

奈米標章產品驗證制度

奈米光觸媒空氣淨化燈驗證規範

文件編號：TN-009

版次：2.1

制定/修正紀錄

版次	日期	制定/修正摘要	審查/核准
1.0	96.01.02	規範制定	推行委員會 95 年度第 2 次委員會審議通過。
1.1	96.12.13	依經濟部法規會意見，將「推行委員會」名稱改為「推行審議會」。	經濟部核定(經工字第 09604605950 號函)。
1.2	97.06.06	對規範所引用之 CNS 編號及名稱再釐清確認。	推行審議會 97 年度第 1 次審議會決議。
2.0	99.07.01	依驗證規範研究修正小組討論結果修正：格式及用語的一致性。	本次修正不涉及要求水準及方法，由專業執行機構直接修正。
2.1	100.01.09	依據經濟部工業局 100 年 1 月 13 日公告之「經濟部工業局奈米標章產品驗證制度推動要點」，修正相關用語：「奈米標章驗證體制」修正為「奈米標章產品驗證制度」；「奈米性」修正為「奈米尺寸」；「功能性」修正為「奈米功能」。	本次修正不涉及要求水準及方法，由專業執行機構直接修正。

前 言

奈米技術產品為一新興科技產品，21 世紀全球各先進國家均積極研發生產，市場上各類型之奈米產品亦日益增多，為提升奈米技術產品之品質與形象，保障民眾消費權益，進而促成國內奈米產業之健全發展，特由經濟部主導，工業局主管，並委由工業技術研究院推動「奈米標章產品驗證制度」。

奈米技術產品均為新興產品，多無相關之產品及檢測標準可供遵循，故由奈米標章專業執行機構敬邀國內相關學者專家，組成工作小組，起草制定產品規範草案，並予以檢測確認。產品規範草案完成後，經「奈米標章技術評議會」評議同意，送請「奈米標章推行審議會」審議通過後公告，作為奈米標章產品檢測確認及審查之依據。

奈米標章對奈米技術產品之驗證，主要重點包括產品的奈米尺寸、奈米功能及其他要求：(1)奈米尺寸：確認為真正之奈米技術產品，其奈米之粒徑尺度需小於 100 nm，或具有奈米結構者；(2)奈米功能：應較原傳統產品增加新功能，或增強原有功能者。如奈米技術紡織品，可能增加抗菌功能，或增強抗紫外線、保暖、散熱…等功能者；(3)其他要求：包括產品安全仍由主管機關審理。奈米技術產品如係法定管制品者，另需符合相關法規之要求；同時產品耐久性亦需符合產業一般要求。

奈米標章驗證產品規範之制定，主要是針對上述奈米尺寸及奈米功能之品質要求及試驗方法制定之。並為確保產品之品質，依產品規範之試驗方法，將廠商所申請之產品，交由具公信力之檢測機構確認其測試結果符合產品規範之要求。

有鑒於奈米光觸媒空氣清淨機大幅提升室內空氣品質，特制定本產品驗證規範。奈米光觸媒空氣清淨機是在空氣清淨機中，加入一至數道光觸媒空氣清淨濾網和紫外燈管有效去除空氣中的酸性氣體、抑制細菌生長。

奈米標章驗證 產品規範	奈米光觸媒空氣淨化燈	編號	TN-009
			
<p>1. 適用範圍</p> <p>本規範適用於含奈米光觸媒原材料製造加工之各型燈，並具有空氣淨化功能者。</p> <p>2. 參考資料</p> <p>2.1 JIS R 1701-1：2004 Fine Ceramics (Advanced Ceramics, Advanced Technical Ceramics) –Test Method for Air Purification Performance of Photocatalytic Materials -Part 1： Removal of Nitric Oxide。</p> <p>2.2 CNS 17025：2007 測試與校正實驗室能力一般要求。</p> <p>3. 用語釋義</p> <p>3.1 光觸媒：係指此材料在吸收光之後，可促進化學反應，但本身在反應前後不受改變之材料。</p> <p>3.2 光觸媒燈：以光觸媒材料塗布、燒鍍或另行以其他方式包覆於燈表面者，燈可為任何形狀，包含一般照明用及非照明用。</p> <p>3.3 空氣淨化：可分解、吸附、氧化、去除空氣中有害物質或不良氣味者。</p> <p>3.4 零級空氣：不含污染物之乾淨空氣，即使有污染物，其濃度也在 0.01 ppm 以下，可將室內空氣經由實驗室內的空氣淨化系統處理後使用，或直接由空氣鋼瓶提供。</p> <p>3.5 標準氣體：將已知濃度的鋼瓶氣體加以稀釋，此鋼瓶的濃度必須經過適當的驗證，以確保鋼瓶濃度無誤。此處所使用之標準氣體為乙醛。</p> <p>3.6 測試氣體：依測試所須要的濃度和流量，適當調配標準氣體和零級空氣的量，以作為光觸媒性能檢測之進料氣體。</p> <p>3.7 去離子水：經離子交換樹脂法所製備的水。</p>			
公布日期 99年07月01日	奈米標章產品驗證制度印行	修正日期	100年01月09日

4. 判定基準

奈米光觸媒空氣淨化燈須符合下列之要求水準，方可取得奈米標章。

項目	特性	要求水準	備註
奈米尺寸	空氣淨化燈所使用之奈米原料的粒徑及成分。	光觸媒成分須確認，其平均粒徑任一維在 100 nm 以下。	廠商須提供測試報告或證明。
奈米功能	每度電之乙醛去除量	去除量須 2 mmol/kW·h 以上。	
	每度電之甲苯去除量	去除量須 0.05 mmol/kW·h 以上。	
其他要求	該產品應有之功能特性，符合相關之 CNS 或產業公認之規範標準要求。	須優於或符合該產品原特性之規範標準要求。	

5. 試驗方法

5.1 奈米尺寸（詳見附錄 1「奈米光觸媒空氣淨化燈奈米尺寸鑑定原則」）。

5.2 光觸媒燈空氣淨化效試驗（詳見附錄 2「奈米光觸媒空氣淨化燈管空氣淨化效能試驗方法(乙醛)」及附錄 3「奈米光觸媒燈管空氣淨化效能試驗方法(甲苯)」）。

使用乙醛及甲苯兩氣體。係使用連續流動式氣相反應系統，並使用含 50 ppm 濃度的乙醛氣體、1 ppm 濃度的甲苯氣體之空氣為進料氣體。在達到飽和吸附後，檢驗「光觸媒燈」之乙醛去除量及甲苯去除量。再依測試燈之瓦數換算為每度電之乙醛及甲苯去除量。

