

第一章 概述

1.1 灌溉輸配水之目的

作物對水之需要，雖然非常重要，其所需要之水量依各生長期而異。而灌溉配水之目的，便是基於作物生長之需要，在田間供需平衡之條件下，以最適當之方式將水公平、合理、適時且適量地分配至各田區。以水稻為例，其對水之需要，雖然甚為重要，但非長期需要浸在水中，所需之水量依各生長期而有所不同，水稻生育期中之灌溉排水如圖 1-1 所示。

當供應水源之流量發生變動，而無法達到田間耕作之正常供水情況下，如何利用適當之灌溉營運措施，將微量的水源在適當的時機，合理地分配至各田區，提供作物維持合理產量所需之水量，而在豐水季節應在渠道容量許可的情形下，應如何儘量引水灌溉，減少在缺水期灌溉不足時所引起之不良後果，避免鹽鹼地的產生，而得以保持地力並達到農業永續利用的宗旨，進而改善水、土資源的利用，以達到生產、生活、生態三生的目的。

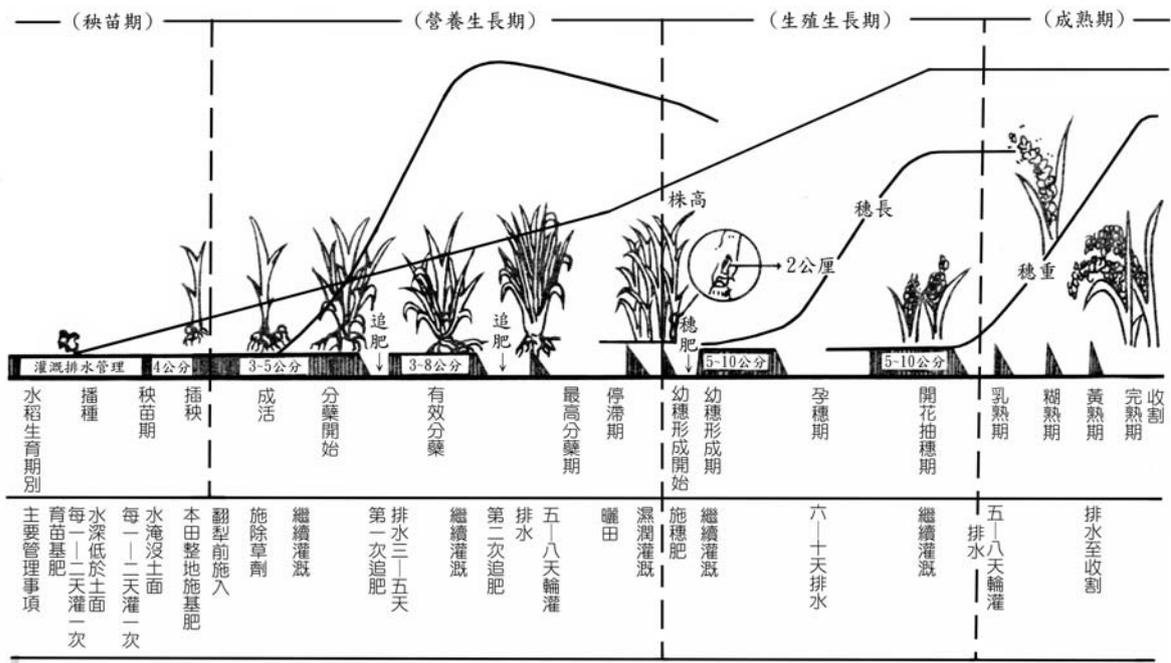


圖 1-1 水稻栽培管理概略圖

1.2 灌溉輸配水之分類

灌溉以時間加以分類時，可以區分為：(1)連續灌溉（續灌）：為維持一定之水位，輸配水時以連日不斷灌溉稱之。(2)間歇灌溉：主要係因水源有限，

所因應實施用水調節措施，在輸配水之作業上以斷斷續續，有週期性之供水，乾濕交替，如在某階段灌溉一段落，調節暫時停灌數日，再重新另一階段灌溉。(3)輪流灌溉：一般係在灌該之階段內施行各輪區或各系統之輪流引水之灌溉方法。

1.2.1 按需求供水

作物需水量或作物蒸發散量，包括作物的蒸散量和從土壤及作物表面之蒸發量。當作物尚在幼苗時期，蒸發量可能比蒸散量大。當作物是在完全成長期時，蒸散量將趨大於蒸發量。因此，作物吸收水分之多寡，與土壤水分及作物各生育期之需水量有關，在剛種植和初始階段，蒸發量是比蒸散量重要。初始階段之蒸發散量或作物需水量約為中期階段作物完全發展時作物需水量的 50%。在所謂作物發展階段期間，作物需水量是逐漸從最大作物需水量的 50%到最大作物需水量。最大作物需水量發生在作物發展階段末期，為中期階段的開始。對於末期階段，是在作物成熟和收穫時期，依照成熟收穫之情況可區分為：

新鮮收穫作物：如萵苣、甘藍菜等，這些作物在末期階段期間的作物需水量仍然需要維持和中期階段期間相同水量。這些作物是新鮮收穫的，因此對於水分之需求，可以由需要較高水分之中期，一直維持到最後之收穫時刻。

乾燥收穫作物：如棉花、玉米（粒狀）、向日葵、水稻等。在末期階段期間，這些作物將會逐漸乾燥。所以，它們在末期階段的需水量是最少的。此時，其作物需水量只有在中期或尖峰期作物需水量的 25%。或許在末期階段，這些作物是不用灌溉了。

最理想之配水方式，即是按照作物不同生長階段之需水要求供水，然此一方式在執行上，會隨著灌溉面積之增大，以及作物栽培時期之不一致，土壤滲漏量與保水與保水力之相異，而難以正確執行。

1.2.2 按預先制定計畫供水

在進行作物種植之前，需先對整個灌溉區域之水源、氣候、作物、土壤、種植時期等，擬定灌溉計畫（如第二篇所述）。而同一灌區內作物栽培種類不一，且種植時期亦參差不齊，致各作物之需水條件互異，為合理達到灌溉預期效果，除工程設計前後所建立之各項基本資料外，灌溉管理之實際情況應經常建立保存與更新以供擬定灌溉計畫之參考。

灌溉計畫之執行主要為決定適當灌溉水量，灌溉期距及適切之灌溉日期。在作物種植後之配水執行上，在理想之情況下，即可以依照預先制定計畫供水。

1.2.3 輸配水系統

原則上自水源經導水路、幹線、支線、分線至中小給水門之水路部分，稱為輸水系統，其用水管理任務由水利會負責辦理。而自中小給水門以下，經中小給水路、補給水路至輪區農田之水路部分，稱為配水系統，其田間用水管理任務由水利小組在灌溉工作站之指導下實際操作辦理。由水利小組按掌水工或會員輪值或會員自行擔任等方式，實際操作田間配水。

1.3 灌溉輸配水基本要求

1.3.1 公平原則

基於水源之特性，現行之灌溉配水方式，大都是使用輪流灌溉之方式，具有可以節省系統之灌溉用水量之優點，及減少枯水期爭水之不良後果。因此在理想之配水作業上，應能合理分配水量、消弭爭水糾紛、減輕農民負擔、促進集體經營及發揮應有之水資源效益。

台灣過去所施行之輪流灌溉，在執行上係依據各支分線配給水量，按照規定時間供水，其順序由下游而上游，由左而右，有條不紊。其所秉持的就是公平之原則。

1.3.2 輸配水之軟、硬體

水自水源處經由取水構造物、渠道、渠道構造物、量水構造物、分水構造物、保護構造物等硬體設施，將水由水源處導引到田區之中。因此就輸配水之硬體設施，隨著水源、地形之特性而有所變化，詳細之硬體設施請參考本手冊第六冊。至於在軟體方面，因輸配水屬於灌溉管理之一環，故廣泛之輸配水之軟體包括：用水管理之技術，分水、配水技術及輸配水硬體設施之各項控制、管理技術、及配水之記錄、分析等等。

1.3.3 輸配水之經濟成本觀念

興辦農田水利工程之目的在灌溉，而灌溉之目的，由早期以生產為目的，發展至現今以生產、生態、生活—「三生」為目的之情況，因此對於水之管理及其效益之發揮，與我們的生活息息相關。所考量的應是以生態與經濟兼顧之效益觀，而非早期以生產為主之經濟效益概念。故在作法上應以如何提高水的利用價值、增加作物之產量及如何發揮水的經濟效益為目標外，並應兼顧灌溉對環境保育、生態系統、生物多樣性等可能產生之非經濟性環境效益。

第二章 用水管理

2.1 用水管理任務之區分

2.1.1 用水管理任務區分原則

(一) 中小給水門以上

原則上自水源經導水路、幹線、支線、分線至中小給水門之用水管理任務由水利會負責辦理。

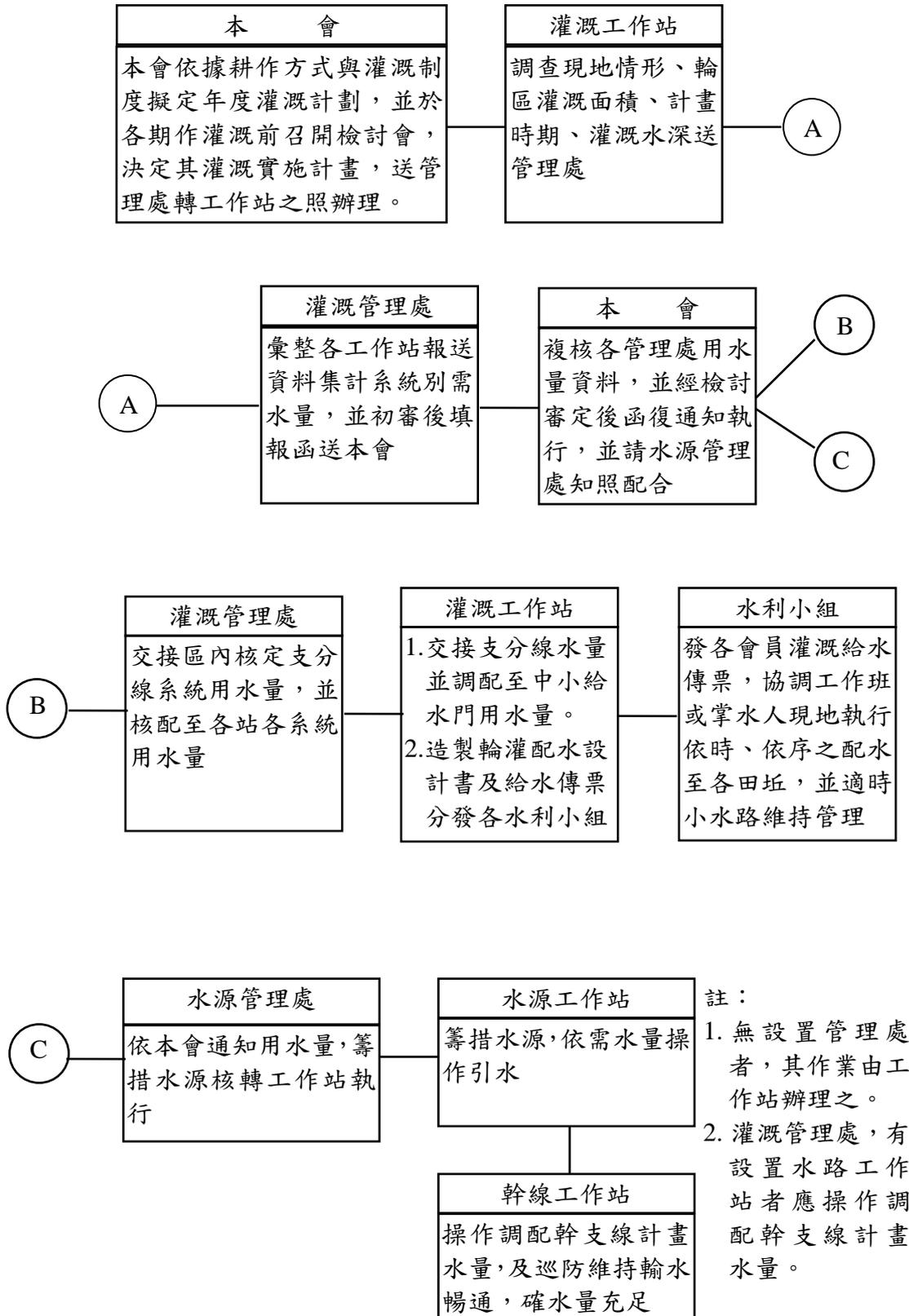
1. 從水源之攔水、引水、蓄水；再經送水至幹線及支線之輸水、分水等，係由水源工作站及水路工作站（設有管理處者，由水源管理處統籌）依照本會核定之灌溉計畫通知各系統之核定用水量，實際調配輸送之。
2. 各區之支線系統分水至各分線系統，及至各中小給水門，係由水路工作站或灌溉工作站（設有管理處者由灌溉管理處統籌）依各級系統別核配用水量情形調節交接引取用水。

(二) 中小給水門以下

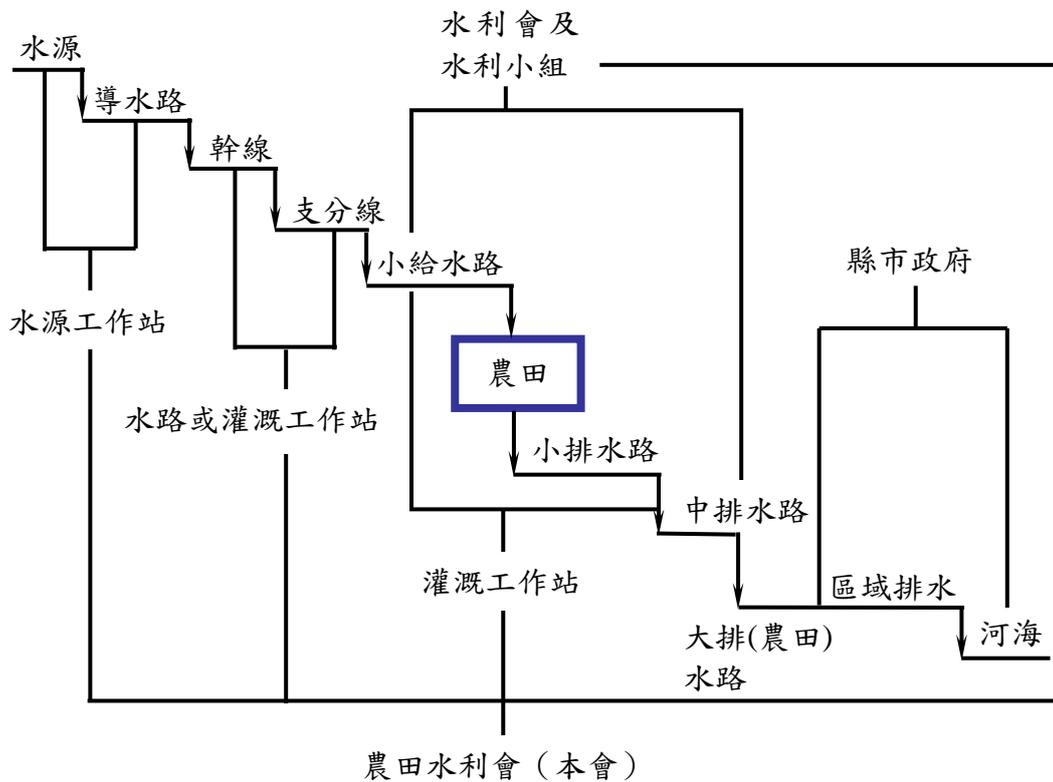
自中小給水門以下，經中小給水路、補給水路至輪區農田之田間用水管理任務由水利小組在灌溉工作站之指導下實際操作辦理。

1. 田間配水原則上以輪流灌溉之原則，由工作站擬定田間輪灌配水計畫包括配水流量及配水時間之計算和灌溉次序之排定等，並通知會員配合。
2. 實際操作田間配水到灌農田，則由水利小組按掌水工或會員輪值或會員自行擔任等方式辦理。

