

擺動噴霧架設計與應用¹

陳令錫²

摘 要

本試驗目的為研發擺動噴頭機構並與設施內自走式自動噴霧裝置整合，探求整合後的系統性能，及葉面的霧粒附著噴霧效果。開發完成之擺動噴頭機構雛型裝置重約76kg，而未裝設擺動噴頭的噴架重約30kg，兩者重量上有顯著差異，但是兩者噴架行走速率相差在2%以內，顯示行走性能方面並無太大差異。葉表面噴霧附著度測試結果顯示噴架速率在2.16km/hr (變頻器頻率60Hz)時，擺動噴架每分鐘來回擺動118次，葉下表面附著度為44%，較不擺動噴架的33%為高；噴架速率在1.07km/hr(變頻器頻率30Hz)時，擺動噴架每分鐘來回擺動58次，葉下表面附著度為67%，亦較不擺動噴架的46%為高，顯示噴頭擺動之噴霧附著效果確實較不擺動的噴架好，並且低速有較佳附著結果。

關鍵字:自動噴霧、擺動噴頭、噴霧附著度。

前 言

目前本省農民慣行之病蟲害防治方式以噴施化學藥劑為主，根據李氏等⁽³⁾在臺灣農藥毒性管理及殘留評估之研究報告指出台灣農業生產依賴農藥甚鉅，有關農藥對人體健康以及對環境的影響一直被大眾所關切，並且農民噴施農藥所承受之危險性值得注意。農民處在農業生產第一線，發展噴藥技術，輔導農民應用是迫切的課題。噴藥技術的開發可達成減少施用率、增加噴霧效果、減少霧粒噴到目標作物以外的其它植物和土壤表面、以及飄積流失^(10,15)，但是沒有一種噴霧方式可確保葉下表面有良好且均勻一致的噴霧附著分佈。目前以靜電噴霧、氣體輔助及雙流體噴霧等三種噴霧技術有較佳的噴霧效果，其能提昇霧粒深入目標作物叢(*canopy*)間的貫穿能力及提高葉下表面的附著分佈，但是確保施噴分佈均勻一致的目標仍有待努力⁽¹⁵⁾。當前噴霧技術的發展朝著減少飄積、提高施用效率、減少使用次數和省工無人化的方向發展，噴霧技術達成無人化是對施藥者最佳的保護，而無人化首先必須克服機器行走問題，進而朝自動化、適量化和均勻一致的方向發展⁽⁵⁾。

Tosaki氏⁽¹³⁾於1995年發表果園旋轉(*twirling*)噴管小型噴霧車的概念，基於此一概念嘗試開發模擬人力噴施的擺動噴桿機構，測試其機構軌跡，動力傳導及噴施效果。本場開發完成的設施內自走式自動噴藥裝置在操作者調泡好藥劑，完成操作條件設定之後可以無人化自動操作，具有噴施量平均穩定、速度快、藥量控制準確、機動性強、不受操作者因情

¹台中區農業改良場研究報告第 0433 號

²台中區農業改良場助理。

緒或勞累引起的工作效率影響，可替代人工在藥霧環境中作業⁽⁸⁾，可稱為簡易的噴藥機械人⁽⁴⁾。自走式噴架噴出的藥霧呈直立面狀或水平線狀，視噴頭在噴架上配置方式而定⁽⁷⁾，玫瑰溫室自走噴架為直立面狀在溫室內部移動噴霧，噴頭為非擺動型，其行走速率2.0km/hr時葉上表面有93%樣本數達附著度70%以上，葉下表面僅53%樣本數達附著度40%以上^(1,8)，葉下表面附著不足的情況有待改進，因而藉擺動噴架與動力自走裝置結合，測試性能提昇效果。

材料與方法

試驗材料

個人電腦及繪圖軟體：以個人電腦及繪圖軟體(AutoCAD)進行擺動槓桿機構之圖面設計及機構分析，依照不同槓桿尺寸及槓桿偏擺角度，模擬運動軌跡及位置極限，選擇最佳尺寸及偏擺角度。在完成擺動槓桿機構設計之後，根據擺動槓桿機構的分析結果，設計偏心迴轉機構，作為偏擺槓桿主動端動力源，以驅動槓桿在一定行程偏擺。

