不同噴頭對果園噴灌之性能比較

文/圖　黃政龍
審　稿　屏東科技大學 謝清祿

壹、前言

灌溉為果樹栽培重要的水份管理工作之一，在果樹的生長發育及結實階段，都必須有充足的水分才能正常進行。適當且合理的水分灌溉不但節省水資源、有助於果樹正常生長，並可提昇農產品的質與量。又果樹灌溉時機及灌溉水量需求會隨生育期的不同而異，開花及著果期，必須有充足的水份灌溉，以提高土壤及空氣中的濕度，避免落花及著果率低等問題，果實生育後期則應減少水份供應，以免甜度降低或發生裂果而影響品質，故水分之管理實為影響果實產量及品質之重要因素。

農作物水分的需求由於受作物特性與氣候季節的影響，除自然下雨及露水外，臺東地區農作物主要仍須以人工灌溉方式進行補充，但果樹若栽種在坡地上，無規劃灌溉溝渠灌溉，大多仰賴大型蓄水池供水 (圖1)，然而蓄水池容量有限，在夏季枯水期及焚風時，往往造成水源汲取不易及不足的情形，故如何提高灌溉用水的使用效率即成為栽種成功與收成好壞的決定因素。



圖1. 果園灌溉使用之大型蓄水池



圖2. 果園灌溉不當易造成水源浪費

貳、果園灌溉簡介

臺東地區一般果園大多使用噴灑灌溉，少部分使用水帶灌溉，噴灑灌溉係利用水壓將灌溉水經由管路系統，從支管上的噴頭以降雨般的方式由空中向地面灑布，到滋潤作物的目的；一般噴灑灌溉設施至少包含蓄水設備、抽水泵浦、管路、控制閥門及噴頭等(圖3)，利用這種方式的好處是不但可以提高土壤含水率，且在空中灑布的同時可有效增加空氣中的相對濕度，受地形與土壤條件之限制較少，但受風的影響較大，設施費與動力操作費用也較高。

水帶灌溉(圖4)是將PE水帶直接鋪置於地面，取代噴頭噴灑灌溉中的管路及噴頭，水帶上每距離30公分開3小孔以供灌溉水噴出，結構上有分單管及雙管並列二種，雙管並列的優點是管內充水時為扁平狀，而單管充水時則為圓形，容易滾動。水帶灌溉的優點是安裝成本便宜，但由於水帶容易受日照老化或受螞蟻螫咬而造成破裂，壽命較短，約3年就要重新鋪設，且因為開孔位置不是固定於主要根群上，容易浪費水源，已越來越少人使用。在水資源缺乏地區，有直接使用PVC管在固定位置鑽細孔取代水帶，不但可延長使用壽命，噴水的位置亦可以依實際的需求調整。

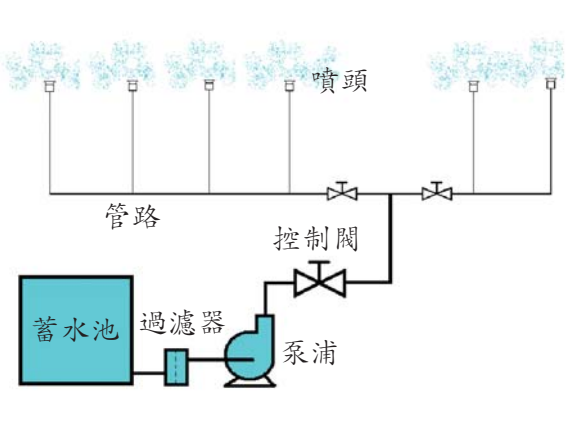


圖3. 噴灌設備圖示意圖



圖4. 水帶灌溉使用於番荔枝果園

參、不同噴頭之性能比較

在噴灌系統中，除了泵浦、閥門、管路等設備外，在簡易系統中使用最多也最重要的元件就是噴頭，若能選擇適合的噴頭以配合不同作物水份需求及田間土壤條件，則可達到作物生產水份管理合理化，因此必須建立噴頭性能的資料並推廣農民了解使用。目前市面上噴頭品牌及種類繁多，本文以台東地區常使用之直徑1/2吋噴頭做為介紹重點。

一、固定噴頭(香菇噴頭)

固定噴頭俗稱香菇噴頭，主要由噴嘴頭及噴嘴螺絲組成，原理是利用水壓將水由噴嘴噴出撞擊螺絲產生360°水花，因此，調整中央螺絲與噴嘴的開度可調節流量、粒徑大小及灑布範圍。為因應不同噴灑需求，噴嘴螺絲有許多種型式，主要有平面型、斜面型及加裝霧化轉輪型等(圖5)，目前因金屬價格高漲，市面上已有使用塑膠材質代替銅質的產品，以降低成本及減少遭竊之風險。

