



● 作者/Marc Paquette ● 譯者/趙炳強 ● 審者/馬浩翔

戰術輪型電動車性能需求

Electric Vehicle Technology

取材/2022年5月美國陸戰隊月報(Marine Corps Gazette, May/2022)

電動車有別於傳統內燃機車輛，具備近乎零噪音以及不會顯露熱特徵等優勢，也讓軍方對其未來戰術應用充滿興趣，但在大規模採用電動戰術車輛之前，仍有許多現實與技術層面的問題尚待克服。



截至本文付梓時，美國國內註冊的電動車(Electronic Vehicles)已超過180萬輛。與全球共1,020萬輛的電動車相比，美國僅占17%。電動車受歡迎的程度，是來自現任政府如何推動發展相關能力，以及國會在戰術輪車上採用該技術所施加的壓力。

軍方在籌獲電動車得到多面向回報，其中可能包括例如更低噪音和更少紅外線特徵、卓越機動性、更高可靠性，以及在某些時機可能降低維保成本等優勢。該技術也提供在無聲監視(Silent Watch)、機動指揮所以及醫療支援等任務支援中，默默發揚車載兵力的戰力。

吾人尚未完全瞭解電氣化戰術輪車對整體壽期的影響。更明確來說，電氣化戰術輪車修護以及維保所需的後勤工作上處起步階段，有諸多事物等待探索。

本文並非是在為美陸戰隊是否要進行戰術輪車電氣化背書，亦不會定義陸戰隊應追求電氣化程度高低。相反地，這是筆者對目前準備狀態所提出之解釋，說明倘若倉促執行可能陷入的錯誤，以及若能系統性完成執行，所能取得之效益。





技術現況

在讓電池更好、更輕、使用壽命更長等方面，產業界已取得長足的進步。裝在商用電動車上的一般電池組，在容量損失最小的情況下可持續使用10至15年。任何人無須刻意觀察都能注意到，由於電動車大幅增加，讓高速公路與次要道路附近許多購物中心設置快速充電站以投入運轉。

然而，有關電動戰術輪車的支援，目前卻仍極為不足。吾人將如何為前方地區的車隊充電？在運輸或設置前進充電站時，是否需要更大部署空間？戰鬥任務有別日常生活，不像在高速公路上，車子沒電只要開進大賣場進行快速充電就行了。在作戰構想和持續戰力方面，沒人可以保證在電動戰術輪車的運用上有十足把握。

現在的確是時候為陸戰隊考量採用電動車了，但仍須找出深思熟慮且慎重其事的方案。

軍方的產業合作夥伴已透過獨立研究及發展

資金鞏固電動戰術輪車的發展，順利在進行漸進方案的第一步。目前有數十億美元資金用在車輛設計、電池和電池管理系統、車輛生產設施，以及生產美製電池的廠房。這些電動戰術輪車，無疑將擁有出色越野和公路行駛能力、可靠性和維保便利性、持久電池壽命，提供低度可偵測性，還有高輸出功率潛在能力。毫無疑問，這些優勢也要付出代價，並且必須在續航力和酬載能力等作戰因素上權衡取捨。

在過去十年中，美海軍水面作戰中心克蘭分部(Naval Surface Warfare Center Crane)持續在輕型和超輕型戰術車輛空間電氣化上有所進展。除了開發並且測試從全電動車乃至柴油電動車輛等多種技術展示平臺外，這些努力還包括廣泛模型開發與模擬。

這些努力的結果顯示，採用目前商用電動車技術的純電動車，在戰術優勢上並不可行，主要是



涉水中的「戰術運補車輛」(Medium Tactical Vehicle Replacement, MTVR)。(Source: <https://commons.wikimedia.org/wiki/>)

因為車用鋰電池的能量密度，比起煤油基燃料能量密度相對為低。為能達到相同任務要求，全電動車的淨重預估至少會是內燃機車輛的兩倍。這將導致運用靈活度降低(例如，有效酬載能力下降、超過艙內空運可能性的地面壓力等)。

目前吾人較不熟悉的另一個領域，是車輛在淡水和鹹水環境中涉水的情況。開發和操作測試(Development and Operational Testing)將產生有關系統的寶貴資訊，還有所有電氣系統和組件在浸入水中時的作戰適應性與可靠性等資料。這些資料也將提供必要工程見解，讓該系統適合讓陸戰隊運用於各種氣候與地點。

運輸暨儲存安全程序與緩解戰略，也勢必會成為一大挑戰。未來將須進行資金分配，以研發可能須針對船舶、飛機和設施進行改造的安全系統。支援運輸電動戰術輪車的海軍艦艇能力尚未得到充分評估。鋰電池儲存方式會是一項挑戰；針對海軍艦艇上安全儲存鋰電池所需條件之相關調查，也尚處於剛起步階段。海軍艦艇上的消防和危險品處理能力，是專為應對蔓延到車輛艙甲板上的燃料火災而設計。鋰電池起火會產生所謂的「三維火災」(Three Dimensional Fire)，即燃燒物被悶在車輛裝甲、車殼內部燃燒，而無法直接撲滅。

至少，我們需要思索以下議題：

所需船舶改裝和認證有哪些？

整合成本多少？

駐地和遠征前進基地需要哪些設施來進行充電、維護，並儲存新的電池技術？

上述問題須採取完全以試驗為基礎的遞增方

法以進行調查和研究，俾利驗證或以其他方式展示給作戰人員，同時支援單位在採用及維護新電子技術方面的能力。

為達此目的，陸戰隊應從一開始就決定，並指定由一個步兵營使用電動戰術輪車進行作戰，並進行大規模驗證。此種方法可為概念發展的條件設定創造額外優勢，並從中獲知需求。對該步兵營而言，將基地設在29棕櫚市(Twenty-nine Palms)可能會是理想選擇，他們可在此處額外驗證在寒冷天氣條件下的部署情形，以評估寒冷天氣對電動戰術輪車的影響。

執行初始階段測試的參與人員，應由選定的步兵營、海軍研究辦公室、作戰發展指揮部海軍水面作戰中心(克蘭分部)，以及精通相關試驗的陸戰隊系統指揮部(MCSC)採購計畫經理，共同組成一個「整合產品小組」(Integrated Product Team, IPT)。

接下來的三到六個月，運用科學考察與文件記錄等方式，確定目前技術狀態，以充分擷取相關可能領域資訊。相關資料如重量範圍、立方重量以及車輛等級。相關試驗的重要部分為支援前線，此試驗將驗證電動戰術輪車，如何在駐地和前方地區取得支援，同時著眼於遠征前進基地作戰(EABO)和濱海地區作戰。整合產品小組將依據可能領域，為自己賦予所需作戰概念和要求。

在透過負責執行試驗的步兵營全面審查相關需求後，在接下來的18到24個月內，團隊便將設計並產製一個排編制的原型電動戰術輪車。

一旦原型車輛製造完成並且交付使用，進行試驗的步兵營將會開始為期六個月的驗證，運用原先基礎車輛和電動戰術輪車的混合編隊遂行各



暴露在海水中的陸戰隊「聯合輕型戰術輪車」(Joint Light Tactical Vehicle, JLTV)。(Source: USMC/Drake Nickels)

項任務，以特別考量在寒冷天氣中的操作時間。

在上述建立可能性和研擬需求的過程中，吾人必須保持籌獲新系統的堅實觀點，透過思考準則、建制、訓練、材料、領導統御，以及教育、人員、設施和政策，來考量對艦隊陸戰隊的影響。此分析是功能解決方案分析的第一步。「功能解決方案分析」(Functional Solutions Analysis, FSA)可決定或建議是否須採用非材料或材料方法，來填補「功能需求分析」(Functional Needs Analysis, FNA)中找出的能力差距。包括整體壽命與維持，環境、安全和職業健康；以及還有人員系統整合領域。

最後，戰術輪車電氣化的可能性，可望帶來許多回報，並能在輸出功率、降低可偵測性、提升殺

傷力、增強持久性、改進性能、降低燃料成本以及提高可靠性等方面提供強化能力，並可能提供使用非建制的再補給選項，例如(戰場)地主國供電網與燃料提取。在使用電動戰術輪車時面臨的獨特挑戰，會是重量損失、運輸、前方作戰區支援態勢，以及高昂的籌獲成本。然而，陸戰隊在可以繼續進行相關工作前，仍然存在一些必須進一步驗證的問題，而大規模的電動戰術輪車試驗，則提供驗證作戰和維持成本、發展作戰構想，並最終獲知需求的可靠能力。

作者簡介

Marc Paquette在美陸戰隊系統指揮部服務。

Reprint from *Marine Corps Gazette* with permission.