

全尺寸家具有機逸散物質檢測方法 與評定基準之研究

內政部建築研究所補助計畫報告

中華民國九十六年十二月

全尺寸家具有機逸散物質檢測方法 與評定基準之研究

受委託者：財團法人成大研究發展基金會

研究主持人：邵文政

共同主持人：江哲銘

研究員：陳振誠

研究助理：秦偉庭、劉建志、洪文洋、林信旭、
柯坤玲

內政部建築研究所補助計畫報告

中華民國九十六年十二月

目次

目次	I
表次	III
圖次	V
摘要	IX
第一章 緒論	1
第一節 研究計畫背景與目的	1
第二節 研究計畫內容	3
第三節 研究方法與步驟	4
第四節 預期研究成果與進度	6
第二章 國內外家具標章相關標準及發展趨勢	7
第一節 國外相關家具標章	7
第二節 國外家具標章逸散試驗方法	9
第三節 國內相關家具標準	14
第四節 國內相關家具測試方法	16
第五節 小結	20
第三章 國內家具市場調查	21
第一節 國內家具市場現況與發展趨勢	21
第二節 國內家具產品市場調查	27
第三節 國內各類家具產品製作程序	35
第四節 各類家具檢測樣本之選定原則	38
第四章 全尺寸家具有機逸散物質檢測流程與結果	39
第一節 實驗系統及有機逸散物質分析方法說明	39
第二節 各類家具檢測流程建構	59
第三節 實驗品保與品管	64
第四節 全尺寸家具逸散檢測結果	70
第五節 小結	100
第五章 全尺寸家具管制策略提擬	101
第一節 各國家具標章綜合比較	101

第二節	家具逸散因子計算與評定基準方案	105
第三節	各類家具風險評估	107
第四節	健康綠家具推動策略評析	110
第六章	結論與後續研究建議	113
第一節	結論	113
第二節	後續研究及建議	118
參考書目	119
附錄一	期初審查會議評審意見執行現況	125
附錄二	期中審查會議評審意見執行現況	129
附錄三	期末審查會議評審意見執行現況	133
附錄四	全尺寸家具工作會議專家評審意見	137
附錄五	全尺寸家具工作會議專家出席簽名單	139
附錄六	實驗測試結果數據彙整	141
附錄七	美國BIFMA家具標章之VOCS檢測種類	151

表次

表 1-1 預期研究進度表	6
表 2-1 各國家具標章及標準總表	8
表 2-2 ASTM D6670-01 主要項目內容	10
表 2-3 ASTM D6670-01 所列舉之各項參數值	11
表 2-4 ASTM D6670-01 之各項參數準確度及精密度	12
表 2-5 各國家具標章之相關檢測內容比較表	13
表 2-6 國內相關家具標章－化學性規範彙整	15
表 2-7 國內相關家具標章－物理性及一般通則規範彙整	15
表 2-8 中華民國國家標準家具性能試驗方法表	18
表 2-8 中華民國國家標準家具性能試驗方法表(續)	19
表 3-1 家具分類及說明	21
表 3-2 櫥櫃類家具市場調查表	28
表 3-3 廚具類家具市場調查表	32
表 3-4 系統家具訂製流程	35
表 3-5 各類家具選定原則說明	38
表 4-1 熱脫附裝置設定條件	45
表 4-2 FC-43 校正標準	46
表 4-3 VOCs測試系統名稱及項目	47
表 4-4 全尺寸家具檢測流程之執行步驟與相關注意事項	62
表 4-5 VOCs低濃度檢量線-濃度值與波峰面積值之關係	65
表 4-6 甲醛低濃度檢量線-濃度值與波峰面積值之關係	66
表 4-7 甲醛高濃度檢量線-濃度值與波峰面積值之關係	66
表 4-8 DNPH之甲醛低、高濃度檢量線	67
表 4-9 櫥櫃類家具－衣櫃之各項實驗參數比較	71
表 4-10 櫥櫃類家具－書櫃之各項實驗參數比較	72
表 4-11 沙發類家具之各項實驗參數比較	73
表 4-12 廚具類家具之各項實驗參數比較	74
表 4-13 歐式衣櫃之各項參數介紹	75
表 4-14 傳統衣櫃之各項參數介紹	77

表 4-15 系統組合式書櫃之各項參數介紹	81
表 4-16 傳統書櫃之各項參數介紹	83
表 4-17 布製沙發之各項參數介紹	86
表 4-18 透氣皮製沙發之各項參數介紹	88
表 4-19 牛皮製沙發之各項參數介紹	90
表 4-20 歐式廚具(1)之各項參數介紹	93
表 4-21 歐式廚具(2)之各項參數介紹	95
表 4-22 傳統廚具之各項參數介紹	97
表 4-23 各類家具逸散有機物質逸散測試總表	100
表 5-1 各國家具標章之環控箱系統比較表	102
表 5-2 各國家具標準綜合比較表	103
表 5-3 國內外標章評定基準之推估與比對表	104
表 5-4 全尺寸家具評定基準之方案說明	107
表 5-5 各情境空間之家具數量說明	107
表 5-6 各指標污染物之劑量－效應參數	108
表 5-7 各類家具之指標污染物暴露濃度彙整	109
表 5-8 全尺寸家具之風險評估應用表	109
表 5-9 家具產品內、外銷之建議	110
表 5-10 健康綠家具推動策略及其優劣勢評析表	112
表 5-11 健康綠家具推動策略(短期、中期及長期策略).....	112

圖次

圖 1-1 研究流程圖	5
圖 2-1 國際上相關「健康綠家具標章」分佈	7
圖 2-2 國外家具-VOCs試驗系統及方法	9
圖 3-1 家具及室內裝設品零售業銷售示意圖	22
圖 3-2 95 年進出口家具總金額	23
圖 3-3 國內家具主要進口比例圖	23
圖 3-4 國內家具主要出口比例圖	24
圖 3-5 各類進口家具進口金額比較圖	24
圖 3-6 各類進口家具出口金額比較圖	25
圖 3-7 國內各類家具生產金額比較圖	25
圖 3-8 國內各類家具銷售金額比較圖	26
圖 3-9 各類家具產品銷售額比例比較圖	26
圖 3-10 餐廳收納櫃(一).....	27
圖 3-11 餐廳收納櫃(二).....	27
圖 3-12 書櫃(一)	27
圖 3-13 書櫃(二)	27
圖 3-14 衣櫃(一)	28
圖 3-15 衣櫃(二)	28
圖 3-16 鞋櫃	28
圖 3-17 斗櫃	28
圖 3-18 隔間雙面櫃	28
圖 3-19 收納櫃	28
圖 3-20 櫥櫃類家具組成材料比例圖	29
圖 3-21 單人沙發	30
圖 3-22 雙人沙發	30
圖 3-23 三人沙發	30
圖 3-24 1+2+3 沙發組	30
圖 3-25 皮製沙發組(一).....	30
圖 3-26 皮製沙發組(二).....	30

圖 3-27 布製沙發組(一).....	31
圖 3-28 布製沙發組(二).....	31
圖 3-29 實木製沙發組(一).....	31
圖 3-30 實木製沙發組(二).....	31
圖 3-31 沙發類家具組成材料比例圖	31
圖 3-32 傳統廚具組.....	32
圖 3-33 歐化廚具組.....	32
圖 3-34 廚具結構圖	33
圖 3-35 人造石檯面+鋼烤面板(一)	33
圖 3-36 人造石檯面+鋼烤面板(二).....	33
圖 3-37 不鏽鋼廚具組	33
圖 3-38 人造石檯面+美耐板面板	33
圖 3-39 廚具類家具門板組成材料比例圖.....	34
圖 3-40 廚具類家具檯面組成材料比例圖.....	34
圖 3-41 櫥櫃製作圖(確定尺寸).....	36
圖 3-42 櫥櫃製作圖(製作框架).....	36
圖 3-43 櫥櫃製作圖(面板與鐵件組立).....	36
圖 3-44 櫥櫃製作圖(表面後處裡).....	36
圖 3-45 沙發製作圖(皮帶).....	36
圖 3-46 沙發製作圖(泡棉填實).....	36
圖 3-47 沙發製作圖(上絲棉).....	37
圖 3-48 沙發製作圖(座墊表面包覆).....	37
圖 3-49 廚具製作圖(釘製框架與隔板).....	37
圖 3-50 廚具製作圖(檯面與廚具設備).....	37
圖 3-51 廚具製作圖(上下櫃面板).....	37
圖 3-52 廚具製作圖(表面後處裡).....	37
圖 4-1 全尺寸建材逸散模擬實驗之系統簡圖	40
圖 4-2 頂艙進氣系統	41
圖 4-3 側艙進氣系統	41
圖 4-4 環控艙控制感測器	42

圖 4-5 環控艙出風口	42
圖 4-6 採樣幫浦及不鏽鋼吸附管	42
圖 4-7 DNPH採樣管	42
圖 4-8 氣相層析質譜儀	43
圖 4-9 液相層析分析儀	43
圖 4-10 全尺寸家具VOCs檢測標準作業流程	51
圖 4-11 全尺寸家具HCHO檢測標準作業流程	58
圖 4-12 櫥櫃類家具設置點	61
圖 4-13 沙發類家具設置點	61
圖 4-14 廚具類家具設置點	61
圖 4-15 各類全尺寸家具檢測流程	63
圖 4-16 環控艙溫度變化測試結果	68
圖 4-17 環控艙相對濕度變化測試結果	68
圖 4-18 環控艙換氣率變化測試結果	69
圖 4-19 環控艙採樣點設置	70
圖 4-20 櫥櫃類家具－歐式衣櫃各VOCs濃度比例圖	75
圖 4-21 櫥櫃類家具-歐式衣櫃TVOC逸散變化	76
圖 4-22 櫥櫃類家具-歐式衣櫃HCHO逸散變化	77
圖 4-23 櫥櫃類家具－傳統衣櫃各VOCs濃度比例圖	77
圖 4-24 櫥櫃類家具-傳統衣櫃TVOC逸散變化	78
圖 4-25 櫥櫃類家具-傳統衣櫃HCHO逸散變化	79
圖 4-26 衣櫃TVOC逸散濃度差異比較	79
圖 4-27 衣櫃TVOC逸散因子差異比較	79
圖 4-28 衣櫃HCHO逸散濃度差異比較	80
圖 4-29 衣櫃HCHO逸散因子差異比較	80
圖 4-30 櫥櫃類家具-系統組合式書櫃TVOC逸散變化	81
圖 4-31 櫥櫃類家具-系統組合式書櫃HCHO逸散變化	82
圖 4-32 櫥櫃類家具－傳統書櫃各VOCs濃度比例圖	83
圖 4-33 櫥櫃類家具-傳統書櫃TVOC逸散變化	84
圖 4-34 櫥櫃類家具-傳統書櫃HCHO逸散變化	84

圖 4-35 書櫃TVOC逸散濃度差異比較	85
圖 4-36 書櫃TVOC逸散因子差異比較	85
圖 4-37 書櫃HCHO逸散濃度差異比較	86
圖 4-38 書櫃HCHO逸散因子差異比較	86
圖 4-39 沙發類家具—布製沙發各VOCs濃度比例圖	87
圖 4-40 沙發類家具-布製沙發TVOC逸散變化	87
圖 4-41 沙發類家具-布製沙發HCHO逸散變化	88
圖 4-42 沙發類家具—皮製沙發(1)各VOCs濃度比例圖	89
圖 4-43 沙發類家具-皮製沙發(1)TVOC逸散變化	89
圖 4-44 沙發類家具-皮製沙發(1)HCHO逸散變化	90
圖 4-45 沙發類家具-皮製沙發(2)TVOC逸散變化	91
圖 4-46 沙發類家具-皮製沙發(2)HCHO逸散變化	91
圖 4-47 沙發TVOC逸散濃度差異比較	92
圖 4-48 沙發TVOC逸散因子差異比較	92
圖 4-49 沙發HCHO逸散濃度差異比較	93
圖 4-50 沙發HCHO逸散因子差異比較	93
圖 4-51 廚具類家具-歐式廚具(1)TVOC逸散變化	94
圖 4-52 廚具類家具-歐式廚具(1)HCHO逸散變化	94
圖 4-53 廚具類家具—歐式廚具(2)各VOCs濃度比例圖	95
圖 4-54 廚具類家具-歐式廚具(2)TVOC逸散變化	96
圖 4-55 廚具類家具-歐式廚具(2)HCHO逸散變化	96
圖 4-56 廚具類家具-傳統廚具TVOC逸散變化	97
圖 4-57 廚具類家具-傳統廚具HCHO逸散變化	98
圖 4-58 廚具TVOC逸散濃度差異比較	99
圖 4-59 廚具TVOC逸散因子差異比較	99
圖 4-60 廚具HCHO逸散濃度差異比較	99
圖 4-61 廚具HCHO逸散因子差異比較	99
圖 5-1 質量平衡空間示意圖	104
圖 5-2 沙發概算示意(正立面)	105
圖 5-3 沙發概算示意(側立面)	105

摘要

關鍵詞：全尺寸家具、揮發性有機物質、綠建材標章、健康綠家具

一、研究緣起：

基於促進人本健康、維護生態環境、帶動建築產業發展之目標，推動健康居住環境，本所以前期「建材揮發性有機化合物」之系統性研究為基礎，推動「綠建材標章」認證及推廣作業，得以有效降低室內揮發性有機物質（VOC），而在室內揮發性有機物質之來源控制上分二方面，一為建材逸散，另一部份為家具逸散，本所已推動之「綠建材標章」認證制度以控制建材逸散外，期能更進一步控制家具之逸散，以維護良好的室內空氣品質。

在前期相關計畫當中(內政部建研所委辦計畫：綠建材性能實驗研究 92~95 年)，已完成綠建材標章制度、小尺寸建材逸散研究、全尺寸建材之標準測試方法、建材 ISO 標準之可行性分析、全尺寸建材於本土氣候試驗條件下揮發性有機物質逸散變化等研究，本研究計畫，藉由過去長期累積之成果及國際最新發展趨勢，以健康與環境兩面向，健康風險評估方式，建立全尺寸家具有機逸散物質檢測方法與評定基準，並完成本土全尺寸家具逸散揮發性有機化合物測試，以回饋健康綠家具訂定健康基準值之參考。

目前國際上在家具的健康管制上，大都是以管制 VOCs 及甲醛等有毒物質(Toxic)含量或逸散量為主，以保障消費者之健康安全。因此，建構台灣「全尺寸家具有機逸散物質檢測方法與評定基準」，未來可以提供國人選用健康家具之參考標準，降低使用之健康危害。而在綠建築評估體系中，包括美國 LEED (低逸散家具-EQ 4.5)、加拿大 GBTOOLS(IAQ-D1.3)、日本 CASBEE(污染源控制-4.1.1)等，皆將「家具」之「健康性能」亦即低逸散 VOCs 及低逸散甲醛性能納入評比，未來更可將「家具」納入我國綠建築評估指標中評析。

二、研究方法及過程：

本研究之研究方法透過文獻分析法(Literature Analysis Method)、比較分析法、專家諮詢法、實驗分析法，針對不同之標準方法進行差異比對，並藉由家具逸散揮發性有機物質實驗，探討標法之差異性。

本研究主要之具體研究目的有下列幾點：

- (一) 依據前期本所推動健康綠建材一系列實測甲醛及 TVOC 研究為基礎，本年度擬規劃以全尺寸逸散模擬實驗室進行家具之實測並研訂各類家具之檢測方法。
- (二) 選定各類家具進行抽樣實測，至少共分析 10 件，並彙整分析空間中甲醛及 TVOC 中 BTEX 之濃度數據及圖表。
- (三) 研擬各類家具之評定方式與評定基準。
- (四) 提擬推動健康綠家具之策略及建議。

三、研究成果：

- (一) 本年度計畫已針對家具產品製造、運送、實驗前系統確認、家具設置方式、採樣、分析及數據計算等階段進行建構。在考量全尺寸環控箱之試驗方式原則下，選定以工廠施作(成品型式)與工廠製作現場組裝(半成品型式)為主要試驗對象。
- (二) 今年度共進行十件受測家具，研究發現其有機逸散物質危害程度分別為櫥櫃類家具(書櫃)>櫥櫃類家具(衣櫃)>廚具類家具>沙發類家具。未來健康綠家具推動可優先針對櫥櫃類家具進行管制。
- (三) 本研究建議以逸散濃度計算方式進行家具有機逸散物管制，並與國際同步接軌，增加家具市場在國際上之競爭力。
- (四) 基於國外家具標章發展趨勢、國內家具市場進出口現況分析、家具市場之國際競爭能力、全尺寸家具與小尺寸建材於實驗系統及測試方法之差異性等考量面向，輔以期末工作會議專家學者之意見，建議以健康綠家具併入綠建材標章方案為優先考量。

Abstract

Keywords : Full Scale Furniture 、 VOCs 、 Green Building Materials 、 Healthy Green Furniture

1. Introduction

On the base of achievements of the series of “researches on the Performance of the Green Building Materials”, “To Estimate the Performance and establish the CNLA Certificate System of the TVOC Lab” in 2004, and “A Study on Standard Testing Procedures for Full-Scale Building Material Emission Lab” in 2005 , this study will set the “Taiwan indoor climatic condition” in 2006, as experimental parameters on the test of the VOCs emitted from the full scale “Furniture” in the full scale chamber in order to assess the healthy performances of the furniture in Taiwan, and which will be the references to the test procedures of “Healthy Green Furniture” and related researches.

By changing the parameters such as Kitchen cabinet, Soft, and Cabinet, the influences of native indoor climate on the emission behavior of Furniture can observed, which will be carried out and analyzed in the “Full Scale Material Emission Laboratory”. The achievement of this study will be the references to the test procedures of “Healthy Green Furniture Labeling” and the standard test methods of the Furniture.

2. Objective

- (1) Set up the “Standard Test Procedures” for Various Furniture.
- (2) Testing 10 object from the full scale Furniture in full scale chamber.
- (3) Evaluation Differences between the BTEX and Formaldehyde emission decay characteristic from Furniture.
- (4) Study on Test Method of VOCs Emission and Evaluation Standard Value of Full Scale Furniture.
- (5) Propose tactics and suggestion of planning to promote the health green furniture.

3. Results and Suggestions:

- (1)The plan has set up the “Standard Test Procedures of Furniture”about furniture manufacture, delivering,system confirming, position,sampling, analyzing and computation calculating.
- (2)According to the experiment results,the hazard level of VOCs emitted from furniture in turn : Cabinet(bookshelf) > Cabinet (wardrobe) > Kitchen cabinet > Soft.
- (3)The research Suggestion about TVOC emission control calculating mode of furniture is emission concentration.

第一章 緒論

第一節 研究計畫背景與目的

一、研究背景

根據研究顯示，室內空氣品質會直接或間接對人體健康造成影響 (Brooks et al., 1991)，一些常見的呼吸道疾病、眼睛不適甚至神經系統方面的問題等，並已被證實和室內空氣品質有顯著的相關性 (Nielsen, 1988)。在建築室內空氣環境中，由於自然通風換氣的不足，必須倚靠機械設備的通風方式，以維持室內環境品質的健康性及舒適性，但是過多的室內裝修材料、家具及化學製品，被大量的引入室內環境，直接造成室內「有害化學物質」的產生，如揮發性有機物質 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 及甲醛 (Formaldehyde)，並週期性地持續逸散、沉積於室內環境中 (Sundell, 1999)，根據研究指出，這些空氣中有害的揮發性有機物質可能是造成病態建築症候群 (sick building syndrome, SBS) 的主因之一 (Ten Brinke., 1998)，長期影響居住者的生理健康，尤其是幼兒使用之家具，容易誘發化學性過敏與氣喘等疾病。

目前國際上在家具的健康管制上，大都是以管制 VOCs 及甲醛等有毒物質 (Toxic) 含量或逸散量為主，以保障消費者之健康安全。因此，建構台灣「全尺寸家具有機逸散物質檢測方法與評定基準」，未來可以提供國人選用健康家具之參考標準，降低使用之健康危害。而在綠建築評估體系中，包括美國 LEED (低逸散家具-EQ 4.5)、加拿大 GBTOOLS (IAQ-D1.3)、日本 CASBEE (污染源控制-4.1.1) 等，皆將「家具」之「健康性能」亦即低逸散 VOCs 及低逸散甲醛性能納入評比，未來更可將「家具」納入我國綠建築評估指標中評析。

二、研究目的

本研究計畫目的藉由全尺寸家具有機逸散物質檢測方法與評定基準之研究，塑造國內建築、生產製造業界之新風潮，鼓勵業者以人類永續生存為訴求，用全面性、多元化的設計理念作為永續健

康建築為目標，俾達到健康及永續目的，減輕對地球環境的衝擊與資源之浪費。配合內政部建築研究所性能實驗中心之檢測服務，並協助推廣「綠建材標章制度」，使政府、民間產業界、建築消費大眾對於「健康綠家具」有共同衡量的參考、審核與認知觀念。

三、研究重要性

『環境效益方面』—目前國際上建築產品之環境效益，大部分都是以前生命週期評估(LCA)及環境產品宣告(EPD)方式進行定性及量化評估，並依據 ISO 14025 標準，作為製造商協商與溝通產品環境資訊的工具，而最新建築領域所訂之 ISO 21930 標準，主要是強調永續營建之建築產品環境宣告，亦即含有建築產品的「產品類別規則」(Product Category Rules, PCR)，其中包含了各種材料的環境限制，以維持環境之永續性。本計畫參酌國際標準與規範，擬訂定出符合國際規定及台灣本土要求之家具檢測方法及評定基準。

『法令規定方面』—國內建築法規自九十五年起正式管制綠建材的使用，在建築技術規則第十七章綠建築專章中規範，建築物室內裝修材料應採用百分之五以上的綠建材，且符合生態、再生、環保、健康及高性能等性質之建材，而條文中規定，高度超過一點二公尺固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏等部分，亦納入室內裝修材料之範圍。期能從政策面為「家具」把關，避免國外進口之「有毒家具」(Toxic Furniture)傾銷，並帶動我國營建產業升級，達到「人本健康、地球永續」之精神，對於國內提倡綠建築確是一大進展亦是產業界加值躍升的契機。

『綠建材標章方面』—自 2004 年 7 月「綠建材標章」正式受理申請，國內之建材生產廠商及進口廠商也廣泛接受，並積極參與綠建材標章之申請，目前綠建材標章之健康綠建材標章，主要針對單一均質之「小尺寸建築材料」進行健康性能評估，若能加入本計畫之「全尺寸家具」及「全尺寸建築產品」評估，更能全面管控室內之材料與家具產品健康，提供給國內相關標章、制度之應用，倍增產業發展。

第二節 研究計畫內容

在前期相關計畫當中(內政部建研所委辦計畫：綠建材性能實驗研究 92~95 年)，已完成綠建材標章制度、小尺寸建材逸散研究、全尺寸建材之標準測試方法、建材 ISO 標準之可行性分析、全尺寸建材於本土氣候試驗條件下揮發性有機物質逸散變化等研究，本研究計畫，藉由過去長期累積之成果及國際最新發展趨勢，以健康與環境兩面向，健康風險評估方式，建立全尺寸家具有機逸散物質檢測方法與評定基準，並完成本土全尺寸家具逸散揮發性有機化合物測試，以回饋健康綠家具訂定健康基準值之參考。

本年度預計執行之工作內容如下：

1. 依據前期本所推動健康綠建材一系列實測甲醛及 TVOC 研究為基礎，本年度擬規劃以全尺寸逸散模擬實驗室進行家具之實測並研訂各類家具之檢測方法

(1)彙整國外相關「家具標章認證制度」及相關「綠建材標章」中「家具類產品」之認證內容及檢測方法。

(2)收集國際上相關家具之「標準及規範」並分析其內容。

(3)彙整分析前期健康綠建材研究成果及國外相關家具檢測方法，訂定各類「家具之標準檢測方法」。

2. 選定各類家具進行抽樣實測，至少共分析 10 件，並彙整分析空間中甲醛及 TVOC 中 BTEX 之濃度數據及圖表

(1)抽樣三件「廚具類家具」，送至所內性能實驗中心之全尺寸建材逸散模擬實驗室進行有機逸散物質檢測。

(2)抽樣三件「沙發類家具」，送至所內性能實驗中心之全尺寸建材逸散模擬實驗室進行有機逸散物質檢測。

(3)抽樣四件「櫥櫃類家具」，送至所內性能實驗中心之全尺寸建材逸散模擬實驗室進行有機逸散物質檢測。

3. 研擬各類家具之評定方式與評定基準

(1)彙整分析「廚具類、沙發類及櫥櫃類」家具之實測資料，並比對國外之評定方法及基準。

- (2)進行各類家具之空間中「健康風險值」推估。
 - (3)研擬並提出「健康綠家具」之「評定方式」與「評定基準」草案。
4. 提擬推動健康綠家具之策略及建議
- (1)彙整研究之家具檢測方法、評定方式及評定基準，建立「全尺寸家具有機逸散物質評估系統」。
 - (2)分析「健康綠家具」與國內相關標章及國家標準之競合。
 - (3)規劃建置「健康綠家具標章制度」之推動策略及建議。

第三節 研究方法與步驟

一、研究方法

(一)文獻分析法

蒐集主要先進國家有關 VOC 試驗方法及相關技術規範之文獻資料，研究成果及實施實例等資料，主要收集 ASTM、ISO 等標準試驗方法及國內外研討會所應用之方法、程序，包括目前實驗分析所得知的 VOC 種類、性質等彙整以擬定架構加以分析。

(二)比較分析法

針對文獻探討與實驗數據作比較分析，以彙整現有 VOCs 整體研究之相關實驗成果，瞭解逸散特性之性質狀態與衰減歷時變化，逐步比對取樣建材之實驗結果，分析其差異性，並建構衰減總表。

(三)專家諮詢法

研究結果經過初步整理後，邀請對建材、VOC 等方面學有所長之專家學者，進行互動的交流溝通。並聘請專家、學者對本研究內容進行審議，提出應修正及增刪之意見，作為充實、加強本研究內容之參考，並擇期辦理期中、期末簡報來說明研究案執行的成效、進度及所遭遇的問題。

(四)實驗分析法

取樣收集所需實測之目標性建材，經實驗室分析設備儀器進行定性定量化之分析，實驗結果經比對、專家諮詢等，驗證實驗分析法之可行性。

二、研究步驟

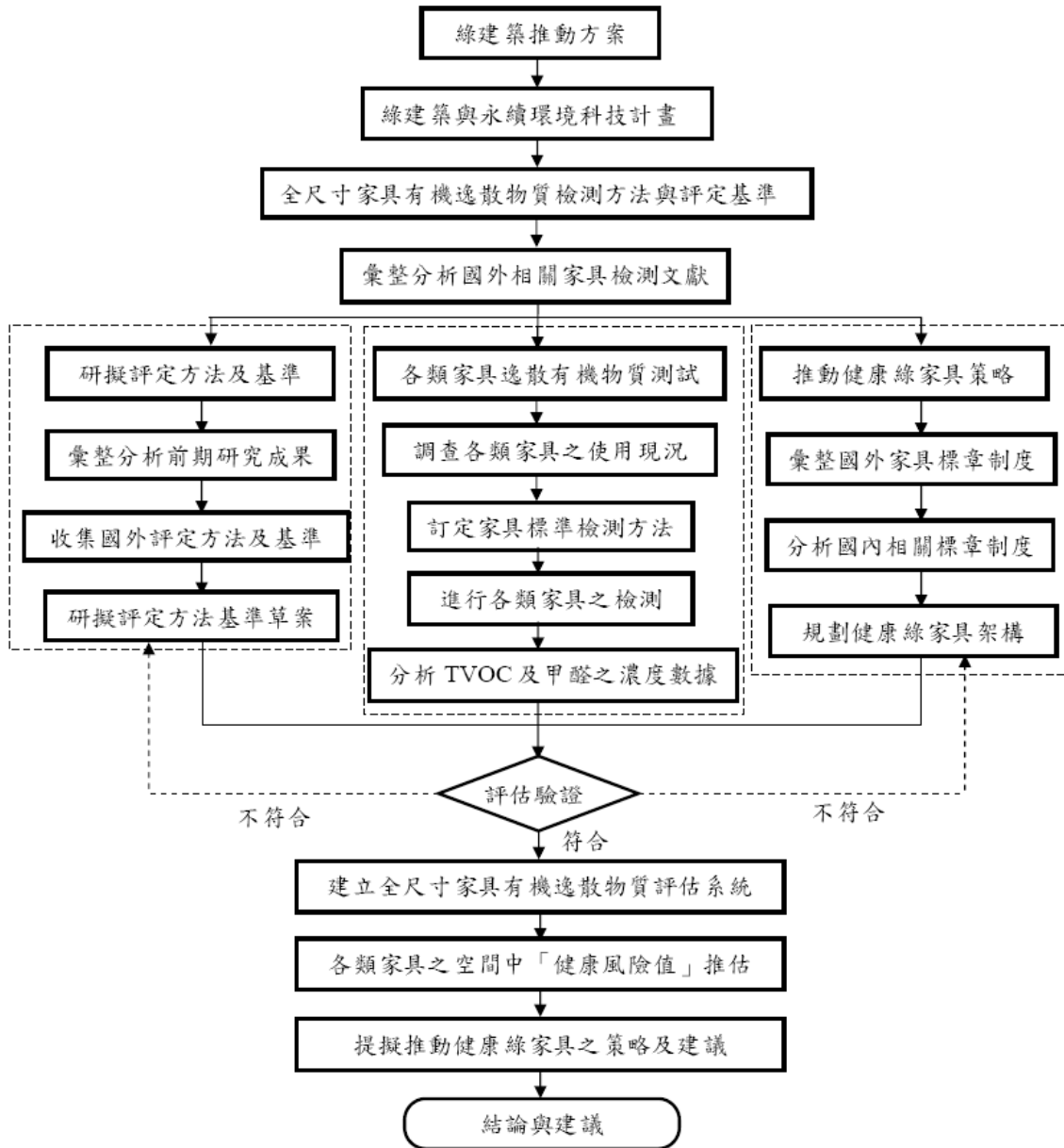


圖 1-1 研究流程圖

第四節 預期研究成果與進度

本研究計畫預期成果如下：

1. 研訂各類家具之檢測分析方法。
2. 以全尺寸逸散模擬實驗室抽樣實測，至少分析共 10 件(含)家具。
3. 彙整家具在空間中之甲醛及 TVOC(BTEX)濃度及逸散衰減曲線。
4. 研擬各類家具之評定方式與評定基準。
5. 提擬推動健康綠家具之策略及建議。

表 1-1 預期研究進度表

工作項目	月次	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
彙整分析國外相關家具標章 檢測方法、評定方法及基準		██████████										
分析比對前期研究成果			██████████									
調查各類家具之現況			██████									
研擬各類家具標準檢測方法				██████████								
舉辦專家諮詢座談會										◎		
各類家具揮發有機物質檢測				██								
分析家具逸散TVOC及甲醛 之濃度數據				██								
研擬各類家具評定方法及基 準草案							██████████					
建立全尺寸家具有機逸散物 質評估系統								██████████				
各類家具之空間中「健康風 險值」推估										██████████		
規劃健康綠家具架構及項目									██████████			
提擬推動健康綠家具之策略 及建議										██████████		
整理與修正報告書											██████	
期中期末報告						◎					◎	
預 定 進 度 (累 積 數)		12%	21%	34%	43%	52%	61%	73%	82%	91%	100%	
說明：1 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定，預定研究進度以粗線表示其起訖日期。 2 預定研究進度百分比一欄，係為配合追蹤考核作業所設計。請以每一小格粗組線為一分，統計求得本計畫之總分，再將各月份工作項目之累積得分(與之前各月加總)除以總分，即為各月份之預定進度。 3 科技計畫請註明查核點，作為每一季所預定完成工作項目之查核依據。												

第二章 國內外家具標章相關標準及發展趨勢

第一節 國外相關家具標章

目前國際相關家具標章主要有「德國藍天使標章 BLUE ANGEL」、「美國 GreenGuard」、「美國 BIFMA 辦公家具認證」、「歐盟花標章」、「芬蘭建材逸散分級標章」、「加拿大 ECOLOGO 認證」、「韓國 ECO-Label」、「日本 ECO-Mark」、「中國環境標誌」等，各國家具標章分佈圖如圖 2-1 所示。

本研究針對國際上家具各類性能測試及揮發性有機物質相關化合物含量限制作一整理，如表 2-1 所示，就家具檢測方式面向來看，可發現德國、美國、加拿大、芬蘭、韓國與台灣是以整組家具進行相關檢測，而日本、歐盟及中國是以單一家具組成材料進行相關檢測。

雖然各國對家具檢測方式不盡相同，但就健康面向上國際相關家具標章大部分皆以 VOCs 與甲醛為主要測試對象，下表 2-1 彙整各國有關於 VOCs 與甲醛相關檢測與限制基準。

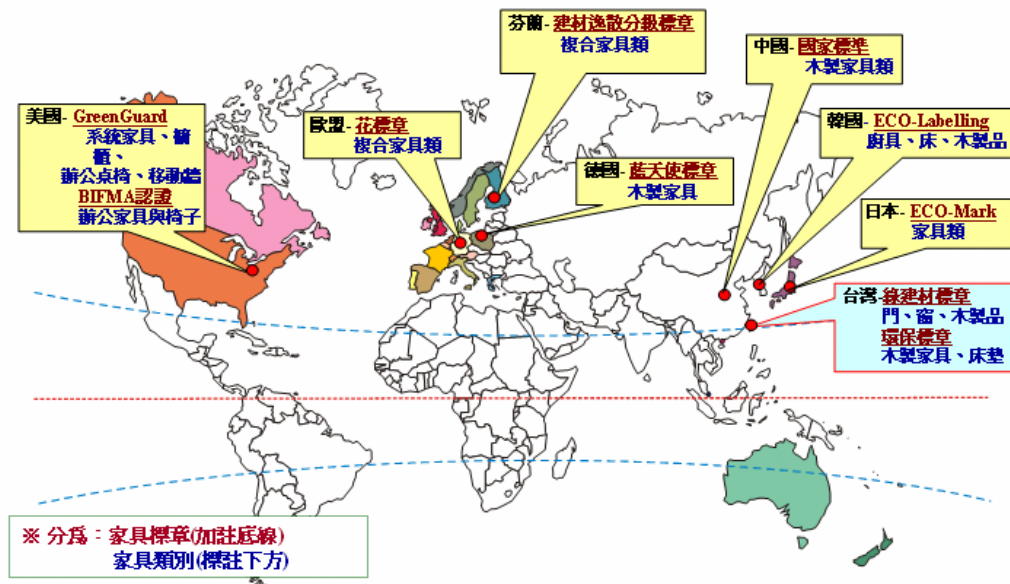


圖 2-1 國際上相關「健康綠家具標章」分佈

資料來源：本研究整理

表 2-1 各國家具標章及標準總表

標章		對象	限制項目	限制基準
德國	藍天使 	家具	VOCs 沸點 50-250℃	600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			VOCs 沸點 > 250℃	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			甲醛	0.05ppm
			致癌物質	< 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
丹麥	室內氣候標章 	家具	VOCs	以評價方式家具逸散衰減至人體可接受的範圍所需要之時間
			甲醛	
日本	ECO-Mark 	木質材料	VOCs	< 5 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$
		接著劑	甲醛	< 0.3mg/l 不超過 0.4mg/l
			甲醛	< 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
美國	Green Guard 	辦公家具	甲醛	< 0.05 ppm
	BIFMA 		TVOC	< 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			醛類化合物	< 0.1 ppm
			4-phenyl cyclohexene	< 0.0065 mg/m ³
加拿大	EcoLogo 	辦公家具	VOCs	< 0.5mg/m ³
			甲醛	< 0.5mg/m ³
歐盟	EU-flower 	木竹材料	VOCs	< 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		紡織材料	甲醛	< 0.1 ppm
			甲醛	< 75 mg/kg
芬蘭	建材逸散分級 	家具塗料	TVOC	< 0.2 mg/m ² h
			甲醛	< 0.05 mg/m ² h
			氫	< 0.03 mg/m ² h
			致癌化合物	< 0.005 mg/m ² h
韓國	KOREA ECO-LABEL 	辦公木家具	VOCs	< 0.2mg/ m ² ·h
			甲醛	0.125mg/m ³
中國	中國環境標誌 	填料	甲醛	< 100 ppm
			致癌化合物	不得添加
		材料表面處理	VOC	光澤(60°)> 80, 550g/L 光澤(60°)< 80, 650g/L
			苯	< 2000mg/kg
			甲苯、二甲苯	< 20000mg/kg
			重金屬	< 500mg/kg
膠黏劑	有機溶劑	不得含有		

(資料來源：本研究整理)

就各國對揮發性有機物質及甲醛之限制標準，藉由上表得知，各國基準大部分以濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ppm)表示。就限制基準而言，甲醛以 0.05ppm 為基準居多；TVOC 基準設定以 500~600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (美國、加拿大、德國)居多。

第二節 國外家具標章逸散試驗方法

國際上對於家具限制項目與基準不盡相同，但皆有揮發性有機物質及甲醛之檢測，進一步彙整「德國藍天使標章 BLUE ANGEL」、「芬蘭建材逸散分級」、「美國 GreenGuard」、「韓國 ECO-Label」、「日本 ECO-Mark」等有關家具標章之揮發性有機物質逸散試驗方法，以下針對環控箱試驗系統與檢測分析方法加以分析，彙整如圖 2-2 所示。






地區	建材標章		環控箱試驗系統	檢測分析方法
德國	BLUE ANGEL		PrEN 13419-1(2002) PrEN 13419-2(2002)	甲醛：ISO 16000-3 TVOC：ISO 16000-6
丹麥 挪威	Indoor Climate Labelling		PrEN 13419-1(2002) PrEN 13419-2(2002) PrEN 13419-3(2002)	甲醛：prEN 717-1 TVOC：Tenax-thermal desorption-GC/MS
芬蘭	Emission Classification of Building Materials		PrEN 13419-1(2002) PrEN 13419-2(2002) PrEN 13419-3(2002)	甲醛：ISO 16000-3 prEN 717-1 TVOC：ISO 16000-6
美國	Green Guard		ASTM D6670-01	醛類：EPA TO11- DNPH-(HPLC) TVOC：EPA TO01 EPA TO17
	BIFMA		ASTM D6670-01	醛類：EPA TO11- DNPH-(HPLC) TVOC：EPA TO01 EPA TO17
日本	Eco-Mark		JIS A 1901	甲醛：ISO 16000-3 TVOC：ISO 16000-6
韓國	Korea Eco-labelling		PrEN 13419-1(2002) ASTM D5116-97	TVOC：ISO 16000-6

圖 2-2 國外家具-VOCs 試驗系統及方法

資料來源：本研究整理

一、環控箱試驗系統

由上述國外家具環控箱試驗系統主要分為二項，PrEN 13419 (2002) 與 ASTM D6670-01，其中德國、丹麥、挪威與芬蘭等歐洲各國皆採用 PrEN 13419，而 ASTM D6670-01 則為美國 Green Guard 與美國 BIFMA 所採用。其標準內容分述如下：

(一) 歐洲準委員會(CEN)相關測試標準：

- (1) prENV 13419-1: Building products-Determination of the emission of volatile organic compounds Part 1: Emission test chamber method .(2002)
- (2) prENV 13419-2: Building products-Determination of the emission of volatile organic compounds Part 2: Emission test cell method.(2002)
- (3) prENV 13419-3: Building products-Determination of the emission of volatile organic compounds Part 2: Procedure for sampling, storage of samples and preparation of test specimens.(2002)

(二) 美國 ASTM D6670-01 規範：

其精神主要是藉由全尺寸環控艙 (Full-Scale Chamber) 對室內產品(家具)與材料(建材)之有機化合物逸散情形進行檢測評估，主要內容分十三大項，如表 2-2 所示。

