

創新循環綠建築環境科技計畫協同研究計畫

建築物通風系統規劃防疫設計導入防疫措施策略之研究

資料蒐集分析報告

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國111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)

建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究—防疫措施策略

111年度

計畫編號:11115B009

建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之 研究-防疫措施策略

資料蒐集分析報告

研究主持人:羅時麒

協同主持人:鄭景文

研究員:李孟杰、陳振誠、王家瑩、游伯堅

研究助理 :王崧任

研究期程：中華民國 111 年 3 月至 111 年 12 月

研究經費：新臺幣捌拾陸萬捌仟貳佰元整

內政部建築研究協同研究報告

中華民國 111 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)

目次

目次.....	I
表次.....	IV
圖次.....	VI
摘要.....	VII
壹、研究緣起.....	VII
貳、研究方法及過程.....	VIII
參、重要發現.....	VIII
肆、主要建議事項.....	X
ABSTRACT.....	X
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
壹、研究緣起.....	1
貳、研究背景.....	1
第二節 研究計畫內容.....	4
第三節 研究流程與進度.....	5
壹、研究流程.....	5
貳、研究進度.....	6
第二章 文獻分析與研究方法.....	7
第一節 文獻分析.....	7
壹、室內空氣環境品質與生物氣膠傳播的相關文件.....	7
貳、基於深度學習對於 COVID-19 防疫的技術認知.....	8
參、通風系統對於 COVID-19 之重要性.....	10
肆、疫情期間為降低傳染風險之建築設備運作實務之建議.....	12
伍、建築防疫通風相關規範.....	24
陸、小結.....	37
第二節 研究方法.....	38
壹、研究採用之方法.....	38

貳、研究採用方法之原因	38
第三章 計畫研究成果.....	41
第一節 國內外防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙整	41
壹、建築整體防疫措施	41
貳、CDC 國外相關文獻	43
參、空調與通風換氣標準	45
肆、智慧通風與防疫社交距離.....	52
第二節 建築物通風系統防疫相關技術資料彙整.....	60
壹、建築通風方式及規範	60
貳、EEWH 綠建築標章	65
參、台灣 CDC 相關文獻	65
肆、室內空氣品質管理法	66
伍、建築技術規則.....	66
第三節 「建築物通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議」(草案).....	73
壹、通風.....	73
貳、節能.....	73
參、同層排水	73
肆、國外文獻對應台灣法規之建議值.....	74
第四節 第一次專家會議	77
第五節 第二次專家會議	83
第六節 第三次專家會議	88
第四章 綠建築標章導入通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議	93
第一節 規劃設計內容之可行性	93
壹、室內空間換氣量	93
貳、建築之通風換氣標準彙整.....	93
參、防疫型綠建築.....	93
第二節 CFD 換氣量模擬.....	95
壹、建築技術規則 102 條通風換氣標準之倍數增加	95
貳、CFD 模擬.....	96

第五章 結論與建議	101
第一節 研究結論	101
壹、通風換氣標準	101
第二節 研究建議	105
參考文獻	105
中文部分	107
外文部分	107
附錄一 期初審查意見與回應	109
附錄二 期中審查意見與回應	111
附錄三 期末審查意見與回應	113
附錄四 第一次專家會議	115
附錄五 第二次專家會議	121
附錄六 第三次專家會議	127
參考書目一 美國冷凍空調協會 ASHRAE 標準	131
參考書目二 世界衛生組織 WHO 換氣標準	139

表次

表 1-1 102 條建築技術規則增加倍數後之數值.....	IX
表 1-2 研究進度.....	6
表 2-1 通風比例模擬	17
表 2-2 美國冷凍空調學會標準規範.....	25
表 2-3 美國冷凍空調學會標準規範.....	26
表 2-4 美國冷凍空調學會標準 62-1 之建議呼吸帶通風量	27
表 2-5 美國冷凍空調學會標準 62-2 之低層住宅建議通風量.....	28
表 2-6 美國冷凍空調學會標準 52-2 之過濾裝置移除效率	28
表 2-7 建築技術規則通風規定	29
表 2-8 臺灣綠建築標章(EEWH)分類版本.....	32
表 2-9 綠建築標章(EEWH)之室內環境指標(與建築防疫、通風相關).....	33
表 2-10 綠建材標章 EEWH 室內環境指標(與建築防疫材料相關).....	35
表 3-1 CDC 優先考慮事項.....	43
表 3-2 ASHRAE 建築防疫通風標準	49
表 3-3 非住宅環境：高風險使用空間(供公眾使用必要使用)	60
表 3-4 非住宅環境：中風險使用空間(供公眾使用必要使用)	61
表 3-5 住宅環境：低風險使用空間(供公眾使用必要使用).....	61
表 3-6 室內空氣品質管理法	66
表 3-7 建築技術規則	66
表 3-8 外文獻對應台灣法規之建議值.....	74
表 3-9 彙整健康及防疫措施可行性內容因子說明	75
表 3-10 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議.....	77
表 3-11 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議照片	79
表 3-12 111 年 07 月 01 日召開第一次專家會議內容	81
表 3-13 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議.....	83
表 3-14 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議照片	85
表 3-15 111 年 09 月 14 日召開第二次專家諮詢座談會議內容	87
表 3-16 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議.....	88

表 3-17 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議照片	89
表 3-18 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議內容	90
表 4-1 建築技術規則 102 條通換氣標準對照 WHO Road Map	95
表 5-1 102 條建築技術規則增加倍數後之數值	104
表 6-1 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議	115
表 6-2 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議照片	116
表 6-3 111 年 07 月 01 日召開第一次專家會議內容	118
表 6-4 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議	121
表 6-5 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議照片	122
表 6-6 111 年 09 月 14 日召開第二次專家諮詢座談會議內容	124
表 6-7 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議	127
表 6-8 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議照片	128
表 6-9 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議內容	129

圖次

圖 1-1 研究流程.....	5
圖 2-1 COVID-19 氣膠與飛沫傳染方式.....	8
圖 2-2 擬議系統概述.....	9
圖 2-3 COVID-19 Response 於 WGBC 防疫建築規範.....	11
圖 2-4 COVID-19 Response 於 WELL HSR 防疫建築規範.....	11
圖 2-5 REHAV 的建築設備運作指引.....	12
圖 2-6 廚房改善前 CO2 濃度分布圖.....	16
圖 2-7 廚房改善後 CO2 濃度分布圖.....	16
圖 2-8 壓、正壓、負壓機械通風方式改善之濃度擴散圖.....	22
圖 2-9 壓、牙醫診所內增設植栽綠牆前後空氣汙染分布圖.....	22
圖 2-6 房間及廚房之換氣量重點.....	36
圖 3-1 標準臥室和住宅通風盒鬚圖.....	42
圖 3-2 標準臥室和住宅通風盒鬚圖.....	42
圖 3-3 美國疾病控制與預防中心改編的傳統感染控制金字塔.....	43
圖 3-3 緊密接觸飛沫傳播與氣溶膠傳播的區別.....	52
圖 3-4 說明傳染途徑.....	53
圖 3-5 UVGI 空調設置.....	58
圖 4-1 辦公室 CO2 等高線圖.....	96
圖 4-2 辦公室原始 3D 圖.....	97
圖 4-3 新風系統風速擴散圖.....	97
圖 4-4 人員 CO2 排放及新風系統淨化之結果.....	98
圖 4-5 新風系統壓力圖.....	99

摘要

關鍵詞:通風規範、防疫建築規範、室內空間換氣量、深度學習

壹、研究緣起

2019 年嚴重特殊傳染性肺炎(Coronavirus disease 2019, COVID- 19)讓全球受到顯著的衝擊影響，從全球國際政策與策略顯示，國際趨勢已將調整「建築與社區」之相關環境影響因子作為因應疫情衝擊與後疫情時期之政策與措施目標。新型冠狀病毒在個體間傳播包含許多因素，其中包括了建築的環境以及人類的行為。和其他呼吸道病毒傳播途徑相似，COVID-19 的可能接觸途徑(1)手指接觸到受病毒污染的表面後再接觸到臉部；(2)吸入從咳嗽或說話呼出的病毒空氣粒子以及(3)咳嗽或說話呼出的病毒空氣粒子直接接觸到臉部。CFD 模擬了 SARS-CoV-2 在室內傳播的途徑並評估了空氣傳播的可能性，電腦模擬進行模擬細小的呼出液滴的傳播，比較了隨後感染源的室內位置和模擬的載有病毒的氣溶膠示踪劑的傳播情況。測量通風率使用示踪氣體濃度衰減法，從氣流動力學分析表明，感染分佈為與代表呼出的帶有病毒的氣溶膠遠程傳播的傳播模式一致(C. C. Wang et al., Science 373, eabd9149,2021)。SARS-CoV-2 病毒可能在通風量為 1.0 L/s/person (每人每秒) 的擁擠空間中通過空氣進行人與人之間的傳播。2020 年 3 月世界衛生組織發表的報告中提到 SARS-CoV-2 可能透過接觸、飛沫、空氣傳播、污染物、糞口、血源性、母嬰和動物對人等方式傳播。本計畫研究員曾提出公共廁所的空間設計、水路系統規劃、設備安裝、使用行為與維護管理的觀念錯誤或是瑕疵，造成使用者暴露在感染源擴散於空氣環境下，成為交叉感染的溫床(Lee & Tham, 2021)。因此，建築中(例如公共場所、醫療場所、飯店、旅館、娛樂場所或人們靠近的住宅)的環境因素，包括溫度、濕度、於病媒上的穩定性、通風和過濾系統等皆可能對感染有顯著影響。本計畫研究員曾調查 111 處公共廁所，發現公共廁所的設計、通風或設施不當，造成使用者的抱怨 (Lee et al., 2013)。

當帶原者處於該空間內，其飛沫、排泄物或是生物氣膠停留在空間中，因通風換氣不良，無法達到此換氣量，加上使用者行為與設施及材料的瑕疵，更易成為病毒交叉感染的溫床，尤其是空氣中含有 Omicron 變種病毒這種短時間接觸但具強大傳播力時。考量有效防疫的換氣量，是為本研究的重點。

貳、研究方法及過程

1. 本研究的目的是為蒐集現有關 COVID-19 與其變種株之相關研究與了解其傳播特性來改善標章系統，確認及改善內容中能防止並降低建築中人與人傳播之風險，做到防範未來或許發生同樣情況之應變措施，最後擬定與國際脈絡接軌之探討可行性內容。
2. 隨著綠建築與綠建材標章技術之成熟，加上對居住健康的品質要求，為達到改善環境與提升使用者健康與福祉之目的。蒐集及彙整各國、組織有關「國際永續評估體系」、「綠建材評估工具」、「健康建築」及「防疫建築」之相關研究等資料。
3. 期在此基礎上探討創新綠建材評估之機制，經由相關研究方法之價值相互搭配共同使用，取得專家共識及獲得不同的建議做為決策方向之考量，並擬訂項目之基礎與後續理論發展之架構，提供政府政策工具擬定之參考。
4. 本研究使用高階運算電腦進行計算動態流體力學(CFD)之數值模擬，進行不同條件之建築通風狀況分析，並提出適合通風量。

參、重要發現

1. 室內空氣環境品質與生物氣膠傳播是懸浮於空中的微細物質，平時香菸燃燒後產生的煙霧、工廠或交通工具排放的 PM2.5 或是各種呼氣動作(包括講話、呼吸等)產生的呼氣氣膠，都是典型的氣膠例子。
2. 氣膠以極細微的懸浮微粒或液滴形式於空氣中散佈。透過分析發生於鑽石公主號等等室內場所的多起 COVID-19 超級傳播感染事件，以及本文獻分析室內與室外感染比例(有超過 95%的感染發生在室內環境)，皆指向氣膠傳播為主要傳播途徑。氣膠主要經由呼吸或講話產生，會隨著室內風環境，飄散的速率有明顯影響。
3. 比起有症狀感染者咳嗽或打噴嚏生成的飛沫，更容易讓人掉以輕心。不像飛沫傳播必須與眼睛、鼻子或嘴巴的黏膜有直接接觸，對方只需吸入感染者所呼出仍保有傳染力的病毒氣膠，即會對肺部造成感染。另外，回顧多項研究也發現呼氣氣膠大部份來自肺部深處，顆粒雖小所攜帶的病毒量實際上卻更高。相對於大於 100 微米飛沫往往會在數秒內因為受重力主導而降落到地表或表面。傳統認知上往往誤以為氣膠傳播只發生在長程傳輸，實際上氣膠傳播在近距離更容易發生，因為離感染者距離愈近時，其呼出之病毒氣膠的粒子濃度更高。
4. 現行的 2 公尺社交距離準則由於是根據飛沫及接觸傳播所設計的，並無法有效防範氣膠

傳播。社交距離(Social distancing)是防止傳染性冠狀病毒(COVID-19)傳播的有效措施。

5. 根據本研究團隊之研究，實施針對於醫療機構的通風換氣建議為正壓通風，進風量約為 2 倍，而施佩岑(居家廚房空氣品質改善策略之研究 2022)對於居家汙染較高的廚房通風換氣建議亦為正壓通風，進風量約為 1.5 倍
6. 本研究根據該結果與 WHO 的疫情改善方法(roadmap)對應提出建議醫療建設，居家、非居家之通風換氣量提出對健康技術規則設計施工篇第 102 條中之標準值，提出疫情加權推導，並將加權後之通風量與 WHO 之疫情改善建議之通風量，10L/S/person 進行比對，並以 CFD 進行驗證，希望能獲得妥善之建議，並在綠建築標準防疫篇中提出該加權係數。

表 1-1 102 條建築技術規則增加倍數後之數值

房間用途		建築技術規則 所需通風量L/s	建築技術規則 所需通風量L/s 非住宅環境1.8倍 住宅環境1.5倍	建築技術規則 所需通風量L/s 非住宅環境3倍 住宅環境2倍	WHO Road Map 通風量L/s 自然通風/機械通風	ASHRAE L/s
會議室、候車室、後診室等容納人數較多者		4.2	8.4	16.8	10	2.5
辦公室、會客室		2.8	5.0	8.4	10	2.5
工友室、警衛室、收發室、詢問室		3.3	5.9	9.9	10	2.5
展覽陳列室、理髮美容院		3.3	5.9	9.9	10	10
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工廠、打包工廠		4.2	7.6	12.6	10	3.8
吸菸室、學校及其他指定人數使用之餐廳		5.5	9.9	16.5	10	5
營業用餐廳、酒吧、咖啡館		6.9	12.4	20.7	10	3.8
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席		20.8	37.4	62.4	10	2.5
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多數者		2.2	3.3	4.4	10	2.5
廚房	營業用	16.6	30	50	10	3.8
廚房	非營業用	9.7	14.6	19.4	10	3.8
配膳室	營業用	6.9	12.4	20.7	10	3.8
廚房	非營業用	4.2	6.3	8.4	10	3.8
公共浴室或廁所、可能散發毒氣或可燃之作業工廠		8.3	15	25	10	3.8
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		5.5	9.9	16.5	10	3.8
茶水間		4.2	8.4	16.8	10	3.8
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15平方公尺之發電或配電室		2.8	5.0	8.4	10	3.8
蓄電池間		9.7	14.6	19.4	10	3.8
汽車庫		6.9	10.4	13.8	10	3.8

肆、主要建議事項

建議一

國內外換氣標準及法規之比較；立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

建築技術規則第 102 條法規比照世界衛生組織之通風換氣量，使用 1.5 倍增長率並作為防疫期間通風換氣標準，在增長 1.5 倍過後的換氣標準是必須要增加機械通風，而本研究建議新風換氣量需加入至建築技術規則 102 條法規。

建議二

使用 ppm 進行測量以防止過多耗能；立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

建議機械通風系統啟動使用 ppm 濃度浮動進行空間使用判別，此方式可確保人員是否在使用空間而不會造成過度能耗。

建議三

針對疫情期間住宅及非住宅空間換氣量係數增加以及空調系統引進新鮮外氣防疫措施；
長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部

建議疫情期間住宅及非住宅換氣量增加：

1. 住宅最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)
2. 非住宅最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)

建議疫情期間住宅及非住宅空調系統防疫措施：

1. 應謹慎使用帶循環裝置的暖氣和空調
2. 空氣應遠離進氣口、人和動物直接排到室外
3. 應評估、維護和清潔具有循環裝置和暖氣、空調
4. 作為污染物稀釋策略，室內空氣（隔離區內）應盡可能均勻改變

Abstract

Keywords: ventilation regulations, epidemic prevention building regulations, indoor space exchange, deep learning

General Background Information

The severe special infectious pneumonia (Coronavirus disease 2019, COVID- 19) in 2019 has caused a significant impact on the world. From the perspective of global international policies and strategies, the international trend has adjusted the relevant environmental impact factors of "buildings and communities" as a response to the epidemic Policy and measure objectives in the shock and post-pandemic era. There are many factors involved in the transmission of the new coronavirus between individuals, including the built environment and human behavior. Like other respiratory viruses, the possible routes of exposure for COVID-19 are (1) touching a finger to a virus-contaminated surface and then touching the face; (2) inhalation of airborne particles of virus exhaled from coughing or talking; and (3) Airborne particles of virus exhaled by coughing or speaking come into direct contact with the face.

CFD simulated the route of SARS-CoV-2 transmission indoors and assessed the possibility of airborne transmission, and computer simulations were performed to simulate the transmission of fine exhaled droplets, comparing the subsequent indoor location of the source of infection with the simulated virus-laden air. Dissemination of sol tracers. Measuring ventilation rates using the tracer gas concentration decay method, from aerodynamic analysis indicated that infection distribution was consistent with transmission patterns representing long-range transmission of exhaled virus-laden aerosols (C. C. Wang et al., Science 373, eabd9149, 2021). SARS-CoV-2 virus may be transmitted airborne person-to-person in crowded spaces with a ventilation rate of 1.0 L/s/person (per person per second). According to a report published by the World Health Organization in March 2020, SARS-CoV-2 may be transmitted through contact, droplets, airborne, pollutants, fecal-oral, blood-borne, mother-infant, and animal-to-human transmission. The researchers of this project have pointed out that the space design, waterway system planning, equipment installation, use behavior and maintenance management of public

toilets have erroneous or flawed concepts, which cause users to be exposed to the spread of infection sources in the air environment and become a hotbed of cross-infection (Lee & Tham, 2021).

Therefore, environmental factors in buildings (such as public places, medical facilities, restaurants, hotels, entertainment venues, or residences where people are close), including temperature, humidity, stability on vectors, ventilation and filtration systems, etc. have a significant impact. Researchers in this project investigated 111 public restrooms and found that the design, ventilation or facilities of public restrooms were improper, resulting in complaints from users (Lee et al., 2013). When the carrier is in the space, the droplets, excrement or bioaerosol stay in the space, and the air exchange rate cannot be achieved due to poor ventilation. In addition, user behavior and defects in facilities and materials make it easier It becomes a breeding ground for virus cross-infection, especially when the air contains Omicron variant virus, which is short-term contact but has a strong transmission capacity. Considering the ventilation volume for effective epidemic prevention is the focus of this study.

Research Methods and Process

1. The purpose of this study is to collect existing research on COVID-19 and its variant strains and understand its transmission characteristics to improve the marking system, confirm and improve the content to prevent and reduce the risk of human-to-human transmission in buildings, to achieve Contingency measures to prevent the same situation that may occur in the future, and finally formulate the feasibility content of the discussion that is in line with the international context.
2. With the maturity of green building and green building material labeling technology, coupled with the quality requirements for living health, in order to achieve the purpose of improving the environment and improving the health and well-being of users. Collect and integrate relevant research data on "International Sustainability Assessment System", "Green Building Materials Evaluation Tool", "Healthy Building" and "Epidemic Prevention Building" from various countries.
3. On this basis, we will discuss the evaluation mechanism of innovative green building materials. Through the mutual matching and joint use of relevant research methods, we will obtain expert consensus and obtain different suggestions as considerations for decision-making directions, and formulate the foundation of the project and the framework for subsequent theoretical development. , to provide a reference for the formulation of government policy tools.
4. This research uses high-end computing computer to carry out the numerical simulation of computational dynamic fluid dynamics (CFD), analyze the ventilation status of buildings under different conditions, and propose the appropriate ventilation rate.

important discovery

1. Indoor air environmental quality and bioaerosol transmission are fine substances suspended in the air, such as the smoke produced by burning cigarettes, the PM_{2.5}. Aerosols are typical examples of aerosols.
2. COVID-19 super-spreading infection events, as well as the analysis of the ratio of indoor and outdoor infections in this literature (more than 95% of infections occurred in indoor environments), all point to aerosol transmission as the main transmission route. Airgel is mainly produced by breathing or speaking, and it will have a significant impact on the rate of drifting with the indoor wind environment.
3. It is easier to take it lightly than the droplets produced by a symptomatic infected person coughing or sneezing. Unlike droplet transmission, which requires direct contact with the mucous membranes of the eyes, nose or mouth, the other party only needs to inhale the infectious virus aerosol exhaled by the infected person to cause lung infection. In addition, a review of multiple studies has also found that most of the exhaled aerosols come from the deep lungs, and the amount of virus carried by the particles is actually higher even though they are small. Droplets larger than 100 microns tend to fall to the ground or surfaces within seconds due to gravity dominance. Traditional cognition often mistakenly believes that aerosol transmission only occurs in long-distance transmission. In fact, aerosol transmission is more likely to occur at short distances, because the closer the distance to the infected person, the higher the particle concentration of the virus aerosol exhaled.
4. The current 2-meter social distance rule is designed based on droplet and contact transmission, and cannot effectively prevent aerosol transmission. Social distancing is an effective measure to prevent the spread of the contagious coronavirus (COVID-19).
5. According to the research of our research team, the recommended ventilation for medical institutions is positive pressure ventilation, and the air intake is about 2 times that of Spetzen (Research on Air Quality Improvement Strategies for Home Kitchens 2022) for kitchen ventilation with high home pollution. The recommended ventilation is also positive pressure ventilation, and the air intake is about 1.5 times
6. Based on the results and WHO's epidemic improvement method (roadmap), this study puts forward suggestions for medical construction, the ventilation volume of homes and non-homes proposes the standard value in Article 102 of the Design and Construction of Health Technical Rules, and proposes a weighted derivation of the epidemic situation. Compare the weighted ventilation volume with the ventilation volume recommended by WHO for epidemic improvement, 10L/S/person, and verify it with CFD, hoping to get a proper suggestion, and put forward the weighted in the green building standard epidemic prevention chapter coefficient.

Recommendations

Suggestion 1

Comparison of ventilation standards and regulations at home and abroad: immediate and feasible suggestions

Sponsor: Ministry of Interior Construction Administration

Co-organizer: Institute of Architecture, Ministry of the Interior

Article 102 of the Building Technical Regulations compares the ventilation rate of the World Health Organization, using a 1.5-fold growth rate as the ventilation standard during the epidemic prevention period. After the 1.5-fold increase, the ventilation standard must increase mechanical ventilation, and this study It is suggested that the fresh air exchange rate should be added to Article 102 of the Building Technical Regulations.

Suggestion 2

Measure in ppm to prevent excess energy consumption: immediate actionable recommendation

Sponsor: Ministry of Interior Construction Administration

Co-organizer: Institute of Architecture, Ministry of the Interior

It is recommended that when the mechanical ventilation system is started, use the ppm concentration fluctuation to judge the space usage. This method can ensure whether people are using the space without causing excessive energy consumption.

Suggestion 3

In the future, it will optimize the evaluation of airflow direction, external air quality and air conditioning energy consumption; long-term recommendations

Sponsor: Institute of Architecture, Ministry of the Interior

Co-organizer: Ministry of the Interior

In the future, the optimal evaluation will be carried out on the air exchange rate, airflow direction, external air quality and air conditioning energy consumption.

1. Airflow direction using CFD simulation
2. Air-conditioning energy consumption using energy analysis (eQUEST) to evaluate between ventilation and energy saving
3. The air quality of the external air volume can be investigated and given a substantive policy

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

2019 年嚴重特殊傳染性肺炎(Coronavirus disease 2019, COVID- 19)讓全球受到顯著的衝擊影響，從全球國際政策與策略顯示，國際趨勢已將調整「建築與社區」之相關環境影響因子作為因應疫情衝擊與後疫情時期之政策與措施目標。有鑑於內政部建築研究所於 109 年「建築環境健康及防疫措施之可行性研究計畫」彙整 SARS-CoV-2 傳播途徑，建築空氣途徑和通風系統的不良不可忽視的因素，而美國冷凍空調學會回應聯合國與世界衛生組織提出之(COVID-19 Response)政策，綜合全球公共衛生、建築、冷凍空調等專家研究，提出於「不同建築類別」通風之回應(住宿類、辦公類、公共集會類..等)以降低與 COVID- 19 類似病毒之空氣傳染性與氣溶膠暴露程度。因此，對應國內建築防疫應優先制定國內不同場所建築物之通風換氣標準(回風率及換氣次數規範)及溫度濕度控制。

然而，臺灣位居於亞熱帶高溫高濕的氣候型態，許多防疫措施現階段看來和節能減碳與健康環境與歐美寒帶氣候明顯不同，例如：空調引入大量外氣或依不同污染物濃度控制通風系統或持續運作 24 小時防疫通風等，都容易增加室內升溫產生空調能耗等問題，因此，現階段除檢視與疫情相關之建築環境因子外，亦應考量以建築物通風設備系統方式來進行不同防疫措施調控，以因應後疫情時代，如何在節能減碳及健康防護取得平衡效益。

貳、研究背景

在 2019 年 12 月的下旬，中國湖北省武漢市發生了一群嚴重的肺炎病例(Wu et al., 2020; Zhu et al., 2020)。此病原體被鑑定為一種新型冠狀病毒，被稱為嚴重急性呼吸症候群冠狀病毒第二型(The severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2)。這個疾病在國際間快速地傳播，引起全球公眾健康的關注，隨後被世界衛生組織命名為新冠肺炎(Coronavirus disease 19, COVID-19)。感染 COVID-19 的患者最常見的臨床症狀為發燒、咳嗽、呼吸急促以及疲勞。一些患者在放射線攝影上肺部表現出毛玻璃狀的改變，最終死於急性呼吸窘迫症候群(acute respiratory distress syndrome, ARDS)。

新型冠狀病毒在個體間傳播包含許多因素，其中包括了建築的環境以及人類的行為。和其他呼吸道病毒傳播途徑相似，COVID-19 的可能接觸途徑(1)手指接觸到受病毒污染的表面後

再接觸到臉部；(2)吸入從咳嗽或說話呼出的病毒空氣粒子以及(3)咳嗽或說話呼出的病毒空氣粒子直接接觸到臉部。有研究用 CFD 模擬了 SARS-CoV-2 在室內傳播的途徑並評估了空氣傳播的可能性，計算機模擬進行模擬細小的呼出液滴的傳播，比較了隨後感染源的室內位置和模擬的載有病毒的氣溶膠示踪劑的傳播情況。測量通風率使用示踪氣體濃度衰減法，從氣流動力學分析表明，感染分佈為與代表呼出的帶有病毒的氣溶膠遠程傳播的傳播模式一致。SARS-CoV-2 病毒可能在通風量為 1.0 L/s/person (每人每秒) 的擁擠空間中通過空氣進行人與人之間的傳播。

在 2020 年 3 月世界衛生組織發表的報告中提到 SARS-CoV-2 可能透過接觸、飛沫、空氣傳播、污染物、糞口、血源性、母嬰和動物對人等方式傳播。本計畫研究員曾提出公共廁所的空間設計、水路系統規劃、設備安裝、使用行為與維護管理的觀念錯誤或是瑕疵，造成使用者暴露在感染源擴散於空氣環境下，成為交叉感染的溫床(Lee & Tham, 2021)。因此，建築中(例如公共場所、醫療場所、飯店、旅館、娛樂場所或人們靠近的住宅)的環境因素，包括溫度、濕度、於病媒上的穩定性、通風和過濾系統等皆可能對感染有顯著影響。本計畫研究員曾調查 111 處公共廁所，發現公共廁所的設計、通風或設施不當，造成使用者的抱怨 (Lee et al., 2013)。廁所空間是必要但非主要的建築空間，在建築規劃設計時，常被規劃在次要或畸零的空間，造成通風換氣不良與日照不足的現象。加上衛生器具的管路系統安裝錯誤，缺乏存水彎的設置或是存水彎內的水封設置因為蒸發而產生破封現象，造成廁所空間與污水處理槽或下水道直接連通，成為細菌與病毒孳生與擴散的通道，擴散到其他也是破封的廁所空間中。而衛生設備的規劃未考量使用者行為，造成尿液滴漏、排泄物噴濺或是沖水噴濺至污染器具附近的地板或是牆壁，尤其是採用磁磚作為表面裝飾的空間，雖其表面上釉能避免細菌孳生，但磚縫的水泥砂漿卻成為污物附著而孳生病菌的良好環境。有些國家因為下水道的普及度不足，使用過後的衛生紙不建議丟入馬桶沖離，因而在旁邊設置一垃圾桶供衛生紙棄置；然而，若帶原者的排泄物留在衛生紙中易孳生病菌，當下一位使用者丟入衛生紙時，產生震動或擾動，加上垃圾桶未設置遮蓋，病菌將容易附著於空氣氣溶膠上，隨著氣流擾動而擴散傳染。在自然通風量不足情況下，常採用機械通風來排除室內臭氣及生物氣膠，卻常因只設置排風設備，其進氣量或靜壓不足而導致換氣量不足的現象，無法達成有效通風。倘若存水彎的水封破壞，其流竄的病毒亦無法被排除。充足的控制這些環境因素以及適當的人類行為在於防止 COVID-19 的傳播扮演重要的角色(Azuma et al., 2020)。因為大多數的人們有超過 90% 的日常時間都在建築內，所以了解新型冠狀病毒在建築環境中潛在的傳播動態、空間動態以及如

何減少傳播極為重要。

WHO 提出改善室內通風的方法，建議參考歐盟標準 EN16798-1 對於獨立的空間採取 10L/s/person 的換氣量(ventilation rate)，或是持續將排風扇打開以達有效換氣。但根據 Yuguo Li 的研究，若要排除 SARS-CoV-2 病毒的短距離傳播影響，換氣流量至少需要 3L/s，其影響效果與換氣量介於 4L/s-10L/s 間相近。當帶原者處於該空間內，其飛沫、排泄物或是生物氣膠停留在空間中，因通風換氣不良，無法達到此換氣量，加上使用者行為與設施及材料的瑕疵，更易成為病毒交叉感染的溫床，尤其是空氣中含有 Omicron 變種病毒這種短時間接觸但具強大傳播力時。考量有效防疫的換氣量與空調節能，是為本研究的重點。

第二節 研究計畫內容

1. 蒐集 COVID-19 傳染途徑及國際上相關政府機關及產業界為疫情期間空調和通風系統的管理提供的建議和參考，例如：美國冷凍空調協會（即 ASHRAE）、歐洲供暖、通風和空調協會（REHVA）等相關機構針對 COVID-19 發佈的建築物空調和通風系統操作和維護指南，擬出我國可借鏡之防疫措施
2. 過程中亦同步檢視健康建築標準及智慧建築認證系統，包括美國 WELLS 健康建築標準、美國 Fitwell 認證，及國內外相關健康建築認證指標等，將眾多相關認證指標中關於防疫措施之相關內容歸納整併，最後擬定與國際脈絡接軌之探討可行性內容，隨著綠建築與綠建材標章技術之成熟，加上對居住健康的品質要求，為達到改善環境與提升使用者健康與福祉之目的
3. 使制度與標章更有依據與方向，欲建立可導入綠建築標章與綠建材標章之操作評估模式或評估後需升級為 EEWH 防疫版，經由相關研究方法之價值相互搭配共同使用，取得專家共識及獲得不同的建議做為決策方向之考量，並擬訂項目之基礎與後續理論發展之架構，提供政府政策工具擬定之參考。
4. 國際對 COVID-19 疫情衝擊下建築政策與因應策略，期望研擬藉由彙整國際最新「健康建築指標、規範與標章」及「防疫建築」等資料，經由「文獻分析法」、「訪談法」、「專家諮詢法」等方式，調合建築標章制度(例如，綠建築標章、智慧建築標章、綠建材標章、住宅性能評估制度、建築技術規則..等)，能符合國際健康建築求，因應市場脈動。
5. 必要時採用計算流體力學(CFD)模擬以提出不同空間之最適通風量。本次研究的主要目的分為三項：
 - a. 第一項藉由蒐集與彙整疫情以來的各國在建築上的應對方法與相關文獻，擬定符合台灣天氣與法規的參考對策。
 - b. 第二項為針對空調系統與病毒傳播之關聯做修正，提出能降低病毒傳播可能之方法與建議。
 - c. 最後一項為藉由召開專家會議，收集產業與學者之意見擬定與修正「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略分析」。

第三節 研究流程與進度

壹、研究流程

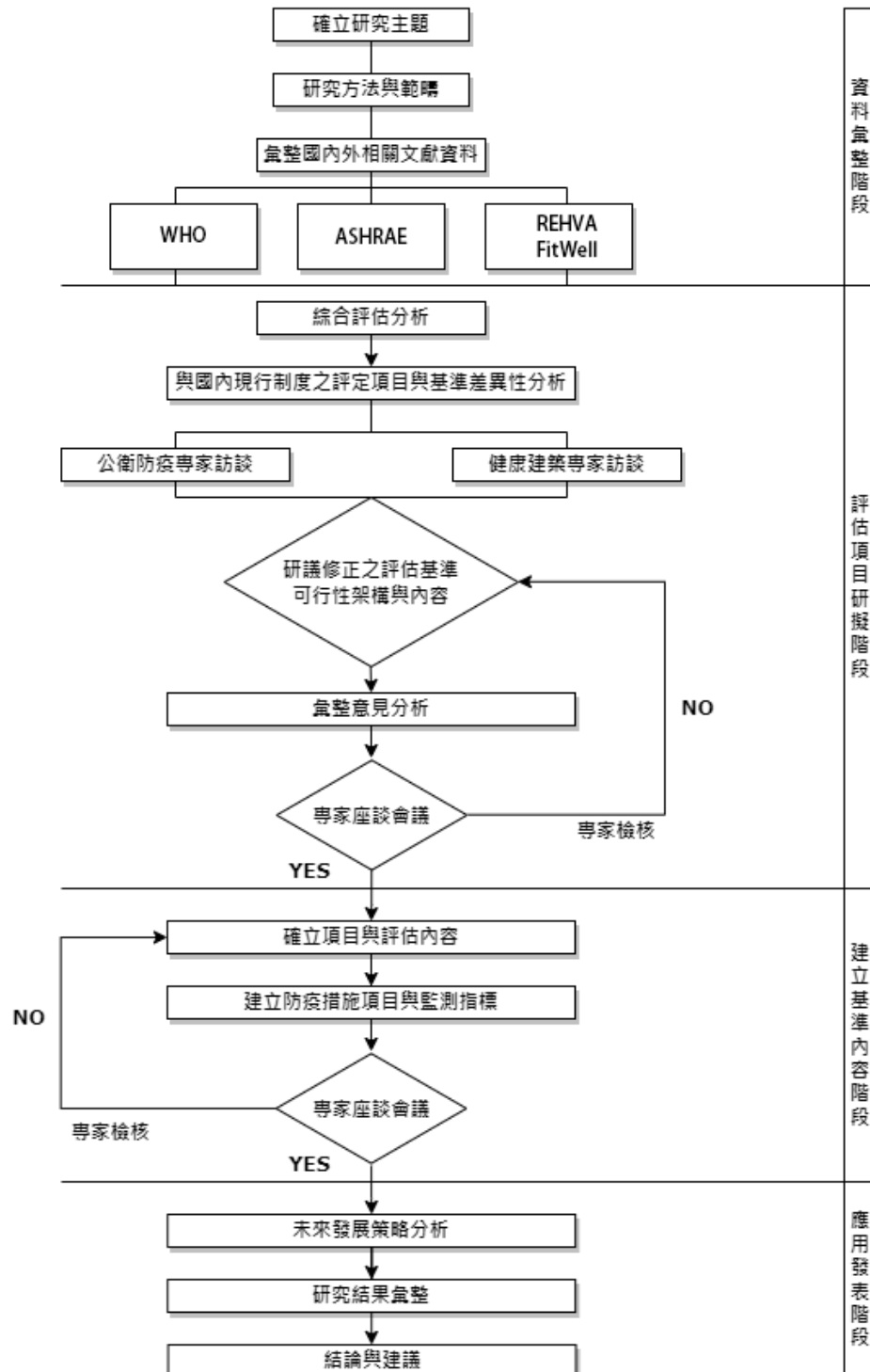


圖 1-1 研究流程

貳、研究進度

表 1-2 研究進度

月 工作項目	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月	第 8 月	第 9 月	第 10 月	第 11 月	備 註
彙整相關文 獻												
綜合評估分 析												
國內現行制 度評估項目 分析												
研議修正之 評估可行性 架構與內容												
數值模擬分 析												
建立通風防 疫措施												
期中報告書 製作												
期末報告書 製作												
專家訪談			◎			◎						
專家座談會			◎			◎	◎					
整理與修正 報告書												
期中期末報 告				◎ 6/30				◎ 10/14				
期末審查									◎ 10/27			
預期進度	10%	15%	25%	35%	45%	55%	65%	80%	95%	100%		

第二章 文獻分析與研究方法

第一節 文獻分析

壹、室內空氣環境品質與生物氣膠傳播的相關文件

氣膠是懸浮於空中的微細物質，平時香菸燃燒後產生的煙霧、工廠或交通工具排放的PM2.5或是各種呼氣動作(包括講話、呼吸等)產生的呼氣氣膠，都是典型的氣膠例子。氣膠以極細微的懸浮微粒或液滴形式於空氣中散佈。透過分析發生於鑽石公主號、唱詩班等等室內場所的多起COVID-19超級傳播感染事件，以及本文獻分析室內與室外感染比例(有超過95%的感染發生在室內環境)，皆指向氣膠傳播為主要傳播途徑。病毒假如只是透過飛沫或接觸傳染，室內及室外空間的染病率不會有如此懸殊的差異。唯有藉由生物氣膠的空氣傳播，病毒才有可能在有限時間內使龐大的人數染病。綜合以上研究，輔以大量的流行病學統計、氣動流體力學模擬以及動物實驗，種種最新證據皆一致指向氣膠傳播才是新冠肺炎的主要傳染途徑。

氣膠主要經由呼吸或講話產生，會隨著室內風環境，飄散的速率有明顯影響，比起有症狀感染者咳嗽或打噴嚏生成的飛沫，更容易讓人掉以輕心。不像飛沫傳播必須與眼睛、鼻子或嘴巴的黏膜有直接接觸，對方只需吸入感染者所呼出仍保有傳染力的病毒氣膠，即會對肺部造成感染。另外，回顧多項研究也發現呼氣氣膠大部份來自肺部深處，顆粒雖小所攜帶的病毒量實際上卻更高。相對於大於100微米飛沫往往會在數秒內因為受重力主導而降落到地表或表面，直徑小至5微米以下的氣膠可以在空氣中懸浮數十分鐘甚至數小時之久，且在本身或周邊氣流的影響下往往可傳播超過1公尺以上的距離。一旦被吸進入體內，這些小顆粒的氣膠有更高機率越過上呼吸道而到達下呼吸道的細微支氣管以及肺泡區域並避過鼻咽篩的檢測。整體來說，與感染者長時間正常對話，比起短暫接觸到對方咳嗽時產生的飛沫危險更大。

本文獻指出，傳統認知上往往誤以為氣膠傳播只發生在長程傳輸，實際上氣膠傳播在近距離更容易發生，因為離感染者距離愈近時，其呼出之病毒氣膠的粒子濃度更高。現行的2公尺社交距離準則由於是根據飛沫及接觸傳播所設計的，並無法有效防範氣膠傳播。要能有效阻止氣膠傳播，除了原本避免群聚、注意物體表面清潔及配戴口罩之防疫準則之外，加強配戴口罩時的密合程度、強化室內空氣的通風、過濾及空氣消毒、注意氣流流動方向、以及空調系統的設計與維護更是事關重要。除此之外，加裝配備有可過濾氣膠微粒的高效能(HEPA)濾網之空氣清淨機及使用能破壞病毒結構，抑制病毒活性的紫外光燈(UVC)消毒，都可以更

進一步降低病菌透過氣膠的傳播。

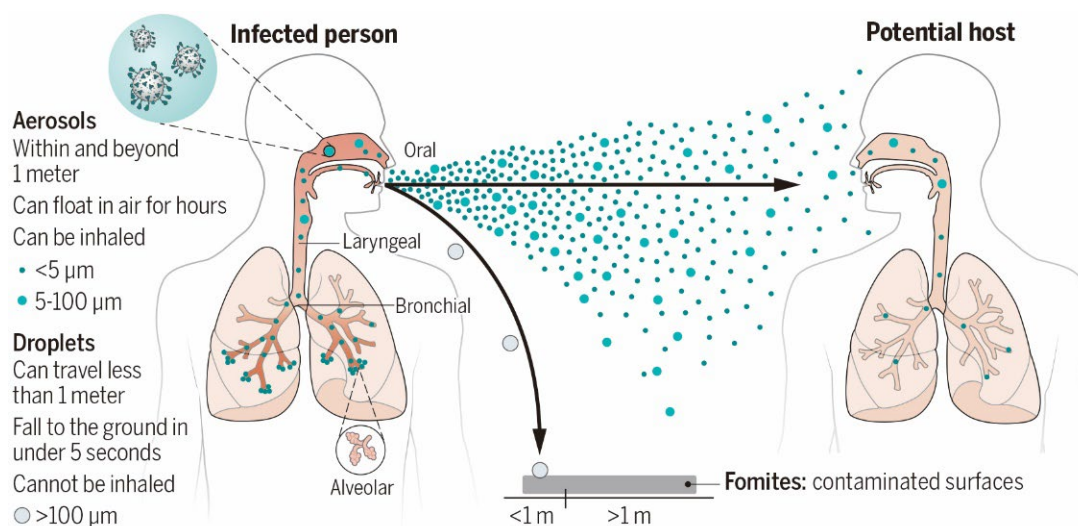


圖 2-1 COVID-19 氣膠與飛沫傳染方式

(資料來源:Chua C Wang, 2021)

貳、基於深度學習對於 COVID-19 防疫的技術認知

社交距離(Social distancing)是防止傳染性冠狀病毒(COVID-19)傳播的有效措施。然而，缺乏空間意識可能會導致無意中違反 2 米安全距離。在這種背景下，提出了一個結合「深度學習」(Deep learning)與「機器學習」(Machine learning)的主動監測系統，通過視覺性的警告來減緩 COVID-19 的傳播。首先引入一種基於視覺性的即時系統，該系統可以檢測社交距離的違規並使用最先進的深度學習模型發送非入侵式視聽提示，再來設計目標是系統必須足夠準確和有效，實現這目標的最安全方法是構建基於 AI 的檢測系統。基於 AI 的視覺檢測器已成為人員檢測工作中的最新技術，在大多數視覺基準測試中的成果都高於使用人力來的方便且有效，最後提供比單純的社交距離監測更先進的措施，以進一步減少 COVID-19 的傳播，這影響關鍵行人密度識別的方法，臨界密度可以做為指示空間觀禮者控制入口以調節進入的行人流量的指標。

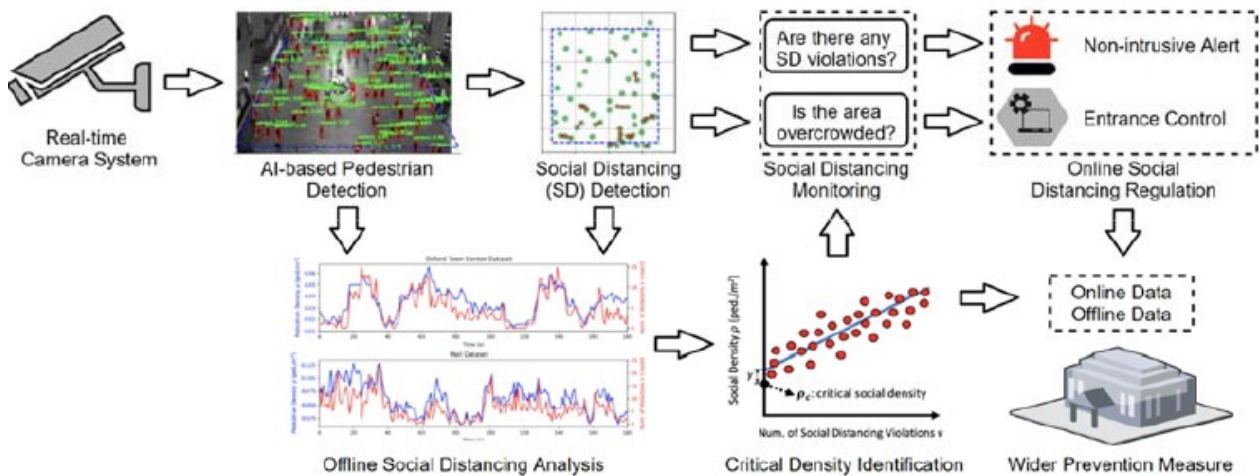


圖 2-2 擬議系統概述

(資料來源:DongFang Yang, 2021)

有幾種新興技術有助於保持社交距離。隨著科技發展發達，使用無線、網路和人工智能(AI)等技術能夠實現加強保持社交距離，包括蒐集數據、測量、建構模型、預測和即時技術。將各種新興技術分類為以人為中心或智能空間類別，以及對所討論技術的SWOT 分析中也考慮視覺社交距離的問題，視覺分析系統這項技術引入了一種基於骨架檢測的方法來測量人與人之間的距離。圖像域中的對象檢測是一個基本計算機視覺問題，目標是檢測屬於特定類別的語意對象的實例，例如人類、汽車和建築物等。目標檢測基準一直由深度卷積類神經網路CNN 主導，這些模型通常透過監督學習進行訓練，使用數據增強等技術來增加數據的多樣性，而訓練模型將預訓練模型部屬到新環境。對於2D 物體檢測，即使在不同的感測器、角度和光照條件下，預訓練的模型仍然可以取得良好的性能，因此，預先訓練的、最先進的基於深度學習的行人檢測系統可以直接用於社交距離監測。

儘管臺灣新冠肺炎疫情控制得當，但在後疫情時代中央疾管局(CDC)仍規定出入公共場所都須佩戴口罩並且保持社交距離，像菜市場在出入口並沒有配置人力進行監控與提醒，此種現象將造成防疫作業出現大漏洞。然而為了防疫，測量額溫、膚溫、人像檢測，都須支出重大的成本購買硬體，造成許多中小型企業壓力負擔提升，為解決此等問題，自動額溫量測及佩戴口罩之人臉辨識系統，結合非接觸式的自動額溫量測技術、採用物件檢測方法進行佩戴口罩偵測及採用人臉辨識演算法辨識戴口罩者，並使用物聯網架構進行資料傳輸，當偵測到

使用者額溫過高時會禁止其進入，同時無論是否發燒都會在資料庫中記錄額溫與人臉資訊以便後續追蹤。這項設計結合了人工智慧與物聯網技術，能夠在佩戴口罩下記錄不同人的身分及額溫，證明是否有染疫人員曾經來訪以增強防疫能量。

參、通風系統對於 COVID-19 之重要性

在後疫情時代都市居民超過 90%時間在室內度過，建構新型態的「建築環境」，同時解決「健康防疫」成為當前世界各國積極發展的目標（SDGs & Pandemic Response）；控制室內污染物濃度、優化室內熱濕環境、創建優美綠化環境，及發佈室內環境監測資料等。既能夠保障建築使用者短期的需求，亦能為建築使用者，提供長期的健康保障，最終實現建築使用者身心健康的目的。依據 COVID-19 Response 於 WGBC 與 WELL HSR 防疫建築規範，提供防疫基本功能、為防疫提供便利和可控、降低感染風險，及保護居住者健康。

回顧許多文獻顯示，建築室內通風即為防疫關鍵，利用人工智慧技術搭配硬體設備蒐集資料，終端進行大數據分析與擴散分析，進行通風系統、新風系統調控，有效解緩病毒傳播速率。然而需定期空間殺菌，因氣膠傳播會透過病毒黏著在懸浮微粒上，附著在物體上，像是書桌、牆壁、椅子等等，只要人手一摸，並且沒有做好勤洗手的習慣，將在不知情上被傳染。使用深度學習演算法，得知環境特徵變數與人為特徵因子之重要性依序為：黴菌、二氧化碳、社交距離、總揮發性有機物、甲醛等等，若沒有進行室內通風、機械換氣，會將病毒長期飄逸在室內空間當中，造成極度危險，因此影響室內的風流場，是防疫關鍵之一。

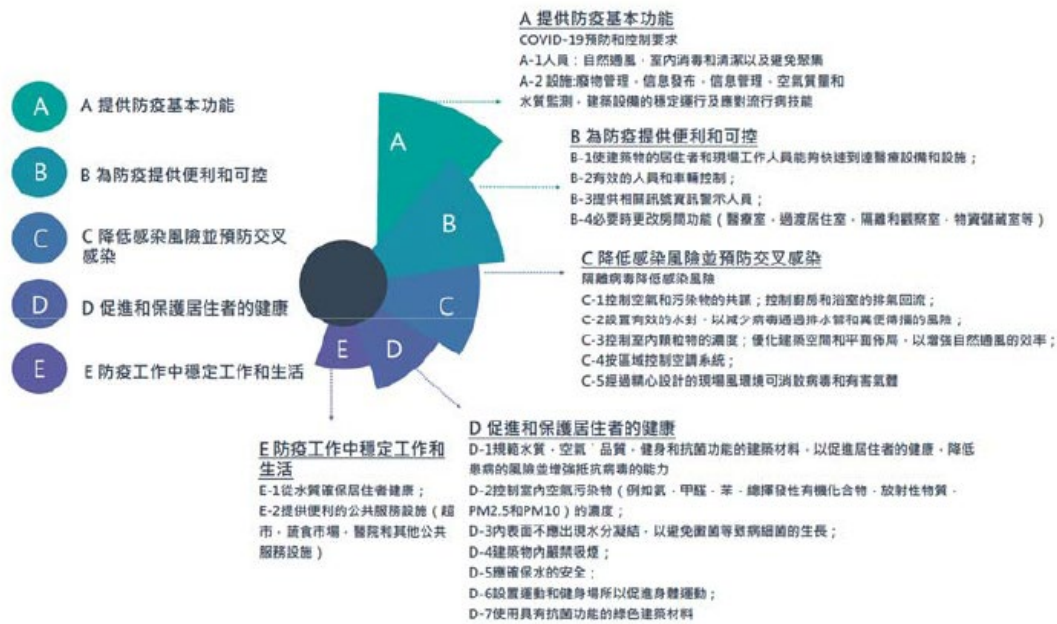


圖 2-3 COVID-19 Response 於 WGBS 防疫建築規範

(資料來源:內政部建研所)

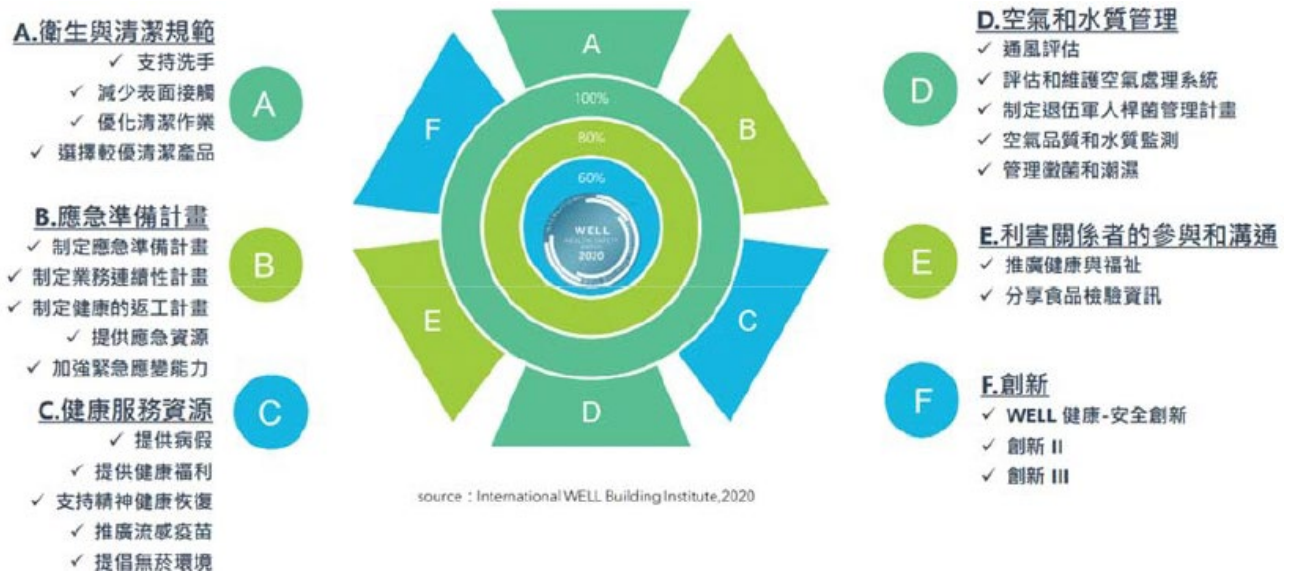


圖 2-4 COVID-19 Response 於 WELL HSR 防疫建築規範

(資料來源:內政部建研所)

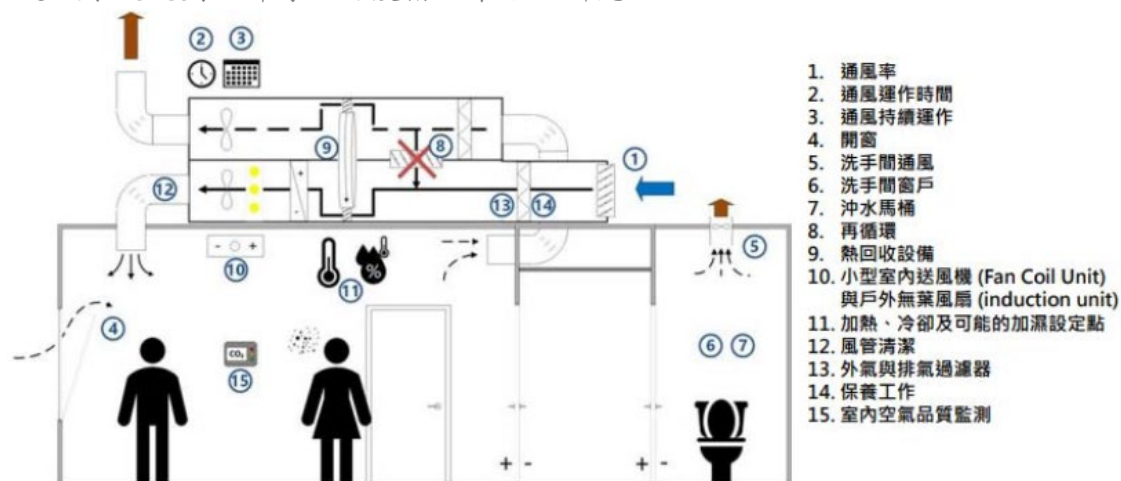


圖 2-5 REHAV 的建築設備運作指引

(來源:WELL HSR 防疫建築規範)

肆、疫情期間為降低傳染風險之建築設備運作實務之建議

一、 增加供氣與排氣通風

調整系統定時器的時鐘時間，讓通風系統在建築物開放時間至少 2 小時前以額定速率開始運作，並 在建築物使用時間之後的 2 小時期間切換至較低的通風速率。令系統維持以額定速率運作。每日全天候保持通風，無人在場時可降低通風率（但不可關閉通風）。在因疫情而清空的建築物（部分辦公室或教學大樓）中，不建議關閉通風，而應於正常運作期間以較低速率持續運作通風。建築物無人在場期間，可將通風調為定時運作，以維持 EN 16798-1:2019 建議的最低戶外氣流率，亦即每平方公尺地板面積 0.15 L/s。疫情期間為降低傳染風險之建築設備運作實務建議。

二、 使用可開啟開口(門窗)進行自然通風

一般建議遠離擁擠和通風不良空間。在未裝設機械通風系統的建築物中，建議積極使用可開啟窗（比正常情形更常使用，即使會造成些許熱不適）。打開建築開口是自然提高換氣率的簡單方法。進入房間時，應開窗15 分鐘左右。此外，在有裝設機械通風系統的建築物中，可透過開窗來進一步加強通風換氣，降低室內污染物累積。

三、 加濕與空調並無實質效果

此作法對 SARS-CoV-2 無明顯效果，原因是冠狀病毒相當能夠耐受環境變動，僅會受到 80% 以上極高相對濕度和攝氏 30 度以上溫度的影響，但建築物為了熱舒適和避免微生物成長，無法達到也無法接受如此高的相對濕度與溫度。研究發現 SARSCoV-2 可在攝氏 4 度下

存活 14 日，攝氏 37 度下存活 1 日，攝氏 56 度下存活 30 分鐘。SARS-CoV-2 的穩定性（活性），經測試可在一般室內溫度攝氏 21-23 度及相對濕度 65% 下，保持極高穩定性。綜合先前關於 MERS-CoV 的證據，有充分證據顯示濕度至多 65% 的加濕處理，對於 SARS-CoV-2 病毒穩定性的影響極低或無影響。有一看法指出中度濕度（相對濕度 40-60%）有助降低 SARS-CoV-2 活性，目前證據不足以對此佐證，因此加濕並非降低 SARS-CoV-2 活性辦法。

四、安全使用熱回收段

當 HVAC 系統有裝設雙盤管機組或另一熱回收裝置，可保證回送端與供應端的空氣 100% 完全分離，則不需擔心病毒微粒透過熱回收裝置傳播的問題。研究指出，正確組合、安裝、保養的旋轉式全熱交換器，與微粒結合的污染物（包括空氣傳播的細菌、病毒和真菌）傳遞數量趨近於零，且僅會傳遞氣狀污染物，例如二手菸及其他氣味。並無證據顯示粒徑大於 0.2 微米左右、搭載病毒的微粒會通過轉輪傳遞。

五、不使用中央再循環之通風管理

1. 若中央空調箱有裝設再循環段，排氣（回送）風管中的病毒物質可能會重新進入建築物中。一般建議避免於 SARS-CoV-2 疫情期間使用中央再循環：應利用建築管理系統或以手動方式關閉室內風門。
2. 不得不使用中央再循環，盡可能增加外氣的引入率），並建議另外採取過濾回送空氣的措施。如欲完全清除回送空氣中的微粒和病毒，必須使用 HEPA 濾網。然因 HEPA 濾網的壓降較高，且需要專屬的濾網外框，因此現有系統通常不易安裝該濾網。但可在風管中安裝消毒裝置，例如紫外線殺菌燈（ultraviolet germicidal irradiation [UVGI]，又稱 germicidal ultraviolet [GUV]），作為替代方案。
3. 最低程度的改善，起碼應將現有的低效率回送空氣濾網替換為 ePM1 80% 的濾網。先前 F8 等級的濾網，對於帶有病毒的微粒具備合理的捕捉效率（對 PM1 的捕捉效率為 65- 90%）。

六、不使用僅內循環設備或增設通風換氣設備

在僅有小型室內送風機或分離式空調（全水系統或直膨式系統）的房間，首要優先考量為達到充分的外氣通風。此種系統中，機械通風往往與小型室內送風機或分離式空調分開，有二種選項可達到通風效果：

1. 主動開啟窗戶，並搭配安裝二氧化碳監測器作為外氣通風的指示器。
2. 安裝獨立式機械通風系統（局部式或中央式，依其技術可行性而定）。唯有此方式可確保房

間隨時獲得充分外氣供應。若採用選項 1，則二氧化碳監測器相當重要，原因是兼具冷卻或加熱功能的小型室內送風機或分離式空調，會提高熱舒適性，室內人員可能要經過很久時間才會察覺空氣品質不良和缺乏通風。二氧化碳監測器範例可參見〈學校建築物特殊指引文件〉疫情期間為降低傳染風險之建築設備運作實務建議小型室內送風機使用粗濾網，實際上無法過濾較小的微粒，但或許仍會蒐集可能遭污染的微粒，當送風機開始運作時，恐又釋出這些微粒。小型室內送風機和戶外無葉風扇可能需採取如下的額外措施：

1. 有裝設外氣供應（空氣與水系統）的小型室內送風機、冷樑系統和其他戶外無葉風扇，除了盡可能增加外氣通風率，不需採取任何其他具體措施來供應外氣。
2. 單一辦公室房間和家屋的小型室內送風機和分離式空調，除了定時將外氣供應至空間中，不需採取任何其他措施
3. 共用空間的小型室內送風機和分離式空調（有裝設小型室內送風機或分離式空調的較大面積房間，並有許多使用該空間），可選擇於無人在場期間以低速運作，或於人員離場的一小時後關閉、人員進場的一小時前先開啟，並搭配開窗，視何種措施較適合該特定空間。

七、 外氣濾網的更換方式

現代通風系統（空調箱）會在外氣進氣口的後方立即裝設細緻的外氣濾網（過濾等級 F7 或 F8，或者 ISO ePM2.5 或 ePM1），可妥善過濾外氣裡的懸浮微粒。呼氣氣溶膠中最小的病毒微粒，粒徑約為 0.2 微米（PM0.2），比 F8 濾網（對 PM1 的捕捉效率為 65-90%）的捕捉範圍還小。不過，大多數的病毒物質都落在濾網的捕捉範圍內，表示在極少數的外氣遭病毒污染案例中，標準的細緻濾網已能合理防範外氣裡低濃度和偶爾出現的病毒物質。

1. 房間空氣清淨機可清除空氣中的微粒，帶來堪比外氣通風的相似效果。為維持效力，空氣清淨機必須具備 HEPA 過濾效率，亦即最後步驟應是安裝 HEPA 濾網。遺憾的是，大部分廉價的房間空氣清淨機，效力並不足夠。使用靜電過濾方式而非 HEPA 濾網的空氣清淨機（跟靜電消除器不一樣！）通常亦有類似的過濾效率。
2. 由於通過空氣清淨機的氣流不多，因此能夠清淨空氣的地板面積積通常很小。欲選擇適合大小的空氣清淨機，單位氣流量（在可接受的噪音等級）必須至少為 2ACH，並且要到 5 ACH 才有顯著的清淨效果（將房間容積乘以 2 或 5，可算出通過空氣清淨機的氣流率）。若在大面積空間使用空氣清淨機，機器需放在靠近空間人員之處，且不應放在角落和看不見的地方。再循環回送風管中或房間內，可安裝特殊的紫外線殺菌消毒設備，以去除病毒和細菌的活性。

3. 此種裝置多半使用於醫療場所，必須選用適合大小，並且妥善安裝及保養。因此，空氣清淨機是容易使用的短期減緩措施，但長期而言仍需改善通風系統，以達到充分的外氣通風率。

八、 汙染物排除通風換氣量

居家廚房設計通則歸納整理(居家廚房空氣品質改善策略之研究 施佩岑 2020)如下：

目前居家廚房存存在許多待改善之問題，多數樣本最大的問題在於油氣、熱氣、水氣、濕氣無法有效的排除，其中空氣污染主要以懸浮微粒PM_{2.5} 最為嚴重，在調查的30 間廚房樣本中有67%之樣本烹飪後汙染物滯留於室內，且達77%之樣本，濃度值高於環保署室內空氣品質管理法之標準，此外，在廚房工作區域之接觸式生物性污染，主要為水槽內部以及備餐檯面，皆為屬於食材接觸頻繁又潮濕之區域；在室內通風上不同廚房型式之問題各有所異，在全開放式(A)，主要面對汙染物易擴散至鄰近空間；半開放式(B)，除了少數擴散問題，亦須面對進風流速不及排風之問題；低開放式(C)，主要為廚房內部空氣滯留區易造成汙染物蓄積之問題，使得廚房與鄰近空間暴露於空氣污染的危害之下。

因此改善、控制污染可參考以下建議：

居家廚房工作區域，其備餐料理檯面以及水槽內側，在材料使用上，採用密度高、抗菌材質，施工時避免拼接或採用無縫拼接，亦能減低細菌、真菌在該區域的滋生，在空間配置上以使用流程來進行配置，將生食與熟食的烹飪區劃分各自獨立，以避免食材的交互污染，除了考量其使用與操作的便利性，同時亦能降低接觸式之生物性污染。

廚房配置規劃設計上，空氣污染的控制極為重要，依不同型式，各有其重點控制方法，對內開口比例50%以上之廚房，利用壓差來控制污染，將污染控制於廚房空間內，再藉由排油煙機將汙染物排除。開口比例20%~50%之廚房，除了讓廚房空間在烹飪時維持負壓外，同時須考量進風之流速。開口比例20%以下之廚房空間，其進風量為影響污染濃度之關鍵，確保室內無通風之死域地帶（dead zone），採用正壓通風，進風、排風比例1.3:1—1.5:1 之間為佳。以上改善通風之大原則為，保持鄰近空間進風（正壓），廚房僅排風（負壓），若廚房設有對外開口其進風量，必須小於對內鄰近空間開口之進風量，若無法滿足上述條件，最後則配合其他改善設施，例如：設置風幕系統（air washer）於鄰近空間阻擋污染擴散至鄰近空間，廚房內部則採用機械式外部強制進風，最後由局部排風設備（排油煙機）將汙染物排除。

模擬結果，如表2-1可知在局部機械排風狀態下，污染排除以正壓通風，即進氣量大於排

氣量，效果最佳，由監測軸之CO₂ 濃度曲線圖顯示，四組模擬其工作區域CO₂ 濃度值均在700ppm 以下，其中比例以1:3:1—1:5:1 相對為佳，平均濃度為524ppm；其次為等壓通風1:1，即進氣量等於排氣量，平均濃度為551ppm；污染排除效果最差為負壓通風，即進氣量小於排氣量，模擬比例為1:1.5—1:65，CO₂ 平均濃度約560ppm，由監測軸之CO₂濃度曲線圖可看出，多組的烹飪區域CO₂濃度均超過650ppm，擴散分佈圖可看出，污染仍蓄積於牆角。

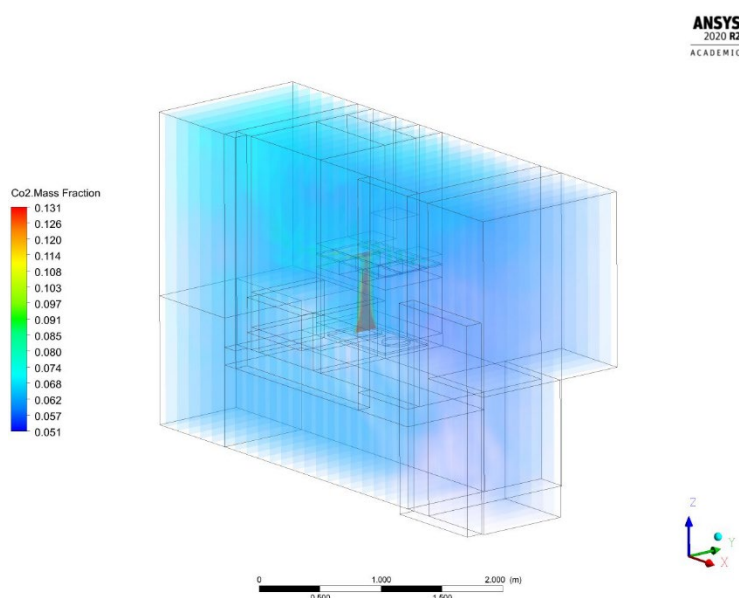


圖 2-6 廚房改善前 CO₂ 濃度分布圖

來源:(居家廚房空氣品質改善策略之研究 施佩岑 2020)

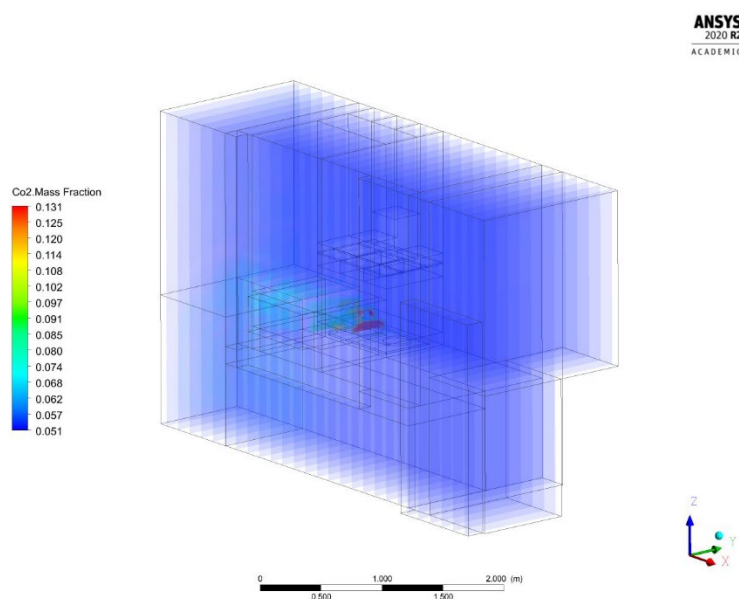
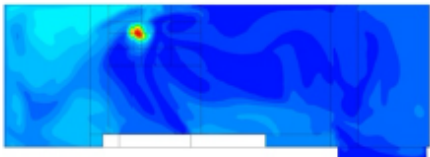
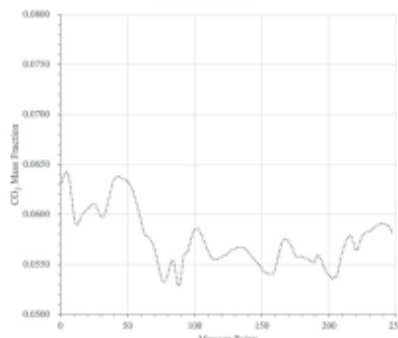
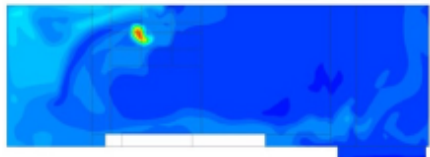
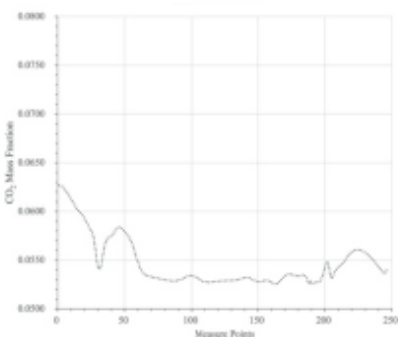
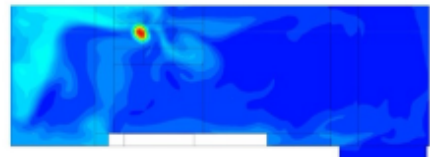
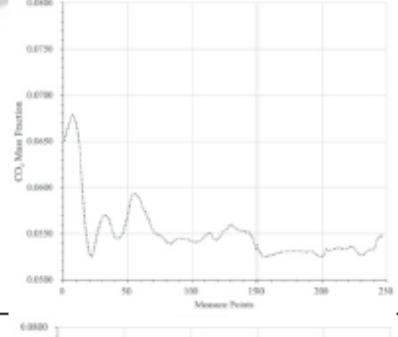
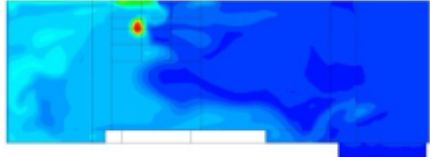
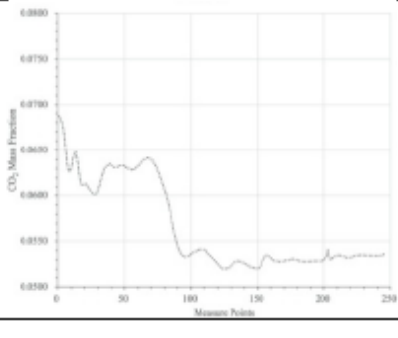
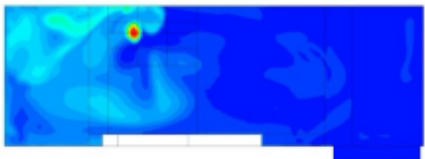
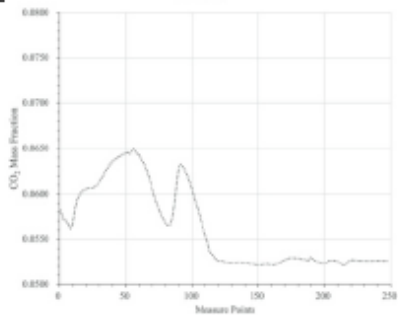
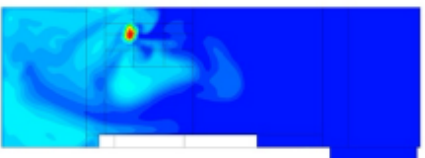
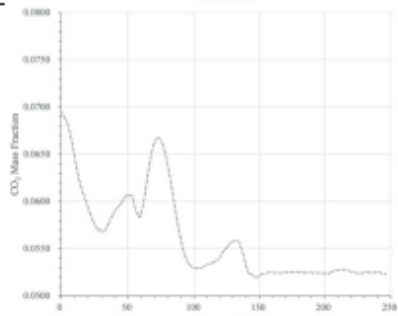
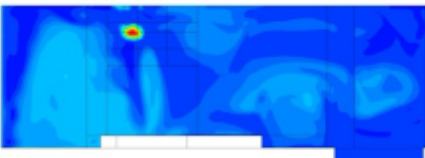
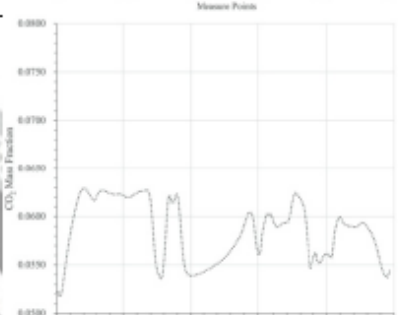
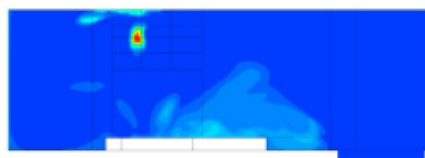
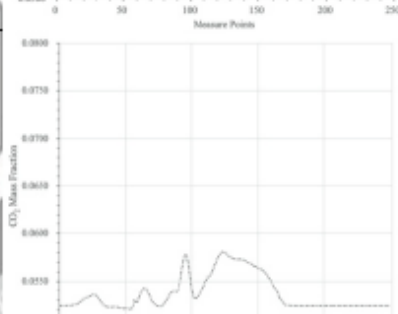
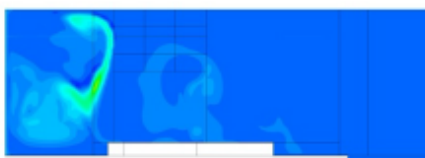
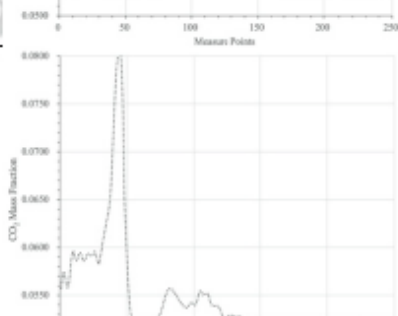


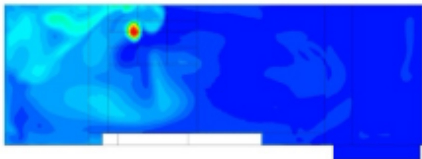
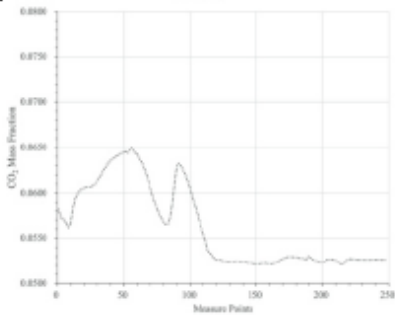
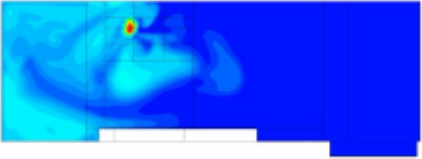
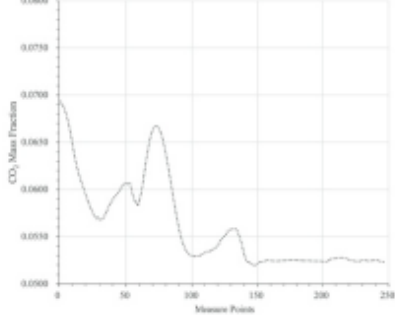
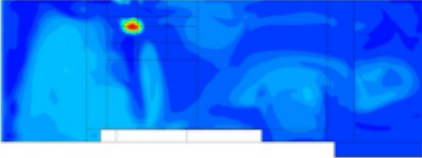
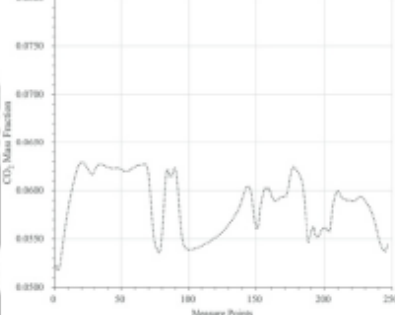
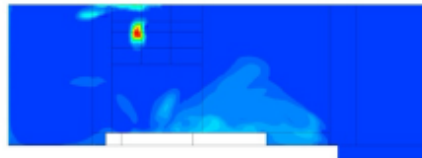
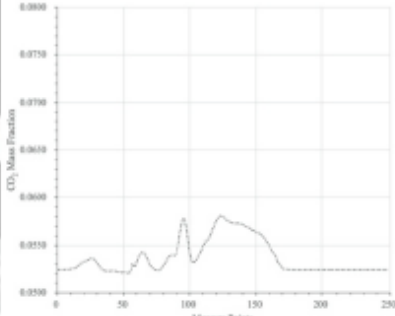
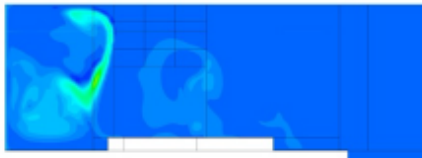
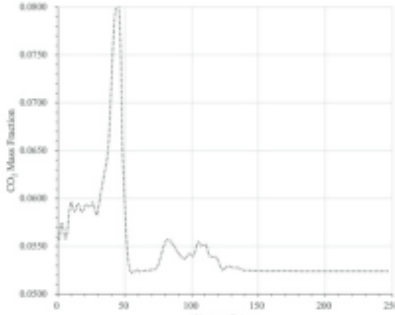
圖 2-7 廚房改善後 CO₂ 濃度分布圖

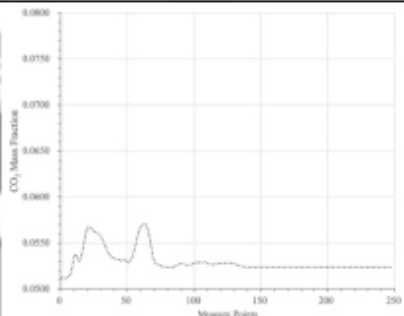
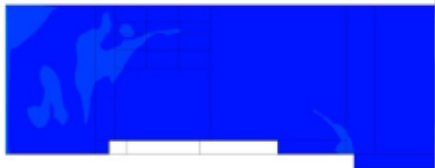
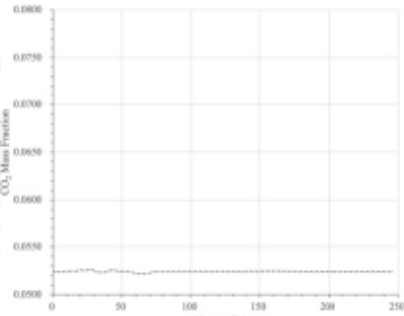
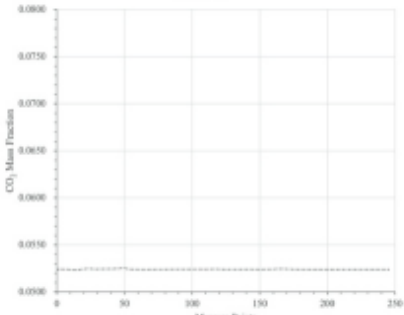
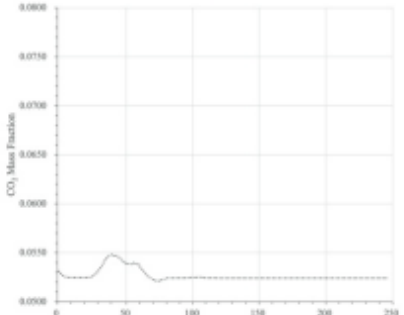
來源:(居家廚房空氣品質改善策略之研究 施佩岑 2020)

表 2-1 通風比例模擬

負壓				
比例	進風 (m/s)	CO ₂ 擴散分佈	監測軸 CO ₂ 濃度圖	平均 (ppm)
1:65 (原始)	0.02			575
1:40	0.032			547
1:30	0.043			530
1:25	0.052			549

1:20	0.065			537
1:15	0.08			585
1:10	0.13			560
1:5	0.26			562
1:1.5	0.8			565

1:20	0.065			537
1:15	0.08			585
1:10	0.13			560
1:5	0.26			562
1:1.5	0.8			565

正壓				
比例	進風 (m/s)	CO ₂ 擴散分佈	監測軸 CO ₂ 濃度圖	平均 (ppm)
1.2:1	1.56			530
1.3:1	1.69			524
1.5:1	1.95			524
2:1	2.6			526

牙醫診所設計通則歸納整理(牙醫診所室內空氣品質改善之研究 施吳珍2020)如下：

A. 源頭減量

1. 使用低 VOCs 與低甲醛含量之醫藥材料(可查看醫材物質安全資料表 MSDS)。
2. 縮短含 VOCs 藥材瓶蓋打開時間及減少噴灑方式的消毒過程，並於使用過後確認瓶罐是否完全密封。
3. 除醫療過程中，護理人員清潔手機器械使用強力噴槍水柱作業中都應開啟局部抽氣設備，或隔離操作(如通風櫥)，以防止懸浮微粒擴散或蓄積於室內空間中。
4. 診所室內裝修使用符合國家標準之綠建材或低甲醛建材。

