

# 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<sup>1</sup>

陳令錫<sup>2</sup>

## 摘 要

此研究完成單一懸吊唇槽鋼軌道自走式噴霧裝置，可利用移動噴霧架施用霧粒於標的物上，噴霧架的動力來自於鋼索及絞盤驅動組件。本裝置可以應用於溫室花卉病蟲害防治及育苗噴水灌溉，具有人工手動操作及連線多棟自動操作二種作業方式。此實驗裝置已進行在1.2公頃試驗田區上已建立的17棟玫瑰溫室執行病蟲害防治及噴水施液肥作業。噴架行走速率在0.7至4.3 km/hr之間，輸送藥液主軟管由懸吊滑輪承載，隨噴架移動而伸張或集結。此一負荷對噴架之速率變化差異在1%以下，影響很小。當幫浦壓力25 kg/cm<sup>2</sup>定壓下，每棟噴霧架裝置20只單孔扇型噴頭，單位面積施噴量受噴霧架之行進速率控制，用量介於3.5 lt/a至21 lt/a範圍，主軟管內徑10 mm，管長68 m，噴架下方噴桿處壓力13.4 kg/cm<sup>2</sup>，壓力損失率46%，顯示藥液輸送管路有改進之必要。藥液附著度試驗結果葉上表面有93%樣本數達附著度70%以上，不同畦溝及不同高度有些微之差異。葉下表面僅53%樣本數達附著度40%以上，上層與下層之差異較大。

關鍵字：自走式噴霧、自動控制、附著度。

## 前 言

近年來，由於國內經濟結構急遽轉變，農耕作物生產成本不斷上漲，導致農業發展面臨瓶頸與挑戰。許多農民爲了提高產品品質與競爭力而採行設施栽培，因此本省農作栽培之設施數量正逐年急速增加，例如利用溫網室栽培環境之封閉與密集以栽培高經濟價值作物，可減少驟雨或劇風等天氣影響，提高農產品品質。但相對地溫網室內部則面臨較嚴重的病蟲害防治問題。也由於環境密閉，噴藥工作對人員的安全威脅很大，因此愈來愈難僱用噴藥工人，亟需要自動化的噴藥設備以達成安全用藥與適時防治的目的。

設施內使用的自動噴霧裝置可以分爲定置灑水系統及自走式噴霧系統兩大類<sup>(7)</sup>，前者一般用於灑水灌溉及加濕作業，裝置方式通常在溫室上方棋盤狀或間隔交錯狀密置噴霧灑水頭，可以有效的將水桶內液體短時間內輸送至設施內。由於其灑水噴頭噴出的霧形一般爲水平圓盤狀，噴頭之間無可避免產生重疊或缺噴的區域。因此除噴水外，不適合作噴藥或噴施液肥等作業，否則會有藥傷。自走式噴霧系統，噴頭裝於行走的噴霧架上，噴霧架的配置方式隨設施架構、作物種類、作業目的、作業頻率等差異而有不同的設計方法，其目的爲製造

<sup>1</sup> 台中區農業改良場研究報告第 0412 號。

<sup>2</sup> 台中區農業改良場助理。

均勻的噴霧立體面，此噴霧立體面隨噴霧架之移動，將霧粒均勻的噴施在標的物上，因此噴霧架的結構設計很重要，發展方向應為多用途、適用於不同的栽培場所，以節省作業設備成本<sup>(4)</sup>。有良好的噴霧架更需要有穩定的噴霧架移動機構和藥液輸送管路，將噴霧立體面延伸為設施內立體空間，使霧粒均勻地噴灑於作物叢中及介質上，因而如育苗平面栽培或高莖蔬菜、花卉立體栽培均可進行噴藥、施液肥、噴水灌溉、加濕、降溫等多功能作業。

