

110 年放射性廢棄物處理設施高級運轉員

放射性廢棄物處理技術測驗題庫

申論題：

1. 廢棄物處理採用焚化法的優點？

答：

- (1) 所需的土地面積較少。
- (2) 殘渣灰分變成無害化、有機物少，適於減量化。
- (3) 能夠處理各種不同之廢棄物，環境衛生及二次公害可有效之控制。
- (4) 氣候的影響較少。
- (5) 操作有彈性，可做有限度的增加或減少處理量。
- (6) 可迅速處理大量廢棄物。
- (7) 減量效果佳，可將廢棄物體積減至 1/10~1/20。

2. 焚化爐的例行停爐操作步驟？

答：

- (1) 停止焚化爐之進料。
- (2) 確定進料已被焚化完畢（通常需要繼續焚化操作 1 倍之廢棄物滯留時間）。
- (3) 關閉主燃燒器。
- (4) 關閉第二燃燒器（如為二段式燃燒）。
- (5) 爐內溫度降至所設定之溫度以下後，關掉抽風機。
- (6) 打開進料門。
- (7) 人員要進入爐內檢查時，應先確定爐內溫度已降至安全範圍，進入前先打開抽風機清理爐內廢氣。
- (8) 對於附著在爐內管壁上之殘渣之清理，須按照操作手冊所建議的方式，用水或空氣清理之。

3. 焚化爐的例行啟爐操作步驟？

答：

- (1) 仔細檢查焚化爐之各單元，確定各部分之功能正常，需符合設計邏輯程序，才能啟動焚化爐。检查工作應注意下列各點：
 - ① 爐門及各聯鎖關鍵處是否正常。
 - ② 各燃燒器之點火及輔助功能是否正常。
 - ③ 各溫度及壓力儀錶是否正常，是否於設定值範圍內。
 - ④ 各管線、接頭及控制閥是否有漏氣。
 - ⑤ 檢查爐壁之耐火磚（泥）是否有裂縫或剝落。
 - ⑥ 各項儀錶是否均校正完畢。
- (2) 關閉所有爐門，打開抽風扇（如風扇為系統之一部分），進

行爐內空氣清淨程序。

- (3) 預熱焚化爐，通常焚化爐正式進料之前，需將焚化爐以燃燒器緩緩加熱至所需溫度，一般預熱時乃先點燃二次燃燒室之燃燒器，再點燃一次燃燒室者，而依操作規範之要求，逐漸將溫度提昇，以免對爐內機械或耐火材料造成損害，預熱至設定溫度後並需維持一定時間，以確定暖爐與穩定之條件。
- (4) 逐步加入廢棄物，並調整配合之輔助燃料進料率，以確定操作之穩定，並調節空氣流量及空氣污染控制設備至正常操作之設定條件。

4. 核電廠無機廢液來源？

答：

- (1) 管路接頭、墊圈、地面清洗除污、桶槽溢流等所造成之地面洩水。
- (2) 廠房內各種幫浦之軸封用水、監控儀器設備之抽用水等設備洩水。
- (3) 反應爐給水系統洩水及蒸汽凝結水。
- (4) 各種放射化學實驗及分析所產生之實驗室廢水。
- (5) 反應爐水淨化系統或廢水處理系統過濾器反洗之排水。
- (6) 清洗輻射防護衣物之廢水。
- (7) 廠房空調冷凝水。

5. 化學除污原理？

答：

- (1) 化學除污是將物料浸泡在溶液中，使用稀釋或高濃度的各種化學試劑來處理污染表面，以溶解金屬基底或其表面的污染層，以達成除污之目的。
- (2) 其在化學除污的應用上，取決於幾項因素：被除污物件之外型與尺寸、材料與污染的形式、化學藥劑之種類與性質及適當的流程與設備之有效性等。

