



第二十三卷第一期 2021.7

ISSN 1606-2604

行政院新聞局局版

北市誌第2415號

發行人：賴建信

發行所：中華水資源管理學會

總編輯：陳清田

副總編輯：張煜權

出版委員會委員：王藝峰、林國華
毛振泰、李丁來
張良正、林鎮洋
陳榮松、陳憲宗
林昆賢、陳榮福
陳春宏、簡昭群

本期企劃：王藝峰、林國華

李丁來、陳春宏

會址：408204台中市南屯區

黎明路二段501號地下室

電話：(04) 22501166
22501642

傳真電話：(04) 22501608

電子信箱：cwrms.org@gmail.com

目錄

特別企劃

面對百年大旱抗旱啓動及作為

經濟部水利署/賴建信署長 1

專論

專題1 農業節水與停灌補償

農田水利署/陳諾威正工程司 11

專題2 抗旱水井及建築工地地下水利用

台水公司供水處/林冠伯工程師

台水公司供水處/曹宜政組長

台水公司工務處/鄭格浩組長

台水公司水質處/林正隆組長

台水公司中工處/陳宥均主任 17

專題3 緊急海淡建置

台水公司三區處/柯甫松課長

中區水資源局/林士元副工程司

台水公司四區處/劉世鴻工程師

水利規劃試驗所/蔡展銘課長

北區水資源局/謝呂賢正工程司

水利規劃試驗所/陳聖文正工程司 25

專題4 緊急抗旱伏流水開發與利用

水利規劃試驗所/尤仁弘副工程司 35

專題5 桃園-新竹備援管線工程計畫

台水公司北工處/卓玉娟課長、鄭超仁副處長 45

面對百年大旱抗旱啟動及作為

經濟部水利署/賴建信署長

關鍵字：百年大旱、韌性水城市、抗旱 1.0、抗旱 2.0

摘要

2020下半年至2021上半年臺灣遭逢百年大旱，西部地區12個月降雨量僅歷年平均的1/3，主要供水水庫蓄水量僅餘1~3%，水資源調度及供應挑戰為歷史最大。為降低對民眾生活衝擊，水利署除針對不同情境啟動各項抗旱準備提前部署應變，及視水情趨勢滾動檢討加大應變作為外，並以提升臺灣水韌性能力的多元調適作法，強化組織韌性、社會韌性、經濟韌性及基礎設施韌性等應變措施積極救旱，包括透過跨域組織分工超前部署、多元對話溝通建立社會抗旱意識、強化經濟應變彈性減緩亢旱影響、中央地方合作提升供水韌性等。同時採取強化水庫細緻操作、日日監看水情、跨區供水調度、加強農業節水灌溉、施做人工增雨、自來水減壓及產業節水等應變措施，並趕辦抗旱1.0及2.0計畫，多元開發緊急水源達166萬噸/日，透過中央、地方及民間共同協力多省水、多找水及多調水全力抗旱，方能有效延長水庫供水時程，降低旱災影響。

一、前言

近年氣候變遷，降雨異常，極端氣候已超過工程與非工程手段所能防治，故需積極建構更韌性的耐災城市。水利署參考聯合國2015年仙台減災綱領

、聯合國減災策略組織(UNISDR)讓城市更具韌性十要素等，於2019年提出「韌性水城市評估—地方政府首長參考手冊」，協助地方政府首長檢視地方水韌性能力，建構能於災後迅速復原之韌性城市。

2020年豐水期無颱風侵臺帶來足夠降雨，加上2021年春雨不如預期，導致桃園至嘉義地區水庫集水區降雨量為歷年最低，造成百年來最嚴重旱象。其中，新竹、苗栗、臺中地區及南部地區水情極為嚴峻，部分水庫蓄水率甚至僅約1~3%。為降低對民眾生活衝擊，水利署依循前述韌性水城市之組織韌性、社會韌性、經濟韌性及基礎設施韌性等四大構面與要素原則(如圖1)，積極利用各項緊急抗旱措施應變救旱。



圖1 韌性水城市評估構面與要素

二、抗旱應變作為

(一)強化組織韌性—跨域組織分工，超

前部署全力抗旱

1. 歷年抗旱應變成立最早，提前部署應變

2019年枯水期及2020年上半年雨量均偏少，水利署依歷年水情評估經驗分析判斷，自2020年7月13日即邀集各單位盤點供水情勢，針對不同情境啟動各項抗旱準備，為可能枯旱展開提前部署，並陸續於9月16日成立旱災經濟部水利署災害緊急應變小組、10月1日成立旱災經濟部災害緊急應變小組、10月14日成立旱災中央災害應變中心(如圖2)。長達12個月抗旱期間，啟動水庫出水管控、區域調度、備援供水、人工增雨、農業加強灌溉管理及部分區域停灌等多項抗旱節水措施，同時採取每半日監看水情、每日抗旱工作檢討、每週供水管控檢討等精緻管理作為，不間斷滾動召開各層級水情會議達94次，把握每一次鋒面進行人工增雨達66次以上，節水調度水量達13億噸，相當於6.5座石門水庫蓄水量，全力降低枯旱對社會及產業衝擊。



圖2 旱災災害應變提前部署時程

2. 跨部會分工、臨時編組，齊心抗旱

有別於往年中央旱災應變中心運作方式，本次抗旱特別於中央旱災災害應變中心下，規劃設置氣象分析、水源調配、民生供水、農業供水、產業供水、抗旱水源、節水宣導、安全衛生等8大分組(如圖3)，分別由相關業務部會組成及分派任務，於旱災中央災害應變小組工作會議前，由各分組先作好各項工作準備及聯繫協調作業(如圖4)，最後再於各次旱災中央災害應變工作會議中報告並討論決策；抗旱工作跟時間賽跑，隨著抗旱節奏隨時調整各種策略及任務內容。

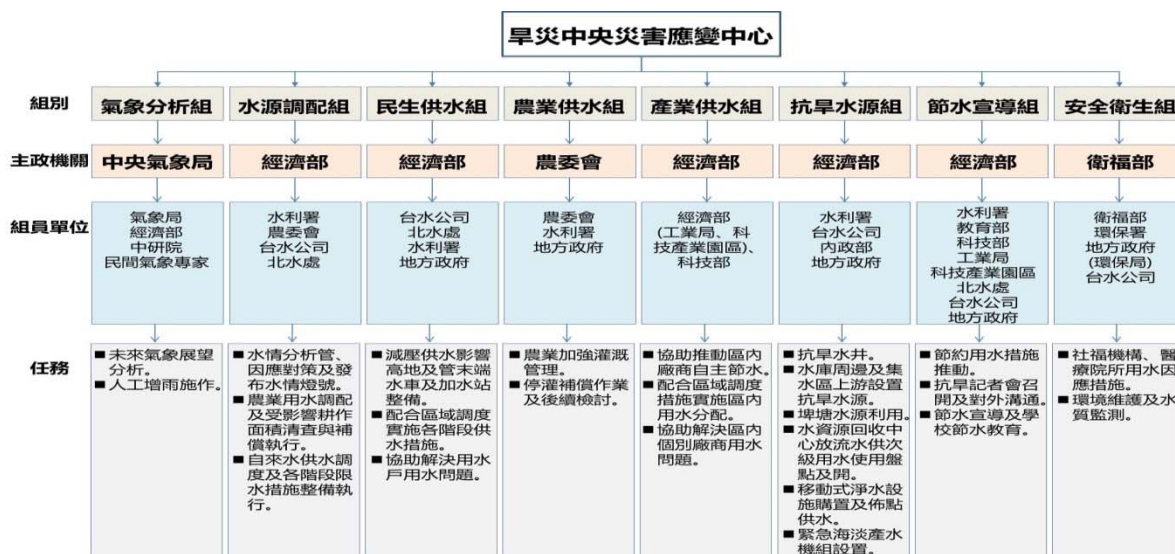


圖3 中央旱災災害應變中心分組及任務



圖4 抗旱水源分組天天召開控管會議

3. 適時動員國軍及民間支援

- (1) 旱災中央災害應變中心2021年3月24日第10次工作會報，請國防部協助抗旱救災。國防部展現動員能力，立即整備6部移動式淨水設備每日最大達1,350噸，布署於新竹、臺中及高雄等工業區，提供產業取用，讓園區廠商安心生產，並減少自來水使用。
- (2) 水庫低水位為清淤最佳時機，經國軍及民間支援，以最大能量執行石門、明德、鯉魚潭、日月潭、仁義潭、白河、南化、曾文、阿公店及澄清湖等10座水庫清淤工作(如圖5)，累計清淤量達161.52萬立方公尺。



圖5 國軍支援水庫清淤情形

4. 跨域合作公私協力，共同克服旱災

本次抗旱期間，氣象局與民間氣象專家提供氣象分析，營建工地廠商、地方政府、內政部及環保署等公私部門協助建築工地地下水併入自來水系統，國

軍及消防單位支援載水運補、國軍工兵及民間廠商協助水庫清淤、海軍支援載水至連江東莒、空軍支援空中增雨作業、產業界共體時艱配合節水等，成為跨域合作克服旱災危機新的成功模式。

(二)強化社會韌性—多元對話溝通，建立社會抗旱意識

1. 與農水署合作，翻轉傳統供灌方式，提升社會供水韌性

以桃三灌區為例，灌溉策略不同於以往，經與農田水利署(以下簡稱農水署)充分合作，2021年2月起就逐步加強調度抽水機抽取附近區排水來供灌(如圖6)，而桃園管理處為能使供灌順利，也配合採取大區輪灌、小區調配、精準灌溉、夜間調水、回歸水再利用及抗旱井抽水等各項抗旱措施，來克服各種困難，到5月已經不用石門水庫出水，期間節水約2,750萬噸，水庫供水量(1,353萬噸)僅佔原計畫供灌量(4,100萬噸)3成而已，透過區域調度及充分運用川流及埤塘水源下，最低限度使用水庫的水，提升社會供水韌性。



圖6 支援桃三灌區移動式抽水機

2. 精密評估用水節水，提升社會民生及產業用水韌性

(1) 民生用水

視各地區水情變化，以漸進方式逐步調整節水措施，包括自來水夜間減壓、全日減壓、大用水戶及游泳池、洗車、三溫暖、水療業者節水、分區供水等措施；對於苗栗、臺中及北彰化地區實施分區供水區域，則採取各項配套作為，包括廣布民生取水站、協調儲水桶廠商優先提供醫療院所、學校團膳、社福機構設置儲水桶、協調國軍及消防單位協助水車送水(如圖7)、志工維持取水秩序、獨居老人/行動不便民眾安排志工送水，台水公司則透過細緻復水管網壓力操作，達成復水日上午6時達9成以上復水率之目標，較2015年桃園分區供水最長達80小時以上復水時間民怨沸騰大幅改善；另針對獨立水源供水區則排除在分區供水範圍外，以減少影響區域及用水戶，減輕民眾生活不便，亦是過去從未採行的精進作為，也大幅減少民怨。



圖7 國軍支援載水情形

(2) 產業用水

視各地區水情變化，以漸進方式逐步調整節水力道，包括2020年9月起要求科技部科學園區管理局、工業局、加工出口區管理處，輔導科學園區、工業區、加工出口區以全區總量管制自主節

水5%，配合水利署節水團隊進駐輔導產業错峰生產，並於實施分區供水前，舉辦多場次產業座談會說明節水配套措施，同時提供自來水水車載水點、水資源回收中心放流水、淨水處理設備等資訊，結合園區內蓄水設施聯合調配供水，並首次實施具有自來水專管供應的科學園區或工業區，改以減供不停供方式代替停水，順利達成產業生產不中斷目標。

(三) 強化經濟韌性—提升經濟應變彈性，減緩亢旱影響

因受百年大旱影響，2020年二期稻作桃園、新竹、苗栗部分灌區及2021年一期作在考量公共用水至5月底用水需求及避免後續供灌水量不足影響作物生產原則下，桃園(除桃三分區外)、新竹、苗栗、臺中、嘉義及臺南灌區停灌，政府針對停灌將給予農民最大照顧，並依不同耕作方式給予補償，另育苗、代耕、稻穀烘乾等業者，亦依其實際損害程度給予救助。另農民因停灌導致償還農業專案貸款有困難者，本金償還期限可展延6個月，展延期間利息由政府補貼，補貼農民損失，減少社會經濟衝擊。透過調度轉移標的用水並給予農家賺款補償之權宜措施，來穩定民生及產業供水，同時也減少農收損失，以儘可能降低極端氣候對社會經濟造成衝擊。

(四) 強化基礎設施韌性—中央地方合作，提升供水韌性

2020年6~9月西半部水庫集水區降雨量僅為歷史平均值2~6成，尤其桃園至嘉義水庫集水區更是歷史有紀錄以來最低。石門水庫蓄水量剩不到1億噸

，也沒颱風帶來降雨，因此水利署立即加強水源調度及加速趕辦執行中的工程。

此外，為可能面臨冬雨、春雨偏少的最壞狀況做好準備，亦同時著手啟動緊急抗旱水源計畫多元找水。經水利署、台灣自來水公司(以下簡稱台水公司)及農田水利署等相關單位盤點緊急可供救災抗旱水源，2020年10月21日向行政院報告獲原則同意後，10月23日即將「109年下半年旱災緊急應變-抗旱水源緊急利用計畫」(以下簡稱抗旱1.0)函報行政院爭取經費14億元趕辦各項工作，並奉行政院11月30日核定，於2021年2月達到增加每日78萬噸水源之救旱效益(如圖8)。抗旱1.0計畫相關工作簡述如下：



圖8 抗旱1.0執行成效

1. 抗旱水井

將抗旱水井抽水量併入自來水系統由115口每日20萬噸，增加至160口每日34萬噸。

2. 埤塘水源

桃園為「千塘之鄉」(如圖9)，為充分利用埤塘水量，降低石門水庫出水，將鄰近桃園大圳之桃1-4號、社子1A及員08等3處埤塘，經圳路併入自來水

供水系統，另49處則開放民眾自行取用及12處供產業用水使用，累計64處共提供209萬噸埤塘水源。



圖9 桃園埤塘空拍圖

3. 水資源中心放流水

開放全國水資源中心放流水共65處約每日42.5萬噸，提供作為公園綠地澆灌、植栽澆灌、道路灑水、營建工地灑水及沖廁等使用，並提供產業冷卻、製程用水及民生次級用水等使用。(如圖10)



圖10 水資中心放流水開放取水情形

4. 新竹緊急海淡機組

考量短期供水急迫性，採套裝型海淡貨櫃機組併入自來水系統供水，此係臺灣本島第1座供應民生使用之萬噸級海淡廠。第1階段工程於2021年1月底僅

以66日完工產水每日0.3萬噸，2月底再完成產水每日1萬噸，以不到百日即達成產水每日1.3萬噸目標。(如圖11)



圖11 新竹緊急海淡機組

5. 移動式淨水處理設施

除既有4組RO淨水設施(每組淨水能力每日15噸)機動支援各地用水外，並增購3組大型RO及3組砂濾淨水設備(每組淨水能力每日1,500噸)，合計每日9,000噸。其中RO淨水設備優先佈設於桃園、新竹、苗栗重要產業區旁，砂濾淨水設備則佈設於新北、桃園及苗栗，經處理後提供民眾及產業使用。該設施具移動性，可機動調整設置地點，如同都市小型再生水廠，適時提供補充用水，減少自來水使用，充分發揮設施功能及提升抗旱效益。(如圖12)



圖12 RO淨水設備

2021年春雨不如預期，水庫蓄水量為歷年同期最低，旱象嚴峻，為百年來極端枯旱。中央地方及民間團體攜手合作努力透過多省水、多找水及多調水各項措施因應，來延長水庫供水時程，降低旱災影響。

為多省水，逐步擴大自來水系統夜間減壓到全日減壓，節省水庫出水；經溝通，產業逐步提高節水率，最高達17%；農業則如桃3灌區，透過抽水機充分使用埤塘、區排河川的水量，幾乎無需水庫出水灌溉。

考量桃園以南地區水情越趨嚴峻，且旱災中央災害應變中心氣象分析組預報，4月至6月降雨為正常偏少機率高。3月中旬水利署及台水公司即再密集開會盤點強化緊急抗旱水源工作，3月18日行政院第3743次會議專案報告獲同意推動後，3月24日即再將「緊急抗旱水源應變計畫2.0」(以下簡稱抗旱2.0)函報行政院爭取經費25億元趕辦強化抗旱水源，並奉行政院4月15日核定。惟直至5月29日前水庫集水區仍幾無降雨，旱象更顯嚴峻，為儘可能延長水庫供水期程，經相關單位積極擴大趕辦多找水及多調水等工作，已達增加每日88萬噸水源之救旱效益，超過原計畫目標每日16.8萬噸5倍(如圖13)。由於各項工作所需經費已增加至49.21億元，因此配合實際執行情形於5月24日再陳報修正計畫奉行政院8月16日核定。抗旱2.0計畫相關工作簡述如下：



