

以修正式德菲法探討野戰給水整備之策進作為

徐楷泓中校、陳鴻鈞上校

提要

- 一、戰場上，士兵離不開水，西元 228 年三國時期街亭之戰，蜀軍將領馬謖捨棄水源轉據守高處，遭魏軍截斷水源供給，蜀軍因而戰敗丟了街亭；西元 1410 年明成祖第一次北伐，與北元太師阿魯台交戰，揮師向東攻擊，明軍殺敵無數，阿魯台墜馬逃遁，此時天氣炎熱，缺水，糧草不濟，只能下令班師回朝未能追擊，軍隊飲用水不僅影響了軍隊的行動及其作戰能力，也對戰爭進程和結局造成重要影響。
- 二、作戰無水必定失敗，然現今國軍野戰給水支援作業尚待精進，本研究透過修正式德菲法蒐集政策制訂部門和專業部隊十九位專家意見，整理歸納出「達成任務能力、風險管控、補給管理」等三項構面與「作業機具」等十八項因子，獲得野戰給水整備策進相關構面及因子之重要性及優先次序，並依研究結果提出野戰給水整備之策進作為中，應考量的關鍵因素提出具體建議，期能供後續國軍業管部門作為未來整備策進的參據。

關鍵字：野戰給水、修正式德菲法

前言

水是生命的泉源，是人類及萬物生存的必需品，是有限且珍貴的資源；臺灣本島四面環海，雖然不屬於乾燥地區，但因降雨時間及空間分佈極不均勻，又受限地形及河流走向關係，降雨後降水迅速流入海洋，

加上近年極端氣候影響下，降雨量差異大且不穩定，反而造成水庫蓄水量匱乏而時常有缺水情況；如 2004 年艾利颱風，豪大雨造成石門水庫原水濁度過高，桃園地區近 200 萬人口長達 12 天無水可用¹。

¹ 王慶瑜、王禎彬，〈我國缺水因素與解決策略之分析評估〉《遠東學報》(台北)，第 28 卷第一期，西元 2011 年，頁 3。

從古至今，後勤補給都是決定戰爭勝負的關鍵，戰場上，離不開人員的糧秣給養、裝備的油料補給及武器的彈藥補給；雖然油料和彈藥無疑是優先且重要的補給品，但是如果戰場上沒有水，就如同裝備沒有油料、武器沒有彈藥一樣，士兵將無法發揮戰力，儘管「水」會影響作戰行動的成敗，但野戰給水的整備卻往往被忽視。

例如西元 1895 年日軍出兵佔領澎湖，佔領期間，日軍面臨水源匱乏及用水條件不佳等問題，導致霍亂等傳染病的爆發，最終導致千餘位日軍病歿，也使日軍意識到「水」的重要性。因此，日軍在馬關條約簽訂正式統治澎湖後，採取了多種措施，包括運用「海水蒸餾機」、「鑿井」和建造「水道」等飲水設施，除了提高了水源供應量和品質，也使澎湖的軍事功能提升，成為日本前進南支南洋的重要海軍根據地²。

美軍戰爭學院(2019)公布「氣候變化對美國陸軍的影

響」研究顯示：隨著氣候變遷，極端氣候將影響未來數十年的作戰環境變得更加嚴峻，未來的軍事行動，若不能完善考量到野戰供水，很可能因缺乏水資源補給，而導致任務失敗³。顯見，完備的野戰給水，將對軍隊遂行任務產生莫大助益。因此，國軍在達成「確保戰時飲用水供應無虞之能力」目標下，發展適切供補手段，是值得深入研析之議題。

部隊於整補時，受限於天候、地形、裝備、敵情等因素影響，作戰雙方對補給線的安全維護均為重中之重，依美軍聯戰準則 J4-03《聯合散裝油料與用水準則》，部隊用水需求會因環境、戰術作為和軍隊規模不同，而產生每天不同的需求變化⁴。換言之，因為需求極不穩定，導致水源的淨化、供應、運輸、分配及儲存，都變得複雜。

在陸軍兵科任務職掌中，開設給水站生產出乾淨可用之水係工兵部隊給水排之任務⁵，戰時水的分配則屬於補給部隊之責⁶。為滿足各級部隊戰演訓

² 饒維平，〈日本帝國軍港在澎湖的形塑：衛生用水供給對馬公軍事地位的提升〉《臺灣史研究所碩士論文》，國立臺灣師範大學，西元 2020 年，頁 221-224。

³ United States Army War College (2019) Implications of Climate Change for the U.S. Army, p44~47.

⁴ Joint Publication 4-03 (2016) Joint Bulk Petroleum and Water Doctrine. VI-1~7.

⁵ 陸軍司令部，《陸軍工兵部隊指揮教則(第三版)》(桃園：陸軍司令部，西元 2003 年)，頁 3-70。

⁶ 陸軍後勤指揮部，《國軍糧秣補給作業手冊》(桃園：陸軍後勤指揮部，西元 2020 年)，頁 2-170~177。

任務及防汛需求，國防部自2018年起編列「190118主副食與口糧」預算籌購戰備用水並配發各級部隊屯儲與運用，每人每日配賦量為1.5公升。綜上，配賦量計算標準、包裝水效期限制、儲存空間需求及配送方式，都是在整備策略中應納入考量的重要因素。

就戰時的野戰給水而言，要如何充足、安全、有效、及時的將水供應到在第一線作戰部隊，是確保戰爭獲勝的重要因素之一，本研究藉探討國軍現行野戰給水能力、美軍野戰給水作法，並參考災害防救物資整備之相關研究，來瞭解水應如何整備、儲存、分配，研析野戰給水支援的可行模式，期擬出戰時用水之整備方向，以提供相關業管部門作為未來整備策進參據。

二、文獻探討

(一) 野戰給水與部隊作戰任務遂行之影響：野戰給水係為部隊在野外進行戰鬥情況下，運用具機動性之裝備及工具，執行給水勤務。「水」是維生系統，也是戰爭中的重要物資，是與戰爭勝負息息相關，饒維平(2020)研究日本在澎湖建設軍

港的歷程，及水源設施如何提升馬公要港部的軍事功能，指出日本在澎湖面臨缺水和瘟疫的問題，因此積極建造海水蒸餾機、鑿井、水道等，以供應軍隊和民眾的用水⁷。也因為水源設施的完善，改善了澎湖的衛生環境，確保包括艦艇和軍人的飲水、防止疾病傳播、增加軍事補給的能力、支援海上救難和護航任務，也促進了澎湖的軍事地位，使馬公要港部成為日本南方海軍根據地的重要條件。

美軍「氣候變化對美國陸軍的影響」研究顯示：因氣候變遷導致海平面上升、極地冰融、水資源減少、傳染病擴散等自然環境的影響，以及對人口遷移、政治壓力、能源需求、核武器基礎設施等社會環境的影響，這些影響將增加全球和區域的不穩定性和衝突的可能性，並對美軍的作戰環境和條件帶來挑戰⁸。

其中，因地球整體環境溫度上升，也使派駐在海外的美軍部隊用水量增加，在近20年來美軍派駐中東與非洲的駐軍，都是仰賴市售瓶裝水；雖然美軍可以開採當地地下水井或

⁷ 同註 2，頁 221-224。

⁸ 同註 3，p44~47。

採用逆滲透淨水裝置等方式生產飲用水，但常因氣候變化和地下水鹽化等因素，使得這些產水方式未必可行；另一方面，瓶裝水雖然「最可靠」，但也導致後勤負擔加重。故隨著氣候變遷，極端氣候將使未來的作戰環境變得更加嚴峻，軍事行動，若不能完善考量到野戰供水，很可能因缺乏水資源補給，而導致任務失敗。

(二) 軍品特性與補給管理之關係：「軍品」泛指軍用各種補給品、必需品及裝備之總稱，舉凡糧秣、被服、油料及彈藥均屬之，亦即維持軍隊作戰所需之任何補給品。國軍將補給品分為十大類，在主分類表類別暨分類定義中，飲水屬第一類補給品，第一類補給品特性計有「大量性、消耗性、普遍性、複雜性、鈍重性、脆弱性、集中與疏散之矛盾性、流通性」等八項⁹。

補給支援目的在適時、適地、適質、適量提供作戰部隊組織運作與維持所需能量，依據地區支援構想，預先規劃補給勤務能量，以有效支援及維持各部隊之補給品需求無缺，所有供應都必須肆應及滿足戰

場上不斷變化的條件，完善軍品物流的規劃、運輸、倉儲、搬運、包裝、配送等過程，才能達成軍事的目標。

美國陸軍給水規劃指南(Army Water Planning Guide)說明，瓶裝水的儲存、包裝及運輸需要耗費大量的物流資源，所以在包裝上要考慮到保存期限、分配條件、尺寸大小、重量、任務、敵情、地形等，美軍認為最佳包裝規格是每瓶0.5公升，因為它方便士兵攜帶，且在運輸和儲存時瓶子的破損率較低，另外在運輸過程中，作戰地區道路條件可能較差，因此對於瓶裝水的板台承重力也有限制，通常是每板2000磅(約907公斤)，避免損壞，減少浪費。

軍品包裝有散裝、捆紮、打包、桶裝及裝箱等方式，依據軍品大小、形狀不同，包裝方式有所不同，軍品的包裝會直接影響到軍品儲存、運輸、裝卸搬運所需機具和分配方式，故要完善野戰給水整備，「包裝」及「運輸」應納入考量因素。

綜上所述，野戰給水在管理上必須注意到其大量、消耗、鈍重、脆弱及流通的特性，依其軍品特性及體積不同，有

⁹ 同註 6，頁 1-1~2。

各種適合之儲存方式，以利接收、撥發、搬運、保管、維護，故野戰給水整備，應研擬適宜之「補給管理」方式，俾能經濟、有效達成野戰給水補給任務。

(三)國軍野戰給水作業能量：野戰給水旨在供應作戰人員、裝備所需安全之用水，以維持部隊生存與戰鬥持續力，另在發生重大災害時，可提供民眾所需要的民生用水¹⁰。工兵部隊給水排負有給水裝備獲得、使用、保養、修護及給水建議之職責，以及水源偵察、檢查開發及給水站開設任務，給水站配水作業與管制，申請給水站作業所需人力¹¹。

現行國軍制式淨水裝備計「ROWPU-3000型淨水裝備」及「MROWPU機動式淨水裝備」，ROWPU-3000型淨水裝備係於1997年自加拿大購入10

套、MROWPU機動式淨水裝備為2008年自國內採購3套。

「ROWPU-3000型淨水裝備」及「MROWPU機動式淨水裝備」之產水性能均相同，同樣具備海水淡化及核生化污染水處理能力，每小時最大可淨化淡水達3,000加侖，過濾出可供生飲及烹煮伙食的飲用水，提供作戰部隊於戰鬥時所需之安全飲用水及野戰醫療用水¹²(如表1)。

陸軍工兵部隊中每個給水排編制36員，配賦ROWPU-3000型淨水裝備1部(每部搭配3,000加侖水囊3座)及MROWPU機動式淨水裝備2部(每部搭配5,284加侖水櫃2座)，可開設3座給水站，每日最大量可產製飲用水180,000加侖，供作戰區運用，若依美國陸軍給水規劃指南，潮濕炎熱

表1 ROWPU-3000型淨水裝備產水性能表

項次	水源種類	每小時產水量	每日總產水量
1	地面淡水	3,000加侖	60,000加侖
2	地下水	3,000加侖	60,000加侖
3	海水	2,000加侖	40,000加侖
4	核生化污染水	2,000加侖	40,000加侖

資料來源：陸軍司令部，《陸軍野戰淨水裝備操作手冊(第一版)》(桃園：陸軍司令部，西元2010年)，頁1-14。

¹⁰ 同註5，頁3-68。

¹¹ 陸軍司令部，《陸軍野戰淨水裝備操作手冊(第一版)》(桃園：陸軍司令部，西元2010年)，頁1-1。

¹² 同註11，頁1-17。

氣候下，每人每日飲用水及膳食用水概需 4.28 加侖計算，約可供給 42,056 人飲用，概可滿足一個作戰區部隊飲用(不包含醫療、沐洗、清消等其它用水需求)；但從近期協助民間抗旱任務，淨水裝備產水後儲存及分配，另需仰賴消防車、水車支援儲存、分配，顯見國軍部隊目前欲達成野戰給水任務，在運運機具整備仍有精進空間。

(四)國軍戰備飲用水存量基準計算與獲得方式：現行國軍戰備飲用水係為因應各項戰(演)訓任務，防汛救災及突發臨機飲水需求，由各軍種區分「本、外島地區」及「金門及馬祖離島部隊」，分別籌購戰備飲用水，撥發部隊運用。存量基準區分「本、外島地區」及「金門及馬祖離島部隊」等二種；計算方式為「本、外島地區存量基準」=「編制人數」X「2 日份」X「每日配賦量(1.5 公升)」，「金門及馬祖離島部隊存量基準」=「編制人數」X「30 日份」X「每日配賦量(1.5 公升)」；戰備飲用水獲得自 2018 年起，國防部責由陸軍後勤指揮部編列「190108 主副食與口糧」預算採公開招標方式籌購，分於每年 1、4、7、10 月採購，並於每年 2、5、8、11 月委商供補

至各部隊屯儲；戰備水採用瓶裝水屯儲，並依效期推陳，國軍戰備飲用水外島部隊儲備 30 日份、本島部隊儲備 2 日份飲用水，做為緊急應變用的飲用水，對於此存量基準所建立的儲存數量是否能滿足各部隊作戰初期所需，目前較少探討及著墨。

使用瓶裝水的優點是水可以預先屯放在部隊易於接觸到的地方，但缺點則是運輸分配會耗費較大的運輸成本。故美軍通常會與作戰地區內外的供應商簽訂合約，在部署的初始採購和發放(飲用)瓶裝水，直到建立批量水淨化、儲存和分配。

綜合上述，國軍野戰給水任務，淨化及產製野戰飲用水由工兵部隊負責、分配由補給部隊負責；然工兵部隊雖然配賦有淨水裝備，飲用水產製後得以儲存於水櫃及水囊等待配送，但是負責分配端之補給或運輸部隊並沒有相關的儲(運)水機具，在野戰給水的分配就產生了限制，影響任務甚鉅。

(五)美軍野戰給水作業能量：美軍對野戰給水非常重視，為了滿足作戰用水需求，制訂詳盡的軍事行動給水準據，在作戰地區由戰區司令部負責管制

水資源的分配，工兵部隊負責水源的開發及建置用水設施，並由軍醫部隊負責檢驗水質及監控，最後，再由各單位給水支援連負責給水。

美軍為協助各級指揮官和參謀在不同的作戰環境中，有效的執行水資源管理，制訂美國陸軍給水規劃指南(Army Water Planning Guide)是各軍事行動時的野戰給水準據¹³，提供美軍在不同環境、任務、人員和設備的用水需求和計算方法；內容包含用水規劃流程、用水需求分析(如飲用水、野戰膳食、淋浴、洗衣、醫療、除污、裝備維修、軍墓等任務的用水需求)、水資源規劃(水規劃工具、水檢驗、水生產、水儲存、水分配系統、水測試設備、水站偵察、廢水管理、教育訓練等)。

