

建材逸散塑化劑檢測技術開發 與試驗調查之研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 107 年 12 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)

107301070000G0040
PG10704-0060

建材逸散塑化劑檢測技術開發 與試驗調查之研究

研 究 人 員：蔡介峰 副研究員

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 107 年 12 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)

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH
INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

A study on the development and
experimental investigation of testing
technology for phthalates of emission
from building materials

BY

Chieh-Feng ,Tsai

December, 2018

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	IV
摘要.....	V
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究內容.....	4
第三節 研究流程與步驟.....	5
第二章 資料蒐集與文獻分析.....	6
第一節 塑化劑種類與特性.....	6
第二節 國內外相關規範發展概況.....	9
第三節 塑化劑相關研究.....	38
第三章 實驗計畫與結果.....	43
第一節 半揮發性有機化合物分析設備.....	46
第二節 市售建材產品試驗結果.....	65
第四章 建材逸散塑化劑試驗標準草案.....	79
第一節 標準草案架構.....	79
第二節 標準草案研擬.....	81
第五章 結論與建議.....	122
第一節 結論.....	122
第二節 建議.....	124

附錄一 本研究試驗之檢量線.....	127
附錄二 本研究試驗產品之照片.....	135
附錄三 ISO 16000-33 參考標準	143
附錄四 期初審查會議紀錄及處理情形	149
附錄五 期中會議記錄及處理情形.....	157
附錄六 期末會議記錄及處理情形.....	159
參考書目	165

表 次

表1-2.1	研究內容與進度說明	4
表2-1.1	鄰苯二甲酸酯類之塑化劑	7
表2-2.1	我國近年來有關室內空氣或塑化劑公佈之國家標準	9
表2-2.2	毒性化學物質分類管理架構	17
表2-2.3	9種塑化劑列為第一類或第二類毒性化學物質	18
表2-2.4	9種塑化劑得使用用途一覽表	19
表2-2.5	我國室內空氣品質管理法相關規定	22
表2-2.6	室內空氣品質標準管制內容	23
表2-2.7	五種塑化劑每日耐受量	26
表2-2.8	企業監測塑化劑指標值	26
表2-2.9	五種塑化劑溶出限量	27
表2-2.10	健康綠建材評定基準表	30
表2-2.11	健康綠建材分級基準表	31
表2-2.12	ISO16000系列尚未轉化為CNS標準彙整表	33
表2-2.13	ECHA公佈塑化劑限制情形	35
表2-2.14	ASTM發佈關於塑化劑檢測標準彙整表	36
表2-2.15	JIS發佈關於塑化劑檢測標準彙整表	37
表3-1	本所建材逸散檢測實驗室通過TAF認證項目	43
表3-1.1	分析狀態設定表	58
表3-1.2	FC-43查驗標準表	59
表3-1.3	鄰苯二甲酸酯類之監測離子群	59
表3-1.4	滯留時間	60
表3-2.1	試驗產品基本資料	66
表4-1.1	標準草案架構表	79

圖 次

圖1-3.1	研究流程與步驟	5
圖2-1.1	鄰苯二甲酸酯類基本結構	8
圖2-3.1	TRPV1離子通道示意圖	38
圖2-3.2	暴露於甲醛或鄰苯二甲酸酯之病理反應	39
圖2-3.3	SVOC質傳過程示意圖	41
圖2-3.4	建材逸散塑化劑潛在風險調查資料	42
圖3-1	TAF認可證書(甲醛及揮發性有機化合物部分)	44
圖3-1.1	本所質譜儀	47
圖3-1.2	本所氣相層析儀	49
圖3-1.3	全自動熱脫附儀	51
圖3-1.4	第一步試驗佈置	53
圖3-1.5	第二步試驗佈置	54
圖3-2.1	試驗樣本照片	66
圖3-2.2	高抗污面漆之檢測結果	67
圖3-2.3	地坪耐磨面漆之檢測結果	68
圖3-2.4	黏著劑(a)之檢測結果	69
圖3-2.5	熱固性合板(a)之檢測結果	70
圖3-2.6	塑膠地磚(a)之檢測結果	71
圖3-2.7	水泥漆之檢測結果	72
圖3-2.8	乳膠漆之檢測結果	73
圖3-2.9	黏著劑(b)之檢測結果	74
圖3-2.10	熱固性合板(b)之檢測結果	75
圖3-2.11	塑膠地磚(b)之檢測結果	76

摘要

關鍵詞：建材、塑化劑、半揮發性有機化合物

一、研究緣起

根據世界衛生組織(World Health Organization, WHO)統計「人的一生平均有90%時間處在廣義室內空間中」，因此室內空氣品質對居住者的健康有著不可忽視的影響，而本所在建材逸散研究部分，於90~92年間進行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，於93年建立綠建材標章制度，並將建材甲醛及TVOC之低逸散性能納入健康綠建材之評定基準中，於102年更將健康綠建材評定基準進一步提升，依據甲醛及TVOC之逸散速率，將建材分為E1、E2、E3等3個逸散等級引導廠商持續研發逸散速率更低之建材，進一步降低室內空氣污染源。

近年塑化劑等半揮發性有機化合物(SVOC)議題備受重視，本研究擬在前期建材逸散成果基礎下，配合本(107)年新建置之半揮發性有機化合物設備完成建材逸散塑化劑檢測技術之開發，未來並進一步擴展本所檢測業務，提供最精良儀器設備，以嘉惠各界共同解決室內空氣品質問題。

二、研究方法及過程

本研究採用之方法及過程概述如下：

(一) 資料收集法：

蒐集整理國內外有關室內空氣或建材逸散塑化劑試驗之文獻，透過國外標準之解析，作為研擬相關 CNS 標準草案之參考依據。

(二) 實測試驗法：

完成本所本(107)年新建之建材逸散塑化劑檢測系統，整合，包括標準程序之建立、個別設備之性能檢核及系統整合測試評估，並實際選定市售建材產品進行實測調查分析，分析其逸散特性，累積相關實測經驗。

(三) 歸納分析法：

綜合資料蒐集、實測試驗及前期研究成果進行比較分析，俾整理提出對策，以供後續認證及綠建材標章建議參考。

三、重要發現

(一) 在資料蒐集分析部分，本研究發現我國現行 CNS 標準關於塑化劑試驗，主要與塑膠產業技術發展技術及鄰苯二甲酸酯類含量測定有關，囿於鄰苯二甲酸酯類係屬半揮發性有機化合物，其特性會緩慢而穩定從產品中逸散出來，經檢視國內目前尚無鄰苯二甲酸酯逸散檢驗標準可供遵循，因此，本研究參考目前國際組織最新發展之「ISO 16000-33:2017 Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」標準，將內容轉化為中文作為本標準的主軸，並採用適當的圖說輔助說明，期望對經濟部標準檢驗局發布新標準及業界有所助益。

(二) 針對在第一步及第二步試驗 GC/MS 能偵測化合物訊號分析部分，本研究 10 件樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 10 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管有 4 支(占 40%)可偵測到訊號，另在第二步試驗(脫附試驗)所蒐集採樣 10 支 Tenax® TA 吸附劑管全部 10 支(100%)均可偵測到訊號，由試驗結果可看出在溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 之 ISO 16000-25 標準測試環境條件，建材在逸散試驗過程，物質被微型容器內壁吸附比率(需第二步試驗之脫附處理)明顯高於直接逸散(第一步試驗)所蒐集之結果。

(三) 針對有(無)取得健康綠建材標章之建材逸散分析部分，本研究 5 件取得標章之樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 5 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管僅有 1 支接著劑類產品(占 20%)可偵測到訊號，另 5 件未取得標章之樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 5 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管有 3 支(占 60%)，分別為塗料類、接著劑類及地板類可偵測到訊號，初步試驗結

果未取得健康綠建材標章建材之直接逸散樣本數目高於有健康綠建材標章之產品。

- (四) 目前國內或國際上在食品、容器及塑膠類等產品之塑化劑含量或溶出量分析大都採用氣相層析質譜儀(GC/MS)法，其中「食品器具容器包裝衛生標準」含量限量之管制基準為 0.1%，溶出限量管制基準 0.3 ppm~30 ppm，設備可偵測到之量級為 ppm，本研究參考業界 GC/MS 最常使用”scan”設定模式，經多次嘗試目前能同時偵測到 9 種指標物質塑化劑之濃度至少需 1 ppm 以上，因此本次建立之檢量線範圍為 1~10 ppm，經分析僅適用於建材之塑化劑含量、溶出量或 1 ppm 以上之高濃度逸散檢測使用，而本次 10 件樣本經實驗結果，在第一步及第二步試驗均未發現超過 1 ppm 之高濃度逸散塑化劑物質。

四、主要建議事項

- (一) 進行建材逸散塑化劑檢測標準法制化之推動：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部標準檢驗局

本研究已參酌 ISO 16000-33 完成「室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定—氣相層析質譜法（草案）」之研擬，故建議提供經濟部標準檢驗局進行後續法制化作業，使國內室內空氣試驗相關規範更為完備。

- (二) 進行各項提升建材逸散塑化劑分析技術基礎研究工作：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：

本研究在系統整合測試發現，在第一步試驗，連結空氣供應裝置及微型容器之氣體傳輸管線，易受外部測試環境影響，造成溼度有飄移現象，建議後續可使用適當阻絕材料妥予包覆、加

裝防護罩或於進氣端加設除濕預處理裝置，俾提升整體精確度。

另透過蒐集國際相關綠建材標章分析，目前各國 TVOC 或逸散塑化劑評定基準為 $0.001 \text{ mg/m}^3 \sim 0.1 \text{ mg/m}^3$ ，經換算檢量線下限至少需達 $10^{-4} \text{ ppm} \sim 10^{-2} \text{ ppm}$ 量級方能滿足需求，另由相關文獻分析，目前 DEHP 之定量極限(LOQ)可達 $0.06 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ，其餘 8 種指標物質塑化劑之定量極限可達 $0.01 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ，部分研究亦顯示可偵測到含量 $0.5 \mu\text{g}$ 之逸散塑化劑，經換算檢量線下限可達 10^{-6} ppm 量級，顯見在提升分析技術基礎研究還有很大精進空間，建議未來可增加 LC-MS/MS 等方式、採用 Florisil® 吸附劑管、或更改 GC/MS 設定例如“SIM”及“SIM and Scan”等模式，進一步加以分析比對，以有效提升實驗室分析能量。

Abstract

Keywords: Building Material, Phthalates,
Semi-volatile organic compounds

According to the statistics of the World Health Organization (WHO), "A person's life is 90% of the average time in a generalized indoor space", so the indoor air quality has a negligible impact on the health of the occupants.

In the year of 2001~ 2004 · the Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior have already completed the development of testing technology for formaldehyde and volatile organic compounds of emission from indoor building materials, and set up a high-quality control policy for green building materials through the promotion of "green building materials label". In the year of 2013 ~ 2016 · the Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior and the Bureau of Standards Metrology and Inspection, Ministry of Economic Affairs have jointly completed and promulgate successively relevant CNS indoor air standards. Based on the results of the previous research, this study intends to establish semi-volatile organic compounds equipment and develop testing technology for phthalates of emission from building materials.

This study also found that the current CNS standard on phthalates testing in our country is mainly related to the technology development technology of plastics industry. Phthalates and other plasticizers are distributed only physically within the polymer matrix, and are not chemically bound. Hence, phthalates can slowly but steadily diffuse out of the products during application and can

volatilize in ambient air. Therefore, this study refers to the current most commonly quoted ISO 16000-33 standard in determination of phthalates for building material products and applied the standard in 10 pieces of the building materials testing.

For the first and second steps of detecting compound signal analysis by GC/MS, the 10 samples of this study collected in the first step 40% can detect the signal, and all the 10 samples of this study collected in the second step can detect the signal. This result shows that the adsorption ratio of the substance by the inner wall of the micro-container is significantly higher than that of the direct escape in the process of dissipation of building materials.

Based on this study, the immediate and long-term suggestions are proposed as follows:

1. For immediate suggestion: This study has consulted ISO 16000-33: Indoor air - Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) to complete the measurement standard (draft), it is expected that it will be helpful to the Bureau of Standards Metrology and Inspection, Ministry of Economic Affairs to release the new standard.
2. For long-term suggestion: The serious problem of indoor environment is mainly cause by chemical substances emission from indoor building materials. Therefore, in order to ensure the quality of the indoor air environment, it is suggested that various work on improving the analysis technology for phthalates of emission from building materials should be discussed in depth.

These informations shall provide a frame of reference when the government sets up the relevant polices.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

根據世界衛生組織(World Health Organization, WHO)統計「人的一生平均有90%時間處在廣義室內空間中」，因此室內空氣品質對居住者的健康有著不可忽視的影響。尤其臺灣的建築逐漸朝向密閉化、高層化發展，室內通風幾乎全仰賴機械空調系統，再加上國人的居住空間普遍有過度裝修的現象，而裝修建材及傢俱中可能含有超量的甲醛、揮發性有機化合物(TVOC)等化學物質，導致建築室內環境中有害氣體的濃度往往高於室外環境。室內空氣中常被偵測到的甲醛及TVOC中的苯(Benzene)已被聯合國轄下的國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer)評估為第一級(Group 1)人類致癌物，由此可知，室內空氣品質與國人的健康息息相關，有效為國人健康把關，讓人民住的安全安心，為政府施政之重心。

因此本所在建材逸散研究部分，於90~92年間進行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，於93年建立綠建材標章制度，並將建材甲醛及TVOC之低逸散性能納入健康綠建材之評定基準中，於97年開發「建材逸散模擬資訊系統」軟體，透過該資訊模擬系統，可選取「空間資訊」、「裝修環境條件」及「裝修材料」等因子，模擬室內環境甲醛及揮發性有機化合物逸散情形，於102年更將健康綠建材評定基準進一步提升，依據甲醛及TVOC之逸散速率，將建材分為E1、E2、E3等3個逸散等級引導廠商持續研發逸散速率更低之建材，進一步降低室內空氣污染源，於102~105年間協助標準檢驗局制訂CNS 16000-3「室內空氣—第3部：甲醛與其他羰基化合物之測定—主動採樣法」等4項國家標準，以提升國內建材逸散國家標準並與國際接軌，

於105年配合行政院環保署室內空氣品質基準，將健康綠建材評定基準之TVOC由6種擴大管制至12種物質，對於國內住宅空氣環境品質提升及促進相關產業技術發展有重要貢獻。

綜觀本所前期研究已依照優先順序，逐步針對甲醛及TVOC之建材逸散作相當完整研究，並協助研訂國家標準、管制規範，支援健康綠建材研發驗證，致力為國人健康把關，執行成效良好，而室內空氣品質除受建材逸散甲醛及TVOC影響，近年塑化劑等半揮發性有機化合物（SVOC）議題備受重視，在美國綠建築協會LEED系統之室內環境品質（Indoor Environmental Quality）指標，已要求塗料需符合無毒、無塑化劑、低VOC等基本要求，本所因應國際規範發展趨勢，刻正著手規劃將塑化劑逸散納入綠建材評定項目，且經市場分析目前國內尚無實驗室及設備可進行該項檢測，若本實驗中心搶先完成設備建置、開發檢測技術及取得相關認證，可望提升後續應用，增加相關檢測業務，另後續亦可加強與環保署、經濟部標檢局之協調合作，提供建材逸散塑化劑之檢測等服務，有助於維護室內空氣品質，建構安全健康之居住環境。因此，本研究擬在前期成果基礎下，配合本(107)年新建置之半揮發性有機化合物設備完成建材逸散塑化劑檢測技術之開發，未來並進一步擴展本所檢測業務，提供最精良儀器設備，以嘉惠各界共同解決室內空氣品質問題。

本研究採用之方法主要包括以下項目：

（一）資料收集法：

蒐集整理國內外有關室內空氣或建材逸散塑化劑試驗之文獻，並透過ISO 16000-33:2017等標準之解析，研擬「室內空氣—第33部：鄰苯二甲酸酯之測定—氣相層析質譜法」之CNS標準(草案)。

（二）實測試驗法

完成本所本(107)年新建之建材逸散塑化劑檢測系統

整合，包括標準程序之建立、個別設備之性能檢核及系統整合測試評估，並實際選定市售建材產品進行實測調查分析，分析其逸散特性，累積相關實測經驗。

(三) 歸納分析法：

綜合資料蒐集、實測試驗及前期研究成果進行比較分析，俾整理提出對策，以供後續認證及綠建材標章建議參考。

第二節 研究內容

表 1-2.1 研究內容與進度說明

工作項目	第一月	第二月	第三月	第四月	第五月	第六月	第七月	第八月	第九月	第十月	備註
相關文獻資料蒐集與整理	████████████████████										
國內外塑化劑管制規範與試驗標準之探討		████████████████████									
半揮發性有機化合物分析設備採購建置			████████████████████								
檢測系統整合與性能檢核確認					████████████████████						
塑化劑逸散試驗標準程序之建立					████████████████████						
期中簡報					██████						
CNS 標準草案研擬						████████████████████					
國內建材產品試驗調查分析							████████████████████				
期末簡報									██████		
期末報告修正並完成成果報告										██████	
預定進度 (累積數)	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
說明：研究進度以粗線表示其起訖日期。											

第三節 研究流程與步驟

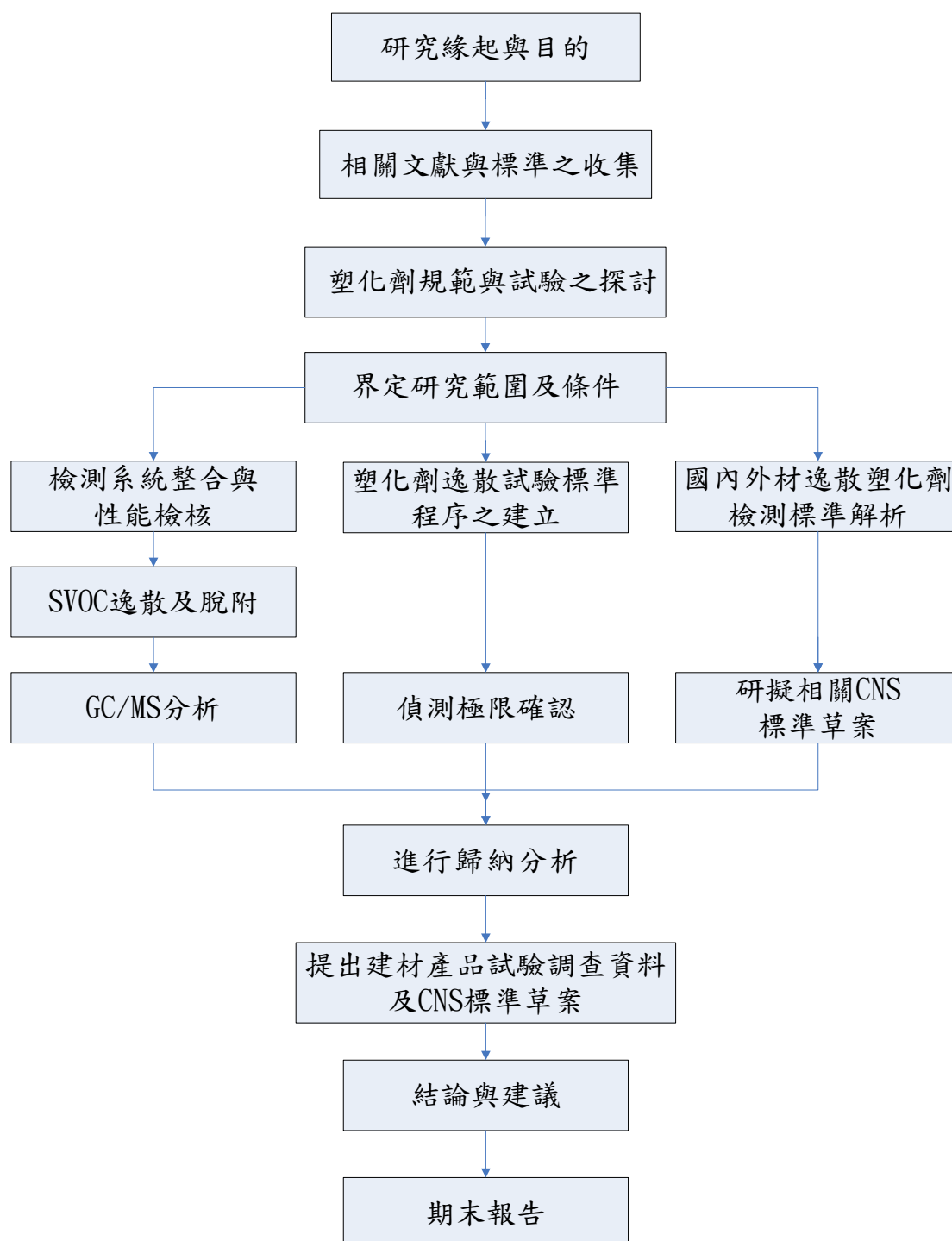


圖 1-3.1 研究流程與步驟

第二章 資料蒐集與文獻分析

第一節 塑化劑種類與特性

塑化劑 (plasticizers) 又稱增塑劑、可塑劑，是一種可以增加材料柔軟性或讓材料液化的添加物，主要作為增塑劑被廣泛應用在工業和日常生活用品中。塑化劑添加的對象包含塑膠、混凝土、牆板泥灰、水泥與石膏等，其種類繁多，依化學結構區分為鄰苯二甲酸酯、脂肪酸酯、羧酸酯、磷酸酯、環氧酯、高分子酯及其他非鄰苯二甲酸酯等七大類，分敘如下：

1. 鄰苯二甲酸酯 (Phthalate)

鄰苯二甲酸酯是鄰苯二甲酸酐與不同碳數的醇酯化成，世界上生產量最大，應用層面最廣的塑化劑，包括如鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)等 9 種塑化劑，其用途及可能存在產品如表 2-1.1 所示，其中 DEHP 與 PVC 相容性佳，可塑化效率高，且兼具各種塑化劑之性能，於 PVC 加工上是用量最大之塑化劑，目前包括地板、人造皮革、壁紙、浴簾、電纜、兒童玩具、包裝材料、鞋子。運動用品、汽車內飾板及醫療產品等均可見軟性 PVC 之應用。

2. 脂肪酸酯 (Aliphatic Esters)

本類塑化劑以己二酸二(2-乙基己基)酯(DEHA)及己二酸二異壬酯(DINA)最常見，其中 DEHA 耐寒特性優異，目前於耐寒塑化劑之使用為最大量，如耐寒止水帶等；DINA 常見如軟質膠皮、膠布及 PVC 保鮮膜等。

3. 羧酸酯 (Carboxylic Esters)

本類塑化劑以偏苯三酸三辛酯(TOTM)為最常見，由於分子量大具較佳耐高溫性及低揮發性，如用於汽車內裝材與高溫絕緣線材等。

4. 磷酸酯 (Phosphates)

本類塑化劑以磷酸三甲苯酯(TCP)為代表，其耐燃性佳，常見用於

屋內配線電線被覆材等。

5.環氧酯(Epoxides)

以環氧大豆油(ESBO)為代表，其具熱安定性效果之塑化劑，軟質製品皆有使用。

6.高分子聚酯 (Polyesters)

己二酸與 1,2-丙二醇-2-乙基己酯聚合物為代表，具較低揮發性等性質，如用於耐油管膠粒等。

7.其他非鄰苯二甲酸酯(Non-Phthalate)

如檸檬酸酯(Citrates)等以檸檬酸乙醯基三丁酯(ATBC)為代表，歐盟認可使用於食品接觸之材料及兒童玩具。

表 2-1.1 鄰苯二甲酸酯類之塑化劑

塑化劑名稱	CAS 編號	化學式	沸點(°C)	可能存在產品
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	117-81-7	C ₂₄ H ₃₈	385	兒童玩具、食品包裝、醫療器材、建築材料
鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)	117-84-0	C ₂₄ H ₃₈	385	地板膠、聚乙烯磁磚、帆布
鄰苯二甲酸丁基苯酯 (BBP)	85-68-7	C ₁₉ H ₂₀	370	人造皮革、汽車內飾、建築材料
鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)	28553-12-0 68515-48-0	C ₂₆ H ₄₂ O ₄	270 至 280	兒童玩具、鞋底、建築材料
鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)	26761-40-0 68515-49-1	C ₂₈ H ₄₆ O ₄	255	電纜線、膠鞋、黏膠、橡膠襯墊
鄰苯二甲酸二己酯 (DEP)	84-66-2	C ₁₂ H ₁₄	298 至 302	溶劑、油墨
鄰苯二甲酸二異丁酯 (DIBP)	84-69-5	C ₁₆ H ₂₂	296.5	油漆、紙漿、接著劑、黏度調整劑
鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)	131-11-3	C ₁₀ H ₁₀	281 至 284	溶劑、油墨
鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)	84-74-2	C ₁₆ H ₂₂	340	食品包裝、乳膠黏合劑、溶劑

(資料來源：本研究整理)

經分析鄰苯二甲酸酯類為最普遍及常見之塑化劑，然而由於 DEHP、BBP、DBP、DIBP 及 DEP 等塑化劑並非是穩定的化學結構，且亦是一種干擾內分泌的環境荷爾蒙物質，特別是塑膠製品遇到高溫食物，油性液體釋出會更盛，相關研究顯示容易造成女性幼兒的早熟和成年女性乳癌的風險(Holmes et al., 2014)，對於男性則藉由降低體內游離的睪固酮含量而使得去男性化的風險(Viswanathan et al., 2017)，對於肌細胞 L6 myotube 會使 glucose transporter 4 (GLUT4) level 在細胞質和血液中濃度下降，造成胰島素耐受性的生成，使代謝受到影響(Viswanathan et al., 2017)，故歐洲化學總署(The European Chemicals Agency，簡稱 ECHA)於 2017.07.07 將上開 5 種塑化劑公佈為高度關切物質(Substances of Very High Concer, 簡稱 SVHC)，主要確認會對人體造成生殖毒性或內分泌干擾。

鄰苯二甲酸酯類等塑化劑由於與聚合物基質並沒有產生穩定化學鍵合現象，因此，會緩慢而穩定從產品中擴散出來，並會揮發至空氣中，依據世界衛生組織對有機化合物之分類，揮發性有機化合物(volatile organic compound, VOC)為沸點介於(50 °C ~ 100 °C)至(240 °C ~ 260 °C)間之有機化合物，半揮發性有機化合物(semi-volatile organic compound, SVOC)為沸點介於(240 °C ~ 260 °C)至(380 °C ~ 400 °C)間之有機化合物，故鄰苯二甲酸酯類係屬半揮發性有機化合物，其特性不僅可以能透過空氣擴散至室內，亦能吸附空氣中的固體微粒而沉積下來。

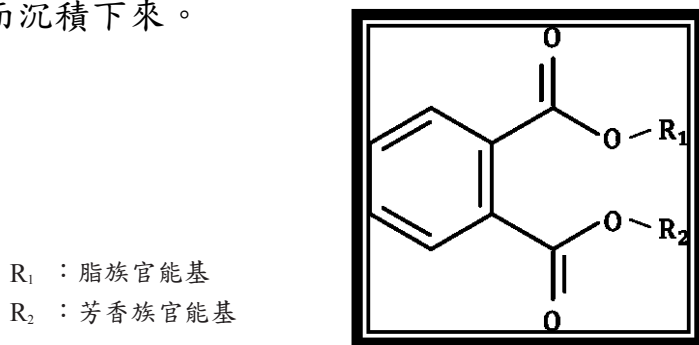


圖 2-1.1 鄰苯二甲酸酯類基本結構

(資料來源：ISO 16000-33)

第二節 國內外相關規範發展概況

一、我國有關塑化劑及室內空氣國家標準發展概況

隨著工業化及社會發展，與對塑膠產業技術提升之需求，我國早在民國 69 年就已有針對塑膠品中塑化劑遷移性及損耗發布 CNS 5342「塑膠－塑膠品中塑化劑遷移性測定法」及 CNS 5343「塑膠－塑膠品中塑化劑損耗測定法－活性碳法」標準，這些標準主要涉及範圍係提供塑膠產業技術發展所需檢驗技術，隨後因鄰苯二甲酸酯類塑化劑被確認為一種環境荷爾蒙物質，恐損害消費者健康及污染環境造成環保之問題，在 96 年發布 CNS 15138「塑膠製品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法－氣相層析法」用以測定 8 種鄰苯二甲酸酯類塑化劑及其混合物含量，並於 101 年進行修訂作為協助 CNS 15138-1「塑膠製品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法－第 1 部：氣相層析質譜法」之 GC/MS 方法樣品篩選及樣品前處理方式之決定，於 104 年針對日常用品發佈 CNS 15853-2「鞋類－鞋類及組件之有害物質－第 2 部：鞋材中鄰苯二甲酸酯類測定法」用以測定鞋材中鄰苯二甲酸酯類之含量。

另在室內空氣國家標準發展部分，於 100~105 年間公佈 CNS 16000-1:2011「室內空氣－第 1 部：採樣策略總則」等 22 項有關室內空氣試驗標準，本研究以”室內空氣”或”塑化劑”為關鍵字查詢近年來我國相關國家標準共 27 份整理如表 2-2.1 所示。

表 2-2.1 我國近年來有關室內空氣或塑化劑公佈之國家標準

標準總號	類號	名稱	最新日期
CNS 16000-3	Q1007-3	室內空氣－第 3 部：甲醛與其他羰基化合物之測定－主動採樣法 Indoor air – Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl	105/04/14

標準總號	類號	名稱	最新日期
		compounds – Active sampling method	
CNS 16000-4	Q1007-4	室內空氣－第 4 部：甲醛之測定－擴散採樣法 Indoor air – Part 4: Determination of formaldehyde – Diffusive sampling method	105/04/14
CNS 16000-6	Q1007-6	室內空氣－第 6 部：室內空氣與試驗箱空氣中揮發性有機化合物之 Tenax TA® 吸附劑主動採樣、熱脫附及氣相層析-MS/FID 測定法 Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID	105/04/14
CNS 16000-25	Q1007-25	室內空氣－第 25 部：建築產品逸散半揮發性有機化合物之測定－微型容器法 Indoor air – Part 25: Determination of the emission of semi-volatile organic compounds by building products – Micro-chamber method	105/04/14
CNS 16000-26	Q1007-26	室內空氣－第 26 部：二氧化碳(CO ₂)採樣策略 Indoor air – Part 26: Sampling strategy for carbon dioxide (CO ₂)	105/04/14
CNS 16000-28	Q1007-28	室內空氣－第 28 部：使用試驗箱之建築產品逸散氣味測定 Indoor air – Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers	105/04/14
CNS 15853-2	S2180-2	鞋類－鞋類及組件之有害物質－第 2 部：鞋材中鄰苯二甲酸酯類測定法 Footwear – Critical substances potentially present in footwear and footwear components – Part 2: Determination of	104/10/26

標準總號	類號	名稱	最新日期
		phthalates in footwear materials	
CNS 5342	K6459	塑膠－塑膠品中塑化劑遷移性測定法 Plastics – Determination of migration of plasticizers in plastics	102/01/30
CNS 5343	K6460	塑膠－塑膠品中塑化劑損耗測定法－活性碳法 Plastics – Determination of loss of plasticizers in plastics – Activated carbon method	102/01/30
CNS 15138	Z8139	塑膠製品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法－氣相層析法 Method of test for determination of plasticizers in plastic products - Gas chromatography	101/12/04
CNS 15138-1	Z8139-1	塑膠製品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法－第 1 部：氣相層析質譜法 Method of test for determination of phthalates plasticizers in plastic products - Part 1: Gas chromatography/mass spectrometry	101/06/14
CNS 16000-14	Q1007-14	室內空氣－第 14 部：多氯似戴奧辛聯苯(PCBs)與多氯二苯并對戴奧辛/二苯并呋喃(PCDDs/PCDFs)總量測定(氣相與粒子相)－萃取、淨化及高解析氣相層析與質譜分析 Indoor air - Part 14: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) - Extraction, clean-up and analysis by high-resolution gas chromatography and mass spectrometry	100/12/19
CNS 16000-23	Q1007-23	室內空氣－第 23 部：評估吸附/吸收性建築材料降低甲醛濃度之性能試驗	100/12/19

標準總號	類號	名稱	最新日期
		Indoor air – Part 23: Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials	
CNS 16000-24	Q1007-24	室內空氣－第 24 部：評估吸附/吸收性建築材料降低揮發性有機化合物(甲醛除外)濃度之性能試驗 Indoor air - Part 24: Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials	100/12/19
CNS 16000-1	Q1007-1	室內空氣－第 1 部：採樣策略總則 Indoor air - Part 1: General aspects of sampling strategy	100/01/10
CNS 16000-2	Q1007-2	室內空氣－第 2 部：甲醛之採樣策略 Indoor air - Part 2: Sampling strategy for formaldehyde	100/01/10
CNS 16000-5	Q1007-5	室內空氣－第 5 部：揮發性有機化合物 (VOCs) 採樣策略 Indoor air - Part 5: Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs)	100/01/10
CNS 16000-7	Q1007-7	室內空氣－第 7 部：空氣中石棉纖維濃度測定採樣策略 Indoor air - Part 7: Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations	100/01/10
CNS 16000-8	Q1007-8	室內空氣－第 8 部：測定建築物內局部平均空氣齡期以鑑別通風條件 Indoor air - Part 8: Determination of local mean age of air in buildings for characterizing ventilation conditions	100/01/10
CNS 16000-9	Q1007-9	室內空氣－第 9 部：建築產品與家飾逸散揮發性有機化合物之測定－逸散試驗箱法 Indoor air - Part 9: Determination of the	100/01/10

標準總號	類號	名稱	最新日期
		emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Emission test chamber method	
CNS 16000-10	Q1007-10	室內空氣－第 10 部：建築產品與家飾逸散揮發性有機化合物之測定－逸散試驗槽法 Indoor air - Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Emission test cell method	100/01/10
CNS 16000-11	Q1007-11	室內空氣－第 11 部：建築產品與家飾逸散揮發性有機化合物之測定－採樣、試樣儲存及試片製備 Indoor air - Part 11: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Sampling, storage of samples and preparation of test specimens	100/01/10
CNS 16000-12	Q1007-12	室內空氣－第 12 部：多氯聯苯(PCBs)、多氯二苯并對戴奧辛(PCDDs)、多氯二苯并呋喃(PCDFs)及多環芳香烴(PAHs)之採樣策略 Indoor air - Part 12: Sampling strategy for polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	100/01/10
CNS 16000-13	Q1007-13	室內空氣－第 13 部：多氯似戴奧辛聯苯(PCBs) 與多氯二苯并對戴奧辛／二苯并呋喃(PCDDs/PCDFs)總量測定（氣相與粒子相）－吸附劑支援濾片收集 Indoor air - Part 13: Determination of total (gas and particle-phase) polychlorinated dioxin-like biphenyls (PCBs) and polychlorinated	100/01/10

標準總號	類號	名稱	最新日期
		dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) - Collection on sorbent-backed filters	
CNS 16000-15	Q1007-15	室內空氣－第 15 部：二氧化氮採樣策略 Indoor air - Part 15: Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO ₂)	100/01/10
CNS 16000-16	Q1007-16	室內空氣－第 16 部：黴菌偵測與計數－過濾採樣 Indoor air - Part 16: Detection and enumeration of moulds - Sampling by filtration	100/01/10
CNS 16000-17	Q1007-17	室內空氣－第 17 部：黴菌偵測與計數－培養基法 Indoor air - Part 17: Detection and enumeration of moulds - Culture-based method	100/01/10

(資料來源：本研究整理)

由表 2-2.1 可知國家標準關於塑化劑量測，主要與塑膠產業技術發展技術及鄰苯二甲酸酯類含量測定有關，104 年修訂公佈 CNS 4797「玩具安全(一般要求)」，玩具中所含 DEHP 等 8 項塑化劑之含量總和不得超過 0.1%(重量比)，並納入應施檢驗項目，亦是針對含量進行測定，囿於鄰苯二甲酸酯類係屬半揮發性有機化合物，其特性會緩慢而穩定從產品中逸散出來，經檢視國內目前尚無鄰苯二甲酸酯逸散檢驗標準可供遵循。

至於室內空氣試驗標準部分，經濟部標準檢驗局於 100～105 年間參考 ISO 16000 系列標準，公佈 CNS 16000-1:2011 等 22 項有關標準，隨著技術發展及生活品質提升，國際組織近年來已陸續新增公佈 ISO 16000-33:2017「Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」等 11 項 ISO 16000 系列標準，包括目前

