

# 使用光安定劑提昇光學膠之耐候特性

The Study of Weatherability to Thin Layer Adhesives Enhanced by Light Stabilizers

謝杰修 Miles Hsieh、王敏莉 M. L. Wang、黃耀興 Y. S. Hwang、陳正聲 Johnson Chen、顏盟晃 M. H. Yan 台灣永光化學工業 (股) 公司 特用化學事業處

光學膠除了必須具備良好的透明性、接著性、耐黃變性,常常還需兼具紫外線阻隔功能,以降低外部的紫外線穿透,避冤内部人員、物品或光電元件受到傷害。目前業界常用的方式是在膠内添加紫外線吸收劑(UVA),但現有的UVA仍有色口偏深且耐候效果不足的缺點。本文中提及如何藉由統計分析工具,選用Eversorb®紫外線吸收劑與受阻胺光安定劑,開發出提升耐候效果的光安定劑組合產品。實驗結果顯示,添加3.3%光安定劑於6 µm厚度的光學膠,經過QUV-313 nm加速老化實驗1,000小時後,同時添加紫外線吸收劑Eversorb®109及受阻胺光安定劑Eversorb®95可有效地減緩光學膠之紫外線衰退與黃變程度。

Transparency, adhesion, anti-yellowing are crucial performance for optical clear adhesives that stands for its job, and nevertheless, this adhesive is often found to equipped with UV resistance capability to reduce UV penetrations and to protect human, substrate or sensitive electronic components from UV ray damages. Industrial solution which commonly introduced UV Absorbers to the adhesive system; however, the drawback is resulted in a higher alpha color and compensates with a limited weathering performance. In this article, we will be discussing how to base on statistical analysis tools to choose Eversorb \*\* UV Absorber and HALS to help you develop a light stabilizer package to improve your product weatherability performance. As the result of this experiment, it shows with a 3.3% light stabilizer concentration in a 6µm optical clear adhesive and through 1,000 hrs accelerated aging test with QUV-313 nm light exposure, the introduction of both Eversorb \*\* 109 (UV Absorber) and Eversorb \*\* 95(HALS) in the system shows an effective result in UV resistance and minimizing yellowing problems.

#### 關鍵詞/Key Words

光學膠(Optical Clear Adhesive)、紫外線吸收劑(UV Absorber)、光安定劑(Light Stabilizer)、QUV加速老化測試(QUV Accelerated Aging Test)、穿透度(Transmittance)



年來光學膠的研究開發受到高度重視,係由於顯示器和觸控面板產業

的蓬勃發展,及地球暖化效應增強,使建築、汽車產業對於隔熱膜之需求日益增加。光學膠是指以外力輕壓即可產生黏著性的透明接著劑,具有鍵結強度好、透明



度高、易於加工等優點,因此在光電產業、節能產業及民生工業都被廣泛地使用,據估計,全球光學膠市場至2013年之使用量高達約30億噸。

光學膠依樹脂種類主要分為有機矽橡膠系、丙烯酸系、不飽和聚酯系及聚氨酯系等,由於丙烯酸系膠具有良好的光學透明度、優異的耐黃變性、容易取得且單體種類豐富、易於改變特性等優點,故市場上仍然以熱固型丙烯酸系膠佔大宗,廣泛地使用於偏光膜、觸控面板、電子顯示元件、透明隔熱膜、光學保護膜等領域。塗層厚度也隨著膠體性能的改良,為了穿透度及成本等因素而越來越薄,由1 mil (25.4 μm)降至小於10 μm,目前市場上高性能的光學膠塗層大約是在5~8 μm。

光學膠本身具有很高的透明度,常常需具備遮蔽紫外線的功能,以保護其後的人員、物品或透明高分子材料。紫外線係指波長介於200~400 nm之間的光線,特點是穿透性高、破壞性強,可使人體皮膚黑色素沉積,使膚色加深,更甚者會導致皮膚病變。此外,也會導致室内的物品受到破壞及顏色變化,光電元件對於光學穿透度、導電特性等要求極高,長時間暴露於紫外線的照射下容易造成膜面黃變或導電效果下降等負面影響。

常用隔絕紫外線的方法是在光學膠層 内添加有機類的紫外線吸收劑(UV Absorber; UVA)。將適量紫外線吸收劑直接或先以溶 劑預溶解後加入膠中,攪拌均匀等待氣泡 消除後,塗佈於基材上加以烘烤乾燥,等 待熟成即可製成。但若選擇了不適合的紫 外線吸收劑,經過長時間的使用,膠體本 身可能會有添加劑移行(Migration)、紫外 線吸收曲線衰退或膜面明顯變黃等負面現 象。

