

## 設施葉菜類智慧灌溉模組介紹

農業推廣課 副研究員 賴信忠 分機410

### 前言

設施葉菜類為北部地區重要作物，如蕹菜、小白菜、小松菜、青梗白菜、菠菜及萵苣等，夏季颱風期菜價上漲時肩負平穩市場功能。葉菜類具有栽培期短、病蟲害多、根系淺、需水多又怕淹水等特性，土壤水分管理是決定品質產量之關鍵因素。需要長期累積經驗才能準確灌溉，因而限制農場經營規模。本場近年來投入智慧化環境監控系統、環境感測器及灌溉控制器等開發，應用於設施蔬菜生產，可依據氣候環境進行智慧精準灌溉，減少管理作業時間。

### 一、自動灌溉模組

本場依據設施灌溉模式設計自動灌溉控制模組，機構設計部分，主機採用馬克三號開發板，包括負責傳輸的WiFi晶片與負責感測器及控制器的Arduino晶片。以MQTT通訊協議傳輸。使用時連接WiFi分享器與本場智慧農業開發系統伺服器主機連結，可雙向傳送感測數值與控制指令。使用者可透過網頁查詢數值、設定控制



圖1. 環境傳感器及控制器主機內部。

條件及操作控制器。Arduino晶片韌體程式設計包括環境傳感器、馬達控制器及灌溉控制器等(圖1)，可依據使用情境切換模組，使用時需外接110V或220V電源及WiFi網路傳輸。

自動灌溉模組設計目的在於溫室灌溉應用，使用情境預設為1台馬達對應多棟溫室(圖2)，為能維持穩定灌溉水壓，限制每次只能啟動1台溫室灌溉控制器。當設定電磁閥連動馬達時，灌溉控制器啟動前會先判斷馬達控制器是否啟用中，如果是啟用中，灌溉控制器不開啟，反之，則開啟灌溉控制器及馬達。關閉灌溉控制器時，同步關閉馬達控制器，透過MQTT伺服器進行資訊交換，連動速度在1秒以內，不受距離影響。

環境傳感器包括光度、空氣溫度、空氣濕度、土壤濕度等；韌體程式設計，以網頁使用者操作介面 (UI) 選擇傳感器數據，設定上下閥值，開啟模式(上閥值啟動下閥值關閉或下閥值啟動上閥值關閉)及選擇對應控制器。

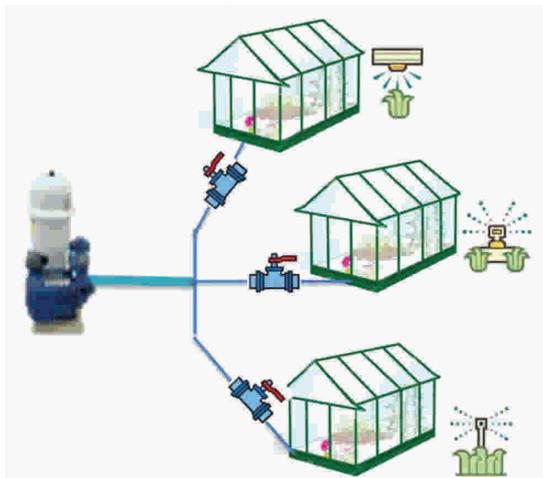


圖2. 馬達控制器可輪灌各溫室，穩定灌溉水壓。

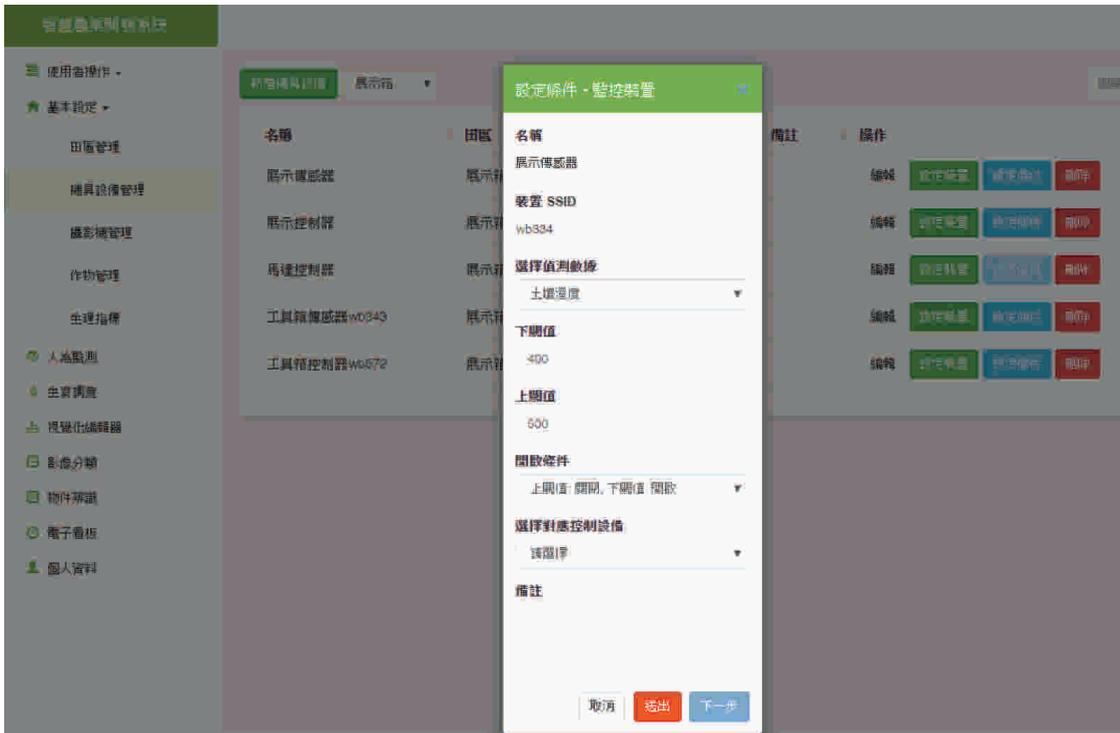


圖3. 環境傳感器設定介面-監控裝置。

灌溉控制器則有一組流量計及繼電器，流量計尺寸分為4分、6分、1英寸、1.5英寸及2英寸，繼電器用途為控制電流開關，避免馬達類大電流通過，可加裝電磁接觸器。灌溉控制器韌體設計可設定連動馬達，設定計時器或灌溉水量作為每次啟動條件，可設定間歇灌溉模式。馬達控制器不提供操作介面，只能接受傳感器、灌溉控制器或程式積木指令動作(圖3)；流量計可作為安全裝置，無流水或網路中斷時，即自行關閉馬達。

## 二、設施蔬菜環控溫室架設

設施蔬菜大都採用簡易鋁管塑膠布網室，環控設備較少，通常以抽水馬達管路噴灌為優先。自動灌溉設備包括抽水馬達、電磁閥、馬達控制器、電磁閥控制器及環境傳感器。架設前先確認網路及電源，農場缺乏有線網路時，可採用4G之WiFi分享器，每台WiFi分享器有連接數限制，通常為16或32台，超過連接數可再加WiFi分享器，監控裝置與分享器距離不超過50公尺(圖4)。電源則須配合環境傳感器放置點，架設時須注意用電安全。

控制器配合馬達及電磁閥位置設置(圖5)，



圖4. 控制器安裝於塑膠電箱，避免金屬屏蔽WiFi訊號。



圖5. 灌溉控制器安裝於電磁閥旁。

如果馬達對應溫室數少，可採用電磁接觸器連動電磁閥及抽水馬達或採用加壓馬達。環境傳感器設置及數量需依照溫室環境，接近作物但不干擾作物生長或作業管理。設置數量則須考慮經濟效益與數據有效性，環境監測目的在於衡量空間的微氣候，作為自動管理依據，因此以作物管理，只需要可代表大部分環境即可。

### 三、設施蔬菜自動灌溉控制程式設計

智慧農業開發系統提供程式積木功能，使用者依據設施設備及作物管理需求，可自行編輯管理控制程式(圖6)。設施蔬菜灌溉管理可以用土壤濕度計或累積光度灌溉模式，土壤濕度計可直覺反應測量土壤水分含量，但由於濕度



圖6.以程式積木編輯累積光度灌溉程式

計種類多，需選擇可反映土壤濕度狀態感測器，好的感測器通常價格高，且由於水分在土壤呈垂直變化，且擴散慢，呈現不均質分布，不容易掌握田區土壤水分整體變化，採用土壤濕度計作為灌溉設定條件，有其使用限制。

「累積光度灌溉模式」係臺中區農業改良場陳令錫博士開發，其原理是：土壤水分下降是因為蒸發或蒸散，日照强度高時會引起空氣溫度高、空氣濕度也低，蒸散或蒸發速度快，以日照強度作為土壤水分散失指標，累積光度代表累積土壤水分散失，以累積光度作為灌溉閾值，可依據天候狀況改變累積速度，達到自動調節灌溉。為避免陰天灌溉，在累積光度時可限制最低光度，才進行累加。在實務灌溉管理，透過累積光度閾值設定改變灌溉頻率，加上每次灌溉量設定，就可依照天候自動調節灌溉，節省灌溉水。再加上晴雨計偵測下雨，雨天累計光積值歸零，延後灌溉時機。設施蔬菜避免夜間澆水，可以透過時間設定來達到灌溉啟動時間。

### 結語

設施蔬菜智慧環控系統最大效益在節水及省工，以桃園市八德區設施蔬菜為例(圖7)，人工灌溉，夏季每天灌溉2-3次，每次6分鐘，冬季2-3天灌溉1次，每次3分鐘，全年平均每天灌溉1.5次，自動灌溉可節省487.2小時灌溉作業。3分鐘灌溉量1,180公升，以累積光度灌溉相較於定時灌溉，預估全年灌溉量每公頃34,485.2公噸，預估可節省20%灌溉量(6,897.2公噸)。未來智慧灌溉模式除了聰明省工灌溉，更可導入作物生長預測，配合生育階段調整灌溉模式，幫助農場調度人力機具，計畫生產銷售，創造更大經濟效益。



圖7. 監測簡易設施蔬菜溫室微氣象。