國內亟缺之鄰苯二甲酸酯逸散檢驗標準，該部分建議可逐一調適轉化為 CNS 標準，以維護室內空氣品質。

二、環保署毒性及關注化學物質管理規定

毒性化學物質管理法於七十五年十一月二十六日公布施行，其間於七十七年十一月十六日、八十六年十一月十九日、八十八年十二月二十二日、九十一年六月十二日、九十六年一月三日及一百零二年十二月十一日等六次修正。環保署鑑於社會關注化學物質用於食品之議題，除由中央及地方共同推動「食安五環」方案外，為進一步從源頭管理化學物質，參考聯合國國際化學品管理策略方針 (The Strategic Approach to International Chemicals Management, SAICM) 管理精神，協調各目的事業主管機關權責與法規，防止管理漏洞，除維持現行第一類至第四類毒性化學物質管理之外，新增「關注化學物質」，以利擴大列管化學物質並進行分級管理，掌握物質流向，同時強化主管機關查核權限；成立基金，進行風險預防管理，並籌措因擴大管理之經費來源；強化環境事故應變諮詢體制；檢視現行中央、地方主管機關主管事項；導入吹哨者 (whistleblower) 條款、證人保護、民眾檢舉、公民訴訟及追繳不法利得等制度，刻正辦理「毒性化學物質管理法」修正法制作業，並修正名稱為「毒性及關注化學物質管理法」，其修正要點如下：

- (一) 新增「關注化學物質」，並增訂專章規範，擴大評估化學物質之範圍及其流向，並進行分級管理，以妥適分配管理資源。
- (二) 配合關注化學物質之增訂，修正中央、地方主管機關主管事項，以符合實際運作需要。

- (三)為提升環境事故應變諮詢之專業性及處理能量，並期永續經營，增訂主管機關得將該事項委託法人、相關專業機構或團體辦理。
- (四)基於實務管理需求考量及分級管理之必要，將中央主管機關公告之毒性化學物質「大量運作基準」修正為「分級運作量」。
- (五)為強化毒性化學物質運作人於事故發生時採取必要處理措施之能力，增訂其應委託或指派專業應變人員，負責演習及應變事宜；另增訂第一類至第三類毒性化學物質聯防組織之設立計畫應報主管機關備查。
- (六)即時追蹤系統之規格須隨時檢討更新，修正為授權中央主管機關另行公告。
- (七)增訂主管機關於發生毒性化學物質事故得逕行採取相關處理措施，且其費用應由事故責任人負擔費用。
- (八)為強化資訊蒐集，對既有化學物質及新化學物質登錄之「申報」增訂相關規定。
- (九)增訂主管機關就毒性化學物質以外之關注化學物質及其他應登錄化學物質運作，亦有查核權限。
- (十)基於預防原則，並籌措因擴大管理化學物質之經費來源，增列化學物質運作費及成立基金之徵收目的、對象、用途等事項。
- (十一)為鼓勵事業內部員工及民眾檢舉不法行為，增訂吹哨者條款、證人保護制度及罰鍰提撥檢舉獎金制度。
- (十二)增訂專業技術管理人員執行業務行為違反授權辦法時之相應罰則。
- (十三)鼓勵業者遵守規定，避免因畏懼處分造成公益危害，爰就經檢舉或主管機關查獲前，自行通報者，減輕處罰或得減免刑責。

(十四)為與其他環境保護法律規定統一，增列追繳所得利益相關規定。

(十五)增訂受害人民或公民團體，於運作人、應登錄申請人等違反規定而主管機關疏於執行時，得提起公民訴訟。

目前環保署在針對民眾所關心的塑化劑管理方面，已公告 26 種塑化劑為毒性化學物質，管制相關製造、使用及貯存，包括 DEHP、DNOP、BBP、DINP、DIDP、DEP、DIBP、DMP、DBP 等 9 種塑化劑，由於毒理特性明確，列為第一類及第二類毒化物及鄰苯二甲酸二烷基酯(DHNUP)等 17 種第四類毒性化學物質，毒性化學物質分類架構如表 2-2.2 所示。

表 2-2.2 毒性化學物質分類管理架構

毒化物類別	第一類 (難分解物質)	第二類 (慢毒性物質)	第三類 (急毒性物質)	第四類 (疑似毒化物)
特性	在環境中不易分解或因生物蓄積、生物濃縮、生物轉化等作用，致污染環境或危害人體健康者。	有致腫瘤、生育能力受損、畸胎、遺傳因子突變或其他慢性疾病等作用者。	化學物質經暴露，將立即危害人體健康或生物生命者。	非前三類而有污染環境或危害人體健康之虞者。
運作權之獲得	1.許可證(運作量達大量運作基準之製造、輸入、販賣行為) 2.登記文件(使用、貯存、廢棄行為) 3.核可文件(運作量低於大量運作基準之製造、輸入、販賣、使用、貯存、廢棄運作行為)			核可文件
專責人員	製造、使用、貯存場所運作量達大量運作基準以上；單次運送氣體達 50 公斤、液體達 100 公斤、固體達 200 公斤以上者，應設置專責人員，等級、人數，依規定設置。			—
危害預防及應變計畫	除輸出、廢棄外，其運作總量達大量運作基準，應於申請許可證或登記文件前，檢具危害預防及應變計畫，報請直轄市、縣(市)主管機關備查。主管機關應於第三類毒性化學物質之危害預防及應變計畫備查後 15 日內，將該計畫摘要供民			—

	眾查閱。			
運作紀錄申報	按月申報：每月 10 日前申報前一個月運作紀錄。			
釋放量紀錄申報	製造、使用、貯存年運作總量達 300 公噸以上或任一日達 10 公噸以上者，每年 1 月 10 日前申報。			
接受查核	要	要	要	要
運送聯單申報	要	要	要	—

(資料來源：本研究整理)

表 2-2.3 9 種塑化劑列為第一類或第二類毒性化學物質

列管編號	序號	塑化劑名稱	管制濃度 (%)	大量運作基準 (kg)	毒性分類
068	01	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	10	50	1,2
068	02	鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)	10	50	1
068	03	鄰苯二甲酸丁基苯酯 (BBP)	10	50	1,2
068	04	鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)	10	50	1
068	05	鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)	10	50	1
068	06	鄰苯二甲酸二己酯 (DEP)	10	50	1
068	10	鄰苯二甲酸二異丁酯 (DIBP)	10	50	1,2
080	01	鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)	10	50	1
080	02	鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)	10	50	1,2

(資料來源：本研究整理)

表 2-2.4 9 種塑化劑得使用用途一覽表

列管編號	序號	塑化劑名稱	用途
068	01	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	1.研究、試驗、教育。 2 作為塑化劑。
068	02	鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)	
068	03	鄰苯二甲酸丁基苯酯 (BBP)	
068	04	鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)	1.研究、試驗、教育。 2 作為塑化劑。 3.用於塑膠之製造加工、回收、處理。
068	05	鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)	4.製造馬來酸酐之溶劑。 5.合成樹脂、接著劑、黏合劑、軟化劑、黏度調整劑。 6.製造厚膜導電及非導電漿料。 7.汽車塗裝用修補漆。
068	06	鄰苯二甲酸二己酯 (DEP)	1.研究、試驗、教育。 2 作為塑化劑。 3.用於塑膠之製造加工、回收、處理。 4.製造馬來酸酐之溶劑。 5.合成樹脂、接著劑、黏合劑、軟化劑、黏度調整劑。 6.製造厚膜導電及非導電漿料。 7.汽車塗裝用修補漆。 8.藥物(品)、化妝品、非食用香精之製造。
068	10	鄰苯二甲酸二異丁酯 (DIBP)	1.研究、試驗、教育。 2.油漆。 3.染整助劑。 4.黏度調整劑。 5.清潔劑。 6.PU 原料製造，軟、硬質泡綿。 7.塑化劑。 8.顏料溶劑。
080	01	鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)	1.研究、試驗、教育。 2 作為塑化劑。 3.用於塑膠之製造加工、回收、處理。 4.製造馬來酸酐之溶劑。

			5.合成樹脂、接著劑、黏合劑、軟化劑、黏度調整劑。 6.製造厚膜導電及非導電漿料。 7.汽車塗裝用修補漆。 8.藥物(品)、化妝品、非食用香精之製造。
080	02	鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)	1.研究、試驗、教育。 2.作為塑化劑。 3.藥物(品)之製造。

(資料來源：本研究整理)

環保署依「毒性化學物質管理法」第二十五條第四項及「廢棄物清理法」第七十五條之規定於民國 100 年 10 月 19 日公佈 NIEA T801.10B 「塑膠中鄰苯二甲酸酯類檢測方法—氣相層析質譜儀法」，適用於檢測塑膠原物料、含塑膠之成品、市售玩具及塑膠廢棄物中含有上開 9 種第一類或第二類塑化劑毒性化學物質之檢測，本方法包括「方法概要」等 11 個章節，對其他鄰苯二甲酸酯類化合物，經驗證且符合本方法之品管要求，亦適用之，非僅侷限於上開 9 種塑化劑物質之檢測，內容摘要分述如下：

(一)方法概要：

樣品經破碎至直徑約 2 mm 以下後，稱取適量樣品加入四氫呋喃 (Tetrahydrofuran; THF) 經超音波震盪萃取後，再加入正己烷，取上層液經 0.45 μm 濾膜過濾後，以氣相層析質譜儀分析鄰苯二甲酸酯類含量。

(二)適用範圍：

塑膠原物料、含塑膠之成品、市售玩具及塑膠廢棄物等。

(三)干擾：

具有與鄰苯二甲酸酯類同等性質的雜質，可能會導致檢測結果偏高現象，此類污染常源自塑膠器皿，故在分析過程中，不可使用塑膠器皿。

(四)設備及材料：

氣相層析／質譜儀（GC/MS）系統、破碎設施、超音波洗淨器或震盪器、微量注射針、分析天平、PTFE 濾膜等。

(五)試劑：

四氫呋喃、正己烷、環己烷、質譜儀校正標準溶液、檢量線標準品、儲備標準溶液、內標準品、檢量線標準溶液等。

(六)採樣及保存：原物料及產品依包裝直接採集，以原包裝在室溫下保存，保存期限依廠商建議時間為原則。

(七)步驟：

包括氣相層析質譜儀設定條件、績效測試及建立檢量線、檢量線之續用性、樣品分析等。

(八)結果處理：定性分析、定量分析。

(九)品質管制

(十)精密度、準確度與方法偵測極限

(十一)參考文獻

三、環保署室內空氣品質管理規定

每人每天約百分之九十之時間處於室內之環境中，室內空氣品質之良窳，直接影響工作品質及效率，使得室內空氣污染物對人體健康影響受到重視。有效改善室內空氣品質，維護室內環境品質，方可保障國民身體健康。

因室內空氣品質改善須從室內通風換氣、室內裝修與使用材料、建築整體規劃設計與使用維護管理等方面著手，涉及各級主管機關，環保署 100 年 11 月 23 日參酌各方意見，制定公佈「室內空氣品質管理法」，並於 101 年 11 月 23 日正式實施，使我國成為世界上繼韓國之後，第二個將室內空氣品質管理立法推動的國家。本法的立法將過去室外大氣管制為主的空氣污染防治，

延伸到公共場所室內空氣品質的管理，具體展現政府重視民眾室內生活環境的決心。

本法實施後，未來經中央主管機關(環保署)公告指定之室內公私場所應符合室內空氣品質標準、應定期委託進行室內空氣品質檢驗、應設置自動連續監測、委由中央主管機關許可之室內空氣品質查證人員查驗及簽證檢驗測定報告及改善與維護管理措施，目前公佈之相關規定彙整如表 2-2.5 所示，其中「室內空氣品質標準」管制項目包括二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物、細菌、真菌、PM10、PM2.5、臭氧等 9 項，管制內容如表 2-2.6 所示。

表 2-2.5 我國室內空氣品質管理法相關規定

名稱	內容或制定依據	最新公佈日期
室內空氣品質管理法	共分總則、管理、罰則、附則等 4 章、24 條規定。	100/11/23
室內空氣品質管理法施行細則	依室內空氣品質管理法第二十三條規定訂定之。	101/11/23
室內空氣品質標準	依室內空氣品質管理法第七條規定訂定之。	101/11/23
室內空氣品質檢驗測定管理辦法	依室內空氣品質管理法第十條第三項規定訂定之。	101/11/23
違反室內空氣品質管理法罰鍰額度裁罰準則	依室內空氣品質管理法第十九條第二項規定訂定之。	101/11/23
應符合室內空氣品質管理法之第一批公告場所	依室內空氣品質管理法第六條規定訂定之。	103/01/23
室內空氣品質維護管理計畫文件(105 年 6 月修訂版)	依室內空氣品質管理法第八條規定訂定之。	103/06/26

名稱	內容或制定依據	最新公佈日期
室內空氣品質維護管理專責人員設置管理辦法	依室內空氣品質管理法第九條第三項規定訂定之。	105/08/11
應符合室內空氣品質管理法之第二批公告場所	依室內空氣品質管理法第六條規定訂定之。	106/01/11

(資料來源：本研究整理)

表 2-2.6 室內空氣品質標準管制內容

項目	標準值		單位
	時間	數值	
二氧化碳 (CO ₂)	八小時值	1,000	ppm (體積濃度 百萬分之1)
一氧化碳 (CO)	八小時值	9	ppm (體積濃度 百萬分之1)
甲醛 (HCHO)	一小時值	0.08	ppm (體積濃度 百萬分之1)
總揮發性有機化合物 (TVOC, 包含: 12種揮 發性有機物之總和)	一小時值	0.56	ppm (體積濃度 百萬分之1)
細菌 (Bacteria)	最高值	1,500	CFU/m ³ (菌落數 /立方公尺)
真菌 (Fungi)	最高值	1,000 但真菌濃度室內 外比值小於等於 1.3者, 不在此限	CFU/m ³ (菌落數 /立方公尺)
粒徑小於等於10微米 (μm)之懸浮微粒 (PM10)	二十四小 時值	75	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立 方公尺)
粒徑小於等於2.5微米 (μm)之懸浮微粒 (PM2.5)	二十四小 時值	35	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立 方公尺)
臭氧 (O ₃)	八小時值	0.06	ppm (體積濃度 百萬分之1)

(資料來源：本研究整理)

備註:

- 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(Carbontetrachloride)、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。

四、衛生福利部塑化劑管制相關規定

(一)化粧品殘留限量之規定：

鄰苯二甲酸酯類 (Phthalic acid esters, PAEs) 泛指鄰苯二甲酸酯化的衍生物，因其具有不錯的柔軟性、延展性及黏著性，適量添加於塗料、油墨或聚氯乙烯等材質中，可以改善原本材料特性，便於製成不同形貌的產品。例如塑膠玩具、日常器皿、或

是添加於醫療器材中，增加柔軟度及可塑性，因此亦稱為塑化劑。由於其良好的延展及黏著特性也常添加於化粧品，以使香水延長香氣（稱定香劑），使髮膠具有黏彈性以利頭髮造型，或是方便指甲油塗佈時之均勻覆蓋。

部分鄰苯二甲酸酯類分子結構與生物體內的荷爾蒙類似，文獻顯示可能影響胎兒神經系統發育。有鑑於此，衛福部自 2005 年（2005 年 4 月 21 日衛署藥字第 0940306865 號公告、2006 年 5 月 11 日衛署藥字第 0950315863 號公告、2008 年 10 月 28 日衛署藥字第 0970333053 號公告）即依據《化粧品衛生管理條例》第 23 條第 1 項陸續公告禁止化粧品中使用 DBP、DMEP、DnPP、DiPP、BBP、DEHP、DnOP 等 7 種鄰苯二甲酸酯類，並於 2008 年 12 月 25 日衛署藥字第 0970333062 號公告限量：「如化粧品於製造過程中，技術上無法避免，致含自然殘留之鄰苯二甲酸酯類成分時，則其最終製品中所含鄰苯二甲酸酯類成分之總殘留量，不得超過 100ppm」。違者依第 27 條規定，處 1 年以下有期徒刑、拘役或科或併科新臺幣 15 萬元以下罰金；其妨害衛生之物品沒收銷燬之。

(二) 塑化劑每日耐受量及企業監測指標之規定：

塑化劑為製造塑膠容器器具之添加物，因此，在食品製造過程如使用到塑膠類之器具、管路及包材等，皆會導致最終食品含有少量之塑化劑。另外，由於塑化劑在工業上大量使用，存在於環境中，食品中含有之少量塑化劑，其原因亦可能來自於環境污染或食物鏈的累積。

為釐清產品中少量之塑化劑是否危害人體健康，並用以評估國內食品中所含之塑化劑，鄰苯二甲酸酯類，可能引起之健康風險，衛福部於 100 年 7 月 13 日公布針對國內較常使用 DEHP、DBP、DINP、BBP、DIDP 等 5 種塑化劑，參考歐盟標準及國內外學者所提出之毒理研究及背景值等資料，並經討論後，提出每

日耐受量(Tolerable Daily Intake, 簡稱 TDI)如表 2-2.7 所示，TDI 值係國際間針對污染物質所制定之人體每日耐受量建議，一方面作為產品污染含量風險評估之估算參考，也作為下一步訂定各食品塑化劑限量標準的依據。

表 2-2.7 五種塑化劑每日耐受量

塑化劑類別	每日耐受量 (微克/每公斤體重/每日)
DEHP	50
DBP	10
DINP	150
BBP	500
DIDP	150

(資料來源：本研究整理)

此外，衛福部於 100 年 10 月 26 日署授食字第 1001303005 號函公布「降低食品中塑化劑含量之企業指引」倡議企業監測塑化劑指標值以提供遵循，如表 2-2.8 所示。

表 2-2.8 企業監測塑化劑指標值

(單位:ppm)

食品類別		塑化劑				
		DEHP	DBP	DINP	BBP	DIDP
飲料		1	0.5	3	10	3
幼兒食品	奶粉	0.5	0.1	1.5	5	1.5
	輔助食品	0.5	0.1	1.5	5	1.5
	益生菌粉末	1	0.2	3	10	3
	維生素	1	0.2	3	10	3
膠囊、錠狀食品		5	0.6	9	30	9
油脂類		3	0.6	9	30	9
主食類	米麵製品	1	0.3	3	10	3
甜點及其他加工食品		3	1	9	30	9

(資料來源：本研究整理)

(三) 「食品器具容器包裝衛生標準」塑化劑管制之規定：

食品器具容器包裝衛生標準於七十三年三月三十日公布施行，其間因應民情及社會發展歷經 11 次修正，目前本標準最新規定為 2013 年（2013 年 4 月 9 日署授食字第 1021300776 號令修正）公佈，法源依據係依食品衛生管理法第十條訂定，在塑化劑管制內容包括：

1. 專供 3 歲以下嬰幼兒使用之食品器具及容器，不得添加 DEHP、DNOP、DBP 及 BBP 等四種塑化劑。
2. 塑膠類及聚氯乙烯(PVC)產品之 DEHP、DNOP、BBP、DINP、DIDP、DEP、DMP、DBP 等 8 種塑化劑之個別含量不得超過 0.1% (重量比)。
3. 塑膠類產品需以正庚烷為溶媒，於 25°C、1 小時之溶出條件下進行測試，並針對 DEHP 等五種塑化劑分別訂有溶出限量之規定，所有與食品直接接觸之塑膠材質設備、器具、容器及包材，均應確認是否符合上開衛生標準，如表 2-2.9 所示：

表 2-2.9 五種塑化劑溶出限量

塑化劑類別	溶出限量 (ppm)
DEHP	1.5
DBP	0.3
DINP	9
BBP	30
DIDP	9
DEHA	18

(資料來源：本研究整理)

(四)食品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑檢驗方法：

衛生福利部於民國 102 年 10 月 19 日修訂公佈「食品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑檢驗方法」，適用食品中含 DEHP 等 9 項塑化劑之檢驗，與環保署 NIEA T801.10B 「塑膠中鄰苯二甲酸酯類檢測方法—氣相層析質譜儀法」之檢驗品項相同，惟採用之儀器設備與方法有差異，內容摘要分述如下：

1.適用範圍：

適用食品中鄰苯二甲酸二甲酯等 9 品項鄰苯二甲酸酯類之檢驗。

2.檢驗方法：

檢體經萃取及淨化處理後，以液相層析串聯質譜儀(LC/MS/MS)分析之方法。

(1)設備：

液相層析串聯質譜儀、超音波振盪器、減壓濃縮裝置、離心機等。

(2)試藥：

甲醇採用殘量級、丙酮、乙腈及正戊烷採用液相層析級、試劑水採用液相層析質譜級、醋酸銨採用試藥特級、乙醇採用分析級、9 品項塑化劑之標準品、DMP-d4 等內標準品。

(3)器具及材料：

容量瓶、離心管、旋渦混合器。

(4)試劑之調製：

正戊烷：丙酮(1:1, v/v)溶液、正戊烷：甲醇(1:4, v/v)溶液。

(5)移動相溶液之調製：

HPLC 系統、UPLC 系統

(6)內部標準溶液：

(7)標準溶液之配製

(8)檢液之調製：

區分奶粉類、油脂類、乳汁及飲料類、嬰幼兒食品及膠囊錠狀食品等調製方法。

(9)標準曲線之製作

(10)鑑別試驗及含量測定

五、建築技術規則空氣品質管理規定

本部依「室內空氣品質管理法」第4條規定，係負責建築物通風設施、建築物裝修建材管理及建築物裝修管理相關事項，說明如下：

(一)建築物通風設施

為維持建築物通風環境，建築設計施工編第43條、第44條、第45條、訂有通風、自然通風設備之構造、開口等規定，另於建築設備編第5章空氣調節及通風設備訂有機械通風及空氣調節設備之相關規定，以確保室內空氣品質。

(二)建築物裝修建材管理

本部為推動建築物之室內裝修材料及樓地板面材料採用符合生態性、再生性、環保性、健康性及高性能的建築材料，業於93年3月10日以台內營字第0930082325號令訂定發布建築技術規則建築設計施工編綠建築基準專章，其中第321條要求建築物應使用綠建材，並符合下列規定：

- 1.建築物室內裝修材料、樓地板面材料及窗，其綠建材使用率應達總面積百分之四十五以上。但窗未使用綠建材者，得不計入總面積檢討。
- 2.建築物戶外地面扣除車道、汽車出入緩衝空間、消防車輛救災活動空間及無須鋪設地面材料部分，其地面材料之綠建材使用率應達百分之十以上。

由於甲醛及 TVOC 為建材中常見且健康危害程度較大之有害物質，故目前健康綠建材評定基準係規範甲醛逸散速率須小於 $0.05 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，TVOC 逸散速率須小於 $0.19 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，評定基準詳表 2-2.10 所示。

隨著國內建材產製技術的提升與國人對於健康性能之要求日益提高，本部於 100 年起將健康綠建材評定基準進一步提升，依據甲醛及 TVOC 逸散速率，將建材分為 E1、E2、E3 等 3 個逸散等級其中 E3 逸散等級之門檻為原來之基準，E1、E2 逸散等級則為逸散速率更低之等級，相關分級制度有助於消費者識別及比較建材之逸散等級，並藉由市場良性競爭，引導廠商持續研發逸散速率更低之建材，進一步降低室內空氣污染源，分級基準詳表 2-2.11 所示。

表 2-2.10 健康綠建材評定基準表

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)	$\leq 0.05 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$	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、總揮發性有機物質 (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)	$\leq 0.19 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$	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。

(資料來源：本研究整理)

備註:

- 一、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ISO16000 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。
- 二、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。

表 2-2.11 健康綠建材分級基準表

「健康綠建材標章」分級制度說明			
逸散分級	逸散速率($\text{mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$)		
	TVOC	甲醛	
E1	≤ 0.005	≤ 0.005	
E2	$0.005 < \text{TVOC} \leq 0.06$	$0.005 < \text{甲醛} \leq 0.02$	
E3	$0.06 < \text{TVOC} \leq 0.19$	$0.02 < \text{甲醛} \leq 0.05$	
「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

(資料來源：本研究整理)

(三)建築物裝修管理

本部於民國 100 年 1 月 5 日公佈修正建築法第 77 條之 2 第二項規定要求：「裝修材料應合於建築技術規則之規定。」另於 102 年 3 月 1 日公佈修正建築物室內裝修管理辦法第 26 條規定：「直轄市、縣（市）主管建築機關或審查機構應就下列項目加以審核：一、申請圖說文件應齊全。二、裝修材料及分間牆構造應符合建築技術規則之規定。三、不得妨害或破壞防火避難設施、防火區劃及主要構造。」，均係要求裝修材料及施工需符合建築技術規則之規定。

六、國外有關室內空氣量測及塑化劑管制資料

(一)ISO16000 系列室內空氣量測標準

ISO 16000 系列標準為國際最常應用在室內空氣之量測標準，目前已公告 ISO 16000-1~ISO 16000-34 等 33 份技術文件(無 ISO 16000-22)，本系列規範除提供有關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，亦可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。

有鑑於此，經濟部標準檢驗局於 100~105 年間參考 ISO 16000 系列標準，陸續公佈 CNS 16000-1:2011 「室內空氣—第 1 部：採樣策略總則」等 22 項有關室內空氣試驗標準，而其餘 11 項 ISO 16000 系列標準尚未轉化為 CNS 標準整理如表 2-2.12 所示。

表 2-2.12 ISO16000 系列尚未轉化為 CNS 標準彙整表

標準編號	名稱	最新日期
ISO 16000-34	Indoor air -- Part 34: Strategies for the measurement of airborne particles	2018.08
ISO 16000-33	Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)	2017.08
ISO 16000-32	Indoor air -- Part 32: Investigation of buildings for the occurrence of pollutants	2014.07
ISO 16000-31	Indoor air -- Part 31: Measurement of flame retardants and plasticizers based on organophosphorus compounds -- Phosphoric acid ester	2014.05
ISO 16000-30	Indoor air -- Part 30: Sensory testing of indoor air	2014.09
ISO 16000-29	Indoor air -- Part 29: Test methods for VOC detectors	2014.06
ISO 16000-27	Indoor air -- Part 27: Determination of settled fibrous dust on surfaces by SEM (scanning electron microscopy) (direct method)	2014.06
ISO 16000-21	Indoor air -- Part 21: Detection and enumeration of moulds -- Sampling from materials	2013.12
ISO 16000-20	Indoor air -- Part 20: Detection and enumeration of moulds -- Determination of total spore count	2014.12
ISO 16000-19	Indoor air -- Part 19: Sampling strategy for moulds	2012.06
ISO 16000-18	Indoor air -- Part 18: Detection and enumeration of moulds -- Sampling by impaction	2011.07

(資料來源：本研究整理)

(二) 歐盟塑化劑及建材逸散塑化劑管制情形

歐洲化學總署(The European Chemicals Agency, 簡稱ECHA)於2017.07.07公佈DEHP、BBP、DBP、DIBP及DEP等5種塑化劑為高度關切物質(Substances of Very High Concern, 簡稱SVHC), 主要確認會對人體造成生殖毒性或內分泌干擾, 並於2017.06.13公佈限制清單, 包括DEHP等6種塑化劑之含量總和不得超過0.1% (重量比), 以降低人體攝入或吸入, 限制情況如表2-2.13所示。

此外, 歐盟電機電子產品中有害物質禁限用指令(The Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, 簡稱RoHS指令) 針對輸往歐洲境內的電子電器產品, 管制其特定有害化學物質的限禁用已行之有年, 2015年更是公佈修訂指令((EU) 2015/863) 以召告有害物質管制數量的增加, 由原本6項限禁用物質(Pb、Cd、Hg、Cr⁺⁶、PBB、PBDE), 另再新增管制4項塑化劑(DEHP、BBP、DBP、DIBP), 範圍包括體外醫療儀器、監控控制儀器、工業用監控和控制儀器等, 並即將於2019年7月22日後開始正式執行市場管制及抽查。

鑑此, 國際電工委員會(International Electrotechnical Commission, 簡稱IEC) 於2017年公佈IEC 62321-8:2017 Determination of certain substances in electrotechnical products - Part 8: Phthalates in polymers by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), gas chromatography-mass spectrometry using a pyrolyzer/thermal desorption accessory (Py-TD-GC-MS), 顯見歐盟對塑化劑管制之重視。

歐盟於2017.10.04修訂公佈EVS-EN 16516:2017 「Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Determination of emissions into indoor air」之建材逸散管制標準及, 適用於揮發性有機化合物, 半揮發性有機化合物和

揮發性極高的醛類，並將「鄰苯二甲酸酯類」(Phthalate Esters,PAEs)(塑化劑)等「半揮發性有機化合物」(SVOCs)納入「強制管制」，本文件並提供儀器設備、採樣策略、分析技巧及品質管制等技術專章，可供檢測應用參考，以確保作為建材「增塑劑」(塑化劑)使用之「半揮發性有機化合物半揮發性有機化合物」(SVOCs)，不會環境因子改變而逸散至空氣中，造成黏滯於室內建材表面或極細固體懸浮微粒(particulate matter,PM)，並隨各種流佈途徑傳遞污染，引起室內空氣品質污染，且部分化合物具生殖毒性、致癌危害及誘發過敏喘等問題，長期會影響居住人員健康及產生環境賀爾蒙問題危害。

表2-2.13 ECHA公佈塑化劑限制情形

塑化劑類別	限制情形
DEHP	1.不得用於玩具或兒童照護用品，置於市場銷售給大眾。 2.包含該類鄰苯二甲酸鹽之玩具或育兒成品，其濃度大或等於該塑化劑之0.1% (w/w)者，不得置於市場銷售給大眾。 3.執委會應於2010年1月16日前，依據物質與替代之新科學資訊，重新檢視、驗證並據以調整相關規定。 4.「兒童照護成品」係指任何意圖促進兒童睡眠、放鬆、衛生、餵養或部份兒童吸吮為目的之產品。
DBP	
BBP	
DINP	1.可能置於兒童口中之玩具或兒童照護成品不得使用物質或混合物濃度大或等於塑化材料之0.1% (w/w)。 2.包含該類鄰苯二甲酸鹽之玩具或兒童照護成品，其濃度大或等於塑化材料0.1% (w/w)者，不得置於市場銷售給大眾。 3.執委會應於2010年1月16日前，依據新的物質與替代科學資訊，重新檢視、驗證並據以調整相關規定。 4.「兒童照護成品」成品係指任何成品意圖促進兒童睡眠、放鬆、衛生、餵養或部份兒童吸吮為目的之產品。
DIDP	
DNOP	

(資料來源：本研究整理)

(三)美國塑化劑管制及檢測標準發佈情形

美國消費品安全改進法案(CPSIA)於2008年簽署成為法律，規定：(1)所有玩具和兒童護理品之DEHP、DBP 及BBP 等3種塑化劑含量總和不得超過1,000 PPM。(2)能放入兒童口中的兒童玩具或兒童護理品，DINP、DIDP 及DNOP等3種塑化劑，含量總和不得超過1,000 ppm，以”塑化劑(Phthalates)”為關鍵字查詢ASTM(American Society for Testing and Materials)現行標準共29份，近幾年制(修)訂相關標準整理如表2-2.14所示。

表 2-2.14 ASTM 發佈關於塑化劑檢測標準彙整表

標準編號	名稱	最新日期
ASTM D8141	Standard Guide for Selecting Volatile Organic Compounds (VOCs) and Semi-Volatile Organic Compounds (SVOCs) Emission Testing Methods to Determine Emission Parameters for Modeling of Indoor Environments	2017.10
ASTM D 8133	Standard Test Method for Determination of Low Level, Regulated Phthalates in Poly(Vinyl Chloride) Plastics by Solvent Extraction—Gas Chromatography/Mass Spectrometry	2017.08
ASTM D7823	Standard Test Method for Determination of Low Level, Regulated Phthalates in Poly(Vinyl Chloride) Plastics by Thermal Desorption—Gas Chromatography/Mass Spectrometry	2016.08
ASTM D7993	Standard Guide for Analyzing Complex Phthalates	2015.04
ASTM D608	Standard Specification for Dibutyl Phthalate	2011.02

(資料來源：本研究整理)

(三)日本塑化劑管制及檢測標準發佈情形

日本玩具協會(JTA)於2016年發佈玩具安全標準ST 2016，規定：

- (1)所有玩具和兒童護理品，DEHP、DBP 及BBP 等3種塑化劑，含量總和不得超過0.1%(重量比)。
- (2)能放入兒童口中的兒童玩具或兒童護理品，DINP、DIDP 及DNOP等3種塑化劑，含量總和不得超過0.1%(重量比)。
- (3)供6歲以下兒童使用非玩具類之產品，DEHP 的含量不應超過0.1%(重量比)。

另針對食品包裝塑膠材質有DEHP 的含量不應超過0.1%(重量比)之規定，在室內空氣試驗標準部分，主要係參考調和ISO 16000系列標準，目前已陸續公告「JIS A 1904-2015 Determination of the emission of semi volatile organic compounds for building products -- Micro chamber method」等23項標準，以”塑化劑(Phthalates)”為關鍵字查詢JIS(Japanese Industrial Standards)現行標準共15份，近幾年制(修)訂相關標準整理如表2-2.15所示。

表 2-2.15 JIS 發佈關於塑化劑檢測標準彙整表

標準編號	名稱	最新日期
JIS K 7390-1	Plastics -- Post-consumer poly (ethylene terephthalate) (PET) bottle recyclates -- Part 1: Designation system and basis for specifications	2015.08
JIS K 7390-2	Plastics -- Post-consumer poly(ethylene terephthalate) (PET) bottle recyclates -- Part 2: Preparation of test specimens and determination of properties	2015.08
JIS C2322	Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate films used for electrical purposes	2011.12
JIS Z1715	Biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films for packaging	2009.03.
JIS C2318	Balanced biaxially oriented polyethylene terephthalate films used for electrical purposes	2007.04
JIS K 6918	Diallyl phthalate moulding compounds	2007.07

(資料來源：本研究整理)

第三節 塑化劑相關研究

一、塑化劑對人體影響研究：

1. 探討塑化劑 DEHP/MEHP 對肌肉代謝基因表現的影響（陳書典，碩士論文，2018 年 01 月）

塑化劑是一種環境荷爾蒙，進入人體後會轉變為 mono-(2-ethylhexyl) phthalate (MEHP) 進行代謝，過量的塑化劑進入人體內會造成肝、腎、前列腺等等的癌症生成，以及海綿體的異常。該研究分析老鼠動物實驗發現塑化劑確實有透過 Transient receptor potential channel-vanilloid subfamily member 1 channel (TRPV1) 來影響身體代謝的方式，並對於肌肉有明顯的改變養分選擇的偏好，另外在心臟採血後血清測量中的血糖、三酸甘油酯、膽固醇皆沒有明顯差異，然而詳細的機制還未釐清，透過了解塑化劑對於肌細胞的粒線體以及過氧化氫體的影響，並檢測 TRPV1 肌細胞的代謝基因的影響有助於對代謝症候群患者的預防與治療。

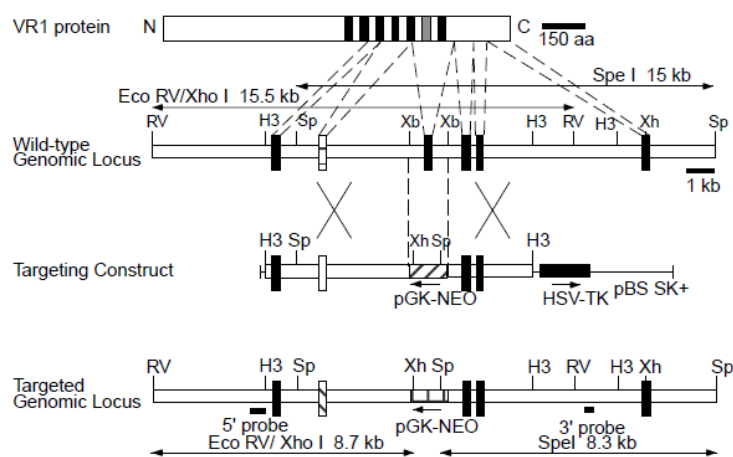


圖 2-3.1 TRPV1 離子通道示意圖

(資料來源：參考書目)

2. Exposure to a combination of formaldehyde and DINP aggravated asthma-like pathology through oxidative stress and NF- κ B activation (JunKang 等 Toxicology, Vol. 404-405, July, 2018)

Several epidemiological and experimental studies indicate a positive association between exposure to formaldehyde or phthalates and allergic asthma. Here, we investigated the effects of a combined exposure to formaldehyde and diisononyl phthalate (DINP) on asthma-like pathology in mice. The results showed that exposure to 1.0 mg/m^3 formaldehyde or $20 \text{ mg/kg}\cdot\text{d}$ DINP slightly aggravated the airway wall remodeling, promoted the production of IgE and IgG1, and induced the occurrence of airway hyperresponsiveness (AHR). However, these pathological responses and AHR were greatly exacerbated by the combined exposure to formaldehyde and DINP.

一些流行病學之實驗研究發現接觸甲醛或鄰苯二甲酸酯與過敏性哮喘之間存在正相關。該研究透過動物實驗調查甲醛和鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP) 對暴露其中老鼠哮喘病理的影響。研究結果顯示，接觸 1.0 mg/m^3 甲醛或 $20 \text{ mg/kg}\cdot\text{d}$ 之 DINP 可略微加重氣道壁之厚度，促進 IgE 和 IgG1 的產生，並誘導氣道病理反應的發生。

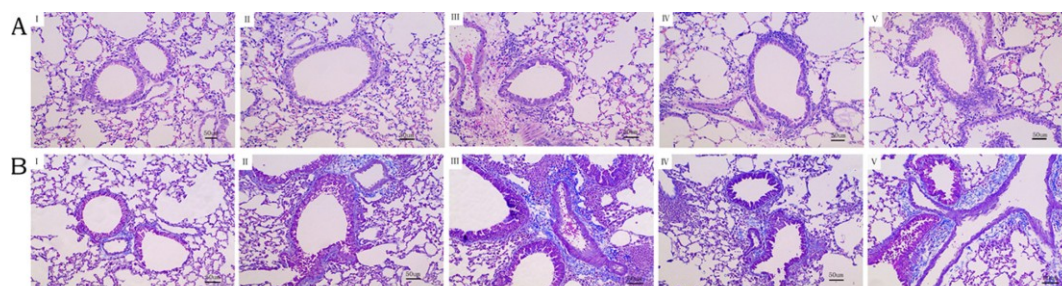


圖 2-3.2 暴露於甲醛或鄰苯二甲酸酯之病理反應
(資料來源：參考書目)

二、塑化劑管制探討研究：

1. 食品安全侵權訴訟之探討-以塑化劑民事判決為中心（羅伊文，碩士論文，2017年01月）

本研究試著從「塑化劑」民事判決之檢討為其核心，論及我國食品安全案件之民事賠償基礎，含民法第191條之1商品製造人責任、消費者保護法第7條至第10條之商品責任及食品安全衛生管理法第56條關於食品企業經營者損害賠償責任之相關規定，探討消費者於實務上其所面臨難以獲得損害賠償之困境。

問題食品中的有毒物質通常導致原告受有潛在健康風險之損害，不會立即顯現病徵或罹患疾病。爰此，食品安全侵權訴訟原告最主要的舉證障礙，落在認定「實際損害」以及證明「因果關係」兩大問題層面。有鑑於此，本研究參酌美國毒物侵權訴訟所採認之損害認定，與各種因果關係判斷之理論作為我國參考方向，期許得以幫助暫時尚未有症狀之原告克服傳統障礙獲得損害賠償之參考。

2. DEHP 從塑化劑到食物添加劑: 歐盟與台灣法規之比較(馬斯洛，碩士論文，2015年08月)

本研究調查比較英國和義大利之食品安全法規與臺灣間的差異，食品安全是消費者最重視之問題，本文以2011年臺灣食品違法添加DEHP塑化劑為發展的起點，以比較法為基礎，分析比對國家之食品安全法規的差異，研究結果發現各國對“食品”安全之定義不同，尤其食品添加物的定義最為關鍵此外，本研究分析各國食品安全主管機關之權限、業務範圍與執法方面的差異性，可作為塑化劑立法管制之參考。

三、塑化劑逸散探討研究：

1. Measurements of Parameters Controlling the Emissions of Organophosphate Flame Retardants in Indoor Environments (Yirui Liang, Xiaoyu Liu, and Matthew R. Allen 等 Environ. Sci. Technol., 52(10), April, 2018)

Emission of semivolatile organic compounds (SVOCs) from source materials usually occurs very slowly in indoor environments due to their low volatility. When the SVOC emission process is controlled by external mass transfer, the gas-phase concentration in equilibrium with the material (y_0) is used as a key parameter to simplify the source models that are based on solid-phase diffusion. A microchamber method was developed to rapidly measure y_0 and two other types of tests were conducted to determine y_0 for the same material. Comparison of parameters obtained from the three methods suggests that the discrepancy could be caused by a combination of theoretical, experimental, and computational differences.

半揮發性有機化合物 (SVOC) 通常由於揮發性低，在室內環境中會非常緩慢地排放。當 SVOC 排放過程係由質傳控制時，氣相濃度 (y_0) 可視為固相擴散模式之關鍵參數。本研究開發微型艙法用來量測 y_0 ，並利用其它兩種試驗來加以確認，此外，透過理論、實驗及模擬分析進一步探討這三種方法所得結果之差異性。

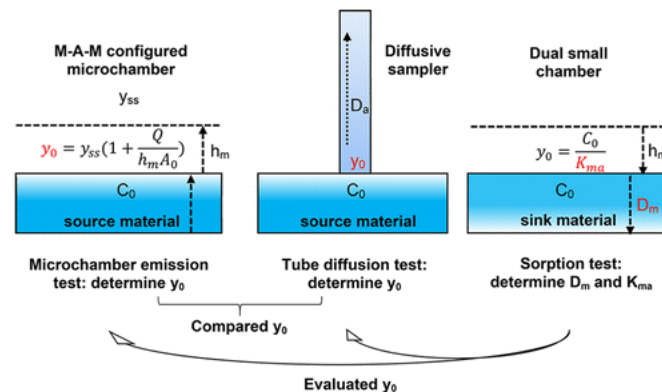


圖 2-3.3 SVOC 質傳過程示意圖

(資料來源：參考書目)

2. 建築材料逸散塑化劑風險評估及檢測方法之研究 (林霧霆, 內政部建築研究所自行研究成果報告, 2016 年 12 月)

根據世界衛生組織(WHO)統計「人的一生平均有 90%時間處在廣義室內空間中」, 室內空氣品質之良窳直接影響人體健康安全及舒適, 並間接影響經濟生產效率, 近幾年 WHO 積極研議「建築室內空氣品質相關指引」。行政院環境保護署之「室內空氣品質管理法」已於民國 101 年 11 月 23 日正式實施, 另一方面推動「環境荷爾蒙管理計畫」與「相關產品塑化劑限制基準」之政策, 強調「鄰苯二甲酸酯類」(Phthalate Esters, PAEs)(塑化劑)等「半揮發性有機化合物」(SVOCs)」之管制必要性。

本研究透過文獻及建材逸散塑化劑性能的蒐集與分析, 瞭解國際評估建材逸散塑化劑相關性能的趨勢與差異, 並以 ISO 16000-25, 評估建立本土條件之室內建材逸散半揮發性有機化合物(SVOCs)測定標準方法可行性及檢視實驗室現有設備, 以供後續檢測設備建置之參考。本研究並透過實驗中心建置之資料庫分析建材塑化劑逸散潛在風險, 結果以濕式建材較高。

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1															
2															
3		C-11-00005	301平光型水性水漆(白色)							C-11-00020	臺灣牌環氧樹脂面漆 (SP100-36級灰)				
4															
5		1,1-Dichloro-1-fluoroethane	4 1 9.789	2625 2666 2697	148109730					1,1-Dichloro-1-fluoro	4 1 3.830	115 297 2	7690144		
6		1,1-Dichloro-1-fluoroethane	4 2 9.905	2697 2712 2826	79380328					1,1-Dichloro-1-fluoro	4 2 4.172	299 433 4	5760233		
7		Propanal	5 3 10.259	2826 2853 2883	33493963					Silane, difluorodimeth	72 3 7.548	1714 1775	5195160		
8		2-Propanol, 1-(dimethylam	9 4 10.340	2883 2885 2888	1368185					Silane, difluorodimeth	80 4 7.626	1788 1806	2681043		
9		2-Propanol, 1-(dimethylam	9 5 10.373	2888 2898 2950	10159911					Propane, 2,2-difluoro	9 5 8.262	2024 2059	5684167		
10		2,5-Methylene-d-thiaminol	8 6 11.432	3278 3319 3369	5821169					1,1-Dichloro-1-fluoro	4 6 9.792	2620 2667	37136388		
11		Cyclopentyl acetylene	9 7 11.842	3445 3482 3530	6717960					Propane, 1,2-dichloro	4 7 12.051	3561 3565	456303		
12		D,L-Norvaline, methyl ester	23 8 12.825	3818 3873 3919	16328096					Ethoxy(methoxy)meth	74 8 12.637	3733 3798	5501563		
13		N-(3-Oxobutyl)-2-methylaz	64 9 13.079	3919 3974 4026	13421108					Cyclopentyl acetylene	33 9 12.954	3870 3924	1.34E+08		
14		Benzene	91 10 14.310	4424 4463 4518	17002167					Trichloroethane	68 10 13.827	4226 4271	47965685		
15		Heptane	59 11 14.913	4656 4703 4759	36557857					7-Bromooheptanoic aci	5 11 16.272	5200 5243	33852772		
16		2-Butenal, (E)-	56 12 15.137	4759 4792 4842	12387272					Methane, bromodichl	64 12 17.273	5595 5641	7525134		
17		2-Propenoic acid, 2-methyl-	49 13 15.406	4851 4899 4982	36333071					Toluene	87 13 18.065	5787 5956	1.54E+08		
18		Hydrazine, 1,2-dimethyl-	4 14 16.626	5347 5384 5442	11957804					Toluene	70 14 18.314	6029 6055	30082577		
19		Heptane, 3-methyl-	87 15 16.958	5443 5516 5602	53832464					Toluene	76 15 18.403	6086 6090	3942866		
20		Toluene	90 16 17.977	5878 5921 5971	5381382					Cyclotrisiloxane, hex	83 16 18.548	6094 6148	1.37E+08		
21		Cyclotrisiloxane, hexamethy	86 17 18.958	6251 6311 6383	555303256					Cyclotrisiloxane, hex	68 17 18.795	6234 6246	13619083		
22		Cyclotrisiloxane, hexamethy	38 18 19.265	6383 6433 6691	620107715					Toluene	91 18 19.044	6292 6345	3.51E+08		
23		Cyclotrisiloxane, hexamethy	45 19 20.007	6691 6728 6773	32528379					Cyclotrisiloxane, hex	91 19 19.308	6406 6450	13284138		
24		Ethylbenzene	90 20 20.430	6773 6896 7005	57942117					Ethylbenzene	76 20 22.163	7498 7585	2632426		
25		p-Xylene	97 21 22.596	7616 7757 7816	119441425					Ethylbenzene	91 21 22.588	7635 7754	2.32E+08		
26		p-Xylene	49 22 22.870	7816 7866 8076	208333776					p-Xylene	97 22 22.860	7813 7862	4.03E+08		
27		Heptanal	46 23 23.964	8243 8301 8396	131574424					o-Xylene	94 23 23.665	8094 8182	23842836		
28		Benzene, 1,2,4-trimethyl-	38 24 24.311	8396 8439 8508	10616292					Benzene, 1,3-dimethy	94 24 23.934	8238 8289	1.91E+08		
29		3-Azido-9-ethylcarbazole	14 25 24.857	8597 8656 8698	18650904					3-Phenylindole	11 25 25.044	8586 8730	3.86E+08		
30		Oxime, methoxy-phenyl-	58 26 25.109	8698 8756 8922	505644143					Benzene, 1-ethyl-3-m	50 26 26.093	9056 9147	32815667		
31		Benzene, propyl-	42 27 25.695	8922 8989 9066	72282565					2,4-Nonadiene	50 27 26.963	9400 9493	6825453		
32		Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	94 28 25.972	9066 9099 9133	29296053					Benzaldehyde	42 28 27.396	9558 9665	65854671		
33		Benzene, 1,3,5-trimethyl-	95 29 26.163	9133 9175 9243	100153855					1-Hexanol, 2-ethyl-	50 29 27.740	9740 9802	27034869		
34		Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	92 30 26.392	9243 9266 9321	21955232					Undecane	94 30 28.628	10041 10154	43716		
35		Benzene, 1,2,3-trimethyl-	95 31 27.023	9463 9517 9613	32006235					5,9-Undecadien-2-one	93 31 29.287	10355 10417	56605		
36		Diethyl Phthalate	25 32 27.674	9613 9696 9760	90189424					Calymethyl 38 14	30 32 29.640	10497 10578	20700		

圖 2-3.4 建材逸散塑化劑潛在風險調查資料 (資料來源：參考書目)

第三章 實驗計畫與結果

為從源頭管制建材之甲醛及揮發性有機化合物，期能確保建材不至造成室內空氣品質污染，以維護國人健康，促成國內健康綠建材產品之開發及推廣，本所於性能實驗中心規劃國內最完備之建材逸散檢測實驗室，共建置 2 組小尺寸環境試驗艙，及國內唯一全尺寸環境模擬試驗艙(尺寸為 5m × 4m × 2.75m)，可參照國際標準進行建材、整組家具及裝修應用之逸散甲醛及苯等 12 種 VOCs 分析，並公告「室內建材揮發性有機逸散物質檢測標準試驗方法」，作為健康綠建材評定之標準方法，致力為國人健康把關，其中有多項試驗於通過財團法人全國認證基金會(TAF)認證，甲醛及揮發性有機化合物認證基準與認證範圍如表 3-1 所示。

表 3-1 本所建材逸散檢測實驗室通過 TAF 認證項目

認證項目	認證基準	認證範圍
甲醛	ISO 16000-3、 ISO 16000-9	0.002 ~ 3.95 mg/m ² · h
苯、甲苯、乙苯	ASTM D5116、 MOIS901014	0.004 ~ 0.81 mg/m ² · h
間,對,鄰-二甲苯		0.004 ~ 0.81 mg/m ² · h
四氯化碳		0.002 ~ 0.81 mg/m ² · h
三氯甲烷		0.015 ~ 0.81 mg/m ² · h
苯乙烯		0.004 ~ 0.81 mg/m ² · h
1,2-二氯苯		0.004 ~ 0.81 mg/m ² · h
1,4-二氯苯		0.004 ~ 0.81 mg/m ² · h
二氯甲烷		0.011 ~ 0.81 mg/m ² · h
三氯乙烯		0.004 ~ 0.81 mg/m ² · h
四氯乙烯		0.004 ~ 0.81 mg/m ² · h

(資料來源：本研究整理)

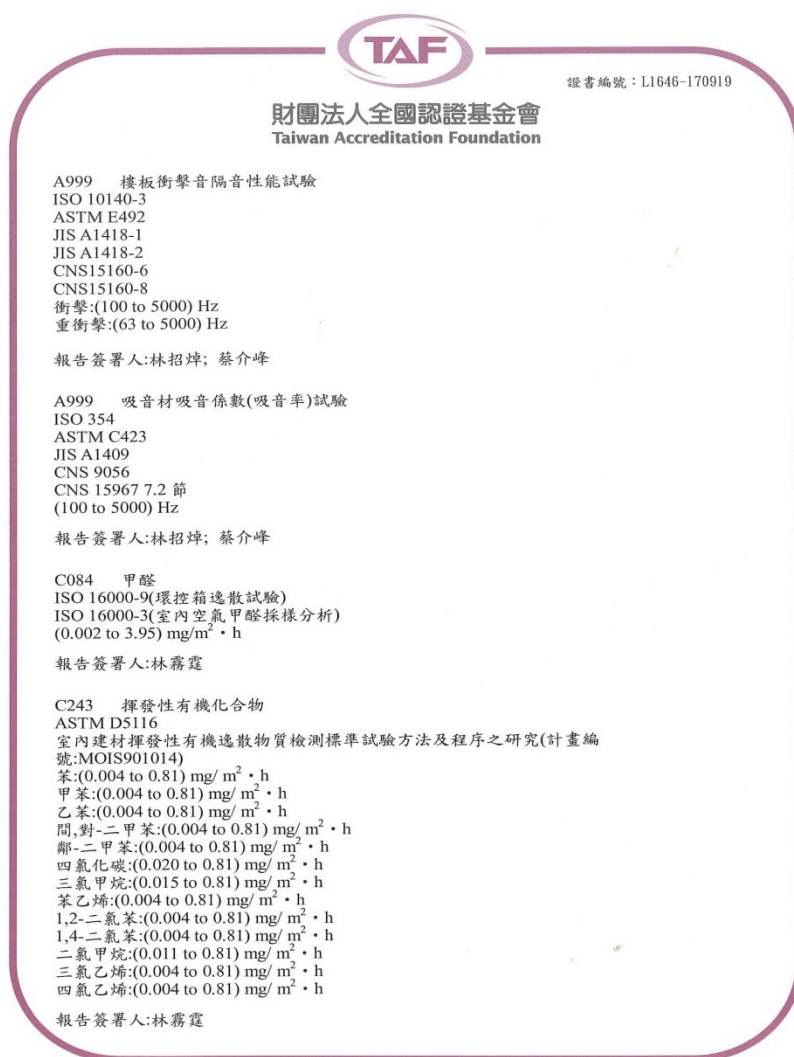


圖 3-1 TAF 認可證書(甲醛及揮發性有機化合物部分)
(資料來源：本研究整理)

經本研究資料蒐集，目前在建材逸散塑化劑試驗部分，已公告國際或國家的相關標準方法可供選用，包括 ISO 16000-33:2017「Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」、CNS 16000-25:2016「室內空氣—第 25 部：建築產品逸散半揮發性有機化合物之測定—微型容器法」及 ISO 16000-33:2011「Indoor air -- Part 25: Determination of the emission of semi-volatile organic compounds by building products -- Micro-chamber method」等，建議可逐一查證後直接導入，以利後續維護及更新。

環保署關於毒性化學物質標準檢驗方法於「列管毒性化學物質及其運作管理事項」第 14 條規定，有國家標準者，依國家標準；未訂國家標準者，可依序採用下列來源之檢測方法：

- (1) 環境檢測標準方法(NIEA)。
- (2) 美國環保署公告方法(USEPA)。
- (3) 美國公共衛生協會之水質及廢水標準方法(APHA)。
- (4) 日本工業規格協會之日本工業標準(JIS)。
- (5) 美國材料試驗協會之方法(ASTM)。
- (6) 國際公定分析化學家協會之標準方法(AOAC)。
- (7) 國際標準組織之標準測定方法(ISO)。
- (8) 歐盟認可之檢測方法。

另依 ISO 17025:2017「General requirements for the competence of testing and calibration laboratories」第 7.2.2 節規定，若實驗室採用非標準方法、修改的標準方法、實驗室開發的方法等，建議採下列方式進行性能特性之確認，包括量測範圍、準確度、結果的量測不確定度、偵測極限、定量極限、方法的選擇性、線性、重複性或再現性、抵抗外部影響的穩健性、或是抵抗來自樣品或試驗件基質干擾的交叉靈敏度以及偏差等：

- (1) 利用參考標準或參考物質來校正或評估偏差與精密度。
- (2) 對影響結果的因素，進行系統化評鑑。
- (3) 透過已控制參數的變更，以測試方法的穩健性。
- (4) 與其它已確認的方法進行結果的比對。
- (5) 實驗室間比對。
- (6) 基於對方法原理的瞭解與執行抽樣或試驗方法之實務經驗，執行結果的量測不確定度評估。

因此，本研究擬參酌國家或國際 CNS 16000-25 及 ISO 16000-33 標準方法，於本(107)年採購建置「半揮發性有機化合物分析設備」，以量測建材逸散塑化劑等數據，並加以分析。以下將分別予以介紹。

第一節 半揮發性有機化合物分析設備

一、實驗設備：

(一)質譜儀

質譜儀 (MSD) 是一種量測帶電粒子質量/電荷 (m/z) 的分析方法，其原理乃是將樣品所產生的離子，依據其質荷比 (質量 / 電荷之比值) 進行分離或是篩選，最後執行偵測之儀器。將這些離子依據質荷比的分佈狀況，與各種離子的 (相對) 強度，便可以得到欲分析樣品物質在離子化 之後的質譜圖，供後續化合物之定性及定量分析，本研究所採用之儀器為 Thermo 公司產品，其性能如下：

- (1) 質譜儀採用四極棒式質量過濾器 (油擴散式真空幫浦)。
- (2) 具有電子撞擊式離子源(EI)功能。
- (3) 具有雙燈絲。
- (4) 感度：EI 掃描模式：1pg OFN， S/N=300:1 AT 272.0 amu。
- (5) 感度：IDL，8 重覆 1ul，至少可達 30fg。
- (6) 掃描速度：可達 20,000 u/sec。
- (7) 質量範圍：可達 1050 u。
- (8) 具有 SIM 功能：可設定 100 組，每組：60 個質量。
- (9) 離子化電壓：可調 5-241.5 eV，具雙離子源燈絲。
- (10) 離子化電流：0-300 (以上) μA 可調。
- (11) 離子源溫度、介面溫度：最高需至 350°C。
- (12) 四極棒溫度：最高可至 200°C。
- (13) 四極棒材質：石英鍍黃金平滑雙曲面式。
- (14) 真空系統：採用油擴散式真空幫浦。
- (15) 質量軸穩定度：優於 0.1u/48 小時。
- (16) 偵測器：長效型三軸式電子倍增器。
- (17) 具有 RTL (滯留時間鎖定) 和 EMF (早期檢修回饋) 功能。

(18)採用網路(LAN)方式與氣相層析儀及控制電腦系統連線，具隨機控制面板，可由面板進行儀器系統執行分析。

(19)同時可作 SIM 與 SCAN，方法或分析排程，並可顯示儀器狀態。



圖 3-1.1 本所質譜儀

(資料來源：本研究拍攝)

(二)氣相層析儀 (GC)

氣相層析儀 (GC) 是一種以氣相層析法進行測定的儀器，其原理乃是將樣品溶液注射後，首先進入汽化室氣化，然後在載氣的傳送作用下進入層析管柱 (載氣通常為氮氣或氬氣)，不同成分在管柱中會被分離，而後依次流出層析管柱，由檢測器檢測，得到其含量。測定樣品中某成分的含量時，需先分析已知濃度的標準樣品，然後將標準樣品峰的保留時間和峰面積與待測樣品比對，計算待測樣品中目標成分的含量，本研究所採用之儀器為 Agilent 公司產品，其性能如下：

1.恆溫箱 (Oven)：

操作溫度可由室溫+4°C到 450°C，以 1°C增加。室溫 22°C狀況下，450°C降溫至 50°C最多 4 分鐘。最大升溫速率 120°C/min。

2. 搭配火焰離子化偵測器

- (1)最高操作溫度：可達 450°C 或更大。
- (2)可由按鍵或工作站自動點火並具熄火檢測功能。
- (3)最小檢測量：至少 1.8 pg (10^{-12} g) 碳/秒或更小，線性動態範圍優於 10^7 。
- (4)具有電子式流量可控制氣體流量。
- (5)偵測器數據點數：至少 500 個/秒或更大。
- (6)偵測器訊號具自動衰變調整功能。
- (7)具有氣體不足時，自動啟動機台自我保護功能。

3. 電子流量/壓力控制 (EPC)：

壓力可調整精密度為 0.001 psi。壓力/流量可三段程式改變。進樣口、檢測器及輔助氣體共可使用 13 個通道以上。

4. 自動注射器

- (1)可於氣相層析儀上隨插即用。
- (2)注射速度 ≤ 100 ms。
- (3)樣品多次注入：至少 99 次。
- (4)可替換注射針容量：1、2、5、10、25、50 及 100 μ L 以上。
- (5)溶劑節省可設為：10、20、30、40 及 80%以上。
- (6)最小注射體積：10nL (1 μ L 注射針) 以下。
- (7)最大注射體積：250 μ L (500 μ L 注射針) 以上。
- (8)注射範圍：1~50%；增量為 1%。
- (9)可變式取樣深度：-2 至+30mm。
- (10)可執行溶劑洗針，樣品洗針，單溶劑洗針刺數最少 15 次。
- (11)可藉由 GC 啟動自動注射器同步啟動。

5. 分流/非分流毛細管進樣口

- (1)具隔墊吹掃功能的毛細分析管進樣口。

- (2)具有電子式調整氣體流量、壓力之分流／非分流進樣口，壓力/流量可三段程式改變，最高溫度為 400°C，分流比例可由按鍵或操作軟體設定調整。
- (3)電子式可設定壓力範圍為 0-100 psi，可設定流量範圍為 0-200 毫升／分鐘(氮氣)， 0-1250 毫升／分鐘(氮氣／氫氣)。
- (4)非分流進樣時，氣體流量為正壓式控制；分流進樣時為背壓控制。
- (5)分流比可達 7500：1。
- (6)壓力可調整精密度為 0.001 psi。
- (7)內建快速更換汽化管組件，具有氣體不足時，自動啟動機台自我保護功能。

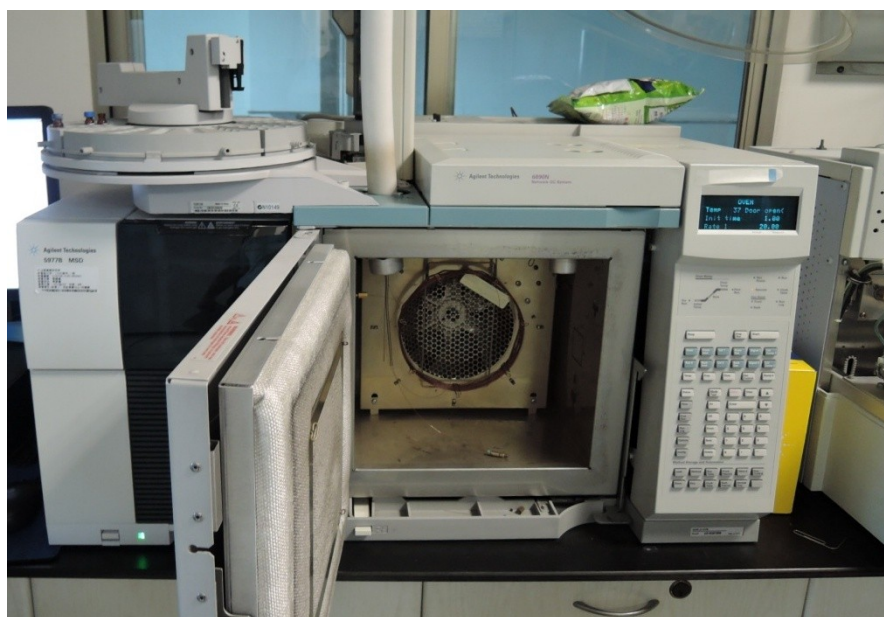


圖 3-1.2 本所氣相層析儀

(資料來源：本研究拍攝)

(三)半揮發性有機化合物逸散及脫附之附屬設備

	<p><u>恆溫烘箱</u></p> <ol style="list-style-type: none">1.溫度控制系統採全觸控式面板。2.可操作溫度至少 60°C 至 500°C。3.溫度精確度至達±1°C。4.艙體內部材料需為不銹鋼材。5.具備獨立超溫保護器、自我診斷功能、溫度異常斷線及電源保護開關。6.艙體內容積 100L 以下。7.具備升溫程式控制至少或寬於 (10°C/min-20°C/min)
	<p><u>空氣供應裝置</u></p> <ol style="list-style-type: none">1.溫度控制系統採全觸控式面板。2.溫度控制範圍至少 10°C 至 100°C。3.溫度精確度達±1°C。4.濕度範圍至少介於 30%~95%。5.濕度精確度達±3%RH。6.艙體內部材料需為不銹鋼材。7.具備獨立超溫保護器、自我診斷功能及電源保護開關。8.進氣端具備有除水除 VOC 裝置。
	<p><u>流量控制及採樣設備</u></p> <ol style="list-style-type: none">1.流速範圍：至少 5~100 mL/min。2.流量精密度：達 5%。3.具備高背壓補償能力。4.自動重啟功能。

	<p><u>微型容器</u></p> <ol style="list-style-type: none">1.符合 ISO 16000-25 微型容器之規範2.微型艙體體積 633mL。3.所有尺寸容許誤差需於 5%以內。4.材質為玻璃。
	<p><u>塑化劑標準品</u></p> <ol style="list-style-type: none">1.DEHP、DNOP、BBP、DINP、DIDP、DEP、DIBP、DMP、DBP 等 9 種之標準品濃度均為 1000 ppm

(資料來源：本研究整理)

(四)全自動熱脫附儀 (ATD)



圖 3-1.3 全自動熱脫附儀

(資料來源：本研究拍攝)

二、實驗條件與程序：

(一)方法概要

本方法主要用於室內建材中鄰苯二甲酸酯(塑化劑)等半揮發性有機物質 (Semi-Volatile Organic Compounds, SVOCs) 之逸散評估；利用微型容器模擬室內標準環境條件，溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH，將欲測試的建材放入，其所含之 SVOCs 會於微型容器內逸散出，然而大部分逸散物在溫度 40 °C 以下，會被微型容器內壁所吸附，故建材的 SVOCs 單位面積逸散率係由逸散試驗(第一步試驗)及脫附試驗(第二步試驗)中所收集質量分析測得，試驗的結果為界定採樣時間(通常為 24 h)建材產品之 SVOCs 平均逸散率。

(二)適用範圍

本程序係參照 ISO 16000-25(CNS 16000-25)、ISO 16000-33 等方法制定，適用於常見室內建材中鄰苯二甲酸酯(塑化劑)物質鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)、鄰苯二甲酸丁基苯酯(BBP)、鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)、鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)、鄰苯二甲酸二己酯(DEP)、鄰苯二甲酸二異丁酯(DIBP)、鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)共 9 種之逸散試驗(第一步試驗)及脫附試驗(第二步試驗)所收集質量測試，以計算其單位面積逸散率。

(三)干擾

- (1)建材所含鄰苯二甲酸酯(塑化劑)等半揮發性有機物質於建材製造完成後慢慢逸散於空氣中，為精準的評估 SVOCs 的逸散量，須於建材製造完成後一週內進行採樣分析，以避免儲放過程中因有機物質逸散或受其他污染源污染而產生誤差。
- (2)建材樣品於採樣及運送過程中，須避免接觸其他有機物質污染源，而使建材對特定有機物質產生吸附或脫附之現象，對於分析結果產生干擾；樣本在採樣及運送過程中須置放於 4°C 之密閉空間下進行保存。

- (3) 實驗前，須使用 3 倍恆溫烘箱內部體積之潔淨空氣進行沖洗、置換及丙酮擦拭烘箱內壁，同時需進行空白試驗，以確認烘箱內部及管線任何單一標的 SVOC 之背景濃度低於 50 ng/m^3 ，以避免殘留之有機物質對於樣品分析結果產生干擾。
- (4) 實驗前，須拆開微型容器並以蒸餾水及丙酮加以清洗。為揮發任何殘留的化學物質，將微型容器置於加熱用烘箱升溫至 250°C 以上。加熱後，使微型容器放冷至室內空氣溫度，以避免干擾。
- (5) 放置試片的密封材料應具低逸散性及低吸附性，且應不會增加微型容器之背景濃度。

(四) 實驗佈置

(1) 第一步試驗(逸散試驗)：

空氣供應裝置、微型容器、測試件及相關附屬設備參照 ISO 16000-25 規範依序放置，線路予以連接，在溫度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相對空氣濕度 $(50 \pm 5)\% \text{ RH}$ 條件下進行 24 h 逸散及採樣，設備佈置如圖 3-1.4 所示。

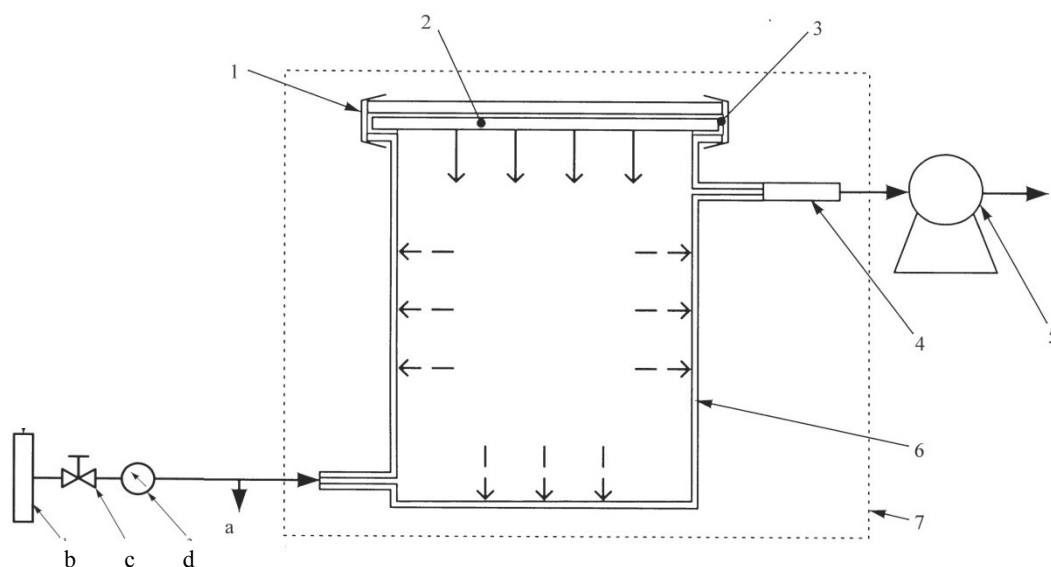


圖 3-1.4 第一步試驗佈置

(資料來源：本研究整理)

1. 夾具

2. 測試件

3. 密封材料：以鋁箔或類似物品密封試片之邊緣與背面。

4. 吸附劑管：從容器內捕集空氣

5. 採樣泵：泵流率為 15 mL/min (0.9 L/h)，持續時間為 24 h。

6. 微型容器

7. 恆溫烘箱

a. 排氣線路

b 空氣供應裝置

c. 空氣流量調節器：流率為 20 mL/min (1.2 L/h)，持續時間為 24 h

d. 空氣流量計

(2) 第二步試驗(脫附試驗)：

恆溫烘箱、微型容器、測試件及相關附屬設備參照 ISO 16000-25 規範依序放置，線路予以連接，將微型容器在烘箱內加熱，其係從周遭溫度以 10 °C /min 至 20 °C /min 速率間加熱至 200 °C 至 220°C)，並維持在此溫度 40 min 進行脫附及採樣，設備佈置如圖 3-1.5 所示。

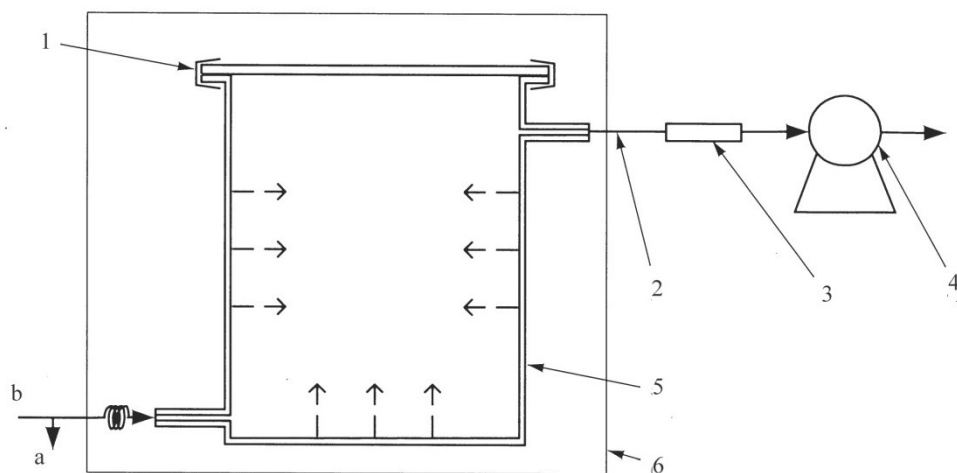


圖 3-1.5 第二步試驗佈置

(資料來源：本研究整理)

