

# 奈米標章產品驗證制度

## 奈米光觸媒空氣清淨機驗證規範

---

文件編號：TN-011

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	96.10.04	規範制定	推行委員會 96 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。	依據推行審議會 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。

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，不僅可分解室內可能含有的苯類及醛類等揮發性有機污染物，更可有效去除空氣中的酸性氣體、抑制細菌生長，大幅提升室內空氣品質。

奈米標章驗證 產品規範	<h1>奈米光觸媒空氣清淨機</h1>	編號	TN-011
			
<p><b>1. 適用範圍</b></p> <p>本規範適用於一般用途空氣清淨機之光催化反應性能測試。</p> <p><b>2. 參考資料</b></p> <p>2.1 日本電機協會：空氣清淨機測試方法 - JEM-1467 (1995 年版譯文／原文)。</p> <p>2.2 日本光觸媒製品技術協議會(SITPA)：光觸媒性能評估試驗法 IIa - 氣袋 A 法(2001 年版譯文／原文)。</p> <p>2.3 日本光觸媒製品技術協議會(SITPA)：光觸媒性能評估試驗法 IIb - 氣袋 B 法(2001 年版譯文／原文)。</p> <p>2.4 光觸媒對揮發性有機溶劑之光反應機制研究 - 20 屆觸媒暨反應研討會-賀遵火等。</p> <p><b>3. 用語釋義</b></p> <p>3.1 空氣清淨機：凡具有除臭或集塵功能之裝置，或其他具有淨化空氣功能之設備。</p> <p>3.2 奈米光觸媒空氣清淨機：係利用奈米光觸媒功能以達空氣淨化目的之空氣清淨機。</p> <p>3.3 操作風量：空氣清淨機在固定電壓與頻率下運轉，且固定設定下之輸出風量。</p> <p>3.4 測試風量：為執行本項測試之操作風量，一般以該空氣清淨機最大風量為設定。</p> <p>3.5 光條件下測試：為奈米光觸媒空氣清淨機於開啟該機內設置光源後，所執行之除臭測試。</p> <p>3.6 無光條件下測試：為奈米光觸媒空氣清淨機於關閉該機內設置光源後，所執行之除臭測試。</p> <p>3.7 光化學反應測試：為空氣清淨機移除光觸媒濾網後，開啟該機內設置光源，所執行之除臭測試。</p> <p>3.8 總光反應效率：為光條件下一氧化氮效率測試值減去無光條件下一氧化氮效率測試值。</p> <p>3.9 光化學反應效率：為光化學反應測試下一氧化氮移除效率測試值。</p> <p>3.10 光觸媒光催化反應效率：為總光反應效率減去光化學反應效率。</p> <p>3.11 起始氣體濃度：為完成測試香菸燃燒程序，且尚未開啟空氣清淨機電源運轉前，測試箱體內各氣體濃度值。</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

3.12 殘留氣體濃度：為開啟空氣清淨機電源運轉 30 分鐘，且於關閉空氣清淨機電源後，測試箱體內各氣體濃度值。

3.13 氣體總和移除率：為兩倍乙醛除臭效率加上一倍氨氣與乙酸除臭效率，再除以四所得之效率。

#### 4. 判定基準

奈米光觸媒空氣清淨機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	空氣清淨機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	一氧化氮光觸媒光催化反應效率。	反應效率須大於 60 %。	
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「奈米光觸媒空氣清淨機奈米尺寸參考試驗方法」）。

5.2 奈米功能（詳見附錄 2「奈米光觸媒空氣清淨機對氨氣、乙醛、乙酸及一氧化氮分解功能試驗方法」）。

#### 6. 試驗報告

6.1 含奈米光觸媒成分之空氣清淨機的奈米尺寸試驗測試報告至少應包含：

- (1) 奈米光觸媒成品中之光觸媒原料成分。
- (2) 奈米光觸媒成品或原材料中之光觸媒原料的粒徑大小、分布及型態特性。

6.2 空氣清淨機對一氧化氮分解功能的測試報告至少應包含：

- (1) 測試樣品名稱
- (2) 測試電壓/頻率
- (3) 製造業者名稱或簡稱
- (4) 製造號碼或批號
- (5) 光觸媒之光催化反應效率
- (6) 測試件之設定狀態(如風量等)
- (7) 其他標示