6. 放射性廢棄物前處理的目的及方法？

答：

一、目的：

為分類區隔(segregation)放射性廢棄物、轉換廢棄物型態易於後續處理、回收利用。廢棄物前處理需考慮輻射防護標準、廢棄物最小化、前處理技術可行性、經濟性、後續作業(處理/固化包裝/運送/貯存/處置)之要求。

二、方法：

(1) 廢棄物收集及分類區隔

放射性廢棄物經由產源接收及運送，其中固體放射性廢棄

物主要收集於鐵箱、鋼桶、袋子內，並必須符合相關輻防法規。放射性廢液收集於貯槽，有機及無機廢液分開貯存。放射性廢棄物分類區隔係依據廢棄物放射性、物理、化學及生物特性，以區隔廢棄物。主要考慮因素為物理化學特性、核種種類半衰期、核種濃度、後續處理之要求。

(2) 化學調整

調整放射性廢棄物組成符合後續安定化處理。

(3) 降低尺寸

為了較經濟包裝放射性廢棄物，以供後續運輸或固體放射性廢棄物處理，採用切割等技術減少放射性廢棄物尺寸，典型前處理方法包括拆除、切碎等。

(4) 包裝

固化放射性廢棄物後進行包裝，以利後續整理、運送及後續廢棄物處理，為一重要之前處理程序，以符合運送法規、後續處理規範及輻防法規。典型包裝容器為55加侖桶、金屬箱、圓筒型混凝土桶及混凝土盛裝容器等。

(5) 除污

除污的目的是為了降低輻射曝露、回收利用舊設備和材料、減少需要特別處置的廢棄物體積，使場地和設施恢復到不受限制使用的狀況。

7. 評估除役設施除污技術可行性時，需考慮那些項目？

答：

在選擇除污技術，必須進行有效性及減少總輻射曝露可能性評估，安全相關系統及結構必須評估其與除污溶液相容性，所採用除污程序必須確保其有效性，評估時所包括項目：

(1) 可能輻射劑量。

(2) 欲達到除污因子。

(3) 執行除污之輻射效益與廢棄物管理效益比較之成本與效益分析。

(4) 組件達到目標除污因子之現有技術可行性。

(5) 目標除污因子之量測能力。

(6) 對工作人員與環境可能衝擊評估。

(7) 除污產生一次與二次廢棄物評估，包括體積及活度。

8. 評估固化技術可行性時，主要需考慮那些項目？

答：

選擇固化技術需考慮以下七項：

(1) 廢棄物荷載率：

固化體需容納一定量廢棄物，以降低固化體體積，減少廢

棄物運輸、貯存及處置空間，荷載率一般為25-45wt%。

- (2) 操作簡單容易：
操作於合理條件，最好於低溫及大氣環境；操作簡單容易，可將低工作人員劑量；建廠成本低。
- (3) 固化體耐久性：
固化體水浸時，核種或化學物溶出率低。
- (4) 輻射穩定性：
固化體經輻射照射時，性質穩定。
- (5) 化學組成具彈性：
固化體可容納放射性核種及化學組成物的混合物；固化體中廢棄物化學物及核種不會產生二次相，以確保固化體耐久性。
- (6) 自然界類比之可行性：
實驗室的固化體品質測試無法確定固化體長時間處置的品質，故可藉由自然界既存礦物或玻璃材料性質，以提供長期品質的重要資料，並外推固化體於處置期間的品質。
- (7) 處置環境相容性：
固化體應與處置場近地表環境相容，近地表環境的物理化學條件，可維持固化體完整性，以降低固化體之核種遷移率及傳輸至處置場外環境。

