

專題二：灌溉管理現代化技術之開發問題

專論之一

農業工程研究中心主任

曹 以 松

臺灣之灌溉管理在國際上夙着聲名，而為各國從事此項工作人士所一致推崇，唯居高思危，不可以目前之成就自滿，而需朝乾夕惕，隨時以其他國家之不斷進步，後生可畏而提高警覺，時時努力，加強研究發展，開發各種灌溉管理之現代化技術，永新求行，苦幹實幹，方能保持此一方面領導性的優勢，而使本省之灌溉事業及灌溉管理，百尺竿頭更進一步，達到現代化、科學化之目標；一方面促進農業之增產，另一方面減輕農民的負擔而提高農民的收入，再一方面則對本省有限之水土及人力資源作充分而有效之利用。因此本專題對我國之國計民生影響至大。今天在農工學會的策劃下，有關的專家學者，濟之一堂，對這一問題詳加研討，意義十分重大。由於現代化之技術包羅至廣，研討會的時間有限故暫分為下列三個子題，優先加以研討。

子題甲：電子計算機在灌溉管理上之應用

電子計算機為現代化工具中，影響最大的一項有人甚至以為電子計算機之出現與蒸汽機之發明對人類歷史具有同樣重大的震撼，而稱之為二次工業革命。由於電子計算機的飛速進步，不但性能日優而且其價格亦日趨廉宜，因此其使用已日趨普遍。臺灣在灌溉管理上應用電子計算機已有相當長久之歷史，在五十七年即用於作有效雨量之估算，但早期之應用均租用外界之電腦，在民國 63 年農業工程研究中心及雲林水利會先後各購置王氏 2200 型電腦一套，本年農業工程研究中心又添置中間資訊型電算機一套，其 CPU 之容量已達 192K，而縱觀其使用之趨勢則可見不但使用電子計算機之水利會日漸多而使用電子計算機所解決之問題，種類亦日趨繁多，而所使用之電子計算機時間，亦迅速增加，大勢所趨此一現代化之新工具及新技術，將來必將在灌溉管理上取代大部分之人工作業，而使此

種工作作得更好，更快及更深入。茲就本省灌溉管理方面已在進行之電子計算機作業，分別加以研討：

(A)灌溉地臺賬之電腦作業

灌溉地台賬為灌溉管理最重要之資料，此項資料數量極為龐大，以桃園水利會而論，三萬公頃之土地，土地即達五十餘萬筆，此項資料包括所屬之工作站及小組；給水系統之埤圳、池塘、輪區及單區；土地基本資料之地目、等則、土地面積、土壤質地、輸水損失、共有人數、租契、會費課征狀況、工程費課征狀況、權利人之底冊號碼及持分比例、耕作人之底冊號碼及工地面積；權利人或耕作人之姓名地址及代納人。此項資料因其用途之不同，又可分為以單區為基本單元灌溉管理基本檔及以會員為單位之會員資料檔。此項資料各水利會雖均有專室貯存，惟數量太多，無法作有效之應用，因此利用電子計算機從事此項繁複之作業實甚為理想，一方面利用其正確而迅速之計算能力，一方面又發揮其龐大記憶裝置之特性。建立電子計算機之資料庫，除初建檔時較為費事外，以後如需要某一資料，可隨時自檔案中叫出加以顯示，或印出報告，甚或將此項需要之資料作選擇、整理、分析、統計而以文字圖表之方式輸出，如會員名冊會員土地清冊等，不但節省大量時間、人力、物力與經費，同時對各項寶貴之重要之資料，可作進一步作充分之利用，使灌溉管理能更恰當、更有彈性、更能爭取時效、也更科學化。

(B)灌溉配水電子計算機作業

各水利會每年均需作二期之灌溉計劃，每一工作站於各期灌溉前，由管理員根據其灌區之實際資料計算編擬。此一工作由於計算相當繁複，而所需考慮之因素頗多，人工作業頗為困難而費時，尤其在管理員之素質參差不齊時更易造成誤差，自民國六十年起在農復會之補助下，研究將此項作業由電

子計算機就各工作站之情況，分別計算編擬。目前此項電子計算機作業在若干水利會已成為經常性之工作，早已正式付諸實施，唯推廣至全部水利會則尚待進一步之努力，根據目前已實施電子計算機編擬灌溉配水計劃各水利會之經驗，此種電子計算機作業具有程序劃一，準確、清晰、迅速等顯著優點。

(C)有效雨量之估算

由於近年來人口之增加及工商業發達，臺省之水資源供應愈形不足，最近二年迭遭供水不足之苦，因此對天然降雨如何作進一步之利用，亦即提高有效雨量較前更形重要。由於有效雨量之計算需根據歷年之氣象資料，土壤之質地，及作物生長之狀況而加以統計分析，基於此種統計分析過程十分繁複，過去利用人之計算時祇能儘量簡化，因此其所算得之結果，極為粗放，現在利用電子計算機作業，故其準確度可以大幅提高，而在配水計劃中使用此項結果亦較為可靠，同時由電子計算機計算之結果亦可推估在何時播種，何時插秧可獲得最大之有效雨量，亦即灌溉水量可成為最少。

(D)會費徵收電腦開單

由於同一水利會中會費徵收有不同之標準，同時更有種種不同之工程受益費，因此以人工方式開掣會費徵收單費時甚久而耗費人工亦極多，但仍難避免各種錯誤，而查出此種人為錯誤亦頗困難。利用電子計算機開掣會費徵收單則有準確、迅速、清晰，而又有各種小計可資核對等優點，目前各水利會實施電腦開掣會費單者已有嘉南、雲林、彰化、南投、石門、桃園、宜蘭、花蓮等八個會，已達全部水利會之半數，其中雲林水利會係由其本身所有之電腦辦理，並代辦南投水利會之作業，桃園、花蓮、石門、宜蘭等四水利會委託農業工程研究中心辦理，彰化水利會由逢甲學院代辦，嘉南水利會由成功大學代辦，其中除嘉南水利會外，所有之水費單之姓名住址等中文，均由電子計算機之中文印字機填寫，在全國中文電腦之利用上居於領先之地位。

(E)作業研究在灌溉管理上之應用

作業研究為二次大戰時盟軍之秘密武器，戰後成為企業管理之新技術，此種技術在水資源調配及

灌溉管理上亦有極大之用途，今後亟待加以開發，在本省之灌溉管理上普遍加以引用。目前在農復會之倡導及補助下已開始發展，例如桃園及石門地區池塘之最佳運用現在正在研究，並已獲得初步之成果，今後此項技術在灌溉管理之應用上，勢必日趨普遍，前途未可限量，希望從事灌溉管理之本會會員對其理論早日加以深入之研究，並熟諳其技術，俾使本省之灌溉管理更科學化與現代化。

子題乙：灌溉系統之遙控

(A)目前遙控系統之概況

目前在本省之灌溉遙控系統自民國六十年在農復會之支助下，由農業工程研究中心加以發展，在民國六十一年在桃園大圳之第四支線作先驅試驗，經發現其效果極為理想，因此積極推廣，先後在烏山頭濁幹線與斗六大圳，及桃園大圳建立三套主要系統，茲簡短加以說明如次：

1.烏山頭遙控系統：

第一期工程在 1974 年完成，設備範圍自烏山頭放水口徑導水路到南幹線量水堰全長 5297 公尺遙測六個量水站之位及南北幹線之開度，並控制南、北幹線閘門之開關。運轉結果甚為理想，經操作人員實驗得如果遙控運轉正常則可節省 2CMS 的水量。接着二期三期工程繼續實施，但因諸方面配合欠妥，以致不能充分發揮其功能。

2.雲林農田水利會的濁幹線與斗六大圳遙控系統：

濁幹線遙控制第二、第三進水口，林內制水閘及芎蕉制水閘，其中芎蕉制水閘距控制中心十公里，其路線經過處均廣闊平原，又電纜本身保護不夠，因此經常遭雷擊，致常使芎蕉制水閘失去控制，至於第二、第三進水口運轉尚稱理想，惟渠道淤積增加水門開關及量水困擾。斗六大圳系統在 1976 年 7 月完成，由於研究人員積極研究檢討，並從實際工作吸收現場經驗，因此在設計與施工方面均有多項改善，例如使用鋁箔保護石膏填料之防水電纜，每二百公尺打一支接地棒。水門現場安裝避雷針，閘門控制增設過載跳脫，局部控制電路改用電路板等等。因此斗六大圳自完成而今運轉尚稱理想。但濁幹線與斗六系統現均尚有問題如水位井游塞，量水以水位一流量曲線率定，但由於淤積問題使渠道斷面隨時在變化，以致率定曲線隨時變化

量水難于精確。

3. 桃園大圳遙控系統：

民國六十一年完成第四支線類此型實驗體是本系統之基本模型，民國六十三年完成十三條支線之控制及四處大圳水位站，第一期完成後之運轉因程式未考慮水流前進速度且亦未設大圳水位站以量測水流之到達，因此全自動控制之實施不如理想，爾後自動控制暫以手按扭中心控制代替。接着第二第三期工程相繼於六十四年、六十五年完成。遙控設備共完成五十一個支線水門，十一處大圳水位站，亦即全桃園大圳自隧道出口到光復圳全部納入控制系統內。唯由於桃園地區近年工業發展突飛猛進，到處均有工程在施中，以致本系統之電纜常遭有意無意之破壞，以致經常成為柔腸寸斷之狀況，而使控制之範圍限於局部之地區。

(B) 目前遙控系統之檢討

(一) 實施遙控之優點：

根據目前遙控系統之實際情況加以檢討，則在運轉正常時具有下列之優點：

1. 確實掌握灌溉系統之狀況：

灌溉系統實施遙控，能在控制中心隨時測知整條大圳之總取水量，側向流入量，各支線的取水量及水門開度，確實掌握其變動狀況，並經計算機立即判斷得知各水門入量是否適當，而加以調整。此為灌溉自動化、機械化之基礎。

2. 節省不必要浪費之水源：

遙控系統可隨時發現多取水量之水門而令其關閉，且能查知大圳總入口流量的變化及側向流入量，在大圳各段即加以分配，不致於集到末端變成多餘水量而需要排水。

3. 增加水源：

節省不必要浪費之水源為增加水源之消極辦法，亦所謂的節流。而遙控系統能提高回歸水及有效雨量之利用率乃是開源行為。在河川引水而無水庫調節時，更可藉遙控系統而盡量引取可利用之河川流量。

4. 高度機動性：

遙測、遙控互相配合，一收一放動作迅速，確實能適應機動配水之需求。且不受風雨之影響。

5. 配水正確性高，減少用水糾紛：

正確測量各支線取水量，並迅速調整，則分配誤差減小亦即正確性高，如配水正確則「患不均」

之事自然消除而減少用水糾紛。

6. 節省勞力：

(1) 節省因大圳水位變化重新計算分配水量之人工。

(2) 節省水門及排水門操作人工。

(3) 節省各支線取水量記錄人工。

(二) 目前之缺點與困難：

目前既有之灌溉遙控系統，不可諱言未能達到原先之理想，其所以未達到此一理想之原因則在此些系統尚有缺點與困難之存在：

1. 經費上之限制：由於上述系統在設計時即在經費不充裕之情形下進行，設計之標準不高，中間或增加項目，或經費遭核減，或逢物價波動，或受發包之影響，以致品質更形降低，易於故障。

2. 技術上不能保持領先：在烏山頭遙控系統建立之時，在國外亦屬最進步之方式，故美國之電子雜誌亦特別撰文提及，惟由於電子技術進步一日千里，轉瞬之間由於未作深入之研究及缺乏高級電子人才而形成落伍，例如各系統所用之多線式類比型資訊傳送方式為技術上困難之最大來源，現已可有新的方法加以解決。

3. 人為之破壞：遙控系統遭受有意及無意之人為破壞甚多，例如通訊及控制電纜常受施工影響而被挖斷，由於避免挖斷費工較多，故若干包商寧願賠償接線費用而蓄意將其挖斷，一旦挖時拉斷，電纜斷處往往不止一處，而難於找出，此外如馬達之被偷，電表箱之被打壞，閘門之被推倒或墊以石塊，均曾屢次發生，造成困擾至大，其中尤以桃園地區工業發達，此種困擾特別嚴重而頻繁。

4. 雷擊破壞：臺灣地區雷雨經常發生，雷擊時強大之電波，由電纜傳進控制系統後往往造成極大之損失。由於遙控設備屬於弱電儀器對於電流極為敏感而易於損壞，與一般電話之能耐幾百伏特電壓不同，因此其避雷裝置要求嚴格而價格甚昂，同時每一條電線即需一避雷裝置，以桃園大圳遙控系統而論，電線即達三百條之多，實非現有經費之情況下所能負擔。

5. 量水問題：量水為灌溉系統遙控之基礎，但目前所遭遇之問題甚多，如量水設施欠標準，巴歇爾水槽量水井進水口遭人堵塞，巴歇爾水槽尾水位被抬高而形成潛流，量水井為泥沙淤塞，斷面因淤積而變小，以致原有之率定曲線無法使用，而目前由包商製作之水位測定器在靈敏度，精確度及耐久性

方面亦均有欠理想，農業工程研究中心正自行研製中，以期提高其性能及品質。

6.維護問題：維護問題為目前遙控系統種種問題之癥結，即使為目前之系統未加改良，如有適當之維護，應仍可正常順利操作。目前之問題為：缺乏對維護之正確觀念：根本不瞭解或重視遙控系統有維護之需要，亦由於此一原因，維護及修理常缺乏預算及經費，另一方面在維護方面，一級二級之保養維護應由管理人員就近自行擔任，但水利會此種人員相當缺乏，即訓練有成，或由於並無特殊待遇，缺少出差或升遷機會而不能安於位。至於較高級之維護工作，農工中心為經費短絀之研究單位，距離現場道路遙遠，以有限之人力，長期擔任維護，自感極端困難。

7.灌溉系統本身的缺點：灌溉系統本身之缺點最後亦必然成為遙控系統之缺點或困難，此種缺點如缺乏量水設施，直接自幹線引水灌溉，渠道灌溉排水兼用，等皆使遙控之實施感到困難。

(C)灌溉系統遙控今後發展之方向

目前之遙控系統固然存在着上述之缺點與困難，但此種缺點並非不可克服，由於過去不斷累積之經驗，及電子科學及設備之時時推陳出新，長足進步，事實上已有把握克服所有技術上之困難。

將於今年十一月間完成之八掌溪遙控系統，即為根據過去經驗及最新技術而設計的一個系統以校正以往技術上的缺點而求完全發揮灌溉系統遙控之優點，此一系統雖仍限於經費，未能盡善盡美但過去之困難，已大部克服。此一系統之特點有以下各端：

(一)傳送方式以數位系統代替類比系統：過去建立之遙控系統雖最終係以數位方式表示及輸出，但在傳送過程中仍為類比之形式，以類比形式傳送之缺點為：

- 1.傳送之距離受限制。
- 2.易受外界電訊之干擾。
- 3.訊號易於失真。

(二)傳送電纜以單對代替多對：採用分時及分頻之方式、數位訊號之傳送不必用一對線傳達一組訊號，而可在一對線上傳送多組訊號，因此有下列之優點：

- 1.可節省電纜之費用。
- 2.可採用品質較高之電纜。
- 3.一旦電纜發生故障易於找出檢修。
- 4.可採用較高級而昂貴之避電裝置，如光學聯接

裝置，此種聯結裝置可使控制設備與電纜在電氣上成為隔離，即電出在電纜時亦不致影響控制中心之設備。

(三)以微處理機代替桌上型電子計算機：

繼真空管、電晶體、積體電路後之第四代電子裝備，此種裝置與桌上型電子計算機相較具有價格較廉、體積較小、運算較快，且不易發生故障之優點。在斗六大圳之遙控系統中已使用微處理機為本省水利方面使用微處理機之嚆矢，唯此次所使用之微處理機能力更大，性能更佳。

(四)圖形展示板：除一般之數字輸出外，增設圖形展示板，上現整個系統之平面布置圖，各處之水位、流量及閘門開度均以發光二極體之數字在當地顯示，因此對整個系統之營運狀況可以一目了然。

(五)訊號核對裝置：每一測站或控制站均有其獨特之代號，每次發訊時此代號必重複二次，若二次之訊號經微處理機核對二次完全相同時始收受其訊號或執行其命令，因此此一系統絕不致受干擾而接受濫命。

以上係控制設備之改進，亦即遙控系統硬體部分之改進至於軟體方面之改進及維護方面之改進則分別於下節加以說明。至於在管理方面之改進及人為破壞之防止亦應同時加以注意，方能確保遙控系統之順利營運。

(D)遙控程式規劃

灌溉系統之遙控分為硬體及軟體二部份，硬體係指電子計算機、感應器、訊號輸送設備等軟體則指控制之程式，一遙控系統中硬體及軟體之重要性完全相等，如有優良而昂貴之硬體，但軟體程序錯誤或不完全則該系統仍無法運轉，故對程式之規劃應特別加以重視。

(一)遙控程式之內涵：

由自動化機器，執行人為管理之方案與程序。

(二)程式與系統設備之關係：

兩者之關係可謂相互為用，相輔相成。

1.量測設備之精確度：

例如水位——流量曲線之正確性可能達85%，則在程式設計上必須考慮分水精度最大只能達85%。

2.接受指令機件之特性：

例如顯示器之速度，馬達轉速，機件之慣性，傳動軸之間距等等。

3.系統因控制之反應特性：

例如上游調整水量，下游水量反應速度；水門調整後量水設備反應速度。

(三)軟體程式設計之步驟：

1.方案擬定：

依系統設置目的及管理方法並配合系統設備而擬定可行方案。

2.流程方塊圖繪製：

將方案繪成執行路線圖。

3.程式模擬：

檢驗計算機執行方案之可行性。簡單者可用人為檢試，複雜者可用電腦模擬或以實體系統試機觀測。

4.程式定型：

將程式固定，交付管理人員執行：程式定型方法可分兩類。

(A)軟式固定法：將程式錄於磁帶或磁碟每次運轉，必須將程式由磁帶或磁碟讀出。程式可隨時更改，該型適用於較大型之執行機。

(B)硬性固定法：將程式燒成記憶體，一開機即自行運轉。適合管理方案固定、或管理人員不懂電子計算機者。該型如欲更改程式必須由設計人員重新洗、燒記憶體。

四結 論：

(甲) 程式規劃先決要件

- 1.充分了解灌溉系統之各種細節。
- 2.規劃週密管理方案系統，該項經費應不包含在工程費內，管理方案應有盡有地加以周密思考，審慎規劃。
- 3.完整量測設備：系統之感覺器官必須靈敏完整。
- 4.真確傳輸系統：系統神經之性能必須靈活正常。

(乙) 成功程式應具備條件

- 1.儘量接近人為管理。
- 2.能處理系統可能發生任何狀況。
- 3.足夠安全反應措施：能夠警示及處理異樣操作及機件故障。
- 4.記錄報表清楚明瞭，可當存檔資料。

遙控系統之維護

所有機械或電子設備均無法完全避免故障，此種故障在發生前應由平時之維護設法避免或延遲其發生，一旦發生故障則應儘速修護及早將其排除，

以減少系統之障停時間。因此，優良之維護與優良之設計及良好之施工同等重要。

(一)遙控系統之設備：

1.現場機動部份——電動馬達、電磁油壓閥、傳動齒輪及螺桿等。

2.現場機動控制線路——電磁連鎖開關、上下限控制、遙控訊號接收放大及過載跳脫等。

3.現場測定感應單元——水位、開度及其他不良狀況檢出裝置等。

4.訊號傳輸及界面連接部份——傳輸電纜、配線連接、訊號選別轉換、數值串化傳送解碼、資料指令發射接收等。

5.中央控制線路——資訊指令綜理、控制及指示面板等。

6.中央控制計算機——計算機界面連接及控制程式等。

7.避雷設備——瞬電保護及電場感應消除裝置等。

(二)遙控系統設備之特性：

1.機件設置之環境具有敵意——野外之風雨日晒、濕度高及溫差大等。

2.測定感應單元之過於靈敏——測定器之種類構造及資訊之傳送失真等。

3.常受雷電之衝擊——電子零件易受損、資訊受感應等。

4.控制線路漫長——電機電子零件之連結及野外之裝置等，線路漫長一有故障，檢修不易。

(三)遙控系統設備之維護：

1.定期測試校準與環境之清理——控制回路之動作、數值與指令之傳輸接收、水位開度之正確及淤塞蝕銹等檢試。

2.機件線路之一級維護——小零件損壞之修護、失靈線路板之抽換等。

3.系統之供電——維持安全穩定持續之電源。

四遙控系統設備維護與管理之關係：

1.人員之專業化——定期巡查與測試。

2.人員檢修之程度——一級維護。

3.線路維護之簡化——線路板標準化、裝設牢固與易於抽換。

4.備品與維護合約——設置備品，與製造廠商訂維護合約以確保二級修護之迅速切實。

5.成立遙控系統修護中心：對全省各遙控系統定時檢驗，並隨時修理發生之各種故障。

子題丙：灌溉水節約措施之研討

臺灣地區可利用之天然水資源相當有限，目前已經常感到缺水，即係基於此故，而開發新水源所需投資甚鉅且其完成需要一段時間，轉不如着重已有水源之節約措施，不但省費且有立竿見影之效，茲分下列各項分別提出討論：

(A)輸水系統管路化之可行性

灌溉輸水系統之管路化在先進國家已有甚多實例，根據國外之經驗輸水系統之管路化具有下列各優點：

- 1.減少輸水損失。
- 2.提高工地利用率。
- 3.便于機械耕作。
- 4.減少雜草傳播。
- 5.減少清溝人工。
- 6.採用壓力水流時，不受地形限制。
- 7.便於遙控及自動控制。
- 8.便於計量收費。
- 9.宜於省水之灌溉方式（如滴灌、噴灌）。
- 10.便於越流域輸水。

綜觀其優點甚多，但其主要之缺點則在費用太高，在本省是否可行？採用何種水管？在經濟上最大之管徑為若干？凡此皆有待研究。

(B)計量收費之可行性

本省目前水利會會費收取之標準，種類甚多，其間相差又何止倍蓰，是否公允，久已被公認有值得研究之必要，唯目前複雜之會費制度，有似一團亂麻不易統一，倘改用計量收費，不但最為公平，能導致灌溉水之節約使用，且有快刀斬亂麻，從基本上革新之作用，但計量收費在國外雖然成例不鮮，在國內推行則困難尚多，例如：

- 1.明渠量水自動記錄累記水量較為困難。
- 2.在設施方面須增加大額投資。
- 3.大部分農民之水費勢必略有增加，與政府近年力圖降低農民負擔之政策不符。
- 4.一般而言，目前耗水多之農田，單位面積產量往往反較耗水量少之農田為低，因此就負擔能力及獲利能力而言似有不合理之現象。

