

建材逸散模擬資訊系統驗證 與擴充更新計畫

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 102 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

10263D0002

建材逸散模擬資訊系統驗證 與擴充更新計畫

執行方式：☐補助研究 ☒協同研究 ☐自行研究
執行單位：內政部建築研究所（環境控制組）
研究主持人：廖慧燕
協同主持人：邵文政
研究員：林霧霆、謝宗安
研究助理：邱愉芯、顏悅穎

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 102 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

**ARCHITECTURE AND BUILDING
RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR**

**A Study on Verification ,Expand and
Renovate of Building Materials
Emission Information Simulation**

BY

Liao, Hui-Yen

Shao, Wen-Cheng

Lin, Wu-Ting 、Hsieh, Tsung-An

Chiu, Yu-Hsin 、Yen, Yueh-Ying

December,2013

目次

表次	III
圖次	V
摘要	XI
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究計畫內容	3
第三節 研究方法與步驟	5
第四節 研究成果與進度	7
第二章 建材逸散模擬資訊系統相關研究	9
第一節 國內外資訊系統應用與推估公式相關文獻	9
第二節 國外建材逸散模擬推廣成效	19
第三節 建材逸散與健康風險之相關文獻	21
第三章 系統分析結果	25
第一節 綠建材資料庫之建置	25
第二節 全尺寸與實場試驗模組選定原則	26
第三節 全尺寸建材逸散量測結果	27
第四節 實際裝修完工空間建材逸散量測結果	33
第五節 調校建材逸散模擬資訊系統之推估公式	45
第六節 建材逸散模擬資訊系統之實場推估能力分析	59
第七節 建材逸散模擬資訊系統之更新整合	65
第四章 建材逸散模擬資訊系統之對策探討	71
第一節 第一次專家會議與意見回應	71
第二節 第二次專家會議與意見回應	73
第三節 建材逸散模擬資訊系統之對策探討	75
第五章 結論與建議	79
第一節 結論	79
第二節 建議	82
附錄一 健康綠建材納入建材逸散資料庫	83

附錄二	名詞解釋	89
附錄三	小尺寸建材逸散直讀量測系統	91
附錄四	全尺寸建材逸散試驗系統	105
附錄五	實際裝修完工空間量測法	113
附錄六	期初審查會議評審意見與回應	117
附錄七	期中審查會議評審意見與回應	121
附錄八	期末審查會議評審意見與回應	125
附錄九	期末審查會議後續評審補充意見與回應	129
附錄十	102.07.02 第一次工作會議簡報	133
附錄十一	102.07.02 第一次工作會議簽到表	137
附錄十二	102.07.02 第一次工作會議記錄	139
附錄十三	102.10.08 第二次工作會議簡報	141
附錄十四	102.10.08 第二次工作會議簽到表	147
附錄十五	102.10.08 第二次工作會議記錄	149
附錄十六	直讀式儀器原廠校正報告	153
參考書目		155

表次

表 1-1 研究進度表	8
表 2-1 暴露風險之反應等級.....	22
表 2-2 短期風險暴露之評估基準	24
表 3-1 不同裝修部位建材試驗模組	26
表 3-2 實驗系統環境設定	27
表 3-3 模組一試驗建材組合與條件	28
表 3-4 模組二試驗建材組合與條件	29
表 3-5 模組三試驗建材組合與條件	31
表 3-6 實際裝修完工空間之模組一物理條件說明	33
表 3-7 模組一之實際裝修完工空間量測建材選樣	34
表 3-8 模組一之不同裝修部位使用之建材	34
表 3-9 實際裝修完工空間之模組二物理條件說明	37
表 3-10 模組二之實際裝修完工空間量測建材選樣	37
表 3-11 模組二之不同裝修部位使用之建材.....	37
表 3-12 實際裝修完工空間之模組三物理條件說明	41
表 3-13 模組三實際裝修完工空間量測建材選樣	41
表 3-14 模組三不同裝修部位使用之建材	41
表 3-15 全尺寸模組一推估甲醛逸散濃度	47
表 3-16 實際裝修完工空間模組一驗證修正後甲醛逸散濃度.....	48
表 3-17 全尺寸模組一推估 TVOC 逸散濃度	49
表 3-18 實際裝修完工空間模組一驗證修正後 TVOC 逸散濃度	50
表 3-19 全尺寸模組二推估甲醛逸散濃度	51
表 3-20 實際裝修完工空間模組二驗證修正後甲醛逸散濃度.....	52
表 3-21 全尺寸模組二推估 TVOC 逸散濃度	53
表 3-22 實際裝修完工空間模組二驗證修正後 TVOC 逸散濃度	54
表 3-23 全尺寸模組三推估甲醛逸散濃度	55
表 3-24 實際裝修完工空間模組三驗證修正後甲醛逸散濃度.....	56
表 3-25 全尺寸模組三推估 TVOC 逸散濃度	57

表 3-26 實際裝修完工空間模組三驗證修正後 TVOC 逸散濃度	58
表 3-27 實驗模組施作建材	60
表 3-28 模組一與建材逸散模擬資訊系統甲醛量測結果比對.....	61
表 3-29 模組二與建材逸散模擬資訊系統甲醛量測結果比對.....	62
表 3-30 模組三與建材逸散模擬資訊系統甲醛量測結果比對.....	64
表 3-31 北京 IAQD 軟體與本研究之資訊系統差異性分析	70
附表 1 健康綠建材逸散資料庫-TVOC 逸散速率 A.....	83
附表 2 健康綠建材逸散資料庫-TVOC 逸散速率 B.....	84
附表 3 健康綠建材逸散資料庫-TVOC 逸散速率 C.....	85
附表 4 健康綠建材逸散資料庫-甲醛逸散速率 A	86
附表 5 健康綠建材逸散資料庫-甲醛逸散速率 B	87
附表 6 健康綠建材逸散資料庫-甲醛逸散速率 C	88
附表 7 小尺寸建材逸散直讀量測系統試驗方法與程序	91
附表 8 儀器分析性能說明	99
附表 9 全尺寸建材逸散試驗系統環境條件設定	105
附表 10 ASTM D6670-01 相關參數精密度與準確度規範	108
附表 11 ATD 熱脫附裝置設定條件	109
附表 12 實際裝修完工空間量測之檢測儀.....	114
附表 13 實際裝修完工空間量測檢測儀之校正氣體說明	115

圖次

圖 1-1 研究流程圖	6
圖 2-1 NRC-IRC IA QUEST 於加拿大國家研究委員會之網站推廣...	10
圖 2-2 WALL PAINT EXPOSURE ASSESSMENT MODEL 評估方法	11
圖 2-3 WALL PAINT EXPOSURE ASSESSMENT MODEL	11
圖 2-4 WALL PAINT EXPOSURE ASSESSMENT MODEL	12
圖 2-5 WALL PAINT EXPOSURE ASSESSMENT MODEL 美國環保署推廣 ..	12
圖 2-6 IAQX 附屬應用程式	14
圖 2-7 IAQX 操作介面	14
圖 2-8 IAQX 於美國環保署之網站推廣	15
圖 2-9 建材逸散模擬資訊系統首頁介面	17
圖 2-10 建材逸散模擬資訊系統教育宣導介面	17
圖 2-11 建材逸散模擬資訊系統介面首頁	18
圖 2-12 建材逸散模擬資訊系統使用範圍及限制	18
圖 2-13 質子傳遞反應質譜儀	19
圖 2-14 密閉 30L 檢測艙	19
圖 2-15 不銹鋼 30M ³ 檢測艙	20
圖 2-16 揮發性有機化合物分析設備	20
圖 2-17 室內空氣品質模擬軟體	20
圖 2-18 室內空氣品質模擬軟體與手機結合之 APP 軟體	20
圖 2-19 暴露風險評估之關係	22
圖 2-20 允許攝入量	23
圖 3-1 全尺寸建材逸散試驗採樣點位置	27
圖 3-2 模組一乳膠漆	28
圖 3-3 模組一水性感壓膠	28
圖 3-4 模組一塑膠地磚	28
圖 3-5 模組一全尺寸實驗現況-A	28
圖 3-6 模組一全尺寸實驗現況-B	28
圖 3-7 模組一全尺寸試驗甲醛逸散濃度	29

圖 3-8 模組一全尺寸試驗 TVOC 逸散濃度	29
圖 3-9 模組二木皮板	30
圖 3-10 模組二乳膠漆	30
圖 3-11 模組二木地板	30
圖 3-12 模組二矽酸鈣板	30
圖 3-13 模組二白膠	30
圖 3-14 模組二合板	30
圖 3-15 模組二全尺寸實驗現況-A	30
圖 3-16 模組二全尺寸實驗現況-B	30
圖 3-17 模組二全尺寸試驗甲醛逸散濃度	30
圖 3-18 模組二全尺寸試驗 TVOC 逸散濃度	30
圖 3-19 模組三水泥漆	31
圖 3-20 模組三水泥板	31
圖 3-21 模組三木地板	31
圖 3-22 模組三全尺寸實驗現況-A	32
圖 3-23 模組三全尺寸實驗現況-B	32
圖 3-24 模組三全尺寸試驗甲醛逸散濃度	32
圖 3-25 模組三全尺寸試驗 TVOC 逸散濃度	32
圖 3-26 模組一平面示意圖	33
圖 3-27 模組一空間示意圖	33
圖 3-28 模組一實際裝修完工空間量測溫度歷時 48 小時變化	34
圖 3-29 模組一實際裝修完工空間量測濕度歷時 48 小時變化	35
圖 3-30 模組一實際裝修完工空間量測 TVOC 逸散濃度	35
圖 3-31 模組一實際裝修完工空間量測甲醛逸散濃度	36
圖 3-32 模組二平面示意圖	36
圖 3-33 模組二空間示意圖	36
圖 3-34 模組二實際裝修完工空間量測溫度歷時 48 小時變化	37
圖 3-35 模組二實際裝修完工空間量測濕度歷時 48 小時變化	38
圖 3-36 模組二實際裝修完工空間量測現況	38
圖 3-37 模組二實際裝修完工空間 TVOC 量測結果	38

圖 3-38 模組二實際裝修完工空間量測壁面現況	39
圖 3-39 模組二實際裝修完工空間現況	39
圖 3-40 模組二實際裝修完工空間天花板部位	39
圖 3-41 模組二實際裝修完工空間甲醛逸散濃度	39
圖 3-42 模組二實際裝修完工空間量測現況	40
圖 3-43 模組三平面示意圖	40
圖 3-44 模組三實際裝修完工空間量測現況	41
圖 3-45 模組三實際裝修完工空間 TVOC 量測結果	42
圖 3-46 模組三實際裝修完工空間量測檢測儀架設	42
圖 3-47 模組三實際裝修完工空間通風形式	42
圖 3-48 模組三實際裝修完工空間甲醛量測結果	42
圖 3-49 建材逸散模擬資訊系統推估過程	45
圖 3-50 全尺寸建材逸散試驗系統	59
圖 3-51 實際裝修完工空間量測	59
圖 3-52 模組一與建材逸散模擬資訊系統甲醛濃度與誤差範圍	61
圖 3-53 模組二與建材逸散模擬資訊系統甲醛濃度與誤差範圍	63
圖 3-54 模組三與建材逸散模擬資訊系統甲醛濃度與誤差範圍	64
圖 3-55 建材逸散模擬資訊系統首頁介面	66
圖 3-56 建材逸散模擬資訊系統之空間資訊輸入介面-A	66
圖 3-57 建材逸散模擬資訊系統之空間資訊輸入介面-B	67
圖 3-58 建材逸散模擬資訊系統之建材資訊管理介面	67
圖 3-59 建材逸散模擬資訊系統之建材資訊編輯介面	68
圖 3-60 建材逸散模擬資訊系統之宣導介面更新	68
圖 3-61 建材逸散模擬成果資訊匯出	69
附圖 1 小尺寸建材逸散直讀量測系統	91
附圖 2 進氣泵浦	93
附圖 3 浮子流量計與碳氫化合物吸附管	93
附圖 4 溫控系統與保溫設備	94
附圖 5 進排氣裝置	94
附圖 6 流量控制閥	94

附圖 7 不鏽鋼 20L 環控艙	95
附圖 8 艙體內部氣體混合裝置	95
附圖 9 採樣分析系統	96
附圖 10 COSMOS XG-100V、FORMALDEMETER HTV-M	96
附圖 11 甲醛之校正管	96
附圖 12 TVOC 校正用之標準氣體	96
附圖 13 樣本攪拌使之均勻	97
附圖 14 取出樣本用量	97
附圖 15 將接著劑置於乾式建材	97
附圖 16 以不鏽鋼刮刀塗抹接著劑	97
附圖 17 石臘膜密封開口	98
附圖 18 存放至 4°C 冰箱	98
附圖 19 清洗環控箱	98
附圖 20 試驗樣本置入環控箱	98
附圖 21 建材揮發性有機化合物標準試驗程序	103
附圖 22 全尺寸建材逸散試驗系統流程圖	105
附圖 23 全尺寸建材逸散試驗系統	106
附圖 24 側艙進氣系統	106
附圖 25 溫濕度及風速感測器	108
附圖 26 環控艙出風口	108
附圖 27 全尺寸建材逸散試驗環控艙採樣點設置位置	109
附圖 28 自動熱脫附儀 ATD	110
附圖 29 SKC 吸氣泵浦	110
附圖 30 TENAX-TA 採樣管	110
附圖 31 GC/MS 氣相層析/質譜儀	110
附圖 32 建材逸散揮發性有機化合物檢測標準作業流程	112
附圖 33 實際裝修完工空間量測標準作業流程	113
附圖 34 檢測儀架設位置	114
附圖 35 檢測儀架設位置-上視圖	115
附圖 36 檢測儀架設位置-正視圖	115

附圖 37 102.07.02 第一次工作會議簽到表	137
附圖 38 102.10.08 第二次工作會議簽到表	147
附圖 39 FORMALDEMETER HTV-M 甲醛檢測儀原廠校正報告	153
附圖 40 PPB RAE PLUS TVOC 檢測儀原廠校正報告	154

摘要

關鍵詞：室內空氣品質、建材逸散模擬、室內裝修、全尺寸建材逸散試驗系統

一、研究緣起

室內空氣品質良窳對人體的健康影響甚鉅，而建築材料是造成室內空氣品質不良的主要污染源，本研究將國內取得健康綠建材標章之產品納入「建材逸散模擬資訊系統」之數據資料庫，並透過全尺寸建材逸散量測系統與實場量測方式驗證甲醛、TVOC 之歷時性逸散，並比對分析其差異性，修正「建材逸散模擬資訊系統」之推估公式，使其模擬結果更貼近真實濃度值。以利預先評估裝修階段或完工階段室內揮發性有機化合物之逸散情形，以期預測裝修後室內空氣品質變化量，較易調整裝修材料種類與數量，確保健康的室內空氣品質。

二、研究方法與過程

主要研究方法分為下列兩種：

- (一)建築材料之揮發性有機化合物之逸散試驗：依據 ASTM D6670-01 標準設計之全尺寸建材逸散實驗系統，模擬單一空間，將欲測試之建材置入試驗艙，建材之揮發性有機化合物與甲醛於試驗艙達穩定狀態，於試驗艙頂部採樣端 (S97) 連接甲醛檢測儀 (Formaldemeter htV-M)、揮發性有機化合物氣體採樣管 (Tenax-TA) 及氣相層析質譜儀 (GC/MS)，分別針對甲醛及揮發性有機化合物進行採樣分析，揮發性有機化合物採樣分析相關實驗流程，如 (附圖 32) 所示。
- (二)實場量測法：在實際裝修完工空間中，以人體站立之呼吸帶原則，於空間中央且距離地面 1.2~1.5m 處，放置直讀儀器 Formaldemeter htV-M (甲醛檢測儀)、ppb RAE plus (揮發性有機化合物檢測儀)，進行甲醛及揮發性有機化合物之逸散量測。

將試驗結果進行比對分析，並針對建材逸散模擬資訊系統調校其推估係數，使系統模擬結果更貼近實際空間逸散情形。

三、重要發現

本研究重要發現如下：

- (一)本研究將已取得標章之健康綠建材逸散數據，包含天花板類 8 筆、地板類 15 筆、牆壁類 32 筆、接著劑類 10 筆、填縫劑及油灰類 8 筆、塗料類 27 筆，共 100 筆數據納入建材逸散資料庫。研究發現健康綠建材標章目前總量約 678 筆，本研究僅輸入七分之一，未來能仍有持續納入資料庫之必要性。
- (二)全尺寸實驗系統與實際裝修完工空間各進行 3 組試驗，將全尺寸量測結果與建材逸散模擬資訊系統模擬結果進行比對分析，以修正系統模擬之推估濃度值，得知修正後推估濃度值，並與實際裝修完工空間逸散量測結果驗證分析，由全尺寸量測結果，模組一、模組二及模組三之甲醛歷時 48 小時推估逸散濃度誤差範圍於儀器誤差 $\pm 0.02\text{ppm}$ 範圍內，且相對標準偏差分別為 2%、6%及 13%，顯示其範圍具有濃度推估之描述能力。
- (三)本研究以三組實際裝修完工空間進行量測，模組一與模組二驗證結果其歷時 48 小時之相對標準差為 11%與 8%，均小於 15%誤差範圍，優於前期研究之 26%之誤差量。
由模組三研究發現，單一空間調整開窗與密閉之通風換氣形式情況下，得知最高逸散濃度密閉形式為開窗通風形式之 3.8 倍，密閉形式階段之相對標準偏差為 46%，開窗通風形式階段相對標準偏差為 4%。本次研究已完成建材逸散模擬資訊系統之低濃度部分濃度推估之調校驗證，建議後續可針對中高濃度群與高濃度群進行濃度推估之調校驗證。
- (四)本年度已完成建材逸散資料庫數據擴充與更新，提升模擬系統之實用性，持續改善及更新系統操作介面與維護管理，以提升使用者迅速並正確進行模擬，主要以建構式之使用操作模式，以分頁步驟引領使用者執行操作，並提供操作者將模擬成果匯出。期未來國人可透過建材逸散模擬資訊系統，瞭解室內裝修建材選用之差異性，掌握室內空氣品質。建議將建材逸散模擬資訊系統以多

方面連結於相關公、私部門領域之官方網站，進行 e 化宣導，結合內政部建築研究所之健康綠建材講習活動並行推廣。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究提出下列具體建議。以下分別從立即可行建議及中長期建議加以列舉。

建議一：

建議未來將所有健康綠建材逸散數據，使建材逸散資料庫更為完善，並結合綠建材標章推廣：立即可行建議。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：

於前期已完成 55 件非健康綠建材之乾式、濕式、接著劑及複層建材逸散資料，並於本研究完成之 100 件健康綠建材逸散資料納入建材逸散資料庫，未來建議將所有符合健康綠建材標章之建材逸散資料納入建材逸散資料庫中，使其更加完善，期結合綠建材致力推廣。

建議二：

建議未來將建材逸散模擬資訊系統之操作教學及推廣與室內空氣品質專責人員之受訓課程相結合：中長期建議。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：行政院環境保護署

依據產、學界專家多次討論，建議未來將建材逸散模擬資訊系統可與室內空氣品質專責人員之受訓課程結合，以利建材逸散模擬資訊系統推廣應用，並可協助推廣綠建材標章。

Abstract

Key Words: Indoor Air Quality, Emission-Prediction Model, Full Scale Chamber Measurement System

The quality of that indoor air can have a profound effect on our health. To affect Indoor Air Quality through building materials 's choice. In recent years, in order to enhance our living and quality of indoor environment, ABRI develops Low-emission Healthy Green Building Material for control strategies. In the study, Low-emission building materials will included in the databases of Building Materials Emission Information Simulation. At the same time, this study will compare the differences of regular emissions of TVOC and formaldehyde by using both Full Scale chamber and actual physical space. These emission concentration predicted coefficients can applies to Building Materials Emission Information Simulation and get those analog results nearly actual physical space values. In the phase of choosing building material , we can through "Building Materials Emission Information Simulation" and enhance indoor air quality and improve our living environment.

This research project target and results

1. Integrate, expand and renovate building material emission database, and include formaldehyde, TVOC emission data in " Low-emission Healthy Green Building Material ".
2. To check and verify The simulation results of “Building Materials Emission Information Simulation” to provide subsequent promotion of interior decorating.
3. Provide related industry is familiar with operation of " Building Materials Emission Information Simulation " at Green Building Materials Seminar.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

NOISH(美國職業安全部門)研究成果顯示，室內空氣品質對人類健康和生活舒適度呈正相關。近代國人對於室內設計規劃的重視，導致過度裝修情形日益頻繁，而室內環境之有害物質大多來自於建築裝修材料、傢俱等，又由於我國位於高溫高濕特質的亞熱帶氣候區，促使裝修材料中含有之揮發性有機化合物與甲醛等有害物質逸散於空氣中，而影響室內環境品質，危害國人健康。為了避免國人選用劣質建材造成不良室內空氣品質影響人體健康，近幾年，政府積極推行，「室內空氣品質管理法」與「健康綠建材標章」，提升國人對於室內環境品質的重視與認知。

國際對於建材逸散管制，大多以「建立完整低逸散建築材料之標章及計畫管制策略」及「建立建材逸散模擬資訊系統」等兩種方式，以降低污染物濃度，維持室內空氣品質。內政部建築研究所「綠建材標章制度」推行多年，未來期能與建材逸散模擬資訊系統整合，強化國內建材管制，促進人居健康，提升產業發展。

延續前期完成之建材逸散模擬資訊系統建置計畫，本年度希望達成整合、擴充及更新現有產品資訊及建材逸散資料庫工作內容有：整合「健康綠建材」與「非健康綠建材」之建材逸散數據，納入建材逸散模擬資訊系統中，使資料庫更加完整；另將進行3組全尺寸建材逸散實驗量測與3組實際裝修空間逸散量測，搭配直讀式儀器進行量測，其量測結果與「建材逸散模擬資訊系統」進行比對驗證，校正其推估係數，提高系統準確性與實用性，擴充其模擬應用範圍，並更新系統操作介面之便利性，其後續可提供室內設計師、相關從業人員、一般民眾應用及後續推廣宣導使用，亦可提供建築從業人員於設計初始階段即能夠慎選優質建材，以確實掌握完工後之室內空氣品質，以保障居住環境優良。

二、研究背景

延續前期相關研究計畫（內政部建築研究所委辦計畫：綠建材性能實驗研究 92~95 年），已完成健康綠建材標章制度、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，並於 99 年度已完成「建置小尺寸建材逸散直讀量測系統」之檢測系統建置、100 年度完成「濕式建材逸散資料庫與模擬軟體之研究」，101 年度完成「建材逸散模擬資訊系統與裝修應用之研究」，本年度(102 年度)研究計畫為延續前期相關之研究，「針對建材逸散模擬資訊系統驗證與建材逸散資料庫數據擴充與更新計畫」，將更新整合「健康綠建材」納入健康逸散資料庫數據於建材逸散模擬資訊系統，以更新並強化建材逸散模擬資訊系統，使建材逸散資料庫數據更臻完善，後續針對其建材逸散模擬資訊系統模擬實際裝修空間逸散濃度，校正其推估係數，使系統更加準確模擬實際裝修後空間之逸散濃度，以提高本系統之實用性，並持續改善及更新系統操作介面之便利性及適用性，同時進行系統程式與伺服器之維護管理，未來更配合內政部建築研究所之相關綠建材講習宣導活動，以提供系統操作手冊或現場操作教學等，使相關從業人員能更加熟悉本系統宣導宗旨及操作應用層面，藉以配合室內空氣品質管理法之施行，提供國人於裝修前選擇建材參考依據，使室內空氣品質提升並達到居住環境健康與舒適度。

- (一) 整合、擴充及更新現有建材逸散資料庫數據，並納入「健康綠建材」標章產品之甲醛、揮發性有機化合物逸散測試數據，使資料庫更臻完備。
- (二) 針對建材逸散模擬資訊系統持續進程式維護管理，並驗證模擬數值準確度，供後續推廣使用。
- (三) 配合相關綠建材宣導講習活動，提供建築相關產業從業人員熟悉「建材逸散模擬資訊系統」操作，初步瞭解操作便利性與實用性，納入後續系統修正調整與推廣應用參考。

第二節 研究計畫內容

本研究彙整前期已測試之乾、濕式建材資料庫可用數據，整合現有健康綠建材資料，透過全尺寸建材逸散試驗系統之相關設施及儀器實驗分析結果及實際裝修空間量測數值，修正「建材逸散模擬資訊系統」逸散濃度推估公式，提高模擬數值之準確度。後續提供「設計者」及一般民眾透過適用於台灣本土之建材逸散資料庫及建材逸散模擬資訊系統，確實掌握室內裝修後室內使用人員健康風險及室內空氣品質狀況。

本年度預計執行之工作內容如下：

一、整合、擴充及更新現有建材逸散資料庫數據，並納入「健康綠建材」標章產品之甲醛、揮發性有機化合物逸散測試數據，使資料庫更臻完備。

(一)更新非健康綠建材標章產品之甲醛及揮發性有機化合物逸散測試數據。

(二)擴充有效標章之「健康綠建材」建材逸散資料庫，提升資料庫數據準確度，以強化建材逸散模擬資訊系統，使建材逸散資料庫數據更臻完善。

二、針對建材逸散模擬資訊系統持續進程式維護管理，並驗證模擬數值準確度，供後續推廣使用。

(一)完成 3 組全尺寸建材逸散試驗量測，將實際量測值與建材逸散模擬資訊系統之推估濃度值進行比對，比較其差異性，調校系統之推估係數，以提升系統準確度。

(二)完成 3 組實場裝修空間逸散量測並搭配直讀式儀器進行量測，針對揮發性有機化合物之逸散情形進行定量探討，並將其量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統模擬實際裝修空間之可行性。

- (三)舉辦 2 場次「建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫」工作會議，邀請產、學界等專家，評估建材於全尺寸建材逸散試驗與實際裝修完工空間逸散之量測結果與建材逸散模擬資訊系統操作便利性與適用性，以及評估推估公式之合理性，研擬後續研究方向。

三、配合相關綠建材宣導講習活動，提供建築相關產業從業人員熟悉「建材逸散模擬資訊系統」操作，初步瞭解操作便利性與實用性，納入後續系統修正調整與推廣應用參考。

- (一)於 102 年度舉辦之綠建材宣導講習會，進行「建材逸散模擬資訊系統」現場操作教學與系統操作說明。
- (二)研擬整合建材逸散模擬資訊系統與內政部建築研究所官方網站連結之可行性，有助於建材逸散模擬資訊系統維護管理及便於民眾連結使用。
- (三)藉由建築、室內空氣品質等學術或產業界官方網站介面，進行建材逸散模擬資訊系統應用推廣與教學示範，可快速從國內推廣進階推向全球化。

第三節 研究方法與步驟

一、研究方法

(一)文獻分析法：

參考國內外室內空氣品質控管模擬及建材逸散模擬之係數校正推估工具，作為台灣本土「建材逸散模擬資訊系統」更新、擴充整合與推廣參考使用，以提升其資訊系統之模擬於實際裝修完工空間之準確性。並進行國內外室內裝修建材使用情形相關資料蒐集，瞭解國內室內裝修業界現況與複層建材使用狀況，以作為建材逸散資料庫更新擴充之依據。

(二)比較分析法：

針對文獻探討及所蒐集的實驗數據進行分析比對，以彙整現有之揮發性有機化合物之相關實驗成果，瞭解其逸散特性與歷時衰減之變化情形，並比較測定建材之實驗結果，校正其推估係數，並更新、整合擴充建材逸散資料庫與校正建材逸散模擬資訊系統。

(三)專家諮詢法：

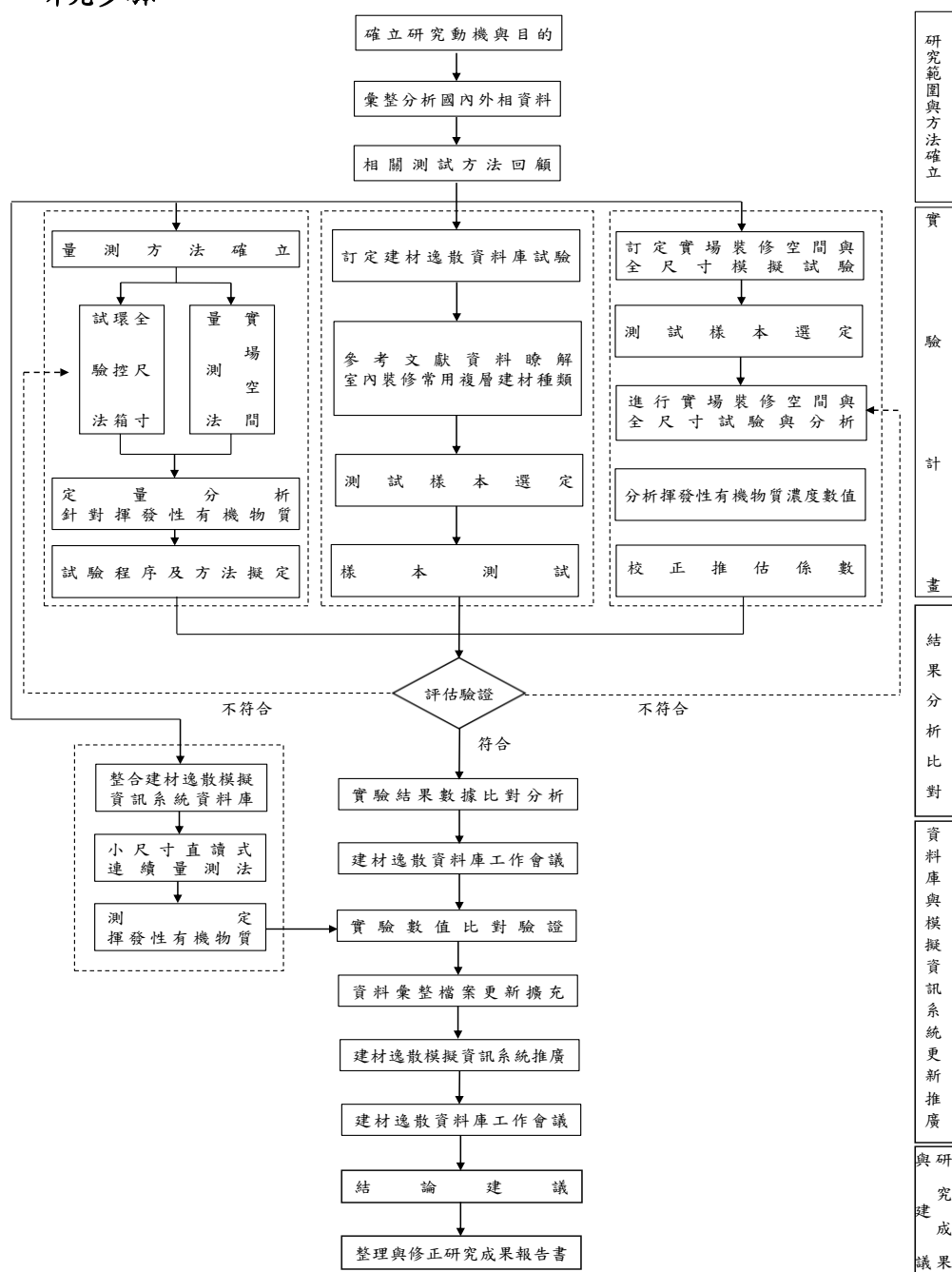
研究結果經由初步彙整後，敬邀對於建材、室內裝修設計、TVOC、室內空氣品質等各方面中當行家之產、學界專家，進行互動交流、訪談與諮詢，並提出應修正及增刪之意見，以作為擴充並強化本資訊系統之參考依據。

(四)實驗分析法：

係使用內政部建築研究所性能實驗中心之 TVOC 相關檢測儀及全尺寸建材逸散試驗系統，以模擬建築單元空間環境，針對 TVOC 逸散分析、實場模擬試驗等，以驗證實驗分析之結果。採用參考 ASTM D6670-01 標準設計之全尺寸建材逸散試驗系統及實際裝修完工空間模擬試驗量測之試驗結果進行驗證與分析，針對建材逸散資料庫校正推估係數，以俾試驗結果更貼近

實際環境狀況。

二、研究步驟



第四節 研究成果與進度

一、研究內容之工作項目

本研究之工作項目包含下列：

- (一)將符合「健康綠建材」標章產品之甲醛、揮發性有機化合物之逸散測試數據納入建材逸散資料庫。
- (二)針對建材逸散模擬資訊系統持續進程式維護管理，並驗證模擬數值準確度，供後續推廣使用。
- (三)配合相關綠建材宣導講習活動，提供建築相關產業從業人員熟悉「建材逸散模擬資訊系統」操作，初步瞭解操作。

二、研究之具體成果

本研究之具體成果將有下列：

- (一)擴充現有建材逸散資料庫，並納入「健康綠建材」標章產品之甲醛、揮發性有機化合物逸散測試數據，使資料庫更臻完備。
- (二)針對「建材逸散模擬資訊系統」逸散濃度推估公式之調校，使其模擬結果更貼近真實濃度值。
- (三)提供建築相關產業從業人員熟悉「建材逸散模擬資訊系統」操作，初步瞭解操作便利性與實用性，以進行推廣應用。

三、研究進度及工作項目

表 1-1 研究進度表

月 工作項目	第 1 個月	第 2 個月	第 3 個月	第 4 個月	第 5 個月	第 6 個月	第 7 個月	第 8 個月	第 9 個月	第 10 個月	備 註
彙整分析國內外相關文獻											
量測系統與試驗程序確立											
專家訪談選定測試樣本											
進行實場裝修空間之複層建材揮發性有機物質逸散試驗											
進行全尺寸實驗系統之複層建材揮發性有機物質逸散試驗											
召開系統與建材逸散資料庫工作會議					◎			◎			
檢測數據比對分析											
資料彙整檔案建置											
更新、推廣建材逸散模擬資訊系統，並整合擴充資料庫											
整理與修正報告書											
期中期末審查報告					◎				◎		
研究進度 (累積數)	10 %	23 %	33 %	40 %	50 %	63 %	76 %	86 %	99 %	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，統計求得本案之總分，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 建材逸散模擬資訊系統相關研究

第一節 國內外資訊系統應用與推估公式相關文獻

根據國內外建材逸散模擬資訊系統之相關研究，作為本研究整合「建材逸散模擬資訊系統」之重要參考指標。主要針對我國「建材逸散模擬資訊系統」機能介面性質提升，期能擴充資訊系統的模擬功能，例如：以健康風險的角度進行模擬室內空間建議入住時間之適宜性，以及系統操作介面調整，期許更符合實際使用者之操作需求，透過資訊科技將室內空氣品質有關的資料，如裝修建材逸散濃度、健康風險、教育宣導等繁多資料進行整合建置於資料庫，並利用網路作為資訊平台，以供設計師、裝修人員及一般民眾，能透過此平台獲得所需資訊以及資源分享，得到各種設計方案甲醛及揮發性有機化合物(TVOC)逸散濃度的相關施工統計資訊，希望透過此資訊系統之更新與整合，能使日後國內室內裝修工程人員能更有效率進行作業，並有效改善室內空氣品質，降低室內使用人員之健康風險，以提升我國產業競爭力。

模擬資訊系統建立於雲端，不但方便相關人員查詢，並可省去紙本資料傳送耗費時間及經濟成本，讓國內裝修工程效率評估能從施工者之經驗值提升更具參考價值的施工案例統計值，藉此提昇施工效率以及對於室內使用人員之風險評估，進而提升國家競爭力。

一、國外相關研究

ISO16814 標準於建材有害物質管制設計與建置，建議透過「建立建材逸散資料庫」及「建立數值模擬推估軟體」方式，管制室內空氣中揮發性有機化合物(VOCs)及毒性物質之污染濃度，藉由對室內空氣品質模擬軟體預測，以瞭解室內空氣之污染物程度，並針對個人的健康風險進行評估。供改善、提升室內環境品質之參考，有助於維護良好之室內空氣品質，目前已有美國、加拿大等國家於政府部門之官方網站，提供民眾下載軟體使用進行模擬。

(一)加拿大(NRC-IRC)IA- QUEST(V1.1,2006)

1995 年加拿大建築研究委員會率先進行建材與家具之逸散相關研究，主要以大規模建築空間轉移為基礎的單一空間，以預測總揮發性有機化合物（TVOC）和個別揮發性有機化合物(VOCs)之總排放率，並建置建築室內裝修常見之建材資料庫，供後續逸散模擬軟體使用。



圖 2-1 NRC-IRC IAQUEST 於加拿大國家研究委員會之網站推廣

(資料來源：NRC-IRC,2013)

(二)Wall Paint Exposure Assessment Model (WPEM)：

牆類塗料逸散暴露模式隸屬於美國環保署(EPA)，由 Geomet Technologies Versar, Inc 所研發，Versar, Inc 主要與美國環保署合作，進行污染防治、化學汙染物質及風險評估相關研發。以單一空間為原則，針對濕式建材-塗料之使用量與暴露時間，得知暴露評估值，平均每日劑量、平均濃度及最高濃度，以進行室內人員之健康風險評估。環保署正與全國塗料和油漆協會（NPCA），致力發展此模式，計劃此模式促進產業品質的提升及產品開發，以健康的觀點，更了化學物質添加於塗料成份中，可能會帶來潛在致

癌風險相關問題，作為建築室內裝修建材選用之參考依據。

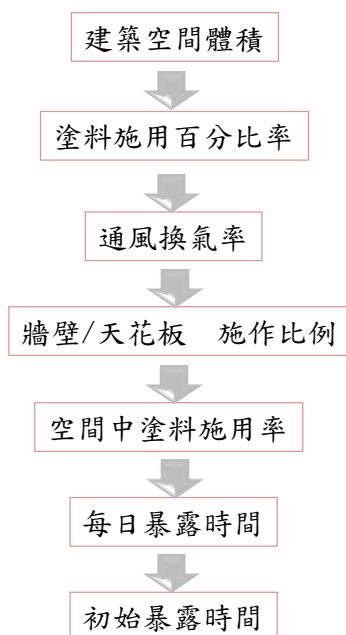


圖 2-2 Wall Paint Exposure Assessment Model 評估方法

(資料來源：美國環保署)

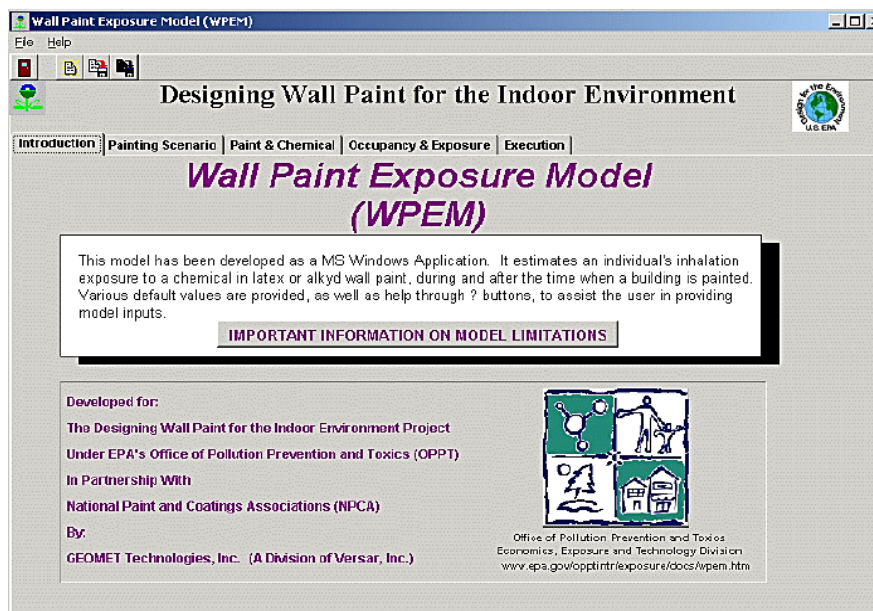


圖 2-3 Wall Paint Exposure Assessment Model

(資料來源：美國環保署)

圖 2-4 Wall Paint Exposure Assessment Model

(資料來源：美國環保署)

圖 2-5 Wall Paint Exposure Assessment Model 美國環保署推廣

(資料來源：美國環保署)

1. 空氣流動模式

$$IAR = (0.046 + 0.39 * A) * V \quad \text{式 2-1}$$

(資料來源：Koontz and Rector, 1995)

A=換氣率。 V=建築體積。單位，立方公尺。

※ IAR = building volume * % volume in painted area * % volume in unpainted area

2. 污染物質平衡

$$(\text{Change in Pollutant Mass}) / (\text{Change in Time}) = \text{Production} \pm \text{Transport} - \text{Removal} \pm \text{Reactions} \quad \text{式 2-2}$$

3. 忽略反應模式

$$\begin{aligned} (d \text{ Mass}) / (dt) &= \sum \text{Sources} + \sum \text{Mass in} - \sum \text{Mass out} \pm \sum \text{Sinks} \\ \text{or} \quad (V_i dC_i) / (dt) &= \sum \text{Sources} + \sum C_j * Q_{ji} - \sum C_i * Q_{ij} \pm \sum \text{Sinks} \end{aligned} \quad \text{式 2-3}$$

(資料來源：美國環保署)

C=逸散濃度。 Q=空氣流通率。 j & I = 空間區域。

4. 空氣質量平衡

$$\begin{aligned} \text{Flows into a zone} &= \text{Flows out of a zone} \\ \text{Or:} \quad \sum Q_{ji} &= \sum Q_{ij} \end{aligned} \quad \text{式 2-4}$$

(資料來源：美國環保署)

(三) IAQX：

此軟體由美國環保署(EPA)研發，適用於 Windows 作業系統之室內空氣品質套裝軟體，IAQX1.0 系統，包括五個獨立模擬程式，可執行多區域、多污染物模擬，並以氣相方式呈現化學反應，後續針對暴露評估、汙染源控制及風險評估，以進行人體呼吸暴露以及逸散濃度之關係，並探討室內空間通風換氣率的適宜性。

No.	Program	Purpose
1	GPS.EXE	A general-purpose simulation program
2	VBX.EXE	Models for predicting VOC emissions from solvent-based indoor coating materials based on product formulation
3	SPILL.EXE	Models for indoor solvent spills
4	SLAB.EXE	A model for VOC emissions from diffusion-controlled homogeneous slabs such as new carpet backing
5	PM.EXE	A model for indoor particulate matter

圖 2-6 IAQX 附屬應用程式
(資料來源：美國環保署)

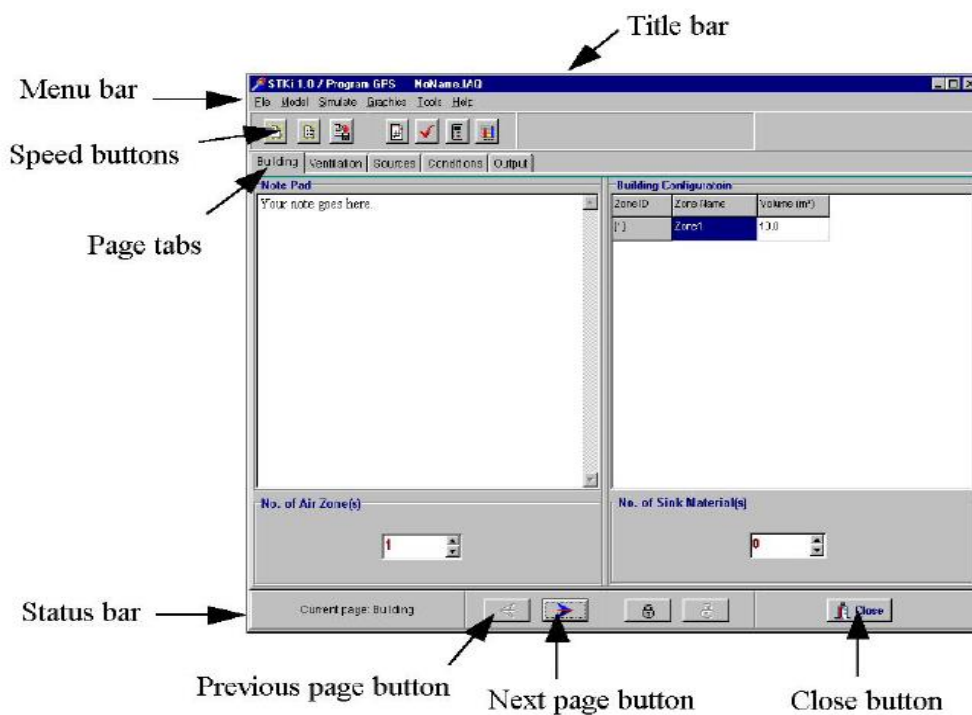


圖 2-7 IAQX 操作介面
(資料來源：陳清泉,2009)



圖 2-8 IAQX 於美國環保署之網站推廣

(資料來源：美國環保署)

1. 氣體擴散係數

$$D_A = \frac{10^{-3} T^{1.75} \sqrt{M_r}}{P(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \quad \text{式 2-5}$$

(資料來源：Fuller, et al., 1966)

 D_A = 逸散速率 T = 溫度。單位，凱式。 M_A = 空氣的分子量 = 28.97 g/mole P = 大氣壓力。

2. 液體擴散係數

$$M_r = \frac{M_A + M_B}{M_A M_B} \quad \text{式 2-6}$$

$$D_L = \frac{13.26 \times 10^{-5}}{\eta_w^{1.14} V_{LB}^{0.589}} \quad \text{式 2-7}$$

(資料來源：Fuller, et al., 1966)

D_L = 液體的逸散速率

η_w = 液體的黏度

3. 固體中的擴散係數的函數關係

$$D_s = \frac{A}{m^n} \quad \text{式 2-8}$$

(資料來源：Fuller, et al., 1966)

D_s = 固體之逸散速率

A = 複層建材之逸散係數

m = 分子量

n = 指定之化合物種類之分子量

二、國內相關研究

我國內政部建築研究所針對建材之健康性能研究，從民國 89 年之「建築室內建材揮發性有機化合物衰減總表之研究」、民國 90 年之「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」、民國 91 年之「塗料類建材有機逸散物資料庫之建立」、民國 92 年之「綠建材性能實驗研究-建材有機逸散物資料庫之建立-地板類建材」、民國 93 年之「建材有機逸散物資料庫之建立-接著劑類建材」、民國 94 年之「建材有機化合物預測衰減模式探討及推動策略研擬」、民國 95 年之「建材揮發性有機物質試驗-之標準之可行性研究」、民國 96 年「全尺寸家具有機逸散物質檢測方法與評定基準之研究」、民國 97「推動建立健康家具評定系統計畫」、民國 98 年「擴大健康綠建材性能與效益評估」、民國 99 年「建置小尺寸建材逸散直讀量測系統與模擬架構之研究」、民國 100 年「濕式建材逸散資料庫與模擬軟體之研究」、民國 101 年「建材逸散模擬資訊系統與裝修應用之研究」等階段性研究，並於民國 102 年「建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫」，本研究延續前期相關研究，以更新擴充建材逸散資料庫，

並進行全尺寸建材逸散模擬試驗及實場裝修空間模擬試驗結果進行驗證與分析，校正推估係數，使其提高系統之準確性與降低誤差值，以供建築設計規劃人員與一般民眾於建築規劃設計初期，推估室內空氣品質之數值更為精確，確實掌握室內裝修後室內人員健康風險及室內空氣品質情形。



圖 2-9 建材逸散模擬資訊系統首頁介面

(資料來源：內政部建築研究所，2012)



圖 2-10 建材逸散模擬資訊系統教育宣導介面

(資料來源：內政部建築研究所，2012)

內政部建築研究所
建材逸散模擬資訊系統

操作說明 | 管理者模式

基本資料	空間面(體)積	實際使用面積
空間名稱： Room1	空間面積： 天花板：20.00 m ² 牆壁：54.00 m ² 地板：20.00 m ² 空間體積： 60.00 m ³	空間面積： 天花板：20 m ² 清單 牆壁：0 m ² 清單 地板：0 m ² 清單 材料面積計算
空間資訊： 長：5.0 m 寬：4.0 m 高：3.0 m 計算	確認	

裝修環境條件設定	完工後濃度推估
天花板材料面積：自動加總 牆壁材料面積：自動加總 地板材料面積：自動加總	甲醛逸散濃度：0.08 ppm 環保署室內空氣品質標準值：0.08 ppm TVOC逸散濃度：0.56 ppm 環保署室內空氣品質標準值：0.56 ppm
溫度：25°C 濕度：50% 換氣率：0.5ACH 模擬時間：第2小時 執行模擬	甲醛致癌風險：良好 低風險 中度風險 危險 建議入住時間：2小時 以上推估結果僅供參考，實際濃度值以現場監測數據為準

圖 2-11 建材逸散模擬資訊系統介面首頁
(資料來源：內政部建築研究所，2012)

內政部建築研究所
建材逸散模擬資訊系統
BUILDING MATERIALS EMISSION INFORMATION SIMULATION-TESTING VERSION

一、操作說明

建材逸散模擬資訊系統「教育宣導」部分，於使用者進入系統前針對「室內品質對人體之重要性」、「如何維持良好室內空氣品質」及「揮發性有機化合物與甲醛對人體的危害」進行教育宣導，推廣維持良好室內空氣品質及使用低逸散健康綠建材之重要性。

建材逸散模擬資訊系統由首頁進入，可選擇瀏覽「教育宣導」頁面或直接點選「進入系統」按鍵，輸入使用者帳戶及密碼方可連結建材逸散模擬資訊系統之操作介面。

操作步驟可分四階段，第一階段為裝修空間基本資料建立，第二階段為輸入裝修空間體積，第三階段為選定待模擬空間之使用建材，第四階段為待模擬空間之環境選定。

步驟一：分別依續填入「空間名稱」、「空間資訊」點選『計算』後，系統將自動計算天、地、壁空間面積以及空間體積。

步驟二：檢查天、地、壁面積以及空間體積，無誤後可點選『確認』。如計算有誤，可自行輸入修改再點選『確認』，尚可進行下一步驟。

步驟三：依部位(天、地、壁)分別點選輸入使用之裝修面積以及施作建材，輸入完成後點選『材料面積計算』後，可進行下一步驟。

建議使用 Microsoft Internet Explorer 8.0 或更新版本瀏覽器，螢幕最佳解析度 1440x900
This DVD is suggested by Microsoft Internet Explorer 8.0 browser or later version, the best screen resolution is 1440x900.

圖 2-12 建材逸散模擬資訊系統使用範圍及限制
(資料來源：內政部建築研究所,2012)

第二節 國外建材逸散模擬推廣成效

由於人們對於生活環境品質的訴求提升，許多研究先進率先針對建材揮發性有機化合物對於室內空氣之貢獻度進行多重研究，由建材逸散量測、化學污染物質分析以及系統參數推估進行模擬室內空間中建材逸散情形，後續以社群平台或 App 之應用程式進行推廣，以利使用者操作使用。

一、中國大陸北京市清華大學建築學院針對建材逸散研究多時，並成立室內空氣品質模擬軟體，進行單一空間建材逸散濃度模擬，於建材選用初期管控室內空氣品質。

(一)即時現場 VOC 量測設備：

透過質子傳遞反應質譜儀 (Proton Transfer Reaction Mass Spectrometer)，可線上檢測揮發性有機化合物濃度，其檢測可達下限 30ppt，如(圖 2-13)所示。

(二)環境控制艙：

以環控艙控制溫度、濕度，依據試驗目的，可測建材逸散、吸附、全尺寸家具等項目，設備包括 30L、60L 密閉檢測艙、3m³ 玻璃艙、30m³ 不銹鋼檢測艙。



圖 2-13 質子傳遞反應質譜儀



圖 2-14 密閉 30L 檢測艙

(資料來源：內政部建築研究所，2012)

(資料來源：內政部建築研究所，2012)



圖 2-15 不銹鋼 30m³ 檢測艙



圖 2-16 揮發性有機化合物分析設備

(資料來源：內政部建築研究所，
2012)

(資料來源：內政部建築研究所，
2012)

(三)揮發性有機化合物分析設備以自動熱脫附儀(ATD)連接氣相層析儀/火焰離子偵測器，分析化學物質，主要進行採集樣本進行定量分析。



圖 2-17 室內空氣品質模擬軟體



圖 2-18 室內空氣品質模擬軟體與手機結合之 APP 軟體

(資料來源：內政部建築研究所，
2012)

(資料來源：內政部建築研究所，
2012)

室內空氣污染物評估軟體研發 Indoor Air Quality Design 軟體，建立建材逸散甲醛濃度及揮發性有機化合物資料庫，透過軟體模擬，模擬結果可提供一般民眾瞭解室內空氣品質狀況包括：甲醛濃度及揮發性有機化合物濃度，此外另開發 App 軟體，提供一般民眾下載，可及時得知空氣品質現況。

第三節 建材逸散與健康風險之相關文獻

健康風險的觀念亦隨著時代的進步而有所改變，如今人居環境的多元化，接觸到的元素也逐日越增，生活需求提昇、對健康危害的資訊增加，以及有其他替代方案等等因素，人們對風險的接受度會有改變。

風險感受 (Risk perception) 是相對的概念，受許多社會及心理因素的影響。一般社會大眾願意接受的風險程度，是取決於在較可能造成有利的情況之下，對可能發生之不良後果的忍受程度。

1983 年美國國家科學院 (National Academy of Sciences, NAS) 之「聯邦政府中的風險評估：管理其過程」 (Risk assessment in the federal government: Managing the process) 對風險評估所下的定義為：「人類暴露到環境危害之潛在不良健康效應的特性描述。風險評估包括幾個要素：基於流行病學、臨床、毒理學及環境研究之結果的評估，來描述潛在不良健康效應；從這些結果外推 (extrapolation) 來預測及估計在某種暴露狀況下人體健康效應的種類及程度；判斷暴露在不同強度及時間的人群數目及特性；以及歸納總結出公共衛生問題的存在與整體程度。」

健康風險評估方法主要根據美國環保署之健康風險評估方法，進行危害風險與劑量效應評估。

(一)危害鑑定：

IARC 國際癌症研究所判定甲醛為 Group1，即確定人類致癌物質，故本研究針對甲醛進行致癌風險評估。

(二)劑量-效應評估：

本研究利用美國環保署之 IRIS 資料庫，以瞭解甲醛之劑量-效應相關參數。

(三)暴露評估：

本研究評估室內人員在此環境中，甲醛攝入量之情形，再進行健康風險評估。

(四)風險推估：

致癌性風險評估(吸入性) = $Risk = Exposure\ dose \times slope\ factor$

$$= \frac{C \times IR \times AF \times ED}{BW \times AT} (mg/kg/day) \times slope\ factor (mg/kg/day)^{-1} \quad \text{式 2-8}$$

C：污染物濃度 Contaminant Concentration(mg/m^3)

IR：攝入率 Intake rate($m^3/hour$)

AT：平均時間 Average time($hour/day$)

BW：體重 Body weight(kg)

Slope factor：潛勢斜率，暴露每單位劑量所增加的危險度，甲醛潛勢斜率為0.0455($mg/kg\text{-}day$)。

日本 NITE 國家評價技術研究所針對暴露風險評估相關研究，以化學物質暴露攝入量與健康影響反應關係鏈進行探討。

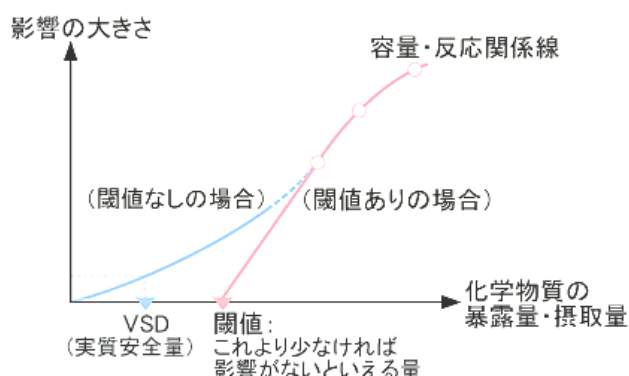


圖 2-19 暴露風險評估之關係
(資料來源：NITE 國家評價技術研究所)

表 2-1 暴露風險之反應等級

*	長期毒性	毒性會出現延續長期暴露在（重複接觸）
**	生殖和發育毒性	毒性造成不良影響，對胎兒和生殖功能
***	致癌	自然是各種癌症的發病
****	呼吸道過敏	自然引起呼吸道過敏（如哮喘）

(資料來源：NITE 國家評價技術研究所)

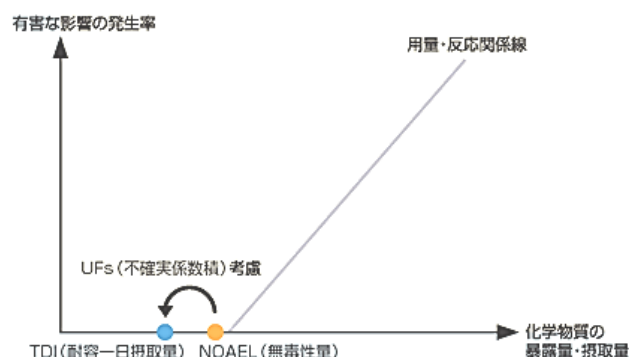


圖 2-20 允許攝入量

(資料來源：NITE 國家評價技術研究所)

$$\text{(每日可容忍攝入量)的 TDI} = \frac{\text{NOAEL (無觀察到不良效應水平)}}{\text{UFS (不確定因素)}}$$

再者，根據美國環保署 Wall Paint Exposure Assessment Model 評估方法（WPEM）中，針對塗料作為劑量評估的對象，探討使用量與潛在健康風險之關聯性。

平均每日劑量（LADD），平均每日劑量（ADD）；急性的潛在劑量率（APDR），在一般情況下，分別使用下面的公式：

$$\text{Dose} = (C * IR * FQ * D * Y) / (BW * AT * 365 \text{ days/yr}) \quad \text{式 2-9}$$

(資料來源：美國環保署)

C = 平均濃度（毫克/立方米）

IR = 吸入率（立方米/小時）

FQ = 頻率（次/年）

D = 持續暴露時間（小時/事件）

Y = 曝露年數（年）

BW = 體重（公斤）

AT = 平均時間（年）。

於長期暴露，吸入濃度計算，終身日均濃度（LADC）和每日平均濃度（ADC）分別使用下面的公式：

$$\text{Concentration} = (\text{TC} * \text{FQ} * \text{Y}) / (\text{AT} * 365 \text{ days/yr}) \quad \text{式 2-10}$$

TC = 逸散濃度（毫克/立方米-days/event 的集成空氣中的濃度）

FQ = 頻率（次/年）

Y = 曝露年數（年）

AT = 平均時間（年）。

表 2-2 短期風險暴露之評估基準

C _{peak}	暴露於瞬間性的高濃度暴露
C _{15-min}	暴露於 15 分鐘之平均濃度
C _{8-hour}	暴露於 8 小時之平均濃度

（資料來源：行政院環境保護署）

第三章 系統分析結果

第一節 綠建材資料庫之建置

內政部建築研究所推行多年的綠建材標章制度，以促進「人居健康」、「生態健康」以及「產業升級」為目標，並積極與國際綠建材標章評估體系接軌，提供國內外之建材生產業者、建築室內設計者瞭解健康綠建材之實質效益，相信能夠鼓勵建材廠商積極參與綠建材標章之申請及推廣綠建材之使用，預先管控其室內裝修空間之健康評估，更以健康觀點，建立使用綠建材之效益分析及設計決策，提供國內相關標章、制度之應用，以倍增產業發展因此廣受產業界與民眾好評。

另外於法規層面上，國內建築法規自 95 年起管制綠建材 5% 之使用量，在 101 年亦通過修正條文，將綠建材 30% 使用比率提昇至 45% 綠建材使用率，期能從政策層面、人們的健康觀點為「建材」把關，保障室內空氣品質，並帶動我國營建產業品質升級，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。

我國綠建材至 102 年 6 月底止，已累計核發 866 件標章，包含 678 件健康、4 件生態、64 件再生與 120 件高性能(建築研究簡訊，第 81 期)，國人對於健康訴求的提升，以及綠建材回饋使用者之健康實質效益廣受肯定，因此本研究將健康綠建材納入建材逸散資料庫，資訊系統在建材逸散模擬的效益與介面便利性上更加提升，使建材逸散模擬資訊系統更加完備。

本研究(102 年度)已完成健康綠建材納入建材逸散資料庫，包含天花板類 8 件、地板類 15 件、填縫劑與油灰類 8 件、接著劑 10 件、牆壁類 32 件以及塗料類 27 件，共 100 件建材逸散資訊，如(附錄一)所示，使建材逸散資料庫更加完善，逸散模擬結果更貼近實際濃度值，期建材逸散模擬資訊系統與綠建材並行推廣。

第二節 全尺寸與實場試驗模組選定原則

本研究以瞭解室內裝修常用之裝修建材以及國內市場建材使用現況並參酌建材選樣原則，以業界專家諮詢的方式，進行室內裝修建材的選樣，於天、壁、地不同裝修部位中，以相同實驗模組與相同裝修負荷率為原則，分別於全尺寸建材逸散試驗系統及實際裝修完工空間進行建材逸散量測，將量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統，並進行推估係數之調校，未來研擬其係數應用於內政部建築研究所之建材逸散模擬資訊系統，提升系統模擬效能，供設計者於建築空間規畫初期，預先模擬室內建材逸散狀況，作為建材挑選之參考依據，如(表 3-1)所示。

表 3-1 不同裝修部位建材試驗模組

序號	空間部位		建材	說明
模組一	1-1	天花板	石膏板	有綠建材標章
	1-2	牆壁	乳膠漆	有綠建材標章
	1-3	地板	PVC 地磚	-
模組二	2-1	天花板	石膏板+乳膠漆	有綠建材標章
	2-2	牆壁	矽酸鈣板+白膠+木皮板	基材有綠建材標章
	2-3	地板	合板+白膠+海島型木地板	基材有綠建材標章
模組三	3-1	天花板	水泥板+平光水泥漆	表面材有綠建材標章
	3-2	牆壁	水泥板+平光水泥漆	表面材有綠建材標章
	3-3	地板	企口木地板	歐洲 E1 級標準

(資料來源:本研究整理)

第三節 全尺寸建材逸散量測結果

經由專家訪談與裝修市場訪查，以瞭解國內室內裝修業界常見之裝修建材組合形式，選定3組不同裝修部位組合之實驗樣本，於全尺寸建材逸散試驗系統進行甲醛及揮發性有機化合物逸散量測，將測得結果與建材逸散模擬資訊系統之模擬結果進行分析比對，以探討天花板、牆壁、地板不同裝修部位組合建材型式逸散特性。

本研究使用全尺寸建材逸散量測系統量測方法，主要依據ASTM D6670-01及ISO160000之標準所建置，建材檢測條件設定於溫度25℃、濕度50%RH、換氣率0.5 ACH以控制溫濕度之物理環境因子之大型試驗艙55m³(4m×5m×2.75m)，模擬單一空間，置入欲測試建材，於採樣端(S97)連接直讀式甲醛檢測儀(Formaldemeter htV-M)、揮發性有機化合物氣體採樣管(Tenax-TA)及氣相層析質譜儀(GC/MS)，進行建材之逸散量測，如(附錄四)。

表3-2 實驗系統環境設定

項目	全尺寸
環控艙體積	55m ³
內循環	3ACH
採樣點	HeadSpace 採樣(S97)
換氣率	0.5 ACH
溫度	25℃
相對溼度	50%RH

(資料來源：本研究整理)

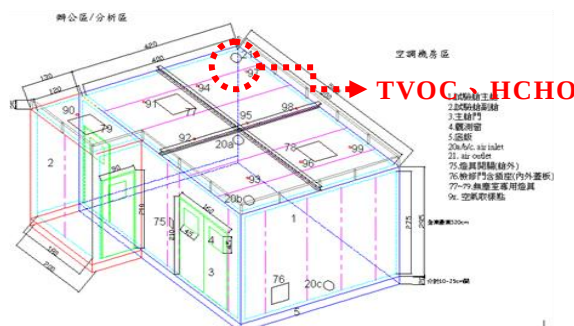


圖3-1 全尺寸建材逸散試驗採樣點位置

(資料來源：本研究整理)

(一) 模組一：

表 3-3 模組一試驗建材組合與條件

取得日期	2013/9/4			
實驗日期	2013/9/5(歷時 48 小時)			
背景值	甲醛：0.002ppm(<0.003ppm) TVOC：0.001ppm(<0.003ppm)			
平均溫度	25℃			
平均濕度	50%RH			
裝修負荷率	1.35m ² /m ³			
總施作面積	65.91m ²			
實驗建材	空間部位		建材	說明
	1-1	天花板	石膏板	有綠建材標章
	1-2	牆壁	矽酸鈣板+乳膠漆	有綠建材標章
	1-3	地板	矽酸鈣板+水性感壓膠+PVC 地磚	-

(資料來源：本研究整理)



圖 3-2 模組一乳膠漆



圖 3-3 模組一水性感壓膠



圖 3-4 模組一塑膠地磚

(資料來源：本研究整理) (資料來源：本研究整理) (資料來源：本研究整理)



圖 3-5 模組一全尺寸實驗現況-A

(資料來源：本研究整理)



圖 3-6 模組一全尺寸實驗現況-B

(資料來源：本研究整理)

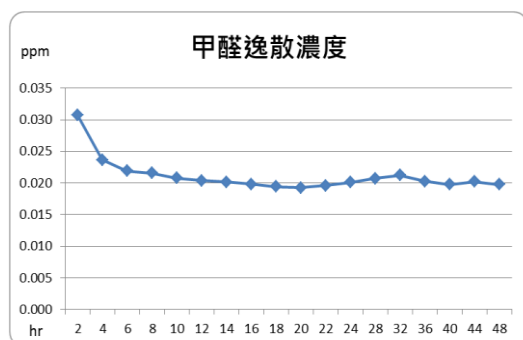


圖 3-7 模組一全尺寸試驗甲醛逸散濃度

(資料來源：本研究整理)

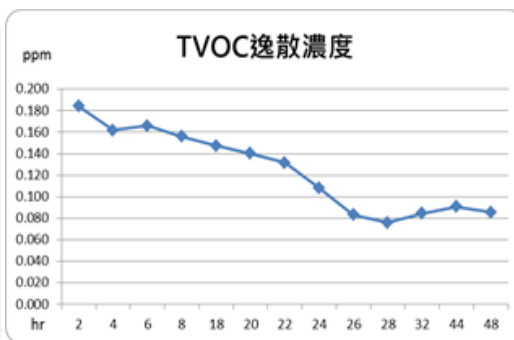


圖 3-8 模組一全尺寸試驗TVOC逸散濃度

(資料來源：本研究整理)

A. 甲醛逸散狀態：

由實驗結果得知甲醛初始逸散濃度為 0.031ppm，亦為最高逸散濃度，持續觀察環控艙內建材逸散情形，第 4 小時逸散濃度為 0.024ppm，隨後緩慢衰減第 48 小時逸散濃度 0.020ppm。

B. TVOC 逸散狀態：

實驗結果顯示 TVOC 之初始逸散濃度為 0.184ppm，亦為最高逸散濃度，快速逸散至第 26 小時逸散濃度為 0.083ppm，隨後呈穩態逸散至第 48 小時逸散濃度為 0.085ppm，平均濃度為 0.124ppm。

(二) 模組二：

表 3-4 模組二試驗建材組合與條件

取得日期	2013/9/7			
實驗日期	2013/9/9(歷時 48 小時)			
背景值	甲醛：0.002ppm(<0.003ppm) TVOC：0.001ppm(<0.003ppm)			
平均溫度	25℃			
平均濕度	50%RH			
裝修負荷率	0.8m ² /m ³			
總施作面積	41.8m ²			
實驗 建材	空間部位		建材	說明
	2-1	天花板	石膏板+乳膠漆	有綠建材標章
	2-2	牆壁	矽酸鈣板+白膠+木皮板	基材有綠建材標章
	2-3	地板	合板+白膠+海島型木地板	-

(資料來源：本研究整理)



圖 3-9 模組二木皮板

(資料來源：本研究整理)



圖 3-10 模組二乳膠漆

(資料來源：本研究整理)



圖 3-11 模組二木地板

(資料來源：本研究整理)

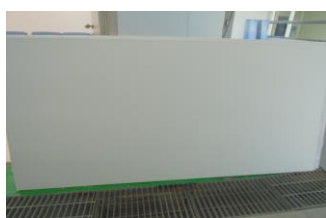


圖 3-12 模組二矽酸鈣板

(資料來源：本研究整理)



圖 3-13 模組二白膠

(資料來源：本研究整理)



圖 3-14 模組二合板

(資料來源：本研究整理)



圖 3-15 模組二全尺寸實驗現況-A

(資料來源：本研究整理)



圖 3-16 模組二全尺寸實驗現況-B

(資料來源：本研究整理)

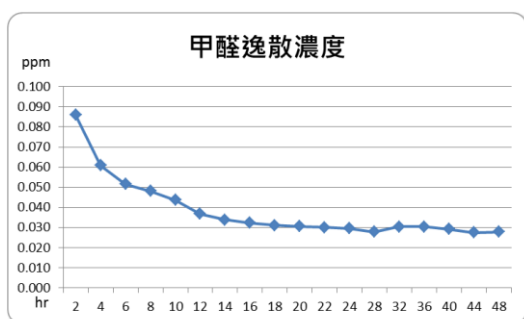


圖 3-17 模組二全尺寸試驗甲醛逸散濃度

(資料來源：本研究整理)

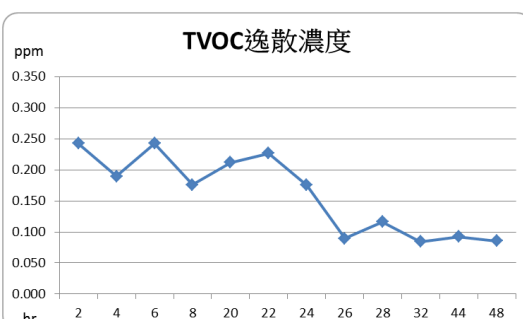


圖 3-18 模組二全尺寸試驗TVOC 逸散濃度

(資料來源：本研究整理)

A. 甲醛逸散狀態：

由實驗顯示甲醛之初始逸散濃度亦為最高逸散濃度為 0.086ppm，隨後呈穩態逸散，至第 48 小時逸散濃度為 0.028ppm，平均逸散濃度為 0.038ppm。

B. TVOC 逸散狀態：

實驗顯示 TVOC 之初始逸散濃度為 0.2428ppm，於第 6 小時出現最高逸散濃度為 0.2429ppm，於第 26 小時逸散濃度為 0.09ppm，隨後呈穩態逸散，至第 48 小時逸散濃度為 0.085ppm。

(三) 模組三：**表 3-5 模組三試驗建材組合與條件**

取得日期	2013/9/12			
實驗日期	2013/9/13(歷時 48 小時)			
背景值	甲醛：0.001ppm(<0.003ppm) TVOC：0.001ppm(<0.003ppm)			
平均溫度	25℃			
平均濕度	50%RH			
裝修負荷率	1.4m ² /m ³			
總施作面積	68.54m ²			
實驗 建材	空間部位		建材	說明
	3-1	天花板	水泥板+平光水泥漆	表面材有綠建材標章
	3-2	牆壁	水泥板+平光水泥漆	-
	3-3	地板	企口木地板	歐洲 E1 級標準

(資料來源：本研究整理)

**圖 3-19 模組三水泥漆**

(資料來源：本研究整理)