表 2-2 ASTM D6670-01 主要項目內容

ASTM D6670-01 主要項目			
一	範圍	八	性能評估
二	參考文獻	九	採集及測試樣本準備
三	專有名詞	十	測試程序
四	操作結論	十一	資料分析及詮釋
五	重要性與操作	十二	測試結果報告
六	準則	十三	品質保證／品質管制
七	設施與設備		

資料來源：ASTM D6670-01, 2001

主要提供設施與設備、建材之採樣分析、試驗設計及程序與資料分析等主要內容，規範試驗建材有機逸散物質之檢測原理和操作

經驗，一般進行全尺寸建材試驗時，均參考此法之原則。

本研究依據 ASTM D6670-01 內容，在「測試性能評估」上，對於試驗各項設定參數皆有明確定義及規範，如表 2-3 所示。

表 2-3 ASTM D6670-01 所列舉之各項參數值

ASTM D6670-01 列舉項目	定義值	建議值	案例值	備註
環控箱背景濃度	平均值為最低濃度之 15 % 以內			
總揮發性有機化合物濃度	TVOC 濃度須小於 10.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TVOC < 10.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
單一揮發性有機化合物濃度	VOCs < 2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
空氣懸浮粒子數量	粒子粒徑 0.5 μm 之數量需小於 100 $\text{PM}_{0.5}/\text{m}^3$			ASHRAE 1997c
臭氧 O_3 及其他化合物濃度限制	O_3 及 NO_x 、 SO_x 等具化學反應物質之濃度值		各化合物濃度需 < 10.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
環控穩定狀態控制	環控箱需以 3 倍清淨空氣體積置換-3ACH (0.5ACH for 6hr)		在 23°C、50% RH、0.5ACH 清淨空氣及 5ACH 總置換空氣下控制	環控穩定狀態控制
背景濃度採樣數量限定	最少應採樣 5 天，每天至少兩筆採樣			
環控箱洩漏率限定	環控箱洩漏率在內外艙壓 10pa 以下，並少於 0.03~0.05 換氣率 ACH	0.03~0.05 ACH for 10pa		
表面風速測定	測定表面風速量測點距離 0.01~0.5m 及表面風速限定值 0~0.25m/s，渦流動能須在 0~0.01 $(\text{m}/\text{s})^2$	表面風速測點位置 0.01~0.5m，風速介於 0~0.25 m/s		

(資料來源：本研究整理)

在表 2-4 中的每一個參數的精密度和準確度的極限至少應在運轉 24 小時後才得以做確認。準確性的保證由 National Institute of Standards and Technology (NIST) 來當作校準來源。

表 2-4 ASTM D6670-01 之各項參數準確度及精密度

參 數	準 確 度	精 密 度
溫 度， °C	±0.5	±0.5
相對濕度， %	±5.0	±5.0
空氣流速， %	±5.0	±5.0
樣品的測試面積， %	±1.0	±1.0
時間， %	...	±1.0
有機物濃度， % RSD	...	±15.0
逸散因子， %	...	±20.0

(資料來源：本研究整理)

二、檢測分析方法

由圖 2-2 得知，在甲醛檢測分析方法上主要採用 ISO 16000-3；在 TVOC 檢測分析方法上採用 ISO 16000-6，其內容分述如下：

(一) ISO 16000-3(室內空氣-甲醛及其他羰基之偵測-主動採樣法)

此 ISO 16000 標準說明了測定空氣中甲醛(HCHO)及羰基化合物(醛與酮)之步驟。此步驟專用於甲醛，但經修改，至少可針對其他十三種羰基化合物進行檢測及量。它適用於測定濃度範圍約為 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 之間的甲醛及其他羰基化合物。採樣方法可提供做為一時間加權平均(Time-Weighted Average, TWA)樣本，並可用於長期(1hr 至 24hr)或短期(5min 至 60min)甲醛之空氣採樣。

此標準說明甲醛與其他羰基化合物之採樣與分析步驟，包括採集係經由含塗有 2,4-二硝基苯肼(2,4-dinitrophenylhydrazine, DNPH)試劑之矽膠濾筒來採集空氣。採集方法之原理係基於羰基組在酸的條件下與 DNPH 產生特殊反應，反應形成穩定的衍生物，使用 UV 偵測或二極矩陣偵測之高性能液相層析儀(HPLC)對 DNPH 衍生物之醛類及酮類進行分析。

(二) ISO 16000-6(室內空氣-以 Tenax TA 吸附、熱脫附及利用 MS/FID 進行氣體氣相色譜分析方式，針對室內或測試艙空氣進行主動式採樣揮發性有機化合物之測定)

ISO 16000 在此標準具體說明室內空氣揮發性有機化合物(VOCs)的測定及利用測試艙進行從建材逸散之揮發性有機物質(VOCs)空氣採樣方式，此種方法是依據利用 Tenax TA 進行吸附及熱脫附，並利用氣相層析方式進行分析。

此種方式可應用於量測特定範圍內從(微克/立方米)至(毫克/立方米)之非極性及極性的揮發性有機物質(VOCs)，使用此方法，極易揮發性有機物質(VVOC)與半揮發性有機物質(SVOC)亦可被測定與分析。

三、各國家具標章之相關檢測內容比較

本研究針對德國藍天使、美國 GreenGuard 與美國 BIFMA 等標章之各項檢測內容進行交叉比對，藉以詳細瞭解各國家具檢測之環境控制箱尺寸、檢測對象、實驗設定、檢測標準、污染物選定及收件標準等項目，彙整如表 2-5 所示。

表 2-5 各國家具標章之相關檢測內容比較表

試驗內容	德國藍天使	美國 GreenGuard	美國 BIFMA	台灣
環控箱尺寸	12m ³	20~35m ³	20~55m ³	55m ³
實驗條件	<ul style="list-style-type: none"> ● 23℃、45% ● 1ACH ● 1m²/m³ ● 3天、28天 	<ul style="list-style-type: none"> ● 23℃、50% ● 1ACH ● 1m²/m³ ● 4天、7天 	<ul style="list-style-type: none"> ● 23℃、50% ● 1ACH ● 0.3~0.7m²/m³ ● 3天、7天、14天 	<ul style="list-style-type: none"> ● 25℃、50% ● 0.5ACH ● 建議至少3天
評估物質	148種 VOCs 甲醛	355種 VOCs 甲醛	62種 VOCs 甲醛	6種 VOCs 甲醛
評估標準	VOCs: 600 μg/m ³ HCHO: 0.05ppm	VOCs: 500 μg/m ³ HCHO: 0.05ppm	VOCs: 500 μg/m ³ HCHO: 0.05ppm	—
收件標準	<ul style="list-style-type: none"> ● 家具完成至送入艙體進行實驗不得超過10天 	<ul style="list-style-type: none"> ● 家具完成後1天內需送出 ● 7天內送至實驗室 ● 14天內進行測試 ● 5分鐘內置入艙體 	<ul style="list-style-type: none"> ● 家具完成後10天內送至實驗室 ● 4天內進行測試 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究建議家具完成後7天內送至實驗室進行實驗

(資料來源：本研究整理)

第三節 國內相關家具標準

蒐集國內有關家具評定標章及基準發現，台灣目前針對家具產品有進行規範的主要有台灣環保標章及中華民國國家標準(CNS)兩種。

一、台灣環保標章之相關家具規範

台灣環保標章可將相關產品分為資源回收產品類、清潔產品類、資訊產品類、家電產品類、省水產品類、省電產品類、(OA)辦公室用具產品類、可分解產品類、有機資材類、建材類、日常用品類、工業類及利用太陽能資源等十三類，其中以日常用品類中的木製家具(055)係針對家具產品進行規範，主要限制項目有重金屬和鹵化溶劑、甲醛釋出量及環保署公告之毒性化學物質，如表 2-5 所示。

二、中華民國國家標準(CNS)之相關家具規範


就中華民國國家標準(CNS)之相關家具規範而言，目前我國已針對多種項目加以規範，主要可分為化學性及物理性之家具試驗。

在化學性方面有家具性能試驗方法總則(CNS10894)及家具表面材料有害物質試驗法(CNS11677)針對無毒性及惡臭性進行評估，如表 2-6 所示。

在物理性方面有家具垂直負載試驗法(CNS11679)、家具水平負載試驗法(CNS11680)、家具偏心負載試驗法(CNS11681)、家具垂直負載疲勞試驗法(CNS11682)、家具水平負載疲勞試驗法(CNS11683)、家具塗膜附著性試驗法(CNS11684)、家具塗膜防銹性試驗法(CNS11685)，如表 2-7 所示。

此外，就家具一般通則而言，相關規範有家具詞彙（一般詞彙）(CNS11673)、學校用家具(普通教室用課桌椅)(CNS14430)、家具詞彙（分件詞彙）(CNS11673-1)、家具詞彙（式樣詞彙）(CNS11673-2)進行評估，如表 2-7 所示。

表 2-6 國內相關家具標章—化學性規範彙整

標章種類	對象	限制項目	限制基準	
台灣環保標章 	木製家具(055)	重金屬 鹵化溶劑	不得含有銻、砷、 鋇、鎘、汞、硒、 鉛及六價鉻	
		甲醛釋出量	500µg/L	
		環保署公告之 毒性化學物質	不得含有	
中華民國 國家標準 (CNS)	家具性能試驗方 法總則 CNS10894	安 全 性	無 毒 性	重金屬(砷、鋇、鎘、 銻、鉻、鉛、汞、 硒)含量試驗
			無 惡 臭 性	嗅覺測試
	家具表面材料有 害物質試驗法 CNS11677		無 毒 性	重金屬(砷、鋇、鎘、 銻、鉻、鉛、汞、 硒)含量試驗

(資料來源：本研究整理)

表 2-7 國內相關家具標章—物理性及一般通則規範彙整

分類	CNS 名稱及類號
物理性試驗	家具垂直負載試驗法 CNS11679、家具水平負載試驗法 CNS11680、家具偏心負載試驗法 CNS11681、家具垂直負載疲勞試驗法 CNS11682、家具水平負載疲勞試驗法 CNS11683、家具塗膜附著性試驗法 CNS11684、家具塗膜防銹性試驗法 CNS11685
一般通則	家具詞彙(一般詞彙) CNS11673、學校用家具(普通教室用課桌椅) CNS14430、家具詞彙(分件詞彙) CNS11673-1、家具詞彙(式樣詞彙) CNS11673-2

(資料來源：本研究整理)

第四節 國內相關家具測試方法

目前國內相關家具規範以物理性規範居多，本研究僅就化學性家具規範進行討論，依據中華民國國家標準 CNS10894 家具性能試驗方法歸納結果如下：

主要家具性能要求分類為：1.安全性、2.機能性、3.強度及 4.耐久性四類，其中安全性又可區分為安定性、無毒性、無傷害性、耐燃性、無煙性、防漏電性、防盜性及無惡臭性；機能性可分為操作性、照明性、無發音性、耐漏水性及尺寸精度；強度可分為耐荷重性及耐衝擊性；耐久性可分為耐候性、表面處理性及反覆耐久性，其餘相關性能項目內容、試驗種類、測定項目及測定單位如表 2-8 所示。

目前國內對於家具各性能項目均有相關檢測規定，其中以安全性中的無毒性與無惡臭性與本研究較為相關，以下針對其試驗內容說明如下：

(一) 無毒性試驗

1. 有害氣體釋出量試驗：目前依據 CNS 國家標準試驗方法，並無相關試驗可供操作或參考。
2. 有毒物含量試驗：依據 CNS 國家標準試驗方法 CNS11677：「家具表面材料有害物質試驗法」試驗內容詳述。

2-1 表面塗料溶出試驗

- 1.1 試驗概述：試樣置於酸溶液中以溶出可溶性成分，過濾後分析溶液之成分。
- 1.2 試樣之準備：試樣應從可代表整體家具採下法採取。
 - 1.2.1 為能從家具中採取足夠量的試樣，可由數件家具表面採取，但必須避免被塗物一起被刮下。
 - 1.2.2 以適當工具研磨，但須避免過熱以影響原來材質。
 - 1.2.3 將 500 μm 篩置於 355 μm 篩之上，將研磨過之試樣置於 500 μm 篩上，篩過其細粒子。
 - 1.2.4 取用留於 355 μm 篩之物，若量不夠可取通過 355 μm 篩者或繼續研磨留於 500 μm 篩者。
- 1.3 步驟：正確稱取 1.2 節之試樣，取相當於試樣重 50 倍

的 0.07mol/l 鹽酸溶液，加入試樣中充分搖動，測定此混合物 pH 值，若其 pH 大於 1.5，以滴管滴入 2 mol/l 鹽酸溶液，至其 pH 值小於 1.5 時停止，繼續搖動 1 小時，靜置 1 小時，再以濾紙濾去小結晶粒子，再以濾紙濾去小結晶粒子，再以原子光儀分析此濾液中重金屬如砷、鋇、鎘、銻、鉻、鉛、汞、硒等之含量，以每公斤試樣含多少毫克該元素表示之。計算兩次試驗之平均值 (k)，依上述步驟做一空白試驗其值為 (b)，以 k 值減去 b 值，即為某元素之含量，假如同一家具有不同之塗料時，均需加以測定。

2-2 表面印刷材料溶出試驗

- 1.1 試驗概述：試樣置於酸性溶液中以溶出可溶性成分，過濾後分析其濾液之成分。
- 1.2 試樣之準備：將試樣切成 6mm×6mm 原來厚度的小片。
- 1.3 步驟：精確的稱取試樣，取相當於試樣重 25 倍的蒸餾水，以不超過 50°C 之溫度浸軟試樣，以高速攪拌機攪拌，直至試樣粒子無法辨識為止。精確稱量相當於試樣重 25 倍之 0.14mol/l 鹽酸溶液，小心地加入含試樣溶液中，搖動 1 分鐘，測定混合物之 pH 值，如 pH 大於 1.5，則滴入 2mol/l 的鹽酸直至 pH 小於 1.5，繼續搖動 1 小時，靜置 1 小時，過濾混合物，把細小結晶粒子濾出。再以原子光儀分析此濾液中重金屬砷、銻、鋇、鎘、鉻、鉛、汞、硒等之含量，以每公斤試樣含多少毫克該元素表示之。計算兩次試驗之平均值 (k)，依上述步驟做一空白試驗其值為 (b)，以 k 值減去 b 值，即為某元素之含量。

(二) 無惡臭性試驗種類

1. 嗅覺試驗：目前依據 CNS 國家標準試驗方法，較無相關試驗可供操作或參考。

表2-8 中華民國國家標準家具性能試驗方法表

性能要求	性能項目	性能項目內容	試驗種類	測定項目	測定單位
安全性	安定性	不因地震、振動及其他外力而傾倒	耐震安定性試驗	有無傾倒或破壞	—
			傾倒性試驗倒	有無傾倒	—
			收藏物品安定性試驗	收藏物有無傾倒或落下	—
	無毒性	表面材料、塗料無毒性	有害氣體釋出量試驗	有毒氣體釋出量	ppm
			有毒物含量試驗	有無有害物質	
	無傷害性	突起或角不鈎衣服或碰傷人體	傷害性試驗	刮傷手腳或掛住衣服	—
	耐燃性	不易燃燒	耐燃性試驗	溫度、時間	°C , min
	無煙性	不因燃燒而發濃煙	發煙性試驗	吸光度	—
	防漏電性	無漏電現象	絕緣性試驗	絕緣電阻值	MΩ
			耐電壓試驗	耐電壓時間	Sec
防盜性	附屬鎖具不易被破壞或任意打開	螺絲起子撬開試驗	—	—	
無惡臭性	不產生刺激眼睛或鼻子之氣體或惡臭	嗅覺試驗	有無惡臭	—	
機能性	操作性	可動之部份操作圓滑，不妨礙開閉	操作圓滑性試驗	有無鬆脫或鬆弛	mm
	照明度	具有易於作業之照明度	照明度試驗	照明度	Lx
	無發音性	使用時不會產生各部份摩擦及照明器具之雜音	發音性試驗	有無雜音	—
	耐漏水性	無漏水現象	耐漏水試驗	盛水台及水管有無漏水	—
	尺寸精度	製作精度良好	尺寸測定	尺寸	mm

資料來源：中華民國國家標準 CNS10894 家具性能試驗方法

表 2-8 中華民國國家標準家具性能試驗方法表(續)

性能要求	性能項目	性能項目內容	試驗種類	測定項目	測定單位
強度	耐荷重性	對靜的荷重不致變形或破壞	垂直荷重試	撓度、變形、鬆弛	mm
	耐衝擊性	對動的荷重不致變形或破壞	垂直衝擊試驗	變形、破壞	Mm 衝擊量
			水平衝擊試驗	變形、破壞	
			反覆衝擊試驗	變形、破壞	
耐久性	耐候性	構造及表面狀態在某段期間內，品質不損傷，可耐使用	耐破弧燈試驗	光澤保持率、變色、褪色	%
			耐侵蝕試驗	質量	g
			防鏽試驗	有無異常	—
			耐污染試驗	有無污染、變質	—
			耐藥品及常溫之液體試驗	變形、變質、表面有無損傷	—
			耐高溫試驗	變形、變質、尺寸、強度	mm
			耐濕性試驗		kgf/c2
	耐褪色試驗	有無褪色			
	表面處理性	表面材料不因衝擊或劃刮而產生傷痕	附著性試驗	塗膜、鍍金屬膜有無剝離	個
			表面處理硬度試驗	塗膜、鍍金屬膜之硬度	鉛筆 硬度 記號
					表面處理厚度試驗
			表面處理之耐候防鏽試驗	塗膜、鍍金屬膜有無變質或異常	mm
			表面耐高溫試驗	溫度、時間	°C, h
			表面耐摩擦試驗	摩擦量	μ mg
	反覆耐久性	可耐反覆使用	無荷重反覆試驗	殘留撓度、次數	mm、 次數
垂直荷重反覆試驗			撓度、次數、 變形、鬆弛		
水平荷重反覆試驗					

資料來源：中華民國國家標準 CNS10894 家具性能試驗方法

第五節 小結

依據國內外家具標章及相關標準分析結果，本研究將上述討論整理成以下三點：

一、彙整國際上相關家具標章及其標準，發現國際上家具檢測方式分為兩類：

(1)德國藍天使、美國 Green Guard、BIFMA、加拿大 EcoLogo、韓國 EcoLabel 係以整組家具進行檢測。

(2)日本 EcoMark、歐盟 Eco-flower 及中國環境標誌係以單一家具材料進行個別檢測。

二、各國揮發性有機物質及甲醛之基準大部分以濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ppm)表示。就限制基準而言，甲醛以 0.05ppm 為基準居多；TVOC 基準設定以 500~600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (美國、加拿大、德國)居多。

三、就中華民國國家標準 CNS10894 家具性能試驗方法規範內容，可明顯發現目前國內針對家具安全性檢測只有重金屬含量之試驗，在 VOCs 與甲醛方面較無相關檢測方式及規定。

因此本次研究計畫可提供未來相關揮發性有機物質檢測之訂定參考，能更進一步控制家具之揮發性有機物質逸散，以維護良好的室內空氣品質。

第三章 國內家具市場調查

第一節 國內家具市場現況與發展趨勢

一、國內家具定義與分類

根據行政院主計處第七版中華民國行業標準分類，定義家具及室內裝設品零售業為：凡從事家具及室內裝設品零售之行業均屬之，包括廚具零售、金屬製家具零售、木製家具零售、藤（竹）製家具零售以及室內裝設品、手工藝飾品等。

國內家具分類係參考經濟部工業產品分類，家具產業銷售之概述如表 3-1。主要分為木製、竹藤製、塑膠製、其他非金屬及金屬製家具產品。

表 3-1 家具分類及說明

分類	細項產品	產品說明
木製	木桌椅	以木材為主要原料，配合金屬、玻璃、石材或塑膠等配件製成。
	木製系統廚具	以木材為主要原料，配合排油煙機、瓦斯爐等加上專用管線整體施工完成之廚房設備，分吊櫃、地櫃及兩種兼具者。
	其他木製家具	除木桌椅以外之木製家具，包括木床、木衣櫃、木書架及木衣架。
竹藤製	竹製家具	以竹材為主要材料，包括竹床、竹椅、竹凳等。
	藤製家具	以藤材為主要材料，包括藤沙發、藤屏風、藤床、藤搖椅及藤椅等。
塑膠製	塑膠衣櫥	以印花之塑膠布或耐綸布（Nylon）與聚氯乙烯貼合或縫製之塑膠皮，用高周波電氣熔接製成之塑膠衣櫥，並以鋼管、鋁管或其他材質支撐的衣櫥。
	其他塑膠製家具	塑膠衣櫥之外之其他塑膠製家具，但不包括塑膠日用品。
非金屬其他	其他非金屬家具	以上各項除外之非金屬家具，包括玻璃纖維強化塑膠（FRP）為主要材料之玻纖家具。
金屬製	金屬桌椅	以金屬為主要材料所製成之桌椅，包括辦公桌及辦公椅。
	金屬系統廚具	以金屬為主要原料，配合排油煙機、瓦斯爐等加上專用管線整體施工完成之廚房設備，分吊櫃、地櫃及兩種兼具者。
	瓦斯熱水器	使用氣體燃料（如瓦斯、液化石油氣等）之各種即熱型熱水器。
	瓦斯爐（非陶瓷製）	使用氣體燃料（如瓦斯、液化石油氣等）之非陶瓷瓦斯爐。
	金屬廚台（含流理台）	使用不銹鋼或其他金屬組合而成。不含排油煙機、瓦斯爐。
	陶瓷瓦斯爐	使用氣體燃料（如瓦斯、液化石油氣等）之陶瓷製爐具，包含紅外線爐。
	其他金屬家具	上述產品以外之其他金屬家具，如金屬床、金屬書櫥、保險櫃、金屬櫃等。

資料來源：台經院產經資料庫整理，2007年2月。

二、國內家具產業銷售途徑

家具及室內裝設品零售業屬家具商品流通之最末端通路，家具商品流通路徑一般係由製造商、貿易商(上游廠商)或透過經銷商，將商品銷售並運送至零售商之各賣場(中游廠商)，提供消費者一次購足之服務(下游消費者)。此外，亦可以讓製造商直接經由直營方式銷售至零售商進行販售，家具產業銷售途徑示意如圖3-1所示。

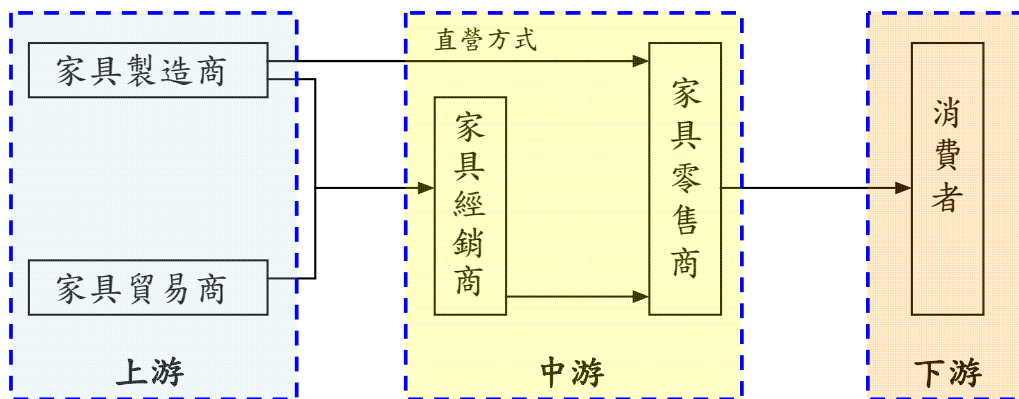


圖3-1 家具及室內裝設品零售業銷售示意圖

資料來源：特力和樂2005年年報

三、國內家具產品進出口銷售情形分析

為瞭解國內家具產品進出口與各類家具銷售情況，參考台灣經濟研究院產經資料庫分析報告，彙整從2002至2006年之國內家具進出口銷售統計資料，本研究藉由以下八個面向進行家具產業趨勢之討論。

(一) 國內進出口家具總金額面向

依據95年財政部關稅總局統計資料，近幾年國內進口家具總金額為5,996,792,000(約60億)新台幣，而出口家具總金額為27,002,636,000(約270億)新台幣，出口家具總金額約為進口家具之4.5倍，如圖3-2所示。由此可知，目前國內家具製造業主要市場以外銷國外為主，亦突顯出台灣家具市場之重要性。

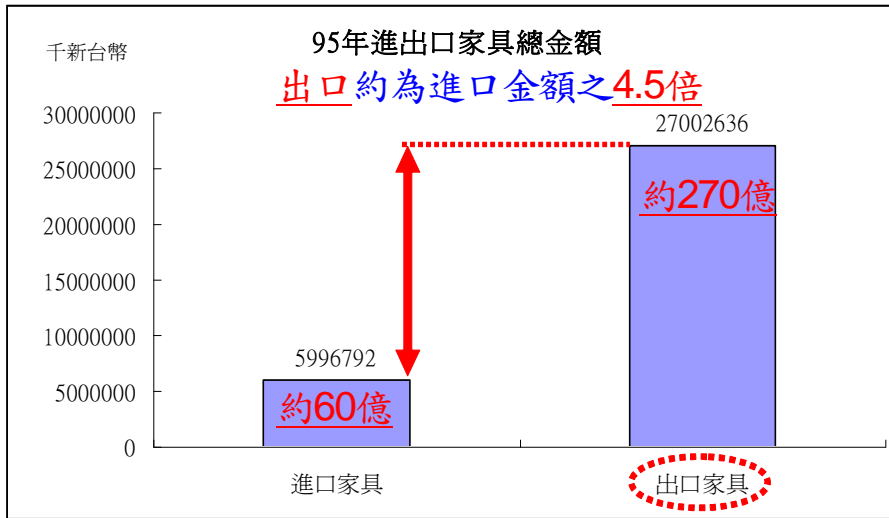


圖3-2 95年進出口家具總金額

資料來源：本研究整理

(二) 主要家具進口國面向

根據2002年至2006年主計處統計資料發現，家具主要進口國家包括中國、印尼、馬來西亞、越南、日本等亞洲國家，其中以中國所佔比例較多(2006年約佔出口總量40.85%)，如圖3-3所示，由於目前台灣並無相關家具檢測機制，國外黑心家具或產品大量引入台灣事件層出不窮，為確保國人健康，需建立一完整家具檢測機制加以控管。

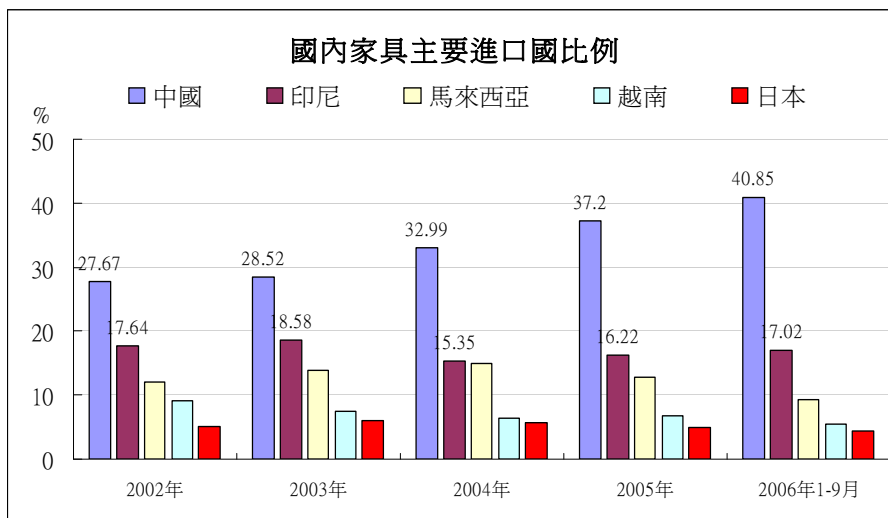


圖3-3 國內家具主要進口比例圖

資料來源：本研究整理

(三) 主要家具出口國面向

家具主要出口國家包括美國、日本、英國、香港、加拿大等國家，如圖3-4所示，主要以美國(41.98%)佔多數，而上述出口國家，如美國、日本及加拿大皆已制定完整家具健康標章，因此未來外銷家具勢必需經過考驗，亦顯示出台灣家具檢測方法與基準需與國際接軌。

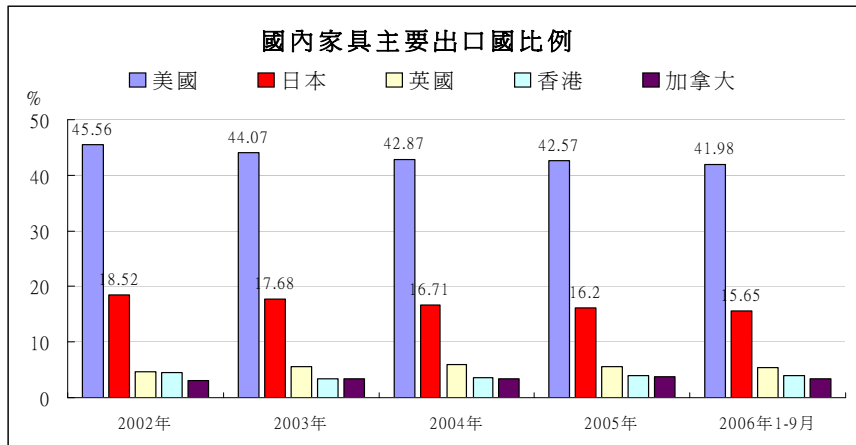


圖 3-4 國內家具主要出口比例圖

資料來源：本研究整理

(四) 各類進口家具進口金額面向

國內進口家具種類主要以木竹製品(佔55.0%)佔多數，如圖3-5所示，表示國內對於進口家具以木竹製家具產品及其相關室內裝修製品為主，因此在家具管制上更具有其急迫性，以防止大量黑心家具產品引入國內。

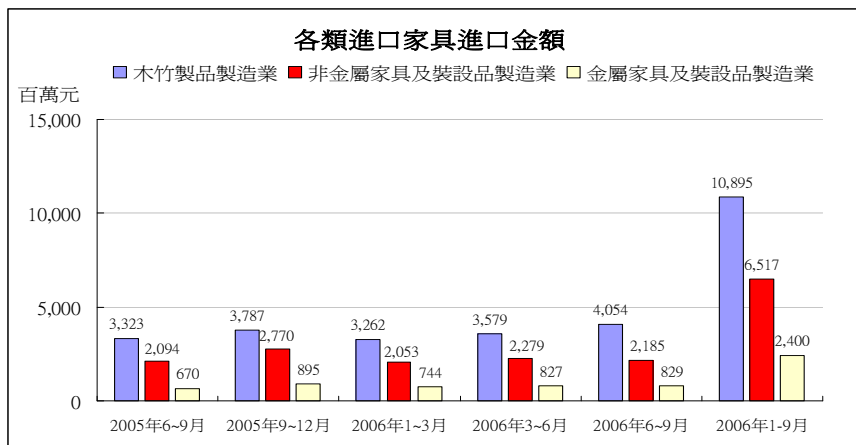


圖 3-5 各類進口家具進口金額比較圖

資料來源：本研究整理

(五) 各類出口家具銷售金額面向

國內出口家具種類主要以金屬家具(佔54.5%)佔多數，如圖3-6所示，目前國內家具相關標章僅對木製家具進行規範，其它類家具尚無相關標準規範，因此家具產品銷售至國外仍需經其家具標章進行檢測，增加了許多時間及檢測成本。

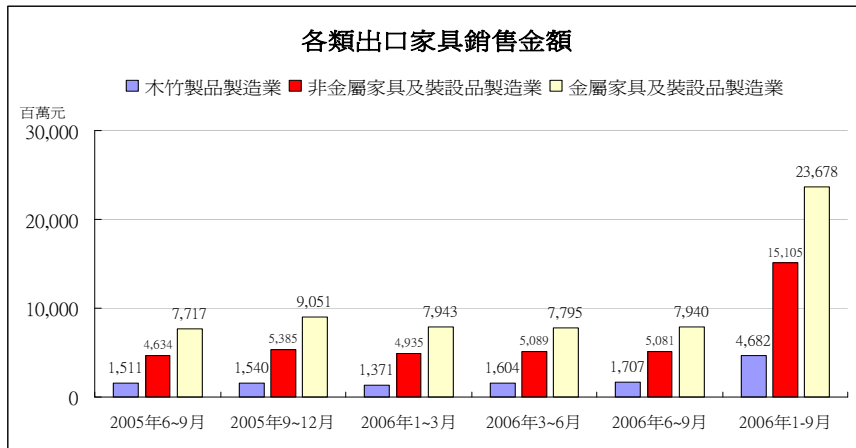


圖 3-6 各類進口家具出口金額比較圖

資料來源：本研究整理

(六) 國內各類家具生產金額面向

國內各類家具製造業之生產值如圖3-7所示，主要以金屬家具(佔50.0%)及木竹製品(佔31.8%)為多數，其反映目前市場所大量需求之家具種類。

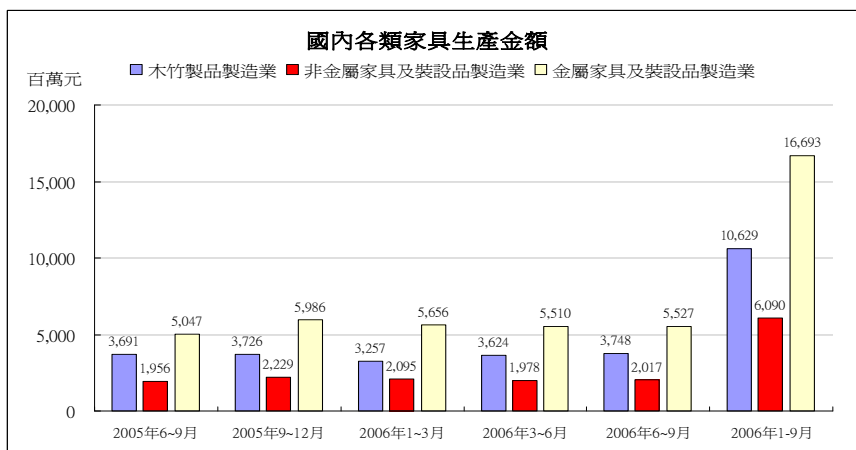


圖 3-7 國內各類家具生產金額比較圖

資料來源：本研究整理

(七) 國內各類家具銷售金額面向

國內各類家具製造業之銷售值如圖3-8所示，主要以金屬家具(佔50.1%)及木竹製品(佔30.9%)為多數，其顯示出金屬家具及木竹製家具為目前我國消費者所選購之主要項目。

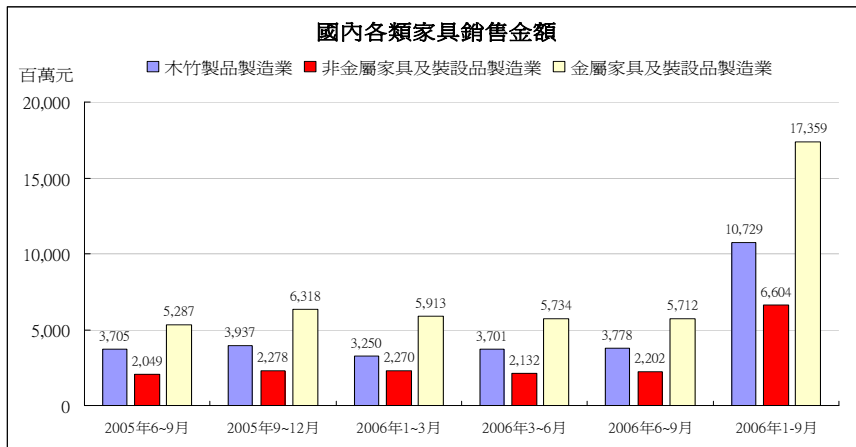


圖 3-8 國內各類家具銷售金額比較圖

資料來源：本研究整理

(八) 各類家具產品銷售額比例面向

將國內各類家具進一步展開其相關產品，其銷售額比例如圖3-8所示，可明顯發現以金屬家具(佔41.83%)、木製家具(佔15.99%)及木竹製品(佔11.51%)為多數。

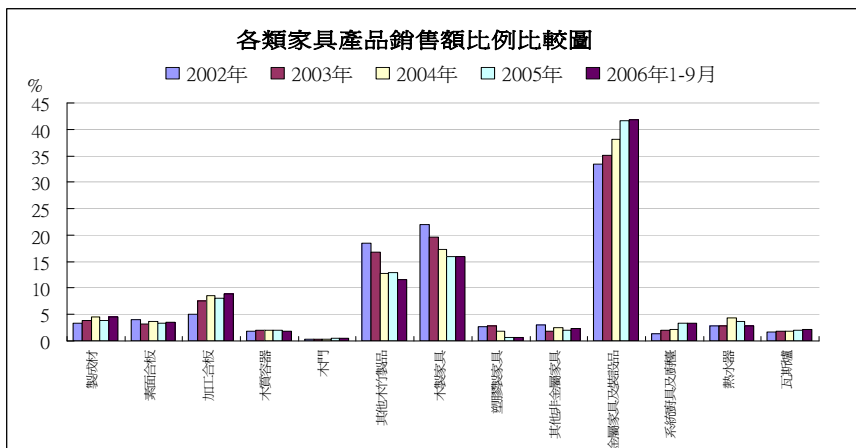


圖 3-9 各類家具產品銷售額比例比較圖

資料來源：本研究整理

第二節 國內家具產品市場調查

目前國內家庭家具以櫥櫃類、沙發類、廚具類等三種為室內的代表性家具，本研究以全國家具公會商業聯盟所登記廠商作為市場調查對象，針對目前國內不同類型的全尺寸家具，統計其種類、數量、材質及尺寸，以作為未來實驗選樣原則，依據所佔市場比例決定檢測樣本。

一、櫥櫃類家具市場調查

(一)櫥櫃類家具之種類

以全國有登記營業證照之家具櫥櫃廠商作為調查對象，根據市場販售之櫥櫃類調查結果顯示，如圖 3-10~圖 3-19 所示，主要可區分為衣櫃(32%)、書櫃(28%)、餐廳收納櫃(15%)、斗櫃(8%)、鞋櫃(7%)、隔間雙面櫃(6%)、收納櫃(3%)及酒櫃(1%)等八項，由表 3-2 可知各項抽樣數量比例以衣櫃(32%)與書櫃(28%)為主。



圖 3-10 餐廳收納櫃(一)



圖 3-11 餐廳收納櫃(二)



圖 3-12 書櫃(一)



圖 3-13 書櫃(二)



圖 3-14 衣櫃(一)



圖 3-15 衣櫃(二)



圖 3-16 鞋櫃



圖 3-17 斗櫃



圖 3-18 隔間雙面櫃



圖 3-19 收納櫃

資料來源：<http://nfa.hdiy.net/index.php>

表 3-2 櫥櫃類家具市場調查表

櫥櫃類別	餐廳 收納	衣櫃	書櫃	隔間 雙面櫃	鞋櫃	酒櫃	斗櫃	收納 櫃
數量(件)	12	26	21	5	5	1	6	3
所佔比例 %	15%	32%	28%	6%	7%	1%	8%	3%

資料來源：本研究整理

(二)櫥櫃類家具之組成材料

櫥櫃類家具之組成材料比例整理如圖 3-20 所示，主要組成材料有白橡木、樟木、胡桃木及柚木，其中以白橡木佔最大為 52%，其它依序為樟木 25%、柚木 16%、胡桃木 7%，在選擇檢測樣本時亦需考慮材料所佔比例較大者為優先選取。