美軍給水支援連(Quartermaster Water Support Company)職責為生產、儲存飲用水及分配飲用水，編制三個給水排，每個排都有生產飲用水之能力(每排配賦 2 套 ROWPU 和 1 套 TWPS)，淡水水源每天最大淨化水量達 150,000 加侖，污染水源每天

最大淨化水量為 100,000 加侖。給水支援連通常隸屬於戰鬥支援營(combata sustainment support battalion)，對受支援部隊行一般支援。

現行美軍使用淨水系統分別為輕型淨水器(LWP)、戰術型淨水系統(TWPS)和逆滲透淨水裝置(ROWPU)三種，每種系統能力分述如下¹⁴：

1.輕型淨水器(LWP)(如圖 1)：通常於初期軍事行動中使用，使早期進入任務地區部隊，如特戰部隊或分遣部隊能生產安全可靠的飲用水，每小時最大可淨化淡水 125 加侖(海水 75 加侖)，並可淨化包括受生物、化學及核輻射污染的水，達飲用標準。



圖 1 輕型淨水器(LWP)
資料來源：Water Support Operations，頁A-3。

¹³ DEPARTMENT OF THE ARMY(2023) ARMY WATER PLANNING Guide，1-1。

¹⁴ 同註 13，p3-12~20。

2. 戰術型淨水系統(TWPS)(如圖2)：是套全封閉移動式淨水系統，能淨化、儲存和分配軍事行動所需野戰飲用水，通常用於支援美陸軍和海軍陸戰隊的地面、兩棲和空中機動部隊任務，每小時最大可淨化淡水 1,500 加侖(海水 1,200 加侖)，可淨化包括受生物、化學及核輻射污染的水，達飲用標準。

3. 逆滲透淨水裝置(ROWPU)(如圖3)：ROWPU所有部件都安裝在拖車上，是套全封閉移動式淨水系統，能淨化、儲存和分配軍事行動所需野戰飲用水，通常用於較大規模行動中，在三種淨水系統中，ROWPU產水能力最高，每小時最大可淨化淡水 3,000 加侖(海水 2,000 加侖)，它使用逆滲透處理技術，故可淨化包括受生物、化學及核輻射污染的水，達飲用標準。

給水支援連除了三個給水排外，還可指揮一個隸屬於國民兵部隊和陸軍後備役部隊中的戰術配水分隊，戰術配水分隊可運用戰術配水系統(TWDS)建立、維護長途輸水管道，戰術配水系統(TWDS)的設計目的是將大量的水從水處理地點輸送到至儲存區或分配



圖2 戰術型淨水系統(TWPS)
資料來源：Water Support Operations，頁A-5。



圖3 逆滲透淨水裝置(ROWPU)
資料來源：Water Support Operations，頁A-7。

點，戰術配水系統(TWDS)每天(20 個工作小時)最大可管輸 720,000 加侖的飲用水，為軍團後方地區提供額外的飲用水分配能力。

美軍給水規劃指南提供美軍在不同環境、任務、人員和設備的用水需求和計算方法，供各級指揮官和參謀在不同的作戰環境中，有效的執行水資源管理。美軍野戰給水作業區分一般支援及直接支援，在水

源供應充足的地區，通常以直接支援，淨水部隊以當地水源採補給點分配法執行供應作業；反之，在水源缺乏的地區，野戰給水則由旅支援連負責。美軍野戰給水部隊依任務需求、環境不同，使用不同之淨水系統，以伊拉克戰爭為例，美軍野戰給水除了可運用大型淨水設備，也提供單兵淨水器，還以鋪設戰術配水系統，甚至以空投瓶裝水的方式補給，充分滿足了核生化條件下的給水需要，相較國軍工兵及補給部隊現有產水、配水設備更為多元，運用上也較具彈性。

(六)美軍飲用水存量基準計算與獲得方式：美國陸軍給水規劃指南中，美國陸軍在作戰初始通常就會先期採購部署瓶裝水，做為任務部隊先期的飲用水來源，直到建立起散裝水供給系統；瓶裝水採購自作戰地區內、外的一個或多個商業或軍事來源，在散裝水供給穩定後，瓶裝水的最低配賦量為每人每天 1 加侖(約 3.78 公升)¹⁵。

在熱帶和乾燥氣候下，運用瓶裝水給水相對於水車給水方式的優點是可以預先部署

在部隊容易取得的地方；但缺點是瓶裝水配送對運輸的負荷較大。若是長期的需求，美軍會根據距離、部隊防護力和作戰地區的威脅程度，評估將瓶裝水供應外包給經過陸軍公共衛生中心核准之民間瓶裝水供應商或是將給水點設定在瓶裝水廠所在地，以減輕運輸負荷。各部隊在任務初期可運用指南中的用水量因素表數據(如表 2)，並依據人數和任務天數來計算飲用水需求量，計算如下：

例：假設1個由500名士兵組成的步兵營，在潮濕環境下作戰7天
 飲用水：2.1加侖×500名士兵=1,050加侖
 膳食(食用MRE)：0.45加侖×500名士兵=225加侖
 每天飲用水需求量：1,275加侖+128(10%周轉率)=1,403加侖
 本任務飲用水總需求量：每天1,403加侖×7天=9,821加侖