圖13 抗旱2.0執行成效

1. 強化區域調度

- (1) 利用既有板二計畫管線增加調度水量由每日81萬噸提升至每日83.4萬噸，增加翡翠水庫支援石門水庫供水區。
- (2) 透過2021年2月完成之桃園支援新竹幹管，增加石門水庫調度新竹水量由每日20萬噸提升至每日22.5萬噸。
- (3) 各河川局協助調度抽水機，抽取河川剩餘水源供桃三灌區農業使用，自2021年5月13日至7月10日累積抽水480萬噸，減少水庫供水。
- (4) 以臨時管路將油羅溪伏流水及河川剩餘流量，抽引至員峽淨水場利用（如圖14），以儘量將上坪溪水源蓄存於寶山及寶二水庫。



圖14 油羅溪緊急抽水施工照片

- (5) 於隆恩堰下游建置臨時蓄水設施及

佈設抽水機，抽取利用溢流量及周邊高灘地滲流水。（如圖15）



圖15 隆恩堰下游緊急抽水情形

- (6) 透過中港溪尖山下圳送水至北溝坑溪，再由北溝坑溪就近抽水至東興淨水場，以充分利用中港溪水源。（如圖16）



圖16 中港溪尖山下圳抽水至東興淨水場

- (7) 新增臨時抽水機、輸水管及田美堰下游集水坑，將集水坑水源抽回田美堰，送至永和山水庫蓄存。
- (8) 儘量使用川流水由山上淨水場每日增供3萬噸及烏山頭淨水場每日增供4萬噸，延長烏山頭水庫供水時程。
- (9) 經由甲仙堰將旗山溪灌溉後剩餘流量引入南化水庫蓄存，再視高雄水

情由南化高屏聯通管支援至高雄。

- (10)透過曹公圳將高屏堰下游側流量引至澄清湖水庫蓄存。(如圖17)



圖17 曹公堰引水至澄清湖

2. 淨水場周邊水源利用

為加速抗旱水井鑿設速度，透過緊急採購開口契約，由機關指定鑿設位置，以淨水場旁或可送到淨水場供水系統的適合地點鑿設抗旱水井，包括於新竹新鑿23口、臺中(含北彰化) 88口及高雄62口等，併入自來水系統之抗旱水井增加至328口，抽水量達每日64.2萬噸。

3. 伏流水開發

推動後龍溪、大安溪及烏溪緊急伏流水，增加每日 7 萬噸水源，延長中部水庫供水期程。

4. 增設移動式緊急海淡機組

於臺中港區建置緊急海淡機組，產水每日1.5萬噸併入自來水系統，並設置取水點供產業載水。因有抗旱1.0新竹緊急海淡的推動經驗，臺中緊急海淡2021年3月開工後，更縮短至51日即開始產水。(如圖18)

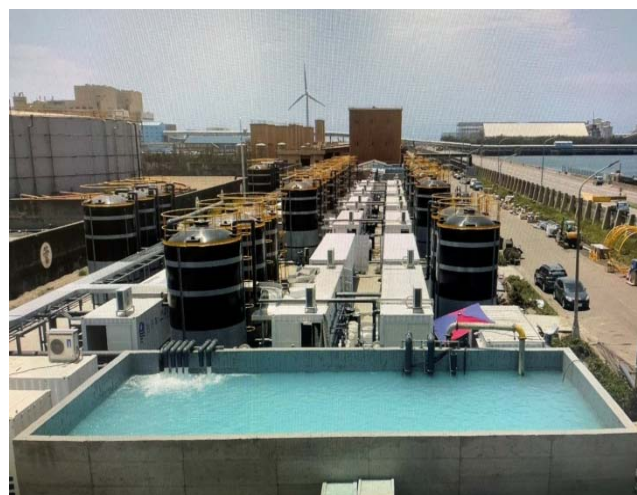


圖18 臺中緊急海淡機組

5. 淨水處理設備擴增及運用

新購18櫃大型移動式淨水設備(每櫃每日500噸)，再生處理每日9,000噸提供縣市政府、科學園區及工業區等使用；軍方亦支援6部移動式淨水設備(每部每日225噸)。

6. 建築工地地下水利用

為有效利用建築基地開挖抽取排放的地下水，政府及企業合作推動老佛爺、勤美之森、臺中商銀、仰星殿等9處建案工地地下水利用，經淨水設備處理併入自來水系統，最大產水每日10萬噸，相當於1座提供40萬人用水的行動淨水場。(如圖19)



圖19 建築工地地下水利用

前述新竹隆恩堰、苗栗田美堰、高雄高屏堰自下游回抽餘水、新竹油羅溪佈管抽水及苗栗尖山下圳抽水…等措施，儘可能充分利用河川水源，及建築工地地下水利用，都是這次抗旱多調水及多找水的創新作法，讓水庫供水期程得以延長。

三、結語

2020年6月至2021年5月，臺灣西部降雨百年來最少，造成中部水庫蓄水持續下降至1~3%。為降低旱災衝擊，水利署以強化組織韌性、社會韌性、經濟韌性及基礎設施韌性等應變措施積極救旱，除透過跨域組織分工抗旱、農委會及產業界溝通協調多省水、藉由調度農業用水穩定供水以提升經濟應變彈性外，並趕辦抗旱1.0及2.0計畫，透過多找水及多調水完成緊急抗旱水源達每日166萬噸，讓水庫供水時程得以延長至雨季來臨。其中建築工地地下水利用、埤塘水源利用及區排抽水供應桃三灌區減少水庫放水、自河川下游回抽餘水，及油羅溪調度至員嶼淨水場、尖山下圳調度至東興水場等新的跨區調度，都

是此次抗旱增加緊急水源新的作法。這些抗旱水源設施，將以最大續留利用為原則，以作為常態備援設施，配合水情適時支援補充區域水源，減少水庫供水及儘可能提高水庫蓄水。

透過本次農業抗旱節水供灌成功經驗，後續將持續與農水署共同合作，促成農業部門推廣全臺水庫灌區均優先採取大區輪灌、利用埤塘、河川、區排等多元水源灌溉原則，進一步強化農業節水，以因應未來氣候變遷提升供水韌性。同時為因應未來抗旱，併同加強水庫清淤工作，將協助各水庫管理單位建立常態性水庫浚挖作業機制，以利於抗旱初期及早投入人力及機具，利用水庫低水位時機常態擴大清淤作業。另為水資源有效及永續利用，刻正研議針對產業用水大戶徵收耗水費，專供水資源管理、再生水資源發展及節約用水推動之用，以落實大型產業共同分擔社會責任。

此外，就未來全球環境變遷及此次抗旱經驗，2021年6月15日經濟部已召開會議邀集國內水資源專家，針對臺灣水資源建設面、管理面及制度面等議題，提供未來強化供水精進作為；並據以研擬水資源長治久安方案於6月29日向行政院報告，亦納入擬訂「臺灣各區水資源經理基本計畫」奉行政院2021年8月6日核定，後續將依循該經理計畫持續精進水資源建設面、管理面及制度面等供水作為，以強化穩定供水韌性。

參考資料

1. 國家災害防救科技中心編譯，2015-2030仙台減災綱領，2015年3月。
2. 經濟部水利署，韌性水城市評估—地方政府首長參考手冊，2019年5月。
3. 經濟部，109年下半年旱災緊急應變—抗旱水源緊急利用計畫(核定本)，2020年11月。
4. 經濟部，緊急抗旱水源應變計畫2.0(核定本)，2021年4月。
5. 經濟部，緊急抗旱水源應變計畫2.0(第1次修正)(核定本)，2021年8月。
6. 經濟部，臺灣各區水資源經理基本計畫(核定本)，2021年8月。

農業節水及停灌補償

農田水利署/陳諾威正工程司

摘要

109年10月底前無颱風侵臺，是自1964年以來首次發生，且各水庫集水區降雨量僅為歷史平均值之2~6成；110年年初各地春雨雨量亦大不如往昔，旱象持續擴大加劇，全台各大水庫蓄水量幾近乾涸，水情之嚴峻超過想像。直至5、6月幾波鋒面降雨後，全台水庫蓄水量才逐步上升，這場超過300天、歷時最長、最嚴峻之百年大旱抗旱工作始稍有緩解。

行政院農業委員會農田水利署桃園管理處更突破以往水庫水源的供灌方式，於110年第一期作桃三灌區採行積極運用埤塘水源、抽取河川及區域排水、延長整田尖峰期距、錯開整田期、輪流灌溉配水等措施，並協調石門管理處，運用轄管三七南、北圳引取社子溪水加速補足光復圳系統埤塘蓄水量，並在桃園市政府及經濟部水利署河川局通力合作下，盡可能利用埤塘、河川、區域排水水源，為石門水庫節省高達2,748萬噸珍貴水資源，讓民生及產業用水得以順利共度難關。

一、農業用水現況

臺灣地區年平均降雨量約2,510毫米，為世界平均值的2.6倍，但因山坡地及高山林地高達73%，平地面積僅27%，使降雨迅速流入海中，致水資源

保存及運用不易；再加上降雨季節豐枯分明、降雨區域不平均，造成水資源儲存不易，80%的降雨川流入海。

根據98年~108年用水統計，農業用水量包括灌溉用水（111.7億噸）、養殖用水（9.37億噸）及畜牧用水（0.74億噸），其中約有66%的灌溉用水取自不穩定之河川流水，除農業灌溉利用外，並不易為民生與工業用水使用。農業灌溉用水約11億噸取自供水穩定之水庫，僅占總灌溉用水量10%。

農業用水除了灌溉，還兼具生態及生活機能效益，包括蓄留洪水、涵養地下水、減輕地層下陷、淨化空氣與水質、增加農村休閒遊憩及優質景觀等。總灌溉用水中，作物生長消耗（蒸發散量）約占30~40%，產生調節微氣候的功能。剩餘水量以圳路輸漏水、排水、側向滲流量及垂直入滲量等形式，回饋於自然環境中循環，具有補注地下水、改善水生態環境及地區排水衛生等效益。估計每年補注地下水可高達20億噸，相當於6座翡翠水庫總容量。

農業用水具有「空間」、「時間」與「水源」等特性。說明如下：

（一）空間特性：

1. 東部

- 供應面：水量豐沛，超量引灌可補助地下水，滋養大地。
- 需求面：各標的用水之需求均

能滿足，較無移用需求。

2. 西部

- 供應面：水庫開發不易，欠缺調蓄空間。
- 需求面：灌溉、民生及工業用水，均呈現短缺競用趨勢。

(二)時間特性：

1. 一期作(非汛期)

- 枯水期：民生及工業用水有調用需求，農業常配合政府政策辦理停灌，支援其他標的用水。

2. 二期作(汛期)

- 豐水期：水量豐沛，各標的用水較無匱乏，調用需求較低。

(三)水源特性：

1. 河川型

- 供應面：豐枯差異高，供水不穩定。
- 需求面：灌溉用水70%以上取自河川，民生及工業不易使用。

2. 水庫型

- 供應面：水量及水質較為穩定，加強灌溉管理之效益高。
- 需求面：民生及工業用水競用農業用水之核心區域。

由上述農業灌溉用水之空間特性，經分析在東部地區之灌溉用水比例雖佔85%以上，較有節水空間，但無其他標的移用需求亦缺乏調蓄設施與跨區調度技術，節水雖可降低總用水量，卻對整體水資源利用無實質助益。此外，農業灌溉用水是唯一能夠配合豐枯水期彈性用水之標的，能夠有效利用多元的水資源，現況操作管理說明如下：

(一)豐水期

因水量充足且無其他標的移用需求，水庫亦常常洩洪，川流入海，無助水資源利用；配合水田灌溉特性，採超量引灌操作模式，使水稻於耕作期間田面長時間維持湛水狀態，灌溉用水經由入滲進入地下水層，充分發揮水田補注地下水之功能，維持地下水高水位。

(二)枯水期

由農水署各管理處視水文狀況，實施各項加強灌溉管理措施，例如：積極辦理巡查圳路、執行精確配水、實施分區輪灌、啟用備用水井等，以達到水土資源的永續利用，降低旱災對農民之衝擊；尤以水庫型灌區，於枯水期全面配合彈性調度，提高水資源利用韌性，民生及工業用水有調用需求時，農業常配合政府政策，支援其他標的用水。

二、停灌補償措施

自民國91年起至110年止，因降雨不足，共發生9次大規模公告停灌事件（如表1、圖1），累計公告停灌面積約30萬公頃（如表2）。

表1 近20年全臺停灌次數統計

水資源競用區	灌區面積 (公頃)	停灌年度
石門水庫	28,000	91、92、93、104、109、110
寶山、寶二水庫	4,588	91、92、93、95、104、109、110
明德水庫	2,894	93、95、99、104、107、109、110
鯉魚潭水庫	9,811	104、109、110
德基水庫、石岡壩	10,251	110
曾文-烏山頭水庫	19,133	93、99、104、110

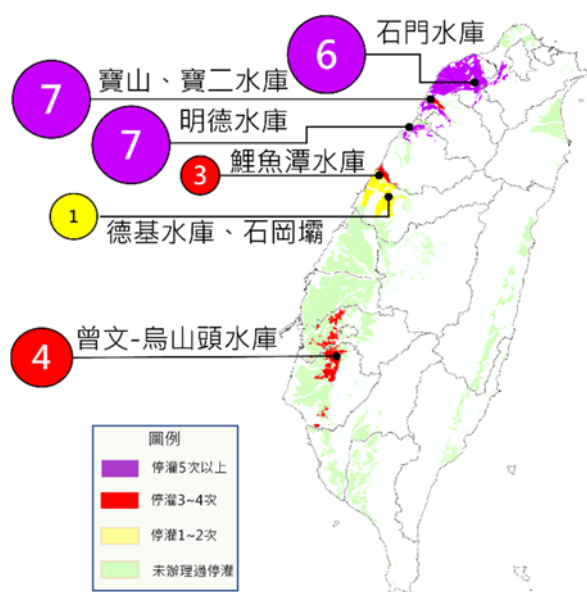


圖1 近20年全臺停灌分布圖

表2 近20年全臺停灌公告面積累計

年度	期作別	停灌範圍 (管理處別)	公告 停灌面積 (公頃)
91	一期作	石門、新竹	14, 778
92	一期作	桃園、新竹	27, 646
93	一期作	桃園、石門、新竹、苗栗、 嘉南	65, 385
95	一期作	桃園、新竹、苗栗	30, 828
99	一期作	苗栗、嘉南	22, 366
104	一期作	桃園、新竹、苗栗、臺中、 嘉南	43, 659
107	一期作	苗栗	1, 175
109	二期作	桃園、石門、新竹、苗栗、 臺中	19, 000
110	一期作	桃園、石門、新竹、苗栗、 臺中、嘉南	74, 375
總計			299, 212
資料來源：行政院公報資訊網 (https://gazette.nat.gov.tw/egFront/index.do)， 經濟部與行政院農業委員會各年度會銜公告停灌事宜 整理分析。			

(一)109年第二期作停灌補償措施：

109年10月底前無颱風侵臺，是自1964年以來首次發生，且各水庫集水區降雨量為歷史平均值2~6成，水情相當嚴峻，面對56年來最大的旱災，經濟部於109年10月14日召開「109年下半年旱災經濟部災害緊急應變小組」第2次工作會議決定桃園、新竹及苗栗地區之部分灌區109年第二期作實施停灌措施，面積約1.9萬公頃，並予以補償措施如下：

1. 水稻：依據停灌範圍內農家賺款的百分之一百零五，加生產成本計算。每公頃補償新臺幣14萬元。
2. 其他作物：依作物類別及受影響程度，給予適度補償（如表3）。

表3 其他作物補償標準

作物種類	補償標準 (萬元/公頃)	作物種類	補償標準 (萬元/公頃)
大豆	6	果樹3 (柑桔類)	14
甘藷	8	花卉	10
牧草	1.1	蔬菜1 (短期蔬菜)	3
果樹1 (木瓜、香蕉、番石榴)	10	蔬菜2 (長期蔬菜)	5
果樹2 (紅龍果)	7.5	特用作物 (茶、油茶、仙草)	5
其他由專業小組評估後認定			

(二)110年第一期作停灌補償措施：

110年年初各地春雨雨量亦大不如往昔，旱象持續擴大加劇，全台各大水庫蓄水量幾近乾涸，水情之嚴峻超過想像「旱災中央災害應變中心」分別於109年11月25日召開第3次工作會報決定嘉南地區曾文、烏山頭及白河水庫灌區

110年第一期作實施停灌措施，面積約1.9萬公頃；於109年12月29日召開第5次工作會報決定頭前溪及鳳山溪部分灌區、明德水庫及中港溪灌區、大安溪上下灌區及大甲溪葫蘆墩圳與石岡壩下游5圳等灌區110年第一期作實施停灌措施，面積約2.8萬公頃；於110年1月5日召開第6次工作會報決定桃園灌區(第1、第2分區)桃園、觀音、大園等及石門灌區110年第一期作實施停灌措施，面積約2.8萬公頃。補償措施如下：

