發佈：2026-07-30, 週四 15:13
點擊數：2074



一、軍隊的東西，哪那麼複雜？

會有這種印象，除了多數人平時接觸不多之外，很大一部分其實跟我們這一代的「經歷」有關，畢竟我們大多數人都服過義務役，對軍中裝備的記憶，往往就停留在當年那個樣子。老實說，那個年代的裝備，確實不太行。

我自己是在 2010 至 2011 年間服役，待的是陸軍工兵。先不談那些專業機具，光是從成功嶺開始領的迷彩服，就是前輩一代一代傳承下來的「古物」，帶點霉味都算正常，沒有破洞就該偷笑了

Phoca PDF

。長官還說它具備抗遠紅外線偵測的功能，但看著那塊洗過無數次、早已起皺褶、布面褪色又起球的料子，實在很難想像它在戰場上還能發揮多少作用。

除了常備迷彩服之外，軍靴、內衣這類貼身裝備多半得自己掏錢買，品質也只能用「堪用」兩個字形容。再加上我們這種二、三線單位，不是第一線實戰部隊，配發的裝備本來就偏老舊。那時候我甚至看到跟我年紀差不多大的橡皮艇，經過二十多年的摧殘，膠面都快脆化了還在「服役」，還得要拚高裝檢合格。

或許海軍、空軍的情況會好一些。但如果你跟我一樣，當的是義務役、又分發到相對不被重視的單位，那麼「軍隊的東西都很爛」這個印象，其實是親身經歷一點一滴累積出來的，並不是憑空想像。問題在於，這終究只是「台灣的故事」。

我們不能拿自己當年的義務役經驗，去想像全世界的軍隊都是同一個樣子。作為全球唯一長期維持在「實戰狀態」的軍隊，美軍的待遇與標準，跟我們記憶中的軍中裝備可以說是天差地遠。就從最基本的迷彩服說起：美軍迷彩服所用的布料纖維，本身就跟一般日常服飾不是同一個等級。就算成分可能同樣是尼龍、聚酯纖維與棉的混紡，但從纖維的品質、強度到延伸性，再到迷彩印花的工序與布面上的各種特殊處理，都使它擁有更好的撕裂強度、更高的耐水洗次數與更實在的機能表現，同時還能兼顧穿著的舒適性。往下看到手套、褲料等部件，做工往往比一般民用產品更為複雜，成本自然也更高。

不僅如此，品管要求極為嚴格，許多品項硬性規定必須「美國製造」；而且不只每批布料都要抽檢，甚至每一批裡的每一卷布，都得逐一檢驗，從源頭就把供應鏈與品質牢牢掌握在自己手上。

Phoca PDF

發佈：2026-07-30, 週四 15:13
點擊數：2074

而美軍真正的價值，還不只是「用得好」而已，它更常常是整個材料產業研發的發動引擎。

二、美軍這台引擎，催生了多少今日的紡織經典？

美軍對紡織業的貢獻，最早並不是從某個專責實驗室開始的，而是從一場戰爭的迫切需求中被逼出來的。要談這台引擎，第一個非提不可的主角，就是尼龍。

（一）尼龍：被譽為「打贏戰爭的纖維」

尼龍由杜邦（DuPont）旗下的化學家華勒斯・卡羅瑟斯（Wallace Carothers）團隊研發，1935 年正式問世，是史上第一種完全在實驗室裡合成出來的纖維。它在 1939 年的紐約世界博覽會上首度亮相，並於 1940 年正式上市，而它最初的身分，其實就是「絲襪」的替代品。當年尼龍絲襪一推出便造成轟動，第一年就賣出六千四百萬雙，因為它比真絲更強韌、更有彈性，又不像真絲那麼嬌貴易破。

但二戰爆發後，情勢徹底改變。當時全球生絲產地多數掌握在日本手中，美國有將近八成的絲料仰賴進口，而許多軍需用品偏偏都以蠶絲製成，包括降落傘、火藥袋、輪胎簾子布、漁網、繩索等等。在原物料瞬間短缺的情況下，美國政府於 1942 年起將尼龍產能全面轉作軍用，大量應用在降落傘、滑翔機拖曳繩、防彈背心、蚊帳與吊床上。結果可說是「沒用不知道，一用驚為天人」，軍方發現尼龍不僅強度更高、更耐用，還防霉、快乾、輕量，幾乎為戰場量身打造，它也因此被譽為「打贏戰爭的纖維」（the fiber that won the war）。