台中區農業改良場利用設施骨架結構做為現成的輕負荷支撐架構，開發輕便且往復自走於設施內之懸吊式噴藥架，以進行省工施藥。自七十九年開始投入設施內自動噴藥裝置之開發工作。首先在省工低成本考量下，設計簡單鋼索傳動，雙鋼索軌道式自走噴霧裝置<sup>(5)</sup>，該裝置結構簡單，維護保養容易，於試驗田應用至今已5年，效果極佳。由於必需利用水泥柱支撐鋼索軌道，溫室內豎立水泥柱目前不普遍，雖然造價低，卻不易推廣。但是自走噴霧功能已具效果。隨後針對水泥柱的缺失，改良雙軌道自動噴霧裝置<sup>(6)</sup>，獲得簡便施工的結果，目前已有業者改良推廣。

台中縣后里墩南玫瑰花班在82年完成方型鋼管溫室建築後，決定種植多年生切花玫瑰。玫瑰為本省重要切花之一，惟大規模以溫室栽種者尚不多見，並顧慮溫室生產不能完全避免病蟲害之發生<sup>(3)</sup>，玫瑰病蟲害防治管理每年約50次<sup>(10)</sup>及作業者施噴時之危險性等<sup>(2,12)</sup>。該花班曾經自邀廠商開發自走噴藥系統，前後經由二家廠商設計二種型式試造，第一種外撐式噴架無法達成自走功能，第二種採天車式成本過高，不符該農場應用要求。台中場在田中大地農園開發自走噴霧系統成功經驗<sup>(5)</sup>，進行方型鋼管溫室自動噴藥系統試驗。歷經二年時間開發完成穩定行走移動機構，在行走功能達成穩定後，配合作物種植形態組裝噴架及噴頭，並設計多棟連線控制系統導入應用，進行整體測試。

## 材料與方法

后里玫瑰設施田設置自走噴霧設備結構施工及測試材料與設備包括：

- 一、設施：17棟方型鋼管溫室長32至81 m不等，寬8.5 m，種植切花玫瑰。
- 二、自走噴霧設備材料：全套設備包括唇槽鋼軌道、噴霧行走架、噴霧管路、定置馬達絞盤驅動組件、驅動細鋼索、電氣控制系統等。概略歸納為機械結構、噴藥組件和控制部份三大類：
  - (一)機械結構：溫室設施為100×100 mm口型鋼管結構溫室，寬8.5 m，長32 m至81 m不等，其內架設軌道採單軌唇槽鋼懸吊方式，裝設於溫室內部上方距地高約3 m處，承載噴霧架及噴霧軟管重量，並引導噴架在溫室縱深方向移動，如圖一。系統簡圖如圖二所示。移動的動力由鋼索絞盤之迴轉運動驅動一條3 mm細鋼索，細鋼索的兩端固定在噴霧架上如圖三所示，配合3至4只滑輪撐開拉緊，構成迴圈，將絞盤的迴轉運動轉換成直線運動，此一直線運動用來牽引噴霧架移動，達成噴霧架機械化自走功能。
  - (二)噴藥組件：包括藥液桶、攪拌機、加壓幫浦、內徑10 mm藥液輸送軟管、壓力開關、電磁閥、噴霧架、噴頭與噴桿組件等，除壓力開關和電磁閥二項為配合自動控制系

