廢 (污) 水物化處理程序簡介練習題 (甲乙級)

參、各級廢水處理程序

1. 廢水處理系統，依處理程度，分為？

解答：前處理 (Preliminary treatment)、初級處理 (或稱一級處理) (Primary treatment)、二級處理 (Secondary treatment)、三級處理 (Tertiary treatment) 或高級處理 (Advance treatment) 設施。

肆、物理調勻處理程序

4.3 調勻池

2. 試述調勻池設置目的及其主要功能？

解答：調勻池設置目的為控制廢水水量及減少水質之變異，提供適當操作條件以利後續處理單元之正常操作。調勻池主要功能如下：

1. 提供足夠之緩衝空間平衡有機負荷，減少生物處理單元之突增負荷。
2. 提供適宜之 pH 控制。
3. 降低流量變異對後續理化及生物處理單元之衝擊。
4. 當製程廢水量減少時 (如：歲修)，使廢水得以穩定進入生物處理等後續單元。
5. 防止或平衡高濃度之毒性物質進入生物等後續單元。

3. 請列舉調勻池適用及不適用之情況？

解答：由設置目的，可知以下之適用情況：

1. 工廠種類多，製法不同，廢水量、污染強度、污染性質變化大者。
2. 必須降低毒性物質之濃度，以便處理。
3. 均勻水質、水量，使便於加藥自動控制及其他處理操作。

當工廠遇到以下情況時，廢水需分開收集處理，不適合設立調勻池：

1. 廢水混合可能產生不良之作用或影響。
2. 廢水性質差異甚大，而須採用不同處理方法者。
3. 污染低，不必處理者，無需進入調勻，如冷卻水。
4. 廢水中有回收價值之成分者；如紙漿黑液、電鍍鉻液。
5. 危險性或有毒性之廢水，需分開收集處理，如氰化物廢水。

4. 調勻池之設計要項為何？

解答：1. 水力停留時間一般為 4~8 小時。出水流量維持一定值。
2. 維持懸浮固體不沉澱之動力值為 0.005~0.01 HP/m^3。
3. 維持好氧狀態所需空氣量為 0.01~0.015 m^3 air/min-m^3。
4. 調勻池後續處理單元若為厭氧池，則須避免調勻池含氧量過高。

伍、物理沉澱處理程序

5. 沉澱池設立之主要目的為何？

解答：沉澱主要在去除水中可沉降之懸浮固體物，包括無機顆粒、生物膠羽及化學膠羽等。沉澱池除製造澄清水外，另一操作考量重點為製造出利於脫水處理之污泥。

5.2 重力沉澱處理程序

6. 影響膠凝沉澱之考量因子包含哪些？

解答：膠凝的程度乃取決於顆粒碰撞的機會，並受溢流率、槽體深度、系統速度梯度、顆粒濃度及顆粒大小所影響。

7. 試述圓形槽沉澱池之設計準則？

解答：圓形槽之尺寸設計，直徑約 9~46 m，中心進流井之直徑約為槽體直徑之 15~20%，槽體外圍深度約 2~4 m，漏斗壁之傾斜角 60^o 以上。

8. 一般沉澱池之堰負荷、表面溢流率及槽體外圍深度設計參數？

解答：堰負荷設計約為 125~500 m^3/m.d，表面溢流率約為 24~32 m^3/m^2.d，槽體外圍深度約 3~4 m。

陸、其他物理處理程序

6.1 攔污柵

9. 往復式攔污柵可依去除粒徑大小，選擇攔污柵之粗細，請問如何區別粗攔污柵及細攔污柵？

解答：柵距 50 mm 以上為粗攔污柵，20 mm 以下為細攔污柵。

6.4 砂濾處理程序

10. 過濾池之濾速範圍為何？
    解答：約 80~320 $L/m^2.min$。

6.5 薄膜過濾程序

11. 薄膜程序可依進流水方向的不同將之區分為截流式 (Dead-end) 與掃流式過濾兩種，試述此兩種過濾方式？
    解答：截流式過濾是一種進流水與出流水方向相同的過濾方式，隨著過濾的進行，被阻擋的粒子會累積在薄膜表面，形成另一阻力，導致過濾無法持續進行；掃流式過濾是一種進流水與出流水方向垂直的過濾方式，其主要設計概念是利用高速流平行通過薄膜表面，而在其上形成水流剪力 (Shear stress)，可藉此減少濃度極化層厚度並減少顆粒的沉積。

12. 當進流水之 SDI (Silt density index) 值小於多少時，方可進入 RO 單元？
    解答：SDI<2~3。

6.6 吸附處理程序

13. 污染物在到達孔隙內壁表面時，通常必須經過哪 4 個階段？
    解答：水體擴散、液膜擴散、孔洞擴散、被孔隙內壁之碳表面吸附。

14. 影響吸附行為之特性包括？
    解答：1. 比表面積大小。
    2. 孔隙大小分布。
    3. 粒徑大小。
    4. 硬度。
    5. 表面官能基及極性等。

柒、化學沉澱處理程序

7.2 化學沉澱之應用

15. 化學沉澱常應用於廢水處理哪些範圍？
    解答：硬水的軟化、磷、重金屬去除等。

16. 化學沉澱法去除廢水中重金屬，其 pH 控制特點為何？

解答：1. 兩性金屬氫氧化物於不同 pH 值下之溶解度曲線之最低點，即為最佳之操作 pH 值。

2. 當 pH 過高，兩性金屬氫氧化物沉澱物將發生再溶現象。

3. 化學沉澱法去除廢水中重金屬所得到的殘餘濃度與操作 pH 值有關。

7.3 混凝與膠凝

17. 何謂電雙層？

解答：為離子與膠體間之一種純靜電作用，因為膠體表面帶有電荷，而膠體所處之水溶液呈中性，當加入帶有相反電荷之離子，則於膠體周圍將分別有相同及相反電荷包圍，以表面帶負電之膠體顆粒為例，帶負電之外圍將吸附一層高荷密度之正電荷離子，其中參雜少數負電荷離子，稱為固定層，固定層之外，愈往外層，正電荷逐漸減少，負電荷逐漸增加，直至正負電荷所形成的淨電位約為零，此區域稱為擴散層。固定層加上擴散層，即稱為電雙層。

7.5 混凝膠凝之操作

18. 混凝程序中快混與慢混操作的目為何？

解答：快混目的在促使混凝劑與廢水於短時間內充分合，破壞膠體粒子之穩定性；慢混即為膠凝，其利用速度坡降 (Velocity gradient)，使顆粒相互碰撞而生成較大且緻密之膠羽。

19. 在機械及空氣攪拌的設計中，速度梯度 (G) 計算所需參數為何？

解答：

$$G=\sqrt{\frac{W}{\mu}}=\sqrt{\frac{P}{\mu V}}$$

其中

G：速度梯度，(m/s)/m 或 s^{-1}

W：每單位水體積之攪拌動力，$Nm/s.m^3$

P：攪拌動力，Nm/s 或 W

V：池體積，m^3

μ：水之絕對黏滯係數，$\mu_{10℃}=0.00131\ Ns/m^2$, $\mu_{20℃}=0.0010\ Ns/m^2$, $\mu_{30℃}=0.0008\ Ns/m^2$

20. 快混、慢混之設計參數為何？

解答：速度梯度之大小對懸浮粒子在水中之碰撞速率有直接的影響，因此在快混或慢混的程序中，必須提供足夠的速度梯度以達到粒子碰撞的目的，然而速度梯度的大小亦影響到水中剪力的產生，過大的速度梯度將產生過大的剪力，因而會阻礙到膠羽的形成。此外，粒子碰撞的次數和速度梯度 (G)及停留時間 (t) 的乘積成正比，因此 Gt 值成為設計的重要參數之一，一般而言，Gt 設計建議為 $(2\sim20)\times10^4$，快混與慢混之時間範圍分別為 3~10 min 與 20~40 min，則其適當之 G 值分別為 500~1,000 與 30~60 s^{-1}。

捌、其他化學處理程序

8.1 化學中和處理

21. 請列舉應用中和原理之廢水處理單元？

解答：1. 混凝單元：當以鋁系或鐵系之混凝劑進行混凝沉澱操作，各有其適當之反應 pH 值。

2. 金屬化學沉澱：廢水中重金屬多以化學沉澱法去除，藉由添加 NaOH 提高 pH 值，使產生氫氧化金屬沉澱，然各種金屬皆有其最適沉澱 pH 值。

3. 高級氧化：Fenton 氧化法之反應最適 pH 值為 2~4 間。

4. 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，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。