**圖 3-20 模組三水泥板**

(資料來源：本研究整理)

**圖 3-21 模組三木地板**

(資料來源：本研究整理)

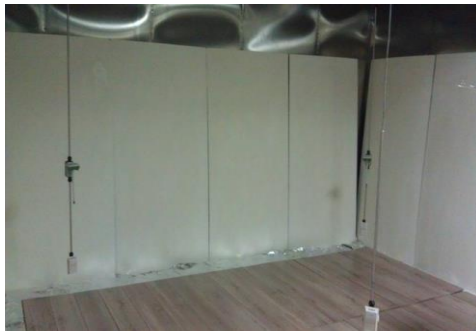


圖 3-22 模組三全尺寸實驗現況-A
(資料來源：本研究整理)



圖 3-23 模組三全尺寸實驗現況-B
(資料來源：本研究整理)

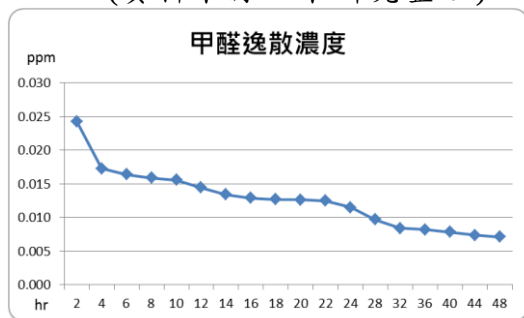


圖 3-24 模組三全尺寸試驗甲醛逸散濃度
(資料來源：本研究整理)



圖 3-25 模組三全尺寸試驗TVOC 逸散濃度
(資料來源：本研究整理)

A. 甲醛逸散狀態：

實驗顯示甲醛初始逸散濃度為 0.024ppm，亦為最高逸散濃度，隨後呈快速逸散狀態，持續觀察環控艙之建材逸散情形，於第 4 小時逸散濃度為 0.017ppm，隨後呈穩態逸散，至第 48 小時逸散濃度為 0.007ppm，平均逸散濃度為 0.013ppm。

B. TVOC 逸散狀態：

實驗顯示 TVOC 初始逸散濃度為 0.241ppm，呈穩態逸散，至第 24 小時逸散濃度為 0.175ppm，隨後快速逸散至第 32 小時逸散濃度為 0.083ppm，隨後呈穩態逸散，至第 48 小時逸散濃度為 0.086ppm，平均逸散濃度為 0.178ppm。

第四節 實際裝修完工空間建材逸散量測結果

探討實際單一空間之天花板、牆壁、地板裝修空間部位之建材逸散特性。本研究選定 3 組不同裝修部位天花板、牆壁、地板組合之實際裝修完工空間，搭配直讀式檢測儀，以進行甲醛及 TVOC 逸散量測，後續將量測結果進行建材逸散濃度分析與探討，以瞭解不同組構型式之複層建材逸散特性，並與建材逸散模擬系統之模擬運算成果進行比對，以驗證建材逸散模擬系統應用模擬實際空間之準確性與執行操作之可行性。

本研究主要參酌行政院環境保護署之室內空氣品質管理法之室內空氣現場採樣原則，以人體站立之呼吸帶距離地面高度 1.5m 處，採樣點距離通風開口部及牆壁大於 0.5m，並於空間中央處，架設直讀檢測儀 Formaldemeter htV-M(甲醛檢測儀)、ppb RAE plus(總揮發性有機化合物檢測儀)以及揮發性有機化合物氣體採樣管(Tenax-TA)，進行實際裝修完工空間之甲醛及揮發性有機化合物逸散量測，如(附錄五)所示。

(一)模組一：

地點：臺北科技大學設計館 551 研究室

空間類型：辦公用途空間



圖 3-26 模組一平面示意圖

(資料來源：本研究整理)

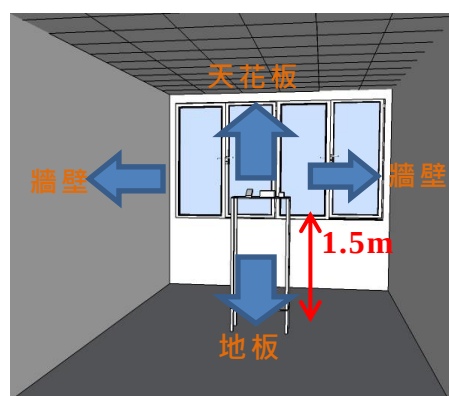


圖 3-27 模組一空間示意圖

(資料來源：本研究整理)

表 3-6 實際裝修完工空間之模組一物理條件說明

平均溫度	24.99℃	負荷率	0.8 m ² /m ³
平均相對溼度	50.46%RH	總施作面積	98.55m ²
通風換氣狀態	-		

(資料來源：本研究整理)

表 3-7 模組一之實際裝修完工空間量測建材選樣

施工部位	建材項目	說明
天花板	石膏板	有綠建材標章
牆壁	乳膠漆	有綠建材標章
地板	PVC 地磚	-

(資料來源：本研究整理)

表 3-8 模組一之不同裝修部位使用之建材

天花板部分	牆壁部分	地板部分
		

(資料來源：本研究整理)

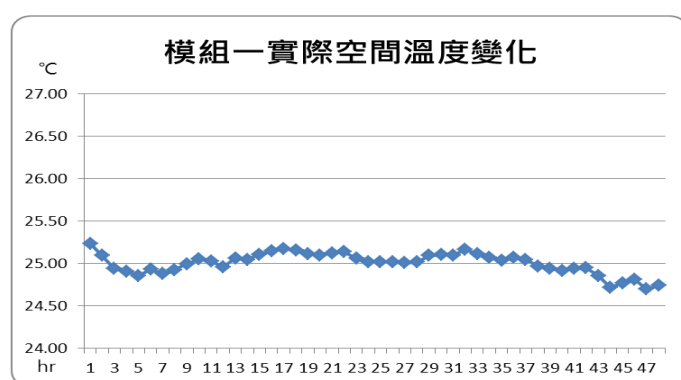


圖 3-28 模組一實際裝修完工空間量測溫度歷時 48 小時變化

(資料來源：本研究整理)

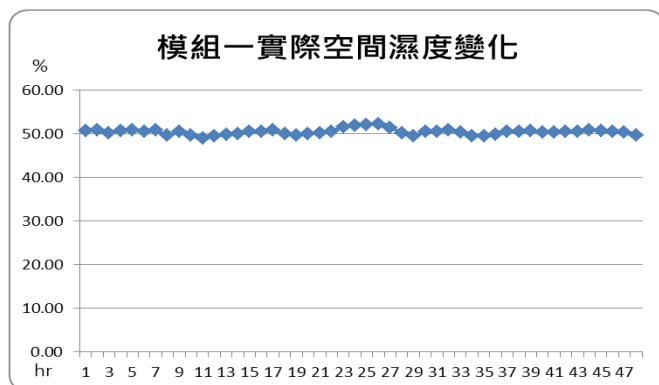


圖 3-29 模組一實際裝修完工空間量測濕度歷時 48 小時變化

(資料來源：本研究整理)

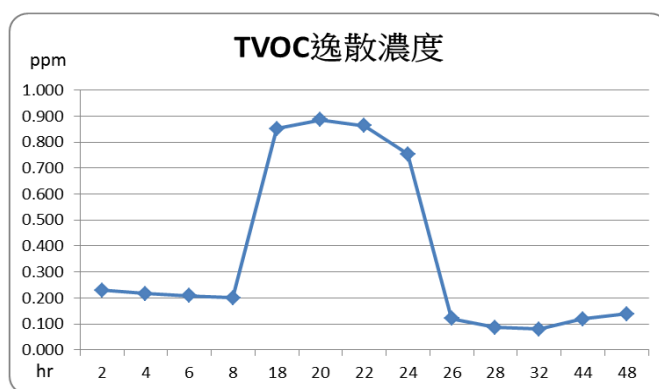


圖 3-30 模組一實際裝修完工空間量測 TVOC 逸散濃度

(資料來源：本研究整理)

A.TVOC 部分：

於第 6 小時逸散濃度為 0.23ppm，於第 8 小時室內人員離開，故門窗緊閉，濃度呈累積上升趨勢，爾後恢復正常通風狀態時，逸散濃度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散，第 48 小時逸散濃度為 0.14ppm，最高逸散濃度 0.89ppm，平均逸散濃度為 0.37ppm。

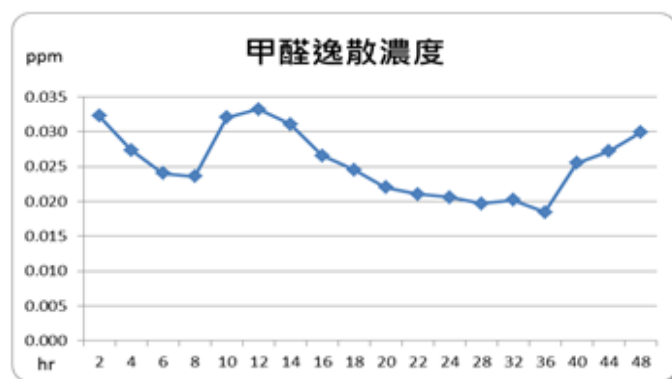


圖 3-31 模組一實際裝修完工空間量測甲醛逸散濃度

(資料來源：本研究整理)

B. 甲醛部分：

最高逸散濃度為 0.032ppm，最低逸散濃度為 0.018ppm，平均濃度為 0.025ppm，室內維持良好的通風狀況，呈穩態逸散，於第 8 小時室內人員離開，故門窗緊閉，濃度呈累積上升趨勢，爾後恢復正常通風狀態時，逸散濃度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散至第 36 小時逸散濃度為 0.018ppm，第 48 小時逸散濃度為 0.030ppm。

(二) 模組二：

- 1.地點：台北市中正區某住宅大樓
- 2.用途：公共交誼空間
- 3.使用者之使用頻率：約 3 小時/天



圖 3-32 模組二平面示意圖

(資料來源：本研究整理)



圖 3-33 模組二空間示意圖

(資料來源：本研究整理)

表 3-9 實際裝修完工空間之模組二物理條件說明

平均溫度	24.94℃	負荷率	0.8m ² /m ³
平均相對溼度	51.30%RH	總施作面積	182.05m ²
通風換氣狀態	-		

(資料來源：本研究整理)

表 3-10 模組二之實際裝修完工空間量測建材選樣

施工部位	建材項目	說明
天花板	石膏板+乳膠漆	有綠建材標章
牆壁	矽酸鈣板+白膠+木皮版	基材有綠建材標章
地板	合板+白膠+海島型橡木地板	

(資料來源：本研究整理)

表 3-11 模組二之不同裝修部位使用之建材

天花板部分	牆壁部分	地板部分
		

(資料來源：本研究整理)

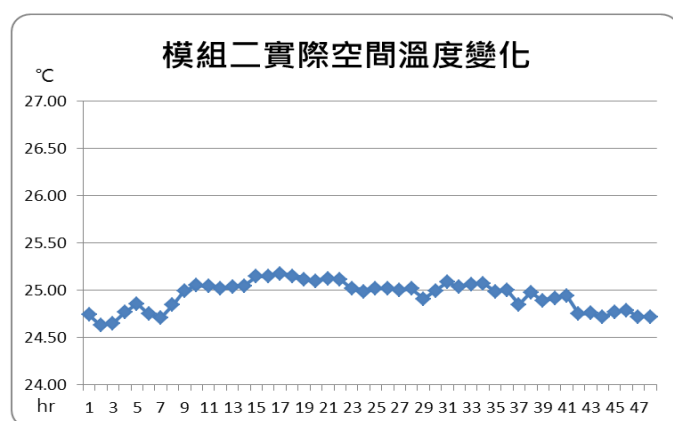


圖 3-34 模組二實際裝修完工空間量測溫度歷時 48 小時變化

(資料來源：本研究整理)

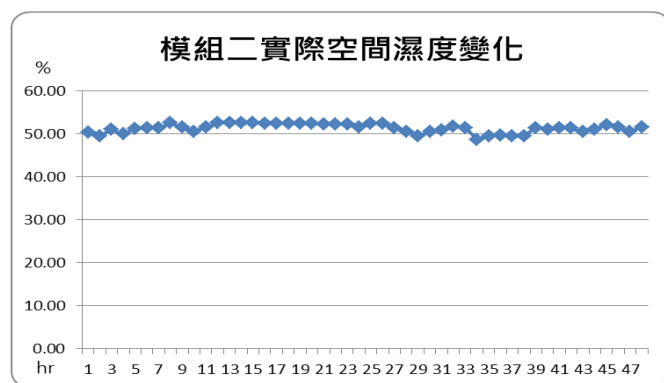


圖 3-35 模組二實際裝修完工空間量測濕度歷時 48 小時變化
(資料來源：本研究整理)

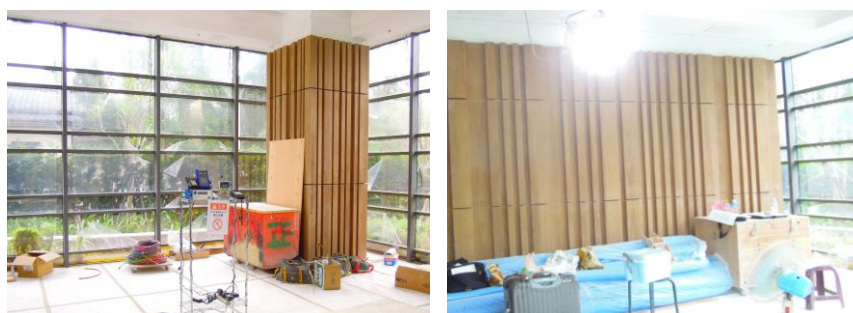


圖 3-36 模組二實際裝修完工空間量測現況
(資料來源：本研究整理)

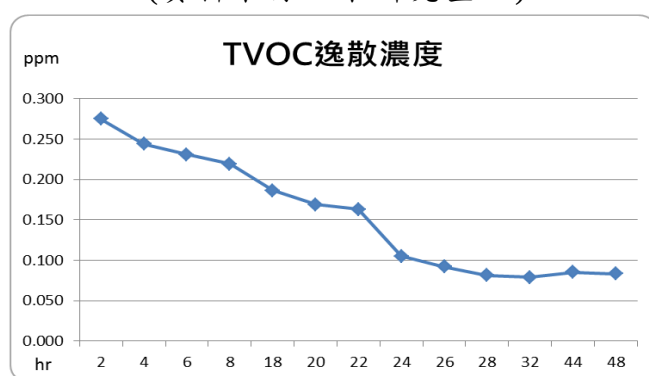


圖 3-37 模組二實際裝修完工空間 TVOC 量測結果
(資料來源：本研究整理)

A.TVOC 部分：

初始濃度亦為最高逸散濃度 0.275ppm，隨後穩態逸散至第 48 小時逸散濃度 0.083ppm，最高逸散濃度 0.275ppm，最低逸散濃度為 0.083ppm。

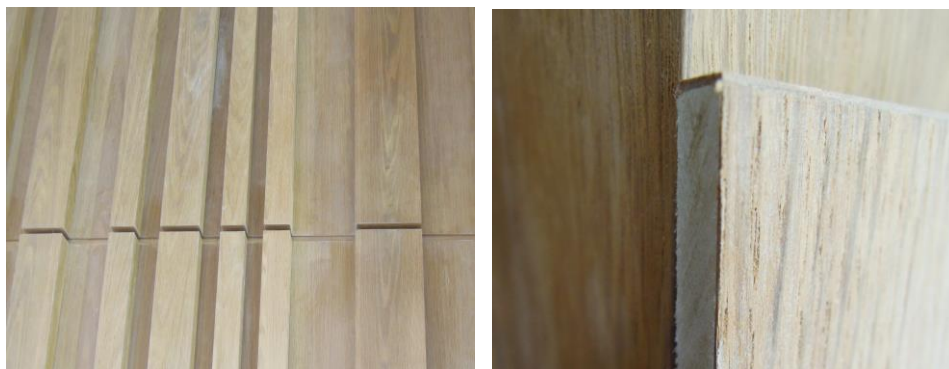


圖 3-38 模組二實際裝修完工空間量測壁面現況

(資料來源：本研究整理)



圖 3-39 模組二實際裝修完工空間現況

(資料來源：本研究整理)



圖 3-40 模組二實際裝修完工空間天花板部位

(資料來源：本研究整理)

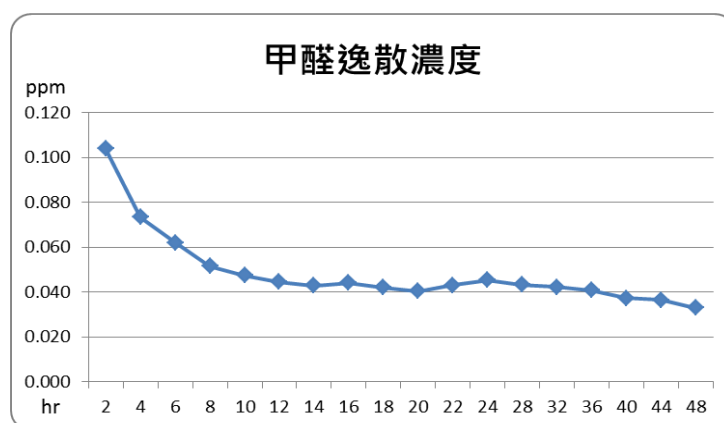


圖 3-41 模組二實際裝修完工空間甲醛逸散濃度

(資料來源：本研究整理)

B. 甲醛部分：

初始濃度亦為最高逸散濃度 0.104ppm，隨後快速逸散至第 10 小時逸散濃度為 0.047ppm，隨後穩態逸散至第 48 小時逸散濃度為 0.033ppm，最低逸散濃度為 0.033ppm。



圖 3-42 模組二實際裝修完工空間量測現況

(資料來源：本研究整理)

(三) 模組三：

- 1.地點：台南市安南區某透天住宅
- 2.用途：住居空間
- 3.使用者之使用頻率：約 8 小時/天

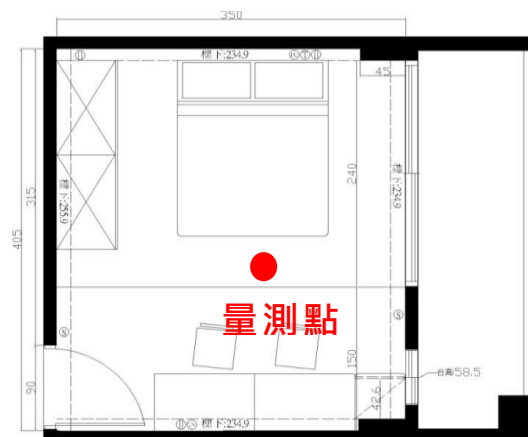


圖 3-43 模組三平面示意圖

(資料來源：本研究整理)

表 3-12 實際裝修完工空間之模組三物理條件說明

平均溫度	25.40℃	負荷率	0.8m ² /m ³
平均相對溼度	50.50%RH	總施作面積	45.3m ²
通風換氣狀態	-		

(資料來源：本研究整理)

表 3-13 模組三實際裝修完工空間量測建材選樣

施工部位	建材項目	說明
天花板	水泥板+平光水泥漆	表面材有綠建材標章
牆壁	水泥板+平光水泥漆	
地板	企口木地板	歐洲 E1 級標準

(資料來源：本研究整理)

表 3-14 模組三不同裝修部位使用之建材

天花板部分	牆壁部分	地板部分
		

(資料來源：本研究整理)

]



圖 3-44 模組三實際裝修完工空間量測現況

(資料來源：本研究整理)

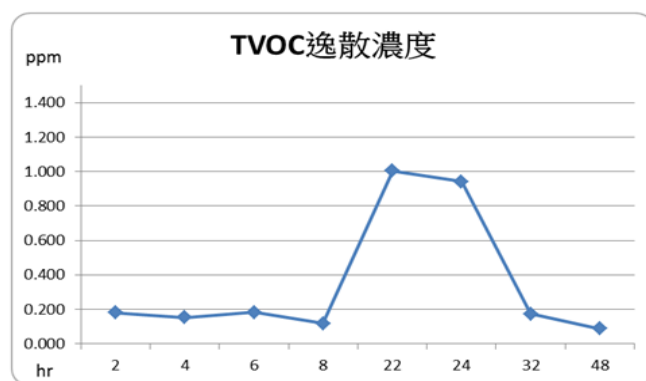


圖 3-45 模組三實際裝修完工空間 TVOC 量測結果

(資料來源：本研究整理)

A.TVOC 部分：

於第 6 小時逸散濃度為 0.181ppm，於第 8 小時室內人員離開，故門窗緊閉，濃度呈累積上升趨勢，爾後恢復正常通風狀態時，逸散濃度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散，第 48 小時逸散濃度為 0.086ppm，最高逸散濃度為 1.004ppm。



圖 3-46 模組三實際裝修完工空間量測檢測儀架設
(資料來源：本研究整理)



圖 3-47 模組三實際裝修完工空間通風形式
(資料來源：本研究整理)

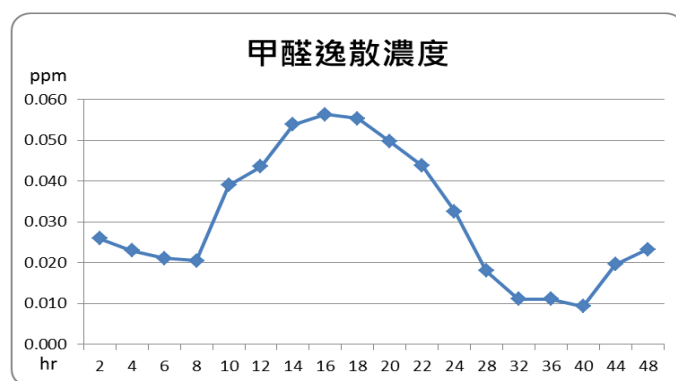


圖 3-48 模組三實際裝修完工空間甲醛量測結果

(資料來源：本研究整理)

B. 甲醛部分：

最高逸散濃度為 0.056ppm，最低逸散濃度為 0.009ppm，平均濃度為 0.034ppm，室內維持良好的通風狀況，呈穩態逸散，於第 8 小時室內人員離開，故門窗緊閉，濃度呈累積上升趨勢，於第 24 小時恢復正常通風狀態時，逸散濃度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散至第 40 小時逸散濃度為 0.009ppm，於第 40 小時室內人員離開，故門窗緊閉，濃度呈累積上升趨勢，第 48 小時逸散濃度為 0.023ppm。

第五節 調校建材逸散模擬資訊系統之推估公式

繼前期研究『建材逸散模擬資訊系統』，使用小尺寸建材逸散直讀量測系統進行甲醛及 TVOC 逸散量測，並由文獻之彙集推估公式實質應用於模擬系統之推估層面，建立推估公式與加權係數，進而由小尺寸逸散濃度推估全尺寸試驗之逸散濃度值。

本研究選定 3 組不同裝修部位之實驗模組，進行全尺寸試驗，將其實際量測值與建材逸散模擬資訊系統之推估濃度進行比對分析，調校逸散濃度推估值，根據文獻指出揮發性有機化合物之試驗精密度品保規範，相對標準偏差(RSD)偏差須小於 15%(林君穎，2004)，故實際濃度值與推估濃度值兩者相對標準偏差需於 15%誤差範圍內，使推估濃度值更貼近實際量測值，提升模擬之準確性。

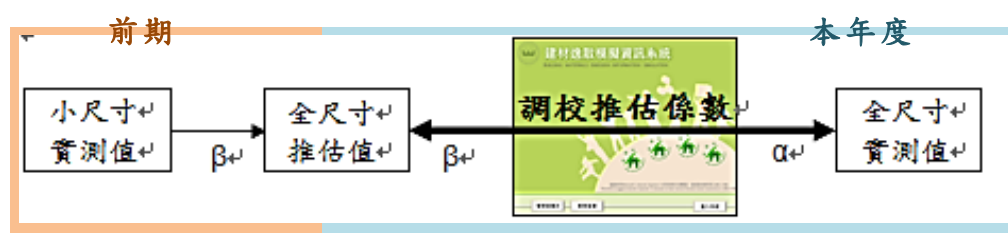


圖 3-49 建材逸散模擬資訊系統推估過程

(資料來源：本研究整理)

一、文獻理論模式：

美國住宅及郊區發展部門(the U.S. Department of Housing and Urban Development)對大型環境測試箱制訂一標準(Godish,1985)，Berge Equation 由於使用廣泛，故符合其需要，Berge Equation的形式如下：

$$C_x = \frac{C_1}{[1+A_1(RH-RH_0)]e^{-r(\frac{1}{T+273}-\frac{1}{T_0+273})}} \quad (\text{式 3-1})$$

其中 C_x = 溫度 T 、相對濕度 $RH\%$ 時，甲醛濃度 mg/m^3

C_1 = 標準化甲醛濃度， mg/m^3

r = 溫度係數，9799

T = 測試溫度， $^{\circ}\text{C}$

T_0 = 標準化溫度，25 °C

A_1 = 濕度係數，0.0175

RH = 測試相對濕度，%

RH_0 = 標準化相對濕度，50%

二、經驗模式：

由小尺寸建材逸散直讀量測系統結果推估於實際室內裝修空間之建材甲醛、TVOC逸散濃度，故本研究將小尺寸建材逸散量測系統所測得之三種單一建材推估逸散濃度數值，並與實際裝修完工空間量測結果比較。

$$C_{V,T,RH} = \frac{C_0 \times N \times VOL}{N_0 \times VOL_0} \quad (\text{式 3-2})$$

其中 $C_{V,T,RH}$ = 溫度T、相對濕度RH時，逸散濃度，mg/m³

C_0 = 標準化濃度，mg/m³

N_0 = 負荷率，m²/m³

VOL_0 = 環控艙體積，m³

N = 實際空間負荷率，m²/m³

VOL = 實際空間體積，m³

三、倍率法統計修正係數：

倍率 = 實際濃度 / 推估濃度

(式 3-3)

四、調校建材逸散模擬資訊系統之濃度推估公式：

(一)調校建材逸散係數之統計修正

建材逸散模擬資訊系統推估實際量測值範疇，主要由建材逸散資料庫中之單一建材之逸散數據代入經驗模式中(3-2)，即得知揮發性有機化合物之推估濃度值。

本研究於全尺寸實驗系統與實際裝修完工空間，進行各 3 組實驗模組之甲醛及揮發性有機化合物連續量測，將全尺寸量測結果與建材逸散模擬資訊系統之推估濃度比對分析，將系統推估濃度代入倍率統計法(式 3-3)，針對建材逸散模擬資訊系統之推估係數進行調校，以提升系統模擬準確性。後續以實際裝修完工空間量測結果，驗證建材逸散模擬資訊系統模擬實際空間之可行性。

實驗模組一(天花板：石膏天花板，牆壁：矽酸鈣板+乳膠漆

，地板：矽酸鈣板+水性感壓膠+塑膠地磚)、模組二(天花板：石膏板+乳膠漆，牆壁：矽酸鈣板+白膠+木皮板，地板：合板+白膠+海島型木地板)及模組三(天花板：水泥板+平光水泥漆，牆壁：水泥板+平光水泥漆，地板：企口木地板)。由倍率統計法(式 3-3)，以調校甲醛逸散推估濃度(表 3-15)，並得到修正後濃度。並以全尺寸建材逸散實驗濃度驗證修正後之推估逸散濃度值，以提升系統推估結果之準確性。由模組一推估甲醛一散濃度部分，以倍率統計法調校建材逸散模擬資訊系統之甲醛推估濃度值，並且與模組一全尺寸甲醛量測結果與修正後濃度推估值進行比對，推估濃度之相對標準偏差為 2%，於 15%誤差範圍內，具有推估描述能力。

表 3-15 全尺寸模組一推估甲醛逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估 濃度 ppm	倍率法修 正後濃度 ppm	全尺寸建材 逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準 偏差 %
1	2	2.038	0.031	0.031	0.000	0.031	0
2	4	1.629	0.025	0.024	0.000	0.024	2
3	6	1.569	0.024	0.022	0.001	0.023	4
4	8	1.555	0.023	0.022	0.001	0.023	4
5	10	1.546	0.023	0.021	0.001	0.022	6
6	12	1.525	0.023	0.020	0.001	0.022	6
7	14	1.515	0.023	0.020	0.001	0.022	6
8	16	1.498	0.023	0.020	0.001	0.021	7
9	18	1.481	0.022	0.019	0.001	0.021	7
10	20	1.473	0.022	0.019	0.001	0.021	7
11	22	1.441	0.022	0.020	0.001	0.021	5
12	24	1.429	0.022	0.020	0.001	0.021	4
13	28	1.421	0.021	0.021	0.000	0.021	2
14	32	1.408	0.021	0.021	0.000	0.021	0
15	36	1.391	0.021	0.020	0.000	0.021	2
16	40	1.385	0.021	0.020	0.001	0.020	3
17	44	1.374	0.021	0.020	0.000	0.020	1
18	48	1.358	0.021	0.020	0.000	0.020	2

(資料來源：本研究整理)

實際裝修完工空間模組一之甲醛逸散濃度驗證系統部分，以系統運算天花板、牆壁、地板之單一建材逸散濃度並代入經驗模式(式 3-2)求得單一空間之甲醛推估濃度值，並將推估濃度值代入倍率統計法(式 3-3)，以得到修正後濃度後，將實際裝修完工空間量測濃度值驗證修正後之推估逸散濃度值，其中於第 10 小時、第 12 小時超出相對標準偏差 15%誤差範圍，總採樣點 89%於相對標準偏差為 11%，於 15%誤差範圍內，具推估描述能力，如(表 3-16)所示。

表 3-16 實際裝修完工空間模組一驗證修正後甲醛逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估濃度 ppm	倍率法修正後濃度 ppm	實際裝修完工空間 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準偏差 %
1	2	2.038	0.031	0.032	0.001	0.032	2
2	4	1.629	0.025	0.027	0.001	0.026	5
3	6	1.569	0.024	0.024	0.000	0.024	1
4	8	1.555	0.023	0.024	0.000	0.024	0
5	10	1.546	0.023	0.032	0.004	0.028	16
6	12	1.525	0.023	0.033	0.005	0.028	18
7	14	1.515	0.023	0.031	0.004	0.027	15
8	16	1.498	0.023	0.027	0.002	0.025	8
9	18	1.481	0.022	0.025	0.001	0.023	5
10	20	1.473	0.022	0.022	0.000	0.022	0
11	22	1.441	0.022	0.021	0.000	0.021	2
12	24	1.429	0.022	0.021	0.000	0.021	2
13	28	1.421	0.021	0.020	0.001	0.021	4
14	32	1.408	0.021	0.020	0.001	0.021	3
15	36	1.391	0.021	0.018	0.001	0.020	6
16	40	1.385	0.021	0.026	0.002	0.023	10
17	44	1.374	0.021	0.027	0.003	0.024	13
18	48	1.358	0.021	0.026	0.003	0.023	11

(資料來源：本研究整理)

模組一推估 TVOC 逸散濃度部分，系統推估運算代入經驗模式(式 3-2)，得 TVOC 推估濃度值，並代入倍率統計法(式 3-3)調校 TVOC 逸散推估濃度(表 3-17)，並得到修正後濃度。以全尺寸建材逸散實驗濃度驗證修正後之逸散濃度值，相對標準偏差為 4%，於 15%誤差範圍內，具有推估能力。

表 3-17 全尺寸模組一推估 TVOC 逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估濃度 ppm	倍率法修正後濃度 ppm	全尺寸建材逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準偏差 %
1	2	2.460	0.192	0.184	0.004	0.188	2
2	4	2.190	0.171	0.162	0.005	0.166	3
3	6	2.203	0.172	0.166	0.003	0.169	2
4	8	2.173	0.170	0.156	0.007	0.163	4
5	18	1.890	0.148	0.147	0.000	0.147	0
6	20	1.805	0.141	0.140	0.000	0.141	0
7	22	1.650	0.129	0.131	0.001	0.130	1
8	24	1.427	0.111	0.108	0.002	0.110	1
9	26	1.125	0.088	0.083	0.002	0.085	3
10	28	1.021	0.080	0.076	0.002	0.078	2
11	32	1.013	0.079	0.084	0.003	0.082	3
12	44	1.011	0.079	0.091	0.006	0.085	7
13	48	1.013	0.079	0.085	0.003	0.082	4

(資料來源：本研究整理)

模組一驗證 TVOC 逸散濃度部分，本研究使用倍率統計法(式 3-3)調校 TVOC 逸散推估濃度(表 3-18)，得到修正後逸散濃度，以全尺寸量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統之推估 TVOC 逸散濃度之準確度，後續於相同平均溫度及相同相對濕度狀態下，探討換氣率 0.5ACH 與 0.01ACH 條件下，TVOC 之逸散特性與逸散濃度差異關係，本研究針對空間之有無通風換氣條件，以探討 TVOC 之逸散特性，於模組一之實際裝修完工空間之第 8 小時後至第 24 小時以及第 44 小時至第 48 小時，採取空間門窗緊閉模式，探討

此時段濃度累積持續上升之逸散倍率關係，由此實驗結果得知，由實驗結果得知，第 2 小時至第 8 小時採通風換氣形式量測，相對標準偏差於 15% 誤差範圍內，第 8 小時之後至第 24 小時採密閉形式量測，得知當空間密閉形式時，逸散濃度呈上升趨勢，而最大相對標準偏差為 74%，於第 24 小時後採通風換氣形式，逸散濃度成快速衰減，於第 26 小時相對標準偏差為 15%，其相對標準偏差回歸至於誤差範圍內，爾後持續以通風換氣形式量測，其相對標準偏差於誤差範圍內，隨後第 44 小時至第 48 小時採密閉形式，濃度快速累積上升，另外空間逸散濃度蓄積 6 小時後，無通風換氣條件狀態下總逸散濃度為有通風換氣條件之 6.34 倍；空間逸散濃度蓄積 4 小時後，無通風換氣條件階段之總逸散濃度為有通風換氣條件 1.63 倍；無通風換氣條件階段之相對標準偏差為 56%，有通風換氣條件階段之相對標準偏差 8%，於 15% 誤差範圍內。

表 3-18 實際裝修完工空間模組一驗證修正後 TVOC 逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估濃度 ppm	倍率法修正後濃度 ppm	實際裝修完工空間逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準偏差 %
1	2	2.460	0.192	0.229	0.018	0.211	9
2	4	2.190	0.171	0.217	0.023	0.194	12
3	6	2.203	0.172	0.208	0.018	0.190	9
4	8	2.173	0.170	0.200	0.015	0.185	8
5	18	1.890	0.148	0.852	0.352	0.500	70
6	20	1.805	0.141	0.886	0.373	0.514	73
7	22	1.650	0.129	0.863	0.367	0.496	74
8	24	1.427	0.111	0.753	0.321	0.432	74
9	26	1.125	0.088	0.121	0.016	0.104	15
10	28	1.021	0.080	0.086	0.003	0.083	4
11	32	1.013	0.079	0.080	0.000	0.080	1
12	44	1.011	0.079	0.119	0.020	0.099	20
13	48	1.013	0.079	0.139	0.030	0.109	27

(資料來源：本研究整理)

模組二(天花板：石膏板+乳膠漆，牆壁：矽酸鈣板+白膠+木皮板，地板：合板+白膠+海島型木地板)，於全尺寸建材逸散實驗系統，可得知溫度 25℃、濕度 50%RH、換氣率 0.5ACH 標準狀態下，建材之甲醛逸散濃度，比對由經驗模式(式 3-2)運算所得之推估濃度值，並使用倍率統計法(式 3-3)進而調校其推估濃度，並將全尺寸逸散實驗濃度驗證修正後逸散濃度值，其相對標準偏差為 6%，於 15%誤差範圍內，如(表 3-19)所示，具有推估描述能力。

表 3-19 全尺寸模組二推估甲醛逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估 濃度 ppm	倍率法修 正後濃度 ppm	全尺寸建材 逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準 偏差 %
1	2	3.271	0.084	0.086	0.001	0.085	1
2	4	3.113	0.080	0.061	0.009	0.070	13
3	6	2.109	0.054	0.052	0.001	0.053	2
4	8	1.957	0.050	0.048	0.001	0.049	2
5	10	1.801	0.046	0.044	0.001	0.045	3
6	12	1.698	0.043	0.037	0.003	0.040	8
7	14	1.585	0.041	0.034	0.003	0.037	9
8	16	1.477	0.038	0.032	0.003	0.035	8
9	18	1.421	0.036	0.031	0.003	0.034	8
10	20	1.381	0.035	0.031	0.002	0.033	7
11	22	1.348	0.034	0.030	0.002	0.032	7
12	24	1.317	0.034	0.029	0.002	0.032	7
13	28	1.295	0.033	0.028	0.003	0.030	9
14	32	1.271	0.033	0.030	0.001	0.031	3
15	36	1.226	0.031	0.030	0.001	0.031	2
16	40	1.203	0.031	0.029	0.001	0.030	3
17	44	1.187	0.030	0.028	0.001	0.029	5
18	48	1.171	0.030	0.028	0.001	0.029	4

(資料來源：本研究整理)

實際裝修完工空間模組二(天花板：石膏板+乳膠漆，牆壁：矽酸鈣板+白膠+木皮板，地板：合板+白膠+海島型木地板)之甲醛逸散濃度驗證系統部分，以系統運算天花板、牆壁、地板之單一建材甲醛逸散濃度值代入經驗模式(式 3-2)，以求得單一空間之甲醛推估濃度值，並將甲醛推估濃度值代入倍率統計法(式 3-3)，調校甲醛推估濃度值，後續以實際裝修完工空間之甲醛量測值驗證修正後之甲醛推估濃度值，其相對標準偏差為 8%，於 15%誤差範圍內，具有推估描述能力，如(表 3-20)所示。

表 3-20 實際裝修完工空間模組二驗證修正後甲醛逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估濃度 ppm	倍率法修正後濃度 ppm	實際裝修完工空間 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準偏差 %
1	2	3.271	0.084	0.104	0.010	0.094	11
2	4	3.113	0.080	0.073	0.003	0.077	4
3	6	2.109	0.054	0.062	0.004	0.058	7
4	8	1.957	0.050	0.052	0.001	0.051	2
5	10	1.801	0.046	0.047	0.001	0.047	1
6	12	1.698	0.043	0.045	0.001	0.044	1
7	14	1.585	0.041	0.043	0.001	0.042	3
8	16	1.477	0.038	0.044	0.003	0.041	8
9	18	1.421	0.036	0.042	0.003	0.039	7
10	20	1.381	0.035	0.040	0.003	0.038	7
11	22	1.348	0.034	0.043	0.004	0.039	11
12	24	1.317	0.034	0.045	0.006	0.040	15
13	28	1.295	0.033	0.043	0.005	0.038	13
14	32	1.271	0.033	0.042	0.005	0.037	13
15	36	1.226	0.031	0.041	0.005	0.036	13
16	40	1.203	0.031	0.037	0.003	0.034	9
17	44	1.187	0.030	0.036	0.003	0.033	9
18	48	1.171	0.030	0.033	0.002	0.031	5

(資料來源：本研究整理)

模組二(天花板：石膏板+乳膠漆，牆壁：矽酸鈣板+白膠+木皮板，地板：合板+白膠+海島型木地板)，推估 TVOC 逸散濃度，由系統運算天花板、牆壁、地板之單一建材 TVOC 逸散濃度值代入經驗模式(式 3-2)後所得之 TVOC 推估濃度值，並使用倍率統計法(式 3-3)進行統計修正，得知修正後 TVOC 逸散濃度，以全尺寸建材逸散實驗濃度值與修正後 TVOC 推估濃度值比較，如(表 3-21)，相對標準偏差為 4%，於 15%誤差範圍內，具推估描述能力。

表 3-21 全尺寸模組二推估 TVOC 逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估 濃度 ppm	倍率法修 正後濃度 ppm	全尺寸建材 逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準 偏差 %
1	2	0.275	0.243	0.243	0.000	0.243	0
2	4	0.244	0.189	0.190	0.000	0.189	0
3	6	0.231	0.189	0.243	0.027	0.216	13
4	8	0.219	0.181	0.176	0.003	0.179	1
5	18	0.186	0.181	0.212	0.015	0.197	8
6	20	0.169	0.178	0.227	0.024	0.202	12
7	22	0.163	0.170	0.175	0.003	0.173	2
8	24	0.105	0.094	0.090	0.002	0.092	3
9	26	0.092	0.109	0.116	0.004	0.113	3
10	28	0.081	0.083	0.084	0.001	0.084	1
11	32	0.079	0.088	0.092	0.002	0.090	2
12	44	0.085	0.086	0.085	0.000	0.086	1
13	48	0.083	0.086	0.085	0.000	0.085	0

(資料來源：本研究整理)

實際裝修完工空間模組二 TVOC 逸散濃度驗證系統部分，使用倍率統計法調校 TVOC 推估濃度值，以實際裝修完工空間量測值驗證修正後 TVOC 推估濃度，相對標準偏差為 5%，於 15%誤差範圍內，具推估描述能力，如(表 3-22)。

表 3-22 實際裝修完工空間模組二驗證修正後 TVOC 逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估 濃度 ppm	倍率法修 正後濃度 ppm	實際裝修 完工空間 逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準 偏差 %
1	2	0.275	0.243	0.275	0.016	0.259	6
2	4	0.244	0.189	0.244	0.028	0.217	13
3	6	0.231	0.189	0.231	0.021	0.210	10
4	8	0.219	0.181	0.219	0.019	0.200	9
5	18	0.186	0.181	0.186	0.002	0.184	1
6	20	0.169	0.178	0.169	0.005	0.173	3
7	22	0.163	0.170	0.163	0.004	0.166	2
8	24	0.105	0.094	0.105	0.005	0.100	5
9	26	0.092	0.109	0.092	0.009	0.100	9
10	28	0.081	0.083	0.081	0.001	0.082	1
11	32	0.079	0.088	0.079	0.005	0.083	5
12	44	0.085	0.086	0.085	0.001	0.086	1
13	48	0.083	0.086	0.083	0.002	0.084	2

(資料來源：本研究整理)

模組三(天花板：水泥板+平光水泥漆，牆壁：水泥板+平光水泥漆，地板：企口木地板)，由經驗模式(式 3-2)所得推估濃度值，並使用倍率統計法(式 3-3)進行統計修正，得知修正後濃度值，並以全尺寸建材逸散實驗濃度與系統推估濃度值相對標準偏差為 13%，於 15%誤差範圍內，如(表 3-23)所示，具推估描述能力。

表 3-23 全尺寸模組三推估甲醛逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估 濃度 ppm	倍率法修 正後濃度 ppm	全尺寸建材 逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準 偏差 %
1	2	1.766	0.022	0.024	0.001	0.023	5
2	4	1.854	0.023	0.017	0.003	0.020	14
3	6	1.568	0.019	0.016	0.001	0.018	8
4	8	1.495	0.018	0.016	0.001	0.017	8
5	10	1.407	0.017	0.016	0.001	0.016	6
6	12	1.364	0.017	0.014	0.001	0.016	8
7	14	1.287	0.016	0.013	0.001	0.015	9
8	16	1.201	0.015	0.013	0.001	0.014	7
9	18	1.173	0.014	0.013	0.001	0.014	7
10	20	1.128	0.014	0.013	0.001	0.013	5
11	22	1.107	0.014	0.012	0.001	0.013	5
12	24	1.006	0.012	0.012	0.000	0.012	4
13	28	0.861	0.011	0.010	0.000	0.010	5
14	32	0.802	0.010	0.008	0.001	0.009	8
15	36	0.785	0.010	0.008	0.001	0.009	8
16	40	0.772	0.010	0.008	0.001	0.009	10
17	44	0.763	0.009	0.007	0.001	0.008	12
18	48	0.758	0.009	0.007	0.001	0.008	13

(資料來源：本研究整理)

實際裝修完工空間模組三甲醛逸散濃度驗證系統，以系統運算天、壁、地之單一建材逸散濃度代入經驗模式(式 3-2)得單一空間甲醛推估濃度，以倍率統計法(式 3-3)得到修正後濃度，並以實際裝修完工空間量測濃度驗證修正後推估逸散濃度值，模組三基於探討實際裝修完工空間以相同溫度及相同濕度，探討換氣率 0.5ACH 與 0.01ACH 條件下，甲醛之逸散特性與逸散濃度差異關係，於模組三之實際裝修完工空間之第 6 小時至第 18 小時採取門窗緊閉模式，探討逸散濃度變化。

由實驗結果得知，第 2 小時至第 6 小時採通風換氣形式量測，相對標準偏差於 15% 誤差範圍內，第 6 小時之後至第 18 小時採密閉形式量測，得知當空間密閉時，濃度呈上升趨勢，最大相對

標準偏差為 59%，於第 18 小時後採通風換氣形式，逸散濃度成快速衰減，需經過 14 小時後相對標準偏差恢復 15% 誤差範圍內，爾後持續以通風換氣形式量測，其相對標準偏差於誤差範圍內，隨後於第 44 小時至第 48 小時採用無通風換氣密閉形式進行量測，濃度快速上升，由此可見，逸散濃度於密閉空間中蓄積速度相當快，因此呼籲大眾多採用通風換氣形式進行空間換氣，以降低室內汙染源之蓄積可能性。另外，空間濃度蓄積 12 小時後，0.01ACH 條件狀態下甲醛總逸散濃度為 0.5ACH 條件約為 3 倍；濃度蓄積 4 小時則約為 2.4 倍。並針對第 2 小時至第 6 小時與第 32 小時至第 40 小時探討實際裝修完工空間驗證修正後甲醛推估濃度值，相對標準偏差為 15% 誤差範圍內，具推估描述能力。

表 3-24 實際裝修完工空間模組三驗證修正後甲醛逸散濃度

採樣點	時間 Hr	推估濃度 ppm	倍率法修正後濃度 ppm	實際裝修完工空間 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準偏差 %
1	2	1.766	0.022	0.026	0.002	0.024	9
2	4	1.854	0.023	0.023	0.000	0.023	0
3	6	1.568	0.019	0.021	0.001	0.020	4
4	8	1.495	0.018	0.020	0.001	0.019	5
5	10	1.407	0.017	0.039	0.011	0.028	38
6	12	1.364	0.017	0.044	0.013	0.030	44
7	14	1.287	0.016	0.054	0.019	0.035	54
8	16	1.201	0.015	0.056	0.021	0.036	58
9	18	1.173	0.014	0.055	0.020	0.035	59
10	20	1.128	0.014	0.050	0.018	0.032	56
11	22	1.107	0.014	0.044	0.015	0.029	52
12	24	1.006	0.012	0.033	0.010	0.023	45
13	28	0.861	0.011	0.018	0.004	0.014	26
14	32	0.802	0.010	0.011	0.001	0.010	5
15	36	0.785	0.010	0.011	0.001	0.010	6
16	40	0.772	0.010	0.009	0.000	0.009	2
17	44	0.763	0.009	0.020	0.005	0.014	35
18	48	0.758	0.009	0.023	0.007	0.016	43

(資料來源：本研究整理)

於模組三調校推估 TVOC 逸散濃度部分，並使用倍率法(式 3-3)進行統計修正，得知修正後之逸散濃度，全尺寸建材逸散實驗濃度值與修正後推估濃度值比較，如(表 3-25)所示，相對標準偏差為 13%，於 15%誤差範圍內，具有推估描述能力。

表 3-25 全尺寸模組三推估 TVOC 逸散濃度

採樣點	時間	推估濃度 ppm	倍率法修正後濃度 ppm	全尺寸建材逸散實驗 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準偏差 %
1	2	2.569	0.242	0.241	0.001	0.242	1
2	4	2.150	0.202	0.190	0.006	0.196	3
3	6	2.077	0.195	0.243	0.024	0.219	11
4	8	2.059	0.194	0.178	0.008	0.186	4
5	22	2.006	0.189	0.227	0.019	0.208	9
6	24	1.725	0.162	0.175	0.006	0.169	4
7	32	1.186	0.111	0.083	0.014	0.097	14
8	48	1.173	0.110	0.086	0.012	0.098	13

(資料來源：本研究整理)

模組三(天花板：水泥板+平光水泥漆，牆壁：水泥板+平光水泥漆，地板：企口木地板)，於全尺寸建材逸散實驗系統，可得知溫度 25℃、濕度 50%RH、換氣率 0.5ACH 之建材逸散濃度，本研究以模組三為例，針對於相同平均溫度及相同相對濕度狀態下，針對換氣率為 0.5ACH 與 0.01ACH 條件下，探討 TVOC 之逸散特性與逸散濃度關係，由實驗得知第 2 小時至第 6 小時採通風換氣形式量測，相對標準偏差於 15%誤差範圍內，第 6 小時之後至第 18 小時採密閉形式量測，得知當空間密閉時，濃度呈上升趨勢，最大相對標準偏差為 71%，隨後後採通風換氣形式，逸散濃度成快速衰減，其相對標準偏差於誤差範圍內，另外，於實際裝修完工空間模組三之第 6 小時至第 18 小時，以門窗緊閉形式進行逸散量測，由量測結果發現無通風換氣時，空間中之逸散濃度呈累積上升趨勢，可由實驗結果發現，無通風換氣條件狀態下 TVOC 最高逸散濃度為有通風換氣條件高達 5.3 倍，建議一般民眾多採取通

風換氣形式，引導室內環境進行換氣，降低室內化學物質之逸散濃度，提升室內空氣品質，促進人居健康，如(表 3-26)所示。

表 3-26 實際裝修完工空間模組三驗證修正後 TVOC 逸散濃度

採樣點	時間	推估濃度 ppm	倍率法修正後濃度 ppm	實際裝修完工空間 ppm	標準差 ppm	平均值 ppm	標準偏差 %
1	2	2.569	0.242	0.179	0.032	0.211	15
2	4	2.150	0.202	0.152	0.025	0.177	14
3	6	2.077	0.195	0.181	0.007	0.188	4
4	8	2.059	0.194	0.117	0.038	0.155	25
5	22	2.006	0.189	1.004	0.408	0.596	68
6	24	1.725	0.162	0.942	0.390	0.552	71
7	32	1.186	0.111	0.173	0.031	0.142	22
8	48	1.173	0.110	0.086	0.012	0.098	12

(資料來源：本研究整理)

由 3 組實驗裝修完工空間逸散量測值，針對有通風換氣條件階段探討驗證甲醛逸散濃度值，其平均相對標準偏差為 7%，於 15% 誤差範圍內，因此確認系統模擬實際空間之可行性。而前期研究之驗證甲醛逸散濃度值之平均相對標準偏差為 26%，相較之下，本年度驗證甲醛逸散濃度之相對標準偏差低於前期研究，已達預期研究目標，提升建材逸散模擬資訊系統之準確性。

因密閉空間之通風換氣率約為 0.01~0.05ACH 之間，模組三於密閉階段甲醛逸散濃度之平均相對標準偏差為 46%，TVOC 逸散濃度之平均相對標準偏差為 47%，建材逸散模擬資訊系統不適用於密閉空間預測模擬。

第六節 建材逸散模擬資訊系統之實場推估能力分析

本研究使用全尺寸建材逸散試驗系統，量測方法依據 ASTM D6670-01 及 ISO160000 標準所建置，建材逸散檢測條件設定於溫度 25℃、濕度 50%RH、換氣率 0.5ACH 以控制溫濕度之物理環境因子之大型試驗艙 55m³(4m×5m×2.75m)，以 3 組不同裝修組構形式之實驗模組，進行單一空間模擬，將其量測結果與建材逸散模擬資訊系統之模擬結果進行比對分析，調校推係數後，並以實際裝修完工空間之逸散量測驗證建材逸散模擬資訊系統之準確度與可行性。

一、實驗目的：

藉由全尺寸建材逸散試驗系統量測結果，以修正系統之推估公式後之建材逸散模擬資訊系統推估濃度值，以實際裝修完工空間逸散量測之第 12 小時、第 24 小時與第 48 小時逸散濃度驗證系統推估能力。



圖 3-50 全尺寸建材逸散試驗系統
(資料來源：本研究整理)



圖 3-51 實際裝修完工空間量測
(資料來源：本研究整理)

二、實驗方法：

以挑選一般室內裝修常見建材組構形式，於全尺寸建材逸散試驗系統進行單一空間建材逸散試驗，後續與建材逸散模擬資訊系統進行實測值與推估值之濃度驗證比較，根據健康綠建材檢測條件設定，於標準物理環境狀態下溫度 25℃、濕度 50%、換氣率 0.5ACH，於全尺寸頂艙回風口(S97)設置採樣點進行甲醛 48 小時歷時量測，如(附圖 27)所示。採樣高度方面，針對艙體頂部空間採樣。據文獻指出，單一空

間中，不同裝修部位(天花板、牆壁、地板)之建材逸散對於空間之貢獻濃度異同(村上周三，1990)。本研究針對三組不同組構形式實驗模組，透過全尺寸建材逸散試驗系統進行量測，其實驗方法，如(附錄四)所示。

根據勞工安全衛生研究所之化合物試驗相對標準偏差(RSD)規範為 15%，比對各組量測數據，進行準確度判定，判定依據為實際裝修完工空間量測濃度值和全尺寸建材逸散試驗系統量測值的平均相對誤差，需小於 15%，具有推估描述能力。

表 3-27 實驗模組施作建材

組數	裝修部位	建材
模組一	天花板	石膏板
	牆壁	乳膠漆
	地板	PVC 地磚
模組二	天花板	石膏板+乳膠漆
	牆壁	矽酸鈣板+白膠+木皮板
	地板	合板+白膠+海島型木地板
模組三	天花板	水泥板+平光水泥漆
	牆壁	水泥板+平光水泥漆
	地板	企口木地板

(資料來源：本研究整理)

三、誤差範圍驗證：

(一)模組一

天花板：石膏天花板，牆壁：矽酸鈣板+乳膠漆，地板：矽酸鈣板+水性感壓膠+塑膠地磚

選擇室內裝修常見之裝修部位分類，天花板部位使用石膏天花板，牆壁部位則依照室內裝修業界二道塗裝方式，使用表面材乳膠漆均勻塗佈於底材矽酸鈣板上，地板部位則是表面材塑膠地磚均勻塗佈基材水性感壓膠，並膠著於底材矽酸鈣板上，以模擬室內裝修之施工型態，並量測實際裝修施工過程，實際施作時針對甲醛進行歷時 48 小時連續量測與採樣，將其量測結果與建材逸

散模擬資訊系統進行比對分析，校正其推估公式，並將實際裝修完工空間量測值驗證模擬系統修正後之推估濃度。

實際裝修完工空間模組一之第 12 小時、第 24 小時、第 48 小時甲醛逸散量測值，以及修正係數後建材逸散模擬資訊系統之甲醛逸散推估值進行比對，於第 12 小時實際裝修量測值為 0.033ppm，推估值為 0.023ppm，第 24 小時實際裝修量測值為 0.021ppm，推估值為 0.022ppm，第 48 小時實際裝修量測值為 0.026 ppm，推估值為 0.021ppm，實測值與修正後推估值於相對標準偏差 15% 誤差範圍內，並於儀器誤差 ± 0.02 ppm 範圍內。

表 3-28 模組一與建材逸散模擬資訊系統甲醛量測結果比對

裝修部位	施作建材	甲醛 ppm	
		實際裝修完工空間	模擬系統
天花板	石膏天花板	量測值	修正後推估值
牆壁	矽酸鈣板+乳膠漆		
地板	矽酸鈣板+水性感壓膠+塑膠地磚		
驗證值	第 12 小時	0.033	0.023
	第 24 小時	0.021	0.022
	第 48 小時	0.026	0.021
	歷時 48 小時 相對標準偏差	11%	
	備註	誤差小於 15%，符合	
		-	-

(資料來源：本研究整理)

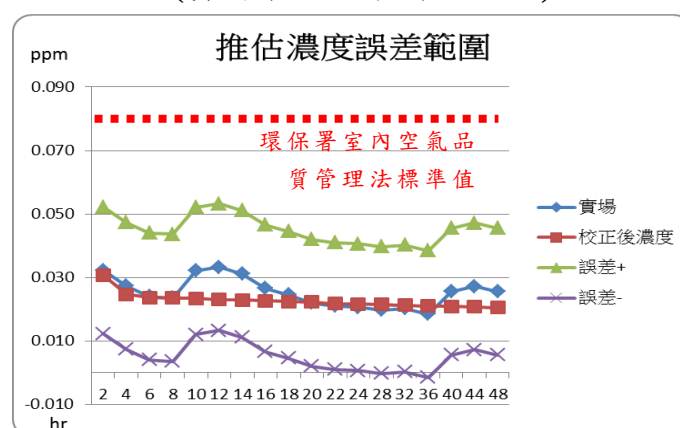


圖 3-52 模組一與建材逸散模擬資訊系統甲醛濃度與誤差範圍

(資料來源：本研究整理)

(二) 模組二

天花板：石膏板+乳膠漆，牆壁：矽酸鈣板+白膠+木皮板，地板：合板+白膠+海島型木地板

選擇室內裝修常見之裝修部位分類，天花板部位使用表面材乳膠漆均勻塗佈於底材石膏板上，牆壁部位則使用表面材木皮板均勻塗抹白膠，並膠著於底材矽酸鈣板上，地板部位則是表面材海島型木地板均勻塗佈基材白膠，並膠著於底材合板上，以模擬室內裝修之施工型態，並量測實際裝修施工過程，實際施作時針對甲醛進行歷時 48 小時連續量測與採樣，將其量測結果與建材逸散模擬資訊系統進行比對分析，校正其推估公式，並將實際裝修空間量測值驗證模擬系統修正後之推估濃度。

實際裝修完工空間模組二之第 12 小時、第 24 小時、第 48 小時甲醛逸散量測值，以及修正係數後建材逸散模擬資訊系統之甲醛逸散推估值進行比對，於第 12 小時實際裝修量測值為 0.045ppm，推估值為 0.043 ppm，第 24 小時實際裝修量測值為 0.045ppm，推估值為 0.034 ppm，第 48 小時實際裝修量測值為 0.033 ppm，推估值為 0.030 ppm，實測值與修正後推估值於相對標準偏差 15% 誤差範圍內，並於儀器誤差 $\pm 0.02\text{ppm}$ 範圍內。

表 3-29 模組二與建材逸散模擬資訊系統甲醛量測結果比對

裝修部位	施作建材	甲醛 ppm	
		實際裝修完工空間	模擬系統
天花板	石膏板+乳膠漆	量測值	修正後推估值
牆壁	矽酸鈣板+白膠+木皮板		
地板	合板+白膠+海島型木地板		
驗證值	第 12 小時	0.045	0.043
	第 24 小時	0.045	0.034
	第 48 小時	0.033	0.030
	歷時 48 小時 相對標準偏差	8%	
	備註	誤差小於 15%，符合	
		-	-

(資料來源：本研究整理)

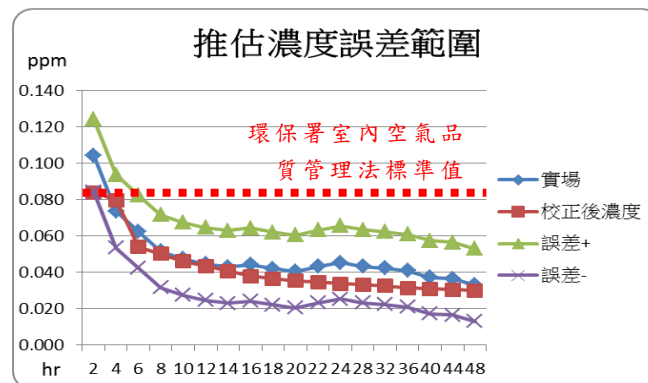


圖 3-53 模組二與建材逸散模擬資訊系統甲醛濃度與誤差範圍
(資料來源：本研究整理)

(三) 模組三

天花板、牆壁：水泥板+水泥漆，地板：企口木地板

選擇室內裝修常見之裝修部位分類，天花板與牆壁部位依照室內裝修業界二道塗裝方式，使用表面材水泥漆均勻塗佈於底材水泥板上，地板部位則是表面材企口木地板，直接於實場不使用任何接著劑與釘具進行組裝，以模擬室內裝修之施工型態，並量測實際裝修施工過程，實際施作時針對甲醛進行歷時 48 小時連續量測與採樣，將其量測結果與建材逸散模擬資訊系統進行比對分析，校正其推估公式，並將實際裝修空間量測值驗證模擬系統修正後之推估濃度。

基於探討實際空間於無通風換氣之逸散濃度與建材逸散模擬資訊系統之換氣率 0.5ACH 標準狀態下之推估建材逸散濃度變化之相關性，單一空間調整開窗與密閉之通風換氣形式情況下，探討建材甲醛逸散濃度之關聯性，實際裝修完工空間模組三之第 8 小時至第 22 小時，以門窗緊閉形式進行逸散量測，由量測結果發現無通風換氣時，空間中之甲醛逸散濃度程累積上升趨勢，由模組三研究發現，甲醛最高逸散濃度密閉形式為開窗通風形式之 3.8 倍，歷時 48 小時實測值與修正後推估值之相對標準偏差為 43%，密閉形式階段之平均相對標準偏差為 46%，開窗通風形式階段平均相對標準為 4%。第 12 小時、第 24 小時、第 48 小時甲醛逸散量測值，以及修正係數後建材逸散模擬資訊系統之甲醛逸散推估

值進行比對，於第 12 小時實際裝修量測值為 0.044ppm，推估值為 0.017ppm，第 24 小時實際裝修量測值為 0.033ppm，推估值為 0.012ppm，第 48 小時實際裝修量測值為 0.023 ppm，推估值為 0.009ppm。

表 3-30 模組三與建材逸散模擬資訊系統甲醛量測結果比對

裝修部位	施作建材	甲醛 ppm	
		實際裝修完工空間	模擬系統
天花板	水泥板+水泥漆	量測值	修正後推估值
牆壁	水泥板+水泥漆		
地板	企口木地板		
驗證值	第 12 小時	0.044	0.017
	第 24 小時	0.033	0.012
	第 48 小時	0.023	0.009
	歷時 48 小時 相對標準偏差	43%	
	備註	誤差大於 15%，不符合	
	備註	-	-

(資料來源：本研究整理)

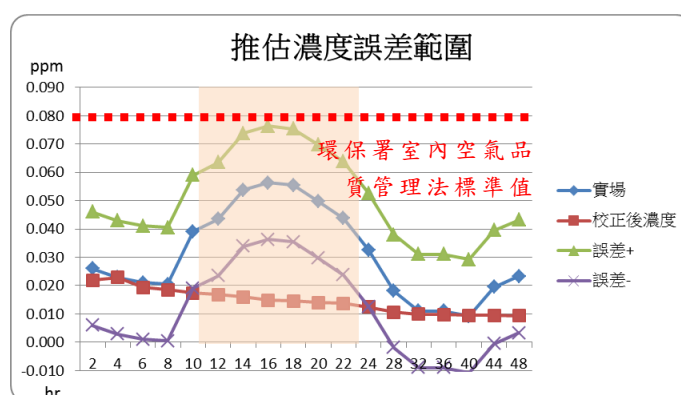


圖 3-54 模組三與建材逸散模擬資訊系統甲醛濃度與誤差範圍

(資料來源：本研究整理)

第七節 建材逸散模擬資訊系統之更新整合

延續前期研究建置『建材逸散模擬資訊系統』，以及前期所建置小尺寸建材逸散直讀量測系統、濕式建材逸散資料庫、乾式建材逸散資料庫以及接著劑逸散資料庫。

故本年度針對模擬資訊系統驗證與建材逸散資料庫數據擴充與更新，提升本系統之實用性，並持續改善及更新系統操作介面之便利性及適用性，同時進行系統程式與伺服器之維護管理，強化建材逸散模擬資訊系統，期未來國人可透過建材逸散模擬資訊系統，進行空間中甲醛及 TVOC 逸散濃度模擬參考，以瞭解室內裝修建材選用之差異性，進而掌握室內空氣品質之狀況。

一、提升建材逸散模擬資訊系統，主要分為兩大層面：

(一)系統執行模擬之準確性：

本年度研究宗旨，主要針對建材逸散模擬資訊系統中之推估公式與係數進行調校，校正系統推估濃度值之係數，以提升系統模擬成果之準確度。

(二)系統操作介面之關係：

介面操作之便利性，提升使用者迅速且正確進行模擬。

二、本年度建材逸散模擬資訊系統擴充整合主要架構：

(一)建構式之使用操作模式

此使用模式，以分頁步驟引領使用者執行模擬測試。

(二)納入健康綠建材資料庫

期使建材逸散資料庫更加完善，以利進行建材選用模擬，並供使用者同時進行非健康綠建材與健康綠建材逸散模擬，瞭解甲醛及 TVOC 逸散濃度之差異性，進而推廣健康綠建材，以維護健康生活環境品質。

(三)模擬成果檔案匯出

提供系統模擬操作者，進而將模擬成果資訊匯出，並於匯出

檔案中明確標示，本模擬成果僅供參考，提起貿易名稱或商業產品，並不構成認可或推薦使用。



圖 3-55 建材逸散模擬資訊系統首頁介面
(資料來源：本研究整理)

●空間名稱

●空間資訊
長： m
寬： m
高： m

●空間部位面積
天花板： m²
牆 壁： m²
地 板： m²

●空間體積 m³

●已使用空間面積
天花板：
牆 壁：
地 板：

圖 3-56 建材逸散模擬資訊系統之空間資訊輸入介面-A
(資料來源：本研究整理)



圖 3-57 建材逸散模擬資訊系統之空間資訊輸入介面-B
(資料來源：本研究整理)



新增	刪除	搜尋	操作說明	登出
材料名稱	材料編號	建材分類	施作部位	編輯
☐ 水性感壓膠CNFW	GA03	接著劑	天花板、牆壁、地板	編輯
☐ 水性白膠	GA04	接著劑	天花板、牆壁、地板	編輯
☐ 泰國美特耐磁磚填縫劑 TG516	GA05	接著劑	天花板、牆壁、地板	編輯
☐ 泰國美特耐磁磚黏著劑 TF850	GA06	接著劑	天花板、牆壁、地板	編輯
☐ TOLI聚氯乙稀塑膠地板 接著劑	GA07	接著劑	天花板、牆壁、地板	編輯
☐ 建築用密封變性矽酮膠	GA08	接著劑	天花板、牆壁、地板	編輯
☐ 陶質壁磚用接著劑	GA09	接著劑	天花板、牆壁、地板	編輯
☐ T.F.R.B裝飾石膏天花板 PVC貼面	GC02	天花板	天花板	編輯
☐ 普通合板	GC03	天花板	天花板	編輯
☐ 礦纖天花板	GC04	天花板	天花板	編輯
☐ DSCM岩棉裝飾吸音板	GC05	天花板	天花板	編輯
☐ 矽酸鈣板	GC06	天花板	天花板	編輯

圖 3-58 建材逸散模擬資訊系統之建材資訊管理介面
(資料來源：本研究整理)

The screenshot shows the 'Basic Information' (基本資料) tab of the BMEISS system. The interface includes a navigation bar with '儲存' (Save), '目錄' (Index), '基本資料表' (Basic Information Table), '濃度表' (Concentration Table), and '因子表' (Factor Table). The main content area is divided into two columns for data entry:

建材名稱: 水性白膠 建材編號: GA04 建材分類: 接著劑 施作部份: ☒ 天花板 ☒ 牆壁 ☒ 地板 主要成份: PVAC ☒ 綠建材標章	建材產地: 台灣 乾或濕式: ☐ 乾式 ☐ 濕式 ☒ 黏著劑 ☐ 複合材料 建材類型: 底材 建材規格: NP-3761 G 尚未上圖
---	--

At the bottom, there are buttons for '瀏覽...' (Browse...) and '上傳檔案' (Upload File).

圖 3-59 建材逸散模擬資訊系統之建材資訊編輯介面
(資料來源：本研究整理)

The screenshot displays the 'Guidance' (宣導) section of the BMEISS system. It features a green header with the system title and a navigation bar. The main content area is divided into three sections, each with a house icon and a title:

- 室內空氣品質對人體之重要性-**
研究顯示每人每天在不同的建築室內空間活動時間超過90%，每天有57%的室內空氣攝入人體內，室內空氣品質對於人體具有直接性的影響，經衛生署統計資料顯示台灣主要死亡原因有肺癌、支氣管炎、氣喘及肺結核等均與空氣環境關係密切，所以環保署於民國94年12月30日即公告「室內空氣品質建議值」，積極地為國人健康把關。
- 如何維持良好室內空氣品質-**
從國內建築物現場實測調查中發現，造成室內環境污染的主因為建材逸散之有毒化學物質，因此若能達成以下三點目標，將能有效維持良好室內空氣品質。
 - ✓選用「低逸散健康綠建材標章」之建材
 - ✓於裝修前期預先推估室內裝修建材逸散狀況，作好健康風險管理
 - ✓保持室內良好通風換氣
- 揮發性有機化合物（VOCS）對人體的危害-**

At the bottom, there is a note: '建議使用 Microsoft Internet Explorer 8.0 或更新版本瀏覽器，畫面最佳解析度 1440x900. This DVD is suggested by Microsoft Internet Explorer 8.0 browser or later version, the best screen resolution is 1440x900.'

圖 3-60 建材逸散模擬資訊系統之宣導介面更新
(資料來源：本研究整理)

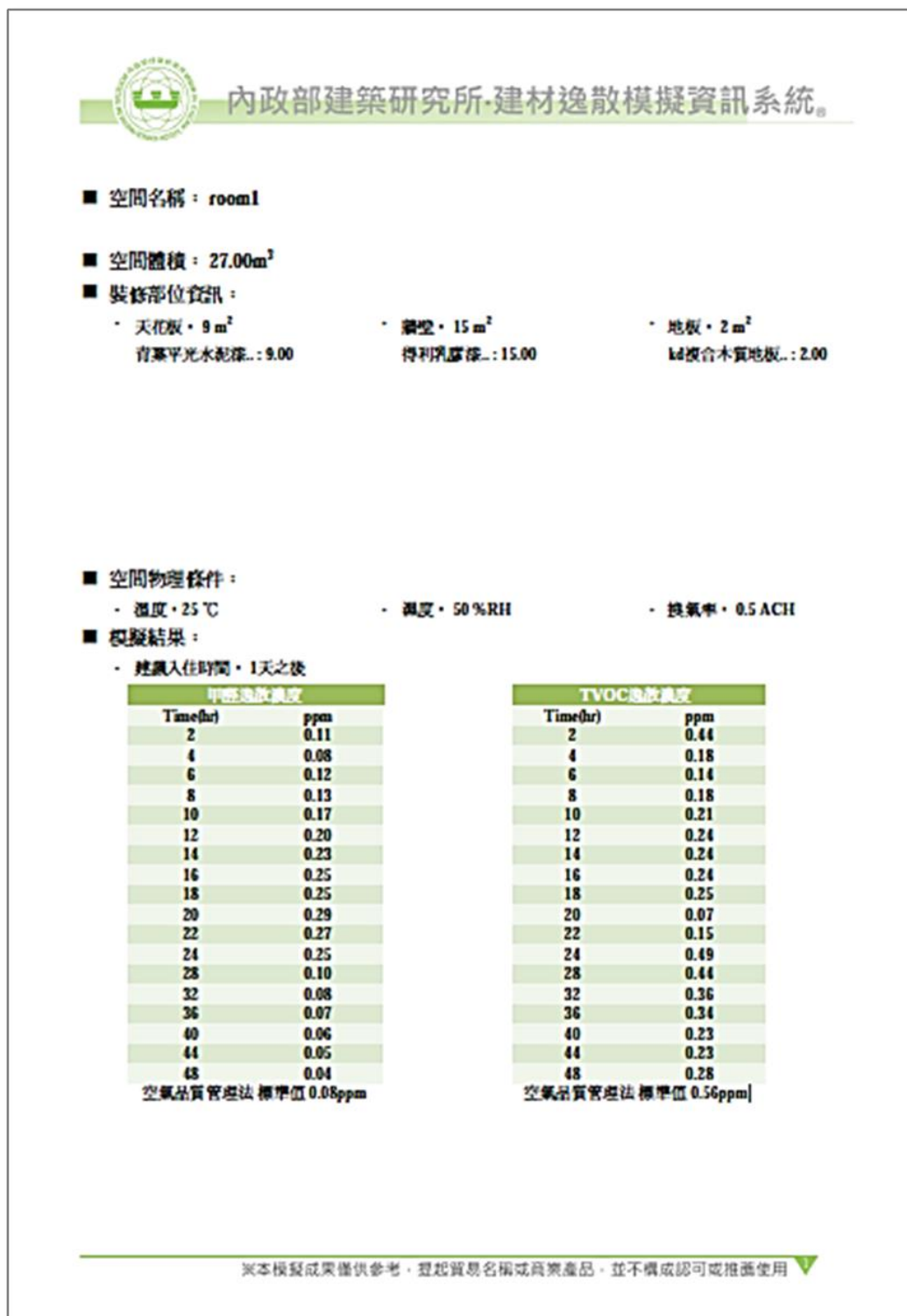


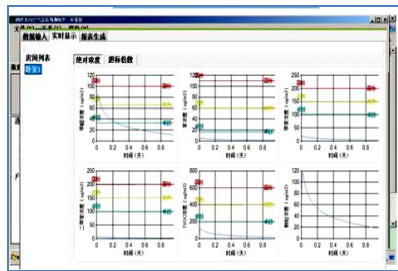
圖 3-61 建材逸散模擬成果資訊匯出
(資料來源：本研究整理)

三、建材逸散模擬資訊系統更新整合後效益評估：

(一)國內外相關軟體介面性質分析

本年度(102 年)針對系統介面、後台模式與建材逸散資料庫進行更新與擴充，提升建材逸散模擬資訊系統在操作介面部分或是模擬運算層面之效益成效。後續以使用操作者的角度為原則，針對更新整合後之建材逸散模擬資訊系統與國外相關領域軟體(Indoor Air Quality Design)進行逸散模擬工具之探討分析其特質，如(表 3-31)所示。

表 3-31 北京 IAQD 軟體與本研究之資訊系統差異性分析

名稱	Indoor Air Quality Design	建材逸散模擬資訊系統
系統	windows	Windows;Mac
形式	單機軟體 	網頁系統 
更新	需下載更新	可即時更新
條件	下載安裝後使用	需搭配網際網路
記憶體	佔電腦主機記憶體容量	使用網路瀏覽器空間
致癌風險評估	使用者應需求自行計算	系統運算
建議入住時間	-	系統運算
宣導介面	-	系統運算
匯出	系統介面呈現	PDF 格式匯出

(資料來源：本研究整理)

第四章 建材逸散模擬資訊系統之對策探討

第一節 第一次專家會議與意見回應

一、議題討論

(一)建置健康綠建材資料庫

(二)全尺寸建材逸散試驗與實際裝修完工空間量測模組選定

(三)實際裝修完工空間與建材逸散模擬資訊系統模擬結果評估

二、意見回應：

(一)會議意見內容及說明：

- 1.將健康綠建材納入建材逸散資料庫層面上，數據彙整以分梯進行擴充為佳。
- 2.建材逸散模擬資訊系統推估公式之參數整合進行確認。
- 3.研擬針對推估公式之除錯方式，提升準確度，以降低模擬成果誤差。
- 4.「非健康綠建材」之定義，以高逸散建材或未核准為健康綠建材，予以定義之。
- 5.針對「大量裝修」形式，予以探討室內空氣品質，較賦予研究的重要貢獻。
- 6.於模組二(運動休閒用途空間)，為大眾公共空間，模組選定的部分可行。
- 7.建議於建材逸散模擬資訊系統中，增項複層建材中之底、基、面形式選項進行建材逸散模擬。
- 8.關於建材逸散資料庫中，彈性考慮納入建材產地，另外建材成份的部分，亦屬產品之商業不可公開性。

9. 建材逸散模擬資訊系統之管理平台，建議於注意事項中，增項模擬偏差百分比(正負誤差百分比)。
10. 建議模組三的住居用途之空間，鎖定單一性質住宅空間為佳。
11. 建議建材之蒸氣壓，試著加入推估參酌理論原則，推估為理論式，最終乃需與實際量測才能與最終之模擬結果結合。
12. 於模組二與模組三的部分，地板部位建材為橡木地板，建議詳細註明海島型橡木地板或實木橡木地板。

(二)會議意見回應說明：

1. 本研究於健康綠建材與階段性方式，以進行擴充更新建材逸散資料庫。
2. 建材形式將採納專家意見，詳細說明「橡木地板」為「海島型橡木地板」，並針對施作方式延伸探討。
3. 健康綠建材納入建材逸散資料庫中，採納專家意見，移除建材成份與產地的相關資料。
4. 模組三住居用途空間採納專家意見，鎖定單一性質住宅空間-臥室為主。
5. 建材逸散模擬資訊系統，參酌專家意見，增項複層建材中底、基、面形式進行模擬。
6. 本研究後續針對推估公式之除錯方式進行研究與探討，以提升準確度，以降低模擬成果誤差。

第二節 第二次專家會議與意見回應

一、議題討論

- (一)探討健康綠建材資料庫擴充與系統結合評估
- (二)針對全尺寸建材逸散試驗系統與實場驗證分析探討
- (三)建材逸散模擬資訊系統介面改善效益評估
- (四)探討建材逸散模擬資訊系統實際推廣與發展趨勢

二、意見回應：

(一)會議意見內容及說明：

- 1.提升產學價值，以符合綠建材標章為優先納入建材逸散資料庫中，藉由政府制度積極推廣資訊e化。
- 2.關於軟體介面，建議以介面視覺帶動室內空間形象。
- 3.關於健康綠建材納入建材逸散資料庫，其標章將會有續約、不在續約或重新進行逸散試驗，後續管理機制尚需研擬。
- 4.建材逸散模擬資訊系統分頁介面，建議增設返回上一步驟之按鍵，以免使用者其中一步驟輸入錯誤得重新開啟視窗，重新逐一輸入。
- 5.健康綠建材納入建材逸散資料庫，藉此致力推廣綠建材制度。
- 6.建材逸散模擬資訊系統介面方面，建議以分頁模式，以正確引領使用者進行資訊輸入與逸散模擬。
- 7.實驗結果應適時加註實際物理環境設定值。
- 8.關於系統資訊空間體積計算部分，以天花板淨高乘以樓地板面積為佳。
- 9.建材逸散資料庫管理介面，宜增設綠建材標章圖示，並註記於選用之建材介面上，進而推廣符合綠建材標章制度之建材。

- 10.建議藉由試用評估版，邀請室內設計師、學生、相關領域人員進行試用，並給予系統介面與準確度層面之意見回饋。
- 11.實驗結果註記溫度、濕度、換氣率以及標示室內空氣品質管理法之標準值參考界線。
- 12.建材逸散資料庫中，地板類、天花板類、牆壁類建材，有時亦可通用，因此建議歸納為同一類別”板材類”。
- 13.系統中的圖片示意，依據不同常見空間種類，並以3D圖示呈現以免有照片版權問題。
- 14.關於建材逸散模擬資訊系統後續推廣方面，建議可於環保署室內空氣品質專責人員訓練及教材中，以進行介紹與推廣。
- 15.系統介面之圖片示意功能，乃須結合”圖中有意”的實體感，以具有示意與說服的意義。

(二)會議意見回應說明：

- 1.本研究將於建材逸散模擬資訊系統後台管理模式，新增設定綠建材標章架設與與刪置之相關設定。
- 2.關於系統介面設定，將採納專家意見，未來將以分頁模式，以利使用者進行操作模擬。
- 3.將綠建材標章標示建材逸散模擬資訊系統中，將參酌專家意見，增設綠建材標章圖示於建材逸散模擬資訊系統中，以致力推廣綠建材。
- 4.建材逸散模擬資訊系統操作測試與評估，將參酌專家意見，後續將邀請一般民眾進行模擬測試，並予本系統相關意見回饋。
- 5.量測結果相關標註，將採納專家意見，明確標示物理環境設定值及室內空氣品質管理法之標準值參考界線。
- 6.建材逸散資料庫分類項目，參酌專家意見，將地板類、天花板類、牆壁類建材歸納為板材類。

第三節 建材逸散模擬資訊系統之對策探討

一、建置健康綠建材資料庫

(一)說明：

近代國人對於健康訴求的提升，綠建材回饋使用者之健康實質效益廣受肯定，因此本研究將已取得健康綠建材標章之逸散數據納入建材逸散資料庫中，使系統在模擬的建材選擇上更加完備。

(二)因應對策：

關於將健康綠建材逸散數據納入建材逸散資料庫，本研究於第1次工作會議邀請產、學界等專家討論，建議建材逸散資料庫以內政部建築研究所健康綠建材之分類型式(包含天花板類、地板類、牆壁類、接著劑類、填縫劑及油灰類與塗料類)做為參考依據，進行後台資料庫分類，以俾後續進行建材逸散資料庫分類與整合管理。

二、全尺寸建材逸散試驗與實際裝修完工空間量測模組選定

(一)說明：

本研究以瞭解室內裝修常見建材之探討，室內裝修建材的選樣，於天、壁、地之不同裝修部位中，以相同實驗模組以及相同的裝修負荷率，分別於全尺寸建材逸散試驗系統及實際裝修完工空間進行建材逸散量測，並將量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統，並進行推估係數之調校，未來研擬其係數應用於建材逸散模擬資訊系統，提升系統模擬效能。

(二)因應對策：

本研究於第1次工作會議中討論決定，針對「大量裝修」型式以及國內常見室內裝修建材之選樣原則，予以探討室內空氣品質

與建材逸散特性，更賦予研究的重要貢獻。專家學者於會議中建議實驗模組二設定為單一空間為佳。會議中並決議實驗模組如下，模組一之天花板為石膏天花板、牆壁為矽酸鈣板+乳膠漆、地板則為矽酸鈣板+水性感壓膠+塑膠地磚，模組二之天花板為石膏板+乳膠漆，牆壁為矽酸鈣板+白膠+木皮板，地板則為合板+白膠+海島型木地板，模組三之天花板為水泥板+平光水泥漆、牆壁為水泥板+平光水泥漆、地板為企口木地板。

三、針對全尺寸建材逸散試驗系統與實場驗證分析探討

(一)說明：

本研究於第1次工作會議邀請產、學界等專家討論實驗模組之適宜性，並予以「大量裝修」型式以及國內常見室內裝修建材之選樣原則選定模組，且以相同實驗模組與相同的裝修負荷率，於全尺寸建材逸散實驗系統進行逸散量測，並將量測結果應用於建材逸散模擬資訊系統推估公式之調校，另外將實際裝修完工空間進行建材逸散量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統，探討系統模擬實際空間之可行性，以提升系統模擬效益。

(二)因應對策：

本研究已完成3組全尺寸建材逸散試驗及3組實際裝修空間量測，並針對量測結果進行比對分析，調校其推估公式，並將其校正後之推估濃度與實際裝修空間量測值進行比對驗證，並產、學界專家於第2次工作會議針對比對結果進行評估，進而驗證建材逸散模擬資訊系統之準確性。

四、建材逸散模擬資訊系統介面改善效益評估

(一)說明：

針對建材逸散模擬資訊系統之機能介面與系統管理模式，以使用者操作便利性為原則，評估模擬項目以及後續管理策略及操

作模式之適宜性。

(二)因應對策：

彙整各類模擬資訊系統之模式與機能特色，加入模擬成果參考資料匯出，以供操作使用者匯出參考，並於第2次工作會議邀請專家學者討論，建議於建材選用頁面增設綠建材標章註示說明，以利建材逸散模擬資訊系統協助推廣具有綠建材標章之建材。

五、探討建材逸散模擬資訊系統實際推廣與發展趨勢

(一)說明：

建材逸散模擬資訊系統，乃以國人可便利及正確進行操作使用為原則，了解室內空氣品質狀況為目標，致力推廣，藉由建築、室內空氣品質等學術或產業界官方網站介面，進行建材逸散模擬資訊系統應用推廣與教學示範。

(二)因應對策：

本研究於第2次工作會議時，經由專家討論後，建議將建材逸散模擬資訊系統多重連結於相關領域官方網站，例如：內政部建築研究所、室內環境品質協會、財團法人病態建築診斷協會、全國室內裝修公會及台灣綠建材發展協會等相關官方網站，進行多方位宣導，並可結合我國內政部建築研究所之健康綠建材推廣。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本年度(102 年)已完成「健康綠建材納入建材逸散資料庫」，透過全尺寸建材逸散試驗系統進行 3 組不同裝修部位之建材逸散試驗，並以透過 3 組實際裝修完工空間進行甲醛及 TVOC 逸散量測，將其量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統，並進行建材逸散模擬資訊系統之濃度推估校正，以提升系統之準確性，另外於系統操作層面上，經由與業界專家討論，針對系統操作介面之便利性為原則，進行更新整合，以利使用者進行操作系統模擬，進而瞭解及掌握室內空氣品質之狀況。研擬建材逸散模擬資訊系統後續推廣策略等研究內容，獲得下列結論：

一、健康綠建材納入建材逸散資料庫

已將健康綠建材逸散資訊納入建材逸散資料庫中，使建材逸散料庫更加完備，以利使用者進行操作同時能夠選擇符合建材選樣需求，使其模擬結果更貼近實際空間之建材逸散情形，根據內政部建築研究所健康綠建材標章分類，本研究已將天花板類 8 筆、地板類 15 筆、牆壁類 32 筆、接著劑類 10 筆、填縫劑及油灰類 8 筆、塗料類 27 筆，共 100 筆健康綠建材逸散資訊納入建材逸散資料庫。

二、以全尺寸實驗結果比對建材逸散模擬資訊系統之模擬結果，校正其濃度推估公式，實際裝修完工空間進行甲醛及 TVOC 逸散量測，將其結果驗證建材逸散模擬資訊系統之模擬結果，以提升系統模擬之準確度。

於全尺寸實驗系統與實際裝修完工空間各進行 3 組試驗，將全尺寸量測結果與建材逸散模擬資訊系統模擬結果進行比對分析，以修正系統模擬之推估濃度值，得知修正後推估濃度值，並與實際裝修完工空間逸散量測結果驗證分析，由全尺寸量測結果，模組一(天花板：石膏天花板，牆壁：矽酸鈣板+乳膠漆，地板：矽酸鈣板+

水性感壓膠+塑膠地磚)、模組二(天花板：石膏板+乳膠漆，牆壁：矽酸鈣板+白膠+木皮板，地板：合板+白膠+海島型木地板)及模組三(天花板：水泥板+平光水泥漆，牆壁：水泥板+平光水泥漆，地板：企口木地板)之甲醛逸散濃度得知建材逸散模擬資訊系統具有推估描述能力，故於全尺寸模組一、模組二及模組三之甲醛歷時 48 小時推估逸散濃度誤差範圍於儀器誤差 $\pm 0.02\text{ppm}$ 範圍內，且相對標準偏差為 2%、6%及 13%，顯示其範圍具有濃度推估之描述能力。

本研究以三組實際裝修完工空間進行量測，模組一與模組二驗證結果其歷時 48 小時之平均相對標準差為 11%與 8%，均小於 15% 誤差範圍，優於前期研究之 26%之誤差量。由模組三研究發現，單一空間調整開窗與密閉之通風換氣形式情況下，探討建材逸散濃度之關聯性，實際裝修完工空間模組三之第 8 小時至第 22 小時，以門窗緊閉形式進行逸散量測，由量測結果發現無通風換氣時，空間中之逸散濃度程累積上升趨勢，並且得知最高逸散濃度密閉形式為開窗通風形式之 3.8 倍，密閉形式階段之平均相對標準偏差為 46%，開窗通風形式階段平均相對標準為 4%。

本次研究已完成建材逸散模擬資訊系統之低濃度部分濃度推估之調校驗證，建議後續可針對中高濃度群與高濃度群進行濃度推估之調校驗證。

三、建材逸散模擬資訊系統介面更新與未來發展趨勢

本年度已完成建材逸散資料庫數據擴充與更新，提升模擬系統之實用性，並持續改善及更新系統操作介面以及維護管理，強化建材逸散模擬資訊系統，期未來國人大眾可透過建材逸散模擬資訊系統，進行空間中甲醛及揮發性有機化合物逸散濃度模擬參考，以提供使用者瞭解室內裝修建材選用差異性，進而掌握室內空氣品質之狀況。

系統操作介面之便利性，以提升使用者迅速並正確進行模擬。建材逸散模擬資訊系統擴充整合：建構式之使用操作模式此使用操作模式，以分頁步驟引領使用者執行模試。提供系統模擬操作者，進而將模擬成果資訊匯出，並於匯出檔案中明確標示，本模擬成果

僅供參考，提起貿易名稱或商業產品，並不構成認可或推薦使用。

建議將建材逸散模擬資訊系統以多方面連結於相關公私部門領域之官方網站，進行多方位 e 化宣導，結合內政部建築研究所之健康綠建材講習活動並行推廣。

第二節 建議

本研究已完成「蒐集國內外建材逸散推估模式及相關資料」、「健康綠建材納入建材逸散資料庫」、「調校建材逸散模擬資訊系統一濃度推估」、「建材逸散模擬資訊系統與實際裝修空間逸散量測模擬驗證分析」等工作項目，獲得許多具體結論，因此後續建議有下列幾點：

建議一：

建議未來納入所有健康綠建材逸散數據，使建材逸散資料庫更為完善，並結合綠建材標章推廣：立即可行建議。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：

於前期已完成 55 件非健康綠建材之乾式、濕式、接著劑及複層建材逸散資料，並於本研究完成之 100 件健康綠建材逸散資料納入建材逸散資料庫，未來建議將所有符合健康綠建材標章之建材逸散資料納入建材逸散資料庫中，使其更加完善，並期許能夠結合綠建材致力推廣。

建議二：

建議未來將建材逸散模擬資訊系統之操作教學及推廣與室內空氣品質專責人員之受訓課程結合：中長期建議。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：行政院環境保護署

依據產、學界專家多方討論，建議未來將建材逸散模擬資訊系統之操作教學及推廣說明，期與室內空氣品質專責人員之受訓課程結合，以利授課者進行系統模擬，實質掌握室內空氣品質狀況。

附錄一 健康綠建材納入建材逸散資料庫

附表 1 健康綠建材逸散資料庫-TVOC 逸散速率 A

項次	編號	名稱	2hr	4hr	6hr	8hr	10hr	12hr	14hr	16hr	18hr	20hr	22hr	24hr	28hr	32hr	36hr	40hr	44hr	48hr
1	GC01	單板層積材	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
2	GC02	T.F.R.B.裝飾石膏天花板 PVC 貼面	0.316	0.206	0.198	0.167	0.166	0.152	0.143	0.132	0.117	0.106	0.115	0.127	0.109	0.135	0.126	0.119	0.097	0.100
3	GC03	普通合板	0.043	0.027	0.031	0.032	0.039	0.036	0.030	0.035	0.029	0.027	0.034	0.038	0.019	0.015	0.016	0.012	0.011	0.011
4	GC04	礦纖天花板	0.165	0.166	0.133	0.126	0.128	0.165	0.166	0.174	0.172	0.147	0.079	0.065	0.070	0.060	0.051	0.036	0.024	0.026
5	GC05	DSCM 岩棉裝飾吸音板	0.217	0.216	0.171	0.139	0.116	0.106	0.119	0.122	0.121	0.128	0.118	0.123	0.124	0.088	0.068	0.061	0.059	0.056
6	GC06	矽酸鈣板	0.156	0.160	0.155	0.145	0.130	0.127	0.121	0.115	0.115	0.112	0.105	0.101	0.078	0.069	0.067	0.061	0.054	0.051
7	GC07	台達玻纖吸音板	0.104	0.086	0.087	0.091	0.084	0.076	0.081	0.079	0.084	0.083	0.086	0.075	0.081	0.060	0.060	0.051	0.037	0.032
8	GC08	ECOPHON 正玻璃棉吸音板	0.193	0.200	0.191	0.177	0.167	0.155	0.144	0.149	0.147	0.147	0.138	0.122	0.120	0.113	0.100	0.088	0.084	0.073
9	GF01	裝修用集成材	0.057	0.058	0.069	0.073	0.070	0.079	0.079	0.069	0.072	0.076	0.073	0.061	0.060	0.041	0.049	0.053	0.048	0.048
10	GF02	南亞華麗地磚	0.123	0.089	0.088	0.082	0.081	0.081	0.072	0.081	0.073	0.078	0.074	0.078	0.061	0.060	0.055	0.071	0.062	0.056
11	GF03	塑木複合材	0.094	0.060	0.041	0.035	0.035	0.031	0.030	0.033	0.029	0.028	0.027	0.026	0.023	0.019	0.020	0.020	0.018	0.017
12	GF04	太格亞麻油地毯	0.180	0.068	0.109	0.088	0.073	0.063	0.057	0.047	0.046	0.044	0.040	0.042	0.038	0.036	0.033	0.031	0.027	0.028
13	GF05	聚氣乙烯塑木地板	0.187	0.200	0.182	0.175	0.175	0.165	0.153	0.150	0.147	0.145	0.141	0.129	0.110	0.102	0.094	0.087	0.077	0.069
14	GF06	橡膠地磚	0.076	0.034	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
15	GF07	9600NL 方塊地毯	0.227	0.168	0.129	0.103	0.090	0.089	0.086	0.075	0.068	0.059	0.054	0.028	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
16	GF08	TOLI LEMORD II 滿鋪地毯	0.065	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
17	GF09	kd 複合木質地板	0.157	0.124	0.109	0.136	0.163	0.155	0.142	0.134	0.143	0.165	0.168	0.161	0.135	0.121	0.083	0.066	0.048	0.051
18	GF10	鋁合金架高地板	0.090	0.090	0.080	0.080	0.070	0.070	0.070	0.060	0.060	0.060	0.050	0.050	0.060	0.055	0.020	0.020	0.020	0.020
19	GF11	橡膠地板	0.233	0.186	0.124	0.093	0.074	0.066	0.062	0.058	0.054	0.052	0.050	0.050	0.050	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
20	GF12	三夏複合木質地板	0.263	0.180	0.146	0.118	0.098	0.089	0.085	0.080	0.078	0.075	0.070	0.062	0.047	0.043	0.038	0.031	0.026	0.018
21	GF13	BOLON 聚氣乙烯塑膠編織地毯	0.278	0.288	0.259	0.265	0.256	0.231	0.213	0.232	0.236	0.204	0.220	0.210	0.199	0.171	0.151	0.133	0.127	0.119
22	GF14	Armstrong 亞麻仁油地毯	0.270	0.272	0.278	0.263	0.246	0.262	0.236	0.192	0.184	0.206	0.209	0.188	0.183	0.178	0.172	0.156	0.138	0.116
23	GF15	環塑木	0.190	0.116	0.086	0.070	0.062	0.082	0.070	0.079	0.067	0.063	0.041	0.061	0.075	0.083	0.079	0.052	0.045	0.048
24	GS01	MDI 建築填縫用聚胺酯	2.102	2.269	2.165	1.781	1.710	1.065	1.328	1.409	1.371	1.346	1.229	1.026	0.887	0.490	0.430	0.336	0.214	0.159
25	GS02	HR 建築灌注補修用環氧樹脂	13.100	10.560	7.020	4.380	2.680	1.615	1.025	0.690	0.490	0.380	0.280	0.210	0.160	0.120	0.090	0.065	0.040	0.040
26	GS03	磁磚填縫劑(本色)	0.098	0.108	0.123	0.088	0.062	0.059	0.057	0.061	0.086	0.067	0.062	0.066	0.073	0.070	0.061	0.056	0.053	0.050
27	GS04	水性環氧樹脂底漆	0.160	0.182	0.173	0.175	0.149	0.147	0.166	0.182	0.158	0.144	0.146	0.153	0.159	0.141	0.125	0.107	0.099	0.092
28	GS05	MDI 聚胺酯室內地板材	1.300	1.274	1.178	0.983	0.825	0.656	0.584	0.414	0.353	0.299	0.291	0.209	0.169	0.166	0.136	0.106	0.080	0.085
29	GS06	水性環氧樹脂底漆	1.132	0.856	0.522	0.399	0.331	0.285	0.253	0.225	0.204	0.179	0.166	0.141	0.150	0.139	0.125	0.112	0.103	0.100
30	GS07	水性填縫膠	0.215	0.197	0.210	0.204	0.197	0.187	0.182	0.186	0.186	0.179	0.173	0.149	0.129	0.124	0.121	0.112	0.100	0.097
31	GS08	磁磚填縫劑	0.098	0.108	0.123	0.088	0.062	0.059	0.057	0.061	0.086	0.067	0.062	0.066	0.073	0.070	0.061	0.056	0.053	0.050
32	GA01	硬質膠合劑	13.034	13.034	13.034	7.421	6.933	4.156	2.964	1.519	1.807	2.155	0.946	0.304	0.124	0.206	0.160	0.205	0.138	0.079
33	GA02	益膠泥	0.072	0.047	0.048	0.061	0.046	0.049	0.042	0.052	0.048	0.041	0.042	0.042	0.038	0.043	0.032	0.025	0.039	0.035
34	GA03	水性感壓膠 CNFW	1.919	1.026	0.636	0.478	0.352	0.260	0.208	0.181	0.152	0.134	0.129	0.120	0.112	0.105	0.081	0.067	0.064	0.050
35	GA04	水性白膠	0.209	0.254	0.311	0.269	0.238	0.205	0.205	0.210	0.221	0.225	0.201	0.173	0.177	0.157	0.093	0.078	0.074	0.069
36	GA05	泰固美特耐磁磚填縫劑 TG516	0.180	0.177	0.172	0.174	0.151	0.152	0.148	0.136	0.137	0.131	0.127	0.115	0.086	0.084	0.102	0.096	0.083	0.071
37	GA06	泰固美特耐磁磚黏著劑 TF850	0.072	0.057	0.051	0.052	0.047	0.051	0.056	0.061	0.083	0.069	0.069	0.060	0.052	0.058	0.048	0.037	0.033	0.031
38	GA07	TOLI 聚氣乙烯塑膠地板接著劑	0.327	0.299	0.282	0.276	0.255	0.226	0.214	0.210	0.211	0.202	0.198	0.185	0.174	0.165	0.157	0.148	0.139	0.127
39	GA08	建築用密封變性矽酮膠	0.228	0.202	0.183	0.161	0.162	0.166	0.162	0.155	0.172	0.153	0.144	0.113	0.107	0.114	0.099	0.082	0.091	0.080
40	GA09	陶質壁磚用接著劑	0.125	0.080	0.075	0.065	0.060	0.055	0.045	0.050	0.045	0.045	0.050	0.040	0.040	0.030	0.030	0.020	0.023	0.021

資料來源：本研究整理

附表 2 健康綠建材逸散資料庫-TVOC 逸散速率 B

項次	編號	名稱	2hr	4hr	6hr	8hr	10hr	12hr	14hr	16hr	18hr	20hr	22hr	24hr	28hr	32hr	36hr	40hr	44hr	48hr
41	GW01	矽酸鈣板 1.0FK	0.036	0.034	0.031	0.032	0.031	0.031	0.034	0.033	0.031	0.031	0.029	0.028	0.018	0.020	0.019	0.018	0.018	0.016
42	GW02	纖維水泥板 1.0FPC	0.170	0.082	0.103	0.100	0.113	0.116	0.083	0.075	0.084	0.150	0.159	0.179	0.128	0.115	0.112	0.105	0.095	0.099
43	GW03	低甲醛素面合板	0.055	0.040	0.043	0.045	0.039	0.050	0.041	0.041	0.042	0.045	0.045	0.047	0.066	0.059	0.057	0.050	0.057	0.056
44	GW04	低甲醛素面木芯板	0.193	0.188	0.067	0.052	0.037	0.039	0.046	0.047	0.043	0.044	0.044	0.063	0.061	0.066	0.061	0.064	0.059	0.063
45	GW05	國浦纖維水泥板 1.0FPC	0.152	0.115	0.094	0.081	0.073	0.066	0.063	0.061	0.059	0.058	0.056	0.055	0.051	0.048	0.042	0.039	0.037	0.034
46	GW06	國浦矽酸鈣板 1.0FK	0.103	0.110	0.101	0.089	0.076	0.097	0.110	0.109	0.100	0.087	0.080	0.068	0.072	0.073	0.052	0.040	0.030	0.037
47	GW07	熱固性樹脂裝飾板	0.161	0.093	0.079	0.082	0.088	0.085	0.090	0.095	0.090	0.082	0.096	0.105	0.106	0.092	0.085	0.082	0.077	0.070
48	GW08	木絲水泥板	0.208	0.202	0.189	0.177	0.190	0.179	0.146	0.136	0.129	0.121	0.104	0.103	0.120	0.137	0.113	0.101	0.094	0.087
49	GW09	Unilin E1 級 F3 型化粧粒片板	0.310	0.288	0.253	0.245	0.221	0.189	0.176	0.166	0.152	0.147	0.142	0.144	0.141	0.139	0.131	0.121	0.108	0.104
50	GW10	木片水泥板 HF	0.196	0.182	0.153	0.161	0.167	0.164	0.163	0.148	0.144	0.138	0.152	0.165	0.149	0.126	0.104	0.102	0.091	0.085
51	GW11	天然木化粧合板	0.159	0.157	0.147	0.144	0.135	0.125	0.111	0.106	0.103	0.101	0.113	0.096	0.094	0.089	0.082	0.077	0.061	0.051
52	GW12	普通合板	0.136	0.181	0.196	0.195	0.162	0.142	0.131	0.131	0.130	0.127	0.117	0.105	0.091	0.082	0.065	0.058	0.060	0.056
53	GW13	瑞商矽酸鈣板 RSS 1.0FK	0.149	0.161	0.176	0.185	0.172	0.176	0.092	0.177	0.155	0.148	0.128	0.102	0.107	0.103	0.083	0.076	0.073	0.063
54	GW14	龍耀普通合板	0.205	0.205	0.205	0.190	0.185	0.185	0.180	0.165	0.165	0.165	0.165	0.155	0.120	0.115	0.110	0.100	0.085	0.080
55	GW15	龍耀木芯板	0.215	0.205	0.195	0.185	0.165	0.160	0.155	0.150	0.145	0.140	0.140	0.135	0.125	0.110	0.095	0.080	0.080	0.070
56	GW16	粒片板	0.271	0.272	0.270	0.264	0.261	0.242	0.229	0.223	0.206	0.183	0.183	0.180	0.159	0.154	0.153	0.141	0.128	0.116
57	GW17	粒片板	0.200	0.158	0.140	0.132	0.125	0.127	0.140	0.136	0.129	0.120	0.114	0.116	0.118	0.103	0.095	0.093	0.085	0.081
58	GW18	NS2000-F1 化粧粒片板	0.125	0.125	0.111	0.124	0.106	0.096	0.108	0.108	0.160	0.145	0.158	0.149	0.116	0.101	0.088	0.079	0.074	0.067
59	GW19	強化石膏板 GB-F	0.325	0.309	0.263	0.233	0.202	0.196	0.188	0.197	0.237	0.220	0.215	0.191	0.185	0.173	0.155	0.155	0.140	0.121
60	GW20	ABS 塑膠板	0.309	0.205	0.133	0.098	0.070	0.057	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
61	GW21	中日矽酸鈣板 0.8FK	0.272	0.315	0.323	0.332	0.308	0.285	0.258	0.250	0.236	0.217	0.203	0.207	0.183	0.168	0.157	0.138	0.113	0.103
62	GW22	德國 Wodego 化粧粒片板	0.256	0.232	0.233	0.247	0.229	0.217	0.204	0.178	0.171	0.174	0.166	0.154	0.152	0.143	0.132	0.120	0.109	0.105
63	GW23	鑽泥板	0.223	0.210	0.230	0.265	0.235	0.214	0.197	0.199	0.195	0.204	0.220	0.216	0.188	0.187	0.130	0.110	0.115	0.100
64	GW24	矽酸鈣板 0.8FK	0.203	0.165	0.147	0.131	0.136	0.141	0.148	0.144	0.147	0.139	0.123	0.108	0.084	0.095	0.095	0.092	0.089	0.085
65	GW25	強化石膏板	0.325	0.309	0.263	0.233	0.202	0.196	0.188	0.197	0.222	0.220	0.215	0.191	0.185	0.173	0.155	0.155	0.140	0.121
66	GW26	天然木皮化粧合板	0.201	0.186	0.185	0.178	0.175	0.184	0.175	0.162	0.152	0.152	0.149	0.146	0.129	0.124	0.116	0.114	0.108	0.097
67	GW27	矽酸鈣板 1.0FK	0.221	0.234	0.220	0.199	0.189	0.189	0.191	0.191	0.173	0.156	0.149	0.142	0.149	0.146	0.140	0.130	0.111	0.100
68	GW28	纖維水泥板 1.0FPC	0.134	0.167	0.200	0.232	0.236	0.204	0.195	0.196	0.198	0.188	0.159	0.112	0.107	0.106	0.107	0.093	0.082	0.068
69	GW29	龍耀木芯板	0.222	0.207	0.179	0.190	0.177	0.172	0.161	0.160	0.158	0.146	0.138	0.137	0.144	0.130	0.122	0.113	0.104	0.093
70	GW30	化粧粒片板	0.291	0.266	0.256	0.232	0.219	0.215	0.200	0.164	0.176	0.190	0.166	0.153	0.149	0.139	0.135	0.120	0.114	0.103
71	GW31	樹脂纖維板	0.449	0.437	0.400	0.323	0.338	0.289	0.161	0.105	0.096	0.108	0.124	0.125	0.124	0.111	0.118	0.110	0.098	0.075
72	GW32	特殊合板	0.391	0.327	0.299	0.283	0.269	0.256	0.241	0.212	0.182	0.155	0.134	0.121	0.121	0.106	0.093	0.078	0.069	0.063
73	GP01	得利乳膠漆 A906-2192 百合白	0.154	0.143	0.133	0.113	0.092	0.088	0.069	0.072	0.067	0.066	0.072	0.086	0.080	0.056	0.058	0.060	0.048	0.043
74	GP02	多彩花崗石塗料主材	6.009	3.434	1.545	0.875	0.463	0.382	0.384	0.328	0.290	0.314	0.235	0.229	0.194	0.125	0.071	0.052	0.051	0.053
75	GP03	650 水性水泥漆有光	0.152	0.216	0.218	0.175	0.133	0.133	0.117	0.111	0.095	0.103	0.097	0.100	0.075	0.063	0.054	0.049	0.050	0.055
76	GP04	860 水性水泥漆有光	0.326	0.166	0.175	0.178	0.165	0.144	0.156	0.117	0.117	0.163	0.145	0.140	0.135	0.155	0.143	0.138	0.143	0.109
77	GP05	青葉平光水泥漆	0.084	0.057	0.044	0.039	0.037	0.039	0.036	0.034	0.034	0.034	0.033	0.033	0.030	0.023	0.022	0.022	0.023	0.020
78	GP06	KEIM Royalan 外裝薄塗材	0.321	0.194	0.106	0.081	0.060	0.051	0.047	0.044	0.040	0.041	0.038	0.035	0.038	0.042	0.040	0.033	0.037	0.038
79	GP07	星冠外牆乳膠漆 N 系列(有光)	0.160	0.081	0.053	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
80	GP08	南寶環氧樹脂面漆 918ABTG	1.243	0.857	0.578	0.383	0.279	0.226	0.199	0.182	0.170	0.158	0.149	0.139	0.134	0.123	0.106	0.093	0.074	0.059

資料來源：本研究整理

附表 3 健康綠建材逸散資料庫-TVOC 逸散速率 C

項次	編號	名稱	2hr	4hr	6hr	8hr	10hr	12hr	14hr	16hr	18hr	20hr	22hr	24hr	28hr	32hr	36hr	40hr	44hr	48hr
81	GP09	CareMilieu 乳化塑膠漆	0.214	0.207	0.193	0.171	0.156	0.154	0.159	0.157	0.154	0.154	0.146	0.147	0.134	0.114	0.111	0.095	0.092	0.090
82	GP10	得利乳膠漆	0.299	0.277	0.288	0.316	0.239	0.187	0.220	0.224	0.207	0.217	0.210	0.194	0.164	0.141	0.138	0.141	0.129	0.126
83	GP11	得利水泥漆平光	0.245	0.240	0.274	0.245	0.286	0.298	0.252	0.253	0.229	0.211	0.208	0.191	0.148	0.133	0.122	0.116	0.108	0.095
84	GP12	得利水性外牆漆 有光	0.225	0.209	0.209	0.204	0.198	0.196	0.189	0.186	0.190	0.178	0.177	0.163	0.153	0.147	0.140	0.133	0.123	0.119
85	GP13	南寶環氧樹脂底漆 918ABM2G	1.477	1.160	0.892	0.686	0.538	0.434	0.352	0.293	0.248	0.217	0.188	0.171	0.146	0.132	0.118	0.109	0.101	0.094
86	GP14	水性木器面漆	0.337	0.396	0.381	0.384	0.363	0.362	0.352	0.322	0.303	0.295	0.293	0.271	0.229	0.218	0.196	0.181	0.168	0.125
87	GP15	1015AS 環氧樹脂面漆	0.143	0.134	0.128	0.131	0.036	0.125	0.144	0.125	0.114	0.115	0.113	0.108	0.099	0.083	0.071	0.071	0.064	0.058
88	GP16	436 乳膠漆平光	0.222	0.189	0.169	0.161	0.149	0.151	0.144	0.128	0.118	0.108	0.107	0.103	0.105	0.103	0.092	0.084	0.068	0.061
89	GP17	650 水性水泥漆平光	0.231	0.212	0.207	0.184	0.175	0.177	0.168	0.158	0.141	0.117	0.113	0.110	0.114	0.102	0.086	0.082	0.076	0.070
90	GP18	青葉乳膠漆	0.309	0.205	0.133	0.098	0.070	0.057	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
91	GP19	立邦乳膠漆 XP2000	0.272	0.315	0.323	0.332	0.308	0.285	0.258	0.250	0.236	0.217	0.203	0.207	0.183	0.168	0.157	0.138	0.113	0.103
92	GP20	立邦乳膠漆	0.449	0.437	0.400	0.323	0.338	0.289	0.161	0.105	0.096	0.108	0.124	0.125	0.124	0.111	0.118	0.110	0.098	0.075
93	GP21	KEIM Innotop 家庭用室內牆壁塗料	0.391	0.327	0.299	0.283	0.269	0.256	0.241	0.212	0.182	0.155	0.134	0.121	0.121	0.106	0.093	0.078	0.069	0.063
94	GP22	白水泥石灰塗料	0.180	0.177	0.172	0.174	0.151	0.152	0.148	0.136	0.137	0.131	0.127	0.115	0.086	0.084	0.102	0.096	0.083	0.071
95	GP23	水性環氧樹脂底漆 PENTENS E-10	0.072	0.057	0.051	0.052	0.047	0.051	0.056	0.061	0.083	0.069	0.069	0.060	0.052	0.058	0.048	0.037	0.033	0.031
96	GP24	聚胺酯防水塗料	0.272	0.315	0.323	0.332	0.308	0.285	0.258	0.250	0.236	0.217	0.203	0.207	0.183	0.168	0.157	0.138	0.113	0.103
97	GP25	水性木器面漆-透明	0.256	0.232	0.233	0.247	0.229	0.217	0.204	0.178	0.171	0.174	0.166	0.154	0.152	0.143	0.132	0.120	0.109	0.105
98	GP26	水性水泥漆 有光	0.134	0.167	0.200	0.232	0.236	0.204	0.195	0.196	0.198	0.188	0.159	0.112	0.107	0.106	0.107	0.093	0.082	0.068
99	GP27	薄塗裝飾塗料	0.222	0.207	0.179	0.190	0.177	0.172	0.161	0.160	0.158	0.146	0.138	0.137	0.144	0.130	0.122	0.113	0.104	0.093
100	GP28	青葉乳膠漆	0.326	0.166	0.175	0.178	0.165	0.144	0.156	0.117	0.117	0.163	0.145	0.140	0.135	0.155	0.143	0.138	0.143	0.109

資料來源：本研究整理

附表 4 健康綠建材逸散資料庫-甲醛逸散速率 A

項次	編號	名稱	2hr	4hr	6hr	8hr	10hr	12hr	14hr	16hr	18hr	20hr	22hr	24hr	28hr	32hr	36hr	40hr	44hr	48hr
1	GC01	單板層積材	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
2	GC02	T.F.R.B.裝飾石膏天花板 PVC 貼面	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
3	GC03	普通合板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
4	GC04	礦纖天花板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
5	GC05	DSCM 岩棉裝飾吸音板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
6	GC06	矽酸鈣板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
7	GC07	台達玻纖吸音板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
8	GC08	ECOPHON 正玻璃棉吸音板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
9	GF01	裝修用集成材	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
10	GF02	南亞華麗地磚	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
11	GF03	塑木複合材	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
12	GF04	太格亞麻油地毯	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
13	GF05	聚氯乙烯塑木地板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
14	GF06	橡膠地磚	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
15	GF07	9600NL 方塊地毯	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
16	GF08	TOLI LEMORD II 滿鋪地毯	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
17	GF09	kd 複合木質地板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
18	GF10	鋁合金架高地板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
19	GF11	橡膠地板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
20	GF12	三夏複合木質地板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
21	GF13	BOLON 聚氯乙烯塑膠編織地毯	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
22	GF14	Armstrong 亞麻仁油地毯	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
23	GF15	環塑木	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
24	GS01	MDI 建築填縫用聚胺酯	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
25	GS02	HR 建築灌注補修用環氧樹脂	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
26	GS03	磁磚填縫劑(本色)	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
27	GS04	水性環氧樹脂底漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
28	GS05	MDI 聚胺酯室內地板材	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
29	GS06	水性環氧樹脂底漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
30	GS07	水性填縫膠	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
31	GS08	磁磚填縫劑	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
32	GA01	硬質膠合劑	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
33	GA02	益膠泥	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
34	GA03	水性感壓膠 CNFW	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
35	GA04	水性白膠	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
36	GA05	泰固美特耐磁磚填縫劑 TG516	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
37	GA06	泰固美特耐磁磚黏著劑 TF850	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
38	GA07	TOLI 聚氯乙烯塑膠地板接著劑	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
39	GA08	建築用密封變性矽酮膠	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
40	GA09	陶質壁磚用接著劑	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

資料來源：本研究整理

附表 5 健康綠建材逸散資料庫-甲醛逸散速率 B

項次	編號	名稱	2hr	4hr	6hr	8hr	10hr	12hr	14hr	16hr	18hr	20hr	22hr	24hr	28hr	32hr	36hr	40hr	44hr	48hr
41	GW01	矽酸鈣板 1.0FK	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
42	GW02	纖維水泥板 1.0FPC	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
43	GW03	低甲醛素面合板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
44	GW04	低甲醛素面木芯板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
45	GW05	國浦纖維水泥板 1.0FPC	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
46	GW06	國浦矽酸鈣板 1.0FK	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
47	GW07	熱固性樹脂裝飾板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
48	GW08	木絲水泥板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
49	GW09	Unilin E1 級 F3 型化粧粒片板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
50	GW10	木片水泥板 HF	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
51	GW11	天然木化粧合板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
52	GW12	普通合板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
53	GW13	瑞商矽酸鈣板 RSS 1.0FK	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
54	GW14	龍耀普通合板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
55	GW15	龍耀木芯板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
56	GW16	粒片板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
57	GW17	粒片板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
58	GW18	NS2000-F1 化粧粒片板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
59	GW19	強化石膏板 GB-F	0.021	0.018	0.018	0.018	0.017	0.014	0.014	0.012	0.012	0.009	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
60	GW20	ABS 塑膠板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
61	GW21	中日矽酸鈣板 0.8FK	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
62	GW22	德國 Wodego 化粧粒片板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
63	GW23	鑽泥板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
64	GW24	矽酸鈣板 0.8FK	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
65	GW25	強化石膏板	0.021	0.018	0.018	0.018	0.017	0.014	0.014	0.012	0.012	0.009	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
66	GW26	天然木皮化粧合板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
67	GW27	矽酸鈣板 1.0FK	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
68	GW28	纖維水泥板 1.0FPC	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
69	GW29	龍耀木芯板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
70	GW30	化粧粒片板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
71	GW31	樹脂纖維板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
72	GW32	特殊合板	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
73	GP01	得利乳膠漆 A906-2192 百合白	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
74	GP02	多彩花崗石塗料主材	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
75	GP03	650 水性水泥漆有光	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
76	GP04	860 水性水泥漆有光	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
77	GP05	青葉平光水泥漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
78	GP06	KEIM Royalan 外裝薄塗材	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
79	GP07	星冠外牆乳膠漆 N 系列(有光)	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
80	GP08	南寶環氧樹脂面漆 918ABTG	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

資料來源：本研究整理

附表 6 健康綠建材逸散資料庫-甲醛逸散速率 C

項次	編號	名稱	2hr	4hr	6hr	8hr	10hr	12hr	14hr	16hr	18hr	20hr	22hr	24hr	28hr	32hr	36hr	40hr	44hr	48hr
81	GP09	CareMilieu 乳化塑膠漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
82	GP10	得利乳膠漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
83	GP11	得利水泥漆平光	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
84	GP12	得利水性外牆漆 有光	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
85	GP13	南寶環氧樹脂底漆 918ABM2G	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
86	GP14	水性木器面漆	0.024	0.023	0.014	0.013	0.013	0.014	0.017	0.015	0.015	0.014	0.015	0.013	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.005
87	GP15	1015AS 環氧樹脂面漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
88	GP16	436 乳膠漆平光	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
89	GP17	650 水性水泥漆平光	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
90	GP18	青葉乳膠漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
91	GP19	立邦乳膠漆 XP2000	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
92	GP20	立邦乳膠漆	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
93	GP21	KEIM Innotop 家庭用室內牆壁塗料	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
94	GP22	白水泥石灰塗料	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
95	GP23	水性環氧樹脂底漆 PENTENS E-10	0.024	0.023	0.014	0.013	0.013	0.014	0.017	0.015	0.015	0.014	0.015	0.013	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.005
96	GP24	聚胺酯防水塗料	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
97	GP25	水性木器面漆-透明	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
98	GP26	水性水泥漆 有光	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
99	GP27	薄塗裝飾塗料	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
100	GP28	青葉乳膠漆-白	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

資料來源：本研究整理

附錄二 名詞解釋

一、總揮發性有機化合物(TVOC)：

總揮發性有機化合物(Total Volatile organic Compound,TVOC)，指不同種類的揮發性有機化合物總稱。揮發性有機化合物(Volatile organic Compound,VOC)，VOCs 則為 VOC 之複數用法，標準狀態下(20℃、760 mmHg)蒸氣壓大於 0.1mmHg 以上之有機化合物。根據世界衛生組織(WHO)對於揮發性有機化合物分類得知，揮發性有機化合物依不同沸點可分為四類：極易揮發性有機化合物(VVOC 沸點溫度 0℃~50-100℃)、揮發性有機化合物(VOC 沸點溫度 50-100℃~240-260℃)、半揮發性有機化合物(SVOC 沸點溫度 240-260℃~380-400℃)、粒狀有機化合物(POM 沸點溫度大於 380℃)，(邵文政，2005)。

二、裝修負荷率>Loading Factor)：

國際標準 ISO16000 之定義，裝修負荷率>Loading Factor)，單位： m^2/m^3 ，分別從天花板類、牆壁類、地板類之裝修面積之加總，比對空間體積所得之(吳曄真，2008)。

$$LF = \sum Ai / V \quad \text{式-1}$$

LF=裝修負荷率， m^2/m^3 。

Ai=各部位裝修面積加總， m^2 。

V=空間體積， m^3 。

三、相對標準偏差(RSD)：

相對標準偏差(RSD)，亦稱為變異係數(CV)，用於驗證實驗分析結果之精密度探討，針對揮發性有機化合物之試驗精密度品保規範，相對標準偏差乃需低於 15%(林君穎，2004)

$$\text{RSD}(\%) = \frac{\text{SD}}{\bar{X}} \times 100\% \quad \text{式-2}$$

SD：標準偏差 $\bar{X}$ ：分析結果平均值

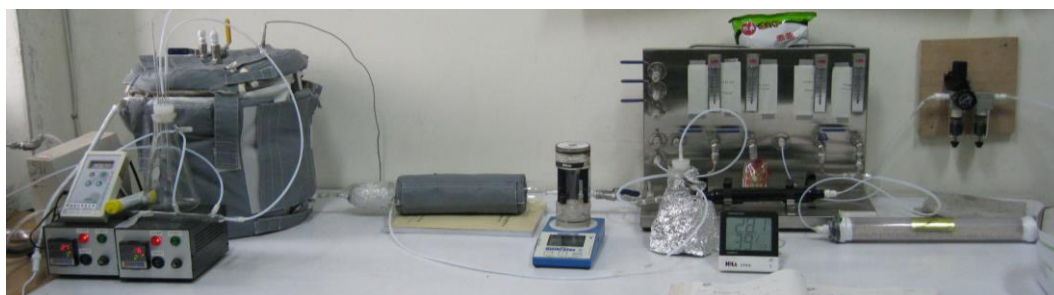
附錄三 小尺寸建材逸散直讀量測系統

一、建材揮發性有機化合物標準試驗程序建立

附表7 小尺寸建材逸散直讀量測系統試驗方法與程序

建材中 TVOC、甲醛逸散試驗方法	
內 容 涵 蓋 項 目	01. 試驗方法 02. 適用範圍 03. 干擾 04. 設備 05. 採樣與保存 06. 步驟 07. 品質管制 08. 儀器分析 09. 精密度與準確度 10. 試驗報告

(資料來源：內政部建築研究所，2010)



附圖1 小尺寸建材逸散直讀量測系統

(資料來源：本研究整理)

(一)試驗方法

本方法主要用於室內建材中揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 之逸散評估；利用小型環境控制箱模擬室內環境

條件，置入欲測試之建材，建材中之甲醛、揮發性有機化合物會於環控箱內慢慢逸散至穩定狀態，在採樣端連結直讀式儀器：Formaldemeter htV-M（甲醛檢測儀）、COSMOS XG-100V（TVOC檢測儀），分別進行甲醛、總揮發性有機化合物的定量分析。

（二）適用範圍

本方法適用於常見室內建材中揮發性有機物質之逸散濃度量測，以計算其逸散量與衰減情形。適用範圍受限於建材環控試驗箱體積為20公升，受測樣本之大小不得超出 $20 \times 20 \text{ cm}^2$ ，本研究針對複層建材樣本測試之大小範圍將在後續實驗中訂定。

（三）干擾

1. 建材所含揮發性有機化合物於建材製造完成後慢慢逸散於空氣中，為精準的評估揮發性有機化合物逸散量，須為製造完成或進口至台灣一週內之建材樣本，並於兩天內進行採樣，以避免儲放過程中因有機物質逸散或受其他污染源污染而產生誤差。
2. 建材樣品於採樣及運送過程中，須避免接觸其他有機物質污染源，而使建材對特定有機物質產生吸附或脫附之現象，對於分析結果產生干擾，因此建材在未開啟狀態下，使用石蠟膜密封，並置入 4°C 密閉空間下保存及運送至實驗室。
3. 分析進行前須使用脫脂棉花、丙酮、高溫去離子水清洗環控箱內部並使用脫脂棉花擦式乾燥，以避免環控箱內部殘留之有機物質對樣品分析結果產生干擾。
4. 實驗分析過程中，每次試驗完成一件建材樣本後，須利用潔淨空氣以三倍環控箱內部體積進行置換，並於實驗前須將鍍鋅鋼板基座置入環控箱做空白試驗，以避免上次分析過程中之有機物質殘留於環控箱內或殘留於不銹鋼板上；分析系統管線應避免使用橡膠等材質成份的元件，以避免對於欲分析之揮發性有機物質產生吸附而致干擾。
5. 零級空氣所含之有機物質濃度，甲醛濃度不可超過 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，揮

發性有機化合物(TVOC)濃度則不可超過 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

6.直讀式儀器干擾：Formaldemeter htV-M（甲醛檢測儀）檢測時易受酚干擾，因此每次量測前需置換酚過濾器。

(四)設備

1.外氣清淨系統：

(1)系統說明：主要提供實驗系統外氣之引入及潔淨作用，透過進氣幫浦、空調系統及過濾系統處理，供給環控箱穩定及潔淨之外氣來源。以進氣幫浦抽取經過除濕器與活性炭過濾的環境空氣，製造零級氣體送進環控箱。潔淨空氣所含之有機物質濃度，總揮發性有機物質(TVOC)濃度不可超過 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而甲醛濃度則不可超過 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(2)設備儀器：包括空調潔淨系統、濾毒罐進氣過濾裝置、碳氫化合物吸附管等設備。

(3)控制項目：外氣潔淨度。



附圖2 進氣幫浦



附圖3 浮子流量計與碳氫化合物吸附管

(資料來源：本研究整理)

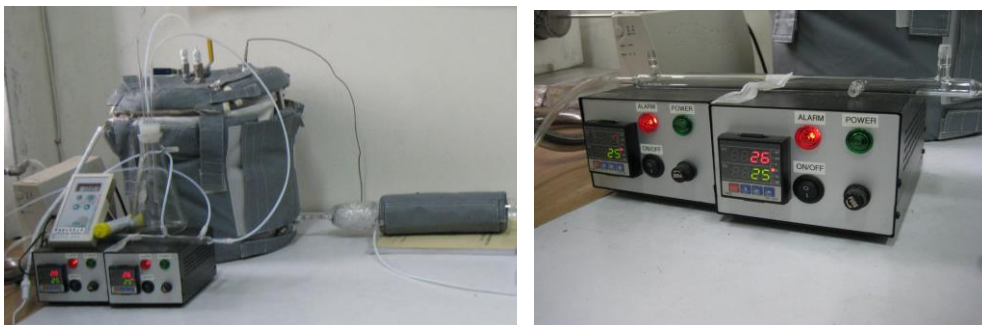
2.溫濕度控制系統：

(1)系統說明：主要為系統控溫、控濕之作用，並過濾外氣，以維持恆溫恆濕。

(2)設備儀器：包括空調冷卻除濕、除濕裝置、加濕器、加熱帶及

保溫毯等。

- (3)控制項目：控制系統氣流之溫度（本試驗設定 25℃）、相對溼度（本試驗設定 RH 50%）。



附圖 4 溫控系統與保溫設備

3.流量控制裝置：

- (1)系統說明：主要提供外氣之流量控制，透過流量控制閥控制進氣量，並傳送至環空箱底部，以供給艙內穩定之進氣路徑，控制實驗所需之換氣率。
- (2)設備儀器：進氣泵浦、浮子流量計、流量控制閥、吸附碳氮化合物吸附管、SKC 抽氣泵浦等。
- (3)控制項目：控制系統之氣流風量，控制進風量及排風量等。



附圖 5 進排氣裝置



附圖 6 流量控制閥

4.環控箱試驗系統：

- (1)系統說明：環控箱符合 JIS A1901 規定，並能夠控制溫度、濕度、風速及換氣率等環境變因，內部為氣密之 20 公升不鏽鋼

環控箱模擬建築單室空間，具有非吸附性、化學惰性和拋光的內部表面之條件，為避免使用接著劑或填縫劑，艙體接縫部分採用壓合的方式，並具有氣密性佳且非吸附性之艙蓋；以及具有溫濕度之監測器，溫濕度控制準確度分別達到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $\pm 5\%\text{RH}$ ，以作為建材揮發性化合物逸散模擬用途，監測揮發性物質之逸散變化。

(2)設備儀器：溫濕度量測器、不鏽鋼環控箱、加熱保溫帶。

(3)控制項目：透過恆溫恆濕與流量控制系統，控制環控箱內部溫度、濕度及風速，以達成環控箱內穩定溫度、濕度及均勻混合氣體之作用。



附圖 7 不鏽鋼 20L 環控艙



附圖 8 艙體內部氣體混合裝置

5.採樣分析系統：

(1)系統說明：透過箱頂採樣點，連接鐵氟龍管線對箱內氣體作採集動作，送至氣體混合瓶後連接針對 TVOC 與甲醛之直讀式儀器進行末端濃度分析。

(2)設備儀器：不鏽鋼採樣孔、石蠟膜(Parafilm)、鐵氟龍管線、氣體混合瓶、COSMOS XG-100V(TVOC 檢測儀)、Formaldemeter htV-M(甲醛檢測儀)等。

(3)控制項目：於採樣控制上，包括採樣點選擇、採樣流速及採集時間設定。



附圖 9 採樣分析系統



附圖 10 COSMOS XG-100V、
Formaldemeter htV-M



附圖 11 甲醛之校正管



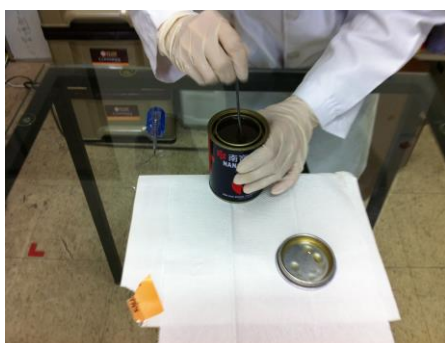
附圖 12 TVOC 校正用之標準氣體

(資料來源：本研究整理)

(五)採樣與保存

- 1.採樣前準備：採樣所使用之石蠟膜(Parafilm)、採樣箱等。
- 2.建材樣品收集：取得試驗用塗料建材樣本需為製造完成或進口至台灣一週內，進行採樣，建材在未開啟狀態置入 4°C 下予以保存，並於兩日內進行分析。
- 3.建材樣品保存及運送：建材樣品收集於採樣箱中保存，溫度控制於 4°C 下進行運送，過程不得開啟避免碰撞，送至實驗室後存入 4°C 冰箱保存，並於試驗前 4 小時取出退冰，於建材正式試驗前，須均勻攪拌後再進行建材逸散試驗。

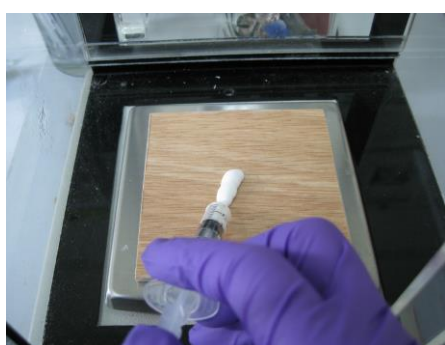
- 4.清洗環控箱：建材試驗前須使用脫脂棉花、丙酮、高溫去離子水清洗環控箱內部並使用脫脂棉花擦式乾燥，以避免環控箱內部殘留之有機物質對於樣品分析結果產生干擾。
- 5.實驗分析過程中，每次試驗完成一件建材樣本後，須利用潔淨空氣以三倍環控箱內部體積進行置換，並於實驗前須將鍍鋅銅板基座置入環控箱做空白試驗，以避免上次分析過程中之有機物質殘留於環控箱內或殘留於不銹鋼板上；分析系統管線應避免使用橡膠等材質成份的元件，以避免對於欲分析之有機物質產生吸附而致干擾。
- 6.潔淨空氣所含之有機物質濃度，總揮發性有機物質濃度不可超過 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而甲醛濃度則不可超過 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。



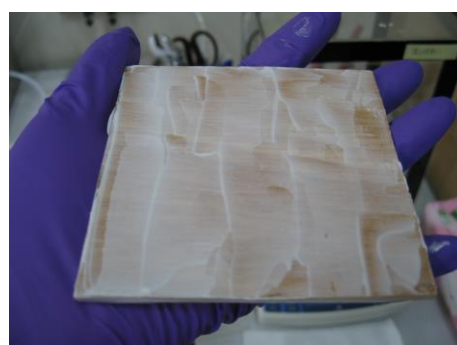
附圖 13 樣本攪拌使之均勻



附圖 14 取出樣本用量



附圖 15 將接著劑置於乾式建材



附圖 16 以不鏽鋼刮刀塗抹接著劑



附圖 17 石臘膜密封開口



附圖 18 存放至 4°C 冰箱



附圖 19 清洗環控箱



附圖 20 試驗樣本置入環控箱

(六)步驟

將待測之建材放置於環境控制箱內，並將環控箱密閉避免氣體洩漏。而依據實驗條件及參數不同，設計 0.5、1.0、1.5、2.0 ACH 等不同之進氣量及出氣量，引入氣體環控箱內，與環控箱內之氣體均勻混合後，由環控箱內排出。氣體由環控箱排出後，直讀式儀器對環控箱排出之氣體進行濃度分析，紀錄污染物之濃度及實驗結果。

(七)品質管制

1. 使用本試驗方法的環控箱須於分析前進行空白試驗。
2. 直讀式檢測儀器，必須進行原廠校正，才能進行量測分析。
3. 每次分析完成後，須用潔淨空氣以三倍環控箱內部體積進行置換，並於實驗前須將鍍鋅銅板基座置入環控箱做空白試驗，以避免上次分析過程中之揮發性有機物質殘留於環控箱管線中。
4. 實驗室須保持執行記錄來確認數據品質，隨後查核工作必須與已建立之執行標準配合，以決定試驗結果是否在方法所要求的精密度及準確度範圍之內。

(八)儀器分析

1. Formaldemeter htV-M (甲醛檢測儀)：使用電化學感測原理之儀器，感測原理是將兩個反應電極-工作電極和對電極以及一個參比電極放置在特定電解液中，然後在反應電極之間加上足夠的電壓，使透過塗有重金屬催化劑薄膜的待測氣體進行氧化還原反應，再通過儀器中的電路系統測量氣體電解時產生的電流，然後由其中的微處理器計算出氣體的濃度。

2. COSMOS XG-100V (TVOC 檢測儀)：使用超高感度半導體式感知器，非燃燒式偵測器、UV 偵測器，擁有 ppb 級偵測能力，BTEX 偵測極限可達 1ppb。

3. ESCORT ilog (溫濕度計)：

測定範圍：溫度 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ；解析度 0.1°C 、誤差 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ；

相對濕度：0-100%、解析度 0.1%、誤差 $\pm 3\%$ 。

附表 8 儀器分析性能說明

量測儀器	COSMOS XG-100V VOC 檢測儀		Formaldemeter htV-M 甲醛檢測儀	
				
檢測項目	甲苯、乙苯、對二甲苯、間二甲苯、鄰二甲苯、苯乙烯		甲醛	
測定範圍	檢測範圍	測定範圍	檢測範圍	測定範圍
	$0\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-}4\mu\text{g}/\text{m}^3$	1ppb	0-10ppm	$0\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-}4\mu\text{g}/\text{m}^3$
解析度	$0\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-}3700\mu\text{g}/\text{m}^3$	1000ppb		$0\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-}3700\mu\text{g}/\text{m}^3$
採樣流速	10c.c/min		10c.c/min	

(資料來源：本研究整理)

(九)試驗報告

試驗報告包含下列資料：

1.試驗實驗室

- (1)實驗室的名稱。
- (2)負責人姓名。
- (3)操作方法及相關設備的描述（試驗環控箱、清靜空氣系統、環境控制、採樣及分析之儀器設備、相關規範及校正報告）。

2.樣本之描述

- (1)樣式名稱（品牌名稱）。
- (2)樣本採樣依據。
- (3)樣本其他相關資料（製造日期、送抵實驗室之時間）。

3.試驗樣本前置作業

- (1)打開封裝之時間、日期。
- (2)準備方法。

4.實驗條件和過程

- (1)試驗艙環境條件（溫度、相對濕度、換氣率）。
- (2)試驗樣本面積和負荷率（於環控箱內持續之採樣時間）。

5.數據分析

- (1)以敘述之方式描述從試驗環控箱中量測到之濃度。

6.試驗結果

- (1)每個試驗樣本之特定逸散濃度。

7.品質保證和品質控制

- (1)指標性化合物的環控箱內背景濃度值。

(2)試驗環境各項因子之定量（溫度、相對濕度、換氣率）。

本年度研究之複層建材揮發性有機化合物標準試驗步驟如下：

一、建材採樣保存

(一)乾式建材：

至工廠採樣後，由建材中間部位取出待測樣本 $9\times 9\text{ cm}^2$ ，使用鋁箔紙密封並放入保鮮夾鏈袋中，建材樣品收集於採樣箱中保存，溫度控制於 4°C 下進行運送，過程不得開啟並避免碰撞，送至實驗室後存入 4°C 冰箱保存，並於一周內完成測試。於試驗前4小時取出退冰，建材正式試驗前，由夾鏈袋中取出建材並拆除表面鋁箔紙，使用石蠟膜密封，進行單面建材逸散試驗。

(二)濕式建材：

試驗樣本塗佈量及塗佈面積依據包裝上之建議使用量而定，取得試驗用塗料建材樣本，需為製造完成或進口至台灣一週內進行採樣，建材在未開啟狀態置入 4°C 下予以保存，並於兩日內進行分析。

(三)接著劑建材：

試驗樣本的塗佈量及塗佈面積依據包裝上之建議使用量而定，取得試驗用接著劑建材樣本需為製造完成或進口至台灣一週內，進行採樣，建材在未開啟狀態置入 4°C 下予以保存，並於兩日內進行分析。

(四)試驗條件設定：

詳表1小尺寸建材逸散直讀量測系統試驗內容設定。

(五)試驗系統品質控制：

於試驗前針對直讀式量測儀器、進排氣流量、溫濕度計性能進行系統調校。

(六)環控箱性能測試：

設定環控箱溫度25°C、濕度50%、換氣率0.5ACH，進行48小時測試，平均相對誤差需小於15%。

(七)環控箱空白測試：

環控箱需使用脫脂棉花、丙酮、高溫去離子水清洗環控箱內部並使用脫脂棉花擦式乾燥，以避免環控箱內部殘留之有機物質對於樣品分析結果產生干擾；每次試驗完成後，須利用潔淨空氣以三倍環控箱內部體積進行置換，並於實驗前須將鍍鋅鋼板基座置入環控箱做空白試驗，以避免上次分析過程中之有機物質殘留於環控箱內或殘留於不銹鋼板上。環控箱背景濃度，甲醛濃度須低於12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、總揮發性有機物質(TVOC)濃度須低於10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

二、建材置入環控箱

(一)接著劑建材：

建材試驗前4小時取出退冰，於環控箱空白試驗完成後，均勻攪拌其容器內容物後，取出待測樣本用量，置於不銹鋼樣本座上，使用不銹鋼刮刀，於不銹鋼樣本座上進行表面均勻刮塗，並同時記錄樣本座及塗料重量，放入環控箱進行試驗。此過程必須於2分鐘內完成。

(二)複層建材：

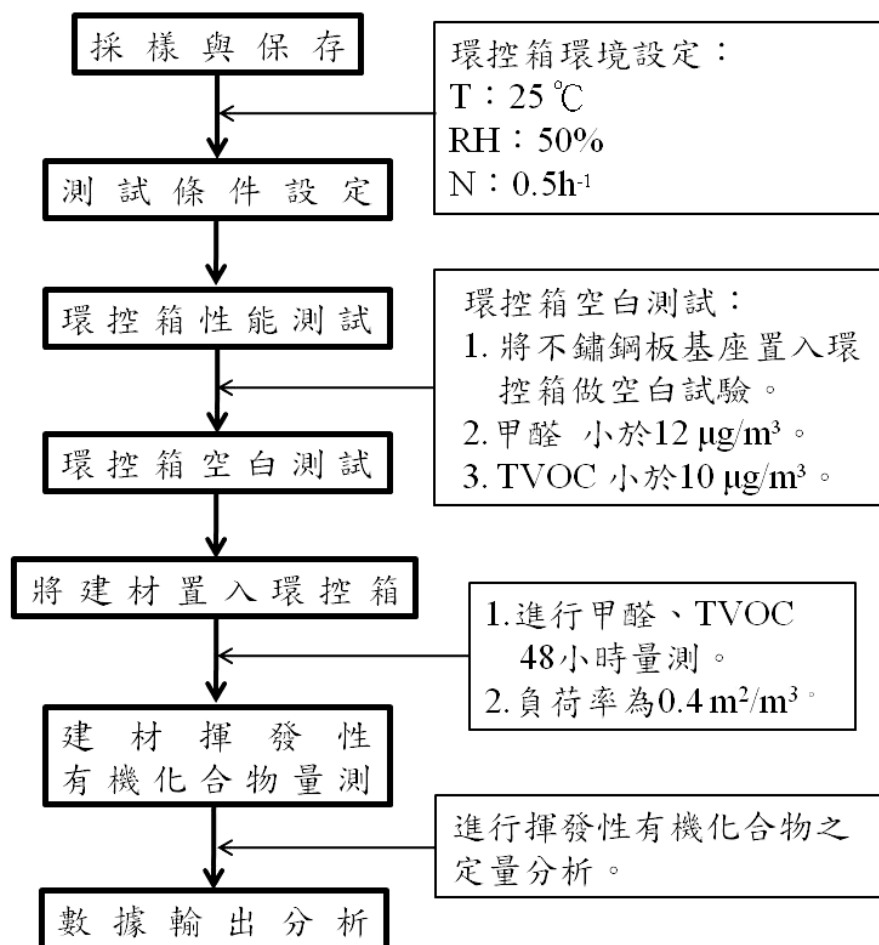
試驗前4小時前將乾式及濕式建材取出退冰，於環控箱空白試驗完成後，將濕式建材及接著劑建材分別均勻攪拌後，取出待測樣本之用量，置於不銹鋼樣本座上之乾式建材表面，使用不銹鋼刮刀於乾式建材進行表面均勻刮塗，並同時記錄樣本座及塗料與接著劑重量，放入環控箱進行試驗。此過程必須於2分鐘內完成。

(三)建材揮發性有機物質質量測：

系統連接直讀式儀器進行甲醛、揮發性有機物質(TVOC)進行48小時試驗分析。

(四)數據輸出分析：

量測數據由COSMOS XG-100V(TVOC檢測儀)、Formaldemeter htV-M(甲醛檢測儀)直讀式儀器傳送輸出，進行數據計算定量分析與試驗報告製作。



附圖 21 建材揮發性有機化合物標準試驗程序

(資料來源：本研究整理)

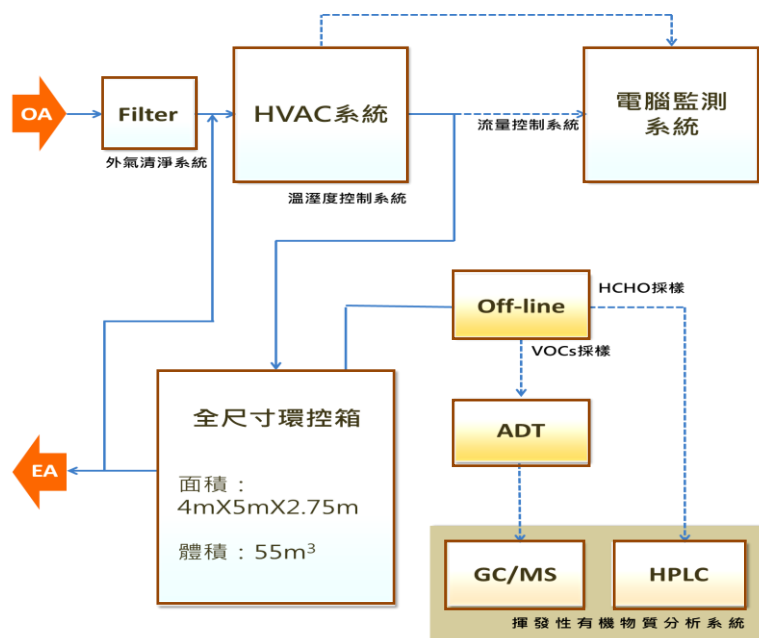
附錄四 全尺寸建材逸散試驗系統

全尺寸建材逸散試驗系統量測方法主要依據 ASTM D6670-01 及 ISO160000 之標準所建置，根據我國內政部建築研究所推廣多年之健康綠建材，其評定基準中之建材檢測條件設定於溫度 25℃、濕度 50%RH、換氣率 0.5h⁻¹ 以控制溫濕度之物理環境因子之大型試驗艙 (4m×5m×2.75m)，以模擬單一空間，進行建材於空間裝修應用之逸散量測，搭配 GC/MS，針對所採集空氣樣本，進行 TVOC 之定性定量分析。

附表 9 全尺寸建材逸散試驗系統環境條件設定

項目	全尺寸
環控艙體積	55m ²
內循環	3ACH
採樣點	HeadSpace 採樣(儀器周邊無溫控)
換氣率	0.5ACH
溫度	25℃
濕度	50%RH

(資料來源：本研究整理)



附圖 22 全尺寸建材逸散試驗系統流程圖

(資料來源：邵文政，2003)



附圖 23 全尺寸建材逸散試驗系統

(資料來源：本研究整理)



附圖 24 側艙進氣系統

(資料來源：本研究整理)

一、測試原理：

採用 ASTM D6670-01 規範方法以及室內建材揮發性有機化合物檢測標準方法(MOIS901014)應用於建築材料揮發性有機化合物逸散試驗評估。

二、適用範圍：

針對建材之揮發性有機化合物逸散量測，以計算逸散量與衰減情形。

三、干擾：

- (一)為管控建材之揮發性有機化合物逸散量之評估，避免儲放過程或環境受其他污染源污染，影響實驗數據的誤差，因此取得試驗用建材樣本需為製造完成或進口至台灣一週內之建材，並於兩天內進行採樣，在濕式、接著劑建材正式試驗前，如有固著沉積現象，並須均勻攪拌後再進行建材逸散試驗。
- (二)進行實驗前須使用脫脂棉花、丙酮以及高溫去離子水清洗環控艙內部並使用脫脂棉花擦拭達乾燥，避免環控艙中殘留之揮發性有機化合物，對建材樣本之分析結果產生干擾。
- (三)實驗分析過程中，每次試驗完成一件建材樣本後，須利用潔淨空氣以 3ACH 換氣率進行內部體積空氣之循環置換。
- (四)環控艙內背景逸散濃度，總揮發性有機化合物濃度需 $<10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。
- (五)環控艙洩漏率，內外艙壓須於 10pa 以下，並少於 0.03~0.05ACH。

(六)Formaldemeter htV-M (甲醛檢測儀) 檢測時易受空氣中之酚類化合物干擾，因此於進行量測前，仍須於儀器感測器架設酚過濾器。

四、實驗系統說明：

(一)外氣清淨系統：

1.Filter：

- **系統性能：**

本系統主要提供外氣之引入及清淨過濾空氣之作用，透過空調系統及過濾系統，供給環控艙穩定及清淨的外氣來源，並調控風量、溫度、濕度及清淨需求控制。

- **儀器設置：**

HVAC 系統、電熱器、冷卻除濕器、化學除濕器、變頻控制系統及活性碳過濾網等設備。

- **控制項目：**

主要為控制外氣進氣量、外氣清淨過濾、初級調控溫度及相對濕度之功能。

(二)溫溼度控制系統：

1.HVAC 系統

- **系統性能：**

主要用途為控制溫濕度作用，並過濾外氣及內循環氣體粉塵懸浮微粒，以控制環控艙內恆溫恆濕及低量懸浮微粒功能。

- **儀器設置：**

冷卻除濕、化學除濕、電熱器、加濕器、HEPA 濾網。

- **控制項目：**

控制系統氣流之溫度、濕度及粉塵懸浮微粒量。

(三)流量控制系統：

- **系統性能：**

提供主要外氣與內循環之流量控制，透過流量控制閥控制進氣及內循環氣體混合比例，並分配至頂艙兩處、側艙進氣口一處，以供艙內穩定進氣之路徑。

- **儀器設置：**

流量控制閥、流孔板、百頁風板、出風口。

- **控制項目：**

控制系統之外氣及內循環氣體風量、控制外氣之混合比例、控制排風風量、控制出風路徑與方式。

(四)實驗環控艙：

1.全尺寸環控箱

- **系統性能：**

提供一個穩定溫度、濕度及風速流量的足尺試驗艙，作為足尺建材揮發性有機化合物逸散模擬，並利用具有氣密且低吸附性質之不鏽鋼艙體模擬單一空間，監測揮發性有機化合物逸散情形。

附表 10 ASTM D6670-01 相關參數精密度與準確度規範

參數	準確度	精密度
溫度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
濕度	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$
空氣流速	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$
逸散濃度(RSD)	---	$\pm 15\%$

(資料來源：本研究整理)

- **儀器設置：**

溫濕度及風速感測器、不鏽鋼艙體與相關照明設備。



附圖 25 溫濕度及風速感測器

(資料來源：本研究整理)

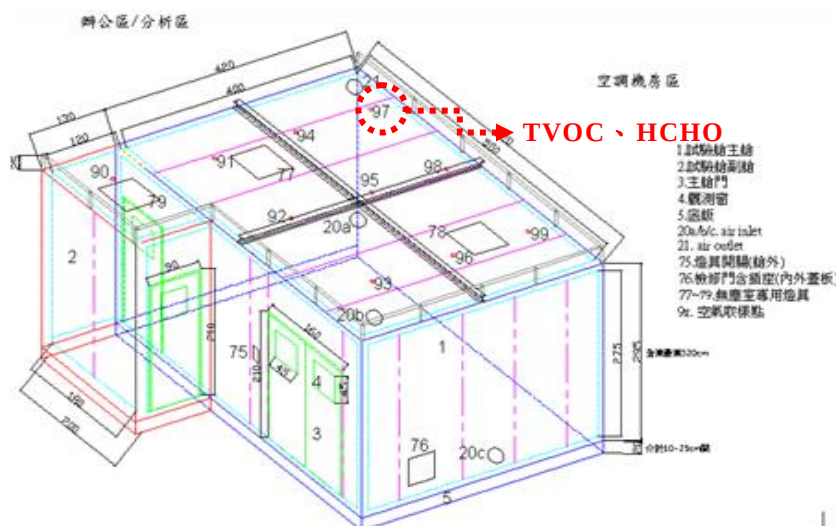


附圖 26 環控艙出風口

(資料來源：本研究整理)

● 控制項目：

透過感測器控制試驗艙內的溫度、濕度及風速流量，以穩定溫溼度及均勻混和氣流，提供全尺寸建材逸散試驗。



附圖 27 全尺寸建材逸散試驗環控艙採樣點設置位置
(資料來源：本研究整理)

(五)採樣系統：

- 1.揮發性有機化合物採樣系統
- 2.採樣管自動採樣裝置
- 3.線上空氣採樣泵浦
- 4.自動熱脫附儀(ATD)

附表 11ATD 熱脫附裝置設定條件

狀態	溫度(℃)	時間(min)
樣品吸附(Trapping)	20℃	60-120
樣品脫附(Desorbing)	300℃	5
清洗管線(Clean)	300℃	5

(資料來源：內政部建築研究所，2005)

- 5.小型定速空氣採樣器
- 6.廣用型定速空氣採樣器



附圖 28 自動熱脫附儀 ATD
(資料來源：本研究整理)



附圖 29 SKC 吸氣泵浦
(資料來源：本研究整理)



附圖 30 Tenax-TA 採樣管
(資料來源：本研究整理)

(六)分析系統：

1.分析揮發性有機化合物-氣相分析儀/層析質譜儀(GC/MS)

- 系統性能：針對採樣體中的 VOCs 進行定性定量分析。



附圖 31 GC/MS 氣相層析/質譜儀
(資料來源：本研究整理)

- 分離管柱：毛細管編號 000425J，0.25mmID x 60m，膜厚 2.0 μ m。
- 運載氣體：氦氣
- 升溫程式：

40 $^{\circ}$ C $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 140 $^{\circ}$ C (6min) $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 220 $^{\circ}$ C (10min)

- 70eV 電子撞擊游離法：以熱電子撞擊氣體分子，使產生碎片及離子，再經磁場分離，依據質荷比之測量，來決定分子質量的技術，因此使用於揮發性有機化合物定性定量分析。

五、品質管制：

- (一)於進行實驗前，需進行空白背景試驗，以確保環控艙內之品保。
- (二)每次分析完成後，使用潔淨空氣以三倍環控箱內部體積進行置換，避免前次實驗分析之揮發性有機化合物殘留於環控艙內。

(三)相關直讀式檢測儀器，必須進行原廠校正，方可進行量測分析。

六、實驗步驟：

將待測之建材放於環控艙內，於進氣口由幫浦協助引進外氣，經由外氣清淨系統過濾空氣雜質且調控通風換氣率0.5ACH，並透過溫溼度控制系統調控溫度25℃、濕度50%RH，將引入氣體至環控艙內，氣體於環控艙內均勻混合後，經由艙頂回風口導出至採樣點(S97)，連接直讀式Formaldemeter htV-M進行甲醛逸散濃度量測，以Tenax-TA採樣管採集吸附揮發性有機化合物，並以GC/MS氣相層析儀針對揮發性有機化合物進行定量分析，其揮發性有機化合物採樣分析流程，如(附圖32)所示。

七、實驗程序注意事項：

(一)採樣前準備階段：

1.品保品管(QA&QC)：相關實驗品質管制係參考 ISO16000-6、「環境檢驗品質管制指引通則」(NIEA-PA101)以及相關品質管制指引(PA102-PA108)，建立揮發性有機化合物實驗品管管制之參考依據。

●準確度：平均相對誤差(Relative Error)，需小於 15%。

●精密度：相對標準偏差(RSD)，需小於 15%。

2.採樣所使用之設備備齊，採樣幫浦於實驗前以皂泡流量計進行 7 次流量校正，以及 Tenax-TA 採樣管須進行空白分析的確認。

(二)採樣進行階段：

1.環境因子性能測試：於實驗進行前須進行環控艙穩定度測試，溫度控制於 $25\pm0.5^{\circ}\text{C}$ 、濕度 $50\%\text{RH}\pm5\%$ ，以及艙內風速 $0.5\text{ACH}\pm5\%$ 範圍內，以進行實驗。

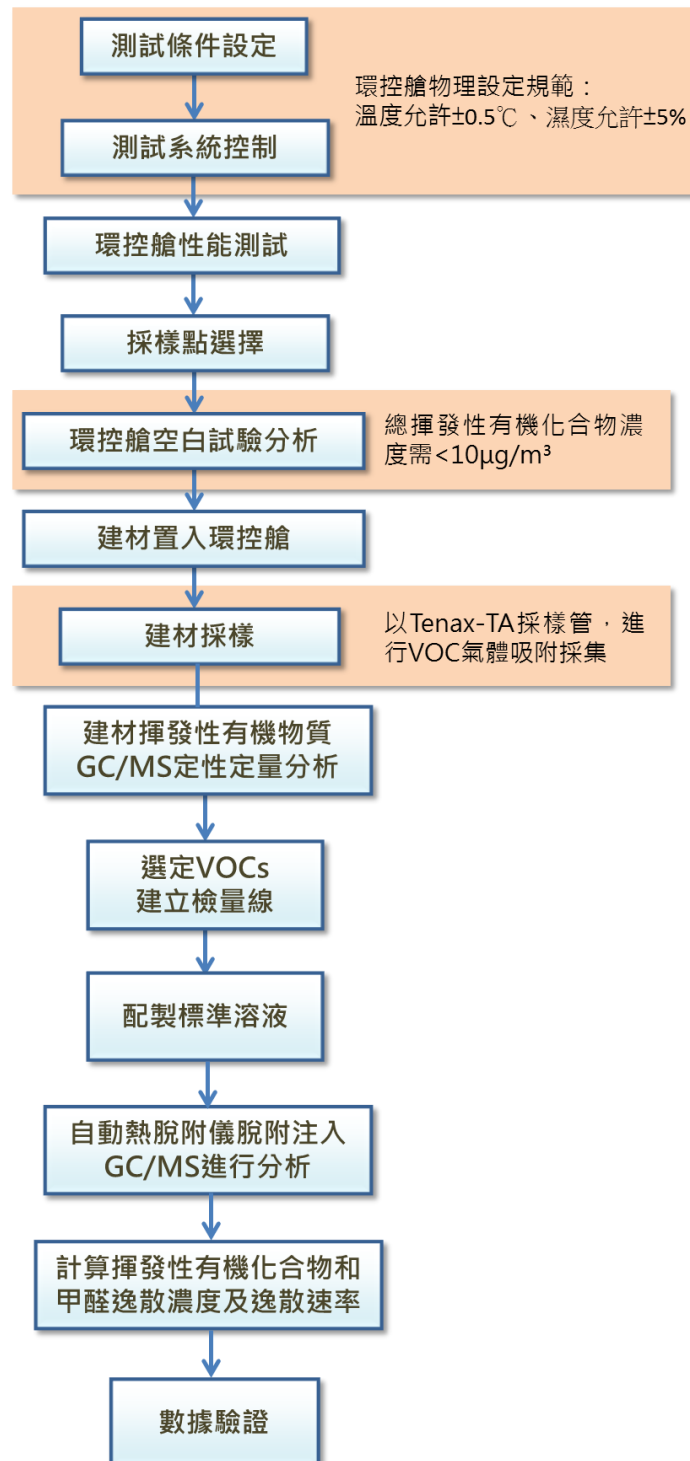
2.揮發性有機化合物採樣：由於揮發性有機化合物逸散率會隨著時間衰減，故針對採樣頻率需作適時的規劃。

(三)樣本分析階段：

1.定性分析：建材中待測定之揮發性有機化合物的認定與分析，可經由質譜儀內建資料庫進行比對得之。

2.定量分析：由檢量線求得特定時間點揮發性有機化合物之質量數，並配合採集體積求得受測建材之逸散濃度變化。

八、揮發性有機化合物 VOCs 標準檢測程序：



附圖 32 建材逸散揮發性有機化合物檢測標準作業流程

(資料來源：邵文政，2003)

附錄五 實際裝修完工空間量測法



附圖 33 實際裝修完工空間量測標準作業流程
(資料來源：本研究整理)



附圖 34 檢測儀架設位置
(資料來源：本研究整理)

附表 12 實際裝修完工空間量測之檢測儀

檢測項目	採樣方式	儀器	量測性能	備註
溫度 濕度	直讀式	Escort iLog	溫度： ■精確度:±0.25℃ ■精確度:±0.35℃ ■解析度:0.1℃ 相對濕度： ■精確度:±3% ■解析度:0.1%	
甲醛	直讀式	Formaldemeter htV-M	■量程範圍：0.01-10ppm ■解析度：0.01ppm ■特性：溫濕度補償	
TVOC	直讀式	ppb RAE Plus	■ppb 級量測精度 ■量測範圍：0~999ppb, 1~199.9ppm ■數據儲存 15,000 筆	
	採樣分析法	Tenax-TA(採樣) GC/MS(分析)	■溫度範圍：350℃ ■親水性：低 ■表面積比：35m ² /g ■孔體積：2.4mL/g ■平均孔徑為 200nm ■密度：0.25g/mL	

TVOC	採樣分析法	空氣採樣器 SKC Pocket Pump	■流量 20~225mL/min ■背壓補償 20"at200mL	
------	-------	--------------------------	--------------------------------------	---

(資料來源：本研究整理)

附表 13 實際裝修完工空間量測檢測儀之校正氣體說明

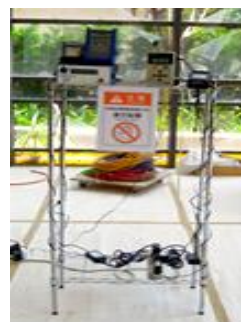
檢測	儀器名稱	校正氣體	過濾器
甲醛	Formaldemeter htV-M	 (甲醛標準氣體校正管)	 (酚過濾器)
TVOC	ppb RAE Plus	 (異丁烯 10ppm 校正氣體)	
		 (活性碳零點校正管)	

(資料來源：本研究整理)



附圖 35 檢測儀架設位置-上視圖

(資料來源：本研究整理)



附圖 36 檢測儀架設位置-正視圖

(資料來源：本研究整理)

附錄六 期初審查會議評審意見與回應

項次	甄審小組成員意見	廠商回應
1	1.本案為延續性計畫，依過去相當不錯之績效為基礎後續做法，建議加強健康綠建材或非健康綠建材綜合使用後其環境品質如何，加強綜合考量。 2.對室內裝修業者及建物使用者(即一般民眾)之宣導成效可再加強，尤其目前一般過度裝修之情形未必有利環境品質之概念導正。	1.感謝委員提供相關寶貴意見，本研究將整合健康綠建材及非健康綠建材之產品，並更新建材逸散模擬資訊系統，擴大模擬範圍及實用性。 2.感謝委員指教，本研究擬配合內政部建築研究所舉辦之綠建材講習會，推廣本系統及進行操作介面使用說明，並宣導本資訊系統實質效益。
2	1.本研究進度時程宜配合內政部建築研究所予以調整修正。 2.修正或更新建材逸散模擬資訊系統時，建議將修正理論依據於研究中述明。 3.全尺寸3組與實場量測3組研究中，宜挑選具代表性的建材與實場空間，以利反應於修正系統。	1.感謝委員提供相關寶貴意見，本研究進度係配合所內規定之進度進行規劃。 2.感謝委員指教，本研究之建材逸散模擬資訊系統推估係數理論公式，後續擬研究報告書中述明，以增加推估係數應用合理性。 3.感謝委員指教，本研究之全尺寸及實場量測之建材，擬依照不同裝修部位挑選一般室內裝修常用建材進行施工量測，貼近設計師及一般民眾模擬範圍。

3	1.研究團隊在綠建材研究領域，已有相當豐碩之成果，本協同研究案，在研究團隊的努力下相信應可達到本研究之預期目標。 2.P.3 之工作內容中第一項第一款更新之測試數據，僅列入非健康綠建材標章，是否應包括健康綠建材部分。 3.在實場量測部分，於空氣調節之因子，是否列模擬條件，以使量測結果，趨向實場空間之推估。 4.綠建材標章之評定，係針對產品類別而言，對於健康綠建材於現場施工後，依室內空氣品質管理法上路後，經空氣品質診斷後之量測值，如何與本研究案之實場量測作比對，建議研究團隊也能予以考量。	1.感謝委員肯定與支持。 2.感謝委員指導，本研究將整合「健康綠建材」與「非健康綠建材」之建材逸散數據，納入建材逸散模擬資訊系統中，使資料庫更加完整。 3.感謝委員的寶貴意見，本研究之全尺寸與小尺寸建材逸散實驗中，換氣率為0.5ACH 進行定量分析，其他換氣率之調變選項以理論公式進行推估模擬。 4.感謝委員的指導，本研究之建材逸散模擬資訊系統，僅作為教育推廣使用，係提供一般民眾預測完工後室內空氣品質情形，進而瞭解空氣品質管理法之重要性。
4	1.預期目標與原計畫需求有所不同，如原需求為進行3處實場空間逸散量測，服務建議書3組，請補充說明。 2.另裝修空間濃度是否為建材逸散濃度，及模擬資訊系統是否既需求稱之軟體，請	1.感謝委員提供之寶貴意見，本研究所指3組實場空間逸散量測，係於相同空間中不同裝修部位之天、地、壁複層建材表面建材逸散量測為原則，進行3組常見裝修型式之全尺寸及實場空間進行逸散量測試驗。

	補充說明。	2.感謝委員指導，本研究已將建材逸散模擬軟體更名為「建材逸散模擬資訊系統」。
5	1.建議實場裝修空間量測與室內裝修公會結合，配合其裝修空間進行量測，以增加推估實用性。 2.實場裝修空間多以複層建材組構型式較為常見，建議挑選一般民眾常用建材以便建材逸散模擬資訊系統推估之實用性。	1.感謝委員提供相關寶貴意見，因於實際裝修空間中，裝修人員進出控管較不易，且變因較多數據變化較為複雜，本研究擬審慎評估後，並於工作會議時進一步探討未來運用於資訊系統之可行性。 2.感謝委員指教，本研究將挑選常見複層建材組構形式進行全尺寸及實場裝修空間進行量測，以提升建材逸散模擬資訊系統之推估廣泛性。

附錄七 期中審查會議評審意見與回應

項次	審查委員意見	廠商回應
1	1.建材逸散為何僅針對連續48小時逸散量測。	1.感謝委員指導，本研究依據綠建材標章評估基準歷時48小時逸散量測，以訂定實驗方法。
2	1.關於建材逸散模擬資訊系統之相關研究，對於建材逸散模擬實質效益肯定。 2.針對綠建材使用量，以研擬數類使用百分比進行效益評估。	1.感謝委員肯定與支持。 2.感謝委員寶貴意見，關於綠建材使用量之相關研究，於前期已進行相關研究。
3	1.建材逸散模擬資訊系統，針對不同適用者設置專業版與簡易版。 2.本研究最重要的部分在於實場與全尺寸量測結果的比對，而研究團隊在建材逸散之相關研究領域，已有相當豐碩之成果，相信在研究團隊之努力下，應可達到本研究之預期成果。	1.感謝委員寶貴意見，建材逸散模擬資訊系統分別設置簡易版與專業版，於專業版本上，可進行換氣率與相關環境變因進行選擇性設定，以便進階操作。 2.感謝委員肯定與支持。
4	1.關於建材逸散資料庫之數據建置，其試驗方法是否為TAF認證試驗方法進行試驗成果。 2.建材逸散模擬資訊系統提供建築室內設計人員操作使用，以控管室內空氣品質	1.感謝委員的指導，全尺寸建材逸散量測系統與小尺寸建材皆為經由TAF認證之實驗系統，而實場量測方面，則是使用直讀式檢測儀。 2.感謝委員寶貴意見，後續將建築施作人員納入建材逸散

	，建議納入建築施工人員。 3.領取綠建材廠商，應擬一年或兩年進行綠建材講習回訓及授課。	模擬資訊系統之相關從業使用者進行探討。 3.感謝委員寶貴意見，
5	1.現場量測單位使用面積體積濃度 ppm，建材逸散模擬資訊系統使用重量體積單位 mg/m^3。 2.關於建材逸散量測之環境物理條件明述。	1.感謝委員指導，關於面積體積濃度 ppm 與重量體積單位 mg/m^3，亦可進行轉換計算。 2.感謝委員寶貴意見，本研究將針對逸散量測之環境物理條件加以詳細說明。
6	1.以建築設計者角度研擬建材逸散模擬資訊系統之操作細項，以供系統往後推廣使用。	1.感謝委員寶貴意見，本研究將照辦理。
7	1.所內與研究團隊合作建置建材逸散模擬資訊系統，供建築設計人員操作，預先管控室內空氣品質，並提升模擬之執行效率，備受肯定。 2.由於實際裝修空間之不同裝修部位會有兩種以上建材施作之可能性，建議於系統介面上，予以增項介面，以利日後使用者操作之便利性。 3.室內空間造型多變，於系統面積計算之操作介面上，建議以面積乘以高度為宜 4.建築物理條件中之換氣率	1.感謝委員肯定與支持。 2.感謝委員寶貴意見，本研究後續將針對建築設計人員實質需求，進行建材逸散模擬資訊系統之介面與效能提升。 3.感謝委員指導，本研究將納入後續討論議題，並針對空間面積之計算方法，進行系統界面更新，以提升系統模擬成果實質效益。 4.感謝委員指導，建材逸散模擬資訊系統通風換氣方面，以換氣率方式以計算模擬。

	，建議以開口部大小進行換氣量換算，以方便使用操作者進行換氣率計算。	
8	1.於建材逸散模擬資訊系統之建材選擇上，應以建材多樣原則，供操作者選用。	1.感謝委員寶貴意見，本研究將陸續更新擴充建材逸散資料庫，使建材逸散模擬資訊系統更加完備。
9	1.第一次工作會議應明列各專家學者與建議事項。 2.請針對 TVOC 名詞說明。 3.於該研究期中報告書中，P23 僅針對健康風險進行說明與公式說明，建議針對量測成果進行健康風險評估。 4.關於健康綠建材之逸散數據，建議進行來源說明。 5.請明述逸散量測環境物理條件。 6.研究期中報告書中，於工作會議之主持人，為該研究主持人或會議主持人。	1.感謝委員指導，本研究將遵照辦理。 2.感謝委員寶貴意見，本研究將遵照辦理。 3.感謝委員指導，本研究將以健康風險評估方法針對甲醛及 TVOC 進行健康風險評估。 4.感謝委員寶貴意見，本研究將遵照辦理。 5.感謝委員寶貴意見，本研究將針對逸散量測之環境物理條件加以詳細說明。 6.感謝委員寶貴意見，於工作會議之主持人為該次會議主持人，並非計畫主持人。

附錄八 期末審查會議評審意見與回應

項次	審查委員意見	廠商回應
1	1.本研究案整合、更新建材逸散資料庫及建材逸散模擬系統，符合預期成果。 2.綠建材宣導講習會活動宣導，建議採個別案例經驗分享，如經濟部標準檢驗局（節能標章）、經濟部工業局（MIT 標章）以實務性經驗分享效果甚佳，建議參酌。	1.感謝委員肯定與支持。 2.感謝委員寶貴意見，本研究將委員相關建議，研擬納入研究後續建議參考依據，以提升建材逸散模擬資訊系統之宣導效益。
2	1.建材逸散模擬系統中，如任一不為（天、牆、地）若有2種以上材料，或是多層次材料是可評估模擬？請說明。 2.本研究案實場所裝修材，請註明是否為綠建材，並驗證其與申請綠建材標章時數據之誤差。 3.模擬系統中，若空間為非矩形，如何鍵入軟體？另有關換氣率之輸入，一般民眾是否能正確輸入？建議採其他方式表示，如開窗面積。 4.建議未來資料庫建立應增加非綠建材標章之材料，俾提供使用者比較其效益。	1.感謝委員寶貴意見，建材逸散模擬資訊系統針對建材選用方面，於同一裝修部位，亦可進行多樣材料與多層次材料的選用，系統將可進行加權運算之模擬測試。 2.感謝委員寶貴意見，於實際裝修完工空間量測結果之實驗建材部分，已註明綠建材與非綠建材加以說明。 3.感謝委員寶貴意見，由於資訊技術運算的限制，故建材逸散模擬資訊系統以通風換氣率運算通風換氣量。 4.感謝委員寶貴意見，本研究將相關建議，納入研究後續建議，以提升建材逸散模擬資訊系統效益。

3	1.報告書 P.13 公式不完整，建議本案所有公式重新繕打；另報告書 P.19、P35、P41、P45 等有關圖表誤植，敘述錯誤建議修正。 2.本研究案表 3-2 所提試驗設備規格，有無認證規範？（含 55m³、3ACH、風機位置與探測器位置等），請補充說明。 3.本研究案第 3 章報告內容編排混亂，建議重新修編。另有關逸散模擬結果標準偏差擬定為 15% 是否有相關文獻佐證，建議補充。 4.報告書 P.47 第 48 小時實測值、P.50 表 3-18 第 12、24、48 小時實測值，是否誤繕，請確認。 5.有關本研究案所使用儀器設備，建議詳細說明設備規格、是否有校正及是否具 TAF 標章，俾利供參。	1.感謝委員指導，本研究已針對報告書中，相關圖表、文字編排不足與誤繕之處，進行修正與改善。 2.感謝委員寶貴意見，本研究針對相關試驗規格與規範，已於研究報告書 P.105 (附錄四)說明與註解。 3.感謝委員寶貴建議，本研究遵照辦理，將相對標準偏差(RSD)擬定 15%上限規範之相關參考依據，已於報告書 P89(附錄二)說明呈現。 4.感謝委員指導，關於報告書編輯 P.47 第 48 小時實測值、P.50 表 3-18 第 12、24、48 小時實測值之相關誤植，本研究已進行確認與修改。 5.感謝委員寶貴建議，本研究已針對實驗設備規格於報告書(附錄四)詳細說明；實驗儀器校正報告於研究報告書 P.147、P.148(附錄十四)呈現說明。
4	1.本研究之模擬逸散軟體結果與實測值之差異，有賴進一步說明與改善。 2.使用者介面缺乏部分彈性，建議將牆壁、天花板、地	1.感謝委員寶貴意見，本研究已針對系統模擬結果與實測值差異進行詳細說明。 2.感謝委員寶貴意見，資訊系統針對建材選用，於同一裝

	板面積與材料開放，讓使用者輸入，以提高空間多樣性需求。	修部位，已可彈性選用多種建材與尺寸進行模擬測試。
5	1. 建材逸散資料庫是否提供業界使用？綠建材除健康綠建材外，尚包括其他三種綠建材，是否應比照將資料庫提供業界使用，請說明。 2. 有關建材逸散模擬資訊系統與臺灣建築中心之綠建材資料庫是否有類似？請考量系統是否接合，另說明資訊系統未來使用性如何。 3. 未來如有相關本案會議，建議邀請臺灣建築中心出席。	1. 感謝委員寶貴意見，本研究已將此納入後續研究建議，期許往後建材逸散模擬資訊系統可於業界被廣泛使用，於裝修前預先源頭管制建材逸散之相關問題；關於是否將健康綠建材外，包括其他三種綠建材，本研究主要將建材逸散模擬資訊系統之資料庫定位，以健康綠建材逸散數據進行更新整合。 2. 感謝委員寶貴意見，本研究將建材逸散模擬資訊系統與建築中心綠建材資料庫統合之可能性，研擬納入研究後續建議。 3. 感謝委員寶貴建議，本研究遵照辦理。
6	1. 有關建材逸散模擬資訊系統，建議與北京清華大學開發之軟體進行比較其差異性。 2. 報告書內容部分章節內容重覆，公式、圖、表說明不清。	1. 感謝委員寶貴建議，本研究遵照辦理，已於報告書 P.68 針對北京清華大學開發之軟體與我國建材逸散模擬資訊系統分析比較其差異性。 2. 感謝委員寶貴意見，本研究已針對內文、圖、表說明進行修改與詳細說明。

附錄九 期末審查會議後續評審補充意見與回應

項次	審查委員意見	廠商回應
1	1.p.XI 摘要太冗長且不宜分節（研究緣起、研究方法與過程、重要發現、主要建議事項），幾乎替代了緒論。 2.p. XIII （1）缺模組三之材料敘述。（2）「…空間中之逸散濃度程“呈”累積上升趨勢…。」 3.p.XIV （1）「…結合我國內政部建築研究所之健康綠建材齊依推廣並行…。」何意？p.78 亦同。（2）建議刪除「協辦機關：財團法人台灣建築中心」，因非屬公部門，p.79 亦同。（3）「…，未來建議納入“將”所有符合健康綠建材標章之建材逸散資料納入建材逸散資料庫中，…」 4.p.5 「(四)實驗分析法」針對 VOC？但其他方法是對 TVOC 作研究！請釐清 TVOC、VOC 與 VOCs 的正確使用（全文含中英文）。	1.感謝委員提醒，關於摘要撰寫方式與項目，均依據內政部建築研究所之研究報告撰寫格式辦理，故仍須維持，但將內容再精簡化，以符合摘要精神，提高與緒論之差異性。 2.感謝委員指正，基於精簡摘要，已刪除該段內容，詳 p. XIII。 3.感謝委員指正（1）報告書已修正，詳 p.XIV 與 p.78（2）感謝委員指正，已遵照辦理，報告書已修正，詳 p.XIV 與 p.79。（3） 4.感謝委員寶貴意見，本研究已於報告書 P.5 呈現實驗分析法針對 TVOC 作為探討對象。並於附錄二，詳細呈現 TVOC 與 VOC 中文名稱與英文全名。

	5.p.7 「二、(二)針對「建材逸散模擬資訊系統」逸散濃度推估公式之調校，使其模擬結果更貼近真實濃度值。 “。”」 6.p.9 (1)「甲醛及揮發性有機物質(TVOC)」。(2)語意不通「…，目前已有許多國家致力於中央重要研究單位，…」。 7.p.13 「Q=空氣流速」應為“空氣流通率”非流速。 8.p.31 「由實驗顯示甲醛支“之”初始逸散濃度…」。 9.p.46 表 3-15 (1)「標準偏差%」，所以欄位內只需填寫數字，勿需再列 “%” (刪除)，請檢視後續的表都一樣問題。(2)表應儘量放在同一頁，不宜分列 (切割)兩頁，請檢視後續的表都一樣問題。 10.p.48 「…有通風換氣條件之 6.34 倍”；”空間逸散濃度…」 11.p.49 表 3-18 與 p.55 表 3-26 模組一和三之 TVOC 偏差這麼大，可交代否？！	5.感謝委員指正，報告書已修正，詳 p.7。 6.感謝委員寶貴意見，報告書已修正，詳 p.9。 7.感謝委員寶貴指導，本研究已將 Q=空氣流速修正為 Q=空氣流通率，詳 p.13。 8.感謝委員指正，報告書已修正，詳 p.31。 9.感謝委員兩項建議，本研究已遵照辦理修正，。 10.感謝委員指正，報告書已修正，詳 p.49。 11.感謝委員寶貴意見，本研究增加敘述於 p.49 與 p.57，模組一和三之 TVOC 偏差大，主要是為瞭解資訊系統
--	---	--

	12.p.54 表 3-24 模組三標準偏差這麼大，具推估能力？ 13.p.58 本（六）節實驗結果之比對，只比較甲醛（模組一~三）而 TVOC 都沒比對？倘不比對，應把文字敘述部分作修改。 14.p.61 「…擬系統修正後之推估濃度“。”」 15.p.104 「三、干擾(五)環控艙洩漏率，須於內外艙壓 10pa 以下，並少於 0.03~0.05ACH。」何意？ 16.p.105 （1）「…，乃“仍”須於儀器感測器架設酚過濾器。」（2）四（一）1.「…，透過空調系統及過“濾”系統，…」	模擬密閉空間之描述能力，所進行之偏差試驗。 12.感謝委員寶貴意見，表 3-24 為甲醛逸散濃度，其中第 10~15 小時與第 44~48 小時偏差大，主要是為瞭解資訊系統模擬密閉空間之描述能力，所進行之偏差試驗，詳細內容請參閱 p55。 13.感謝委員指正，本研究已將報告書 p.58 文意敘述進行修改。 14.感謝委員指正，報告書已修正，詳 p.62。 15.環控艙洩漏率之規定，是基於高氣密之需求，p.105 為引用內政部建築研究所全尺寸環控艙之規定，0.03~0.05ACH 為容許洩漏之範圍。 16.感謝委員指正，報告書已修正，詳 p.106。
--	--	---

附錄十 102.07.02 第一次工作會議簡報

內政部建築研究所102年度協同研究計畫
-永續綠建築與節能減碳科技中程個案計畫協同研究計畫
(三)-

第一案-第一次工作會議

建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫

計畫主持人：廖慧高
協同主持人：邵文政
研究員：林寶盛
研究員：謝榮安
研究助理：簡俊宏
研究助理：簡悅穎

中華民國 102 年 7 月 2 日

議程表

項次	議程	時間	內容
一	主席致詞	14:30~14:35	
二	執行單位報告	14:35~14:50	1. 建置低逸散健康綠建材資料庫
三	討論議題	14:50~16:20	2. 全尺寸實驗系統與實場試驗組選定 3. 實場裝修與建材逸散模擬資訊系統模擬評估
四	會議結論	16:20~16:30	

