

● 作者/Chris H. Bachmann ● 譯者/袁 平 ● 審者/馬浩翔

美軍21世紀作戰動員型態

Mobilizing in the Twenty-First Century

取材/2021年3-4月美國軍事評論雙月刊(*Military Review*, March-April/2021)

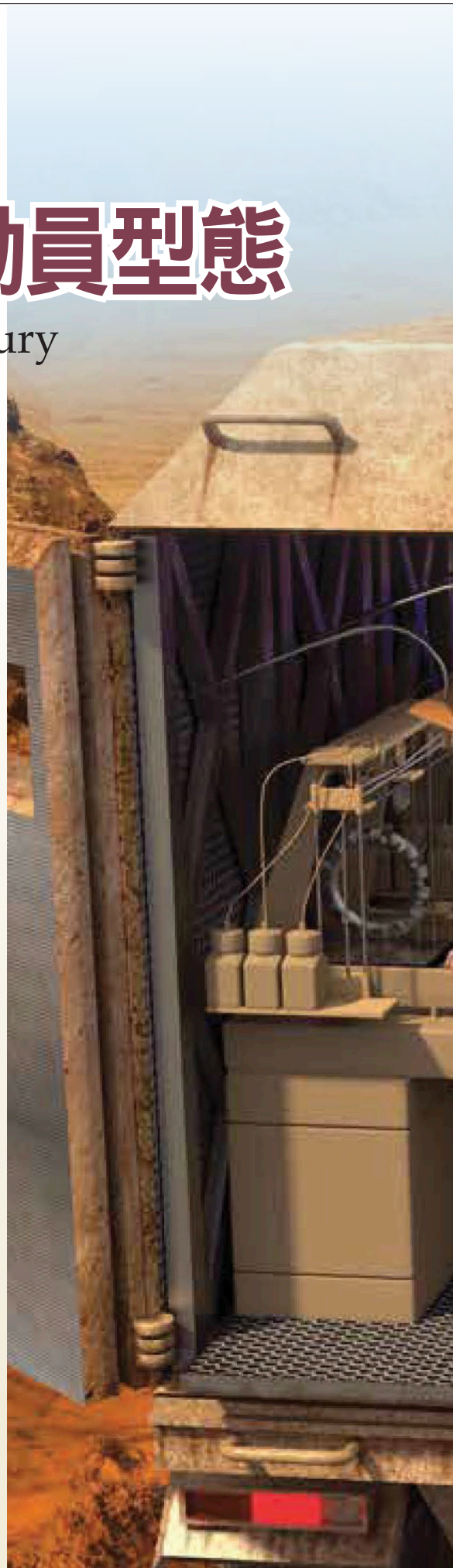
美國在對抗同等級勁敵的大規模作戰行動時需要動員，而關鍵阻礙是原物料、製造業和運輸，這些都須運用創新和自由企業制度來加以克服。

