廢 (污) 水收集與處理系統規劃設計與試車驗收程序練習題
(甲乙級)

壹、前言

1. 試述《水污染防治法》第 2 條對廢水及污水有明確的定義。

   解答：廢水係指「事業於製造、操作、自然資源開發過程中或作業環境所產生含有污染物之水」；而污水則泛指「事業以外所產生含有污染物之水」，其主要來源來自於日常生活中包括廁所、廚房及浴室等產生的生活污水。

貳、廢水收集系統規劃設計階段原則

2.1 廢水收集系統規劃設計的目的與目標

2. 試述廢 (污) 水收集系統之規劃目的。

   解答：確認收集範圍、對象及其水量、水質，初步估計其工程規模、經費、期程及其影響範圍，以規劃報告、可行性分析等成果報告呈現，提供決策者作為興建該工程之參考依據。

2.2 廢水收集系統規劃設計的原則

3. 試述廢 (污) 水收集系統之考量目標與限制因子。

   解答：法規限制、用地限制、興建/營運成本、操作/維護限制、利害關係人需求等。常用之分析方法有SWOT分析模型、區間層次分析法 (權重求解)，透過外部因子的分析得出計畫將面臨的機會、威脅，對自身資源的分析得出計畫的優勢、劣勢，經過整合，運用權重、匹配分析，得出最佳建議方案。

2.3 廢水收集系統設計

4. 試述廢 (污) 水收集系統之設計目的。

   解答：基本設計在於更深入分析計算量化，規劃階段之考量因子，並辦理相關補充調查，以選定施工方法，為細部設計之前哨作業。細部設計成果為工程施工作業之依據包含細部設計圖說、工程計算書、數量計算與預算及工程規範，廢水收集系統設計專業領域涵蓋水利、土木、材料、環工等。

5. 試述廢 (污) 水收集系統設計流程及步驟。

解答：分為基本設計與細部設計，而有一些工程專案因應求於基本設計前有概念設計階段，便於編列預算及發包模式。廢污水處理系統規劃程序步驟及原則，建議可依下列概念設計、基本設計及細部設計三階段程序步驟進行：內容有資料蒐集、管線布設、水力分析、設備/材料、工程規範、工程費用分析等，其評估內容依三階段程序有不同之原則或方法。

伍、廢水收集系統檢驗驗收階段原則

5.1 廢水收集系統驗收的程序與原則

6. 專廢水收集系統竣工資料之數值化圖檔、屬性資料檔等，其內容至少須包含哪些項目？

解答：1. 重力流管線之管線資料：每段管線長度、管徑、管材類別與等級、上下游之渠底 (管道最低流水處) 高程、坡度等。

2. 重力流管線之人孔或陰井資料:人孔或陰井之位置及座標 (依序編號)、人孔蓋、地面及人孔底高程、偏心角 (距)、人孔或陰井支距等、預留管管端中心之位置、座標及管底高程。

3. 壓力管線之閥盒或操作桿中心、盲蓋等之平面定位圖及高程。

4. 於施工完成後仍然存在之物體。

5.2 廢水收集系統之檢驗及試水

7. 人孔及管段滲漏水試驗之執行方法於何種情況下採用內滲法，其餘採用外漏法？

解答：當地下水位高於測試管段最上游端管頂1 m以上時，採用內滲法，於下游端人孔裝設量水設備，或以抽水機將人孔內滲入之水量抽出，量取其滲水量；其餘採用外漏法，由最上游管端人孔灌水，使該人孔內水面高出測試管段最上游端頂之地下水位1 m以上或測試管段最上游端管頂1 m以上 (取較高者)，依量測人孔水位變化，計算漏水量。

8. 壓力管線水壓試驗，除另有規定者外，試驗壓力應為設計圖說上所註管線最高使用壓力之幾倍？如設計圖說上未註明管線之最高許可使用壓力時，應以下列所規定管材最高許可使用壓力之幾倍？惟最高試驗壓力為多少 kPa？

解答：試驗壓力應為設計圖說上所註管線最高使用壓力之1.5倍，惟最高試驗壓力為1,000 kPa，歷時1小時，並以漏水量不超過下列公式

規定時，方為合格，如設計圖說上未註明管線之最高許可使用壓力時，應以下列所規定管材最高許可使用壓力之1.5倍為試驗壓力，但最高試驗壓力為1,000 kPa施行內壓試驗。

柒、廢水處理系統規劃與設計

7.1 廢 (污) 水處理系統簡介

9. 依據處理程度分為初級、二級、三級處理設施，另外化學藥劑、營養劑添加單元，以及污泥處理單元可分為九大處理設施子系統，請試述之？

解答：1. 預處理及初級處理設施子系統：主要有攔污、計量、沉砂、除油、調整、中和、初沉、浮除等物化程序。

2. 二級處理設施子系統：通常泛指生物處理為主，主要包括活性污泥法、生物膜法及生物去氮除磷程序。

3. 三級處理設施子系統：主要有消毒、砂濾、薄膜過濾、活性碳吸附、離子交換、高級氧化等物化與生物程序。

4. 污泥處理設施子系統：主要有濃縮單元、消化單元及脫水單元。

5. 加藥設施子系統：主要包括酸鹼藥劑、氮磷營養鹽、混凝/膠凝劑、污泥脫水助凝劑等添加單元。

6. 其他設施：如VOC處理單元及厭氧生物處理單元所產生的沼氣處理。

7. 量水/計量設施：水量計測為廢 (污) 水處理中相當重要的資料，水量計測不僅會影響單元操作的正確性，亦會影響廢 (污) 水處理成本計算及收費等問題，目前常見的水量計測方式有使用量水堰、機械式水錶、超音波流量計、光學式流量計等方法進行水量記錄。

8. 水質監測分析設施：廢水處理系統因為屬於半開放性的動態系統，故於水質監測分析設施需包含物理測量、物理化學測量、化學測量，目前常用之水質監測項目有COD、SS監視水質變化及水質異常警報、ORP監測污泥反應情形、電導度則是監視水質變化並且協助廢水操作控制、污泥濃度計控制排泥情形、MLSS則為控制活性生物污泥迴流量、pH值係監視水質變化及加藥系統之控制、DO為控制曝氣機轉動達到節省電力需求、液位計係監控液位變化。

9. 控制設備：規劃處理設施需要有即時性的機械設備操作監控之控制設備，達到目標處理水水質之需求，在控制設備中需掌握監視或僅維護檢查之資訊、運作條件、進流水及處理水水質，並同時因應故障時之修理及異常情況之處理。

7.2 廢水處理系統規劃設計的目標與目的

10. 試述廢 (污) 水處理系統之規劃目的與目標。

解答：1. 處理對象及其水量、水質。

2. 無害化、安定化。

3. 滿足目標需求。

7.3 廢水處理系統規劃設計的考量

11. 試述廢 (污) 水處理系統設計目的與操作考量。

解答：1. 處理操作設計考量：計量及水質分析儀設置點、水質分析項目 (現場及實驗室)、計量及水質分析儀型式、程式控制及數據分析。

2. 程序操作設計考量：製程/管線與儀表圖 (P&ID)、電氣/程控架構圖程式控制及數據分析、操作說明書。

3. 設計內容符合操作需求：分渠設計、繞流或貯存設計、備載設計。

4. 管線操作設計考量：管線/閥件/閘門材質、閥件/閘門型式、接管、彎頭、閥件、閘門設置點。

5. 池槽/走道操作設計考量：開孔位置及蓋板材質、型式、安全設施考量。

6. 操作空間及其需求定義：電氣/程控設施、處理/輸送設備、閥件/閘門、計量及水質分析設施、控制設備。

7.4 廢水處理系統規劃設計的原則

12. 試述廢 (污) 水處理系統規劃程序步驟原則。

解答：1. 規劃程序步驟評估項目：

(1) 技術可行性：處理功能參數檢核、全廠設備功能評估、儀控及電力設備檢測、功能提升方案。

(2) 環境影響可行性：公共建設可能造成之環境影響、評估公共建設與環境因子之關係、交通衝擊評估。

(3) 政策及法律可行性：相關法令依據及法規檢討 (促參法類、目的事業法類、土地類、營建類、環評類、經濟稅賦類…等)。

(4) 經濟可行性：財務效益評估、敏感度分析、用水戶調查、處理費率分析。

2. 規劃程序步驟原則：
   (1) 資料蒐集：可透過現地訪查、檢測採樣或資料購買等方式取得。
   (2) 處理程序流程：依據收集到的資料，進行處理設施之處理規模、採用哪些單元設備、相關操作方案擬定以確定處理程序流程。
   (3) 質量平衡/功能尺寸計算:根據業主給定之設計水質及水量選擇主要之處理單元，並針對選定之處理流程進行質量平衡計算，並依據各單元設定之設計處理效率、準則及質量不滅定律，進行整體流程之平衡計算及依其結果進行功能計算。
   (4) 水力剖面/機械設備計算:水力剖面圖對於重力流管線設施評估更為重要，在管線儀表流程圖中則是提供流程設計之基本概念，便於快速準確了解技術內容及主要設備、主流程管線及流程內各流線編號與數據資料。
   (5) 費用分析：一般工程費包括設計階段作業費、工程建造費、其他費用等，污水廠廢 (污) 水相關設備，下水道系統等工程費用及整體營運操作維護成本 (包含電費、設備置換費、人事費等) 及協助編定符合業主圖說需求辦理。

