

氣候與氣象武器

楊惟任

醒吾科技大學商管學院教授

摘 要

由於氣候擁有巨大的破壞力，某些國家試圖利用氣象的特性發展新一代戰爭武器，以人為方式改造氣象條件達到軍事目的。本文研究發現，以人類目前所擁有的科技能力，還不足以生產具有毀滅性的氣象武器，但為了避免未來氣象武器發展成功之後被濫用，對地球生態造成難以彌補的傷害，因此國際社會應限制各國將氣候科學應用在以戰爭為目的之活動，避免人類陷入失控的氣候浩劫。

關鍵字：氣候變遷、戰爭、氣象武器、氣候科學、軍事

壹、前言

氣候變遷所引起的問題不會侷限於某個國家或地區，所有的國家都可能遭受威脅，無法置身於外。其次，隨著極端氣候的發生頻率和破壞程度越來越高，氣候變遷對人類生存的威脅也越趨顯著。再次，氣候變遷除了直接影響經濟和社會發展之外，也可能因為水資源和糧食的爭奪以及氣候難民，讓原本已經存在的社會和政治矛盾更為惡化，引發國家內部和國家之間的衝突或戰爭，因此成為重要的非傳統安全議題。¹

Sharon Burke 和 Christine Parthemore 指出，與其他非傳統安全因素相比，氣候變遷是國家安全的最大威脅。²Xander Vagg 認為，氣候變遷是大自然與人類的戰爭，其破壞程度足以比擬大規模毀滅性武器，而且伴隨大型天災而來的資源短缺和爭奪，加上氣候難民所引發的社會與宗教衝突，會導致國家內部動盪，引起國家之間的衝突和戰爭。³Alan Dupont 則把氣候變遷、恐怖主義和武器擴散視為本世紀的 3 大安全問題。⁴

氣候除了與全球和國家安全息息相關之外，和戰爭也有密切關係。不少戰爭個案說明氣候對戰爭結果有絕對影響，而且善於利用氣象條件也是確保軍事行動獲得勝利或降低損失的重要條件。以前者而言，俄羅斯在沙皇和蘇聯時期，成功利用氣象條件抵抗拿破崙和希特勒的入侵，是討論氣候與戰爭關係的重要個案。就後者來說，日本奇襲美國珍珠港和盟軍利用氣象條件成功登陸諾曼第，也是不可忽略的戰爭史教材。

由於氣候擁有巨大的破壞力，某些國家試圖利用氣象的特性發展新一代戰爭武器。早在 1950 年代，美國總統艾森豪(Dwight D. Eisenhower)就指出「氣象控制比原子彈還重要」，目前有越來越多的國家試圖發展氣

¹ Matt McDonald, "Discourses of Climate Security," *Political Geography*, Vol. 33 (March 2013), pp. 43-44.

² Sharon Burke & Christine Parthemore, *Climate Change War Game: Major Findings and Background* (Washington, DC: Center for a New American Security, 2009), pp. 1-18.

³ Xander Vagg, "American Security: The Impact of Climate Change," paper for American Security Project, Washington, DC, November 2012.

⁴ Alan Dupont, "The Strategic Implications of Climate Change," *Survival*, Vol. 50, No. 3 (June/ July 2008), pp. 29-54.

象武器，以人為方式改造氣象條件，製造地震、海嘯、暴雨、山洪、雪崩、熱高溫、氣霧等自然災害，以達到軍事目的。

究竟氣候和戰爭之間的關係有多密切？什麼是氣象武器？氣象武器的特性以及各國氣象武器發展現況？國際社會對氣象武器發展應抱持什麼態度？這些問題都將在文中逐一討論。本文的研究目的在於將氣候變遷研究從政治、經濟、社會和文化層面擴展到軍事範疇，以增益氣候變遷學成為國際關係次學門領域的努力。

貳、氣候與戰爭

氣象是大氣中各種物理狀態和現象的統稱，與軍事向來有密切關係。一次大戰初期，戰爭型態以地面火炮為主，火炮射擊需要地面風向、風速、氣壓和氣溫等觀測資料，以便進行彈道計算與軌跡修正，因而使得氣象受到各國軍方重視。⁵然而，氣候因素影響軍隊的部署與作戰，並往往決定戰爭結果，中外不少戰爭史證明氣候對戰爭的重要性。

上古時代，黃帝派遣應龍和旱魃對付風伯雨師抵擋風雨之危，並利用指南車在逐鹿之戰打敗善於應用雲霧作戰的蚩尤。三國時期，蜀吳結盟力抗魏軍南下，孔明在赤壁一戰巧妙利用氣象條件打敗曹操。南北朝末，楊堅藉由南北氣候不同所導致的農耕作息差異順利滅陳，完成統一建立隋朝，這些都是氣象決定戰爭勝負的例子。⁶