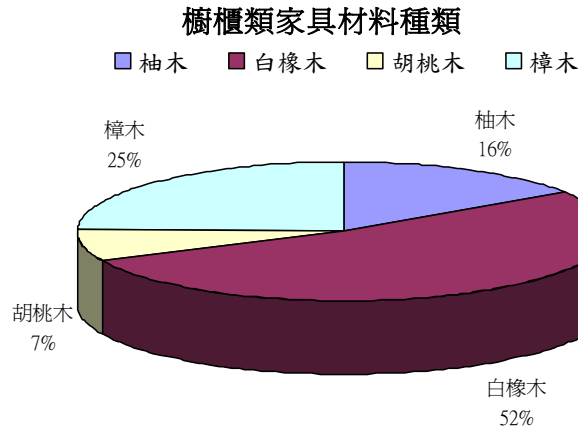


圖 3-20 櫥櫃類家具組成材料比例圖

(三)櫥櫃類家具之尺寸

由上述櫥櫃類家具種類分析結果發現衣櫃(32%)與書櫃(28%)為主要代表性家具，因此櫥櫃類家具之尺寸調查以衣櫃與書櫃為優先選擇項目。

以抽樣調查方式詳細記錄市面上所販售之衣櫃尺寸，調查數量共 26 件，經統計分析結果顯示衣櫃類家具高度範圍介於 181~200cm；寬度範圍介於 81~100cm；深度範圍介於 41~60cm。

以抽樣調查方式詳細記錄市面上所販售之書櫃尺寸，調查數量共 21 件，經統計分析結果顯示書櫃類家具高度範圍介於 181~200cm；寬度範圍介於 81~100cm；深度範圍介於 21~40cm。

二、沙發類家具市場調查

(一) 沙發類家具之種類

本研究以全國有登記營業證照家具沙發廠商作為調查對象，根據市場販賣之沙發類家具種類可分為單人沙發、雙人沙發、三人沙

發及 1+2+3 沙發組，如圖 3-21~圖 3-24 所示，由於 1+2+3 沙發係以單人、雙人及三人沙發組合而成，因此本研究主要以 1+2+3 沙發組作檢測。



圖 3-21 單人沙發



圖 3-22 雙人沙發



圖 3-23 三人沙發



圖 3-24 1+2+3 沙發組

資料來源：<http://nfa.hdiy.net/index.php>

(二) 沙發類家具之組成材料

沙發座墊之包覆材料主要可分為皮製、布製、實木製三種，如圖 3-25~圖 3-30 所示，其中以布製沙發(55%)及皮製沙發(44%)佔大多數，包覆材料比例如圖 3-31 所示。此外，本研究根據市場抽樣調查結果作為未來檢測樣本選定之參考。



圖 3-25 皮製沙發組(一)



圖 3-26 皮製沙發組(二)



圖 3-27 布製沙發組(一)



圖 3-28 布製沙發組(二)



圖 3-29 實木製沙發組(一)



圖 3-30 實木製沙發組(二)

資料來源：<http://nfa.hdiy.net/index.php>

沙發類家具材料種類

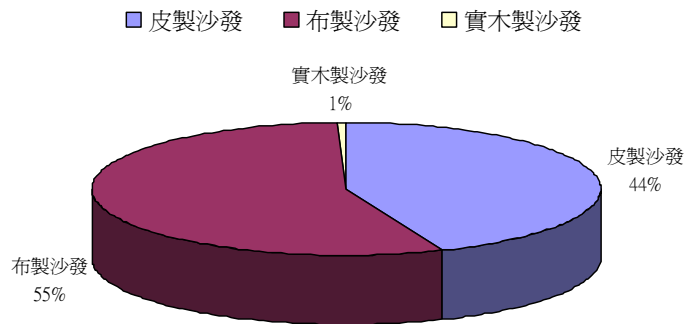


圖 3-31 沙發類家具組成材料比例圖

(三) 沙發類家具之尺寸

以抽樣調查方式詳細記錄市面上所販售之單人沙發尺寸，調查數量共 47 件，經統計分析結果顯示衣櫃類家具高度範圍介於 81~100cm；寬度範圍介於 101~120cm；深度範圍介於 81~100cm。

以抽樣調查方式詳細記錄市面上所販售之雙人沙發尺寸，調查數量共 47 件，經統計分析結果顯示衣櫃類家具高度範圍介於 81~100cm；寬度範圍介於 161~180cm；深度範圍介於 81~100cm。

以抽樣調查方式詳細記錄市面上所販售之三人沙發尺寸，調查數量共 47 件，經統計分析結果顯示衣櫃類家具高度範圍介於 81~100cm；寬度範圍介於 181~220cm；深度範圍介於 81~100cm。

三、廚具類家具市場調查

(一)廚具類家具之種類

以全國有登記營業證照之家具廠商作為調查對象，目前市場所販售之廚具種類可分為傳統(49%)廚具與歐式(51%)廚具，如圖 3-32 及圖 3-33 所示。由表 3-3 可知傳統廚具與歐式廚具抽樣數量比例。此外，按不同空間形式有不同配置方式，如一字型、二字型、L 型、中島型及 U 型；而一般市面上以一字型與 L 型居多。



圖 3-32 傳統廚具組



圖 3-33 歐化廚具組

表 3-3 廚具類家具市場調查表

廚具類家具類別	歐式廚具組	傳統廚具組
數量(件)	81	77
所佔比例%	51%	49%

(二)廚具類家具之材料組成

一般廚具係由桶身、抽油煙機、烘碗機、瓦斯爐、水龍頭、水槽、電器櫃、烤箱、檯面、門板及高櫃組合而成，廚具結構示意圖如圖 3-34 所示。此外，消費者可挑選喜好的門板與檯面材料進行組裝，各類門板與檯面組合如圖 3-35~圖 3-38 所示。



圖 3-34 廚具結構圖

資料來源：<http://www.ck-house.com.tw/index-4.htm>



圖 3-35 人造石檯面+鋼烤面板(一)



圖 3-36 人造石檯面+鋼烤面板(二)



圖 3-37 不鏽鋼廚具組



圖 3-38 人造石檯面+美耐板面板

資料來源：<http://www.kitchen.org.tw/>

經廚具類家具市場調查結果顯示，在門板材料部分以美耐板(21%)與木蕊板(21%)佔多數，如圖 3-39 所示；檯面材料則以人造石(78%)佔多數，如圖 3-40 所示。

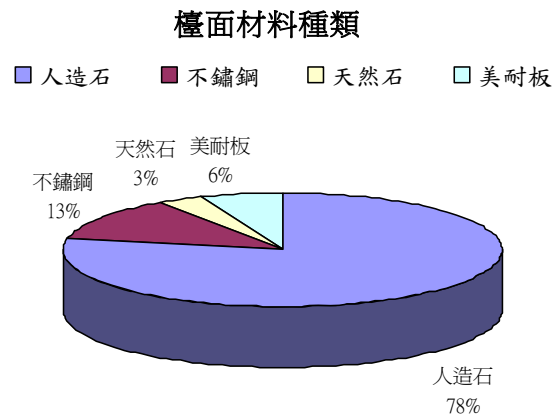


圖 3-39 廚具類家具門板組成材料比例圖

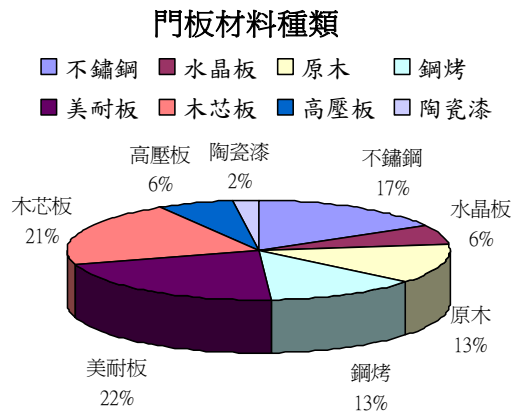


圖 3-40 廚具類家具檯面組成材料比例圖

(三)廚具類家具之尺寸

以抽樣調查方式詳細記錄市面上所販售之一字型廚具尺寸，調查數量共 42 件，經統計分析結果顯示廚具類家具高度範圍介於 261~280cm；寬度範圍介於 241~300cm；深度範圍介於 41~80cm。

第三節 國內各類家具產品製作程序

因應不同的空間型態，消費者選擇家具的方式與原則亦不盡相同。就一般家具構成方式而言，可分為工廠施作、工廠製作現場組裝與現場施作三類。工廠施作方式係在工廠完成家具成品隨後再置入室內空間；工廠製作現場組裝方式係以半成品型式(單元)置入室內空間再加以組裝(單元間之組合)；現場施作方式係以材料型式置入室內空間後，按設計圖面進行組裝。

調查各類家具(櫥櫃類、沙發類、廚具類)之製程方式，整理如下：

一、櫥櫃類家具製程

櫥櫃類家具製程主要分為工廠施作、工廠製作現場組裝及現場施作方式，除了直接從市面上零售商購買家具成品外，尚可選擇系統家具方式(半成品)及家具現場裝修方式(材料)，以下針對市面上普遍系統家具及一般現場櫥櫃類家具訂製流程加以說明。

(一) 系統家具製程

消費者可以選購善用畸零角落、塑造居家整體感及施工迅速之系統家具，如表3-4所示。

表3-4 系統家具訂製流程

參觀門市	顧客前往門市參觀，就相關圖片、構想或門市展示之成品與設計師討論，再由設計師整合規劃、推薦。
丈量	約定時間到府丈量，配合空間利用，討論後將結論畫成草圖帶回公司，再約定下次看圖時間。
繪圖	設計師依顧客構想用電腦繪出平面圖及立體圖。從圖面感受實品面貌。
溝通討論	設計師與顧客就平面或電腦3D圖像溝通，並提供報價，若不符需求則立即修改，雙方都確認後就可進行選色工作。
簽約	雙方都確定後，即可簽約，顧客需預付訂金。
下單備料	設計師準備向物流中心訂貨，備貨期約7至10天。
派車運送	配合顧客作息將貨料於施工前一天送達。
現場施工	工程技師及施工人員將工廠材料現場組合施工。
完工	施工完成進行驗收，此時需付尾款，平均施工天數約3-5日。

資料來源：家具及室內裝設品零售業基本資料，2007年2月

(二) 現場櫥櫃類家具製程

消費者可以依照空間與使用需求，訂製符合之櫥櫃，相關製造流程包括確定尺寸、空間中製作框架、面板與鐵件組立及板材表面後處理，如圖3-41~圖3-44所示。

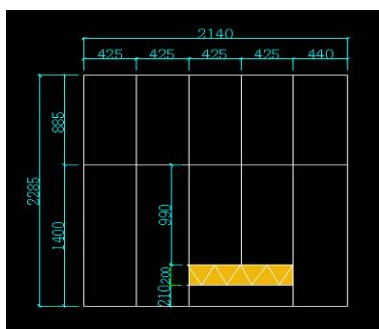


圖 3-41 櫥櫃製作圖(確定尺寸)



圖 3-42 櫥櫃製作圖(製作框架)



圖 3-43 櫥櫃製作圖(面板與鐵件組立)



圖 3-44 櫥櫃製作圖(表面後處理)

資料來源：<http://www.dapenti.com>

二、沙發類家具製程

沙發類家具製程主要以工廠施作方式為主，消費者可至零售商挑選適當沙發放置室內空間，相關製造流程包括沙發骨架組立、橡皮帶設置、泡棉填實、上絲棉及座墊表面包覆，如圖3-45~圖3-48所示。



圖 3-45 沙發製作圖(皮帶)



圖 3-46 沙發製作圖(泡棉填實)

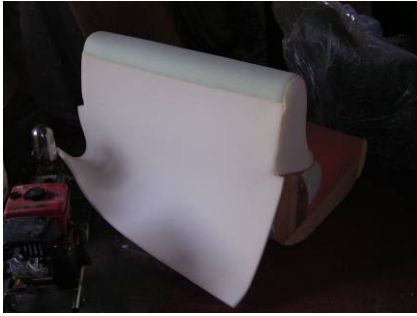


圖 3-47 沙發製作圖(上絲棉)



圖 3-48 沙發製作圖(座墊表面包覆)

三、廚具類家具製程

廚具類家具製程主要以工廠製作現場組裝方式為主，相關製造流程包括現場尺寸量測、釘製框架與隔板、裝設檯面與廚具設備、組裝面板及表面後處理，如圖3-49~圖3-52所示。



圖 3-49 廚具製作圖(釘製框架與隔板)



圖 3-50 廚具製作圖(檯面與廚具設備)



圖 3-51 廚具製作圖(上下櫃面板)



圖 3-52 廚具製作圖(表面後處理)

資料來源：<http://club.gdzjtour.comnewphpbbsindex.php>

整合上述各類家具製作流程，本研究測試家具優先以成品家具為主要選定對象，為嚴格管控國內進出口家具健康品質，以保障消費者之健康安全。

第四節 各類家具檢測樣本之選定原則

本研究依上述市場調查及各類家具種類、尺寸統計分析之結果，配合今年度全尺寸家具檢測量，選定合適且具有代表性之檢測樣本。表 3-5 為彙整各項統計分析結果所擬定之家具選定原則，詳述如下：

表 3-5 各類家具選定原則說明

家具材料及種類挑選原則	受測尺寸範圍	設定樣本
<p>櫥櫃類</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 櫥櫃類家具需挑選 4 件 進行檢測。 ✓ 櫥櫃類家具受測種類以衣櫃(33%)與書櫃(29%)為主。 ✓ 櫥櫃類家具受測材料以白橡木(52%)與樟木(25%)為主。 ✓ 本研究目前針對工廠施作及工廠施作現場組裝兩種方式進行探討。 	<ul style="list-style-type: none"> • 衣櫃長度以 81~100cm，寬度以 41~60cm，高度以 181~200cm 為主。 • 書櫃長度以 81~100cm，寬度以 21~40cm，高度以 181~200cm 為主。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 家具材料以使用白橡木與樟木為主。 2. 衣櫃及書櫃各檢測 2 件。
<p>沙發類</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 沙發類家具需挑選 3 件 進行檢測。 ✓ 沙發類家具受測材質以布製(55%)與皮製(44%)為主。 ✓ 於工廠施作完成後即送至全尺寸環控箱進行檢測。 	<ul style="list-style-type: none"> • 單人長度以 101~120cm，雙人長度以 161~180cm，三人長度以 181~220cm 為主。 • 寬度與高度以 81~100cm 為優先選擇對象。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 布製沙發檢測 2 件。 2. 皮製沙發檢測 1 件。
<p>廚具類</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 廚具類家具需挑選 3 件 進行檢測。 ✓ 廚具類家具種類以一字型為主。 ✓ 檯面以人造石(79%)為主；門板以美耐板(21%)及木芯板(21%)為主。 ✓ 廚具以工廠施作現場組裝方式進行檢測。 	<ul style="list-style-type: none"> • 一字型長度以 241~300cm，寬度以 41~80cm，高度以 261~280cm 為主。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 廚具檢測以一字型為主。 2. 門板為使用美耐板及木芯板各檢測 1 組。

(資料來源：本研究整理)

第四章 全尺寸家具有機逸散物質檢測流程與結果

第一節 實驗系統及有機逸散物質分析方法說明

一、實驗測試系統

(一) 系統性能需求

本次研究計畫全尺寸家具之檢測方法，主要依據 ASTM D6670-01 所規範之全尺寸建材逸散測試系統，於一可控制溫、濕度條件之大型測試環控艙作為標準單室空間（4m × 5m × 2.75m），透過置入全尺寸家具樣本，以模擬其在真實空間中之逸散行為，並透過逸散化合物之定性與定量作業瞭解當其應用於室內空間時，受測家具所逸散 VOCs 與甲醛之健康危害。

全尺寸建材逸散測試系統主要係由全尺寸環境模擬控制艙與採樣分析系統所構成，各系統之性能需求如下：

1. 全尺寸環境模擬控制艙

- (1) 環控艙淨尺寸-WxDxH: 4m x 5m x 2.75m
- (2) 空調 (heating, Ventilation, and Air-Conditioning, HVAC) 系統(加空氣過濾清淨裝置)
- (3) 附屬裝修工程(採樣分析實驗室)

2. 採樣分析系統

- (1) 氣相色層分析儀 (Gas Chromatography):
 - a. 毛細管柱注入口 (On-Line Injection Port)
 - b. 線上進樣注入口 (For On-Line Injection)
 - c. 樣品自動注入器 (Autosampler)
 - d. 各項組件除需配合原有儀器外，應為同一廠牌之產品。
- (2) 層析質譜儀 (Gas Chromatography/Mass Spectrometer):
 - a. 氣相色層分析儀 (Gas Chromatography)
 - b. 質譜儀 (Mass Spectrometer)
 - c. 操控程式及介面組件
- (3) 揮發性有機物質採樣系統 (Purge & Trap System):
 - a. 採樣管自動採樣裝置 (Sequential Tube Sampler-Model)

- b. 自動熱脫附儀 (ATD)
- c. 線上空氣採樣泵
- d. 廣用型定速空氣採樣器
- e. 小型定速空氣採樣器

(二) 實驗系統說明

全尺寸建材逸散模擬實驗室主要分為六大部分，包括：(1)外氣清淨系統、(2)溫濕度控制系統、(3)流量控制系統、(4)環控箱試驗系統、(5)採樣系統及(6)分析系統，系統說明圖如圖 4-1 所示。

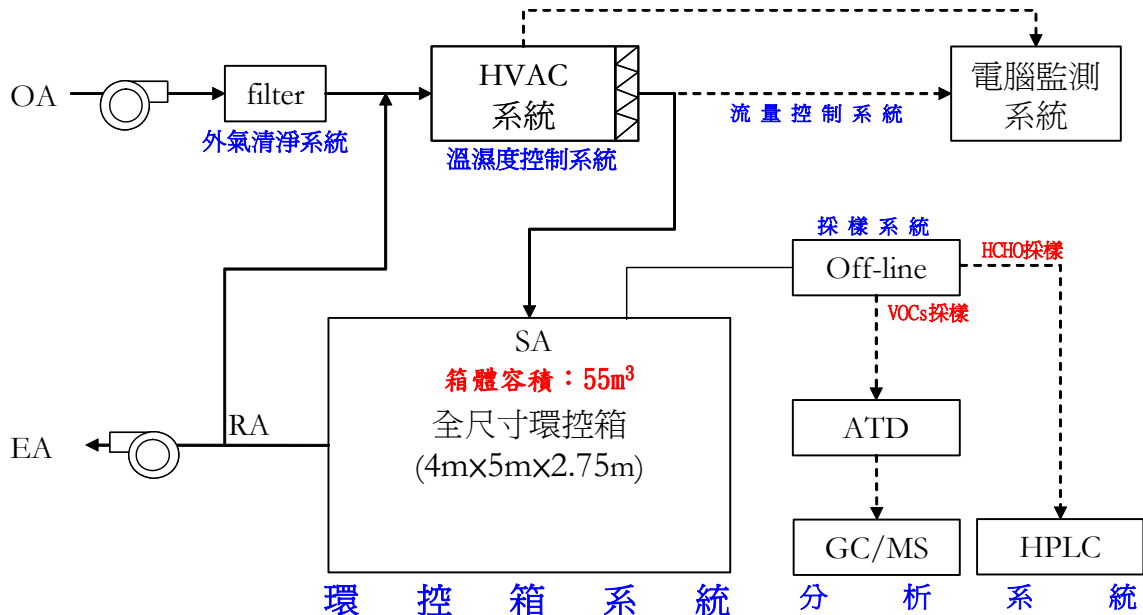


圖 4-1 全尺寸建材逸散模擬實驗之系統簡圖

(資料來源：本研究整理)

1. 外氣清淨系統：

- (1) 系統說明：本系統主要提供實驗系統外氣之引入及清淨作用，透過空調系統及過濾系統處理，供給環控箱穩定及清淨之外氣來源，並調控初級風量、溫度、濕度及清淨控制。
- (2) 設備儀器：包括 HVAC 系統、電熱器、冷卻除濕器、化學除濕器、風車及變頻控制系統、活性炭過濾網等設備。
- (3) 控制項目：主要控制系統外氣進氣量(OA, ACH)、外氣清淨度、初級空氣溫度(TEMP, °C)及相對濕度(RH, %)。



圖 4-2 頂艙進氣系統



圖 4-3 側艙進氣系統

2. 溫濕度控制系統：

- (1) 系統說明：主要為系統控溫、控濕之作用，並過濾外氣及內循環氣體之粉塵懸浮物質，以維持艙內恆溫恆濕及低懸浮物質的限制。
- (2) 設備儀器：包括冷卻除濕、化學除濕、電熱器、加濕器及 HEPA 濾網等設備。
- (3) 控制項目：控制系統氣流(外氣及內循環氣體)之溫度(TEMP, °C)、相對濕度(RH, %)及粉塵量($PM_{0.5}/m^3$)。

3. 流量控制系統：

- (1) 系統說明：主要提供外氣(OA)及內循環(RA)之流量控制，透過流量控制閥控制進氣及內循環氣體混合比例，並分配至頂艙兩向(圖 4-2)、側艙一向(圖 4-3)進氣口，以供給艙內穩定之進氣路徑。
- (2) 設備儀器：流量控制閥、流孔板、百葉風板、出風口等項目
- (3) 控制項目：控制系統之氣流(外氣及內循環氣體)風量(OA+RA)、控制外氣混合比例(I/O)、控制排風風量(CMH)及控制出風路徑及形式等。

4. 環控艙試驗系統：

- (1) 系統說明：提供一穩定溫度、濕度及風速之家具測試艙體，

以作為全尺寸家具揮發性物質逸散模擬用途，並利用氣密不鏽鋼艙體模擬單室空間，以監測揮發性物質逸散變化。

(2)設備儀器：溫/濕度/風速感測器、不鏽鋼艙體及照明燈具。

(3)控制項目：透過感測器控制艙內溫度、相對濕度及風速，以達成穩定溫濕度及均勻混氣，提供全尺寸家具作測試。



圖 4-4 環控艙控制感測器

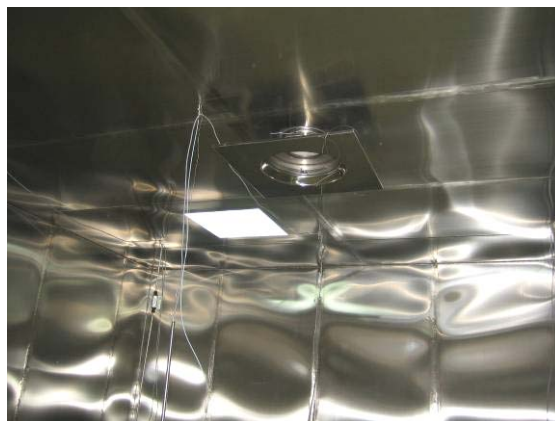


圖 4-5 環控艙出風口

5. 採樣系統：

(1)系統說明：透過頂艙 10 組採樣點，對艙內進行採樣。在 VOCs 採樣上，利用採樣幫浦及 Tenax-TA 採樣管採集；在甲醛採樣上，以採樣幫浦及 DNPH 採樣管對艙內氣體採集。

(2)設備儀器：不鏽鋼採樣孔、自動熱脫附儀、Tenax-TA 採樣管(圖 4-6)、DNPH 採樣管(圖 4-7)、採樣幫浦及鐵氟龍管線等項目。



圖 4-6 採樣幫浦及不鏽鋼吸附管



圖 4-7 DNPH 採樣管

6.分析系統：

- (1)系統說明：對採集氣體作定性及定量分析，透過自動熱脫附儀之採集、脫附動作，經氣相層析質譜儀(GC/MS)作 VOCs 定性、定量及液相層析分析儀(HPLC)作甲醛定量，以分析全尺寸建材揮發性有機物質逸散濃度及逸散速率變化。
- (2)設備儀器：氣相層析質譜儀(GC/MS) (圖 4-8)、液相層析分析儀(HPLC)(圖 4-9)等項目。
- (3)控制項目：分析系統之品質控制(QC)及品質保證(QA)，並作方法偵測極限及不確定度評估等項目。



圖 4-8 氣相層析質譜儀

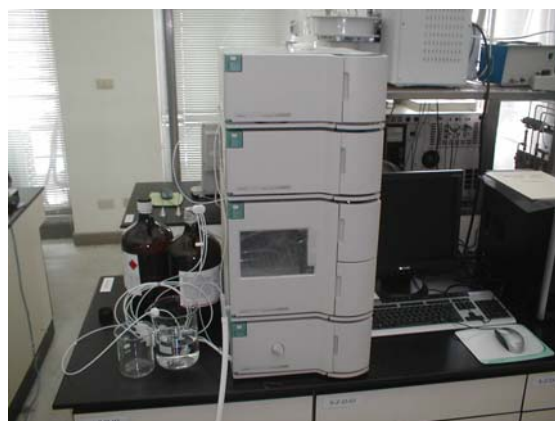


圖 4-9 液相層析分析儀

二、揮發性有機物質(VOCs)標準檢測程序

(一)測試原理：

本方法主要參考「ISO 16000-6」及「環檢所-空氣中氣態有機溶劑檢驗方法—以活性碳吸附之氣相層析/火焰離子化偵測法」(NIEA A710.10T)建置標準檢測程序。

用於室內家具中揮發性有機物質(VOCs)之空氣採樣方式；利用全尺寸環境控制艙模擬室內環境條件，將欲測試之家具置入，待家具中之揮發性有機物質於環控艙內逸散至穩定狀態，透過不鏽鋼吸附管(Tenax-TA)進行吸附，再經熱脫附後注入氣相層析質譜儀(GC/MS)分析，對揮發性有機物質進行定性與定量分析。

(二)適用範圍

本方法適用於常見室內家具中可量測特定範圍內(微克/ m^3 ~毫克/ m^3)非極性及極性之 VOCs 物質，並計算其逸散速率與衰減情形。

(三)干擾

- 1.揮發性有機物質(VOCs)於家具製造完成後慢慢逸散於空氣中，為精準的評估逸散量，須於家具製造完成後一週內進行採樣，以避免儲放過程中因有機物質逸散或污染而產生誤差。
- 2.家具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，而使家具對特定有機物質產生吸附或脫附之現象，對分析結果產生干擾。
- 3.分析過程中主要干擾來自試藥及萃取溶劑中所含之雜質，宜使用純度 99% 以上之分析級試藥及 99.95% 以上殘量級之溶劑，否則應使用蒸餾法純化之，分析時必須執行空白試驗。
- 4.進行實驗前須使用三倍環控艙內部體積(3ACH)之潔淨空氣進行沖洗及置換，同時環控艙內空氣中 VOCs 濃度須在 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，而 TVOC 之濃度須在 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，以避免艙內殘留之有機物質對樣品分析結果產生干擾。
- 5.實驗分析過程中，每次實驗一筆家具樣本後，需進行空白試驗，以確認環控艙內部及分析系統管線中並無殘留前次分析之有機物。

(四)設備：

1.採樣與前處理設備

- (1)微量注射針： $10\mu\text{L}$ 、 $100\mu\text{L}$ 、 1mL 。
- (2)具有附鐵弗龍密閉蓋試藥瓶： 2mL 。
- (3)不銹鋼吸附管：具金屬螺帽與鐵氟龍(PTFE)金屬套環，容量至少為 200mg 裝填 Tenax-TA 吸附材。

2.儀器設備

- (1)熱脫附裝置：熱脫附裝置須具備熱脫附吸附管的能力，且有溫度控制裝置，能迅速加熱至 $300\pm 10^\circ\text{C}$ ，並通以不含有

機物質的氮氣或氦氣者。

參考 ISO16000-6 標準，熱脫附時間之選擇與脫附氣體流速之設定應讓烷類的脫附效率達到 95% 以上，對於 VOCs 分析之脫附條件如表 4-1 所示：

表 4-1 熱脫附裝置設定條件

項目	設定條件
熱脫附溫度	260°C~280°C
熱脫附時間	5min~15min
脫附時氣體流速	30ml/min~50ml/min
冷凍捕集器最高溫度	280°C
冷凍捕集器最低溫度	-30°C
冷凍捕集器吸附材	Tenax-TA
傳輸線溫度	220°C

(資料來源：本研究整理)

- (2) 類比式採樣幫浦：能抽取環境控制箱內混合均勻的氣體至熱脫附裝置進行捕集，流量設定為 50 ml/min。
- (3) 質譜儀：為四極式、離子捕集式質量選擇器或其他相同功能之質譜儀，具每秒至少可掃描 30 至 300amu 一次之質譜者。

參考 ISO16000-6 標準，氣相層析質譜儀各項設定如下：

a. 載流氣體：氮氣

b. 升溫程式：

$$40^{\circ}\text{C} \xrightarrow{6^{\circ}\text{C}/\text{min}} 220^{\circ}\text{C} \text{ (5 min)}$$

c. 70ev 電子撞擊游離

d. 離子源溫度：200°C

e. 傳輸線溫度：250°C

在分析樣品前必須先校正 GC/MS，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 4-2 的要求。每片建材樣本分析前均需進行校正。

表 4-2 FC-43 校正標準

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)

(4)層析用積分儀或紀錄器。

(5)GC/MS 分離管柱：參考如毛細管柱編號 US3168617H，內徑為 0.25mm，長度為 60m，膜厚 1.4 μ m，或同級品。

(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。

(2)苯：純度 99.0% 以上。

(3)甲苯：純度 99.0% 以上。

(4)乙苯：純度 99.0% 以上。

(5)鄰-二甲苯：純度 99.0% 以上。

(6)間-二甲苯：純度 99.0% 以上。

(7)對-二甲苯：純度 99.0% 以上。

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，混合至 1 mL 體積，配製濃度約為 2000 μ g/mL。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 $^{\circ}$ C 至-20 $^{\circ}$ 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 20~2000 μ g/mL 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。

表 4-3 VOCs 測試系統名稱及項目

系統名稱	設備項目	工作內容
清淨空氣產生系統	粉塵、VOCs 過濾器	初步過濾空氣中粉塵及 VOCs。
	無油泵浦	能將潔淨空氣以定流量方式導入環控艙內部，提供實驗所需之換氣率。
	流量控制器	控制實驗所需之換氣率
	除水器	去除新鮮空氣中所含之水氣。
環境控制及監測系統	環境控制艙	容積為 55m ³ ，並以不吸附材質構成。
	加濕器	控制環控箱中溫度。
	加熱器	控制環控箱中相對濕度。
	溫度計	即時監控環控箱中溫度。
	濕度計	即時監控環控箱中相對濕度。
採樣系統	採樣泵浦	抽取環控艙內混合均勻的氣體至熱脫附裝置進行捕集
	電子式流量控制器	控制流量範圍為 0~100 mL/min。
	電子式加熱線	加熱實驗進行中的管線，以防止污染物吸附在管壁上而影響後續分析結果。
	質譜儀 (MS)	為四極式、離子捕集式質量選擇器，具每秒至少可掃描 30 至 400 amu 一次之質譜者。
	層析用積分儀	同步紀錄分析所得數據。
	毛細管柱	GC/MS：管柱編號 000425J，內徑 0.25mm，長度為 60m，膜厚 2.0 μm。
管線加熱溫控系統	紅外線加熱燈	對氣動閥門組以及環控箱採樣接頭加熱，以防止樣品凝附。
	包覆型加熱線	對採樣管線進行加熱，以防止樣品凝附。
其他	前處理設備	1. 微量注射針：10 μL、100 μL、1mL。 2. 具有附鐵弗龍密閉蓋試藥瓶：1mL。 3. 排煙櫃。 4. 不銹鋼油漆刮刀。 5. 電子式天平，秤量 600g、感量 0.02g。

(資料來源：本研究整理)

(六)揮發性有機物質檢測程序及注意事項

1. 採樣前準備階段

- (1) 品保品管(QA&QC)建置：相關品質管制係參考 ISO16000-6、「環境檢驗品質管制指引通則」(NIEA-PA101)及相關品質管制指引(PA102~PA108)，建立 VOCs 之檢測品質管制。

a. 檢量線建置

(a)標準溶液配製：從標準品(液體)中分別配製成 20~2000 $\mu\text{g/mL}$ 不同濃度之液態標準品。藉由添加定量之液態標準品，以微量氣密針 10 μL 抽取注入不鏽鋼採樣管(Tenax-TA)方式來製備檢量線(濃度範圍不得超過 20 倍)。

(b)檢量線配製：

- 依上述(a)配製不同濃度之標準品，以微量氣密針 10 μL 抽取注入不鏽鋼採樣管，再將不鏽鋼採樣管以自動熱脫附儀(ATD)熱脫附注入 GC/MS 分析，由層析圖之尖波峰面積(Peak-Area)與其相對重量(ng)比值作成檢量線。
- 檢量線相關係數(R^2)須達 0.995 以上，回收率需控制在 $\pm 15\%$ 範圍以內。

b. 準確度：標準溶液濃度的配製值和量測值的平均相對誤差(relative error)，需小於 15%。

$$\text{相對誤差} = (\text{量測濃度} - \text{配製濃度} / \text{配製濃度}) \times 100\% \quad (\text{式 4-1})$$

c. 精密度：檢量線濃度最低點連續測定七次，求相對標準偏差，其值不可超過 10%。

$$\text{相對標準偏差 RSD}(\%) = (\text{S.D} / \bar{X}) \times 100\% \quad (\text{式 4-2})$$

\bar{X} ：平均濃度值 S.D：標準偏差

d. 方法偵測下限(MDL)：

(a)方法偵測極限之製作：將檢量線濃度最低點連續測定七次，求其標準偏差；標準偏差值的三倍為方法偵測下限，計算重覆測試的變異數(S^2)和標準偏差(S)如下：

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \right] \quad (\text{式 4-3})$$

$$S = (S^2)^{1/2} \quad (\text{式 4-4})$$

其中， X_i ： $i=1$ 到 n ，第 i 個樣品經過完整的分析步驟後，最後的量測結果。 Σ 表示 $i=1$ 到 n ，所有 X 值的和。

MDL 的計算如下：

$$\text{MDL} = 3S \quad (\text{式 4-5})$$

(b) 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 比例。F 比例之計算是將較大之 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 比例再與 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, S_{pooled})：

$$S_{\text{pooled}} = \left[\frac{6S_A^2 + 6S_B^2}{12} \right]^{1/2} \quad (\text{式 4-6})$$

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。利用式 4-6 計算得到之 S_{pooled} 值，依下述公式計算最後的 MDL 值。

$$\text{MDL} = 2.681 \times (S_{\text{pooled}}) \quad (\text{式 4-7})$$

(2) 採樣前準備：採樣所使用之採樣幫浦、不鏽鋼吸附管 (Tenax-TA)、鐵氟龍管線、PTFE 墊圈、金屬帽頭等應確認備齊，採樣幫浦需在測試前以皂泡流量計進行流量校正且吸附管需做空白分析。

2. 採樣進行階段

(1) 環境因子性能測試：在實驗進行前須進行環控艙穩定度測試，溫度需控制在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，相對濕度 $50 \pm 5\%$ ，空氣流

速 $0.5\text{h}^{-1}\pm 5\%$ 限制條件之內。當艙體各項環境因子達到穩定範圍始可進行實驗。

(2) 空白確認：

- a. 在進行實驗前，須以三倍環控艙內部體積(3ACH)之潔淨空氣清洗置換。
- b. 清洗完成後，需以 Tenax-TA 採樣管配合採樣幫浦採集艙體內空氣，並利用氣相層析質譜儀(GC/MS)量測環控艙內部有機物質之濃度值，以確保環控艙內部是否有 VOCs 殘留。
- c. 單一揮發性有機物質(VOCs)的濃度不可高於 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，總揮發性有機物質(TVOC)的濃度不可高於 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(3) 進行採樣：當開啟環控艙主艙門運送家具置入定位後，即開始進行 VOCs 採樣，利用 Tenax-TA 採樣管配合採樣幫浦以採集艙體內空氣。

(4) VOCs 採樣規劃：家具之 VOCs 逸散率會隨時間而呈現衰減現象，因此採樣時間及頻率亦須配合其逸散情形做規劃。本研究建議採樣時間應評估受測家具逸散特性作為考量。本研究之 VOCs 採樣為開始進行 24 小時內，以每分鐘 50mL/min，採樣頻率為每一小時進行採樣一次；實驗進行 24 小時後，逸散率會較穩定，採樣頻率改以每二小時採樣一次。

3. 樣本分析階段

將不鏽鋼採樣管(Tenax-TA)透過自動熱脫附裝置(ATD)脫附後，以 GC/MS 進行 VOCs 定性/定量分析。

- (1) 定性分析：家具中待測揮發性有機化合物的認定，可經由比較標準品之滯留時間和質譜判斷係數，或經由質譜儀內建資料庫進行比對得之。
- (2) 定量分析：利用前置作業所建置之檢量線求得特定時間點污染物質之質量數，並配合採樣體積即可求出受測家具中有機物質逸散濃度變化。

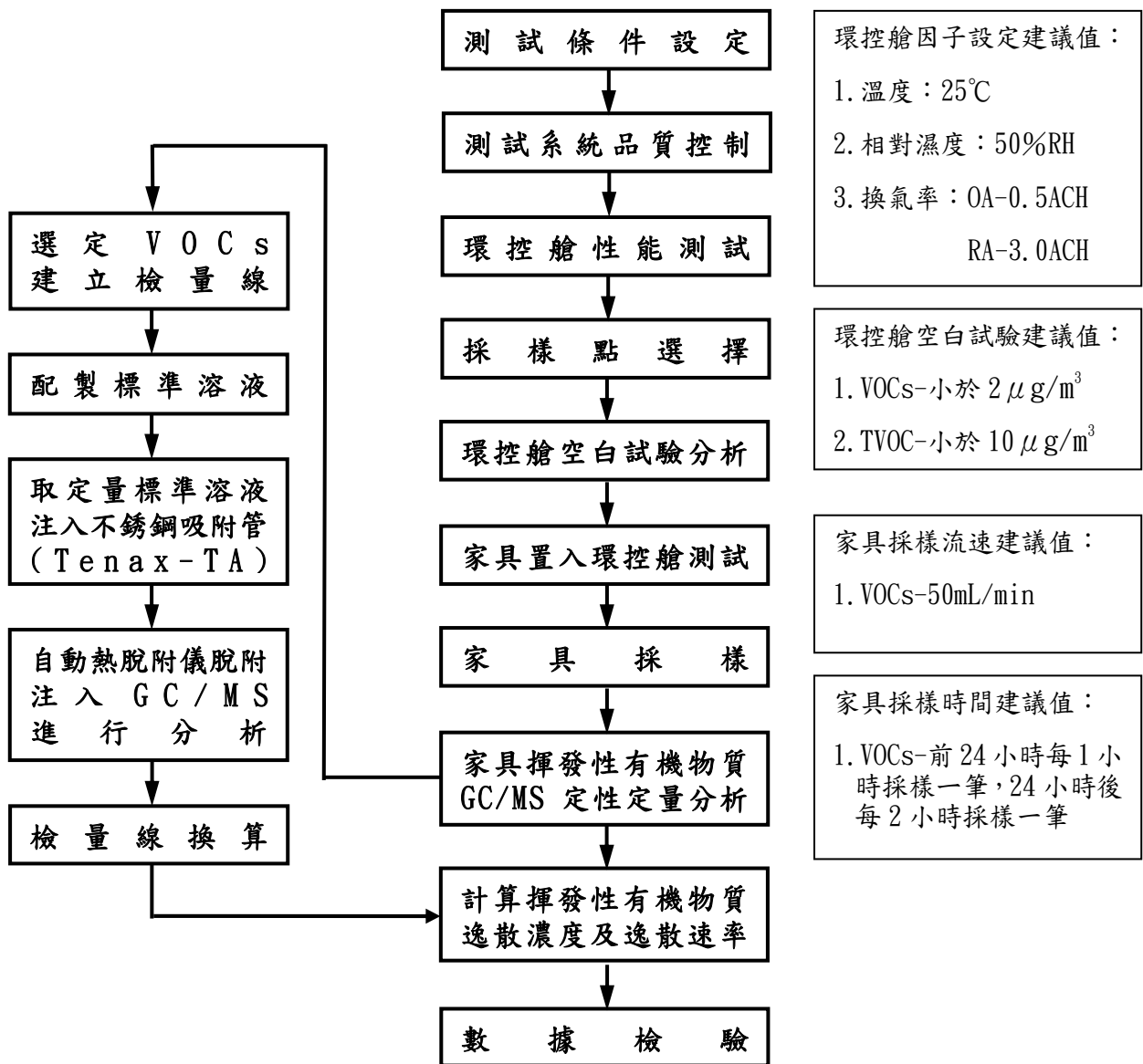


圖 4-10 全尺寸家具 VOCs 檢測標準作業流程

(資料來源：本研究整理)

