

美國農藥施噴之最新發展

原作者：H. Erdal Ozkan 與 Robert D. Fox

譯稿人：嘉義技術學院農業機械工程技術系楊仁岡副教授

摘要

新型農藥是更有效的且需更精確的應用。發展新方法與設備來達到農藥使用之最大效率，使對使用者與環境之潛在危險減至最小之研究於大學、政府部門及工業界持續進行中。本文在噴霧應用技術研究及減少噴霧飄移並改進應用效率之最新發展方面概述主要之發展。這些發展包括產生較大霧粒之低飄移噴嘴、空氣引入、靜電及氣流噴霧化等。其他所討論之飄移減少技術包括氣流輔助式噴霧器、噴桿屏蔽及隧道式噴霧器。支援精耕農業技術包括變率噴霧器、全球定位系統及地理資訊系統技術、封閉式農藥傳輸系統及流量控制系統。新的果園噴霧技術包括塔型噴霧器及作物株叢感測技術。生物害蟲防制藥劑常需特別輸送系統以防損毀散佈於植物株叢上活的有機體。

前言

全世界所製造之農藥約三分之一於美國賣出。近年來美國農藥使用已相當穩定，約五億公斤之有效成份。由於作物生產成本及環境污染增加之考量，必需精確與小心施用農藥。

農藥施用為一種複雜作業，需較其他作物生產有更多之技巧、管理及精度。其包括有很多精密步驟，如農藥於槽中之均勻混合、從噴霧設備至目的地之有效輸送、農藥於目的物之保留及農藥有效成份由植物、昆蟲之吸收力。

液體農藥施用之最無效狀況為霧粒從噴嘴至目標之傳輸。研究顯示經常是僅有一部份之化學藥劑確實達到目的物並對所希望之生物效應有所貢獻。噴霧之一部份從未接觸目的物。這些噴霧飄移問題為一種嚴重的健康與安全問題。近年來噴霧飄移之減少已為全球大學與研究機構中許多研究計畫之焦點，因為減少噴霧飄移不僅可增進應用效率且可減少環境污染。

目的

本文之目的為提供在美國噴霧應用技巧與發展上主要發展之概述。這包括促進減少噴霧飄移與增進施用效率。雖然在噴霧技術上重要發展已於全球開展，以下所提供之概述包括在美國進行之主要發展。

I. 減少噴霧飄移之研究與設備發展

雖然完全消除噴霧飄移十分困難，但如增加飄移危險之因素可以改變或消除，則其數量可大大減少。特別是施用者不能控制之氣候狀況--風，扮演飄移

產生及移動之一重要角色。影響飄移之最重要應用因素為噴霧霧粒之大小。沈澱於目標物上之小霧粒提供較佳之覆蓋且經常導致增加農業害蟲之防治結果。然而小霧粒易飄移。

當使用傳統噴霧設備時，由直徑小於 100 μm 組成之全部噴霧霧粒體積雖相當小，但即使是如此少量，有時可能引起嚴重的健康問題並損壞附近田地之作物。

一些近期發展已朝向修改現有設備來減少飄移可能，以增進更多有效小霧粒之沈澱效率。一般而言，這些已可藉使用氣流輔助技術或一些屏蔽或遮掩物來克服產生飄移之氣流與當噴霧時噴嘴附近發生之亂流來完成。

噴嘴分類系統

美國農業工程師學會最近已接受一定義多種噴嘴產生霧粒大小分類之新標準。定義之霧粒大小分類包括非常細、細、中、粗、甚粗與極粗。

在約公元 2000 年時，農藥製造商將開始在農藥標籤上指定每一種農藥使用之最小噴嘴種類。在一些狀況下，標籤將指定特定風速狀況下不同的噴嘴，亦即如風速高於 20 km/hr 時，必須用粗型噴嘴，但如風速低於 10 km/hr，可使用中型噴嘴。

噴嘴製造商目錄將包含有關每一噴嘴於每一作業壓力下霧粒大小分類之資訊。

A) 新噴霧器/噴嘴

“低飄移”噴嘴

大多數農用噴嘴製造商最近提議設計製造在相同流速及作業壓力下比標準平扇型 (SFF) 噴嘴有較大霧粒之「低飄移」噴嘴。此可組合式地藉於傳統排出孔前面加入一前孔至噴嘴尖端來完成。標準平扇型噴嘴尖端有一直孔，其可攜帶液體從噴桿至尖端。在新式「低飄移」之噴嘴(圖 1)中，液體進入一小孔並流入一用機器嵌入噴嘴體之小室內。液體從此室流入一短通路並由排出孔流出。此前孔減少液體速度並形成減少飄移之大霧粒。

