

非法定排放空氣污染物採樣檢測方法

中華民國 110 年 11 月 18 日環署授檢字第 1101006270 號

自公告日生效

NIEA A004.70C

一、方法概要

以遙控無人機(drone)搭載不鏽鋼筒或吊掛採樣設備遠端進行非法定排放(例如：繞流排放、逸散或其它非屬依法核准之空氣污染物排放行為等)空氣樣品採樣作業，樣品後續依測定污染物物種選擇適當檢測方法進行檢測；或由採樣人員搭配高空作業車／雲梯車或其它適當載具，攜帶採樣設備或氣體導引設備至採樣點，執行採樣作業，樣品後續依測定污染物物種選擇適當檢測方法進行檢測，或抽引空氣樣品至現場檢測分析儀器行現場檢測。依據檢測空氣污染物物種，選擇現行之排放管道、周界及環境大氣、設備元件或其它依空氣污染防治法指定方法之樣品保存方式及檢測步驟，檢測非法定排放空氣污染物濃度。

二、適用範圍

本方法適用於以遙控無人機搭載不鏽鋼筒或吊掛採樣設備，或以高空作業車／雲梯車或其它適當載具攜帶採樣設備或氣體導引設備，進行非法定排放空氣污染物之採樣及檢測。

三、干擾

略

四、設備與材料

(一) 無人機(註1)：

- 1.多軸旋翼機或其它類型，如圖一。
- 2.最大起飛重量應考慮並設計包含機體、酬載系統及採樣設備之重量。
- 3.採電池供給電力，且需具備可往返採樣地點之蓄電量。
- 4.可由飛行控制軟體控制飛行或可於現場直接遙控之類型。
- 5.感測系統：感測系統可搭配 GPS，以偵測記錄採樣點座標。
- 6.資料鏈結與通訊傳輸系統：操作端裝置(遙控器、移動裝置或地

面控制站)與通訊系統之最大可控制/傳輸範圍至少達能夠超過採樣點位之距離(例如:數據與影像資料傳輸)。若是為無線傳輸時,須於採樣前與採樣後進行傳輸測試,以確認未受干擾可正確傳輸。

7.酬載系統:除維持運作外,其餘設備或材料之荷重稱為酬載,可分為監控、採樣及其它設備。

8.監控系統:如有記錄採樣過程需求時,可於無人機上搭配高解析取像單元(例如:數位攝影機)以紀錄採樣過程。亦可以遠端錄影或拍照方式記錄採樣過程。

9.地面飛行控制軟體(非必要):可視採樣需求選擇搭配。

(二)高空作業車/雲梯車或其它適當載具:視需求擇定可安全搭載採樣人員及採樣設備至採樣點,進行採樣作業之高空作業車或雲梯車。

(三)採樣系統:採樣系統所列之設備,除有特別規定外,依據採行之採樣方式及分析採用之公告方法規定準備。包括:

1.不鏽鋼採樣筒,如圖二。

2.採氣袋。

3.吸附管。

4.衝擊瓶(組)。

5.適當之氣體吸收裝置。

6.隔膜式採樣泵。

7.氣體導引設備:使用鐵氟龍管、矽膠管或適當材質管件,以高空作業車/雲梯車至採樣點,搭配適當流率採樣泵遠端抽引空氣樣品。

8.樣品氣體分配器(或樣品氣體歧管):材質可為玻璃或其它適當材質。

9.現場分析儀器:依據檢測物種擇定,例如:可攜式儀器火焰離化偵測器(Flame ionization detector, FID)或光離子化偵測器(Photo ionization detector, PID)或其它可攜至現場之檢測分析設備等。