6. 試驗報告

6.1 報告內容應符合 CNS 17025 [測試與校正試驗室能力一般要求]第 5.10 節之要求。

6.2 對於奈米尺寸、奈米功能及其他要求之試驗報告應包含充分數據資料，必要時附加照片以茲佐證。

7. 附則

本規範由工作小組制定，經奈米標章技術評議會評議及奈米標章推行審議會審議核准後發行，修正時亦同。

附錄 1

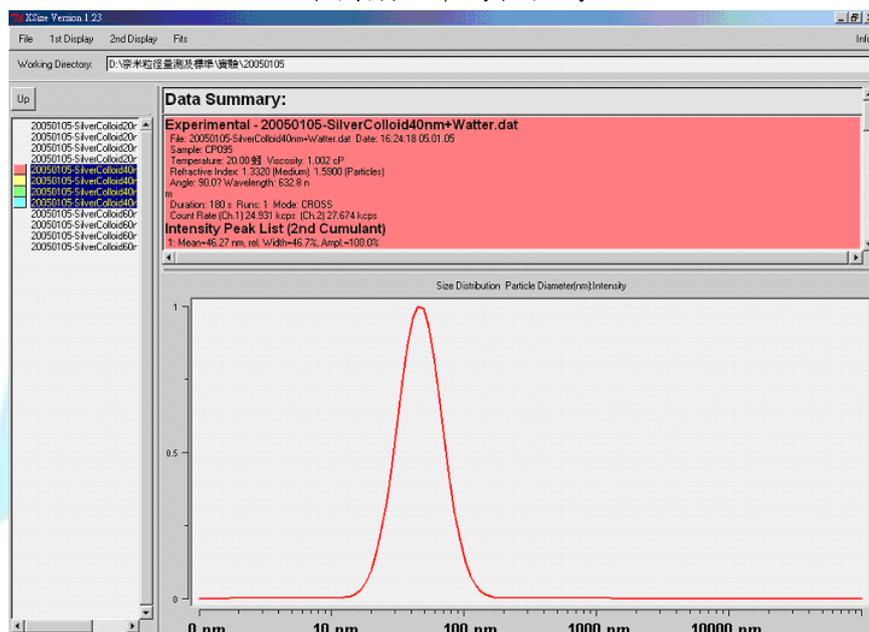
奈米光觸媒空氣淨化燈奈米尺寸鑑定原則

1. 奈米粒徑、分布

必須經由合格實驗室分析其組成，出具空氣淨化燈表面或其使用之奈米原材料之粒徑、分布及成份的鑑定報告分析，證明奈米原料主要粒徑在 100 nm 以下。

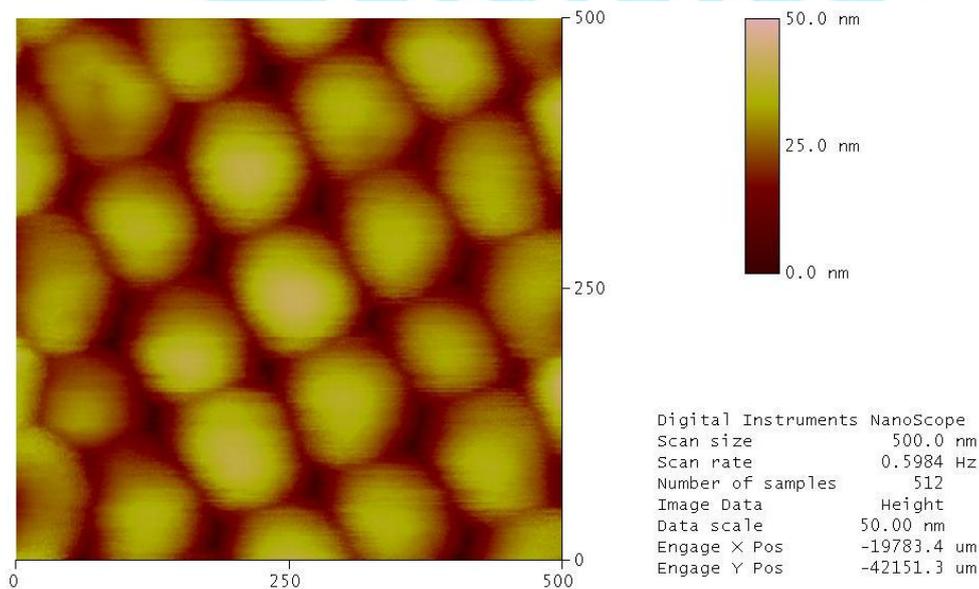
例 a：使用動態光散射儀(DLS)分析(工研院奈米中心提供)

下圖顯示平均粒徑為 46.26 nm



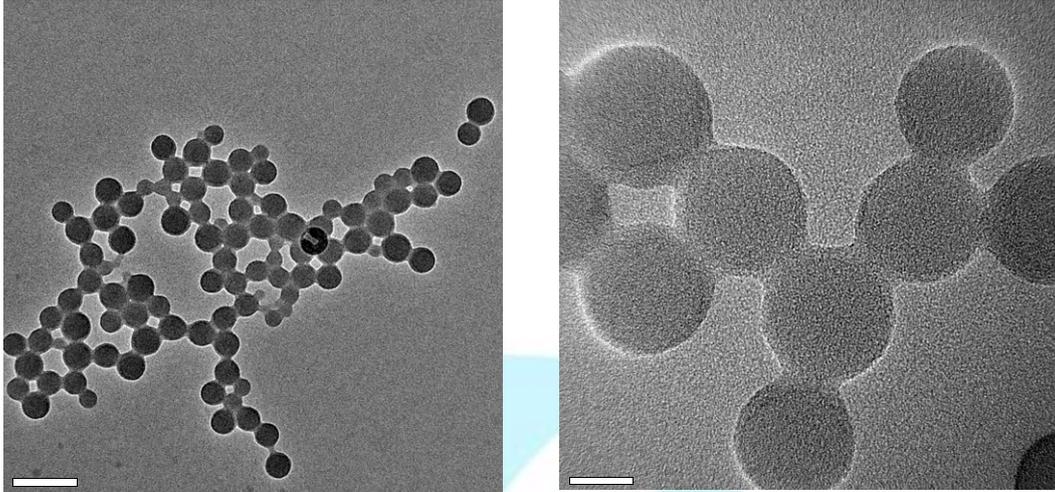
例 b：使用掃描探針顯微鏡(SPM)分析(工研院奈米中心提供)

下圖顯示平均粒徑為 100 nm



例 c：使用穿隧電子顯微鏡(TEM)分析(中研院提供)

下圖顯示平均粒徑為 50 nm



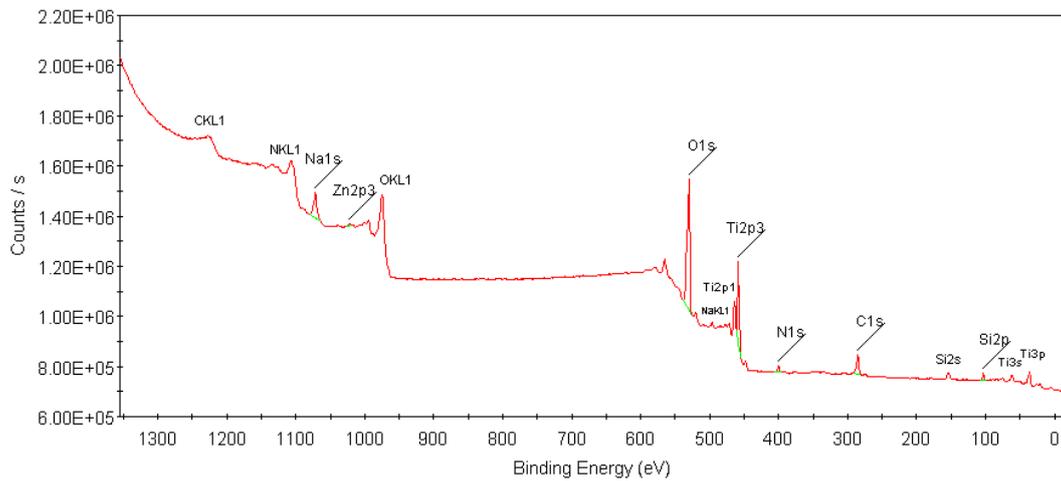
2. 奈米產品成分

必須經由合格實驗室分析其組成，出具光觸媒材質成分存在的鑑定報告分析，以鑑定奈米原料是否存在於奈米產品中。

例 a：使用多功能表面化學電子能譜儀(μ -ESCA/XPS)分析(工研院奈米中心提供)

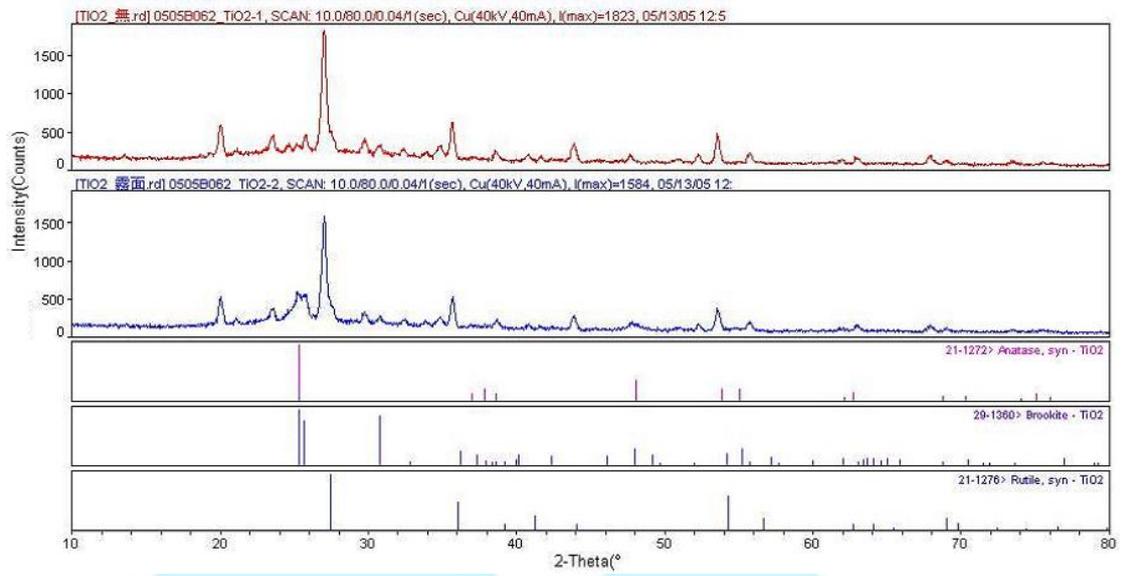
下圖顯示表面可能含光觸媒 TiO_2

霧光面含光觸媒 TiO_2



例 b：使用薄膜 X 光繞射儀(TF-XRD)分析(工研院奈米中心提供)

下圖顯示表面可能含光觸媒 TiO_2

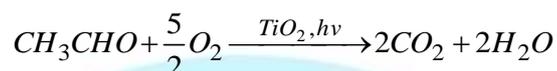


附錄 2

奈米光觸媒空氣淨化燈管空氣淨化效能試驗方法(乙醛)

1. 方法概要及測試系統

此方法主要在檢驗光觸媒對乙醛的去除(氧化)作用，係以連續供給 50 ppm 的乙醛(CH₃CHO)當作測試氣體，藉由污染物之連續提供，並以燈本身之自有光源提供觸發光觸媒催化反應所需波長的光線照射下，測試光觸媒燈管之光催化反應活性，用以評估光觸媒燈管的空氣淨化功效，其主要化學反應式可以簡單寫成：



由於 CH₃CHO 經過光觸媒處理後，其最終產物為 CO₂ 及 H₂O，並不會附著在光觸媒表面，所以此方法毋須再經過水洗程序，測其水洗再生率。

此測試系統包含測試氣體供應系統、光觸媒燈管反應器及污染物濃度量測儀器。此測試方法係使用低濃度之污染物進行測試，因此系統所使用之器具及管線，其材質必須對污染物具有低吸收性，並能抗紫外光之照射。此測試方法之示意圖請詳見圖 1、圖 2。各測試儀器之說明，詳述如下。

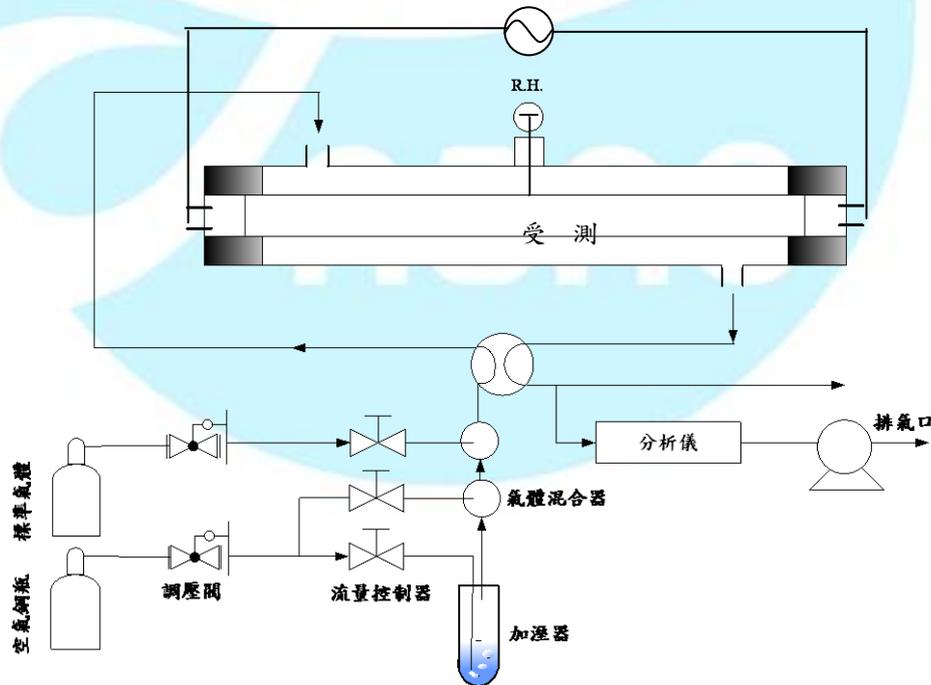


圖 1 光觸媒空氣淨化測試系統示意圖(直立燈管)

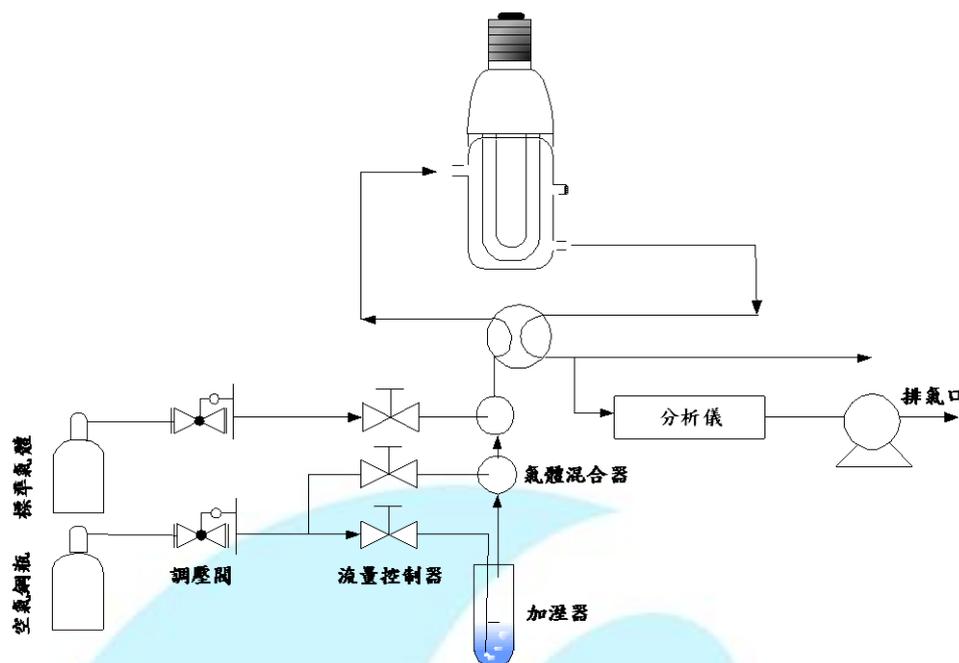


圖2 光觸媒空氣淨化測試系統示意圖(3U省電燈管)

1.1 測試氣體供應系統：

由標準氣體鋼瓶、空氣鋼瓶、流量控制器、加濕器及氣體混合器…等組成；若使用室內空氣，則必須多加空氣濾清器及空壓機。經由流量控制器的控制，可提供測試氣體連續且固定的污染物濃度、相對濕度及溫度。

1.2 光觸媒燈管反應器：

光觸媒燈管反應器內可放置光觸媒燈管，反應器材質為光學玻璃，此光學玻璃對波長 300 nm 以上的光線具有很低的吸收性，其材質最好為石英或硼系玻璃，如 pyrex 較佳。反應器與燈管之間的距離，必須保持在 5 mm。反應器之材質必須對測試氣體具有很低的吸收性，並且要能夠耐紫外光之照射。

1.3 遮光箱：

遮光箱之作用在遮斷外界光源的影響，避免因為外界光源的干擾，造成實驗的誤差。整個測試的過程都必須在遮光箱內完成。

1.4 氣相層析儀：

乙醛氣體濃度的量測係使用氣相層析儀的火焰離子化偵測器(FID, Flame Ionization Detector)。使用前，要先經由零點及全跨距 80% 濃度之檢量線校正程序。

2. 測試用燈管

測試用之光觸媒燈管主要以 20 W 的系列燈管為主，依據燈管的形狀搭配合適的燈管反應器，如 20 W 的直立燈管(玻纖管、直鍍式燈管)須採用圓柱型反應器(圖 1)；21~23 W 的 3U 省電燈管，則須使用筆筒型反應器(圖 2)。

3. 測試步驟及方法

空氣淨化測試分為燈管前處理及污染物去除測試兩個部分，以下將分開加以說明：

3.1 燈管前處理

依循下列方式進行燈管的前處理，如果前處理完後的燈管不能馬上進行測試，請務必將燈管置於密封袋內，避光收藏，以確保光觸媒不會反應。

3.1.1 去除有機物質：

將燈管點燈 5 個小時以上，光觸媒塗層的光催化作用可使燈管表面殘留的有機物質全部去除。若發現燈管表面的光觸媒塗層有較嚴重的有機物質殘留，必須在點燈的情況下，再加上紫外光(UVA)照射，照射及點燈 5 個小時，受測燈管表面所接受到的 UVA 光照度要達到 1 mW/cm^2 甚至更高，以確保能將殘存的有機物質全部去除。

3.1.2 水洗：

將照光 5 小時後的燈管，浸泡在去離子水中 2 小時，取出前，手持燈座或燈管兩端，在水中將光觸媒燈管略微搖晃，以確保清洗效果。隨後，以室溫的空氣加以乾燥或點燈乾燥。亦可使用不會造成受測燈管物理和化學變化的較高溫度範圍加以乾燥，以縮短乾燥時間。無論使用何種方式乾燥，最後必須達到恆重，以確認乾燥程度。乾燥的方法和水洗過程觀察到的現象，如是否有沈澱物產生…等現象，都必須要加以記錄。

3.2 污染物去除測試

以下所描述之測試步驟，在取得光觸媒燈管在不照光(不點燈)條件下污染物之吸收(adsorbed)量及脫附(desorbed)量，以及點燈條件下，污染物之去除(removed)量。圖 3 為典型的 CH_3CHO 去除測試過程中， CH_3CHO 的濃度變化曲線圖。以下為測試的步驟。

3.2.1 調整測試氣體供應系統：

調整預先準備好的測試氣體供應系統，使其能穩定且連續地供應測試氣體，此測試氣體含 CH_3CHO 濃度 50 ppmv、溫度 $23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ 、相對濕度為 70~80%，流量為 1 L/min。

開啟氣相層析儀，約需要 30~60 分鐘的暖機時間，暖機後，進行校正程序。同時，量測光觸媒燈管表面之 UVA 光照度。

此時，測試氣體係直接導入氣相層析儀。

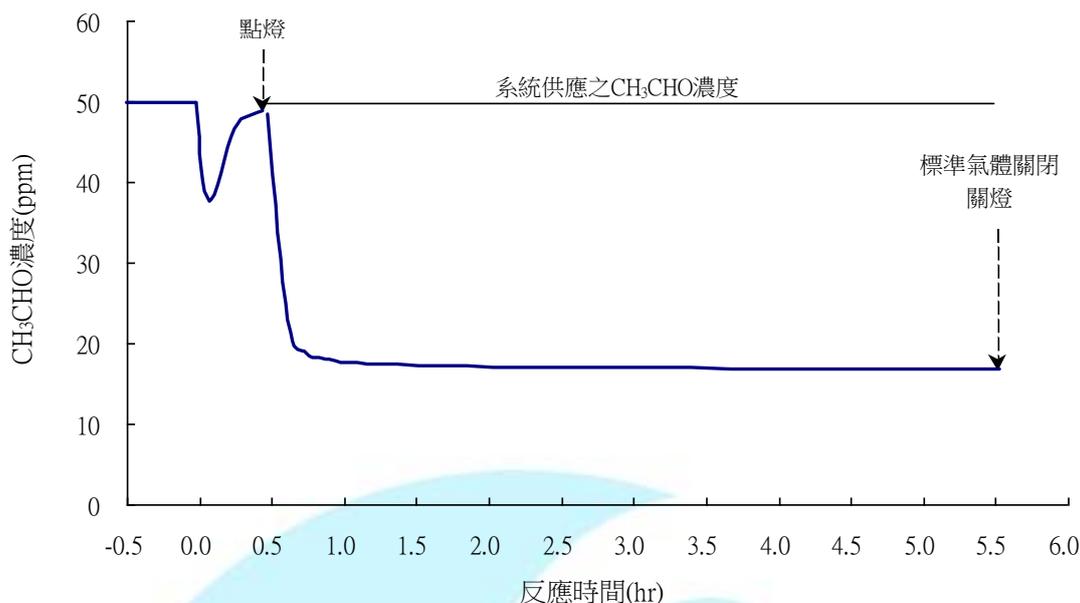


圖3 光觸媒空氣淨化效能檢驗結果之示意圖

3.2.2 放入光觸媒燈管：

將光觸媒燈管放入所屬的光觸媒燈管反應器，然後將兩側的矽膠塞旋緊固定(圓柱型反應器)，或將彈簧固定上蓋與反應器(筆筒型反應器)，確認反應器本身密封妥當。

3.2.3 切換測試氣體流向：

轉動氣體流向切換閥件，將測試氣體導入光觸媒燈管反應器，此時，尚未點燈，經過反應器之流量須為 1 L/min。在燈管沒有開啟的情況下，繼續 30 分鐘，觀察 CH₃CHO 的濃度變化，如果 30 分鐘後，CH₃CHO 的濃度仍低於預設值的 90%，必須繼續此步驟，直到 CH₃CHO 濃度超過 90%。

3.2.4 開啟燈管之電源開關：

開啟燈管之電源開關，同樣地，記錄 CH₃CHO 的濃度變化，並持續 5 小時。

3.2.5 關閉光源：

關閉燈管之電源開關，關閉標準氣體，導入零級空氣，記錄 CH₃CHO 濃度變化 30 分鐘，直到 CH₃CHO 濃度為零。

3.2.6 結束測試系統：

關閉零級空氣，將燈管從反應器取出。

4. 試驗結果報告表示方法

光觸媒空氣淨化效能檢驗結果之表示，計有五個部分，分別為 CH₃CHO 吸附量、CH₃CHO 去除量、CH₃CHO 脫附量、CH₃CHO 淨去除量及每度電之 CH₃CHO 去除量。以下分別加以其說明計算方式：

4.1 CH₃CHO 吸附量：

CH₃CHO 吸附量之計算方法如下所示：

$$Q_{ads} = \left\{ \int ([CH_3CHO]_0 - [CH_3CHO]) dt \right\} \times f / 22.4 \quad , \text{其中}$$

Q_{ads} : 受測燈管之 CH_3CHO 吸附量(μmol) ,

$[CH_3CHO]_0$: 測試系統供應之 CH_3CHO 濃度(ppmv) ,

$[CH_3CHO]$: 光觸媒反應器出口測得之 CH_3CHO 濃度 ,

t : 吸附作用操作時間(min) ,

f : 轉換成標準狀態(0 °C、101.3kPa)下之測試氣體流量(L/min)。

4.2 CH_3CHO 去除量 :

NO 去除量之計算方法如下所示 :

$$Q_{CH_3CHO} = \int (f / 22.4) ([CH_3CHO]_0 - [CH_3CHO]) dt \quad , \text{ 其中}$$

Q_{CH_3CHO} : 受測燈管之 CH_3CHO 去除量(μmol) ,

t : 去除作用操作時間(min)。

4.3 CH_3CHO 脫附量 :

CH_3CHO 脫附量之計算方法如下所示 :

$$Q_{des} = (f / 22.4) \{ \int [CH_3CHO] dt \} \quad , \text{ 其中}$$

Q_{des} : 受測燈管之 CH_3CHO 脫附量(μmol) ,

t : 脫附作用操作時間(min)。

4.4 CH_3CHO 淨去除量 :

CH_3CHO 淨去除量之計算方法如下所示 :

$$Q_{Net_CH_3CHO} = Q_{ads} + Q_{CH_3CHO} - Q_{des} \quad , \text{ 其中}$$

$Q_{Net_CH_3CHO}$: 受測燈管之 CH_3CHO 淨去除量(μmol)

Q_{CH_3CHO} : 受測燈管之 CH_3CHO 去除量(μmol)。

4.5 每度電之 CH_3CHO 去除量 :

每度電之 CH_3CHO 去除量之計算方法如下 :

$$q_{CH_3CHO} = Q_{Net_CH_3CHO} / W / T \quad ,$$

q_{CH_3CHO} : 受測燈管每耗一度電之 CH_3CHO 去除量($mmol/kW \cdot h$) ,

$Q_{Net_CH_3CHO}$: 受測燈管之 CH_3CHO 淨去除量(μmol) ,

W : 受測燈管之瓦特數(W) ,

T : 點燈測試時間(小時數)。

5. 測試報告

光觸媒空氣淨化燈之測試結果必須包含下列幾點：

- 5.1 受測光觸媒燈管樣品描述：材質、尺寸、外型、型號、規格(批覆物、有效光觸媒批覆量、燈管瓦數)…等。
- 5.2 測試儀器描述：廠牌、檢驗方法、規格…等。
- 5.3 測試條件：氣體污染物種類、供給濃度、水氣濃度(或相對濕度)、流量、同燈管批覆前之光譜圖、同燈管批覆前後光照度、分析儀器、光照度計…等。
- 5.4 測試結果：含光觸媒燈管及不含光觸媒燈管其測試之 CH_3CHO 吸附量、 CH_3CHO 去除量、 CH_3CHO 脫附量、 CH_3CHO 淨去除量及每度電之 CH_3CHO 去除量。
- 5.5 備註：測試過程中，所發生的特殊狀況描述或變化描述。

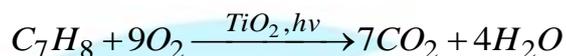


附錄 3

奈米光觸媒燈管空氣淨化效能試驗方法(甲苯)

1. 方法概要及測試系統

此方法主要在檢驗光觸媒對甲苯($C_6H_5CH_3$ 或 C_7H_8 ，以下以 C_7H_8 代表)的去除(氧化)作用，係以連續供給 1 ppm 的甲苯當作測試氣體，藉由污染物之連續提供，並以燈管本身之自有光源提供觸發光觸媒催化反應所需波長的光線照射下，測試光觸媒燈管之光催化反應活性，用以評估光觸媒燈管的空氣淨化功效，其主要化學反應式可以簡單寫成：



由於甲苯經過光觸媒處理後，其最終產物為 CO_2 及 H_2O ，並不會附著在光觸媒表面，所以此方法毋須再經過水洗程序，測其水洗再生率。

此測試系統包含測試氣體供應系統、光觸媒燈管反應器及污染物濃度量測儀器。此測試方法係使用低濃度之污染物進行測試，因此系統所使用之器具及管線，其材質必須對污染物具有低吸收性，並能抗紫外光之照射。此測試方法之示意圖請詳見圖 1、圖 2。各測試儀器之說明，詳述如下。

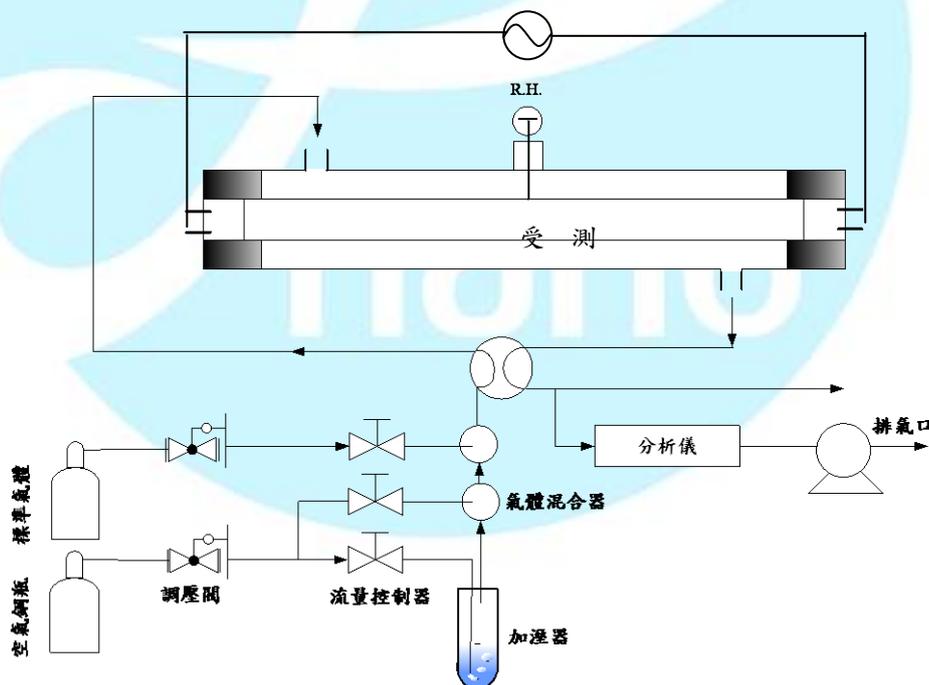


圖 1 光觸媒空氣淨化測試系統示意圖(直立燈管)

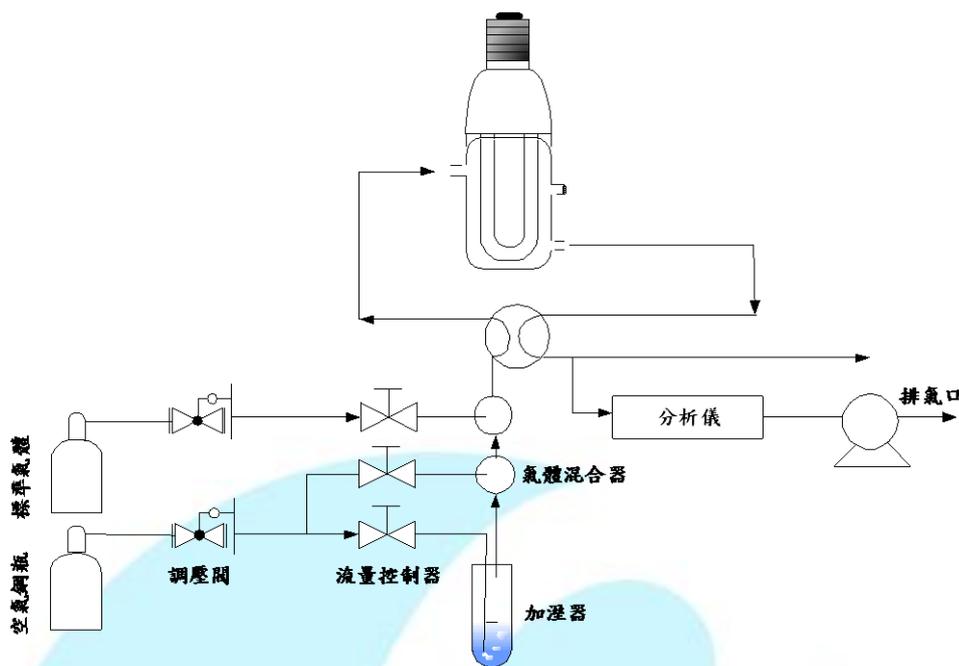


圖 2 光觸媒空氣淨化測試系統示意圖(3U 省電燈管)

1.1 測試氣體供應系統：

由標準氣體鋼瓶、空氣鋼瓶、流量控制器、加濕器及氣體混合器...等組成；若使用室內空氣，則必須多加空氣濾清器及空壓機。經由流量控制器的控制，可提供測試氣體連續且固定的污染物濃度、相對濕度及溫度。

1.2 光觸媒燈管反應器：

光觸媒燈管反應器內可放置光觸媒燈管，反應器材質為光學玻璃，此光學玻璃對波長 300 nm 以上的光線具有很低的吸收性，其材質最好為石英或硼系玻璃，如 pyrex 較佳。反應器與燈管之間的距離，必須保持在 5 mm。反應器之材質必須對測試氣體具有很低的吸收性，並且要能夠耐紫外光之照射。

1.3 遮光箱：

遮光箱之作用在遮斷外界光源的影響，避免因為外界光源的干擾，造成實驗的誤差。整個測試的過程都必須在遮光箱內完成。

1.4 氣相層析儀：

甲苯氣體濃度的量測係使用氣相層析儀的火焰離子化偵測器(FID, Flame Ionization Detector)。使用前，要先經由零點及全跨距 80 % 濃度之檢量線校正程序。

2. 測試用燈管

送測樣品須同時送含奈米光觸媒之燈管及不含奈米光觸媒之同款同型號之燈管各二只。測試用之光觸媒燈管主要以 20 W 的系列燈管為主，依據燈管的形狀搭配合適的燈管反應器，如 20 W 的直立燈管(玻纖管、直鍍式燈管)須採用圓柱型反應器(圖 1)；21~23 W 的 3U 省電燈管，則須使用筆筒型反應器(圖 2)。

由於燈管的外型不一，光觸媒的反應面積也有差異，為求檢驗的基準一致，必須記

錄下光觸媒燈管的有效反應面積，作為衡量光觸媒空氣淨化功效的依據。

3. 測試步驟及方法

空氣淨化測試分為燈管前處理及污染物去除測試兩個部分，以下將分開加以說明：

3.1 燈管前處理

依循下列方式進行燈管的前處理，如果前處理完後的燈管不能馬上進行測試，請務必將燈管置於密封帶內，避光收藏，以確保光觸媒不會反應。

3.1.1 去除有機物質：

將燈管點燈5個小時以上，光觸媒塗層的光催化作用可使燈管表面殘留的有機物質全部去除。若發現燈管表面的光觸媒塗層有較嚴重的有機物質殘留，必須在點燈的情況下，再加上紫外光(UVA)照射，照射及點燈5個小時，受測燈管表面所接受到的UVA光照度要達到 1 mW/cm^2 甚至更高，以確保能將殘存的有機物質全部去除。

3.1.2 水洗：

將點燈5小時後的燈管，浸泡在去離子水中2小時或更久，然後取出，以室溫的空氣加以乾燥或點燈乾燥。亦可使用不會造成受測燈管物理和化學變化的較高溫度範圍加以乾燥，以縮短乾燥時間。無論使用何種方式乾燥，最後必須達到恆重，以確認乾燥程度。乾燥的方法和水洗過程觀察到的現象，如是否有沈澱物產生...等現象，都必須要加以記錄。

3.2 污染物去除測試

以下所描述之測試步驟，在取得光觸媒燈管在不照光(不點燈)條件下污染物之吸收(adsorbed)量，及點燈條件下，污染物之去除(removed)量、及脫附(desorbed)量。圖3為典型的甲苯去除測試過程中，甲苯的濃度變化曲線圖。以下為測試的步驟。

3.2.1 調整測試氣體供應系統：

調整預先準備好的測試氣體供應系統，使其能穩定且連續地供應測試氣體供測試，此測試氣體含甲苯濃度 1 ppmv 、溫度 25°C 、相對濕度為 $70\sim 80\%$ ，流量為 0.5 L/min 。

開啟氣相層析儀，約需要 $30\sim 60$ 分鐘的暖機時間，暖機後，進行校正程序。同時，量測光觸媒燈管表面之UVA光照度。此時，測試氣體係直接導入氣相層析儀。

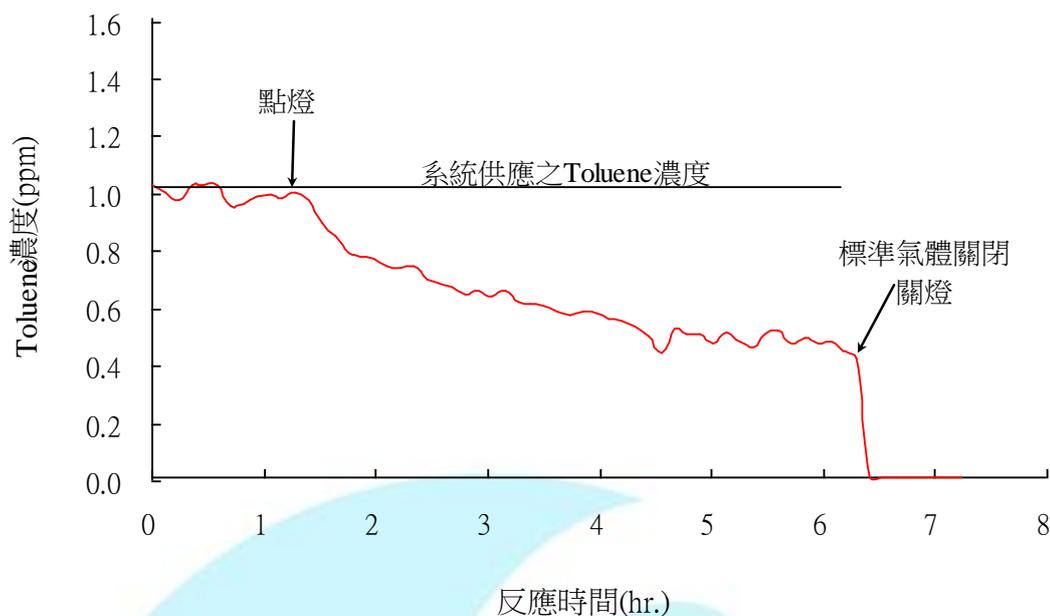


圖3 光觸媒空氣淨化效能檢驗結果之示意圖

3.2.2 放入光觸媒燈管：

將光觸媒燈管放入所屬的光觸媒燈管反應器，然後將兩側的矽膠塞旋緊固定(圓柱型反應器)，或將彈簧固定上蓋與反應器(筆筒型反應器)，確認反應器本身密封妥當。

3.2.3 切換測試氣體流向：

轉動氣體流向切換閥件，將測試氣體導入光觸媒燈管反應器，此時，尚未點燈，經過反應器之流量須為0.5 L/min。在燈管沒有開啟的情況下，繼續30分鐘，觀察甲苯的濃度變化，如果30分鐘後，甲苯的濃度仍低於預設值的90%，必須繼續此步驟，直到甲苯濃度超過90%。

3.2.4 開啟燈管之電源開關：

開啟燈管之電源開關，同樣地，記錄甲苯的濃度變化，並持續5小時。

3.2.5 關閉光源：

關閉燈管之電源開關，關閉標準氣體，導入零級空氣，記錄甲苯濃度變化30分鐘，直到甲苯濃度為零。

3.2.6 結束測試系統：

關閉零級空氣，將燈管從反應器取出。

4. 檢驗結果表示法

光觸媒空氣淨化效能檢驗結果之表示，計有五個部分，分別為甲苯吸附量、甲苯去除量、甲苯脫附量、甲苯淨去除量及每度電之甲苯去除量。以下分別加以其說明計算方式：

4.1 甲苯吸附量：

甲苯吸附量之計算方法如下所示：

$$Q_{ads} = \left\{ \int ([C_7H_8]_0 - [C_7H_8]) dt \right\} \times f / 22.4, \text{ 其中}$$

Q_{ads} : 受測燈管之甲苯吸附量(μmol) ,

$[C_7H_8]_0$: 測試系統供應之甲苯濃度(ppmv) ,

$[C_7H_8]$: 光觸媒反應器出口測得之甲苯濃度 ,

t : 吸附作用操作時間(min) ,

f : 轉換成標準狀態(0°C 、 101.3kPa)下之測試氣體流量(L/min)。

4.2 甲苯去除量 :

甲苯去除量之計算方法如下所示 :

$$Q_{C_7H_8} = \int (f / 22.4) ([C_7H_8]_0 - [C_7H_8]) dt, \text{ 其中}$$

$Q_{C_7H_8}$: 受測燈管之甲苯去除量(μmol) ,

t : 去除作用操作時間(min)。

4.3 甲苯脫附量 :

甲苯脫附量之計算方法如下所示 :

$$Q_{des} = (f / 22.4) \left\{ \int [C_7H_8] dt \right\}, \text{ 其中}$$

Q_{des} : 受測燈管之甲苯脫附量(μmol) ,

t : 脫附作用操作時間(min)。

4.4 甲苯淨去除量 :

甲苯淨去除量之計算方法如下所示 :

$$Q_{Net-C_7H_8} = Q_{ads} + Q_{C_7H_8} - Q_{des}, \text{ 其中}$$

$Q_{Net-C_7H_8}$: 受測燈管之甲苯淨去除量(μmol)。

4.5 每度電之甲苯去除量 :

甲苯每度電去除量之計算方法如下 :

每度電 = $1000 \text{ 瓦} \cdot \text{時} (\text{kw} \cdot \text{時})$,

受測燈管之甲苯淨去除量(μmol)/受測燈管瓦數 $\times 1000$,

即以受測燈管之甲苯淨去除量(mmol)/受測燈管瓦數。

5. 測試報告

光觸媒空氣淨化測試之測試結果必須包含下列幾點 :

- 5.1 受測光觸媒燈管樣品描述 : 材質、尺寸、外型、型號、規格(批覆物、有效光觸媒批覆量、燈管瓦數)……等。
- 5.2 測試儀器描述 : 廠牌、檢驗方法、規格……等。

- 5.3 測試條件：氣體污染物種類、供給濃度、水氣濃度(或相對濕度)、流量、同燈管批覆前之光譜圖、同燈管批覆前後光照度、分析儀器、光照度計…等。
- 5.4 測試結果：含光觸媒燈管及不含光觸媒燈管其測試之甲苯吸附量、甲苯去除量、甲苯脫附量、甲苯淨去除量及每度電之甲苯去除量。
- 5.5 備註：測試過程中，所發生的特殊狀況描述或變化描述。