三、甲醛(HCHO)標準檢測程序

(一)測試原理

本方法主要用於室內家具產品中甲醛(Formaldehyde)之逸散評估；利用全尺寸環境控制艙模擬室內環境條件，將欲測試的家具置入，待甲醛於環控艙內逸散至穩定狀態，再以塗有 2,4-dinitrophenylhydrazine 之 DNPH 吸附管，連接採樣幫浦以流量 100 mL/min 進行採樣，採樣完成後靜置至少 8 小時，隨後再使用乙腈脫附，以高性能液相層析儀(HPLC)對甲醛進行定量分析。

(二)適用範圍

本方法適用於分析家具產品中甲醛(Formaldehyde)逸散評估。主要係參考 ISO16000-3 建立甲醛檢測程序。

(三)干擾

1. 甲醛於家具製造完成後會慢慢逸散，為了精準地評估甲醛逸散量，須於家具製造完成後一週內進行實驗採樣，以避免儲放過程中因甲醛逸散或受污染而產生誤差。
2. 實驗分析前，需進行空白試驗，以確認環控艙內部及分析系統管線中並無殘留前次分析之甲醛
3. 實驗進行前須使用三倍環控艙內部體積(3ACH)之潔淨空氣進行沖洗及置換，同時需控制環控艙內空氣中甲醛濃度在 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下。
4. 異常高水準之臭氧或出現於採樣區域，應特別留意。臭氧可透過與濾筒內 DNPH 及其衍生物之反應造成明顯負面干擾。

(四)設備

1. DNPH 採樣管：2,4-二硝基苯肼(2,4-dinitrophenylhydrazine)之採樣管。
2. 電子式採樣幫浦：100 ml/min。
3. 高性能液相層析儀(HPLC)
 - (1)層析管柱：C-18(4.6mm 內徑×25cm，或相等)；無需對柱進行溫度控制。
 - (2)移動相比例：60%乙腈；40%水(體積分率)。

(3)偵測器：紫外線，在 360nm 條件下作業。

(4)總流率：1.0mL/min。

(5)一組 C-18 管柱時甲醛為 7min，二組 C-18 管柱時甲醛為 13min

(6)試樣射入量：25 μ L。

4. 2mL 玻璃小瓶(vials)，備有聚四氟乙烯(PTFE)內襯的蓋子。

5. 樣品進樣裝置：20 孔真空固相萃取裝置(含濾膜、萃取管、真空泵浦、固相萃取管、活塞閥、堆疊接頭)。

6. 10、100、1000 μ L 之微量氣密針。

7. 超音波振盪器。

(五)實驗藥品

1. 乙腈，HPLC 級 750ml。

2. 甲醛(37%) 750ml。

3. 具 2,4-dinitrophenylhydrazine 衍生化 15 種醛酮類標準品 (15ppm)，包含 Formaldehyde、Acetaldehyde、Acrolein、Acetone、Propionaldehyde、Crotonaldehyde、Butyraldehyde、Benzaldehyde、Isovaleraldehyde、Valeraldehyde、o-Tolualdehyde、m-Tolualdehyde、p-Tolualdehyde、Hexaldehyde、2,5-Dimethylbenzaldehyde 等 15 種化合物。

4. 甲醇，HPLC 級 750ml。

(六)甲醛檢測程序及注意事項

1. 採樣前準備階段

(1)品保品管(QA&QC)建置：相關品質管制係參考 ISO16000-3、「環境檢驗品質管制指引通則」(NIEA-PA101)及相關品質管制指引(PA102~PA108)，建立 HCHO 之檢測品質管制。

a. 檢量線建置

(a)標準溶液配製：以微量氣密針直接注入含有脫附劑的定量瓶中。所建立之檢量線濃度範圍約為 0.473~47.304 μ g/mL，至少配製五種不同濃度之標

準溶液，以製作檢量線。

(b)檢量線配製：以標準品之相對質量與其波峰面積繪製檢量線， R^2 不得小於 0.999，回收率應需控制在±15%範圍以內。

b. 準確度：標準溶液濃度的配製值和量測值的平均相對誤差 (relative error)，需小於 15%。

$$\text{相對誤差} = (\text{量測濃度} - \text{配製濃度} / \text{配製濃度}) \times 100\% \quad (\text{式 4-1})$$

c. 精密度：檢量線濃度最低點連續測定七次，求相對標準偏差，其值不可超過 10%。

$$\text{相對標準偏差 RSD}(\%) = (\text{S.D} / \bar{X}) \times 100\% \quad (\text{式 4-2})$$

\bar{X} ：平均濃度值 S.D：標準偏差

d. 方法偵測下限(MDL)：

(a)方法偵測極限之製作：將檢量線濃度最低點連續測定七次，求其標準偏差；標準偏差值的三倍為方法偵測下限，計算重覆測試的變異數(S^2)和標準偏差(S)如下：

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \right] \quad (\text{式 4-3})$$

$$S = (S^2)^{1/2} \quad (\text{式 4-4})$$

其中， X_i ： $i=1$ 到 n ，第 i 個樣品經過完整的分析步驟後，最後的量測結果。 Σ 表示 $i=1$ 到 n ，所有 X 值的和。

MDL 的計算如下：

$$\text{MDL} = 3S \quad (\text{式 4-5})$$

(b)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 比例。F 比例之計算是將較大之 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 比例再與 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, S_{pooled})：

$$S_{pooled} = \left[\frac{6S_A^2 + 6S_B^2}{12} \right]^{1/2} \quad (\text{式 4-6})$$

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。利用式 4-6 計算得到之 S_{pooled} 值，依下述公式計算最後的 MDL 值。

$$MDL = 2.681 \times (S_{pooled}) \quad (\text{式 4-7})$$

(2) 採樣前準備：電子式採樣幫浦連結採樣設備進行流量校正，流速為 100mL/min。每次採樣完後，採樣幫浦須進行流率校正。

依下式計算平均採樣流率：

$$qA = [q1 + q2 + \dots + qn] / N \quad (\text{式 4-8})$$

其中，qA 為平均流率，以毫升/秒 (mL/min) 為單位。

q1、q2、…、qn 為採樣開始、中間及結束測定之流率。

N 為平均點數量。

2. 採樣進行階段

(1) 環境因子性能測試：在實驗進行前須進行環控艙穩定度測試，溫度需控制在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，相對濕度 $50 \pm 5\%$ ，空氣流速 $0.5\text{h}^{-1} \pm 5\%$ 限制條件之內。當艙體各項環境因子達到穩定範圍始可進行實驗。

(2) 空白確認：

a. 在進行實驗前，須以三倍環控艙內部體積 (3ACH) 之潔淨空氣清洗置換。

b. 清洗置換後，以 DNPH 採樣管連接採樣幫浦以流量 100mL/min 進行採樣；採樣完後以塑膠套蓋及石蠟膜封緊，以 4°C 之密閉空間下予以保存，與其它樣本一起分

析。

c. 空白分析之甲醛(HCHO)的濃度不可高於 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

- (3) 進行採樣：當開啟環控艙主艙門運送家具置入定位後，即開始進行 HCHO 採樣，利用 DNPH 採樣管連接採樣幫浦以採集艙體內空氣。
- (4) HCHO 採樣規劃：家具之 HCHO 逸散率會隨時間而呈現衰減現象，因此採樣時間及頻率亦須配合其逸散情形做規劃。本研究建議採樣時間應評估受測家具逸散特性作為考量。本研究之 HCHO 採樣為開始進行 24 小時內，以每分鐘 100mL/min，採樣頻率為每二小時進行採樣一次；實驗進行 24 小時後，逸散率會較穩定，採樣頻率改以每四小時採樣一次。
- (5) 樣品保存：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，以 HPLC 進行定量分析。至於分析之冷藏期應不超過 30 天；如試樣將被移至實驗室分析，非冷藏時間應盡量縮短，以低於 2 天為最適宜。

3. 樣本分析階段

將不鏽鋼採樣管(Tenax-TA)透過自動熱脫附裝置(ATD)脫附後，以 GC/MS 進行 VOCs 定性/定量分析。

- (1) 定量分析：家具中待測甲醛的認定，係將樣品(DNPH)中之吸附材取出，利用 5mL 乙腈進行脫附，再以超音波振盪 60 分鐘後，以 HPLC 進行分析。
- (2) 濃度計算：甲醛濃度計算方式主要係依據 ISO16000-3 所規範。

對各別試樣之被分析物(DNPH 衍生物)之總質量進行計算：

$$m_d = m_s - m_b \quad (\text{式 4-9})$$

其中， m_d 為自濾筒提取之 DNPH 衍生物的修正質量，以微克(μg)為單位。

m_s 為未修正質量，在採樣濾筒上，以微克(μg)為單位。

$$m_s = A_s \times (C_{std}/A_{std}) \times V_s \times D_s \quad (\text{式 4-10})$$

m_b 為空白濾筒之分析質量，以微克 (μg) 為單位。

$$m_b = A_b \times (C_{std}/A_{std}) \times V_b \times D_b \quad (\text{式 4-11})$$

其中， A_s 為採樣濾筒提取液之面積數值。

A_b 為空白濾筒提取液之面積數值。

A_{std} 為標準品面積數值。

C_{std} 為日常校正標準之分析物濃度，以微克/毫升 ($\mu\text{g/mL}$) 為單位。

V_s 為採樣濾筒提取液之總體積，以毫升 (mL) 為單位。

V_b 為空白濾筒提取液之總體積，以毫升 (mL) 為單位。

D_s 為試樣濾筒提取液之稀釋係數。

$D_s = 1$ 如試樣未重新稀釋。

$D_s = V_d/V_a$ 如試樣重新稀釋其所引起偵測器於線性範圍內感應，其中：

V_d 為重新稀釋體積，以毫升 (mL) 為單位。

V_a 為用於重新稀釋之整數量，以毫升 (mL) 為單位。

D_b 為空白濾筒提取液之稀釋係數=1.0。

依以下公式計算原始試樣之羰基化合物濃度：

$$c_A = m_d \times (M_c/M_{der}) \times 1000/V_m$$

其中， c_A 為原始試樣內之羰基化合物濃度，以毫微克/升 (ng/L) 為單位。

V_m 為總空氣試樣體積，以升 (L) 為單位。

M_c 為羰基化合物分子質量 (甲醛=30)。

M_{der} 為 DNPH 衍生物分子質量 (甲醛=210)

將羰基化合物濃度 c_A 轉化為 ppb，如體積率，使用以下公式：

$$c_A = c_{As} \times 24.4/M_c \quad (\text{式 4-12})$$

其中， c_A 為羰基化合物之濃度，以體積之十億分之一 (10^{-9}) 為單位。

c_{As} 為原始試樣羰基化合物之濃度，以毫微克/升 (ng/L) 為單位。

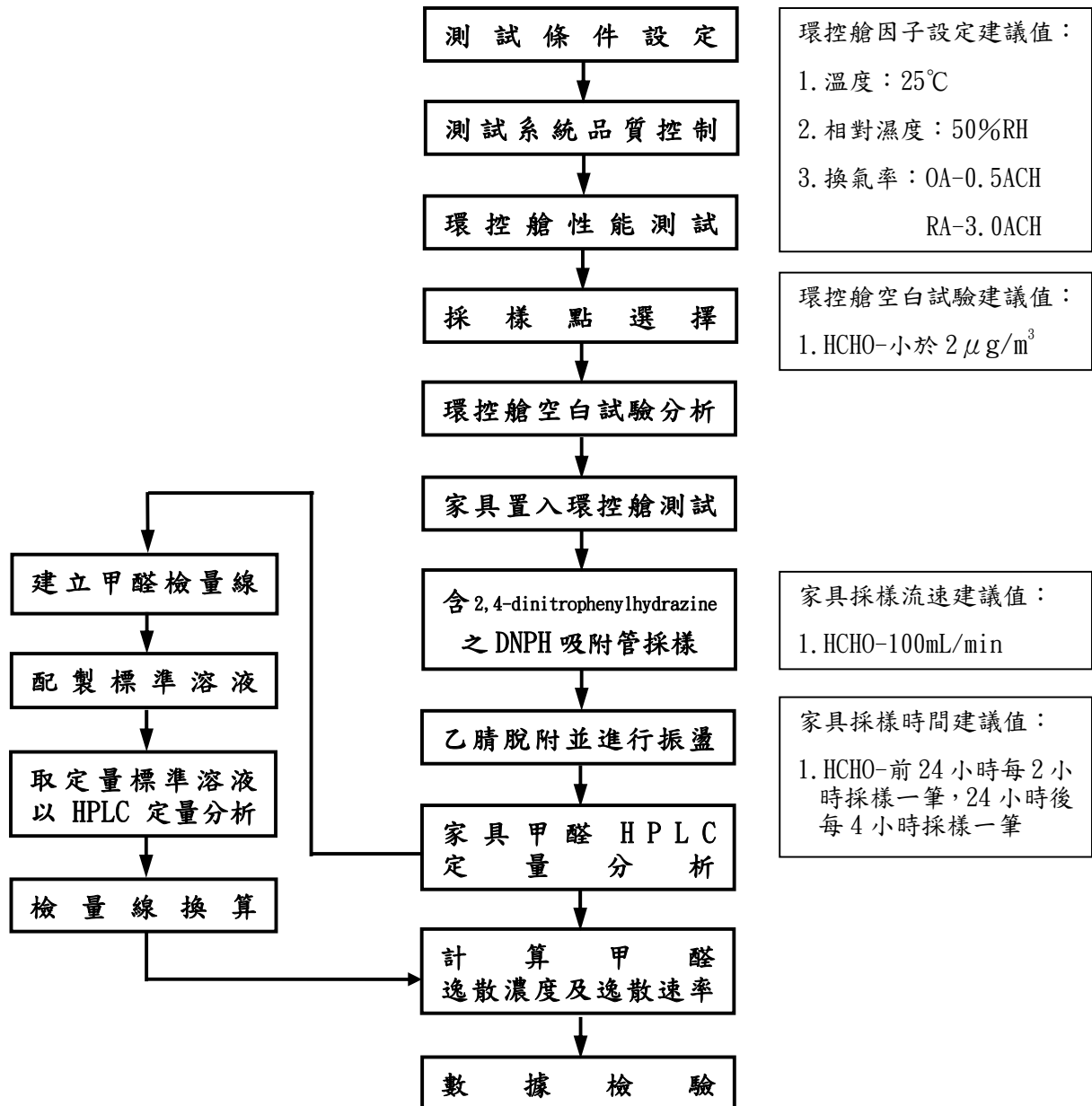


圖 4-11 全尺寸家具 HCHO 檢測標準作業流程
(資料來源：本研究整理)

第二節 各類家具檢測流程建構

為了模擬實際家具成品之揮發性有機物質(VOCs)與甲醛(HCHO)逸散行為，必須從家具製造過程、運送過程、家具設置過程、實驗過程、分析實驗數據及數值計算等階段進行嚴謹的管控，因此本研究基於第三章(國內家具市場調查)的彙整結果與相關有機逸散物測試方法(ISO16000)，建構各類全尺寸家具檢測流程與相關注意事項說明。

一、製造過程管控

依據國內家具市場調查結果顯示，家具製程可分為工廠施作、工廠製作現場組裝及現場施作三種方式，本研究由於考量全尺寸環控箱之試驗方式，因此選定以工廠施作(成品型式)與工廠製作現場組裝(半成品型式)為主要試驗對象。

(一)試驗對象說明

1. 成品型式之家具可分為兩類：

- (1) 第一類為一般市面上零售商販售之家具產品，可直接購買運送至指定場所。
- (2) 第二類為工廠施作完成單元組件，裝訂送至市面大型家居型賣場，如 B&Q、IKEA 等，讓消費者可輕鬆在家組裝。

2. 半成品型式之家具主要係以成品型式運至指定場所，於現場再進行成品單元間的施作(黏著劑或螺栓固定)，如廚具、系統櫥櫃等。

(二)各類家具之選樣原則

在一般實際空間環境家具之使用原則下，於單室實驗空間(4m×5m×2.75m)配置合理的家具數量，同時須考量各類家具之逸散表面積與空間負荷率因子。

1. 櫥櫃類家具選樣原則：以單一組成品型式為主要受測單元。
2. 沙發類家具選樣原則：以沙發組型式為主要受測單元。
3. 廚具類家具選樣原則：以整組系統化廚具為主要受測單元。

(三)受測家具之品質管制

1. 受測家具需於製造完成一週內，由試驗人員至工廠、廠商或生產之工廠直接送至實驗室現場進行檢測，運送前須完整密封受測家具以避免揮發性有機物質逸散。
2. 進行家具取樣時，試驗人員須在生產工廠採集現場空白樣品以確認受測家具是否遭受污染。
3. 製造完成之家具須以密封材料(塑膠套或不透氣材料)進行表面包覆，以減少家具有機逸散物質之表面逸散。

二、運送過程管控

- (一)家具在運送至實驗室的過程，為避免受到外界污染源污染，因此試驗人員應從工廠或零售商處開始運送時採集運送空白樣品，以確保樣品在運送過程是否遭後污染。
- (二)家具運送過程應盡量避免產生振動以造成受測家具毀損、破裂或變形。

三、家具設置過程管控

家具在搬運進入環控箱之前，環控箱之環境因子設定條件應符合 ASTM D6670-01 之準確度與精密度要求，詳參照表 2-4 所示。在空白試驗部份，VOCs 濃度須在 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，而 TVOC 之濃度須在 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下；HCHO 濃度須在 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下。

不同類型的家具置於空間中亦有不同之限制條件，以下幾點為檢測家具產品之設置原則：

(一)受測家具應符合一般生活空間之設置方式

盡量維持該受測家具於一般生活空間之設置方式，如 1+2+3 沙發組之相對位置須合乎邏輯。

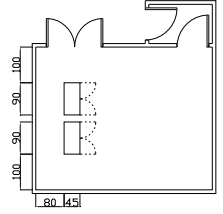
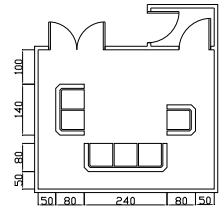
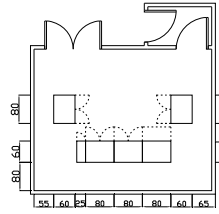
(二)避免室內流場環境混合不均之家具配置方式

由於全尺寸環控箱為天花板中央位置進風，因此受測家具之量體對於艙體內部流場影響甚大，如過高之櫥櫃類家具若置中檢測將導致流場不均勻現象產生，所以因應不同類型之家具產品需嚴謹考量其受測位置。

(三)家具定位過程不宜過長，易導致受外界污染物干擾

由於各類全尺寸家具之體積差異甚大，置入艙體必須開啟主艙門進入，開啟艙門瞬間易造成艙內零級空氣與周界空氣混合，導致受外界污染物干擾，因此家具設置定位後應盡速關閉艙門進行實驗，以減少實驗誤差。

此外，本研究利用 CFD(Computational Fluid Dynamics)模擬艙體內流場並選擇各類家具之最佳受測位置，圖 4-12~圖 4-14 為各類家具受測位置示意圖。

櫥櫃類家具	沙發類家具	廚具類家具
		
圖 4-12 櫥櫃類家具設置點	圖 4-13 沙發類家具設置點	圖 4-14 廚具類家具設置點

四、實驗過程管控

依據上節建置之 TVOC 與 HCHO 測試標準作業流程，對 TVOC 與 HCHO 進行歷時 72 小時長期監測。針對家具逸散衰減特性，需設定其採樣規劃，本研究以我國健康綠建材標準採樣規劃為設定依據。

(一)TVOC 採樣規劃：前 24 小時每小時採集一筆，24 小時後每 2 小時採樣一筆。

(二)HCHO 採樣規劃：前 24 小時每 2 小時採集一筆，24 小時後每 4 小時採樣一筆。

五、家具有機逸散物質分析過程管控

有機逸散物質分析須依據 ISO16000 規範方法進行化學分析，分析前應確保分析儀器之穩定性與空白分析以增加實驗可信度。

(一)TVOC 實驗儀器：自動熱脫附儀 ATD、氣相層析質譜儀 GC/MS。

(二)HCHO 實驗儀器：高性能液相層析儀(HPLC)。

六、數值計算過程管控

(一)有機逸散物質的數值計算主要分為濃度及逸散因子計算。實驗經分析取得訊號值後，依據實驗室製作的檢量線換算成絕對量

，再除以氣體採樣體積完成濃度計算，以 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ppm 表示。

(二)逸散因子計算需考量家具逸散總表面積計算，由於各類家具形式有所不同，如：表面不規則或曲面之家具(沙發類)，計算方式較為繁瑣，因此本研究以「概算法」(曲面延伸成立方體方式)計算其表面積，有關表面積計算方式將於第五章進行討論。

有關各階段全尺寸家具檢測流程之相關注意事項整理如表 4-4 所示。

表44 全尺寸家具檢測流程之執行步驟與相關注意事項

各階段執行步驟	相關注意事項		
1. 家具製作方式	櫥櫃類家具	以工廠施作與工廠施作現場組裝為主。	
	沙發類家具	以工廠施作為主。	
	廚具類家具	以工廠施作為主。	
2. 選樣原則	櫥櫃類家具	以單一組成品型式為主要受測單元。	
	沙發類家具	以沙發組型式為主要受測單元。	
	廚具類家具	以整組系統化廚具為主要受測單元。	
3. 送測家具品質要求	家具製作完成一週內，由試驗人員至工廠、廠商或生產之工廠直接送至實驗室進行檢測。		
	進行家具取樣時，試驗人員須在生產工廠採集現場空白樣品。		
	製造完成之家具須以密封材料進行表面包覆。		
4. 家具運送原則	試驗人員應從工廠或零售商處開始運送時採集運送空白樣品。		
	家具運送過程應盡量避免產生振動以造成受測家具毀損。		
5. 實驗前置準備作業	環境因子設定條件應符合 ASTM D6670-01 之準確度與精密度要求。		
	空白試驗要求：VOCs 濃度須在 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，而 TVOC 之濃度須在 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下；HCHO 濃度須在 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下。		
6. 家具定位原則	受測家具應符合一般生活空間之設置方式。		
	避免室內流場環境混合不均之家具配置方式。		
	家具定位過程不宜過長，易導致受外界污染物干擾。		
7. 採樣規劃設定	TVOC 採樣	前 24 小時每小時採集一筆，24 小時後每 2 小時採樣一筆。	
	HCHO 採樣	前 24 小時每 2 小時採集一筆，24 小時後每 4 小時採樣一筆。	
8. 分析方法與設備	TVOC 分析	依據 ISO16000-6，使用設備有自動熱脫附儀 ATD、氣相層析質譜儀 GC/MS。	
	HCHO 分析	依據 ISO16000-3，使用設備有高性能液相層析儀(HPLC)。	
9. 數值計算	濃度計算	依據實驗室製作的檢量線換算成絕對量，再除以氣體採樣體積完成濃度計算，以 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ppm 表示。	
	逸散因子計算	櫥櫃類家具	開啟門板及櫃子詳細計算各面逸散總表面積。
		沙發類家具	以曲面延伸立方體方式計算表面積(概算法)。
	廚具類家具	開啟門板及櫃子詳細計算各面逸散總表面積。	

(資料來源：本研究整理)

第四章 全尺寸家具有機逸散物質檢測流程與結果

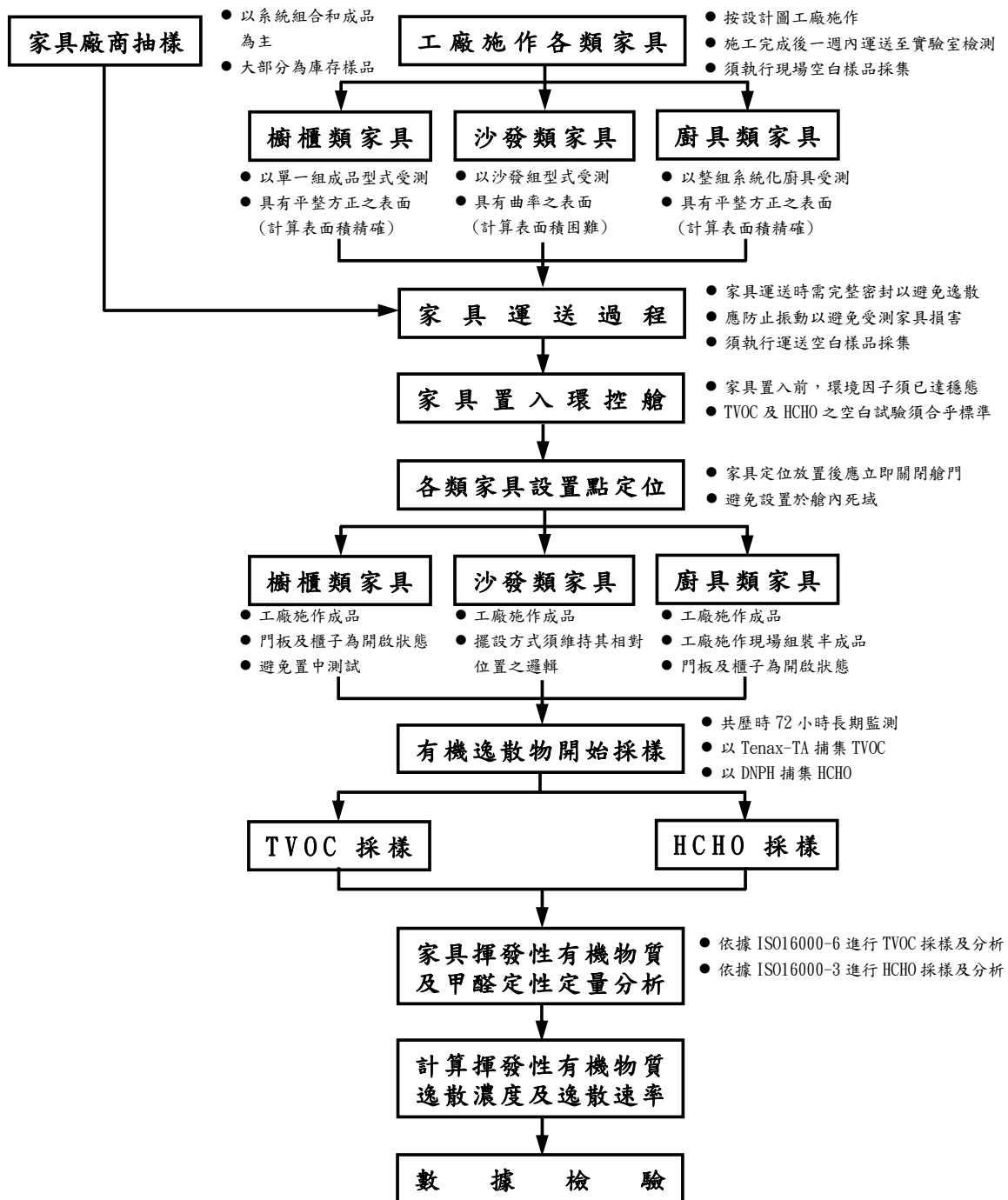


圖 4-15 各類全尺寸家具檢測流程
(資料來源：本研究整理)

第三節 實驗品保與品管

一、揮發性有機物質之檢量線

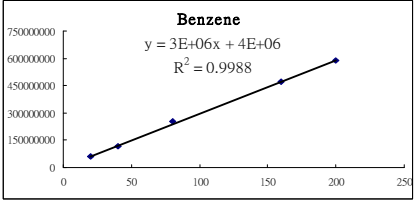
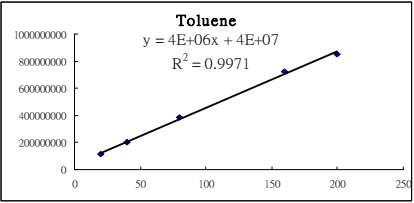
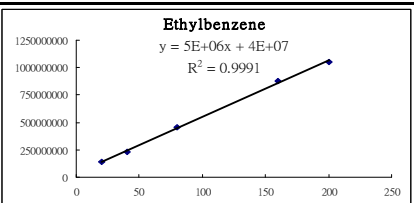
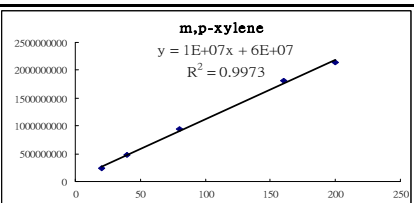
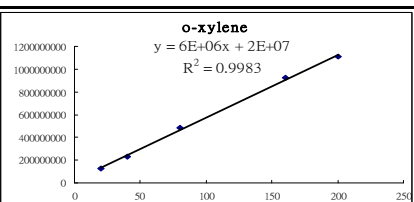
本研究依據 ISO16000-6 針對全尺寸家具揮發性有機物質進行測試，在揮發性有機化合物(VOCs)採樣規劃上係依據內政部建築研究所標準試驗方法(MOIS901014)，配合實驗分析機制，須利用不鏽鋼吸附管(Tenax-TA)對艙體空氣進行採樣，並由自動熱脫附儀(ATD)熱脫附後注入氣相層析質譜儀(GC/MS)分析，能有效將測試訊號值控制在偵測範圍內。

VOCs 檢量線的建立主要是參考「環境檢驗檢量線製備及查核指引」(NIEA-PA103)而建立各化合物之品質管制，指標污染物的選取係參考我國健康綠建材所認定之化合物，目前以 BTEX(Benzene、Toluene、Ethyl Benzene、m, p-Xylene、o-Xylene)等作為指標污染物。檢量線製作步驟說明如下：

- (一)標準品的選擇：以 Supelco 公司出品之液態標準品，其濃度為 $2000 \mu\text{g/ml}$ 。
- (二)標準品稀釋與配製：以甲醇溶液分別稀釋配製 400、200、80、40、 $20 \mu\text{g/ml}$ 之標準溶液。
- (三)注入 Tenax-TA：以微量氣密針($10 \mu\text{L}$)抽取標準溶液注入不鏽鋼吸附管(Tenax-TA)，即可上機脫附分析。
- (四)熱脫附捕集：經由自動熱脫附儀(ATD)以 off-line 模式由吸附管捕集氣化之標準品。
- (五)質譜儀定性定量分析：經由熱脫附注入 GC/MS 分析即可得一層析圖譜，由層析圖之尖波峰面積(Peak-Area)與其相對重量(ng)比值作成檢量線。
- (六)檢量線要求：相關係數(R^2)須達 0.995 以上，另外回收率需控制在 $\pm 15\%$ 範圍以內。

揮發性有機物質(VOCs)之低濃度檢量線濃度範圍為 20~400 $\mu\text{g/mL}$ ，各化合物檢量線之判定係數(R^2)需合於規範標準 0.995 以上，其回收率(%)需合於規範 85~115%，如表 4-5 所示。

表 4-5 VOCs 低濃度檢量線-濃度值與波峰面積值之關係

VOCs 低濃度檢量線-濃度值與波峰面積值					
	絕對量 (ng)	PA-BK	測值絕對量 (ng)	回收率 (%)	VOCs 低濃度檢量線
Benzene	20	58520841	18.17	90.87%	 <p>Benzene $y = 3E+06x + 4E+06$ $R^2 = 0.9988$</p>
	40	115221870	37.07	92.68%	
	80	251776248	82.59	103.24%	
	160	469086565	155.03	96.89%	
	200	588176555	194.73	97.36%	
$y = 3E+06x + 4E+06$					
Toluene	20	115594266	18.90	94.49%	 <p>Toluene $y = 4E+06x + 4E+07$ $R^2 = 0.9971$</p>
	40	202498243	40.62	101.56%	
	80	386832544	86.71	108.39%	
	160	726282786	171.57	107.23%	
	200	849445557	202.36	101.18%	
$y = 4E+06x + 4E+07$					
Ethyl Benzene	20	143765933	20.75	103.77%	 <p>Ethylbenzene $y = 5E+06x + 4E+07$ $R^2 = 0.9991$</p>
	40	233149488	38.63	96.57%	
	80	454585027	82.92	103.65%	
	160	878004544	167.60	104.75%	
	200	1054034487	202.81	101.40%	
$y = 5E+06x + 4E+07$					
m,p-Xylene	20	239852624	17.99	89.93%	 <p>m,p-xylene $y = 1E+07x + 6E+07$ $R^2 = 0.9973$</p>
	40	475862585	41.59	103.97%	
	80	945739668	88.57	110.72%	
	160	1815398801	175.54	109.71%	
	200	2139655155	207.97	103.98%	
$y = 1E+07x + 6E+07$					
O-Xylene	20	129213995	18.20	91.01%	 <p>o-xylene $y = 6E+06x + 2E+07$ $R^2 = 0.9983$</p>
	40	231945606	35.32	88.31%	
	80	485091400	77.52	96.89%	
	160	923599726	150.60	94.12%	
	200	1107548069	181.26	90.63%	
$y = 6E+06x + 2E+07$					

二、甲醛之檢量線

依據 ISO16000-3(室內空氣-甲醛及其他羰基之偵測-主動採樣方法)方法建立甲醛之檢量線。製作上以 10 μ L 之氣密針抽取所需甲醛標準溶液適量注入 DNPH 甲醛衍生物，待靜置隔夜後(約 8 小時)，以 5mL 之乙腈 (Acetonitrile) 脫附後，以高性能液態層析分析儀(HPLC)進行分析，依據分析之訊號值(Peak-Area)建立高、低濃度檢量線，其濃度範圍分別為低濃度檢量線：0.0114~1.152 μ g/mL 及高濃度檢量線：1.152~12.88 μ g/mL，各檢量線之判定係數 R^2 須高於 0.999 以上以符合規範，另外回收率需控制在 $\pm 15\%$ 範圍以內。其甲醛濃度值與波峰面積值之關係如表 4-6 及表 4-7 所示。

表 4-6 甲醛低濃度檢量線-濃度值與波峰面積值之關係

甲醛低濃度檢量線-濃度值與波峰面積值				
濃度 (μ g/mL)	PA-BK	測值濃度 (μ g/mL)	回收率(%)	平均回收率(%)
0.0114	2673	0.011419	100.2%	Average 99.54%
0.0576	35984	0.055405	96.2%	
0.2304	171306	0.234094	101.6%	
0.576	428888	0.574223	99.7%	
1.152	866640	1.15226	100.0%	

表 4-7 甲醛高濃度檢量線-濃度值與波峰面積值之關係

甲醛高濃度檢量線-濃度值與波峰面積值				
濃度 (μ g/mL)	PA-BK	測值濃度 (μ g/mL)	回收率(%)	平均回收率(%)
1.152	866640	1.15226	100.0%	Average 100.18%
2.304	1921795	2.307413	100.1%	
3.864	3231899	3.819542	98.8%	
7.728	6802688	7.940966	102.8%	
12.88	10987016	12.77054	99.2%	

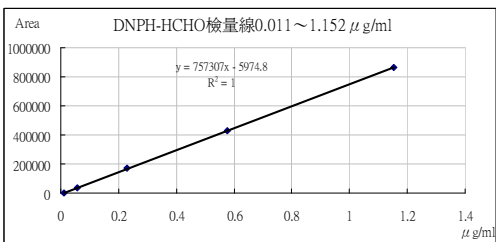
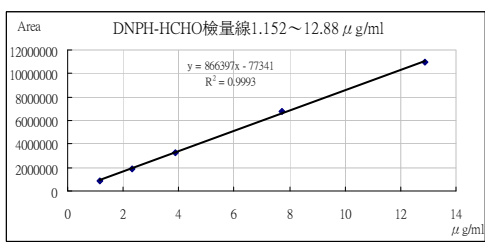
(一) 甲醛低濃度檢量線

甲醛之低濃度檢量線分別以 0.0114、0.0576、0.2304、0.576、1.152 ($\mu\text{g/mL}$) 等五種標準品濃度抽取 1 μL 注入 DNPH 吸附管內，其低濃度範圍 0.0114~1.152 $\mu\text{g/mL}$ ，檢量線判定係數 $R^2=0.9999 > 0.999$ 合於規範標準，準確度以回收率(%)表示，平均回收率為 99.54%，合於規範 85~115%，如表 4-7 所示。

(二) 甲醛高濃度檢量線

甲醛之高濃度檢量線分別以 1.152、2.304、3.864、7.728、12.88 ($\mu\text{g/mL}$) 等五種標準品濃度抽取 1 μL 注入 DNPH 吸附管內，其高濃度範圍 1.152~12.88 $\mu\text{g/mL}$ ，檢量線判定係數 $R^2=0.9993 > 0.999$ 合於規範標準，準確度以回收率(%)表示，平均回收率為 100.18%，合於規範 85~115%，如表 4-8 所示。

表 4-8 DNPH 之甲醛低、高濃度檢量線

	低濃度檢量線 (0.0114~1.152 $\mu\text{g/mL}$)	高濃度檢量線 (1.152~12.88 $\mu\text{g/mL}$)
Formaldehyde		
	低濃度檢量線公式 $y = 757307x - 5974.8$ $R^2 = 0.9999$	高濃度檢量線公式 $y = 866397x - 77341$ $R^2 = 0.9993$

三、環控艙溫、濕度及換氣率控制穩定度

全尺寸環控艙為模擬家具及建材逸散環境之設備，因此於其物理環境需要求控制穩定度，以確保家具在設定之穩態物環條件下逸散。

本研究於環控艙進行電子偵測器校驗確定相關電子零件運作無誤後，於測試進行前，分別設定環控艙之環境參數：標準狀態為 25 $^{\circ}\text{C}$ 、50% 及 0.5 h^{-1} ，並加以記錄其運轉期間之溫濕度及換氣率穩定

度；確定其穩定度可控制無虞後，方可進行家具之 VOCs 逸散測試。

(一)溫度穩定度測試：在溫度變化上皆合於 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之限制範圍，平均溫度為 25.08°C ，標準偏差為 0.23°C ，如圖 4-16 所示。

(二)相對濕度穩定度測試：在相對濕度變化上皆合於 $\pm 5\%$ 之限制範圍，平均濕度為 51.16% ，標準偏差為 1.53% ，如圖 4-17 所示。

(三)換氣率穩定度測試：在換氣率變化上皆合於 $\pm 5\%$ 之限制範圍，平均換氣率為 $27.76 \pm 0.62\text{CMH}$ ($0.504 \pm 0.011\text{h}^{-1}$)，標準偏差為 1.53% ，如圖 4-18 所示。