1. 夾具
2. 轉移線路：脫附過程應隨時維持在(200 °C 至 220 °C)以上的保持溫度。
3. 吸附劑管：從容器內壁熱脫附的 SVOCs 之採樣
4. 採樣泵：泵流率為 60 mL/min (3.6 L/h)，持續時間為 40 min。
5. 微型容器
6. 恆溫烘箱：以 10 °C /min 至 20 °C /min 速率間加熱至 200 °C 至 220°C。
 - a. 排氣線路
 - b. 惰性氣體(He 或 N₂)入口：氣體流為 90 mL/min (5.4 L/h)，持續時間為 40 min。

(五) 實驗藥品

1. 試劑水：定義經離子交換及活性碳過濾純化或蒸餾。
2. 試藥：ACS 分析試藥級或同級品。
 - (1) 甲醇：純度 99.0% 以上(J.T Baker)。
 - (2) 含有鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)、鄰苯二甲酸丁基苯酯(BBP)、鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)、鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)、鄰苯二甲酸二己酯(DEP)、鄰苯二甲酸二異丁酯(DIBP)、鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)等 9 種之標準品濃度均為 1000 ppm。
3. 儲備標準溶液：

分別取適當體積之有機物質液體，溶於甲醇溶液中，混合並定容至 1 mL 體積，配製濃度約為 10 ppm。或購買經認證之標準溶液。儲備標準溶液裝於棕色玻璃容器中，避免留有氣體空間，冷凍保存於-10°C 至 -20°C 之間，可保存 6 個月。
4. 檢量線標準溶液：

由儲備標準溶液，以甲醇稀釋配製濃度分別為 10 ~ 1000 ppm 之檢量線標準溶液；若濃度經查核標準品測試，不符其規範時，需重新配製。

5. 氦氣(He)：99.999%以上。

6. 氮氣(N₂)：純度為 99.99%以上。

(六)採樣與保存

1.採樣前準備：

採樣所使用之採樣袋、潔淨鋁箔、採樣箱內部等，須於採樣前以去除水分及有機物質之高純度氮氣予以沖洗及置換，清洗完成後應密閉並置放於潔淨處。

2.選擇樣品之建議事項提供予委託單位：

(1)從片、鑲板及板狀產品之試片選擇：

選擇片、鑲板及板狀產品的中央部位作為試片之切割位置。

(2)從捲狀產品選擇試片：

從捲狀產品移除包裝，並選擇試樣中央的適當部分。

選擇試片，使其包含構成樣式之大的顏色質體。

(3)從接著型及油漆型產品選擇試片：

對在使用中會蒸發的建築產品(液態接著劑與油漆)，藉由在玻璃板、鋁板或類似者塗覆產品，以製備試片。

3.建材樣品收集：

收集建材樣品需為製造完成一週內或進口至臺灣一個月內，由委託廠商自行採樣進行採樣，乾式建材以潔淨鋁箔包覆蓋置入採樣袋中，切割尺寸為直徑 11 mm 之圓形試片，收集後放置於 4°C 下之採樣箱中予以保存；濕式建材則在未開啟狀態置入 4°C 下之採樣箱中予以保存，均於三日內進行分析。

4.建材樣品保存及運送：

建材樣品收集於採樣箱中保存，溫度控制於 4°C 下進行運送，過程不得開啟避免碰撞，直到環控箱中的空白試驗完成後方得以開啟，開啟過程應於環控箱中進行，濕式建材應於排煙櫃中開啟，並於環控箱中進行刷塗製作受測樣品。

(七)步驟

1. 設定環境條件及流率：

(1) 第一步試驗(逸散試驗)

溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH、空氣供應裝置流率為 20 mL/min、採樣泵流率為 15 mL/min 之條件下進行 24 h 逸散及採樣，在微型容器出口所捕集並量測之 SVOCs 質量 m_1 。

(2) 第二步試驗(脫附試驗)

將微型容器在烘箱內加熱，從周遭溫度以 10 °C /min 至 20 °C /min 速率間加熱至 200 °C 至 220°C、惰性氣體供應流率為 90 mL/min、採樣泵流率為 60 mL/min 之條件下進行 40 min 脫附及採樣，在微型容器出口所捕集並量測之 SVOCs 質量 m_2 。

2. 空白試驗：

在進行第一步試驗前，須進行恆溫烘箱內部之空白分析；當烘箱環境條件已達到設定值後，以採樣速率為 15 mL/min，採樣時間為 2 小時進行採樣，經熱脫附裝置，以 GC/MS 進行分析，不可分析出有明顯之有機物質存在。

3. 微型容器之氣密性檢查：

在進行空白試驗過程，檢查微型容器在入口埠與出口埠之空氣流率，在兩個場所之流率差異須不超過 5%，以達規範氣密性之要求。

4. 逸散及脫附過程收集 SVOC 質量：

空白實驗分析完成後，將測試建材放入微型容器，建材中所含的 SVOCs 會於微型容器內部慢慢逸散出，然而大部分逸散物在溫度 40 °C 以下，會被微型容器內壁所吸附，故藉由第一步試驗(逸散試驗)及第二步試驗(脫附試驗)中所收集 SVOCs 質量，計算測得平均逸散率(通常為 24 h)。

5.檢量線建立：

將製備標準溶液注入至熱脫附裝置，使特定化學物質進入 GC/MS 進行定量之濃度值介於 1-10 ppm，再由層析圖之尖峰面積與其相對的濃度做成檢量線，檢量線相關係數須達到 0.995 以上。

6.定性定量分析：

所有採樣管均以塑膠蓋及石蠟膜封緊，並於 4°C 下之密閉空間予以保存，經熱脫附裝置捕集後，以 GC/MS 進行 SVOCs 分析。

7.儀器設定建議條件

(1)熱脫附裝置：設定如表 3-1.1 所示

a.低溫捕集：採樣溫度40°C

b.熱脫附：340°C

c.高溫清洗：400°C

表3-1.1分析狀態設定表

狀態	溫度(°C)	時間(min)
樣品吸附(Trapping)	40°C	12°C/min
注入(Injection)	340°C	10
清洗管線(Condition)	400°C	15

備註：熱脫附氣體：高純度氮氣

(資料來源：本研究整理)

(2) GC/MS

a. 分離管柱：毛細管柱HP-5，0.25mmID×30m，膜厚0.25μm。

b. 載流氣體：氮氣

c. 升溫程式：

35°C (1min) $\xrightarrow{20\text{ }^\circ\text{C/min}}$ 200°C $\xrightarrow{5\text{ }^\circ\text{C/min}}$ 260°C $\xrightarrow{20\text{ }^\circ\text{C/min}}$ 340°C (4min)

d. 70ev電子撞擊游離

e. 傳輸線溫度：320°C

f. 設備查驗：

在分析樣品前須先GC/MS查驗，其步驟是將GC/MS內建之FC-43 (PFTBA, Perfluoro Tributyl Amine) 注入GC/MS，所得分析結果必須符合表3-1.2的要求。每片建材樣本分析前均需進行設備查驗。

表3-1.2 FC-43查驗標準表

M/z	Ion Abundance Criteria
69	Base peak, 100% relative abundance
219	40~60% of mass 69
502	1~3% of mass 69
614	<0.2 % of mass 69

(資料來源：本研究整理)

g. 監測離子群：設定如表3-1.3所示

表 3-1.3 鄰苯二甲酸酯類之監測離子群

塑化劑名稱	主要離子(m/z)	次要離子(m/z)
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	149	167,279
鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)	149	167,279

鄰苯二甲酸丁基苯酯 (BBP)	149	91,206
鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)	293	149,167
鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)	307	149
鄰苯二甲酸二己酯 (DEP)	307	149
鄰苯二甲酸二異丁酯 (DIBP)	149	167,223
鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)	163	194
鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)	149	205,223

(資料來源：本研究整理)

h. 滯留時間 (retention time): 如表3-1.4所示

表 3-1.4 鄰苯二甲酸酯類之滯留時間

塑化劑名稱	分鐘	滯留時窗
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	20.56	10%
鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)	20.82	10%
鄰苯二甲酸丁基苯酯 (BBP)	17.81	10%
鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)	23.34	10%

鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)	24.38	10%
鄰苯二甲酸二己酯 (DEP)	9.37	10%
鄰苯二甲酸二異丁酯 (DIBP)	11.55	10%
鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)	8.48	10%
鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)	12.83	10%

(資料來源：本研究整理)

(八)結果處理

1.定性分析：

建材中待測 SVOCs 的認定，可經由比較其滯留時間和質譜與在標準品分析中的滯留時間和質譜，而後確認或經由質譜儀內建資料庫進行比對得之。

2.定量分析

經 GC/MS 所分析出特定 SVOCs 物質，再進行定量分析；定量分析方法乃利用 SVOCs 物質之質量數感應面積對應檢量線可求得特定時間點污染物質之質量。

3.計算

使用下列公式計算試片之單位面積逸散率：

$$q_{mA} = \left[\frac{m_1}{q_{V,c} \cdot t} q_{VA} \right] + \frac{m_2}{A \cdot t} = \frac{m_1 + m_2}{A \cdot t}$$

式中 q_{mA} ：單位面積逸散率(單位： $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)

$q_{V,c}$ ：微型容器空氣流率(單位： m^3/h)

q_{VA} ：單位面積換氣率(單位： $m^3/m^2 \cdot h$)

m_1 ：第一步收集之質量(單位： μg)

m_2 ：第二步收集之質量(單位： μg)

A ：試件表面積(單位： m^2)

t ：第一階段之持續時間(單位： h)

(九)品質管制

- 1.使用本程序的恆溫烘箱須於分析前進行空白分析，以防杜實驗室所引起的污染。
2. GC/MS 在使用前須以 FC-43 進行調機，必須符合表 3-1.3 規定，才能進行定性分析。
- 3.每次分析完成後，須使用 3 倍恆溫烘箱內部體積之潔淨空氣進行沖洗、置換及丙酮擦拭烘箱內壁，並進行空白分析，以避免上次分析過程中之有機物質殘留於烘箱內或殘留於管線中。
- 4.實驗室須保持執行記錄來確認數據品質，隨後的查核工作必須與已建立之執行標準配合，以決定檢測結果是否在方法所要求的精密度及準確度範圍之內。
- 5.每一片建材分析前、應執行檢量線查核，以確定檢量線之適用性。
- 6.品管樣品：以自行配製與檢量線標準品不同來源之標準溶液，適量於標準氣體注入孔與以注入，進行分析，計算其回收率，品管樣品的回收率可作為實驗室分析能力的依據。
- 7.使用本程序之品管樣品的回收率必須在 15% 的範圍內，精密度必須控制在 15% 以內。
- 8.執行分析時，須注射每日校正標準品來評估分析系統是否正常運作，包括波峰是否正常、感應是否與先前校正者符合，詳細檢

查層析圖譜可判斷分離管柱是否仍能使用，如果改變系統（如更換分離管柱），則須重新校正系統。

- 9.檢量線查核：分析儀器建立檢量線後，因本試驗為連續監測，故於每一件建材試驗開始前及結束後，應分別進行一次中間濃度標準溶液之準確度分析。
- 10.設備校正：GC/MS 相關設備，均依據『QP 21 量測追溯性管制作業程序』，填寫校正履歷，本設備每年校正一次，經判合格後，需依規定黏貼「校正標籤」。
- 11.藥品紀錄：使用標準品或藥品時，當開用新藥品，則需填寫「藥品標籤」，並貼於藥品明顯瓶身處，若經查藥品過期，則該化學藥品則不適合使用。
- 12.檢量線配置週期：配置週期為定期 3 個月配製 1 次，或檢量線查核未通過，或配合設備維修等特殊情況重新配製。

(十)精密度與準確度

- 1.檢量線：線性係數（ R^2 值）不得小於 0.995。
- 2.準確度：標準溶液中間濃度的配製值和量測值的平均相對誤差（relative error），需小於 15%。

$$\text{相對誤差} = \left(\frac{|\text{量測濃度} - \text{配製濃度}|}{\text{配製濃度}} \right) \times 100\%$$

- 3.精密度：檢量線濃度中間點連續測定七次，求其變異係數，其值不可超過 15%。

$$\text{變異係數 } C.V = X / S.D$$

X：量測七次所得之平均濃度值。

S.D：分析七次所求的之平均標準偏差。

4.方法偵測極限

(1)方法偵測極限之製作

方法偵測極限(method detection limit, MDL)定義為：一包含待測物的樣品基質中，99% 的信賴度極限(confidence limit)內，可偵

測到待測物的最低且大於零的濃度。方法偵測極限(MDL)主要是參考環檢所公告之規範，配製檢量線最低點之濃度，進行重複7次測定，計算重覆測試的變異數(S^2)和標準偏差(S)如下：

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \right]$$

$$MDL = 3S$$

式中 X_i ：第 i 個樣品檢測結果。

(2)方法偵測極限之確認

以計算得到的MDL 濃度添加至樣品基質內，重覆進行7次測試，利用最近一次MDL 重覆測試之變異數(S^2) 值及前次MDL重覆測試之 S^2 值，計算F值。F值之計算是將較大之 S^2 值作為分子，稱為 S_A^2 ；另一個 S^2 作為分母，稱為 S_B^2 ，先計算F值再與3.05做比較，若 $S_A^2/S_B^2 < 3.05$ ，利用下述公式計算共同的標準偏差 (Spooled standard deviation, Spooled)：

$$S_{\text{pooled}} = \left[\frac{6S_A^2 + 6S_B^2}{12} \right]^{0.5}$$

$$MDL = 3S_{\text{pooled}}$$

若 $S_A^2/S_B^2 > 3.05$ ，重新添加最近計算得到之待測物MDL濃度，若樣品在添加最近之MDL 濃度後仍不能夠定性，則出具報告之MDL濃度應介於此次與前次計算得到的MDL濃度之間，且此濃度可用於定性，依下述公式計算最後的 MDL 值

$$MDL = 2.681 \times (S_{\text{pooled}})$$

第二節 市售建材產品試驗結果

(一) 試驗產品基本資料

本(107)年「半揮發性有機化合物逸散及脫附之附屬設備」已於9月底完成驗收，建置內容包括空氣供應裝置、恆溫烘箱、流量控制、採樣設備、微型容器及標準品等，本研究並同步蒐集整理國內外有關室內空氣或建材逸散塑化劑試驗之文獻及著手建立實驗室之標準程序，由於近年塑化劑等半揮發性有機化合物(SVOC)議題備受重視，且經市場分析目前國內尚無實驗室及設備可提供該項檢測服務，為在有限期間，建立相關評估方法與基準及提升實驗室檢測自主技術能力，因此本(107)年本所分「建材塑化劑逸散量評估方法之研究」協同研究計畫、「建材逸散塑化劑檢測技術開發與試驗調查之研究」自辦研究計畫等2案共同針對本項課題進行探討，俾供後續應用參考。

在檢量線建立部分，主要選取環保署列為第一類及第二類毒化物之 DEHP、DNOP、BBP、DINP、DIDP、DEP、DIBP、DMP、DBP 等 9 種鄰苯二甲酸酯類之塑化劑為指標物質，將製備標準溶液注入至熱脫附裝置，並使特定化學物質進入 GC/MS 進行分析，在 MS 設定係使用“scan”模式，囿於目前實驗室之設備能偵測到上開塑化劑之濃度至少需 1 ppm 以上，因此本次建立之檢量線範圍為 1~10 ppm，尖峰面積與其相對應濃度做成檢量線之相關係數均達 0.995 以上，如附錄(一)所示。

本研究依規劃期程共計挑選 10 件(乾式 4 件、濕式 6 件)市售建材產品進行實測調查分析，包括地板類、牆壁類、塗料類及接著劑等 5 種，並區分為有(無)取得健康綠建材標章等二大類，分析其逸散特性，包括第一步試驗之逸散量、第二步試驗之脫附量及總逸散量，樣本基本資料如表 3-2.2 及附錄(二)所示。

表 3-2.1 試驗樣本基本資料

編號	建材產品名稱	規格	種類	健康綠建材標章
SP01	高抗污面漆	灰色	塗料	無
SP02	地坪耐磨面漆	綠色	塗料	無
SP03	黏著劑(a)	黃色	接著劑	無
SP04	熱固性合板(a)	白色	牆壁類	無
SP05	塑膠地磚(a)	黑色	地板類	無
SP06	水泥漆	白色	塗料	有
SP07	乳膠漆	白色	塗料	有
SP08	黏著劑(b)	黃色	接著劑	有
SP09	熱固性合板(b)	黑色	牆壁類	有
SP10	塑膠地磚(b)	白色	地板類	有

(資料來源：本研究整理)



圖 3-2.1 試驗樣本照片

(資料來源：本研究整理)

(二)試驗產品檢測結果

1.高抗污面漆：

本研究針對無健康綠建材標章之高抗污面漆，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)滯留時間(RT) 在 11.130 min 圖譜有呈現峰值，另第二步試驗(脫附試驗)滯留時間(RT) 在 25.513 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.2 所示。

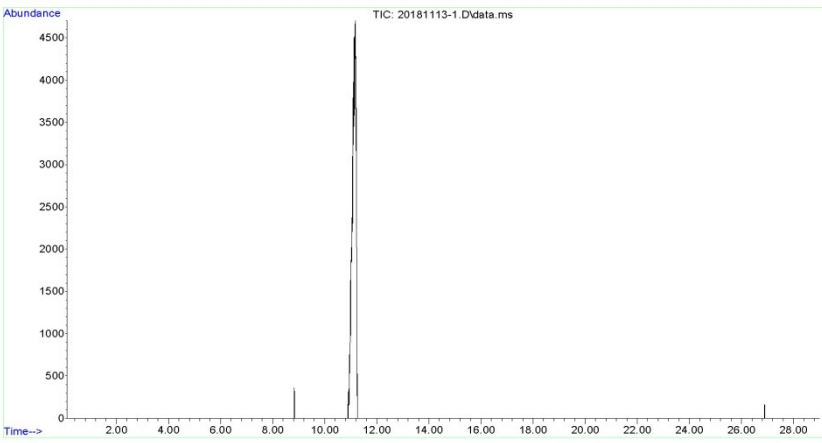
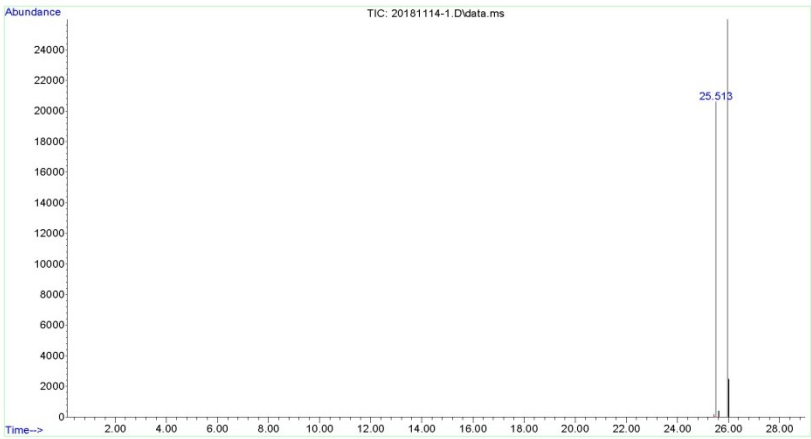
化合物	DEHP	DNOP	BBP	DINP	DIDP	DEP	DIBP	DMP	DBP
逸散試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									
脫附試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									

圖 3-2.2 高抗污面漆之檢測結果

2.地坪耐磨面漆：

本研究針對無健康綠建材標章之地坪耐磨面漆，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)未偵測到物質，另第二步試驗(脫附試驗)滯留時間(RT)在 25.861 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.3 所示。

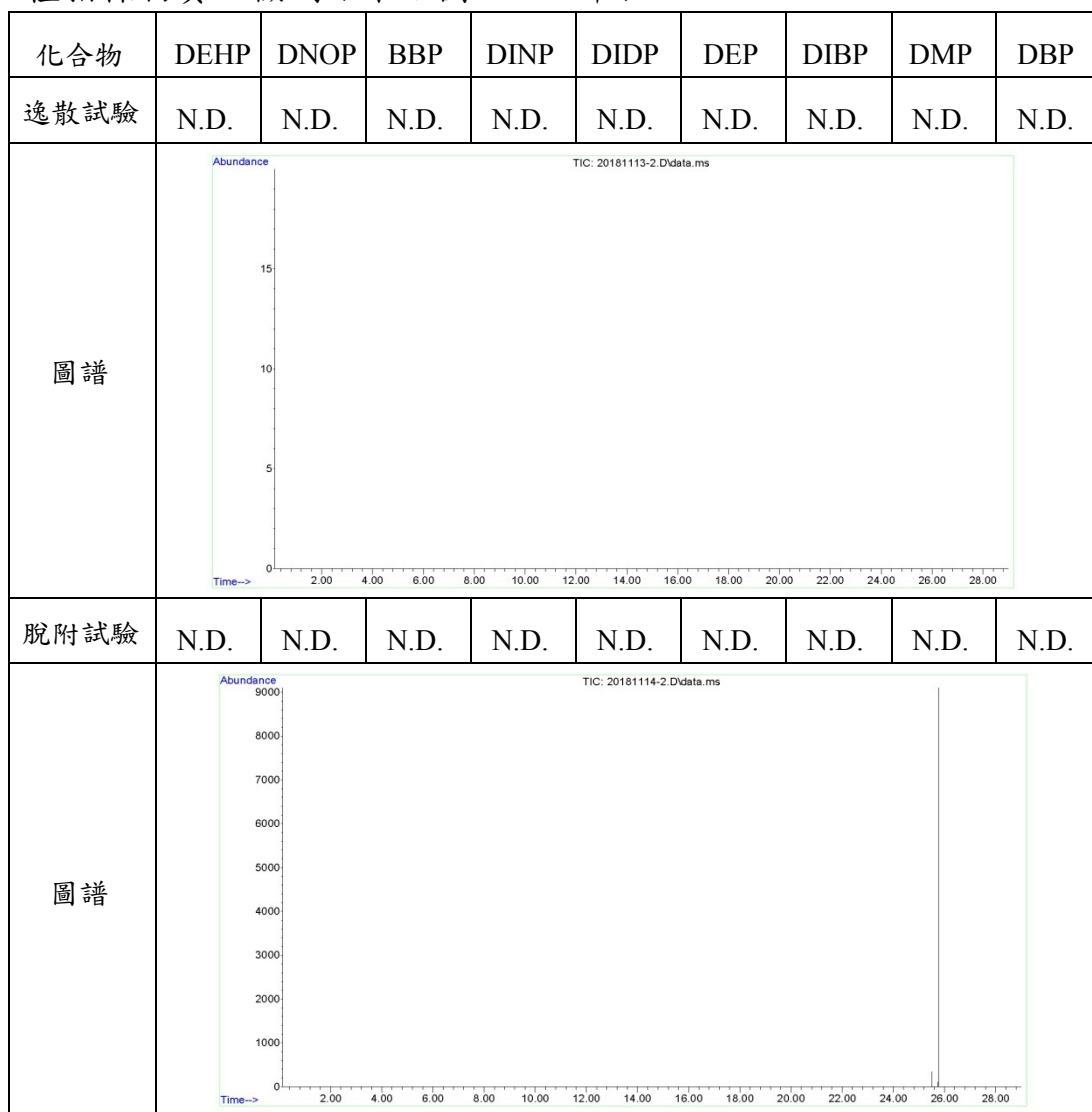


圖 3-2.3 地坪耐磨面漆之檢測結果

3.黏著劑(a)：

本研究針對無健康綠建材標章之黏著劑(a)，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)滯留時間(RT)在 5.012 min 圖譜有呈現峰值，另第二步試驗(脫附試驗)在滯留時間(RT)分別為 25.566 min 及 25.731 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.4 所示。

化合物	DEHP	DNOP	BBP	DINP	DIDP	DEP	DIBP	DMP	DBP
逸散試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									
脫附試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									

圖 3-2.4 黏著劑(a)之檢測結果

4.熱固性合板(a)：

本研究針對無健康綠建材標章之熱固性合板(a)，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)未偵測到物質，另第二步試驗(脫附試驗)滯留時間(RT)在 25.302 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.5 所示。

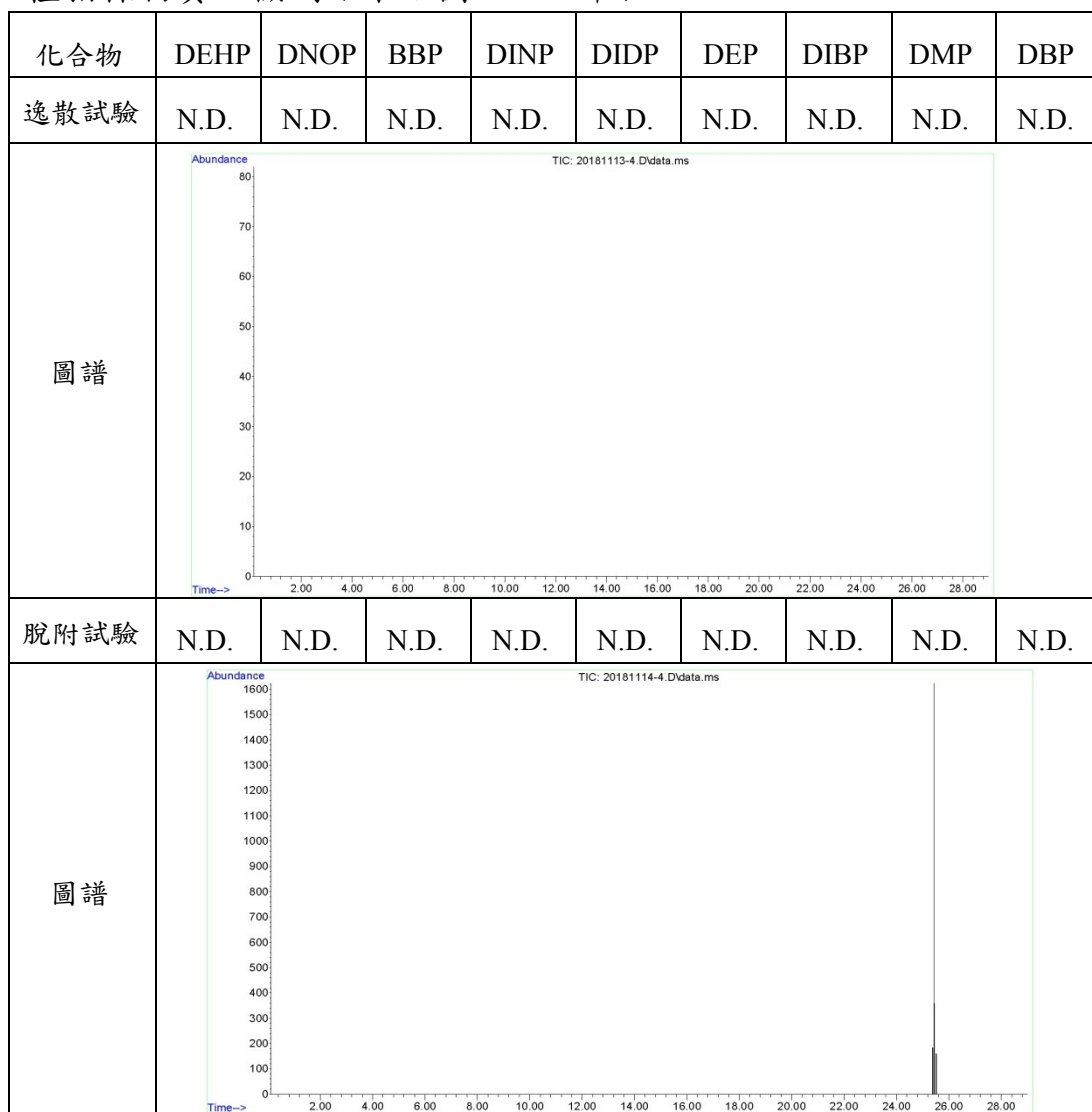


圖 3-2.5 熱固性合板(a)之檢測結果

5. 塑膠地磚(a)：

本研究針對無健康綠建材標章之塑膠地磚(a)，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)未偵測到物質，另第二步試驗(脫附試驗)在滯留時間(RT)分別為 24.924 min 及 25.142 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.6 所示。

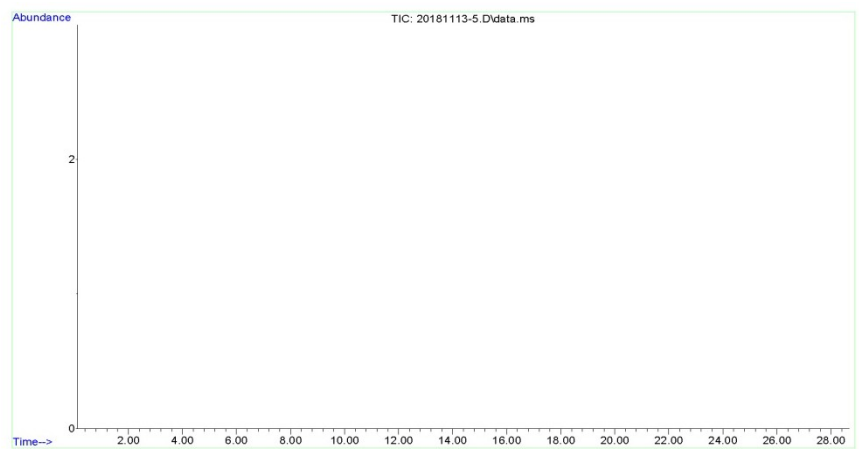
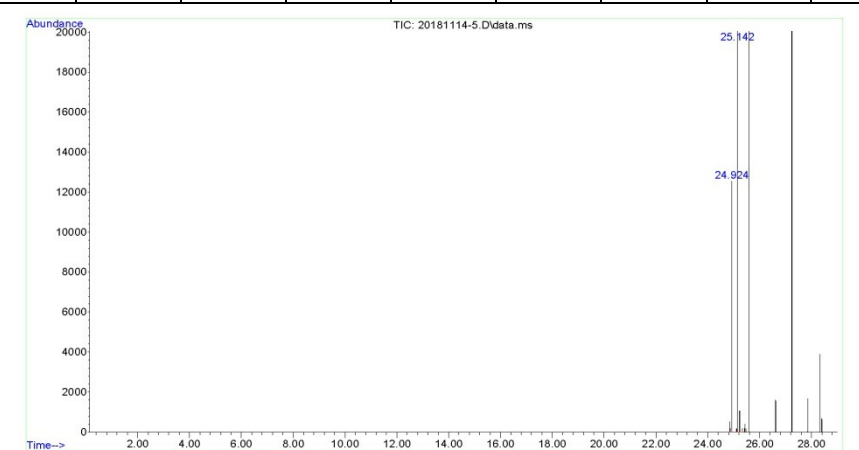
化合物	DEHP	DNOP	BBP	DINP	DIDP	DEP	DIBP	DMP	DBP
逸散試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									
脫附試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									

圖 3-2.6 塑膠地磚(a)之檢測結果

6.水泥漆：

本研究針對有取得健康綠建材標章之水泥漆，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)未偵測到物質，另第二步試驗(脫附試驗)在滯留時間(RT)分別為 23.674 min、23.721 min 及 24.582 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.7 所示。

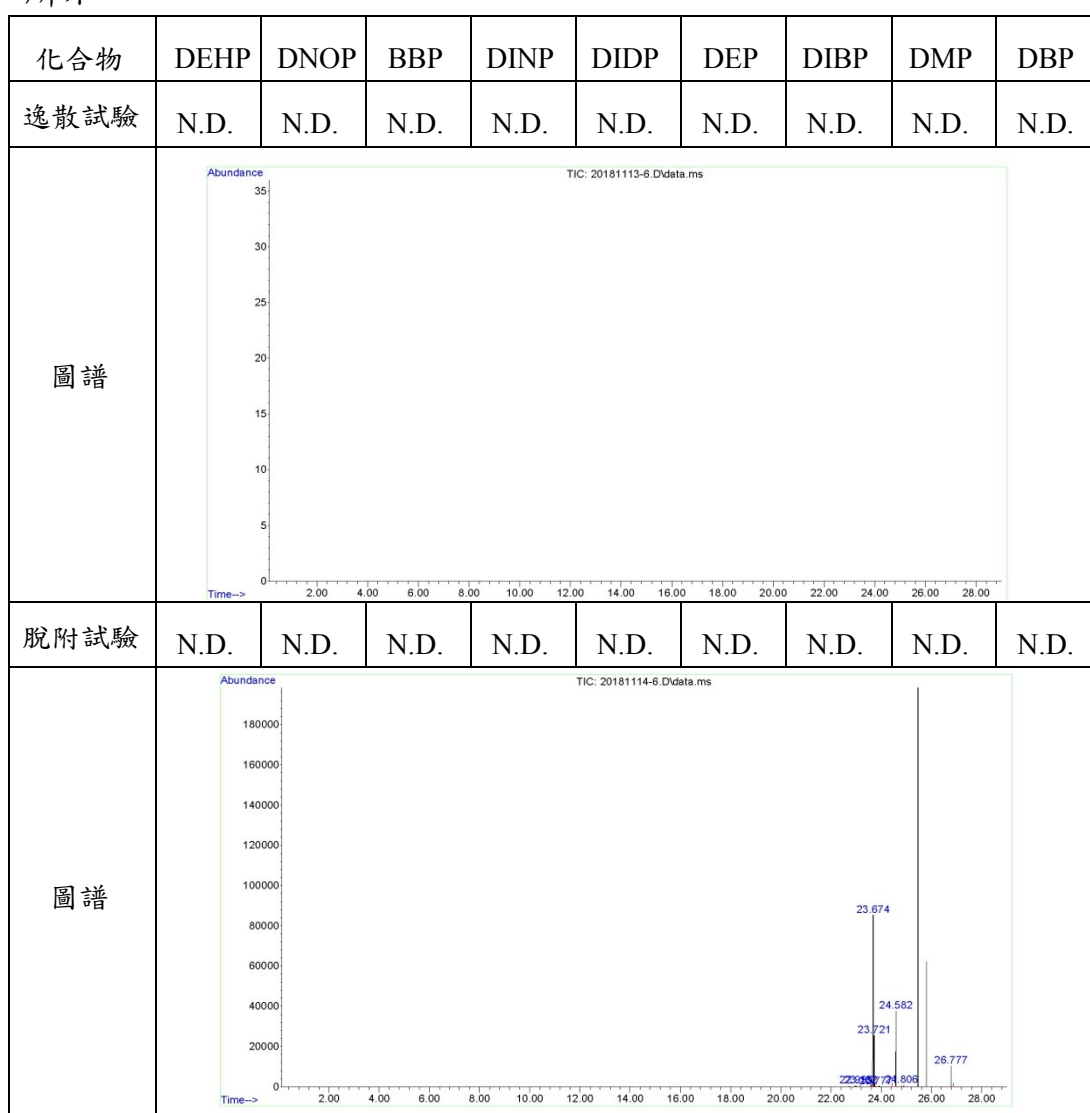


圖 3-2.7 水泥漆之檢測結果

7.乳膠漆：

本研究針對有取得健康綠建材標章之乳膠漆，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)未偵測到物質，另第二步試驗(脫附試驗)在滯留時間(RT)分別為 26.005 min 及 26.030 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.8 所示。

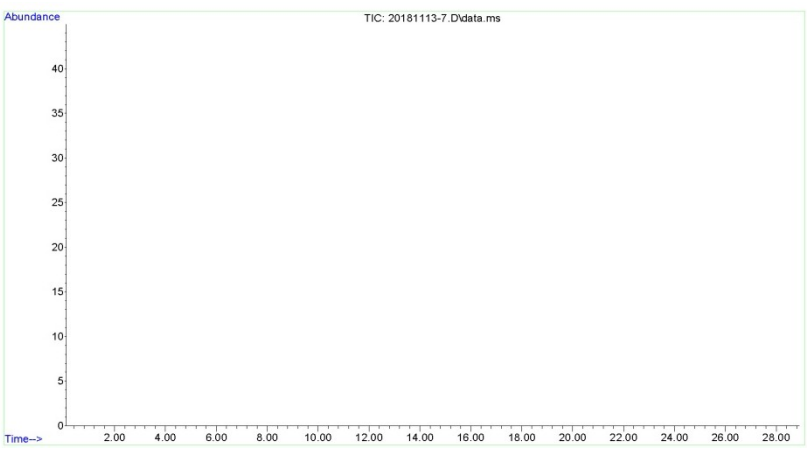
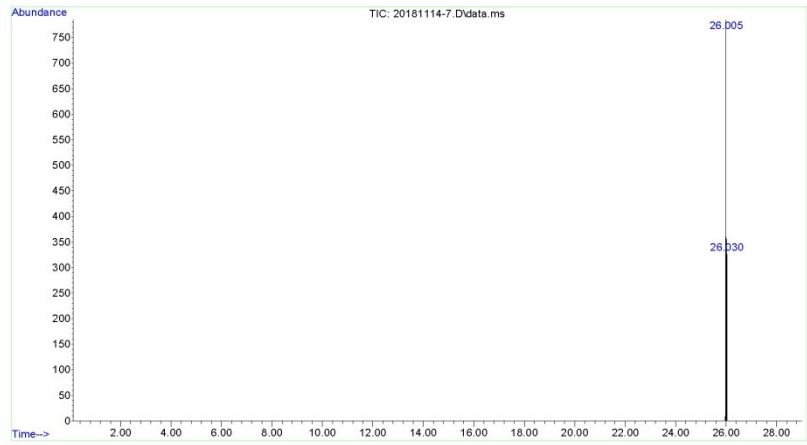
化合物	DEHP	DNOP	BBP	DINP	DIDP	DEP	DIBP	DMP	DBP
逸散試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									
脫附試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									

圖 3-2.8 乳膠漆之檢測結果

8.黏著劑(b)：

本研究針對有取得健康綠建材標章之塑膠地磚(b)，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)滯留時間(RT)在 4.372 min 圖譜有呈現峰值，另第二步試驗(脫附試驗)滯留時間(RT)在 26.030 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.9 所示。

化合物	DEHP	DNOP	BBP	DINP	DIDP	DEP	DIBP	DMP	DBP
逸散試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									
脫附試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									

圖 3-2.9 黏著劑(b)之檢測結果

9.熱固性合板(b)：

本研究針對有取得健康綠建材標章之熱固性合板(b)，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)未偵測到物質，另第二步試驗(脫附試驗)滯留時間(RT)在 26.012 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.10 所示。

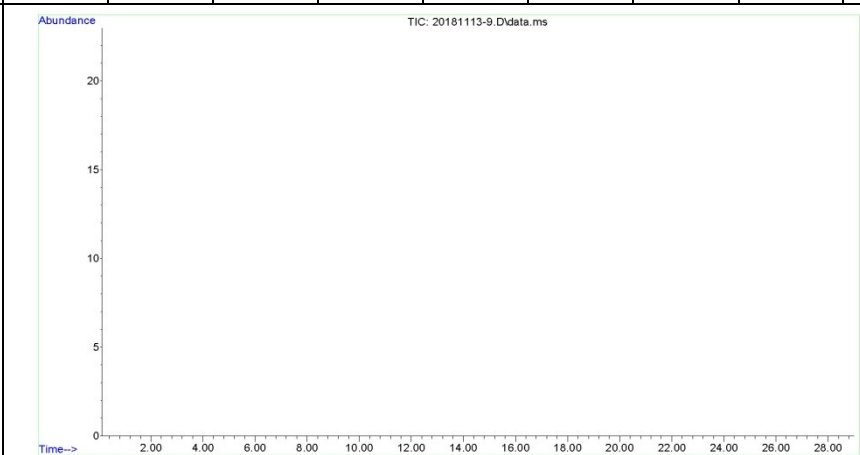
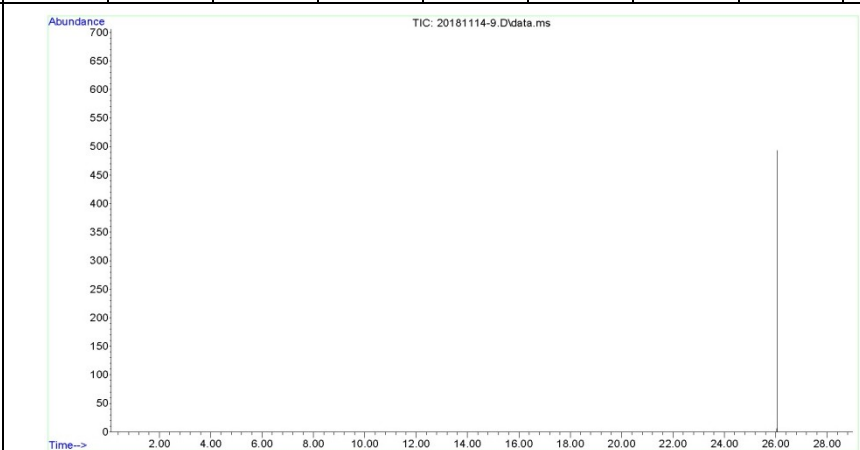
化合物	DEHP	DNOP	BBP	DINP	DIDP	DEP	DIBP	DMP	DBP
逸散試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									
脫附試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									

圖 3-2.10 熱固性合板(b)之檢測結果

10. 塑膠地磚(b)：

本研究針對有取得健康綠建材標章之塑膠地磚(b)，在設定溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 情境下，依 CNS 16000-25 方法進行試驗，經 GC/MS 分析結果，第一步試驗(逸散試驗)未偵測到物質，另第二步試驗(脫附試驗)在滯留時間(RT)分別為 25.630 min、25.760 min 及 25.798 min 圖譜有呈現峰值，與質譜儀內建資料庫比對後，均非 DEHP 等 9 種指標物質，檢測結果如圖 3-2.11 所示。

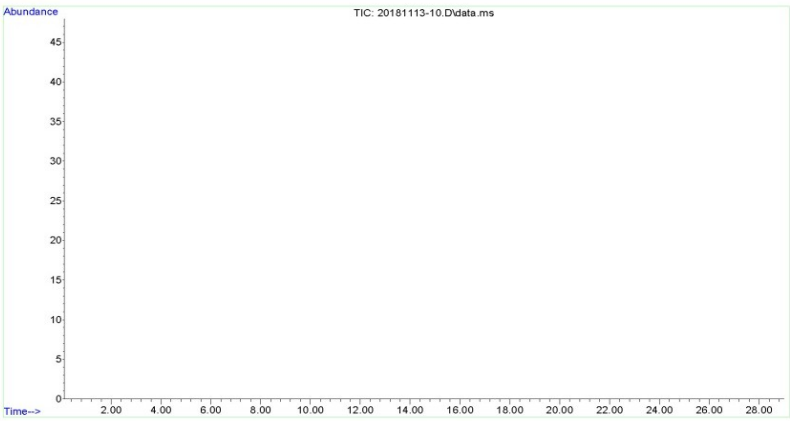
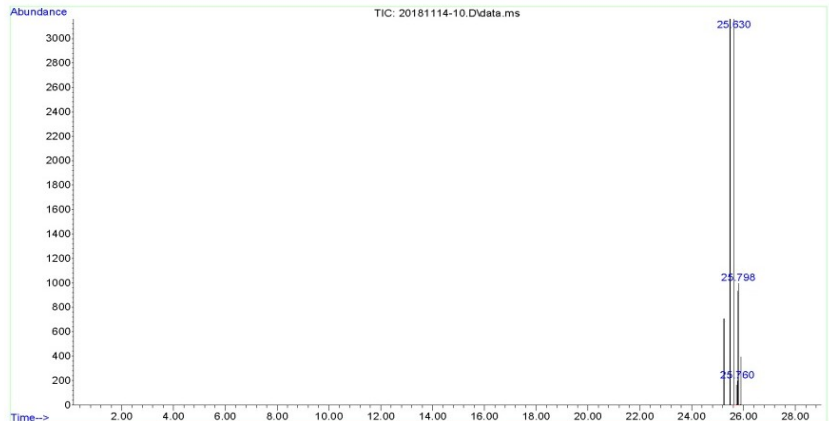
化合物	DEHP	DNOP	BBP	DINP	DIDP	DEP	DIBP	DMP	DBP
逸散試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									
脫附試驗	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
圖譜									

圖 3-2.11 塑膠地磚(b)之檢測結果

(三)小結

1. 本研究執行期間已於本(107)年9月底完成「半揮發性有機化合物逸散及脫附之附屬設備」建置，內容包括空氣供應裝置、恆溫烘箱、流量控制、採樣設備、微型容器及標準品等，並逐項進行設備檢核、系統測試及撰寫標準程序，經查證結果，個別設備之性能均可符合 ISO 16000-25 規範，惟在系統整合測試部分發現，在進行第一步試驗過程，連結空氣供應裝置及微型容器之氣體傳輸管線，易受外部測試環境影響，造成溼度有飄移現象，後續建議可使用適當阻絕材料妥予包覆、加裝防護罩或於進氣端加設除濕預處理裝置，俾提升整體精確度。
2. 針對在第一步及第二步試驗 GC/MS 能偵測化合物訊號分析部分，本研究 10 件樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 10 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管有 4 支(占 40%)可偵測到訊號，另在第二步試驗(脫附試驗)所蒐集採樣 10 支 Tenax® TA 吸附劑管全部 10 支(100%)均可偵測到訊號，由試驗結果可看出在溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 之 ISO 16000-25 標準測試環境條件，建材在逸散試驗過程，物質被微型容器內壁吸附比率(需第二步試驗之脫附處理)明顯高於直接逸散(第一步試驗)所蒐集之結果。
3. 針對有(無)取得健康綠建材標章之建材逸散分析部分，本研究 5 件取得標章之樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 5 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管僅有 1 支接著劑類產品(占 20%)可偵測到訊號，另 5 件未取得標章之樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 5 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管有 3 支(占 60%)，分別為塗料類、接著劑類及地板類，可偵測到訊號，初步試驗結果未取得健康綠建材標章建材之直接逸散樣本數目高於有健康綠建材標章之產品。
4. 目前國內或國際上在食品、容器及塑膠類等產品之塑化劑含量或溶出量分析大都採用氣相層析質譜儀(GC/MS)法，其中「食品器具容器包裝衛生標準」含量限量之管制基準為 0.1%，溶出限量管制基準 0.3 ppm~30 ppm，設備可偵測到之量級為 ppm，本研究在 9

月底完成設備建置後，參考業界 GC/MS 最常使用”scan”設定模式，經多次嘗試目前能同時偵測到 9 種指標物質塑化劑之濃度至少需 1 ppm 以上，因此本次建立之檢量線範圍為 1~10 ppm，經分析僅適用於建材之塑化劑含量、溶出量或 1 ppm 以上之高濃度逸散檢測使用，而本次 10 件樣本經實驗結果，在第一步及第二步試驗均未發現超過 1 ppm 之高濃度逸散塑化劑物質。

5. 透過蒐集國際相關綠建材標章分析，目前各國 TVOC 或逸散塑化劑評定基準為 $0.001 \text{ mg/m}^3 \sim 0.1 \text{ mg/m}^3$ ，經換算檢量線下限至少需達 $10^{-4} \text{ ppm} \sim 10^{-2} \text{ ppm}$ 量級方能滿足需求，另由相關文獻分析，目前 DEHP 之定量極限(LOQ)可達 $0.06 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ，其餘 8 種指標物質塑化劑之定量極限可達 $0.01 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ，部分研究亦顯示可偵測到含量 $0.5 \text{ } \mu\text{g}$ 之逸散塑化劑，經換算檢量線下限可達 10^{-6} ppm 量級，顯見在提升分析技術基礎研究還有很大精進空間，建議未來可增加 LC-MS/MS 等方式、採用 Florisil® 吸附劑管、或更改 GC/MS 設定例如”SIM”及”SIM and Scan”等模式，進一步加以分析比對，以有效提升實驗室分析能量。

第四章 建材逸散塑化劑試驗標準草案

第一節 標準草案架構

本研究在資料蒐集分析過程，發現我國現行 CNS 標準關於塑化劑試驗，主要與塑膠產業技術發展技術及鄰苯二甲酸酯類含量測定有關，囿於鄰苯二甲酸酯類係屬半揮發性有機化合物，其特性會緩慢而穩定從產品中逸散出來，經檢視國內目前尚無鄰苯二甲酸酯逸散檢驗標準可供遵循，近年塑化劑及阻燃劑等半揮發性有機化合物（SVOC）議題備受重視，本所因應國際規範發展趨勢，已完成相關設備採購建置及規劃將塑化劑逸散納入綠建材評定項目，以期維護室內空氣品質，建構安全健康之居住環境。

因此，本研究參考目前國際組織最新發展之「ISO 16000-33:2017 Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」標準，將內容轉化為中文作為本標準的主軸，並採用適當的圖說輔助說明，初擬之試驗標準架構如下表，期望對經濟部標準檢驗局發布新標準及業界有所助益。

表 4-1.1 室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定
—氣相層析質譜法標準草案架構表

規範章節	小節	備註
1. 適用範圍		
2. 引用標準		
3. 採樣和儀器	3.1 概述	
	3.2 吸附劑及熱脫附採樣	
	3.3 吸附劑及溶劑萃取採樣	
4. 校正	4.1 概述	
	4.2 熱脫附法之校正	

規範章節	小節	備註
	4.3 溶劑萃取法之校正	
5. 定性鑑別和 定量分析	5.1 質譜分析	
6. 建立檢量線 及計算分析 物質量	6.1 建立檢量線	
	6.2 計算分析物之質量	
7. 室內空氣濃 度的計算		
8. 績效特性	8.1 偵測極限	
	8.2 定量極限和空白試樣	
	8.3 再現性和重複性之標準偏差	
9. 品質保證	9.1 分析方法驗證及現場空白測定	
	9.2 試驗空白最小化之方法	
	9.3 引用文件	
10. 干擾		
附錄		

(資料來源：本研究整理)

第二節 標準草案研擬

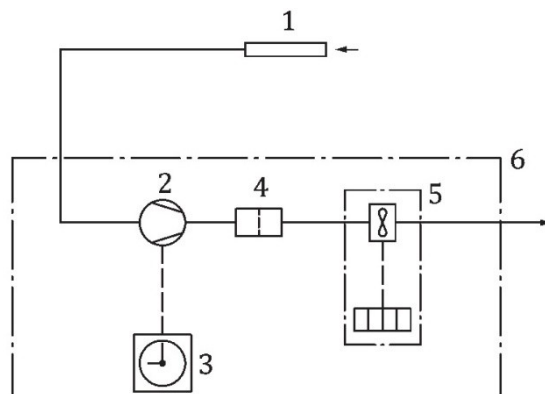
國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p style="text-align: center;">Indoor air – Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)</p> <p>前言</p> <p>本標準係依據2017年發行之ISO 16000-33 Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)，不變更技術內容及其標準程式，制定成為中華民國國家標準者。</p> <p>依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。</p> <p>本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。</p> <p>本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、著作權與著作權之鑑別。</p> <p>簡介</p> <p>本標準適用於CNS 16000-1定義之室內環境，例如住宅之起居室、臥室、自行組裝(DIY)室、休閒室與地下室、廚房和浴室；不必接受有關空氣污染的健康與安全檢查之工作室或工作場所(例如辦公室、銷售場所)；公共建築(例如醫院、學校、幼稚園、體育館、圖書館、餐廳、酒吧、劇院、電影院與其他功能室)以及車廂。</p> <p>鄰苯二甲酸酯是鄰苯二甲酸(1,2-苯二碳酸)的二酯類化合物，主要係透過由軟性聚氯乙烯(PVC)製成的日常用品排放到室內空氣中。通常，鄰苯二甲酸酯被用作軟性PVC的增塑劑。最常見的5種鄰苯二甲酸酯類分別是鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)、鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)和鄰苯二甲酸丁基苯酯(BBP)。</p> <p>本標準之表8列出最重要的鄰苯二甲酸酯之字母縮略及物質特性，均可藉由本標準之氣相層析質譜法加以測定。</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>1.適用範圍</p> <p>本標準規定使用氣相層析儀/質譜儀，測定室內空氣中鄰苯二甲酸酯之方法，本方法適用於室內粉塵及使用溶劑擦拭樣本表面之鄰苯二甲酸酯類的採樣和分析。</p> <p>另外兩種室內空氣之取樣和處理方法，其有效性已在實驗室間循環比對試驗獲得驗證，包括可使用吸附劑管進行採樣，隨後進行熱脫附和GC-MS分析。或者，可採用其他類型的吸附管進行採樣，隨後藉由溶劑萃取，以進行GC-MS分析。</p> <p>從室內粉塵中採樣，以進行鄰苯二甲酸二甲酯到鄰苯二甲酸二異辛酯之化合物測定，說明於附錄3，對樣本調查的結果僅顯示指標價值，不適用採取行動的最終評估。</p> <p>鄰苯二甲酸二甲酯到鄰苯二甲酸二異辛酯可使用溶劑擦拭採樣方法，說明於附錄2，溶劑擦拭樣本僅適用於非定量來源之鑑定。</p> <p>備考：</p> <p>本方法原則上適用其他類型經驗證且符合本方法之品管要求的鄰苯二甲酸酯，己二酸酯和環己烷二羧酸酯之分析。</p> <p>2.引用標準</p> <p>下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。</p> <p>CNS 16000-6 室內空氣—第6部：室內空氣—第6 部：室內空氣與試驗箱空氣中揮發性有機化合物之Tenax TA®吸附劑主動採樣、熱脫附及氣相層析-MS/FID 測定法</p> <p>3.採樣和儀器</p> <p>3.1概述</p> <p>室內空氣採樣可以藉由通過充滿石英纖維棉和Tenax®TA的熱脫附管上或利用如Florisil®的吸附劑上進行，隨後進行溶劑萃取。應儘量減少於溶劑萃取程序中所使用的溶劑量，以減少空白濃度值。所有使用的儀器和試藥都應該是乾淨的，即未含有任何會干擾分析的化合物。</p> <p>實驗室間循環比對經驗顯示，溶劑也可能導致顯著的空白濃度值之差異。因此，每瓶新溶劑在使用前皆應檢查避免鄰苯二甲酸酯之污染。</p> <p>備考：</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>實驗室循環比對試驗的經驗指出，用乾淨的溶劑（無法檢測出鄰苯二甲酸鹽）沖洗足以去除設備中的污染物。</p> <p>在室內空氣中採樣，應考慮鄰苯二甲酸酯到處存在的之特性，以避免污染樣本。在各節已說明如何達成最小現場空白濃度值而採用的措施，以及其優缺點。在第9節中說明品質管制作法，及應考慮現場空白的提示。</p> <p>3.2 吸附劑及熱脫附採樣</p> <p>使用 CNS 16000-6 中所規定設備、試藥和材料（包括附錄之半揮發性化合物的資料），同時也須遵守下列規範之要求：</p> <p>3.2.1 設備、材料和化學品</p> <p>3.2.1.1 熱脫附管</p> <p>材質為不鏽鋼、惰性塗覆之網或玻璃，填充約 1mm 非易碎石英棉及 200 mg 之 Tenax® TA 20/35 吸附劑，詳見 CNS 16000-6 附錄 3。</p> <p>3.2.1.2 採樣系統</p> <p>採樣系統配置詳見圖 1。</p> <p>3.2.1.3 採樣泵</p> <p>適當的採樣流率在 50 mL/min 至 200 mL/min 範圍內，建議採樣體積為 20 L 至 70 L。</p> <p>3.2.1.4 空氣流量計</p> <p>許可差為 ±5 %。</p> <p>3.2.1.5 實驗室採樣設施</p> <p>濕度計、溫度計、氣壓計。</p> <p>3.2.1.6 內標準品</p> <p>可作為整個分析過程品質管制之措施，包括：環-氣化合物，D4-DMP, D4-DEP, D4-DBP, D4-BBP, D4-DEHP, D4-DOP 以及非氣二烯丙基甲酸酯 (DAIP) 等，標準溶液必須在不含鄰苯二甲酸酯之甲醇溶劑進行製備，其最高濃度為 1µl。</p> <p>3.2.1.7 熱脫附裝置</p> <p>用於吸附劑管之兩階段熱脫附，並將脫附的蒸氣藉惰性氣體流轉送到 GC-MS 系統中。</p> <p>備註： 經適當的方法驗證，去活化（矽烷化）的玻璃棉或石英棉亦可用作吸附劑。</p> <p>3.2.2 吸附劑管製備</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯	總號	
CNS 草案	之測定—氣相層析質譜法	類號	
<p>使用一支塞滿石英棉和Tenax® TA的吸附劑管，其先決條件必須具備 CNS 16000-6的相關知識。預充處理吸附劑管可由市售購得，吸附劑管也可以如下述在實驗室中裝填。</p> <p>稱取適當量的吸附劑，每支管所用吸附劑的量應在200 mg以上，以維持吸附能力。在裝填時，先以一塊去活化玻璃棉或不銹鋼網塞在管之一端，將吸附劑裝填於管中，如需要可使用吸氣以幫助將吸附劑轉移至管中。再放入另一塊玻璃棉或不銹鋼網，以將吸附劑保留在管內。</p> <p>備考：</p> <p>ISO 16017-1:2000附錄B中規定貫流體積之測定。貫流體積與採樣管尺度以及吸附劑量成正比。大略的方法為：如管徑不變，床之長度加倍時，安全採樣體積(safe sampling volume, SSV)就可加倍。</p> <p>在填充Tenax® TA吸附劑管後，將該試管於280°C溫度條件下調節8小時，隨後在流率為100 mL/min 之情性載氣下於300 °C調節30 min，再將純化之吸附劑管封閉，並存放於室溫及陰暗容器中，以防樣本遭受污染。</p> <p>使用例行分析參數，將代表性數目之已調節管進行分析以得到空白濃度值，而方便確認熱脫附空白值為足夠小，詳見CNS 16000-6第7.1節之規定。在完成調節後應儘快採樣，若14天內仍無法完成採樣，使用前應將吸附劑管於300°C重新調節15 min。為避免污染，只能使用棉製手套碰觸該管，熱脫附裝置必須確保無外部污染干擾分析流動路徑，並不要貼上在熱脫附過程中會造成堵塞或變色之黏性標籤。</p> <p>3.2.3採樣</p> <p>採樣前，在吸附劑管中注入1 μL或更低甲醇溶劑（例如，採樣體積50 L，注入為20ng/μL，額外注入量係由採樣體積及方法操作範圍決定）。可於吸附劑管之採樣端加入。</p> <p>採樣設備組裝詳見圖1，以PE或PTFE管將泵接至吸附劑管或管組裝。若無鄰苯二甲酸酯破出體積資訊，應將兩個吸附劑管串聯。啟動泵並記錄採樣流率或計數器讀值以及溫度、相對空氣濕度及大氣壓力(必要時)。適當的採樣流率在50 mL/min至200mL/min 範圍內，相當於2hr至24hr之採樣體積約20 L至70 L。在採樣期結束時，將採樣管從採樣線路上拆卸下來，使用螺紋蓋接頭並配以PTFE 套環將管之兩端密封，建議在室內空氣中進行重複採樣，並儘快送至實驗室分析。</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	



說明

- 1 吸附劑管
- 2 採樣泵
- 3 計時器(選用)
- 4 空氣過濾器
- 5 流量調節器
- 6 防護罩

圖1 採樣設備組裝示意圖

3.3 吸附劑及溶劑萃取採樣

3.3.1 設備、材料和化學品

3.3.1.1 採樣系統

採樣系統配置詳見圖1。

3.3.1.2 採樣泵

適當的採樣流率約2 L/min，建議8 hr至24 hr之採樣體積為1 m³至3 m³。

3.3.1.3 空氣流量計

許可差為±5%。

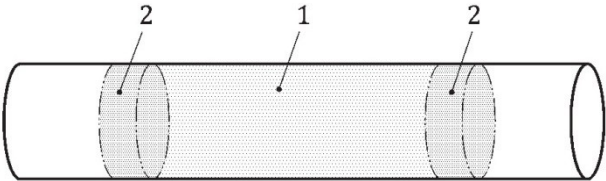
3.3.1.4 灰化爐

3.3.1.5 扁平耐熱蒸發皿

3.3.1.6 Florisil®：60至100網目

3.3.1.7 玻璃棉：矽烷化

3.3.1.8 玻璃質燒瓶：50 mL，使用螺紋帽蓋和聚四氟乙烯（PTFE）加以

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯	總號	
CNS 草案	之測定—氣相層析質譜法	類號	
<p>密封。</p> <p>3.3.1.9 玻璃質吸附管：長度約200 mm，內徑約10 mm至12 mm。</p> <p>3.3.1.10實驗室採樣設施</p> <p>濕度計、溫度計、氣壓計。</p> <p>3.3.1.11溶劑：甲基叔丁基醚（TBME）或甲苯</p> <p>3.3.1.12內標準品：</p> <p>可作為整個分析過程品質管制之措施，包括：環-氟化合物, D4-DMP, D4-DEP, D4-DBP, D4-BBP, D4-DEHP, D4-DOP以及非氟二烯丙基甲 酸酯 (DAIP)等</p> <p>3.3.1.13 GC/MS：</p> <p>氣相層析（GC）系統，配置質譜（MS）偵檢器。</p> <p>3.3.2 Florisil®吸附劑管之製備</p> <p>Florisil®吸附劑在蒸發皿上鋪成厚約3 mm至4 mm之薄片，並在800 °C加熱6 hr。冷卻後，使用質量比3%之雙蒸餾水去活化，為此，將5g的Florisil®吸附劑和150µl 水注入50ml玻璃燒瓶中，並用螺紋帽蓋和聚四氟乙烯（PTFE）加以密封，混合約45 min，直到變成均勻流動的粉末。然後將去活性化的Florisil®吸附劑充填到管中，填充高度約10 mm到13 mm，末端使用矽烷化玻璃棉密封，儲存於乾燥容器中，詳見圖2。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>說明</p> <p>1 Florisil®吸附劑</p> <p>2 玻璃棉</p> <p style="text-align: center;">圖2 填充吸附劑管示意圖</p> <p>3.3.3 Florisil®使用要點</p> <p>每次重新製備Florisil®吸附劑管，需參照3.3.2節規範進行空白試樣檢查，若測得鄰苯二甲酸酯很高的空白濃度值，則須重新加熱及去活性化。</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

製備好的吸附劑管須儲存於乾燥容器中，6個月內未使用，應參照 3.3.2節重新製備。

其他Chromosorb 106或類似載體材料之吸附劑，其製備和採樣方式應依據特性予以調整，並藉由測定績效特性加以驗證。

3.3.4採樣

採樣前，應添加內標準品，例如100 mg/L，相當於將1 μ g之內標準品加入10 μ L，附錄D（用於熱脫附法）和附錄E（用於Florisoril®溶劑萃取法）說明內標溶液之製備。

內標準品一般使用微量注射器注入，通常朝流動方向之吸附劑添加，操作範圍從0.05 μ g/ m^3 到10 μ g/ m^3 之添加量如表1所示，各化合物對應之建議內標準詳見第4節。

採樣設備組裝後須進行洩漏測試。啟動泵並記錄採樣流率或計數器讀值以及溫度、相對空氣濕度及大氣壓力，適當的採樣流率在2 L/min至3 L/min 範圍內，相當於於8 hr至24 hr之採樣體積約1 m^3 至3 m^3 。

表1 測定空氣樣品中含鄰苯二甲酸酯(操作範圍從0.05 μ g/ m^3 到10 μ g/ m^3)

濃縮採樣濃度 (mg/L)	對應空氣濃度 (μ g/ m^3)
0.05	0.05
0.1	0.1
0.5	0.5
1.0	1.0
2.5	2.5
5.0	5.0
10.0	10.0
備註：關於分析物之濃度須由實驗室依據空白試樣值的校正予以確定。	

3.3.5試樣調節

將吸附劑管之Florisoril®和玻璃棉取出放置50 ml玻璃燒瓶中，並與25 ml溶劑混合，並用螺紋帽蓋和聚四氟乙烯（PTFE）加以密封，充分震動，以便潤濕試樣，置於超音波震盪器震盪15 min。

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號																																																									
CNS 草案		類號																																																									
<p>甲基叔丁基醚和甲苯是驗證可行溶劑，亦可以使用微極性溶劑，非極性溶劑（例如，己烷）則不適合。但應注意製備校正用及層析測定之混合溶液須使用相同溶劑。</p> <p>接著用滴管萃取5 ml上層清液，再濃縮至0.2 ml。濃縮成乾燥狀態會導致相當大的物質損失，尤其是揮發性鄰苯二甲酸酯，取100µl萃取液注入自動取樣器瓶，參照第5節規範進行CG / MS分析，並參照第3.3.4節規範注入1 mg /L之內標準品。</p> <p>4.校正</p> <p>4.1概述</p> <p>存在於室內環境中的鄰苯二甲酸酯會進行氣/固相分佈過程，主要準則係依據個別化合物之蒸氣壓，高蒸氣壓的鄰苯二甲酸酯存於氣相中，低蒸氣壓的鄰苯二甲酸酯會被冷凝，而以顆粒固相存在。因此有一些鄰苯二甲酸酯，例如DPhP，DINP，DIDP和DIUP等，在空氣通常測不出試樣濃度，而這些化合物可使用溶劑擦拭或室內粉塵中試樣找到，詳細說明如附錄B及附錄C所示，表2提供鄰苯二甲酸酯之化合物在不同試樣中可測出情況。</p> <p>定期執行校正工作以確認量測範圍，並建立檢量線（至少5種不同濃度），檢測系統發生重大變化，應重新配製並驗證設備功能（至少3種不同濃度）。</p> <p>表2 各種鄰苯二甲酸酯化合物在不同試樣可測出情況</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>化合物</th> <th>空氣試樣</th> <th>粉塵試樣</th> <th>擦拭試樣</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DMP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DEP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DPP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DiBP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DBP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>BBP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DCHP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DEHP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DNOP</td><td>o</td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DPhP</td><td></td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DINP</td><td></td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DIDP</td><td></td><td>o</td><td>o</td></tr> <tr><td>DIUP</td><td></td><td>o</td><td>o</td></tr> </tbody> </table>				化合物	空氣試樣	粉塵試樣	擦拭試樣	DMP	o	o	o	DEP	o	o	o	DPP	o	o	o	DiBP	o	o	o	DBP	o	o	o	BBP	o	o	o	DCHP	o	o	o	DEHP	o	o	o	DNOP	o	o	o	DPhP		o	o	DINP		o	o	DIDP		o	o	DIUP		o	o
化合物	空氣試樣	粉塵試樣	擦拭試樣																																																								
DMP	o	o	o																																																								
DEP	o	o	o																																																								
DPP	o	o	o																																																								
DiBP	o	o	o																																																								
DBP	o	o	o																																																								
BBP	o	o	o																																																								
DCHP	o	o	o																																																								
DEHP	o	o	o																																																								
DNOP	o	o	o																																																								
DPhP		o	o																																																								
DINP		o	o																																																								
DIDP		o	o																																																								
DIUP		o	o																																																								

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>4.2 熱脫附法之校正</p> <p>熱脫附法係以甲醇為溶劑，配製至少5種之檢量線標準溶液(包括空白試樣及工作範圍內4種不同濃度等)，分別注入氣相層析質譜儀，並繪製校正濃度圖，詳細說明如附錄D所示。</p> <p>4.3 溶劑萃取法之校正</p> <p>溶劑萃取法係以甲基叔丁基醚或甲苯為溶劑，配製至少5種之檢量線標準溶液(包括空白試樣及工作範圍內4種不同濃度等)，分別注入氣相層析質譜儀，並繪製校正濃度圖，詳細說明如附錄E所示。</p> <p>5. 定性鑑別和定量分析</p> <p>5.1 質譜分析</p> <p>鄰苯二甲酸酯在離子化過程，質譜圖之訊號以鄰苯二甲酸酐(anhydride)離子$m/z=149$為基峰，表3列出各化合物在離子監測模式(SIM)之離子條件。</p> <p>分析鄰苯二甲酸酯類複雜支鏈異構物(DINP、DIDP和DIUP)時，由於DINP與DIDP主要以分子離子形式帶電，比其他單一結構化合物離子化更加強烈，使用質量數$m/z=149$進行定量，感應因子(response factor)之差異，將導致測定異構物之結果會低於實際值，例如DEHP和DiBP的偵測感度與對應之單一結構化合物降低約20%，長鏈結之化合物降低可達50%。</p> <p>此外，DINP、DIDP和DIUP的譜圖會呈現出許多峰值，尤其是針對粉塵或溶劑擦拭之試樣，詳見圖3。</p> <p>因此，對於相同的濃度，異構物鄰苯二甲酸酯之尖峰高度及面積會小於單一結構的化合物，導致低濃度DINP、DIDP和DIUP之鑑識困難性，其偵測極限亦會高於單一結構的化合物。</p> <p>若單一試樣存在不同的異構物鄰苯二甲酸酯(例如DINP、DIDP和DIUP)，建議可使用兩種不同的方法來定性鑑別和定量分析。</p> <p>所選定的量化方法須記錄在試驗報告，不同供應商的標準品可能涵蓋半揮發性鄰苯二甲酸酯之頻帶寬不同，例如圖4之範例，它顯示兩種不同供應商DiNP標準品，質量數(m/z)均為149，但這兩種DINP化合物卻顯示不同的峰值和滯留範圍。</p> <p>圖5說明典型的空氣試樣使用Florisil®溶劑萃取法產製之圖譜，包括空白試驗之圖譜。</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

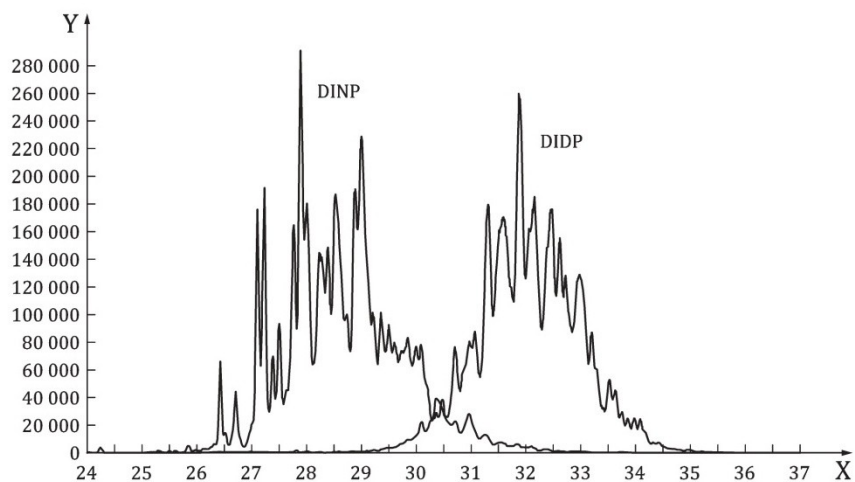
表3 鄰苯二甲酸酯類之監測離子群

化合物	主要離子(m/z)	次要離子(m/z)
DMP	163	194
DEP	149	177
DPP	149	191,209
DIBP	149	167,223
DBP	149	205,223
BBP	149	91,206
DCHP	149	167,249
DEHP	149	167,279
DNOP	149	167,279
DPHP	225	77,226
DINP	293	149,167
DiDP	307	149
DIUP	321	149

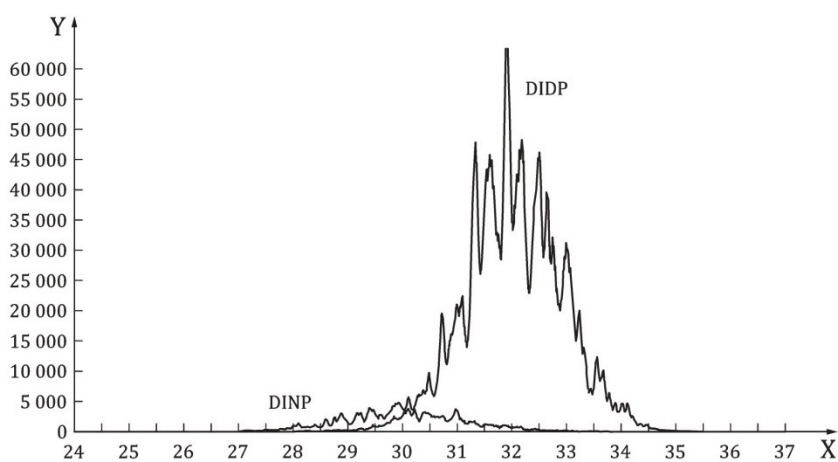
表3 鄰苯二甲酸酯類之監測離子群(續)

化合物 (內標準品)	主要離子 (m/z)	次要離子 (m/z)
D4-DMP	167	198
D4-DEP	153	181
D4-DBP	153	209,227
D4-BBP	153	95,210
D4-DEHP	153	171,283
D4-DOP	153	171,283
DAIP	149	104,189

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	



(a) 質量數 $m/z = 149$



(b) 質量數 $m/z = 307$

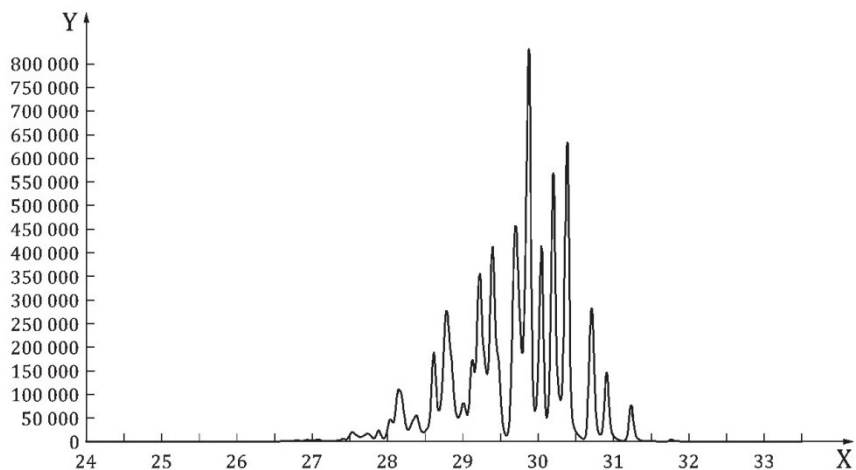
說明

X 滯留時間

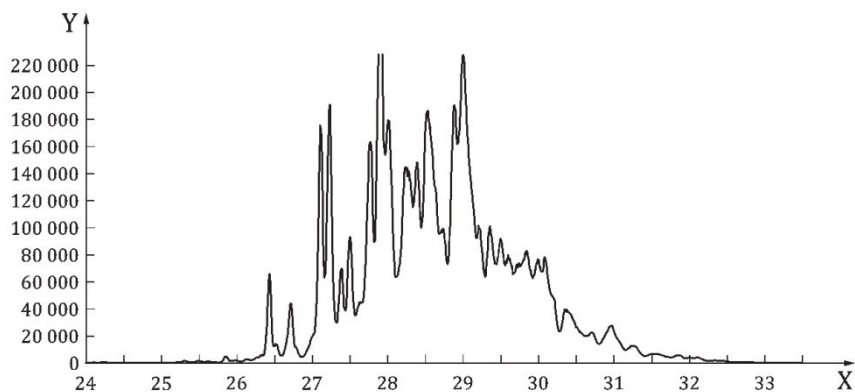
Y 相對強度

圖3 DINP和DIDP標準品之GC-MS圖譜

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	



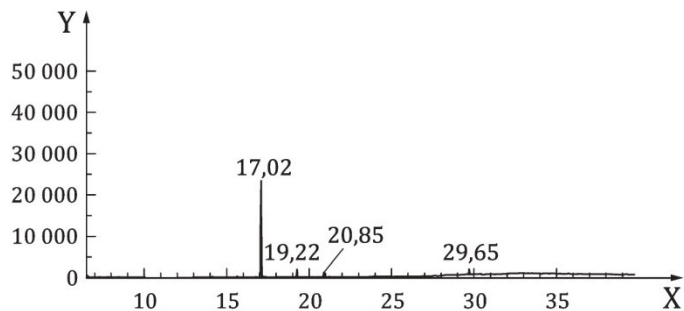
(a) 供應商(A)



(b) 供應商(B)

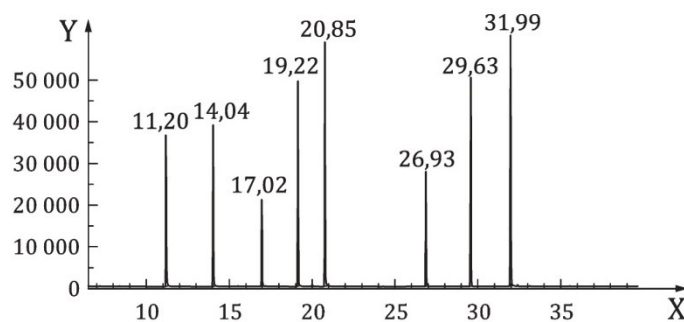
圖4 不同供應商DINP標準品GC-MS圖譜($m/z = 149$)

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	



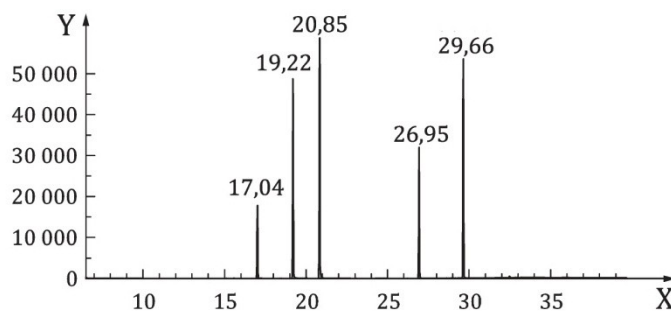
(a) 空白試驗之圖譜

IS (DAIP):17.02 min , DiBP:19.22 min , DBP:20.85 min , DEHP:29.65 min 。



(b) 以 1 mg/L DMP 校正之圖譜

IS (DAIP):17.02 min , DiBP:19.22 min , DBP:20.85 min , DEHP:29.63 min
DMP:11.20 min , DEP:14.04 min , BBP:26,93 min , DOP:31,99 min 。



(c) 處理過之空氣試樣圖譜

IS (DAIP):17.04 min , DiBP:19.22 min , DBP:20.85 min
, DEHP:29.66 min BBP:26,95 min 。

圖 5 典型空氣試樣圖譜

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯	總號	
CNS 草案	之測定－氣相層析質譜法	類號	
<p>6.建立檢量線及計算分析物質量</p> <p>6.1建立檢量線</p> <p>檢量線係使用檢量線標準溶液建立，熱脫附法及溶劑萃取法之程序及範例詳見附錄D及附錄E，為建立檢量線，必須計算分析物與內標準品之波峰面積比，如公式(1)所示。</p> $v_{PA} = bm + a \dots\dots\dots(1)$ <p>其中</p> <p>v_{PA}：波峰面積比（分析物與內標準之波峰面積比）</p> <p>a：截距</p> <p>b：校正曲線斜率(μg^{-1})</p> <p>m：分析物質量(μg)</p> <p>6.2計算分析物之質量</p> <p>分析物質量(m)可由分析物與內標準之波峰面積比(v_{PA})、截距(a)、校正曲線斜率(b)計算出來的，將迴歸方程式移項，用以計算溶液中分析物之質量$m = m_{\text{sol}}$，如公式(2)所示。</p> $m_{\text{sol}} = \frac{v_{PA} - a}{b} \dots\dots\dots(2)$ <p>其中</p> <p>m_{sol}：溶液中分析物之質量(μg)</p> <p>若分析物質量係指熱脫附管之分析物的質量，如公式(3)所示。</p> $m_{\text{tubel}} = \frac{v_{PA} - a}{b} \dots\dots\dots(3)$ <p>其中</p> <p>m_{tube}：熱脫附管中分析物之質量(μg)</p> <p>若截距(a)偏離0呈現統計上不顯著，則m_{sol}和m_{tube}，如公式(4)、(5)所示。</p> $m_{\text{sol}} = \frac{v_{PA}}{b} \dots\dots\dots(4)$ $m_{\text{tube}} = \frac{v_{PA}}{b} \dots\dots\dots(5)$ <p>截距假設為”0”的t-檢定，如公式(6)所示。</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

$$t = \frac{\bar{a}}{s_a / \sqrt{n}} \dots\dots\dots(6)$$

其中

n：配製檢量線標準溶液之數量

S_a：標準偏差

若計算出t值大於表4之t_{tab}值，則截距與”0”之差值具有統計意義，即截距應由波峰面積比計算得出。

表4 t分佈數值

自由度 f	P(90)	P(90)	P(90)
1	6,31	12,71	63,66
2	2,92	4,30	9,92
3	2,35	3,18	5,84
4	2,13	2,78	4,60
5	2,01	2,57	4,03
6	1,94	2,45	3,71
7	1,89	2,36	3,50
8	1,86	2,31	3,36
9	1,83	2,26	3,25
10	1,81	2,23	3,17
∞	1,64	1,96	2,58

註：f=n-1

7.室內空氣濃度的計算

室內空氣已辨識鄰苯二甲酸酯的濃度，可由溶液測得質量依公式(7)求得。

$$c_A = \frac{m_{soil}}{V_A} \dots\dots\dots(7)$$

其中

c_A：室內空氣中分析物之濃度(μg/m³)

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p> m_{sol}：溶液中分析物之質量(μg) V_A：採樣體積(m^3) </p> <p> 室內空氣已辨識鄰苯二甲酸酯的濃度，可由熱脫附管測得質量依公式(8)求得。 </p> $c_A = \frac{m_{\text{tube}}}{V_A} \dots\dots\dots(8)$ <p> 其中 c_A：室內空氣中分析物之濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$) m_{tube}：熱脫附管中分析物之質量(μg) V_A：採樣體積(m^3) </p> <p> 8. 績效特性 8.1 偵測極限 偵測極限 (LOD) 通常定義為3：1的訊雜比，其中，雜訊定量之測定係在無訊號之條件下進行，基線選取範圍為在預期訊號前10倍半波寬之寬度。由於不同基質(matrix)會造成潛在的干擾，因此須使用試樣來進行偵測極限之確認，而不是標準品。 </p> <p> 8.2 定量極限和空白試樣 定量極限 (LOQ) 通常定義為9：1的訊雜比，使用者應根據量測方法來加以驗證確認。 </p> <p> 偵測極限 (LOD) 和定量極限 (LOQ) 與下列有關： </p> <ol style="list-style-type: none"> (1)採樣之空氣容積 (2)實驗室環境水準 (3)分析方法之偵測極限 (靈敏度、選擇性和分流比) (4)分析溶液之最終容積 (與溶劑萃取法的偵測極限有關) (5)注入量 (與溶劑萃取法的偵測極限有關) (6)系統空白水準 (吸附劑和溶劑之背景濃度) <p> 在鄰苯二甲酸酯分析過程，定量極限主要取決於現場空白試驗之濃度及安定性，因此，依據校正結果決定定量極限，並宣告為分析方法的定量極限是不合適的。 </p> <p> 對於訊號大於雜訊9倍的空白濃度值，該分析方法之定量極限定義為現場空白濃度值的2倍詳見第9.1節。檢測數值若低於定量極限(LOQ)，通 </p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

常會被標示為「<LOQ」，原則上，應記錄定量極限的數值。
現場空白濃度值應參照第7節及第8節之規定進行計算，並將採樣容積納入考量，對關切之分析化合物，應單獨記錄其現場空白數值。

表5 某使用Tenax® TA吸附劑管進行空氣採樣之空白試樣範例

化合物	實驗室之平均 空白濃度值	背景濃度值	相對於70公升 之背景濃度值
DMP	<0.5	<0.5	<0.007
DEP	<0.5	<0.5	<0.007
DPP	<0.5	<0.5	<0.007
DiBP	<0.5	0.8	0.011
DBP	<0.5	<0.5	<0.007
BBP	<0.2	<0.2	<0.003
DCHP	<0.1	<0.1	<0.001
DEHP	2.0	4.4	0.063
內標準品：D4-DBP, D4-BBP, D4-DEHP			

8.3再現性和重複性之標準偏差

本標準所描述的兩種室內空氣之分析方法，經由循環比對試驗(round robin test)予以評估，比對試驗的試樣包括：

- (1)將含有4種鄰苯二甲酸酯的溶液注入Tenax®吸附劑管
- (2)將含有4種鄰苯二甲酸酯的溶液注入Florisil®吸附劑管

比對實驗室分別參照第3.2節熱脫附法之方式進行Tenax®吸附劑管之分析，並參照第3.3節溶劑萃取法之方式進行Florisil®吸附劑管之分析，試驗結果顯示這兩種方法均在可接受的差異範圍內，彙整如表6所示。

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

表6 某次實驗室循環比對試驗的分析結果

化合物	DIBP	DBP	BBP	DEHP
	熱脫附法			
參考值 (mg/L)	175	175	150	200
平均值 (mg/L)	186	191	131	175
相對再現性標準偏差 $S_R\%$	23	26	42	31
相對重複性標準偏差 $S_r\%$	2.9	2.6	7.5	6.0
中位數 (mg/L)	176	178	145	182
實驗室數量	6	7	7	7
	溶劑萃取法			
參考值 (mg/L)	175	175	150	200
平均值 (mg/L)	181	184	129	163
相對再現性標準偏差 $S_R\%$	60	62	35	31
相對重複性標準偏差 $S_r\%$	5.4	4.5	5.2	4.1
中位數 (mg/L)	176	178	121	183
實驗室數量	8	8	8	8

德國巴登-符騰堡(Baden-Württemberg)州衛生局在2005年舉辦一項鄰苯二甲酸酯之實驗室循環比對試驗活動，28間參與實驗室依據各自內部程序進行試樣分析，結果彙整如表7所示。此外，其中有26間實驗室額外針對分析不同室內篩選出 $\leq 63\mu\text{m}$ 之粉塵進行試樣分析，結果彙整如附錄C之表C.2所示。

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

表7 某次實驗室循環比對試驗的分析結果

化合物	參考值 (mg/L)	平均值 (mg/L)	中位數 (mg/L)	標準偏差 (%)
DMP	10	10.53	10.33	15.39
DEP	110	110.04	108.62	12.66
DPP	80	82.19	82.22	9.15
DBP	70	72.70	72.80	12.43
DCHP	60	62.53	59.47	22.16
BBP	40	45.92	39.88	65.13
DEHP	50	50.75	49.97	20.83
DNP _a	90	88.08	88.33	11.50
DDP _a	120	114.34	113.52	20.53

9. 品質保證

9.1 分析方法驗證及現場空白測定

由於DIBP、DBP和DEHP等鄰苯二甲酸酯之試樣濃度通常在定量極限的範圍內，導致現場空白數值對整體試驗結果非常重要，因此，建議連續監測現場空白試樣，並藉由管制圖掌控其變化情況，詳見附錄H所示。

9.1.1 室內空氣之現場空白

應定期對分析方法進行驗證，並確認系列採樣之現場空白濃度，現場空白採樣方式與實際試樣相同，然而，採樣條件並非使用設備汲取，所需採樣時間應更長。此外，現場空白亦可用於運輸過程污染之鑑別，可輔助說明整個採樣系統及分析過程，該項現場空白濃度不必從試驗結果扣除。

9.1.2 分析實驗室之空白濃度

此外，若分析方法或程序發生較大改變，包括萃取，清洗和定量等，所有鑑別化合物之空白濃度應藉由空白試樣加以測定。若日常分析試樣的數值超過先前濃度水準10倍，亦建議採上開步驟予以確認。

9.2 試驗空白最小化之方法

以下方法已被驗證可以顯著降低影響定量極限之空白數值：

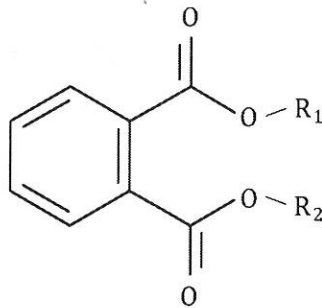
(1) 在加熱後使用鋁箔等材料予以密封，減少粉塵侵入。

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>(2)針對試藥及材料進行試樣空白確認，特別是溶劑。</p> <p>(3)實驗室內採樣系統的配置及氣密之密封。</p> <p>(4)以不含鄰苯二甲酸酯的容器進行採樣之儲存及運送（例如：鋁箔、附有磨光玻璃塞頭的玻璃瓶，無合成密封的螺帽瓶）。</p> <p>(5)應避免使用塑膠手套，標籤，護手霜，特別是用廢紙製成的紙容器等。</p> <p>(6)使用不含鄰苯二甲酸酯的設備和材料，例如棉手套，聚四氟乙烯（PTFE）滴管（例如Burky Multipette），將注射針儲存於無空白濃度的溶劑中（例如Merlin Microseal）。</p> <p>9.3引用文件</p> <p>下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。</p> <p>CNS 16000-1 室內空氣－第1部：採樣策略總則</p> <p>附錄I提供一項採樣程序的範例。</p> <p>10.干擾</p> <p>在採樣、運送及分析鄰苯二甲酸酯之過程，應牢記有許多材料或裝置內含分析之化合物，對空白濃度具有顯著影響，在第9節中說明試驗空白最小化之建議方法。另第5.1節說明不同供應商的標準品在化合物鑑定及定量產生不確定性問題。</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
附錄 1 鄰苯二甲酸酯 (參考)			
<p>1.概述</p> <p>鄰苯二甲酸酯有許多種，主要是鄰苯二甲酸的脂族二酯（1, 2-苯二羧酸；詳見圖6）。西歐地區每年生產大約100萬噸的鄰苯二甲酸鹽，超過90%係作為生產軟性PVC之塑化劑。2004年，西歐地區中使用非鄰苯二甲酸酯類之塑化劑市佔率僅為7%，而軟性PVC產品平均含有30%至35%的塑化劑，且幾乎所有的家庭都可以看到含有軟性PVC的產品，例如地板、人造皮革、壁紙、浴簾、電纜、嬰兒用品、兒童玩具、包裝材料、鞋子、運動休閒用品以及汽車內飾板等，另許多醫療產品，例如血袋和軟管亦是由軟性PVC所製成。最常用的5種鄰苯二甲酸酯分別是DIBP、DINP、DEHP、DBP與BBP，表8列出最重要的鄰苯二甲酸酯，它們的字母縮略詞和其物質特性，在室內空氣中的這些鄰苯二甲酸酯可藉由溶劑擦拭試驗法或藉由本標準所規範的分析方法直接從室內粉塵中測定。</p> <p>長期以來，DEHP一直是使用最頻繁的鄰苯二甲酸酯，1999年西歐地區的消費量大約為46萬噸，相當於占整體塑化劑消耗總量約42%，直至2004年其市佔率穩定下降至約22%，其中約97%DEHP係作為PVC產品的塑化劑，目前DEHP、BBP和DBP對生育、繁殖和後代發育的影響已在動物實驗研究中獲得證實，歐盟第67/548/EEC號指令，已將這3種鄰苯二甲酸酯皆歸類為具有生殖毒性(生殖危害性)之危害物質。</p> <p>DINP和DIDP是異構物混合物，可能還含有常見的異構體，其中DINP是鄰苯二甲酸酯與C8-C10-醇的酯類混合物。由於不同的生產程序，不同含量DINP可透過不同供應商購得，至於DIDP是鄰苯二甲酸酯與C9-C11-醇的酯類混合物，DINP和DIDP目前已是歐洲地區使用最多的鄰苯二甲酸酯，在2004年，其塑化劑市佔率高達58%，相當於年使用580,000公噸，這2種鄰苯二甲酸酯主要皆應用於PVC生產製程中，並且近年來已部分取代DEHP。</p> <p>在2004年，歐洲地區的BBP消費量約19,500公噸，且近60%係作為PVC產品的塑化劑，其餘約40%用於聚合物中，例如聚硫化合物、聚酰胺和酰基鹼的密封劑，以及黏合劑、染料和透明漆等。</p> <p>在1998年，歐洲地區的DBP消費量接近26,000公噸，約30%的DBP係用於染料、分散劑、透明漆和黏合劑的生產製程。另有一些藥物膠囊可能含有DBP和DEP，在化妝品可能存在DMP和DEP。</p> <p>DBP、DIBP、DEHP等鄰苯二甲酸酯可能存在於垃圾或回收產品中，特別是</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法		總號	
CNS 草案			類號	
<p>在廢紙中的含量等級可達ppm，故在採樣和分析過程，應考慮廢紙污染和相關污染的風險。表9係室內空氣試樣所偵測鄰苯二甲酸酯的範例，本項調查並未提及特定場合，可參照3.2節所規範的熱脫附法進行處理。</p> <p style="text-align: center;">表8 最重要的鄰苯二甲酸酯的物理性質</p>				
化合物	字母縮 寫詞	CAS號碼	化學式	沸點(°C)
鄰苯二甲酸二甲酯	DMP	131-11-3	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	281 至 284
鄰苯二甲酸二已酯	DEP	84-66-2	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	298 至 302
鄰苯二甲酸二丙酯	DPP	131-16-8	C ₁₄ H ₁₈ O ₄	317.5
鄰苯二甲酸二異丁酯	DIBP	84-69-5	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	296.5
鄰苯二甲酸二丁酯	DBP	84-74-2	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	340
鄰苯二甲酸丁基苯酯	BBP	85-68-7	C ₁₉ H ₂₀ O ₄	370
鄰苯二甲酸二環己酯	DCHP	84-61-7	C ₂₀ H ₂₄ O ₄	436
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基) 酯	DEHP	117-81-7	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	385
鄰苯二甲酸二辛酯	DNOP	117-84-0	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	385
鄰苯二甲酸二苯酯	DPHP	84-62-8	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	405
鄰苯二甲酸二異壬酯 (異構物混合物)	DINP	28553-12-0 68515-48-0	C ₂₆ H ₄₂ O ₄	270 至 280 (於 27 hPa)
鄰苯二甲酸二異癸酯 (異構物混合物)	DIDP	26761-40-0 68515-49-1	C ₂₈ H ₄₆ O ₄	255 (於 7 hPa)
鄰苯二甲酸二異十一酯 (異構物混合物)	DIUP	85507-79-5	C ₃₀ H ₅₀ O ₄	
內標準品				
鄰苯二甲酸二丙烯酯	DAIP	131-17-9	C ₁₄ H ₁₄ O ₄	320
D4-鄰苯二甲酸二甲酯	D4-DMP	93951-89-4	C ₁₀ H ₆ D ₄ O ₄	284
D4-鄰苯二甲酸二乙酯	D4-DEP	93952-12-6	C ₁₂ H ₁₀ D ₄ O ₄	298 或 299
D4-鄰苯二甲酸二正辛酯	D4-DBP	93952-11-5	C ₁₆ H ₁₈ D ₄ O ₄	340
D4-鄰苯二甲酸二丁酯	D4-BBP	93951-88-3	C ₁₉ H ₁₆ D ₄ O ₄	370
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基) 酯	D4-DEHP	93951-87-2	C ₂₄ H ₃₄ D ₄ O ₄	384
D4-氘代鄰苯二甲酸正二辛酯	D4-DOP	93952-13-7	C ₂₄ H ₃₄ D ₄ O ₄	384

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	



說明：

R₁：脂族官能基

R₂：芳香族官能基

圖6 鄰苯二甲酸酯類基本結構

表9 室內空氣試樣所偵測鄰苯二甲酸酯的範例

化合物	採樣數量 > LOQ	平均值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	中位數 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最小值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	95 % 百分位數 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
DMP	34	0.34	0.17	0.03	1.80	1.50
DEP	34	0.36	0.32	0.11	0.90	0.77
DiBP	34	0.66	0.66	0.13	2.00	1.33
DBP	34	0.76	0.59	0.09	2.30	1.85
BBP	11	0.01	0.005	0.01	0.04	0.04
DEHP	34	2.64	2.15	0.26	11.0	9.65

註：DEHP 的定量極限(LOQ)為 $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其餘化合物之定量極限(LOQ)為 $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2. 釋放特性

鄰苯二甲酸酯和其他塑化劑僅在聚合物基質內物理分佈，並沒有產生穩定化學鍵合現象。因此，鄰苯二甲酸酯會緩慢而穩定從產品中擴散出來，並揮發至空氣中。除揮發性DMP外，鄰苯二甲酸酯係屬半揮發性有機化合物(SVOC)，它們具有特定潛力，並可吸附於空氣中的固體顆粒。所以，不僅可以在室內空間中發現鄰苯二甲酸酯，亦能在室內空氣中找到它們的存在。此外，在食品的生產，加工或包裝過程中，脂溶性鄰苯二甲酸酯有可能進入食物鏈。一般人主要透過食物和吸入等途徑將鄰苯二甲酸酯攝入體內，對於DEP和DBP等鄰苯二甲酸酯，主要係青少年或成年人透過身體護理產品

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>和化妝品，由皮膚進行吸收，對於DEHP和DINP等主要係幼兒和嬰兒透過玩具和嬰兒用品，由口腔唾液溶解進行吸收。此外，室內粉塵的呼吸攝入，亦是不可忽視的來源，另外在使用軟管、探針和血袋等醫療用品時，鄰苯二甲酸酯亦會直接進入血液中。</p> <p>除了直接噴灑(例如殺蟲劑)外，鄰苯二甲酸酯的室外釋放可能藉由物質之蒸發、沖刷和磨損過程中產生，此外，並可透過空氣進行遠距離傳播，故係屬全球分佈性的。在水域中，鄰苯二甲酸酯會吸附在浮游物質上，在厭氧條件，DEHP和其他鄰苯二甲酸酯仍會持續存在，並積聚於沉積物中。</p> <p>3.法規規定</p> <p>目前在整個歐盟地區(2005年12月14日的指令2005/84 / EU)，玩具和嬰兒用品已禁用DEHP、BBP和DBP等鄰苯二甲酸酯物質。另可能放入口腔中之玩具和嬰兒用品禁止使用DINP，DIDP和DNOP，此外，染料、透明漆及化妝品等產品亦禁止使用DEHP、BBP和DBP，且大多數軟性PVC產品已採用不含塑化劑物質之替代品，例如聚乙烯(PE)或聚丙烯(PP)等。</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

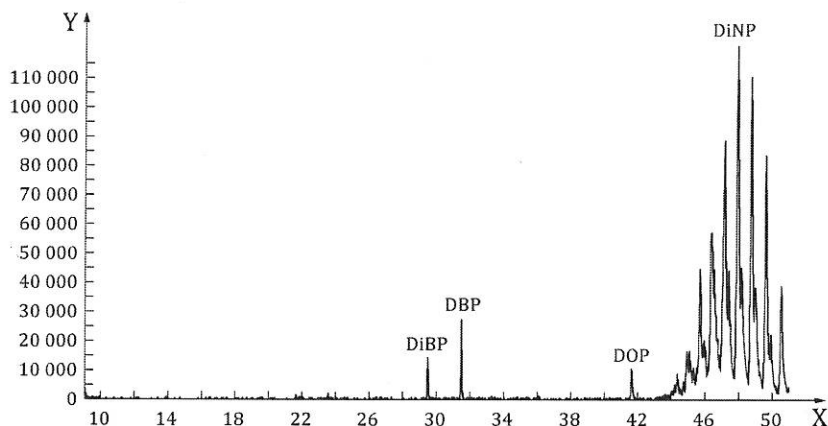
附錄 2
溶劑擦拭法分析鄰苯二甲酸酯
(參考)

1. 分析策略

使用溶劑擦拭法可能原因是：

- (1) 調查化合物來源是本地的或外來的污染源。
- (2) 偵測可能的表面污染物。
- (3) 霧氣問題(黑塵)。

使用溶劑擦拭法採樣分析含鄰苯二甲酸酯的材料表面，所測得的濃度範圍通常介於 $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ 到 $1000\mu\text{g}/\text{m}^2$ 之間，若分析為霧氣試樣時，濃度可能會高出一個量級，特別是 DEHP 化合物(濃度通常 $> 10\text{ mg}/\text{m}^2$)，由於濃度的範圍相當廣泛，以下的處理說明和實際範例係屬指示性的。



說明

X 滯留時間

Y 相對強度

圖 7 使用溶劑擦拭法採樣自含鄰苯二甲酸酯之牆壁塗料
(質量數 $m/z = 149$)

2. 選擇採樣表面

採樣表面的選擇必須非常精準並詳實記錄，擦拭試樣應優先選擇非吸收性表面(玻璃、金屬、陶瓷及塑膠等)。採樣面積取決於計畫的調查工作和預期濃度，通常約 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 。

3. 溶劑擦拭法之採樣及調節

3.1 採樣

採樣應使用不含鄰苯二甲酸酯的基材來進行，利用加熱或消毒的氧化鋁

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

棉被驗證是合適的，根據試樣表面的耐溶劑特性，選擇適合的溶劑 (TBME、甲苯、乙醇) 來潤濕基材。使用清潔的鑷子或金屬鉗子，用潤濕材料來回擦拭3次選定的表面，擦拭試樣之路徑詳見圖8。若有需要，可使用第二種溶劑重複擦拭同一處採樣表面。同樣，以相同方式進行潤濕空白的基材來作為空白濃度值。試樣必須被密實地包裝起來(例如用鋁箔包裝或放置在玻璃瓶中)，以避免被污染。

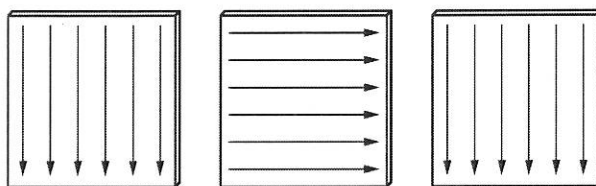


圖8 擦拭試樣之路徑

表10 溶劑擦拭試樣所偵測鄰苯二甲酸酯的範例(採樣面積450 cm²)

化合物	試樣 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	試樣 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	試樣 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)
DMP	> LOQ	> LOQ	> LOQ
DEP	> LOQ	> LOQ	> LOQ
DBP	> LOQ	> LOQ	> LOQ
BBP	> LOQ	> LOQ	> LOQ
DEHP	12	58	7.7
DOP	> LOQ	> LOQ	> LOQ

註: 定量極限(LOQ)為 $1 \mu\text{g}/\text{m}^2$

3.2 萃取和分析範例

若在玻璃瓶中採樣後需要進行基材包裝，建議直接在瓶中進行萃取，而不是將基材移轉至其他容器。或者，將試樣注入至實驗室的玻璃燒瓶或玻璃瓶中(容量50 ml)，並與20 ml溶劑及濃度為100 mg/l 的10 μl 內標準品溶液相互混合，然後將燒瓶或玻璃瓶封閉，充分搖晃並進行超音波震盪30分鐘，並在真空控制條件下將10 ml 的上層清液濃縮至0.5 ml，試驗過程中應注意維持乾燥度，濃縮萃取液的內標準品濃度為 1.0 mg/l，最後分析濃縮的萃取物。

這裡所舉範例，對於10 cm × 10 cm 的採樣表面，其適合的分析濃度範

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>圍為 $5 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 至 $1000 \mu\text{g}/\text{m}^2$，若在擦拭試樣中發現或預期會出現更高的濃度，則須調整內標準品和溶劑的容量，以及上層清液的濃度。</p> <p>若在擦拭試樣中預計將會出現很高的鄰苯二甲酸酯濃度時，例如“霧氣”情況所導致，則可以使用(例如，20ml)溶劑來萃取，而不需提高其內標準品濃度，然後萃取上層清液的小試樣(最多100 μl)進行分析，計算其濃度，並且根據這些資訊來確定所需內標準品和溶劑的容量以及濃縮因子，但在提高內標準品濃度後，試樣亦必須充分搖晃並進行超音波震盪30分鐘，此方法尤其適合預期很高擦拭試樣的濃度，因此產生之容積誤差亦可忽略。</p> <p>3.3 計算分析物之質量</p> $m = \frac{V_{PA}}{b} \dots\dots\dots(b-1)$ <p>其中</p> <p>m : 試樣萃取物中的分析物質量(μg)</p> <p>V_{PA} : 波峰面積比</p> <p>b : 校正曲線斜率(μg^{-1})</p> <p>在採樣表面上所調查化合物的濃度c_A 可利用公式 (b-2)計算出來</p> $c_A = \frac{m}{A} \dots\dots\dots(b-2)$ <p>其中</p> <p>c_A : 樣本表面上分析物之濃度($\mu\text{g}/\text{m}^2$)</p> <p>m : 試樣萃取物中的分析物質量(μg)</p> <p>A : 採樣表面(m^2)</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯	總號	
CNS 草案	之測定—氣相層析質譜法	類號	
<p style="text-align: center;">附錄 3 從室內粉塵中分析鄰苯二甲酸酯 (參考)</p> <p>1. 室內粉塵之定義和特性</p> <p>粉塵可能來自天然或人為產生，故其化學和生物成分差異很大。此外，粉塵的物理性質是重要的，其中單一顆粒的尺度最為重要。從空氣動力學原理，直徑約30 μm的顆粒在空氣中主要以懸浮方式存在，而較大的顆粒通常以粉塵沉澱的形式降洛下方。</p> <p>在本標準的內文中，所謂「室內粉塵」用語係指在室內以沉積形式存在所有類型的顆粒，以便與「懸浮微粒物質」區分，粉塵可以是各種不同無機或有機的固體物質，不論來自天然的或合成的，此用語不僅針對室內部分，亦包括從戶外引進之粉塵。</p> <p>較細的室內粉塵成分主要包括動物或人類的皮屑及毛髮、紡織品和配件的磨損(例如，來自衣服和地毯的纖維)、無機材料(例如細沙、土壤和黏土、食物碎屑和煙塵顆粒)，還有來自燃燒過程中的煙塵(煙霧)和微生物、空氣中的真菌孢子和花粉等，此外，較粗糙的成分主要包括植物部分，例如樹葉、針葉、毛髮、石頭和沙子等，室內粉塵直徑範圍介於次毫米和數毫米，形狀可能是圓形、多邊形或纖維狀等。</p> <p>除了顆粒的尺度分佈外，室內粉塵中有機和無機物質的含量也是變化多端的。例如，幼兒園的室內粉塵幾乎完全是由砂土、土壤和沙坑黏土等無機材料所組成的，而有飼養寵物住宅的室內粉塵，可能來源係由嚴重磨損的地毯，它幾乎由有機材料所構成的因此，室內粉塵中的有機物含量(若是用燃燒損失法時)可能會介於5%至95%之間，此外，在分析鄰苯二甲酸酯的過程，須特別注意在粉塵試樣中的塑膠顆粒可能會導致含量的升高(假陽性結果)。</p> <p>尤其是室內粉塵的「年齡」，即粉塵落在地面上的時間，將會影響物質的含量水準，因為來自不同來源的物質會隨著時間而累積在粉塵中。在本標準中，舊粉塵和新粉塵是有所區別的，舊粉塵係指可能長期存於物質表面(櫥櫃等)，而無法得知其存在時間，在這裡定義的新粉塵，其存在時間可藉由檢測計畫加以確定，通常為一週左右。</p> <p>此外，不同的採樣方法亦會影響室內粉塵分析的結果，關於近期室內粉塵的相關研究，應當考慮到可能造成之採樣損失，例如，在物質表面進行採樣時，由於蒸發產生之蒸氣物質會發生損失。</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>2.分析策略</p> <p>進行調查室內粉塵試樣可能原因是：</p> <p>(1)篩選檢驗以確定污染的預評估。</p> <p>(2)定向測量鄰苯二甲酸酯的定性圖譜。</p> <p>特別利用粉塵採樣方法來測定半揮發性化合物，這些化合物會事先累積在粉塵中，它可作為鄰苯二甲酸酯圖譜的篩選方法，並可藉以指出存在的來源，在調查舊粉塵時，應考慮到污染可能是不再存在的污染源所造成的。</p> <p>在室內粉塵採樣過程中，為了避免污染試樣，應考慮鄰苯二甲酸酯到處存在的特性，因此必須特別注意第9節相關規定，表11提供粉塵試樣中鄰苯二甲酸酯分析的實例，DEHP、DBP和BBP的主要來源可藉由溶劑擦拭試樣來加以辨識，然透過粉塵中分析鄰苯二甲酸脂濃度，是難以鑑定其來源。</p> <p>空氣試樣至少需要含有一種內標準品化合物，室內粉塵試樣和溶劑擦拭試樣則至少需要兩種內標準品化合物。</p> <p>3.採樣和分析之設備、材料和化學品</p> <p>3.1過濾器</p> <p>玻璃纖維材質，直徑約50 mm至80 mm(適用於採樣系統)，不含黏著劑，試驗條件如下：加熱至500 °C至少維持2小時，在運送容器中進行冷卻，稱重(精度 ±0.1 mg)，然後儲存在容器內。</p> <p>3.2運送容器</p> <p>合適的容器，不含鄰苯二甲酸脂，例如由玻璃材質所製，尺寸大小可匹配過濾器的培養皿。</p> <p>3.3磨砂玻璃萃取管</p> <p>用於萃取粉塵試樣。</p> <p>3.4溶劑</p> <p>甲基叔丁基醚(TBME)或甲苯，無空白濃度值，可用於殘留物分析。</p> <p>3.5超音波清洗機</p> <p>3.6離心機</p> <p>4.採樣房間的準備</p> <p>在採集新鮮粉塵試樣之前，必須在限定時間間隔(例如約1週)，將所有採樣的區域，以濕潤擦拭法徹底清潔，此方式可重現原始狀態。在清潔和採樣之期間內，採樣區域不應由居住者進行清理工作，若有需要，則此項作業應由檢測機構負責進行，以獲得有效及具決策性的分析結果，若有特殊考量，應儘可能在現場選取必需採樣的區域，並詳加記錄選擇程序，為了達成品質管制目的，所獲得的物質，須作為參考試樣加以儲存。</p>			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>或者，可以在限定時間間隔(例如約1週)，透過覆蓋鋁箔之方式，製備無污染的採樣區域。</p> <p>5.採樣</p> <p>可使用真空吸塵器搭配合適採樣附件(例如5 cm至8 cm玻璃纖維過濾器)或扁平過濾系統來進行採樣。</p> <p>採樣面積至少2 m²，並以層狀方式緩慢抽真空，只有光滑的地板和不含鄰苯二甲酸酯的表面才適合採樣，當從地板採樣室內粉塵時，應注意在真空吸力作用下，不僅會擷取表面的顆粒，且地板拼接處的隙縫顆粒亦會一併吸取，若鋪設的材料已含干擾物質，此點特別重要，故試驗報告應涵括採樣位置、採樣表面的材料和描述等資料。</p> <p>用於萃取之粉塵試樣重量最小應約為50 mg，可使用鑷子來處理迴紋針、錫箔片或類似的典型異物。</p> <p>對於送來分析的真空集塵袋，無法避免使用過的或袋子本身材料污染的可能性，即使使用前也完成集塵袋的抽驗，因此，對送來鄰苯二甲酸酯和其他塑化劑試樣的集塵袋進行分析將是不合理的。</p> <p>6.室內粉塵採樣設備的空白濃度</p> <p>由於室內粉塵採樣的變動性很高，因此嚴謹的現場空白值難以實現，然而，在更新設備或汰換耗材料件(例如，真空集塵袋)，需加以驗證採樣系統的空白濃度值，其方式可採從惰性表面擷取適量不含鄰苯二甲酸酯的粉末(例如，矽膠或膨土)進行空白分析，而不是室內粉塵。</p> <p>7.試樣製備</p> <p>將玻璃纖維過濾器重新稱重(準確度±0.1 mg)，然後分別將玻璃纖維過濾器和粉塵移轉至萃取容器中，試樣中加入適量的內標準品並與足量的溶劑混合，此外，為了達到試樣充分潤濕，須有效搖晃並進行超音波震盪15分鐘，隨後再使用離心機處理(若有需要)，提取適當萃取物注入到自動採樣器中，然後以 GC-MS進行分析，萃取液中的內標準品典型濃度為 1 mg/L。</p> <p>可參照第5節的規定使用GC-MS進行分析，可從濃縮的萃取液進行較低濃度的鄰苯二甲酸酯測定，DEPH通常需要進行額外的稀釋。</p> <p>甲基叔丁基醚(TBME)和甲苯被驗證是合適的萃取液，亦可以使用微極性的溶劑，但非極性溶劑(例如，己烷)是不合適的，無論如何，應確保使用相同的溶劑進行採樣、校正和氣相層析分析。</p> <p>使用自動萃取器(例如ASE)是可行的做法，其優點在於溶劑不需太多和可重複使用的空白濃度，惟應採用無鄰苯二甲酸酯的連接頭和軟管，在分析室內粉塵時，必須考量室內粉塵中塑膠顆粒可能被溶劑溶解，並堵塞注入的毛細</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