2.1.2 用水管理執行流程



2.1.3 用水管理任務之職掌劃分



註：灌溉區域較大之水利會，在本會之下設有水源管理處統籌督導水源工作站及水路工作業務，另灌溉管理處分區轄管各灌溉工作站業務。

依水利法施行細則第六條所稱排水，係指用人為方法排洩流動或停滯於地面以上或地面以下，足以為害或可供歸還利用之水，其分類如下：

1. 農田排水：係指排除停滯於農田田面及表土內過剩之水。
2. 市區排水：係指排除都市計畫法所稱市（鎮）計畫、鄉街計畫範圍內之雨水或污水。
3. 事業排水：係指排除事業使用後之廢水污水及水力發電後之尾水。
4. 區域排水：係指排除第 1 款至第 3 款之二種以上匯流者或排除區域性地面或地下之水。
5. 其他排水：係指排除不屬於第 1 款至第 4 款之水。

又依照台灣省排水設施維護管理辦法第五條所述，排水設施維護管理機關或事業負責人規定如下：

1. 農田排水設施：為農田水利會或其他灌溉事業人。
2. 市區排水設施：為縣（市）政府或鄉（鎮、市、區）公所。
3. 事業排水設施：為事業排水負責人或代表人。
4. 區域排水設施：同一縣（市）轄區內者為縣（市）政府，跨越二縣（市）以上為經濟部水利處；並得委託代管，其委託代管事項與代管機關權責，由中央主管機關統一規定。
5. 其他排水設施：為排水事業負責人或代表人。前項各款排水設施之管理機關或事業負責人應配合或分別辦理，如有爭議，由上級主管機關決定之。第一項各款排水之銜接事宜應由各該管理機關或事業負責人協調，如有爭議，由上級主管機關決定之。

2.2 水利小組的運作

2.2.1 水利小組之設置

- (一)組織依據：依據台灣省農田水利會組織規程第十九條規定，水利小組係會員於田間灌溉排水之基層組織，凡屬農田水利會所轄灌溉區域，依照土地分佈特性及灌溉排水系統編組，水利小組任務執行，受水利會之監督指導。
- (二)小組編組：為使各水利小組能充分發揮其個體機能，需予適當劃分界定小組範圍，其原則如下：
 1. 以同一灌溉系統並參酌地形劃定。
 2. 灌溉面積以五十一至一百五十公頃為準，地形特殊者得視實際情況酌予合併或分設小組。
 3. 小組以埤圳為單位設置，但一埤一圳灌溉面積較大者，得按支分線分設數個小組，區域過小者，得合併鄰近區域五十一公頃以上設置為聯合小組。
 4. 小組應冠以埤圳所在地或重劃區域為名稱。
 5. 自營農場、大同農場、合作農場等，其土地集中而在同一灌溉系統者，宜成立獨立小組。
 6. 小組得按小組區域內會員每十至十二人或按灌溉小區編為一班。

(三)小組組織：

1. 水利小組由該小組區域內會員組成，設小組長一人，其人選由小組區域內會員選舉產生，負責執行小組任務及小組會議決議事項。
2. 每一小組分設若干班，每班設班長一人，由小組長遴選報請水利會聘任。
3. 小組長及班長任期四年，連選得連任，均為義務職。
4. 水利小組得設掌水人員，由小組會員輪流擔任，必要時得僱用專人，負責辦理用水之分配。

2.2.2 水利小組的任務

依照水利會組織規程第廿條規定，水利小組的任務有以下七項：

- (一)小給水、小排水路之維護、管理及修補。
- (二)區域內用水之管理。
- (三)協助工程用地之處理。
- (四)區域內補給水路之設施。
- (五)小給水路或補給水路分水門之管理。
- (六)協助徵收會費及工程費。
- (七)其他委辦或交辦事項。

上項任務之執行受水利會之監督指導。

2.2.3 水利小組之營運

水利小組主要運作項目，含田間灌溉管理、田間設施維護及水利會委辦或交辦事項，由小組長負責執行：

- (一)田間灌溉管理：田間給水應遵照水利會訂定之灌溉配水計畫，依序施行灌溉作業。
- (二)田間設施維護：中小給水路是農田灌溉之出入通道，必須時常清除水路雜草、漂流物及維護堤岸，方能保持其暢通，而附屬建造物亦應經常維護，才能適時、適量調節灌排水量。

(三)水利會委辦或交辦事項：水利會為推展各項水利事業(如協助徵收會費、工程費、小給排水路共同維護等項業務)，必須經由全體水利小組推動，才能獲得圓滿之效果。

2.2.4 水利小組會議

為達成前述小組任務，按組織規第廿八條規定每年至少應開小組會議一次，由小組長召集小組區域內會員舉行，開會時以小組長為主席。水利小組會議應討論事項如下：

- (一)年度工作計畫建議事項。
- (二)水利用地案件。
- (三)會員提議案件。
- (四)水利會工作站及小組長交議事項。
- (五)其他有關第廿條第一項、第廿六條第廿八條規定事項。

前項決議不得與水利會會務委員會決議或工作計畫相抵觸，第一項重要決議事項應報由工作站轉報水利會核辦。

2.2.5 水利小組公約

水利小組為水利會自治團體之基層組織，小組會員應充分發揮自治精神，表現自治活力，以民主的方式議定公約，共同遵守。

水利小組公約，在小組會議提出討論時，會員可充分發表自己意見，經通過簽字後，必須認真實行，並可適時透過小組會議，予以修正，未簽名會員補簽。

主管機關，所訂水利小組公約規範，僅提供各地水利小組之參考，各水利小組儘可按實際需要，予以增刪或另行擬訂，總之能表達大家之共同意願與共同認識，自動自發將小組區域內之事，完全辦好為目的。

2.2.6 水利小組應具備之基本資料

基本資料是處理公務之重要依據，具備完善資料，才能順利推展業務。

- (一)水利小組區域圖(1/2,400、1/2,500、1/4,800或1/5,000以顏色分班別並繪入水路構造物等)。
- (二)會員名冊。

(三)水利小組長、班長名冊。

(四)水利小組公約。

(五)會議記錄。

(六)共同維護紀錄簿。

(七)水利糾紛及水利妨害案件處理紀錄簿（包括違規或違約處分案件）。

上列資料由小組長收執並列入移交。

第三章 配水方法與操作

3.1 輪流灌溉

3.1.1 輪流灌溉之需要

(一)輪流灌溉之定義

將灌溉區域有系統的設計畫分有給水區、輪區、單區等。一般一給水區即組成一水利小組，一輪區設一水利「班」，一輪區包含若干單區，灌溉用水依次序在單區之田坵實施輪區內輪灌；再次單區間施行輪灌；進行給水區間輪灌。一般一循環之輪灌，亦稱輪距，系在一輪區內完成。故輪區為輪灌之最大單位。惟在缺水時，可能採取大於一般輪區之輪灌，如分、支線間輪灌，幹線間輪灌等。

(二)輪流灌溉之目的

輪流灌溉實質上是勵行定時、適時、依序之最適合灌溉原理之科學化的灌溉方法，以其應用於水稻灌溉言之，可使田地時乾時濕，保護肥分流失，一方面節省用水量，一方面使土壤中流通新鮮空氣，促進稻根之伸展，尤以水稻習性為喜好多水，然由經驗與實際研究之結果，過多水分反而有害於稻穀之生育，因此依輪流灌溉有計畫的按作物需水程度及地域環境、水源水量情況等施行依序、適量、按時之配水，可有效達成供給作物生長合理需水之目標。

(三)輪流灌溉之優點

- 1.節省灌溉用水量。
- 2.適應作物生長，增加作物產量。
- 3.有利於用水管理上推行之順利：
 - (1)調節工作上之勞力分配。
 - (2)減少爭水糾紛。
 - (3)常水時期有利於掌控施行穩定之用水灌溉。
 - (4)缺水時期易於施行非常灌溉，以利救旱工作。
- 4.改善排水不良、驅除黃萎病毒。
- 5.配合輪作制度，促進土地生物多樣性之功能。

3.1.2 輪灌之分類

輪流灌溉簡稱為“輪灌”。為根據用水計畫，在適當時期（適時）以適當之水量（適量）按照順序（依序）供水之灌溉方法。多用於水稻灌溉，依實驗其用水量將較自古以來所習用之繼續灌溉方法節省用水 17%~50%，而不嚴重影響水稻之單位面積產量。嘉南灌區許多嚴重缺水而執行嚴格輪灌後，灌溉用水量比平均減少 30% 以上，但單位面積生產量反而比平均增加 10% 以上。此可能日照陽光能量較高，故獲較高之產量。輪灌是間歇灌溉法的一種。依其給水方式，可分為小區輪灌、精密輪灌和大區輪灌三種。

小區（標準式）輪灌，先劃分輪區，原則上以每 50 公頃為一個輪區，且每一輪區設一個水門和量水設備，輪區內劃分若干單區（一般設有五個單區），每一單區約 10 公頃。各單區內設單區配水箱和小給水路，或補助水路，以便各田坵均能直接引水灌溉。執行輪灌時，集中輪區應得的給水量，依單區順序輪流給水，週而復始。

早期台灣之輪流灌溉，為求達到執行順利，宜統一品種，各輪區應設置共同秧田，和組織共同工作隊，使秧苗生長和整地插秧，均能配合輪灌時間。過去所採用之公灌制度，農戶不需自己看水，稱為「標準式輪灌」。又因為以單區為用水計畫和配水，故亦可稱「小區輪灌」。以上這些工作因為時代之變遷，已不合時宜。

上項標準式輪灌是本省實施農地重劃前，所規劃決定的輪灌方法，因臺灣地區在農業生產環境與農地結構上，大多田坵崎零狹小，耕地使用分散，農路缺乏且排水不良，灌溉不便，雖增設小給水路，而越田灌溉或排水不良的情形，仍不能避免，因此為求達到綜合性的農場結構改良需要，乃實施農地重劃。

農地重劃的標準規格為配合輪流灌溉所設施之小給水路，排水溝與農路等，均有一定標準，整齊劃一。藉農地重劃，不但水路用地易於解決，而且每坵塊農地均能直接引水，直接排水。於是輪流灌溉可以進一步改善，因此，用水計畫或配水操作，均可依每塊田坵之各次用水因子加予計算，而達成適時適量依序的供水，故稱為精密式輪灌。精密式輪灌之每塊田坵為耕作之最小單位面積，且以長方形為原則，短邊在 25~30m 間，長邊在 100~150m 之間。

至於大區輪灌，是灌溉缺水時的補救辦法，按輸水幹支分渠系統，或埤圳別間歇輪流配水的方法。自提倡輪流灌溉制度後，各農田水利會參照輪灌用水計算方式，計算大區輪灌需水量和配水時間表，當水源水量低於需水量某一程度時，採用此種輪流配水灌溉方法。

3.1.3 輪流灌溉之執行方式

輪流灌溉一般可分為大區輪灌、小區輪灌與精密輪灌。大區輪灌係指大面積以幹、支、分線別為對象的區分法，小區輪灌指輪區內劃分單區分別進行輪灌；精密輪灌則指輪區內各田塊間為輪流單位之輪灌方法。

(一)大區輪灌：

大區輪灌係當灌溉缺水時之調節用水因應措施，包括按埤圳別輪流集中取水供灌，或以幹、支分線系統別分段或分區間歇性輪流配水的方法，一般單一田塊之灌溉，多以延長灌溉期距或減少單一灌溉用水深，或者兩者兼有之方法，達到省水之目的，其執行方式如下：

1. 在同一河川水源的若干灌溉圳路系統，當其水源水量減少至各圳路總灌溉需水量的 70% 時，可開始實施圳別輪流取水灌溉，以使獲得地區性之平均輸配水量的效果。
2. 在埤圳內分幹線、或支分線輸水系統、或分段區等實施大區輪灌，即以幹支線按分水比率實施間歇輪流配水。因此，大區輪灌可謂灌溉缺水時期的一種補救配水辦法，是因時因地臨時性之執行。

(二)小區輪灌：

小區輪灌意指單區輪灌，即在輪區內劃分若干單區，以集中輪區應得的給水量，依單區別順行輪流給水，週而復始之輪灌方法，其執行方式如下：

1. 規劃及配置：先劃分輪區，每輪區約 50 公頃，原則上一輪區設一個水門和量水設備，輪區內劃分若干單區，每單區約 10 公頃，各單區內設單區配水箱和小給水路或補助水路，俾輸配水之順利。
2. 輪灌之執行：按灌溉面積，作物需水量及給水量損失率等擬定各單區供水時間之輪灌配水計畫，以集中輪區水量，依單區別及其給水時間順序供水，單區內各田塊則可同時引水灌溉。而各系統上各輪值輪區亦可在控制下同時進行施灌。

(三)精密輪灌：

精密輪灌係將單區輪灌延伸精密至以每一田塊為配水單位徹底達到適時、依序及適量灌溉之境界，實乃輪灌之最高理想。其執行方式係依照單區的給水順序和給水時間，是由下而上，由左而右，按土壤性質、實際面積、稻作需水量和給水量損失程度，決定供水多少時間。

1. 實施條件：除需具有可靠之水源，並應具備逐坵灌溉及逐坵排水之田間給、排水路系統，俾使每一坵塊之供水得以精確符合作物之需要，故水庫埤池或水井等穩定水源之灌溉系統經過農地重劃之地區，可以具有適合施行精密輪灌之條件。
2. 輪灌之執行：以單區輪灌之執行原則延伸用水計畫或配水操作依每塊田坵之各項用水因子加以計算，訂定其輪灌配水時間排程，逐由依其給水時間順序引水灌溉，而達成適時、適量、依序的供水。

3.2 田間配水

3.2.1 田間配水方法

(一)平常時期配水方法

- 1.按照給水區灌溉配水計畫，施行田間灌溉管理。
- 2.灌溉用水應由指定之給水路引灌，不得擅自取水。
- 3.各田區之灌溉應依順序灌起，倘輪值下游給水時，上游不能攔水，以免下游缺水。

(二)缺水時期配水方法

- 1.實施間歇灌溉，嚴格執行輪灌工作，並嚴禁和取締非法搶水盜水行為。
- 2.按照輪區灌溉面積，估計一輪次之可靠進水量以同一*權重比例減少配水量。
- 3.另行尋覓補給水源，實施補助抽水灌溉。

(三)緊急時期配水方法

- 1.按缺水時期配水步驟辦理。
- 2.影響作物正常發育最嚴重者為優先灌溉。
- 3.儘量於輪值時間內全面施灌，若受時間限制而未能全面普灌，其未灌到之部份，於下一輪次優先施灌。
- 4.在不嚴重影響作物正常發育之原則下，延長輪灌期距或減少灌溉水深。

3.2.2 田間配水操作

田間之配水操作，在做法上依照各水利會之特性，可以分成 1. 僱用專任掌水工、2. 由會員輪值擔任掌水人員、3. 會員自行操作等三種方式。在目前兼業農已達到總農業人口之百分之八十五以上之同時，由農民輪值擔任掌水人員之方式，其實用性不高。以下僅略述三種操作方式之優缺點：

(一)僱用專任掌水工：

- 1.方法：由會員共同出資僱用掌水工，依照用水計畫負責輪區內給水操作。
- 2.優點：
 - (1)用水不浪費。
 - (2)可均勻施灌。
 - (3)免除用水糾紛。
 - (4)工作專業化。
- 3.缺點：灌溉管理費用高，需由會員負擔掌水工之工資。

(二)由會員輪值擔任掌水人員：

- 1.方法：依各會員灌溉面積，安排會員輪值之時間輪流出工掌水。
- 2.優點：
 - (1)不需負擔掌水人工資。
 - (2)可充分利用農友剩餘勞力。
 - (3)減少用水浪費。
 - (4)減少用水糾紛。
- 3.缺點：
 - (1)輪值時農友如不能出席，掌水工作容易脫節。
 - (2)灌溉操作不如專任掌水工之公平與熟練。
 - (3)工作需要隨時隨地加以督導。