(七)共軍野戰給水作業概況：共軍野戰給水由工兵部隊負責淨水作業，工程兵主要任務有實施工程偵察，構築重要工事，構築、設定和排除障礙物，實施破壞作業，對重要目標實施偽裝，修築道路，架設橋樑，開設渡場，構築給水站等；一個給水團下設有水源偵察、鑽井作業及配水工程保障部門，作業機具包括野戰鑽井機、水源偵察車、工程裝備保養車等各式機動給水裝備¹⁶。

¹⁵ 同註 13，2-4。

¹⁶ 李彥奕，〈共軍登陸作戰工程兵運用之研究〉《陸軍工兵半年刊》(高雄)，第 152 期，西元 2018 年，頁 5-10。

表 2 行動初始階段用水需求規劃表

功能	Hot Arid (dry) 乾燥炎熱	Hot Tropical (humid) 潮濕炎熱	Temperate 溫暖	Cold 寒冷	Potable/ Non-Potable 可飲用/非飲用	Hot Arid (dry) 乾燥炎熱
Drinking 飲水量 (gal/ person/day)	計算因子	2.10	2.10	1.90	1.93	可
Field Feeding 野戰膳食 (gal/person/ day)	3 x MRE	0.45	0.45	0.45	0.45	可
Total		4.28	4.28	4.08	4.11	
備考	1.本表格顯示不同環境每人每天所需的最低用水需求量。 2.根據飲用、個人餐食準備所需的水量計算。					

資料來源：ARMY WATER PLANNING Guide，頁1-8。

呂秉洋(2024)對共軍「輕型合成營」作戰效能之研究中¹⁷，共軍合成營為了滿足戰鬥保障及勤務支援能量，也逐步精進輸具及裝備，研判後續將列裝野戰淨水車及運水車；2019年中共建政 70 週年閱兵方隊中野戰淨水車也參與閱兵(如圖 4)，惟目前相關研究資料較缺乏，淨水能量參考中部戰區第 82 集團軍工兵旅於 2023 年洪災給水支援之相關報導，每小時可淨化水源約 5,000-6,000 公升。

(八)救災物資配送與整備之關係：黃裘恩(2013)複合型災害救災物力調度規劃之研究認為，救災物力調度常為災害應變中最棘手的問題，也是決定此物力調度機制優劣的關



圖4 共軍野戰淨水車

資料來源：解放軍野戰淨水車，就地取水就地補給，單車能解決集團軍飲水需求

<https://new.qq.com/rain/a/20230927A02ZEK00>，檢索日期：西元2024年4月15日。

鍵；研究建議建立救災物流規劃，運用距離收容場所最近之超商做為物資發放處，並另擇其他處超商做為物資集散點(發放處與集散點盡可能不同點)，較能有效的分配與調度救災物力，避免浪費或堆置無用¹⁸。蘇勃翰(2012)研究臺灣的救援物資分配災時有良好的救援

¹⁷ 呂秉洋，〈從編裝觀點研析共軍「輕型合成營」作戰效能〉《陸軍步兵季刊》(高雄)，第 291 期，西元 2024 年，頁 2-8。

¹⁸ 黃裘恩，〈複合型災害救災物力調度規劃之研究-以新北市為例〉《國立臺北科技大學土木與防災研究所碩士論文》(臺北)，西元 2013 年，頁 124-126。

物資分配及運送系統，提供災民足夠的救援物資供給，將能加速災民的復原力，而影響物資獲得最關鍵因素是運輸車輛數充足與否¹⁹。

日本與臺灣均有面臨颱風侵襲及地震的威脅，日本對於公園的運用，不只是休閒用途，公園也可以是災害發生時的避難點，所以日本部份公園設施就有災防飲水規劃；如備有大型儲水槽及抽水機系統。

簡言之，災害發生或戰時等非常狀態下，物力調度常為災害應變中最棘手的問題，一般而言，物資發放點盡可能放置接近災民聚集之地點，但選定地點並不一定是適合物資分配點之位置，故救災時有良好之救援物資分配及運送系統，將能加速災民的復原力；另飲用水因為具有大量、消耗、鈍重及脆弱等特性，若每次都等災害發生後才依情況決定給水點，將會影響效率，故平時應預選可作為飲用水儲存地點，估算儲存物資數量及所需運輸車輛。野戰給水若要達成就近支援、快速有效、即時適量之要求，其「儲存地點」與「配送能力」應納入考量因素。

三、研究方法

本研究目的在探討野戰給水整備策略採修正式德菲法，先擷取相關文獻，建構出整體架構，並請專家提供建議，整合出整備策略之問卷題項，再逐步達成專家群共識，以瞭解國軍野戰給水未臻周延之處，期能提出相關結論與建議作為未來策進參考。

(一)專家選擇：依據 Murry & Hammons 於西元 1995 年所提出的看法，修正式德菲法的專家人數不應少於 10 人，且專家的組成會影響最後研究結果，因此，專家遴選必須謹慎，才能確保研究結果之公正性。另為使研究能切合實務需求，故本研究邀請軍事單位中，從事野戰給水政策制訂與實際從事後勤補給、野戰給水作業之專家進行問卷調查，成員區分「政策制定人員」與「補給、工兵部隊主官(管)」，單位涵蓋「國防部後次室」、「陸軍司令部後勤處/工兵處」、「陸勤部補給處」、「補油庫」、「工兵群」等三層級；問卷共計發放 21 份，回收 19 份，回收率 90%，回收 19 份問卷均為有效問卷(如表 4)：