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

22. pH 調整之加藥控制方式包含哪些？

解答：緩衝範圍設定的控制、比例式脈衝控制、比例式頻率控制。

8.3 離子交換處理

23. 影響離子交換樹脂能力之因子有哪些？

解答：1. 懸浮固體和油脂：廢水的懸浮固體物會阻塞樹脂孔隙，妨礙離子交換的通路；油脂則會包住整個樹脂顆粒；2 者均會明顯的降低交換能力。

2. 有機物：廢水中某些高分子有機物和離子交換樹脂活性官能基結合力很強，一旦結合就很難再生，如此就會降低樹脂再

生率與交換容量。

3. 高價金屬離子：廢水中 Fe^{3+}、Al^{3+}、Cr^{3+}等高價金屬離子易被樹脂所吸附，並導致中毒，同時再生困難，將影響交換容量。
4. pH 值：一般強陽離子或強陰離子樹脂受 pH 影響較少，但弱陽離子樹脂在低 pH 時電離性低，必須在鹼性條件下才有較大的交換能力。同理，弱陰離子樹脂須在酸性條件下，將有不同的價數出現，例如含鉻廢水中的 $Cr_2O_7^{2-}$及 CrO_4^{2-}二種陰離子的比例與 pH 有關，pH 低 $Cr_2O_7^{2-}$所占比例較高，利用陰離子交換樹脂去除水中較大毒性的 $Cr_2O_7^{2-}$，其交換能力在酸性條件下比鹼性條件下為高。
5. 水溫：溫度高可增加離子交換反應速率，惟亦不能無限制地增溫，否則可能使樹脂結構瓦解。
6. 廢水中如含有強氧化劑如 Cl_2、O_3 等會使樹脂氧化分解。其中，以強陰離子交換樹脂最易被氧化，致使交換基變成陽離子型態，而喪失交換能力。

24. 若有一電鍍廠，其廢水量為 400 CMD (m^3/day)，水溫 21℃，其水質為：$[Cu^{+2}]$=20 mg/L、$[Zn^{+2}]$=15 mg/L。現擬以離子交換去除這些水中金屬離子，若陽離子交換樹脂之交換容量為 0.8 eq/L，試計算所需要的交換樹脂量？(Cu：63.5，Zn：65.4)(1)272.5 L/day；(2)545 L/day；(3)1,090 L/day；(4)1,410 L/day。

解答：544 L/day

計算過程：

1 mole 之 Cu^{+2} 與 1 mole 之 Zn^{+}具有 2 個當量 (1 mole=2 eq)

$[Cu^{+2}]$=20 mg/L=0.315 mmol/L=0.630 meq/L=0.630 eq/m^3

$[Zn^{+2}]$=15 mg/L=0.229 mmol/L=0.458 meq/L=0.458 eq/m^3

廢水量 400 CMD (m^3/day)

→含有 $[Cu^{+2}]$與$[Zn^{+2}]$共計 435.2 eq/day

(400 m^3/day×(0.630+0.458)eq/m^3)

陽離子交換樹脂之交換容量為 0.8 eq/L

→所需要的交換樹脂量=(435.2 eq/day)/(0.8 eq/L)=544 L/day

玖、污泥物化濃縮處理程序

25. 廢水處理之污泥含有大量水分，含水率約 96~99.5%，應有哪些處理程序？

解答：濃縮、調理、脫水等程序。

拾壹、污泥物化調理處理程序

26. 污泥物化調理之目的為何？

解答：增加污泥脫水性、改變污泥顆粒大小、降低比抗阻係數。

拾貳、污泥物化脫水、乾燥處理程序

12.2 污泥脫水特性指標

27. 一般常以何參數代表污泥的脫水性？

解答：比阻抗、毛細汲取時間。

12.3 污泥脫水性之影響因素

28. 污泥脫水特性之影響因素？

解答：顆粒表面之電荷水合作用、顆粒大小、可壓縮性、污泥溫度、污泥 pH 值、腐化程度、揮發性固體物含量。

29. 污泥溫度如何影響之脫水特性？

解答：當污泥溫度增加時，污泥中所含水分之黏滯性 (Viscosity) 降低，故污泥溫度升高有助於污泥中水分之移動，提高脫水效率，尤其對離心脫水法，溫度的影響更為顯著。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy