

# 黃金廊道設施果菜 滴灌節水栽培之應用

文／圖 ■ 謝明憲

推動節水節能設施農業為「黃金廊道方案」重點輔導項目之一，計畫目的為強化地方現有設施，推廣園藝作物(蔬果、花卉)節水節肥灌溉系統，輔導農民興建現代化節水溫網室，調節用水模式，提升用水效率，配合節肥灌溉系統，發展精準用水、用肥的節水節肥農業生產模式。本文內容以介紹設施果菜養液滴灌之節水效率研究現況、基本設備需求及黃金廊道區域之園藝作物節水節肥灌溉補助標準簡介，提供設施蔬菜栽培參考引用，期望農地位於黃金廊道區域之農友，多加採用「園藝作物節水肥灌系統」並申請補助，有效節省灌溉用水量，促進本區水土資源和諧利用，協助紓緩地層下陷，實現精準控制作物灌溉水及施肥用量，提升作物生產品質及產量，增進收益。

## 設施果菜養液滴灌節水效率研究現況

設施果菜主要栽培種類，瓜果及茄果為主，瓜果類以胡瓜、甜瓜、苦瓜等葫蘆科作物，茄果類以番茄、甜椒及茄子等茄科

作物，但在雲嘉地區設施果菜仍主要以栽培番茄為主，並與胡瓜、甜瓜、洋桔梗或菊花等作物進行輪作，尤其在臺南場於2000年初推廣夏菜冬花之後，以雲林縣虎尾鎮之設施專區多以栽種番茄與花卉輪作，且多數設施蔬菜或花卉產銷班，應用節水滴灌設備及技術，至少已有十年以上管理經驗。雖然目前設施果菜栽培的灌溉方式，仍採用淹灌為多數，但近年因基於提升果實良品率及省工操作需求而採用節水滴灌已逐年顯著增多。

目前設施果菜節水滴灌栽培之省水效率研究以番茄及胡瓜居多，主要因其植株需水明顯高於其它種果菜作物。臺灣設施小果番茄栽培從定植至採收期結束，生育期約8~9個月，每公頃淹灌用水量估計約4,020~6,030公噸，滴灌約為860~1,300公噸。淹灌耗水量高之原因，主要是50%以上的水消耗在田間，無法供作物充份利用，造成水資源的浪費。在中國大陸北方之溫室番茄栽培比較滴灌與淹灌耗水量研究顯示，設施番茄栽培全期之每公頃淹灌用水為2,700公噸，滴灌為1,665公噸，採用滴灌可以減少灌溉耗水率約40%。

設施胡瓜栽培在溫帶地區比較滴灌與淹灌耗水量研究顯示，生育期約130天，淹灌每公頃用水量高達4,429公噸，若採用滴灌，至少也可節約35%以上用水量，即約節省1,550公噸灌溉用水；惟另有設施胡瓜在砂壤土栽培，淹灌溉每公頃平均用水可高達6,490公噸，採用滴灌供水，則用水量降至3,060公噸以下，節水率達50%以上，且滴灌栽培之胡瓜露菌病及白粉病之罹病率也顯著低於淹灌栽培處理。

