

節水灌溉主要過濾設備 及組配模式

文／圖 ■ 謝明憲、楊藹華、王仕賢

為解決農業用水缺乏的問題，灌溉方法也不斷改變，從早期的畦溝灌溉(溝灌或淹灌)，到近代的噴灑灌溉(噴灌)，到最新的滴水灌溉法(滴灌)，皆為節省灌溉用水而發展。灌溉水質處理，物理或機械處理的方法計有二種，一是沉澱法(澄清法)，係靜置儲放法，使水中較大(重)的無機懸浮顆粒，沉澱於池底後再予以移除。二是過濾法，灌溉水過濾的原理就是簡單的機械過篩分離作用，係將水中之大於某一尺寸雜質篩濾去除，較小尺寸的顆粒，則允許可以進入滴灌或噴灌系統。此外灌溉水中之懸浮顆粒含量多寡，也是灌水器是否易堵塞的另一重要影響因素。根據Banks的水質分類體系標準：懸浮顆粒含量小於50mg/L為輕度堵塞水質，50~100mg/L為中度堵塞水質，大於100mg/L為重度堵塞水質。根據這

一標準，臺灣地區大多數地下水及地表水源都屬於中度以上易堵塞水質。因此如何應用簡易過濾水源雜質設備及組配模式，配合噴灌與滴灌之應用，為在目前推行節水灌溉成敗之重要影響因素之一。

本文係針對農業灌溉水主要使用過濾設備種類，簡單介紹其特性及保養要點，對於地下水與地表水不同水源的雜質含量多寡與不同，如何組合不同種類過濾設備濾除水中主要雜質。

一、不同灌溉水源之建議應用過濾設備的組合模式

臺灣之灌溉水源在中南部平原地區通常以抽取地下水灌溉，北部丘陵地區則以使用地表水(池塘蓄水或河水)為主。地下

水所含雜質，以砂粒為主，地表水中池塘或水庫水通常富含有機物，河水中通常含多量砂粒及有機物。由於不同類型過濾器去除水中不同污物的有效性有所差別，因此過濾器配置與組合，絕對需要先充分分析了灌溉區水源水質(有機及無機懸浮物含

量)，再根據水質分析結果，參考表1選擇過濾器類型及組合方式。例在雲嘉南地區滴灌系統之建置，在臨近沿海地區，地下水井不論深淺，通常含多量鐵化合物及錳化合物，濃度高於0.1 mg/L，因此滴灌水質處理及過濾器選配組合，建議為機械通風曝

表1.不同灌溉水源用於滴灌建議過濾設備選配表

水源類型	水質條件	水質處理設備建議配置模式	
地下水(井水)	含砂量 $\geq 10\text{mg/L}$	旋流水砂分離器+篩網過濾器或碟片過濾器	
	含砂量 $< 10\text{mg/L}$	篩網過濾器或碟片過濾器	
	鐵化合物含量高或流量需調整	機械通風曝氣塔+沉澱池或蓄水池+篩網過濾器或碟片過濾器	
地表水	河水	懸浮物含量 $\geq 1000\text{mg/L}$ ，含砂量大	攔污柵+沉澱池+攔污篩+旋流水砂分離器+砂粒過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器
		懸浮物含量 $500\sim 1000\text{mg/L}$ ，含砂量中等，有機物較多	攔污柵+沉澱池+攔污篩+砂粒過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器
		懸浮物含量 $100\sim 500\text{mg/L}$ ，含砂量中等，有機物較少	攔污柵+沉澱池+砂粒過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器
		懸浮物含量 $< 100\text{mg/L}$ ，無機物及有機物雜質較少	攔污柵+沉澱池+篩網過濾器或碟片過濾器
	溝渠水 水庫水 或湖水	泥砂含量 $\geq 400\text{mg/L}$ ，有機物含量一般	攔污柵+沉澱池+砂粒過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器
		泥砂含量 $200\sim 400\text{mg/L}$ ，有機物含量一般	攔污柵+旋流水砂分離器+砂粒過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器
		泥砂含量 $10\sim 200\text{mg/L}$ ，有機物含量一般	攔污柵+砂粒過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器
		泥砂含量 $< 10\text{mg/L}$ ，有機物含量少	攔污柵+沉澱池+篩網過濾器或碟片過濾器