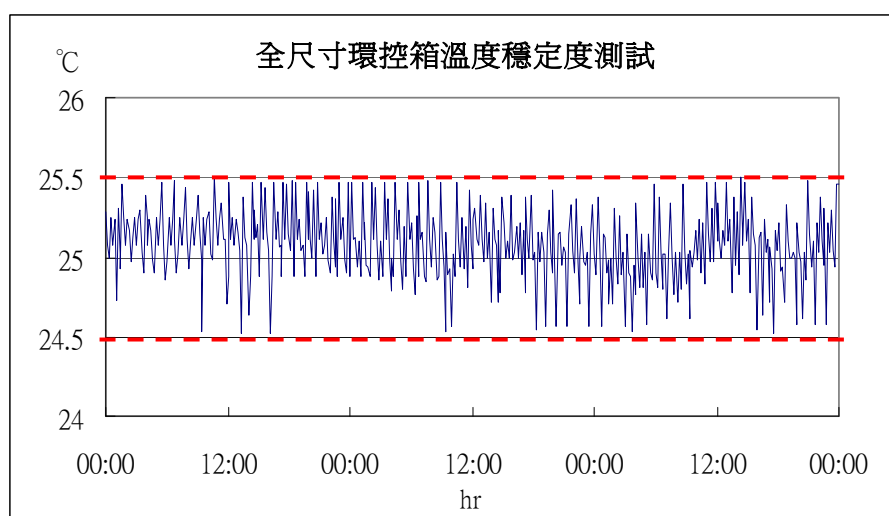


圖 4-16 環控艙溫度變化測試結果

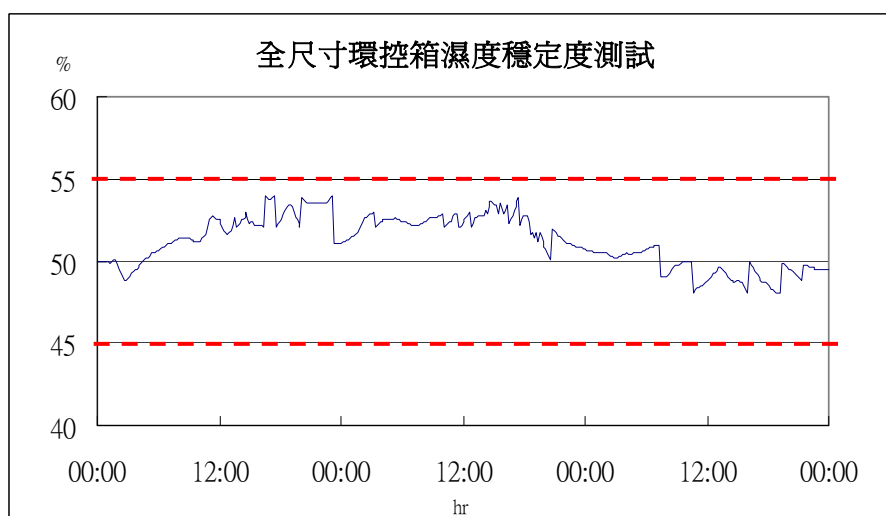


圖 4-17 環控艙相對濕度變化測試結果

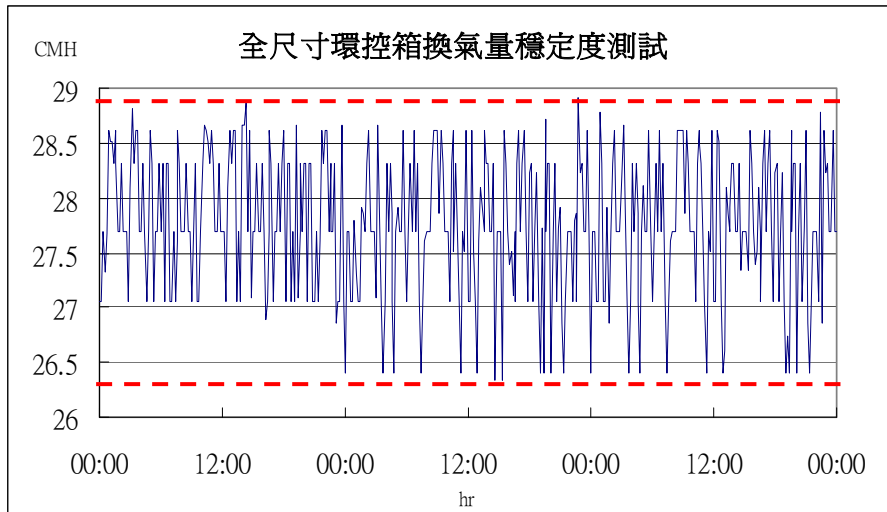


圖 4-18 環控箱換氣率變化測試結果

四、全尺寸環控箱之空白分析

全尺寸環控箱之空白分析必須在家具測試之前，利用潔淨空氣 (VOCs 及甲醛需低於 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 進行三倍環控箱體積 (3ACH) 之置換，以確保環控箱內並無殘留有機物質，避免對家具分析產生干擾。

根據 ASTM D6670-01 之規定，潔淨空氣所含之有機物質濃度，單一成分揮發性有機物質 (VOCs) 濃度不可超過 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而總揮發性有機物質 (TVOC) 濃度不可超過 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。



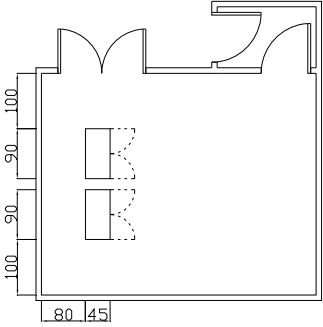
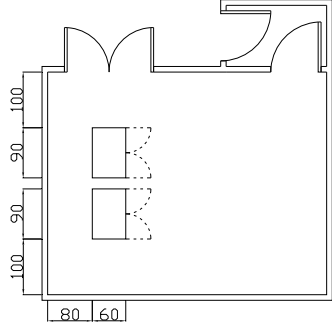
當環控箱環境因子穩定達到設定值後，分別針對 VOCs 及甲醛進行採集，以下為 VOCs 及甲醛空白試驗之採集條件：

- (一) VOCs 部份：以 Tenax-TA 採樣管配合採樣幫浦流速 $50\text{mL}/\text{min}$ 進行採樣，採樣時間至少設定一小時，隨後經 ATD 脫附，再以 GC/MS 進行定性定量分析，不可分析出有明顯之有機物質存在。
- (二) HCHO 部份：以 DNPH 採樣管配合採樣幫浦流速 $100\text{mL}/\text{min}$ 進行採樣，採樣時間至少設定二小時，隨後經乙腈脫附，再以 HPLC 進行定量分析，不可分析出有明顯之有機物質存在。

(一) 櫥櫃類家具—衣櫥

依據第三章國內家具市場調查分析結果，櫥櫃類家具首先選擇市場佔有率較高者—衣櫥(佔櫥櫃類家具 32%)選定兩件進行測試。主要探討課題為分別以不同建材(健康建材及一般傳統建材)組成之家具，在負荷率相近條件下比較其有機逸散物差異。有關組合建材、尺寸、總逸散面積及負荷率等詳細敘述如表 4-9 所示。

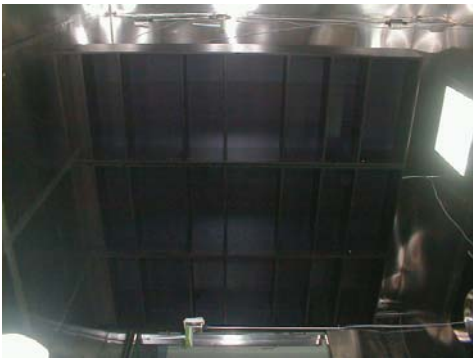

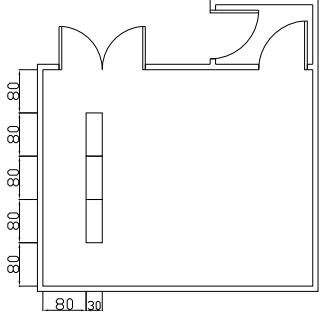
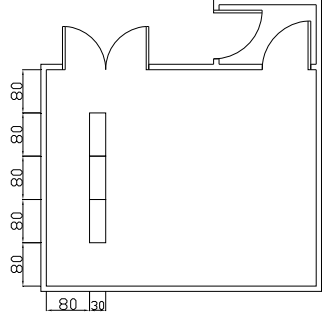
表 4-9 櫥櫃類家具—衣櫥之各項實驗參數比較

歐 式 衣 櫥	傳 統 衣 櫥
	
<p>選用德國健康綠建材標章認證 (白橡木板材質)共測試兩組</p>	<p>選用室內裝修常用之建材所組成 (木膠合板材質)共測試兩組</p>
<p>尺寸為寬度 90cm、深度 45cm、 高度 215.5cm，內部高約 205cm 處有橫隔板</p>	<p>衣櫥尺寸為寬度 90cm、深度 59cm 、高度 236cm，內部高約 220cm 處有橫隔板</p>
<p>總逸散面積：31.68m²</p>	<p>總逸散面積：33m²</p>
<p>負荷率：0.576m²/m³</p>	<p>負荷率：0.6m²/m³</p>
	

(二)櫥櫃類家具—書櫃

依據第三章國內家具市場調查分析結果，書櫃佔櫥櫃類家具約28%，因此本研究亦選定兩件進行測試。主要探討課題為分別以不同建材(系統組合建材及一般傳統建材)組成之家具，在相同負荷率條件下比較其有機逸散物差異。有關組合建材、尺寸、總逸散面積及負荷率等詳細敘述如表 4-10 所示。



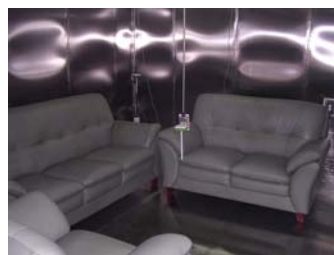
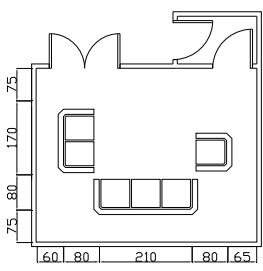
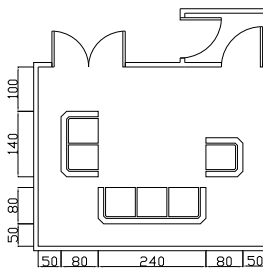
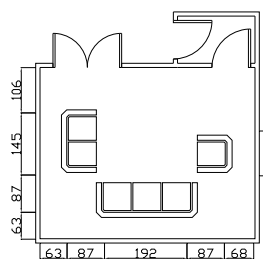
表 4-10 櫥櫃類家具—書櫃之各項實驗參數比較

系統組合書櫃	傳統書櫃
	
<p>選用一般市售家具商之組合書櫃 (樺木板材質)共測試兩組</p>	<p>選用室內裝修常用之建材所組成 (木膠合板材質)共測試兩組</p>
<p>書櫃尺寸為寬度 80cm、深度 28cm 、高度 236cm，內部有橫隔板分 隔為七層</p>	<p>書櫃尺寸為寬度 80cm、深度 28cm 、高度 236cm，內部有橫隔板分 隔為七層</p>
<p>總逸散面積：26.93m²</p>	<p>總逸散面積：26.93m²</p>
<p>負荷率：0.489m²/m³</p>	<p>負荷率：0.489m²/m³</p>
	

(三)沙發類家具—1+2+3 沙發組

依據第三章國內家具市場調查分析結果，沙發表面材質可分為布製(55%)與皮製(44%)兩類，本研究測試選樣為一件布製沙發及兩件皮製沙發共三件進行測試。主要探討課題為比較不同製作材質之沙發有機逸散物差異。有關表面包覆材質、尺寸、總逸散面積及負荷率等詳細敘述如表 4-11 所示。




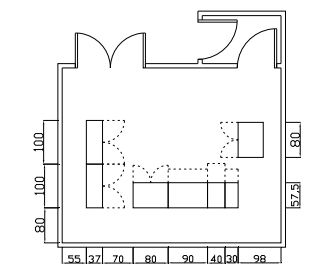
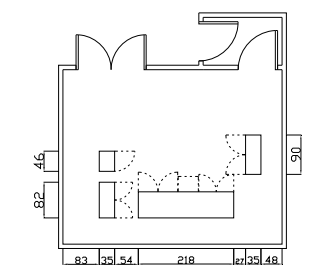
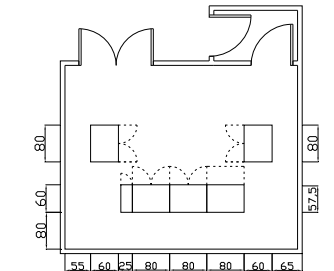
表 4-11 沙發類家具之各項實驗參數比較

布製沙發	皮製沙發(1)	皮製沙發(2)
		
選用工廠製作成品 (布料材質)	選用工廠製作成品 (透氣皮材質)	選用工廠製作成品 (牛皮製材質)
沙發組尺寸分別為一單人座寬度 110cm、深度 83cm、高度 65cm；雙人座寬度 170cm、深度 83cm、高度 65cm；三人座寬度 210cm、深度 83cm、高度 65cm。	沙發組尺寸分別為一單人座寬度 90cm、深度 80cm、高度 100cm；雙人座寬度 140cm、深度 80cm、高度 100cm；三人座寬度 180cm、深度 80cm、高度 100cm。	沙發組尺寸分別為一單人座寬度 105cm、深度 87cm、高度 75cm；雙人座寬度 145cm、深度 87cm、高度 75cm；三人座寬度 192cm、深度 87cm、高度 75cm。
總逸散面積：15.14m ²	總逸散面積：12.09m ²	總逸散面積：14.14m ²
負荷率：0.275m ² /m ³	負荷率：0.22m ² /m ³	負荷率：0.257m ² /m ³
		

(四)廚具類家具—一字型廚具組

依據第三章國內家具市場調查分析結果，廚具種類可分為歐式(51%)與傳統(49%)兩類，本研究測試選樣為兩件歐式廚具及一件傳統廚具共三件進行測試。主要探討課題為比較不同建材(健康建材及一般傳統建材)組成之廚具有機逸散物差異。有關組成材料、尺寸、總逸散面積及負荷率等詳細敘述如表 4-12 所示。


表 4-12 廚具類家具之各項實驗參數比較

歐 式 廚 具 (1)	歐 式 廚 具 (2)	傳 統 廚 具
		
選用德國健康綠建材 標章認證 (白橡木板材質)	選用德國健康綠建材 標章認證 (白橡木板材質)	選用成品現場組裝 (美耐板材質、使用矽 利康粘著接合)
廚具組尺寸：下櫃寬度 240cm(四組單元組成) 、深度 57.5cm、高度 72cm；上櫃寬度 240cm(三組單元組成)、深度 37cm、高度 36cm。	廚具組尺寸：下櫃寬度 265cm(四組單元組成) 、深度 60cm、高度 80cm ；上櫃寬度 160cm(三組 單元組成)、深度 60cm 、高度 80cm。	廚具組尺寸：下櫃寬度 240cm(三組單元組成) 、深度 100cm、高度 85cm ；上櫃寬度 180cm(二組 單元組成)、深度 40cm 、高度 70cm。
總逸散面積：25.48m ²	總逸散面積：35.61 m ²	總逸散面積：23.91 m ²
負荷率：0.46m ² /m ³	負荷率：0.65m ² /m ³	負荷率：0.43m ² /m ³
		

二、櫥櫃類家具—衣櫃逸散檢測結果

(一)歐式衣櫃逸散測試結果

表 4-13 歐式衣櫃之各項參數介紹

測試名稱	櫥櫃類家具—傳統衣櫃	家具圖片
尺寸	<ul style="list-style-type: none"> ● 寬度 90cm ● 深度 45cm ● 高度 215.5cm，內部高約 205cm 處有橫隔板 	
逸散總表面積 (m ²)	31.68	
負荷率 (m ² /m ³)	0.576	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該衣櫃之主要逸散物為苯(Benzene)、甲苯(Toluene)、乙苯(Ethylbenzene)、二甲苯(m, p, o-xylene)。

在定量測試結果上，經歷時 72 小時測試發現甲苯逸散濃度佔總逸散濃度 88.8%，影響逸散變化最大，其次為間對-二甲苯(6.86%)、鄰-二甲苯(2.76%)、乙苯(0.77%)、苯(0.74%)，如圖 4-20 所示。

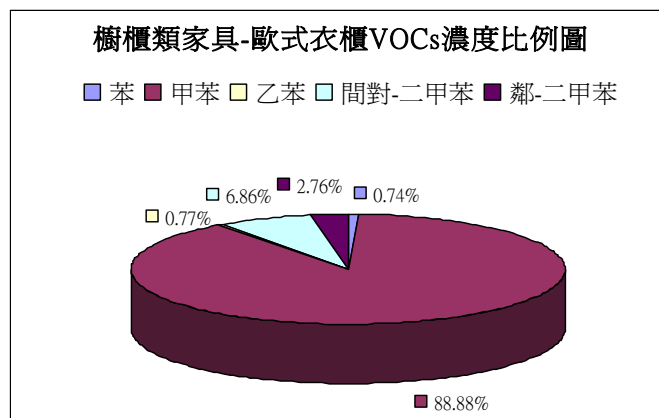


圖 4-20 櫥櫃類家具—歐式衣櫃各 VOCs 濃度比例圖

衣櫃受測第 1 小時 TVOC 即達到最高濃度 $41.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (第一波峰值)，隨後濃度衰減至 $7.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)，由於逸散濃度變化皆呈現低濃度狀態，因此濃度產生跳動現象，第 34 小時逸散濃度攀升

至 $23.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (第二波峰值), 直至第 72 小時逸散濃度 $10.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 如圖 4-21 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上, 發現最高逸散因子為初始值 $57.08 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估, 皆低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值, 符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

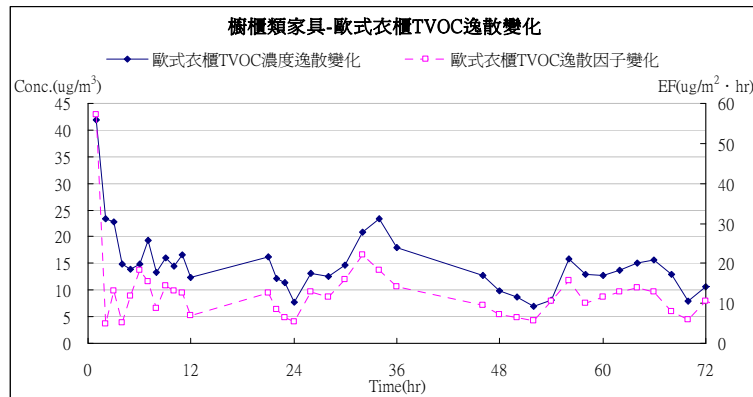


圖 4-21 櫥櫃類家具-歐式衣櫃 TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

衣櫃受測第 32 小時 HCHO 達到最高濃度 0.024ppm (第一波峰值), HCHO 逸散濃度亦呈現低濃度狀態, 第 60 小時逸散濃度為 0.024ppm (第二波峰值), 直至第 72 小時濃度 0.015ppm , 如圖 4-22 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估, 可發現逸散過程皆低於此標準。

在 HCHO 逸散因子變化上, 發現最高逸散因子為第 24 小時 $25.97 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$, 直至第 72 小時逸散因子為 $16.21 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估, 皆低於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值, 符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

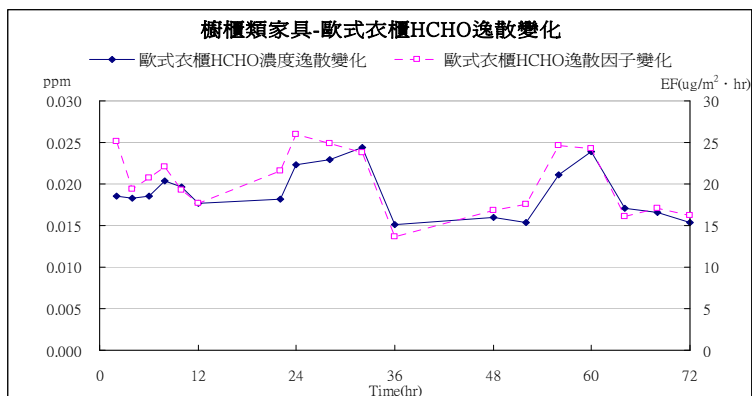


圖 4-22 櫥櫃類家具-歐式衣櫃 HCHO 逸散變化

(二)傳統衣櫃逸散測試結果

表 4-14 傳統衣櫃之各項參數介紹

測試名稱	櫥櫃類家具—傳統衣櫃	家具圖片
尺寸	<ul style="list-style-type: none"> ● 寬度 90cm ● 深度 59cm ● 高度 236cm，內部高約 220cm 處有橫隔板 	
逸散總表面積 (m ²)	33	
負荷率 (m ² /m ³)	0.6	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該衣櫃之主要逸散物為甲苯(Toluene)、乙苯(Ethylbenzene)、間對-二甲苯(m, p -xylene)。

在定量測試結果上，發現甲苯逸散濃度佔總逸散濃度 95.59%，其次為乙苯(2.53%)、間對-二甲苯(1.88%)，如圖 4-23 所示。

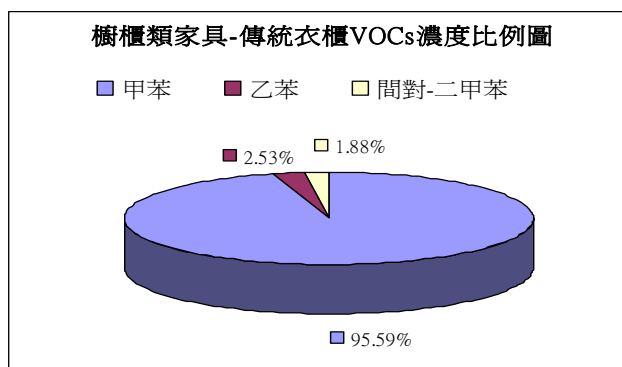


圖 4-23 櫥櫃類家具—傳統衣櫃各 VOCs 濃度比例圖

衣櫃受測第 10 小時 TVOC 即達到最高濃度 $77.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，隨後濃度呈現緩慢衰減，至第 52 小時逸散濃度 ($48.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 漸趨於穩定，直至第 72 小時逸散濃度 $39.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如圖 4-24 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 $80.38 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $31.78 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，皆低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

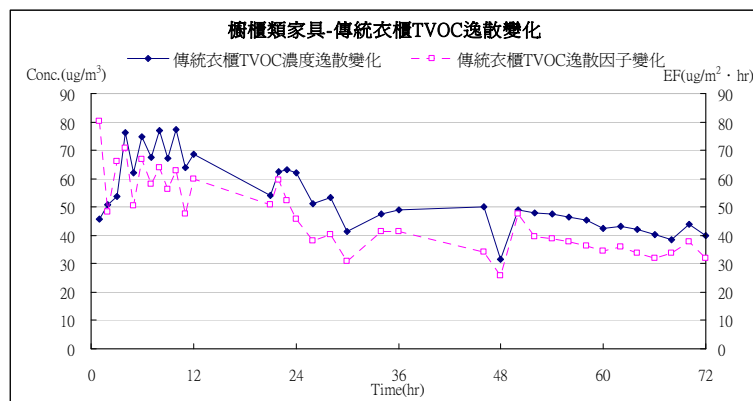


圖 4-24 櫥櫃類家具-傳統衣櫃 TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

衣櫃受測第 24 小時 HCHO 達到最高濃度 0.129ppm ，隨後 HCHO 逸散濃度漸趨於穩定 (濃度仍高於 0.1ppm)，直至第 72 小時濃度 0.102ppm ，如圖 4-25 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現逸散過程皆高於此標準達兩倍之多。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 4 小時 $146.59 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $105.82 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，整體逸散過程皆高於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，不符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

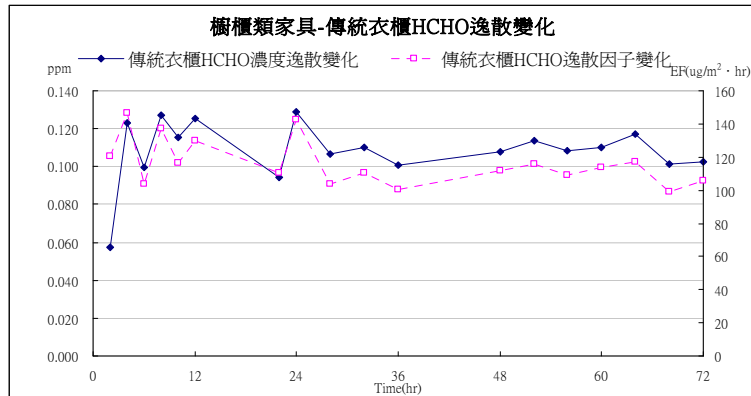


圖 4-25 櫥櫃類家具-傳統衣櫃 HCHO 逸散變化

(三) 櫥櫃類家具—衣櫃綜合比較

1. TVOC 逸散變化綜合比較

比較歐式衣櫃及傳統衣櫃之 TVOC 逸散濃度差異如圖 4-26 所示，明顯可看出傳統衣櫃之歷時 TVOC 逸散濃度皆高於歐式衣櫃，兩者在第 24 小時兩者相差 $54.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 48 小時相差 $21.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 72 小時相差 $29.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (相差約有 4 倍之多)。

在 TVOC 逸散因子差異比較上，傳統衣櫃之歷時 TVOC 逸散因子皆高於歐式衣櫃，兩者在第 24 小時兩者相差 $40.19 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 $18.64 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 $21.33 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (相差約有 3 倍之多)，如圖 4-27 所示。

兩組衣櫃之逸散因子皆低我國健康綠建材 TVOC 逸散標準 ($190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)，尤其以歐式衣櫃 (已獲得德國藍天使標章認證) 具有較佳之健康效益。

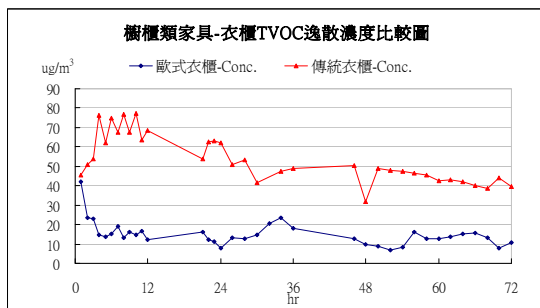


圖 4-26 衣櫃 TVOC 逸散濃度差異比較

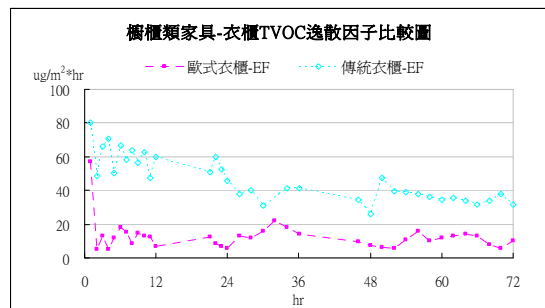


圖 4-27 衣櫃 TVOC 逸散因子差異比較

2. HCHO 逸散變化綜合比較

比較歐式衣櫃及傳統衣櫃之 HCHO 逸散濃度差異如圖 4-28 所示，傳統衣櫃 HCHO 歷時逸散濃度皆高於歐式衣櫃甚多，且明顯超出德國藍天使家具健康基準值(0.05ppm)約有 2 倍之多，兩者在第 24 小時相差 0.107ppm，在第 48 小時相差 0.092ppm，在第 72 小時相差 0.087ppm(約相差有 6.8 倍之多)。

在 HCHO 逸散因子差異比較上，傳統衣櫃之歷時 HCHO 逸散因子皆高於歐式衣櫃，且傳統衣櫃歷時逸散因子均超過我國健康綠建材 HCHO 逸散標準($80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)，屬於高逸散 HCHO 產品。兩者在第 24 小時兩者相差 $116.77 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 $95.01 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 $91.62 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (相差約有 6.5 倍之多)，如圖 4-29 所示。

經測試結果顯示，選用健康建材組成之衣櫃歷時 HCHO 逸散濃度及逸散因子皆低於國際上相關家具規範值；反觀選用本土傳統衣櫃則高出規範值甚多，由此可見建材健康性的優劣影響家具製品之健康品質極為深遠。

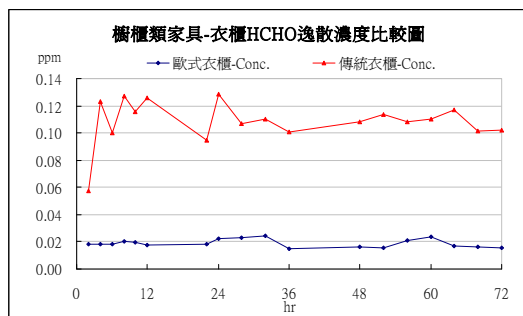


圖 4-28 衣櫃 HCHO 逸散濃度差異比較

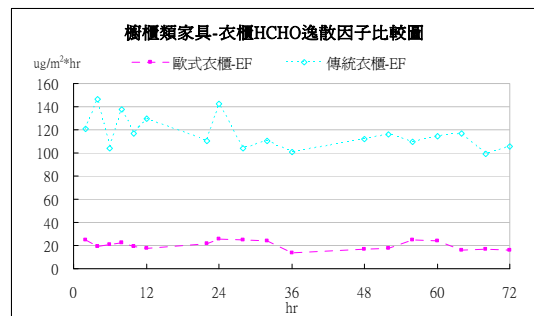
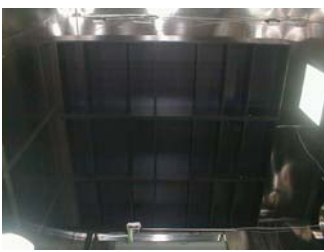


圖 4-29 衣櫃 HCHO 逸散因子差異比較

三、櫥櫃類家具—書櫃逸散檢測結果

(一)系統組合式書櫃逸散測試結果

表 4-15 系統組合式書櫃之各項參數介紹

測試名稱	櫥櫃類家具—系統組合式書櫃	家具圖片
尺寸	<ul style="list-style-type: none"> ● 寬度 80cm ● 深度 28cm ● 高度 236cm，內部有橫隔板分隔為七層 	
逸散總表面積 (m ²)	26.93	
負荷率 (m ² /m ³)	0.489	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該書櫃主要逸散物為甲苯(Toluene)。

書櫃受測第 4 小時 TVOC 達到最高濃度 $6.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (第一波峰值)，隨後濃度衰減至 $2.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)，由於逸散濃度變化皆呈現低濃度狀態，因此濃度產生跳動現象，第 26 小時逸散濃度攀升至 $6.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (第二波峰值)，直至第 72 小時逸散濃度 $0.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如圖 4-30 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 3 小時 $7.71 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，皆低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

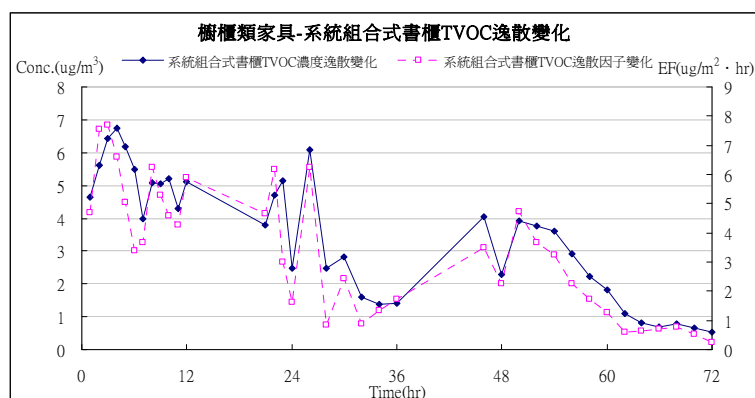


圖 4-30 櫥櫃類家具-系統組合式書櫃 TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

書櫃受測第 56 小時 HCHO 達到最高濃度 0.055ppm，整體 HCHO 逸散濃度呈現逐漸攀升狀態，直至第 72 小時濃度 0.05ppm，如圖 4-31 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現組合式書櫃於第 52 小時後即超出基準值，具有高 HCHO 逸散之危害性。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 56 小時 $68.6 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $62.13 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，皆低於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

由上述之逸散濃度及逸散因子評估結果，其差異點整理如下：

- (1)濃度評估方式：運用國際上相關家具標章 HCHO 基準進行評估，上述樣本測試結果超出限制值。
- (2)逸散因子評估方式：運用我國健康綠建材 HCHO 基準進行評估，上述樣本測試結果能符合標準。

其反映出未來在檢測全尺寸家具時，應制定不同的評估基準加以對應，原因為目前國內健康綠建材評估基準比國際上相關標準較為寬鬆。

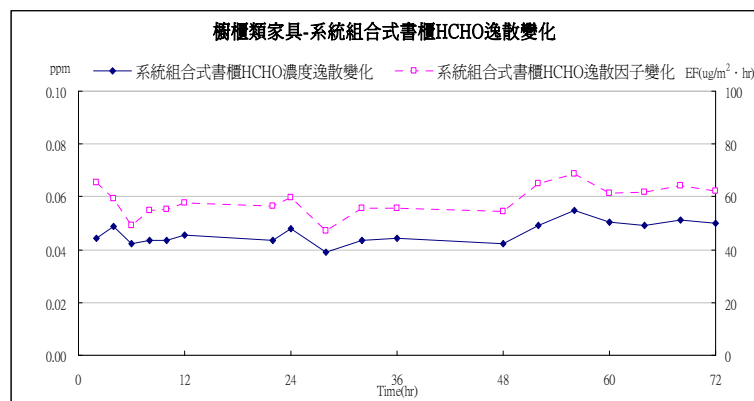



圖 4-31 櫥櫃類家具-系統組合式書櫃 HCHO 逸散變化

(二)傳統書櫃逸散測試結果

表 4-16 傳統書櫃之各項參數介紹

測試名稱	櫥櫃類家具—傳統書櫃	家具圖片
尺寸	<ul style="list-style-type: none"> ● 寬度 80cm ● 深度 28cm ● 高度 236cm，內部有橫隔板分隔為七層 	
逸散總表面積 (m ²)	26.93	
負荷率 (m ² /m ³)	0.489	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該衣櫃之主要逸散物為甲苯(Toluene)、乙苯(Ethylbenzene)、二甲苯(m, p, o-xylene)。

在定量測試結果上，經歷時 72 小時測試發現甲苯逸散濃度佔總逸散濃度 55.17%，其次為鄰-二甲苯(36.26%)、間對-二甲苯(5.17%)，乙苯(3.41%)，如圖 4-32 所示。

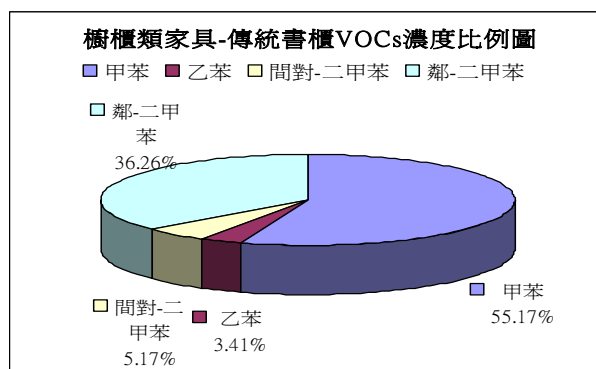


圖 4-32 櫥櫃類家具—傳統書櫃各 VOCs 濃度比例圖

書櫃受測第 4 小時 TVOC 達到最高濃度 $207.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，隨後濃度呈現緩慢衰減且漸趨於穩定，直至第 72 小時逸散濃度 $103.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 2 小時 $287.03 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，逸散因子隨時間緩慢衰減，直至第 72 小時逸散因子為 $101.32 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，僅初

始 9 小時內高於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，整體而言，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準，如圖 4-33 所示。

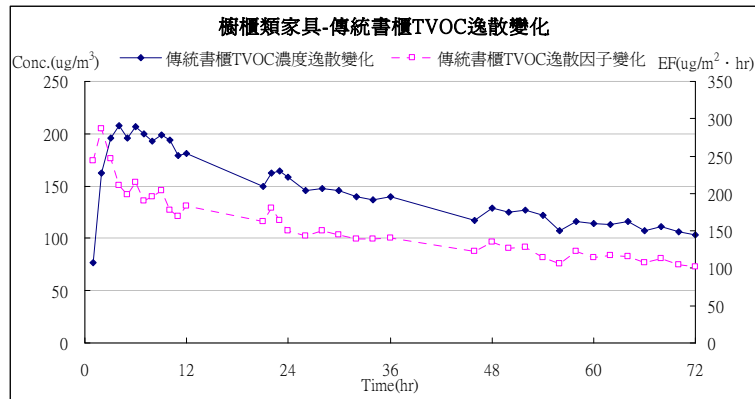


圖 4-33 櫥櫃類家具-傳統書櫃 TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

書櫃受測第 22 小時 HCHO 達到最高濃度 0.145ppm，隨後 HCHO 逸散濃度漸趨於穩定(濃度仍高於 0.1ppm)，直至第 72 小時濃度 0.114ppm，如圖 4-34 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現逸散過程皆高於此標準達兩倍之多。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 4 小時 178.74 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 141.14 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，整體逸散過程皆高於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，不符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

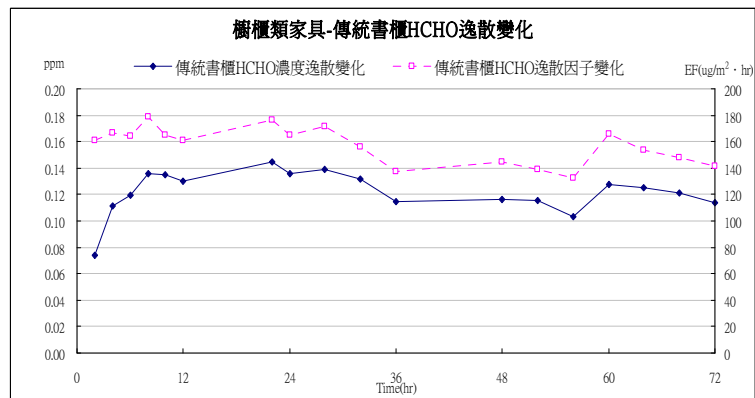


圖 4-34 櫥櫃類家具-傳統書櫃 HCHO 逸散變化

(三) 櫥櫃類家具—書櫃綜合比較

1. TVOC 逸散變化綜合比較

比較系統組合式書櫃及傳統書櫃之 TVOC 逸散濃度差異如圖 4-35 所示，可看出傳統書櫃之歷時 TVOC 逸散濃度明顯高出系統組合式書櫃甚多，兩者在第 24 小時兩者相差 $156.41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 48 小時相差 $126.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 72 小時相差 $102.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (相差約有 198.1 倍之多)。

在 TVOC 逸散因子差異比較上，傳統書櫃之歷時 TVOC 逸散因子皆高於系統組合式書櫃，兩者在第 24 小時兩者相差 $148.5 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 $133.15 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 $101.07 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (相差約有 405.3 倍之多)，如圖 4-36 所示。

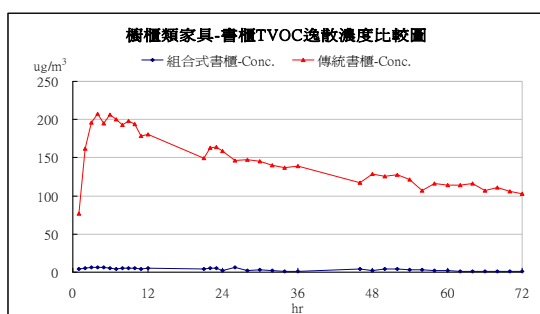


圖 4-35 書櫃 TVOC 逸散濃度差異比較

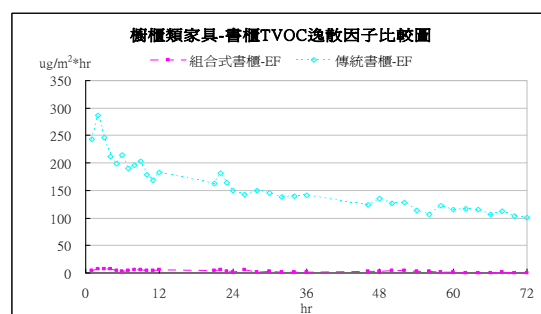


圖 4-36 書櫃 TVOC 逸散因子差異比較

2. HCHO 逸散變化綜合比較

比較系統組合式書櫃及傳統書櫃之 HCHO 逸散濃度差異如圖 4-37 所示，傳統書櫃 HCHO 歷時逸散濃度皆高於系統組合式書櫃甚多，且明顯超出德國藍天使家具健康基準值 (0.05ppm) 約有 2.5 倍之多，兩者在第 24 小時相差 0.088ppm ，在第 48 小時相差 0.074ppm ，在第 72 小時相差 0.064ppm (約相差有 2.3 倍之多)。

