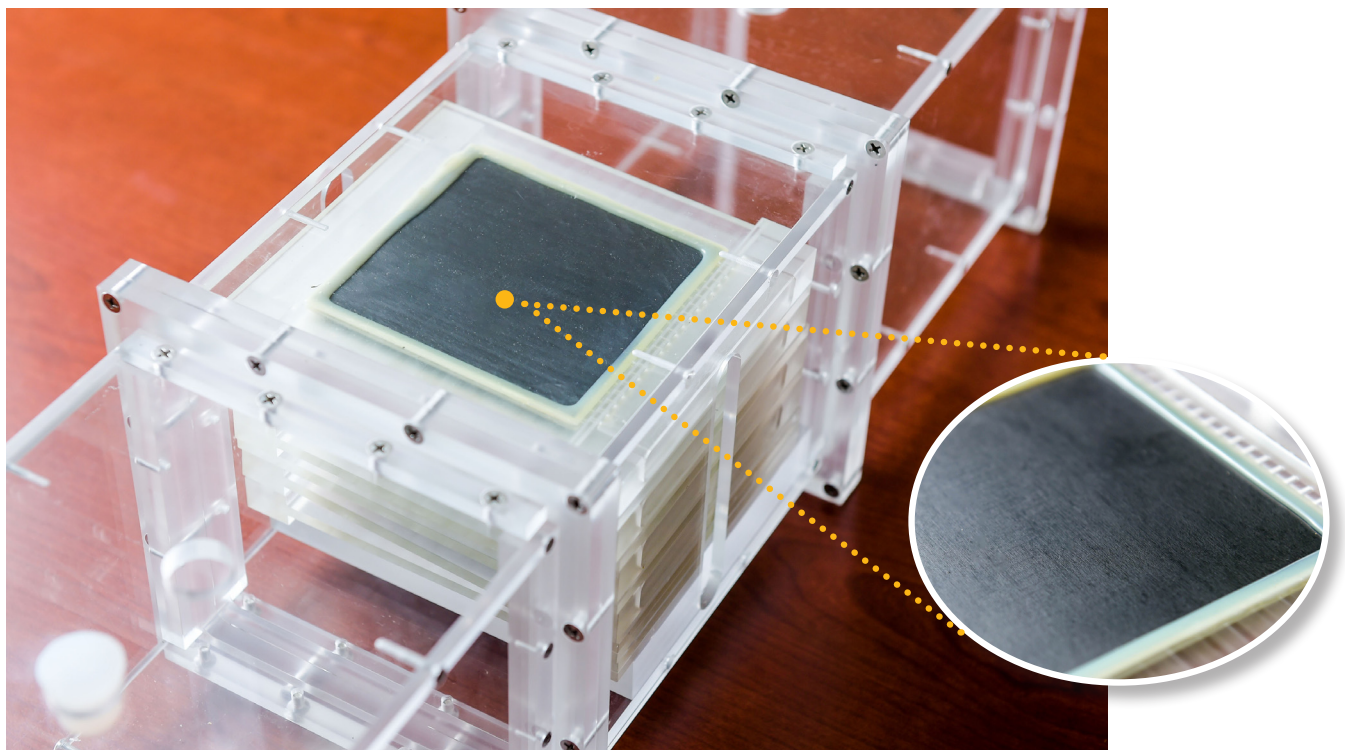


全球水資源危機新解方

# 等溫高效率水氣分離技術

想像空中有一個看不見的水龍頭，扭開就能提供乾淨飲用水？不同於市面上的造水設備以冷凝原理凝結水氣再經過層層過濾及消毒，工研院研發的「等溫高效率水氣分離技術」，只靠一層特製薄膜就能輕鬆分離出潔淨水與乾空氣，這有如空中取水的「膜」法，榮獲2021年「全球百大科技研發獎」殊榮。