## 設施果菜養液滴灌栽培之基本設備需求簡介

設施果菜栽培之養液滴灌設備之基本需求，主要為水質處理系統及養液管理系統。其中以水質處理系統為養液滴灌之基礎設備，而養液管理系統則為養液滴灌之進階設備。

### 一、水質處理系統

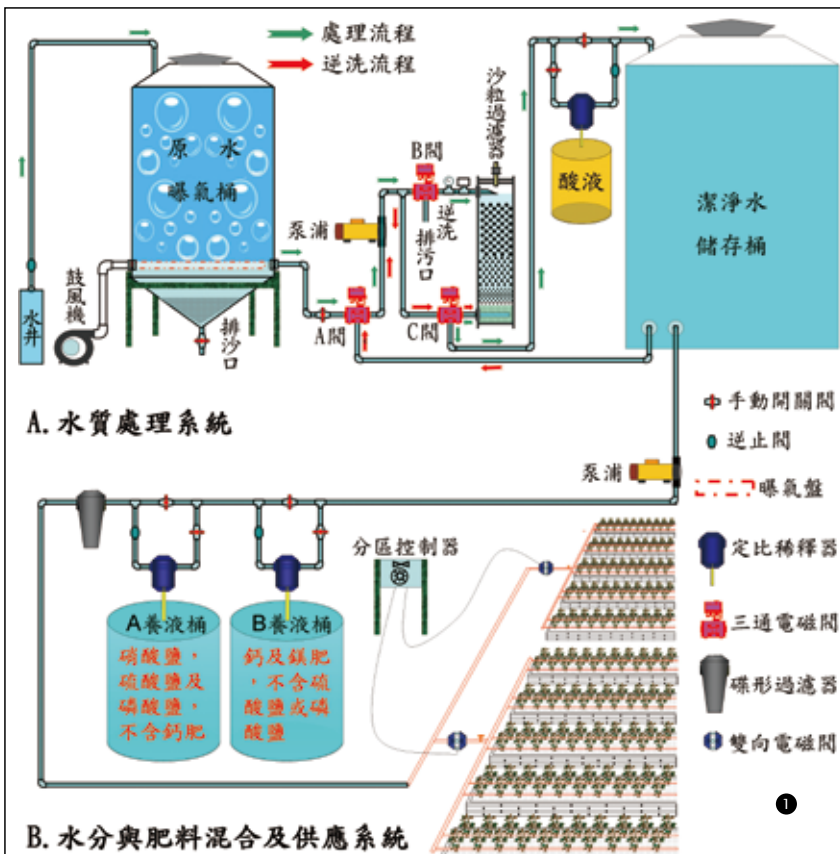
因滴灌是一種精密的節水灌溉方式，且由於滴灌系統中灌水器的水流通道孔徑一般都很小，要求灌溉水中不含有污物及雜質，以免造成堵塞，所以它對水質要求比較高。實際上任何水源如井水、河渠水、雨水及水庫或池塘水等都含有不同程度的各種汙物及雜質；因此對灌溉水源進行去除泥砂以及其它淨化處理是不可缺少的。

一般灌溉區主要灌溉水源來自地下水井，而地下水偏弱鹼性(pH值 > 7.0)，水中含鐵非常普遍，泥砂含量高，且淺層地下水之水質較深層地下水差。因此水質處理首先

將水中亞鐵(二價鐵)離子氧化，使之成為高鐵(三價鐵)絮狀物，然後進行機械分離(過濾)，處理流程一般由曝氣、氧化反應沈澱與過濾三部分組成。

曝氣是使含鐵地下水與空氣充分接觸，讓空氣中的氧溶入水中，同時大量散除地下水中的二氧化碳以提高水的pH值，加快二價鐵離子的氧化速度。雖然氧化反應後沈澱是讓原水在沈澱池內靜置一段時間，使水中的二價鐵離子被氧化成三價鐵後，呈膠體凝聚沈澱。惟水中還是殘留著許多鐵質懸浮物，需經含石英砂濾池或過濾器過濾。而地下水中的泥砂多為無機雜質，一般僅需將水靜置使之沉澱及再經過過濾即可達到灌溉水質淨化要求。

基於灌溉水質處理流程一般需經曝氣、氧化反應沈澱與過濾三步驟，因此，地下水源之水質處理設備之基本需求(圖1A)，主要含1.曝氣設備之原水儲存桶、鼓風機及曝氣盤；2.過濾設備之砂粒過濾器及包含自動逆洗控制器、輸水泵浦與水管三通控制閥；3.加酸設備之定比稀釋器及儲液桶(調整灌水pH值約在6.0~6.5)；4.潔淨水儲存桶。一般栽種設施小果番茄以0.5公頃為一灌溉單位，根據基本滴灌灌溉量，每日所需水量至多約需4公噸/0.1公頃，且建議至少有3日備水量，故0.5公頃栽培輪流滴灌區，建議設置至少需有60公噸容量儲水桶(槽)存放潔淨水。砂粒過濾器之處理效能建議選用1~3公噸水/小時即以足夠，因過濾效能會因水質等級變動，但在水質差時至少仍可處理1公噸水/小時，因砂粒過濾器