B. 加強通風換氣

a. 室內規劃配置

1. 將具有污染源的工作項目所使用之空間區域獨立化，並以集中或相鄰方式排列，以減少通風管路設置區域之範圍及管路長度，並可增加污染物排除效能。
2. 藉由獨立式診間的規劃安排，將污染物侷限於醫療診間而降低影響範圍，也利於排除或稀釋污染源。
3. 獨立的醫材準備室為規劃首選，如因空間尺度受限而採用醫材準備區之規劃方式，其作業區上方應增設局部抽氣設備。

b. 室內通風換氣及壓力差

1. 規劃診所為獨立式診間時，其換氣次數為 6 次/hr；半開放式診所之換氣次數為 11/hr；全開放式診所之換氣次數為 18 次/hr。
2. 當空間現況為單向開口且開口面積侷限而無法以自然通風改善室內之空氣污染時，可輔以機械通風方式改善；進氣口與排氣口之位置分配必須造成有利的空氣流向，且以正壓通風換氣方式效果最佳，也就是進氣量大於排氣量。（圖 2-8 等壓、正壓、負壓機械通風方式改善之濃度擴散圖）

c. 其他改善措施

1. 適當選擇可以處理需要過濾之污染物且有足夠效能之空氣清淨設備。
2. 於診所空間中設置主動式植栽綠牆，應能達到部分的空氣淨化效果。（圖 2-9 壓、牙醫診所內增設植栽綠牆前後空氣污染分布圖）
3. 空氣清淨設備應設置於室內空氣滯留區效果較佳。

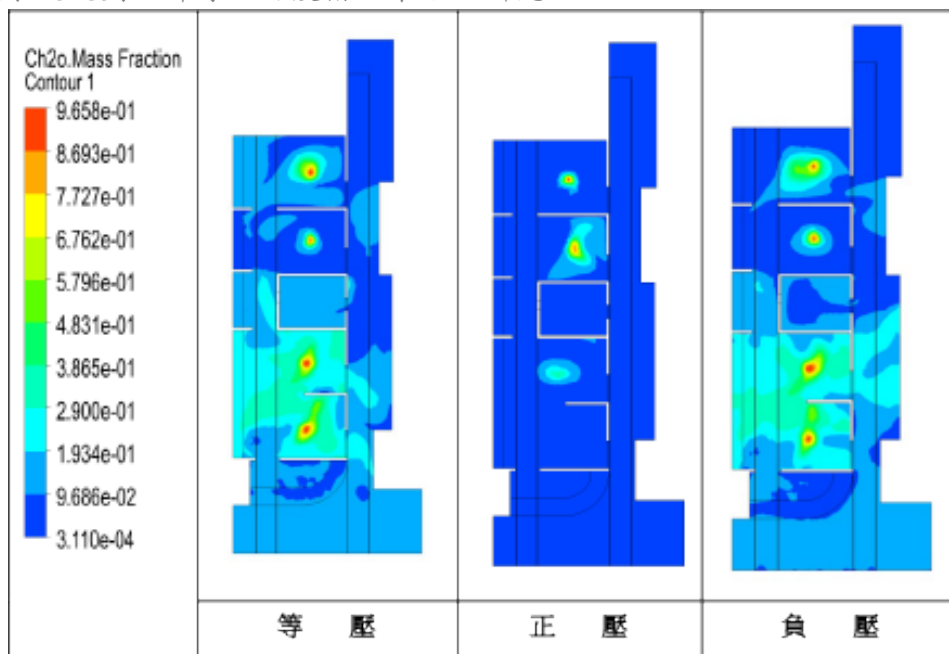


圖 2-8 壓、正壓、負壓機械通風方式改善之濃度擴散圖

來源:(牙醫診所室內空氣品質改善之研究 施吳珍 2020)

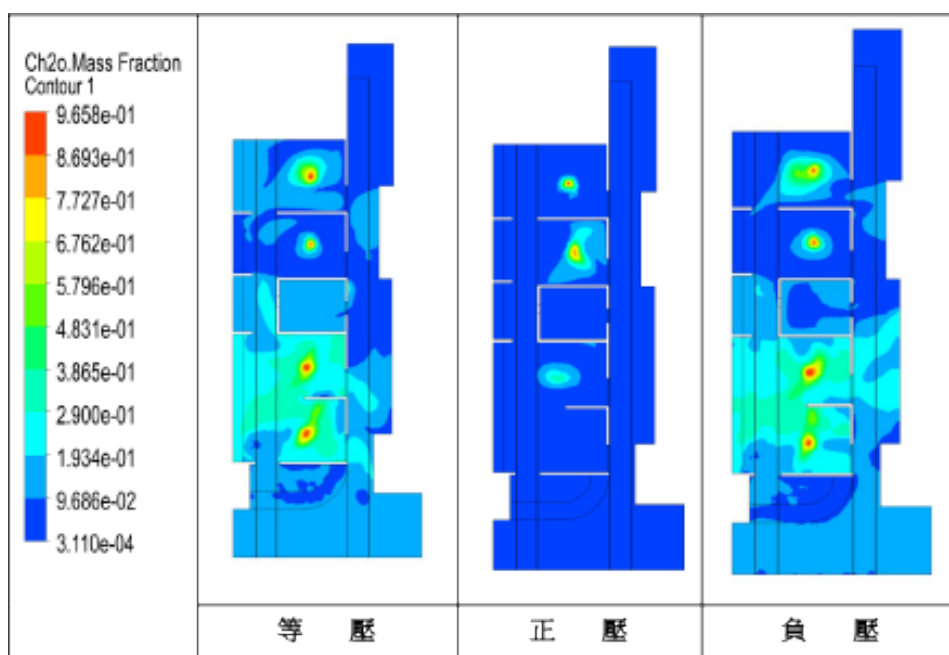


圖 2-9 壓、牙醫診所內增設植栽綠牆前後空氣汙染分布圖

來源:(牙醫診所室內空氣品質改善之研究 施吳珍 2020)

九、 衛浴設備與配管注意事項

若馬桶座附蓋，建議沖水時應蓋上馬桶蓋，冷氣流釋出的飛沫和飛沫殘餘量減至最低。應向建築物 使用者明確指引如何使用馬桶蓋。水封應隨時保持運作。請定期檢查水封（與存水彎），視需要加水，至少每三週應加水。若有設置垃圾桶，建議採用具遮蓋之設施，並可採腳踏式或紅外感應式開啟裝置，避免身體直接指其接觸。

建築服務工程專業人士需要意識到病毒傳播的可能原因，以便加強當代工程實踐。更高水平的疾病防護排水系統中的傳播需要深入了解排水中的污濁空氣和水的流動特性網絡。空氣和水的流動排水管網應管控好通過適當的管道佈局和疏水閥密封設計。研究結果驗證了沿垂直方向的向上氣流特性排水煙囪和可能由內部正壓引起的氣流排水管，無需操作任何機械和自然通風系統。這SARS事件因為忽視了廁所通風的工程細節和衛生設計實際上強加了生命安全風險。(Industrial experience and research into the causes of SARS virus transmission in a high-rise residential housing estate in Hong Kong. Build. Serv. Eng. Res. Technol. 27(2), 91 – 102(2006).)

十、 室內空氣品質監測

通風不良的房間，經由氣溶膠導致室內交叉汙染的風險相當高。若需要室內人員主動操控通風（混合式或自然式通風系統），或者建築物中並無專屬的通風系統，則建議應於人員活動區域安裝二氧化碳偵測器，以提醒通風不良情形，尤其是經常有一群人使用一小時以上的空間，例如教室、會議室、餐廳。疫情期間，建議應暫時變更二氧化碳流量燈號的初始設定，設為 800 ppm 亮黃燈/橘燈（或提醒燈），1000 ppm 亮紅燈（或警告燈），以便在即使室內人員減少的狀況下，仍能促使人員立即採取行動以達成充分通風。部分情形中，可使用獨立式二氧化碳偵測器或「二氧化碳流量燈號」。使用屬於連網式偵測器網絡的二氧化碳偵測器，有時效果可能更佳。上述偵測器發出的信號，提醒建築物室內人員以正確方式使用可開啟窗以及有多種設定的機械通風系統。亦可儲存偵測器的資料，每週或每月提供資料給場所管理者，令其得知二氧化碳濃度高的建築物及房間狀況，之後再依此辨識傳染風險。

十一、 疫情期間為降低傳染風險之建築設備運作實務建議總結

1. 為空間提供充分的外氣通風
2. 建築物開放時間至少2小時前以額定速率開啟通風，並於建築物使用時間之後的2小時期間將通風切換至較低速率

3. 夜間和週末不可關閉通風，而應以較低速率維持通風系統運作
4. 常開窗戶（即使於機械通風建築物亦應常開窗）
5. 洗手間維持每日全天候通風
6. 避免開啟洗手間窗戶，以維持通風方向正確
7. 指引建築物使用者沖馬桶時應蓋上馬桶蓋
8. 將空調箱切換為 100% 外氣再循環
9. 詳細檢查熱回收設備，確保已掌控漏氣情形
10. 調整小型室內送風機的設定，令其持續運作
11. 不可更改加熱、冷卻及可能的加濕設定點
12. 依正常程序定期清潔風管（不需額外增加清潔）
13. 按照預定保養時程，依正常程序更換中央外氣與排氣濾網
14. 定期更換與保養濾網時，應採取包括呼吸防護具在內的一般防護措施
15. 採用空氣品質偵測器網絡，令室內人員與場所管理者可監測通風是否充分運作

伍、建築防疫通風相關規範

一、WHO Road Map

疫情下 WHO 改善室內通風的路線圖：

1. 通風是指將清潔空氣引入空間，同時去除陳舊空氣。
2. 通風將室外空氣輸送到建築物或房間內並在建築物或房間內分配。
3. 如果當地的室外條件需要，例如高顆粒物 (PM)濃度，在將其引入建築物之前可能需要對室外進行處理。建築物通風的一般目的是確保建築物中的空氣適合呼吸。
4. 這主要是經由清潔空氣稀釋源自建築物的污染物，並經由提供氣流速率以給定速率改變這種空氣從而去除污染物來執行的。
5. 通風也用於氣味控制、密封控制，並且通常與氣候控制（溫度和相對濕度）結合使用。

二、美國冷凍空調學會

ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) 建築防疫之建議規範。美國冷凍空調學會 (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE) 於 2019 年爆發 SARS-CoV-2 病毒傳染，美國冷凍空調學會回應聯合國與世界衛生組織提出之(COVID-19 Response)政策，綜合全球公共衛生、建築、冷凍空調等專家研究，提出於「不同建築空間」空調通風之回應，以降低 SARS-CoV-2 之空氣傳染性與氣膠暴露程度。

表 2-2 美國冷凍空調學會標準規範

標準編號	標準名稱	內容項目	對應建築防疫建議
ANSI/ASHRAE Standard 62-1,2019 (update)	Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality	HVAC 系統之通 風規範	各類場所最低引入外氣 風量增加新鮮外氣量引 入室內溫度濕度控制使 用過濾濾網 MERV-13 等 級以上確保整體換氣率 增加局部通風換氣設施 清淨裝置 UV/Ozone-滅菌 規範 回風確保空氣品質 整體空間清淨模式以 3 ACH 置換
ANSI/ASHRAE Standard 62-2,2019	Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings	住宅類空調系統 之通風規範	低樓層住宅空調通風規 範住宿單元通風量(面積 與單元數量加權計算) 住宿單元增加人數時增 加外氣量 7.5 cfm (3.5 L/s)/人 廚房、衛浴等空 間通風換氣 100 cfm (50L/s)、50 cfm (25 L/s)以 上或連續通風換氣 5 ACH 使用過濾濾網 MERV-13 等級以上局部排氣設計
ANSI/ASHRAE Standard 52.2,2017	Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency	濾材	不同粒徑懸浮微粒之移 除效率測試考量濾網成 本與效益建議使用過濾 濾網 MERV-13 等級以

	by Particle Size		上，可針對 1.0-3.0 (μm) 有 85%以上之移除效率 過濾濾網 MERV-13 對於 PM2.5 具有 70%以上
--	------------------	--	---

表 2-3 美國冷凍空調學會標準規範

標準編號	標準名稱	內容項目	對應建築防疫建議
ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170,2017	Ventilation of Health Care Facilities	通風換氣對健康照護機構之規範	醫院、門診、護理之家空間之通風規範空間空氣正負壓設計溫度、濕度、回風率規範換氣次數規範 2-10 ACH
ANSI/ASHRAE Standard 185.2,2020	Method of Testing Ultraviolet Lamps for Use in HVAC&R Units or Air Ducts to Inactivate Microorganisms on Irradiated Surfaces	HVAC 空調系統風管與風箱表面使用 UV 燈照射滅菌	UV 效率測試方法 UV-A(400-320nm)、UV-B(320-280nm)、UV-C(280-100nm)
ANSI/ASHRAE Standard 188,2018	Legionellosis: Risk Management for Building Water Systems	空調系統之冷卻水(退伍軍人菌)之感控管理	空調冷卻水塔等系統退伍軍人菌感控管理水系統管理程序，鍋爐也有此問題

對於降低 SARS-CoV-2 之空氣傳染性與氣膠暴露程度，特別著重在「通風量」、「外氣引入量」、「過濾濾網」、「清淨裝置」與「UV Lamp 滅菌」等事項，依美國冷凍空調學會提出 SARS-CoV-2 對應策略，有以下重要關鍵通則：

1. 疫情期間公共衛生措施-配戴口罩等個人防護措施(PPE)、保持社交距離、自主檢測、遠距異地輪值辦公、減少室內人數、衛生管理等。
2. 通風換氣、過濾、空氣清淨淨化-依法令、標準與規範提供最小外氣引入量。HVAC 使用 MERV-13 等級以上過濾濾網。使用獨立清淨機、過濾裝置等減緩能耗。
3. 空氣分配-避免直吹氣流方式通風，使用空間充分混合通風方式，空氣稀釋方式避免人傳人之問題。
4. HVAC 系統操作-溫度與濕度之控制、清淨空氣供給確保到達空間各處、必要之大量置換氣，以 3 ACH 方式供給乾淨空氣、控制因節能需求之回風設定，過濾或清淨方式處理回風達到可接受之空氣品質。

5. 確認 HVAC 設備效能與防疫設計需求一致。

表 2-4 美國冷凍空調學會標準 62-1 之建議呼吸帶通風量

場所	人員外氣量		面積外氣量		人員密度 #/100m ²
	Cfm/person	L/S/person	Cfm/ft ²	L/S • m ²	
住宿單元	5	2.5	0.06	0.3	—
健身房	20	10	0.18	0.9	7
游泳池	—	—	0.48	2.4	—
零售商店	7.5	3.8	0.12	0.6	15
理髮店	20	10	0.12	0.6	25
大型商場	7.5	3.8	0.18	0.9	10
超市	7.5	3.8	0.06	0.3	8
劇院觀眾席	5	2.5	0.06	0.3	15
圖書館	7.5	2.5	0.12	0.6	10
公眾大廳	5	2.5	0.06	0.3	150
博物館	7.5	3.8	0.06	0.3	40
辦公空間	5	2.5	0.06	0.3	5
辦公入口大廳	5	2.5	0.06	0.3	10
休息室	5	2.5	0.12	0.6	50
餐廳用餐	7.5	3.8	0.18	0.9	70
商用廚房	7.5	3.8	0.12	0.6	20
咖啡廳/快餐	7.5	3.8	0.18	0.9	100
飯店大廳	7.5	3.8	0.06	0.3	30
飯店住宿房	5	2.5	0.06	0.3	10
小學教室	10	5	0.12	0.6	35
幼兒園日托	10	5	0.18	0.9	25
國中以上教室	10	5	0.12	0.6	25
電腦教室	10	5	0.12	0.6	25
牙科術室	10	5	0.18	0.9	20
一般檢驗室	7.5	3.8	0.12	0.6	20

(資料來源：ASHRAE, 2020)

表 2-5 美國冷凍空調學會標準 62-2 之低層住宅建議通風量

樓地板面積 (m ²)	臥室 (L/S)				
	1 房	2 房	3 房	4 房	5 房
<47	14	18	21	25	28
47-93	21	24	28	31	35
94-139	28	31	35	38	42
140-186	35	38	42	45	49
187-232	42	45	49	52	56
233-279	49	52	56	59	63
280-325	56	59	63	66	70
326-372	63	66	70	73	77
373-418	70	73	77	80	84
419-465	77	80	84	87	91

(資料來源：ASHRAE, 2020)

表 2-6 美國冷凍空調學會標準 52-2 之過濾裝置移除效率

MERV	Filters Factor	PM $\%$ (0.3-1.0) μm	PM $\%$ (1.0-3.0) μm	PM2.5 (%)
11	4.3	0	65	35
12	3.0	0	80	50
13	2.1	25	85	70
14	1.8	75	90	90
16	1.6	95	95	95

(資料來源：ASHRAE, 2020)

三、臺灣建築技術規則-通風、開窗與機械通風設備規定

「建築技術規則設計施工編」與「設備編」分別針對建築物居室之通風、開窗、機械通風設備訂定規定，但對於「機械通風」之「外氣引入量」尚未清楚定義。

表 2-7 建築技術規則通風規定

條文	說明
設計施工編第四十三條	居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備，或依建築設備編規定設置之機械通風設備，並應依下列規定：一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五。但設置符合規定之自然或機械通風設備者，不在此限。 廚房之有效通風開口面積，不得小於該室樓地板面積十分之一，且不得小於零點八平方公尺。但設置符合規定之機械通風設備者，不在此限。廚房樓地板面積在一百平方公尺以上者，應另依建築設備編規定設置排除油煙設備。 有效通風面積未達該室樓地板面積十分之一之戲院、電影院、演藝場、集會堂等之觀眾席及使用爐灶等燃燒設備之鍋爐間、工作室等，應設置符合規定之機械通風設備。但所使用之燃燒器具及設備可直接自戶外導進空氣，並能將所發生之廢氣，直接排至戶外而無污染室內空氣之情形者，不在此限。 前項第二款廚房設置排除油煙設備規定，於空氣污染防制法相關法令或直轄市、縣（市）政府另有規定者，從其規定。
設計施工編第四十四條	自然通風設備之構造應依左列規定： 一、應具有防雨、防蟲作用之進風口，排風口及排風管道。 二、排風管道應以不燃材料建造，管道應儘可能豎立並直通戶外。除頂部及一個排風口外，不得另設其他開口，一般居室及無窗居室之排風管有效斷面積不得小於左列公式之計算值：

	$A_v = \frac{A_f}{250\sqrt{h}}$ 其中 A_v：排風管之有效斷面積，單位為平方公尺。 A_f：居室之樓地板面積（該居室設有其他有效通風開口時應為該居室樓地板面積減去有效通風面積二十倍後之差），單位為平方公尺。 h：自進風口中心量至排風管頂部出口中心之高度，單位為公尺。 三、進風口及排風口之有效面積不得小於排風管之有效斷面積。 四、進風口之位置應設於天花板高度二分之一以下部份，並開向與空氣直流通之空間。 五、排風口之位置應設於天花板下八十公分範圍內，並經常開放。
設計施工編第四十五條	建築物外牆開設門窗、開口，廢氣排出口或陽臺等，依下列規定：門窗之開啟均不得妨礙公共交通。 緊接鄰地之外牆不得向鄰地方向開設門窗、開口及設置陽臺。但外牆或陽臺外緣距離境界線之水平距離達一公尺以上時，或以不能透視之固定玻璃磚砌築者，不在此限。 同一基地內各幢建築物間或同一幢建築物內相對部份之外牆開設門窗、開口或陽臺，其相對之水平淨距離應在二公尺以上；僅一面開設者，其水平淨距離應在一公尺以上。但以不透視之固定玻璃磚砌築者，不在此限。 向鄰地或鄰幢建築物，或同一幢建築物內之相對部分，裝設廢氣排出口，其距離境界線或相對之水平淨距離應在二公尺以上。 建築物使用用途為 H-2、D-3、F-3 組者，外牆設置開啟式窗戶之窗臺高度不得小於一·一〇公尺；十層以上不得小於一·二〇公尺。但其鄰接露臺、陽臺、室外走廊、室外

	樓梯、室內天井，或設有符合本編第三十八條規定之欄杆、依本編第一百零八條規定設置之緊急進口者，不在此限。																																																																																		
設備編第一百零一條	（通風系統）機械通風應依實際情況，採用左列系統： 機械送風及機械排風。 機械送風及自然排風。 自然送風及機械排風。																																																																																		
設備編第一百零二條	建築物供各種用途使用之空間，設置機械通風設備時，通風量不得小於左表規定： <table><tr><th colspan="2" rowspan="2">房間用途</th><th colspan="2">樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺／小時)</th></tr><tr><th>第101條、第一款及第二款通風方式</th><th>第101條、第三款通風方式</th></tr><tr><td colspan="2">臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者。</td><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td colspan="2">辦公室、會客室</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td colspan="2">工友室、警衛室、收發室、詢問室。</td><td>12</td><td>12</td></tr><tr><td colspan="2">會議室、候車室、候診室等容納人數較多者。</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td colspan="2">展覽陳列室、理髮美容院。</td><td>12</td><td>12</td></tr><tr><td colspan="2">百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場。</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td colspan="2">吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳。</td><td>20</td><td>20</td></tr><tr><td colspan="2">營業用餐廳、酒吧、咖啡館。</td><td>25</td><td>25</td></tr><tr><td colspan="2">戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席。</td><td>75</td><td>75</td></tr><tr><td rowspan="2">廚房</td><td>營 業 用</td><td>60</td><td>60</td></tr><tr><td>非 營 業 用</td><td>35</td><td>35</td></tr><tr><td rowspan="2">配膳室</td><td>營 業 用</td><td>25</td><td>25</td></tr><tr><td>非 營 業 用</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td colspan="2">衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15平方公尺之發電或配電室</td><td>—</td><td>10</td></tr><tr><td colspan="2">茶水間</td><td>—</td><td>15</td></tr><tr><td colspan="2">住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室</td><td>—</td><td>20</td></tr><tr><td colspan="2">公共浴室或廁所，可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場</td><td>—</td><td>30</td></tr><tr><td colspan="2">蓄電池間</td><td>—</td><td>35</td></tr><tr><td colspan="2">汽車庫</td><td>—</td><td>25</td></tr></table>			房間用途		樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺／小時)		第101條、第一款及第二款通風方式	第101條、第三款通風方式	臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者。		8	8	辦公室、會客室		10	10	工友室、警衛室、收發室、詢問室。		12	12	會議室、候車室、候診室等容納人數較多者。		15	15	展覽陳列室、理髮美容院。		12	12	百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場。		15	15	吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳。		20	20	營業用餐廳、酒吧、咖啡館。		25	25	戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席。		75	75	廚房	營 業 用	60	60	非 營 業 用	35	35	配膳室	營 業 用	25	25	非 營 業 用	15	15	衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15平方公尺之發電或配電室		—	10	茶水間		—	15	住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		—	20	公共浴室或廁所，可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場		—	30	蓄電池間		—	35	汽車庫		—	25
房間用途		樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺／小時)																																																																																	
		第101條、第一款及第二款通風方式	第101條、第三款通風方式																																																																																
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者。		8	8																																																																																
辦公室、會客室		10	10																																																																																
工友室、警衛室、收發室、詢問室。		12	12																																																																																
會議室、候車室、候診室等容納人數較多者。		15	15																																																																																
展覽陳列室、理髮美容院。		12	12																																																																																
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場。		15	15																																																																																
吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳。		20	20																																																																																
營業用餐廳、酒吧、咖啡館。		25	25																																																																																
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席。		75	75																																																																																
廚房	營 業 用	60	60																																																																																
	非 營 業 用	35	35																																																																																
配膳室	營 業 用	25	25																																																																																
	非 營 業 用	15	15																																																																																
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15平方公尺之發電或配電室		—	10																																																																																
茶水間		—	15																																																																																
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		—	20																																																																																
公共浴室或廁所，可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場		—	30																																																																																
蓄電池間		—	35																																																																																
汽車庫		—	25																																																																																

四、臺灣綠建築標章(EEWH)之建築防疫通風相關規定

綠建築評估指標體系分為「生態、節能、減廢、健康」（EEWH）四大部分共九項評估指

標，包括了「生物多樣性指標」、「綠化量指標」、「基地保水指標」、「日常節能指標」、「CO₂減量指標」、「廢棄物減量指標」、「室內環境指標」、「水資源指標」、「污水垃圾改善指標」等項目，在2005年推出新的「分級評估制度」，訂定了九大指標之綜合計分值及權重比例，亦發展不同建築類別版本(BC 基本型、RS 住宿類、GF工廠類、RN 舊建築改善類、EC 社區類、OS 境外版)。

表 2-8 臺灣綠建築標章(EEWH)分類版本

範疇	九大指標	EEWH-BC	EEWH-RS	EEWH-GF	EEWH-RN*	EEWH-EC	EEWH-ODS
生態	生物多樣性指標	◎	◎		◎	◎	◎
	綠化量指標	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	基地保水指標	◎	◎	◎	◎	◎	◎
節能	日常節能指標	◎			◎		◎
廢棄	CO ₂ 減量指標	◎	◎	◎	◎		◎
	廢棄物減量指標	◎	◎	◎	◎		◎
健康	室內環境指標	◎			◎		◎
	水資源指標	◎	◎	◎	◎		◎
	污水垃圾改善指標	◎	◎		◎		◎
*註:EEWH-RN中另有減碳效益評估法不適用九大指標							

對於「建築防疫與通風」在「綠建築標章」(EEWH)評估系統中，主要牽涉指標為「室內環境指標」、「污水及垃圾改善指標」。其中以「室內環境指標」為主要對應建築防疫與健康。室內環境指標評估項目，主要在評估室內環境中，隔音、採光、通風換氣、室內裝修、室內空氣品質…等，影響居住健康與舒適之環境因素；與防疫相關影響因子有「通風換氣環境」(自然通風評估法、空調換氣評估法)、「光環境」(自然採光空間、人工照明)，可以從加強通風與自然光 UV 抑菌、空調風管或空間之 UVGI 人工光抑菌等方式強化建築防疫。通風換氣環境評估主要針對人員常在空間評估，住宅類空間以住宿單元內的居室為對象，在

非住宿類建築則以居室空間及室內大廳、梯廳、走廊、開放性樓梯等公共空間為對象。

1. 自然通風評估-自然通風評估以「開窗」之「自然通風潛力VP」計算，確保每一居室「開窗自然通風換氣」之有效性。
2. 空氣換氣評估-以中央空調系統外氣供應量可送至空間之比例作為規範，以機械通風為主，對於分離式冷氣、窗型冷氣、FCU等系統，其無法引入「新鮮外氣量」至室內，不易通風換氣移出污染物。

表 2-9 綠建築標章(EEWH)之室內環境指標(與建築防疫、通風相關)

大項	小項	對象	評分判斷	查核	小計	比重	加權得分
光環境	自然採光空間	所有建築類型之玻璃透光性	清玻璃或淺色low-E玻璃等(可見光透光率0.6以上)	D1=20	X2=D+E+F=	Y2=0.2	X2×Y2=
			色板玻璃等(可見光透光率0.3~0.6)	D2=15			
			低反射玻璃等(可見光透光率(0.15~0.3)	D3=10			
			高反射玻璃等(可見光透光率0.15以下)	D4=5			
		教室、辦公、研究、實驗、臥房、病房、客房、住宿單元等居住空間，以自然採光性能NL(6*)指標評估	$0.6 \leq NL$	E1=60			
			$0.5 \leq NL < 0.6$	E2=40			
			$0.3 \leq NL < 0.5$	E3=30			
			$0.1 \leq NL < 0.3$	E4=20			
			$NL < 0.1$	E5=10			
		上述以外空間	不予評估	E6=36			
	人工照明	辦公、閱覽室、圖書室、教室空間之照明	所有空間照明光源均有防眩光格柵，燈罩或類似設施	F1=20			
			所有居住空間照明光源均有防眩光格柵，燈罩或類似設施	F2=15			
			面積一半以上居室空間照明光源均有	F3=10			

			防眩光格柵、燈罩或類似設施				
			照明狀況未達F1、F2、F3之標準者	F4=0			
		上述以外空間	不予評估	F5=12			
大項	小項	對象	評分判斷	查核	小計	比重	加權得分
通風換氣環境	自然通風評估法	由評估對象空間自由劃分適用本法範圍(面積為Af1)，以通風潛力VP(*6)指標評估	$0.10 \leq VP$	G11=100	$X3 = (G1 \times Af1 + (G2 + Af2) / Af1 + Af2) =$	Y3=0.3	$X3 \times Y3 =$
			$0.07 \leq VP < 0.10$	G12=80			
			$0.05 \leq VP < 0.7$	G13=60			
			$0.05 \leq VP < 0.7$	G14=40			
			$VP < 0.03$	G15=10			
	空調換氣評估法	由評估對象空間自由劃分適用本法範圍(面積為Af2)	所有居室空間設有新鮮外氣供應系統者(須提出外氣引入風管系統圖說)	G21=100			
			80%居室空間設有新鮮外氣供應系統者(須提出外氣引入風管系統圖說)	G22=80			
			60%居室空間設有新鮮外氣供應系統者(須提出外氣引入風管系統圖說)	G23=60			
			40%居室空間設有新鮮外氣供應系統者(須提出外氣引入風管系統圖說)	G24=40			
			低於40%居室空間設有新鮮外氣供應系統者	G25=20			

自然通風潛力 VP 計算方法：

計算公式 本附錄定義自然通風潛力 VP 乃由「單側通風窗」與「可對流窗」二類開窗之開口面積經通風係數加權換算所構成，其計算公式如下所示：

$$VP = (\sum A_{vi} + \sum 3.0 \times A_{cj}) / \sum A_k$$

其中：VP：自然通風潛力，無單位

A_{vi}：i 單側通風窗面積 (m²)

A_{cj} : j 可對流窗面積 (m^2)

A_k : k 層通風檢討面積 (m^2)

綠建築標章室內環境指標之「自然採光空間」，除可確保光環境之建康舒適性以外，更能有效以「自然光」(紫外光 UV)進行抑菌，其「自然採光區域」之劃設，可將「接觸飛沫傳染」之空間材料表面、家具、設施等進行「自然紫外光」之抑菌，對於「脆弱族群」(高齡者、幼兒)能有效確保健康安全。

伍、建築防疫材料

建築防疫材料，可作為防止飛沫造成之感染控制，一般以「無機材料」其表面之「病毒、真菌、細菌」等微生物較不易附著生存，「綠建築標章」之「室內環境指標」與「綠建材標章」(生態、健康、高性能、再生等分類綠建材)，其主要以「室內裝修建材」與「家具」作為化學性污染控制，在建築防疫材料上，仍可依據抑菌或不易附著，或具有自然化學反應因子，且符合健康低逸散之原則，作為室內表面防疫材料。

表 2-10 綠建材標章 EEWB 室內環境指標(與建築防疫材料相關)

	生態綠建材	健康綠建材	高性能綠建材	再生綠建材
無機材	無匱乏危機低人工處理	TVOC 逸散限制 甲醛逸散限制	防音綠建材 透水綠建材 節能綠建材	再生回收比率環境與人體無害產品符合CNS
	木製建材 天然植物 建材 非化學和	地板類、牆壁類 天花板、填縫類 塗料類、黏著劑 門窗類	門、窗、樓板、 牆板、外牆、屋 頂板、分戶牆、 分間牆	木質再生綠建材 石質無機性 再生綠建材
有機材	成管材 非化學和成衛浴 塗料		樓板表面材 吸音材 隔熱玻璃 隔熱門窗 隔熱材料 節能塗料	混合材質再生 綠建材

六、衛浴設備與排水配管系統傳播防疫

建築防疫容易由「破損或失去水封之污水設施」逸散傳染，例如，2003 年 SARS 在香港

陶大社區發生之污水管傳播，透過污水與空氣傳至社區爆發感染，後世界各國亦調整「污水管/通氣管/衛生器具存水封」等法令，並進階以濕區「同層排水」與「同層排氣」作為設計，並將共用管道間隔層封閉或獨立通氣，並輔以明管排水與通氣方式設計，便於管理維護及避免受感染污水傳播。受感染之垃圾廢棄物，易容易殘留病毒等污染源，在垃圾儲藏與處理上，非常容易引起感染與接觸傳播。目前在綠建築標章(EEWH)之「污水及垃圾改善指標」即可透過「污水與垃圾之防疫傳播」進行管制，透過「污水及垃圾改善」方式設計：

1. 要求所有浴室、廚房及洗衣空間之生活雜排水均接管至污水下水道或污水處理設施，並確實接管（按建築物給水排水設備設計技術規範）。
2. 要求所有專用洗衣空間，必須設置截留器並接管至污水下水道或污水處理設施。
3. 要求所有餐廳之專用廚房，必須設有油脂截留器並將排水管確實接管至污水處理設施或污水下水道。
4. 要求所有專用浴室必須將雜排水管確實接管至污水處理設施或污水下水道。
5. 存水彎破封狀況引用

七、房間及廚房之換氣量重點

好的通風不但可以減少室內空間病毒的傳播，也能讓室內的人有更健康的生活品質和更好的睡眠質量

Summary of CO ₂ levels and ventilation conditions in studies examining the effects of bedroom ventilation and IAQ on sleep quality, corrected.								
Ref Number	Author(s)	Year	Lower ventilation condition		Higher ventilation condition		Observed significant effects on parameters describing sleep quality at lower ventilation condition measured objectively or rated by occupants	
							Sleep quality parameters measured objectively	Sleep quality rated subjectively
[15]	Mishra et al.	2018	average CO ₂	1150 ppm	average CO ₂	717 ppm	Lower sleep efficiency Increased number of awakenings	Lower depth of sleep
[16]	Strøm, Teisen et al.	2016	average CO ₂	2585 ppm (1710 to 3900 ppm)	average CO ₂	660 ppm (525–840 ppm)	Shorter sleep onset latency Lower sleep efficiency Reduced next-day performance of a logical thinking task	More sleepy and less able to concentrate on the next day
			ACH average CO ₂	0.17 h ⁻¹ 2305 ppm (1620 to 3300 ppm)	ACH average CO ₂	1.8 h ⁻¹ 835 ppm (798–935 ppm)		
[17]	Xiong et al.	2020	ACH average CO ₂	0.24 h ⁻¹ 1327 ppm (shared occupancy) 1004 ppm (single occupancy)	ACH average CO ₂	around 500 ppm	Lower % of deep sleep	Reduced self-reported sleep quality
[18]	Laverge and Janssens	2011	Peak CO ₂	3000 to 4500 ppm	Peak CO ₂	1000 to 2500 ppm	Higher sleep efficiency Increased number of awakenings	Less rested Lighter sleep Increased number of awakenings N/A
[19]	Lian et al.	2021	average CO ₂ , median CO ₂	1654 ppm 1550 ppm	average CO ₂ , median CO ₂	601 ppm 585 ppm	Increased snoring Increased number of awakenings	N/A
[68]	Lan et al.	2019	–	–	average CO ₂	around 1400 ppm	N/A	N/A
[69]	Zhang et al.	2018	–	–	steady state CO ₂	around 1750 ppm	N/A	N/A
[70]	Ishad et al.	2018	average CO ₂	750 ppm	average CO ₂	620 ppm	Shorter sleep onset latency Reduction in the shifting between sleep stages, from NREM to REM, and to wake stage	N/A
[71]	Xia et al.	2020	–	–	average CO ₂	around 700 ppm	N/A	N/A
[72]	Kim et al.	2010	average CO ₂	1258 ppm (winter) 1276 ppm (spring)	average CO ₂	428 ppm (summer)	N/A	N/A

圖 2-6 房間及廚房之換氣量重點

(來源:Bedroom ventilation: Review of existing evidence and current standards)

陸、小結

注意生物氣溶膠的影響，依據「空氣傳染、飛沫傳染、表面接觸」等傳染途徑，透過前一章節文獻彙整後分類出「防疫因子」，包括「溫度與濕度」、「陽光 UV」、「材質媒介表面」、「懸浮微粒」、「化學物質因子交互影響」、「自然通風量」、「機械通風量」、「減少室內人數密度」、「過濾裝置」、「室內或攜帶式空氣淨化器」、「UVC燈設置於空調系統內，避免直接照射到生物」等，與「綠建築標章」、「綠建材標章」等進行交叉比對分析，並盤點對應建築防疫之項目。

綜合上述分類，可針對「建築物類別」（9類24組），對「綠建築標章、綠建材標章」等進行「防疫因子」之分群層級，研究以「建築物類別」、「使用分區」、「防疫分區」（污染區、半污染區、潔淨區）、「空間規劃設計」、「防疫關連設施/設備/材料」等可進一步進行比對。

第二節 研究方法

壹、研究採用之方法

本研究的目的是為蒐集現有關 COVID-19 與其變種株之相關研究與了解其傳播特性來改善現有的法規與標章系統，確認及改善內容中能防止並降低建築中人與人傳播之風險，做到防範未來或許發生同樣情況之應變措施，最後擬定與國際脈絡接軌之探討可行性內容，隨著綠建築與綠建材標章技術之成熟，加上對居住健康的品質要求，為達到改善環境與提升使用者健康與福祉之目的，使制度與標章更有依據與方向，欲建立。

可導入綠建築標章與綠建材標章之操作評估模式或評估後需升級為 EEWI 防疫版，經由相關研究方法之價值相互搭配共同使用，取得專家共識及獲得不同的建議做為決策方向之考量，並擬訂項目之基礎與後續理論發展之架構，提供政府政策工具擬定之參考。本研究與使用之方法為下列：

1. 文獻分析法
2. 專家諮詢(訪談)法
3. 數值模擬法

貳、研究採用方法之原因

一、文獻分析法

文獻分析是指經由文獻的蒐集、分析及研究來提取所需資料的方法，並對文獻作客觀且有系統之描述的一種研究方法，注重客觀、系統與量化。範圍上，不僅分析文獻內容亦包含整個文獻的學術傳播過程；在價值上，不只是針對文獻內容作敘述性的解說，並且是在推論文獻內容對整個學術傳播過程所發生的影響（楊國樞、文崇一、吳聰賢等，1989）。

本研究主要蒐集及彙整各國、組織有關「國際永續評估體系」、「綠建材評估工具」、「健康建築」及「防疫建築」之相關研究等資料，期在此基礎上探討創新綠建材評估機制。

研究期間將至先進國家之安全衛生與環保部門及國際組織網站搜尋健康建築及建築防疫的最新資訊，主要網站如：

1. 世界衛生組織 <http://www.who.int/>
2. 歐盟環境局 <http://www.eea.europa.eu/>
3. 美國環保署 <http://www.epa.gov/>
4. 美國疾病管制與預防中心（CDC）<https://www.cdc.gov/>

5. 加拿大環境評估局 <http://www.ceaa.gc.ca/>

6. 紐西蘭環境部 <http://www.mfe.govt.nz/>

利用系統性資料庫，例如 PubMed，進行國內外相關文獻蒐集，目前陽明大學圖書館可供本研究計畫使用之資料庫主要有下列幾種：

1. Science Citation Index Expanded (SCI) [Web of Science]
2. Airiti Library 華藝線上圖書館(CEPS 中文電子期刊資料庫+CETD 中文碩博士論文資料庫整合查詢入口)
3. PubMed Science Direct Online (SDOL) Medline

二、專家諮詢法

疫情已過二年國內外已有大量對病毒傳染相關文獻，其中有許多值得參考之對於法規與建築空調方面直接的建議，但國內外的相關法規與標章和研究場域的氣候不同無法直接套入台灣現有的法規，造成權重分配差異，如何達到因地制宜之相關配套措施與項目調整，針對擬定項目、防疫建築知識推廣、以及面對不同之建築產業、企業或機構用戶，乃至於個人，如何推廣與接受度的承受，皆為預計可能遭遇之困難。以3場專家諮詢會議邀請對健康建築、室內空氣品質、健康風險、環境醫學、公共衛生..等方面學有所長之專家學者，進行研討。3場專家會議擬邀請邀請產、官、學、研等方面之專家學者，進行應用策略之討論。並聘請專家學者針對評定項目及基準進行審查，提出內容修正及增刪之意見，加強本研究內容之參考依據，並擇期辦理期中、期末簡報說明研究案執行的成效、進度及所遭遇的問題。

三、數值模擬法

本研究使用高階運算電腦進行計算動態流體力學(CFD)之數值模擬，另請專業動態流體力學(CFD)公司進行二次檢核。進行不同條件之建築通風狀況分析，必要時將再加入能源分析(eQUEST)模擬，室內空氣測量儀器Co2 sensors、TEST0400、TEMP. RH、、(Hot wire) Anemometer、Global thermometer，其將使用高階運算電腦等重要儀器。

第三章 計畫研究成果

第一節 國內外防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙整

壹、建築整體防疫措施

2020 年 3 月世界衛生組織發表一篇報告中提到 SARS-CoV-2 可能透過接觸、飛沫、空氣傳播、污染物、糞口、血源性、母嬰和動物對人等方式傳播。由於公共廁所的空間設計、水路系統規劃、設備安裝、使用行為與維護管理的觀念錯誤或是瑕疵，造成使用者暴露在感染源擴散於空氣環境下，成為交叉感染的溫床。

Yuguo Li 調查 111 處公共廁所，發現公共廁所的設計、通風或設施不當，造成使用者的抱怨。廁所空間是必要但非主要的建築空間，在建築規劃設計時，常被規劃在次要或畸零的空間，造成通風換氣不良與日照不足的現象。加上衛生器具的管路系統安裝錯誤，缺乏存水彎的設置或是存水彎內的水封設置因為蒸發而產生破封現象，造成廁所空間與污水處理槽或下水道直接連通，成為細菌與病毒孳生與擴散的通道，擴散到其他也是破封的廁所空間中。而衛生設備的規劃未考量使用者行為，造成尿液滴漏、排泄物噴濺或是沖水噴濺至污染器具附近的地板或是牆壁，尤其是採用磁磚作為表面裝飾的空間，雖其表面上釉能避免細菌孳生，但磚縫的水泥砂漿卻成為污物附著而孳生病菌的良好環境。有些國家因為下水道的普及度不足，使用過後的衛生紙不建議丟入馬桶沖離，因而在旁邊設置一垃圾桶供棄置衛生紙，然而，若帶原者的排泄物留在衛生紙中易孳生病菌，當下一位使用者丟入衛生紙時，產生震動或擾動，加上垃圾桶未設置遮蓋，病菌將容易附著於空氣氣膠上，隨著氣流擾動而擴散傳染。在自然通風量不足情況下，常採用機械通風來排除室內臭氣及生物氣膠，卻常因只設置排風設備，其進氣量或靜壓不足而導致換氣量不足的現象，無法達成有效通風。倘若存水彎的水封破壞，其流竄的病毒亦無法被排除。

WHO 提出改善室內通風的方法，建議參考歐盟標準 EN16798-1 對於獨立的空間採取 10L/s/person 的換氣量(ventilation rate)，或是持續將排風扇打開以達有效換氣。但根據 Yuguo Li 的研究，若要排除 SARS-CoV-2 病毒的短距離傳播影響，換氣流量至少需要 3L/s，其影響效果與換氣量介於 4L/s-10L/s 間相近。

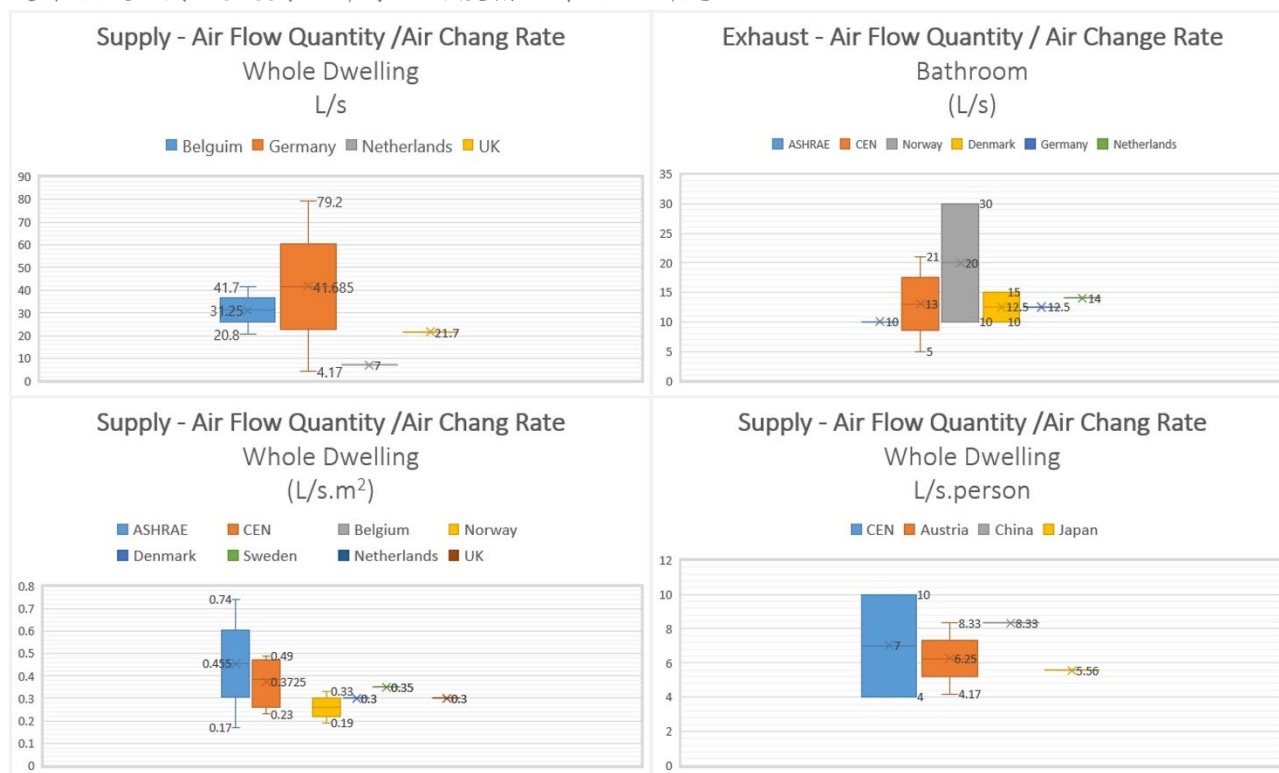


圖 3-1 標準臥室和住宅通風盒鬚圖

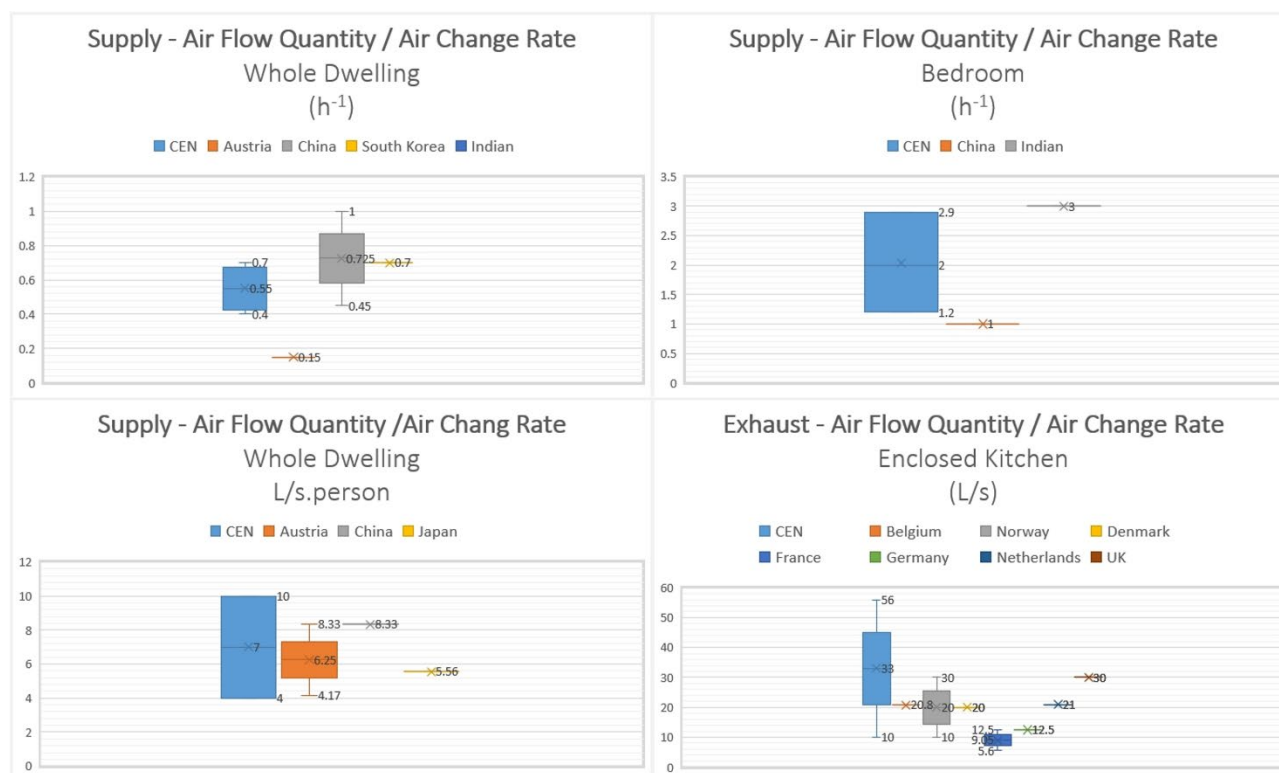


圖 3-2 標準臥室和住宅通風盒鬚圖

貳、CDC 國外相關文獻

在住宅和公寓中，應隨時保持正確做法以確保室內空氣健康。如此便可以很容易地以相對較低的成本加強已經存在的空調通風防護措施，以減少感染數量，從而挽救生命。例如：隔離感染者、打開門窗和可行使用攜帶式空氣淨化裝置。

討論的選項應始終與其他現有措施結合使用，以減少經由其他重要的傳播途徑引起的感染，因為在任何暴露事件中都不能完全排除所有這些途徑。例如：洗手和使用 PPE 本文的其餘部分將僅涵蓋“工程控制”的建議，以減少空氣中傳播的環境風險（CDC, 2015）。

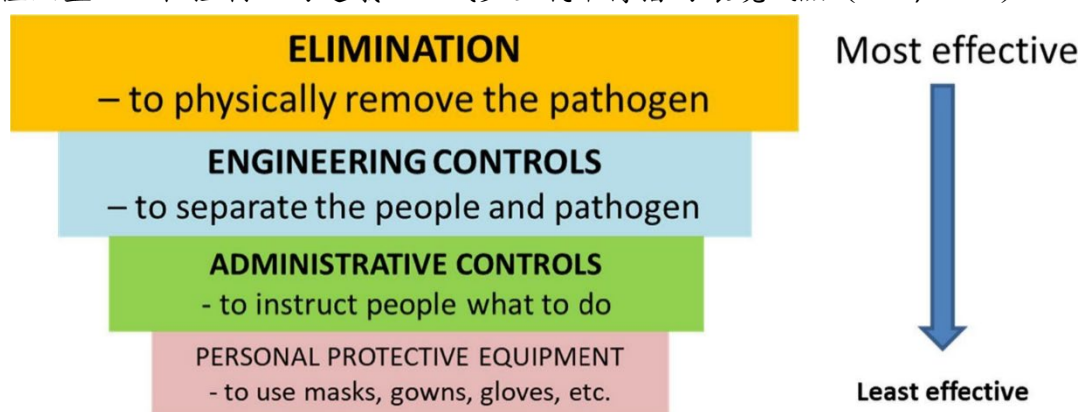


圖 3-3 美國疾病控制與預防中心改編的傳統感染控制金字塔

(來源：美國疾病控制與預防中心)

表 3-1 CDC 優先考慮事項

	項目
CDC 優先考慮事項	
學會社會隔離。在可能的情況下，居住者應在家工作或進行其他活動。這應該包括重組責任，以盡量減少需要親自到場的住戶數量。	消除
更換危害。沒有可用的 COVID-19 替代品； 因此這個控制措施是不適用的。	替代
將人員與 SARS-CoV-2 暴露隔離。在適當的情況下，這些控制措施可以在不依賴居住者行為的情況下減少對危險的暴露，並且實施起來具有成本效益	建築工程控制
限制進入衛生間衛浴設備，以在設備上的個人之間提供至少 6 英尺的間距 6	空間規劃

考慮公共空間、走廊、入口和出口點的單向交通流，同時牢記典型路線的改變和大眾移動距離的延長可能帶來新的挑戰	
考慮為建築運作下實施水源管理計劃。	管道裝置
對於經歷長時間關閉的建築物，沖洗和測試飲用水系統	
用免提裝置替換沖水閥和水龍頭	
在整個空間，尤其在公共空間，增加非接觸式洗手/衛生站	
以非接觸式水桶(瓶)灌裝站替代傳統飲水機。	
盡可能使用可操作的窗戶進行自然通風	
確保通風系統正常運行，並為每個空間目前的容納量提供可接受的室內空氣品質	
定期監測相對濕度、溫度和 CO2 濃度，以快速辨別和解決問題	
增加通風率和空氣交換	
在可能的情況下，經由調節風門、節能器和 AHU 來優先考慮新鮮空氣與循環空氣的吸入	機械和被動通風
對每個廁所進行負壓調整	
考慮每個 HVAC 區域的最大居住人數	
檢查過濾器(濾材)，確保它們在使用壽命內並正確安裝	
將 HVAC 過濾器選擇、清潔計劃和更換週期與 ASHRAE 建議保持一致	
在再循環空氣管道上安裝 HEPA 或 MERV 16 過濾器	
安裝至少 MERV-13 等級的過濾器以過濾空氣傳播的病毒（首選 MERV 14）	
密封過濾器的邊緣以限制分流	
上入住前和下午/晚上入住後通氣沖洗建築物兩小時	
監控和保持相對濕度水平，最好是 RH 40 - 60%	
禁用需求控制通風 (DCV)	
考慮使用帶有 HEPA 過濾器的攜帶型室內空氣淨化器	
考慮暫時省略能量回收系統	

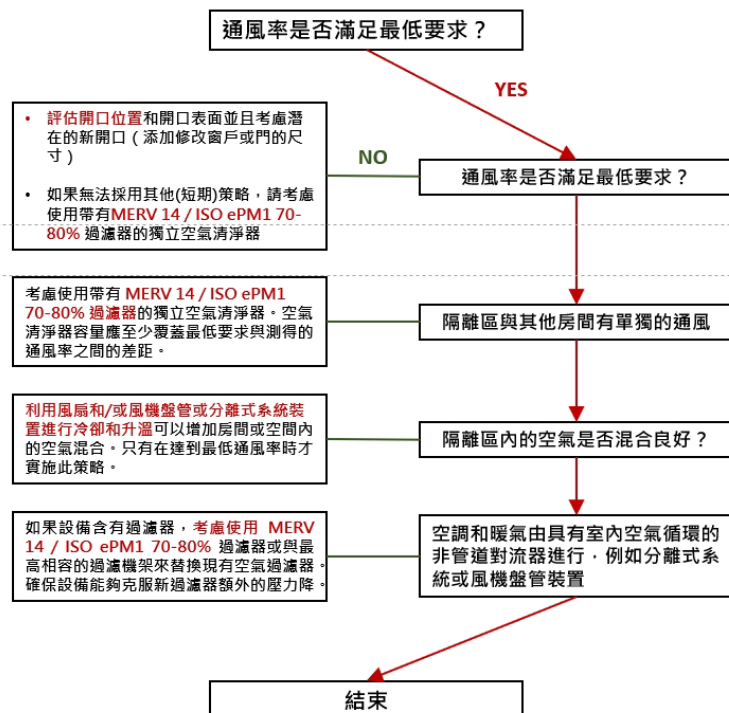
如果使用室內風扇，盡量減少風扇產生的空氣從一個人直接吹向另一個人	
考慮在機械通風路徑或上層應用中安裝紫外線殺菌輻射(UVGI)，以經由對流空氣運動間接處理空氣	
於較大的建築物，檢查冷卻和水塔冷凝水是否有細菌生長	
盡可能單獨為廁所通風（例如，如果直接在室外通風，則打開排氣扇並連續運行風扇）	

參、空調與通風換氣標準

一、住宅環境 自然通風

最低要求

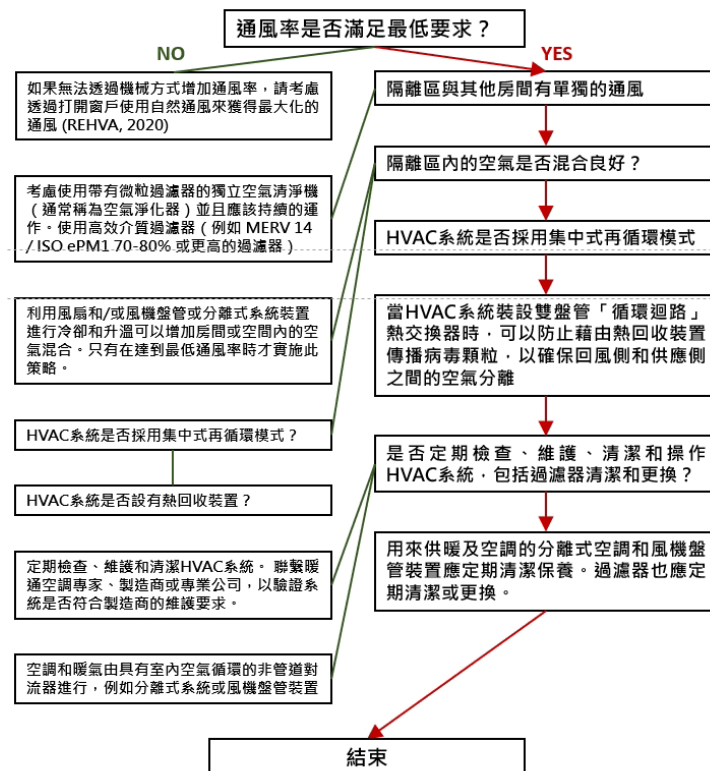
1. 最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)
2. 將隔離區與房屋的其他部分分開
3. 作為污染物稀釋策略，室內空氣（隔離區內）應盡可能均勻改變
4. 應評估、維護和清潔具有循環裝置的暖氣和空調



二、住宅環境 機械通風

最低要求

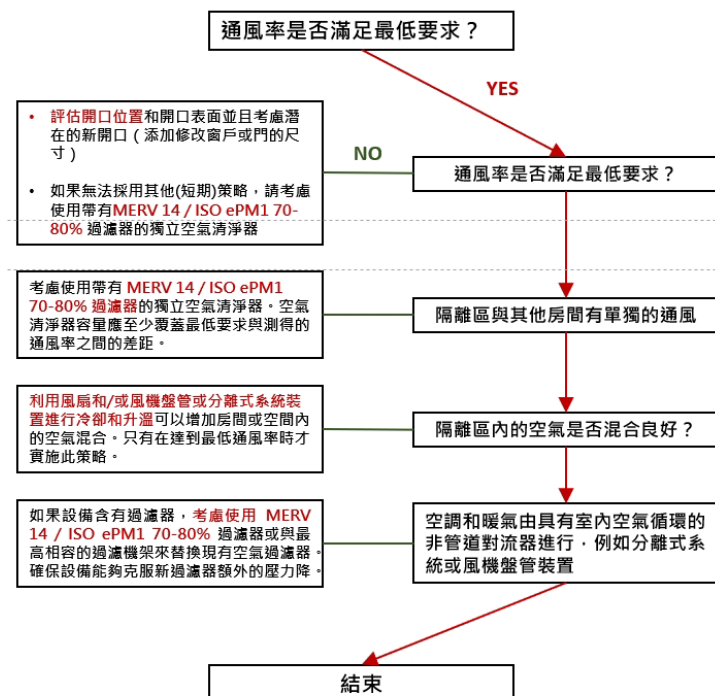
1. 最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)
2. 將隔離區與房屋的其他部分分開
3. 作為污染物稀釋策略，室內空氣（隔離區內）應盡可能均勻改變
4. 驗證空氣的再循環
5. 驗證熱回收裝置
6. 當有人在建築物內時，HVAC 系統應定期檢查、維護、清潔和連續運行
7. 應謹慎使用帶循環裝置的暖氣和空調



三、非住宅環境 自然通風

最低要求

1. 最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)
2. 作為污染物稀釋策略，室內空氣應逕可能均勻改變
3. 居住及通風
4. 應評估、維護和清潔具有循環裝置和暖氣、空調

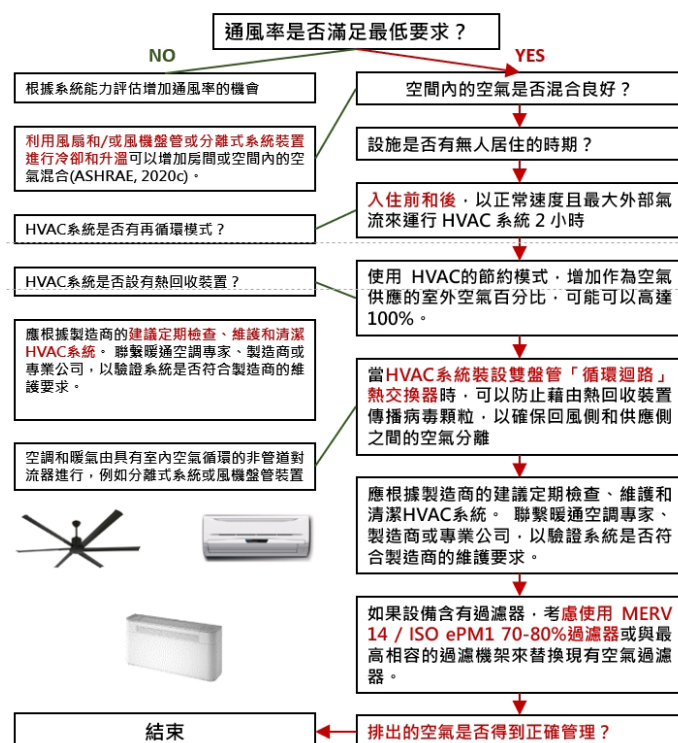


四、非住宅環境 機械通風

最低標準

1. 最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)
2. 作為污染物稀釋策略，室內空氣應逕可能均勻改變
3. 驗證空氣的再循環
4. 驗證熱回收裝置
5. 當有人在建築物內時，HVAC 系統應定期檢查、維護、清潔和連續運行
6. 應謹慎使用帶循環裝置的暖氣和空調

7. 空氣應遠離進氣口、人和動物直接排到室外



五、ASHRAE 建築防疫通風規範

表 3-2 ASHRAE 建築防疫通風標準

標準	標準名稱	內容項目	對應建築防疫建議
ANSI/ASHRAE Standard 62- 1, 2019 (update)	Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality	HVAC 系統之通風規 範	各類場所最低引入 外氣風量增加新鮮 外氣量引入室內溫 度濕度控制使用過 濾濾網 MERV-13 等 級以上確保整體換 氣率增加局部通風 換氣設施清淨裝置 UV/Ozone-滅菌規範 回風確保空氣品質 整體空間清淨模式 以 3 ACH 置換
ANSI/ASHRAE Standard 62- 2, 2019	Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings	住宅類空調系統之 通風 規範	低樓層住宅空調通 風規範住宿單元通 風量(面積與單元數 量加權計算)住宿單 元增加人數時增加 外氣量 7.5 cfm (3.5 L/s)/人廚 房、衛浴等空間通 風換氣 100 cfm (50L/s)、50cfm(25 L/s)以上或連續通 風換氣 5 ACH 使用 過濾濾網 MERV-13 等級以上局部排氣 設計
ANSI/ASHRAE Standard 52.2, 2017	Method of Testing General Ventilation Air- Cleaning Devices	通風過濾清淨裝置 移除 不同粒徑懸浮微粒 之效	不同粒徑懸浮微粒 之移除效率測試 考量濾網成本與效 益建議使用過濾濾

	for Removal Efficiency by Particle Size	率	網 MERV-13 等級以上，可針對 1.0-3.0 (μm) 有 85% 以上之移除效率過濾網 MERV-13 對於 PM2.5 具有 70% 以上
ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170, 2017	Ventilation of Health Care Facilities	通風換氣對健康照護機構之規範	醫院、門診、護理之家空間之通風規範空間空氣正負壓設計溫度、濕度、回風率規範換氣次數規範 2-10 ACH

六、ASHRAE 新風系統規範

ASHRAE 62.1-2019 Standard 對於新風系統規範：

1. 通風/新風系統組件包括空氣處理裝置、風扇線圈裝置、水處理裝置等。源熱泵、其他終端設備、控制器及傳感器。
2. 通風系統控制，機械通風系統須包括控制下列各款的規定：
有系統須設有手動或自動控制裝置，以維持工程項目在建造期間所受影響的緩解措施；
在全部負荷條件下，第 6 條所要求的室外進氣量(伏特)。
3. 動態重置條件：
有風扇提供可變一次空氣(Vps)的系統，須安裝任何通風系統，以符合環評報告。
控制設備、方法或裝置組合，以保持不少於室外空氣。

七、ASHRAE HVAC 規範

一般的規範：

1. 確定 HVAC 系統特性，審查竣工和設計。編寫和審查運維手冊。
2. 驗證 HVAC 控制是否可操作。確保存在遠程監控和警報功能並且它們正在運行。
3. 驗證和調試 HVAC 系統，以確保按照 ASHRAE 標準 62.1 將至少最少的室外空氣輸送到每個空間，並正確控制室外空氣阻尼器。
4. 建議在佔用時間繼續運行所有系統。
5. 按照 Std 62.1 的要求使用最少的室外空氣。對 HVAC 系統再循環的空氣使用達到 MERV 13 或更高性能水平的過濾器 and 空氣濾清器的組合。
6. 評估建築佔用時間，根據需要進行調整（延長建築時間以鼓勵保持身體距離）。
7. 應實施沖洗順序或模式以運行 HVAC 系統以提供三個等效清潔空氣變化，或兩 (2) 小

時，通過至少通過 MERV-13 或空氣淨化器的再循環，或在沒有能量損失的情況下使用室外空氣，並且該系統可以在入住前容納額外的氣流。沖洗期間運行排氣扇。

8. 在空間需要額外措施的情況下，將 UVC 燈視為增強功能，例如空間為易受傷害的居住者提供服務，或者 MERV-13 過濾器或 100% 的室外空氣是不可能的。
9. 專用室外空氣系統 (DOAS) – 最大限度地增加空間的室外空氣量。對於不同類型的 DOAS:
 - (1). 沒有局部再循環（例如輻射天花板） – 檢查空間中的外部氣流是否良好分佈。
 - (2). 使用局部再循環但沒有過濾器（例如壁掛式 VRF、選定的冷梁） – 仔細考慮氣流並確保外部空氣與再循環混合。
 - (3). 使用局部過濾（例如風機盤管） – 提供系統可以容納的最高效率過濾器，首選 MERV-13 或更高版本。
 - (4). 如果房間按照規範要求室外空氣不足且過濾低於 MERV-13，請考慮配備
 - (5). HEPA 過濾裝置的便攜式空氣淨化器。

熱回收裝置：

1. 一些能量輪有可能在進氣和排氣之間產生交叉污染。
2. 當空氣處理系統和 DOAS 中使用的熱量或能量回收裝置（熱輪或焓輪）服務於多個空間時，請考慮能量回收裝置是否應繼續運行。
3. 請參閱 ASHRAE 關於流行病和大流行期間能量回收裝置操作的具體指南，以獲得進一步的指導。
4. 將進氣和排氣流解耦的熱回收設備（例如環繞盤管、板式熱交換和熱管）可以繼續運行。

肆、智慧通風與防疫社交距離

REHVA 對於 COVID-19 和許多其他呼吸道病毒，三種傳播途徑占主導地位：(1) 打噴嚏、咳嗽、唱歌、喊叫、說話和呼吸時釋放的飛沫和氣溶膠在 1-2 m 密切接觸區域內通過飛沫和空氣傳播聯合傳播；(2) 遠程空中（氣溶膠）傳播；(3) 通過手掌面(污染物)接觸。處理這些途徑的方法是保持物理距離以避免密切接觸、通風以避免空氣傳播和手部衛生以避免表面接觸。主要側重於減少空氣傳播的措施，而戴口罩等個人防護裝備不在範圍內。引起一些關注的其他傳播途徑是糞口途徑和 SARS-CoV-2 的再懸浮。

冠狀病毒顆粒的大小為 80-160 奈米，行特定清潔，否則它會在表面上保持活躍數小時或數天內空氣中，SARS-CoV-2 在常見的室內條件下可以在房間表面上保持活躍長達 3 小時和長達 2-3 天。空氣傳播的病毒不是裸露的，而是包含在排出的呼吸道液滴中。大液滴落下，但小液滴停留在空氣中，並且可以在房間內和通風系統的抽氣管道中以及空氣再循環時在供氣管道中攜帶的氣流長距離傳播。有證據表明，空氣傳播已經引起了眾所周知的 SARS-CoV-1 感染等。

排出的懸浮在空氣中的呼吸道飛沫（這意味著空氣傳播）的直徑範圍從小於 1 μm （微米）到大於 100 μm ，這是可以吸入的最大粒徑。它們也被稱為氣溶膠，即懸浮在空氣中的顆粒，因為液滴是液體顆粒。主要的空中傳輸機制。

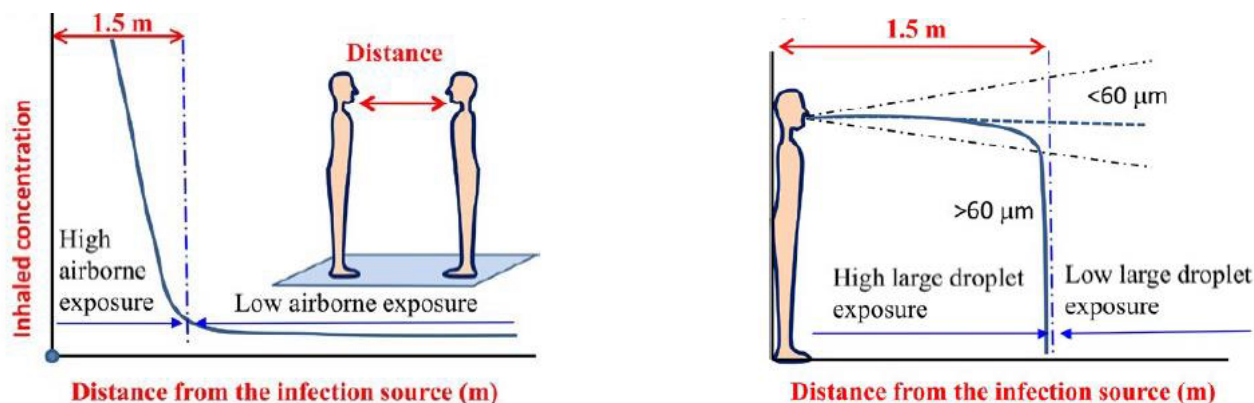


圖 3-3 緊密接觸飛沫傳播與氣溶膠傳播的區別

(來源: REHVA COVID-19 guidance document, August 3, 2020)

密切接觸事件的短程液滴傳播區域可以通過液滴和大液滴（高達 2 mm）落到表面之前的行進距離來定義。在 10 m/s 的初始液滴速度下，較大的液滴在 1.5 m 範圍內落下。

呼吸活動對應於正常呼吸的 1 m/s、說話的 5 m/s、咳嗽的 10 m/s 和打噴嚏的 20-50 m/s

的液滴速度。排出的液滴在空氣中蒸發和乾燥，使最終的液滴核收縮到初始直徑 x_i 的大約一半或三分之一。初始直徑小於 $60\ \mu\text{m}$ 的液滴在完全乾燥之前不會到達地面，並且可能被氣流攜帶超過 $1.5\ \text{m}$ 。

不同大小的飛沫傳播多遠更重要的是感染者的距離，在該距離處將達到幾乎恆定的氣溶膠濃度。在人呼出的前 $1\text{--}1.5\ \text{m}$ 內，液滴核的濃度會迅速下降。這種效應是由於呼氣氣流的空氣動力學和人周圍環境中的氣流（羽流）造成的。液滴核分佈取決於人的位置、空氣變化率、空氣分配系統的類型，例如混合、置換或個人通風，以及空間中的其他氣流。因此，在前 $1.5\ \text{m}$ 內的緊密接觸會導致大液滴和液滴核的高度暴露，這得到了實驗和數值研究的支持。通過足夠的通風和空氣分配解決方案，可以控制距離感染者 $1.5\ \text{m}$ 或以上的氣溶膠濃度和交叉感染。

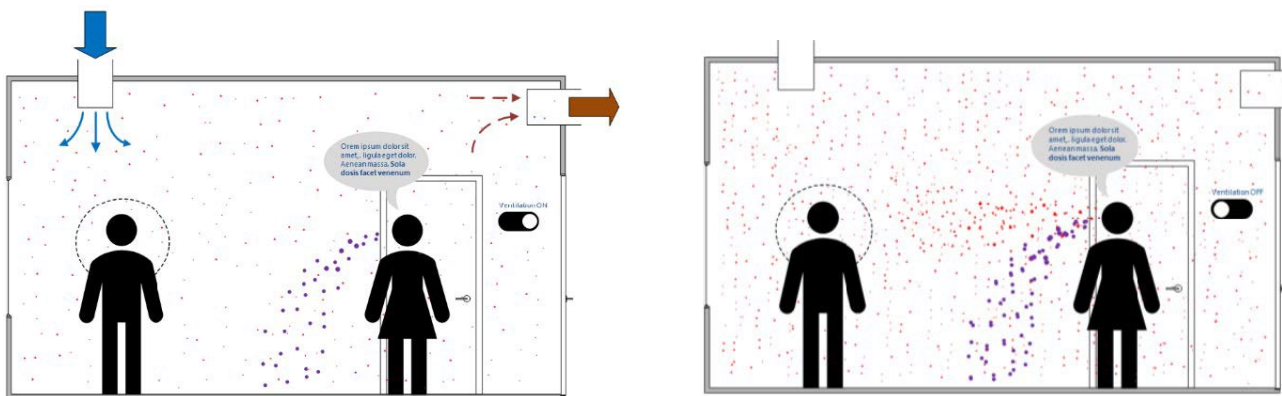


圖 3-4 說明傳染途徑

(來源: REHVA COVID-19 guidance document, August 3, 2020)

一、增加空氣供應和排氣通風

在具有機械通風系統的建築物中，建議延長這些系統的運行時間。調整系統計時器的時鐘時間，在建築物開放時間前至少 2 小時以標稱速度開始通風，並在建築物使用時間後 2 小時切換到較低速度。在需求控制的通風系統中，將 CO_2 設定點更改為 $400\ \text{ppm}$ ，以保持以標稱速度運行。保持 $24/7$ 全天候通風，當有人不在時，通風率較低。在因大流行而騰空的建築物（某些辦公室或教育建築）中，不建議關閉通風，而是在正常運行時間內以降低的速度連續運行。在供暖和製冷需求較小的季節中期，上述建議的能源損失有限。同時，它們有

助於從建築物中清除病毒顆粒，並從表面清除釋放的病毒顆粒。在冬季和夏季，必須接受增加的能源使用，因為通風系統有足夠的加熱和冷卻能力來滿足需求，而不會影響熱舒適性。一般的建議是盡可能多地供應室外空氣。關鍵方面是每平方米建築面積供應的新鮮空氣量。如果住戶人數減少，不要將剩餘的住戶集中在較小的區域，而是保持或擴大他們之間的物理距離（人與人之間至少 2-3 m），以提高通風的稀釋效果。

廁所的排氣通風系統應以與主通風系統類似的方式全天候 24/7 運行。應在建築物開放時間前至少 2 小時切換至標準速度，並在建築物使用時間後 2 小時切換至較低速度。如果無法控制風扇速度，則廁所通風應 24/7 全速運行。

二、增加開窗

一般建議是遠離擁擠和通風不良的空間。在沒有機械通風系統的建築物中，建議積極使用可打開的窗戶。開窗是提高空氣交換率的唯一方法，進入房間時應打開窗戶 15 分鐘左右（尤其是房間已被其他人佔用時）。此外，在具有機械通風的建築物中，可以使用開窗來進一步促進通風。

帶有被動煙囪或機械排氣系統的廁所打開窗戶可能會導致從廁所到其他房間的受污染氣流，這意味著通風開始反向工作。應避免打開廁所窗戶。如果廁所沒有足夠的排氣通風並且無法避免廁所的窗戶開口，那麼在其他空間也保持窗戶打開以實現整個建築物的交叉流動很重要。

三、加濕空調無實際效果

相對濕度和溫度有助於病毒存活率、液滴核形成和粘膜的易感染性。一些病毒在建築物中的傳播可以通過改變空氣溫度和濕度水平來改變，從而降低病毒的存活率。在 SARS-CoV-2 的情況下，這不是一種選擇，因為冠狀病毒對環境變化具有很強的抵抗力，並且只對高於 80% 的非常高的相對濕度和高於 30° 的溫度敏感，這由於熱舒適性和避免微生物生長的原因，在建築物中是無法實現和接受的。已發現 SARS-CoV-2 在 4°C 下可存活 14 天； 37°C 1 天，56°C 30 分鐘。

SARS-CoV-2 的穩定性（活力）已在 21-23 °C 的典型室內溫度和 65% 的相對濕度下進行了測試，在此溫度和濕度下病毒穩定性非常高。連同先前關於 MERS-CoV 的證據，有充分證據表明，高達 65% 的加濕可能對 SARS-CoV-2 病毒的穩定性影響非常有限或沒有影響。目前的證據不支持適度濕度（RH 40-60%）將有利於降低 SARS-CoV-2 的存活率的觀點，因此加濕無法降低 SARS-CoV-2 存活率。

在任何相對濕度水平下，小液滴 (0.5 - 50 μ m) 都會蒸發得更快。鼻系統和粘膜在 10-20% 的極低濕度下對感染更敏感，因此有時建議在冬季進行一些加濕(達到 20-30% 的水平)。在配備集中加濕的建築物中，無需更改加濕系統的設定值(通常為 25 或 30%)。不需要對加熱或冷卻系統的設定點進行任何調整，並且系統可以正常運行，因為對 SARS-CoV-2 的傳播風險沒有直接影響。

四、熱回收段的安全使用

當 HVAC 系統配備雙盤管單元或其他熱回收設備時，通過熱回收設備傳播病毒顆粒就不會成為問題，這些設備可確保在回風側和供應側之間實現 100% 的空氣分離。

一些熱回收裝置可能會通過洩漏將顆粒和氣相污染物從排氣側帶到供氣側。在設計和維護不佳的情況下，旋轉式空氣對空氣熱交換器可能會出現嚴重洩漏。對於正確運行的旋轉式熱交換器，配備吹掃扇區並正確設置，洩漏率非常低，在 1-2% 的範圍內，這在實踐中是微不足道的。根據 EN 16798-3:2017，對於現有系統，洩漏量應低於 5%，並應通過增加室外空氣通風來補償。然而，許多旋轉式熱交換器可能沒有正確安裝。最常見的故障是風扇的安裝方式會在排氣側產生更高的壓力。這將導致抽取空氣洩漏到供氣中。在這些情況下，受污染的提取空氣的不受控制轉移的程度可能是 20% 的量。事實證明，正確安裝和維護的旋轉式換熱器幾乎零轉移顆粒污染物(包括空氣傳播的細菌、病毒和真菌)。沒有證據表明大於約 0.2 μ m 的病毒顆粒會通過車輪轉移。因為洩漏率不取決於轉子的轉速，所以不必關閉轉子。轉子的正常運行使其更容易保持較高的通風率。眾所周知，低氣流時殘留洩漏最高。

五、不使用中央循環

當中央空氣處理單元配備再循環扇區時，提取空氣管道中的病毒物質可能會重新進入建築物。一般建議是在 SARS-CoV-2 發作期間避免中央再循環：使用建築管理系統或手動關閉再循環阻尼器。

有時空氣處理裝置和再循環部分配備回風過濾器，因為這些過濾器通常不能有效過濾病毒物質，因為它們具有粗或中等過濾效率(G4/M5 或 ISO 粗/ePM10 過濾器等級)。提取物中的病毒物質當集中式空氣處理裝置配備再循環扇區時，空氣管道可能會重新進入建築物。一般建議是在 SARS-CoV-2 發作期間避免中央再循環：使用建築管理系統或手動關閉再循環阻尼器。

有時空氣處理裝置和再循環部分配備回風過濾器。這不應成為保持再循環阻尼器打開，因為

這些過濾器通常不能有效過濾病毒物質，它們具有粗過濾器或中等過濾器效率（G4/M5 或 ISO 粗過濾器/ePM10 過濾器等級）。

六、房間級循環：風機盤管、分體式和感應單元

在只有風機盤管或分離式機組的房間中，實現足夠的室外空氣通風。在此類系統中，機械通風通常獨立於風機盤管或分離式機組，有兩種選擇可以實現通風：

1. 主動開啟開窗，同時安裝二氧化碳監測儀作為室外空氣流通的指標。
2. 安裝獨立的機械通風系統。這是確保房間內始終有充足的室外空氣供應。

如果使用選項 1，則 CO₂ 監測器很重要，因為具有製冷或製熱功能的風機盤管和分離式機組可提高熱舒適性，並且居住者可能需要很長時間才能感覺到空氣質量差或缺乏通風。

風機盤管具有粗過濾器，實際上不能過濾較小的顆粒，但仍可能收集潛在的污染顆粒，這些顆粒可能會在風機開始運行時釋放出來。風機盤管和感應單元可能需要以下額外措施：

- 1、帶有室外一次送風的風機盤管，輸送室外空氣，除了盡可能提高室外空氣的換氣率外，無需採取任何特殊措施。
2. 單人辦公室和家庭中的風機盤管和分離式機組，除了定期向空間供應室外空氣。
3. 僅風機盤管和公共空間分離式機組（有風機盤管的較大房間或多人分離式機組）可以在無人值守時低速運行，也可以在一小時後關閉再打開一小時在打開窗戶入住之前，根據這些程序中的哪一個非常適合特定情況並且能耗更低。在入住期間，讓窗戶部分打開以確保一定程度的通風。

七、風管清洗沒有實際效果

建議清潔通風管道，以避免 SARS-CoV-2 通過通風系統傳播。如果遵循關於熱回收和再循環的指導，則管道清潔對防止房間間感染無效，因為通風系統不是污染源。附著在小顆粒上的病毒不會輕易沉積在通風管道中，通常由氣流帶走。因此，無需更改正常的管道清潔和維護程序。更重要的是根據上述建議增加外部空氣供應並避免空氣再循環。

八、無需更換室外空氣過濾器

在 COVID-19 的背景下，有關於過濾器更換和在極少數室外病毒污染情況下的保護作用問題，例如，如果排氣口靠近進氣口。現代通風系統在室外空氣入口後立即配備了精細的室外空氣過濾器（過濾器等級 F7 或 F88 或 ISO ePM_{2.5} 或 ePM₁），可很好地過濾室外空氣中的顆粒物。呼吸道氣溶膠中最小的病毒顆粒大小約為 0.2 μm (PM_{0.2})，小於 F8 過濾器的捕獲面積（PM₁ 的捕獲效率為 65-90%）。儘管如此，大部分病毒材料已經在過濾器的捕獲區域

內。這意味著在極少數的室外空氣被病毒污染的情況下，標準的精細室外空氣過濾器為室外空氣中低濃度和偶爾出現的病毒物質提供了合理的保護作用。

熱回收和再循環部分配備了效率較低的中等空氣過濾器（G4/M5 或 ISO 粗/ePM10），其目的是保護設備免受灰塵影響。這些過濾器對病毒物質的捕獲效率非常低。

從過濾器更換的角度來看，可以使用正常的維護程序，堵塞的過濾器並不是污染源，但它們會減少供應氣流，這對降低室內污染水平有負面影響。因此，當超過壓力或時間限制時，必須按照正常程序更換過濾器，或者按照定期維護進行更換。不建議更換現有的室外空氣過濾器並更換為其他類型的過濾器，也不建議比平時更早更換。

九、維護人員安全規程

如果不遵循標準安全程序，HVAC 維護人員在進行過濾器（尤其是排氣過濾器）的定期維護、檢查或更換時可能會面臨風險。為安全起見，始終假設過濾器、抽氣管道和熱回收設備上可能含有活性微生物材料，包括活病毒。這在最近發生感染的任何建築物中其為重要。應在系統關閉的情況下更換過濾器，同時戴上手套和呼吸保護裝置，並將其放入密封袋中。

十、室內空氣淨化器和 UVGI 在特定情況下的優勢

室內空氣淨化器從空氣中去除顆粒，與室外空氣通風相比，它提供了類似的效果。空氣淨化器需要具有 HEPA 過濾效率。大多數的室內空氣淨化器都使用靜電過濾原理而不是 HEPA 過濾器（與室內離子發生器不同）的設備通常以相似的效率工作。由於通過空氣淨化器的氣流有限，它們可以服務的佔地面積通常很小。要選擇合適尺寸的空氣濾清器，設備的氣流容量（在可接受的噪音水平下）必須至少為 2 ACH，並且在 5 ACH 之前會產生積極影響（計算通過空氣濾淨器的氣流速率，以 m³/h 為單位將房間體積乘以 2 或 5）。如果在大空間使用空氣淨化器，則需要將其放置在空間中靠近人的位置，不應放置在角落和看不見的地方。特殊 UVGI 消毒設備可以安裝在再循環系統的回風管道中，或安裝在室內，以滅活病毒和細菌。此類設備主要用於醫療保健設施，需要正確尺寸、安裝和維護。因此，空氣淨化器是一種易於應用的短期緩解措施，但從長遠來看，需要改進通風系統以實現足夠的室外空氣通風率。

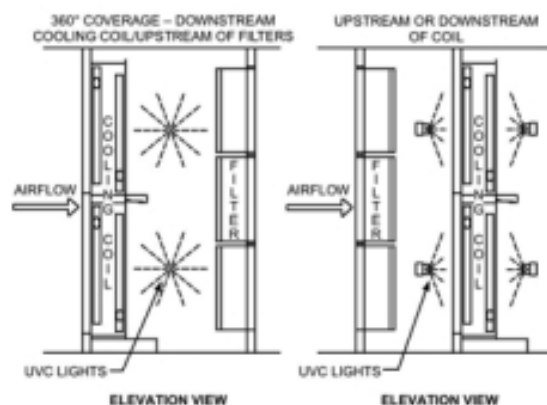


圖 3-5 UVGI 空調設置

十一、廁所馬桶蓋使用注意事項

如果馬桶座配備了蓋子，建議在關閉蓋子的情況下沖洗馬桶，以盡量減少空氣流中飛沫和飛沫殘留物的釋放。應明確指示建築物居住者使用蓋子。至少每三周定期檢查（排水管和 U 型疏水閥）並在需要時加水。

十二、病菌風險

在 SARS-CoV-2 (COVID-19) 流行期間，許多建築物的使用量一直在減少或在很長一段時間內完全關閉。這包括例如飯店/度假村、學校、體育設施、健身房、游泳池、浴室和許多其他類型的配備 HVAC 和供水系統的建築物和設施。

取決於包括系統佈局和設計在內的多種因素，長期減少（或不使用）使用可能會導致部分 HVAC 和供水系統出現水停滯，從而在恢復完全使用時增加病菌爆發的風險，在重新啟動系統之前，應徹底進行風險分析以評估所涉及的任何病毒風險。

十三、IAQ 室內空氣監測

當房間通風不良時，通過氣溶膠進行室內交叉污染的風險非常高。如果通風控制需要居住者採取行動（混合或自然通風系統）或建築物中沒有專門的通風系統，建議在居住區安裝 CO₂ 傳感器，以警告通風不足，尤其是在經常使用的空間或更多人群，如教室、會議室、餐廳，在疫情期間建議臨時更改交通燈指示燈的默認設置，使黃/橙燈（或警告）設置為 800 ppm 和高達 1000 ppm 的紅燈（或警報）以觸發迅速行動，即使在佔用率降低的情況下也能實現足夠的通風。使用作為基於 Web 的傳感器網絡一部分的 CO₂ 傳感器可能會更好。來自這些傳感器的信號可用於警告建築物居住者以正確的方式使用具有多種設置的可操作窗戶和機械通風系統。人們還可以存儲數據，並為設施管理人員提供每週或每月的數據，以便他們了解建築物和高度集中的房間中發生的情況，並隨後識別感染風險。

一些用戶可能無法提供空間數據覆蓋率的定量估計。我們知道有許多潛在的混淆因素和未知因素（例如，任何給定傳感器所覆蓋的區域）。重要的是要記住，目的是粗略估計與每次測量相關的佔用空間部分（即，您是覆蓋一小部分區域、大部分空間還是所有空間）。

如果無法進行定量估計，用戶可以估計覆蓋率並輸入以下值：

1. 低覆蓋率：<25% 的佔用空間與測量相關，為適用的日期範圍輸入 25%
2. 中等覆蓋率：25%-75% 的佔用空間與測量相關，為適用的日期範圍輸入 50%
3. 高覆蓋率：>75% 的佔用空間與測量相關，為適用的日期範圍輸入 100%

時間覆蓋率表示過去 30 天內 IAQ 測量所覆蓋的時間比例。對於 Arc 如果在項目期間至少進行了一次測量，則該時間段被覆蓋。出於感染控制的目的，假設 24/7 操作和 1 小時作為時間覆蓋的基本單位（也稱為測量的新鮮期）。因此，時間覆蓋率被定義為一個時間段內對於給定參數具有一個或多個讀數的小時百分比。給定時間段內的額外測量不會增加覆蓋率（即，時間覆蓋率的最大值為 100%，每小時至少一次讀數即可滿足）。1 天最多有 24 個讀數計入時間覆蓋範圍。在 1 年期間進行的一次測量將提供 0.01% (1/8760) 的覆蓋率；假設 24/7 運營。計算的考慮因素包括測量速率（觀察之間的間隔）和報告間隔（測量值被聚合併發送到 Arc 的時間段）。較高的測量速率（例如 WELL 和 RESET 等標準推薦的測量速率）更適合更豐富、更具代表性的 IEQ 表徵。為簡化此指標，Arc 要求僅每小時生成一次報告（即報告間隔）。

十四、作業場所二氧化碳接觸限值

識別通風不良的區域有助於設計有針對性的通風改進，HSE 工作場所通風指南解釋了需要注意的特徵。

1. 二氧化碳監測器：

SAGE 解釋雖然準確測量通風存在困難，但二氧化碳 (CO₂) 監測器可用作評估封閉環境中通風有效性的替代指標。由於人們呼出二氧化碳，它會在狹窄的環境中積累，在通風不良或人口稠密的環境中更是如此。因此，在 CO₂ 濃度高的空間中感染 Covid-19 的風險可能更高。HSE 已發布有關如何使用二氧化碳監測器的信息，包括將它們放置在何處、如何產生準確的讀數以及了解測量結果。空氣中的二氧化碳含量以百萬分之幾(ppm) 為單位。

第二節 建築物通風系統防疫相關技術資料彙整

壹、建築通風方式及規範

一、個場所通風量及換氣次數

本研究將彙整不同場所及對應人流之建議通風量及換氣次數，並搭配防疫傳播因子(空氣品質、人員數量、防疫空間規劃..等)，進行建築物通風系統規劃設計導入防疫措施研究。

隨者疫情逐漸解封，學校或公共場所(如健身房、電影院)會開始人群聚集，現階段物理防護(塑膠檔板)或社交距離已不足防護相關疫情，故現階段急需考量以降低疫情風險下控制不同場所之新風換氣量，作為「建築技術規則-建築設備編」之第五章空氣調節及通風設備與「綠建築標章之空調節能與室內環境品質」及「智慧建築標章-健康舒適指標」等法令標章與 CNS 標準等參考建議

表 3-3 非住宅環境：高風險使用空間(供公眾使用必要使用)

房間用途	第 101 條、第一款及第二款通風方式	第 101 條、第三款通風方式
會議室、候車室、候診室等容納人數較多者	15	15
辦公室、會客室	10	10
吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳	20	20
公共浴室或廁所，可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場	—	30

表 3-4 非住宅環境：中風險使用空間(供公眾使用必要使用)

房間用途	第 101 條、第一款及第二款通風方式	第 101 條、第三款通風方式
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場	15	15
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席	75	75
展覽陳列室、理髮美容院	12	12
營業用餐廳、酒吧、咖啡館	25	25
廚房 (營業用)	60	60
配膳室 (營業用)	25	25
茶水間	—	15
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於 15 平方公尺之發電或配電室	—	10

表 3-5 住宅環境：低風險使用空間(供公眾使用必要使用)

房間用途	第 101 條、第一款及第二款通風方式	第 101 條、第三款通風方式
	12	12
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者	8	8
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室	—	20
廚房 (非營業用)	35	35
配膳室 (非營業用)	15	15
蓄電池間	—	35
汽車庫	—	25

二、室內空氣品質監測

通風不良的房間，經由氣溶膠導致室內交叉汙染的風險相當高。若需要室內人員主動操控通風（混合式或自然式通風系統），或者建築物中並無專屬的通風系統，則建議應於人員活動區域安裝二氧化碳偵測器，以提醒通風不良情形，尤其是經常有一群人使用一小時以上的空間，例如教室、會議室、餐廳。疫情期間，建議應暫時變更二氧化碳流量燈號的初始設定，設為 700 ppm 亮黃燈/橘燈（或提醒燈），1000 ppm 亮紅燈（或警告燈），以便在即使室內人員減少的狀況下，仍能促使人員立即採取行動以達成充分通風。部分情形中，可使用獨立式二氧化碳偵測器或「二氧化碳流量燈號」，使用屬於連網式偵測器網絡的二氧化碳偵測器，有時效果可能更佳，上述偵測器發出的信號，可提醒建築物室內人員以正確方式使用可開啟窗以及有多種設定的機械通風系統。亦可儲存偵測器的資料，每週或每月提供資料給場所管理者，令其得知二氧化碳濃度高的建築物及房間狀況，之後再依此辨識傳染風險。

三、疫情期間為降低傳染風險之建築設備運作實務建議

1. 為空間提供充分的外氣通風
2. 建築物開放時間至少 2 小時前以額定速率開啟通風，並於建築物使用時之後的小時期間將通風切換至較低速率
3. 夜間和週末不可關閉通風，而應以較低速率維持通風系統運作
4. 常開窗戶（即使於機械通風建築物亦應常開窗）
5. 洗手間維持每日全天候通風
6. 避免開啟洗手間窗戶，以維持通風方向正確
7. 指引建築物使用者沖馬桶時應蓋上馬桶蓋
8. 詳細檢查熱回收設備，確保已掌控漏氣情形
9. 調整小型室內送風機的設定，令其持續運作
10. 不可更改加熱、冷卻及可能的加濕設定點
11. 依正常程序定期清潔風管（不需額外增加清潔）
12. 按照預定保養時程，依正常程序更換中央外氣與排氣濾網
13. 定期更換與保養濾網時，應採取包括呼吸防護具在內的一般防護措施
14. 採用空氣品質偵測器網絡，令室內人員與場所管理者可監測通風是否充分運作

四、陽台通風策略分析

1. 高層半戶外空間類型綜述建築物

(1). 周邊緩衝區(Perimeter buffers):

這種類型的半戶外空間包括陽台和走廊等空間。這是常見於當代多層建築在周邊，走廊被定義為作為流通空間的狹長建築特色。此外，這種類型的半戶外空間會影響室內熱舒適度，因為它能夠使房間遠離太陽輻射「懸垂效應」並改變氣流模。它必須有一個從建築物外牆測量的最小寬度為 1.5 m，至少 40% 的連續周邊開口，並且不能封閉有牆壁或玻璃面板，因為它是一個半戶外空間，可以包括綠色屏幕、百葉窗屏幕允許自然風進入。

(2). 天空露臺(Sky terraces):

也稱為空中花園（如果空中露台提供綠化）或空中庭院。這天空露台類型是一個垂直分佈的半戶外社交空間，通常穿過建築物的深度以提供交叉通風。通常它是一個有綠色植物的私人或公共空間，可以稱為空中花園。新加坡和香港的獎勵計劃將空中露台/空中花園定義為一個公共的、有蓋的、鬱鬱蔥蔥的園景半戶外空間（花園面積至少佔地面的 15%板區）在建築物的中間層提供，帶有最小深度為 4.5–5 m，最小周長為 40%。

(3). 風道中庭(Breezeway atria):

近幾十年的飯店、辦公大樓及購物中心已經廣泛利用中庭概念。風道中庭通常是大而高的封閉式空調或自然通風空間在具有至少一個透明立面或玻璃屋頂的建築物內為空間提供日光，通常在熱帶環境中設計為控制自然通風的室內環境通過排氣通風策略（入口和出口開口）去除通過煙囪效應停滯的暖空氣。這是一個大體量的空間，一到兩個向戶外開放側面，不僅在底層，而是往更高的樓層。為 WOHA 所提出，這種類型的半戶外空間是一個公共的半開放空間具有大的垂直體積，可以上升到多個層次，創造一個熱帶塔內的“共享”區域，促進持續對流通風和自然光。

(4). 水平通風道和垂直通風道(Horizontal breezeways and vertical breezeways):

水平通風道和垂直通風道類型是通道用於加速空氣流動，也可以作為社交空間。提供照明和大型建築物內部空間的通風它被稱為水平微風道，引導盛行風並最大化，WOHA 所提出的日光滲透。垂直通風道可以定義為一個半開放的空間，位於在從地面

上升到屋頂的連續內部空隙中，在通過熱堆效應刺激垂直空氣置換由 WOHA 提議。

1. 熱舒適

就熱舒適性而言，很少在天空露台、周邊緩衝區（例如陽台）和垂直通風道，根據上述分類：半戶外空間。對周邊緩衝區的研究主要集中在它們對室內的影響上。陽台可能會增加或減少室內空氣流動和能源消耗取決於它們是重入的還是突出的，如果單側通風是唯一的選擇，則對室內產生積極影響。它們提供有效的太陽輻射遮陽，特別是在較高樓層炎熱的氣候中，如果陽台關閉玻璃窗、冷負荷和熱不適可能會增加。周邊緩衝區和天空露台提供的熱舒適性。在高層進行的一項研究馬來西亞檳城辦公大樓，對比過風道中庭、陽台、和屋頂花園在熱舒適方面，由於它們的雙重高度以及水和植被特徵，可能是最熱舒適的空間。根據在高層建築中進行的一些基於測量的研究新加坡的住宅樓、前院等半戶外空間是更熱舒適的環境，但很可能是由於較高的遮陽效果而不是陽台速度。在高層建築中進行的基於測量的研究深圳辦公大樓讓人感受到內心的溫暖與室內空調辦公室相比，半開放式露台的感覺比在室內更舒服辦公室。據報導，空中花園的風速被放大研究，並且可以在夏季實現熱舒適度平均投票（PMV）小於 +0.5。溫帶氣候場域可以作為有效的熱緩衝區在夏季條件下減少建築物的能源消耗。

五、小結

半戶外空間落在 ASHRAE 熱舒適範圍內的結果（PMV0.5 ~+ 0.5 之間）。估計表明歸類為外圍緩衝區的半戶外空間均未提供任何活動鍵入該熱舒適範圍內的環境。在相比之下，75.0% 被歸類為垂直通風道的半戶外空間屬於該熱舒適範圍，假設代謝活動為 1 MET，1.5 個 MET 為 56.3%，2 個 METS 為 6.3%。適用於 1.5 METS 天空露台、水平通風道和通風道中庭也有指定熱舒適範圍內的半戶外空間，20.0%、50.0% 和分別為 16.7%。除了垂直通風道，5.0% 的半戶外空間歸類為天空露台也屬於熱舒適範圍 1.5 MET。所有半戶外空間的中值三種類型的 PMV 顯著不同

研究的活動類型（人體代謝量 1、1.5 和 2 MET）。在條款熱舒適性（PMV，事後測試表明中值存在顯著差異在垂直通風道和周邊緩衝區之間，天空露台和風道中庭。高層半戶外空間類型不同顯著對所有其他環境因素（Tmrt、Va 和 RH）。僅就 Tmrt、RH 而言和 Va，事後檢驗表明，有是垂直通風道之間中值的顯著差異（VB）和周邊緩衝區，在垂直通風道（VB）和微風道心房（BAT）；僅就 Tmrt 和 RH 而言，在周長之間緩衝區（PB）和天空梯田（ST）。顯示了每種高層半戶外空間類型的熱舒適度（PMV）。分類為垂直通風道（VB）的高層半戶外空間

類型具有所有活動類型的最低 PMV* 中值：+0.13 (1 MET), +0.42 (1.5 METs) 和 +0.71 (2 METs); 和半戶外空間被歸類為風道中庭 (BAT) 在所有活動類型中 具有最高的 PMV* 中值：+0.98 (1 MET)、+1.28 (1.5 MET) 和 +1.66 (2 MET)。每種高層半戶外空間類型的環境因素和外圍緩衝區類型內的半戶外空間經歷了最低中值 Ta 和 Tmrt 值：分別為 29.41°C 和 30.73°C。水平通風道和通風道中庭類型經歷最高 RH 中值：分別為 75.94% 和 75.87%。半戶外空間分類為風道中庭和周邊緩衝區經歷了最低的 Va 值：0.50 m/s。半戶外空間分類在垂直通風道類型的 Tmrt 中值最高。

貳、EEWH 綠建築標章

1. 非疫情及疫情期間的防疫通風加權係數
2. 根據非住宅空間以及住宅空間進行分類

參、台灣 CDC 相關文獻

1. 除例外情形，外出全程佩戴口罩：於室外從事運動，或於室內外拍攝個人/團體照時，如無相關症狀且與不特定對象均能保持社交距離，可免戴口罩。
2. 實聯制、保持社交安全距離。
3. 營業場所及公共場域人流控管或總量管制：室內空間至少 1.5 米/人(2.25 平方米/人)，室外空間至少 1 米/人(1 平方米/人)。
4. 集會活動(含會議、展覽、婚宴、餐宴等)人數上限：
 - (1). 室內 80 人或室內超過 80 人但容留人數符合室內空間 1.5 米/人(2.25 平方米/人)。
 - (2). 室外 300 人。
 - (3). 不符上列條件者，應提防疫計畫，或依主管機關防疫規定辦理。指揮中心將持續觀察疫情態勢，適度放寬管制措施，強化邊境監測及防疫作為。籲請民眾應落實個人防護措施，主動積極配合各項防疫措施，以兼顧防疫與生活品質。

肆、室內空氣品質管理法

表 3-6 室內空氣品質管理法

室內空氣品質管理法		
章節	內容概要	法規體系
總則 第 1 條	為改善室內空氣品質，以維護國民健康，特制定本法。	空氣品質保護及噪音管制處/室內空氣品質管理
總則 第 3 條	一、室內：指供公眾使用建築物之密閉或半密閉空間，及大眾運輸工具之搭乘空間。 二、室內空氣污染物：指室內空氣中常態逸散，經長期性暴露足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質，包括二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物、細菌、真菌、粒徑小於等於十微米之懸浮微粒（PM10）、粒徑小於等於二．五微米之懸浮微粒（PM2.5）、臭氧及其他經中央主管機關指定公告之物質。 三、室內空氣品質：指室內空氣污染物之濃度、空氣中之溼度及溫度。	

伍、建築技術規則

表 3-7 建築技術規則

章節	內容概要
給排水系統 第 26 條	1. 建築物給水排水系統設計裝設及設備容量、管徑計算，除自來水用戶用水設備標準、下水道用戶排水設備標準，及各地區另有規定者從其規定外，應依本章及建築物給水排水設備設計技術規範規定辦理。 2. 前項建築物給水排水設備設計技術規範，由中央主管建築機關定之。
給排水系統 第 28 條	給水、排水及通氣管路全部或部分完成後，應依建築物給水排水設備設計技術規範進行管路耐壓試驗，確認通過試驗後始為合格

給排水系統 第 29 條	1. 給水排水管路之配置，應依建築物給水排水設備設計技術規範設計，以確保建築物安全，避免管線設備腐蝕及污染。 2. 排水系統應裝設衛生上必要之設備，並應依下列規定設置截留器、分離器： 一、餐廳、店鋪、飲食店、市場、商場、旅館、工廠、機關、學校、醫院、老人福利機構、身心障礙福利機構、兒童及少年安置教養機構及俱樂部等建築物之附設食品烹飪或調理場所之水盆及容器落水，應裝設油脂截留器。 二、停車場、車輛修理保養場、洗車場、加油站、油料回收場及涉及機械設施保養場所，應裝設油水分離器。 三、營業性洗衣工廠及洗衣店、理髮美容場所、美容院、寵物店及寵物美容店等應裝設截留器及易於拆卸之過濾罩，罩上孔徑之小邊不得大於十二公釐。 四、牙科醫院診所、外科醫院診所及玻璃製造工廠等場所，應裝設截留器。 3. 未設公共污水下水道或專用下水道之地區，沖洗式廁所排水及生活雜排水均應納入污水處理設施加以處理，污水處理設施之放流口應高出排水溝經常水面三公分以上。 4. 沖洗式廁所排水、生活雜排水之排水管路應與雨水排水管路分別裝設，不得共用。 5. 住宅及集合住宅設有陽臺之每一住宅單位，應至少於一處陽臺設置生活雜排水管路，並予以標示。
給排水系統 第 39 條	本規則建築設計施工編第四十九條規定之污水處理設施，其污水放流水質應符合水污染防治法規定
給排水系統 第 40-1 條	污水處理設施為現場構築者，其技術規範由中央主管建築機關另定之；為預鑄式者，應經中央環境保護主管機關會同中央主管建築機關審核認可。

空氣調節及通風設備 第 91 條	建築物內設置空氣調節及通風設備之風管、風口、空氣過濾器、鼓風機、冷卻或加熱等設備，構造應依本節規定。
空氣調節及通風設備 第 91 條	機械通風設備及空氣調節設備之風管構造，應依下列規定： 一、應採用鋼、鐵、鋁或其他經中央主管建築機關認可之材料製造。 二、應具有適度之氣密，除為運轉或養護需要而設置者外，不得開設任何開口。 三、有包覆或襯裡時，該包覆或襯裡層均應用不燃材料製造。有加熱設備時，包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，不得與加熱設備連接。 四、風管以不貫穿防火牆為原則，如必需貫穿時，其包覆或襯裡層均應在適當處所切斷，並應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門。 五、風管貫穿牆壁、樓地板等防火構造體時，貫穿處周圍，應以礦棉或其他不燃材料密封，並設置符合本編第九十四條規定之防火閘板，其包覆或襯裡層亦應在適當處所切斷，不得妨礙防火閘板之正常作用。 六、垂直風管貫穿整個樓層時，風管應設於管道間內。 七、除垂直風管外，風管應設有清除內部灰塵或易燃物質之清掃孔，清掃孔間距以六公尺為度。 八、空氣全部經過噴水或過濾設備再進入送風管者，該送風管得免設前款規定之清掃孔。 九、專供銀行、辦公室、教堂、旅社、學校、住宅等不產生棉絮、塵埃、油汽等類易燃物質之房間使用之回風管，且其構造符合下列規定者，該回風管得免設第七款規定之清掃孔： （一）回風口距離樓地板面之高度在二點一公尺以上。 （二）回風口裝有一點八毫米以下孔徑之不朽金屬網罩。 （三）回風管內風速每分鐘不低於三百公尺。 十、風管安裝不得損傷建築物防火構造體之防火性能，構造體上設置與風管有關之必要開口時，應採用不燃材料製造且具防火時效不低於構造體防火時效之門或蓋予以嚴密關閉或掩蓋。

	十一、鋼鐵構造建築物內，風管不得安裝在鋼鐵結構體與其防火保護層之間。 十二、風管與機械設備連接處，應設置不燃材料製造之避震接頭，接頭長度不得大於二十五公分。
空氣調節及通風設備 第 95 條	與風管連接備空氣進出風管之進風口、回風口、送風口及排風口等之位置及構造，應依左列規定： 一、空氣中存有易燃氣體、棉絮、塵埃、煤煙及惡臭之處所，不得裝設新鮮空氣進風口及回風口。 二、醫院、育幼院、養老院、學校、旅館、集合住宅、寄宿社等及其他類似建築物之採用中間走廊型者，該走廊不得作為進風或回風用之空氣來源。但集合住宅內廚房、浴、廁或其他有燃燒設備之空間而設有排風機者，該走廊得作為該等空間補充空氣之來源。 三、送風口、排風口及回風口距離樓地板面之高度不得小於七・五公分，但戲院、集會堂等觀眾席座位下設有保護裝置之送風口，不在此限。 四、送風口及排風口距離樓地板面之高度不足二一〇公分時，該等風口應裝孔徑不大於一・二公分之欄柵或金屬網保護。 五、新鮮空氣進風口應裝設在不致吸入易燒物質及不易著火之位置，並應裝有孔徑不大於一・二公分之不銹金屬網罩。 六、風口應為不燃材料製造。
空氣調節及通風設備 第 97 條	鼓風機之設置，應依左列規定： 一、應設置在易於修護、清理、檢查及保養之處所。 二、應與堅固之基礎或支承連接穩固。 三、鼓風機及所連接之過濾器、加熱或冷卻等調節設備，應設置於與其他使用空間隔離之機房內，該機房應為防火構造。機房開向室外之開口，應裝置堅固之金屬網或欄柵。 四、前款防火構造之牆及樓地板，其防火時效均不得小於一小時。

	五、鼓風機、單獨設置之送風機或排風機，應在適當位置裝置緊急開關，於緊急事故發生時能迅速停止操作。 六、鼓風機風量每分鐘超過五六〇立方公尺者，應依左列規定裝設感溫裝置，當溫度超過定格溫度時，該裝置能即時作用，使鼓風機自動停止操作： （一）攝氏五十八度定格溫度之感溫裝置，應裝設在回風管內，回風氣流溫度未被新鮮空氣沖低之位置。 （二）定格溫度定在正常運轉最高溫度加攝氏二十八度之感溫裝置，應裝設在空氣過濾器下游送風主管內之適當位置。
空氣調節及通風設備 第 98 條	機械通風或空氣調節設備之電氣配線，應依本編第一章電氣設備有關之規定。
空氣調節及通風設備 第 99 條	空氣調節設備之冷卻塔，如設置在建築物屋頂上時，應依左列規定： 一、應與該建築物主要構造連接牢固，並應為防震、防風及能抵禦其他水平外力之構造。 二、主要部份應為不燃材料或經中央主管建築機關認為無礙防火安全之方法製造。 加熱設備與木料及其他易燃物料間，應保持適當之間距。
空氣調節及通風設備 第 100 條	本規則建築設計施工編第四十三條規定之機械通風設備，其構造應依本節規定。
空氣調節及通風設備 第 101 條	機械通風應依實際情況，採用左列系統： 一、機械送風及機械排風。 二、機械送風及自然排風。 三、自然送風及機械排風。
空氣調節及通風設備 第 102 條	建築物供各種用途使用之空間，設置機械通風設備時，通風量不得小於左表規定，如下表

章節	內容概要
建築技術規則 26 條第 二項 2.1.1 一般事項 建築物給水排水配管在一般使用情況下，配管應能夠承受地震、風力等外力以及溫度變化產生之伸縮應力，而充分維持正常功能	說明： 1. 建築基地內所設置之給水排水設備系統，應依據本規範之要項及相關法規之規定設計。 2. 既有建築物或其基地內之給水排水設備系統之關連設施，有變更、修理或更新時，如未能完全符合本規範之各條細部規定要求時，至少應符合其基本原則。 3. 容易缺水之地區，應考慮給水及衛生器具設備之節水對策，並檢討排水或雨水再利用之可行性。 4. 供公眾使用之建築物，其給水排水衛生設備應考慮身心障礙者之需要，而設置必要之設施或設備。 5. 建築物給水排水配管的計畫及設計，應考慮之項目包括配管的自重、內部壓力，設備運轉時產生的局部應力，地震發生時之層間變位應力，配管內流體溫度的變化或外氣溫度變化造成的伸縮，建築物伸縮縫之變位移動，地盤沈陷位移等等，配管計畫應針對可能之環境條件，設計適切之變位吸收接頭、伸縮管或必要之分散應力對策與設施。
建築技術規則 26 條第 二項 2.1.2 一般事項 採用本規範規定以外之配管材料、配管工法以及配管方式，應符合本規範要求之設備性能	說明： 配管計畫應注意之一般要項如下： 1. 飲用水配管不得與基地排水管在同一溝槽內配管。但飲用水配管與基地排水管在平面上具有充分間隔，且飲用水配管管底比排水管之上端高時，不在此限。 2. 因給水管、熱水管之熱脹冷縮，而有使配管或其他機器受到損傷之顧慮時，應設置伸縮管接頭、伸縮曲管以防止之。 3. 發生水錘作用時，或有發生水錘作用之可能性時，應裝設空氣室等裝置防止之。 4. 給水管、熱水管之配管，不得使空氣產生滯留，必要時應設置排氣閥等裝置防止之。 5. 為了使配管內不產生空氣滯留，或污泥滯留等情況，配管應有均勻的坡度配置。 6. 在給水、熱水供給系統上，為了維修管理之需要，應於操作容易的位置上設置止水閥。 7. 接續器具的管徑，原則上與接續器具之口

建築技術規則 26 條第 二項 2.1.3 一般事項 配管路徑之規劃，應以最短或直線路徑規劃，並在避免發生功能上障礙之情況下，整齊有秩序地排列配置。	說明： 1. 配管應考慮連接器具或機器之位置或管道間，盡量以最短路徑或直線路徑規劃。 2. 配管應避免管路因空氣或異物造成阻塞情況，並能整齊有秩序地排列配置，以利日後檢查維修之操作。
建築技術規則 26 條第 二項 2.1.4 一般事項 配管應該設置專用管道間，同時空間之留設應考慮配管之施工、保養、檢查、修理或部材之更換等，及操作空間充分的情況下之構造尺寸空間留設，必要時應預留將來擴充可能之管道空間。	說明： 1. 建築物內之管路設備，應該設置專用管道間，並留設充足之構造空間尺寸，以利管路之施工、保養、維修，甚至日後之管路換裝修理等操作。 2. 配管之管道間應留設有足夠大的檢查口或作業員、機材之出入口。 3. 配管之管道間等，在維護檢查上容易發生危險之處所，應設置適當之腳架，以確保維護工作之安全。
建築技術規則 26 條第 二項 2.1.5 一般事項 建築物給水系統中，地下水管制區應依法從其規定，自來水與非自來水系統允許其他水源的情形，應分別配管，並應注意自來水與其他類別之水源配管不能相互連接。	說明： 1. 建築物的給水系統，應遵守水源管制之相關規定，為避免水源污染或地層下陷等問題，都市地區及特定地區均有禁止抽取地下水或使用地下水之相關規定，在嚴禁抽取或使用地下水地區必需依法從其規定。 2. 自來水與井水允許並用地區，則應分別配管，並須注意自來水與井水管不能相互連接，以避免水源或供水污染情況之發生。

第三節 「建築物通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議」(草案)

壹、通風

從全球國際政策與策略顯示，國際趨勢已將調整「建築與社區」之相關環境影響因子作為因應疫情衝擊與後疫情時期之政策與措施目標。彙整SARS-CoV-2傳播途徑，建築空氣途徑和通風系統的不良不可忽視的因素，而美國冷凍空調學會回應聯合國與世界衛生組織提出之(COVID-19 Response)政策，綜合全球公共衛生、建築、冷凍空調等專家研究，提出於「不同建築類別」通風之回應(住宿類、辦公類、公共集會類..等)以降低與COVID-19類似病毒之空氣傳染性與氣溶膠暴露程度。因此，對應國內建築防疫應優先制定國內不同場所建築物之通風換氣標準(回風率及換氣次數規範)及溫度濕度控制。

貳、節能

空調引入大量外氣或依不同污染物濃度控制通風系統或持續運作 24 小時防疫通風等，都容易增加室內升溫產生空調能耗等問題，因此，現階段除檢視與疫情相關之建築環境因子外，亦應考量以建築物通風設備系統方式來進行不同防疫措施調控，以因應後疫情時代，如何在節能減碳及健康防護取得平衡效益。

參、同層排水

本計畫研究員曾提出公共廁所的空間設計、水路系統規劃、設備安裝、使用行為與維護管理的觀念錯誤或是瑕疵，造成使用者暴露在感染源擴散於空氣環境下，成為交叉感染的溫床(Lee &Tham, 2021)。因此，建築中(例如公共場所、醫療場所、飯店、旅館、娛樂場所或人們靠近的住宅)的環境因素，包括溫度、濕度、於病媒上的穩定性、通風和過濾系統等皆可能對感染有顯著影響。本計畫研究員曾調查111處公共廁所，發現公共廁所的設計、通風或設施不當，造成使用者的抱怨 (Lee et al., 2013)。廁所空間是必要但非主要的建築空間，在建築規劃設計時，常被規劃在次要或畸零的空間，造成通風換氣不良與日照不足的現象。加上衛生器具的管路系統安裝錯誤，缺乏存水彎的設置或是存水彎內的水封設置因為蒸發而產生破封現象，造成廁所空間與污水處理槽或下水道直接連通，成為細菌與病毒孳生與擴散的通道，擴散到其他也是破封的廁所空間中。

肆、國外文獻對應台灣法規之建議值

表 3-8 國外文獻對應台灣法規之建議值

所屬機構單位	內容摘要	項目
國外CDC	限制進入衛生間衛浴設備，以在設備上的個人之間提供至少 6 英尺的間距	空間規劃
	在整個空間，尤其在公共空間，增加非接觸式洗手/衛生站	
	在可能的情況下，經由調節風門、節能器和 AHU 來優先考慮新鮮空氣與循環空氣的吸入	機械和被動通風
	對每個廁所進行負壓調整	
	考慮每個 HVAC 區域的最大居住人數	
	將 HVAC 過濾器選擇、清潔計劃和更換週期與 ASHRAE 建議保持一致	
	在再循環空氣管道上安裝 HEPA 或 MERV 16 過濾器	
	安裝至少 MERV-13 等級的過濾器以過濾空氣傳播的病毒（首選 MERV 14）	
	密封過濾器的邊緣以限制分流	
	上入住前和下午/晚上入住後通氣沖洗建築物兩小時	
	監控和保持相對濕度水平，最好是 RH 40 - 60%	
	禁用需求控制通風 (DCV)	
	考慮使用帶有 HEPA 過濾器的攜帶型室內空氣淨化器	
	考慮暫時省略能量回收系統	
國外CDC	考慮在機械通風路徑或上層應用中安裝紫外線殺菌輻射(UVGI)，以經由對流空氣運動間接處理空氣	機械和被動通風
	於較大的建築物，檢查冷卻和水塔冷凝水是否有細菌生長	
	盡可能單獨為廁所通風（例如，如果直接在室外通風，則打開排氣扇並連續運行風扇）	
ASHRAE	各類場所最低引入外氣風量增加新鮮外氣量引入室內溫度濕度控制使用過濾濾網 MERV-13 等級以上確保整體換氣率增加局部通風換氣設施清淨裝置	HVAC 系統之通風規範

	UV/Ozone-滅菌規範回風確保空氣品質整體空間清淨模式以3 ACH 置換	
	低樓層住宅空調通風規範住宿單元通風量(面積與單元數量加權計算)住宿單元增加人數時增加外氣量 7.5 cfm (3.5 L/s)/人廚房、衛浴等空間通風換氣 100 cfm (50L/s)、50 cfm(25 L/s)以上或連續通風換氣 5 ACH 使用過濾網 MERV-13 等級以上局部排氣設計	住宅類空調系統之通風規範
	醫院、門診、護理之家空間之通風規範空間空氣正負壓設計溫度、濕度、回風率規範換氣次數規範 2-10 ACH	通風換氣對健康照護機構之規範
REHVA	在建築物開放時間前至少 2 小時以標稱速度開始通風，並在建築物使用時間後 2 小時切換到較低速度。在需求控制的通風系統中，將 CO2 設定點更改為 400 ppm，以保持以標稱速度運行	增加空氣供應和排氣通風
	建議是盡可能多地供應室外空氣。關鍵方面是每平方米建築面積供應的新鮮空氣量。如果住戶人數減少，不要將剩餘的住戶集中在較小的區域，而是保持或擴大他們之間的物理距離（人與人之間至少 2-3 m），以提高通風的稀釋效果	
	不使用中央循環	

表 3-9 彙整健康及防疫措施可行性內容因子說明

防疫類別	項目	說明
空氣與通風	增強空氣品質	超越當前的指導原則要求，進一步提高提供的空氣品質水準，改善人體健康和表現
空氣與通風	增強通風	實施增強級通風策略，以達到更高的空氣品質水準，改善人體健康、提高生產
空氣與通風	可開啟窗	建築物安裝可開啟窗戶，增加優質新風供應量，在室外空氣品質可接受時鼓勵建築用戶打開窗戶，加強與室外環境的聯繫
空氣與通風	空氣品質監測和意識	持續測量污染物資料，以對住戶進行環境品質教育和增強環境品質的自主控制
空氣與通風	污染滲透管理	減少空氣和污染物通過建築圍護結構和入口從室外向室內傳遞
空氣與通風	燃燒程度	使用低排放燃燒產品或完全不使用燃燒的產品

	最小化	
空氣與通風	污染源隔離	採取措施，包括通過門或專用排氣來隔離異味、細菌、污染或濕度的主要來源
空氣與通風	空氣過濾	具有機械通風空間的專案，實施足夠的空氣過濾並記錄相關已安裝過濾器的維護協議。對於自然通風空間，該條款要求滿足室外空氣品質標準
空氣與通風	增強空氣供應	使用未再迴圈的供應空氣或者經活性碳過濾器、介質過濾器和/或紫外線殺菌（UVGI）處理的供應空氣
空氣與通風	微生物和黴菌控制	利用UVGI 系統和/或對冷卻系統進行定期檢查，以減少或消除微生物和黴菌的生長
空氣與通風	過濾裝置	空調新鮮外氣與回風安裝空氣過濾裝置，至少可達ASHRAE MERV-14以上等級，並輔以清淨機過濾室內空氣
材料	增強材料限制	限制產品中某些化學物質的存在，最大程度地減少這些物質與人體的接觸
材料	減少接觸	實施減少人類與可能攜帶病原體的呼吸顆粒和表面接觸的策略
溫熱環境控制	熱舒適監測	提供適當的濕度水準來限制病原體的生長，減少排氣並保持熱舒適
溫熱環境控制	增加可開啟窗	要求窗戶可以在不同的高度打開，以在不同的室外溫度下提供所需的空氣流
給排水設施	同層排水	同層排水管線設計、分離獨立垂直管道設計、總存水彎設計
給排水設施	潮濕管理	制定策略，最大限度地減少水的洩漏，則透過材料的選擇和檢查進行管理
給排水設施	衛生支持	提供洗手間，以適應用戶的不同需求，並提供足夠大的洗手池、肥皂盒、乾手器和減少接觸面以改善衛生
空間規劃	更多自然接觸	將自然和自然元素融入專案的室內和室外，提供自然景觀，以及附近的自然環境，例如綠色空間和藍色空間
空間規劃	身體活動空間和設備	透過室內健身設施、附近設施或附近室外空間（如公園），提供身體活動空間
空間規劃	垃圾廢氣隔離處理	針對隔離區所產生之垃圾等物質，進行獨立管理控制，並以低溫氣密方式存放，作為衛生廢棄安全處理，避免成為感染源

