

科學去污減廢系列 之空氣污染篇

說起空氣污染，大家可能會想到環保署的空氣質素指標，當中包括懸浮粒子、二氧化硫、二氧化氮等污染物，並作為市民戶外活動參考，但室內的空氣質素又該如何測量？城市大學能源及環境學院助理教授李鈞瀚的團隊，就針對飄浮於室內環境中的「生物氣膠（Bioaerosols）」污染，廣泛採集樣本，並透過基因檢測方法，找出港人生活環境的細菌及微生物種類，並了解它們會否對人類造成影響。研究團隊正計劃藉「無上限」地大量樣本統計，訂下室內空氣質素底線，以後若有異樣，可能引起傳染病或影響健康的懸浮惡菌都可速速現形！

■ 香港文匯報記者 歐陽文倩

測室內空污 捉懸浮惡菌

城大廣採生物氣膠樣本 基因檢驗訂「咁氣」底線

在發達國家中，民眾每日約九成時間都在室內，吸入超過14,000公升空氣。而在香港這個擁有超過7,600棟大廈、人口密集的地方，室內空氣質素更值得關注。長期處於室內，可能會出現一些由細菌、塵蟎、真菌等的「生物氣膠」引起的急性健康影響、不適及過敏症狀。

走遍全港逾百處無限蒐「毒」

李鈞瀚指出，目前大部分有關室內空氣細菌的科學知



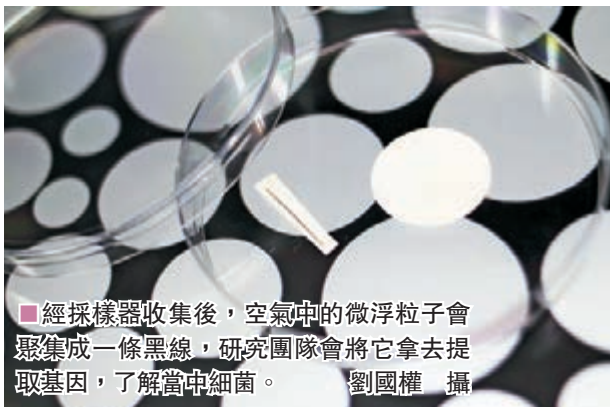
■ 香港的空氣污染指數經常處於甚高狀態，市民受苦。
資料圖片

識均來自細菌培植研究，「但超過99%微生物都是不能在實驗室培養的，令我們對室內空氣細菌的認知有一定缺失」。因此，研究團隊就採用基因檢測方法（見另稿）來辨認空氣中不能培養的細菌；他們期望藉是次研究，將有關基因檢測懸浮微生物創新方法引入香港。

研究團隊目前已帶採樣器四處出動，至今已到港九新界100多個公共場所，包括戲院、商場等地方去採集樣本，希望統計出日常生活中最常出沒的是哪些病菌，並分析空氣裡的細菌和環境條件之間的關係。李鈞瀚指出，其研究並沒有設定樣本上限，「現時的樣本不夠多，我們還在不斷收集，並加以分析中。樣本是越多越好，這樣才有統計學的意義」。

對比數據偏差 即可對症

收集足夠數據後，研究團隊就可了解一般情況下室內空氣質素應是如何，並為它訂下「底線」，以後室內空氣的細菌含量有所偏差，亦可即時透過檢測和對比知道。李鈞瀚解釋說：「例如有些地方，有所謂 Sick building syndrome（大樓病綜合症），即該棟大廈特別多人生病，大家就可去採集樣本，並把它與一般情況下的數據比較，就知道到底是出了甚麼問題。」像最近數月常於校園爆發的手足口病及其他傳染病等，亦可透過



■ 經採樣器收集後，空氣中的微浮粒子會聚集成一條黑線，研究團隊會將它拿去提取基因，了解當中細菌。
劉國權 攝

上述方法了解相關細菌於室內會否過多，是否已屬高危情況。

此外，由於每人的生活方式和環境不同，研究團隊亦可比較健康的人和 unhealthy 的人的生活環境內的細菌有沒有分別，從而建議大家改變生活方式，「我們希望不是靠猜測，而是靠科學數據去證實有關問題」。團隊的博士後研究員梁浩賢補充，空氣中有各式各樣的病菌，如呼吸道菌、大腸杆菌、皮膚相關的細菌等，「室內有好一部分的細菌都從人體身上而來，這其實也不是甚麼壞事，起碼這證明了這些細菌不會對你構成威脅」。

推陳出新

DNA

「認犯」一周有結果

要了解細菌，傳統做法是透過培養基，造出適合細菌生長的环境，讓指定細菌於上面滋長。然而，培養基畢竟是人造，不能與自然環境媲美，故只有少於1%的細菌能被培養出來，要靠它了解細菌，作用相當有限。

此外，傳統做法亦需由科研人員自己靠眼力去認出不同細菌，就像用「畫像」去認出「犯人」，所以有關人員也要接受訓練，並非人人於顯微鏡下亦可認出細菌種類。

至於基因檢測方法，則是以其DNA去認出「犯人」，這樣不但更準確，還可同時就所收集的細菌加以分析，這樣就可了解到更多細菌種類與特質。以往基於技術水平和成本問題，故遲未採取此舉，但李鈞瀚說，現時基因檢測約一星期就可有結果，已被科學界廣泛採用。