在西方戰爭史上，氣候影響戰爭最有名的例子當屬法俄戰爭。1812年，拿破崙集結 60 萬軍隊出兵俄國，因為那年寒冬提前 1 個月來臨，使得法國遠征軍陷入冰天雪地的戰場。儘管拿破崙在歐陸戰場無往不利，但受到酷寒天氣影響，加上俄國的焦土戰術，使得拿破崙的軍隊無法發揮快速打擊的優勢，同時缺乏足夠的物資補給，最後以兵敗收場，這是拿破崙叱吒一生的第一場大敗仗，也是當時法國興衰的轉捩點。⁷

⁵ 尙景賢，〈氣象武器的發展概況〉，中華民國國防部網站，2010 年 4 月，<<http://www.mnd.gov.tw/Upload/201004/22-25.pdf>>，頁 22-23。

⁶ 劉廣英，《風起雲湧：氣象與作戰》（臺北：黎明文化，2013 年）。

⁷ Richard K. Riehn, *1812: Napoleon's Russian Campaign* (New York: McGraw-Hill Inc., 1990).

1941 年二次世界大戰期間，希特勒揮師蘇聯，儘管希特勒了解氣候是決定勝敗的關鍵，所以希望在冬天之前結束戰爭，迫使前蘇聯投降。然而，希特勒在入侵蘇聯之際同時進攻巴爾幹半島，使得兵力分散。再者，當年冬季提前來臨，軍隊作戰和補給陷於困難。蘇聯再次藉由氣象條件，並以後退決戰之戰略誘敵深入，而達到克敵制勝之功。德軍在氣候影響之下喪失大部兵員和武器，在戰場上節節敗退，最終在盟軍東西夾擊之下，4 年之後，在 1945 年 5 月宣告投降。⁸

儘管氣候讓俄國免於拿破崙和希特勒的侵略，但俄國在軍事上也曾經因為氣候因素遭受挫敗。1939 年底，蘇聯對芬蘭發動全面性軍事攻擊，企圖佔領芬蘭這一人口只有 370 萬，國防軍只有 3.3 萬的北歐小國。當時芬蘭利用嚴寒的天氣，以及沼澤和森林等有利地形展開陣地戰和消耗性圍殲戰，導致蘇軍傷亡慘重，約有 1/10 兵力陣亡。雖然芬蘭最後因為彈盡糧絕接受議和，割讓部分領土，但卻避免被蘇聯併吞，保留國家主權和民族獨立。⁹

由於氣候與戰爭之間的關係如此密切，因此各國莫不積極推動軍事氣象研究，有關氣象之指參作為多半都已納入各國軍方相關作業程序，氣象科技也因為戰爭需要不斷發展和進步。1946 年，美國成功完成人工降雨的試驗，開啓人為影響氣象的新頁。1960 年代，美國軍方和國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）合作從事氣候改造計畫，稱為「破風計畫」(Project Storm Fury)。

科學家利用 C-130 運輸機飛入颶風暴風圈內，在接近颶風中心附近的雲牆投入碘化銀（一種有效的人工冰核），稱為「種雲」(cloud seeding)，經由種雲的過程讓颶風中心附近的雲牆瓦解，進而在外圍產生第 2 道雲牆，藉由擴大颶風中心範圍試圖讓颶風的風速和威力減弱。經過密集的實地實驗，科學家發現人為方式並無法改變颶風內部動力作用的自然過程，因此於 1983 年終止在美國本土繼續執行「破風計畫」的實驗。¹⁰

⁸ David Stahel, *The Battle for Moscow* (Cambridge: Cambridge University Press, 2015).

⁹ 〈二戰中鮮為人知的局部戰爭：蘇聯進攻芬蘭〉，《中國經濟網》，2004 年 12 月 30 日，〈http://www.ce.cn/xwzx/kjwh/gdxw/200412/30/t20041230_2715258.shtml〉。

¹⁰ 陳正改，〈雙眼牆颱風的探討〉，《科學研習》，第 53 卷第 8 期（2014 年 8 月），頁

除了氣象研究之外，各國也嘗試透過人為方式影響氣象條件，創造有利的戰場環境，並且進一步利用氣象條件的特性發展氣象武器。1943 年，美軍爲了掩護軍隊過河，利用飛機播灑造霧劑，製造一條長達 5 公里、寬 1.6 公里的霧層，成功掩護盟軍順利渡過義大利沃爾圖諾河。另外，德國在二戰期間爲了保護重要的工業基地和軍事設施，在義大利伏爾特河岸地區散布大量造霧劑製造漫天濃霧，使盟軍戰機無法靠近和轟炸。