Phoca PDF

戰後，尼龍技術經由口耳相傳回到民間，一度引發瘋狂搶購。最誇張的一次，光是匹茲堡就有四萬名女性，為了爭奪僅僅一萬三千雙絲襪而大排長龍，史稱「尼龍暴動」。時至今日，尼龍仍是全球第二大合成纖維（僅次於聚酯纖維），並衍生出像 Cordura 這類同樣由軍方率先採用、後來成為市場熱門的高耐磨材料。可以說，要不是美軍當年那場意外的「實戰測試」，今天多數人可能根本不認識尼龍，連絲襪都不見得輪得到它上場。

（二）納提克中心：把「碰運氣」變成「做實驗」的研發引擎

尼龍的故事說明了戰爭如何「逼」出一項偉大的材料，但那畢竟帶著幾分意外與運氣。真正讓美軍把材料研發系統化、制度化的，是一個關鍵角色：美國陸軍納提克士兵系統中心（U.S. Army Natick Soldier Systems Center, NSSC）。這是一座隸屬於美國國防部、專注於士兵系統基礎研究、應用開發與生命週期管理的軍事實驗室。它在 1949 年獲得美國國會授權，1952 年動工，1954 年正式啟用，發展至今已擁有超過一千名跨學科的科學家、工程師與後勤人員。

NSSC

有一個很特別的研究視角：它把人類士兵視為一個需要與外界環境進行熱量、水分與動能交換的「開放熱力學系統」。為了精準研究這個系統，它建置了最頂尖的測試設施，其中最具代表性的，就是 Doriot 氣候與高度模擬室——它能夠精確複製地球上幾乎任何極端氣候條件，讓研究人員做出最精準的實驗與材料驗證，再進而延伸出各種戰鬥系統的服飾。也正因為看見這種實驗室所能帶來的巨大成功，後來連 GORE、NIKE 都比照辦理、相繼跟進，目標都是用最科學的方式，找出最合理的解答。

Phoca PDF

發佈：2026-07-30, 週四 15:13
點擊數：2074

正是在這套研究體系之下，美軍兩大戰鬥服裝架構，擴展型寒冷氣候服裝系統（Extended Cold Weather Clothing System, ECWCS）與防護戰鬥服（Protective Combat Uniform, PCU）應運而生。它們對裝備提出了更專業、更高強度的要求，使得許多原本在民間市場可能被淘汰、或始終不被看見的好東西，獲得了重出江湖的機會。接下來要談的 GORE-TEX、PrimaLoft 與 Polartec，正是在這套體系裡被驗證、被放大，最終普及到你我身邊的三項代表作。

（三）GORE-TEX：從基層「自費偷渡」到軍規霸主

GORE-TEX 的故事，甚至可以說美軍是把 GORE-TEX 從「民用頂級戶外裝備」一路推向「全球化規模與高標準工業規範」的最大功臣。

GORE-TEX 於 1969 年發明、1976 年正式民用商業化。它擁有超強的延展性，每平方公分更含有高達九十億個微孔，孔洞比水滴小兩萬倍、卻比水蒸氣大七百倍，能讓雨水進不去、汗水出得來，物理特性相當驚人。然而 1978 年它首次送進美軍的 Natick 實驗室時，卻意外地遭到冷落。

真正的突破口，來自基層士兵的「自救」。當時美軍公發的防寒、防雨裝備，技術其實還停留在韓戰、越戰時期的橡膠雨衣，雖然防得了水，卻極不透氣，士兵高強度行軍時內部全是悶出來的汗水。 1970 年代末到 1980 年代初，一些美國海軍陸戰隊軍官、以及英國皇家海軍陸戰隊，在參與極地與山地訓練時，索性自己掏腰包跑到戶外用品店，買下民用版、森林綠配色的 Marmot GORE-TEX 外套私下穿著，結果發現它的舒適度與防護力，遠遠超過公發裝備。

Phoca PDF

緊接著，兩場實戰級的考驗替它做了最有力的背書。一是 1982 年的福克蘭群島戰爭二是北約（NATO）的挪威極寒演習：美軍讓一千名海軍陸戰隊員穿著含 GORE-TEX 的 Marmot 夾克前往挪威，結果締造了美國陸戰隊史上首次在極寒演習中「零凍傷、零失溫傷亡」的紀錄。

