

Development of Indoor Air Quality Improvement Techniques

蔡宜澄、余世宗

E-mail: 372666@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In Taiwan, people spend 80 to 90% of the day staying indoors, including home, office, and other buildings. Indoor air quality has thus become direct influence to one's working quality and efficiency. Therefore, it is imperative to stress the impact of indoor air pollution on human health. To efficiently improve the air quality is the key for one to stay healthy. There are many different ways and technologies that can be adopted to solve problems in relation to indoor air quality. In some circumstances, it is also necessary to combine multiple strategies for the solution to problems. Other than conventional ventilation technologies, both air purifier and air purifying spray function through physical or chemical ways to achieve the goal to rid of pollutants. The technology to purify air through plants is based on the idea of absorbing gaseous pollutants. Pollutants are thus transferred into nutrients for the plants or non-toxic substances to be released. Experiments have proved these ways are efficient in the abatement of pollutants. However, to completely improve indoor air quality and for the health of Taiwanese people, it is recommended to use green materials (buildings) that do not harm human health. Green materials have specified quantity of chemicals. In the future, materials that are beneficial to human bodies will be put into consideration as well. It is more suitable for Taiwanese people, yet the cost is relatively higher. Therefore, good indoor air quality can be improved by reducing unnecessary indoor decoration, using green materials, using all kinds of air purifiers, improving the ventilation, and spraying air purifying sprays. Green plants can also be placed indoors. It reduces not only indoor dust mites and, but also volatile organic compounds. It is also helpful in the aspects of relaxation, the relief of stress, and the improvements of fatigue. Accordingly, life quality is improved and the health of those who stay indoors is ensured.

Keywords : indoor air quality、 air purifier、 air purifying spray、 green material (building)

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要 iii ABSTRACT iv 致謝辭 vi 目錄 vii 圖目 錄 x 表目 錄 xi 第一章 緒論 1 1.1 研究動機 1 1.2 研究目的 3 1.3 研究內容 3 第二章 研究方法與流程 5 2.1 文獻分析法 5 2.2 研究方法 6 2.3 研究架構 6 2.4 研究流程 8 第三章 文獻探討 10 3.1 室內空氣品質的定義 10 3.2 室內空氣污染物種類及來源 11 3.3 室內空氣污染對人體健康影響 15 3.3.1 氣狀污染物對人體健康影響 15 3.3.2 粒狀污染物對人體健康影響 23 3.3.3 室內空氣惡化衍生疾病 25 3.4 我國室內空氣品質標準與管制發展現況 30 3.5 國外室內空氣品質標準發展現況 33 3.6 各類場所之室內空氣品質問題、來源、改善建議 37 3.6.1 醫療院所 37 3.6.2 學校 40 3.6.3 營業商場 42 3.6.4 辦公室 44 3.6.5 各類場所室內污染物特性分析 46 3.7 我國室內空氣品質現況 47 第四章 室內空氣品質改善技術分析 53 4.1 通風與換氣 54 4.1.1 自然通風 57 4.1.2 機械通風及空調系統 59 4.2 空氣淨化器 63 4.2.1 空氣清淨處理技術與淨化效果 64 4.2.2 影響空氣淨化效能的因素 71 4.2.3 空氣淨化器的使用效果與差異 72 4.3 空氣淨化劑 75 4.4 植物淨化空氣 78 4.5 健康綠建材與綠建築 82 4.5.1 綠建材 82 4.5.2 健康綠建築 88 第五章 結論與展望 94 5.1 結論 94 5.2 展望 96 參考文獻 98 一、中文部分 98 二、英文部分 103 三、網路資源部分 104 圖目 錄 圖2-1 研究架構 7 圖2-2 研究流程圖 9 圖3-1 室內空氣污染分類 11 圖4-1 開窗方式與通風路徑設計 58 圖4-2 室內空間深度設計 58 圖4-3 目前市面上常使用的空氣清淨方法 64 圖4-4 波士頓腎蕨 80 圖4-5 盆菊 80 圖4-6 非洲菊 80 圖4-7 黃椰子 81 圖4-8 羅比親王海棗 81 圖4-9 蝴蝶蘭 81 圖4-10 觀音棕竹 81 圖4-11 翡翠寶石 81 圖4-12 沿階草 81 表目 錄 表3-1 造成室內空氣污染之原因及物質 12 表3-2 CO₂ 濃度與生理關係 16 表3-3 CO₂ 濃度所代表之意義 17 表3-4 CO 濃度對人體的影響 18 表3-5 甲醛濃度與暴露延時對人體健康之影響 20 表3-6 甲醛污染物主要的來源 20 表3-7 甲醛健康危害效應 21 表3-8 WHO 對室內有機污染物分類 22 表3-9 不同VOCS濃度對人體的刺激程度 22 表3-10 懸浮微粒濃度對人體的影響 24 表3-11 病態大樓症候群共通症狀 28 表3-12 環保署室內空氣品質建議值 32 表3-13 各國室內空氣品質標準或建議值 36 表3-14 醫療院所現況調查與改善建議 39 表3-15 學校室內空氣污染源調查與改善建議 41 表3-16 營業商場現況調查與改善建議 43 表3-17 國內外辦公大樓空氣污染物濃度分佈 45 表3-18 辦公室現況調查與改善建議 46 表3-19 國內外各類場所室內污染物特性分析 47 表4-1 室內環境常見之共通性問題 53 表4-2 各種建築用途所需之換氣量及換氣次數 62 表4-3 建築物供各種用途使用之空間通風量之規定 62 表4-4 各種空氣清淨器濾淨技術彙整 73 表4-5 各類型清淨技術處理污染物的清淨效果 74 表4-6 可淨化甲醛之室內植物 80 表4-7 可淨化二甲苯/甲苯之室內植物 81 表4-8 可淨化氫之室內植物 82 表4-9 綠建材之概念綜合整理 83 表4-10 健康綠建材評定範圍與基準 85 表4-11 各國綠建築評估指標系統 89 表4-12 台灣與世界各國主要環保建材與綠建材標章彙整 92 表5-1 改善技術優劣分析彙整 95 表5-2 各類場所建議可使用介入改善技術 96

REFERENCES

- 1.王清松(2011),通風設備對地下停車場內空氣品質之研究探討 中臺科技大學安全與防災科技研究所,碩士論文。
 - 2.王奕凱(2003),機械通風辦公大樓中微環境空氣品質之評估,國立台灣大學環境衛生研究所碩士論文。
 - 3.台灣建築學會(2012),會刊雜誌,p61。
 - 4.江哲銘、李俊璋、楊武泰、江逸章(2007),建築室內空氣品質管理機制之研究。內政部建築研究所委託研究報告。
 - 5.江哲銘、賴榮平(1998),辦公建築室內空氣品質與空調設備之診斷研究,內政部建築研究所專題研究計畫成果報告。
 - 6.江哲銘、楊武泰(1992),室內空氣品質診斷與改善。
 - 7.江哲銘,林慶元(2006),擴大綠建材標章制度推動補助計畫,內政部建築研究所。
 - 8.林孟怡(2005),影印店勞工暴露於揮發性有機化合物及微粒之評估,長榮大學職業安全與衛生研究所碩士論文。
 - 9.朱宏源編(2000)。撰寫博碩士論文實戰手冊,台北正中書局。
 - 10.朴允鎬(1999),學校及交通工具室內空氣品質調查與評估之研究,台灣大學環境工程學研究所碩士論文。
 - 11.江欣宸(2005),台灣旅館客房室內空氣品質之評估,台北護理學院旅遊健康研究所碩士班,碩士論文。
 - 12.行政院環境保護署(2002),室內空氣清淨技術與成效評估,環保署/國科會空污防制科研計畫期末報告。
 - 13.行政院環境保護署(2006),室內空氣品質改善技術指引,一般住家篇。
 - 14.行政院環境保護署(2006),室內空氣品質管理推動方案。
 - 15.行政院環境保護署(2007),環保科技育成中心計畫,觸媒氧化技術淨化室內空氣品質設備開發,期末報告。
 - 16.行政院環境保護署(2007),淨化室內空氣之植物應用及管理手冊,編輯:隋婉君、郭倩妤、林昭儀、高秀雲、謝炳輝。
 - 17.行政院環境保護署(2008),室內空氣品質改善技術指引。
 - 18.行政院環境保護署(2010),室內空氣自主管理及改善技術手冊。
 - 19.行政院環境保護署(2005),環署空字第0940106804號,室內空氣品質建議值。
 - 20.行政院環境保護署環境檢驗所(2007),室內空氣品質檢測方法。
 - 21.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。
 - 22.邱玲萱(2009),醫療院所室內空氣品質特徵研究,國立高雄第一科技大學環境安全與衛生工程學系,碩士論文。
 - 23.李銘雄(2010),高雄都會區SO₂、O₃及PM₁₀對人體健康影響之評估,朝陽科技大學環境工程與管理系,碩士論文。
 - 24.李萬成(1999),某醫院室內空氣品質評估,台北醫學院公共衛生研究所碩士論文。
 - 25.吳孟璇(2006),室內休閒環境中健康危害物質甲醛之分析以KTV為例,台北護理學院旅遊健康研究所碩士論文。
 - 26.完全元氣花草遊戲(2003),第八期,電腦家庭出版,p36。
 - 27.周淑梅(2000),建築物室內建材逸散揮發性有機物之檢測分析研究,中國文化大學材料科學與製造研究所碩士論文。
 - 28.林信旭(2002),以二氧化碳與甲醛污染物探討有效通風控制之研究以台灣辦公空間為例,成功大學建築研究所 碩士論文。
 - 29.林憲德.城鄉生態(2005 更新版),台北:詹氏書局。
 - 30.物質安全資料表(2007),財團法人工業技術研究院工業安全衛生發展中心。
 - 31.洪增淵(2004),演講廳之室內環境品質調查與分析,朝陽科技大學環境工程與管理系,碩士論文。
 - 32.胡碧珍(2005),室內健康環境之綠化形式研究,中原大學室內設計學系,碩士論文。
 - 33.香港室內空氣品質管理小組(2003),辦公室及公眾場所室內空氣品質管理指引。
 - 34.施智堯(2009),影印中心的室內空氣品質與省能減碳評估,高苑科技大學土木工程研究所,碩士論文。
 - 35.施又楨(2005),可見光奈米光觸媒對室內環境改善之研究,台灣科技大學營建工程系,碩士論文。
 - 36.建築學報(2009),第70期增刊(技術專刊),中華民國建築學會。
 - 37.孫國書(2010),室內工作場所空氣污染防治技術介紹,清潔生產與環保e報78期,財團法人台灣產業服務基金會。
 - 38.涂玉峰(1999),室內空氣環境綜合評估指標之探討-以台灣南部工業區辦公大樓為例,成功大學建築研究所,碩士論文。
 - 39.陳建勳(2009),某托兒所室內環境品質診斷及介入改善措施之探討,中華醫事大學生物安全衛生研究所,碩士論文。
 - 40.張瑞誠(2009),國小教師對空氣污染之知識、態度及相關行為之研究,國立臺中教育大學環境教育研究所,碩士論文。
 - 41.粘金傳(2011),室內二氧化碳濃度偵測分析研究-以彰化縣國民中小學電腦教室為例,大葉大學工學院,碩士論文。
 - 42.郭昭男(1999),室內空氣清淨機實際應用之研究,國立陽明大學環境衛生研究所,碩士論文。
