

2015 中華民國營建工程學會第十三屆營建產業

永續發展研討會

建築施工中空氣品質之指標以台中

-鼎泰然建案輕隔間施工為例

張文俊(Wen Chun Chang) 曾亮(Tseng Liang) 施鵬賢(Shih Peng Hsien)

逢甲大學建築學系碩士生

逢甲大學建築學系副教授

成中恆營造董事長

摘要

本研究針對台中鼎泰然建案之工作環境，進行一系列空氣品質檢測課題之研究，檢測內容依據行政院環保署 101 年 11 月 23 日法規指定室內空氣品質汙染物：包括化學性(CO、CO₂、O₃、HCHO、TVOC)、物理性(PM₁₀、PM_{2.5})及生物性(細菌、真菌)等九種因子，利用儀器測得實際汙染值。本文主要探討施工人數、施工項目、工作內容、施工材料...等條件下，所產生室內空氣汙染物數據之變化，再進行檢測數值交叉分析比對，提出對營造工地環境汙染主要因子及改進對策，施工者及現場監工能夠有更良好的工作環境，進而提升工作者舒適健康的作業空間。本研究針對台中鼎泰然建案輕隔間施工進行偵測，檢測結果；鼎泰然建案輕隔間施工，PM_{2.5} 濃度平均為 36.3 ug/m³、PM₁₀ 濃度平均為 79 ug/m³，均有超標現象發生。

關鍵詞：室內空氣品質檢測、PM_{2.5}、PM₁₀

A Research on the Air Quality index of building to Taichung —Take the Ding Tai Ran construction compartment light as an Example

In this study, the building workplace industry in the Taichung area, a series of studies issues of air quality testing, testing of indoor air quality pollutant contents of the specified EPA 101 years according to the Executive Yuan on November 23 regulations include: chemical (CO₂, CO, O₃, HCHO, TVOC), physical (PM₁₀, PM_{2.5}) and biological (Bacteria, Fungi) and other nine kinds of factors, the actual use of contaminated instruments measured values. This paper discusses the use of the number of construction project, work content, construction materials ... etc conditions, the variation of indoor air pollutants generated data, and then cross-analysis to detect the numerical ratio right, put on building main factors and environmental pollution

improvement measures, and thus enhance the building employees a good working environment and consumer spending and comfortable space. In this study, the Taichung area Ding Tai Ran construction compartment light were detected, the test results; measured average $PM_{2.5}$ to $36.3 \mu g/m^3$, PM_{10} to $79 \mu g/m^3$, are exceeded phenomenon.

Key Words : air Quality Testing、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 。

一、 前言

(一)、研究動機

「健康」，已成為全球高度關注之課題。室內環境議題，近十年來在國際相關學術領域上也引起相當大的重視，國人每人每天約有 80~90% 的時間處於室內環境中(包括在住家、辦公室或其他建築物內)，室內空氣品質的良窳，直接影響工作品質及效率，因此室內空氣污染物對人體健康影響應當受到重視。

營造業是人類文明形成及社會進化過程中所必需的民生工業，先進國家莫不以培植國家建設力量，提昇工程建設品質為要務，而營造業的建設水準也可做為衡量國家開發程度的指標。營造產業對環境造成之衝擊，已成為國際環保工作之重點與趨勢。

(二)、研究對象

在台灣營造業勞工年齡層逐漸升高，並且缺工現象日以遽增，本文針對『中-鼎泰然建案輕隔間施工為例』，探討如何改善施工中環境品質，吸引年輕的工作者就業，以及如何保護現有的勞工，是當前重要的課題。因此為了瞭解施工中每個階段空氣汙染之來源相關問題。期望瞭解各類工程中之空氣品質狀況及擬定改善對策之方式。

(三)、研究目的

我國於 101 年 11 月 23 日環保署訂定發布「室內空氣品質標準」，管制的項目包括一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)、臭氧(O_3)、甲醛(HCHO)、總揮發性有機化合物(TVOC)、細菌、真菌、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 物質做為標準之規範。本研究以台中-鼎泰然建案為檢測之對象，能藉由檢測結果促其加以改進，使施工者及現場監工能夠有更良好的工作環境，進而提升工作者舒適健康的作業空間。

