

2.4.14 淨水設備－快濾池

一、設備名稱：快濾池

二、設備說明：

過濾是一種去除固體顆粒的淨水處理操作，過濾操作的效能與前處理有很大的關係，在傳統淨水程序中，混凝沉澱若操作得宜，可減輕快濾操作的負荷。

過濾的主要機制為固體粒子附著(Attachment)及物理濾除(Straining)，前者在深層過濾發生，係固體粒子在多孔濾床中游移時，因固體粒子與濾料間電性與靜電作用等影響，致固體粒子附著於濾料顆粒而去除之，後者則為固體粒子太大無法通過濾料孔徑而被去除。當固體粒子極小於孔徑時，附著其實較物理濾除來的重要。另外過濾亦包含或多或少的微生物效應，成熟的濾床，微生物會在濾料表面形成生物膜，具有分解有機物的作用。

小心管理過濾速度是維持優良過濾水質的關鍵，近年來，由於發生隱孢子蟲及梨形鞭毛蟲穿透的問題，嚴格控制各快濾池出水濁度於 0.1NTU 以下，已成為傳統淨水程序之水質控制目標。

而在快濾設備的選擇上，有以下分類：

(一)濾料

- 1.濾料分為無煙煤(Anthracite)、濾砂(Sand)、及石榴石(Garnet)，而在濾層中的組合包括單層濾料、雙層濾料及混合濾料，濾料的物理特性可由「有效粒徑」及「均勻係數」等二參數來描述，決定此二參數要先以一組標準篩進行濾料篩分析，並以累積通過率對粒徑作圖，以累積通過率 10%對應之粒徑 D_{10} 為有效粒徑；均勻係數 $U=D_{60}/D_{10}$ 。
- 2.濾料厚度是否洽當可以 $1/de$ 來計算，其中 1 為濾床深度(公釐)， de 則為濾料之有效粒徑。對一般單雙層濾料 $1/de \geq 1000$ ；對三層濾料或

粗砂單濾料(1.5 公釐 $>de>1.0$ 公釐) $1/de \geq 1250$ ；對非常粗單層砂(2 公釐 $>de>1.5$ 公釐) $1/de \geq 1250 \sim 1500$

(二)集水設備(underdrain)

集水設備具有收集過濾水，並使反沖洗水均勻分佈於濾料層的作用，集水設備之型式包括多孔管型、濾器型、韋式濾床及多孔板型等。

(三)濾速控制系統

- 1.定速率(Constant Rate)：以流量計及流量調節閥控制濾速為定值。
- 2.定水位(Constant Level)：具入流控制液位偵測及調節閥，以維持過濾池上方定水位，處理水量增加時會使出水閥大開。
- 3.降速率(Declining Rate)：無入流控制、無出水調節閥，缺點為無反洗參數可依循，因保持定水頭，通常僅靠過濾時間控制反洗。

(四)濾池清洗系統

- 1.快濾池清洗系統就清洗水之供應來源而言，基本上分為高架水塔(Elevated Wash Tank)、直接抽水(Direct Pump)、自我反洗及連續反洗等 4 類，前二者係傳統上使用，於調整反洗速率較有彈性，後二者典型者如 Greenleaf type 及 Hardinge。
- 2.清洗種類分為反洗(Backwash)、表洗(Surface Wash)及氣洗(Air-scour)三類，三者可交互使用或單獨使用，一般而言，雙層濾料濾床以反洗輔以表洗最普遍，單層濾料則以反洗及氣洗二者共同操作較多。

(五)濾水器

由濾水版及導水框組合而成，導水框採雙通道式設計，為一體成型之矩形構造，材質多為高密度聚乙烯 HDPE(High-Density Polyethylene)或更佳材質製成，具抗腐蝕、耐酸鹼、抗氧化性。導水框斷面由一個主通道和兩個平行的次補償通道所組成，主通道和次通道間隔板設有四列不同高程及尺寸的散氣及通水孔口，反洗時，主通道內因不平流的流體能產生相對水流，可形成直接補償的流速壓力梯度，能使次通

道產生穩定及均勻之壓力及流量，其反洗不均勻度小於 2%。導水框上緣框板設有濾水孔，做為過濾及反洗流體之通道，配合濾池面積排列及銜接至必要之長度，為方便安裝，導水框兩端須設計為滑套卡榫型式，安裝時僅須置入襯墊並依軸線方向套入至定位，即可確保水密及氣密性，尾端則以端版封閉。導水框外側框板須設計適當的肋條，除可提高本體強度外，亦可增加外部填灌水泥砂漿之附著力。

三、維護方式

目前台灣自來水公司設計的快濾池型式眾多，有傳統的重力式開放型快濾池、多層快濾池、Greenleaf 型快濾池、Hardings 快濾池、Aquazur type 快濾池、直接過濾池(microfroc Process)、壓力式快濾法等，茲將各種快濾池之操作維護管理具體實況及注意事項列舉如下：

(一)重力式開放型快濾池：重力式開放型快濾池是過濾池內具有自由水面以重力自然流下的過濾池。

1.運轉(過濾)

(1)過濾流量的調節：

過濾流量的調節方式有定壓過濾與定速過濾，典型的定壓過濾是降速率(Dcelining rate)過濾池，降速率過濾是因為以定壓過濾濾層的過濾抵抗增大而過濾速度慢慢的減少，因此過濾池少時，要注意過濾水量的變化，過濾池洗砂要平均分配，以確保足夠過濾水量。

定速過濾濾層僅採用濾砂單層時，濾率為 120~150 公尺/日，膠凝沈澱效果特別好時，濾率可以提高，所以要密切監視處理水質及濾層的管理。

(2)水頭損失

過濾池出水側水面低於濾層表面的構造時繼續過濾後，濁質會漸漸的抑留在濾層內，而濾層內水頭損失會增加，而會顯

著閉塞表層部份，局部水壓會低於大氣壓，這樣局部負壓部份繼續過濾時，溶解在水中的空氣會在濾層內成氣泡而折出游離，因此濾層濾料間的水流與空氣流共存情況下會減少過濾面積，增加水頭損失，以致濁質會在過濾水中漏出。為避免產生如此負壓的過濾障礙，濾池水深要經常保持 1~1.25 公尺。

(3)過濾速度

過濾速度急變時，捕捉在濾層中的膠羽會剝離而流出，造成過濾水水質的惡化，必須避免這種情況發生。又開始過濾時，過濾速度急激上升，可能也會漏出濁度。惟如以陰孢子蟲過濾為目的，過濾再開後一定時間要採取排除過濾水的排水 (Filter-to-waste) 步驟。或以過濾速度漸增的緩慢開始方式 (slow start) 可獲得較佳水質。

過濾速度急變造成過濾水質影響的程度是依原水水質、膠凝的良窳、過濾池的型式、濾層的構成而異。因此過濾速度的變更基準應依各淨水場調查之安全率來決定。

(4)運轉記錄

過濾池的運轉要撰寫運轉日報，內容記載過濾水量、水頭損失、過濾水濁度、過濾持續時間(濾程)、洗砂狀況等。

2.洗砂方法

一般洗砂是以反洗砂(逆洗)併表面洗砂或空氣洗砂(氣洗)的組合進行。傳統反沖洗砂時，洗砂不能達到完全效果，易發生泥球。泥球是以砂粒為中心型成的泥球，互相結合成球狀，通常在表面洗砂不能完全處理過濾池角部或多層過濾池的濾層界面，比較容易發生。泥球的密度大於濾料密度時，在重覆反洗濾層膨脹的狀況下，泥球慢慢沉入底部、濾砂與濾池界面附近成平板狀的大塊，在反洗時，會產生短流現象及濾面會產生不平情況。空氣洗砂必須注意空

氣需在過濾池全面均勻分散是重要。如表面洗砂與空氣洗砂、反沖洗砂同時進行時，會有濾料流出之虞，所以要特別注意。

3.反沖水(逆洗)

為防濾層中的藻類或微小動物的繁殖，反沖洗水原則上要使用有餘氯的淨水。但是採用高級處理的快濾池不採用前、中間的氯氣處理，過濾水無漏出生物的顧慮時洗砂可用過濾水。

洗砂用水量、水壓及時間以要能達到充分的洗砂效果而設定。這些設定如有一項過小時，將致洗砂不完全，過大時又不經濟。為確保洗砂效果應依水溫、濾料顆粒、厚度及洗砂時間而調整，所以要定期調查洗砂效果。反沖洗砂濾層的膨脹率一般為 20~30%較為適當，濾層的膨脹率會受水溫而有很大的變化，一年中水溫差大之淨水場為得到同樣膨脹率，至少一年要有數次反沖洗砂率的調整。

4.洗砂效果

洗砂效果之判定以洗砂排水之良否來判定洗砂排水最終濁度以 2 度以下為目標，如為陰孢子蟲對策時應則以能一度以下為宜。最終的洗砂效果要以洗砂前與洗砂後自濾層採取的濾料測定濁質量，比較其其污濁度來判定。

5.再開始過濾時，減低初期濁度的上升

洗砂及要再開始過濾時，濾料間水中殘留的濁質會自過濾水中漏出，如為隱孢子蟲對策時要維持過濾池出口的過濾水濁度在 0.1 度以下。

6.過濾障礙

洗砂方法如不適當、洗砂效果不佳長期會發生下列的障礙，而造成過濾水水質的惡化，增大損失水頭。

(1)泥球的發生

(2)濾層表面龜裂的發生

(3)濾料與濾池牆壁會發生間隙

(4)濾料濾徑會粗大

(5)濾層厚度減少

(6)濾石與濾砂界面成波狀不平

以上其中(1)~(3)是洗砂效果不完全。(4)~(5)是洗砂時粒徑小的濾砂流出所致。(6)是濾層污濁的狀態下，反洗開始初期，濾層內會發生上下方向的旋回流，濾石表面由於水平流而移動，而產生波狀不平狀態。反沖洗砂速度分佈不均，偏在一邊時或反沖洗砂水中溶入空氣時，也會發生不平狀，又反沖洗砂時，原水中藻類(Synedra)大量的繁殖下，快濾池進水含有大量藻類時，會發生過濾時濾層的阻塞。

7.濾料流出對策

(1)洗砂時要保持適當的膨脹率。

(2)表面洗砂管的噴射角度要適當的調整，以防止噴射角度不正確將濾料飛散入溢流槽。

(3)表面洗砂管的噴頭的裝置要能進入膨脹濾料中，以防濾料流入排水槽。

(4)反沖洗砂時要防止空氣混入，以防止濾料飛散入排水槽。

(5)下部集水裝置在檢查時，要防止濾料漏入集水空間。

8.濾層管理

濾層狀況不適當的情況下，繼續使用後會影響過濾水質，加速濾層污濁，短期內有必要全面更換濾料。所以濾層調查要定期實施，發現異狀時，洗砂方法或適切的補砂要立即辦理。又根據調查結果推定濾層長期狀態，據此擬具長期的濾層整備計劃，定期的實施濾池的整備是有必要。

濾層整備方法有下列各點：

- (1)濾料層及濾料的更新。
- (2)濾料自過濾池取出洗淨後回補。
- (3)補砂(濾層厚度減少部分要補充濾料)。
- (4)補充濾料粒徑之構成，要濾層全體的粒徑都符合設計時的粒徑構成為準。
- (5)為(2)與(3)組合情況

9. 日常檢點

快濾池檢點要領，池外部如有地下水，而濾池有漏水時，會侵入而污染，所以濾層更新時，對於濾池本體，注意有無漏水及防水塗裝狀況。

(二)多層過濾池

使用密度及粒徑不同複數的濾材，水流方向是由粗粒至細粒所構成的逆粒子濾層，一般為上部鋪設無煙煤(比重 1.4~1.6)，下部為濾砂(比重 2.57~2.67)的雙層濾料快濾池為多。採用這些濾料以外，也有加鋪設石榴石(Garnet)，比重達 3.15~4.13 之三層過濾池。

上部鋪設粗粒徑濾材的粗過濾，而下部有鋪設細粒料，濁質可以流入濾層深部，以增加抑留量，並防止濁質流出及提升過濾效率。一方面反沖洗砂時仍保持由粗至細的三列濾層，上層粗粒徑濾料沉降速度要比下層細粒徑的沉降速度小。因此粗粒徑上部濾料比重小於下部細粒徑的濾料。濾煤因輕而易於流出，反沖洗砂流速、表面洗砂及反沖洗重疊時間，由濾料粒徑、均勻係數、濾層表面至溢流槽頂端高度決定之。

1. 運轉(過濾)

多層過濾池的運轉管理或維護管理基本事項可參考重力式開放式快濾池，但空隙率大的濾層構成下，以比較高速的過濾，則要注意濁質的漏出。

2.運轉(洗砂)

- (1)濾煤比重較小，比起濾砂在洗砂過程流出量會較多，所以反沖洗砂時要注意濾速不要過大，尤其夏季高水溫時同樣的洗砂速度會在低水溫時的洗砂濾煤的流出量會較大，所以要特別注意。
- (2)空氣洗砂時，易在濾煤附著氣泡，由溢流槽排出水也要加以注意。
- (3)空氣洗砂方式，須確保氣泡全面均勻流出，在洗砂時水面水泡的產生要適宜的確認。

3.日常檢點

- (1)雖有適宜的管理洗砂水量，但濾煤某一程度流出在所難免，定期測定濾層厚度，不足時要補充。
- (2)濾層表面發生不平整情況時，要立即修復並對洗砂方法或下部集水設備加以檢查，調查原因後採取修復對策。
- (3)如為必要的作業，需要降低水位至濾層表面以下停止過濾，俟完成作業後使用再開始洗砂時，為防止濾煤流出，先要與水充分混合，表面洗砂管要充分排除微細的濾煤粒子，經數回洗淨充分排除後才開始進行過濾。
- (4)回轉式表面洗砂裝置，需定期確認回轉狀況及噴口的檢查以維持機能，並掌握洗砂狀況。

(三)壓力式過濾池

壓力式過濾池一般是鋼板製的密閉筒所構成，因運轉操作較為簡單，所以小規模的淨水場較多使用。壓力式過濾池以鋼板製作，密閉

筒內則以壓力 (0.1~0.8mpa)過濾，分為立型及橫型。立型為使用於小水量處理，橫型則採用於較大水量處理。其特點為：

- ◆ 可以比較高的水頭損失，仍不致發生負壓繼續過濾。
- ◆ 過濾筒因為採密閉型，藻類很少發生。
- ◆ 取水、導水系統至配水池的壓力管中途裝設抽水機，一次加壓就可達成輸送的目的，操作較具經濟性。
- ◆ 不裝設流量調節器時為定壓過濾，流速變化幅度大。
- ◆ 因屬密閉型過濾，無法目視觀察內部運轉狀況。

1.運轉

壓力式過濾池一般是以壓力式過濾之套裝設備購入，依機型不同，機能及操作特性亦不同，故要熟讀操作說明書

- (1)開始過濾時，須排除槽內空氣，採不攪動濾層表面，緩慢導水進入，達到滿水位後就要進行過濾排水，至過濾水清淨時開始過濾。
- (2)以除鐵錳為目的時候，為維持錳砂活性，過濾水要保持餘氯，所以要在過濾前就要加氯。
- (3)繼續長時間過濾時，隨濾層壓縮後致龜裂，造成過濾不均之虞，所以在損失水頭較低時就要進行定期的洗砂。
- (4)洗砂排水要目視檢點、檢查水質。

2.日常檢點

- (1)橫形大容量的過濾機，沿側壁部份洗砂較難，此部份較易發生泥球，故要定期的檢查濾層，發現有泥球時要去除並加強洗砂作業。
- (2)以除鐵、錳為目的時，要確認濾料機能，需將原水、過濾水、洗砂排水的鐵、錳有關之水質每月檢驗檢查一次。

(3)為防止過濾機能劣化，每年一次在同一條件(水量、水壓、水質)下，進行原水、過濾水的水質試驗。水質試驗結果，如確認濾料機能有劣化情事者，要調查濾層厚度與濾料污濁情況，及進行濾料補充或更生。

(4)長時間停止運轉時，為防止細菌、微生物類的發生，充分洗淨後要將濾層內及配管內的水排除。

(四)自然平衡式過濾池

自然平衡過濾池(如綠葉式過濾池 Greenleaf Filter)，如文字意義，自然平衡方式。自然平衡型過濾池大體分為，自己反沖洗型及反沖洗砂水池保有型。各型式共同特徵是出水側不設閥類或流量調節機構，而他池供應足量的淨水自動的洗砂，所以出水側的配管都省略而很簡單。進水側則裝置虹吸或制水閥以控制流量，所以省略很多複雜的控制儀器及電動設備，大幅降低費用。

因為快濾池洗砂水要由他池供應，而洗一池需要六池清水供應，所以由七池共成一組。原水之進水由原水渠以虹吸管等量分別流入快濾池。過濾必要的壓力是以過濾池水位與過濾之清水渠水位來確保，所以濾池深度較一般快濾池深 2 公尺以上。

1.運轉

(1)過濾池的水位高過過濾清水渠時，開始表面洗砂，但過濾池表面的懸濁物質可能混入砂層，濁質可能會有隨過濾水漏出之虞。所以表面洗砂需在過濾池水位低於過濾水渠水位時就開始進行。

(2)過濾量如過少時，將無法提供反沖洗砂必要的水量，造成後加氯與過濾後之藥品加入之困難。

(3)反沖洗砂之流速，大約由清水渠堰與濾池排水溢流槽頂之高差決定，反沖洗流速調整，可以清水渠之堰高調整管理。

(4)虹吸破壞管或流入水落下的聲音響亮，故需留意。

(5)快濾池的運轉、過濾時間、水位降低時間、反沖洗時間、表面洗時間等的設定極重要。這些時間的設定，依進水水質、過濾速度及清水渠水位而調整，所以要經常查驗其設定狀況。

2. 日常的檢點

過濾池之附屬設備狀況要經常的檢點，發生異常時，要儘速調查原因及修理。

(五)直接過濾法(微膠羽法 micro-floc Process)

直接過濾可用在濁度低水質佳之原水水質，加入少量的混凝劑，急速攪拌後，不經過膠凝池、沉澱池，直接過濾的方法。混凝劑加入量為一般的 $1/2 \sim 1/4$ 程度，形成密度大及較大的微細膠羽(micro-floc)，能有效率又安定的過濾。因為藥品使用量低可以節省藥品費，又可以減低污泥量污泥處理費用，但須密切注意過濾水之濁度。

可採用這種方式一般為原水濁度低的情況使用，但是採用一般過濾方式在低濁度的期間，也可以適用這種方式，濾層採用二層或三層都可以有效的處理。

1. 運轉

(1)在一般的過濾方式，濁度低時也可以採用直接過濾法，但要特別注意原水的濁度升高時，即回復一般的過濾方式。如原水濁度低但藻類多時，濾層將會顯著的阻塞，所以要特別留意。

(2)直接過濾法，要切回通常一般的過濾方式時，要考慮滯留時間，或注意混凝劑之加藥劑量調整。

(3)原水如含有高腐植質及高色度時，如採用直接過濾法時，要用酸劑稍在酸性範圍進行膠凝。

2. 日常的檢點

為確保直接過濾法能順利的切入一般的快濾方式，管、閥類要定期的檢查、整備。

(六) 哈丁式過濾池(Harding Filter)

1. 運轉(過濾、洗砂)

(1) 這種型式濾層上部以整池構造，但濾層以及其下部則以小區隔區分，小區隔寬度依廠商各有不同。反洗是當池內濾池水頭損失增加，水位上升至設定高度時，就自動洗砂俟濾池水位降至設定高度就停止，洗砂驅動設備之動作可以全池移動進行。

(2) 洗砂後過濾速度特別大，所以要安裝可以調整水量之設備(如水錶)。

(3) 要注意處理水的水質變動。

(4) 因濾層較薄，故須特別注意處理水質的變動，如原水含鐵、錳時，要注意前處理，以防其貫穿流出。

2. 日常檢點

過濾池與附屬設備要適當的檢查，認定有異常時，要儘速調查原因修復。

(七) Aquazur Filter

1. 運轉

這種快濾池是法國生產，以過濾流量調節裝置及洗砂之空氣與水混合洗重力式快濾池，因為均勻度高所以洗砂效果佳，過濾水流入量以 Partial box，隨時調節各過濾層水位保持相等，需定期檢查各項運轉動作及狀況。

2. 日常的檢查

濾層與附屬設備的狀況要適當的檢查，認定有異常時，要儘速調查其原因，並修復。

四、檢查項目週期及內容

檢驗別	檢驗週期	檢驗項目內容
定期檢驗	每季	池牆是否龜裂
		是否正常控制各濾池進水閘閘之開度
		是否調節各濾池濾率設定值全面使用各濾池
		池牆滋生藻類是否予以刷除
		濾池反沖洗時是否產生泥球或平板狀大塊
		附屬設備操作是否正常
		洗砂廢水是否排除正常
		濾料層厚度是否均勻
		濾料(無煙煤)是否流失
		池體是否定期清洗
		行走台是否通暢
		排水閘門是否漏水

五、文件管制

各次檢驗報告及缺失報告應妥善建檔保存。另若設備有更新或整修時，亦須於完成更新或修繕後將竣工圖說及相關照片圖資等完整建檔，集中置於管理單位，以供後續參考使用。

六、注意事項

工作人員應穿戴完善之防護具，如安全鞋、安全帽等，以維護作業安全。有落水之虞時，除應使工作人員穿著救生衣，設置監視人員及救生設備、通訊設備等，以防止溺水事故。

自來水設備檢驗報告表

編號：04-14-00-A

檢驗日期：□□年□□月□□日

設備名稱	快濾池			
檢驗期程	☐ 日檢 ☐ 週檢 ☐ 月檢 ☒ 季檢 ☐ 半年檢 ☐ 年檢 ☐ 其他_____			
設備形式				設備編號
設備地點		數量		檢驗單位
檢驗細項		檢驗方法/標準	實際 檢驗情形	檢驗結果
1	池牆是否龜裂	目視/有無		
2	是否正常控制各濾池進水閘閘之開度	目視/有無		
3	是否調節各濾池濾率設定值全面使用各濾池	目視/有無		
4	池牆滋生藻類是否予以刷除	目視/有無		
5	濾池反沖洗時是否產生泥球或平板狀大塊	目視/有無		
6	附屬設備操作是否正常	目視/有無		
7	洗砂廢水排水是否正常	目視/有無		
8	濾料層厚度是否均勻	目視/有無		
9	濾料(無煙煤)是否流失	目視/有無		
10	池體是否定期清洗	目視/有無		
11	行走台是否通暢	目視/有無		
12	排水閘門是否漏水	目視/有無		
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
預計改善期限		年 月 日		
檢驗人員		審核人員		批示
備註： 1.檢驗結果合格者註明「√」，不合格者註明「×」，如無需檢驗之細項則打「/」。 2.檢驗有缺失應填具「缺失改善報告表」進行追蹤改善。 3.本表由檢驗人員實地檢驗後覈實記載。				

自來水設備檢驗缺失改善報告表

編號：04-14-00-B

檢驗日期：□□年□□月□□日

設備名稱	快濾池				
改善日期	□□年□□月□□日~□□年□□月□□日				
設備形式				設備編號	
設備地點		數量		檢驗單位	
缺失項目		缺失狀況		改善過程/結果	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
備註：					
1.					
2.					
填報人員		審核人員		批示	