

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

Aralon 螢光顏料的耐光性與遷移性提升資訊

引言：

近年來，螢光顏料的耐光性已有所改善。新近開發的日光螢光顏料不含甲醛，並因其在特定油漆與塗層、聚氨酯人造皮革以及 PVC 中的優異遷移牢度而脫穎而出。

幾乎沒有哪一項日光螢光顏料的性能指標比其相對較低的耐光性（紫外線穩定性）討論得更頻繁。在許多需長期暴露於陽光下的戶外應用中，缺乏耐光性是排斥日光螢光顏料的主要理由。



螢光著色系統的紫外線穩定性取決於多種因素，例如顏色、顏料與黏合劑的類型與化學性質、顏料濃度，以及最終應用中塗層的厚度與結構。雖然螢光在室內可穩定維持數年，但在陽光直射或戶外環境中會迅速衰退。

耐光性：

耐光性通常以藍羊毛（BW）等級量測，其中每增加一級代表耐光性約為前一級的兩倍。螢光系統通常的得分範圍為 1 到 7。

「2」表示是「1」的兩倍耐光性，「3」是「1」的四倍，「5」是「1」的 16 倍，「6」則是「1」的 32 倍耐光性。

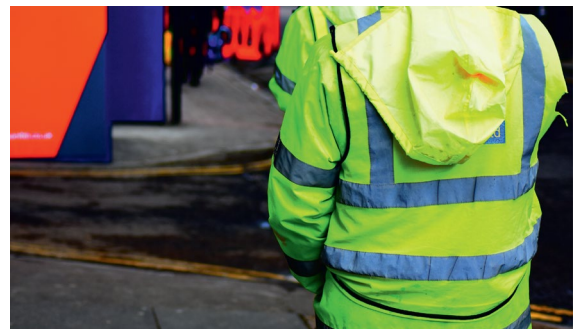
色調與黏合劑的性能差異：

不同的螢光色調在耐光性上通常表現不同，其表現依次下降的順序為：藍、綠、檸檬黃、UV 藍、橙、洋紅。通常「強色調」的耐光性比標準色調差。高顏料濃度、厚塗層與透明配方則有助於提升耐光性。黏合劑也會影響系統的耐光性，

其表現依序下降如下：

- PVC 載體
- 透明 cPP
- PC 或 ABS
- 脂肪族 PUR
- 壓克力
- 烯烴
- 醇酸樹脂
- 芳香族 PUR

最佳效果可在多層系統中達成，例如：白色底漆、透明螢光層、以及含有 UV 吸收劑的面漆。



更高的耐光性，更輕的重量：

在 Araqua-30（簡稱“AQ-30”）螢光顏料中，我們成功開發並交聯特定的混合聚合物，在穩定的油漆系統中，其耐光性為傳統日光螢光顏料的 10 倍。

大陸手機：1350-9624401(技術)，1382-5211745(業務)

第1頁，共8頁（第一版 2025.08）

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155(代表) FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

結果一覽：

- 在技術性紡織品中，**新型螢光效果顏料的耐光性為傳統顏料的 7 倍。**
- 改善耐光性的同時，可減少技術性紡織品的總重量。
- **在 PVC 或 PUR 人造皮革應用中，可將遷移降至零。**
- **在高度穩定的塗料中，其耐光性可達傳統顏料技術的 10 倍。**
- **以新型顏料為基礎的螢光塗料（在曝曬 2,000 小時後 $\Delta E < 2.5$ ）**正逐漸進入原本僅限於塑膠質量著色的領域。
- 新型螢光效果顏料既有日光螢光版本，**也有隱形 UV 螢光版本。**



圖 1：螢光黃技術性紡織品 / 螢光黃安全外套。

圖 2：螢光橘技術性紡織品 / 螢光橘安全外套。

此系列螢光顏料不僅耐光性大幅提升，並同時具備在 PVC 與 PUR 配方中優異的遷移牢度。因此，技術性 PVC 紡織品中的典型安全色（如螢光黃與螢光橘）可在 EN ISO 20471 規範的色域範圍內達到更高的耐光性。同時，**技術性 PVC 紡織品的重量可由 400 g/m² 降至 350 g/m²**。新技術的耐光性明顯優於含甲醛的舊技術。以新技術進行的耐光性測試顯示出對以往技術的明顯優勢。此新成果同樣適用於各類型塗層與塗料。特別是在多層塗料系統中，性能可顯著提升（在 2,000 小時氙燈測試後 $\Delta E < 2.5$ ）。

