



● 作者/Brad Klusmann ● 譯者/李育慈 ● 審者/馬浩翔

可恃戰力之本： 無虞的油料配送能力

Fuel Distribution: Today's Plan to Use Yesterday's Technology Tomorrow

取材/2020年3月美國陸戰隊月報(Marine Corps Gazette, March/2020)

過去75年來，美陸戰隊油料分配系統從未基於作戰需求而有所變革。現行油料分配能力有著巨大信跡、線性以及決策周期冗長等缺點，未來應建立混合性油料分配能力，打造一支具適應力的勁旅。

美陸戰隊《司令計畫指導》(Commandant's Planning Guidance)視陸戰隊為拒絕變革且無法拋開廿世紀技術、準則與組織的傳統兵力。該指導要求其評估組織、訓練與裝備，以執行核心能力。應運而生的編隊應能自給自足，得以在接敵、弱化與接戰層次中作戰並做到無縫轉換，以提升陸戰隊陸空特遣部隊(Marine Air Ground Task Force, MAGTF)的殺傷力、防護力與作戰投送範圍，同時維持大部分戰力。¹

此節錄自《陸戰隊陸空特遣部隊工程功能構想》(Marine Corps Functional Concept for MAGTF Engineering)的陳述，其中捕捉了「戰鬥可信度」(combat credibility)的精神，並彰顯各面向

之軍事作戰能力的基本轉型需求，以符合2018年的《國防戰略》(National Defense Strategy)與《國防計畫指導》(Defense Planning Guidance)。

在現行架構中，聯合部隊與陸戰隊的油料分配能力無法讓美海軍達到戰鬥可信度，實因不斷加快的爆發衝突速度，加上未來作戰環境中五大變革驅力產生的綜合影響：複雜地形、技術擴張、資訊成為武器、信跡戰(battle of signatures)及海域爭奪日益激烈。² 這些因素對於在衝突環境下部署對抗敵人的油料輸送網、運用與再部署周期等方面產生負面影響。本文透過歷史背景與現行應用來探討油料作業準則，亦即在正確時間將正確油料輸送到正確地點，³ 試圖找出其中落差。這

美軍在第一次伊拉克自由作戰行動中使用
軟管捲盤系統。(Source: USMC/Luc Brennan)



種作法將組織對前例之依賴，連結至業界指標後加以驗證；前者提供觀點，後者則提供功效。

速度、靈活度及準確性是三項用來分析橫跨75年油料作業的「效用評量」(Measures of Effectiveness, MOE)；本文先回顧過去，接著探討現行作法並展望未來。諸如XRI Holdings和LLC石油公司均利用這些效用評量(或其所謂關鍵績效指標)來調整計畫、資源分配並提高影響力以達最

終目的。⁴ 儘管業界競爭標準是針對市場力量，而非試圖將之摧毀的敵人，但彈性足夠的效用評量定義，得以凸顯油料分配上的明顯能力落差，並找出予以彌補的解決方案。最後，彌補油料分配能力落差須成為制度性目標，以確保美海軍的戰鬥可信度。為達此目的，美海軍須精簡組織以提高效能、挹注資源以具備韌性，或在必要之處整合解決方案。



效用評量

「速度」乃一個系統內達成目標的效率、能力與速率。速度因素在線性、相對靜態，以及聯合作戰第四與第五階段之可預測環境下最能有效發揮。欲達到速度要求，有賴部隊具備充分控制內部線路的能力。當作戰環境出現前述五大變革驅力複合效應、在接敵層次中轉換至弱化層次，以及在第二與第三階段作戰中導致不可預測性與摩擦增強，或當制敵因素並非是韌性時，速度因素的相關效力會銳減。

「靈活度」係指分配網的韌

性，可應用在反應性、模組化及適應性模式。靈活度左右了分配網迅速部署、運用、回應及調整等能力，以因應作戰環境並達到最大效能。靈活度意指無論所處環境為何，皆能持續並即時輸送油料，而非採效能會隨時間降低的單次快速輸送。在充滿不確定性且未必能控制內部輸送線路的作戰環境中，此乃合意要素。