## 光安定劑的選擇

在選擇紫外線吸收劑時,有幾項必須 考量的重點:①紫外線阻隔範圍廣、消光 係數大;②在膠内不易發生移行;③良好 的耐候效能,使得光學膠經過長時間紫外 線曝照下,依然保持良好的阻隔能力及耐 黃變性能。紫外線阻隔能力以量測380 nm位 置的穿透度來判別,數值越低表示阻隔能 力越強;黃變程度以色差儀量測黃變指數 值(Yellowness Index; YI)進行判別,數值越 大則膜面越黃。

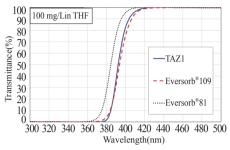
近年來,光學膠業界常使用一支三嗪類的紫外線吸收劑(以下稱之為TAZ1),可滿足上述特點。但TAZ1仍有其先天的缺點,永光化學欲以更通用的規格,開發比TAZ1更淺、更佳的耐候效果之組成,以提昇光學膠附加價值。

受阻胺光安定劑(Hindered Amine Light Stabilizer; HALS)為常見的光安定劑,對於因光照射所產生的自由基具有很好的捕捉效果,避免自由基持續攻擊高分子鏈,造成斷鍵,導致高分子變黃或物性下降等負面影響。本實驗欲以統計分析工具,使用紫外線吸收劑搭配受阻胺光安定劑來達到此目標。

起始色口淺與品質穩定為永光產品Eversorb®109及Eversorb®81的優勢,因此常被使用於光學膠產業。將TAZ1之紫外線穿透光譜與Eversorb®109、Eversorb®81共同列於圖一,量測樣品槽寬度為1 cm,濃度皆為100 mg/L,溶劑為四氫呋喃(THF),主要吸收範圍介於320~400 nm,屬於UV-A波段,其中以TAZ1及Eversorb®109在380 nm位置穿透度最低、阻隔能力最佳,故選擇此兩支UVA進行後續實驗。

一般的HALS皆偏弱鹼性,而許多光學





#### ▲圖一 常用於光學膠的液態紫外線吸收劑

膠為了增加與玻璃之間的接著力都會含有酸價,因此必須特別選擇弱酸性的N-OR類HALS,才能避免發生不必要的反應。Eversorb®95為液態的N-OR類HALS,起始色口淺,特別適合用於光學膠中。

## 實驗設計與實作

#### 1. 實驗設計

選擇熱固化的溶劑型丙烯酸系光學膠做為測試主膠,依表一之實驗設計,於光學膠中分別添加總量3.3%的紫外線吸收劑TAZ1、Eversorb®109及Eversorb®95,由於HALS並沒有吸收紫外線的功能,故設定Eversorb®95最高添加量為0.5。

#### 2. 試片製作方法

各組依比例秤取樣品,經均匀攪拌、 消除氣泡後,使用金屬塗佈棒與自動塗佈

▼表一 光學膠組成實驗設計

TAZ1     Eversorb®109     Eversorb®95       (1)     1     0     0       (2)     0.25     0.25     0.5       (3)     0.5     0     0.5       (4)     0.5     0.5     0       (5)     0.75     0     0.25       (6)     0     0.75     0.25       (7)     0     0.5     0.5       (8)     0     1     0						
(2) 0.25 0.25   (3) 0.5 0 0.5   (4) 0.5 0.5 0   (5) 0.75 0 0.25   (6) 0 0.75 0.25   (7) 0 0.5 0.5		TAZ1	Eversorb®109	Eversorb <sup>®</sup> 95		
(3)     0.5     0     0.5       (4)     0.5     0.5     0       (5)     0.75     0     0.25       (6)     0     0.75     0.25       (7)     0     0.5     0.5	(1)	1	0	0		
(4) 0.5 0.5 0   (5) 0.75 0 0.25   (6) 0 0.75 0.25   (7) 0 0.5 0.5	(2)	0.25	0.25	0.5		
(5)     0.75     0     0.25       (6)     0     0.75     0.25       (7)     0     0.5     0.5	(3)	0.5	0	0.5		
(6)     0     0.75     0.25       (7)     0     0.5     0.5	(4)	0.5	0.5	0		
(7) 0 0.5 0.5	(5)	0.75	0	0.25		
	(6)	0	0.75	0.25		
(8) 0 1 0	(7)	0	0.5	0.5		
	(8)	0	1	0		



▲圖二 光安定劑實際樣品照片

機台,將光學膠平均地塗佈於透明PET離型膜上,經烘烤得到乾燥為6 µm之膠層。由於紫外線對於PET膜有很強的破壞力,導致量測數據誤判,故以滾輪護貝機台將光學膠面與適當大小的光學級玻璃(可見光區域穿透度> 90%)進行貼合,並裁剪超出玻璃範圍的光學膠,最終得到「玻璃/光學膠/離型膜」的三層結構,待熟成完畢後,量測其紫外線穿透光譜及起始黃變指數值。

#### 3. 數據確認

每個條件各塗佈2片試片,每片量測9個位置,以統計學的S-W檢定確認數據呈現常態分佈,即可進行統計分析。

# 人工加速老化試驗

將各組光學膠試片同時置入QUV耐候 測試機台(Q-PANEL),以玻璃側為照射面, 遵照ASTM G154-5標準測試規範,選擇 UV光波長313 nm光源,曝照能量為0.62W/ m²/80°C/20小時,冷凝條件為無光照/50°C/4 小時,持續循環進行1,000小時後,測量其 380 nm位置穿透度與YI數值,與起始值比 較的變化量列於表二。

# 實驗結果分析

以統計軟體進行數據結果分析,其數據列於表三,可以看出TAZ1、Eversorb®109、



▼表二 人工老化實驗後數據差異比較

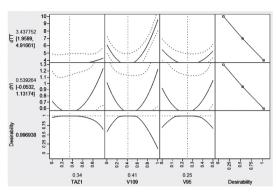
	△Trans. at 380nm(%)	△YI
(1)	4.21	1.28
(2)	5.43	1.19
(3)	7.03	1.22
(4)	5.22	0.89
(5)	4.76	0.74
(6)	4.04	0.70
(7)	4.59	0.92
(8)	9.67	1.22

▼表三 (上) △Trans.(下) △YI 數據分析

Parameter Es	timates							
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t				
TAZ1	4.3086738	0.345197	12.48	0.0064*				
EV109	9.5613947	0.345197	27.70	0.0013*				
EV95	20.571844	2.510178	8.20	0.0146*				
TAZ1*EV109	-6.84326	1.684208	-4.06	0.0556				
TAZ1*EV95	-20.74732	4.946788	-4.19	0.0524				
EV109*EV95	-42.66202	4.946788	-8.62	0.0132*				
Parameter Estimates								
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t				
TAZ1	1.2406854	0.138296	8.97	0.0122*				
EV109	1.2263734	0.138296	8.87	0.0125*				
EV95	4.7558824	1.005649	4.73	0.0419*				
TAZ1*EV109	-1.242353	0.674742	-1.84	0.2069				
			0.55	0.0744				
TAZ1*EV95	-7.032358	1.981825	-3.55	0.0711				

Eversorb®95三者單獨對於穿透度變化及黃變指數變化,P値<0.05皆為顯著因子,而Eversorb®109與Eversorb®95對於穿透度變化為顯著因子,兩者共同存在於系統時,可有效地減緩紫外線對光學膠的破壞。

本實驗不同比例對於耐候光學性質影響如圖三所示,橫座標代表TAZ1、Eversorb®109、Eversorb®95所佔之比例,縱座標代表380 nm位置變化量(dTT)及黃變指數變化量(dYI)。以圖三之組成比例,其380 nm位置穿透度上升了3.44%,YI值上升0.54,明顯優於單獨使用TAZ1的4.21%及1.28(如表二所示),YI值下降了約58%。而其中TAZ1原本經過1,000小時照射後,YI值已達3.34,肉眼即可發現樣品明顯變黃。



▲圖三 不同比例對耐候光學性質影響

### 結 語

本研究使用實驗設計方法,以不同配比的紫外線吸收劑搭配受阻胺光安定劑,添加於光固化型丙烯酸系光學膠中,實際膠層厚度為6 μm。經過1,000小時紫外線人工加速老化試驗後,發現同時添加 Eversorb®109與Eversorb®95,可有效地減緩光學膠之紫外線衰退與黃變程度,達到比單獨使用TAZ1更淺的起始色口及更佳的耐候效能。而其他苯並三唑類UVA及N-OR類HALS是否同樣具有類似的加乘效果,可期待永光化學特化事業處日後更進一步的研究成果發表。₩

#### 參考文獻

- 1. 謝杰修、顏盟晃、黃耀興、陳正聲,高紫外光阻隔、高耐久光學膠使用之光安定劑 pp. 139-143, vol.308, 2012, 工業材料雜誌
- 2. 2012-2016年中國光學膠行業市場發展分析及前 景預測報告
- 3. 許世川、鍾寶堂、杉山征人,透明隔熱膜技術研 討會
- 4. 彭志剛、陳世明,光電產品用感壓膠材料技術與 應用 pp. 47-51, 2012, 台灣化學科技產業協進會 會刊
- 5. 王伯萍、長倉毅, PSA技術與光學用黏著劑應用 趨勢