13. 試述廢 (污) 水處理系統之概念設計、基本設計及細部設計等三個階段之執行原則及方法。

解答：1. 概念設計：內容需依據設計準則為主，除可參考國內外相關廠區之設計參數、設計規範及設計標準，並選定最符合需求之設計準則，概念設計中亦需綜整考慮處理效率要求、初設費與操作費用、操作維護難易度、操作維護困難度、操作彈性與可靠性、使用普遍性等層面提出「處理流程研選」等。
2. 基本設計：內容則需提供地形測量計畫及地形測量成果報告、地質鑽探計畫及地質鑽探成果報告、基本設計作業計畫、提送基本設計圖說及相關資料 (含圖說)，基本設計需依據簽訂之「契約」規定、招標文件內容基本需求書資料、參與投標時所提「服務建議書」內容等辦理，並檢討概念設計報告內容、廠區內之道路及排水工程基本設計圖說、水資中心基本設計準則、水資中心基本設計方案。
3. 細部設計：應詳述各階段設計成果所涵蓋之工程範圍及圖說內容，並提出圖目錄 (含比例)、設計計算書項目、補充施工技術規範項目、數量計算書項目，以及各項設計成果之提送

時程。完整之廢 (污) 水設計內容包括：處理流程圖及P&ID圖、主要設備機械圖說及規格表、廠區配置圖、質量平衡計算書、水力計算書及剖面圖、水理計算書、功能計算書及各單元設計特殊考量與操作策略說明、景觀綠化 (含植栽規格) 與環境整理 (含廠內道路、大門、圍牆等) 設計圖碩及施工方案、主要材料研選等工程規範與預算書、工程數量計算書等。

拾、廢水處理系統試車與驗收

10.1 試車的目的、目標及考量

14. 試述廢 (污) 水處理系統試車的目的及目標。

解答：試車的目的是於過程中了解該工程有哪一些內容需要調整而不影響其最終目標，其程序包含單體測試、系統測試及處理效率測試3項工作，測試進行前將先進行場地清理及試車前設備檢查工作，再進行各處理單元之單體測試、系統測試逐步調整及改善各單元於安裝期間可能發生之疏失，並於處理效率測試串連操作所有處理單元進行操作參數調整，使處理廠達到設計處理功能。其目標為驗證工程設計、施工成果是否符合日後處理需求，也為該工程驗收之前哨。設計參數為考量該工程數十年以上長期之營運操作需求，現今試車、驗收實況或許尚未達到限制條件，如進流水量、水質不如設計質，故於是車過程須有配套及調整驗證方法，以確認未來限制條件達標時，仍可順利操作營運，可供操作維護人員依不同限制條件需求予以調整不同操作參數與維護保養模式。

10.3 試車的程序流程及注意事項

15. 廢 (污) 水處理系統之試車程序包括單體測試、系統測試及處理效率測試 (功能測試) 3 項，試分述主要程序及注意事項。

解答：1. 單體測試：為測試各單項設備，在設計使用條件下，能否正常運轉。需連續運轉之設備，單體測試時將連續正常運轉24小時，於運轉期間須每間隔4~8小時記錄測試紀錄1次。不需連續運轉之設備，將進行動作測試，每一動作以完成一完整之操作動作為準，動作測試至少進行正常之運轉4次，連續2次間之測試相距時間至少1小時。

