# 廢（污）水物化處理技術原理與實務練習題（甲級）

## 壹、前言

1. 廢（污）水按照其來源的不同可分為哪些？
   解答：1. 生活污水。
   2. 工業廢水。
   3. 畜牧廢水。

## 貳、廢（污）水物化處理技術原理與實務

2. 廢水物理處理單元有哪些？
   解答：攔污、沉砂、調勻、沉澱、浮除、過濾、物理吸附、薄膜過濾等。

3. 廢水化學處理單元有哪些？
   解答：消毒、混凝、化學沉降、化學氧化還原、離子交換、中和、電解、化學吸附等。

### 2.1 調勻處理程序

4. 調勻池的功能為何？
   解答：穩定水質及水量以利於後續各處理單元處理功能之發揮。

### 2.2 沉澱處理程序

5. 壓密沉降現象常發生於何種單元中？
   解答：通常發生在具有厚污泥層之底層，如二級沉澱或污泥濃縮設施之底層。

6. 沉澱程序中粒子的去除率如何計算？
   解答：粒子去除率=$V_S/(Q/A)$=粒子沉降速度/表面溢流率。

7. 傾斜板沉澱池功能為何？
   解答：於沉澱池加裝傾斜板，可以增加每單元之有效表面積及整流效果，藉由縮短沉降距離及降低溢流率而達到使膠羽快速沉降之目的，處理水量較矩形平底式沉澱池增加 3-4 倍。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy

8. 初沉池、化學沉澱池及生物處理系統二沉池的表面溢流率差異大，何者最小？
解答：二沉池。

9. 沉澱池實務操作上局部沉澱效果不佳之可能原因？
解答：原因可能有形成短流降低停留時間、曝氣池過度曝氣打散膠羽、慢混池和沉澱池位差過大流速過快、前面加藥單元之加藥量不當。

**2.3 其他物理處理程序（除油、沉砂、浮除等）**

10. 含油廢水的特點為何？
解答：具有一定的氣味和色度，易燃易氧化分解，含高 BOD 及 COD。

11. 重力式除油設備特色為何？
解答：API、PPI 及 CPI 此三種設備主要在處理礦物油（尤其是煉油廠的浮油廢水），在各式重力式除油設備中是屬於效率較高的設備，但因大部分為國外進口，設備維護不易。至於其對油之去除率則會隨溢流率之增加而減少，隨入流油濃度之增加而增加，當 pH 在 6.5-7.5 間時，油去除率最差，但當 pH 調到極酸或極鹼時，油之去除率則會大大提高，另當溫度升高時，油去除率也隨之提高。若比較 API、PPI 及 CPI 對油之去除率則可發現 API 的效果最差，PPI 及 CPI 則因加了傾斜板，所以效果大增；PPI 或 CPI 在除油效率上約比 API 高出 30-50%。

12. 沉砂池功能為何？
解答：沉砂池主要用於去除粒徑 0.2 mm 以上，比重 1.3-2.7 之顆粒（如砂粒、礫石、煤渣等，一般設定比重為 1.6），其功用在保護水處理系統之機動設備，減少管路沉積、沖蝕及減少處理設施之清理次數。