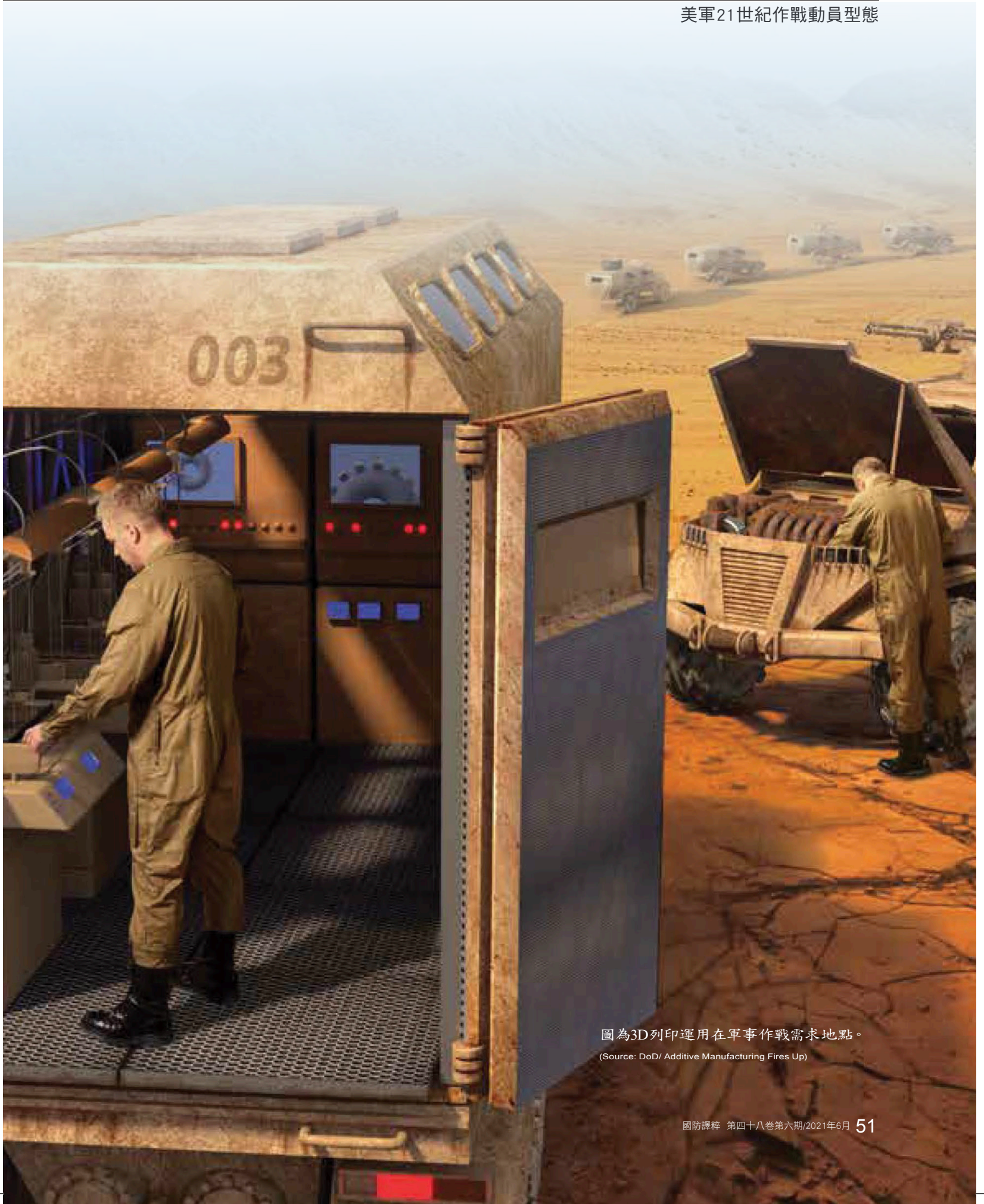
美國在21世紀的動員方式必須利用關鍵要素，俾利未來在與強權競爭對手作戰時，運用科技優勢帶來有如1940年代歷史性的物資生產。儘管美國近年來在阿富汗和伊拉克作戰中，有效展現了「能量激增」(Surge Capacity)，但在大規模作戰行動中面對實力相當或處於伯仲間的競爭對手時，動員仍然面臨許多重大挑戰。質言之，美國只需要動員狀況勝過敵人即可。

能量激增

「聯合出版品中並未明確定義「激增」(surge)這個詞，但我們可以透過歷史來闡明其涵義，美國在2007年因「伊拉克自由行動」和2009年在阿富汗作戰而快速增兵，此種激增即為美軍部隊——亦即人員與其建制攜行裝備——急速增加。然而，在這些激增中所看不見或被遺忘的部分，是工業基礎提供維持資源之必要性，而維持資源的主要來源是由各軍種的廠庫和兵工廠所組成之美國建制工業基礎。」¹

為支持伊拉克和阿富汗的激增需求，這些廠房和兵工廠的產量與勞工工時較2003年前增加至三倍之多。² 廠房和兵工廠通常不會以最大能量運作，俾利提供此種激增所需之餘裕。就如美國國防





圖為3D列印運用在軍事作戰需求地點。

(Source: DoD/ Additive Manufacturing Fires Up)

部第4151.18-H號出版品《廠庫維護能量和使用率測量手冊》(Depot Maintenance Capacity and Utilization Measurement Handbook)所述，儲備能量是「用以支持參謀首長聯席會應急方案的預劃需求；但在一般狀況時不會使用」。³ 在伊拉克和阿富汗兩邊同時作戰的重疊期間，雖然能成功維持戰鬥人員戰力，但這些作戰行動已造成當前美國工業的基礎能量極度緊繃。將如此擔憂擴大之，可見當前工業基礎支持美軍部隊激增的能力實在有限。例如，戰略暨國際研究中心的資深顧問坎奇安(Mark Cancian)指出，現有戰車生產設施的每月產量，僅夠補充兩天的戰鬥損失。⁴ 綜觀伊拉克和阿富汗作戰來作為比較基礎，目前美國工業基礎似乎有能力在短時間內激增以對抗同級勁敵，但誠如坎奇安所稱，美國目前尚未有能力與同級勁敵長期對抗。因此，美國在與實力不

