

## 氣候變化：亞歐大旱和圍繞人工降雨利與弊的長期爭議

2022 年 8 月 25 日



湖北宜昌人工降雨。圖片來源，China daily via Reuters

中國有豐富人工降雨經驗，不僅用於農業，還用於首都重大慶典活動。然而，人工降雨似乎並未緩解 2022 年的大旱。另外一些科學家質疑向空中發射大量化學品等副作用。

2022 入夏以來，異常高溫少雨天氣在世界各地造成大旱。從東非裂谷到西班牙伊比利亞平原，從泰晤士河、萊茵河到長江流域，嚴峻旱情成為聯繫世界各地人們的共同話題。

就在全世界關注旱情，關注氣候變暖話題之際，人工降雨在一些地方成為人們試圖解決乾旱問題的手段。然而，人工降雨的成效究竟有多少，以及人類不斷向大氣釋放化學劑的利與弊也同時引發科學家的爭議。

水是地球上最寶貴的自然資源之一，但是分配極不均勻。在某些地區或某些時間段，水也可能成為最稀缺的資源——導致旱情，威脅到動植物的生存。

有研究顯示，由於氣候變化的影響，全球出現乾旱的時間越來越長。英國學術期刊《自然氣候變化》（Nature Climate Change）上 2022 年發表的一項研究報告發現，2000 年至 2021 年期間是一千多年來最乾旱的 22 年。

正因為如此，各國科學家們開始關注人工降雨的研究，但目前尚未發現有效的控制方法，人工降雨也成為氣象學中最受爭議的領域之一。

聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）近年來的報告將中國列為受全球變

暖影響最嚴重的國家之一。

受 2022 年持續高溫少雨乾旱天氣影響，中國持續的高溫和乾旱讓多個省份陷入電力短缺的危機，多地都實施了人工降雨。

人工降雨有著什麼樣的歷史？如何人工降雨？有哪些利弊？會影響氣候變化嗎？

## 人工降雨歷史

降雨的原理，是地球上的水受到太陽光的照射後，就變成水蒸氣被蒸發到空氣中去了，水汽在高空遇到冷空氣便凝聚成小水滴，並最終降雨。

人工降雨便是以人為的方法促使雲層降雨的措施。人工降雨技術最初起源於美國。美國化學家和物理學家們在 1946 年進行了第一次試驗，用飛機向溫度為-20°C 的層狀雲播撒乾冰碎塊，很快就出現了降雪。因此，人工降雨也有個名稱叫「種雲」。

試驗成功引起各國重視，先後有 80 多個國家開展這項試驗和應用作業。過去以美國、以色列、澳大利亞和前蘇聯等試驗研究較多。現在，中國，阿聯酋，印度，美國一些州，俄國等一直在大規劃進行有關人工降雨試驗。

對這些人類試圖改變自然天氣的地球工程試驗，國際科學界仍存在不少爭議。2022 年，阿拉伯聯合酋長國國家氣象中心首次設法在沒有化學物質的情況下進行人工降雨。他們使用無人機向雲中發射放電，從而產生降雨。

## 中國 2022 年大旱

長江是亞洲水道最長的河流。2022 夏天，在長江流域某些地區，降雨量不到往年的一半，長江也出現創紀錄的低水位。。

2022 年 8 月份，中國官員說，水庫存水減半；中國水利工程大省四川，出現了缺水缺電的問題。

與此同時，對空調等電器電力需求的激增使電力公司承受著極大的壓力。很多省份和地區都發佈節約和限制用電的通知。

2022 年 8 月，中國國家氣候中心表示，為期兩個月的熱浪是中國有記錄以來最

長的熱浪。當局試圖在中國中部和西南部的部分地區人工引發降雨，以應對嚴重的乾旱和破紀錄的熱浪。從東部浙江到西部貴州都實施了人工降雨。

據當地媒體報道，遭受乾旱的長江周邊的省份已經轉向種雲行動，以應對降雨不足，湖北和其他一些省份發射火箭將化學品運送到天空。

但是，缺乏雲層覆蓋已經使一些地區人工降雨的努力停滯不前。

## 中國人工降雨實踐

中國支持人工降雨的科學家認為，人工降雨可以緩解乾旱，幫助農作物生長。

中國從 1958 年後就在大多數省區進行了人工降雨試驗和應用，北方各地主要用飛機向系統性層狀雲播撒碘化銀等冷雲催化劑，以期增加冬春季節降水量。

中國南方主要用飛機或高炮向積狀雲內播撒碘化銀或鹽粉，以期增加夏旱季節的降水量，少量試驗在雨季進行，以期增加水庫蓄水量。

中國在國家重大慶典之際過去在北京周邊地區多次實施人工降雨。比如 2008 年為保證北京夏季奧運會開幕式有晴朗天氣，北京市政府在北京郊區和河北省進行了大規模地面火箭人工和飛機消滅雨作業。之後遇到中國國慶等重大慶典活動，也會為確保北京晴朗天氣在北京周邊地區進行人工降雨。