計畫緣起

一、研究動機

- 近代國人對於室內設計規劃的重視，導致過度裝修情形日益頻繁，而室內環境之揮發性有機物質大多來自於建築裝修材料、傢俱等。
- 由於我國建材逸散模擬資訊系統尚處於評估測試階段，在系統模擬之準確度層面，尚需進行多方定位的推估公式校正，提升系統之準確性、可信度。
- 延續前期完成之建材逸散模擬資訊系統建置計畫，本年度期整合「低逸散健康綠建材」與「非低逸散健康綠建材」納入建材逸散資料庫，使資料庫更加完善；另進行全尺寸建材逸散實驗量測與實際裝修空間逸散量測，其量測結果與「建材逸散模擬資訊系統」進行比對驗證，校正其推估係數，提高系統準確性與實用性，擴大其模擬應用範圍，並更新系統操作介面之便利性，未來可由建築規劃設計初期開始監控室內空氣品質，維護國人室內居住健康品質。

計畫緣起

■ 研究目的

- ◆ 本年度(102年度)研究計畫為延續前期相關之研究，「針對建材逸散模擬資訊系統驗證與建材逸散資料庫數據擴充與更新計畫」，將更新整合建材逸散模擬資訊系統之建材逸散資料庫數據，並增加「低逸散健康綠建材」建材逸散資料庫，以更新強化建材逸散模擬資訊系統，使建材逸散資料庫數據更臻完善，後續針對其建材逸散模擬資訊系統模擬實際裝修空間逸散量，校正其推估係數，使系統更加準確模擬實際裝修後空間之逸散量，以提高本系統之實用性，並持續改善及更新系統操作介面之便利性及適用性。

■ 研究內容

- ◆ 此本研究首先將國內低逸散健康綠建材納入「建材逸散模擬資訊系統」之數據資料庫，同時透過全尺寸建材逸散量測系統與實場量測方式，以甲醛、TVOC進行歷時逸散之檢測，比對其差異性，針對「建材逸散模擬資訊系統」逸散量推估公式之調校，使其模擬結果更貼近真實量測值。

一、建置低逸散健康綠建材資料庫

【說明】：
我國綠建材至民國101年12月31日止約已核發5767種建材產品，國人對於健康訴求的提升，以及綠建材回饋使用者之健康實質效益廣受肯定，因此本研究將低逸散健康綠建材納入建材逸散資料庫，使系統在模擬的建材選擇上更加完備。

建築材料規格表				
天石板	編號	產品名稱	類別	部位
	GT303	強化石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	25.4mm			
纖維	編號	產品名稱	類別	部位
	GT304	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	12mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT305	百得龍石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	15.8mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT306	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT307	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT308	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT309	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT310	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT311	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT312	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT313	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT314	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT315	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT316	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT317	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT318	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT319	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT320	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT321	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT322	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT323	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT324	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT325	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT326	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT327	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT328	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT329	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT330	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT331	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT332	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT333	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT334	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT335	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT336	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT337	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT338	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT339	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT340	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT341	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT342	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT343	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT344	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT345	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT346	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT347	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT348	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT349	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT350	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT351	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT352	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT353	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT354	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT355	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT356	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT357	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT358	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT359	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT360	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT361	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT362	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT363	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT364	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT365	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT366	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT367	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT368	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT369	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT370	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT371	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT372	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT373	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT374	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT375	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT376	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT377	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT378	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT379	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT380	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT381	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT382	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT383	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT384	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT385	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT386	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT387	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT388	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT389	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT390	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT391	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT392	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT393	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT394	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT395	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT396	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT397	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT398	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT399	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT400	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			
	編號	產品名稱	類別	部位
	GT401	石膏板	表面材	牆壁、天花板
	規格	厚度	公分	
	17.45mm			

二、全尺寸實驗系統 與實場試驗模組選定

【說明】：

本研究以瞭解室內裝修常見建材之探討，室內裝修建材的的選擇，於天、壁、地之不同裝修部位中，以相同實驗模組，分別於全尺寸建材逸散試驗系統及實際裝修空間進行建材逸散量測，並將量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統，並進行推估係數之調校，未來研擬其係數應用於我國內政部建築研究所之建材逸散模擬資訊系統，提升系統模擬效能。

不同用途
空間

辦公空間/住宅空間/運動休閒空間

■ 主要針對人們常活動與停留之空間，作為本研究研擬之探討空間。

相同的建材模組，於不同裝修部位，對於整個空間的逸散濃度貢獻不同。

不同裝修
部位

天花板 / 牆壁 / 地板

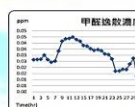
■ 由文獻得知，來自不同裝修部位室內總污染源不同。
天花板占1%；牆壁占13%；地板占53%(村上周三,2001)

模組一

- 地點：臺北科技大學建築系教授研究室
- 空間類型：辦公用途空間



模組一量測結果



A. 甲醛部分：
最高逸散濃度為0.055ppm，最小逸散濃度為0.01ppm，天花板及塗裝施工時，室內維持良好的通風狀況，呈種態逸散。於第8小時為散工階段，門窗緊閉，濃度呈累積上升趨勢，事後恢復通風狀態時，逸散濃度呈下降趨勢。於第27小時，由於使用有機溶劑稀釋油漆，濃度有小幅攀升，隨後迅速將有機溶劑移出空間，濃度下降趨勢，隨後施工完成，室內人離開，並門窗緊閉，濃度呈累積上升，第48小時逸散濃度為0.028ppm。



B. TVOC部分：
施工初期，未使用大量溶劑進行施作，故逸散濃度為0.025ppm，於九點進行地板裝修工程階段使用水性底漆(地板接著劑)，同時使用亮光漆，此時逸散濃度為1.75ppm，隨後濃度穩定累積上升趨勢，最高逸散濃度1060.87ppm，平均逸散濃度為372.16ppm。

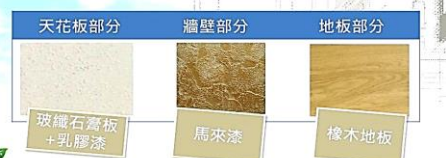
模組二

- 地點：內湖某住宅大樓
- 空間類型：住居用途空間



模組二

- 地點：內湖某住宅大樓
- 空間類型：運動休閒用途空間



三、實場裝修與建材逸散模擬資訊系統模擬結果比對

【說明】：

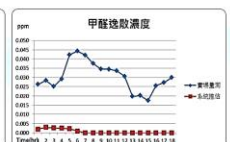
實場裝修空間量測受多項因子(溫度、濕度、負荷率、換氣率)所控制，而產生各種逸散情形，大多以提升通風換氣效率的方式，以排除化學污染氣體，故期填項換氣率的推估模式。

比對結果

- 地點：臺北科技大學建築系教授研究室
- 空間類型：辦公用途空間



實際量測與25度系統推估結果



實際量測與30度系統推估結果

議題綜合討論

一.建置低逸散健康綠建材資料庫 討論

將低逸散健康綠建材納入建材逸散資料庫，擴充建材逸散資料庫更加完善，是否將綠建材編號與建材檢測相關資訊納入建材資訊介面以及擴充質量之效益評估？

二.全尺寸實驗系統 與實場試驗模組選定 討論

建材選擇原則分為天、壁、地不同裝修部位，以室內裝修常用之建材作為選擇依據是否合宜？

三.實場裝修與建材逸散模擬資訊系統模擬結果評估 討論

實場裝修空間量測受多項因子(溫度、濕度、負荷率、換氣率)所控制，而產生各種逸散情形，一般排除化學污染氣體，大多以提升通風換氣效率的方式，效是否增項換氣率的推估模式？



HELS

簡報結束 敬請指教

計畫主持人：廖慧燕
 協同主持人：鄧文政
 研究員：林麗霞
 研究員：謝宗安
 研究助理：邱瑜芯
 研究助理：顏悅穎

中 華 民 國 1 0 2 年 7 月 2 日



附錄十一 102.07.02 第一次工作會議簽到表

內政部建築研究所 102 年度永續綠建築與節能減碳計畫

第一案 建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫

第一次工作會議 簽到表

開會時間：102 年 7 月 2 日(二)下午 2:30

開會地點：國立臺北科技大學設計館 251 討論室

主 持 人：國立臺北科技大學建築與都市設計研究所邵文政教授

出席人員：

出席者	單位	簽名處
廖慧燕 組長	內政部建築研究所 環境控制組	
邵文政 教授	國立臺北科技大學 建築與都市設計研究所	邵文政
段葉芳 教授	國立臺北科技大學 化學工程研究所	段葉芳
曾昭衡 教授	國立臺北科技大學 環境工程與管理研究所	曾昭衡
陳振誠 教授	東方設計學院 室內設計系	
唐僑憶 協理	潤德設計工程股份有限公司設計部	唐僑憶
高善淵 技術總監	奧宇國際資訊有限公司	
林霧霆 研究員	內政部建築研究所 環境控制組	
謝宗安 研究員	奧宇國際資訊有限公司	
邱愉芯 研究助理		邱愉芯
顏悅穎 研究助理		顏悅穎
黃敬茶		黃敬茶
廖贊勛		廖贊勛

紀錄：黃敬茶、廖贊勛

附圖 37 102.07.02 第一次工作會議簽到表

附錄十二 102.07.02 第一次工作會議記錄

建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫

第一次工作會議

主席致詞：(略)

出(列)席人員發言要點：

國立臺北科技大學化學工程研究所 段教授葉芳

- 1.建議建材之蒸氣壓，試著加入推估參酌理論原則，推估為理論式，最終乃需與實際量測才能與最終之模擬結果結合。
- 2.建材逸散模擬資訊系統之管理平台，建議於注意事項中，增項模擬偏差百分比(正負誤差百分比)。
- 3.「非健康綠建材」之定義，以高逸散建材或未核准為健康綠建材，與以定義之。
- 4.將健康綠建材納入建材逸散資料庫層面上，數據彙整以分梯進行擴充為佳。
- 5.關於建材逸散資料庫中，彈性考慮納入建材產地，另外建材成份的部分，亦屬產品之商業不可公開性。

國立臺北科技大學環境工程與管理研究所 曾教授昭衡

- 1.於模組三(運動休閒用途空間)，為大眾公共空間，模組選定的部分可行。
- 2.建材逸散模擬資訊系統推估公式之參數整合進行確認
- 3.研擬針對推估公式之除錯方式，提升準確度，降低模擬成果誤差。

潤德設計工程股份有限公司設計部 唐協理僑億

- 1.於模組二與模組三的部分，地板部位建材為橡木地板，建議詳細

註明海島型橡木地板或實木橡木地板。

- 2.建議模組二的住居用途之空間，鎖定單一性質住宅空間為佳。
- 3.建議於建材逸散模擬資訊系統中，增項複層建材中之底、基、面形式選項進行建材逸散模擬。
- 4.針對「大量裝修」形式，予以探討室內空氣品質，賦予研究的重要貢獻。

國立臺北科技大學建築系 邵教授文政回應說明

- 1.本研究於健康綠建材與階段性方式，以進行擴充更新建材逸散資料庫。
- 2.建材形式將採納專家意見，詳細說明「橡木地板」為「海島型橡木地板」，並針對施作方式延伸探討。
- 3.健康綠建材納入建材逸散資料庫中，採納專家意見，移除建材成份與產地的相關資料。
- 4.模組二住居用途空間採納專家意見，鎖定單一性質住宅空間-臥室為主。
- 5.建材逸散模擬資訊系統，參酌專家意見，增項複層建材中底、基、面形式進行模擬。
- 6.本研究後續針對推估公式之除錯方式進行研究與探討，以提升準確度，以降低模擬成果誤差。

附錄十三 102.10.08 第二次工作會議簡報



議程表			
序	議程	時間	內容
一	主席致詞	15:30-15:35	-
二	執行單位報告	15:35-16:00	1. 探討低逸散健康綠建材資料庫擴充與系統結合評估 2. 針對全尺寸實驗系統與實驗驗證分析探討
三	討論議題	16:00-17:15	3. 建材逸散模擬資訊系統介面改善效益評估 4. 探討建材逸散模擬資訊系統實際推廣與發展趨勢
四	會議結論	17:15-17:30	-

計畫緣起

研究動機

- ◆ 近代國人對於室內設計規劃的重視，導致過度裝修情形日益頻繁，而室內環境之揮發性有機物質大多來自於建築裝修材料、傢俱等。
- ◆ 由於我國建材逸散模擬資訊系統尚處於評估測試階段，在系統模擬之準確度層面，乃需進行多方定位的推估公式校正，以提升系統之準確性、可信度。
- ◆ 延續前期完成之建材逸散模擬資訊系統建置計畫，本年度期整合「低逸散健康綠建材」與「非低逸散健康綠建材」納入建材逸散資料庫，使資料庫更加完整；另進行全尺寸建材逸散實驗量測與實際裝修空間逸散量測，其量測結果與「建材逸散模擬資訊系統」進行比對驗證，校正其推估係數，提高系統準確性與實用性，擴充其模擬應用範圍，並更新系統操作介面之便利性，未來可由建築規劃設計初期開始管控室內空氣品質，維護國人室內居住健康品質。

計畫緣起

研究目的

- ◆ 本年度(102年度)研究計畫為延續前期相關之研究，「針對建材逸散模擬資訊系統驗證與建材逸散資料庫數據擴充與更新計畫」，將更新整合建材逸散模擬資訊系統之建材逸散資料庫數據，並且增加「低逸散健康綠建材」建材逸散資料庫，以更新並強化建材逸散模擬資訊系統，使建材逸散資料庫數據更臻完善，後續針對其建材逸散模擬資訊系統模擬實際裝修空間逸散濃度，校正其推估係數，使系統更加準確模擬實際裝修後空間之逸散濃度，以提高本系統之實用性，並持續改善及更新系統操作介面之便利性與適用性。

研究內容

- ◆ 此本研究首先將國內低逸散健康綠建材納入「建材逸散模擬資訊系統」之數據資料庫，同時透過全尺寸建材逸散實驗量測系統與實驗量測方式，以甲醛、TVOC進行歷時逸散之檢測，比對其差異性，針對「建材逸散模擬資訊系統」逸散濃度推估公式之調校，使其模擬結果更貼近真實濃度值。

一、探討低逸散健康綠建材資料庫擴充與系統結合評估

【說明】：
近代國人對於健康需求的提升，綠建材回饋使用者之健康實質效益廣受肯定，因此本研究將低逸散健康綠建材納入建材逸散資料庫，使系統在模擬的建材選擇上更加完備。

天花板類：8件			
型式	材料名稱	材料名稱	材料名稱
1. 台達玻璃吸音板	2. ECOPHON正玻璃吸音板	3. 砂酸鈣板	4. TBO纖維岩棉裝飾吸音板
5. 阿姆士壯壯纖維天花板	6. DSCM岩棉裝飾吸音板DSCM ROCKWOOL CEILING BOARD	7. T.F.R.B.裝飾石膏天花板 PVC貼面GB-D	8. 裝飾石膏板GB-D

地板類：16件			
型式	材料名稱	材料名稱	材料名稱
1. 三寶複合木質地板	2. 橡膠地磚	3. 塑木複合材	4. 大格亞麻油地毯
5. 聚氯乙稀塑木地板	6. 鋁合金塑木地板	7. Armstrong亞麻仁油地磚Linoleum Floor 2.5mm	8. BOLON聚氯乙稀塑膠纖維地毯
9. 南亞華麗地磚	10. 樹脂纖維板	11. kd複合木質地板	12. 特殊合板
13. 9600NL方塊地磚	14. TOLILEMORD II滿鋪地磚	15. 橡膠地板	16. 環氧木

填縫劑與油漆類：8件			
型式	材料名稱	材料名稱	材料名稱
1. 磁磚填縫劑(本色)	2. 環氧樹脂面漆	3. 水性環氧樹脂底漆	4. HR建築灌注補修用環氧樹脂
5. 水性環氧樹脂底漆	6. MDI建築填縫用聚胺酯	7. MDI 聚胺酯室內地板材	8. 泰國美特耐磁磚填縫劑

接著開類：10件

編號	材料名稱	單位	厚度	面積	重量	逸散率	逸散量
1.	陶瓷磁磚用接著劑	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
2.	磁磚填縫劑(本色)	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
3.	建築用密封變性矽酮膠	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
4.	水性填縫膠	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
5.	地板鋪設材料用接著劑	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
6.	硬質膠合劑	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
7.	拉那泥	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
8.	水性白膠	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
9.	TOI聚氣乙烯塑膠地板接著劑	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
10.	泰國美特耐磁磚黏著劑	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001

塗料類：26件

編號	材料名稱	單位	厚度	面積	重量	逸散率	逸散量
1.	皇冠外牆乳膠漆N系列(再光)	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
2.	青葉乳膠漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
3.	青葉平光水泥漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
4.	CareMilieu乳化塑膠漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
5.	得利乳膠漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
6.	得利水性外牆漆 有光	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
7.	得利乳膠漆(室內用·平光)	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
8.	得利水泥漆平光	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
9.	水性木器底漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
10.	水性木器面漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
11.	1015AS 環氧樹脂面漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
12.	1015 環氧樹脂面漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
13.	860 水性水泥漆 平光	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
14.	436乳膠漆平光	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
15.	650水性水泥漆平光	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
16.	KEIM Innopar家庭用室內牆壁塗料	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
17.	KEIM Royalan 外牆薄塗料	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
18.	南寶環氧樹脂底漆918ABM2G	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
19.	南寶環氧樹脂面漆918ABTG	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
20.	立邦乳膠漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
21.	康華室內地板鋪設用膠膠漆	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
22.	滅菌裝飾塗料	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
23.	聚脲防水塗料	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
24.	水性水泥漆 有光	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
25.	多彩花崗石塗料主材	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
26.	白水泥石灰塗料	kg/m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001

牆壁類：32件

編號	材料名稱	單位	厚度	面積	重量	逸散率	逸散量
1.	低甲醛家園木芯板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
2.	低甲醛家園合板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
3.	DIACRETE纖維板·耐燃木絲水泥板(NW)	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
4.	砂漿磚板1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
5.	纖維水泥板1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
6.	中砂漿磚板0.8FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
7.	熱塑性樹脂板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
8.	Unilin E3膠F3型化纖板片板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
9.	德國Wodego E3膠F3型化纖板片板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
10.	木片水泥板HF	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
11.	砂漿磚板1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
12.	丙稀酸·丁二烯·苯乙烯共聚物A種(一般用)	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
13.	砂漿磚板0.8FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
14.	纖維水泥板1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
15.	判定天然木皮板合板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
16.	天然木皮板合板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
17.	壁紙合板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
18.	壁紙合板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
19.	纖維水泥板1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
20.	纖維水泥板1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
21.	纖維水泥板1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
22.	纖維水泥板RSS 1.0FK	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
23.	單層纖維板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
24.	雙層纖維板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
25.	NS2000-F1化纖板片板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
26.	砂漿磚板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
27.	砂漿磚板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
28.	單層木芯板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
29.	單層木芯板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
30.	單層木芯板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
31.	判定天然木皮板合板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001
32.	判定天然木皮板合板	m ²	1.0	1.0	1.0	0.001	0.001

二、針對全尺寸實驗系統與實場驗證分析探討

【說明】：

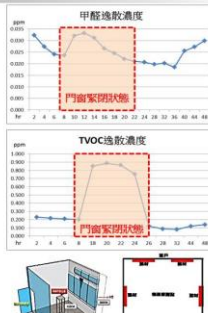
本研究以瞭解室內裝修常見建材之探討，室內裝修建材的選擇，於天、地、牆之不同裝修部位中，以相同實驗模組，分別於全尺寸建材逸散試驗系統及實際裝修空間進行建材逸散量測，並將量測結果驗證建材逸散模擬資訊系統，並進行推估係數之調校，未來研擬其係數應用於我國內政部建築研究所之建材逸散模擬資訊系統，提升系統模擬效能。

2-1實際裝修空間量測結果

模組一：

■ 甲醛部分：
最高逸散量為0.055ppm，最小逸散量為0.01ppm，平均量度為0.029ppm，室內維持良好的通風狀況，呈穩態逸散，於第8小時室內人員離開，故門窗關閉，濃度呈累積上升趨勢，隨後恢復正常通風狀態時，逸散量度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散，第36小時逸散量度為0.018ppm，第48小時逸散量度為0.028ppm。

■ TVOC部分：
於第六小時逸散量度為0.01ppm，於第8小時室內人員離開，故門窗關閉，濃度呈累積上升趨勢，隨後恢復正常通風狀態時，逸散量度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散，第48小時逸散量度為0.139ppm，最高逸散量度1.06ppm，平均逸散量度為0.37ppm。

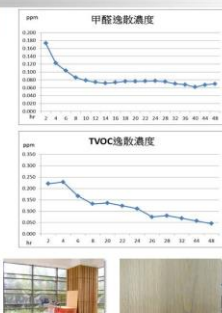


2-1實際裝修空間量測結果

模組二：

■ 甲醛部分：
初始濃度為最高逸散量度為0.173ppm，隨後快速逸散至第10小時逸散量度為0.079ppm，隨後穩態逸散量度第48小時逸散量度為0.07ppm，最小逸散量度為0.062ppm，平均量度為0.084ppm。

■ TVOC部分：
初始濃度為最高逸散量度為0.899ppm，隨後穩態逸散量度第48小時逸散量度為0.219ppm，最小逸散量度為0.175ppm。

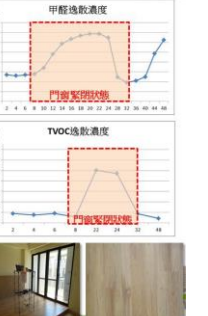


2-1實際裝修空間量測結果

模組三：

■ 甲醛部分：
最高逸散量度為0.069ppm，最小逸散量度為0.08ppm，平均量度為0.019ppm，室內維持良好的通風狀況，呈穩態逸散，於第8小時室內人員離開，故門窗關閉，濃度呈累積上升趨勢，於第24小時恢復正常通風狀態時，逸散量度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散，第38小時逸散量度為0.075ppm，於第38小時室內人員離開，故門窗關閉，濃度呈累積上升趨勢，第48小時逸散量度為0.062ppm。

■ TVOC部分：
於第六小時逸散量度為0.181ppm，於第8小時室內人員離開，故門窗關閉，濃度呈累積上升趨勢，隨後恢復正常通風狀態時，逸散量度呈下降趨勢，隨後呈穩態逸散，第48小時逸散量度為0.086ppm，最高逸散量度1.004ppm。

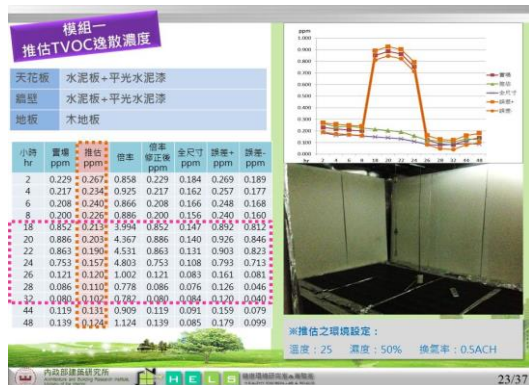


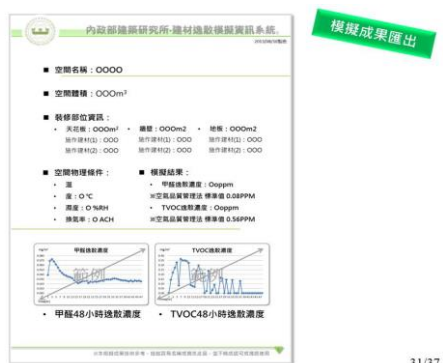
2-2 全尺寸試驗量測結果

模組一：

天花板：石膏天花板
牆壁：砂漿磚板+乳膠漆
地板：砂漿磚板+水性底漆+塑膠地板









四、探討建材逸散模擬資訊系統 實際推廣與發展趨勢

【說明】：

我國內政部建築研究所積極推行「建材逸散模擬資訊系統」，以我國氣候特質為觀點量身打造，專屬於我國本土化之建材逸散之模擬軟體，以國人方可便利操作使用，了解室內環境中之空氣品質狀況為目標，致力推廣，研擬藉由建築、室內空氣品質等學術或產業界官方網站介面，進行建材逸散模擬資訊系統應用推廣與教學示範，可快速從國內推廣進而推向全球化。



附錄十四 102.10.08 第二次工作會議簽到表

內政部建築研究所 102 年度永續綠建築與節能減碳計畫

第一案 建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫

第二次工作會議 簽到表

開會 時間：102 年 10 月 8 日(二)下午 3:30

開會 地點：國立臺北科技大學設計館 252 討論室

會議主持人：國立臺北科技大學建築與都市設計研究所邵文政教授

出席 人員：

出席者	單位	簽名處
廖慧燕 組長	內政部建築研究所 環境控制組	
邵文政 教授	國立臺北科技大學 建築與都市設計研究所	邵文政
段葉芳 教授	國立臺北科技大學 化學工程研究所	段葉芳
曾昭衡 教授	國立臺北科技大學 環境工程與管理研究所	曾昭衡
陳振誠 教授	東方設計學院 室內設計系	陳振誠
王榮吉 總幹事	台灣省建築材料商業公會	王榮吉
王義和 工程師	財團法人台灣建築中心	王義和
陳重仁 總經理	川昱永續環控有限公司	陳重仁
高善淵 總監	奧宇國際資訊有限公司	高善淵
林嘉霆 研究員	內政部建築研究所 環境控制組	
謝宗安 研究員		
邱愉芯 研究助理		邱愉芯
顏悅穎 研究助理		顏悅穎
黃敬葉		黃敬葉
廖贊勛		廖贊勛

紀錄：黃敬葉、廖贊勛

附圖 38 102.10.08 第二次工作會議簽到表

附錄十五 102.10.08 第二次工作會議記錄

建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫

第一次工作會議

主席致詞：(略)

出(列)席人員發言要點：

國立臺北科技大學化學工程研究所 段教授葉芳

- 1.實驗結果註記溫度、濕度、換氣率以及標示室內空氣品質管理法之標準值參考基準線。

國立臺北科技大學環境工程與管理研究所 曾教授昭衡

- 1.關於建材逸散模擬資訊系統後續推廣方面，建議可於環保署室內空氣品質專責人員訓練及教材中，以進行介紹與推廣。
- 2.建議藉由試用評估版，邀請室內設計師、學生、相關領域人員進行試用，並給予系統介面與準確度層面之意見回饋。

東方設計學院室內設計系 陳教授振誠

- 1.系統資訊空間體積計算部分，以天花板淨高*樓地板面積為佳。
- 2.實驗結果應適時加註實際物理環境設定值。

台灣省建築材料商業公會 王總幹事榮吉

- 1.系統介面之圖片示意功能，乃須結合”圖中有意”的實體感，以具有示意與說服的意義。
- 2.提升產學價值，以符合綠建材標章為優先納入建材逸散資料庫中，藉由政府制度積極推廣資訊e化。
- 3.關於軟體介面，建議以介面視覺帶動室內空間形象。

川昱永續環控有限公司 陳總經理重仁

- 1.系統中的圖片示意，依據不同常見空間種類，並以 3D 圖示呈現以免有照片版權問題。
- 2.建材逸散資料庫中，地板類、天花板類、牆壁類建材，有時亦可通用，因此建議歸納為同一類別”板材類”。

財團法人台灣建築中心 王工程師義和

- 1.健康綠建材納入建材逸散資料庫，藉此致力推廣綠建材制度。
- 2.關於健康綠建材納入建材逸散資料庫，其標章將會有續約、不在續約或者重新進行逸散試驗，其後續管理機制尚需研擬。

奧宇國際資訊有限公司製作部 高總監善淵

- 1.建材逸散模擬資訊系統介面方面，建議以分頁模式，以正確引領使用者進行資訊輸入與逸散模擬。
- 2.建材逸散模擬資訊系統分頁介面，建議增設返回上一步驟按鍵，以免使用者其中一步驟輸入錯誤重新開啟視窗，重新逐一輸入。

國立臺北科技大學建築系 邵教授文政回應說明

- 1.本研究將於建材逸散模擬資訊系統後台管理模式，新增設定綠建材標章架設與刪置之相關設定。
- 2.關於系統介面設定，將採納專家意見，未來將以分頁模式，以使用者進行操作模擬。
- 3.將綠建材標章標示建材逸散模擬資訊系統中，將參酌專家意見，增設綠建材標章圖示於建材逸散模擬資訊系統中，進而致力推廣綠建材。
- 4.建材逸散模擬資訊系統操作測試與評估，將參酌專家意見，後續

針對將邀請一般民眾進行模擬測試，並給予本系統相關意見回饋。

5.量測結果相關標註，採納專家意見，明確標示物理環境設定值及室內空氣品質管理法之標準值參考界線。

6..建材逸散資料庫分類項目，參酌專家意見，將地板類、天花板類、牆壁類建材歸納為板材類。

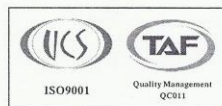
附錄十六 直讀式儀器原廠校正報告

興昇儀器有限公司

Sunrise Instruments Co., Ltd.

聯絡地址: 23511 新北市中和區建八路2號7F-3

電話: (02) 8226-2680 傳真: (02) 8226-2740



氣體偵測器校正報告

客 戶: 台北科技大學

儀器型號: Formaldemeter HTV-m

儀器序號: F 6637

校正日期: 102、02、07

校正氣體: Zero: 儀器自動歸零

Span: 原廠校正棒—Batch No.: 769, Tube No.: 115

CAL Temp.: 23.5°C → 2.589 ppm

Sensor	ZERO		SPAN	
	初值	校正值	初值	校正值
Formaldehyde	0.00 ppm	0.00 ppm	2.96 ppm	2.59 ppm

註: 1. 在執行校正前, 請確認偵測器之讀值已歸零。



主管確認:

蔡明達

校正人員:

蔡明達

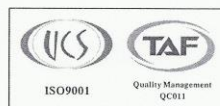
附圖 39 Formaldemeter htV-M 甲醛檢測儀原廠校正報告

興昇儀器有限公司

Sunrise Instruments Co., Ltd.

聯絡地址: 23511 新北市中和區建八路 2 號 7F-3

電話: (02) 8226-2680 傳真: (02) 8226-2740



氣體偵測器校正報告

客 戶: 國立台北科技大學

儀器型號: RAE/PGM-7240

儀器序號: 250-102205

校正日期: 102-06-11

校正氣體 1: Fresh air 0 ppb (from zero tube)

校正氣體 2: Isobutylene 5050 ppb (For VOC)

Air

Balance

Calibration Result Verification						
Check Item	Reading of Initial	Reading of Standard	Reading of Cal. Equipmt	Deviation	Specification	In/Out of Tolerance
	unit: ppb			unit: %		
Zero	15	0	0	0	0	IN
Span	4769	5050	5039	-0.2	10~2000 ppm +/-3% of reading	IN

Parts Replacement Date					
PID Sensor	UV Lamp (10.6eV)	Inlet probe	Lamp Housing	pump	
				pump	Tygon Tube (RS-3603)
-	-	-	-	-	102/10/30

Flow Verification			
Flow of Initial	Flow of Cal.	Flow of Standard	In/Out of Tolerance
unit: cc/min			
475	511	460~650	IN

註: 1.使用本儀器時, 請一定要裝上 Water Trap, 並定期做更換, 以避免吸入水氣及粉塵, 而導致 Sensor 及 Lamp Housing 受潮及 Pump 故障之情形發生。

2.此偵測器建議三個月執行校正一次。

部門主管:

蔡明達



校正人員:

陳彥銘

附圖 40 ppb RAE plus TVOC 檢測儀原廠校正報告

參考書目

中文部分

- 1.何明錦、邵文政，「建材逸散模擬資訊系統與裝修應用之研究」，內政部建築研究所，2012 年。
- 2.廖慧燕、邵文政，「濕式建材逸散資料庫與模擬軟體之研究」，內政部建築研究所，2011 年。
- 3.鄭元良、邵文政，「建置小尺寸建材逸散直讀量測系統與模擬架構之研究」，內政部建築研究所，2010 年。
- 4.吳曄真，台灣地區住宅系統板材裝修量對室內空氣品質影響之研究-以台南市施作案為例，國立成功大學建築研究所碩士論文，2008。
- 5.陳振誠，台灣本土氣候下換氣率影響建材有機物質逸散特性之研究-以合板及清漆為例，國立成功大學建築研究所碩士論文，2004 年。
- 6.林君穎，環境因子對室內建材 VOCs 及 Formaldehyde 逸散率之影響研究，國立成功大學環境醫學研究所碩士論文，2003 年。
- 7.陳家鋒，複層建材揮發性有機化合物質逸散特性之研究-以塑膠地磚/溶劑型接著劑為例，成功大學建築研究所碩士論文，2005 年。
- 8.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 年。
- 9.邵文政，建材揮發有機化合物管制策略之研究，成功大學建築研究所博士論文，2005 年。
- 10.江哲銘、李俊璋，室內建材揮發性有機逸散物質檢測標準試驗方法及程序之研究，內政部建築研究所，2001 年。

外文部分

- 1.富田文一郎，木質材料からのホルムアルデヒド放散の低減法に関する研究，文部省，1989。
- 2.池田耕一，化学物質汚染に関する全国の住宅対象とした実態調査，国立公衆衛生院建築衛生学部。
- 3.環境情報科学センタ，揮発性有機化合物(VOC)排出に関する調査報告書：VOC 排出抑制対策技術動向，環境情報科学センタ，2003。
- 4.原田幸一，住宅における建材からのホルムアルデヒド放散に関する研究，2007。
- 5.秋野卓生，住宅部品 VOC 表示ガイドライン，キッチン・バス工業会，2010。
- 6.Wall Paint Exposure Model (WPEM):Version 3.2 User's Guide,USA-EPA,July 2013.
- 7.ISO 16814 Building environment design - Indoor air quality - Methods of expressing the quality of indoor air for human occupancy, 2008.
- 8.H Jarnstrom, K Saarela, P Kalliokoski, A-L. Pasanen, Reference values for indoor air pollutant concentrations in new , residential building in Finland, Atmospheric Environment,(40) 7178-7191, 2006.
- 9.ISO-16000-1 Indoor air - Part 1: General aspects of sampling strategy , 2004.
- 10.FOR INDOOR AIR QUALITY AND INHALATION EXPOSURE (IAQX)
- 11.D. Sander、D. Won、R.J. Magee, IA-QUEST Version 1.0 Users' Guide, National Research Council Canada CMEIAQ Final Report 4.2, 2005.

12. USA EPA, Program PARAMS User's Guide, 2005.
13. Brown SK. Indoor air quality. Australia: state of the Environmental Technical Paper Series (atmosphere).
14. ASTM D6670-01. Standard Practice for Full-Scale Chamber
15. Shaw, C.Y.; Sander, D.M.; Magee, R.J.; Lusztyk, E.; Reardon, J.T.; Bodalal, A.; Nong, G. Material emissions and indoor air quality modelling, 2001.
16. project - an overview
17. Biesenthal, T.A.; Won, D.Y. Material emissions and indoor air quality modelling
18. project-an overview Determination of Volatile Organic Emissions from Indoor Materials/Product, 2001.
19. http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php
20. <http://www.epa.gov/>
21. <http://rais.ornl.gov/>
22. <http://www.abri.gov.tw/utcPageBox/CHIMAIN.aspx?ddsPageID=CHIMDCA&EprHadDBID=65&DBID=1389>

建材逸散模擬資訊系統驗證與擴充更新計畫

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：廖慧燕、邵文政、謝宗安、林霧霆、邱愉芯、顏悅穎

出版年月：102 年 12 月

版次：第一版

ISBN：978-986-03-9436-8（平裝）