

排放管道中粒狀污染物不透光率檢測方法－影像判定法

中華民國113年1月12日環部授研字第1135100457號

自發布日生效

NIEA A221.70B

一、方法概要

本方法利用光學原理及影像判煙技術，進行排放管道出口廢氣不透光率檢測，作為判定粒狀污染物是否符合排放標準依據。

二、適用範圍

本方法適用於排放管道排放粒狀污染物（黑煙）不透光率檢測。

三、干擾

- (一) 背景雲層流動時，會造成煙流背景變動，並影響不透光率辨識結果。
- (二) 煙流重疊會影響不透光率判定。
- (三) 隨著煙流顏色和背景之間對比降低，觀察到的不透光率也會隨之降低。為能在判讀時達到最大不透光率，須使煙流與背景為最佳對比時，判定粒狀污染物不透光率。
- (四) 光度不足會影響煙流不透光率判讀。在影像拍攝期間，必須有足夠自然光來增強煙流和背景照度。
- (五) 測量蒸汽煙流（或稱冷凝水蒸汽）不透光率會有明顯誤差，該煙流可分成兩種不同的類型出現，分別是附著式(Attached)煙流或分離式(Detached)煙流。
- (六) 當影像判煙系統離煙囪太近時，觀測煙流之路徑長度會變長，影響判讀煙流不透光率。

四、儀器與設備

(一) 環境量測設備

- 1.照度計：作為判定環境照度使用，照度大於 3,000 勒克斯 (Lux, 簡寫 lx) 時，器差為 $\pm 6\%$ ，照度小於 3,000 lx 時，器差為 $\pm 4\%$ 。
- 2.風向風速計：風向計最小刻度為 1 度或更佳，風速計須符合七、品質管制。
- 3.全球導航系統(GNSS)定位器：記錄監測點位置，提供計算目標物距離以及太陽的相對位置，其準確度小於 3 公尺。

4.測距儀：測量範圍至少大於影像判煙系統架設處到欲測物距離，準確度為 10 公分或更佳。

5.角度測量儀：測量範圍須大於 180 度，最小刻度小於 1 度。

(二) 影像拍攝及處理設備

1.設備可為數位相機或網路監控攝影機(IP camera)。

2.拍攝功能：應具備拍攝粒狀污染物煙流影像之能力。

3.儲存功能：可記錄排放管道煙流影像設備，數位相機須具備固定時距，每 5 秒拍 1 張，共拍攝 24 張照片以上，網路監控攝影機須至少連續拍攝 1 分鐘以上照片或影片之存取速度與儲存空間。

4.處理功能：應具備影像分析單元，並具備辨識煙流不透光率能力。

5.可自動或手動方式選取煙流矩形區域。

6.可辨識煙流及背景對比度。

(三) 影像傳輸設備

1.具備固定網路或 4 G 以上行動網路，最低傳輸速率須大於 10 Mbps 之傳輸功能。

2.具備數位簽章之功能。(如附錄之五、說明)

五、測量方法

(一) 影像判煙系統檢查與設置

1.架設位置應能使影像判煙系統清楚拍攝排放管道排放煙流影像。

2.架設地點宜平坦並能使影像判煙系統保持穩定。

3.影像判煙系統完成架設開機後，應確認環境量測設備、影像拍攝及處理設備、影像傳輸設備均已正常運作，並執行整體系統自我測試，確認影像畫面清晰且無過度曝光或補光不足，環境量測設備的數值均記錄於系統，以上測試結果須確認及記錄，以確保影像判煙系統功能無誤。

4.使用影像判煙系統，現場所有設備時間使用前須與國家標準時間對時。

(二) 確認環境條件

1.使用測距儀或適當設備測量，決定影像判煙系統架設處到排放管道氣體出口距離及其距地面高度，並確定距離至少三倍煙囪高度以上觀察煙流。

2.亦可將角度測量儀置於影像拍攝及處理設備同水平面上，並保持

水平對準排放管道，再調整角度（仰角或俯角）對準排放管道排放口，確認夾角小於 18 度（如附錄之六、（一）說明）。

3. 使用 GNSS 定位器以瞭解污染源位置，在系統內確認太陽位置應在面對排放管道影像判煙系統後方 140 度（太陽投影後水平角 ± 70 度）扇形區域內。太陽與影像拍攝及處理設備的垂直夾角小於 70 度（如附錄之六、（二）及（三）說明）。
4. 使用照度計進行環境照度量測，確保垂直照度大於 1,000 lx。
5. 觀察煙流方向，確認煙流方向與影像拍攝及處理設備的鏡頭方向約略垂直（如附錄之六、（四）說明）。除法令或行政規則命令另有規定外，可透過觀察排放口附近飄揚旗幟或拋向空中少量灰塵方向來判斷。
6. 辨識黑煙時，須確認煙流與背景間有足夠的對比度，可藉由影像判煙系統儀器或設備讀取，黑煙背景與煙流其對比度須高於 1.1。（如附錄之六、（五）說明）。
7. 以上環境資訊須於判煙過程中連續量測並記錄及存檔。

（三）影像拍攝與資料處理

1. 影像判煙系統擷取影像須涵蓋排放管道及其排放煙流，並以人工或自動方式圈選煙流，進行煙流影像辨識，圈選範圍須於煙流出口處或煙流穩定處之矩形區域（長寬約為煙流出口寬度，如排放管道出口非為圓形，則以該出口實際形狀最長對角線為煙流出口長寬度），矩形區域煙流像素(pixel)總數，經由該設備系統計算及讀取不得小於 10,000 pixel（如附錄之六、（六）說明）。
2. 煙流影像須以固定時距間隔連續拍攝，每分鐘至少拍攝 12 張影像。
3. 拍攝煙流影像如為水蒸汽煙流，須判斷為附著式煙流或分離式煙流，如為附著式煙流，當排放口煙流中出現水蒸汽時，應在該煙流看不到水蒸汽的區塊進行不透光率判斷；如為分離式煙流，當煙流中水蒸汽冷凝在距排放口明顯的距離處被觀察到時，須在水蒸汽冷凝和蒸汽形成之前在排放出口判斷不透光率。

（四）影像傳輸系統

影像判煙系統判定超標所拍攝影像傳輸須使用數位簽章，並將簽章上傳至本部指定網址，相關查驗方式詳附錄之五、說明。

六、結果處理

（一）紀錄項目及內容

- 1.固定污染源公私場所資料：包含場所或固定污染源經緯度座標、場所名稱、場所地址、排放污染物種類。
- 2.環境資料：包含太陽位置（太陽與觀測對象之水平與垂直夾角）、照度、風向、拍攝地點經緯度與污染源之水平距離與垂直高差（含影像判煙系統距地面高度等）、拍攝仰角等。
- 3.影像資料：包含拍攝日期時間、完整影像（包含排放口、煙流、背景等區域）、所有影像之像素值。其中圖像格式須為 Exif 2.1 以上 JPG、RAW 檔，影片格式須為未經轉檔的原始格式，如：MP4、MOV、WMV 等或功能相當格式。
- 4.使用儀器之廠牌、型號、序號，確認及檢定紀錄（含正式報告）、校正日期及有效期限。
- 5.影像判煙系統比對測試與現場檢測時影像判煙系統之儀器與設備，所有辨識判煙條件或參數及所對應軟體版本等相關紀錄及資料，兩者須一致。
- 6.上述所有記載原始數據須存檔備查，並保留 6 年。

（二）資料呈現

- 1.風花圖：將影像判煙時間內的每秒量測風向與風速統計，以風花圖呈現。
- 2.GNSS 地圖：以地圖方式呈現拍攝地點與排放源之位置。
- 3.辨識結果：影像拍攝及處理設備連續輸出的不透光率辨識結果，須為 0 % 至 75 % 之間，以整數 % 方式記錄。
- 4.數位簽章
 - (1) 影像判煙系統相關程式檔案，必須使用環境部指定方式（參見附錄、五說明）產生數位簽章上傳至環境部系統，判煙系統程式執行前須即時與環境部系統連線認證，確認程式版本未經竄改後方可執行判煙作業。
 - (2) 判煙結果之影像紀錄內容，必須使用環境部指定方式（參見附錄、五說明）產生數位簽章上傳至環境部系統，判煙結果影像須與環境部系統紀錄結果比對一致始為有效紀錄。
- 5.影像判煙系統與目測判煙所使用煙霧製造機，經比對結果應符合附表（註1）規範，在正常操作、校正及維護條件下，其判定結果可視為符合環境部「固定污染源空氣污染物排放標準」附表所訂定影像判煙及目測判煙（以下簡稱參考方法）檢測結果。

七、品質管制

(一) 儀器設備

1. 影像判煙系統中的影像拍攝與處理設備，須定期送至環境部指定實驗室進行校正，有效期限為一年，校正結果應符合附表要求。經校正合格之影像拍攝及處理設備，若拆換零（組）件或更新軟體，應重新進行校正。
2. 影像判煙系統，須定期送至環境部指定驗證機構戶外場所進行驗證，有效期限為二年，驗證結果應符合附表要求。經驗證合格影像判煙系統，若拆換零（組）件或更新軟體或調整，應重新進行驗證。
3. 風速風向計須每二年送至中央氣象署儀器檢校中心或可追溯至國家量測標準的實驗室進行確認，每一受校之風向計其器差不得超過 ± 5 度，每一受校之風速計其器差不得超過 ± 1 m/s。
4. 照度計須每二年送至經濟部標準檢驗局指定之實驗室進行檢定或可追溯至國家量測標準的實驗室進行確認，每一受校照度計其器差不得超過 $\pm 6\%$ （照度大於 3,000 lx）或 $\pm 4\%$ （照度小於等於 3,000 lx）。
5. 全球導航系統(GNSS)定位器須每二年送至可追溯至國家量測標準的實驗室進行校正確認，每一受校 GNSS 顯示位置器差不得超過 ± 3 公尺。
6. 角度測量儀須每二年送至可追溯至國家量測標準的實驗室進行確認，每一受校角度測量儀其器差不得超過 ± 1 度。
7. 測距儀須每二年送至可追溯至國家量測標準的實驗室進行確認，器差不超過 ± 10 公分。

(二) 影像判煙系統：影像判煙系統驗證係指整體量測鏈，須至少能辨識 25 種黑煙不透光率且符合附表比對測試規範。

八、檢驗相關條件註記：

略

九、參考資料

- (一) ASTM, Standard Test Method for Determining the Opacity of a Plume in the Outdoor Ambient Atmosphere, D7520-16, 2023.
- (二) US EPA Method 9. Visual Determination of The Opacity of Emissions From Stationary Sources, 2017.

