

光觸媒標章驗證規範

光觸媒製品自我潔淨性能測定規範

文件編號：TPIA-T4

版次：1

光觸媒製品自我潔淨性能測定規範 編號：TPIA-T4

版次：1

1. 適用範圍

本規範適用於表面塗佈光觸媒的製品，在照光條件下會顯現親水性，並具有分解油污的自我潔淨性能。

2. 參考資料

- 2.1 CNS 15378-1：精密陶瓷-光觸媒材料自我潔淨性能測定法第1部：水接觸角量測

1. 用語釋義

- 3.1 光觸媒：一種機能性精密陶瓷，在光之照射下，會產生氧化還原反應，而具有諸多功能，如空氣及水中污染物之分解去除、除臭、抗菌、自我潔淨等效能。
- 3.2 光觸媒材料：光觸媒可藉由塗佈(coating)、含浸(impregnation)、混合(mixing)等方式加到材料中。該材料可當作建築物或其他應用之材料，並具有光觸媒之諸多功能。
- 3.3 油污：本規範以油酸作為油污之代表。將之塗佈在欲檢測之光觸媒建材表面，檢測是否能夠在紫外線照射下將其分解。選用油酸之理由有：(1)其為油酯類代表性物質(2)為易於取得之無毒性化學物(3)紫外線照射下本身不易分解(4)光觸媒建材表面塗佈油酸後呈疏水性，照光後油酸分解，可以沖水去除之；則疏水性消失轉變成親水性，藉此證實光觸媒自我潔淨效果。
- 3.4 紫外線螢光燈：紫外線範圍(波長315nm~400 nm)的輻射量，占總輻射量80%以上的螢光燈。
- 3.5 親水性：材料表面容易被水濕潤的功能。
- 3.6 接觸角：從固體、液體和氣體(一般是指空氣，以下稱為空氣)的接觸點，對液體的曲面畫出切線時，此切線與固體表面所形成的液體側之角度。註：水的接觸角稱為水接觸角。
- 3.7 起始接觸角：開始照射紫外線之前的接觸角(照射紫外線0小時的接觸角)。
- 3.8 照射紫外線 n 小時後的接觸角：以紫外線照射 n 小時後的接觸角。時間單位除了以小時(h)表示外，亦可以天(d)、分(min)或秒(s)表示。
- 3.9 臨界接觸角(critical contact angle)：光觸媒材料在一定輻射照度的紫外線照射下，所測得之最小接觸角；或經一定輻射照度的紫外線照射168小時後之水接觸角。

1. 0判定基準

光觸媒製品須符合下列之要求水準，方可取得光觸媒自我潔淨性能的標章。

適用範圍	量測方法	要求水準	備註
廠商產線製造的光觸媒製品可提供邊長為100±2 mm 正方形試片者	光觸媒製品水接觸角量測法 (如附錄1)	168小時照光時間內，臨界接觸角小於30°	廠商需提供測試報告或說明
廠商產線製造的光觸媒製品無法提供邊長為100±2 mm 正方形試片者	光觸媒製品水接觸角簡易量測法 (如附錄3)	168小時照光時間內，臨界接觸角小於30°	
用於已安裝完成的光觸媒製品之事後查核	光觸媒製品戶外沖水量測法 (如附錄3)	經紫外線照射約8個晴天之受測面，沖水後周邊10 mm 以內的區域形成水膜的面積應大於90%以上	

2. 試驗方法

- 5.1 詳見附錄1「光觸媒製品水接觸角量測法」。
- 5.2 詳見附錄2「光觸媒製品水接觸角簡易量測法」。
- 5.3 詳見附錄3「光觸媒製品戶外沖水量測法」。

6. 試驗報告

- 6.1 測試日期、溫度、相對濕度等。
- 6.2 測試樣品或試片的種類、大小、材質及形狀。
- 6.3 光觸媒的製造業者名稱、等級等。
- 6.4 所採用的試驗方法。
- 6.5 紫外線照度計的製造廠商名稱、型式(不適用於採用「光觸媒製品戶外沖水量測法」的試驗)。
- 6.6 接觸角量測裝置的製造廠商名稱、型式(僅適用於採用「光觸媒製品水接觸角量測法」的試驗)。
- 6.7 各光觸媒製品試片的起始接觸角於照射紫外線 n 小時後的接觸角、臨界接觸角(照光時間低於168小時)或照光168小時後之接觸角(不適用於採用「光觸媒製品戶外沖水量測法」的試驗)。

6.8 戶外沖水量測結果形成水膜之面積所佔百分比(僅適用於採用「光觸媒製品戶外沖水量測法」的試驗)。

6.9 其他對試片的測試狀況及測試後必須特別記載事項。

7. 標示

符合光觸媒標章之產品應標示下列附加事項：

- (1) 認可產品名稱
- (2) 光觸媒標章及認可之產品功能說明、使用說明
- (3) 其他相關法規要求事項

8. 附則

本規範由工作小組制定，經光觸媒協會技術委員會評議及理監事會議審議核准後發行，修正時亦同。

附錄1

光觸媒製品水接觸角量測法

此方法主要係參考 CNS 15378-1 (精密陶瓷-光觸媒材料之自我潔淨性能測定法-第1部：水接觸角量測)，針對光觸媒採光製品自我潔淨性能進行油酸塗佈及水接觸角量測，以驗證其自我潔淨效能。以下說明其測定的方法。

1. 原理

本測定法是利用求出試片的臨界接觸角，而求得光觸媒製品的自我潔淨性能。首先將油酸塗佈在試片的表面，再用一定的紫外線照射，藉由量測照光過程中試片表面接觸角的變化，以評估試片表面的自我潔淨性能。

2. 測試設備

2.1 器具和設備

- (1) 紫外線螢光燈：紫外線範圍(波長400 nm 以下)的輻射量，最少占總輻射量80%的螢光燈。
- (2) 紫外線照射設備：燈管的光可以均勻地照射試片，可以遮斷周圍的光線，可以移動試片或燈管的位置以調整輻射照度。於燈管安裝反射板時，使用較不會吸收紫外線或較不易劣化的材料，其構造為在試片的位置可以量測輻射照度。
- (3) 紫外線照度計：量測波長400 nm 以下紫外線輻射量的輻射照度計。
- (4) 接觸角量測設備：量測範圍0~180°、量測讀數至0.1°、量測精準度 $\pm 1^\circ$ 。從附著於試片表面的液滴形狀影像，於附著一定時間後，用 $\theta/2$ 法來計算接觸角。
- (5) 水接觸角簡易量測法：無接觸角量測設備或試片尺寸過大，無法使用接觸角量測設備進行量測時，可採用附錄3之簡易量測法。

2.2 試劑

- (1) 油酸(oleic acid)：純度(cGC)為60.0% (質量分率)以上。
- (2) 庚烷(heptane)：純度(GC)為99%以上的正庚烷(n-heptane)。
- (3) 純水：經離子交換樹脂法所製備的純水。

3. 試片準備

- 3.1 試片之製作：將光觸媒製品的平坦部分切成邊長為(100 \pm 2) mm 的正方形，以此做為性能測定用試片。製作試片時，須注意不得被油等有機物污染，以及光觸媒材料間的相互污染。
- 3.2 試片的數量：要準備2片試片，以及1片相同材質但未塗佈光觸媒的空白片。

4. 測試的操作

4.1 試片的前處理

- (1) 前處理的順序：試片的前處理是以下列順序進行。在處理試片時，為了避免受到污染，必須注意不使試片的表面直接觸及疏水性物質。⁽¹⁾
註⁽¹⁾ 為了防止受到疏水性物質的污染，最好戴上聚乙稀製的手套。
- (2) 去除有機物：利用紫外線照度計，在試片表面位置，將紫外線照射裝置的輻射照度調整為 2.0 mW/cm^2 後，對試片進行24小時的紫外線照射。
- (3) 塗抹油酸(oleic acid)：使用正庚烷(heptane)將油酸稀釋成體積分率為0.5%的溶液，將試片浸漬在此溶液中，以 60 cm/min 的速度拉起後，在 70°C 下乾燥15分鐘。塗抹後如果不馬上使用時，要保管在不使用矽滑脂(silicone grease)的玻璃密閉容器中。

4.2 水接觸角量測

- (1) 水接觸角量測點：在試片中，測量各五點的接觸角，以求得其平均值。將此數值當作試片的接觸角。
- (2) 輻射照度量測及試片設置位置的準備：在紫外線照射裝置的受光面上安置紫外線照度計的受光部，調整紫外線照射裝置使試片的輻射照度為 $(1.0 \pm 0.1) \text{ mW/cm}^2$ 。
量測輻射照度時，為了使輻射照度穩定，應事先打開照射裝置的光源達15分鐘以上。
- (3) 照射紫外線0小時後，量測接觸角：對經過前處理後的試片，各取5個點量測其接觸角。算出各試片於5個點的平均量測值，做為各試片的「起始接觸角」(照射紫外線0小時後的接觸角)。
讓水滴與試片接觸，當水滴在試片形成液滴時，最好是於滴下後的3~5秒之間，即迅速擷取此時的水滴影像。應遵照所使用的接觸角量測儀器的標準，滴下適當的水滴量(1 μL 或2 μL)來進行量測。
- (4) 照射紫外線 n 小時後的接觸角量測：開始對試片照射紫外線後，於各適當的照射時間間隔，各取5個點量測其接觸角。算出各試片於5個點的平均量測值，做為各試片的「照射紫外線 n 小時後的接觸角」。其量測例子如圖1所示。
- (5) 臨界接觸角的量測：量測各試片在時間上連續3次照射紫外線 n 小時後的接觸角，並求出變異係數。如果變異係數在10%以下時，以此3次接觸角的算術平均值，做為各試片的「臨界接觸角」。
- (6) 接觸角的表示法
各試片於照射紫外線 n 小時後的接觸角，如果在 5° 以下時，於此時結束量測，可以用此時的接觸角量測值，做為各試片的「臨界接觸

角」。

照射紫外線 n 小時後的接觸角為 5° 以下時，記錄為「5° 以下」，或將其四捨五入進到整數，並記錄此數值在括弧內。

例如 4.1° 時，記錄為「5° 以下」，或記錄為“(4°)”。

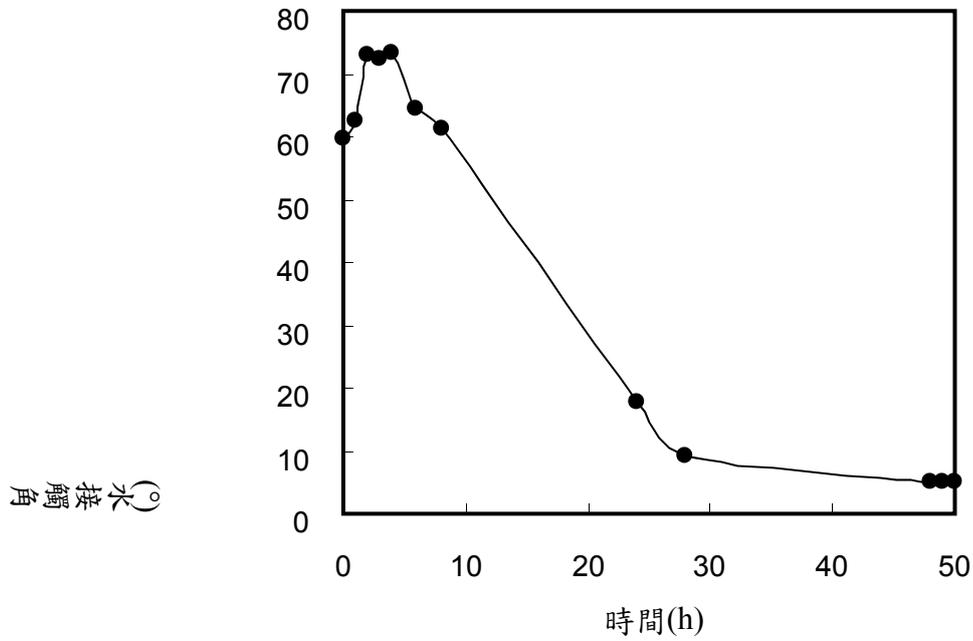


圖1光觸媒製品自我潔淨塗料性能測試例

5. 量測結果的計算

5.1 數值的四捨五入：用四捨五入方式進行，即四捨五入到小數點後一位。但若為 5° 以下時，則依照 4.2 (5)。

5.2 接觸角的計算：計算各試片於 5 個點的平均量測值，做為在各條件下的「試片的接觸角」。

5.3 測試成立條件：當於滿足下列的測試成立條件時，測試視為有效。

起始接觸角必須在 20° 以上須符合式(1)。

$$\theta_i \geq 20^\circ \dots\dots\dots(1)$$

θ_i ：起始接觸角(照射紫外線 0 小時後的接觸角)

5.4 臨界接觸角的評定：

對各試片，計算在時間上連續 3 次照射紫外線 n_1 、 n_2 、 n_3 小時後的接觸角，再求其平均值及標準差，如果變異係數為 10% 以下時，以 3 次接觸角平均值，做為「臨界接觸角」。

$$\bar{x} = \frac{(\theta_{n1} + \theta_{n2} + \theta_{n3})}{3} \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{s}{\bar{x}} \leq 10\% \dots\dots\dots(3)$$

$$\theta_f = \bar{x} \dots\dots\dots(4)$$

θ_{n1} : 照射紫外線 $n1$ 小時後的接觸角($^{\circ}$)

θ_{n2} : 照射紫外線 $n2$ 小時後的接觸角($^{\circ}$)

θ_{n3} : 照射紫外線 $n3$ 小時後的接觸角($^{\circ}$)

\bar{x} : 連續3次的平均值($^{\circ}$)

s : 連續3次的標準差($^{\circ}$)

θ_f : 臨界接觸角($^{\circ}$)

當照光時間達到168小時，即使變異係數未達10%以下，以照射紫外線168小時後的接觸角進行判定，並停止測試。

附錄2

光觸媒製品水接觸角簡易量測法

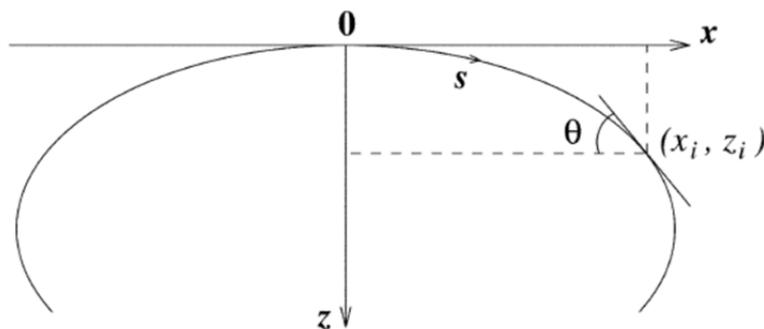
坊間接觸角量測設備多僅能適用於小於15公分見方之試片。對於較大尺寸光觸媒製品的量測，或於室外環境量測時，可以自行設計設備，取得水滴潤濕直徑，並援引 ADSA-D 之計算方法 (O. I. del Rio and A. W. Neumann, *J. Colloid Interface Sci.* 196, 1997, 136-147) 求得接觸角。

1. 測試的操作

- 1.1 將試片水平放置在測試面上選取之位置，以定量滴管將50微毫升 (μL) 的去離子水滴於其上。
- 1.2 待所滴的水滴停止擴散後，以高解析度數位相機，於固定高度處取得試片上水滴影像。
- 1.3 未進行影像分析時，需建立試片上水滴影像大小尺度標準。若試片為透明材質，可於試片下方放置標準尺度刻畫紙張。若樣品為不透明材質，則事先在相同高度處對標準尺度刻畫紙張照相取得影像換算尺度。
- 1.4 測試前須量測環境溫度，並查得該溫度下水之表面張力數值。
- 1.5 為避免水滴揮發太快，可以適當之透明玻璃罩覆蓋水滴範圍。玻璃罩可為圓柱型或具有放大效果之弧形。若為後者，影像大小尺度須以相同玻璃罩為之。
- 1.6 為避免水滴濺散，定量滴管尖端與基材受測面距離要小於1 mm。

2. 量測結果的計算

由潤濕直徑計算接觸角，水平面上液滴形狀可以 Young-Laplace 公式描述之。根據 O. I. del Rio and A. W. Neumann, (*J. Colloid Interface Sci.* 196, 1997, 136-147) 針對給定體積為 V_0 之液體，形成潤濕半徑為 R 的液滴。可以下列常微分方程式組計算其接觸角。



$$\frac{d\theta}{d\xi} = \frac{1}{\cos\theta} \left[\alpha + \beta^2\eta - \frac{\sin\theta}{\xi} \right]$$

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \tan\theta$$

$$\frac{d\alpha}{d\xi} = 0$$

其中 θ 是弧面 (x, z) 位置之切角， $\eta = z/R$ ， $\xi = x/R$ ， $W = V/\pi R^3$ ，

V 為至 (x, z) 處之液滴體積， $\beta = R\sqrt{\frac{(\rho_v - \rho_l)g}{\sigma}}$ ， $\alpha = 2\nu R$ ， ν 為在 $x=0$ 位置之曲率。

此一方程組須以

$$\xi = 0 \text{ 處 } \theta = 0, \eta = 0, W = 0$$

$$\xi = 1 \text{ 處 } W = \hat{W} = \frac{V_0}{\pi R^3}$$

之起始及邊界條件解之。求得 $\xi = 1$ 處之 θ 值即為其接觸角。對於水

滴，在 25°C 下 $\sqrt{\frac{(\rho_v - \rho_l)g}{\sigma}} = 3.6897\text{cm}^{-1}$ ，根據此一數位可以得到定液滴體積下潤濕直徑與接觸角關係如下表。注意，若溫度不同需另行計算。

表一 25°C 下固定量水滴之潤濕直徑與接觸角關係

V0=30 μ L		V0= 40 μ L		V0=50 μ L	
D (cm)	θ (Degree)	D (cm)	θ (Degree)	D (cm)	θ (Degree)
0.70	49.4	0.80	45.9	0.84	49.5
0.75	43.6	0.85	39.5	0.85	48.1
0.80	35.5	0.90	34.1	0.88	44.8
0.85	30.3	0.95	29.7	0.90	41.9
0.90	26.0	1.00	25.9	0.95	37.0
0.95	22.5	1.05	22.8	1.00	32.0
1.00	19.6	1.10	20.1	1.05	28.2
1.05	17.2	1.15	17.8	1.10	25.0
1.10	15.2	1.20	15.9	1.15	22.2
1.15	13.4	1.25	14.3	1.20	19.8
1.20	12.0	1.30	12.9	1.25	18.4
1.25	10.7	1.35	11.7	1.30	16.1
1.30	9.7	1.40	10.6	1.35	14.5
1.35	8.7	1.45	9.7	1.40	13.2
1.40	7.9	1.50	8.8	1.45	12.1
1.45	7.2	1.55	8.1	1.50	11.0
1.50	6.6	1.60	7.5	1.55	10.1
1.55	6.1	1.65	6.9	1.60	9.3
1.60	5.6	1.70	6.4	1.65	8.7
1.65	5.2	1.75	6.0	1.70	8.0
1.70	4.8	1.80	5.6	1.75	7.4
1.75	4.5	1.85	5.2	1.80	6.9
1.80	4.2	1.90	4.8	1.85	6.5
		1.95	4.5	1.90	6.0
		2.00	4.3	1.95	5.7
				2.00	5.3
				2.05	5.0
				2.10	4.7
				2.15	4.4
				2.20	4.20

附錄4

光觸媒製品戶外沖水量測法

1. 原理

本測定法是利用光觸媒製品經照射日光後，能將沾附之油污分解，使原先因油污導致之疏水性轉變為無油污之親水性，而大顆粒或無法被分解的污染物可以輕易地被雨水帶走或用水清洗，藉此證實光觸媒製品的自我潔淨性能。

2. 測試設備

2.1 器具和設備

- (1) 噴霧器：澆花用之噴霧器即可，需調整噴嘴至適當的霧化程度，不可直接以水柱形式噴出。
- (2) 油酸塗佈裝置：以刮刀包覆不織布試紙或柔軟超微細織物，沾附適量油酸後，進行表面均勻擦拭；或先將適量油酸滴在受測玻璃表面後，再以上述裝置刷均勻。

2.2 試劑

- (1) 油酸(oleic acid)：純度(cGC)為60.0% (質量分率)以上。
- (2) 正庚烷(heptane)：純度(GC)為99%以上的正庚烷(n-heptane)。
- (3) 純水：經離子交換樹脂法所製備的純水。

3. 試片準備

測試樣品應含一片已塗佈光觸媒的製品為觸媒組，及一片未塗佈光觸媒的同型製品為對照組，大小不限以方便測試為原則。

4. 測試的操作

- 4.1 初始狀況檢測：將「受測樣品組」洗淨，待乾燥後編號，再沖水觀測受測面（觸媒組塗佈有光觸媒的面即為受測面），觀察水膜狀況並紀錄結果。
- 4.2 塗佈油酸後檢測：取檢測過的樣品，將受測面朝上，滴下油酸，再以不織布試紙或柔軟超微細織物儘量拋光，將油酸均勻塗佈於受測面上。為確定油酸塗佈均勻，於油酸乾燥後，以噴霧器噴水，觀測得的受測面應無法形成水膜，或成水膜的範圍小於15%，否則表示油酸塗佈不夠均勻，必須重塗。
- 4.3 照光效能檢測：取塗佈過油酸的觸媒組樣品一片與對照組樣品，置於陽光下照射，受測面照射陽光的時間需一致，然後將沖水成膜性的範圍做紀錄。
- 4.4 照光條件之確定：進行照光實驗前，必須確定觸媒組樣品與對照組樣品的有效照光範圍差異性須在合理範圍內。
- 4.5 戶外測試條件之記錄

- (1) 受測光觸媒製品相關資訊:含前處理流程、條件、引用規範。
- (2) 測試環境資訊：含地點、溫度、濕度、晴雨表、沖水使用的水質與器具，試片受日光照射位置等相關資訊。
- (3) 「受測樣品組」各樣品於初始狀況時，沖水檢測前後照片。
- (4) 「受測樣品組」各樣品於塗佈油酸後，沖水檢測前後照片。
- (5) 「受測樣品組」各樣品於照光效能檢測，沖水前後照片。
- (6) 測試人員等相關資訊。