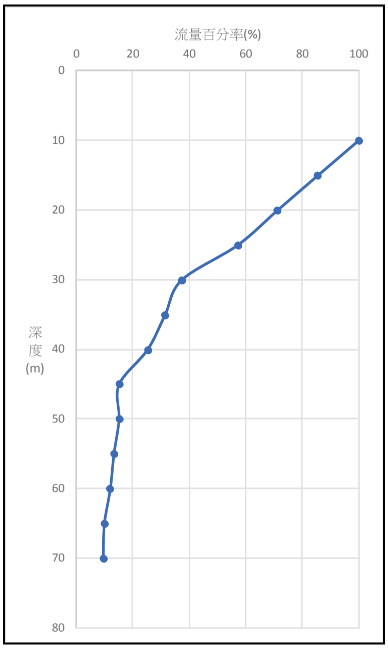
(二)若欲增加備援水井出水量，可考慮將水井型式或加深水井深度等方

式，但本計畫設計之水井旱災備援使用，採用寬口井僅取淺層含水層，於旱災期間淺層含水量較低，可能影響備援效能，故不建議採用，後續將依據地層特性探討水井加深之可能。

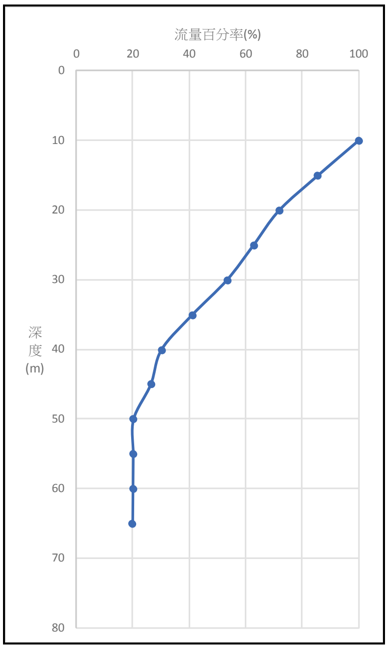
(三)員峽地區出水量相當低，可能與地表分布及淺層含水層補注量有關，若考量加深可能增加出水量有限，達不到預計出水量風險極高，後續是否施作應做詳加考量，避免工程資源浪費。



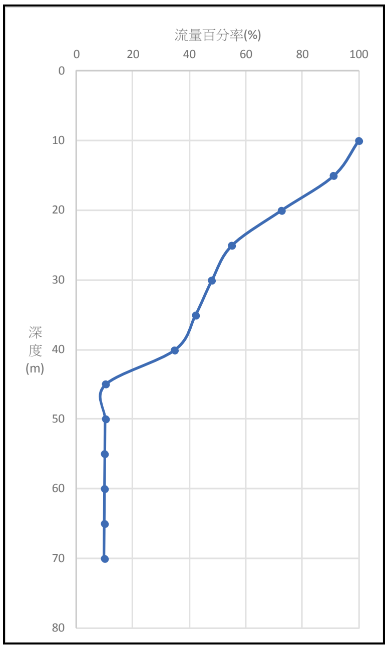
a. BD1 分層供水試驗結果



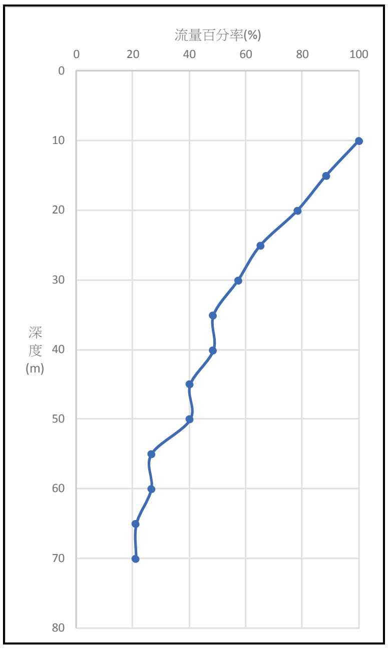
b. BD2 分層供水試驗結果



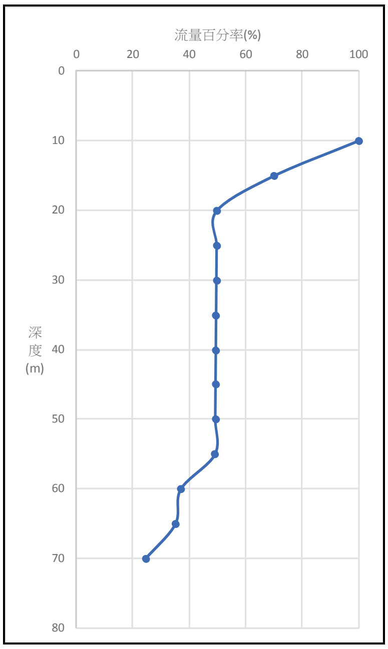
c. BD3 分層供水試驗結果



d. BD4 分層供水試驗結果



e. BD5 分層供水試驗結果



f. BD6 分層供水試驗結果

圖 4-3-13　分層供水測定成果圖

4-3-4 備援水井水質調查

一、本次水質調查標準及位置

備援水井建置計畫主要目的為，汲取地下水作為備援水源，為使人民飲用，其水源需符合「飲用水水源水質標準」之規定，故本計劃辦理水質調查，並蒐集環保署、水利署歷年監測資料及前期規劃調查成果，藉以評估備援水井地下水水質情形。水質調查相關座標如表4-3-19。

表 4-3-19 水井基本資料及調查表

<table>
<tr><th>序號</th><th>水井名稱</th><th>X 座標</th><th>Y 座標</th><th>調查方式</th><th>備註</th></tr>
<tr><td>1</td><td>頭前溪 1 號井</td><td>251297.328</td><td>2744700.084</td><td rowspan="6">原水井處調查</td><td rowspan="10">既有井</td></tr>
<tr><td>2</td><td>頭前溪 2 號井</td><td>250931.372</td><td>2744990.190</td></tr>
<tr><td>3</td><td>頭前溪新 1 號井</td><td>252817.092</td><td>2743522.185</td></tr>
<tr><td>4</td><td>頭前溪新 2 號井</td><td>252026.503</td><td>2743991.376</td></tr>
<tr><td>5</td><td>頭前溪新 4 號井</td><td>251542.666</td><td>2744580.663</td></tr>
<tr><td>6</td><td>頭前溪新 5 號井</td><td>249534.799</td><td>2745982.246</td></tr>
<tr><td>7</td><td>頭前溪 3 號井</td><td>250510.630</td><td>2745335.502</td><td rowspan="18">地質鑽探孔調查</td></tr>
<tr><td>8</td><td>頭前溪 4 號井</td><td>250113.004</td><td>2745638.811</td></tr>
<tr><td>9</td><td>頭前溪 5 號井</td><td>249900.809</td><td>2745786.286</td></tr>
<tr><td>10</td><td>頭前溪新 3 號井</td><td>251738.753</td><td>2744302.626</td></tr>
<tr><td>11</td><td>頭前溪左岸 1 號井</td><td>249115.336</td><td>2746011.187</td><td rowspan="14">新設井</td></tr>
<tr><td>12</td><td>頭前溪左岸 2 號井</td><td>248467.451</td><td>2746171.090</td></tr>
<tr><td>13</td><td>頭前溪左岸 3 號井</td><td>247194.722</td><td>2746563.399</td></tr>
<tr><td>14</td><td>頭前溪右岸 1 號井</td><td>248588.829</td><td>2746565.318</td></tr>
<tr><td>15</td><td>頭前溪右岸 2 號井</td><td>248217.818</td><td>2746553.944</td></tr>
<tr><td>16</td><td>頭前溪右岸 3 號井</td><td>247704.996</td><td>2746761.701</td></tr>
<tr><td>17</td><td>頭前溪右岸 4 號井</td><td>247186.427</td><td>2746982.209</td></tr>
<tr><td>18</td><td>員崠 1 號井</td><td>260224.068</td><td>2734291.010</td></tr>
<tr><td>19</td><td>員崠 2 號井</td><td>260464.890</td><td>2735167.347</td></tr>
<tr><td>20</td><td>員崠 3 號井</td><td>260543.549</td><td>2735502.889</td></tr>
<tr><td>21</td><td>員崠 4 號井</td><td>260378.740</td><td>2736103.589</td></tr>
<tr><td>22</td><td>員崠 5 號井</td><td>260125.764</td><td>2736503.892</td></tr>
<tr><td>23</td><td>員崠 6 號井</td><td>259673.281</td><td>2736965.674</td></tr>
<tr><td>24</td><td>員崠 7 號井</td><td>259336.498</td><td>2737284.623</td></tr>
</table>

二、本次水質調查成果

本次水質調查結果如表4-3-20所示，區域水質有大腸桿菌指數偏高問題，但尚符合「飲用水水源水質標準」，而氨氮僅於頭前溪新1號井~新3號井有些微高於標準之情勢，其他皆滿足「飲用水水源水質標準」指標，各項檢測成果如後所述。

(一)大腸桿菌群(Total Coliforms)

大腸桿菌「飲用水水源水質標準」值為2.0×10^4(MPN/100ml)。本次檢測結果介於87~2.4×10^3，其值均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(二)氨氮(Ammonia Nittrogen,NH_3-N)

氨氮「飲用水水源水質標準」值為1.0(mg/L)。本次檢測結果僅頭前溪新一號井~新三號井略高於「飲用水水源水質標準」，合格率為87.5%。

(三)化學需氧量(Chemical oxygen demand,COD)

化學需氧量「飲用水水源水質標準」值為25.0(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(四)總有機碳(Total Organic Carbon ,TOC)

總有機碳「飲用水水源水質標準」值為4.0(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(五)砷(Arsenic,As)

砷「飲用水水源水質標準」值為0.05(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(六)鉛(Lead,Pb)

鉛「飲用水水源水質標準」值為0.05(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(七)鎘(Cadmium,Cd)

鎘「飲用水水源水質標準」值為0.01(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(八)鉻(Chromium,Cr)

鉻「飲用水水源水質標準」值為0.05(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(九)汞(Mercury,Hg)

汞「飲用水水源水質標準」值為0.002(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

(十)硒(Selenium,Se)

硒「飲用水水源水質標準」值為0.05(mg/L)。本次檢測結果均符合「飲用水水源水質標準」，合格率為100%。

表 4-3-20　本計畫備援水井水質採樣結果彙整表(1/2)

採樣點位	檢測項目(飲用水水源水質標準)									
	大腸桿菌 (MPN/100ml)	氨氮 (mg/L)	化學需氧量 (mg/L)	總有機碳 (mg/L)	砷 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	汞 (mg/L)	硒 (mg/L)
	2.0 X **10^4**	**1.0**	**25.0**	**4.0**	**0.05**	**0.05**	**0.01**	**0.05**	**0.002**	**0.05**
頭前溪新 1 號井	5.0 X 10^2	*1.04	21.7	2.8	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪新 2 號井	6.6 X 10^2	*1.19	17.7	2.7	0.0010	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪新 3 號井	5.9 X 10^2	*1.17	19.2	2.7	0.0010	0.007	ND	ND	ND	ND
頭前溪新 4 號井	7.0 X 10^2	0.04	5.2	1.1	0.0009	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪新 5 號井	5.3 X 10^2	0.04	7.7	1.1	0.0014	0.008	ND	0.004	ND	ND
頭前溪 1 號井	2.5 X 10^2	0.04	6.5	1.0	0.0008	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪 2 號井	2.7 X 10^2	0.03	8.5	1.2	0.0013	0.007	ND	0.003	ND	ND
頭前溪 3 號井	4.5 X 10^2	0.04	7.5	1.1	0.0007	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪 4 號井	5.0 X 10^2	0.03	5.5	1.1	0.0008	0.008	ND	ND	ND	ND
頭前溪 5 號井	6.2 X 10^2	0.04	6.5	1.1	0.0014	0.010	ND	0.005	ND	ND
頭前溪左岸 1 號	1.2 X 10^3	0.1	6.7	1.4	0.0009	ND	ND	0.003	ND	ND
頭前溪左岸 2 號	1.3 X 10^3	0.1	5.7	1.4	0.0008	ND	ND	ND	ND	0.0007

註:1. *表不符乙類水體基準值
2.低於方法偵測極限之測定以"ND"表示

表 4-3-20　本計畫備援水井水質採樣調查結果彙整表(2/2)

採樣點位	檢測項目(飲用水水源水質標準)									
	大腸桿菌 (MPN/100ml)	氨氮 (mg/L)	化學需氧量 (mg/L)	總有機碳 (mg/L)	砷 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	汞 (mg/L)	硒 (mg/L)
	2.0×10^4	**1.0**	**25.0**	**4.0**	**0.05**	**0.05**	**0.01**	**0.05**	**0.002**	**0.05**
頭前溪左岸 3 號	8.9×10^2	0.1	5.7	1.3	0.001	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪右岸 1 號	2.4×10^3	ND	7.0	0.4	0.0004	ND	ND	ND	ND	0.0014
頭前溪右岸 2 號	3.8×10^2	0.05	9.5	1.3	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪右岸 3 號	7.4×10^2	0.07	8.0	1.3	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND
頭前溪右岸 4 號	87	0.07	7.5	1.3	0.002	ND	ND	ND	ND	ND
員崠 1 號	1.2×10^3	0.03	4.8	1.2	0.0012	0.008	ND	0.006	ND	ND
員崠 2 號	1.0×10^3	0.03	3.8	1.2	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND
員崠 3 號	8.9×10^2	0.02	4.8	1.3	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND
員崠 4 號	1.3×10^3	0.02	2.8	0.4	0.0017	0.012	ND	0.012	ND	ND
員崠 5 號	7.0×10^2	0.02	3.8	0.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
員崠 6 號	8.9×10^2	0.02	5.8	0.3	0.0011	0.009	ND	0.005	ND	ND
員崠 7 號	1.2×10^3	0.02	2.8	0.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND

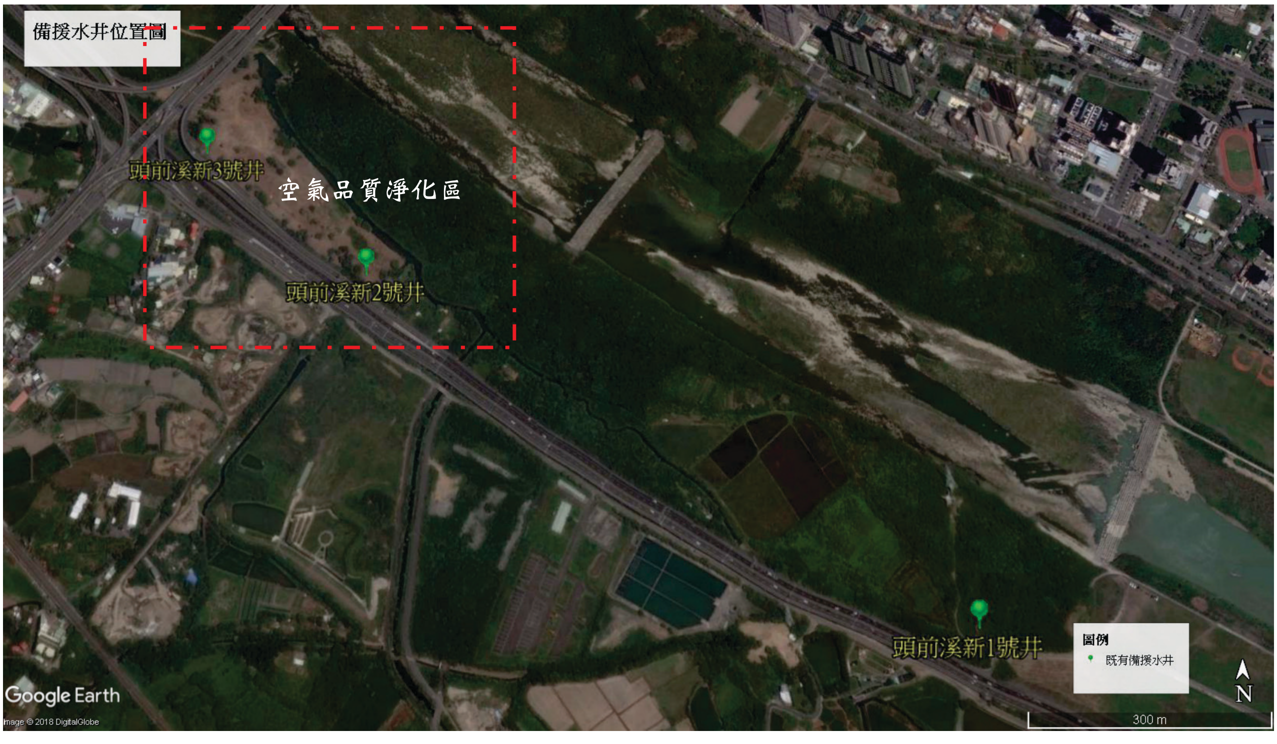
註:1. *表不符乙類水體基準值

2.低於方法偵測極限之測定以"ND"表示

三、調查成果評估

本次地下水水質檢測結果顯示，所有檢測指標皆符合「飲用水水源水質標準」，僅氨氮檢測項目合格率為87.5%；而未符合氨氮指標所分布區域位於頭前溪新1號井~新3號井範圍，約為隆恩堰下游至國道1號之範圍，詳如圖4-3-14所示。

以衛星影像圖顯示頭前溪新1號井鄰近民眾耕種區域，而頭前溪新2號井及頭前溪新3號井位於「頭前溪千甲段空氣品質淨化區」內，其工程內容主要為3.8公頃之植草工程及後續植草工程維護保養，維護保養期間可能施以有機肥料造成淺層地下水受些微污染，以致氨氮指標些微超標，另參考前期規劃調查成果，頭前溪新1號井水質調查成果為0.07mg/l，符合「飲用水水源水質標準」，綜合評估本次調查成果未符合標準項目應受人為活動所造成之結果。



資料來源:google map

圖 4-3-14　頭前溪千甲段空氣品質淨化區位置圖

4-3-5 調查規劃、試驗綜合評估

一、區域水質評析

(一)由環保署地下水水質監測資料顯示，新竹地區存在鐵、錳及氨氮過高情形，依據前期規劃蒐集各機關之地下水水質監測資料得知，新竹市人口稠密區，其地下水水質較無法符合「飲用水水源水質標準」；而前期規劃另針對頭前溪新1號井、1號井、3號井及新5號井等4口井辦理水質調查試驗，其成果所有檢測數據皆符合水質標準，顯示頭前溪高灘地尚未受市區地下水之污染。

(二)本計畫為新竹地區備援水井規劃設計，於設計原則階段規劃針對預定各井址辦理細部水質調查作業，其調查成果大致皆符合「飲用水水源水質標準」，僅氨氮指標合格率皆達87.5%其餘指標合格率皆達100.0%，顯示頭前溪高灘地地下水質佳，符合飲用水源標準，而部分氨氮指標未達標準一事，經由相關分析應屬人為因素所造成，判定為短期影響，建議應持續定期辦理水質檢測。

(三)綜合本計畫及前期規劃水質調查成果，頭前溪高灘地地下水水質與市區地下水質略有不同，於高灘地鑿井其地下水因受人為污染情況較少，水質符合飲用水源水質之條件。

(四)由既有井原設計報告顯示，新竹地區備援水井主要供水層主要為20m以上淺層含水層及20m以下深層含水層，而淺層含水層水量較大為備援水井主要供水來源，故高灘地種植或廢棄物拋棄等影響地下水質之行為將容易影響其水質，應儘量避免或禁止，用以維持地下水質穩定。

二、既有井出水能力評析

(一)頭前溪既有備援水井經洗井、試水及抽水試驗等相關作業後，出水量幾乎皆已回復至原設計出水量，顯示頭前溪既有備援水井在維護保養後確可為旱災期間提供水源。

(二)參考歷年維護保養紀錄顯示，出水量評估差異過大，可能井體特性掌握度較低，未了解井體及井體出水能力，以致抽水試驗結果差異過大。

(三)井體攝影為備援水井維護重要項目之一，掌握井體狀況可增加井體維護效率，並且降低不適當之維護作業對井體之損傷，而後續既有備援水井抽水試驗和營運操作，可依據本次試驗成果進行規劃，可避免抽水過量造成水井內流速過快，造成出砂現象發生。

(四)頭前溪備援水井主要供水層為全新世堆積物，地表覆蓋及施工工法將影響備援水井出水量，往後若於高灘地若有大規模建設時，應重新辦理抽水試驗，複核水井安全出水量，避免操作不良造成井體損壞。

(五)本報告為調查評析報告，後續既有備援水井機電設施，仍須參考備援時程等相關因素配合評估所需配備，相關分析詳設計原則第八章分析所敘。

(六)頭前溪3號井、4號井、5號井及新3號井等4口井，因井體破損或已廢井，建議重新辦理鑿井工程，後續探討目前井位及地質條件進行評估，並擬定可能鑿井之位置，另視需求辦理地質鑽探調查作為後續設計之依據。

(七)頭前溪既有備援水井因建造年限已久，其中頭前溪1號井~5號井因無設置圍籬區隔民眾活動空間，機電設備及井蓋等設施容易遭受盜竊，而頭前溪新1號井~新5號井雖有設置圍籬，以現勘成果顯示多數圍籬已受損，建議既有井周遭環境改善亦納入本次工程。

三、新鑿井出水能力評估

(一)新設備援水井依地理位置區分大致可概分為頭前溪下游左右岸及員崠地區，由鑽探成果及電井測成果兩地區地質分布有所不同。

1. 員崠地區表層礫石層厚約為14m，又可分為三區，AH-01表層約14公尺厚現代沖積層，其下厚層砂質泥岩與泥質砂岩，AH-02、AH-03、AH-04、AH-05，表層約14公尺厚現代沖積層，其下礫石層夾砂岩與泥質砂岩，AH-06、AH-07，表層約14公尺厚現代沖積層，其下厚約45m泥質砂岩夾砂質泥岩，再下為礫岩層夾厚約2-6m砂岩或砂質泥岩。

2. 下游左右岸新設井表層約5-18公尺厚現代沖積層，其下厚約60m礫石層夾厚約1-10m之泥質砂岩，再下為礫岩層或泥質砂岩及砂質泥岩。

(二)新竹地區備援水井主要供水層為淺層含水層及(一)全新世之堆積層，為主要含水層，(二)新竹平原基盤，屬更新世早期之頭嵙山層；全新世主要為礫石層，透水性較佳但其補助來源主要為雨水及河川補助；而更新世頭嵙山層，由本次調查成果顯示，香山相沉積可再細分為兩種，砂、泥相互沉積而成青灰色泥質砂岩或砂岩泥岩互層等兩種，若依岩性特徵評估，因青灰色泥質砂岩砂泥交替頻繁，未能有較厚實之含水層，由電井測成果顯示，此種密集砂泥交替沉積之岩層，其能作為含水層厚度皆相當薄，另砂岩及泥岩互層情況下，在泥岩阻水情況下，尚可於砂岩內尋求供水含水層，由既有井電井測成果顯示，砂岩泥岩互層沉積環境常見於地下60m。

(三)依地質分布情況評估，頭前溪備援水井若深度定於80m時，在此深度主要供水層應皆屬於地表含水層，30m以下含水層如遇砂泥交替頻繁之青灰色泥質砂岩，可能取水效率不佳，若要取得較大量更新世含水層，則需加深備援水井深度。

(四)竹東地區因上游河道地勢特性，高灘地河道高程差約20m，由此推測淺層地下水受頭前溪主流河道補注量較少；而頭前溪下游高灘地與主河道高程差較小，受河道補注量應較大，地下水含水層應較為豐沛。

(五)由本次試驗成果顯示，員崠地區出水量較低，下游地區試驗井出水量皆較大，應地質條件及地下水補注系統有關，後續整體設計配置應可納入考量評估。

第五章　前期規劃成果檢討

5-1　備援水井啟用時機檢討

新竹地區備援水井網主要目的在於減少移用農業用水及避免或延緩進入第三階段限水為目標，可望有效降低缺水風險，依據前期規劃檢討備援井網啟用時機於

限水期間啟用，後續茲就歷年旱災防災應變和旱災災害應變機制檢討備援水井其用時機。

一、旱災災害防救業務

旱災災害防救業務計畫中有關減災防救作業已臚列八大項目，其中抗旱井及人工降雨則屬於「強化緊急水源機制」，啟用時機於旱災災害三級進行整備，並於第一階段限水啟用。

二、新竹地區歷年旱災應變情形

新竹地區自民國95年寶山第二水庫啟用後，供水系統改變對於整體水源調配亦有所變動，以下將分述民國91年迄今新竹地區旱災期間抗旱措施實施情況。

(一)寶山第二水庫啟用前

民國95年以前共有3次抗旱措施，其中民國91年、民國92年及民國93年之旱災事件中，皆發布第一階段限水及第二階段限水，一階限水時抗旱措施包含灌區停灌、公共用水夜間減壓供水及水庫水源跨區支援，而二階限水期間，抗旱措施包含灌區持續停灌、擴大公共用水減供及水庫水源跨區調度，一階限水共操作443天，第二階段限水約12天。

(二)寶山第二水庫啟用後

民國95年後寶山第二水庫運轉後迄今發生之旱災事件，因新竹地區之供水乘載力提升，發生旱災啟用第一階段限水措施共4年，除民國103年第一階段限水長達106天外，其餘發生旱災災害期間較短，且大多止於第一階段限水，應與水庫營運有關，區域水資源較為豐富抗旱能力較佳；而第一階段限水所採用措施主要有三：1.灌區輪灌、2.加強灌溉管理、3.跨區水庫支援等措施，藉由以上抗旱措施自民國95年以來僅民國104年有大規模農區停灌之情勢。

三、前期規劃模擬

前期規劃預計備援水井支援新竹地區供水3萬CMD，員崠地區1萬CMD，並依據條件進行水源分析，由分析成果如表5-1-1所示，顯示若由第一階段限水即採用備援井網，年平均操作費用將須達453萬，然以寶山二號水庫民國95年營運後，第一階段限水期間尚可採用灌區輪灌、加強灌溉管理及跨區水庫支援等措施等應對。

四、本計畫檢討

由歷年災害應變機制評估，新竹地區旱災災害應變多採用灌溉加強管理區域水資源調度，既有備援水井採用次數相當少，然備援水井建立對於旱災期間水資源調度有正面意義，但抗旱井仍續進行汲取行為，單位水源成本較高，過早啟用將額外增加維護操作成本，水井操作時程越長，出水能力也隨之減弱，綜合新竹地區防災相關經驗，本計畫建議備援水井啟用時機，主要仍依現行「旱災災害防救業務」啟動原則辦理，若水資源調度困難，並可依水情需求情況啟用。

新竹地區備援水井網啟用原則：

(一)旱災災害第三級進行整備，第一階段限水啟用

(二)旱災災害第三級期間區域水資源調度或農業用水協調窒礙難行，可彈性啟用。

表 5-1-1　備援井網納入後模擬年抽水量與其流動電費

年	備援水井年抽水量(萬 m³)	備援後年缺水量(萬 m³)	流動電費(萬元)	年	備援水井年抽水量(萬 m³)	備援後年缺水量(萬 m³)	流動電費(萬元)
60	600	74	1,218	83	244	233	495
61	268	0	544	84	296	0	601
62	192	0	390	85	468	1,238	950
63	292	0	593	86	212	0	430
64	0	0	0	87	88	0	179
65	176	0	357	88	72	0	146
66	600	1,133	1,218	89	0	0	0
67	0	0	0	90	0	0	0
68	0	0	0	91	600	947	1,218
69	252	0	512	92	600	5,716	1,218
70	600	0	1,218	93	600	806	1,218
71	268	0	544	94	160	0	325
72	228	0	463	95	240	0	487
73	524	0	1,064	96	0	0	0
74	152	0	309	97	0	0	0
75	0	0	0	98	312	0	633
76	0	0	0	99	212	0	430
77	0	0	0	100	144	0	292
78	144	0	292	101	16	0	32
79	0	0	0	102	0	0	0
80	340	0	690	103	220	0	447
81	208	0	422	平均值	223	231	453
82	496	0	1,007				

5-2　區域出水量檢討

新竹地區新設備援水井原規劃主要分為兩大區塊，分別為竹東鎮員崠區及新竹市中華路橋下游頭前溪左右高灘地，依據計畫期間現勘結果，備援水井雖位於高灘地，但分別屬於頭前溪中游及下游地區，區域地下水特性亦有所不同，以下茲就前期規劃預估方式及本計畫調查成果評估區域備援水井出水量。

一、前期規劃出水量評估

(一)頭前溪下游新設備援水井

下游新7設左岸備援水井參考頭前溪既有井出水量估計以2,000CMD，右岸新設備援水井參考水公司湖口1號、3號、7號及9號寬

口井出水量概略估計2,000CMD。

(二)員崠地區新設備援水井

員崠地區備援水井位於頭前溪上游左岸高灘地至竹林大橋間，預估開篩長度23m以上，可出水量為1,500CMD。

二、本計畫檢討

(一)區域地下水特性概述

頭前溪地下水補注主要為雨水及頭前溪水入滲，由河道特性評估下游地區河道高灘地較為低，淺層地下水補注受雨水及溪水補注效應較大，其地下水應較為豐沛；而員崠地區預定井址位處峽谷地形與平原地形交替區域，高灘地高於頭前溪河床約18m，因地勢高程差異大，淺層地下水補注僅剩餘雨水，經本計畫現場踏勘，亦並未發現預定井址有野溪經過，由此判斷上游淺層地下水可能較下游貧瘠。

(二)本計畫調查成果

本計畫於設計原則階段辦理地質鑽探、試驗井建置及抽水試驗可得知，原規劃預定取水80m以內下游地區淺層含水層上游地區較為厚實，約30m，下游較薄約20m~25m，但因地下水補注方式及地質分布特性，下游地區以6吋試驗井可達840CMD，而上游地區僅約70CMD~320CMD。

(三)計畫檢討

原規劃以既有井出水量平均2,000CMD作為下游新設備援水井可能出水量評估依據，但缺乏考量原備援水井井深及型式，上游地區因缺乏資料僅能概略評估，以試驗井抽水試驗結果顯示，下游地區欲達到原設計出水量，仍需審慎評估備援水井之工程型式及區域出水量特性，經本計畫調查後建議後續評估重點如下所述。

1. 下游地區既有備援水井深度皆超過100m，經評估後原規劃採用70%出水量作為設計出水量，縮減工程規模要達到預定出水量存在極大風險，後續於方案檢討中將詳細檢討是否需加深備援水井深度以達設計出水量。

2. 上游員崠區域地下水出水量遠低於計畫出水量，以目前試驗井抽水試驗成果，員崠地區若欲達出水量10,000CMD，則需鑿至少25口井方

能達設計出水量，不符合效益，建議員峠地區不施作備援水井，應視下游地區備援水井出水量酌量增加新設水井。

5-3 備援水井供水穩定度檢討

一、備援水井運轉日數

(一)前期規劃

運轉日數採用允許水位洩降2.5m下，以比出水量0.1估計，備援井網可抽取之總水量約為600萬m^3(=24,000,000×2.5×0.1)。若以計畫備援供水每日4萬m^3估算，則最長可連續備援供水天數約150天。

(二)本計畫檢討

備援水井使用天數應參考歷年各階段限水操作期間進行定義，運轉期間水位洩降仍須滿足允許地下水位洩降值，方可於備援期間提供有效備援水量。

經前述評估本計畫備援水井啟用時機為實施第一階限水，故備援井網需滿足一階限水運轉所需時間，後續將蒐集自民國93年迄今之一階限水抗旱日數，評估本計畫所需運轉的時間。

本計畫統計自民國九十三年起迄經實施第一階段限水之年份及天數如表5-3-1所示，主要為年份為民國93年、民國100年、民國103年及民國106年，第一階限水日數平均約94天。備援井網需具涵蓋第一階限水抗旱應變措施之能力，本計畫採用100日作為本備援水井建置計畫目標日數。

表 5-3-1 抗旱應變措施天數統計表

時間	第一階限水實施天數(日)	第二階限水實施天數(日)	總計
98.2~98.8	116	-	116
100.2~100.5	56	-	56
103.12~104.5	68	106	173
106.12~107.1	31	-	31

二、允許地下水位洩降值

(一)前期規劃

前期規劃參考新社(1)及頭前溪(1)等測站地下水位觀測紀錄，由最枯水位再低約2.5m，於枯水期過後皆可回升至常年平均水位，故以水位再低2.5m作為備用可抽水量之限制依據。

(二)本計畫檢討

由頭前溪既有備援水井抽水試驗中定量試水水位洩降約為1.88m~21.33m，顯已然超越規劃期間所允許之洩降值，水井抽水期間洩降與地層特性及地下水流量等有關，其水位變化因子與地下水自然水位不盡相同，故由地下水位自然變化難以客觀評估水井抽水期間地下水位洩降趨勢以及水位洩降之極限。

預估長期洩降量係由定量抽水試驗成果，可繪製出時間與水為洩降之關係，並由水位洩降與時間回歸線可推求長時間下之預估洩降量。

參考臺糖公司「水井手冊」，水井安全出水量係指水井本身因水層特性、水層厚度、井體構造等條件下之最大極限水量，在此抽水量下不損及含水層物理性質。由此可知水井安全出水量將依據水井特性而有所不同，故此允許地下水位洩降值應另採方法進行評估。

有關各井抽水期間地下水位洩降值之限制，參考民國100年經濟部水利署辦理「水井合理抽汲水量及時間之探討」之計畫成果，定義物理性水位洩降極限值為「不致使地下水位產生每日顯著持續下降之容許殘餘洩降」，其參考Bochever(1979)對於非拘限含水層物理性水位洩降極限之定義，方程式如下：

$$S_{max} = 0.7he \tag{1}$$

上式中：S_{max}=最大允許洩降(m)

h_e=非拘限含水層厚度(m)

另Allen Beggar經實驗研究顯示最大洩降量為含水層厚度一半，本計畫為長時間運作，為求保守長期間抽水之合理物理性水位洩降極限值，後續評估物理性水位洩降將採含水層之一半作為標準。

由於井體井篩位置、型式及抽水量等不同，將影響井體整體性能及出水量大小，而試驗井與未來建置之備援水井不同，難以評估未來備援

水井長時間抽水洩降趨勢，本階段將暫以既有備援水井試驗成果，據以評估備援水井長期抽水之可靠性，各井之物理性水位洩降極限如表5-3-2所示，由成果顯示長期水位洩降量皆滿足洩降之標準，顯示備援水井可進行長時間之操作。

表 5-3-2　備援水井最大限制洩降量評估表

名稱	含水層厚度 (m)	最大限制洩降量 (m)	預估洩降量 (m)	長期抽水洩降評估
頭前溪一號	42.0	21.0	17.89	滿足長期將抽水水位洩降
頭前溪二號	42.0	21.0	3.09	
頭前溪新一號	34.0	17.0	3.82	
頭前溪新二號	42.0	21.0	3.60	
頭前溪新四號	40.0	20.0	13.60	
頭前溪新五號	46.0	23.0	2.49	

三、新設備援水井出水量估計

各井之出水量乃根據Dupuit-Thiem公式，並配合抽水試驗所得之參數計算預估抽水量，其中自由含水層之洩降平衡方程式如下所示，各井之出水量計算成果如表5-3-3，下游新設備援水井皆可滿足前期規劃預計出水量。

$$Q=\frac{\pi k(H^2-h_w^2)}{\ln(\frac{R}{r_w})} \tag{2}$$

或

$$Q=1.366k\frac{(2H-s_w)s_w}{\log\frac{R}{r_w}} \tag{3}$$

而若有一個觀測孔則方程式可改寫如下：

$$Q=\frac{\pi k(h_1^2-h_w^2)}{\ln\frac{r}{r_w}} \tag{4}$$

上式中：Q=抽水量(m^3/s)　　H=含水層厚度(m)

h_w=抽水井洩降水位高度(m)　　K=滲透係數(m/s)

h_1=觀測井洩降水位高度(m)

R=影響範圍(m)　　s_w=抽水井洩降量(m)

r_w=抽水井井半徑(m)　　r=抽水井至觀測井的距離(m)