① 養液滴灌之水質處理系統模式圖及水份與肥料混合及供應系統模式圖

每日至少可運轉達20小時，因此原水曝氣桶(儲存桶)僅需6~10公噸容量1個即足夠。

## 二、水分與肥料混合及供應系統

設施果菜養液滴灌栽培之肥料供給方式，可分為二類：一類是定量給肥，操作方法為秤取固定重量肥料，放入大型肥液桶加水溶解，並稀釋為可直接灌施之肥料液，灌肥時直接由肥液桶抽取肥料液灌溉於作物根部土壤之供肥方式。另一類是定比稀釋給肥，操作方法為肥料事先配製成高濃度母液並存於小型母液桶，肥灌時依據灌溉水輸水量(流速)，利用定比稀釋器並

選定稀釋比例，由母液桶恆定量抽取肥料液，注入輸送中灌溉水流，稀釋混合後灌溉於作物根部土壤之供肥方式。定比稀釋給肥可隨作物每日灌溉需水量，即時改變肥料稀釋濃度調整供肥量，達成精準施肥效果較佳。

定比稀釋給肥養液管理系統之主要組成(圖1B)，計有輸水泵浦、定比稀釋器、肥液桶(肥料母液桶)及碟形過濾器。其中肥液桶至少設置2個儲液桶(分A、B養液桶)，一般僅選用商業複合肥料時，通常A養液桶盛裝平均肥(氮磷鉀含量比例相同)肥液，B養液桶則盛裝高鉀肥肥液，於著果期追加使用。若自行選購單質肥料調配，必需注意肥料的相容性，某些肥料在高濃度混合時會起化學反應產生拮抗現象，因此必須採用AB桶

分開處理，即A養液桶盛裝含硝酸鹽、硫酸鹽及磷酸鹽，但不含鈣肥之肥液；B養液桶盛裝含鈣肥及鎂肥，但不含硝酸鹽、硫酸鹽及磷酸鹽之肥液。各種肥料間相容情況請參閱表1)。

在養液管理系統中，水分及肥料混合及供應設備，依操作方式的不同可分為二種：一種為手動操作，如前段所敘述之操作，手動操作簡單實用，設備花費較經濟，使用者可根據作物的不同生長期，對肥料濃度自行調節控制，施肥時間可以隨意延長或縮短。另一種為全自動操作，藉由微電腦程式化控制，主機設備費用偏高，但

表1. 各種肥料間之相容性

肥料	Urea	AN	SN	CN	MAP	MAK	PN	PN+Mg	PN+P	N+Mg
尿素(Urea)		+	+	+	+	+	+	+	+	+
硝酸銨(AN)	+		+	+	+	+	+	+	+	+
硫酸銨(SN)	+	+		±	+	+	±	±	+	+
硝酸鈣(CN)	+	+	±		-	-	+	-	-	+
磷酸銨(MAP)	+	+	+	-		+	+	±	+	-
磷酸鉀(MAK)	+	+	+	-	+		+	±	+	-
複合硝酸鉀(PN)	+	+	±	+	+	+		+	+	+
複合鉀鎂(PN+Mg)	+	+	±	-	±	±	+		-	+
複合磷鉀(PN+P)	+	+	+	-	+	+	+	-		-
複合鎂(N+Mg)	+	+	+	+	-	-	+	+	-	

註：+ 相容、±有限相容、-不相容

因肥料通過肥料泵設置的肥液濃度調配均勻，且由肥料泵準確適量地施給作物，有些甚至可對於不同生育期作物之輪流滴灌區進行不同肥液種類及肥液量進程式控制給肥。同時通過自動控制之機器配備的EC/pH 監控系統，在整個灌溉過程中進行持續性的EC/pH 即時監控。自動調節肥料溶液的注入速度、濃度、流量，以保持灌溉施肥過程的EC/pH 穩定度。尤其是pH監控是養液滴灌重點注意事項，pH值太高會使Ca及Mg在管路及灌水器(滴嘴)產生沉澱，造成灌溉系統的阻塞，可使用硝酸(HNO<sub>3</sub>) 或磷酸(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)調降灌溉水的pH值；pH值太低會危害根系，且使土壤中鋁(Al)及錳(Mn) 濃度達到毒害的程度，則建議可使氫氧化鉀(KOH)調升灌溉水的pH值。