越戰期間（1955-1975 年），美軍爲打擊北越部隊的運輸補給，一度對北越實施氣象戰。1971 年，美軍利用西南季風執行代號「突眼」的氣象戰行動，出動 26,000 多架次飛機在作戰區域上空雲層投放 470 多萬枚降雨催化彈（主要成份爲碘化銀），藉此製造強降雨，局部地區洪水氾濫，橋樑、水壩、道路和村莊損毀，使得北越部隊利用胡志明小徑運補的作戰物資從每週平均 35,000 噸降至 2,000 噸左右，有效阻礙北越部隊的南侵。¹¹

另外，科學家發現在某地實施人工降雨，會導致周遭地區的雨量銳減，甚至形成乾旱。1970 年，美軍利用氣象武器對古巴實施「乾旱作戰」，讓主要經濟作物歉收，影響社會穩定。在美軍於阿富汗作戰期間（2001 至 2014 年），美軍應用能夠產生高壓、高溫、消耗目標區內大量氧氣的溫壓炸彈，攻擊藏匿於洞穴和坑道等掩體內的恐怖份子，成效顯著。¹²

參、氣象武器的定義與特性

一、什麼是氣象武器？

氣象武器是以地球物理場做爲打擊和消滅敵人的武器，與現代戰爭使用的飛機、裝甲車、飛彈、炸藥、核彈等傳統武器不同，是透過干擾或改變各種地球物理場（如電磁場、重力場、大氣環境等），達到誘發地震、海嘯、暴雨、洪水、乾旱、雪崩、熱高溫、氣霧等自然災害，以

34-35.

¹¹ 呂炯昌，〈談氣象戰與氣候變遷〉，《尖端科技》，第 302 期（2009 年 10 月），頁 33。

¹² 同前註。

打擊和消滅敵人的非傳統武器，這種掌握和運用氣象條件的戰爭是為氣象戰。¹³

換言之，氣象武器是以人為方式催化大氣中的不穩定因素，包括氣體、水滴、冰晶和各種懸浮物質，並以較小的能量將這些因素轉化為強大的能量，使得局部區域的天氣在特定時間之內按著預期發生變化，在戰場上達到干擾、破壞或摧毀敵方陣地或作戰部隊的目的。與炸藥和飛彈等傳統武器不同，氣象武器不是對作戰目標直接釋放物理能和化學能，而是以人為方式激發氣候系統所蘊含的能量，製造自然災害以達到軍事目的。

舉例來說，一枚強雷系統的能量相當於一枚 250 萬噸當量核彈所釋放的能量，破壞力相當驚人，因此一旦氣象武器研發成功之後，將繼核武、化學武器以及生化武器之後，成為另類絕對武器或末日武器。¹⁴

由於各國積極發展氣象武器，使得氣象安全在整體國家安全的地位日益提升。然而，因為氣象武器與自然氣候緊密相息，隱密性高，難以察覺其之存在，加上地球所有區域都在影響範圍之內，因此對國家安全的威脅比核武和生化武器等傳統武器來得更大，也更直接。

早期氣象武器主要側重於降低氣象條件對軍事行動的消極影響，譬如透過散霧彈驅散作戰區上空的雲層，提高空中攻擊的精準度，或者利用飛機在空中製造雲霧掩護地面作戰部隊，或保護軍事設施，以降低傷亡和損失。越戰期間，美軍在胡志明小徑製造暴雨，影響越共部隊的行動和補給，也是早期氣象武器的例子之一。

隨著氣象控制技術不斷提昇，氣象武器逐步超越人工消雲與消霧、造霧和催雨等傳統方式，希望有效利用大氣中的各種物理條件，力求通過製造高熱、嚴寒、電磁、颶風、地震、海嘯、巨浪等極端氣象，取得非傳統的戰略效果。隨著大氣物理科學的飛速進步，利用人造自然災害的地球物理武器在理論上有了明顯進步，有可能在未來應用在戰場上。

¹³ Jerry E. Smith, *Weather Warfare: The Military's Plan to Draft Mother Nature* (Kempton: Adventures Unlimited Press, 2006), pp. 9-11.

¹⁴ Angus Watt, *Weather Modification: The Ultimate Weapon?* (Montgomery: Air University, 1993), pp. 1-27.

譬如，以人為方式製造和控制颶風的行徑路線，造成敵方部隊和居民的生命財產損失。在海底引爆強力炸彈形成大海嘯，沖毀沿岸的軍事設施，癱瘓敵方的作戰能力。利用飛彈破壞敵方上空的臭氧層，使超強度的紫外線直接照射目標，破壞敵方的軍事設施或作戰基地，或者利用飛彈在距離地表一定高度的上空引爆甲烷或二氧化碳，透過爆炸後的砲彈碎片所產生的遮蔽效果讓地面溫度驟降。其他發展中的氣象武器還包括熱壓氣霧武器和太陽武器等。¹⁵

地球物理武器的發展始於 20 世紀初，特斯拉（Nikola Tesla）是啓蒙者之一。特斯拉對電力和磁性有專精研究，其中最重要的發明之一就是交流電，這項貢獻使得人類從蒸氣時代進入電氣時代，造就生活和生產方式的革命性進展，大幅提高工業生產力，對人類的經濟、社會、軍事、科技、生產、政治，乃至於文化帶來深遠影響。

特斯拉一生致力於研究非線性（即輸入和輸出不成正比）問題。他在 1912 年提出，若能夠完美地結合物體的振動和地球的諧振頻率，就可以在幾星期之內造成地震和地形改變。1935 年，特斯拉進行一項實驗，在實驗室打造一個深井，並在井內安置鋼套管，把井口堵塞之後向井內輸入不同頻率的振動，他發現輸入特定頻率時地面會發生強烈振動，這種輸入小和輸出強的超級傳輸效應稱為「特斯拉效應」（Tesla Effect），為氣象武器研究帶來重要啓示。¹⁶

二、氣象武器特性

氣象武器具有以下幾項特點：

（一）破壞力強大

氣象武器引發的天災，不論是直接對生命財產的所造成的傷害，或是間接導致的水資源和糧食短缺、疾病傳染以及氣候難民等問題，都足以擾亂一個國家的社會秩序，使政府治理出現重大危機，所造成的破壞力不亞於大規模毀滅性武器。

¹⁵ Jerry E. Smith, *op. cit.*, pp. 27-43.

¹⁶ Philip L. Hoag, *Weather Modification* (Montana: Yellowstone River Publishing, 1998), p. 26.

（二）隱藏性高

透過人爲方式改造的氣象與自然氣候幾乎毫無差別，難以分辨，而且在某時、某地對特定地區的氣象所施加的干擾，可能在幾小時、甚至幾天之後，在距離作業區很遠的地方才會表現出來，因此很難發現氣象變化是否是人爲結果。

（三）耗費較低

與傳統武器相較，氣象武器主要是透過施放化學物質，或向空中發射電磁波，使大氣層中的氣體、光、熱產生驟變而造成氣象變化，不需要消耗大量的彈藥和其他作戰物資，也不需要大量作戰部隊，因此耗費遠低於傳統戰爭和傳統武器。

（四）具有雙刃性

氣候是非常複雜的系統，很難精確掌握或控制，而且影響範圍大，如果氣象武器使用失當，就可能對己方和同盟國或中立國造成傷害，而且一旦氣象條件失去控制，譬如人造颶風行徑路線發生逆轉，對己方的傷害往往比對敵方更爲嚴重，如果無法準確控制，氣象武器將變得相當危險。¹⁷

早期各國對氣象武器的發展有一定的共識，包括限制實驗必須在一定氣象條件下進行、人工作業必須接近有利的天氣區域，而且只能影響局部範圍。然而，但隨著科技不斷進步，氣象武器未來將不受上述限制，除了氣象條件較難克服之外，人工作業不一定需要接近有利的天氣區域，影響範圍也將擴大，甚至涵蓋全球所有區域在內。

由於氣象武器不易被查覺，破壞力強大，影響範圍廣，一旦發生重大戰爭難保不被各方濫用。然而，氣象武器是以自然環境爲作用對象，必然對地球生態造成難以彌補的傷害，因此各國於 1977 年在瑞士日內瓦簽署《環境改變公約》（*Environmental Modification Convention, ENMOD*），正式名稱是《禁止將影響環境手段用於軍事目的公約》

¹⁷ 呂炯昌，前引文，頁 32。

(*Convention on the Prohibition of the Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques*)。這項公約在 1978 年生效，目前共有 77 個國家簽署，明確規定禁止各國研發環境和氣候改變的技術，避免造成大範圍、長期或嚴重的後果。¹⁸

1992 年通過的《聯合國氣候變化綱要公約》(*United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*)再次重申禁止發展氣象武器的規定，限制各國將氣候科學應用在以戰爭為目的之活動。

肆、各國氣象武器發展

一、美國

2015 年，美國國家科學院 (National Academy of Sciences, NAS) 所發表的技術報告提到，解決氣候變遷的方法包括從大氣中移除二氧化碳，或是改變雲層或地球表面使之反射更多陽光回到太空。¹⁹不過，科學家 Alan Robock 向媒體透露，中央情報局是這份報告的資助者之一，中央情報局也資助過其他氣候改造計畫，真正的目的是透過人為方式控制他國氣候。²⁰

長期關注環境戰爭研究的先驅 Rosalie Bertell 指出，美國一直在秘密從事氣象武器研究，美軍在 2005 年公布一份名為《天氣－戰鬥力的倍增器：2025 年擁有天氣武器》的報告，明確將氣象分析與應用列為

¹⁸ “Convention on the Prohibition of the Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques,” *Audiovisual Library of International Law*, <<http://legal.un.org/avl/ha/cpmhuemt/cpmhuemt.html>>.

