



## 臨時指引： COVID-19 新型冠狀病毒疫情肆虐期間的通風 在2020年10月20日更新

以下指引由三藩市公共衛生局 (San Francisco Department of Public Health) 制定，供本地機構使用，並將發佈於網址[www.sfgdcp.org/COVID-Ventilation](http://www.sfgdcp.org/COVID-Ventilation)。此臨時指引可能會隨認知、社區傳播情況以及個人防護裝備 (Personal Protective Equipment, PPE) 和檢測的供應量變化而有所調整。

**對象：**非醫療保健機構（包括商業、公司、辦公室、學校、宗教機構和類似機構）。因為在某些情況下，通風系統需要用作控制特定的危害或危險活動，因此醫護人員和急救人員應與他們的感染控制和安全與健康團隊核實，以獲取進一步的指引。關於醫療保健機構的其他資訊，請參閱發佈於網址[www.sfgdcp.org/covid19hcp](http://www.sfgdcp.org/covid19hcp)下的「Health Care Exposures」（醫療保健接觸）的章節中的更多資訊。

**請注意：**以下所列出的通風介入方法包含一系列考慮因素，例如開始成本和營運成本，以及社區發病率、口罩合規性和空間內的容納人數等風險評估，此各種因素可能會影響施行何類干預措施的決策。本文所提供的指引屬於一般性質，可能不適用於您的特定建築物或活動的要求。在更改機械式通風系統之前，**請務必諮詢**建築工程或維修工作人員。對於醫療保健機構，請務必諮詢您的 (a) 感染預防和控制以及 (b) 健康和 safety 支援部門。請注意，某些更改可能會導致能源費用增加或導致通風系統配件磨損情況加重。

### 1. 定義

**每小時換氣量 (Air Changes per Hour, ACH)**，亦稱為**換氣率 (Air Change Rate)**，是一個計算值，它可以為不同尺寸而且具有不同通風系統的房間制定通風標準、指引和對比。使用英制單位，ACH換氣率的公式為：

$$\text{ACH換氣率} = (\text{通風率立方英尺每分鐘 (Cubic Feet Per Minute, CFM)} \times 60 \text{分鐘/小時}) / \text{房間體積 (立方英尺)}$$

根據此計算方式，**僅**將新鮮空氣或經高度過濾（最低效率報告值 (Minimum Efficiency Reporting Value, MERV) 13的水平或更高效率值）的空氣計算入通風率內。未經過濾或過濾較少的再循環空氣不計入ACH換氣率計算。

**空氣淨化器**是一種獨立式裝置，可利用過濾器移動房間內的空氣。有些過濾器能夠去除微小顆粒，包括病毒顆粒和煙霧。在本文中稱為**攜帶式空氣淨化器 (Portable Air Cleaners, PAC)**，以區別過濾器和在暖氣、流通及空氣調節 (Heating, Ventilation, and Air Conditioning, HVAC) 系統中提供空氣淨化功能的設備。

**ASHRAE**是美國暖氣、冷卻與空氣調節工程師學會 (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)。機構員工、工程師以及健康和 safety 專業人員均熟知此機構和文獻。

**CADR**即清潔空氣輸出率 (Clean Air Delivery Rate)，基於房間的空間大小和每分鐘清潔空氣的出產量來測量空氣淨化器的有效性。經測試的裝置具有三個CADR清潔空氣輸出率等級；對於以COVID-19新型冠狀病毒作為測試的目的，應使用「灰塵」CADR清潔空氣輸出率等級。

**風扇**是向一個方向拉動或推動空氣的裝置。可以將風扇放置於窗戶或門口，以及「座檯式」風扇可以放置在房間的任何地方，也可以安裝在天花板上。某些風扇帶有允許使用者改變風扇氣流方向的



開關；沒有這種開關的風扇必須透過手作轉動以作改變空氣的方向。

**HVAC**是指暖氣、流通及空氣調節系統。亦稱為「機械式通風」，因為該系統使用風扇讓空氣流入和流出房間，通常透過管道和通風道完成。

**室外空氣**是指透過自然通風或機械式通風從建築物外部引入的清潔空氣。亦稱為「新鮮空氣」或在選定應用程式上稱為「清新空氣」。

**PAC**指攜帶式空氣淨化器，是一種可以在建築物或房間內部移動的空氣淨化設備。PAC空氣淨化器通常與某種形式的高效過濾器一起出售，例如**高效微粒空氣 (High-efficiency Particulate Air, HEPA)** 過濾器。PAC空氣淨化器的攜帶性使其便利放置在房間居住者最需要進行空氣淨化的位置。

**被動**（「自然」）通風意旨透過將門窗向外打開以達到通風效果。

**再循環空氣**意旨從建築物內部抽出，透過過濾器進行調節後重新引入建築物內部的空氣。除非透過**MERV-13** (最低效率報告值) 或更高效值的過濾器，否則出於對**COVID-19**新型冠狀病毒的考量，評估建築物通風時將不考慮再循環空氣。

## 2. COVID-19新型冠狀病毒的基本知識

**COVID-19** 新型冠狀病毒在人與人之間傳播，並可能會在下列情況下發生：

- 在咳嗽和打噴嚏時所產生的較大飛沫直接飛落在附近的人的臉部、鼻子、眼睛或嘴巴上，通常在**6英尺**的範圍內。這些飛沫有時被稱為「彈道飛沫」，因為它們通常沿直線移動，並受到地心吸力影響。
- 當人在呼吸、說話、唱歌、咳嗽或打噴嚏時會釋放出小飛沫和微粒。而這些小飛沫和微粒可以懸浮在空氣中一段時間，並且/或者在室內的氣流帶動下移動超過**6英尺**的距離。其他人即使在六英尺的距離以外也有可能吸入這些小飛沫和微粒。這些小飛沫有時被稱為「氣霧」或「生物氣霧」。
- 當人們觸摸到被病毒污染的表面，然後再觸摸鼻子、眼睛或嘴巴等粘液膜以接觸為傳播方式。受污染的物件和表面有時被稱為「污染物」。

良好的通風是控制病毒以小飛沫和微粒傳播的最重要方法之一，並且可以幫助減少大飛沫的傳播。

## 3. 一般注意事項

我們對**COVID-19**新型冠狀病毒在建築物環境內傳播的變化有了更多的了解。在最近的文獻中表示，氣流可以攜帶的小飛沫和微粒遠遠超過**6英尺**社交距離的範圍。除了醫院、醫療保健機構和研究機構外，現有的建築通風條例要求（例如，建築物法規和標題**24**中所規定之要求）並非意在針對控制對小飛沫和危險傳染媒介（例如**COVID-19**新型冠狀病毒）顆粒的接觸。因此，當製造更加安全的環境時，應將需要遵守的法規作為基本或起點，並且應在可行的範圍內，盡量達到遠高於法規要求通風的最高水平，特別是在未有佩戴口罩的人士和/或有無關聯人士混在一起的區域。

一般來說，室內環境中的人數越多，進行室外空氣通風的需求就越大。應致力處理在人群密集和未有佩戴口罩人群的空間中提供新鮮空氣通風。減少無法增加室外通風地方的可容納人數。在具有特定通風功能的建築物中可以考慮的其他變更，包括：

- 3.1 檢查並保養支援區內的局部排氣通風，例如洗衣房或廚房等。確保此類通風與建築物的其餘部分保持平衡，以避免從其他區域吸入潛在的污染空氣。



- 3.2 確保洗手間和其他排氣扇正常運作。
- 3.3 盡可能保持窗戶和其他自然通風源處於開放狀態。
- 3.4. 考慮在無法增加新鮮空氣流通的區域內添加攜帶式空氣淨化器 (PAC)。

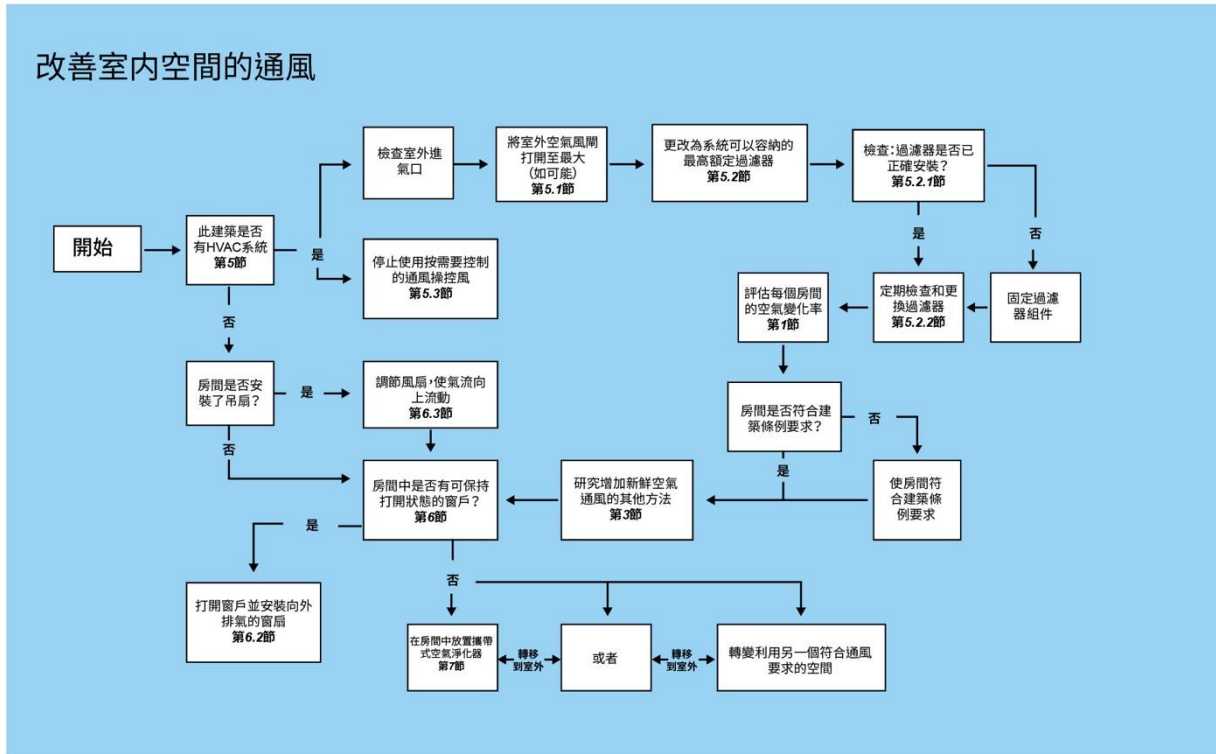
為幫助您改善建築物的通風狀況，以下某些團體可能會為您提供幫助：

- 機構（「固定」）工程師
- 建築物保養和維修人員
- 機械工程師
- 機械 (HVAC 暖氣、流通及空氣調節) 承包商
- 一般承包商
- 建築設計師和/或
- 室內空氣質素或工業衛生顧問



## 4. 改善COVID-19新型冠狀病毒通風的「決策樹」

以下「決策樹」基於耶魯大學公共衛生學院的繪圖，作為其改善學校 COVID-19 新型冠狀病毒通風指引的一部分。決策樹所引用的章節是意指本文件的特定章節。



建議學校和其他有興趣團體參閱耶魯大學公共衛生學院網頁: [通風是降低風險的關鍵](#)，這是耶魯大學 [2020年學校重新開啟的公共衛生指引](#) 的其中一部分。

## 5. 改善機械式通風

考慮升級或改善機械式通風系統以及採取其他措施以達到以下目的：1) 增加乾淨空氣的傳送和 2) 去除或稀釋建築物內空氣中 COVID-19 新型冠狀病毒的濃度或其他污染物。在考慮更改 HVAC 暖氣、流通及空氣調節系統和設備時，請諮詢經驗豐富的暖通空調專業人員。以下某些建議是基於 ASHRAE 的 [在 COVID-19 新型冠狀病毒疫情肆虐期間的建築物營運指引](#)。請查閱 [有關學校和大學的額外 ASHRAE 指引](#)，以了解有關不同類型建築物的通風建議和建築物準備開放使用的詳細資訊。並非所有措施均適用於所有情況。

- 5.1 進一步打開室外空氣風閘和關閉再循環風閘（「節能器」）以減少和消除空氣再循環。在溫和天氣下，這不會影響暖舒適度或濕度，然而，在寒冷、炎熱或潮濕的天氣中，這可能會導致室內空氣的變化，並造成建築物內的人士身體不適。
- 5.2. 在不曾明顯減少設計氣流的情況下，盡可能地提高中央空氣過濾器的效率。空氣過濾器的目標效率應達致最低效率報告值 (MERV) 13 的水平或更高。
  - 5.2.1 檢查過濾器安裝外殼和機架，以確保過濾器安裝正確和檢查及確定減少空氣繞過過濾器的方法





- 5.2.2 清潔或更換過濾器，並檢查過濾器以確保其安裝正確、穩固和正常運作。請注意，在發生野火煙霧等空氣質素事件期間，效率高的過濾器會負載更快，並且需要進行更密切的監測。
- 5.3 停止使用通風系統的「按需控制」，以使風扇持續運轉，不受加熱或冷卻需求的影響。
  - 5.3.1 如果HVAC暖氣、流通及空氣調節系統在白天/晚上或其他預設的週期中運作，請考慮在建築物開放前以最大外部氣流運行HVAC暖氣、流通及空氣調節系統1-2小時，並在建築物關閉後運行2-3小時。
- 5.4 在高風險區域透過調整供氣和排氣擴散器和/或風閘的設定，使空氣從乾淨的空間流動到不乾淨的空間，以免居住者或訪客受潛在污染空氣的影響。

## 6. 改善被動式通風

在空氣質素較差的時候，應考慮採取下列任何一項的措施，以改善流入空間的室外空氣供應：

- 6.1 在天氣條件允許的情況下，打開門窗以增加室外新鮮空氣的流入。如果打開門窗會對使用該場所的任何人帶來安全或健康風險（例如有下跌的風險或引發哮喘的症狀），就請勿打開門窗。
- 6.2 使用風扇可以提高打開窗戶將新鮮空氣流入的效果。請將風扇牢固並小心地放置在窗戶的內側或窗戶的附近。請留意擺放電線的位置；要注意電線可能會使人絆倒或潮濕的環境會造成觸電的危險。放置風扇的位置應盡可能地減少將空氣從一個人的方向吹至另一個人的方向。使用排氣模式的窗戶式風扇可幫助從其他打開的門窗將新鮮空氣引入房間內，而不會產生強烈的室內氣流。注意：對於既有開敞式窗戶又有機械式通風系統的建築物，需要仔細考慮兩者之間的互動作用。
- 6.3 對於有高天花板的房間，吊扇可以幫助稀釋房間內較高位置所潛在的污染空氣，同時提供更加清新的空氣。使用此類風扇不會將額外的新鮮空氣引入房間，因此使用吊扇**被視為是增加室內空氣的流量而作為補充的用途**。應設置吊扇使空氣向上流動。如果吊扇沒有控制轉動方向的開關制，便請考慮將風扇改為逆時針旋轉的風扇葉片，以使室內空氣向上流動。讓空氣向下流動**會增加空氣在人與人之間流動的風險**。

## 7. 攜帶式空氣淨化器（「HEPA空氣過濾器」）

當機械式通風和被動式通風系統無法改善的房間內和特定地方內的空氣質素時，可以考慮使用攜帶式的空氣淨化器 (PAC)。PAC空氣淨化器的尺寸、功能和價格有所不同，而且價格較高的裝置不一定能改善空氣質素。根據現有通風設備的數量、質量和狀況，可能需要提供2至5個附加ACH換氣率的PAC空氣淨化器。至少要符合下列條件：

- 7.1 購買經加州空氣資源局 (California Air Resources Board, CARB) 認證的臭氧排放和電力安全的PAC空氣淨化器。
- 7.2 請確保PAC空氣淨化器的大小是適合將會放置的房間或地方。要選擇尺寸合適的裝置的方法是以參考家電製造商協會 (Association of Home Appliance Manufacturer, AHAM) 的清淨空氣輸出率 (CADR) 為比例。CADR清淨空氣輸出率標準的制定者建議，一個裝置的CADR清淨空氣輸出率至少應該為房間地板面積的2/3（平方英尺），如果房間的天花板高度大於8英尺，則應進行調整。如果採取此方法，則應使用此裝置的灰塵CADR清淨空氣輸出率。可在AHAM家電製造商協會的「[Verifide](#)」網站上找到所有具備有CADR清淨空氣輸出率評級（帶有評



級值)的裝置清單。

- 7.3 為進一步幫助如何確定適合COVID-19新型冠狀病毒的PAC空氣淨化器的正確尺寸，哈佛大學和科羅拉多大學博爾德分校 (University of Colorado, Boulder) 共同制定了一份電子數據表，以便為此利用CADR清淨空氣輸出率以識別適當的PAC空氣淨化器。如果要使用此電子數據表，請注意，第三個選項卡上列出的PAC空氣淨化器為例子，而非可以使用或經驗證/認可的製造商和型號的唯一裝置，並且您可以在電子數據表的第二個選項卡下輸入任何裝置的CADR清淨空氣輸出率（使用「灰塵」值）。
- 7.4 製造商的規格，CADR清淨空氣輸出率值和哈佛/科羅拉多大學的電子數據表均基於以最大風扇速度運行的PAC空氣淨化器進行估算。降低風扇速度可能會減低裝置產生的噪音，但也會減少裝置提供的空氣過濾量。
- 7.5 PAC空氣淨化器中的紫外線和離子/「自由基礎 (free-radical)」發生器等輔助科技尚未針對COVID-19新型冠狀病毒的有效性而進行獨立或系統方式的評估。哈佛大學和科羅拉多大學博爾德分校明確聲明「避免使用附加裝置（例如，電離器、紫外線燈）。」消費者聯盟（「消費者報告雜誌」）對PAC空氣淨化器的評估亦普遍地採取類似立場，而不僅僅是針對COVID-19新型冠狀病毒。
- 7.6 為了有效地淨化空氣，應將PAC空氣淨化器放置在人們就坐或聚集的中心位置，並朝著裝置排氣方向排氣，以免排出的氣流由一個人的方向吹到另一人的方向。將空氣過濾器放置在房間不使用的角落或桌子下方將無法有效地淨化空氣。請注意，勿因為放置PAC空氣淨化器和相關電線的位置而造成絆倒的危險。
- 7.7 可以透過將20英寸 x 20英寸的MERV-13(最低效率報告值)空氣過濾器安裝到20英寸箱式風扇的進氣（吸氣）面側，以這方法構造成低成本的空氣淨化器。
  - 7.7.1 將過濾器的邊緣完全用膠帶束緊到風扇外殼上將以減少空氣洩漏並提高過濾效率。
  - 7.7.2 附加在風扇的過濾器會產生電阻而可能會導致風扇電動機過熱。在房間無人看管時，切勿讓風扇一直運轉。如果發現異常氣味或噪音，請關掉風扇。
  - 7.7.3 在安裝過濾器後，風扇運作時的噪音會增加。降低風扇速度以控制噪音可能會嚴重影響空氣淨化效能。
- 7.8 可使用商業/工業和醫療保健 (Commercial/Industrial and Healthcare, C/I&H)用的「HEPA空氣過濾器」，尤其適用於較大的房間和區域：
  - 7.8.1 商業/工業用的裝置，有時也稱為「負壓空氣機器 (Negative Air Machines, NAM)」或「Hogs 消耗」，可能已在較大的場地中投入使用；向設施/保養人員諮詢，他們也可以透過設備供應商訂購。醫療保健用的裝置是指從醫療保健和醫院供應商購買的裝置；供應商宣傳提供「醫院級」的過濾水平的消費者渠道裝置亦應被視為PAC空氣淨化器。
  - 7.8.2 C/I&H商業/工業和醫療保健用的裝置通常不設CADR清淨空氣輸出率等級。而是將製造商的額定氣流（以CFM計算）納入「定義」部分中提供的「每小時換氣量」計算中。取決於房間中新鮮空氣的通風情況，裝置所需ACH換氣量的範圍為2.5至6，ACH換氣量較低的裝置適用於通風良好的房間，而ACH換氣量的範圍是在4至6之間的裝置適用於通風略差的房間。從C/I&H商業/工業和醫療保健用的裝置計算ACH換氣量時，通常會減去製造商氣流的10%至25%，以解釋這已包括裝置磨損和過濾條件。
  - 7.8.3 C/I&H商業/工業和醫療保健用的裝置通常具備有帶法蘭盤式的排氣口，用於連接施工和翻新期間所使用的臨時管道系統。排氣口可能需要安裝某種形式的擴散器，



以減慢氣流排放並防止空氣從一個人的方向吹向另一個人的方向。

- 7.8.4 C/I&H商業/工業和醫療保健用的裝置的功耗量通常是限制在每20安培的電路中使用一個大容量 (2000 CFM) 的裝置。過載電路可能會使斷路器跳閘並造成火災的隱患。即使電路可以支持一個以上的C/I&H商業/工業和醫療保健用的裝置，隨著過濾器的負載和組件的磨損，裝置的狀況也會隨著時間而改變。