13. 浮除法主要移除之污染物有哪些？
解答：主要用於分離水中比重較水為低之懸浮固體、油脂及纖維等污染物，亦可使用於活性污泥與化學混凝污泥的濃縮。

14. 氣固比 (A/S) 對浮除系統之主要影響為何？

解答：1. 欲處理廢（污）水中油脂及懸浮固體量。

2. 浮除物質的上升速度，此速度控制溢流率和廢水於浮除池的水力停留時間。

3. 浮除廢水中固體物濃度。

**2.4 化學中和處理程序**

15. 酸鹼中和應用有哪些？

解答：1. 化學混凝單元：當以鋁系或鐵系之混凝劑進行化學混凝沉澱操作時，各混凝劑均有其對應之最適 pH 值範圍。

2. 重金屬離子之化學沉澱：廢水中之重金屬離子大多以加鹼產生重金屬氫氧化物沉澱去除，而各種重金屬離子皆有其最適沉澱之 pH 值範圍。

3. 硫化鈉沉澱法：使用硫化鈉和重金屬離子產生金屬硫化物沉澱以去除重金屬離子時，為避免產生 $H_2S$ 造成危害，應避免於酸性狀態下操作。

4. 高級氧化程序：Fenton 氧化反應之最適 pH 值為 2-4 間。

5. RO 處理程序：為預防結垢，需將進流水調整至適當 pH 值，使水中鹽類之溶解度最大；例如水中含鈣、鎂等離子時，需調整水質至微酸，若含矽酸鹽，則需調整至略鹼性。然需特別注意，過酸或過鹼皆會損害薄膜。

6. 氰化物之去除:含氰化物之廢水處理系統中,為防止產生 HCN 毒性氣體，需將廢水維持在鹼性。

7. 六價鉻之還原：低 pH 時，因還原劑 $H_2SO_3$ 的濃度最大，故六價鉻的還原反應速率較快，通常經由加入 $H_2SO_4$ 以調降 pH<3.0 以利還原反應之進行。

8. 氨氮之去除：氨氮是指游離氨（或稱非離子氨，$NH_3$）或離子氨 ($NH_4^+$) 型態存在的氨。

9. 硼之去除：水中之硼大都以硼酸之型態存在，而由硼酸之解離反應可知鹼性狀態下，硼酸大部分是以 $B(OH)_4^-$的型態存在，相反的，酸性狀態下則主要是以 $H_3BO_3$ 的型態存在；因此若是以 $B(OH)_4^-$作為去除標的（大部分的除硼方法皆是，例如選擇性離子交換樹脂法、化學沉澱法、薄膜分離法），則需添加液鹼提高 pH 至鹼性狀態以提高除硼效果。

10. 氨氮之生物硝化及脫氮反應均須控制在適當之 pH 範圍內以利反應之進行。

16. Fenton 氧化反應之最適 pH 值範圍為何？
解答：2-4。

**2.5 化學混凝沉澱處理程序**

17. 化學沉澱法之用途有哪些？
解答：常用於硬水軟化、廢水中之氮、磷營養鹽及汞、鉛、銅、鋅、三價鉻、硫、氰、氟、砷等有毒化合物之去除。

18. 廢水處理常見的混凝劑有哪些？
解答：硫酸鋁、硫酸鐵、氯化鐵、聚氯化鋁。

19. 硫酸鋁去除顆粒的主要 pH 適用範圍為何？
解答：中性。

20. 廢水處理程序使用助凝劑的主要功能為何？
解答：助凝劑之主要作用乃在協助混凝後所產生之細小膠羽變大以利沉降。

21. 混凝之主要作用機制有哪幾種？
解答：電雙層壓縮、電性中和、沉澱絆除、吸附及架橋。

22. 水中非碳酸鹽硬度需要使用何種藥劑方能去除？
解答：石灰-蘇打灰。

23. 水中重金屬之回收再利用技術有哪些？
解答：結晶法、離子交換法、薄膜法。

24. 鳥糞石的化學式為何？
解答：$MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$。

25. pH 調高至強鹼狀態下，硼酸大都以何種型態存在水中？
解答：$B(OH)_4^-$。

26. 混凝單元之操作步驟為何？
解答：混凝單元之操作包含 2 步驟，即快混與慢混，快混的目的是在促使混凝劑與廢水於短時間內充分混合，破壞膠體粒子之穩定性；慢混即為膠凝，其是利用速度坡降 (Velocity Gradient) 使顆粒相互碰撞而生成較大且緻密之膠羽。通常快混階段需在數分鐘（約 5 分鐘）內完成，而慢混則需要 20-30 分鐘。

27. 如果有兩個流體粒子相距 0.05 m，而其相對速度為 2 m/s，則速度梯度為何？
解答：$40\ s^{-1}$。

28. 混凝程序中 Gt 之設計值建議範圍為何？
解答：$(2\text{-}20)\times10^4$。

29. 提升化學混凝處理效果之實務操作有哪些？
解答：1. 添加之藥劑須能與廢水充分混合且停留時間最長，故一般於入流口處添加，且入流口與出流口應呈對角位置，以避免短流或藥劑浪費。
2. 快混單元之 pH 監測設備應設置於出流口附近，除了可獲得較準確之水中 pH 值以控制液鹼之加藥量外，還可瞭解準備進入慢混單元之水流 pH 值。
3. 慢混單元若採曝氣攪拌，應注意風量大小以避免過高之風量對膠羽產生衝擊。
4. 慢混池與沉澱池間的水位差以 10-15 cm 為原則，過大的水位落差易造成流速過快，愈不利於後續污泥的重力沉降。
5. 操作上應注意是否有下列現象發生並尋求可能原因及解決之道：膠羽的形成不良，有良好的膠羽形成但沉降性不佳，慢混池底部沉積污泥及池內壁腐蝕剝落等現象。

