

# 高壓噴藥噴頭兼用噴灌作業之適用性研究

## Feasibility Study for Hybrid Sprinkler Irrigation and Pesticide Application Systems Using High Pressure Nozzles

台灣大學生物環境系統工程學系  
助理教授

陳增壽\*

Tzen-Show Chen

經濟部水利署台北水源特定區管理局  
工程員

劉必雄

Pi-Hsung Liu

### 摘 要

為配合農業用水結構之調整，發展旱作管路灌溉技術是節水之有效方法，亦可逐步發揮管路灌溉操作自動化及多目標利用之功能，以達成省水、省工、省本之經濟效益，但管路灌溉之推廣必須先探討適用台灣特殊農業環境之田間灌溉設備及配置標準。本研究探討利用高壓噴頭實施噴藥兼噴灌操作時，相關之操作特徵與適用性，結果發現因系統實施噴藥時首部所需之泵浦動力及原動機馬力，必定高過噴水時之需求，且噴藥系統之配置間距必較噴水系統設計時來的密，因此兩種系統兼用時，應以噴藥系統為設計之主要依據，如此方能符合噴水之配置間距，才可在同一系統之下實施噴藥兼噴灌操作。

**關鍵詞：**噴藥，噴灌，管路系統。

### ABSTRACT

The sprinkler is widely used for upland crop in Taiwan in the recent years for water and man power saving. A hybrid system to combine the irrigation and pesticide application purposal is emerging from the development of high pressure pesticide application nozzle. This paper collected and analyzed data from indoor and outdoor uniformity tests under different operating pressures for these pesticide application nozzles. It is found that the system designs for these hybrid systems should be based mainly on the pesticide application because the requirement of pesticide application dominates the system performances.

**Keywords:** Pesticide spray, Sprinkler irrigation, Pipe line system.

\*通訊作者，台灣大學生物環境系統工程學系助理教授，106 台北市大安區羅斯福路 4 段 1 號，tschen@ntu.edu.tw

## 一、前言

過去台灣果園地區之管路灌溉，其系統之設計則偏重在灌溉方面，後來又有利用管路系統從事噴施液肥工作，自從高壓噴霧器被開發之後，鑒於人工噴施藥液對人體安全上之顧慮以及所花費人工太多，而逐漸利用噴灑系統兼做噴藥。但是原噴灑灌溉系統係採用中間壓以下的操作壓力(2.5kg/cm<sup>2</sup>出水壓力)，對新開發的高壓噴霧器所噴施藥劑未能達到防治的效果，遂有將原有系統加以改裝，把豎、支管間距縮短或另加裝噴藥專用系統從事噴灌工作，可是這種系統的佈置方式係雙重投資，頗不合乎經濟要求，因此近年來以噴藥為主而噴灌為輔的系統設施，已逐漸推展開來，可說是今後長年果樹園區管路噴藥設施的新趨勢，此種系統設施在首部動力設備及調控系統不必更動情況下即能實施多目標之作業。

在噴灌與噴藥共用管路系統時，因噴藥所需操作壓力較大，且噴藥附著均勻度之要求較高，因此共用管路系統之設計，應以噴藥操作之需求為優先考量，此種設計實施噴灌操作時，雖然水分主要附著於葉片上，但長年果樹之根系分佈廣闊，噴灑水分滴落地面，可被作物根系吸收，達到補充作物水分之功能。

## 二、高壓噴霧器之基本水理特性試驗

為實際瞭解農戶現地噴藥系統之現況，作者乃至苗栗縣及南投縣等地之五戶設施田區，進行現場高壓管路噴藥系統之調查工作。並將調查資料進行整理及分析，其基本資料彙整如表 1。本項工作由農民現地噴藥系統調查中，蒐集了國內產製之三種高壓噴霧器，利用室內檢定棚及室外試驗場，分別測試其水理性能及噴灌壓力之噴水均勻度，以探討噴灌作業壓力之管路系統調整及操作技術。

### 2-1 室內噴水均勻度測試

利用水利署水利規劃試驗所所屬之崎頂早作灌溉試驗站室內檢定棚進行政和、照晉、漢字廠牌噴水均勻度測試，並利用電腦進行均勻度分

析，得到各種不同噴頭間距配置之均勻度，另配合農戶現場調查所得之佈置間距，即政和廠牌在茶園噴藥時，佈置間距約 10m × 9m，照晉廠牌在梨園噴藥時，佈置間距約 6m×6m，漢宇廠牌在梨園噴藥時，佈置間距約 8m×8m，由室內截水量資料，計算不同操作壓力之噴水均勻度，整理如表 2 至表 5。由表 5 結果顯示，政和廠牌在茶園噴水時，操作壓力 5.0kg/cm<sup>2</sup> 以上，漢宇廠牌在梨園噴水時，操作壓力 6.0kg/cm<sup>2</sup> 以上，均勻度可達 80%，照晉廠牌噴水均勻度較差，惟在 3.0kg/cm<sup>2</sup> 以上時，均勻度亦可達 70%以上。

### 2-2 室外噴水均勻度測試

本研究為瞭解噴頭在室外實際作業之情形，乃利用水利署水利規劃試驗所所屬之崎頂早作灌溉試驗站之試驗場進行政和、照晉、漢宇廠牌之噴水均勻度測試，其試驗之配置，如圖 1 所示。

- (1) 在兩條支管間，選取一矩形區域 7.5m×7.5m，每間隔一公尺放置一鋼杯，量測截留水量。
- (2) 由噴頭噴灑半徑，決定測試所需使用之噴頭數。當噴灑半徑超過 7.5m 時，影響噴灑水份分佈之噴頭數較多。因此，政和廠牌使用七個噴頭，照晉及漢宇使用五個噴頭。惟相鄰支管對測試區域水份之影響均予忽略。
- (3) 試驗壓力為 3.0~10.0 kg/cm<sup>2</sup>，試驗時間一小時，在試驗過程中，並記錄風速。

由試驗所收集之截水量資料，分析各噴頭配置之均勻度，列如表 6。

由表 6 所列之室外噴水均勻度測試結果可知，在佈置間距 7.5m×7.5m，政和廠牌在操作壓力 4.0kg/cm<sup>2</sup> 以上，漢宇廠牌在操作壓力 5.0kg/cm<sup>2</sup> 以上，均勻度可達 80%。

## 三、不同廠牌高壓噴頭實施噴藥兼噴灌之適用性

由前述之試驗結果顯示，政和牌及漢宇牌之高壓噴頭在技術上適合於 13~20kg/cm<sup>2</sup> 高壓實施

表 1 樣區農戶高壓管路噴藥系統基本資料表

廠牌	政和		照晉		漢宇
設施地點	南投縣 名間鄉	南投縣 竹山鎮	苗栗縣 大湖鄉	苗栗縣 大湖鄉	苗栗縣 大湖鄉
田間作物	茶	茶	梨	梨	梨
栽培密度	1.5m	1.5m	6.7m×6.8m	6.0m×6.0m	6.0m×6.0m
佈置間距	10.5m×8.5m	10.0m×9.0m	6.0m×6.0m	6.0m×6.0m	8.5m×8.0m
操作壓力	18 kg/c m <sup>2</sup>	20 kg/c m <sup>2</sup>	20 kg/c m <sup>2</sup>	15-20 kg/c m <sup>2</sup>	13 kg/c m <sup>2</sup>
噴藥時間	30 sec	60 sec	40 sec	30 sec	150 sec
噴灌操作	另有噴灌系統	另有噴灌系統	另有噴灌系統	另有噴灌系統	兼用噴灌作業

表 2 政和高壓噴霧器不同佈置間距、壓力、均勻度比較表

操作壓力(kg/c m <sup>2</sup> )	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
噴頭流量(l/min)	10.00	13.00	14.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
噴灑半徑(m)	9.0	9.0	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0
噴頭間距(m)	噴水均勻度(%)							
5x5	88.57	86.97	85.83	87.82	87.25	88.71	90.04	85.61
5x6	79.73	82.73	84.73	88.57	87.95	88.08	88.00	85.33
5x7	76.96	82.62	85.78	87.35	85.97	86.26	86.38	81.21
5x8	77.60	84.62	85.93	86.72	85.81	86.49	86.75	82.50
6x6	75.05	79.77	83.92	89.01	88.15	87.97	87.37	83.63
6x7	73.70	80.34	84.37	87.08	85.94	85.92	86.03	82.40
6x8	74.08	81.41	84.58	86.48	85.67	86.24	86.17	82.26
7x7	73.28	82.50	85.78	85.22	84.21	84.69	84.98	83.47
7x8	75.39	83.11	85.49	84.58	84.23	84.90	85.14	78.81
8x8	76.47	83.02	83.89	84.60	84.57	85.86	85.19	71.74