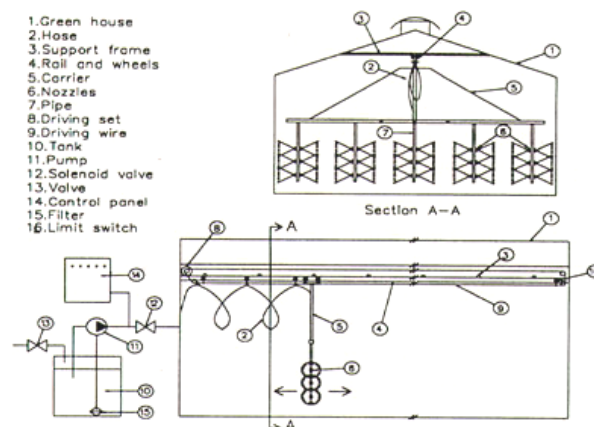
統檢測管路壓力和啓閉管路藥液流動方向外，其餘元件均為農村一般常見且慣用材料。

- (三)系統組成：人力噴施作業方式乃由施噴人員手持噴槍並拉動橡膠藥管逐邊逐行逐棟噴施，頗耗費人力，作業效率低落；而自走式自動噴藥系統的噴頭裝在懸垂噴霧架下方的垂直噴桿，噴桿為特別焊製具有雙向對稱噴頭座，每一畦溝一支，每棟5支，每支裝4至6只噴頭，霧粒由噴桿兩側噴頭噴出，產生均勻的直立噴霧平面，此一直立噴霧平面隨噴架之移動，穩定地將霧粒噴施在溫室作物上。設施內施藥系統輸送藥液的高壓軟管之收放方式，由唇槽鋼軌道承載軸承式滑輪，主軟管垂吊於滑輪下方，隨噴架之移動而縮放。
- (四)控制軟硬體部分：採順序控制程序規劃，透過控制箱可將噴藥裝置的自動自走施藥的前進、後退及換棟功能發揮出來，而順序控制的自動化程度則可依使用者需要，選擇為人工半自動操作或全自動作業。由於多棟連線作業的輸入及輸出訊號呈倍數增加，接線數量多，施工及維護困難，本試驗採RS-485訊號傳輸方式，提升控制性能。



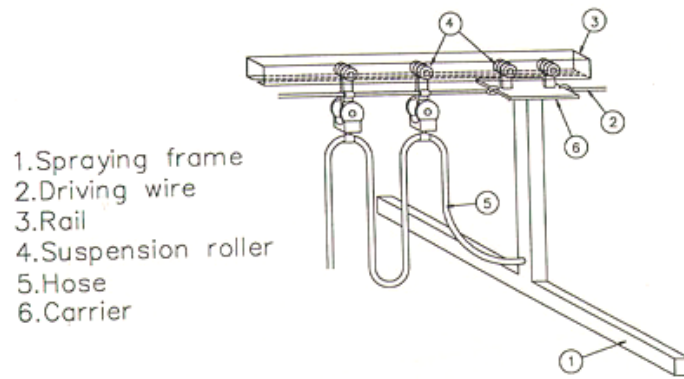
圖一、玫瑰溫室自走自動噴藥系統施噴情形。

Fig. 1. The mono-rail auto-spraying equipment was applied for pesticide spraying in protected rose culture.



圖二、設施單軌懸吊噴霧系統示意圖。

Fig. 2. The sketch of the mono-rail auto-spraying equipment.



圖三、藥液輸送軟管承載及收放方式。

Fig. 3. The sketch of hose suspension and movement.

### 三、測試設備：

碼表、40公升刻度貯液桶、70 kg/cm<sup>2</sup>壓力表、AC 3A電流表、轉速計、捲尺。

### 四、系統裝設：

試驗田每棟均裝設唇槽鋼軌道、噴霧行走架、噴霧管路、定置馬達絞盤驅動組件、驅動細鋼索及噴桿噴頭等各一套，而藥液加壓幫浦、輸送主軟管及控制系統可以共用。除多棟連線控制系統之軟硬體由台中場設計製作，借于花班使用外，其它材料及加工製作成本均由花班負責，按照台中場開發之試驗原型交由廠商模仿製作。

### 五、性能試驗：

在設備組裝完成，調整校正及測試後進行下列三項試驗，試驗方法如下：

#### (一)噴架行走性能試驗

噴霧行走架及藥液輸送軟管承裝於唇槽鋼上移動，將藥液輸送到噴頭，噴霧行走架移動會帶動圈繞的藥液輸送軟管伸張及集結，此一伸張集結現象是否會對驅動噴霧行走架之馬達產生負荷變化影響，須收集系統運轉中馬達在定電壓下的電流變化資料，觀察在施噴過程中的起始、中點和終點的電流及速率變化量，分析其間之關係。

