

我國健康綠建材與美國 GREENGUARD標準比較研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 108 年 11 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

我國健康綠建材與美國GREENGUARD 標準比較研究

研究人員：林霧霆

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 108 年 11 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Standards Comparative Study on Healthy
Green Building Materials in Taiwan and
GREENGUARD in USA

BY
WU-TING LIN
NOV 18 2019

目次

目次.....	錯誤! 尚未定義書籤。
表次.....	錯誤! 尚未定義書籤。
圖次.....	V
摘要.....	VI
ABSTRACT.....	錯誤! 尚未定義書籤。
第一章 緒論.....	1
第二章 國內外綠建材現況及趨勢.....	9
第三章 美國 GREENGUARD 標準彙析.....	29
第一節 國際低逸散健康建材新趨勢.....	9
第二節 我國健康綠建材發展歷程.....	12
第三節 國內室內空氣品質管制項目.....	16
第一節 美國 GREENGUARD 簡介.....	29
第二節 GREENGUARD 建材逸散測試標準.....	32
第三節 GREENGUARD 評定標準及應用.....	34
第四章 我國健康綠材標章和美國 GREENGUARD 比較分析.....	41
第五章 結論與建議.....	47
附錄一、期初審查會議紀錄及回應.....	50
第一節 我國健康綠材標章和美國 GREENGUARD 試驗方法比較.....	41..... 47
第二節 健康綠材標章和 GREENGUARD 評定標準差異分析.....	45..... 48
附錄二、期中審查會議紀錄及回應.....	50
附錄三、GREENGUARD 評定基準.....	50
參考書目.....	51

目次

目次.....	II
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	目次
第三節 研究方法與步驟.....	5
第四節 預期研究成果與進度.....	7
第二章 國內、外綠建材現況及趨勢.....	9
第一節 國際健康綠建材新趨勢.....	9
第二節 我國健康綠建材發展歷程.....	19
第三節 國內室內空氣品質管制項目.....	20
第三章 美國 GREENGUARD 標準彙析.....	27
第一節 美國 GREENGUARD 簡介.....	27
GREENGUARD 認證是 UL 環境的一部分，UL 環境是 UL (Underwriters Laboratories) 的業務部門。UL 一個超過 120 年全球性企業，UL 與客戶和相關者合作，幫助應對日益複雜的市場變化。UL 確保資訊透明並賦予信任，為目前和未來的商品、解決方案和創新技術的發展、生產、行銷與購買提供專業支援。為人們帶來了更安全、更可持續的產品、服務、體驗和環境，藉此讓他們做出更好的選擇並擁有更好的生活。GREENGUARD 認證可幫助製造商創造幫助買家辨識具有低化學逸散的內部裝修產品和材料，從而改善產品使用的空氣質量。所有 GREENGUARD 認證產品列在 UL SPOT 永續產品數據庫。.....	27
GREENGUARD 是產品在室內化學揮發情況的認證標準，含括產品項目包括建材、裝飾材料、傢俱、地面材料、表面材料、油漆和塗料、清潔劑及兒童產品等 20 多項類別。GREENGUARD 可提供兩級認證：GREENGUARD 認證和 GREENGUARD 金牌認證；GREENGUARD 認證是第一個針對商業建築產品的自願性產品排放認證，該認證表明產品的代表性樣品符合最嚴格的化學排放標準；GREENGUARD 金牌認證則考慮到敏感個體(如兒童和老人)的安全因素，以及確保產品可以在學校和醫療機構等環境中使用。GREENGUARD 認證計畫為多個產品類別包括：建築材料和傢俱電子設備清潔和維護產品用於呼吸氣道的醫療器械制訂測試方法和逸散限值。..	27
GREENGUARD 標章.....	28
用於建造和裝飾室內環境的產品可能會對室內空氣污染程度產生嚴重影響。GREENGUARD 認證的產品協助降低室內空氣污染及化學物質暴露的風險，同時協助創造更健康的室內環境。建築產品和傢俱。可提供兩級認證：GREENGUARD 認證和 GREENGUARD 金牌認證。所有經過認證的產品須對製造程序和例行測試審查，確保將對室內環境的影響降至最低。GREENGUARD 認證標準建立性能標準，用於定義室內產品和材料，其所包含化學品和微粒物逸散量低。該標準主要用於建築材料，飾面，室內裝飾，傢俱，清潔產品和電子設備。該標準建立認證程式，包括測試方法，允許的逸散濃度，產品樣品採集和處理，測試類型和頻率以及程式應用過程，毒性限制和驗收等。.....	28
GREENGUARD 認證逸散限值採用，最初為 USEPA 以及華盛頓州的傢俱和商業建築產品的採購規範。自 2002 年起，低排放傢俱在 LEED 認證其主要依據亦為 GREENGUARD 認證標準。同時經過 GREENGUARD 認證的辦公傢俱產品也符合 BIFMA X7.1 標準和 BIFMA e3 第 7.6.1 條的規定。....	28

表次

表 1-1 預期研究進度表.....	8
表 2-1 法國國家建材逸散分及標示系統.....	10
表 2-2 法國國家食品、環境暨勞動衛生署建材逸散分級標示系統.....	11
表 2-3 美國 GREEN GUARD/UL 建材逸散分級驗證制度.....	12
表 2-4 韓國 KACA 健康綠建材標章分級制度表.....	13
表 2-5 國內室內空氣品質管制項目.....	20
表 2-6 瑞典案例－水性塗料主要 VOCs 逸散濃度值 (MG/M ³).....	15
表 2-7 國內室內空氣品質管制項目.....	17
表 3-1 瑞典案例－水性塗料主要 VOCs 逸散濃度值.....	21
表 3-2 國內外室內灰塵 PAEs 分布.....	38
表 3-3 日本厚生勞動省 VOC 室內環境濃度值相關規範物質.....	40
表 3-4 歐盟對地板測試之逸散因子及 LCI.....	41
表 3-5 ASTM D5116 試驗標準主要內容項目.....	43
表 3-6 ASTM D5116-17 所列舉之各項參數值.....	41
表 3-7 ISO 16000-3 試驗標準主要內容項目.....	43
表 3-4 歐盟對地板測試之逸散因子及 LCI.....	41
表 3-8 ISO 16000-6 內容試驗標準主要內容項目合物調查結.....	43
表 3-9 ISO 16000-9 試驗標準主要內容項目.....	41
表 3-10 ISO 16000-9 之各項參數準確度及精密度.....	43
表 3-11 韓國 SPS-KACA008-138 試驗標準主要內容項目.....	41
表 3-12 日本 JIS A 1901 試驗標準主要內容項目.....	43

圖次-1 研究流程圖	6
圖 2-1 環控箱長期溫度(25°C)穩定性驗證結果	34
圖 2-2 環控箱長期相對濕度(50%)穩定性驗證結果	36

摘要

關鍵詞：健康綠建材、建材逸散、GREENGUARD

一、研究緣起

隨著現代住宅、節能建築的高氣密性與通風換氣的不足，容易形成室內化學污染物的累積，進而對人體健康造成危害，因而導致病態建築（SBS）、病態住宅（SHS）及建築關聯症（BRI）。內政部建築研究所至2004年起推動「綠建材標章-GBML」，已建立完整管制綠建材政策，至今整體成效良好，檢視所有標章比例，其中以健康綠建材標章數占多數。

本所「創新循環綠建築環境科技計畫」將聚焦於建築產業之創新與循環相關議題，爰本研究擬針對國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章，蒐集及分析2標章相關推動現況及評定試驗標準差異性，並據以提出標章相互認證可行性評估發展策略，俾供國內綠建材測試實驗室參考，並提供綠建材解說與評估手冊應用參考。

本研究計畫預期目標及預期成果如下：

- 一、完成國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章文獻及試驗標準調查及分析。
- 二、進行2項標章之試驗標準方法、評定項目等差異性評估，並研擬健康綠建材試驗標準方法精進。
- 三、分析國內及美國 GREENGUARD 標章適用性評估，供未來綠建材標章國際接軌應用參考。

二、研究方法與過程

本研究之研究方法透過文獻分析法(Literature Analysis Method)、比較分析法、及專家諮詢法，針對我國健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標準進行比較分析，並藉由蒐集比對建材逸散揮發性有機化合物標準，探討標準之差異性。

並進一步探討健康綠建材標章及 GREENGUARD 評定項目，適用範圍等，審視評估兩標章之差異性及優劣分析，探討標章互相認證之可行性及適宜性，進行標準試驗方法修訂研擬修訂版，提出比較

評估內容，可供綠健康建材解說與評估手冊參考應用。

三、重要發現

本研究於今年度（108 年）完成國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章，蒐集及分析 2 標章相關推動現況及評定試驗標準差異性，實際瞭解國際有關健康綠建材逸散 TVOC 及甲醛管制現況，同時針對本所訂定建材逸散揮發性有機化合物試驗方法進行檢討及修訂，透過文獻資料收集及比較分析，以完整收集 GREENGUARD 相關規範與我國健康綠建材標章比較分析，重要有下列結論：

- (一) 本年度彙整國內、外有關建築材料及室內環境建材逸散 TVOC 及甲醛現況資料及相關標準試驗標準之文獻搜集與探討，包括 ISO、ASTM、JIS 等標準。
- (二) 本年度美國 GREENGUARD 標準標章資料及相關標準試驗標準之 TVOC 及甲醛文獻蒐集與探討。
- (三) 完成健康綠建材及 GREENGUARD 標準，針對建材逸散揮發性有機化合物試驗方法差異性比較分析。
- (四) 完成我國健康綠建材章與 GREENGUARD 標準評定基準差異探討、成本分析，及提出進行建材逸散試驗精進建議。

四、 主要建議事項

本研究已完成美國 GREENGUARD 相關資料彙整分析、背景及應用調查，並完成健康綠建材 GREENGUARD 標準中有關建材逸散甲醛及 TVOC 相關標準彙析及試驗標準方法等工作項目，獲得許多具體結論，因此後續研究建議有下列幾點：

□立即可行之建議-建議未來透過實際樣本，以實際實驗分析方法比較 2 標準間，驗證本研究結果，持續定期審視各國有關健康綠建材檢測標準方法，建立滾動式機制審視本所測試標準方法與國際趨勢，俾該方法符現況。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

□長期性建議-建議未來進行綠建材標章與歐盟 AgBB 等重要區域之標章相互認證可行性之比較分析，提升我國健康綠建材產業發展能量
查：長期性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

ABSTRACT

Keywords : Green Building Material, Emission, GREENGUARD

With the high air tightness of modern residential buildings and energy-saving buildings and the lack of ventilation, it is easy to form the accumulation of indoor chemical pollutants, which will cause harm to human health, thus leading to sick buildings (SBS), sick houses (SHS) and buildings. Related disorder (BRI). The Building Research Institute of the Ministry of the Interior has promoted the "Green Building Materials Mark-GBML" since 2004. It has established a complete control policy for green building materials. The overall effectiveness has been good so far. The proportion of all types of labels has been examined. Among them, the number of healthy green building materials is the majority.

This study intends to mark the domestic health green building materials stamp and the US GREENGUARD label, collect and analyze the 2 stamps to promote the current situation and assess the differences between the test standards, and propose a development strategy for the mutual authentication of the stamps. Refer to the Building Materials Testing Laboratory and provide a reference for the Green Building Materials Interpretation and Evaluation Manual.

The expected goals and expected results of this research project are as follows:

- 1、complete the domestic health green building materials stamp and the US GREENGUARD label literature and test standards investigation and analysis.
- 2、carry out the two-label test standard method, assessment project and other differential assessments, and develop a healthy green building materials test standard method.
- 3、analyze the applicability assessment of the domestic and US GREENGUARD mark, for future reference of the green building materials mark international application

This study completed the domestic health green building code stamp and the US GREENGUARD label in 2019, collected and analyzed 2 stamps to promote the current situation and assess the differences of test standards, and actually understand the international health green building materials and TVOC and formaldehyde control. At present, at the same time, we review and revise the test methods for volatile organic compounds in building materials. Through literature collection and comparative analysis, we will compare and analyze the relevant GREENGUARD specifications with healthy green building materials. The following conclusions are important.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

研究緣起

近年來全球暖化、氣候變遷與極端加劇，所造成之環境健康危害等問題，已積極在永續建築(Sustainable Building)、健康建築(Healthy Building)與室內空氣(Indoor Air)廣泛討論，主要是透過建築與室內之健康舒適(Health)與節能零碳(Energy Saving & Zero Carbon)方式因應，尤其在健康室內環境健康室內環境以「源頭管制」污染源控制及通風稀釋方式辦理，搭配因地時制宜之健康控制措施進行動態調控。然而近幾年尤其是「歐盟地區國家」特別針對「建材逸散具健康危害之污染物質」進行跨國研究與立法管制，在 2014 年實施「歐盟共用標準」(CEN/TS 16516)「歐盟建材產品之危險物質的釋放評估-逸散至室內空氣測定」，建議使用獲得認證「低逸散建材產品」，有效控制建材逸散污染物截至 2014 年歐盟德國與法國將「低逸散建材產品驗證」納入法規體系實施，比利時 2015 年公告實施。

美國 GREENGUARD 標章與 UL (Underwriters Laboratories) 美國保險商實驗室-產品安全認證機構合作於 2011 年，共同推出「低逸散建材分級驗證制度」，將產品之逸散進行分級，區分為黃金級(Gold)、一般認證兩級。主要應用於 LEED 標章評估系統及高性能學校 CHPS 認證使用，至今獲得 GREENGUARD 產品種類眾多，為美國境內產品流通性較高認證指標。

臺灣自 2012 年 11 月 23 日開始施行室內空氣品質管理法，其中對室內環境中揮發性有機化合物管制除甲醛外，包括苯、四氯化碳、氯仿、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、二氯甲烷、乙苯、苯乙烯、四氯乙烯、三氯乙烯、甲苯及二甲苯(對、間、鄰)等 12 種 VOCs。對於室內環境 VOCs 來源，建材是重要因素之一。臺灣自 2004 年推行綠建材標章，其中健康綠建材標章評定甲醛及 TVOC 逸散性能。過去許多研究證實室內揮發性有機化合物之來源，建材是造成主因之一。

有關我國推行綠建材標章成效顯著，國內獲得標章之產品也顯著成長。而本研究擬探討就我國健康綠建材標章中有關健康綠建材項目，與美國 GREENGUARD 認證中有關建築材料之健康低逸散項目，二者差異性之比較分析，分析 2 標準之各優缺點及適用比較，評估結果俾利提升我國相關標準之精進或國內檢測能力，更進一步提升國內建材相關產業技術能力。

研究目的

本研究之主要目的透過我國健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標準，對於建材逸散 VOC 性能文獻及試驗標準方法蒐集與分析，瞭解我國和美國評估建材逸散揮發性有機化合物性能的趨勢與差異，針對試驗標準、評定項目及評估基準等項目進行探討，評估國與美國在建材逸散揮發性有機化合物之管制差異，分析優劣處。此外將研究結果進一步審視本所制定之健康綠建材之 MOIS901014 室內建材揮發性有機逸散物質檢測標準試驗方法標準，評估符合最新及現況之標準試驗方法。

- 一、將彙整美國 GREENGUARD 完整資訊及相關內容，主要調查與建築材料逸散甲醛及 TVOC 之項目現況。
- 二、進行我國健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標準比較，針對建材逸散項目相關標準及基準進行差異分析。。

第二節 研究計畫內容

本所「創新循環綠建築環境科技計畫」將聚焦於建築產業之創新與循環相關議題，爰本研究擬針對國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章，蒐集及分析 2 標章相關推動現況及評定試驗標準差異性，並據以提出標章接軌可行性評估發展策略。

本年度將建立蒐集國內、外低逸散健康綠建材標章與室內空氣品質逸散 TVOC 試驗標準及評定項目相關文獻資料分析比較，本年度預計執行之工作內容如下：

- 一、完成國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章文獻及試驗標準調查及分析。
- 二、進行 2 項標章之試驗標準方法、評定項目等差異性評估，並研擬健康綠建材試驗標準方法精進。
- 三、分析國內及美國 GREENGUARD 標章標章適用性評估，供未來綠建材標章國際接軌應用參考。

第三節 研究方法與步驟

研究方法

(一) 文獻分析法

收集國內外有關室內空氣品質、國際綠建材標章資料及建材逸散 TVOC 試驗標準之法規（如 ISO、CNS、JIS）與文獻，其中以我國健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 為主要對象，並針對文獻進行回顧及探討。

(二) 比較分析法

探討我國綠建材標章與美國 GREENGUARD 標準，探討 2 者標準對於建材逸散揮發性有機化合物性能評估比較。將依試驗標準、評估項目及評定基準等方向進行技術與差異性分析。

(三) 實驗分析法

探討我國之室內建材逸散揮發性有機化合物測定標準方法，評估 2 標準之適用國內實驗分析可行性及能力。對於多項化合物進行分析比較評估。

二、研究步驟

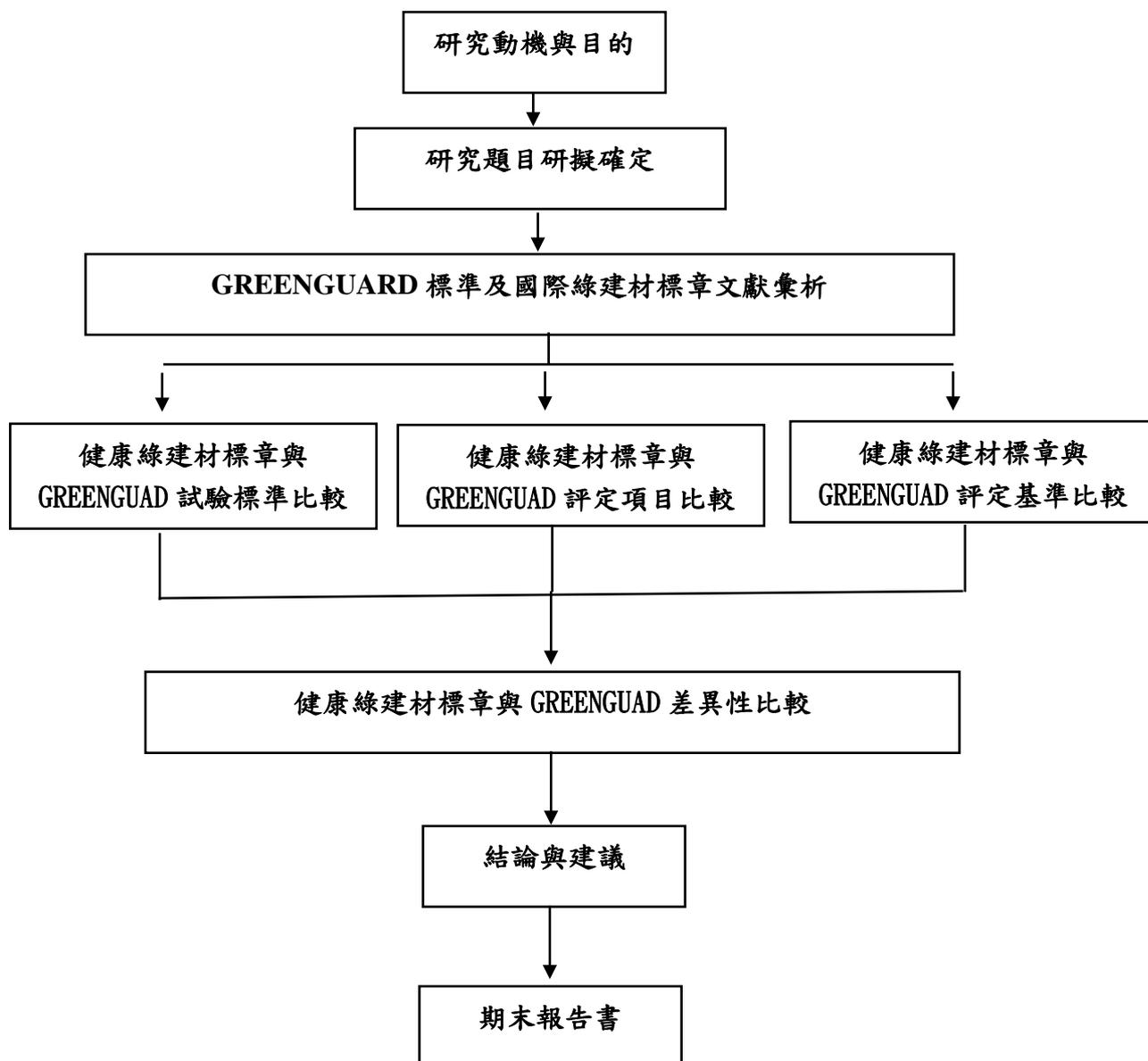


圖 1-1 研究流程圖
(資料來源：本研究整理)

第四節 預期研究成果與進度

研究內容之工作項目

本研究之預期研究成果包含下列：

- 一、完成國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章文獻及試驗標準調查及分析查。
- 二、進行 2 項標章之試驗標準方法、評定項目等差異性評估，並研擬健康綠建材試驗標準方法精進性。
- 三、分析國內及美國 GREENGUARD 標章標章適用性評估，供未來綠建材標章國際接軌應用參考。

研究進度及預期完成之工作項目

表 1-1 預期研究進度表

工作項目	月次											備註
	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月		
彙整分析國內外相關文獻	■	■										
GREENGUARD標準彙析	■	■	■									
探討 GREENGUARD 和健康綠建綠建材標準比較		■	■	■	■	■						
探討2者試驗標準比較			■	■	■	■						
探討2者評估基準差異				■	■	■	■					
健康綠建材標章和 GREENGUARD綜合分析					◎	◎	◎					
探討對我國健康綠建材標章試驗方法精進分析						■	■					
國內及美國 GREENGUARD 標章標章適用性評估							■	■				
整理與修正報告書							■	■	■	■	■	
期中期末報告					◎				◎			
預定進度 (累積數)	15%	20%	33%	45%	55%	60%	80%	90%	95%	100%		
<p>說明：</p> <p>1 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定，預定研究進度以粗線表示其起訖日期。</p> <p>2 預定研究進度百分比一欄，係為配合追蹤考核作業所設計。請以每一小格粗組線為一分，統計求得本計畫之總分，再將各月份工作項目之累積得分(與之前各月加總)除以總分，即為各月份之預定進度。</p> <p>3 科技計畫請註明查核點，作為每一季所預定完成工作項目之查核依據。</p>												

第二章 國內、外綠建材現況及趨勢

第一節 國際健康綠建材新趨勢

目前國際針建材逸散揮發性有機物質有不同的整合新趨勢，主要是由「室內空氣品質」及「人員健康風險」進行評估與管制，在歐盟地區(EU)早期由北歐丹麥、芬蘭提出「建材逸散管制」，而德國亦同時限制塗料類建材揮發性有機物質含量，並進行廣泛建材逸散測試與理論研究，著重在建材逸散管制與室內空氣污染物濃度降低。近年來因 ISO 16000 及 16814 之標準之頒佈，由德國 AgBB 研擬，歐盟(EU)2013 年發佈「建材逸散新測試標準」(CEN/TS 16516)，更擴大整合以「人體健康」及「人體舒適」兩面相進行管控，並逐漸建立整合作為歐洲各國逸散測試標準與基準。

本研究彙整包括美國、歐洲、法國及韓國等國家對於健康綠建材標章相關內容：

一、歐盟 EU-LCI 建材逸散管制計畫

2013 年歐盟執委會聯合研究中心 (Joint Research Centre) 與德國建築產品健康評價委員會(AgBB)及其他歐盟成員國，共同研究發佈「建材逸散新測試標準」(CEN/TS 16516)，委員會如 2-1 所示，主要是透過長期研究計畫「歐盟應用最低人體效應濃度值(LCI)概念於建築材料逸散健康評估架構」(Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept)進行整合，作為未來歐盟各國建材健康逸散法規管制基礎。



圖 2-1 歐盟 JRC 研究中心與德國 AgBB 委員會

(資料來源：AgBB, 2014)

VOC 排放量測試標準於 2013 年發布(CEN/ TS 16516)。該標準已通過了穩定的有效性驗證 (CEN 2012)。對於油漆和塗料的穩定有效性驗證的重要發現是：

- 1.在現場濕式塗裝的產品會產生虛假的排放量增加，因為初始較高排放的部分含量可能被吸附，並保留在測試箱的壁上，然後將在測試期間重新從測試箱的壁上脫附，導致測試結果的增加。
- 2.這與典型的實際內牆不同，因為實際的室內牆面不會有很強的脫附性。
- 3.在實際測試開始前的幾天時間，在單獨測試箱中對新鮮待測試樣板進行預處理可以解決這個問題。
- 4.由於類似的原因，試樣在測試的整個過程中均必須保持放置在測試箱中。

在測試標準以 CEN 技術規範 (CEN/TS 16516) 發行後，目前多項產品標準都已經進行了修訂，目的是包含 VOC 排放標準，如地板覆蓋物產品的 EN 14041 標準。這些標準將不會重新定義測試方法，而是參照 CEN/TS 16516 執行，這意味着 CEN/TS 16516 會被用於各種產品的具體標準，這個過程於在 2014 年開始執行，如圖 2-2。

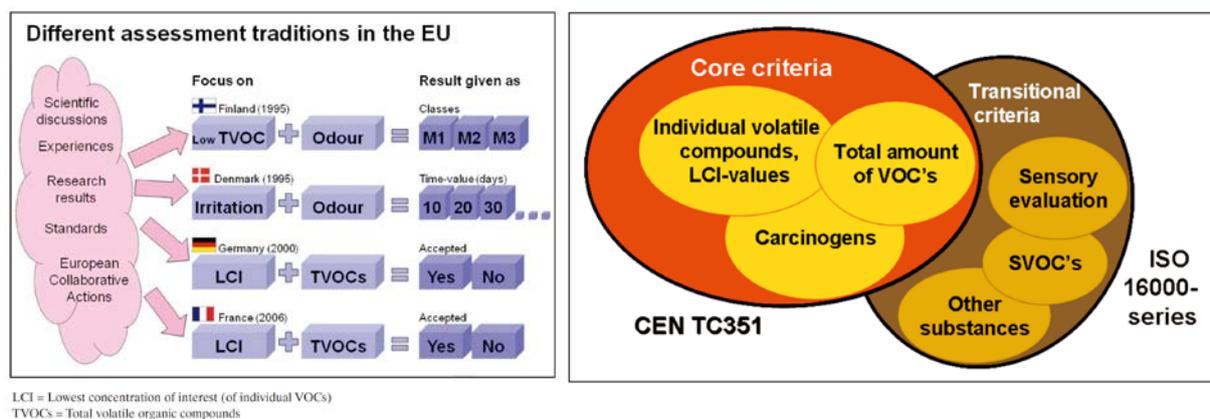
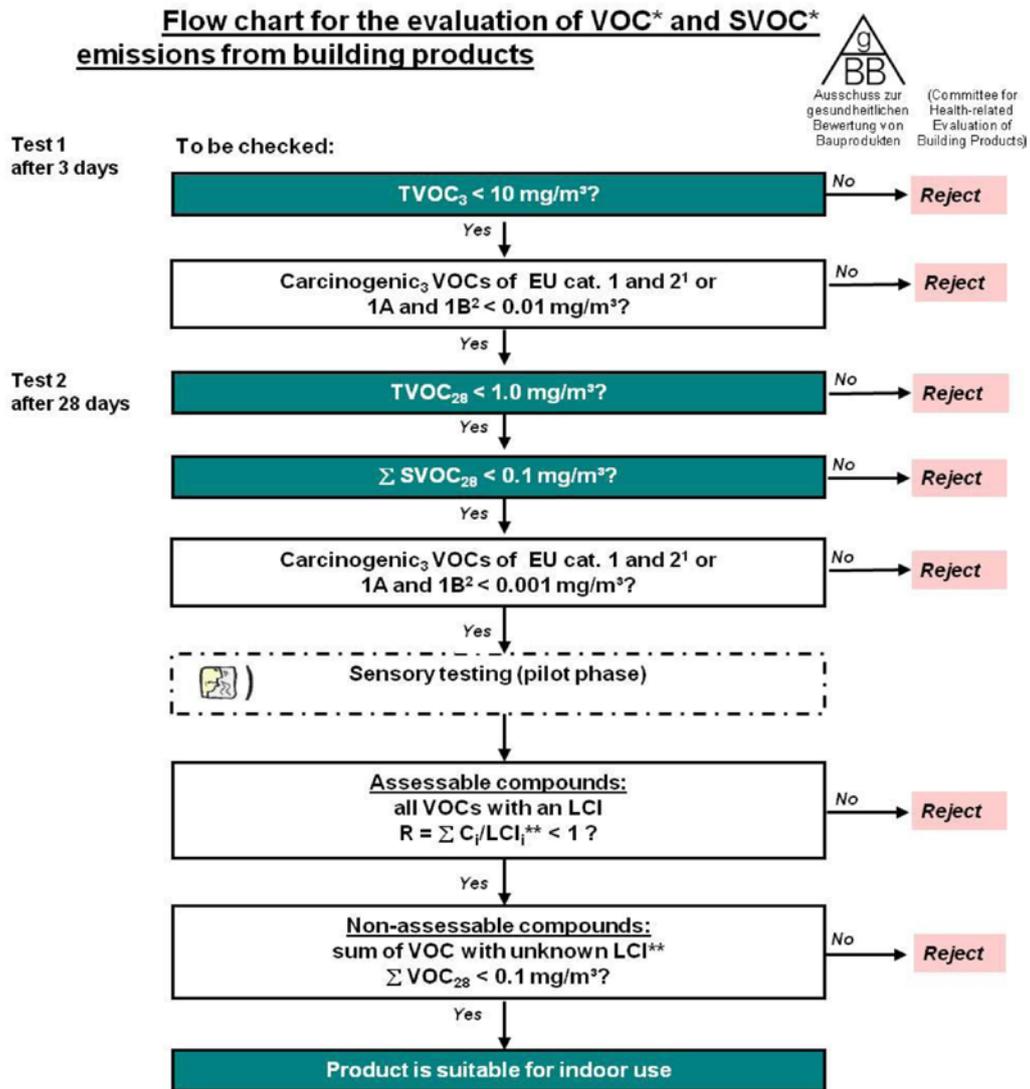


圖 2-2 歐盟各國建材逸散管制項目圖

(資料來源：CEN/TS 16516, 2013)

其中德國建築產品健康評價委員會(AgBB)2000年開始便進行「建材逸散 VOC 及 SVOC 之健康關連評價程序」(Health-related Evaluation Procedure for Volatile Organic Compounds Emissions (VOC and SVOC) from Building Products)研究，並逐步落實於德國法令與相關標準中，AgBB方法其中針對揮發性有機化合物、半揮發性有機化合物(SVOC)總排放量的限制，如表 2-1，以及超過 200 種單一揮發性有機化合物的含量限制，如圖 2-3。這類限制值被稱為最低人體效應濃度值(LCI)，並通過科學團隊按安全等級劃分出職業接觸限值，同時還考慮到更多的毒性資料(ECA 2013)。針對塗料，德國法規適用於地坪塗料和地板清漆，比利時的法規也計劃涵蓋類似的監管。



 See notes in the text

* VOC, TVOC: Retention range C₆ – C₁₆, SVOC: Retention range C₁₆ – C₂₂

** LCI: Lowest Concentration of Interest (German: NIK)

European Emission Test Standard prEN ISO 16000-9 to -11

1 Classification according to Directive 67/548/EEC Appendix I respectively Regulation (EC) No 1272/2008 Appendix VI Table 3.2

2 Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008 Appendix VI Table 3.1

**圖 2-3 德國建築產品健康評價委員會(AgBB)建材逸散評估
流程**

(資料來源：AgBB, 2014)

表 2-1 德國建築產品健康評價委員會(AgBB)建材逸散
評估基準

限制物質	Day 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Day 28 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TVOC 總揮發性物質	10000	1000
歐盟第 1 類致癌物質及第 2 類致癌物質	10	1
SVOC 半揮發性物質	-	100
R 比值 = $\Sigma\text{VOCs}/\text{LCI}$	-	1
LCI 外尚未評估物質總和	-	100

(資料來源：AgBB, 2014)

二、法國

2004-2008 法國國家食品、環境暨勞動衛生署(the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health Safety)(AFSSET)開始進行「建材逸散評估計畫」，並開始落實於法國法規中，然而法國法規對於 VOC 的排放限制並未將法國市場上的高排放產品排除在外，但強制要求總揮發性有機化合物(TVOC)含量及 10 種單一揮發性有機化合物(其中包括甲醛)含量表 2-2，需明顯標示 VOC 的排放量分級於產品外包裝如圖 2-4。

表 2-2 法國國家食品、環境暨勞動衛生署建材逸散分級標示系統

List of substances and emission classes for mandatory labelling (units: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ after 28 days).

Substances	CAS	standard	emission classes			
			C	B	A	A+
formaldehyde	50-00-0	ISO 16000-3	> 120	< 120	< 60	< 10
acetaldehyde	75-07-0	ISO 16000-3	> 400	< 400	< 300	< 200
toluene	108-88-3	ISO 16000-6	> 600	< 600	< 450	< 300
tetrachlorethylene	127-18-4	ISO 16000-6	> 500	< 500	< 350	< 250
xylene	1330-20-7	ISO 16000-6	> 400	< 400	< 300	< 200
1,2,4-trimethylbenzene	95-63-6	ISO 16000-6	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
1,4-dichlorobenzene	106-46-7	ISO 16000-6	> 120	< 120	< 90	< 60
ethylbenzene	100-41-4	ISO 16000-6	> 1500	< 1500	< 1000	< 750
2-butoxyethanol	111-76-2	ISO 16000-6	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
styrene	100-42-5	ISO 16000-6	> 500	< 500	< 350	< 250
TVOC		ISO 16000-6	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000

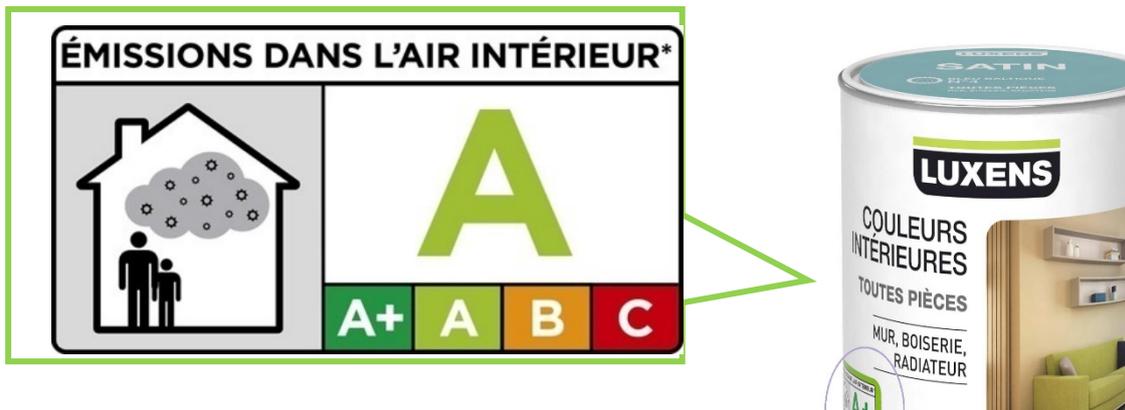


圖 2-4 法國國家食品、環境暨勞動衛生署建材逸散分級標示系統

(資料來源：AFSSET, 2013)

三、美國 Green Guard/UL

2011 年開始美國 Green Guard 標章與 UL (Underwriters Laboratories) 如圖 2-5 美國保險商實驗室-產品安全認證機構

合作，共同推出「低逸散建材分級驗證制度」，GREENGUARD 是產品在室內化學揮發逸散的認證標準，含括產品項目包括建材、裝飾材料、傢俱、地面材料、表面材料、油漆和塗料、清潔劑及兒童產品等 20 多項類別。GREENGUARD 將產品逸散進行分級，區分為黃金級(Gold)、一般認證兩級。一般認證是針對商業建築產品的自願性產品排放認證，該認證表明產品的代表性樣品符合最嚴格的化學逸散標準；GREENGUARD 金牌認證則考慮到敏感個體(如兒童和老人)安全因素，以及確保產品可在學校和醫療機構等環境中使用。

主要應用於 LEED 標章評估系統及高性能學校 CHPS 認證使用，其評估項目分為 TVOC、甲醛、4-PC、懸浮微粒 PM10、33 種單一 VOCs 等，基準區分兩級(Gold、一般)，如表 2-3。



圖 2-5 美國 GREENGUARD/UL 建材逸散分級驗證制度

(資料來源：GREENGUARD/UL, 2018)

表 2-3 美國 Green Guard/UL 建材逸散分級驗證制度

Criteria	CAS Numbers	Maximum Allowable Predicted Concentrations GREENGUARD Tier Compliance Criteria		Units
		Certified	Gold	
TVOC ^A	-	500	220	µg/m ³
Formaldehyde	50-00-0	61.3 (50 ppb)	9 (7.3 ppb)	µg/m ³
Total Aldehydes ^B	-	100	43	ppb
Individual VOCs ^C	-	1/10th TLV	1/100th TLV	
4-Phenylcyclohexene	4994-16-5	6.5	6.5	µg/m ³
Particle Matter less than 10 µm ^D	-	50	20	µg/m ³
Individual VOC Criteria^E				
Acetaldehyde	75-07-0	-	70	µg/m ³
Benzene	71-43-2	-	16 ^F	µg/m ³
Carbon disulfide	75-15-0	-	310 ^F	µg/m ³
Carbon tetrachloride	56-23-5	-	20	µg/m ³
Chlorobenzene	108-90-7	-	460 ^F	µg/m ³
Chloroform	67-66-3	-	150	µg/m ³
Dichlorobenzene (1,4-)	106-46-7	-	400	µg/m ³
Dichloroethylene (1,1)	75-35-4	-	35	µg/m ³
Dimethylformamide (N,N-)	68-12-2	-	40	µg/m ³
Dioxane (1,4-)	123-91-1	-	720 ^F	µg/m ³
Epichlorohydrin	106-89-8	-	1.5	µg/m ³
Ethylbenzene	100-41-4	-	1,000	µg/m ³
Ethylene glycol	107-21-1	-	200	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether	110-80-5	-	35	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether acetate	111-15-9	-	150	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether	109-86-4	-	30	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether acetate	110-49-6	-	45	µg/m ³
Hexane (n-)	110-54-3	-	1,760 ^F	µg/m ³
Isophorone	78-59-1	-	280 ^F	µg/m ³
Isopropanol	67-63-0	-	3,500	µg/m ³
Methyl chloroform	71-55-6	-	500	µg/m ³
Methylene chloride	75-09-2	-	200	µg/m ³
Methyl t-butyl ether	1634-04-4	-	1,800 ^F	µg/m ³
Naphthalene	91-20-3	-	4.5	µg/m ³
Phenol	108-95-2	-	100	µg/m ³
Propylene glycol monomethyl ether	107-98-2	-	3,500	µg/m ³
Styrene	100-42-5	-	450	µg/m ³
Tetrachloroethylene	127-18-4	-	17.5	µg/m ³
Toluene	108-88-3	-	150	µg/m ³
Trichloroethylene	79-01-6	-	300	µg/m ³
Vinyl acetate	108-05-4	-	100	µg/m ³
Xylenes (m-, o-, p- combined)	-	-	350	µg/m ³
1-Methyl-2-pyrrolidinone ^G	872-50-4	-	160	µg/m ³

(資料來源：GreenGuard/UL, 2013)

四、韓國-HEALTHY BUILDING MATERIAL (HB)

HB 健康建築的標誌，係由韓國空氣清潔協會（Korea Air Cleaning Association, KACA），如圖 2-6 所示，KACA 根據國內外工業製造的建築材料的進行認證。KACA 認證建築材料是以綠色建築評估系統為基礎自行建立，並在審議委員會之後給予符合之建築材料等級。



圖 2-6 韓國健康綠建材標章

（資料來源：KACA, 2016）

在 HB 綠建材標章評定項目以揮發性有機化合物 TVOC 及甲醛逸散性能為主，重金屬含量也在其評估內容中。和我國相同，在評定基準上韓國健康綠建材標章亦有分級制度，區分為卓越級、優秀級與佳級等三不同等級，針對不同產品類別項目其基準亦不相同，詳細如下表 2-4 所示

表 2-4 韓國 KACA 健康綠建材標章分級制度表

項目		一般材料、塗料	接著劑	填封劑
Outstanding	TVOC	< 0.10	< 0.10	< 0.25
	5VOC	< 0.03	< 0.03	< 0.075
	HCHO	< 0.015	< 0.015	< 0.015
	CH ₃ CHO	< 0.015	< 0.015	< 0.015
Excellent	TVOC	0.1~0.2	0.1~0.3	0.25~0.75
	5VOC	< 0.06	< 0.09	< 0.22
	HCHO	0.015~0.05	0.015~0.05	0.015~0.05
	CH ₃ CHO	0.015~0.05	0.015~0.05	0.015~0.05
Very Good	TVOC	0.02~0.40	0.30~0.60	0.75~2.5
	5VOC	< 0.12	< 0.18	< 0.75
	HCHO	0.05~0.12	0.05~0.12	0.05~0.12
	CH ₃ CHO	0.05~0.12	0.05~0.12	0.05~0.12

註：單位 mg/m²hr

5VOC 包含 toluene, benzene, ethylbenzene, xylene, styrene

(資料來源：KACA,2016)

第二節 我國健康綠建材發展歷程

內政部建築研究所推動「綠建材標章制度」，自民國 88 年起即進行相關建材逸散分析研究及相關建材檢測試驗設備建置，歷經周密之規劃研究與研擬，於民國 92 年開始籌畫台灣綠建材標章制度，歷經草創時期的努力，綠建材標章制度於民國 93 年 7 月正式上路，率先針對「健康」綠建材、「再生」綠建材兩類進行審查與標章核發，而技術部份則有綠建材「通則」以及「健康」、「生態」、「再生」、「高性能」等四類綠建材評定基準，民國 94 年起台灣綠建材標章全面開放受理申請，陸續推行多項鼓勵綠建材標章申請的措施與多方進行綠建材觀念之推廣宣導。

我國健康綠建材標章歷程檢如下圖所示，自 2004 年開始實施，無論在建築技術規則之綠建材使用率提升，或者分級制度建立及提升，進一步提升檢測技術與新增健康綠建材評定化合物至 12 項。



。圖2-2 我國健康綠建材標章發展歷程

(資料來源：本研究整理)

第三節 國內室內空氣品質管制項目

我國行政院環境保護署「室內空氣品質管理法」於100年11月23日總統公布，並於101年11月23日正式實施，同時訂定發布「室內空氣品質管理法施行細則」、「室內空氣品質標準」、「室內空氣品質維護管理專責人員設置管理辦法」、「室內空氣品質檢驗測定管理辦法」及「違反室內空氣品質管理法罰鍰額度裁罰準則」等5項相關法規。

行政院環境保護署於103年01月23日公告「應符合室內空氣品質管理法之第一批公告場所」，規定公告場所所有人、管理人或使用人應於104年12月31日前訂定「室內空氣品質維護管理計畫」，於105年6月30日前實施「定期室內空氣品質檢驗測定」及「公布檢驗測定結果、作成紀錄」。其中「室內空氣品質標準」之總揮發性有機化合物TVOC共管制12種VOCs(苯、四氯化碳、氯仿、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、二氯甲烷、乙苯、苯乙烯、四氯乙烯、三氯乙烯、甲苯及二甲苯)。而我國遂於2011年2月由經濟部標準檢驗局將16種ISO 16000系列標準轉換為CNS 16000標準，包括檢測室內空氣污染物之一般要求，及特定污染物或污染物群組(如甲醛或揮發性有機化合物等)之測定(採樣與分析)及採樣策略，並作為規劃室內空氣污染量測時之參考依據，對於製造廠商、建築商及消費者而言，則可參考本系列標準，評估建築相關產品對室內空氣品質的衝擊，以及促進改良產品之發展。

表 2-7 國內室內空氣品質管制項目

項目	標準值		單位
	八小時值	一小時值	
二氧化碳 (CO ₂)	八小時值	一〇〇〇	ppm (體積濃度百萬分之一)
一氧化碳 (CO)	八小時值	九	ppm (體積濃度百萬分之一)
甲醛 (HCHO)	一小時值	〇・〇八	ppm (體積濃度百萬分之一)
總揮發性有機化合物 (TVOC, 包含: 十二種揮發性有機物之總和)	一小時值	〇・五六	ppm (體積濃度百萬分之一)
細菌(Bacteria)	最高值	一五〇〇	CFU/m ³ (菌落數/立方公尺)
真菌(Fungi)	最高值	一〇〇〇。 但真菌濃度室內外比值小於等於一・三者, 不在此限。	CFU/m ³ (菌落數/立方公尺)
粒徑小於等於十微米 (μm) 之懸浮微粒 (PM ₁₀)	二十四小時值	七五	μg/m ³ (微克/立方公尺)
粒徑小於等於二・五微米 (μm) 之懸浮微粒 (PM _{2.5})	二十四小時值	三五	μg/m ³ (微克/立方公尺)
臭氧 (O ₃)	八小時值	〇・〇六	ppm (體積濃度百萬分之一)

註

- 一、一小時值：指一小時內各測值之算術平均值或一小時累計採樣之測值。
- 二、八小時值：指連續八小時各測值之算術平均值或八小時累計採樣之測值。
- 三、二十四小時值：指連續二十四小時各測值之算術平均值或二十四小時累計採樣之測值。
- 四、最高值：指依中央主管機關公告之檢測方法所規範採樣方法之採樣分析值。

- 五、總揮發性有機化合物 (TVOC, 包含: 十二種揮發性有機物之總和) :
指總揮發性有機化合物之標準值係採計苯(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)等十二種化合物之濃度測值總和者。
- 六、真菌濃度室內外比值: 指室內真菌濃度除以室外真菌濃度之比值,
其室內及室外之採樣相對位置應依室內空氣品質檢驗測定管理辦法
規定辦理。

(資料來源: 行政院環境保護署, 2012)

第四節 室內環境其他重要管制議題及項目

然而居家環境，除TVOC及甲醛對室內空氣品質受到重視，近年來由於室內建築材料多樣性，強調各種性能材料產品眾多，如防火建材等，由於添加其他化學物質，其他重要管制議題及項目，國際間極為重視包括：

室內半揮發性有機化合物（Semi-volatile organic compounds，簡稱SVOC）污染嚴重影響人們身體健康。SVOC包括多環芳烴、鄰苯二甲酸酯類增塑劑（Phthalate Esters，簡稱PAE）和多溴聯苯醚類阻燃劑等，易黏附在包括細微粒子PM2.5在內的多種介質，研究指出可誘發癌症、引發呼吸系統疾病、損害生殖系統和導致內分泌系統紊亂等。

持久性有機污染物（Persistent Organic Pollutants，簡稱POPs）係具難分解性或蓄積性之化學物質，其長期累積於環境中，會經由食物鏈造成對人體之危害。聯合國環境規劃署已將其中26種POPs列為管控重點，並推動國際公約(即斯德哥爾摩公約)，要求各國必須採取行動，減少環境中該等物質之殘留量確保安全。此26種POPs包括阿特靈(Aldrin)、可氣丹(Chlordane)、滴滴涕(DDT)、地特靈(Dieldrin)、安特靈(Endrin)、飛佈達(Heptachlor)、六氯苯(Hexachlorobenzene)、滅蟻樂(Mirex)、毒殺芬(Toxaphene)、 α -六氯環己烷(α -HCH)、 β -六氯環己烷(β -HCH)、十氯酮(Chlordecone)、靈丹(Lindane)、五氯苯(Pentachlorobenzene)、安殺番(Endosulfan)、戴奧辛(Dioxin)、呋喃(Furans)、多氯聯苯(PCBs)、六溴二苯醚和七溴二苯醚(HexaBDE & HeptaBDE)、四溴二苯醚和五溴二苯醚(TetraBDE & PentaBDE)、六溴聯苯(Hexabromobiphenyl)、全氟辛烷磺酸(PFOS)及其鹽類和全氟辛烷磺醯氟(PFOF)，及2015年5月

召開第7次締約方大會新增列管之3種物質，六氯丁二烯(Hexachlorobutadiene)、氯化萘(Chlorinated naphthalenes)及五氯酚(Pentachlorophenol)及其鹽、酯類。

而現今防火安全之需求，消耗性電器產品塑膠外殼、傢俱、電線外皮及建築材料依法規標準需要添加用來阻擋火焰蔓延、增加逃亡時間及撲滅火勢的阻絕材料，這種材料稱阻燃劑，其種類包括溴化阻燃劑、氯化阻燃劑、含磷阻燃劑、含氮阻燃劑以及無機阻燃劑等。過去使用最多者為具熱穩定性高、低揮發性和高火焰阻燃性之氯化阻燃劑，其中以多氯聯苯(PCB)為最大宗，但此種阻燃劑具高生態毒性並在環境中大量被發現而停止使用，近年來替代改由毒性較低之溴化阻燃劑來取代，主要原因是溴具有極佳阻燃效果，在燃燒過程可捕捉自由氧原子基，再者加上價格便宜，進而提高應用於市場之價值，其產量約占現今火焰阻燃劑市場約40%。

溴化阻燃劑種類包括四溴雙酚A (tetrabromobisphenyl A, TBBPA)、六溴環十二烷(hexabromocyclododecane, HBCD)和多溴二苯醚(polybrominated diphenyl ethers, PBDEs)、多溴聯苯(polybrominated biphenyls, PBB)等4類。最主要作為溴化阻燃劑化合物就是PBDEs，其基本結構為兩個中間以酯鍵連結的苯環，結構上有十個可供溴原子取代位置，依照它取代數目及位置的不同分為209種異構物。多溴二苯醚的結構與PCB非常相似。目前市場中主要使用三種不同溴數之混合物，包括五溴聯苯醚混合物(pentabrominated BDE)、八溴聯苯醚混合物(octabrominated BDE)及十溴聯苯醚(decabrominated BDE, DBDE) (La Guardia et al., 2006)，其中DBDE是由二苯基氧在Friedel-Crafts觸媒存在下進行溴

化反應而得，為粉末狀，經常添加於如高密度耐衝擊塑膠 (high-impact polystyrene) 之工業原料中，分子式為C12Br10O，CAS化學註冊碼為1163-19-5。相較其他不同溴數混合物型阻燃劑，使用DBDE所需成本較低，占總PBDE使用量83%，電器用品(如電視外殼)及電纜約消耗80% DBDE總產量，其餘20%則運用在家具及紡織工業。由USEPA毒性物質排放清單中顯示1988-2004年間美國所有工業平均每年釋放超過500公噸的DBDE至環境中，使得PBDE的環境中之現地復育逐漸受到重視。

各國管制建材逸散溴化阻燃劑及管制略有差異，目前歐盟管制之「鄰苯二甲酸酯類」(Phthalate Esters,PAEs)(溴化阻燃劑)等「半揮發性有機化合物」(SVOCs)，在產品含量(重量)管制上，是以「DEHP(鄰苯二甲酸二辛酯)、DBP(鄰苯二甲酸二丁酯)、DMP(鄰苯二甲酸二甲酯)、BBP(鄰苯二甲酸丁基苯甲酯)、DINP(鄰苯二甲酸二異壬酯)、DIDP(鄰苯二甲酸二異癸酯)、DEP(鄰苯二甲酸二乙酯)、DNOP(鄰苯二甲酸二辛酯)」為指標污染物，藉以降低人體攝入或吸入過量「鄰苯二甲酸酯類」物質，其總鄰苯二甲酸酯類以不超過0.1%重量為原則。

我國而行政院環境保護署已公告列管為毒性化學物質DEHP、DBP為第一類及第二類毒性化學物質管理；DMP從為第一類毒性化學物質管理；並將原來禁止使用於製造3歲以下的兒童玩具之DNOP，調整為禁用於14歲以下之兒童玩具及兒童用品，加嚴管理。衛生福利部跨部整合，仿照美國、歐盟、日本等基準(歐盟的每人每日每公斤體重容忍攝取值為：DBP十微克、DEHP五十微克、DIDP一百五十微克、DINP一百五十微克、BBP五百微克)，擬訂定出國

人的溴化阻燃劑每日最大容忍攝取值 (TDI)。

第三章 美國 GREENGUARD 標準彙析

第一節 美國 GREENGUARD 簡介

GREENGUARD 認證是 UL 環境的一部分，UL 環境是 UL (Underwriters Laboratories) 的業務部門。UL 一個超過 120 年全球性企業，UL 與客戶和相關者合作，幫助應對日益複雜的市場變化。UL 確保資訊透明並賦予信任，為目前和未來的商品、解決方案和創新技術的發展、生產、行銷與購買提供專業支援。為人們帶來了更安全、更可持續的產品、服務、體驗和環境，藉此讓他們做出更好的選擇並擁有更好的生活。GREENGUARD 認證可幫助製造商創造幫助買家辨識具有低化學逸散的內部裝修產品和材料，從而改善產品使用的空氣質量。所有 GREENGUARD 認證產品列在 UL SPOT 永續產品數據庫。

GREENGUARD 是產品在室內化學揮發情況的認證標準，含括產品項目包括建材、裝飾材料、傢俱、地面材料、表面材料、油漆和塗料、清潔劑及兒童產品等 20 多項類別。GREENGUARD 可提供兩級認證：GREENGUARD 認證和 GREENGUARD 金牌認證；GREENGUARD 認證是第一個針對商業建築產品的自願性產品排放認證，該認證表明產品的代表性樣品符合最嚴格的化學排放標準；GREENGUARD 金牌認證則考慮到敏感個體(如兒童和老人)的安全因素，以及確保產品可以在學校和醫療機構等環境中使用。GREENGUARD 認證計畫為多個產品類別包括：建築材料和傢俱電子設備清潔和維護產品用於呼吸氣道的醫療器械制訂測試方法和逸散限值。

GREENGUARD 標章

用於建造和裝飾室內環境的產品可能會對室內空氣污染程度產生嚴重影響。GREENGUARD 認證的產品協助降低室內空氣污染及化學物質暴露的風險，同時協助創造更健康的室內環境。建築產品和傢俱。可提供兩級認證：GREENGUARD 認證和 GREENGUARD 金牌認證。所有經過認證的產品須對製造程序和例行測試審查，確保將對室內環境的影響降至最低。

GREENGUARD 認證標準建立性能標準，用於定義室內產品和材料，其所包含化學品和微粒子逸散量低。該標準主要用於建築材料，飾面，室內裝飾，傢俱，清潔產品和電子設備。該標準建立認證程式，包括測試方法，允許的逸散濃度，產品樣品採集和處理，測試類型和頻率以及程式應用過程，毒性限制和驗收等。

GREENGUARD 應用

GREENGUARD 認證逸散限值採用，最初為 USEPA 以及華盛頓州的傢俱和商業建築產品的採購規範。自 2002 年起，低排放傢俱在 LEED 認證其主要依據亦為 GREENGUARD 認證標準。同時經過 GREENGUARD 認證的辦公傢俱產品也符合 BIFMA X7.1 標準和 BIFMA e3 第 7.6.1 條的規定。

GREENGUARD 認證

在 GREENGUARD 認證系統包括：一般認證及金牌認證，如圖所示，GREENGUARD 金牌認證則提供更嚴格的認證標準（前期稱為 GREENGUARD 兒童和學校認證），考慮安全因素以考慮敏感個人（如兒童和老人），並確保產品可用於學校和衛生保健設施。

它被高性能學校協作(CHPS)和能源與環境設計標準認證(LEED)建築評級系統所引用。GREENGUARD 金牌認證標準包括適用於其它化學物質的基於健康的標準，同時要求更低的總 VOC 逸散濃度，以確保產品可用於學校和醫療保健設施等環境。除限制 360 多種 VOC 的排放以及總化學物質逸散外，獲得 GREENGUARD 金牌認證的產品還必須符合加州公共衛生部 (CDPH) 的「使用環境艙測試和評估室內來源的揮發性有機化學物質排放的標準方法，1.2 版 (2017)」中的要求（亦稱為「加州 01350 環境要求」）。另外經過 GREENGUARD 金牌認證的辦公家具，同時也符合 BIFMA X7.1 標準和 BIFMA e3 第 7.6.1、7.6.2 和 7.6.3 條的規定。



圖 GREENGUARD 一般認證標章及黃金及認證標章

(資料來源:GREENGUARD, 2019)

GREENGUARD 適用產品範圍

室內相關產品，涵蓋如下：粘合劑和密封劑 Adhesives and Sealants、空氣過濾器 Air Filters、建築材料 Building Materials、櫥櫃 Cabinetry、天花板系統 Ceiling Systems、兒童用品 Children's Products、清潔和維護產品和系統 Cleaning and Maintenance Products and Systems、商業辦公家具 Commercial Office Furniture、檯面 Countertops、門和木工 Doors and Millwork、教育家具 Educational Furniture、教育用品 Educational Supplies、電子列印裝置 Electronics-Print device、電子消費者和辦公室 Electronics - Consumer and Office、電子-醫療器械 Electronics - Medical Devices、地板 Flooring、地板裝修 Floor Finish、絕緣或隔熱材料 Insulation、燈光 Lighting、床墊和床上用品 Mattresses and Bedding、油漆和塗料 Paints and Coatings、板材-獨立式和牆面 Panels- Free Standing and Wall、住宅家具 Residential Furniture、紡織品 Textiles、視覺顯示產品 Visual Display Products、壁紙和表面處理 Wallcoverings and Finish、窗戶用品（窗簾） Window Treatments。

CDPH 與 GREENGUARD 應用

California Department of Public Health (CDPH)加州衛生部自 1990 年於加州的立法訂定室內空氣品質 (IAQ) 計劃制定指南，以減少新建或改建的辦公大樓建築材料所含揮發性有機化合物 (VOC) 的暴露。IAQ 計劃發布《降低辦公樓建築材料中揮發性有機化合物 (VOCS) 的暴露：非約束性準則》的報告。這份 1996 年報告提供一種簡單的技術方法，應用於評估，選擇和裝修建築材料，對於居住者從這些材料中逸散的 VOC 的風險達到最最低化程度。

1999 年，加州綜合廢物管理委員會 (California Integrated Waste Management Board ,CIWMB) 啟動多元程序，以開發辦公家

具的“永續性”標準，該標準可用於待解決的州契約。CIWMB 成員召集國家機構解決能源效率（照明），材料循環再利用和可回收性議題，並提升室內空氣品質。同時邀集專家顧問協助起草《辦公家具特別環境規範》。其中 IAQ 計劃進一步協議低 VOC 逸散材料，該方法亦被舊金山圖書館採用作為 VOC 限量限制。在 2000 年成功公告辦公家具規範。

同時，由州直接成立另一個跨部門團隊，加州永續建築任務小組，該組織主要為“綠建築”任務需求。並要求在 2002-2003 年完成的州國會大廈地區綜合大樓的設計和施工應用。CAEEC 的特殊環境規範要求對材料進行 VOC 逸散測試，並根據環境健康危害評估辦公室（Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA）頒布的《慢性參考暴露濃度》（Chronic Reference Exposure Levels, CREL），將基於健康的接觸限值擴展到所有揮發性有機化學品。以建築規範（CSI）依據 CAEEC 規範進行格式再編，其 CSI 中，最廣為人知：01 35 00 一般要求-特殊項目程序）或簡稱為“01350”。美國加州高效能學校法（Collaborative for High Performance Schools, CHPS）隨後在 2002 年採用其低逸散材料 IEQ 的規範。

而第 01350 節係因具多元化，相對成本較低及其唯一基於健康的建材規範，而受到眾多建築材料製造商的廣泛接受。隨著實驗室開始在更大範圍內執行 01350 節中的 VOC 測試要求，很明顯，該規範的部分子節需要擴展。2004 年，該計劃發布使用小型環境試驗艙測試各種揮發性有機物逸散來源的標準規範（標準規範）。它的亮點是對測試的更詳細要求以及與基於健康的接觸濃度明確相關的允許排放限值。值得注意的是，根據 Cal-EPA 列出的相關化學物質（特別是具有確定的慢性參考暴露水平或 CREL 的化學物質）標準實踐，需進行 14 天室內空氣濃度的測試，暴露模擬和允許限值研究試驗。

隨後，以健康標準基礎之標準實踐被併入由總務部發布的加州開放辦公室系統 2007-2008 年採購標準。明尼蘇達州政府同樣採以這些環境標準進行採購。其他產品認證計劃也採用或採用標準慣例；其中包括 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) 之室內環境品質標準；國家綠建築標準；商業和公共機構家具可持續性標準（基於健康的標準）；地毯研究所 Carpet and Rug Institute (CRI) 之綠色標籤（GLP）；科學認證系統 Scientific Certification Systems (SCS) 之室內金牌；彈性地板覆蓋研究所 Resilient Floor Covering Institute (RFCI) 之 Floor-Score；和 GREENGUARD 兒童與學校。

STANDARD METHOD FOR THE TESTING AND EVALUATION OF
VOLATILE ORGANIC CHEMICAL EMISSIONS FROM INDOOR SOURCES USING
ENVIRONMENTAL CHAMBERS
VERSION 1.2
*(Emission testing method for California Specification 01350.
Supersedes the previous version of
STANDARD PRACTICE FOR THE TESTING OF VOLATILE ORGANIC EMISSIONS FROM VARIOUS SOURCES
USING SMALL-SCALE ENVIRONMENTAL CHAMBERS)*

PREPARED BY:
Indoor Air Quality Section
Environmental Health Laboratory Branch
Division of Environmental and Occupational Disease Control
California Department of Public Health
JANUARY 2017



California Department of Public Health
DR. KAREN SMITH, Director

California Health and Human Services Agency
DIANA DOOLEY, Secretary

State of California
EDMUND G. BROWN JR., Governor



圖

表 3-1 California Specification 01350 之環控艙試驗方法條件

參數	縮寫	單位	數值
Chamber volume	V	m ³	0.05-1.0
Loading factor ¹	L	m ² m ⁻³	0.3-1.0
Air change rate	A	h ⁻¹	1.0 =+0.05
Area specific flow rate	qa	mh ⁻¹	1.0-3.3
Temperature	T	°C	23 1 ²
Relative humidity	RH	%	50 ²

1、試樣尺寸應根據艙體體積進行調整，以達到規定的負荷率範圍。

2.在 96 小時測試過程，該數值均須在至少 90%範圍內，並且在採樣前需有三次換氣潔淨

第二節 GREENGUARD 建材逸散測試標準

允許的逸散濃度水平

建材及相關產品須依 UL 公告的測試方法在動態環境艙中進行測試。大多數建築材料，家具和飾面的主要測試方法是“使用動態環境室測量和評估建築材料，飾面和家具的化學排放的標準方法。”電子設備和清潔產品可用適用其他特定的 GREENGUARD 測試方法。GREENGUARD 認證計劃使用方法及其他方法，主要依循 ASTM D-5116 和 D-6670 標準、美國環境保護署（USEPA）家具測試協議、華盛頓州室內裝飾和建築材料協議的指導、德國藍色天使計劃，加州公共衛生服務部（CDPH）規範部分標準實施部分 01350 和 ISO 16000 環境測試系列。產品測量化學和微粒排放，因為它們經過測試以模擬實際產品使用。材料和家具必須滿足安裝後 7 至 14 天內允許的排放水平。其他產品和工藝，包括操作電子產品和清潔系統，在實際使用或應用過程中必須達到允許的程度。

化學排放測試方法

UL 使用動態環境室測試，以及暴露模式和分析測量，來測試總揮發性有機化合物（TVOC），單個 VOC，甲醛，臭氧和鄰苯二甲酸酯類和建築材料產品。對於已知或可疑刺激性或更嚴重的健康影響的關鍵污染物，有明確的允許逸散濃度。多數化學分析使用高效液相層析質譜儀（HPLC）和氣相/質譜儀（GC/MS）進行分析。部分污染物用即時監測儀器測量。認證產品必須定期重新測試和驗證才能保持認證持續有效性。

產品排放量的測量是由經 UL Environment 認可的認可室內空氣質量測試實驗室按照 GREENGUARD 認證程序方法的測試要求進行的，該方法用於使用動態環境室（UL 2821）測量和評估建築材料，飾面和家具中的化學物質排放。測試和測量方法學是一

致的，並且符合加利福尼亞公共衛生部 CDPH / EHLB /標準方法 V1.2“使用環境室 1.2 版測試和評估室內源性揮發性有機化學物質排放的標準方法”的方法（CA 第 01350 條）和 ANSI / BIFMA M7.1-2011“確定辦公家具系統，組件和配件中 VOC 排放的標準測試方法”。

在 GREENGUARD 公布之建材逸散 VOC 之試驗方法，主要 UL 2821 (First Edition, Dated March 29, 2013) UL GREENGUARD Certification Program Method for Measuring and Evaluating Chemical Emissions From Building Materials, Finishes and Furnishings (April 26, 2018)，本標準為 2013 年 3 月 19 日出版，2014 年 3 月 14 日及 2014 年 12 月 30 日增修，最新版本為 2018 年 4 月 24 日修訂版。UL2821 試驗標準規範詳盡，試驗標準總計 91 頁，本章節以目錄中英對照，如表 3-3 所示

表 3-2 試驗標準目錄中英對照

編號	英文目錄	中文說明
1	Scope	範圍
2	Objectives and Use	目的與用途
3	References and Documents	參考文獻和文件
4	Acronyms and Abbreviations	字母縮寫詞和縮寫
5	Definitions	定義
6	Symbols	符號
PRODUCT SAMPLE COLLECTION, PACKAGING, SHIPMENT, AND DOCUMENTATION		產品樣本的收集，包裝，運送和文件
7	Purpose	目的
8	Personnel	人員
9	Representative Sample	代表性的樣本
10	Sample Preservation	樣品保存
11	Location of Sampling	採樣位置
12	Sample Age	試件成品時間
13	Customized Sample Preparation	定製樣品製備
14	Sample Collection Procedures	樣品採樣程序
	14.1 Tile and Plank Products	14.1 瓷磚和實木板
	14.2 Sheet and Roll Goods	14.2 片狀及捲筒產品
	14.3 Rigid Panel Products	14.3 硬質板
	14.4 Insulation	14.4 保溫板
	14.5 Batts and Rolls	14.5 棉捲類
	14.6 Boards and Rigid Foam Products	14.6 珍珠板和硬質發泡產品
	14.7 Blowing Wools and Loose Fill Products	14.7 玻璃棉填充板
	14.8 Spray Foam Insulation	14.8 聚氨酯噴霧隔離板
	14.9 Containerized and Wet Products	14.9 濕式產品及包裝
	14.10 Furniture and Other Large Product	14.10 家具及其他大型產品
15	Packaging and Shipment of Samples	樣品包裝與運輸

16	Chain of Custody Documentation	樣品監控鏈文件
17	Receipt of Samples by Laboratory	實驗室樣品接收
18	Rejection of Samples by Laboratory	實驗室樣品拒收
19	Packaging and Shipment of Samples	樣品包裝與運輸
	19.1 Before Testing 19.2 After Testing	19.1 試驗前 19.2 試驗後
LABORATORY SAMPLE PREPARATION AND ANALYSES		實驗室試件製備與分析
20	Test Specimen Preparation	試件製備
21	Furniture Testing	家具測試
22	Sample Preparation	樣品製備
	22.1 Furniture Component Materials	22.1 家具配件材料
	22.2 Textiles	22.2 紡織品
	22.3 Foams/cushions and substrates (e.g. particleboard)	22.3 發泡材/墊材和基材(例如塑合板)
	22.4 Wood finish, finished wood and wood veneers, laminates/backers	22.4 木飾面板, 木飾面和木板飾面, 層壓板/襯板
	22.5 Furniture Component Assemblies	22.5 家具組件
	22.6 Workstation Panels	22.6 工作站面板
	22.7 Worksurfaces	22.7 工作面
	22.8 Storage Fronts	22.8 儲物前沿
	22.9 Seat Cushions/Seat Backs	22.9 座墊/靠背
	22.10 Wood Seating Components	22.10 木製座椅組件
	22.11 Workstation Systems, Seating Units, and Individual Furniture Items	22.11 工作站系統, 單元座椅和個別家具項目
	22.12 Movable Walls	22.12 活動牆
	22.13 Seating Units, Individual Furniture Items and Workstation System	22.13 座椅, 個人家具和工作站系統
23	Preparation of Paint Test Specimens	油漆測試樣品準備
24	Preparation of Adhesive Product Test Specimens	黏著劑測試樣品的製備
25	Preparation of Caulking Product Test Specimens	填縫劑測試樣品製備
26	Selection and Preparation of Dry Product	乾式產品測試樣品的選擇和

	Test Specimens	準備
27	Preparation of Dry Product Test Specimen Assemblies	乾式產品組件樣品測試的製備
	27.1 Laminates (all types) wood veneers, or backers applied with adhesives 27.2 Sheet and tile type resilient flooring applied with adhesives 27.3 Carpet tile and broadloom carpet applied with adhesives 27.4 Vinyl and other wallcovering products applied with adhesive	27.1 層積板(所有類型)木貼面或貼有粘合劑的背襯 27.2 瓷磚和瓷磚型彈性地板 27.3 塗有黏著劑的地毯和寬幅地毯 27.4 乙烯基及接著劑的其他牆面產品
28	Preconditioning of Products Prior to Testing	測試前對產品預處理
29	Environmental Chamber Testing	環境艙測試
	29.1 Facilities 29.2 Equipment 29.3 Chamber Sizes	29.1 設施 29.2 設備 29.3 艙體尺寸
30	Environmental Chamber Performance Requirements	環境艙性能要求
	30.1 Principle 30.2 Test Conditions 30.3 Duration 30.4 Apparatus and Facilities 30.5 Clean air supply and flow control 30.6 Chamber and materials 30.7 Procedures 30.8 Air Sampling 30.9 Sampling Media	30.1 原則 30.2 測試條件 30.3 持續時間 30.4 儀器和設施 30.5 清潔空氣供應和流量控制 30.6 艙體和材料 30.7 程序 30.8 空氣採樣 30.9 採樣介質
31	Chemical Analyses	化學分析
	31.1 Principle 31.2 Analytical Instruments 31.3 Methods for Individual VOCs 31.4 TVOC Method 31.5 Identification of Individual VOCs 31.6 Analytical Calibrations 31.7 Quantifiable Limit (QL)	31.1 原理 31.2 分析儀器 31.3 個別 VOC 的方法 31.4 TVOC 方法 31.5 識別單個 VOC 31.6 分析校準 31.7 定量極限 (QL)

32	Calculations	計算
	32.1 Emission Factor Calculations	32.1 逸散因子計算
	32.2 Exposure Modeling	32.2 暴露模式
	32.3 Conversion to ppm	32.3 ppm 轉換
TARGET CHEMICALS AND MAXIMUM ALLOWABLE CONCENTRATIONS		標的化合物及最大允許濃度
33	UL GREENGUARD Indoor Air Quality Product Certification	UL GREENGUARD 室內空氣品質產品認證
34	GREENGUARD Gold and CDPH/EHLB/Standard Method V1.2	GREENGUARD 金牌和 CDPH / EHLB /標準方法 V1.2
35	Individual VOC ACGIH TLV and CA CREL Criteria Limits	單個 VOC ACGIH TLV 和 CA CREL 標準限制
REQUIRED ELEMENTS OF THE LABORATORY TEST REPORT		實驗室測試報告的必須元素
36	The Report of the Test Results Should Contain the Following Sections	測試報告應包含以下部分
TABLES		表格
APPENDIX A		附錄 A
APPENDIX B Informative		附錄 B 資料性
APPENDIX C		附錄 C
Appendix D Informative FURNITURE AUTHENTIC CALIBRATION LISTS		附錄 D 家具認證清單

(資料來源：本研究整理)

第三節 GREENGUARD 評定標準及應用

GREENGUARD 逸散標準係透過暴露模式建立，測量之逸散濃度透過計算轉換來估算代表一個人實際呼吸的空氣濃度。這些濃度是根據產品的預期用途，產品數量，施工過程和室內建築條件確認包括，建築體積和新鮮空氣交換率。由於是評估單人房使用的產品基礎，該房間具有 ANSI / ASHRAE 標準 62.1-2007 的室外空氣通風基本量，可接受的室內空氣品質通風或 USEPA 建議的住宅應用暴露因子。空氣濃度的最大允許逸散濃度是華盛頓州新建築的室內空氣品質計劃，美國環保局的採購規範，世界衛生組織的建議，德國的藍色天使計劃，新建築的 LEED (LEED-NC) 所要求的最大允許排放水平和 LEED 商業室內設計 (LEED-CI)。符合這些允許排放水平的辦公家具產品自動滿足 LEED 2009-CI-credit 4.5 和 BIFMA X7.1 一致性標準之要求。當產品推薦多個排放水平時，較小或更嚴格的排放水平用作 GREENGUARD 認證的可接受排放值。該計劃的具體房間模式顯示為“單人房暴露模式”

在 GOLD 標章認證其中，GREENGUARD 較高之 GOLD 等級期評估係以；慢性參考暴露水平 (CREL) 概念，在 C6 - C16 質譜分析圖譜中檢測到的個別揮發性有機化合物 (VOC) 的暴露量，已經調整為允許不超過當前公佈的 ACGIH 閾值限值 (TLV) 的 1/100 且不大於加州慢性參考暴露水平 (CRELs) 的一半。在許多情況下，TLV 的 1/100 安全係數降低導致對各種 VOC 的最嚴格要求。總 VOC 或 TVOC 最大允許限量評估考量從建材產品內逸散所

有複雜 VOC 混合物，包括那些 VOC 具有和不具有 TLV 或 CREL 的。

而在 GREENGUARD 系統中分為 4 項目包括；建築產品和室內裝飾的認證標準、家具和床墊認證標準、GREENGUARD 個人辦公家具產品的認證標準及辦公家具座椅認證標準等類別。每個類別中分別含有標準等級及黃金等級之區分，如下表 3-1 至 3-4 所示。

UL GREENGUARD 室內空氣品質產品認證

UL GREENGUARD 認證的允許限制：168 小時（7 天）滿足要求

化合物	絕緣材料，牆面材料，地板，油漆和塗料，通用建築材料，膠粘劑/密封劑，天花板系統，門，空氣過濾器，紡織品，視覺顯示產品，窗簾，工作站系統和活動牆	組件材料，飾面材料，教育和住宅，座位單元
Individual VOCs ¹	≤ 0.1 TLV	≤ 0.1 TLV
Formaldehyde	≤ 0.05 ppm	≤ 0.025 ppm
4-Phenylcyclohexene	≤ 0.065 mg/m ³	≤ 0.0033 mg/m ³
Total VOCs ²	≤ 0.5 mg/m ³	≤ 0.25 mg/m ³
Total Aldehydes ³	≤ 0.1 ppm	≤ 0.05 ppm
PM10 ⁴	≤ 0.05 mg/m ³	≤ 0.025 mg/m ³
<p>提供加州 65 號提案，美國國家毒理學計劃（NTP）和國際癌症研究機構（IARC）所確定的已測致癌物和生殖毒素的清單。</p> <p>任何被管制為主要或次要室外空氣污染物的污染物，其濃度均不得超過國家環境空氣品質標準發布的濃度（美國 EPA，聯辦法規代碼，Title 40, Part 50）。</p>		
<p>+所有產品必須符合標準在 168 小時。</p> <p>¹ 依美國政府工業衛生學家會議（ACGIH）閾值極限值（TLV），任何 VOC 的空氣濃度均不得大於 1/10TLV（文獻：美國政府工業衛生學家會議，Glenway 6500，D-7，辛辛那提，俄亥俄州 45211-4438）。</p> <p>² 定義總對應為測得在 C6 至 C16 範圍 VOC 的值，並已甲苯替代品校準相對值。</p> <p>³ 定義為甲醛，壬醛和苯甲醛中所有測得的正常醛的總和，並分別校準為化合物特定標準。經由 TD / GC / MS 分析測量從庚醛到壬醛的庚醛，並使用 HPLC / UV 分析測量其他醛類。</p> <p>⁴ 適用於空氣流中具有暴露表面積的纖維狀顆粒釋放產品的顆粒（採用特定測試方法的強制空氣測試）和木材裝飾（噴砂）系統</p>		

GREENGUARD 建築產品和室內裝飾的認證標準

Criteria	CAS Numbers	Maximum Allowable Predicted Concentrations		Units
		GREENGUARD Tier Compliance Criteria		
		Certified	Gold	
TVOC ^a	-	500	220	µg/m ³
Formaldehyde	50-00-0	61.3 (50 ppb)	9 (7.3 ppb)	µg/m ³
Total Aldehydes ^b	-	100	43	ppb
Individual VOCs ^c	-	1/10th TLV	1/100th TLV	
<i>n</i> -Phenylcyclohexene	4998-16-5	6.5	-	µg/m ³
Particulate Matter less than 10 µm ^d	-	50	20	µg/m ³
Individual VOC Criteria^e				
Acetaldehyde	75-07-0	-	70	µg/m ³
Benzene	71-43-2	-	1.5	µg/m ³
Carbon disulfide	75-15-0	-	310 ^f	µg/m ³
Carbon tetrachloride	56-23-5	-	20	µg/m ³
Chlorobenzene	108-90-7	-	460 ^f	µg/m ³
Chloroform	67-66-3	-	150	µg/m ³
Dichlorobenzene (1,4-)	106-46-7	-	400	µg/m ³
Dichloroethylene (1,1)	75-35-4	-	35	µg/m ³
Dimethylformamide (N,N-)	68-12-2	-	40	µg/m ³
Dioxane (1,4-)	123-91-1	-	720 ^f	µg/m ³
Epichlorohydrin	106-89-8	-	1.5	µg/m ³
Ethylbenzene	100-41-4	-	1,000	µg/m ³
Ethylene glycol	107-21-1	-	200	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether	110-80-5	-	35	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether acetate	111-15-9	-	150	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether	109-86-4	-	30	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether acetate	110-49-6	-	45	µg/m ³
Hexane (n-)	110-54-3	-	1,760 ^f	µg/m ³
Isophorone	78-59-1	-	280 ^f	µg/m ³
Isopropanol	67-63-0	-	3,500	µg/m ³
Methyl chloroform	71-55-6	-	500	µg/m ³
Methylene chloride	75-09-2	-	200	µg/m ³
Methyl <i>t</i> -butyl ether	1634-04-4	-	1,800 ^f	µg/m ³
Naphthalene	91-20-3	-	4.5	µg/m ³
Phenol	108-95-2	-	100	µg/m ³
Propylene glycol monomethyl ether	107-98-2	-	3,500	µg/m ³
Styrene	100-42-5	-	450	µg/m ³
Tetrachloroethylene	127-18-4	-	17.5	µg/m ³
Toluene	108-88-3	-	150	µg/m ³
Trichloroethylene	79-01-6	-	300	µg/m ³
Vinyl acetate	108-05-4	-	100	µg/m ³
Xylenes (m-, o-, p- combined)	-	-	350	µg/m ³
1-Methyl-2-methylolindane ^g	872-50-4	-	160	µg/m ³

A. Defined to be the total response of measured VOCs falling within the C6 – C16 range, with responses calibrated to a toluene surrogate.

B. The sum of all measured normal aldehydes from formaldehyde through nonanal, plus benzaldehyde, individually calibrated to a compound specific standard. Heptanal through nonanal are measured via TD/GC/MS analysis and the remaining aldehydes are measured using HPLC/UV analysis.

C. Any VOC not listed must produce an air concentration level no greater than the acceptable fraction of the Threshold Limit Value (TLV) industrial work place standard (Reference: American Conference of Government Industrial Hygienists, 6500 Glenway, Building D-7, and Cincinnati, OH 45211-4438).

D. Particle emission requirement only applicable to HVAC Duct Products with exposed surface area in air streams (a forced air test with specific test method) and for wood finishing (sanding) systems.

E. Individual VOC levels derived from the lower of 1/2 the California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) Chronic Reference Exposure Level (CREL) as required per the CDPH/EHLB/Standard Method v1.2.

F. Individual VOC levels for these chemicals are derived from the 1/100th TLV criteria which results in a lower threshold than the CREL.

G. Based on the CA Prop 65 Maximum Allowable Dose Level for inhalation of 3,200 µg/day and an inhalation rate of 20 m³/day.

GREENGUARD 家具和床墊認證標準

Criteria	CAS Numbers	Maximum Allowable Predicted Concentrations GREENGUARD Tier Compliance Criteria		Units
		Certified	Gold	
TVOC ^A	-	500	220	µg/m ³
Formaldehyde	50-00-0	61.3 (50 ppb)	9 (7.3 ppb)	µg/m ³
Total Aldehydes ^B	-	100	43	ppb
Individual VOCs ^C	-	1/10th TLV	1/100th TLV	
4-Phenylcyclohexene	4994-16-5	6.5	-	µg/m ³
Individual VOC Criteria^D				
Acetaldehyde	75-07-0	-	70	µg/m ³
Benzene	71-43-2	-	1.5	µg/m ³
Carbon disulfide	75-15-0	-	310 ^E	µg/m ³
Carbon tetrachloride	56-23-5	-	20	µg/m ³
Chlorobenzene	108-90-7	-	460 ^F	µg/m ³
Chloroform	67-66-3	-	150	µg/m ³
Dichlorobenzene (1,4-)	106-46-7	-	400	µg/m ³
Dichloroethylene (1,1)	75-35-4	-	35	µg/m ³
Dimethylformamide (DMF)	68-12-2	-	40	µg/m ³
Dioxane (1,4-)	123-91-1	-	720 ^F	µg/m ³
Epichlorohydrin	106-89-8	-	1.5	µg/m ³
Ethylbenzene	100-41-4	-	1,000	µg/m ³
Ethylene glycol	107-21-1	-	200	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether	110-80-5	-	35	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether acetate	111-15-9	-	150	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether	109-86-4	-	30	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether acetate	110-49-6	-	45	µg/m ³
Hexane (n-)	110-54-3	-	1,760 ^F	µg/m ³
Isophorone	78-59-1	-	280 ^F	µg/m ³
Isopropanol	67-63-0	-	3,500	µg/m ³
Methyl chloroform	71-55-6	-	500	µg/m ³
Methylene chloride	75-09-2	-	200	µg/m ³
Methyl t-butyl ether	1634-04-4	-	1,800 ^F	µg/m ³
Naphthalene	91-20-3	-	4.5	µg/m ³
Phenol	108-95-2	-	100	µg/m ³
Propylene glycol monomethyl ether	107-98-2	-	3,500	µg/m ³
Styrene	100-42-5	-	450	µg/m ³
Tetrachloroethylene	127-18-4	-	175	µg/m ³
Toluene	108-88-3	-	150	µg/m ³
Trichloroethylene	79-01-6	-	300	µg/m ³
Vinyl acetate	108-05-4	-	100	µg/m ³
Xylenes (m-, o-, p- combined)	-	-	350	µg/m ³
† Methyl-2-pyrrolidinone ^E	872-50-4	-	160	µg/m ³

A. Defined to be the total response of measured VOCs falling within the C6 – C16 range, with responses calibrated to a toluene surrogate.

B. The sum of all measured normal aldehydes from formaldehyde through nonanal, plus benzaldehyde, individually calibrated to a compound specific standard. Heptanal through nonanal are measured via TD/GC/MS analysis and the remaining aldehydes are measured using HPLC/UV analysis.

C. Any VOC not listed must produce an air concentration level no greater than the acceptable fraction of the Threshold Limit Value (TLV) industrial work place standard (Reference: American Conference of Government Industrial Hygienists, 6500 Glenway, Building D-7, and Cincinnati, OH 45211-4438).

D. Individual VOC levels derived from the lower of 1/2 the California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) Chronic Reference Exposure Level (CREL) as required per the CDPH/EHLB/Standard Method v1.2 and BIFMA level credit 7.6.2.

E. Individual VOC levels for these chemicals are derived from the 1/100th TLV criteria which results in a lower threshold than the CREL.

F. Based on the CA Prop 65 Maximum Allowable Dose Level for inhalation of 3,200 µg/day and an inhalation rate of 20 m³/day.

GREENGUARD 個人辦公家具產品的認證標準

Criteria	CAS Numbers	Maximum Allowable Predicted Concentrations GREENGUARD Tier Compliance Criteria				Units
		Certified		Gold		
		Open Plan	Private Office	Open Plan	Private Office	
TVOC ^a	-	345	694	152	306	µg/m ³ hr
Formaldehyde	50-00-0	42.3	85.1	6.2	12.5	µg/m ³ hr
Total Aldehydes ^b	-	2.8	5.7	1.2	2.4	µmol/m ³ hr
Individual VOCs ^c	-	1/10th TLV	1/10th TLV	1/100th TLV	1/100th TLV	
A-Phenylcyclohexene	4994-16-5	4.5	9.0	-	-	µg/m ³ hr
Individual VOC Criteria^d						
Acetaldehyde	75-07-0	-	-	48	97	µg/m ³ hr
Benzene	71-43-2	-	-	1	2.1	µg/m ³ hr
Carbon disulfide	75-15-0	-	-	214 ^e	432 ^e	µg/m ³ hr
Carbon tetrachloride	56-23-5	-	-	14	28	µg/m ³ hr
Chlorobenzene	108-90-7	-	-	318 ^e	640 ^e	µg/m ³ hr
Chloroform	67-66-3	-	-	103	209	µg/m ³ hr
Dichlorobenzene (i.a.)	106-46-7	-	-	276	557	µg/m ³ hr
Dichloroethylene (i.a.)	75-35-4	-	-	24	49	µg/m ³ hr
Dimethylformamide (DMF)	68-12-2	-	-	28	56	µg/m ³ hr
Dioxane (i.a.)	123-91-1	-	-	497 ^e	1,002 ^e	µg/m ³ hr
Epichlorohydrin	106-89-8	-	-	1	2.1	µg/m ³ hr
Ethylbenzene	100-41-4	-	-	689	1,392	µg/m ³ hr
Ethylene glycol	107-28-1	-	-	138	278	µg/m ³ hr
Ethylene glycol monoethyl ether	110-80-5	-	-	24	49	µg/m ³ hr
Ethylene glycol monoethyl ether acetate	11-15-9	-	-	103	209	µg/m ³ hr
Ethylene glycol monomethyl ether	109-86-4	-	-	21	42	µg/m ³ hr
Ethylene glycol monomethyl ether acetate	110-49-6	-	-	31	63	µg/m ³ hr
Hexane (n-)	110-54-3	-	-	1,215 ^e	2,450 ^e	µg/m ³ hr
Isophorone	78-59-1	-	-	192 ^e	390 ^e	µg/m ³ hr
Isopropanol	67-63-0	-	-	2,413	4,824	µg/m ³ hr
Methyl chloroform	71-55-6	-	-	345	696	µg/m ³ hr
Methylene chloride	75-09-2	-	-	138	278	µg/m ³ hr
Methyl t-butyl ether	1634-04-4	-	-	1,243 ^e	2,506 ^e	µg/m ³ hr
Naphthalene	91-20-3	-	-	3	6	µg/m ³ hr
Phenol	108-95-2	-	-	68.9	139	µg/m ³ hr
Propylene glycol monomethyl ether	107-98-2	-	-	2,413	4,824	µg/m ³ hr
Styrene	100-42-5	-	-	350	627	µg/m ³ hr
Tetrachloroethylene	127-18-4	-	-	12.1	24.4	µg/m ³ hr
Toluene	108-88-3	-	-	103	209	µg/m ³ hr
Trichloroethylene	79-01-6	-	-	207	418	µg/m ³ hr
Vinyl acetate	108-05-4	-	-	68.9	139	µg/m ³ hr
Xylenes (m-, o-, p- combined)	-	-	-	241	487	µg/m ³ hr
1-Methyl-2-pyrrolidinone ^f	872-50-4	-	-	110	223	µg/m ³ hr

- A. Defined to be the total response of measured VOCs falling within the C6 – C16 range, with responses calibrated to a toluene surrogate.
- B. The sum of all measured normal aldehydes from formaldehyde through nonanal, plus benzaldehyde, individually calibrated to a compound specific standard. Heptanal through nonanal are measured via TD/GC/MS analysis and the remaining aldehydes are measured using HPLC/UV analysis.
- C. Any VOC not listed must produce an air concentration level no greater than the acceptable fraction of the Threshold Limit Value (TLV) industrial workplace standard (Reference: American Conference of Government Industrial Hygienists, 6500 Glenway, Building D-7, and Cincinnati, OH 45211-4438).
- D. Individual VOC levels derived from the lower of 1/4 the California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) Chronic Reference Exposure Level (CREL) as required per the CDPH/EHLB/Standard Method v1.2 and BIFMA level credit 7.6.2.
- E. Individual VOC levels for these chemicals are derived from the 1/100th TLV criteria which results in a lower threshold than the CREL.
- F. Based on the CA Prop 65 Maximum Allowable Dose Level for inhalation of 3,200 µg/day and an inhalation rate of 20 m³/day

GREENGUARD 辦公家具座椅認證標準

Criteria	CAS Numbers	Maximum Allowable Predicted Concentrations GREENGUARD Tier Compliance Criteria		Units
		Certified	Gold	
TVOC ^A	-	250	220	µg/m ³
Formaldehyde	50-00-0	30.7 (25 ppb)	4.5 (3.67 ppb)	µg/m ³
Total Aldehydes ^B	-	50	43	ppb
Individual VOCs ^C	-	1/10th TLV	1/100th TLV	
<i>α</i> -Phenylcyclohexene	4904-16-5	3.25	-	µg/m ³
Individual VOC Criteria^D				
Acetaldehyde	75-07-0	-	35	µg/m ³
Benzene	71-43-2	-	0.75	µg/m ³
Carbon disulfide	75-15-0	-	200	µg/m ³
Carbon tetrachloride	56-23-5	-	10	µg/m ³
Chlorobenzene	108-90-7	-	250	µg/m ³
Chloroform	67-66-3	-	75	µg/m ³
Dichlorobenzene (i.e.)	106-46-7	-	200	µg/m ³
Dichloroethylene (i.e.)	75-35-4	-	175	µg/m ³
Dimethylformamide (N,N-)	68-12-2	-	20	µg/m ³
Dioxane (i.e.)	123-91-1	-	720 ^E	µg/m ³
Epichlorohydrin	106-89-8	-	0.75	µg/m ³
Ethylbenzene	100-41-4	-	500	µg/m ³
Ethylene glycol	107-21-1	-	100	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether	110-80-5	-	175	µg/m ³
Ethylene glycol monoethyl ether acetate	111-15-9	-	75	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether	109-86-4	-	15	µg/m ³
Ethylene glycol monomethyl ether acetate	110-49-6	-	22.5	µg/m ³
Hexane (n-)	110-54-3	-	1,750	µg/m ³
Isophorone	78-59-1	-	280 ^F	µg/m ³
Isopropanol	67-63-0	-	1,750	µg/m ³
Methyl chloroform	71-55-6	-	250	µg/m ³
Methylene chloride	75-09-2	-	100	µg/m ³
Methyl t-butyl ether	1634-04-4	-	1,800 ^F	µg/m ³
Naphthalene	91-20-3	-	2.25	µg/m ³
Phenol	108-95-2	-	50	µg/m ³
Propylene glycol monomethyl ether	107-98-2	-	1,750	µg/m ³
Styrene	100-42-5	-	225	µg/m ³
Tetrachloroethylene	127-18-4	-	8.75	µg/m ³
Toluene	108-88-3	-	75	µg/m ³
Trichloroethylene	79-04-6	-	150	µg/m ³
Vinyl acetate	108-05-4	-	50	µg/m ³
Xylenes (m-, o-, p- combined)	-	-	175	µg/m ³
1-Methyl-2-pyrrolidinone ^F	872-50-4	-	80	µg/m ³

A. Defined to be the total response of measured VOCs falling within the C6 – C16 range, with responses calibrated to a toluene surrogate.

B. The sum of all measured normal aldehydes from formaldehyde through nonanal, plus benzaldehyde, individually calibrated to a compound specific standard. Heptanal through nonanal are measured via TD/GC/MS analysis and the remaining aldehydes are measured using HPLC/UV analysis.

C. Any VOC not listed must produce an air concentration level no greater than the acceptable fraction of the Threshold Limit Value (TLV) industrial work place standard (Reference: American Conference of Government Industrial Hygienists, 6500 Glenway, Building D-7, and Cincinnati, OH 45211-4438).

D. Individual VOC levels derived from the lower of 1/4 the California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) Chronic Reference Exposure Level (CREL) as required per the CDPH/EHLB/Standard Method v1.2 and BIFMA level credit 7.6.2.

E. Individual VOC levels for these chemicals are derived from the 1/100th TLV criteria which results in a lower threshold than the CREL.

F. Based on the CA Prop 65 Maximum Allowable Dose Level for inhalation of 3,200 µg/day and an inhalation rate of 20 m³/day.

第四章 我國健康綠建材與美國 GREENGUARD 標章比較

第一節 健康綠建材和GREENGUARD試驗方法比較

健康綠建材測試方法概述

內政部建築研究所性能實驗中心之建材逸散實驗室，依據小型環控箱測試法「ASTM D5116-97」(1997)規範建構，於2001年建立「MOIS901014 室內建材揮發性有機逸散物質檢測標準方法及程序」。其原理主要是將待測建材樣品放入一容量固定之環境控制箱中，並針對溫度、濕度、換氣率及風速等因子加以控制，然後再以一定流量之採樣幫浦將艙體內的待測污染物樣本抽出，經熱脫附儀器之吸附與熱脫附程序後，再以特定分析儀器對該污染物樣本進行定性及定量的分析研究。測試系統包括下列四大部分，分別是小型環境控制箱、清淨空氣產生系統、環境監測及控制系統以及即時採樣與分析系統等。

近年更參考 ISO16000 系列國際標準，將 ISO 16000-3 ISO 16000-6 及 ISO 16000-9 納入 MOIS901014 方法。「健康綠建材檢測方法」主要分為「建材揮發性有機物質逸散檢測方法」及「建材甲醛逸散檢測方法」兩類，其測試方法內容如下表 4-1 所示：

表 4-1 MOIS901014 健康綠建材測試方法內容

建材揮發性有機物質逸散檢測方法		建材甲醛逸散檢測方法	
項次	內容	項次	內容
1	測試原理	1	測試原理
2	適用範圍	2	適用範圍
3	干擾	3	干擾
4	設備	4	設備
5	實驗藥品	5	實驗藥品

6	採樣與保存	6	步驟
7	步驟	7	樣品脫附
8	結果處理	8	品質管制
9	品質管制	9	儀器分析
10	精密度與準確度	10	精密度與準確度
		11	計算

(資料來源：本研究整理)

GREENGUARD 試驗標準測試方法概述

UL 使用動態環境室測試，以及暴露模式和分析測量，來測試總揮發性有機化合物 (TVOC)，單個 VOC，甲醛，臭氧和鄰苯二甲酸酯類和建築材料產品。對於已知或可疑刺激性或更嚴重的健康影響的關鍵污染物，有明確的允許逸散濃度。多數化學分析使用高效液相層析質譜儀 (HPLC) 和氣相/質譜儀 (GC/MS) 進行分析。部分污染物用即時監測儀器測量。認證產品必須定期重新測試和驗證才能保持認證持續有效性。

而 UL 所依據主要加州 01350：Standard method for the testing and evaluation of volatile organic chemical emission from indoor source using environmental chamber，其測試方法內容如下表 4-1 所示：

表 4-2。

編號	內容	標準封面
1	背景資料	
2	產品樣品的收集，包裝，裝運和文件記錄	
3	實驗室樣品製備，測試，化學分析和計算	
4	標的化學品，最大允許濃度和 IAQ 濃度模式	
5	品質保證與品質管理	
6	實驗室測試報告要求的要素	
7	家具測試	
8	作為建築產品標準基礎之使用標準方法指導原則	

表 4-2

項目	健康綠建材	GREENGUARD	
測試艙之差異比較			
材質	不鏽鋼材質，表面良好拋光	低逸散、低吸附之磨光不鏽鋼或玻璃	
體積		0.05~26 m ³	
測試採樣方法	HeadSpace 採樣	排氣口採樣	
測試環境條件準確度之差異比較			
測試條件	溫度	25±2.0°C	23±1°C
	RH	50±5%	50±10%
	表面風速 m/s	--	0.2~0.5
	流速	--	±5%
	ACH(h ⁻¹)	0.5	1.0
	Loading Factor	0.4	0.4-1.0
測試條件確認之差異比較			
背景	VOC	2µg/m ³	< 36 ng
	TVOC	10µg/m ³	< 180 ng
	甲醛		< 90 ng
	溫度	±0.5°C	±0.5°C
驗條件 驗證	RH	±5%	±5%
	風速	--	±1.0%
氣密性			空氣洩漏小於供應流率 3%
測試方法及採樣方法之差異比較			
測試樣本位置			規範時間內置入
量測時間	48小時，TVOC以1小時及2小時採樣。甲醛以2		6, 24, 48, 72, 96 (or 120), 168

小時及4小時採樣			
項目		健康綠建材	GREENGUARD
VOC	採樣介質	Tenax TA	Tenax TA
	儀器	GC/MS 或 GC/FID	C/MS、GC/FID 或 GC/ECD
甲醛	採樣介質	DNPH	DNPH
	儀器	HPLC	HPLC
QL	TVOC		For TVOC, the lower QL is 10 $\mu\text{g m}^{-3}$
	VOC		2 $\mu\text{g m}^{-3}$,
樣本收樣規範	乾式	2 日內	24 小時內
	濕式	3 個月內	3 個月內

(資料來源：本研究整理)

認證流程比較

我國綠建材標章之申請認證流程，依據綠建材標章評定作業流程，由圖 6-6 可知，其他階段不考慮條件下，規範評定階段約 30 日，而在美國 GREENGUARD 標準圖 6-6 有關申請認證流程約 1-4 個月，由申請置完成申請，最長約 5 個月時間，



圖4-1 GREENGUARD 認證流程圖

(資料來源:GREENGUARD, 2019)

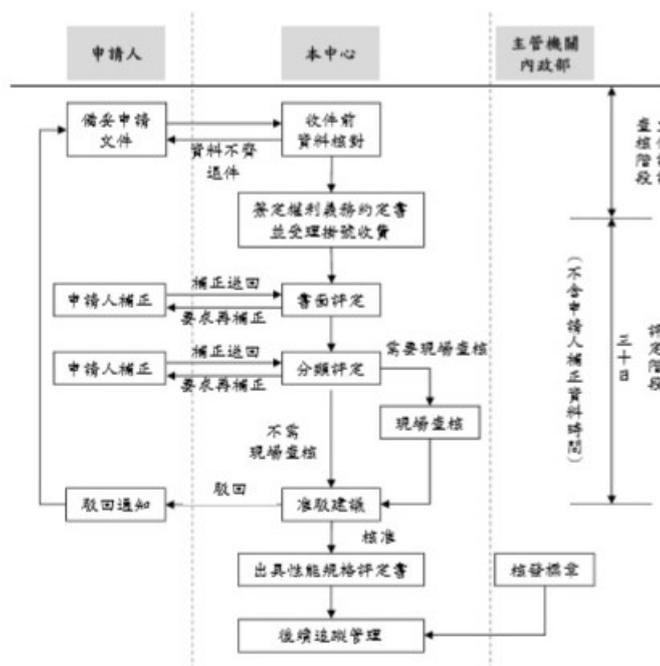


圖4-1我國健康綠建材標章認證流程圖

(資料來源:綠建材解說及評估手冊，2015)

第二節 健康綠建材及 GREENGUARD 評定標準差異分析

建材逸散評定基準有關建材逸散 TVOC 測試標準方法，整體而言國際上以 ASTM D5116 及 ISO 16000 等 2 標準系列為主要參考依據，各國多數引用上述標準，進行不同國家各自可行性及最佳化調適，包括比較 JIS A 1901、SPS KACA-008 及 CNS 16000-9 等。基此本研究以比較 ASTM D5116-17 及 ISO16000-9 為主，並納入各國標準在相關項目之比較。ISO 16000 標準系列中，與「建材逸散測試」最有相關的標準為「Part-9, 建築產品及室內裝修揮發性有機化合物逸散之測定—逸散測試艙測試方法」，主要在說明實驗室之建材逸散測試方法，與 ASTM D5116-97 標準-「室內建材/產品有機物質逸散的小尺寸環控箱測定標準指引」相同，本實驗室測試系統依據 ASTM D5116-97 標準建構，而在 2006 年 ISO 公告 ISO 16000-9 標準，與原有參考之 ASTM 標準有些微之差異，本所進行在 ASTM 標準內容與 ISO 標準差異比較分析，其主要差異為增加「符號及專有名詞縮寫」、「明確定義「測試環境條件」、「測試條件確認」、「測試方法」等。其標準內容差異所，故有關健康綠建材逸散測試亦參考 ISO 國標準化辦理，基此本研究依 ASTM D5116-17 及 ISO 16000-0 為主澳比較差異對象，其他國家標準則一併探討。

(1) 增加符號及專有名詞縮寫：與 ASTM 標準不同處是「簡化」許多繁雜建材逸散數學模式，並指只定義建材逸散面積與逸散速率之比例關係，主要透過逸散公式，將觀測濃度轉換成逸散速率。

(2) 逸散測試艙系統：ISO 標準主要包括逸散測試艙、清淨空氣製造設備、濕度控制系統、空氣混合系統、監控系統等，其測試艙系統主要之差異為「體積限定」、「採樣位置」等，主要相同處為測試系統之設備項目、測試艙之材質規定等。

而本研究主要比較 ASTM D5116-17、ISO 16000-9 之外，並將 JIS A1901、SPS-KACA008-138 及 CNS 16000-9 等標準方法，進行

包括：測試艙之差異、測試環境條件、測試條件確認及測試流程等 4 部分進行差異性分析如下說明：

在測試環境條件上，ISO 標準對於「溫度」、「相對濕度」、「空氣流速」因子有明確之環境條件規定，包括精密度及準確度規定，而在 ASTM 標準上，「建議」測試之溫度、相對濕度、空氣流速、樣本面積、換氣率等，兩者間最大差異在「準確度」的規定上有些許落差。比較各國測試條件差異，可以發現溫度之差異最大，以日本 JIS 規範設定最高 28°C、其次亞洲國家以 25°C 為主，在歐洲及美國部分則以 23°C，相對溼度部分大多以 50% 為條件，在台灣 CNS166000-9 則濕度設定 65%，不同試驗標準在測試環境條件及準確度之差異比較，如下表 43 所示

在臺灣係依據由內政部建築研究所制定-綠建材解說與評估手冊，2015 年更新版，第五章健康綠建材規範健康綠建材逸散評定基準如下圖

一、甲醛 (HCHO) 逸散速率		
評定項目	基本性能水準(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)	$\leq 0.05 \text{ mg / m}^2 \cdot \text{hr}$	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、總揮發性有機化合物 (TVOC) 逸散速率		
評定項目	基本性能水準(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)	$\leq 0.19 \text{ mg / m}^2 \cdot \text{hr}$	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>		

圖臺灣健康綠建材評定基準

(資料來源:綠建材解說及評估手冊，2015)

「健康綠建材標章」分級制度說明			
逸散分級	逸散速率 (mg/m ² · hr)		
	TVOC	甲醛	
E1	≤ 0.005	≤ 0.005	
E2	0.005 < TVOC ≤ 0.06	0.005 < 甲醛 ≤ 0.02	
E3	0.06 < TVOC ≤ 0.19	0.02 < 甲醛 ≤ 0.05	
「健康綠建材標章」逸散等級判定			
TVOC 逸散分級 / 甲醛 逸散分級	E1	E2	E3
E1	E1	E2	E3
E2	E2	E2	E3
E3	E3	E3	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。			

圖臺灣健康綠建材評定基準分級制度
(資料來源:綠建材解說及評估手冊，2015)

而在 GREENGUARD 評定基準係依據 :UL 2817 GREENGUARD Certification Program For Chemical Emissions For Building Materials, Finishes And Furnishings，區分為 UL GREENGUARD 室內空氣質量產品認證及 GREENGUARD Gold and CDPH/EHLB/Standard Method V1.2

第三節 健康綠建材與GREENGUARD標準引用評估

本研究針對本所於 2001 年制定「MOIS901014 室內建材揮發性有機逸散物質檢測標準試驗方法及程序」，進行標準方法修訂及檢視。健康綠建材既有 MOIS 901014 標準之修訂可行性探討，透過上述研究之「標準差異比對」、「試驗差異比對」等方式，瞭解目前之「檢測方式」與「研提修訂 MOIS901014」之差異，並評估其可行性，並以研究結果分析，目前之差異項目主要有測試建材保存、測試系統 QC 控制、環控箱測試條件控制、建材環控箱測試、甲醛檢量線、建材甲醛採樣、測試報告書等。本節以「既有 MOIS901014 標準測試方法項目」、「研擬修訂之項目」、「可行性評估」等三項進行探討：

本研究中 MOIS901014 標準修訂，主要參考依據 ASTM D5116-17 及 ISO16000-9 等 2 項國際標準為主。另在符合本所「綠建材解說與評估手冊 2015 年版」，針對健康綠材試驗標準及項目為要求。試驗修訂主要包括下甲醛分析方法、TVOC 分析方法及分析項目以及採樣策略，以下分別敘說說明，另針對溫溼度條件，以及其他建議新增項目，一併納入探討。

(一)、甲醛分析方法修訂

既有 MOIS901014 建材逸散物質檢測標準試驗方法中，有關甲醛採樣及試驗係以 XAD-2 採樣管吸附，續以甲苯溶液脫附，上 GC/FID 分析，而該方法一般用於作業環境測定，屬於高濃度環境條件適用，另為符合我國健康綠建材標章分級制度，其中甲醛 $E1 \leq 0.005 \text{mg/m}^2 \cdot \text{hr}$ ，以 XAD-2 採樣方法，則僅能分析達 E2 等級，故參考 ISO 16000-3 測試方法，改採以 DNPH 採樣管採樣，透過乙晴溶劑脫附，並以 HPLC 定量分析。

表 4-7 MOIS901014 之甲醛分析方法修訂及可行性評估

既有 MOIS901014 標準測試方法項目	研擬修訂之項目	可行性評估	備註
■ 甲醛分析方法，以 XAD-2 採樣	參考 ISO 16600-3，以 DNPH 採樣試驗	DNPH 吸附管採樣，偵測極限較低，並可以符合健康綠建材之分級制度需求。	可行
■ 甲醛分析設備，以 GC/FID 分析	採 HPLC 儀器分析，管柱為 C18，需要溶劑乙晴溶劑。	建議改採 HPLC 分析	可行
■ 甲醛檢量線製作-檢量線測定範圍在 0.24 ppm~16 ppm	甲醛測定濃度範圍 $1\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 1\text{mg}/\text{m}^3$	低濃度甲醛範圍偵測，需變更為 DNPH 採樣、HPLC 分析之方法	變更方法

(資料來源：本研究整理)

(二)、TVOC 分析方法及分析項目

健康綠建材有關 TVOC 評定項目中，前期管制化合物包括：苯、甲苯、乙苯、鄰,間,對-二甲苯等化合物，既有 MOIS901014 建材逸散物質檢測標準試驗方法中，有關 TVOC 採樣及試驗方法，係以上述 VOC 為項目，而於 2013 年我國行政院環境保護署公告室內空品質管理法，其中室內 TVOC 管制項目新增為 12 項有機化合物，鑒於建材為室內環境中 TVOC 主要來源，故同時將健康綠建材 TVOC 評定項目之化合物同步新增為 12 項，基此修訂 TVOC 相關測試方法，包括吸附介質、分析設備及新增檢量線配置方法，相關修訂及可行性分析如下表所示：

表 4-8 MOIS901014 之 TVOC 分析方法修訂及可行性評估

既有 MOIS901014 標準測試方法項目	研擬修訂之項目	可行性評估	備註
■ 有效範圍：包括 Benzene、Toluene、Ethyl Benzene、	有效範圍：Benzene、Toluene、Ethyl Benzene、Styrene、	為因應室內空氣品質管理法管制項目，並可提升健	可行

p,m-Xylene 及 o-Xylene 等 5 項 VOC	m,p,o-Xylene、Carbon tetrachloride、Chloroform、1,2-Dichlorobenzene、1,4-Dichlorobenzene、Trichloroethylene 及 Tetrachloroethylene 等 12 項 VOC。	康綠建材性能 建議未來新增管制項目，IAIB 之化合物
<ul style="list-style-type: none"> ■ TVOC 分析方法 ■ 分析儀器： ATD-GC/MS 及 GCFID ■ 分析管柱 DB-624 ■ 採樣介質 Tentx-TA 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 參考 NIOSH 方法 ■ 分析儀器 ATD-GC/MS ■ 分析管柱 DB-WAX ■ 採樣介質 Carbontrap 349 	12 項新增 VOC，包含低沸點及高沸點物質，既有採樣管無法分析部分物質，而吸附管 Carbontrap 349 可分析所有物質，須注意破出測試。 可行

(資料來源：本研究整理)

(三)、採樣程序

既有 MOIS901014 建材逸散物質檢測標準試驗方法中，有關甲醛及 TVOC 採樣程序及採樣點，為 48 小時區分前後 24 分別以 1 小時採樣及 2 小時採樣，甲醛部分則為 2 小時及 4 小時，過程較為繁複且須人員輪值夜間採樣，本研究研擬 3 種不同方案，並於專家座談會收集委員意見及各檢測實驗室建議。針對採樣程序提出方案 A~方案 C 等 3 建議，各方案建議及依據包括

方案 A：原採樣程序第一天凌晨 0 時至 8 時，可不採樣，本方案擬規畫第 2 日凌晨 0 時至 8 時，不進行採樣，此減少人力夜間輪值採樣，但需評估不論甲醛或 TVOC 採樣，均須達 48 小時並往共 3 次採樣，裨推算逸散是否達穩態，方案 A 優點為調整幅度最小，同時產品逸散衰退特性可由測試得知，缺點為採樣次數仍多，對成本及人力降低有限。

方案 B：主要參考 ISO16000-9，CNS 16000-9，韓國 SPS-KACA 108 及 JIS A1901 等檢測標準中採樣程序，建議 48hr、

72hr 或 1、3、7、14 及 28 天，優點為國際接軌同步，缺點為雖然採樣次數減少，但測試期延長，整體評估仍增加測試成本及人力。另我國健康綠建材評定基準以測試至 48 小時為基準，後期天數之測試效益不大。

方案 C：考量健康綠建材評定以試驗達 48 小時為主，故本方案研擬於 48 小時往前採樣共 3 次，並計算是否達穩態，本方案優點為大幅減少試驗成本及人力，缺點為調整幅度過大，及測試結果無法提供測試產品瞭解其逸散特性。

表 4-9 MOIS901014 之採樣程序修訂及可行性評估

既有 MOIS901014 標準測試方法項目	研擬修訂之項目	可行性評估	備註
<p>■ 甲醛採樣程序 試驗開始 24 小時內，以每 2 小時採樣 1 次，每次採樣時間為 2 小時(若採樣時間為晚間 12 時至隔日 8 時，則暫停採樣)。 實驗進行 24 小時後，以每 4 小時採樣 1 次，每次採樣時間為 4 小時。</p>	<p>■ 方案 A: 試驗開始 24 小時內，維持不變。 實驗進行 24 小時後，以每 4 小時採樣 1 次，每次採樣時間為 4 小時(若採樣時間為晚間 12 時至隔日 8 時，則暫停採樣)，最終須有連續 3 筆數據以判定是否達穩態。</p> <p>■ 方案 B 48hr、72±2 hr 濃度衰減測試： 1,3,7,14,28 天</p> <p>■ 方案 C 試驗開始後於 40、44 及 48 小時分別採樣 1 次，每次採樣時間為 4 小時。</p>	<p>調整幅度較小，但仍有夜間採樣需求，減少為一次。另需評估採樣策略以不影響試驗結果判定，夜間採樣可省略採樣。</p> <p>依 CNS 16000-9 試驗標準，採樣次數減少，但試驗期程變長。</p> <p>採樣次數大幅縮減，降低人力及檢測成本，但對於產品逸散特性則無法於試驗得知。</p>	<p>減少夜間採樣，成本減低有限</p> <p>次數減少、期程變長</p> <p>大幅調整，須審慎評估</p>

<p>■ TVOC 採樣程序 試驗開始 24 時內，以每 1 小時採樣 1 次，每次採樣時間為 1 小時(若採樣時間為晚間 12 時至隔日 8 時，則暫停採樣)。 試驗進行 24 時後，以每 2 小時採樣 1 次，採樣時間為 2 小時。</p>	<p>■ 方案 A: 試驗開始 24 時內，維持不變。 試驗進行 24 時後，以每 2 小時採樣 1 次，採樣時間為 2 小時(若採樣時間為晚間 12 時至隔日 8 時，則暫停採樣)，最終須連續 3 筆數據以判定使否達穩態。</p> <p>■ 方案 B 48hr、72±2 hr 濃度衰減測試： 1, 3, 7, 14, 28 天</p> <p>■ 方案 C 試驗開始後於 40、44 及 48 小時分別採樣 1 次，每次採樣時間為 2 小時</p>	<p>整幅度較小，但仍有夜間採樣需求，減少為一次。</p> <p>依 CNS 16000-9 試驗標準，採樣次數減少，但試驗期程加劇。</p> <p>採樣次數大幅縮減，降低人力及檢測成本，但對於產品逸散特性則無法於試驗得知。</p>	<p>減少夜間採樣，成本減低有限</p> <p>次數減少、期程變長</p> <p>大幅調整，須審慎評估</p>
--	---	--	---

(資料來源：本研究整理)

(四)、測試條件及其他建議新增項目

既有 MOIS901014 建材逸散物質檢測標準試驗方法中，有關甲醛及 TVOC 測試條件規範：溫度 25°C，相對濕度：50%、0.5 ACH，其中考量臺灣為亞熱帶氣候區，屬高溫高濕環境，測試溫溼度是否調整。以日本 JIS A1901 之測試其溫度則調高為 28°C，另我國 CNS 16000-9 於相對濕度則調高為 65%，但對於風速及換氣率準確度在既有 MOIS901014 並無規範，其他新增部分包括樣本儲存及測試報告相關建議如下表所示：

表 4-10 MOIS901014 之測試條件及其他建議修訂可行性評估

既有 MOIS901014 標準測試方法項目	研擬修訂之項目	可行性評估	備註
■ 測試建材保存-避	■ 規定測試建材需保	■ 未避免測試樣本在測	可行

免干擾樣本需置放於 4°C 密閉空間保存	存在類似測試條件之下：25°C、50% RH、相同換氣率條件	試前受到污染或干擾，維持 4°C 密閉空間保存方式，但須注意建材之溫度影響。	
■環控艙環境驗證 溫度：±0.5°C、 相對濕度：±5%	■環控艙環境驗證 ■溫度：±0.5°C ■相對濕度：±5% ■空氣流速：±3% ■換氣率：±3%	■建議溫度之準確度維持±0.5°C、相對濕度±3%、空氣流速：±3%、換氣率：±3%	可行
■環控箱測試條件控制-溫度條件：25°C、相對濕度：50%、0.5ACH	■溫度條件：25°C、 ■相對濕度：50%、 ■表面風速：0.1~0.3m/s	■依據健康綠建材檢測基準及台灣氣候，規定溫度為：25°C、相對濕度：50%、可增加風速限制 0.1~0.3m/s	可行
■小型環控艙之氣密度，目前無規範	-在超壓 1000Pa 下，空氣每分鐘洩漏量小於測試艙體積 0.5%。 -空氣洩漏小於供應流率 5%	建議增加小型環控艙之氣密性規範	可行
■測試報告書-包括測試實驗室、樣本描述、實驗條件和過程、數據分析、測試結果、品質保證與品質控制	測試實驗室、樣本描述、測試樣本前置作業、實驗條件和過程、數據分析、測試結果、品質保證與品質控制	■「需增加」品質保證與品質控制項目：例行之系統維護和校正、GC 每日之準確度與精密度記錄，例如：控制圖表紀錄、加入所有樣品的內標的精密度回收率之定期監測、複製樣品的收集及分析、針對吸附有機物質之吸附管進行 QC 查驗、針對單一來源之氣體供給系統進行定期分析與查核	可行

(資料來源：本研究整理)

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究於今年度（108 年）完成國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章，蒐集及分析 2 標章相關推動現況及評定試驗標準差異性，實際瞭解國際有關健康綠建材逸散 TVOC 及甲醛管制現況，同時針對本所訂定建材逸散揮發性有機化合物試驗方法進行檢討及修訂，在文獻資料收集，以完整收集 GREENGUARD 相關規範，有下列結論：

- 一、 本年度彙整我國健康綠建材及美國 GREENGUARD 標準標章資料及相關標準試驗標準之 TVOC 及甲醛文獻搜集與探討。
- 二、 完成 GREENGUARD 評定項目、試驗方法及評定基準之文獻收集，在 GREENGUARD 認證產品共有 27 種類，試驗標準主要以 ASTM D 5116 為主加州 01350 標準，分為 4 大項目評定類別，及有一般認證及金牌認證等級。
- 三、 完成分析比較 2 標章之差異性，綜觀整體 GREENGUARD 標章試驗為 7 日(168 小時)，健康綠建材試驗為 2 日(48 小時)，評估項目差異性較大，效益及成本在健康綠建材標章優勢較顯著。

第二節 建議

本研究已完成我國健康綠建材及美國 GREENGUARD 相關資料彙整，並完成 GREENGUARD 標準中有關建材逸散甲醛及 TVOC 彙析相關之試驗標準方法，評估基準、適用範圍等工作項目，並分析 2 標章國內建材管制項目及差異，探討對於標章相互認證之可行性之比較，探討標章之差異性及適用性，獲得許多具體結論，因此後續研究建議有下列幾點：

建議一

建議建議未來透過實際樣本，以實際實驗分析方法比較 2 標準間，驗證本研究結果，持續定期審視各國有關健康綠建材檢測標準方法，建立滾動式機制審視本所測試標準方法與國際趨勢，俾該方法符現況。-立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議二

建議未來進行建材逸散試驗精進策略，未來進行綠建材標章與歐盟 AgBB 等重要區域之標章相互認證可行性之比較分析，提升我國健康綠建材產業發展能量俾供研究或業界測試需求，使建材逸散特性更臻完善。：-長期性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

附錄一、期初審查會議紀錄及回應

項目	審查意見	意見回覆
1	有關 2 項標章比較研究建議內容聚焦健康項目，包括建材逸散甲醛及 TVOC 等，探討 2 項標章標準差異比較分析。	感謝委員意見，本案將聚焦於健康綠建材之甲醛及 TVOC 逸散相關標準分析。
2	請補充說明不同標章之認證標準及試驗方法，評估標章互相採認可行性，並納入後續研究目的	感謝委員意見，將納入研究報告內容。

附錄二、期中審查會議紀錄及回應

<p>江教授 哲銘</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究已完成國內健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章文獻與試驗標準之調查與分析，值得肯定預期研究進度表（報告書 P.7）與本研究內容不符，建議予以修正。 2. 報告書 P.45 第二節第一段敘述內容應調整至第二段部分，另請針對表 4-2 測試艙之差異比較內容進行修正。 3. 報告書 P.46 建議可針對 MOIS901014 與 GREENGUARD 之規定測試條件下，以同一試件進行甲醛及 TVOC 實測試驗後，提出比較分析與相互認證之建議。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見，配合所裡會議，預計12月中召開座談會。 2. 感謝委員意見，預期進度表，修改完成如期末報告書第8頁。 3. 有關試驗方法之比較，將本研究參考彙整之國際及我國標準呈現於第三章第二節及第四章第三節。
<p>林教授 芳銘：</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究進行我國健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標準之比較，探討試驗標準及評定基準之差異性，文獻蒐集分析及階段性成果值得肯定。 2. 建議有關國內外相關試驗方法、標章適用等之差異性比較，表格製作能更詳盡，以利未來我國健康綠建材標章制度之精進。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見將修正期末報告。 2. 。
<p>陳教授 炯堯：</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Green Guard 兩單字是否又寫成 GreenGuard，請確認後全文統一。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見將修正果報告。 2. 國際間有關健康

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 報告書 P.6 研究步驟，研究流程缺少所謂”實驗分析法”過程，於完成基準與評定內容比較後，是否再與實驗分析法結果進行分析比較?報告書 P.8 的 FLOW CHART 也缺少這部分實證過程?或本計畫內容未含建材的雙方比對，建議補充說明。 3. 報告書 P.43，圖號標示錯誤，及報告書 P.48 第一行，有部分文字誤繕，建議修正。 4. 整體而言，第三章已列舉雙方評定內容及基準差異作為敘述內容，在實際比對上，雖然第四章以貴所進行標準 MOIS901014 與 GREENGUARD 列表比較，但對第三章未能以與第四章相同型式比較，建議第三章論述仍須製作表格，俾利分析比較及參閱，應有改善調整空間 5. 本課題重要且迫切，由於雙方評定之內容繁雜且量多，建議先探討不同規範思維模式或本質間之差異性。 	<p>綠建材標章管制項目，確實不一致，將各國間項目分別描述於本研究第二章第二節。</p> <p>3.</p>
<p>蔡教授耀賢(陳教授振誠代理)：</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國 GREENGUARD 標章納入 UL 系統，廣泛應用於全球綠建材、綠建築、健康建築等評估系統中(如:LEED、WELL、fitWEL等)，對我國建材產業可做為參考標準。 2. GREENGUARD 標章主要 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。

	<p>以符合法令(如加州法令、歐盟法令)及健康標章為考量；我國健康綠建材標章亦有相同目的，建議增加我國未來建築技術規則綠建材比例提升至 60%後，對應產品面積(使用比例)、負荷率、污染濃度等是否合乎基準或規範之分析。</p> <p>3. 建議增加 UL / GREENGRARD 對 BIFMA(家具)、AgBB(健康)之文獻說明。</p>	
<p>王總幹事 榮吉</p>	<p>1. 本研究符合預期進度。</p> <p>2. 建議調查分析國內健康綠建材標準與美國 GREENGUARD 試驗之異同，並採列表陳述與表列方式製作，俾未來供綠建材參閱之用。</p> <p>3. 建議考量納入國內綠建材與國際接軌可行性評估，及可推廣之產品項目。</p>	<p>1. 感謝委員意見將修正果報告。</p> <p>2. 。</p>
<p>許工程師 育晏</p>	<p>1. 報告書圖表、目次有誤，另 P.19 有多餘文字，建議一併修正。</p> <p>2. 有關健康綠建材試驗方法，未來若有精進或修訂計畫，建議可參考 GREENGUARD 或 LEED 之 CDPH 方法，讓臺灣與國際之試驗方法一致。</p> <p>3. 進行我國健康綠建材與美國 GREENGUARD 比較時，建</p>	<p>1. 。</p> <p>2. 。</p> <p>3. 。</p>

	<p>議加註所採用之綠建材解說手冊版本如 2015 年版，俾利參考。</p>	
<p>主席：</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不同國家之綠建材標章內涵不同目的及用途，故有關我國健康綠建材標章與美國 GREENGUARD 標章之發展背景、適用氣候條件、建材產品適用範圍及法規等項目，建議於期末報告詳加說明。 2. 建議以客觀角度及考量背景因素，審慎評估比較兩標章之評定基準、試驗方法、管制水準差異，避免分析結果造成誤解 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 。 2. 。

**附錄三、GREENGUARD 評
定基準**

TARGET CHEMICALS AND MAXIMUM ALLOWABLE CONCENTRATIONS

Note: There are numerous Third Party Certifications available that define applicable chemical criteria. Examples presented here are not exhaustive.

**33.1 Allowable Limits for UL GREENGUARD Certification:
Requirements met at 168 hours (7 days)**

UL GREENGUARD Indoor Air Quality Product Certification

	Insulation, Wallcoverings, Flooring, Paints and Coatings, General Construction Materials, Adhesives/ Sealants, Ceiling Systems, Doors, Air Filters, Textiles, Visual Display Products, Window Treatments, Workstation Systems, and Movable Walls	Component Materials, Surfacing Materials, Educational and Residential, Seating Units
Individual VOCs ¹	≤ 0.1 TLV	≤ 0.1 TLV
Formaldehyde	≤ 0.05 ppm	≤ 0.025 ppm
4-Phenylcyclohexene	≤ 0.0065 mg/m ³	≤ 0.0033 mg/m ³
Total VOCs ²	≤ 0.5 mg/m ³	≤ 0.25 mg/m ³
Total Aldehydes ³	≤ 0.1 ppm	≤ 0.05 ppm
PM10 ⁴	≤ 0.05 mg/m ³	≤ 0.025 mg/m ³
Listing of measured carcinogens and reproductive toxins as identified by California Proposition 65, the U.S. National Toxicology Program (NTP), and the International Agency on Research on Cancer (IARC) are to be provided. Any pollutant regulated as a primary or secondary outdoor air pollutant is to meet a concentration that will not generate an air concentration greater than that promulgated by the National Ambient Air Quality Standard (U.S. EPA, code of Federal Regulations, Title 40, Part 50).		
+ All products are required to meet the criteria at 168 hours. ¹ Any VOC with an American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Value (TLV) shall produce an air concentration level no greater than 1/10 the TLV (Reference: American Conference of Government Industrial Hygienists, 6500 Glenway, Building D-7, Cincinnati, Ohio 45211-4438). ² Defined to be the total response of measured VOCs falling within the C6 – C16 range, with responses calibrated to a toluene surrogate. ³ Defined to be the sum of all measured normal aldehydes from formaldehyde through nonanal, plus benzaldehyde, individually calibrated to a compound specific standard. Heptanal through nonanal are measured via TD/GC/MS analysis and the remaining aldehydes are measured using HPLC/UV analysis. ⁴ Particles applicable to fibrous, particle-releasing products with exposed surface area in air streams (a forced air test with specific test method) and for wood finishing (sanding) systems.		

33.1 Allowable Limits for GREENGUARD Gold: Requirements to be met no sooner than 168 hours (7 days) and no greater than 336 hours (14 days) with no preconditioning of the product. Compliance may be achieved at time points prior to 336 hours, so long as it is demonstrated that emissions have already peaked.

33.2 Bedding and Mattresses shall meet Gold Requirements at the 168 hour time point.

33.3 All products shall meet GREENGUARD requirements before being eligible for GREENGUARD Gold. GREENGUARD Gold is not possible without GREENGUARD Certification.

33.4 All juvenile products are required to meet both GREENGUARD and GREENGUARD Gold requirements before certification is given.

Required for GREENGUARD Gold and “CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 “Standard Method for the Testing and Evaluation of Volatile Organic Chemical Emissions From Indoor Sources Using Environmental Chambers Version 1.2” dated January 2017 and CHPS Programs

Individual VOCs ¹	≤ 1/2 CA chronic REL
Formaldehyde ²	≤ 0.0073 ppm/7.3 ppb

Required for GREENGUARD Gold ONLY

Individual VOCs ³	≤ 1/100 TLV
Total VOCs ⁴	≤ 0.22 mg/m ³
Total Aldehydes ⁵	≤ 0.043 ppm/43 ppb
PM10 (≤ 10 μm) ⁶	≤ 0.02 mg/m ³
1-Methyl-2-pyrrolidine ⁷	≤ 0.16 mg/m ³

¹ Any VOC with a Chronic Reference Exposure Limit (CREL) shall produce an air concentration no greater than 1/2 the CREL as required per the State of CA DPH's CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 “Standard Method for the Testing and Evaluation of Volatile Organic Chemical Emissions From Indoor Sources Using Environmental Chambers Version 1.2” dated January 2017, Table 4-1.

² Per the State of CA DPH's CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 “Standard Method for the Testing and Evaluation of Volatile Organic Chemical Emissions From Indoor Sources Using Environmental Chambers Version 1.2” dated January 2017.

³ Any VOC with an ACGIH TLV shall produce an air concentration level no greater than 1/100 the TLV (Reference: American Conference of Government Industrial Hygienists, 6500 Glenway, Building D-7, Cincinnati, Ohio 45211-4438.)

⁴ Defined to be the total response of measured VOCs falling within the C6 – C16 range, with responses calibrated to a toluene surrogate.

⁵ Defined to be the sum of all measured normal aldehydes from formaldehyde through nonanal, plus benzaldehyde, individually calibrated to a compound specific standard. Heptanal through nonanal are measured via TD/GC/MS analysis and the remaining aldehydes are measured using HPLC/UV analysis.⁶ Particles applicable to fibrous, particle-releasing products with exposed surface area in air streams (a forced air test with specific test method).

⁶ ⁷ Based on the CA Prop 65 Maximum Allowable Dose Level for inhalation of 3,200 μg/day and an inhalation rate of 20 m³/day

⁷

⁸

33 Individual VOC ACGIH TLV and CA CREL Criteria Limits

CHEMICALS WITH TLV and CREL CRITERIA LIMITS			
CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a (µg/m ³)	1/2 Chronic ^b REL (µg/m ³)
1,1-Dichloroethylene (Vinylidene chloride)	75-35-4	200	35
1-Chloro,2,3-epoxy-propane (Epichlorohydrin)	106-89-8	19	1.5
2-Ethoxyethanol (Ethylene glycol monoethyl ether)	110-80-5	180	35
2-Ethoxyethyl acetate (Ethylene glycol monoethyl ether acetate)	111-15-9	270	150
Acetaldehyde	75-07-0	450*	70
Benzene	71-43-2	16	1.5
Carbon disulfide	75-15-0	310	400
Chlorobenzene (Monochlorobenzene)	108-90-7	460	500
Dichloromethane (Methylene chloride)	75-09-2	1740	200
Diethylene dioxide (1,4-Dioxane)	123-91-1	720	1500
Dimethylformamide	68-12-2	300	40
Ethylbenzene	100-41-4	4340	1000
Ethylene glycol	107-21-1	1000*	200
Formaldehyde	50-00-0	3.7*	9**
Hexane (n-Hexane)	110-54-3	1760	3500
Isophorone (2-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethyl-)	78-59-1	280*	1000
Isopropanol (2-Propanol)	67-63-0	4920	3500
2-Methoxyethanol	109-86-4	160	30
2-Methoxyethyl acetate (Ethylene glycol methyl ether acetate)	110-49-6	240	45
Methyl chloroform (1,1,1-Trichloroethane)	71-55-6	19100	500
Methyl-tert-butyl ether (MTBE; tert-Butyl methyl ether)	1634-04-4	1800	4000
Naphthalene	91-20-3	520	4.5
p-Dichlorobenzene (1,4-Dichlorobenzene)	106-46-7	600	400
Phenol	108-95-2	190	100
Propylene glycol-1-methyl ether (1-Methoxy-2-propanol)	107-98-2	3690	3500
Styrene, monomer (Phenylethylene; Vinyl benzene)	100-42-5	850	450
Tetrachloroethylene (Perchloroethylene)	127-18-4	1700	17.5
Tetrachloromethane (Carbon tetrachloride)	56-23-5	310	20
Toluene (Toluol)	108-88-3	1880	150
Trichloroethylene	79-01-6	2690	300
Trichloromethane (Chloroform)	67-66-3	490	150
Vinyl acetate (Acetic acid ethenyl ester)	108-05-4	350	100
Xylenes (m-, o-, and p- combined)	108/38-3/95-47-6/106-42-3	4340	350

我國健康綠建材與美國 GREENGUARD 標準比較研究

CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only		
CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1-Bromopropane	106-94-5	500
1-Chloro-1-nitropropane	600-25-9	100
1-Chloro-2-propanol	127-00-4	40
1-Hexene	592-41-6	1720
1-Methylbutyl acetate (2-Pentyl acetate; sec-Amyl acetate)	626-38-0	2660
1-Nitropropane	108-03-2	910
2-Aminoethanol (Ethanolamine)	141-43-5	75
2-Aminopyridine (2-Pyridinamine)	504-29-0	20
2-Butanone (Methyl ethyl ketone [MEK])	78-93-3	5900
2-Butoxyethanol (Ethylene glycol monobutyl ether)	111-76-2	970
2-Butoxyethyl acetate (Ethylene glycol monobutyl ether acetate)	112-07-2	1300
2-Chloro-1-propanol	78-89-7	40
2-Diethylaminoethanol	100-37-8	96
2-Ethylhexanoic acid	149-57-5	50
2-Hydroxypropyl acrylate (2-Propenoic acid, 2-hydroxypropyl ester)	999-61-1	28
2-Isopropoxyethanol (Ethylene glycol isopropyl ether)	109-59-1	1060
2-Methylbutyl acetate	624-41-9	2660
2-Methylpentane	107-83-5	17600
2-N-Dibutylaminoethanol	102-81-8	35
2-Nitropropane	79-46-9	360
3-Methyl pentane (Pentane, 3-methyl)	96-14-0	17600
3-Pentyl acetate	620-11-1	2660
4-Methoxyphenol (Mequinol)	150-76-5	50
4-Vinyl cyclohexene	100-40-3	4.4
Acetic acid	64-19-7	250
Acetophenone (Ethanone, 1-phenyl) (9CI)	98-86-2	490
Acetylsalicylic acid (Aspirin)	50-78-2	50
Acrolein (2-Propenal)	107-02-8	2.3*
Acrylamide (2-Propenamide)	79-06-1	0.3
Acrylic acid (2-Propenoic acid)	79-10-7	59
Acrylic acid, ethyl ester (Ethyl acrylate)	140-88-5	200
Acrylic acid, methyl ester (Methyl acrylate; 2-Propenoic acid, methyl ester)	96-33-3	70
Acrylic acid, n-butyl ester (n-Butyl acrylate; 2-Propenoic Acid, butyl ester)	141-32-2	110
Acrylonitrile (Vinyl cyanide)	107-13-1	43
Adipic acie (Hexanedioic acid)	124-04-9	50
Adiponitrile	111-69-3	88
Aldrin	309-00-2	2.5
Allyl alcohol (2-Propen-1-ol)	107-18-6	11.9
Allyl chloride (1-Propene, 3-chloro)	107-05-1	30
Allyl glycidyl ether (AGE; Oxirane, [(2-propenyloxy)methyl]-)	106-92-3	47
Allyl propyl disulfide	2179-59-1	30
α -Chloroacetophenone (Phenacyl chloride)	532-27-4	3.2
α -Methylstyrene (iso-Propenylbenzene; (1-Methylethenyl)benzene)	98-83-9	2420
α -Pinene	80-56-8	1120

