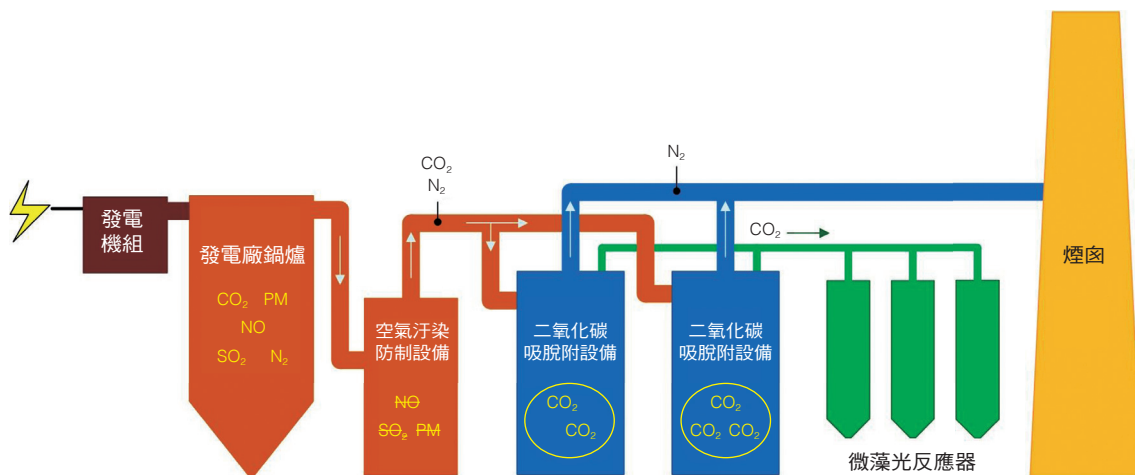


二氧化碳 變綠金

■ 范賢娟

科技不斷進步，帶給我們舒適、便利、健康的生活，可是支撐進步的動力背後要燃燒與利用化石燃料，排放大量的二氧化碳。這在大自然中屬於碳循環的一部分，原本科學家以為應該沒什麼大害。然而因為它屬於溫室氣體，再加上其他被大量製造出的溫室氣體，有人認為這些是形成近年全球暖化的主要原因，是全世界乾旱、暴雨、熱浪、酷寒不斷惡性交替出現的元兇。目前極端天氣一年甚過一年，人類為此付出極高的代價，不得不開始注意這方面的問題。

在各類溫室效應氣體中，二氧化碳的含量增加最多。自工業革命以來，大氣中的二氧化碳從 280ppm 提高到 2013 年的 400ppm，比率高達 42.86%。根據冰層所取得的資料，過去 65 萬年間，大氣中的二氧化碳含量都在 180 ~ 300ppm 之間，現在短短 300 年的工業發展，就讓其含量超過自然界過去數十萬年的上限，且還在快速增加中。科學家經由電腦模擬，建議要把大氣中的二氧化碳濃度降低到 350ppm 才可維持天氣的穩定，現在已經超過這個警戒值了。



發電廠鍋爐煙道氣二氧化碳捕獲與藻類再利用行光合作用的流程圖



藉由植物的光合作用，能把二氧化碳轉化成綠色經濟。（圖片來源：種子發）

雖然還有人認為溫室效應氣體與這些氣候變化的關係尚待更嚴謹的驗證，但由於這攸關人類生存的現實，因此許多科學家都呼籲要及早正視，想出解決之道。「二氧化碳的捕獲、再利用與封存」（CCUS）在 2005 年被聯合國政府間氣候變化專門委員會評估為可減緩地球溫室效應的技術之一，約占總減碳排放的 19 %。

CCUS 技術是指把原本排放到大氣中的二氧化碳，以化學、物理或生物的方法從煙道氣中分離，再以高壓或低溫的條件儲存在海底或地底，或把它轉換為工業上有用的物質，或再利用為農業行光合作用的碳源，轉換成農作物或生質能。

中興大學環境工程學系盧重興特聘教授早期針對各種空氣與水中汙染物質做了許多研究，最近 10 年針對二氧化碳的捕獲與濃縮技術投入了相當多的時間與人力。他主要是使用對二氧化碳有高度選擇性的低溫吸附材料，把二氧化碳從燃煤鍋爐排出的尾氣中捕獲下來，只剩選擇性低的氮氣排出至大氣中。當材料吸附飽和後施以材料約溫度攝氏一百多度即能脫附出濃縮二氧化碳，再提供給水中的藻類行光合作用產生氧氣與藻體。吸附材料經脫附操作後，又可再生重複捕獲二氧化碳，達到減碳兼具零廢棄物的環保目標。

這技術的特點是能源消耗低，能耗所產生的碳排放約只占總碳捕獲量的 17 %，且使二氧化碳完全再利用於藻類養殖，達到真正的減碳目標，有別於國外把二氧化碳高壓打入深海或地底儲存的做法。

未來，捕獲後所提存的二氧化碳還能夠利用在其他需要二氧化碳為原料的工業或農業中。例如，國內有產業以二氧化碳做為醋酸 / 醋酸酐原料，1 年使用 14 萬公噸以上；國外也有以二氧化碳做為碳肥種植經濟作物，或做為藻類的碳源，生產出來的藻體用途很廣泛，可做為生質能源、魚貝類養殖或生物科技產品等。不只能夠減碳，且能再利用碳轉換成其他經濟產物成為「綠金」。

台灣減碳的目標在 2020 年須回到 2005 年的排放量，以及在 2025 年須回到 2000 年的排放量，約需分別減少 325 萬公噸與 2,750 萬公噸的二氧化碳排放量。如能利用碳捕獲操作運轉所帶動的產值，加上碳再利用所產生的產業，可為我國帶來新興的綠色碳經濟。

范賢娟

本刊特約文字編輯
