

專題二：灌溉管理現代化技術之開發問題

專 論 之 二

雲林農田水利會會長

林 俊 惠

一、前 言

臺灣省之灌溉事業，已有兩三百年歷史，以往用以衡量灌溉事業之迅速成長，乃以灌溉面積，工程數量，增產指數等資料為根據，指出臺灣灌溉進步，蜚聲國際。

臺灣農業生產年有增加，當然為一項事實此乃品種、肥料、運銷及農田水利有關農業科學與技術之綜合成果。但臺灣為一面積有限之海島，農業發展最後必受水土資源限制，過去政府曾採取若干重要措施，如水利會多次改組，制訂法規，土地改革，輪流灌溉，以及目前提倡之共同經營，一貫作業，農業機械化等，其目的為使農業經營更能有效運用水土資源。

近年來水土資源之開發，已瀕臨極限境界，今後農業發展，其重點似應放在如何有效運用水土資源，輪流灌溉無疑為當年缺水時期一項有效措施，輪灌以後十餘年來，即無法更新之構想，檢討目前灌溉管理技術，缺點仍甚多，在目前政府改革農業聲中，灌溉管理技術開發，為對灌溉水源有效運用之一項措施，更為推展現代化農業經營之一組巨輪。

二、目 標

(一)以科學方法及科學工具應用於灌溉管理營運，以達到迅速，正確及節省人力為目的。

(二)提高輸配水精度，增進灌溉效率。

(三)工作機械化，以增加作業能力。

(四)加強灌溉管理營運，增進農業生產。

(五)減少營運成本，以達企業化經營的目的。

三、利用電腦處理灌溉管理業務

電腦科學為新進展科學，目前已廣泛被應用在科學、工程、商業、軍事、醫學。推其原因，乃因其能以高速工作，產生精確結果或儲存大量資料，及演算繁複冗長之計算。

雲林水利會因鑒於，灌溉管理業務之繁雜，為運用充分有效人力，來加強田間灌溉管理，民國六十五年首創應用電腦來處理灌溉管理及其它有關業務，為應中文資料處理需求，並創先利用中文電腦，以為資料處理，自應用此項經濟可行之機器與技術，對繁雜灌溉管理業務及大量資料處理與應用，已不再屬於難題。

中文電腦系統設備為採用王安 2200-VP 系統，其設備包括如下：

(一)中央處理機 (CENTRL PROCESSING UNIT)：簡稱 C. P. U.，為電腦工作執行中心，含有主要儲存器 (32K)，可擴充至 (64K)，邏輯算術單元，程式指令控制單元，及特殊記憶器。

(二)螢光幕顯示器 (CRT DISPLAY)：為顯示程式及資料輸出、輸入之結果。

(三)磁碟機 (DISK DRIVER)：為儲存大量資料之用，包含有固定及移動式磁碟二片，每片磁碟可儲存五百萬個 (BYTE) 資料，共計一千萬個 BYTE。

(四)中文／英文鍵盤 (KEYBOARD)：程式及資料輸入控制鍵盤。

(五)中英文高速列表機 (CHINESE/ENGLISH HIGH SPEED PRINTER)：中文字型採 18×15 點矩陣式輸出，字體高 0.185 吋，寬 0.155 吋。速度每秒可印 100 個英文字或 25 個中文字，一次可拷貝四份。

應用電腦處理灌溉管理業務主要內容如下：

(1)灌溉計劃製作。

(2)田間配水計劃作業。

(3)水文資料分析應用。

(4)農作物產量統計。

(5)灌溉用水量統計。

(6)灌溉用水調節分配工作。

(7)灌溉地籍資料建立及管理。

(8)灌溉地面積統計。

(9)地下水井動態資料分析應用。

(10)地下水井電費資料統計及管理。

(11)人工渠道及天然溝渠，河川之水面變化計算。

(12)試驗值及現地觀測值之統計，分析或歸納。

四、灌溉系統遙控設施

雲林水利會為改善灌溉系統管理，在加速農村建設專案下，配合濁幹線進水口改善工程，並更新此一灌溉系統之神經系統及控制方法，實施中央遙控，由於遙控必須有遙測作為基礎，方能有效而確實之控制，以克服目前灌溉管理之困難，以隨時掌握全盤狀況，作瞬時控制，及均勻配水，節省人工，減少水量浪費，增加取水量，提高灌溉效率等目的。