受到基層反饋與演習結果的雙重刺激，美軍終於在 1983 年撥款，啟動了新一代防寒服裝系統 ECWCS 的研發。到了 1985 至 1986 年的第一代 ECWCS（Gen Ⅰ），首度把 GORE-TEX 微孔薄膜布料列為核心外層。1988 年更是一口氣向 W. L. Gore 公司下了高達二十五萬套的巨額訂單，GORE-TEX 自此正式成為美軍的標準公發裝備。由於需求量大到軍方產線一度供不應求，美國政府甚至破例允許 Gore 公司直接在軍事基地的福利社（Military Exchange Stores）販售 GORE-TEX 裝備給官兵。

W. L. Gore 為此專門成立了「軍警專業布料部門」，在往後數十年間與美軍深度合作，甚至連阿帕契、黑鷹等軍用直升機上的耐磨密封墊片與線材，也大量採用了 Gore 公司的 ePTFE 專利技術。

GORE-TEX 的崛起，是「商業科技」與「軍事剛需」結合的經典案例。美軍龐大的採購規模與極為苛刻的軍規測試（Mil-Spec），則直接逼著 W. L. Gore 不斷提升薄膜的耐用度、接縫貼條技術（GORE-SEAM®）與量產良率。換句話說，是軍方的高標準把這項材料「磨」得更成熟，而這份成熟，又反過來奠定了 GORE-TEX 在民用高階戶外市場的霸主地位。直到今天，它不僅仍是美軍的標準配備

Phoca PDF

，更早已成為許多人心中「防水機能」的代名詞。

（四）PrimaLoft：美軍「點名訂做」的人造羽絨

PrimaLoft

的誕生，更是直接由美軍「下訂單」催生出來的。把場景拉回前面提過的納提克實驗室：他們在找一種能在潮濕環境下依舊維持保暖、又能快乾的羽絨替代品。原因很實際：真羽絨雖然保暖、輕又能壓縮，卻有個致命弱點，一旦受潮就會結塊塌陷，幾乎完全失去保暖能力，而「淋濕」恰恰是野戰部隊的家常便飯。

Phoca PDF

軍方開出的規格幾乎是「比照羽絨、但要防水」：在重量、壓縮性與保暖度上都要能與鵝絨匹敵，卻得在潮濕時仍能蓄熱，目標是用在軍用睡袋與寒區的層次化服裝系統，也就是當時正在發展的 ECWCS。Albany International
為此投入研發，最終做出一種以極細聚酯纖維模擬羽絨蓬鬆結構的非織造保暖棉，並在1986 年 5 月獲准接單生產，就是日後 PrimaLoft 的原型，最早稱為 PrimaLoft
ONE，而美國政府也依合約保留了對該發明的部分權利。

但美軍最初在全面配發上面臨不小的挑戰。一來初期材料生產成本偏高，二是它在軍隊那種粗暴的大量洗滌流程下，當時的技術較難維持長期的纖維結構穩定。換句話說，催生它的是軍方，但因初期製程的耐洗度與成本疑慮，並未第一時間全面公發。在軍方改採象徵性少量採購的有限合約後，Albany International 索性將其推向民間，1988 年成立子公司專責商業化，並在 1989 年由戶外品牌 L.L. Bean 推出第一件搭載 PrimaLoft 的保暖外套，正式進入消費者市場。之後隨著技術不斷成熟、耐用度與成本問題逐步改善，PrimaLoft
後來又繞回了軍用領域，成為美軍及多國部隊睡袋與保暖層的指定材料之一；

在民間，它更一路成長為當今幾乎所有頂尖戶外品牌都不可或缺的保暖棉，全球已有數百個品牌採用。從「軍方點名訂做」到「被軍方退件」，再到「民間發揚光大、最後重回軍規」，PrimaLoft 完整走了一圈，也再次印證了那條規律：

