

# 彈性灌溉系統之研製

文圖／陳令錫

## 前言

全球溫室效應、地球氣候極端化導致近年極端氣候在世界各地輪番發生，如2008年臺灣南部88水災連續2~3天內降下2,000mm雨量約等於年平均降雨量，造成嚴重災情；2010年冬季北半球受北極震盪影響，中國大陸及歐美各國普遍降下大雪，中國華北卻發生乾旱的寒冬影響農作物播種發育；今（2011）年五月中上旬臺灣旱象嚴重，水庫水位逼近下限，中部荔枝龍眼適逢開花結果期，乾旱造成嚴重消花與結果率低下；同時期遠在美國的密西西比河水暴漲氾濫成災，驗證極端氣候嚴重干擾地球上的人類生存。過去100年臺灣氣溫平均上升攝氏1.4度遠較全球的0.6度為高，是生活在臺灣的我們必須正視的問題。

臺灣名列世界第18個缺水的國家，雖然年降雨量豐沛但是地形的關係中央高南北長東西窄，降雨容易在短時間內流入大海，幾個月沒有降雨就要鬧旱災。2002年春夏，北臺灣嚴重乾旱，石門、翡翠水庫供應不足需求；2004年南臺灣乾旱，曾文水庫儲水位下降必須限制民生與灌溉用水；今年五月臺灣遭逢嚴重旱災，顯示臺灣是缺水的國家，全民必須改變用水觀念養成節約用水習慣。在農業發展上培育耐旱作物品種與節水灌溉技術之開發、研究與推廣運用是必要的。

傳統施肥方法包括人工撒施、點施與條施，具有費工、不均勻與表土施肥容易流失的缺點，農業灌溉及過量施肥會導致營養素污染地下水與地表水，這些問題需要研究解決之道。灌溉方法分為淹灌、噴灌、微噴灌與滴灌，其中淹灌的灌溉效果好但是用水量最多，水的使用效率低，1/3到1/2的灌溉水流失，帶走可觀的養分；滴灌的原則是灌溉作物根部，沒有根的地方乾旱不長雜草反而好，因此滴灌最省水。

整合施肥與灌溉技術的肥灌系統採用噴灌與滴灌之水資源利用率較高，約從70%到95%，水和養分的流失可以獲得較佳控制，具有減低肥料對環境污染之效果。肥灌可以藉由滴灌供給作物養分，根據作物之需要管理灌溉水量，準確且均勻的施用養分到有效根聚集的潮濕區域，調整肥料比例與濃度促成作物產量與品質最大的提升，以及根部下方最小的滲流損失。歐美各國及中國大陸對水資源與肥料的有效運用極為重視，在肥灌技術上的研究發展投入許多人力物力，也有不錯的商品上市行銷，但是進口機型昂貴、英文操作介面看不懂、維護修理時程長等問題，因此本土化機種才是農民首選。臺中區農業改良場（以下稱本場）多年前意識到上述問題的嚴重性，於缺水季節發生時，水資源首先供應民生用水，因此，必須開發節水灌溉施肥技術，發揮省工、省水與省肥的功效，減輕缺水對農業生產的衝擊。

## 肥灌的特性

肥灌的概念為在灌溉水中加入肥料，灌溉時兼行施肥。自動肥灌系統的功能是根據設定的時間、水量與肥料量，根據比例調配液態肥料到灌溉水中，透過管路將具有養分的灌溉水滴到作物根部區域，具有少量多次的特性，可根據作物生長階段調整水量與肥量。



圖一、自動肥灌系統主機包含控制器及注肥器，另外還有過濾器、養液桶、幫浦、管路系統、滴頭等

## 自動肥灌系統主機組成簡介

本場開發的自動肥灌系統主機包含操控面板、注肥裝置與壓力、流量、pH、EC檢測等3部分：

### 一、操控面板：

自動肥灌系統具有多樣的參數設定功能，控制系統之人機介面依據規劃的肥灌作業流程設計，灌溉系統操控面板除主畫面之外，尚有灌溉參數設定、系統參數設定、手動灌溉、設備測試與流量設定、田區灌溉詳圖、全區灌溉詳



圖二、自動肥灌系統具有多樣的參數設定功能

圖、灌溉歷程、灌溉監控、顯示畫面切換等功能圖示，與田區狀態顯示；按下各功能圖示可進入子畫面作參數設定或作業狀態顯示，可適於不同使用者的需求，以及同一使用者種植不同作物能有不同的操作設定，因此具有彈性操作使用的特性。