固定噴頭使用水壓較低，一般安裝於果園樹冠下實施局部灌溉(圖6)，但也有用於樹冠上；為配合管路及棚架鋪設，有將噴頭正立及倒立兩種安裝方式，兩者最大的差別在於停水時沉積雜



圖5. 各種型式及材質之固定噴頭



圖6. 固定噴頭田間使用情形



圖7. 噴頭中沉積石灰質結晶

質產生的位置，倒立安裝者，容易在噴嘴部位沉積雜質產生阻塞(圖7)，而正立安裝者，雜質會沉積於水管中，最後集中在管路最末端。

銅質噴嘴孔徑是6公釐，塑膠噴嘴孔徑是7公釐，加裝霧化轉輪型是5.5公釐，中央噴嘴螺絲的直徑分別為3.5、4及3.5公釐，在流量測試中，壓力由每平方公分0.5增至2.5 公斤，以每0.5 公斤的增量量測一次，其中以加裝霧化轉輪型噴嘴中央螺絲鎖到底時作測試，其開口的間距開度有10公釐，而其他的噴頭都以2及3公釐兩種開度測試。結果顯示加裝霧化轉輪型的固定噴頭噴水量最小，其霧化效果亦最好，但灑水最大半徑僅有3.3公尺，流量介於每分鐘3至6.9公升(表1)，適用於須水量少、霧粒徑小之果園。斜面固定噴頭的灑布形狀為一圓漏斗形，銅質開度2公釐，其流量介於每分鐘7.4至15.6公升，灑布半徑最大為4.5公尺；開度3公釐的流量介於每分鐘8.1至17.4公升，灑布半徑為4.8公尺，塑膠材質開度2公釐的流量介於每分鐘8.2至18.6公升，灑布半徑為5.0公尺，開度3公釐的流量介於每分鐘9.1至19.5公升，灑布半徑為5.5公尺(表2)，其流量相較於銅質噴頭為大，主要是因塑膠的噴嘴孔徑較大，而整體斜面型的灑布半徑比加裝霧化轉輪及平面型較大。平面固定噴頭的灑布形狀為一平面圓形，銅質開度2公釐的流量介於每分鐘6.8至15.0公升，灑布半徑為4.5公尺，開度3公釐的流量

表1. 加裝霧化轉輪固定噴頭試驗結果

壓力(kg/cm2)	灑水半徑(m)	流量(l/min)
0.5	1.8	3.0
1.0	2.5	4.1
1.5	3.1	5.0
2.0	3.2	6.0
2.5	3.3	6.9

表2. 斜面固定噴頭試驗結果

	銅質				塑膠			
	噴頭開度2mm		噴頭開度3mm		噴頭開度2mm		噴頭開度3mm	
壓力 kg/cm2	灑水半徑(m)	流量 (l/min)	灑水半徑(m)	流量 (l/min)	灑水半徑(m)	流量 (l/min)	灑水半徑(m)	流量 (l/min)
0.5	3.2	7.4	3.3	8.1	3.5	8.2	4.0	9.1
1.0	3.6	9.6	3.7	11.3	3.8	11.6	4.4	12.4
1.5	4.0	12.3	4.2	13.6	4.4	14.5	5.0	15.4
2.0	4.3	13.8	4.6	15.3	4.7	16.9	5.4	18.0
2.5	4.5	15.6	4.8	17.1	5.0	18.6	5.5	19.5

表3. 平面固定噴頭試驗結果

	銅質				塑膠			
	噴頭開度2mm		噴頭開度3mm		噴頭開度2mm		噴頭開度3mm	
壓力 kg/cm2	灑水半徑(m)	流量 (l/min)	灑水半徑(m)	流量 (l/min)	灑水半徑(m)	流量 (l/min)	灑水半徑(m)	流量 (l/min)
0.5	2.9	6.8	3.1	7.4	3.6	8.7	4.0	9.6
1.0	3.4	9.3	3.4	9.8	4.1	12.3	4.4	13.6
1.5	3.9	11.4	4.0	12.0	4.2	15.1	4.7	16.5
2.0	4.3	13.2	4.4	13.5	4.3	18.3	4.7	19.2
2.5	4.5	15.0	4.6	15.6	4.5	20.3	4.8	21.5

介於每分鐘8.1至17.1公升，灑布半徑為4.6公尺；塑膠開度2公釐的流量介於每分鐘8.7至20.3公升，灑布半徑為4.5公尺，開度3公釐的流量介於每分鐘9.6至21.5公升，灑布半徑為4.8公尺(表3)。