相上下的對手進行曠日耗時的衝突時，將須動員始可確保勝利。

美國的動員能力

美國擁有足夠資源，可透過激增以對抗區域強敵或在有限期間內激增對抗同等級勁敵，但要應對超出這些情況之外的任何衝突，美國就必須動員，因此，必須瞭解美國目前動員能力。先前伊拉克和阿富汗的激增經驗，證明美國的激增能量有限；因此，動員分析就必須著重於能力(capability)，而非能量(capacity)。首先得要瞭解何謂動員，聯合出版品4-05《聯合動員計畫》(Joint Mobilization Planning)定義動員是「召集和組織國家資源，以在戰時或其他緊急情事下支持國家目標的過程。」⁵ 第二次世界大戰是美國在動員階段以及為達成動員所需之努力和資源的最佳例證，二戰

美軍在面對實力匹敵者時，必須在兵力動員整備上奪取先機。(Source: National Guard/ Katie Grandori)



經驗顯示，美國龐大的動員水平依賴自由企業制度，如同赫爾曼(Arthur Herman)在其著作《自由的熔爐》(*Freedom's Forge*)中多次強調，動員必須分散，如此自由企業才能主導。⁶ 二戰期間的美國戰爭部長史汀生(Henry L. Stimson)和美國動員制度奠基者克努森(Bill Knudsen)亦抱持類似觀點，而赫爾曼更融會他們的觀點寫道：「美國準備戰爭的唯一方法是透過國內的私人企業。」⁷ 私人企業必須領導動員，而其依賴的四個關鍵因素是：「勞工、原物料、製造業和運輸」(Labor, Material, Manufacturing, and Transportation)。勞工(更重要的是技術純熟的勞工)對於動員至關重要。根據美國人口普查局的數據顯示，目前美國的總人口數接近二戰人口數的兩倍半。⁸ 此外，在二戰期間，絕大部分勞工起初並不具備所需之精熟技術來執行工作，在赫爾曼詳盡的文獻中記載著：早在1941年間，婦女在大多數情況下，雖然起初並不熟練工作領域的技術，卻為生產戰爭品項貢獻良多。⁹ 儘管可能會引發熱議，本文將



鋁、鋼是大多數武器所需要的原料，為武器製造與供應之確保要素。

(Source: USN/ Oswald Felix Jr.)

不會把勞工視為對美國動員的關鍵限制，而將重點放在原料、製造和運輸上。

原物料。動員需要交戰國家製造大量戰爭品項，才能打仗及補充戰爭損耗，而這些戰爭物品需要原物料，例如鋁、鋼和稀土金屬就是能阻礙美國動員的極重要原料，這些原料普遍存在於各式武器系統中，「煉鋁板，特別是冷軋板，對於裝備美國地面作戰車輛、構建海軍艦艇和製造軍用飛機至關重要。」¹⁰ 美國的鋁產量已經大幅下降，美國在1999年的鋁產量占全球的16%，到了2013年則僅占4%，¹¹

而在同一時期，中國大陸的鋁產量則從11%增加到47%。¹² 即使包括加拿大、西歐和澳大利亞等盟國和合作夥伴在內，總和鋁產量仍遠低於中國大陸的鋁產量，中國大陸在2018年的鋁產量估計是3萬6,485公噸，而美國及其盟國與合作夥伴僅生產了9,424公噸的鋁。¹³ 這是美國動員能力的一項重大阻礙。

就像鋁一樣，大多數武器系統也需要鋼，而美國的鋼鐵生產也面臨與鋁類似的境遇。從2010年到2018年，美國鋼鐵產量從全球總產量的5.6%下降到

4.8%。¹⁴ 同樣地，如果將歐盟、北美和澳大利亞的鋼鐵產量加總起來，也僅占全球鋼鐵總產量的16%。¹⁵ 相反地，在此期間，中國大陸的鋼鐵產量已從占全球44.5%增至51%。¹⁶ 儘管美國鋼鐵產量的下降幅度不若鋁嚴重，但中國大陸在全球鋼鐵產量中的主導地位，則可與其鋁產量的稱霸相提並論。同樣令人擔憂的是中國大陸對全球鋼鐵業造成的持續壓力，其利用傾銷、非法出口補貼及過度生產來壓低價格，並迫使競爭對手倒閉。¹⁷ 結果就是鋼鐵生產成為美國動員能力的第二項重大阻礙。

稀土金屬則是美國動員能力的第三項阻礙。「稀土是許多美國賴以維護國家安全所需主要武器系統中使用的關鍵元素，包括雷射、雷達、聲納、夜視系統、飛彈導引、噴射發動機，甚至是裝甲車用合金。」¹⁸ 稀土金屬的需求量並不大，但是供應量有限，加上開採和製程的難度，使之在動員時面臨著類似鋁及鋼的艱難挑戰。如同在全球鋁和鋼鐵市場中稱霸，中國大陸也主導著全球稀土金屬的