在 HCHO 逸散因子差異比較上，傳統書櫃之歷時 HCHO 逸散因子皆高於系統組合式書櫃，且傳統書櫃歷時逸散因子均超過我國健康綠建材 HCHO 逸散標準 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)，屬於高逸散 HCHO 產品。兩者在第 24 小時兩者相差 $105.03 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 $89.94 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 $79.01 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (相差約有 2.3 倍之多)。

)，如圖 4-38 所示。

經測試結果顯示，系統組合式書櫃及傳統書櫃歷時 HCHO 逸散濃度皆高於德國藍天使家具健康基準值，由此可見目前市面上販售之家具缺乏嚴格控管導致室內空氣品質低落。

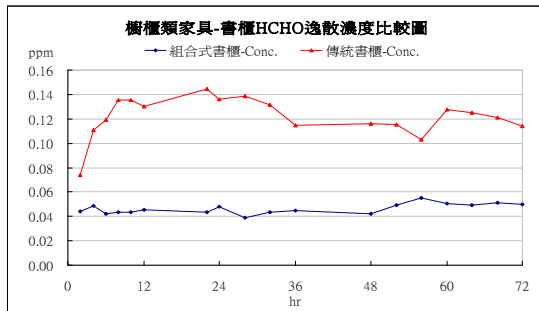


圖 4-37 書櫃 HCHO 逸散濃度差異比較

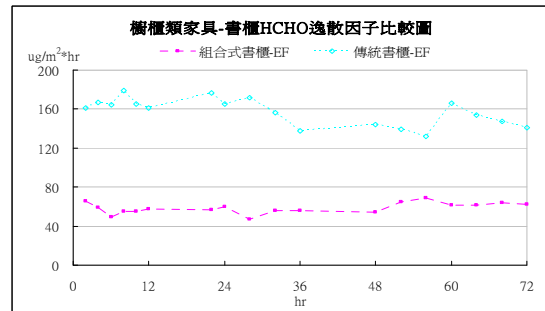


圖 4-38 書櫃 HCHO 逸散因子差異比較

四、沙發類家具逸散檢測結果

(一) 布製沙發逸散測試結果

表 4-17 布製沙發之各項參數介紹

測試名稱	沙發類家具—布製沙發	家具圖片
尺寸	單人座寬度 110cm、深度 83cm、高度 65cm；雙人座寬度 170cm、深度 83cm、高度 65cm；三人座寬度 210cm、深度 83cm、高度 65cm	
逸散總表面積 (m²)	15.14	
負荷率 (m²/m³)	0.275	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該沙發之主要逸散物為甲苯(Toluene)、鄰-二甲苯(o-xylene)。

在定量測試結果上，經歷時 72 小時測試發現甲苯逸散濃度佔總逸散濃度 97.78%、鄰-二甲苯佔 1.22%，如圖 4-39 所示。

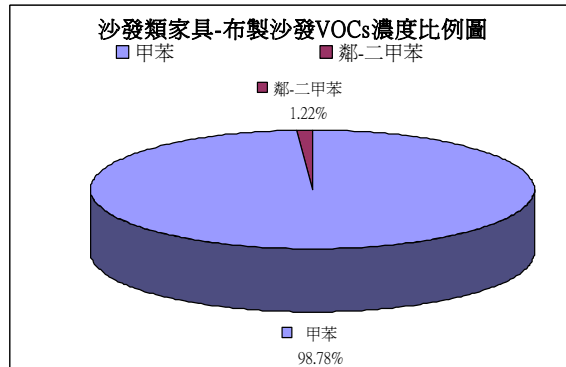


圖 4-39 沙發類家具—布製沙發各 VOCs 濃度比例圖

沙發受測第 2 小時 TVOC 達到最高濃度 $181.41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，隨後濃度呈現穩定衰減，第 26 小時後濃度趨於穩定，直至第 72 小時逸散濃度 $15.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如圖 4-40 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 $643.25 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，第 8 小時後即低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

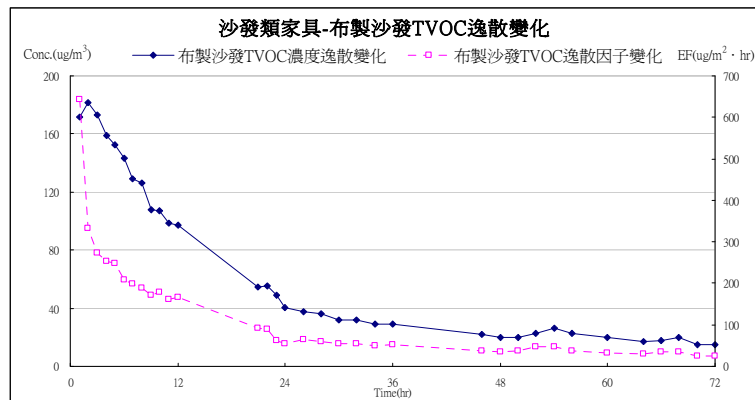


圖 4-40 沙發類家具-布製沙發 TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

沙發受測第 4 小時 HCHO 達到最高濃度 0.025ppm ，HCHO 逸散濃度呈現低濃度狀態，直至第 72 小時濃度 0.015ppm ，如圖 4-41 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現逸散過程皆低於此標準。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 69.81μ

$\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $39.67 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，皆低於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

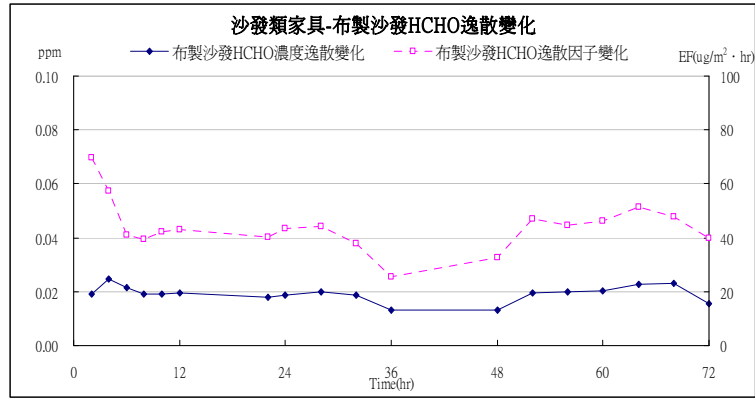


圖 4-41 沙發類家具-布製沙發 HCHO 逸散變化

(二)皮製沙發(1)逸散測試結果

表 4-18 透氣皮製沙發之各項參數介紹

測試名稱	沙發類家具—透氣皮製沙發	家具圖片
尺寸	單人座寬度 90cm、深度 80cm、高度 100cm；雙人座寬度 140cm、深度 80cm、高度 100cm；三人座寬度 180cm、深度 80cm、高度 100cm	
逸散總表面積 (m^2)	12.09	
負荷率 (m^2/m^3)	0.22	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該沙發之主要逸散物為甲苯(Toluene)、鄰-二甲苯(o-xylene)。

在定量測試結果上，經歷時 72 小時測試發現甲苯逸散濃度佔總逸散濃度 98.46%、鄰-二甲苯佔 1.54%，如圖 4-42 所示。

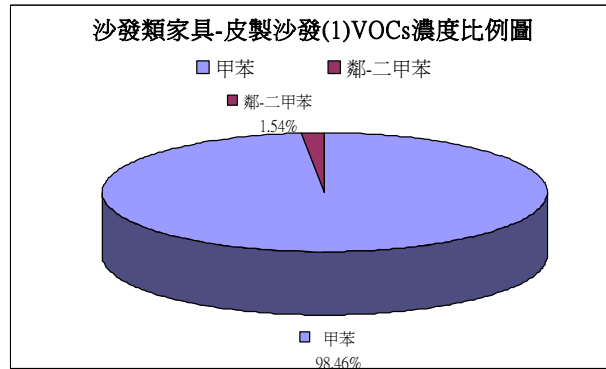


圖 4-42 沙發類家具—皮製沙發(1)各 VOCs 濃度比例圖

沙發受測第 2 小時 TVOC 達到最高濃度 $16.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，隨後濃度呈現穩定衰減，直至第 72 小時逸散濃度 $4.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如圖 4-43 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 $68.78 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，歷時變化過程皆低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

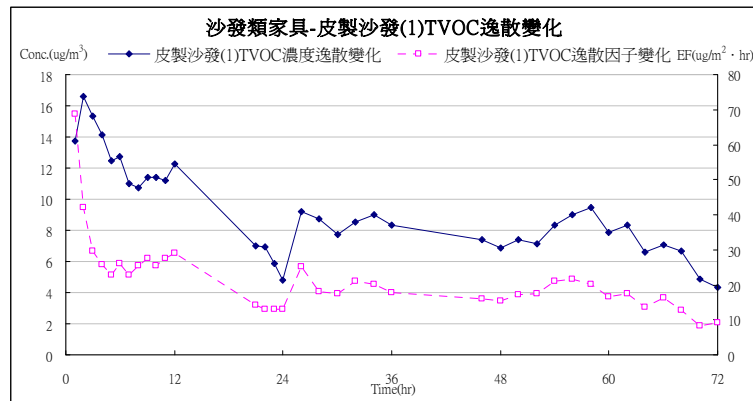


圖 4-43 沙發類家具-皮製沙發(1)TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

沙發受測第 6 小時 HCHO 達到最高濃度 0.008ppm，HCHO 逸散濃度呈現低濃度狀態，直至第 72 小時濃度 0.004ppm，如圖 4-44 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現逸散過程皆低於此標準。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 $29.38 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$

$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $10.17 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，皆低於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

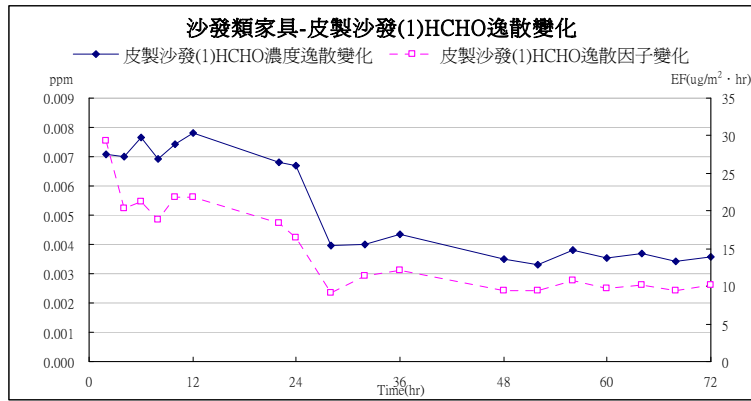


圖 4-44 沙發類家具-皮製沙發(1)HCHO 逸散變化

(三)皮製沙發(2)逸散測試結果

表 4-19 牛皮製沙發之各項參數介紹

測試名稱	沙發類家具—牛皮製沙發	家具圖片
尺寸	單人座寬度 105cm、深度 87cm、高度 75cm；雙人座寬度 145cm、深度 87cm、高度 75cm；三人座寬度 192cm、深度 87cm、高度 75cm	
逸散總表面積 (m^2)	14.14	
負荷率 (m^2/m^3)	0.257	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該沙發之主要逸散物為甲苯(Toluene)。沙發受測第 1 小時 TVOC 即達到最高濃度 $7.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，由於呈現低濃度逸散狀態，因此產生數次跳動，直至第 72 小時逸散濃度 $1.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如圖 4-45 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 $19.36 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直到第 72 小時逸散因子為 $4.14 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，歷時變化過程皆低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

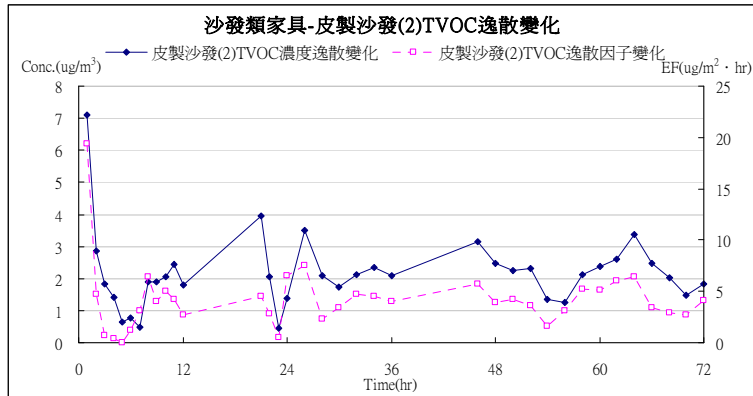


圖 4-45 沙發類家具-皮製沙發(2)TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

沙發受測第 28 小時 HCHO 達到最高濃度 0.017ppm，HCHO 逸散濃度呈現低濃度狀態，直至第 72 小時濃度 0.01ppm，如圖 4-46 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現逸散過程皆低於此標準。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 55.02 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 25.97 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，皆低於 80 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

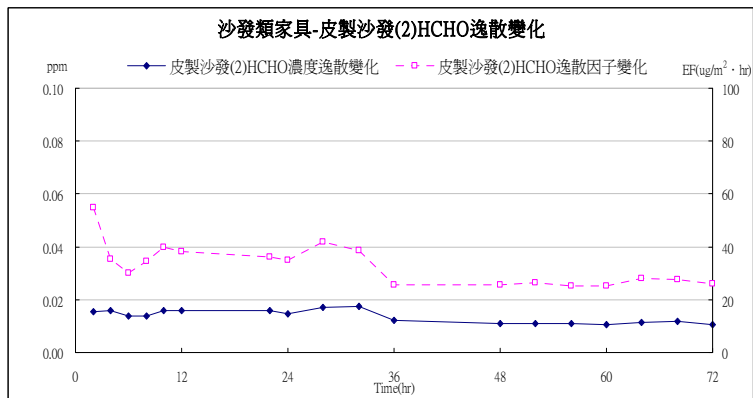


圖 4-46 沙發類家具-皮製沙發(2)HCHO 逸散變化

(四) 沙發類家具綜合比較

1. TVOC 逸散變化綜合比較

比較布製沙發及兩組皮製沙發之 TVOC 逸散濃度差異如圖 4-47 所示，可看出布製沙發之歷時 TVOC 逸散濃度明顯高出皮製沙發甚多。在皮製沙發之 TVOC 逸散濃度差異上則顯示出透氣皮製沙發之歷時逸散變化皆高於牛皮製沙發。進一步比較布製沙發與牛皮製沙發之逸散濃度差異，發現在第 24 小時兩者相差 $38.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 48 小時相差 $17.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 72 小時相差 $13.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (相差約有 8.3 倍之多)。

在 TVOC 逸散因子差異比較上，布製沙發之歷時 TVOC 逸散因子皆高於皮製沙發，進一步比較布製沙發與牛皮製沙發之逸散因子差異，發現在第 24 小時兩者相差 $47.74 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 $30.56 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 $21.78 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 6.3 倍)，如圖 4-48 所示。

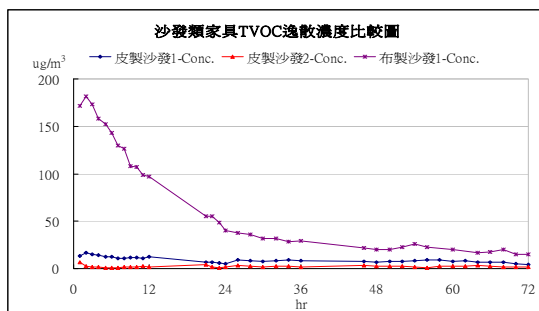


圖 4-47 沙發 TVOC 逸散濃度差異比較

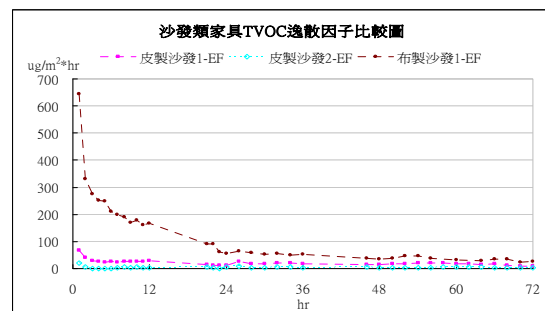


圖 4-48 沙發 TVOC 逸散因子差異比較

2. HCHO 逸散變化綜合比較

比較布製沙發及兩組皮製沙發之 HCHO 逸散濃度差異如圖 4-49 所示，布製沙發 HCHO 歷時逸散濃度皆高於皮製沙發甚多，且三者皆明顯低於德國藍天使家具健康基準值 (0.05ppm)。在皮製沙發之 HCHO 逸散濃度差異上則顯示出牛皮製沙發之歷時逸散變化皆高於透氣皮製沙發。進一步比較布製沙發與透氣皮製沙發之逸散濃度差異，發現在第 24 小時相差 0.004ppm ，在第 48 小時相差 0.002ppm ，在第 72 小時相差 0.005ppm (約相差 1.5 倍)。

在 HCHO 逸散因子差異比較上，布製沙發之歷時 HCHO 逸散因子皆高於皮製沙發，且其歷時逸散因子皆低於我國健康綠建材 HCHO 逸散標準(80 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)。進一步比較布製沙發與透氣皮製沙發之逸散因子差異，發現兩者在第 24 小時兩者相差 8.28 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 7.15 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 1.5 倍)，如圖 4-50 所示。

經測試結果顯示，布製沙發及皮製沙發之歷時 TVOC 與 HCHO 逸散濃度皆低於我國健康綠建材評估基準。

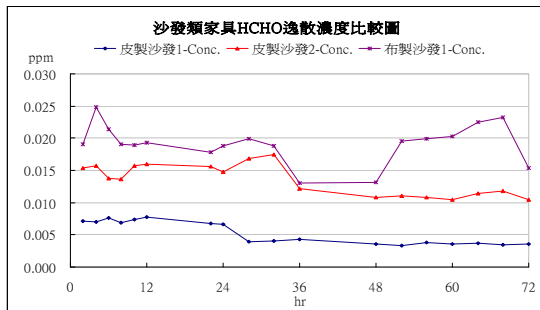


圖 4-49 沙發 HCHO 逸散濃度差異比較

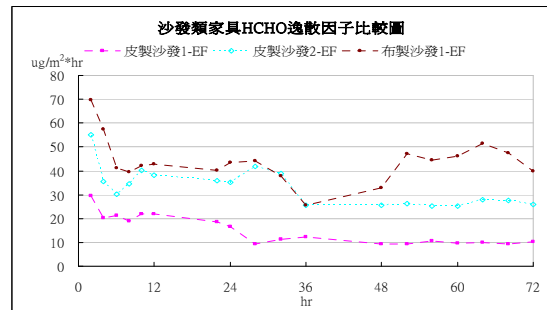


圖 4-50 沙發 HCHO 逸散因子差異比較

五、廚具類家具逸散檢測結果

(一)歐式廚具(1)逸散測試結果

表 4-20 歐式廚具(1)之各項參數介紹

測試名稱	廚具類家具－歐式廚具(1)	家具圖片
尺寸	下櫃寬度 240cm(四組單元組成)、深度 57.5cm、高度 72cm；上櫃寬度 240cm(三組單元組成)、深度 37cm、高度 36cm	
逸散總表面積 (m ²)	25.48	
負荷率 (m ² /m ³)	0.46	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該廚具之主要逸散物為甲苯(Toluene)。廚具受測第 1 小時 TVOC 達到最高濃度 15.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，隨後濃度則呈現穩定衰減，直至第 72 小時逸散濃度 0.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 $26.33 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，隨即逸散因子快速衰減。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，歷時變化過程皆低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準，如圖 4-51 所示。

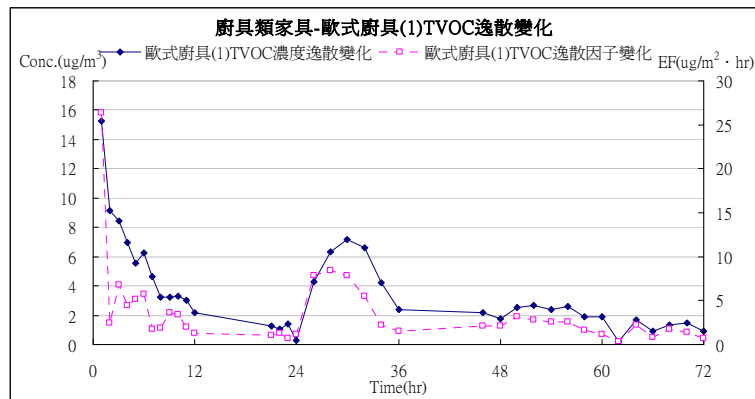


圖 4-51 廚具類家具-歐式廚具(1)TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

廚具受測第 24 小時 HCHO 達到最高濃度 0.08ppm，直至第 72 小時濃度 0.02ppm，如圖 4-52 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現第 48 小時逸散濃度始低於標準。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 22 小時 $109.69 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，至第 72 小時逸散因子為 $26.55 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，逸散因子低於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，整體而言，符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

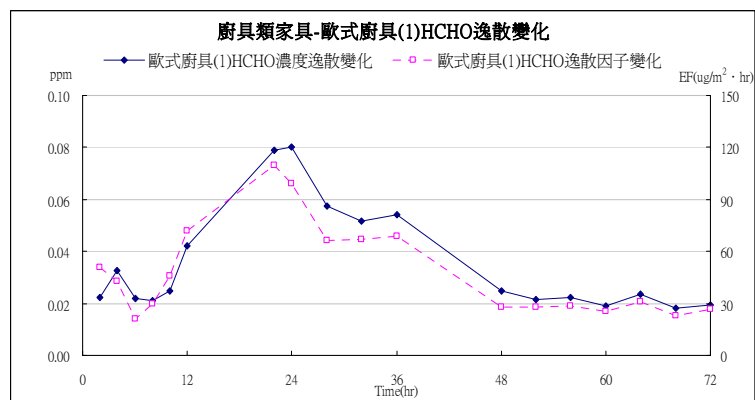



圖 4-52 廚具類家具-歐式廚具(1)HCHO 逸散變化

(二)歐式廚具(2)逸散測試結果

表 4-21 歐式廚具(2)之各項參數介紹

測試名稱	廚具類家具－歐式廚具(2)	家具圖片
尺寸	下櫃寬度 265cm(四組單元組成)、深度 60cm、高度 80cm；上櫃寬度 160cm(三組單元組成)、深度 60cm、高度 80cm	
逸散總表面積 (m ²)	35.61	
負荷率 (m ² /m ³)	0.65	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該廚具之主要逸散物為甲苯(Toluene)、鄰-二甲苯(o-xylene)。

在定量測試結果上，經歷時 72 小時測試發現甲苯逸散濃度佔總逸散濃度 67.29%、鄰-二甲苯佔 32.71%，如圖 4-53 所示。

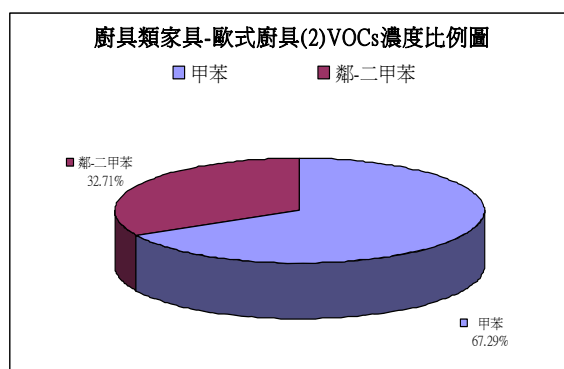


圖 4-53 廚具類家具－歐式廚具(2)各 VOCs 濃度比例圖

廚具受測第 46 小時 TVOC 達到最高濃度 $6.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，由於濃度皆呈現低濃度狀態，因此 TVOC 逸散變化過程產生數次跳動，直至第 72 小時逸散濃度 $2.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如圖 4-54 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 6 小時 $5.54 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，歷時變化過程皆低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

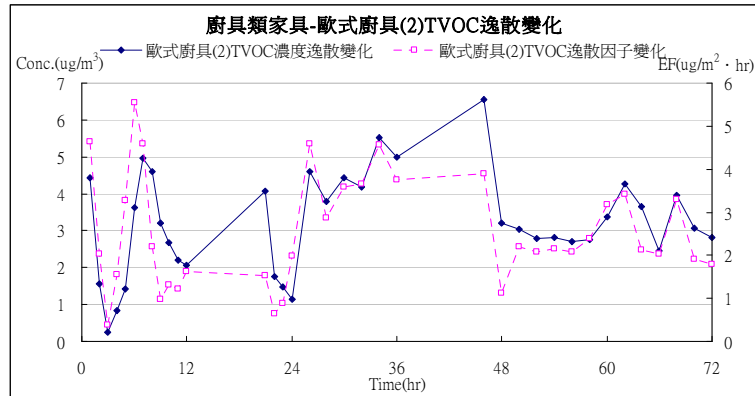


圖 4-54 廚具類家具-歐式廚具(2)TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

廚具受測第 12 小時 HCHO 達到最高濃度 0.026ppm，HCHO 逸散濃度呈現低濃度狀態，直至第 72 小時濃度 0.018ppm，如圖 4-55 所示。若以德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm 進行評估，可發現逸散過程皆低於此標準。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 34.99 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 11.5 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，皆低於 80 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

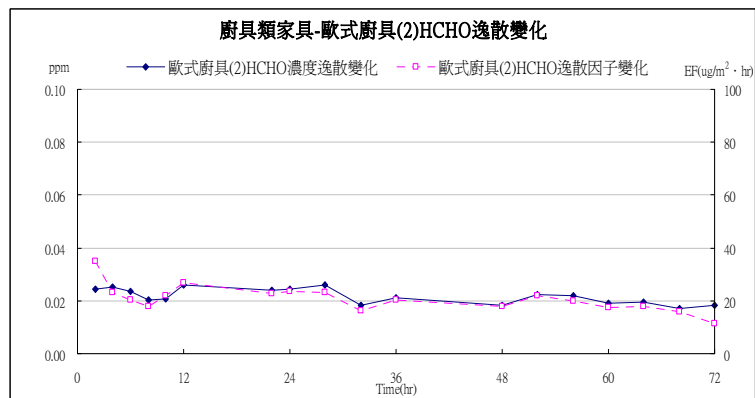



圖 4-55 廚具類家具-歐式廚具(2)HCHO 逸散變化

(三)傳統廚具逸散測試結果

表 4-22 傳統廚具之各項參數介紹

測試名稱	廚具類家具—傳統廚具	家具圖片
尺寸	下櫃寬度 240cm(三組單元組成)、深度 100cm、高度 85cm；上櫃寬度 180cm(二組單元組成)、深度 40cm、高度 70cm	
逸散總表面積 (m ²)	23.91	
負荷率 (m ² /m ³)	0.43	

1. TVOC 測試結果

經 GC/MS 定性後發現，該廚具之主要逸散物為甲苯(Toluene)。廚具受測第 2 小時 TVOC 達到最高濃度 $125.78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，隨即呈現穩定衰減，至第 72 小時逸散濃度 $50.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如圖 4-56 所示。

在 TVOC 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為第 2 小時 $250.03 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 $56.58 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 TVOC 逸散標準進行評估，至第 3 小時逸散因子即低於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 TVOC 逸散標準。

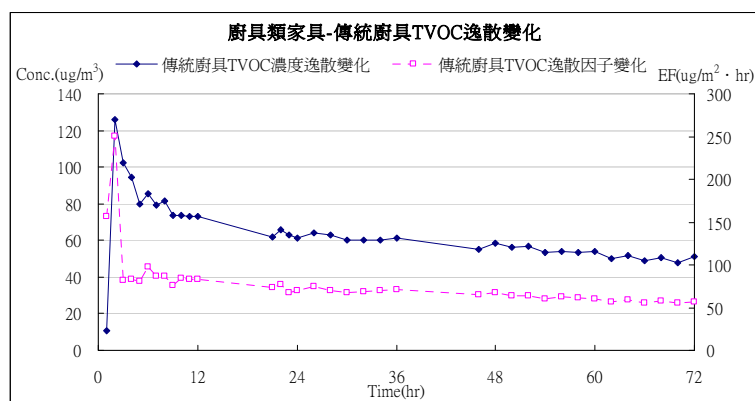


圖 4-56 廚具類家具-傳統廚具 TVOC 逸散變化

2. HCHO 測試結果

廚具受測第 1 小時 HCHO 達到最高濃度 0.044ppm，直至第 72 小時濃度 0.044ppm，如圖 4-57 所示。由圖歷時變化趨勢可發現經過第 48 小時後，HCHO 逸散濃度開始向上攀升，此現象表示該廚具尚

未達到穩定逸散。雖然第 72 小時逸散濃度可以符合德國藍天使標章家具 HCHO 基準值 0.05ppm，但仍不足以判斷為低逸散 HCHO 產品。

在 HCHO 逸散因子變化上，發現最高逸散因子為初始值 88.57 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，直至第 72 小時逸散因子為 78.97 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。若以健康綠建材 HCHO 逸散標準進行評估，低於 80 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 之標準值，符合國內綠建材 HCHO 逸散標準。

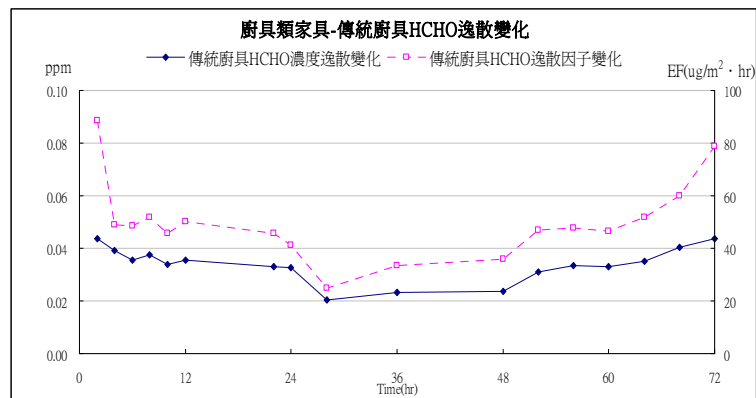


圖 4-57 廚具類家具-傳統廚具 HCHO 逸散變化

(四) 廚具類家具綜合比較

1. TVOC 逸散變化綜合比較

比較歐式廚具及傳統廚具之 TVOC 逸散濃度差異如圖 4-58 所示，可看出傳統廚具之歷時 TVOC 逸散濃度明顯高出歐式廚具甚多，在歐式廚具之 TVOC 逸散濃度差異上皆屬於低逸散 TVOC 且逸散特性極為類似，其歐式廚具(2)第 72 小時逸散濃度高於歐式廚具(1)約有 3.1 倍。進一步比較傳統廚具與歐式廚具(1)之逸散濃度差異，發現在第 24 小時兩者相差 61.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 48 小時相差 56.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第 72 小時相差 50.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (相差約有 55.4 倍之多)。

在 TVOC 逸散因子差異比較上，傳統廚具之歷時 TVOC 逸散因子皆高於歐式廚具，進一步比較傳統廚具與歐式廚具(1)之逸散因子差異，發現在第 24 小時兩者相差 69.21 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 65.75 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 55.89 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (相差約有 82 倍之多)，如圖 4-59 所示。

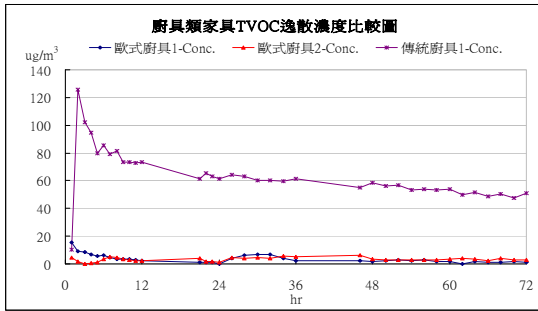


圖 4-58 廚具 TVOC 逸散濃度差異比較

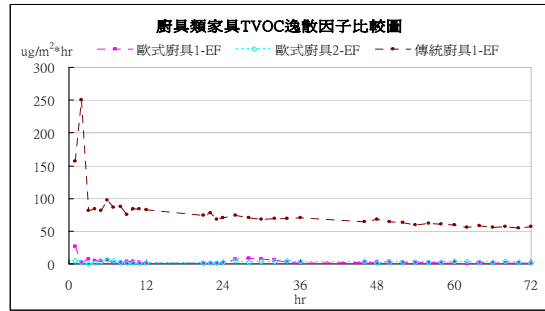


圖 4-59 廚具 TVOC 逸散因子差異比較

2. HCHO 逸散變化綜合比較

比較歐式廚具及傳統廚具之 HCHO 逸散濃度差異如圖 4-60 所示，傳統廚具 HCHO 歷時逸散濃度皆高於歐式廚具甚多且第 72 小時逸散濃度皆低於德國藍天使家具健康基準值(0.05ppm)，在歐式廚具之 HCHO 逸散濃度差異上，其歐式廚具(1)第 72 小時逸散濃度高於歐式廚具(2)約有 1.1 倍。進一步比較傳統廚具與歐式廚具(2)之逸散濃度差異，發現在第 24 小時兩者相差 0.008ppm，第 48 小時相差 0.006ppm，第 72 小時相差 0.026ppm(相差約 2.4 倍)。

在 HCHO 逸散因子差異比較上，傳統廚具之歷時 HCHO 逸散因子皆高於歐式廚具，進一步比較傳統廚具與歐式廚具(2)之逸散因子差異，發現在第 24 小時兩者相差 $17.63 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 48 小時相差 $17.9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，第 72 小時相差 $67.47 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (相差約 6.9 倍)，如圖 4-61 所示。

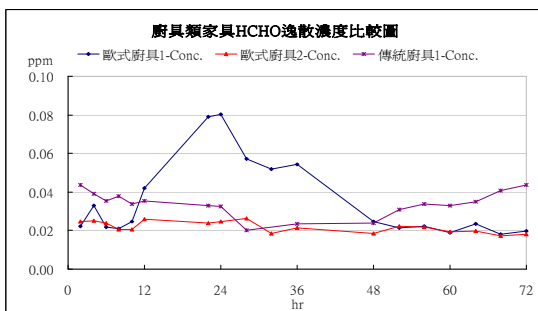


圖 4-60 廚具 HCHO 逸散濃度差異比較

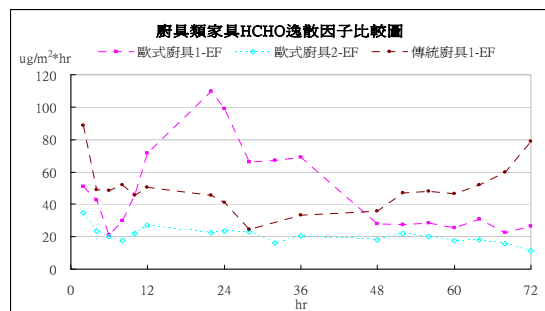


圖 4-61 廚具 HCHO 逸散因子差異比較

第五節 小結

本研究今年度以測試全尺寸家具揮發性有機物質(VOCs)及甲醛(HCHO)逸散為主要課題，挑選檢測對象可分為櫥櫃類家具、沙發類家具及廚具類家具等三類，透過內政部建築研究所性能實驗群的全尺寸環控箱系統針對家具具有機逸散物質進行 72 小時長期監測。

將今年度受測之十件家具案分別針對揮發性有機物質(VOCs)及甲醛(HCHO)的第 72 小時逸散濃度與逸散因子數據加以彙整，如表 4-23 所示。

此外，本研究將於第五章針對各國相關家具標章(如：德國藍天使、美國 Green Guard、美國 BIFMA)及目前台灣健康綠建材評估基準進行比較評析，藉以更深入瞭解國內家具健康性能之現況。

表 4-23 各類家具逸散有機物質逸散測試總表

種類	家具名稱	有機逸散物質之濃度與逸散因子彙整			
		TVOC-Conc. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TVOC-EF ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)	HCHO-Conc. (ppm)	HCHO-EF ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)
櫥櫃類家具	歐式衣櫃	10.691	10.447	0.015	16.207
	傳統衣櫃	39.739	31.783	0.102	105.828
	組合式書櫃	0.52	0.251	0.05	62.125
	傳統書櫃	103.03	101.316	0.114	141.135
沙發類家具	布製沙發	15.175	25.918	0.015	39.672
	透氣皮製沙發	4.311	9.321	0.004	10.173
	牛皮製沙發	1.822	4.14	0.01	25.968
廚具類家具	歐式廚具(1)	0.919	0.695	0.019	26.554
	歐式廚具(2)	2.829	1.799	0.018	11.498
	傳統廚具	50.972	56.578	0.0437	78.972

◎註：我國健康綠建材標章健康評估基準：TVOC-EF 需小於 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。

HCHO-EF 需小於 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。

第五章 全尺寸家具管制策略提擬

第一節 各國家具標章綜合比較

一、各國家具標章與我國健康綠建材標章綜合比較

本研究根據第二章國內外家具標章相關標準統計結果發現，目前國際上有關家具標章健康基準評估多以逸散濃度(如：德國藍天使標章及美國 BIFMA 標章)進行評估，而我國現行健康綠建材標章健康基準則是以建材表面逸散速率(其單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)進行評估。

(一)我國健康綠建材標章評估基準(逸散因子評估法)

1. TVOC-EF 評估基準為 $190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。
2. HCHO-EF 評估基準為 $80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。

(二)德國藍天使家具標章(逸散濃度評估法)

1. TVOC-Conc. 評估基準為 $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。
2. HCHO-Conc. 評估基準為 0.05ppm。

(三)美國 Green Guard 及 BIFMA 標章(逸散濃度評估法)

1. TVOC-Conc. 評估基準為 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。
2. HCHO-Conc. 評估基準為 0.05ppm。

此外，進一步針對各國相關家具標章(德國藍天使、美國 Green Guard 及 BIFMA)之評估內容加以展開，可發現各國環控箱系統、測試時間、VOCs 評估物質、評定基準及評定對象皆有所不同，如表 5-1 所示。

綜觀各國環控箱系統及相關條件不盡相同，但在甲醛評定基準上皆以濃度值 0.05ppm 為主，未來在標準制定上可參考應用。其中，各國在 TVOC 評估物質的認定上並不相同，如美國 Green Guard 及 BIFMA 在 TVOC 評定基準皆為 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而在 TVOC 之評估物質部份，Green Guard 定義 355 種 VOCs；BIFMA 定義 62 種 VOCs，反觀目前我國僅針對 6 種化合物(BTEX)進行限制，因此對於國外 TVOC 標準並無法直接轉換應用。

表 5-1 各國家具標章之環控箱系統比較表

各項比較	德國藍天使	美國 GreenGuard	美國 BIFMA	台灣
環控箱容積	12m ³	20~35m ³	20~55m ³ 33m ³ 最常使用	55m ³
實驗條件	● 23℃、45% ● 1ACH ● 1m ² /m ³	● 23℃、50% ● 1ACH ● 1m ² /m ³	● 23℃、50% ● 1ACH ● 0.3~0.7m ² /m ³	● 25℃、50% ● 0.5ACH
測試時間	● 3 天(72hr)、 28 天(592hr)	● 4 天(96hr)、7 天 (148hr)	● 3 天(72hr)、7 天 (148hr)、14 天 (296hr)	● 3 天(72hr)
評估物質	148 種 VOCs 甲醛	355 種 VOCs 甲醛	62 種 VOCs 甲醛	6 種 VOCs 甲醛
評估標準	VOCs: 600 μg/m ³ HCHO: 0.05ppm	VOCs: 500 μg/m ³ HCHO: 0.05ppm	VOCs: 500 μg/m ³ HCHO: 0.05ppm	建議值 VOCs: 500 μg/m ³ HCHO: 0.05ppm
評定種類	● 家具	● 辦公家具	● 辦公家具	● 木質塗料 ● 塗料

(資料來源：本研究整理)

本年度藉由三類家庭常用家具(共十件家具)有機逸散物質測試以瞭解國內家具市場之健康品質，並透過國內外家具健康評估基準進行評析比較，各國家具標準綜合比較整理如表 5-2 所示。