因為中國的規模巨大，2022 年中國普遍實施的人工降雨的新聞再次引起國際各地的關注。

## 人工降雨的爭議

人工降雨的一個重要問題是降雨量並不能很好控制。在沒有足夠雲層的地區也無法實施人工降雨。

此外，英國《衛報》曾經引述美國有關專家批評認為，人工降雨相當於一種地球工程行動，但控制排放需要各國共同行動，如果採取單邊地球工程行動，有可能影響到世界的整體降雨。此外，這種地球工程行動還有可能加劇氣候變化。

另一些批評者認為，大規模有系統使用化學品可能會對環境產生不可預知的影響。在人工降雨過程中使用的所有東西都會落到地表並溶解在它產生的降水

中，可能會改變一個地區的生物多樣性。

一些科學家注意到人工降雨是否與暴雨洪水有關聯。2019 年，阿聯酋至少開展了 185 次種雲作業。 那年年底，大雨和洪水阻塞了街道上的交通。

2022 年，阿拉伯聯合酋長國國家氣象中心首次設法在沒有化學物質的情況下進行人工降雨。他們使用無人機向雲中發射放電，從而產生降雨。

阿聯酋地處沙漠乾旱地區，但 2022 年 7 月突然出現了暴雨和洪水，很多人質疑這與該國頻繁使用人工降雨技術的關係。即使是不使用化學品，人工降雨因為改變大氣雲層中的冷暖氣流，可能形成高速的風。

## 美國的做法

在美國，對人工降雨也出台了一些法律規範。把人工降雨當做地球工程行動的一些科學家反對搞人工降雨。

他們認為，地球工程行動對地球環境進行人為改造的方法將有害排放物釋放到大氣中，包括非自然電磁輻射污染和其他有毒物質，如鋁和二氧化硫，導致嚴重的健康問題，威脅到人們，特別是兒童，鳥類，蜜蜂，野生動物和所有自然界。

在美國，賓夕法尼亞、馬里蘭和西弗吉尼亞州立法禁止人工降雨種雲。

而在美國特別是西部地區，人工降雨的做法在乾旱期間很流行。

美國耶魯大學環境學院期刊《耶魯環境 360》(Yale Environment360) 介紹說，美國科羅拉多大學和美國國家大氣研究中心進行了對人工降雨一項聯合研究。

## 專家觀點

上述研究團隊的主要學者、科羅拉多大學大氣科學家卡佳·弗里德里克說，從實驗室的實驗中得知，也有足夠的證據表明，種雲可以導致人工降雨（降雪）。但她也強調指出，關鍵的一個問題是：「我們仍然對能通過這種方法生產出多少水沒有深入的了解。」

弗里德里克說，地方政府和水用戶並沒有更多等待的耐心。因為在美國西部，對水的需求巨大，種雲又非常便宜，人們認為即使降水量略有增加也是值得

的。

但專家們一致認為，人工降雨（種雲）不應該被視為解決乾旱的方案。首先，在乾旱中，能夠作為種雲對象的合適雲層本身可能就更少。當有可能透過人工改造促成降雨的雲時，即使是實施人工降雨的公司本身的估計也顯示，這種做法在給定區域的降水量僅能增加約 10% 的降雨量，而整個地區的乾旱並不會因此結束。

另外，關注日新月異的科技對人類發展造成的安全威脅的科學期刊《原子科學家公報》（*Bulletin of the Atomic Scientists*）的一篇報告引述世界氣象組織最近的一項綜合結論是，人工降雨增加降水的範圍在 0% 到 20% 之間，上限範圍代表著有關雲層極有可能自然形成降水的條件。特別令人擔憂的是，人們普遍認為，在乾旱條件下，種雲是最不可能有效的，因為乾旱地區的雲沒有多少水分可以釋放。

報告指出，但在乾旱期間，人工降雨工程往往繼續進行，這表明這些計劃更多地用於政治目的，而不是氣候或氣象目的。

數據顯示，在過去的一個世紀裏，整個亞洲的地表空氣溫度都在上升，導致更強，更頻繁和更長的熱浪。

聯合國指出，許多人認為氣候變化主要是指氣溫上升。但氣溫上升只是各種變化的開始。因為地球是一個系統，系統中的一切都是相互聯繫的，一個地區的變化會影響到其他所有地區的變化。現在，氣候變化的後果包括嚴重乾旱、缺水、特大火災、海平面上升、洪水、極地冰層融化、災難性風暴和生物多樣性下降。

所以，傳統的人工降雨似乎並不能從根本上解決全球的水資源和乾旱的問題，或許應對氣候變化的科學家們需要找到更全面和更科學的解決方法。