

# 設施節水滴灌 應用資材及技術簡介

文／圖 ■ 謝明憲、許涵鈞

## 前言

臺灣地區平均年雨量雖達2,500公厘，然而由於絕大多數均集中在夏、秋季節，且由於地形陡峻，雨水逕流短時間內即流入海洋，以致水資源蓄存利用頗為困難；目前農業灌溉平均年用水量約120 億公噸，約佔總用水量195 億公噸之62%；由於臺灣水資源開發甚早，早期農業用水不虞匱乏，但近30餘年來因人口增加及工商業迅速發展。生活用水逐年不斷上揚，各標的用水不足現象發生之頻率愈增，民眾對乾旱缺水之反應愈加敏感，在新水源開發日趨困難情形下，政策上農業用水不再增加成長，但卻需面對其它標的用水移用之壓力，尤其遇到乾旱，農業部門常被要求採休耕方式將灌溉用水移作它用，因此，農作物栽培有效節水技術之建立及應用推廣已是刻不容緩。

現今灌溉方法有淹灌、噴灌、微噴灌及滴灌，以淹灌之用水量最大，但水的使用效率最低，約有30~50%的灌溉水逕流流失，並帶走大量的肥料。噴灌是經由輸水馬達加壓或自然落差形成的壓力，藉由管路輸送到田間，再經噴頭噴射到空中，形成細小水滴，均勻地灑落在農田中，相較於淹灌可省30~50%的水量。滴灌則亦藉由管路，將水輸送到田間，然後再通過支管以及滴頭等將水逐滴地均勻又緩慢滴入作物根區附近土壤中的灌溉形式。相較之下以滴灌最省水，輸水過程基本無損失水資源，比傳統淹灌供水之節水效率達80~90%以上。本文以滴灌資材為主軸，針對滴灌用水的水源分類與水質要求、滴灌系統主要組成設備、滴灌的應用優勢與限制、使用要點及滴管系統操作管理注意事項，進行簡要說明如下。

表1. 滴灌水質分類表 (Bucks et al., 1982)

項目	輕微阻塞	中等阻塞	嚴重阻塞
懸浮固體物(SS)mg/L	< 50	50-100	> 100
氫離子濃度指數(pH值)	< 7.0	7.0-8.0	> 8.0
總可溶固體物 mg/L	< 500	500-2000	> 2000
錳(Mn) mg/L	< 0.1	0.1-1.5	> 1.5
鐵(Fe) mg/L	< 0.1	0.1-1.5	> 1.5
鈣(Ca)及鎂(Mg) mg/L	< 20	20-50	> 50
硫化氫 mg/L	< 0.5	0.5-20	> 1.5
細菌數 (萬個/ml)	< 1	1-5	> 5

## 滴灌系統對灌溉水質的要求

由於滴灌系統灌水器之滴頭常因水中雜質造成流水通道或滴水孔堵塞。當滴頭因水中的懸浮物質或顆粒、微生物、化學沉澱物質造成堵塞，除了影響灌水的品質，嚴重的話則導致滴灌系統無法運作。常見的情形為灌溉水中含泥沙等雜物被抽水馬達抽取進入管路及滴灌管，因雜物濃度過高或粒徑過大，造成滴頭因之水流通道因雜質堆積、堵塞而無法出水。

### 一、灌溉水質的分類標準

#### (一)、水中懸浮固體顆粒粒徑標準

當灌溉水中含有稍大粒徑懸浮固體顆粒，會在滴頭或噴頭的水流通道口形成一個堆積而引起堵塞。要防止堆積的形成，必須使用過濾器將大於出水孔直徑10～

20%大小的的雜質全部攔截以避免進入管路中；因此必須搭配所使用的滴頭或噴頭規格來選擇適當的過濾器。以表4的的產品為例，若選用管上式PCJ-CNL穩壓滴頭，其水流通道的最小直徑為1.03 mm，其20%為0.215 mm，應配120目過濾器可除去此粒徑以上的固體顆粒。