經比較分析後發現，今年度十件受測家具中以使用一般常見室內裝修建材與黏著劑等所製成的家具(如：傳統衣櫃、傳統書櫃及傳統廚具)較具有危害的可能性。由表 5-2 可發現市面上三類家具的危害程度為櫥櫃類家具(書櫃) > 櫥櫃類家具(衣櫃) > 廚具類家具 > 沙發類家具。

從國內外健康基準值比較結果發現整理如下：

(一)以我國健康綠建材標章進行評估：

各類家具之 TVOC 逸散因子皆低於健康基準，而 HCHO 逸散因子部份可發現櫥櫃類家具(傳統衣櫃及傳統書櫃)皆高於健康基準，此結果反映目前國內市面上仍有許多家具產品使用大量含甲醛或高 TVOC 之接著劑進行施作，導致附著於家具表面或接合處並對室內空間造成污染。

(二)以德國藍天使家具標章進行評估：

在 TVOC 濃度評估上，由於評估物質多達 148 種 VOCs，因此 TVOC 評定基準 $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 並無法直接比對。

(三)以美國 Green Guard 及 BIFMA 標章進行評估

由表 5-1 比較結果顯示出，傳統衣櫃、系統組合式書櫃及傳統書櫃之 HCHO 濃度高於基準，此結果顯示使用美國之健康評估體系對於家具產品可提供更嚴格的管控。

此外，本年度之沙發類家具(受測共三件)較無顯著 TVOC 及 HCHO 現象產生。

表 5-2 各國家具標準綜合比較表

種類	家具名稱	我國健康綠建材標章 (逸散因子評估)		德國藍天使 (逸散濃度評估)	美國 BIFMA 標章 (逸散濃度評估)	
		TVOC-EF 基準 ($190 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)	HCHO-EF 基準 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)	TVOC-Conc. ($600 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	TVOC-Conc. ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	HCHO-Conc. (0.05ppm)
櫥櫃類家具	歐式衣櫃	▽	▽	▽	▽	▽
	傳統衣櫃	▽	▲ (105.828)	▽	▽	▲ (0.102)
	組合式書櫃	▽	▽	▽	▽	▲ (0.05)
	傳統書櫃	▽	▲ (141.135)	▽	▽	▲ (0.114)
沙發類家具	布製沙發	▽	▽	▽	▽	▽
	透氣皮製沙發	▽	▽	▽	▽	▽
	牛皮製沙發	▽	▽	▽	▽	▽
廚具類家具	歐式廚具(1)	▽	▽	▽	▽	▽
	歐式廚具(2)	▽	▽	▽	▽	▽
	傳統廚具	▽	◎ (78.972)	▽	▽	◎ (0.044)

◎註：「▲」表示已超過該國家具健康基準值；「▽」表示未超過家具健康基準值；
「◎」表示具有健康危害之可能性但尚未超過家具健康基準值。

(資料來源：本研究整理)

二、國內外標章評定基準之推估與比對

本研究進一步利用 MassBalance 理論將我國健康綠建材評估基準轉換成逸散濃度，藉以比對本年度各類家具實驗結果，同時與美國 Green Guard 家具基準進行比較。

$$C_{V,T,RH} = \frac{ER_{T,RH,Cv} \times AREA}{ACH \times VOL}$$

其中，ER：逸散因子， mg/m^2h

AREA：樣本表面積， m^2

ACH：室內外換氣率， h^{-1}

VOL：室內體積， m^3

$C_{V,T,RH}$ ：室內濃度， mg/m^3

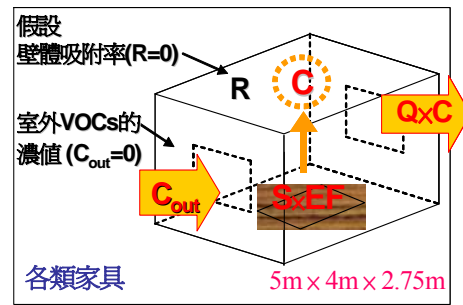


圖 5-1 質量平衡空間示意圖

我國健康綠建材評估基準經 Mass Balance 推估後發現，TVOC 推估濃度皆低於 Green Guard 基準，原因為 Green Guard 係針對 355 種 VOCs 進行評估，我國目前僅針對 6 種 VOCs，差異甚多，未來應增列更多化合物加以控管與國際相接軌。

在 HCHO 推估濃度部份，沙發類家具負荷率過低($0.275m^2/m^3$)，其 HCHO 推估濃度仍低於 Green Guard 基準(0.05ppm)；櫥櫃類及廚具類家具經推估換算後略高於 Green Guard 基準(0.05ppm)，未來可略微修正 HCHO 基準(降低標準)以嚴格管控其逸散量。

表 5-3 國內外標章評定基準之推估與比對表

各項因子		櫥櫃類家具 (L=0.6)	沙發類家具 (L=0.275)	廚具類家具 (L=0.46)	美國 Green Guard 基準	美國 BIFMA 基準
我國健康綠建材 - EF ($\mu g/m^2 \cdot hr$)	TVOC	190	190	190	—	—
	HCHO	80	80	80	—	—
Mass Balance 推估濃度 ($\mu g/m^3$)	TVOC	228 (7 種 VOCs)	104.5 (7 種 VOCs)	174.8 (7 種 VOCs)	500 (355 種 VOCs)	500 (62 種 VOCs)
	HCHO	96 (0.078ppm)	44 (0.036ppm)	73.6 (0.06ppm)	0.05ppm	0.05ppm

(資料來源：本研究整理)

第二節 家具逸散因子計算與評定基準方案

一、家具有機逸散物質逸散因子計算方式之討論

家具有機逸散物質之逸散因子(EF)計算與家具產品表面逸散面積(Area)大小息息相關，市面上具有許多不同形式的家具，如多種材料複合而成或具流線形之特殊產品。這些產品往往在計算其逸散總表面積時，產生相當大的困擾，因此本研究基於最小容許誤差且不至於造成數值的嚴重偏差原則下，討論不同形式家具產品應對應何種表面積計算方式較為合適。

根據本年度受測家具之形式可簡單分為兩類：

(一)表面平整成立體形式

此類家具(如：櫥櫃類家具、廚具類家具)具有門板或拉櫃等，計算其逸散總表面積又可區分為：

1. 精算法計算方式：開啟家具門板及內部所有拉櫃，其目的為捕集最完整的家具逸散面積與逸散量。計算表面積時需包括每一面裸露於測試環境下之材料表面。
2. 概算法計算方式：模擬家具放置於實際空間時之使用狀態，如衣櫃為關閉門板之狀態下處於室內空間，因此計算表面積時僅計算裸露於測試環境下之五面表面積總和。

(二)表面不規則或曲面形式

此類家具(如：沙發類家具)具有不規則或曲面的表面材包覆，為了避免造成繁瑣的計算，本研究將曲面形式之家具假設其為立體方式所構成，以便於計算逸散總表面積，圖 5-2 與圖 5-3 為沙發類家具曲面概算之示意圖。

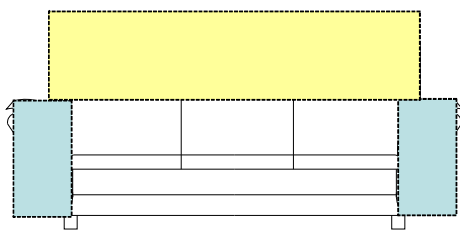


圖 5-2 沙發概算示意(正立面)

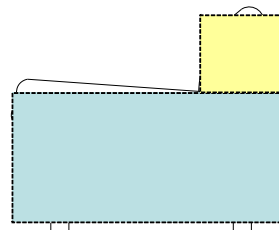


圖 5-3 沙發概算示意(側立面)

二、評定基準方案討論

根據上述逸散因子計算方式討論，本研究提出下列三種評定基準建議方案以供作參考：

(一)方案一：以逸散濃度計算法進行評估

1. 建議基準：

(1)TVOC-Conc. : $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (應確立 VOCs 評估物質種類)。

(2)HCHO-Conc. : 0.05ppm。

2. 優點為可快速與國際相關家具標章之評估基準相接軌，未來國內家具產品外銷國際仍可確保其產業之國際競爭力，並可嚴格控管國外黑心家具引入。

3. 缺點為家具形式與種類頗多，因此需額外制定各類家具之評定基準。

(二)方案二：以逸散因子計算法(精算法)進行評估

1. 建議基準值：與我國健康綠建材評估基準相結合。

(1)TVOC-EF : $0.19\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。

(2)HCHO-EF : $0.08\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 。

2. 優點為與既有健康綠建材評估基準快速接軌，且計算逸散面積較為精確。

3. 缺點為家具內部分隔板材越多，計算則越繁瑣且費時。目前我國健康綠建材評估基準主要針對第 48 小時穩定逸散進行評估，因此在家具基準評定上應作適當的修正。

(三)方案三：以逸散因子計算法(概算法)進行評估

1. 建議基準值：與我國健康綠建材評估基準相結合。

2. 優點為與既有健康綠建材評估基準快速接軌，應用於不規則或曲面之家具且簡化繁瑣之計算方式。

3. 缺點為逸散總面積易於低估而導致有機逸散物質之逸散速率大為增加。

表 5-4 全尺寸家具評定基準之方案說明

評估基準方案	計算方式	建議基準值	優點分析	缺點分析
方案一	以逸散濃度計算 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ppm	TVOC: $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 甲醛: 0.05ppm	與國際相關家具標章之評估基準相接軌	可能需額外制定各類家具之基準
方案二 (精算)	以逸散因子計算 $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 精算家具之逸散總表面積	TVOC: $0.19\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 甲醛: $0.08\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (評估上應針對家具進行修正標準)	與既有健康綠建材評估基準快速接軌。	增加家具繁瑣之計算評估基準。
方案三 (概算)	以逸散因子計算 $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 概算家具之逸散總表面積	TVOC: $0.19\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 甲醛: $0.08\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (以家具「立方體面積」進行計算)	1. 與我國健康綠建材標章接軌。 2. 簡化繁瑣之計算方式。	逸散總表面積亦於低估導致逸散速率為增加現象。

(資料來源：本研究整理)

第三節 各類家具風險評估

本研究利用全尺寸環控箱進行全尺寸家具有機逸散物質測試，藉以瞭解各類家具於控溫控濕環境下達到穩定逸散狀態之逸散濃度與逸散因子是否對人體會產生健康危害。

本小節藉由風險評估方法(Risk Assessment)於模擬空間情境中試圖計算家具產品之風險值，假設一般家庭生活空間(客廳空間、臥室空間及廚房空間)，各情境空間之家具假設內容如表 5-5 所示。

表 5-5 各情境空間之家具數量說明

情境空間種類	家具數量說明
客廳空間	布製沙發一組、傳統書櫃二組
臥室空間	傳統衣櫃二組、傳統書櫃二組
廚房空間	傳統廚具一組

風險評估方法主要透過危害鑑定 (Hazard Identification)、劑量－效應評估 (Dose-Response Assessment)、暴露評估 (Exposure Assessment)、風險推估 (Risk Characterization) 等四個步驟推估危害風險值。

一、危害鑑定 (Hazard Identification)

本研究以健康綠建材認定評估物質 BTEX 及 HCHO 為主，首先參考 US. EPA 之 IRIS 資料庫，瞭解各指標污染物之分類、相關物理和化學特性及危害程度。

二、劑量—效應評估 (Dose-Response Assessment)

利用 US. EPA 之 IRIS 資料庫收集各指標污染物之相關劑量—效應數據與參數，整理如表 5-6 所示。

表 5-6 各指標污染物之劑量—效應參數

化合物	US. EPA 分類	Unit Risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Rfd($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$)	Rfc($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Benzene	A	7.8×10^{-6}	4	—
Toluene	D	—	80	400
Ethylbenzene	D	—	100	1000
Xylenes	D	—	200	100
Formaldehyde	B1	1.3×10^{-5}	200	0.08

(資料來源：<http://www.epa.gov/iris/index.html>)

三、暴露評估 (Exposure Assessment)

在計算風險推估(Risk Characterization)之前，須先針對情境空間進行暴露條件假設，相關設定條件如下：

- (一)住戶為男主人，設定體重平均 65kg，每日呼吸量 $12\text{m}^3/\text{day}$ 。
- (二)平均壽命 70 歲，生活於此空間達 40 年，一天平均待在家 16 小時(其中平均 6 小時在客廳空間、8 小時在臥室空間及 2 小時在廚房空間)。
- (三)假設吸入吸收率 50%。
- (四)致癌風險值應小於 10^{-6} 。
- (五)非致癌危害指標(HI)應小於 1。

此外，根據各類家具之指標污染物第 72 小時逸散濃度彙整結果，如表 5-7 所示。假設家具所含之有機逸散物質於第 72 小時即達到穩定逸散，此時該指標污染物之逸散濃度為空間之暴露濃度，藉以計算各類家具之風險評估。

表 5-7 各類家具之指標污染物暴露濃度彙整

數據彙整	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ethylbenzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Xylenes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Formaldehyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
傳統衣櫃	—	38.183	1.229	12.444	124.932
傳統書櫃		54.613	3.224	44.105	139.011
布製沙發	—	15.022	—	0.913	18.762
傳統廚具	—	50.972	—	—	53.356

(資料來源：本研究整理)

四、風險推估 (Risk Characterization)

(一) 致癌風險及危害度指標計算公式

1. 致癌性風險評估(吸入性)：

$$\text{Risk} = C (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{Unit Risk} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$$

2. 非致癌性風險評估(吸入性)：單一物質暴露

$$\text{HI (Hazard index)} = \text{Exposure concentration} / \text{Rf}_c \text{ or } \text{Rf}_D$$

(二) 計算結果

分別針對客廳空間、臥室空間及廚房空間進行指標污染物風險評估，計算結果如表 5-8 所示。計算結果顯示該模擬空間下由於傳統家具的過度使用造成甲醛(HCHO)之致癌風險高達 1.067×10^{-3} (高於急性暴露標準 10^{-4})，為一般致癌風險值的 1000 倍之多。

表 5-8 全尺寸家具之風險評估應用表

空間種類	家具組合	污染物暴露濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		計算過程	計算結果
客廳空間	1 組布製沙發+2 座傳統書櫃	Toluene	69.635	=69.635/400	0.174
		Ethylbenzene	3.224	=3.224/1000	0.003
		Xylenes	45.018	=45.018/100	0.45
		Formaldehyde	157.773	=157.773 \times 1.3 $\times 10^{-5}$ \times 6/24 \times 40/70	2.93 $\times 10^{-4}$
臥室空間	2 座傳統衣櫃+2 座傳統書櫃	Toluene	92.796	=92.796/400	0.232
		Ethylbenzene	4.453	=4.453/1000	0.004
		Xylenes	56.549	=56.549/100	0.565
		Formaldehyde	263.943	=263.943 \times 1.3 $\times 10^{-5}$ \times 8/24 \times 40/70	6.54 $\times 10^{-4}$
廚房空間	1 組傳統廚具	Toluene	50.972	=50.972/400	0.127
		Ethylbenzene	—	—	—
		Xylenes	—	—	—
		Formaldehyde	53.356	=53.356 \times 1.3 $\times 10^{-5}$ \times 2/24 \times 40/70	3.3 $\times 10^{-5}$

風險評估結果：1. 致癌風險為 9.8×10^{-4} 2. 非致癌風險均小於 1

第四節 健康綠家具推動策略評析

我國於 2004 年 7 月已正式受理綠建材標章申請，國內之建材產業逐漸落實綠建材精神與廣泛接受。就目前綠建材標章之健康綠建材標章推廣而言，已有許多健康綠建材於市面上販售，用源頭管控的方式規範建材中有機逸散物質逸散量以保障消費者健康與權益。

近年來，內政部建築研究所已開始對「全尺寸環控箱」、「全尺寸建材」等議題進行深入研究，全尺寸環控箱係針對大型建材及家具產品進行測試，其更能貼近實際產品有機逸散物質逸散情形，因此本年度全尺寸家具案除了評估國內家具市場的健康性能之外，亦期望建立一套家具產品之檢測方法與評定基準以保障國人健康與安全，同時能與國際相關家具標章相接軌。

目前我國健康綠建材檢測係針對單一均質之小尺寸建材進行評估，其評估項目共包括地板類、牆壁類、天花板、填縫劑與油灰類、塗料類、接著劑及門窗類等七類，反觀全尺寸家具並非單一小尺寸建材且家具種類繁多(負荷率較難統一)，故需藉以全尺寸環控箱進行測試。

為了加強我國家具製造業之競爭力以及因應國際健康家具標章之發展趨勢，提升家具產品之健康品質對於家具內、外銷產業之影響與建議整理如表 5-9 所示。

表 5-9 家具產品內、外銷之建議

家具產業	對產業之影響	提擬建議
內銷面向	防止黑心家具傾銷、不當商業競爭	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立完整家具產品管控機制，運用標章管制力進行約束。 ● 國外進口家具須經由標章認可，始能於市面販售，避免低成本高危害家具影響國人健康。 ● 積極推廣國人使用健康家具產品概念，以防止廠商以削價競爭方式販售家具。
外銷面向	受主要外銷國之健康基準或標章管制	<ul style="list-style-type: none"> ● 彙整各國相關家具標章及基準提供給海外市場之廠商參考。 ● 配合國內建立家具標章進行管制，以增加市場國際競爭力。

以下係針對本年度健康綠家具與我國現行健康綠建材標章之優劣勢進行評析，主要探討方案分為：

(一)A 方案：健康綠家具為獨立標章控管

1.優勢評析：

- (1)能與國際相關家具標章、測試方法快速接軌。
- (2)建材以單一試驗材料為主；而家具可針對多種材料組合作綜合評估，可避免評定標章間與評定內容的混淆。
- (3)可嚴格針對國外進口家具直接進行品質管控。

2.劣勢評析：

- (1)需重新擬定標章，如重新設計標章 Logo、上網公告徵詢意見、相關文件需重新製備等事項。
- (2)進行整組全尺寸家具測試時，無法瞭解不同建築材料之各自逸散貢獻量，屬於整體評估方式。

(二)B 方案：健康綠家具併入健康綠建材標章體系中控管

1.優勢評析：

- (1)能與國內既有綠建材標章相接軌。
- (2)相關建材檢測文件仍可繼續沿用。
- (3)標章統一，不會因標章種類繁多而造成擾民。

2.劣勢評析：

- (1)建材與家具廠商皆具有獨立之公會、協會，市場與販售產品不易整合。
- (2)綠家具檢測係利用全尺寸環控箱系統，與健康綠建材標章有所不同，因此在評估基準部分應重新檢討適用性及作合理的修正。

表 5-10 健康綠家具推動策略及其優劣勢評析表

健康綠家具推動策略方案	優勢評析	劣勢評析
<p>方案 A： 健康綠家具為獨立標章控管</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 能與國際相關家具標章、測試方法快速接軌。 ● 家具可針對多種材料組合作綜合評估。 ● 可嚴格針對國外進口家具直接進行品質管控。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 需重新擬定標章，如重新設計標章 Logo、上網公告徵詢意見等事項。 ● 進行整組全尺寸家具測試時，無法瞭解不同建築材料之各自逸散貢獻量，屬於整體評估方式。
<p>B 方案： 健康綠家具併入健康綠建材標章體系中控管</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 能與國內既有綠建材標章相接軌。 ● 相關建材檢測文件仍可繼續沿用。 ● 標章統一，不會因標章種類繁多而造成擾民。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 建材與家具廠商皆具有獨立之公、協會，市場與販售產品不易整合。 ● 兩者檢測系統有所不同，因此在評估基準部分應重新檢討修正。

表 5-11 健康綠家具推動策略(短期、中期及長期策略)

推動策略	策略方向	建議事項
短期策略	建立標準檢測程序及基準值	<ul style="list-style-type: none"> ● 陸續針對不同家具類別產品進行檢測，以瞭解市面上家具之健康性與問題點。 ● 針對不同家具類別制定其標準檢測流程及基準值。
中期策略	健康綠家具觀念建立	<ul style="list-style-type: none"> ● 依健康風險觀念進行健康綠家具介紹報導。 ● 舉辦產、官、學交流研討會，以修正推動策略方向。
長期策略	健康綠家具推廣活動	<ul style="list-style-type: none"> ● 透過海報、新聞媒體、網路宣傳，增加綠家具認知度。 ● 鼓勵廠商進行家具檢測並進行技術指導。

本研究基於國外家具標章發展趨勢、國內家具市場進出口現況分析、家具市場之國際競爭能力、全尺寸家具與小尺寸建材於實驗系統及測試方法之差異性等考量面向，輔以期末工作會議專家學者之意見(詳請參照附錄四全尺寸家具工作會議專家評審意見)，建議以方案 B 為優先考量。

第六章 結論與後續研究建議

第一節 結論

本研究主要目的係瞭解全尺寸家具揮發性有機物質對室內空氣品質(IAQ)之影響程度。首先彙整國際上相關家具標章檢測系統、檢測方法及評估基準後，同時為了將檢測技術與國際接軌，依據 ASTM D6670-01 與 ISO16000 標準進行試驗評估，配合國內家具市場調查結果，選擇出具代表性之樣本，以作為未來訂定健康基準值及推動「健康綠家具」之參考，並將今年度試驗之家具有機逸散物變化建立本土家具逸散資料庫。

本研究具體成果包括：

1. 彙整台灣家具市場現況及調查結果，針對市場佔有率、銷售量、家具種類等因子選取共十組試驗家具進行測試。
2. 完成十組全尺寸家具(兩組衣櫃、兩組書櫃、三組沙發及三組廚具)之揮發性有機物質與甲醛定性、定量分析，成果可納入本土家具逸散資料庫中。
3. 完成實驗數據解析與比對，比較不同類型家具與不同建材組成之逸散差異比較，並進行各類家具之空間中「健康風險值」推估。
4. 完成擬定各類家具之評定方式與檢測流程。
5. 建議兩種推動健康綠家具之策略及優劣點評析。

本研究經國內外文獻彙整、國內家具市場調查、受測樣本選定原則及實驗比對等過程，提出下列結論：

一、各類家具檢測方法與流程建構

本研究主要針對家具產品製造、運送、實驗前系統確認、家具設置方式、採樣、分析及數據計算等階段進行管控。在考量全尺寸環控箱之試驗方式原則下，選定以工廠施作(成品型式)與工廠製作現場組裝(半成品型式)為主要試驗對象。產品須於製作完成一週內運送至實驗室進行測試，運送過程應避免過度振動而使家具損害。測試前需詳盡計算其數量、總逸散面積及負荷率，並依照各類家具

按其特性設置於不同位置，詳細設置原則請參考第四章第二節。

二、各類家具逸散變化之差異比較

(一)櫥櫃類家具—衣櫃比較結果

1. **TVOC 逸散變化**：比較歐式及傳統衣櫃之 TVOC 逸散變化差異，明顯可看出傳統衣櫃之歷時 TVOC 逸散濃度與逸散因子皆高於歐式衣櫃，其第 72 小時逸散濃度相差 $29.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (約相差 4 倍)；第 72 小時逸散因子相差 $21.33 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 3 倍)。
2. **HCHO 逸散變化**：傳統衣櫃 HCHO 歷時變化亦高於歐式衣櫃甚多，其第 72 小時逸散濃度相差 0.087ppm (約相差 6.8 倍)，亦高出德國藍天使家具健康基準值(0.05ppm)約為 2 倍；第 72 小時逸散因子相差 $91.62 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 6.5 倍)。
3. **綜合評析**：本年度之櫥櫃類家具—傳統衣櫃測試結果顯示 HCHO 逸散濃度高於德國藍天使家具健康基準值(0.05ppm)有 2 倍之多，該類產品對於室內空氣品質影響甚大。

(二)櫥櫃類家具—書櫃比較結果

1. **TVOC 逸散變化**：比較系統組合式及傳統書櫃之 TVOC 逸散變化差異，明顯可看出傳統書櫃之歷時 TVOC 逸散濃度與逸散因子皆高於系統組合式書櫃，其第 72 小時逸散濃度相差 $102.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (約相差 198.1 倍)；第 72 小時逸散因子相差 $101.07 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 405.3 倍)。
2. **HCHO 逸散變化**：傳統衣櫃 HCHO 歷時變化亦高於歐式衣櫃甚多，其第 72 小時逸散濃度相差 0.064ppm (約相差 2.3 倍)，亦高出德國藍天使家具健康基準值(0.05ppm)約為 2.5 倍；第 72 小時逸散因子相差 $79.01 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 2.3 倍)，亦超過我國健康綠建材 HCHO 逸散標準($80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)約為 1.8 倍。
3. **綜合評析**：本年度之櫥櫃類家具—傳統書櫃測試結果顯示 HCHO 逸散濃度高於德國藍天使家具健康基準值(0.05ppm)有

2.5 倍之多，逸散因子更超出我國健康綠建材 HCHO 逸散標準 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$) 有 1.8 倍之多。

(三) 沙發類家具比較結果

1. **TVOC 逸散變化**：比較布製及皮製沙發之 TVOC 逸散變化差異，發現布製沙發之歷時 TVOC 逸散濃度與逸散因子皆高於皮製沙發，進一步就布製與牛皮製沙發比較，其第 72 小時逸散濃度相差 $13.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (約相差 8.3 倍)；第 72 小時逸散因子相差 $21.78 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 6.3 倍)。
2. **HCHO 逸散變化**：布製沙發 HCHO 歷時變化亦高於皮製沙發甚多，進一步就布製與透氣皮製沙發比較，其第 72 小時逸散濃度相差 0.005ppm (約相差 1.5 倍)，低於德國藍天使家具健康基準值 (0.05ppm)；第 72 小時逸散因子相差 $13.7 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 1.5 倍)，低於我國健康綠建材 HCHO 逸散標準 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)。
3. **綜合評析**：本年度之沙發類家具 (受測共三件) 測試結果皆無顯著 TVOC 及 HCHO 逸散現象產生。

(四) 廚具類家具比較結果

1. **TVOC 逸散變化**：比較歐式及傳統廚具之 TVOC 逸散變化差異，發現傳統廚具之歷時 TVOC 逸散濃度與逸散因子皆高於歐式廚具，進一步就傳統與歐式廚具(1)比較，其第 72 小時逸散濃度相差 $50.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (約相差 55.4 倍)；第 72 小時逸散因子相差 $55.89 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 82 倍)。
2. **HCHO 逸散變化**：傳統廚具 HCHO 歷時變化亦高於歐式廚具，進一步就傳統廚具與歐式廚具(2)比較，其第 72 小時逸散濃度相差 0.026ppm (約相差 2.4 倍)，低於德國藍天使家具健康基準值 (0.05ppm)；第 72 小時逸散因子相差 $67.47 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (約相差 6.9 倍)，低於我國健康綠建材 HCHO 逸散標準 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)。
3. **綜合評析**：經測試結果顯示，傳統家具 (未使用健康綠建材所製成) HCHO 逸散因子接近健康綠建材基準值之限值，由此可

見建材健康品質的優劣亦影響家具 TVOC 及 HCHO 逸散極為深遠。

三、各國家具標章綜合比較結果

從國內外健康基準值比較結果發現整理如下：

(一)以我國健康綠建材標章進行評估：

各類家具之 TVOC 逸散因子皆低於健康基準，而 HCHO 逸散因子部份可發現傳統衣櫃及傳統書櫃皆高於健康基準。

(二)以美國 Green Guard 及 BIFMA 標章進行評估

美國 BIFMA、Green Guard 之檢測家具類別以辦公家具為主，與本次檢測家具種類不同，若以此兩標章之家具逸散基準值比對本次檢測結果，發現十項產品濃度皆低於二國之家具基準。

※綜合評析：

- 1.今年度十件受測家具之有機逸散物質危害程度分別為櫥櫃類家具(書櫃)>櫥櫃類家具(衣櫃)>廚具類家具>沙發類家具
- 2.未來健康綠家具推動可優先針對櫥櫃類家具進行管制。

四、提出全尺寸家具評定基準方案

本研究提出下列三種評定基準建議方案，於下表詳述：

評估基準方案	計算方式	建議基準值	優點分析	缺點分析
方案一	以逸散濃度計算 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ppm	TVOC: $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 甲醛: 0.05ppm	與國際相關家具標章之評估基準相接軌	可能需額外制定各類家具之基準
方案二 (精算)	以逸散因子計算 $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 精算家具之逸散總表面積	TVOC: $0.19\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 甲醛: $0.08\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (評估上應針對家具進行修正標準)	與既有健康綠建材評估基準快速接軌。	增加家具繁瑣之計算評估基準。
方案三 (概算)	以逸散因子計算 $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 概算家具之逸散總表面積	TVOC: $0.19\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 甲醛: $0.08\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ (以家具「立方體面積」進行計算)	1. 與我國健康綠建材標章接軌。 2. 簡化繁瑣之計算方式。	逸散總表面積亦於低估導致逸散速率為增加現象。

※本研究建議參考方案一(逸散濃度計算方式)進行家具有機逸散物管制，並與國際同步接軌，增加家具市場在國際上之競爭力。

五、健康綠家具推動策略評析

以下係針對本年度健康綠家具與我國現行健康綠建材標章之優劣勢進行評析，主要探討方案於下表詳述：

健康綠家具推動策略方案	優勢評析	劣勢評析
<p>方案 A： 健康綠家具為獨立標章控管</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 能與國際相關家具標章、測試方法快速接軌。 ● 家具可針對多種材料組合作綜合評估。 ● 可嚴格針對國外進口家具直接進行品質管控。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 需重新擬定標章，如重新設計標章 Logo、上網公告徵詢意見等事項。 ● 進行整組全尺寸家具測試時，無法瞭解不同建築材料之各自逸散貢獻量。
<p>B 方案： 健康綠家具併入健康綠建材標章體系中控管</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 能與國內既有綠建材標章相接軌。 ● 相關建材檢測文件仍可繼續沿用。 ● 標章統一，不會因標章種準類繁多而造成擾民。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 建材與家具廠商皆具有獨立之公、協會，產品不易整合。 ● 兩者檢測系統有所不同，因此評估基準應重新檢討修正。

※綜合評析：

(一)建議以方案 B(併入健康綠建材標章體系中控管)為優先考量

本研究基於國外家具標章發展趨勢、國內家具市場進出口現況分析、家具市場之國際競爭能力、全尺寸家具與小尺寸建材於實驗系統及測試方法之差異性等考量面向，輔以期末工作會議專家學者之意見(詳請參照附錄四全尺寸家具工作會議專家評審意見)，建議以方案 B 為優先考量。

(二)家具標章可搭配建研所性能實驗中心之檢測服務

未來配合內政部建築研究所性能實驗中心之檢測服務，並協助推廣健康綠建材標章，更為全面管控室內之材料與家具產品健康性能，幫助家具與建材產業倍增成長。

第二節 後續研究及建議

(一) 建議針對不同類型之家具組進行有機逸散物質之探討

本研究目前僅針對常見家庭家具進行討論，仍有許多家具種類、形式尚未進行管制，如：辦公家具、學校用家具等，期後續相關研究可針對上述項目持續性進行檢測，以建構更完整的全尺寸家具逸散資料庫，確保國人健康及安全。

(二) 建議未來健康綠建材可增列控管更多具有危害性之物質

為了有效提升國內室內空氣品質，建議健康綠建材應陸續針對其他健康危害且常見的化合物(如苯乙烯、其他醛類等)進行管制，除了可提升實驗室之檢測能力，更可以確保室內人員的健康品質。

為與國際相關家具標章檢測技術相接軌，未來建議實驗室應提升化合物檢測技術，首先可參考美國 BIFMA 標章(檢測共 62 種 VOCs)，詳細檢測化合物種類請參考附錄七。

(三) 建議未來針對沙發類家具進行靜態及動態 VOCs 逸散模擬測試

本年度研究案對於沙發類家具之測試方法，僅針對沙發靜態方式置於室內空間中模擬其逸散，經工作會議專家討論後，未來應進一步考量實際使用行為，模擬使用者壓坐於沙發上之動態 VOCs 逸散，以貼近實際使用上對人體健康之影響。

(四) 全尺寸家具檢測之必須性

綜觀國際相關家具標章及研究發展趨勢，可發現世界各國對於人本健康議題之重視。根據近年來我國家具進出口銷售調查顯示國內家具市場以出口家具為主，各國家具標章漸趨於完備，亦同時意味著未來出口家具須接受嚴格的健康性控管考驗。為了增加家具市場於國際間的競爭力，以及防止國外進口黑心家具產品傾銷來台，建議盡速建立一套家具健康檢測之制度。

參考書目

中文部分

1. 江哲銘、李俊璋，「健康綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材揮發性有機物質試驗-ISO 標準之可行性研究」，內政部建築研究所，(2006)
2. 江哲銘，「綠建材性能實驗研究子計畫(二) 全尺寸建材於本土氣候試驗條件下揮發性有機物質逸散變化之研究」，內政部建築研究所，(2006)
3. 江哲銘、李俊璋，「綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材有機化合物預測衰減模式探討及推動策略研擬」，內政部建築研究所，(2005)
4. 江哲銘，「綠建材性能實驗研究子計畫(二) 全尺寸建材逸散模擬實驗室—標準檢測作業程序之研究」，內政部建築研究所，(2005)
5. 江哲銘，「綠建材評定審查及推廣講習補助計畫」，內政部建築研究所，(2005)
6. 江哲銘、李俊璋，「綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材有機逸散物資料庫之建立-接著劑類建材」，內政部建築研究所，(2004)
7. 江哲銘，「綠建材性能實驗研究子計畫(二) 總揮發性有機化合物實驗室性能評估及 CNLA 認證作業系統之建立」，內政部建築研究所，(2004)
8. 江哲銘，「綠建材標章制度推廣與應用補助計畫」，內政部建築研究所，(2004)
9. 江哲銘、李俊璋，「綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材有機逸散物資料庫之建立-地板類建材」，內政部建築研究所，(2003)
10. 江哲銘，「綠建材性能實驗研究子計畫(二) 總揮發性有機化合物實驗室建置及實驗架構之研究」，內政部建築研究所，(2003)
11. 蕭江碧、江哲銘，「小尺寸建材揮發性有機物實驗室 CNLA 認證取得之研究」，內政部建築研究所，(2003)
12. 江哲銘，「綠建材標章制度建立與推廣補助計畫」，內政部建築研究所，(2003)
13. 江哲銘、李俊璋，「室內建材揮發性有機逸散物質檢測標準試驗方法及

- 程序之研究”，內政部建築研究所，(2001)
14. 何明錦、江哲銘，“建築室內建材揮發性有機化合物衰減總表之研究”，內政部建築研究所，(2000)
 15. 張志成，“建築室內逸散物質檢測分析研究（一）建築室內環境揮發性有機物檢測實驗室建置”，內政部建築研究所，(1999)
 16. 江哲銘等，“建築室內環境保健控制綜合指標之研究”，內政部建築研究所，(1999)

外文部分

1. LEED-Green Building Rating System For Commercial Interiors, USGBC, (2005).
2. Nils K. Larsson and Raymond J. Cole, 2001, Green Building Challenge: the development of an idea, Building Research & Information 29(5), 336-345, (2001)
3. Shuzo Murakami, Kazuo Iwamura, Masaaki Sato, Toshiharu Ikaga, and Junko Endo, Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE), (2005)
4. Green Guard-Method for measuring chemical emissions from various sources using dynamic environment chamber, The greenguard certification program, (2007)。
5. ISO-16000-1 Indoor air - Part 1: General aspects of sampling strategy , (2004).
6. ISO-16000-2 Indoor air - Part 2: Sampling strategy for formaldehyde), (2004).
7. ISO-16000-3 Indoor air - Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds - Active sampling method , (2001).
8. ISO-16000-4 Indoor air - Part 4: Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method , (2004).
9. ISO-16000-6 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 , (2004).
10. ASTM D6670-01. Standard Practice for Full-Scale Chamber Determination of Volatile Organic Emissions from Indoor

- Materials/Product. (2001).
11. Berglund, B. et al, Effect of Indoor Pollution on Human Health, Indoor Air (1992)
 12. C C Lee. Cancer Risk, Assessment of Occupational Exposure to Benzene in Taiwan, American Industrial Hygiene Conference & Exposition ,Dallas, Texas. (1997).
 13. C. M. Chiang, P. C. Chou, and W. A. Wang, et al. A study of the impacts of outdoor air and living behavior patterns on indoor air quality - case studies of apartments in Taiwan, INDOOR AIR '96, Vol. 3, pp. 735-740. (1996).
 14. Chuck Yu, Derrick Crump. A Review of the Emission of VOCs from Polymeric Materials used in buildings. Building Environment, Vol. 33, No.6, pp. 357-374. (1998).
 15. C. M. Chiang, and W.A. Wang, Empirical study on post-occupancy evaluation of housing indoor air environment in Taiwan, J. Housing Studies, No.2, Jan, Research, pp. 107-132,. (1994)
 16. Chuck Yu, Derrick Crump,. A Review of the Emission of VOCs from Polymeric Materials used in buildings, Building Environment, VOL. 33, No. 6, pp. 357-374. (1998)
 17. De Bortoli, M., Knoppel, H., Colombo A., and Kefalopoulos, S. Attempting to Characterize the Sink Effect in a Small Stainless Steel Test Chamber, American Society for Testing and Materials, pp. 307-320. (1996).
 18. Dr. Dagmar Schmidt Etkin.. Volatile Organic Compounds in Indoor Environments. (1996)
 19. Fariborz Haghighat, Lisa De Bellis,. Material Emission

- Rates : Literature Review, and the Impact of Indoor Air Temperature and Relative Humidity " Building Environment, VOL. 33, No. 5, pp. 261-277. (1998)
20. Fariborz Haghighat, Ying Zhang, . Modelling of Emission of Volatile Organic Compounds from Building Materials -Estimation of Gas -phase Mass Transfer Coefficient, Building and Environment, 34, pp. 377-389. (1999)
21. Guo Z. ,Tichenor B.A. , Krebs K.A. and Roache N.F. Considerations on revisions of emissions testing protocols, ASTM Special Technical Publication 1287, (May) 44905: 225-235. (1996).
22. J. S. Zhang, and C.Y. Shaw, Material emission and indoor air quality modeling. Proceedings of Indoor Air '96, Nagoya: Japan Vol. 1, pp. 913-918. (1996).
23. Molhave L. and Thorsen M. , A Model for Investigations of Ventilation Systems As Sources for Volatile Organic Compounds in Indoor Climate, Atmospheric Environment, 25A : 2, 241-249. (1991)
24. O. jann ,O. Wilke, D. Brodner , Procedure For The Determination And Limitation Of VOC-Emissions From Furnitures And Coated Wood Based Products , IAQ. (1998)
25. Peder Wolkoff. Impact Of Air Velocity, Temperature, Humidity, And Air On Long-Term VOC Emission From Building Products, Atmospheric Environment, Vol. 32, No. 14/15, pp. 2659-2668. (1998).