是國防的需求點燃了第一把火，而龐大且嚴苛的軍用標準，最終把一塊材料磨成了民間市場的標竿

Phoca PDF

發佈：2026-07-30, 週四 15:13
點擊數：2074

（五）Polartec：從一場大火走來的動態保暖龍頭

Polartec 的前身是 Malden Mills，一家 1906 年創立於麻州的老牌針織廠。早在 1979 年，它就與 Patagonia 合作開發出名為 Polarfleece 的聚酯纖維刷毛布料，徹底改變了戶外服飾的歷史。然而，傳統的刷毛料有其極限：在從事高強度戶外運動時，因為保暖卻不夠透氣，往往導致體溫過熱、汗水悶在衣物裡，一旦停下來或脫掉外層，又會迅速失溫。正是這個矛盾，促使他們開始思考「動態保暖」的解方。

這項研發在隨後幾十年持續推進。到了 2010 年代初，美國特種部隊司令部（SOCOM）提出了類似的剛性需求：特種部隊需要一種能在「高強度衝鋒」與「靜態警戒」之間反覆切換、且在潮濕環境下依舊維持核心體溫與高效排濕的材料。這項戰術剛需與Polartec的技術累積一拍即合，雙方深度合作，這才催生出了日後席捲戶外市場的動態保暖王牌Polartec Alpha。

而 Polartec 這間公司本身的命運，更是「國防如何救活一個產業」最戲劇化的註腳。1995 年 12 月，Malden Mills 工廠遭逢一場毀滅性大火，隨後在 2001 年宣告破產。真正讓它在寒冬中重新站起來並重啟新生（於2007年更名為 Polartec）的關鍵，正是美國國會在 2005 年撥款兩千一百萬美元的大量軍用品採購案，才得以維持其高階技術產線。時至今日，美軍在 ECWCS 系統中全面而大規模地採用了它的 Power Dry、Power Grid 與 Thermal Pro 等系列布料，讓每一個美軍軍種都成了 Polartec 的客戶；也正是靠著美軍的推廣與極端戰場驗證，它才得以在動態保暖的消費市場中站穩無可撼動的主流地位。

Phoca PDF

把這四項材料擺在一起看，會發現一條清晰的脈絡：尼龍、GORE-TEX、PrimaLoft、Polartec，甚至連你我都再熟悉不過的Ripstop（格紋抗撕裂布），背後幾乎都站著同一個推手，美軍。當初都是因為美軍有需求，才驅使技術人員動腦筋、找原料、想方法，最終產出更強大的產品。關鍵在於，美軍擁有高達數十萬部隊的穩定採購量，這個「天文數字級」的訂單，讓紡織廠得以持續投資、不斷改進技術。可以想見，假設當初沒有美軍採用，這些材料很可能長期停留在小眾階段，甚至無聲無息地消失。這就是國防所帶來的價值，它不只是讓軍隊穿得更好，更是讓紡織技術得以生存、發展的關鍵。所以即便到了今天，美國境內已經沒剩多少中低價位的紡織工廠，但在頂尖原料這一塊，它依舊握有相當的話語權。

三、回頭看台灣：我們的缺點與瑕疵在哪？

回頭看台灣，落差就格外刺眼。平心而論，這幾年我們並非原地踏步。海、陸、空軍都開始逐步換裝，像是中科院（國家中山科學研究院）自 2011 年起研發、針對台灣作戰環境最佳化的數位迷彩，便採綠、棕、淺灰等色配置，據軍方說法，偽裝效果比舊式大迷彩高出約四成、比更早的草綠服更高達六成，是一個值得肯定的起步。但若要追上美軍的水準，這段距離說實話還很遙遠，而且問題往往不只出在「不夠努力」，而是出在結構。

第一個瑕疵，是長期的「不夠重視，也不夠全面」。裝備汰換固然需要時間，得一項一項慢慢推動，但過去我們在這一塊投入的關注與資源實在太少，導致基層拿到的常備品質與更新速度都偏慢；更關鍵的是，注意力幾乎全集中在「看得見」的戰鬥服或外出服材料上，卻忽略了官士兵真正貼身、每天都要穿的日常衣物。舉個最切身的例子：台灣的氣候是出了名的炎熱、潮濕、多雨

Phoca PDF

，照理說連最內層的內衣都應該改採快乾、涼感的機能材料，例如利用異形斷面紗增加導汗面積、加速排汗蒸發，或採用涼感纖維提升接觸瞬間的涼感。但現實是，國軍至今多半仍停留在傳統的棉質內衣（軍中俗稱的「草綠內衣」）。棉一旦吸汗就又濕又重、乾得又慢，不僅耐用性與舒適度偏低，假設真有出動需求，官士兵很可能因為悶熱、汗濕而提早耗損體力，連帶折損了原本該有的戰力。換句話說，這不只是「舒不舒服」的問題，而是會實際影響持續作戰能力的環節。