1. 不種稻作，種植符合「對地綠色環境給付計畫」之綠肥、景觀或各項獎勵作物者，每公頃補償9萬3,000元。
2. 不種稻作，辦理翻耕或種植非屬「對地綠色環境給付計畫」獎勵作物（排除大宗蔬菜甘藍、結球白菜及花椰菜）或由農田水利署管理處供水養殖者，每公頃補償8萬2,000元。
3. 育苗業者：依水稻育苗業者減育秧苗數量辦理救助，減育秧苗以每箱救助8元，每公頃250箱計算，即每公頃救助2,000元。
4. 水稻代耕業者：依「曳引機」、「插秧機」及「收穫機」作業量能，曳引機每臺救助15萬~20萬元；插秧機每臺救助10萬元；收穫機每臺救助20萬元，單一業者至多申請2臺。
5. 稻穀烘乾業者：依其稻穀乾燥機總設置容量，以乾穀每公噸300元計算，倘最高可烘乾12批次，即依乾燥機容量每公噸最高救助3,600元。

至於桃園第三分區（簡稱桃三灌區），在110年初，石門水庫集水區零星降雨，水庫蓄水量雖回升至1.3億噸，

惟仍無法滿足桃園全區灌溉用水需求，考量桃三灌區農田已於109年第一期作參與「水資源競用區耕作制度轉型方案」，又逢109年第二期作實施停灌，為避免連續三個期作因轉作及停灌休耕影響農民生計，經「旱災中央災害應變中心」研商決定，在全力節水調度、優先運用埤塘、河川及區域水源調配原則下，桃三灌區110年第一期作約7,174公頃維持供灌。

三、桃三地區抗旱節水成果

桃園地區農業灌溉主要透過調蓄設施埤塘集水、攔河堰取水及水庫水源供給，輔以桃園大圳及石門大圳幹支分線圳路，在桃園地區農田間共同組成之調配運用灌溉系統，利用各埤塘間之連絡水路作為石門水庫與農田間調蓄緩衝之用，旱時供灌溉之需，平時可自排水路中截取回歸水重複利用，構成一個特殊且完善的農業灌溉系統。

桃三灌區包括桃園市新屋區、楊梅區、新竹縣湖口鄉、新豐鄉等行政區，為桃園管理處新屋工作站及湖口工作站轄管，其中，新屋工作站轄管35口埤塘，湖口工作站轄管65口埤塘，合計100口埤塘，最大總蓄水量為1,527萬噸。桃三灌區灌溉用水來源，56%由石門水庫供水，44%取自河川（其中25%屬回歸水）；因位處石門水庫灌區末端，自水庫後池桃園大圳取水口至湖口光復圳圓井進水口，輸水長度約43公里，長年以來因供水不易，飽受用水不足困擾，又以湖口灌區光復圳8支線特別顯著。桃三灌區灌溉系統示意如圖2所示。



圖2 桃三灌區灌溉系統示意圖

為延長石門水庫供水其他標的用水期程、降低供水壓力，依據110年2月17日旱災中央災害應變中心會議決議，石門水庫核定農業供水量为4,100萬噸，並配合延後通水灌溉（由原定2月1日順延至2月21日），在石門水庫尚未開始供水前，桃園管理處積極運用埤塘蓄水、抽汲區排河川用水補助供灌，並協調石門管理處，運用轄管三七南、北圳引取社子溪川流水放流至光復圳，同時，桃園市政府水務局及經濟部水利署河川局協助於老街溪及新街溪等處設置抽水機抽汲水源至桃園大圳，加大補充湖口灌區光復圳8支線末流14口埤塘蓄水量，以減少農業使用水庫原水需求，來供灌桃三灌區之農田。湖口灌區埤塘如圖3及圖4所示。



圖3 桃園8-4號埤塘



圖4 桃園8-19號埤塘

除仰賴動力抽汲停灌區內之區排河川用水支援外，供灌區範圍內尚有東勢排水幹線、東明溪幹線、新屋溪、社子溪、上樟榔溪幹線、福興溪、德盛溪、北勢溪、波羅汶溪及德龜溪等河川溪流，桃園管理處於各該溪流設有137處河水堰或攔水工，把握每次降雨機會、充分利用田間回歸水，透過渠道管理加強用水調度，將河水重力自然流導入埤塘蓄存。區排抽灌及採水位置如圖5所示；區排抽水現況如圖6。



圖5 區排抽灌及採水位置



圖6 老街溪抽水現況圖

此次桃三灌區在6月鋒面降雨的協助下，共計節約水庫水量達2,748萬噸，水庫實際供灌溉用水量僅1,352萬噸（核定4,100萬噸），充分運用埤塘蓄存雨水及周邊溪水、優先利用水庫以外之補充水源，活化利用埤塘進行調蓄，有效降低石門水庫供水負擔，讓民生及產業用水得以順利共度難關。

抗旱水井及建築工地地下水利用

^{1.}林冠伯、^{2.}曹宜政、^{3.}鄭格浩、^{4.}林正隆、^{5.}陳宥均

1. 工程師/台灣自來水公司供水處
2. 組長/台灣自來水公司供水處
3. 組長/台灣自來水公司工務處
4. 組長/台灣自來水公司水質處
5. 主任/台灣自來水公司中工處

關鍵字：地下水、抗旱、水井、建築工地
摘要

今年台灣地區面臨近五十多年來最嚴重的乾旱，尤以中部地區為甚，為了度過這次嚴重的旱災，台水公司緊急啟用既有抗旱水井，並於新竹、苗栗、台中、彰化、高雄等水情嚴峻地區啟用既有抗旱水井與防災備援井共136口、緊急開挖52口抗旱水井、另將水利署及其他單位水井併入自來水系統共134口，整備復抽既有水井89口，經過嚴格的過濾程序與水質檢驗後，再注入自來水管網，從110年4月到5月，抗旱水井為全民爭取到每日54萬噸的自來水。

另台水公司亦配合經濟部水利署積極評估台中市多處建築工地地下水水質，擇定水質較佳建築工地地下水做為自來水水源，於鄰近地區設置臨時淨水處理設備以強化現有水資源利用。針對臺中市新建建築工地，綜合考量水量（變化）、水質（變化）、用地、交通、附近自來水管網等因素，取用每日約10萬噸地下水建築工地地下水經淨水設備後，導入自來水管網，與抗旱水井合計可以滿足約256萬人

每日用水，成為抗旱作戰中，不可或缺的奇兵。

一、緣由

109年豐水期為台灣56年來首次無颱風，桃園以南降雨量僅為歷年2~6成，新竹至嘉義地區水庫集水區降雨量更為歷年最低，造成109年水情相對嚴峻，面對水情持續惡化及缺水風險升高之情況，為降低缺水對民生及產業衝擊，除了實施農業、產業、民生節水，行政院投入新台幣14億元經費，推動「109年下半年旱災緊急應變-抗旱水源緊急利用計畫」（抗旱1.0）4大水源整備及行動方案，包括抗旱水井整備、埤塘水源利用、水資源中心放流水、緊急海淡水等工作。

雖已採取區域調度及加大節水力度因應，並積極利用各項緊急抗旱水源投入救旱，惟供水情況仍嚴峻，又依中央災害應變中心氣象分析組預報，110年4月至6月降雨仍為正常偏少機率高，為因應缺水情況，行政院投入新台幣49.21億元，另推動「緊急抗旱水源應變計畫2.0」，針對旱災中央災

害應變中心發布水情燈號黃燈以下之地區，辦理各項抗旱工作，包括：強化地下水井、建築工地地下水利用、伏流水及河川抽水等工作，並由台水公司與水利署成立抗旱應變團隊(如圖1)，推動各項工作。

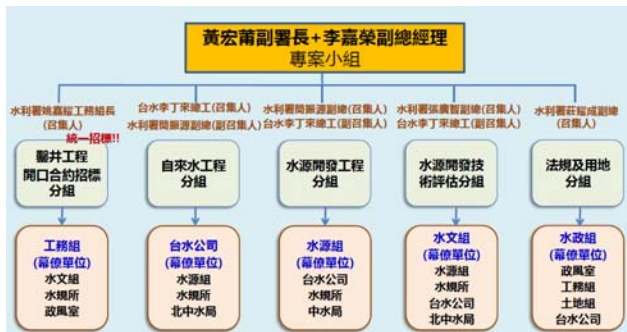


圖1 「抗旱2.0」應變分組

台水公司配合「109年下半年旱災緊急應變-抗旱水源緊急利用計畫」及「緊急抗旱水源應變計畫2.0」，於新北、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄及屏東等區域，辦理既有舊井整備復抽，及鄰近淨水場水井新建、導水管、機電設備、監控設備等地下水併入自來水供水系統相關工程，及時補充區域水源。

另考量台中地區地下水豐富，新興發展的建築工地開發計畫多，因此，對於建築工地所產生的地下水資源，成為這次抗旱工作中列為考量的緊急水資源開發標的。但是建築工地地下水是否穩定、如何與建案之工程進度配合、水質是否合乎飲用水水質標準、進入供水管網如何調配以及如何搭配分區供水作業進行調控等，相關的問題及介面的磨合，十足考驗台水公司施工及營運管理人員的智慧。

二、抗旱水井

(一)場址評估及既有水井盤點

1. 場址評估

為盤點水庫周邊及上游集水區既有水井與可緊急開發之抗旱井水源，業由中央地調所、水規所及各水庫管理單位共同研商評估，含石門、上坪堰、田美堰、明德、鯉魚潭、士林堰、石岡壩、八掌溪、烏山頭及曾文等區域，調查有無既有水井水源、新鑿水井或其它水源開發利用合適方案(含位址及水量)。

另考量管線距離及用地取得便利，台水公司亦於轄管淨水場周邊覓地，並與地方政府洽商提供公園綠地開鑿水井及設置淨水設備，以就近併入自來水供水系統。

以臺中地區為例，地下水資源豐沛，可妥善利用，尤其於抗旱應變時期，可作為緊急備援用水來源；針對緊急地下水開發規劃與地層下陷風險評估等成果顯示，臺中盆地地層下陷潛勢相當低，且抗旱水井皆非位在地下水管制區範圍，如圖2。

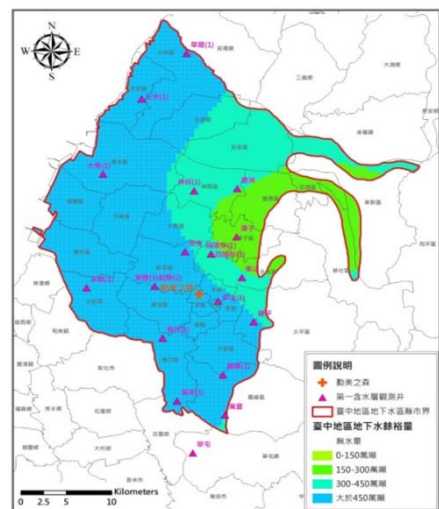


圖2 臺中地下水儲量推估示意圖

2. 既有抗旱水井盤點

為尋可即時併入自來水系統之水源，依據水利署提供之各單位(地方政府、農水署、機關學校等)所屬既有抗旱水井清單，台水公司派員前往逐一取樣檢驗水質、現勘，並按水質情況及與淨水場距離評估分類：

第一類水井：水質符合飲用水水源水質標準，且相關的水質檢驗分析結果，原則得以加入次氯酸鈉後直接併入管網使用者，惟後續須評估加藥、管線長度及鋪設方式、加壓設備等設置之可行性及方式。

第二類水井：水質符合飲用水水源水質標準，但必須經過傳統淨水場處理者，再併入供水系統者；惟若距離淨水場甚遠(超過3公里以上)，或有不可抗因素等，則併入第三類水井。

第三類水井：水質不符合飲用水水源水質標準或有不可抗因素(已封井、水井出沙、無進出道路)等，請水利署協調水井管理單位，徵用為工業用水取水點，並由管理單位執行大用戶水車加水作業。

(二)執行成果

台水公司自109年10月起因應旱象問題，於新竹、苗栗、台中、彰化、高雄等水情嚴峻地區啟用既有抗旱水井與防災備援井共136口，並配合「109年下半年旱災緊急應變-抗旱水源緊急利用計畫」檢討規劃可開發地下水源位置、口數，針對堪用水井辦理增抽、復抽及新鑿工程，完成改善台水公司既有水井整備復抽89口及併入其他單位水井(如圖3)5口、新鑿井9口，

短期提升水源量約16萬CMD，如表1。



圖3 十河局觀測井併入自來水系統

表1 「抗旱1.0」台水公司執行成果

區域	設施名稱	水量(CMD)	備註
新北	板新淨水場寬口井	500	復抽
	省民公園水井(3口)	3,500	使用機關水井
新竹	新竹二場深井	1,200	新鑿
苗栗	苗栗縣府後龍溪伏流井淨水處理設置	5,000	使用機關水井
	三義4號井復抽	1,300	復抽
	大湖寬口井	2,000	新鑿
	中興1號井	1,200	新鑿
台中	大雅所上楓淨水場舊井復抽	2,000	復抽
	烏日所喀哩淨水場既有井增抽	1,000	增抽
	大安1號井	6,000	新鑿
	大安2號井	6,000	新鑿
彰化	三場21號井	3,000	新鑿
	三場22號井	3,000	新鑿
	水井整備(12口)	15,000	復抽
雲林	水井整備(73口)	80,000	復抽
高雄	大寮水源站深井	25,000	使用機關水井
屏東	大慶1號井	3,000	新鑿
	大慶2號井	3,000	新鑿

110年度，為因應乾旱所引發的水源危機，政府與民間尋求多種方式開發緊急水源，台水公司配合「緊急抗旱水源應變計畫2.0」於台中、彰化地區新鑿14口大口徑及29口小口徑抗旱水井，如圖4、表2，依循採購法緊急採購程序招商進場趕工，在辦理抗旱鑿井工程之前，積極會勘相關可行之鑿井位置並拜訪當地里長說明，希望在取得地方共識的前提下，能達到雙贏的局面，最後在台水團隊共同努力下，於110年7月底成功完成所有抗旱水井，可供台中、彰化地區水量約6.75萬噸，減緩旱災所造成的供水危機。



圖4 抗旱鑿井工程施工情形

表2 「抗旱2.0」台水公司執行成果

區域	口徑	位置	水量 (CMD)
台中市	大口徑	大甲土城1號井	1,500
	大口徑	大甲土城2號井	1,500
	小口徑	豐原廠初沉池(1/3)	300
	小口徑	大智公園東側(1/2)	2,100
	小口徑	東勢新社場	100
	小口徑	東峰公園(1/2)	2,100
	小口徑	大智公園西側	2,000
	小口徑	南苑公園	1,500
	小口徑	烏日所成功加壓站	備註*
	大口徑	經國綠園道(1/3)	3,500
	大口徑	經國綠園道(2/3)	3,500
	大口徑	美術館綠園道(1/3)	3,500
	大口徑	美術館綠園道(2/3)	3,500
	大口徑	南屯瑞成堂	3,200
	大口徑	塗城公園	3,300

	大口徑	大智公園東側(2/2)	4,000
	大口徑	東峰公園(2/2)	4,000
	小口徑	高鐵新市政公園(1/2)	備註*
	小口徑	高鐵新市政公園(2/2)	備註*
	小口徑	港尾淨水場(1/2)	1,600
	小口徑	港尾淨水場(2/2)	1,600
	小口徑	喀哩淨水場(1/2)	1,800
	小口徑	喀哩淨水場(2/2)	1,800
	小口徑	泉源公園	
	小口徑	鯉魚廠舊社6號井	
	小口徑	美術館綠園道(3/3)	1,400
	小口徑	大甲日南8號(1/2)	500
	小口徑	大甲日南8號(2/2)	800
	小口徑	太平光興調節池(1/4)	1,100
	小口徑	太平光興調節池(2/4)	1,100
	小口徑	太平光興調節池(3/4)	1,100
	小口徑	太平光興調節池(4/4)	1,100
	小口徑	經國綠園道(3/3)	1,800
	小口徑	葫蘆墩公園(1/2)	800
	小口徑	葫蘆墩公園(2/2)	800
彰化縣	大口徑	豐原廠初沉池(2/3)	500
	大口徑	豐原廠初沉池(3/3)	100
	大口徑	全興5號井	3,000
	大口徑	全興8號井	3,000
	小口徑	福田淺井(1/4)	1,000
	小口徑	福田淺井(2/4)	1,000
	小口徑	福田淺井(3/4)	1,000
	小口徑	福田淺井(4/4)	1,000

備註*：水質不佳，列次級用水

另配合經濟部水利署各區水資源局覓地於公園、河川公地等用地內開新鑿水井共129口，台水公司配合辦理導水管線及機電工程，將水井匯流並透過加藥消毒及抽水機加壓注入既有輸水幹管上，補助區域用水，稍減因水情不佳所引起之供水壓力。