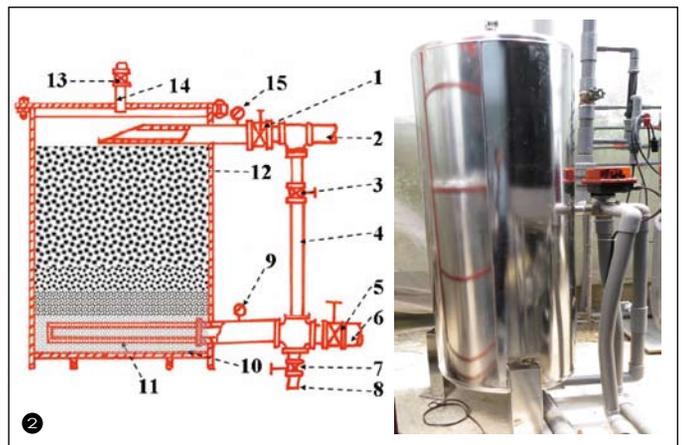
氣塔+沉澱池或蓄水池(桶)+砂粒過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器；而地處山區或丘陵地區之地下水井之鐵化合物及錳化合物含量通常較低，濃度低於0.1 mg/L，且含砂量低於10mg/L，則建議僅需安裝篩網過濾器或碟片過濾器即可，惟臺灣的關溉用地下水井建置，在埋置濾水管之前，甚少有做地下水質分析與含水質地層的懸浮物粒徑分析，此種案例甚少。多數水井含砂量均高於10mg/L，建議需安裝離心式過濾器+篩網過濾器或碟片過濾器。

當過濾器類型或組合確定後，還需根據所選灌水器對過濾器的能力要求，確定過濾器的篩孔目數大小，而非僅將水中之大於灌水器流水通道尺寸的雜質篩濾去除即可，因為懸浮物固體顆粒若多數偏大，僅七、八個懸浮物固體顆粒就可在流水通道出口處形成一個弧行堆積帶，從而引起灌水器堵塞。臺灣多數地下水的懸浮物粒徑皆超出 $80\mu\text{m}$ (0.08mm)，一般建議需加裝沉澱池(蓄水桶)、離心式過濾器或砂粒過濾器，沉澱或濾除大粒徑懸浮物粒(表2)。

此外要防止這種弧行堆積帶的形成，對於微噴灌系統的過濾器選用，必須將大於噴嘴孔徑 $1/7$ 的雜質全部濾掉；對於滴灌系統過濾器的過濾能力要求，必須能將大於 $1/10$ 滴孔直徑的雜質全部濾出，例如在滴灌系統選用灌水器之水流通道，孔徑寬一般約在 $1.03\sim 1.32\text{ mm}$ ，終端過濾選用篩網或碟片過濾器之濾網(孔)孔徑需為灌水器之水流通道孔徑 $1/10$ ，則須選用目數120-150目之過濾器。

二、過濾器的過濾性能簡介

從前述不同灌溉水源之建議應用過濾設備的組合模式，節水灌溉系統中對雜質的處理設備與設施主要有：攔污柵(篩、網)、沉砂池、過濾器。從過濾器結構原理分為砂粒過濾器、離心過濾器、篩網過濾器及碟片式過濾器，上述四種為主要被選用於現行節水噴灌與滴灌系統，且皆屬機械式過濾設備，不僅安全可靠，也使用方便。



