

清華大學化解「世紀之毒」戴奧辛汙染難題



國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2023 首頁故事

清華大學化解「世紀之毒」戴奧辛汙染難題

「世紀之毒」戴奧辛、多氯聯苯、DDT 殺蟲劑因毒性高、難分解，對動植物及人體健康造成長期巨大危害。本校化學系黃國柱特聘教授模擬大氣層的臭氧及紫外光分解反應，成功將世紀之毒在室溫下降解為無害的草酸，為處理世界各地發生的持久性有機汙染物難題帶來解方。

這項重要研究成果 12 月登上了英國皇家化學學會《綠色化學》期刊 (Green Chemistry)，並獲選為封底文章。黃國柱特聘教授研究團隊包括印度籍博士生羅巨 (Ayyakkannu Ragupathi) 及博士後研究員魏珀 (Vaibhav Pramod Charpe)。

黃國柱特聘教授指出，大部分的有機物燃燒後都會碳化降解成水及二氧化碳，但工業高溫製程中產生的戴奧辛，即使在焚化爐攝氏 1 千度的高溫下，仍然穩定存在不裂解，且耐酸鹼、抗腐蝕。最可怕的是，戴奧辛還會經由食物鏈進入人體，積存在脂肪中，無法分解或排出體外，會造成基因突變、胎兒缺陷、孕婦流產、引發癌症和神經系統疾病等。

包括戴奧辛在內的含氯、苯的有機汙染物還有多氯聯苯、DDT 長效殺蟲劑、曾使用在越戰的落葉劑 (橙劑) 等，因其在環境中的持久性及高毒性，被聯合國正式列為「持久性有機汙染物」(POPs)。

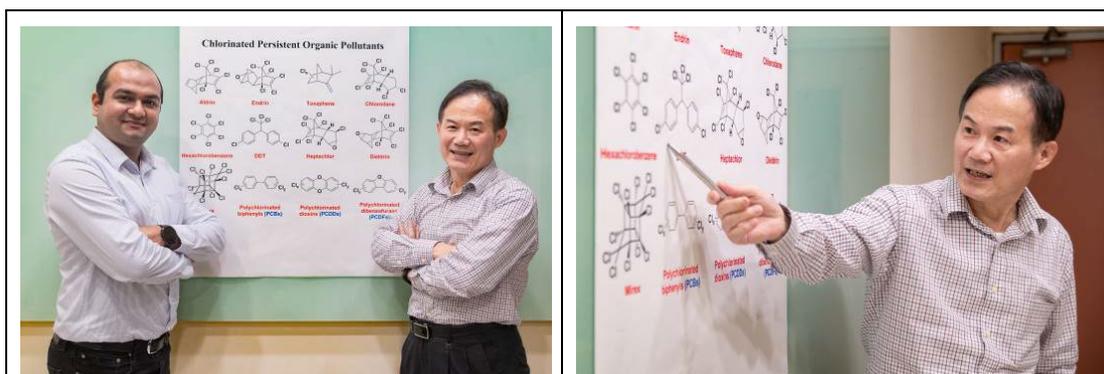
黃國柱特聘教授研究團隊模仿大氣層中的光化學反應，利用臭氧在紫外光照射下與水分子反應，產生強力氧化劑——氫氧自由基，在臭氧與氫氧自由基的協同作用下，於室溫下將戴奧辛等 9 種持久性有機汙染物降解為無害的草酸。由於這樣的降解在常溫及常壓下即可進行，成為高效、易操作、經濟且環保的汙染解決方案。

研究結果顯示，以水銀燈照射 16 小時進行光化學反應後，即可將毒性最高、最難分解的「2, 3, 7, 8-四氯聯苯戴奧辛」的濃度降低 47%。另一種持久性有機汙染物六氯苯經過 20 小時的照射後，更高達 98% 都分解為無害的草酸，成效十分顯著。

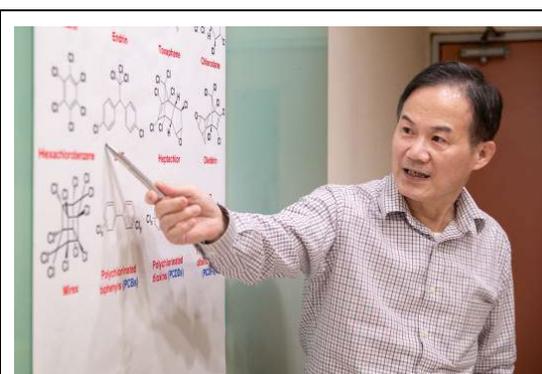
黃國柱特聘教授解釋，如何處理持久性有機汙染物是有機化學領域懸而未解的難題，而大氣科學界已了解，當氣態汙染物通過大氣層時，會與氫氧自由基產生氧化反應而被降解，因此氫氧自由基又被稱為「大氣清潔劑」。「只是沒人想到將兩種研究領域的『矛』與『盾』對撞會產生什麼結果。」黃國柱特聘教授說，這次將大氣科學的解方應用於有機化學界的難題，是跨領域研究的成果。

黃國柱特聘教授指出，持久性有機污染物的危害極深，1979年台灣曾發生多氯聯苯中毒事件，2千多人誤食被多氯聯苯污染的米糠油中毒，導致16人死亡。

此外，美軍在越戰時期，為使藏匿在叢林中的北越軍隊現踪，噴灑了超過8千萬公升的「橙劑」，這種毒性極強的除草劑，除造成15萬越南新生兒畸型異常，還持續存在環境中及受害者後代體內。因此，黃國柱特聘教授十分期待這項突破性的研究成果能實際投入應用，解決環境汙染問題。



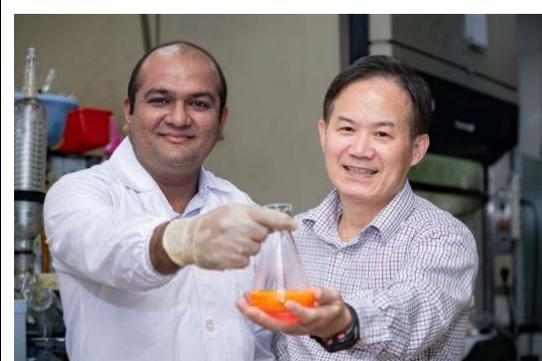
本校黃國柱特聘教授(右)及博士後研究員魏珀組成的研究團隊成功分解戴奧辛等持久性有機污染物。



本校黃國柱特聘教授說明持久性有機污染物的化學結構難以分解。



本校黃國柱特聘教授(右)與博士後研究員魏珀以光化學反應處理持久性有機污染物。



本校黃國柱特聘教授(右)及博士後研究員魏珀組成的研究團隊成功分解戴奧辛等持久性有機污染物。



臭氧在紫外光照射下與水分子反應，產生氫氧自由基，可分解瓶中的持久性有機污染物。



本校團隊以紫外光照射並分解持久性有機污染物。



本校博士後研究員魏珀檢視經染色的持久性有機污染物。