自走式自動噴霧裝置：完成偏擺槓桿機構設計之後，結合台中縣后里鄉墩南農場玫瑰花班之設施內自走自動噴霧裝置，進行現場測試。

試驗方法

一、擺動噴霧架重量量測：

利用50kg磅秤量取各元件重量，以了解組合後噴架重量。

二、擺動噴頭機構驅動力量測試：

以50kg拉力計(IMADA CO., LTD.)對組裝完成之噴架進行向上及向下之推拉力量量測，據以求取擺動噴架之擺動驅動功率，及選用適當驅動動力。

三、噴架噴霧量測試：

以校正刻度之水桶及碼表，調整10, 15, 20, 25及30kg/cm²五種不同泵壓力，量測水桶不同刻度之噴霧時間，據以計算噴架噴霧流量。水桶之蒸散損失忽略不計。

四、噴架行進速率測試

以碼表量測噴架在溫室內固定行程行走之時間，求算行進速率。並以變頻器調整行走驅動馬達之供電頻率，獲得20Hz至120Hz之頻率區間，調整擺動噴架之行進速率，並與非擺動噴架比較二種噴架間行進速率差異。

五、噴霧葉表面附著測試

以試驗田第六棟溫室之三年生玫瑰，在東測三畦溝之左右二側裝設長寬為76×26mm之水試紙(Spraying system CO. USA)，裝設方法為隨機在距畦面40, 70及110cm高度處選取葉片，以釘書機釘上二片水試紙，葉上表面及葉下表面各一片，每處理3重複，3畦溝總計108片試紙。分別以行走馬達供電頻率30Hz及60Hz時，二種不同噴架行進速率下，以相同噴架進行噴頭擺動及不擺動之噴霧附著測試，2種速率及2種噴架型式計四處理。

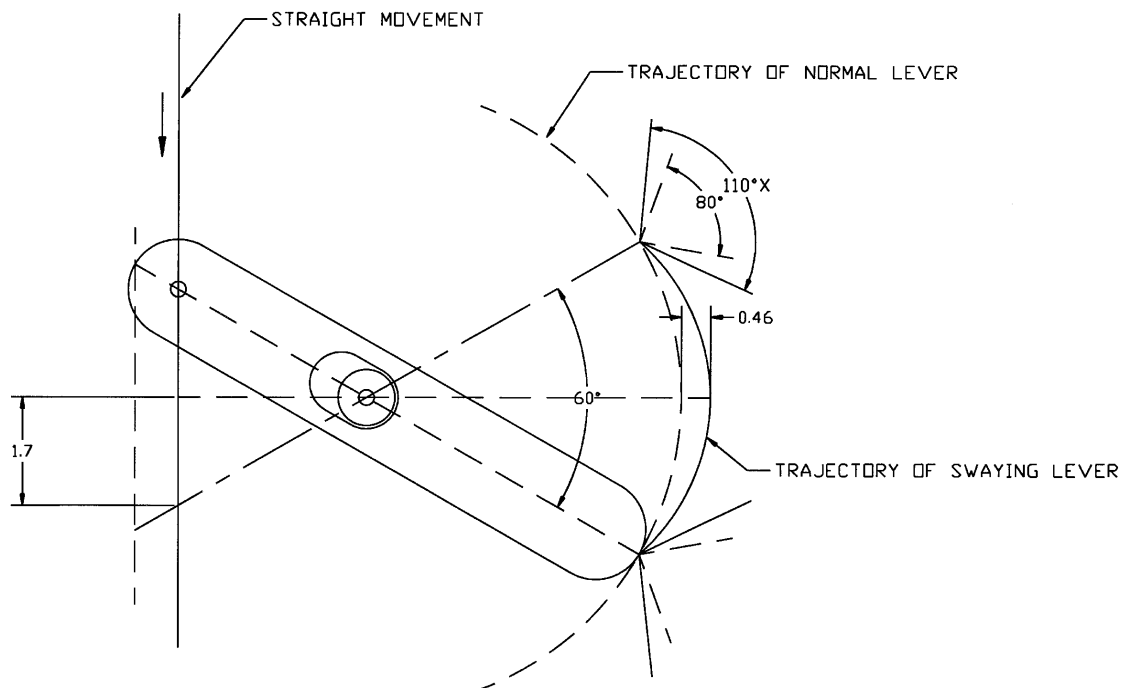
結果與討論

擺動噴架開發

一. 偏擺槓桿機構設計

設計擺動噴頭機構首先須確定噴頭偏擺角度和噴頭噴霧角度，二者間良好的配合以求取最適當的霧粒分佈區域，當偏擺角度固定之後，選用不同噴霧角的噴頭會影響到噴霧附著的涵蓋範圍，因此以個人電腦及繪圖軟體進行機構之初步繪製分析、分析結果決定偏擺角度為 60° ，不同噴頭之噴霧角度其噴霧涵蓋範圍如圖一所示，圖中顯示其應用於直立式作物之畦溝側噴可獲得不錯的噴霧涵蓋範圍。

決定偏擺角度之後，接著設計 60° 偏擺機構，最簡單的擺動機構為槓桿^(9,11)，一般的槓桿在支點二側有相同擺動夾角，同時槓桿二端都是圓弧偏擺，有相同的運動軌跡。但是噴頭偏擺機構的主動端施力點須為直線運動，才能簡化機構設計，所以主動端及從動端的運動軌跡是不同的。施力點在主動端呈直線運動，被動端為裝設噴頭位置，呈圓弧偏擺。因此遭遇到同一槓桿機構有二個不同運動軌跡的問題，並且必須在最簡易的設計及使用簡單材料之下達成設定的功能要求。既然限定主動端為直線運動，因此從動端及中間支點必不能受到活動限制，因為一槓桿裝置不能同時有二個以上的活動限制因子存在，所以設計中間支點為鬆動配合，留給槓桿中間自由活動的空間。當主動端進行垂直直線位移時，從動端及中間支點隨之而動，其運動軌跡如圖一所示，為垂直及水平複合位移，因此被動端運動軌跡為同心圓弧運動與水平方向位移的組合。



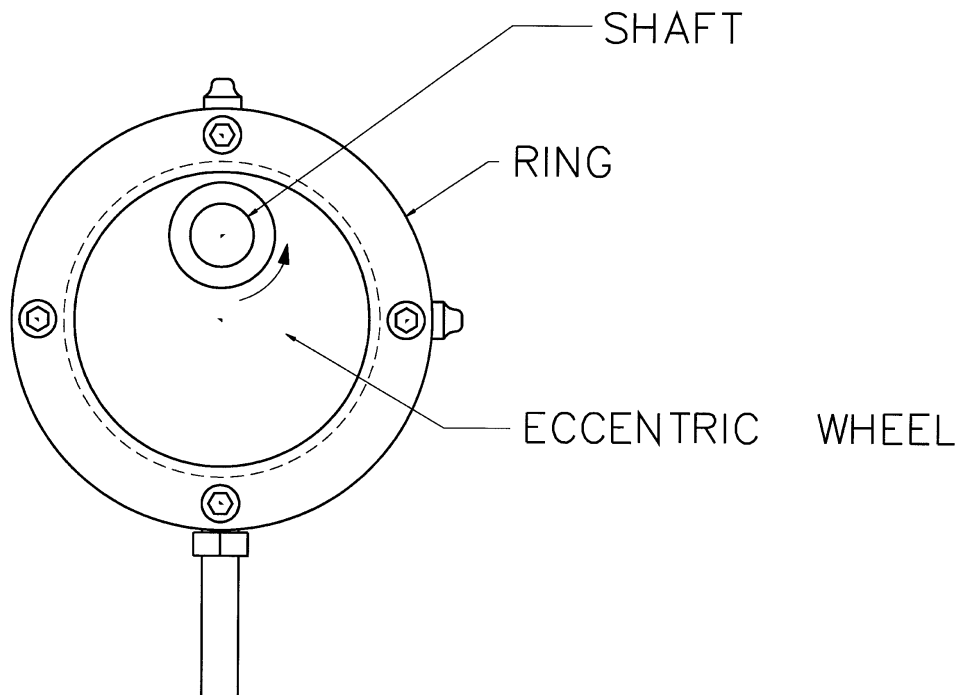
圖一、擺動噴頭槓桿機構往復偏擺 60° 。

Fig. 1. The swaying nozzles mechanism has 60° swaying angle.

二、偏心驅動機構設計

完成偏擺槓桿機構設計分析之後，接著須設計一提供偏擺槓桿主動端直線位移的傳動機構。一般噴霧行走架本身並無動力，其行走動力來源為外部以鋼索牽引或電動馬達減速驅動，因此擺動作用必須外力協助，施外力來推動偏擺槓桿機構作功。此外力系統可能是：(一)電動馬達，(二)液壓渦輪，(三)利用噴架行走動力。限於時效及簡化機構之故，排除後二者，僅採用電動馬達減速驅動偏心迴轉機構進行測試。馬達輸出的迴轉運動經由偏心迴轉機構轉變成直線運動，此直線運動施力於偏擺槓桿機構之主動端，其間以桿件連接，達成偏擺裝置動力傳導之整合。

偏心迴轉機構的偏心半徑等於偏擺槓桿主動端直線位移量的二分之一，按圖一所示主動端位移量為34mm，因此偏心迴轉半徑為17mm。設施內自走噴霧裝置應用在玫瑰田噴霧時，同一棟溫室有多行植畦，每一畦溝均有一支垂直噴桿，自走噴架上多支噴桿可進行多植畦同時全面噴霧，因此自走噴架上每一支垂直噴桿須有一組偏心迴轉機構，每支噴桿間以傳動軸水平橫向連結，傳導迴轉動力。一般單獨一組偏心迴轉機構的設計較簡單，在圓盤上偏心半徑處裝設從動組件即可達成⁽¹¹⁾；但是多組偏心迴轉機構以同一傳動軸連結進行同步偏心運轉的情形就複雜多了。一般了解多缸引擎動力系統者都會有曲柄軸(Crank shaft)^(9,14)的概念，曲柄軸確實可達成上述要求，但是在製造精度、製程、成本等方面標準較高，對有精簡要求的擺動噴架並不適用。因而另行設計如圖二所示的偏心機構。傳動軸連結偏心圓盤，偏心圓盤的偏心迴轉運動經外圍滑環轉變成滑環上的簡諧直線運動，此一偏心機構具有可多組連結的特性，同時機構精巧、重量輕、運轉效果良好。



圖二、偏心迴轉機構產生直線運動行程。

Fig. 2. Straight movement by eccentric wheel driving set.

三、驅動功率計算：

在完成偏擺槓桿設計之後，依設計的機構尺寸進行材料加工製作及組裝，當垂直噴桿左右兩側各裝3只擺動噴頭機構，並連接噴管組件後，測試垂直位移桿之推拉力量，測得此推拉力量約10kg，安全係數設定為2時，推動單支垂直位移桿之力矩⁽⁶⁾為：

$$T = F \times r = 10 \times 2 \times 17 / 1000 = 0.34 \text{ kg-m}$$

$$T : \text{力矩(kg-m)} \quad F : \text{力(kg)} \quad r : \text{力臂(m)}$$

噴架上有5支噴桿，故總力矩為1.7kg-m，又功率⁽⁶⁾為力矩與迴轉速率之乘積

$$P = TW = T \times 2 \pi n / 60 = 0.18n \text{ (kg-m/sec)} = 1.76 n \text{ (watt)}$$

$$P : \text{功率(watt)} \quad W : \text{角速率(rad/sec)} \quad n : \text{每分鐘迴轉數(rpm)}$$

得到 $P = 1.76n$ (watt)的結果，此一結果表示驅動功率與迴轉數成正比，在設計本裝置時估計噴頭擺動次數在100次/分鐘以下，因此驅動功率約為176watt，選用四分之一馬力的馬達作為5支垂直擺動噴架之動力。

首先採用四分之一馬力的直流電動馬達為動力，配合速率控制器調整擺動次數，但是測試過程中發現低轉速時有推不動的現象，原因是直流電動機在電壓一定情況下，轉速、轉矩與電流三者間呈正比例關係，低轉速時低轉矩⁽²⁾，造成驅動力不足。當速率控制器調高轉速時，有良好的運轉效果。而採用相同標示馬力之交流馬達配合變頻器調整擺動頻率，獲得動力輸出穩定的結果，高低速均有平穩的動力輸出，顯示三相電動馬達之動力效率較佳。

擺動噴架整體重量如表一所示約76kg。而未裝設擺動噴頭的噴架重約30kg，兩者重量上有顯著差異，但是兩者噴架行走速率相差2%以內，如表二所示，顯示噴架行走驅動馬達動力足夠，驅動效果良好，行走性能無太大差異。不過擺動噴架的重量造成行走支撐軌道承受異常負荷，長期使用恐有變形之虞，除在試驗溫室之噴架行走軌道補強之外，噴架材料亦須縮減以減輕重量。表二同時顯示噴架擺動往復次數與變頻器頻率成正比例關係，其擺動馬達動力及噴架行進馬達動力取自同一變頻器。

表一、擺動式噴霧行走架材料重量

Table 1. Parts weight of swaying nozzles carrier

Description	Quantity	Weight (kg)
Frame	1	10.6
Aluminum tube	1	8
Bearings	12	2.4
Motor	1	7
Shaft	1	7
Swaying nozzles frame	5	26
Eccentric wheel driving set	5	4
Spraying pipes and nozzles	1	6
Counterweight	1	5
Total weight (kg)		76

表二、不同噴架重量及擺動噴架偏擺次數與變頻器頻率之關係

Table 2. Relationship of different carrier weight and swaying times of swaying carrier to inverter frequencies

	Inverter frequency (HZ)										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Speed of 30kg carrier(km/hr)	0.71	1.08	1.44	1.8	2.17	2.53	2.89	3.24	3.60	3.96	4.3
Speed of 76kg Carrier(km/hr)	0.71	1.07	1.44	1.8	2.16	2.51	2.88	3.23	3.52	3.87	4.21
Difference (%) ¹	0	0.01	0	0	0	0.01	0.00	0	0.02	0.02	0.02
Swaying times ²	38	58	78	98	118	138	158	178	198	218	238

¹ (Speed of 30kgs carrier- Speed of 76kg Carrier)/ Speed of 76kg Carrier

² Reciprocation per minute of 76kg swaying carrier.

擺動噴架藥液施用量測試

自走式擺動噴架上5支垂直噴桿總計裝設30粒本省製開口約 ϕ 1.0mm，霧形角度60°的空心圓錐噴頭，每支垂直噴桿裝6粒，左右二側對稱各3粒，每粒上下間隔60cm。最下端噴頭距畦溝高度約15~20cm，其方向呈45°仰角向上不擺動。中間及上層噴頭具擺動功能，可垂直偏擺60°。噴架藥液用量與泵壓力成正比，而與噴架行進速率成反比^(8,19)，所以測試結果如表三所示，變頻器頻率可在20Hz至120Hz之間調整，擺動噴架之行進速率隨著變頻器頻率而變，速率調整範圍從0.71km/hr至4.21km/hr。幫浦出水壓力與噴架噴出流量呈正比例關係，因此在決定噴霧作業之後選配適當噴頭，並調整幫浦在適當的作業壓力，接著調整噴架行進速率便能輕易地改變施用量。噴架裝設空心圓錐霧型噴頭，其施噴量調整範圍為23.3lt/10a至261.4lt/10a。幫浦定壓25kg/cm²時，噴架流量為23.1lt/min，施噴量調整範圍為38.73lt/10a至229.6lt/10a，因此參考表三之數據可讓操作者在選定作業項目及噴頭之後，調整泵壓力及噴架速率來控制單位面積用量。作業項目可包含噴水灌溉、噴霧加濕、噴霧降溫、噴施葉面肥料或噴農藥防治病蟲害等任一作業，不同作業須配合適當的噴頭和作業壓力。不同噴頭有不同噴出量，換裝噴頭時必須重新測試噴霧量，噴頭使用一段時間之後噴口會磨損或阻塞，必須定期清理或更新，以維持正常性能。

水試紙葉表面噴霧附著度測試

試驗裝置為后里墩南合作農場玫瑰花班第六棟溫室的自走式擺動噴頭噴架，試驗作物為三年生切花玫瑰，植株高度約150cm，隨機在距畦面約40cm、70cm及110cm高度處之葉片訂裝長寬為76mm×26mm之水試紙，同葉片上下各一張水試紙，測試葉上下表面之附著情形。該棟溫室種植玫瑰6畦，每畦中間有一畦溝，每一畦溝一支從噴架上懸垂而下的擺動噴桿，噴桿上噴頭左右二側對稱，對著畦上植株噴霧。因此以東側三畦為測試對象，分別測試噴頭擺動及不擺動，1.07km/hr(變頻器輸出頻率30Hz)及2.16km/hr (60Hz)二種不同噴架行進速率，共四種不同噴霧條件之噴霧效果。每處理3重複，收集有108片水試紙，四處理計

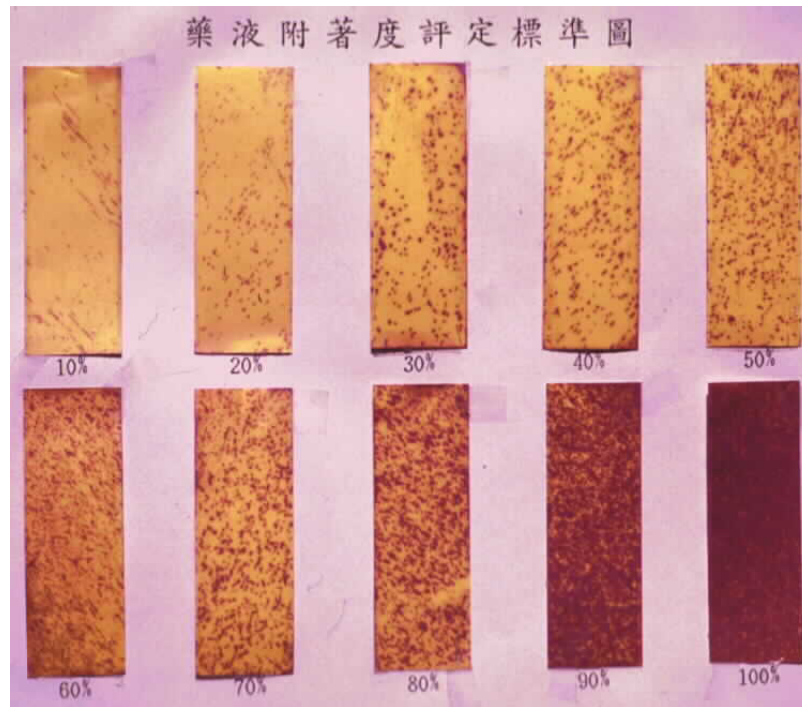
收集432片水試紙樣本。測試日期為86年6月25日，天氣晴，時間為中午12點至下午2點，幫浦壓力為 $25\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

水試紙樣本附著等級判定方法為製作不同噴霧附著量的樣板，如圖三所示，樣板上按照附著量之不同從10%到100%，10%為少量附著，100%為整片附著。試驗收集之樣本與樣板比對，目視判讀等級^(1,12)。樣本等級的分析方法另有應用影像分析(Image analysis)技術、利用CCD攝影機或影像掃描器⁽¹⁶⁾將樣本影像數據化，並利用程式撰寫手法分析出樣本附著面積、點數和附著分布^(15,16)等，是較先進的作法，惟目前尚無此等設備和技術，僅能參考性能測定暫定標準⁽¹⁾之目視判讀方法及葉上表面附著70%，葉下表面附著40%之評判標準分析附著效果。

葉上下表面附著度測試結果如表四所示，就葉上表面而言，四處理之附著等級70%以上者達96%以上，噴架速率快慢及噴頭擺不擺動之影響均不顯著。葉下表面附著等級達40%以上者以擺動噴頭在行進速率 $1.07\text{km}/\text{hr}$ (變頻器頻率30Hz)時有36個樣本達40%以上，其附著率為66.66%最佳，而不擺動噴架在行進速度 $2.16\text{km}/\text{hr}$ (變頻器頻率60Hz)時有18個樣本達40%以上，其附著率為33.33%最差，同時表中顯示噴架行進速率較慢會有較佳的葉下表面附著效果，但是相對的單位面積施用量會提高⁽¹⁹⁾，與表三所示結果相同。

就噴頭擺不擺動而言，噴架行進速率 $2.16\text{km}/\text{hr}$ 時(變頻器頻率60Hz)，擺動式噴架的葉下表面附著率為44.44%較不擺動噴架的33.33%為佳。當噴架行進速率 $1.07\text{km}/\text{hr}$ 時(變頻器頻率30Hz)，擺動式噴架葉下表面附著率為66.66%，亦較噴架不擺動的46.29%為佳，所以噴頭擺動對葉下表面的噴霧附著效果確實有提昇的作用。

造成葉下表面噴霧附著效果提昇的原因，可能是擺動式噴頭提供動態曲線的噴霧路徑。此動態曲線路徑為霧粒由噴口噴出的動能及造成噴頭擺動的能量所組合而成，並且噴頭擺動範圍涵蓋 60° 的空間，涵蓋範圍較大，可減少缺噴區域。而不擺動噴頭的霧粒僅限定在霧形範圍空間內的直線漂移路徑，當直線漂移的動能與空氣阻力達成平衡之後，霧粒僅能隨風漂移或重力下沉。Salyani氏等⁽¹⁸⁾曾經以鼓風式噴霧車加裝擺動導風葉片，測試車速、擺動葉片與附著度之間的相關性，提出地面速率對果樹叢的平均附著沒有顯著影響，但是速率增加時附著度變動率(Variability of deposition)亦增加，其測試採用不同速率選用不同噴頭以保持單位用量固定之技術，與本測試之擺動噴架使用單一噴頭之噴霧量隨行進速率增加而降低之結果不同，而其另一試驗⁽¹⁹⁾則與本試驗之噴量變化結果相符。



圖三、噴霧附著度等級判定樣板。

Fig. 3. Template of spraying deposition.

表三、擺動噴架每 10 公畝藥液施用量

Table 3. Spraying volume of swaying spraying carrier per 1000m²

Pump ¹ pressure	Flow rate	Spraying volume (lt) ^{2,3,4}											
		Speed of swaying carrier (km/hr)											
		0.71	1.07	1.44	1.8	2.16	2.51	2.88	3.23	3.52	3.87	4.21	
kg/cm ²	lt/min	Inverter frequency (Hz)											
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
10	13.9	138.1	91.7	68.1	54.50	45.42	39.09	34.06	30.37	27.87	25.35	23.30	
15	16.8	167.0	110.8	82.3	65.88	54.90	47.24	41.17	36.71	33.68	30.64	28.16	
20	20.4	202.8	134.5	100	80	66.66	57.37	50	44.58	40.90	37.20	34.20	
25	23.1	229.6	152.3	113.2	90.58	75.49	64.96	56.61	50.48	46.32	42.13	38.73	
30	26.3	261.4	173.5	128.9	103.1	85.94	73.96	64.46	57.47	52.74	47.97	44.09	

¹ Pump: TS-125, 7hp.² Nozzles: hollow cone pattern, ϕ 1.0mm.³ Hose: ϕ 10mm, length 68m.⁴ House: width 8.5m, length 62m.

表四、比較擺動噴桿及不擺動噴桿葉表附著度水試紙測試結果

Table 4. Depositions on leaf surfaces of swaying and nonswaying carriers in different speeds ¹

Treatment ³	Position ²	Number above 70%	%	Number above 40%	%
Swaying×60 Hz	Dorsal	54	100	-----	-----
Swaying×60 Hz	Back	-----	-----	24	44.44
Swaying×30 Hz	Dorsal	54	100	-----	-----
Swaying×30 Hz	Back	-----	-----	36	66.66
Nonswaying×60 Hz	Dorsal	52	96.3	-----	-----
Nonswaying×60 Hz	Back	-----	-----	18	33.33
Nonswaying×30 Hz	Dorsal	54	100	-----	-----
Nonswaying×30 Hz	Back	-----	-----	25	46.29

¹ Pump pressure 25kg/cm².

² Staple position: 40cm,70cm and 110cm height random rose leaves.

³ 30Hz : 1.07km/hr , 60Hz : 2.16km/hr.

開發完成的擺動式噴霧機構可以模擬人工手持噴桿揮動霧群，造成霧粒在噴霧空間移動，此加諸霧粒之動力對噴霧附著效果之提昇有相當程度的助益，惟噴霧效果的評估必須綜合噴頭種類、噴霧壓力、霧化程度、噴頭配置、施用地點及時機等因素加以適度調配，才能獲致最佳的作業效果。本試驗僅以單一型式噴頭測試，其葉上表面附著度可達暫定標準要求，惟葉下表面附著效果在擺動式噴架的助益下仍未能達成暫定標準達40%的樣本數占90%的要求，其原因與噴頭種類及藥液運送管路有關，當更換噴頭，減少管路壓降之下應當會改善。

擺動噴桿機構簡單的材料組合除應用於本試驗的自走多桿噴架之外，亦能應用於自走式噴霧車裝設單噴桿水平向上或向下擺動噴施及垂直單噴桿上下擺動側噴，其消耗動力不大，應用範圍廣泛，極有推廣應用價值。

誌 謝

本試驗承蒙農委會86-自動化-糧-03(11)經費補助及中興大學盛中德主任多次指導，試驗期間農機研究室同仁鼎力協助，簡茂村先生、李安心先生、高添振先生及吳惠珍小姐協助試驗之執行，謹致誠摯謝忱。

參考文獻

- 1.台灣省農業試驗所 1995 農機性能測定方法與暫定標準研討會會議紀錄 84年11月10日 桿式噴藥機(具)性能測定方法及暫定標準草案 p.1-6。
- 2.白中和 1990 DC馬達控制電路設計 建興出版社 台灣 台北。
- 3.李國欽、翁愷慎、李宏萍、吳麗菊 1995 台灣農藥毒性管理及殘留評估 植物保護學會會刊 37(3):227-248。
- 4.徐萬椿 1991 機器人原理 徐氏基金會 台灣 台北。
- 5.盛中德 1995 溫室內施藥與灌溉技術 農藥世界 148:42-47。

- 6.陳貽倫 1988 農業動力 南山堂出版社 p.329-345 台北市。
- 7.陳令錫 1996 設施噴霧技術:管路定置噴嘴及動力自走噴桿之探討 施藥技術服務 3:4-7 農業機械化中心 台北市。
- 8.陳令錫 1996 單一懸吊唇槽鋼軌道自走式噴霧裝置開發—行走及液體輸送性能試驗 台中區農業改良場研究彙報 53:25-34。
- 9.黃維富譯 1989 連桿組 p.43-65 機動學 初版 曉園出版社 台灣 台北。
- 10.黃明仕 1993 農藥施用飄積現象之研究 中興大學農業機械工程研究所碩士論文。
- 11.賴耿陽譯 1992 機械運動機構 復漢出版社 台灣 台南。
- 12.日本農業機械學會 1977 農業機械施設試驗方法便覽(I) p.68-81 日本農業機械學會 日本 東京。
- 13.戶崎紘一 1995 日本近年施藥機械研究和開發之趨勢自動化施藥技術研討會專刊 p.1-11 台灣省農業試驗所編印 台灣 台中。
- 14.Crouse W.H. 1975. Automotive mechanics (Seventh edition) part two: Automotive engines p.55-143 McGraw-Hill, Inc. NY USA.
- 15.Coates W. 1996. Spraying technologies for cotton: deposition and efficacy. Applied Engineering in Agriculture. 12(3):287-296.
- 16.Franz E. 1993. Spray coverage analysis using a hand-held scanner. Transactions of ASAE 36(5):1271-1278.
- 17.Giles D.K. and D.C. Slaughter. 1997. Precision band spraying with machine-vision guidance and adjustable yaw nozzles. Transactions of ASAE. 40(1):29-36.
- 18.Salyani M. and T.D. Whitney. 1990. Ground speed effect on spray deposition inside citrus trees. Transactions of ASAE. 33(2):361-366.
- 19.Salyani M. and T.D. Whitney. 1991. Effect of oscillators on deposition characteristics of an airblast Sprayer. Transactions of ASAE. 34(4):1618-1622.

Swaying Nozzles Carrier Design and Application¹

Ling-His Chen²

ABSTRACT

The aim of this experiment is to develop a swaying nozzles carrier and to evaluate the moving and spraying performances of the carrier with the self-propelled spraying equipment. The swaying nozzles carrier has the weight of 76kg, and is heavier than a nonswaying nozzles carrier (30kg). The speed of the swaying carrier is from 0.71 km/hr to 4.21 km/hr, but the speed difference of these two carriers is lower than 2%. There is not significant traveling speed difference between these two carriers.

When swaying nozzles carrier traveling at 2.16km/hr (60Hz), and swaying times is 118 per minute, the deposition on leaf back surface is 44%. It is greater than 33% of a nonswaying carrier. When carrier traveling at 1.07km/hr (30Hz), and swaying times is 58 per minute, deposition on the leaf back surface is 67%. It is greater than 46% of a nonswaying carrier. The results indicate that the deposition on dorsal leaf surfaces are higher than 96%. The swaying nozzles carrier at lower speed can improve deposition on leaf back surface in the rose culture.

Key word: self-propelled spraying, swaying nozzle, deposition.

¹ Contribution No. 0433 from Taichung DAIS.

² Asistant of Taichung DAIS.