## 滴灌溉系統維護保養

### 一、供水系統

每一期作(栽培季)或每年檢查原水抽水位置，排除任何可能影響蓄水池正常流率的障礙物及排除抽取位置周圍的雜物、藻

類及懸浮物(樹葉)。此外也同時清潔馬達並檢查是否漏水及漏油現象。

### 二、過濾系統

**1.碟形過濾器：**碟形過濾器是由大量很薄的圓形碟片重疊起來，並鎖緊形成一個圓柱形濾芯，每個圓形碟片一面分布著許多S形濾槽，另一面為大量的同心環形濾槽，若水中雜質粒徑大於濾槽孔徑，水流通過濾槽時可將該類雜質攔阻入水口。一般當入水口與出水口壓力差5 m時，進行過濾器沖洗；每季進行大保養時，將碟片自骨架上拆除，浸泡鹽酸(50~100ppm)一夜後，以高壓水流沖洗並搭配軟質刷子輕輕刷洗，將碟片裝入骨架後置入過濾器，然後檢查壓力損失，確定不會超過2 m，如檢查過程中發現碟片破損，立即更換。

**2.砂粒過濾器：**砂粒過濾器的過濾材料是石英砂或花崗岩砂粒，這些砂石顆粒堆積形成多孔介質，靠這些孔隙的篩分功能和截留作用攔截水中的雜質顆粒。砂石濾料的篩分作用是靠濾料顆粒形成細小的過流空隙，阻攔較大直徑的雜質顆粒通過濾

層，從而把容易堵塞灌水器的雜質顆粒去除掉，且對於不規則的絲、帶和棒狀的等柔性顆粒的顆粒截留功能優於其它種過濾器。其工作原理是水流從過濾器上部的進水管流入罐中，均勻通過濾料彙集到罐的底部，再流入出水管，雜質被隔離在濾料層上面，即完成過濾過程。維護與保養為灌溉季節結束時，應將過濾器內的水排空，以防止藻類生長；若灌溉水源含有高量有機物雜質地區，建議每灌溉季節結束時，可從砂濾桶之濾料添加孔(位於砂石過濾器頂部之可開閉濾料添加孔口)加入適量的氯或酸，與水一起將過濾器浸泡24小時後，再進行逆洗，直到排出清水，再排空備用。若罐體表面或金屬進水管路的金屬鍍層有損壞，立即清鏽後重新噴塗。

### 三、水分與肥料混合及供應系統

該系統常用的施肥設備主要有文氏管注肥器或定比稀釋器、定量泵浦，應每個月確定注肥系統閥門是否有腐蝕，防止灌溉時肥料液滲漏，檢查逆止閥能否確實防止灌溉水回流至肥料母液桶。

### 四、輸水幹管及主、支管的沖洗

每次沖洗時必須要滿足在沖洗過程中不低於每秒0.5公尺的沖洗流速。輸水管系統的沖洗必須要按以下步驟進行：1.系統注滿水並使達到正確的工作壓力；2.沖洗主管，需沖洗至排汗閥出水乾淨後，關閉排汗閥；3.沖洗支管及滴灌管，需沖洗至末端出水乾淨後為止。

檢查滴管若出現泥砂沉積，建議灌溉

水充滿管路，且到達滴管末端時，滴管末端可以打開關閉3次，使壓力產生波動，沖出管線內的泥砂至水流乾淨後為止。常規沖洗為滴灌運行一個星期後，打開一次滴灌管線的末端，沖除末端積存的細小微粒，管線須一個一個地打開，以保證系統內壓力正常。之後每個月依次打開各個輪灌組的末端堵頭，使用高壓力沖洗主、支管道。

