室內空氣品質檢驗測定方法及實務練習題

6.1 前言

1. 依「國家環境研究院」公告之標準方法，室內哪個空氣污染物須於現地進行 1 小時的空氣樣品採集後方進行實驗室分析？
   解答：甲醛 (HCHO)、總揮發性有機化合物 (TVOC)。

2. 依「國家環境研究院」公告之標準方法，室內哪個空氣污染物須於現地進行連續 8 小時的空氣樣品採集與分析作業？
   解答：二氧化碳 (CO_2)、一氧化碳 (CO)、臭氧 (O_3)。

3. 依「國家環境研究院」公告之標準方法，室內哪個空氣污染物須於現地進行連續 24 小時的空氣樣品採集與後續分析作業？
   解答：懸浮微粒 (PM_{10})、懸浮微粒 ($PM_{2.5}$)。

6.2 CO_2 檢測方法

4. 「二氧化碳 (CO_2)」定期檢測之方法、原理與測定範圍為何？
   解答：1. 方法：依據「空氣中二氧化碳自動檢測方法-紅外線法 (NIEA A448.11C)」。
   2. 原理：利用二氧化碳吸收紅外光之特性，測定樣品氣體中二氧化碳的濃度。
   3. 測定範圍：包含法規標準值及場所之最高濃度。

5. 「二氧化碳 (CO_2)」定期檢測可能造成之干擾因素與排除方式為何？
   解答：1. 干擾因素：包括水氣及一氧化碳等與二氧化碳具相同吸收特性的物質，而懸浮微粒亦是干擾來源之一。
   2. 排除方式：在氣體進入儀器之前，應以玻璃纖維或鐵氟龍濾膜濾除之。

6.3 CO 檢測方法

6. 「一氧化碳 (CO)」定期檢測之方法、原理與測定範圍為何？
   解答：1. 方法：依據「空氣中一氧化碳自動檢測方法-紅外光法 (NIEA A421.13C)」。

2. 原理：利用一氧化碳吸收紅外光之特性，測定樣品氣體中一氧化碳的濃度。
3. 測定範圍：適用空氣中濃度 50.0 ppm 以下之一氧化碳含量測定。

7. 「一氧化碳 (CO)」定期檢測可能造成之干擾因素與排除方式為何？

解答：1. 干擾因素：水氣及二氧化碳等與一氧化碳具相同吸收特性的物質，而懸浮微粒亦是干擾來源之一。
2. 排除方式：在氣體進入儀器之前，應以玻璃纖維或鐵氟龍濾膜濾除之。

6.4 O_3 檢測方法

8. 「臭氧 (O_3)」定期檢測之方法、原理與測定範圍為何？

解答：1. 方法：依據「空氣中臭氧自動檢驗方法-紫外光吸收法 (NIEA A420.12C)」。
2. 原理：利用臭氧對紫外光的吸光特性，量測樣品氣體於 254 nm 的吸光強度，以計算空氣中臭氧的濃度。
3. 測定範圍：適用於測定空氣中濃度介於 0.00~0.50 ppm 的臭氧。

9. 「臭氧 (O_3)」定期檢測可能造成之干擾因素為何？

解答：凡是與臭氧有相同吸收光帶 (254 nm) 的物質，均易造成干擾。

6.5 甲醛 (HCHO) 檢測方法

10. 「甲醛 (HCHO)」定期檢測之方法、原理與測定範圍為何？

解答：1. 方法：依據「空氣中氣態之醛類化合物檢驗方法-以 DNPH 衍生化之高效能液相層析測定法 (NIEA A705.12C)」。
2. 原理：空氣中氣態之醛類化合物，以定流量之採氣泵，將空氣中之醛類化合物收集至含2,4-二硝基代苯肼 (2,4-DNPH) 和過氯酸溶液之收集瓶中，樣品經 0.45 μm 濾膜過濾後，直接注入高效能液相層析儀 (HPLC)，測定樣品中醛類化合物之含量。
3. 測定範圍：適用於測定空氣中濃度介於數 ppb 至 10.0 ppm 之甲醛。

11. 「甲醛 (HCHO)」定期檢測可能造成之干擾因素為何？

解答：分析過程中來自吸收液中不純物之干擾，亦可能來自成分複雜的空氣樣品，以致造成層析圖中訊號的部分重疊。

6.6 總揮發性有機化合物 (TVOC) 檢測方法

12. 「總揮發性有機化合物 (TVOC)」定期檢測之方法、原理與測定範圍為何？

解答：1. 方法：依據「空氣中揮發性有機化合物檢測方法-不鏽鋼採樣筒/氣相層析質譜儀法 (NIEA A715.15B)」。

2. 原理：將已先抽真空之不鏽鋼採樣筒以瞬間吸入或固定流量採集方式收集空氣中揮發性有機化合物，利用冷凍捕集方式濃縮一定量的空氣樣品再經熱脫附至氣相層析注入口前端再次冷凍聚焦，最後注入氣相層析質譜儀 (GC/MS) 中測定樣品中揮發性有機化合物的含量。

3. 測定範圍：空氣中特定揮發性有機化合物在數個 ppbv 之濃度範圍。

13. 「總揮發性有機化合物 (TVOC)」定期檢測可能造成之干擾因素為何？

解答：不鏽鋼採樣筒的污染；使用加壓採樣設備時，需確認該系統未受污染；樣品中過量的水氣、空氣中二氧化碳會對分析造成干擾；樣品經過之管路及接頭，皆須保溫以減少吸附干擾；分析設備在分析含有高濃度樣品時，亦可能會產生嚴重污染，而造成後面樣品分析時之污染；實驗室分析樣品時，亦可能受到有機溶劑之干擾等。

6.7 細菌檢測方法

14. 細菌檢測方法的原理為何？

解答：使用衝擊式採樣器抽吸適量體積之空氣樣本，直接衝擊於適合細菌生長之培養基上。並於 30±1℃培養 48±2 小時生長後，計數培養基上細菌之菌落數，並換算每立方公尺空氣中的細菌濃度。

15. 細菌檢測方法可能造成之干擾因素為何？

解答：採樣器之幫浦及蓄電池功能異常或功率衰減，造成採樣器操作時流量變異；空氣體積計算的誤差可能來自流量或採樣時間測

量所產生；採樣器直接放置於空調進出口下方或正對空調進出口；真菌數量過多遮蔽或抑制細菌之生長，並可能影響總細菌數之判讀與計數。

6.8 真菌檢測方法

16. 真菌檢測方法的原理為何？

解答：使用衝擊式採樣器抽吸適量體積之空氣樣本，直接衝擊於適合真菌生長之培養基上。並於 25±1℃培養 4 至 5 天生長後，計數培養基上真菌之總菌落數，並換算每立方公尺空氣中的真菌濃度。

17. 真菌檢測方法可能造成之干擾因素為何？

解答：採樣器之幫浦及蓄電池功能異常或功率衰減，造成採樣器操作時流量變異；空氣體積計算的誤差可能來自流量或採樣時間測量所產生；採樣器直接放置於空調進出口下方或正對空調進出口；細菌數量過多可能影響總真菌數之判讀與計數。

6.9 粒徑小於 10 微米之懸浮微粒 (PM_{10}) 檢測方法

18. 「粒徑小於 10 微米之懸浮微粒 (PM_{10})」之量測方法有哪些？

解答：1. 「空氣中粒狀污染物自動檢測方法-貝他射線衰減法 (NIEA A206.11C)」。
2. 「空氣中粒狀污染物自動檢測方法-慣性質量法 (NIEA A207.11C)」。
3. 「空氣中懸浮微粒 (PM_{10}) 之檢測方法-手動法 (NIEA A208.13C)」。

6.9.1 貝他射線 (β 射線) 衰減法

19. 「空氣中粒狀污染物自動檢測方法-貝他射線衰減法 (NIEA A206.11C)」之原理、測定範圍以及潛在干擾因素為何？

解答：1. 原理：本方法為自動檢測法，以貝他射線照射捕集微粒之濾紙，量測採樣前後貝他射線通過濾紙之衰減量，再根據其微粒濃度與輻射強度衰減比率關係由儀器讀出空氣中粒狀污染物的濃度。
2. 測定範圍：適用於測定濃度範圍介於 0 $\mu g/m^3$ 至 1×10^4 $\mu g/m^3$ 之 PM_{10} 懸浮微粒。

3. 潛在干擾：水氣；濾紙捕集過量之微粒；在臨海地區執行檢測時，海水鹽沫之干擾亦可能造成誤差。

6.9.2 手動法

20. 「空氣中懸浮微粒 (PM_{10}) 之檢測方法-手動法 (NIEA A208.13C)」之原理、測定範圍以及潛在干擾因素為何？

解答：1. 原理：利用空氣採樣器以定流量抽引空氣經一或多個落於 PM_{10} 粒徑範圍內之分徑樣品。PM_{10} 粒徑範圍內之每個分徑區段即在特定採樣期間由個別之濾紙收集。在採樣前、後 (經溼度調節後) 將每張濾紙秤重，以決定所收集之 PM_{10} 微粒淨重。

2. 測定範圍：採樣器在特定流量限制下操作，可以量測至 300 $\mu g/m^3$ 之 24 小時 PM_{10} 質量濃度。

3. 潛在干擾：揮發性微粒、人為污染、溼度、濾紙處理、流量變異、空氣體積計算。

6.10 粒徑小於 2.5 微米之懸浮微粒 ($PM_{2.5}$) 檢測方法

21. 粒徑小於 2.5 微米之懸浮微粒 ($PM_{2.5}$) 檢測方法的原理為何？

解答：原理以定流量抽引空氣進入特定形狀之採樣器進氣口，經慣性微粒分徑器，將氣動粒徑小於或等於 2.5 微米 (μm) 之細懸浮微粒 ($PM_{2.5}$) 收集於濾紙上。而此濾紙於採樣前、後均於特定溫度與溼度環境中調理後秤重，以決定所收集之 $PM_{2.5}$ 微粒之淨重，再除以 24 小時之採樣總體積即得微粒 24 小時之質量濃度。

6.12 室內空氣品質檢驗測定的種類與使用時機

6.12.2 名詞定義

22. 何謂「零點偏移」與「全幅偏移」的較正測試？

解答：1. 零點偏移：指自動監測設施操作一定期間後，以零點標準氣體或校正器材進行測試所得之差值。

2. 全幅偏移：指自動監測設施操作一定期間後，以全幅標準氣體或校正器材進行測試所得之差值。

6.13 室內空氣品質巡查檢驗

6.13.1 巡查檢驗之項目及頻率

23. 巡查檢驗應量測之室內空氣污染物項目，除中央主管機關另有規定外，至少應包含何種污染物？
解答：至少應包含二氧化碳。

6.13.2 巡檢點最低數目之規定

24. 管制室內空間小於等於 2,000 平方公尺者，巡檢點總數至少應為幾點？
解答：至少應有 5 點。

25. 管制室內空間大於 30,000 平方公尺者，以管制室內空間每增加 900 平方公尺應增加 1 點，且巡檢點總數不得少於幾點？
解答：40 點。

6.13.3 室內空氣品質檢測之流程規劃

26. 公告場所巡查檢驗應避免受局部污染源干擾，距離室內硬體構築或陳列設施以及門口或電梯等最少應有幾公尺以上？且規劃選定巡檢點應平均分布於公告管制室內空間樓地板上。
解答：距離室內硬體構築或陳列設施最少 0.5 公尺以上及門口或電梯最少 3 公尺以上。

6.14 室內空氣品質定期檢測

6.14.1 定期檢測之項目及頻率

27. 公告場所定期檢測之檢驗頻率，除中央主管機關另有規定者外，應每幾年實施定期檢測室內空氣污染物濃度至少一次。公告場所實施第二次以後之定期檢測，應於第一次定期檢測月份前後幾個月內辦理之？
解答：1. 應每 2 年實施定期檢測室內空氣污染物濃度至少一次。
2. 實施第二次以後之定期檢測，應於第一次定期檢測月份前後 3 個月內辦理之。

6.14.2 定期檢測採樣位置最低個數之規定

28. 定期檢測採樣位置最低個數之規定為何？
解答：1. 管制室內空間小於或等於 5,000 平方公尺者，採樣點位置至少 1 個。
2. 管制室內空間大於 5,000 平方公尺至小於或等於 15,000 平方公尺者，採樣點位置至少 2 個。

3. 管制室內空間大於 15,000 平方公尺至小於或等於 30,000 平方公尺者，採樣點位置至少 3 個。
4. 管制室內空間大於 30,000 平方公尺者，採樣點位置至少 4 個。

29. 生物性污染物採樣點數目，依場所之公告管制室內空間樓地板面積每 1,000 平方公尺，累進採樣點應有幾個？
解答：1 個。

30. 哪一種污染物之檢測須於室外相對位置進行採樣？
解答：真菌。

6.14.3 定期檢測及連續監測結果之公布及保存方式

31. 定期檢測之結果應自定期檢測採樣之日起幾日內，併同其室內空氣品質維護計畫，以網路傳輸方式申報？
解答：45 日內。

32. 室內空氣品質定期檢測結果，應逐次彙集建立書面檔案或電子檔，保存幾年？
解答：保存 5 年。

6.15 室內空氣品質連續監測

6.15.1 自動監測設施之設置數目與監測物種

33. 公告場所設置自動監測設施之數目，依其公告管制室內空間樓地板面積每多少平方公尺，應設置 1 台自動監測設施？辦理連續監測之室內空氣污染物之主要種類？
解答：1. 每 2,000 平方公尺 (含未滿) 應設置 1 台。
2. 二氧化碳及其他經中央主管機關指定者。

6.15.2 自動監測設施之條件規定

34. 自動監測設施應符合量測室內空氣污染物之功能，依據「公告場所室內空氣品質檢驗測定管理辦法」附錄，設置自動監測設施應符合哪些規定？

解答：1. 包含室內空氣污染物測定設備、監測資訊記錄設備及附屬電子媒體即時顯示設備。
2. 設置自動監測設施之監測採樣位置，應具代表性且分布於各樓層，於同樓層者應平均分布於樓層空間。
3. 二氧化碳測定設備之測定範圍，至少應涵蓋 400 至 5,000 ppm 之室內空氣中二氧化碳濃度範圍，且解析度應達 1 ppm。

6.15.3 連續監測之暫停規定

35. 公告場所依連續監測作業計畫書進行設置自動監測設施，於開始操作運轉前幾日，應通知直轄市、縣 (市) 主管機關並在其監督下進行操作測試？場所擬進行自動監測設施之汰換或變更採樣位置時，應於幾日前報請直轄市、縣 (市) 主管機關同意？場所自動監測設施故障或損壞，致無法連續監測室內空氣品質時，應於發現後幾日內，通知直轄市、縣 (市) 主管機關，得暫停連續監測？

解答：1. 前 7 日。
2. 30 日。
3. 2 日內。

國家環境研究院 National Environmental Research Academy