#### (二)噴嘴及藥液輸送軟管輸送性能

本次供試之自走式噴藥系統計有5支垂直噴桿，每支噴桿上裝設6只噴頭座，試驗時僅下側4只裝噴嘴，藥液輸送主管採用10 mm管徑之耐壓軟管，高壓泵採鑽石牌TS-125，500 rpm，70 lt/min，泵驅動馬達為5 hp東元3 φ 4P感應電動機，壓力分別為10, 15, 20, 25及30 kg/cm<sup>2</sup>五種，觀察噴頭處噴霧壓力變化及流量變化等資料<sup>(6,9)</sup>，測試程序為事先在40公升水桶以量杯加注清水，每5公升劃一水位線，每次試驗於水桶內加滿清水，泵運轉噴霧後在水位線越過35公升刻度時開始計時，每5公升紀錄一次，至15公升刻度為止，每一泵壓力均可計錄4筆時間資料，據以計算噴架上噴頭流量。

#### (三)藥液附著度試驗

噴嘴為方形孔口之扇形噴霧嘴，裝設於噴霧架上的5支垂直噴桿，小型噴頭孔口尺寸為0.55 mm×0.5 mm，裝於噴桿下方距地高20 cm處，仰角45度；大型噴頭孔

口尺寸為0.75 mm×0.5 mm，裝於噴桿距地高70 cm處，水平噴出。當高壓泵壓力25 kg/cm<sup>2</sup>，噴架速率2.0 km/hr(變頻器頻率55HZ)時，於切花玫瑰田距地30、70、110 cm等三層高度處分別隨機選擇葉背及葉面裝設水試紙，每畦溝東西側均處理，每處每畦溝12張水試紙，於同一溫室共選三處，五畦溝合計180張水試紙分析葉上下表面及不同高度之附著狀況，並依性能測定暫定標準<sup>(1)</sup>之評定標準圖比對，判定附著等級。

## 結果與討論

### 行走性能試驗

供試設施田裝設之自走噴藥裝置的噴架及高壓軟管承載方式如圖三所示，噴架及高壓軟管向上連接軸承式滾輪，滾輪吊掛於唇槽鋼軌道內，受驅動鋼索之牽引，沿軌道往復移動，高壓軟管圈繞懸掛於滾輪，隨噴架移動而收放。驅動鋼索由行走驅動組件的絞盤帶動，將迴轉運動轉變為直線運動。

在量測耗用電流同時並以手持轉速計檢測鋼索驅動絞盤之轉速，據以求得噴架移動速率變化，紀錄變頻器在各頻率範圍前進F及後退B移動之起步S、中點M、終點E之速率值，測得之絞盤轉速數據，計算出各位置速率值如表一，與平均速率誤差計算方式為取起點、中間點及終點之平均速率為計算基準，分別將起點及終點速率值與平均速率之差值除以平均速率是為誤差值，計算結果速率誤差值約維持在1%上下。各頻率於1%誤差值所產生之移動距離如表二，誤差距離在0.7 m以內，噴霧架在各速率下，0.6秒鐘便能移動此一誤差距離，所以1%的速率誤差影響很小。

表一、噴霧架平均速率與起點及終點之速率誤差

Table 1. The speed error of start and end position with speed average for carrier

Frequency <sup>1</sup> (Hz)	Forth								Back					
	Speed				Error				Speed				Error	
	S <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	E <sup>4</sup>	AVG <sup>5</sup>	S	M	E	S	M	E	AVG	S	M	E
20	0.71	0.72	0.71	0.71	0	0.014	0.007	0.71	0.71	0.71	0.71	0	0	0
30	1.08	1.08	1.08	1.08	0	0	0	1.08	1.08	1.08	1.08	0	0	0
40	1.45	1.44	1.43	1.44	0.007	0	0.007	1.43	1.45	1.45	1.44	0.007	0.007	0.007
50	1.81	1.80	1.80	1.80	0.006	0	0	1.80	1.81	1.80	1.80	0	0.006	0
60	2.16	2.18	2.16	2.17	0.005	0.005	0.005	2.16	2.17	2.17	2.17	0.005	0	0
70	2.53	2.53	2.53	2.53	0	0	0	2.53	2.53	2.53	2.53	0	0	0
80	2.89	2.89	2.89	2.89	0	0	0	2.89	2.89	2.89	2.89	0	0	0
90	3.24	3.25	3.25	3.25	0.003	0	0	3.25	3.24	3.24	3.24	0.003	0	0
100	3.61	3.61	3.61	3.61	0	0	0	3.61	3.61	3.61	3.61	0	0	0
110	3.96	3.97	3.96	3.96	0	0.003	0	3.94	3.96	3.96	3.95	0.003	0.003	0.003
120	4.32	4.32	4.31	4.31	0	0	0	4.30	4.32	4.31	4.31	0.002	0.002	0

<sup>1</sup> TAIAN T-VERTER K1-2-01-M. 187 watt 3 phases induction motor with 1/12 gear ratio, winch diameter 76 mm.

<sup>2</sup> Position start.

<sup>3</sup> Position middle.

<sup>4</sup> Position end.

<sup>5</sup> Average value.

表二、噴霧架不同頻率下之時速，減速 1%在一分鐘內之累積誤差距離及移動此一距離之時間  
Table 2. The carrier speed, error distance and moving time for the error distance of every frequency when error is 1% in one minute

	Frequency (Hz)										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Speed (km/hr)	0.71	1.08	1.44	1.8	2.17	2.53	2.89	3.24	3.61	3.96	4.30
Distance (m)	0.12	0.18	0.24	0.3	0.36	0.42	0.47	0.53	0.56	0.63	0.67
Time (sec)	0.60	0.60	0.60	0.6	0.60	0.60	0.60	0.60	0.59	0.60	0.60

測試結果分析顯示不論任何頻率，從起步到終點都有減速現象，行走機構有牽引負荷時，存在有打滑率，以產生足夠推進力，這是行走機構打滑特性<sup>(8)</sup>，但變化不明顯，不會對噴霧架行走構成嚴重阻力，產生行走驅動阻力主因為噴霧架重量對懸吊滑輪之垂直正壓力及軌道銜接處的平順與否所造成，微小阻力產生減速現象是正常的。所以此一傳動牽引機構及高壓軟管之收放由唇槽鋼軌道承載軸承式滾輪之配置方式對噴霧架往復移動之影響很小，組配方式良好。

