

健康綠建材聚胺酯物理性能之探討

楊正龍 (Cheng-Lung, Yang)

中國科技大學建築研究所碩士生

摘要

為了配合政府積極推動之綠營建環境政策，建構人類宜居且永續的綠色地球村，創造節約能源並減碳減暖的綠營建市場已成為國際間的共同目標。然而在國內的防水材料市場除了聚乙烯樹酯、聚丙烯樹酯以外，使用量最大的防水材仍以聚胺酯為主。因此國內相關化工廠商無不積極開發具有健康綠建材標章認證之聚胺酯防水材，並且大量投產。與此同時，防水設計與施工人員將要如何判讀及驗證健康綠建材聚胺酯是否符合國家品質標準，卻也成為實務上最重要的課題。本文以文獻回顧法、比較分析法彙整健康綠建材聚胺酯的各項物理性能資訊，並且加以分析探討健康綠建材聚胺酯的性能表現，期望研究結果能提供相關從業人員參考與應用，共同為永續綠營建環境盡一份心力。

關鍵字: 綠建材、聚胺酯、防水工程

Study on physical properties of polyurethane of healthy green building materials

Abstract

In order to cooperate with the green construction environmental policy actively promoted by the government, it has become an international common goal to construct a green global village that is livable and sustainable for mankind, and to create a green construction market that saves energy, reduces carbon and heat. However, in the domestic waterproof material market, in addition to polyethylene resin and polypropylene resin, the most used waterproof material is still mainly polyurethane. Therefore, relevant domestic chemical manufacturers are all actively developing polyurethane waterproof materials with healthy green building materials certification, and mass production. At the same time, how the waterproof design and construction personnel will judge and verify whether the polyurethane of healthy green building materials meets the national quality standards has become the most important issue in practice. This article uses literature review method and comparative analysis method to gather various physical performance information of healthy green building materials polyurethane, and analyzes and explores the performance of healthy green building materials polyurethane. It is hoped that the research results can provide relevant practitioners with reference and application, and jointly build sustainable green building materials. The environment does its part.

Keywords: Green building materials, polyurethane, Waterproofing

一、前言

全球氣溫日漸升高，天然資源終將枯竭，人類賴以生存的地球正面臨巨大的考驗。因此，建設宜居的永續生活環境，已成為國際間共同的使命。而我國為了推動「生態、節能、減廢、健康」的綠建築政策，將綠建築評估範圍延伸至【綠建材標章制度】。[2]同時鼓勵民間研發符合綠建材指標之建材產品，辦理**綠建材標章審查**及核發**綠建材標章**。[3]並於民國 101 年 7 月修訂【建築技術規則建築設計施工篇】第 321 條：「綠建材使用率應達室內裝修材料及樓地板面材料總面積 45% 以上，戶外地面總面積 10% 以上」之規定。[1]期望能減少經濟發展所帶來的環境負擔，促進我國綠色營建科技與國際接軌之目標。

為了降低毒害風險，同時提升國人健康居住的基本品質需求，健康綠建材評定遂擴大至防水塗膜材料。並以**總揮發性有機化合物(TVOC)**及**甲醛(Formaldehyde)**之逸散速率作為評定基準。[4]其目的為確保建材本身不具人體健康危害，性能又能符合現行 CNS 國家標準。[2]我國政府獎勵建築裝修工程大量採用綠建材，給予民間廠商更多的動能去開發或改良符合健康綠建材評定基準之防水材料。制定法源依據，評估綠色建材內涵，加強管劣質材料，最終促進綠色營建市場技術與品質的提升。[3]

二、綠建材標章制度相關內涵

2.1 綠建材標章制度

我國現行綠建材標章以「綠環保，美家園」為基本概念，並以「人本健康、地球永續」為其意涵，搭配「生態、健康、再生及高性能」之主題，形成現有的綠建材標章圖樣。[2]針對上述標章制度本所進行綠建材認證類別分析，其認證類別可歸納：

1. 健康綠建材：(1)低逸散；(2)低污染；(3)低臭氣。
2. 生態綠建材：(1)抑制溫室效應；(2)抑制臭氧層破壞；(3)使用本土建築材料；(4)省資源、省能源。
3. 再生綠建材：(1)再循環；(2)再利用；(3)廢棄物減量。
4. 高性能綠建材：(1)耐久性佳；(2)不需維護；(3)高隔熱、高防音。[3]

2.2 健康綠建材標章

【健康綠建材標章性能評定基準】係參考國外先進國家之相關綠建材標章專章，再搭配內政部建築研究所長期研究成果，以台灣本土室內氣候條件為考量，訂定建材逸散之**總揮發性有機化合物(TVOC)**及**甲醛(Formaldehyde)**逸散速率基準，其 TVOC 基準以 12 種指標性污染物累加計算，考量健康綠建材標章性能特性，**健康綠建材**名稱亦可稱為**綠建材**。[2]

目前針對室內建材與室內裝修材料進行人體危害程度的評估，以**低甲醛**及**低總揮發性有機化合物(TVOC)**逸散速率為評估指標。未來將因應國內相關法規之規範，陸續對建材造成之健康影響因子進行評估，以確保國人正確使用健康建材並維護健康室內環境品質。[4]

2.3 健康綠建材評定項目表

表 1 健康綠建材評定項目表

健康綠建材評定項目		
1	地板類	木質地板、地毯、架高地板、木塑複合材等。
2	牆壁類	合板、纖維板、石膏板、壁紙、防音材、粒片板、木絲水泥板、木片水泥板、木質系水泥板、纖維水泥板、

		矽酸鈣板、木塑複合材等。
3	天花板	合板、石膏板、岩綿裝飾吸音板、玻璃棉天花板等。
4	填縫劑與油灰類	矽利康、環氧樹脂、防水塗膜材料等。
5	塗料類	油漆等各式水性、油性粉刷塗料。
6	接著(合)劑	油氈、合成纖維、磁磚黏著劑、白膠(聚醋酸乙烯樹脂)等。
7	門窗類	木製門窗(單一均質材料)。

(資料來源：台灣建築中心)

2.4 健康綠建材評定基準表

表 2 健康綠建材評定基準表

一、甲醛(HCHO)逸散速率		
評定項目	性能水準(逸散速率)	說明
地板類、牆壁類、天花板、填縫劑與油灰類、塗料類、接著(合)劑、門窗類(單一材料)	<0.05 mg / m ² · hr	建材樣本置於環控箱中試驗其逸散量，量測甲醛濃度達穩定狀態時之逸散速率。
二、總揮發性有機物質(TVOC)逸散速率		
評定項目	性能水準(逸散速率)	說明
地板類、牆壁類、天花板、填縫劑與油灰類、塗料類、接著(合)劑、門窗類(單一材料)	<0.19 mg / m ² · hr	建材樣本置於環控箱中試驗其逸散量，量測總揮發性有機物質(TVOC)濃度達穩定狀態時之逸散速率。
試驗機構：經內政部指定之「綠建材性能試驗機構」		
試驗規定：		
<p>1. 測試方法依據內政部建研所標準測試法(計畫編號 MOIS 901014)及參考 ISO 16000 系列(CNS 16000 系列)標準方法辦理。甲醛及 TVOC 試驗報告之數值判定，應以測試時間達 48 小時即停止測試之時間點，所測得之實驗數據，做為判定數值；未達 48 小時但實驗數據已穩定低於評估基準值，則以該實驗數據做為判定數值。</p> <p>2. 健康綠建材逸散之總揮發性有機化合物(TVOC)，應檢測包括：苯(Benzene)、四氯化碳(Carbon tetrachloride)、氯仿(三氯甲烷)(Chloroform)、1,2-二氯苯(1,2-Dichlorobenzene)、1,4-二氯苯(1,4-Dichlorobenzene)、二氯甲烷(Dichloromethane)、乙苯(Ethyl Benzene)、苯乙烯(Styrene)、四氯乙烯(Tetrachloroethylene)、三氯乙烯(Trichloroethylene)、甲苯(Toluene)及二甲苯(對、間、鄰)(Xylenes)等十二種化合物。</p>		

(資料來源：台灣建築中心)

2.5 「健康綠建材標章」分級制度表

表 3 健康綠建材標章分級制度表

逸散分級	逸散速率 (mg/m ² · hr)	
	TVOC	甲醛

E1	≤ 0.005	≤ 0.005	
E2	$0.005 < TVOC \leq 0.06$	$0.005 < \text{甲醛} \leq 0.02$	
E3	$0.06 < TVOC \leq 0.19$	$0.02 < \text{甲醛} \leq 0.05$	
「健康綠建材標章」逸散等級判定			
TVOC 甲醛	E1	E2	E3
E1	E1	E2	E3
E2	E1	E2	E3
E3	E1	E2	E3
【文件審查】申請廠商須檢附相關施工流程、圖說、文件說明，確保日後施做時，工法亦能符合健康性設計及要求。			

(資料來源：健康綠建材評定基準)

2.6 建築防水用聚胺酯

聚胺酯防水材為使用兩劑混合固化型之高伸長率橡膠防水材，有覆蓋型與外露型之分別。[7]國家標準為【CNS 6986-A2091】，是國內目前平屋頂防水材最常使用之塗膜防水材。[6]聚胺酯擁有絕佳之防水性能，建築設計中經常規劃 3~6mm 厚的聚胺酯作為戶外主要防水層。[8]許鎧麟(2016)認為：「聚胺酯應用雖然廣泛，但國內 PU 防水之應用經驗並不算成功；尤其錯將 PU 一次塗抹完成、素地面之起砂與水氣處理不確實、素地面未設置補強層或通氣緩衝材、未考慮 PU 長期浸水之膨潤現象以及將焦油系 PU 應用於室外時，仍於其上覆蓋其他面材等情形最為常見。」[5]

表 4 聚胺酯防水材優劣表

材料類型	防水機制	優點	缺點	素地面條件	適用場合
聚胺酯系防水材料	<ul style="list-style-type: none"> · 焦油聚胺酯橡膠 · 非焦油聚胺酯橡膠 (碳素 PU 橡膠及彩色 PU 橡膠) 	<p>主要以兩成份型之材料，將主劑與硬化劑依 1:1.5~1:2 之比例充分攪拌，經化學反應後成為一防水之硬化彈性體</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 塗抹型材料一體成型無接縫及搭接不良等問題 · 兩液型材料攪拌容易，且於常溫下施工，安全、快速、簡便 · 複雜或凹凸之素地面適用性高且易於施工 · 彩色 PU 露出工法可兼具美觀作用 	<ul style="list-style-type: none"> · 油污、水、泥渣、乳皮及塵埃等均應清理 · 素地面宜平整、乾燥、潔淨、不含水氣且不起砂等 	<ul style="list-style-type: none"> · 露出型之鋼筋混凝土造平屋面或平面防水工程 · 室內或走廊等非長時間浸水之場合等

(資料來源：建築物防水設計技術建立之研究)

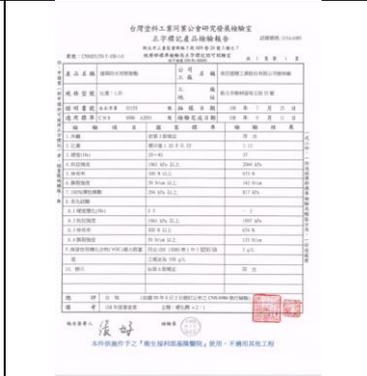
三、聚胺酯材料性能比對與分析

本研究根據材料製造廠商提供之材料性能檢驗報告及綠建材標章證書，

判讀本件受測商品是否符合國家標準之現行規範。[6]而本章重點是為了驗證【綠建材通則評定要項與基準】中所要求之：「綠建材之產品功能應符合既定之國家標準」準則，透過比對方法調查聚胺酯相關資訊並判讀報告內容後提出說明如下：[4]

3.1 聚胺酯材料性能檢驗報告判讀

表 5 聚胺脂檢驗報告及綠建材證書

		
<p>非綠建材聚胺酯 資料來源：時慶實業</p>	<p>健康綠建材聚胺酯 資料來源：南亞塑膠</p>	<p>E3 級健康綠建材證書 資料來源：南亞塑膠</p>

3.2 聚胺酯材料性能比對

健康綠建材係指針對建材所逸散之有機化合物進行定性定量評定[2]，而本章則是比對【CNS 6986-A2091】國家標準內要求之全部性能進行比對。比對內容為非綠建材聚胺酯及綠建材聚胺酯之物理性能，並進一步分析其結果認為：非綠建材聚胺酯及綠建材聚胺酯之材料性能差異不大，皆符合我國現行【建築防水用聚胺酯】之國家標準。並提出說明如下：[6]

表 6 聚胺脂材料性能比對

項目名稱	品質要求值	非綠建材聚胺酯	健康綠建材聚胺酯
比重	標示值±0.10	1.25	1.13
硬度(Hs)	20~40	35	37
抗拉強度 kPa{kgf/cm ² }	1961{20}以上	3236{33}	2044
伸長率(%)	300 以上	905	673
撕裂強度 N/cm{kgf/cm}	59{6}以上	127{13}	142
100%彈性模數 kPa{kgf/cm ² }	294{3}以上	588{6}	817
老化試驗			
硬度變化(Hs)	±5 以內	+1	-3
抗拉強度 kPa{kgf/cm ² }	1961{20}以上	3040{31}	1997
伸長率(%)	300 以上	974	674
撕裂強度 N/cm{kgf/cm}	59{6}以上	127{13}	135
揮發性有機化合物(VOC)最大限量	550 以下	無檢測	3

值(g/L)			
--------	--	--	--

(資料來源：本研究整理)

3.3 結果分析：

- 1.非綠建材聚胺酯及綠建材聚胺酯之材料性能皆符合【CNS 6986-A2091】之國家標準。
- 2.非綠建材聚胺酯之抗拉強度 $kPa\{kgf/cm^2\}$ 與伸長率(%)較高於綠建材聚胺酯近 1/3。
- 3.非綠建材聚胺酯經加速老化試驗後之硬度變化(Hs)為+1，穩定性優於綠建材聚胺酯的-3。
- 4.非綠建材聚胺酯經加速老化試驗後之撕裂強度 $N/cm\{kgf/cm\}$ 無變化，而綠建材聚胺酯則下降 5%左右。
- 5.綠建材聚胺酯之揮發性有機化合物(VOC)最大限量值(g/L)僅驗出 3(g/L)而已，趨近於 0 檢出。

四、結語與建議

近年國際間普遍環保意識高漲，對於可能影響人體健康之塗料建材的警覺性也相對提高。由於建材毒害的問題，先進國家皆已訂定適合該國氣候及人文條件之綠建材規範，以期達到維持永續環境的理念。因此，營建材料的工法朝向健康、安全、再生及低污染的方向是全體人類不可逆的共識。相信唯有善待地球、珍惜環境資源才能創造真正適合我們居住的永續家園。

而我國政府意願為上述議題付出努力，不論在建築法規修訂、永續環境宣導、劣質建材控管上都有許多具體的措施。而在國際間不斷的與之交流，借鏡他國之優以改善我國未能周全之處。期望能與國際先進接軌，甚至成為其他國家學習的榜樣。因此，本文認為：

- 1.「健康綠建材聚胺酯」有兼具環保、健康及保有原有應具備的優良性能，不論是否受綠建築相關法規規定之場所皆可大量採用，使工程人員不至於長期處在具有威脅的工作環境中。
- 2.民間廠商應多參與了解綠建材之內涵，盡其可能的開發符合綠建材制度所規定之產品，減少對地球的污染，並且為自身產品及事業增加競爭力。
- 3.消費者在購買建材時能盡量選擇具有綠建材標章之產品，排除低價劣質建材，給予綠色產品開發廠商更多的動能與支持，共同為地球盡一份心力。

五、參考文獻

1. 內政部營建署，「建築技術規則」，<https://www.cpami.gov.tw/>。
2. 內政部建築研究所，「綠建材解說與評估手冊」，2015，<http://www.abri.gov.tw/tw/mark/2>。
3. 內政部建築研究所，「綠建材標章」<http://www.abri.gov.tw/tw/mark/2>。
4. 台灣建築中心，「綠建材標章評定基準」，<http://gbm.tabc.org.tw/>。
5. 許鎧麟，「建築物防水設計技術建立之研究」，內政部建築研究所，2016。
6. 經濟部標準檢驗局，「中國國家標準 CNS 6986-A2091 建築防水用聚胺酯」，2001。
7. 行政院公共工程委員會網站，<https://www.pcc.gov.tw/Default.aspx>
8. 中嘉工程有限公司網站，<https://chung-jia.com>