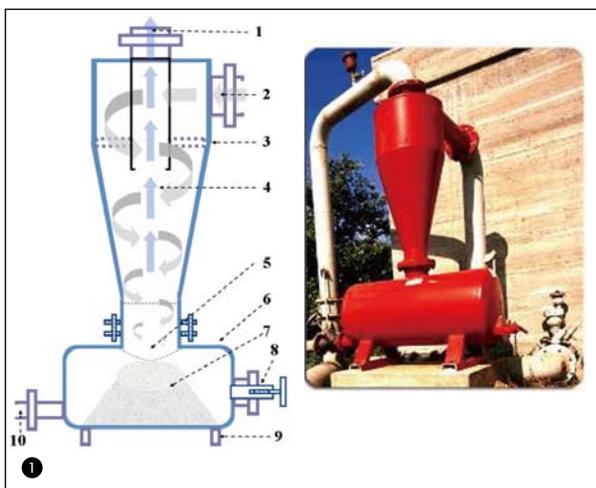
② (左)砂粒過濾器結構圖
(右)砂粒過濾器外觀

註：(1)進水閥、(2)進水管、(3)沖洗閥、(4)沖洗管、(5)輸水閥、(6)輸水管、(7)排水閥、(8)排水管、(9)壓力表、(10)集水管、(11)150孔目網、(12)過濾砂、(13)排汙閥、(14)排汙管、(15)壓力表

(一)、砂粒過濾器

砂粒過濾器處理水中的有機雜質與無機雜質都非常有效，並且能去除水中雜質粒徑比濾層孔隙尺度小的多的粘粒、藻類、微生物、細菌團和各種化學絮凝物質，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。因

此只要水中有機物含量超過10 mg/L，均應選用此種過濾器。此類過濾器主要採用一層或數層不同粒徑的石英砂或花崗岩砂粒及礫石等材料作為過濾介質。實際應用可分為單罐反沖洗砂過濾器和雙罐反沖洗砂過濾器兩種。其原理是含有雜質的水由管道進入過濾器中，由上而下通過濾料彙集到罐的底部，雜質被砂粒等濾料阻擋，清水由下部流出，即完成過濾。砂粒過濾器能除去水中的污物，主要是靠濾料的機械篩濾作用、沉澱作用和接觸絮凝作用。篩濾作用即把濾料看成“篩網”。它適用於水源為地表水(如水庫、池塘、溝水及河水等)的初級過濾。



① (左)旋流水砂分離器結構圖
(右)旋流水砂分離器外觀(禾碩農業科技有限公司 拍攝)
註：(1)出水口、(2)進水口、(3)離心水砂分離罐體、(4)旋轉水流、(5)集砂口、(6)集砂罐、(7)沉澱砂石、(8)排砂口、(9)腳柱、(10)沖洗口

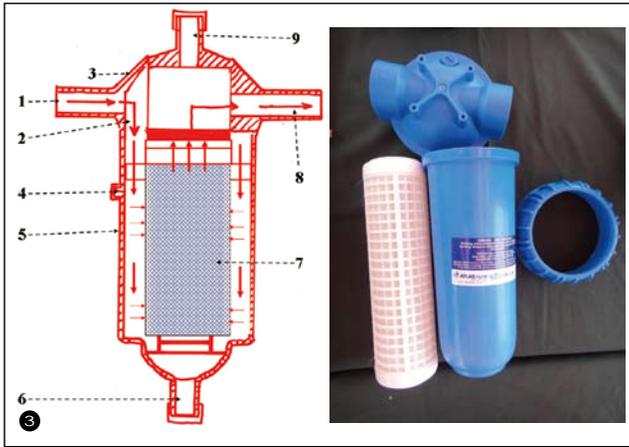
(二)、離心式過濾器

離心式過濾器又稱為旋流水砂分離

器，常見的形式有圓柱形及圓錐形二種。其原理是藉由高速水流產生的離心力將砂粒和其它較重的雜質從水體中分離出來，最適合分離水中含有的大量砂粒及石塊。離心式過濾器的主要優點是運轉的同時可以排污(砂)，因此能連續處理高含砂量的灌溉水，且分離的粒徑可以根據設定的流速來確定。但它不能除去與水比重相近及比水輕的有機質等雜物，特別是水泵起動及停機時，過濾效果下降，會有較多的砂粒進入系統。因此採用離心式過濾器，需維持在其合適水流量(速)範圍內，才能發揮出應有的水質淨化效果，水流量(速)變化較大的灌溉系統不宜使用，例如2吋管徑離心式過濾器，以每小時25m³流量的過濾效率最大，每小時20m³流量的次之，每小時15m³流量的最小。此外設備安裝規劃時需在進水口前應安裝一段與進水管等徑的直通管，長度是進水管直徑的10~15倍，以保證進水水流量(速)平穩。

(三)、網篩過濾器

篩網過濾器是利用緻密的篩網作為過濾介質，材質需為耐壓、耐腐蝕的金屬、尼龍或塑料製成。灌溉水流入過濾器碰到篩網(濾網)時，液體進行繞流，污物由於慣性作用被過濾網阻隔，所有大於網孔尺寸的懸浮顆粒都會滯留在濾網上，淨水則通過濾網流入出水口。篩網過濾器的過濾效率，以其濾網總面積及網目的大小決定，即過濾能力主要與網孔之孔徑有對應關係，因為相同目數的篩網，可能因網絲直徑的不



③ (左)網篩過濾器結構圖
(右)網篩過濾器外觀

註：(1)進水口、(2)水流、(3)上殼體、(4)連接環、(5)下殼體、(6)排汙口、(7)篩網、(8)出水口、(9)水樣取水口

的圓形碟片重疊起來，並鎖緊形成一個圓柱形濾芯，這些圓形碟片便形成了無數道雜質無法通過的濾網，總厚度相當於30層普通篩網。當水流流經這些圓形碟片時，利用圓形碟片壁及凹槽來聚集及截取雜物。碟片過濾器的過濾效率很高，在水流量相同時，它比篩網過濾器過濾雜質的能力更高。碟片材質最初是由不銹鋼和銅製成，後來被塑料材料所替代。碟片過濾器的過濾效率，由碟片凹槽的尺寸、碟片疊成圓柱形濾芯表面積及濾槽體積等決定。碟

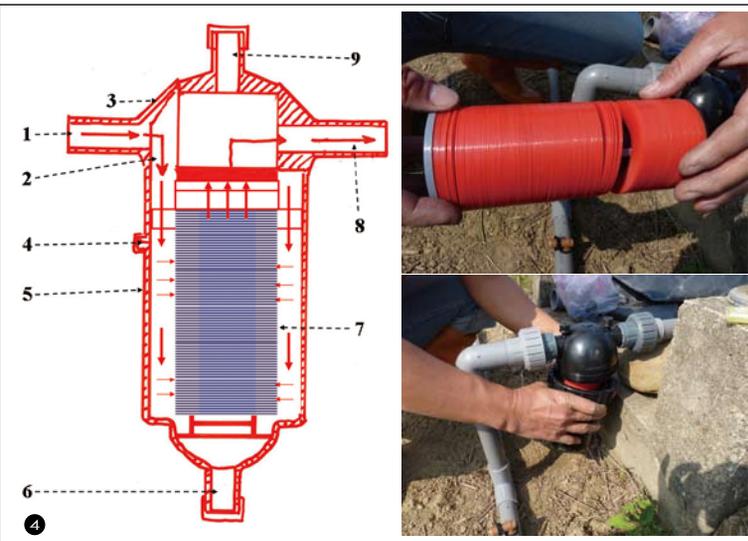
片過濾器過濾能力雖然與碟片凹槽疊成圓孔之孔徑有對應關係，但過濾能力主要目數表示。

三、過濾器的操作與維護要點

(一)、砂粒過濾器

使用砂粒過濾器，做好逆沖洗工作是維持該類型過濾器正常運作的保證；逆洗必須使用過濾後的清水來進行逆洗，逆洗水流量的調整工作十分重要。過大時會將濾材沖出罐外，偏小

時又達不到沖洗效果。因此，在逆洗運轉時必需檢查安裝在排污管上的逆沖洗流量調節閥，使之正常運作。砂粒過濾器在逆沖洗過程中，一般同時使用高濃度的氯，進行氯化處理。灌溉季節結束時，應將過濾器內的水排空，為防止藻類生長，在過濾器中加入適量的氯或酸，與水一起將過濾器浸泡24小時後，再進行逆洗，直到排



④ (左)碟片過濾器結構圖
(右)碟形過濾器外觀

註：(1)進水口、(2)水流、(3)上殼體、(4)連接環、(5)下殼體、(6)排汙口、(7)碟片、(8)出水口、(9)水樣取水口

同，網孔直徑尺寸差異很大，因此應以濾網網孔之孔徑作為該過濾器的選擇依據。

(四)、碟片過濾器

碟片過濾器是由大量很薄且帶有凹槽

表2.砂粒過濾器之不同濾料直徑與過濾能力之對應表

平均有效粒徑(mm)	濾料材質	過濾能力(目/英吋)
1.50	花崗岩	100-140
1.20	石英砂	130-140
0.78	花崗岩	140-180
0.70	石英砂	150-200
0.47	石英砂	200-250

表3.網篩/碟片過濾器之濾孔直徑與濾網(孔)目數的對應表

濾孔直徑 (mm)	0.771	0.420	0.180	0.152	0.125	0.105	0.089	0.074	0.053	0.044
目數/英吋	20	40	80	100	120	150	180	200	270	325

出清水，排空備用。對於低流速過濾器，應定期去除過濾器上層最受污染部分的介質並補充等量的清潔介質，視水質情況，一個灌溉季常需進行1~6次。一般經過1~2個灌溉季節後，需根據水質情況，對過濾介質進行補充或更換。

(二)、離心式過濾器

由於離心式過濾器中被分離物質受重力及離心力的作用，只有當水流速度較穩

定時，過濾器才能達到較好的水砂分離效果，因此使用時必需要求過濾器內水的流速保持恒定。且在運轉中，要經常檢查集砂罐，及時排砂，以免罐中積砂太多，使沉積的泥沙再次被帶入系統。灌溉季節結束後，要徹底清洗集砂罐。

(三)、網篩過濾器

網篩過濾器使用時，隨著濾網上附著的雜質不斷增多，濾網前後的壓差越來越

表4. 網篩過濾器或碟片過濾器之不同網目過濾功效

濾網規格		孔口直徑尺寸		相對應土粒類別	
目/英寸	目/cm ²	mm	um	類型	粒徑 mm
20	8	0.711	711	粗砂	0.50-0.75
80	16	0.420	420	中砂	0.25-0.40
120	48	0.125	125	細砂	0.10-0.15
200	80	0.074	74	極細砂	<0.10
300	120	0.044	44	粉砂	<0.10

大，如壓差過大，網孔受壓擴張將使一些雜質擠過濾網進入灌溉系統，甚至致使濾網破裂。因此當壓差達到一定值就要沖洗濾網或者採用定時沖洗濾網的辦法，確保濾網前後壓差在允許的範圍內。篩網過濾器手動清洗時，可先將濾網抽出沖洗，兩端保護密封圈用清水沖洗，也可用軟毛刷輕輕刷洗，但不可用硬刷刷洗。濾網在保養、保存、運輸、安裝上要格外小心，不得有一點破損，一旦發現濾網破損，要立即更換。

(四)、碟片過濾器

碟片過濾器操作及維護的關鍵，是如何將滯留在濾槽內及碟片上的污物徹底沖洗乾淨，無論是手動沖洗還是自動沖洗方式，都需將壓緊的碟片鬆開，後者必須能自

動鬆散，因受水體中有機物和化學雜質的影響，有些碟片往往被粘在一起，也不易徹底沖洗乾淨，因此使用此種過濾器時，務必洗淨每一碟片。

結語：理論上的不同類型過濾器組合，綜合了二種或以二種以上過濾器的優點，從而降低堵塞過濾元件的速度或程度，減少沖洗頻率，節省勞動力、能源及水量。但因水流經每一個過濾器，均有不同程度水壓的損失，因此不同類型過濾器組合，在濾孔或網孔尚未被堵塞條件下，通常安裝單一過濾器的水壓損失要大，因此過濾設備之配置與組合應用，為維持必要的水流速率，水壓損失必需加以估算與注意，以確保維持較高過濾效率。