#### 藥液輸送性能試驗

試驗田為6畦的玫瑰溫室，二外側與鄰棟溫室相接，所以每棟內有5畦溝，噴架設計成每一畦溝一支垂直噴桿，噴桿上部固定於噴霧行走架，每支噴桿焊接6只出水口，兩兩對稱，依作物高度選用出水口裝設噴頭，試驗採配合作物高度每支噴桿裝設最下側4只出水口，中間裝大型噴頭，下層裝小型噴頭，每棟5支噴桿計20只噴頭，在大小兩型噴頭組合下，調整液體加壓泵出水口壓力值分別為10, 15, 20, 25及30 kg/cm<sup>2</sup>，紀錄液體承桶水位變化和時間數據，以分析此一噴桿配置下之壓力變化對流量的影響。液體承桶使用40公升圓形塑膠桶，事先以量杯給水，每5公升刻度劃水位線。供試噴頭為國產扇型噴頭，大型噴頭之孔口尺寸為方形0.75 mm×0.5 mm，小型噴頭孔口尺寸為方形0.55 mm×0.5 mm，噴霧架上總噴口面積為6.5 mm<sup>2</sup>。液體由藥液桶經加壓幫浦加壓後由φ10 mm主軟管將藥液送到噴頭，主管斷面積為78.5 mm<sup>2</sup>。於加壓幫浦及5支噴桿處裝置壓力表，量測管路壓力變化情形。噴霧架處分流2條φ7.5 mm支管，每一條支管之斷面積為44 mm<sup>2</sup>，支管斷面積和大於主管的斷面積，每一條支管又需供應二支噴桿，噴桿斷面積為86.5 mm<sup>2</sup>，二支噴桿斷面積和為173 mm<sup>2</sup>，大於支管斷面積。因流量為流速與管斷面積之乘積，系統內流量為常數，管子斷面積與流速成反比；且白努利定理(Bernouli's theorem)在不計高度差時，壓力差與流速平方之差成正比，因而在每一分流接管處有瞬間供應量不足及壓力降產生。表三列出不同噴桿位置之壓力值及壓力損失率，壓力損失率隨壓力增加而遞減，介於45%至60%之間，較低壓力之壓力損失率較高，顯示主管長度及內徑對壓力降有明顯影響，加上接頭及彎管損失的累積結果，造成顯著壓力降，所以必須加大主管內徑至13 mm以上、斷面積132 mm<sup>2</sup>，較能減緩壓力降，減少動力損耗。

表四為量測40公升水桶上各刻度於不同幫浦壓力時之時間數據，算出之流量結果，根據此流量資料配合上述的速率變化資料，整理出表四的單位面積不同噴霧架速率之施用量資料，每分地用液量可由255公升降至21公升，隨幫浦壓力及噴架速率不同而改變<sup>(11)</sup>，當幫

浦壓力25 kg/cm<sup>2</sup>時，噴量可在210及35 lt/10a之間變化調整，表四之結果在田間實際操作時是有實用價值，操作者依田區面積和藥劑用量調泡適量藥液，於固定幫浦出水壓力之後，選擇適當噴霧架速率，系統即可如預期完成適量且均勻的噴霧效果。

表三、噴架上各桿之壓力實測值及損失率

Table 3. Measured pressures in each pipe and pressure loss ratio of each pump pressure

Pump <sup>1</sup> pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Pressure in each pipe <sup>2</sup>						Loss ratio (%)
	NO.						
	1	2	3	4	5	Average	
10	3	4	4	4	5	4	60
15	6	6	7	6.8	7	6.6	56
20	8.8	9	10	10	10	9.6	52
25	13	13	14	14	13	13.4	46
30	16	16	16	16	15	15.8	47
35	20	19	20	20	18	19.4	45

<sup>1</sup> Pump: TS-125, 5HP.

<sup>2</sup> Nozzles: flat type, orifice 0.75 mm x 0.5 mm 10 units and 0.55 mm x 0.5 mm 10 units.

Hose:  $\varphi$  10 mm, length 68 m.

表四、每 10 公畝藥液施用量

Table 4. Spraying volume per 1000m<sup>2</sup>

Pump <sup>1</sup> pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Flow <sup>2</sup> rate (lt/min)	Spraying volume (lt)										
		Carrier speed (km/hr)										
		0.71	1.08	1.44	1.8	2.17	1.53	2.89	3.24	3.61	3.96	4.3
		Frequency of inverter (hz)										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
10	12.94	128	85	63	50	42	36	31	28	25	23	21
15	14.68	145	96	72	57	48	41	36	32	29	26	24
20	17.30	171	113	85	67	56	48	42	37	34	31	28
25	21.28	210	139	104	83	69	59	52	46	42	38	35
30	23.26	230	152	114	91	76	65	57	50	45	41	38
35	25.80	255	169	126	101	84	72	63	56	50	46	43