管柱。

由於空白濃度相關的問題，不建議使用索氏萃取法。

表11 粉塵試樣中鄰苯二甲酸酯分析的濃度(mg/kg)

化合物	DMP	DEP	DBP	DIBP	BBP	DEHP	DINP
確認含有DEHP、DBP 和 BBP的房間(n = 5)							
平均值	0.7	32	68	12	36	1268	331
相對標準偏差	0.6	17	56	9	42	1015	406
確認沒有DEHP、DBP 和 BBP的房間(n = 5)							
平均值	0.35	17	18	2	10	1232	193
相對標準偏差	0.07	17	20	1,4	2	199	192

8. 試驗報告

粉塵成分的含量通常係以質量比表示，其單位為mg/kg，但若能夠準確定義採樣面積，也可以採用單位面積含量(mg/m²)，此外，若沉積速率也可以採mg/(m²·d)為單位。

表12 某實驗室循環比對試驗結果(≤ 63 μm混合的粉塵試樣)

	平均值 (μg/ml)	中位數 (μg/ml)	相對標準偏差 (%)
DEP	13,5	11,1	107
DBP	30,6	26,7	55,0
BBP	49,5	32,5	163
DEHP	527	515	42,3
備考：n(實驗室數量)= 26			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯	總號	
CNS 草案	之測定—氣相層析質譜法	類號	
<p style="text-align: center;">附錄 4 熱脫附法檢量線製備的範例 (參考)</p> <p>1. 內標準品溶液 溶液製備方式如下： 將 10 mg 一種或多種內標準品溶解在甲醇中，並填充至 10 ml，然後，再進一步稀釋為 1:50，這個步驟將溶劑濃度製備為 20 mg / l (或 20 µg/ml、20 ng/µl)，亦可以使用具有相同濃度的市售溶劑作為替代。</p> <p>2. 儲存溶液 建立單一化合物的儲存溶液，建議可採用的空氣試樣詳表 2 所示。</p> <p>3. 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(I) 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(I)製備方式如下： 將表 2 適用空氣試樣的鄰苯二甲酸酯化合物(2,000 ng/µl)各 50 mg 溶解在 25 ml 的甲醇中。</p> <p>4. 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(II) 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(II)製備方式如下： 將儲存溶液(I)用 甲醇稀釋 8 倍(250 ng/µl) 將 1µl 儲存溶液(II)和內標準品溶液分別注入 Tenax® TA1 吸附劑管，以便測定鄰苯二甲酸酯的感應因子。</p> <p>5. 檢量線標準溶液 檢量線標準溶液的製備可參照表 13 所提方案加以進行，甲醇已被驗證是有效的溶劑，使用其他溶劑亦是可行的，但若使用相同設備系統，測定其他揮發性有機化合物，就必須考量其他溶劑(例如甲苯、丙酮)可能造成的污染。</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

表 13 熱脫附法檢量線標準溶液的製備

製備化合物的濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	儲存溶液 II 容積 μl	甲醇容積 μl
0	0	1000
0.005	5	995
0.1	10	990
0.25	25	975
0.5	50	950
1.25	125	875
2.5	250	750
5	500	500
7.5	750	250
9.9	990	10

備考：採樣體積：25 公升

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
附錄 5 Florisil®溶劑萃取法檢量線製備的範例 (參考)			
1. 內標準品溶液 溶液製備方式如下： 將10 mg一種或多種內標準品溶解在甲基叔丁基醚(TBME)或甲苯中，並填充至100ml，這個步驟將溶劑濃度製備為100 mg / l (或100 µg/ml、100 ng/µl)，亦可以使用具有相同濃度的市售溶劑作為替代。			
2. 儲存溶液 建立單一化合物的儲存溶液，建議可採用的空氣試樣詳表2所示。			
3. 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(I) 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(I)製備方式如下： 將表2適用空氣試樣的鄰苯二甲酸酯化合物各50 mg溶解並填充至100毫升，這個步驟將每一種溶液的濃度製備為500 mg/l。			
4. 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(II) 鄰苯二甲酸酯儲存溶液(II)製備方式如下： 將2 ml的每一種儲存溶液(I)注入100 ml的燒瓶中並填充至100 ml，這個步驟將每一種溶液的濃度製備為100 mg/l。 由於DINP、DIDP和DIUP異構物之峰值可用於分析室內粉塵及擦拭試樣(詳見第5節)，因此，建議不要將這3組鄰苯二甲酸酯化合物的溶液注入到組合的儲存溶液(II)，而是個別製備各自的儲存溶液IIa(DINP)、儲存溶液IIb(DIDP)，以及儲存溶液IIc(DIUP)。			
5. 檢量線標準溶液 檢量線標準溶液的製備可參照表14所提方案加以進行，甲基叔丁基醚(TBME)和甲苯已被驗證是有效的溶劑，亦可以使用微極性的溶劑，但非極性溶劑(例如，己烷)是不合適的，無論如何，應確保使用相同的溶劑進行採樣、校正和氣相層析分析。			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	

表 14 熱脫附法檢量線標準溶液的製備

製備化合物的 濃度 mg/l	儲存溶液 II 容積 μl	溶劑容積 μl	內標準品溶液 容積 μl
0	0	1000	10
0.05	5	995	10
0.1	10	990	10
0.5	50	950	10
1	100	900	10
2.5	250	750	10
5	500	500	10
10	1000	0	10

備考：採樣體積：詳見表 1，注入內部標準溶液產生微小容積的誤差可被忽略。

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>附錄 6 具熱脫附裝置之氣相層析法的範例 (參考)</p>			
<p>1.概述</p> <p>除了分析揮發性鄰苯二甲酸酯外，熱脫附及低溫捕集裝置的溫度，必須調整成對應DEPH等半揮發性化合物之設定條件，以便在試樣注入系統(包含傳輸線、連接線等)，有足夠高的溫度和傳輸速度運送至氣相層析設備，本標準附錄6提供具熱脫附裝置之氣相層析法的範例，另在附錄7提供溶劑萃取氣相層析法的範例。</p>			
<p>2.儀器設備及建議設定條件</p>			
<p>2.1熱脫附裝置</p> <p>配置反吹操作的電路系統。</p>			
<p>2.2注射器</p> <p>配置一個空的去活化玻璃樣品瓶。</p>			
<p>2.3烘箱升溫程式控制</p> <p>35°C – 60°C/min，至280°C(10分鐘)。</p>			
<p>2.4注射器(冷集式)</p> <p>40°C – 12°C/s，至340°C(10分鐘)。</p>			
<p>2.5氣相層析儀(GC)</p> <p>高解析度氣相層析系統</p>			
<p>2.6毛細管柱</p> <p>DB-5MS，長30m，內徑0.25mm，膜厚0.25µm或亦可使用其他具限制極性合適的毛細管柱，例如，DB 5、HP5 MS、DB 1703等。</p>			
<p>2.7載流氣體</p> <p>氦氣5.0</p>			
<p>2.8氣相層析儀升溫程式控制</p> <p>35°C(1分鐘) – 20°C/min – 200°C – 5°C/min – 260°C – 20°C/min – 340°C (4分鐘)，總時間：29分鐘。</p>			
<p>2.9質譜儀(MS)</p> <p>具四極棒式質譜儀</p>			
<p>2.10質譜儀傳輸線溫度</p> <p>320 °C。</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
附錄 7 溶劑萃取氣相層析法的範例 (參考)			
1. 儀器設備及建議設定條件			
1.1 氣相層析儀(GC)			
高解析度氣相層析系統			
1.2 毛細管柱			
DB-5MS，長30m，內徑0.25mm，膜厚0.25 μ m或亦可使用其他具限制極性合適的毛細管柱，例如，DB 5、HP5 MS、DB 1703等。			
1.3 注射器			
配置無隔膜注射頭之分流/不分流式注射器。			
1.4 溫度			
280 °C			
1.5 注射容量			
不分流式注射1 μ l			
1.6 升溫程式控制			
90°C(1分鐘)－6°C/min－280°C(7分鐘)，總時間：40分鐘。			
1.7 載流氣體			
氦氣5.0			
1.8 質譜儀(MS)			
具四極棒式質譜儀			
1.9 質譜儀傳輸線溫度			
290 °C。			

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定—氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>附錄 8 空白濃度處理的範例 (參考)</p> <p>1.Tenax® TA法的範例</p> <p>表5為某使用Tenax® TA吸附劑管進行空氣採樣，所測得空白濃度的平均值及背景濃度值的範例，若無法測得空白濃度或試驗數值低於定量極限(LOQ)，則以小於定量極限(9：1的訊雜比)標示。</p> <p>為了確認實驗室的空白濃度，可將8個調節的Tenax® TA吸附劑管各注入1µl內標準品溶液，然後進行分析，另為測定室內空氣在24小時採樣期間的現場背景濃度(採樣體積70升)，可以設定50 ml/min採樣流率，將空氣捕集至兩個連結一起的 Tenax® TA吸附劑管。</p> <p>2.Florisil®法的範例</p> <p>由於加熱的 Florisil®吸附劑，若依本標準第3.3.2節的規定完成製備，填充 Florisil®的吸附劑管應很大程度不含鄰苯二甲酸酯，因此，要特別注意使用本方法萃取溶劑的純度，並考量在處理過程，試樣萃取物的濃度會濃縮高達25倍，故在使用之前，必須先檢查用於萃取Florisil®的溶劑含有鄰苯二甲酸酯之濃度，依本標準第3.3.4節的規定，可操作範圍的下限為 0.05 mg/l，溶劑中所分析的鄰苯二甲酸酯含量，其濃度濃縮25倍後，至少必須小於該數值，也就是，在未濃縮的溶劑中，個別鄰苯二甲酸酯的濃度不得大於1µg/l到2µg/l。</p> <p>根據經驗，目前市售溶劑的鄰苯二甲酸酯含量通常會很高，若需要的話，可藉多次蒸餾進行溶劑洗滌，將會有很大的幫助，若採用精密操作方法，則可使濃縮萃取液的濃度明顯低於0.05 mg/l的空白濃度值，為分析比較，應參考圖5(a)空白試驗的圖譜，以鑑別之DIBP，DBP和DEHP的感測訊號，除內標準品峰值外，濃縮萃取液的濃度大約為0.02 mg/l，對於1 m³採樣體積，DEHP化合物的空白濃度值為0.02 mg/l將對應於單為體積空氣中含量0.04µg/ m³。</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
<p>附錄 9 採樣程序的範例 (參考)</p>			
試樣編號：	建築物： 樓層： 房間： 位置：	採樣日期：	
試樣類型： <input type="checkbox"/> 空氣-溶劑萃取法		<input type="checkbox"/> 粉塵	<input type="checkbox"/> 擦拭
吸附劑管編號： <input type="checkbox"/> 模擬使用：		<input type="checkbox"/> 集塵袋 <input type="checkbox"/> 過濾器 樣本類型： 過濾器編號： 空重： g 採樣位置：	___ cm × ___ cm+ ___ cm × ___ cm = _____ cm ² 採樣位置： 單一試樣數量： 表面材料： 表面狀況：
<input type="checkbox"/> 空氣－熱脫附法		<input type="checkbox"/> 雜項：	
吸附劑管編號	採樣泵的編號	採樣流率 (l/min)	採樣時間 (min)
		採樣體積 (l)	
<input type="checkbox"/> 索引中的照片： <input type="checkbox"/> 留樣卡號：			
氣候	環境溫度： °C	相對濕度： %	絕對氣壓： hPa
氣味 密集度	類型：	<input type="checkbox"/> 0 無氣味 <input type="checkbox"/> 1 非常微弱 <input type="checkbox"/> 2 微弱 <input type="checkbox"/> 3 明顯的 <input type="checkbox"/> 4 強烈 <input type="checkbox"/> 5 非常強烈 <input type="checkbox"/> 6 極端強烈	
		使用者的感知： <input type="checkbox"/> 氣味越弱 <input type="checkbox"/> 相同 <input type="checkbox"/> 氣味越強	
備考/採樣資訊			
日期	姓名	採樣者簽署	

國際標準	室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯	總號	
CNS 草案	之測定—氣相層析質譜法	類號	
<p style="color: red;">參考資料</p> <p>[1] ISO 16000-1, Indoor air — Part 1: General aspects of sampling strategy</p> <p>[2] ISO 16000-5, Indoor air — Part 5: Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs)</p> <p>[3] ISO 18856:2004, Water quality — Determination of selected phthalates using gas chromatography/mass spectrometry</p> <p>[4] Körner W., Walker G., Horn W., Woppowa L., Gruber L., Hansen D., Haring C., Hartmann R., Heitmann D., Karn C., Uhde E., Winkens A. Messen von Phthalaten in der Innenraumluft mit GC-MS; Vorstellung von zwei Methoden und Überprüfung mit einem Ringversuch. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 70 (2010) Nr. 3, S. 89–92</p> <p>[5] Chang L.W., Atlas E., Giam C.S. Chromatographic separation and analysis of chlorinated hydrocarbons and phthalic acid esters from ambient air samples. Int. J. Environ. Anal. Chem. 19 (1985) Nr. 2, S. 145–153</p> <p>[6] Butte W., Hostrup O., Walker G. Phthalate im Hausstaub und in der Luft: Assoziationen und mögliche Quellen in Wohnräumen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 68 (2008) Nr. 3, S. 79-81</p> <p>[7] Fromme H., Lahrz T., Piloty M., Gebhart H., Oddoy A., Rüden H. Occurrence of phthalates and musk fragrances in indoor air and dust from apartments and kindergartens in Berlin (Germany). Indoor Air. 2004, 14 pp. 188–195</p> <p>[8] Butte W., Hoffmann W., Hostrup O., Schmidt A., Walker G. Endokrin wirksame Substanzen im Hausstaub: Ergebnisse eines repräsentativen Monitorings. Gefahrst. Reinh. Luft 61 (2001) Nr. 1/2, S. 19–23</p> <p>[9] Döpke A., Leutert D., Mavromati F., Pfeifer T. Phthalate – die nützlichen Weichmacher mit den unerwünschten Eigenschaften. UBA-Hintergrundpapier (2007) http://www.publikationen/phtalates-useful-plasticisers-undesired-properties.umweltbundesamt.de/</p> <p>[10] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung: GESTIS- Stoffdatenbank. Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften. stoffdatenbank/index.jsphttp://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-</p>			

國際標準	室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯 之測定－氣相層析質譜法	總號	
CNS 草案		類號	
	[11]Fromme H., Körner W., Gruber L., Heitmann D., Schlummer M., Völkel B., Bolte G. Exposition der Bevölkerung gegenüber Phthalaten – Ergebnisse der INES-Studie.Gefahrstoffe –Reinhalt.Luft 70 (2010) Nr. 3, S. 77-81		
	[12] Mull B., Horn W., Jann O. Methode zur Bestimmung von flüchtigen Estern der Phthalsäure im Innenraum und in Emissionsmesskammern.Gefahrstoffe – Reinhalt.Luft 70 (2010) Nr. 3, S. 93-97		
	[13]Gabrio T., Hildenbrand R., Volland G. Abschlußbericht – Untersuchung zur Belastungssituation der Allgemeinbevölkerung mit Phthalat-Weichmachern und Ermittlung relevanter Belastungspfade.Projekt P-LS-E2/19 Landesstiftung Baden Württemberg GmbH (2008)		
	[14]Wormuth M. Consumer exposure to chemical substances with diverse applications.Dissertation No. 16252: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 2006 http:// e-collection.ethbib.ethz.ch/cgi-bin/show.pl?type=diss&nr=16252		
	[15]Greim H. ed. Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe.Band 1: Luftanalysen, Analytische Methoden (DFG).„Chlorierte Biphenyle“ Methode 1.Weinheim:Wiley-VCH Verlag, 1980, 2.Lieferung		
	[16]Nagorka R., Ullrich D., Scheller C., Süßenbach B. GC-MS-Analysis versus LC/MS-Analysis of long chain phthalic acid-based plasticizers.Chromatographia (in preparation)		
	[17]Heise S.,& Litz N.Deskstudy Phthalates. German Federal Environmental Agency, 2004 society/horizontal/hor14_phthalates.pdf w w.ecn.nl/docs/		
	[18]Litz N., Heise S., Heinrich C. Final Report on the project “Phthalate” in the framework of the EU- Project Horizontal-Org (Horizontal standards on organic micro-pollutants for implementation of EU Directives on sludge, soil and treated bio-waste).Contract: SSPI-CT-2003-502411 Project Horizontal-Org, March 2007,		
	[19]Sachs L. Angewandte Statistik.7. Springer Verlag, Berlin, 1992, pp. 552.		
	[20]Butte W., & Walker G. Sinn und Unsinn von Hausstaubuntersuchungen – das Für und Wider.Hausstaub als Meßparameter zum Erkennen einer Innenraumbelastung mit Permethrin, Pentachlotphenol und Lindan.VDI Berichte Nr. 1122, S. 535/546.VDI Verlag, Düsseldorf, 1994		

第五章 結論與建議

本研究執行期間，依原訂期程完成蒐集整理國內外有關室內空氣或建材逸散塑化劑試驗之標準及相關實驗研究文獻，於本(107)年9月底完成「半揮發性有機化合物分析設備」建置，並同步建立建材逸散塑化劑試驗之標準程序及挑選10件(乾式4件、濕式6件)市售建材產品進行實測調查分析，包括地板類、牆壁類、塗料類及接著劑等5種，並區分為有(無)取得健康綠建材標章等二大類，分析其逸散特性，另透過國外試驗標準之解析，研擬相關CNS標準草案，結論與建議摘錄如後。

第一節 結論

- (一) 在資料蒐集分析部分，發現我國現行CNS標準關於塑化劑試驗，主要與塑膠產業技術發展技術及鄰苯二甲酸酯類含量測定有關，囿於鄰苯二甲酸酯類係屬半揮發性有機化合物，其特性會緩慢而穩定從產品中逸散出來，經檢視國內目前尚無鄰苯二甲酸酯逸散檢驗標準可供遵循，因此，本研究參考目前國際組織最新發展之「ISO 16000-33:2017 Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」標準，將內容轉化為中文作為本標準的主軸，並採用適當的圖說輔助說明，期望對經濟部標準檢驗局發布新標準及業界有所助益。
- (二) 針對在第一步及第二步試驗GC/MS能偵測化合物訊號分析部分，本研究10件樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集10支採樣Tenax® TA吸附劑管有4支(占40%)可偵測到訊號，另在第二步試驗(脫附試驗)所蒐集採樣10支Tenax® TA吸附劑管

全部 10 支(100%)均可偵測到訊號，由試驗結果可看出在溫度(23±2) °C、相對空氣濕度(50±5) % RH 之 ISO 16000-25 標準測試環境條件，建材在逸散試驗過程，物質被微型容器內壁吸附比率(需第二步試驗之脫附處理)明顯高於直接逸散(第一步試驗)所蒐集之結果。

(三) 針對有(無)取得健康綠建材標章之建材逸散分析部分，本研究 5 件取得標章之樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 5 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管僅有 1 支接著劑類產品(占 20%)可偵測到訊號，另 5 件未取得標章之樣本在第一步試驗(逸散試驗)所蒐集 5 支採樣 Tenax® TA 吸附劑管有 3 支(占 60%)，分別為塗料類、接著劑類及地板類可偵測到訊號，初步試驗結果未取得健康綠建材標章建材之直接逸散樣本數目高於有健康綠建材標章之產品。

(四) 目前國內或國際上在食品、容器及塑膠類等產品之塑化劑含量或溶出量分析大都採用氣相層析質譜儀(GC/MS)法，其中「食品器具容器包裝衛生標準」含量限量之管制基準為 0.1%，溶出限量管制基準 0.3 ppm~30 ppm，設備可偵測到之量級為 ppm，本研究在 9 月底完成設備建置後，參考業界 GC/MS 最常使用”scan”設定模式，經多次嘗試目前能同時偵測到 9 種指標物質塑化劑之濃度至少需 1 ppm 以上，因此本次建立之檢量線範圍為 1~10 ppm，經分析僅適用於建材之塑化劑含量、溶出量或 1 ppm 以上之高濃度逸散檢測使用，而本次 10 件樣本經實驗結果，在第一步及第二步試驗均未發現超過 1 ppm 之高濃度逸散塑化劑物質。

第二節 建議

建議一

進行建材逸散塑化劑檢測標準法制化之推動：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：經濟部標準檢驗局

本研究已參酌 ISO 16000-33 完成「室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定—氣相層析質譜法（草案）」之研擬，故建議提供經濟部標準檢驗局進行後續法制化作業，使國內室內空氣試驗相關規範更為完備。

建議二

進行各項提升建材逸散塑化劑分析技術基礎研究工作：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：

本研究在系統整合測試發現，在第一步試驗，連結空氣供應裝置及微型容器之氣體傳輸管線，易受外部測試環境影響，造成溼度有飄移現象，建議後續可使用適當阻絕材料妥予包覆、加裝防護罩或於進氣端加設除濕預處理裝置，俾提升整體精確度。

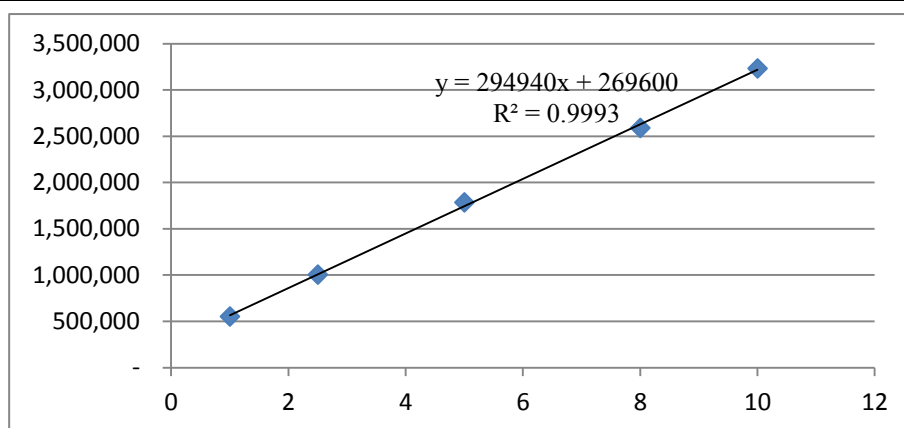
另透過蒐集國際相關綠建材標章分析，目前各國 TVOC 或逸散塑化劑評定基準為 $0.001 \text{ mg/m}^3 \sim 0.1 \text{ mg/m}^3$ ，經換算檢量線下限至少需達 $10^{-4} \text{ ppm} \sim 10^{-2} \text{ ppm}$ 量級方能滿足需求，另由相關文獻分析，目前 DEHP 之定量極限(LOQ)可達 $0.06 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ，其餘 8 種指標物質塑化劑之定量極限可達 $0.01 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ，部分研究亦顯示可偵測到含量 $0.5 \mu\text{g}$ 之逸散塑化劑，經換算檢量線下限可達 10^{-6} ppm 量級，顯見在提升分析技術基礎研究還有很大精進空間，

建議未來可增加 LC-MS/MS 等方式、採用 Florisil® 吸附劑管、或更改 GC/MS 設定例如”SIM”及“SIM and Scan”等模式，進一步加以分析比對，以有效提升實驗室分析能量。

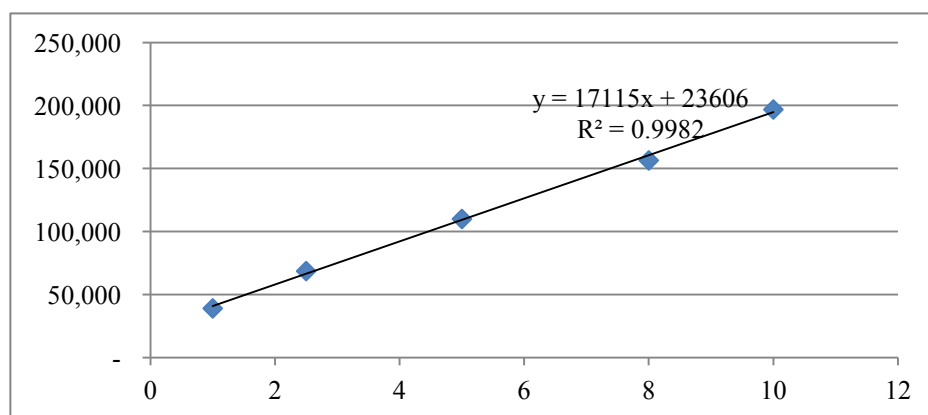
附錄一

本研究試驗之檢量線

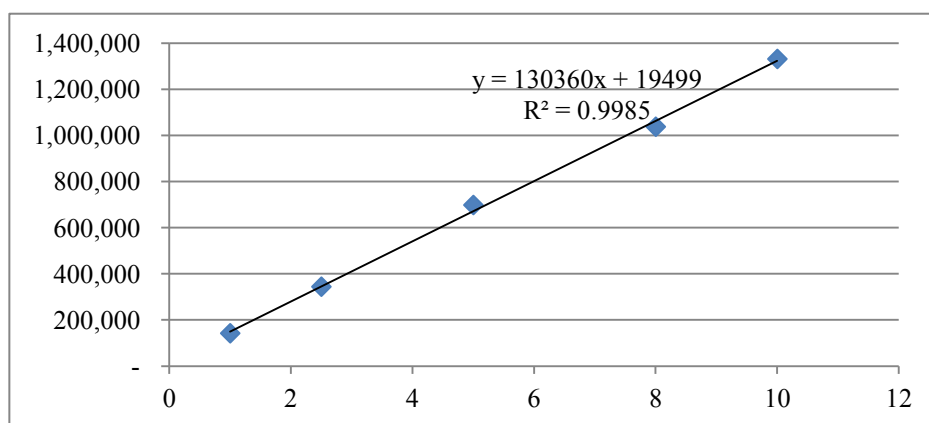
塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二 (2-乙基己基)酯 (DEHP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	20.562	552,541	95.93
2.5	20.56	1,004,792	99.71
5	20.572	1,785,066	102.76
8	20.577	2,589,296	98.31
10	20.356	3,232,216	100.45



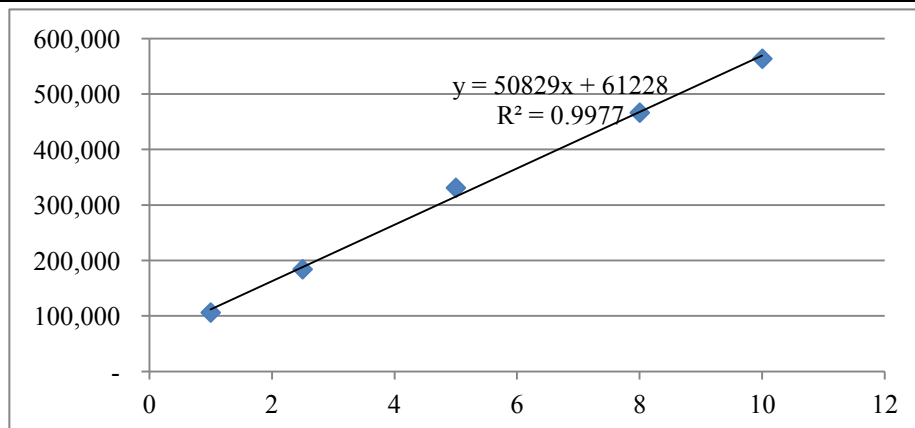
塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	20.824	39,130	90.70
2.5	20.753	68,739	105.48
5	20.836	110,090	101.06
8	20.73	156,602	97.13
10	20.717	197,005	101.31



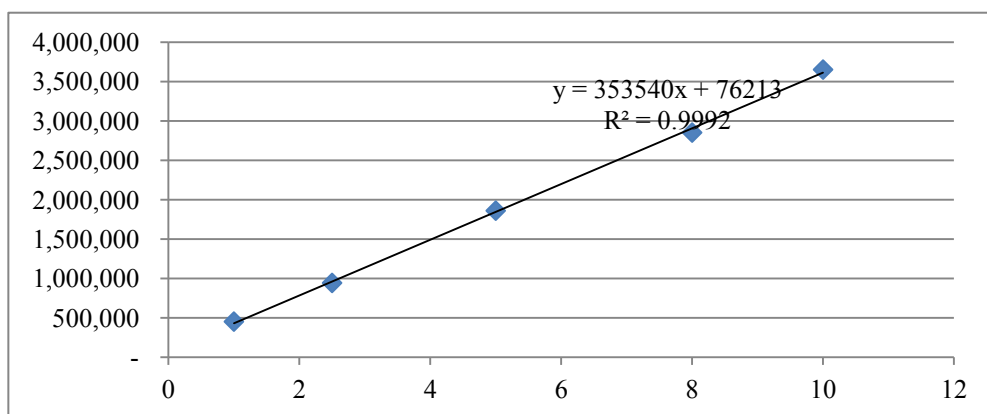
塑化劑名稱	鄰苯二甲酸丁基苯酯 (BBP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	17.688	141,959	93.94
2.5	17.818	343,824	99.52
5	17.818	697,926	104.09
8	17.836	1,037,256	97.59
10	17.556	1,331,060	100.61



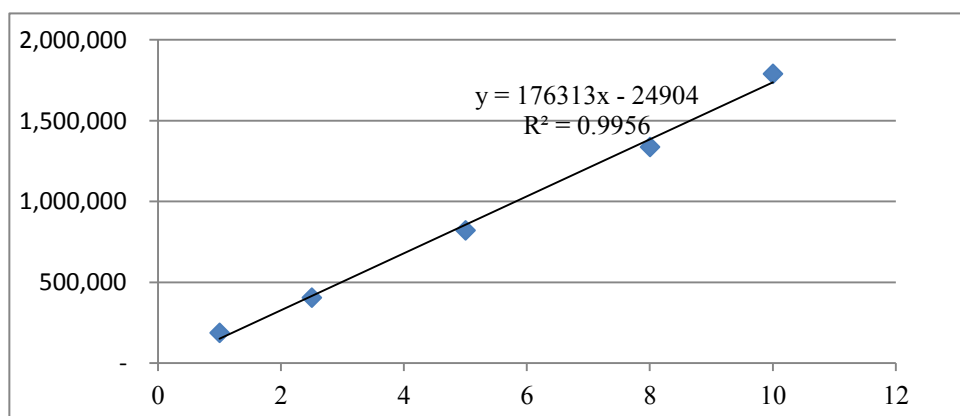
塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	23.412	106,575	89.21
2.5	23.348	184,537	97.04
5	23.394	331,338	106.28
8	23.265	466,727	99.72
10	23.281	563,928	98.90



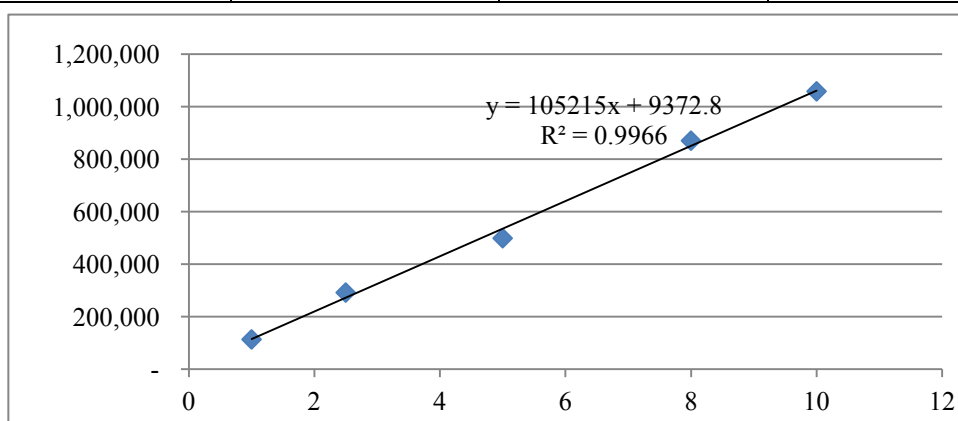
塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	24.448	449,693	105.64
2.5	24.491	940,922	97.83
5	24.305	1,858,358	100.82
8	24.321	2,850,465	98.09
10	24.387	3,650,434	101.10



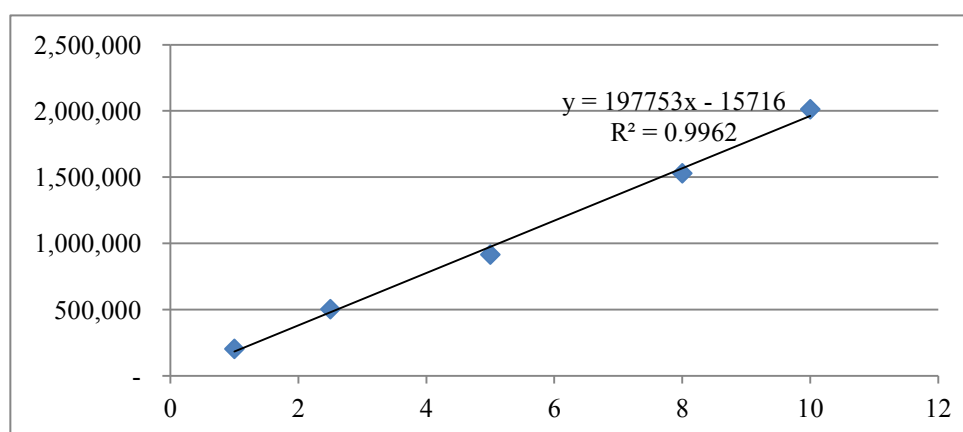
塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二己酯 (DEP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	9.611	188,600	92.84
2.5	9.305	406,343	86.54
5	9.347	822,750	90.50
8	9.373	1,338,780	93.15
10	9.391	1,791,306	100.19



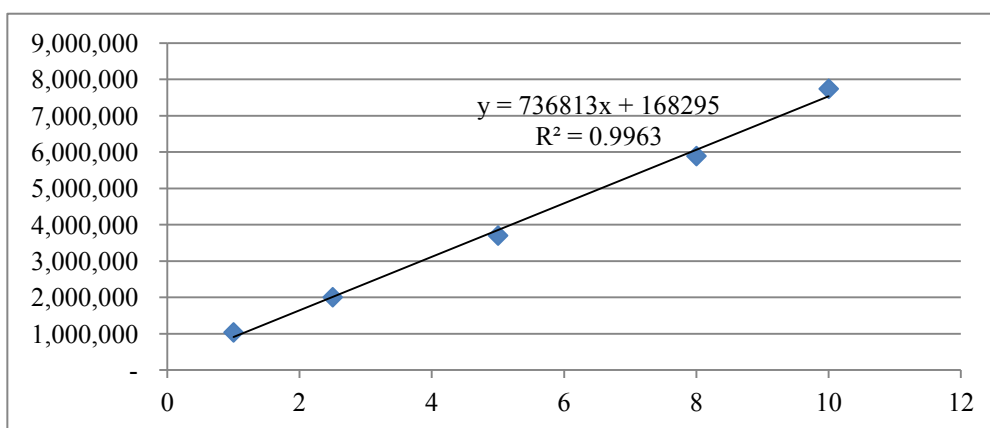
塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二異丁酯 (DIBP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	11.578	113,767	99.22
2.5	11.553	292,231	107.54
5	11.543	499,267	93.12
8	11.571	870,923	102.36
10	11.581	1,058,883	99.75



塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	8.832	202,765	94.59
2.5	8.738	502,531	98.47
5	8.423	914,854	90.94
8	8.435	1,529,027	95.66
10	8.482	2,012,698	100.98




塑化劑名稱	鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)		
濃度(ppm)	滯留時間(min)	尖峰面積	回收率(%)
1	12.836	1,034,430	117.55
2.5	12.833	2,002,968	99.60
5	12.822	3,700,347	95.87
8	12.823	5,888,458	97.04
10	12.823	7,740,801	102.77




附錄二

本研究試驗產品之照片


試驗產品編號	SP01	
試驗產品名稱	高抗污面漆	
試驗產品規格	灰色	
試驗產品種類	塗料(濕式建材)	
健康綠建材標章	無	
塗佈量	3.7 g	
試驗結束重量	3.1 g	

試驗產品編號	SP02	
試驗產品名稱	地坪耐磨面漆	
試驗產品規格	綠色	
試驗產品種類	塗料(濕式建材)	
健康綠建材標章	無	
塗佈量	1.3 g	
試驗結束重量	1.2 g	

試驗產品編號	SP03	
試驗產品名稱	黏著劑(a)	
試驗產品規格	黃色	
試驗產品種類	接著劑(濕式建材)	
健康綠建材標章	無	
塗佈量	1.1 g	
試驗結束重量	0.9 g	

試驗產品編號	SP04	
試驗產品名稱	熱固性合板(a)	
試驗產品規格	白色	
試驗產品種類	牆壁類(乾式建材)	
健康綠建材標章	無	
試驗前重量	14.6 g	
試驗結束重量	14.6 g	

試驗產品編號	SP05	
試驗產品名稱	塑膠地磚(a)	
試驗產品規格	黑色	
試驗產品種類	地板類(乾式建材)	
健康綠建材標章	無	
試驗前重量	20.8 g	
試驗結束重量	20.8 g	

試驗產品編號	SP06	
試驗產品名稱	水泥漆	
試驗產品規格	白色	
試驗產品種類	塗料(濕式建材)	
健康綠建材標章	有	
塗佈量	2.0 g	
試驗結束重量	1.5 g	

試驗產品編號	SP07	
試驗產品名稱	乳膠漆	
試驗產品規格	白色	
試驗產品種類	塗料(濕式建材)	
健康綠建材標章	有	
塗佈量	2.5 g	
試驗結束重量	2.3 g	

試驗產品編號	SP08	
試驗產品名稱	黏著劑(b)	
試驗產品規格	黃色	
試驗產品種類	接著劑(濕式建材)	
健康綠建材標章	有	
塗佈量	2.7 g	
試驗結束重量	2.3g	

試驗產品編號	SP09
試驗產品名稱	熱固性合板(b)
試驗產品規格	黑色
試驗產品種類	牆壁類(乾式建材)
健康綠建材標章	有
試驗前重量	10.5 g
試驗結束重量	10.5 g



試驗產品編號	SP10
試驗產品名稱	塑膠地磚(b)
試驗產品規格	白色
試驗產品種類	地板類(乾式建材)
健康綠建材標章	有
試驗前重量	37.5 g
試驗結束重量	37.5 g



附錄三

ISO 16000-33 參考標準

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
16000-33

First edition
2017-08

Indoor air —

Part 33:
**Determination of phthalates with gas
chromatography/mass spectrometry
(GC/MS)**

Air intérieur —

*Partie 33: Détermination des phthalates par chromatographie en
phase gazeuse/spectrométrie de masse (CPG/SM)*



Licensed to TungFang Design (Institute), Cheng Chen Chen (coolhas2000@yahoo.com.tw)
ISO Store Order: 02-281311 / Downloaded: 2018-04-10
Single user license only, copying and networking prohibited.

Reference number
ISO 16000-33:2017(E)

© ISO 2017

Contents	Page
Foreword	v
Introduction	vi
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	1
4 Sampling methods and analytical apparatus	2
4.1 General.....	2
4.2 Sampling by adsorption with subsequent thermal desorption.....	2
4.2.1 Apparatus, operating materials and chemicals.....	2
4.2.2 Preparation of the thermal desorption tube.....	3
4.2.3 Sampling.....	3
4.3 Sampling by adsorption and subsequent solvent extraction.....	4
4.3.1 Apparatus, operating materials and chemicals.....	4
4.3.2 Preparation of Florisil® ²⁾ and the adsorption tubes.....	5
4.3.3 Hints to the application of Florisil® ²⁾	6
4.3.4 Sampling.....	6
4.3.5 Sample conditioning.....	7
5 Calibration	7
5.1 General.....	7
5.2 Calibration of the thermal desorption method.....	8
5.3 Calibration of the solvent extraction method.....	8
6 Identification and quantification	8
6.1 Mass spectrometric analysis.....	8
7 Establishment of calibration curves and calculation of the analyte mass	14
7.1 Establishment of calibration curves.....	14
7.2 Calculation of the analyte mass.....	14
8 Calculation of indoor air concentrations	15
9 Performance characteristics	16
9.1 Detection limit.....	16
9.2 Quantification limit and problems related to the blank values.....	16
9.3 Reproducibility standard deviation and repeatability standard deviation.....	17
10 Quality assurance	19
10.1 Method verification and determination of blanks.....	19
10.1.1 Field blank value of the indoor air.....	19
10.1.2 Analytical laboratory blank value.....	19
10.2 Measures for blank value minimization.....	19
10.3 Documents.....	20
11 Interferences	20
Annex A (informative) General information on phthalates	21
Annex B (informative) Screening phthalates in solvent wipe tests	24
Annex C (informative) Screening phthalates in house dust	27
Annex D (informative) Practical example for the calibration of the thermal desorption method	31
Annex E (informative) Practical example for the calibration of the solvent extraction method using Florisil®²⁾	33
Annex F (informative) Practical example for the gas chromatography with thermal desorption	35

ISO 16000-33:2017(E)

Annex G (informative) Practical example for the gas chromatography following solvent extraction	36
Annex H (informative) Problems related to the blank values	37
Annex I (informative) Example of a sampling protocol	38
Bibliography	39

附錄四

期初審查會議紀錄

內政部建築研究所 107 年度第 6 次研究業務協調會議紀錄

一、時間：107 年 3 月 19 日(星期一)下午 2 時

二、地點：本所簡報室

三、主席：王代理所長安強

記錄：陳麒任、王家瑩、
姚志廷、蔡介峰、林招焯、林
霧霆、張志源、陶其駿等。

四、出席人員：詳簽到簿

五、主席致詞：(略)

六、研究案主持人簡報：(略)

七、發言要點：

(一)「我國近零能源建築之發展策略與可行性評估研究」案：

1. 有關因地制宜節能策略之研擬，請考量我國與其他國家不同之氣候條件等各方面因素，並加強政策面的分析。
2. 簡報所提「被動式」建築設計，請修正為「誘導式」之用語。
3. 國外推行近零能源建築常以實證示範場域做起，建議可先蒐集國內、外推行近零能源建築場域之相關資料，並就相近型態之建築案例比較分析，以利後續策略研擬參考。
4. 請釐清本研究與本所 98-99 年零碳綠建築相關研究之差異性，審慎區隔避免重複。
5. 建議本研究從都市計畫、區域計畫及建築設計等不同尺度分別進行發展策略之檢討。
6. 本研究課題名稱建議調整為「我國近零能源建築發展策略與可行性研究」。

(二)「以 ISO 7235 規範進行 R1 消音箱實驗設備性能檢核驗證研究」案：

1. 本研究範疇為震災後實驗設施修復量測驗證，相關引用測試標準係屬研究內容不須呈現於題目，建議調整研究課題名稱；並建議一併探討如何避免地震損壞之措施或方法。

2. 本案目前採用 ISO 標準進行設施量測驗證，因國內亦具備與 ISO 7235 內容相同之 CNS 實驗標準，建議考量採 CNS 標準進行相關驗證，另後續請一併檢討國內、外建築音響相關標準之更新狀況。
3. 研究主題對本所實驗室具有重要性，相關修復及量測驗證之經驗，未來可作為實驗量測參考應用，並建議將成果投稿擴大推廣分享。
4. 本研究課題名稱建議調整為「震災後建築音響消音箱實驗設備性能驗證之研究」。

(三)「建材逸散塑化劑檢測技術開發與試驗調查之研究」案：

1. 建議釐清本研究內容與前期 105 年「建築材料逸散塑化劑風險評估及檢測方法之研究」、104 年「建材逸散法定毒性總揮發性有機化合物資料庫與調查之研究」差異之處，並請澄清室內空氣品質非等同建材逸散，以免造成混淆。
2. 本研究擬參酌 ISO 16000-33 研擬「室內空氣－鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法－氣相層析質譜儀法」CNS 標準(草案)，建議應先瞭解是否適用於建築材料，以利本所後續應用。
3. 塑化劑應用層面廣泛，包括玩具、器具及包裝等均可能殘留，非僅存在於建材，建議應聚焦在本所業務領域，避免過度發散，並請調整本案研究緣起、相關課題定義及預期管制目標等。

(四)「健康建築認證納入我國綠建築評估之可行性研究」案：

1. 建議釐清 WELL 健康建築認證體系如何與 LEED 評估內容接軌，並探討導入方式。
2. 健康建築應考量的不只有建築物本體，建議將後續使用者管理維護因素納入考量。
3. 健康的定義廣泛，對於不同專業領域而有不同的認定，建議限縮範圍，俾與綠建築結合，另應釐清說明「病態建築」與「健康建築」的差異。

4. 本研究主要重點為提升與健全我國綠建築健康指標群，建議簡化研究課題名稱，研究範疇並以我國綠建築認證體系為主，避免與其它認證混淆。
5. 本研究課題名稱建議調整為「綠建築室內環境指標整合健康概念之可行性研究」。

(五)「健康綠建材試驗標準方法之精進研究」案：

1. 本研究擬修訂健康綠建材試驗標準方法，考量目前許多單位及試驗機構引用該方法，建議至少召開 2 場次座談會審慎研議，俾彙整各界意見。
2. 避免本研究造成各界誤解為新試驗方法之研提，建議課題名稱調整為「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精進研究」。

(六)「國內外綠建材類標章評估系統比較分析之研究」案：

1. 本案所提研究範圍過大，建議聚焦於循環經濟及低碳等符合國際發展趨勢之議題。
2. 建議評估是否可將綠建材之防火性能一併納入探討。
3. 建議將國內相關標章（例如環保標章等）納入研究分析對象。

(七)「推動社會住宅之社區營造研究」案：

1. 建議本研究聚焦社會住宅與環境關係及居住者社會邊緣化之問題分析，另有關住戶增加自我認同、社區認同及與周邊社區共容等議題，未來亦可考量規劃相關研究議題。
2. 本研究課題名稱建議調整為「推動社會住宅之社區照顧研究」。

(八)「建築 RC 柱以碳纖維貼覆補強之耐震能力研究」案：

1. 本案 CFRP 貼片補強工法屬乾式工法，亦符合推動建築物「階段性補強」政策之需求，惟建議應將此種工法之施工時間、所需費用與適用範圍等，納入研究探討。

2. CFRP 貼片補強工法，雖可有效增加 RC 柱的韌性與剪力強度，但也受限於對撓曲與軸壓強度之補強效益，建議未來可考慮結合其他修復補強方法共同使用。
3. 建議可參採本所歷年相關研究成果，或就教其他同仁實驗經驗，並強化相關文獻蒐集。
4. 建議本研究可改以柱局部小段試體進行實驗，以解決試體發包不易及費時問題，俾爭取報告撰寫時間。

八、會議結論：

請參考與會同仁之寶貴意見，並請納入研究內容參採修正，使研究成果更為豐富完整。

九、散會：(下午 4 時 30 分整)

期初會議記錄及處理情形

項次	審查意見	辦理情形
一	建議釐清本研究內容與前期 105 年「建築材料逸散塑化劑風險評估及檢測方法之研究」、104 年「建材逸散法定毒性總揮發性有機化合物資料庫與調查之研究」差異之處，並請澄清室內空氣品質非等同建材逸散，以免造成混淆。	1. 本所前期 104 年及 105 年研究主要蒐集文獻資料，並未建置相關設置進行實驗研究。 2. 相關資料蒐集及文獻分析詳第二章說明。
二	本研究擬參酌 ISO 16000-33 研擬「室內空氣—鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法—氣相層析質譜儀法」CNS 標準(草案)，建議應先瞭解是否適用於建築材料，以利本所後續應用。	ISO 16000-33 適用於建築材料逸散與檢測分析，詳第四章說明。
三	塑化劑應用層面廣泛，包括玩具、器具及包裝等均可能殘留，非僅存在於建材，建議應聚焦在本所業務領域，避免過度發散，並請調整本案研究緣起、相關課題定義及預期管制目標等。	感謝寶貴意見，已收斂聚焦於建材逸散與檢測相關研究。

附錄(五) 期中會議記錄及處理情形

時間：107年7月31日(星期二)上午9時30分整

地點：本所簡報室

主持人：羅組長時麒

出席人員：略

審查意見	辦理情形
<p>中華民國全國建築師公會(陳建築師俊芳)</p> <p>1.循環經濟為國家重要政策，塑化劑之使用是否影響建材之回收再利用性？建議於期末報告予以回應。</p>	<p>1.謝謝委員指教，建材回收之方式多元，若含塑化劑經高溫處理應不會殘留，至於其他回收應用方式，建議可納入後續研究探討。</p>
<p>台灣綠建材產業發展協會(饒理事長允政)</p> <p>1.關於取樣 10 件市售建材進行實測分析，建議需考慮「代表性」議題。</p> <p>2.哪些建材確定不會有塑化劑，並且是否也要納入管理？例如室外建材等，建請補充說明。</p> <p>3.試驗方法建議宜與國際接軌，俾擴大廠商建材之外銷市場。</p> <p>4.建議可蒐集國外 SVOC 試驗費用之資料，以供研訂檢測收費標準之參考。</p>	<p>1.謝謝委員指教，本研究選取 10 件市售建材包括地板類、牆壁類、塗料類及接著劑等，並區分有(無)取得健康綠建材標章，詳第三章說明。</p> <p>2.建材種類繁多，本研究係建立本所建材逸散塑化劑檢測技術，並初步實測探討市售建材逸散特性，供未來應用之參考。</p> <p>3.本研究採用試驗方法為國際最常引用 ISO 16000-33 及 ISO 16000-25(CNS 16000-25) 標準，以利後續與國際接軌。</p> <p>4.謝謝委員指教，目前國內塑化劑含量或溶出量每件之試驗費用約 5,000</p>

<p>5. SVOC 與 TVOC 的測試方法不同，建議實施前，應先與廠商溝通並傳達資訊，俾利產業界瞭解及支持。</p> <p>6. 未來在綠建材評估部分，本項會放在通則或是低逸散綠建材？建請補充說明。</p>	<p>~10,000 元，至蒐集國外 SVOC 試驗費用部分，建議俟完成整體建置、性能提升與評估，再納入辦理。</p> <p>5. 謝謝委員指教，本案為檢測技術開發之先期研究，所提意見建議納入後續相關計畫研議辦理。</p> <p>6. 謝謝委員指教，本案為檢測技術開發之先期研究，所提意見建議納入後續相關計畫研議辦理。</p>
<p>財團法人台灣建築中心(王副經理義和)</p> <p>1. 本中心歷年在綠建材後市場查核作業已累積相當多經驗，可提供本研究相關採樣案例參考。</p>	<p>1. 謝謝委員寶貴資訊。</p>
<p>邵教授文政</p> <p>1. 執行掌控良好，惟內容誤植部分，如 TVOCs 及 concern 等請再檢查及修正。</p> <p>2. 未回應期初意見之部分，如試驗方法及建築產品與 SVOC 之關連性調查，請加速完成，並於期末報告回應。</p> <p>3. 依進度應請考量抽樣 10 件之檢測及掌控時間，以利彙整結果。</p> <p>4. 未來請進行 ISO 標準與本研究 CNS 標準草案研擬之差異性比較，俾助於了解檢測方法之差別。</p>	<p>1. 謝謝委員指教，已檢查及修正。</p> <p>2. 謝謝委員指教，期初研究業務協調會意見之辦理情形已補充說明。</p> <p>3. 本案 10 件試驗均已順利完成，並整理於第四章。</p> <p>4. 本研究研擬 CNS 標準草案係以國際最常引用 ISO 16000-33 為主軸，將內容轉化為中文，以利後續國際接軌，檢測方法並無差異。</p>

<p>陳委員伯勳</p> <p>1. 期中報告書第 65 頁預定選擇 10 件建材進行實測，惟缺表 3-2.1 樣本基本資料之內容，建議補充並說明為何選擇此類建材？是否具有代表性？或建議選擇可能含塑化劑濃度較高之乾濕式建材，以推估可能對人體造成的影響。</p> <p>2. 試驗標準草案係參考 ISO 16000-33 室內空氣標準研擬，適用於單一建材之逸散分析，例如地板、牆壁、天花板、填縫劑等類之建材，惟室內建材係複合使用，目前是否有適用於複合建材之檢測方法或建議方式？建請補充說明。</p>	<p>1. 謝謝委員指教，樣本基本資料內容已整理於第四章。</p> <p>2. 謝謝委員指教，本研究所擬標準草案係參考 ISO 16000-33，目前僅適用直徑 11mm 之圓形試片，無法進行複合建材或整組家具之檢測分析。</p>
<p>陳教授振誠</p> <p>1. 本研究已建立室內空氣－鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法(草案)，可提升實驗室分析技術與研訂 CNS 國家標準(草案)之參考，亟具成效。</p> <p>2. 塑化劑分析試驗，本研究參考 ISO 16000-33 標準建置建材塑化劑分析標準程序(SOP)，建議採樣空氣樣本之捕集管可直接使用 Tenax-TA 採樣介質，未來可進階使用 Florisil 吸附管進行空氣中塑化劑採集。</p> <p>3. 可共同與協辦計畫建置建材逸散塑化劑分析系統與檢測標準方法，以提升實驗室檢測能力。</p>	<p>1. 謝謝委員指教。</p> <p>2. 囿於研究期程，本研究採樣空氣樣本之捕集管係僅使用 Tenax-TA 採樣介質，建議與 Florisil 吸附管之差異比較，可納入後續研究辦理。</p> <p>3. 謝謝委員指教，將與協辦計畫分工合作，以提升實驗室研究能量及建立自主檢測能力。</p>
<p>蔡教授耀賢(書面意見)</p> <p>1. SVOC 測試法比照 ISO 基準，可有效接軌</p>	<p>1. 謝謝委員指教，後續之試驗均已順</p>

<p>國際規範，後續之測試進度宜加速進行。</p> <p>2.後續若有試驗法之建議，請提供綠建材手冊編輯委員會參考。</p>	<p>利完成，並整理於第四章。</p> <p>2.本研究採用試驗方法為國際最常引用 ISO 16000-33 及 ISO 16000-25(CNS 16000-25)標準經驗證可行，相關資料可供後續應用參考。</p>
<p>主席</p> <p>1.本案在納入綠建材評估基準之可行性評估，建議應先針對現行綠建材塑化劑相關規定予以說明，並說明現有及修正規定之差異，避免誤解為新增規定。</p> <p>2.本案關於逸散塑化劑管制指標物質之種類，建議多蒐集相關規範，以符合國際趨勢。</p>	<p>1.謝謝委員指教，已於第二章補充說明。</p> <p>1.謝謝委員指正，已於第二章補充塑化劑國際管制規範，可供後續參考。</p>

附錄(六) 期末會議記錄及處理情形

時間：107 年 11 月 27 日（星期二）上午 9 時 30 分整

地點：本所簡報室

主持人：羅組長時麒

出席人員：略

審查意見	辦理情形
<p>中華民國全國建築師公會(楊建築師勝德)</p> <p>1.建議提出之 CNS 草案名稱可調整為「建材製品逸散塑化劑鄰苯二甲酸酯之檢測」，較適合建築產業使用。</p>	<p>1.謝謝委員指教，本研究所擬標準草案係參考 ISO 16000 系列標準，目前已有 22 項調和為 CNS 16000 系列標準，建議仍維持「室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定－氣相層析質譜法」，與現行國家標準較為一致。</p>
<p>台灣省建築材料商業同業公會聯合會(王總幹事榮吉)</p> <p>1.本研究建材逸散塑化劑檢測技術開發與試驗調查資料、文獻蒐集齊全，符合預期成果。</p>	<p>1.謝謝委員指教。</p>
<p>江教授哲銘</p> <p>1.本研究已綜合歸納國內、外室內空氣或建材逸散塑化劑之標準及文獻，符合預期成果。</p> <p>2.本研究亦已完成參考國際組織最新之「ISO 16000-33:2017 Indoor air - Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography / mass spectrometry</p>	<p>1.謝謝委員指教。</p> <p>2.謝謝委員指教。</p>

<p>(GC/MS)」標準，並將內容轉化為中文，可供經濟部標準檢驗局發佈新標準參考。</p> <p>3.本研究已建立試驗標準程序，並採用 10 件樣本試驗依上述國際組織最新標準進行測試，以驗證其適用性。</p> <p>4.樣本測試結果亦證實有取得綠建材標章及未取得綠建材標章之建材之塑化劑逸散濃度均未發現超過 1 ppm。</p> <p>5.研究成果值得肯定，所提出之 CNS 標準草案，在完成法制作業後，將有助於相關產業發展。</p>	<p>3.謝謝委員指教。</p> <p>4.謝謝委員指教。</p> <p>5.謝謝委員指教。</p>
<p><u>林教授芳銘</u></p>	
<p>1.本研究蒐集歸納整理之建材逸散塑化劑相關標準及文獻，內容豐富具參考價值。</p> <p>2.完成 ISO 16000-33 標準草案對國內 CNS 標準之制(修)訂有助益。</p> <p>3.完成新建之建材逸散塑化劑試驗程序，及產品之實測分析以驗證逸散特性，成果值得肯定，建議可進一步申請 TAF 認證。</p> <p>4.建議針對 CNS 草案之內容、文字及名詞，再進一步檢視校對，以協助標準檢驗局後續法制化作業。</p>	<p>1.謝謝委員指教。</p> <p>2.謝謝委員指教。</p> <p>3.謝謝委員指教，未來將規劃納為 TAF 增項認證項目。</p> <p>4.謝謝委員指教，將再檢視後，提供予標準檢驗局辦理後續法制化作業。</p>
<p><u>邵教授文政</u></p>	
<p>1.研究詳細，回應期中意見具體，符合預期研究成果。</p> <p>2.ISO 國際標準建議可於全文附錄中呈現，若有版權問題，則請摘要處理，勿僅置封面。</p>	<p>1.謝謝委員指教。</p> <p>2.囿於版權問題，無法提供全文，將提供本份文件摘要部分供參。</p>

<p>3.CNS 草案名稱建議修正為建材製品之鄰苯二甲酸酯之測定，而非室內空氣。</p> <p>4.實驗溫度為 23°C 應與臺灣目前試驗方法 25°C 做差異性探討。</p> <p>5.未來建議進行低濃度之試驗、精確度及準確度等測試，以符合實際管制需求。</p>	<p>3.謝謝委員指教，本研究所擬標準草案係參考 ISO 16000 系列標準，目前已有 22 項調和為 CNS 16000 系列標準，建議仍維持「室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定—氣相層析質譜法」，與現行國家標準較為一致。</p> <p>4.囿於研究期程有限，關於 ISO 實驗溫度 23°C 與臺灣目前試驗方法 25°C 之差異性探討，建議可納入後續研究探討。</p> <p>5.謝謝委員指教，囿於研究期程有限，建議可納入後續研究探討。</p>
<p>陳委員伯勳</p>	
<p>1.本研究資料蒐集及論述完整，亦完成 CNS 標準草案，後續建議可邀集相關業界及專家學者共同檢視，完竣後循序函送標準檢驗局進行法制化作業，以完備我國室內空氣試驗規範。</p> <p>2.建議補充中英文摘要，報告書較為完整。</p> <p>3.原預期成果 CNS 標準草案名稱為「室內空氣—鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法—氣相層析質譜儀法」，期末報告之名稱訂為「室內空氣—第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定—氣相層析質譜法」略有不同，建議補充說明調整名稱之緣由，另第 124 頁建議一關於草案之名稱為修改前之名稱，建議兩者應一致化。</p>	<p>1.謝謝委員指教，後續將邀集相關業界及專家學者共同檢視，完竣後循序函送標準檢驗局進行法制化作業，以促進相關產業發展。</p> <p>2.謝謝委員指教，已中英文摘要已予以補充。</p> <p>3.謝謝委員指教，已調整修正為一致。</p>

<p>主席</p> <p>1.本案研擬「室內空氣－第 33 部：鄰苯二甲酸酯之測定－氣相層析質譜法」CNS 標準(草案)是否適用建材逸散檢測？或僅可進行室內環境之現場量測，請予以補充說明。</p> <p>2.本案已提出 CNS 標準(草案)，後續請邀集相關單位及專家學者召開審查會，修訂後再函送標準檢驗局，較為完備。</p>	<p>1.本研究所擬標準 CNS(草案)適用於空氣、粉塵及擦拭之樣本，可涵蓋建材逸散檢測。</p> <p>2.謝謝委員指教，後續將邀集相關業界及專家學者共同檢視，完竣後循序函送標準檢驗局進行法制化作業，以促進相關產業發展。</p>
---	---

參考書目

中文資料

1. 陳書典,“探討塑化劑 DEHP/MEHP 對肌肉代謝基因表現的影響”,碩士論文,2018年01月。
2. 羅伊文,“食品安全侵權訴訟之探討-以塑化劑民事判決為中心”,碩士論文,2017年01月。
3. 林霧霆,“建築材料逸散塑化劑風險評估及檢測方法之研究”,內政部建築研究所自行研究成果報告,2016年12月。
4. CNS 16000-3,“室內空氣—第3部:甲醛與其他羰基化合物之測定—主動採樣法”,2016年。
5. CNS 16000-4,“室內空氣—第4部:甲醛之測定—擴散採樣法”,2016年。
6. CNS 16000-6,“室內空氣—第6部:室內空氣與試驗箱空氣中揮發性有機化合物之 Tenax TA® 吸附劑主動採樣、熱脫附及氣相層析-MS/FID 測定法”,2016年。
7. CNS 16000-25,“室內空氣—第25部:建築產品逸散半揮發性有機化合物之測定—微型容器法”,2016年。
8. CNS 16000-26,“室內空氣—第26部:二氧化碳(CO₂)採樣策略”,2016年。
9. 室內空氣—第3部:甲醛與其他羰基化合物之測定—主動採樣法”,2016年。
10. CNS 16000-28,“室內空氣—第28部:使用試驗箱之建築產品逸散氣味測定”,2016年。
11. 馬斯洛,“DEHP 從塑化劑到食物添加劑: 歐盟與台灣法規之比較”,碩士論文,2015年08月。
12. CNS 15853-2,“鞋類—鞋類及組件之有害物質—第2部:鞋材中鄰苯二甲酸酯類測定法”,2015年。
13. CNS 5342,“塑膠—塑膠品中塑化劑遷移性測定法”,2013年。

14. CNS 5343,“塑膠—塑膠品中塑化劑損耗測定法—活性碳法”,2013年。
15. CNS 15138,“塑膠製品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法—氣相層析法”,2012年。
16. CNS 15138-1,“塑膠製品中鄰苯二甲酸酯類塑化劑試驗法—第1部：氣相層析質譜法”,2012年。
17. CNS 16000-14,“室內空氣—第14部：多氯似戴奧辛聯苯(PCBs)與多氯二苯并對戴奧辛/二苯并呋喃(PCDDs/PCDFs)總量測定(氣相與粒子相)—萃取、淨化及高解析氣相層析與質譜分析”,2011年。
18. CNS 16000-23,“室內空氣—第23部：評估吸附/吸收性建築材料降低甲醛濃度之性能試驗”,2011年
19. CNS 16000-24,“室內空氣—第24部：評估吸附/吸收性建築材料降低揮發性有機化合物(甲醛除外)濃度之性能試驗”,2011年
20. CNS 16000-1,“室內空氣—第1部：採樣策略總則”,2011年。
21. CNS 16000-2,“室內空氣—第2部：甲醛之採樣策略”,2011年。
22. CNS 16000-5,“室內空氣—第5部：揮發性有機化合物(VOCs)採樣策略”,2011年。
23. CNS 16000-7,“室內空氣—第7部：空氣中石棉纖維濃度測定採樣策略”,2011年。
24. CNS 16000-8,“室內空氣—第8部：測定建築物內局部平均空氣齡期以鑑別通風條件”,2011年。
25. CNS 16000-9,“室內空氣—第9部：建築產品與家飾逸散揮發性有機化合物之測定—逸散試驗箱法”,2011年。
26. CNS 16000-10,“室內空氣—第10部：建築產品與家飾逸散揮發性有機化合物之測定—逸散試驗槽法”,2011年。
27. CNS 16000-11,“室內空氣—第11部：建築產品與家飾逸散揮發性有機化合物

- 之測定－採樣、試樣儲存及試片製備”,2011年。
28. CNS 16000-12,“室內空氣－第12部：多氯聯苯(PCBs)、多氯二苯并對戴奧辛(PCDDs)、多氯二苯并呋喃(PCDFs)及多環芳香烴(PAHs)之採樣策略”,2011年。
29. CNS 16000-13,“室內空氣－第13部：多氯似戴奧辛聯苯(PCBs)與多氯二苯并對戴奧辛／二苯并呋喃(PCDDs/PCDFs)總量測定(氣相與粒子相)－吸附劑支援濾片收集”,2011年。
30. CNS 16000-15,“室內空氣－第15部：二氧化氮採樣策略”,2011年。
31. CNS 16000-16,“室內空氣－第16部：黴菌偵測與計數－過濾採樣”,2011年。
32. CNS 16000-17,“室內空氣－第17部：黴菌偵測與計數－培養基法”,2011年。

外文資料

1. ISO/FDIS 16000-34,“Indoor air -- Part 34: Strategies for the measurement of airborne particles”,2018.
2. JunKang 等,“Exposure to a combination of formaldehyde and DINP aggravated asthma-like pathology through oxidative stress and NF-κB activation”, Toxicology.Vol. 404, July, 2018.
3. Yirui Liang, Xiaoyu Liu, and Matthew R. Allen 等,“Measurements of Parameters Controlling the Emissions of Organophosphate Flame Retardants in Indoor Environments”, Environ. Sci. Technol.Vol. 52(10), April, 2018.
4. EN 16516,“Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Determination of emissions into indoor air”,2017.
5. ASTM D8141,“Standard Guide for Selecting Volatile Organic Compounds (VOCs) and Semi-Volatile Organic Compounds (SVOCs) Emission Testing Methods to Determine Emission Parameters for Modeling of Indoor Environments”,2017.
6. ASTM D8133,“Standard Test Method for Determination of Low Level, Regulated Phthalates in Poly(Vinyl Chloride) Plastics by Solvent Extraction—Gas Chromatography/Mass Spectrometry”,2017.
7. Viswanathan, M.P., V. Mullainadhan, M. Chinnaiyan, and B. Karundevi,“Effects of DEHP and its metabolite MEHP on insulin signalling and proteins involved in GLUT4 translocation in cultured L6 myotubes”, Toxicology.Vol. 386, MAY, 2017.
8. ISO 16000-33,“Indoor air -- Part 33: Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)”,2017.
9. ASTM D7823,“Standard Test Method for Determination of Low Level, Regulated Phthalates in Poly (Vinyl Chloride) Plastics by Thermal Desorption—Gas Chromatography/Mass Spectrometry”,2016.

10. ASTM D7993,“Standard Guide for Analyzing Complex Phthalates”,2015.
11. JIS K 7390-1,“Plastics -- Post-consumer poly (ethylene terephthalate) (PET) bottle recyclates -- Part 1: Designation system and basis for specifications ”,2015.
12. JIS K 7390-2,“Plastics -- Post-consumer poly(ethylene terephthalate) (PET) bottle recyclates -- Part 2: Preparation of test specimens and determination of properties”,2015.
13. Holmes, A.K., K.R. Koller, S.M. Kieszak, A. Sjodin, A.M. Calafat, F.D. Sacco, D.W. Varner, A.P. Lanier, and C.H. Rubin.,“Case-control study of breast cancer and exposure to synthetic environmental chemicals among Alaska Native women”, Int J Circumpolar Health Vol. 73, November, 2014.
14. ISO 16000-32,“Indoor air -- Part 32: Investigation of buildings for the occurrence of pollutants”,2014.
15. ISO 16000-31,“Indoor air -- Part 31: Measurement of flame retardants and plasticizers based on organophosphorus compounds -- Phosphoric acid ester”,2014.
16. ISO 16000-30,“Indoor air -- Part 30: Sensory testing of indoor air”,2014.
17. ISO 16000-29,“Indoor air -- Part 29: Test methods for VOC detectors”,2014.
18. ISO 16000-27,“Indoor air -- Part 27: Determination of settled fibrous dust on surfaces by SEM (scanning electron microscopy) (direct method)”,2014.
19. ISO 16000-21,“Indoor air -- Part 21: Detection and enumeration of moulds -- Sampling from materials”,2014.
20. ISO 16000-20,“Indoor air -- Part 20: Detection and enumeration of moulds -- Determination of total spore count”,2014.
21. ISO 16000-19,“Indoor air -- Part 19: Sampling strategy for moulds”,2012.
22. ISO 16000-18,“Indoor air -- Part 18: Detection and enumeration of moulds --

- Sampling by impaction”,2011.
23. ASTM D608,“Standard Specification for Dibutyl Phthalate”,2011.
 24. JIS C2322,“Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate films used for electrical purposes”,2011.
 25. JIS Z1715,“Biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films for packaging”,2009
 26. JIS C2318,“Balanced biaxially oriented polyethylene terephthalate films used for electrical purposes”,2007.
 27. JIS K 6918,“Diallyl phthalate moulding compounds”,2007.