

## 研究報告

# 單體種類及光引發劑添加量對環氧壓克力紫外線 硬化型塗料性質之影響<sup>1</sup>

盧崑宗<sup>2</sup> 張家偉<sup>2</sup>

【摘要】本研究係探討單體種類及光引發劑添加量，對以環氧壓克力樹脂為基質紫外線硬化型 (UV) 塗料性質之影響；UV 塗料由環氧壓克力樹脂寡聚合體、單體及光引發劑所組成，係將環氧壓克力樹脂 / 單體 = 80/20 (重量比)，光引發劑添加量分別為全樹脂重之 1、2、3 及 5%，調配成各種自由基硬化型 UV 塗料。其中，單體的種類包括單官能性之甲基丙烯酸甲酯 (MMA)、雙官能性之二丙烯酸 1,6-己二醇酯 (HDDA) 與二丙烯酸三丙二醇酯 (TPGDA) 及三官能性之三甲醇基 (三甲醇基丙烷三丙烯酸酯) 丙烷三丙烯酸酯 (TMPTA) 與三丙烯酸異戊四醇酯 (PETA) 等 5 種壓克力系單體，光引發劑則採用光裂解型之 Benzil dimethyl ketal (Irgacure 651)。試驗結果發現，各種配方之 UV 塗料以含雙官能性 TPGDA 單體及 3% 光引發劑添加量者，可獲得最為均衡之塗料與塗膜性質，但塗膜附著性仍待進一步改善，才適合用於木材塗裝。

【關鍵詞】紫外線硬化型塗料、環氧壓克力樹脂、單體、光引發劑

## Research paper

# Effects of Monomers and Dosages of Photoinitiator on the Properties of Epoxy Acrylate UV-curing Coatings<sup>1</sup>

Kun-Tsung Lu<sup>2</sup> Chia-Wei Chang<sup>2</sup>

【Abstract】The objectives of this study were to investigate the effect of monomers and dosages of photoinitiator on the properties of UV-curing coatings which prepared from epoxy acrylate resin oligomer, monomer and photoinitiator. The formulation of each free radical polymerization UV-curing coating was epoxy acrylate resin / monomer by the weight ratio of 80/20, and the dosage of photoinitiator based on the weight of total resins including 1, 2, 3, and 5% was added, respectively. Five kinds of acrylate monomers such as mono-functionality (methyl methacrylate, MMA), di-functionality (1,6-hexanediol diacrylate, HDDA; tripropylene glycol diacrylate, TPGDA), and tri-functionality

1. 本研究為國科會 95 年度專題研究計畫 (NSC 95-2313-B-005-072-MY2) 之部分結果，承蒙國科會經費補助，謹此致謝

This project was sponsored by the National Science Council, R.O.C (NSC 95-2313-B-005-072-MY2).

2. 國立中興大學森林系 副教授 (通訊作者)、碩士

Master, Associate Professor (Corresponding Author), Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.

(trimethylolpropane triacrylate, TMPTA; pentaerythritol triacrylate, PETA) monomers and one of photo-cleavage type photoinitiators benzil dimethyl ketal (Irgacure 651) were used. The results showed that, among all the UV-curing coatings, the one containing TPGDA monomer and 3% dosage of photoinitiator had excellent performances and a balance effect on the properties of coatings and films. However, the poor adhesion of this UV coating must further be improved for wood finishing.

【Key words】UV-curing coatings, Epoxy acrylate resin, Monomer, Photoinitiator.

## 一、前言

我國加入 WTO 之後，各行各業除了受既有東南亞及大陸廉價勞工之威脅外，更需面臨各國優勢產品的競爭，同時也需對世界石油資源日漸枯竭、環境污染等問題，盡地球一分子的責任。對木材塗裝而言，高污染，耗人工的傳統溶劑型木材塗料，恐無法迎合時代的需求，因此尋找省能源、省資源、高量產、高性能、對環境友善的木材塗料，藉此提升家具塗裝品質，成為我國木製家具業因應各項衝擊，而能圖謀生存的主要途徑之一。能符合上述諸要件的塗料，首推紫外線硬化塗料 (Ultraviolet curing coatings, 以下簡稱 UV 塗料)。UV 塗料是僅含相當少量或完全不含揮發性有機溶劑 (VOCs) 的塗料，可以說是最重要的環保型塗料之一 (川村, 1993; Price, 1995; Weiss, 1997; Benfarhi *et al.*, 2004)。

UV 塗料之基本組成包括預聚合體 (或稱光聚合性寡聚合體、Photocurable oligomer)、單體 (Monomer) 及光引發劑 (Photoinitiator) 等，經 UV 照射後，可以很有效率地將低分子量的反應性預聚合體及單體轉換成三次元的高分子塗膜，聚合反應在常溫下極短的時間內 (以秒為單位) 即可完成，因此適用於對熱敏感木材的塗裝，又不須另外加熱，所以比其他熱硬化系統塗料更節省能源，也更節省空間。此外，UV 硬化系統不須大量循環空氣，亦少揮發物質，使得排氣通風系統及溶劑回收處理等設備均可省略，因此就經濟效益及對環境友善之觀點而言，UV 塗料實是一種契合時代需求的塗料。

在 UV 塗料之組成中，寡聚合體種類繁

多，目前廣泛用於 UV 塗料之寡聚合體以自由基聚合型的丙烯酸酯系樹脂 (俗稱壓克力樹脂, Acrylate resin) 為主，其中，環氧壓克力系樹脂係由含環氧基化合物與丙烯酸 (Acrylic acid) 反應而成，由於此寡聚合體具有環氧樹脂之特性，柔軟性與硬度兼具、耐熱性、耐藥品性佳，硬化速度快且對皮膚刺激性低 (加藤, 1989)；單體亦以丙烯酸酯系為主，但其又分為單官能性、雙官能性及多官能性單體等，單體種類與添加量對於 UV 塗料之硬化速度、交聯密度、塗膜硬度及附著性均有密切關係。又 UV 塗料的組成中，能吸收紫外線而生成自由基或離子基，促使塗料聚合反應而硬化的即為光引發劑，它直接控制整個反應的速度，可以說是 UV 塗料系統的靈魂，其種類與添加量同樣左右 UV 塗料的物性。本研究前報 (張家偉、盧崑宗, 2007) 曾探討以雙酚 A、環氧氯丙烷及丙烯酸為原料之環氧壓克力樹脂的合成，並將其作為寡聚合體而與二丙烯酸 1,6-己二醇酯 (HDDA) 單體依 90/10、80/20、70/30 及 60/40 (重量比) 混合，加入 Benzil dimethyl ketal 光引發劑而調配成自由基聚合型紫外線硬化型塗料，分析其作為木材塗料之可行性；結果發現，環氧壓克力樹脂可以穩定地合成，以環氧壓克力樹脂 / HDDA = 80/20 (重量比) 所調配成之 UV 塗料，其塗膜具有最高的拉伸強度、耐衝擊性及優良的耐久性，其他塗膜性質亦較為均衡，但需改善其塗膜附著性才適用做為木材塗料。本研究則以此環氧壓克力樹脂 / 單體之比例為依據，分析單體種類及光引發劑添加量對 UV 塗料與塗膜性質之影響。