附錄一、期初審查會議紀錄及回應

CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only		
CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Aniline	62-53-3	76
Anisidine (o,p-isomers)	29191-52-4	5
ANTU (α -Naphthylthiourea)	86-88-4	3
Benzotrichloride (Benzyl trichloride; Benzene, (trichloromethyl)-)	98-07-7	8*
Benzoyl chloride	98-88-4	28*
Benzyl acetate	140-11-4	610
Benzyl chloride (Benzene, (Chloromethyl))	100-44-7	52
bis(2-Dimethylaminoethyl) ether (DMAEE)	3033-62-3	3.3
bis(Chloromethyl) ether	542-88-1	0.047
Bromochloromethane (Chlorobromomethane)	74-97-5	10600
Bromotrifluoromethane (Trifluorobromomethane)	75-63-8	60900
Butanethiol (n-Butyl mercaptan)	109-79-5	18
Camphor, synthetic	76-22-2	120
Caprolactam	105-60-2	50
Chlorinated diphenyl oxide	31242-93-0	5
Chloroacetaldehyde	107-20-0	32*
Chloroacetone (2-Propanone, 1-chloro)	78-95-5	38*
Chloroacetyl chloride	79-04-9	2.3
Chlorodifluoromethane (FC-22)	75-45-6	35400
Chlorodiphenyl (42 % chlorine)	53469-21-9	10
Chlorodiphenyl (54% chlorine)	11097-69-1	5
Chloropentafluoroethane	76-15-3	63200
Cresol, All isomers	1319-77-3	220
Crotonaldehyde (2-Butenal)	4170-30-3	8.6*
Crufomate	299-86-5	50
Cumene (Benzene, 1-methylethyl-)	98-82-8	2460
Cyclohexane	110-82-7	3440
Cyclohexanol	108-93-0	2060
Cyclohexanone	108-94-1	500
Cyclohexene	110-83-8	10100
Cyclohexylamine	108-91-8	410
Cyclopentadiene	542-92-7	2030
Cyclopentane	287-92-3	17200
Δ -3-Carene	13466-78-9	1120
Diacetone alcohol (4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone)	123-42-2	2380
Dichloroacetic acid	79-43-6	26.4
Dichloroacetylene	7572-29-4	3.9*
Dichlorodifluoromethane (FC-12)	75-71-8	49500
Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT)	50-29-3	10
Dichloroethyl ether (bis[2 Chloroethyl] ether)	111-44-4	290
Dichlorofluoromethane (FC-21)	75-43-4	420
Dicyclopentadiene	77-73-6	270
Diethanolamine	111-42-2	20
Diethyl ether (Ethyl ether)	60-29-7	12100
Diethyl ketone	96-22-0	7050
Diethylamine	109-89-7	150
Diethylene triamine	111-40-0	42

CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only

我國健康綠建材與美國 GREENGUARD 標準比較研究

CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Difluorodibromomethane	75-61-6	8580
Diglycidyl ether (DGE)	2238-07-5	5.3
Dihydroxybenzene (Hydroquinone)	123-31-9	20
Diisopropylamine	108-18-9	210
Dimethoxymethane (Methylal)	109-87-5	31100
Dimethyl disulfide	624-92-0	19.3
Dimethylaniline (N,N-Dimethylaniline)	121-69-7	250
Dimethylethoxysilane	14857-34-2	21
Dinitolmide	148-01-6	50
Dinitrobenzene	100-25-4	10
Dinitrotoluene	25321-14-6	2
Diphenylamine	122-39-4	100
Dipropyl ketone (4-Heptanone)	123-19-3	2330
Dipropylene glycol methyl ether [bis-(2-Methoxypropyl) ether; DPGME]	34590-94-8	6060
Divinyl benzene	1321-74-0	530
Dodecyl mercaptan (1-Dodecanethiol)	112-55-0	8
Enflurane	13838-16-9	5660
EPN (O-Ethyl-O-[4nitrophenyl]phenylthiophosphonate)	2104-64-5	0.001
Ethanethiol (Ethyl mercaptan)	75-08-1	13
Ethyl acetate	141-78-6	14400
Ethyl amyl ketone (3-Heptanone, 5-methyl-)	541-85-5	1310
Ethyl bromide (Bromoethane)	74-96-4	220
Ethyl butyl ketone (3-Heptanone)	106-35-4	2340
Ethyl cyanoacrylate (Ethyl 2-cyanoacrylate)	7085-85-0	10
Ethyl formate (Formic acid, ethyl ester)	109-94-4	3030
Ethyl tert-butyl ether (ETBE)	637-92-3	210
Ethylene chlorohydrin (2-Chloroethanol)	107-07-3	33*
Ethylene glycol dinitrate	628-96-6	3.1
Ethylenimine	151-56-4	8.8
Ethylidene norbornene	16219-75-3	250*
Formamide (Methanamide)	75-12-7	180
Formic acid (Methanoic acid)	64-18-6	94
Furfural (2-Furaldehyde)	98-01-1	79
Furfuryl alcohol (2-Furanmethanol)	98-00-0	400
Glutaraldehyde	111-30-8	2*
Heptane (n-Heptane)	142-82-5	16400
Hexachlorobenzene (HCB)	118-74-1	0.02
Hexachlorobutadiene	87-68-3	2.1
Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4	1.1
Hexachloroethane	67-72-1	97
Hexachloronaphthalene	1335-87-1	2
Hexafluoroacetone	684-16-2	6.8
Hexane, other isomers		17600
Hexylene glycol	107-41-5	1210*
Hydrogenated terphenyls	61788-32-7	49
Indene	95-13-6	480
Isoamyl alcohol (1-Butanol, 3-methyl)	123-51-3	3610
CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only		
CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Isobutyl acetate (Isobutyl acetate)	110-19-0	7130

附錄一、期初審查會議紀錄及回應

CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only		
CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a (µg/m ³)
Isobutyl alcohol (1-Propanol, 2-methyl)	78-83-1	1520
Isobutyl nitrite	542-56-3	42*
Isooctyl alcohol	26952-21-6	2660
Isopentane	78-78-4	17700
Isopentyl acetate (Isoamyl acetate; 3-Methylbutyl acetate)	123-92-2	2660
Isophorone diisocyanate	4098-71-9	0.45
Isopropyl acetate	108-21-4	4180
Isopropyl ether (Diisopropyl ether)	108-20-3	10400
Isopropyl glycidyl ether (IGE)	4016-14-2	2380
Isopropylamine (2-Propanamine)	75-31-0	120
m-Dinitrobenzene	99-65-0	10
Maleic anhydride	108-31-6	4
Mesityl oxide	141-79-7	600
Methacrylic acid (2-Propenoic acid, 2-methyl)	79-41-4	700
Methyl 2-Cyanoacrylate (Mecrylate)	137-05-3	10
Methyl acetylene-propadiene mixture	MAPP	16400
Methyl amyl alcohol (Methyl isobutyl carbinol ; 4-Methyl-2-pentanol)	108-11-2	1040
Methyl ethyl ketone peroxide	1338-23-4	15*
Methyl formate (Formic acid, methyl ester)	107-31-3	2460
Methyl isoamyl ketone (2-Hexanone, 5-methyl)	110-12-3	2340
Methyl isobutyl ketone (Hexone)	108-10-1	2050
Methyl isopropyl ketone (2-Butanone, 3-methyl)	563-80-4	7050
Methyl methacrylate (Methacrylic acid, methyl ester)	80-62-6	2050
Methyl n-amyl ketone (2-Heptanone)	110-43-0	2330
Methyl n-butyl ketone (2-Hexanone)	591-78-6	200
Methyl propyl ketone (2-Pentanone)	107-87-9	7050
Methyl silicate	681-84-5	60
Methyl vinyl ketone (3-Buten-2-one)	78-94-4	6*
Methylacrylonitrile (2-Propenenitrile, 2-methyl-)	126-98-7	27
Methylamine	74-89-5	64
Methylcyclohexane	108-87-2	16100
Methylcyclohexanol	25639-42-3	2340
Methylhydrazine	60-34-4	0.19
Methylisocyanate	624-83-9	0.47
Monochloroacetic acid	79-11-8	19.4
Morpholine	110-91-8	710
m-Phenylenediamine	108-45-2	1
m-Toluidine	108-44-1	88
m-Xylene ∇, ∇' -diamine	1477-55-0	1*
N,N-Dimethylacetamide	127-19-5	360
n-Amyl acetate (1-Pentyl acetate; Acetic acid, pentyl ester)	628-63-7	2260
n-Butanol (N-Butyl alcohol)	71-36-3	610
n-Butyl acetate	123-86-4	7130
n-Butyl glycidyl ether (BGE)	2426-08-6	1330
n-Butyl lactate (Propanoic acid, 2-hydroxy-, butyl ester)	138-22-7	300
n-Butylamine	109-73-9	150*
N-Ethylmorpholine	100-74-3	240

CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only

我國健康綠建材與美國 GREENGUARD 標準比較研究

CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a (µg/m ³)
Nicotine (Pyridine, 3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl)-, (S)-)	54-11-5	5
N-Isopropylaniline	768-52-5	110
Nitrapyrin (2-Chloro-6-(trichloromethyl) pyridine)	1929-82-4	100
Nitrobenzene	98-95-3	50
Nitroethane	79-24-3	3070
Nitromethane	75-52-5	500
Nitrotoluene, m-isomer (3-Nitrotoluene)	99-08-1	110
Nitrotoluene, o-isomer (2-Nitrotoluene)	88-72-2	110
Nitrotoluene, p-isomer (4-Nitrotoluene)	99-99-0	110
N-Methyl aniline (Monomethyl aniline)	100-61-8	22
Nonane	111-84-2	10500
n-Propyl acetate	109-60-4	8350
n-Propyl alcohol (n-Propanol)	71-23-8	4920
n-Propyl nitrate (Nitric acid, propyl ester)	627-13-4	1070
n-Valeraldehyde	110-62-3	1760
N-Vinyl-2-Pyrrolidinone (1-Vinyl-2-pyrrolidinone)	88-12-0	2.3
o-Anisidine (Benzenamine, 2-methoxy-)	90-04-0	5
o-Chlorobenzylidene malononitrile	2698-41-1	3.9*
o-Chlorostyrene	2039-87-4	2830
o-Chlorotoluene (Toluene, 2-chloro)	95-49-8	2590
Octachloronaphthalene	2234-13-1	1
Octane, All isomers	111-65-9	14010
Octane, All isomers	540-84-1	14010
o-Methylcyclohexanone	583-60-8	2290
o-Nitrobenzene (Dinitrobenzene)	528-29-0	10
o-Phenylenediamine	95-54-5	1
o-sec-Butylphenol	89-72-5	310
o-Toluidine	98-53-4	88
Pentachloronaphthalene	1321-64-8	5
Pentachloronitrobenzene	82-68-8	5
Pentachlorophenol	87-86-5	5
Perchloromethyl mercaptan	594-42-3	7.6
Phenothiazine	92-84-2	50
p-Nitroaniline	100-01-6	30
p-Nitrochlorobenzene (p-Chloronitrobenzene)	100-00-5	6.4
p-Phenylenediamine	106-50-3	1
Propanoic acid, 2-chloro- (2-Chloropropionic acid)	598-78-7	4.4
Propargyl alcohol	107-19-7	23
Propiolactone, beta	57-57-8	15
Propionaldehyde	123-38-6	480
Propionic acid	79-09-4	300
Propoxur	114-26-1	5
Propylene glycol dinitrate (PGDN)	6423-43-4	3.4
Propyleneimine (2-Methylaziridine)	75-55-8	47
Propyne (Methyl acetylene)	74-99-7	16400
Phthalic anhydride (1,3-Isobenzofurandione)	85-44-9	61
p-Toluidine (p-Aminotoluene)	106-49-0	88
Pyridine	110-86-1	31

附錄一、期初審查會議紀錄及回應

CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only		
CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a (µg/m ³)
sec-Butanol (sec-Butyl alcohol)	78-92-2	3000
sec-Butyl acetate (Acetic acid, 1-methylpropyl ester)	105-46-4	9500
sec-Hexyl acetate	108-84-9	2950
Stoddard solvent	8052-41-3	5250
tert-Amyl methyl ester (TAME)	994-05-8	800
tert-Butanol (tert-Butyl alcohol)	75-65-0	3030
tert-Butyl acetate	540-88-5	9500
tert-Pentane	463-82-1	17700
Tetrachloronaphthalene	1335-88-2	20
Tetrafluoroethylene	116-14-3	82
Tetrahydrofuran	109-99-9	0
Tetramethyl succinonitrile	3333-52-6	28
Tetranitromethane	509-14-8	0.4
Thioglycolic acid	68-11-1	38
Toxaphene (Chlorinated camphene)	8001-35-2	5
Trichloronaphthalene	1321-65-9	50
Trichloronitromethane (Chloropicrin)	76-06-2	6.7
Triethanolamine	102-71-6	50
Triethylamine (N,N-Diethylethanamine)	121-44-8	41
Trimethyl benzene	25551-13-7	1230
Trimethyl benzene, All isomers	108-67-8	1230
Trimethyl benzene, All isomers	526-73-8	1230
Trimethyl benzene, All isomers	95-63-6	1230
Triphenyl amine	603-34-9	50
Vinyl bromide (Ethene, bromo-)	593-60-2	22
Vinyl chloride (Chloroethylene)	75-01-4	26
Vinyl fluoride	75-02-5	19
Vinyl toluene (Methyl styrene, All isomers)	25013-15-4	2420
Xylidine, mixed isomers	1300-73-8	25
Vinyl cyclohexene dioxide (7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 3-oxiranyl)	106-87-6	5.7
1,1,1,2-Tetrachloro-2,2-difluoroethane (FC-112a)	76-11-9	41700
1,1,2-Trichloroethane	79-00-5	550
1,1,2,2-Tetrachloro-1,2-difluoroethane (FC-112)	76-12-0	41700
1,1,2,2-Tetrachloroethane	79-34-5	69
Acetylene tetrabromide (1,1,2,2-Tetrabromoethane)	79-27-6	140
Dichlorotetrafluoroethane (1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane)	76-14-2	69900
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane (FC-113)	76-13-1	76700
1,2,3-Trichloropropane	96-18-4	600
1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1	370*
3-Amino-1,2,4-triazole (Amitrole; 3-Amino-s-triazole)	61-82-5	2
1,3,5-Triglycidyl-s-triazinetriene	2451-62-9	0.5
2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T)	93-76-5	100
2,4,6-Trinitrophenylmethylnitramine (Tetryl)	479-45-8	15
Picric acid (2,4,6-Trinitrophenol)	88-89-1	1
Tetryl (2,4,6-Trinitrophenylmethylnitramine)	479-45-8	15
2-Chloro-1,3-butadiene (3-Chloroprene)	126-99-8	360

我國健康綠建材與美國 GREENGUARD 標準比較研究

CHEMICALS WITH TLV CRITERIA LIMITS Only		
CHEMICAL	CAS NUMBER	1/100 TLV ^a (µg/m ³)
Quinone (p-Benzoquinone; 2,5-cyclohexadiene-1,4-dione)	106-51-4	4.4
1,1-Dichloro-1-nitroethane	594-72-9	120
1,1-Difluoroethylene (Vinylidene fluoride)	75-38-7	13100
1,1-Dimethylhydrazine	57-14-7	0.25
Biphenyl (Diphenyl; 1,1'-Biphenyl (9CI))	92-52-4	13
p-tert-Butyltoluene (Toluene, 4-t-butyl (Benzene, 1-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl))	98-51-1	61
tert-Amyl acetate (1,1-Dimethylpropyl acetate)	625-16-1	2660
1,2-Butylene oxide (1,2-Epoxybutane)	106-88-7	59†
1,2-Diaminoethane (Ethylenediamine)	107-15-3	250
1,2-Dichloroethane (Ethylene dichloride)	107-06-2	400
1,2-Dichloropropane (Propylene dichloride)	78-87-5	3470
o-Dichlorobenzene (1,2-Dichlorobenzene)	95-50-1	1500
Pyrocatechol (Catechol ; 1,2-Benzenediol)	120-80-9	230
1,3-Dichloropropene	542-75-6	45
1,3-Dioxalane	646-06-0	610
m-Phthalodinitrile (1,3-Benzenedicarbonitrile)	626-17-5	50
Toluene-2,6-diisocyanate (Benzene, 1,3-diisocyanato-2-methyl)	91-08-7	0.36
1,4-Dichloro-2-butene	764-41-0	0.25
1,6-Hexanediamine (Hexamethylenediamine)	124-09-4	23
2,2-Dichloropropionic acid	75-99-0	50
2,2-Dimethylbutane (Hexane)	75-83-2	17600
2,3-Dimethylbenzene (Hexane)	79-29-8	17600
2,3-Epoxy-1-propanol (Glycidol)	556-52-5	61
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	94-75-7	100
2,6-Dimethyl-4-heptanone (Diisobutyl ketone)	108-83-8	1450
Butylated hydroxytoluene (BHT; 2,6-Di-tert-butyl-p-cresol)	128-37-0	20
4,4'-Diaminodiphenylmethane (4,4'-Methylenedianiline)	101-77-9	8.1
4,4'-Thiobis(6-tert-butyl-m-cresol)	96-69-5	100
4,6-Dinitro-o-cresol	534-52-1	2
1,3-Dichloro-5,5-dimethyl hydantoin	118-52-5	2

^a ACGIH, 2011 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, Cincinnati, OH

^b http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/AllChrels.html - Chronic Reference Exposure Levels (CRELs) adopted by the State of California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA), December 2008 and recognized as VOCs by the State of CA DPH's CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 "Standard Method for the Testing and Evaluation of Volatile Organic Chemical Emissions From Indoor Sources Using Environmental Chambers Version 1.2" dated January 2017.

* Indicates the Short Term Exposure Limit (STEL) or Ceiling value

† AIHA 2010 Workplace Environmental Exposure Level (WEEL)

** Full REL value allowed per CA CDPH.

Emission Factor Levels for GREENGUARD Gold Certification, applied to individual furniture products and component assemblies

INDIVIDUAL VOCS		Open Plan Criteria ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{hr}$)	Private Office Criteria ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{hr}$)
CAS #	CHEMICAL		
1634-04-4	Methyl-tert-butyl ether	2762	5569
50-00-0	Formaldehyde	6.2	12.5
56-23-5	Carbon tetrachloride	14	28
75-35-4	1,1-Dichloroethylene	24	49
78-59-1	Isophorone	691	1392
Total VOCs		152	306
Total Aldehydes ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{hr}$)		1.2	2.4

參考書目

中文部分

1. 羅時麒，「綠建材標章產品含環境荷爾蒙物質調查之研究(3/3)」，內政部建築研究所研究成果報告，2012。
2. CNS15200-1-1，「塗料一般試驗方法—第 1—1 部：通則—一般試驗（條件與方法）」，經濟部中央標準局，2007 年。
3. 江哲銘、邵文政，「擴大健康綠建材性能與效益評估計畫」，內政部建築研究所，2009 年。
4. 陳振誠，台灣本土氣候下換氣率影響建材有機物質逸散特性之研究-以合板及清漆為例，國立成功大學建築研究所碩士論文，2004 年
5. 林霧霆，濕式建材中總揮發性有機化合物法定毒性總類之調查研究，內政部建築研究所研究成果報告，2014。
6. 江哲銘、李俊璋，「室內建材揮發性有機逸散物質檢測標準試驗方法及程序之研究」，內政部建築研究所，2001 年
7. 林君穎，環境因子對室內建材 VOCs 及 Formaldehyde 逸散率之影響研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，2004 年。

外文部分

1. ISO-16000-25 I Indoor air – Part 25: Determination of the emission of semi-volatile organic compounds by building products --Micro-chamber method (2011).
2. JIS A 1904 建築材料の準揮發性有機化合物（SVOC）の放散測定方法—マイクロチャンバー法(2015)
3. Improved Method for Measuring and Characterizing Phthalate Emissions from Building Materials and Its Application to Exposure Assessment. *Environmental Science & Technology*. (48), (2014) .
4. Detection of 34 plasticizers and 25 flame retardants in indoor air from houses in Sapporo, Japan. *Science of the Total Environment*. (37) 2014