最後一項效用評量為「準確性」，意指能在特定時地準確輸送整批或零星物資至目標組織，或具備自助能力與能量。此節必須做到正確無誤，以確保維持作

戰步調，並追上衝突的速度。為使軍力得以有效發揮，準確性必須結合速度或靈活度。

過往作法

第二次世界大戰乃現代戰場油料分配之濫觴，當時油料分配成為維持作戰步調的關鍵需求。橫跨陸、海、空的新興技術使亞太與歐非戰場的燃料需求大增。戰爭期間，總輸送噸位的一半以上都是輸送油料。⁵ 軍方與業界夥伴建立名為「侵入輸送管」——後稱「輕型鋼油管」(Light-weight Steel Tubing, LWST)⁶——的分配方案，以彌補此兩大戰場的能力落差。此解決方案整合由艦至岸與由岸至內陸的技術，達成油料分配的準確性與速度要求。惟因系統部署及運用遲緩，加上決策時程冗長，以致該系統未能達到整體靈活度。在歐非戰場，涵蓋港口至精煉廠與機場的油料分配網尚稱普及。短、中、長程輸油管所構建的油料分配網長度總計逾1,000哩。⁷ 儘管此系統在當時係革命性創舉，仍因原本缺乏替補管線，致其線性、信跡及多點故障，而造成敵方有機會乘



MV Wheeler近海石油分配系統連接灘頭終端機單位(MV Wheeler位於背景端)。(Source: 3D Meb Comstrat)

隙利用而將之瓦解。在亞太與歐非戰場上，分配網皆達到速度與準確性等目標，這項成功歸因於聯軍攜手控制內部線路，以及五大變革驅力尚未產生，從而有效迴避對靈活度的需求。

越戰期間，複雜的地形剛開始讓工程計畫者在運用油料分配網時感到頭大。油料分配起初是由燃油輸送艦、駁船及飛機所構成的複雜網絡，成批輸送每桶55加侖的燃油，再由軍方與地主國商用貨車進行零星配送。⁸ 此種分配法具有準確性，且靈活度中等，速度卻有如老牛拖車。此系統致力維持部隊的作戰步調，而由於第四與第五階段作戰相對靜態，故較無關靈活度。最後複雜的地形（無論人為或環境造成）破壞此分配網韌性，指揮官也不再願意讓所屬為了追求無關緊要的靈活度效益而暴露於風險中。爰此，他們調整油料分配網，使其能力足以媲美二戰期間採行之作法。此舉預期能符合成批與零星輸送等需求，並降低對貨車與飛機再補給的依賴。其「利用傳統輕型鋼油管，將燃油由艦船輸送至岸，再由岸送至內陸，並直接分配燃油到高需求區。」⁹ 這些輸油管在半許可環境中，直通直徑25哩內的機場，「因溢出、失竊與污染所造成的損失，每個月達250萬加侖。」¹⁰ 無論如何，這項經過改善的作法能達到準確與速度等要求，卻也如意料般缺乏靈活度。越戰雖未取得戰略勝利，卻得以持續達成作戰與戰術目標，這可部分歸功於油料分配作業的速度與準確性。

在越戰結束後、波灣戰爭爆發前，輕型鋼油管不再是由艦船至岸，再由岸至內陸，成批輸送油料的可行管道。此系統之所以無法發揮功用，係

因其餘部分無法遂行任務。¹¹ 顧慮因龐大信跡而形成能力落差，促成陸軍「內陸石油分配系統」(Inland Petroleum Distribution System, IPDS)與海軍「近海石油分配系統」(Offshore Petroleum Distribution System, OPDS)的發展。此兩套系統均為改良輕型鋼油管，且在由艦船至高水位線，接著再由高水位線，成批輸送油料至內陸分配點時，具有作業互通性，就是在波灣戰爭期間首次於戰場上採用的內陸石油分配系統。¹² 由於此系統具有龐大後勤足跡延遲，故其部署及後續運用對工程人員構成挑戰，須找出並執行油料分配替代方案，以支援盟軍聯合特遣部隊指揮官(Coalition Joint Task Force Commander)的主要任務——戰力前進部署。因地形複雜而延緩使用此系統，另為考量第三階段作戰固有之摩擦與不確定性。儘管輸油管部署在許可環境下，地主國政府仍因顧慮其對環境及人民生活型態的影響，而延遲使用內陸石油分配系統。直至戰爭結束，美軍共使用但未善用260哩輸油管。¹³ 儘管相較先前系統能力，此系統輸送速度明顯提升，但其缺點在於運用構想未能與時俱進。其適應複雜地形及支援第二與第三階段作戰的能力不佳，以致可用性降低。此系統之線性特質、巨大信跡及冗長決策周期，使其從未達到靈活度要求，影響戰爭結果的能力也從未臻至成熟。