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

6.4 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. 標示

符合奈米標章之產品應標示下列附加事項：

- (1) 認可產品名稱、規格與型號。
- (2) 聲明光觸媒光催化反應效率對一氧化氮之移除效率值。
- (3) 能夠展現產品特性之使用方法、條件及限制。
- (4) 濾網更換或清洗週期建議(包含光觸媒濾網)。
- (5) 其他相關法規要求事項。

## 8. 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

### 奈米光觸媒空氣清淨機奈米尺寸參考試驗方法

#### 1. 奈米尺寸試驗方法

##### 1.1 奈米原材料或塗料

奈米原材料或塗料中之光觸媒原料成分晶相係以 X-光繞射儀分析。

##### 1.2 設備

X-光繞射儀 - 參考 ASTM D3720 - 90(2005) Standard Test Method for Ratio of Anatase to Rutile in Titanium Dioxide Pigments by X-ray Diffraction。

##### 1.3 樣品製作

若原料為液態，以 70 °C 烘乾後，研磨成粉末後備用。

將粉體樣品平整地壓填至 X-光繞射儀之樣品支持器上(specimen holder)，製備方法參考 ASTM D3720-90。

##### 1.4 操作

操作步驟參考 ASTM D5380 - 93(2003) Standard Test Method for Identification of Crystalline Pigments and Extenders in Paint by X-Ray Diffraction Analysis。測試之 2θ 角由 5~65°，分析之結果是以各繞射峰之 d-spacing 與訊號強度表示。

##### 1.5 結果分析

鑑定方法參考 ASTM D5380-93。利用 ICDD Alphabetical Index<sup>1</sup> 之檔案做最初之晶相分析，再利用 Powder Data File<sup>2</sup> 做所有繞射峰的檢定。

1.5.1 將所有繞射峰的 d-spacing 與強度，以 d-spacing 由小至大排序列出，若 d-spacing > 3.5 Å，則須列到小數第二位，若 d-spacing ≤ 3.5 Å，則至少列到小數第三位。

1.5.2 利用 Hanawalt Method、Fink Method 或其他系統化之方法鑑定繞射峰之晶相。

由已知或猜測的組成先做比對，可加速所有繞射峰之晶相的鑑定。

1.5.3 表一列出常見之光觸媒的 d-spacing 與繞射強度。

註<sup>(1)</sup>：Alphabetical Index – Inorganic Phases, Catalog No. A142, ICDD

註<sup>(2)</sup>：“Powder Diffraction File, Inorganic,” ICDD

表一 常見之光觸媒的 d-spacing 與繞射強度

d-spacing 與 相對繞射強度 <sup>A</sup>					名稱	組成	ICDD File Number
3.52 <sub>x</sub>	2.370 <sub>2</sub>	1.892 <sub>4</sub>	1.700 <sub>2</sub>	1.667 <sub>2</sub>	Anatase	TiO <sub>2</sub>	21-1272
3.247 <sub>x</sub>	2.487 <sub>5</sub>	2.188 <sub>3</sub>	1.687 <sub>6</sub>	1.624 <sub>2</sub>	Rutile	TiO <sub>2</sub>	21-1276
2.476 <sub>x</sub>	2.814 <sub>6</sub>	2.603 <sub>4</sub>	1.625 <sub>3</sub>	1.477 <sub>3</sub>	Zinc Oxide	ZnO	36-1451

<sup>A</sup> 下標表示相對繞射強度，數值以 10 為強度最高的繞射峰，並以“x”表示。

#### 2. 奈米尺度檢測方法

##### 2.1 光子相關法

##### 2.1.1 參考標準規範

ISO 13321 : 1996 Particle Size Analysis - Photon Correlation Spectroscopy。

### 2.1.2 檢測方法

光子相關法又稱為動態光散射法(Dynamic Light Scattering, DLS)或是準彈性光散射法(Quasi-Elastic Light Scattering, QELS)為現階段最常用的一種奈米級粒徑量測方法之一。其受到廣泛使用的主要原因不外乎光子相關法可以快速的提供平均粒徑尺寸與粒徑分布的資訊，同時軟硬體設備成本相對不高，且在市面上已有多數商用機型可供選擇，量測範圍從 1 nm 至 5,000 nm 不等。