二、圓型噴頭

圓型噴頭主要由噴嘴頭及可旋轉的導水葉片組成(圖8)，原理是利用水壓將水由噴嘴噴出撞擊導水葉片產生霧化並旋轉，其優點為結構簡單，缺點為流量及灑布範圍無法調整，僅隨水壓變化來調節，不同噴嘴孔徑之產品亦不相同，主要安裝於樹冠下(圖9)。以孔徑4及2公釐兩種作測試，以目測結果作比較，兩種霧化效果皆比固定式噴頭粒徑大，4公釐孔徑的流量在7至13.2公升之間，灑布半徑為5.3至6.6公尺；2公釐孔徑的流量在2.4至4.5公升之間，灑布半徑為4.8至5.3公尺(表4)。



圖8. 圓型噴頭



圖9. 圓型噴頭田間使用情形

表4. 圓形噴頭試驗結果

	噴嘴孔徑4mm		噴嘴孔徑2mm	
壓力(kg/cm2)	灑水半徑(m)	流量(l/min)	灑水半徑(m)	流量(l/min)
0.5	5.3	7.0	4.8	2.4
1.0	5.6	8.4	5.0	2.9
1.5	6.1	11.2	5.2	3.4
2.0	6.6	12.1	5.3	4.1
2.5	6.6	13.2	5.3	4.5

三、灑水噴頭

灑水噴頭由噴嘴頭、彈簧、擊打片及霧化遮針組成，灑水動作開始時擊打片的導水板位於噴嘴前方，水由噴嘴噴出推開導水板，使擊打片旋轉並使水產生霧化，然後擊打片因彈簧作用擊打噴水頭，使噴水頭旋轉一角度同時回到初始位置，如此不斷重覆使噴嘴頭旋轉。當水未受擊打片作用霧化時則由霧化遮針霧化，故調整霧化遮針的長度可改變霧化程度及灑布範圍。目前市面上有許多型式的灑水噴頭，有單孔型及雙孔型，而依迴轉型式分類有全迴轉型的圓形灑布及在固定角度內往復迴轉的扇形灑布，也有塑膠材質的噴頭可供選擇(圖10)。因其灑水半徑較大，故一般裝設於樹冠上作大面積灑布(圖11)，如此不但可以到灌溉，同時也有效增加空氣中之相對濕度及清洗葉面的功能。

使用單孔型、雙孔型及塑膠噴嘴3



圖10. 不同型式灑水噴頭



圖11. 灑水噴頭安裝於樹冠上



圖12. 雙孔灑水噴頭果園使用情形

種灑水噴頭，孔徑分別為4、4+2.4(雙孔型)及3.8公釐作測試，霧化遮針的長度調整至剛好接觸擊打片，單孔型的雖有附加濾網，但濾網常因雜質而阻塞，有些農民會將濾網拆除，故單孔型測試再分加濾網及不加濾網兩類，加濾網噴嘴每分鐘流量介於8至16.8公升，灑布半徑為4.8至5.3公尺，轉速為每21至14秒；不加濾網噴嘴流量每分鐘介於3至7公升，灑布半徑為5.7至9.7公尺，轉速為每20至13.3秒(表5)。雙孔型的兩個噴嘴在設計上分為遠範圍與近範圍噴灑，所以灑布較均勻，但流量較大每分鐘12.2至25.6公升，灑布半徑為6.4至9.4公尺，轉速為每50至36秒(表6)；塑膠灑水噴頭因塑膠材質容易加工成形的特性，常設計特殊機構加強噴頭的功能，在測試中所使用的塑膠灑水噴頭上方另設計調整灑布距離的旋鈕，而下方則有固定角度內往復迴轉的機構。流量介於每分鐘7至15.3公升，灑布半徑為6.8至11.3公尺，轉速為每21至14秒(表7)。

表5. 單孔灑水噴頭試驗結果

	含濾網			不含濾網		
壓力 (kg/cm2)	灑水半徑 (m)	流量 (l/min)	轉速 (s/rev)	灑水半徑 (m)	流量 (l/min)	轉速 (s/rev)
0.5	5.7	8.0	21.0	5.8	8.6	20.0
1.0	8.2	10.4	17.5	8.2	10.8	17.0
1.5	8.6	12.9	16.0	8.6	13.4	16.0
2.0	9.7	14.7	14.5	9.7	15.5	13.5
2.5	9.7	16.8	14.0	9.8	17.4	13.3

表6. 雙孔灑水噴頭試驗結果

壓力 (kg/cm2)	灑水半徑 (m)	流量 (l/min)	轉速 (s/rev)
0.5	6.4	12.2	50
1.0	7.7	16.8	43
1.5	8.8	19.5	38
2.0	9.0	22.0	37
2.5	9.4	25.6	36

表7. 塑膠灑水噴頭試驗結果

壓力(kg/cm2)	灑水半徑 (m)	流量 (l/min)	轉速 (s/rev)
0.5	6.8	7.0	7.3
1.0	7.3	9.5	5.7
1.5	8.9	11.4	6.0
2.0	10.2	13.7	6.0
2.5	11.3	15.3	5.6

肆、土壤水份計

目前果園在灌溉時機及灌溉水量的控制，多以農民傳統經驗觀察氣候、土壤及作物狀況並參考時間作為判斷依據，容易因人為產生誤差且無法自動控制，故臺東場引進土壤水份計，利用電阻式感測器實際量測土壤水份張力，經由無線傳輸將資料顯示於讀取設備(圖13)，所量測的資料依果樹水份需求、土壤條件，作為判斷灌溉的標準。測試於臺東場番荔枝試驗田進行測試，本田區以草生栽培，土壤質地上層屬壤土下層為石礫地質， 感測器分別安裝於樹冠下10、20、30及40公分不同深度量測(圖14)，使用斜面銅質固定噴頭(噴頭開度3公釐)、4公釐孔徑圓形噴頭及單孔銅質灑水噴頭，區隔不同位置，同時以1kg/cm2的壓力進行噴灌，每20分鐘記錄土壤水份變化。

因為田間土壤狀況略有差異，致試驗初始值不一樣，其表面數值都在50至79分霸(centibar)之間，參考感測器原廠資料為建議灌溉時機，結果顯示使用固定斜面噴頭，在持續噴水40分鐘後表



圖13. 土壤水份計資料讀取設備



圖14. 土壤水份計田間安裝情形

面10公分土壤，可由51分霸降至接近飽和的3分霸；在60分鐘可將40公分深土壤可由31分霸降至接近飽和的8分霸。使用圓型噴頭，在噴水60分鐘後表面10公分土壤，可由67分霸降至接近飽和的6分霸，100分鐘可將40公分深土壤，由46分霸降至飽和的0分霸。使用灑水

表8. 使用固定噴頭灑水在不同時間及深度的土壤水份值　單位：分霸

深度	持續噴水時間(min)									
(cm)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
10	51	32	3	2	2	2	2	2	2	2
20	46	46	31	1	0	0	0	0	0	0
30	38	38	37	5	0	0	0	0	0	0
40	31	28	28	8	0	0	0	0	0	0

表9. 使用圓形噴頭灑水在不同時間及深度的土壤水份值　單位：分霸

深度	持續噴水時間(min)									
(cm)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
10	67	61	20	6	2	0	0	0	0	0
20	72	72	71	27	6	0	0	0	0	0
30	55	55	55	54	40	0	0	0	0	0
40	46	46	45	44	43	0	0	0	0	0

表10. 使用灑水噴頭灑水在不同時間及深度的土壤水份值　單位：分霸

深度	持續噴水時間(min)									
(cm)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
10	79	78	64	45	16	7	3	2	2	1
20	56	56	56	55	34	11	5	1	1	1
30	66	66	66	66	64	43	12	1	1	1
40	54	54	54	53	51	36	11	0	0	0

噴頭，在噴水100分鐘後表面10公分土壤，由79分霸降至接近飽和的7分霸，在140分鐘可將40公分深土壤可由54分霸降至飽合的0分霸。

伍、結語

在目前水資源不足的情況，如何有效利用水資源是重要課題，使用不同固定噴頭的流量每分鐘在3.0至21.5公升之間，依不同種類、壓力及噴頭開度，灑布半徑較小者(如香菇噴頭)，可用於樹冠下直接灌溉根部。在壤土質地的果園，若使用每平方公分1公斤的壓力，流量每分鐘11.3公升，約灌溉60分鐘即可使離表土40公分深度內的土壤含水飽

和。圓型噴頭結構簡單，其流量每分鐘在2.4至13.2公升之間，由於無法個別調整水量，可用於樹冠下直接灌溉根部，在壤土質地的果園，若使用每平方公分1公斤的壓力，流量在每分鐘8.4公升，約灌溉80-100分鐘即可使離表土40公分深度內的土壤含水飽和。灑水噴頭的流量分鐘在7.0至25.6公升之間，因種類繁多可依實際需要選擇，可安裝於樹冠上灌溉，在壤土質地的果園，若使用每平方公分1公斤的壓力，流量在每分鐘10.8公升，因灑布範圍較大，約須灌溉120-140分鐘使離表土40公分深度內的土壤含水飽和，因為番荔枝果樹根群在壤土中主要分布約在離表土10-40公分深度之間(圖15)，因此上述的灌溉時間即可有效運用於番荔枝在壤土的栽培，至於其他土壤及作物的特性及需求，臺東場將於完成相關試驗，將資料及數據提供農友參考。



圖15. 番荔枝根群在壤土中分布情形


行政院農業委員會臺東區農業改良場
1928
Taitung DARES, COA