伊拉克戰爭的油料分配作法與先前戰爭相同；陸軍和陸戰隊同時採用各自之油料分配系統，只是距離更長。陸軍採用內陸石油分配系統，陸戰隊則是用軟管捲盤系統(Hose Reel System, HRS)。¹⁴ 後者原設計做為零星輸送系統，卻被用



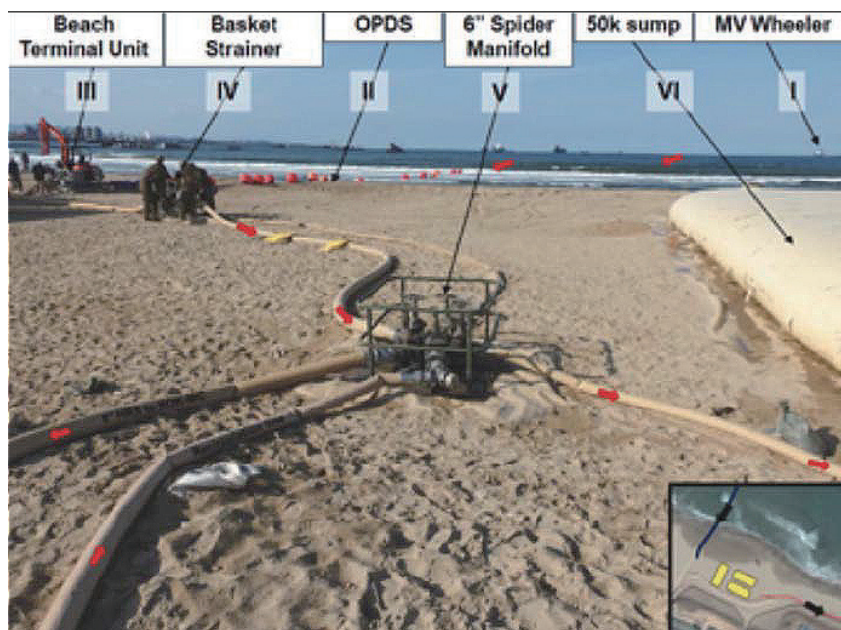
FOCUS

專題報導

來輸送成批油料。第四與第五階段作戰之作戰環境相對靜態，有助此兩系統的利用。陸軍和陸戰隊皆能達到速度與準確性等要求。直到戰爭結束，陸軍共使用長達182哩的內陸石油分配系統，而陸戰隊則使用90哩軟管捲盤系統。¹⁵ 相較非正規威脅，此兩種油料分配系統均能維持作戰節奏，但卻是在相對靜態的第四與第五作戰階段中方能如此。根據美陸軍記載，竊取讓內陸石油分配系統蒙受巨大油料損失。¹⁶ 此油料損失主要意味著相較軟管捲盤系統，內陸石油分配系統的輸油站間隔較遠。複雜的地形，加諸一般程度控管的內部線路，製造了一個半許可環境，最終影響內陸石油分配系統的輸送速度。雖研擬能彌補此能力落差的解決方案足以維持作戰節奏，卻仍須端賴第四與第五階段作戰的靜態準則。一旦作戰環境變得較不固定，類似的使用構想將因其缺乏靈活度而更難以發揮效用。

當前狀態

美國在當前作戰環境下，仍在使用廿世紀中期採行的輸送燃料方式。油料分配系統仍維持線性，且遵守成批與零星輸送等模式，這在後期第三階段作戰的靜態可預測環境中，可確保內部線路控管的情況下，還算差強人



2016年雙龍演習(Exercise Ssang Yong)期間，位於韓國的3D陸戰隊後勤大隊灘頭終端機單位第9工兵支援營油料營，從近海石油分配系統MV Wheeler連接至兩棲攻擊燃料系統進行裝卸組合。

(Source: USMC/Kyle Babka)



第一次伊拉克自由作戰行動期間，美陸戰隊於伊拉克某處使用軟管捲盤系統。(Source: USMC/Luc Brennan)