10.不鏽鋼採樣筒或搭載/吊掛之隔膜式採樣泵可搭配使用定時或遙控啟動/關閉裝置,或其它適當之設備。

11.熱顯像儀/氣流顯像儀(非必要):可即時顯像採樣點附近溫

度或氣流。

12.直讀式二氧化碳測定儀（非必要）：可即時測定二氧化碳濃度值並將訊號回傳至顯示面板。

13.直讀式碳氫化合物測定儀／揮發性有機物測定儀（非必要）：可即時測定碳氫化合物或揮發性有機物濃度值並將訊號回傳至顯示面板。

五、試劑

採樣及後續檢測所需試劑，可依據選擇之採樣方式及後續分析採用之公告方法規定。

六、採樣與保存

（一）採樣前準備

- 1.採樣作業前，應先就預定採樣地點進行準備作業。如以無人機採樣時，建議需事先瞭解現場風向風速、天氣狀況、飛行干擾物以及是否為飛航管制區或禁限航區域等。必要時可先進行試飛作業，以確認無人機於現場飛行能力，例如：氣流或風速限制是否干擾飛行。
- 2.依據所欲檢測之空氣污染物物種，由現行排放管道、周界及環境大氣、設備元件或其它依空氣污染防治法指定公告方法，選擇適當方法進行現場採樣、樣品保存及後續檢測分析。
- 3.應先檢查無人機及採樣設備是否具備正常功能。例如：無人機電池電量、GPS定位、軟體更新、地面控制站、機翼、機械構造物及攝影/照相設備及採樣所使用之設備。

（二）現場採樣

採樣時可依需求由「六、（二）1.」至「六、（二）3.」選擇適當載具方式，採樣流率則依據檢測項目選擇方法：

- 1.以無人機搭載不鏽鋼採樣筒或吊掛採氣袋、吸附管、衝擊瓶或其它適當氣體吸收裝置搭配採樣泵遠端進行空氣樣品採樣作業，需具備定時或遠端啟動功能以開啟不鏽鋼採樣筒或採樣泵進行採樣。
- 2.由採樣人員搭乘高空作業車／雲梯車等適當載具，攜帶採氣袋、吸附管、衝擊瓶或其它適當之氣體吸收裝置搭配採樣泵等採樣設備或現場檢測分析儀器至採樣點執行採樣或檢測分析。
- 3.由採樣人員以高空作業車／雲梯車等載具或伸縮桿等適當延伸工具，將延伸用鐵氟龍管、矽膠管或適當材質管件伸至採樣點，以

採氣袋、吸附管、衝擊瓶或其它適當之氣體吸收裝置搭配採樣泵等採樣設備或現場檢測分析儀器進行採樣檢測。如管線距離太長時，可考慮於地面先以大流率採樣泵抽引採樣點之空氣至樣品氣體分配器（或樣品氣體歧管），由氣體分配器導入現場檢測分析儀器或採氣袋、吸附管、衝擊瓶或適當之氣體吸收裝置中，惟需確認採樣過程有充足之樣品氣體由採樣點被導入樣品氣體分配器，即採樣過程多餘之樣品氣體係由（或樣品氣體歧管）另一排出口維持持續排出之狀態，此部分可搭配浮子流量計或適當設備確認。採樣示意圖如圖三、圖四。

4. 使用吸附管、衝擊瓶或氣體吸收裝置時，需另再搭配流量計計算進樣氣體體積。
5. 如檢測依據之方法需設置校正閥 A 及校正閥 B 時（例如：「排放管道中氮氧化物自動檢測方法－氣體分析儀法，NIEA A411.7（註 2）」），如係採將樣品氣體直接導入氣體分析儀檢測之方式時，則將校正閥 A 裝設於氣體分析儀之前便於人員操作之處；如係採將樣品氣體導入氣體分配器，再由氣體分配器導入氣體分析儀時，則將校正閥 A 裝設於樣品氣體分配器及氣體分析儀之間。
6. 如檢測依據之方法規定採樣管線需保溫者，使用本方法採樣檢測時管線可免保溫。
7. 依據「六、（二）1.」進行採樣時，如適用之方法規定需進行採樣前或採樣後測漏時，可於無人機起飛前或無人機採樣結束降落後執行測漏。
8. 採樣時應記錄下列資訊：(1)採樣起訖時間(2)採樣位置（例如：GPS 定位、高程或其它相關特定採樣位置之訊息）(3)採樣過程應進行攝影或拍攝照片(4)應記錄當時天氣狀況（例如：陰天、晴天或雨天，及採樣地點風速、風向）。
9. 採樣時可搭配使用下列設備作為採樣輔助工具輔助確認污染物排出或逸散時之氣流或煙團狀態，以擇定採樣點（非必要）：
 - (1)熱顯像儀或氣流顯像儀。
 - (2)直讀式二氧化碳測定儀：燃燒製程排放較適用。採樣前可繞行目標處，擇定二氧化碳濃度相對較高之處作為採樣點，採樣示意圖如圖五。
 - (3)直讀式碳氫化合物測定儀或揮發性有機物測定儀：排出污染物包含揮發性有機物時較適用。採樣前可繞行目標處，擇定碳氫化合物／揮發性有機物濃度相對較高之處作為採樣點。

(4)其它可輔助確認污染物排出或逸散時氣流或煙團狀態之測定設備。

- 10.採樣時應進行背景點採樣，且至少應採集 2 個背景點樣品，2 個背景點樣品可為同一點位或不同點位。
- 11.以高空作業車／雲梯車等載具或伸縮桿等延伸工具，於採樣設備組裝後，建議於進行採樣前先進行整體系統測試，例如：伸縮桿伸長過程採樣管線是否能維持妥善固定於伸縮桿上等。
- 12.無人機如需安裝採樣管時，可設計成盡量對稱，以達到飛行時有較佳之平衡效果，另進氣口可設計避開旋翼正下方，可減少旋翼造成之擾動，示意圖如圖六。

(三) 樣品保存

完成採樣後，樣品依據採行之公告方法樣品保存相關規定進行保存。

七、步驟

樣品後續檢測步驟，依據檢測項目採行之公告方法分析相關步驟進行檢測。

八、結果處理

檢測結果依據採行之公告方法相關規定進行結果處理。

九、品質管制

採樣時應依據採行之公告方法規定採集現場品管樣品，品管樣品的種類、數量及執行方式原則上依該公告方法辦理，但現場品管樣品可於地面執行即可，例如：於無人機起飛前或後，於地面進行測漏後回收品管樣品；以高空作業車／雲梯車或其它適當載具或伸縮桿等延伸工具，搭配氣體吸收裝置搭配採樣泵等或現場檢測分析儀器，於採樣設備組裝完成後，可先進行現場品管樣品採樣。樣品檢測之品質管制依據採行之公告方法相關規定進行。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

- (一) 行政院環境保護署，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 A715.16B，中華民國 110 年。

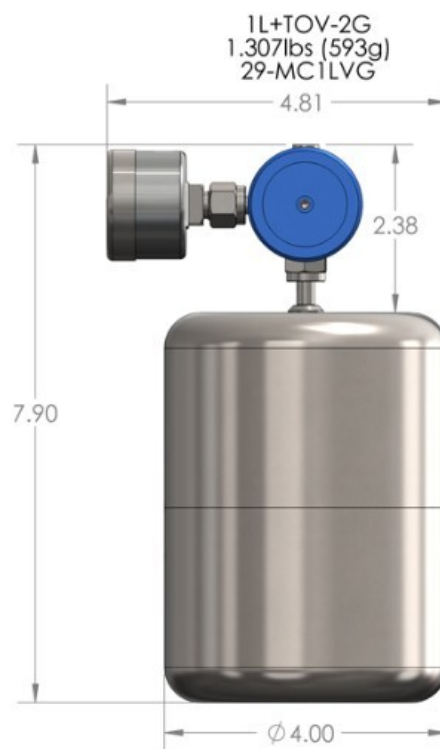
- (二) 排放管道中氣態有機化合物檢測方法－採樣袋採樣/氣相層析火焰離子化偵測法 NIEA A722.76B，中華民國 108 年。
- (三) 排放管道中總碳氫化合物及非甲烷總碳氫化合物含量自動檢測方法－線上火燄離子化偵測法 NIEA A723.74B，中華民國 109 年。
- (四) 揮發性有機物洩漏測定方法－火焰離子化偵測法 NIEA A706.73C，中華民國 100 年。
- (五) 行政院環境保護署，109 年度南區水庫水質治理前瞻綜合管理計畫，中華民國 109 年。
- (六) 交通部民用航空局，遙控無人機管理規則，中華民國 110 年 7 月。
- (七) 交通部民用航空局，遙控無人機專章，中華民國 107 年 4 月。

