

靜電式噴灑農藥技術的研究

樂 家 敏

國立中興大學農機系

一、前 言

就臺灣高溫多溼的自然環境而言，以農藥防治病蟲害是作物栽培不可缺少的作業項目。施用農藥的過程中，雖然可能造成毒害、污染或其它副作用，但在生物防治技術尚未完全成熟之前，農藥撒佈仍是植物保護最直接有效的利器。台灣地區一年的農藥使用量曾經高達四萬三千五百公噸，使每公頃耕地年平均用量達48.6公斤，就農地大小分配而言，用量偏高。前人研究顯示：傳統的噴藥方式只能使20%的農藥量被有效噴灑到作物上，其它則因飄移或沖刷現象而流失浪費。這些流失的農藥不僅造成財務損失，更是環境污染的重要原因。提高農藥利用效率問題提出兩個解決方案：一為霧粒控制撒佈法(Controlled Droplet Application, CDA)，一為靜電噴灑法(Electrostatic Spraying)。前者係在農藥撒佈作業中，研究出最佳之噴灑壓力、流量及霧粒大小，以求提高農藥溶液對作物植株的附著率。這種方法對不同的作物有不同的噴藥模式，操作者必須經常調整噴藥系統的功能來適應植株條件。後者則是在噴頭部份加裝一組電極板，並通以二千伏特以上之直流高壓電，形成電場，使農藥霧粒穿過電場時被感應而極化成帶靜電的粒子。極化過的農藥霧粒具有較強的趨勢落向地面，使電性中和，此一趨勢即能有效降低農藥霧粒飄散的作用。同時，由於作物植株挺立地面上，與空中的農藥霧粒距離較短，使霧滴對植株形成覆罩(Canopy)及電曲線現象，不僅使植株對極化過的霧粒有較強的吸引力，而且使霧粒易於進入植株葉背及乾燥的底部。在植株表面形成較高的農藥附著度。這種方法操作簡單，噴霧系統需要調整之處不多，只需增加高壓電產生器並使用靜電噴頭即可，是較易實施的方案。

二、試驗情形

靜電噴灑系統用於農藥撒佈的情形示於圖1，直流高壓電源使噴頭前端極板附近形成電場，當農藥霧粒自電極板之間穿過時，即被感應成為攜帶相反電性的霧粒，趨向作物植株。所用的靜電噴頭可分為液壓式噴頭、雙流體噴頭或旋轉式噴頭。雙流體噴頭(圖2)具有氣流，使霧粒更微細、易使電極板保持乾燥、且使霧粒在局部區域內不定向飄移，附著情況最為良好，但雙流體噴灑設備的購置成本較高，且需要較大的動力。靜電噴藥設備在國外已商品化生產，但其售價頗高，國內早期曾引進液壓式噴頭及高電壓產生器。前人研究結果顯示：靜電噴灑法不但可增加農藥對植物的附著度，且可使噴藥霧滴的粒徑微細化與均勻化，表1所列，即為幾個附著度研究案例。霧滴粒徑變化的研究結果則示於圖3與圖4。當噴灑壓力為3或4 kg/cm²時，此種效果最為明顯；噴灑壓力降壓2 kg/cm²時，由於促使霧滴細粒化的機械功不足，噴灑粒徑較大，靜電的功能便不明顯，當噴灑壓力高至5 kg/cm²時，由於幫浦的機械功率逐步提高，及高壓電路的功率限制，靜電噴灑的細粒化效果即相對減低。

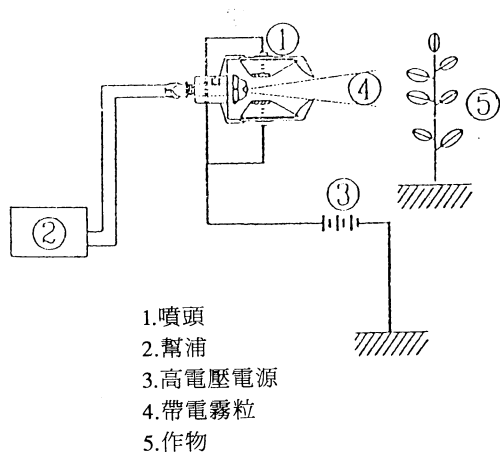


圖 1. 靜電噴灑系統用於農藥撒佈的示意圖

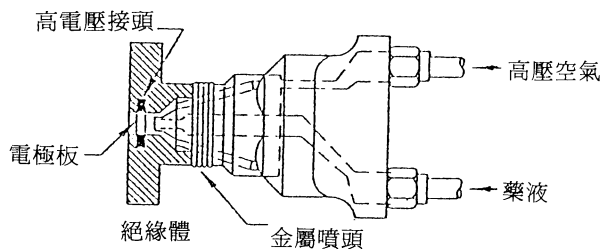


圖 2. 雙流體靜電噴頭

表 1. 幾個靜電噴藥對植物附著度研究案例的結果

電壓(KV)	電流(μA)	帶電量(cm/kg)	平均粒徑(μm)	附著效果*
4.0	3.6	-	-	3.8倍，葉背
9.0	-	2.0	-	1.6至2.8倍
2.0	6.0	4.8	-	7.0倍(雙流體)
4.0	6.6	0.61	87	1.6至3.8，葉背

