水資源管理會刊

# 目錄


**特別企劃**

面對 67 年最嚴重乾旱 …… 謝明昌、耿承孝 02

**專　論**

104 年農業抗旱應變措施及停灌補償
…… 張敬昌、何逸峯、朱志彬 09

104 年台灣西部地區旱災期間自來水公司
之因應作爲 …… 王㠯堅、蔡檜森、林信忠 18

如何正確解讀氣候預測資訊 …… 陳孟詩 33

從世界水資源到台積公司水資源之策略與實踐
……陳昌宗、張智能 44

**學會動態**

會務報導.....秘書處 56

**新聞瀏覽**

編輯室 62



水資源管理會刊

第十七卷第一期 2015.08

ISSN：1606-2604

行政院新聞局局版

北市誌第2415號

發 行 人：楊偉甫
發 行 所：中華水資源管理學會
總 編 輯：張敬昌
副總編輯：蘇明道
出版委員會委員：毛振泰　王藝峰
何逸峯　李振誥
林　岳　林國華
林鎮洋　張良正
張尊國　陳清田
陳榮福　簡昭群

本期企劃：張良正、王藝峰
執行編輯：倪佩君
會　　址：淡水郵政1-616信箱
電　　話：(02)8631-1279
電話傳真：(02)2621-0370
電子信箱：
cwrms@km.water.tku.edu.tw
承 印 者：晟傳文化事業有限公司
地　　址：台北市寧波西街124-2號
電　　話：(02)2303-9471

# 面對67年最嚴重乾旱

謝明昌
經濟部水利署水利防災中心 主任
耿承孝
經濟部水利署水利防災中心 正工程司

去(103)年的天候條件，在氣象史上創下不少新紀錄，致使本波旱象較往年開始的早。去年侵臺颱風少，甚至整個8月西北太平洋都沒有颱風生成，創下氣象局自1958年發布颱風警報以來，8月颱風生成數最少的紀錄，而8月的鳳凰颱風亦未帶來足夠豐沛的雨量，導致去年颱風降雨較往年少。去年秋冬(103年10月至104年2月)降雨創下氣象局在臺灣地區有完整降雨記錄67年以來最少的一年。以上都是造成今年旱象如此嚴重的最重要因素。

## 一、 前言

旱災與風水災特性大不相同，風水災來的急去得快，應變時程大多3-5天，反觀旱災則為漸進式、長延時的災害，對社會最大的危害就是持續長時間的缺水，造成農業、產業及民生重大影響，剛開始時就像溫水煮青蛙，直到開始實施限水措施造成影響時，社會大眾才猛然知道問題嚴重性。而旱災長時間之影響特性往往加重旱災對社會各層面之衝擊，歷史上亦有因嚴重乾旱造成糧食缺乏導致饑荒，甚至造成動亂滅國或文明消失之案例。在在說明，不能輕忽旱災的影響。

回顧近幾年重大乾旱事件。在臺灣，從民國91、92、93、95、99及今年的乾旱事件均面臨農業用水停灌問題，91年跟今年則實施第三階段限水措施。觀之世界各國，面臨到的旱象也為數不少，98年澳洲及中國大陸北方部分地區出現不同程度的乾旱現象。99年初中國西南發生大乾旱有些地區甚至持續半年，水庫甚至乾涸，但5月起山洪肆虐各地造成社會及經濟的重大損失。以今年來說，美國加州旱象持續惡化、巴西及南北韓亦面臨嚴重乾旱，泰國北部及東

北部遭遇了近半世紀最嚴重的乾旱情況，部分河川甚至斷流，嚴重影響農耕。這些天然災害均在在顯示，氣候有劇烈變化之趨勢，在水資源情勢上，由於社會發展之變化，越來越難開發新水源，而全球水資源也因污染而使可用水資源日漸減少；另一方面水資源之需求，隨著人口成長及經濟發展亦日漸增加，所以如何於經濟、社會、環境永續發展與水資源永續利用間取得一和諧平衡之發展，此乃值得深思且急迫進行之課題。

## 二、臺灣水資源特性

依水利署近10年(92-101年)統計資料顯示，臺灣每年約降下950億噸水量，雨量雖然大，但因人口密度高，人均雨量僅約世界平均值五分之一(如圖1)；而這些雨量又因臺灣山高坡陡地形高差大導致水流入海迅速，再加上無足夠水庫攔蓄水量，有6成流入海中、2成被太陽輻射蒸發逸散無法使用，導致可運用地面水量極為有限。需求量方面，近10年年平均總用水量約177億噸(生活用水19%、工業用水9%、農業用水72%)，透過河川引水、水庫取水(水庫總庫容19億立方公尺，年需供水40億噸，各水庫每年需裝滿2次、石門水庫則需裝滿4次以上，始能滿足供水需求)及抽取地下水方式取用(如圖2)。

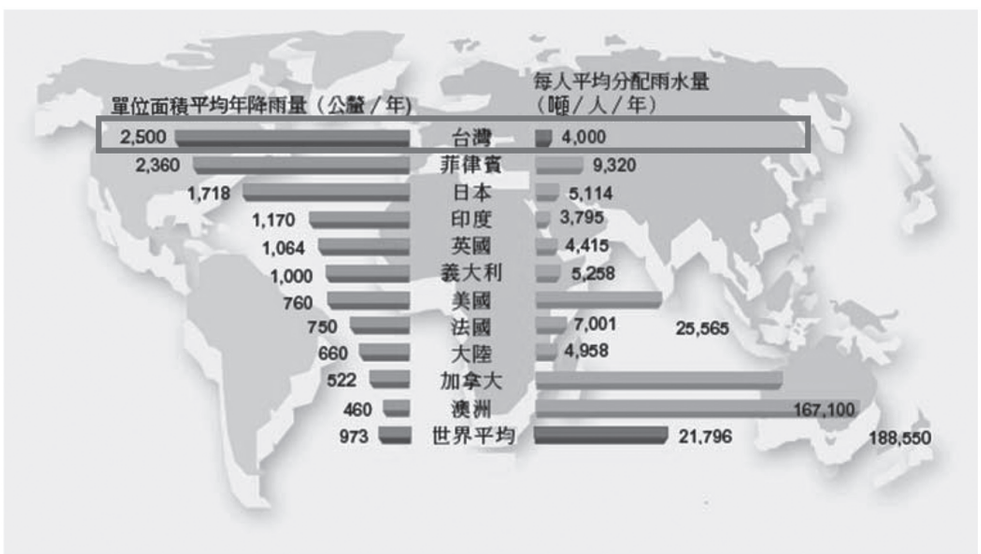



圖1 世界各國單位面積每人分配雨量圖

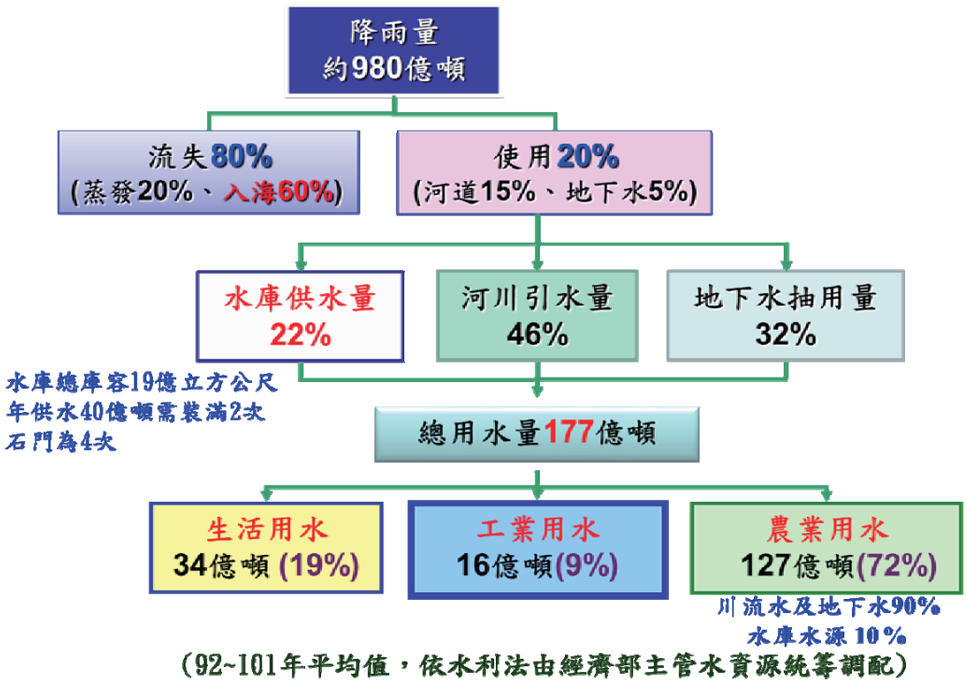



圖 2 水資源利用結構圖 (92-101年)

臺灣汛期從5月1日起至11月30日止，但從10月開始降雨就慢慢減少，倘若隔年春雨及梅雨降雨不如預期，就很容易發生缺水問題，當然除了降雨問題，臺灣的人文、地理、地質環境等等因素，也都提高了供水不穩定度。

## 三、各項抗旱因應措施

### (一) 提前啟動，積極風險管理：

基於提前預防旱災發生的考量，水利署去年9月召開103年秋冬季臺灣地區供水情勢檢討會議時，即要求所屬各區水資源局加強滾動檢討辦理各項用水管控措施。並在去年鳳凰颱風來襲前，經濟部次長兼水利署代理署長楊偉甫在颱風整備視訊會議時，即要求各水庫將本次颱風視同汛期前最後一場颱風，儘量灌飽水庫，以保障供水穩定。

### (二) 隨時檢討水情，循序提升應變層級積極應變：

為因應水情狀況，水利署隨時滾動式檢討水情，並透過發布簡單易懂的水情燈號，讓大眾了解水情狀況。水情燈號分為藍(水情正常)、綠(水情稍緊)、黃(第一階段限水-離峰時段降低管壓供水)、橙(第二階段限水-大用水戶減量供水)及紅(第三階段限水-分區輪流或全區定時供水；第四階段限水-定量定時供水)。(如圖3)

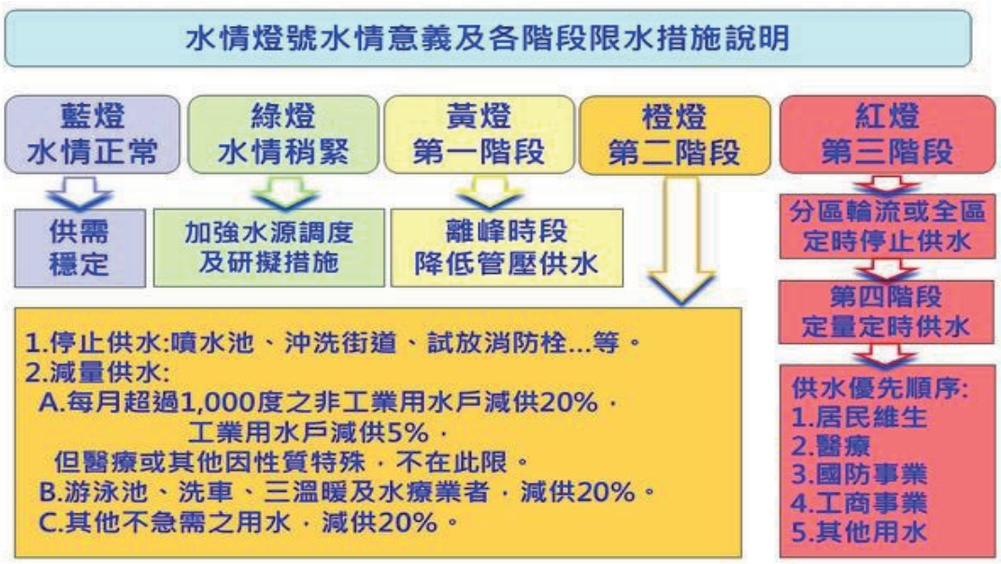



圖3 水情燈號及各階段限水措施

去年鳳凰颱風並未帶來足夠降雨量，臺南市在去年10月初水情即拉緊報，新北市板新、林口、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化北部、高雄及澎湖等供水區亦在11月初由水情正常的藍燈轉為水情稍緊的綠燈，為因應旱情各區水資源局陸續成立應變小組。因旱象持續，中央氣象局亦評估未來降雨偏少，水利署遂於去年11月17日成立「旱災經濟部水利署災害緊急應變小組」。

隨著新北板新、林口、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化北部、臺南及高雄地區11月底至12月初陸續轉為黃燈，實施第一階段夜間減壓限水措施，考量缺水範圍廣泛，涉有跨區水資源調度及停灌休耕補償問題，即在12月2日提升應變層級，成立「旱災經濟部災害緊急應變小組」，並訂定以隔年汛期前不進入第三階段限水為抗旱目標。應變期間持續召開水情檢討會議，並由中央氣象局與會提供最新短期及長期降雨預測，作為未來水情發展的預測參考，並以各供水調度區之氣象、水文、水源及供水系統等特性，建立之水情預警因應。

時序進入今年2月，各水庫水位持續下降，供水越來越吃緊，為延長水庫供水時程，新北桃園、板新、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化北部、臺南及高雄地區水情燈號，同步於2月26日轉為第二階段限水之橙燈，應變層級亦提升至最高之旱災中央災害應變中心。

應變期間水利署及各單位實施各項節限水措施。農業部分，在桃園、新竹、苗栗、臺中及嘉南水利會104年度第一期稻作部分灌區(合計4萬3,659公頃)實施停灌農業用水，將節省水量移供公

共用水，有效控制旱情衝擊，並採取農業節水灌溉，確保未停灌區域稻作順利收成。工業方面，在協調下，民間與產業界共體時艱，配合政府各項節限水措施，整體減供比例達19.4%，超出預定最高減供比例10%許多，水利署與國防部空軍單位也掌握天候條件施行地面及空中人工增雨作業，向老天多要一點水。但自年初以來石門水庫降雨量與平均值差異大，且水庫整體蓄水及入流狀況比當時保守估計更差，又梅雨降雨不確定性高，為避免陷入5月時再要進一步節限水卻無水可節之窘境，採漸進方式提前在4月初針對新北板新、林口、桃園及新竹部分地區，採行影響較低的供水5天、停水2天的第三階段限水措施，以降低對民生、產業之衝擊。而高雄地區亦因高屏溪流量過低，在5月4日水情燈號也轉為紅燈，但因幾波午後雷陣雨使高屏溪流量尚足以供水，並未實施第三階段限水措施。

5月份開始，幾波梅雨帶來可觀的雨量，水情逐漸好轉，5月11日起新北、桃園及部分新竹地區結束了歷經35天分區輪流供水的第三階段限水措施，5月底也陸續解除各地區也陸續解除第二階段限水措施，大大降低了民生及產業的不便，抗旱各層級應變小組亦循序撤除，直自7月13日，臺灣本島各地區，轉為水情正常的藍燈。(各階段水情燈號如圖4)

| 供水地區 | 水情稍緊(綠燈) | 第一階限水(黃燈) | 第二階限水(橙燈) | 第三階限水(紅燈) |
|---|---|---|---|---|
| 新北市板新地區 | 103.11.4～103.12.7<br>104.6.8~103.7.12 | 103.12.8～104.2.25<br>104.5.22~104.6.7 | 104.2.26～104.4.7<br>104.5.12~104.5.21 | 104.4.8～104.5.11 |
| 桃園市及新北市林口區 | 103.11.4～103.11.26<br>104.6.8~103.7.12 | 103.11.27～104.2.25<br>104.5.22~104.6.7 | 104.2.26～104.4.7<br>104.5.12~104.5.21 | 104.4.8～104.5.11 |
| 新竹縣(市) | 103.11.4～103.11.30<br>104.5.22~104.6.7 | 103.12.1～104.2.25 | 104.2.26～104.5.21 | - |
| 苗栗縣 | 103.11.4～103.11.30 | 103.12.1～104.2.25<br>104.5.22~104.6.7 | 104.2.26～104.5.21 | - |
| 臺中市(含彰化縣北部) | 103.11.4～103.11.30 | 103.12.1～104.2.25<br>104.5.22~104.6.7 | 104.2.26～104.5.21 | - |
| 彰化縣南部 | 103.12.1~104.2.25<br>104.5.22~104.6.7 | 104.2.26～104.5.21 | - | - |
| 南投縣 | 103.12.1～104.6.7 | - | - | - |
| 雲林縣 | 103.12.1~104.2.25<br>104.5.22~104.6.7 | 104.2.26～104.5.21 | - | - |
| 嘉義縣(市) | 103.12.1~104.2.25 | 104.2.26～104.6.7 | - | - |
| 臺南市 | 103.10.8～103.11.30 | 103.12.1～104.2.25<br>104.5.25 ～104.6.7 | 104.2.26～104.5.24 | - |
| 高雄市 | 103.11.4～103.12.7<br>104.5.25 ～104.6.7 | 103.12.8～104.2.25 | 104.2.26～104.5.3 | 104.5.4 ～104.5.24 |
| 澎湖縣 | 103.11.4～104.6.7 | - | - | - |
| 連江縣(南竿) | 104.01.14～迄今 | - | - | - |
| 金門 | 104.04.8～迄今 | - | - | - |

圖4 各地區水情燈號實施時間

**(三)跨部會合作，陸空協力施作人工增雨:**

為了增加水庫集水區降雨量，降低旱象造成影響，水利署人工增雨工作群組積極推動人工增雨作業，並提前於去年7月間完成全臺可施作人工增雨作業地點規劃，本次枯旱災期間，把握每次鋒面過境臺灣機會，人工增雨工作群組24小時守視，利用氣象預報、參考國內外氣象模式分析，精密計算鋒面通過時間及最有可能降雨區域，即時透過通訊平臺將訊息通報分布於各地第一線工作人員施作地面人工增雨。抗旱期間，人工增雨作業群組於石門、寶山第二、永和山、明德、鯉魚潭、曾文、南化、烏山頭、牡丹等9座水庫施作17次增雨作業(合計64座次水庫)，另協調國防部空軍單位以C-130H型機施作空中人工增雨作業13次(合計26架次空中運輸機)，為各地水庫增加約10%降雨量，延長水庫供水時間。

**(四)有效進行節水宣導激發全民缺水意識**

為讓全民及早了解水情不佳的情形及後續可能發生之狀況，規劃於臺鐵車站候車室、Facebook等網站推廣分享節水歌曲與MV，引起國內媒體廣泛報導為公部門宣導影片之表率；並辦理節水風水師、愛水節水月等宣導活動，透過深入基層節水教育活動及推動水價優惠折扣方案，成功激發全民節水意識。並將檢討法規制度推動開徵耗水費、並將持續推動水價合理化及強制使用省水器材，大步邁向節水型社會。

**(五)具體抗旱成果**

旱災應變期間採「日日監看、週週檢討、時時回報」的原則辦理，從水利署、經濟部、再到行政院，均依據各自災害業務計畫所訂標準作業程序，逐步提升應變層級並加強抗旱力道，過程中均與各目的事業主管機關(如中央氣象局、農委會、科技部、國防部及工業局等)、地方政府、農田水利會及自來水事業單位，共同討論溝通取得共識後，才採取相對應的措施，在長達9個月的抗旱期間，全臺由北至南如石門、寶山、寶山第二水庫、永和山、鯉魚潭、德基及霧社水庫以及高屏溪均創下歷史最低水量，共計召開23次工作會議，整合各部會及縣市政府資源，掌握各單位抗旱物資，本次旱災期間合計動員水車3,321車次(總載水量38,459噸)、臨時供水站750站(總供應水量31,731噸)、水資源回收中心10處(總載水量10,636噸)。有次序地推動加強區域調度、促進城市節水、農業節水灌溉及人工增雨等工作，在全民配合下各縣市總節水率達8%以上，抗旱期間各城市節水總量達7,199萬噸，相當於2.2座寶山第二水庫，有效的運用有限的水資源，化解旱情，各水源調度及限水措施成效如下:

1.農業用水停灌：桃園、新竹、苗栗、臺中及嘉南水利會104年度第一期稻作部分灌區實施停灌，總面積合計4萬3,659公頃(正常需水量約6.4億噸)，發揮有限水源最大效益並對社會影響減至最低。

2.第一階段夜間減壓供水:實施地區包括新北市板新及林口區、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南及高雄地區，時間自103年11月27日至104年6月7日陸續開始及結束，最長共193天，總用水量減供比例2.6%。

3.第二階段大用水戶減量供水:實施地區包括新北市板新及林口區、桃園、新竹、苗栗、臺中、北彰化、臺南及高雄地區，時間自104年2月26日至104年5月24日陸續開始及結束，最長共88天，總用水量減供比例工業大戶19.3%(預定減供5~10%)、非工業大用水戶23.9%(預定減供20%)、游泳池等業者、洗車、三溫暖及水療業者28.8%(預定減供20%)。

4.第三階段分區輪流供水:實施地區包括新北市板新及林口區、桃園及部分新竹地區，時間自104年4月8日至104年5月5日，共28天，平均節省每日17.6萬噸(超出原預估每日11.6萬噸)。

## 四、結語

面對67年以來最嚴重旱象，為了降低旱象帶來的衝擊及影響，水利署提前進行各項抗旱因應措施，但石門水庫供水區最終還是面臨實施第三階段供五停二分區輪流供水措施的情形，雖然造成部分民眾不便，但也是為延長水庫供水時程的必要限水措施。幸而，在幾波梅雨帶來豐沛雨量，加上地方政府、中央各單位及全民共同努力下，本次旱災得以安然度過，但未來這種情境是否還有可能再發生，答案應該無庸置疑，要如何能安度每次旱災來襲，將是個值得深思探討的議題。水利署未來也將朝著院長的水資源管理三化政策前進，即水源多元化、節水常態化與清淤最大化，期盼降低可能帶來的旱象影響。

## 五、參考文獻:

1.鍾朝恭、林震哲，2010，抗旱機制介紹及案例分析，水利第20期。
2.旱災災害防救業務計畫。
3.水利署官方網站www.wra.gov.tw。
4.旱災災害緊急應變小組相關會議資料。

# 104年農業抗旱應變措施及停灌補償

張敬昌
行政院農業委員會農田水利處 處長
何逸峯
行政院農業委員會農田水利處 科長
朱志彬
行政院農業委員會農田水利處 薦任技正

## 壹、 前言

臺灣年平均雨量約2,500公厘，為世界平均值的2.6倍，但因地狹人稠，每人每年所分配降雨量僅約4,000m$^3$，為世界平均值的七分之一，且降雨量在時間及空間上的分佈極不均勻。夏、秋之豪雨或颱風為台灣水資源之主要來源，5～10月雨量即占全年的78%，豐水期（5～10月）與枯水期（11～4月）之間河川逕流量比差異明顯（北部63%：37%，中部區域78%：22%，南部區域91%：9%），因此，利用水庫蓄水來調配豐枯水季間之水源，更顯重要。

臺灣目前與供水有關之水庫約40座，水庫總有效容量約為20億噸，每年卻必須供應44億噸水量，平均每座水庫年運用次數須超過2次以上才能滿足需求，其中南部曾文水庫年運用次數為2.3次，北部石門水庫甚至超過4次，因此如遇降雨量不如預期時，經常發生缺水危機。

農業灌溉用水年總用水量約120億立方公尺，約佔總用水量之70%，然灌溉用水水源約80%取自於河川，水庫水源則約僅佔10%，其主要供水之水庫為桃園石門水庫、苗栗明德水庫及南部曾文－烏山頭水庫，以上水庫早期興建以農業灌溉用水為主，民生用水為輔，隨著我國經濟發展，民生及工業用水需求量急速上升，因民生及工業對於供水穩定要求高，致缺水發生頻率增加，91、92、93、95年、99年及今（104）年間，北部桃園及新竹地區、中部苗栗及臺中地區、南部嘉南地區均曾因乾旱缺水，被迫以公告停灌方式調用農業用水，支援民生及工業用水之不足，對於社會經濟之穩定，功不可沒。

## 貳、 104 年第一期稻作停灌決策情形

依據交通部中央氣象局資料，自去（103）年下半年以來水情不佳，8月份無颱風侵臺紀錄，係67年來最枯旱的一年；政府相關部會及地方政府自去年9月即密切監控水情發展，當時時值103年第二期稻作抽穗期間，需確保當年第二期稻作維持供灌，經各單位努力用水調度下，使當期稻作順利完成供灌收割。

自去年11月份臺灣部分地區開始陸續進入一、二階限水，針對民生及工業用水進行減供措施，相關部會積極辦理各項抗旱措施。惟水情持續不佳，相關部會及單位依供水情勢分別成立旱災災害應變小組辦理應變措施。

依據經濟部召開中央級跨部會之「旱災災害緊急應變小組」工作會議，全臺以桃園、新竹、苗栗、臺中、嘉義及臺南等地區水情相對嚴峻，無法完全滿足各標的用水需求，因農業用水占總用水比例70%，倘停工業用水而供農業用水，仍有供水量不足，至抽穗期時將有稻作坪割之虞，因此會議決議移調用農業用水，並給農民適當之補償；另外經評估各區用水需求，規劃分區停灌作業，已將全臺停灌面積減至最少。再考量各地區育苗及插秧時間，應提前辦理公告停灌作業，避免育苗業者已育秧苗之損失。

最後，經檢討決議104年度第一期稻作部分區域辦理停灌作業，停灌範圍包含桃園、新竹、苗栗、臺中及嘉南等5個農田水利會部分灌區，停灌面積4萬3,659公頃，並由經濟部及行政院農業委員會（以下稱農委會）會銜公告，各地區停灌區域、面積及公告時間如表1及圖1所示。

表1 104年第一期稻作公告停灌面積

| 農田水利會 | 停灌區域 | 停灌休耕面積(公頃) | 備註 |
|---|---|---|---|
| 桃園 | 大漢溪流域 | 22,677 | 104.1.9 公告 |
| 新竹 | 鳳山溪及頭前溪流域 | 4,606 | 104.1.9 公告 |
| 苗栗 | 明德水庫 | 1,175 | 103.12.31 公告 |
| | 中港溪流域 | 2,083 | 104.2.14 公告 |
| 臺中 | 大安溪北岸灌區 | 4,625 | 103.12.31 公告 |
| 嘉南 | 曾文-山頭水庫<br>嘉義地區(含白河水庫) | 8,493 | 104.1.9 公告 |
| | 總計 | **43,695** | |

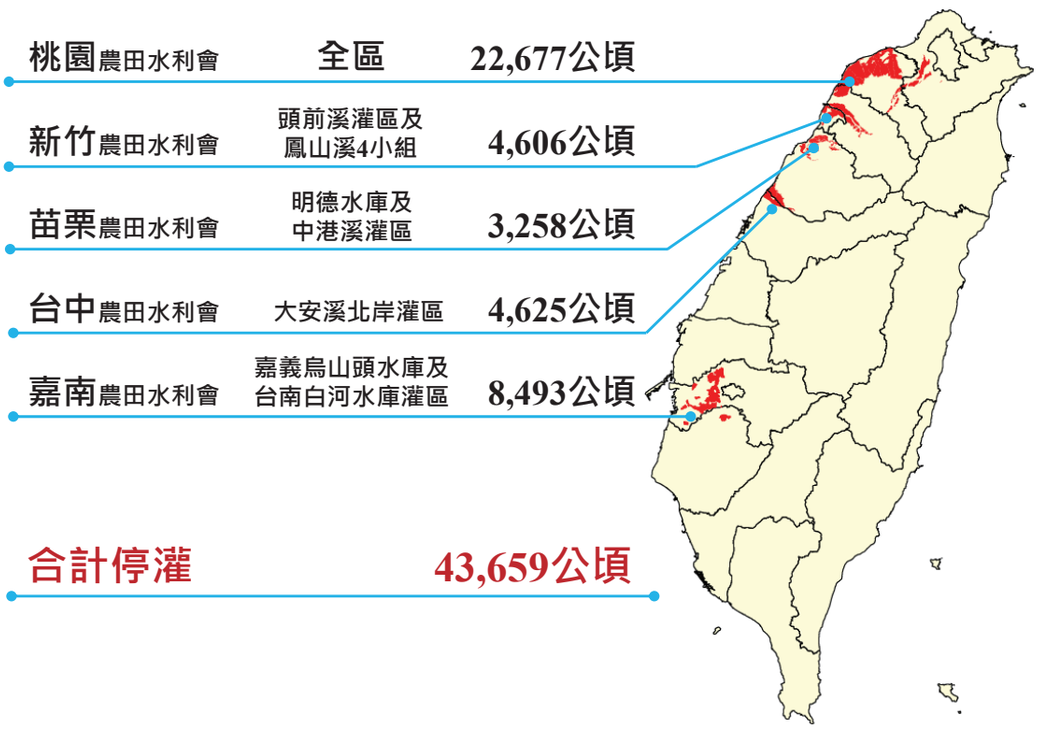



圖 2 104 年一期稻作公告停灌區域及面積

另外針對全國非公告停灌農田水利會之灌區灌溉面積約 14 萬餘公頃，農委會積極督導各農田水利會加強灌溉管理措施，辦理各項抗旱作業，俾以有效利用農業用水，順利完成 104 年第一期作供灌事宜。

乾旱水情持續至 104 年 5 月下旬，遂有梅雨鋒面降雨挹注，旱象終告解除，相關部會亦回歸平時應變作業機制。

## 參、公告停灌區之補償因應措施

### 一、針對104年第一期稻作停灌區因應措施

**(一)農委會針對停灌區休耕或轉作提供多元補償方案：**依據經濟部「農業用水調度使用協調作業要點」，計算被調用地區之稻作農家賺款，另加 5% 反映物價成長幅度，以此公式計算出 104 年第一期作每公頃停灌補償標準：會銜公告 (1)休耕且種綠肥為 8.5 萬元、(2)休耕且未種綠肥為 7.8 萬元、(3)不種稻而轉(契)作旱作物或長期作物者，每公頃補償 3.9 萬元至 6.2 萬元，農民可依耕地狀況自行選擇。各項轉(契)作補償標準，詳如表 2。

表2 轉(契)作補貼及停灌區補償標準

| 轉(契)作作物項目 | | 停灌區每公頃補償費 |
|---|---|---|
| 契作作物 | (一)硬質玉米、非基改大豆、小麥、蕎麥、胡麻、薏苡、仙草 | 6.2萬元 |
| | (二)毛豆、牧草及青割玉米 | 5.2萬元 |
| | (三)胡蘿蔔、結球萵苣 | 4.1萬元 |
| 地區特產作物 | | 3.9萬元 |

**(二)停灌補償費撥付實際耕作人：**目前稻作栽培大部分為自耕農，即停灌補償由農民領取；如有承租簽訂合約者，停灌補償費則給付予實際耕作人(即承租人)，因為地主(亦屬農民，且多為老農民)已向實際耕作人收取租金，至於地主與實際耕作人分配比例得由租賃雙方自行議定，或依租賃契約約定辦理。

**(三)對於受影響相關業者提供貸款寬限措施與輔導：**

1. **水稻育苗業者：**減育秧苗每公頃最高補償1,500元，此外，協助其辦理104年第一期作稻種冷藏保存事宜。
2. **農貸寬限措施：**104年第一期稻作停灌區，已申貸「農機貸款」、「輔導農糧業經營貸款」、「小地主大佃農貸款」、「青年從農創業貸款」等4項政策性農業專案貸款之借款人，還本繳息困難者，得申請本金展延還款6個月，展延期間之利息免予計收，由政府補貼。

**(四)持續辦理大佃農輔導措施：**公告停灌區承租符合「調整耕作制度活化農地計畫」基期年規定之農地，於租賃存續期間，維持租賃獎勵每公頃1萬元。

**(五)鼓勵停灌地區104年第二期作提早種植**且避免連休三期，以維持農地充分利用。倘農地除本年第一期作因受停灌影響休耕，而第二期作及明(105)年第一期作無特殊不可抗力因素，仍持續申報休耕者，考量產業發展及避免影響週邊生產環境，針對105年第一期作申報休耕農地，原則不核予休耕給付，以避免連休三期。

## 二、公告停灌區辦理補償作業

### (一)農田水利會受理申辦流程：

依據經濟部召開之「旱災災害緊急應變小組」工作會議決議，由經濟部及農委會會銜公告104年度第一期稻作辦理停灌作業，停灌面積4萬3,659公頃，並由相關農田水利會受理農民申請作業。各項停灌補償作業辦理程序如圖2，主要工作項目辦理期程如表3。

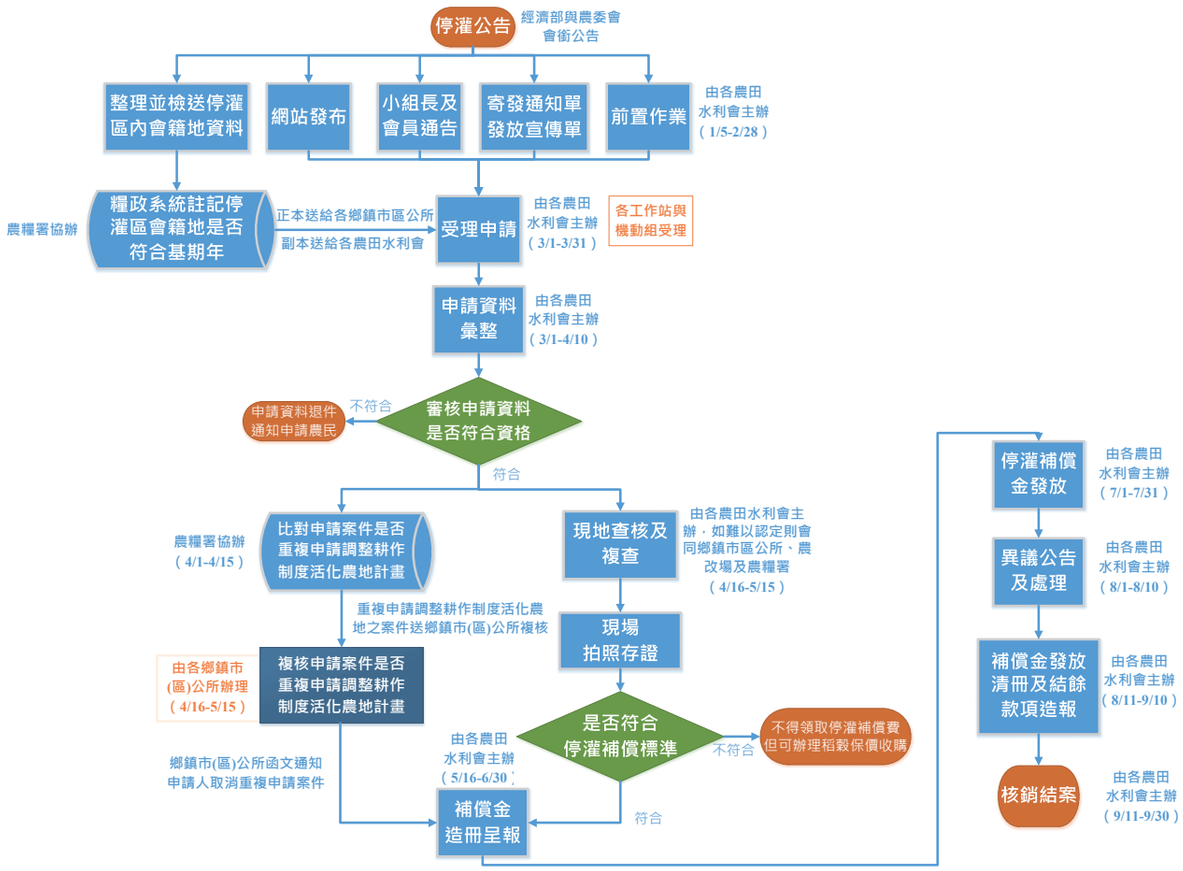



圖2 104年一期稻作停灌補償作業辦理程序

表3 停灌補償作業項目辦理期程

| 項次 | 工作項目 | 辦理期程 |
|---|---|---|
| 1 | 受理農民申請作業 | 104年3月1日至3月31日 |
| 2 | 停灌標準現地查核及複查作業 | 104年4月16日至5月15日 |
| 3 | 補償金發放作業 | 104年7月1日至7月31日 |
| 4 | 異議公告及處理 | 104年8月1日至8月10日 |
| 5 | 核銷結案 | 104年9月11日至9月30日 |

辦理停灌公告作業期間，為加強農民宣導，農委會及相關農田水利會設置免付費專線電話，提供農民洽詢停灌補償相關疑問。各相關農田水利會並於網站及工作站張貼停灌公告、印製宣傳單、辦理水利小組宣導及寄發停灌補償申請通知等。

**(二)成立停灌補償作業督導小組，協助農田水利會辦理補償作業：**

農委會為協助桃園、新竹、苗栗、台中及嘉南等農田水利會辦理本年第一期稻作停灌補償作業，成立104年第一期稻作停灌補償作業督導小組，督導各農田水利會確實辦理各項受理申請、現地查核及補償金發放等作業。並針對各農田水利會辦理作業有疑義部分，適時召開督導會議。

另外，農委會於104年2月3日及2月6日分2梯次辦理「104年度農田水利會停灌補償作業講習會」，以強化農田水利會各工作站同仁辦理停灌補償作業。由農業工程研究中心協助開發建置之停灌補償現地查核APP，農田水利會同仁可攜帶平板電腦辦理現地查核，加快查處作業，並即時拍照上傳，減少處理時間。

**(三)停灌補償作業執行成果（統計至7月31日）：**

本次停灌補償作業經各相關農田水利會受理農民申辦、辦理現地查核後，各項補償標準申請比率及補償經費，說明如下：

1. 本次受理停灌面積為32,381公頃，佔公告停灌面積之74.16%，高於往年申請比率約71.3%。其中符合基期年農地面積為29,615公頃佔受理面積91.46%。各農田水利會受理面積詳如表4。
2. 統計各類申請補償標準，農民申請補償標準以標準一比率最高，占受理面積之69.41%，其次為標準二占20.65%，標準六占8.95%，其餘標準三至標準五則合計不到1%。
3. 本次受理停灌補償經費為25.617億元。各會受理申請各標準比率及補償經費，詳如表5。補償經費統計尚不包含行政作業費、育苗中心減育費用、專業農業貸款補貼及魚介、渠道清理等費用。

表4 各農田水利會一期稻作停灌受理件數及面積

| 農田水利會 | 公告停灌面積（公頃） | 受理件數(件) | 受理面積(公頃) | 受理比例(%) | 符合基期年農地面積(公頃) | 符合基期年農地比例(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 桃園 | 22,677 | 46,785 | 16,752 | 73.87 | 15,352 | 91.64 |
| 新竹 | 4,606 | 9,801 | 2,796 | 60.70 | 2,237 | 80.01 |
| 苗栗 | 3,258 | 7,546 | 1,967 | 60.37 | 1,732 | 88.06 |
| 臺中 | 4,625 | 12,481 | 3,276 | 70.83 | 2,896 | 88.41 |
| 嘉南 | 8,493 | 22,728 | 7,591 | 89.38 | 7,398 | 97.46 |
| 合計 | **43,659** | **99,341** | **32,382** | **74.17** | **29,615** | **91.46** |

表5 各農田水利會受理申請各標準比率

| 農田水利會 | 受理停灌申請面積(公頃) | 標準一面積 ha (比率) | 標準二面積 ha (比率) | 標準三面積 ha (比率) | 標準四面積 ha (比率) | 標準五面積 ha (比率) | 標準六面積 ha (比率) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 桃園 | **16,752** | 11,890.41<br>70.98% | 3,322.24<br>19.83% | 2.68<br>0.02% | 286.33<br>1.71% | 0.23<br>0.00% | 1,249.55<br>7.46% |
| 新竹 | **2,796** | 1,493.00<br>53.40% | 982.80<br>35.15% | 0.00<br>0.00% | 0.00<br>0.00% | 0.00<br>0.00% | 320.10<br>11.54% |
| 苗栗 | **1,967** | 1,221.00<br>62.08% | 489.10<br>24.87% | 1.62<br>0.08% | 10.40<br>0.53% | 0.00<br>0.00% | 244.70<br>12.44% |
| 臺中 | **3,276** | 1,652.20<br>50.44% | 1,355.90<br>41.39% | 0.00<br>0.00% | 1.20<br>0.04% | 0.00<br>0.00% | 266.40<br>8.13% |
| 嘉南 | **7,591** | 6,218.60<br>81.92% | 536.40<br>7.07% | 0.00<br>0.00% | 18.50<br>0.24% | 0.00<br>0.00% | 817.60<br>10.45% |
| 總計 | **32,382** | **22,475.21<br>69.41%** | **6,686.44<br>20.65%** | **4.30<br>0.01%** | **316.43<br>0.98%** | **0.23<br>0.00%** | **2,898.35<br>8.95%** |
| 補償經費(億元) | **25.617** | **19.103** | **5.215** | **0.003** | **0.165** | **0.0001** | **1.130** |

備註：標準一：不種稻作且未種植其他作物但種植綠肥者，每公頃補償8.5萬元。
標準二：不種稻作且未種植其他作物者，每公頃補償7.8萬元。
標準三：不種稻作而契作種植硬質玉米、非基改大豆、小麥、蕎麥、胡麻、薏苡、仙草，每公頃補償6.2萬元
標準四：不種稻作而契作種植毛豆、牧草及青割玉米，每公頃補償5.2萬元。
標準五：不種稻作而契作種植胡蘿蔔、結球萵苣，每公頃補償4.1萬元。
標準六：不種稻作而轉種植地區特產作物、其它作物或種植長期作物或由農田水利會供水養殖之會員者，每公頃補償3.9萬元。

## 三、農業用水節水成效分析

### (一)供灌區域農田水利會104年一期作供灌情勢及抗旱措施

自103年下半年以來水情持續不佳，各農田水利會針對轄內104年一期作採取各項抗旱措施及加強灌溉管理作業，包含大區輪灌、啟用抗旱井補助水源補助、機動調派掌水人員操作水門、回歸水再利用等各項措施，總計104年第一期作期間節水成效約4.2億噸農業用水。

### (二)停灌區農田水利會農對田水節水量分析

針對104年一期稻作停灌地區節省水量共計4.09億噸，其中以桃園農田水利會全區停灌共節省1.35億噸之效益最大，將節省水量蓄存於石門水庫中，成功協助桃園地區之民生用水度過限水階段。

## 四、檢討與建議

近年來，因全球氣候異常暖化，臺灣地區乾旱問題日趨嚴重，調用農業用水支援民生及工業使用之頻率亦增加，自91年起，為提供民生及高科技科學工業園區穩定供水之需而辦理停灌，而95年度停灌除了因年初降雨量不足外，93年艾莉颱風為石門水庫所帶來約2,000萬噸淤積於水庫內之泥沙所引發之後遺症，亦是造成桃竹苗地區缺水之主因，至於99年嘉南農田水利會停灌亦因莫拉克颱風，使曾文水庫淤積9,100萬噸，水庫有效庫容大幅減少所致，此種因水庫淤積減少庫容所造成之缺水現象，短時間內恐無法改善，將持續妨礙桃園及嘉南地區農業經營，建請經濟部積極辦理水庫清淤與工程改善作業。

有關停灌補償標準訂定，應依「農業用水調度使用協調作業要點」規定，以政府最新發布之農業年報中，被調用地區之農家賺款，另加百分之五以反映物價之成長為依據；如作物種植後始發生調用致廢耕者，應另加計已投入生產成本及代耕復耕費用。由於97年以後農家賺款逐年攀升，98年1期作農家賺款每公頃為7.6萬元，103年1期作之農家賺款每公頃8萬元，將加劇未來停灌之政府財政負擔，因此爾後停灌決策宜更為審慎。

鑑於長時間大面積停灌，灌溉水路若連續長達4個月未通水，將造成流經

市區之水路環境衛生惡化，而且農地缺乏水分滋潤，易造成生態環境惡化，於農地停灌期間，水資源管理單位應考量生態環境維護及長期作物仍需用水之實況，在適當時機釋放保育用水，俾能兼顧農村生活環境及生態維護，避免對於停灌區內之生態及環境衛生造成重大衝擊。

公告停灌對於農業生產、農村勞力、農業機具運用、農村經濟及農村文化等層面產生嚴重後遺症，此外對於生態環境亦造成嚴重破壞。未來調用農業用水應採循序漸進方式，由用水單位視缺水情形提出用水需求，再由農田水利會調查灌區內作物種植情形，採用加強灌溉管理方式節約灌溉用水（必要時，可由農田水利會針對欲節約用水之系統內，針對少數農民個別溝通，協調其配合休耕或轉作，以達系統性節水目標），所需之補償費與調用水費，由調用水者與農田水利會協商，儘量避免大面積公告停灌，以減少對農業之生產、生活、生態等三生功能的負面衝擊。

# 104年台灣西部地區旱災期間自來水公司之因應作為

王國堅
台灣自來水公司 副總經理
蔡檜森
台灣自來水公司供水處 處長
林信忠
台灣自來水公司供水處 工程師

## 一、 前言

台灣地區降雨豐沛，在最大雨量之世界記錄中，排行第四。但降雨強度大多集中在夏季，由於河川短促且陡、水流湍急「土壤保存水分」能力不足，約有七成的雨水留不住，迅速流入大海。德國Kassel環境系統研究中心資料顯示，雖然台灣年平均降雨量約達2,467公釐，但每人每年可分配雨量卻只有全球平均值18.7%，排名全球第18個易缺水國家。隨著全球暖化和極端氣候發生，將造成乾旱和水災發生機率頻繁，未來缺水的頻率只會愈來愈高。

由於103年降雨量1643.3mm較平均年降雨量少，枯水期（11～4月）長達6個月，台灣西部地區遭遇67年來最嚴重乾旱，隨著各水庫水位持續下降，蓄水量不斷減少，乾旱情形日益嚴重，為有效延長供水時間，避免缺水情形發生，台灣自來水公司(以下簡稱：本公司)配合旱災中央災害緊急應變中心及經濟部災害緊急應變小組會議各項決議，自103年11月27日起陸續對新北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南及高雄等10個地區實施各階段限水措施，至104年6月8日各限水地區完全解除限水措施止，計實施193天。本次乾旱期間為本公司成立以來不論實施限水日數、限水措施強度及限水影響範圍(影響戶數約499萬戶，影響人口數約1,397萬人，如表1)等，為歷年來最大規模限水措施。

表 1 限水地區影響供水戶數及人口數

| 地區 | 供水戶數（萬） | 供水人口數（萬） |
|---|---|---|
| 板新 | 35.0 | 90.0 |
| 桃園（含林口及新豐、湖口） | 81.4 | 202.6 |
| 新竹 | 29.29 | 83.96 |
| 苗栗 | 15.45 | 48.23 |
| 台中 | 86.5 | 256.4 |
| 北彰化 | 16.6 | 55.4 |
| 南彰化 | 19.6 | 64.5 |
| 嘉義 | 25.5 | 72.8 |
| 雲林 | 27.0 | 81.0 |
| 台南 | 66.2 | 186.7 |
| 高雄 | 96.5 | 255.9 |
| 合計 | 499.04 | 1397.49 |

## 二、預防旱災作為

### (一)節約用水宣導

為達成節約用水的防旱目標，主要以觀念改變及引導節約用水付諸實際行動為導向，推廣節水教育宣導、落實節水教育紮根工作，本公司全體員工除積極自我要求身體力行推動外，並結合經濟部水利署及相關單位辦理節約用水宣導活動，另依水庫蓄水量（水情）發布水情不如預期之新聞，同時結合平面、電子媒體廣告、本公司及社群網站等多重管道，加強宣導節約用水，並確實管控供水量，除達成全國每人每日平均用水量逐步降至250公升以下之目標外，另以行政規範管理及獎勵優惠等具體措施，由政府單位帶動風潮，使節約用水工作普遍化與全面化，以擴大節水成效，並逐步推動用戶節約用水及推廣工業用戶中水系統回收再利用，並期藉由提高各標的節約用水效率、改善民眾用水習慣、建立「知水、愛水、節水」的水文化，而臻「節水型社會」之境界。

103年至104年上半年止，本公司主辦或配合各機關單位活動，主動設攤宣導節約用水(如圖1)，共計辦理1,070

圖1 節水宣導活動

場次，宣導人次約626,494人；辦理淨水場參觀活動(如圖2)，向參與學生或民眾實地解說淨水流程並宣導愛水惜水觀念，共計辦理1,139場次，參與人次約50,831人；台水與您有約活動共計辦理46場次，參與人次約706人。

圖2 淨水場節水宣導參觀活動

### (二)推動節水措施

1.為鼓勵民眾換裝省水器材，讓節約用水者可以得到實質獎勵，依據經濟部核定公告本公司「104年度節約用水優惠獎勵措」，於104年4月至104年7月止辦理水費優惠折扣。

2.配合經濟部於104年4月1日實施「節水風水師家戶查漏方案」措施，於每月抄表作業主動提醒用戶注意用水異常情形並對有內漏疑義之用戶協助輔導至當地水管工業同業公會辦理。

3.藉各項大型節水宣導活動中表揚節水達人及績優節水單位。

## 三、抗旱措施、整備及執行

因應台灣西部整體水情持續不佳，本公司自103年11月14日起成立總管理處旱災緊急應變小組因應，以充分掌控現況與水情等資訊，俾及時因應旱災情況，除督促各限水區域之區管理處積極辦理各階段限水措施，並採取以下因應措施：

(一)於公司網站成立抗旱專區網頁並與各單位網路連結，充分揭露水情狀況及相關因應措施等訊息供民眾查詢。

(二)全台各區管理處抗旱井105口整備工作，適時啟用備援。

(三)全台各區管理處運水車54輛整備工作。

(四)規劃並於公司網站首頁抗旱專區公布限水期間大用水戶載水處地點及加水設施數量。

(五)完成各淨水場整備及跨區處水量調度作業。

(六)促請各限水區管理處成立旱災緊急

災緊急應變小組，將實施限水之相關資訊進行通報。

為統一及確實掌握各單位執行乾旱時期停止及限制供水措施時之各項作業，訂定「本公司乾旱時期停止及限制供水執行標準與措施作業要點」，依據該要點之規定，停止及限制供水作業共分為四階段，各階段執行標準與措施原則如次：

**(一)第一階段**

1.執行標準：供水量短缺達2%以上，未達5%時。

2.執行措施：離峰時段(晚間23時至翌日上午5時)降低管壓供水(晚間23時至翌日上午5時)。

**(二)第二階段**

1.執行標準：供水量短缺達5%以上，未達10%時。

2.執行措施：

(1)停止供水：包括停供噴水池、沖洗街道、水溝、大樓外牆、試放消防栓、露天屋頂放流等不急需得停供之用水。

(2)減量供水：

a.每月用水超過1000千度大用水戶之非工業用水戶減供20%、工業用戶減供5～10%，但醫療或其他因性質特殊，減量供水將造成重大公眾損失之用水戶，不在此限。

b.游泳池(含附設泳池)、洗車(含加油站附設洗車)、三溫暖及水療等業者，減供20%。

c.其他不急需之用水，減供20%。

**(三)第三階段**

1.執行標準：供水量短缺達10%以上，未達30%時。

2.執行措施：分區輪流或全區定時停止供水。

**(四)第四階段**

1.執行標準：供水量短缺達30%以上時。

2.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。

乾旱期間實施第一階段限水措施為新北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南及高雄等10個地區；實施第二階段限水措施為新北、桃園、新竹、苗栗、台中(北彰化)、台南及高雄等7個地區，於實施第二階段限水措施期間仍繼續實施第一階段限水措施；實施第三階段限水措施為新北地區採分區輪流供水措施、桃園及新竹(湖口、新豐)部份地區採全區定時停止供水措施，台南及高雄地區擬預備實施第三階段限水措施，因水情好轉而未予實施，詳細實施期程詳附表2。各階段限水實施前整備工作及執行情形，分述如下：

表2 本公司限水地區配合各階段限水實施期程表

| | 第一階段限水 | 第二階段限水 | 第三階 段限水 |
|---|---|---|---|
| 新北市板新地區 | 103.12.8～104.2.25<br>104.5.22～104.6.7 | 104.2.26～104.4.7<br>104.5.12～104.5.21 | 104.4.8～104.5.5<br>分區輪流供水 |
| 桃園 | 103.11.27～104.2.25<br>104.5.22～104.6.7 | 104.2.26～104.4.7<br>104.5.12～104.5.21 | 104.4.8～104.5.5<br>分區輪流供水 |
| 新竹 | 103.12.1～104.2.26 | 104.2.26～104.5.21 | — |
| 苗栗 | 103.12.1～104.2.25<br>104.5.22～104.6.7 | 104.2.26～104.5.21 | — |
| 台中（含北彰化 ） | 103.12.1～104.2.25<br>104.5.22～104.6.7 | 104.2.26～104.5.21 | — |
| 南彰化 | 104.2.26～104.5.21 | — | — |
| 雲林 | 104.2.26～104.5.21 | — | — |
| 嘉義 | 104.2.26～104.6.7 | — | — |
| 台南 | 103.12.1～104.2.25<br>104.5.22～104.6.7 | 104.2.26～104.5.24 | — |
| 高雄 | 103.12.8～104.2.25 | 104.2.26～104.5.24 | — |

**(一)第一階段限水**

1.實施前整備工作：

(1)建立第一階段限水時期之供水設備操作模式。

(2)於各媒體及本公司網站上發佈新聞稿，將影響區域及時間通告週知，呼籲用戶節約用水。

2.執行措施：

(1)離峰時段(晚間23時至翌日上午5時)降低管壓供水。

(2)監控並記錄重要節點壓力並統計每日節水成效。

**(二)第二階段限水**

1. 實施前整備工作：

(1)蒐集建置停止及限水對象資料。

(2)實施限水一週前對各媒體及本公司網站上發佈新聞稿，並通知各縣市政府及工業主管機關，將影響區域及時間通告週知，呼籲用戶節約用水。

(3)行文轄區各相關單位配合實施限水作業，並對每月1000度以上之各大用水戶進行宣導及訪視。

(4)邀集縣市政府、加工出口區、工業區及產業園區等管理單位，召開第二階段限水說明會(如圖3、4)，預告限水實施時間及措施。

(5) 針對管線末端及高地區規劃臨

時供水站設置。

(6)公布工業大用水戶臨時載水處、載水處路線圖、臨時載水處作業原則及限水期間服務窗口聯絡人等資訊。

(7)函送大用水戶第二階段限水通知書。

(8)送水車輛整備支援調度或委外送水事宜。

(9)規劃送水車路線，建立送水車司機及送水人員值班表。

(10)建立與消防單位或其他協助送水支援單位緊急聯繫支援送水名冊資料。

(11)辦理實施第二階段限水執行步驟勤前講習以統一作業(如圖5)，並事先填妥限水紀錄表。

圖3 二階段限水說明會

圖4 工業區用戶二階段限水說明會

圖5 二階段限水執行步驟勤前講習

2.執行措施：

(1)執行停止噴水池、沖洗街道、水溝、大樓外牆、試放消防栓、露天屋頂放流等不急需用水之停供作業。

(2)執行現場調整制水閥或止水栓，控制進水流量。調整時應先計算水栓全開圈數後，再回轉限水圈數（每月用水量超過1000度以上之非工業用水戶20%、工業用水戶5～10%）後鉛封(如圖6)，並告知用戶不得自行拆封或使用停止之用水設備。

(3)執行各項限水措施，除一律以相機拍照存證外，應填具「第二階段限水措施記錄表」備查，必要記載項目如下：

a.執行日期與時間。

b.執行地點。

c.用戶水號或表號。

d.水表指針。

e.用戶聯絡電話，若有會同用戶處理者，應請其簽名備查。

(4)實施第二階段限水措施後，每週應派員巡查限水戶是否有違規用水情形(每月用水量超過10萬度以上之大用水戶，增加為每週2次)，並抄錄水表指針，遇違規用戶，第一次應開具勸導單委婉勸阻，第二次則需會同行政單位強制執行停水或減供措施。

(5)辦理限水期間送水車輛支援調度事宜。

(6)啟動消防單位或其他協助送水支援單位緊急支援送水作業。

(7)啟動臨時供水站貯水桶供水水質檢驗。

(8)每日統計各項限水數據，並檢討執行方式及執行成果。

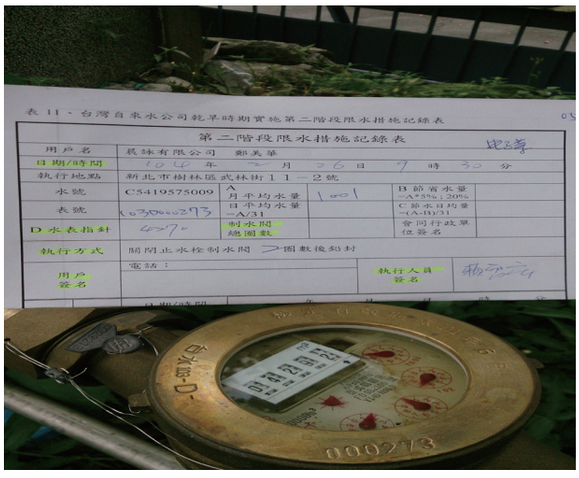



圖6 大用水戶二階段限水鉛封作業

## (三)第三階段限水措施

1.實施前整備工作：

(1)建立與水源管理單位聯絡窗口，統一停復水原水調度作業。

(2)建立第三階段限水時期之分區供水區域、輪流供水或全區停止供水時間、限制供水執行方式、執行人員資料(如表3)。

表3 三階段限水區域範圍及時間

| 區處 | 停水週期(每週) | 地區 | 聯絡人 |
|---|---|---|---|
| 二區處<br>共計<br>80.6萬戶 | 星期三、星期四<br>(4月8日0時起) | 桃園市全區<br>桃園市龜山區精忠里、陸光里、中興里、新興里、大同里、龜山里、新路里、山德里、山福里、幸福里、嶺頂里、新嶺里、兔坑里、福源里、舊路里、大坑里、楓樹里、樂善里、長庚里、公西里、大崗里、大湖里、大華里、文化里、南上里、南美里、龍壽里【部分除外地區：萬壽路1段642號前雙號側、萬壽路1段613號前單號側、萬壽路1段頂好巷、龍興街、龍新街、龍祥街、龍泉街、龍江街、龍華街、龍鳳街、自由街、尖山外（34-1號、34號、55號、59號）】、山頂里【部分除外地區：宏德新村1至180號】<br>桃園市八德全區【部分除外地區：大發里（後庄街51號(含)及68號(含)以後、福德一路62巷(含)以後）、大明里(福德一路26~60號、福德二、三街、華安街、鶯鳴一巷、興隆街、八德桃鶯路2巷~146號(雙號)、八德桃鶯路1~139號(單號))】<br>新北市林口區、泰山區大科里、黎明里(黎明路9號以後，自強路、泰林路三段及同榮里犁頭窠)、新莊區(壽山路190、192及194號)。<br>五股區福德里登林路93號(含)及116號(含)以後、德音里外寮路 | 廖福全副理<br>0932932964 |
| 三區處<br>共計<br>0.8萬戶 | | 新竹縣湖口鄉(和興村、東興村、德盛村、中勢村、中正村、愛勢村、信義村、長嶺村、長安村、仁勢村、孝勢村、信勢村、湖口村及湖鏡村等14個村)、新豐鄉(瑞興村、福興村及後湖村等3個村) | 謝張浩副理<br>0911253211 |
| 十二區處<br>(第一供水區)共計<br>22萬戶 | 星期五、星期六<br>(4月10日0時起) | 樹林區【不含柑園地區(北大社區)及民和街、信和街、德和街、中和街、吉祥街】、<br>板橋區溪崑地區6里(溪洲里、溪福里、崑崙里、成和里、溪北里、堂春里)、<br>桃園市龜山區龍華里、迴龍里、龍壽里(萬壽路1段642號前雙號側、萬壽路1段613號前單號側、萬壽路1段頂好巷、龍興街、龍新街、龍祥街、龍泉街、龍江街、龍華街、龍鳳街、自由街、尖山外（34-1號、34號、55號、59號） | 白榮裕副理<br>0912953717 |
| | | 泰山區全部【部分除外地區：大科里、黎明里(黎明路9號以後，自強路、泰林路三段及同榮里犁頭窠】<br>五股區全部【部分除外地區：福德里登林路93號(含)及116號(含)以後、德音里外寮路、五股區新五路一、二段以東、成泰路三、四段、御史路92巷及99號以前】 | |
| | | 新莊區中環路以西與新北大道以南 【除外地區:壽山路190、192及194號】 | |
| 十二區處<br>(第二供水區)共計<br>13萬戶 | 星期一、星期二<br>(4月13日0時起) | 三峽區、鶯歌區、樹林區柑園地區(北大社區)及民和街、信和街、德和街、中和街、吉祥街 | |
| | | 桃園市八德區大發里（後庄街51號(含)及68號(含)以後、福德一路62巷(含)以後）、大明里(福德一路26~60號、福德二、三街、華安街、鶯鳴一巷、興隆街、八德桃鶯路2巷~146號(雙號)、八德桃鶯路1~139號(單號))、龜山區山頂里(宏德新村1至180號) | |
| | | 土城區城林路-單號、亞洲路、員安街、大安路、中央路3段、承天路、忠承路、忠義路、南天母路以南（含該路段） | |
| 十二區處<br>(北水處支援供水區)<br>共計45萬戶 | 無 | 八里區、 蘆洲區、五股區部分、新莊區部分、板橋區(不含溪崑地區6個里)、土城區部分、中和區部分。 | |

(3)公布工業大用水戶臨時載水處、載水處路線圖、臨時售(取)水處作業原則及限水期間服務窗口聯絡人等資訊。

(4)送水車輛整備或委外送水事宜。

(5)規劃送水車路線，建立送水車司機及送水人員值班表。

(6)建立與消防單位或其他協助送水支援單位緊急聯繫支援送水名冊資料。

(7)與消防單位確認限水期間消防用水供應水源事宜。

(8)針對管線末端及高地區規劃臨時供水站設置(如圖10)。

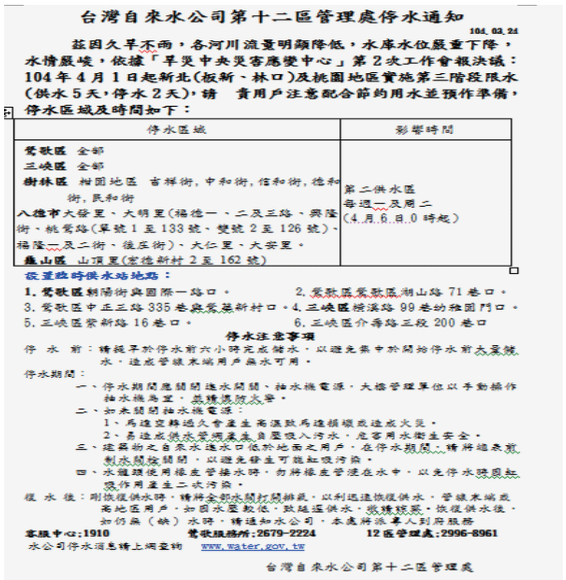
(9)將限水相關事宜問答FAQ傳真縣市政府水利局、1999作為執行資料庫。

(10)實施限水一週前對各媒體及本公司網站上發佈新聞稿，並通知各縣市政府及工業主管機關，將影響區域及時間通告週知，呼籲用戶節約用水。

(11)以發送家戶通知單(如圖7)、新聞稿、網站揭露、協調地方政府村里長公告、善用各種管道宣傳傳播(如垃圾車)等方式(如圖8、9)，將三階段限水之實施方式和停水訊息散布至各限水戶。

(12)蒐集地區醫療院所、洗腎診所、安養中心、護理之家及精神療養院等醫療院所之蓄水量與需求量。

(13)加強宣導請用戶於限水期間勿用抽水馬達抽水，以免造成水管負壓吸入污染物；停水復水後，如發現給水有混濁、異色及異味等現象時，請勿使用。



台灣自來水公司第十二區管理處停水通知

104.03.24

茲因久旱不雨，各河川流量明顯降低，水庫水位嚴重下降，水情嚴峻，依據「旱災中央災害應變中心」第2次工作會報決議：104年4月1日起新北(板新、林口)及桃園地區實施第三階段限水(供水5天，停水2天)，請　貴用戶注意配合節約用水並預作準備，停水區域及時間如下：

| 停水區域 | 影響時間 |
|---|---|
| 鶯歌區 全部<br>三峽區 全部<br>樹林區 柑園地區 吉祥街，中和街，信和街，德和街，民和街<br>八德市大發里、大明里(福德一、二及三路、興隆街、桃鶯路(單號1至133號、雙號2至126號)、福隆一及二街、後庄街)、大仁里、大安里。<br>蘇山區 山頂里(宏德新村2至162號) | 第二供水區<br>每週一及周二<br>(4月6日0時起) |

設置臨時供水站地點：

1. 鶯歌區朝陽街與國際一路口。
2. 鶯歌區鶯歌區湖山路71巷口。
3. 鶯歌區中正三路335巷與鶯華新村口。
4. 三峽區橫溪路99巷幼稚園門口。
5. 三峽區紫新路16巷口。
6. 三峽區介壽路三段200巷口

停水注意事項

停　水　前：請提早於停水前六小時完成儲水，以避免集中於開始停水前大量儲水，造成管線末端用戶無水可用。

停水期間：

一、停水期間應關閉進水開關、抽水機電源，大樓管理單位以手動操作抽水機為宜，並請慎防火警。

二、如未關閉抽水機電源：

1、馬達空轉過久會產生高溫致馬達損壞或造成火災。

2、易造成供水管網產生負壓吸入污水，危害用水衛生安全。

三、建築物之自來水進水口低於地面之用戶，在停水期間，請將總表前制水開檢關閉，以避免發生可能紅吸污染。

四、水龍頭使用橡皮管接水時，勿將橡皮管浸在水中，以免停水時因紅吸作用產生二次污染。

復　水　後：剛恢復供水時，請將全部水開打開排氣，以利迅速恢復供水，管線末端或高地區用戶，如因水壓較低，致延遲供水，收穫較緊。恢復供水後，如仍無（缺）水時，請通知水公司，本處將派專人到府服務