生產。2018年美國地質調查數據顯示，中國大陸稀土金屬的礦產為12萬噸，占全球產量的86%，其次是澳大利亞和美國，分別為2萬噸和1萬5,000噸。¹⁹

與鋁及鋼的情況相似，中國大陸利用其在稀土金屬上的霸主地位影響著全球市場，甚至曾利用稀土金屬的優勢進行報復，在2010年，中國大陸就曾因領土爭議，切斷對日本的稀土金屬供應。²⁰ 稀土金屬與鋁及鋼是動員時不可缺少的關鍵原料，但是如同勞工一樣，原料只是美國動員所需製造過程的輸入端。

製造業。製造對於動員的重要性可與原料相提並論。如果美國如同中國大陸一般在鋁、

鋼鐵及稀土金屬的全球市場中占據主導地位，但卻沒有將這些原料加工成戰爭品項所需的製造能力，仍將無法動員。在2010年，中國大陸已超過美國，成為世界上最大的製造國。²¹ 美國從世界製造業領頭羊地位滑落的原因很多，部分是全球化的自然副產品，但像中國大陸這種國家的掠奪作法亦經證實確實損害了美國製造業。²² 結果就是「某些製造能力只能仰賴外國供應商，而其中許多供應商卻不位於盟國和夥伴國家境內。」²³ 當戰略和軍事計畫者回顧二戰時期製造業的驚人產量，現今製造業的滑落自然就令其極為擔憂。然而，儘管應該關切，但人們常常忘記了美

稀土元素是美國動員能力的重要因素之一，其為裝甲車用合金製程中不可或缺之要素。(Source: US Army/ Deanna Bague)



國在1939年時根本準備不足，無法達到1944年生產巔峰時期的水平。赫爾曼寫道：「克努森所見之處，發現美國的工業基礎，令人遺憾地並沒有為即將到來需求規模做好準備。」²⁴

若能記住這一點，美國就並非全無經驗。不過二戰的製造業奇蹟仍需要時間，而在與同等級勁敵進行大規模作戰時，戰鬥力將以極高速率耗損，而時間就顯得彌足珍貴。²⁵「反之，美國亦無法永遠保持類似戰爭的基礎之上。」²⁶因此，美國必須依賴創新以及史汀生和克努森所理解：自由企業制度。

運輸。原物料和製造業是美國動員的重大阻礙，但運輸則是同等重要的限制因素。需要動員的大規模作戰行動將需要極為艱鉅的運輸工作。1991年的沙漠風暴作戰行動，從集結到維持是美國大規模運輸需求方面甫習得的經驗教訓。至戰爭結束時，美國已運送了459艘船次，共計94萬5,000件單位裝備及920萬噸貨物，以維持戰爭的遂行。²⁷儘管這些數量看來龐大，但卻還比二戰期間動員的數量要小得多，更令人遺憾



想像中無人機群攻的展示概念圖。透過3D列印技術，可用極低成本迅速建構致命機群。(Source: USAF Research Laboratory)

的是，單靠美國本身建制的運輸資產已無法完成此項任務，動員與維持作業端有賴民間和外國運輸資產，以及戰區中大量的外國長途運輸卡車和公車予以支撐。²⁸沙漠風暴中敵方實力遠不如己，運輸資產是在不受威脅的海域和地面運作。反之，在目前需要美國動員的想定狀況中，其所需之運輸資產將較沙漠風暴期間的緊迫需求更驚人。除了原物料與製造業外，運輸亦是妨礙美國動員的重大阻礙，如同製造一樣，運輸將需要創新和自由企業制度加以克服。

緩解和連帶效應

美國可透過激增來長期對抗無法匹敵的敵人，但只能在有

限期間對抗同等級勁敵。反之，美國目前並無能力動員，卻面臨上述三大挑戰，阻礙著國家動員成功。美國無法生產足夠戰爭原料，特別是鋁、鋼和稀土金屬。也缺乏將原物料轉變成戰爭品項所需的製造業，並且依賴同等級競爭對手供應稀土金屬。但是，美國仍有許多方法可以緩解這些動員阻礙。

正如史汀生和克努森所瞭解到的，二戰時期讓動員成功之最重要因素是國家的自由企業制度體系，假設國家能接受這個強而有力的教訓，則自由企業制度將再次盛行。然而，逐步擴增自由企業制度以進行戰時生產需要時間，如前所述，美國在對抗同等級勁敵時，時

間並非是能供揮霍的奢侈品。開發新技術可以協助減少生產時間，這些技術涵蓋了各式各樣的主題，例如人工智慧、量子計算、自主載具及先進製造等等。國家必須立即投資即便無法解決——也要能減輕前述三項關鍵阻礙技術，「先進製造」(Advanced Manufacturing)，特別是一般稱作3D列印的「積層製造」(Additive Manufacturing)，就具有這種潛能。3D列印就像家用噴墨印表機一樣，但不使用單層油墨，而是逐層添加材料來生產三維立體物品，且不需要任何工具或模具。²⁹

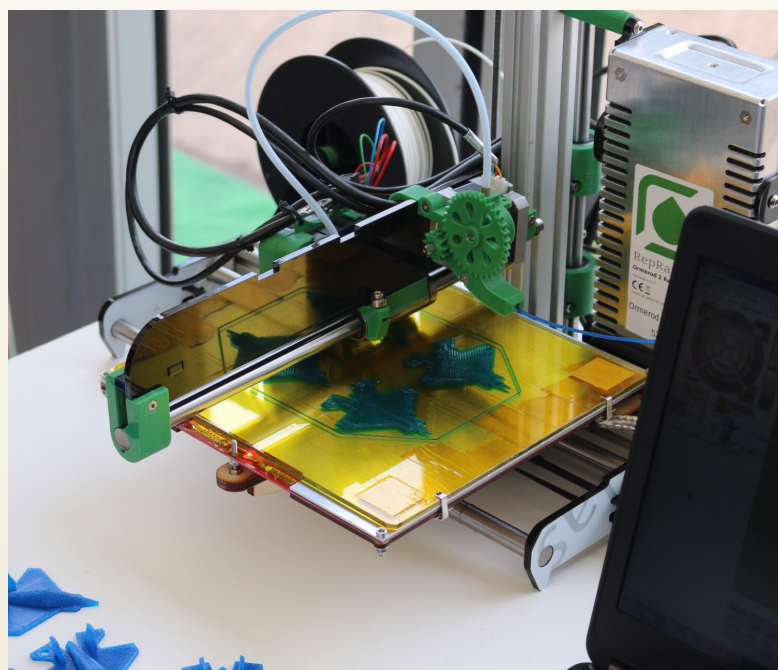
積層製造技術的應用廣泛，「有些人甚至預言，說這些創新對技術、社會、環境和經濟造成的影響，讓我們正處於下一次工業革命的當口上。」³⁰ 積層製造具有澈底改進戰鬥維持力的潛能，可以在激增階段減輕工業基礎的壓力，並在動員階段促進武器生產。一旦開打，要維持部隊戰力就變得至關重要且充滿挑戰。「像3D列印這樣的技術，可以讓士兵幾乎就在所需地點直接更換系統和裝備的零件。」³¹ 結果就是，這將大幅減少供應鏈和後勤鏈，同時也不再需要大型後勤基地來貯存和保全這些零件。³² 再者，「先進製造還可以用來處理汰除零件、難以獲得零件以及消失性商源等問題。」³³ 這些是3D列印這類先進製造技術，可以在激增階段為國家帶來的益處。

如同先進製造技術可以改變國家的激增方式，它也有潛能解決許多動員阻礙。如前所述，諸如鋁、鋼和稀土金屬之類的戰爭原物料的供應日漸稀少，3D列印可以大為緩解美國這類原物料不足的問題，因為「就邏輯上而言，可能得以重新解構製造歷程，重組為採用當地材料的分散式3D

列印設施。」³⁴ 另外，與「傳統製造」(Traditional Manufacturing, TM)相較，「積層製造」更提供了難以抗拒的靈活性。

傳統製造通常需要高利用率才有高效能產出，而積層製造卻可以隨時暫停機器，或將產能重新導向生產不同類型的商品。所以生產大眾市場商品的傳統工廠，比起生產定製品的同業規模要來得龐大許多，但積層製造工廠則可維持較小規模而又不會降低效率。³⁵

能夠從規模大且昂貴的工廠設施過渡到小而分散營運，同時不減損生產能量是3D列印技術所提供的關鍵優勢。而設施成本降低及生產線變更彈性，也為更多經濟領域提供進入市場的機會。³⁶ 同樣重要的是3D列印能夠批量生產大型品項。此外，「積層製造技術演進迅速，每天



3D列印可用於生產軍用零附件，並能有效改善在戰時的工業生產壓力。(Source: Lockheed Martin)



英特爾公司(Intel)為燈光秀所設計的流星(Shooting Star)四旋翼無人機。
(Source: Intel)

都會出現新材料和新製程，不斷擴大可列印的範圍：可列印大型產品(如機翼和房屋)的大面積列印機、使用多種材料(包括導電材料)的列印機、快速列印等。」³⁷ 積層製造的生產潛能近趨無限，從而提供美國一條克服原物料和製造限制的途徑。