(4)浪費輪值換班及來往時間。

(5)各農戶耕地面積不一，計算派工及分擔時間難以公平。

(6)水源豐沛之地區較難推行。

(三)由會員自行操作：

1.方法：按灌溉配水計畫之分區、依序、定時情形，公告通知會員依時各自引灌。

2.優點：

(1)無需負擔掌水工費用。

(2)在輪值灌溉時可就地兼顧田間他項工作。

(3)晝間可由婦孺老幼兼任。

(4)田間灌溉管理費用較低。

3.缺點：

(1)容易發生擅自引水。

(2)水源水量變動時，易發生灌溉不均現象。

(3)容易發生取水糾紛。

(4)灌溉未能專業化，農友從事副業困難。

3.3 系統配水

系統配水之執行之前，需先擬定用水計畫及配水計畫。用水計畫之制訂是在作物種植之前以田間需求面（Demand）之觀點，在不考慮水源之情況或田間水路之狀況下，推估全灌區之需用水量。因此只要有轄區之面積、作物各生長期之用水標準及輸配水損失係數，即可迅速求得取水口所需之流量。

配水計畫亦是在作物種植之前所制訂之計畫，其與供水計畫之差別乃配水計畫是以供給之觀點，並考慮水源與田區水路之情況下所做之用水調配計畫。其所考慮之重點，在水源方面是依照歷年之用水情況，並依照過去之水文記錄，預估可用水源以作為供水之標準；在水路之考量方面則是針對各幹、支分線之渠道容量限制，限定其最大通水量。故整個配水計畫是考量可

用水源、水路容量限制、作物種植時刻等相關因素，所制訂之供水計畫稱之為配水計畫。配水計畫與配水作業並不相同，配水計畫是在作物種植之前所擬定者；而配水作業是在作物種植之後，依照所引進之水源水量，配合田間之需求情況，在田間進行之水量調配工作。

灌溉需水量會隨著作物生長之過程與管理方式，而呈現不同之用水標準。對於水稻作物之種植而言，其尖峰用水是發生在稻作插秧時整地末期之用水，其用水量往往比其他生育階段高出許多，若在灌區中各個輪區集中於同一時期進行整地作業，則在水源供水能力或幹支線之輸水系統容量，將難承載所需之尖峰用水量。因此，為了大量遞減尖峰用水量，在配水計畫之作業上是將整地日期加以錯開，使整地期之幹支線輸送水量在其容許之範圍內。

3.3.1 系統配水方法

台灣之灌溉系統大致可分為二段，即水源取水口至輪區進水口為一段，考慮之重點在於提高輸水效率、穩定輪區進水口之流量。另一段為輪區進水口至作物根系，即輪區內之配水。其影響因子極多，如灌溉方式（輪灌或續灌）、灌溉次序、耕作制度、輸水損失、水路長短、土壤質地、氣候條件等，皆會對輪區內之配水造成影響。

在系統之配水基礎上，係依照水源之動態，參考計畫流量進行水量之調放，有關計畫流量、調放流量說明如下：

1. 計畫流量

- (1) 中小給水門流量：從田間之水平衡關係 $A \times D = Q \times T$ ，加中小給輸水損失。
- (2) 分線流量：各中小給水門流量加其分線輸水損失。
- (3) 支線流量：各分線流量加其支線輸水損失。
- (4) 幹線流量：各支線流量加其幹線輸水損失。
- (5) 水源流量：各幹線流量之和。

2. 調放流量：

- (1) 水源之調配：視水源動態，依水收支用水核擬調配用水。
- (2) 幹、支、分線至中小給水門之調配：由水源管理處、水源工作站、水路工作站之調節後，灌溉管理處、灌溉工作站之交接調配至中小給水門。

(3) 中小給水門後，依輪灌配水計畫執行配水。

輪灌單元區之配水為系統配水之基礎，對於輪灌單元區之配水時間之計算概述如下表所示：

表 3-1 各輪流組種植面積、給水成數及輪灌期距表

組 別	種植面積 (ha)	現地給水成數 (%)	包括輸水時間之分配日數 (day)	備 註
1	A1	Rs1	T1	輪灌期距 T_d 日
2	A2	Rs2	T2	
3	A3	Rs3	T3	
4	A4	Rs4	T4	
計	A			

資料來源：嘉南水利會，許勝雄，輪流灌溉作業規範

各組分配時間是依據現地給水成數算出的，示如下式：

$$A_w(i) = \frac{A(i)}{R_S(i)} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$T(i) = \frac{A_w(i)}{\sum_{i=1}^n A_w(i)} \times [T_d - T_c(i)] \dots\dots\dots(3-2)$$

式中：

$T(i)$: 各組分配時間 (day)

$A_w(i)$: 各組加權面積 (ha)

$A(i)$: 各組面積 (ha)

$R_S(i)$: 各組給水成數

T_d : 輪灌期距 (day)

$T_c(i)$: 輸水時間 (day)

n : 組別

以嘉南水利會為例，其現行之輪區配水方式，乃是將輪區內之坵塊距離輪區進水口之遠近，概分為四組，分別估計各組別之水路損失值，並在指定的灌溉期距內，完成輪區內每一坵塊之灌溉。如嘉南水利會西麻豆區第二小區之水稻灌溉，該輪區之水稻總種植面積為 62.02 公頃，共分為四個小組，

水路損失按組別距輪區進水口之遠近，分別為 50%、40%、20%、10%，因此其現地給水成數依序為 50%、60%、80%、90%，若全區之輪灌期距定為 7.5 日，則各組灌溉所需天數如下表所示：

表 3-2 各輪流組（單區）種植面積、給水成數及輪灌期距表實例

組別 (單區別)	種植面積 (ha)	現地給水成數 (%)	包括輸水時間之分配日數 (day)	備註
1	14.06	50	2.29	輪灌期距 7.5 日
2	16.24	60	2.20	
3	11.85	80	1.21	
4	19.87	90	1.80	

資料來源：輪區內水路系統之配置與實施之研究

上述之輪區（如 50ha）其輪灌期距（如 7.5 天）之意義，為輪區水門取水量在該輪區內，按計畫順序游走 7.5 天為一輪，週而復始。而輪區內所謂分組分級，該組即為單區，該級係在單區內，依水路上、下游關係再細分區段級區，各級區所管之面積之和即該單區。有關分組分級之區分根據，主要係就水路狀況及其上、下游間可能輸送順序之關係考量，而以給水成數來調整配水面積權重，俾以符合公平配水原則。

但根據上項配水計算方式，只能對渠道之水路輸水損失做校正，至於各組別（單區別）內之配水，為了在指定之灌溉天數內完成灌溉作業，各小組（單區）內之坵塊已不再詳細考慮因水路長短之不同，所導致損失水量之差異，僅參酌水路系統之消耗、地形、土質、越田灌溉等因子，並根據多年之現地實際灌溉成效，查定每筆水田之用水級別給水成數，一般分為三級，期使坵塊之配水在小組（單區）內達到均勻。如表 3-2 第一組（單區）之配水方法，可再進一步計算，其結果如表 3-3 所示。

表 3-3 各級別（單區別）灌溉所需日數計算表

用水級別	種植面積 (ha)	現地給水成數 (%)	分配灌溉日數 (day)
1	4.74	40	0.941
2	4.33	50	0.688
3	4.99	60	0.661
計	14.06	90	2.290

資料來源：輪區內水路系統之配置與實施之研究

由於單區內之配水，必須按水路考量來分組分級，然後再就各級別分別估計坵塊給水成數。對於用水級別之評定，所牽連之因子非常多，如坵塊位

置、灌溉順序、土壤性質、田區長度、作物類別、耕作方式等，均會影響各田區級別之判定，又各級別坵塊給水率之估計，難以精確求得，故對配水而言，此種計算用水量的方法，將無法對全輪區每一坵塊作公平合理之配水。

由於上述輪區內配水，必須按過去經驗推測損失標準，在配水計畫制定時，須要許多複雜之計算，始能獲得結果，因此必須予以簡化改進，才能符合時勢所需。

整體之系統配水是以上述之輪區內配水為基準，以各輪區取水口各生長期之流量，配合幹、支分線之輸水損失情形，再以上述之輪區配水方式，進行灌溉時間之演算，就可得到該輪區於系統取水口各生長期之需水量。對於幹、支分線之輸水損失，若有實測值則採用實測值，然在灌區之中幅員遼闊，不可能對所有之幹、支分線之輸水損失，進行實際之量測工作，因此在計畫之配水工作上，務必參考部分之相關實測資料估算之，而各級之水路其長短並不一致，若採用相同之值並不合理，因此務必加以修正之。

以上所述之各項計算，如：「現地給水成數」及「輸水損失」等，雖儘可能按照理論推測，一但實際進入系統調配時，應按實際配水狀況，逐年予以調整，使所預測之係數修正至與現地一致為止，一般要修正 3~5 年才可以獲得穩定可靠之數字。

3.3.2 正常期與豐水期之配水

對於水庫式灌溉用水係依既定耕作方式與灌溉制度，並視水源動態及現地情形，擬定灌溉計畫施行，在豐水期時依計畫引水，其餘水蓄於水庫，待枯水期充分應用，俾有效運用水資源；而對於河川取水系統而言，在豐水期之時因水源不虞匱乏，若在田間之灌溉水路系統尚可負荷之前，對於計畫用水以外之過剩水量若不加以取用，則多餘之水終將流入大海之中，形成水資源之浪費。因此，在豐水期之配水原則，當實際可取用水量達到計畫用水量以上時，則在渠道容量安全考量的範圍之內，儘量引水進入灌溉系統之中，對於水量之分配，除了依照既定之配水計畫進行配水操作外，對於剩餘水量之分配方式簡述如下：

在正常期與豐水期之配水時，表示當作物種植後對於某一灌溉時期，其輪區計畫用水量 (Q_i) 小於或等於系統取水口流量 (Q_s)。在正常時期可以依照計畫流量進行配水工作，但若河川是處於豐水期，則代表可取用水量大於計畫用水量，因此在渠道容量安全範圍之內，在某一生長期之實際取水量為 Q_j ，若屬豐水期則 $Q_j \geq Q_{sj}$ ，此時對於剩餘水量 ($Q_j - Q_{sj}$) 可應用輪區面積加權之方式，進行水量之分配工作。亦即：

$$Q'_{tij} = Q_{tij} + \frac{A_i}{A} \times (Q_j - Q_{sj}) \dots \dots \dots (3-3)$$

式中，

- Q_t : 輪區取水口計畫用水量 (cms) ;
- Q'_t : 超量灌溉分配水量 (cms) ;
- Q_s : 系統取水口計畫用水量 (cms) ;
- Q : 實際取水量 (cms) ;
- A : 灌區之面積 (ha) ;
- i : 輪區 (index of tertiary) ;
- j : 生長期 (index of growth stage) 。

上述方法於豐水期進行配水工作時，需考慮到渠道容量之限制，當渠道容量無法負荷時，務必調整水門取水量於渠道容量限制之範圍內，再進行水量之分配。

惟實際應用上，當河川水源之流量變化頻繁時，欲作上述之計算及閘門調節，將相當之繁瑣而耗費人力，故豐水期引進多餘之流量，並不作嚴格之平均分配，視現地需求之多寡予以分配。同時，在輪流灌溉之執行可暫粗放，以節省人力。今後政府如按照引水量收取水權費時，豐水期多引進之水量，將更需要作合理之節制。

3.4 降雨時之調節用水

凡可補充灌溉用水量（即減少渠道引水量）之天然降雨，皆稱為有效雨量。則降雨對於灌溉用水量之補充及如何來調節用水，可依其灌溉型態（河川引水、池塘或水庫型態灌溉）來加以區別。若為河川型引水灌溉，降雨即可依田間所需水量而達到即時之補充灌溉，但若超過田間需水量時，則須調節排水，以減少災害發生，而並不能達到蓄存利用。相對的池塘、水庫型灌溉則可於降雨時利用其他地形環境來蓄存並進一步調節利用而達到水資源之有效利用。在降雨時之配水執行時，各水利會所採用之方法因區域之特性而有所不同，茲以嘉南及桃園水利會水庫或池塘灌區所採用之運用方法說明如下以供參考：

1. 嘉南水利會運用方法：

嘉南灌區因缺水，乃採有效雨量以 30mm 先予以預扣併入灌溉水深（灌溉率）中處理。此外，由於嘉南灌區範圍遼闊，其降雨在區內常分布不均，且其主要水源烏山頭水庫系統，係一大規模之灌溉系統，分支

眾多，其水路並非管路系統，每次變動水量可謂勞師動眾，故所列降雨調節方法僅為原則，實際仍需視水源動態及現地情形機動調節。

(1) 水稻灌溉：

降雨量 (mm)	中小給水門減水量 (%)	減水時間 (天)	備註
40	20	2~3	視土質分別決定
50	50	2~3	
60 以上	停止供水	3 天以上	

說明：A 表列減水量係降雨量超過 30 公厘以上時適用之。

B 降雨量 30 公厘以下時即採用有效雨量預扣之方法併入灌溉水深予以扣除，提高灌溉效率。

(2) 旱作（甘蔗、雜草）灌溉：

日降雨量 (mm)	中小給水門減水量		說 明
	流量 C.M.S	減水日數(天)	
31~40	1/3Q	3	1. Q 表示灌溉核配水量。 例如降雨量達 31~40mm 時中小給水門流量 1/3 而繼續停放 3 天。 2. 本標準係於灌溉前五天降雨時適用之。
41~50	1/2Q	5	
51 以上	停止灌溉		

2. 桃園水利會運用方法：

(1) 利用標準：

以過去 20 年間逐用（灌溉期間）利用率為準。

A 單獨日雨量在 5 公厘以下者視為無效（即二日以上有用，僅在某一日降雨在 5 公厘以下，以後又繼續二日以上無雨，視為單獨日雨量）。

B 超過 5 公厘以上之日雨量，雖儘可能貯留至田埂高度（約 100 公厘）之水深，但因在降雨前適值灌溉終了，田面已貯有相當水深，或田面正需排水，為安全計，以日雨量在 5 公厘至 30 公厘之間，均視為有效，日雨量超過 30 公厘者，其超過部份視為無效，但應加算一日之田面消失水深 6 公厘。即 36 公厘以上之超過部份視為無效。

C 田間消失水深為安全計，每日估計為 6 公厘。

D 數日連續降雨，視為一次連續雨（中間僅隔一日無雨亦同視為連續

雨)，此時如連續期間之降雨量 30 公厘以下者為有效，如 30 公厘以上者，即基本之 30 公厘及其連續日數之田面消失水深（每日 6 公厘）之和視為有效，餘視為無效。

(2)利用方法：

A 單獨日雨量在 5 公厘以下時照常配水（即指前後二天以上無雨，僅在某一日降雨 5 公厘以下，以後又繼續二日以上無雨者）。

B 日雨量在 5 公厘至 6 公厘者斷水一日。

C 日雨量在 10 公厘至 15 公厘者斷水二日。

D 日雨量在 16 公厘至 21 公厘者斷水三日。

E 日雨量在 22 公厘至 27 公厘者斷水四日。

G 日雨量在 28 公厘至 33 公厘者斷水五日。

H 如降雨持續至二日以上時（如數日降雨量僅間斷一日無雨，以後又繼續降雨之時仍視為持續降雨），應就前列 B 至 H 項之標準雨量加每日田間消失水深（暫定 6 公厘）為有效而須重加計算斷水日數。

I 雨量測記以各工作站內之雨量為準。

J 秧田用水、旱作用水及裡作用水之有效雨量不在此範圍內。

第四章 乾旱缺水時期因應對策

台灣地區現有耕地 873,378 公頃，其中有灌溉之水田面積為 459,335 公頃，灌溉之作物則以水稻為主，又水田灌溉用水量為農業用水之大宗，故亦是乾旱時期受害之主要探討對象。

一般而言，受乾旱之影響最大常發生在整田期，因整田期係將田區土壤水分自乾田轉換為飽和水田狀態，田區一次灌水深度往往高達 120 至 200 mm，就坵塊用水而言相當於本田用水正常用水量之 1.5 至 2.5 倍之多，換句話說，乾旱發生時，若能突破整田期灌溉用水量瓶頸，順利整田插秧，則旱災之威脅即可減至最低。台灣地區一期作之整田插秧期（二、三月）適逢枯水季，較易發生乾旱。又因為人口增加，都市及工業發展迅速，公共給水及工業用水，均逐年增加趨勢，且農耕方式逐年採用機械化，整田期縮短集中，需水流量增加，致農田用水發生因枯旱而缺水的頻率增加，尤以平常即為缺水的地區，旱象更是經常發生。

救旱工作之執行，所牽涉的因子十分複雜，諸如乾旱發生之時間、地點、乾旱程度、救旱水源等，皆為重要之影響因子，姑不論其方法如何，但其救旱最終目的是一致的。換句話說，在乾旱期間，能以最少水量、最短時間，藉由救旱政策之執行，達到最高之水資源利用率，減少災害至最低程度，此即救旱之目的所在。救旱對策之擬定及執行，將因地域條件之不同而有所差異，供水系統為救旱水源之重要參考因子，灌溉系統依水源不同分水庫系統、河川系統、埤塘系統、地下水系統及綜合系統等。

台灣地區各農田水利會，每逢枯水期，均預先綢繆因應之救旱措施，動員水利會各級工作人員，傾全力投注於救旱工作，農民在觀念上亦認為應設法繼續種植水稻，並使之順利結穗生產，因此，在枯旱缺水期間，各方面均設法尋找補助水源，研擬救旱計劃，加強配水管理，以渡過枯旱缺水難關。

台灣地區灌溉水源計畫之基準年，基於經濟原則，對於乾旱之頻率，一般係採用四至五年一次乾旱之頻率年，並不是以充分確保農業灌溉用水之安全設計，亦即約每四、五年即可能出現一次用水不足之情況，或平均每年可能有 20 至 25% 之缺水機率。遇超過計畫基準年以上之乾旱年，用水呈不足情況，是不可避免之事，亦是意料中之事。因此，農田水利會為灌溉營運，除需訂定平水時期之正常灌溉計畫外，尚須準備一些針對一旦發生乾旱時之因應措施及臨時救旱設備。

全省各農田水利會之灌溉管理營運，除訂有平常之灌溉計畫外，對於乾旱時期，應事先對各灌溉系統灌區之可忍受缺水程度，分別訂定不同缺水程度之配水計畫及救旱措施，並報經主管機關核備後公告，以備實施。並須預

為準備及演練有關配水操作之細節與方法及救旱所需之設施與事項，以應隨時需要。行政院農業委員會有鑑於此，曾於七十五年所研訂「乾早年調整水量分配標準及救災處理制度」，針對不同缺水程度，定訂灌溉因應營運措施之基本指導原則，略述如下：

- (一)水源供水量在缺水時期達計畫用水量 75% 以上時，其配水營運之田間灌溉，採加強灌溉管理，維持原訂施灌期距，以減水深法按原計畫減少配水量行之。
- (二)水源供水量在計畫用水量 75% 以下時，其配水方法，應視實際情形，以延長灌溉期距，實施非常灌溉。非常灌溉可依嚴重程度，選擇下列施灌方式間斷配水管理，並以公平為原則：
 1. 輪區與輪區實施輪流配水（輪區輪灌）
 2. 支分線別實施輪流配水（支分線輪灌）
 3. 幹線或埤圳別間實施輪流配水（圳別輪灌）
- (三)由水庫蓄水及河川引水供應之灌區，其預估水源可供水量如低於計畫用水量 50% 時，管理機構對已種植之農田，除實施非常灌溉外，必要時得呈請主管機關公告部分農田轉作或停灌休耕。
- (四)為救旱措施使用備用抽水機，抽取可能補給水源之水量。
- (五)預先訂定缺水時期之轉作及停灌之分區順序，並提早公告。

4.1 乾旱時期水量分配原則及救災措施

4.1.1 水量分配原則

依據行政院農委會於民國七十五年間所研擬並經行政院經建會之「乾早年調整水量分配標準及救災處理報告」，其中有關乾旱時期調整水量分配之原則，經整理略述如下：

- (一)對未來長期發展用水需要，主管機關應要求及協助各用水標的事業人或管理機構，及早開發水源，解決其自身用水需要。對經常性之乾旱缺水，各用水標的管理機構，應自行研訂節水措施，勸導用水者節約用水，共渡缺水難關。不得因投資困難，不積極開發新水源而欲移用其他標的用水，以致增加困擾。
- (二)在非常枯旱時期，人類生命之維持最為要緊，其他標的用水自可支援家用及公共給水之緊急需求之不足，但依水利法優先移用水量時，基於缺

水時期須本節約用水精神及公平合理原則，應以供給至「維持生命及基本生活所必需之水量」為限。前項「維持生命及基本生活所必需之水量」基準，建議訂為該計畫用水量之70%。前項「優先用水者」，應給以適當補償。其補償金額，由雙方協議定之。協議不成，再由上一級水利主管機關按損害情形核定補償，責由優先用水人負擔之。超過70%部分之移用水量，須經農業用水管理單位報請主管機關同意後，由雙方自行協議。

(三)在非常枯旱時期，除前項支援家用及公共給水之緊急需求「維持生命及基本生活所必需之水量」外，平常低順位用水標的之管理機構認為可忍受部分用水商讓不致犧牲其事業情況下，各用水人自得視實際情形相互商議酌情支援部分水量，對其「支援用水」之補償金額，由雙方及水源管理機構會同商議定之，惟如商議不成，主管機關不干預此部分之支援用水。

4.1.2 農田水利會灌區之救旱措施及財源

發生乾旱乃屬天然災害，並非政府之責任，但為協助農民維持基本生活及社會安全秩序，對於農田水利會灌區遭受旱災及灌溉水被移用時，依不同情況，政府採取之救災處理原則如下：

(一)救旱措施

- 1.發生乾旱時，經政府公告輔導完全休耕或棄耕而無耕作收入地（包括稻作及早作），全免水利會會費，大型工程費予以緩徵一期，每公頃稻作由政府予以補助稻穀1.0公噸，早作予以補助稻穀0.5公噸，並以公價折算支付。
- 2.發生乾旱時減少供水，並由政府臨時輔導稻田轉作者，予以按規定減收水利會會費，但不予補助救濟。其臨時轉作輔導措施，由農業主管機關另訂。
- 3.發生乾旱時，經政府公告輔導休耕或棄耕，事後再遇降雨可灌溉及時恢復原計畫作物者，視作物減產情況酌予減收水利會會費，但不另予救濟補貼。
- 4.水利會加強配水管理及緊急設法救災水源之費用等，事後由主管機關審核後，如認為有必要，由政府預算以救災科目撥助水利會。
- 5.水利會會費，除公告休耕地區及完全停止供水地區全免外，其餘地區，最多以減少50%為限。

註：目前（民國八十九年）會費及大型工程費皆由政府全額補助，公告休耕或轉作部份另頒補助辦法。

(二)救旱財源

- 1.各農田水利會預算內依規定編列之意外事故準備金。
- 2.水量被移用所得之補償金額，合併上項財源統籌支用。
- 3.前二項財源運用後，如有不足再向政府（地方政府及中央政府）申請以救災科目支援。

註：上述 2.水量被移用所得之金額，合併上項財源統籌支用，在實務上尚有爭議。如最常發生亢旱經政府公告停灌之烏山頭水庫灌區一期作水稻，其當時可供移用之水量其實係自去年之二期作水稻即因旱象趨勢，施行間歇灌溉減水措施，且秋、冬季甘蔗、雜作灌溉計二次不施灌後，水量累蓄水庫才有水被移，而且一期作期間除水稻外，尚應有春季第一、二、三次甘蔗、雜作灌溉因水量被移用而無法施行，故其移用補償金額應係屬全灌區農民共享，並非專屬某期作或某灌區委會，實務上均由水利會依會務委員會議決統籌用於水利小組費用回饋委員。況且政府公告停灌所發之休耕補貼，係屬天災救濟金，其和移用供某標的使用之補償費性質迥異。

4.2 乾旱缺水期之配水方法

乾旱為氣象水文之極端現象，世界各地皆有乾旱，其主要現象為雨水匱乏，致在某一水經理系統下，河溪流量不能順利供應現有民生用水及作物需水時，所發生之週期缺水現象。通常將年降水量少於 250 公釐（mm）的地區稱為乾旱地區，年降雨量 250~500mm 地區稱為半乾地區，全球有 25% 地區屬乾旱地區。

根據美國氣象局公報，旱象存在於某一時期及地域，依期間長於 23 日以上且雨量僅及平均之百分之十者為準，而臺灣則以連續 50 日以上不降雨謂之小旱(The small scale drought)連續 100 日以上不降雨謂之大旱(The large scale drought)。

就農業觀點言之，所謂農業乾旱(Agriculture drought)根據 J.W Smith: "Agriculture Meteorology" 中解釋乃指在某一期間因雨水之不足而致水份缺乏和土壤乾燥而遂使作物不能正常生長及成熟所發生之天然災變。其現象為作物耗水多於吸水，導致作物體內水分過度缺乏水分而受害。農業乾旱由於發生原因不同，有大氣乾旱、土壤乾旱、生理乾旱之分。其中危害較普遍且損

失較嚴重的為土壤乾旱。大氣乾旱延續時間長時，亦能導致土壤乾旱。

全球約有一半以上之地區，年降雨量小於 500 公釐 (mm)，經常出現不同程度的乾旱。而雨量較豐的地區，亦因降水分配不均而發生春旱、夏旱或秋旱。乾旱發生及其危害程度，除與氣候條件（氣溫、相對濕度、輻射、降雨等），土壤性質（質地、構造、有效水分、保水力等）有密切關係外，尚與作物種類、品種、生育階段、生長狀況，以及耕作栽培技術有關。良好之灌溉設施，是預防乾旱之根本保證。但合理之種植制度，耐旱作物選取，增施有機肥料，做好乾旱預報，科學之灌溉節水用水技術等，均為防旱抗旱之有效措施。

臺灣屬亞熱帶海島型氣候，降雨量雖豐沛，惟降雨季節與地區性之分布不均，豐枯水期明顯，河川流量變化甚大，枯水期可供利用之水源有限，供應各標的用水常感不足。乾旱發生時間多在冬春季，以十月至翌年三月為多。

由於各農田水利會之環境條件不盡相同，耐旱程度也有所差異，制定的救旱模式也不盡相同。一般而言，救旱對策之擬定，是根據灌溉排水原理的標準，配合各地區不同之地理、氣象等條件及耐旱程度，定出各地區灌溉需水量標準，然後以供水率之大小來制定各個農田水利會的救旱對策。

目前存在的救旱對策，是依供水率來判定乾旱程度，當供水率不足，而能以加強灌溉管理方式渡過缺水期者，仍視為安全階段，當供水率下降，則必須實施緊急灌溉。一般以輪區進水口為界，上游系統灌區，採大區輪灌或延長期距等措施；而下游輪區，則開闢新水源，施行小輪灌制度，亦可渡過難關；但若供水率持續下降，則判定已達危險期，必須放棄部份灌溉面積，甚至實行轉作或休耕。

4.2.1 傳統之配水方法

在乾旱缺水時期，供給水源低於計畫用水量，可採行之灌溉方式亦相當的多，且各水利會之水源特性不同，實施方法也有所差異，一般而言所採用之方式為非常灌溉，非常灌溉是一種臨時的灌溉方法，又稱“間歇灌溉”。當灌溉水源枯減，既不能全面續灌供水，亦無法按輪區單區順序依時供水時，為減輕災害損失，採用這種臨時的灌溉方法。依據臺灣省灌溉事業管理規則第十七條規定，其供水順序為：

1. 農作物生長期間迫切需水之田地、
2. 用水少而生產量多之田地、
3. 接近水源而圳路滲透損失最少之田地。

採用之方法有：均勻遞減法（又稱減水深法）、輪距延長法、分組輪灌配水法、減少灌區面積法等。

1. 均勻遞減法（又稱減水深法）

一般缺水在微量不足之狀況下，採取加強人為管理方式，可減少操作上之損失，藉由均勻遞減各用水量之方法，可公平的調整各輪區新分配的計畫需水量。

均勻遞減水量法乃指少量缺水狀態時，整個灌區所缺少的水量，公平的由各輪區分擔，以遞減輪區需水量之方式，共度缺水的難關。至於各輪區重新分配到水量的多寡，則由均勻遞減係數來決定，均勻遞減係數是由各進水口的取水率計算得知，作為重新分配水量之調整依據。亦即視水源水量實際減少程度，依照配水比率減少各系統之配水量，至於田間灌溉則仍維持原訂輪距，以減少水深執行之。

例如某系統原計畫灌溉水深為 12 公厘/日，輪距為 5 天，若水源減少 30% 時，則應用均勻遞減水量法，灌溉水深應減為 8.4 公厘，輪距仍維持 5 日。

2. 輪距延長法

視作物生育階段，在不影響作物生長之原則下，維持原一次灌溉水深，延長輪距實施配水。如原輪距五日，延長輪距為八日。灌溉一次之水深則維持不變。

3. 分組輪灌配水法

當灌區缺水較為嚴重時，而以均勻遞減水量法實施配水時尚無法滿足配水之需求時，則可以採用灌區分組之輪流灌溉方式。採取分組輪灌方式主要是以集中有限之取水量施灌，藉以提高灌溉效率，同時利用施灌之地區內流量充裕，對於分水與配水作業較易控制施行，且在全區管理作業上僅需控制各組別進水口之流量與分配時間即可，達到公平配水之目的。

對於支線、分線為主體之大灌區輪灌，所輪灌之對象是以輪區內之單位輪區間之輪灌為主，其分組輪灌方式甚多，但須遵守下列之輪灌原則：

- (1)以輪區作為每一單元，不能任意分割，故系統之分組不能將同一輪區分割至兩個不同的組別。
- (2)分組時，各組需水量之差值越小越佳。
- (3)為使有限之灌溉水源發揮最高之效率，應實施集中灌溉為原則。

(4)分組後之配水流量必須符合渠道容量之限制。

4. 減少灌區面積法

水源銳減至上述方法無法執行時，則停止部分農田配水，其處理方式可分二種：

(1)集中法：

將水量集中灌溉於滲漏最小，效率最大灌區，而其他灌區停止供灌。

(2)平均分配法：

停止供灌面積，依水源水量減少程度，按配水比率分配於各支分線系統。亦即按各配水田坵之面積，依缺水率減少灌溉面積。

5. 其他配合措施

除上述之各項缺水期之配水方法外，其他應配合之措施有：

(1)抽用地下水：

灌區內如有可靠之地下水源可資利用者，應擬具計畫，經核定後予以開發利用。

(2)利用回歸水

尋找灌區內可資利用之回歸水，擬具計畫後引用。

(3)加強管理

水利會灌區如發生嚴重乾旱時，用水管理人員應即停止一切休假，依照救旱措施所訂工作要領切實執行非常灌溉工作。

(4)協調農民錯開插秧時期

乾旱發生在整田期間，而水源水量銳減，經採取非常灌溉，倘仍無法克服時，應協調農民，在不影響作物生育原則下，盡量錯開插秧時間。

(5)水田轉作或休耕

配合政府水稻田停灌轉作政策，將水田轉作為可節省用水或耐

旱之雜作，如無水源可供灌者，應考慮休耕。轉作地區應選擇輸配水損失大，需水量多之灌區，並宜以整灌溉系統為劃定區，以利配水管理。

4.2.2 機動性之配水方法（K 係數法）

台灣地區之灌溉地表水來源主要有水庫取水系統及河川取水系統二種，河川取水系統之用水特性與水庫供水系統稍有不同，在河川取水系統中，因其流量受氣候之影響甚鉅，且其變動性較大，加上台灣地區之河川均屬短而陡之型態，在豐水期過多之水若不加以取用，則將迅速直流入海而無法利用。因此，對於河川取水系統之灌溉計畫之擬定原則，在尖峰用水期勿使高用水階段集中於同一時期，可採取系統別錯開之方式以降低尖峰用水；若在水源水量充足之情況下，則在不影響渠道安全之範圍內儘量取水，這多取之水量不但可以減少部份管理工作，更可提供給生產、生活、生態三生用水中之生活及生態用水；因此對於河川流量不穩定情況下之配水，於水量調配時應有一可行之管理措施以因應之，尤其是在水源引進水量低於計畫用水量之缺水情況下，更應有針對缺水情形下尚能以公平、合理之原則達到適時配水之對策。

(一) Factor of Loss

一般通用之水路輸水損失（包括操作損失）表示方式為：

$$S = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$$

式中

S : 水路輸水損失

Q_{in} : 入流量 (m^3/s)

Q_{out} : 出流量 (m^3/s)

亦即

$$Q_{in} = \frac{Q_{out}}{(1-S)}$$

由於 S 值介於 0 與 1 之間，為便於應用起見今將其轉成以田間為基準之形式時，其表示方式為：

$$Q_{in} = (1+S')Q_{out}$$

則 S' 與 S 之關係可以表示為：

$$S' = \frac{S}{1-S}$$

此一 S' 值即為輸水損失水量佔所轄灌區之灌溉需水量之比例，而 $(L=1+S')$ 稱之為損失係數 (Factor of Loss)，其所代表之意義以輪區之情況加以說明如下：若當損失係數為 1 時，此時 $S'=0$ ，表示系統並無損失之情形，故 $Q_{in}=Q_{out}$ ，此一情形在實際之狀況下是不可能發生的；而當輸水損失增為 20% ($S=20\%$) 時，則 $S'=25\%$ 此時之損失係數為 1.25，而其所表示之意義為：當田間需要 1 單位之水量時，在輸水損失為 20% 之情況下，則在輪區取水口務必供給 1.25 個單位之水量方能滿足輪區內田間所需之水量。

就輪區之損失係數而言，台灣地區在農地重劃時，對於輪區之設計係採用 50 公頃為基準，依照過去全省各水利會長期營運觀測之結果，輪區之平均損失係數約為 1.15~1.25 間，但是在輪區群中，由於各個輪區之面積差異甚大，小至數公頃，大至數百公頃，在大小上並非一致，因此若所有之輪區均採用同一平均值，勢必無法達到公平且合理之配水結果，因此在實用上應以實際之面積、水路等條件加以修正之，輪區損失係數 (L_{ti}) 之修正方式為：

$$L_{ti} = 1 + S_i F$$

式中，

- L_t : 輪區損失係數；
- S : 輪區輸水損失 (%)；
- F : 輪區面積大小之權因子；
- i : 輪區 (index of tertiary)。

S_i 為輪區內中小給之輸水損失，依照過去全省各水利會長期營運觀測結果，以輪區面積為 50 公頃之情形下，輪區內之中小給平均輸水損失約為 15%~25% 左右，就整個灌溉系統之中，各輪區面積之不同，在應用上若採用同一標準亦不合理，因此對於各輪區間之中小給之輸水損失亦需加以修正，其修正方式如下：

$$S_i = A_i S_0$$

式中，

- S : 輪區輸水損失 (%)；
- S_0 : 單位面積之輸水損失 (% / ha)；
- A : 輪區面積 (ha)；
- i : 輪區 (index of tertiary)。

則，面積與水路之權重因子 (F) 可表為：

$$F = \frac{\left(\sum_{i=1}^n S_i / n \right)}{\left(\sum_{i=1}^n A_i S_i / \sum_{i=1}^n A_i \right)}$$

(二) 用水計畫

用水計畫之制訂是在作物種植之前以田間需求面 (Demand) 之觀點，在不考慮水源之情況或田間水路之狀況下，推估全灌區之需用水量。因此只要有轄區之面積、作物各生長期之用水標準及損失係數，即可迅速求得取水口所需之流量。其計算方式簡述如下：

由前述輸水損失係數 (factor of loss) 之觀念，各輪區取水口各需水期之需水量，可經由各輪區之面積與該區之田間灌溉需水量、輪區損失係數等推求而得，其表示方式為：

$$Q_{tij} = \text{FIR}_j \times A_i \times L_{ti}$$

$$\text{FIR}_j = \text{CWR}_j + P - \text{AR}_j$$

式中

- Q_{tij} : 第*i*輪區第*j*生長期之輪區灌溉需水量 (ℓ/s) ；
- FIR : 田間灌溉需水量 (ℓ/s/ha) ；
- CWR : 作物需水量 (ℓ/s/ha) ；
- A : 輪區之面積 (ha) ；
- L_t : 輪區損失係數 ；
- P : 田間滲漏量 (ℓ/s/ha) ；
- AR : 有效雨量 (ℓ/s/ha) ；
- i : 輪區 (index of tertiary) ；
- j : 生長期 (index of growth stage) 。

在求得各輪區取水口各生長期之流量之後，另行考慮幹、支分線之輸水損失係數，就可得到該輪區於系統取水口各生長期之需用水量。對於幹、支分線之輸水損失，若有實測值則採用實測值，然在灌區之中幅員遼闊，不可能對所有之幹、支分線之輸水損失，進行實際之量測工作，因此在計畫之配水工作上，務必參考部分之相關實測資料估算之，而各級之水路其長短並不一致，若採用相同之值並不合理，因此務必加以修正之，本研究對於水路損失係數 (L_s) 是依照水路距離之長短加以修正，其修正之方式為：

$$L_{si} = 1 + C_i G$$

$$C_i = L_i C_0$$

$$G = \frac{1}{\left(\sum_{i=1}^n L_i / n \right)}$$

式中

- L_s : 水路系統損失係數；
- C : 水路系統輸水損失；
- G : 水路長短之權重因子；
- L : 水路長度 (m) ；
- C_0 : 水路系統輸水損失實測值；
- i : 輪區 (index of tertiary) 。

則，在考量輪區面積與水路長度之權重後，系統取水口之輪區灌溉需水量可以表示如下：

$$Q_{sij} = \text{FIR}_{ij} \times A_i \times L_{ti} \times L_{pi} \times L_{li}$$

式中，

- Q_s : 系統取水口之灌溉需水量 (ℓ/s) ；
- FIR : 田間灌溉需水量 ($\ell/s/\text{ha}$) ；
- A : 輪區之面積 (ha) ；
- L_t : 輪區損失係數；
- L_p : 幹線輸水損失係數；
- L_l : 支分線輸水損失係數；
- i : 輪區 (index of tertiary) ；
- j : 生長期 (index of growth stage) 。

(三)配水計畫

配水計畫亦是在作物種植之前所制訂之計畫，其與供水計畫之差別乃配水計畫是以供給之觀點，並考慮水源與田區水路之情況下所做之用水調配計畫。其所考慮之重點，在水源方面是依照歷年之用水情況，並依照過去之水文記錄，預估可用水源以作為供水之標準；在水路之考量方面則是針對各幹、支分線之渠道容量限制，限定其最大通水量。故整個配水計畫是考量可

用水源、水路容量限制、作物種植時刻等相關因素，所制訂之供水計畫稱之為配水計畫。配水計畫與配水作業並不相同，配水計畫是在作物種植之前所擬定者；而配水作業是在作物種植之後，依照所引進之水源水量，配合田間之需求情況，在田間進行之水量調配工作。

灌溉需水量會隨著作物生長之過程與管理方式，而呈現不同之用水標準。對於水稻作物之種植而言，其尖峰用水是發生在稻作插秧期之整地末期，若在灌區中各個輪區集中於同一時期進行整地作業，則在水源供水能力或幹支線之輸水系統容量，將難承載所需之尖峰用水量。因此，為了大量遞減尖峰用水量，在配水計畫之製作上是將整地日期加以錯開，使整地期之幹支線輸送水量在其容許之範圍內。

(四)機動性配水

實地之配水作業是在作物種植之後，根據現有之水源情況所因應之水量調配工作，就農田永續利用之觀點，由於降雨在時空上的分佈不均的情況，造成供應水源之流量不穩定而發生變動，在缺水期無法充分的灌溉，作物生長所需之水量欠缺之部分是由毛管水所供應，也因此讓土壤中之鹽鹼類累積或上升，造成鹽鹼地的發生，為能讓農地永續之利用，日後必當補充更多之水量予以淋洗，才不致形成鹽鹼地而無法利用。

本研究就農田之永續利用的觀點，進行配水作業的研擬，在缺水期無法達到田間耕作之正常供水情況時，如何利用適當之灌溉營運措施，將微量的水源在適當的時機，合理地分配至各田區，提供作物維持合理產量所需之水量，藉以提出水源不足時田間之灌溉營運技術，來達到田間灌溉之需求；而在豐水季節時應在渠道容量許可的情形下儘量引水灌溉，將多餘之水量加以分配至全區中，對土壤加以淋洗，冀以減少在缺水期因灌溉不足所引起之不良後果，讓地力得以保持並達到農地永續利用的宗旨，進而達到生產、生活、生態三生的目的。

在水源不穩定之情況下其水量調配工作顯得較為複雜，為因應水源之變動情況，本研究提出以下之水量調配方式，進行實地配水作業之參考，其配水作業之流程如圖4-1所示。

1. 豐水期之配水

對於河川取水系統而言，在豐水期之時因水源不虞匱乏，若在田間之灌溉水路系統尚可負荷之前，對於計畫用水以外之過剩水量若不加以取用，則多餘之水終將流入大海之中，形成水資源之浪費。因此，在豐水期之配水原則，當實際可取用水量達到計畫用水量以上時，則在渠道容量安全考量的範圍之內，儘量引水進入灌溉系統之中，對於水量之分配，除了依照既定之配水計畫進行配水操作外，對於剩餘水量之分配方式簡述如下：

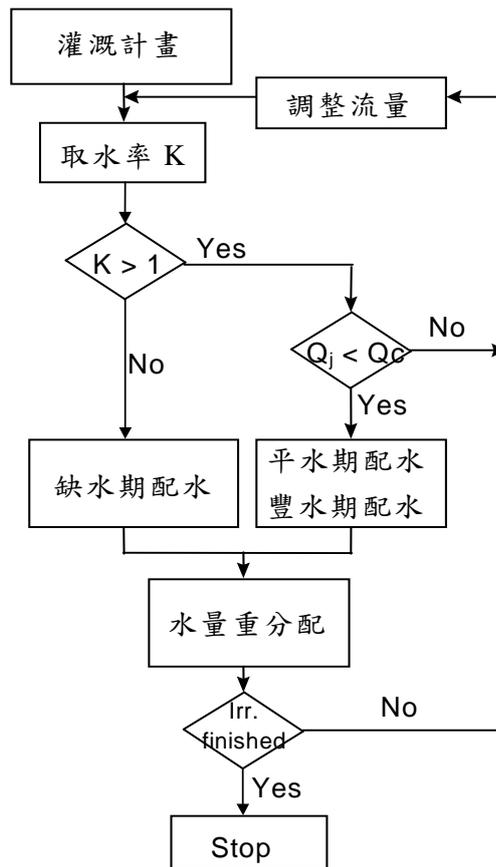


圖4-1 機動性配水流程圖

當作物種植後對於某一灌溉時期，其輪區計畫用水量 (Q_t) 相對取水口流量 (Q_s) 關係可以表示為：

$$Q_{si} = Q_{ti} \times L_{si}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= \sum_{i=1}^n Q_{si} \\ &= \sum_{i=1}^n (Q_{ti} \times L_{si}) \end{aligned}$$

而損失水量 (Q_{sl}) 可表為：

$$\begin{aligned} Q_{sli} &= Q_{si} - Q_{ti} \\ &= (L_{si} - 1) \times Q_{ti} \end{aligned}$$

$$Q_{sl} = \sum_{i=1}^n Q_{sli}$$

$$= \sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{ti})$$

式中，

- Q_s : 系統取水口計畫用水量 (cms) ;
- Q_t : 輪區取水口計畫用水量 (cms) ;
- L_s : 水路系統損失係數 ;
- Q_{sl} : 損失水量 (cms) ;
- I : 輪區 (index of tertiary) ;
- N : 總輪區數。

若河川是處於豐水期，則代表可取用水量大於計畫用水量，因此在渠道容量安全範圍之內，在某一生長期之實際取水量為 Q_j ，若屬豐水期則 $Q_j \geq Q_{sj}$ ，此時對於剩餘水量 $(Q_j - Q_{sj})$ 可應用輪區面積加權之方式，進行水量之分配工作。亦即：

$$Q'_{ij} = Q_{ij} + \frac{A_i}{A} \times (Q_j - Q_{sj})$$

式中，

- Q_t : 輪區取水口計畫用水量 (cms) ;
- Q'_t : 超量灌溉分配水量 (cms) ;
- Q_s : 系統取水口計畫用水量 (cms) ;
- Q : 實際取水量 (cms) ;
- A : 灌區之面積 (ha) ;
- i : 輪區 (index of tertiary) ;
- j : 生長期 (index of growth stage) 。

為了簡化配水作業中之繁複水量計算與決策之過程，本研究引用過去各水利會以取水率之水量分配方式加以修正之，研擬符合簡便、快速、公平與合理之原則下之水量分配方式，此一較為簡便之分配方式，乃根據引進水量與需水量之比例加以調整之方法，稱為 K 係數法 (K factor)，不論是在豐水期、平水期或缺水期下，均可依照 K 係數法之分配方式，將引進水量公平合理的分配到各個田區之中，K 係數法之表示方式稱為有效灌溉取水率，即：實際之有效灌溉取水量 (實際取水量 - 系統輸水損失) 與計畫之有效灌溉用水量 (計畫用水量 - 系統輸水損失) 之比，亦即：

$$K = \frac{Q_j - Q_{slj}}{Q_{sj} - Q_{slj}}$$

式中，

- Q : 實際取水量 (cms) ;
- Q_s : 計畫用水量 (cms) ;
- Q_{sl} : 輸水損失量 (cms) ;
- Q_j-Q_{slj} : 第j生長期之實際有效灌溉取水量 (cms) ;
- Q_{sj}-Q_{slj} : 第j生長期之計畫有效灌溉用水量 (cms) ;
- j : 生長期 (index of growth stage) 。

在豐水期之水量分配，以應用 K 係數法之配水方式，係考慮輪區面積加權與水路長度加權之方式，配合灌區設計時對水頭之要求，重新分配水量，因此各輪區在豐水期 (K > 1) 之重新分配水量 (Q'_{tij}) 為：

$$Q'_{tij} = K \times Q_{tij}$$

在應用 K 係數法於豐水期進行配水工作時，需考慮到渠道容量之限制，當渠道容量無法負荷時，務必調整水門取水量於渠道容量限制之範圍內，再進行水量之分配。

2. 缺水期之配水

缺水期時之配水方式，因為牽涉到的方法較為複雜，傳統之配水方式係以引水量之多寡 (取水率) 決定因應之配水對策，一般而言有：加強灌溉管理方式、減少灌溉水深 (均勻遞減法)、輪流灌溉法 (大輪灌、小輪灌)、延長輪距法等等。而且各水利會因基本條件之不同，所採用之標準亦不一致，對於水資源之決策者容易造成困擾，本研究對於缺水期之配水標準係引用 K 係數法，已經將不可避免之損失列入考慮之範圍內，對於水量之分配是考慮可以有效應用之水量，因而可以採用同一標準，本研究對於缺水期之配水方式採用之方式，在輕微缺水時應用 K 係數法進行均勻遞減之水量分配，在缺水較為嚴重時採用 K 係數法進行分組輪灌之配水作業。

(1) 均勻遞減法

若水源之水量在輕微不足之情況下，此時水量雖減少但尚可提供足夠之水頭以供灌溉之用，此時可採用加強人為管理之方式配合均勻遞減水量之措施，調整各輪區之分配水量。均勻遞減法係將全灌區缺少之水量，依照各輪區需水情形平均負擔之，故對於不足之水量亦可採用面積加權法或 K 係數

法進行水量之調整分配工作，其分配之方式與豐水期之配水方式相同，不同的是此時之 K 值小於 1。

(2)分組輪灌法

當缺水情形較為嚴重，致使水源無法全面提供有效足夠之水頭同時灌溉全灌區時，此時務必採用灌區分組之輪流灌溉方式，集中有限之水量，以較大之流量灌溉其中之部分區域，減少不必要的輸水損失，而其餘之地區則處於暫時停止供水之狀態。

採用灌區分組之輪流灌溉方式時，因系統配水作業僅負責將水送至輪區口，而不干涉輪區內之配水操作，故在實施分組時應以輪區為最小單位，對輪區不可加以分割，且不能破壞輪區間之連續性，於分組配水之同時配合均勻遞減法，使各組之水量差異達到最小之目標。

於缺水期以灌區分組輪灌之方式進行配水時，其輪灌期距與所劃分組數之決定乃根據灌區土壤之 TRAM 與作物之耐旱程度而定，其分組之原則首先係根據土壤之 TRAM、作物類別與生長時期決定輪灌期距，然後再配合該生長期之作物耐旱程度，決定最大分組數目，最後依照實際引進水量決定其輪灌分組方式。

至於決定最佳分組灌溉情況可根據 K 係數法 (K factor) 加以判別之，當 K 值大於 80% ($K > 0.8$) 以上時，採不分組之型態以前述之均勻遞減方法分配水量；若當 K 值小於 80% ($K \leq 0.8$) 以下時，為便於說明起見以最大分 4 組之情況為例，則其可能之分組情況視 K 值而定，K 值之臨界值分別如下表 (表 5-4) 所示。

一般而言，最大分組數目視所種植之作物其耐旱程度，與該地區土壤之保水力情況而定，當水源水量極度缺乏使得規劃之分組數目大於最大分組數目時，則無論應用何種灌溉方式均無法滿足灌溉之所需，此時唯有犧牲部份地區不予灌溉才能持續整個地區之灌溉。

表4-1 臨界K值與輪灌組別

臨界K值	輪灌組別	說明
1.00	1/1	全區均灌
0.75	3/4	分四區灌三區
0.66	2/3	分三區灌二區
0.50	1/2	分二區灌一區
0.33	1/3	分三區灌一區
0.25	1/4	分四區灌一區

4.3 各水源不同缺水程度時之採行措施

4.3.1 河川供水系統

依據長期水文資料之統計分析，在一年當中，可利用之水量、時間、地域等均有其特性，每年春季常有季節性之缺水現象，夏季偶而亦有缺水，因河川坡陡本身調蓄水之功能甚小，故發生缺水之情況最為頻繁。每遇缺水期，水利會及農民即不惜投入人力、財力以救旱，故對救旱措施已頗有經驗。各不同缺水程度時應採行措施如次：

(一) 缺水率在百分之十時：

1. 應備妥各種乾旱程度之灌溉計畫及配水方法，召開研討會，使水利會全體員工與水利小組充分溝通，共同認識，同心協力推行救旱工作。
2. 加強用水調配，提高灌溉效率。
3. 按原訂灌溉計畫分水比率切實執行。
4. 鞏固河川水源取水設施，防止漏水。
5. 盡量利用可用水源，如在排水溝攔水或利用迴歸水補給。

(二) 缺水率在百分之二十時：

除應辦理前列缺水期之各項措施外，應再辦理如下列要項：

1. 召開救旱應變措施研討會，機動調整不同灌溉系統之配水，並報請主管機關核備及宣導水利小組配合實施。
2. 錯開用水尖峰時期，如在水稻整田插秧期間，盡量集中水量以利插秧推行進度加快，旱作物灌溉暫停或錯開。
3. 如稻作已進入本田時期，可延長輪距。
4. 雇用掌水工執行配水。
5. 動用抽水機，抽取地面水或地下水為補充水源。

(三) 缺水率在百分之三十時：

除應辦理前列缺水期之各項措施外，應再辦理如下列要項：

1. 再研擬修訂並變更公告配水時間及實施要領。

- 2.減少灌溉水深或再延長輪距。
- 3.公告實施埤圳別或幹支線別間歇輪灌。
- 4.如為整田插秧期，勸導會員改種少用水量之作物。
- 5.尋找其他水源，架設臨時抽水機抽水補救。
- 6.動員員工救旱，日夜加強管理，停止休假。
- 7.報請主管機關成立救旱連繫小組，並請有關機關協助推行非常灌溉。

(四)缺水率在百分之四十時：

除應辦理前列缺水期之各項措施外，應再辦理如下列要項：

- 1.公告實施非常灌溉，並報請主管機關備查。
- 2.耐旱性強的作物暫停灌溉。
- 3.配合政府政策辦理休耕或轉作，並報由主管機關公告變更灌溉方式。
 - (1)如於種植前，勸導農民休耕或轉作。
 - (2)如已種植，則改行非常灌溉。
- 4.水稻本田灌溉時期，為節省水量及避免輪距過長，則實施滑流灌溉，使田面不保留積水為原則。
- 5.利用臨時設備，儘量補充水源。

4.3.2 水庫供水系統

水庫在建造時，均訂有營運計畫及不同存水量情況下之運用規則以供遵循，各水庫計畫之建造目的及投資分配比率(尤其是多目標水庫)各有不同，故各水庫之灌溉用水之分配比率也因而有異。但其共同特性，為因有水庫可儲水調配，其流量較可穩定供應。茲以較常發生乾旱缺水之曾文—烏山頭水庫為參考例代表說明，缺水期無法照常供水灌溉之配水計畫及耕作制度之選擇，必須事先經政府有關機關及農田水利會研討後決定之。其主要水量分配準則及配水計畫如下列：

- (一)以十月底水庫蓄水量為基準之灌溉措施曾文與烏山頭水庫，自十月至翌年五月間，屬平水及枯水期，故以十月底兩水庫總水量作基準，計劃至一期水稻作止之灌溉計畫，因此無種植後再行調整灌溉之事宜。

1. 水庫蓄水量在規線上限（六億二千萬立方公尺）以上時，照正常灌溉計畫施行，即(1)第一期水稻灌溉，(2)冬季甘蔗、什作灌溉，(3)春季第一、二次甘蔗及什作灌溉，第三次甘蔗灌溉。
2. 水庫蓄水量在規線上限至下限間（三億五千萬至六億二千萬立方公尺）時
 - (1) 蓄水量在四億五千萬至六億二千萬立方公尺時，照正常計畫施行灌溉，即如上述 1. 之各項灌溉。
 - (2) 蓄水量在三億五千萬至四億五千萬立方公尺時，就以下各灌溉方式，擇一施行：
 - a. 第一期水稻，照計畫施行；冬春季甘蔗、什作灌溉，各施行一次。
 - b. 一期水稻，照計畫施行；冬春季第一、二次甘蔗及什作灌溉，各施行一次。
 - c. 一期水稻分二區，實施一區；冬春季甘蔗、什作灌溉，照計畫施行。
 - d. 一期水稻分二區，實施一區；冬春季甘蔗、什作灌溉，各施行一次。
 - e. 一期水稻分二區，實施一區；冬、春季第一、二次甘蔗及什作灌溉，各施行二次。
3. 水庫蓄水量在規線下限至嚴重下限間（二億六千萬至三億五萬立方公尺）時，就以下各灌溉方式，擇一施行：
 - (1) 第一期水稻灌溉，照計畫施行。
 - (2) 第一期水稻灌溉，照計畫施行；甘蔗、什作灌溉，各施行一次。
 - (3) 第一期水稻灌溉，分二區，施行一區；冬季一次、春季二次甘蔗及什作灌溉。
 - (4) 冬春季甘蔗及什作灌溉，照計畫施行。
4. 水庫蓄水量在規線嚴重下限（二億六千萬立方公尺）以下時，就以下各灌溉方式，擇一施行：
 - (1) 冬春季甘蔗及什作灌溉，照計畫施行。

(2)第一期水稻灌溉，照計畫施行。

(3)第一期水稻灌溉，分二區，施行一區；冬春季甘蔗及什作灌溉，各施行一次。（備註：水庫蓄水量增加時，得隨時調整增加供水灌溉）

(二)以五月底水庫蓄水量為基準之灌溉措施

1.農作物種植前

(1)水庫蓄水量在規線上限（一億立方公尺）以上時

a.水庫水量在二億立方公尺以上時照計畫施行第二期作及中間作水稻灌溉。

b.水庫水量不到一億五千萬立方公尺時，灌溉開始日期延後，至一億五千萬立方公尺時，照計畫施行灌溉。

(2)七月二十五日水庫蓄水量仍在四千萬至一億五千萬立方公尺間時，依嘉南水利會水稻整田灌溉分組辦法，以一萬立方公尺／公頃用水量基準衡量可灌面積，予以先行灌溉，餘則公告取消該期作灌溉，未輪灌溉面積則於下次旱象時，優先輪值灌溉。

a.水庫水量在一億五千萬立方公尺時，灌溉面積以一萬公頃至一萬五千公頃範圍內施灌。

b.水庫水量不到四千萬至一億立方公尺時，灌溉面積以四千公頃至一萬公頃範圍內施灌。

(3)七月二十五日水庫蓄水量在四千萬立方公尺以下時，公告水稻灌溉取消。

2.農作物種植後

上述(1)(2)情況，於水稻種植後，如水庫蓄水量無繼續進入可運用水量時，對已種植面積一律採取間歇灌溉。其灌溉期距，斟酌水庫蓄水量隨時決定。

4.3.3 埤塘供水系統

本省在石門、桃園地區之農業灌溉，埤塘蓄水調節灌溉水源，長久以來一直扮演著極為重要之角色，茲以其為一類別說明如下：

(一)配合水庫系統之因應措施

- 1.缺水時期，於稻作插秧前一個月（各地時期不同，大約第一期作為十二月一日至二月一日，第二期作為五月一日至六月二十日），對灌區水源供水量必須預先估算，稻作種植後，須隨時估算，據以決定因應對策，報請主管機關公告執行。
- 2.水源供水量，依據水庫庫存水量、進水量、預估降雨量、儲水池存水量及其他水源供水量一併估算之。
- 3.缺水時期，預估水源供水量在計畫用水量百分之七十五以上、水庫蓄水量在運用規線中至下限時，其配水營運之田間灌溉，應採加強管理，維持原訂灌溉期距，以減水深法，按原計畫減少配水量行之。
- 4.缺水時期，預估水源供水量在計畫用水量百分之七十五以下、水庫水位在運用規線下限以下時，其配水方法應視實際情形加強管理，實施非常灌溉，延長灌溉期距，期距之延長必須配合灌溉水深，以至少能完成全面灌溉一輪次為原則。並依嚴重程度實施(1)輪區與輪區、(2)支分線別、(3)幹線埤圳別等之輪灌。
- 5.稻作種植前發生缺水時，預估水源供水量在計畫用水量百分之五十以下、水庫水位在運用規線嚴重下限時，依石門水庫營運規則第六條第七項：「水位低於嚴重下限時，應視實際情形限制灌溉用水，其減水範圍及次序應隨時會同石管局及有關水利會研辦。」，迅速調查轉作或停灌休耕面積，擬訂變更灌溉計畫，報請農業主管機關輔導及核備。
- 6.稻作種植後發生缺水時，預估水源供水量在計畫用水量百分之五十以下、水庫水位在運用規線嚴重下限時，亦依石門水庫營運規則第六條第七項：「水位低於嚴重下限時，應視實際情形限制灌溉用水，其減水範圍及次序應隨時會同石管局及有關水利會研辦。」，迅速調查轉作或停灌休耕面積，擬訂變更灌溉計畫，報請農業主管機關輔導及核備。

(二)單純埤塘系流之因應措施

- 1.缺水時期，於稻作插秧前一個月（各地時期不同，大約第一期作為十二月一日至二月一日，第二期作為五月一日至六月二十日），對灌區水源供水量必須預先估算，稻作種植後，須隨時估算，據以決定因應對策。
- 2.水源供水量，依據埤塘存水量、進水量、預估降雨量及其他水源供水量一併估算之。

- 3.缺水時期，預估水源供水量在計畫用水量百分之七十五以上時，其配水營運之田間灌溉，應採加強管理，按原計畫減少配水量行之。
- 4.缺水時期，預估水源供水量在計畫用水量百分之七十五以下時，其配水方法，應視實際情形加強管理，實施非常灌溉，延長灌溉期距。期距之延長必須配合灌溉水深，以至少能完成全面灌溉一輪次為原則。並依嚴重程度，實施(1)輪區與輪區、(2)支分線別、(3)幹線埤塘別等之輪灌。
- 5.稻作種植前或種植後發生缺水時，預估水源供水量在計畫用水量百分之五十以下時，應視實際情形限制灌溉用水，其減少供水範圍及次序，隨時召集有關水利小組研辦，擬訂實施非常灌溉計畫，報請農業主管機關輔導及核備。

4.3.4 地下水供水系統

(一)單獨地下水灌溉區

- 1.抽取地下水專用灌區，並無地面水取水量補給，全仰賴抽水設備，對故障井應緊急辦理修護、更新外，對於因乾旱時期所導致水位下降、揚程增加、水量減少等不可抗拒情況時，擬採下列措施予補救：
 - (1)出水量減少需水量之百分之十時，採加強用水管理、掌水分配、補修渠道減少耗損等予以克服。
 - (2)出水量減少需水量之百分之二十時，減少田間灌溉水深，調整輪距，並動用民井水量補充。
 - (3)出水量減少需水量之百分之三十時，除採行(1)及(2)項措施外，水位下降時即加深抽水管，揚程不合時即調換適宜抽水機，井體透水性能不良時即緊急施行洗井改善，縮短施工日期，恢復抽水量補充。
 - (4)出水量減少需水量之百分之四十以上時，採行(3)項措施仍無法克服時，除集中抽水量輪灌外，對於無法灌溉之缺水面積，報請主管機關核准公告部分農田轉作、休耕或停止配水。
- 2.配合措施：
 - (1)施設臨時柴油抽水機，抽取迴歸水補充。
 - (2)請治安機關協助維持輪灌秩序，防止紛爭。
 - (3)轉作、休耕，請政府輔導。

(二)地下水、地面水併用灌溉區

1.可運用地下水占供水系統需水量百分之八十情況：

- (1)地面水取入量減少時，開啟地下水井使用，但以補足需水量為限。
- (2)地面水取入量減少達百分之八十以上或無法取入時，除動用全部地下水補充外，應加強渠道修補、減少損耗、調整輪距、減少灌溉水深、動用民井等克服之。

2.可運用地下水占供水系統需水量百分之六十情況：

- (1)地面水取入量減少在百分之六十以下時，開始以地下水補充。
- (2)地面水取入量減少達百分之八十時，採上述 1.項因應措施克服。
- (3)地面水無法取入時，施設臨時柴油抽水機，抽取回歸水補充，如仍無法克服時，除集中抽水量輪灌外，對於無法灌溉之缺水農田，報請主管機關核准公告部分農田轉作、休耕或停止配水。

3.可運用地下水占供水系統需水量百分之四十情況：

- (1)地面水取入量減少在百分之四十以下時，開啟地下水井補足。
- (2)地面水取入量減少達百分之六十、百分之八十時，採行上述 2.項所列之因應措施辦法。

4.可運用地下水占供水系統需水量百分之二十情況

- (1)地面水取入量減少在百分之二十以下時，開啟地下水井補足。
- (2)地面水取入量減少達百分之四十、百分之六十時，採行上述 2.項所列之因應措施辦法。

(三)抽地面水補助地下水灌溉區

抽地面水係抽取河川、溪流、排水之地面水為補助水源，但在乾旱時期，無降雨致水源枯竭，只有間歇抽取回歸水，水源並不可靠，故以使用地下水為主，抽地面水為輔，其亢旱因應措施，比照單獨地下水灌溉區原則處理。

第五章 移用灌溉用水之損害補償

5.1 各標的用水

台灣之年平均降雨量為 2,515 公釐、總量約 905 億噸，為全球年平均降雨量 970 公釐之 2.7 倍，降雨量尚稱豐沛，然而因為在時間與空間之分部不均，造成水資源利用之困擾。在空間之分布上，就本省過去自 1949 年至 1990 止之統計資料顯示，其降雨分布情形，北部地區之年降雨量最高為 2,934 公厘，中部地區最低為 2,081 公厘，南部地區為 2,501 公厘，東部地區為 2,715 公厘；在時間之分布上雨季集中於每年之 5 月到 9 月之間，而自 10 月至隔年之 4 月則屬旱季，在量的分布上，就過去 1949-1990 年間之平均資料顯示，北部地區豐枯相差較小約有 62% 之降雨集中在雨季，而南部地區之豐枯相差最為懸殊雨季之降雨量高達 90%，至於中部地區與東部地區則分別為 78% 與 79%，詳細之情形如圖 5-1 所示。

由於每年水文豐枯差異相當之大，在總降雨量 905 億噸之中，除去無法利用之蒸發散量及年入海水量外，分別由年引用河水、水庫調節及抽用地下水供應，實際可利用之水量，約介於 170 億噸至 193 億噸間，只佔總水量之 22% 左右，每人每年可分配水量僅為世界平均值八分之一（詳如表 5-1），顯示水資源之稀少性。加上台灣地區降雨在空間與時間上分布不平均，河流坡陡流急，以致降雨稍有變化，便常造成缺水現象。加上當前台灣地區水資源環境已大幅改變，受到全球氣候變遷影響，水文不確定性相對提高，水資源問題日趨複雜，同時隨著國際環境保育潮流趨勢，政府在水資源施政工作上，不能祇以開發利用為唯一手段，更要兼顧水資源管理、水資源保育及水資源的統籌調配機能，在邁入廿一世紀之際，期能達到有限水資源永續經營與利用之目標。