表 3 照晉高壓噴霧器不同佈置間距、壓力、均勻度比較表

操作壓力(kg/c m <sup>2</sup> )	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
噴頭流量(l/min)	3.26	4.07	4.42	4.68	5.31	5.75	6.11	6.62
噴灑半徑(m)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0
噴頭間距(m)	噴水均勻度(%)							
5x5	77.51	74.51	77.33	78.72	83.93	87.73	87.33	83.66
5x6	75.52	72.02	74.73	76.98	81.09	78.45	76.87	75.55
5x7	72.66	68.35	68.47	74.24	71.53	66.56	64.52	—
5x8	67.24	62.10	59.99	65.73	—	—	—	—
6x6	74.68	70.56	72.45	75.92	76.86	72.95	71.87	72.81
6x7	72.38	67.60	67.16	72.10	69.98	65.70	64.96	—
6x8	66.63	61.31	59.50	64.33	—	—	—	—
7x7	71.04	65.83	64.65	69.41	67.41	63.65	61.10	—
7x8	66.51	61.11	58.44	64.28	—	—	—	—
8x8	64.59	58.49	55.50	61.65	—	—	—	—

表 4 漢宇高壓噴霧器不同佈置間距、壓力、均勻度比較表

操作壓力(kg/c m <sup>2</sup> )	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
噴頭流量(l/min)	-	-	4.96	5.85	5.88	6.25	6.59	6.67
噴灑半徑(m)	-	-	8.0	7.5	7.0	7.0	7.0	6.5
噴頭間距(m)	噴水均勻度(%)							
5x5	-	-	80.53	78.14	82.53	84.13	84.58	84.69
5x6	-	-	78.19	76.52	80.59	82.70	83.68	84.74
5x7	-	-	76.37	76.67	81.03	83.75	85.80	87.26
5x8	-	-	76.07	81.31	85.81	86.67	86.06	85.83
6x6	-	-	75.42	74.22	77.45	79.91	81.25	83.60
6x7	-	-	73.19	74.07	77.68	80.71	83.21	86.26
6x8	-	-	72.29	77.67	81.49	84.18	84.93	86.49
7x7	-	-	70.30	74.56	79.21	83.42	86.65	88.82
7x8	-	-	69.24	79.39	83.97	86.57	87.79	87.76
8x8	-	-	69.49	82.78	85.89	87.11	87.64	86.73

表 5 不同壓力之噴水均勻度比較表

廠 牌	政 和	照 晉	漢 宇
間 距	10.0mx9.0m	6.0mx6.0m	8.0mx8.0m
壓力(kg/cm <sup>2</sup> )	均 勻 度 (%)		
3.0	65.33	74.68	-
4.0	76.96	70.56	-
5.0	82.31	72.45	69.49
6.0	86.41	75.92	82.78
7.0	84.16	76.86	85.89
8.0	83.44	72.95	87.11
9.0	83.18	71.87	87.04
10.0	81.25	72.81	86.73

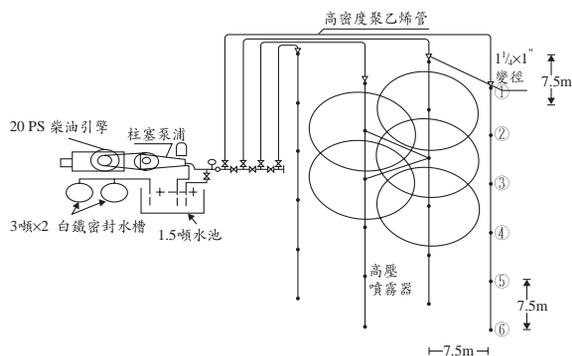


圖 1 高壓噴霧器室外試驗區管路佈置圖

表 6 不同廠牌高壓噴頭在不同壓力之均勻度比較

廠 牌	政 和	照 晉	漢 宇
間 距	7.5m x 7.5m	7.5m x 7.5m	7.5m x 7.5m
壓力(kg/cm <sup>2</sup> )	均 勻 度 (%)		
3.0	74.00	70.00	-
4.0	83.00	67.00	-
5.0	79.00	62.00	87.00
6.0	84.00	59.00	90.00
7.0	85.00	73.00	85.00
8.0	93.00	70.00	91.00
9.0	92.00	69.00	87.00
10.0	91.00	75.00	88.00

噴藥，並以此種壓力及現場噴藥噴頭間距等條件為設計系統泵浦、原動機、管徑之依據。當實施噴水時改以 5 至 7kg/cm<sup>2</sup>(或以上)之壓力操作，因首部泵浦係以噴藥系統為主設計，在操作壓力由噴藥時之 13~20kg/cm<sup>2</sup>，降至 5~7kg/cm<sup>2</sup>(或以上)之壓力噴水時，尚可增加數支噴灌之支管數，使泵浦達到最佳之運轉效率。

另一廠牌照晉之高壓噴頭若欲達到 75%~80%之噴水均勻度，其系統佈置間距必須在 5m×5m 以下，但因此類高壓噴藥噴頭，大都裝置在長年果樹園區，果樹根系分佈極廣，吸收土壤中的水分容易，採用此高壓噴藥系統實施噴水時，灌溉均勻度不必嚴格限制，且基於整個系統

表 7 不同廠牌高壓噴頭實施噴藥兼噴灌操作之壓力比較

廠牌	政和	照晉	漢宇
噴藥之壓力(kg/cm <sup>2</sup> )	18~20	15~20	13
噴灑灌溉之壓力(kg/cm <sup>2</sup> )	5 以上	7	6 或 7 以上
幾何配置及設施動力	以各廠牌噴藥系統為設計之依據，從事現地之幾何配置及設施動力等之設計。		

之經濟性及適用性，仍應以噴藥系統之設計為依據，照晉廠牌之噴頭適於 15~20kg/cm<sup>2</sup> 壓力實施噴藥，適於 7kg/cm<sup>2</sup> 壓力左右實施噴水。

上述政和、照晉、漢宇等廠牌實施噴藥兼噴灌作業時，各種不同之操作壓力，整理如表 7 所示。

利用高壓噴頭實施噴藥兼噴灌操作時，應以噴藥系統為設計之依據，因系統實施噴藥時首部所需之泵浦動力及原動機馬力，必定高過噴水時之需求，且噴藥系統之配置間距必較噴水系統設計時來得密，必符合噴水之配置間距，如此才可在同一系統之下實施噴藥兼噴灌之操作。

#### 四、結論與建議

- (1) 管路噴藥與噴灑灌溉共用管路系統，欲達到管路系統操作自動化及多目標利用功能之前題下，應以噴藥系統之配置間距為基準來設計，再探討以其兼做為噴灌之可行性較為合適。
- (2) 利用管路噴藥系統兼用噴灌操作，或以現有灌溉用噴頭兼用噴藥操作，至今尚未能被一般農民使用推廣之原因，係噴藥與噴灌共用管路系統之噴藥基準與效果，在噴藥時是否適當，及是否會造成環境污染之可能性，都應加以重視，並作進一步之探討。

#### 參考文獻

1. 水利局，田間管路灌溉設備性能與適用性研究，(1988-1993)。
2. 水利局，中低壓噴灌器材性能檢定場簡介，(1986)。
3. 水利局，噴灌器材性能及噴灌效率檢定試驗研究，(1973)。
4. 水利局，畦溝、田埂間及噴灑灌溉之評價方法，(1973)。
5. 朱健一、陳增壽、李俊德、蘇明道，"棚架式作物農藥噴灑效率評估之研究"，中國農業工程學報 (42)4:48-54 (1996)。
6. 陳增壽、林詩淦、蘇明道，"操作壓力對定置式農藥噴灑系統效率影響之研究"，中國農業工程學報(43)1:26-35 (1997)。
7. 農業工程研究中心，管路灌溉規畫與施工準則，(1982)。
8. 猿渡良一，噴灑灌溉講義，(1973)。
9. 臺灣省農田水利會聯合會，旱作灌溉教材，(1997)。
10. 蘇明道，"多目標噴灑灌溉系統效率評估模式之研討"，中國農業工程學報40(4):46-58 (1994)。
11. ASAE, Procedures for sprinkler testing and performance reporting, (1981)

收稿日期：民國 95 年 2 月 16 日

接受日期：民國 95 年 2 月 21 日