第一次伊拉克自由作戰行動期間，安置在伊拉克的软管捲盤系統。

(Source: USMC/Luc Brennan)

意。然而這些系統、採用的組織及其相關準則，從未充分調整到可因應動態作戰環境的程度。現行作法下，衝突速度加快與變革驅力之複合效應，將持續降低傳統油料的分配效能。這項觀察係考量現行作法將持續運用在動態的不確定環境中——因沒有替代方案可供選擇。

陸戰隊努力成為一支適應力強的兵種，為利於接敵、弱化與接戰層次中無縫轉換，需彌補其油料分配能力上的落差，才

能最有效支援在各種距離遂行軍事作戰的部隊。效用評估中的靈活度和速度乃求得支援準確性不可或缺的面向，但在面對勢均力敵的敵人時，必須冒險取得這些衡量標準的平衡。如前所述，由整體歷史觀之，從未在戰術層級以上持續達到靈活度需求，且仍未成為制度性目標。依前例所示，靈活度不僅是缺口，亦是獲得戰鬥可信度的限制。為解決這些問題，在快速檢視歷史案例後得知，現行油料分配能力有著巨大信跡、線性，以及決策周期冗長等缺點。這意味著欺敵、規模效益及全球後勤覺知所影響的相關作法，為獲知並推動能力現代化中不

可或缺的要素。

未來展望

動態作戰環境受到五大驅動力、多重領域轉換，以及組織故步自封等因素所宰制，此既成事實迫使陸戰隊陷入糾結困境：究竟要與時俱進，抑或被同儕競爭所支配。過去75年來缺乏具有靈活度的作戰需求，已造成組織對改革漠不關心，致使油料分配作業顯得過時。為在未來作戰環境中實現靈活輸送油料之目的，並取得戰鬥可信度，下列(從過往不足之處習得)提出三個機會：規模效益、欺敵及全球後勤覺知，並且必須努力為之以彌補落差。這些機



2015年4月，位於夏威夷希卡姆空軍基地(Hickam Field)碧夏普(Bishop's Point)的Dracone駁船連接液壓泵。(Source: USMC/Michael Neill)



會項目帶來解決之道，若能結合傳統油料分配作業，就能進化成混合性油料分配作業，藉此最有效支援應變兵力。換言之，混合性作業可在靜態作戰環境中，透過傳統油料分配系統，來維持速度與準確性，並在動態之不可預測環境下，藉由創新油料分配作業，達成靈活度與準確性。

第一個機會項目：規模效益，建立量大的優點，避免集中的弱點。¹⁷ 在此背景下，此方案可著重運用並控制多重機動燃料輸送系統來彌補靈活度落差；採取疏散作業，建置值得放手一試的載臺，可望提高油料的機動性與可運輸性。這些低成本機動載臺可接收輸送中的油料，並移動或停靠在淺水港口、河流、三角洲及沿海水域，而非將成批油料集中儲放於艦艇儲油槽或陸上儲油場。¹⁸ 這些作法可支援缺乏接收與傳送油料能力的機動部隊。標準作法是基於作戰需求進行多重領域，轉換低廉、機動、遠距及自主系統，並進行集結與分散作業。如是作法之效用為透過多重領域因應彈性，提高美海軍殺傷力，並降低對內部線路的安全需求。此系統之非線性特質可排除傳統系統被乘隙利用而瓦解的弱點，並強化其韌性。

第二個機會項目：欺敵，意指遮掩信跡並善用誘餌。解決靈活度落差包括積材製造工程特定作法，並建置作為誘餌的加油站；建立使用者自訂放大與掩蔽信跡能力，製造最低或更強的光學、紅外線與電磁信跡；藏匿於顯眼載臺，這些載臺係充斥於與商船具有同樣目視信跡與電磁信跡的作戰環境下；¹⁹ 透過地下或水下傳輸以降低信跡。欺敵係取決於作戰指導所提出的部署與戰術創新原