### 2.1.3 檢測注意事項

- (1) 本檢測法為濕式量測法，樣本一般準備為濃度 0.01~10 % (視各量測機器為主) 的溶液中，並裝置於 1 cm × 1 cm 的方形檢測槽(vat)內。
- (2) 檢測時須註明浸泡溶液的種類，並告知浸泡溶液的黏度與折射率。
- (3) 測試溫度須控制在  $\pm 0.3$  °C 以內。
- (4) 測試前須使用 0.2  $\mu\text{m}$  的過濾器過濾後再進行檢測。
- (5) 檢測設備須使用具追溯的標準粉體樣本先行驗證，以確認檢測設備的準確性。

## 2.2 穿透式/掃描式電子顯微鏡

### 2.2.1 參考標準規範

ISO 16700 : 2004(E) Microbeam Analysis - Scanning Electron Microscopy - Guidelines for Calibrating Image Magnification。

### 2.2.2 檢測原理

電子顯微鏡是根據電子與物質作用所產生的訊號來提供奈米材料粒徑大小、分布及型態的特性。和其它的分析方法比較起來，電子顯微鏡除了可以直接量取粒徑大小，最大的優點在於擷取的成像可用來判斷粉體的形狀，並可應用於粒徑分布從數奈米至數微米大小的廣泛材質。

### 2.2.3 檢測注意事項

- (1) 本檢測法為乾式量測法，毋須浸泡於溶液中。
- (2) 系統須抽真空氣壓，易污染真空腔者，應作特殊處理。
- (3) 檢測設備須使用具追溯的標準樣本先行驗證，以確認檢測設備的準確性。
- (4) 有必要可以將樣本鍍金，以增加系統的判讀性。



## 附錄 2

### 奈米光觸媒空氣清淨機對氨氣、乙醛、乙酸及一氧化氮分解功能試驗方法

#### 1. 測試樣品之選取

由於檢測為整機測試，無須考慮樣品之選取。

針對日後監督維持之抽樣(sampling)方式可參考 ASHRAE 52.2 測試樣品來源之取得或選擇 (ASHRAE：美國冷凍加熱空調協會)執行：

- 1.1 從製造商生產線或庫房，一組六個或以上之同型空氣清淨機擇一。
- 1.2 由測試實驗室至市場購買。

#### 2. 試驗前準備

##### 2.1 測定氣體項目

測試之氣體，分別為下列各項：

- (1) 氨氣( $\text{NH}_3$ )
- (2) 乙醛( $\text{CH}_3\text{CHO}$ )
- (3) 乙酸( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
- (4) 一氧化氮(Nitric Oxide)

##### 2.2 測定器

所使用之測定器為氣體檢知管

- (1) 氨氣氣體檢知管(如附錄 3 說明)
- (2) 乙醛氣體檢知管 (如附錄 3 說明)
- (3) 乙酸氣體檢知管(如附錄 3 說明)
- (4) 一氧化氮氣體檢知管(如附錄 3 說明)

備註：檢知管使用法

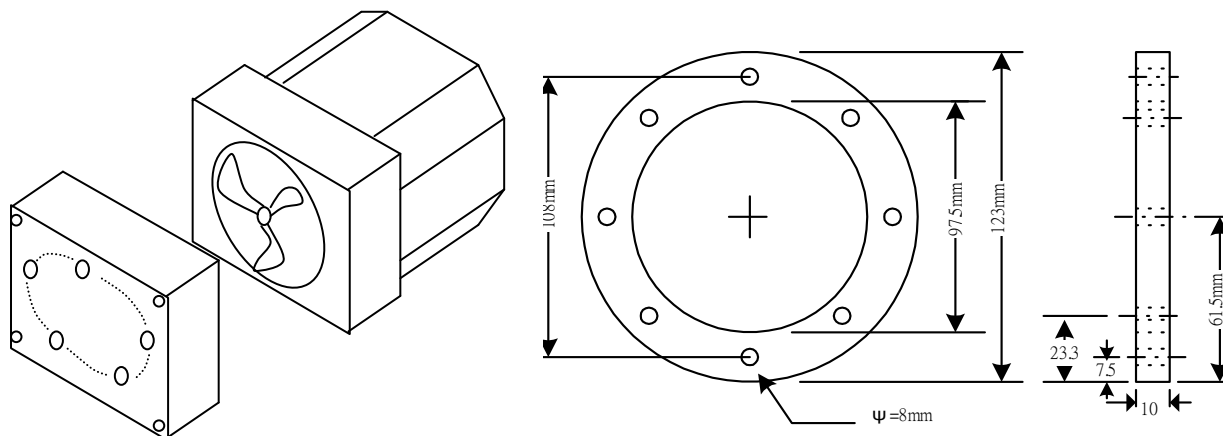
- (1) 須遵守各檢知管之使用說明書上的各注意事項。
- (2) 依據氣體之濃度，選擇最佳之抽氣數。