自110年4月~5月旱象嚴峻時期，全台啟動抗旱水井共411口，每日可抽水量約54萬噸，其中旱象最為嚴峻的台中地區，抗旱水井提供約19萬CMD水量，有效減緩鯉魚潭水庫及德基水庫庫容消耗。

(三)後續設備利用及營運操作

台水公司配合「109年下半年旱災緊急應變-抗旱水源緊急利用計畫」開鑿之水井皆為大口徑深井，取自地表下第二、第三含水層等較深層的「拘限含水層」，出水量較多而且穩定，適合長期、常態性的使用，抗旱結束後即納入既有系統，作為常態備援水源。

至於「緊急抗旱水源應變計畫2.0」開鑿的水井，礙於時間緊迫，多數為小口徑淺井，其來源取自地表下較淺的第一含水層(非拘限含水層)，補助來源通常為當地降雨或鄰近河川、湖泊，水位變化較大，倘外來補助水量減少即有可能出現乾涸情況，因此適合作為抗旱短期使用，作為緊急備援水源。

營運操作部分，「常態備援水井」主要為原水濁度高、供水管網水壓不足或尖峰用水等影響供水穩定事件時啟動；「緊急備援水井」則為預防旱災，視水情及供水需求適時啟動。

三、建築工地地下水利用

(一)水文資料評估及規劃盤點歷程

1. 地層及水質評估

臺中盆地位於臺中地區地下水分區內，岩盤以上之地層大體為富含礫石之單一良好儲水性含水層，地下水來源主要由盆地北側之大甲溪入滲補注，中央由全台第4大流域面積之烏溪貫穿，天然補注量豐沛，是優良的地下水資源的蘊含地區。

台水公司配合政策於109年底乾

旱中期即開始評估台中市多處新建建築工地地下水質，檢測飲用水水源水質標準及pH、鐵、錳及導電度等水質項目，至110年3月利用「臺中市建築工程工地與水利署周邊觀測井水質狀態套疊與比對結果」，將其中9處水質較佳的建築工地地下水，再進行完整的飲用水水質標準68項檢驗(如圖5)，以確實掌握各建案的水質特性，隨著乾旱的加劇，逐步擴大檢測範圍。



圖5 建築工地地下水5合1水質監測儀

2. 選址及建置規劃

台水公司依臺中市新建建築工程工地地下水資源再利用名冊相關資訊，進行選址建置，工程執行過程如圖6：

(1)首先挑選該建築工地地下水取水點需鄰近本公司主要配水管線，且需有設備腹地空間(大小約10M*30M，如停車場、綠帶或道路空間)可供淨水設備設置，篩選出鄰近自來水管網系統之建地。另工地擬設置位址同側應有適合之排水溝渠或污水下水道，可容納緊急排水及快濾反沖洗後廢水。

(2)辦理地下水水質取樣檢測，確保

符合飲用水水源水質標準及除生物性外的飲用水水質標準，無重金屬及受污染之基地。

- (3) 至建築基地場址架設超音波流量計現場量測，篩選建築基地總抽水量大於4,000CMD，且可供水期間，達6個月以上者，供建築工地地下水利用。
- (4) 請地方政府邀集相關單位(都發局、環保局、交通局及工地所在地里長等)辦理現場會勘以確認各項淨水設備設置位置與方式，並請同意工地進水管路權緊急開挖申請後，進場設置淨水設備。
- (5) 進行試車及供水監測作業，設置流量計、壓力計及水質即時監測站，即時掌控各地供水、原水及清水水質情形。

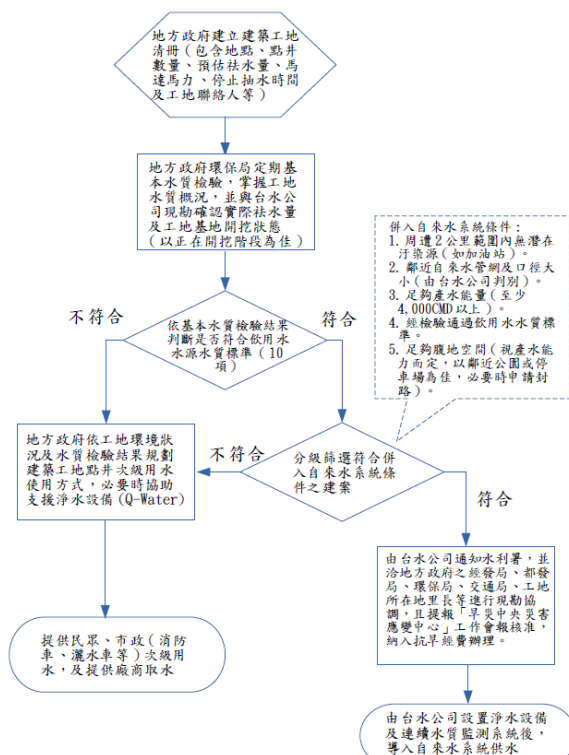


圖6 建築工地地下水利用作業流程圖

(二)工程執行

抗旱期間針對臺中市新建建築工地，綜合考量行政區、水量、水質、用地交通及附近管網等因素，計畫於11建案分12處執行建築工地地下水臨時淨水場設置，其中LALAPORT與環球金融中心後因水情好轉暫停執行。基於建築工地地下水質良好，僅需設置快濾、加藥、加壓等淨水處理設備，並配合水質監測作為把關，將處理過後合乎飲用水水質標準之自來水導入管網供應家戶使用。

基本工程內容配置包含：場外新設原水管(含建築工地既有管線改接及固定)、新設淨水設備(主要採快濾桶)、原水及清水桶槽、加壓設備、加藥及水質監測設備、場內管線及控制設備、配電及儀控設備、施工圍籬及交通維持、新設淨廢水設備之代操作等。

另依建築工程地下水井取水量，進行淨水處理設備配置，彙整主要設備及設計出水量彙整如表3，以勤美之森為例，配置圖如圖7所示。

表3 建築工地工程設備彙整表

編號	建築工地	施工廠商	快速機型式	處理量 CMD	數量	清水及原水桶槽容量(m ³)	數量	抽水機 HP	組數	設計出水量
第一階段										
1	勤美之森	勤美股份有限公司	壓力式 (FRP材質)	3,000	2	30	7	40HP	3	1.05萬噸/日
2	老德記1+2	新成股份有限公司	壓力式 (SUS)	2,500	2	50	10	30HP	4	2萬噸/日
3	老德記3	勤美股份有限公司	壓力式 (FRP材質)	5,000	4	30	6	60HP	2	1.75萬噸/日
第二階段										
4	華宇大興心	勤美股份有限公司	壓力式 (SUS)	1,920 2,880	4 1	30	8	60HP	4	1萬噸/日
5	台中國際總部	勤美股份有限公司	壓力式 (SUS)	1,920 2,520	4 1	30	8	60HP	4	1萬噸/日
6	J12	勤美股份有限公司	無壓式 (SUS)	2,500	2	30	3	25HP	2	0.5萬噸/日
第三階段										
7	仰星殿	新成股份有限公司	壓力式 (SUS)	2,500	3	50	5	30HP	2	1萬噸/日
8	無壓殿	勤美股份有限公司	壓力式 (SUS)	1,920 2,520	2 1	30	6	40HP	4	0.6萬噸/日
9	華田上雲梯	勤美股份有限公司	壓力式 (FRP材質)	5,000	1	30	4	40HP 30HP	2 2	0.4萬噸/日
第四階段										
10	華民三	勤美股份有限公司	壓力式 (SUS)	2,640	2	50	4	20HP	2	0.5萬噸/日
11	LALAPORT	勤美股份有限公司	壓力式 (SUS)	2,640	4					1萬噸/日
12	環球經貿中心	勤美股份有限公司	壓力式 (SUS)	2,500	1					0.25萬噸/日

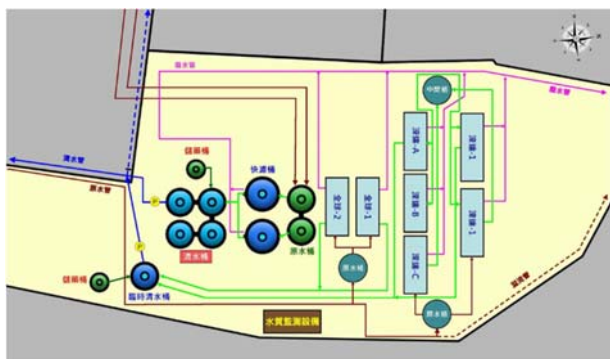


圖7 「勤美之森」工地淨水設備配置

(三)執行成果

各案場管控施工至運轉出水約15~30天，第一階段5月8日完成4.8萬CMD，第二階段5月20日前再增加2.5萬CMD，第三階段6月5日再增加2萬CMD，第四階段7月5日前再增加0.5萬CMD，達成9.8萬CMD。

各案場在廠商日夜趕工，均於期內完成出水，以勤美之森為例，由空拍視角呈現施工完成成果，如圖8所示。



圖8 「勤美之森」工地淨水設備完工圖

自110年4月23日建築工地地下水開始出水日起，截至7月14日止，建築工地地下水總出水量為5,532,123立方公尺。其每日約10萬噸導入自來水

管網之水量，以109年台中區系統平均供水量約為134.2萬CMD計算，約佔7.45%，因此有效緩解枯旱時期供水壓力。

(四)後續設備利用及營運操作

台水公司利用建築工地地下水進行現地取水、淨水、輸水等作業，增加額外水源，發揮以最小成本及最大效益提供臺中市穩定的自來水。藉由本次地下水應急淨水場的推動，包括地下水應急淨水場與建築工地取水系統在操作之界面銜接問題，運用監控系統掌握地下水狀態與管網壓力工作等，累積多案實務經驗。

由於本次配合各建案場址地理位置及地下水水源取水方式，設備均以大型砂濾設備進行淨水處理程序設計，主要設備快濾桶、PE桶、不銹鋼桶、配電及儀控相關盤體、抽水機、水質 / 水量監測儀器，退場後設備暫存於湖山前處理場，其中部分出水設備已規劃移作草屯臨時淨水場(2萬CMD)使用，另尚有研擬規劃應用至嘉興臨時淨水場(7萬CMD)、鹽埔臨時淨水場(2萬CMD)、竹田臨時淨水場(2萬CMD)等。其餘設備未來可應用於類似與建築工地條件限制相近之水源場址，轉換為移動式小型供水站使用，以利縮短工程規劃建置期程。

四、展望與建議

歷經109~110年期間抗旱，為因應嚴峻水情考驗，盡其所能供水，以免民眾遭受無水之苦，台水公司積極尋覓可用水源，整合動員抗旱救災，戮

力降低旱災衝擊，對於中長期水資源規劃，台水公司建議應更重視地下水及伏流水之運用，除了常態地下水管理運用外，抗旱水井系統應統合建立，並擬定營運操作機制，以因應缺水事件。

另取用建築工地地下水為首次挑戰，除了水質及水量之不穩定性需即時監測調控外，對於施工期間之介面問題、降低鄰近區域環境之影響(施工噪音、動線等)及相關權責單位協調事項等，均有整體通盤考量規劃，確保工程執行順利，提升區域水源，減輕用戶缺水影響。

五、致謝

台水公司抗旱期間執行各項工作，承蒙行政院、經濟部水利署、農委會農田水利署及地方政府多方面鼎力協助，溝通協調排除困難，方能順利執行，又台水公司動員全體人員，於高層帶領下，各處室齊心協力共同推動，達成抗旱期間增加水量、減輕缺水影響之艱鉅任務。

對於本次抗旱任務執行，借助各方力量，台水公司感激之情無以言表，未來將持續配合中央政策，秉持一貫服務宗旨，持續提供量足、質優之穩定供水，確保全民生活品質，並支持台灣產業發展、促進經濟成長。

參考文獻

1. 財團法人中技社，台灣推動再生水利用所面臨的新挑戰及因應策略，2018年。
2. 經濟部，產業穩定供水策略行動方案，2018年。
3. 康菲、莊清榮、侯嘉洪、游勝傑、黃育德，再生水與水資源循環經濟，中國工程師學會會刊，第91卷第1期第112~123頁，2018年。
4. 經濟部，109年下半年旱災緊急應變-抗旱水源緊急利用計畫，2020年。
5. 經濟部，緊急抗旱水源應變計畫2.0，2021年。

緊急海淡建置

台水公司第三區管理處
柯甫松課長

水利署中區水資源局
林士元副工程司

台水公司第四區管理處
劉世鴻工程師

水利署水利規劃試驗所
蔡展銘課長

水利署北區水資源局
謝呂賢正工程司

水利署水利規劃試驗所
陳聖文正工程司

摘要

水資源是支撐國家社會發展不可或缺的要害，我國四面環海，海水資源不虞匱乏，海水淡化機組可提供穩定且潔淨水源。近年來，許多國家均利用海水淡化技術供應用水，海水淡化技術及節電量明顯提升，全球海淡廠已興建約2萬座，5萬噸以上規模占25%，最大每日產水128萬噸。興辦中海淡廠近百座，包括日本、南韓、中國、新加坡、美國及以色列等國家，我國已興建完成海淡廠共24座，主要設置於離島有21座，目前興辦中海淡廠有澎湖馬公產水量6,000噸、七美產水量900噸、吉貝產水量600噸及台塑麥寮產水量10萬噸，辦理規劃中有桃園、新竹、嘉義、台南及高雄等五座海淡廠。

受氣候變遷影響，109年台灣面臨56年以來首次無颱風降雨挹注水情，導致新竹及台中地區水情日益嚴峻，新竹地區之部分灌區於109年10月14日實施二期稻作停灌；台中地區於110年4月6日起轉為紅燈，啟動「供5停2」分區供水。行政院核定興建新竹及台中緊急海水淡化機組，運用科技增加可靠水源及海水淡化具有不受豐枯影響且供水穩定之特性，以增加供水水源紓解新竹及台

中地區旱象，臺灣面臨百年來最嚴峻之旱災，兩座緊急海水淡化廠在這時發揮關鍵救援，更顯示海水淡化技術發展之重要性，未來另可視全國水情需求，機動調度，以提升水源調度支援彈性。

一、緊急海淡啟動

(一)新竹緊急海淡

109年氣候異常，為56年來首次無颱風登台挾帶雨量，桃園至嘉義水庫集水區降雨量歷史最低，且經中央氣象局預測受反聖嬰現象影響，110年春雨可能偏少，因旱災屬天然災害，且桃園、新竹及苗栗地區之部分灌區實施二期稻作停灌，已危害民生產業，為避免災害繼續擴大，經濟部水利署（以下簡稱水利署）指示辦理新竹緊急海水淡化機組，以110年2月底前完成每日1.3萬噸淡化水為目標，納入新竹地區自來水供水系統，以避免人民之生命及財產遭遇緊急危難。

(二)台中緊急海淡

台中地區110年上半年水庫蓄水情形持續不佳及面臨分區供水的窘境，水利署於110年3月14日研提「緊急抗旱水源應變計畫2.0」推動台中緊急海水淡化機組，期能於短期內完成緊急抗旱救災

任務，以110年5月底完成每日1.5萬噸淡化水為目標，可就近供應台中港區用水，以減少上游鯉魚潭水庫及石岡壩供應量。

二、新竹緊急海淡

(一)先期規劃

經濟部水利署水利規劃試驗所（以下簡稱水規所）於109年10月8日接獲水利署指示後，立即展開新竹緊急海淡供水計畫，於新竹漁港周邊用地規劃緊急海水淡化及取排水設施，預計每日產水1.3萬噸，並藉輸送管線將淡化水輸送至自來水系統內，經由既有自來水管網系統供應大新竹地區用水。首先在擇定緊急海淡機組用地部分，清查鄰近海岸之公有地後研擬出兩方案，分別為風箏賽場用地及水利新創科技研發及測試基地，經相關評估及會議，水利署考量抗旱結束後機組利用、土地取得，及充實未來水利署旱災救災設備，決議海淡緊急產水設施將設置於新創基地用地內。

因本計畫係為緊急供水，故採用直接型取水設施，優點為幾乎可以設置於任何地形，亦無產水規模限制，且單點取水對底棲生物影響範圍較小，營運後清理及維護管理較為便利，因此為目前國際上海淡廠設置所優先考量之取水方式。在考量施工期程以及維護便利性的條件下，本計畫取水方式採用陸上型直接取水設施，取水管線規劃自南寮漁港內安檢所旁進行取水。排水管線的設置需避免排放口與取水口相互影響，另考量不涉及海事工程及不影響既有漁

業作業，且可短時間設置完成，沿著既有道路旁布設管線，將濃海水排放於南寮漁港滯洪池內，並抽取海水稀釋混和後至新竹漁港南堤外，以減輕對環境之衝擊(如圖1)。



圖1 取排水管及用地位置圖

輸水路線研擬需考量水源供應、調度能力及操作彈性，為快速因應，將淡化水直接送至最近淨水場清水池納入自來水管網供應。經評估距離緊急海淡設施最近之淨水場為湳雅淨水場，海淡水由輸水管線送至湳雅淨水場後可由淨水場管線系統統一調度。因輸水管路涉及新竹市府產業發展處漁業科及環保局所管土地，於109年10月15日及10月19日召集用地相關單位及台灣自來水公司第三區管理處(以下簡稱台水三區處)進行現勘，在避免影響交通等作為考量下，取得各單位共識由緊急海淡設施沿新港二路、新港一路至頭前溪後，利用頭前溪高灘地之自行車道沿線輸送至湳雅淨水場，輸水路線總長度約8

公里(如圖2)。



圖2 輸水路線示意圖

緊急海淡機組用電經評估約為2,500kw，電壓採用380V，執行計畫期間多次與台灣電力公司新竹區營業處（以下簡稱台電新竹營業處）密切溝通及開會討論，並與市府協商管線施工路證，最後決議於基地內配置8座499Kw發電機組以供緊急海淡機組及取排水設施使用。

109年10月22日於水利新創基地辦理「新竹海淡緊急供水計畫座談會」，讓潛在水處理廠商可提前瞭解初步規劃內容，以利後續可儘速建置緊急海淡設施供應大新竹地區民生及產業用水，座談會共有12間廠商約30餘人參與。依據109年10月26日「旱災中央災害應變中心」第1次工作會報決議，因屬天然旱災緊急處置，請各單位參考政府採購法第105條規定辦理緊急採購，加速辦理。本案以緊急採購方式辦理招標，第一標「新竹緊急海淡3,000 CMD機組及附屬設施(含代操作)」由國統國際股份有限公司得標簽約。第二標「新竹緊急

海淡10,000 CMD機組（含代操作）」採複數決標(如圖3)，由惠民實業股份有限公司負責6,000 CMD及廣運機械股份有限公司4,000 CMD得標，於109年11月20日完成簽約後陸續進場施作。

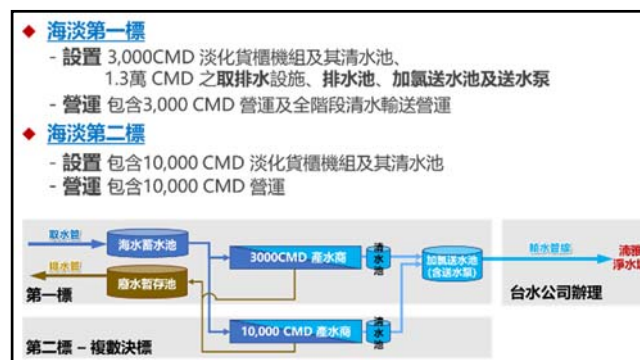


圖3 新竹緊急海淡設施分標原則

(二)機組建置

經濟部水利署北區水資源局（以下簡稱北水局）建置新竹緊急海淡機組於新竹南寮漁港旁的「水利新創科技研發及測試展示基地」，因建置作業期程緊迫，且考量海水淡化零件設備市場供給情形，海水淡化機組採分標辦理，共委託三家廠商合作共同執行，除可加速作業進度外，並可增加因應突發狀況之彈性。於109年11月23日開工即全面投入，積極協調各機關分工支援，協商取得滯洪池、堤防等使用同意、完成電力饋線申請與架設，趕於66天完成台灣本島第一座公共民生使用之海水淡化廠，也是本島第一座萬噸級的海淡廠。掌握時效緊急提供新竹地區用水，有效緩解旱象，故110年2月13日農曆年節期間總統蒞臨視察表示肯定，如照片1。



照片1 總統視察新竹緊急海淡

本案為抗旱所需期程緊迫，取水口設置於南寮漁口南堤，採用管徑80cm的高密度聚乙烯HDIP管，總長約800m；排水管採用管徑63cm的HDIP管，排放口位於新竹市政府滯洪池堤外消能池，總長約400m。HDIP管具有抗腐蝕及彈性佳的特質，適合配合緊急海淡機組的建置。

主要機械設備機組占地約0.5公頃，加上海水暫存池及道路等合計約1公頃，空間使用非常緊湊，3家廠商在前處理技術略有不同，國統國際3,000CMD機組使用砂濾及袋濾，惠民實業6,000CMD使用袋濾及超微過濾UF，廣運機械4,000CMD使用袋濾及砂濾，3家廠商緊急海淡機組配置圖如圖4，施工情形主要工項建置期程如表1。



圖4 新竹緊急海淡機組配置圖

新竹緊急海淡機組每日產水13,000萬噸，經由台水三區處建置的輸水管送往滿雅淨水場清水池，直接供應公共用水。

表1 主要工項建置期程表

109年	主要工程進度
11月16日	工作決標。
11月23日	開工整地。
11月28日	混凝土澆置完成。
11月30日	完成外線電力管溝設置
12月14日	聯合辦公室設置完成
12月30日	台電新設電力完成
110年	主要工程進度
1月10日	3,000CMD機組進場。
1月25日	3,000CMD機組組裝完成。 完成取排水管架設。
1月27日	基地開始產水。
2月5日	10,000CMD機組進場。
2月22日	整場13,000CMD機組組裝完成。
5月2日	開始增產至每日14,000噸。
6月30日	完成抗旱任務，停止產水。

(三) 下游輸水管線建置及配水作業

水利署為辦理109年新竹緊急海水淡化輸水管線工程需要，109年10月12日「109年下半年旱災緊急應變-抗旱水源整備第1次工作會議」決議由台水三區處代辦工程暨其技術服務採購後，台水三區處立即展開新竹海水淡化廠緊急供水計劃輸水管線工程設計作業。

輸水路線在避免影響交通、水源供應、調度能力及操作彈性等作為考量下，擇定由緊急海淡設施沿新港二路、新港一路至頭前溪後，利用頭前溪高灘地之自行車道沿線輸送至滿雅淨水場，再由既有供水管網供應至用戶端，輸水路線總長度8.145公里。

因本工程係屬限期完工案件，應於110年1月15日前完工通水，經水公司3

區研討後，擇定將短期無法配合大量生產，並易受海淡水腐蝕之延性鑄鐵管（DIP），改以能耐酸鹼之耐衝擊硬質聚氯乙烯塑膠管（HIWP）取代，且本工程施工費發包預算約為8,083萬，一般管線廠商無法於限期內完工，經考量施工廠商施工能力及品質，採分三標工程同時施工方式，以縮短工期。

另基於效率，本輸水管線依據採購法規定，辦理緊急採購事宜。第一標「海水淡化廠緊急供水計劃送水工程（一）-埋設管線2,500M」由力麟水電工程有限公司得標簽約；第二標「海水淡化廠緊急供水計劃送水工程（二）-埋設管線2,990M」由晁豐工程有限公司得標簽約；第三標「海水淡化廠緊急供水計劃送水工程（三）-埋設管線2,655M」由順冠工程行得標簽約，於109年11月30日決標後，即陸續進場施作，且在廠商積極趕工下，於110年1月15日前完工通水(如圖5)。



圖5 輸水路線示意圖

三、台中緊急海淡

（一）先期規劃

水利署於109年11月時為嚴防旱象持續擴大，便開始超前部署積極盤點各地區緊急海淡可能廠址，其中，台中地

區在考量水源供輸系統之銜接性與既有港區地形之可利用性，決定開始規劃台中港設置緊急海淡廠就近併入工業區配水池以減少上游鯉魚潭水庫及石岡壩供水量。水規所在接獲指示即與臺灣港務股份有限公司台中港務分公司（下稱台中港務分公司）接洽，商討可能作為緊急海淡場址面積大小約1公頃之土地，惟當時港區內土地多已出租使用，剩餘可用閒置空間又不利於取排水管設置，在水利署經109年12月10日「109年下半年旱災緊急應變-緊急海淡暨淨水處理設施等推動檢討第2次會議」討論後，考量海淡設置工程緊急性，應減少施工量體，土地以臨接港區，方便海淡機組取排水為佳，決定將緊急海淡優先設置於台灣電力公司台中火力發電廠（下稱台中發電廠）內空地，由水利署、中水局及水規所組成工作小組，就海淡機組設置位置、土地權屬調查、取排水及供水管線工程佈置、電力設施等項目，辦理先期規劃作業。

在水規所與台中發電廠及台灣電力公司台中區營業處（下稱台電台中營業處）多次現勘及開會討論後，台中緊急海淡機組設置初步規劃於台中港區內台中發電廠區臨海側，場址土地長約250公尺、寬35公尺，屬國有土地並由臺中港務分公司管理出租予台中發電廠，取水管可經電廠北側外牆於港內側直接抽取，排水管投入電廠冷卻水1號泵室之海水渠道，供水管線可接至電廠之5萬噸儲水槽，外電供應及變壓設備則由台電台中營業處協助處理，線路沿電廠外牆綠地接至場址，並由緊急海淡廠址內提供至少長20公尺、寬5公尺空

地作為受電站。而供水端路線則考量如供給台中發電廠主要蓄水槽，則需於廠內進行多處路口開挖，將影響廠內交通動線且地下管線複雜造成施工不易，經討論後決議所產製海淡水經台中發電廠五萬噸儲槽作配水池後經加壓設施就近納入鄰近自來水系統。而後考量海淡水雖符合飲用水水質標準，如直接匯入自來水系統，可能造成鄰近工業區其製程因些微水質變化而受影響，故經多方協商後改為海淡水供水予中龍鋼鐵公司及台中發電廠，並減供兩處之自來水，形同與海淡水換水，進而增加公共使用。

而後由於水情持續嚴峻，水利署在滾動檢討後，於110年3月15日緊急抗旱水源2.0水源開發工程分組第1次會議推動台中緊急海淡計畫，海淡廠及取排水由經濟部水利署中區水資源局（以下簡稱中水局）設置，海淡廠清水槽後端清水管線部分請台灣自來水公司第四區管理處（以下簡稱台水公司四區處）設置。



圖6 台中緊急海淡廠址配置圖

(二)機組建置

台中緊急海淡基地場域位於台中發電廠內之冷卻水取水口旁空地，對於海淡機組取水相對便利與穩定，中水局

於110年3月25日完成採購後戮力趕工，其中1.2萬噸由惠民實業股份有限公司建置，採用6套國產貨櫃式單元型海淡機組（包括UF超微過濾櫃、保安過濾及控制盤櫃、RO機組設備櫃等單元），每套產水量為2,000 噸/日（如圖7）。另0.3萬噸由山林水環境工程股份有限公司建置，採用3套以色列（Fluence）製貨櫃式套裝型海淡機組整櫃海運來台，每套產水量為1,000 噸/日（如圖8），合計總產水量為1.5萬噸/日。完工後台中緊急海淡機組場域配置（如圖9）。施工情形主要工項建置期程如表2，建置照片如照片2：



圖7 貨櫃式單元型海淡機組



圖8 貨櫃式套裝型海淡機組



圖9 台中緊急海淡機組場域配置圖

表2 主要工項建置期程表

110年	主要工項進度
4月1日	台中發電廠同意於廠內設置圍籬及於北側圍牆開設工區獨立出入口後，進場開工。
4月8日	整地工程及混凝土澆置完成。
4月14日	聯合辦公室完成。

4月15日	台電外線高壓線路、開關、變壓器完成。
4月16日	惠民海淡機組貨櫃進場開始組裝。
5月6日	共同管架、濃排水槽完成。
5月8日	KWH及MCP配電盤完成，山林水海淡機組貨櫃進場開始組裝。
5月10日	海水取水管、RC海水儲槽及送水槽完成。
5月11日	輸水設施及前處理設備完成。
5月13日	濃排水管完成。
5月17日	惠民10,000CMD機組設置完成。
5月20日	惠民10,000CMD機組試運轉完成，達成1萬噸/日產水。
5月21日	山林水3,000CMD機組設置完成。
5月24日	山林水3,000CMD機組試運轉完成，達成1.3萬噸/日產水。
5月29日	惠民擴充2,000CM機組設置完成。
6月1日	惠民擴充2,000CMD機組試運轉完成，達成1.5萬噸/日產水。
8月13日	完成抗旱任務，停止產水。



照片2 施工情形照片

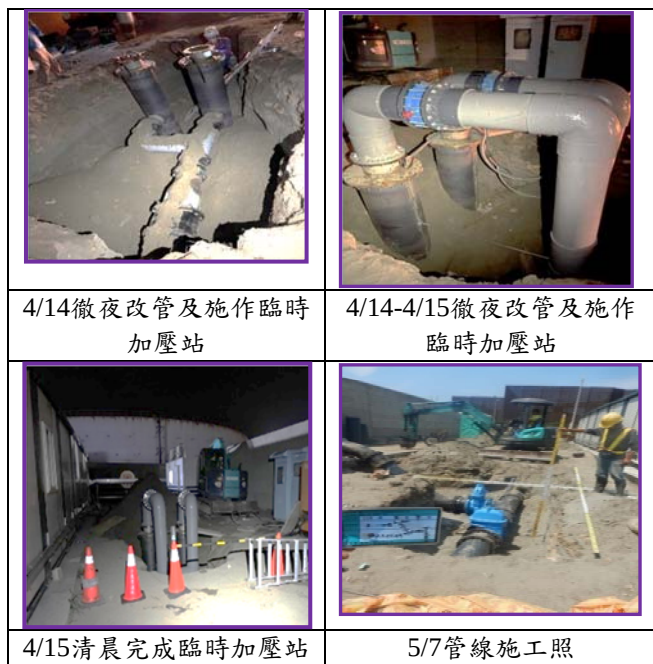
(三) 下游輸水管線建置及配水作業

台水四區處為配合水利署台中發電廠內設置緊急海淡廠工程，負責兩項代辦工程：「龍井區抗旱2.0海淡廠送水管線工程」及「中火海淡廠抗旱2.0加壓

站工程」。為配合中水局台中緊急海淡機組110年5月16日出水之目標，需在台中緊急海淡機組產水每日1.5萬噸注入台中發電廠5萬噸配水池，經新設1,109公尺HIP $\phi 400\text{mm}$ 管線，續接 $\phi 400\text{mm}$ 既有幹管送中龍鋼鐵廠。後因發現若採重力流供水，恐水流流速太慢，因而臨時增設中繼加壓站加壓送水。

龍井區抗旱2.0海淡廠送水管線工程部分，本代辦管線工程於110年3月15日會勘後，趕辦成立預算及採緊急採購，並於03月29日決標。管線工程承商於110年3月30日開工，現場放樣、備料並與台電台中營運處進行施工協調，於110年4月30日完工。該工程能如期完成，是因預算成立快，且正確選用耐酸鹼、耐衝擊HIP管，所以施作迅速；若在抗旱時期，通常物料既缺且漲，採一般 $\phi 400\text{mm}$ DIP管材，變數反而增大。

台中緊急海淡廠抗旱2.0加壓站工程部分，本代辦工程於5月10日會同相關單位現場會勘，結論是重力流送水恐水量不足，決定加設中繼加壓站加壓送水，是日與廠商簽訂緊急採購協議書，立即備料(如：加壓桶、相關機電設施)，5月14日徹夜改管及施作臨時加壓站，以發電機發電，配合水利署年5月16日出水，並趕辦緊急採購事宜。該工程能在不到一周如期完成，是因自來水公司對臨時加壓站施作經驗豐富，能找到適合承商、適合加壓抽水機(低揚程、大水量：8000CMD*30M*2台)及臨時加壓機電盤等(如照片3)；若在抗旱時期，採正規機電工程施工方式，會遭遇抽水機及配電盤無法如期交貨，任務無法達成的窘境。



照片3 管線施工照片

台中港海水淡化廠分二階段產水，110年5月15日前新建每日1.3萬噸，後於110年5月31日前擴充每日0.2萬噸，合計設計量為每日產水1.5萬噸，海淡廠產水後注入台中發電廠5萬噸配水池後，供應台中港區用水。

今年因水情持續嚴峻，旱災中央災害應變中心110年3月25日決議，苗栗、台中、北彰化自4月6日起實施「供水5天，停水2天」之分區供水，台中地區分為兩大供水區(甲、乙兩區)，台中港區位屬分區供水之乙區，係由台水四區處沙鹿配水中心8萬噸配水池，藉由管徑1,000公釐及管徑1,500公釐送水幹管提供加工出口區、臺中商港專區及下游地區民生產業使用。

實施分區限水措施之停水前，沙鹿配水中心8萬噸配水池保持於中高水位以上，供復水期間水源調度及供水穩定之用；分區供水操作調整，主要藉由啟閉1,000公釐蝶閥及1,500公釐蝶閥調控水庫水源供應；停水期間，除區域地下

水源持續供應外，海淡水亦持續供應。

為維持海淡水穩定供應，藉由維持台中發電廠5萬噸配水池水位約6.5～7.5公尺操作(水量約3萬噸)，並輔以中繼加壓站加壓進行供水操作，可供應台中港區每日約1.5萬噸水量，其中供台中發電廠用水每日約5,700噸及供中龍鋼鐵公司用水每日約8,600噸，分別占該兩廠平均日需水量之57.2%及15.7%。