註 1：採樣使用之無人機及操作人員資格，需符合現行「民用航空法」中「遙控無人機專章」及相關規定。

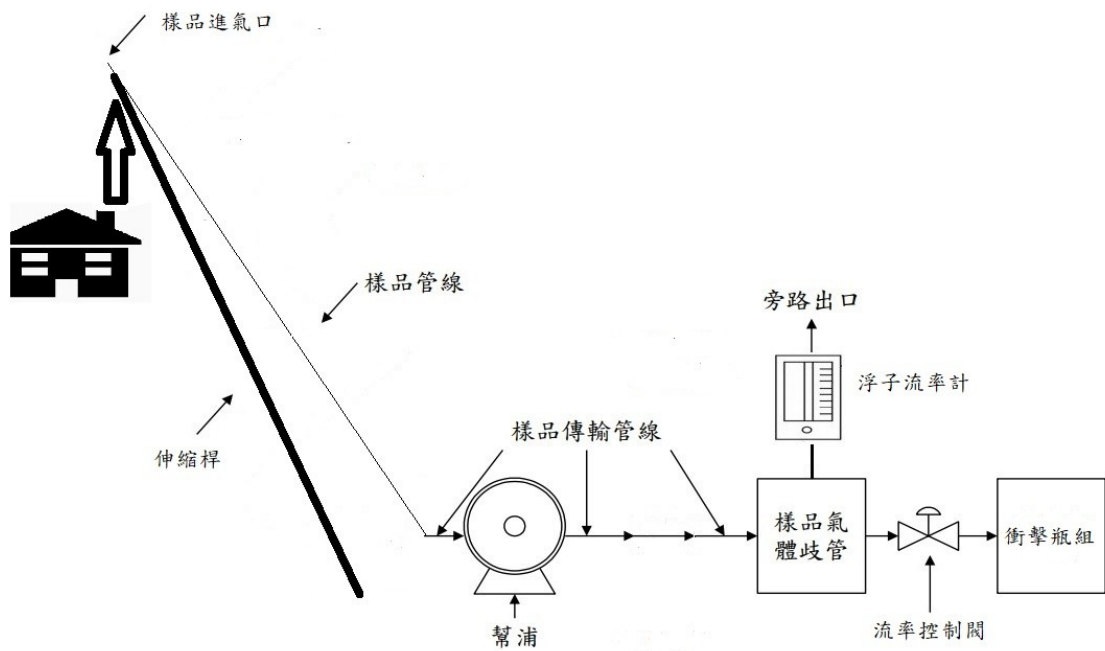
註 2：本文引用之公告方法名稱及編碼，以行政院環境保護署最新公告者為準。



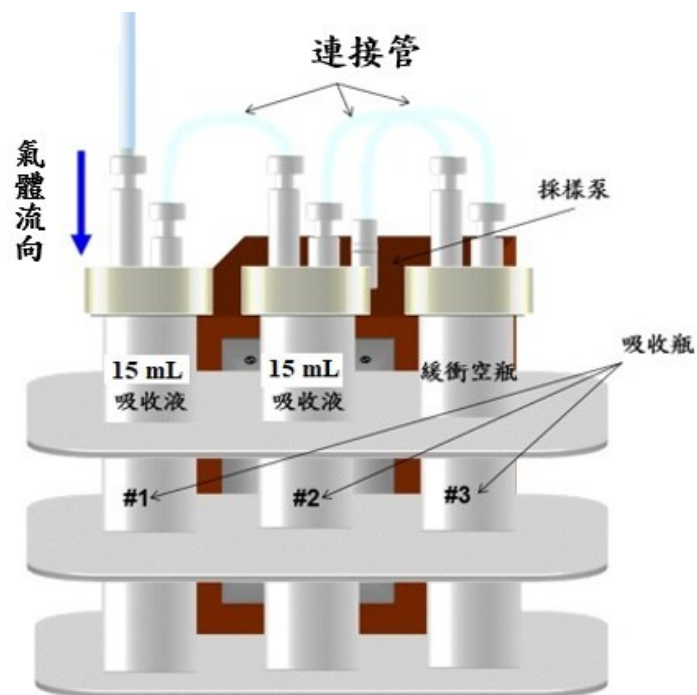
圖一 多軸旋翼機示意圖



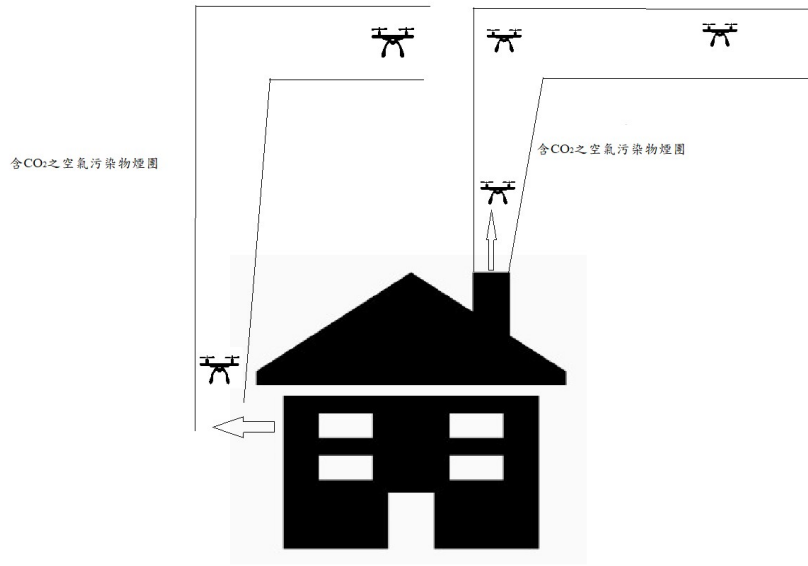
圖二 不鏽鋼採樣桶圖例



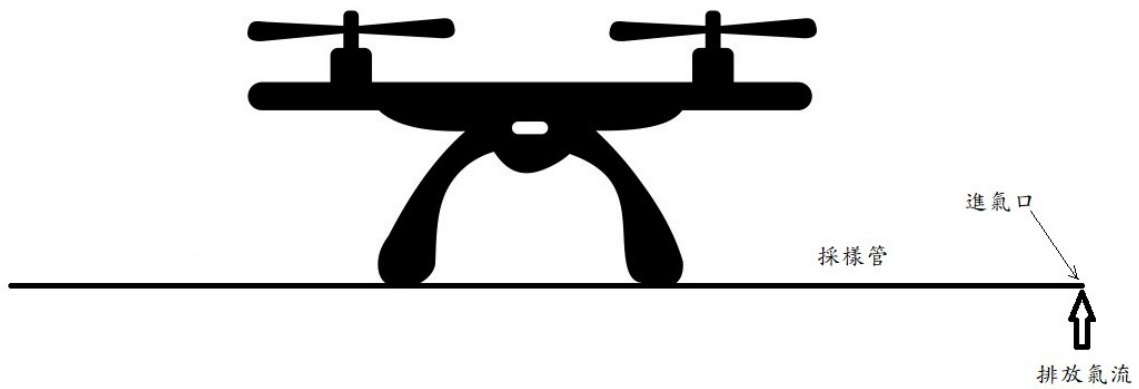
圖三 以伸縮桿及衝擊瓶組進行非法定排放採樣示意圖



圖四 衝擊瓶組示意圖



圖五 以直讀式二氧化碳測定儀輔助進行非法定排放採樣示意圖



圖六 無人機採樣管及進氣口設計示意圖