### 五、滴灌帶回收及存放

對於管壁厚在0.3 mm以上的滴灌帶(管)，可重複鋪設使用數次，建議每一灌溉季節結束後應回收滴灌帶(管)，回收時要仔細檢查是否有漏水或破洞。發現後若破損僅小孔洞，可用熱熔膠或防水矽膠粘著劑粘接，若呈斷裂可直接用管中接頭連接。滴灌帶回收前或收捲前必須進行管路沖洗，收捲應避免管路彎曲或扭轉，且儘量在溫度較低時收捲滴管，收捲時不要過度拉扯。滴灌帶搬運過程中易因摩擦破損，且防止尖銳的東西刺損。滴灌帶為PE材料，老鼠喜歡啃咬，倉庫中存放必須防鼠害，更需注意貯存時必須離地，以防止雨季污水滲入灌水器。

## 黃金廊道區域之園藝作物節水節肥灌溉與補助標準及申請作業簡介

政府為推動「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」，耕作區位於高速鐵路軌道為中心左右各1.5公里地段，且位於雲林縣之二崙鄉、西螺鎮、土庫鎮、虎尾鎮、元長

表2. 黃金廊道區域之園藝作物節水節肥灌溉補助設備及材料項目與補助上限金額

項次	大項	產品項目	0.5公頃設施費用上限(元)	1公頃設施費用上限(元)	黃金廊道70%補助上限(元)
1	水質處理(含曝氣、砂濾及自動逆洗功能)	曝氣機	10,000		
		電磁式空氣泵浦	20,000		
		全自動沙濾系統(1~3ton/時)	60,000		
		PE水塔(6 ton)*2個	30,000		
		安裝技術費及控制線材	65,000		
補助標準			185,000	370,000	259,000
2	自動化養液供給及分區控制系統	分區控制器，8區控制組	35,000		
		加酸、肥料、定比稀釋氣	30,000		
		輸水用馬達	10,000		
		安裝技術費及控制線材	20,000		
補助標準			95,000	190,000	133,000
3	水源及管路設施(農水處)	水源調控設施[含動力設備與抽水機、調蓄設施(蓄水槽)及調節控制設施]			
		末端管路灌溉系統(含穿孔管系統、噴頭式系統、微噴(含噴霧)及滴灌系統)			
補助標準				200,000	300,000

鄉、北港鎮及彰化縣之埤頭鄉、竹塘、溪州鄉等9個鄉鎮區域內農地之所有權人，可申請「園藝作物節水節肥灌溉系統」補助，灌溉系統設施補助額度調高至設置費70%，其中裝設「水質處理系統」之每公頃最高補助金額為25.9萬元；安裝「自動化養液供給及分區控制系統」之每公頃最高補助金額為13.3萬元；且多年來由農田水利處推動採用「推廣旱作管路灌溉-水源及管路設施」，補助金額從50%調升至70%，每公頃最高補助金額為30萬元。因此農地位於黃金廊道區域之農友，依個別需求可選擇搭配申請不同補助套組，茲舉例說明如下：

**A套組：**同時申請「水質處理系統」、「自動化養液供給及分區控制系統」及「水源及管路設施」，每公頃最高補助金額為69.2萬元。

**B套組：**同時申請「水質處理系統」、「自動化養液供給及分區控制系統」，每公頃最高補助金額為39.2萬元。

**C套組：**僅申請「水源及管路設施」，每公頃最高補助金額為30萬元。

申請窗口與檢附資料：申請人可直接向當地農田水利會之管理處(工作站)，填妥「園藝作物節水節肥灌溉系統之申請表單」及並檢附下列四項文件：1.國民身分證正反面影本；2.地籍圖謄本及三個月內之土地登記謄本；3.承租國有土地者，應另檢附租賃契約影印本；4.承租私有土地者，應檢附土地設施同意書。期盼農地位於黃金廊道區域之農友，多加採用「園藝作物節水節肥灌溉系統」及申請補助。