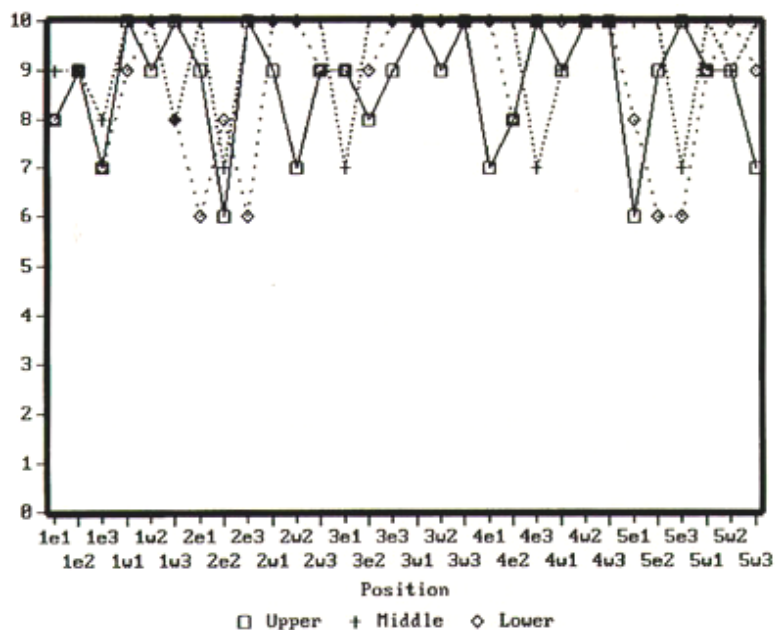
<sup>1,2</sup> See Table 3.

### 藥液附著度試驗

葉面霧粒附著度試驗結果經人工目視比對藥液附著度評定標準圖<sup>(1)</sup>，分析比對結果如圖四及圖五所示，圖中代號由左側開始第一位數字表畦溝編號；第二位e表東側，w表西側；第3位數字表不同處理別，每一處理又有上、中、下層之分。圖四為葉上表面不同高度不同畦溝位置之評定結果，圖中顯示分佈範圍在70%至100%之間，70%以下僅6個樣本，暫定標準規定葉上表面藥液附著度達70%以上者佔總樣本數90%以上，測試結果84個樣本達70%以上，佔總樣本數93%，符合標準要求，各畦溝及不同高度間僅有些微差異；圖五為葉下表面附著度試驗結果，分佈範圍在0%至70%之間，暫定標準規定葉下表面達40%以上者佔總樣本數90%以上，測試結果48個樣本達40%以上，佔葉下表面總樣本數53%，其中上層與下層差

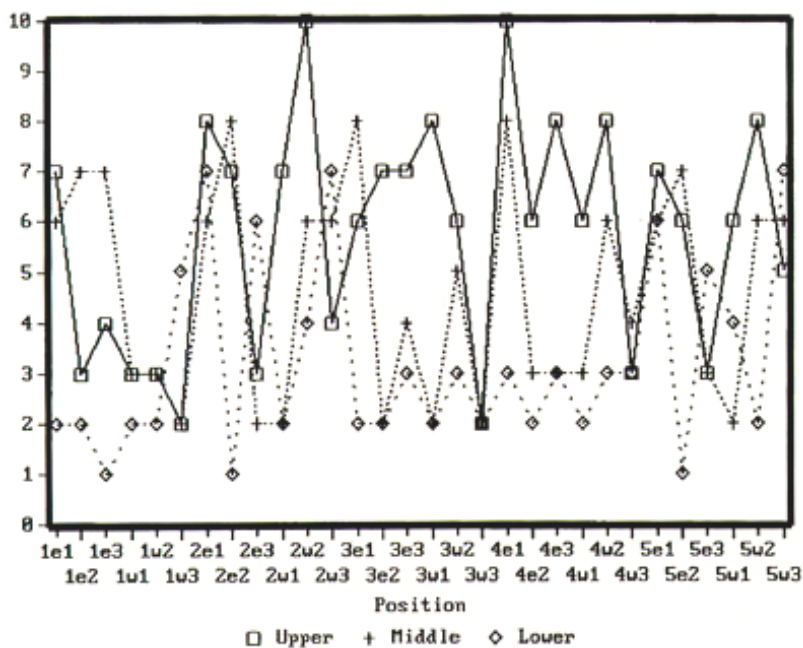
異較大，下層附著效果較為不足，原因可能是噴桿下層的二只噴頭具有仰角，噴出的霧粒往上方輸送，造成下層不足，但是有改善中層的效果。