四、建置營運期間遭遇問題

(一)新竹緊急海淡

新竹緊急海淡機組供應每日1.3萬噸清水，旱象較嚴重時達到1.4萬噸，建置營運期間遭遇困難，大致分為幾方面：

1. 海水濁度變化較大

海岸每日會有兩次的滿潮及乾潮，且時間並非每日固定。滿潮時海水較清澈，但乾潮時海水濁度很大，尤其在月圓及無月的大潮，海水水位可落差達4米，另在新竹緊急海淡運轉時期常碰到東北季風侵襲而水質更差，濁度往往大於100ntu，遠大於一般海水淡化的操作環境。然為維持抗旱所需產能，基地加裝大流量袋濾，提高前處理能力降底海水濁度。

2. 場地規劃與佈置

新竹緊急海淡機組利用「水利新創科技研發及測試展示基地」的水池作為海水暫存池，容量僅僅700噸，每日卻必須抽入4萬噸的海水，等於一天要利用海水暫存池超過57次，因此海水暫存池的使用非常緊湊，增加了現場管理的難度。所幸3家廠商皆能依現有環境探索出合作方式，維持

每日的產水。

3. 隔音牆裝置

新竹緊急海淡設置於南寮漁港旁，因非一般廠區的混凝土結構物，當地居民表示白天噪音尚不明顯，夜晚噪音則影響部分居民睡眠品質，因此於5月5日與地方民眾召開「南寮海水淡化廠低頻噪音污染會勘」，承諾設置隔音牆改善，為地方民眾正常生活作息，北水局於5月下旬即完成隔音牆設置，如照片4。



照片4 設置隔音牆照片

(二) 台中緊急海淡

台中緊急海淡機組供應每日1.5萬噸清水，於乾旱時期發揮關鍵作用，建置營運期間遭遇困難，大致分為幾方面：

1. 土地使用取得

本場址使用台中發電廠租用台中港務分公司之土地，需同時取得台中發電廠及台中港務分公司同意，經溝通協調，並由旱災中央災害應變中心依災害防救法第27條及31條，徵用場域土地及相關設施後取得。

2. 場地規劃與佈置

本場址屬東西向帶狀場域僅北側臨路，需由西側電廠既設冷卻水泵室處取、排水，由東側新設受電站引接電力，北側臨路南緣又為電廠環評

植栽綠帶，海淡機組各單元間同時需考慮不同廠商間貨櫃配置、貯槽、管線及施工動線，經多次工序協調及現勘，進行貯槽、管線整併，樹木移植，並改採龍門管架等設計維持道路暢通及避開既設高壓地下電纜。

又海淡機組需由電廠既設冷卻水泵室處取、排水，新設管路及管架不能影響泵室運轉及大修吊掛擋水閘版，經與電廠協調改採高架支撐之設計，輸水管線與五萬噸水槽銜接屬高處作業，因管徑材質不同於短期內施工銜接困難，經與電廠協調改採插管方式銜接，並加裝水位控制關關，監控及制動送水泵避免水槽滿溢。

3. 人員機具進出與管制

本場址位於台中發電廠內需日夜趕工，人員機具進出頻繁將造成電廠門禁管制龐大負擔，經與台中發電廠協商同意於廠內設置圍籬及於北側圍牆開設獨立出入口，由中水局進行管制，5萬噸水槽區輸水管路施工，則由中水局造冊領隊採團進團出，又因應疫情升溫，嚴格入口登記及體溫量測，設置期間總計動員了3,655人次專業技術人員及757車次之各式營建機具，未造成防疫破口。

4. 書件申辦與通關協助

本場址因位於台中港區內，需向台中港務分公司提出台中港區工程作業申請，使用8座499kw之電力，需向台電台中營運處提出用電申請，另需向台中市政府申請免申請建築許

可，向台中市政府環境保護局申請免申請水污染防治措施計畫及排放許可等，書件申辦繁瑣。

又山林水公司採用3套以色列（Fluence）製貨櫃式套裝型海淡機組整櫃海運來台，期間又遇長億輪蘇伊士運河卡船事件，船運托運困難，另機組零組件多需海、空運來台，經透過交通部協調船班，並商請財政部關務署基隆關、台北關、高雄關快速通關，始得儘速進場組裝。

五、結語

去(109)年台灣遭遇56年來首次無颱風過境台灣造成嚴重旱象，新竹、台中地區供水尤其吃緊，在中央與地方合作全力動員下，水利署(水規所、北水局、中水局)、台電(新竹營運處、台中營運處)及台水(三區處、四區處)分工合作分別辦理先期規劃、海淡機組建置、電力系統及供水系統，並由新竹市政府、台中市政府、台中港務分公司及台中發電廠協助用地取得，完成新竹及台中緊急海淡任務，並適時發揮供水救援功能，相當於可分別供應新竹及台中地區超過5萬民眾每日生活用水。

新竹緊急海淡機組從本年1月底運轉累積產水151.3萬噸，每日供應1.3萬噸清水，旱象較嚴重時達到每日1.4萬噸，協助度過百年大旱危機，期間寶山第二水庫蓄水率最低僅剩2.7%，緊急海淡持續運轉穩定新竹地區民生及產業用水。自110年5月底降雨已來旱象逐漸緩解，6月22日「旱災中央災害應變中心第15次工作會議」決議新竹地區由減

量供水橙燈調整為減壓供水黃燈，新竹緊急海淡機組完成抗旱任務，產水至6月底結束。另於新竹地區旱象解除後，因連江縣供水較為吃緊，海淡機組立即發揮緊急調動功能與機動性，將300CMD機組移機至東莒島，補足連江縣供水缺口，未來若其他地區有需要緊急海淡機組，亦可機動地移往使用。

台中緊急海淡採用貨櫃型機組，具備快運、快組、快拆及容易擴充之優勢，於4月1日開工，於5月底即達成每日1.5萬噸產水目標，自5月17日試運轉產水起至8月13日0時停機封存，總計產水約121.3萬噸，有效挹注台中地區水源抗旱。

緊急抗旱伏流水開發與利用

經濟部水利署水規所/尤仁弘副工程司

關鍵字：緊急抗旱伏流水開發工程

摘要

從民國109年豐水期起至民國110年4月降雨甚少導致水庫蓄水率達歷史新低，為減輕水庫供水壓力積極開發替代水源，而伏流水取水工程為相對較快速可取得大量水源的工法，且在枯旱時期河川的水量由中央統一調度，因此快速完工後可作為枯旱時的備援使用。水利署於抗旱時期共完成油羅溪伏流水、大安溪伏流水、烏溪伏流水第一、二期等，前述每處約可供水1.5萬~3萬CMD不等。

一、伏流水定義

伏流水法規上的定義源自經濟部於民國105年9月13日頒布有關伏流水定義(經授水字第10504604240號解釋令)為：「本法所稱地面水，指流動或停滯於地面上之水；地下水，指流動或停滯於地面以下之水。但水道內河床下非飽和層內之伏流水屬地面水」。另於民國106年9月8日水利法施行細則補充解釋(經授水字第10620210890號)為：「設置寬口井、輻射井、水平式集水管或集水廊道等集水設施所取用水道內之水體，視為取用「水利法施行細則」第二條所稱之伏流水」。

為了能更準確定義現地條件的伏流水，民國104年水規所「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」的報告中，將伏流水區及伏流水定義為：「伏

流水區為河床沉積層之一部分，於此區域地面水及地下水進行交換作用，其所交換之水量即為伏流水」。歸納出伏流水為介於地表水與地下水兩水體之間，因經過砂礫層過濾可取得較潔淨之原水，可作為高濁度問題之有效對策，若取水量經評估不影響鄰近及下游用水人水權權益，亦可作為常態供水或常態備援水源。

二、伏流水取水位置評估條件說明

一條河川流域長達數十公里以上，並非所有位置都適合開發，需考量地質條件、水量(水權)、河床覆蓋層厚度、水質等，因此水規所於民國104年所完成之「臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)」中，定義評估原則來找尋最適潛能河段，於流域尺度調查所界定之潛能河段需滿足下列要件：

- (一)該河段流量於每年應至少持續9個月以上。
- (二)該河段含水層透水係數應大於每秒 10^{-5} 公尺(≡每日1公尺)。
- (三)該河段河床未受不透水黏土層覆蓋或阻隔。
- (四)該河段含水層厚度應大於10公尺以上。
- (五)該河段地面水水質良好。

前述評估原則為考量水文地質條件，現地評估時仍須再考慮與河段上下游既有水資源取水設施的利害關係，因此完整的評估條件除了考量水文地質

條件外，必須再評估伏流水潛能量、水資源利用評估，最後提出開發與運用策略。

三、伏流水取水工法說明

伏流水取水工法包含有取水型式、沖刷深度、集水管管材等，影響取水效率、營運維護管理、設備安全等。

(一)取水型式評估：

伏流水取水分為水平式集水管、集水廊道、寬口井、輻射井等四種，其取水方法原理相近，多以集取河岸旁地面水與地下水源為主，各取水型式介紹詳圖1所示。

1. 水平式集水管、集水廊道

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

2. 寬口井

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

若含水層較薄，枯水期地下水位較低，可採用側面取水方式。

3. 輻射井

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

(二)沖刷深度分析：

由於取水設施埋設於河床下，因此颱風暴雨時構造物可能因河床沖刷而受損，因此需考量流速、河床質粒徑等因子，一般皆以試驗成果或實測資料所推導之經驗公式估算，以確保取水設施安全。

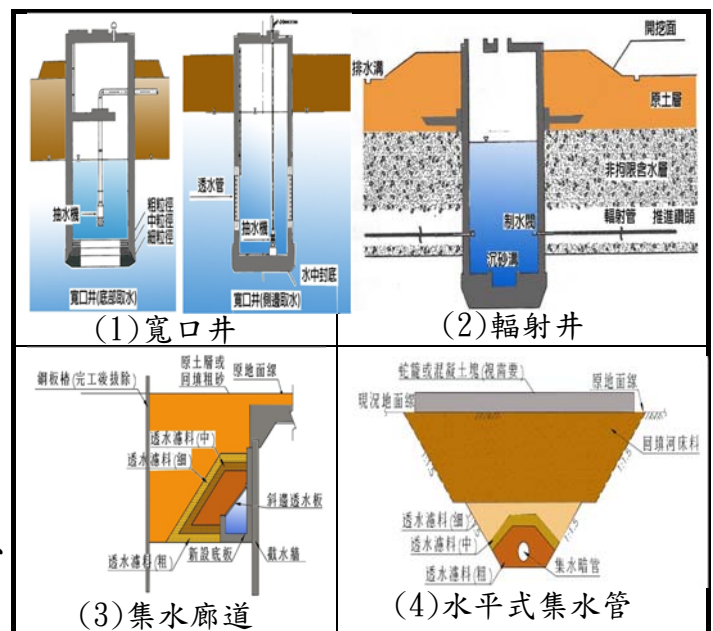


圖1 伏流水工程取水型式介紹

(三)集水管管材評估：

集水管材料市面上普遍有「混凝土集水管」、「HDPE集水管」及「鋼骨繞線式集水管」，以上產品為制式規格品，

國內外皆有廠商生產。

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

HDPE集水管價格及孔隙率介於三者中間，開孔率較混凝土透水管高，開孔率介於3%~10%，因此阻塞率較混凝土透水管低。其材質具有彈性，容許不均勻沉陷能力較強且耐震性高，但結構較不堅固，容易因擠壓造成損壞，故不適用於輻射管推進施工，僅適用於開挖埋設之工程。

鋼骨繞線式集水管是以圓孔為基底將抗壓強度強的鋼條交錯配置，在其外圍以梯型鋼線纏繞，再銲接起來的鋼管，並可依管徑大小及承壓力增設加強環。由於此管的溝寬可依含水層的砂粒自由的變化，且開孔率大，目前在已經常使用。鋼骨繞線式集水管雖然相較其他管材單價偏高，但開孔率為三者中最大，開孔率介於15%~45%，可明顯降低流入孔隙速度減少淤積降低阻塞，開孔型式亦為阻塞率降低之原因。試驗結果指出，材質較為強硬不易擠壓，不僅容許不均勻沉陷能力較強且耐震性高。

四、緊急抗旱備援伏流水新建工程

前述章節是伏流水開發應完成評估的流程，包含取水位置、工法、水資源利用等評估條件，完成現地調查與可行性相關評估等時程約需2~3年以上，

但自民國109年豐水期無明顯降雨，此現象持續至民國110年年初，因水庫蓄水量持續下降，為減低水庫供水壓力，因此於民國109年10月水利署著手辦理各項開源節流措施，並於110年2月趕辦緊急抗旱備援伏流水新建工程。

緊急取水辦理地區有臺中地區與新竹地區，臺中地區為大安溪緊急抗旱伏流水與烏溪緊急抗旱伏流水二處，辦理過程簡化所有程序且需於4月底前完成供水，所有採購與工程施工於1個月內完成，對施工單位的水資源局為非常大的挑戰，後續也於5月中辦理新竹地區油羅溪緊急抗旱伏流水，減輕寶二水庫供水壓力。以下針對各緊急抗旱伏流水取水工程進行說明。

(一)大安溪緊急抗旱伏流水新建工程：

1. 取水位置說明：

為減輕鯉魚潭水庫供水壓力因此辦理大安溪緊急抗旱伏流水，鯉魚潭給水場平時藉由大安溪旁的后里圳水源再送水至大台中，后里圳常時取水藉由圳路前的臨時土堤由大安溪引水至取水口，但於民國110年3月時河川表面已幾乎無水流，后里圳難以取到應有水量，因此大安溪緊急抗旱伏流水選擇設置於后里圳旁，主要因為取水後可就近送入后里圳，伏流水工程設置於后里圳取水口旁如圖2所示，由圖3可見抗旱時期取水口水位遠低於常時水位。

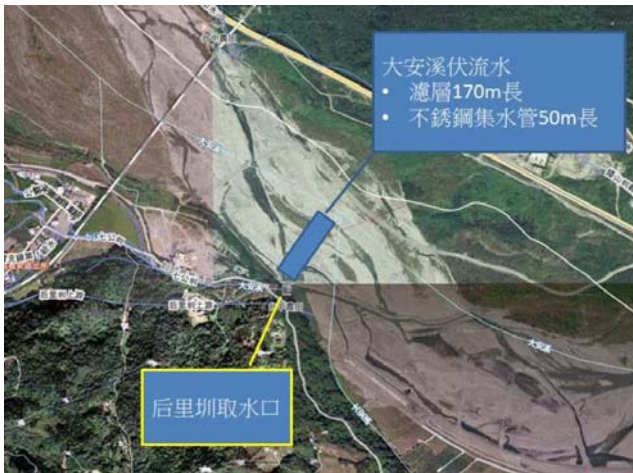


圖2 大安溪伏流水相對位置



圖3 后里圳取水口抗旱時期水位狀況

2. 施工配置與各項工程說明：

大安溪緊急抗旱伏流水工程配置如圖4所示，集水管線垂直河道，濾層埋設長度為170m，於濾層下游側設置臨時土堤長165m攔阻地面水，不銹鋼集水管長度為50m長管徑為1.3m，靠近后里圳取水口處設置集水井井徑為5m深度約20m。

不銹鋼集水管埋設時採明挖工法，坡度採1：1控制，開挖至地表下約12～15m，不銹鋼集水管周圍回填礫石粒徑10～40cm厚度3.1m級配料，濾層之上由下而上依序回填礫石粒徑2～30cm厚度

1. 35m級配料、礫石粒徑1～2cm厚度0.5m級配料、砂層0.2m，其餘上方回填現地原土。不銹鋼集水管埋設深度位置的下游側開挖面埋設HDPE不透水布攔阻水。不銹鋼集水管形式採繞線式鋼管，管徑為1.3m，縫寬為18.34mm，埋設長度為50m長，集水管後端銜接直徑5m的集水井。

集水井採直徑5m的鋼襯環連接，集水井開挖深度為19m，不銹鋼集水管連接深度為14～15m，斜度<3%，每個鋼襯環高度約為0.5m，連接時以不銹鋼加強環加固，如圖5所示。集水井開挖時在地表下19m即挖到砂岩岩盤。

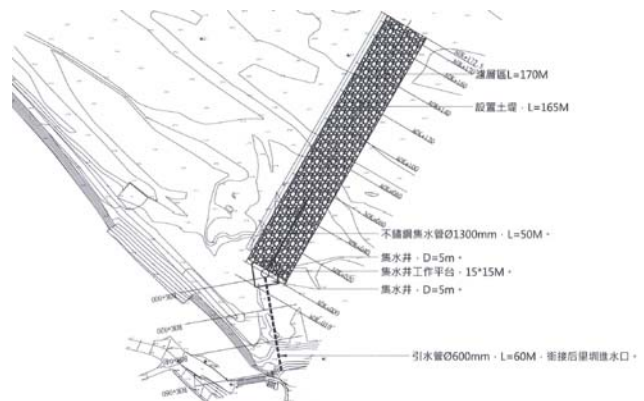


圖4 大安溪伏流水工程整體配置



圖5 不銹鋼集水管與集水井施工現況

3. 完工取水說明：

集水井完工後上方設置15m*15m的保護設施，集水井內裝設3台馬力60匹的沈水式抽水機，揚水管管徑為250mm（10吋管）。圖6與圖7為大安溪緊急抗旱伏流水完工，工程完工後提供每日20,000CMD的水源送水至后里圳再由鯉魚潭給水廠處理後供水，大安溪伏流水取水量相當穩定，推估因礫石層粒徑較大，地表下19m處即為砂岩岩盤透水性差，有類似不透水布概念，而不銹鋼集水管埋深約12~15m，河道處地下水水位約地表下5m，推估伏流水流通斷面約在地表下5~19m處，因此此處集水管取水效率佳且穩定。