30. 氫氧化鉻沉澱通常發生於哪種 pH 範圍？
解答：8-10。

31. 對既設之金屬表面處理業及電鍍業，113 年開始管制廢水之氨氮濃度限值為何？

解答：120 mg/L。

**2.6 吸附處理程序（活性碳及離子交換樹脂等）**

32. 污染物在到達活性碳孔隙內壁表面時，通常須經過哪幾個階段？

解答：1. 由水中擴散到活性碳外圍液膜，即水體擴散 (Bulk Diffusion)。
2. 由液膜移動到活性碳表面，即液膜擴散 (Film Diffusion)。
3. 污染物沿著活性碳表面進行表面擴散 (Surface Diffusion) 或是在活性碳孔洞內的液體進行孔洞擴散 (Pore Diffusion)。
4. 被孔隙內壁之碳表面吸附。

33. 活性碳依使用目的及形狀可分成哪些？

解答：粉狀活性碳 (PAC)、粒狀活性碳 (GAC) 及活性碳纖維 (ACF) 等 3 種。

34. 廢水處理程序中活性碳的應用有哪些？

解答：粉狀活性碳通常是指粒徑小於約 200 mesh (0.075 mm) 的活性碳，主要用於加強廢水處理程序中化學或生物處理的功能；可添加於快混池或活性污泥曝氣池中，對於水中生物難分解或對微生物有害的物質加以吸附去除，以增加生物處理的效率及污泥沉澱速率。粒狀活性碳則通常是指粒徑大於 0.1 mm 以上的活性碳，為目前使用最廣泛的一種，常用於廢水處理中的管柱吸附或厭氧生物流體化床中作為微生物生長及支撐微生物的擔體。活性碳纖維則是以人造纖維作為活性碳的原料，其成本較高，但相對品質也較均勻，成品並做成布料的形式，具有良好的吸附效果及低壓降的操作特性，通常用於空氣污染控制設備或價值較高之溶劑回收設備。

35. 第一種人造之陽離子交換材料為何？

解答：熔化長石-高嶺土-鈉、鉀氧化物之化合物。

36. 離子交換樹脂之貫穿點一般被設定於出流與進流濃度比為多少？

解答：0.05。

37. 離子交換樹脂反洗之目的為何？

解答：一般反洗的目的有：打散成團的樹脂、去除樹脂柱床內因過濾作用而陷入的微細懸浮物質、消除空氣孔穴、以及再重組樹脂交換床使成均勻分布以避免再操作時產生水流的槽化 (Channeling) 現象。

**2.7 過濾處理程序（砂濾和薄膜等）**

38. 薄膜過濾程序能濾除之顆粒粒徑範圍為何？

解答：0.0001 至 10 μm。

39. 砂濾濾材對於水中顆粒之去除機制為何？

解答：直接過濾篩除、沉澱、攔截、慣性碰撞及吸附等作用。

40. 常見的薄膜通量單位為何？

解答：$L/(m^2 \cdot d)$。

41. 薄膜操作進流水的方式可分成哪兩種？

解答：截流式和掃流式。

42. 無法經由物理性清洗去除的積垢定義為？

解答：不可逆積垢。

43. Silt Density Index (SDI) 數值落在何範圍始可進入 RO 單元？

解答：<2-3。

**2.8 化學氧化還原處理程序**

44. 常用之氧化劑有哪些？

解答：氯系氧化劑（如液氯、氯氣、漂白粉、漂白水）、臭氧、過氧化氫、高錳酸鉀、空氣或氧等。

45. 脫氯較常用之還原劑為何？

解答：二氧化硫。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy

46. 欲去除水中三價鉻，於添加液鹼後形成 $Cr(OH)_3$ 沉澱物之最適 pH 範圍？
解答：7.5-10。

## 參、廢（污）水回收與再利用處理程序

### 3.3 廢（污）水回收與再利用處理程序選擇重點

47. 再生水水質氨氮標準為何？
解答：10 mg/L。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy