

2.4.11 淨水設備－沉澱池

一、設備名稱：沉澱池

二、設備說明：

沉澱池功能為膠凝形成池中之原水加藥後，當藥品混合達均勻狀態，經膠羽形成池時，藉速差使膠羽變得大而重，俾易於沉澱池中沉澱。

沉澱池有多種沉澱方式，本公司淨水場較常出現的設計為矩形平底式沉澱池(Horizontal-flow rectangular tanks)、傾斜板沉澱池(Plate settlers)、傾斜管沉澱池(Tube settlers)、平底式污泥毯澄清池(Sludge blanket clarifiers，以下簡稱為污泥毯澄清池)及污泥循環型高速膠凝沉澱池(Reactor clarifiers，以下簡稱為污泥循環型沉澱池)，而上述沉澱池又可依其濁度去除機制，分為傳統形式的沉澱單元及固體接觸式的沉澱單元。

矩形平底式沉澱池、傾斜板沉澱池及傾斜管沉澱池三者屬於傳統形式的沉澱單元，以重力沉降分離膠羽。矩形平底式沉澱池係以重力沉降為主的沉澱單元中，最傳統的形式，不需特殊的操作技巧，且操作維護成本低，但較不適用於土地面積有限而處理水量大的淨水場。傾斜板及傾斜管兩種形式的沉澱單元為矩形平底式沉澱池之變形，傾斜板及傾斜管可增加單元有效表面積，藉由縮短沉降距離、降低溢流率而達到使膠羽快速沉降的目的，處理水量較矩形平底式沉澱池增加 3~4 倍，不僅有較高的濁度去除效率，且保有其操作簡便之優點。

污泥毯澄清池及污泥循環型沉澱池皆以固體接觸(solids-contact)的方式移除膠羽，又可統稱為固體接觸式的沉澱單元，此型態沉澱單元主要係利用膠羽重力與流體上升流速之動力平衡形成懸浮泥毯，藉其攔截(interception)及聚集(agglomeration)作用，更有效的碰撞、去除膠羽，原理如同深床過濾中的表面截獲作用，同時，污泥毯亦可由機械網除(mechanical entrapment)及阻留(straining)機制去除水體中的微小顆粒，其中機械網除應

為泥毯的主要濁度去除機制。此類型沉澱單元出流水濁度的變化，主要與泥毯濃度、上升流速及泥毯通量有關。

污泥毯澄清池操作方式係將加入混凝劑後的原水，以枝狀分歧管由底部注入池中，由下往上進流，水流通過泥毯而固液分離，此類沉澱單元係利用活動式污泥斗排泥，可依污泥量調整污泥斗頂部高度，控制池內泥毯厚度。污泥循環型沉澱池主要包含初步混合及反應區與二次混合及反應區，單元進流水與在單元內部循環的污泥及混凝劑混合，促進膠羽成長，後經導流壁引流至二次混合及反應區，進行第二次混合，增加膠羽間的碰撞，最後流經泥毯固液分離，與污泥毯澄清池的主要差異在於此類型沉澱池有污泥循環功能，可隨原水水質變化，調節攪拌速度及污泥迴流量，操作彈性較佳。

固體接觸式的沉澱單元由於集混凝、膠凝、沉澱三項功能於同一單元中，與以重力沉降為去除機制的沉澱單元相比，可大幅縮減土地需求，而有較低的建置費用，此外，固體接觸式沉澱單元利用泥毯有效增加膠羽的碰撞頻率，故有較高的混、膠凝效率，而表面負荷至少為矩形平底式沉澱池的 2~3 倍。

固體接觸式沉澱單元需維持泥毯穩定性，才能有效發揮濁度去除成效，因此操作限制較多，不適用於水溫、處理水量及原水濁度變化幅度過大的淨水場，依據「自來水設備工程設施標準解說」，固體接觸式沉澱單元不宜處理濁度超過 3,000NTU 的原水，而以 5 NTU 以上較佳，相對而言，重力沉降式的沉澱單元則較無操作上的限制。

三、維護方式

沉澱池管理方面，除應注意原水水質變動、加藥比例、機械運轉等事項外，更應注意處理後之水質，並訂定沉澱處理目標值，當檢測出異常值時追究其原因並作適當處理。運轉管理作業時，需將原水水質、處理水量、杯瓶測試結果、加藥情況、沉澱處理後水質等資料記錄於日報表並存檔。

沉澱池應為鋼筋混凝土構造，多為圓形及長方形，為利操作維護不斷水至少應有兩池以上，小規模無法設置兩池時，可趁水質較佳時，利用繞流管(By-pass)直接將渾水引入過濾池處理。由於近年來用地難覓，乃研究增加沉澱效率，縮短停留時間以減少用地面積，如多層沉澱池、傾斜板沉澱池、沉澱管沉澱池，高速膠凝沉澱池等。慢濾時代的普通沉澱池已少有人再予採用，而且逐漸改建。設計沉澱池最好先做模型場沉澱試驗。以為設計之依據。

為維持過濾池之功能，沉澱池出水濁度應在 5 度以下，特殊情況時亦不應超過 10 度。在淨水沉澱過程中所沉積之污泥及過濾過程中所形成之反沖洗砂污水，均須加以處理並合乎環保水質標準後始可放流於水體中。

(一)水平橫流式沉澱池

1.運轉：水平橫流式沉澱池之運轉，為達到重力沉澱效果，需保持水流均一與穩定性。一般而言，水平流式沉澱池滯留時間長，且對負荷變動有較好緩衝機能，且結構面較單純，除刮泥機外其他機械部分不多，故較易管理，以下為管理要點：

- (1)操作上，確認膠羽狀況、污泥有無再浮出等情形，同時將測試結果反映於膠凝或加藥作業，以得良好沉澱水。
- (2)為達最大沉澱效果，池內流速不可逾最大設計流量。
- (3)當池中發現藻類，且可能對後段處理造成不良影響時，應將其去除。去除方式可使用藥劑(氯等)，但如量大時沉澱池應先淨空後再清除。
- (4)如需使用長時間停用之沉澱池時，原則上應先淨空、清掃後再運轉。
- (5)使用多系統原水時，有可能因水溫或濁度不同造成密度流現象，需加以注意。

(6)使用刮泥機時，刮泥板之速度以 12 公尺/小時(高濁度下膠羽沉澱較大時，則為 36 公尺/小時)以下為宜，且不可有膠羽翻起及影響沉澱之情形。

(7)未設有刮泥機之沉澱池，可視污泥堆積情況，利用壓力水等方式清除。

2.日常維護：沉澱池之流入、流出、排水及溢流等各項設施，需經常維護並保持確實使用狀態。

(1)沉澱池最好能每年一次將其淨空，以進行平常無法進行之內部清掃及附屬設備維護整理作業。特別是環帶式刮泥機，因長期浸泡於水中，平時難以進行監視維護工作，且不易及早發現故障，因此維護整理作業需更確實。

(2)發現沉澱池漏水時，應查出原因儘速修理，另檢查刮泥機同時察看流入、流出閘門有無漏水問題，發現時當即刻處理。

(3)定期檢查、維護排泥閘及刮泥機之功能，使其維持正常堪用狀態，萬一發生故障應即刻追查原因並修復。

(4)單純之長方池，因發生短流或密度流，致使無法得到良好沉澱效果。此時可設置整流壁或改善集水裝置設法提高沉澱效果。

(5)流出部因膠羽有翻起情形，故可改善集水裝置以減少堰之負荷。

(6)原水濁度高或水質異常時，會多次改變加藥比例，因此從混凝池到沉澱池必須有系統巡視膠羽形成之狀況、膠羽沉澱狀態及監視沉澱處理水水質，並依據原水水質採取適切處理方法。若未達目標值，應研討處理水量、加藥設備及膠羽池之運轉方法，予以適當對策。

3.操作與養護應注意事項：

(1)沉澱池進水要均勻，儘量避免發生短路，同時更要注意流速不可超過設計標準，否則沉澱池底的污泥有被沖起的可能，因之

降低沉澱效果，並使流進過濾池的沉澱水，攜帶過多膠羽流出(即 carry over 現象)。

- (2)沒有裝設刮泥機的沉澱池，計算污泥量可隔適當時期實測池底污泥積聚情形，畫成圖樣計算污泥體積，如污泥所佔空間已達設計限度時，此沉澱池應即停止使用。首先要關閉進水閘門，爾後再關閉出水閘門，然後開啟排泥閘排清池水及一部分稀泥，池底或較硬積泥必須利用沖水設備，以人力清除積泥。沉澱池經過一年或兩年的使用，可以統計出每一百萬立方公尺的原水，大概可能產生多少的污泥，將據以計算需要多久時間清洗沉澱池一次。沉澱池底積泥以不超過設計時所留沉積污泥容量為限，否則將減少滯留時間，降低沉澱效果。
- (3)利用機械刮泥，排泥的沉澱池，每天排泥次數，視集泥槽容量，原水濁度，加藥量等因素而定，一般可能一天排泥約 6-7 次。
- (4)人工清洗沉澱池時，沉澱池必須停止使用，而淨水場總出水量仍維持不變，必須增加其他沉澱池的沉澱負荷。所以清洗沉澱池作業要預先擬定完整的計畫，並特別監視使用中的沉澱池的沉澱效果。
- (5)防止沉澱池池牆等處苔藻的發生。發生苔藻不但有礙觀瞻，且對過濾不利，所以預氯處理必須完善，並於排清池水清洗時將池壁塗擦硫酸銅，將可收防治之效。惟銅離子殘留水中對人體健康有害，以預氯法除藻而沉澱後為慢濾處理時，沉澱池出水不得超過餘氯 0.2ppm，否則會有害慢濾池生物濾膜，以上兩項應加控制。
- (6)如非特殊原因，應儘可能避免沉澱池的溢流，因為溢流的沉澱水，已經完成膠凝、沉澱，此時溢流，殊為可惜，所以沉澱池的進水量與出水量要隨時注意調節，淨水場的控制室內多設有

沉澱池溢流警報器，可提醒操作人員及時調整水量，其未設警報器者應時常巡視，注意水位。

(7)設有導流壁之沉澱池，如處理情況理想，應檢查有無短流或不均勻流速對之現象，可試行調整導流設備之角度或位置，謀求改善。

(8)漂浮在沉澱池的雜物必須予以撈除，尤其是塑膠袋，倘疏失而使塑膠袋流進快濾池，且未達及時自快濾池撈除，反沖洗砂時，有時可能隨洗砂而逐漸沉向過濾池底部，影響過濾功能。

4.刮泥設備的操作維護應注意事項：沉澱池的污泥清理，可用人工亦可用刮泥機。惟多層式沉澱池除上層可用刮泥機外。地下各層仍需停水用人工清除污泥。刮泥機的型式，有行走式、鏈條(Linkbelt 式)刮(梯)板式、水中牽引式(以上用於長方形沉澱池)及迴轉式(用於圓形沉澱池)等數種，污泥刮至集泥槽(Sludge Hopper)後用重力式或抽污設備排出池外。構造上雖有差異，但一般而言，刮泥機的操作與維護應注意下述各項：

(1)刮泥機至少應每日操作一次，沉澱池每日排泥 6~7 次，每次排泥前須先開動刮泥機，使其最少要運轉兩週，實際操作次數視污泥沉澱量而定。刮泥機的速度應在每小時 10 公尺以下。

(2)刮泥機可於現場操作而於控制盤上以指示燈表示其操作與否，亦可以遙控操作。

(3)應儘量避免二台以上機器同時啟動，必須一台一台的順序啟動，以免啟動電流過大，並且要注意電流安培是否安定。

(4)運轉時應注意減速機等的滑潤油量，各部分的溫度、振動、聲音及電流值等。

(5)減速機齒輪箱中必須加入滑潤油後始能運轉，滑潤油的數量按減速機外殼標牌規定之數量添加，不可過多或不足，每一星期應檢查一次滑潤油數量，檢查滑潤油應於停止運轉時為之。

