

# 設施內自動化施藥技術的研究

何榮祥 陳令錫 龍國維 田雲生

台中區農業改良場

## 摘 要

近年來隨著教育之普及與進步，農民普遍的瞭解到噴藥作業的危險性，尤其在設施中施藥，操作者必須直接面對藥劑之傷害。有鑑於此，本場自民國80年起即進行設施內自走式噴藥裝置之研究，至目前共完成三種型式之噴藥裝置。第一型於民國八十一年完成，用於簡易鋸管塑膠布溫室花卉扦插苗之噴水灌溉作業，噴藥架採用雙鋼索承載，控制系統為單棟控制，使用時操作者需逐棟操作。第二型用於半永久性鋼架溫室，為全自動控制系統，操作者僅需於中央控制機房選定欲噴藥之溫室及噴藥模式即可自動完成噴藥作業並可發出警告訊號，通知作業人員離開該區域，並可進行自我偵測以避免誤動作而危及設備安全，各分控箱亦可於現場進行單獨之手動控制。目前應用於玫瑰花之病蟲害防治。第三型噴藥架採用懸吊鋸管承載，其噴頭為噴水與噴藥兩種並列，噴頭可任意選擇並調整位置，控制系統採三棟溫室共用一個控制箱，操作時需逐一選擇所要進行作業之溫室，目前應用於蔬菜與花卉之育苗與管理。

## 一、前 言

近年來由於經濟環境快速改善，民眾消費水準提高，對農產品的需求已逐漸著重於質的提昇，生產者為克服自然環境之障礙，改善其產品品質，紛紛改用設施栽培，尤其是花卉栽培與種苗生產業者最為普遍，其結構從昂貴的玻璃溫室至隧道簡易設施，種類繁多，但基本上均是為作物營造適當的生長空間，並隔離病蟲害，但是當病媒一旦進入設施內時，設施亦同樣成為病媒良好的生長環境，設施內一旦發生病蟲害則蔓延迅速，若未能適時有效防治，後果難以想像。因此病蟲害之管理益形重要，但隨著教育之普及與進步，農民普遍的瞭解到噴藥作業的危險，在一般開放環境中尚可藉由大氣環境之稀釋作用，減低藥劑對人體之危害，但在設施中則必須直接面對藥劑之污染，因此經常面臨無工可雇之困境，自動化噴藥將操作者與藥劑隔離，成為最有效之解決方式之一。有鑑於此，本場自民國八十年起即進行設施內自走式噴藥裝置研究，於民國八十一年發表第一套簡易設施內噴藥裝置，並繼續研發改進，根據不同之溫室結構與作業項目，共完成三種型式之噴藥裝置供不同之業者使用，並獲致相當之成效。

### 設施內自走式自動噴霧裝置之開發：

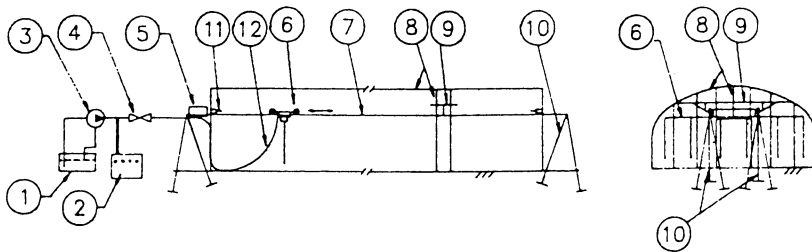
本自動施藥設備概略分類為硬體組件和控制軟體二大類，包括軌道、噴霧行走架、噴頭、管線組件、行走驅動組件、和裝設在設施之外供給藥液的加壓幫浦、藥桶及自動控制用之信號輸出、入組件，諸如藥液管路壓力開關、液位感知器、極限開關等。控制軟體方面，利用電氣順序控制

的程序規劃，使噴霧裝置能自動依序操作，發揮其功能，而電氣順序控制的自動化程度可採人工半自動操作或全自動定時作業。當在同一田區有多棟連棟溫室，每棟架設一組自動噴霧裝置，其控制規劃可依經營者之作業需求，進行各棟獨立人工個別操作使用，或多棟連線自動控制，其間最大差異是投資成本不同，操作使用便利性亦隨之不同。

目前本場共開發完成三種型式，其主要差別在於噴藥架之懸掛、構造方式與自動化控制程度，噴藥架行走方式均採用定置馬達驅動絞盤，再用細鋼索牽引噴藥架方式。今將三種形式結構分述如下。

### 一、雙鋼索承載型：

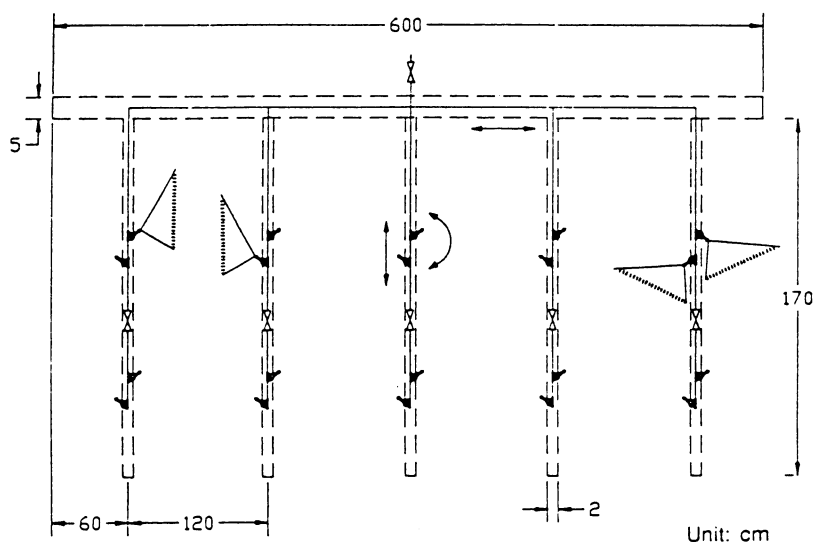
雙鋼索承載型是以國內廣泛應用之簡易鍍鋅鋁管塑膠布溫室為主要應用對象，構造最簡單，架設容易，每套設備造價約五萬元左右。設備裝設步驟及各部示意如圖一，噴藥系統由鋼索軌道、行走架、噴霧架和電氣控制裝置等下列六大部份組合而成：



1	Tank	5	Driving set	9	Support frame
2	Control panel	6	Carrier	10	Cement post
3	Pump	7	Ropeway	11	Limit switch
4	Solenoid valve	8	Pipe frame	12	Liquid hose

圖一、雙鋼索承載型自動噴藥裝置系統配置圖

1. 鋼索軌道：於設施縱向拉二條直徑8mm鋼索並以水泥樁及地牛支撐拉緊，做為行走架行走之用，由於鋼索會因自重而下垂，故其間另以鋁管架支持鋼索軌道。
2. 行走架：由四只直徑5cm鐵輪以鋁管連接為軸架，左右各二輪，行走於二條平行鋼索軌道上，驅動鋼索直徑2.5mm，連接於行走架中心點，牽引行走架行進。
3. 噴霧架：由一支斷面3×5cm，長6m槽狀鋁管水平掛於行走架，槽狀鋁管槽面向下，承裝5支斷面為2×3cm，長170cm垂直槽狀鋁管。水平及垂直鋁管槽裏放置30組螺絲，以蝶形螺母鎖上，可調節垂直鋁管及噴頭裝設位置以適合不同畦距和植株高度之噴霧作業。噴霧架結構如圖二。
4. 行走驅動組：由一部DC 110V 1/4HP可逆轉馬達經皮帶傳動至絞盤軸上的絞盤，再經絞盤之正逆轉牽動迴繞其上的驅動鋼索達成驅動任務。
5. 電氣控制裝置：由裝置於設施二端的二只限動開關、控制面板上選擇按鈕，構成控制信號輸入部份，經由電氣控制箱之電路研判後再將信號輸出至高壓泵馬達、行走驅動馬達、電磁閥等。
6. 藥液輸送管路：由藥桶、高壓泵、電磁閥、高壓軟管等組成，將藥液送達噴霧架。



圖二、噴霧架構造示意圖

## 二、唇槽鋼單軌懸吊型：

唇槽鋼單軌懸吊型為本場發展之第二代自動噴霧裝置，主要應用於力霸鋼架型溫室。一般而言力霸鋼架溫室設施結構完善，但其高度與跨距通常都較大，噴藥架加上管路及其他組件整體重量甚重，雙鋼索承載型無法有效承載，故改採唇槽鋼單軌懸吊，以改善雙鋼索承載型噴藥架行走時忽高忽低，以及鋼索平行度不佳時，噴藥架容易出軌之現象。