保護穿戴者：

EN ISO 20471 定義了高可視性衣物的要求（圖 1 與圖 2）。此類衣物中的亮橘色、黃色或紅色被稱為螢光背景材料，有助於提升白天穿戴者的可見性。

技術性安全紡織品是透過將含有 PVC、螢光顏料、增塑劑與少量添加劑的糊狀塑溶膠分散體塗佈於親膚織物上，並在 150 至 190°C 下交聯而成。此塗層需在標準化日照強度與時間下曝曬後，仍能維持在標準色彩參考值的範圍內。這些標準值依螢光黃、螢光橘紅與螢光紅等安全色而異。現行保護消費者健康的法規要求塗層不含有害物質。**本文所述的所有螢光顏料皆不含甲醛及其他有害物質，特別是不含如甲醛、苯乙烯、丙烯腈、雙酚 A 與亞硝胺等原料。**

大陸手機：1350-9624401(技術)，1382-5211745(業務)

第2頁，共8頁（第一版 2025.08）

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155(代表) FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

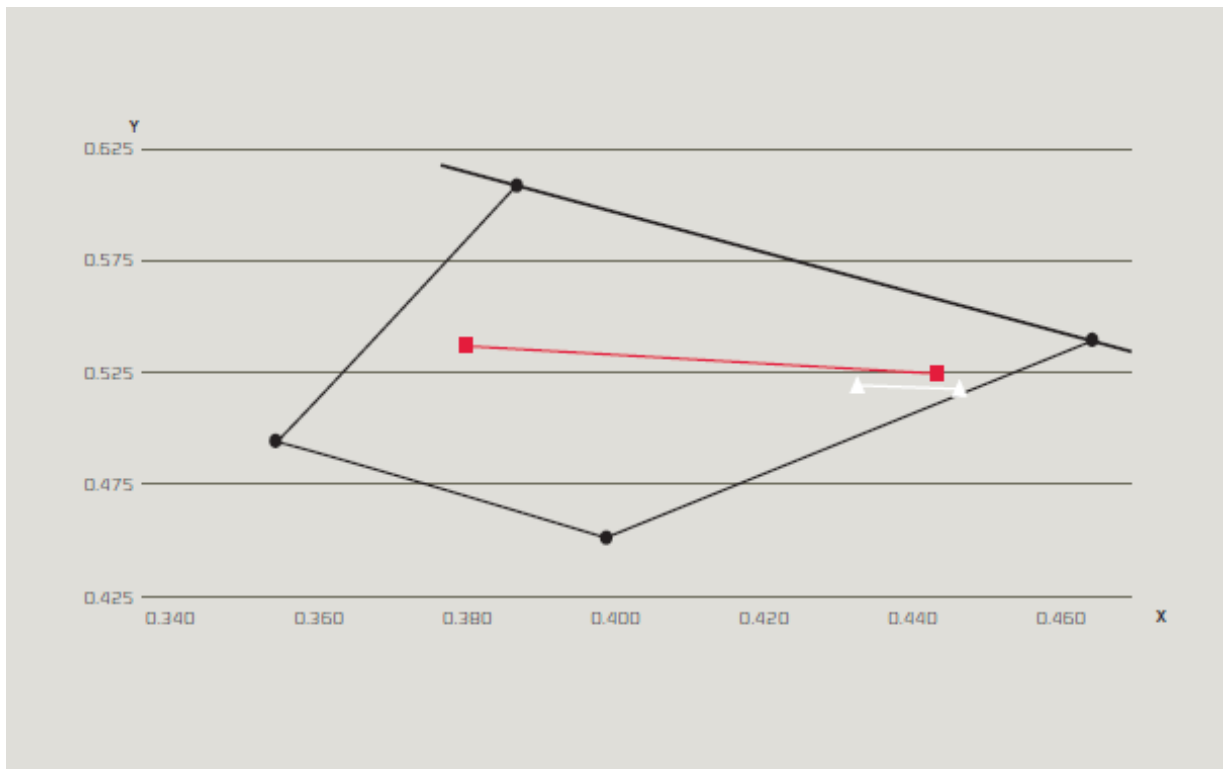


