

2021年九月九日

簡易版指引

「第二版病毒估算工具」使用說明

作者：Michael Riediker, Dr.sc.nat., Occupational and Environmental Hygienist, Director of SCOEH

譯者：蔡黛華 (Dai-Hua Tsai) 博士

總結

本指引旨在解釋此病毒評估工具的假設條件及實際使用的建議。

此工具的目的是估算室內的病毒量及二氧化碳濃度，在完全的混合條件下，如果有一個或多個確診病人在同一個室內時，所呼出的氣膠狀況會造成共處一室的其他人暴露在多少病毒量。

可能的設定因子：

室內：空間體積大小、室外空氣的進氣量、空氣清淨機的流速、室內人數、起始的二氧化碳濃度、空氣速度。

確診者：口罩種類、病毒量高低、說話大小聲、活動量、在房間待的時間

其他人：可能感染的病毒量、口罩種類、活動量、出現在室內空間的次數

計算的結果採圖方式呈現，可以從圖中看出病毒劑量及二氧化碳濃度在前兩小時的分佈曲線。

版權注意事項：本指引為免費讓大眾使用的工具，可分享或修改內容，但必需註明出處。SCOEH的商標只能使用在內容尚未經過其他人修改的版本或是由SCOEH公司同意過後才能使用。

步驟 1：下載工具

「病毒評估工具」的檔案格式是Excel，可以從SCOEH官方網站下載各種語言版本，此指引的內容適用於第二版。

下載請按此 <https://scoeh.ch/en/tools-en/>

原始第一版工具的論文，發表在氣膠與空氣品期刊 ([Aerosol and Air Quality Research](#))，在第二版中增加了新的參數設定、結果與圖。

參考來源註明方式，請參考以下方式：

Riediker, M. and Monn, C. (2020). Simulation of SARS-CoV-2 Aerosol Emissions in the Infected Population and Resulting Airborne Exposures in Different Indoor Scenarios. *Aerosol Air Qual. Res.* <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.08.0531>

步驟 2：輸入參數資料

以下的說明，是「室內工具」中，淺藍色的格子需要輸入的參數說明：

室內相關的資訊

空間體積大小	體積大小由「長 x 寬 x 高」相乘而得，各項的單位為公尺。如果室內有許多大型的家具，則體積需要減少。
空氣換氣率	此數字指的是空氣中有多少「新鮮的空氣量」，為了得個這個數字，可以由空氣的進氣速率除以空間體積大小。舉例來說：每小時300立方公尺的進氣速率，在100立方公尺的室內體積中，其換氣率為每小 3 次。
室外空氣的進氣量	在機械通風的狀況下，該數值的大小是由建築物管理者而得知（管理人員或技術維修人員）。現代化的通風系統，通常設定每個人每小時有30立方公尺的進氣量。 在以門窗等自然通風狀況下，會有以下其中一種狀況 a) 量測室內二氧化碳濃度變化情況來決定空氣的換氣速率 b) 略估室內的空氣進氣量： 0.1 / 小時 = 氣密窗，且門關著 0.3 / 小時 = 一般窗戶，且門關著 1.0 / 小時 = 開窗，但是門關著 3 至 20 / 小時 = 產生空氣流動 (門窗皆開，產生對流的情況) ¹
循環空氣	此處的循環空氣，是指有多少空氣是藉由空氣清淨機而淨化 (CADR: Clean Air Delivery Rate)，這些空氣停留在同一個室內，病毒會被移除，但二氧化碳濃度不會降低。

¹ 對流會跟門窗的相對位置有很大的關係。這個限制是，當門窗都是有達到與室外相連才能產生，例如走廊上的對外窗也是開著的情況下。

室內的人數² 幼童 (指學齡前的小孩，四歲以下)以1/2個大人來計算，較大一點的孩童，則以2/3個大人計算，而青少年則應算成大人。

關於確診者的病毒傳播

時間 確診者待在室內多少分鐘。

確診者的傳播強度 這是一個下拉式的選單，可以用來顯示其傳播能力的強度。當評估室內空間是否「安全」時，則超級傳播者都應該被納入考量。面對變種病毒的確診者，則每兩位確診者就有一位是屬於高病毒的傳播者，而超級傳播者出現的頻率也因此更加頻繁。

佩戴的口罩種類 口罩種類也是下拉式的選單，綠色文字是解釋各種口罩種類，大部分一般大眾在公眾場所佩戴口罩的方式，都屬於「不密合」。

活動的強度 選出確診者的活動方式，藉由輸入確診者是屬於輕度活動或重度活動的時間百分比，本模式可以計算出此人在靜態休息的時間百分比。

說話方式 說說大小聲也影響著確診者呼出的病毒量，藉由輸入確診者大聲說話或小聲說話的時間，本模式可以計算出「安靜沈默」的時間百分比。

關於輸出結果的資訊

口罩種類 這裡的口罩種類與前述確診者佩戴的口罩種類相同，是下拉式的選單，但是其他人的佩戴口罩種類。

病毒數的臨界值 病毒數量應該由核酸檢測而得到，並非所有的病毒都具有可複製性，而且，並非所有的病毒都具有穿透細胞的能力。對一位健康的人來說，被傳染的病毒數量定為300病毒株，而對於風險族群的病人，則建議傳染病毒數量訂為30病毒株。

每天重覆暴露的次數 一天當中會暴露於病毒情境的次數，例如學校教室中，每天有六堂課，每堂課有45分鐘。

步驟 3：解讀估算的結果

病毒 (藍色背景的格子內)

本病毒估算工具可以計算出兩種結果，病毒的數量及病毒的臨界值。用途為何？應該怎麼解讀？

在遠場域 所有由「病毒工具」清單計算的結果，均屬於「遠場域」，意即該接觸者並非近距離的接觸到確診者，而是屬於同處於同一個室內空間的情況。

病毒濃度 這個數字可以告訴使用者，在這個空間中，某個特定的時間點，有多少病毒懸浮在空氣中，也能提供給工業衛生師做為風險評估的參考資訊。

² Note: the number of people in the room has only an indirect influence on the number of viruses. The more people in the room, the higher the probability that one of them is infected.

致病的病毒數	這個劑量可以告訴使用者，在這個情境之下，共處一室的其他人會吸入多少病毒量。這個資訊對於風險族群是否會因此確診，提供了參考資訊。
在此空間的重覆次數	估算藉由累積的暴露次數而造成的致病病毒數量，除了計算出總共的累積致病數量，也可以算出其他情境中的暴露病毒數量。例如：在學校的教室暴露之外，一個人還會有其他的暴露情境，如用餐時，或通勤時。
圖	圖中是顯示出進入該空間的兩小時內吸入的病毒量變化曲線。如果確診者在兩小時內離開此空間，則曲線會逐漸趨緩，因為室內的病毒濃度會因為該人離開而驟降。紅色曲線代表「臨界劑量」，而臨界劑量的定義從上方幾樣資訊設定而得到。

二氧化碳CO₂ (綠色背景的格子內)

此模式也能估算出室內的二氧化碳濃度。二氧化碳一般是用來評估室內空氣的通風情況是否良好。用在評估病毒劑量時，它也能做為一種估算的指標，也就是室內二氧化碳濃度應該保持多低，病毒量才不會過高。

本模式的假設是一種簡化的情境，真實的情境可能複雜許多。而儀器的量測值也會有不確定性，一台好的儀器與真實數據的差異會在百分之15以內。應特別注意的是，模式的假設條件是所有人在室內的活動方式跟確診者的活動行為一致的情況下。

二氧化碳在確診者離開時 當確診者離開室內時的二氧化碳濃度

二氧化碳濃度 這些圖是指一開始六十分鐘內的室內二氧化碳濃度變化，在固定的空氣換氣率之下，二氧化碳的濃度變化，而假設空間裡的人數是固定的。

步驟 4：列印或儲存估算結果

計算完成的結果與圖，會顯示在工作清單上，這可以完整的被列印在一張 A 4 大小的紙上，也可以選擇 P D F 格式輸出。記得，如果有修改「更多選項設定」工作清單內的數字，應一併列印這些設定值。

針對專家的使用設定

在「更多選項設定」工作清單，可以讓更多專家針對自己需要評估的情境及場所修改調整參數設定。

更多其他估算結果

針對近場域的計算	在確診者的近場域附近，其氣膠濃度勢必較高，因此，在模式中一併估算近場域與遠場域的情況。近場域是假設距離確診者頭部的60公分以內。
依活動而算出暴露量	劑量是指包括安靜、輕度與重度等三種活動型態的，可以計算出一般人在這三種狀況下所吸入的暴露量。

其他設定

- 空氣速度的平均值** 此參數的設定值會影響近場域的計算值。此處設定的是室內在有空氣亂流的情況下，這是假設近場域中的空氣完全混合均勻的情況下，此模式不適用於空氣的直接氣流方向（就是直接把風扇對著確診者吹出來的結果）。
- 二氧化碳起始值** 二氧化碳的起始值會影響二氧化碳的最終濃度，一般假設的起始濃度預設值是400 ppm，也就是參考室外的濃度。但是，有時候起始值會比較高高，所以如果一個室內空間在使用完畢之後，沒有先經過通風，不只對二氧化碳濃度有影響，也有可能含有較高的病毒量。這樣的情境不在預設狀況下，所以需由使用者自行估計額外的風險。
- 其他確診者** 工作表單上的這些設定值會影響到室內工具清單上計算出來的病毒量。最多可以計算的人數是四位確診者，而確診者的設定方式，需在「室內工具」完成。
- 近場域所佩戴的口罩** 這個設定會影響近場域的病毒劑量。近場域的劑量，會隨著遠場域的人有沒有戴口罩而影響。但需注意的是，近場域沒有戴口罩的情況下，被飛沫傳染的機率比氣膠傳染的風險高許多。

原始資料、公式及其他參數

在「數據」工作清單顯示的是原始數據、公式及其他基本參數設定。對於一般使用者來說，不建議變更這些設定。如果是職場的專家要編輯文件，則建議將修改的地方加以註記。作者很歡迎任何修改建議或提醒。