此工程設置於河道隘口處且位於河道行水區內，後續設備維護管理較為困難，另由於后里圳原已有取水量，分別屬台水公司與農水署共享，因此綜合考量後為避免河道上機電設備受洪災損壞，以及避免下游用水人權益，機電設備已拆除保管，後續若有需求再行裝設。



圖6 大安溪伏流水完工後現況



圖7 大安溪伏流水完工後供水現況

(二)烏溪緊急抗旱伏流水新建工程

1. 取水位置說明：

彰化地區因缺乏自有水源，常時每日由台中系統支援約80,000CMD供北彰化使用，而在烏溪既有常態取用伏流水僅有福田寬口井（位於烏溪與貓羅溪匯流口處，台74橋上游約5.5公里）每日取水約1萬CMD，取水後送至彰化福田簡易淨水場處理後進入幹管，而福田寬口井在抗旱時期擴充抽水設備後，增供水至1.5萬CMD。因進入3階限水後台中供水系統將無法穩定支援彰化，因此辦理烏溪緊急抗旱伏流水來彌補缺口。

因烏溪緊急抗旱伏流水取水後供彰化使用，本署與台水公司協商後考量取水後需銜接下游大度橋自來水管線，因此考量銜接管線長度與工程施作時程與方便性，選擇位置如圖8所示於台74橋下游約600m處堤防內之高灘，為加速完工期程與快速供水，工程採統包方式施作。施作2處伏流水取水工程，第一期工程濾層長120m集水管長66m，第二期工程濾層長152m集水管長100m，二處工程合計預期可緊急供水4萬CMD。

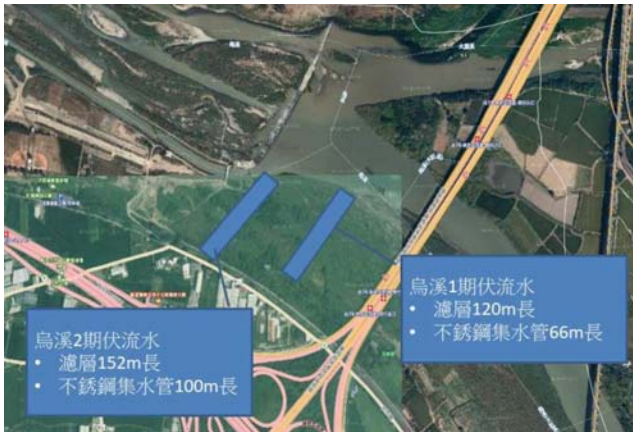


圖8 烏溪緊急抗旱伏流水施作位置

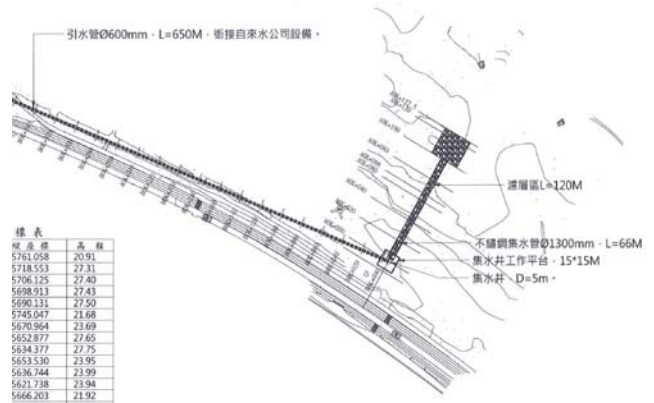


圖10 烏溪伏流水第一期工程配置圖

2. 施工配置與各項工程說明：

(1) 烏溪伏流水第一期工程

圖9與圖10為烏溪伏流水第一期工程配置圖，埋設濾層長度為120m，不銹鋼集水管長度為50m長管徑為1.3m，埋設深度約地表下10m，不銹鋼集水管周圍回填礫石粒徑10~40cm厚度3.5m級配料，濾層之上由下而上依序回填礫石粒徑2~30cm厚度1.35m級配料、礫石粒徑1~2cm厚度0.5m級配料、砂層0.2m，其餘上方回填現地原土。不銹鋼集水管形式採繞線式鋼管，管徑為1.3m，縫寬為18.34mm，埋設長度為66m長，集水管後端銜接直徑5m的集水井。



圖9 烏溪第一期工程濾層開挖

集水井採直徑5m的鋼襯環連接，集水井開挖深度為21m，不銹鋼集水管連接深度為15m，每個鋼襯環高度約0.5m，連接時以不銹鋼加強環加固，圖11為不銹鋼集水管與濾層回填施工照片。



圖11 不銹鋼集水管埋設與濾層回填

集水井完工後上方設置15m*15m的保護設施，集水井內裝設3台馬力60匹的沈水式抽水機，揚水管管徑為250mm（10吋管），如圖12所示，另於堤防外裝設對應之機電設備，工程完工後約可提供每日15,000~20,000CMD，取水後以管徑600mm的引水管長度約650m，送至下游端台水公司第11區管理處於現場設置淨水設備。



圖12 烏溪伏流水第一期工程完工照

(2) 烏溪伏流水第二期工程

烏溪伏流水第二期工程不銹鋼集水管施工方式、埋深、管徑、規格等與第一期工程相同，另集水井的直徑、規格等也與第一期工程相同，二期工區配置如圖13所示，為略有差異為第二期工程施作集水井時為更加快施工速度，集水井外先以全套管基樁方式擋土後再進行開挖作業，如圖14所示。集水井內裝設4台馬力100匹沈水式抽水機，後因水公司需求改採2台100HP(其中一台加裝變頻器)及2台40HP清水泵抽水，圖15為第二期工區施工空拍現況。

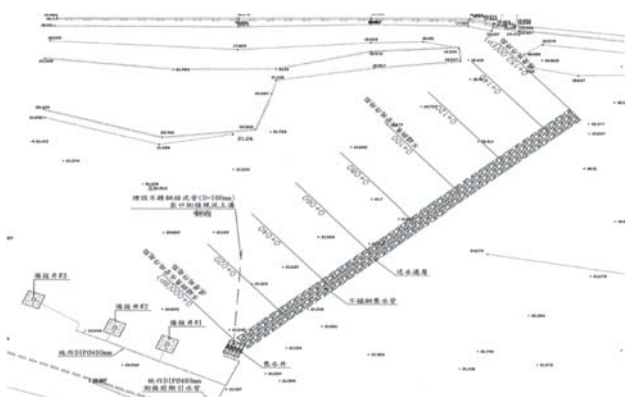


圖13 烏溪伏流水第二期工程配置圖

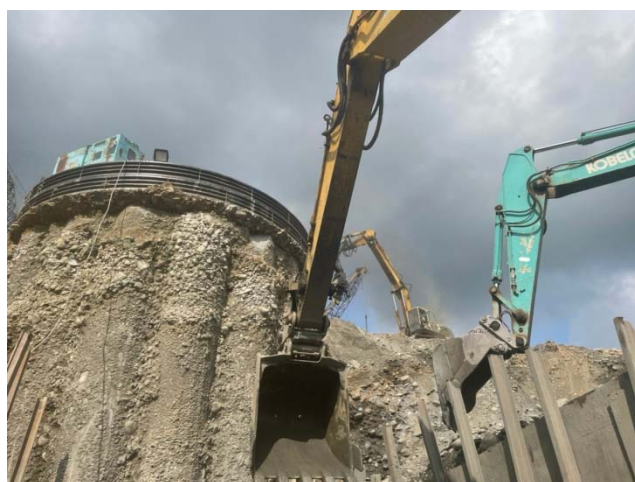


圖14 集水井以全套管基樁作為擋土設施



圖15 烏溪第二期工程施工空拍圖

而在烏溪伏流水施作過程中因土層鬆軟，開挖時二側較難穩固，為避免工程施工不確定性影響供水時程，於第二期工程施作時以全套管基樁施工，以降低集水井施工風險，另為緊急於4月供水新設三口備援井，為求迅速採井深為28m內井徑為0.7m的淺井，每口井配置30匹馬力抽水機，於4月底前完成供水約7,000~10,000CMD。烏溪二期工程整體完工後預估可供水每日15,000~20,000CMD。

3. 完工取水說明：

由於烏溪伏流水第一、二期取水點鄰近無水質處理設備，因此取水後以管

徑600mm的引水管長度約650m，由台水公司第11區管理處於現場設置臨時水質處理設備，如圖16與圖17所示，包含有快濾桶12座、清水桶5座、加藥設備、廢水回收設備等，處理能力為40,000CMD，處理後以管徑600mmDIP管沿烏溪堤防埋設長度2.3公里，銜接大肚溪橋既有管徑2000mm幹管，送往北彰化支援供水。於抗旱時期供水約20,000～30,000CMD，目前作為常態使用每日約供水10,000CMD。



圖16 台水公司現場快濾桶12座



圖17 台水公司現場清水桶5座

(三)油羅溪緊急抗旱伏流水新建工程：

1. 取水位置說明：

寶二水庫常時由上坪堰引上坪溪

的水源，送入竹東圳後存入寶二水庫，但由於民國110年4月底時，上坪溪在上坪堰取水後河道已乾枯無表面流量，寶二水庫有效蓄水量僅5%，另台水公司原在上坪溪的員嶼淨水場旁以寬口井取水送淨水場，每天也僅剩約1,000CMD水量（最大抽量為20,000CMD），但此時油羅溪仍有地表水流動，因此經評估後取用油羅溪水源每日20,000CMD，以2.3公里管線將水源送至員嶼淨水場寬口井，供員嶼淨水場處理後供水，如圖18所示。



圖18 油羅溪緊急抗旱伏流水取水位置

2. 施工配置與各項工程說明：

因本工程5月底施工6月初完工時程1個月內，因此取水方式為油羅溪高灘整地後挖2口臨時集水坑深度約4.5m寬度約2m，集水坑內至入2不銹鋼開口集水井，採類似寬口井方式取水，如圖19所示，取水處屬大顆粒礫石層透水性佳，以臨時抽水機125匹馬力抽水，以管徑500mm管線沿上坪溪堤防，如圖20所示，送入員嶼淨水場寬口井，此工程最大困難為短時間內埋設2.3公里管線，且臨時取水點至員嶼淨水場寬口井高程差22m，耗費相當大抽水動力，但於抗旱時期為較佳水源來源。



圖19 油羅溪伏流水臨時取水設施



圖20 油羅溪伏流水輸水管線施工現況

3. 完工取水說明：

工程完工後於抗旱時期，每日約可取水28,000~30,000CMD，由員嶼淨水場處理後送入供水系統，可減少寶二水庫供水量。本工程後續將爭取經費擴充為常態使用，將改以埋設不銹鋼集水管方式取水，預估設計取水量為40,000CMD。

五、緊急抗旱伏流水後續應用與未來策略

因屬緊急抗旱階段，取水位置評估與工程開發於極短時間內完成（2個月內完工），取水位置還需考量台水公司供水管線與淨水設備等問題，因此取水位置的位置選擇非常困難，例如大安溪伏流水因需就近送入后里圳由鯉魚潭給水廠供水，因此抽水機電設備設置於行水區內後續較難維護管理，屬臨時性設施，於抗旱後拆除設備保管，後續於更下游處評估設置可常態使用的大安溪伏流水。

烏溪伏流水因考量台水公司需增設送水管線長度較長，現場還需設有淨水處理設備，因此選擇區位較下游，受到地質條件影響水量較不穩定，且因屬匯流處有水質不穩定情況，但由於此處水量充足，後續評估鄰近位置開發補充水源將此處作為常態使用，提高彰化自有水源減輕台中供水支援壓力。另外油羅溪伏流水於此次抗旱提供充足水源，後續將改以永久性取水設施作為常態使用。

由此次緊急抗旱伏流水可知，伏流水可作為枯旱備援使用，甚至可提供常態使用來增加水庫蓄存率，惟須考量取水後下游用水人權益。另抗旱時期開發取水位置以水量與就近送水為最優先選擇，水文地質、水質、潛能量等條件各項完整評估程序因時效性省略，後續常態使用規劃時仍應完整考量。

參考文獻

1. 經濟部水利署水利規劃試驗所，臺灣地區伏流水調查規劃參考手冊(草案)，2015年。
2. 經濟部水利署水利規劃試驗所，臺灣中部烏溪流域備援伏流水開發調查規劃，2018年。
3. 經濟部水利署北區水資源局，油羅溪水源抽送員嶼寬口井抽水設備及管線(含代操作)」管線布設作業計畫，2021年。
4. 經濟部水利署中區水資源局，大安溪及烏溪伏流水統包工程竣工圖，2021年。
5. 經濟部水利署中區水資源局，烏溪伏流水第二期工程竣工圖，2021年。

桃園-新竹備援管線工程計畫

台水公司北工處/卓玉娟課長、鄭超仁副處長

關鍵字：北部區域、枯旱、備援管線

摘要

北部區域是科技產業重鎮，竹科更是世界的科技產業重鎮，近年氣候變遷水情嚴峻，民國88年台灣自來水公司（以下簡稱台水公司）為穩定新竹地區供水，完成一條1,000mm ϕ 之桃竹雙向跨區輸水管線，遇枯、早期時緊急跨區支援新竹地區之水量僅剩每日4.6萬 m^3 ，實有需要提升跨區調度備援能力，以維新竹地區供水穩定，考量民國106年已完成之「板新大漢溪水源南調支援桃園計畫」及民國109年通水之「板新地區供水改善計畫二期工程計畫」等跨區水源調度計畫完成後，臺北、板新及桃園等地區水源已可跨區靈活調度，台水公司興建「桃園-新竹備援管線工程」從規劃、設計到施工階段，所有人員不辭晝夜，全力趕工，與時間賽跑、克服諸多難關，提早於110年初完工，達成以石門水庫支援新竹用水20萬 m^3 /日之北水南送任務，幫助新竹地區度過枯旱缺水困境，否則今年初新竹水庫早就空庫，竹科早已沒水可用，全世界科技產業供應鏈都受影響。

一、計畫緣由

新竹地區現況自來水供水量每日約56萬 m^3 ，由頭前溪隆恩堰、寶山及寶二水庫、鳳山溪川流水、苗栗永和山水庫、桃園石門水庫等水源調配供應。其中，自來水供水對象亦包括新竹科學園

區，其係臺灣北部科技工業重鎮，現況每日用水量平均約14萬 m^3 ，終期用水需求則為每日20.5萬 m^3 ，占新竹地區整體用水量1/4以上。因此，提升新竹地區之供水穩定，有助於國家經濟與社會安定。

本計畫功能主要為因應氣候變遷，增加調度備援功能，可作為枯旱時期石門水庫水源跨區調度支援新竹等緊急情況之備援供水，提升新竹地區生活及產業用水穩定。

民國88年台水公司為穩定新竹地區供水，完成一條1,000mm ϕ 之桃竹雙向跨區輸水管線（以下簡稱既有桃竹雙向輸水管線），輸水能力達每日10萬 m^3 ，可引用石門水庫水源作為新竹地區之供水備援。惟近年因該輸水管線沿線所經桃園楊梅等地新建社區多，新增每日用水量約5.4萬 m^3 ，致現況遇枯、早期時緊急跨區支援新竹地區之水量僅剩每日4.6萬 m^3 ，實有需要提升跨區調度備援能力，以維新竹地區供水穩定。尤其北部地區各跨區水源調度、備援計畫如「板新地區供水改善計畫二期工程計畫」在民國109年通水，遇枯、早期時新店溪翡翠水庫水源可擴大調度、挹注新北市板新地區用水，原板新地區由大漢溪石門水庫水源供應之水量即可多數調度回供桃園地區，大幅提升桃園地區之供水穩定，此時建設「桃園-新竹

備援管線」於枯、早期與既有桃竹雙向輸水管線聯合運用，共同調度桃園區域水源20萬 m^3 至新竹(詳圖1)，可以改善北部區域水源分布不均現象，同步提升新竹以北地區之供水穩定。

本計畫符合穩定供水政策目標，為加速推動，爰依「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」研提計畫推動，並奉行政院107年6月25日院臺經字第1070022197號函核定。