 - 43.康思源(2007),幼教機構室內空氣品質自主管理之因子探討,國立台北大學環境管理研究所,碩士論文。
 - 44.黃琳琳(2004),以健康觀點探討室內空氣品質改善可行性之研究,國立成功大學建築研究所,碩士論文。
 - 45.黃倩芸、洪劍長、陳幸婷(1997),辦公建築室內裝修建材逸散物質對室內空氣品質影響之調查研究,內政部建築研究所專題研究計畫成果報告。
 - 46.黃東海(2007),既有辦公建築室內空氣品質改造及檢測之研究-以高雄市辦公建築為例,國立成功大學建築研究所,碩士論文。
 - 47.鄒佩霓(2010),養護中心室內空氣懸浮微粒與影響因子之探討,逢甲大學建築學系碩士班,碩士論文。
 - 48.楊業倫(2005),山地衛生所室內空氣品質檢測分析,華梵大學建築系碩士班碩士論文。
 - 49.綠建築解說與評估手冊(2007),內政部建築研究所。
 - 50.劉芸汶(2003),一般辦公大樓空氣及灰塵中活性真菌濃度與病態大樓症候群之相關性探討,國立成功大學環境醫學研究所,碩士論文。
 - 51.盧博堅、江旭程、陳俊成、劉嘉俊(2003)空氣品質與噪音防治,國立空中大學。
 - 52.賴榮平(2005),集會空間空調系統清潔程度與室內空氣品質相關性之研究,國立成功大學建築研究所,碩士論文
 - 53.鍾育泰(2007),餐飲業用餐區域室內空氣品質之探討,中華大學土木與工程資訊學系,碩士論文
 - 54.謝挺蘊(2003),考量健康風險評估之室內空氣品質指標之研擬,台北科技大學環境規劃與管理研究所碩士論文。
 - 55.謝其德(2004),室內空氣清淨機去除甲醛之效能評估,台北科技大學環境規劃與管理研究所碩士論文。
 - 56.蘇慧貞、江哲銘、李俊璋(2000),空調系統之使用對商業區辦公大樓空氣品質之影響研究,國科會/環保署科技合作研究計畫。
 - 57.蘇慧貞、江哲銘、李俊璋(2000),室內空氣品質標準於不同建築物之試行評估及管制策略研定,行政院環保署專題委託研究計畫。
1. ACGIH (1986), Environmental Bio-Aerosol Evaluation
 2. ASHRAE STANDARD 62-(1999), Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, 22.
 3. Adhikari A., Lossifova Y., Grinshpun S. A., Reponen T. (2008) Effect of Gaseous Chlorine Dioxide on Indoor Microbial Contaminants. Air & Waste Manage. Assoc. 58,647-656.
 4. Baek S.O., Kim YS, Perry R. (1997) Indoor air quality in homes, offices and restaurants in Korean urban areas indoor/outdoor relationships. Atmos. Environ. 31(4): 529-544
 5. Brown S.K.(1999) Chamber assessment of formaldehyde and VOC emissions from wood-based panels. Indoor Air. 9, 209-215
 6. Guo H, Lee S.C., Chan L.Y. (2004) Indoor air quality investigation at air-conditioned and non-air-conditioned markets in Hong Kong. Sci. Total Environ. 323: 87-98.
 7. Human activities as sources of volatile organic compounds in residential environments. Annals of the New York Academy of Sciences Apr. 30, (2001),641:79-86
 8. Jones A.P.(1999) Indoor air quality and health. Atmos. Environ.33:4535-4564.
 9. Li WM, Lee SC, Chan LY. (2001) Indoor air quality at nine shopping malls in Hong Kong. Sci. Total Environ. 273: 27-40.
 10. Lee J.H., Jo W.K.(2006) Characteristics of indoor and outdoor bioaerosols at Korean high-rise apartment

buildings, Environmental Research. 101, 11-17. 11.Luftman H.S., Regits M.A., Lorcheim P., Czarneski M.A., Boyle T., Aceto H., DallapB., Munro D., Faylor K..(2006) Chlorine Dioxide Gas Decontamination of Large Animal Hospital Intensive and Neonatal Care Units. Applied Biosafety. 11, 144-154. 12.Leovic (1996) Measurement of indoor air emissions from dry-process photocopy machines. Journal of Air and Water Management Association 46, 821-829. 13.MacKerron, G. and Mourato, S., (2009) , Life satisfaction and air quality in London, Ecological Economics Vol.68, 1441 – 1453 14.Wu.P.C, Li.Y.Y, (2003) ,Risk assessment of formaldehyde at typical office buildings in Taiwan. International Journal of Indoor Air Quality and Climate, 15.WHO,(1999), Guidelines for Air Quality, Geneva

三、網路資源部分: 1.中華水電冷凍空調設備資訊網 <http://www.tpetube.com.tw>。 2.台灣室內空氣協會, <http://www.iaga.org.tw>。 3.行政院環保署室內空氣品質資訊網, <http://www.indoorair.org.tw/>。 4.行政院環境保護署, <http://www.epa.gov.tw/main/index.asp>。 5.物質安全資料表, <http://www.iosh.gov.tw/msds.htm>。 6.美國勞工部職業安全衛生局(OSHA)室內空氣品質網 <http://www.osha.gov/SLTC/indoorairquality/>。 7.美國環保署室內空氣品質網站 <http://www.epa.gov/asthma/index.html>。 8.香港室內空氣質素管理小組,(2003),辦公室及公眾場所室內空氣質素管理指引, http://www.iaq.gov.hk/guidance/ch_publications_guidance.htm。 9.國家圖書館碩博士論文網 <http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=qYtOa3/webmge?webmgemode=graduate&mode=advance>。 10.勞工安全衛生研究所, <http://www.iosh.gov.tw/frame.htm>。 11.International Agency for Research on Cancer (IARC). <http://www.iarc.fr/pageroot/GENERAL/indexgen.html>。 12.健康綠建材 <http://www.tabc.org.tw/GBM/target.html>。 13.綠建築資訊網 <http://green.abri.gov.tw/>。 14.內政部建築研究所, 綠建築解說與評估手冊 <http://www.abri.gov.tw/utcPageBox/CHIMAINHP.aspx?ddsPageID=CHIM>。