¹⁹ Committee on Geoengineering Climate: Technical Evaluation and Discussion of Impacts, Board on Atmospheric Sciences and Climate, Ocean Studies Board, Division on Earth and Life Studies & National Research Council, *Climate Intervention: Carbon Dioxide Removal and Reliable Sequestration* (Washington, D.C.: The National Academies Press, 2015); Committee on Geoengineering Climate: Technical Evaluation and Discussion of Impacts, Board on Atmospheric Sciences and Climate, Ocean Studies Board, Division on Earth and Life Studies & National Research Council, *Climate Intervention: Reflecting Sunlight to Cool Earth* (Washington, D.C.: The National Academies Press, 2015).

²⁰ “Spy agencies fund climate research in hunt for weather weapon, scientist fears,” *theguardian.com*, 15 February 2015, <<http://www.theguardian.com/environment/2015/feb/15/spy-agencies-fund-climate-research-weather-weapon-claim>>.

重點發展的武器技術之一，並希望在 2025 年之前實現在 200 平方公里以內控制戰場天氣的目標。²¹

儘管《環境改變公約》限制各國將氣候科學應用在以戰爭為目的之活動，部分國家仍然十分熱衷氣象武器的發展，其中又以美國最為積極，所掌握的科技和成果也領先其他國家，因此美國的氣象武器發展情形相當值得關注，其中又以麥金萊氣候實驗室（McKinley Climatic Laboratory）和高頻主動式極光研究計畫（High Frequency Active Auroral Research Program, HAARP）最受矚目。

（一）麥金萊氣候實驗室

由於氣候對軍事作戰有密切關聯，美國在二次戰後開始就氣象條件對武器裝備和部隊作戰行動的影響，以及人員適應環境的能力進行研究。1949 年，美國軍方在佛羅里達州坦帕灣建立麥金萊氣候實驗室，就全球 30 多種氣候環境進行研究與模擬。

麥金萊氣候實驗室包括「風實驗室」、「雨實驗室」、「雷電實驗室」、「溫度實驗室」、「沙漠實驗室」以及「海洋實驗室」，可以製造秒速高達 30 公尺的颶風、製造每小時 380 公厘的暴雨、製造雷雨交加的惡劣氣候、使室內溫度由攝氏 80 度迅速降至零下 40 度、模擬與非洲沙漠相似的氣候環境、製造和大海相似的海浪，並可以調節和控制水溫。

實驗室曾在攝氏零下 10 度到零下 25 度的條件之下，藉由向雲層播灑化學粉末方式，將雲層的水滴變成冰狀物掉進海洋，使得 2 公里長的烏雲消失。實驗室也可以輕易製造中型規模的降雪和結冰。

由於麥金萊氣候實驗室具備氣象調節功能，美軍特種部隊都會在氣候實驗室所模擬設計的雨林、沙漠、極地、高原和海上等環境接受訓練，以培養部隊面對各種複雜的氣象條件的作戰能力。此外，美軍半數以上的武器裝備在正式服役之前，都會先經過麥金萊氣候實驗室的嚴苛考驗，透過各種氣象條件的模擬，檢驗武器裝備性能。

²¹ Rosalie Bertell, *Planet Earth: The Latest Weapon of War* (London: The Women's Press Ltd., 2002).

然而，麥金萊氣候實驗室的最終目標是開發氣象武器，美軍所使用的氣象武器有 7 成以上都是由這個實驗室所研發，美軍在越戰期間對北越軍隊在胡志明小徑所進行的氣象戰，正是麥金萊氣候實驗室的研究成果。²²

此外，英國《焦點》月刊報導，美國軍方曾經透過麥金萊氣候實驗室，秘密進行過數十個氣象研究計畫，包括製造地震的「阿爾戈斯計畫」、製造颶風的「烈風計畫」、利用雷射製造雷電的「天火計畫」，以及在颶風周圍實施人工降雨以改變風暴方向的「暴風雨計畫」等。²³

（二）高頻主動式極光研究計畫

高頻主動式極光研究計畫是一個由美國空軍、海軍、國防先進研究計畫署（DARPA），以及阿拉斯加大學共同合作的電離層研究計畫，計畫早在 1990 年代就開始構想和籌備，但基礎工程直到 2003 年完成，2005 年正式展開實驗。基地設於阿拉斯加加科納（Gakona）軍事基地之內，佔地超過 30 英畝。