(三) 行政院環境保護署委託計畫，人工智慧影像判煙辨識技術及校驗能量建置計畫，中華民國 112 年 5 月。

註 1：參考方法係指環境部公告「固定污染源空氣污染物排放標準」附表所示影像判煙及目測判煙。

註 2：名詞解釋

- (1) 不透光率(Opacity)：入射光線經過介質而衰減之百分率。
- (2) 照度(Illuminance)：指被照射物體接收到光的多寡，簡單的說，是單位面積內獲得多少光，正式定義為「每單位面積所接收到的光通量」，單位為 lx (lm/m²)。
- (3) 亮度(Luminance)：指發光體或被照射物體表面反射光的多寡，簡單的說，是單位面積內看上去有多亮，正式定義為「單位面積光源在給定方向上，在每單位面積內所發出的總光通量」，亮度係指人眼可看到的波長介於 380 nm ~ 780 nm 的可見光，單位為 cd/m²。
- (4) 數位簽章(Digital signature)：透過特定演算法使用憑證對數位檔案雜湊值進行加密紀錄，數位檔案如有變化，加密紀錄就會不同，數位簽章就是藉由比對加密紀錄確認檔案未經竄改的方法。
- (5) 垂直照度：垂直於水平面的照度。照度依據量測方向可分為水平照度及垂直照度，例如：在評斷路燈的照度是否足夠讓駕駛或行人看清楚路面，指的是在平行水平面方向進行量測得到的照度，稱之為水平照度。在評斷路燈時否足夠看清楚人臉，指的是在垂直於水平面的方向進行量測得之照度，稱之為垂直照度。
- (6) 像素(Pixel)：影像（包括照片、影片）中的最小紀錄單位，儲存影像的紋理、顏色等資訊，像素越高表示影像細節越豐富。
- (7) 灰階板(Grey-scale board)：可呈現白色至黑色間的灰色板。該灰色板可以呈現多種介於白與黑間灰階色彩。本方法中灰階板，係指可作為不透光率基準的灰階板。
- (8) 室內黑煙標準件：係指可提供 5 個級數不透光率灰階板，級數 0 的灰階板為參考基準其對應不透光率設定為 0 %。其餘灰階板對應的不透光率分別為 20 %、40 %、60 % 及 80 %，不透光率的誤差 ≤ 5 %。室內黑煙標準件在本方法中亦稱為標準灰階板。
- (9) 雜湊值(Hash value)：以特定演算法對數位檔案進行加密後的紀錄，通常是一串不規則的文字與數字組合代碼，不同的數位檔案計算

出的代碼不會相同，且無法從代碼逆推回原始數位檔案內容，確保簽章的唯一性與機密性。

(10) 對比度 (Contrast)：本方法指的是視覺上感受的亮度對比 (Luminance contrast) 影像中明亮區與暗淡區的亮度比值。

附表 排放管道中粒狀污染物不透光率影像判定方法之比對測試規範

項次	規 範 (Specification)項目	合格範圍(%)
1	不透光率可接受範圍	10 ~ 75
2	戶外單次黑煙誤差	≤ 15
3	戶外平均黑煙誤差	≤ 7.5
4	單次室內黑煙標準件誤差	≤ 7.5
5	平均室內黑煙標準件誤差	≤ 5

說明：

1. 以上測試規範計算皆以測定不透光率平均值 $O_{p\ avg}$ 。
2. 項次 1 至 3 為影像判煙系統之要求，項次 4 至 5 為影像拍攝與處理設備之要求。

本方法與參考方法比對規範

- 一、為執行固定污染源科技執法量測排放管道中粒狀污染物不透光率，爰以本方法與目測判煙(以下稱參考方法)煙霧製造機不透光率設定值進行比對測試，試驗場所應符合環境部指定試驗場地，進行比測其相關程序，詳如下。
- 二、比對測試場所：符合環境部指定試驗場地（以下簡稱為試驗場所）。
- 三、判煙方法及儀器確認
 - (一) 判煙訓練使用儀器設備為煙霧製造機，用於製造不透光率介於 0 % 至 75 % 的黑煙設備。
 - (二) 煙霧製造機確認
 1. 煙霧製造機係環境部核可並用於目測判煙人員訓練的設備。
 2. 檢查煙霧製造機專用三張標準片（不透光率約 25 %、50 %、75 %），須每年送至可追溯至國家量測標準實驗室進行確認，允收誤差為 $\pm 2\%$ 。現場使用經確認不透光率標準片，對於該煙霧製造機不透光率讀值進行檢查，允收誤差為 $\pm 3\%$ 。
 3. 符合允收誤差的煙霧製造機，始可用於比對測試。
 - (三) 煙霧製造機開機使用前校正程序
 1. 煙霧製造機主要由煙霧產生器（產生黑煙時稱為黑煙產生器）以及控制器 2 大部分組合而成。
 2. 零點校正：開啟主電源啟動光源暖機 30 分鐘後，控制器面板不透光率讀值須為 0 %，若否，須進行零點調整至 0 %。
 3. 全幅(Span)確認：將光源電源關閉，不作任何調整下，檢查控制器面板讀值須為 100 %，若否，則須依上述三、（三）2. 進行零點調整及校正，數值一致後關閉光源電源確認面板讀值必須為 100 %。若否，重複三、（三）2 至 3 校正及確認動作直至完全符合，始可進行後續比對測試。
- 四、本方法使用設備規格確認分為影像拍攝與處理設備室內校正及影像判煙系統戶外驗證二項，茲分述如下：
 - (一) 影像拍攝與處理設備的室內校正
 1. 校正所需儀器設備
 - (1) 室內黑煙標準件：係指可提供至少 5 個級數不透光率灰階

板，級數 0 灰階板為參考基準其對應不透光率設定為 0 %。其餘灰階板對應不透光率至少分別為 20 %、40 %、60 % 及 80 %，不透光率的誤差 $\leq 5\%$ ，以下稱為標準灰階板。

- (2) 亮度計：作為灰階板反射亮度量測，亮度量測範圍 5 cd/m^2 至 $5,000 \text{ cd/m}^2$ ，波長範圍為 380 nm 至 780 nm。
- (3) 照度計：作為照射光源照度及環境照度量測，照度量測範圍 0.01 lx 至 299,900 lx。
- (4) 電子式溫濕度計：作為環境溫濕度量測，溫度量測範圍 -20°C 至 80°C ，濕度量測範圍 0 % RH 至 100 % RH。
- (5) 光源：作為供模擬日照環境之光源，至少可提供 8,000 lx 至 15,000 lx 之照度。
- (6) 雷射測距儀：作為系統架設各項距離量測。至少可量測 0.05 m 至 200 m。

2. 影像拍攝與處理設備校正程序

- (1) 以治具或適合設備完成標準灰階板之架設。
- (2) 光源發光光軸與標準灰階板面夾角須呈 44 度至 46 度，並至少暖機 15 分鐘以上。
- (3) 將照度計置於標準灰階板面位置，並且照度計偵測面與標準灰階板面平行，量測光源照度值，確認是否達到校正需求照度值 $\pm 400 \text{ lx}$ 內，並記錄。
- (4) 將亮度計（標準件）以適當治具（例如相機三腳架）進行光路架設，亮度計鏡頭光軸與標準灰階板面的夾角介於 70 度至 110 度，並對焦於標準灰階板中心位置，選擇適當視野角，使標準灰階板完全涵蓋於量測範圍，如圖 1 所示。亮度計（標準件）開機至少暖機 15 分鐘以上。
- (5) 使用雷射測距儀測定亮度計鏡頭至標準灰階板的距離，並記錄之。
- (6) 將標準灰階板裝置於治具上，以亮度計進行量測，每個標準灰階板（級數 0，級數 i ， $i \geq 4$ ）量測 3 次，並記錄其亮度結果於紀錄表中。
- (7) 架設待校驗的影像拍攝及處理設備（以下稱為待校件），如圖 2 所示，以待校件進行前述四（一）2(4)至(6)的量測步驟，記錄量測結果於紀錄表中，以供校正報告產出。
- (8) 重複進行前述四（一）2(4)至(7)的量測步驟，記錄量測結果

於紀錄表中，以供校正報告產出，直至完成各對標準灰階板（級數 0，級數 1）、（級數 0，級數 2）...

3. 計算公式

不透光率 O_p 之數學計算式如下式所示：

$$O_p = \left[1 - \frac{L_i}{L_0} \right] \times 100\%$$

L_i 為各個標準灰階板量測亮度平均值

L_0 標準灰階板級數為 0 亮度平均值

4. 數據統計：由讀取 3 筆數據，計算平均值後，計算出不透光率作為校正結果依據，其結果須符合附表規範。

(二) 影像判煙系統戶外驗證

1. 戶外驗證所需儀器設備

- (1) 煙霧製造機：經環境部核可製造不透光率介於 0% 至 75% 黑煙的設備，並可隨機抽選不透光率設定值及產生至少 25 種黑煙。影像判煙系統驗證前，煙霧製造機須使用經定期確認不透光率標準片，對於該煙霧製造機不透光率讀值進行檢查。
- (2) 照度計：作為環境垂直照度量測，照度量測範圍 0.01 lx 至 299,900 lx。
- (3) 測距儀：作為架設時各項距離量測。至少可量測 0.05 公尺至 200 公尺。

2. 影像判煙系統戶外驗證程序

- (1) 使用電腦中程式執行隨機抽樣。
- (2) 驗證資料檔，此程式即依據日期時間，產生一個不透光率驗證資料檔，其名稱為 KT-yyyymmdd-hhmmss，內存 25 種黑煙隨機抽選不透光率設定值，每個值對應 K-nn 暫時名稱。
- (3) 不透光率設定紀錄，由煙霧製造機依據上述步驟(2)的黑煙資料檔內的圖庫所賦予不透光率，依序產生 25 種對應黑煙，並將其不透光率記錄。
- (4) 不透光率量測記錄，架設待驗證影像判煙系統，如圖 3 所示，以待驗證系統對煙霧製造機產生的黑煙進行偵煙與判煙，得

出每種黑煙量測不透光率值並記錄不透光率數據。

- (5) 待驗證的影像判煙系統進行偵煙與判煙產生電子紀錄，必須使用紀錄加密的措施（加上數位簽章，詳如五、數位簽章查驗方法）。
 - (6) 驗證現場須更換場景，須有兩個驗證場景，第一個場景結束後，調整待驗證系統架設位置，確保場景變化性足夠，執行以上步驟後，須更換場景並重複上述步驟(3)至步驟(5)，直到待驗證系統完成黑煙所有場景量測煙流與判煙，將所有設定表與紀錄表資料蒐集及存檔後，以供產出驗證報告。
3. 測試前需依據前述三（三）煙霧製造機校正程序確認煙霧製造機不透光率讀值的零點與全幅，並依據前述三（二）確認不透光率標準片校正報告在有效期內，俾檢查其準確度，測試前影像判煙系統須與國家標準時間對時。
 4. 執行測試時，本方法中所規定現場相關儀器、試驗場所環境等，皆須符合試驗場所規定。
 5. 測試中，每隔 30 分鐘，依據前述三（三）煙霧製造機校正程序，確認煙霧製造機零點與全幅的不透光率讀值，其與 0%與 100%差值須小於等於 1%。
 6. 測試數據進行統計分析前，測定數據均保留原始數據之有效位數（一般為小數點以下一位），不得修改、調整、替換或消去，本方法原始數據（時序分布）應記錄（存檔）保存並可以使用 Excel 或適當軟體開啟。
 7. 影像判煙系統之影像拍攝及處理設備的鏡頭方向，須置於距離煙霧製造機煙霧產生器前約 20 公尺至 40 公尺處，或依其使用條件或規定辦理；拍攝影像時距離至少 3 倍以上煙霧產生器高度，與煙道口垂直夾角小於 18 度。拍攝影像時太陽必須位於影像拍攝及處理設備正後方 140 度扇型區域內（示意圖詳見圖 3）。煙流方向與影像拍攝及處理設備的鏡頭方向約略垂直。

（三）本方法的結果計算

1. 影像判煙系統的影像拍攝與處理設備室內校正及影像判煙系統戶外驗證，其結果皆須符合附表比對測試規範，是屬合格。
2. 影像判煙系統比對結果單次不透光率誤差(Opaicity error, d_i)公式如下：

$$d_i = |O_{1,i} - O_{2,i}|$$

其中 $O_{1,i}$: 煙霧製造機顯示器不透光率數值(%)

$O_{2,i}$: 影像判煙系統不透光率數值(%)

i : 單一次數

平均不透光率誤差(\bar{d})公式如下:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |d_i|}{n}$$

其中 n : 比對次數

3. 影像判煙系統戶外驗證，其標準值為煙霧製造機上顯示器面板，比對時產生不透光率($O_{2,i}$)濃度值須以影像或電子檔型式儲存備查，其內容須含判煙之年份日期時間(精準至秒)。

五、數位簽章查驗方式

(一) 受驗證單位參與戶外黑煙驗證前

1. 受驗證單位必需申請政府憑證管理中心(Government certification authority, GCA)專屬類伺服器應用軟體憑證，並提供公開金鑰做為影像資料及數位影像判煙系統程式檔驗證使用。另於簽章到期前一個月重新申請並提供並重新提供公開金鑰。
2. 提交安裝及操作手冊、GCA 專屬類伺服器應用軟體憑證、軟體執行檔清冊及檔案供環境部指定認證單位備查。
3. 依環境部查驗軟體操作手冊修改程式配合環境部規範呼叫查驗軟體，並於受測電腦安裝環境部提供的查驗軟體。

(二) 環境部指定認證單位於戶外黑煙完成驗證作業後

將上述所有執行檔上傳至環境部指定網站產生軟體數位簽章後完成登錄，完成登錄後軟體如有修改需重新登錄驗證。

(三) 影像判煙系統程式簽章查驗作業

1. 影像判煙系統相關程式檔案，必需使用環境部指定演算法計算後產生雜湊值(Hash value)，且使用受驗證單位私密金鑰產生簽章，並將程式檔、雜湊值及簽章值，依指定格式及方式傳送至環境部系統，經環境部系統驗證及簽章後，記錄相關資訊以供查驗。
2. 於影像判煙系統程式執行前，需依環境部指定方式查驗是否與前

述記錄資訊相同且未經竄改後，才能進行判煙作業，本項作業亦可離線進行。

(四) 影像判煙系統之判煙影像資料簽章查驗作業

1. 影像判煙系統於判煙時，必需使用環境部指定演算法計算後產生雜湊值，且使用受驗證單位私密金鑰產生簽章，並將影像資料、雜湊值及簽章值，依指定格式、時機及方式傳送至環境部系統，本項作業可離線暫存並於連網後補傳，經環境部系統驗證及簽章後，記錄相關資訊以供查驗。
2. 於查驗時，使用需查驗之影像原始資料，需依環境部指定方式查驗是否與前述記錄資訊相同，確認影像原始資料未經竄改。

六、環境規範與影像規範說明

- (一) 影像判煙系統至煙道口仰角：影像判煙系統架設完畢後，將角度測量儀置於影像拍攝及處理設備同水平面上，並保持水平對準排放管道，調整角度測量儀至煙道排放口處後讀取角度測量儀數值，確認影像判煙系統與煙道口夾角角度小於 18 度。
- (二) 擷取影像與太陽仰角：建議利用美國國家海洋暨大氣總署 (NOAA, 網址：<https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/azel.html>) 查詢檢測當時太陽仰角、方位角資訊。所有紀錄資訊亦可由影像判煙系統直接讀出，可透過上述方式上網查詢確認。
- (三) 判煙系統與太陽方位：建議利用美國國家海洋暨大氣總署，讀出太陽方位角資訊，例如：2023/3/21 春分，台北地區上午 10 時 0 分，太陽方位角為 125.9 度 (0 度正北，90 度正東，180 度正南，270 度正西)，只要將影像判煙系統的方位調整到角度 55.9 度 (125.9-70) 及 195.9 度 (125.9+70) 之間即可以進行量測。所有紀錄可由影像判煙系統直接讀出，亦可透過上述網址查詢方式確認。
- (四) 判煙系統與煙流方向：微風狀態下，影像判煙方向垂直於排放管道排放氣流方向，亦謂視線 (Line of vision) 與煙流方向大致垂直位置進行觀察，即可進行檢測及判煙；惟煙流方向朝影像判煙系統流動，將導致煙霧重疊狀況，影響判煙結果，此狀況不適合進行判煙任務。
- (五) 背景對比度：將影像 RGB 值 (sRGB 色彩空間) 轉換為 XYZ 色彩空間再轉換為 LUV (參考 CIE 1976 色彩學) 取得色彩明亮度 (Lightness, L)。

1.背景對比度計算，如以下公式：

$$\text{對比度} = \frac{L_1}{L_2}$$

黑煙部分，L₁：淺色背景區塊色彩明亮度。L₂：黑煙煙流區塊色彩明亮度。

2.背景對比度計算亦可使用其他適合方式，惟影像判煙系統須符合附表比對測試規範。

(六) 煙流像素值：煙流圈選處為排放管道口寬度矩形區域內。

1.使用影像判煙系統中影像拍攝及處理設備拍攝功能取得影像，並利用系統功能選取煙流區域，系統利用圈選區域長度與寬度資訊計算該區域像素值，選取煙流區域像素值與區域影像會顯示於使用者介面中，例如：該影像長寬分別為 2,104 pixel 及 1,640 pixel，相乘換算後得出解析度為 3,450,560 pixel。

2.煙流像素值取得及計算亦可使用其他適合方式，惟影像判煙系統解析度須符合高於 10,000 pixel 要求。

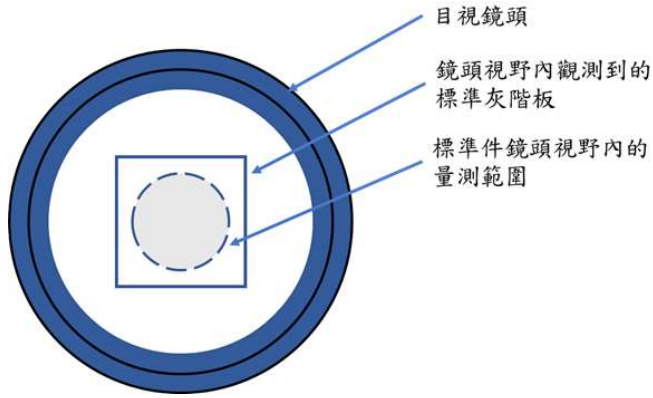


圖 1、亮度計（標準件）視野角選擇條件示意圖

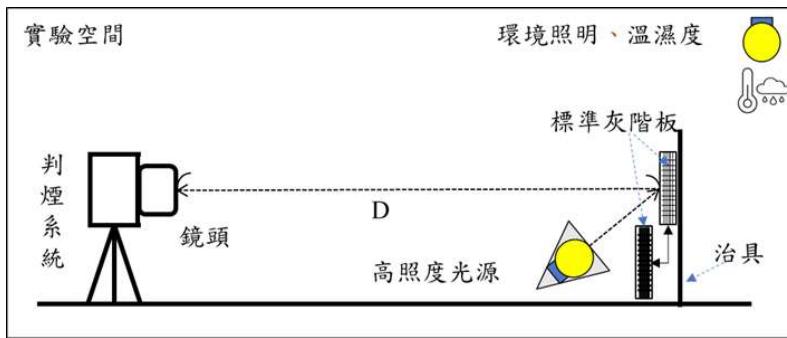


圖 2、待驗證影像拍攝與處理設備架設示意圖

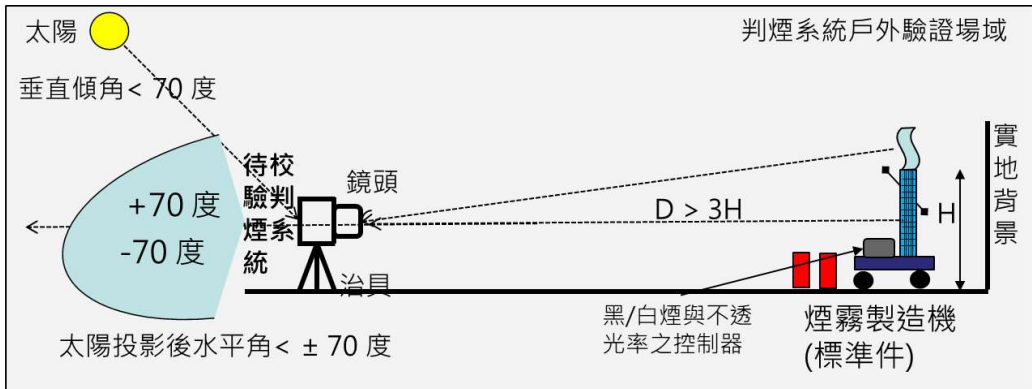


圖 3、待驗證影像判煙系統架設示意圖