第二個瑕疵，是「金錢與預算」的天花板。再好的改革藍圖，沒有穩定且足夠的預算挹注，都只能停在紙上。材料升級往往牽涉到單價提高、規格重訂與全面換發，每一項都是錢；唯有時間與資源兩者都到位，我們才能真正期待改革落實的那一天。

第三個、也是最容易被忽略的瑕疵，藏在「採購與標案的設計」裡。值得一提的是，懂得運用國防力量帶動紡織業的，絕不只有美國。許多先進國家都在這個領域各自開拓出一片天地：日本有東麗（Toray）等大廠領先全球的超細纖維與機能薄膜；中國則大量發展 UHMWPE（超高分子量聚乙烯，常用於防彈、防割）與克維拉（Kevlar）等級的高強度纖維，應用在防護裝具與迷彩織物上；韓國更是典型，由 1957 年就生產出韓國第一批尼龍的 KOLON（可隆）投入研發，如今甚至有廠商已經進步到握有與 W. L. Gore、東麗齊名的ePTFE防水透濕薄膜供應技術，另一家財閥曉星（Hyosung）則在彈性纖維、工業用纖維與碳纖維上握有全球級的產能與技術，這些原本帶有軍規或工業強度需求的研發成果，最終全都會回過頭來，讓本國的民間市場與企業跟著受惠。

偏偏這樣的「軍帶民」正向循環，在台灣卻很難看見。當採購邏輯只看價格、不看研發深度與長期能力培養，廠商自然沒有動機去投入回收期長、門檻又高的高階材料開發。

Phoca PDF

長此以往，後果是雙重的：一方面，我們的產業命脈無法真正掌握在自己手上，關鍵時刻只能仰賴外購；另一方面，我們甚至很可能因為規格與標案設計的落差，最後採購到的是別人「上一代」、甚至次一級的東西。這份落差格外可惜。因為台灣紡織業的底子其實一點都不差：從上游的聚酯與尼龍粒、機能紗，到中游的織染加工，再到全球運動與戶外大牌的代工訂單，台灣長年都是世界供應鏈裡舉足輕重的角色，機能性布料的研發實力更是名列前茅。我們缺的從來不是技術或產線，而是「由國防需求拉動頂尖研發」，在這條路上，我們幾乎是缺席的。

四、他山之石：國防是最實在的產業政策

把美軍的成功經驗濃縮成一句話，那就是：強大的國防，不只能捍衛國家安全，更是一台極佳的「產業發動機」。當一個國家認真思考，要用更頂尖的技術與產品來提升軍人戰力、強化國家保障時，往往就會反過來刺激相關技術的蓬勃發展。對紡織產業來說，美軍簡直是「科技之母」般的存在，尼龍、GORE-TEX、PrimaLoft、Polartec
這一連串今日的經典，無一不是循著「軍方需求 → 研發投入 → 軍用驗證 → 民間普及」這條路徑走出來的。

這套模式之所以有效，關鍵在於它把研發變成了一門「划得來的生意」。國防採購提供的，是一筆規模龐大、且相對穩定的長期訂單；對廠商與工廠而言，這比任何補助、口頭鼓勵或媒體曝光都來得實在太多了。說到底，當研發到最後是有訂單、有利潤的生意，商人自然就更有投入的動機，技術也才能維持不墜、持續前進。這正是台灣最該借鏡之處：與其零散地撒補助，不如思考如何用穩定的國防需求，把本就深厚的紡織底子，導向高階材料的研發與自主掌握。

Phoca PDF

發佈：2026-07-30, 週四 15:13
點擊數：2074

美國做到了，許多先進國家也做到了。軍隊，絕對是一台極佳的產業發動機；我們手上明明握有不錯的紡織基礎，卻沒能好好運用這台引擎，實在是太可惜了。期待有一天，我們不只能讓自家軍人穿上真正可靠的裝備，更能藉著這股力量，讓台灣的紡織技術走得更遠、帶動實質意義上的產業復興。

扛布者

Phoca PDF