



工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

經濟部能源科技研究發展計畫

一一三年度第二季知識物件

吸濕材料可以改變空調

**These moisture-sucking materials could transform air  
conditioning**

中華民國113年6月



## 目錄

|              |   |
|--------------|---|
| 一、前言 .....   | 3 |
| 二、進展 .....   | 4 |
| 三、空氣線圖 ..... | 7 |
| 四、結論 .....   | 8 |
| 參考文獻 .....   | 9 |



## 圖目錄

|                           |   |
|---------------------------|---|
| 圖 1、北半球夏天平均氣溫.....        | 3 |
| 圖 2、Transaera 產品.....     | 5 |
| 圖 3、Blue Frontier 產品..... | 6 |
| 圖 4、Zephyr 產品 .....       | 7 |
| 圖 5、空氣線圖 .....            | 8 |

## 一、前言

2023年六月、七月和八月的氣溫比兩千年前最冷的夏季高了近4°C。如

圖 1。

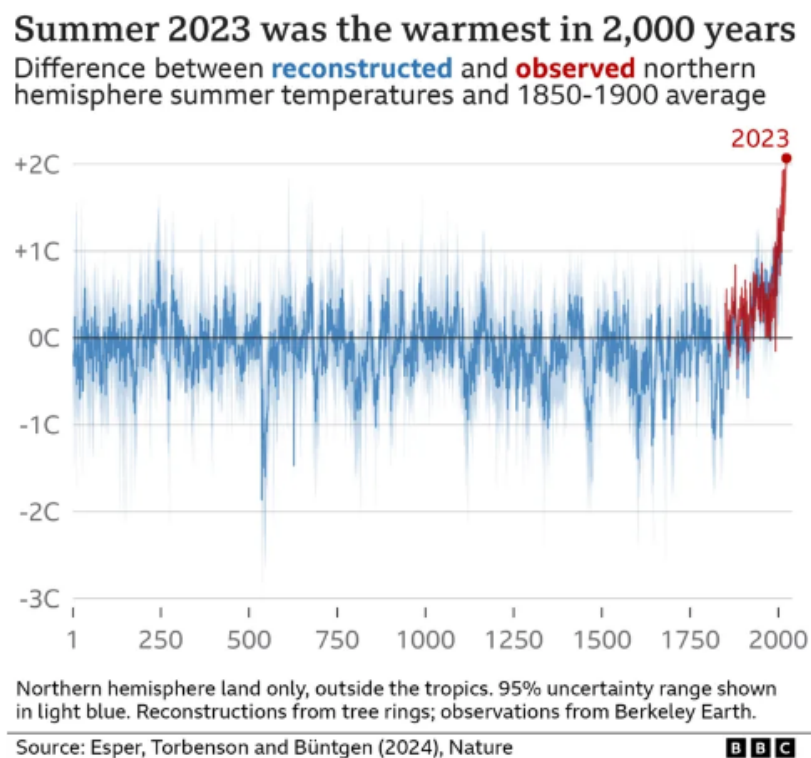


圖 1、北半球夏天平均氣溫

隨著極端高溫持續打破全球紀錄，空調用電需求預計在未來幾十年內將增加兩倍。

## 二、進展

隨著建造更有效率的空調的競賽變得越來越緊迫，有一些公司專注於改進現有設計。典型的空調是透過壓縮機運送冷媒，並透過熱交換器來冷卻室內空間，從內部空氣中吸收熱量並將其釋放到室外。傳統空調系統同時處理濕度和熱量，這是另一個缺點。單獨解決除濕和冷卻問題的系統可以用更少的能源保持建築舒適的溫度，並在不同的環境中提供更大的靈活性。

最近另有使用乾燥劑材料的全新系統。即使在極端炎熱和潮濕的情況下，這些系統也可以更有效地冷卻，從而減少電網的壓力。其他類型的乾燥劑可以添加到現有的空調設計中，吸收空氣中的水分並減少保持房間舒適所需的能量。

Transaera 是 2018 年成立於 MIT 的衍生公司，產品如圖 2，正在開發一種混合系統，該系統使用稱為金屬有機框架的材料。Transaera 執行長 Sorin Grama 表示，將這些材料添加到基於蒸汽壓縮的空調中，可以使該公司的系統比傳統的系統減少 35% 的能源消耗。

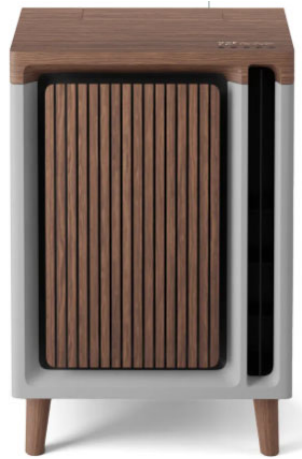


圖 2、Transaera 產品

總部位於佛羅里達州的新創公司 Blue Frontier 正在使用液體乾燥劑來建造冷卻系統以完全取代傳統空調。該公司聯合創始人兼首席技術官馬特·蒂爾曼(Matt Tilghman)表示其關鍵成分與鞋類包裝中的二氧化矽珠不同，是常見的鹽溶液，可以吸收空氣中的水分。