積層製造在減輕動員階段的運輸挑戰方面也可發揮重要作用，二戰期間，美國生產了將近5,200萬噸的商船，俾將所製造的龐大戰爭資源運往歐洲和太平洋戰場。³⁸ 由於3D列印可以在需求地點產製，故可大幅

減少運輸需求，這對於製造過程及最終用戶的運輸需求而言都至關重要。應用3D列印「將大幅減少海上、陸上和空中運輸」。³⁹ 雖然原料、製造和運輸只是國家動員諸多阻礙的其中三項，但它們也是能否成功的關鍵驅動力，因此，倘若美國現在投資並繼續創新這些技術，那麼在需要動員的國家緊急情況下，工業界就可能更迅速轉變成戰時狀態。

不投資積層製造的影響極為深遠，這項技術將澈底改變戰爭和全球經濟，甚至有可能逆轉全球化及其對國家製造業的

影響，因為其可「大幅簡化供應鏈」，並減少對技術不純熟勞工的需求，所以美國公司將無需於海外製造。⁴⁰ 由於積層製造降低了涉入門檻，因此無論企業規模大小，積層製造也將更為普及。由於轉換成本和單位價格大幅降低，大型企業因為享有規模經濟而更具市場競爭力的概念將不再適用。⁴¹ 然而，這不能代替大公司，因為後者仍可選擇保留全球生產。例如，聯合包裹服務公司(United Parcel Service)「正在全球建立3D列印工廠，將為其他公司生產幾乎所有產品。」⁴² 這些因素至為重要，因為它們減輕了能夠成功動員以對抗同等級勁敵所必須處理的製造短缺和生產速度等。

美國國防部正開始利用此一新興技術，並更加瞭解其在戰爭革新上的潛力，「陸軍未來司令部」(Army's Futures Command)開始將預期的先進製造技術融入戰力需求中。⁴³ 此外，美陸軍已經在阿富汗和科威特部署3D列印機，以支援這些地區的作戰行動。⁴⁴ 同樣地，海軍軍令部「快速創新小

組」(Rapid Innovation Cell)已在「埃塞克斯號直升機船塢登陸艦」(USS *Essex*)固定安裝了一臺列印機，並計劃在另外兩艘船上安裝3D列印機。」⁴⁵

更重要的是，結合積層製造與人工智慧，將可能徹底改革美國的作戰方式，軍方正正在實驗「迅速生產『特殊任務裝配』的客製化無人機。」⁴⁶ 積層製造能輕易利用有限材料和資源，大規模生產小型無人載具。若再加上人工智慧，則更能為軍事事務帶來了革新潛力，無人機就可以執行多種戰場功能。如此一來，由於無人機易於生產，就可大為緩解計畫官對戰損的擔憂。因此，這些無人機可取代那些造價極為昂貴、高端技術、耗費時

間且需要大量原物料及製造資源載臺。

結合積層製造和人工智慧的優勢，可改變美國發動戰爭的方式，但敵人無論能否與美國維持勢均力敵，也都可以輕易獲得這些技術。2015年，美海軍研究院的學員展示只要有一位操作人員，即能操控50套無人系統。⁴⁷ 然而就在最近，中國大陸創下紀錄，讓超過1,000架無人機自主運作和互動。⁴⁸ 因此，儘管這是非核武摧毀手段，美國及同等級勁敵即將發現，假定相互保證摧毀的冷戰時期軍事對峙態勢，絕非不合理。同樣地，該技術亦讓無法匹敵之敵人與美國實力更形伯仲。低度開發國家和恐怖組織可使用積層製造，一舉

2018年2月9日，英特爾團隊在南韓平昌為2018年平昌冬奧開幕式製作了一場1,200架無人機的燈光秀，使用的是英特爾流星(Shooting Star)無人機，這場無人機表演展示了無人空中系統集結成群時的威力。(Source: Intel)





無人機在3D列印的協助下，將能進行快速生產，可作為緩解裝備戰損之解決方案。(Source: USN/ Devin Langer)

跳過傳統且耗費資源的製造過程。⁴⁹ 這些因素使美國必須投資積層製造，不投資的後果將使美國的敵人藉由技術優勢而取得重大軍事優勢，這將使美國國家安全處於危險之中。

結論

激增與動員不太一樣，美國面臨許多成功動員的阻礙。激增會對國家的軍事工業基礎造成很大壓力，但現有基礎仍具備足夠能量，可以支持對無法匹敵之競爭對手的長期激增，以及對同等級勁敵的有限度激增。相反地，美國並未做好準備以因應動員，在原物料(特別是鋁、鋼和稀土金屬)、製造業和運輸的能力方面承受著嚴重短缺問題，而先進製造可能是彌補這些差距的基石。正如美國在第二次世界大戰期間所學習到的經

驗，自由企業制度是大規模動員能夠成功的基礎。自由企業將始終支持那些強固基底的技術，而美國必須鼓勵及投資那些具有重大國家安全潛能的技術，例如積層製造。美國的敵人正在、也將持續利用這項技術來獲取不對稱優勢，但如果美國不能在此技術上獲得領先，那麼同等級競爭對手就更有可能是贏得主宰地位。

作者簡介

Chris H. Bachmann上校是五角大廈國防部長辦公室成本分析和計畫評估室主任的高級軍事助理，專長為作業研究與系統分析，曾任北卡羅萊納州布拉格堡陸軍特種作戰航空司令部(Army Special Operations Aviation Command)作業研究與系統分析主管。

Reprint from *Military Review* with permission.

註釋

1. Christopher Bachmann “Understanding the Organic Industrial Base: Increased Interest in ‘Surging’ Shows Importance of OIB,” Army.mil, 21 October 2020, accessed 17 November 2020, https://www.army.mil/article/239939/understanding_the_organic_industrial_base_increased_interest_in_surging_shows_importance_of_oib.
2. *The United States Army Organic Industrial Base Strategic Plan 2012-2022* (Washington, DC: U.S. Army, 2012), 1, accessed 5 November 2020, <https://api.army.mil/e2/c/downloads/276549.pdf>.
3. Department of Defense Publication 4151. 18-H, *Depot Maintenance Capacity and Utilization Measurement Handbook* (Washington, DC: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Sustainment, 2007), 13, accessed 5 November 2020, <https://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/DD/issuances/dodm/415118h.pdf>.
4. Mike Gallagher, “Hedging Our Bets: Reviving Defense Industrial Surge Capacity,” *War on the Rocks*, 1 December 2017, accessed 5 November 2020, <https://warontherocks.com/2017/12/hedging-bets-reviving-defense-industrial>.
5. Joint Publication 4-05, *Joint Mobilization Planning* (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office, 2018), IX, accessed 5 November 2020, https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp4_05.pdf.
6. Arthur Herman, *Freedom’s Forge: How American Business Produced Victory in World War II* (New York: Random House Trade Paperbacks, 2012).
7. Ibid., 84.
8. “Population Clock,” United States Census Bureau, accessed 5 November 2020, <https://www.census.gov>; 1945, “National Intercensal Tables: 1900-1990, accessed 5 November 2020, <https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/popest/pre-1980-national.html>.
9. Herman, *Freedom’s Forge*, 262-266.
10. Interagency Task Force, *Assessing and Strengthening the Manufacturing and Defense Industrial Base and Supply Chain Resiliency of the United States: Report to President Donald J. Trump by the Interagency Task Force in Fulfillment of Executive Order 13806* (Washington, DC: U.S. Department of Defense, September 2018), 21, accessed 5 November 2020. <https://media.defense.gov/2018/Oct/05/2002048904/-1/-1/1/ASSESSING-AND-STRENGTHENING-THE-MANUFACTURING-AND-DEFENSE-INDUSTRIAL-BASE-A00ND-SUPPLY-CHAIN-RESILIENCY.PDF>.
11. *Annual Industrial Capabilities Report to Congress for 2013* (Washington, DC: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, 2016), 49, accessed 5 November 2020, <https://www.acq.osd.mil/mibp/resources/2013%20AIC%20RTC%2010-03-16%20-%20Public%20Unclassified.pdf>.
12. Ibid.
13. “Primary Aluminum Production,” World Aluminum, accessed 5 November 2020, <http://www.world-aluminium.org/statistics>.
14. “Steel Statistical Yearbook 2019, Concise Version,” Worldsteel Association, accessed 5 November 2020, <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:7aa2a95d-448d-4c56-b62b-b2457f067cd9/SSY19%2520concise%2520version.pdf>.
15. Ibid.
16. Ibid.
17. Interagency Task Force, *Assessing and Strengthening*, 36.
18. Ibid., 32.
19. Charlotte McLead, Lead, lotte McLead, ening n.pdf. Metal Production,ead, ening n.pdf.d9/, csg/s, 23 May 2019, accessed 5 November 2020, <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/rare-earth-producing-countries>.
20. Lee Simmons, “Rare-Earth Market,” *Foreign Policy* (website), 12 July 2016, accessed 5 November 2020, <http://foreignpolicy.com/2016/07/12/decoder-rare-earth-market-tech-defense-cleanenergy-china-trade>.
21. Marc Levinson, *U.S. Manufacturing in International Perspective*, Congressional Research Service (CRS) Report R42135 (Washington, DC: CRS, 18 January 2017), 2, accessed 5 November 2020, <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42135.pdf>.
22. Interagency Task Force, *Assessing and Strengthening*, 8.
23. Ibid.
24. Herman, *Freedom’s Forge*, 112.
25. Timothy J. May, *thening /R42Age Capacity at Informa-*