¹⁹ 蘇勃翰，〈救援物資分配及運輸配送規劃之研究：以臺灣為例〉《國立臺灣大學工業工程學研究所碩士論文》(臺北)，西元 2012 年，頁 89。

表4 問卷調查統計表

成員區分	概述	年資要求	回收問卷數
政策制定人員	曾經或任職國防部、陸軍司令部之後勤補給、野戰給水管理相關政策業務之主管或幕僚	服役總年資10年(含)以上	7份
補給、工兵部隊主官(管)	曾經或任職於陸軍地區支援指揮部補油庫、軍團工兵群所屬單位主官(管)	服役總年資6年(含)以上	12份
共計			19份

資料來源：本研究整理。

(二)問卷設計：修正式德菲法問卷設計可以採用二分法、量表評分法及等級評量法等三種²⁰，為確認以文獻回顧所得之構面與相關因子是否合宜，本研究第一、二回合專家問卷採「是、否」二分法，請專家對研究主題表示「適合、不適合」等意見，每題項均有表達意見欄位，讓專家意見以作為後續問卷修正的依據。

第三回合問卷根據前次問卷修訂意見訂定，並加入李克特量表(Likert scale)，來匯集專家群對各題項的態度與意見，每一項回應都會被指定在五點尺度量表上的分數，以1-5分表示其意見的程度，「1」表示「非常不重要」、「2」表示「不重要」、「3」表示「普通(無意見)」、「4」表示「重要」、「5」表示「非常重要」，數字愈大即

表示重要度愈高，問卷回收後再統計各構面的百分比、平均數、標準差、四分位差資料；本研究之評選標準如表5：

表5 評選標準

1	重要性程度的平均數 ≥ 4 以上，表示重要性程度高。
2	四份位差 ≤ 1 或標準差 ≤ 1 ，表示專家群對題項已達中、高度共識。
3	重要性程度平均數 < 4 ，四分位差 > 1 ，即達刪除標準。