高頻主動式極光研究計畫的核心設備由 360 個發電機和 180 座超過 10 公尺高的天線所構成的金屬方陣所組成，可以將 360 萬瓦功率的無線電波（相當於目前世界上最大商用電臺功率的 72,000 倍），發射至離地表 100 到 350 公里的電離層指定位置，透過加熱提高電子活動的速度，並且改變電離層結構，達到操控氣象條件的效果。其他重要設備包括電離層研究儀、超高頻雷達、磁通門磁力儀、電離層探測儀、電磁感應儀等。²⁴

根據美國官方說法，高頻主動式極光研究計畫只限於純粹的科學研

²² The American Society of Mechanical Engineers, “McKinley Climatic Laboratory Eglin Air Force Base, Florida,” *National Historic Mechanical Engineering Landmark*, 1987, <<https://www.asme.org/getmedia/703bba8d-f9ca-4d48-9d93-dd6f1a0b80d3/116-McKinley-Climatic-Laboratory-1944.aspx>>.

²³ 〈美國開發南極軍事價值〉，《世界新聞報》，2007 年 11 月 23 日，<<http://big5.cri.cn/gate/big5/gb.cri.cn/12764/2007/11/23/2945@1852180.htm>>。

²⁴ Austin Baird, “HAARP conspiracies: Guide to most far-out theories behind government research in Alaska,” *Alaska Dispatch News*, 20 September 2011, <<http://www.adn.com/article/haarp-conspiracies-guide-most-far-out-theories-behind-government-research-alaska>>.

究，是為瞭解如何改變電離層結構修補臭氧層，並探索新的核子潛艦通訊方式。不過，許多科學家和國家政府懷疑高頻主動式極光研究計畫的用意並不單純，這項計畫是美國為了進行氣象戰所進行的研究。

有科學家指出，高頻主動式極光研究計畫可以將強大的無線電波聚焦為比核爆能量更大的強波，準確地射向電離層，以巨大的熱力撕開電離層，打出一個大洞，藉此影響雲層、風向和降雨，讓天氣發生難以預期的變化，或因為刺激電離層變動引發地震和海嘯，甚至改變地球磁場，利用這些方式改變特定區域的天氣，製造有利的戰場條件，並且給敵方絕對性的打擊。²⁵

再者，高頻主動式極光研究計畫可以把高能離子流沿著當地的地磁力線發射出去，藉由迴旋振盪加熱的方式使氣體電離，當帶電離子的密度達到一定程度時就轉變為等離子體，這種等離子體能夠在太空形成自然屏障，並干擾和破壞敵人的通訊，或用來偵測他國軍事基地和設施的位置，也可以作為電磁武器，用來攻擊敵方的飛彈、衛星、飛機等目標，在巨大的超重壓差和慣性影響之下，目標物在 0.1 秒內就會被摧毀。²⁶

其次，高頻主動式極光研究計畫所發射的載波的頻率範圍是 2.8~10 兆赫，發射到電離層之後可以影響在電離層流動的電流（稱為電噴流，在極地的電噴流稱為極光電噴流），透過極光電噴流的控制能夠產生能量極強的電磁波，高頻可達幾百萬赫，低頻在 0~1,000 赫之間。

當電磁波和人類大腦頻率一致（0.5~40 赫），就可以產生控制意識和影響情緒的效果。若低頻電磁波的頻率控制在 60 赫，甚至可能破壞人體內負責引導生物發育與生命機能運作的脫氧核糖核酸（deoxyribonucleic acid, DNA），造成身體的嚴重傷害。²⁷

1994 年，美國高頻主動式極光研究計畫主持人 Bernard Eastlund 向

²⁵ Nick Begich & Jeane Manning, *Angels Don't Play This HAARP: Advances in Tesla Technology*, 2nd edition (Anchorage: Earthpulse Press, 2007), pp. 117-129.

²⁶ Elana Freeland, *Chemtrails, HAARP, and the Full Spectrum Dominance of Planet Earth* (Port Townsend: Feral House, 2014), pp. 46-57.

²⁷ Jerry E. Smith, *HAARP: The Ultimate Weapon of the Conspiracy* (Kempton: Adventures Unlimited Press, 2015), pp. 128-131.