#### (二)、水中懸浮固體顆粒濃度標準

但是若灌溉水中的雜質粒徑較小，這些雜質進入灌溉管路系統時雖然不致產生滴頭或噴頭堵塞，但停灌期間可能在管道內產生沉澱堆積，當進行再次灌水時，這些沉澱物可能因乾固後形成團塊湧向滴頭或噴頭而發生堵塞。因此，滴灌用水有必要採用較高的水質標準，以降低發生堵塞的風險(表1)。

## 二、滴灌所需灌溉水質不佳之處理方法

(一)、**澄清**：澄清的作用是除去水中較大的無機懸浮顆粒，一般需建置專門的沉澱池或蓄水池。澄清也是水質初步處理的經濟而有效的方法，可大幅減少水中雜物的含量。例如臺灣地下水普遍含有鐵、錳，而滴灌用水對鐵、錳之限值也非常高(<0.1 mg/L)，藉由在澄清池中打入空氣，是去除灌溉水中鐵質及其它可溶固體物質的最佳方法。目前農業灌溉水普遍使用氣曝氧化法去除水中鐵、錳物質。氧化法利用空氣將溶解狀態的二價鐵或二價錳分別氧化成不溶解的三價鐵或四價錳的化合物，使之沉澱達到澄清作用。

(二)、**過濾**：過濾是指經由過濾設備將水中所含懸浮物分離，減少雜質進入灌溉管路中，而達到符合滴灌灌水器所要求的水質標準的處理過程，過濾是目前滴灌工程中最常用的一種水質淨化處理方法。若水源為地表水，簡單過濾法可在抽水馬達取水口處用鐵絲網作3道攔污柵，安裝的攔污柵目數由小到大，可分別為10~50目不等，攔去懸浮泥砂和雜物進行預處理。目前臺灣常用機械設備過濾一般以澄清後的水、地下水或預處後之地表水，並根據水質情況，依水質情況安裝砂粒過濾器、碟型過濾器或篩網過濾器，或以不同組合使用，進行灌溉水過濾處理，才能達到滴灌水的使用標準。

(三)、**化學處理**：水的化學處理目的是減

少進入滴灌帶的懸浮物數量；控制滴灌帶中的細菌生長；溶解沉積物或固體顆粒；保持灌溉水穩定。例如灌溉水質若pH偏高，水與化學肥料易發生沉澱，阻塞灌水器或滴頭。或若水質屬於硬水，碳酸鹽含量偏高，長期使用會在滴灌管內壁生成較多的水垢（碳酸鈣等物質）。化學處理一般可單獨進行，也可以與物理處理同時進行，以氣曝處理效率為例，溶二價鐵氧化成不溶解的三價鐵顯著受到pH值及氣曝時間影響，即在氣曝氧化時，將其pH值應調節到6.5以上，有助於縮短處理時間，增加氧化作用效果。常用化學處理為加氯去除水中微生物或藻類，或加酸以調整土壤pH值或清洗輸水與滴灌管路。在對灌溉水進行化學處理時要注意防止人畜飲用經過化學處理的水而中毒，及防止水源污染問題，因此在進行水處理時要特別注意不要使含有化學藥物的水因管路逆流到取水水源。

## 三、滴灌系統主要組成設備及使用要點

溫室滴灌系統一般由水源工程、控制系統、水質處理設備、肥灌、注肥系統、滴灌管件等組成。若在滴灌水源無雜質堵塞灌水器之虞的條件下，簡單滴灌系統僅需安裝儲水桶、DC電源電磁式開關閥、碟形過濾器、供水主管及內鑲式滴頭之滴灌管(帶)，也可以進行小面積進行簡易安裝使用，而設施蔬果專業栽培在應用滴灌設備滴灌系統，一般常用之主要設備種類及使用要點則茲述如下：

表2. 過濾器選擇標準

水質情況			過濾器類型		
雜質種類	雜質量指標		網篩過濾器	砂粒過濾器	碟形過濾器
無機物	粒徑 ( $\mu\text{m}$ )	$d > 500$	經沉澱後選用	經沉澱後選用	經沉澱後選用
		$d = 80 - 500$	可選用	可選用	可選用
		$d < 80$	可選用	可選用	可選用
	濃度 ( $\times 10^{-6}$ )	$> 100$	經沉澱後選用	經沉澱後選用	經沉澱後選用
		10-100	可選用	可選用	可選用
		$< 10$	可選用	可選用	可選用
有機物	濃度 ( $\times 10^{-6}$ )	$> 10$	不選用	原水經初處理後 選用	原水經初處理後 選用
		$< 10$	可選用	可選用	可選用

### (一)、水源工程

滴灌系統的水源工程一般是指為提取水源而修建的攔水、引水、蓄水、提水及沈澱工程，以及相應的輸配電工程。滴灌系統的水源可以是井水、泉水、水庫水、渠道水等。

### (二)、控制系統

由於各個溫室內種植的作物種類不同，通常在每個溫室內需設立控制裝置，控制方式可分為手動控制、半自動控制及全自動控制等三種。

### (三)、水質處理設備

過濾器的選擇主要根據其有效過濾程度進行選擇(表2)。對於具有相同過濾效果的不同過濾器，可以根據其價格高低作為

選擇依據。一般砂粒過濾器最貴，碟形或網篩過濾器則較便宜。

### (四)、肥灌注肥系統裝置

#### 1. 普遍使用注肥器之類型

1). 定比稀釋器(比例式注液器)：這種施肥器的優點是可調整肥液注入流量之精確稀釋倍數比，有多種規格選用，混合液直接經出水口注出，所需工作水壓低，運轉噪聲小。其缺點是出水壓力損失大於文氏管注肥器，且價格高。

2). 文氏管注肥器：大多數文氏管需要有20%的流水壓力損失才能開始吸入肥液。即文氏管裡的出水口壓力比入水口壓力小20%。一般無法調整肥液注入流量之稀釋倍數比。

## 2. 安裝及使用注肥器應注意事項

為確保灌溉系統在施肥、施藥時運行正常並防止水源污染，設置施肥(施藥)裝置必須注意以下幾點：1). 化肥的注入一定要放在水源與過濾器之間，嚴禁直接把化學肥料加進水源，肥液先經過過濾器之後，再進入灌溉輸水管道，使未溶解的化肥(或藥品)及其他雜質被清除掉，以免堵塞管道及灌水器；2). 施肥後必須利用清水把殘留在滴灌管路系統內肥液全部沖洗乾淨，防止設備被腐蝕或與下次施肥的化學品發生不良反應；3). 化學肥料輸液管出口處與水源之間一定要安裝逆止閥，防止肥液流進水源造成環境污染。

### (五)、滴灌管件及配置

#### 1. 滴灌滴水器種類及其性能特點

1). 滴灌帶(管)或內鑲式滴頭(表3)：滴灌帶(管)依管壁厚度可大致區分為滴灌帶及滴灌管兩種，前者的壁厚在0.9mm以下，後者壁厚在0.9 mm以上。以滴灌帶為例，在軟管上直接熱壓成型的滴灌帶，其管壁要求較薄，使用壽命較短；但若是裝有內鑲式滴頭的滴灌帶，要求較厚，相對地，其使用壽命較長。內鑲式滴頭主要是借助水流壓力使管內彈性體或水流通道改變形狀，進而使滴頭出流小而穩定。此種滴水器的顯著優點是在滴管管路無法水平安置(擺放)於地表使用時，仍能自動調節原設定出水量，出水均勻度高。

2). 管上式滴頭(表4)：管上式滴頭安裝施工時在滴灌管上直接打孔，然後將滴頭插在滴灌管上，如孔口滴頭、鈕扣管上式

滴頭、滴箭等均屬於管上式滴頭。管上式滴頭一般是安裝在PE管(滴灌管)上，所需工作壓力為0.08~0.3MPa。其特點是滴頭安裝間距可按種植作物的栽培株距任意調整位置，可在設施現場安裝。多出口滴頭為在滴頭連接二分或四分接頭後再連接一管線，水從各分流管線流向作物。此型滴頭則可分為二種，一種是以很細內徑的微管與輸水滴灌管及滴灌插件相連，靠微灌流道壁的沿程阻力來消能，微管出水的水流以層流運動的成分較大，層流滴頭流量受溫度影響，夏季晝夜溫差較大的情況下，流量差有時可達20%以上；另一種靠出流沿滴箭的插針頭部的迷宮形流道造成的局部水頭損失來消能調節流量大小，其出水可沿滴箭插入土壤的地方滲入。

### 四、滴管系統操作管理注意事項

為了確保滴灌系統能長期正常運作，使用必須做到以下幾點：(一)、先打開某輪灌組控制閥或控制開關，使灌水器能夠流出水；再逐級打開上游開關，以保證灌溉系統各個部分的安全。(二)、嚴格控制滴灌系統的工作水壓，且不可超壓或水壓過低，否則影響灌溉品質。(三)、定期檢查灌溉系統特別是過濾器，做到定期排沙沖洗，如發現濾網破損應及時更換。(四)、滴灌帶為薄壁管，收放時不可用力拉扯和扭曲，以延長其使用壽命。(五)、在非灌溉季節，應排除各級管路道內的積水，防止管路內產生微生物造成滴水堵塞。



表3. 國內現有販售滴灌系統之滴灌帶(管)或內鑲式滴頭規格

產品名稱	廠牌	水流通道 寬×深×長 (mm)	流量 (L/H)	管厚 (MM)	孔距(最長配置距離)			動作壓力 (bar)	每捲長度 (M)	使用 年限
					0.15M	0.2M	0.3M			
入門型滴帶 StreaMline	NETAFIM	0.51×0.42×13	1.05	0.20	-	V (100M)	V (130M)	0.85	1000 (0.2 M) 1000 (0.3 M)	1~2年
經濟型滴帶 Super Typhoon	NETAFIM	0.79×0.60×23	1.60	0.25	-	V (78M)	V (103M)	1.0	1800 (0.2 M) 2000 (0.3 M)	2~3年
		0.64×0.50×23	1.20	0.50	-	V (93M)	V (123M)	1.4	1800 (0.2 M) 1000 (0.3 M)	
進階型滴管 Tiran	NETAFIM	0.73×0.85×75	1.50	0.90	-	V (63M)	V (87M)	3.0	500 (0.2 M) 500 (0.3 M)	3~5年
經濟型 穩壓滴帶 DripNet PC	NETAFIM	-	1.60	0.63	-	V (120M)	V (168M)	2.0	800 (0.2 M) 800 (0.3 M)	3~5年
進階型 穩壓滴管 UniRaM CNL	NETAFIM	1.26×1.00×40	1.60	1.00	-	V (88M)	V (127M)	3.5	500 (0.2 M) 500 (0.3 M)	5~8年
PLASTIC- PUGLIA 滴灌帶	RAIN BIRD	管徑17mm 管厚0.15mm	1.3	-	V	V	-	-	3000 2800 1000	-
			2.0	-	-	V	-	-	3000	-
		管徑17mm 管厚0.20mm	1.3	-	V	V	-	-	2500 2200 1000	-
			2.0	-	-	V	-	-	2500	-
AZDU滴灌管	RAIN BIRD	管徑17mm 管厚0.9mm	2.2	-	-	V	V	-	400	-
			4.0	-	-	V	V	-	400	-

表4. 國內現有販售滴灌系統之管上式低出水量滴頭規格

產品名稱	廠牌	規格 出水量 (L/H)	水流通道 寬×深×長 (mm)	最長配置距離			動作壓力	顏色/形式
				0.25M	0.50M	0.75M		
PCJ-CNL 穩壓滴頭	NETAFIM	2.0	1.03×0.75×35	94 M	160 M	215 M	2.0 bar (PE管內徑 13.6mm)	倒刺
		4.0	1.32×0.95×35	60 M	102 M	137 M		
		8.0	1.60×1.05×35	38 M	66 M	88 M		
穩壓滴頭	RAIN BIRD	2.0	-	-	-	-	2.0 bar (PE管內徑 13.6mm)	平口 (可裝分支管)
		4.0	-	-	-	-		
		8.0	-	-	-	-		
穩壓滴頭	RAIN BIRD	2.0	-	-	-	-	0.5-3.5 Kg/cm <sup>2</sup>	倒刺
		4.0	-	-	-	-		
		8.0	-	-	-	-		