### 二、注肥裝置：

自動肥灌系統結合施肥與灌溉在一起，灌溉時兼行注入液肥的動作，屬於即時注入式，養液混合裝置採用壓差之原理，將養液混合到灌溉主管路中，經過輸送過程充分混合，送抵田間作物根部附近的滴/噴頭，根部可迅速吸收水分與養分。該注肥裝置經過設計，結構簡單，性能穩定。

### 三、壓力、流量、pH、EC 檢測：

自動肥灌系統裝設檢測主管路壓力、養液管路壓力、主管路流量、養液流量、pH、EC 等感測元件，可以顯示在面板上與儲存記錄供比對分析使用。

## 自動肥灌系統性能與操作使用

自動肥灌系統性能分成母液注入量性能與滴灌分布均勻性：

### 一、母液注入量之性能：

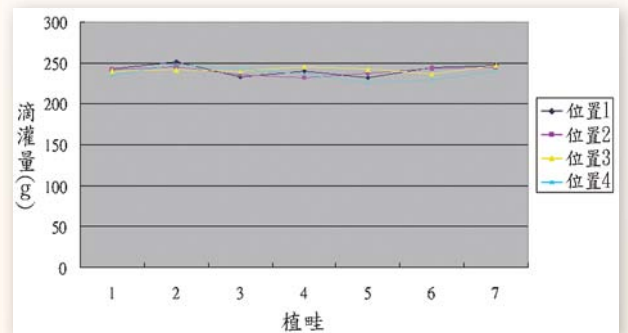
高濃度母液依據個人使用習慣，可採用2桶（俗稱AB液）、3桶或5桶（各桶分別放入市售單質肥料與微量元素），自動肥灌系統依據設定（養液配方、生長階段之養份需求、灌溉水量、灌溉啟動時間等）在適當時間注入適當母液到灌溉管路中，經主管路、過濾器、分管、分區電磁閥、與滴帶（滴管、微噴頭），將灌溉養液輸送到作物根部區域，完成肥灌作業。

最大的母液注入量約每分鐘3公升，因此可以控制母液注入量在每分鐘0公升到3公升之間。注入器之流量輸出性能很好，養液輸出量穩定且集中，誤差約±3%，但需留意養液桶之底面積越大越好。

### 二、滴灌分布均勻性：

滴灌均勻性

試驗結果如圖四所示，肥灌時間4分48秒、樣品平均值為239 g、流量50 g/min，由圖可知滴灌系統之配置有很好的滴灌分布均勻性。



圖四、滴灌之分布均勻性

### 三、操作使用應注意事項：

養液的調配須嚴謹，注意水源水質，採用品質優良的單質肥料調配，減少養液桶沉澱與管路阻塞之發生，並且要定期清潔過濾器；精準掌握肥料種類與濃度，確保養分均衡。

農友平日只要注意水桶與養液桶水量的補充、管路是否異常洩漏或過濾器、滴（噴）頭堵塞、植株生長情形等，進行必要的調整與處理，另外排定時間定期清潔過濾器與管路，確保系統運作正常。

本土化省工自動灌溉施肥系統為本場與隆笙農業有限公司（TEL：04-8223756）產學合作之試驗研究成果，已經於98年完成技術移轉，有需求的農友可與本場作物環境課農機研究室陳令錫聯絡（TEL：04-8523101分機341）或逕洽該公司。

## 結語

本土化省工自動灌溉施肥系統採用文氏管注入器，其流量輸出性能穩定，誤差值小，顯示此型注入器之性能可以用於農業肥灌系統之應用，但需留意養液桶之底面積越大越好。養液輸出設定值以小於3.0 l/min為佳，灌溉均勻性試驗顯示滴灌系統之配置有很好的滴灌分布均勻性。本土化開發的控制系統為中文介面，容易操作設定使用，機電控制及管路零組件為臺灣製，沒有缺料的後續維修問題，因此，自動肥灌系統具有多樣參數設定功能的特性，有效節省人力、灌溉水、肥料與電力，具環控節能效果，屬於農耕管理的生財工具，為投資財而非消費財，是幫忙賺錢的器具，每日幫忙節省人力與提高工作效率，效益明顯且可觀，如此多的優點就是需要各位鄉親農友接觸它、使用它、讓它幫你澆水兼施肥，你一定會喜歡上它。