Blue Frontier 的冷卻系統的工作原理如下：首先，一股氣流穿過一個通道並經過一層薄薄的乾燥劑，乾燥劑將空氣中的水分吸走。接著，乾燥的空氣經過蒸發冷卻步驟，降低空氣溫度（基本上與汗水冷卻皮膚的方式相同）。在蒸發冷卻步驟中，空氣被分成兩股流。流過一層薄薄的水，會吸收能量並降低空氣溫度。較冷、潮濕的空氣用於冷卻金屬表面，金屬表面從另一股乾燥的空氣中吸走熱量。潮濕的空氣被輸送到室外，而涼爽、乾燥的空氣則被吹進建築物內。產品如圖 3。

透過將蒸發冷卻與乾燥劑結合起來，Blue Frontier 的系統幾乎可以在任氣候下工作。可以調整其操作以應對天氣或恆溫器設定點的變化，改變冷卻和除濕之間的平衡，這有助於進一步提高效率。蒂爾曼說，與傳

統空調系統相比，該公司的方法應該能夠將每年的用電量減少 50% 到 80%，具體取決於環境。Blue Frontier 使用熱泵來再生乾燥劑。蒂爾曼說熱泵增加了能源需求，但雖然冷卻系統可以在炎熱的夏季連續運行，但再生系統可以在晚上或夜間運行，此時電網壓力較小且電價較低。再生意味著 Blue Frontier 的系統可以幫助將尖峰電力需求減少 80% 至 90%。



圖 3、Blue Frontier 產品

Zephyr 新創公司正在尋求完全擺脫對熱量的需求。總部位於波士頓的 Zephyr 希望使用薄膜過濾液體乾燥劑中的水，使其再生，類似於海水淡化設施中從水中提取鹽的過程。Zephyr 聯合創始人兼首席技術長 Jacob Miller 表示，其乾燥劑冷卻裝置比當今市場上最好的蒸汽壓縮空調節省約 45% 的電力。產品如圖 4。



圖 4、Zephyr 產品

### 三、空氣線圖

空氣線圖的性質的有以下幾個特性，分別為：

1. 乾球 DB
2. 濕球 WB
3. 相對溼度 RH
4. 濕度比例 W
5. 比容 V
6. 焓值 H
7. 露點 DP
8. 空氣密度 d

## 9. 蒸氣壓 $v_p$

## 10. 對濕度 $AW$

利用空氣線圖軟體，知道空氣任兩個參數，就可以得出其他的參數。空氣之濕度愈高，其內含之水蒸氣量也愈多，濕度比為空氣中之水蒸氣含量，間接加熱之後，空氣之濕度比不變，但由於較熱的空氣中較能存放水蒸氣，所以在間接加熱之後，相對濕度值下降。除濕之結果，空氣之乾球溫度不變，濕度比與絕對濕度下降，相對濕度亦隨之下降。如圖 5 內有向左的箭頭，皆是可以變涼的方法。這篇使用的即是除濕的方式。

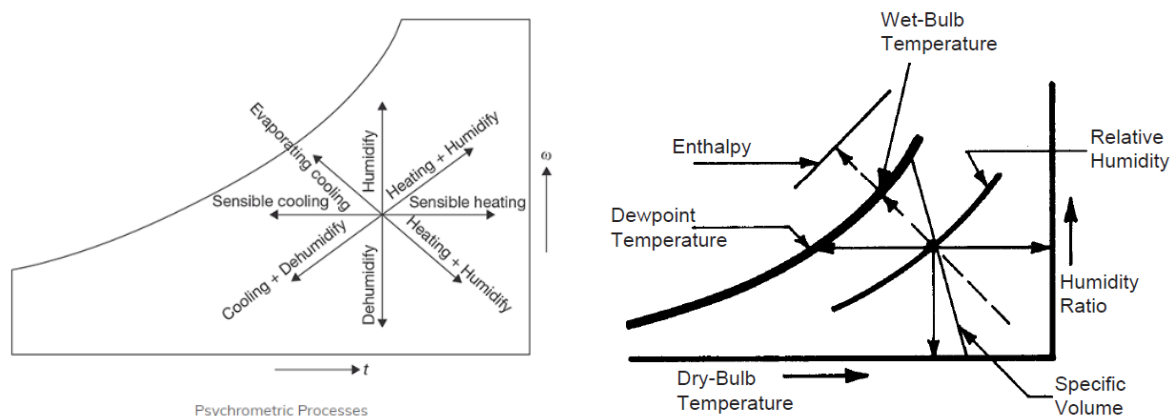


圖 5、空氣線圖

## 四、結論

蒸發冷卻系統提供低成本空調，只能用於乾燥的氣候條件。由於設計和操作簡單，這些系統應作為 AC 的首要考慮因素。



乾燥劑空調系統被認為是適用於潮濕氣候條件的節能且可行的解決方案，並可以利用廢熱、生物質和/或太陽能熱能運作。

## 參考文獻

1. Casey Crownhart, “These moisture-sucking materials could transform air conditioning.” 2023/7/26 MIT technology review
2. Matt McGrath, Mark Poynting, “Ancient trees reveal last summer hottest in 2,000 years” 2024/5/14 BBC