國防部提交的報告指出，高頻主動式極光研究計畫除了可以為美軍潛艦提供先進和便捷的通訊系統之外，還能夠偵察敵人的地下核試驗情況、追蹤超低空飛行的巡弋飛彈和敵方戰機、利用高頻波摧毀敵人的電力和通訊，甚至可能改變特定區域的氣候，破壞敵人的作戰能力。²⁸

另外，這份報告提到氣象武器將在 30 年之內逐漸成熟，屆時美軍可以製造人工降雨，使敵方陣地洪水氾濫；製造乾旱，使敵方的用水和糧食生產短缺；製造颶風，破壞敵方的經濟和基礎設施，造成生命財產損失，甚至引發疾病傳染和氣候難民；利用雷射製造閃電，擊落空中的敵機或使其無法起飛；向大氣發射微波，干擾敵軍雷達系統和通訊。²⁹

然而，無論是為了進行修補臭氧層和改善氣候的研究，或是氣象武器試驗，發展電離層相關研究都是相當危險的行為，因為這類計畫可能嚴重影響地球生態的平衡，對地球的物理狀態、地質以及物種造成無法彌補的破壞，最終導致地球毀滅。基此，高頻主動式極光研究計畫受到科學界關切，也引起許多特定個人、團體和其他國家政府的反對。³⁰

事實上，電離層研究計畫最早源自於冷戰時期，當時美國為了探測蘇聯的深海核子潛艦的所在位置，並改善深海潛艦的通訊品質，因而展開高頻主動式極光研究計畫，嘗試利用超低頻電波作為深海潛艦的通訊訊號，其中一個原理是透過電噴流，即電離層中帶電粒子的束流，作為類似天線的傳輸工具，將訊息傳送至海底潛艦。

隨著前蘇聯解體，加上科技快速進步，原有的研究動機已不復存在，支持者於是不斷提出新的研究構想以便讓這類研究計畫繼續存在，包括利用超低頻電波偵測敵方的移動式飛彈基地和地下碉堡、解決太陽風暴對人造衛星、通訊、電力設備的傷害、降低高空核爆所釋放的輻射、改變電離層的電子密度以左右無線電波的傳播，以及研究極光形成過程的

²⁸ “HAARP” , *Eastlund Scientific Enterprises Corporation*, <<http://www.eastlundscience.com/HAARP.html>>.

²⁹ Ibid.

³⁰ Sharon Weinberger, “Heating Up the Heavens,” *Nature*, Vol. 453 (April 2008), pp. 24-37.

各種物理問題。³¹

雖然高頻主動式極光研究計畫由美國軍方主導，但開放學術界使用，這有助於各項研究計畫的推展，並透過與學術界合作發揮更高效益。計畫研究過程曾經完成以人為方式在離地 100 到 150 公里高空的電離層製造出綠色極光，雖然這比挪威的歐洲非相干散射科學協會（European Incoherent Scatter Scientific Association, EISCAT）透過電離層加熱創造出世上首例的人造極光晚了幾年。³²

易言之，高頻主動式極光研究計畫並非如外界所想像，這項計畫不僅對大氣物理研究帶來新視野，而且也讓人類對大自然有更進一步的認識，但因為受到太多質疑，而且經費負擔龐大，因此美國政府於 2013 年中止這項研究計畫。未來是否會重啟進行，或者真的應用在以戰爭為目的之活動，則有待時間證明，但可以確信的是，至少目前人類還不具備以人為方式大規模改造氣象條件的能力。³³

二、其他國家

除了美國之外，部分國家也在進行氣象武器的研究。譬如，俄羅斯和挪威長期對電離層的物理變化進行研究，挪威甚至是全球最早透過電離層加熱創造人造極光的國家，只是俄羅斯和挪威的電離層研究計畫的規模和成果遠落後於美國。另外，俄羅斯長期以來祕密從事太陽武器研究，並持續進行以核彈引發大規模地震和海嘯的實驗。³⁴

英國是另一個發展氣象武器的重要國家。1998 年，英國軍方在西海岸部署一系列電極，向大氣層輸入電能，使對流層中的鎂原子電離產生一個密度可變的靜電屏蔽層，接著透過密度調節來決定高壓和低壓天

³¹ Rosalie Bertell, "Background on the HAARP Project," *Earthpulse.com*, 5 November 1996, <<http://www.earthpulse.com/src/subcategory.asp?catid=1&subcatid=1>>.

³² 〈阿拉斯加高空的神祕研究〉，《知識通訊評論》，第 68 期（2008 年 6 月），<<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=5779>>。

³³ Ben Anderson, "Alaska's controversial HAARP facility closed -- will it come back online?" *Alaska Dispatch News*, 17 July 2013, <<http://www.adn.com/article/20130717/alaska-s-controversial-haarp-facility-closed-will-it-come-back-online>>.