第四節 第一次專家會議

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 3-10 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議

一、會議名稱：政部建築研究所 111 年度創新循環綠建築科技計畫(一)協同研究計畫 -「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究」第 1 次專家座談會議 二、111 年 07 月 01 日(星期五) 上午 10 點 00 分 三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議 (使用線上 Microsoft Teams 平台軟體) 四、專家委員： 內政部建築研究所 羅組長時麒 內政部建築研究所環境控制組 吳明達 內政部建築研究所環境控制組 王家瑩 台灣病態建築診斷協會 曾理事長婷婷 國立台灣大學公衛學系 陳副教授佳堃 國立雲林科技大學創意生活設計系 林副教授沂品 冷凍空調技師 王國宗 順光經理 徐維政 五、研究團隊： 冷凍空調技師 鄭景文 國立台中科技大學 李教授孟杰 國立台北科技大學 陳副教授振誠 國立台北科技大學 王研究助理崧任	議題一、國內外防疫建築之通風換氣標準規範資料彙整 說明： 雖然已經進入後疫情時代，但隨著各種變種病毒不斷出現、變種與傳播，可能須重新審視現有建築基準與建築法是否需要修改與改善來迎合未來人們與病毒之共同生活
---	---

圈。本研究之重要性分為以下三點：

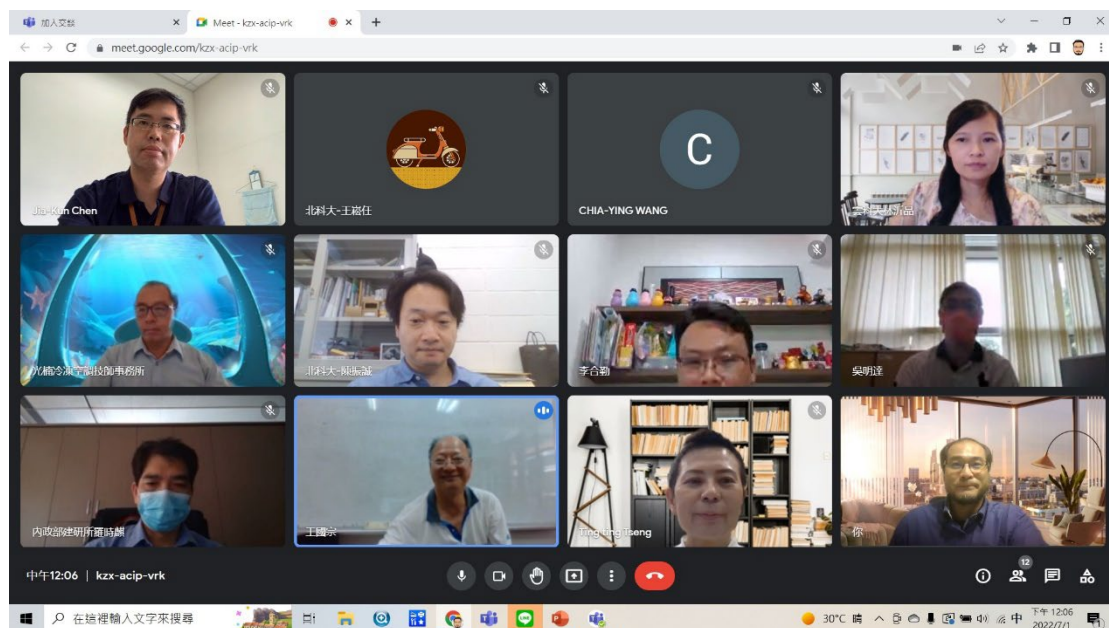
1. 針對病毒特性與國內外堆抗病毒之建議與防範策略修改建築基準法與建築法。
2. 彙整專家意見分析成客觀之「建築防疫措施」。
3. 綠建築評估系統有關健康與方放措施加強。

議題二、建築物通風系統防疫相關技術資料彙整

說明：

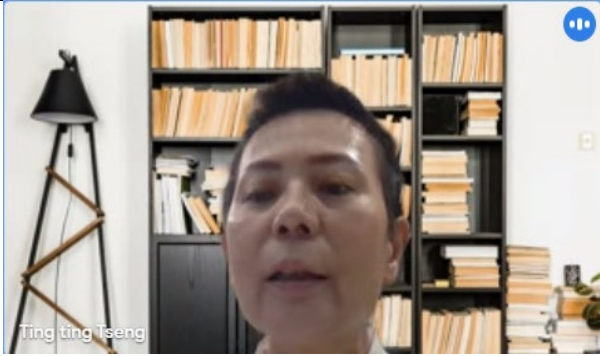
本研究藉由蒐集COVID-19傳染途徑及國際上相關政府機關及產業界為疫情期間空調和通風系統的管理提供的建議和參考，例如：美國冷凍空調協會（即ASHRAE）、歐洲供暖、通風和空調協會（REHVA）以及日本空氣調和衛生工程師學會（即SHASE）等相關機構針對COVID-19發佈的建築物空調和通風系統操作和維護指南，擬出我國可借鏡之防疫措施。

表 3-11 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議



陳副教授振誠	羅組長時麒
 M.C. Jeffrey Lee	 Ting ting Tseng
李教授孟杰	曾理事長婷婷
 光楠冷凍空調技師事務所	 Jia-Kun Chen
鄭景文	陳副教授佳堃

 雲科大林沂品	 王國宗
林副教授沂品	王國宗
 李台勤	
徐維政	

表 3-12 111 年 07 月 01 日召開第一次專家會議內容

第一次專家會議-重點內容

議題一：

1. 通風可以有效稀釋與排除，但若能抑制病毒的活性將有更好的可能性，因此抗病的建材與降低病毒存活的條件，可以再考量。
2. 通風量的代價高，能源與設備的成本是關鍵，而病毒通過濾材的量也並非全部，效益值得探討。至於UVC的殺菌與風管內的流速及接觸時間有關，是否能有效殺菌，亦值得考量。
3. 新舊建築的換氣量、通風進出口位置、通風路徑、風管尺寸(壓損考量)與壓差控制，皆是設置新風系統的重要考量，需要有更明確的規範。共同管道的逆止設備考量也是重點。
4. 智慧通風控制可採二氧化碳濃度約800ppm，但此會牽涉到人員密度、空間場域與污

染源及污染物濃度，此部分也可加入相關探討，包含智慧感控設備設置與節能控制配套(建築技術規則設計施工篇43條、建築設備篇101條與102條、綠建築標章—室內環境品質指標)

5. 空間規劃與使用行為之相關規範。

議題二：

1. 新舊建築的落實與策略，包含業種差異與換氣量的要求及設備管路的建議(前階段，推廣優於強制，之後再循序漸進)
2. 綠建築標章中的室內環境指標，宜將過去的有做率(%)改為量化機制。
3. 建築技術規則設計施工篇與設備篇應考量通風量(含開口面積)與人員密度。
4. 把關機制的落實與相關法令的配套。

會議具體建議與結論如下：

議題一、

1. 通風可以有效稀釋與排除，但若能抑制病毒的活性將有更好的可能性，因此抗病的建材與降低病毒存活的條件，可以再考量。
2. 通風量的代價高，能源與設備的成本是關鍵，而病毒通過濾材的量也並非全部，效益值得探討。至於 UVC 的殺菌與風管內的流速及接觸時間有關，是否能有效殺菌，亦值得考量。
3. 新舊建築的換氣量、通風進出口位置、通風路徑、風管尺寸(壓損考量)與壓差控制，皆是設置新風系統的重要考量，需要有更明確的規範。共同管道的逆止設備考量也是重點。
4. 智慧通風控制可採二氧化碳濃度約 800ppm，但此會牽涉到人員密度、空間場域與污染源及污染物濃度，此部分也可加入相關探討，包含智慧感控設備設置與節能控制配套(建築技術規則設計施工篇 43 條、建築設備篇 101 條與 102 條、綠建築標章—室內環境品質指標)
5. 空間規劃與使用行為之相關規範。

議題二、

1. 新舊建築的落實與策略，包含業種差異與換氣量的要求及設備管路的建議(前階段，推廣優於強制，之後再循序漸進)
2. 綠建築標章中的室內環境品質指標，宜將過去的有做率(%)改為量化機制。
3. 建築技術規則設計施工篇與設備篇應考量通風量(含開口面積)與人員密度。
4. 把關機制的落實與相關法令的配套。

第五節 第二次專家會議

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 09 月 14 日召開第二次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 3-13 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議

一、會議名稱：政部建築研究所 111 年度創新循環綠建築科技計畫(一)協同研究計畫-「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究」第 02 次專家座談會議 二、111 年 09 月 14 日(星期五) 上午 10 點 00 分 三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議 (使用線上 Microsoft Teams 平台軟體) 四、專家委員： 內政部建築研究所 羅組長時麒 內政部建築研究所環境控制組 吳明達 內政部建築研究所環境控制組 王家瑩 台灣病態建築診斷協會 曾理事長婷婷 國立勤益科技大學冷凍空調與能源系 吳主任友烈 國立雲林科技大學創意生活設計系 林副教授沂品 冷凍空調技師 王國宗 順光經理 徐維政 五、研究團隊： 冷凍空調技師 鄭景文 國立台中科技大學 李教授孟杰 國立台北科技大學 陳副教授振誠 國立台北科技大學 王研究助理崧任
議題三、完成「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略分析」(草案) 1. 室內空氣換氣量，國外文獻針對後疫情建築通風換氣標準有更嚴謹的數值規範，例如「世界衛生組織」為改善室內通風方法，參考歐盟標準 EN16789-1 對於獨立的空間採取 10L/s/person 的換氣量(ventilation rate)，或是持續將排風扇打開以達有

效換氣，「ASHRAE」針對建築防疫、新風系統、HVAC 規範及人體舒適指標訂定完整規範，「REHVA」針對傳播途徑、社交距離及空調系統提出完整說明

2. 建築之通風換氣標準彙整，初步建議針對國內外防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙，可依其「世界衛生組織」、「美國冷凍空調協會 ASHRAE」、「REHVA」相關通風換氣指南，作為國內防疫建築之通風換氣標準與規範之參考，歸類國內針對建築通風換氣標準之法規與國外建築通風換氣標準與規範差異。
3. 找相關案例作 CFD 氣流模擬進行運算，統整相關標準、法規及規範導入防疫措施策略分析

議題四、完成綠建築標章導入通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議

1. 防疫型綠建築，初步評估國外相關通風換氣、節能、防疫社交距離等文獻，彙整國內相關建築法規與國外文獻，並列出防疫型綠建築可借鏡之防疫相關文獻包括通風、節能、同層排水。

表 3-14 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議



李教授孟杰



鄭景文

 陳振誠	 建研所吳明達 (來賓)
陳副教授振誠	吳明達
 順光徐維政 (來賓)	 王國宗 (來賓)
徐維政	王國宗
 林沂品	 吳友烈
林副教授沂品	吳主任友烈

	 曾婷婷理事長 (來賓)			 建研所環控組 王家瑩 (來賓)	
曾理事長婷婷			王家瑩		

表 3-15 111 年 09 月 14 日召開第二次專家諮詢座談會議內容

會議具體建議與結論如下：

1. 人員密度, 單位面積大小, 空間行為去針對不同場域換氣率
2. 用場域方式細分 EX. WHO
3. 建議場域設定清楚, 使用102條法規規劃防疫要求
4. 用實際方式及防疫實際之參考(非防疫及防疫實際操作)
5. 氣流流行、量需求大小, 考慮氣流流行防護之區域EX. 感染人員、非感染人員、高風險人員
6. 建議沿用建築技術規則102條做調整
7. 對於各空間分類出風險值
8. 換氣次數通則建築物及密集度引進通風換氣機制加入方位(氣候風險)
9. 通風配合場域問題, 外氣通風量品質問題
10. 使用機械通風方式過濾空氣品質, 需解決能耗
11. 需要考量通風換氣及氣流方向、外氣量空氣品質
12. 耗能與健康舒適度, 如何說服業主
13. 內循環需做殺菌動作UVGI
14. 針對通風配管管徑孔徑問題是否需歸類

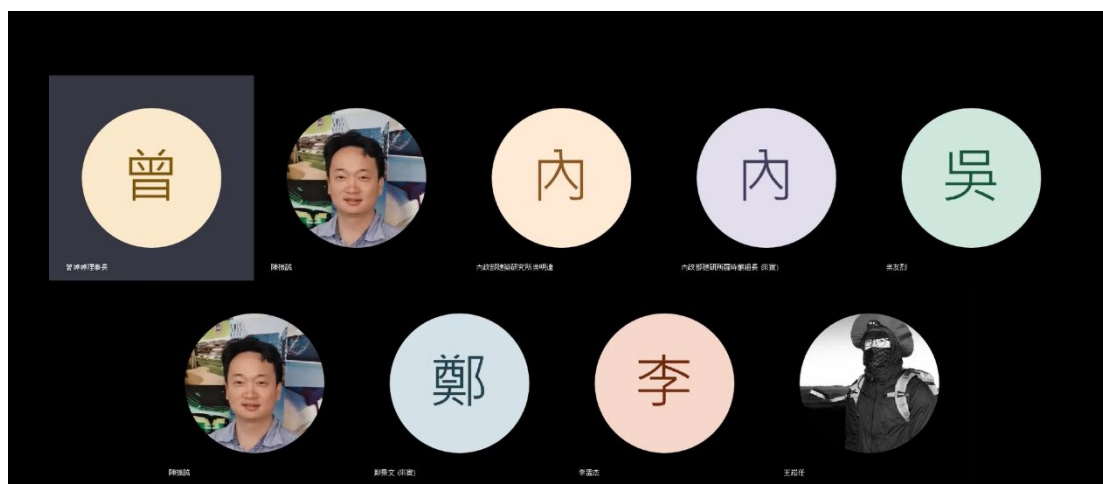
第六節 第三次專家會議

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 11 月 02 日召開第二次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 3-16 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議

一、會議名稱：政部建築研究所 111 年度創新循環綠建築科技計畫(一)協同研究計畫-「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究」第 03 次專家座談會議 二、111 年 11 月 02 日(星期五) 上午 10 點 00 分 三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議 (使用線上 Microsoft Teams 平台軟體) 四、專家委員： 內政部建築研究所 羅組長時麒 內政部建築研究所環境控制組 吳明達 內政部建築研究所環境控制組 王家瑩 台灣病態建築診斷協會 曾理事長婷婷 國立勤益科技大學冷凍空調與能源系 吳主任友烈 五、研究團隊： 冷凍空調技師 鄭景文 國立台中科技大學 李教授孟杰 國立台北科技大學 陳副教授振誠 國立台北科技大學 王研究助理崧任
議題三、完成「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略分析」(草案) 1. 建築之通風換氣標準彙整，初步建議針對國內外防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙，可依其「世界衛生組織」、「美國冷凍空調協會 ASHRAE」、「REHVA」相關通風換氣指南，作為國內防疫建築之通風換氣標準與規範之參考，歸類國內針對建築通風換氣標準之法規與國外建築通風換氣標準與規範差異。 2. 找相關案例作 CFD 氣流模擬並，統整相關標準、法規及規範導入防疫措施策略分析 議題四、完成綠建築標章導入通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議 1. 防疫型綠建築，初步評估國外相關通風換氣、節能、防疫社交距離等文獻，彙整國內相關建築法規與國外文獻，並列出防疫型綠建築可借鏡之防疫相關文獻包括通風、節能、同層排水。

表 3-17 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議



李教授孟杰



鄭景文

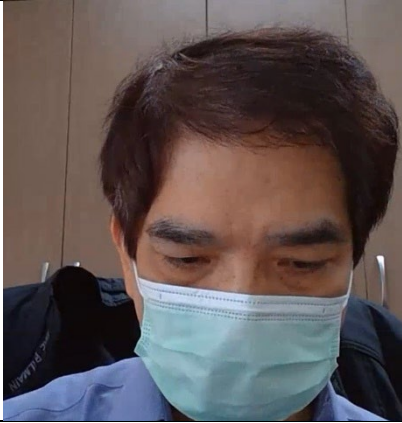
	
陳副教授振誠	吳明達
	
曾理事長婷婷	吳主任友烈
	
羅組長時麒	

表 3-18 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議內容

會議具體建議與結論如下：

1. 需考量 102 條建築技術規則換氣單位是使用立方公尺/小時,WHO 換氣單位是 L/s/person 兩者之換算
2. 過濾也是很重要的一環，外氣品質是否有考慮過濾設備
3. 過濾及節能也可加入至下次研究
4. 壓差及氣流流行也可列入下次研究
5. 正壓確實可以繼續往下進行研究，正壓可抑制汙染源，未來風量之外壓差也可以加入

6. 過濾設備是否也需要考慮維護保養
7. 通風量須以純外氣，以新風系統為主
8. 外氣引入口需有要求，排氣汙染源要做考量
9. 單一換氣在東北季風進來的風量可能都會夾帶 pm2.5，也可能有過於潮濕的可能
10. 現在建築都有短循環問題，進風及出風是否需要有一個標準
11. 目前建物進氣及排氣都放在同一個位置，會形成很大的短循環問題
12. 濕度部分須以台灣現況來進行考量
13. 建議疫情時期不需考慮濕度，非疫情時期不需考慮濕度，因外氣引入濕度會上升

第四章 綠建築標章導入通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議

第一節 規劃設計內容之可行性

壹、室內空間換氣量

國外文獻針對後疫情建築通風換氣標準有更嚴謹的數值規範，例如「世界衛生組織」為改善室內通風方法，參考歐盟標準 EN16789-1 對於獨立的空間採取 10L/s/person 的換氣量 (ventilation rate)，或是持續將排風扇打開以達有效換氣，「ASHRAE」針對建築防疫、新風系統、HVAC 規範及人體舒適指標訂定完整規範，「REHVA」針對傳播途徑、社交距離及空調系統提出完整說明。

貳、建築之通風換氣標準彙整

本研究初步建議針對國內外防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙，可依其「世界衛生組織」、「美國冷凍空調協會 ASHRAE」、「REHVA」相關通風換氣指南，作為國內防疫建築之通風換氣標準與規範之參考，歸類國內針對建築通風換氣標準之法規與國外建築通風換氣標準與規範差異。

參、防疫型綠建築

本研究初步評估國外相關通風換氣、節能、防疫社交距離等文獻，彙整國內相關建築法規與國外文獻，並列出防疫型綠建築可借鏡之防疫相關文獻。

一、通風

1. 在可能的情況下，經由調節風門、節能器和AHU來優先考慮新鮮空氣與循環空氣的吸入
2. 對每個廁所進行負壓調整
3. 考慮每個 HVAC 區域的最大居住人數
4. 將 HVAC 過濾器選擇、清潔計劃和更換週期與 ASHRAE 建議保持一致
5. 在再循環空氣管道上安裝 HEPA 或 MERV 16 過濾器
6. 安裝至少 MERV-13 等級的過濾器以過濾空氣傳播的病毒（首選 MERV 14）
7. 密封過濾器的邊緣以限制分流
8. 上入住前和下午/晚上入住後通氣沖洗建築物兩小時

9. 監控和保持相對濕度水平，最好是 RH 40 – 60%
10. 禁用需求控制通風 (DCV)
11. 考慮使用帶有 HEPA 過濾器的攜帶型室內空氣淨化器
12. 考慮在機械通風路徑或上層應用中安裝紫外線殺菌輻射(UVGI)，以經由對流空氣運動間接處理空氣
13. 於較大的建築物，檢查冷卻和水塔冷凝水是否有細菌生長
14. 盡可能單獨為廁所通風（例如，如果直接在室外通風，則打開排氣扇並連續運行風扇）
15. 各類場所最低引入外氣風量增加新鮮外氣量引入室內溫度濕度控制使用過濾網MERV-13等級以上確保整體換氣率增加局部通風換氣設施清淨裝置，UV/Ozone-滅菌規範回風確保空氣品質整體空間清淨模式以3 ACH 置換
16. 低樓層住宅空調通風規範住宿單元通風量(面積與單元數量加權計算)住宿單元增加人數時增加外氣量7.5 cfm (3.5 L/s)/人廚房、衛浴等空間通風換氣100 cfm (50L/s)、50 cfm(25 L/s)以上或連續通風換氣5 ACH使用過濾網MERV-13等級以上局部排氣設計
17. 醫院、門診、護理之家空間之通風規範空間空氣正負壓設計溫度、濕度、回風率規範換氣次數規範 2-10 ACH
18. 建議是盡可能多地供應室外空氣。關鍵方面是每平方米建築面積供應的新鮮空氣量。如果住戶人數減少，不要將剩餘的住戶集中在較小的區域，而是保持或擴大他們之間的物理距離（人與人之間至少2-3 m），以提高通風的稀釋效果
19. 不使用中央循環

二、節能

1. 考慮暫時省略能量回收系統
2. 在建築物開放時間前至少 2 小時以標稱速度開始通風，並在建築物使用時間後 2 小時切換到較低速度。在需求控制的通風系統中，將 CO2 設定點更改為 700 ppm，以保持以標稱速度運行

三、同層排水

1. 對於經歷長時間關閉的建築物，沖洗和測試飲用水系統
2. 用免提裝置替換沖水閥和水龍頭
3. 在整個空間，尤其在公共空間，增加非接觸式洗手/衛生站

4. 以非接觸式水桶(瓶)灌裝站替代傳統飲水機。

第二節 CFD 換氣量模擬

壹、建築技術規則 102 條通風換氣標準之倍數增加

根據 WHO Road Map 通風量回推建築技術規則 102 條通風換氣量標準，根據 ASHRAE(美國冷凍空調學會)建議，室內 CO₂ 濃度高達 700ppm，會感覺空氣汙濁與引起不適；1,000ppm 以上則會令人感到困頓疲倦；若身處 5,000ppm 環境下連續超過八小時，將更嚴重危害個人安全，本實驗場所為某大學研究室進行 CFD 模擬，研究建築技術規則 102 條通風換氣標準對比 WHO Road Map 所需倍數。

表 4-1 建築技術規則 102 條通換氣標準對照 WHO Road Map

房間用途		建築技術規則 所需通風量L/s	建築技術規則 所需通風量L/s 非住宅環境1.8倍 住宅環境1.5倍	建築技術規則 需通風量L/s 非住宅環境3倍 住宅環境2倍	WHO Road Map 通風量L/s 自然通風/機械通風	ASHRAE L/s
會議室、候車室、後診室等容納人數較多者		4.2	8.4	16.8	10	2.5
辦公室、會客室		2.8	5.0	8.4	10	2.5
工友室、警衛室、收發室、詢問室		3.3	5.9	9.9	10	2.5
展覽陳列室、理髮美容院		3.3	5.9	9.9	10	10
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工廠、打包工廠		4.2	7.6	12.6	10	3.8
吸菸室、學校及其他指定人數使用之餐廳		5.5	9.9	16.5	10	5
營業用餐廳、酒吧、咖啡館		6.9	12.4	20.7	10	3.8
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席		20.8	37.4	62.4	10	2.5
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多數者		2.2	3.3	4.4	10	2.5
廚房	營業用	16.6	30	50	10	3.8
廚房	非營業用	9.7	14.6	19.4	10	3.8
配膳室	營業用	6.9	12.4	20.7	10	3.8
廚房	非營業用	4.2	6.3	8.4	10	3.8
公共浴室或廁所、可能散發毒氣或可燃之作業工廠		8.3	15	25	10	3.8
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		5.5	9.9	16.5	10	3.8
茶水間		4.2	8.4	16.8	10	3.8
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15平方公尺之發電或配電室		2.8	5.0	8.4	10	3.8
蓄電池間		9.7	14.6	19.4	10	3.8
汽車庫		6.9	10.4	13.8	10	3.8

貳、CFD 模擬

以某辦公空間作為 CFD 模擬通風量、壓力及時測場域，並實測二氧化碳濃度、二氧化碳斜率。研究室房間容積為 259.2m^3 。自然通風量 341.8CMH ，冷氣機械通風量為 1140.5CMH 。WHO Road Map 所需通風量為 10 L/s 等於 36.1CMH (Person) ，遠超於建築技術規則 102 條法規以辦公室為例所需通風量 10CMH ，WHO Road Map 所需通風量為建築技術規則 102 條法規的 3.6 倍。驗證隔板並無法有效防疫，空氣將無法順利排出導致病毒殘留原地。

一、辦公室 CO2 等高線圖實際測量

將辦公室以九等分區，並順時針測量九點為 CO2 濃度並得知該區域等告線圖比照 CFD 模擬。



圖 4-1 辦公室 CO2 等高線圖

二、辦公室 CO2 濃度擴散圖之參數設定

將辦公室以 15 人進行 CO2 釋放模擬。人在呼吸時會產生微量的二氧化碳等氣體，但若在人數眾多的封閉場所，則呼出之二氧化碳氣體對於環境中的空氣品質影響將變得十分重要(范家魁，2013)。使用成年人的平均二氧化碳呼出量 $0.046(\text{m}^3/\text{hr})$ 作為計算使用(伍玉平，2002)，並將此數據分別換算成公制單位以合乎 fluent 之內部單位，並以 ppm 單位呈現。

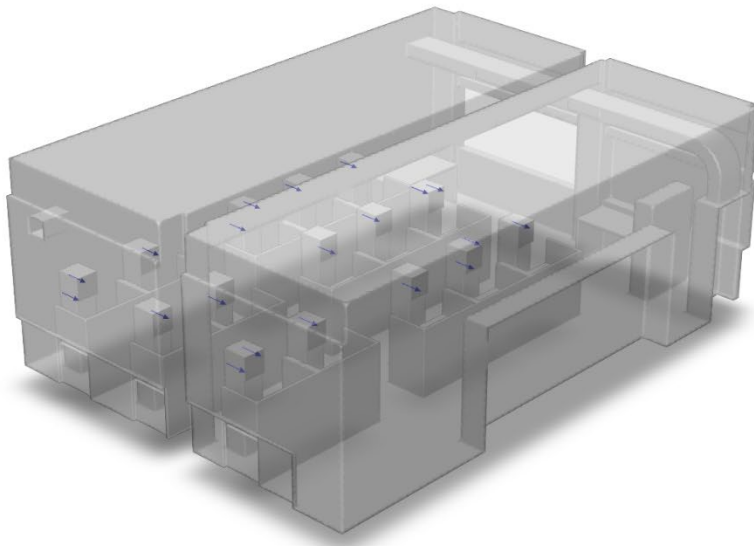


圖 4-2 辦公室原始 3D 圖

三、新風系統風速擴散圖

將辦公室以 3D 模型建置新風系統，並依照建築技術規則第 102 條換氣係數乘上 1.5 倍進行模擬，並得知風量以及風場之結果。

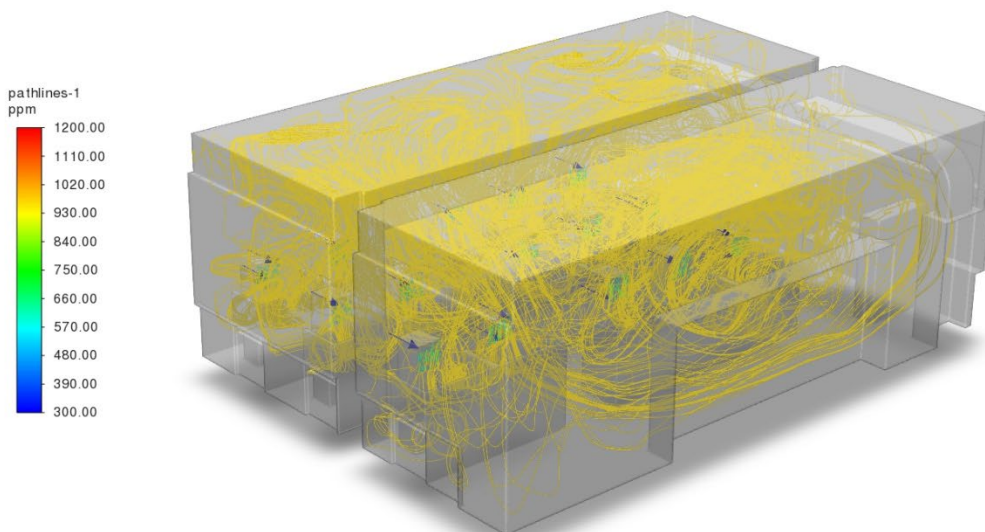


圖 4-3 新風系統風速擴散圖

四、人員 CO2 排放及新風系統淨化之結果

將 15 人進行 CO2 釋放模擬結果與新風系統模擬結果合併，並以瞬態方式進行模擬，得知 102 條建築技術規則之通風係數以辦公室為例乘上 1.5 倍是否可以將空間 CO2 濃度壓制 700ppm 以內。

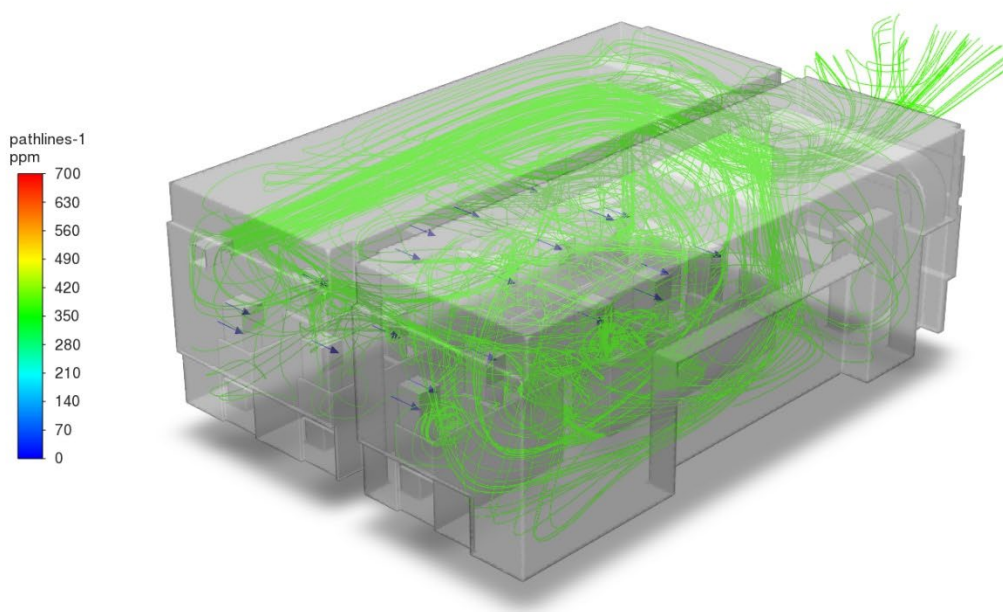


圖 4-4 人員 CO2 排放及新風系統淨化之結果

五、隔板並無增加防疫之效果

辦公空間隔屏高度為 150 公分，新風系統則在高度 75 公分，由左至右吹向角落辦公區域，證明王家蓁主任所說，氣膠比飛沫更大程度地受到氣流的影響，包括週邊環境氣流風向、室內通風系統，甚至建築物中央空調通風系統。許多公共場合用來隔開座位的隔板，是設計用來阻絕因咳嗽或打噴嚏噴出的飛沫，卻可能妨礙氣流的流通路徑。

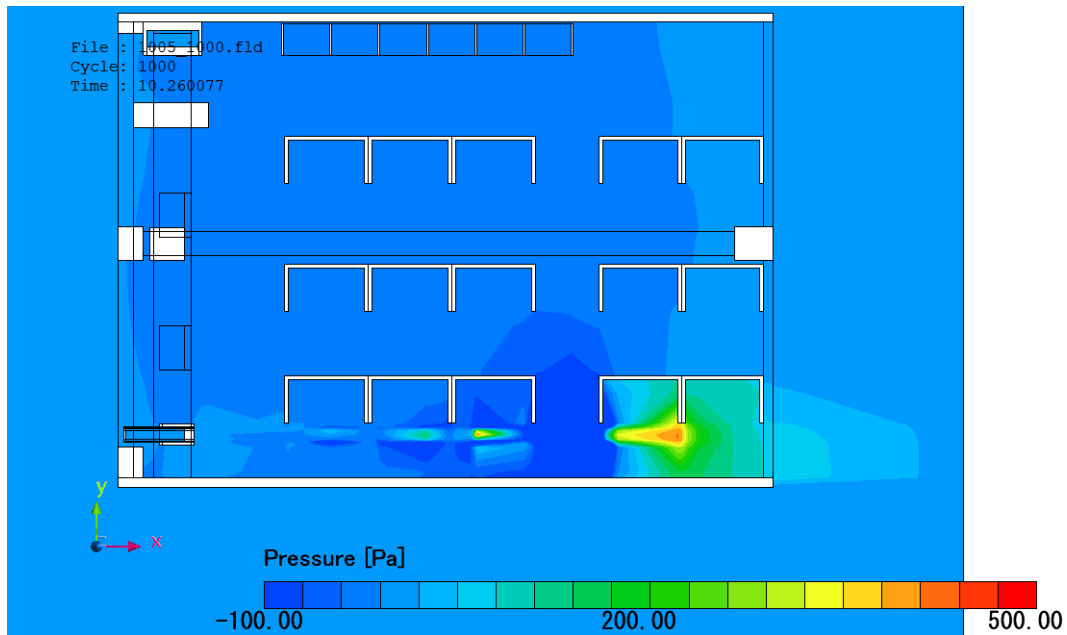


圖 4-5 新風系統壓力圖

第五章 結論與建議

第一節 研究結論

壹、完成國內防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙整

WHO 提出改善室內通風的方法，建議參考歐盟標準 EN16798-1 對於獨立的空間採取 10L/s/person 的換氣量(ventilation rate)，或是持續將排風扇打開以達有效換氣。本研究案針對 102 條建築法規，住宅空間所需最小建議通風率 10 L/s/person，非住宅空間所需最小建議通風率 10 L/s/person。

貳、完成建築物通風系統防疫相關技術資料彙整

根據本研究團隊之研究，實施針對於醫療機構的通風換氣建議為正壓通風，進風量約為 2 倍，而施佩岑對於居家汙染較高的廚房通風換氣建議亦為正壓通風，進風量約為 1.5 倍，故本研究根據該結果與 WHO 的疫情改善方法(roadmap)對應提出建議醫療建設，居家、非居家之通風換氣量提出對健康技術規則設計施工篇第 102 條中之標準值，提出疫情加權推導，並將加權後之通風量與 WHO 之疫情改善建議之通風量，10L/S/person 進行比對，並以 CFD 進行驗證，希望能獲得妥善之建議，並在綠建築標準防疫篇中提出該加權係數。

參、完成「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略分析」

本研究根據 WHO Road Map 所需通風量為 10 L/s 等於 36.1CMH (Person)比照建築技術規則 102 條法規所需通風量，建築技術規則 102 條法規以辦公室為例所需通風量 10CMH，WHO Road Map 所需通風量為 36.1CMH 建築技術規則 102 條法規的 3.6 倍。比照國內外文獻將 WHO Road Map 所需通風量進行收斂並加入建築技術規則 102 條參考值，得知以國內外文獻參考後 102 條法規建築技術規則住宅環境所需通風量為原本的 1.5 倍,非住宅空間所需通風量為原本的 1.8 倍。表 5-1 說明比較不同標準與台灣建築技術規則 102 條法規比較，找出較接近之合理值

肆、完成綠建築標章導入通風系統防疫規劃設計之可行建議

本研究彙整對應人流之建議通風策略，並依照防疫規劃設計之可行建議進行建築物機械通風系統及自然通風劃設計導入防疫措施研究。並作為「綠建築標章-通風換氣環境」參考建議。

內容摘要	項目
在可能的情況下，經由調節風門、節能器和 AHU 來優先考慮新鮮空氣與循環空氣的吸入	機械通風
對每個廁所進行負壓調整	
慮每個 HVAC 區域的最大居住人數	
將 HVAC 過濾器選擇、清潔計劃和更換週期與 ASHRAE 建議保持一致	
在再循環空氣管道上安裝 HEPA 或 MERV 16 過濾器	
安裝至少 MERV-13 等級的過濾器以過濾空氣傳播的病毒（首選 MERV 14）	
密封過濾器的邊緣以限制分流	
上入住前和下午/晚上入住後通氣沖洗建築物兩小時	
監控和保持相對濕度水平，最好是 RH 40 - 60%	
禁用需求控制通風 (DCV)	
考慮使用帶有 HEPA 過濾器的攜帶型室內空氣淨化器	
考慮暫時省略能量回收系統	
考慮在機械通風路徑或上層應用中安裝紫外線殺菌輻射(UVGI)，以經由對流空氣運動間接處理空氣	
於較大的建築物，檢查冷卻和水塔冷凝水是否有細菌生長	

盡可能單獨為廁所通風（例如，如果直接在室外通風，則打開排氣扇並連續運行風扇）	自然通風
低樓層住宅空調通風規範住宿單元通風量(面積與單元數量加權計算)住宿單元增加人數時增加外氣量 7.5 cfm (3.5 L/s)/人廚房、衛浴等空間通風換氣 100 cfm (50L/s)、50 cfm(25 L/s)以上或連續通風換氣 5 ACH 使用過濾濾網 MERV-13 等級以上局部排氣設計	
醫院、門診、護理之家空間之通風規範空間空氣正負壓設計溫度、濕度、回風率規範換氣次數規範 2-10 ACH	
在建築物開放時間前至少 2 小時以標稱速度開始通風，並在建築物使用時間後 2 小時切換到較低速度。在需求控制的通風系統中，將 CO2 設定點更改為 400 ppm，以保持以標稱速度運行	
建議是盡可能多地供應室外空氣。關鍵方面是每平方米建築面積供應的新鮮空氣量。如果住戶人數減少，不要將剩餘的住戶集中在較小的區域，而是保持或擴大他們之間的物理距離（人與人之間至少 2-3 m），以提高通風的稀釋效果	
不使用中央循環	

表 5-1 102 條建築技術規則增加倍數後之數值

房間用途		建築技術規則 所需通風量L/s	建築技術規則 所需通風量L/s 非住宅環境1.8倍 住宅環境1.5倍
會議室、候車室、後診室等容納人數較多者		4.2	8.4
辦公室、會客室		2.8	5.0
工友室、警衛室、收發室、詢問室		3.3	5.9
展覽陳列室、理髮美容院		3.3	5.9
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、 印刷工廠、打包工廠		4.2	7.6
吸菸室、學校及其他指定人數使用之餐廳		5.5	9.9
營業用餐廳、酒吧、咖啡館		6.9	12.4
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席		20.8	37.4
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多數者		2.2	3.3
廚房	營業用	16.6	30
廚房	非營業用	9.7	14.6
配膳室	營業用	6.9	12.4
廚房	非營業用	4.2	6.3
公共浴室或廁所、可能散發毒氣或可燃之作業工廠		8.3	15
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		5.5	9.9
茶水間		4.2	8.4
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15 平方公尺之發電或 配電室		2.8	5.0
蓄電池間		9.7	14.6
汽車庫		6.9	10.4

第二節 研究建議

建議一

國內外換氣標準及法規之比較；立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

建築技術規則第 102 條法規比照世界衛生組織之通風換氣量，使用 1.5 倍增長率並作為防疫期間通風換氣標準，在增長 1.5 倍過後的換氣標準是必須要增加機械通風，而本研究建議新風換氣量需加入至建築技術規則 102 條法規。

建議二

使用 ppm 進行測量以防止過多耗能；立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

建議機械通風系統啟動使用 ppm 濃度浮動進行空間使用判別，此方式可確保人員是否在使用空間而不會造成過度能耗。

建議三

針對疫情期間住宅及非住宅空間換氣量係數增加以及空調系統引進新鮮外氣防疫措施；
長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部

建議疫情期間住宅及非住宅換氣量增加：

3. 住宅最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)

4. 非住宅最小建議通風率 10 L/s/person (EN 16798-1)

建議疫情期間住宅及非住宅空調系統防疫措施：

5. 應謹慎使用帶循環裝置的暖氣和空調

6. 空氣應遠離進氣口、人和動物直接排到室外

7. 應評估、維護和清潔具有循環裝置和暖氣、空調

8. 作為污染物稀釋策略，室內空氣（隔離區內）應盡可能均勻改變

參考文獻

中文部分

1. 王家蓁、謝百淇“科普漫畫：病毒飄之延燒攻略”，國立中山大學氣膠科學研究中，(2021)
2. 黃有評、宋國明“結合人臉與口罩辨識及額溫測量之智慧型防疫系統設計”，國立台北科技大學電機學系碩士論文，(2021)
3. 陳韋謙、陳振誠“防疫建築教學空間之空氣品質條空平台之研究”，中華城市管理學會，環境規劃與管理，ISBN:978-986-95970-2-9，(2021)
4. 施吳珍“牙醫診所室內空氣品質改善之研究”(2020)
5. 施佩岑“居家廚房空氣品質改善策略之研究”(2020)

*

外文部分

1. Chia C. Wang, Kimberly A. Prather, Josué Sznitman, Jose L. Jimenez, Seema S. Lakdawala, Zeynep Tufekci, Linsey C. Marr, Airborne transmission of respiratory viruses. Science 373, eabd9149 (2021).
2. Courtemanche, C.; Garuccio, J.; Le, A.; Pinkston, J.; Yelowitz, A. Strong Social Distancing Measures in The United States Reduced The COVID-19 Growth Rate: Study evaluates the impact of social distancing measures on the growth rate of confirmed COVID-19 cases across the United States.
3. Dongfang Yang, Ekim Yurtsever, Vishnu Renganathan, Keith A. Redmill and Ümit Özgüner. A Vision-Based Social Distancing and Critical Density Detection System for COVID-19, Senosrs, 2021.
4. Wenjun Duan, Yu Wang, Junqing Li, Yuanjie Zheng, Chenguang Ning, Peiyong Duan Real-time surveillance-video-based personalized thermal comfort recognition. Energy & Buildings 244 (2021) 110989, (2021)

5. M.C. Jeffrey Lee, K.M. Tham, Public toilets with insufficient ventilation present high cross infection risk, Scientific Reports, (2021) 11:20623,
6. WHO improve and ensure good indoor ventilation in COVID-19
7. Natural Ventilation of Toilet Units in K-12 School Restrooms Using CFD Yi-Pin Lin
8. Natural Ventilation Effectiveness of Awning windows in Restrooms in K-12 Public Schools Sung-Chin Chung 1, Yi-Pin Lin 1, Chun Yang 1 and Chi-Ming Lai 2,*
9. Building and Environment handra Sekhar ^{a,b}, Mizuho Akimoto ^{b,c}, Xiaojun Fan ^b, Mariya Bivolarova ^b, Chenxi Liao ^{b,d}, Li Lan ^e, Pawel Wargocki ^{b,*}

附錄一 期初審查意見與回應

委員	委員評選意見	廠商回應
二	- 有提到一些相關建議如： (1)室內空氣品質標準—4.12 只有提到CO₂。 (2)室內裝修材料相關規定—除了耐燃防火外，也要使用不可沾黏灰塵或污物者。 - 服務建議書第23頁中表示召開3場專家會議，但是服務建議書第30頁又提到召開2次以上專家座談會，建議統一。 - 簡報檔第四頁插圖下方小圖，建議要畫開窗。	- 感謝委員建議，說明如下：(1)本研究希望採CO₂為有效的追蹤氣體，探討室內污染物的蓄積與排除策略，達成必要之通風量考量。(2)將依委員建議，將不沾黏灰塵或污染物納入策略中考量。 - 專家會議將依需求至少召開二場，但亦可能因應需求，召開更多場次。該部分將統一敘述。 - 感謝委員建議，目前圖中有開低窗與天窗，將依建議增設側窗。
二	- 病毒傳染具有空氣及接觸二種傳播途徑，本案針對空氣方向路徑著手，有其重要性及實用性。 - 本案參考外國標準如ASHRAE等，請考量國內21°N「濕熱」特性，對於風量換氣量考量「濕度」需特別考量。 - ASHRAE針對各種Building system對換氣量通常以「冷、暖」為主要考量，在台灣冷氣需求特性宜特別考量。還有各Building system範圍很廣，是否未來將Building system分階段研究。 - 汗水傳播對具破口等，已有包涵。建議納入台灣建築污染室內管道間維護及破口修繕等解法。台灣建築病毒最主要傳遞方式。	- 感謝委員肯定。 - 感謝委員提醒，關於濕熱的氣候特性的確是重點，尤其是濕氣為氣溶膠之關鍵成分，該部分將會一併考量。 - 感謝委員考量，本計畫以建築物通風導入之防疫措施策略為主，依據國內外換氣量建議，與台灣氣候條件、人體耐受條件、以及能源消耗合理性進行防疫換氣量加權係數推擬，以對應回國內既有法規與指標之規定。對於不同類之建築特性，將依委員建議，提予計畫單位考量未來分階段研究之必要性。 - 感謝委員建議，將依建議納入對策當中。
三	- Covid 19 整體傳染途徑與在建築空間之傳染途徑及其學理，宜充分釐清。(氣流、菌密度關聯性) - 研究範圍宜界定清楚，是否限定有使用類別之建物或特定建物，以免過度發散，不易具焦或推動實施。 - 通風與菌群未定著於物體上應有助益，但菌群附著器具或傢俱是否有助益，宜釐清且作必要之說明，以竟全功。(存活時間及消毒) - 通風主要降低菌群密度，但換氣量大，可引起不舒適度，若有其他如UV光或噴殺消毒液，均宜作必要之加註。	- 感謝委員提醒，將依委員建議釐清。 - 感謝為原提醒，本計畫以建築物通風導入之防疫措施策略為主，依據國內外換氣量建議，與台灣氣候條件、人體耐受條件、以及能源消耗合理性進行防疫換氣量加權係數推擬，以對應回國內既有法規與指標之規定。對於不同類之建築特性，將依委員建議，提予計畫單位考量未來分階段研究之必要性。 - 依委員建議釐清菌群附著與通風之相關性。 - 依委員建議，納入對策考量。
四	- 建築技術規則係建築設計之法定標準，綠建築標章基準則高於建築技術規則，為自願申請性質。因此，請問本案將如何於建築技術規則及標章中導入通風系統之防疫策略及措施？ - 不同建築類別的通風防疫需求不同，請問本案將如何釐清需求，及針對不同建築類別設定優先順序。 - 本案如涉及修改建築技術規則，有	- 感謝委員提醒，本計畫以建築物通風導入之防疫措施策略為主，依據國內外換氣量建議，與台灣氣候條件、人體耐受條件、以及能源消耗合理性進行防疫換氣量加權係數推擬，以對應回國內既有法規與指標之規定。後續再與相關單位(如營建署建管組)討論與研擬後續發展之可行性。 - 感謝委員提醒，本計畫首推擬出防疫換氣量加權係數，以對應至國內既有法規與指標之規定。必要時，針對高風險(公共眾使用且必要聚集之建

建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究

	關國際各國之作法，請詳細列出，以麗各界參考。	築型態)建築形態抽驗量測與模擬，進行相關驗證。 3. 感謝委員提醒，本計畫現階段以建築物通風導入之防疫措施策略為主，暫不修改建築技術規則。如過與相關單位討論。
--	-------------------------------	---

附錄二 期中審查意見與回應

委員	委員評選意見	意見回應
一	1. 此議題針對目前疫情,是很好的議題及研究主題。 2. 通風系統是換氣源頭,如何加強防疫是重要課題,並應考量是否為長效的功能 3. 本研究有談到抗病的建材或設備,如紫外線(UCV)殺菌組,本聯盟有針對奈米作業結合,具有殺菌的功能,可提供研究參考。 4. 德國有推動「被動式建築」,值得研究團隊彙整相關資料。本聯盟有成員,在台南蓋有樣品屋,可作參考。	1. 防疫通風導入綠建築標章指標,從健康建築到室內裝修、汗水接管、節能等考量將會做統整及收斂。 2. 引入外氣量不足為最大問題,後續將會探討重複換氣、進出排氣之間的相互關係,未來將在綠建築標章有強化版之建議及方向。 3. 每秒10公升之換氣量引用世界衛生組織 EN16798-1 方法。
二	1. 圖 2-6 模糊不清,無法辨識。報告書第 53 頁氣溶膠單位誤繕 2. 現行建築技術規則設計施工編、設備編相關規,依研究成果是否足夠因應防疫需求?如果不足,建議修正之建築技術規則條文案草案?	1. 已修正並改善氣溶膠單位,謝謝委員建議 2. 在期末報告會補充相關文獻及換氣係數至建築技術規則條文案草案,謝謝委員提醒
三	有看過相關研究指出,新冠肺炎確診者在使用浴室、廁所是最容易對同住者,共同使用者,甚至管道間連通的整棟建築物住戶,最容易造成傳染途徑的一個場所,故本案後續研究是否有機會針對前開空間的氣流模擬,統整出在新案設計階段或是既有建築物如何導入設施、措施,達到防疫的需求。	謝謝委員建議,此建議及參考案例將會列入文獻回顧
四	1. 本研究蒐集之國內外文獻資料廣泛而龐雜,散件第二章及第三章大量篇幅,建議略作收斂聚焦,將與本研究未盡相關或重複部分適度調整,合併於單一章節論述之。 2. 報告書第 77 頁國外文獻對應臺灣法規之建議值,標題與附表內容缺乏對應。請補充說明。 3. 防疫措施卻略若太多元太繁瑣,未來在推動執行將有很大的挑戰,建議本研究加強收斂,聚焦於課題需求範疇,以提出具體建議。	1. 研究內容將會做局部收斂,謝謝委員提醒 2. 報告書第 77 頁將會補充完整,謝謝委員提醒 3. 防疫措施將會提出具體建議,並條列式呈現
五	1. 內容豐富建議調整報告內容,移除與通風系統無關的部分使報告更為聚焦。 2. 建議釐清防疫建築之通風換氣標準與建築通風系統防疫相關技術的要求差異。 3. 報告中對於國內外標準推薦的通風標準有些誤植和誤解,應予釐清更正。 4. 報告中尚未看到關於預期成果 3 或 4 的工作成果。 5. 後續工作項目規劃應朝向符合預期成果的方向修正。	1. 研究內容將會做局部收斂,謝謝委員提醒 2. 將會針對通風換氣及防疫相關係數進行釐清 3. 已更正,謝謝委員提醒 4. 將會在成果報告中呈現,謝謝委員提醒 5. 謝謝委員提醒
六	1. 報告書第 39 頁(五)說透過汗水及垃圾改善指標可對防疫作管制。好像不是這樣,所列的 4 項措施應該是在確保雨、汗水分流的狀況下作的規定,與防疫無關。 2. 報告書中大篇幅摘錄邀章手冊、技術規則,是否考慮移至文後,以附錄方式呈現。 3. 報告書第 76 頁同層排水問題存在上、下樓層不同產權專有空間,文內提到公共廁所其位於公共空間應無同層排水需求。存水彎是存水彎不等同同層排水。 4. 建議將通風系統防疫規則設計導入綠建築	1. 已修正,謝謝委員提醒 2. 已修正,將會把技術規則相關文獻進行整理 3. 已修正,謝謝委員提醒 4. 將會導入綠建築標章之相關研究,謝謝委員提醒

建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究

	標章時要考慮是否容易操作,避免要有傳統的計算。	
七	1. 本題目為通風換氣導入防疫策略,是針對現有通風換氣系統,作防疫策略的改善,本案在期中第四章已有許多具體的策略,期待在後續更加優化。 2. 有關防疫,無論在辦公類型和住宅類型的建築,通常入口玄關是關鍵,目前市面上已出現所謂防疫宅,針對進入居住空間前清除污染物的作法,建議納入考量。 3. 不同類型的建築物,其通風換氣與空調需求差異相當大,後續是否會針對主要類別的各別特性的研究,並列入建議法規、技則、綠建築指標的配套。例如學校教室、餐廳(較辦公型建築,使用者更為聚集)。 4. 通風系統,在季節不同時,可能會有不同的作法,後續是否有相關策略的擬定?	1. 後續將會做優化動作,謝謝委員提醒 2. 將會把防疫係數列入考量,謝謝委員提醒 3. 將會以建築技術規則 102 條法規進行空間分類 4. 季節以及濕度將會作為通風系統之考量,謝謝委員提醒
八	1. 建築物防疫通風系統與綠建築標章 EEWB 之關聯探討,主要為室內環境指標,有關日常節能指標與汙水垃圾指標,本來就沒有太大關聯,期中報告引用內容與論述牽強失焦,請妥適聚焦調整內容為宜 2. 報告書第 13 頁,疫情期間為降低傳染風險之建築設備運作實務建議,與報告書第 50 頁智慧通風與防疫社交距離,不同主題卻歸納內容重覆,請檢討調整妥適內容為宜。 3. 報告書第 76 頁,初步發現之“同層排水”標題,與報告書第 80 頁初步建議之“同層排水”標題,說明內文論述不妥,題目與內文不對應,請釐清同層排水的定義與實務,妥適調整修正論述主題內容為宜。 4. 有關防疫措施法制化或修訂建築技術規則之建議,請審慎釐清考量管制對象,以及建築管理實務操作可行性與影響,納入研究探討為宜。	1. 將會做收斂動作,謝謝委員提醒 2. 會重新歸納內容,謝謝委員提醒 3. 將會針對同層排水重新論述,謝謝委員提醒 4. 謝謝委員提醒
九	1. 本案有關國內相關法規彙整部分,建議將建築物節約能源設計技術規範附錄三建築物自然通風空調節能評估法,以及建築物給水排水設備設計技術規範相關內容納入。 2. 報告書第 80 頁倒數第 3 行所列「免提裝置」所指為何請再釐清。	1. 將會把給排水設備設計技術規範列入,謝謝委員提醒 2. 將會釐清,謝謝委員提醒
十	1. 本案目前行政院長官重視後疫情時代建築物防疫之因應做法,很期待本案能從眾多文獻中去蕪存菁,研提將外氣引入設備系統之策略及作法。 2. 目前政府推動 2050 淨零排放節能減碳,可否說明比較增加通風更換或調整其設備之前與之後用電量的定性或定量之比較?	1. 將會提出具有實質效益之作法,謝謝委員提醒 2. 用電量將會著重在下一次研究當中
十一	1. 建議本案應聚焦於以建築通風設計為基礎,導入防疫措施積極面向,探討未來建築設計因應對策,俾符合並達成預期成果要求事項。 2. 建議將以綠建築評估手冊與建築技術規則建築通風相關現行規定為依據,評估分析納入防疫對策的內容與推動可行性,	1. 謝謝委員的建議 2. 評估分析納入防疫對策之內容將會列入考量,謝謝委員提醒

附錄三 期末審查意見與回應

委員	委員評選意見	意見回應
一	- 本研究已完成建築之通風換氣標準與規範資料彙整。建築物通風系統防疫相關技術資料彙整具參考價值。 - 建議： - 摘要可考慮改寫條列式。 - 報告書第55, 56 頁表3-4 及表3-5 要標示單位(unit)。 - 報告書第61 頁，補填“建築技術規則－建築設備篇”。 - 報告書第18, 90 頁加權指數1.5, 1.8, 2.0 如何決定？ - 報告書第94 頁參考文獻第13, 14 說明不完整。 - 第四章建議再增寫成規劃設計導入防疫措施之SOP。 - 讓建築物可呼吸，保持室內空氣品質CO2 濃度低於700。	- 醫院感控問題對於 CDC 之間關係，在醫院對於交互感染問題，當時並無醫療機構並無通風換氣量之建議，ASHRAE 170 之相關數據提到參考兩次容積換氣量來做一個改善，到2022 年這四年來從兩次提升致四次來做改善，並將通風換氣量提升到 5ACH，並有效降低感染率。 - 撰寫方式將會重新調整，謝謝委員提醒
二	- 本研究廣泛蒐集國外建築物通風換氣標準，參酌研擇住宅及非住宅通風率及建築技術規則第 102 條通風量標準之修訂建議。惟針對建築物通風系統規則設計時，應導入之相關技術或措施，尚乏具體的研析。建議儘速補強納入成果報告。 - 建議技術規則為一體適用之法令，一但通風量大幅提升，各種建築之能耗亦會大幅成長，宜一併考量。	- 因台灣法規或數據缺乏關係，將引用國外數據，到現在建置規則後，對於特定某先建築物例如醫院等，未來我們將建置數據來做相關改善。 - 將會考量兩者之效益，謝謝委員提醒
三	- 結論已獲致具備防疫功能之建築空間換氣量，並與建築技術規則對照，成果斐然。 - 惟將建築技術規則表列空間在無附加條件下，逕以住宅1.5 倍及非住宅1.8 倍比例作為新規定之標準，恐造成部份原僅需自然通風之空間，必需加上機械通風才能符合規定。建議應針對特定空間型態是否要全時達到防疫目的進行檢討，找出防疫需求與實際需求的平衡點。	- 謝謝委員肯定 - 將會在成果報告中論述防疫期間換氣係數，也將會檢討防疫目的，謝謝委員提醒
四	- 報告書第 16 頁(九)衛浴設備及配管受注意事項中，有關沖水時應該蓋上馬桶蓋，冷氣流釋出飛沫和飛沫殘餘量減至最低，這是最接近一般人生活最應注意的事項，如何宣導，是很重要的課題。 - 報告書第 23 頁技術規則，針對施工設備編對於「機械通風」之「外氣引入量」尚未清楚定義，本研究以後有機會增列定義之建議。	- 將會用實際案例輔佐內文，謝謝委員提醒 - 後續研究會將外氣引入量以及進出風口之考量列入
五	- 本研究應該特別針對機械通風(中央空調)系統而言，基本可行，但其實臺灣的住宅(最大宗的建物)都不是中央空調系統，是否可建議一些簡易的手法，讓這些非中央空調型建築物也可適用。 - 有關建築技術規則設備篇第 102 條建議增加防疫加權倍數，是指政府發布疫情後須調加或是基本上就是提高通風量基準？但這條只是針對機械通風，所以很大部分住宅還是管制不到。	- 將會以條列方式進行論述，讓讀者更容易了解 - 本次研究針對防疫期間換氣係數之增長，多半需要使用機械通風，現階段住宅確實缺少新風系統，這將會列入後續研究中，謝謝委員提醒
六	- 內容研究量頗大，本研究有助於了解疫後如何在防疫建築之技術導入，有重大貢獻。 - 研究報告書之排版、條列格式等仍有許多誤繕處，請於期末報告完善修正後，再提送建研所辦理結案。 - 請研議於空間用後，設定 400PPM 之 CO2 值之國際建議作為是否適用於臺灣？	- 謝謝委員肯定 - 將會針對條列格式進行檢查，謝謝委員提醒 - 本研究 CO2 濃度上限至 700ppm
七	- 本研究彙整建築物通風系統防疫規劃，引用國際規範資料 WHO Roadmap 重要設計準則要領，以及法規修正通風量建議參考，有重要性與具體貢獻。 - 研究成果內容，有關同層排水之標題項目，報告文題不相對應，建請審慎修正合適內文說明為宜，且建築排水通氣系統之防疫要領與策略，最終未能納入考量彙整，殊為可惜。	- 謝謝委員肯定 - 排水及通風系統之防疫要領及策略將會以條列式方式論述，謝謝委員提醒 - 將會進行修正，謝謝委員提醒

建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究

	3. 附錄內容直接擷取引用 WHO 文件資料，以及大學碩士論文，報告文體格式恐有不妥適之虞，建請審慎調整修正為宜。	
八	1. 國內外分析資料很多，研究結論的說明論述過於簡單，建議多表達適合臺灣防疫措施策略系統化。 2. 增加倍數(加強系數)如何確定，加強說明。 3. 文中編排有些疏失，請修正。	1. 將會加以論述，謝謝委員提醒 2. 倍數增長將會以 CFD 模擬進行驗證 3. 將會重新編排，謝謝委員提醒
九	1. 報告書第 66-67 頁內容為建築物給水排水設備設計技術規範規定，並非建築技術規則建築設備編第 26 條規定。 2. 報告書第 85 及 91 頁有關建築技術規則建築設備編第 102 條規定的通風量如何換算，請補充相關說明。	1. 將會更改給排水設備技術之規範，謝謝委員提醒 2. 建築技術規則通風量換算將會補充說明，謝謝委員提醒
十	1. 報告書內容請依本部格式修正，附錄內容請檢視後擇重要者列入，以及內容要提出本案的見解。 2. 請依預期成果第 3 項，補充具體之建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略。 3. 請針對導入通風系統防疫規劃設計內容，提出具體可行性建議，並納入結論。	1. 將會進行格式審閱及修正，謝謝委員提醒 2. 將會具體說明通風規劃之防疫策略，謝謝委員提醒 3. 成果報告將會提出具體可行性建議，謝謝委員提醒
十一	1. 本研究內容針對委員所提出問題，再麻煩團隊修正。	1. 將會重新審閱及格式確認，謝謝委員提醒

附錄四 第一次專家會議

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 6-1 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議

一、會議名稱：政部建築研究所 111 年度創新循環綠建築科技計畫(一)協同研究計畫
-「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究」第 1 次專家座談會議

二、111 年 07 月 01 日(星期五) 上午 10 點 00 分

三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議

(使用線上 Microsoft Teams 平台軟體)

四、專家委員：

內政部建築研究所 羅組長時麒

內政部建築研究所環境控制組 吳明達

內政部建築研究所環境控制組 王家瑩

台灣病態建築診斷協會 曾理事長婷婷

國立台灣大學公衛學系 陳副教授佳瑩

國立雲林科技大學創意生活設計系 林副教授沂品

冷凍空調技師 王國宗

順光經理 徐維政

五、研究團隊：

冷凍空調技師 鄭景文

國立台中科技大學 李教授孟杰

國立台北科技大學 陳副教授振誠

國立台北科技大學 王研究助理崧任

議題一、國內外防疫建築之通風換氣標準規範資料彙整

說明：

雖然已經進入後疫情時代，但隨著各種變種病毒不斷出現、變種與傳播，可能須重新審視現有建築基準與建築法是否需要修改與改善來迎合未來人們與病毒之共同生活圈。本研究之重要性分為以下三點：

1. 針對病毒特性與國內外堆抗病毒之建議與防範策略修改建築基準法與建築法。

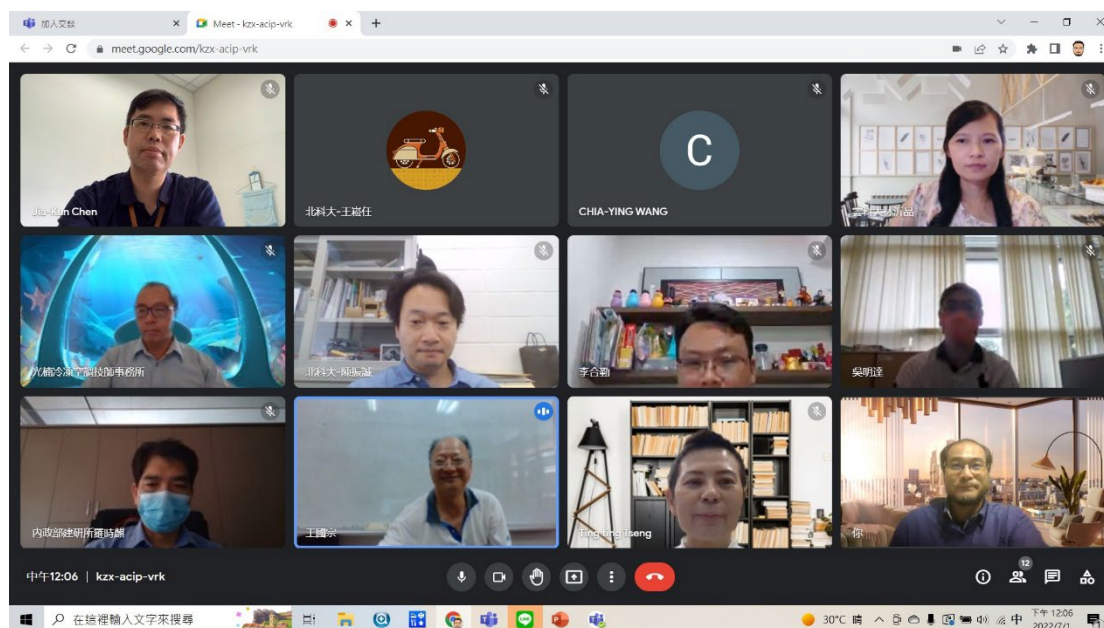
2. 彙整專家意見分析成客觀之「建築防疫措施」。
3. 綠建築評估系統有關健康與方放措施加強。

議題二、建築物通風系統防疫相關技術資料彙整

說明：

本研究藉由蒐集COVID-19傳染途徑及國際上相關政府機關及產業界為疫情期間空調和通風系統的管理提供的建議和參考，例如：美國冷凍空調協會（即ASHRAE）、歐洲供暖、通風和空調協會（REHVA）以及日本空氣調和衛生工程師學會（即SHASE）等相關機構針對COVID-19發佈的建築物空調和通風系統操作和維護指南，擬出我國可借鏡之防疫措施。

表 6-2 111 年 07 月 01 日召開第一次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議

 北科大-陳振誠	 內政部建研所羅時麒
陳副教授振誠	羅組長時麒
 M.C. Jeffrey Lee	 Ting ting Tseng
李教授孟杰	曾理事長婷婷
 光桶冷凍空調技師事務所	 Jia-Kun Chen
鄭景文	陳副教授佳堃

 雲科大林沂品	 王國宗
林副教授沂品	王國宗
 李台勤	
徐維政	

表 6-3 111 年 07 月 01 日召開第一次專家會議內容

第一次專家會議-重點內容

議題一：

1. 通風可以有效稀釋與排除，但若抑制病毒的活性將有更好的可能性，因此抗病的建材與降低病毒存活的條件，可以再考量。
2. 通風量的代價高，能源與設備的成本是關鍵，而病毒通過濾材的量也並非全部，效益值得探討。至於UVC的殺菌與風管內的流速及接觸時間有關，是否能有效殺菌，亦值得考量。
3. 新舊建築的換氣量、通風進出口位置、通風路徑、風管尺寸(壓損考量)與壓差控制，皆是設置新風系統的重要考量，需要有更明確的規範。共同管道的逆止設備考量也是重點。
4. 智慧通風控制可採二氧化碳濃度約800ppm，但此會牽涉到人員密度、空間場域與污染源及汙染物濃度，此部分也可加入相關探討，包含智慧感控設備設置與節能控制配

套(建築技術規則設計施工篇43條、建築設備篇101條與102條、綠建築標章—室內環境品質指標)

5. 空間規劃與使用行為之相關規範。

議題二：

1. 新舊建築的落實與策略，包含業種差異與換氣量的要求及設備管路的建議(前階段，推廣優於強制，之後再循序漸進)
2. 綠建築標章中的室內環境指標，宜將過去的有做率(%)改為量化機制。
3. 建築技術規則設計施工篇與設備篇應考量通風量(含開口面積)與人員密度。
4. 把關機制的落實與相關法令的配套。

紀錄:(依發言順序排列)

(一)、陳副教授佳瑩：

1. 目前建物還依然使用中央空調，對於防疫來說還是有疑慮存在
2. 當全換氣熱舒適並沒辦法對應到亞熱帶氣候，熱舒適將會無法處理。
3. 與病毒共存，有無可能創造環境抑制病毒活性
4. 是否可以在通風同時加入抑制細菌活性之產品
5. 使用 HEPA 過濾並無有效防止細菌，細菌將會存在室內角落區域
6. 因室內空調及新風系統風速過快，加入紫外光並無法真正有效殺除病菌，反而增加維養金額及電量
7. 在規範之外應思考主動抑制病毒之活性，才容易跳脫無限加大換氣及熱舒適需求

(二)、曾理事長婷婷：

1. 建築引氣應重新規劃，不應該重疊在陽台
2. 建議定義建築使用場域進行通風量標準
3. 建議不用時間定義換氣量而是使用二氧化碳濃度定義換氣量，可降低能耗
4. 建議建立 SOP，應開發整合系統並降低耗能
5. 建議制定通風換氣通風口徑大小
6. 通風口徑的大小引響通風換氣，壓縮換氣量導致噪音，通風量壓損

(三)、林副教授沂品：

1. 汙染源的換氣路徑思維應要有實質規範

(四)、順光經理徐政：

1. 建議是否可以強制立法通風換氣標準
2. 採用機械換氣在疫情時代降低感染風險

3. 建議風機設備加裝溫度感測，或使用變頻馬達

(五)、王國宗技師

1. 建議建置為環境控制
2. 外氣引進及排氣方向應斟酌分開
3. 建議在新風系統、空氣清淨機導入氣流方向通風路徑

會議具體建議與結論如下：

議題一、

6. 通風可以有效稀釋與排除，但若抑制病毒的活性將有更好的可能性，因此抗病的建材與降低病毒存活的條件，可以再考量。
7. 通風量的代價高，能源與設備的成本是關鍵，而病毒通過濾材的量也並非全部，效益值得探討。至於 UVC 的殺菌與風管內的流速及接觸時間有關，是否能有效殺菌，亦值得考量。
8. 新舊建築的換氣量、通風進出口位置、通風路徑、風管尺寸(壓損考量)與壓差控制，皆是設置新風系統的重要考量，需要有更明確的規範。共同管道的逆止設備考量也是重點。
9. 智慧通風控制可採二氧化碳濃度約 800ppm，但此會牽涉到人員密度、空間場域與污染源及汙染物濃度，此部分也可加入相關探討，包含智慧感控設備設置與節能控制配套(建築技術規則設計施工篇 43 條、建築設備篇 101 條與 102 條、綠建築標章—室內環境品質指標)
10. 空間規劃與使用行為之相關規範。

議題二、

5. 新舊建築的落實與策略，包含業種差異與換氣量的要求及設備管路的建議(前階段，推廣優於強制，之後再循序漸進)
6. 綠建築標章中的室內環境品質指標，宜將過去的有做率(%)改為量化機制。
7. 建築技術規則設計施工篇與設備篇應考量通風量(含開口面積)與人員密度。
8. 把關機制的落實與相關法令的配套。

附錄五 第二次專家會議

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 09 月 14 日召開第二次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 6-4 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議

一、會議名稱：政大建築研究所 111 年度創新循環綠建築科技計畫(一)協同研究計畫-「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究」第 02 次專家座談會議

二、111 年 09 月 14 日(星期五) 上午 10 點 00 分

三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議

(使用線上 Microsoft Teams 平台軟體)

四、專家委員：

內政部建築研究所 羅組長時麒

內政部建築研究所環境控制組 吳明達

內政部建築研究所環境控制組 王家瑩

台灣病態建築診斷協會 曾理事長婷婷

國立勤益科技大學冷凍空調與能源系 吳主任友烈

國立雲林科技大學創意生活設計系 林副教授沂品

冷凍空調技師 王國宗

順光經理 徐維政

五、研究團隊：

冷凍空調技師 鄭景文

國立台中科技大學 李教授孟杰

國立台北科技大學 陳副教授振誠

國立台北科技大學 王研究助理崧任

議題三、完成「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略分析」(草案)

4. 室內空氣換氣量，國外文獻針對後疫情建築通風換氣標準有更嚴謹的數值規範，例如「世界衛生組織」為改善室內通風方法，參考歐盟標準 EN16789-1 對於獨立的空間採取 10L/s/person 的換氣量(ventilation rate)，或是持續將排風扇打開以達有效換氣，「ASHRAE」針對建築防疫、新風系統、HVAC 規範及人體舒適指標訂定完整規範，「REHVA」針對傳播途徑、社交距離及空調系統提出完整說明

5. 建築之通風換氣標準彙整，初步建議針對國內外防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙，可依其「世界衛生組織」、「美國冷凍空調協會 ASHRAE」、「REHVA」相關通風換氣指南，作為國內防疫建築之通風換氣標準與規範之參考，歸類國內針對建築通風換氣標準之法規與國外建築通風換氣標準與規範差異。
6. 找相關案例作 CFD 氣流模擬進行運算，統整相關標準、法規及規範導入防疫措施策略分析

議題四、完成綠建築標章導入通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議

2. 防疫型綠建築，初步評估國外相關通風換氣、節能、防疫社交距離等文獻，彙整國內相關建築法規與國外文獻，並列出防疫型綠建築可借鏡之防疫相關文獻包括通風、節能、同層排水。

表 6-5 111 年 09 月 14 日召開第 02 次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議



李教授孟杰



鄭景文



陳副教授振誠



吳明達



徐維政



王國宗

	
林副教授沂品	吳主任友烈
	
曾婷婷理事長 (來賓)	建研所環控組 王家瑩 (來賓)
曾理事長婷婷	王家瑩

表 6-6 111 年 09 月 14 日召開第二次專家諮詢座談會議內容

紀錄:(依發言順序排列) (一)、吳主任友烈: - 建議人員密度,單位面積大小,空間行為去針對不同場域換氣率 - 建議用場域方式細分 - 建議場域設定清楚,使用 102 條法規規劃防疫需求 - 建議用實際方式及防疫實際之參考(非防疫及防疫實際操作) - 氣流流行,量需要多大,考慮氣流流行防護之區域 ex 感染人員、非感染人員、高風險人員 - 建議感染者與非感染者之位置 - 建議後續須確認氣流流行及通風率 - 建議沿用建築技術規則 102 條基礎去做調整 (二)、林副教授沂品: - 建議對於個空間分類出風險值 - 換氣次數通則建議建築物及密集度引進通風換氣機制加入方位(氣候風險)

(三)、王國宗技師：

1. 建議通風量配合場域問題，外氣通風量品質問題
2. 使用機械通風方式過濾空氣品質，需解決耗能問題
3. 需考量通風換氣及氣流方向及外氣量空氣品質

(四)、曾理事長婷婷：

1. 耗能與健康舒適度，如何說服業主？
2. 建議內循環需做殺菌動作
3. 針對孔徑問題歸類進去
4. 用開窗面積計算通風量，現今因棟距較近無法引入新鮮空氣，法規應備註

(五)、徐維政技師：

1. 確保足夠通風量，二氧化碳協助建築通風量
2. 建築技術規則 102 條法規學校教室通風量應定義清楚

會議具體建議與結論如下：

1. 人員密度, 單位面積大小, 空間行為去針對不同場域換氣率
2. 用場域方式細分 EX. WHO
3. 建議場域設定清楚，使用102條法規規劃防疫要求
4. 用實際方式及防疫實際之參考(非防疫及防疫實際操作)
5. 氣流流行、量需求大小，考慮氣流流行防護之區域 EX. 感染人員、非感染人員、高風險人員
6. 建議沿用建築技術規則102條做調整
7. 對於各空間分類出風險值
8. 換氣次數通則建築物及密集度引進通風換氣機制加入方位(氣候風險)
9. 通風配合場域問題，外氣通風量品質問題
10. 使用機械通風方式過濾空氣品質，需解決能耗
11. 需要考量通風換氣及氣流方向、外氣量空氣品質
12. 耗能與健康舒適度，如何說服業主
13. 內循環需做殺菌動作UVGI
14. 針對通風配管管徑孔徑問題是否需歸類

附錄六 第三次專家會議

本研究藉由文獻分析彙整相關資料後，進一步以專家諮詢方法，於 111 年 11 月 02 日召開第二次專家諮詢座談會議，針對研究提出討論。

表 6-7 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議

一、會議名稱：政部建築研究所 111 年度創新循環綠建築科技計畫(一)協同研究計畫-「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究」第 03 次專家座談會議 二、111 年 11 月 02 日(星期五) 上午 10 點 00 分 三、開會地點：因疫情關係，採線上視訊會議 (使用線上 Microsoft Teams 平台軟體) 四、專家委員： 內政部建築研究所 羅組長時麒 內政部建築研究所環境控制組 吳明達 內政部建築研究所環境控制組 王家瑩 台灣病態建築診斷協會 曾理事長婷婷 國立勤益科技大學冷凍空調與能源系 吳主任友烈 五、研究團隊： 冷凍空調技師 鄭景文 國立台中科技大學 李教授孟杰 國立台北科技大學 陳副教授振誠 國立台北科技大學 王研究助理崧任
議題三、完成「建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略分析」(草案) 3. 建築之通風換氣標準彙整，初步建議針對國內外防疫建築之通風換氣標準與規範資料彙，可依其「世界衛生組織」、「美國冷凍空調協會 ASHRAE」、「REHVA」相關通風換氣指南，作為國內防疫建築之通風換氣標準與規範之參考，歸類國內針對建築通風換氣標準之法規與國外建築通風換氣標準與規範差異。 4. 找相關案例作 CFD 氣流模擬並，統整相關標準、法規及規範導入防疫措施策略分析 議題四、完成綠建築標章導入通風系統防疫規劃設計內容之可行性建議 2. 防疫型綠建築，初步評估國外相關通風換氣、節能、防疫社交距離等文獻，彙整國內相關建築法規與國外文獻，並列出防疫型綠建築可借鏡之防疫相關文獻包括通風、節能、同層排水。

表 6-8 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議照片



與會人員視訊會議



李教授孟杰



鄭景文

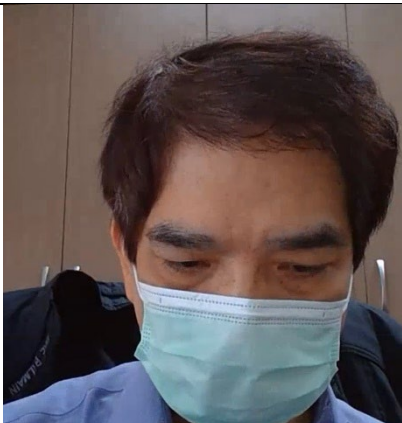
	
陳副教授振誠	吳明達
	
曾理事長婷婷	吳主任友烈
	
羅組長時麒	

表 6-9 111 年 11 月 02 日召開第 03 次專家諮詢座談會議內容

紀錄:(依發言順序排列)

(一)、吳主任友烈:

1. 需考量 102 條建築技術規則換氣單位是使用立方公尺/小時,WHO 換氣單位是 L/s/person 兩者之換算
2. 過濾也是很重要的一環,外氣品質是否有考慮過濾設備

3. 過濾及節能也可加入至下次研究
4. 壓差及氣流流行也可列入下次研究
5. 正壓確實可以繼續往下進行研究，正壓可抑制汙染源，在未來風量之外壓差是否也可以加入
6. 過濾設備是否也需要考慮維護保養
7. 通風量須以純外氣，以新風系統為主
8. 外氣引入口需有要求，排氣汙染源要做考量

(二)、曾理事長婷婷：

1. 單一換氣在東北季風進來的風量可能都會夾帶 pm2.5，也可能有過於潮濕的可能
2. 現在建築都有短循環問題，進風及出風是否需要有一個標準
3. 目前建物進氣及排氣都放在同一個位置，會形成很大的短循環問題
4. 濕度部分須以台灣現況來進行考量
5. 建議疫情時期不需考慮濕度，非疫情時期不需考慮濕度，因外氣引入濕度會上升

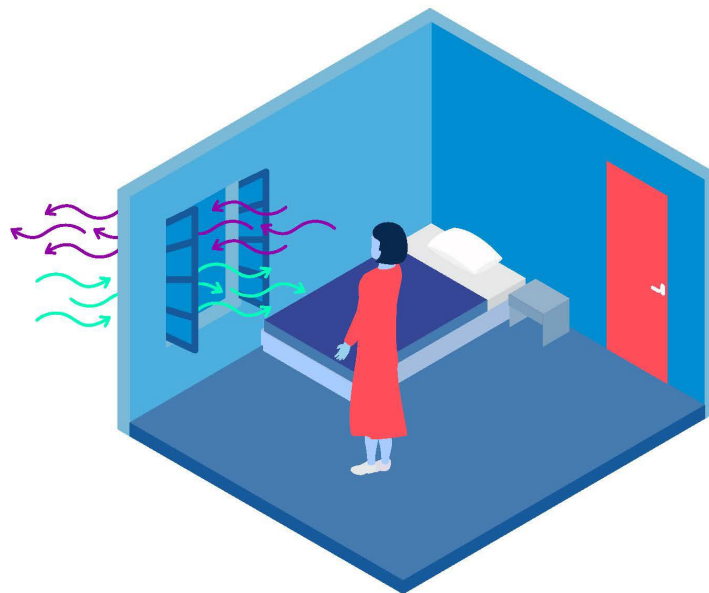
會議具體建議與結論如下：

14. 需考量 102 條建築技術規則換氣單位是使用立方公尺/小時,WHO 換氣單位是 L/s/person 兩者之換算
15. 過濾也是很重要的一環，外氣品質是否有考慮過濾設備
16. 過濾及節能也可加入至下次研究
17. 壓差及氣流流行也可列入下次研究
18. 正壓確實可以繼續往下進行研究，正壓可抑制汙染源，在未來風量之外壓差是否也可以加入
19. 過濾設備是否也需要考慮維護保養
20. 通風量須以純外氣，以新風系統為主
21. 外氣引入口需有要求，排氣汙染源要做考量
22. 單一換氣在東北季風進來的風量可能都會夾帶 pm2.5，也可能有過於潮濕的可能
23. 現在建築都有短循環問題，進風及出風是否需要有一個標準
24. 目前建物進氣及排氣都放在同一個位置，會形成很大的短循環問題
25. 濕度部分須以台灣現況來進行考量
26. 建議疫情時期不需考慮濕度，非疫情時期不需考慮濕度，因外氣引入濕度會上升