- (6)減速機初期使用 6 星期後，滑潤油應更換新油，以後每 6 個月更換滑潤油一次，減速機亦應定時分解整理維護。
 - (7)鏈條 Linkbelt 式刮泥機應定期檢查帶動鏈輪及鏈條之鬆緊度。
 - (8)行走式刮泥機必須詳細注意電源、電纜的捲取狀況或觸輪(trolley)。線的接觸情形，並應對軌距及其高低差隨時注意調整。
 - (9)經常沒入水中的機材的腐蝕、磨損及水中軸心、水中軸承均應定期檢查維護。
 - (10)運轉停止後，應將所有部份恢復到起動前狀態。
 - (11)因故停止運轉一段時日後，不可再啟動運轉，須先排清沉澱池的水，用人工清洗積泥，並藉此機會整修水中機械或刮泥板等。
 - (12)注意沉澱池不可投入石塊或其它可沉入沉澱池底部的東西，否則刮泥板受到阻擋而使刮泥設備系統受損而停用。
- 5.排泥設備的操作與維護：未設刮泥設備的長方形沉澱池池底應向排水口形成 1%以上坡度，正方形或圓形者，底部坡度在 8%左右，設置刮泥機者池底應有 1/1000 至 2/1000 的坡度。
- (1)人工清洗沉澱池，用重力式排泥的沉澱池，排泥設施僅有排泥閥及其開關者，應藉排泥之便予以保養，如果用抽水機定時抽取集泥槽的污泥時，抽水機應定期保養並須設有備份的設備。
 - (2)提流斯克閥(Telescope Valve)為 Linkbelt 可變拉桿式排泥設備，設於沉澱池集泥槽上，用 1/2 馬力馬達帶動，排泥次數視原水濁度加藥量及集泥槽的容量而定，排泥時可於沉澱池頂走道上觀看排出的污泥，至排出污泥水質變清後即可關閉該閥。提流斯克閥的主要維護工作包括：
 - A.減速機中必須加入滑潤油後始能運轉，滑潤油的數量按減速機外殼標牌規定之數量添加，不可過多或不足，每星期應定期檢查一次滑潤油數量，檢查滑潤油應於停止運轉時為之。

B.初期使用 6 星期後應更換新油(依其運轉操作手冊規定時間而定可能較六週為短或較長)，以後每 6 個月更換滑潤油一次(亦按廠牌操作維護手冊之規定)

C.每 6 星期在帶動桿上塗黃油一次。

(3)氣昇排泥設備係利用升液管內外液體的密度差，使污泥提升的方法。氣昇泵沒有轉動部件，結構簡單、工作可靠，在現場可根據需要使用管材就地裝配。以壓縮空氣為動力源，但效率較低，一般只有 30%左右。氣昇泵由壓縮空氣管、電磁閥、散氣器、升液管和氣液分離箱等四部分組成，壓縮空氣經散氣器與污泥混合後，形成的混合液密度比原液密度要低，密度差形成升液管內外液體的液面高度變化，需定時間輸入適量空氣，底部密度小的污泥混合液隨升液管排出往上端噴出。為減少混合液在氣昇泵後渠道內的流動阻力，在升液管的最高處設置氣液分離箱，將混合液中的空氣釋放出來。

(二)傾斜管沉澱池

傾斜板沉澱池具有傳統式沉澱池的一般優點，可節省用地面積，為其最大優點。傾斜管沉澱池在池子內安裝傾斜管，以增加沉降面積及整流效果，藉此功能提高沉澱效率。傾斜管沉澱池在形狀上多少有些不同，但主要部分為塑膠材質，傾斜管單一時強度小，因此維護管理須小心留意。安裝於沉澱池之傾斜管有水平流式及上向流式，水平流式傾斜管由數層組合而成，但上向流式僅有一層。傾斜管沉澱池之停留時間一般較短，因此當發生短絡流或密度流時，影響水質程度大。

傾斜管全部沒入水中，以出水槽引出沉澱水，而且相互連接，沖洗時不易損傷，一般操作及維護與傾斜板沉澱池並無二致。傾斜管沉澱池與斜板特性大約相同，係藉由縮短沉降距離而達到沉降目的。主要不同的是傾斜管為向上水流，而傾斜板為水平流，整流效果較佳。

1.運轉：傾斜板(管)沉澱池運轉時，必須留意下列事宜：

- (1)池內平均流速過大時，會捲起附著於傾斜板(管)上淤泥，降低沉澱效果，因此應儘量於設計最大處理水量之下條件運轉。
- (2)採用上向流式傾斜板(管)之沉澱池，隨著原水水溫急速上昇，池內停留之水及流水密度不同，會產生短流，污泥上升而增加沉澱水濁度。此時可以與集水槽並行安裝通達傾斜板(管)上端之阻流板，以防止密度流的發生及沉澱池環流，降低過負荷。
- (3)若有藻類附著於傾斜板(管)時會阻礙沉澱效果，此時可間斷式加氯抑制藻類成長。加氯後若仍見藻類附著於傾斜板(管)或集水槽，可於夏季(7月到10月)實施清掃作業，有每月1池2次，其他月份每月1次之實例。
- (4)隨著上向流式傾斜板(管)構造、形狀、大小不同，有時無法安裝於所有斷面，或因安裝之零配件原因，致無法緊貼於側壁上。因此。部分上向流水不會通過傾斜板(管)，而降低沉澱能力，必要時應採取適當對策，如關閉間隙等。另外，改變流量時也應將池內平均上昇流速控制於80公釐/分以下。
- (5)淤泥堆積過多包覆傾斜板(管)下方時，不僅會阻礙沉澱效果也會損傷傾斜板(管)，尤其是高濁度時之堆泥、排泥必須特別留意。
- (6)上向流式傾斜板(管)沉澱池與橫流式沉澱池相比，淤泥刮除機來回行走距離短，因此當行走速度相同時，反轉次數會增加。造成滑車輪索捲回次數增加而使其壽命減短，為處理此情況，有實例係採用間斷運轉或使用可防止滑車輪索裂損之特別規格品，或是採用樹脂材質之滑輪以達良好成效。

2.傾斜板(管)管理：傾斜板(管)材質強度並不高，因此管理時要特別留意。

- (1)當沉澱物或塑膠袋等浮游物附著於傾斜板(管)時，將防礙膠羽沉降，但要定期檢查傾斜板(管)內部狀況不容易，因此必須監視並去除分水井之浮游物，藉由沖洗作業去除附著物。

(2)為清掃或定期檢查沉澱池需將池水排出時，若排水過於急速，有時會因堆積於傾斜板(管)之淤泥過重而損壞裝置。因此除需洗沖澗傾斜板(管)之淤泥亦應一併降低池內水位，抑或降低水位時持續監看傾斜板(管)狀態；以噴頭沖洗時，應使用噴水噴頭，但水壓不宜過高，以防傾斜板(管)受損。

(3)高山地區冬季若有凍結可能性，必須加覆蓋保溫；另為防止陽光照射造成劣化，可將傾斜板(管)沉於水中(100 公釐至 50 公釐)，亦有防止垃圾、落葉堆積之效。

3.日常檢查

沉澱池之流入、流出、排水、溢流設備、排水閥及淤泥刮除機等日當檢查，依橫流式沉澱池辦理。此外，應隨時檢查附著於傾斜板(管)上之藻類、沉澱物堆積狀況、有無垃圾及落葉等。