- tion Age Speed, *Strategic Studies Quarterly* 13, no. 2 (2019): 70, accessed 5 November 2020, https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/SSQ/documents/Vol-ume-13_Issue-2/May.pdf.
26. Ibid., 68.
27. James K. Matthews and Cora J. Holt, *So Many, So Much, So Far, So Fast: United States Transportation Command and Strategic Deployment for Operation Desert Shield/Desert Storm*, Joint History Office Report 95-47485 (Washington, DC: Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff and U.S. Transportation Command, 1992), 115, accessed 5 November 2020, <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a313440.pdf>.
28. Ibid., 133-37; Peter C. Langenus, "Moving an Army: Movement Control for Desert Storm," *Military Review* 71, no. 9 (1991): 42, no. 9 (1991): 42, <http://cgsc.contentdm.oclc.org/cdm/ref/collection/p124201coll1/id/492>.
29. Avner Ben-Ner and Enno Siemsen, "Decentralization and Localization of Production: The Organizational and Economic Consequences of Additive Manufacturing (3D Printing)," *California Management Review* 59, no. 2 (2017): 8, <https://doi.org/10.1177/0008125617695284>.
30. Helen Dickinson, "The Next Industrial Revolution? The Role of Public Administration in Supporting Government to Oversee 3D Printing Technologies," *Public Administration Review* 78, no. 6 (2018): 922, <https://doi.org/10.1111/puar.12988>.
31. Alexis Lasselle Ross, "Getting Started Now," *Army AL&T Magazine*, 11 September 2019, 101, accessed 5 November 2020, <https://asc.army.mil/web/news-alt-on-19-getting-started-now>.
32. Jaren K. Price, Miranda C. La Bash, and Bart Land, "3D Printing for Joint Agile Operations," *Joint Force Quarterly*, no. 95 (4th Quarter, 2019): 93, accessed 5 November 2020, <https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-95/jfq-95.pdf>.
33. Ross, "Getting Started Now," 102.
34. Alysia Garmulewicz et al., "Disruptive Technology as an Enabler of the Circular Economy: What Potential Does 3D Printing Hold?," *California Management Review* 60, no. 3 (2018): 113, <https://doi.org/10.1177/0008125617752695>.
35. Ben-Ner and Siemsen, "Decentralization and Localization of Production," 9.
36. Ross, "Getting Started Now," 102.
37. Ben-Ner and Siemsen, "Decentralization and Localization of Production," 8.
38. Herman, *Freedom's Forge*, 335.
39. Ben-Ner and Siemsen, "Decentralization and Localization of Production," 19.
40. Ibid., 12; Helen Dickinson, "The Next Industrial Revolution? The Role of Public Administration in Supporting Government to Oversee 3D Printing Technologies," *Public Administration Review* 78, no. 6, (2018): 924, <https://doi.org/10.1111/puar.12988>.
41. Ben-Ner and Siemsen, "Decentralization and Localization of Production," 6.
42. Ibid.
43. Ross, "Getting Started Now," 104-107.
44. Price, La Bash, and Land, "3D Printing for Joint Agile Operations," 95.
45. Ibid.
46. Ruby Russell, "Drones and Drone Components," in *Evaluating WMD Proliferation Risks at the Nexus of 3D Printing and Do-It-Yourself (DIY) Communities*, ed. Robert Shaw et al., CNS Occasional Paper No. 33 (Monterey, CA: Middlebury Institute of International Studies at Monterey, October 2017), A-34, accessed 5 November 2020, <http://www.nonproliferation.org/wp-content/uploads/2017/10/op33-wmd-proliferation-risks-at-the-nexus-of-3dprinting-and-diy-communities.pdf>.
47. Rollin Bishop, "Record-Breaking Drone Swarm Sees 50 UAVs Controlled by a Single Person," *Popular Mechanics* (website), 16 September 2015, accessed 5 November 2020, <https://www.popularmechanics.com/flight/drones/news/a17371/record-breaking-drone-swarm>.
48. Jeffrey Lin and P. W. Singer, "China is Making 1,000-UAV Drone Swarms Now," *Popular Science* (website), 8 January 2018, accessed 5 November 2020, <https://www.popsoci.com/chinadrone-swarms>.
49. Ben-Ner and Siemsen, "Decentralization and Localization of Production," 20.