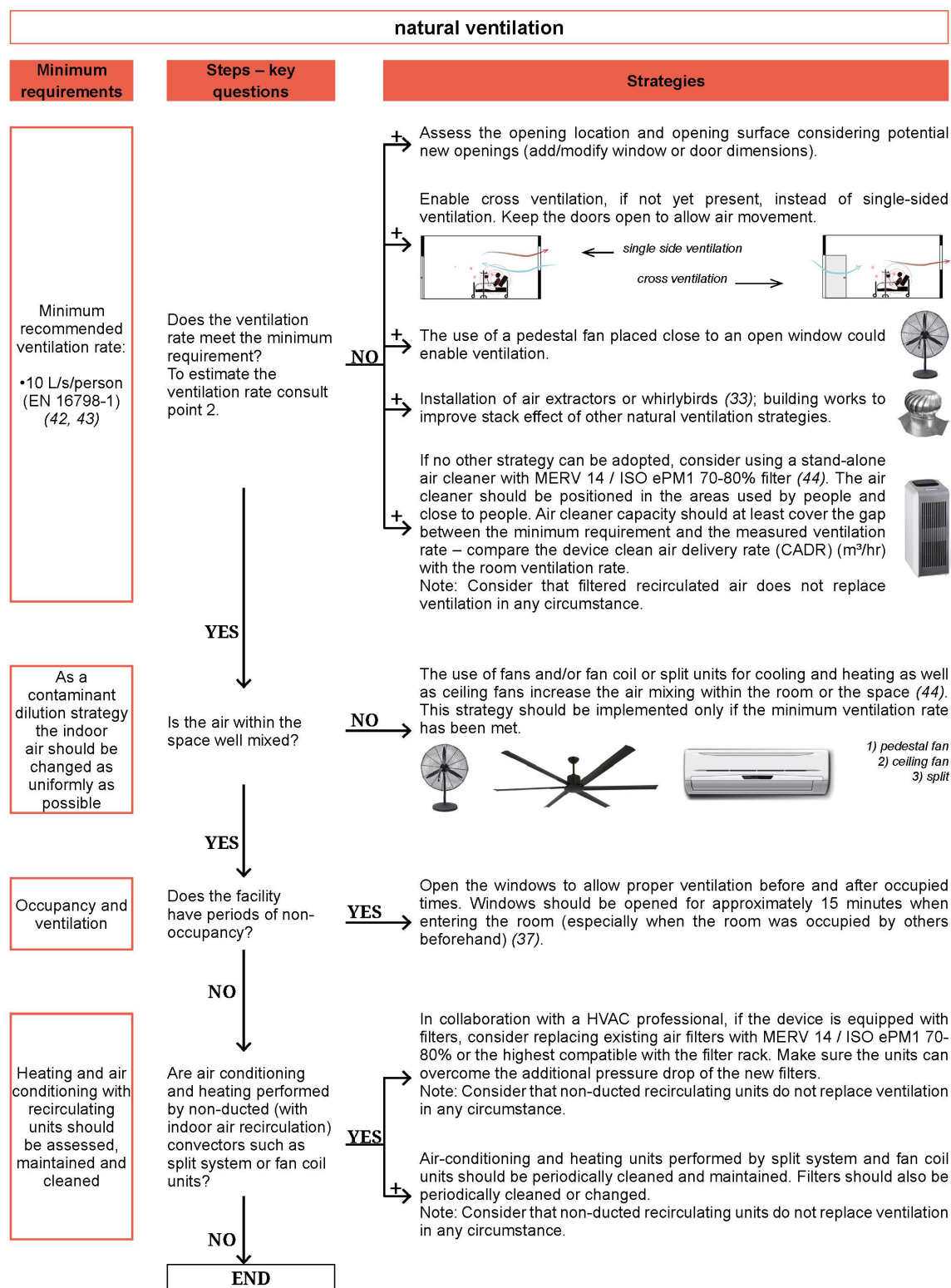
參考書目一 美國冷凍空調協會 ASHRAE 標準

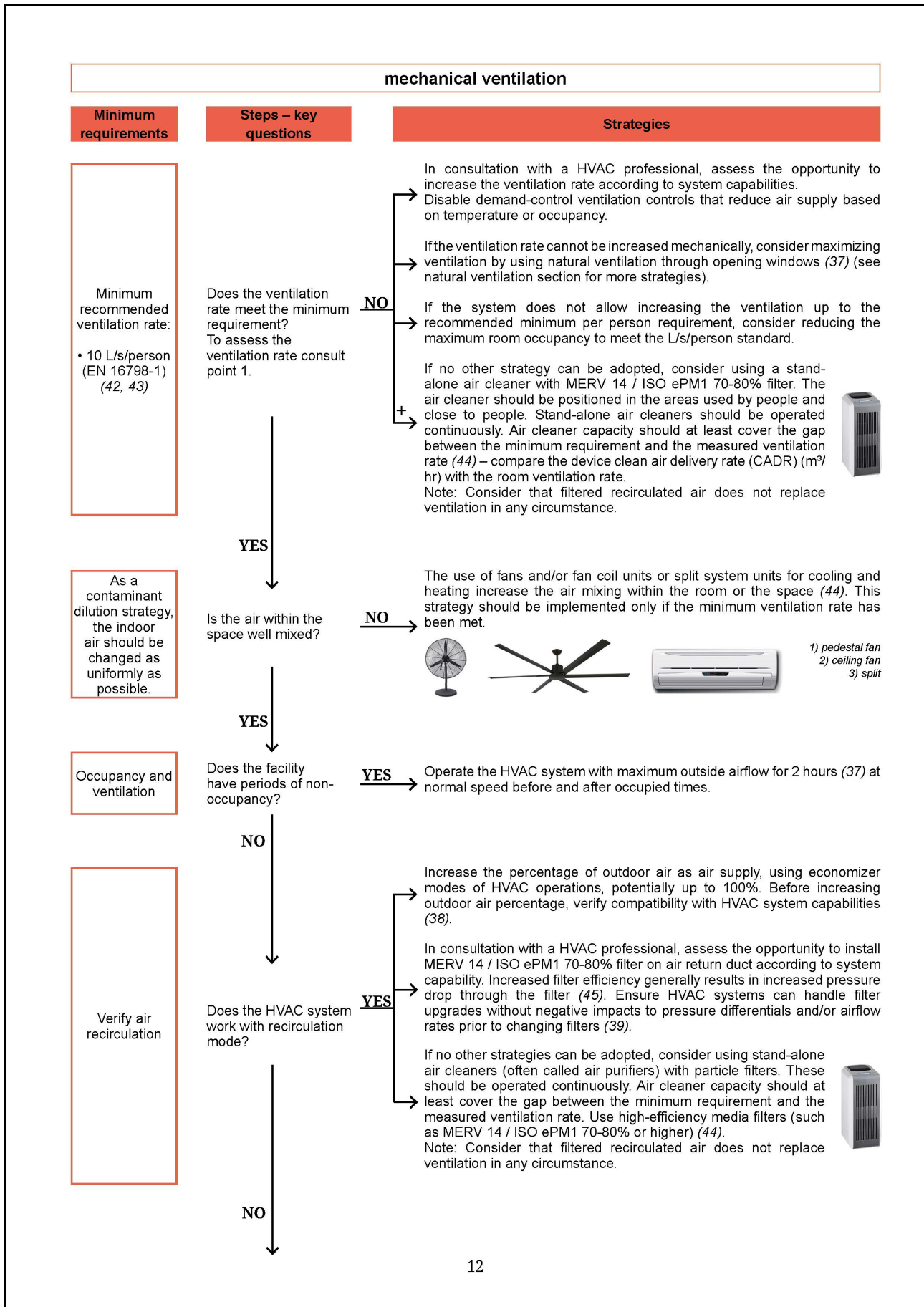


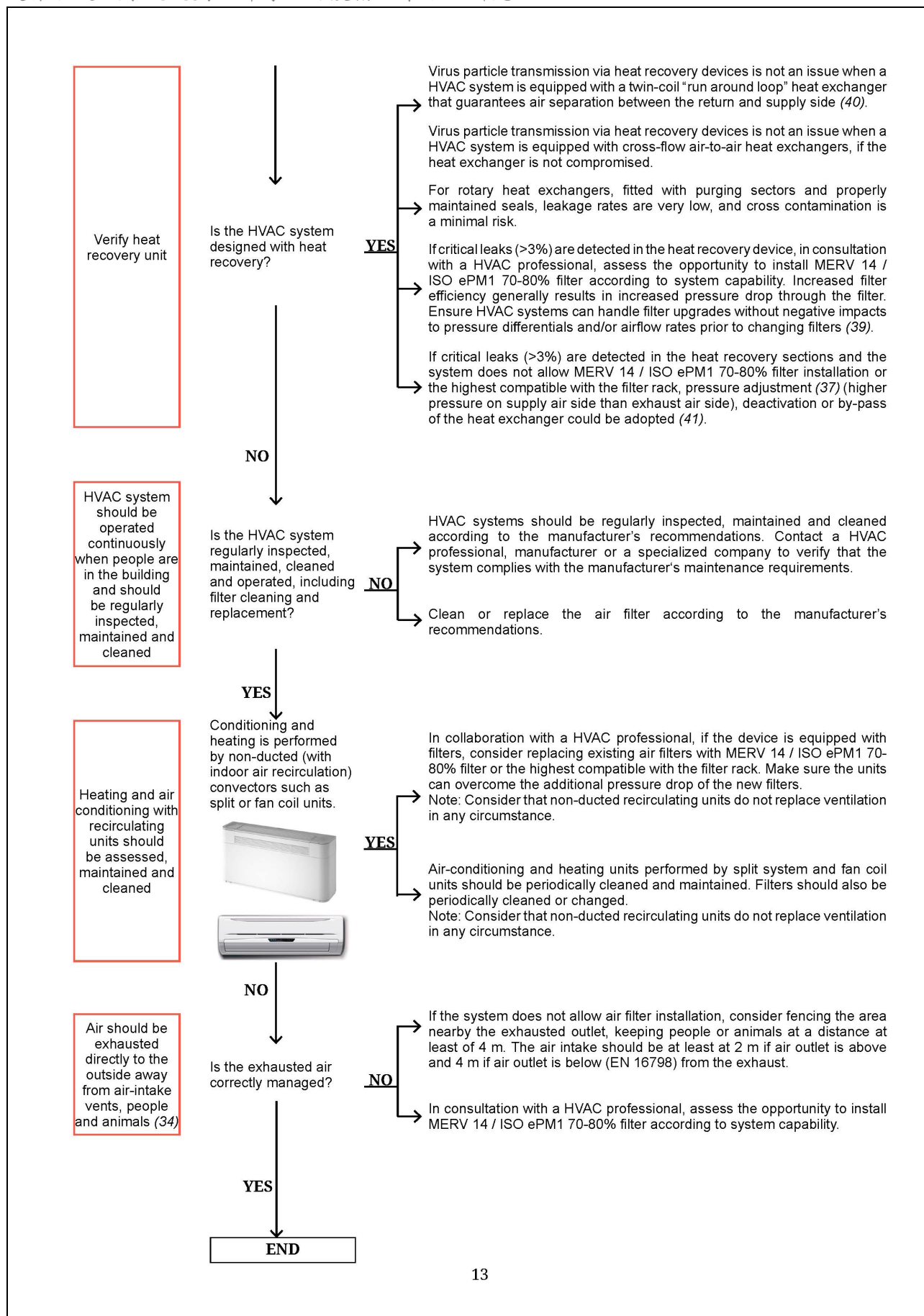
**Roadmap to improve and ensure
good indoor ventilation
in the context of COVID-19**



6.2 Non-residential settings

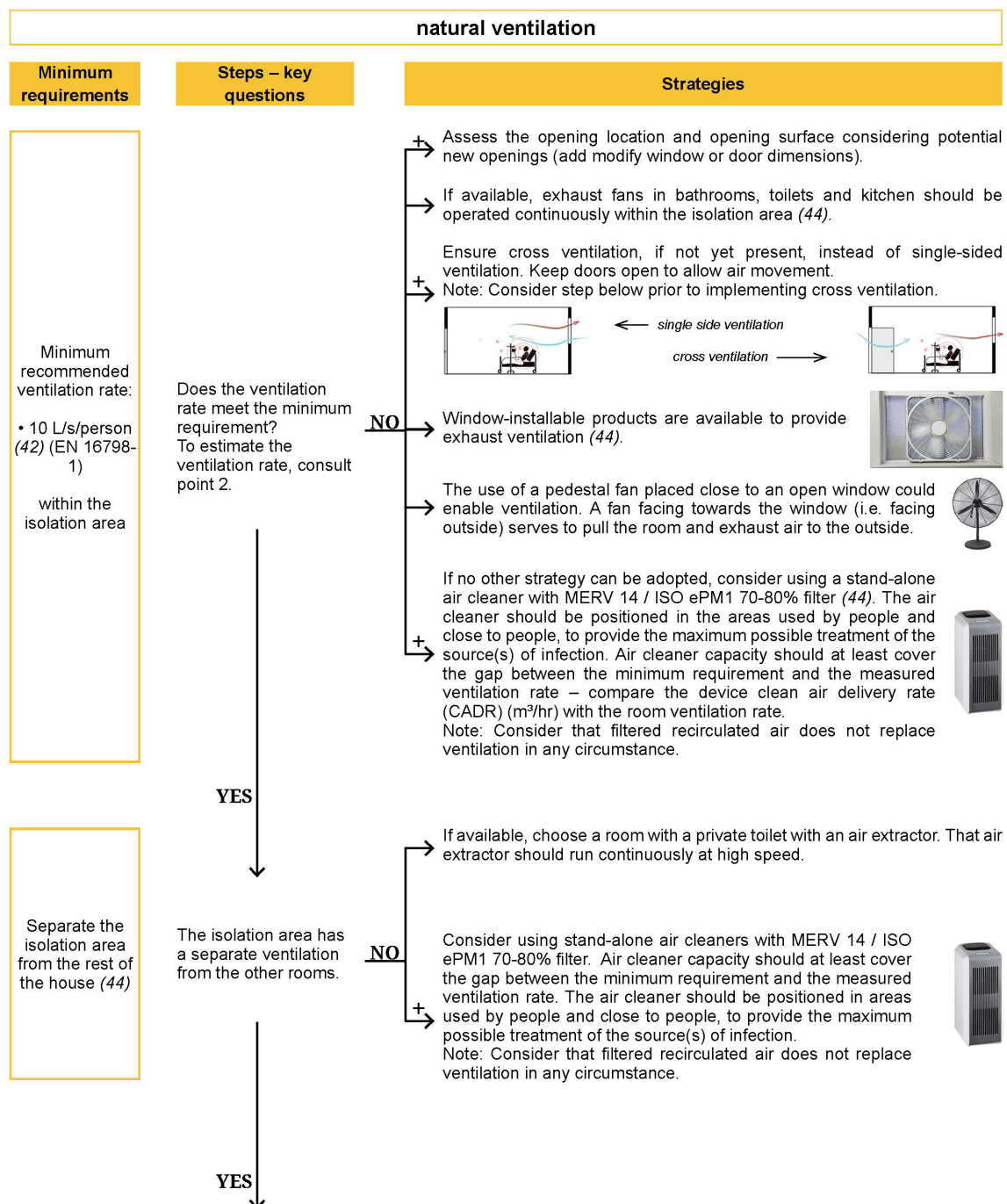


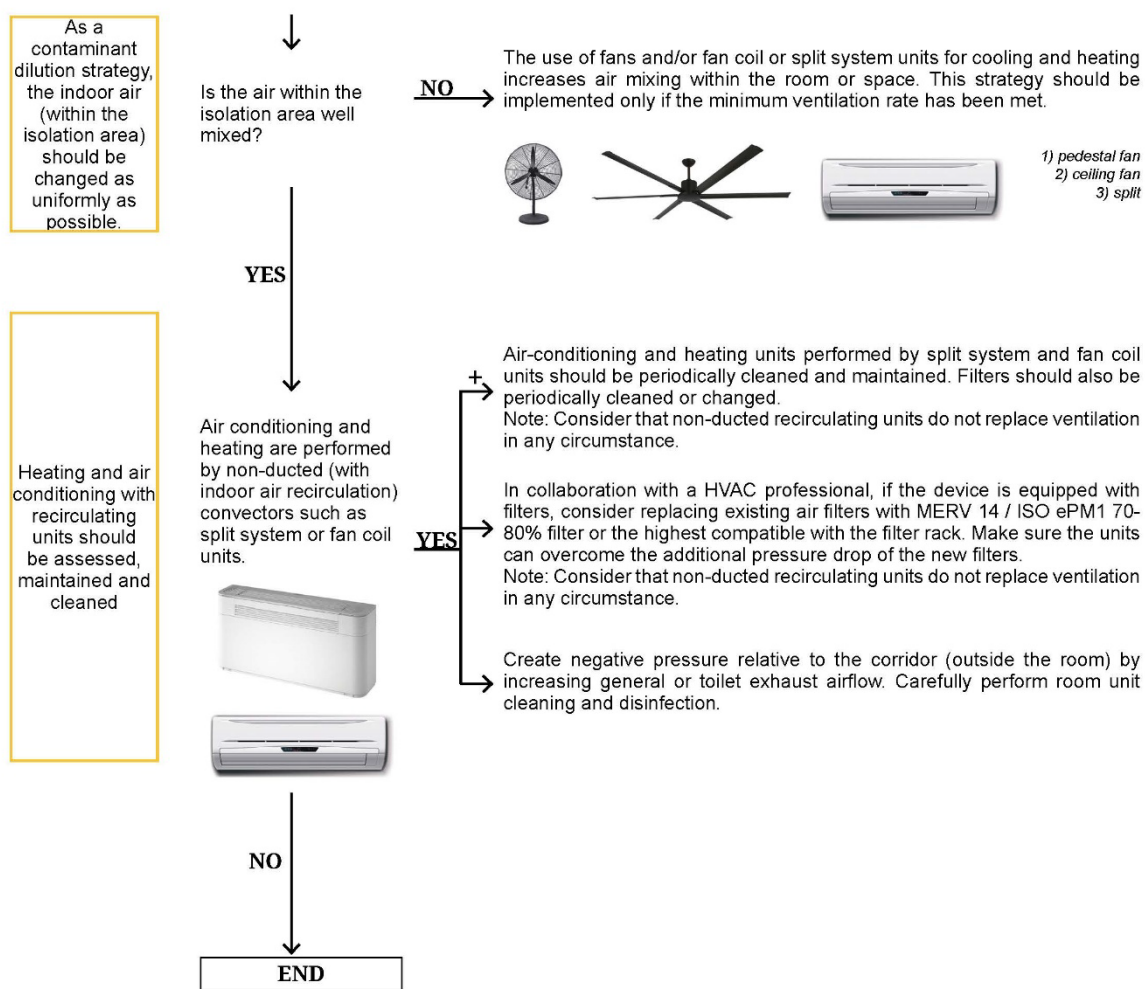


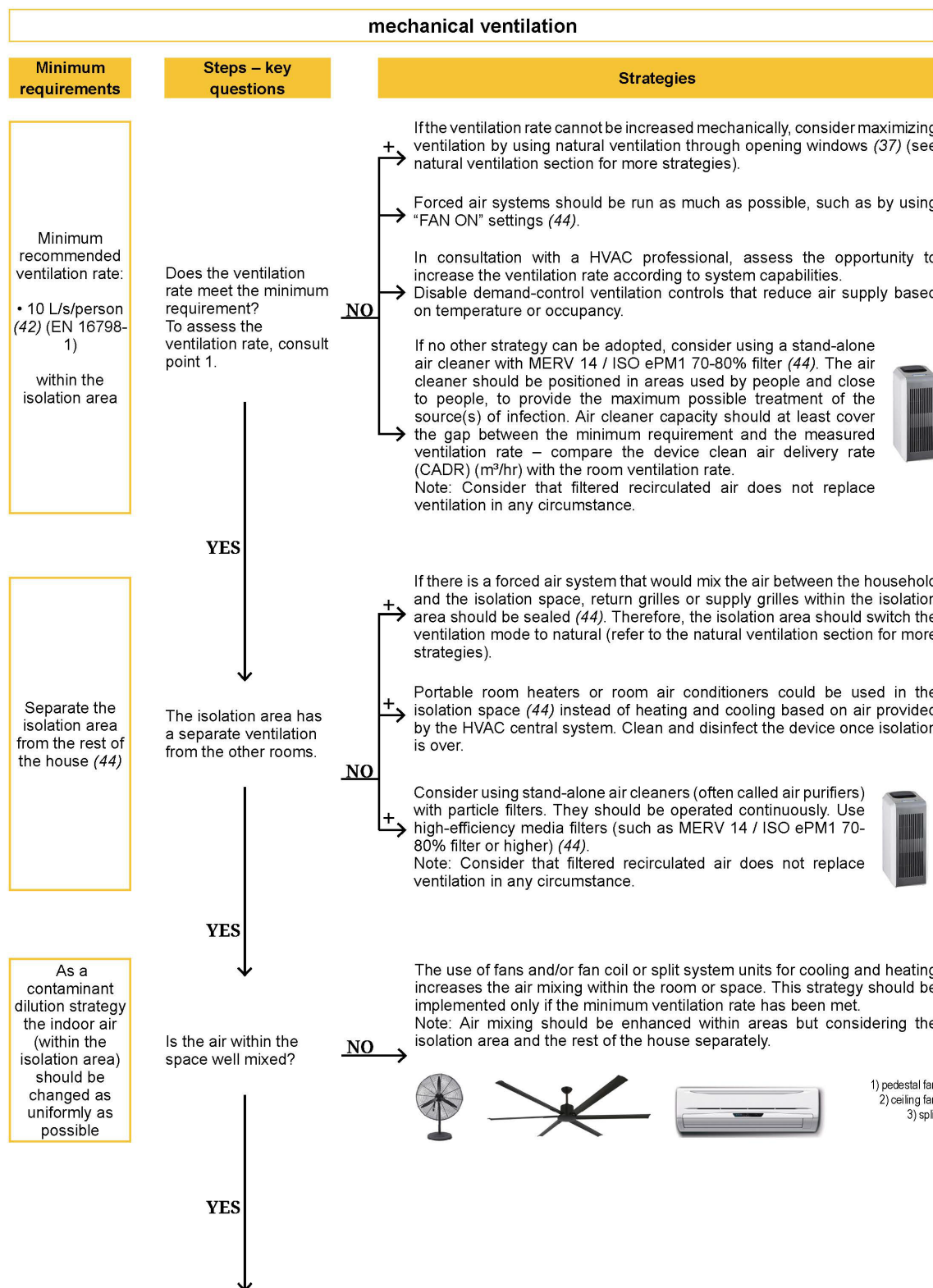


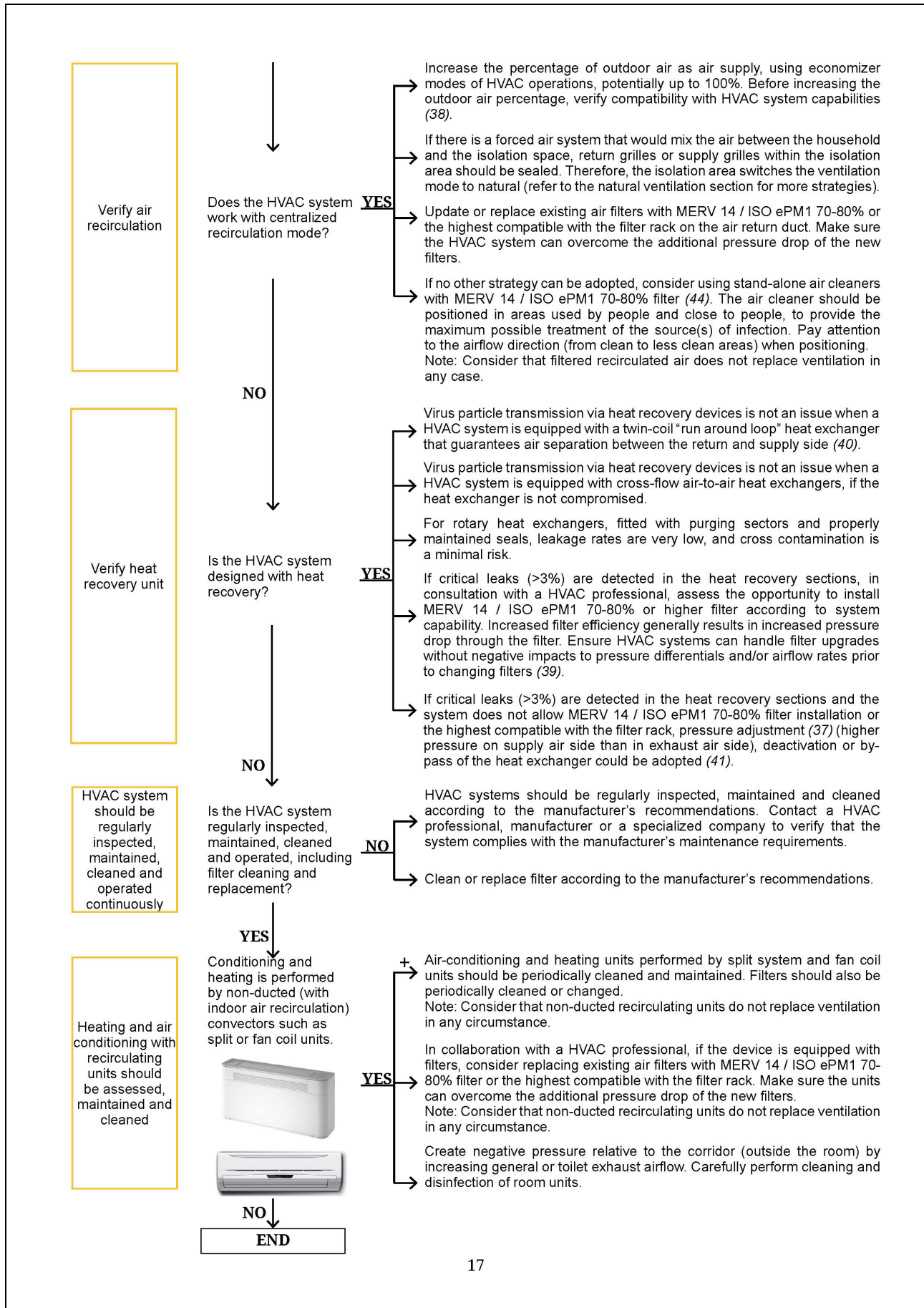
6.3 Residential settings including homes and self-quarantine at home

This section refers specifically to the isolation area, space or room previously identified for home care or self-quarantine according to the available guidance. The recommendations proposed are based on the assumption that the house and the identified isolation area can be considered as separated spaces. Hence, the following strategies should not be considered for the whole residential area but for the isolation space only. Note: Long-term care facilities are not included.









參考書目二 世界衛生組織 WHO 換氣標準



ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019

(Supersedes ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2016)

Includes ANSI/ASHRAE addenda listed in Appendix O

Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

See Appendix O for approval dates by ASHRAE and the American National Standards Institute.

This Standard is under continuous maintenance by a Standing Standard Project Committee (SSPC) for which the Standards Committee has established a documented program for regular publication of addenda or revisions, including procedures for timely, documented, consensus action on requests for change to any part of the Standard. Instructions for how to submit a change can be found on the ASHRAE® website (www.ashrae.org/continuous-maintenance).

The latest edition of an ASHRAE Standard may be purchased from the ASHRAE website (www.ashrae.org) or from ASHRAE Customer Service, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305. E-mail: orders@ashrae.org. Fax: 678-539-2129. Telephone: 404-636-8400 (worldwide), or toll free 1-800-527-4723 (for orders in US and Canada). For reprint permission, go to www.ashrae.org/permissions.

© 2019 ASHRAE

ISSN 1041-2336



Table 6-1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Default Values	Air Class	OS (6.2.6.1.4)
	cfm/ person	L/s person	cfm/ft ²	L/s m ²	Occupant Density		
					#/1000 ft ² or #/100 m ²		
Animal Facilities							
Animal exam room (veterinary office)	10	5	0.12	0.6	20	2	
Animal imaging (MRI/CT/PET)	10	5	0.18	0.9	20	3	
Animal operating rooms	10	5	0.18	0.9	20	3	
Animal postoperative recovery room	10	5	0.18	0.9	20	3	
Animal preparation rooms	10	5	0.18	0.9	20	3	
Animal procedure room	10	5	0.18	0.9	20	3	
Animal surgery scrub	10	5	0.18	0.9	20	3	
Large-animal holding room	10	5	0.18	0.9	20	3	
Necropsy	10	5	0.18	0.9	20	3	
Small-animal-cage room (static cages)	10	5	0.18	0.9	20	3	
Small-animal-cage room (ventilated cages)	10	5	0.18	0.9	20	3	
Correctional Facilities							
Booking/waiting	7.5	3.8	0.06	0.3	50	2	
Cell	5	2.5	0.12	0.6	25	2	
Dayroom	5	2.5	0.06	0.3	30	1	
Guard stations	5	2.5	0.06	0.3	15	1	
Educational Facilities							
Art classroom	10	5	0.18	0.9	20	2	
Classrooms (ages 5 to 8)	10	5	0.12	0.6	25	1	
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6	35	1	
Computer lab	10	5	0.12	0.6	25	1	
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9	25	3	
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9	25	2	
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3	65	1	✓
Lecture hall (fixed seats)	7.5	3.8	0.06	0.3	150	1	✓
Libraries	5	2.5	0.12	0.6	10		
Media center	10	5	0.12	0.6	25	1	
Multiuse assembly	7.5	3.8	0.06	0.3	100	1	✓
Music/theater/dance	10	5	0.06	0.3	35	1	✓
Science laboratories	10	5	0.18	0.9	25	2	

a. Outpatient facilities to which the rates apply are freestanding birth centers, urgent care centers, neighborhood clinics and physicians offices, Class 1 imaging facilities, outpatient psychiatric facilities, outpatient rehabilitation facilities, and outpatient dental facilities.

b. The requirements of this table provide for acceptable IAQ. The requirements of this table do not address the airborne transmission of airborne viruses, bacteria, and other infectious contagions.

Informative Note: These rates are intended only for outpatient dental clinics where the amount of nitrous oxide is limited. They are not intended for dental operatories in institutional buildings where nitrous oxide is piped.

Table 6-1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone (Continued)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Default Values	Air Class	OS (6.2.6.1.4)
	cfm/ person	L/s person	cfm/ft ²	L/s m ²	Occupant Density		
					#/1000 ft ² or #/100 m ²		
Educational Facilities (continued)							
University/college laboratories	10	5	0.18	0.9	25	2	
Wood/metal shop	10	5	0.18	0.9	20	2	
Food and Beverage Service							
Bars, cocktail lounges	7.5	3.8	0.18	0.9	100	2	
Cafeteria/fast-food dining	7.5	3.8	0.18	0.9	100	2	
Kitchen (cooking)	7.5	3.8	0.12	0.6	20	2	
Restaurant dining rooms	7.5	3.8	0.18	0.9	70	2	
Food and Beverage Service, General							
Break rooms	5	2.5	0.06	0.3	25	1	✓
Coffee stations	5	2.5	0.06	0.3	20	1	✓
Conference/meeting	5	2.5	0.06	0.3	50	1	✓
Corridors	—	—	0.06	0.3	—	1	✓
Occupiable storage rooms for liquids or gels	5	2.5	0.12	0.6	2	2	
Hotels, Motels, Resorts, Dormitories							
Barracks sleeping areas	5	2.5	0.06	0.3	20	1	✓
Bedroom/living room	5	2.5	0.06	0.3	10	1	✓
Laundry rooms, central	5	2.5	0.12	0.6	10	2	
Laundry rooms within dwelling units	5	2.5	0.12	0.6	10	1	
Lobbies/prefunction	7.5	3.8	0.06	0.3	30	1	✓
Multipurpose assembly	5	2.5	0.06	0.3	120	1	✓
Miscellaneous Spaces							
Banks or bank lobbies	7.5	3.8	0.06	0.3	15	1	✓
Bank vaults/safe deposit	5	2.5	0.06	0.3	5	2	✓
Computer (not printing)	5	2.5	0.06	0.3	4	1	✓
Freezer and refrigerated spaces (<50°F [10°C])	10	5	0	0	0	2	
Manufacturing where hazardous materials are not used	10	5.0	0.18	0.9	7	2	
Manufacturing where hazardous materials are used (excludes heavy industrial and chemical processes)	10	5.0	0.18	0.9	7	3	
Pharmacy (prep. area)	5	2.5	0.18	0.9	10	2	
Photo studios	5	2.5	0.12	0.6	10	1	
Shipping/receiving	10	5	0.12	0.6	2	2	

a. Outpatient facilities to which the rates apply are freestanding birth centers, urgent care centers, neighborhood clinics and physicians offices, Class 1 imaging facilities, outpatient psychiatric facilities, outpatient rehabilitation facilities, and outpatient dental facilities.

b. The requirements of this table provide for acceptable IAQ. The requirements of this table do not address the airborne transmission of airborne viruses, bacteria, and other infectious contagions.

Informative Note: These rates are intended only for outpatient dental clinics where the amount of nitrous oxide is limited. They are not intended for dental operatories in institutional buildings where nitrous oxide is piped.

Table 6-1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone (Continued)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Default Values	Air Class	OS (6.2.6.1.4)
	cfm/ person	L/s person	cfm/ft ²	L/s m ²	Occupant Density		
					#/1000 ft ² or #/100 m ²		
Miscellaneous Spaces (continued)							
Sorting, packing, light assembly	7.5	3.8	0.12	0.6	7	2	
Telephone closets	—	—	0.00	0.0	—	1	
Transportation waiting	7.5	3.8	0.06	0.3	100	1	✓
Warehouses	10	5	0.06	0.3	—	2	
Office Buildings							
Breakrooms	5	2.5	0.12	0.6	50	1	
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3	10	1	✓
Occupiable storage rooms for dry materials	5	2.5	0.06	0.3	2	1	
Office space	5	2.5	0.06	0.3	5	1	✓
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3	30	1	✓
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3	60	1	✓
Outpatient Health Care Facilities ^{a,b}							
Birthing room	10	5	0.18	0.9	15	2	
Class 1 imaging rooms	5	2.5	0.12	0.6	5	1	
Dental operator	10	5	0.18	0.9	20	1	
General examination room	7.5	3.8	0.12	0.6	20	1	
Other dental treatment areas	5	2.5	0.06	0.3	5	1	
Physical therapy exercise area	20	10	0.18	0.9	7	2	
Physical therapy individual room	10	5	0.06	0.3	20	1	
Physical therapeutic pool area	—	—	0.48	2.4	—	2	
Prosthetics and orthotics room	10	5	0.18	0.9	20	1	
Psychiatric consultation room	5	2.5	0.06	0.3	20	1	
Psychiatric examination room	5	2.5	0.06	0.3	20	1	
Psychiatric group room	5	2.5	0.06	0.3	50	1	
Psychiatric seclusion room	10	5	0.06	0.3	5	1	
Speech therapy room	5	2.5	0.06	0.3	20	1	
Urgent care examination room	7.5	3.8	0.12	0.6	20	1	
Urgent care observation room	5	2.5	0.06	0.3	20	1	
Urgent care treatment room	7.5	3.8	0.18	0.9	20	1	
Urgent care triage room	10	5	0.18	0.9	20	1	

a. Outpatient facilities to which the rates apply are freestanding birth centers, urgent care centers, neighborhood clinics and physicians offices, Class 1 imaging facilities, outpatient psychiatric facilities, outpatient rehabilitation facilities, and outpatient dental facilities.

b. The requirements of this table provide for acceptable IAQ. The requirements of this table do not address the airborne transmission of airborne viruses, bacteria, and other infectious contagions.

Informative Note: These rates are intended only for outpatient dental clinics where the amount of nitrous oxide is limited. They are not intended for dental operatories in institutional buildings where nitrous oxide is piped.

Table 6-1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone (Continued)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Default Values	Air Class	OS (6.2.6.1.4)
	cfm/ person	L/s person	cfm/ft ²	L/s m ²	Occupant Density		
					#/1000 ft ² or #/100 m ²		
Public Assembly Spaces							
Auditorium seating area	5	2.5	0.06	0.3	150	1	✓
Courtrooms	5	2.5	0.06	0.3	70	1	✓
Legislative chambers	5	2.5	0.06	0.3	50	1	✓
Libraries	5	2.5	0.12	0.6	10	1	
Lobbies	5	2.5	0.06	0.3	150	1	✓
Museums (children's)	7.5	3.8	0.12	0.6	40	1	
Museums/galleries	7.5	3.8	0.06	0.3	40	1	✓
Places of religious worship	5	2.5	0.06	0.3	120	1	✓
Retail							
Sales (except as below)	7.5	3.8	0.12	0.6	15	2	
Barbershop	7.5	3.8	0.06	0.3	25	2	✓
Beauty and nail salons	20	10	0.12	0.6	25	2	
Coin-operated laundries	7.5	3.8	0.12	0.6	20	2	
Mall common areas	7.5	3.8	0.06	0.3	40	1	✓
Pet shops (animal areas)	7.5	3.8	0.18	0.9	10	2	
Supermarket	7.5	3.8	0.06	0.3	8	1	✓
Sports and Entertainment							
Bowling alley (seating)	10	5	0.12	0.6	40	1	
Disco/dance floors	20	10	0.06	0.3	100	2	✓
Gambling casinos	7.5	3.8	0.18	0.9	120	1	
Game arcades	7.5	3.8	0.18	0.9	20	1	
Gym, sports arena (play area)	20	10	0.18	0.9	7	2	
Health club/aerobics room	20	10	0.06	0.3	40	2	
Health club/weight rooms	20	10	0.06	0.3	10	2	
Spectator areas	7.5	3.8	0.06	0.3	150	1	✓
Stages, studios	10	5	0.06	0.3	70	1	✓
Swimming (pool and deck)	—	—	0.48	2.4	—	2	
Transient Residential							
Common corridors	—	—	0.06	0.3		1	✓
Dwelling unit	5	2.5	0.06	0.3	F	1	✓

a. Outpatient facilities to which the rates apply are freestanding birth centers, urgent care centers, neighborhood clinics and physicians offices, Class 1 imaging facilities, outpatient psychiatric facilities, outpatient rehabilitation facilities, and outpatient dental facilities.

b. The requirements of this table provide for acceptable IAQ. The requirements of this table do not address the airborne transmission of airborne viruses, bacteria, and other infectious contagions.

Informative Note: These rates are intended only for outpatient dental clinics where the amount of nitrous oxide is limited. They are not intended for dental operatories in institutional buildings where nitrous oxide is piped.

Table 6-2 Minimum Exhaust Rates

Occupancy Category	Exhaust Rate, cfm/unit	Exhaust Rate, cfm/ft ²	Notes	Exhaust Rate, L/s-unit	Exhaust Rate, L/s-m ²	Air Class
Animal Facilities						
Animal imaging (MRI/CT/PET)	—	0.90		—	4.5	3
Animal operating rooms	—	3.00		—	15	3
Animal postoperative recovery room	—	1.50		—	7.5	3
Animal preparation rooms	—	1.50		—	7.5	3
Animal procedure room	—	2.25		—	11.3	3
Animal surgery scrub	—	1.50		—	7.5	3
Large-animal holding room	—	2.25		—	11.3	3
Necropsy	—	2.25		—	11.3	3
Small-animal-cage room (static cages)	—	2.25		—	11.3	3
Small-animal-cage room (ventilated cages)	—	1.50		—	7.5	3
Arenas	—	0.50	B	—	—	1
Art classrooms	—	0.70		—	3.5	2
Auto repair rooms	—	1.50	A	—	7.5	2
Barber shops	—	0.50		—	2.5	2
Beauty and nail salons	—	0.60		—	3.0	2
Cells with toilet	—	1.00		—	5.0	2
Copy, printing rooms	—	0.50		—	2.5	2
Darkrooms	—	1.00		—	5.0	2
Educational science laboratories	—	1.00		—	5.0	2
Janitor closets, trash rooms, recycling	—	1.00		—	5.0	3
Kitchenettes	—	0.30		—	1.5	2
Kitchens—commercial	—	0.70		—	3.5	2
Locker rooms for athletic, industrial, and health care facilities	—	0.50		—	2.5	2
All other locker rooms	—	0.25	—	—	1.25	2
Shower rooms	20/50	—	G, I	10/25	—	2
Paint spray booths	—	—	F	—	—	4
Parking garages	—	0.75	C	—	3.7	2
Pet shops (animal areas)	—	0.90	—	—	4.5	2
Refrigerating machinery rooms	—	—	F	—	—	3
Residential kitchens	50/100	—	G	25/50	—	2
Soiled laundry storage rooms	—	1.00	F	—	5.0	3
Storage rooms, chemical	—	1.50	F	—	7.5	4
Toilets—private	25/50	—	E, H	12.5/25	—	2
Toilets—public	50/70	—	D, H	25/35	—	2
Woodwork shop/classrooms	—	0.50	—	—	2.5	2

NOTES:

A Stands where engines are run shall have exhaust systems that directly connect to the engine exhaust and prevent escape of fumes.

B Where combustion equipment is intended to be used on the playing surface, additional dilution ventilation, source control, or both shall be provided.

C Exhaust shall not be required where two or more sides compose walls that are at least 50% open to the outside.

D Rate is per water closet, urinal, or both. Provide the higher rate where periods of heavy use are expected to occur. The lower rate shall be permitted to be used otherwise.

E Rate is for a toilet room intended to be occupied by one person at a time. For continuous system operation during hours of use, the lower rate shall be permitted to be used. Otherwise the higher rate shall be used.

F See other applicable standards for exhaust rate.

G For continuous system operation, the lower rate shall be permitted to be used. Otherwise the higher rate shall be used.

H Exhaust air that has been cleaned to meet Class 1 criteria from Section 5.18.1 shall be permitted to be recirculated.

I Rate is per showerhead.

參考書目二 世界衛生組織 WHO 換氣標準

建築物通風系統規劃設計導入防疫措施策略之研究

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3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：羅時麒、鄭景文、李孟杰、陳振誠、王家瑩、游伯堅、王崧任

出版年月：111年12月

版次：第1版

ISBN：978-626-7138-52-6(平裝)