4.異常之處理

原水水質安定但處理水濁度上昇時，應檢查傾斜板(管)、阻流板，支撐架是否位移破損而導致短絡流發生。若傾斜板(管)支撐架因腐蝕而破損，應儘速修復以防意外。有實例指出，因地震影響而造成傾斜板(管)破損，無法順利進行淨水處理工作，故強化台座及支撐架結構甚為重要。

5.維護

(1)傾斜板沉澱池的操作維護與傳統式沉澱池一致，只是對傾斜板部分須特別注意而已。

(2)傾斜板使用一段時間後，表面上會附著若干沉澱物，工作人員應觀察附著物的累積對膠羽沉澱的影響，而決定清覺傾斜板時間。

(3)清洗傾斜板上沉積的污泥使用高壓噴嘴時，以不損壞傾斜板而且能夠沖洗乾淨為原則。

- (4)沉澱池放空清掃時，應選擇沒有風的日子，以免損毀傾斜板。
- (5)預氯處理要完善，不使傾斜板上生長藻類。
- (6)傾斜板沉澱池，及傾斜管沉澱池等高速沉澱池，尤應隨時排除污泥，以免污泥坑之污泥沉積過多久而變實變硬，阻塞排泥管無法排除污泥。每年雨季前應逐池放乾，清洗附著於傾斜板或管之污泥，並檢修彎曲、變形、或破損之傾斜板或管，以保證沉澱池於雨季原水濁度較高時，能維持其最高之功能。
- (7)在冬季嚴寒地區的傾斜板沉澱池，清洗傾斜板時，板上會結附冰片，而降低沉澱效果。應於清洗時將沉澱池加以覆蓋，用以保持溫度，使傾斜板上不致結冰。
- (8)關於傾斜板沉澱池內的刮泥機，排泥設備的操作及維護，與傳統式混凝沉澱池相同。

(三)高速膠凝沉澱池

高速膠凝沉澱池相關操作維護說明請見本手冊 2.4.12 節。

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	池內是否有懸浮雜質或魚
		池壁是否有長青苔
		是否有水草生長
		各項附屬設施是否正常運作
		各項附屬設施外觀是否有鏽蝕
		溢流堰是否有鏽蝕
		傾斜管(板)有無破損或異物附著
		各池處理水量是否平均

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

沉澱池於清理時應注意：一般池底淤積物成份大多為微細顆粒之泥漿，經長期沉積壓密，底層流動性極低，而表層經攪動易揚起懸浮物，短時間內無法沉降。另外由於配合人工抽取底泥的抽水機因重量及排放管長度等限制因素，機動性不高，故無法在池內空間以人力不斷移動使抽泥範圍涵蓋全池，將淤積物直接抽除。因此清洗工作常控制池內進水量至至人員可入池作業之水位（約 50~60cm），先利用池內殘留水清洗池牆完成後，再儘可能抽乾，隨著殘留水抽出，將底部淤積泥漿沖刷攪動，一併抽出至污水沉澱處理槽，至於碎石、砂、濾料等淤積物則需於底部淤積泥漿抽除前，以人工方式包裝搬運吊出池外，或送入抽水坑以污水抽水機接續抽出。

作業時，工作人員應穿戴完善之防護具，如安全鞋、安全帽等，並進行整體之通風換氣，以維護作業安全。

自來水設備檢驗報告表

編號：04-11-00-A

檢驗日期：□□年□□月□□日

設備名稱	沉澱池			
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	池內是否有懸浮雜質或魚	目視/有無		
2	池壁是否有長青苔	目視/有無		
3	是否有水草生長	目視/有無		
4	各項附屬設施是否正常運作	目視/有無		
5	各項附屬設施外觀是否有鏽蝕	目視/有無		
6	溢流堰是否有鏽蝕	目視/有無		
7	傾斜管(板)有無破損或異物附著	目視/有無		
8	各池處理水量是否平均	目視/有無		
9				
10				
11				
12				
13				
14				
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：04-11-00-B

檢驗日期：□□年□□月□□日

設備名稱	沉澱池				
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					
7					
8					
9					
10					
備註： 1. 2.					
填報人員		審核人員		批示	