客服中心:1910　鶯歌服務所:2679-2224　12區管理處:2996-8961

水公司停水消息請上網查詢　www.water.gov.tw

台灣自來水公司第十二區管理處

圖7 發送三階段限水家戶停水通知單

圖 8 三階段限水實施紅布條

圖 9 三階段限水跑馬燈宣導

圖 10 臨時供水站儲水桶及補水作業

2.執行措施：

(1)協請水源管理單位辦理停、送原水作業。

(2)執行分區輪流供水或全區定時停止供水措施。

(3)增設排氣(水)設施及加派人力進行管線排氣(水)(如圖 11)。

(4)辦理限水期間送水車輛支援調度事宜。

(5)啟動消防單位或其他協助送水支援單位緊急支援送水作業。

(6)啟動臨時供水站貯水桶供水水質檢驗作業。

(7)每日統計各項限水數據，並檢討執行方式及執行成果。

圖11 人力進行管線排氣(水)作業

## 四、限水措施成效

### (一)節水成果

本次旱災實施各階段限水期間(自103年11月27日至104年6月7日止)，第一階段限水節省水量3,923萬噸，第二階段限水節省水量2,936萬噸，第三階段限水節省水量493萬噸，合計節省水量7,352萬噸(如表4)。

### (二)載水處載水數量

大用水戶前往本公司載水處載水數量，新北地區9車次、工業用水192噸，桃園地區29車次、工業用水583噸，嘉義地區2車次、工業用水46噸，台中地區64車次、工業用水1,135噸，台南地區902車次、工業用水23,311噸、非工業用水810噸，高雄地區2,039車次、工業用水47,772噸、非工業用水1,740噸，合計3,045車次、工業用水73,039噸、非工業用水2,550噸，總載水數量75,589噸。另4月8日至5月25日止，新北、桃園地區及台南、高雄地區工業大用水戶，至台北自來水事業處及本公司相關載水處，每週載水量統計情形(如圖12、13)：

表4 本公司各階段限水節水量統計表

水量單位：萬噸

| 地區 | 平日供水量(註1) | 一階 | | | | | | 二階 | | | | | | 平日供水量(註2) | 三階 | | | 總計 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 起 | 迄 | 日數 | 每日節水量 | 節水率(%) | 總節水量 | 起 | 迄 | 日數 | 每日節水量 | 節水率(%) | 總節水量 | | 每日節水量 | 節水率(%) | 總節水量 | | |
| 新北板新 | 84.10 | 2014/12/8<br>2015/5/6 | 2015/4/7<br>2015/6/7 | 154 | 2.26 | 2.69 | 348 | 2015/2/26<br>2015/5/6 | 2015/4/7<br>2015/5/21 | 57 | 2.09 | 2.48 | 119 | 79.49 | 2.11 | 2.65 | 59 | 526 | 三階限水共4輪(4/8~5/5計28天) |
| 桃園(含林口) | 120.80 | 2014/11/27<br>2015/5/6 | 2015/4/7<br>2015/6/7 | 165 | 6.24 | 5.17 | 1,030 | 2015/2/26<br>2015/5/6 | 2015/4/7<br>2015/5/21 | 57 | 9.70 | 8.03 | 553 | 106.74 | 15.50 | 14.52 | 434 | 2,017 | |
| 新竹 | 51.00 | 2014/12/1 | 2015/5/21 | 172 | 1.63 | 3.20 | 280 | 2015/2/26 | 2015/5/21 | 85 | 4.37 | 8.57 | 372 | | | | | 652 | |
| 苗栗 | 21.00 | 2014/12/1 | 2015/6/7 | 189 | 1.58 | 7.52 | 299 | 2015/2/26 | 2015/5/21 | 85 | 1.58 | 7.51 | 134 | | | | | 433 | |
| 台中(含北彰化) | 155.00 | 2014/12/1 | 2015/6/7 | 189 | 4.47 | 2.88 | 845 | 2015/2/26 | 2015/5/21 | 85 | 4.76 | 3.07 | 405 | | | | | 1,250 | |
| 臺南 | 92.50 | 2014/12/1 | 2015/6/7 | 189 | 1.30 | 1.41 | 246 | 2015/2/26 | 2015/5/24 | 88 | 5.47 | 5.91 | 481 | | | | | 727 | |
| 高雄 | 160.90 | 2014/12/8 | 2015/5/24 | 168 | 3.09 | 1.92 | 519 | 2015/2/26 | 2015/5/24 | 88 | 9.90 | 6.16 | 872 | | | | | 1,391 | |
| 小計 | 685.30 | | | | 20.57 | 3.00 | 3,566 | | | | 37.88 | 5.53 | 2,936 | 186.23 | 17.61 | 9.45 | 493 | 6,995 | |
| 彰化南部 | 18.62 | 2015/2/26 | 2015/5/21 | 85 | 0.36 | 1.93 | 31 | | | | | | | | | | | 31 | |
| 雲林、嘉義 | 55.80 | 2015/2/26 | 2015/6/7 | 102 | 3.20 | 5.73 | 326 | | | | | | | | | | | 326 | |
| 小計 | 74.42 | | | | 3.56 | | 357 | | | | | | | | | | | 357 | |
| 總計 | 759.72 | | | | 24.13 | 3.18 | 3,923 | | | | 37.88 | 5.53 | 2,936 | 186.23 | 17.61 | 9.45 | 493 | 7,352 | |

註1：平日供水量為第一階段限水實施日前1個月之平均日供水量。
註2：平日供水量為第三階段限水實施日前1週之平均日供水量。

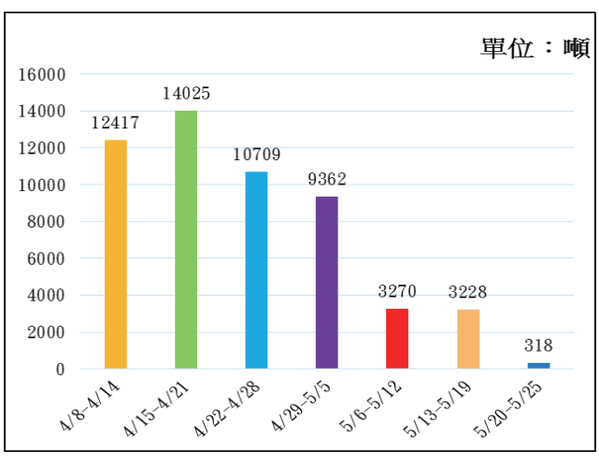



圖12 新北、桃園三階段限水期間載水統計

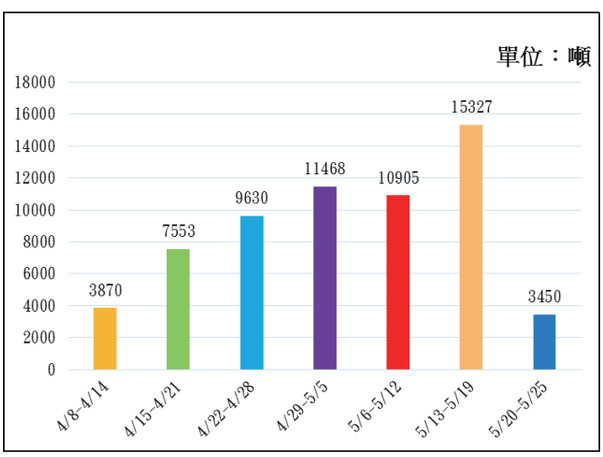



圖13 台南、高雄三階段限水期間載水統計

## 五、執行檢討及改善策略

各限水區處在執行各階段限水期間發生輸水幹管爆裂大量清水流失、排氣閥漏水、管線末端及高地區水壓不足及復水延遲等，造成觀感不佳及用戶抱怨；大用水戶對減供水量基準質疑及違規大用水戶不願配合減供水量等問題，需進行檢討及改善。

**(一)第一階段限水**

1.**輸水幹管爆裂大量清水流失**。

檢討及改善策略：

(1)因輸水幹管爆管事件管種均屬PSCP(預力混凝土管)，且有多數案件係因外單位將本公司管線砂石級配保護層挖除後，將其管線或混凝土結構物直接施作在管線上方，後經長期重車輾壓，間接擠壓管線，造成破管。本公司將逐年編列預算進行PSCP(預力混凝土管)汰換。

(2)進行夜間減壓供水時，輸水幹管閥門應緩慢啟閉，避免水錘過大，造成破管現象。

2.**排氣閥漏水**。

檢討及改善策略：

對於輸水幹管上排氣閥定時檢查維護，避免發生排氣閥漏水現象。

3.**管線末端及高地區水壓不足**。

檢討及改善策略：

加強淨水場夜間減壓供水之水壓管控及供水轄區配水管網水壓調控，避免管線末端及高地區水壓不足現象。

**(二)第二階段限水**

1.大用水戶對減供水量基準質疑。

檢討及改善策略：

(1)對於工業大用水戶及新接管工業大用水戶，應與工業管理單位協調訂定合理減供水量基準。

(2)對於機場、學校及新接管大用水戶，應與目的事業管理機關協調訂定合理減供水量基準。

2.違規大用水戶不願配合減供水量問題。

檢討及改善策略：

由於本公司為事業機構，對於違規用水不願配合強制減供水量之大用水戶，需會同行政單位強制執行停水或減供措施，建議主管機關進行研商檢討，對於不願配合強制減供水量之大用水戶，公佈單位名稱及負責人姓名，並予以罰鍰處分及強制減供水量。

**(三)第三階段限水**

1. **停水後復水延遲**。

檢討及改善策略：

(1)協調水源管理單位提早放水至淨水場進行淨水處理以提早復水。

(2)增設排氣(水)設施、加派人力進行管線排氣(水)、管壓調控及供水調配等方式。

2. 桃園蘆竹區供水不穩定及復水緩慢瓶頸。

檢討及改善策略：

(1)短期先行施做連絡管增加輸水量(如圖14)。

(2)長期為改善蘆竹區供水不穩定及復水緩慢之供水瓶頸，經本公司檢討評估後，擬計畫沿目前暫時停用之桃林鐵路旁(自萬壽路至蘆竹南山路)埋設ϕ1000mm輸水管10公里專用送水幹管供應蘆竹地區用水，工程經費計約6億1,000萬，以改善蘆竹區長期供水不足現象，目前正辦理評估報告中。

圖14 三階限水段斷管連絡改接工程

## 六、結語

對抗乾旱策略可從開源和節流兩方面著手，水資源開發部分，雖然地面水水庫興建不易，地下水、海淡水及再生水則是可以努力的方向；節流部分，管線降漏、廢水回收循環再使用、行政措施(提高水價、獎勵節水及使用節水器材)，這些工作和措施是需要政府水資源管理單位和民眾共同配合，對於水資源運用與管理做長遠規劃，確保後代子孫遠離缺水之苦。

「工欲善其事，必先利其器」，此次旱災在實施限水措施前充分準備作業及不斷進行盤點，上級長官正確指揮調度、各級單位鼎力協助幫忙、用戶共體時艱配合和第一線執行各階段限水作業同仁及協力廠商員工努力下，才得以順利圓滿度過。本公司在執行各階段限水作業上仍有許多極待努力和檢討改進的地方，茲將本次執行各階段限水作業過程撰寫成報告，提供爾後參考借鏡。

## 參考文獻


1.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。
2.台灣自來水股份有限公司災害緊急應變小組作業要點。
3.台灣自來水公司各類災害及緊急事件通報作業規定。
4.台灣自來水公司旱災第二區管理處災害應變成果及檢討報告。
5.台灣自來水公司旱災第十二區管理處災害應變成果及檢討報告。

# 如何正確解讀氣候預測資訊

陳孟詩
交通部中央氣象局 科長

## 一、 前言

去年9月下旬至今年5月中旬，臺灣剛經歷了一場長達半年以上的乾旱，一期稻作停灌休耕面積為有紀錄以來的第二大，抗旱緊急應變層級提升至中央層級，最嚴峻的時候石門水庫水位不到四分之一，民生用水甚至進入到第三階段、採取分區輪流供五停二的限水措施。若以13個平地氣象站平均代表臺灣，去年10月至今年4月累積雨量423.8毫米為有紀錄以來次少，僅次於2001/2002年的359.5毫米(圖1)，枯旱情形可見一斑。

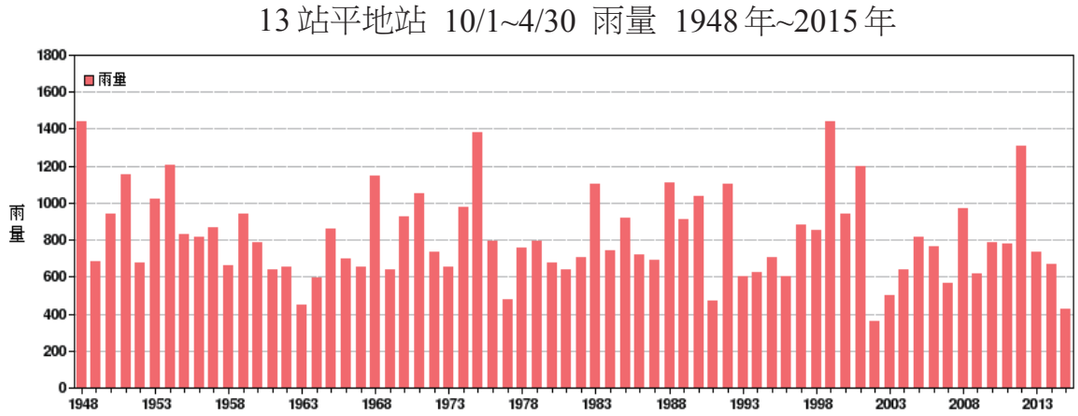



圖1 臺灣13個平地氣象站平均之乾季(10月至隔年4月)累積雨量年變化。13個平地氣象站包括淡水、臺北、新竹、臺中、臺南、高雄、恆春、大武、臺東、成功、花蓮、宜蘭、基隆。

究其發生缺水的原因，主要還是去年8月西北太平洋當地沒有任何一個颱風生成，9月侵臺的鳳凰颱風又沿著東海岸北上，無法讓西半部水庫在枯水期來臨之前蓄滿。秋季的颱風不是偏東北上前往日本，就是偏南西行進入南海，再加上北方大陸冷高壓勢力不強，無法提供有利於降雨的東北季風與颱風共伴條件。此外，從北美西岸外海延伸到赤道中太平洋有一塊海溫異常偏暖區，其所對應的降雨分布自日本南方海面，經臺灣、南海、菲律賓至印尼群島一帶均呈現偏乾(圖2)，換句話說，此海氣環流配置使得春季鋒面雨帶偏北，亦無法為臺灣帶來明顯降雨。

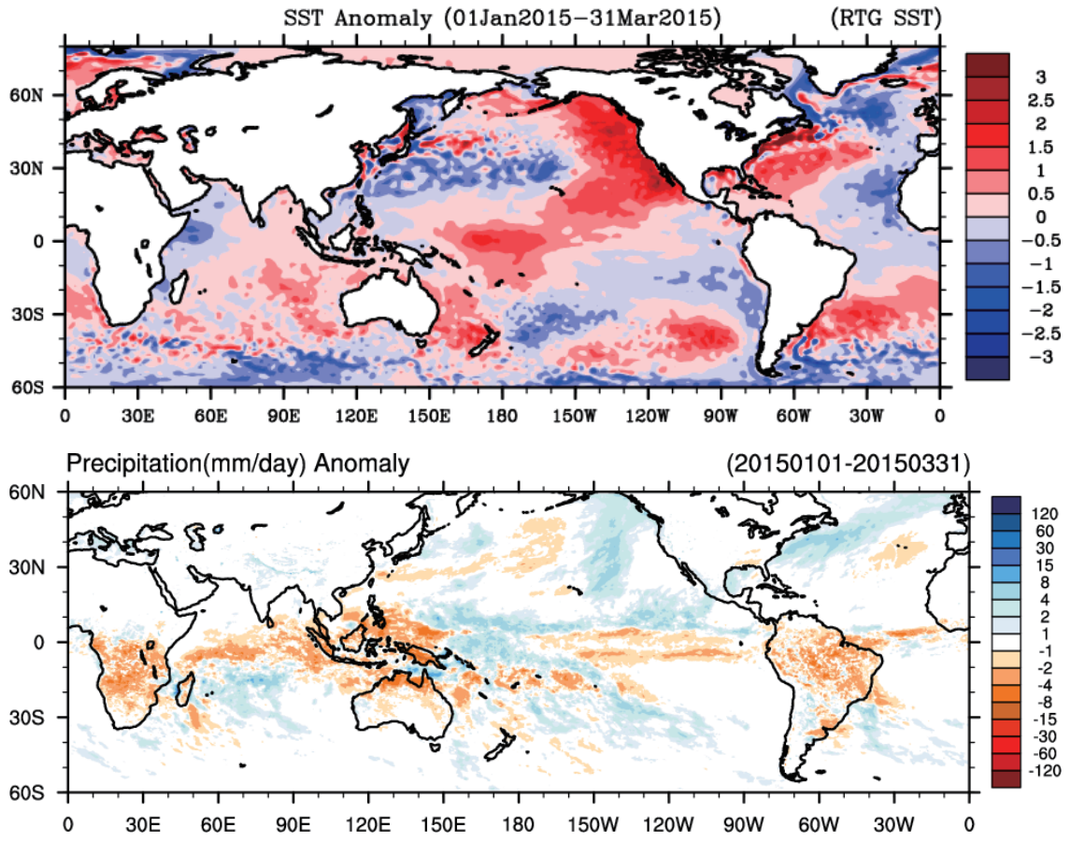
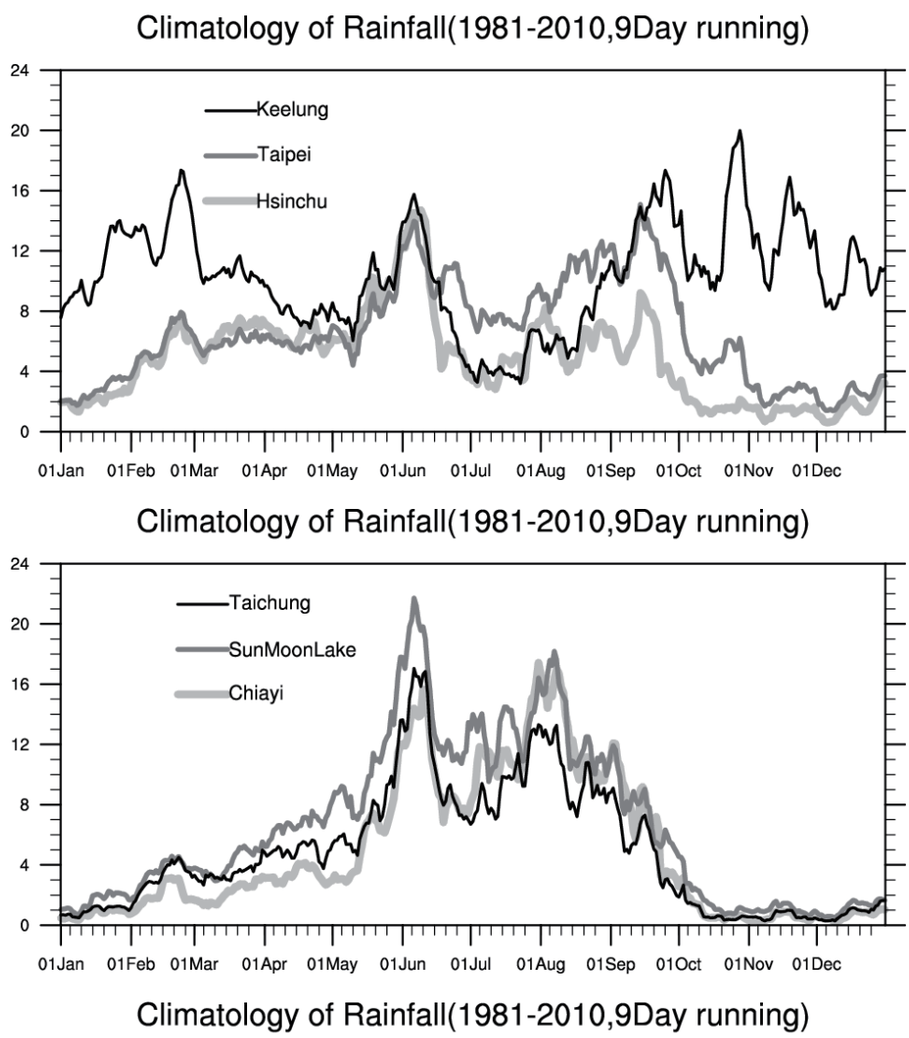



圖2 2015年1月至3月全球海溫(上)及雨量(下)距平。

在抗旱的歷程中，不同階段所需要的雨量預測資訊也不同。例如，一期稻作的耕種通常開始於農曆春節前後，但是前一年年底就必須決定是否停灌休耕，此時需要的是第1至3個月的季節預報資訊；當水情更加吃緊時，近期何時會有降雨機會就顯得相當重要，此時關切的則是第2週至1個月的季節內預報資訊。本文嘗試說明如何正確解讀雨量預測資訊，期許對水資源管理決策有所助益，進而避免造成生活不便，並減少經濟損失。

## 二、 臺灣的氣候背景

臺灣雨量雖然平均每年高達2500毫米左右，但是受盛行風與地形相互作用影響，時間、空間分布相當不均勻。由圖3可看出中南部一年之中降雨的高峰期落在梅雨季(5月至6月)及颱風季(7月至9月)，也就是夏半年(5月至9月)，冬半年(10月至隔年4月)雨量相對偏少。東部降雨高峰期則落在秋季(9月至11月)，其次才是梅雨季及颱風季。北部(除基隆外)降雨時間分布相對均勻，一年之中雨量最少的時間落在秋冬時期(10月至隔年1月)。基隆降雨特性則跟其他地區相當不同，一年之中雨量最少的時間落在盛夏時期(7月至8月)，也就是其他地區水資源較豐沛的時候。



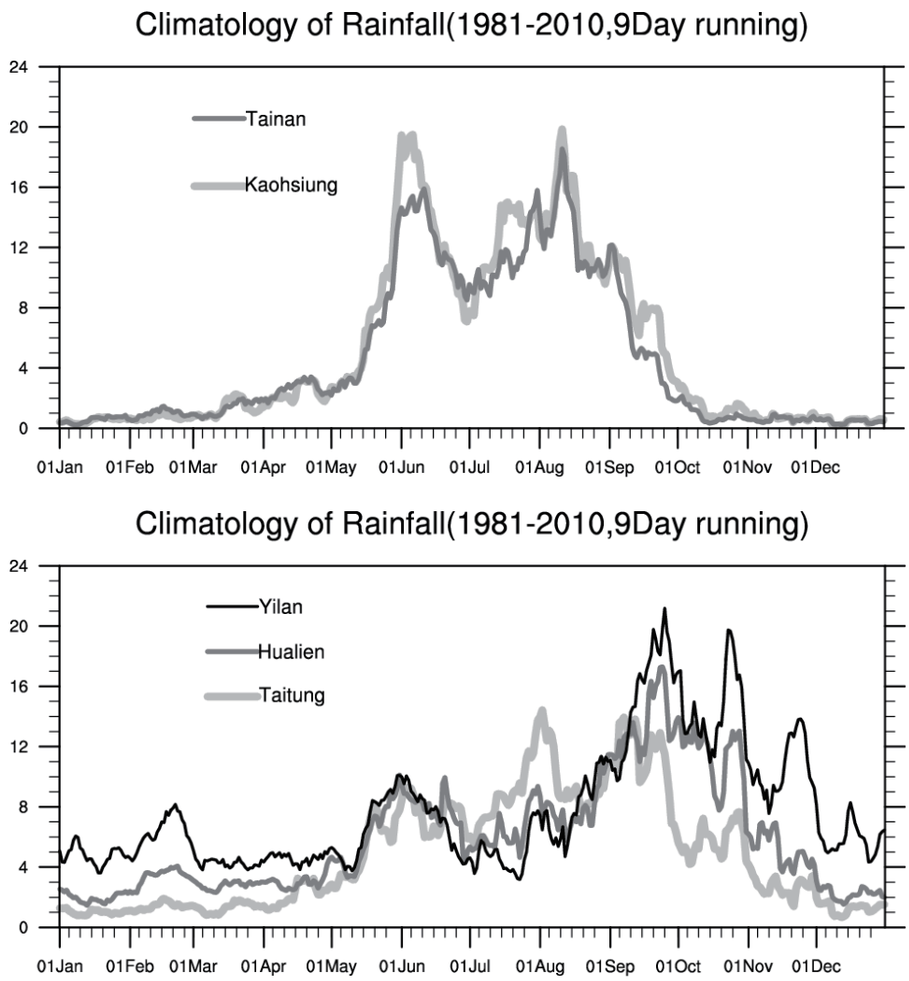



圖3 由上而下分別為臺灣北部(基隆、臺北、新竹)、中部(臺中、日月潭、嘉義)、南部(臺南、高雄)、東部(宜蘭、花蓮、臺東)的氣候平均(1981-2010年平均)逐日雨量，單位為毫米/日，數值經9日移動平均處理。

如果進一步將全年區分為春季(2月至4月)、梅雨季(5月至6月)、夏季(或颱風季，7月至9月)、秋季(10月至11月)及冬季(12月至1月)，由圖4可看出春季雨量主要落在北部、東北部及中部山區；梅雨季全臺均有明顯降雨，尤其是中部山區及南部山區；颱風季降雨更加顯著，南部山區雨量甚至高達1500毫米以上；秋季降雨相對緩和，主要降雨分布於東半部；冬季降雨則集中於基隆北海岸及宜蘭一帶。換句話說，臺灣主要雨區分布由春季自北部開始，梅雨季至颱風季為中南部，秋季移到東半部，冬季則為東北部，正好逆時鐘方向繞臺灣一圈。

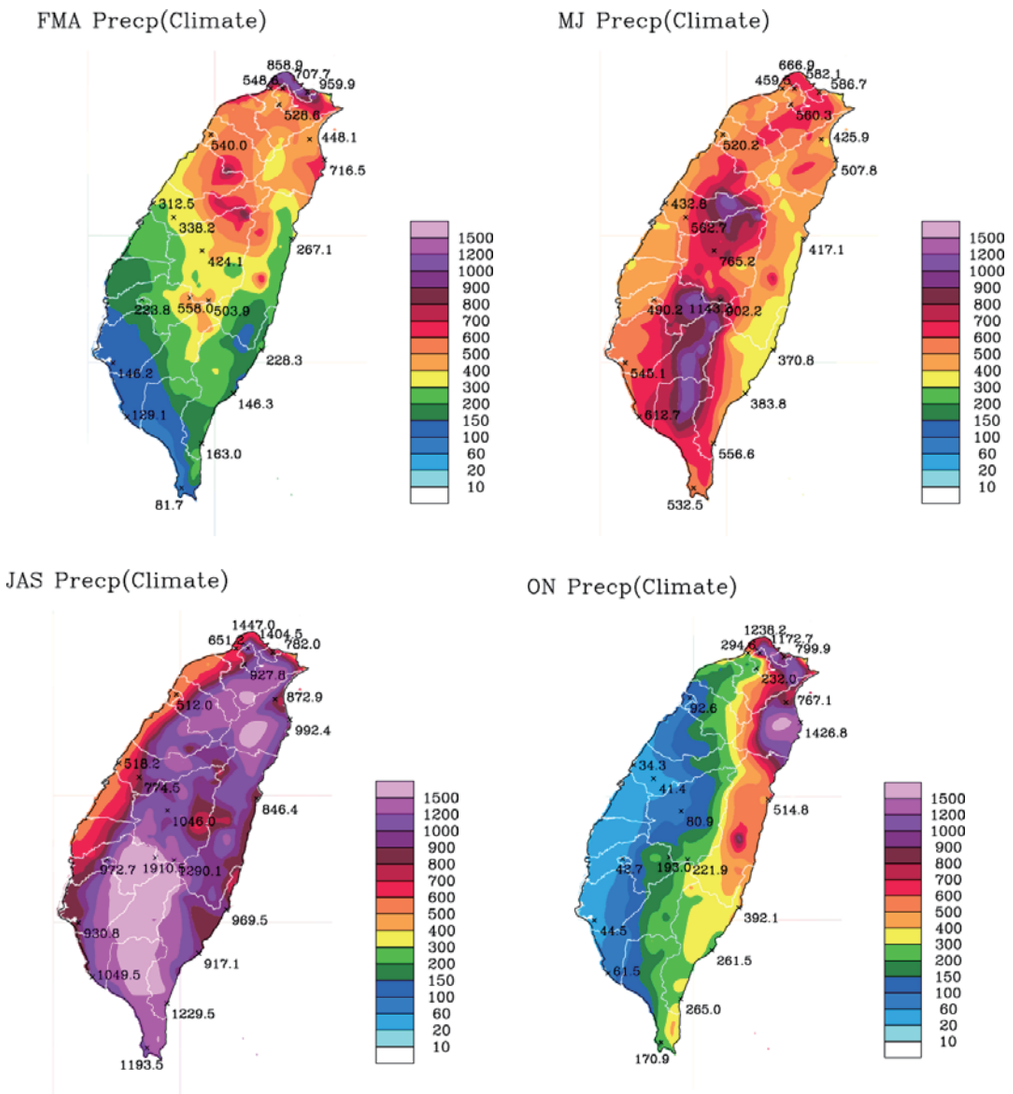



圖4 臺灣雨量長期平均值(1996至2010年平均)分布，其中FMA表示春季、MJ表示梅雨季、JAS表示颱風季、ON表示秋季、12-1表示冬季，單位為毫米。

若計算每個季節雨量占全年總雨量的比例(如圖5)，以臺北、臺中、高雄及花蓮分別代表北部、中部、南部及東部，可以發現夏半年(或豐水期)跟冬半年(或枯水期)的降雨比，在北部和東部約為3：2，中部大概是3：1，南部則高達9：1！

換句話說，南部全年雨量有近9成集中在夏天，當颱風季結束後就幾乎不再下大雨了，要一直等到隔年梅雨來臨才會有明顯降雨，因此在南部冬天不下雨是正常的！中間長達7個月的乾季用水量必須想辦法在雨季的5個月儲存好備用，只要夏天颱風一沒來，就要有心理準備隔年春天可能會缺水了。相對地，在北部等待明顯降雨的時間較短，北部春季雨量佔年總雨量的比例仍有約四分之一，除了梅雨和颱風之外，春雨也是北部雨量重要的來源之一，跟南部的雨量季節分布相當不同。

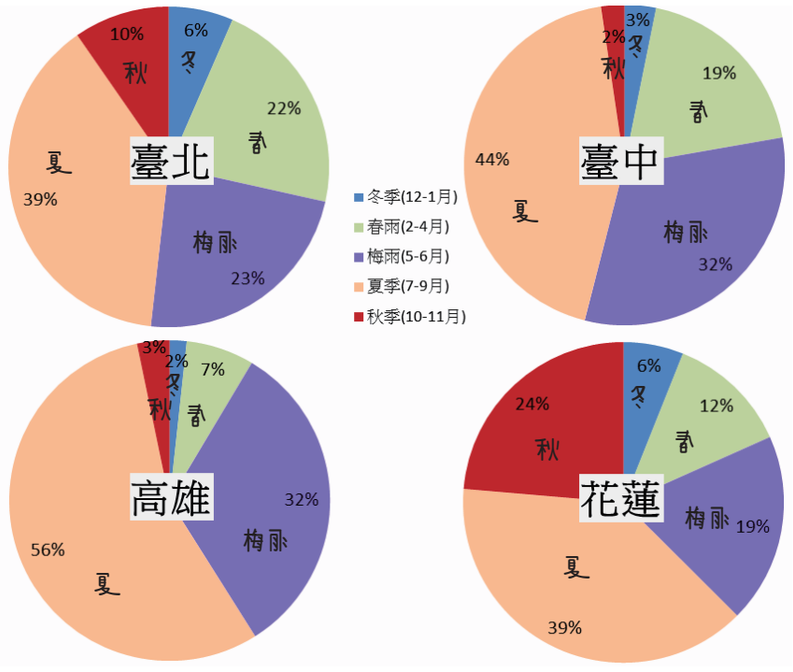



圖5 臺北、臺中、高雄、花蓮不同季節雨量占全年累積雨量的比例。

## 三、 天氣預報與氣候預測

短期氣候預測(或長期天氣展望)跟一般熟知的一週天氣預報相當不同，天氣是指每天大氣的變化狀態，而氣候指的是長期天氣的平均狀態，所以天氣預報是預測「絕對值」，例如，預測明天的氣溫為25～32度，而氣候預測是預測「相對值」，例如，預測下個月的平均氣溫會比氣候平均值高(相對於氣候平均值)

。對研究天氣的人而言，因為每天的天氣都不一樣，所以不一樣是「正常」的；但對研究氣候的人而言，因為關心的是跟氣候正常狀態的差異，所以不一樣就是「異常」。既然氣候預測是預測大氣偏離長期平均的狀態，因此它可以告訴我們未來3個月的累積雨量大概是多少，但是無法得知未來3個月的哪一天會下多少雨，也就是氣候預測只能預測趨勢，無法像天氣預報一樣給一個精確的答案。

目前世界上公認最好的客觀天氣預測為歐洲中期天氣預報中心(ECMWF, The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)所發展的電腦模式，評估大氣模式的表現可發現1980年代初期模式的預報準確度大約是5天左右(如圖6)，2010年代可拉長預報天數至8天甚至於接近10天。既然超過10天之後模式準確度迅速降低，那我們如何預測10天之後的氣候呢?

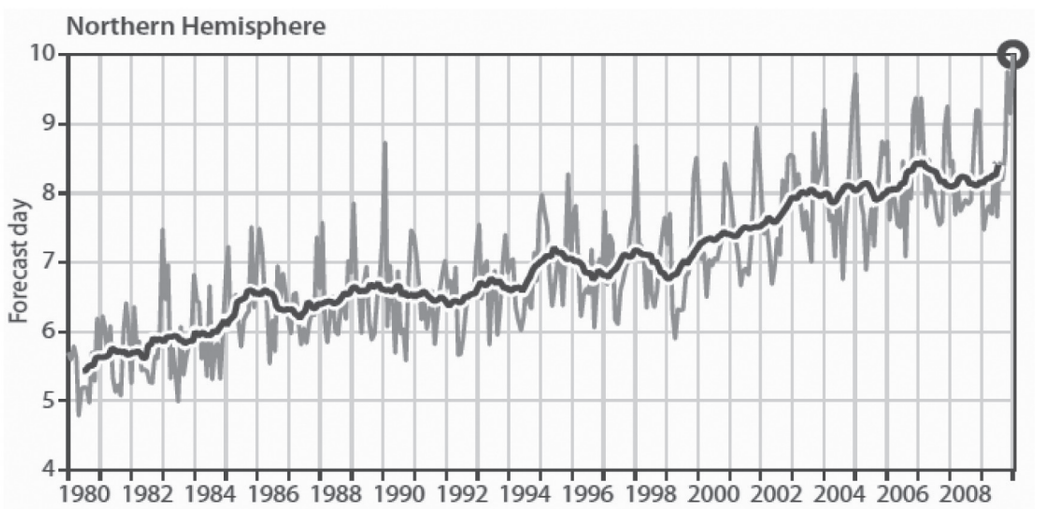



圖6 歐洲中期天氣預報中心模式對北半球的可預報天數。淺色線代表月平均，深色線代表12個月滑動平均。(圖片來源：http://old.ecmwf.int/publications/newsletters/pdf/123.pdf)

著名的混沌理論(Lorenz,1963)應用在天氣預測上，是指若今天的天氣有一項氣象要素如果產生些微的差異，幾天之後的天氣發展可能產生截然不同的結果，所以天氣預測是「初始值」問題，考慮大氣本身內部的變化。氣候雖然是指大氣的長期變化，但是氣候變化除了受大氣本身的因素影響之外，也會受到大氣外部因素的影響，形成所謂「氣候系統」，包括大氣圈、水圈、冰凍圈、岩石圈及生物圈(圖7)，因此氣候預測是「邊界值」問題。至於較短期的季節內(intraseasonal)預測，則必須同時考慮「初始值」及「邊界值」問題(Palmer and Hagedorn, 2006)。

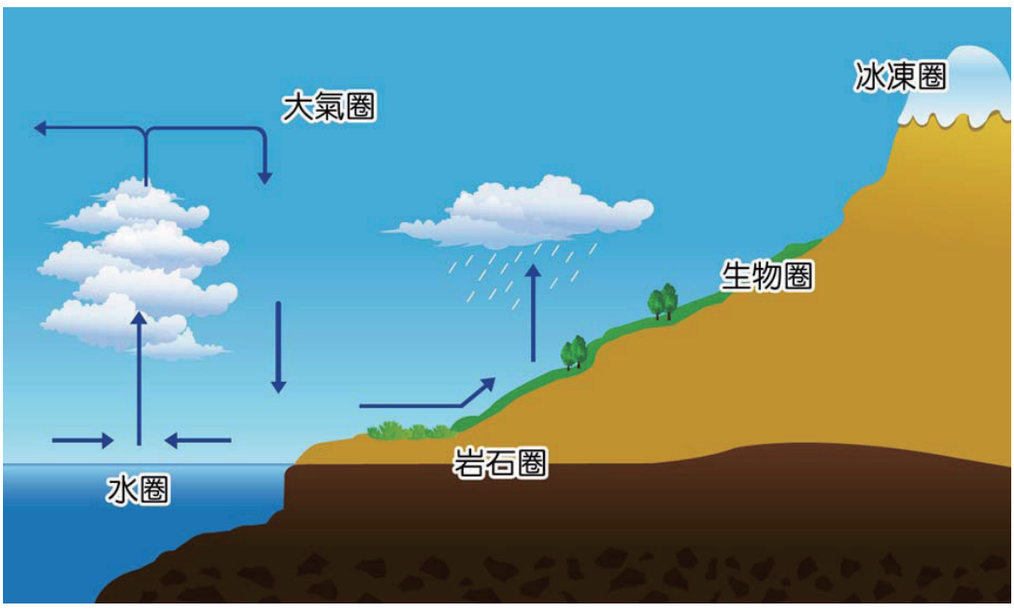



圖 7　地球氣候系統五大圈示意圖。(圖片來源：
http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/backgrounds/backgrounds_1.html)

地球所有的能量來自太陽，大氣的熱容量較小、變化較快，相對而言，海洋的熱容量較大，變化較緩慢，因此這個月大氣的變化會透過影響海洋而被保留下來，之後再透過海洋影響大氣顯現出來。熱帶海洋的變化直接影響熱帶大氣，熱帶大氣再透過環流型態的改變影響中緯度的大氣，進而影響全球氣溫及雨量的分布。換句話說，也就是海洋具備較長的「記憶」，才有辦法進行氣候預測。

因此，當我們想知道未來一季的季節預測，首先必須對未來一季的氣候正常狀態有一個大致的概念，接下來就可以從過去的經驗學習到當特殊海氣狀況(如聖嬰現象, ENSO, El Niño and Southern Oscillation)發生時對臺灣在同一段時間會有什麼影響。如果想要知道較短時間(如未來 30 天)內的預測，這時就會去了解季內震盪(ISO, intraseasonal oscillation)在不同季節對臺灣有什麼不同的影響。不過，臺灣的氣候永遠不會只受單一因素的影響，除了聖嬰現象和季內震盪外，還有東亞季風、北極震盪(AO, Arctic Oscillation)、太平洋年代際震盪(PDO, Pacific Decadal Oscillation)甚至大西洋多年代際震盪(AMO, Atlantic Multi-decadal Oscillation)……等，這些現象彼此之間也會產生交互作用，共同影響臺灣，增加氣候的複雜度，使得氣候預測的不確定性提高。

## 四、 氣候三分類機率預報

目前氣象局的短期氣候預測產品包括每週五發布的月長期天氣展望以及每月底發布的季長期天氣展望，分別提供未來第1週、第2週、1至4週以及未來第1個月、第2個月、第3個月的氣溫及雨量三分類機率預報(如圖8)，其中三分類對雨量而言指的是「偏少」、「正常」、「偏多」。

氣候正常值範圍是如何決定的呢?以9月北部雨量為例，選取過去30年(1981-2010年[1])臺北站9月雨量的資料，將雨量值由少至多排序，30%以下為偏少類別，30%至70%為正常類別，70%以上為偏多類別，氣候正常值範圍的上、下限即分別為70%、30%的值。

**雨量機率預報(單位：%)**

| 地區\月份 | 7月 | 8月 | 9月 |
|---|---|---|---|
| | 偏少 正常 偏多 | 偏少 正常 偏多 | 偏少 正常 偏多 |
| 北部 | 20 : 50 : 30 | 30 : 50 : 20 | 40 : 40 : 20 |
| 中部 | 20 : 50 : 30 | 30 : 50 : 20 | 40 : 40 : 20 |
| 南部 | 20 : 50 : 30 | 30 : 50 : 20 | 40 : 40 : 20 |
| 東部 | 20 : 50 : 30 | 30 : 50 : 20 | 40 : 40 : 20 |

註：現行1個月以上的長期天氣預報都是參考各類預報模式的結果，再加上當時大氣環流的分析。但扔不可能達到絕對準確的預報，只能判斷何種類別發生的機會較大。一般而言，機率越大發生的機會越大，可信賴度也越大；機率小的類別發生的機會少，但不代表不會發生。

**臺灣各地區月累績雨量之氣候正常值範圍(單位：毫米)**

| 地區\月份 | 7月 | 8月 | 9月 |
|---|---|---|---|
| 北部 | 168.2～291.4 | 213.8～390.4 | 217.9～397.9 |
| 中部 | 134.9～372.8 | 163.4～370.2 | 80.1～156.7 |
| 南部 | 220.5～512.5 | 191.9～506.9 | 135.4～282.4 |
| 東部 | 75.0～271.3 | 106.5～315.0 | 231.2～516.4 |

註：北部、中部南部及東部分別以臺北、臺中、高雄及花蓮為參考氣象站。

圖8 2015年6月發布之季長期天氣展望部分內容(雨量三分類機率預報及氣候正常值)。

[1]作業上每10年會更換一次氣候值，例如：2001至2010年採用1971-2000年平均，2011至2020年採用1981-2010年平均，以此類推。

由於時間越長，預報的不確定性越高，因此大部分氣候預測都是以機率來表示，例如，下個月累積雨量偏少(比氣候正常值少)的機率是40%。以臺北為例，9月雨量的氣候正常範圍為217.9～397.9毫米，如果預測雨量偏少、正常、偏多的機率分別為40%、40%、20%，表示臺北9月雨量少於217.9毫米的機率是40%，介於217.9至397.9毫米的機率是40%，多於397.9毫米的機率是20%，也就是說，預測臺北9月雨量偏多的機率最小。

值得注意的是，機率不能只看其中1個類別，而是必須3個類別一起考慮。如前所述，氣候預測是預測「相對值」，而氣候三分類是以偏少(30%)、正常(40%)、偏多(30%)來區分，因此解讀機率必須要跟氣候的機率分布(30-40-30%)做比較。舉例來說，雨量偏少-正常-偏多的三種機率：20-50-30%、10-60-30%、10-50-40%，若只選擇最高的數值當做最有可能的類別，那這三種機率均會被解讀為「正常」；但是如果把這三種機率跟氣候的機率分布(30-40-30%)做比較，10-50-40%比30-40-30%在偏少類別減少20%、正常和偏多類別各增加10%，10-60-30%在偏少類別減少20%、正常類別增加20%，20-50-30%在偏少類別減少10%、正常類別增加10%，那麼差異就會突顯出來，20-50-30%比30-40-30%的預測傾向「偏多」，而10-60-30%又比20-50-30%的預測更傾向「偏多」，10-50-40%是三者之中最傾向「偏多」的預測。如此三種機率提供的訊息就有所不同，詮釋上會認為這三種機率都比氣候的機率分布來得「偏多」，而且「偏多」的程度有所區別，不再通通都是「正常」(如圖9)。

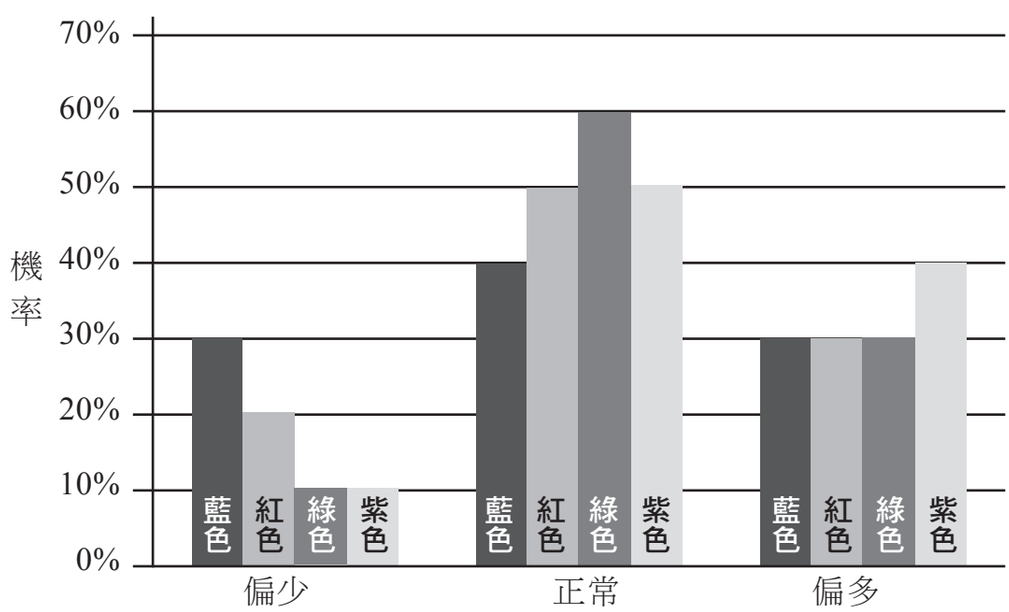



圖9 不同的三類別機率分布，其中藍色直條表示30-40-30%，紅色直條表示20-50-30%，綠色直條表示10-60-30%，紫色直條表示10-50-40%。

此外，預測冬季多雨不代表雨量真的很多，夏季少雨也不代表雨量真的很少。以高雄為例，7月少雨表示雨量少於220.5毫米(圖8)，但1月雨量只要多於17.4毫米就算多雨了(圖10)！換句話說，7月少雨的總雨量有可能比1月多雨的總雨量還來得多許多。對水資源管理的應用層面而言，高雄7月即使少雨，只要不是極端偏少，用水應不虞匱乏，但1月即使多雨，若沒有極端偏多，恐怕也只是杯水車薪。這也是我們一直強調的，必須先對氣候正常狀態有所了解，以及知道氣候預測是預測相對值(相對於氣候平均)、也就是預測大氣偏離長期平均的狀態，如此才不至於誤用氣候預測資訊。

**臺灣各地區月累績雨量之氣候正常值範圍(單位：毫米)**

| 地區\月份 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|
| 北部 | 60.9～104.3 | 69.7～217.7 | 133.2～190.0 |
| 中部 | 17.1～31.8 | 23.4～93.5 | 59.6～120.1 |
| 南部 | 2.9～17.4 | 2.9～19.2 | 6.0～27.7 |
| 東部 | 44.3～72.2 | 44.8～110.8 | 50.8～116.0 |

註：北部、中部南部及東部分別以臺北、臺中、高雄及花蓮為參考氣象站。

圖10　1月至3月四個代表站的雨量氣候正常值。

## 五、 結語

氣候學家研究海氣互相影響變化的機制，並將所獲得的知識寫成程式，讓電腦模式進行大量的資料運算與處理，並模擬未來大氣演變的可能狀況。受限於電腦資源的限制，氣候模式只能解析250公里以上的現象，對全長不到400公里的臺灣而言，自然不夠精細，更別提範圍700平方公里左右(解析度不到30公里)的水庫集水區。但慶幸的是，隨著科技的快速發展與進步，先進的氣候模式已經增加解析度至100公里以內。近年來氣象局也嘗試進行結合氣候預測資訊與水資源管理的研究(李，2014)，期待在不久的未來可以提供更精細的氣候預測資訊，方便水資源管理決策參考，讓我們即使面臨乾旱的威脅，也能做好萬全的準備，盡量減少生活上的不便。

## 六、 參考文獻

1. Edward N. Lorenz, 1963: Deterministic Nonperiodic Flow. J. Atmos. Sci., 20, 130–141.
2. Palmer, T., andR.Hagedorn (Eds.), 2006: Predictability of weather and climate. Cambridge University Press.
3. 李明旭，2014：發展氣候資訊應用於水庫操作規線之水資源動態管理機制，「災害性天氣監測與預報作業建置計畫」103 年度氣候模式及應用作業委託辦理發展案，交通部中央氣象局。

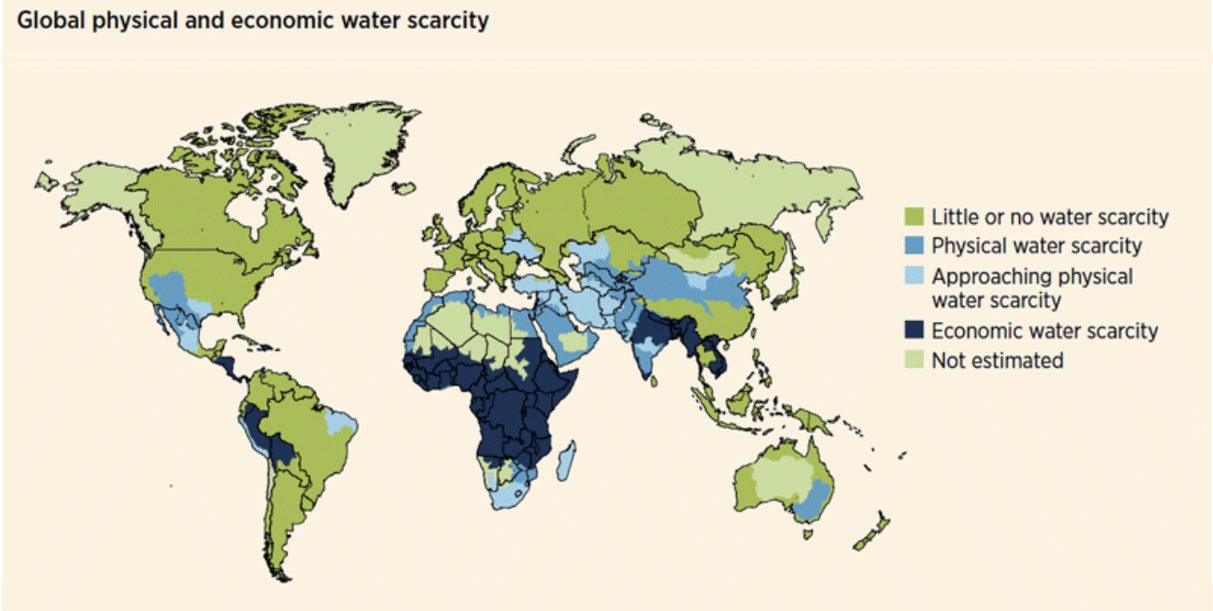
# 從世界水資源到台積公司水資源之策略與實踐

陳昌宗
台積公司廠務部 副理
張智能
台積公司廠務部 經理
竹科水電氣委員會 召集人

## 前述

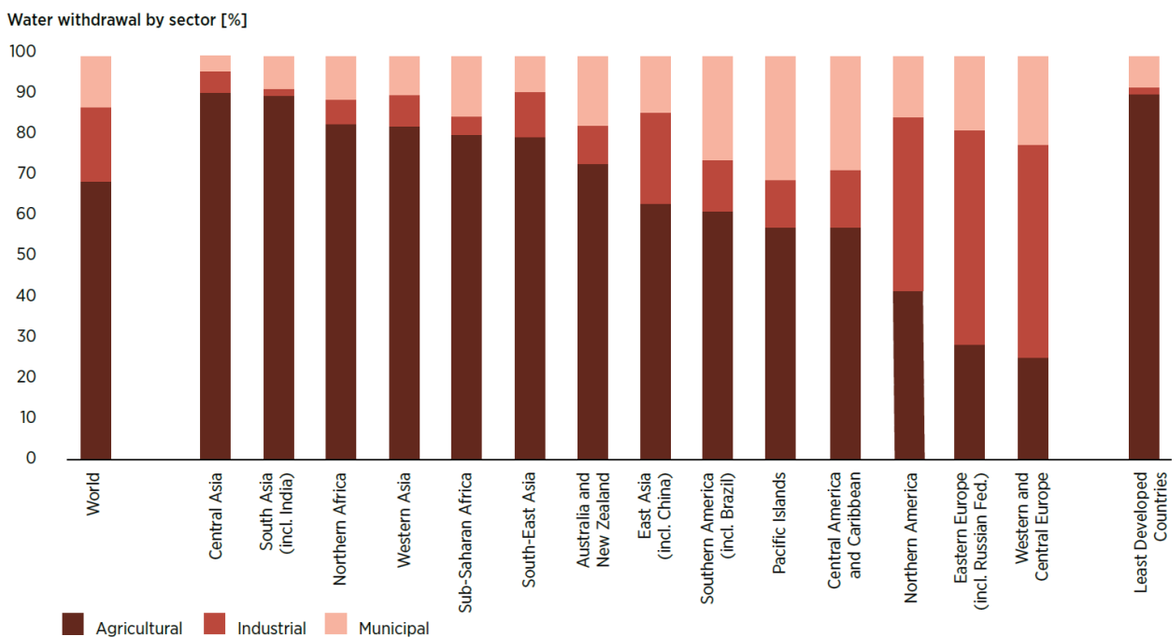
地球上絕大部分的水是鹹水，淡水資源僅占總的水儲量的2.5%。大約70%的可利用淡水資源又以冰川的形式凍結於南極和格陵蘭島，因此人類可利用的水僅為世界總的水儲量的0.7%。而在這0.7%的可利用水中，大約87%被用於農業。很顯然，這些資料揭示了人類所面臨的嚴重的缺水問題。目前世界人均水佔有量不足1700立方米/年。

全世界可用淡水分布量
(資料來源: United Nations World Water Development Report 4)



世界農業水資源管理綜合評估顯示了平均每3個人中就有1個人面臨缺水問題。大約12億人，相當於世界1/5的人口居住在自然性缺水地區，同時有另外16億人，即大概世界1/4的人口面臨經濟性缺水(國家缺乏必要的基礎設施從河流和含水層中獲取水)，而這些國家幾乎都是發展中國家。

全世界可用淡水分布量
(資料來源: United Nations World Water Development Report 4)




台灣地區地狹人稠、山坡陡峭、雨勢集中，再加上河川短促，所以大部分的雨水都迅速地流入海洋。因此，台灣地區每人每年平均可以分配到的水量，只有全世界平均雨量的七分之一而已，台灣是世界排名第十八位的缺水國家（地區），是屬於缺水國家（地區）。

綜合上述，台積公司擬訂了水資源管理政策與策略：台積公司認知到降雨量極端化是地球暖化、氣候變遷的結果，須先解決前者才能解決後者，在這可能長達數十年的時間內，水資源管理就成了企業氣候變遷風險管理與災害調適很重要的一部分。此外，台積公司也認知到相較於其他氣候變遷因應手段，管理水資源更有與政府合作的必要，否則難以達成。

作者以本身運轉廠區節水案例，因應高產能滿載的情況下，又要符合高回收率、低排放率等環評承諾條件，如何撐過供五停二限制、及有效增加水回收率、降低原水需求，讓水資源的使用效率與再利用性達到最大化進行的改善個案。

## 1 世界缺水問題[資料來源: Climate Institute]

目前主要有四個使人加劇缺水問題。

- 人口增長：上個世紀，世界人口已增至過去的三倍。估計到2050年，人口可能從目前的65億增至89億。目前水資源的使用正已高於上世紀人口增長率兩倍的速度增加。而且世界上越來越多的地區長期遭遇缺水。
- 加速的城市化進程將會導致人口愈加密集，從而更加強調水需求問題。在未來20年裡，僅亞洲城市人口就有望增加10億。
- 高水準的水資源消費：隨著世界各國日益發展,當地人均用水量將會大幅度增長。
- 全球氣候變化造成淡水資源儲量縮減。

### 1.1-水資源和氣候變化

未來水資源缺乏會日益加劇。具體有如下幾個原因:首先，極不均衡的空間和時間上的降水分佈導致了世界範圍內水資源短期內的顯著變化。例如，智利的阿卡塔馬沙漠年均降雨量極少，而台灣地區年平均降水量可達2500公厘。如果全球的淡水儲量可以依照人口平均分配，每年每人將可享有5000至6000立方米的可利用淡水資源。其次，由於溫度和相對濕度的不同，水蒸發量變化很大，因此會影響地下水的再供給。

### 1.2-降雨量和乾旱模式的變化

據預測的年降雨總量變化，熱帶和高緯度地區降雨量有望增加，但是亞熱帶地區特別是其極地邊緣降雨有可能減少。因此，緯度性變化有可能影響水資源分佈。總體看來，從80年代以來在介於南緯10度和北緯30度地區降雨已經有所減少。缺水將會在許多地區變的更為嚴重，尤其隨著全球變暖的加劇。

降雨強度的增加有可能導致一個地區對於多種因素的易感性增強，這些因素包括：

- 洪水
- 土壤侵蝕率
- 大規模土地運動
- 土壤水可利用度

氣候變暖加速了地表旱化，從而使可通過地表流入地下的水量減少。土壤水的減少降低了水的向下運動，因此降低了地下水的供給。在降雨和土壤水分都減少的地點，地表乾旱加劇，而且相應區域對缺水更為敏感。

參照歷史記錄，溫度每升高1°C，全球徑流將有可能增加4%。依照這個預測，未來水蒸發，蒸騰和降雨總量至本世紀末會導致全球徑流量增加7.8%。這會在增加一個地區降雨量，徑流量的同時增加洪水發生的可能性。

### 1.3-水品質

來自城市，工業和農業生產用水的污水不斷增長，然而淡水水體淨化污染

的能力有限。水品質惡化也是導致水資源匱乏的一個原因。儘管預計21世紀，全球變暖會在一定程度上增加全球平均降水量，但是這未必增加可飲用水的總量。原因之一就是增長的徑流和降水量攜帶更多的養分，病原體和污染物導致水品質的下降。這些污染成分最初儲藏於地下水中，但是增加的降水把這些成分從排放水中沖刷出去。類似地，當乾旱持續，容易恢復儲量的地下水被耗盡而剩餘的通常是劣質水。這是由來自地表，周圍土層的鹽漬或污染水的滲漏所導致，也有可能是受含有某種大量高濃度元素的臨近水源影響所致。

水質惡化的一個重要原因源自水溫的升高。水溫升高可導致水環境微生物的迅速滋生，這些微生物在其它載體中會對人類健康有不良影響。此外，由於生物對溫度的敏感性，水溫升高對水生態系統中的生物也有不利影響。一個水體，例如河流要依賴生存其中的生物降解幫助其進行自我淨化。如果水中的溶氧量減少，此過程會受到阻礙。而水溫升高會降低水體持氧能力。另外，降水時污染物被沖進水道及飲用水儲庫，對健康有嚴重影響。

## 2 台灣地區水資源的困境與因應之道

台灣是世界排名第十八位的缺水國家（地區）。在一般人的印象裡，台灣地區平均每年有二千多毫米的雨量，應該是水資源不虞匱乏的國家；但是因為台灣地區地狹人稠、山坡陡峭、雨勢集中，再加上河川短促，所以大部分的雨水都迅速地流入海洋。

因此，台灣地區每人每年平均可以分配到的水量，只有全世界平均雨量的七分之一而已，換算成每人每年可用水量大約只有一千公噸（1,000立方公尺），以目前世界可用水量的標準來說，台灣地區是屬於缺水國家（地區）。

根據中央氣象局的雨量統計資料來看，每年的總降雨量或多或少都有些變化，但是長期的平均變化並不大。水資源的減少，這跟下列幾個因素有關：

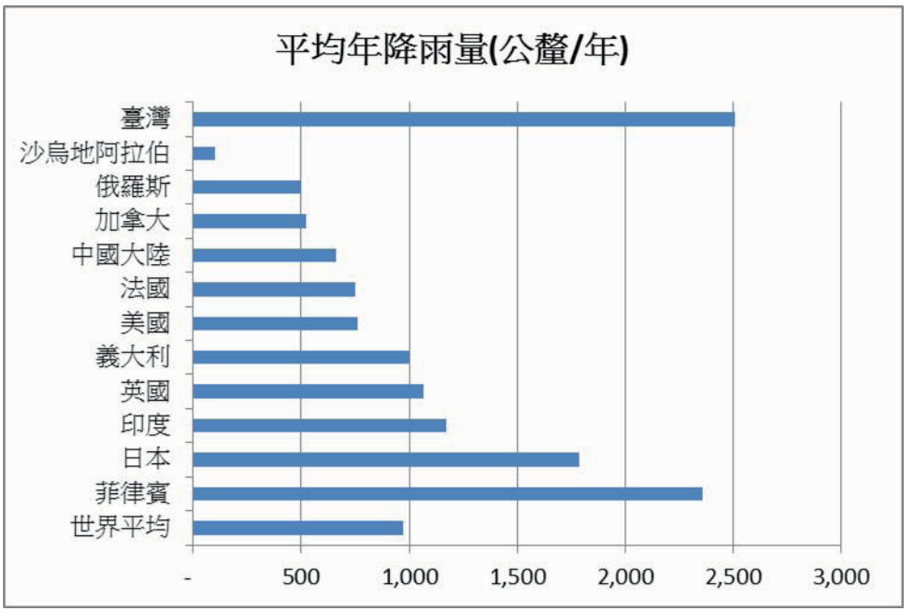
### 2.1 環境污染問題

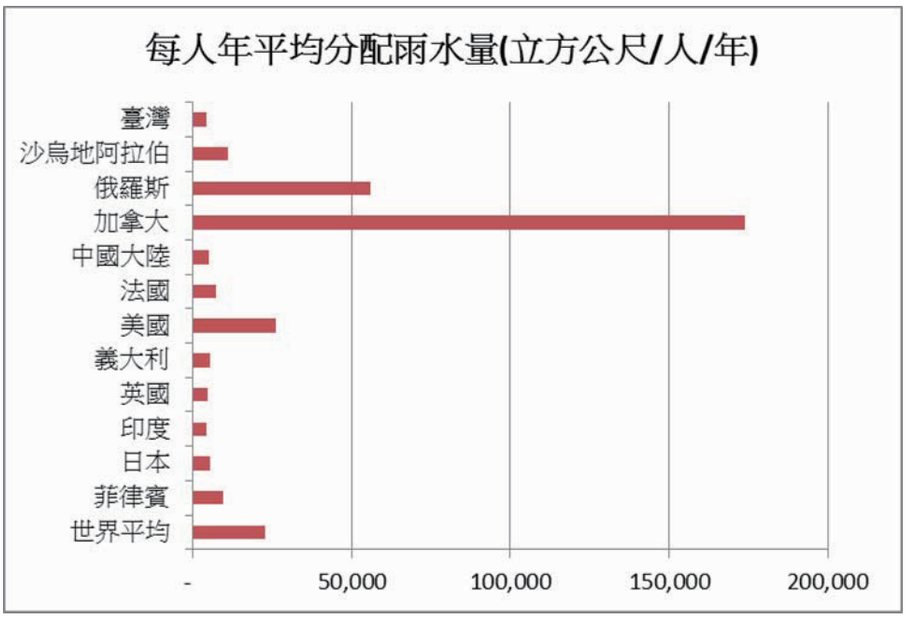
台灣地區有21條主要河川、29條次要河川和79條普通河川，2001年在2,934公里的河川總長度中，未受污染的河段有1808.88公里，佔河川總長度的61.65%；輕度污染河段為287.62公里，佔河川總長度的9.08%；中度污染的河段有451.30公里，佔河川總長度的15.38%；嚴重污染的河段有386.20公里，佔河川總長度的13.16%。歷年來的統計資料顯示未受污染的河段愈來愈少，結果導致許多河川的水質無法利用，相對地可用的水量也就愈來愈少了。

### 2.2 都市化效應及溫室溫代

在一個植物茂盛的自然地域所降下

台灣地區v.s.世界主要國家之年降雨量與分配雨水量(資料來源:水利署)




的雨水，經由植物的截流後，少部分以地表逕流的方式排出，而大部分被植物截流的雨水，則滲入地下成為地下水，在旱季時會再滲出維持河川的基本流量。但是都市面積隨著人口的增加而不斷地擴張，混凝土和柏油等不透水層的面積也不斷地增加；以及山坡地的濫墾、濫伐導致地表逕流增加，地下水補注減少，結果「遇雨便成澇，不雨則成旱」。都市化後的地區也阻斷了當地水循環

的路徑，造成都市氣溫不斷上升的「熱島效應」。

### 2.3 降雨型態的改變

因為全球變遷的影響，使得原有的降雨型態產生變化。降雨型態的改變可以分為兩個方面來說明：一是時間上的改變，也就是說原來是分布在一整年的雨量，卻集中在很短的時間內下完，這樣的變化不但無法讓我們有效利用水資源，甚至會發生大洪水及乾旱；另一個是空間上的改變，也就是說原來應該下在水庫集水區的雨水，卻下在水庫下游或海上，使我我們無法有效的攔截利用。

## 3 台積公司的水資源管理

水資源管理是台積公司氣候變遷中最重要的議題之一。近年來，受到全球氣候變遷影響，水資源的開發與分配成了世界各國的重要課題。民國98年以來，台灣地區雨季與旱季降雨量的豐枯變化逐漸極端化，缺水與水災的風險日益明顯，因此，水資源的管理、節水與缺水緊急應變顯得更重要。台積公司認知到降雨量極端化是地球暖化、氣候變遷的結果，須先解決前者才能解決後者，在這可能長達數十年的時間內，水資源管理就成了企業氣候變遷風險管理與災害調適很重要的一部分。此外，台積公司也認知到相較於其他氣候變遷因應手段，管理水資源更有與政府合作的必要與積極性。綜合上述，台積公司擬訂了水資源管理政策與策略。

### 3.1 台積公司水資源管理政策與策略

台積公司以成為世界級水資源管理的標竿企業為目標，台積公司的水資源管理政策是推廣節水以降低製造產品的單位用水量，並推動產官學合作以長期確保用水效能。為了達成此目標，台積公司的執行策略是日常節水與缺水調適兼顧，企業內部與供應鏈並重。在有效的水資源管理平台上做好製程省水與回收再利用，達到大幅降低水資源的消耗。台積公司水資源管理的核心活動是：

- 與中央政府合作，評估科學工業園區的氣候風險，從基礎建設著手，採行降低極端氣候災害的方案。
- 與地區主管機關、水電公司、友廠合作，協調地區水資源調度與分享節水經驗。
- 分享台積公司節水經驗，促進各產業重視水資源風險與共同致力節約用水。
- 推動公司內部與供應鏈水資源盤查、節水，建立水足跡，並訂定各供應商節水目標。

### 3.2 水資源風險減緩與調適

台積公司認為水資源風險是台積公司的主要營運風險之一，必須進行監控以提高公司的競爭力。水資源風險包括法規風險，實質風險、及其他風險。台積公司的控制措施如下表所示：

| 風險 | 風險鑑別 | 風險控制 |
|---|---|---|
| 法規風險 | 水資源<br>相關新法規的衝擊 | •持續監控法規趨勢<br>•透過產業公會/協會等組織與政府持續溝通，對法規修定提出建議，使其更為合理與適用 |
| 天災風險 | •暴風雨與洪水的發生機率與嚴重度的增加<br>•水源短缺壓力增加 | •提高新建廠區的地基高度<br>•與中央政府合作，評估與減緩台積公司工廠所在之三個科學園區的氣候災害風險<br>•透過產業公會/協會，向政府提出減緩/調適水資源風險的建言<br>•持續構思與執行節約用水的創新手法 |
| 其他風險 | •供應鏈對於水風險的減緩與調適能力 | •幫助與要求供應商建立節約用水觀念與水資源管理系統 |

### 3.3 與主管機關合作水源配置與保護

由於水資源具有地區共有性與侷限性，台積公司積極參與台灣科學園區同業公會的專業委員會活動，與半導體同業交換節水經驗，共同提升各公司節水率及用水效能。台積公司與科學園區管理局定期討論供水調配以及缺水應變等議題，同時也多次成功緊急應變處理給排水水質異常問題，包括降低廢水中氨氮濃度等。同時，也每年舉辦技術研討會，進行水回收技術的討論與交流，並與科學園區管理局合作輔導園區部分友廠做好水資源管理，以達到全園區的共同目標，確保長期水資源供需平衡。

### 3.4 與外部各行業公司積極分享經驗

近幾年來台積公司與經濟部水利署於台積公司在竹科、中科與南科的晶圓廠共同舉辦水回收及節能經驗分享，期望提升台灣各產業的節水績效。

### 3.5 積極鑑別與因應水資源風險

台積公司深切了解氣候變遷會造成降雨過度集中，致使發生澇旱的機率增加，因應此降雨趨勢所造成的水資源風險，台積公司已執行下列行動：

- 鑑別短期與長期水資源風險，尤其是台積公司所在的台灣北中南三科學工業園區的廠區。
- 構思與執行減緩短期與長期水資源風險之計畫，例如不同屬性廢水的

分流回收再利用等。

・各廠區持續節約用水。

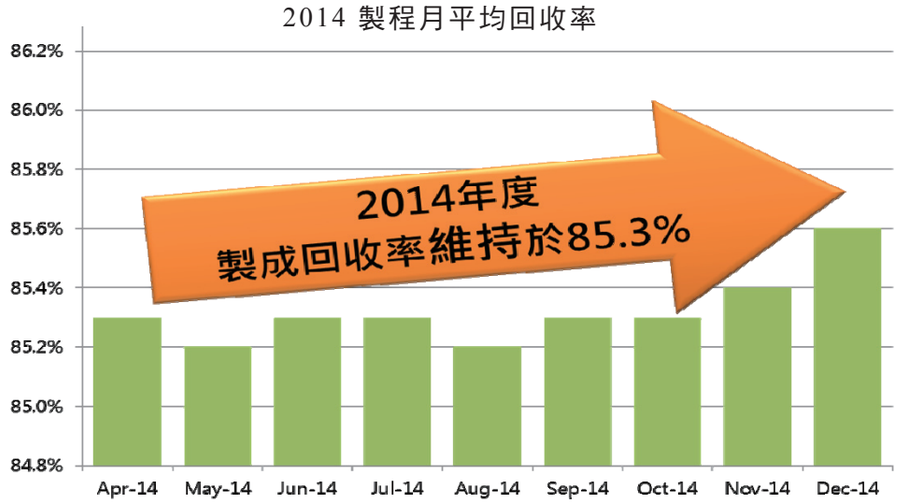
## 4 台積公司的節水案例

台積電對節水及對水資源的風險控管，早已是公司的政策及經營理念之一，2015年初，台灣西半部地區水資源面臨極度乾旱危機，自來水公司規畫將在5月份執行第三階段限水措施(紅燈):科學園區採「供五停二」方式減供自來水。

對於台積電目前節水的狀況，因應高產能滿載的情況下，又要符合高回收率、低排放率等環評承諾條件，如何撐過「供五停二」之窘境以及有效增加水回收率、降低原水需求，以用水最小化因應將缺水對生產的衝擊，將是最棘手之挑戰。因此團隊對於晶圓廠如何讓水資源的再利用性達到最大化進行改善方案。以下為台積公司晶圓八廠在此次旱情的各項活動實例說明。

### 4.1 現況分析

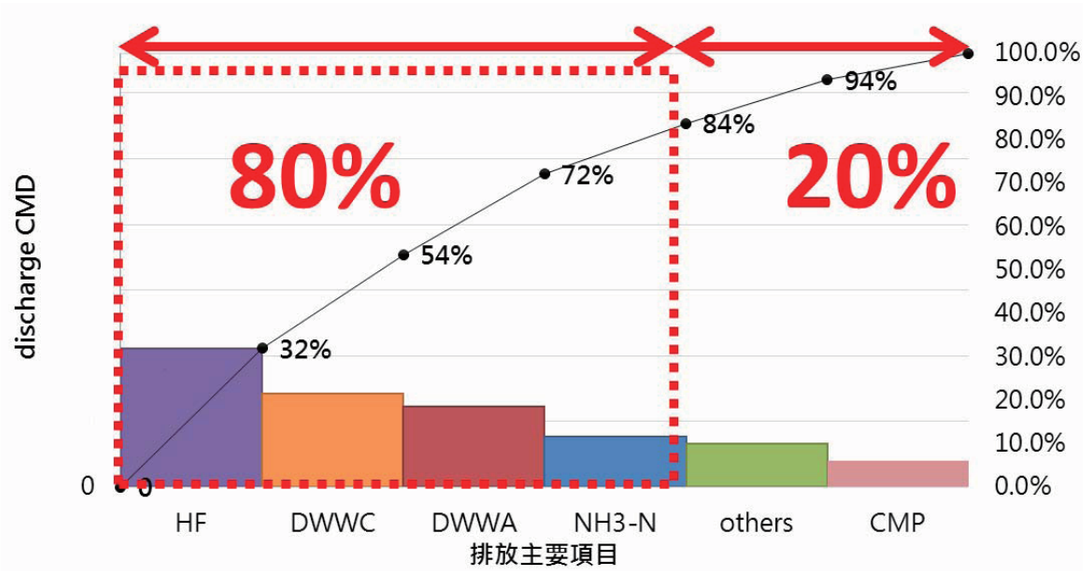
台積八廠每月平均製程回收率始終維持於85%以上，以前一年為實例約85.3%。




### 4.2 目標設定

晶圓八廠對於節水改善從建廠至今有相當成果，製程回收率皆>85%之環評承諾，但目前處於水資源乾旱危機，為使晶圓廠符合自來水公司第一/二階段限水7.5%規定，並因應自來水公司乾旱期間規劃之「供五停二」供水方式，晶圓八廠廠務部首先設計積極具體的短中長期節水跳躍計畫，並提供給其他廠區與技術委員會作為基礎。技術委員會專案小組透過集體思考，找尋可再利用水資源計畫，以SMART Goal原則做為目標設定，有效減少製程使用自來水量。統計每日廢水排放率，利用柏拉圖分析，以80/20法則，進行排放率分析比較，找出改善之機會：

改善前排放水量柏拉圖分析




對現況進行分析，目前增加水來源，必須從源頭進行水資源的提升及利用性，更針對排放的水資源進行回收的價值探討。透過由小組會議討論及腦力激盪後團隊找出主要改善方向為：

4.2.1 廠區內的節水管理機制:

- 普查高耗水機台-酸性廢水 (DWWA) 回收
- 普查高耗水機台-鹼性純水 (DWWC) 回收

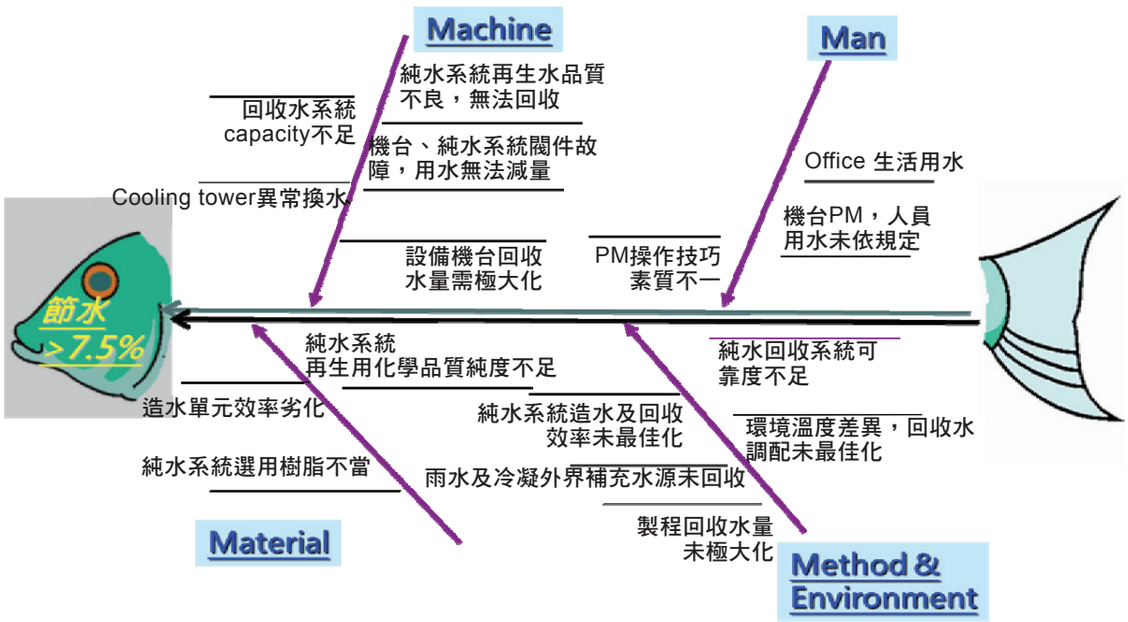
4.2.2 創新技術落實於節水應用:

- 更改電透析物理模組排列，增加HF 回收水量
- 氨氮及 TMAH 廢水之回收

運用 SMART Goal 根據現況設定目標如下：

## 4.3 主要完成事項

利用特性要因圖，尋找可以節水的方法，從增加水資源之開源及提高回收水量之節流，此二大改善方向著手，再透過討論與矩陣分析擬定對策，來達到目標。




### 4.3.1 酸性廢水(DWWA)回收：

酸槽溢流會造成外槽回收水的污染（硫酸＋雙氧水），將酸槽溢流管線進行分流(回收至硫酸回收系統)，修改管路以避免回收水導電度濃度超過純水系統之回收水水質標準，同時回收廢硫酸做再利用處理。

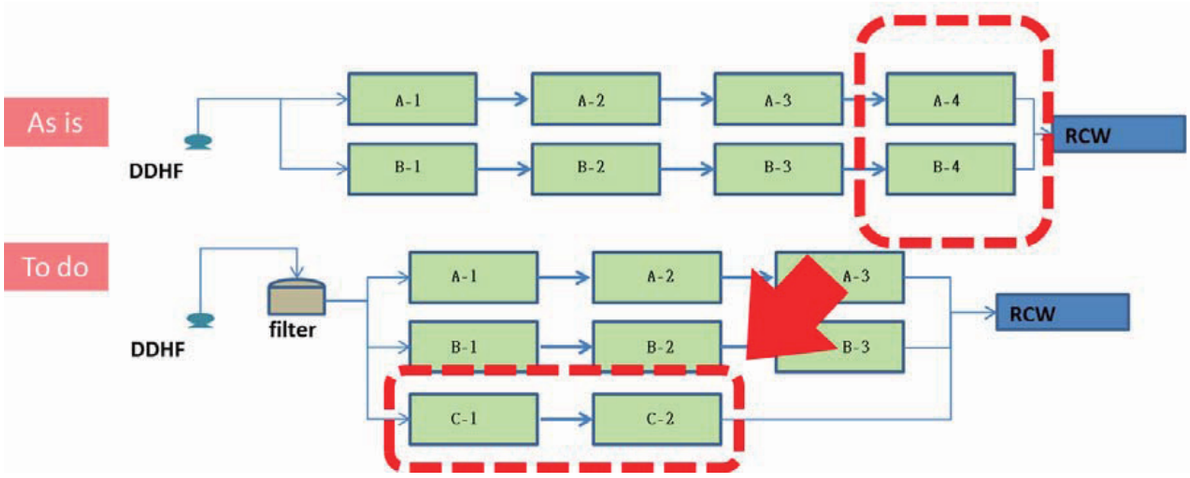
### 4.3.2 研磨後段清洗純水回收：

研磨後段清洗僅利用純水進行晶圓清洗，透過水質之調查，確定水槽排水之水質符合回收至純水系統之回收水水標準，更改管路，增加水源使用。

### 4.3.3 更改倒極式電透析物理處理模組(EDR系統)排列：

現有EDR系統(可倒極式電透析膜)處理含氟廢水，在不新設設備前提下，以更改EDR模組排列組合方式，成功增加回收水25%。

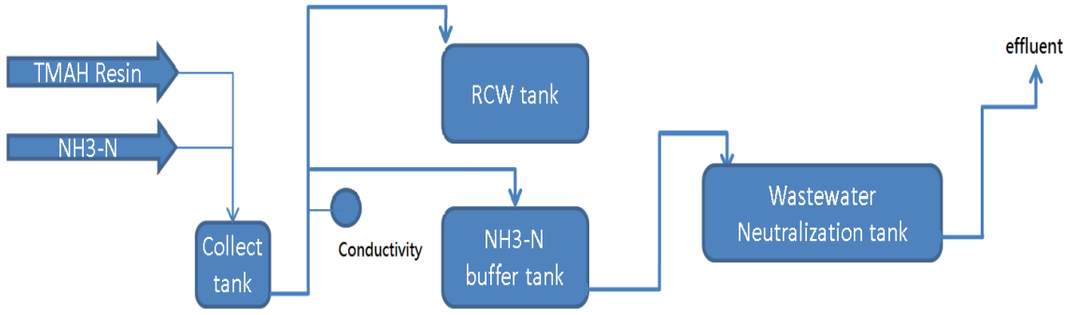
EDR模組排列變更




### 4. 3. 4 氨氮& TMAH 處理水回收選別系統建置：

氨氮廢水及 TMAH 廢水處理後水質，合乎次級用水標準 (RCW)，增設處理後廢水回收選別系統，以收集桶回收並配合導電度計判別水質回收。

NH3-N&TMAH 處理水回收選別系統建置




### 4. 3. 5 廠內管理節水機制及創新技術落實於節水應用：

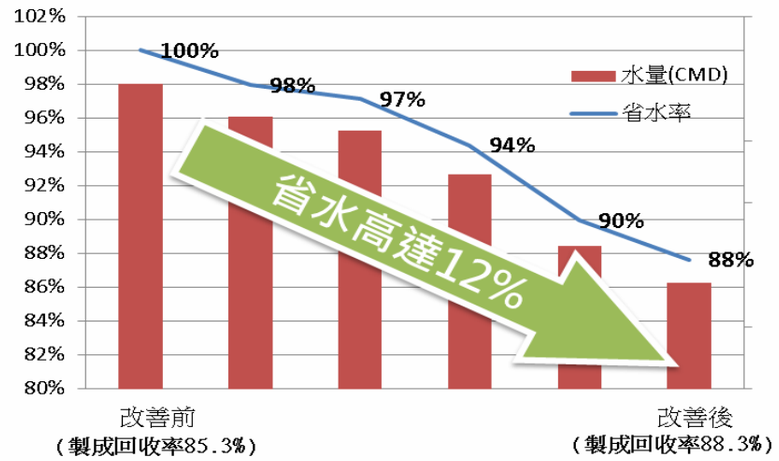
在此次活動中團隊藉由有效管理及調查有效水來源之排放及改變現有系統處理流程與突破原有系統操作條件，有效增加製程使用水量，不只降低自來水的成本，同時也增加製程回收率以及降低廢水排放率。

## 4. 4 效益統計

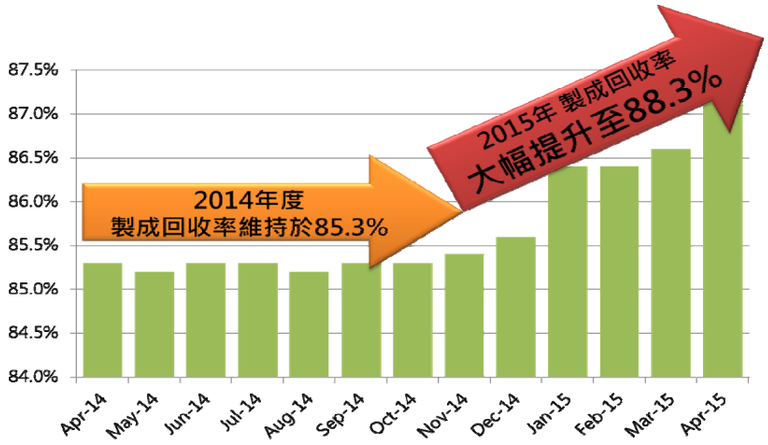
統計本活動效益如下

### 4. 4. 1 有形的效益：

- 環境效益：節省自來水用量 12.3%，提升製程回收率至 88.3%，乾旱期結束後，長期效益項目持續執行。




改善前後回收率效益比較




### 4.4.2 無形的效益：

透過技術委員會組織架構，將改善成果上傳到全公司的資訊平台，以達到水平展開的效果，亦將晶圓八廠之成功經驗與所有相關廠區共同執行，這也是台積公司對整體環境保護的承諾與自我要求。我們極其艱難地達成「乾旱期間額外7.5%節水」的前期要求而度過旱期，藉此分享抗旱期間的回收改善與節水之寶貴經驗，希望拋磚引玉地讓大家一起努力經濟發展與協力環境保護，成為「共好」的成功案例。

### 4.5 未來方向：

「乾旱期間額外7.5%節水」是台積公司執行力與決心的展現，也是對社會共體時艱的自我努力，期望所有同業與異業，大家一起偕同珍惜水資源，偕同各行業在節水、水回收率改善的同時，也要持續改善工業廢水放流水質，以利未來水資源回收再利用的進一步發展，這也是企業社會責任的台積公司所矢志影響台灣更好的企業使命。

# 會務報導

秘書長　虞國興

## 一、年會暨研討會活動報導

本會為促進水資源管理，推動水資源永續利用相關學術研究的民間團體，目的在提昇我國水資源管理水準。會員為從事水資源相關研究或工作之學者專家，分別來自國內各大學院校、研究單位以及經濟部水利署、農田水利體系及自來水體系等機關，本次(第七屆第一次)年會於救國團台中市團委會大禮堂辦理，由台灣自來水公司第四區管理處與本會共同主辦。除進行例行會務辦理成果報告之外，上午會員大會特邀請前法務部長施茂林教授進行特約演講「穿透法律風險森林—公私權益保護心法」。施茂林教授最擅長用淺顯易懂的方式來說明艱深複雜的法律問題，演講十分幽默風趣。

前法務部長施茂林教授(右)特約演講
陳伸賢理事長頒贈「崇論閎議」獎座

接著進行人才表揚，本會頒發103年度卓越貢獻、傑出水資源成就、優異資深人員、優秀青年工程師及優良論文等獎項共15人獲獎。本會理事賴平雄先生不幸於103年10月28日病故，賴理事一生奉獻於農田水利事業，其曾擔任臺中水利會會長凡二十餘年，不僅奠定了臺中水利會完善健全且雄厚的財務，並充分發揮農田水利設施功能，促進了整個大臺中地區的農業發展，可謂功在農田水利，其自本會創會以來（民國87年）即擔任理事一職至今，凡六屆17年之久，其間並曾協助本會辦理三次年會暨研討會，對本會會務發展貢獻卓著。為緬懷賴平雄理事，並表彰其一生對國家社會之貢獻，經第六屆第七次理監事會議決議一致通過，特於本次年會追贈卓越貢獻獎。

103年度水資源傑優學術人才之各獎項及得獎人如下：

1.「卓越貢獻獎」
- 賴平雄
(中華水資源管理學會 前理事)
- 田巧玲
(經濟部水利署 副署長)

2.「傑出水資源成就獎」
- 丁澈士
(國立屏東科技大學工學院 院長)
- 曹華平
(經濟部水利署 總工程司)
- 施澍育
(台灣自來水公司 高級研究員)

3.「優異資深人員獎」
- 林榮清
(行政院農業委員會農田水利處 技正)
- 曾鈞敏
(經濟部水利署第十河川局 副局長)
- 蔡政宏
(臺灣雲林農田水利會工務組 組長)

4.「優秀青年工程師獎」
- 劉日順
(農業工程研究中心 助理研究員)
- 鄭欽韓
(經濟部水利署 正工程司)
- 邱炫琦
(經濟部水利署 助理工程司)

5.「優良論文獎」
- 張良正
(交通大學土木工程學系 教授)
- 王國樑
(經濟部水利署北區水資源局 副局長)
- 孫建平
(國立成功大學水利及海洋工程學系 副教授)

致贈「卓越貢獻獎」-感謝前理事
賴平雄會長貢獻,賴夫人(右)代表領獎

陳理事長(左)頒發「卓越貢獻獎」
得獎人：田巧玲副署長(右)

陳理事長(左3)頒發「傑出水資源成就獎」
-丁澈士教授(左1)、曹華平總工程司(左2) 、
施澍育高級研究員(左4)

莊光明常務理事(左2)頒發「優異資深人員獎」
-林榮清技正(左1)、曾鈞敏副局長(左3)、
蔡政宏組長(左4)