9. 我國核電廠除污技術應用現況？

答：

- (1) 電解拋光除污機：
利用惰性陰極棒與犧牲陽極之電解作用，並選擇適合的電解液將金屬表面之固著性污染物予以拋除；該設備可去除金屬表面數微米之金屬氧化膜，故除污因子(DF)高。
- (2) 放射性污染物件處理機：
適用於管路、元件之自動化除污設備，主要分為超音波清洗槽、高壓沖洗槽，可串接為一連續除污作業流程。其中超音波清洗槽具有 10,800 W 發射功率，可依物件大小調整水位及功率，適用於網狀及附著性污染物件清洗。而高壓清洗槽則擁有 15 kg/cm² 以上之水柱噴洗。
- (3) 污染物件沖洗機：
沖洗機設有兩台渦漩馬達，產生渦漩，並加入界面活性劑，可去除油污、鐵鏽與附著性鬆散污染物。
- (4) 超高壓水刀清洗機：
水刀壓力為 30,000psi，搭配附有旋轉台之鉛屏蔽除污室，於作業時，可避免污染物擴散，亦可減少工作人員輻射劑量。

(5) 機械除污：

除污人員利用配有不同鋼絲刷頭之氣動研磨工具，針對附著性污染金屬表面研磨，可適用於平面、圓管等金屬物件。

10. 超高壓壓縮特性及我國核電廠應用現況？

答：

(1) 超高壓壓縮特性：

超高壓壓縮法的運作是以物理式壓力壓縮廢棄物，在運轉的過程當中，可以隨時停機，並且快速的再次啟動，相較於其他的處理法，人力成本低廉，在管線的維護方面也較為簡單。此類處理法可簡化為單一機件系統運轉，或者與其他處理法整合於一系統當中，因此運轉成本最低，僅需負擔電力與人力的費用以及每年的保養維護費用。在運轉的過程當中，所需要更換以及花費最多的耗材為模具的內襯。

(2) 核電廠應用現況：

核二廠減容中心已具備 1,500 噸的超高壓壓縮機，每小時可壓縮 5~8 桶可壓縮廢棄物。運到減容中心的可壓縮廢棄物是裝在容積為 180 公升鋼桶中，必須先經過表面劑量的偵測和擦拭試驗，確定桶表面的輻射與污染符合規定之後，由操作員開啟雙重氣鎖門，再把這些內桶經由輸送帶輸送到超高壓壓縮系統。壓縮前先要在內桶左右兩側的上、下共打 4 個孔，以保持壓縮時桶內外壓力的平衡。

11. 我國現階段的安全管制重點工作？

答：

(1) 嚴密管制現有放射性廢棄物設施之營運安全，落實工安與輻安管理，確認各設施之運作符合安全規定。

(2) 持續督促核能電廠落實廢棄物減量，推動核能電廠積貯廢棄物之減容、安定化處理及一定活度或比活度以下廢棄物之解除管制，達成各類廢棄物之減量目標，促進貯存空間之有效利用及提昇貯存安全。

(3) 督促各核能設施改善放射性廢棄物處理設施之功能與安全性，提高營運安全與效率。

(4) 健全放射性物料法規體系，結合技術研發與實務需求，具體解決國內放射性物料問題。

(5) 加強放射性廢棄物管理資訊透明化與公眾溝通，增進民眾對放射性廢棄物管理與安全之正確認知。

12. 低放射性廢棄物焚化爐之安全管制重點為何？

答：

(1) 查證可燃廢棄物包之分檢及裝箱作業。

- (2) 查證焚化爐啟爐前檢查、升溫曲線及運轉狀態的溫度變化。
- (3) 查證驟冷器出口溫度以及冷卻水進口流量變化。
- (4) 查證袋式過濾器集灰斗溫度以及飛灰收集情形。
- (5) 查證絕對過濾器壓差以及洩漏率測試結果報告。
- (6) 審閱廠房內環境輻射監測紀錄、人員防護及輻射曝露紀錄、場區環境偵測及管理等資料。
- (7) 查證洗滌廢液核種活度分析資料。
- (8) 查證系統及廠房負壓建立情形。
- (9) 查證歷史排放紀錄(包含放射性微粒及工業廢氣)。
- (10) 查證煙囪出口處污染情形及擦拭測試紀錄。(物管局網站_低放射性廢棄物焚化爐之安全管制重點示意圖)