

# 水文遙測遙控及自動化設施 在灌溉管理上之應用與發展

水利局 / 陳貫·穆世嶽

台灣地處亞熱帶，雨量充沛，但由於時間、空間上分佈極不均勻，且集水區地勢陡峻、水源涵養能力低、河道坡陡流急、豐枯期流量懸殊，因此可資利用之水源極為有限，近年來本省因工商業突飛猛進、人口急遽增加、各標的用水需求日盛，然而低成本之水資源已開發殆盡，高成本之水資源開發利用，則非現況農業所能投資負擔；部份地下水豐富地區亦因過度抽汲使用，使得地層下陷及海水倒灌問題日益嚴重。在水資源開發不易及各標的用水爭向農業用水索取之壓力下，提高水資源有效利用，以確保農業灌溉用水，有賴引進近代科技，如遙控、遙測等自動化設備，以便隨時掌握水源狀況，瞬時控制均勻取水及適時公平合理配水，並節省大量人力及輸配水損失，以期有效充分利用有限之水資源。

## 一、本省灌溉管理自動化實施過程

灌溉系統自動化設施在美、日等先進國家已相當普遍，本省於民國61年首由農業工程研究中心於桃園大圳第四支線作先驅試驗探討其可行性，並先後於所屬嘉南、雲林、桃園等三水利會之烏山頭、濁幹線，桃園大圳等幹線系統設置，由於當初國內電子技術尚未十分發達，系統之穩定性、安全性及設施費用龐大，無法符合實際應用階段，系統發展遭遇阻礙幾達10年。至民國71年電子技術發展已臻突破。始再由雲林水利會引進應用，並對先期發展之缺失檢討改進，爾後經石門水利會應用遙測系統

技術，創先發展水質監測系統及支渠自動量分水系統。由於灌溉系統自動化監測控制，自進水口取水、渠道量分水、水質監視等設施已具實用性。近年來在農委會支助計劃經費及水利局技術指導下，各水利會紛紛推廣應用遙測遙控等自動化監控系統，以提高水資源有效利用及輸配水營運管理，惟鑑於該系統全面施行所需投資金額龐大，以現有水利會財務恐無法負擔，為有效推展應用自動化設施，經水利局指定已具多年自動化設施經驗之雲林水利會，研擬發展具低成本且高效益之簡易式自動化控制設施，經研擬開發設施有地下水井自動化控制及灌排水路自動化控制兩項設施，由於價格低廉、功能完備，頗受基層管理人員讚譽與推評、在短短兩年內已推廣百餘處開發應用，且有供不應求之感，有鑑於此，該等設施已由水利局列為重點推廣工作，截至目前各類自動化控制系統已完成者計有：

1. 雲林、宜蘭灌溉區數位自記雨量計。
2. 雲林灌區地下水觀測與自動控制設施。
3. 南投水利會長期數位自記水位表。
4. 宜蘭水利會防潮閘門自記潮位警戒電話測報系統。
5. 花蓮水利會水位雨量測報系統。
6. 桃園大圳水位自動測報設備設施工程。
7. 大埔及明德水庫基本資料觀測設施工程。
8. 濁水溪各進水口遙控及水位遙測系統設施工程。
9. 石門大圳環頂支渠自動量分水系統及中 →

→ 央連線遙測遙控系統工程。

10.石岡壩水庫集水區水文遙測系統及南幹線配水遙測設施工程。

11.阿公店水庫集水區水文遙測系統工程。

12.德水埤水庫上游集水區水文遙測系統設施工程。

## 二、系統設施功能及需要性

### 1.灌溉系統遙測遙控

近一、二十年來，由於工商業發達，經濟繁榮進步，台灣地區之社會型態，已由農業社會邁入工業社會，因社會結構變遷，各標的用水急速增加，在低成本之水資源已開發殆盡，高成本之水資源則非現況之農業所能投資負擔，目前惟有依現有水利設施，配合現代自動化科技，如遙測、遙控系統等自動化省水設備，以便隨時掌握水源，瞬時控制均勻取水及配水，達到公平合理配水，節省大量用水及勞力，並提高水資源有效利用。

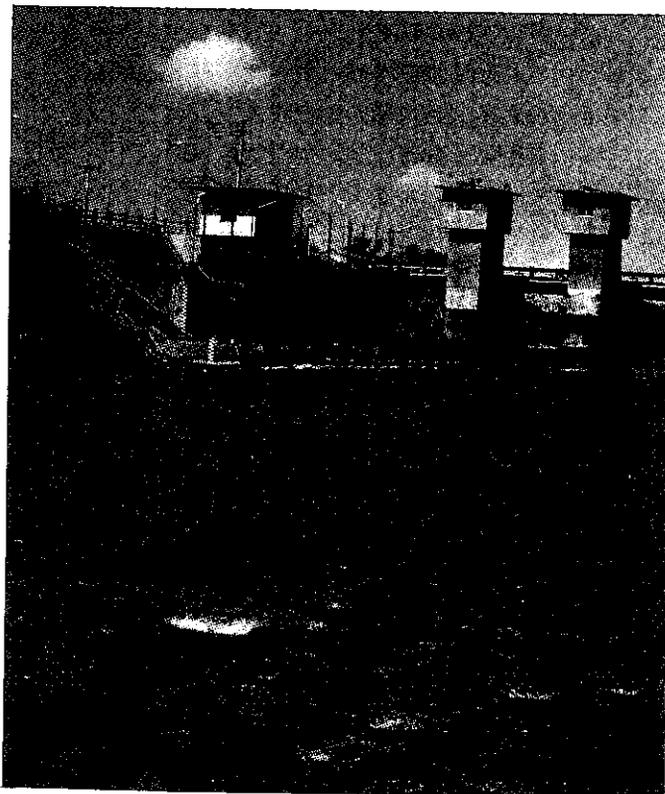
灌溉系統自動化之理論源於自動控制工程，而將其應用於農田水利方面，主要包括遙測與遙控兩大部份。應用遙測者，如轄區內主要渠道之重要断面、蓄水池，攔河堰之水位及集水區上游水位，雨量之量測與數據之傳輸及紀錄等，遙控者，主要用於水量分配及排洩洪水，可於控制站範圍內機動性調整開門之開度，適時適量調配灌溉水量及排水洩水量。其數據傳輸方式採有線與無線兩種，有線傳輸鑑於埋線施設成本高，維護困難，較少採用外，各水利會大都採行電信網路有線傳輸，而無線傳輸因投資成本高，線路申請不易，現階段尚不採用。以石門水利會灌區水位遙測系統為例：

(1)石門大圳設計輸水容量為16.4CMS，目前實測輸水容量為11 CMS，完成遙測自動分水系統設施後，可獲機動而完善之管理，直接降低大圳輸水之尖峰流量由原來之10.5CMS降至9.5 CMS，因此渠道多餘之輸水容量可提供輸送自來水公司原水，收取管理費。因此，除增加石門大圳渠道之有效利用外，對農田水利會增加構造物使用費之收入，降低灌

溉成本助益頗大。每輸送一噸水以0.062公斤稻穀並按公告現值計算，每公斤18.8元，共計1,165元/噸。（自77年7月~78年6月止）石門大圳計提供自來水公司原水輸送容量為0.623CMS，則年計原水輸水收入為： $0.623 \times 86400 \times 303 \times 1.1656 = 19,010,517$ 元/年，比過去未裝設此設施之年收入45萬元，收益增加高達41倍，成效卓著。

(2)自動量測水位及流量，藉以校核水庫之供水水量，確定進水量之資料以及透過各測站與中心站之監視系統，管理人員對轄區內水源運用情況瞭若指掌，可以隨時掌握水量輸配情況，以作最有效之調配和運用。用於水位及流量資料之立即傳送並顯示於中心站及各測站，可以適時發現渠道溢流或超過警戒水位情形；遇有緊急狀況發生，可爭取處理時效，以防意外災害發生。

(3)該會灌溉系統包括大圳、蓄水池及河川取入等三種水源，灌溉配水極為複雜，管理人員執行灌溉管理工作較為繁重，難免會有疏忽



，自採行施設遙測後，此種現象即刻獲得改善。

(4)對配水之公平合理並減少用水紛爭，自採施設遙測後，各測站之分水完全依照配水計劃做適時適量之分配，將以往各支渠非法取水及配水不公平而引起之紛爭減至最少。

(5)節省各種量水，水位記錄，及往返觀測之時間與人力，故管理人員可以減輕外業之工作量，轉而處理內業，使之更臻完善，並有餘力與會員溝通，協助並輔導會員解決灌溉管理等問題，提高水利會服務品質。

## 2.地下水井自動控制設施

台灣地區雨量充沛，但由於分佈不均且地勢陡峻、河流短急，因此可資利用之水量僅23%，不足以供應農、工、商業發展之需要，以致大量開發地下水利用，造成地下水超抽引起地層下陷，海水倒灌種種災害發生。使用動力抽水，無形間造成營運成本劇增；以雲林地區為例，由於地下水超抽致使西南沿海口湖一帶地層下陷年近10公分，而農業灌溉用水缺乏，雲林水利會灌區現有深淺井606口，年抽水營

運費用約1億2千萬元，其中電費約6千萬元，造成會員沉重負擔，為杜絕因不當管理導致抽水電費浪費，在農委會支助計劃及水利局指導下，由該會自行研究開發低成本之地下水井自動化控制設施，以避免因降雨及農耕習性變遷、夜間引水灌溉劇減、人為管理不當及無法控制因素，致使電力經費嚴重浪費。經研發之地下水井自動控制設施，具有雨量控制及時間控制功能，地區降雨達到灌溉需水量時，該設施雨控器可立即停止抽水；夜間可依當地農耕習性設定抽水灌溉時間，由時控器控制灌溉與非灌溉時間，充分發揮地下水井自動控制抽水功能。因設施費用低廉容易全面推廣使用，其效益經雲林水利會估計，如全面裝設可節省年抽水電費達二千四百萬元，本益比為9：1，由於該設施效益宏大且頗受基層管理人員之讚許，該設施於77、78兩年度在農委會支助計劃及水利會自籌經費共裝設146處，並進而於79年農委會支助計劃推廣至仰賴地下水抽灌最甚之屏東水利會應用。

## 3.灌排水路自動控制設施

本省灌溉水源主要為取自河川，約占70%，由於各河川地勢陡峻短急之特性，豐枯時期流量懸殊，水源起伏不定，使得灌溉輸配水甚為困難，尤其於雨季屆臨，因山區暴雨河川流量劇增，而進水口閘門未能及時關閉，致使大量流量湧入灌溉渠道，尤其夜間渠道疏於巡防，水量劇增使得渠道潰決淹沒良田人畜，加上渠道搶修費時而影響灌溉至鉅。

近年來社會及經濟發展迅速，需水量不斷增加，目前低成本水源已開發殆盡，在高成本水源不符合農業用水投資效益下，為滿足灌溉用水之需，各地農田水利會為求水資源有效利用，紛紛迴歸水利用以為灌溉水源，於排水系統內設置小型攔河堰或於排水路內設置制水閘以攔水引灌，但限於經費，本省各排水未能全面整治改善，平時已呈排水斷面不足，降雨時則排水流量劇增。而排水引水之攔水設施，因不及閘門開啓洩洪，致農田常遭浸淹水，並危及人民生命財產安全。如果全仰賴迴歸水利用

斗六圳進水口



→ 之灌區，在短時間因暴雨而水量激增，如全部排洩殆盡，須費時甚久始能蓄水引灌，在兼具排水及灌溉功能，為渠道設施安全及水資源有效利用，並考慮低廉設施，經研擬開發適用於灌溉排渠道之自動控制設施。

其設施原理為利用渠道上，下限水位為警戒線，利用電子感應器，無線發射機及警報器等零件，當灌排渠道水位漸增至上限水位，亦即排洪警戒線，水位感應器立即感應，自動控制系統即開啓閘門洩洪，為確保灌溉蓄水無謂浪費，而採漸段開啓方式，如上游進水量大於閘門排水量，亦即大於上限水位，則控制設施繼續再開啓閘門直到排水量大於進水量始停止，反之為確保灌溉需水位，亦設定其下限水位，依上述程序反相操作，以穩定灌溉水源，當水門啓閉進行時，並以無線發射機發出警告訊號，接收警報器採固定於工作站處所之警報喇叭或隨身攜帶式呼叫器，於6公里範圍內通知工作站值勤人員或巡防管理人員知悉，其應用於灌溉渠道功能如前述，主要為穩定灌溉水位並確保渠道之安全，該自動控制設施由雲林水利會自行研製開發，由於設施費用極為低廉，所能穩定灌溉水源及保護渠道設施的效益頗大，在財務欠佳之水利會，實值得推廣使用。

### 三、現行遙測設備之使用檢討

#### 1. 近年來儀器使用發現之問題

對於有效利用水資源、節省人力及隨時掌握水位之高低變化，已有良好的成效。而數年來世界微電腦科技突飛猛進，數位電腦式監控設備亦隨之愈加精良，且於水利量分水之應用亦不斷加以改良擴充，因而將本系統改善更新為新一代標準模組化之機器，於長期保養維修功能擴充與提高週全及穩定性。

#### 2. 維護管理加強事項

國內各單位於水資源管理由簡單量水、水位自記、電動分水、自動量分水乃至系統遙測遙控等，可說莫不極力推展中，而於推展應用之過程必然會發現設備與管理使用的問題，此問題一方面為自身改善之要點，同時亦可作為

新研擬系統設計與規劃上之參考：

#### (1)、系統設備之維護

灌排系統設施中，量水分水設備率先將電子機械與水利之結合，其設置地點又幾為潮濕之野外水道旁，故不但設備需精密而易於操作，且須防潮濕，同時於維護上更須易於作業，使管理人員可逐步自行維護而減少設備之故障，此外靜水井淤泥之清除，馬達螺桿之上油與水門雜物之排除等皆影響量水分水設備之功能。

#### (2)、量水設備及制水設備之配合

部份量分水由於傳統上以人工管理，對於量水構造物之準確及制水閘門之自動操作皆未臻理想，今後若欲進一步精確地管理輸配水量，則此類改變乃須先期完成，俾符合輸配水功能之發展。

## 四、展望

環顧國內水利界，對水資源管理之科學化現代化可說已具基礎。於電腦化自動化之推展有中央農委會諸先進之導引，與水利局之策劃，以及水利會之執行，國內已開始有自行依使用者需要而設計之水文量測及記錄儀器開發問世，並實地使用。也因為過去所陸續建立的量分水設備經不斷實地驗證與改善，致目前擁有電腦化管理輸配水之成就；然而在各實施階段中，先從點做起從而逐漸推展，惟有在最直接分水處先設立正確可靠之量分水設備，由共層管理單位熟練地使用，且按規定維護後，自動量分水之根基及得以建立，爾後僅需再建立數據傳輸網路，正確的計算系統以水量分配，以準確之資訊傳輸至各基地調配，則各制水基點即可同時完成遙控配水任務，對輸配水現代化管理具有極大之貢獻。在水源水量有限情況下，為提高灌溉營運效率，確保灌溉用水有效運用，灌溉系統自動化營運管理已為必然趨勢，然全面灌溉系統自動化之實施，所需經費龐大，實非目前財務欠佳之水利會所能負擔。故有限灌溉管理自動化推展應用，研擬開發低成本之簡易式自動控制設施及規格化應為今後發展之目標。 ■