下午舉行「水資源管理座談會」，本次座談會擇定兩個議題，第一個議題「中部地區水資源發展策略」。現在極端氣候已經不再是罕見的，它發生的頻率要比往年高出了許多，而氣候變遷最可怕的特質就是「大自然翻臉跟翻書一樣」，什麼時候會發生乾旱、它發生的強度、地點，都不是我們可以想像、可以預測的！第二議題則探討「確保飲用水安全」。在經歷食安風暴後的台灣，飲用水安全絕對是食安的最後一道防線，台灣的民眾再也無法承受飲用的有任何不安全的衝擊。因為對於有安全疑慮的食品和油品，我們可以選擇不吃，但我們不能不喝水。尤其目前有些地區的地表水或地下水已經受到嚴重汙染，我們要如何才能「確保飲用水安全」將是個重大的挑戰。

水資源管理座談會「中部地區水資源發展策略」

水資源管理座談會-會員參與十分踴躍

## 二、第七屆第一次年會暨研討會委員會

◎主辦單位：台灣自來水公司、台灣自來水公司第四區管理處
◎主任委員：胡南澤總經理
◎督　導　組：賴永森處長、蕭淑貞經理、林清鑫副理、武經文副理
◎協辦單位：

行政院農業發展委員會
經濟部水利署中區水資源局
經濟部水利署台北水源特定區管理局
台灣電力股份有限公司
台北市瑠公農田水利會
臺灣石門農田水利會
臺灣新竹農田水利會
臺灣臺中農田水利會
臺灣雲林農田水利會
臺灣嘉南農田水利會
臺灣屏東農田水利會
財團法人台灣經濟研究院
中興工程顧問股份有限公司
台灣世曦工程顧問股份有限公司
財團法人七星農業發展基金會
財團法人維謙基金會
財團法人台灣產業服務基金會
經濟部水利署北區水資源局
經濟部水利署南區水資源局
台北自來水事業處
農田水利會聯合會
台北市七星農田水利會
臺灣桃園農田水利會
臺灣苗栗農田水利會
臺灣彰化農田水利會
臺灣南投農田水利會
臺灣高雄農田水利會
臺灣宜蘭農田水利會
財團法人中興工程顧問社
財團法人中興工程科技研究發展基金會
財團法人桃園農田水利研究發展基金會
財團法人台北市七星農田水利研究發展基金會
財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

## 三、第七屆理事及監事選舉

本次年會舉辦第七屆理事及監事選舉，順利選出第七屆 21 位新任理事及 5 位新任監事。另於 2 月 11 日召開第七屆第一次理監事聯席會議，選任第七屆理事長、常務理事及常務監事。

◎理　事　長：楊偉甫
◎常務理事：張敬昌、林文瑞、楊明風、莊光明
◎理　　事：吳瑞賢、周師文、林　岳、林濟民
　　胡南澤、徐元棟、曹華平、陳榮福
　　陳福田、陳肇成、黃信茗、楊錦釧
　　廖宗盛、劉振宇、賴建信、謝福弘
◎候補理事：王國堅、江明郎、許銘熙、謝世傑、籃炳樟
◎常務理事：呂芳堅
◎監　　事：呂崇德、周乃昉、黃金春、鍾朝恭
◎候補監事：徐年盛

## 四、會員

| 會員類別 | 合計會員人數 |
|---|---|
| 永久個人會員 | 219 |
| 一般個人會員 | 677 |
| 永久團體會員 | 27 |
| 一般團體會員 | 20 |
| 學生會員 | 2 |
| 總計 | 945 |

## 新入會員名單

### 【永久個人會員】

| 證號 | 會員姓名 | 服務單位 | 職稱 |
|---|---|---|---|
| P20258 | 黃世偉 | 經濟部水利署南區水資源局 | 局長 |
| P20259 | 傅金城 | 行政法人國家災害防救科技中心 | 副研究員 |
| P20260 | 陳春宏 | 經濟部水利署水利規劃試驗所 | 副所長 |
| P20261 | 陳順天 | 經濟部水利署第十河川局 | 局長 |

### 【一般個人會員】

| 證號 | 姓名 | 證號 | 姓名 | 證號 | 姓名 |
|---|---|---|---|---|---|
| P11486 | 林美香 | P11487 | 余振順 | P11488 | 廖垂麟 |
| P11489 | 謝福弘 | P11490 | 李秉焜 | P11491 | 彭秀春 |
| P11492 | 劉逸夫 | P11493 | 陳金志 | P11494 | 陳啟青 |
| P11495 | 李怡儒 | P11496 | 謝啟明 | P11497 | 陳信宏 |
| P11498 | 蔡梅菁 | P11499 | 林宗緯 | P11500 | 曾漢祥 |
| P11501 | 李坤穎 | P11502 | 楊永慶 | P11503 | 楊桂雄 |

## 【一般個人會員】

| 證號 | 姓名 | 證號 | 姓名 | 證號 | 姓名 |
|---|---|---|---|---|---|
| P11504 | 吳丹楓 | P11505 | 李元棧 | P11506 | 邱啓文 |
| P11507 | 劉怡萱 | P11508 | 劉麗玲 | P11509 | 曾清棠 |
| P11510 | 林盈達 | P11511 | 陳正宏 | P11512 | 徐春桃 |
| P11513 | 張賀婷 | P11514 | 劉猷光 | P11515 | 陳秀英 |
| P11516 | 林國成 | P11517 | 范國森 | P11518 | 林立敏 |
| P11519 | 牛友年 | P11520 | 陳育勤 | P11521 | 林清華 |
| P11522 | 陳錦祥 | P11523 | 葉立安 | P11524 | 張志琳 |
| P11525 | 徐榕璟 | P11526 | 彭明正 | P11527 | 邱忠賢 |
| P11528 | 楊太郎 | P11529 | 蔡晉全 | P11530 | 徐仕璉 |
| P11531 | 陳淵明 | P11532 | 朱志宏 | P11533 | 吳瑞評 |
| P11534 | 李其衡 | P11535 | 許文昌 | P11536 | 李俊寬 |
| P11537 | 溫凰生 | P11538 | 黃國城 | P11539 | 曾學煒 |
| P11540 | 謝子平 | P11541 | 彭俊傑 | P11542 | 蔡正元 |
| P11543 | 呂其昌 | P11544 | 蘇育堅 | P11545 | 林東陽 |
| P11546 | 謝滄海 | P11547 | 黃國正 | P11548 | 郭賢揚 |
| P11549 | 黃坤濯 | P11550 | 周朝枝 | P11551 | 黃珍仁 |
| P11552 | 林文傑 | P11553 | 黃申偉 | P11554 | 郭曜琪 |
| P11555 | 陳俊州 | P11556 | 黃詩評 | P11557 | 張稚輝 |
| P11558 | 涂敬新 | P11559 | 張力仁 | P11560 | 陳金印 |
| P11561 | 陳中憲 | P11562 | 楊敦琪 | P11563 | 潘禎哲 |
| P11564 | 張資穎 | P11565 | 洪信彰 | P11566 | 黃惠欽 |
| P11567 | 郭義浩 | P11568 | 廖志勝 | P11569 | 林鴻鵬 |
| P11570 | 張百欣 | P11571 | 王基安 | P11572 | 賴炯賓 |
| P11573 | 游世豪 | P11574 | 朱文雀 | P11575 | 許錫鑫 |
| P11576 | 黃朝統 | | | | |

# 新聞瀏覽

### 休耕爭議經部擬提前開徵耗水費

2015/1/22 (自由時報)

立院經委會21日針對旱象因應及耗水費提出報告，對於近期大規模休耕，引發輕農、重工業用水的爭議，呼籲應儘速開徵耗水費。

經濟部長鄧振中承諾，耗水費方案將於年後付委。根據目前方案，耗水費徵收將分三級距，分別是每月一到三千度附徵10%、三到六千度附徵20%、六千度以上附徵30%。以目前水費費率，相當於每度多出1.1、2.2與3.3元。昨立院也決議應有旱季水價，針對冬季枯水期間，對工業用水大戶課徵差別水價。經濟部次長楊偉甫說，水利署10年前就已規劃旱季水價，由於跟水價公式連動，1、2個月內會向立院提出報告，短期希望先推動耗水費，第二階段再處理旱季水價。

### 抗旱8縣市二階段限水

2015/2/11 (蘋果日報)

水情告急，經濟部水利署10日宣布2月26日起，桃園、高雄等8縣市實施第二階段限水措施，三溫暖、游泳池、水療、洗車業及每月用水逾1000度的大戶，共5726戶將減量供水，是近13年第三次實施二階限水。

### 日月潭9蛙露出8蛙全台水情嚴峻

2015/2/16 (聯合報)

連續乾旱無雨，日月潭水位指標的「九蛙頭」14日已浮現八蛙，水位降至746.38公尺，預估3月10日水位可能降至743公尺，不僅九蛙全現，且必須封閉碼頭。中區水資局副局長彭志雄表示，隨著日月潭水情轉緊，春節假期後，26日開抗旱會議把彰雲水情列為黃燈，啟動因應機制。

**日月潭9蛙露出8蛙全台水情嚴峻**

2015/2/16 (聯合報)

連續乾旱無雨，日月潭水位指標的「九蛙頭」14日已浮現八蛙，水位降至746.38公尺，預估3月10日水位可能降至743公尺，不僅九蛙全現，且必須封閉碼頭。中區水資局副局長彭志雄表示，隨著日月潭水情轉緊，春節假期後，26日開抗旱會議把彰雲水情列為黃燈，啟動因應機制。

**減緩地層下陷國發會通過人工湖計畫** 2015/3/10 (聯合報)

國家發展委員會第12次委員會議討論通過經濟部陳報「烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫」，完成後可增供地面水量約每天25萬噸，增供彰化地區地面水，減少抽取地下水並減緩地層下陷。

**學者：10年大旱成常態週期恐縮短** 2015/3/16 (自由時報)

農曆年後，台灣共有7個供水區進入二階限水，扣除莫拉克風災，上一次發生二階限水已是11年前的事。多位專家警告，全球氣候變遷影響下，降雨分布不均狀況會愈來愈極端，未來10年大旱恐成常態，甚至週期還會再縮短。

**聯合國示警：15年後全球恐面臨缺水危機** 2015/3/23 (聯合報)

聯合國水資源組織在年度「世界水資源發展報告」中指出，人口激增是導致缺水危機的主要因素之一。全球人口以每年8000萬人的速度增加，2050年前很可能達到91億人，用水需求將增加55%。報告指出，雖然目前水資源尚足以應付全球所需，但若沒有妥善管理，到2030年前，用水需求和供給間將出現40%的落差，也就是所謂的「水赤字」。可能造成缺水危機的因素除了人口，還有殺蟲劑、工業及廢水造成的汙染，以及超抽地下水。

**120年大旱加州首度限水**

2015/4/7 (自由時報)

美國加州州長布朗1日宣布加州有史以來的首度強制性限水，理由是在去年冬天創下破紀錄的低降雪量後，加州四年乾旱已達接近危機的程度。科學家表示，全球暖化導致加州乾旱更為嚴重。

**容量「回不去了」…防淤「急急如律令」** 2015/4/7 (自由時報)

淤積問題與極端氣候的加乘效應，水情只會越來越嚴峻，在無法新建水庫的情況下，現有水庫清淤刻不容緩，防淤更是「急急如律令」。為延長維繫南部水源命脈的曾文水庫壽命，水利署雖計畫防淤隧道、繞庫排砂工程，但曾文至少還有16年須面對進砂多於除砂的水庫淤積「赤字」問題，現有淤積則恐是無法根治的惡性腫瘤。水利署南區水資局副局長連上堯說，所有規劃的清淤

項目完全啟動後，總計年清淤量有560萬立方米，正好可達到水庫土石進出的「收支平衡」。

現有的淤積難以清除，至少做到防止再惡化，這就是目前水利署對曾文水庫的清淤策略，亦即設下「停損點」的概念，想辦法阻擋癌細胞擴散。

### 台灣降雨留不住逾500億噸入海

2015/4/16 (聯合報)

全台缺水，成功大學表示，台灣仰賴降雨，卻留不住80%雨水，每年逾500億噸雨水流入海洋，還得抽取50多億噸地下水。台灣大學名譽教授顏清連表示，政府應企業化經營水資源，水價要合理，需要結構式調整，工業用水是為了賺錢，得思考應不應該多付水費，政府不能只開徵耗水費，也要重建親水文化，讓大眾認識水的價值。成大資源系教授李振誥建議水利署應依各地區的地下水資源，善用地下水；目前缺水，或許是調整水價的機會。

### 高雄大旱！濕地乾到見底水鳥少一半

2015/4/30 (聯合報)

高雄大旱，部分濕地也乾涸了。高市黑面琵鷺主要棲息地茄萣濕地，29日部分水域乾到見底，茄萣區生態文化協會指出，受大旱影響，濕地水鳥已減少近半，生態受衝擊。

### 臺北市水價最快明年平均調漲三成

2015/5/6 (自由時報)

水情吃緊，經濟部與北市都想漲水費，中央甚至定出「耗水費」以價制量。北水處長陳錦祥5日表示，北水處已定出水價調漲公式，目前已報中央核定，最快7月送市政會議，預計在下個會期送進議會審查，最快明年實施，平均漲幅約3成，用越多漲越多。

### 全球暖化可能壓抑颱風生成

2015/5/20 (中國時報)

過去各界普遍認為全球暖化將有利熱帶氣旋發展，颱風、颶風強度會增強，但由台大、中研院及大陸中國科學院組成的跨國團隊發現，全球暖化造成海水表水與水下溫度差異拉大，反而可能抑制熱帶氣旋形成，成果刊登於國際期刊「自然通訊（Nature Communications）」。

### 加州解旱擬回收汙水變飲水

2015/5/27 (聯合報)

洛杉磯時報報導，加州一些水局官員和環保人士，呼籲採取名為「直接飲用再生水」（direct potable use）的回收水政策，也就把處理過的汙水淨化，作為飲用水。這個概念可能會令某些消費者敬謝不敏，但事實上，在蒸發率超過每年雨量的納米比亞Windhoek地區，已採用此方法數十年。而在同樣鬧乾旱的德州城市，包括Big Spring和

Wichita Falls，亦採用此方法。支持者指出，海岸城市何不把每年沖進太平洋的幾十億加侖的處理過汙水回收淨化，變成飲用水。但是目前沒有批准這種系統的法律架構，所以直接飲用再生水要在加州實施，還要等上很長時間。

**水費要漲價了新版水價公式最快七月拍板** 2015/6/26 (聯合報)

經濟部25日舉行水價評議委員會，審議台北市政府北水處所送的水價公式。經濟部次長楊偉甫指出，預計最快7月新版水價公式就可拍板定案，未來將每4年檢討水價公式。楊偉甫表示，新版水價公式將新增一些過去沒有的費用，包括保護水源所需費用、推動節約用水等7項費用，為改善台灣自來水漏水率偏高問題，改善管線漏水率相關費用也將納入水價公式。

**熱浪烤翻西歐飆到46℃**

2015/7/3 (蘋果日報)

台北2日創今年最高溫，西歐也熱翻了！西班牙多地飆至40℃以上，英國更創下史上最熱的7月高溫36.7℃。法國西部因熱浪導致大跳電。西班牙氣象局警告，3日又有另一波熱浪來襲，高溫還會持續9天。

**福建供水金門 2017年通樂**

2015/7/21 (中國時報)

談了20年的金門自大陸引水計畫，20日由金門縣自來水廠與福建省供水公司完成簽約儀式，預計2017上半年就可供水。經濟部常務次長楊偉甫表示，目前金門製水成本（含水庫、海水淡化與地下水）每度平均58.6元，由經濟部補貼後，水價與台灣本島相同，每度為12元；未來金門自大陸引水，不僅製水成本每度可省12元，還可避免水庫水質不佳、地下水枯竭等問題。楊偉甫說，為考量海底管線壽命，這項契約簽訂期限為30年。未來前3年每天購水量為1.5萬噸、第10年後每天增至3.4萬噸。

**「今年聖嬰很強壯」撞壞全球糧價** 2015/7/22 (聯合報)

今年上半年全球氣溫創新高，與今年的聖嬰現象較強有關，今年聖嬰已為東南亞、澳洲和美洲帶來極端氣候和經濟損害，受乾旱影響，泰國今年的稻米產量將是九年來最少的，澳洲的小麥產量也會減少。

財團法人台北市
七星農田水利研究發展
【基金會】

# 提昇農田水利研究水準、加強國際學術交流，
# 積極參與農業水利生態、文化推廣宣導工作，

**基金會與您共同努力! http://www.chiseng.org.tw/**

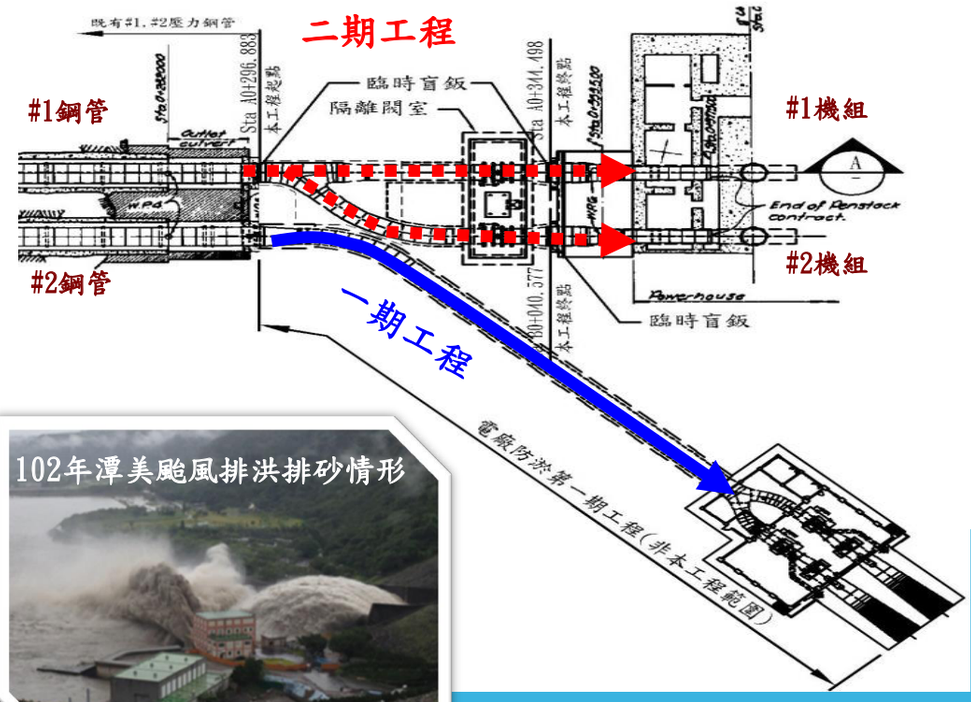
財團法人七星農業發展基金會
Chi-Hsin Agricultural Development Foundation

成立於民國八十一年，配合政府推展休閒農業、辦理學童農業推廣教育、農村綠美化及培養農業人才、提高農民所得與社會地位及改善環境景觀、提昇生活品質、推行農業及水利政策、開發地方農業資源、建立安祥富足繁榮的社會為宗旨。

# 石門水庫集水區整治計畫之電廠防淤二期工程

預定104年7月31日完工

石門電廠防淤二期工程自101年12月12日開工，預定104年7月31日完工，所需工程經費約2億6千萬元，石門電廠防淤工程計畫係為有效解決颱風期間取水及維持庫容，本防淤計畫分成二期工程，第一期工程係將既有電廠2號機壓力鋼管改建為排砂鋼管(排砂水量由54cms增加為300cms)以增加排砂率，減少水庫淤積，延長水庫壽命第二期工程為維持電廠之功能，乃將原電廠1號機壓力鋼管增設分歧管及複葉閥使2號機組恢復發電功能。



經濟部水利署北區水資源局 廣告

防颱準備好
災損自會少
請留意水庫洩洪資訊
經濟部水利署南區水資源局
廣告

# 感　謝

台灣自來水股份有限公司
經濟部水利署北區水資源局、經濟部水利署南區水資源局
台北市瑠公農田水利會　台北市七星農田水利會
臺灣桃園農田水利會　臺灣石門農田水利會
臺灣新竹農田水利會　臺灣苗栗農田水利會
臺灣臺中農田水利會　臺灣南投農田水利會
臺灣彰化農田水利會　臺灣雲林農田水利會
臺灣嘉南農田水利會　臺灣高雄農田水利會
臺灣屏東農田水利會　臺灣臺東農田水利會
臺灣花蓮農田水利會
國立成功大學水工試驗所
財團法人七星農業發展基金會
財團法人台北市七星農田水利研究發展基金會

感謝以上單位的贊助，
協助本刊順利發行，特此銘謝！

## 經濟部水利署國立成功大學水工試驗所

地址:台南市安南區安明路三段 500 號 5 樓電話:(06)2371938
網址: http://www.thl.ncku.edu.tw

**※現場調查組：**

水文氣象觀測分析、土壤及地下水調查分析、水質監測與檢驗分析。

**※水工模型試驗組：**

平面動床漂砂試驗、平面定床遮蔽試驗、大尺度斷面試驗、流體水理試驗、溫擴散試驗、量測系統規劃、外海結構體受波/流作用下基礎安定及淘刷試驗等。

**※數理及地理資訊組：**

統合本所有關數值模擬分析及地理資訊相關業務內含地理資訊系統、海岸水文、河川水文、海洋環境等。

**※地層下陷防治服務團：**

地層下陷原因探討與防治對策建議、地層下陷區土地利用輔導規劃、防治相關技術之檢討推廣、地層下陷防治相關資料庫建置、環境敏感區域檢討劃定等。

**※水利產業知識化育成中心：**

協助引進先進水利產業及尖端技術，提供技術移轉與改進，提供水利產業「產、官、學、研」知識技術供需交流合作平台。

**※海洋能科技研究中心：**

海域潮流及波浪發電總體計畫、海洋潮流發電新興產業發展、輔導培育海洋能產業、海洋工程規劃設計、潮流發電現地 Pilot 測試、潮流發電商業運轉等。

**※國際合作與研究發展組：**

以推動跨國、跨院(研究中心)，跨領域之科技研究，目前所從事之跨領域前瞻科技研究含括:離岸工程與再生能源(離岸風力發電、洋流發電系統)、海域資源(海上箱網養殖工程技術、綠能養殖池之研究)、海域空間利用。