中央遙控系統之實施，雲林水利會首先於林內管理處及內寮工作站（濁幹線終點，北港支線起點），各設置遙控中心乙處，以控制進水口，水位站，及其它閘門等三十多處，民國六十五年，並將斗六大圳系統納入林內遙控中心，一併操作管理。

未設置遙控系統前，因限於人力關係，每天流量觀測僅早晚各一次，因河川水位變動差異甚大，所觀測流量紀錄，難為灌溉配水之依據，遙控系統設置後，控制中心自動化遙測系統每半小時自動掃描各控制站，並將各站水位，閘門開度等訊號，依序傳達至控制中心電腦內，由電腦計算各處流量，並做定時流量，水位、閘門開度等紀錄輸出，如此由控制中心可廿四小時掌握確實灌溉水量，以作配水管理。

遙控系統完成後，各幹、支渠道配水管理，可依照事先擬定計劃，控制中心執行公平、合理的配水，避免人為所造成無謂的紛爭；遇有盜水現象發生，控制中心亦能迅速察覺，而採取適當措施予以制止，由於閘門啓閉，及水量觀測，均由系統自動操作執行，故可節省大量人力作業。

洪水時期，當河川水位暴漲，尤其夜間更易為人所疏忽之時，洪水湧入渠道內，常易造成灌溉設施受損，由於遙控系統，經常監視水位高低情況，當洪水位超過警戒水位時，控制中心電腦可自動控制閘門關閉，以防洪水造成災害。

五、閘門電動化與自動化操作

雲林水利會為有效利用迴歸水，使涓滴的灌溉水源，皆能應用於農田灌溉上，於大排水路中設置

制水閘，以攔截上游灌溉後的水量，再利用於下游農田之灌溉。由於各項設施沿用已久，構造簡陋，閘門操作管理均由人力控制，因人工操作速度緩慢，每逢暴雨水位高漲，水量劇增，如不及時洩洪，則易遭受重大災害，為確保灌溉用水量，並兼具排洪能力，於加速農村建設計劃補助下，已陸續完成大義崙排水，有才寮排水、雲林埤、林內埤等多處重要閘門電動及自動化控制系統設施。

為確保正常水位以供灌溉，及兼具洪水時期之排洪功能，該系統為採用四波段水位全自動控制法，洪水時期當水位達到排洪水位，則系統自動控制閘門全部開啓，以及時排洩洪水；平常時期，則自動維持灌溉所需水量的上、下限水位；枯水時期，水位降低時，則自動關閉閘門，以便抬高水位，俾供灌溉所需。為避免受波浪之波動影響系統水位控制降低閘門操作效率，該系統並具有水波浪鑑別裝置。

自動化控制系統使用動力為利用 24 伏特直流式馬達推動油壓而帶動系統作業，並備有蓄電池，經常予以充電，以供電力中斷時，整個系統還能保持正常運轉。作業方式分為：全自動、半自動、手動操作等三種，如自動及半自動系統發生故障時，因有油壓控制設備，利用人工也可於短時間內輕易操作閘門的啓閉。

六、量水設備更新及檢定

各級灌溉系統，實施量水目的，為灌溉業務營運上重要制度之一項。近年來一切科學發展，文明日昌，所有灌區之用水分配與管理，莫不以分水調節是否公平、合理與正確為準繩；倘若盲目作為，則一切灌溉業務之運營，自難上軌道。為便灌溉用水達到經濟有效利用，並為適時，適量的灌溉，以圖增加灌溉面積，提高單位產量，量水制度之建立，是灌溉管理現代化之基礎與最必要之措施。

雲林水利會各灌溉渠道之量水設備，因使用年限已久，部分量水構造物也已破舊不堪使用，既存者之量水設備，因沿用已久，其流量係數變動甚大，無法量測精確的水量，尤其在亢旱時，因分水而發生糾紛事件，時有所聞。為有效的配水管理，節省灌溉用水，避免分水糾紛，雲林水利會已積極逐年更新量水設備，並對現有設施亦全面實施流量係數檢定；灌溉渠道未有量水設施者，取適當地點先設置觀測站，並設置水尺，利用流速儀測定水

