

# 奈米標章產品驗證制度

## 奈米表面處理隔熱玻璃驗證規範

---

文件編號：TN-044

版次：1.0

制定/修正紀錄

版次	日期	制定/修正摘要	審查/核准
1.0	102.01.02	規範制定	推行審議會 101 年度第 2 次審議會通過。

## 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，其奈米尺寸須小於 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，另須符合相關法規之要求；同時產品耐候性亦須符合產業一般要求。

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，交由奈米標章產品驗證制度登錄實驗室或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。

有鑒於隔熱玻璃在使用上能具有日光輻射阻隔功能，特制定本產品規範，藉由含奈米金屬或奈米金屬氧化物原材料或奈米結構，利用蒸鍍、濺鍍、噴塗或塗抹等方式製成之玻璃，使其具有日光輻射阻隔功能，減少室內因日光照射而溫度上升，達到節能的功效。

奈米標章驗證 產品規範	<h1 style="margin: 0;">奈米表面處理隔熱玻璃</h1>	編號	TN-044
			
<p><b>1. 適用範圍</b></p> <p>本規範適用於具隔熱節能功能之玻璃，其隔熱節能源自於奈米表面處理。</p> <p><b>2. 參考資料</b></p> <p>2.1 CNS 8081：1981 建築用組件（嵌版）性能試驗法。</p> <p>2.2 CNS 12381：2011 平板玻璃透射率、反射率、放射率及日光輻射熱取得係數試驗法。</p> <p>2.3 CNS 13105：1992 紅外線分光光度分析法通則。</p> <p>2.4 CNS 17025：2007 測試與校正實驗室能力一般要求。</p> <p>2.5 TNS M017001-2012 奈米產品：表面粒子尺度測定法—掃描式電子顯微鏡。</p> <p>2.6 ISO 9050：2003 Glass in building-Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors。</p> <p>2.7 ISO 16700：2004(E) Microbeam analysis – Scanning electron microscopy – Guidelines for calibrating image magnification。</p> <p>2.8 ISO 22309：2011 Microbeam analysis – Quantitative analysis using energy-dispersive spectrometry (EDS) for elements with an atomic number of 11 (Na) or above。</p> <p>2.9 ASTM G154-06 Standard practice for operating fluorescence light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials。</p> <p><b>3. 用語釋義</b></p> <p>3.1 奈米表面處理隔熱玻璃：係指透明玻璃材料本體之表面含奈米金屬或奈米金屬氧化物材料或結構特徵，非表面貼膜之產品，藉由材料或結構之奈米特徵，以維持透明性並達到日光輻射阻隔功能之玻璃。</p> <p>3.2 奈米表面處理：係指表面處理後含有任一維平均尺寸在 100 nm 以下之材料或結構特徵者。</p>			
公布日期 102 年 01 月 02 日	奈米標章產品驗證制度印行	修正日期 年 月 日	

3.3 可視光透射率（可視光透過率）：晝光<sup>(1)</sup>垂直照射至隔熱玻璃表面，透射光之光通量（luminous flux）<sup>(2)</sup>與入射光之光通量的比值。

註<sup>(1)</sup>：上述之晝光，係指國際照明委員會（International Commission on Illumination，簡稱 CIE）所規定之晝光。CIE 所規定之晝光，係以觀測值為基礎，黑體輻射之色溫，與相同色溫之晝光之分光照度分佈，與波長 560 nm 之值的比對值。

註<sup>(2)</sup>：光通量（luminous flux，亦稱光束）係以各輻射線波長之放射線能量（radiant energy flux），與各放射線波長之視感度（spectral luminous efficacy）值之乘積數值，對波長之積分表示之。

3.4 可視光反射率：晝光垂直照射至隔熱玻璃表面，產生之反射光之光束，與入射光之光束的比值。

3.5 日光輻射：指直接照射之日光，亦即太陽光經過大氣層，直接到達地面之紫外線、可見光及近紅外光波長（300 nm~2500 nm）之輻射線。

3.6 日光透射率：照射至窗戶之日光輻射，所產生之透射光束，與入射光光束之比值。

3.7 日光輻射熱取得率（Solar Heat Gain Coefficient, SHGC）：照射至隔熱玻璃之日光輻射光束中，透過隔熱玻璃之輻射光束，與被隔熱玻璃所吸收再傳導至室內側熱能之總和，與入射日光光束之比值。

#### 4. 判定基準

奈米表面處理隔熱玻璃須依本規範規定之方法進行測試並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	奈米表面處理隔熱玻璃所使用奈米材料之尺寸。	奈米表面處理其任一維平均尺寸在 100 nm 以下。	1. 廠商須提供測試報告或證明。 2. 依照一般認定，QUV 試驗 200 小時約估算為 1 年，QUV 試驗 500 小時約估算為 2.5 年。
奈米功能	奈米表面處理隔熱玻璃隔絕日光輻射的能力與特性。	1. 可視光透射率 50 % 以上且可視光反射率 25 % 以下。 2. 日光輻射熱取得率（SHGC）：單板玻璃 0.6 以下，複層玻璃 0.3 以下。	
其他要求	QUV 試驗 加速耐候試驗測試隔熱玻璃在日光及水氣下能維持原功能性之年限。	QUV 試驗 500 小時，加速試驗後，其可視光透射率、可視光反射率與日光透射率變動須小於原產品功能之 2 %。	

## 5. 試驗方法

- 5.1 樣品製備：樣品以隨機抽取方式進行，但應採取足以代表預計選用之玻璃類型或等級之平均品質。所採樣品數應可供製作相關測試試樣數個以上，樣品尺寸以符合受測大小即可。
- 5.2 奈米尺寸：詳見附錄 1。
- 5.3 奈米功能：詳見附錄 2。
- 5.4 其他要求：詳見附錄 3。

## 6. 試驗報告

- 6.1 報告內容應符合 CNS 17025：2007 [測試與校正實驗室能力一般要求]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。
- 6.3 奈米尺寸之試驗報告至少應包含以下內容：所測試產品表面處理之尺寸。
- 6.4 奈米功能與 QUV 試驗之試驗報告至少應包含以下內容：
  - (1) 樣品名稱。
  - (2) 試驗方法。
  - (3) 可視光透射率、日光輻射熱取得率、可視光反射率與 QUV 試驗結果。

## 7. 標示

符合奈米標章之產品應標示下列附加事項：

- 7.1 認可產品名稱。
- 7.2 使用之奈米級原材料及加工方式。
- 7.3 奈米標章及認可之產品功能說明（可視光透射率、日光輻射熱取得率、可視光反射率與 QUV 試驗結果）。
- 7.4 產品使用應注意事項。
- 7.5 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

### 奈米表面處理隔熱玻璃奈米尺寸試驗方法

#### 1. 概要

本試驗方法係以穿透式/掃描式電子顯微鏡對產品表面含 100 nm 以下奈米金屬或奈米金屬氧化物之尺寸測定法，及以能量散射光譜儀測定奈米金屬或奈米金屬氧化物的成分。

#### 2. 裝置及材料

##### 2.1 量測儀器

- (1) 穿透式/掃描式電子顯微鏡：參考 ISO 16700：2004(E) Microbeam analysis – Scanning electron microscopy – Guidelines for calibrating image magnification，及 TNS M017001-2012 奈米產品：表面粒子尺度測定法—掃描式電子顯微鏡。
- (2) 能量散射光譜儀：參考 ISO 22309：2011 Microbeam analysis – Quantitative analysis using energy-dispersive spectrometry (EDS) for elements with an atomic number of 11 (Na) or above。

##### 2.2 樣品製備

- (1) 掃描式電子顯微鏡：將送測之奈米表面處理隔熱玻璃試片裁切至適合掃描式電子顯微鏡量測的大小，以導電膠帶固定於量測儀器的樣品座，表面可視需要鍍導電層進行尺寸分析。
- (2) 穿透式電子顯微鏡：將送測之奈米表面處理隔熱玻璃試片裁切至適合穿透式電子顯微鏡量測的大小，置於量測儀器的樣品座（如碳膜銅網）進行尺寸分析。

#### 3. 原理

##### 3.1 掃描式電子顯微鏡

利用高能量的電子與樣品產生的交互作用作為基礎而獲得樣品表面的形貌影像。樣品表面影像量測操作方法主要是利用 0.1 kV~30 kV 左右的加速電壓使電子鎗產生電子束，此電子束會經由多組電磁透鏡作聚集並經由掃描線圈來控制偏折程度以對樣品表面進行二度空間的掃描，此來回掃描的動作會設計得與陰極射線管（Cathode Ray Tube, CRT）上的掃描動作同步。而由於電子與樣品作用會激發出以二次電子（Secondary Electron, SE）或背向散射電子（Back Scattered Electron, BSE），電子被偵測器偵測後，經由訊號放大送到 CRT，CRT 上的亮度與對比即根據所偵測到電子訊號的強弱而作改變，如此電子束掃描樣品任意點所產生的電子訊號強弱將可對應到 CRT 螢光幕上對應點的亮度，因此樣品的表面形貌影像即可藉由亮點同步成像方式呈現出來。

##### 3.2 穿透式電子顯微鏡

利用高能量的電子（200 keV）與樣品產生的交互作用作為基礎而獲得樣品的微結構影像。在穿透式電子顯微基本成像原理中，低、中倍率（倍率適用範圍為

2500 X~150 kX)之 TEM 顯微成像主要是利用穿透式電子束成像，因而形成明視野像 (Bright Field)，此種影像主要源自於振幅對比 (Amplitude Contrast)。而高分辨電子顯微影像成像 (倍率適用範圍為 200 kX~1.0 MX) 是利用穿透電子束與繞射電子束交互干涉而成週期性條紋或是晶格影像。其成像原理是來自於各電子束間的相位差，因此所產生的對比稱之為相位對比 (Phase Contrast)。接著利用電荷耦合元件攝相機 (Charge Coupled Device Camera) 紀錄影像，最後再根據影像利用分析軟體作為所欲量測輪廓兩點間之水平距離的量測。

### 3.3 能量散佈光譜儀

能量散佈光譜儀 (Energy Dispersive Spectrometer, EDS) 之原理係當原子的內層電子受到外來電子束的激發而脫離軌道時，外層電子將躍遷至內層軌道並釋放特定能量的 X 光。由於各元素之能階分佈不同，因此藉由分析此特性 X 光能量或波長即可用以鑑定材料的組成元素。

## 4. 注意事項

- 4.1 本檢測法為乾式量測法，毋須浸泡於溶液中。掃描式電子顯微鏡僅能量測顯露於試片表面之奈米粒子，如奈米粒子在塗層內部，須先進行樣品處理。
- 4.2 檢測設備若須抽真空，易污染真空腔者，應作特殊處理。
- 4.3 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。
- 4.4 如必要時可將試片鍍導電層，以增加系統的判讀性。

## 5. 判定

奈米金屬或奈米金屬氧化物成分須確認，且其任一維平均尺寸在 100 nm 以下。

## 附錄 2

### 奈米表面處理隔熱玻璃隔熱功能試驗方法

#### 1. 試驗方法

1.1 試驗儀器：使用能檢測 300 nm~2500 nm 波長範圍積分球分光光度計。

1.2 參考規範：

- (1) CNS 12381：2011 平板玻璃透射率、反射率、放射率及日光輻射熱取得係數試驗法。
- (2) ISO 9050：2003 Glass in building-Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors。

1.3 試驗樣品：

從隔熱玻璃中截取 7 cm × 10 cm 面積大小之試片進行量測。

1.4 檢測原理：

當分子中的電子遭受到光線的照射時，會吸收特定的能量，一般而言，不同的光線能量會造成不同的電子躍遷，在紫外光/可視光的範圍，即形成 UV/VIS 光譜。紅外線區域則利用分子振動或轉動時需的能量和紅外線能量相近的原理，紅外線的吸收光譜會因為分子或不同官能基而有轉動或振動能量，因此在不同的波長上會有不同的吸收。藉此測量可見光透光率、紅外線阻隔率。

1.5 檢測注意事項：

- (1) 分光透光率之測定，入射光與試片法線平行。透射光需以積分球收集偵測。透光率之波長間隔按 ISO 9050 所附之附件- D65 光源（可見光，380 nm~780 nm）波長能量加權比重係數表中之設定。
- (2) 可視光透射率：測量結果之計算按 ISO 9050 所列公式計算可視光透射率。
- (3) 可視光反射率之計算：測量結果之計算按 ISO 9050 所列公式計算可見光反射率。
- (4) 輻射率與日光輻射熱取得率：分光光度計需能檢測 4.5~25 μm 的波長範圍。波長間隔按 CNS 12381 所附之附件-各波長能量加權比重係數表中之設定。分光反射率之測定，入射光與試片法線之夾角小於 15°。透射光與反射光均需以積分球收集偵測。紅外線穿透率之波長間隔按 ISO 9050 所附之附件-日光紅外線波長（780 nm~2500 nm）能量加權比重係數表中之設定，測量結果之計算按 CNS 12381 所列公式與附件-各波長能量加權比重係數表計算輻射率與日光輻射熱取得率。

1.6 可視光透射率計算公式：

$$\tau_v = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \tau(\lambda) D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}$$

式中， $\tau_v$ ：可視光透射率

$\tau(\lambda)$ ：透射光譜

$D_\lambda$ ：CIE 晝光 D65 之分光分佈（參考 ISO 9050）

$V(\lambda)$ ：CIE 明亮度之標準比視感度（CIE light adaptation relative luminous efficient）（參考 ISO 9050）

1.7 可視光反射率計算公式：

$$\rho_v = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \rho(\lambda) D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}$$

式中， $\rho_v$ ：可視光透射率

$\rho(\lambda)$ ：透射光譜

$D_\lambda$ ：CIE 晝光 D65 之分光分佈（參考 ISO 9050）

$V(\lambda)$ ：CIE 明亮度之標準比視感度（CIE light adaptation relative luminous efficient）（參考 ISO 9050）

1.8 輻射率計算公式：

所選取波長於熱輻射線光譜分布在絕對溫度 283K (10 °C) 時之相對值，可計算求出：

玻璃半球輻射率( $\epsilon_n$ ) = 1 -  $\rho_n$

式中， $\rho_n$ ：分光反射率

$$\rho_n = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} \rho_n(\lambda_i)$$

1.9 日光輻射熱取得率計算公式：

(1) 單板玻璃之日光輻射熱取得率公式：

$$\eta = \tau_e + N_i \cdot \alpha_e, \quad N_i = \frac{h_i}{h_i + h_e}$$

式中， $\tau_e$ ：日光透射率

$\alpha_e$ ：日光吸收率

$N_i$ ：被玻璃所吸收並傳導至室內之日光輻射熱比率

$h_i$ ：室內側玻璃表面熱傳導係數

$h_e$ ：室外側玻璃表面熱傳導係數（參考 CNS 12381）

(2) 兩片單板玻璃所構成之日光輻射熱取得率公式：

$$\eta = \tau_e + N_{1i} \cdot \alpha_{e1} + N_{2i} \cdot \alpha_{e2}, \quad N_{1i} = K/h_0$$

$$N_{2i} = K/(1/h_0 + 1/G), \quad K = 1/(1/h_0 + 1/G + 1/h_i)$$

式中， $N_{1i}$ ：室外側之單板玻璃所吸收並傳導至室內之日光輻射熱比率  
 $N_{2i}$ ：室內側之單板玻璃所吸收並傳導至室內之日光輻射熱比率  
 $K$ ：複層玻璃之熱貫流率  
 $G$ ：單位面積熱傳導（參考 CNS 8081）

(3) 三片以上單板玻璃所構成之日光輻射熱取得率請參考 CNS 12381。

## 2. 試驗環境

於 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 及 $(50 \pm 20) \% \text{RH}$ 溫控室，或是於該環境中進行測試。



### 附錄 3

## 奈米表面處理隔熱玻璃 QUV 試驗方法

### 1. 概要

本試驗方法係以具螢光紫外線的量測設備如耐候試驗機，為模擬材料曝曬在日光（直接或透過玻璃窗）和具有水氣或露水天氣時，使材料加速耐候的試驗。

### 2. 試驗方法

2.1 參考資料：ASTM G154-06 Standard practice for operating fluorescence light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials。

2.2 儀器設備：

(1) 耐候試驗機：

依 ASTM G154-06 Standard practice for operating fluorescence light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials cycle 1 所規定之設備，燈管波長為 340 nm。

(2) 曝曬條件：

Cycle	燈管	照度	波長	曝曬週期
1	UVA-340	0.89 W/m <sup>2</sup> /nm	340 nm	8 h UV at 60 (±3)°C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50 (±3)°C Black Panel Temperature

2.3 檢測原理：

紫外光耐候試驗機採用紫外光燈為光源，通過模擬自然陽光中的紫外輻射和冷熱循環，對材料進行加速耐候性試驗，以獲得材料耐候性的結果。

### 3. 試片製作及處理

3.1 試片應從產品本身選取或提供相同材質、相同工序所製備之試片三片，準備大小為 7 cm × 10 cm，且須註明實際使用時室內面及室外面。

3.2 試片的清潔

將 3.1 的試片以蒸餾水洗淨，以確保試片之表面清潔，然後將試片於標準狀態實驗室乾燥 24 小時。

### 4. 測試操作

以廠商提供樣品之標示為依據，室外面朝向 QUV 耐候試驗機光源，將試片置於 QUV 耐候試驗機中，進行 500 小時之耐候試驗。

### 5. 試驗結果報告表示方法

試驗結果紀錄包含下列項目：

5.1 測試日期。

5.2 試片的種類、大小、形狀。

5.3 實驗室的溫濕度

5.4 使用的耐候試驗機設備之廠牌、型號、序號。

5.5 經耐候試驗後之試片，其奈米功能測試之結果。