(1) 所有機具設備組立安裝完成後，進行單體調整試驗及動作確認試驗 (包含Sequence次序程序動作試驗)。

(2) 本階段為預檢階段，各製造廠商應派遣技師或合格代表在現場進行單體機能校正、調整、自試運轉之確認。

(3) 進行步驟可分為靜態與動態確認，茲分述如下：

A. 靜態確認：

(A) 單元配管、設備組立、配線檢查及材質、型號規格容量特性等數據現場實地確認、校核。

(B) 槽類、容器、配管等之洩漏及壓力試驗等是否已完成確認。

(C) 接地電阻之測定、絕緣電阻之測定及熱動過載保護電驛設定等檢測值之確認。

(D) 絕緣耐壓試驗證明文件之確認。

(E) 相關單元儀表計器之校準、檢測及控制機能 (含控制盤體) 確認試驗。

(F) 潤滑油、油脂檢查。

B. 動態確認：

(A) 機器設備運轉中之運轉方向、振動度、噪音度、異常音、軸承溫度之試驗檢測及確認。

(B) 保護裝置 (器) 及迴路之動作試驗、相關安全 (繼電器動作) 設定值之確認。

(C) 計時器、輔助繼電器及其他相關控制機具Sequence程序起動、停止等之動作確認、機能設定及試驗。

(D) 上述單體動作確認試驗時間約為1~4 hr之間 (採間斷運轉) 完成後，進行單體測試，測試後提出調整校核檢測數據及單體試驗性能成果報告書。

2. 系統測試：為測試各處理系統，各系統能否依人工操作控制或信號操作控制正常運轉。需連續運轉之系統，系統測試將能連續正常運轉48小時，於運轉期間須每間隔8~10小時記錄測試紀錄1次。不需連續運轉之系統，進行系統動作測試，每一動作以完成一完整之系統操作動作為準，系統動作測試至少須進行正常之系統運轉4次，連續2次間之測試相距時間至少1小時。

(1) 配合預檢階段各設備單體試驗之完成，進行第二階段各系統間構成設備程序動作是否順利，及相互間連鎖機能確認之連續運轉檢測。

(2) 執行內容如下：

A. 系統測試在於提供研判並確保進行「實際負載運轉過程」下無故障發生，包括控制程序之連鎖操作及模擬動作負荷試驗之檢測確認等。

B. 測試期間，主要設備如攔污柵、抽水機、渦流沉砂設備、沉澱池刮泥設備、鼓風機、過濾設備、泡藥系統設備、緊急發電機、污泥濃縮機、污泥脫水機及污泥消化設備，原廠技術人員在場會同，發現操作狀況不良或失誤情況發生應立即進行必要之修改、調整以確保各系統測試順利進行。

C. 模擬負載試驗，由部分系統機械設備開始，依序將其範圍擴大，分別進行確認，其最終則進行全廠所有關連系統設備機能之確認，包含中控室指令之下達及自動控制功能。

D. 檢測項目包括設備在長時間連續運轉下之各種情況變化，如「振動、軸承溫度、運轉電流、電壓」及程序數據如「壓力、流量、濃度、水質成分」等變化值；同時針對相關連鎖機能、操作條件、程度變化調節等進行確認。

E. 分系統測試應採長時間連續運轉，其檢測時間為48小時，用以連續檢測調整及觀察在實際負荷情況下系統所能預期之變化程度。

3. 處理效率測試：為測試在實際污水進水狀況下，處理水水質可符合放流水水質。處理效率得依業主要求下辦理處理效率測試，測試時間將於臺電正常供電情況下，至少連續運轉30天。處理效率測試期間，將依實際情況分析項目及頻率進行水質檢測。連續運轉30天內，至少達到連續20天符合放流水水質要求。另就污泥處理系統處理效率測試，若因試車階段尚未產生足量污泥可供污泥處理系統進行測試時，於實際污泥量達到單槽可進行功能測試後6個月內完成其處理效率測試。

(1) 所有系統中之設備分別經過上述單體測試、系統測試後，始得進行處理效率測試。

(2) 試運轉時應施以實際負載程序流體，進行操作運轉檢測並作最後之確認。

(3) 其校核重點如下所述：

A. 機具設備運轉結果與調整。

B. 運轉方法之確認。

C. 保護連鎖機能裝置等之動作確認。

D. 運轉機能之確認。

E. 程序狀態表示及警報表示連鎖單元之確認。

F. 計裝設備之設定調整，控制程序及連鎖機能確認。

G. 在實際負載下，依污水處理廠主要處理單元之設計參數進行其可能操作之檢測。
H. 依處理效率測試 (功能測試) 水質表進行處理水的水質檢驗。

附件、廢水處理系統驗收相關規定補充

16. 廢水處理系統驗收須提供之操作與維護資料應包含項目有哪些？

解答：1. 製造商之操作與維護手冊。
2. 完整說明各項產品及其操作步驟與維護 (修) 方式、規定。
3. 示意圖及建議備用零件表。

17. 廢水處理系統驗收須提供之教育訓練計畫應包含項目有哪些？

解答：1. 設備及布置說明。
2. 各類設備之功能介紹。
3. 各項設備使用說明。
4. 設備規格。
5. 各項設備之操作步驟。
6. 操作維護項目及程序解說。
7. 故障檢查程序及排除說明。
8. 講師資格。
9. 訓練時數。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy