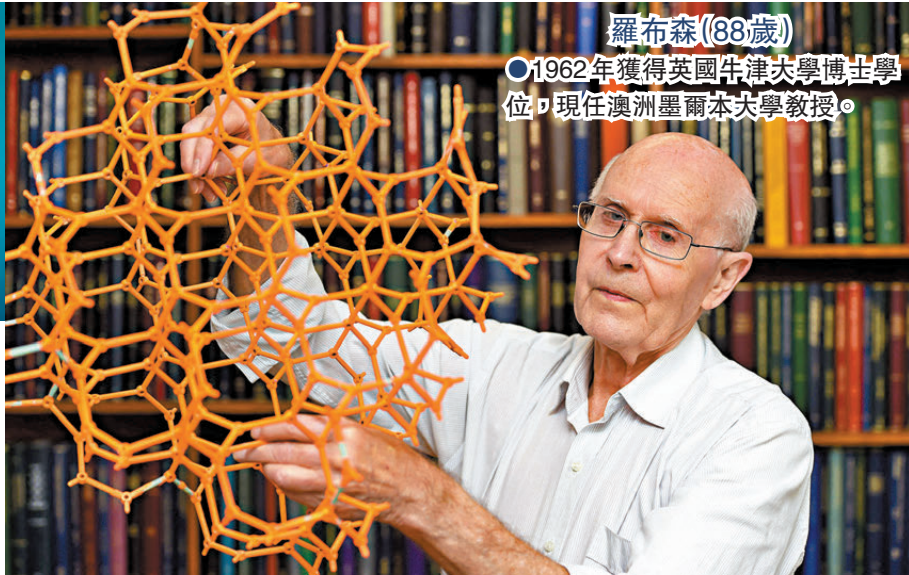




研發金屬有機骨架材料 成就沙漠取水捕獲二氧化碳

三科學家奪化學獎 創造分子世界「房間」

香港文匯報訊 想像一下分子世界與人類世界一樣，擁有結構穩定、進出自由的房間，它們便是由科學家精心設計的分子建築：金屬有機骨架（Metal Organic Frameworks，MOF）。瑞典皇家科學院周三（10月8日）宣布，今屆諾貝爾化學獎授予澳洲科學家羅布森、日本科學家北川進，以及美籍約旦裔科學家亞吉，表彰他們在MOF材料研發方面的開創性貢獻。如今從沙漠取水到捕獲二氧化碳，MOF已經為化學領域帶來連串奇跡。

科學發現常始於「跳出框架」的思考。1974年，羅布森在墨爾本大學為化學課製作分子模型時突發奇想：如果能像拼積木一樣，讓原子或分子依照其化學特性自行連接，或許能構建出一種全新的分子建築。在這些建築內，原子和分子或能自由互換進出，令材料發揮催化劑功效。

MOF-5加熱至300度不變形

1989年，羅布森親身驗證自己的猜想。他將帶正電的銅離子，與一種四臂分子相結合，每個分子的末端都含有能與銅離子結合的化學基團。出乎意料的是，二者結合呈現出一種結構有序、空間寬敞的晶體，如同一粒充滿空腔的鑽石。羅布森受此啟發，又合成多種含空腔的分子網絡，他首次提出這些分子網絡極具潛力，可能賦予材料前所未有的性質。

早期的分子網絡結構並不穩定，容易坍塌分解。來到1992年，日本近畿大學學者北川進在羅布森研究的基礎上，構建一種用金屬離子為支點的二維分子材料。1997年，北川率領研究團隊更進一步，搭建出穩定的三維MOF結構。他的研究發現，MOF可以用多種金屬和有機分子構建，功能也可以依需求定製，不論吸附還是釋放甲烷、氧氣還是氮氣等氣體，都不會輕易變形。

1999年，亞吉與研究團隊首次展示

了經典的MOF材料「MOF-5」。這是一種如同分子世界「高樓大廈」一般空間巨大的框架結構，單是幾克的MOF-5內部結構展開後，面積就相當於一個標準足球場。MOF-5也展現出驚人的穩定性，被加熱到攝氏300度的高溫都不會變形，意味它能在更多極端環境下，較傳統材料吸附更多氣體。

分解土壤中微量藥物殘留

其後多年間，亞吉與團隊推出多種MOF變體材料，它們的用途五花八門，可以儲存甲烷、捕獲二氧化碳，還在沙漠中隔空取水：特製材料能在夜晚吸附空氣中的水汽，白天經太陽加熱後，再釋放出液態水，讓旱地取水不再是不可能之舉。

得益於3名學者的研究，如今化學家們已經合成了數以萬計不同的MOF結構。這些神奇的材料在環境與能源領域應用前景廣泛，不論是分解土壤中的微量藥物殘留、從空氣中捕獲二氧化碳減緩溫室效應，還是在水中分離對人體有害的永久性化學品（PFAS），都離不開MOF的應用。

諾貝爾化學委員會主席林克形容，3名學者的研究為化學創造了新的房間：「MOF的潛力巨大，為定製化的新型功能材料帶來前所未有的可能。」3名學者將平分1,100萬瑞典克朗（約912萬港元）獎金。

美得主來自巴勒斯坦難民家庭 「科學是促成平等最偉大力量」

香港文匯報訊 今屆諾貝爾化學獎得主之一亞吉出生於約旦一個巴勒斯坦難民家庭，當地80%國土都是沙漠，缺水問題嚴重。亞吉多年來嘗試透過金屬有機骨架(MOF)技術，從沙漠空氣中有效收集水資源，解決乾旱問題。回憶科研與人生道路，亞吉強調在他看來，科學是促成人人平等最偉大的力量。

亞吉受訪時回憶，他在一個有10多人的家庭長大，「我們擠在一間狹窄的房間內，要和牛隻同住。我們家沒有電力、沒有水源，我的父親只讀完了小學，母親目不識丁。」亞吉稱自己約10歲時，在學校圖書館的一本書中，第一次發現了分子結構，「我被那些難以理

解的圖像所吸引，它們令人着迷。」

亞吉15歲時前往美國，一路求學踏上科研道路。亞吉稱，對科學的熱愛讓他堅持至今，「這是一段漫長的旅程，科學是世界上促成平等的最偉大力量。我們應該致力為人才提供機會，釋放他們在各種領域的潛能。」如今亞吉的研究團隊在MOF領域貢獻傑出。近年來，亞吉團隊設計了特殊的MOF，在美國加州和亞利桑那州的沙漠試驗中，這些MOF能吸附冷卻空氣中的水分，即使在乾燥的沙漠也能有效工作。亞吉希望在不遠的未來，在約旦家鄉等乾旱地區，更多家庭也能使用這些材料獲取充足水源。

應用環保納米醫療 助力氫燃料電池汽車產業

香港文匯報訊 金屬有機骨架(MOF)近年擴展至愈來愈多的應用領域。化學專家指出，除沙漠取水、吸收二氧化碳以外，MOF近年也被應用於納米醫療，可以放置藥物投入人體內再釋放。在新能源領域，MOF也可用於儲存氫氣等清潔燃料，為氫燃料電池汽車等產業帶來更多可能性。

MOF具有結構清晰、易於化學功能化等優點，被認為是一種潛在的納米藥物載體。當MOF粒子縮小到納米級時，這些納米MOF可用於醫療成像、化療或光熱治療藥物載體。過去幾年間，納米MOF在早期癌症診斷技術中不斷發展，被用作包括磁力共振(MRI)、光學成像等多種成像模式的潛在造影劑。

吸附PFAS助水質淨化

在環保業界，傳統二氧化碳吸附方法需使用水溶劑為吸收劑的「化學吸收法」，結合捕捉二氧化碳。當吸收劑作用至飽和後，再經由加熱釋放二氧化碳。化學吸收法需要加熱，相當耗費能量，過程中還會排放額外的二氧化碳。相較而言，MOF具有微小孔洞，其內部表面對二氧化碳有親和性。由於MOF內部表面積很大，只需有限的材料，即可吸附大量二氧化碳，還能省去加熱再生的耗能步驟。

MOF材料還可用於結合氫氣分子，

解決這種氣體清潔燃料難以安全儲存和運輸的問題。科學家們已經設計出一款名為NU-1501的MOF，它能在常壓下安全高效地儲存釋放大量氫氣，為氫燃料電池汽車的普及掃清障礙。

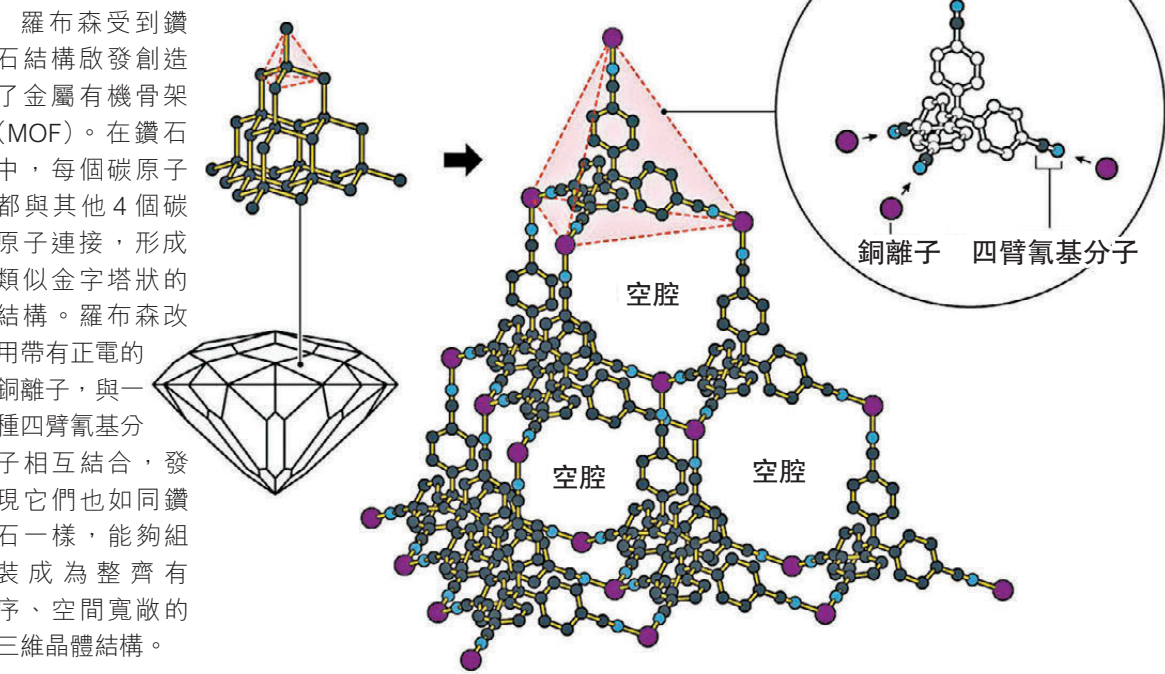
還有一款名為UiO-67的MOF材料，可以精準從水中吸附化學污染物PFAS，是水質淨化和環境修復的有力工具。

科學家指出，相較傳統的多孔洞材料（如以二氧化矽和氧化鋁為主的沸石），MOF需使用有機成分，業界最初認為其成本或會偏高。但近年依靠各種新型材料，MOF的成本並不高，規模化生產完全可行。考慮到MOF有機會創造高於其製造成本的應用價值，科學家普遍相信它具有良好的商業化前景。