位、流量關係值，應用最小二乘法原理，由電腦求出水位流量率定曲線公式並印製流量水位關係表，送交有關管理處工作站應用。

七、灌溉水質管制

論臺灣灌溉事業，以往從事灌溉排水者，多著重於量的開發，對於品質之要求，殊鮮重視；品質低劣之灌溉水，不但可使作物生長受害，對土壤理化性亦可產生不良影響，重則可影響身體健康及造成耕地廢耕。近年來，因經濟快速成長，工廠建設林立，工業用水量與廢水量逐年遞增；尤其一般工廠為降低生產成本，其廢水均未經過適當之處理即放入河川之中及灌溉渠道之內。加以臺灣河川之地理環境，以及氣候因素，在在對於河川污染，皆構成了嚴重的威脅，而影響灌溉水質之劣化。

灌溉水遭受污染，已嚴重損害水資源有效利用，因為以往全無實地實驗之資料可作為作物及土壤受害之依據，所幸政府有鑒於灌溉水質污染日趨嚴重。乃於六十七年七月五日六十七府建水字第五九九三號省府公告中訂定「臺灣灌溉用水水質標準」，依據該標準以判明各類工廠廢水污染對灌溉用水影響之程度如何，進而訂定警告與設限之標準，而對灌溉水質能作適當的管制。

雲林水利會為防患未然，防止灌溉水源遭受污染，自民國六十五年起，即每年均編列預算辦理灌溉用水污染處理計劃，於灌區內受污染之灌溉渠道與排水，辦理水質取樣與檢驗，建立水污染資料，提供釐訂防治對策，及灌溉管理參考，隨時監視各偵測站水質之變化，及時採取措施；六十七年度並購置水污染檢驗儀器，以供機動對灌溉水污染採取適當的管制。為明瞭灌溉水污染對土壤及作物影響，六十八年度並預計辦理灌溉用水污染對土壤及作物毒害之研究計劃，以判明各類型工廠廢水中污染質之濃度對作物毒性之大小，而制定警告與設限之標準，作為控告賠償及改善灌溉之依據與保護灌區會員作物生產之目的。

八、除沙機械化設備

雲林水利會灌溉水源，大都取自於濁水溪，由於濁水溪水中含沙量頗高，自進水口取入之水源，經常挾帶著大量砂石，致使渠道各水工建築物為泥沙所淤積，往往粗看渠道已近滿水位，而實際上黝黑之水下俱為淤積之泥沙，導致取水與輸水效能因

而降低。因此，即使上游水源充沛，而下游灌區却因水源輸送不暢，而造成水量不足，遑論上游取水不足之時矣！

對於泥沙淤積嚴重問題，往昔因有設置沉沙池之計劃，然因經費龐大而擱置著，為確保水量暢通，必須做有效的疏濬，每年花費在疏濬渠道之經費約為數千萬元以上，而疏濬時期尚須斷水數十日之久，影響灌溉管理營運甚鉅。

為降低泥沙淤積量，提高輸水效率，乃於加速農村建設補助下購置大型吊挖機乙部，並配合進水口改善工程而增加小型沉沙池設備，而進行泥沙疏濬作業；多年來應用，發現利用吊挖機作業後，渠道淤積已不像往昔的嚴重，確實發揮泥沙疏濬之功能；唯一憾事乃因渠道旁未能有足夠的路面可供吊挖機動作業，故未作幹線全面的疏濬工作，僅能於進水口處沉沙池施行泥沙清除工作。

雲林水利會除了積極運用吊挖機作業外，民國六十五年並已委託農業工程研究中心辦理除沙機械化研究計劃。該計劃之構想，為利用渠道落差所產生之能量帶動水車發電，再利用電力轉動除沙機械設備，以便除沙。惟此項研究試驗，因實施期間較短，除沙效果如何尚未能知曉，有待繼續進行試驗研究。

九、地下水數學模型研究

地下水乃是雲林水利會重要水源之一，依據民國五十三年至六十二年之統計資料，地下水量佔灌區總灌溉水量之12%，尤以斗六地區高達53%，證之地下水資源開發營運與維護，為本會重要之管理業務，而影響地下水資源管理營運之因素甚為複雜，諸如：(1)水文因子：雨量、流量。(2)地下水因子：水位、抽水位置、抽取量大小、時間。(3)營運因子：灌溉用水量、地面水。由於管理科學之進步，可將此複雜因素利用系統分析而提供明朗結果，以供營運政策之參考。

雲林水利會為期達到雲林地區地下水資源最佳合理之運用，經擬定地下水數學模型研究計劃，委託農業工程研究中心，藉國科會國際小組之關係，係延聘美國康乃爾大學教授衛理斯博士來臺共同研究本課題。本計劃最終目標為在研究：(1)在各種水文不確定條件下，提供雲林地區之最大安全出水量；(2)尋求可開發地下水的最少開發成本之方案；(3)提供各地區水井之最佳合理運營方式，以適合灌

溉之需求。

本計劃內容為利用系統分析之數理規劃(MATHEMATICAL PROGRAMMING)及機率理論(MONTE CARLO APPROACH)，藉電腦之高速度計算，以尋求下列項目最適合理之解答：

(一)尋求地下水管理之要求。

1. 雲林地區在不確定水文條件下之最大安全出水量。

2. 尋求上述之開發量其最少成本之開發方式。

(二)選擇及擬定地下水作業之時期，以配合灌溉之需求。

(三)將上述問題製成數理化，以達數理規劃之要求。

1. 標的函數之要求：

(1) 水文上的要求。

(2) 經濟上的要求。

2. 限制條件：

(1) 地下水流動方程式。

(2) 區域性之抽取限制。

(3) 水力坡降之限制。

3. 提供決策之變數：

(1) 抽水井之位置。

(2) 抽水量之大小。

(3) 抽取時間。

(四)靈敏度之分析：變化因子對最後結果之影響分析。

十、結 論

灌溉事業之發展，有賴於健全的管理。然而灌溉管理之涵義甚廣，包括制度、法規、組織及田間管理操作等，均屬於灌溉管理之範圍。但制度、法規、組織等乃屬於行政與決策方面的性質，而田間灌溉則多為技術性的問題；在灌溉管理上，政策與技術能適當配合運用，可以產生良好的管理效果。故灌溉事業之成功，主動乃繫於完善之管理也。

目前臺灣之灌溉管理，乃偏重於業務方面之執行，而忽略了技術上之發展，因此，造成臺灣灌溉管理技術之進展緩慢；灌溉技術隨着科學之發展而在進步，對於灌溉管理技術之開發則應不斷引進新知與科學化工具，俾能迅速、正確，及節省人力，提高營運管理的效率。在實施過程中，難免會遭遇某些問題，然若不實行，則其癥結却永難解決；且一項新技術的施行，多半具有試驗性質，即為試驗，當不能對其成果作過分的苛求，或過分畏懼失敗，否則勢將永無成功之日。人材之訓練，誠為灌溉管理現代化技術開發的第一優先工作；易言之，缺乏適當之人材陣容，當然無法有效開發現代化之技術。

本會徵稿簡則

1. 本會農工學報歡迎有關農業工程之論著，譯述，專題研究，學術講座，資料統計等稿件，如屬譯稿，請附寄原文，或註明原作者姓名、書刊名稱及出版時間地點。
2. 來稿請用稿紙繕寫清楚，註明標點，並請附英文標題及英文摘要，以便與國外學術刊物交換。文內如有插圖，請用透明紙繪製並加墨，以便製版。來稿文責作者自負。
3. 本刊對來稿有增刪權，其不願刪改者，請先

註明。

4. 具有學術性之文稿，經刊載後，致送該文抽印本 100 本，不另致稿酬，但可參與該年度論文獎之競選。不用之稿件，當即退還。
5. 稿末請作者註明真實姓名，簡歷及通訊處，如用筆名發表，亦請註明。
6. 來稿請寄：[107] 臺北市羅斯福路臺灣大學農業工程學系內中國農業工程學會學術組編輯部收。