圖 3：螢光黃技術性紡織品：依據 EN ISO 20471 測量。白色：新技術。紅色：傳統技術。

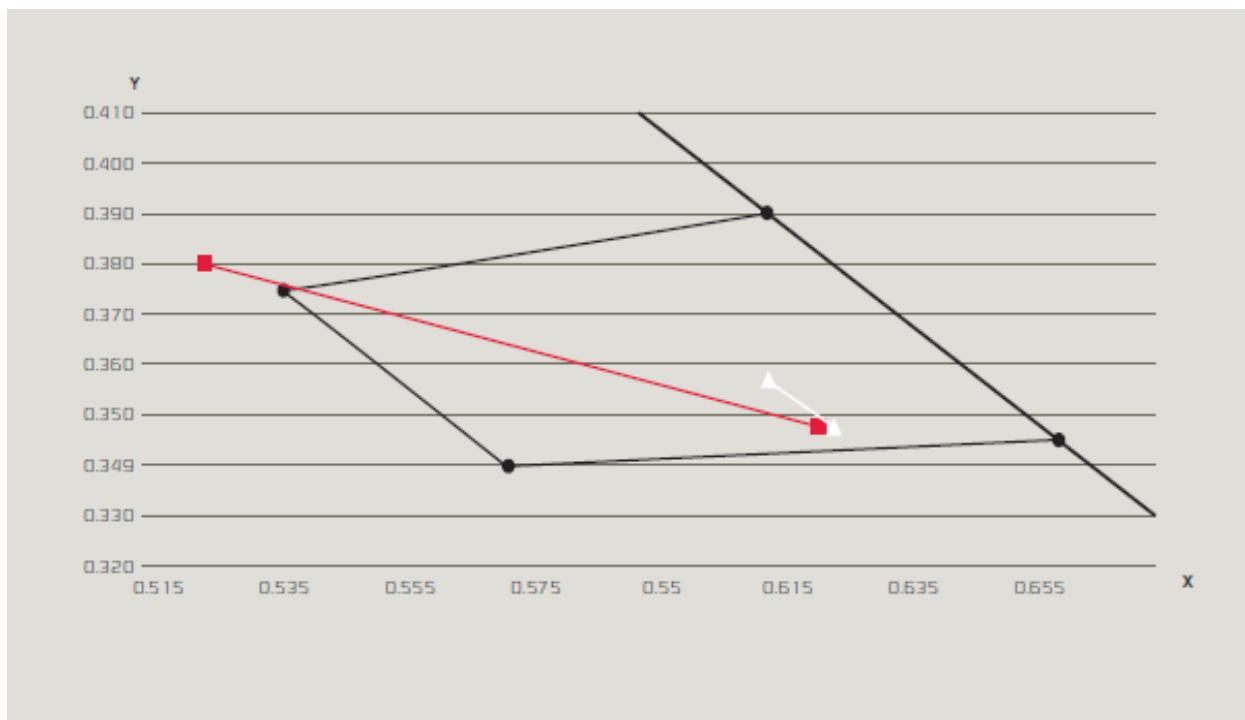


圖 4：橘紅色技術性紡織品：依據 ISO 20471 測量。白色：新技術。紅色：傳統技術。

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

更高的舒適性，更低的成本：

另一個目標是提升穿著舒適度並因成本因素減輕技術性紡織品的重量。為了達成此目標，塗層採用以下配方：螢光層為 180 g/m^2 ，含 10.8% 螢光顏料（或每 100 份 PVC 添加 25 份螢光顏料），另加入 1 份 UV 吸收劑 1 與 1 份 UV 吸收劑 2。這使得螢光層與其下白色乙烯基壓克力層的總重量可由 400 g/m^2 降至 350 g/m^2 。

測試顯示，即使總重量為 400 g/m^2 ，也無法防止傳統顏料技術的色值在曝光後迅速偏移整個色域，甚至落到 EN ISO 20471 規範外的色彩空間。相比之下，採用新型顏料技術的相同安全色，在僅 350 g/m^2 的總重量下，其耐光性提高了 5 倍。

對於螢光橘紅色也使用相同配方，唯一差異在於將螢光黃色顏料換成螢光橘紅色顏料。此處同樣能將總重量由 400 g/m^2 降至 350 g/m^2 ，同時提升耐光性。

在此測試中，傳統顏料技術雖受益於較高的總重量（ 400 g/m^2 ），但其色值仍偏離色域範圍，不符合 EN ISO 20471 規範。相反地，採用新型顏料技術的安全色，在 350 g/m^2 總重量下，其耐光性提高了 7 至 8 倍，且在標準的四邊形內僅有極小變化，表現非常穩定。對於螢光黃與螢光橘兩色，新技術皆在提升耐光性的同時降低紡織品總重量，提升穿著舒適度並優化成本。此結果亦適用於本文未展示的螢光紅。

值得一提的是，在曝光前應將起始顏色設置於標準四邊形的右下角。實務經驗顯示，色彩在曝光期間會從右下向左上移動（如圖 3 與圖 4 所示），這表示每次曝光後，顏色在標準四邊形中的變動距離會增加，直到超出規範標準。

無色轉移：

對塗有螢光 PVC 的紡織品與螢光塗層的 PUR 人造皮革進行遷移牢度測試。兩種樣品夾在兩層白色 PVC 層之間，放入配有加熱金屬板的壓機中，在 94°C 、690 巴壓力下加壓 15 小時。取出金屬板後，分離螢光塗層樣品與白色 PVC 層，結果顯示新一代螢光顏料未產生任何色彩轉移至白色 PVC 層。

過去幾代日光螢光顏料因光穩定性、遷移牢度與化學穩定性不足，應用範圍受限。而新一代螢光顏料品質可應用於更高端的設計產品（見圖 5）。

得益於這些新顏料技術，螢光泳裝與內衣等應用現已成為可能。除了甲醛無添加外，其高遷移牢度與多次水洗的色牢度也成為關鍵性能。AQ-20 螢光顏料專為此類可水洗紡織品設計。理論上，提高螢光顏料的遷移牢度應屬簡單任務。增加日光螢光顏料中嵌入聚合物的交聯度能有效提升遷移牢度，但這不足以完全解釋其優異表現。對顏料在不同應用中的使用差異與極性作用的理解，使得藉由針對性應用開發多元化螢光顏料進一步提升了遷移牢度。AQ-30 螢光顏料目前在水性 PUR 人造皮革與 PVC 著色中提供最佳遷移牢度，而 AQ-20 則因極性設計不同，更適用於一般紡織品。

由於即使在相同應用中，配方往往差異甚大，因此在未測試 AQ-10（標準螢光顏料）、AQ-20 與 AQ-30 三種版本前，難以預先推薦最適合的顏料技術。

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155(代表) FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

螢光塗料的應用：

上述相對於舊一代螢光顏料的優勢，也可進一步應用於塗料與塗層中。**AG 顏料僅限於溶劑型塗料與塗層使用，而 AQ 顏料則推薦用於水性、含增塑劑或 100% 固體配方。**當塗料系統的穩定性降低時，新型螢光顏料的優勢會隨之減弱。反之，隨著塗料系統穩定性提高，其優勢越發明顯。

以下塗料結構可實現超過傳統螢光顏料技術 10 倍的耐光性：

1. 底漆（傳統紅或白色）
2. 含 20% 螢光顏料、4% UV 吸收劑、厚度 80 μm 的螢光塗層，採用脂肪族 PUR 黏合劑
3. 含 4% UV 吸收劑混合物（可阻擋所有 UVA 與 UVB）的面漆
4. 脂肪族 PUR 黏合劑



圖 5：用於高端設計產品的新型螢光顏料等級。

透過此塗料結構，即使在經過 2,000 小時氙燈照射 (0.51 W/m^2) 後，仍可達成 $\Delta E < 2.5$ ，而傳統螢光顏料則會出現 $\Delta E > 35$ （見圖 6）。

系統的穩定性對於最大化新顏料技術的效益至關重要。圖 7 展示了以新技術（此處為 AG-105 RED）與傳統技術（描述為「現有技術」）所製成不同塗層系統的耐光性（以 ΔE 作為曝光時間的函數）之總結。這些塗層系統在是否使用 UV 吸收劑與是否添加面漆上有所差異。

測試了以下三種塗料系統變體：

- 無 UV 吸收劑的塗料系統，
- 無 UV 吸收劑但有面漆的塗料系統，
- 含 UV 吸收劑與 UV 穩定面漆的塗料系統。

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155(代表) FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

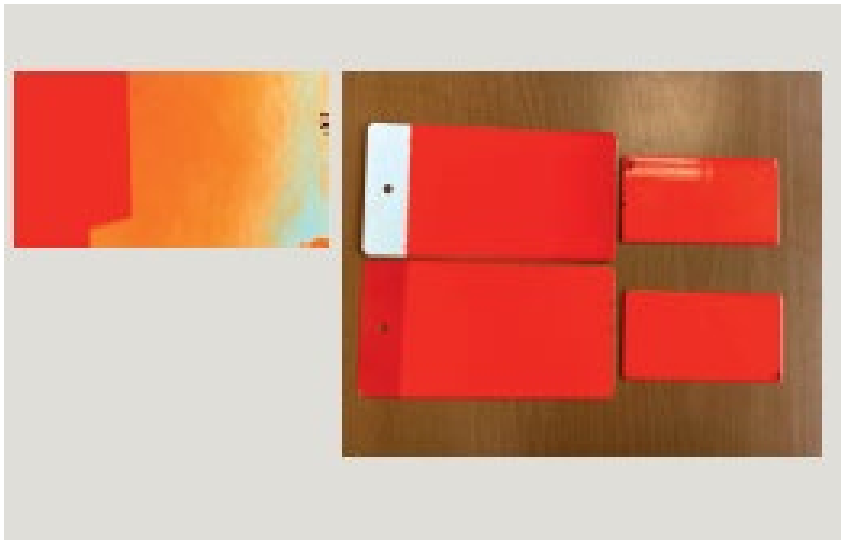


圖 6：左圖：傳統技術，在氙燈測試 2,000 小時後 $\Delta E > 35$ ，對比前（左）與後（右）。
右圖：新技術，在氙燈測試 2,000 小時後 $\Delta E < 2.5$ ，對比前（左）與後（右）。

這類效果顏料極大提升的耐光性，開啟了先前無法實現的戶外應用，如賽車與賽艇塗料、自行車／摩托車與安全帽、提升可視性與客製化外觀的堆高機與工程機械等。

隱形 UV 螢光顏料：

值得一提的是，新型顏料不僅有日光螢光版本，亦提供純 UV 螢光版本。這些顏料在日光下呈現無色或略帶白色，但在 UV 光（波長 356 至 365 nm）照射下，會發出黃色、綠色、紅色、紫色或藍色的螢光。透過混色可創造更多色調，例如將 UV 黃與 UV 紅混合可得到亮麗的 UV 橘色。

典型應用領域包括：標記、自動化、產品驗證與文件安全（見圖 8）。

此類顏料及其對應的水性分散體具備多種應用優勢，包括：

- 防止產品仿冒的標記
- 文件安全
- 驗證功能
- 標籤與品牌識別
- 生產流程自動化，例如：透過對中間製品的黏合劑標記，在 UV 光下自動檢測是否均勻塗佈後，再將零件（如鞋底與鞋面皮革）組裝
- 在 UV 光下發光的對比液，用於高效檢測與定位漏水，如平屋頂與管線內部，且不含染料（避免染料遷移至牆體中不應出現的區域）

追蹤水跡——可逆螢光顏料：

不含甲醛的 AQ/AG 技術促成了一種新型 UV 顏料技術的開發，該技術可用於可視化水的存在，或反向操作，透過加水使標記顯現。

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

“Aramoist-101” UV 綠色（簡稱“101”）幾乎為無色，在乾燥狀態下，無論在日光或 UV 光下皆不可見。然而，一旦這些顏料與水接觸，就會在 UV 光（最佳波長為 356 nm）下強烈發出綠光。其發射波長介於 510 至 520 nm 之間，具體數值取決於應用情境。101 的功能性是可逆的。一旦顏料在其介質（如塗料、黏著劑等）中乾燥後，將不再顯示任何螢光或發光現象。與以電氣或電磁感應方式偵測氣態水分（如大氣濕度）的感測器不同，101 僅對液態水粒子產生反應並顯示色彩變化。這種針對液態水的定性、可逆性顯示方式，可用於偵測管線或容器的滲漏，甚至檢測地下室牆壁中的濕氣。

在實驗室測試中，將 1% 的 101 添加至市售白色乳膠漆中。塗層乾燥後厚度為 16 μm ，幾乎為無色。當水粒子接觸到塗層時，該區域在 UV 光下會產生強烈綠色螢光，而乾燥區域仍保持無色。此乾-濕-乾過程可重複多次。

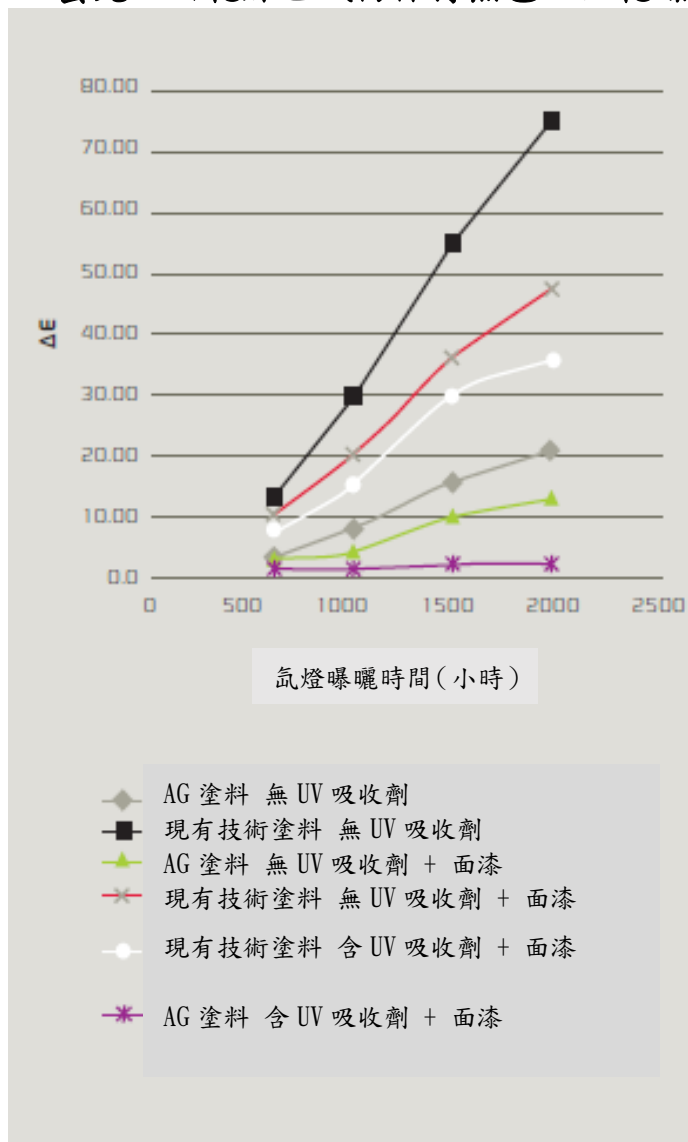


圖 7：AG-105 RED 與傳統技術的耐光性比較表。

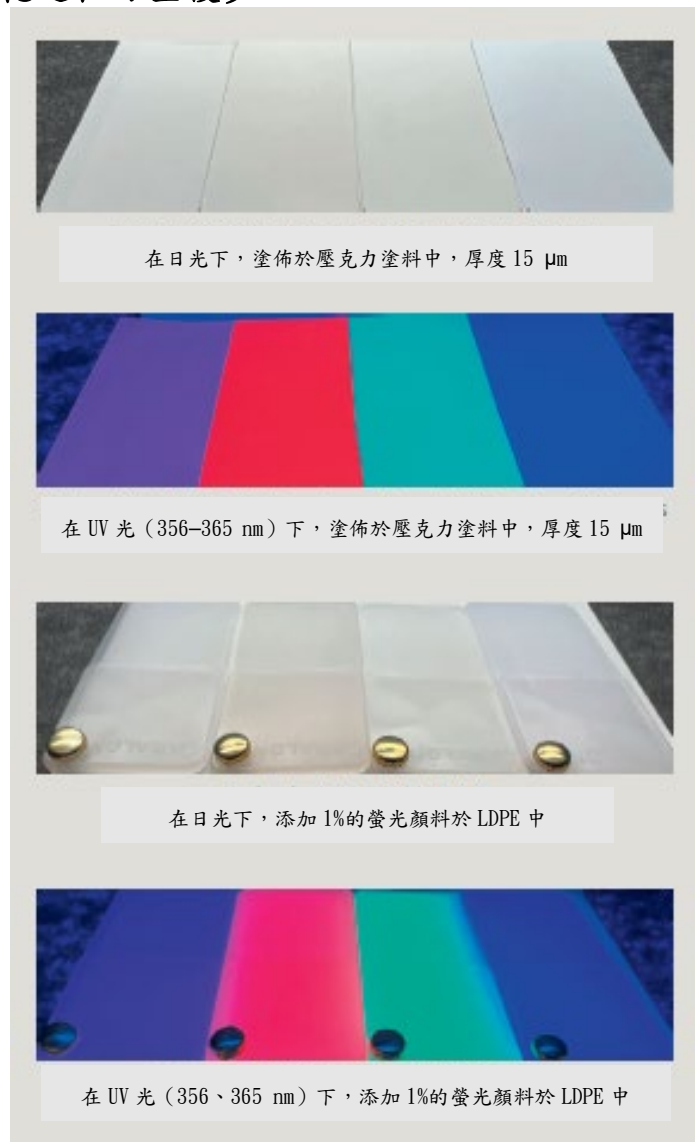


圖 8：UV 螢光顏料，在日光下隱形，UV 光下鮮明發光，可應用於塗料與塑膠著色。

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業區 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155(代表) FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

這些 UV 顏料在乾燥、潮濕或濕潤空氣中皆保持無色。僅在與水接觸時才會在 UV 光下發光。將顏料放入不同濕度與溫度的濕度箱中測試，即使在 100%濕度與 50°C 條件下，亦保持不可見。僅有物理水粒子能啟動其螢光反應。這特性使 101 成為偵測地下室牆面、密封處與絕緣材料中水分的理想添加劑，也可用於可視化某些黏著劑、密封劑、塗料或聚合物表面的乾燥進程。

其他應用範例如下：

- 在紙張或紡織印刷中製作真正的感水浮水印
- 對抗產品仿冒的專利產品標記
- 用於安全印刷的油墨，特別是絲印或凹版印刷
- 所有可滲透塗層的著色或標記，如塑膠美甲用 UV 塗層或其他裝飾應用
- 室內防霉
- 透過顯示冷凝水進行絕緣材料漏水測試
- 管線與容器滲漏的識別（作為色彩添加劑）
- 浸入式探針的塗層，用於識別重油儲層底部的水分
- 腐蝕防護的指示，例如鋼結構的防護。可將 101 添加於底漆中，若在 UV 光下出現發光現象，即表示面漆層存在透水性
- 聚合物、樹脂、膠水與黏著劑的固化過程監測（前提是乾燥與固化時間大致相同）

總結：

與使用三聚氰胺-甲苯磺醯胺-甲醛樹脂製成的傳統螢光顏料相比，**新型顏料的耐光性提升幅度達 200%至 1,500%，或在藍羊毛等級上提升 1 至 3.5 級。**與苯並胍胺-甲醛類相比，耐光性提升幅度更大。憑藉卓越的耐光性，這些顏料已被廣泛應用於各種戶外領域，包括自行車、賽車、消防車、警車、堆高機與農業設備的塗料。

除建築塗料與傳統汽車塗料外，最新的不含甲醛螢光效果顏料也適用於對耐光性有高度要求的技術性紡織品與高端塗料中。

這些顏料同時具備高化學穩定性（即使在 pH 值高達 13 與溫度達 220°C 的條件下），不含有害物質，以及極高的遷移牢度，使其得以應用於過去僅限非螢光顏料的領域。

作者資訊—

Dr. Rami Ismael

Aralon Color