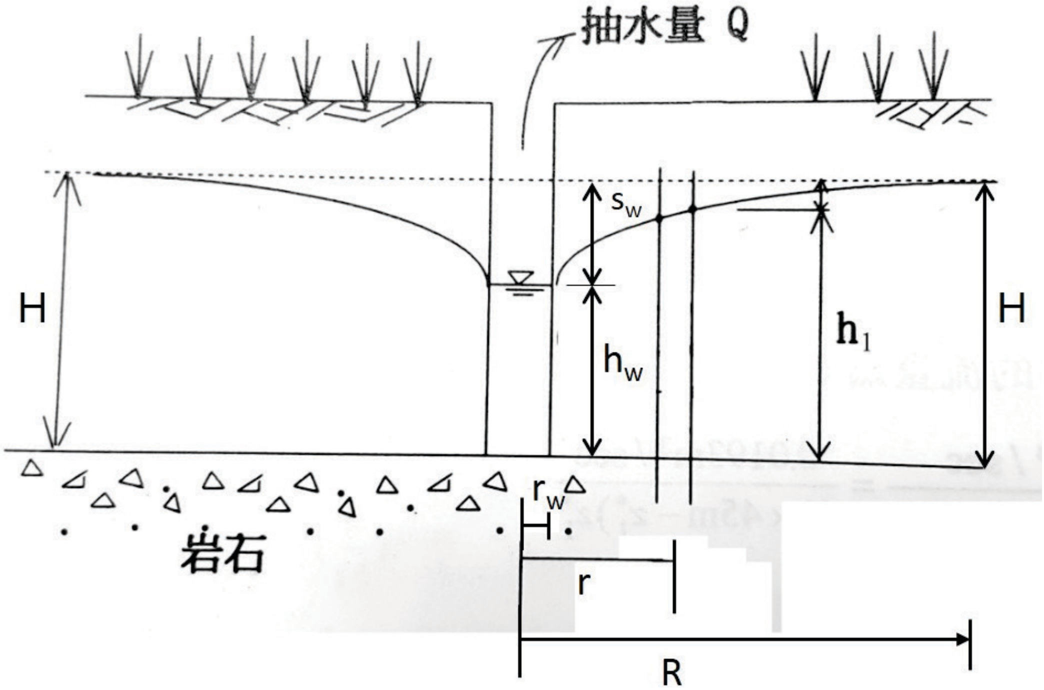


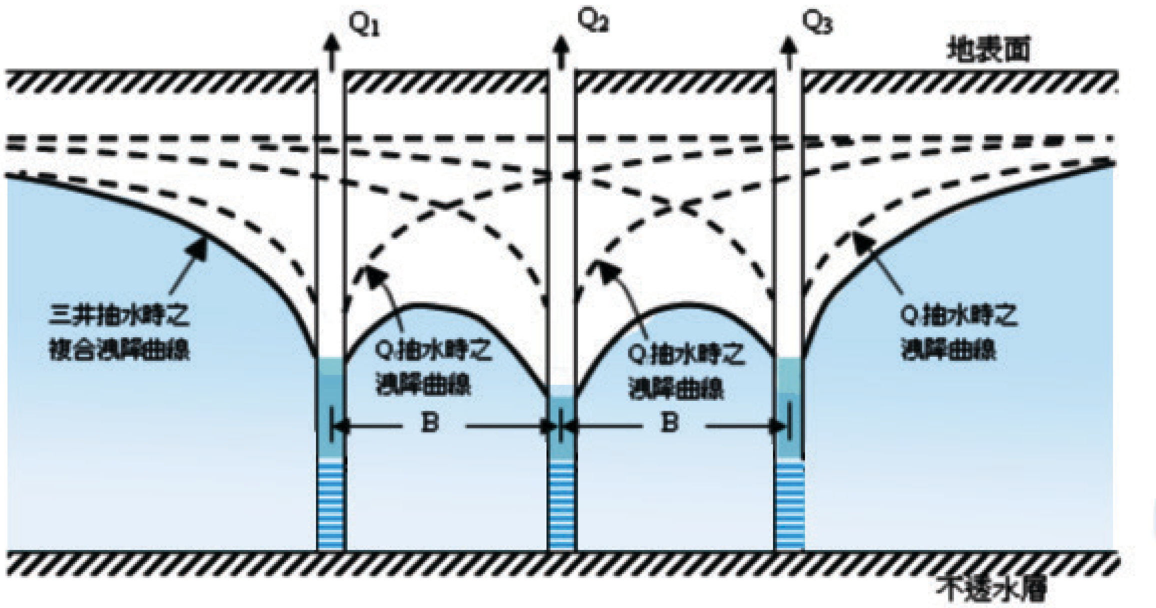
圖 5-3-1　Dupuit-Thiem 公式符號示意圖

表 5-3-3　新設備援水井抽水量評估表

名稱	含水層厚度 (m)	井寬 (m)	滲透係數 (m/day)	抽水井洩降 (m)	抽水量 (cmd)	前期規劃預計抽水量 (cmd)
頭前溪左岸一號	40	0.41	3.22	17.00	2,029	2,000
頭前溪左岸二號	41	0.41	3.22	17.20	2,098	2,000
頭前溪左岸三號	38	0.41	3.22	16.00	1,817	2,000
頭前溪右岸一號	41	0.41	2.96	17.00	2,164	2,000
頭前溪右岸二號	38	0.41	2.96	16.00	1,802	2,000
頭前溪右岸三號	36	0.41	5.31	16.20	2,794	2,000
頭前溪右岸四號	45	0.41	5.31	17.80	3,690	2,000

四、群井效應評估

在同一含水層中，若有兩個相近抽水井同時抽水，所造成水位洩降影響將會重疊，意即洩降錐重疊，在彼此影響下造成水位洩降加大，此為群井效應，詳如示意圖5-3-2所示，本計畫為使備援水井網能有效出水，井址選擇已盡可能加大水井距離，原則以300m以上，有關新竹地區備援水井之群井效應評估詳如後續所述。



資料來源：「地下水水井鑿井技術參考手冊」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 98 年

圖 5-3-2　群井效應水位變化圖

(一)前期規劃

採Schwartz and Zhang (2003)之WELLz 2.0軟體進行模擬，於此水文地質條件下，各備援水井同時連續出水150天(最長連續備援日數)，對地下水位洩降量之影響如圖5-3-2，顯示頭前溪下游主河道區位洩降總深度為0.02(最外圈)至4.1(最內圈)公尺，總洩降大於2.5公尺者，多侷限於少數井之周圍200公尺範圍內，絕大範圍總洩降均小於2.5公尺，模擬結果相鄰水井並未產生額外較大洩降，故群井效應不顯著。

(二)本計畫檢討

1.歷年操作維護評估

民國106年及民國107年頭前溪1號井、2號井及新5號井維護中辦理聯合試水之試驗，其試驗成果皆顯示短期聯合抽水操作並未發現有相互影響之現象，顯示各井抽水洩降錐與短延時(民國106年3小時)或長延時(民國107年72小時)皆未相互影響，顯示抽水期間群井效應不顯著。

2.理論公式評估

洩降錐影響範圍參考水利規劃試驗所「地下水水井鑿井技術參考手冊」第3.7節井距評估方法，洩降錐依據不同水井配置可參考以下計算方式進行評估，相關成果詳表5-3-4。

(1)穩態水流公式

在非拘限含水層中，依據Dupuit-Thiem公式，如下所示：

$$\mathrm{logR} = \frac{2\pi T(H^2 - {h_w}^2)}{2.3Q} + logr_w \tag{5}$$

上式中：R=影響範圍(m)　　　　s_w=抽水井洩降(m)

k=滲透係數(m/s)

H=含水層厚度(m)

r=抽水井至觀測井距離(m)

s_1=觀測井洩降(m)

r_1=抽水井半徑(m)

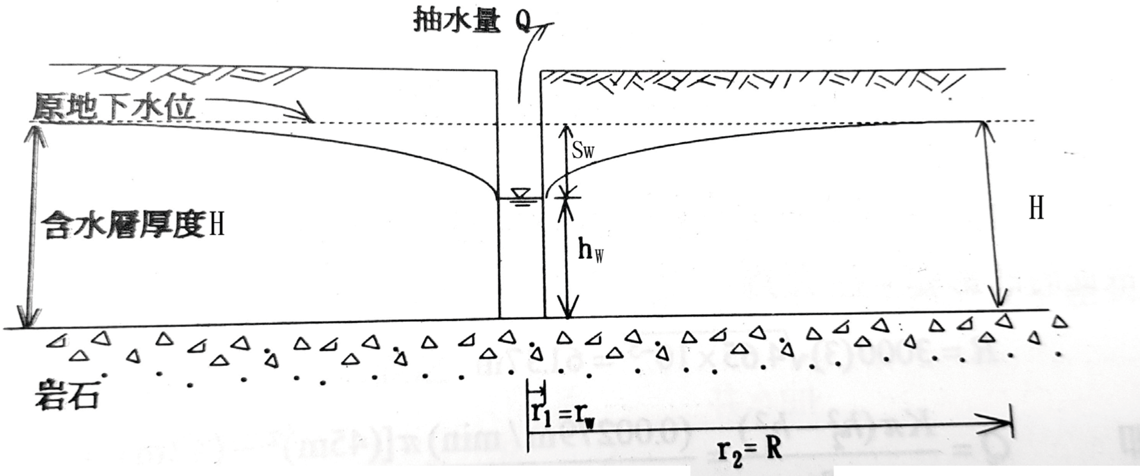


圖 5-3-3　Dupuit-Thiem 公式符號示意圖

(2)Sihardt經驗公式

在大多數的情況，水井並沒有配置觀測井，因此只有單井抽水試驗資料，則可採用Sichart經驗公式，如下所示：

$$\mathrm{R} = 3000 s_w \sqrt{k} \tag{6}$$

經分析顯示，抽水期間水位洩降越大，其計算結果影響範圍越大，可能與經驗回歸式參數有關，分析結果頭前溪1號及2號井址相距467m，其洩降錐影響範圍可能會有群井效應發生，與民國107年試驗成果不同，本計劃為證實備援水井群井效應發生之可能性，於試驗井抽水期間將觀測鄰井水位之變化。

表 5-3-4 備援水井影響範圍評估表

名稱	抽水量(cmd)	含水層厚度(m)	井寬(m)	滲透係數(m/day)	抽水井洩降(m)	影響範圍(m)	鄰近井距(m)
頭前溪一號	2,000	42	0.41	5.24	17.85	408	467.00
頭前溪二號	3,500	42	0.41	29.79	3.08	167	544.30
頭前溪新一號	1,700	34	0.41	37.61	3.81	233	919.33
頭前溪新二號	1,250	42	0.41	51.09	3.60	257	423.88
頭前溪新四號	1,600	40	0.41	5.62	13.57	321	340.23
頭前溪新五號	3,900	46	0.41	54.66	2.49	183	415.17
頭前溪左岸一號	2,029	40	0.41	3.22	17.00	42.38	665.96
頭前溪左岸二號	2,098	41	0.41	3.22	17.20	43.83	1,323.74
頭前溪左岸三號	1,817	38	0.41	3.22	16.00	42.52	1,323.74
頭前溪右岸一號	2,164	41	0.41	2.96	17.00	23.61	384.85
頭前溪右岸二號	1,802	38	0.41	2.96	16.00	28.97	551.95
頭前溪右岸三號	2,794	36	0.41	5.31	16.20	44.91	555.12
頭前溪右岸四號	3,690	45	0.41	5.31	17.80	67.86	555.12

3.本計畫抽水試驗現地調查

(1)既有備援水井抽水試驗期間

本計畫於民國107年3/22~4/3日至頭前溪既有井進行抽水試驗(5小時及8小時)，並於抽水期間至各臨近井及臨湖觀測變化水位，測得鄰井之水位及湖水位皆未因抽水試驗產生洩降，與歷年操作維護所得之結果相同，顯示各井之抽水行為不會互相影響。

(2)試驗井抽水試驗期間

設計原則階段辦理試驗井抽水試驗，洩降錐範圍與水位洩降有關，以試驗成果顯示，試驗井於定量抽水試驗期間水位洩降0.34m~6.99m，觀測井水位洩降約0.04m~0.81m，定量抽水期間將水位觀測詳如表5-3-5所示，由水位洩降情況顯示，洩降錐影響範圍小，要形成群井效應機率不大。

此外，抽水試驗期間計畫團隊人員亦定期前往相鄰預定井址水位觀測井量測水位變動，鄰井之水位觀測井亦無變化，顯示汲水作業並未影響鄰井地下水位變化。

表 5-3-5　備援水井抽水量及影響範圍評估表

井名	試驗井 最大洩降 (m)	觀測井 最大洩降 (m)	臨近井距 (m)	備註
試驗井 BD1	5.21		395	
試驗井 BD2	6.99	0.81	1,489.13	
試驗井 BD3	8.02	0.20	1,489.13	
試驗井 BD4	2.27	0.06	1,818.20	
試驗井 BD5	2.15	0.04	1,551.48	
試驗井 BD6	0.34	0.05	1,551.48	距離 41.9m 民井抽水期間無洩降變化

五、總出水量評估

既有井抽水試驗成果及新設井預估之出水量推估目前之備援水井每日可提供之水量，其成果如表5-3-6，目前總量預計為38,143CMD。

新鑿井因井體性能不同，出水量亦有可能優於預期，故本計畫於第七章方案檢討乙節，探討下游地區可能在施作備援水井之備選井址，並於工程施作階段將滾動檢討備援水井之出水量，視需求辦理備援方案，以達目標出水量。

表 5-3-6　備援水井抽水量評估表

既有備援水井		新設備援水井	
名稱	抽水量(cmd)	名稱	抽水量(cmd)
頭前溪一號	2,000	頭前溪左岸一號	2,029
頭前溪二號	3,500	頭前溪左岸二號	2,098
頭前溪三號	1,657	頭前溪左岸三號	1,817
頭前溪四號	2,551	頭前溪右岸一號	2,164
頭前溪五號	2,315	頭前溪右岸二號	1,802
頭前溪新一號	1,700	頭前溪右岸三號	2,794
頭前溪新二號	1,250	頭前溪右岸四號	3,690
頭前溪新三號	1,276		
頭前溪新四號	1,600		
頭前溪新五號	3,900		
總計	**38,143**		

5-4 備援水井供水水質檢討

一、前期規劃

(一)區域水質資料

蒐集水利署、環保署、新竹市環保局與新竹縣環保局等，地下水質監測資料，並進行判釋如表5-4-1所示。其中，水質不符合「飲用水水源水質」標準項目者，以氨氮與總有機碳為主，局部則有重金屬不符合標準現象。繪製之地下水質優劣情況分布如圖5-3-所示，顯示新竹平原位於新竹市行政區內之人口稠密區，與新竹機場南側，地下水質較無法符合「飲用水水源水質標準」。而頭前溪河道及其高灘地含水層，於約略新竹機場以東，至油羅溪與上坪溪匯流處間，地下水質大致符合「飲用水水源水質標準」。

表 5-4-1　水質井況與水質評價表(1/4)

機關	站名	X 坐標	Y 坐標	井深(m)	水質評價
水利署	民富(1)	245,848	2,744,413	42	優
水利署	民富(2)	245,848	2,744,413	143	優
水利署	竹科(1)	251,934	2,739,910	58	優
水利署	竹科(2)	251,934	2,739,910	107	可
水利署	芎林(1)	258,451	2,740,706	63	優
水利署	芎林(2)	258,451	2,740,706	103	優
水利署	南寮(1)	243,798	2,747,885	48	優
水利署	南寮(2)	243,798	2,747,885	100	優
水利署	華興(1)	251,931	2,751,828	23	可
水利署	華興(2)	251,931	2,751,828	110	可
水利署	華興(3)	251,931	2,751,828	178	優
水利署	新社(1)	249,885	2,748,567	24	優
水利署	新社(2)	249,885	2,748,567	78	優
水利署	新埔(1)	258,291	2,746,877	76	優
水利署	新埔(2)	258,291	2,746,877	114	優
水利署	新埔(3)	258,291	2,746,877	150	優
水利署	福興(1)	251,033	2,758,350	36	優
水利署	福興(2)	251,033	2,758,350	100	優
水利署	福興(3)	251,033	2,758,350	176	可
水利署	福興(4)	251,033	2,758,350	234	可
水利署	頭前溪(1)	249,495	2,746,035	21	優
水利署	頭前溪(2)	249,495	2,746,035	150	優

表 5-4-1　水質井況與水質評價表(2/4)

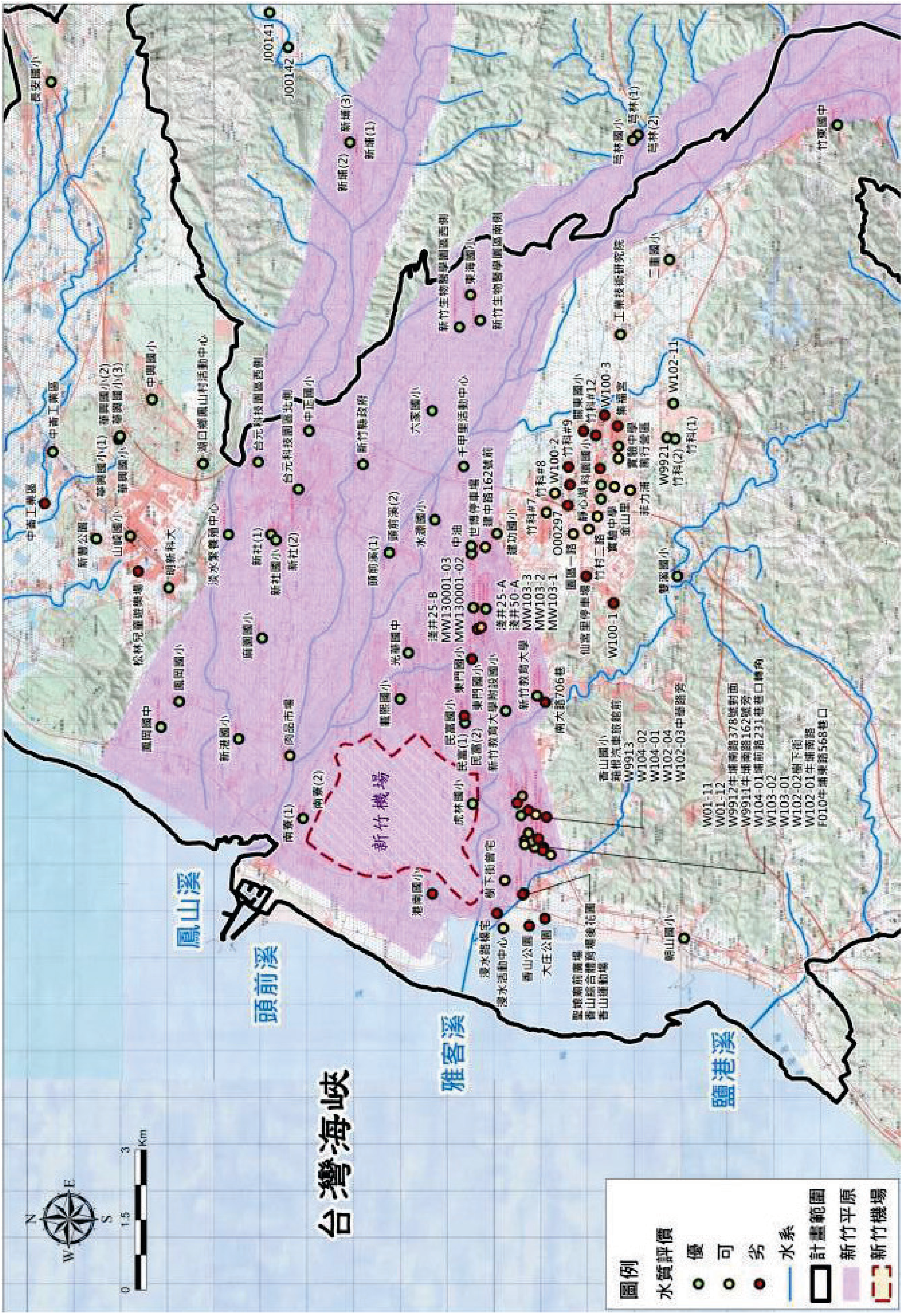
機關	站名	X 坐標	Y 坐標	井深(m)	水質評價
環保署	二重國小(新竹縣)	255,775	2,740,037	9	優
環保署	千甲里活動中心	251,344	2,744,442	15	優
環保署	工業技術研究院	254,171	2,741,082	10	優
環保署	中正國小	252,107	2,747,756	9	優
環保署	六家國小	252,538	2,745,119	15	優
環保署	水源國小	250,199	2,745,059	7	優
環保署	民富國小	245,995	2,744,427	6	劣
環保署	光華國中	247,346	2,745,625	9	優
環保署	竹東國中	258,666	2,736,437	14	優
環保署	芎林國小	258,336	2,740,824	10	優
環保署	坪林國小	264,129	2,743,751	29	優
環保署	東門國小(新竹市)	247,214	2,744,266	8	劣
環保署	東海國小	255,024	2,744,291	9	優
環保署	虎林國小	244,110	2,744,249	13	優
環保署	長安國小	259,587	2,753,278	28	優
環保署	建功國小(新竹市)	249,902	2,743,726	38	優
環保署	科學園區實驗中學	251,775	2,741,124	17	優
環保署	香山國小	244,276	2,743,187	18	優
環保署	新竹教育大學	246,426	2,742,867	17	優
環保署	新竹教育大學附設國小	246,102	2,743,540	9	優
環保署	麻園國小	247,663	2,748,757	9	優
環保署	朝山國小	241,226	2,739,722	8	優
環保署	港南國小	242,182	2,745,114	8	劣
環保署	新竹縣政府	251,389	2,746,602	17	優
環保署	新社國小	249,765	2,748,463	9	優
環保署	新港國小	245,503	2,749,260	9	優
環保署	載熙國小	246,358	2,745,803	15	優
環保署	鳳岡國小	246,303	2,750,534	9	優
環保署	雙溪國小	248,990	2,739,863	13	優
環保署	關西國小	267,498	2,742,781	11	優
環保署	關東國小	252,103	2,741,875	9	劣
新竹市環保局	靜心湖	250,268	2,741,576	-	可
新竹市環保局	篤行營區	251,517	2,741,125	-	可
新竹市環保局	樹下街曾宅	242,469	2,743,560	-	可
新竹市環保局	箱根汽車旅館前	243,972	2,743,055	-	劣
新竹市環保局	臺灣木材防腐股份有限公司	247,859	2,744,140	-	可
新竹市環保局	實驗中學	250,645	2,741,502	-	優
新竹市環保局	聖娘廟前廣場	242,165	2,743,174	-	優

表 5-4-1 水質井況與水質評價表(3/4)

機關	站名	X 坐標	Y 坐標	井深(m)	水質評價
新竹市環保局	新竹科學園區(預警網-竹科#9)	251,334	2,742,199	-	劣
新竹市環保局	新竹科學園區(預警網-竹科#8)	250,771	2,742,486	-	可
新竹市環保局	新竹科學園區(預警網-竹科#7)	250,355	2,742,669	-	可
新竹市環保局	新竹科學園區(預警網-竹科#12)	252,011	2,741,612	-	劣
新竹市環保局	園區一路	249,895	2,742,097	-	可
新竹市環保局	集福宮(W101-1)	252,210	2,741,142	-	劣
新竹市環保局	菲力浦	250,836	2,740,875	-	可
新竹市環保局	浸水路楊宅	241,760	2,743,725	-	劣
新竹市環保局	浸水活動中心	241,446	2,743,594	-	可
新竹市環保局	香山綜合體育場後花圃	242,190	2,743,152	-	劣
新竹市環保局	香山運動場	242,165	2,743,174	-	劣
新竹市環保局	香山公園	241,495	2,743,036	-	劣
新竹市環保局	科園國小	251,303	2,741,521	-	劣
新竹市環保局	建中路 162 號前	249,614	2,743,979	-	可
新竹市環保局	南大路 706 巷(強展撞球場)	246,289	2,742,695	-	劣
新竹市環保局	金山里	250,909	2,741,211	-	可
新竹市環保局	忠孝停車場(淺井 25-A)	248,294	2,743,966	-	劣
新竹市環保局	忠孝停車場(深井 50-A)	248,293	2,743,966	-	優
新竹市環保局	忠孝停車場(MW103-03)	248,293	2,743,969	-	優
新竹市環保局	忠孝停車場(MW103-02)	248,291	2,743,967	-	劣
新竹市環保局	忠孝停車場(MW103-01)	248,294	2,743,964	-	優
新竹市環保局	竹科新竹園區 O00297	250,508	2,742,211	-	劣
新竹市環保局	竹村二路	250,001	2,741,760	-	可
新竹市環保局	民享公園(W101-3)	250,944	2,741,502	-	優
新竹市環保局	仙宮里停車場(W101-3)	248,988	2,741,815	-	劣
新竹市環保局	世博停車場	249,473	2,744,273	-	優
新竹市環保局	牛埔南路 207 巷(W01-11)	243,178	2,742,738	-	優
新竹市環保局	牛埔東路 568 巷內(W01-12)	243,293	2,742,905	-	劣
新竹市環保局	中油油庫側門	249,634	2,744,279	-	優
新竹市環保局	大潤發停車場旁人行道(淺井 25-B)	248,319	2,744,233	-	優
新竹市環保局	大庄公園	241,652	2,742,703	-	劣
新竹市環保局	W9921 聯園活動中心旁滯洪池前方綠地	251,964	2,740,091	-	優
新竹市環保局	W9913 台玻新竹廠物料堆置區	243,881	2,742,894	-	可
新竹市環保局	W9912 牛埔南路 378 號對面	243,176	2,742,923	-	優
新竹市環保局	W9911 牛埔南路 162 號旁	243,322	2,743,135	-	可
新竹市環保局	W104-02 牛埔南路與埔前路叉口	243,858	2,743,212	-	優
新竹市環保局	W104-01 埔前路 231 巷巷口轉角	243,482	2,743,051	-	優

表 5-4-1　水質井況與水質評價表(4/4)

機關	站名	X 坐標	Y 坐標	井深(m)	水質評價
新竹市環保局	W103-02 翔名科技	243,014	2,742,576	-	可
新竹市環保局	W103-01	243,307	2,742,984	-	優
新竹市環保局	W102-11 風空路	252,692	2,739,950	-	優
新竹市環保局	W102-04 香山區公所	244,132	2,743,297	-	劣
新竹市環保局	W102-03 中華路旁	243,827	2,742,668	-	劣
新竹市環保局	W102-02 樹下街	243,239	2,743,135	-	可
新竹市環保局	W102-01 牛埔南路	243,107	2,742,746	-	劣
新竹市環保局	W100-3(新科國中)	252,438	2,741,423	-	劣
新竹市環保局	W100-2(愛民公園)	250,952	2,742,167	-	劣
新竹市環保局	W100-1(高峰國小)	248,412	2,741,231	-	劣
新竹市環保局	MW9609-03	247,896	2,744,070	-	可
新竹市環保局	MW9609-02	247,897	2,744,070	-	可
新竹市環保局	F010 牛埔東路 568 巷口	243,364	2,742,845	-	劣
新竹縣環保局	華興國小(J00017)	251,992	2,751,800	-	優
新竹縣環保局	中興國小(J00016)	252,780	2,751,116	-	優
新竹縣環保局	山崎國小(J00130)	249,849	2,751,583	-	優
新竹縣環保局	明新科大(J00022)	248,741	2,750,758	-	優
新竹縣環保局	鳳岡國中(J00020)	245,756	2,750,926	13	優
新竹縣環保局	肉品市場(J00131)	245,145	2,748,163	-	可
新竹縣環保局	淡水繁養殖中心(J00021)	249,882	2,749,480	12	優
新竹縣環保局	新豐國中(J00023)	249,205	2,754,853	-	優
新竹縣環保局	埔和國小(J00019)	247,458	2,757,313	-	可
新竹縣環保局	和興國小(J00024)	253,885	2,757,717	-	優
新竹縣環保局	北埔鄉水磜村(J00171)	257,340	2,733,873	-	劣
新竹縣環保局	H00499(MW9703-01)	266,993	2,748,914	-	優
新竹縣環保局	J00140(MW9703-02)	263,619	2,748,386	-	劣
新竹縣環保局	J00141(MW9703-03)	261,072	2,748,597	-	優
新竹縣環保局	J00142(MW9703-04)	260,329	2,748,199	-	優
新竹縣環保局	新豐公園(J00105)	249,793	2,752,310	-	優
新竹縣環保局	松林兒童遊樂場(J00106)	249,092	2,751,413	-	劣
新竹縣環保局	湖口鄉鳳山村活動中心(J00107)	251,405	2,750,026	-	優
新竹縣環保局	台元科技園區西側(J00191)	251,441	2,748,842	-	優
新竹縣環保局	台元科技園區北側(J00190)	250,858	2,747,982	-	優
新竹縣環保局	新竹生物醫學園區南側(J00193)	254,478	2,744,087	-	優
新竹縣環保局	新竹生物醫學園區西側(J00192)	254,332	2,744,533	-	優
新竹縣環保局	中崙工業區(J00218)	251,654	2,753,243	-	優
新竹縣環保局	中崙工業區(J00219)	250,549	2,753,421	-	劣
新竹縣環保局	五華工業區下游(J00194)	262,135	2,736,461	-	優



註：已監測次數中，全數符合環保署飲用水水源水質標準者給予水質「優」評價，僅單一項單一次未符合標準者給予水質「可」評價，其餘未符合前二項者給予水質「劣」評價。

圖 5-4-1　新竹平原地下水質優劣評析圖

(二)、既有井水質檢測

由於各機關水質採驗項目，並未完全符合環保署飲用水水源水質標準之10個項目，故就水利署既有頭前溪10口抗旱井，則4口井體無雜物者進行採驗。顯示新1至新5號抗旱井間，頭前溪左岸高灘地含水層，各水質項目全數皆符合飲用水水源水質標準。各項水質檢測成果如表5-4-2。

表 5-4-2　前期規劃既有 4 口井水質調查成果

檢測項目	採樣點位			
	頭前溪新一號井	頭前溪一號井	頭前溪三號井	頭前溪新五號井
大腸桿菌 (CFU/100mL)	<10	<10	15	<10
氨氮 (mg/L)	0.07	0.07	0.15	0.06
化學需氧量 (mg/L)	<10	ND	ND	ND
總有機碳 (mg/L)	ND	0.5	ND	1.0
砷(mg/L)	ND	ND	0.0004	ND
鉛(mg/L)	ND	0.004	ND	ND
鎘(mg/L)	ND	ND	ND	ND
鉻(mg/L)	ND	ND	ND	<0.004
汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND
硒(mg/L)	ND	ND	ND	ND

資料來源: 地下水防災緊急備援井網規劃-新竹地區

二、本計畫調查

本次針對備援水井預定井址進行全面性水質調查，地下水水質檢測結果顯示，檢測成果大致符合「飲用水水源水質標準」，僅氨氮合格率為87.5%，據查明原因與高灘地植草工程相關，而氨氮也僅略高於「飲用水水源水質標準」，由前期規劃同一區域水質調查成果亦並無超過水質標準之情勢，由此判斷應無固定污染源之影響，建議應持續進行水質調查，以確保水質無虞。

本計畫備援水源汲取後將送至湳雅淨水場及第二淨水場，有關氨氮及大腸桿菌皆可由淨水場予以處理，若發生短期之氨氮及大腸桿菌過高之現象，原則以淨水場處理後可為飲用之水源。

5-5 施工可行性檢討檢討

一、前期規劃

比對現有水公司之輸水幹管與淨水場位置，規劃恢復水利署既有10口抗旱井功能，並納入備援井網，合計出水能力約每日1.6萬立方公尺。另於水公司以往湖口備用井區位，新鑿單井每日2,000立方公尺7口，如表5-5-1中標示之湖口新1至3號，湖口1、3、7、9號，合計達每日1.4萬立方公尺，納入備援井網(如圖5-5-1)。再者，於員崠淨水場鄰近之頭前溪左岸灘地(約略上坪溪與油羅溪匯流處)，至竹林大橋間，新增單井每日1,500立方公尺7口(員崠1號至7號)，合計達每日1萬立方公尺，納入備援井網。以上備援水井合計共24口，計畫出水量每日4萬立方公尺。

備援井區位均分布於頭前溪高灘地，土地權屬為未登錄地。施工階段實際井位應依據施工前之試探井或抽水試驗決定，並依水利法及河川管理辦法向水利署第二河川局申請用地同意。

表 5-5-1　前期規劃備援井網規劃成果概要表

區位	頭前溪下游	竹東鎮員崠區上游
井數與井位	17 口 (頭前溪 1~5 號；頭前溪新 1~5 號；湖口 1、3、7、9 號；湖口新 1~3 號)	7 口 (員崠 1~7 號)
單井能力 (CMD)	1,000~2,000	1,500
總出水量 (萬 CMD)	3	1
既有或新鑿	恢復既有 10 口計 1.6 萬 CMD、新鑿 7 口計 1.4 萬 CMD	新鑿 7 口計 1 萬 CMD
新設輸水幹管 (含連絡管)	6 公里	4 公里
水源銜接點	隆恩堰分水工調節池	員崠淨水場集水井 (換取等量水源經竹東圳導水路至寶山水庫調蓄)
相關 淨水場	新竹第一、第二、湳雅	員崠、寶山
規劃井距(m)	300~930	300~910

註：優先恢復水利署頭前溪既有抗旱井 10 口之出水功能，再於湖口地區水公司舊有之湖口 1、3、7、9 井位鄰近新鑿 4 口，於其對岸高灘地新鑿 3 口，員崠地區新鑿 7 口，共合計 24 口。

圖 5-5-1　前期規劃新竹地區備援井規劃井位圖

二、本計畫檢討

本計畫於設計原則階段經過現地踏勘及相關試驗，既有及新設存在下列問題:

(一)既有備援水井現存狀況

前期規劃以將頭前溪3號井、4號井、5號井及新3號井納入備援井網內，但據本計畫蒐集民國99年整備資料，頭前溪3號井及4號井以出現出砂之紀錄;頭前溪五號井因抽水馬達掉落井底無法打撈，而有報廢之紀錄，本計畫調查成果，頭前溪3號井、4號井已井體歪斜及破裂，已無法修復，頭前溪5號井已廢井處理，頭前溪新3號井井體損壞枕線脫落，研判亦無法修復。

既於上述調查之研判，建議此四口井於原址附近進行重鑿，本計畫於設計原則階段已辦理相關地質鑽探調查。

(二)井址合適性

於本階段工作期間，新設井經檢討後包含下列問題:

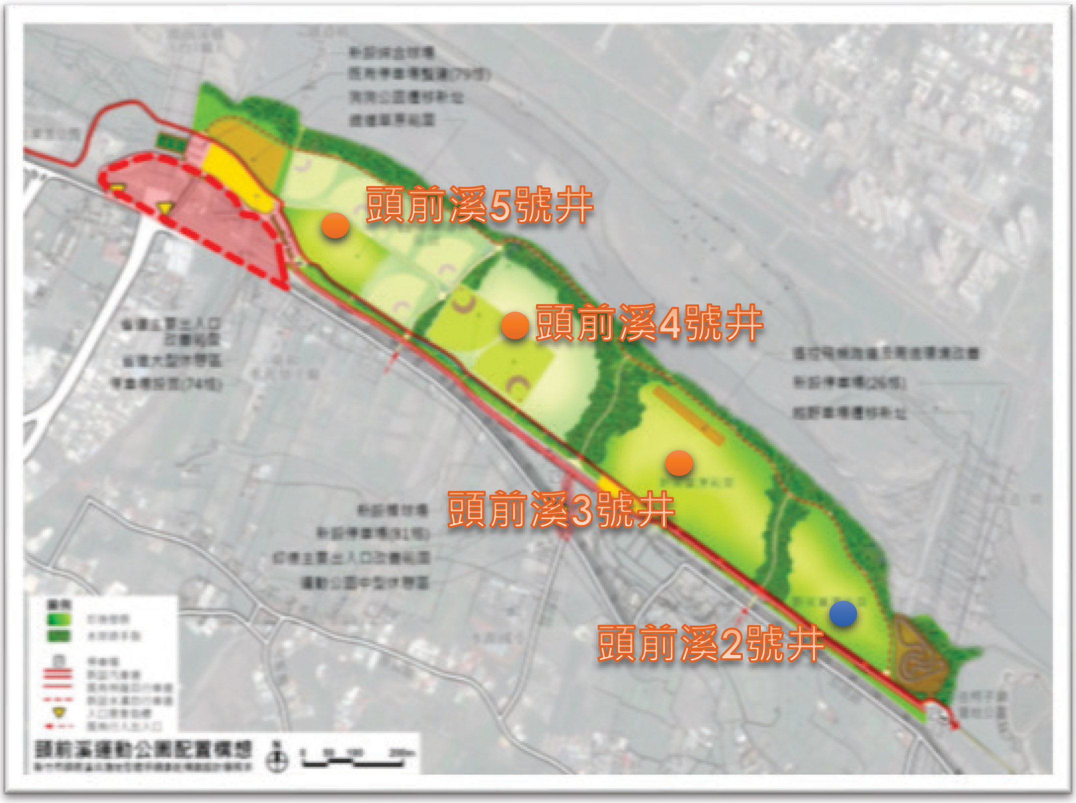
1.工程競合問題

頭前溪4號井位於新竹市於頭前溪橋下施作簡易綠美化工程之預定棒球場之位置處，經過民國107年5月13日現勘與新竹市政府協調後，預定於棒球場周遭施作本計畫之備援水井，相關位置如圖5-5-2~圖5-5-3。

頭前溪簡易綠美化工程主要工項有興建停車場、新設棒球場、停車場整建、越野車場遷移、遙控飛機跑道改善及植草綠化等，且預計於民國107年8月完成此工項，而本工程新鑿井預計於民國108年1月發包辦理，屆臨本工程施作期間，棒球場之工程應已完成，故並無工作介面之問題。

2.用地問題

預定井址位於頭前溪高灘地，雖為河川公地，仍有河川租用地種植之情勢，本計畫經由第二河川局協助調查後，僅有頭前溪左岸二號井有承租戶租用之問題，經溝通協調後，承租戶同意地質鑽探調查施作，由協調過程中，承租戶對於備援水井施作，表達正面之意向，設計階段應可達到預計出水量，並於此階段將取得承租戶用地使用許可。



資料來源：新竹市政府水與環境建設計畫資料

圖 5-5-2　既有井重鑿與頭前溪橋下簡易綠美化工程相對位置圖

圖 5-5-3　頭前溪新四號井相關位置圖

3.井址重疊問題

由前期規劃成果顯示，頭前溪右岸備援水井皆參考湖口舊井資料而決定，其選定井址皆鄰近於原湖口舊井，其中頭前溪右岸2號井及3號井定於原湖口舊井井址上，經自來水三區處提供相關舊井資料如圖5-5-4所示。

據相關資料調整地質鑽探調查之位置，皆未鑽鑿到既有井體，相關位置圖如圖5-5-5~圖5-5-6所示，但於頭前溪右岸二號鑽鑿出約1m之混凝土結構物，研判應為舊湖口3號井之地坪，頭前溪右岸備援水井皆鄰近於農田區，淺層地下水補注應為相當良好，後續施作將辦理試挖之作業，可有效避開鑽鑿之湖口舊井之上，試挖預定位置初步研擬如空拍圖所示。

資料來源：台灣自來水公司第三管理處廢井資料

圖 5-5-4　頭前溪右岸二號井施作位置圖

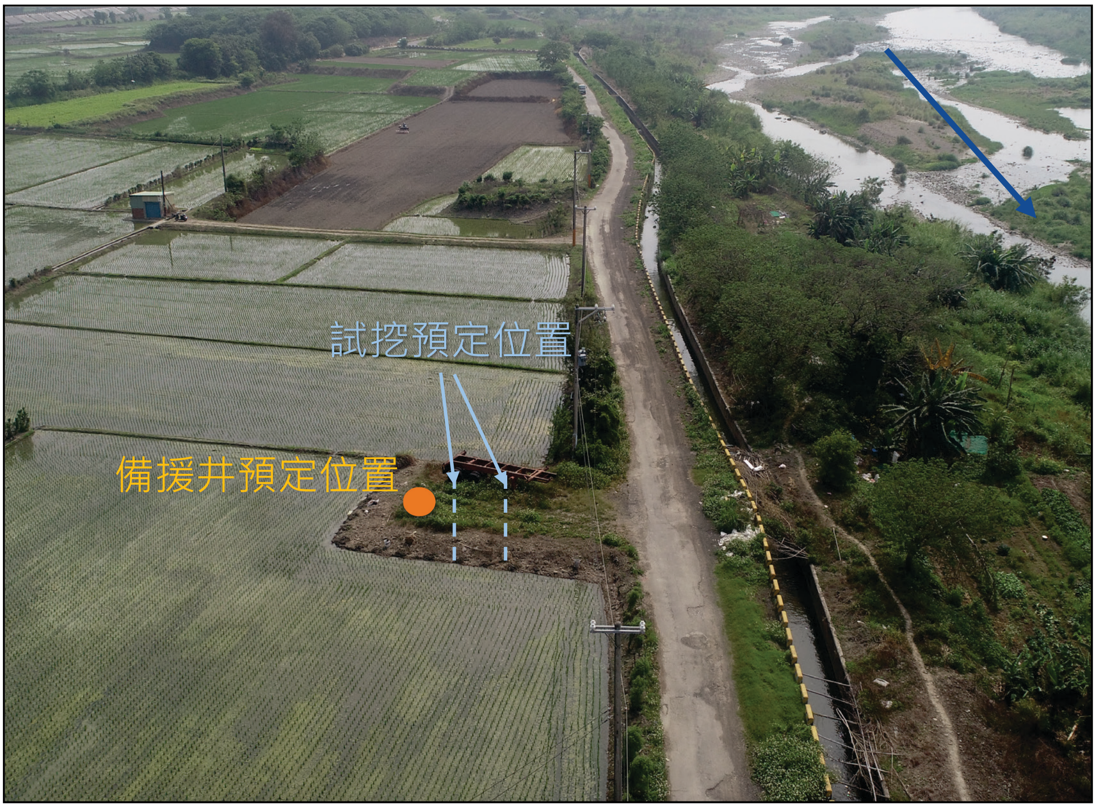


圖 5-5-5　頭前溪右岸二號井施作位置圖

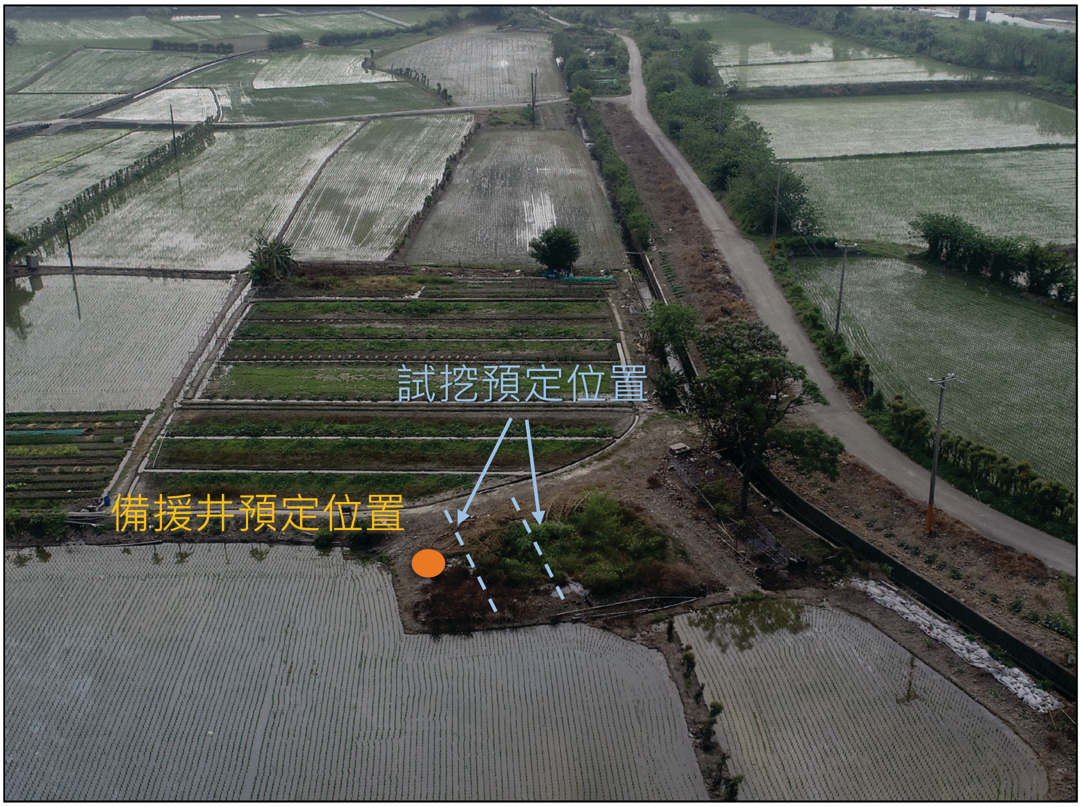


圖 5-5-6　頭前溪右岸三號井施作位置圖

(三)施工動線

經初步現地調查，依據新竹地區地質條件、既有井井況及新設井周邊環境等條件，進行施工難易度初步分析。

新竹地區備援水井皆位於頭前溪高灘地上，頭前溪左岸高灘地皆位於新竹河濱公園，腳踏車車道為公園主要交通要道，如圖5-5-7；頭前溪右岸備援水井預定地周邊目前皆為農業用地，通達道路以農路為主，路寬為4.5~5.0m，如圖5-5-8。

圖 5-5-7　頭前溪左岸工區施工動線聯絡要道

圖 5-5-8　頭前溪右岸主要交通要道

(四)員崠新設備援水井

依據本次試驗井抽水試驗成果，員崠地區出水量相當低，欲達到計畫出水量10,000CMD，至少需鑿25口井，若考量井體加深可能增加出水量有限，達不到預計出水量風險極高，經本計畫評估員崠地區不鑿井，避免工程資源浪費。

5-6　綜合檢討

一、經水質、試驗井及鑽探等試驗成果，並配合現地勘查，原規劃井址皆可進行施工，且水質尚可符合「飲用水水源水質標準」，惟員崠地區出水量普遍低於原規劃預計出水量。

二、前期規劃各井出水量及本計畫檢討出水量詳表4-7-1所示，由於員崠地區新設備援水井與原規劃差異較大，經由原規劃方案檢討後，建議員崠地區不建置備援水井；而由下游新設及既有備援水井17口備援水井預計總出水量約為38,500CMD，距目標量約1,500CMD，短缺部分可視後續工程辦理情況，以備備選方案之井位遞補施作，有關備選方案規劃詳報告第七章所述。

表 5-6-1　備援井網總出水量規劃比較表

<table>
<tr><th rowspan="2">井名</th><th colspan="2">前期規劃</th><th colspan="2">本計畫檢討</th></tr>
<tr><th>計畫
出水量
(CMD)</th><th>計畫出水量
年份
(民國)</th><th>計畫
出水量
(CMD)</th><th>計畫出水量
年份
(民國)</th></tr>
<tr><td>頭前溪一號井</td><td>2,000</td><td>107</td><td>2,000</td><td>107</td></tr>
<tr><td>頭前溪二號井</td><td>2,000</td><td>107</td><td>3,500</td><td>107</td></tr>
<tr><td>頭前溪新一號井</td><td>1,000</td><td>108</td><td>1,700</td><td>107</td></tr>
<tr><td>頭前溪新二號井</td><td>1,000</td><td>108</td><td>1,250</td><td>107</td></tr>
<tr><td>頭前溪新四號井</td><td>1,000</td><td>108</td><td>1,600</td><td>107</td></tr>
<tr><td>頭前溪新五號井</td><td>2,000</td><td>108</td><td>3,900</td><td>107</td></tr>
<tr><td>頭前溪三號井</td><td>2,000</td><td>107</td><td>1,657</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪四號井</td><td>2,000</td><td>107</td><td>2,551</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪五號井</td><td>2,000</td><td>107</td><td>2,315</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪新三號井</td><td>1,000</td><td>108</td><td>1,276</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸一號</td><td>2,000</td><td>108</td><td>2,140</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸二號</td><td>2,000</td><td>108</td><td>2,232</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸三號</td><td>2,000</td><td>108</td><td>1,929</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸一號</td><td>2,000</td><td>108</td><td>2,343</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸二號</td><td>2,000</td><td>108</td><td>1,935</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸三號</td><td>2,000</td><td>108</td><td>2,547</td><td>108</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸四號</td><td>2,000</td><td>108</td><td>3,642</td><td>108</td></tr>
<tr><td>員崠 1 號</td><td>1,500</td><td>109</td><td colspan="2" rowspan="7">出水量不足
不建議施作</td></tr>
<tr><td>員崠 2 號</td><td>1,500</td><td>109</td></tr>
<tr><td>員崠 3 號</td><td>1,500</td><td>109</td></tr>
<tr><td>員崠 4 號</td><td>1,500</td><td>109</td></tr>
<tr><td>員崠 5 號</td><td>1,500</td><td>109</td></tr>
<tr><td>員崠 6 號</td><td>1,500</td><td>109</td></tr>
<tr><td>員崠 7 號</td><td>1,500</td><td>109</td></tr>
<tr><td>總出水量
(CMD)</td><td colspan="2">40,000</td><td colspan="2">38,517</td></tr>
</table>

第六章　基本設計理念、原則與條件

6-1　基本設計理念、原則與條件

本設計理念主要考量水井現地水文地質及地下水質條件，選擇最合適之井位及井體型式，以發揮含水層最高供水效能，水井主要設計元件包括：井孔、井管、井篩、濾料、沉泥管及回填封層等，選擇對鄰近環境影響干擾最小、正常使用下壽命相對較長、施工最安全方式、對後續營運、檢修成本效益最高更包含綠色內涵為基本設計理念。

6-2　相關技術規範

6-2-1　設計規範與法令

本設計準則有規定者從其規定，如未加研訂者，則依照下列規範及文獻之相關規定，當下列規範、文獻及法令互有抵觸時，以經濟部水利署之解釋為準。相關設計規範及文獻分列如下：

一、水理設計規範及文獻

(一)中國農村復興聯合委員會特刊新28號「灌溉排水工程設計」(民國67年)。

(二)中國農村復興聯合委員會特刊新28號「灌溉排水工程設計」(民國67年)。

(三)經濟部水利處水利規劃試驗所「河川治理及環境營造規劃參考手冊」(民國95年)。

(四)經濟部水利署「水利工程技術規範-河川治理篇」(民國96年)。

(五)經濟部水利署「頭前溪本流治理規劃檢討報告(初稿)」(民國106年)。

(六)經濟部水利署「頭前溪水系上坪系治理規劃檢討」(民國103年)。

二、一般構造物設計規範及文獻

(一)內政部營建署民國100年頒佈之「建築技術規則」。

(二)內政部營建署民國90年頒佈之「建築物基礎構造設計規範」。

(三)混凝土工程設計規範與解說(中國土木水利工程學會，土木401-100a)

三、機電設備設計規範及文獻

(一)日本水門鐵管協會－水門鐵管技術基準

(二)屋內線路裝置規則及屋外線路裝置規則

(三)美國鋼結構協會(AISC)

四、相關文獻

(一)研訂鑿井技術參考手冊及行政管理作業要點

(二)地下水水質監測井維護管理作業參考手冊

(三)地下水水質監測井設置規範

(四)水利建造物建造、改造或拆除審核作業要點

(五)臺灣糖業公司「水井手冊」

6-2-2 材料規範及法令

一、水工構造物及隧道材料規範

原則上遵照「中國國家標準」CNS之規定，若無規定時，採用ASTM、JIS或經經濟部水利署同意之其他規範。相關材料規範分列如下：

(一)中國國家標準(CNS)

(二)美國材料試驗學會(ASTM)

(三)日本工業規格(JIS)

(四)美國混凝土協會(ACI)

(五)美國鋼構協會(AISC)

二、機電設備材料規範

所有材料及製品必須為新品，並符合CNS/中國國家標準或符合表。

(一)美國材料試驗學會(ASTM)

(二)美國國家標準協會(ANSI)

(三)美國鋼結構協會(AISC)

(四)美國機械工程師學會(ASME)

(五)美國銲接工程協會(AWS)

(六)絕緣電纜工程師協會(ICEA)

(七)美國電機工業協會(NEMA)

(八)美國電機電子工程師協會(IEEE)

(九)美國起重機製造協會(CMAA)

(十)美國國家電氣法規(NEC)

(十一)美國電氣安全法規(NESC)

(十二)美國機動工程師協会(SAE)

(十三)德國工業規格(DIN)

(十四)日本工業規格(JIS)

6-3　設計準則

6-3-1　一般原則與設計條件

一、在符合含水層供水能力條件下，水井設計應以最小洩降量獲取最大出水量。

二、地下水質應符合用水要求，必要時應配置適當淨水設施，以獲取良好水質。

三、不得出砂。

四、水井工程壽命應至少在25年以上。

五、蒐集水文及地質等相關資料，研判建井之可供水量。

六、估計水井出水量及決定井位時，應考慮是否會干擾附近既有水井。

七、考慮豐、枯水期水位變化可能之最大洩降範圍。

八、依據需求水量及可供水量選擇最經濟之水井型式。

九、蒐集水文及地質等相關資料，擬訂建井方式、井體結構、抽水設備、水位/水量量測設備等。

十、預先考慮水井使用期間之檢修、清洗及改善等處理問題。

6-3-2　井體地上結構物設計原則

一、一般鋼筋混凝土結構物設計準則

(一)設計方法

水工結構物除另有註明者外，原則以工作應力法設計，其餘設施得採工作應力法或強度設計法等其他方法設計之。

(二)設計強度

1.無筋混凝土：$f'_c \geqq 140\sim175 kg/cm^2$。（打底、填充等處）

2.鋼筋混凝土：$f'_c \geqq 245 kg/cm^2$。（備援水井地坪結構）

3.鋼筋(CNS 560 A2006)

16ϕ以下(含16ϕ)：$f_y \geqq 2{,}800 kg/cm^2$，$f_s = 1{,}400 kg/cm^2$。

19ϕ以上(含19ϕ)：$f_y \geqq 4{,}200 kg/cm^2$，$f_s = 1{,}680 kg/cm^2$。

二、護欄設計

為不影響河川流況，護欄設計採透水性及可臨時拆卸式為主。

6-3-3　井孔設計原則

一、鑽孔孔徑

鑽孔孔徑大小除受鑽機型式限制外，需視經費預算和設計之井管口徑而定。鑽孔與井管直徑差則需配合濾料層厚度設計，一般應在150mm(6吋)～400mm(16吋)(Driscoll, 1987; U.S. Department of the Interior, 1981)，最大不宜超過610mm(24吋)(AWWA, 1997)，除在透水性較差地層，可藉由擴大鑽孔來獲取臨界出水量外，井管口徑愈小之水井，其允許擴水能量愈小，鑽孔與井管之直徑差宜小(Driscoll, 1987; U.S. Department of the Interior,1981)。

二、鑽孔深度

(一)根據鄰近地區既有設井資料及現場探勘結果。

(二)井孔鑽鑿雖已達預定深度，但如發現其下仍為有利之含水層時，宜繼續深鑽至該層底部，以把握水源，增加出水效能。

6-3-4　井管設計原則

井管提供了設置抽水設備之空間，同時也是來自含水層地下水向上流動至抽水機進水口之管道。井管設計作業包括口徑選擇、材質選擇及安裝方法等。

一、井管口徑

(一)管內必須足以容納抽水機及足夠的安裝操作空間。建議井管的直徑應比抽水機外徑大5cm(2吋)，最少也需大2.5cm(1吋)以上，不同抽水量下建議之井管口徑詳表6-3-1。

(二)在設計流量下，井內上升至抽水機流速須小於1.5m/s，過高流速會造成井內額外水頭損失，增加抽水成本。

(三)當受地質及含水層因素限制，必須採用不同口徑之井管時，井管口徑必須提供足夠之環狀空間供在銜接處安裝墊圈或密封設備。

(四)若因地質狀況不佳，導致鑽孔略有偏斜或彎曲，可選擇較大井管口徑，以允許較大偏移。

(五)水質若易產生積垢或腐蝕，井管太小可能會讓抽水機日後卡在井內。

(六)需考量井內其他設備所需空間(如：水位計、加氣設備等)。

(七)井管上端應高於已知洪水位或正確密封以防洪水灌入。

(八)在砂礫石層中，井管下端應低於預估最低動水位至少1.5m，避免井篩遭受過度氧化、積垢和腐蝕作用(National Ground Water Association, 1998)。

二、井管材質

可用為水井井管有：PVC管、鋼管、不鏽鋼管、混凝土管、鑄鐵管、玻璃纖維管等，材質不同，價格各異，效果及壽命不一，其中前三者最為常見。選擇井管材質應考量：強度、抗腐蝕力與預算，井管材質(尤其是金屬井管)最好選用與井篩相同材質，避免因電位差產生腐蝕；若必須使用不同材質井管，應做好絕緣及防蝕處理。

三、井管厚度

井管厚度之設計須引進安全係數以確保井管可抵抗任何預期加諸之作用力，在考慮井管承受壓力時，應注意灌漿時，漿液之比重大於水，計算壓力時，應考慮此差異。

表 6-3-1　不同抽水量之建議井管口徑表

出水量	抽水機外徑		最適井管尺寸*		最小井管尺寸#	
CMD	吋	mm	吋	mm	吋	mm
< 545	4	102	6 ID	152 ID	5 ID	127 ID
409～954	5	127	8 ID	203 ID	6 ID	152 ID
818～1,910	6	152	10 ID	254 ID	8 ID	203 ID
1,640～3,820	8	203	12 ID	305 ID	10 ID	254 ID
2,730～5,450	10	254	14 OD	356 OD	12 ID	305 ID
4,360～9,810	12	305	16 OD	406 OD	14 OD	356 OD
6,540～16,400	14	356	20 OD	508 OD	16 OD	406 OD
10,900～20,700	16	406	24 OD	610 OD	20 OD	508 OD
16,400～32,700	20	508	30 OD	762 OD	24 OD	610 OD

註 1：資料來源：Driscoll, 1987, p.415；

註 2：*：抽水機設計資料應諮詢供應商；#：井徑尺寸係根據抽水機外徑建議。ID：內徑；OD：外徑

6-3-5　井篩設計原則

一、基本原則

井篩是一種過濾設備，設計時具以下特性可在絕大多數地質條件下提供最佳性能：

(一)沿著井篩圓周方向連續開孔，可讓擴水效率最大。

(二)開孔安排應取得最大開孔率且符合強度要求，以充分利用含水層透水性。

(三)個別篩縫應呈V字型，寬口向內，以減少阻塞機會。篩縫大小要能控制出砂。

(四)井篩如果是金屬材質，應使用單一金屬以降低電流腐蝕。

(五)井篩強度必須足以承受所遭受應力。

二、井篩口徑

為便於水井建造及修洗，井篩口徑宜與井管口徑一致。井篩口徑的選擇同時也應考慮設計抽水量、總開孔面積與井篩長度之關係。

三、井篩材料與型式

主要井篩型式(詳圖6-3-1)有以下幾種：

(一)切槽式(slotted screen)：切槽方向有縱向、橫向及斜向，可為任何

材質。

(二)連續開孔式(continuous-slot screen，即俗稱之繞線式)：主要以不銹鋼和PVC製作。

(三)百葉窗式和橋式(louvered and bridge-slot)：開孔方向有縱向和橫向，不適用於天然濾料層之水井。

四、井篩長度與位置

(一)井篩應選置在透水性佳之厚層含水層中，井篩段不能因抽水洩降而暴露於動水位之上。

(二)在拘限含水層中，井篩長度應與含水層厚度相等。但如含水層厚度在30m以上且顆粒較粗時，井篩長度可以酌減為含水層厚度之50～75%，且設置於含水層下半段。

(三)在非拘限含水層中，因抽水洩降會減少含水層厚度。當含水層厚度不足30m時，井篩長度可為厚度之50～70%；如含水層厚度在30m以上時，井篩長度可減為厚度之40～60%。

(四)同一口井之井篩應避免跨越不同含水層，避免水井本身成為跨層污染之管道。

(五)井篩的長度並非越長越好，太長之井篩事實上無助於汲水量之增加。

五、開孔設計

(一)井篩開孔

井篩開孔大小視含水層顆粒組成而定，顆粒越細則縫寬越小(詳表6-3-2)，開孔率最好能與含水層孔隙率相當，如此，當水流經過井篩時，不會造成額外水頭損失，連續開孔式井篩之開孔率是唯一可符合所有地層孔隙率範圍之井篩，惟在細砂層中，為控制出砂而使用篩縫較小井篩，則開孔率通常無法與地層孔隙率相當，即使是連續開孔式井篩，可能也無法達到理想開孔率。

(二)進水流速

井篩篩縫部位進水速度應控制在小於3.0～7.5cm/s(視地層狀況及篩縫大小而定)，在細砂地層中，進流速度應控制在3cm/s以下，以防出砂；粗砂地層粒徑大於0.5mm時，流速之控制可放寬至6cm/s；砂礫地

層更可放寬至最高7.5cm/s，超過7.5cm/s將產生亂流，造成出砂、過高之水頭損失、甚至造成井體構造破壞。

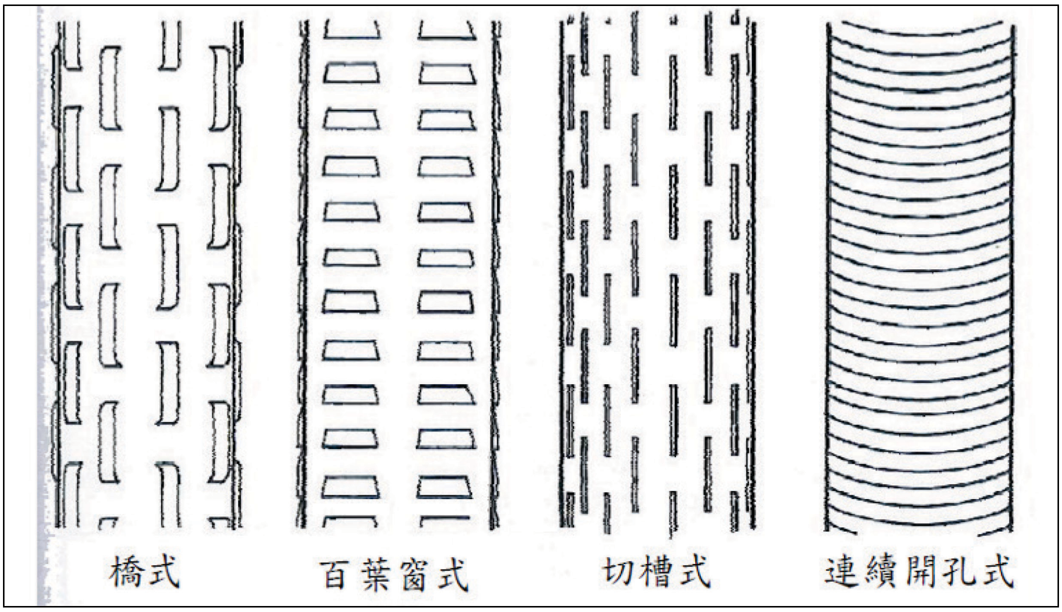


圖 6-3-1　井篩開孔型式示意圖(摘自 NGWA，1998)

表 6-3-2　含水層組成-井篩開孔及濾料粒徑關係表

含水層		篩管	濾料	
材質	D50(mm)	開孔(mm)	粒徑(mm)	分級
礫石	＞2.0	2.0	4.0~8.0	A
極粗砂	1.0~2.0	2.0	4.0~8.0	A
粗砂	0.5~1.0	1.0	2.0~4.0	B
中砂	0.25~0.5	0.5	1.0~2.0	C
細砂	0.125~0.25	0.25	0.5~1.0	D
極細砂	0.063~0.125	0.125	0.25~0.5	E

資料來源：新竹地區地下水源救旱緊急鑿井計畫，水利署，民國 93 年。

6-3-6　濾料設計原則

濾料圈係指填充於井篩周圍與孔壁間之礫石圈，其功用在於穩固井周圍含水層，防止出砂，並可允許井篩使用最大可能篩縫寬度，以達最大開孔面積，提高出水量。設計原則如下：

一、濾料圈之位置與長度

濾料圈上緣必須向上延伸超過井篩頂部至少井篩長度25%，避免操作期間因濾料層沉降而致井篩暴露，造成出砂或井體破壞。

二、濾料圈之粒徑與厚度

濾料圈之粒徑視含水層顆粒組成而定，顆粒越細則粒徑越小(詳表5-4-2)，而濾料圈厚度之選擇須根據含水層特性及個別場址條件下之建井要求而定，一般而言，厚度約介於76mm(3吋)～203mm(8吋)之間，濾料圈過後將使後續擴水難度增高。

6-3-7　保護套管及沉泥管設計原則

一、保護套管設計

保護套管為一管徑較大，用來保護鑽孔避免下管期間發生坍孔，一般採捲焊套管施作，套管管徑26英吋。

二、沉泥管設計

沉砂管是位於水井最底部之一段無開孔井管，銜接於井篩下方，管底封閉，與井外不相通，一般沉砂管之長度約為3～12m，遇含水層顆粒粗，淘選佳者，可採用較短之沉砂管；含水層顆粒細者，或淘選較差者，則宜採用較長之沉砂管，以盛接較多侵入井內之泥砂，沉砂管之口徑宜與井篩口徑一致。

6-3-8　回填封層設計原則

井孔與井管間(井圈)需回填與原地層一樣或更好之材料，井圈回填材料需具以下特性：

一、低透水性以防止井圈成為水流通道。

二、可與井管和井孔壁黏結。

三、可在短時間內發展出足夠強度而不會過於延誤完井時間。

四、必須具化學惰性或不得與地層物質及地下水產生反應。

五、易於處理，例如可攪拌並可利用現有技術和技術人員進行填裝，容易自攪拌和泵浦設備中清除，在正確處理流程中必須是安全的。

六、對周邊地層具有最小滲透性。

七、容易獲得且價格合理。

目前可符合上述回填材料特性者，僅水泥、皂土或兩者之混合物，但沒有任何灌漿配方具有上述所有理想特性。

第七章　工程方案選擇與評估

7-1　備用方案研擬原則

由於員峽地區新設備援水井與原規劃差異較大，經由原規劃方案檢討後，因難以達到目標需求量及原水成本過高等緣由，建議員峽地區不建置備援水井；而由下游新設及既有備援水井17口備援水井預計總出水量約為38,500CMD，距目標量仍有1,500CMD，故於設計原則階段擬定備選方案，以備總出水量不足時可遞補施作，以達目標出水量，有關備用方案水井選址原則如後所述。

一、輸水送至淨水場便利

二、位於高灘地之河川公地，減少與民眾交涉時間，縮短準備期程

三、鄰井距離超過300m，降低群井效應發生，確保水井出水量

四、通達道路順暢，降低施工困難度

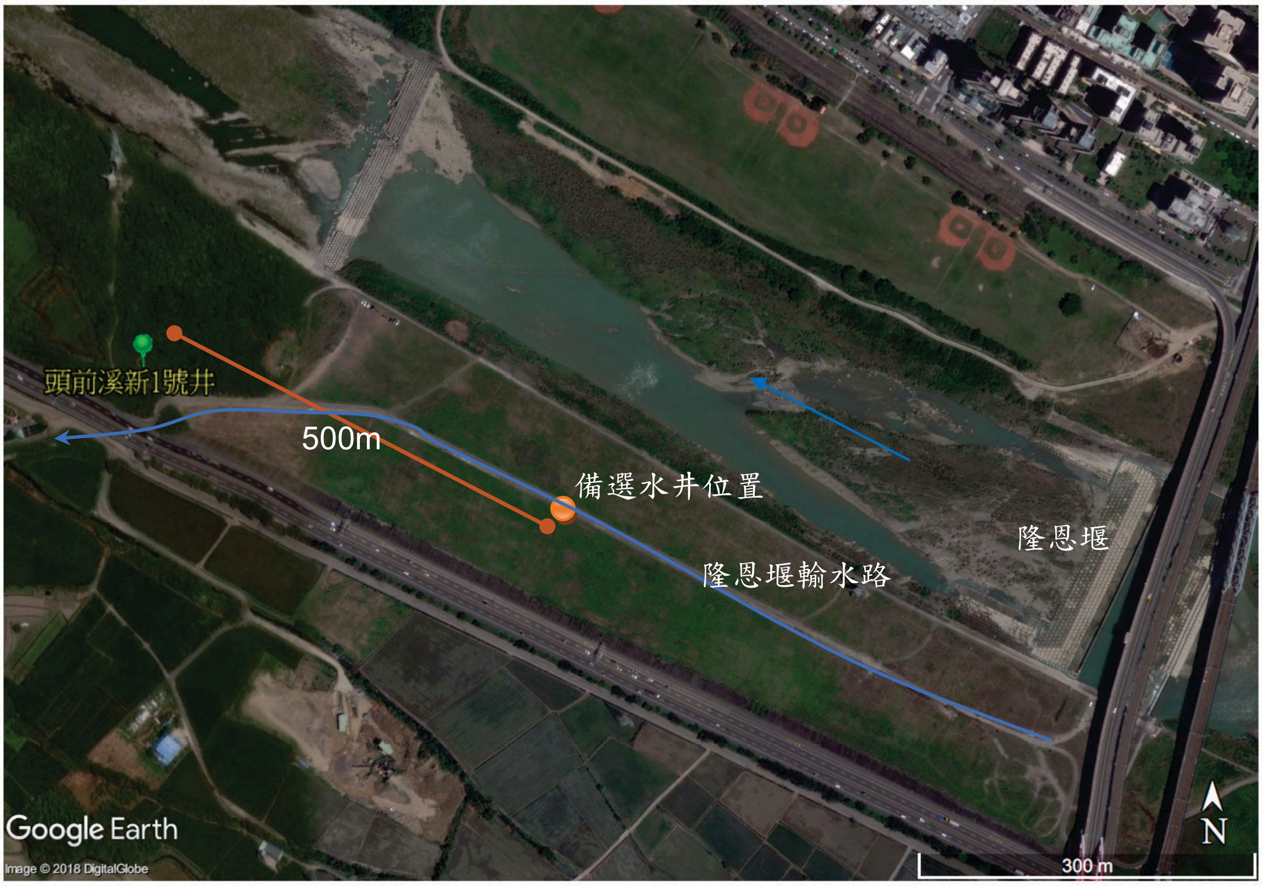
7-2　備選方案擬定

由於目前預計17口備援水井出水總量達38,500CMD，距整體出水量差約1,500CMD，本節茲就隆恩堰下游增設備援水井、頭前溪2號井處增設備援水井、溪浦子人工湖下游及降低目標出水量等四方案進行研擬，其說明如後所述：

一、方案一：隆恩堰下游增設備援水井

隆恩堰下游左岸高灘地目前皆無建物於其中，若未來因出水量未能達目標出水量，可於此處增設備援水井，參考頭前溪新1號井預計井深為132m，含水層厚度估計為30m，預估出水量約為1,200CMD，相關位置如圖7-2-1所示。

本方案鄰近隆恩堰輸水路，於此打設備援水井所需建造輸水成本相當低，只須排入輸水路即可，但由既有井出水量評估，位於國道1號上游頭前溪高灘地地下水較不為豐沛，出水量約為1,200CMD以上，故此方案雖為輸水便利之優勢，但出水量可能不足為其缺點。



資料來源：google earth

圖 7-2-1　備選方案一位置圖

二、方案二：溪埔子人工溼地下游增設備援水井

新設頭前溪左岸3號井位於溪埔子人工湖第一湖區與湖面開放區之間，預計出水量為1,929CMD，可於下游300m處在設置備援水井，其相關位置圖詳圖7-2-2所示，此處含水層估計參考頭前溪左岸3號井含水層厚度採38m，預估出水量採1,900m。本方案同位於溪埔子人工濕地鄰近湳雅淨水場，但未有既成之輸水管線，需額外設置並增額工程經費，與方案一相較其最大優勢為預估出水量較大。

三、方案三：降低目標出水量

若由工程階段備援水井總出水量遠低預期出水量時，考量優良井址不易覓尋，地下水單位原水成本高，且年維護皆須編列經費，建議可視未來備援水井實際施作後，視備援水井出水量情況酌於調降備援井網出水量。

資料來源：google earth

圖 7-2-2　備選方案二位置圖

7-3 備選方案綜合評估

由上述規劃備選方案將視未來備援水井施作後出水量情形施作，若以出水量論述，出水量較大為方案二，而方案一較為簡便，其出水量總和可達3,100CMD，若出水量不足可優先辦理此兩口水井之新建工程；方案三距鄰井較近，可能影響既有水井出水量，若總出水量仍未達4萬CMD再行辦理，若總出水量仍不足時，考量下游地區已施作20口井，建議可下修備援水井之總出水量，避免備援期間地下水過量汲取，方案比較表如表7-3-1所示。

表 7-3-1 備選方案比較一覽表

評估項目	方案一	方案二	方案三	方案四
1.送水便利性	藉由隆恩堰輸水路輸送	新設輸水管線約 320m 銜接頭前溪左岸三號井管線	新設輸水管路約 320m 銜接既設輸水管線	-
2.公私有地	公有地，第二河川局管理	公有地，新竹市政府代管	公有地，新竹市政府代管	-
3.出水量	中，預估 1,200CMD	高，預估 1,900CMD	低，預估 600CMD	-
4.對既有井影響	較小，井距 500m	小，井距 320m	大，可能發生群井效應	-
評估	可採用	可採用	視備援水井出水量情況辦理	視備援水井出水量情況辦理
施作順序	1	1	2	3

第八章　基本設計成果與檢核

8-1　工程整體配置

本計畫經由設計原則階段調查評估，新竹地區備援水井預定施作位置建議施作頭前溪下游左右岸共7口水井；既有井改善工程分為兩部分重鑿4口水井及6口機電設備及環境設備改善；另考量未來整體出水量不如預期時，已規劃三處可施作位置作為備援方案，故備援水井建置工程新設備援水井共11口，環境改善及機電設備改善共6口，備選水井共3口，本計畫工程說明如**表8-1-1**所示，位置圖詳如圖8-1-1~圖8-1-2所示，相關設計圖詳附錄二所示。

表 8-1-1　備選方案比較一覽表

<table>
<tr><th>序號</th><th>水井名稱</th><th>X 座標</th><th>Y 座標</th><th>調查方式</th><th>期程</th></tr>
<tr><td rowspan="6">1</td><td>頭前溪 1 號井</td><td>251297.328</td><td>2744700.084</td><td rowspan="6">機電設備及環境設備改善</td><td rowspan="6">民國
107 年</td></tr>
<tr><td>頭前溪 2 號井</td><td>250931.372</td><td>2744990.190</td></tr>
<tr><td>頭前溪新 1 號井</td><td>252817.092</td><td>2743522.185</td></tr>
<tr><td>頭前溪新 2 號井</td><td>252026.503</td><td>2743991.376</td></tr>
<tr><td>頭前溪新 4 號井</td><td>251542.666</td><td>2744580.663</td></tr>
<tr><td>頭前溪新 5 號井</td><td>249534.799</td><td>2745982.246</td></tr>
<tr><td rowspan="11">2</td><td>頭前溪 3 號井</td><td>250510.630</td><td>2745335.502</td><td rowspan="11">新鑿備援水井</td><td rowspan="11">民國
108 年</td></tr>
<tr><td>頭前溪 4 號井</td><td>250113.004</td><td>2745638.811</td></tr>
<tr><td>頭前溪 5 號井</td><td>249900.809</td><td>2745786.286</td></tr>
<tr><td>頭前溪新 3 號井</td><td>251738.753</td><td>2744302.626</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸 1 號井</td><td>249115.336</td><td>2746011.187</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸 2 號井</td><td>248467.451</td><td>2746171.090</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸 3 號井</td><td>247194.722</td><td>2746563.399</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸 1 號井</td><td>248588.829</td><td>2746565.318</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸 2 號井</td><td>248217.818</td><td>2746553.944</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸 3 號井</td><td>247704.996</td><td>2746761.701</td></tr>
<tr><td>頭前溪右岸 4 號井</td><td>247186.427</td><td>2746982.209</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td>頭前溪左岸 4 號井</td><td>253288.703</td><td>2743331.116</td><td rowspan="3">新鑿備援水井
視出水量情況辦理</td><td rowspan="3">民國
108 年</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸 5 號井</td><td>249535.410</td><td>2745990.910</td></tr>
<tr><td>頭前溪左岸 6 號井</td><td>246882.502</td><td>2746655.857</td></tr>
</table>

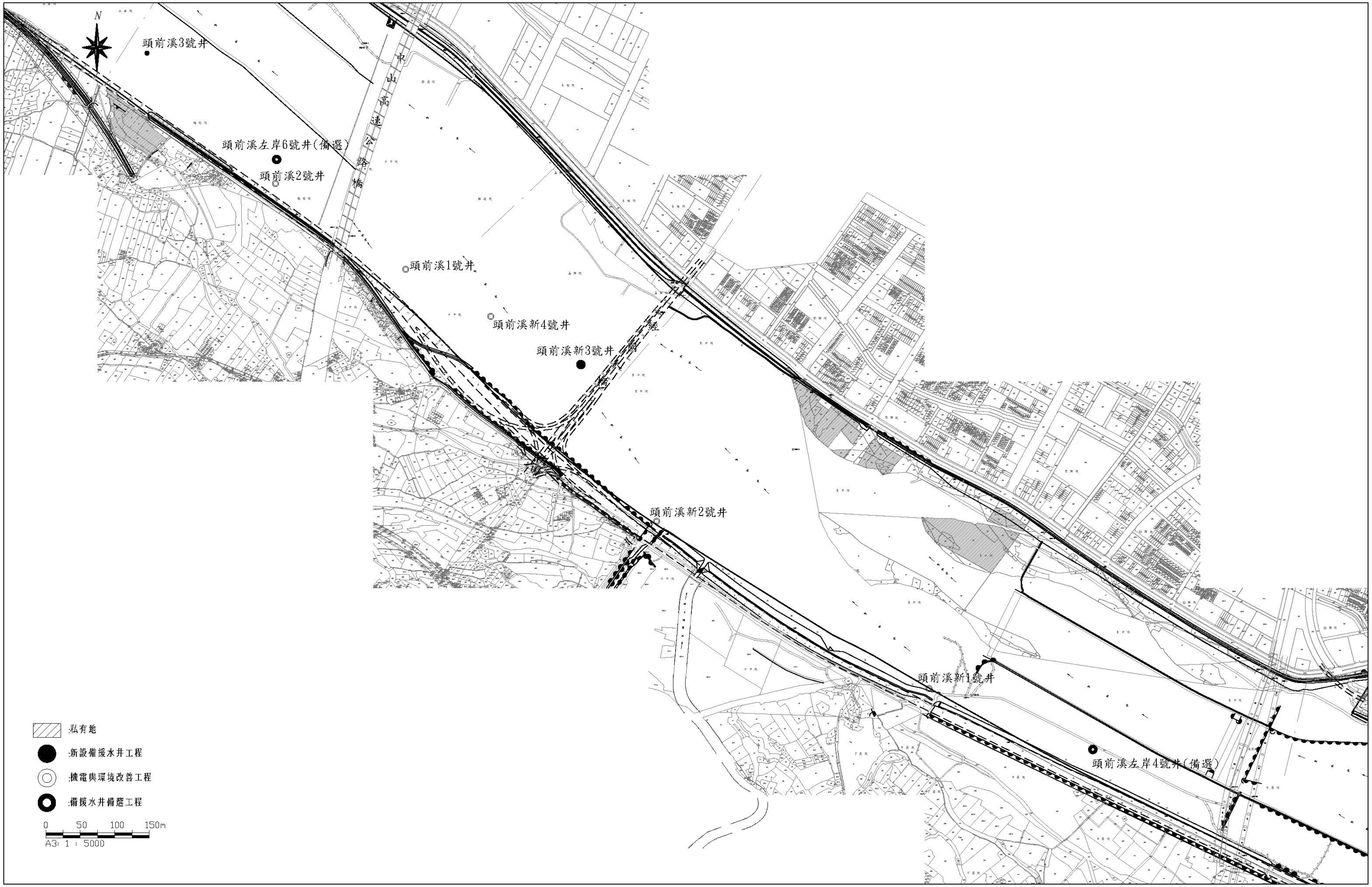


圖 8-1-1　新竹地區備援水井建置位置圖(1)

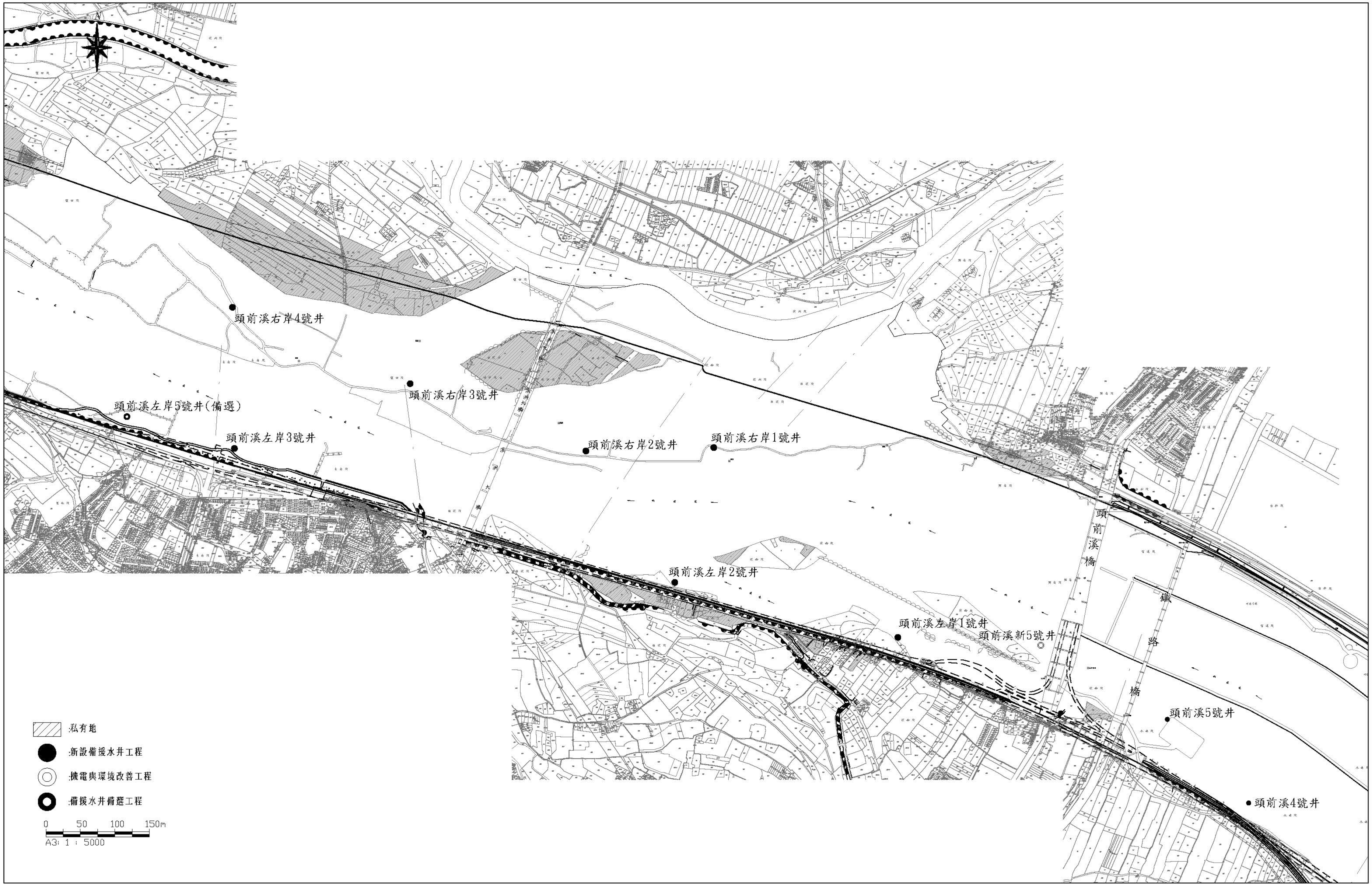


圖 8-1-2 新竹地區備援水井建置位置圖(2)

8-2 鑿井工程設計

8-2-1 井深及取水深度

依據第五章前期規劃檢討，為增加各井之取水量，備援水井井深採120m，取水深度為120m以上之含水層。

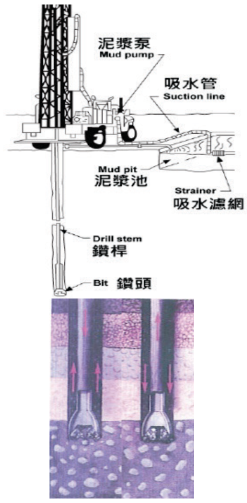
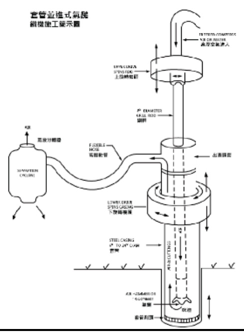
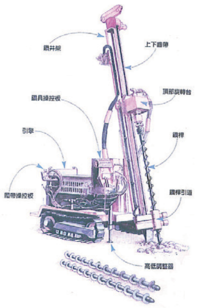
8-2-1 鑿井工法選擇與評估

常見之鑿井工法有：頓鑽法(亦稱衝鑽法，依衝鑽工具不同分為鑽頭衝鑽法與鑽管衝鑽法2種)、旋鑽法(可分為：正循環式旋轉鑽法與逆循環式旋轉鑽法)、氣鎚鑽法、螺旋鑽孔法(計有3種型式：桶式螺旋鑽孔機、實體桿螺旋鑽孔機及中空桿螺旋鑽孔機)、高壓水洗鑽法等。初步針對上述鑿井工法之特性及適用性進行比較評估，各工法行評估彙整如表8-2-1所示。經地質鑽探成果，頭前溪備援水井主要為軟礫石層與砂、泥岩互層，對應工法特性衝鑽法應較為適宜，而本次試驗井亦採用衝鑽法，井深80m施工時程最長約為20日，故本工程鑿井宜採用衝鑽法，後續預算編列將以此工法作為評估依據。

表 8-2-1 鑿井工法比較評估表(1/2)

<table>
<tr><th colspan="2">工法類型</th><th>工法特性</th><th>示意圖</th><th>建議</th></tr>
<tr><td rowspan="2">頓鑽法
(衝鑽法)</td><td>鑽頭
衝鑽
法</td><td>利用衝鑽式井機吊掛鑽具(包括接頭、鑽桿、鑽頭)上下衝擊地層
適用於極堅硬塊石、卵石層或岩層</td><td rowspan="2">
大型絞車式頓鑽機</td><td rowspan="2">建議採用</td></tr>
<tr><td>鑽管
衝鑽
法</td><td>利用衝鑽式井機吊掛厚鋼管(管底焊接鑿頭，下端焊製堅硬鋼刀)，藉上下衝擊之力鑿掘地層
適用於鬆軟之中細砂地層
在細砂地層所建之水井，其產水性能，較鑽頭衝鑽法所鑿之井高</td></tr>
</table>

表 8-2-1　鑿井工法比較評估表(2/2)

<table>
<tr><th colspan="2">工法類型</th><th>工法特性</th><th>示意圖</th><th>建議</th></tr>
<tr><td rowspan="2">旋鑽法</td><td>正循環式旋轉鑽法</td><td>地質鑽探、岩盤鑽井或井深 200～300m 以上之鑿井才使用
礫石及大卵石層因鑽頭隨礫石及大卵石滾動而跳動，鑽進率慢
設備複雜，維護持及購置成本高
鑽碎鑽屑由泥漿循環時帶出，泥漿由鑽串內孔進入井內，經由鑽頭噴嘴或水路排出，後由井孔與鑽串間之井圈將鑽屑循環上來</td><td rowspan="2">
正循環　逆循環</td><td>設備成本高，適用於地質鑽探、岩盤鑽井，本計畫為產水之生產井較不適用</td></tr>
<tr><td>逆循環式旋轉鑽法</td><td>工法特性同正循環式旋轉鑽法
操作方式與正循環式正好相反，鑽井泥漿由環孔以重力或泵送方式往井底送，並藉高壓真空泵浦經鑽桿將鑽井泥漿與鑽屑混合泥漿往上抽
適於大口徑(達 3.0m)井孔鑽鑿</td><td>適用於大口徑井孔鑽鑿，本計畫井徑僅約 16”較不適用</td></tr>
<tr><td>氣鎚鑽法</td><td></td><td>氣鎚鑽機之氣鎚係以高壓空氣為動力，靠活塞帶動平底碳鎢鋼鑽頭，每分鐘衝擊約 200～1500 次
應用於極堅硬岩層鑽孔最快工法
優點：1.在固結岩盤鑽進速度快不必套管；2.不使用鑽泥故無泥漿堵塞含水層問題
缺點：1 在卵礫石層因吹屑過程中高壓空氣常使孔壁崩塌造成卡鑽問題；2.設備及施工費用高昂，除非極堅硬地層才使用</td><td></td><td>在卵礫石層易因孔壁崩塌造成卡鑽問題，本計畫區含水層多為卵礫石層，較不適用</td></tr>
<tr><td rowspan="3">螺旋鑽孔法(Auger)</td><td>桶式螺旋鑽孔機</td><td>鑽孔口徑：18”～48”
鑽孔深度：15.2～45.7m
適用於不會崩孔之黏土層</td><td rowspan="3">
中空桿螺旋鑽孔機</td><td rowspan="3">適用於淺層地下水井之鑽鑿，本計畫備援水井均為深井較不適用</td></tr>
<tr><td>實體桿螺旋鑽孔機</td><td>鑽孔口徑：6”～14”
鑽孔深度：12.2～36.6m
適合於硬地表、鵝卵石地層鑽鑿</td></tr>
<tr><td>中空桿螺旋鑽孔機</td><td>本鑽機外徑：6-1/4”～22”，使用鑽機外徑 6-1/4”,鑽孔深度可至 36.6m
本鑽機鑽孔對一般深度且小徑水井之鑽進與完井是快速且有效之方法</td></tr>
<tr><td>高壓水洗鑽法</td><td></td><td>利用高壓水槍穿孔與下管並進之工法僅適用於砂泥層建鑿淺層水井
費用低施工快速，適用濱海養鑿井</td><td></td><td>適用於淺層地下水井之鑽鑿</td></tr>
</table>

8-2-2　井體設計

一、井管設計評析

(一)井管管材評選

一般水井井管使用UPVC管、鋼管、不鏽鋼管、混凝土管、鑄鐵管、玻璃纖維管等，材質不同價格各異，效果及壽命不一，其中前三者最為常見，井管材質比較評估詳表8-2-2，管材選擇主要考量井體承壓能力，一般而言，鋼管、不鏽鋼管相較於UPVC管之抗壓強度要高許多，故若井體較淺(井深<50m)或口徑(井徑<400mm)較小時，可考量選用UPVC管；而深度較深及口徑較大，常採用鋼管、不鏽鋼管等管材較為妥適。

以本計畫預計鑿井深度120m而言，鋼管及不銹鋼管等管材較為妥適；而另由頭前溪既有井材質採用鋼管，井篩採用鋼骨繞線式濾水管，材質採用不銹鋼，本次井體攝影及洗井作業時，不鏽鋼材質濾水管大致管體仍屬良好，而井管部分已發生鏽蝕，詳照片8-2-1~照片8-2-2所示，鋼管厚度變薄使得鋼管抗壓能力較低，可能使得井管產生變形，將影響使用年限，建議本次工程井管採用不銹鋼管。

(二)井管接頭與定位環

井管接頭採焊接連結，井管與井篩銜接處焊接4只定位環。

二、井篩設計評析

(一)井篩型式與材質

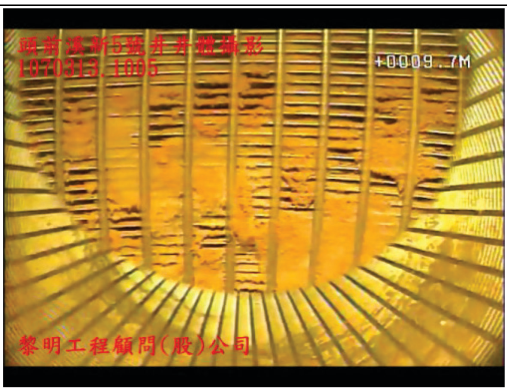
井篩開孔大小視含水層顆粒組成而定，開孔率最好能與含水層孔隙率相當，連續開孔式井篩之開孔率大，是唯一可符合所有地層孔隙率範圍之井篩，建議井篩型式宜採連續開孔式，另考量到井管材質係採用不鏽鋼管，為避免因電位差產生腐蝕，井篩材質建議亦採用與井管相同之不鏽鋼管，建議井篩可採用不鏽鋼捲線管，井篩型式/材質比較評估詳表8-2-3所示。

(二)備援水井篩配置

井篩設置原則如第六章所分析，原則設置於含水層下方，長度為含水層厚度之1/2~3/4長，並配合地質鑽探及電井測之成果進行配置，新設備援水井井篩配置如表8-2-4所示。

表 8-2-2　井管材質比較評估表

管材種類	特性		照片	初步建議
UPVC 管	1.耐腐蝕及耐電蝕性優 2.質輕、搬運容易 3.可套接或用溶劑膠合 4.內面粗糙率不依時間增加 5.價廉	6.低溫下不耐衝擊 7.抗壓強度低 8.不耐有機溶劑、易引火燃燒 9.溫度越高，剛硬度和破壞強度漸減，深井水泥灌漿溫度影響顯著		抗壓強度較低、深井水泥灌漿溫度影響顯著
鋼管	1.抗張及抗彎曲強度大 2.富延展性，耐衝擊 3.可熔接為一體，不會脫離 4.重量輕，搬運施工簡易	5.加工簡易 6.熱膨脹率大 7.需防電蝕考慮		抗壓強度高、耐氧化腐蝕性較差
不鏽鋼管	1.抗張及抗彎曲強度大 2.富延展性，耐衝擊 3.可熔接為一體，不會脫離 4.重量輕，搬運施工簡易	5.加工簡易 6.熱膨脹率大 7.需防電蝕考慮 8.耐氧化腐蝕性佳		**建議採用** 抗壓強度高、耐氧化腐蝕性較佳
混凝土管	1.耐腐蝕及耐電蝕性優 2.內面粗糙率不依時間增加 3.耐外壓 4.價廉	5.粗重、搬運施工費力 6.接頭之撓曲性及水密性較差 7.零件不齊無統一規格，不易維護		接頭水密性較差、零件不齊，不易維護
鑄鐵管	1.強度大，耐腐蝕 2.容易切斷 3.機械接頭撓曲及伸縮性佳 4.施工簡易、另件齊全	5.不耐衝擊 6.粗重、搬運施工費力 7.接頭容易脫開		不耐衝擊、接頭容易脫開
玻璃纖維管	1.耐腐蝕及耐電蝕性優 2.質輕、施工搬簡易 3.內面粗糙率不依時間增加 4.價廉 5.平口對接快簡易	6.管長大，可減少接頭 7.不耐衝擊、易折斷 8.品質管制不容易 9.不耐外壓		易折斷、品質管制不容易、不耐外壓



照片 8-2-1　新 5 號井體攝影鋼骨繞線管

照片 8-2-2　新 5 號洗井作業

表 8-2-3　井篩型式/材質比較評估表

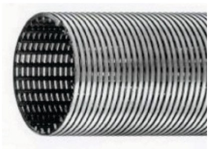
井篩種類	特性	開孔率	進水流速	市場採購	照片	初步建議
混凝土透水管	1.開孔率低 2.耐震度差 3.抗壓性中	1～3%	12cm/s	普遍		開孔率低、單位長度集水量少、接頭處易脫落
HDPE透水管	1.開孔率中 2.耐震度高 3.抗壓性中	3～10% (百葉窗式)	3.5cm/s	普遍		工時材料損壞風險高、抗壓性低、國內實例少
開孔鋼管	1.開孔率中 2.耐震度中 3.抗壓性高	1～10% (切槽式)	3.5m/s	市售成品加工		無規格品需二次加工、管材強度因開孔降低、耐氧化腐蝕性差
不鏽鋼捲線管	1.開孔率大 2.耐震度中 3.抗壓性高	15～45% (連續開孔式)	0.8cm/s	國內外均有製作廠商、無專利限制		建議採用 開孔率高、單位長度集水量大、抗壓性高、耐氧化腐蝕性佳

表 8-2-4　井篩配置一覽表

井名	管徑(mm)	預估含水層總長度(m)	井篩位置	
			80m 以上預定位置	80m 以下預計長度
頭前溪右岸 1 號井	400)	41	13-19,23-29,34-43,49-53,68-72	12m
頭前溪右岸 2 號井	400	38	14-20,24-28,34-40,44-50,63.5-67.5	12m
頭前溪右岸 3 號井	400	36	11-16,21-27,29-33,35-40,49-53	12m
頭前溪右岸 4 號井	400	45	10-19,25-31,34-43,48-53,68-72	12m
頭前溪左岸 1 號井	400	40	14-18,22-28,33-37,50-54,56-61,72-77	12m
頭前溪左岸 2 號井	400	41	17-23,34-39,43-49,56-63,75-80	12m
頭前溪左岸 3 號井	400	38	8-14,16-22,23-29,37-41,48-52	12m
頭前溪新 3 號井	400	48	7-15,21-31,43-55,77-83,89-95,131-137	12m
頭前溪 3 號井	400	33	5-11,38-44,59-68,83-95	12m
頭前溪 4 號井	400	45	4-22,40-49,70-76,97-103,112-118	12m
頭前溪 5 號井	400	48	7-16,22-28,37-40,55-64,70-76, 82-85,103-109,115-121	12m

註：管長以 3m~6m 計

三、沉砂管設計與評析

沉砂管置於最底部一段沒有開孔井管，管底採封閉設計，為維持取水長度，沉砂管採短管設計，預計採長度6m。

四、濾料圈設計與評析

(一)濾料圈厚度

參考經濟部水利署水利規劃試驗所「地下水水井鑿井技術參考手冊」，建議濾料圈厚度約為76mm(3吋)至203mm(8吋)，濾料圈過厚容易造成後續擴水困難，此外增加鑽孔孔徑、工程經費及施工工期，故本次濾料圈厚度採101.6(4吋)，填充深度原則由井底至第一層含水層上緣。

(二)濾料圈礫徑分析

依據本計畫地質鑽探調查成果，含水層D_{50}約介於0.15mm~15mm，參考表8-2-5濾料粒徑關係，本次設計採用最小中徑進行分析，並相互參照既有井設計比對，建議採用濾料粒徑4.75mm~ 9.50mm。

表 8-2-5　含水層粒徑與濾管、濾料粒徑關係表

含水層 d_{50} 粒徑 (公釐)	濾管縫寬 (公釐)	濾料 D_{50} 粒徑 (公釐)	美國標準篩篩號範圍
極細砂 0.063~0.125	0.125	0.25 ~ 0.425	#60 ~ #40
細砂 0.125~0.25	0.25	0.425 ~ 0.85	#40 ~ #20
中砂 0.25~0.5	0.5	0.85 ~ 2.00	#20 ~ #10
粗砂 0.5~1.0	0.75~1.0	2.00 ~ 4.75	#10 ~ #4
極粗砂 1.0~2.0	1.25~2.0	4.75 ~ 9.50	#4 ~ 3/8-in
礫石 >2.0	2.0	4.75 ~ 9.50	#4 ~ 3/8-in

8-3　機電工程設計

8-3-1　抽水設備設計

一、抽水機型式評估

本計畫備援水井位於頭前溪流域高灘地，參考以往營運管理經驗，地上構造物遭受人為、天災破壞及竊盜風險性極高，本次設計抽水機型式採用沉水式抽水機。

表 8-3-1　抽水機型式評估比較表

形式	豎軸型	沉水式
優點	1.安裝面積小。 2.葉輪在水中，Cavitation 機會較小 3.啟動較為簡單，適於自動運轉。因為啟動不必要灌水於抽水機操作，不需真空抽水機。 4.置馬達位置能於任何高度,於洪水時安全。 5.抽水深度較深。 6.因防水保護容易，可於屋外設置。	1.混凝土平台及控制中心用之控制箱外，沒有其它地面的結構物。 2.建造費用較低。 3.適用於清水及深井使用。 4.洪水受損機率小。
缺點	1.因為主要部分在水中，較易腐蝕。 2.主要部分之檢查為不方便。 3.分解修理稍困難,需拆除馬達的機會較多。 4.馬達為豎軸，為特殊型。 5.價格較高。	1.水密性不佳時易受水氣損壞。 2.需增設施氣感應器，損壞機率較高。 3.不便於檢視及維護。 4.馬達或軸封發生問題即須送修。 5.維修費用較高且停 機時間較長。

二、抽水機動力評估

(一)設計評估條件

1.水井後續須接入輸水管線進入淨水場，參考「自來水工程設施標準解說」規定，訂定輸水壓力至揚水管最高點仍保持2kg/cm^{2}之輸水壓力。

2.滿足備援期間水位洩降所需揚程，故將以目標抽水期間最大洩降量作為分析條件。

(二)抽水設備檢核

抽水設備檢核包含揚水管管損及抽水動力評估，出水量以各井設計流量計算各尺寸之管損，並採用Manning等相關公式分別計算管件摩擦、彎曲、屈折管及閥類等損失水頭，其公式如下所示：

1.管路水理檢核

管路水理檢核以各井設計流量計算各尺寸之管損，並採用Manning等相關公式分別計算管件摩擦、彎曲、屈折管及閥類等損失水頭，其公式如下所示，抽水動力評估流量需滿足分級試驗最大流量，以1.4倍設計流量估計：

(1)直管摩擦水頭損失

$$h_f = f\frac{L}{D}\times\frac{V^2}{2g} \qquad f = 124.6\frac{n^2}{D^{1/3}}$$

式中h_f：摩擦損失水頭(m)　　f：摩擦損失係數

L：管長(m)　　D：管徑(m)

V：流速(m/sec)　　g：重力加速度9.81m/sec

n：曼寧粗糙係數，採n=0.014　　D：管徑(m)

表 8-3-2　曼寧粗糙係數值

管材或潤邊狀態	N 範圍	設計 n 值
Duetile 鑄鐵管、鋼管	0.014~0.018	0.014
水泥漿襯面管	0.011~0.013	0.012
混凝土管、預力混凝土管	0.012~0.016	0.013
石棉水泥管	0.009~0.012	0.010
硬質塑膠管、PE 管	0.009~0.010	0.009

資料來源：「灌溉排水工程設計」，台灣省水利局，民國 67 年

(2)入口水頭損失

$$h_1 = f_1 \frac{V_2^2}{2g}$$

式中h_1：入口損失水頭(m)　　f_1：入口損失係數，採0.2

V_2：流入後之流速(m/sec)　　g：重力加速度9.81m/sec

2.抽水馬達動力檢核

經管路水理檢核後可求得各備援水井輸水管路摩擦損失，並由各備援水井所需揚程和摩擦損失檢核抽水機馬力，後續依據「灌溉排水工程設計」進行檢核，抽水動力之馬力設計需考量抽水量、總水頭及抽水機效率等因素，抽水動力以馬力或電量表示，所需馬力計算公式如下：

$$\mathrm{Kw} = \frac{0.163QH}{E}(1+R)$$

1HP=0.764Kw

式中Q：抽水機出水量(m^3/min)　E：總效率　H:總揚程(m)　R:機械效率15%計。

E=抽水機效率採70%×馬達效率採95%×連結效率95%=0.63計

依據上述條件計算成果如表8-3-3所述，後續將作為工程經費估計參考依據。

表 8-3-3　備援水井抽水設備動力評估成果

井名	設計流量(CMD)(1)	設計流量1.4 倍(CMD)(2)	設計流量(CMS)(3)	靜水位(m)(4)	試驗最大洩降水深(m)(5)	預估長期抽水洩降水深(m)(6)	維持輸水管壓能量高程(m)(7)	總揚程(m)(4)+(5)+(6)+(7)+1m衔接管路	管徑(m)	流速(m/s)	f	主要摩擦損失(m)	次要摩擦損失(m)	所需能量高程(m)	馬達軸功(Kw)	馬力(HP)	採用馬力(HP)
頭前溪左岸 1 號井	2140	2997	0.0347	6.56	14.0	10.0	20.0	51.56	0.15	1.40	0.04596	1.58	0.020	60.7	32	24	30
頭前溪左岸 2 號井	2232	3124	0.0362	5.27	14.4	10.0	20.0	50.62	0.15	1.46	0.04596	1.69	0.022	58.6	32	24	30
頭前溪左岸 3 號井	1929	2700	0.0312	4.79	13.3	10.0	20.0	49.09	0.10	2.84	0.05261	10.63	0.082	65.6	31	23	30
頭前溪右岸 1 號井	2343	3281	0.0380	6.22	14.4	10.0	20.0	51.57	0.15	1.53	0.04596	1.90	0.024	60.7	35	26	30
頭前溪右岸 2 號井	1935	2709	0.0313	4.89	13.3	10.0	20.0	49.19	0.10	2.85	0.05261	10.72	0.083	65.9	31	23	30
頭前溪右岸 3 號井	2547	3566	0.0413	3.34	12.6	10.0	20.0	46.94	0.10	3.75	0.05261	17.74	0.144	69.2	43	32	40
頭前溪右岸 4 號井	3642	5099	0.0590	1.63	15.8	10.0	20.0	48.38	0.15	2.39	0.04596	4.30	0.058	55.4	50	37	40
頭前溪 1 號井	2000	2800	0.0324	5.62	13.7	10.0	20.0	50.32	0.15	1.31	0.04596	1.35	0.017	58.3	29	21	30
頭前溪 2 號井	3500	4900	0.0567	2.16	1.8	10.0	20.0	34.99	0.15	2.29	0.04596	2.87	0.054	41.1	35	26	30
頭前溪 3 號井	1657	2319	0.0268	0.94	7.8	10.0	20.0	39.72	0.10	2.44	0.05261	6.35	0.061	48.1	20	15	20
頭前溪 4 號井	2551	3572	0.0413	2.33	21.3	10.0	20.0	54.66	0.15	1.67	0.04596	2.38	0.028	60.4	38	28	30
頭前溪 5 號井	2352	3292	0.0381	6.39	13.6	10.0	20.0	50.95	0.15	1.54	0.04596	1.89	0.024	60.3	35	26	30
頭前溪新 1 號井	1700	2380	0.0275	3.51	3.2	10.0	20.0	37.73	0.10	2.51	0.05261	6.35	0.064	48.7	20	15	20
頭前溪新 2 號井	1250	1750	0.0203	8.26	3.4	10.0	20.0	42.63	0.10	1.84	0.05261	3.88	0.035	55.8	17	13	20
頭前溪新 3 號井	1272	1781	0.0206	7.72	8.0	10.0	20.0	46.74	0.10	1.87	0.05261	4.40	0.036	59.9	19	14	20
頭前溪新 4 號井	1600	2240	0.0259	4.92	10.3	10.0	20.0	46.20	0.10	2.36	0.05261	6.89	0.057	59.1	23	17	20
頭前溪新 5 號井	3900	5460	0.0632	5.13	1.8	10.0	20.0	37.92	0.15	2.55	0.04596	3.86	0.067	48.0	46	34	40

8-3-2　水位水量測定設備設計

一、水位測定設備設計

根據最大洩降分析量水管長度定為80m，採1.5”PVC管，量水設備須配合未來擴充智慧水管理需求，採用電子化讀取，水位計採用之型式以壓力式水位計。

二、流量測量設備設計

流量量測設備同需配合未來可能擴充智慧水管理設計需求，將採用電磁式流量計或超音波式流量計等二種型式，並於設計階段考量輸水管線滿足前10D後5D之整流段長度，保持流量計量測精確度。

8-4　井口周邊環境工程設計

一、需求評估

備援水井位於頭前溪高灘地河濱公園，備援水井週遭設計需達到空間隔離及環境美觀之需求，另配合「河川管理辦法」防洪需求，圍籬將以可拆卸式及透水式設計，避免影響河道通洪斷面。

二、水井地坪設計

地坪尺寸採用5m(B)x10m(L)x0.2m(T)，此外為防止外物掉入及兼具防盜效果，本次設計井體部分另設計混凝土井圈及井蓋，井圈高度採用0.3m，混凝土井蓋採∮1200mm，周遭採抿石子處理增加其美觀，混凝土井蓋具有一定重量，需一定外力方可移動，可有效防止異物進入井中，其示意圖詳如照片8-4-1~照片8-4-2所示。

 資料來源：100 年地下水觀測站井建置維護工程	 資料來源：龍井龍目井
照片 8-4-1　地下水觀測井照(1) 井圈抿石子處理	照片 8-4-2　地下水觀測井照(2) 混凝土井蓋造型押花處理

三、圍籬設計

圍籬主要區隔民眾開放活動空間及備援水井區域，可避免人員進入工區，減少水井破壞及人員不甚跌落水井，為配合新竹市政府水與環境建設計畫，本次圍籬設計將採景觀造型設計，有關圍籬造型如表8-4-1所述，考量後續維護及拆卸等因素，建議採用木格柵較為合宜。

表 8-4-1　圍籬型式比較彙整表

型式	優點	缺點	示意圖	初步建議
波浪板	1.外觀形式變化多 2.可融合附近景觀	波浪板須定期維護，每年需編列維護費進行保養		
創意木格柵	1.可融合附近景觀 2.如使用塑木格柵，可減少每年維護費	1.外觀形式變化少 2.創意木格柵須定期維護，每年需編列維護費進行保養		建議採用
鐵柵欄及植栽組合	1.外觀形式變化多 2.可融合附近景觀 3.綠色意涵	1.植栽需定期維護、更換 2.部分時段地面易濕滑 3.需時常維護		

8-5 智慧水管理規劃

8-5-1 智慧水管理概要

備援水井啟動時機較少，較無大數據之需求，故本計畫僅對於智慧水管理進行概述，後續若有智慧水管理需求可參考本計畫規劃進行設計。

由於氣候變遷加劇造成乾旱風險增大，為提高枯旱或緊急事件之應變能力，以降低缺水風險並確保國家穩定發展，本計畫藉由緊急防災備援水井之建置，並結合目前物聯網(IOT)及工業4.0(Industry 4.0)等概念，透過智慧管理的模式，以跨平台、跨系統整合有限資源，達到即時水情監測與供水調控，其重要管理概念如表8-5-1。

參考國內智慧管理模式進行智慧管理模式規劃，並以「水」為主軸的智慧水管理，可區分為六大領域及三大願景(如圖8-5-1)，而本計畫為緊急備援水井之建置計畫，主要在於枯旱缺水時期水情監控及調配，因此就智慧水管理規畫應妥善規劃，以達成緊急備援之分年目標。以下分別就無線傳輸方式之規劃、大數據、物聯網及網頁監測架構之願景說明。

表 8-5-1 「智慧管理」概要一覽表

項次	重要概念	概要
1	工業 4.0 (Industry 4.0)	始於德國之政府政策(Policy)為解決其產業發展及國際競爭而生，讓製造業全面智能化，為全球未來趨勢。
2	物聯網(IOT)	主要以 EPCglobal 的電子產品碼(Electronic Product Code, EPC)標準及 RFID 技術來建構商品身份認證系統項物品的辨識、追蹤查詢、驗證及監控管理等功能均可透過網路來達成。
3	先進的資料擷取單元	本公司參考中興大學自行開發多功能微小型智慧節點(smart node)，可大幅降低跨廠牌及多類別的感測器整合複雜度，並具備高彈性的感測節點擴充功能。
4	通訊不佳區域之監測資料傳輸方案	對於開發地點設置在偏遠山區或河川處，其資料傳輸與物聯網資料串流問題 Router 將可使用多跳傳輸(WiSUN 單跳可達 10 公里)延長其傳輸距離直到 4G/LTE 訊號較佳之地點，最後透過 Gateway 將感測資料以 4G/LTE 送至 Internet 後，再以 TCP/UDP 送至本方案所建構之物聯網中介層(IOT Framework)，所有 Router 皆以太陽能供電即可，提供可持續並即時的長距離傳輸。
5	未來關鍵開發技術與願景	包含：(一)將現有水庫個別營運管理層面加以串連整合。 (二)改變傳統監測方式，配合物聯網技術之整合與開發。 (三)物聯網遠具傳輸暨管理技術提供網路虛擬化動態部署。 (四)物聯網運算技術，減低系統負荷成本。 (五)開發雲端水庫營運智慧管理系統。

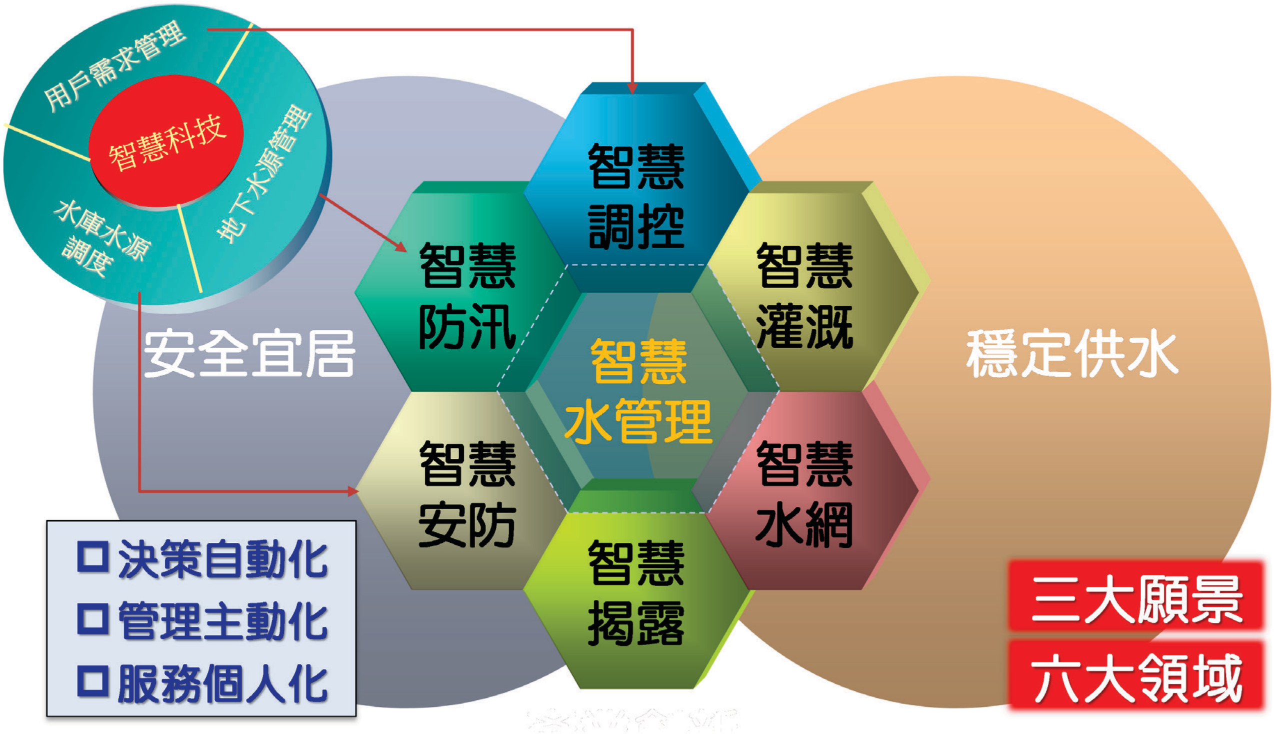


圖 8-5-1　智慧水管理願景

8-5-2　新竹地區地下水智慧管理

隨著智慧水管理、大數據、物聯網(Internet of Things, IOT)、無線傳輸等資通訊技術的快速發展，打造智慧城市已經成為國際趨勢。有關智慧水系統建置，可分為下面幾個方向:

一、智慧地下水管理

智慧地下水管理部分，主要為在旱災三級時應進行備用水源整備，故應掌握寶山水庫及頭前溪流域水情與新竹地區用水情況，可藉由WEB網頁版及手機觀看方式建置如圖8-5-2所示，網頁概況如圖8-5-3所示。

圖 8-5-2　智慧水運用願景圖

圖 8-5-3　智慧地下水監看管理網頁

二、地下水資訊設備及無線資料擷取、傳輸規劃

(一)有關本次新設水井，建立量水設備讀數電子化及裝設水位計共19口水井(既有6口、新設11口、備選2口)。建議採用流量及水位讀數電子化(可於同一口井同時量測取水量及水位變化)，並量測其井深。

(二)量水設備讀數電子化，其自動化流量觀測設備可選用電磁式流量計或超音波式流量計等二種型式。(圖8-5-4為電磁式流量計參考圖)。原則上本次所採用之流量計可輸出4-20mA之電壓，再搭配資料擷取器即可讀取資料並傳輸。

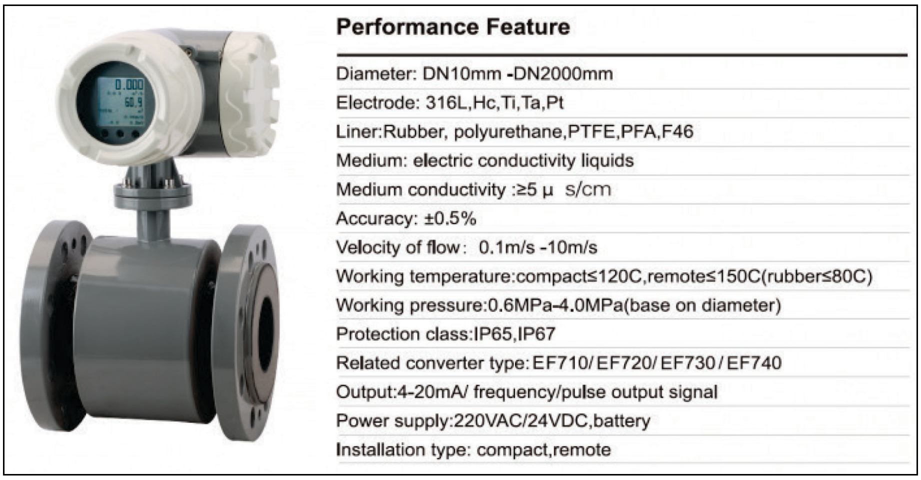


圖 8-5-4　流量計參考規格及示意圖

(三)水位計設備，亦採用電子化讀取，水位計採用之型式以壓力式水位計，同樣可輸出4-20mA，其參考圖及規格如圖8-5-5。

圖 8-5-5　水位計參考規格及示意圖

三、資料擷取方式及設備

(一)霧端運算技術

目前所蒐集資料中，霧端運算（Fog Computing）與雲端運算採用不同的策略，因雲端運算採用集中式管理，除需配備有運算能力強大之叢集式主機外，還需要高速的網路頻寬做為資料流的分享與傳遞。然而透過雲端到現地監測設備的資料傳輸過程而言，現在的高速行動網路，如3G(HSPA)、4G(LTE)的網路頻寬仍有待加強，隨著物聯網時代更多設備接入網際網路，高速行動網路的頻寬需求將會更加強烈，因此將霧端運算之架構作為後續之參考。在現場應用上，霧端運算無須配備強大的運算處理設備，取而代之的是採用具有低耗電特性以及低運算能力的嵌入式系統，作為處理現地的資料收集、分析、儲存與傳輸等工作。

資料無線傳輸單元可以細分為嵌入式物聯網霧端運算處理平台、遠距離無線傳輸發送器以及物聯網圖形化監控系統等三項元件。嵌入式物聯網霧端運算處理平台如圖8-5-6(a)所示，其中運行嵌入式Linux系統，並結合物聯網與霧端運算技術，本元件除本身能提供無線區域網路、高速乙太網路外，透過圖8-5-6(b)中的遠距離無線傳輸發送器，依照現地無線通訊品質，選擇4G或更高階之網路來提升物聯網連線品質，並將Live Beacon、行動網路之上、下行頻寬監測與轉換傳輸數據量等，資訊回報給圖8-5-7中的物聯網圖形化監控系統，以確保資料無線傳輸單元能正常運行，提供上述各類型之資料擷取單元能組成一物聯網數據通道與網際網路界接，將監測資料以TCP/IP數據封包正確無誤地送回監測系統。

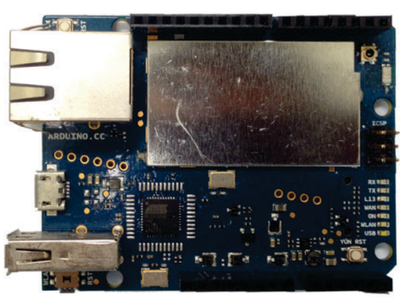
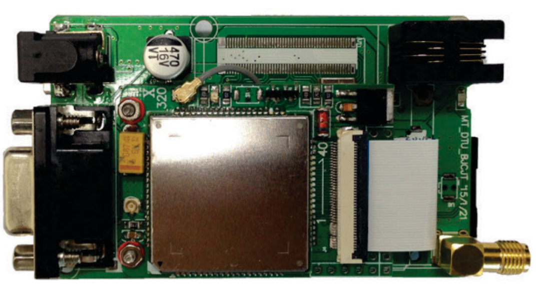
	
(a)嵌入式物聯網霧端運算處理平台	(b)遠距離無線傳輸發送器

圖 8-5-6　資料無線傳輸單元

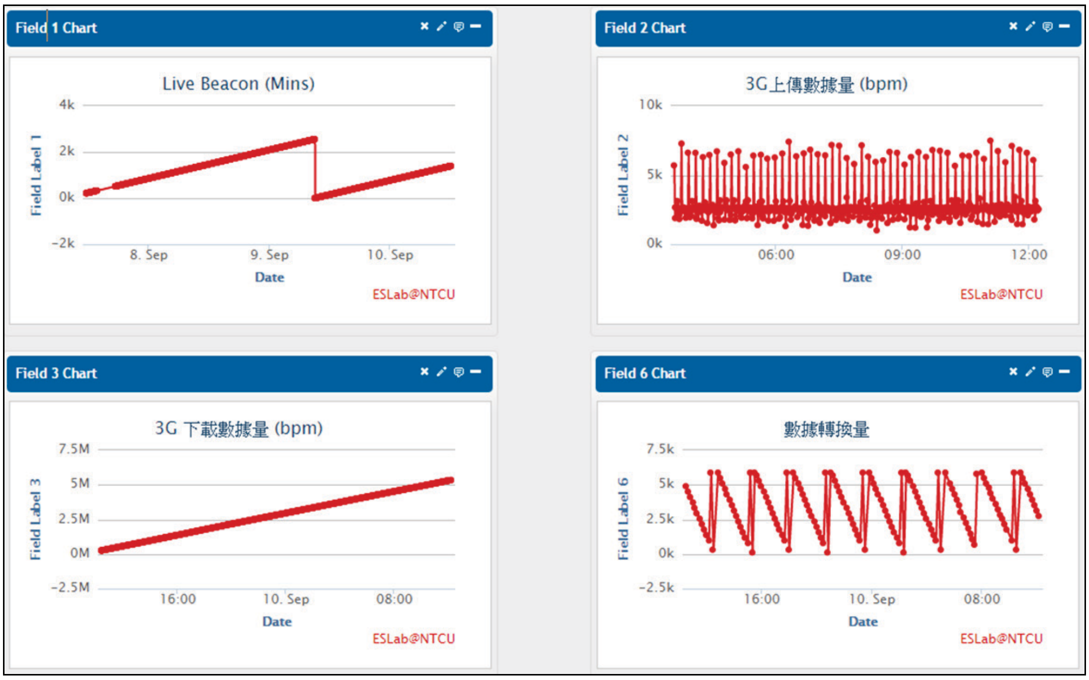


圖 8-5-7　物聯網圖形化監控系統

由於部分備援水井設置位置無網路線之佈置，因此需依賴無線傳輸方式將監測資料傳送到遠端伺服器，監測系統之資料無線傳輸單元自行整合建立含嵌入式物聯網霧端運算處理平台、遠距離無線傳輸發送器以及物聯網圖形化監控系統等三項元件。當資料無線傳輸單元收到Coordinator(協調器)送來的監測資訊，經由嵌入式物聯網霧端運算處理平台將資料彙整、分析、儲存並轉換為TCP/IP封包格式，由遠距離無線傳輸發送器經無線行動網路送至後端監測主機，同時將資料無線傳輸單元之Live Beacon與轉換傳輸之數據量等資訊回報給物聯網圖形化監控系統，用以確認資料無線傳輸單元仍正常運行。圖8-5-8為佈建於現地的嵌入式物聯網霧端運算處理平台回報之Live Beacon 在物聯網圖形化監控系統呈現之即時畫面。其中顯示在9/9日08時33分38秒因通訊訊號品質不佳，系統立即主動重新連線至網際網路以維持穩定的連線狀態。

另外，當無線行動網路服務供應商(如中華電信、遠傳電信或台灣大哥大電信)，僅提供內部私有網際網路位置(Private Internet Protocol Address)時，嵌入式物聯網霧端運算處理平台將可改以自建的資訊流通道(Data Flow Tunnel)，作為現地資料無線傳輸單元與外部網際網路雙向傳輸之介面如圖8-5-9所示。

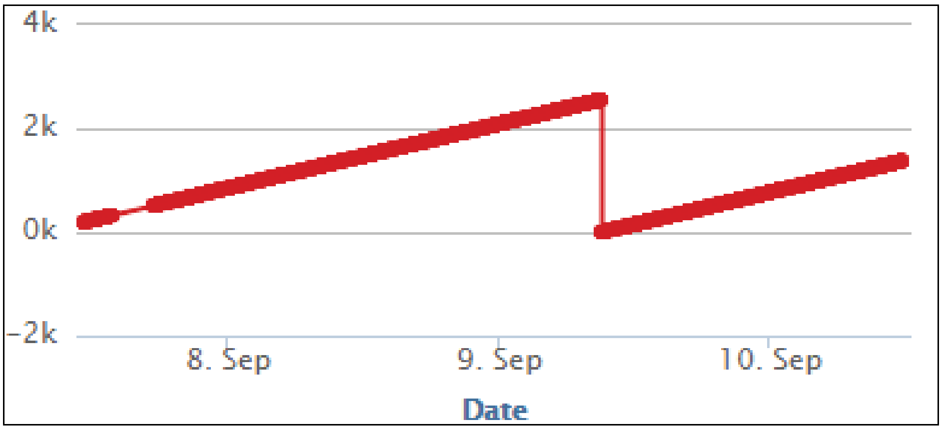


圖 8-5-8　Live Beacon 之圖形化監控系統(分鐘)

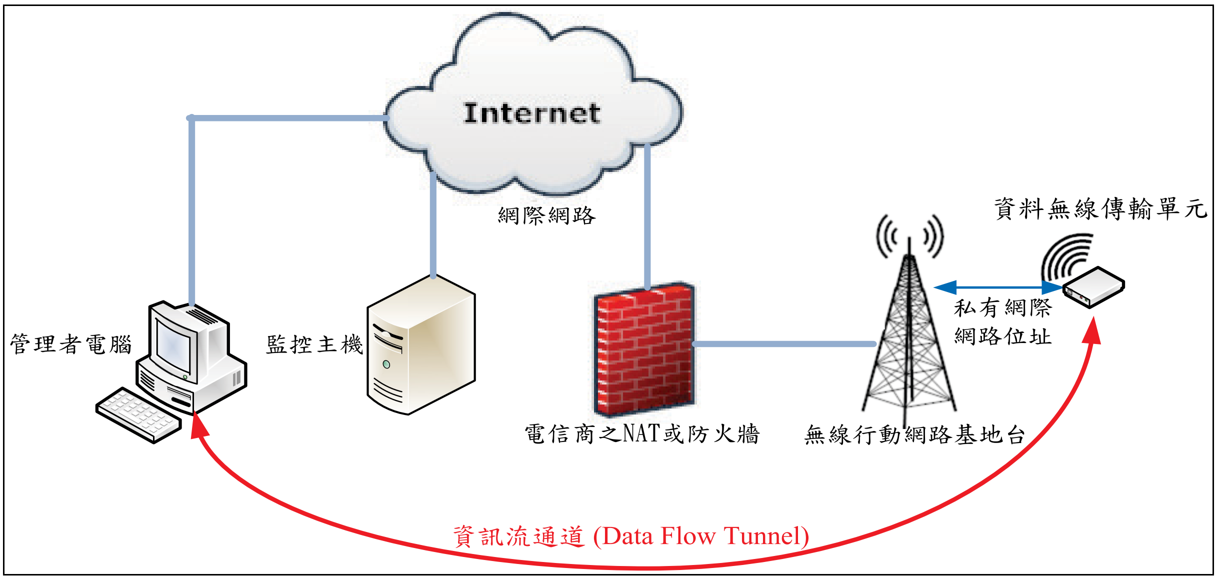


圖 8-5-9　資訊流通道與資料無線傳輸單元雙向傳輸監測系統架構

監測系統以智慧節點(smart node)為主之「分散式監測系統」架構，除了具有相當高的感測器相容性與擴充性之特色外，可以根據現場條件允許與實際運作需求之考量，有下列三種監測模式可供選擇：

1.即時(real-time)資料擷取、儲存與傳輸：

若在電源充裕情況下(市電或太陽能供電)，資料擷取搭配無線4G傳輸，監測到之資料可以每15秒傳送一次。

2.準即時(quasi real-time)資料擷取、儲存與傳輸：

若選用中或大容量電池供電，資料擷取搭配無線4G傳輸，可以執行每小時數次之資料擷取與儲存，每天數次的資料無線傳輸。

3.只有資料擷取與儲存(datalogger)：

可選用中或小容量電池供電，只進行資料擷取與儲存，再利用人

工每個月一次至現場取出所記錄到之資料。

(1)先進的資料擷取單元

一般而言，國內監測系統採用之資料擷取單元大都直接選用市面上適合之商品，作為監測系統搭配使用，很明顯其功能規格都是被綁住，缺乏彈性與擴充性。

為了讓監測系統之資料擷取更具相容性與擴充性，目前市面上已採用多功能微小型智慧節點(smart node)如圖8-5-10所示，smart node 為混合訊號微控制器與訊號擷取及數位串列通訊電路模組所組成的智慧型工業感測器訊號擷取節點，其可接受工業標準感測器常用的類比或數位訊號，例如電壓輸出、4-20 mA電流輸出、橋式電路輸出、RS485、RS422等，並將上述訊號轉換為數位通訊封包格式，傳給協調器(coordinator)彙整後輸出至網路、PC或data logger。由於封包內含節點ID、感測器型別及對應物理量等資訊，所以在同一通訊匯流排上，可串接大量不同類型與不同廠牌的感測器，其數位化的資訊可經由coordinator匯整後紀錄或傳出。監測系統基於本架構，可大幅降低跨廠牌及多類別的感測器整合複雜度，並具備高彈性的感測節點擴充功能。

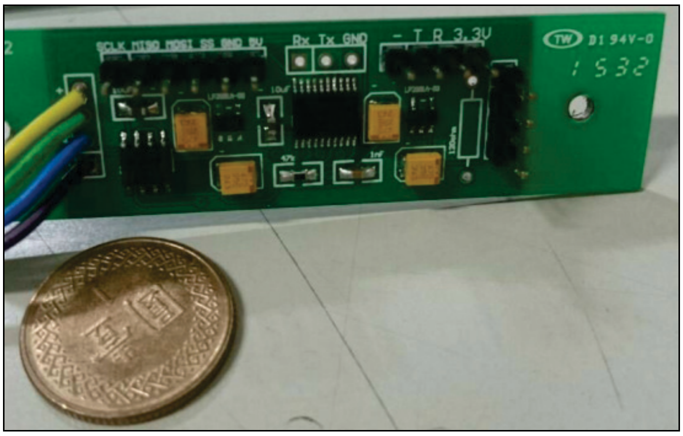


圖 8-5-10　智慧節點(smart node)其尺寸為 74×19mm

利用圖8-5-10之智慧節點(smart node)即可對數位感測器直接進行資料擷取，若搭配訊號放大器(OP)與類比數位轉換器(AD)如圖8-5-11所示，即可對微小訊號輸出之感測器例如電阻式荷重計進行資料擷取，採用之類比數位轉換器(AD)具有100kHz取樣速率及16bit解析度，訊號放大器之輸出電壓為0-5V。

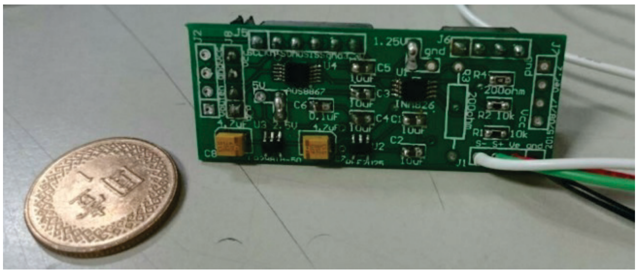
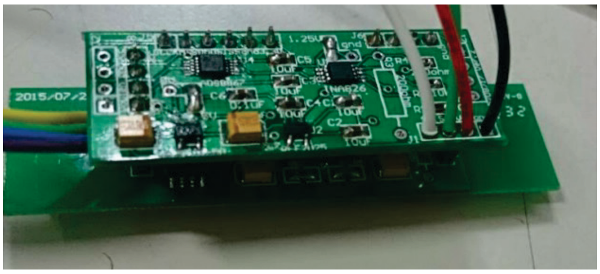
	
(a)訊號放大器與類比數位轉換器(OP+AD)	(b)OP+AD+smart node

圖 8-5-11　資料擷取方式

協調器(coordinator)主要由微控制器及周邊數位通訊模組所形成如圖8-5-12所示，負責彙整匯流排上所有感測器封包資訊，並轉換成各種常見數位通訊封包輸出，如：Ethernet、4G、Bluetooth、USB、WiFi等。

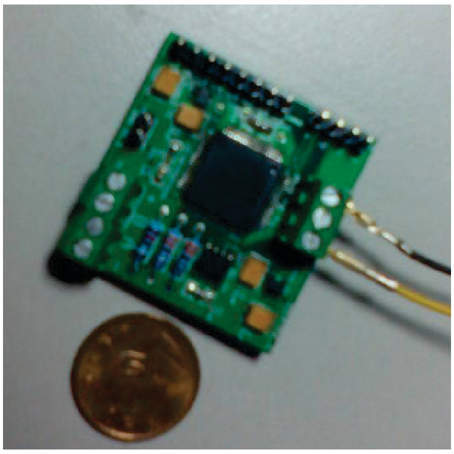


圖 8-5-12　協調器(coordinator)其尺寸為 36×38mm

(2)通訊不佳區域之監測資料傳輸方案

台灣水資源開發地點，包含水庫與伏流水所設置之取水點，本案所設置之備援水井，通常設置在偏遠山區或河川周遭(例如大甲溪南北岸)，所面臨問題就是資料傳輸與物聯網資料串流問題。圖8-5-13所示之網路架構為提供山區邊坡4G/LTE通訊不佳區域之物聯網即時傳輸之改善解決方案。

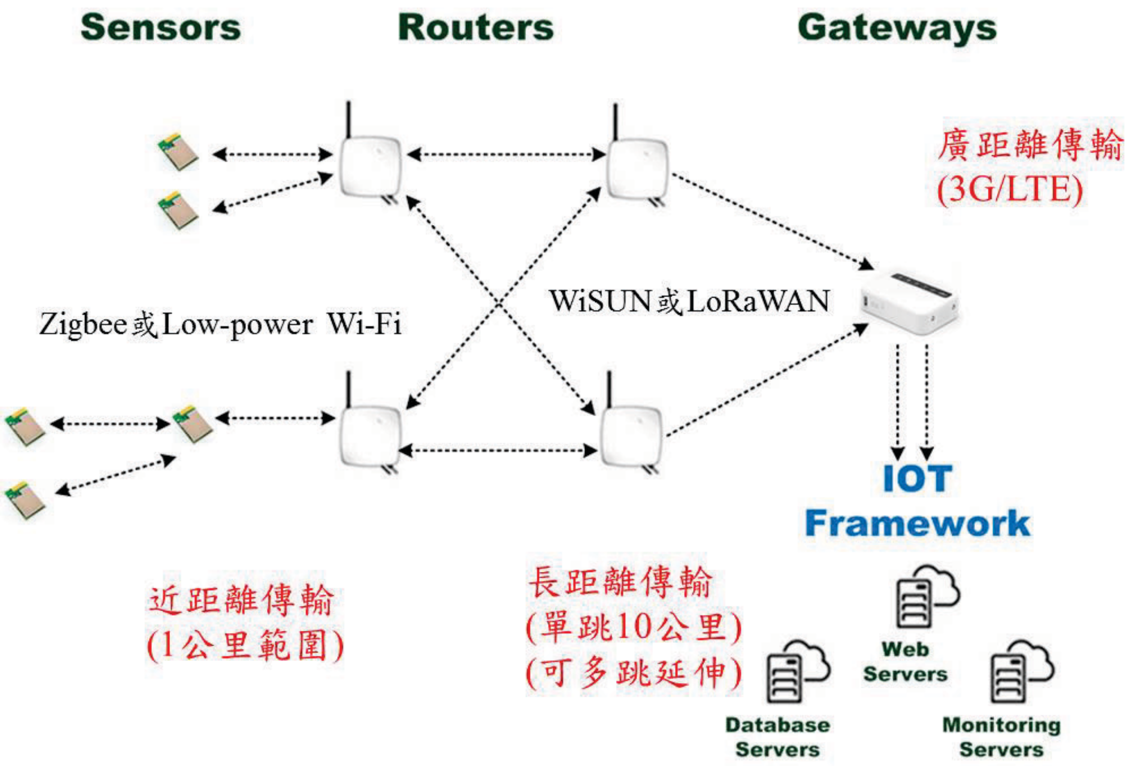


圖 8-5-13　長距離與近距離傳輸用於山區邊坡通訊不佳區域之示意圖

如圖8-5-13中所示，當現地各類型感測器(Sensors)所在區域為4G/LTE訊號不佳之地點，Sensor將可將感測資料送至無線路由器(Router)，Router為負責接收網絡上數據包及向指定地點發送數據包的網絡通訊設備，無線Router同時建構有近距離傳輸方案與長距離傳輸方案之無線傳輸模組，近距離傳輸模組採用Zigbee或Low-power Wi-Fi即可，長距離傳輸模組則可採用較新近的低耗電長距離傳輸技術WiSUN或是LoRa，因此所有Router皆以太陽能供電即可，提供可持續並即時的長距離傳輸。(其中WiSUN技術前幾年為日本的專業技術，目前國內學術單位已研究完成，開始進入大量使用階段)

假如遇到Router的無線傳輸涵蓋範圍還是處於4G/LTE的訊號不佳之地點，Router將可使用多跳傳輸(WiSUN單跳可達10公里)延長其傳輸距離直到4G/LTE訊號較佳之地點，最後透過Gateway將感測資料以4G/LTE送至Internet後，再以TCP/UDP送至本方案所建構之物聯網中介層(IOT Framework)。

IOT Framework將建構於雲端系統平台並接收來自現地Sensors所傳送之感測資料，感測資料將依其特性分類並儲存於Database Server中，而其感測資料將以動態網頁於Web Server上以圖形化技術

呈現。所有Routers與Gateways均由Monitoring Servers進行遠端監控，例如運行狀態、路由狀態、傳輸效率、訊號強度以及遠端程式更新等服務。

(二)低耗能及精簡傳輸費用之設備

本計畫此階段之目的為評估具耐候性、低耗能及低傳輸費率之低功率無線感測網路以提供地下水位及安全出水量監測儀器設備間穩定及低傳輸費率的數據傳輸服務。建議採用之低功率遠距離無線感測網路節點。根據本計畫所評估之低功率NB-IOT、Wi-SUN、SIGFOX與LoRaWAN等低功率遠距離無線感測節點之特性分別分析於表8-5-2。目前大家所熟知的LoRaWAN在台灣最廣為運用，但隨著NB-IOT的晶片進入台灣，有著遠距離傳輸及低耗電較全面之功能，後續將陸續取代LoRa之趨勢。

表 8-5-2　低功率遠距離無線感測節點比較分析表

名稱	頻段 (MHz)	通信速度 (bps)	通信距離 (KM)	通訊協議	最大資料長度 (octets)	主要晶片商	通訊模式
LoRa	433/868/915	300~50K	~15	LoRa	255	Semtech	Star
Wi-SUN	Sub-1GHz (Programmable)	2.4K~400K	~10	IEEE 802.15.4g (open standard)	2,047	TI ROHM	Star / Mesh
SIGFOX	868/902/920	100	~20	SigFox	12	TI, Sillicon Lab	Base Station
NB-IoT	700~2600	50Kb	~20	3GPP	1,600	Qualcomm	Base Station

1.Low-power Wi-Fi傳輸方式

已為成目前主要的高速無線區域網路傳輸協定之一，因為Wi-Fi的傳輸量比較大，但同時所需的功率消耗也較大，然而本計畫將採用Low-power Wi-Fi，將可大幅降低其功率消耗，並保持其傳輸速率達6Mbps至54Mbps。因底層採用IEEE 802.11標準，通常可以同時提供數十組節點連線。因使用頻帶有2.4GHz，因此具有高訊號穿透率與高傳輸量，因此適合使用於有高數據傳輸與數據即時性需求之數據傳輸

服務，例如現場即時影像監控與錄製、即時性動態田間水文、氣候監測儀器。傳輸距離約為100公尺~1000公尺，取決於頻道頻率使用和天線。

2.NB-IoT傳輸方式

由於NB-IoT只佔200kHz頻寬，因此佈建上也相對便利，NB-IoT有3種佈建方式，一為單獨佈建（Standalone），二是運用保護頻段（Guard Band）來佈建，三是在現行運作頻段內佈建（In Band）。簡單說要達到低功耗、廣泛覆蓋，傳輸範圍最遠至20公里。

為了達到高覆蓋性，一般也建議使用較低的頻段來實現NB-IoT，如700MHz、800MHz、900MHz等低於1GHz的頻段。此外，覆蓋不僅牽涉距離，也牽涉穿透能力，此方面調NB-IoT比過往2G GSM有更好的穿透性，信號強度多20dB，即便在室內用也能獲得高通信品質。

3.Wi-SUN傳輸方式

基於IEEE 802.15.4g-2012標準所建構之具有可超低耗電、低速率、遠距離，等特性的無線感測傳輸協定，其目標是用於無線智慧型公共網路和相關應用提供先進的智慧工具網路(Smart Utility Networks)。Wi-SUN技術在日本使用920MHz頻段，具備傳輸距離長達1公里以上的特性，且與2.4GHz不會發生相互干擾的問題，加上低耗電量的特性，非常適合應用於智慧家庭與智慧電網之中，提供能源使用狀況的無線傳輸方案。Wi-SUN底層採用802.15.4gPHY，可在433MHz、868MHz與915MHz等頻段中承載多種資料速率，並也支援星型、樹型、網型等三種網路拓撲，網路節點裝置數最大也可達65,000個。而且本計畫將開發具物聯網標準之6LoWPAN通訊協定，提供與網際網路相容之IP-based同訊協定，能輕易的使物聯網與網際網路介接，提升後端雲端監控服務平台的相容性。因Wi-SUN具有低耗能與多節點承載量與多網路拓樸支援等特性，因此適合使用於有低即時性與低數據傳輸速率與遠距離傳輸需求的田間水文、氣候監測儀器使用，例如、較偏遠地區的定期傳輸之監測資料。傳輸距離約為500m~5,000m，取決於頻道頻率使用和天線，如傳輸距離超過單跳節點所能傳輸之距離上限，可以採用多跳傳輸之技術，以節點轉發傳輸之方式，延續其傳輸距離，最大之多跳傳輸節點可達數十跳，但因多跳傳輸將

因無法使節點進入休眠模式而提升節點的耗電量，因此須具備較高容量之電力系統。

4.LoRa傳輸方式

用於如物聯網的低耗電量、低傳輸速率之傳輸應用，其主重要特點為低成本、低速率、低複雜度之低層調變基數、超低電力消耗以延長電池壽命、 長範圍無線傳輸可達5km以上。LoRa雖不具有IP Networks的通訊協定，但因其低複雜度的通訊協定，非常適合整合於有低即時性與低數據傳輸速率與遠距離傳輸需求的田間水文、氣候監測感測器上使用，例如、使用太陽能供電的氣象環境監測站、水位計、雨量計等。傳輸距離約為500m~5,000m，取決於頻道頻率使用和天線。

(三)耐候及監測設備綠能電力監測模組-節能、獵能

流量計與水位監測等儀器將以太陽能發電板結合電池供應監控儀器長時間運行之電力，避免使用另外的電力供應以降低監測儀器對於佈建地點之電源與網路連線之要求。除定時進行抽水期間監測任務外，感測器可以進入長時間的休眠狀態，並建立水位與抽水量數據喚醒機制，以應付環境監測參數的異常變化，因此本計畫將設計搭載太陽能板與電池建構可長時運行之監測節點能。其充電電路架構如圖8-5-14所示，充電模組將可以根據目前充、放電效率，預估電池中的節點剩餘電池電量比，此一資訊將可以結合以動態調整監測儀器及輸配水監測監測節點的休眠週期，達到能長時間運行之目的。

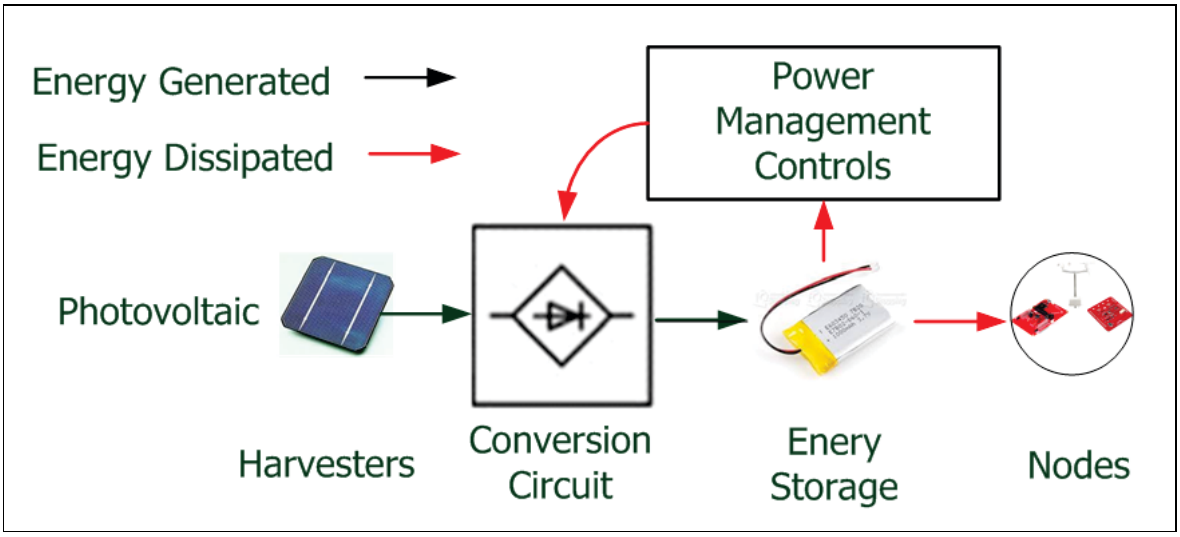


圖 8-5-14 搭載太陽能與電池建構遠距離傳輸監測節點

四、智慧化用水資料大數據建立

(一)可以即時接收前端感測資料，自動篩選資料後納入資料庫儲存，並具有資料共享服務。

(二)顯示所有水井資料，並可人工設定各抽水井各月水權登記事項，以檢視該小時、日或該月之抽水量是否超過水權量。

(三)量測頻率可達每1分鐘記錄1筆抽水量，並且可以定時或不定時(如：發生降雨、抽水等突發事件)回傳量測紀錄至資料管理系統。

(四)具備GIS介面，以視覺化方式展示全市裝設情形。另外，可以採多分割互動框架，顯示特定觀測井水位、流量、用水情形、水位變化情形、界限值(例如水權量)、水位警戒與抽水量警戒等。

8-6 電井測及抽水試驗規劃

備援水井鑽鑿後需辦理電井測作業，而井管下管完工後需辦理擴水洗井及抽水試驗，有關電井測及擴水抽水試驗規劃如後所述。

8-6-1 電井測

一、電井測施作應於最深鑽孔鑿至預定深度並完成取樣後，隨即進行。電井測內容主要在偵測地層岩性，一般包括「自然電位差(Spontaneous Potential)井測」、「電阻(Resistance)井測正長、短距(16N”、64N”)」及「伽瑪(Natural Gamma)井測」，或依契約項目辦理。

二、施作承商應於裸孔到達前1日通知監造單位(電話或書面通知均可)，並安排機具進場辦理裸孔電井測。裸孔電井測前，由監造單位與施作承商釐清裸孔深度查驗後，再予以辦理電井測作業。裸孔完鑿後，辦理電井測前，施作承商應至少於前1日提送地層圖草稿予監造單位，俾便地層取樣與電井測數據比對，作為後續辦理擴孔及濾管放置之依據。

三、電井測施測前廠商應先提出儀器精度送監造單位審查，包括儀器設備適用之裸孔大小尺寸及精度值，核可後方可施作，且施工後所提供的資料均須符合契約及實務之要求。

四、施作承商應於完成電井測作業及分層建議核准後，再行進行下管作業，期間若發生坍孔、井壁崩陷等問題，亦由施作承商承擔，不得以此原因要求展延工期及增加費用。

五、電井測成果應與現場地層取樣紀錄作比對，並以現場地層取樣紀錄為主，核對地質柱狀圖及初步研判含水層、阻水層之位置及厚度，供後續井體設計及施工之依據。施作承商需依照監造單位訂定之濾管長度、位置、濾管縫寬等規格進行下管作業。

六、電井測數據平均≦5cm一筆資料，監造人員應於現場電井測前確認儀器所設定及顯示是否正確，並於到達裸孔深度時拍照存證與所產生之電井測圖交叉核對。裸孔電井測作業完成後，應於現場提供原始電井測成果檔案，俾做為後續辦理下管之參考依據。

七、含水層確認應以取樣及電井測結果共同判定，兩者相輔相成。電井測圖與地質柱狀圖不相同時，應予詳加比對並以所取土樣確實判斷釐清地質狀況，所判定結果應經監造單位核定。

8-6-2 擴水洗井規劃

一、施作承商應自備洗井之設備，包括一切需用之工具機器燃料或動力、配線等，於洗井前3天列出設備項目，以書面報知監造人員，經核可後始可洗井，並於試水後求得水井損失係數C值，C值應為0.000183 hr^{2}/m^{5}以下及達到恆定水量，水井損失係數C值如未達0.000183 hr^{2}/m^{5}以下，則應持續洗井至達規定值為止。

二、當含水層供水能力不佳之情形，需以自來水或附近之地下水（經監造單位同意）灌入井內輔助擴水，為避免造成含水層之污染，水源需標註來源。

三、擴水洗井為責任施工，實施流程如下：

(一)濾石填入後需立即辦理第一階段洗井擴水，先以吊泥筒提取泥漿水，再以吊泥筒置於濾管段內由下而上，先慢後快，小振幅上下激盪，進行壓力通管，如此來回數趟，以使濾管外圍之濾石達到穩定密實之排列。如因第一階段擴水使礫石圈長度縮短，需立即補充濾石至規定長度。

(二)每口井完成濾料填充與井圈封隔後24小時內須進行第二階段擴水洗井，擴水洗井作業時間至少需連續進行2天，每天各井須有2次以上的擴水流程，每次擴水流程須包括吊筒震盪每次需作業時間1小時以上，抽水作業時間每次需達3小時以上。

(三)擴水洗井作業時，施作承商應備有量水設備、抽水機、變頻器(配合抽水試驗抽水機之馬力數)、水位計等設備，供監造單位辦理現場水位查驗，以確定抽水試驗之洩降資料及抽水量。每次擴水洗井作業均須填寫紀錄單留存。

(四)洗井擴水期間，需從濾石圈灌入清水，以將濾石所附著之污泥清洗乾淨，預防污泥乾固將濾石圈卡死，並降低在井管部份濾石架橋機會。另擴水期間吊泥筒所提取之污泥應避免流入濾石圈內。

四、施作承商抽水機安裝馬力應考慮水井出水狀況儘可能加大抽水量以增加地下水位洩降。擴水洗井作業放置抽水機抽水時，應有最大出水量及最大洩降量作為第五級試水依據。

五、抽水位量測：於抽水機裝設時，加裝適當口徑及長度之導管，以避免

水位計卡鎖。

六、擴水洗井之驗收標準為泥砂含砂量需小於或等於2mg/L。驗收時，需以最大抽水量連續抽水至少20分鐘後，檢測抽出水之含砂量，其檢驗機關由監造指定之。若經監造同意，井設於細顆粒地層中，且經過一日以上的擴水後仍無法達到上述驗收標準，則可考慮以含砂量之變化率趨於穩定後收受之。穩定之定義為至少連續2日以上，每日至少8小時擴水，每小時至少量測含砂量一次，每日至少最後3次之量測值變化不超過10％，且第二天趨近之穩定值亦與前一日相差在10％之內。

七、擴水洗井使用貝勒管震盪，應置中避免損傷井管內壁，於井體攝影時應查驗是否管壁有刮傷情形。

八、擴水洗井符合上述要求並經監造單位同意後，始可進行試水作業。

8-6-3 抽水試驗規劃

施作承商應自備抽水試驗之設備，包括一切需用之工具機器燃料或動力、配線及量水設備等，於抽水前3天列出設備項目，以書面報知監造，經核可後始可抽水。抽水設備能力應能進行規定抽水量之各項試驗，抽水必須先行分級抽水求出其安全出水量值後，做連續72小時(不包括回升水位紀錄)之恆定出水量抽水。

一、分級抽水試驗：應使用高能量抽水設備(抽水能力大於井體供水量)，應分5級以上抽水，由小水量而大順次連續抽試，抽水時間連續累計，各級抽水量如下表，直到各級抽水結果於抽水量及水位洩降雙對數座標圖趨勢線有明顯轉折時，再於該轉折之兩級水量間(宜略為偏大)，於水井回復靜止水位後，再予補辦一級試水，並將結果點繪於雙對數座標圖上，俾更趨近實際水井之安全出水量。惟若水量無法達到非施作承商原因時，經監造同意得另訂抽水量。

二、抽水分級水量以擴水洗井所得之最大出水量及最大洩降量作為第5級試水出水量，設計出水量之60%為第1級抽水出水量，其中之第2級至第4級以第5級試水出水量及第1級抽水出水量差值內插法辦理，抽水水量分級詳表8-6-1所示，各級抽水記錄時間如表8-6-2所示。(第1級抽水機啟動後起計，第2級以上由各該級開始時間起計)。

表 8-6-1　抽水水量分級表

第 1 級	第 2 級	第 3 級	第 4 級	第 5 級
約設計出水量之60%	第 1 級+(第 5 級-第 1 級)×0.25	第 1 級+(第 5 級-第 1 級)×0. 5	第 1 級+(第 5 級-第 1 級)×0.75	擴水洗井所得之最大出水量

表 8-6-2　抽水分級測記對應水位時間

級次	測記對應水位時間(以分鐘計)
第 1 級	2‧4‧6‧8‧10‧15‧20‧30‧40‧50‧60
第 2 級	5‧10‧15‧20‧30‧40‧60‧90
第 3 級以上	10‧20‧40‧60‧90‧120‧

三、分級抽水結果應依臺灣糖業公司蔗作改良推廣委員會出版之「水井手冊」規定方法，先點繪於半對數座標紙，求出各級抽水量一定時間內(約100分鐘)增加洩降值(△si)並累計各試水量一定時間之總洩降值(si)，再點繪於雙對數座標上，求出其安全出水量值。

四、定量抽水試驗：應依分級抽水試驗求得之安全水量值（非指設計出水量）試水，俟水井回復靜水位，再辦理連續72小時定量試水作業。如未能達此出水量時施作承商應重行洗井(改變方法)(多個空格)，或由監造視實際情形減少出水量，重新試水，若水量仍無法達到而非施作承商原因時，應使水位洩降於試水期間約達40公尺或動水位約達濾管頂端。

五、試水記錄時間由抽水機啟動後起計時第1、2、3、4、5、6、8、10、15、20、30、40、50、60、80、100、120、150、180、300、480、720、1200、1680、2160、2640、3240、3720、4320分鐘，測計對應水位。

六、量水設備含採用超音波水量計、電子式水量計或機械式水量計檢測，其設備應符合以下各點：

(一)須經財團法人全國認證基金會(TAF)於校正領域認可之實驗室出具之校正報告，且其需有TAF之認可標誌，有效期限一年；或者，經標準檢驗局（或其許可之實驗室）出具之檢定結果（合格）通知書，有效期限一年。

(二)具備自動資料記錄之功能。

七、抽水紀錄：應在試水井及井體，同時紀錄洩降及水位回升。抽水時應隨時測量出水量，並調整設備使能保持穩定出水量，其波動幅度不得大於10%，惟抽水機啟動後5分鐘內不受限制。

八、水位回升：紀錄回升水位與靜水位間距離，於抽水機停止後開始紀錄，其紀錄時間為24小時並比照洩降紀錄方式辦理。(抽水機停止可假設啟動)。

8-7 施工規劃

新竹地區備援水井皆位於頭前溪高灘地上，頭前溪左岸高灘地皆為新竹河濱公園，腳踏車道為公園主要交通要道；頭前溪右岸備援水井預定地周邊目前皆為農業用地,通達道路以農路為主;各備援水井之進出口及進出道路如後所述。

(一)頭前溪左岸新設備援水井施工動線說明

頭前溪左岸13口備援水井皆位於河濱公園內，可沿千甲路行駛，沿路分別有4個進出入口，分別可由中華陸橋上下游(進出入口3及4)及堤防路越堤路進入高灘地。

而新竹市高灘地於近年已完成「新竹市千甲段空氣品質淨化區工程」，並且目前正進行「頭前溪橋下簡易綠美化工程」，相關整地及運土卡車等重型車輛進出並無問題,且藉由自行車車道亦可到達各備援水井預定位置。有關頭前溪左岸備援水井道路平面圖如圖8-7-1，進出入口如照片8-7-1~照片8-7-4。

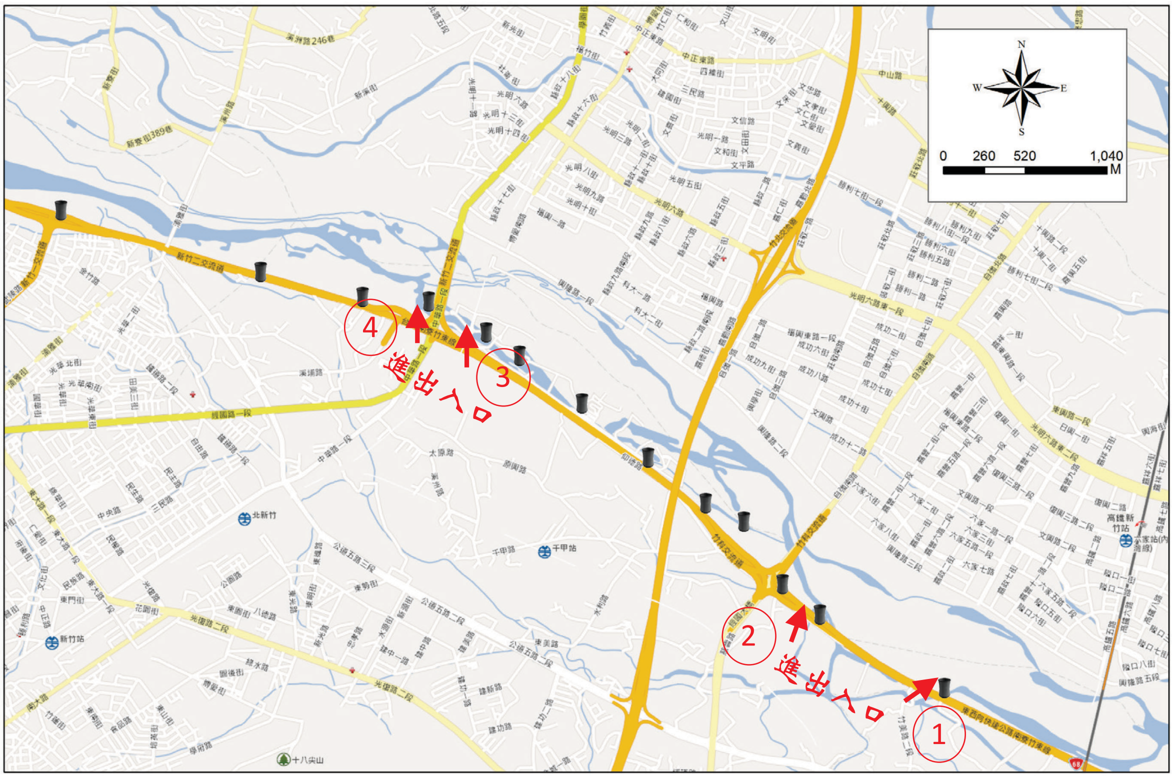


圖 8-7-1　頭前溪左岸動線規劃平面圖

	
照片 8-7-1　施工路口 1 現況	照片 8-7-2　施工路口 2 現況
	
照片 8-7-3　施工路口 4 於中華路橋上游側	照片 8-7-4　施工路口 3 於中華路橋上游側

(二)頭前溪右岸

有關頭前溪右岸新設備援水井，皆位於頭前溪右岸農路旁，藉由農路皆可順利到達，其農路路寬皆可行使農耕機，重機具進出應無問題；而右岸工區進出入口共有兩個，分別由頭前溪橋過興隆路轉中華路1巷(如照片8-7-5)，以及由舊社大橋轉湳雅街451巷(如照片8-7-6)。頭前溪右岸備援水井道路平面圖如圖8-7-2。

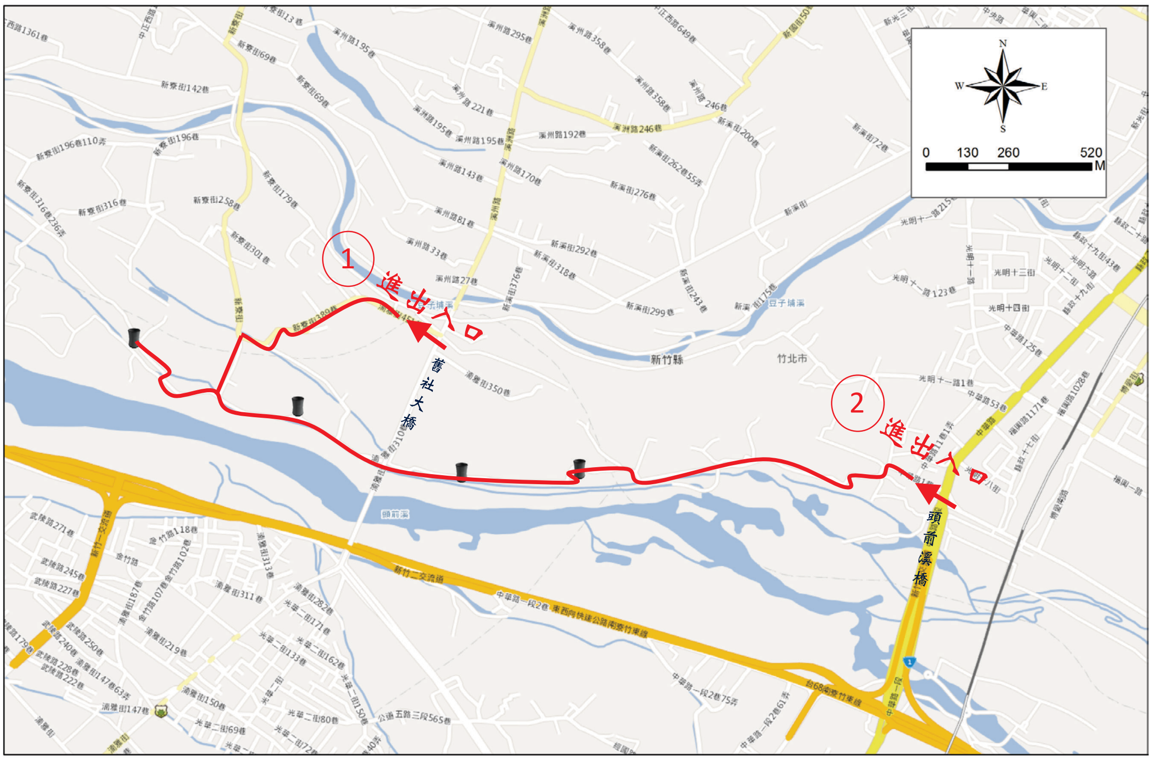


圖 8-7-2　頭前溪右岸動線規畫平面圖

	
照片 8-7-5　頭前溪橋進中華路 1 巷路口	照片 8-7-6　舊社大橋進入湳雅街路口

第九章　營運操作規劃

依據「防災及備援水井建置計畫」計畫分工，後續營運管理為水公司統由管理，本階段水井營運操作僅提供水公司參考。

9-1　旱災災害因應措施

參考經濟部「旱災災害防救業務計畫」擬定旱災災害防救相關機制，其中強化旱災減災防救作業包含建立乾旱預警機制、檢討水庫運用規線、農業耕作制度及相關用水調度機制與補救作業、加強公共給水分區聯絡供水調配、推動新興水源、強化緊急水援機制、加強水庫清淤、加強推動節約用水措施與宣導等八項項目，而本計畫備援水井屬於緊急水源機制之乾旱時期緊急抽取地下水機制，後續將依據旱災災害防救機制規劃本計畫備援水井整備、啟動機制。

9-1-1　旱災災害應變機制

一、旱災災害等級區分

旱災災害等級區分為一級、二級及三級狀況，如表9-1-1所示，旱災災害等級需同時評估時間、空間，供水系統、水源調度等多項因素，作為進入災害等級之研判。

表 9-1-1　旱災等級、水情燈號與缺水率關係表

旱災狀況	應變層級	水情燈號	缺水率	
			家用及公共用水	農業用水
一級狀況	旱災中央災害應變中心	二供水區水情燈號橙燈或依供水區水情燈號為紅燈	>10%	>50%
一級狀況	旱災經濟部災害緊急應變小組	二供水區水情燈號為黃燈且涉水源調度或一供水區水情燈號為橙燈，並經水利署研判水情恐持續惡化	5-10%	40-50%
二級狀況	旱災經濟部水利署災害緊急應變小組	一供水區水情燈號為黃燈且涉水源調度，並經水利署研判水情恐持續惡化	2-5%	30-40%
三級狀況	水利署水資源局、水庫管理單位、地方政府、自來水事業、農田水利會、工業區、科學園區等管理單位應變小組	一供水區水情燈號為黃燈或一供水區水情燈號為綠燈且涉水源調度，並經水利署研判水情恐持續惡化	1-2%	20-30%

資料來源：旱災災害防救業務計畫，經濟部，民國 103 年。

水資源供需預警指標，分為五個等級，並以燈號表示，依序為藍燈、綠燈、黃燈、橙燈及紅燈，由緩至急以漸進方式代表水源供需情勢。燈號之定義如表9-1-2所示。

表 9-1-2　水資源供需情勢各燈號定義

燈號	供需情勢	採行措施
藍燈	正常	水源供需定正常
綠燈	限水預警	1.水情狀況不佳，未來有缺水之虞 2.自來水事業機構加強自有水源調度 3.農業用水單位採行延後灌溉等預備措施
黃燈	第一階段限水	1.水情情況未改善，旱象逐漸明顯 2.自來水考量實施第一階段限水措施 3.農業用水考量分區輪灌等加強灌溉管理措施
橙燈	第二階段限水	1.水文、氣象持續惡化 2.自來水考量實施第二階段限水措施 3.農業用水考量總量管控或停灌等措施
紅燈	第三、四階段限水	1.水源極度不足 2.自來水考量實施第三階段限水措施 3.農業用水考量擴大總量管控或停灌等措施

資料來源：區域水資源調度機制，經濟部水利署，民國 92 年 9 月。

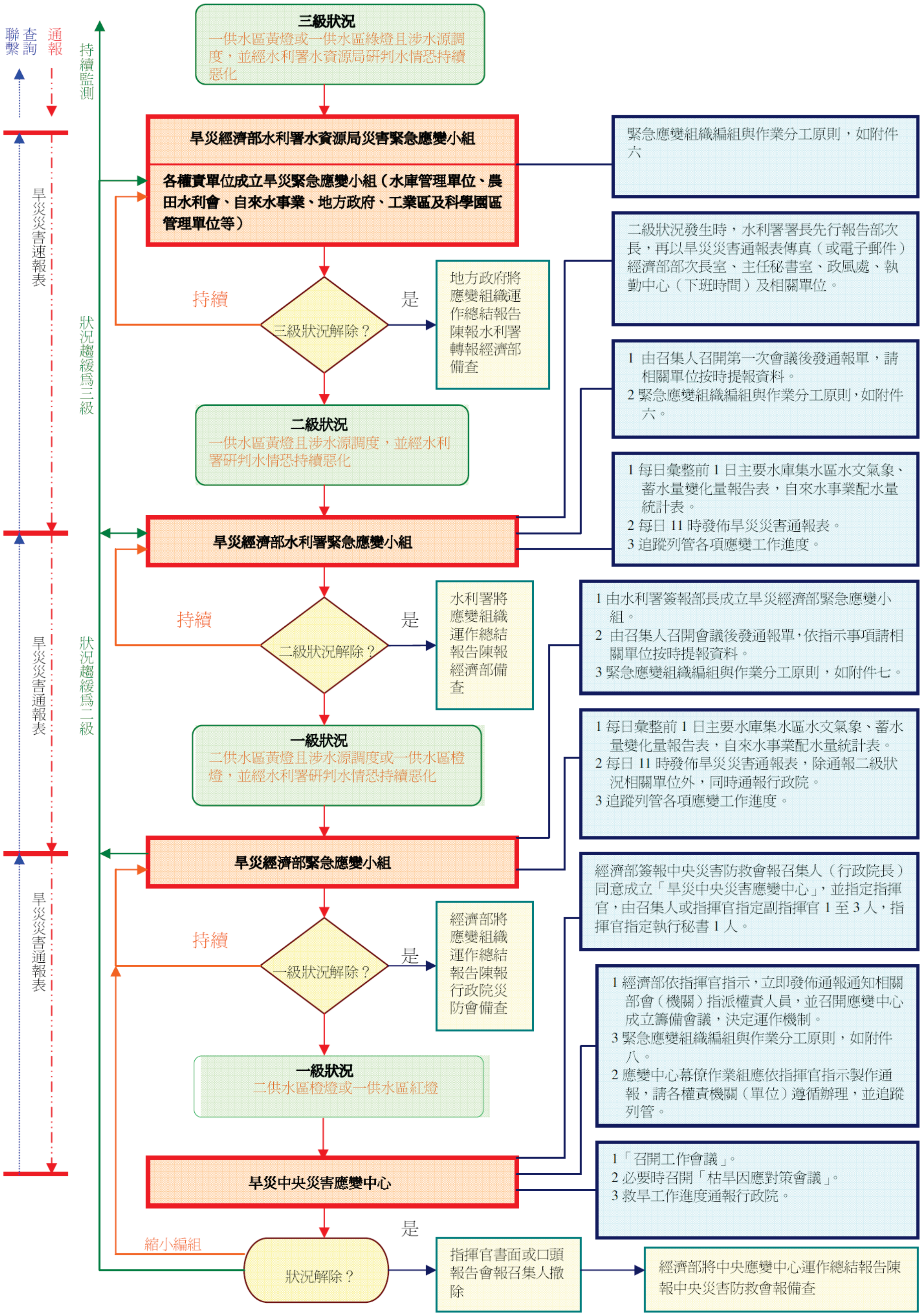
二、旱災災害緊急應變組織

依據旱災災害防救業務計畫，若預估未來2個月內仍持續缺水，則依旱災災害等級區分執行旱災防救，成立不同之緊急應變組織：

1.一級狀況：由經濟部成立「經濟部旱災緊急應變小組」，若需跨部會協調時，成立「旱災中央災害應變中心」；編組機關（單位）之權責分工，依據「經濟部災害緊急應變小組作業要點」及行政院頒訂之「中央災害應變中心作業要點」辦理。

2.二級狀況：成立「經濟部水利署旱災緊急應變小組」，依據「經濟部水利署旱災緊急應變小組作業要點」辦理。

3.三級狀況：經濟部水利署所屬水資源局、水庫管理單位、地方政府、自來水事業、農田水利會、工業區、科學工業園區等應成立緊急應變小組。旱災標準作業流程詳圖9-1-1所示。



資料來源：旱災災害防救業務計畫，經濟部，民國 103 年。

圖 9-1-1　旱災標準作業流程圖

9-2-2　旱災災害限水措施標準

一、自來水限水措施啟動標準

依據經濟部民國93年11月1日經授水字第09320220170號令修正「自來水停止及限制供水執行要點」第4點「各自來水事業應於乾旱發生時，依其供水區域之用水特性及水源狀況訂定第二點規定之階段實施內容，並於公告後據以執行。前項各階段實施內容應報本部備查。但第三階段及第四階段之實施時機，應先報經本部核定後辦理。」經濟部於民國98年9月4日經授水字第09800112190號函報「台灣自來水股份有限公司乾旱時期停止及限制供水執行標準與措施作業要點」備查，其針對各階段停止及限制供水執行標準與措施之規定如圖9-2-1所示；台灣自來水公司各區處於民國99~100年完成其「乾旱時期自來水停止及限制供水執行計畫」，各區處針對轄區內各供水系統均訂有緊急應變標準程序，茲彙整主要供水系統如表9-2-1所示。

台灣自來水公司執行乾旱時期停止及限制供水執行標準與措施

第一階段執行標準
供水量短缺2%~5%

執行措施:
1.減壓供水:
離峰及特定時段低管壓供水。
2.停止供水:
停供行政機關及國營事業轄管噴水池、澆灌、沖洗外牆、街道及水溝等非急需或非必要用水。

第二階段執行標準
供水量短缺5%~10%

執行措施:
1.停止供水:
停供試放消防栓、露天屋頂放流及其他得停供之用水。
2.減量供水:
A.每月用水超過1,000度之用水大戶。但醫療或其他性質特殊減量供水將造成公眾重大損失之用水者，不再此限。
B.游泳池、洗車、三溫暖及水療等。
C.其他不急需之用水。

第三階段執行標準
供水量短缺10%~30%

執行措施:
分區輪流或全區定時停止供水

第四階段執行標準
供水量短缺>30%

執行措施:
依區內用水狀況定量定時供水，其優先順序如下:
1.居民維生用水
2.醫療用水
3.國防事業用水
4.工商事業用水
5.其他用水

資料來源：各區處乾旱時期自來水停止及限制供水執行計畫，台灣自來水公司，民國 105 年。

圖 9-2-1　各階段自來水停止及限制供水措施執行標準

表 9-2-1 自來水公司各區處主要供水系統各階段限水措施標準

供水量單位:萬噸/日

供水區	自來水區域	系統別	正常	第一階段短缺 2%~5%	第二階段短缺 5%~10%	第三階段短缺 10%~30%	第四階段短缺 30%以上	備註
基隆區	一區處	基隆	31	29.4 (95%) (短缺 5%)	28.8 (93%) (短缺 7%)	21.8 (70%) (短缺 30%)	15 (48%) (短缺 52%)	供水量均已含北水支援，定常北水支援 4.3。 乾旱時，北水最大支援 5。
台北區	北水處		223.5	短缺 5%	短缺 10%	短缺 15%		
石門區	二區處	石門	115	112.5+1=113.5 (98%) (短缺 2%)	109+2=111 (96%) (短缺 4%)	97.7 (85%) (短缺 15%)		定常 12 區支援 10.5。 乾旱時，3 區支援 1~2。
板新區	十二區處	板新	93	90.5 (97%) (短缺 3%)	88 (95%) (短缺 5%)	74 (80%) (短缺 20%)	59 (63%) (短缺 37%)	定常北水支援 38，定常支援給 2 區 11。 乾旱時，北水最大支援 44，支援給 2 區最大減至 5。
新苗區	三區處	新竹	46	42.5+2=44.5 (97%) (短缺 3%)	41.1+2=43.1 (93%) (短缺 7%)	29.8+2=31.8 (70%) (短缺 30%)		乾旱時，2 區支援 2
		竹南頭份	12	10+1.5=11.5 (96%) (短缺 4%)	9.67+1.5=11.17 (93%) (短缺 7%)	6.67 (分兩區)	短缺 50%以上	乾旱時，明德水庫支援 1.5
		苗栗	5.5	5.3 (96%) (短缺 4%)	5.03+0.2=5.23 (95%) (短缺 5%)	2.75 (分兩區)	短缺 30%以上	乾旱時，鯉魚潭系統支援 0.2
		竹東	3.3	3.15 (95%) (短缺 5%)	3.09 (94%) (短缺 6%)	2.1 (64%) (短缺 36%)		
		鯉魚潭	6	5.7 (95%) (短缺 5%)	5.63 (94%) (短缺 6%)	4.2 (70%) (短缺 30%)	3 (50%) (短缺 50%)	

資料來源：旱災災害防救業務與應變機制檢討之研究，經濟部水利署，民國 100 年。

二、農業救旱措施標準

由於各農田水利會之環境條件不盡相同，耐旱程度也有所差異，制定的救旱模式也不盡相同，以連續乾旱15日為例，各農田水利會以往缺水時期對策統計表如表9-2-2所示。

表 9-2-2　水利會缺水時期對策統計表（連續乾旱日數 15 天）

水利會	易發月份	供水率 80~70% (端缺 20~30%)	供水率 70~60% (端缺 30~40%)	供水率 60~50% (端缺 40~50%)
宜蘭	7-8	已:加強灌溉管理 未:釐定抗旱措施	-	-
北基	7-9	已:加強灌溉管理 未:減少渠道損失	-	-
桃園	6-9	加強灌溉管理	加強灌溉管理	加強灌溉管理
石門	10-11	加強灌溉管理	非常灌溉	已:非常灌溉並延長輪距 未:公告休耕轉作 1/4 面積
新竹	6-8	加強灌溉管理、 減少輸水損失	-	-
苗栗	5-6 10-11	實施調節減少供水	間歇灌溉	實施大區輪灌
台中	-	已:調節水量 未:機動調節水量	已:實施大區輪灌 未:動用私井抽水補救	已:動用私井、推動調節 未:勸導轉作
南投	2-3 9-10	加強管理調節	加強管理調節、 實施輪灌	實施輪灌
彰化	2-4	已:加強管理，實施大區輪灌 未:公告大區輪灌	分區分段輪灌配水、延長輪距或減少水深非常灌溉	已:停止灌溉抽取 未:建議轉作或休耕
雲林	2-4	抽地下水補給水源	已:開發水源抽取地下水、實施大區域分組輪灌 未:抽地下水補給水源	加強非常灌溉 延長灌溉期距
嘉南	8-10	已:尚可維持計畫 未:照原計畫錯開	已:實施間歇灌溉 未:間歇供水插秧	已:計畫分區灌溉 未:計畫分區插秧
高雄	2-4	已:減水深	已:機動調節	已:延長輪距
屏東	1-4	已:實施輪灌加強管理 增加灌溉井抽水機引灌	已:實施非常灌溉開鑿深淺井或開鑿新水源	已:鼓勵部分輪作或休耕
花蓮	3-5	已:執行輪灌措施、抽地下水灌溉 未:視情況變化	已:執行緊急措施、加抽地下水 未:勸導轉作	已:放棄部分灌區 未:休耕
台東	3-5	已:實施大區輪灌、抽地下水灌溉 未:視水源情況勸導轉作或插秧	已:實施分區輪灌、延長期距、抽地下水灌溉 未:勸導轉作	已:實施非常灌溉或休耕 未:休耕

資料來源：旱災災害防救業務與應變機制檢討之研究，經濟部水利署，民國 100 年。

9-3 緊急備援水井使用時機及操作原則

9-3-1 備援水井營運操作方式

新竹地區備援水井所在地與一般水井不同，皆位於河川高灘地，無法設置機房將機電設備等進行保護，因此受盜竊及洪災侵襲風險相當高，本計畫藉由長期維護管理紀錄，綜合歸納新竹地區備援水井維護管理可能有下列管理困難：

一、設備維安問題

備援水井位於頭前溪流域高灘地，其中部分位於頭前溪運動公園、柯子湖溪人工溼地公園、溪埔子人工濕地公園及竹東生態公園等民眾休閒運動設施範圍內，民眾出入難以進行控管，且備援水井分布頭前溪上下游，範圍分布廣闊難以管理，高灘地亦無法設置機房進行保護，機具設備易遭盜竊風險高。

二、設備維護問題

新竹地區地下水水質檢測普遍呈現鐵、錳較高之現象，而備援水井使用頻率低，設備長期置於靜置井水中易發生鏽蝕，嚴重者如頭前溪5號井，因揚水管長期置於井水中鏽蝕斷裂後，連同沉水式抽水馬達跌落井底，打撈無果情況下僅能以廢井方式處理。

三、設備遭受洪災風險問題

以臺灣平均颱風侵台次數3~4次而言，備援水井位於高灘地，其受災風險相當高，雖以治理規劃防洪標準評估，高灘地逾10年重現期距頻率洪水以上方有致災風險,若設備至於其中,將提升其損壞風險。

四、備援水井效能維護問題

備援水井應經常運轉及檢視井體狀況，掌握其水井出水效能，其中例行維護項目包含洗井、抽水試驗、井體攝影等，皆需相關機具進行試驗及評估，仍需由專業廠商進行辦理試驗維護，若無經常性維護，恐造成備援水井出水效能不佳，降低備援能力。

以往管理正因盜竊、洪災及機械鏽蝕損壞等因素，自民國99年後改由年度開口合約辦理維護，未設置相關機械設備於其中，降低設備維護成本。

由營運管理層面評估，備援水井使用頻率低，但年度維護仍需委外進行，以維持其備援性能，若交由維護廠商統一維護操作，並將機電設備統一保管，可降低受盜竊、洪災風險，後續維護管理建議維持目前委外管理。

