

高架式施藥機械

梁連勝 蔡致榮 周廷弘

臺灣省農業試驗所

摘 要

由於HAGIE 280型自動噴霧機具有自動監控之作業功能，對使用者與環境提供了良好之保護效果，在本省具有開發之潛力。使用該機進行作物病蟲防治作業，除可獲致降低農藥中毒、解決僱工困難等無形效益外，並具有提高作業效率與降低作業成本之實質有形效益。本噴霧機作業時受本省農田小區劃之影響，以單一行程30%之淨作業效率確有偏低之趨勢；為有效提高作業效率，應合理改變農田之長寬比，或者改變農民對新施藥技術造成作物損傷之顧忌，以便採用枕地轉彎之作業方式，期能發揮本機之固有作業性能。

【關鍵詞】高架、施藥、機械。

一、前 言

本省農作物之病害防治作業，農民一向偏重藥劑之使用，常在不知不覺中養成過量用藥之習慣，不但徒然增加農業生產成本，且對生態環境造成極大之危害。在世界地球村之觀念逐漸獲得共識與重視之際，農業不再單純為提供人類基本之糧食負責，同時還需在環境保育方面發揮其獨特功能與貢獻，今後農業發展必需兼顧生存環境之永續維護。為發展兼顧環境與農業發展需求之施藥機械與技術，唯有仰賴現代自動化科技之支援。目前歐美等已開發國家在此一方面之研究，均較國內先進，並已有可觀而顯著之成果可資應用，如何將渠等開發成功之具體成果，援引供國內使用與參考，並進一步促使該技術落實於國內，加強具有環保意識之各種作業技術之開發，促進我國農藥施用自動化，進而早日解決國內之施藥問題，實為目前當務之急。再者，由於過去國內對農作物病蟲害防治作業機械與技術之發展，一向偏重於園藝果樹類，對水稻、旱作與蔬菜等則疏於顧及；導致該類作物病蟲害防治作業費用偏高，且遭致僱工困難之瓶頸；職是之故，該三類作物防治用之自動化作業機械亟待開發，以降低生產成本。為了減少作業者在以傳統作業方式進行農作物病蟲害防治時，因疏忽所導致之農藥中毒事例及確保環境不受農藥之過度污染，與適時適量進行農作物病蟲害防治作業，提供適當之作業設施或機具，於民國八十年自美國引進HAGIE 280型高架式自動噴霧機壹套，田間試用觀察結果顯示，以其懸空之大離地面高與自動控制施藥之作業設計特性，可解決本省高、低莖作物之噴藥作業瓶頸，提高作業品質、增進農藥使用之安全。

二、試驗設備與方法

(一)試驗設備

- 1.HAGIE280型高架式自動噴霧機、各型噴頭及配件。
- 2.飼料用玉米、高粱、花生及蔬菜等作物。

(二)研究方法

- 1.於田間作業與觀察，分析該機組件對本省作物栽培模式之適用性。
- 2.適度調整機件組合與修正。
- 3.調查田間作業經濟效益分析。

三、結果與討論

(一)HAGIE280型高架式自動噴霧機之主要配備說明：

本型噴霧機採用六缸、增壓渦輪、106馬力柴油引擎為作業動力，其傳動系統應用全油壓二輪或四輪靜液壓傳動；主機架之離地高距為1680公厘，輪距可由1820MM至3175MM任意調整、軸距2692公厘、不含懸臂之全長為5486公厘、全高3390公厘與全寬3860公厘。本機所使用之油壓系統為中位開放、齒輪式，油壓系統壓力為每平方吋1850磅。噴藥系統包涵1500公升藥液箱二只、油壓機械攪拌及離心自吸式抽水機、三(五)節噴霧懸臂，以監控器直接控制噴藥作業。農藥原液之控制採直接注入線上混合之作業方式，使用兩只容量56公升之原液桶，兩種不同之農藥可同時使用或單獨使用，其使用量由監控器以預設值隨車速自動調整之。噴霧懸臂由油壓舉升、折疊或作水平位置調整，其標準設計為三節，本機因應試驗需要改為五節之設計，展開後之涵蓋寬度為1830公分，噴頭規格可因作業需要調整更換。本型噴霧機之另一特殊設計為採用密閉式駕駛室，使用活性炭過濾與空調設備，操作者在作業中無農藥污染之虞。為減少操作者辨識困難與作業負荷，可增加噴藥標示器、噴頭作業監控裝置等附屬配備，協助操作者確認施藥狀態，減少失誤與重複施藥之機率，適時發現噴頭積堵情形並排除，以提高作業效率。

(二)田間施藥作業：

本機在已實施農地重劃之農場作業時，正常之作業速度為每小時三公里，避免高速前進作業時，因田面平整變化導致懸臂過度振動，影響作業精度。主控器經依序進行相關校準與調整等使用前準備作業後，進行田間試驗與調查作業。由於本省農家之農田面積與規劃均較狹小，且田區兩頭分別為給、排水設施，對大型機械作業相當不利，故本機在田間作業時，對枕地之處理可視操作者與現場之條件限制，以枕地迴轉換向或前進施藥倒車返回之單向作業方式來完成。

1.懸臂之作業及噴頭之選用：

本機之懸臂可藉油壓折疊與調整作業之高度或傾斜度，作業時可配合不同型式噴頭之使用，及田區形狀之變化，由操作者適時調整之。作業時懸臂節間之噴頭，其出水分別由制水電磁閥管制，數只噴頭共用一只制水閥，當田區周緣發生畸零現象時或田區中部份無需施藥時，涵蓋該區域之噴頭可經由主控器作選擇性之暫時性關閉，以達成因地制宜之作業效果。

進口之TEEJET噴頭除標準型式外，尚有特殊之附屬裝置，諸如可調整施藥角度者、或多頭並列型者及附加下垂裝置等。配合施藥涵蓋面與懸臂高度之調整，在每平方吋40磅之作業壓力下進行噴施作業，其作業狀況由於與國人習用之噴藥作業迥異，國人對其作業效果存有疑慮，此為農民有待再教育之處。為暫時克服農民之傳統習性與疑慮之心理障礙，以國產噴頭取代進口噴頭作業時，經測定發現各噴頭間出水量之個別誤差高達百分之廿五，這一項

事實顯示國產噴頭之規格品質有待商榷與改良；因此，若以國產噴頭代用時，各噴頭應嚴格進行校正作業，以確保施藥量之均勻性與可信度。

2.主監控器及其作業：

主監控器為本機自動化作業之控制中樞，可分別設定農藥原液混合比，並依據所用之噴頭規格、作業壓力與農藥之單位面積額定使用量，規劃、設定單位積之施藥量，紀錄與顯示單位時間作業面積、累計作業面積及原液桶殘藥量等功能；同時藉電磁閥之動作，對每節噴霧懸臂之噴頭進行噴霧作業之管制，以因應田區形狀變化之需求。

3.噴霧標示器及其作業：

噴霧涵蓋標示器配置於懸臂之兩外側，以無毒之白色泡沫在作業之同時噴撒在田間或作物頂部，輔助操作者辨識噴藥作業之即時狀況，避免重複施噴浪費資源或造成額外之環境污染。標示器為選購配備，使用者可依作業需要自行斟酌選購；該器以控制訊號與主控器連接，操作者藉主控器以遙控方式達成開啓與切離之控制作業。

4.噴頭監控器及其作業：

為將噴頭之作業現況，隨時提供操作者作為進行檢修噴頭之依據，本機配置之噴頭監控器利用警示訊號，可即時提醒操作者檢修故障之噴頭。當噴頭阻塞時，噴頭監控器之掃瞄光點即停止不動，而以閃動之光點，將故障位置以數位顯示，以指出故障之確切位置以便檢修。

5.在本省栽培飼料玉米與高粱田區之實際作業：

飼料玉米與高粱同屬高莖之旱作物，其生產過程中之病蟲害防治作業，以生長之中後期作業較為困難；初、中期之噴藥作業，可藉噴霧懸臂位置控制系統調整適當之作業度，至於中、後期噴藥作業時，懸臂系統必需提高以預留足夠之空間，以免傷及作物，同時為了提高噴藥附著度，在本階段作業用之噴頭必需以下垂連接管與懸臂架連結組合應用，以使噴頭沉懸於作物之冠下，俾農藥附著於相關之葉背，提高作業效果。該連結用下垂管可在國內自行製造，亦可直接自國外購用，該連結管備有各種不同規格，供不同作業時之組合與應用，使用者同時可選購各種噴藥方向可調整之噴頭配合使用，更可發揮本機之作業效果。

6.田間作業效益：

使用本型噴霧機進行作物病蟲害防治作業之效益可分為有形與無形效益兩種，其中對作業環境之改善、減少環境污染、降低中毒機率確保社會人力資源等均可視為無形之效益；因利用本型噴霧機作業所節省之作業費用與增加之收益則為有形之效益。對無形效益而言，因不易查覺，一般較會為人所忽視，至於有形效益，因利之所在，則為使用者所矚目與關心。

就有形之效益而論，機械在單位時間內之有效作業面積及其使用成本應為首要項目；由於本省農田坵塊面積小，規劃時使用小長寬比，對大型機械作業至為不利，同時由於未規劃、採行合理之栽培區，導致坵塊分散，無形中降低有效作業效率至鉅。以當前之田區規劃與作業方式分析，噴霧機以每小時三公里之理論作業速度進行噴藥作業時，以其18.3公尺噴霧涵蓋面為全部有效單程作業積計算，每小時之理論作業面積為5.49公頃，但據田間試驗觀察，實際作業效率與理論值存在著相當大之差異。以本省之田區規劃現況，田區長度以120公尺計算，對玉米之施藥而言，七十公畝之田區需以三個噴藥行程方能完成；若以農路為迴轉換行用枕地時，需費時24.6分；其中轉彎作業時間為9.8分鐘，實際噴藥作業時間為7.6分鐘，進出田區作業時間為4.7分鐘，單程退回作業時間為2.5分鐘；以實際施藥行程時間計算時，得淨

工作效率為30.9%；若以高粱田之施藥作業而言，以玉米施藥相同之方式進行時，在0.66公頃之田區，計需費時約25.3分；其中轉彎作業時間為11.3分鐘，實際噴藥作業時間為7.5分鐘，進出田區作業時間為3.5分鐘，單程退回作業時間為3.0分鐘，換算田間淨作業效率得29.6%，兩作物之枕地轉彎時間佔總作業時間之42.3%。因此，若要提高淨作業效率，可分別由擴大田區規劃之長寬比，以減少枕地轉彎次數；或遷就目前之規劃模式，以在兩端枕地轉彎換向進行作業。兩者之間，以擴大長寬比所得之效益較為顯著，但困難與阻力亦最大。

7. 使用成本與經濟分析：

(1) 使用成本^(2,3)

HAGIE280型高架式自動噴霧機用於一般旱作之病蟲害防治作業，其單位時間內有效作業能量直接影響本機之使用成本；以本省農田規劃現況而論，若採用在田間枕地迴轉之作業方式，以每小時三公里之額定作業速度作業時，每公頃約需卅分鐘之作業時間，與理論作業量相較，作業效率為40%。以傳統人工之玉米病蟲害防治作業為例，平均每期作之防治作業為三次，需24人工小時(每次作業時間分別為4、8、12小時)，每日以工作六小時計算；每日之噴藥工資為1600元，折合每公頃之作業工資估算為6400元，以每公頃6000公斤產量計，合計產值約為79,000元，則該防治作業費用約佔總產值之8.1%；對高粱之人工病蟲害防治之成本調查指出，每期作同樣實施防治三次，每公頃所費人工亦以24人工小時計算，每公頃需支出工資6400元，每公頃高粱之產量以5000公斤，估計產值為70,000元，則防治作業費用約佔總產值之9.1%；低莖作物以落花生之栽培為例，每期作需進行防治作業五次，合計需使用四十工時，折合工支資出為10,666元，如每公頃落花生總產量以3500公斤估計時，合計產值約為140,000元，則防治作業費用約佔總產值之7.6%；再以蔬菜每公頃之病蟲害防治成本來分析，每期人工施藥五次，平均80人工小時，每日工作六小時，每公頃折合支出工資21,300元。前述病蟲害防治作業如以HAGIE280型自動噴霧機取代人工作業時，每小時有效作業面積以二公頃計算，本機之作業由操作人員與助手一人合作完成，折合每公頃需使用一人工小時；對前述四類作物而言，每期作每公頃所需作業工時分別為玉米三人工小時、高粱三人工小時、落花生五人工小時及蔬菜五人工小時，作業速度分別為人工施藥之8倍、8倍、8倍、及16倍。本型噴藥機每小時需使用燃料十五公升，購置費新台幣280000元，估計使用十年，每年使用600小時。各項固定費用之計算標準分別為：折舊費為購置費之10%、利息則以農機貸款之年息5.5%計算、維護費按則購置費之50%予以估算；變動費用中之所有油料費，以每小時耗用燃料費之1.3倍計算，操作人員及運送供水助手之工資以每日1600元之1.5倍給付，估算每小時之使用成本，合計本型噴霧機每小時之總作業成本為新台幣1467元，對玉米、高粱、落花生與蔬菜等作物每公頃每期作之施藥作業成本分別為4400元、4400元、7340元及7340元，與人工作業成本對照時，分別可節省2000元、2000元、3330元及13960元等之有形成本。

(2) 對作物損害之調查分析：

以玉米為例，在長120之田區枕地轉彎作業時，每一轉彎行程受損玉米植株為210株，以現行75 x 25公分之推廣栽培行株距計算，每公頃之栽培株數為53,300株，單位面積產量若以6000公斤為準，則每株產量應為0.113公斤，則受損植株所減產之玉米應為23.7公斤，總產值為312元折合每公頃減產742元，佔總產值之0.94%，應可略去不計；何況，適時之

施藥所產生之保護效益遠比該項損失為大，無形社會成本之效益尚未計入，本項損失可藉增加田區長寬比予以縮小。其他再生性不佳之作物，作業方式仍可比照玉米之作業以為之，農民在使用初期或有煩言，但在習慣後對本作業方式應可接受乃無庸置疑。

四、檢討與建議

以高架式自動噴霧機取代本省現行之作物病蟲害防治作業方式與機具，除可獲致降低無形之社會成本外，有形之實質經濟效益受田區規劃長寬比之影響，若能加大該長寬比值，減少作業中之轉彎次數，則在每小時三公里之最適額定作業速度下，田間作業效率仍可大幅提高；唯因受限於既有環境，補救之道為集團栽培，以減少作業時道路移動所浪費之作業時間。對原型機而言，本省現行之栽培行型，由於該機之輪距為可調式，在使用上並未受到限制；枕地作業時，如採用田間轉彎之作業方式，則可增加作業效率，對作物之損害，因作業時循相同之輪跡前進，故總損失不會每次累加，應可忽略不計。作業時水源補充速度直接影響單位時間之作業能量，因之，在無貯水供應之田間作業狀況下，必需準備專用水車供水。本機作業時使用之壓力為每平方吋四十磅，約為每平方公分三公斤，遠低於國人現行使用機型之壓力，故農藥之漂移污染低，應為不爭之事實，其對環境之保護應值得吾人重視。在應用本機作業時，如欲以國產噴頭取代進口產品，由於國產品品質無法達齊一之規格，故在使用前應按技術資料，進行嚴格校正作業。為提高葉背之藥液附著度，對高莖作物施藥時，建議採用下垂式連結管裝置可調角度之噴頭，以獲得較佳之作業效果，同時該下垂噴管之設置應每以每行間裝置為宜，則其作業效果遠超過傳統之平面施噴。為因應本省小田區作業需要，提高作業效率，應以進口機型之設計，配合本省農場現況，並應用輔助氣流之設計⁽¹⁾，將本型機之設計優點予以國產化，以落實引進新技術之目標。

五、參考文獻

1. 張國輝、劉達修、蔡致榮、邱銀珍。1992，研習自動化病蟲害防治技術，行政院農委會漁牧產業自動化八十一年度人才培育計畫出國研習報告
2. 八十年版臺灣農業年報：八十年六月，臺灣省政府農林廳編印。
3. 七十九年期臺灣農產品生產成本調查報告：八十年版臺灣省政府農林廳編印。