##### 2.3 測定環境條件

測試時環境條件希望環境溫度於  $5\sim 35\text{ }^\circ\text{C}$ ，環境相對濕度於  $40\sim 75\%$  之間。

##### 2.4 香菸吸菸器

香煙吸菸器包含如圖一中之送風機(於操作電壓 110 V 與固定頻率 60 Hz 下，其最大風量 0.8  $\text{cm}^3/\text{s}$ ，最大靜壓 60 Pa)與如圖一支撐固定香菸的安裝面板，而上述兩元件須以氣密之方式緊密結合。

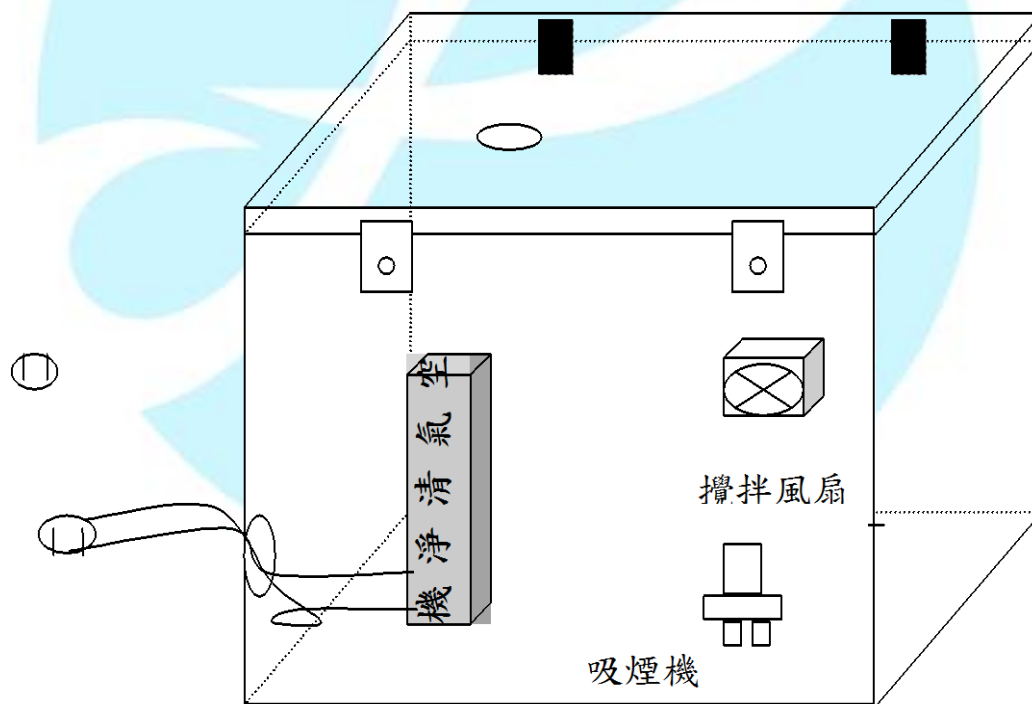


圖一、吸煙器示意圖

圖二、吸煙器尺寸圖

### 2.5 測試箱

測試箱為  $1\text{m}^3$  ( $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$ ) 之密閉容器(玻璃或壓克力樹脂製)，在測試箱內各物件之放置方式，如圖三中所示。為使氣體分散均勻，於測試箱內加置一個與吸煙器風量相等之混合扇(約  $0.7\text{cm}^3$ )。



圖三、測試箱體之透視圖

## 3. 試驗條件

- 3.1 香煙(如附錄 3 之說明)以 5 支為一測試單元。
- 3.2 測試件前處理：檢查外觀是否完整，取出濾網並拆除外包裝，將濾網皆依製造商之規定安置於空氣清淨機中，並通以電源試運轉約一分鐘，確認各項功能皆為正常。

- 3.3 使用香煙吸煙機於 6~8 分鐘同時燃燒 5 支香煙，並以最快燃燒至香煙濾嘴之測試煙為基準點，停止香煙吸煙機的運轉，剩餘之測試煙以自然發煙型態燃燒完畢。
- 3.4 香煙在燃燒過程中，空氣清淨機為停止運轉之狀態。
- 3.5 空氣清淨機之運轉開啟或關閉皆能於無須開啟測試箱狀態下執行。
- 3.6 混合風扇只於空氣清淨機運轉時為停止狀態。

#### 4. 光觸媒空氣清淨機光條件下測試

##### 4.1 起始氣體濃度之測試

- 4.1.1 測試時之氣體起始濃度為測試香煙燃燒完成後 2~5 分鐘進行採樣。
- 4.1.2 氣體採樣之測試步驟為先同時測定氮與乙醛後，再接著測試乙酸，最後同時執行一氧化氮與二氧化氮之採樣。

##### 4.2 殘留氣體濃度之測試

- 4.2.1 於空氣清淨機所有功能皆為開啟狀態下，空氣清淨機運轉 30 分鐘，風量設定值為最大作為建議參考，但不限僅能以此風量測試狀態下進行測試。
- 4.2.2 停止空氣清淨機之運轉，以第 4.1.2 ii 節的相同方法進行採樣測試。

##### 4.3 氣體移除率之計算

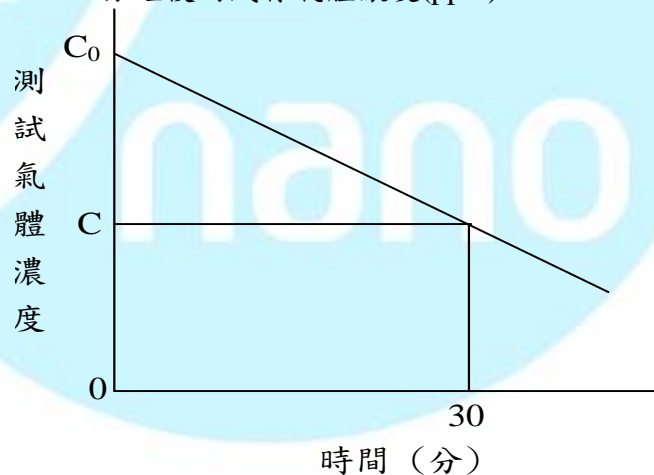
各污染成分的初期除去率之計算，請參考以下計算方程式：

##### 4.3.1 各污染成分之移除率 $\eta$ (%) 之計算方程式如下

$$\eta = (1 - C/C_0) \times 100$$

上式中之  $C_0$ ：起始氣體濃度(ppm)

$C$ ：30 分鐘後的殘存氣體濃度(ppm)



圖四、氣體濃度衰減曲線

##### 4.3.2 氣體總和移除率之計算式，如下所示：

$$\eta_t = (\eta_1 + 2\eta_2 + \eta_3) / 4$$

$\eta_t$ ：氣體總合移除率(%)

$\eta_1$ ：氮氣移除率(%)

$\eta_2$ ：乙醛氣體移除率(%)

$\eta_3$ ：乙酸氣體移除率(%)

##### 4.3.3 光觸媒空氣清淨機於本測試中，則著重於一氧化氮氣體效率獲得。

4.3.4 測試條件基本要求：測試產出之結果包含各污染成分移除率與氣體總和移除率，一般空氣清淨機須滿足氣體總和移除率( $\eta_t$ )大於 50 %，而奈米光觸媒空氣清淨機測試則須滿足一氧化氮氣體移除效率( $\eta_{NO}$ )大於 50 %。

## 5. 光觸媒空氣清淨機無光條件下測試

當空氣清淨機具有光觸媒空氣淨化設備，且經第 3 章節測試完成，依本文 3.3.1 章節計算，該空氣清淨機之光條件下測試之一氧化氮效率( $\eta_{NO}$ )大於 50 % [不論氣體總和移除率( $\eta_t$ )結果如何]，則須再進行無光條件下測試。

### 5.1 測試方法與效率計算

無光條件下空氣清淨機測試方法、步驟與效能計算如同本規範第 3 章節之說明，但須將空氣清淨機內所含燈管移除或切斷燈管之電源，且執行本項測試與光條件下空氣清淨機測試不可於同一天執行。

### 5.2 總光反應效率：

將經由第 4.3.1 與 5.1 節測試獲得之光條件下與無光條件下一氧化氮氣體移除效率( $\eta_{NO}$ )，並將兩效率值相減，即為總光反應效率值( $T\eta_{NO}$ )。

## 6. 光觸媒空氣清淨機光化學反應測試

當空氣清淨機具有光觸媒空氣淨化設備，且經第 4 與 5 節測試完成，依本文 5.2 章節計算，該空氣清淨機總光反應效率( $T\eta_{NO}$ )大於 50 % [不論氣體總和移除率 ( $\eta_t$ ) 結果如何]，則須再進行光化學反應測試。

### 6.1 測試方法與效率計算

光化學反應測試方法、步驟與效能計算如同本規範第 4 章節之說明，唯須將空氣清淨機內光觸媒濾網移除，並開啟燈管之電源。

### 6.2 光化學反應效率：

將經由執行第 6 章節之測試，並參考本文第 4.3.1 節計算方法獲得之光化學反應效率( $L\eta_{NO}$ )。

## 7. 奈米光觸媒光催化反應效率

### 7.1 奈米光觸媒光光催化反應效率

將 5.2 章節獲得之總光反應效率減去第 6.2 節獲得之光化學反應效率，即為奈米光觸媒光光催化反應效率( $F\eta_{NO}$ )。

### 7.2 光觸媒空氣清淨機有效性成立條件：

奈米光觸媒光光催化反應效率( $F\eta_{NO}$ )須大於 50 %。

### 附錄 3

#### 其他說明

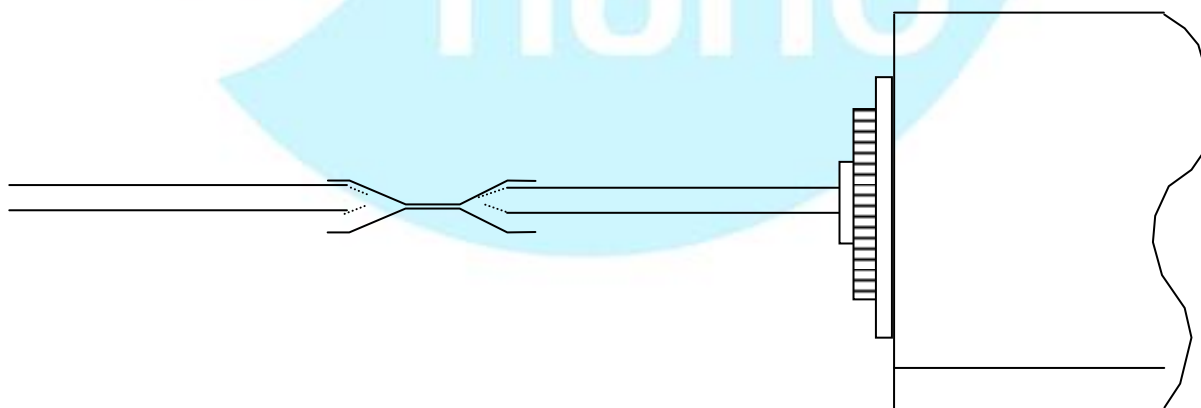
#### 1. 檢知管規格說明：

於本規範中並不限制檢知管之品牌，僅以測試穩定度與濃度測試範圍進行說明，舉例以 Gas Tech Corporation 製造之商品進行規格說明：

氣體	產品編號	刻度範圍/1 次抽氣 單位：ppm	刻度範圍/2 次抽氣 單位：ppm	測試極限 單位：ppm
氨	No 3La	5~100	2.5~50	0.5 (n = 2)
	No 3L	1~30	0.5~15	0.2 (n = 1)
乙醛	No 92L	1~20	-----	0.2 (n = 1)
乙酸	No 81L	0.25~10	0.125~5	0.05(n = 2)
一氧化氮	No 10	5~200	2.5~100	1.0 (n = 2)

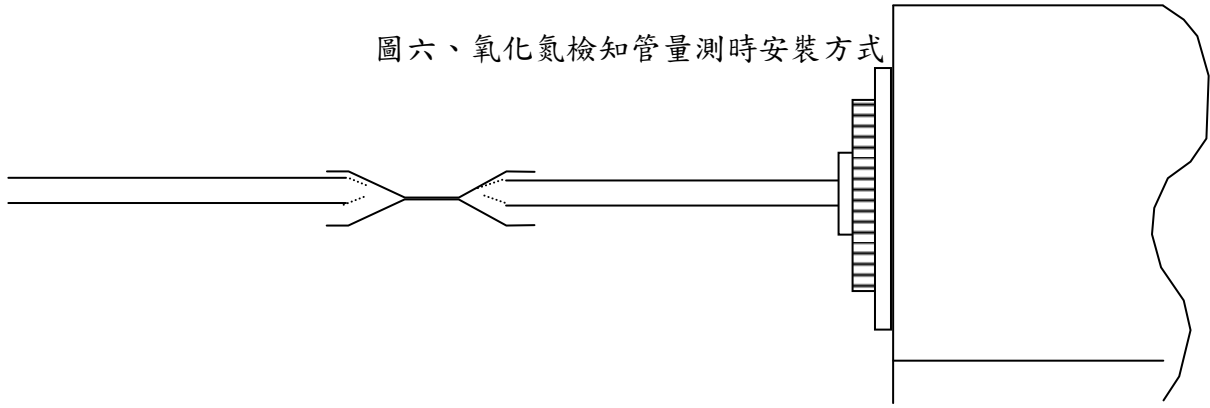
- 1.1 檢知管使用範圍須涵蓋上表 1 次抽氣與 2 次抽氣之範圍。
- 1.2 須具有採樣氣體溫度變異修正因素之說明。
- 1.3 測試範圍之最大誤差須小於 10 %。
- 1.4 於測定乙醛氣體( $\text{CH}_3\text{CHO}$ )時，請參考圖一所示之方法，將氨氣之檢知管置於前方再接續乙醛檢知管，並將氨氣檢知管入口銜接於測試箱體，且同時執行測試。

圖五、乙醛檢知管量測時安裝方式



- 1.5 於測定氧化氮氣體(Nitric Oxide)時，請參考圖二所示之方法，將  $\text{NO}_2$  之檢知管置於前方再接續  $\text{NO}$  檢知管，並將  $\text{NO}_2$  檢知管入口銜接於測試箱體，且同時執行測試。

圖六、氧化氮檢知管量測時安裝方式



## 2. 香煙規格

於本規範中並不限制香菸之品牌，故須以空景測試之測試起始濃度進行說明與限制，限定空箱體下之各項氣體測試起始濃度下限須滿足下表之說明：

氣體	氨	乙醛	乙酸	一氧化氮
測試下限濃度	15 ppm	3 ppm	2 ppm	8 ppm

nano

## 附錄 4

### 去除率 60% 之代表意義

以一般常見的中小型空氣清淨機所使用範圍為例，室內約 4 坪的房間，挑高約 2.5 公尺，內容積約為  $30 \text{ m}^3$ 。以環保署在民國 94 年底所公告之「室內空氣污染物標準建議值」，室內總揮發性有機污染物(TVOC)的標準為 3.0 ppm。

假設室內總揮發性有機污染物的原始濃度為 3.0 ppm(甲醛為 0.1 ppm)，內容積為  $30 \text{ m}^3$  的房間，其內總揮發性有機污染物的量為：

$$3 \frac{\text{mL}}{\text{m}^3} \times 30 \text{m}^3 = 90 \text{mL} \quad (1)$$

PS：假設光觸媒無選擇性問題且反應速率為固定

光觸媒空氣清淨機之空氣淨化效能測試係以測試箱體 1000L，測試氣體為含 10 ppm 之一氧化氮，若半小時之去除率為 60%，則每天 24 小時之去除量為：

$$10 \frac{\text{mL}}{\text{m}^3} \times 1 \text{m}^3 \times 48 \times 60\% = 288 \text{mL} \quad (2)$$

或言之，約可在 7.5 小時內移除所有室內污染物。

$$10 \frac{\text{mL}}{\text{m}^3} \times 1 \text{m}^3 \times 15 \times 60\% = 90 \text{mL} \quad (3)$$

A large, light blue circular logo with the word "nano" written in white lowercase letters in the center. The logo is partially obscured by the text and equations on the page.