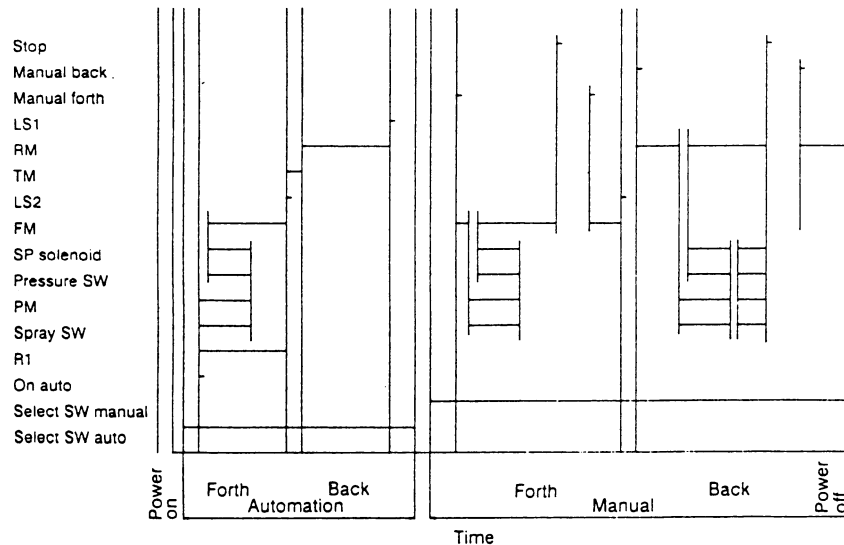
控制系統方面，每棟溫室設置子控箱一個，為手動控制，另外視需求設置分控箱若干，目前每一分控箱可連接至多6棟溫室，分控箱再連結於中央機房之主控箱，成為一全自動控制系統，操作者僅需於中央控制機房選定需要進行噴藥之溫室編號，以及噴藥模式即可藉由PLC之控制依序自動完成噴藥作業，作業進行中並可發出警告訊號，以警告現場作業人員離開該區域，噴藥設備並可進行自我偵測，以避免誤動作而危及設備安全，必要時各子控箱亦可於現場進行單獨之手動控制。

## 三、鉸管單軌懸吊型：

鉸管單軌懸吊型為本場發展之第三代自動噴霧裝置，為第一代雙鋼索承載型之改良型，主要在改進承載鋼索因自重下垂與鋼索平行度不佳之缺點，同時為因應國內塑膠布鉸管溫室與植床寬度不一之狀況，並簡化施工程序，以降低設備成本，每一支下懸噴桿改採掛接式構造，施工時可依現場狀況隨時調整，下懸噴桿並具有高度調整功能。噴頭部份採噴水與噴藥用雙噴頭並列，並藉由手動閥門控制噴頭之動作；當本系統用於灌溉時，採用低壓噴霧，噴頭工作壓力為 $3\sim 5\text{kg/cm}^2$ ，此時噴霧用噴頭關閉；當運用於噴藥作業時，藉由手動閥門之切換關閉噴水用噴頭，即可進行噴藥作業。噴藥架與藥液輸送管線均利用滑車掛載於中央鉸管上，此外中央鉸管亦可作為以下之輕量輸送掛載，以為溫室內少量搬運之用，使設施架構應用更具有彈性。

#### 四、基本電氣控制電路設計：

基本電器控制順序流程圖如圖三，橫座標為時間，縱座標為擬採用之電氣元件，由圖中瞭解此一電氣系統須要那些元件，各個元件在何時要啓動，何時要關閉，同時對其他元件會產生何種效應，可據以設計電路和往後電路維護檢修之用。今以自動操作模式說明其功能：啓動電源(Power)後選擇自動操作(Select SW AUTO)及打開噴霧開關(Spray SW)，按下自動啓動按鈕(ON AUTO)，高壓動力噴霧機電源電磁開關(PM)接通便開始運轉，當噴霧壓力到達設定壓力時，壓力開關(Pressure SW)接通，噴霧電磁閥(SP Solenoid)自動開啓噴霧，前進電磁開關(FM)亦動作開始前進，此時前進且噴霧，若不噴則高壓動力噴霧機電源電磁開關(PM)不動作，動力噴霧機不運轉但噴架仍可繼續前進，當碰到限動開關後停留3秒，以保護驅動馬達，接著後退電磁開關(RM)動作，噴架空車不噴霧返回起點，完成一趟自動單程噴霧作業，另外亦可選擇雙程噴霧作業，也就是噴架在返回原點時繼續進行噴霧。除了自程序外，系統亦保留手動操作。



圖三、電氣控制順序流程圖

#### 目前應用概況：

##### 一、雙鋼索承載型：

雙鋼索承載型完成於民國81年，設置於彰化縣田中鎮大地農園，溫室為簡易鋸管塑膠布溫室，噴藥架採用雙鋼索承載，目前共設置五套，主要運用於花卉扦插苗之噴水灌溉作業，平均每棟每日噴水6次，採用單棟控制。使用時操作者需逐棟操作。其溫室面積每棟.03公頃，若採人工噴灑每棟須時15分鐘，但採自走式自動噴灌作業每次1.5分鐘即可完成，約可節省工時10倍。

##### 二、唇槽鋼單軌懸吊型：

唇槽鋼單軌懸吊型，應用於后里墩南農場玫瑰花班，為力霸鋼架式溫室，總面積2.0公頃，溫

室分為A、B兩區，A區面積1.2公頃，設溫室17棟，B區面積0.8公頃，設溫室13棟，共裝設自動噴霧設備30套，主要運用於玫瑰花之噴藥作業。控制系統方面，每棟溫室設置子控箱一個，為手動控制，每五至六棟溫室連結設分控箱一個，分控箱再連結於中央機房之主控箱，成為一全自動控制系統，操作者於中央控制機房選定需要進行噴藥之溫室編號，並選擇單程或雙程之噴藥模式，按鈕起動後即可藉由PLC之控制依序自動完成全部噴藥作業，作業進行中主控箱面板上會同時以燈號顯示當時之作業狀況。

該場於民國83年底完成系統架設，以A區17棟溫室為例，在未導入本系統前，每次噴藥需一組三人進行作業，1.2公頃噴藥須16小時/人，每次噴藥均需抽調大部份人員，致使其它田間管理工作陷於停頓，使用自動噴藥系統後1.5小時/1人可完成棟噴藥作業，效率約為人工噴藥的倍，此外在使用自動噴藥系統時，工人僅需負責配藥及按鈕即可，操作者無需進入溫室之中，工作既安全又輕鬆，工人亦樂於從事噴藥工作，當有病蟲害發生時，更能在發生之初期能立即噴藥及早防治，使病蟲害防治效果更加，用水量上更從公升降至公升，每次噴藥可節省藥量50%。

### 三、鉸管單軌懸吊型：

鉸管單軌懸吊型目前設置於彰化縣員林鎮員林種苗場，其溫室為簡易鉸管塑膠布溫室共裝置套，主要用於蔬菜及花卉育苗之噴水與噴藥作業，自動控制部份採用三棟溫室共用一組控制箱，以節省成本，使用時操作者需先選定目標溫室並設定單程或雙程噴霧。

## 四、結果與討論

近年隨著經濟的快速發展，社會環保意識提高，對於農產品化學藥劑之使用十分敏感，而農業生產者在新一代專業農民加入與新知識、技術的普及下，也逐漸意識到噴藥作業的危險，但位處亞熱帶地區的台灣，高溫高濕的環境，使用藥劑防治病蟲害仍是必要的手段，以往噴藥作業是以確保其作物生產為主，對人及環境缺乏重視，以致經常有因使用農藥而受害者，如今農民意識覺醒，卻又面臨無工可僱之窘境，所以施藥時或以較高之濃度或以多種藥劑混和，以求一次解決，殊不知省工的背面卻又隱含著用藥過量、藥劑間之干涉作用以及抗藥性等等問題，設施中因屬封閉之環境，噴藥對人體危害更為直接，故使用無人化自動噴藥系統，將人與藥劑隔離，以避免受到傷害為最佳選擇。本場發展之三種型式設施自動化噴霧設備，其中雙鋼索承載型施工費用最低，但兩條承載鋼索必需維持平行，以免噴桿架掉落，再者鋼索亦會隨時間逐漸鬆弛，故使用者必需經常調整，以維持鋼索之平行度與鬆緊度。唇槽鋼單軌懸吊型及鉸管單軌懸吊型，因使用鋼軌單軌懸吊，故一經架設完成後即無需經常調整，另外亦無噴桿架掉落之顧慮。

國內設施栽培發展迅速，但個別農民間需求差異甚大，溫室建構業者依個別農戶需求而施工，溫室大小、材質、建構方式並無統一之標準，本場發展之三種型式設施自動化噴霧設備，其自動化程度與構建方式稍有差異，個別農友可根據本身之需求與經費預算進行選擇，以避免過度投資造成浪費，或者因陋就簡而無法達到預期之目標。

## 五、參考文獻

1. 王雪香 1989 設施蔬菜害蟲之現況 中華昆蟲特刊第四號 p.226~120;-234。

2. 戶崎紘一 1991 防除機 機械化農業 6:44-45。
3. 白居仁司 1990 增無人防除機 機械化農業 6:10-12。
4. 津賀幸之介 1987 最近防除機防除技術 6:4-6。
5. 津賀幸之介 1988 內無人防除 機械化農業 6:9-13。
6. 陳寶玉 1987 溫室工作手冊 五洲出版社 p.72-73。
7. 盛中德 1992 溫室內施藥機械介紹 興農月刊 279：-18。
8. 農業機械施設試驗方法便覽(I) 1977 日本農業機械學會 p.196-279。
9. Ghate, S. R. 1994 Ground speed control of Pesticide Application Rates in a Compressed Air Direct Injection Sprayer. Transactions of the ASAE 37(1) 33-38.
10. Hostgard M. B. 1994 Local Weather Data and Plant Protection. Hardi International A/S, Denmark.SP Report (No.7)p.125-131.