* 備註：附著效果 = 靜電噴藥附著度 / 無靜電噴藥附著度

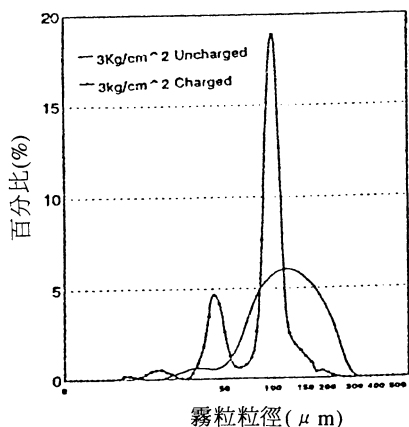


圖 3. 壓力 4 kg/cm² 時，靜電與非靜電噴灑所致霧滴粒徑分配的比較

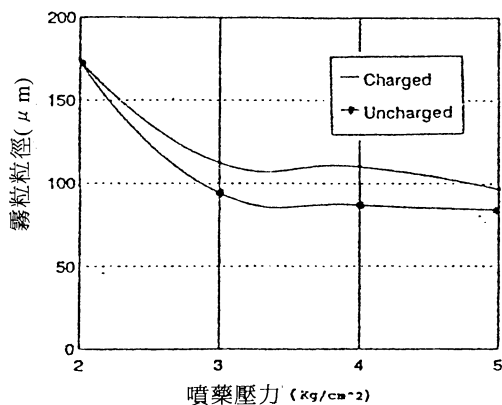


圖 4. 不同噴灑壓力下靜電對霧滴粒徑影響的比較

三、結果與討論

國內目前正推行農業自動化政策，許多精緻作物皆置於溫室或棚架設施內種植生產。由於溫室與農業設施內的栽培環境較為密閉，內部飄移的農藥極易累積，對環境及工作者皆構成危害。既然靜電噴藥技術可提高噴藥效果，相對降低農藥用量，則必有助於減緩農業設施內的藥害危機。國內有關靜電噴藥的研究尚在啓蒙階段，國外的研究則幾乎全偏向於戶外田間的施藥實驗，較少有關溫室或農業設施內靜電噴藥的記錄。將靜電噴藥技術引用於溫室或農業設施內時，可以假設溫室或設施內屬於無風狀態，霧滴只受噴灑裝置本身移動及噴霧所致紊流的擾動而形成少量的飄移外，作業環境的氣流堪稱是靜止的；但帶電的霧滴必然會遭遇到溫室樑柱等定置導體對其飄移方向的誤導。如何克服溫室內定置導體對極化霧滴的吸附效應，避免此類誤導發生，是將靜電噴藥技術引用於溫室或農業設施內成敗的關鍵。表 2 所列即為塑膠布簡易溫室內的試驗結果，該表數據顯示：靜電霧滴在溫室柱或壁上的附著度乃非靜電霧滴的十倍以上，所以溫室柱壁對靜電霧滴具有明顯的導引吸附作用。探求溫室內的柱壁設施與靜電噴頭之間的適當水平間距的實驗結果示於表 3，當距離增為 60cm 時，靜電霧滴在取樣點上的附著度便遽然下降到 6% 以下，而且取樣點愈高，附著度愈低；當距離增為 90cm 時附著度更降至 2% 以內。可見柱壁設施對靜電霧滴的導引吸附效果頗受到兩者間距離的限制，距離增大時吸附效果便會急速下降，當距離增至 120cm 時，附著度便降為零，亦即完全沒有導引吸附作用存在。因此可以推斷：靜電噴灑時，噴頭若能與鐵柱或塑膠壁等溫室設施結構保持 120cm 的水平距離，靜電霧滴便不會被這些結構所導引而做錯誤的吸附。

表 2. 溫室柱壁對靜電霧滴具有導引吸附作用的驗證

霧滴帶電狀況	取樣點靜電霧滴的附著度(%) *		
	第一組取樣點	第二組取樣點	第三組取樣點
帶電	42.79	29.79	33.83
不帶電	4.29	2.16	0.55

備註*：取樣點設在溫室鋼柱及塑膠牆壁上。第一組取樣點位於溫室地面與柱或壁相交點向上 30cm 高處；第二組在 60cm 高處；第三組在 90cm 高處。噴頭距離牆壁 30cm，高度 90cm。

表 3. 靜電霧滴對簡易溫室的柱與壁之附著度

噴頭與溫室柱壁的水平距離 (cm)	取樣點靜電霧滴的附著度(%) *		
	第一組取樣點	第二組取樣點	第三組取樣點
30	42.79	29.79	33.83
60	5.27	3.46	0.62
90	2.12	1.75	0.36
120	0.00	0.00	0.00

備註*：取樣點的設置同表二。