³⁴ 〈戰爭十大尖端武器:太陽武器可毀滅地球上一切〉，《新華網》，2014 年 10 月 16 日，<http://news.xinhuanet.com/mil/2014-10/16/c_127102346.htm>。

氣的生成與消失，進而達到控制天氣的目的。英國軍方宣稱，他們有能力控制半徑 5,000 公里範圍內的晴雨天氣，成功率達 93%以上。

2009 年，英國軍方進一步宣布，他們已經成功研製熱壓氣霧武器，這是一種利用熱浪、壓力和氣霧打擊目標的武器。這種武器應用先進的油氣炸藥原理，讓彈體在擊中目標之後產生大量的濃霧爆炸雲團，通過熱霧和壓力造成建築物內敵人的傷亡。英國的熱壓氣霧武器曾經應用在阿富汗戰場，對塔利班部隊造成有效打擊。³⁵

中共在氣象武器發展雖然還沒有重要成果，但 2008 年北京奧運開幕典禮和 2009 年中共建政 60 週年，氣象部隊發射消雨火箭彈實施人工消雨作業，確保當天活動順利進行。作業過程不僅順利，技術也相當先進，這讓外界認為中共有能力從事氣象武器研究，並將在 20 年內製造出具有破壞力的氣象武器。³⁶

可以預見，未來將有更多國家投入以人爲方式影響戰場天氣的科技發展，以及氣象武器的研究。

伍、結 論

本文研究發現：氣候對戰爭結果有重要影響，善用氣象條件不僅可以提高己方的防衛能力，降低部隊在戰場的損失，而且能夠提升軍事作戰能力，抑制敵方武器性能的發揮，創造作戰優勢，並給予敵人巨大打擊。因此，各國除了盡可能掌握戰場的氣象條件之外，也試圖發展氣象武器，利用氣候的強大破壞力奪取「制氣象權」。

儘管人類經歷過兩次大戰的可怕經驗，加上核彈的發明，爆發毀滅性戰爭的可能性並不高，但各國仍不斷研究破壞力更大、殺傷力更強的武器，畢竟任何國家一旦擁有某種絕對武器，將在軍事戰場或政治談判桌獲得無可議價的籌碼。由於氣象武器能夠偽裝成自然現象，對敵人施

³⁵ 焦國力編，《環境武器新世紀武器裝備叢書》（北京：中共國防工業出版社，2001 年），頁 70。

³⁶ “China’s weather modification works like magic,” *theguardian.com*, 1 October 2009, <<http://www.theguardian.com/environment/blog/2009/oct/01/china-cloud-seeding-parade>>.

加出其不意的打擊，因此成為某些國家積極發展的戰爭工具。

究竟氣象武器的發展現況如何外界並不可得知，這是因為各國的武器研發都是在極機密的情況之下進行，在應用在戰場之前都會盡可能保密。然而，充斥八卦新聞的媒體對此經常以科幻小說般的敘述和報導加以渲染，軍事和情報單位對敵對國家的武器發展也總是抱持懷疑和好奇的態度，這使得外界對氣象武器有許多懷疑和猜測。

根據本文的推論，發展毀滅性氣象武器的構想目前只停留在實驗階段，因為各國的科技能力還無法掌握天氣變化的所有因素，即使在晴空萬里的氣象條件之下，仍然很難做到人工降雨，以人為方式製造暴雨、颶風、乾旱等系統性劇烈天氣就更難達成。何況如果人類已經具備操控氣象條件的能力，就不會讓那些造成生命財產重大損失的極端氣候一再發生。

換言之，因為氣候系統的不確定性和不可預測性太高，加上可控制性太低，想要將高頻主動式極光研究計畫這類超高科技系統，發展成為足以產生巨大能量的攻擊武器，迄今還未能實現。

然而，大自然是一個巨大和複雜的系統，一旦各國成功發展出具有強大破壞力和殺傷力的氣象武器，難保未來不被濫用和失控，對地球生態造成難以彌補的傷害。為了防患於未然，國際社會應落實《環境改變公約》和《聯合國氣候變化綱要公約》的規範，限制將氣候科學應用在以戰爭為目的之活動，並且比照核武和化武管制，全面禁止使用氣象武器，如此才能避免使人類陷入失控的氣候浩劫和全面性毀滅。

（本文為作者個人意見，不代表本部政策立場）

Climate and Weather Weapon

William YANG

Professor, Hsing-Wu University

Abstract

Owing to climate has immense destructive power, some countries try to develop new generation ultimate weapons through manipulation of weather conditions, so as to apply in military uses. Nevertheless, this research finds out that the technology owned by human beings have not yet had the capability to produce tremendous destructive weather weapons. But, international society should prevent a future disaster by abusing weather weapons once they are maturely produced through prohibition of the use of weather modification techniques for military purposes.

Keywords: *Climate Change, War, Weather Weapon, Climate Science, Military*