附錄一 期初審查會議評審意見執行現況

評 審 意 見	執 行 現 況
<p>1. 國內家具種類繁多，每種家具亦有不同材料及製作方法，是否已有資料說明可將沙發、櫃及廚具列為優先檢測項目？</p> <p>2. 建議本案詳加瞭解及收集家具製作材料及方法，可瞭解有機逸散物質之來源。</p>	<p>1. 本研究將補充家具優先檢測項目之討論。</p> <p>2. 感謝委員意見，將詳細討論家具製作材料及方法，以釐清有機逸散物質之來源。</p>
<p>1. 隨著 WTO 開放後，黑心建材(家具)引入國內，造成環境之污染威脅及影響國人健康，本計畫可落實改善室內空氣品質及維護國人健康之目的。</p> <p>2. 請補充英文摘要。</p> <p>3. 預期目標中研擬各類家具之評定方法與評定基準，建議針對所逸散之有機化合物(含甲醛及各類苯)進行定性及定量評估以限制室內空氣中總揮發有機物質總質量濃度做為評定基準。</p> <p>4. 有關翻譯名詞，請採一致性用法，如 PCR 等之中文譯名。</p> <p>5. 對於室內空氣品質教育與宣導，建議可透過網路、學校及各類型之活動進行策略性推廣。</p> <p>6. 研究進度與預期完成之工作項目，請備註：◎查核點說明。</p>	<p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 感謝委員意見，已於本文中補充英文摘要。</p> <p>3. 有關各類家具之有機逸散物質檢測主要係以我國健康綠建材評估對象(甲醛及 BTEX)為基礎，本研究將進一步探討各類家具之定性物質危害分析，考量是否增列其他物質作為評定基準。</p> <p>4. 本研究有關之翻譯名詞將會確保其一致性用法。</p> <p>5. 感謝委員意見。</p> <p>6. 感謝委員意見，已於研究進度部分備註相關查核點。</p>

評 審 意 見	執 行 現 況
<p>1. 建議本研究先進行初步有關家具之統計調查，其抽樣對象可選取市售量高者或製作過程可能已含有毒成分之家具。</p>	<p>1. 感謝委員意見，將進行各類家具統計調查，以挑選出具有代表性之家具。</p>
<p>1. 本局目前針對桌子及折合椅等部分家具，已著手研擬相關國家標準，期研究成果未來能提供CNS做為參考。</p>	<p>1. 感謝委員意見。</p>
<p>1. 檢測方法標準化之建立及實測數據是風險評估之依據，計畫參與人員於有機逸散物檢測經驗豐富，具執行能力。</p> <p>2. 本計畫不易進行重複性量測之部分，應有妥適之品保措施。</p> <p>4. 維護費之說明及備註，建議詳列儀器設備名稱，以利評估。</p> <p>5. 請說明實驗用家具，是否採破壞性量測？</p>	<p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 本研究將針對各類有機逸散物及相關實驗系統作完整的品保品管措施，以確保實驗之可信度。</p> <p>3. 感謝委員意見。</p> <p>4. 本研究之實驗測試家具選用原則以市售產品為主，家具置入全尺寸環控箱僅針對化學污染物氣體進行採樣探討，並無涉及物理性之破壞性量測。</p>
<p>1. 台灣製造家具廠商數少，大都仰賴國外廠商，若選到產量少之家具樣本其代表性可能不足，於選樣時可詳加考量家具製作方法。</p>	<p>1. 感謝委員意見，本研究將針對各類家具資料進行統計分析，以挑選出具有代表性之家具。</p>
<p>1. 本案各類全尺寸家具抽樣實測，進行濃度及逸散衰減曲線分析，其數據作為未來各類家具之評定方式與評定基準依據，故基礎數據收集相當重要。</p>	<p>1. 感謝委員意見，基礎數據(家具種類、尺寸、數量及製作流程等資料)皆會進行完整性收集，以針對具有代表性之家具進行有機逸散物質測試。</p>

評 審 意 見	執 行 現 況
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫對於「綠建材性能實驗研究」系列相當重要，預期研究成果明確，值得推動。 2. 請增列美國 LEED 之低逸散家具-EQ4.5；加拿大 GBTOOLS 之 IAQ-D1.3；日本 CASBEE 之污染源控制-4.1.1 等文獻出處。 3. 未來可提供經濟部標準檢驗局相關研究方法，作為訂定有關「健康綠家具」之 CNS 標準參考。 4. 宜考慮以餐廳組、客廳組、臥房組等機能為出發點，模擬整套家具在使用空間中進行測試。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見，已將左列相關之標準與方法皆增列至參考文獻。 3. 感謝委員意見。 4. 本年度研究計畫首先係針對各類家具進行代表性家具分析，試圖釐清各類家具之有機逸散物質逸散特性。未來藉此研究基礎可進而探討家具組在使用空間之逸散模擬。
<ol style="list-style-type: none"> 1. 請研究團隊多方考量實測樣本取得之代表性及方式，期抽測家具能代表市售或坊間家具現況，另請規劃有關本案樣本取得採買之預算編列及樣本事後處理。 2. 美國 GREENGUARD 機構廣泛推行標章認證中以家具類為主要項目，其併有現場量測驗證機制，請參酌並收集國外相關研究資料及測試方法，並納入研究。 3. 我國目前積極推行綠建材標章，未來將家具類納為標章項目，其名稱是否妥適？請詳加評估。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員意見，本研究將針對各類家具資料進行統計分析，以挑選出具有代表性之家具。 2. 本研究將有關國際相關家具標章、發展趨勢作詳盡的彙整與分析，以作為測試方法與評定基準之參考。 3. 感謝委員意見，後續將針對健康綠家具制度研擬策略進一步說明，並加以評估其可行性。

附錄二 期中審查會議評審意見執行現況

評 審 意 見	執 行 現 況
1. 未來應可要求家具產品品質檢測應可包括有機逸散物質，應標示之，使消費者做選購之參考。	1. 感謝委員意見。未來家具產品若能提供詳盡的有機逸散物質及成分比例等標示，應更能保護消費者的健康。
<p>1. 第 24 頁倒數第 2 行：$(m/s)^2$ 請改正為 $(m/s)^2$。</p> <p>2. 第 34 頁第 2 行：「高壓」請修正為「高壓板」。</p> <p>3. 第 40 頁第 8 行：「空調(HVAC)系統」其英文原為 heating, Ventilation, and Air-Conditioning 僅簡譯之是否恰當請參考。</p> <p>4. 第 7 頁第 47 行：「表 4-12」請修正為「表 4-4」</p> <p>5. 檢測衣櫥之負荷率 0.576、檢測沙發之負荷率 0.22、櫥櫃類家具之負荷率 0.469，是否考量一定負荷率，才進行試驗。</p>	<p>1. 感謝委員意見，誤植處已修正。</p> <p>2. 感謝委員意見，誤植處已修正。</p> <p>3. 感謝委員意見，已修正 heating, Ventilation, and Air-Conditioning 英文原譯。</p> <p>4. 感謝委員意見，誤植處已修正。</p> <p>5. 我國健康綠建材試驗負荷率設定為 $0.4m^2/m^3$，係以單一小尺寸建材為測試對象。本研究為全尺寸家具，因不同的家具形式具有各自立體形式及負荷率範圍，因此難以固定負荷率方式試驗，但比較同類型家具時，以考量相同形式與相近之負荷率方進行比較。</p>
<p>1. 抽樣方式有無考慮到？樣品是 freshly mode 或已存放一段時間？樣本採樣後至測試前之存放階段的環境有無考量，請一併說明。</p> <p>2. 若上述條件無嚴格控制，恐難直接比較建材之健康性，請詳加考量。</p>	<p>1. 本研究以工廠直接施作完成後七日（一週）內送至實驗室檢測，並配合預先規劃及排程，運至後可直接置入試驗艙進行檢驗。</p> <p>2. 本研究已嚴格控管家具之出廠時間、運送時間及檢測時間，實驗室針對檢測家具流程十分嚴謹，係為了確保數據之精確性及可靠性以供比對用。</p>

評 審 意 見	執 行 現 況
<p>1. 本案執行經驗深入豐富，惟在檢測標準程序方法維持精確，應可對家具做有機逸散物質有效控管。</p> <p>2. 參考文獻於本文中未標示，請修正。</p>	<p>1. 感謝委員指導與鼓勵，本研究將建構精確之標準檢測程序，以提供未來家具之揮發性有機逸散物控管。</p> <p>2. 感謝委員意見，已將參考文獻標示於本文中。</p>
<p>1. 本計畫利用建置完成全尺寸設備，進行家具實測應用，其成效相當良好。</p>	<p>1. 感謝委員指導與鼓勵，本研究將有助於全尺寸環控箱實驗流程更為完備。</p>
<p>1. 第 8 頁表 2-1 各國家具標章及標準總表中，有關德國藍天使限制項目 VOCs 沸點 50-250°C 之限制基準有 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 兩種是否資料有誤？第 94 頁三、沙發類可分為皮製(58%)、皮製(41%)、及實木製(1%)三種，58%部分應誤植，第 36 頁亦同請修正。</p> <p>2. 第 17 頁三、小結及第 94 頁期中結論中提及 CNS 國家標準家具安全性檢測只有重金屬含量試驗，並無甲醛及 VOCs 之檢測方式及規範，有關家具之甲醛及 VOCs 問題本局亦相當重視並積極修訂標準中。</p>	<p>1. 感謝委員意見，已修正錯誤。文中之 VOCs 沸點 50-250°C 適用限制標準為 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$，而標準 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 為 VOCs 沸點高於 50-250°C 者適用，其餘誤植處已修正。</p> <p>2. 感謝委員意見。也感謝提供最新修訂 CNS 資訊，配合本計畫之研究成果，期有助於各項標準修訂之參考。</p>

評 審 意 見	執 行 現 況
3. 對於推動健康綠家具，促進人本健康宣導，建議可透過網路、學校及各類行之活動進行行銷策略性推廣。	3. 感謝委員提供寶貴意見，未來推廣策略將提供建研所進一步參考。
1. 有關家具組成及選樣，建議對試體之描述有詳細說明，如沙發其皮革厚度、種類，櫃具由纖維板、實皮、粒片板貼皮，何種表面裝飾材料與厚度，何種膠合劑等，可供試驗結果瞭解逸散來源。	1. 針對家具組成及選樣，本研究於第三章國內家具市場調查已彙整相關資料，並依據調查結果選定以整組家具為優先管控對象。未來亦期能進一步分析各家具之組成成分以瞭解其逸散源，並推估複合效應。
1. 家具類建材分存國內及進口兩大部分家具業者，並分別有公、協會，如家具工會等，應邀請其提供國內目前業者生產及製程。目前系統辦公及家具使用普及，應一併邀請與會參與諮商。	1. 感謝委員提供寶貴意見，期末階段已邀請相關廠商共同參與，且提供十分寶貴之意見。
1. 進口家具多來自東南亞及中國，其品質對本國健康安全影響甚巨，應儘速將家具檢測納入綠建材檢測項目，長久之計期能納入標檢局之應視檢驗項目。 2. 報告書及投影片部分文字數字敘述誤植，請修正，其檢測進度請儘速辦理。	1. 感謝委員提供寶貴意見。為了防止國外黑心家具產品引入國內，建立完善之家具檢測制度的確具有急迫性，也期能提供標檢局之參考。 2. 感謝委員意見，誤植處已修正。

附錄三 期末審查會議評審意見執行現況

評 審 意 見	執 行 現 況
1. 建議未來本案相關會議可請國內家具公會出席提供意見，並建議未來可將家具檢測納入應施檢驗項目。	1. 感謝委員提供寶貴意見，期末全尺寸家具工作會議已邀請相關廠商及專家共同參與，期凝聚共識以進一步推廣家具類產品納入檢驗項目。
1. 全尺寸家具如能嚴訂檢測方法與評定基準，才能建立「標章」。惟是否以「綠建材」標準名稱或另有名稱，有待討論。 2. 推動健康綠家具之策略，擬分短、中、長期一併詳列，另建議事項應逐一列舉。	1. 感謝委員意見，依據期末工作會議討論結果，建議家具標章可併入綠建材標章，以避免過多標章有擾民現象產生。 2. 感謝委員意見，已將分期發展推動策略補充於第五章第四節之健康綠家具推動策略評析內容中。
1. 鑑於歐、美、日本、韓國、中國，對整組家具或單一家具材料，已有家具標章之機制，因此，本案訂定健康基準值作為健康綠家具或標章之參考，原則支持。 2. 本案建請依家具分類，提出健康綠家具之健康基準值之建議，為標章制度之起草，預作準備。 3. 為加強我國家具製造業之競爭力，建請依研究主題提出內、外銷方面之建議。內銷方面研提防止黑心家具傾銷或不當之競爭意見；外銷則研提歐美國家有關健康基準值或標章相關規定，供業者拓展海外市場之參考。	1. 感謝委員的支持與鼓勵。 2. 感謝委員提供寶貴意見，本年度已針對櫥櫃類家具、沙發類家具及廚具類家具進行檢測，但仍有許多種類家具產品尚未檢測，因此後續研究應針對不同使用空間之家具進行探討，以提擬較佳之健康基準建議值。 3. 感謝委員意見，已將我國家具產業內、外銷(進出口家具)之執行建議補充於第五章第四節之健康綠家具推動策略評析內容中。

評 審 意 見	執 行 現 況
<p>1. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示室間中實際的含量、濃度，$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{hr}$ 表示家具本身逸散濃度。其中 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{hr}$ 的誤差可能來自家具表面積的計算。逸散快慢並不能表示最終空間濃度的大小。建議最終檢查仍以空間中的濃度為主，故建議單位以 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 為考量。</p> <p>2. 建議限制基準應與國際相同。</p>	<p>1. 感謝委員提供寶貴建議，『逸散因子評估方法』係描述單一小尺寸建築材料逸散特性；而『逸散濃度評估方法』主要係描述任一逸散材料或家具產品之空間濃度，亦考量實質空間污染物分佈之評估方法。此外，為與國際相關家具標章接軌亦建議以濃度為主。</p> <p>2. 感謝委員提供寶貴建議。</p>
<p>1. 第 12 頁倒數 8 行：「(TWA)」請加註全文，以利瞭解。</p> <p>2. 第 61 頁第 6 行：「(CFD)」請加註全文，以利瞭解。</p> <p>3. 文中誤植處請修正，如 P70、「全尺寸建材」請改成「小尺寸建材」。</p> <p>4. 期中評審意見已在期末報告補充，期待研究成果能提供 CNS 國家標準做為參考。</p>	<p>1. 感謝委員意見，已修正 Time-Weighted Average 英文原譯。</p> <p>2. 感謝委員意見，已修正 Computational Fluid Dynamics 英文原譯。</p> <p>3. 感謝委員意見，誤植處已修正。</p> <p>4. 感謝委員意見，本研究成果亦期能提供標檢局制定 CNS 國家標準之參考。</p>
<p>1. 考慮與國際接軌時，應以主要進、出口國家之相關檢測標準為依據，以利實務推動。</p> <p>2. 家具類與既有綠建材對室內環境之影響雷同，建議可與綠建材標章合併實施，實務上以擴大綠建材項目為較容易之方式。</p>	<p>1. 感謝委員提供寶貴建議，本研究亦會針對主要進出口國家之家具檢測標準進行討論，以建議未來有機逸散物之檢測方法與標準。</p> <p>2. 感謝委員提供寶貴建議，本研究將針對標章獨立及合併實施方案進行優劣分析及說明。</p>

評 審 意 見	執 行 現 況
<p>3. 若長期考量則可建立更大之綠色標章框架（如 Green Life，下設建築、建材、家具…等單項標章等）。</p>	<p>3. 感謝委員提供寶貴建議，本研究後續亦針對綠色標章架構系統之建立而努力，對國人健康與室內空氣品質進行嚴格把關。</p>
<p>1. 本研究計畫中有關 CNS 國家標準引用，多以類號之方式表示，如 S2115、S2128，與國家標準常用之表示法不同，建請改依總號方式表示，如 CNS10894、CNS11677。若為完整之表示法，則為 CNS10894 『家具性能試驗方法總則』。</p> <p>2. TVOC 及甲醛計算方式以逸散濃度、逸散因子二種，因家具之型態與板類等單一建材不同，未來選擇計算方式時，除考量與國際接軌外，尚須考量其量測及計算之容易性與可靠度，以避免未來對量測結果有所爭議。</p> <p>3. 另 P.116 表中，計算方式之描述方法為以『濃度計算』及『逸散速率』，與報告中多以『逸散濃度』及『逸散因子』表示方法不同，建議修正。</p>	<p>1. 感謝委員意見，已修正與國家標準常用之表示法相同，以總號方式進行標準引用。</p> <p>2. 感謝委員提供寶貴意見，本研究已積極針對不同計算方法進行討論，配合國際接軌，以建議出具可靠性之評估方式。</p> <p>3. 感謝委員意見，已修正文中專業名詞用語，統一以『逸散濃度』及『逸散因子』進行表示。</p>

評 審 意 見	執 行 現 況
<p>4. 因量測 TVOC 之評估物質種類數目 (6 種) 與德國 (148 種)、美國 (355 種) 不同, 故 TVOC 評估濃度應不能用『皆低於 Green Guard 基準』表示, 建議修正。</p>	<p>4. 感謝委員意見, 鑒於各國之 VOCs 評估物質並不相同, 因此對於實驗中 TVOC 逸散濃度描述及各國評估標準比較方法, 已進行修正。</p>
<p>1. 本案研究櫥櫃類家具檢測結果顯示, 衣櫃測得濃度均高於書櫃, 請探討其原因。</p> <p>2. 有關 TVOC 檢測物質種類, 建議增加為 62 種, 期能與國際接軌, 請評估其可行性及研擬相關作業時程。</p>	<p>1. 家具檢測之逸散濃度與逸散因子係受到逸散總表面積、材料及塗料的使用方式等因素影響, 而不同家具類型由於負荷率有所差異, 因此並無法直接比較。就本年度衣櫃與書櫃檢測結果發現使用本土傳統裝修材料構成之家具, 其甲醛之最終穩定逸散濃度皆高於 0.1ppm, 亦顯示建築材料健康品質之重要性</p> <p>2. 根據各國家具標章對 TVOC 評估物質種類探討, 以及評審委員討論結果, 本研究優先參考美國 BIFMA 家具標章 62 種 VOCs 評估物質進行未來實驗分析能力之可行性評估及作業時程研擬。</p>

附錄四 全尺寸家具工作會議專家評審意見

評 審 意 見
<ol style="list-style-type: none"> 1. 比較各國全尺寸家具檢測實驗方法與評定標準。 2. 未來家具製造發展以大陸為主，檢測報告需符合國際標準，以達國際接軌目的。 3. 為避免標章過多，容易造成民眾混淆不清，故建議與綠建材標章合併推動。 4. 建議提供逸散簡算式供廠商先行計算預估產品逸散濃度。
<ol style="list-style-type: none"> 1. 因本次檢測以工廠組裝家具佔多數，現場組裝家具較少，建議探討家具材料以組裝方式與逸散濃度之相關性。 2. 因逸散率受家具負荷率影響較無一致性，家具評度基準建議以濃度單位 PPM 較佳。 3. 家具標章推動方式建議以獨立標章為主，可分為： <ol style="list-style-type: none"> (1) 全部以綠建材組裝家具。 (2) 符合檢測基準值之綠家具。
<ol style="list-style-type: none"> 1. 探討家具組裝材料與逸散濃度之相關性。 2. 家具檢測後之數據計算方式應考慮廠商立場進行計算。 3. 家具檢測建議分為靜態（固定式如：櫥櫃）與動態（移動式如：沙發），考慮使用行為反映於檢測程序中。 4. 應從檢測結果中探討問題之來源，並提出以供廠商於生產過程中進行改善。 5. 分析德國藍天使與美國 BIFMA 之檢測實驗相關數值與評定基準，瞭解國際家具檢測方式。 6. 建議應儘快推行獨立家具標章，以符合市場需求。
<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣家具製造主要在大陸以 OEM 方式代工發展，檢測結果應與國際標準通用。 2. 家具檢測之濃度與逸散因子相關數據，可提供未來測試方法之數學計算使用。 3. 建議 TVOC 濃度單位轉換參考德國計算方式 ($1\text{mg}/\text{m}^3 = 0.81\text{ppm}$)

評 審 意 見

1. 建議應探討德國與美國檢測方法之實驗背景差異性。
 2. 建議 TVOC 檢測應分為總碳氫化合物或 VOCs 檢測。
 3. 建立詳細之檢測與收件採樣 SOP，與收件保存技術之訂定。
 4. 檢測過程需嚴謹，標章建立程序應簡化，檢測數據應可多面向使用。
1. 家具標章推動應由政府引導廠商進行：如應反映於投標需知中。
 2. 目前建築師代民眾購買家具，主要以符合最低法令限制。
 3. 提供家具製造廠商家具逸散簡算式，讓廠商先行試算預做負荷率後決定是否送件檢測，以降低相關成本。
 4. 建議直接引用國外標章相關標準以降低自行建立標章時間成本。
1. 目前綠建材標章於市場中並不普及，主要 5% 以漆類為主，市場接受度不高。
 2. 建議簡化家具檢測程序。
 3. 因家具種類繁多，建議增加檢測目前市場大量使用之家具，如宿舍家具，學校桌椅等。
 4. 標章推動方式建議由綠建材標章合併推動。
1. 建議家具標章併入綠建材標章中，重新考慮合併後是否需重新命名與檢測項目。
 2. TVOC 評定基準建議以逸散濃度為主。
- 本次工作會議討論之決議歸納如下：
- (一) 家具標章推動時間應考慮目前市場與消費者行為，建議延緩半年推動，期間補充市場上大量使用之家具檢測，以符合市場需求。
 - (二) 比較分析美國與德國之家具檢測程序與實驗背景各項數值。
 - (三) 提出全尺寸家檢測評定基準。
 - (四) 檢測報告格式建議為國際通用格式。
 - (五) 提出逸散簡算式供廠商先行計算預估產品逸散濃度。

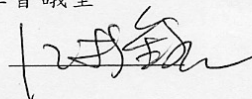
附錄五 全尺寸家具工作會議專家出席簽名單

全尺寸家具有機逸散物檢測方法與評定基準

開會時間：96年11月16日(星期五)上午10時0分

開會地點：大坪林聯合開發大樓15樓第三會議室

主持人：成功大學建築學系江教授哲銘



出席者：

出席者	簽名
內政部建築研究所環境控制組 陳組長瑞鈴	陳瑞鈴
內政部建築研究所性能實驗中心 林國防訓儲研究員霧霆	林霧霆
財團法人台灣建築中心 徐董事長文志	李明賢代
中華民國室內設計裝修商業同業公會全國 聯合會 阮理事長漢城	陳
稻江管理學院休閒遊憩管理學系 鄒主任哲宗	鄒哲宗
國立台北科技大學化學工程與生物科技系 段教授葉芳	段葉芳
國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工 程系 李教授家偉	李家偉
王建築師世昌	王世昌
家王企業股份有限公司 康董事長文昌	康文昌
經濟部標檢局第1組第3科 刑科長金池	
行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 何研究員明勳	

相關人員	邵文政 ✓
	陳振成
	秦偉廷

附錄六 實驗測試結果數據彙整

(一)全尺寸櫥櫃類家具—歐式衣櫃 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.576m²/m³

時間 (h)	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCOC-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
1	41.860	57.075	2	0.019	25.173
2	23.351	4.830	4	0.018	19.408
3	22.803	13.158	6	0.019	20.697
4	14.792	5.184	8	0.020	22.127
5	13.812	11.916	10	0.020	19.307
6	14.927	18.174	12	0.018	17.722
7	19.317	15.457	22	0.018	21.532
8	13.342	8.698	24	0.022	25.971
9	15.986	14.526	28	0.023	24.855
10	14.454	13.166	32	0.024	23.817
11	16.699	12.619	36	0.015	13.655
12	12.293	7.034	48	0.016	16.808
21	16.199	12.607	52	0.015	17.555
22	12.084	8.376	56	0.021	24.576
23	11.368	6.513	60	0.024	24.306
24	7.690	5.423	64	0.017	16.082
26	13.205	12.827	68	0.017	17.059
28	12.619	11.677	72	0.015	16.207
30	14.711	16.066			
32	20.787	22.228			
34	23.455	18.217			
36	17.975	14.207			
46	12.708	9.633			
48	9.793	7.190			
50	8.706	6.318			
52	6.938	5.622			
54	8.104	10.469			
56	15.906	15.598			
58	12.907	9.996			
60	12.839	11.674			
62	13.628	12.823			
64	15.011	13.988			
66	15.674	12.799			
68	12.972	8.067			
70	7.972	5.802			
72	10.691	10.447			

(二)全尺寸櫥櫃類家具－傳統衣櫃 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.6m²/m³

時間 (h)	TVOC μg/m ³	TCOC-E. F. μg/m ² ·h	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. μg/m ² ·h
1	45.595	80.382	2	0.0573	120.780
2	50.864	48.308	4	0.1229	146.595
3	53.701	65.984	6	0.0999	103.655
4	76.344	70.649	8	0.1271	137.232
5	62.135	50.522	10	0.1156	116.711
6	74.835	66.889	12	0.1255	129.543
7	67.567	58.121	22	0.0944	110.288
8	77.012	63.967	24	0.1287	142.742
9	67.315	56.320	28	0.1068	103.824
10	77.281	62.958	32	0.1099	110.178
11	63.690	47.441	36	0.1007	100.607
12	68.479	59.718	48	0.1079	111.819
21	54.024	50.764	52	0.1138	115.818
22	62.523	59.680	56	0.1084	109.256
23	63.118	52.325	60	0.1101	114.128
24	62.195	45.607	64	0.1171	116.857
26	50.993	37.991	68	0.1013	99.281
28	53.274	40.395	72	0.1024	105.828
30	41.393	30.838			
32	—	—			
34	47.605	41.489			
36	48.862	41.357			
46	50.244	34.264			
48	31.714	25.831			
50	48.811	47.490			
52	48.067	39.467			
54	47.398	38.771			
56	46.321	37.731			
58	45.310	36.185			
60	42.545	34.540			
62	43.117	35.786			
64	42.198	33.925			
66	40.142	31.915			
68	38.509	33.715			
70	44.040	37.907			
72	39.739	31.783			

(三)全尺寸櫥櫃類家具—系統組合式書櫃 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.489m²/m³

時間 (h)	TVOC μg/m ³	TCOC-E. F. μg/m ² ·h	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. μg/m ² ·h
1	4.629	4.694	2	0.0443	65.249
2	5.609	7.565	4	0.0488	59.507
3	6.430	7.710	6	0.0423	49.385
4	6.731	6.610	8	0.0436	55.048
5	6.174	5.031	10	0.0435	55.328
6	5.484	3.377	12	0.0455	57.692
7	3.997	3.658	22	0.0433	56.587
8	5.069	6.238	24	0.0480	59.835
9	5.038	5.297	28	0.0390	47.149
10	5.219	4.581	32	0.0435	55.852
11	4.306	4.284	36	0.0445	55.507
12	5.109	5.889	48	0.0421	54.402
21	3.807	4.649	52	0.0492	65.164
22	4.698	6.176	56	0.0547	68.603
23	5.159	2.990	60	0.0505	61.208
24	2.467	1.625	64	0.0493	61.617
26	6.100	6.231	68	0.0512	64.101
28	2.471	0.851	72	0.0502	62.125
30	2.826	2.434			
32	1.587	0.885			
34	1.387	1.327			
36	1.412	1.724			
46	4.042	3.497			
48	2.283	2.267			
50	3.915	4.747			
52	3.752	3.678			
54	3.615	3.258			
56	2.905	2.265			
58	2.243	1.732			
60	1.811	1.264			
62	1.096	0.608			
64	0.811	0.626			
66	0.699	0.696			
68	0.775	0.771			
70	0.660	0.543			
72	0.520	0.251			

(四)全尺寸櫥櫃類家具－傳統書櫃 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.489m²/m³

時間 (h)	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCOC-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
1	76.724	243.785	2	0.0736	160.809
2	162.046	287.032	4	0.1110	166.797
3	195.807	246.214	6	0.1194	164.030
4	207.390	211.469	8	0.1356	178.744
5	195.536	198.616	10	0.1352	165.166
6	206.385	215.006	12	0.1304	161.288
7	199.735	190.255	22	0.1448	176.667
8	192.992	195.696	24	0.1360	164.864
9	198.415	203.653	28	0.1387	171.336
10	194.042	178.085	32	0.1314	156.180
11	178.795	168.986	36	0.1146	137.694
12	180.758	183.020	48	0.1160	144.342
21	149.580	162.498	52	0.1151	139.364
22	162.620	181.057	56	0.1030	132.223
23	164.294	163.922	60	0.1278	166.016
24	158.877	150.123	64	0.1248	153.454
26	146.027	143.206	68	0.1212	147.600
28	147.345	150.263	72	0.1139	141.135
30	145.681	144.989			
32	139.997	138.586			
34	137.158	139.687			
36	139.308	141.074			
46	117.206	123.179			
48	128.506	135.416			
50	125.455	127.419			
52	127.192	127.921			
54	121.652	113.816			
56	106.839	106.334			
58	116.269	122.215			
60	113.702	114.746			
62	113.638	117.289			
64	116.179	115.384			
66	107.301	106.997			
68	111.170	112.951			
70	106.216	104.290			
72	103.030	101.316			

(五)全尺寸沙發類家具－布製沙發 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.275m²/m³

時間 (h)	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCOC-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
1	171.742	643.247	2	0.0191	69.810
2	181.409	331.451	4	0.0248	57.510
3	173.055	274.242	6	0.0214	41.129
4	158.512	253.009	8	0.0191	39.508
5	152.696	249.079	10	0.0189	42.242
6	142.983	209.548	12	0.0193	42.972
7	129.350	197.885	22	0.0178	40.263
8	126.081	189.388	24	0.0188	43.433
9	107.562	170.481	28	0.0200	44.259
10	106.990	178.428	32	0.0189	37.915
11	98.832	162.010	36	0.0130	25.539
12	97.375	165.621	48	0.0132	32.720
21	54.958	91.687	52	0.0195	47.056
22	55.204	89.759	56	0.0200	44.629
23	48.838	61.767	60	0.0202	46.253
24	40.084	54.276	64	0.0225	51.580
26	37.692	64.388	68	0.0233	47.634
28	36.009	59.832	72	0.0154	39.672
30	31.573	53.683			
32	31.989	55.602			
34	28.835	49.785			
36	29.151	51.932			
46	22.043	36.911			
48	20.032	34.490			
50	19.967	38.383			
52	22.372	46.209			
54	26.117	47.944			
56	22.942	37.314			
58	—	—			
60	19.719	32.974			
62	—	—			
64	16.701	29.660			
66	17.475	34.816			
68	20.097	34.471			
70	15.247	24.246			
72	15.175	25.918			

(六)全尺寸沙發類家具—透氣皮製沙發 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25°C、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.22m²/m³

時間 (h)	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCOC-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
1	13.724	68.779	2	0.0071	29.378
2	16.605	42.109	4	0.0070	20.277
3	15.325	29.482	6	0.0077	21.189
4	14.150	25.656	8	0.0069	18.907
5	12.454	22.906	10	0.0074	21.809
6	12.724	26.003	12	0.0078	21.904
7	10.987	22.669	22	0.0068	18.450
8	10.745	25.454	24	0.0067	16.480
9	11.432	27.547	28	0.0040	9.185
10	11.424	25.486	32	0.0040	11.377
11	11.213	27.472	36	0.0044	12.119
12	12.289	28.974	48	0.0035	9.410
21	6.975	14.183	52	0.0033	9.405
22	6.904	13.143	56	0.0038	10.738
23	5.849	12.952	60	0.0035	9.671
24	4.829	13.055	64	0.0037	10.123
26	9.220	25.142	68	0.0034	9.385
28	8.763	18.206	72	0.0036	10.173
30	7.702	17.489			
32	8.554	21.093			
34	9.011	20.014			
36	8.312	17.909			
46	7.420	16.011			
48	6.837	15.526			
50	7.397	17.244			
52	7.157	17.355			
54	8.350	21.042			
56	9.007	21.737			
58	9.449	20.233			
60	7.899	16.712			
62	8.344	17.535			
64	6.629	13.646			
66	7.085	16.158			
68	6.666	12.627			
70	4.856	8.436			
72	4.311	9.321			

(七)全尺寸沙發類家具－牛皮製沙發 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.257m²/m³

時間 (h)	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCOC-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
1	7.097	19.361	2	0.0153	55.019
2	2.857	4.694	4	0.0158	35.535
3	1.826	0.717	6	0.0138	30.120
4	1.399	0.403	8	0.0136	34.677
5	0.634	0.026	10	0.0157	40.007
6	0.778	1.249	12	0.0159	38.065
7	0.498	3.115	22	0.0157	35.982
8	1.882	6.394	24	0.0147	35.145
9	1.903	4.033	28	0.0169	41.713
10	2.053	5.032	32	0.0175	38.755
11	2.437	4.244	36	0.0122	25.582
12	1.798	2.721	48	0.0108	25.571
21	3.952	4.475	52	0.0111	26.286
22	2.062	2.813	56	0.0108	25.376
23	0.444	0.473	60	0.0105	25.283
24	1.374	6.542	64	0.0114	27.957
26	3.494	7.495	68	0.0119	27.531
28	2.094	2.358	72	0.0104	25.968
30	1.730	3.382			
32	2.111	4.717			
34	2.359	4.557			
36	2.077	3.974			
46	3.150	5.675			
48	2.471	3.930			
50	2.248	4.222			
52	2.317	3.622			
54	1.339	1.559			
56	1.242	3.161			
58	2.105	5.211			
60	2.390	5.139			
62	2.611	6.047			
64	3.386	6.445			
66	2.465	3.455			
68	2.009	2.947			
70	1.477	2.692			
72	1.822	4.140			

(八)全尺寸廚具類家具－歐式廚具(1)TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25°C、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.46m²/m³

時間 (h)	TVOC μg/m ³	TCOC-E. F. μg/m ² ·h	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. μg/m ² ·h
1	15.269	26.334	2	0.0224	51.114
2	9.131	2.493	4	0.0328	42.826
3	8.448	6.789	6	0.0218	21.029
4	6.973	4.399	8	0.0212	29.754
5	5.551	5.196	10	0.0246	46.166
6	6.235	5.778	12	0.0421	71.732
7	4.670	1.766	22	0.0790	109.689
8	3.202	1.890	24	0.0802	98.924
9	3.219	3.597	28	0.0573	66.099
10	3.315	3.377	32	0.0517	67.073
11	3.033	2.037	36	0.0542	68.875
12	2.170	1.304	48	0.0246	28.147
21	1.291	1.048	52	0.0216	27.601
22	1.068	1.279	56	0.0222	28.373
23	1.408	0.645	60	0.0188	25.232
24	0.258	1.195	64	0.0237	30.970
26	4.254	7.879	68	0.0183	22.733
28	6.351	8.422	72	0.0196	26.554
30	7.160	7.868			
32	6.610	5.551			
34	4.227	2.278			
36	2.378	1.548			
46	2.183	2.116			
48	1.778	2.106			
50	2.529	3.197			
52	2.645	2.766			
54	2.366	2.525			
56	2.591	2.526			
58	1.864	1.629			
60	1.883	1.152			
62	0.233	0.356			
64	1.689	2.208			
66	0.947	0.834			
68	1.340	1.741			
70	1.494	1.386			
72	0.919	0.695			

(九)全尺寸廚具類家具－歐式廚具(2)TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.647m²/m³

時間 (h)	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCOC-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
1	4.436	4.639	2	0.0246	34.987
2	1.570	2.030	4	0.0252	23.335
3	0.238	0.390	6	0.0238	20.162
4	0.828	1.557	8	0.0204	17.791
5	1.426	3.265	10	0.0207	22.153
6	3.630	5.542	12	0.0261	26.932
7	4.972	4.598	22	0.0241	22.694
8	4.611	2.189	24	0.0245	23.722
9	3.196	0.983	28	0.0262	23.239
10	2.688	1.320	32	0.0184	16.226
11	2.217	1.223	36	0.0213	20.495
12	2.055	1.635	48	0.0184	18.001
21	4.065	1.531	52	0.0223	21.821
22	1.759	0.645	56	0.0220	19.991
23	1.471	0.896	60	0.0193	17.633
24	1.148	1.977	64	0.0197	18.063
26	4.615	4.589	68	0.0172	15.897
28	3.800	2.865	72	0.0183	11.498
30	4.433	3.576			
32	4.195	3.661			
34	5.525	4.572			
36	4.984	3.762			
46	6.561	3.894			
48	3.207	1.118			
50	3.042	2.188			
52	2.789	2.071			
54	2.828	2.152			
56	2.708	2.071			
58	2.774	2.402			
60	3.378	3.189			
62	4.278	3.411			
64	3.655	2.124			
66	2.467	2.025			
68	3.966	3.291			
70	3.056	1.921			
72	2.829	1.799			

(十)全尺寸廚具類家具－傳統廚具 TVOC 及 HCHO 測試結果

實驗條件：溫度=25℃、相對濕度=50%、換氣率=0.5h⁻¹、負荷率=0.43m²/m³

時間 (h)	TVOC μg/m ³	TCOC-E. F. μg/m ² ·h	時間 (h)	HCHO ppm	HCHO-E. F. μg/m ² ·h
1	10.471	156.709	2	0.0436	88.570
2	125.780	250.031	4	0.0390	48.922
3	102.081	81.663	6	0.0353	48.654
4	94.701	83.234	8	0.0377	51.890
5	79.748	81.091	10	0.0338	45.719
6	85.459	97.539	12	0.0353	50.304
7	79.095	86.346	22	0.0329	45.650
8	81.438	87.238	24	0.0327	41.347
9	73.506	75.569	28	0.0203	24.696
10	73.636	84.116	32	—	—
11	73.005	83.477	36	0.0233	33.303
12	73.211	82.958	48	0.0237	35.899
21	61.616	74.057	52	0.0310	47.034
22	65.677	77.160	56	0.0336	47.809
23	63.026	67.624	60	0.0329	46.672
24	61.448	70.401	64	0.0349	51.682
26	64.130	74.621	68	0.0405	59.973
28	62.947	70.136	72	0.0437	78.972
30	60.196	67.658			
32	60.206	69.107			
34	59.953	69.725			
36	61.546	70.966			
46	55.145	64.549			
48	58.381	67.862			
50	56.389	63.830			
52	56.598	63.348			
54	53.350	59.948			
56	54.143	62.318			
58	53.428	61.268			
60	53.827	59.933			
62	49.993	56.175			
64	51.523	58.562			
66	48.783	55.519			
68	50.499	57.452			
70	47.688	55.121			
72	50.972	56.578			

附錄七 美國 BIFMA 家具標章之 VOCs 檢測種類

化合物分類	化合物	沸點℃	化合物	沸點℃
Aromatic Hydrocarbons (12)	Benzene	80.1	1,2,4-Trimethylbenzene	169.4
	Toluene	111	1,3,5-Trimethylbenzene	165
	Ethylbenzene	136.2	2-Ethyltoluene	165.2
	m/p-Xylene	139.1/ 138.3	Styrene	145.2
	o-Xylene	144	Naphthalene	218
	n-propylbenzene	159	4-Phenylcyclohexene	251
Aliphatic Hydrocarbons (15)	n-Hexane	69	n-Tetradecane	253.7
	n-Heptane	98.4	n-Pentadecane	270.6
	n-Octane	125.7	n-Hexadecane	287
	n-Nonane	150.8	2-Methylpentane	60.3
	n-Decane	174.1	3-Methylpentane	63.3
	n-Undecane	196	1-Octene	121.3
	n-Dodecane	216.3	1-Decene	170.5
	n-Tridecane	235.4		
Cycloalkanes(3)	Methylcyclopentane	71.8	Methylcyclohexane	101
	Cyclohexane	81		
Terpenes(4)	3-Carene	167	beta-Pinene	164
	alpha-Pinene	156	Limonene	170
Alcohols(3)	2-Propanol	82.4	2-Ethyl-1-hexanol	182
	1-Butanol	118		
Glycols/Glycol Ethers(5)	2-Methoxyethanol	124.6	1-Methoxy-2-propanol	118
	2-Ethoxyethanol	135	2-Butoxyethoxyethanol	231
	2-Butoxyethanol	171		

化合物分類	化合物	沸點°C	化合物	沸點°C
Aldehydes(5)	Butanal	76	Nonanal	93
	Pentanal	103	Benzaldehyde	179
	Hexanal	129		
Ketones(4)	Methylethylketone	780	Cyclohexanone	155.6
	Methylisobutylketone	116.8	Acetophenone	202
Halocarbons(4)	Trichloroethene	89	1,1,1-Trichloroethane	74.1
	Tetrachloroethene	121	1,4-Dichlorobenzene	173
Acids(1)	Hexanoic acid	202		
Easters(4)	Ethylacetate	77	Isopropylacetate	85
	Butylacetate	126.5	2-Ethoxyethylacetate	456.4
Other(2)	2-Pentylfuran	> 120	Tetrahydrofuran	67