工研院研發「等溫高效率水氣分離技術」，只靠一張布滿「氧化石墨烯」的特製薄膜，就能輕鬆分離出潔淨水與乾燥空氣，入圍今年全球百大科技研發獎。

撰文／賴宛靖

**全**球總計超過10億人缺乏獲得乾淨水源的途徑，27億人1年中至少有1個月面臨缺水。尤其在第三世界，水源骯髒無法使用，濾材的更換週期與人力維護成本大幅提高幾10倍以上，因此使用現行的淨水設備是緩不濟急，甚至可說是不具效益。

## 善用親水性與疏水性 讓水氣瞬間分手

該技術首先透過風扇將空氣抽入設備中，當空氣碰到特殊薄膜時，親水性的薄膜表面會抓住空氣中的水分子並將其導入薄膜內層。薄膜內層充滿著疏水性的通道，可讓這些被導入的水分子，乖乖順著這些「通道」被分離出來。實測下

來，水氣分離效果高達99.99%，超越同樣研究薄膜分離水氣的美國及新加坡廠商。

分析市場上造水產品的原理多半仰賴製冷工序，使空氣水分凝結、滴落，但灰塵、細菌等較大的髒汙也會隨著水分子一起冷凝，影響水質無法再利用。而這項等溫高效率水氣分離技術，只在瞬間就能克服這項缺陷。

主因在於該薄膜內的層間隙僅1奈米（nm），排列整齊的疏水性通道僅能容納單層水分子快速通過，連空氣中的氮氣、氧氣分子都能被阻隔在外，那些更大的細菌、灰塵就更不用說了，分離後的高濃度水氣只需略為壓縮即可成液態純水，經SGS多項驗證，是完全能直接生飲的等級。此外，不同於傳統濾材容易藏汙納垢、需勤加更換的缺點，這張特製薄膜可長期使用，無需更換。

讓水氣瞬間分離的關鍵材質正是「氧化石墨烯」。工研院綠能與環境研究所環境材料研究室經理賴宇倫表示，要讓液態漿料內雜亂排列的氧化石墨烯層片變成固態薄膜的過程極其困難，稍微不慎，都有可能讓整張薄膜起皺而不能使用。除此之外，在一般環境中，「氧化石墨烯」會膨潤變形，導致堆疊出來的間隙大小不一，影響水分子通過速率。歷經無數次的實驗，「我們發現，將氧化石墨烯的疏水層隙整齊排列成如同瓦楞紙結構般的固定大小，就能有效提升水分子通過的速率。」

工研院綠能所空污防制與安全技術組技術副組長顏紹儀生動形容，好比夜市的彈珠台，彈珠表面平滑，可以快速順著路徑移動到指定位置；「同理，我們只要讓氧化石墨烯『依所需』排列整齊，水分子就能快速通過，達成水氣分離的目的。」

### 獨家橋接劑配方 讓氧化石墨烯乖乖站好

如何讓氧化石墨烯排列成團隊心目中的理想結構呢？橋接劑的配合至關重要。賴宇倫表示，團隊花了1年多，試過無數橋接劑配方，不斷調整溫度、濃度、碳氧比、酸鹼度，在近百種組合

中才找出理想的橋接劑分子，可協助氧化石墨烯排列出在電子顯微鏡下觀察，間距均為1奈米的整齊層隙，並延展成每個角落層間隙都整齊完美的薄膜。

研發團隊耗盡心力，「連做夢都會夢到用各種方法做薄膜，」賴宇倫笑著說，如今研發成功的薄膜，在常溫環境的條件下即可製成：只需用水當溶劑，讓橋接劑與氧化石墨烯攪拌震盪，塗在支撐材表面即可完成，也解決使用過多化學品導致的環汙隱憂及能耗問題。

臺灣屬於海島型氣候，山高水急的降雨與地勢特性，難以留住寶貴的水資源，今年國內的缺水危機，在在反映出水資源的珍稀性。未來，若家家戶戶都能將這項技術裝設在都市建築物屋頂，只要空氣掃過薄膜，就能產生潔淨水供給民生使用；乾燥空氣則轉送入建築物的外氣管道，減少壓縮機作功，節能同時還可延長機器使用壽命；從空氣中就能取水的特性，也能有效緩解乾旱地區的水情。目前此項利用薄膜自空氣中分離水氣的技術已受到國內廠商青睞，且技轉成功，初期將應用於精密分析的水氣分離裝置，長期則發展高效造水設備，團隊期待未來能擴大應用範圍，為解決全球水資源危機，貢獻一己之力。■

### 氧化石墨烯薄膜分離水氣示意圖