■ 香港文匯報記者 歐陽文倩

理大創納米口罩擋超微「剋星」

見微知著

空氣中的懸浮粒子，往往是健康的大敵，對呼吸系統以至身體其他部位都可造成影響。現時包括環保署在內常用的空氣質素指標均採用PM2.5，即以2.5微米為懸浮粒子的量度單位，以向大眾作相應警示；不過，其實以粒數計，少於1微米的超微小懸浮粒子佔總數達八成至九成，累積起來亦具明顯殺傷力。理工大學創新產品與科技講座教授梁煥方，便成功採用納米纖維技術（Nanofiber Technology），將口罩或空調過濾器中的纖維「一變百」分成100條更幼小的纖維，但仍保持高透氣度，將過濾粒子的效能提升至納米級，以隔除這些微不可見的「剋星」。

1微米（ μm ）相當於一百萬分之一米，同時等於1,000納米（nm）；雖然PM2.5為空氣懸浮粒子的常見指標，但實際環境中亦存在極大量比之更小的懸浮粒子，最小可達10納米；過去7年，梁煥方與其團隊便專注於1微米或以下的懸浮粒子研究。

纖維「一變百」透氣度達90%

他解釋說，過往曾有研究統計，空氣中1微米或以下的粒子，佔總粒子數目高達八成至九成，「因為好細，但量多，所以殺傷力好大」，而相比一般懸浮粒子較直接影響呼吸系統，越細微的顆粒越易經呼吸作用流入血管，若人體長期吸入粒子，神經及淋巴系統更會受衝擊。



■ 梁煥方指，測試後發現「納米纖維回罩」的過濾功效相等於同時帶上兩個普通回罩。
曾慶威 攝

研究團隊測試市面售價一兩元的普通口罩，發現當中纖維直徑大小約為2微米至30微米，難以隔除上述「納米級」懸浮粒子。梁煥方遂利用納米纖維技術，將直徑為2微米的纖維，改變為100條直徑約0.2微米（即200納米）的纖維，但保留同樣的物料及長度，藉此增加纖維的10倍面積，讓納米纖維可透過擴散（Diffusion）及截留（Interception）作用，截取更細小粒子。

料公交等空調過濾器適用

梁煥方透露，目前技術已可製造出直徑為60納米至300納米的纖維，並可調整納米纖維的大小，「越細越易capture（抓住粒子）」，但如納米纖維太幼，便難以透氣」。於是他又發明「多層次納米纖維過濾」（Multilayer nanofiber filter）技術，利用透氣粗纖維以層次隔開納米材料，令透氣度高達90%，有關技術



■ 梁煥方（左）與研究生利用儀器測試納米纖維可過濾多少不同大小的粒子。
曾慶威 攝

並已申請美國專利。團隊並以「納米纖維口罩」與市面普通口罩比較，發現前者過濾功效約等於同時戴上兩個普通口罩，更可隔除更多「納米級」懸浮粒子，但透氣度卻高4倍。除口罩外，有關技術更可應用至汽車、地下鐵路、機艙及以室內的空調過濾器，料對改善室內空氣污染有莫大幫助。

■ 香港文匯報記者 鄭伊莎

除臭存寶

除吸入體內影響健康的微粒，臭氣亦是空氣污染的重要問題。科技大學化學工程及生物分子工程學系教授楊經倫及其團隊，成功研發水凝膠（Hydrogel）混合催化劑，能針對陰暗潮濕的坑渠及地下水道環境，有效壓抑污水中引發臭味的細菌，但又不會影響污水處理時的生物分解過程，令臭味大減七成。隨技術進一步成熟，預計未來更可將引起臭味的硫化氫（Hydrogen sulfide）濃度降低99%，屆時「臭坑渠」或將絕跡。

污水渠的環境適合厭氧類（Anaerobic）微生物生長繁殖，它們進行的生物過程會產生大量硫化氫及氨氣（Ammonia），這些正是臭味源頭。針對有關情況，楊經倫兩年前帶領4名至5名研究生開始研究壓抑污水中厭氧菌含量。他表示，要去除臭味便需要殺死水中微生

物，由於他曾研製智能殺菌塗層，可快捷及有效殺滅多種有害微生物，借用塗層製造方式，團隊研發出水凝膠，在首次實驗時把水凝膠放到坑渠水中，卻殺滅了水中所有微生物，「污水處理也需要利用部分微生物分解污水中的污染物，故此方法不行」。

研將硫化氫濃度降99%

於是團隊調節水凝膠的成分，希望能針對性殺滅會製造硫化氫及氨氣的厭氧細菌；此外，團隊也同步研製能直接清除硫化氫及氨氣的催化劑（Catalyst），如將前者轉化為固體硫，後者分解為氮與水。他們利用校內被投訴臭味難耐的坑渠進行實驗，每星期到抽取污水檢驗，並加入水凝膠到坑渠，再以儀器散播催化劑，監察水中細菌及氣體濃度的變化。

楊經倫又表示，只需20克水凝膠便可壓抑每日流量約游泳池的污水渠中的厭氧細菌，而一般粒狀的催化劑於水中易因吸收水分而失效，因此研究後來亦把水凝膠與催化劑混合，製成粒狀催化劑，藉以同時發揮殺菌及處理兩種氣體之效。

有份參與研究的碩士生張磯寶表示，該坑渠的硫化氫含量，最高曾錄得2,000ppb（parts per billion，即十億分之一），比一般坑渠的500ppb至1,000ppb更高，實際感受則是「比臭豆腐臭很多很多，臭得難以形容」。他表示，現時實驗已能做到減低七成硫化氫氣體及氨氣，研究的目標為把硫化氫的濃度降低99%至20ppb，「由於空氣會把臭味淡化，因此當空氣把硫化氫氣體濃度20ppb進一步淡化至幾乎沒有臭味的0.5ppb，便是理想值」。

■ 香港文匯報記者 鄭伊莎



■ 楊經倫及其團隊研發水凝膠混合催化劑，能壓抑坑渠中的細菌，達到除臭目的。
黃偉邦 攝