Turbo Drop 噴嘴(圖 2)設計為當減少細粒霧粒百分比時產生大霧粒。藉置於上截面底端之陶瓷孔板控制液體流速。據製造商言，Turbo Drop 噴嘴頗能減少小霧粒之飄移。

空氣引入式 (AI) 噴嘴

大多數農用噴嘴製造商已發展並上市空氣引入式噴嘴。這些噴嘴全部使用與 Turbo Drop 噴嘴相同之原理。這些噴嘴有一前孔，然後從一空氣進口部分有

一漸縮截面，空氣噴霧混合後經由噴嘴尖端離開噴嘴前之混合室。這些噴嘴可減少可能飄移霧粒(小於 150 μm)之百分比並可能減少飄移問題。

靜電式噴霧器

小霧粒靜電式充電被視為增加小霧粒沈積效率及減少飄移的一種方式。雖然靜電噴霧於工業應用之研究已進行超過 50 年，但直至 1970 年代初期，充電式噴霧之應用尚未延伸至農業。如今在美國有二家公司 (ESP 及 ESS) 製造並上市噴霧器，此噴霧器可將靜電式充電之霧粒放電。最近所有之靜電式噴霧器採用感應充電技術。

氣流霧化器

氣流霧化器可僅使用空氣壓力或同時使用空氣與液體壓力來霧化並攜帶噴霧溶液至目標。現今有二種氣流霧化器於美國使用，其一為「AirJet」(圖 3)，另一為「Shaer Guard Plus」(圖 4)。

B) 氣流輔助式噴霧

在過去數年間，於農藥應用上氣流輔助桿式噴霧器之使用已有增加。此增加使用背後之主要因素乃施噴區域外小霧粒飄移之影響。

商用氣輔噴霧器之氣流輔助原理類似。一充氣空氣管置於傳統液壓噴桿後方。空氣藉離心式風扇驅入管中。空氣在與垂直方向呈一小角度(此角度於一些機器上可調整)，沿空氣管底部穿過約 5cm 直徑孔離開空氣管。噴嘴於空氣管前端產生霧粒並在高速空氣離開空氣管時進入並被攜帶至目的物。如需要的話，空氣流速可改變或停止。

雖然氣流輔助技術已證實能有效地減少飄移增進沈積，現今使用此技術之商品化施藥設備尚未見使用者廣泛採用，主要是因為設備花費相當昂貴。

C) 噴霧器噴桿屏蔽

1996 年 Ozkan 等人於 10 m 長 1.5 m 寬 1.0 m 高之風洞中進行試驗，研究不同型式噴桿屏蔽對噴霧飄移之影響。採用一半置於風洞內 3 × 3 m 之噴霧型態桌，並分析具與不具屏蔽噴霧之沈積型態，以評估九種屏蔽設計(圖 5)之效果。於試驗中採用具 110° 噴霧角及 0.6 L/min 公稱流量(在 0.3Mpa 壓力下)之平扇形噴嘴。

所有實驗之屏蔽性能於二種噴霧壓力(0.15 與 0.3 MPa)與在風洞中二種空氣流速(2.75 與 4.80 m/s)下被評估。另外，也進行一組無屏蔽相同壓力與空氣流速下之試驗。得到以下結論：

1. 所有九種屏蔽有效地減少噴霧飄移。即使最無效之屏蔽設計(由多孔材

料製成之屏蔽)，在地面之噴霧沈積亦增進 13%。雙薄金屬片屏蔽(屏蔽 2)導致最佳性能；與無屏蔽之相同噴嘴比較其增進 59% 之噴霧沈積。

2. 即使在使用具較高流速噴嘴之情形下，屏蔽依舊有效(產生較少小霧粒)。
3. 如適合的話，選擇具較大公稱流量之噴嘴在減少飄移之效能上如同建構一圍繞噴桿且昂貴的屏蔽。

D. 隧道式噴霧器

商業用隧道式噴霧器在歐洲與美國是可用的。這些噴霧器有一金屬片或塑膠覆蓋之框架。其典型地有 4 或 5 米長，有足夠寬及高來跨越一系列之矮樹或葡萄數。

II. 其他於農藥施噴技術之主要發展

A. 農藥變率施用技術

精耕農業技術之主要工作包括 1) 在田地上指定位置之驗證(經度，緯度，高度)；2) 蒐集指定位置相關土壤物理特性、土壤營養成份、農業害蟲侵襲面積、作物產量等資訊；3) 使用電腦軟硬體儲存這些資訊；4) 處理及分析這些資料；及 5) 依據儲存於電腦內之資料，使用適當儀器做實際農藥之施用。

B. 使用全球定位系統之標誌系統

目前泡沫或機械標誌系統被用以確認噴霧器一次路徑之覆蓋面積。現今此項工作可藉使用全球定位系統或調頻收音機訊號系統來完成。

C. 密閉式農藥傳輸系統

在農藥混合及輸送中主要之水污染源為潑出。雖然密閉式農藥傳輸系統在美國是不必需的，但為了減少作業者曝露於農藥下及環境污染之危險，這些系統將成為現在大多數製造噴霧器之標準設備。

D. “SYNCHRO” – 一種流量及霧粒大小之數位控制系統

控制農用噴嘴中液體流量之傳統技術為改變液體供應壓力。基於下列三點主要理由，此法並非最理想改變流量之方法：1) 系統反應可能會慢(小於 1Hz)，2) 可能需過度之壓力以滿足所需之流量(流量與壓力平方根成正比)，3) 壓力改變多半影響噴嘴性能。

由 Giles 及 Camino(1990) 利用脈衝寬度調變(PWM)原理發展出一種流量控

制系統允許獨立控制由液壓噴嘴射出之液體流量及霧粒大小。最近美國一商業公司已成功地應用此技術控制農用噴嘴之流速。此一系統(稱為 SYNCHRO)中，噴嘴流量藉間歇操作聯結至傳統噴嘴入口之電動螺線管閥來調變。在閥開或關中間控制時間之相對比例來控制噴嘴體積流量。圖 6 中顯示，一編號 8004 噴嘴(於 280kPa 壓力下，具 1.51 L/min 公稱流量與 80° 噴霧角)在每一不同之作業壓力下體積中點直徑(VMD)保持相當一致。

E. “CP”式噴嘴

CP 式噴嘴設計帶給商業施噴人員相當便利，當他們從一地移至另一地時可改變噴嘴大小。噴霧器(圖 7)由不同孔徑範圍之孔板與一彎曲圓形區偏向板組成。視所選之孔而定，此噴嘴之流量範圍為 10-40 公升/分。

F. 塔式果園噴霧器

大部份此類噴霧器將軸向風扇產生之空氣更改方向至一垂直導管，其可由塔頂之連續式垂直槽或空氣射出口流出。在這些商用噴霧器上之風扇直徑約 0.4m，長度約 1.5 m。

G. 使用作物株叢感測之噴霧控制

在靠近樹頂之株叢常有間隙。噴霧穿越樹木株叢間隙造成農藥損失之結果。在近十年中很多公司開發出由一個或一組噴嘴排列成之作物株叢感測器。如這些感測器偵測到作物株叢，則開啟感測器，如無偵測到作物株叢，則關閉噴嘴。多種型式之感測器已被使用，包括紅外線、超音波、及偵測樹葉中葉綠素顏色之影像系統。

H. 使用生物防制

很多型式之生物病蟲害防治藥劑正使用中。這些防治藥劑包括有線蟲、蟲病原、捕食昆蟲等。為了使用這些經常是活的生物材料，新應用技術是必須的。

應用益蟲摧毀害蟲之觀念並不新。但並沒有很多有效且經濟之方法將益蟲散佈至目標植物上。在某些狀況下，它們難以有效長期黏附於植物上。在大多數狀況下益蟲卵將因無法黏附至目標物葉上而掉落地面。這些益蟲卵或幼蟲或細菌如 Bt 也無法於高壓噴霧系統中生存。使用 100% 食用級材料作為精緻生物藥劑媒介物已發展出。這種媒介物將益蟲卵懸浮於其中用以分佈於植物上，黏附於目標物葉上益蟲卵將被孵化。這些材料在噴霧器或貯存槽中被低壓應用設備施用並不會損害蟲卵。

結論

產量及作物品質視滅草劑、殺蟲劑、殺真菌劑、肥料、生長調節物質等之有效應用而定。施用不足量之農藥浪費時間、金錢與材料；而過量使用增加成本，可能損害作物且引起環境污染。使用傳統方法與設備施用農藥是非常無效率的。近五年來農藥施噴設備之設計方面已有重要的發展。但不幸的是由於設備之高成本及一部份應用者欠缺相關技術之知識，這些新發明的一部份尚未為農藥施用者廣泛接受。雖然仍有一些未獲解答之問題，當我們持續教育施噴者，且新而更有效率之施用設備可以更低價位提供施噴者時，農藥施噴可變成一更有效率之作業。