機械性能試驗結果如上文所述。病蟲害噴藥防治效果方面，將由專業植病人員協助，提供專業試驗方法、試驗藥劑及防治結果鑑定等，為以後持續研究之工作項目。



圖四、葉上表面不同高度不同畦溝位置霧粒附著分佈情形。

Fig. 4. The droplets distribution of upper leaf surface in different positions.



圖五、葉下表面不同高度不同畦溝位置霧粒附著分佈情形。

Fig. 5. The droplets distribution of lower leaf surface in different positions.

## 誌 謝

本試驗承行政院農業委員會84自動化-糧-05(15-3)計劃補助，盛中德教授及台中場農機研究室簡茂村及李安心等同仁協助始能完成試驗，謹致衷心謝忱。

## 參考文獻

1. 台灣農業試驗所 1995 桿式噴藥機(具)性能測定方法及暫定標準草案 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 6pp.。
2. 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。
3. 盛中德 1992 溫室內施藥機械介紹 興農月刊 279:14~18。
4. 盛中德 1996 設施內施藥、灌溉特性與技術 施藥技術服務 3:30~36 農業機械化中心 台北市 台灣。
5. 陳令錫 1992 簡易設施低成本省工自動噴藥裝置之開發 台中區農業改良場研究彙報 35:11~24。
6. 陳令錫 1996 溫室內部雙軌道式自動噴霧裝置改良研究 台中區農業改良場研究彙報 50:45~52。
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 台灣。
8. 陳貽倫 1988 農業動力 南山堂出版社 p.329~345 台北市 台灣。
9. 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 東京 日本。
10. 林勇 1975 ヨーロッパの切花バラ生産と研究(2) 農業および園藝 50(8):983~988。
11. Ghate, S. R. 1994. Ground speed control of pesticide application rates in a compressed air direct injection sprayer. Transactions of ASAE 37(1):33-38.
12. Wesley, R. A. 1990. An enclosed system for pesticide mixing and loading. Transactions of ASAE 33(4):1099-1103.

# The Development and Testing of Mono-rail Self-propeller Sprayer -- The Performance of the Carrier Movement and Liquid Transpotaion<sup>1</sup>

Ling-Hsi Chen<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Mono-rail spraying equipments were developed for mist spraying in nursery and pesticide application in protected culture. The equipment could spray droplets to target by moving spray carrier that driven by a wire loop and winch set. The prototype equipment could be operated by manual or automatic control. The field tests had been executed in 17 floral greenhouses (total area 1.2 ha). The spraying carrier indicated good moving performance. The speed range was between 0.7km/hr and 4.3km/hr. The spraying quantity can be changed from 3.5 lt/a to 21 lt/a depending on the moving speed of spraying carrier at the 25 kg/cm<sup>2</sup> pump pressure. The pressure in spraying pipes is 13.4 kg/cm<sup>2</sup>. The pressure loss rate was 46% with main hose that has 10mm inner diameter and 68m length. The adherent percentage was above 70% for the 93% sample of upper leaf surface affecting by the heights. The adherent percentage was only 40% for the 53% sample of lower leaf surface. The difference was significant between the different surface.

**Key words:** self-propeller spraying, automatic control, adherent percentage.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0412 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Assistant of Taichung DAIS.