## 8. 確認通風效率

- 8.1 可以將一小塊色帶或薄紙粘貼到通風設備的通風口上，以驗證系統是否在運行。
- 8.2 可以使用一根輕巧（指向下方的）的羽毛（將其設置在木棍或定位在銷子末端）來追蹤氣流方向，例如從風扇或PAC空氣淨化器流出的氣流，以驗證氣流未將空氣從一個人的方向吹向另一個人的方向。
- 8.3 可購買商業用的「通風煙霧追蹤器」以評估氣流，但**使用時必須格外小心**。許多此類的產品使用嚴重刺激呼吸道的四氯化鈦、三氯化錫或硫酸煙氣。在正常的情况下，煙熏蠟燭會產生過多煙霧，而無法在室內使用。
- 8.4 低成本的二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 監測器（而非一氧化碳 [CO] 監測器）可以商購獲得。當房間被佔用時，如果房間內的二氧化碳水平超過室外的水平（通常為350至450百萬分點 [parts per million, ppm]），則可能表明通風量無法滿足房間內的人士呼吸所需的空氣，這應該是二氧化碳的含量為4%至5% (40,000-50,000ppm)。
- 8.4.1 儘管高於背景值700ppm為用來評估室內空氣質素的常用值，但較低的增加幅度（高於背景值200-400ppm）可能更適合評估在COVID-19新型冠狀病毒疫情情況下的新鮮空氣供應量。
- 8.4.2 應在一個房間或空間中的多個位置進行測量，並在房間或空間被佔用的期間定期重複進行測量。
- 8.4.3 如果使用了PAC空氣淨化器，則需特別謹慎地評估CO<sub>2</sub>二氧化碳的測量值，因為PAC空氣淨化器不會過濾或去除空氣中的CO<sub>2</sub>二氧化碳。在這種情況下，在不同位置地方的CO<sub>2</sub>二氧化碳測量值差異可能仍有助於識別房間內未發生空氣混合或換氣狀況，以及外部空氣供應量不足的「死角」。



## 資料來源

三藩市公共衛生局 (San Francisco Department of Public Health, SFPDH)

- 網址：[www.sfcddp.org/covid19](http://www.sfcddp.org/covid19)

美國疾病控制及預防中心

- [在COVID-19新型冠狀病毒疫情期間營運學校：美國疾病控制及預防中心 \(Centers for Disease Control and Prevention, CDC\) 的注意事項](#)
- [野火煙霧和COVID-19新型冠狀病毒：空氣資源顧問和其他環境衛生專業人員的常見問題與解答和資源](#)

美國工業衛生協會 (American Industrial Hygiene Association, AIHA)

- [使用工程學控制以降低COVID-19新型冠狀病毒的傳播風險](#)

美國政府工業衛生學家會議

- [有關在COVID-19新型冠狀病毒疫情肆虐期間工業環境通風的白皮書](#)

美國暖氣、冷卻及空氣調節工程師學會 (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)

- [在COVID-19新型冠狀病毒疫情肆虐期間建築物的營運指引](#)
- [可用的ASHRAE資源以解決COVID-19新型冠狀病毒的顧慮](#)
- [ASHRAE的重新開啟學校和大學的C19指引](#)
- [標準為62.1-2019的可接受室內通風空氣質素](#)  
(請注意 - 此文件為付費文件。ASHRAE提供的是免費網上連結至只讀版本的網頁；請尋找標準62.1-2019文章)

家電製造商協會 (Association of Home Appliance Manufacturer)

- [已認證的攜帶式空氣淨化器產品目錄](#)
- [關於攜帶式空氣淨化器測試的資訊](#)

美國環境保護局 (Environmental Protection Agency, EPA)

- [通風與COVID-19新型冠狀病毒](#)
- [家居室內空氣與COVID-19新型冠狀病毒](#)

哈佛大學公共衛生學院和科羅拉多大學博爾德工程學院

- [哈佛大學—科羅拉多大學博爾德分校攜帶式空氣淨化器的計算器](#)

世界衛生組織

- [問題與解答：公共空間和建築物的通風和空氣調節系統以及COVID-19新型冠狀病毒](#)

耶魯大學公共衛生學院

- [重新開啟學校—通風是降低傳播風險的關鍵](#)