5.計量收費之前提，應具有隨時充分供水之能力，此一標準在本省大部份地區似不容易做到。

6.河川引水時，在豐水季節宜鼓勵農民灌溉，若單一水價時，可能引致浪費水資源，及促進枯水時缺水程度之反作用，如採取變動水價時又增加技術上及管理上之困難。

如何克服上述種種困難，尚有待深入研究，最好先選擇一地區，加以試辦，分析其經濟成本，對農民負擔上之影響，及發掘實際上之困難及其克服之方法。

(C)渠道滲漏損失及其防止方法之研討

渠道之滲漏損失在本省之百分比數字相當的高，對於水資源之經濟利用上實為一極大的缺點，而工業用水及公共用水方面在爭水時亦往往以此點詬責農業用水，今後如何減少渠道滲漏損失，提高輸水效率，實為灌溉工程及管理人員的一個重要課題。

在內面工方面，混凝土內面工減少渠道滲漏之效率究竟如何？混凝土內面工之接縫對滲漏之貢獻如何？有無較佳之材質或設計以減少其滲漏，在另一方面：有無較混凝土價廉之內面工？或施工更簡便之內面工？或滲漏更少之內面工？例如聯合工業研究所所發展之紅泥塑膠，應用於渠道內面工是否合用？凡此均應詳細探討並作深入之研究。

在另一方面，自渠道滲漏出去之水量其去向如何？能否用螢光染料或放射性物質加以追蹤？倘若此項滲漏水最後成為地下水或回歸水而仍可再度加以利用，則耗費巨額經費設置內面工有無必要？後一問題顯然因地而異，因時而異，因此在不同地區應分別加以研究。

其餘如渠道中之雜草，對輸水損失之影響如何？渠道雜草清除之方法與技術似亦應加以發展，不但可減少輸水之損失，同時亦可減少田間雜草之傳播及灌溉管理之費用。

(D)耗水過多之水田改種其他作物之商榷

部分地區之水田耗水過多，如石礫地、砂質地等其每日消失水量極為驚人，因此其灌溉率甚低，對於此種土地如種植水稻實有浪費水資源之嫌，理論上應改種旱作以節省用水，但在實際上應考慮其他條件，而不宜硬性加以規定。

此種應考慮之事項如：

- 1.該地區能否種植旱作？
- 2.能種植之旱作有那些種？其收益與水稻之比較如何？
- 3.此種旱作物市場價格之穩定度如何？
- 4.所節省下之水量，能否作有效之運用？
- 5.滲漏之水量，是否成為地下水或回歸水而能再加利用？

總之，適地適作，為土地資源利用不易之原則，而水盡其用則為水資源調配之最高準則，水土資源必須互相配合，不偏不頗，避免浪費虛耗，方能為國家、為農民求取最大之利益。

(E)減少蒸發量之研究

臺灣近年來隨着人口激增，民生耗水量相對提高，而水資源有限，山坡陡峻，有效水資源已不敷使用，尤其乾旱季節最為嚴重，所以開源節流為臺灣目前水資源主要政策。而節流不得不由蒸發量着手，因臺灣位於亞熱帶氣候區，日照時數較多、風速大，而溫度、日照、風速三因子為影響水面蒸發

之主要因素。不論於耕地、水庫、池沼其蒸發量皆佔耗水量相當大之比率。以曾文水庫而言，乾旱季節，其蒸發量約佔逕流量百分之八至百分之十左右。所以如何減小蒸發量仍為本研究之目的。

減少蒸發量大致可從三方面着手：

(一)改變環境因子

(二)土壤性質

- 1.貯存性
- 2.流動性
- 3.表土質地

(三)水表面之控制：

目前農工中心所採用化合物為十六醇(CETY/ALCOHOL)，它能於水表面形成連接不斷單分子薄膜，減少水面蒸發機會。根據 MANS-FIELD (1958) 之報告，每公頃施用三磅十六醇可減小百分之五十的蒸發量。如能將它廣泛施用於水田則可解除灌溉用水不足之危機，惟其對植物之生理，土壤是否有不良之影響，是我們目前所需進一步探討之問題。

專營挖土機、包辦挖掘地下室、魚塭
填土、推土、整地等工程

萬得工程公司

經理：宋萬得

電話：862610

地址：高雄縣路竹鄉甲南村天祐路47號