始構想，如誘餌等特定欺敵作法等恐降低功效，但在克服不確定因素後，方能獲得韌性。

第三個機會項目：全球後勤覺知，意指縮短決策周期，促成降低網絡影響的環境作戰，並促進跨領域即時反應輸送。可行作法包括：使用決策支援工具，根據來自聯合整合資料網的最少資訊來產生可預期需求；改善資訊管理流程；採用使用者自訂之狀況覺知工具以加快決策時程，並且確保陸、海、空輸運補給品可即時從成批分散儲放的燃料庫，分送至自助式終端使用者。²⁰ 這些方案可藉由下列作法獲得韌性：超越競爭對手的決策周期、縮短聯合部隊與陸戰隊的決策周期，或藉由排除中介者來淘汰岸上儲油場。

前述機會項目所提供的油料分配方案，可望在未來作戰環境中獲致靈活度與準確性加乘效益。更重要的是，這些機會項目所提供的方案若整合至傳統油料分配系統，可做為混合能力，並賦予美海軍支援準確性所需的韌性與效率，進而達到戰鬥可信度。



2017年1月，日本沖繩中央訓練區油料連第9工兵支援營一處蘊藏百萬加侖儲量的油田。(Source: USMC/Ronal James)

結論

為能在未來作戰環境中克敵致勝，美陸戰隊應超越廿世紀的技術、準則及組織，並奉行2018年《國防戰略》與《國防計畫指導》。此一事實顯而易見，其油料分配系統在過去75年來故步自封，未考量作戰需求而做出變革。由歷史整體觀之，未曾有任何先例建立兼顧速度與靈活性，以支援五大變革驅力；而具備足夠彈性，以達到速度、靈活性與準確性等三大效用評量的混合性油料分配能力，讓美海軍再透過接敵、弱化與接戰層次間轉換，在達到並維持戰鬥可信度上實不可或缺。倘墨守成規，傳統油料分配作業將因缺乏系統彈性而導致前功盡棄，或被競爭對手宰制。歷史殷鑑，混合性油料分配作業加上傳統系統，

若能基於規模效益、欺敵及全球後勤覺知等機會項目，持續支援靜態作戰環境，以獲取效能和現代化方案，並持續運用在動態作戰環境中，以取得韌性，則能澈底轉化其能力，打造一支具有適應力的勁旅。最後，油料分配可提高海軍的戰鬥可信度，但唯有將彌補靈活性落差視為制度性目標，方能實現。

作者簡介

Brad Klusmann中校係美陸戰隊陸空作戰中心(Marine Corps Air Ground Combat Center)陸戰隊戰術作戰群(Tactics and Operations Group)資深工程官。

Reprint from *Marine Corps Gazette* with permission.

註釋

- Headquarters Marine Corps, *Marine Corps Functional Concept for MAGTF Engineering* (Draft), (Washington, DC: March 2019).
- Headquarters Marine Corps, *Marine Corps Operating Concept: How an Expeditionary Force Operates in the 21st century*, (Washington, DC: September 2016).
- Joint Chiefs of Staff, *Joint Publication 4-03, Joint Bulk Petroleum and Water Doctrine*, (Washington, DC: January 2016).
- LtCol Christopher G. Downs, USMC (Ret), “Key Performance Indicators,” (Midland, TX: March 2017).
- Thomas J. Petty, “Fueling the Front Lines: Army Pipeline Units; Part I,” *Engineer*, (Fort Leonard Wood, MO: October-December 2007).
- Karl C. Dod, *Corps of Engineers: The War Against Japan*, (Washington, DC: 1966).
- “Fueling the Front Lines.”
- David M. Oaks, Matthew Stafford, and Bradley Wilson, *The Value and Impacts of Alternative Fuel Distribution Concepts: Assessing the Army's Future Needs for Temporary Fuel Pipelines*, (Santa Monica, CA: Rand Corporation Technical Report, 2009).
- Ibid.
- Ibid.
- Ibid.
- Ibid.
- Ibid.
- Ibid.
- Ibid.
- Ibid.
- Personal correspondence with Mr. Arthur J. Corbett of the Marine Corps Warfighting Lab.
- Maj Michael V. Prato, “Mobile Amphibious Assault Fuel Distribution Concept Description,” (Washington, DC: HQMC, Expeditionary Energy Office, May 2017).
- Personal correspondence between author and Maj Joseph P. Larkin of the Logistics Combat Element Integration Division in April 2019.
- Personal correspondence between author and Mr. Cesar A. Valdesuso of Installations & Logistics in April 2019.