資料來源：本研究整理。

彙整專家意見，修訂增刪所列指標，經三回合問卷統整專家意見後，最終統整出「風險管控、補給管理、達成任務能力」等3項構面與「水質衛生」等18項因子(如圖5)。

四、研究結果

(一)修正式德菲法之成果統計

1.重要性：計算平均數為代表各構面之因子所獲得專家群重視之程度，計算公式如下。

²⁰ 邱淑芬、蔡欣玲，〈德爾菲預測數—一種專家預測的護理研究方式〉《護理研究》(臺北)，第4卷1期，西元1996年3月，頁92-98。

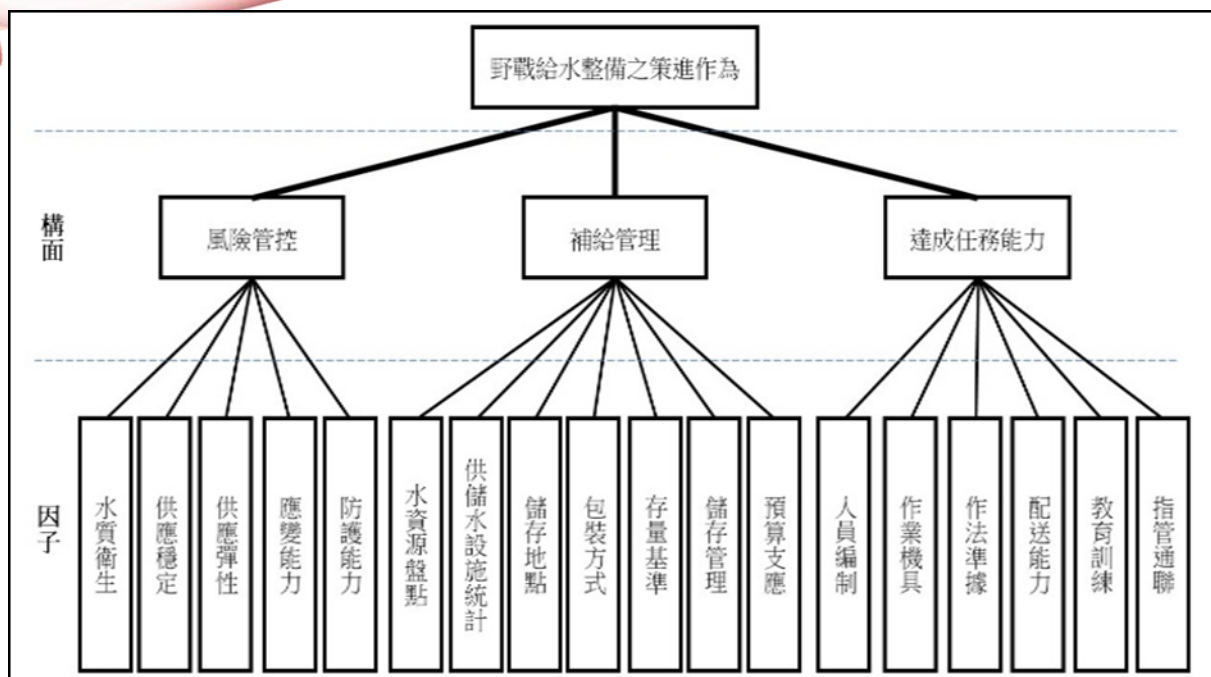


圖5 修正後研究架構圖
資料來源：本研究整理。

平均數計算公式： $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$

符號說明：

$\bar{x}$ ：各因子平均數值

$\sum x_i$ ：某項構面因子之專家群分數總和

n ：專家群人數，19人

2. 一致性：採用標準差及四分位差方式評估各構面之因子的一致性程度，計算公式如下。

標準差計算公式：

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

符號說明：

σ ：各因子標準差數值

$\bar{x}$ ：各因子平均數值

n ：專家群人數，19人

四分位差計算公式：

$$\text{Quartile Deviation (QD)} = \frac{Q3 - Q1}{2}$$

符號說明：

QD：各因子四分位差數值

$Q3 - Q1$ ：第三四分位數(Q3)與第一四分位數(Q1)間的評定等級差距

(二)問卷調查統計(如表 6)分析說明

1. 「風險管控」構面

(1)重要性分析：「水質衛生、供應穩定、應變能力、防護能力」其平均數都高於或等於 4，顯示上述因子獲專家群的高度重視，而在「供應彈性」僅獲得平均數 3.7，故專家群認為此因子較其他因子重要程度相對較低。

(2)一致性分析：此構面中「水質衛生、供應穩定、供應彈性、應變能力、防護能力」等 5 項因子，標準差數值均小於 1，且四分位差數值均小於 0.6，顯示專家群對此構面因子的看法具有高度的共識。

2. 「補給管理」構面

(1)重要性分析：「水資

表6 最終問卷調查分析統計表

構面	因子	重要性		一致性			
		平均數	程度	標準差	程度	四分位差	程度
風險 管控	水質衛生	4.4	高	0.81	中	0.5	高
	供應穩定	4.3	高	0.68	中	0.5	高
	供應彈性	3.7	低	0.68	中	0.12	高
	應變能力	4.0	高	0.77	中	0.0	高
	防護能力	4.2	高	0.61	中	0.5	高
補給 管理	水資源盤點	4.3	高	0.75	中	0.5	高
	供儲水設施統計	3.9	中	1.06	低	0.62	中
	儲存地點	4.1	高	0.54	中	0.12	高
	包裝方式	3.1	低	1.27	低	1	中
	存量基準	4.0	高	0.51	中	0.12	高
	儲存管理	4.1	高	0.60	中	0.5	高
	預算支應	4.1	高	0.81	中	0.5	高
達成 任務 能力	人員編制	4.2	高	0.83	中	0.5	高
	作業機具	4.5	高	0.62	中	0.5	高
	作法準據	3.8	中	0.65	中	0.5	高
	配送能力	4.4	高	0.68	中	0.5	高
	教育訓練	4.1	高	0.51	中	0.5	高
	指管通聯	4.1	高	0.63	中	0.5	高

資料來源：本研究整理。

源盤點、儲存地點、存量基準、儲存管理、預算支應」其平均數都高於或等於 4，顯示上述因子獲專家群的高度重視，而在「供儲水設施統計」獲得平均數 3.9、「包裝方式」平均數 3.1，專家群認為較其他因子重要程度相對較低。

(2)一致性分析：此構面中「水資源盤點、儲存地點、存量基準、儲存管理、預算支應」等 5 項因子，標準差數值均小於 1，且四分位差數值均小於 0.6，顯示專家群對此構面因子的看法具有高度的共識；而「供儲水設施統計、包裝方式」標準差高於 1、四分位差高於 0.6，則代表專家群對此 2 項因子之意見較不一致、看法不同。

3. 「達成任務能力」構面

(1)重要性分析：「人員編制、作業機具、配送能力、教育訓練、指管通聯」其平均數都高於 4，顯示上述因子獲專家群的高度重視，而在「作法準據」獲得平均數 3.8，故專家群認為較其他因子重要程度相對較低。

(2)一致性分析：此構面中「人員編制、作業機具、作法準據、配送能力、教育訓練、指管通聯」等 5 項因子，標準差數值均小於 1，且四分位差數值均小於 0.6，顯示專家群對此構面因子的看法具有高度的共識。

4. 本研究之第三回合問卷針對野戰給水之構面與因子

(如表 7)，由專家群依重要程度給予排序，結果說明如下：

(1)本研究之構面重要度順序，以「達成任務能力」為排序第一，其次為「風險管控」，第三項為「補給管理」，由此可知，專家群依據其工作經驗，認為野戰給水當前整備策進作為應以「達成任務能力」為優先考量，其次考量「風險管控」，然後才是「補給管理」。

(2)在「達成任務能力」構面中，因子以「作業機具」最為重要，其次為「配送能力」，第三為「人員編制」，簡言之，要具備野戰給水的能力，人員、機具及運輸調度能力，是重要的整備要項。

(3)在「風險管控」構面中，因子以「水質衛生」為最優先考慮問題，其次為「供應穩定」，第三為考量給水設施的「防護能力」，顯示，飲用水的水質衛生、水源供應的穩定度及給水設施的基本防護能力，會影響到野戰給水整備成功與否。