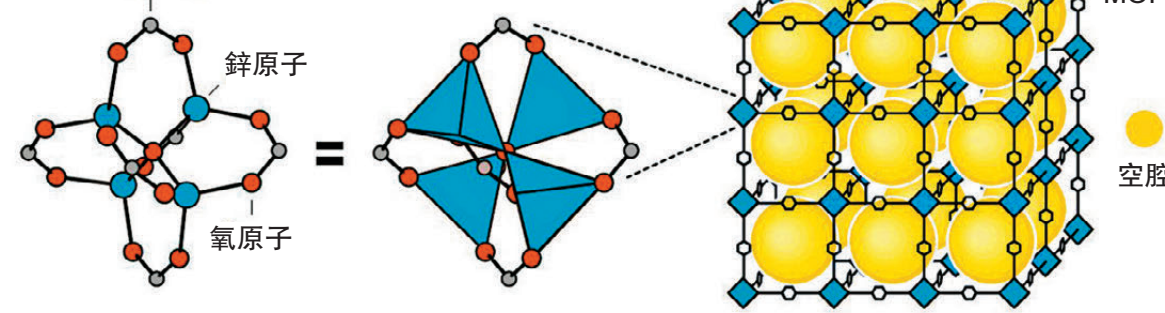


●MOF擴展至愈來愈多的應用領域。圖為MOF實驗室。網上圖片

金屬有機骨架(MOF)構造原理



MOF-5內部構造原理



1999年，亞吉與研究團隊製造一種穩定的MOF材料，命名為MOF-5。這種材料內部空間呈現立方體結構，只需幾克這類材料，其內部結構展開面積就與一個標準足球場相若。

特朗普威脅聯邦公務員「不值得獲發拖欠薪酬」

香港文匯報訊 美國聯邦政府停擺持續一周，白宮管理及預算辦公室(OBS)周二(10月7日)發布新備忘錄，宣稱行政部門沒有義務、向休無薪假的聯邦公務員補發薪酬。總統特朗普當日也稱，他認為部分聯邦公務員不值得獲發拖欠的薪酬。分析相信此舉是白宮向民主黨人施壓，要求其支持共和黨的臨時開支方案。

特朗普與加拿大總理卡尼會晤時受訪稱，所有聯邦公務員的薪酬並非自動補發，「大致上，我們會照顧這些員工。但有些人真不應獲如此關照，我們會用不同的方式處理他們。」特朗普還暗示這些不獲補發薪酬、甚至可能被解僱的員工，應歸咎於民

主黨不配合推動政府結束停擺，「我可以告訴各位，民主黨讓很多人陷入極大的風險和困境。」

普通員工淪政治籌碼

美國聯邦政府上一次臨時停擺，正是特朗普首個任期內的2019年，當時他簽署《聯邦政府員工公平待遇法》(GEFTA)，明文規定政府停擺期間積欠的薪酬，事後一律補發。不過OBS最新備忘錄主張，GEFTA修訂後，員工薪酬需經國會審核，意味共和黨或拒絕補發部分拖欠薪酬。

特朗普早前多次揚言，若聯邦政府停擺，白宮會展開大規模聯邦政府裁員計劃，按照慣例臨時停薪

休假的員工恐被全數解僱，涉及約75萬人。多名共和黨人反對特朗普今次主張，參議員肯尼迪直言，「我們一向補發軍人和聯邦公務員的薪酬，今次情況不會有變。」

另一名共和黨籍參議員提利斯也稱，「停發薪酬對目前被民主黨人牽連、被當作政治籌碼的普通員工而言，會是可怕的消息。」

眾議院少數黨領袖傑弗里斯表示，依法休無薪假的聯邦公務員理應獲得補發薪酬。民主黨籍參議員穆雷也批評，特朗普的主張公然違法，「特朗普不能因為擔心政府臨時停擺會傷害共和黨的政治利益，就擅自改變規則，試圖犧牲普通的員工。」



●特朗普(右)與加拿大總理卡尼在白宮會晤，期間談及美聯邦公務員的薪酬非自動補發。美聯社