圖1 北部區域北水南調系統示意

二、計畫內容

(一)規劃理念

本工程規劃以經濟、安全、有效為理念，故全線主要施設於台1線公路上，此一埋管路徑係自平鎮淨水場與新竹供水系統主要幹管銜接之最短路徑，又利於跨區支援新竹，且本幹管施設路段大多為省道，雖有既設其他單位管線，經調查其施工空間相對較大且無私有地，利於本計畫大口徑幹管施設，主要採用明挖覆蓋工法，部分因地下管線複雜段、穿越箱涵或橋梁等水利構造物時，配合改以管線推進方案施工，計畫平面位置如圖2。

(二)計畫目標

本計畫目標為增加桃園跨區支援新竹地區輸水能力每日15.4萬 m^3 ，使桃園至新竹水源調度備援能力由現況每日4.6萬 m^3 提升至每日20萬 m^3 ，計畫由平鎮淨水場新設 $\phi 1,500mm$ DIP管線共約18.2公里(詳圖2)，沿中興路、三民路後穿過楊梅市轉縱貫公路(台1線)埋設至新竹鐵騎路後銜接既有 $\phi 1,350mm$ 管線後，再新設 $\phi 1,000mm$ DIP管線共約8.6公里，沿縱貫公路埋設至明新加壓站止，需於平鎮淨水場內增設加壓設備克服管線水頭損失。



圖2 本計畫平面位置

本計畫之績效指標、衡量標準及目標值設定如表1：

表1 本計畫關鍵績效指標

績效指標項目	衡量標準	目標值
1. 1,000mm送水管線	公里	約 8.6公里
2. 1,500mm送水管線	公里	約18.2公里
3. 平鎮淨水場新設電動抽水設備	組	2組
4. 桃竹間跨區調度備援能力	萬CMD	20萬CMD (提升15.4萬CMD)

三、工程執行

本計畫經費共需27.8億元，執行自民國107年至110年6月，包含12標管線工程及1標機電設備工程，期程說明如下(詳表2)：

(一)第一年(107年)

辦理地質調查、既有管線調查、工程基本設計及細部設計，本計畫因預定於110年6月通水，經考量管材製造商製作能量，於107年底即提前同時先行發包、保留決標。

(二)第二、第三及第四年(108-110年6月底)

立法院108年預算審議通過後辦理決標，各標管線同時併行施作，以爭取執行效率，施工期間，同時辦理部分管線通過台灣高鐵、台鐵、高速公路及公路局用地申請及風險評估等，以及向各縣市政府提出水管橋及管線推進工程之跨河構造物申請及河川公地使用申請等，並於110年2月2日提早完成桃園支援新竹20萬 m^3 /日之計畫目標。

表2 本計畫期程表

工作項目	107年	108年	109年	110年
1. 調查設計及工程用地 先期作業	■			
2. 工程設計、發包	■			
3. 工程施工		■	■	
4. 驗收及試車				■

四、遭遇困難及因應方案

各案遭遇困難及因應方案分別臚列於下：

(一)桃園－新竹備援管線工程(二)－2

1. 遭遇困難-節點1(三民路)原設計推進坑位置因靠近中山北路二段路口且三民路路寬僅為兩線，如推進坑設置時因推進作業佔用路面時間較長，恐影響工業區大型車輛轉彎不易導致交通壅塞且提高交通肇事及鄰近商店門口因動線部分被佔用亦影響營運。

[因應方案]

將原節點1(三民路)推進坑與節點2(中山北路二段)到達坑位置對調且將到達坑位置調整至靠路側並於施工時間調撥對向一車道以利轉彎車輛行駛，因到達坑設置面積較小且施工佔用時間較為短暫並於24小時派駐交通指揮人員以達交通順暢及降低鄰近商店營運影響。將噪音較大工項如鋼軌樁打設於夜間10點前完成每日施工作業。

2. 遭遇困難-節點4明挖段因舊有電信管溝、管徑1,200mm排水涵管管障導致管線埋設深度不足(詳圖3)。



圖3 排水涵管管障致埋深不足

[因應方案]

改以簡易推進方案穿越管障進行管線配設(詳圖4)。



圖4 管(二)-2變更為簡易推進工法

3. 遭遇困難-節點5~節點6明挖段因快車道台電管溝設置位置與慢車道中油管線、中華電信幹管導致無空間埋設，僅剩快車道台電管溝跟中央分隔島間隙135cm~140cm，無法以DIP進行管線配設。

[因應方案]

改採以鋼管焊接方案進行管線配設。

4. 遭遇困難-節點5明挖段既有台電人孔影響管線配置(詳圖5)。



圖5 管(二)-2遇既有台電人孔管障

[因應方案]

以鋼管焊接方案繞越既有台電人孔進行管線配設(詳圖6)。



圖6 變更為繞越既有台電人孔

(二)桃園-新竹備援管線工程(四)

1. 遭遇困難-於台一線及楊湖路一段路口，因遇台電管障故由原設計埋設於北上側改為埋設至南下側施工，需改變交通維持方案(詳圖7)。

[因應方案]

原設計埋設於北上側改為埋設至南下側，改方向之路口採半半施工避開上下班尖峰時段，並安排交維人員指揮交通，避免因施工造成交通堵塞，日夜連續施工後待CLSM達強度即假修復，將完整道路還給用路人。



圖7 遇台電管障改埋設至南下側路口

(三)桃園-新竹備援管線工程(五)(六)-1
(六)-2

1. 遭遇困難-交維計畫審查期程過長；

交維計畫送至新竹縣政府審查，因縣府承辦需安排專家學者共同審查致使審查期程過長，導致開工後無法立即施工。

[因應方案]

過程中不斷與新竹縣政府積極協調並及時抽換須更正之資料，加速審核時間。

2. 遭遇困難-如遇連假、國定假日為求疏運新竹段要求提前收工並回復路面，造成多次工程機具及施工人員調動，致使工程進度延宕。

[因應方案]

過程中不斷與公路總局新竹段積極協調並請廠商協助配合路權單位之要求，以利雙方諧和順利施工完成。

3. 遭遇困難-每分段路證完工後需繳交各試驗資料如第3方平坦度報告、AC鑽心試體報告、標線抗滑報告等，上述資料皆非能立即繳交，導致下一分段路證申請時程過於冗長。

[因應方案]

過程中不斷催促實驗室盡早提出報告並請廠商協助配合路權單位之要求，以利工進。

五、計畫成效及營運操作

(一)計畫成效：

1. 新竹地區遭遇枯旱水源不足時，可增加石門水庫跨區調度支援新竹地區民生及產業用水之水量，延長新竹寶山及寶二等水庫供水時程。
2. 配合民國106年已完成之「板新大漢溪水源南調支援桃園計畫」及民國109

年完成之「板新地區供水改善計畫二期工程計畫」等跨區水源調度計畫，再推動本計畫，使臺北、板新、桃園至新竹等北部區域人口、產業密集地區之新店溪(含翡翠水庫)、大漢溪(含石門水庫)、頭前溪(含寶山及寶二水庫)等區域水源可「以多援少」靈活跨區調度，大幅提升整體北部區域供水調度備援彈性。

3. 提升區域供水穩定，可增加產業投資意願，促進產業發展，創造就業機會，維護民眾生活品質。

(二)營運操作：

營運操作管理由台水公司編制人員及約聘僱人員機動調配因應，必要時得委外或以外包人力辦理，為延長設備使用年限，相關經常性維護管理事項如下，並因地制宜檢討落實：

1. 抽水設施設置自動監控(保護)系統，以確實掌握水池之水位、出水流量及運轉狀態。
2. 抽水設備每隔3~5年應進行維護檢查，必要時更新零件，維修時可以油漆防銹蝕。水質積垢性高者，抽水機尤應每年不定期拆檢一次，以維持抽水效率。
3. 送水管線須定期檢驗水質以符合飲用水水質標準，並控制水流速度介於0.6m/sec~3.0m/sec，以避免管內沉澱或流速過高沖刷管壁。

六、未來展望

(一)修正計畫強化區域調度功能

本計畫於109年修正增加「桃竹管線水源南送新竹市區工程」興建1座

9,000立方公尺加壓站，位於既有寶山淨水場北送竹北地區之管線系統旁，可使原有單向輸水管線視情形改為雙向供水，強化區域調度功能，於桃園支援新竹每日最大20萬 m^3 水量中，再調配9萬 m^3 直接輸送新竹市區（含竹科），提升新竹市區供水穩定，並於109年9月3日院臺經字第1090029541號函奉行政院核定「桃園-新竹備援管線工程計畫（第一次修正）」（詳圖8）。

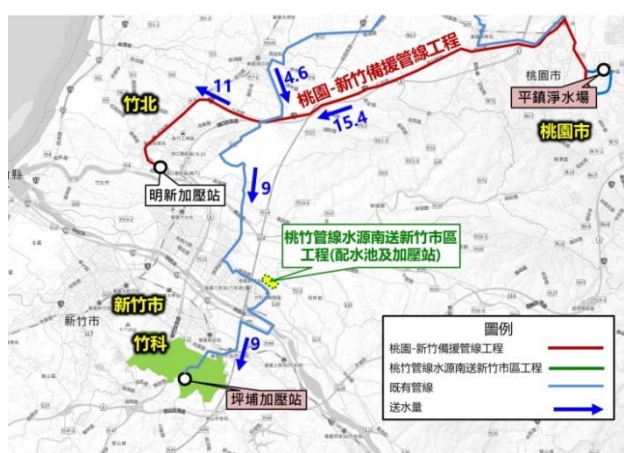


圖8 修正計畫平面位置

「桃竹管線水源南送新竹市區工程」所需經費2.03億元，執行自民國110年7月至113年底，包含9,000立方公尺加壓站工程，興辦事業計畫、工程設計、發包及施工。

(二)未來展望

針對產業界持續關切之投資五缺問題，行政院將本計畫納入106年11月7日召開「排除產業投資障礙－穩定供水策略記者會」之策進作為項下，經濟部並於107年1月17日至1月31日期間舉辦13場「排除企業投資五缺障礙政策宣導說明會」，由經濟部、勞動部、科技部及教育部等相關部會共同參與，說明各

部會所研提之各項議題對策與作法，使產業界深入瞭解各項措施作為，其中本計畫為各界重點關心項目之一，各界期盼能早日完成，降低缺水疑慮，俾能安心生產。

台水公司配合中央政策早已展開北水南送計畫，陸續推動三項大型工程，範圍橫跨新北市、桃園市、新竹縣市，先有109年通水之「板新地區供水改善計畫二期工程」使翡翠水庫挹注板新地區81萬 m^3 /日，再藉「板新大漢溪水源南調桃園幹管」與舊管聯合使石門水庫送水桃園最大51萬 m^3 /日，最後加上107年推動本計畫，俾支援供水新竹20萬 m^3 /日，本計畫執行期間，為求效率，由台水公司包辦所有設計及監造工作，適逢新竹地區遭遇百年大旱，引發國際關切，施工人員更是不辭晝夜，全力趕工，克服諸多難關，促使本計畫提早於110年2月2日通水，完成以桃園石門水庫水源支援新竹用水20萬 m^3 /日之計畫目標，達成北水南送艱鉅任務，幫助新竹地區度過缺水難關，否則今年初新竹水庫早就空庫，竹科面臨無水可用之窘境，全世界科技產業供應鏈也連帶受到影響，台水公司未來將持續配合中央政策，因應氣候變遷採「調度及備援」策略，確保產業用水供應穩定安全，降低北部地區缺水風險，提高經濟發展穩定性。

七、致謝

台水公司執行本計畫期間，幸蒙總統及行政院長大力支持，於110年2月1日親臨平鎮淨水場視察桃園供水至新竹調度情形(詳圖9)，亦承蒙行政院經

濟部、經濟部水利署、桃園市政府、新竹縣政府、新竹市政府，以及交通部公路總局第一區養護工程處、中壢工務段及新竹工務段、台電公司、中華電信、瓦斯管線單位多方面鼎力協助推動，方能順利克服諸多難關，達成北水南送艱鉅任務，台水公司感激之情無以言表，未來將持續配合中央政策，

秉持一貫服務宗旨，持續提供量足、質優之穩定供水，支持台灣產業發展、促進經濟成長。

參考文獻

1. 高肇藩，衛生工程，1975年。
2. 中華民國自來水協會，自來水設備工程設施標準解說，1996年。
3. 中華民國「自來水工程設施標準」，2003年。
4. 中華民國自來水協會，自來水設備工程設施標準解說，2006年。
5. 陳國宏、陳怡靜，給水工程原理與設計，2018年。

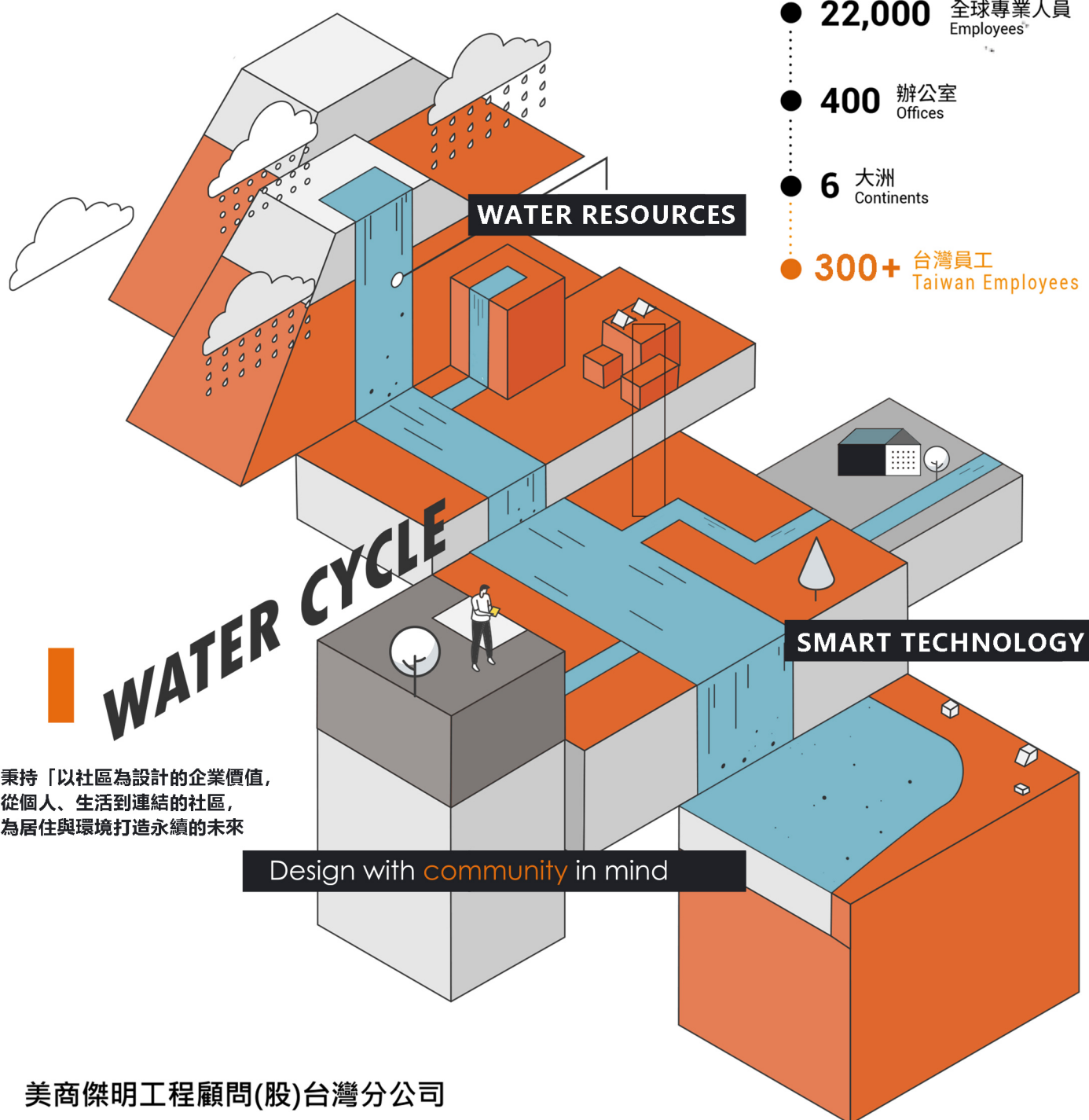


圖9 110年2月1日總統視察本計畫通水



We are Stantec

引進國際上成功模式與強化水資源管理創新技術，導入物聯網科技等輔佐既有工程管理模式，提供多元水源智慧調控決策方案，為水安全永續作出貢獻。



- 22,000 全球專業人員
Employees*
- 400 辦公室
Offices
- 6 大洲
Continents
- 300+ 台灣員工
Taiwan Employees

秉持「以社區為設計的企業價值，
從個人、生活到連結的社區，
為居住與環境打造永續的未來

美商傑明工程顧問(股)台灣分公司
美華環境科技股份有限公司

10549 台北市松山區敦化北路167號9樓

↑+886 2 8712 3866



stantec.com