

小型履帶式噴藥機研製¹

何榮祥、田雲生²

摘 要

本研究之目的在開發一適合於作畦栽培作物使用之畦間行走單人操作噴藥機，研發完成之小型履帶式噴藥機採雙履帶式底盤，以6 ps/2,000 rpm單缸汽油引擎為動力，行走於畦溝或行列作物田間，左右履帶動力可分別操作離合及轉向。其機體尺寸為1,400 × 860 × 1,100 mm (長 × 寬 × 高)，履帶外緣寬度36 cm，藥桶容量150 L，而噴桿型式分水平與垂直兩類，長度與噴頭配置可依實際作物需求而設計調整。本機操作時機械行走於畦溝間，並利用畦溝為導引自行前進，此外考慮噴藥時會有順風與逆風兩種狀況，特將噴藥機之行走與噴藥控制桿設計成雙向均可操作，操作人員可根據當時之風向，選擇於機體前方或後方配合前進或倒退檔進行操作，使操作者隨時保持於上風位置，以避免藥劑隨風向吹向操作人員，影響人體安全，而機體沿畦溝行走之自我導向之行走特性，操作者只需於田區兩端進行必要之操作，勿需隨時伴隨機械前進，更可提高噴藥作業之安全性，噴藥機作業速度約為25 m/min (前進作業)，較傳統人工牽管噴藥之平均作業速度20 m/min，效率快約25%，另可節省二名協助牽管之人工，總體效率，約可節省噴藥工資達60~70%。此外，本機在作物收穫時期亦可將藥桶及噴桿等配件拆除，即可轉變成為一小型田間搬運機，做為生產作物田間搬運之用，可達到一機多用之目的，進而減少農民購置機械之成本。

關鍵字：履帶式、噴藥機。

前 言

隨著經濟的發展與生活水準的提升，本省農村面臨著人工成本昂貴、農業人口外移，以及勞動力不足等問題，所以各類作物栽培，極迫切需要適用之機械或自動化設備以取代人工，而噴藥作業就是其中之一項。由於病蟲害防除工作為目前農業生產過程中不可或缺的一環，因此有必要開發新的病蟲害防除管理機械。在相關農業試驗場所努力之下，目前市面上已有多種自動化噴藥機械提供選用，但受限於作物種類與栽培模式，不同作物其畦溝寬度與距離變化極大，因此跨畦作業機具之應用受到極大之限制，因此在土地高度集約利用的花卉、蔬菜等築畦栽培之作物田區，農民仍以高壓動力噴霧機，配合人力拖曳管線進行噴藥，每次作

¹ 臺中區農業改良場研究報告第 0543 號。

² 臺中區農業改良場副研究員、助理。

業最少需三人一組。農民為節省人工之需求，在噴藥時經常採用多種藥劑混和，容易導致藥劑之不當使用，並有過量使用藥劑之疑慮。過去台中區農業改良場曾經發展數種小型畦間搬運與噴藥機械，當時受限於部分材料無法取得，故採用輪式車輛驅動方式，但由於輪胎接地面積較小，以致抓地力不足，遇到田間稍有積水則易產生打滑現象，行走特性不佳，且輪距稍寬，無法與田間栽培狀況相符，故不為農民所接受。現今由於橡膠履帶開發有成，乃根據先前開發輪式小型畦間搬運與噴藥機之經驗，另行發展以汽油引擎驅動之小型履帶式噴藥機，利用履帶之大接地面積特色，改善機體行走特性，特別是在下雨過後，農民亟需噴藥時，噴藥機必須仍可適應於泥濘濕滑之田間操作。

材料與方法

- 一、材料及零件：包括橡膠履帶、方鐵管、圓鐵管、薄鐵板及不銹鋼板等各類鐵材，用以製造搬運車架及承載台、噴藥裝置及控制設備。
- 二、設備：包括汽油引擎、變速齒輪箱、高壓泵等，用以組裝行走與噴灑動力系統；另有電子秤、轉速計等測試儀器，用以檢測試驗機的作業性能。

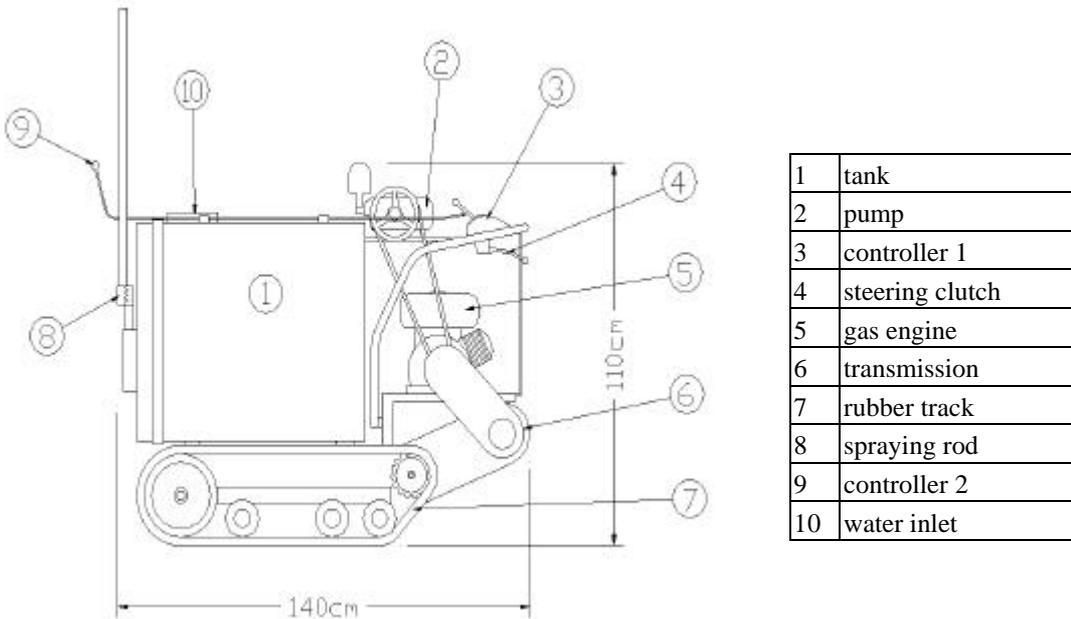
機械構造原理

噴藥機機體構造原理

開發完成之小型履帶式噴藥機其構造示意圖如圖一，主要性能諸元如表一。本機係以6 ps/2,000 rpm單缸汽油引擎驅動，採雙履帶式底盤，履帶寬度10 cm，兩條履帶外緣寬度36 cm。變速箱採用力達工業股份有限公司製造之小型搬運機變速箱，變速箱具有前進二檔與後退一檔計三個檔位，前進速度1.4~2.2 km/hr，後退速度0.9~1.0 km/hr，且具有左右各自獨立之煞車裝置可加速轉彎之操作，並可加強本機於上下斜坡時之駐車能力。機體尺寸為1,400 × 60 × 1,100 mm(長 × 寬 × 高)，藥桶容量150L，高壓動力噴霧機採用物理牌W-25A，置於藥箱上方，以方便操作。噴桿型式、長度則依實際作物需求而設計調整，高壓動力噴霧機與機體行走之動力分別由獨立之張力皮帶輪操作，兩者間互不影響，因此本機可採前進及後退雙向作業，噴藥機作業時採低速檔作業，前進作業時速度為1.4~1.5 km/hr，採後退作業時速度為0.9~1.0 km/hr，機體於藥桶空載時傾覆角為28°，藥桶滿載時傾覆角為25°，斜坡之停車能力滿載時大於30°。

噴桿組構造

為使本機能適合不同之作物種類與噴藥作業需求，噴桿組採模組化設計，計分為主支架、水平噴桿組、垂直噴桿組三大部份，其構造如圖二。(1)主支架：主支架固定於機體前方正中央與噴藥機機體連接，上端有一固定支點用以懸吊水平或垂直噴桿組，主支架並可單獨調整高度，以配合不同生長時期之作業需求，保持噴桿與作物間之相對高度。(2)水平噴桿組：水平噴桿組主要運用於向下噴施之噴霧方式，噴桿組中央以一對正齒輪控制噴桿之同步收放，左右兩支噴桿則固定於各別之套管中，以便進行必要之長度調整，或配合畦面寬度或作



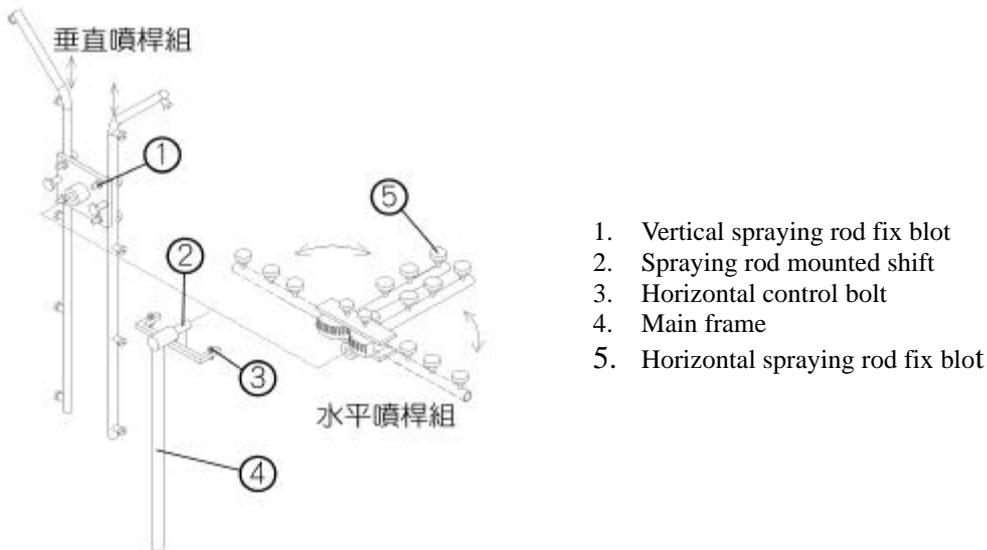
圖一、小型履帶式噴藥機構造示意圖。
Fig. 1. Diagram of track-type sprayer.

表一、小型履帶噴藥機性能諸元

Table1. Specification of the track-type sprayer

Item	Specification		
power	6 ps/2000 rpm gasoline engine		
transmission	2 forward and 1 backward		
driving system	2 rubber track-type		
rubber track width	10 cm		
rubber track length on road	67.5 cm		
dimension	1400 × 660 × 100 mm		
min. turning radius	1 m (unload)	1.5 m (load)	
side overturning angle	28 °(unload)	25 °(load)	
vehicle gross weight	200 kg		
tank volume	150 l		
pump	1"		
speed at 1200 rpm	1st shift	1.5 km/hr (unload)	1.4 km/hr (load)
	2 nd shift	2.2 km/hr (unload)	2.1 km/hr (load)
	reverse	1.0 km/hr	0.9 km/hr

物種類更換不同長度或噴頭配置之噴桿，在噴桿水平控制方面，利用噴桿組中央下方外掛配重達成，噴桿可自由浮動，以保持對地之水平狀態，噴桿浮動最大角度為 15° 。(3)垂直噴桿組：垂直噴桿組主要用於向兩側噴施之噴霧方式，左右兩支噴桿各以2支固定勾固定於一方形固定基座，噴桿位置除可利用主支架調整高度外，亦可個別隨意上下調整，操作時整體噴桿組藉由本身重量，可自行調整維持與地表垂直，噴桿擺動最大角度為左右各 15° 。以上噴桿各部份均採組合式設計，所有元件均可不用工具完成組合或拆解；每一噴頭亦具各自獨立開關，可依個別需求隨意開閉及調整角度。



圖二、噴桿組構造示意圖。

Fig. 2. Diagram of spraying rod.

結果與討論

台灣位於亞熱帶地區，高溫多雨的氣候型態，使用藥劑進行病蟲害管理，為作物生產過程中不可或缺之一環。在作畦栽培之環境中，國內雖已開發多種噴藥機具，但受限於作物種類、植株高度、畦面寬度等限制與農民栽培習慣，農民依賴傳統方式以一人手持噴桿輔以2~3人牽管方式進行噴藥作業仍相當普遍。本機以小型之機體，行走於作物畦間，可以不受植株高度與畦面寬度之影響，對田間條件具有較佳適應性與使用彈性，在噴桿配置方面，依作物種類不同有水平式噴桿組與垂直式噴桿組兩種，一般豆類、蔬菜、瓜果等主要採平面式栽培之作物，噴藥作業以向下噴施為主，可選用水平噴桿組，並配合其畦面寬度選用適當長度之噴桿與噴頭組合，但考慮操作之方便性，本機水平噴桿展開總寬度以不超過3.5m為原則；在

唐菖蒲、百合、玫瑰等花卉以及豆類等直立性栽培作物，其植株型態會因不同生長期而長高、變化，噴藥作業以向兩側斜向上方噴施為主，噴桿則可選用垂直式噴桿組；此外，噴桿上之噴頭配置均可隨農民個別需求而變化調整，以獲取最大之防治效果。經測試結果性能良好，單人即可操作進行噴藥工作，作業速度約為1.5 km/hr，較傳統人工牽管噴藥方式平均行走速1.2 km/hr，效率快約25%，另可節省2~3名協助牽管之人工，總體而言，約可節省噴藥工資達60~70%以上，並可解決噴藥作業雇工不易之困擾。

本機主要目的在應用於作畦栽培之作物，在中部地區唐菖蒲、百合、玫瑰等土地高度集約利用之花卉，其畦溝一般以18~24 cm較普遍，豆類、蔬菜、瓜果等其畦溝則以21~30 cm為主，但本機在發展之初傳動系統，採用小型中耕機之變速箱，以期將履帶外緣寬度縮至最小，但亦僅能縮小至28 cm，仍無法完全配合18~24 cm之作物之栽培現況；在機械操作特性方面，中耕機之變速箱其動力傳導方式是以左右兩離合器之接續與切斷進行操作，在平地操作時藉由切斷動力傳導進行轉彎或停機，機械本身並不具備單獨之煞車系統與能力，因此在上下搬運車輛與田間道路時有其安全上之顧慮，在考慮機體傾覆角、緊急煞車能力等諸多安全特性考量與限制之下，乃將變速箱改換成小型搬運機之變速箱，藉以取得緊急煞車之功能，相對的噴藥機履帶外緣亦擴增至36 cm，無法再行縮減，相較於一般現行之畦溝寬度亦無法配合，因此必須適度調整其做畦模式，使用者可根據其作物種類與畦面寬度大小，以每隔兩畦或四畦預留一適合機械行駛之作業道，如此可配合機械之作業，亦可不過份縮減可用於作物栽培之土地面積。

操作時噴藥機行走於畦溝間，若畦溝寬度足夠且深度大於10 cm，此時噴藥機可利用畦溝為導引自行前進，無須操作人員伴隨操作，達到近似於無人操作自走式噴藥機之作業模式，此外考慮噴藥時會有順風與逆風兩種狀況，特將噴藥機之行走與噴藥控制桿設計成雙向均可操作，操作人員可根據當時之風向，選擇於機體前方或後方配合前進或倒退檔進行操作，使操作者隨時保持於上風位置，以避免藥劑隨風向吹向操作人員，影響人體安全，而機體沿畦溝行走之自我導向之行走特性，操作者只需於田區兩端進行必要之操作，無需隨時伴隨機械前進，更可提高噴藥作業之安全性。不過本機在開發之初即設定為畦間作業機具，構型上受限於畦溝寬度，故形成一細長之外型，其行走履帶外緣寬度僅36 cm，當藥桶滿載時噴藥機側面傾覆角為25°，極易產生側翻之危險。故本機僅限於平坦之田間使用，在上下田區時更需注意道路與田區間之高差，以垂直方向前進，以免發生側面傾覆之危險。

在機具購置成本方面經初步估計，其售價根據配備噴桿組型式與數量約在8~9萬元間，相較於目前農民廣泛使用之噴藥機其購置成本約為2萬5千元左右(含汽油引擎、高壓噴霧機及200 m管線)，總體機械購置成本仍然過高。為降低農民使用本機之成本，特將本機分成動力行走部、藥液桶與噴桿組等三大模組，使用者可根據其栽培之作物種類，選擇適當之噴桿組合，並根據作物生長狀況進行調整噴頭之位置與角度，以獲至最佳之噴藥效果。此外在作物收穫期，農民可將藥液桶等噴霧組件移除，並加上一平台，此時本機即可轉換成為一小型畦間搬運機，其載重能力在300 kg以上，可將已經包裝完成之作物自田間搬運至一般道路旁等

待集運，取代目前以人力或獨輪車搬運之模式，大幅減輕人力之負擔。若運用在切花收穫作業，本機亦可承載保鮮液與包裝容器，切花一經收穫可立即置於最適當之環境，甚至可完成適當之包裝，農民可以有效提升產品品質，並達到一機多用之目的，以降低機械購置成本。

結 論

有關自走式噴藥機械之研發，國內已有桃園區農業改良場^(1,2)、農業試驗所⁽³⁾等相關農業試驗機構，發展出數種高架式跨畦行走噴藥機，中興大學亦有引進及發展數種全自動無人操作畦溝自動導引噴藥機^(4,5,6)，並實際推廣應用於相關噴藥作業。但本省作畦栽培之作物，其畦溝及畦面寬度大小會因作物種類不同與個別農戶之栽培習慣而異，因此跨畦作業之高架式噴藥機雖具有極高之作業效率，但受限於噴藥機輪距之寬度無法任意調整變更，加上高架式噴藥機之高度亦有限制，因此田間之適應性與作業彈性相對不足。全自動無人操作畦溝自動導引噴藥機又因費用過高，且機械構造複雜，農民操作技術不足，接受度不高，全面性使用有其困難。台中區農業改良場亦曾於1993~1994年間經發展數種小型畦間搬運與噴藥機械⁽⁷⁾，當時採用輪式車輛驅動方式，但由於輪胎接地面積較小，以致抓地力不足，遇到田間稍有積水則易產生打滑現象，行走特性不佳，且輪距稍寬，無法與田間栽培狀況相符，故不為農民所接受。現今改用橡膠履帶承載，利用履帶之大接地面積特色，改善機體行走特性，特別是在下雨過後，農民亟需噴藥時，履帶式噴藥機仍可於泥濘濕滑之田間操作，維持機體之前進與作業能力，此一特性對於夏季大雨過後亟需噴藥，且畦溝積水時特別重要。本機以小型之機體，單人操作行走於作物畦間，可以不受畦面寬度之影響，對田間條件具有較佳適應性與使用彈性。此外農民可根據個別需求選用垂直或水平噴桿組並配合變化調整噴頭配置，以獲取最大之防治效果。

參考文獻

1. 邱銀珍、游俊明、吳文政、何新奇、施清田、盛中德 1994 桿式噴藥機之試驗 桃園區農業改良場研究報告 15:50-56。
2. 邱銀珍、葉仲基 1997 油壓桿式噴藥機之研製 桃園區農業改良場研究報告 30:46-51。
3. 梁連勝、陸龍虎、顏秀榮 1998 氣輔桿式噴藥機之研製 中華農業研究 47(2):164-178。
4. 盛中德 1996 花卉施藥技術與機械 p.23-29 施藥技術服務第三期。
5. 盛中德 1996 設施內施藥灌溉特性與技術 p.30-36 施藥技術服務第三期。
6. 盛中德 1996 農業施藥技術與機械發展 p.37-42 施藥技術服務第三期。
7. 田雲生、龍國維 1994 小型多功能畦間搬運車研製 台中區農業改良場研究彙報 44:23-34。

A Development of the Small Track-typed Sprayer¹

Jung-Hsiang Ho and Yun-Sheng Tien²

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop an operated by one person and track-type sprayer for row-crop fields. This sprayer is driven by 6ps/2000 rpm gas engine with a double track-typed base. The sprayer dimension is 1400 * 360 * 1100 mm; tank volume is 150 L ; spraying rod has both horizontal and vertical types. Also, the length of spraying rod and nozzles can be adjusted according to the actual conditions of plants. For the safety reason, the operator should always situate himself/herself at the head of wind to avoid being blown by chemical; the sprayer and its control pole can be operated toward both forward and backward directions according to the directions of the wind at the time. The sprayer will automatically progress along the furrow. The self-guided feature makes the operator simply to be operated the sprayer at the margins of the field without moving along the machine. The speed of the sprayer is 25 m/min (in the forward operation), which is 25% faster than the average speed of the traditional method. Also, it can save two workforces, and totally save 60-70% of wages. By this, it raises the safety of the operation and efficiency. Moreover, the main body of the sprayer can be used as a mini-cart as long as taking part of its tank and spraying rod. This track-typed sprayer can function for the multiple usages and certainly it can save farmers' cost for using this farming machines.

Key words: track-type, sprayer.

¹ Contribution No. 0543 from Taichung DAIS.

² Associate Engineer and Assistant of Taichung DAIS, respectively.