表 5-1 世界各國降雨與每人每年分配水量表

國 別	年平均降雨量 (mm/yr)	每人每年 分配水量 (噸/年/人)	國 別	年平均降雨量 (mm/yr)	每人每年 分配水量 (噸/年/人)
澳 州	460	264,930	中 國	660	7,651
加 拿 大	522	228,099	印 度	1,170	6,581
蘇 聯	502	44,110	日 本	1,749	5,529
美 國	760	33,313	義 大 利	1,000	5,393
阿 拉 伯	100	24,130	比 利 時	1,064	4,579
菲 律 賓	2,360	16,868	西 德	803	3,220
法 國	750	7,811	台 灣	2,515	4,184
平 均				973	33,875

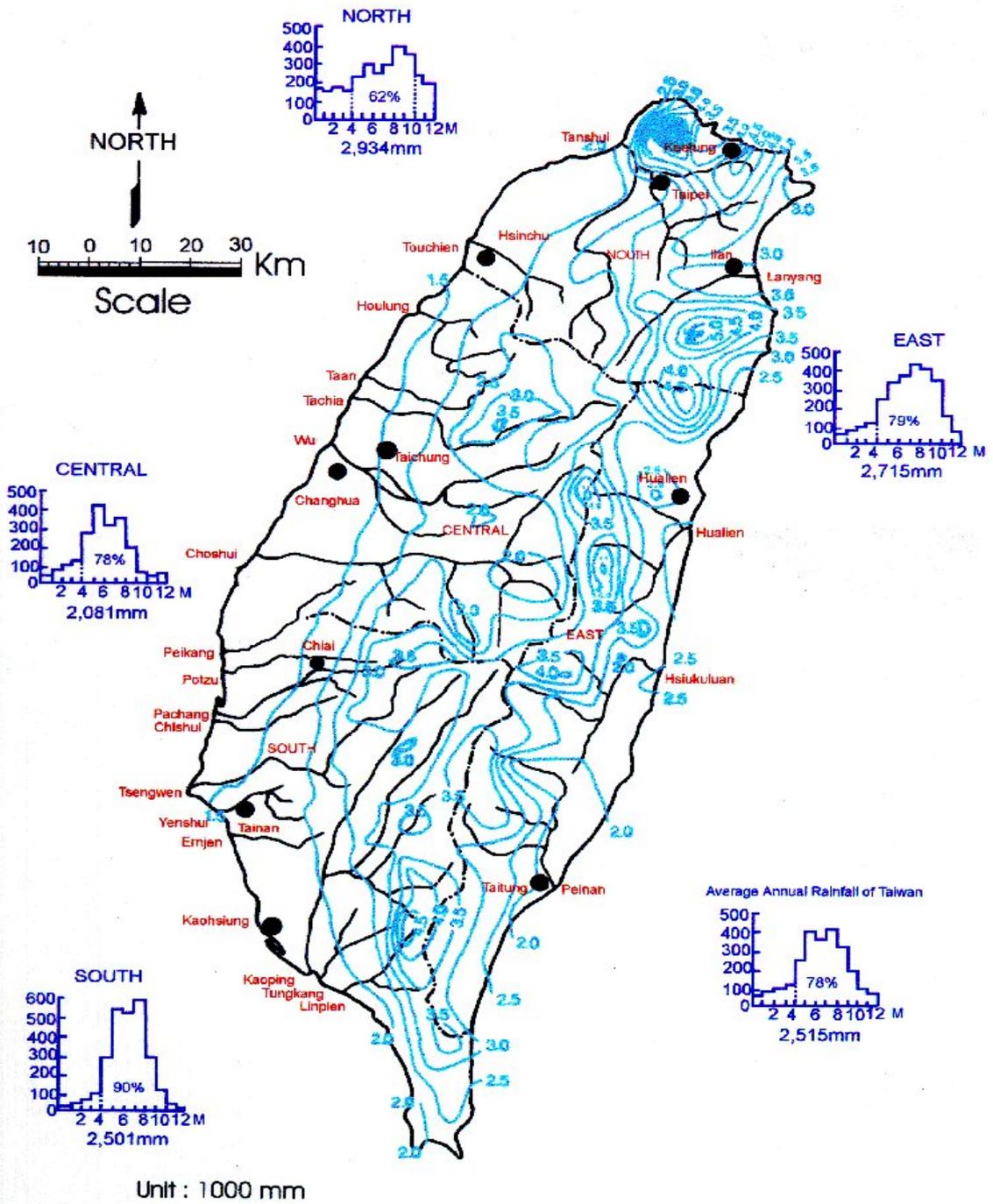


圖 5-1 台灣之年平均降雨量分布圖 (1949-1990)

在水量的需求方面，台灣地區自民國 65 年至民國 85 年之統計資料顯示，歷年之平均用水量約為 183.72 億噸，各標地之用水情形為：生活用水約 18.92 億噸佔總用水之 10.3%，工業用水則為 15.13 億噸，佔總用水之 8.24%，農業用水為 149.68 億噸，佔總用水之 81.46%，詳細之歷年各標的用水情形如表 5-2 及圖 5-2 所示。

表 5-2 歷年各標的用水情形

單位：億噸

民國	工業用水	生活用水	農業用水
65	13.47	7.25	159.59
66	13.81	8.09	164.07
67	14.24	9.07	167.85
68	14.40	9.87	162.50
69	14.54	10.89	156.24
70	14.67	14.66	159.02
71	14.95	15.58	163.52
72	15.15	16.44	159.32
73	15.61	17.03	150.90
74	15.64	18.25	150.13
75	13.62	19.01	149.02
76	14.10	20.06	148.27
77	14.43	21.40	146.76
78	14.74	22.64	149.74
79	15.01	23.84	153.93
80	16.28	24.83	135.53
81	17.34	26.03	135.02
82	16.85	27.71	126.51
83	16.01	28.20	131.75
84	16.26	27.47	144.64
85	16.51	29.00	128.89
86	16.14	29.13	135.07

台灣地區歷年各標的用水

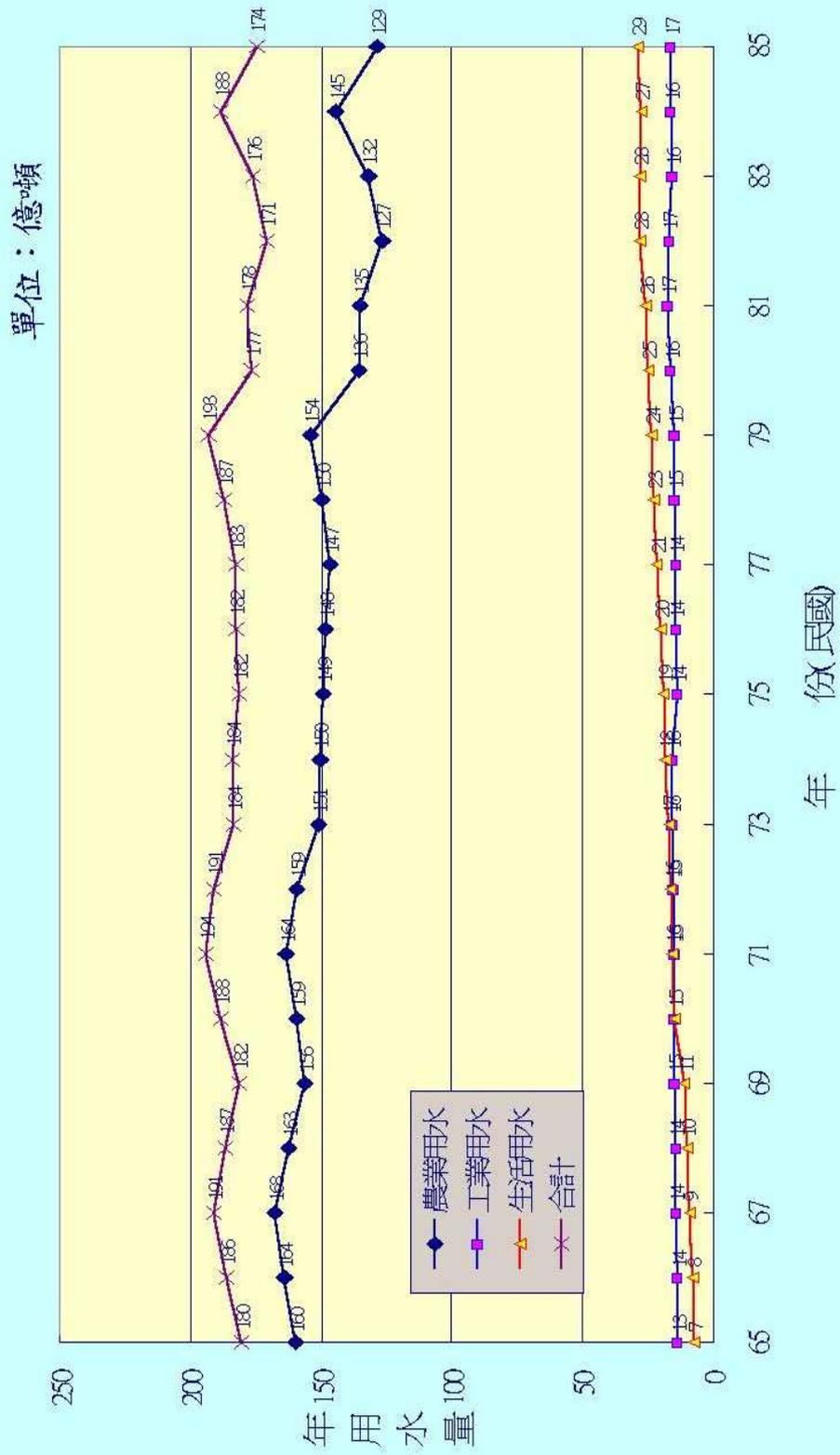


圖 5-2 台灣地區歷年各標的用水

5.1.1 農業用水

臺灣農業發展較早，用水量占各標的總用水量約 80%，惟近十幾年來農業生產比重日低，農業占國民生產毛額（Gross Domestic Product, GDP）百分比由早期的 32% 降至當前的 3.5%；同期間水田面積減少約 7 萬公頃，且水稻種植面積亦由最高峰的 79 萬公頃大幅減少至 39 萬公頃。未來加入世界貿易組織（World Trade Organization, WTO）後，一旦開放稻米進口，自產稻米的競爭力不足，稻作面積勢必逐漸減少；另為配合國土綜合開發規劃，未來可能釋出農地將達 16 萬公頃。然而比較歷年農業用水量，水田灌溉面積雖減少，但灌溉用水量卻未見明顯減少；又生活與工業用水標的需水量逐年增加，而開發新水源不但日漸困難且成本日高，故社會要求農業標的用水量應逐年減少之壓力日高。

為增進農田灌溉水源之有效利用，應依據未來農業發展政策目標，規劃所需水源，並進一步增建或改善水源與灌溉設施，以期確保農田灌溉功能；而多餘水源應妥善規劃，提供灌溉的三生效益或移作非農業使用，俾能發揮水資源效益。農業用水包括灌溉、養殖及畜牧三類，其面積及用水量分項敘述如下：

(一) 耕地、灌溉、養殖面積及畜牧頭、隻數

民國 86 年台灣地區四個區域之耕地總面積為 86.48 萬公頃，其分佈以南部 31.53 萬公頃最多，中部 31.36 萬公頃次之，北部 14.32 萬公頃再次之，東部最少，為 9.26 萬公頃；北、中、南、東各區域耕地佔耕地總面積百分比，依次分別為 16.57%、36.27%、36.46% 及 10.71%。

民國 86 年台灣地區之灌溉地總面積為 44.22 萬公頃，佔耕地總面積 51.13%。其中中部 18.13 萬公頃為最多，佔灌溉地總面積之 40.99%；依次為南部 15.12 萬公頃，北部 7.48 萬公頃，東部最少僅 3.49 萬公頃，分別佔灌溉地總面積之 34.18%，16.92% 及 7.90%。

民國 86 年台灣地區之灌溉面積為 72.80 萬期作公頃，較民國 85 年增加 9.80 萬期作公頃；以南部 6.87 萬期作公頃為增加最多，北部及中部分別增加 2.41 及 0.50 萬期作公頃，東部則增加 0.03 萬期作公頃。養殖面積（含淡水及鹹水魚塢）為 4.19 萬公頃，其中以南部 2.81 萬公頃最多，中部 0.90 萬公頃次之，北部為 0.38 萬公頃，東部 0.11 萬公頃最少；養殖面積較民國 85 年減少 1.01 萬公頃，其中南部減少 0.67 萬公頃，北部減少 0.13 萬公頃，中部減少 0.19 萬公頃，東部則減少 0.02 萬公頃。畜禽類頭隻數，計畜類 8,576 千頭，與民國 85 年比較減少 2,713 千頭；禽類 129,428 千隻，與民國 85 年比較增加 5,917 千隻。

(二) 農業用水量

民國 86 年台灣地區農業總用水量為 135.07 億立方公尺，其中灌溉用水量 107.89 億立方公尺，佔農業總用水量 79.88%；養殖及畜牧用水量各為 25.83 及 1.34 億立方公尺，分別佔農業總用水量 19.13% 及 0.99%。就區域而言，農業用水量以中部 52.34 億立方公尺為最多，南部 34.69 億立方公尺次之，北部為 24.35 億立方公尺，東部 23.69 億立方公尺最少。

上述農業用水中之灌溉用水部份，因台灣地區之灌溉體系概可分為各農田水利會轄管地區、農田水利會轄區外灌溉地、台糖公司農場等三部份。其灌溉用水量之統計，於農田水利會轄管地區，係蒐集各農田水利會提供實際灌溉面積及引用水量統計；水利會轄區外之灌溉地，多屬私設灌溉設施，無量水設備及記錄，故其用水量資料無法搜集，只能從各農田水利會提供之實際灌溉面積所引用之河川、水庫池埤、其他地面水等之用水量，及地下水抽水量等項資料，加以整理。經統計分析後，再依各地區合理之用水深與降雨情形調整修正，估算其單位面積用水量，作為水利會轄區外灌溉用水推算資料。另近年發展之坡地開墾種植經濟作物如果樹等，多以噴灌、滴灌方式灌溉，其水源多由農民自行抽引山澗水等為主，無實際登錄資料，且蒐集不易，故尚未列入統計。

台糖公司農場之原料甘蔗灌溉用水量，依據農林廳農業年報及台糖公司提供之用水量、種植面積、糖業年報內有關基本資料統計，推算其灌溉用水量。養殖用水係依據漁業局漁業年報內養殖面積資料，及行政院農委會提供之單位面積用水量推算之。畜牧用水亦依據行政院農委會推算之單位用水量資料及農林廳之農業年報內畜、禽隻數資料推算之。

因農業用水佔消耗性總用水量最多，故農業用水量之變動，對每年各標的總用水量變動幅度之影響最大。農業用水量自民國 60 年之 137.37 億立方公尺增至民國 72 年之 159.32 億立方公尺，共增加 21.95 億立方公尺，呈現正成長。近年因政府大力推行轉作計畫，致使農業灌溉面積減少；或因氣候異常，部份時段河川逕流減少，致灌渠引水減少，故自民國 72 年起，農業用水量開始呈現遞減趨勢，至民國 86 年已減為 135.07 億立方公尺，較 72 年計減少 24.25 億立方公尺。

5.1.2 生活用水

民國 82 年臺灣地區公共給水普及率約 86.2%，每人每日用水量（以配水量計）約 386 公升，臺北市更高達 613 公升。比較世界主要國家與城市，顯示臺灣地區單位用水量偏高；又各地自來水管路日趨老舊，致輸漏水損失率高達 20% 以上，浪費不少水資源。相對於水源及其處理成本，現行自來水

水價未能合理反映成本，且每月水費占家庭支出僅 0.5%。因此，偏低水價不但導致無法有效推動節省用水，且無力改善供水設施，以減少漏水。

為促進公共給水用水效率，首應合理調整水價，儘量反映成本；為落實受益者付費原則，政府宜減少補助水源開發經費，促使省市自來水得以企業化經營，俾能有效推行省水措施，限制單位用水量之不當成長，同時確實改善輸送水設施，減少漏水損失。根據民國 86 年之生活用水之統計資料，分為由自來水系統供應及居民自行取水兩部份統計，茲分述如下：

(一)自來水系統供應

民國 86 年台灣地區生活用水由自來水系統供應之水量為 27.46 億立方公尺，其中以北部 14.86 億立方公尺最多，依次為南部 6.35 億立方公尺，中部 5.76 億立方公尺，以東部 0.49 億立方公尺為最少，分別佔台灣地區自來水系統供應生活用水量之 54.12%、23.12%、20.98% 及 1.78%。

台灣地區民國 86 年生活用水由自來水供應之普及率為 88.8%，且有逐年增高之趨勢；其中以北部 93.1% 為最高，南部 86.7% 次之，再次為中部 85.7%，以東部 76.0% 為最低。

民國 86 年與 85 年由自來水系統供應生活用水量之比較，前者共增加 0.59 億立方公尺；其中以南部增加 0.27 億立方公尺為最多，中部增加 0.17 億立方公尺次之，北部則增加 0.15 億立方公尺，東部減少 0.12 百萬立方公尺。

(二)自行取水

自來水系統供應區域以外，居民自行取用其他水源之生活用水量，係根據自來水公司、台北自來水事業處供應普通用水於各該地區之每人每日用水量，及各該地區未供應自來水居民數予以估算。民國 86 年之自行取水量共計 1.67 億立方公尺，較民國 85 年 1.74 億立方公尺減少 0.07 億立方公尺。

(三)生活用水量

民國 86 年台灣地區生活總用水量（含自來水供應及自行取水）為 29.13 億立方公尺；其中自來水供應部分 27.46 億立方公尺，佔生活總用水量 94.3%，自行取水部分 1.67 億立方公尺，佔 5.7%。各區域之生活用水量以北部 15.33 億立方公尺為最多，佔生活總用水量 52.63%；南部 6.87 億立方公尺，佔 23.58%；中部 6.34 億立方公尺，佔 21.76%；東部 0.59 億立方公尺為最少，佔 2.03%。

民國 86 年與 85 年生活總用水量比較，民國 86 年增加 1.14 億立方公尺，其中以南部 0.27 億立方公尺增加最多，中部增加 0.15 億立方公尺次之，北部增加 0.09 億立方公尺，而東部則亦增加些許。

5.1.3 工業用水

工業用水回收率估計約 30%，主要由於 80% 的工業用水源來自地下水，其成本較使用公共給水為低，業者缺乏節省用水的意願，不但浪費用水，且難予有效防治工業廢水污染水源，又因超量使用地下水，導致地層下陷，政府應合理限制業者抽用地下水，並要求業者採行省水措施，回收廢水再利用，提高用水回收率，促進工業用水之有效利用。工業用水量係根據各業別廠地面積及各業別單位面積日用水量統計，茲分述如下。

(一) 工業用地面積

台灣地區工業用水之估計，係指狹義之製造業用水而言，並未包括其他如礦業、營造業及水電燃氣業等之用水。其業別分類，乃採行政院主計處編印「中華民國行職業標準分類」中之製造業 22 種分類標準。民國 86 年台灣地區工業面積計 24361.1 公頃。依類別分，則以食品業 4115.8 公頃佔地最多，佔總工業用地面積 16.89%；基本金屬業為 2053.8 公頃，佔 8.43% 次之；再者分別為電子業 1895.6 公頃，佔 7.78%；化學材料業 1860.7 公頃，佔 7.64%；非金屬業 1841.1 公頃，佔 7.56%；其他各類業別用地面積概在 1824.8 公頃以下至 65.7 公頃之間。依區域別分，則以南部 10482.6 公頃最多，北部 8210.4 公頃次之，中部為 5176.4 公頃，東部為 491.8 公頃最少。

(二) 工業用水量

民國 86 年台灣地區工業總用水量為 16.14 億立方公尺。就區域而言，以南部 7.00 億立方公尺最多，佔工業總用水量 43.35%；北部 5.13 億立方公尺次之，佔 31.76%；中部為 3.48 億立方公尺，佔 21.58%；東部 0.53 億立方公尺為最少，佔 3.31%。就工業類別而言，以食品業 3.79 億立方公尺最多，佔工業總用水量 23.51%；造紙業 2.48 億立方公尺次之，佔 15.35%；化學材料業 1.80 億立方公尺居第三位，佔 11.15%；紡織業 1.70 億立方公尺居第四位，佔 10.52%。

台灣地區工業用水，依供應方式，可分為自來水供應及自行取水兩部分；依水源別，則可分為地面水及地下水兩部份。其中由自來水系統供應者 4.14 億立方公尺，約佔工業用水總量 25.63%，由自行取水方式供應者 12.00 億立方公尺，約佔工業用水總量 74.37%，惟其水源大部份屬抽取地下水。

5.2 灌溉用水之移用

台灣地區發生調配用水之情形，一般是以農業用水支援公共給水最為常見。近幾年來，工業用水亦經常面臨水源不足之窘境，在目前工業用水專用引水系統未完成之前，農業用水除調用給公共用水之外，亦需調用部分給工業用水使用。

5.2.1 灌溉用水協助其他用水標的

近二十餘年來，因人口增加及工商迅速發展，民生及工業用水之快速成長，惟在現有水源方面，因水污染之影響造成水源水量之利用率降低，另在新水源開發方面，因國民對生態及環保意識提升，致新水源開發工程不易順利推動，以致民生及工業用水常與農業競用水源，尤其遇乾早年，農業部門屢被要求以休耕方式將灌溉用水移供支援非農業部門使用；根據前述農委會所完成之「乾早年調整水量分配標準及救災處理報告」，有關移用水量協調原則，列述如下：

- (一) 發生非常乾旱時，必須依據調整水量分配標準予以減少配水，家用及公共給水若無法獲得「維持生命及基本生活所必需之水量」，在一般河川水源，依法可自低優先用水移用。農業用水常成為被移用之對象，此情形頗多。乾旱時，農業本身已遭受損害，在被移用結果，必加重其受害程度，故需予適當補償。
- (二) 農業用水依水利法第十八條用水標的之順序，列為第二位，缺水時，與第二順序以下之用水標的比較，自亦有其法定之「優先用水」地位，惟亦需付出移用其它標的之損害補償，目前農業用水尚少有要求優先移用其他標的用水之情況。但在糧食不足情況下，此種移用亦有可能會發生。惟農業用水過去在非常乾旱時期，為支援救旱用水，亦曾臨時商請從家用及公給水、台糖農場用水、工業用水等標的之地下水井支援用水情況。其商讓關係並非依水利法之優先順序，而係由有關受益人與權益人個別商讓，並付出代價商議取得救旱用水。
- (三) 工業用水，依水利法之優先順序在農業用水之後，故無優先用水之法定地位，但為工業發展之需要，有的工業如國防工業或重大經建工業等，如確因臨時性嚴重缺水無法忍受，將使該特殊工業遭受嚴重損害，導致經濟及國家重大損失者，事實上，過去亦有與其他標的用水商讓支援用水，或併與家用及公共給水標的要求優先配水。此種用水雖有其需要，但應由用水單位自行協議解決，而不能由主管機關事先以行政指示促成支援用水之協調，以免困擾並維法律之尊嚴。提供支援用水之對象，多以農業用水為主，今後對農民應得之權益損害及農業損失，亦應給予適當之補償。

5.2.2 移用補償原則

水資源為有限之天然資源，由於臺灣地區需水量逐年增加，缺水情況已日趨嚴重，欲再增闢新水源須仰賴水庫之興建，非但開發成本日高且可供興建水庫的合適地點亦有限，在各標的用水爭水激烈之現況下，除開源與節流並重外，水資源的合理調配也將是臺灣地區未來水資源管理的重要課題之一。由於水利法第十八條明定各標的用水之用水順序，同法第二十條則明定登記之水權因水源水量不足發生爭執時，用水標的順序在先者，有優先權。因此，同法明定在某一特定情況下進行水權之停止、撤銷、變更、限制或移用時，應對原水權人給予適當之損害補償，其相關條文之規定包括：

- (一) 水利法第十九條：「水源之水量不敷公共給水，並無法另得水源時，主管機關得停止或撤銷第十八條第一項第一款以外之水權，或加使用上之限制。前項水權之停止、撤銷或限制，致使原用水人受有重大損害時，由主管機關按損害情形核定補償，責由公共給水機構負擔之。」
- (二) 水利法第二十條之一：「水源之水量不足，依第十八條第一項第二款至第六款用水標的順序在先，取得水權登記在後而優先用水者，如因優先用水之結果，致登記在先之水權人受有重大損害時，由登記在後之水權人給予適當補償，其補償金額由雙方協議定之；協議不成，由主管機關按損害情形核定補償，責由優先用水人負擔之。」

由上述條文可知，有關水權之停止、撤銷、變更、限制或移用補償均屬原則性之規定，惟該等條文並未明確規定有關水權移用補償標準之爭議處理方式，致移用水量之雙方常因補償金額生爭執。因此，為有效解決此一具複雜性且實務性之問題，實應建立一套具「客觀性」、「效率性」、「公平性」、「必需性」及「可行性」之「移用水量補償辦法」。此一辦法係應秉著互助互惠，共渡缺水難關之前提下，訂定移用水量補償標準之計算方式及其爭議處理方式，俾對因公共給水無法另得水源而停止、撤銷或限制其他水權人被移用水之水量所造成之損害；或因乾旱時期水源水量不足而優先用水者，對於其他水權人移用之水量所造成之損害；或因公共事業之需要而變更或撤銷私人水權所造成之損害等情況皆能有所參據，以消弭用水損害補償糾紛，藉以提昇水資源使用效率。

水資源雖屬國家所有，但在申請水權後，仍需施設引、抽、蓄水設施始能運用，故仍應有其私用權觀念，始能擴及移用水補償處理，否則被移用人為保障其固有權利，絕不輕言被移用。

有關水資源屬國家所有應以未開發之水源而言，已經開發之水源應有適切的私有化及經濟財觀念，故在實務上，移用必須合理之補償才有其可行性。

灌溉用水係經農民投資及長期維護、管理而來，有其既有之用水權益，有關移用水之調配，原則必須以協議處理，事實上，其是否有水量可供移用才是最重要。

5.2.3 補償之估算

(一)作物種植前移用之補償估算

1.支援民生用水情況

作物栽培前，事先依據預測之乾旱程度分配水量後用水被移用之損害計算，如將被移用之水量按所有灌溉面積平均減少，其減產之程度不易正確估計，因此，以按被移用之水量可能導致該期作物多少面積必須休耕之損害情況作估計。

a.每公頃平均損害金額，應為每公頃經營所得損失。

平均損害金額（元／公頃）＝平均經營所得損失（元／公頃）

經營所得損失＝利潤＋自給之人工、畜工、機工、地租、資本利息等

b.總損害補償金額，根據每公頃平均損害金額乘以移用總水量與每公頃計畫用水量之比計算之。

總損害補償金額＝每公頃平均損害金額×移用總水量÷每公頃計畫用水量

c.移用總水量之計算時間，以一期作為準，經協議後，不得因事後降雨而不承認。

2.支援工業用水情況

依支援民生用水情況項原則計算，惟每公頃平均損害金額，應以每公頃之農業產值為計算基準。

(二)作物種植後移用之補償估算

1.支援民生用水情況

作物種植後，依據臨時發生乾旱之缺水程度所分配水量後用水再被移用之損害計算，如作物種植後再被迫棄耕，其損害更大，因此，不論棄耕以後是否仍會降雨而有產量，一律假定以無產量估計，其損害，除農業經營所得損失外，對已投入之費用，亦應列為損失併計。

a.每公頃棄耕平均損害金額，應包括每公頃經營所得損失及移水前每公

頃已種作物之生產投資。

每公頃棄耕平均損害金額＝每公頃經營所得損失＋移水前每公頃已種作物之生產投資

b.總損害補償金額，根據每公頃棄耕平均損害金額乘以移用總水量與移用時每公頃計畫尚可分配之灌溉水量之比計算之。

總損害補償金額＝每公頃棄耕平均損害金額×移用總水量÷移用時每公頃計畫尚可分配灌溉水量

c.移用總水量之計算時間，以移用時至該期作結束止，經協議後，不得因事後降雨而不予承認。

d.由於作物種植後再棄耕情況，較種植前預先決定休耕情況之損害計算結果為多，因此，移用水時機不同，所應負擔之損害補償金額，亦有所不同，建議除非在真正非常嚴重情況下，最好避免在作物種植後再要求移用水量，以免付出較大代價。

2.支援工業用水情況

依支援民生用水情況項原則計算，惟每公頃棄耕平均損害金額，應以每公頃之農業產值為計算基準。

探討調配移用問題必須研擬合理移用水補償費，惟所謂"合理"不應只對相關損害之補償，如僅以農業損失金額為據，將因農業生產價值暫予偏低而偏低，但農業有生產、生態、生活等三生功能，將來水利會也不能因生產價值偏低而不運營，故合理移用水費除考慮加強管理相關事項和補償農作損失等外，尚應考量貯儲或引用水源設施之開發成本，並相對考量新開發時原水成本，及移用人之經濟成本或機會成本等。2.移用水補償因各地區環境、供需特性（如嘉南係缺水，本身用水不足下之勉強調配移用）、水源（水庫之移用與河川之移用，價值有異）、水質及其他地區性特性等均不相同，且視移用時間性、穩定需要性等亦有異，故移用水費宜以個案協商處理。

有關提及支援民生用水之情況和支援工業用水情況之移用水費計算事宜，因民生用水與工業用水之公共性質不同，水利法用水優先順序不同（工業係在農業之後），工業之經濟效益和機會成本與民生用水之移用差異大，農業用水移供民生用水有其不得移用必要性，而移供工業用水應須有相當之誘因等，故移用水應有不同之計算考量，宜以個案協商處理。

參考文獻

1. 農田水利會基層組織—水利小組，農田水利會聯合會，1999年6月。
2. 農田水利會簡介，農田水利會聯合會，1982年。
3. 水資源政策白皮書，經濟部水資源局，1997年3月。
4. 中華民國八十六年台灣水文年報，經濟部水資源局，1997年。
5. 台灣地區水資源供需情勢報告，經濟部水資源局，1998年6月。
6. 農田水利教材—水田灌溉，七星農田水利研究發展基金會，1998年11月。
7. 「水權合理重分配與補償標準之研究（一）」，經濟部水利司，1992。
8. 農田水利會合理灌溉用水量及水源可靠水量調查與評估—灌溉標的用水實態及特性分析，85農建—9.2—林—19(1)，行政院農業委員會，1996。
9. 「水權及其移用水量補償標準之訂定（一）」，經濟部水資源局，1997。
10. 「水權及其移用水量補償標準之訂定（二）」，經濟部水資源局，1997。
11. 「台灣地區缺水期救旱措施之研究」，經濟部水資源統一規劃委員會，1988。
12. 「研擬合理農業用水標準(I)」，經濟部水利司，1995。
13. 「研擬合理農業灌溉用水標準(II)」，經濟部水利司，1996。
14. 「研擬合理農業灌溉用水標準(III)及農業用水調配之可行性方案研究」，經濟部水資源局，1997。
15. 「農田永續利用之灌溉配水模式」，陳焜耀，1997。
16. 「灌溉節餘用水之效率化應用推廣(I)」，經濟部水資源局，1998。
17. 「灌溉節餘用水之效率化應用推廣(II)」，經濟部水資源局，1999。
18. 「台南科學園區次級用水之規劃研究」，國科會，1999。
19. 「嘉南地區農業用水節水他用之研究」，經濟部水資源局，2000。
20. 「岡山地區農業節水方案之擬定」，經濟部水資源局，2000。
21. 「嘉南地區農業用水節水他用之研究(2/2)」，經濟部水資源局，2001。
22. Chun-E. Kan, Kune-yao Chen, and Sun F. Shih 1997. Irrigation Water Distribution Scheme for Rice Production in Taiwan. Transactions of the ASAE and Applied Engineering in Agriculture, Vol.13(5):601-608
23. Sun F. Shih, Kune-yao Chen, Chun-E. Kan, and G. H. Synder 1996. Water

Management Schemes for Rice Production. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings - Volume 55

24. Chun-E. Kan, Kune-yao Chen, and Sun F. Shih 1997. A Procedure for Rotation Irrigation in Lowland Rice. Agricultural Water Management, Vol.35:109-121.