

# 自動肥灌之遠端監控與 維護保養概要

文圖／陳令錫

## 前言

臺灣農業伴隨資訊工業經過十餘年的發展，在農林漁牧各產業之科技化均有長足進步，資訊乃是現代文明的產物，商流、物流、金流、資訊流、土石流與現代生活切身相關的，資訊化可以幫我們達到有效的使用資訊，爭取最佳的時效，發揮最大的管理效能，以現代化的標準就是「以最少的時間，得到最佳的效能」，農企業之經營發展也跟上述五流息息相關，善加運用可避開危險、節省人力、提高作業效率、增加收益與提升生活品質。

微灌技術包括微噴灌與滴灌，其水分和肥料利用率高，灌溉水利用率可達95%，減少灌溉水量30~40%。本場近年完成本土化施肥灌溉系統研製，可發揮肥灌省工節水效益，肥灌系統的主要功能是將調配好的高濃度養液，經過適當輸出量控制，讓適量的養液與灌溉水稀釋混合後，輸送到作物根部區域，提供作物各階段生長所需，減少肥料與水資源浪費。本文將介紹運用資通訊技術建構農業遠端監控自動施肥灌溉系統之功能概況。

## 自動施肥灌溉系統

自動施肥灌溉系統(簡稱肥灌系統)如圖1所示，組成單元包括清水桶1只儲存充裕的潔淨灌溉水、養液桶5只儲存母液肥料水、中改型隆笙牌FG5型肥灌主機1組，主機含注入式養液混合器5組、一只2HP孔徑2英吋離心式幫浦裝設於主管路輸送混合養液至指定田區、一只2英吋孔徑流量計檢測混合液輸出量、5只3/8英吋孔徑流量計檢測養液輸出量，一組PLC控制系統負責執行養液與灌溉水量之參數設定與程序輸出、50mm管徑之累積式機械式水表，解析度 $0.001\text{m}^3$ ；透過1只RS-485轉Ethernet轉訊器與網路連接。本系統設計可管理10田區之肥灌需求，每田區之面積按照噴/滴頭種類，計算總噴/滴頭數量來決定幫浦流量。

肥灌系統主機之功能為設定作物生長階段，各階段指定適當之養液輸出量、灌溉作業時間、灌溉次數、灌溉開始與結束時間等參數，系統自動依據設定值，執行定量灌溉水與養液之輸出，將水與肥送到作物根部。除了肥灌主機與清水桶之外，還需過濾器、田區電磁閥與滴灌管路等硬體。另PLC控制

器經由人機介面與操作者互動，控制軟體具有作業參數設定功能，其控制畫面如圖2所示。

本肥灌系統可灌溉10田區，田區面積以0.1~0.2ha為宜，需要考慮田間採用微噴霧或滴灌管，因其出水流量不同。經驗豐富的農民可根據季節、氣候、作物生長階段等特性歸納出肥灌之行程天數，再結合養液配方表，分別在作物移植、營養生長、生殖生長等階段有不同的灌溉水與養液輸出，實現少量多次的省工自動肥灌目標。



圖1 自動施肥灌溉系統之組成外觀



圖2 自動施肥灌溉系統人機介面之首頁

## 遠端監控系統

遠端監控技術之軟硬體包括ASUS EeeBox電腦1臺，運用NI公司的LabVIEW套裝軟體8.2版開發PC-based網路遠端肥灌監控系統，擷取彰化地區之照度資訊，與肥灌系統操作資訊之接收、儲存、分析、運用與展示。可以設定IP位址連線顯示肥灌系統狀態、修改作業參數、控制肥灌系統操作、記錄作業資訊等。記錄的資訊包括養液幫浦輸出量、主管輸出量、管路壓力、照度、EC、pH、溫度、濕度等資訊之收集。根據紀錄資料，可近端或遠端查詢生產過程之灌溉水與施肥量分析結果。

PC-based網路遠端監控肥灌系統之系統架構如圖3所示，操作者可在遠端透過國際網路的資訊流傳輸，獲知溫室現場肥灌系統灌溉次數、施肥量與灌溉時間等作業詳情，並且能遠端調整肥灌參數，未來甚至可將環境微氣候資料導入，進行更精準的肥灌控制。遠端肥灌監控系統之監控畫面如圖4，具有設定IP位址連線、遠端顯示設備連線與狀態、全區狀態、資料管理、曲線圖等主要畫面，充分掌握全區狀態、肥灌系統狀態、修改作業參數、控制肥灌系統操作、記錄作業資訊等功能。PC-based網路遠端肥灌監控系統除即時顯示肥灌系統狀態之外，其資料紀錄與顯示功能更能提供農民了解肥灌系統當日或一段期間的運轉資料，比對灌溉次數、灌溉時間、養液輸出量、管路壓力等是否運轉正常之依據。

運用開發的PC-based肥灌監控系統，透過乙太網路收集的灌溉紀錄如圖5資料庫

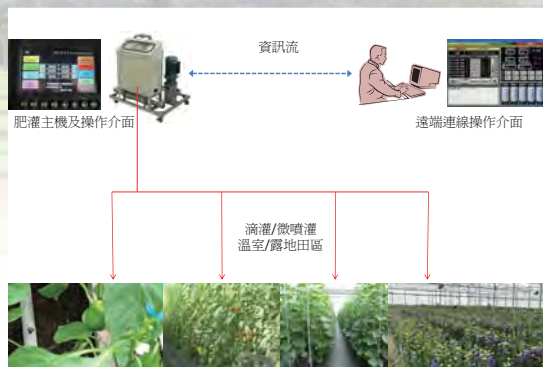


圖3 PC-based網路遠端監控肥灌系統系統架構概念圖



圖4 遠端監控肥灌系統網路之PC-based監控畫面

畫面，肥灌系統收集資料為ACCESS資料庫格式，以EXCEL格式匯出，在EXCEL作統計分析與繪圖。除即時記錄養液流量等試驗資料之外，遠端監控肥灌系統之監控畫面如圖6，按下畫面左側的電磁閥、田區與幫浦的按鈕，圖形物件即可啟動與停止該物件之控制。

| ID  | 日期         | 時間       | 田區   | 主管路流量 | 幫浦1流量 | 幫浦2流量 | 幫浦3流量 | 幫浦4流量 | 幫浦5流量 |
|-----|------------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 89  | 10/20/2012 | 14:06:11 | 田區7  | 29.5  | 0.58  | 0.69  | 0.88  | 0.3   |       |
| 90  | 10/20/2012 | 14:07:07 | 田區9  | 1.1   | 0.04  | 0.04  | 0.05  | 0.01  |       |
| 91  | 10/20/2012 | 14:41:16 | 田區8  | 0.2   | 0.12  | 0.1   | 0.12  | 0.05  |       |
| 92  | 10/20/2012 | 15:00:07 | 田區4  | 62.3  | 0     | 0     | 0     | 0     |       |
| 93  | 10/20/2012 | 15:01:07 | 田區10 | 0.6   | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.01  |       |
| 94  | 10/20/2012 | 15:02:11 | 田區1  | 37.1  | 0.57  | 0.55  | 0.54  | 0.37  |       |
| 95  | 10/20/2012 | 15:02:49 | 田區3  | 85.8  | 0     | 0     | 0     | 0     |       |
| 96  | 10/20/2012 | 15:30:07 | 田區7  | 27.3  | 0.58  | 0.69  | 0.88  | 0.3   |       |
| 97  | 10/20/2012 | 15:31:00 | 田區9  | 1.8   | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0     |       |
| 98  | 10/20/2012 | 15:34:09 | 田區8  | 2.2   | 0.12  | 0.11  | 0.12  | 0.05  |       |
| 99  | 10/20/2012 | 16:27:06 | 田區8  | 0.5   | 0.12  | 0.11  | 0.12  | 0.06  |       |
| 100 | 10/20/2012 | 18:04:07 | 田區2  | 63.5  | 0.58  | 0.69  | 0.51  | 0.37  |       |
| 101 | 10/20/2012 | 08:50:07 | 田區1  | 37.8  | 0.58  | 0.55  | 0.54  | 0.37  |       |
| 102 | 10/20/2012 | 08:50:49 | 田區3  | 85.2  | 0.69  | 0.78  | 0.58  | 0.44  |       |
| 103 | 10/20/2012 | 09:01:47 | 田區4  | 60.2  | 0.57  | 0.69  | 0.52  | 0.19  |       |
| 104 | 10/20/2012 | 09:30:10 | 田區7  | 27.3  | 0.58  | 0.7   | 0.88  | 0.3   |       |
| 105 | 10/20/2012 | 09:31:08 | 田區8  | 9     | 0.12  | 0.11  | 0.12  | 0.06  |       |
| 106 | 10/20/2012 | 09:32:01 | 田區9  | 1.5   | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.01  |       |
| 107 | 10/20/2012 | 09:00:11 | 田區10 | 0.1   | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.01  |       |
| 108 | 10/20/2012 | 09:01:17 | 田區1  | 39.4  | 0.58  | 0.56  | 0.54  | 0.37  |       |
| 109 | 10/20/2012 | 09:23:07 | 田區8  | 0.2   | 0.12  | 0.11  | 0.12  | 0.06  |       |
| 110 | 10/20/2012 | 09:30:10 | 田區6  | 35.7  | 0.9   | 1.11  | 0.87  | 0.59  |       |

圖5 遠端監控系統收集的養液流量等之資料庫畫面

## 番茄生產灌溉水與施肥量分析

以設施離地介質槽耕種植番茄，種植面積約900m<sup>2</sup>，採用自動肥灌系統與微噴灌供給水分與養分，種苗移植後薄肥連續微噴灌3~5天，保持土壤高含水率，待根部穩定生長之後，適量提高肥料濃度。運用肥灌遠端監控系統收集的資料，統計2012年10月至2013年1月期間生長期之自動微噴灌次數高達6354次，灌溉水量249.3m<sup>3</sup>，5桶養液合



圖6 PC-based 肥灌監控系統遠端控制灌溉啟動與停止

計之消耗量為13.8m<sup>3</sup>，生長期間的肥灌操作係依據天氣、作物生長勢、介質水分等綜

合判斷而調整灌溉時機與用量。肥灌系統5個養液母液桶生產期之用量分別為1947、2917、2337、2346與4230公升，肥灌的養液是經過清水調製稀釋，調製母液之稀釋倍數約15~80倍，灌溉至田間的稀釋倍數約15~50倍，肥料用量很少，是落實合理化施肥的優良工具。

## 清管與保養

設備的正常運作仍需平日的維護與保養，維護項目包括清洗養液過濾器與主管路過濾器，檢查養液水位防止空抽，低水位時進行補充，檢查微噴頭/滴頭是否堵塞，若發生堵塞需將異物清除，恢復水路順暢與維持噴霧之霧形。週期性注酸之功能可溶解沉澱物，解除滴管阻塞，清除細菌、水藻、軟泥，注酸之後，肥灌系統必須仔細清洗。每一期作後或固定時間間隔需進行管路清洗動作，可用硫酸銅、磷酸、硝酸或鹽酸稀釋清洗之。

每次或每日肥灌後，適度以清水清管也是必要的，另外，管路的安裝儘量避免太陽曝曬，除可避免灌溉水溫度提高外，更能減少停灌期間水份漏失之後肥料鹽的結晶產生。水源的水質也很重要，水源含有高濃度鈣鎂及重碳酸鹽(硬水)，酸鹼值pH 7.2~8.5，與肥料混合會發生沉澱、過濾器與滴頭阻塞等問題。灌溉水的酸鹼值保持pH6~7可發揮微灌系統最佳性能，可以預防堵塞與保持養分利用率。

關於有機微生物養液之施用，最好用動力噴霧機經橡膠軟管輸送澆灌作物根部，不要藉由本自動肥灌系統施用，可避免堵塞微

細管路。

調配母液桶養液宜準備養液調製水桶與攪拌器，水桶先倒入約75%清水，啟動攪拌器再少量分批放入肥料，先在養液調製水桶內充分混合溶解後，再過濾抽送到養液桶，此時養液桶內應該是潔淨的養液，如此可避免肥料中的雜質進入養液桶。因為不純的肥料含有固狀雜質，最好避免使用。

## 結語

自動肥灌技術是現代化省工節水的灌溉施肥方法，但是仍然需要經驗豐富的農民根據季節、氣候、作物生長階段等特性歸納出肥灌之行程天數，結合養液配方表，完成作物在不同生長階段的灌溉水與養液輸出之數據，據以設定肥灌控制系統，實現少量多次的省工自動精準肥灌目標，因此，作物灌溉是一門複雜的學問。

肥灌系統之網路連線功能可記錄養液相關資訊，據以分析灌溉水用量與施肥量。該系統為結合流體機械、電氣控制、作物生理、資通訊技術等科學而成的綜合體，在使用者優先的概念下開發人機介面，讓使用者容易操作、設定、修改與觀看系統運作情形。運用資通訊技術設計的肥灌網路連線系統，屬於PC-based肥灌監控系統，操作者可在家裡或辦公室透過網際網路的資訊流傳輸，獲知溫室現場肥灌系統之作業詳情，也能查詢各田區的灌溉水量、各養液之輸出量與趨勢圖等，並與設定值比對，可了解輸出量之誤差值大小。