表 9-3-1　營運管理方式比較表

項目	營運管理方式	
	自辦管理	委外管理(開口合約)
機電設備	1.本案工程購置	1.臨時電力設備由廠商自負 2.抽水設備由本案購置
操作	水公司自行操作	委外廠商辦理
保養	執行單位：另案發包維護標案辦理	執行單位：委外廠商
維護費用	年度編列預算	年度編列預算,水情良好未使用備援水井時，實際花費金額與自辦管理相同
可能遭遇營運管理問題	1.抽水機及輸水管遭盜竊風險極高 2.機電設備長期固定於井內,鏽蝕發生可能性高，機具損壞風險高。 3.受洪災泥水侵襲時,機具設備設置於井中，受洪災風險高	1.採臨時用電,若進行備援取水使用成本較高。
綜合評估	1.備援水井維護項目所需機具,機關並未購置,後續維護仍需發包維護標案。 2.人員出入難以管理,機具遭竊風險極高。 3.備援水井使用機率低,機具閒置高。 4.機具於現場受洪災及受損機率皆相當高。	1.水井保養及維護皆由承商辦理,較容易維持備援水井性能。 2.可有效降低機具整備時間。 3.抽水機統一管理，降低盜竊風險。
建議		建議採用

9-3-2　乾旱時期備援用水評估工作啟動機制規劃

參考經濟部水利署於民國103年6月研擬發布之「旱災災害防救業務計畫」之「強化緊急水源機制」項目之一，主要防止或延緩第三階段限水所採用機制，配合災害防救業務應於旱災達三級狀況時進行整備工作，若於第一階段限水時，得依據地下水管制辦法第11條預防天然災害(如旱災等)鑿井引水者，應於原有供水系統無法供水時，始得使用備用水源之規定,啟動備援用水取用工作,啟動機制如圖9-3-1所示。

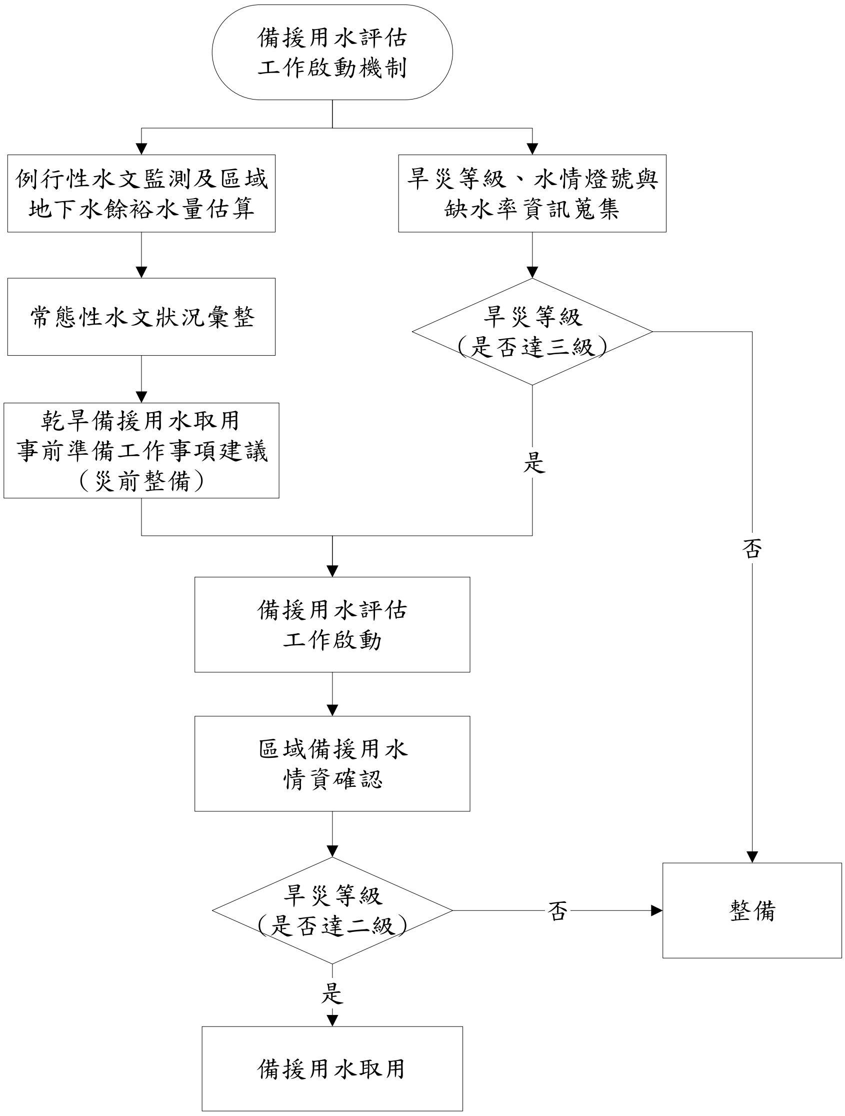


圖 9-3-1　乾旱時期備援用水評估工作啟動機制

9-3-3　備援水井操作原則

一、備援水井啟用原則(彙整如表7-3-2所示):

(一)為因應可能旱象，備援水井啟用機制及執行規定如下：

1. 自來水事業公告實施自來水第一階段限水後，水權人預估水源情形仍趨不樂觀，可能進入第二階段限水或旱災災害2級時，得具函向主管機關提出備援啟用申請，並副知水利署及北區水資源局。

2. 主管機關受理前款啟用申請後，應於七日內邀集水利署與北區水資源局及相關單位召開會議研商，並配合中央主管機關抗旱會議決定之。

3.水權人應紀錄備援水井啟用期間之各單井逐日抽水時間、抽水量（立方公尺），並每周彙報送主管機關備查。

4.備援水井啟用申請經核准後，如因水情改善或其他因素而未啟用時，應回復停用狀態，並將事實狀況函報主管機關備查，無須檢附用水紀錄。

(二)發生枯旱以外之災害或重大變故須啟用備援水井時，其機制及執行規定如下：

1.發生災害或重大變故致原供水水源無法正常供應，須啟用備援水井因應時，水權人得於通報主管機關後緊急啟用水井，並於開始引水後十五日內檢具相關原因證明文件送主管機關備查。

2.引水原因消滅無需繼續引水時，應回復停用及通報主管機關，並於停用後一個月內檢具用水紀錄表及水井封閉影像送主管機關備查。

3.啟用期間少於十五日者，水權人得免於開始引水後報備，但應於該事由消滅無需繼續引水之次日起十五日內檢具相關原因證明文件、用水紀錄表及水井封閉影像送主管機關備查。

表 9-3-2　備援水井啟用原則

啟用原因	二階限水	災害或重大變故
申請程序	1.函向主管機關提出備援啟用申請，並副知水利署及北區水資源局。 2.應於七日內邀集水利署與北區水資源局及相關單位召開會議研商，並配合中央主管機關抗旱會議決定之。	通報主管機關後緊急啟用水井，並於開始引水後十五日內檢具相關原因證明文件送主管機關備查。
啟用期間	紀錄備援水井啟用期間之各單井逐日抽水時間、抽水量（m^3），並每周彙報送主管機關備查。	—
回復停用	事實狀況函報主管機關備查，無須檢附用水紀錄。	通報主管機關，並於停用後一個月內檢具用水紀錄表及水井封閉影像送主管機關備查。
特殊事項	—	啟用期間少於十五日者，水權人得免於開始引水後報備，但應於該事由消滅無需繼續引水之次日起十五日內檢具相關原因證明文件、用水紀錄表及水井封閉影像送主管機關備查。

二、備援水井維護操作原則：

(一)維護及啟用計畫內容應包括：

1.備援水井位置圖及清冊，含井編號、井體規格、可抽水量及水權狀照號碼等。

2.備援水井裝置機械式累計型量水設備之日期、型式及前一年度十二月三十一日止之累計讀數。

3.備援水井平常時期維護作業，包括維持水井基本出水性能之運轉需求、抽水機與附屬設備性能維護保養、水質檢驗及其他必要事項。

4.備援水井啟用優序、條件及日最大抽水量，其單井之日最大抽水量以不超過水權狀之引用水量為限。

5.啟用期間之用水管制作為（含單井及總量管制作業）。

(二)主管機關受理維護及啟用計畫後，應於十五日內邀集水利署與北區水資源局及相關單位召開會議審查。但其計畫內容與上年度無重大變更時，主管機關得逕予核定，併覆知水利署及北區水資源局。

(三)備援水井於平常時期除必要之維護作業外，不得啟用。水權人應記錄各停用水井每次維護作業抽水時間、抽水量（立方公尺），併水質檢驗及其他必要維護事項報告，於每年一月十五日及七月十五日前送主管機關備查。

(四)主管機關應依下列規定進行備援水井維護、啟用或回復停用查核作業，並作成紀錄（如表9-3-3所示），查核時水權人應備當年度之維護及啟用計畫與最近一期維護作業報告：

1.平常時期：定期或不定期檢查停用水井之維護及抽水情形。

2.啟用期間：不定期檢查抽水情形。

3.回復停用：於水權人主動通報或函文限期水權人回復停用之次日起三日內，檢查水井停用情形。

表 9-3-3　備援水井維護、啟用或回復停用查核作業紀錄表

查核時間：民國　　年　　月　　日　　時　　分

水權人 (臨時使用權人)	姓名 (或機關團體法人名稱)	身分證或機關 商號統一編號	住(地)址	電話
				( )
代表人 (或代理人)				( )
狀照號碼	地號			
水井狀態	□平常時期(停用中) □啟用時期		□水井現況遠近照片共_____張	
前次啟用	民國_____年____月____日至_____年____月____日			
	啟用期間總抽水量：________________________m^3			
	啟用結束時之讀數：________________________m^3			
量水設備讀數	上一年底讀數：_______________m^3(_____年 12 月 31 日)			
	上次查核讀數：_______________m^3(上次查核日期：_____年____月____日)			
	上次啟用初始讀數：_______________m^3(啟用日期：_____年____月____日) (非啟用時期查核者免填)			
	目前讀數：_______________m^3			
查核結論	1.抽水量超逾水權狀登記水量：　□否，□是。 2.應回復停用而仍持續抽水使用：　□否，□是。 3.未依本作業原則規定規定而啟用水井：□否，□是。 其他：			
水權人意見				

	單位／職稱	會勘人員簽名
主管機關 查核人員		
水權代表人		

9-4　備援水井維護管理手冊

依據「防災及備援水井建置計畫」成果內容，本計畫之「防災緊急備援井網」工程由水利署及台灣自來水公司共同協調推動，水井(含機電設備)之調查、規劃、設計、施工由經濟部水利署(水利規劃試驗所及各水資源局)辦理，水井與既有供水系統銜接之新設原水導水管工程規劃、設計、施工由台灣自來水公司辦理；「常態備援水井建置」工程由台灣自來水公司辦理，整體計畫完成後將移交台灣自來水公司統籌營運維護管理。

由於本計畫建置之防災緊急備援水井主要操作期間於旱災災害發生時期才進行操作，為避免在長期不使用狀況下，而造成缺乏維護之井體損壞情況，但本備援系統包含備援水井及輸水管線部分，本階段報告茲就備援水井維護管理提出建議，以供相關執行單位執行參考，使其備援水井功能得持續發揮，並延長其使用年限。

備援水井維護作業項目應包括外部巡查、內功能檢及內部功能維護等，執行流程如圖9-4-1所示，維護方式與內容說明如下：

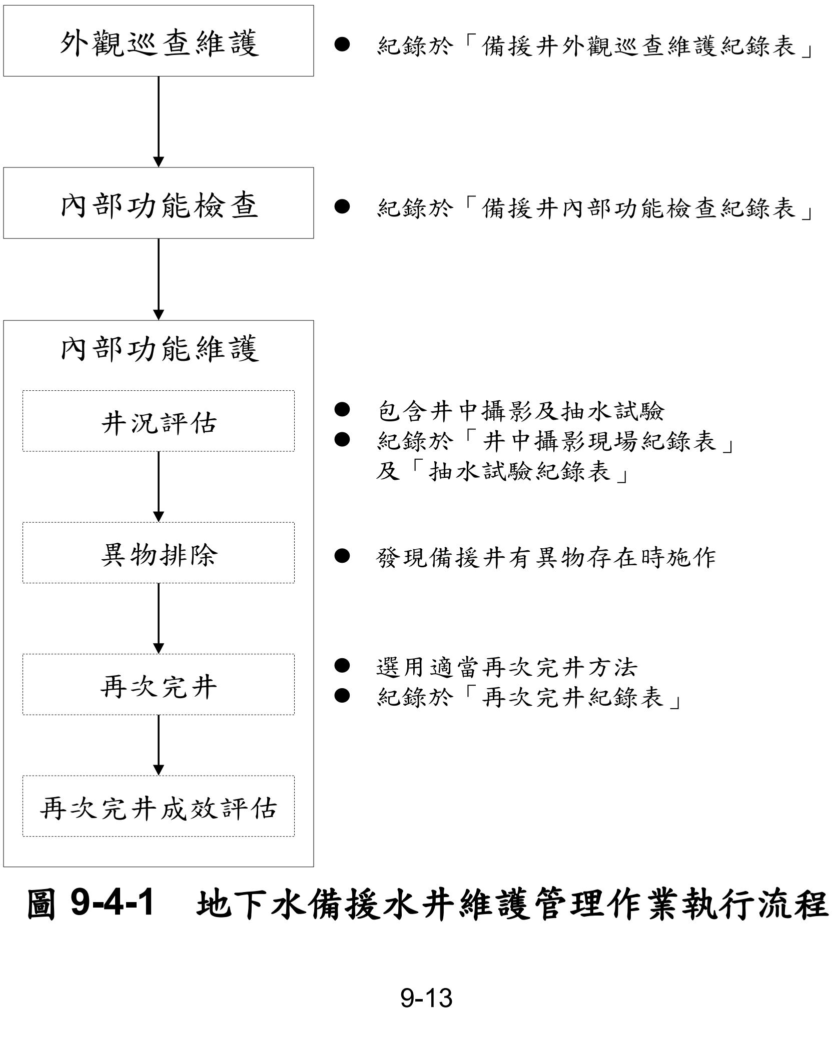


圖 9-4-1　地下水備援水井維護管理作業執行流程

9-4-1 外部巡查維護

外部巡查維護內容包括下列備援水井及外觀維護項目，並同時進行備援水井周遭環境之清理，維護項目及細項說明如表9-4-1所示，執行完畢應填寫「備援井外部巡查維護紀錄表」（如表9-4-2所示）。

一、標示牌

二、場站門鎖

三、格柵圍籬

四、管路

五、抽水機

六、備援井週遭環境

七、其他異常情形

表 9-4-1 備援井外部巡查維護工作項目及檢查細項說明

主要項目	檢查細項說明
1.標示牌	1.檢查是否遺失或損壞
2.場站門鎖	1.場站門鎖鑰匙潤滑 2.檢查是否短少或正常
3.格柵圍籬	1.檢查是否損壞或正常
4.管線	1.檢查是否破裂滲漏或正常 2.檢查管線是否鏽蝕或油漆剝落 3.檢查插梢有損壞或正常 4.檢查橡皮墊圈有無破損或正常
5.抽水機	1.測試馬達是否能正常運作 2.檢查馬達運作是否有異常雜音
6.流量計	1.流量計是否能正常運作 2.傳輸是否有問題
6.備援井週遭環境	1.是否環境髒亂 2.週遭 5 公尺內是否有任何施工現象
7.其他	1.描述其他異常情形

表 9-4-2　備援井外部巡查維護紀錄表

備援井名稱：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿井號：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

維護日期：　　年　　月　　日　　　　　　　　執行人員：

<table>
<tr><td colspan="2">維護項目</td><td>巡查項目</td><td>巡　查　結　果</td></tr>
<tr><td rowspan="8">井
體
外
觀</td><td rowspan="2">設備</td><td>1.抽水機</td><td>□正常
□異常：□無動作 □無出水 □異常雜音
□其他＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿</td></tr>
<tr><td>2.量水設備</td><td>□正常
□異常：□無動作 □異常
□其他＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿</td></tr>
<tr><td rowspan="3">場站</td><td>1.場內環境</td><td>□無異常
□積水 □植生覆蓋</td></tr>
<tr><td>2.管線</td><td>□完整
□異常：□漏水 □破損 □缺螺絲 □缺螺栓 □缺螺栓
□橡皮墊圈破損 □遺失 □鏽蝕 □鬆脫
□其他＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿</td></tr>
<tr><td>3.栓緊螺絲</td><td>□完整
□鏽蝕
□遺失〔不足(　　)個〕</td></tr>
<tr><td rowspan="3">外部</td><td>1.站場門鎖</td><td>□完整
□異常：□損壞 □無法打開或上鎖 □遺失 □鏽蝕
□無防護鎖</td></tr>
<tr><td>2.格柵圍牆</td><td>□完整
□異常：□缺角 □破損 □掩蓋 □脫漆 □無圍籬</td></tr>
<tr><td>3.標示牌</td><td>□完整
□異常：□損壞□資料錯誤 □遺失 □脫落 □無告示牌</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他重要事項</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

9-4-2 內部功能檢查

內部功能檢查內容包括下列項目，除備援井之井深及地下水位資料外，同時觀察汲出水顏色，檢查項目及細項說明如表9-4-3所示，執行完畢應填寫「備援井內部功能檢查紀錄表」（如表9-4-4所示）。

一、井深

二、地下水位

三、汲出水外觀觀察

四、維護試水

表 9-4-3 備援井內部功能檢查工作項目及檢查細項說明

主要項目	檢查細項說明
1.量測井深	1.井深 2.檢查井底是否淤積 3.檢查與標示牌資料是否符合
2.量測水位	1.水位(距井口距離) 2.檢查與標示牌資料是否符合 3.是否有枯水等異常狀況
3.汲出水外觀觀察	1.檢視汲出水顏色 2.異樣氣味 3.泥沙雜質
4.維護試水	1.維持備援水井正常出水 2.檢查備援水井是否出水量可維持設計出水量

表 9-4-4　備援井內部功能檢查紀錄表

備援井名稱：________________________________井號：__________________

維護日期：　　年　　月　　日　　　　　　　　　　　　　執行人員：

<table>
<tr><th>檢查項目</th><th colspan="3">檢　查　結　果</th></tr>
<tr><td>1.量測水位</td><td colspan="3">1.資料卡紀錄水位/時間：井口下____公尺/____年__月__日
2.上次巡查實測水位/月份：井口下____公尺/____年__月__日
3.本日實測水位/月份：井口下____公尺/____年__月__日</td></tr>
<tr><td>2.量測井深</td><td colspan="3">1.資料卡紀錄井深：井口下____公尺
2.上次巡查實測井深：井口下____公尺
3.本日實測井深：井口下____公尺
4.本日實測井深與上次巡查實測井深差值：井口下____公尺</td></tr>
<tr><td>3.汲出水色觀察</td><td colspan="3">□正常
□異常(□黑色□紅色□黃色□其他________)
□異味(描述：____________________________)</td></tr>
<tr><td>4.維護試水</td><td colspan="3">1.資料卡紀錄水位/時間：井口下____公尺/____年__月__日
2.上次抽水後實測水井總洩降/月份：洩降____公尺/____年__月__日
3.本日抽水後實測水井總洩降/月份：洩降____公尺/____年__月__日
4.本日實測抽水洩降與上次巡查實測洩降差值：____公尺</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4.異常情形照片</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>異常情形說明：</td><td>異常情形說明：</td><td>異常情形說明：</td></tr>
<tr><td colspan="4">其他事項說明：(※描述其他異常情形)</td></tr>
</table>

9-4-3　內部功能維護說明

內部功能維護主要項目包括井況評估、再次完井及成效評估，其流程為先以井中攝影及抽水試驗進行井況評估，並依上述評估結果進行再次完井作業，並於再次完井後進行井況評估，以驗證再次完井之成效。完井標準為濁度5NTU以下，若不能達到上述標準時，得以再次完井最後階段之濁度變化在±10%以內，並應於再次完井紀錄表說明，內部功能維護流程如圖9-4-2所示。

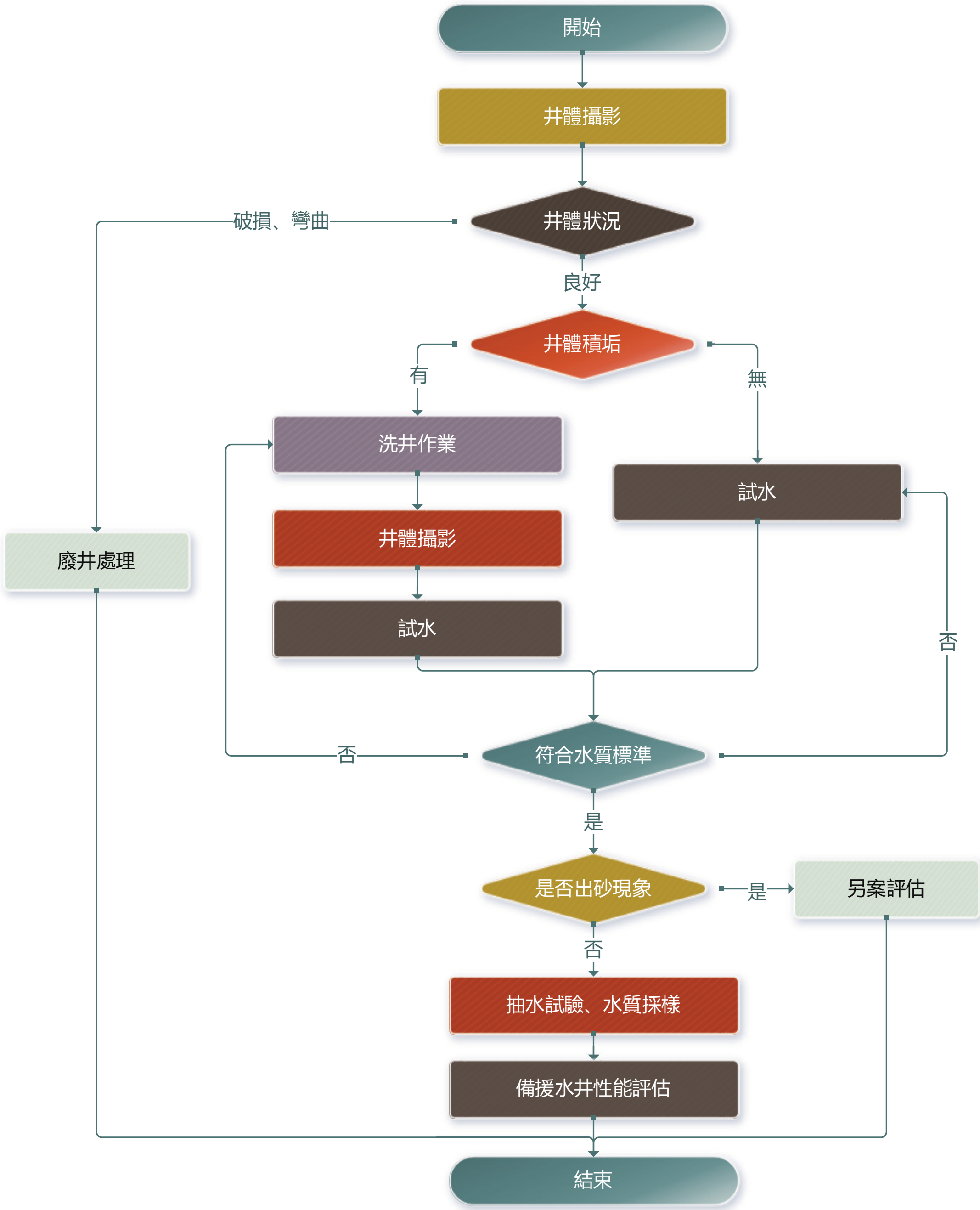


圖 9-4-2　內部功能維護流程圖

此外，於井中攝影進行井況評估時，若發現備援水井中有異物存在情形，需優先進行異物排除作業，以維持備援水井正常功能。茲就內部功能維護說明如下：

一、井況評估

(一)井中攝影

依井中攝影所觀察之影像，核對備援水井之基本資料如井深、井篩區間等，並可觀察井中異常情形如出砂、積垢及異物存在等問題，以作為判斷積垢成因及影響之參考依據。茲就儀器設備及執行程序說明如下。

1.儀器設備

(1)攝影機：具備照明燈與攝影鏡頭。

(2)錄影系統組：包括攝影機、訊號連接線及具儲存錄影畫面之設備。

(3)電源控制組：包括錄影機、監視器及攝影燈頭之電源控制組。

(4)攝影機電纜線：連接攝影機的電纜線。

(5)其它：野外電源、滑輪、支架、工具箱、文件等。

2.執行程序

(1)移除備援水井上方抽水機管路，量測地下水位以瞭解井內水量，同時清除水面懸浮物，以免影響井中攝影機鏡頭清晰度。

(2)將井中攝影設備運至待測地下水備援水井附近，設備放置處應注意勿妨礙交通。

(3)架設三腳架與捲揚器、滑輪與支架等相關設備後，將所有電源開關開啟並接妥相關接頭。

(4)連接電纜線與攝影系統裝置後，放出纜線直至鏡頭抵達備援水井井口高度，調整高度至顯示螢幕垂直深度為零並以此點為基準零點。

(5)開始錄影後放出電纜線，將鏡頭緩緩垂入備援水井內，開始進行井中攝影，將攝影機徐徐放入井體中。檢視水位、井管接頭、井管是否垂直或破損、井篩之篩孔是否清晰可見或是積垢淤塞、井

壁是否乾淨或積垢、水質的透視度、井底深度，並紀錄於「井中攝影紀錄表」（如表9-4-5所示）。

(6)攝影完畢，進行井中攝影設備及水位計除污作業。

(二)洗井作業

由井體攝影成果可研判是否需進行洗井作業，若備援水井有正井膚（positive skin effect）或井篩堵塞情形則須採用洗井方式進行維護，以維持其出水能力。茲就洗井作業施作步驟、選用準則及方式說明如下：

洗井方式建議採用鋼絲刷洗法洗滌井體附著物，再配合震盪法進行井體清洗，若水中持續夾帶泥沙，將採用壓縮空氣法清洗。有關洗井作業方法及注意事項如下逐條所述。

1.以鋼絲刷垂直至濾水管部位作上下抽刷運動，可直接剃刷卡阻物質，計畫洗井皆為鋼管，可採用此法進行清洗。

2.以栓塞震盪器在井管各層濾水管之上方，逐層上下迅速升降。

3.震盪操作須連續反覆進行，至無泥砂進入井內為止。

4.安裝抽水機，將其吸水管深入至井體濾水管中段。

5.先以低量抽汲，並以低水量高水量交互抽汲重複多次。

6.以空氣壓縮機之空氣管通入空氣，帶動濾料圈及供水層中細粒材料，並以排水管排出，至井水不含泥沙為止。

7.洗井完成評估原則

參考經濟部水利署水利規劃試驗所之「地下水水井鑿井技術參考手冊」建議，水井出水含砂量若高於15mg/L(ppm)，可能發生地下掏空坍塌之危險，則不建議使用該井，而15mg/L(ppm)之原水是用於農業用水，評估標準以泥沙含砂量需小於或等於5mg/L(ppm)，或抽水濁度小於5NTU，始可進行抽水試驗。若濁度出水持續超過15mg/L(ppm)排除儀器誤差及其他因素干擾，則建議此井不建議繼續使用。

8.洗井後再次辦理井體攝影確認井體狀況，若尚未清洗乾淨仍需進行上述步驟。

表 9-4-5　井中攝影現場紀錄表

攝影日期：____年____月____日　　　　　　執行人員：

<table>
<tr><td rowspan="3">基本資料</td><td>井名</td><td></td><td>井號</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>井徑</td><td></td><td>材質</td><td></td><td>型式</td><td></td></tr>
<tr><td>井深</td><td></td><td>井篩長度</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">井體攝影記錄</td><td colspan="2">井體影像資料</td></tr>
<tr><td>井深(公尺)</td><td></td><td>井篩長度(公尺)</td><td></td><td rowspan="3">說明:</td><td rowspan="3">說明:</td></tr>
<tr><td>深度(公尺)</td><td colspan="2">狀況</td><td>代碼</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td rowspan="4">說明:</td><td rowspan="4">說明:</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">註 1：種類－A:物理性黏粒 B:化學性顆粒
C:細菌性黏液
顏色－A:白色或透明 B:灰色
C:紅色或紅棕色 D:黑色
註 2：代碼填寫說明：觀察懸浮物或井壁之影像特徵，描述外觀或以代碼表示，如”B3”表示紅色化學性顆粒;”-”則表示井管內乾淨或其他說明</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="5">水位：井口下_____(公尺)；井深：井口下_____(公尺)</td></tr>
<tr><td>綜合研判</td><td colspan="2"></td><td>後續建議</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

(三)試水

試水階段主要為確認備援水井出水狀況及水質狀況是否符合可引用標準，施作時機為井體攝影後確認井體無受損及井壁清潔後辦理，其作業內容及步驟如下：

1.試驗開始前，記錄備援水井及觀測井之靜水位起始值，頭前溪舊井無設置觀測井，可免紀錄觀測井之初始水位。

2.試水抽水量採該井完工後安全出水量。

3.抽水試驗試驗時間採分級抽水(共5級，每級抽水時間1小時)及連續定量抽水(抽水時間為8小時)。

4.抽水期間每小時應確認抽水濁度應低於抽水濁度小於5NTU，若不能達到上述標準時，最後三筆量測值之濁度變化在±10%以內。

5.若濁度出水持續超過15mg/L(ppm)排除儀器誤差及其他因素干擾後，則建議此井不建議繼續使用。

6.試水期間需進行水井水質採樣及試驗，水質採樣方法參考環保署「監測井地下水採樣方法」(NIEA W103.54B)辦法，其流程如圖9-4-3所示，相關採樣方式如後續所述。

(1)使用設備及材料

A.攜帶式pH計、攜帶式導電度計、攜帶式溶氧計、攜帶式氧化還原電位計及樣品容器。

B.樣品容器依據水質檢測方法總則－保存篇NIEA W102之規定，使用適當之容器。

(2)試劑

水質試驗所需試劑水、保存劑、pH計標準緩衝溶液、導電度計標準溶液及氧化還原電位計標準溶液等，將參照環保署公告方法NIEA W102規定，依據檢測目的及需求辦理。

(3)採樣與保存

A.採樣人員必須對所欲採取樣品之環境背景資料有所了解，以決定所需的安全裝備，必要時應穿著防護衣及安全帽。

B.採樣設備應避免接觸任何污染源，因此，應於監測井旁備一乾淨的塑膠布以放置採樣設備。

C.試驗前應填寫「地下水監測井背景調查表」及「監測井地下水採樣紀錄表」，可參考環保署公告方法NIEA W103.54B規定製作。

(4)採樣

A.採樣應在洗井後兩小時內進行為宜，若監測井位於低滲透性地層，洗井後，待新鮮水回補，應儘快於井底採樣，較具代表性。

B.檢測項目中有揮發性有機物者，洗井設備與採樣設備應相同。以抽水泵採樣其速率應控制在0.1L/min以下，並確認管線中無氣泡存在以避免揮發性有機物逸散。

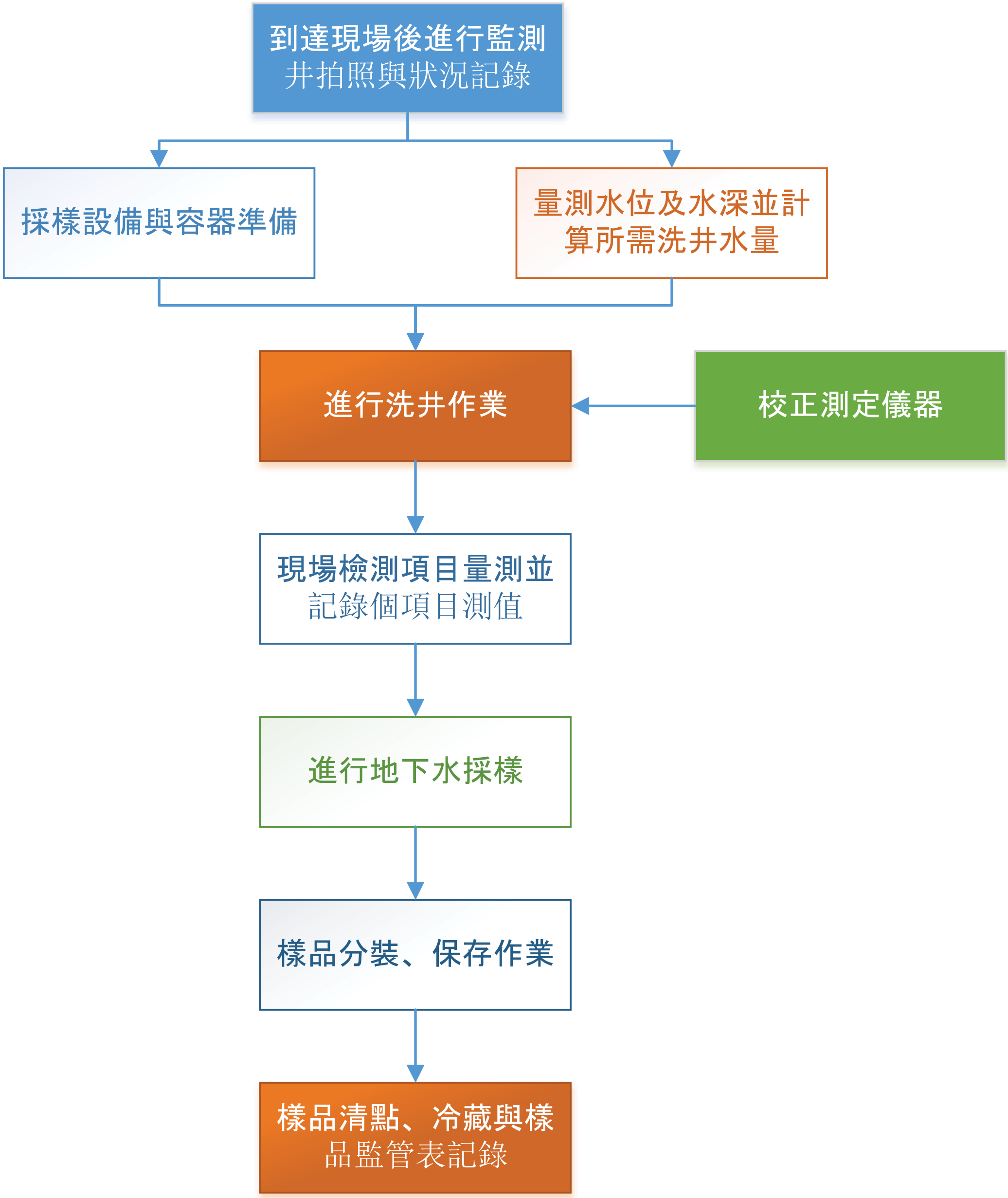
C.如以原來洗井之抽水泵採樣，則俟洗井完成或水質參數穩定後，在不對井內作任何擾動或改變位置的情形下，維持原來洗井之低流速，直接以樣品瓶接取水樣。

D.開始採樣時，記錄採樣開始時間。並以清洗過之抽水泵或貝勒管及其採樣管線，取足量體積的水樣，裝於樣品瓶內。並填好樣品標籤，貼在樣品瓶上。

(5)樣品保存

A.地下水樣品若有懸浮固體，應視待檢測項目之方法規定，決定是否進行現場過濾(請參照 NIEA W210)。

B.水樣保存方法，請參照環保署公告方法 NIEA W102之規定。



資料來源：環保署「監測地下水採樣方法」(NIEA W103.54B)

圖 9-4-3　地下水採樣作業流程圖

(四)抽水試驗

水井出水量為申請水權所需資料，經由抽水試驗的結果可再次確認水井性能，便於備援整備期間提供相關資料至水利署備查；有關備援水井抽水試驗目的主要在於複核水井出水能力，試驗項目建議辦理定量抽水試驗，其作業內容如下所述：