二、 文獻回顧

一般人都會認為空氣汙染只會發生在室外，但許多研究指出，室內空氣汙染很多時候比室外空氣汙染更為嚴重(Jiang & Bell, 2008; Wong et al., 2004)。無論室內或室外空氣中之懸浮微粒已被證實對人體健康危害有顯著相關性(Lall et al., 2004)。

對於本研究探討施工中空氣品質污染物質主要成份，其污染特性分類說明如下：粒狀污染物質、氣狀污染物質之來源，以及各污染物質到達某一濃度所對於人體產生之影響及危害。

(一)、氣體污染物質

1. 總揮發性有機化合物 TVOC：中樞神經系統、頭暈、噁心、造血機能，對肝、腎及免疫系統產影響，可引起血液系統之急病。

表 2-1 空氣污染物質濃度對人體影響對照表

| 濃度(ppm) | 對生理影響 |
|---------------|-----------------|
| ≤600 | 無 |
| 600~1000 | 偶爾抱怨頭痛、昏睡、悶熱 |
| 1000~10000 | 呼吸、循環器官及大腦機能受影響 |
| 10000~30000 | 呼吸增大、臉上有溫熱感 |
| 30000~40000 | 耳鳴、頭痛及血壓上升 |
| 40000~60000 | 皮膚血管擴張、噁心、嘔吐 |
| 70000~80000 | 精神活動混亂、呼吸困難 |
| 80000~100000 | 意識混濁及痙攣並發生呼吸停止 |
| 100000-200000 | 中樞神經傷害發生、構成生命危險 |

(資料來源：李彥頤，辦公空間室內空氣品質管制策略之研究，2004)

(二)、粒狀污染物質

環境評估指標中，物理性環境主要因子為微粒物質(Particulate Matter)，大氣中的微粒物質是由四散的固體或液體物質所組成，以相等的空氣動力直徑(aero dynamic diameter)來描述其尺寸。其中粒徑大於10 μ m 的粒子可以由上呼吸系統的防衛機制有效排除。而較小的粒子(5 μ m~10 μ m) 可能小到足以通過上呼吸系統中百轉千折不為充滿黏液的黏膜捕獲乃至到達肺部而足以由沉澱作用堆積在此。粒狀污染物質主要為：懸浮微粒PM_{2.5}及PM₁₀，其說明如下：

1. 懸浮微粒 (PM₁₀) Particulate Matter 10：空氣動力直徑≤10 μ m 懸浮微粒。
2. 懸浮微粒 (PM_{2.5}) Particulate Matter 2.5：空氣動力直徑≤2.5 μ m 懸浮微粒。
 - (1). 來源:室內人為活動。如燒香、廚房油煙、二手煙、影印機碳粉、粉筆、木削；打掃或室外氣流的傳輸狹帶的微粒等。
 - (2). 影響:人體呼吸機能，造成過敏性鼻炎、氣喘、慢性阻塞性肺疾等疾病。

表 2-2 空氣污染物質濃度對人體影響對照表

| 濃度(mg/m ³) | 滿意度 | 備註 |
|------------------------|---------------|------------------------------|
| 0.025~0.05 | 背景濃度 | |
| 0.075~0.10 | 多數人滿意濃度 | |
| 0.100~0.14 | 視程減少 | 達到 0.1mg/m ³ 以上會使 |
| 0.015~0.20 | 被多數人認為污染的濃度 | 死亡率增加 |
| >0.20 | 被多數人認為完全污染的濃度 | |


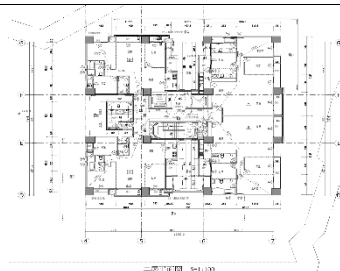
(資料來源：李彥頤，辦公空間室內空氣品質管制策略之研究，2004)

三、 台中市鼎泰然施工中空氣品質之研究

本節對研究對象選定及檢測儀器認知，並說明本研究方法及流程。



- (一)、研究對象：台中-鼎泰然建案為例，對於營造施工空間空氣品質進行檢測，地下一樓與 3F-B 戶為對照組，3F-A 戶為施工檢測組，一個樓層地板面積 541.69m² 如表 3-1 所示：

表 3-1 鼎泰然建案之檢測空間類別與背景資料表

| 名稱 | 空間現況照片 | 空間平面示意圖 | 空間背景資料 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 鼎泰然 |  |  | 空間樓層:位於第 3 層。 面積：541.69 m ² 室內淨高：340 cm 施工項目:室內輕隔間 施工人數：5 人 |

- (二)、檢測儀器認知：本次所使用之檢測儀器為：Air Box 氣體檢測、手提式粉塵計，如表 3-2 所示：

表 3-2 測儀器及檢測項目表

| 儀器照片 | 分類 | 儀器名稱 | 檢測項目 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------|
|  | 化學性 | 揮發性有機物質檢測器 | 總揮發性有機化合物(TVOC) |
|  | 物理性 | 手提式粉塵計 | 懸浮微粒(PM _{2.5}) 懸浮微粒(PM ₁₀) |

- (三)、研究方法：

本研究計畫採用現場檢測、數據分析等方法，針對結構體施工中空氣品質進行研究。

1. 現場檢測法：室內空氣品質檢測方法之檢測規劃策略，包括作業空間基本資料調查、採樣點空間分佈、採樣位置、採樣點數、採樣時間及採樣頻率。並配合施工人員施工期間，檢測各類施工對空間所產生各類污染物質濃度。
2. 數據分析法：建構多元回歸方程模式，藉此方程模式的意義及資料處理的方法如圖 1：

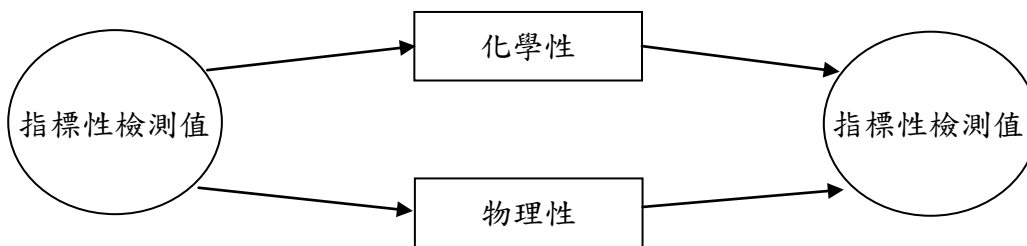


圖 1 檢測指標與變項因子路徑圖

(四)、研究流程：

研究流程先選定對象(台中-鼎泰然建案)後，針對選定對象內、外部環境調查，選出適當的檢測點，放置儀器並進行檢測，最後完成檢測並分析數據。

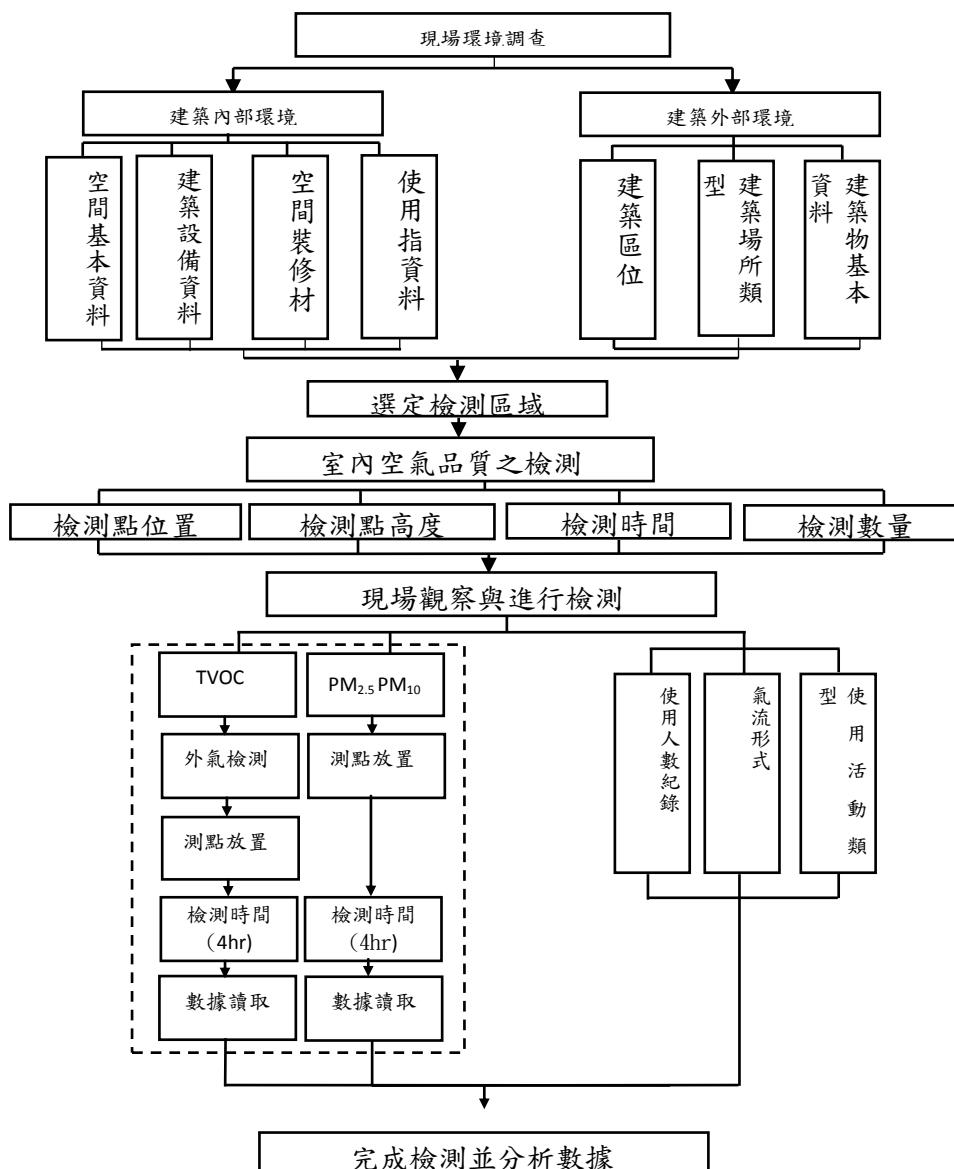


圖 2 檢測流程圖

四、 結果與討論

本節針對台中-鼎泰然建築施工空氣品質檢測結果，主要分析探討:化學性污染物、物理性污染物以及檢測結果之對照表。

(一)、化學性因子檢測項目：TVOC

圖4-1 為 地下室一樓、3F-A戶、3F-B戶化學性因子濃度歷時變化圖，施工階段進行濃度變化說明：

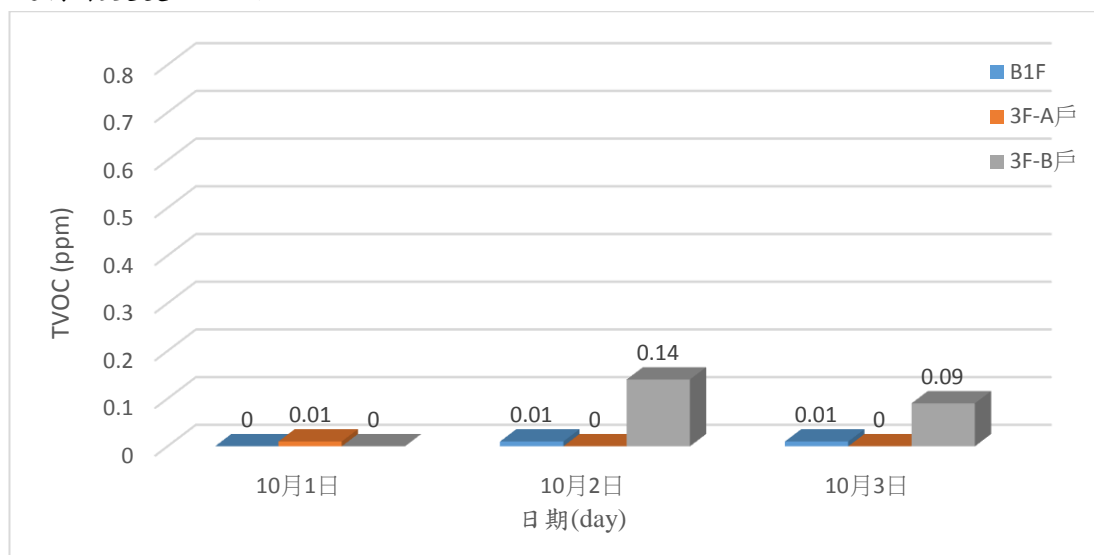


圖 4-1 鼎泰然建築之 TVOC 歷時變化表

1. 輕隔間施工：檢測為 10 月 1 日、10 月 2 日、10 月 3 日，檢測化學性因子 (TVOC)，在輕隔間施工期間並無特殊污染現象，其檢測結果均在建議值之下，顯示輕隔間建材對 3F-A 戶空間無特殊化學性因子污染物質逸散情形。

(二)、物理性因子檢測項目：PM_{2.5}、PM₁₀

圖 4-2、圖 4-3 地下室一樓、3F-A 戶、3F-B 戶 PM_{2.5}、PM₁₀ 濃度歷時變化圖，依照施工階段進行濃度變化說明：

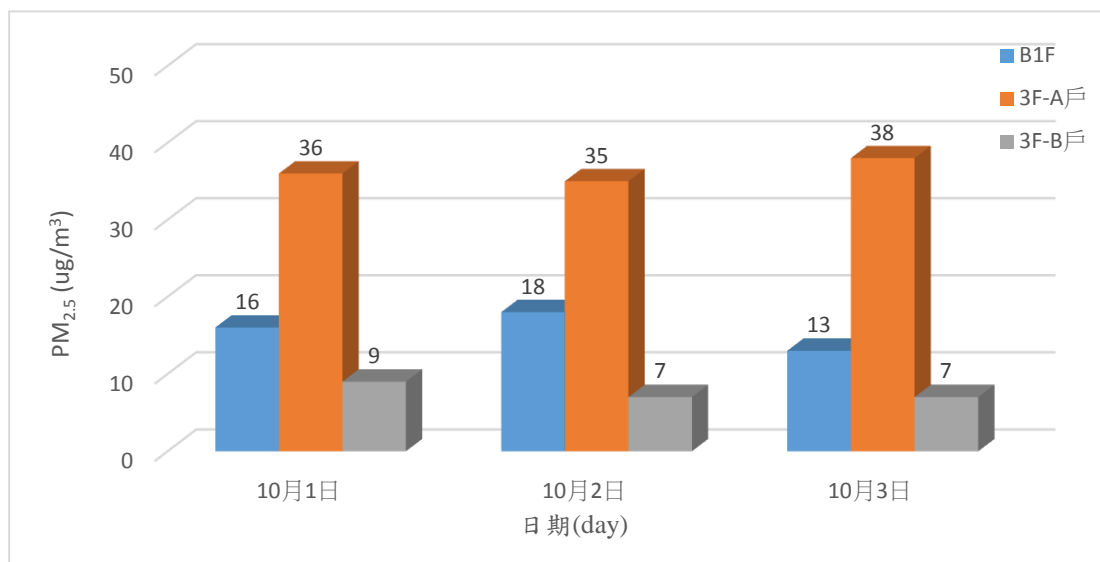


圖 4-2 鼎泰然建案之 PM_{2.5} 歷時變化表

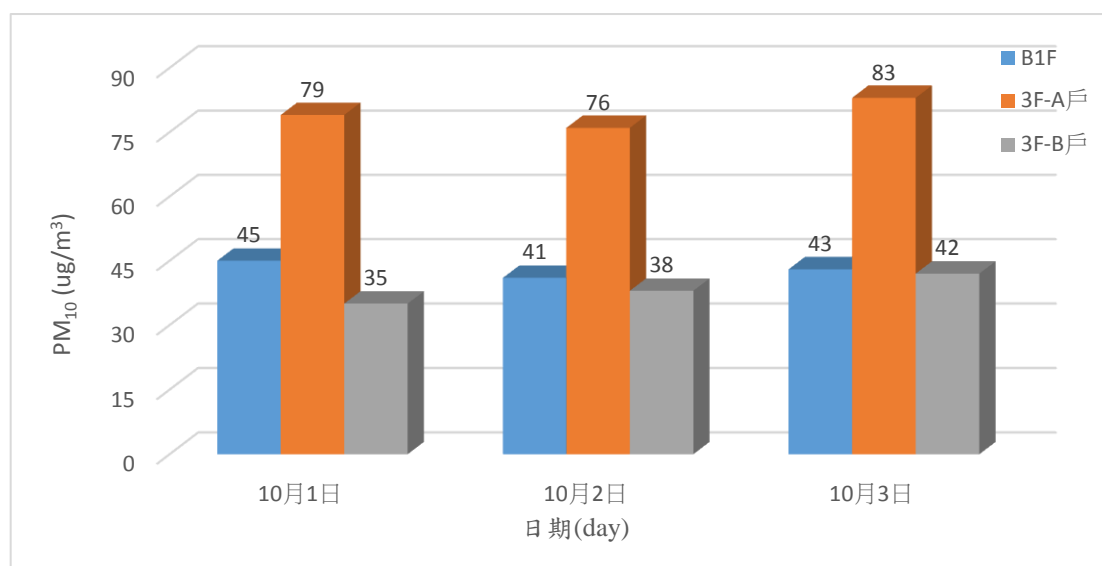


圖 4-2 鼎泰然建案之 PM₁₀ 歷時變化表

1. 輕隔間施工：檢測為 10 月 1 日、10 月 2 日、10 月 3 日，檢測物理性因子 (PM_{2.5}、PM₁₀)，在輕隔間施工期間 PM_{2.5}、PM₁₀ 污染濃度有上升情形，其檢測結果 3F-A 戶 2 個項目均在環保署規範值(PM_{2.5}=35 ug/m³；PM₁₀=75 ug/m³)之上，其濃度值分別為 PM_{2.5} 濃度為 35~38 ug/m³、PM₁₀ 濃度為 76~83 ug/m³，顯示輕隔間施工對室內 PM_{2.5}、PM₁₀ 污染物質過高之情形。

五、結論

本研究針對輕隔間施工期間對空氣中所含之污染物：化學性(TVOC)、物理性(PM_{2.5}、PM₁₀)做檢測，而這些污染物質濃度在環保署訂定之濃度建議值規範內，針對其檢測後出來的數據分析，其成果如下：

1. 地下室一樓檢測檢果：懸浮微粒(PM_{2.5})平均濃度為15.67ug/m³、懸浮微粒(PM₁₀)平均濃度為43 ug/m³；TVOC檢測不到。
2. 3F-A戶檢測檢果：懸浮微粒(PM_{2.5})平均濃度為36.33ug/m³、懸浮微粒(PM₁₀)平均濃度為79.33 ug/m³；TVOC檢測不到。
3. 3F-B戶檢測檢果：懸浮微粒(PM_{2.5})平均濃度為7.67ug/m³、懸浮微粒(PM₁₀)平均濃度為38.33ug/m³；TVOC平均濃度為0.08 ppm。
4. 懸浮微粒(PM_{2.5})：在懸浮微粒(PM_{2.5})濃度之上升主要可能出自於，輕隔間施工過程中會切割石膏板所產生，至檢測結束後濃度平均為36.3 ug/m³，已超出在環保署室內空氣品質規範建議濃度為35 ug/m³。
5. 懸浮微粒(PM₁₀)：在懸浮微粒(PM_{2.5})濃度之上升主要可能出自於，輕隔間施工過程中會切割石膏板所產生，至檢測結束後濃度平均為79 ug/m³，已超出在環保署室內空氣品質規範建議濃度為75 ug/m³。
6. 總揮發性有機化合物(TVOC)：輕隔間施工期間期材料與過程並不會產生TVOC。

參考文獻

- Kathleen Hess-Kosa(2002),「Indoor air quality : sampling methodologies」, Boca Raton, FL : Lewis Publishers , P.131~P.204。
- Lall R, Kendall M, Ito K, Thurston GD. (2004), Estimation of historical annual PM_{2.5} exposures for health effects assessment. Atmospheric Environment ; 38: 5217-26.
- 余政舫(2009),「學校各類教學空間室內空氣品質之研究-以逢甲大學學思樓為例」, 逢甲大學建築學系碩士論文。
- 李彥頤(2004),「辦公空間室內空氣品質管制策略之研究」, 國立成功大學建築研究所博士論文。
- 孫煒超(2012),「室內空氣品質診斷與改善方法之研究-以建築實品屋為例」, 國立台北科技大學建築與都市設計系碩士論文。
- 歐惠平(2012),「室內空氣品質認知與對策之研究-以逢甲大學體育館為例」, 逢甲大學建築學系碩士論文。
- 黃偉珉(2014),「大學校園室內空氣品質及植栽之研究-以逢甲大學敦煌書局為例」, 逢甲大學建築學系碩士論文。
- 蘇彥誠(2015),「美容美髮室內空氣品質之研究-以台中地區小林髮廊為例」, 逢甲大學建築學系碩士論文。
- 行政院環境保護署, 2012,「行政院環境保護署環署空字第 1010038913 號令修正發布」, 行政院環境保護署 編印。