1.試驗施做前應確認水位恢復至背景值，再進行定量試水。

2.抽水量應設定以備援水井設計安全出水量，連續定量抽水72小時，期間應觀測水位及水溫，抽水記錄時間由抽水機啟動後起計時

第1、2、3、4、5、6、8、10、15、20、30、40、50、60、80、100、120、150、180、300、480分鐘，測計對應水位。

(3)定量試水停抽後應辦理回升試驗，觀測水位恢復之變化，觀測時間為2小時，方完成全部定量抽水工作。

(4)將試驗結果整理製作為地下水位、水溫、抽水量表，以對數時間(分鐘)為橫軸，水位洩降(公尺)為縱軸，繪製定量抽水歷線。

(5)依據上述成果據以分析地下水層導水係數T（m^2/day）。

(6)試驗過程，每1至2小時應校驗抽水量，抽水量應須維持於±5%誤差範圍內。

3.抽水試驗記錄表

現場工程師辦理抽水試驗時，應依規定之間隔時間紀錄水位及溫度變化、以及流量，並覈實填入下表9-4-6。

表 9-4-6　抽水試驗記錄表

____________________抽水試驗紀錄

抽水泵安裝深度__________M　水位計安裝深度__________M

試驗種類：□定量試水 □分級試水 記錄人員：__________ 施作日期：__________

間隔 t	紀錄時間	水表讀數	水位讀數	溫度(˚C)	出水量(T)	洩降量(M)	附註
0							
2							
4							
6							
8							
10							
15							
20							
30							
40							
50							
60							
70							
80							
90							
100							
110							
120							
130							
140							
150							
160							
170							
180							
190							
200							
210							
220							
230							
240							
250							
260							
270							
280							
310							

註：僅節錄部分表單格式

(五)備援水井異常情形及處理方式

經由井中攝影及抽水試驗進行井況評估時，可針對井篩積垢、井底淤積、井管偏斜、井管及井篩破裂情形加以確認。所需評估確認重點如下，茲彙整一般常見之備援水井內異常情形及處理方式如表9-4-7所示：

1.井管、井篩積垢及腐蝕現象。

2.井壁有無破裂。

3.井管變形歪斜。

4.井底泥沙淤塞導致井深減少。

5.有無井體漏水穿孔現象，導致淺層污染水滲入。

二、異物排除作業

(一)儀器設備

1.空氣壓縮機：提供噴氣時之空氣來源。

2.排水管：PVC材質，直徑1吋或2吋，導引井水排出井外。

3.空氣管：PP或PVC材質，直徑4/8吋，連接空氣壓縮機，將空氣導入井內。

4.強力磁鐵：吸取鐵製異物。

5.其他：野外電力、夾取工具、貝勒管等。

(二)執行程序

首先移除備援水井上方抽水機管路，利用水位計及井中攝影設備確認異物深度及種類，續依異物種類選擇排除方法。

1.磁性物質，如鐵製品、剪刀、鐵罐等，可用強力磁鐵將其取出。

2.輕質類物質，如樹木種子或細砂等，可利用噴氣方式將之沖出。

3.重質類物質如石頭、樹枝、竹竿、貝勒管及寶特瓶等，可利用適當工具進行夾取，以清除井內異物。

(三)異物清除完畢後，以水位計量測井深以確認異物是否清除完畢。

(四)再以井中攝影設備確認井況，再次確認異物是否清除完畢，後續

進行再次完井動作。

三、抽水期間水位異常洩降

定量試水期間水位洩降出現異常下降，排除儀器誤差影響因素後，若持續洩降變化大現象，顯示可能井體出水能力下降，建議另案辦理備援水井出水量評估檢討案，重新訂定備援水井安全出水量。

表 9-4-7 備援水井內異常情形及建議處理方式

常見異常情形	研判評估方式	建議處理方式
好氧性積垢	1.初步可由採樣或洗井時之抽出水顏色偏紅研判。 2.以井中攝影觀察井篩是否呈紅色積垢確認。	1.進行再次完井。 2.定期以井中攝影檢視。
厭氧性積垢	1.初步可由洗井或採樣之抽出水顏色偏黑褐色研判。 2.以井中攝影觀察井篩呈黑色積垢確認。 3.水質檢驗結果硫化氫、氨氮、總有機碳偏高或溶氧偏低研判。	1.進行再次完井。 2.定期以井中攝影檢視。
井底淤積	1.初步可由洗井或採樣抽水時之大量出砂現象研判。 2.由井中攝影確認。	1.進行再次完井。 2.定期以井中攝影檢視。
井管歪斜	1.初步可由相關採樣設備(如水位計、貝勒管)不易垂入井內之現象研判。 2.由井中攝影確認。	1.偏斜程度嚴重，無法進行採樣作業者建議進行廢井。
井管及 井篩破裂	1.初步可由洗井或採樣抽水時之大量出砂現象研判。 2.監測井有枯水或乾井等現象研判。 3.以井中攝影確認。	1.輕微者以井中攝影確定井管及井篩破裂大小及位置，以套筒填補修護。 2.井管及井篩破裂嚴重者，則建議廢井。
抽水期間 水位異常 洩降	1.初步水位變化研判是否為偶發性。 2.以井內攝影結果確認是否有未排除堵塞狀況。 3.出水濁度是否驟然上升。	1.排除觀測儀器故障。 2.若持續發生水位急遽洩降，建議重新評估備援水井安全出水量。

9-4-4 維護頻率

備援水井維護管理作業項目建議執行頻率如下:

一、外觀巡查維護

執行頻率為每季施作一次。

二、內部功能檢查

每季應進行1次內部功能檢查。

三、內部功能維護

每1年應進行1次內部功能檢查。

四、其他檢查

除進行固定頻率之一般例行性維護保養外，若發生突發性之災害或故障，則進行不定期維護與檢修，以確保水井功能完好，俾利延長其使用年限發揮最大效用。

9-4-5 維護經費

備援水井單口維護成本概估如表9-4-8，維護經費由台灣自來水公司定期自行編列經費辦理，依水資源審議委員會第78次委員會議審議結論，增加成本納入自來水價調整因子檢討。

表 9-4-8 備援水井單口維護成本概估表

工作	經費(每口)	頻率	內容
維護試水	10 萬元/次	1 次/季	維持水井運作,進行 30 分鐘設計出水量抽水。
洗井維護	4 萬元/次	1 次/年	依據井體攝影結果研判進行洗井維護。
地下水質檢測	2 萬元/次	1 次/年	依照「飲用水水源水質標準」所列項目辦理
井體攝影	2 萬元/次	1 次/1 年	確認井管內部偏斜、扭曲、積垢及銹蝕等狀況
抽水試驗	20 萬元/次	1 次/1 年	確認井體抽水 K 值，是否有異常變化
每口井平均	每年 38 萬元		

第十章　再生能源或綠能內涵之設計規劃

10-1　概述

為了達成國家減碳目標，近幾年來政府積極從政策面將「綠色內涵」納入各項施政內容中。行政院於民國98年核定的「振興經濟擴大公共建設投資計畫」即指出各項公共建設之設計應採用符合環保、節能減碳概念之綠色工法、綠色材料、綠色設計，並融入節能減碳觀念及再生能源之設置。其中之「綠色內涵」為節能減碳的重要策略，由綠色環境、綠色能源、綠色材料、綠色工法等四個向度所構成，分別概述如下 (工程會，民國100年)。

一、綠色環境

營造綠色環境為永續公共工程之首要工作。在最初之工程設計及施作過程中，藉由過去推動生態工程之「迴避、減輕、補償」等原則，避免對原有生態環境造成過大的干擾與破壞，創造一個與自然生態共存的工程環境，此為近年來發展永續公共工程之重要概念與目標。

二、綠色工法

綠色內涵的第二個概念為廣採綠色工法。綠色工法意指以一種對環境較友善之作法，即在工程施作過程中，採取對自然環境產生所破壞(如過程中所產生之廢棄物或污染等)較低之施工方法，且須因地制宜，依工程營建規模及環境特性選擇適當之工法。

三、綠色材料

綠色內涵之第三個重點則為選用綠色材料，根據1992年國際學術界定義：「在原料採取、產品製造、應用過程和使用以後的再生利用循環中，對地球環境負荷最小、對人類身體健康無害的材料稱『綠建材』」。意指材料的選用在考量需求性及最佳化配置之前提下，優先採用再生材料、低污染、省資源、再生利用、可回收、綠建材等綠色環保產品、設備。使用再生材料的目的在於倡導減少素材開採達到資源循環再利用，並要求國內業者妥善處理工程產生的廢棄物，進而鼓勵業者創新研發新技術，同時藉由標章認證確保建材之安全無害性。

四、綠色能源

綠色能源也稱清潔能源，可分為狹義和廣義兩種概念。狹義的綠色能源專指消耗之後可以復原或補充，很少產生污染的可再生能源，例如：水、生物、太陽能、風能、地熱能和海洋能。廣義的綠色能源則涵蓋能源生產及消費過程中對生態環境低污染甚至無污染的能源，如天然氣、清潔煤等。公共工程應該在充分考量工程環境地點、結構型式等因素下，優先評估使用再生能源系統及節約能源設備。

10-2　規劃設計階段綠色內涵考量

目前政府積極推動公共工程全生命週期概念，依據國際標準組織（ISO）品質管理架構，與國內外相關全生命週期之品質管理之相關規定及實務資訊，訂定公共工程規劃、設計需依照之標準作業程序，規劃、設計手冊，擬定相關從業人員之基本資格，建置品質管理制度及辦理推廣說明會等，以提昇國內公共工程規劃、設計之品質。在規劃設計階段有以下之作法以符合綠色內涵(工程會，民國100年)：

一、應用高效能、自然或再生營建材料

設計時採用高強度、高性能混凝土或鋼筋、預鑄構件、五螺箍等其他高效能材料或作法，提高材料效率，減少結構尺寸，以降低水泥、鋼材等營建材料使用量，或是在兼顧安全下使用石頭、木材等自然材料、再生混凝土與其他材料，或以工業副產品取代水泥與砂石，都能有效減少二氧化碳之排放量。如以爐石、飛灰等替代性材料取代混凝土為例，依據經濟部能源委員會「能源查核管理輔導計畫」，生產1公噸水泥排放0.9公噸的二氧化碳；相對的，爐石、飛灰等替代性材料每生產1公噸僅排放68.3公斤(研磨之耗能)與0公斤(飛灰無須研磨)二氧化碳。以2007年為例，台灣使用560萬噸爐石與200萬噸飛灰代替水泥，並產製優質的耐久混凝土，有效減少二氧化碳排放量達576萬噸。

二、因地制宜、就地取材

即便是綠色材料，亦應因地制宜，最好是當地的材料。相對的，運輸耗能成本、使用年限、養護難易等都應一併納入分析。此外，公共工程的節能減碳表面上可能必須投入較高的成本在能源或材料上，但考量國際碳稅的實施趨勢，儘早熟悉與推廣節能減碳技術及材

料，除可加強產業界的國際競爭力，也可避免國際碳稅實施後的貿易制裁或抵制。

三、妥善進行環境設計

除了健全藍色與綠色網絡的健全外，植栽的使用更具有積極的固碳效果。相關研究指出，闊葉大喬木每平方公尺1年能減少900公斤的二氧化碳，每半世紀就能吸收45,000公斤的二氧化碳；綠牆及綠圍籬每年每平方公尺(m^2)亦可降低100公斤的二氧化碳排放量。若參考「綠建築」指標中的「綠化指標」包含：生態綠化、牆面綠化、牆面綠化澆灌、人工地盤綠化技術、綠化防排水技術和綠化防風技術等，公共工程的規劃設計應加強對動植物棲地的維護，並進行優質基地環境設計，以「迴避、減輕、補償」等原則減少對原有生態環境的衝擊，必要時採用原生物種進行的植生綠化，將能有效降低二氧化碳的排放。

四、機電設備節能與效率提昇

公共設施的正常營運依賴龐大機電設備的順利運作。以公有建築物為例，至少必須具備電力系統、空調系統、照明系統等以發揮服務功能。故若能在規劃設計階段即選擇高效率之機電設備，並針對性能需求規劃適當的規模與數量，將能在營運階段節省能源支出。惟即便是LED的省電燈具、變頻式的空調系統、風力發電、太陽能光電版等環保設備，亦應因地制宜，以發揮最大效益為目標。

10-3 本計畫之綠能內涵規劃設計

本計畫於工程之規劃設計中，對於選用材料工法中具有綠色內涵之項目包括：

一、材料及綠建築設計

本計畫混凝土構造如地坪等，可加入爐石、飛灰等替代性材料，備援水井周邊之圍籬可視現地加入綠牆、綠圍籬之設計。

二、機電設備節能

本計畫抽水設備應選用高效率之機型，降低能源成本，另可考量智慧水管理監控，維持機具效能，發現機具效能降低可進行歲修及維護，降低能源成本並延長施用年限。

第十一章　工程經費及施工進度

11-1　工程經費估算

程經費係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－水庫工程篇進行編列，其中物價係依民國107年6月之物價為基準。而總工程費用雜項工程、勞工安全衛生費、環境保護措施費、品質管制作業費、廠商管理什費、工程保險費、工程管理費及營業稅等依據「水利工程工資工率分析手冊」編列，而營建工程空氣污染防制費依據「營建工程空氣污染防治設施管理辦法」編列。

本計畫工程項目分別為頭前溪既有備援水井改善、頭前溪左右岸備援水井新建及頭前溪備援水井增量新建，其中頭前溪既有備援水井改善主體工程費為9,066,000元，總工程經費為13,782,302元，經費分析表如表11-1-1~表11-1-2所示；頭前溪下游備援水井新建主體工程費為55,889,500元，總工程經費為79,121,703元，經費分析表如表11-1-3~表11-1-4所示；頭前溪備援水井增量新建主體工程費為12,194,000元，總工程費為18,146,253元，經費分析表如表11-1-5~表11-1-6所示。

表 11-1-1　頭前溪既有備援水井改善工程總工程費用估算表

項次	項目及說明	單位	數量	單價	複價	備註
壹	發包工程費					
一	主體工程			9,066,000	9,066,000	
二	雜項工程	式	1	1,360,000	1,360,000	
三	環境保護措施費	式	1	272,000	272,000	
四	職業安全衛生費	式	1	272,000	272,000	
五	品質管制作業費	式	1	283,000	283,000	
六	廠商管理什費	式	1	1,437,000	1,437,000	
七	工程保險費	式	1	109,000	109,000	
八	營業稅	式	1	635,000	635,000	
	合計				13,434,000	
貳	工程管理費	式	1	308,000	308,000	
參	營建工程空氣污染防制費	式	1	40,302	40,302	
	總價(總計)				13,782,302	

表 11-1-2　頭前溪既有備援水井改善工程詳細價目表

工程名稱	頭前溪備援水井改善工程			會計科目		
施工地點	新竹縣、市地區			工程編號		
項 次	項　目　及　說　明	單 位	數 量	單 價	複 價	編碼(備註)
壹	發包工程費					
壹.一	主體工程					
壹.一.1	試車費	口	6	250,000	1,500,000	
壹.一.2	機械搬運架設費	口	6	25,000	150,000	
壹.一.3	井蓋 16"	口	6	8,000	48,000	
壹.一.4	1.5"PVC 量水管	m	480	50	24,000	
壹.一.5	圍籬、地坪	口	6	250,000	1,500,000	
壹.一.6	3D 動畫	式	1	150,000	150,000	
壹.一.7	沉水式抽水機 20HP	口	3	480,000	1,440,000	
壹.一.8	沉水式抽水機 30HP	口	2	600,000	1,200,000	
壹.一.9	沉水式抽水機 40HP	口	1	750,000	750,000	
壹.一.10	流量計	口	6	200,000	1,200,000	
壹.一.11	水位計	口	6	85,000	510,000	
壹.一.12	6"揚水管	M	126	2,000	252,000	
壹.一.13	100mm 排氣閥(含十字管)	座	6	35,000	210,000	
壹.一.14	水質檢測	口	6	22,000	132,000	
	主體工程計				9,066,000	
壹.二	雜項工程	式	1	1,360,000	1,360,000	
壹.三	環境保護措施費	式	1	272,000	272,000	
壹.四	職業安全衛生費	式	1	272,000	272,000	
壹.五	品質管制作業費	式	1	283,000	283,000	
壹.六	廠商管理什費	式	1	1,437,000	1,437,000	
壹.七	工程保險費	式	1	109,000	109,000	
壹.八	營業稅	式	1	635,000	635,000	
貳	工程管理費	式	1	308,000	308,000	
參	營建工程空氣污染防制費	式	1	40,302	40,302	
	總價				**13,782,302**	

表 11-1-3　頭前溪下游備援水井新建工程總工程費用估算表

項 次	項 目 及 說 明	單 位	數 量	單 價	複 價	備註
壹	發包工程費					
一	主體工程			55,889,500	55,889,500	
二	雜項工程	式	1	8,383,000	8,383,000	
三	環境保護措施費	式	1	1,677,000	1,677,000	
四	職業安全衛生費	式	1	1,677,000	1,677,000	
五	品質管制作業費	式	1	606,000	606,000	
六	廠商管理什費	式	1	5,475,000	5,475,000	
七	工程保險費	式	1	675,000	675,000	
八	營業稅	式	1	3,685,000	3,685,000	
	合計				78,067,500	
貳	工程管理費	式	1	820,000	820,000	
參	營建工程空氣污染防制費	式	1	234,203	234,203	
	總價(總計)				79,121,703	

表 11-1-4　頭前溪下游備援水井新建工程詳細價目表(1/2)

工程名稱	頭前溪下游備援水井新建工程			會計科目		
施工地點	新竹縣、市地區			工程編號		
項 次	項 目 及 說 明	單 位	數 量	單 價	複 價	編碼 (備註)
壹	發包工程費					
壹.一	主體工程					
壹.一.1	24"井孔鑽鑿進尺費	m	1,375	8,000	11,000,000	
壹.一.2	24"套管	m	132	8,000	1,056,000	
壹.一.3	井管	m	427	6,000	2,562,000	
壹.一.4	鋼骨繞線式	m	453	25,000	11,325,000	
壹.一.5	接頭(16")	個	906	2,500	2,265,000	
壹.一.6	濾石填充	m^3	616	1,500	924,000	
壹.一.7	施工用黏土	口	11	20,000	220,000	
壹.一.8	中央控制環	口	11	5,000	55,000	

表 11-1-4　頭前溪下游備援水井新建工程詳細價目表(2/2)

工程名稱	頭前溪下游備援水井新建工程			會計科目		
施工地點	新竹縣、市地區			工程編號		
項　次	項　目　及　說　明	單位	數 量	單 價	複 價	編碼(備註)
壹.一.9	洗井試水費	口	11	450,000	4,950,000	
壹.一.10	機械搬運架設費	口	11	25,000	275,000	
壹.一.11	套管、井管、濾管安裝費	口	11	25,000	275,000	
壹.一.12	焊接費	口	11	250,000	2,750,000	
壹.一.13	16"井蓋	口	11	8,000	88,000	
壹.一.14	施工後場地整平	口	11	15,000	165,000	
壹.一.15	電井測	m	1,375	2,500	3,437,500	
壹.一.16	泥漿處理費	口	11	50,000	550,000	
壹.一.17	1.5"PVC 量水管	m	880	50	44,000	
壹.一.18	圍籬、地坪	口	11	250,000	2,750,000	
壹.一.19	3D 動畫	式	1	150,000	150,000	
壹.一.20	沉水式抽水機 20HP	口	2	480,000	960,000	
壹.一.21	沉水式抽水機 30HP	口	7	600,000	4,200,000	
壹.一.22	沉水式抽水機 40HP	口	2	750,000	1,500,000	
壹.一.23	流量計	口	11	200,000	2,200,000	
壹.一.24	水位計	口	11	85,000	935,000	
壹.一.25	6"揚水管	m	313	2,000	626,000	
壹.一.26	100mm 排氣閥(含十字管)	座	11	35,000	385,000	
壹.一.27	水質檢測	口	11	22,000	242,000	
	主體工程計				55,889,500	
壹.二	雜項工程	式	1	8,383,000	8,383,000	
壹.三	環境保護措施費	式	1	1,677,000	1,677,000	
壹.四	職業安全衛生費	式	1	1,677,000	1,677,000	
壹.五	品質管制作業費	式	1	606,000	606,000	
壹.六	廠商管理什費	式	1	5,475,000	5,475,000	
壹.七	工程保險費	式	1	675,000	675,000	
壹.八	營業稅	式	1	3,685,000	3,685,000	
貳	工程管理費	式	1	820,000	820,000	
參	營建工程空氣污染防制費	式	1	234,203	234,203	
	總價				79,121,703	

表 11-1-5　頭前溪備援水井二期新建工程總工程費用估算表

項 次	項 目 及 說 明	單 位	數 量	單 價	複 價	備註
壹	發包工程費					
一	主體工程			12,194,000	12,194,000	
二	雜項工程	式	1	1,829,000	1,829,000	
三	環境保護措施費	式	1	366,000	366,000	
四	職業安全衛生費	式	1	366,000	366,000	
五	品質管制作業費	式	1	304,000	304,000	
六	廠商管理什費	式	1	1,707,000	1,707,000	
七	工程保險費	式	1	147,000	147,000	
八	營業稅	式	1	838,000	838,000	
	合計				17,751,000	
貳	工程管理費	式	1	342,000	342,000	
參	營建工程空氣污染防制費	式	1	53,253	53,253	
	總價(總計)				18,146,253	

表 11-1-6　頭前溪備援水井二期新建工程總工程費用估算表(1/2)

工程名稱	頭前溪備援水井二期新建工程總工程			會計科目		
施工地點	新竹縣、市地區			工程編號		
項 次	項 目 及 說 明	單 位	數 量	單 價	複 價	編碼(備註)
壹	發包工程費					
壹.一	主體工程					
壹.一.1	24"井孔鑽鑿進尺費	m	262	8,000	2,096,000	
壹.一.2	24"套管	m	24	8,000	192,000	
壹.一.3	井管	m	250	6,000	1,500,000	
壹.一.4	鋼骨繞線式	m	114	25,000	2,850,000	
壹.一.5	接頭(16")	個	228	2,500	570,000	
壹.一.6	濾石填充	m^3	60	1,500	90,000	
壹.一.7	施工用黏土	口	2	20,000	40,000	
壹.一.8	中央控制環	口	2	5,000	10,000	

表 11-1-6　頭前溪下游備援水井新建工程詳細價目表(2/2)

工程名稱	頭前溪備援水井二期新建工程總工程			會計科目		
施工地點	新竹縣、市地區			工程編號		
項 次	項 目 及 說 明	單位	數 量	單 價	複 價	編碼(備註)
壹.一.9	洗井試水費	口	2	450,000	900,000	
壹.一.10	機械搬運架設費	口	2	25,000	50,000	
壹.一.11	套管、井管、濾管安裝費	口	2	25,000	50,000	
壹.一.12	焊接費	口	2	250,000	500,000	
壹.一.13	16"井蓋	口	2	8,000	16,000	
壹.一.14	施工後場地整平	口	2	15,000	30,000	
壹.一.15	電井測	m	265	2,500	662,500	
壹.一.16	泥漿處理費	口	2	50,000	100,000	
壹.一.17	1.5"PVC 量水管	m	70	50	3,500	
壹.一.18	圍籬、地坪	口	2	250,000	500,000	
壹.一.19	3D 動畫	式	1	150,000	150,000	
壹.一.20	沉水式抽水機 20HP	口	1	480,000	480,000	
壹.一.21	沉水式抽水機 30HP	口	1	600,000	600,000	
壹.一.22	流量計	口	2	200,000	400,000	
壹.一.23	水位計	口	2	85,000	170,000	
壹.一.24	6"揚水管	m	60	2,000	120,000	
壹.一.25	100mm 排氣閥(含十字管)	座	2	35,000	70,000	
壹.一.26	水質檢測	口	2	22,000	44,000	
	主體工程計				12,194,000	
壹.二	雜項工程	式	1	2,150,000	2,150,000	
壹.三	環境保護措施費	式	1	430,000	430,000	
壹.四	職業安全衛生費	式	1	430,000	430,000	
壹.五	品質管制作業費	式	1	319,000	319,000	
壹.六	廠商管理什費	式	1	1,891,000	1,891,000	
壹.七	工程保險費	式	1	173,000	173,000	
壹.八	營業稅	式	1	978,000	978,000	
貳	工程管理費	式	1	365,000	365,000	
參	營建工程空氣污染防制費	式	1	62,120	62,120	
	總價				18,992,120	

11-2 工期規劃說明

一、備援水井建置年度出水量目標規劃

依據民國106年「防災及備援水井建置計畫」規劃新竹地區備援水井年度目標出水量總計為40,000萬CMD，而分年目標量桃園、新竹及台中地區出水量詳如表11-2-1所示，水利署計畫期程民國107年預計備援水井總出水量須達10,000CMD，民國108年預計備援水井年度總出水量須達20,000CMD，民國109年預計年度總出水量可達總目標量10,000CMD。

表 11-2-1 防災及備援水井建置計畫年度目標量分年表

<table>
<tr><th rowspan="2">目標</th><th rowspan="2">績效指標</th><th rowspan="2">109 年達到目標值</th><th colspan="4">各年度量化目標</th><th rowspan="2">小計</th></tr>
<tr><th>106</th><th>107</th><th>108</th><th>109</th></tr>
<tr><td rowspan="3">增加地下水備援水量</td><td rowspan="2">地下水緊急備援供水量</td><td>桃園、新竹及台中地區總計每日 15 萬立方公尺</td><td>規劃、設計</td><td>3</td><td>6</td><td>6</td><td>15</td></tr>
<tr><td>嘉義、台南、高雄及屏東等地區</td><td></td><td>規劃、設計</td><td colspan="3">以不進入第三階段限水為目標</td></tr>
<tr><td>地下水常態備援供水量</td><td>台中及屏東地區總計每日 10 萬立方公尺</td><td></td><td></td><td>5</td><td>5</td><td>10</td></tr>
</table>

資料來源：防災及備援水井建置計畫，經濟部水利署，民國 106 年

二、工程規劃

本計畫工程主要有既有井及周遭改善及頭前溪新設井建置等工程項目，工程分標方式將考量年度目標出水量、工程特性及地域性等相關特性進行規劃，初步建議可規劃三標工程分年辦理工程發包以達成目標出水量，各年度工程發包內容詳如後續說明。

(一)頭前溪既有備援水井改善工程

根據年度出水量目標民國107年須達10,000CMD，本計畫於設計原則階段已完成頭前溪既有井之抽水試驗，總計出水量為13,600CMD，已完成第一年度目標，但民國99年以來既有井皆無抽水設備，故民國106年工程規劃主要為既有井改善及抽水設備添置為主，預計於民國107年9月辦理工程發包。

(二)頭前溪下游備援水井新建工程(民國107年12月發包)

民國108年度目標出水量為20,000CMD，由設計原則階段調查成果，頭前溪下游備援水井出水量較大，且皆位於新竹市管轄範圍，建議於民國107年度辦理11口備援水井新建工程(含頭前溪既有井損壞改善)，以達年度目標出水量，預計於民國107年12月辦理工程發包。

(三)頭前溪備援水井二期新建工程

若頭前溪下游備援水井新建工程完成後未達目標出水量，將於民國108年10月辦理本工程，本工程預計於隆恩堰下游地區辦理3口備援水井建置，視前兩標工程整體出水量滾動檢討辦理此工程。

三、可施工日數分析

依據「經濟部水利署辦理工程工期核算注意事項」(106年11月29日)第二章「工期核算」規定，日曆天包括非工作天及工作天，即為工程施工期限之總日曆天數。非工作天包括施工期間受到依習俗不計施工日（政府規定之國定假日、民俗節日及星期假日等）之休息日、因受氣侯之影響無法施工及非可抗力之原因等天數。

星期假日依政府105年12月21日公佈勞動基準法部分條文修正規定第三十六條「勞工每七日中應有二日之休息，其中一日為例假，一日為休息日。」，故於106年起即全面實施週休二日；另依政府規定之國定假日則為4日、民俗節日為8日，加上週修二日則全年休假為117日。

受降雨影響無法施工時亦不計施工日，依據「經濟部水利署辦理工程工期核算注意事項」，施工期間之降雨日數係指日降雨量超過5mm者，並列有「中央管河川各水系平均每月預估降雨日數統計表」，本計畫區位於頭前溪水系，預估降雨日數全年約59天(詳表11-2-2)，因其統計日數已依比例原則扣除相關星期例假日，故不再重複扣除。

全年可施工日數經統計如表11-2-3所示，其中休假日為117天，降雨不能施工天數為53天，全年可施工日數約為189天，每月平均可施工日數則採16天/月估算。

表 11-2-2　經濟部水利署中央管河川頭前溪水系平均月預估降雨天數統計表

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
頭前溪水系	3	4	5	6	7	8	6	7	5	2	3	3	59

資料來源：經濟部水利署辦理工程工期核算注意事項，經濟部水利署，民國 106 年 11 月

表 11-2-3　可施工日數統計表

項次	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
1	日曆天	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
2	休假日	13	10	8	12	10	8	10	8	9	11	8	10	117
3	降雨不能施工日數(R>5.0mm)	3	4	5	6	7	8	6	7	5	2	3	3	59
4	可施工日數(4=1-2-3)	15	14	18	12	14	14	15	16	16	18	19	18	189

三、概估工期

本計畫依據各年度目標出水量規劃三標工程，分別為頭前溪備援水井改善工程，其工程預計於民國107年10月開工，並於民國107年12月完工，共計90個日曆天，主要工作項目為抽水機添置及環境改善;頭前溪下游備援水井新建工程，預計於民國107年12月開工，並於民國108年10月完工，共計330個日曆天，主要工作項目為鑽鑿11口備援水井;頭前溪備援水井二期新建工程，預計於民國108年10月開工，並於民國109年1月完工，主要工作項目為依據前兩標工程出水量進行滾動式檢討，並酌於調整備選方案之鑽鑿孔數。施工進度桿狀圖如圖11-2-1所示。

項目	107年			108年												109年	
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
1.頭前溪既有備援水井改善工程(13.4%)	5.33	5.33	2.47														
2.頭前溪下游備援水井新建工程(67.8%)			1.43	2.45	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	1.23				
3.頭前溪備援水井二期新建工程(18.8%)													1.43	7.5	7.5	2.36	
本期進度(%)	5.33	5.33	3.9	2.45	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	7.84	2.66	7.5	7.5	2.36	
累計進度(%)	5.33	10.7	14.6	17	24.9	32.7	40.5	48.4	56.2	64.1	71.9	79.7	82.4	89.9	97.4	99.8	

圖 11-2-1　施工進度桿狀圖

第十二章　分標方式與採購策略

12-1　採購策略

依現行政府採購法相關規定，各種採購方式均有其適用之條件及優缺點，以下針對本工程之特性評析適用之採購方式如下：

一、招標方式

現行政府採購法規定之招標方式可分為公開招標、選擇性招標及限制性招標三類，其最主要之區別在於可參與投標廠商選擇範圍之不同。經檢討，本工程之工作項目在國內已有諸多實例，甚難符合「選擇性招標（須符合採購法第二十條所規定之四項要件之一）」及「限制性招標（應符合採購法第二十二條第一項規定之十三款要件之一）」之構成要件，宜採「公開招標」，避免造成無正當理由之差別待遇行為，而有違法之虞。

二、決標方式

目前政府採購法之決標方式分最低標、評分及格最低標、最有利標三種，茲將其法規依據、作業方式及優缺點彙整如表12-1-1。

(一)最低標

本方式係最自由開放、程序簡便、節省公帑之決標方式，適用於設計內容簡單或有設計準則可循之工程。本工程於發包前已完成細部設計，可適用最低標，惟最低標易發生低價搶標之情形，多數信譽優良廠商參與意願較低，在施工品質及進度控管上需額外進行相關管理措施。鑿井工程特性相對單一，且未有施工界面之問題，工程複雜度及難易度較低，採用同值最低標亦可簡化繁雜發包程序，有利於整體計畫進程，建議可採用此採購方式。

(二)評分及格最低標

評分及格最低標(原異質採購最低標)，係指綜合最有利標決標與最低標決標之特性，可先行依機關需求評選出符合資格者，再由其中價格最低者得標，因本工程有既定期程，工期為重要之考量因素，故為兼顧品質、進度及經費，可考慮採用此決標方式。雖採用評分及格最低標相較於最低標，可藉由評選機制擇較優選之廠商進場施作，但程序發包程

序較為繁雜，且依據相關發包經驗，採評分及格最低標發包策略將會將低廠商進場意願，延遲整體計畫進度，建議不考慮採購方式。

(三)最有利標

最有利標不以價格為唯一決標條件，能避免低價搶標情形發生，且能參考各投標廠商之實績經驗、履約能力、技術能力及管理能力等多面向進行考量，且可依各工程內容、性質等挑選最優廠商，惟評選方式易有主客觀之落差，可能產生爭議。依本工程之特性而言，並不具明顯特殊性，如採異質採購最有利標理由可能不夠充分。

表 12-1-1　工程採購決標方式一覽表

決標方式	最低標	評分及格最低標	最有利標
法規依據	1.採購法第 52 條第 1 項第 1 款、第 2 款，以最低標為得標廠商	1.採購法第 52 條第 1 項第 1 款、第 2 款，以最低標為得標廠商 2.採購法施行細則第 66 條 3.機關異質採購最低標作業須知	1.採購法第 52 條 2.採購法第 56 條 3.採購法施行細則第 66 條 4.最有利標評選辦法 5.採購評選委員會組織準則 6.採購評選委員會審議規則 7.機關最有利標作業須知
說明	1.依工程性質，倘先行設計後再行招標並無困難者，應將設計與施工分別辦理 2.已完成細部設計之工程，其施工標應以最低標決標為原則	機關基於技術、品質、進度、廠商經驗、節省公帑之考量，爲避免廠商低價搶標致影響工程品質，有採評分方式決定合格廠商之必要者，得採評分及格最低標	機關基於工程施工方法或技術之特殊性、政策需求之考量，以前二項決標方式無法滿足其需求者，得採最有利標決標
作業方式	1.訂有底價之採購，以合於招標文件規定，且在底價以內之最低標為得標廠商 2.未訂底價之採購，以合於招標文件規定，標價合理且在預算數額以內之最低標為得標廠商	1.採分段開標,先開資格及規格標，再開及格廠商之價格標 2.於招標文件訂定審查標準與及格分數，並成立審查委員會及工作小組，就招標文件所訂審查項目辦理評分	1.先作廠商資格審查 2.依招標文件所規定之評審標準，就廠商投標標的之技術、品質、功能、商業條或價格等項目，作序位或數之綜合評選，評定最有利標
優點	1.自由競爭 2.招決標程序作業簡便 3.節省公帑	1.藉由評分機制,淘汰部分資格與規格未符標準之廠商，確保採購品質 2.發揮與最低標決標相近之價格競爭方式，降低決標金額節省經費	1.非以價格為唯一決標條件，可避免低價搶標情形發生 2.多目標評選，可依廠商實績經驗、履約能力、技術能力及管理能力等進行綜合比較，再選擇最優廠商
缺點	1.廠商低價搶標 2.只考量價格，忽略廠商履約能力與合理利潤，信譽優良廠商參標意願低 3.在施工品質及進度控管上需額外進行相關管理措施	1.異質性高低程度,不易訂定明確規範 2.投標程序繁複,仍以最低標決標，廠商投標意願較低	1.資格審查及評選標準訂定不易，易引發爭議 2.招標作業時間較長，且易受限於評選委員之主觀判斷 3.異、同質認定困難，無價格評審標準
適用性	○	×	×
建議	√	×	×

12-2 分標方式

參考民國106年「防災及備援水井建置計畫」規劃新竹地區備援水井年度目標出水量總計為40,000CMD，配合水利署計畫期程民國106年預計備援水井總出水量須達10,000CMD，民國108年預計備援水井總出水量須達30,000CMD，民國109年預計總出水量可達總目標量40,000CMD，而備援水井井址皆位於頭前溪高灘地，防汛期間可施作日數將受防災及汛期等限制，且備援水井分布橫跨新竹縣及新竹市，管理不易，建議分標辦理工程。

本計畫工程主要有既有井機電設備改善、既有井周遭改善、頭前溪新設井建置等工程項目，工程分標方式將考量年度目標出水量、工程特性及地域性等相關特性進行規劃，初步建議可採用三標工程分年辦理工程發包，各年度工程發包內容詳如後續說明。

一、頭前溪既有備援水井改善工程(民國107年9月發包)

根據年度出水量目標民國106年須達10,000CMD，經設計原則階段目前已經頭前溪既有井辦理完成各井之抽水試驗，由試驗成果各井安全出水量總量，已完成第一年度目標，但民國99年以來既有井皆無抽水設備，故民國106年工程規劃主要為既有井改善及抽水設備添置為主。

二、頭前溪左右岸備援水井新建工程(民國107年12月發包)

而頭前溪下游新設井及既有井重鑿之井址，且皆位於新竹市管轄範圍，建議於民國108年度發包工程，以達年度目標出水量。

三、頭前溪備援水井二期新建工程(民國108年10月發包)

民國108年預計辦理頭前溪備援水井二期新建工程，將於民國108年汛期後辦理。

附錄一　審查意見回覆

附錄二　基本設計圖