(4)在「補給管理」構面中，因子以「水資源盤點」最受重視，顯示專家群認為，在野戰給水整備階段，對於全國水資源調查，是最優先要執行的工作；其次是「儲存地點」和「儲

表 7 最終問卷調查構面、因子重要程序統計表

構面重要程度順序		因子重要程度順序	
達成任務能力	1	作業機具	1
		配送能力	2
		人員編制	3
		指管通聯	4
		教育訓練	5
		作法準據	6
風險管控	2	水質衛生	1
		供應穩定	2
		防護能力	3
		應變能力	4
		供應彈性	5
補給管理	3	水資源盤點	1
		儲存地點	2
		儲存管理	3
		預算支應	4
		存量基準	5
		供儲水設施統計	6
		包裝方式	7

資料來源：本研究整理。

存管理」，應同樣納於野戰給水的補給管理中一併規劃。

結論與建議

一、結論

(一)本研究探討野戰給水之構面分別為「風險管控、補給管理及達成任務能力」，經調查專家群意見後，「達成任務能力」為優先考量，突顯國軍以任務優先、重視使命必達之組織文化；其次重視「風險管控」，也攸關任務成敗，反映「預防」的觀念已逐步落實於各層面，再其次為「補給管理」，管理作法會因時間、地點、技術改變而有所差異，故較其它構面較具彈性，容易因主事者觀念不同而

改變作法。綜合上述，在野戰給水整備策進作為中，應優先改善「達成任務能力」，其次為落實「風險管控」作為，最後再精進「補給管理」作法。

(二)戰場上士兵離不開水，作戰中官兵可能面臨氣溫變化或戰鬥行動使人體水份大量流失而失去戰鬥力，對於如何將飲用水淨化後，再分配到各需求單位或官兵個人是一件極為重要的任務。「工欲善其事，必先利其器」，目前國軍並無像美軍一樣完整的野戰給水「機具」，補給分庫也無執行野戰給水作業的編制「人力」，更惶論能遂行野戰給水任務的「配送能力」。故整備策進作為應朝籌購野戰給水所需之「作業機具」、建制遂行任務之「人員編制」，才能建構足以達成任務之「配送能力」。

(三)人類需要乾淨的飲用水才能保持健康，西元 20 世紀以前，因為飲用水不潔所造成因病死亡的人比戰死的人還要多。從文獻上也發現，日軍因為設置「海水蒸餾機」及積極「鑿井」和興建「馬公要港部水道」等三種措施，穩定了澎湖地區的水源供給，使澎湖的軍事機能提升，成為日軍重要的南方根據地。另外，部隊於野外開設

野戰給水場地時，易受地形、水源等限制。是故，勤務設施應考量防護，力求遠離敵火力範圍之外、或利用地下化堅固工事開設，或朝著提昇機動性發展，以提高戰場存活率。因此，野戰給水整備方向，應重視水質衛生安全、水源供應穩定及設施防護等要項。

(四)後勤補給與動員，為現代戰爭之後盾，成敗取決平時之戰場經營是否落實，若發生戰事，關鍵基礎設施損害，將影響整體防衛；在「補給管理」構面中，「水資源盤點」即應落實於平時戰場經營，俾利在戰時可快速運用「兵要資料」開設給水站，其次，飲用水屬重要物資，野戰給水「儲存地點」應儘可能選擇接近受支援單位，方便取用亦減低運輸負荷，有利於達成支援任務，並應訂定相應之管理作法，避免水資源或給水機具，因管理失當而產生污染或無謂損耗。

二、建議

(一)籌購給水裝備、遂行配運作業

為強化給水韌性，陸軍已規劃分年籌建多元給水裝備，如海水淡化機、營級淨水設備，針對單兵個人使用之攜行淨水吸管也有討論及規劃；現

有淨水裝備具備多種水源淨化功能，產水量大，水質可靠，但缺點是裝備組件多，總重約 20 公噸，衍生機動性較差，開設位置受限等問題。工研院開發「(Qwater)車載式淨水系統」(如圖 6)，西元 2015 年蘇迪勒風災慈濟曾運用於支援烏來救災中，每天提供 15,000 公升乾淨飲用水供民眾飲用，亦適合小部隊運用。

相較於淨水裝備，配水系統則是國軍野戰給水的「弱點」，以現有補給單位支援能量，恐無法有效支援野戰給水任務；以美軍為例，係按照不同編制部隊建立野戰給水體系，戰區和軍區後方使用的是 19,000 公升大型水囊，基層部隊一般使用約 1,892 公升水囊儲水，除此之外，美軍亦使用水箱車 (Water Bison、Water Buffalo、Camel II，如圖 7) 作



圖6 車載式淨水系統(Qwater)
資料來源：蘇迪勒颱風救災緊急供水
<https://www.itriwater.org.tw/Technology/More?id=121>，檢索日期：西元2024年3月5日。

為飲用水之接收、儲存及分配使用。故建議未來在規劃籌購野戰給水裝備，應朝體積小、機動力強、產水量大、開設與撤收簡單、軍民通用等方向思考提案，並考量各作戰區之用水需求，籌購儲(配)水機具(如卡車、水箱車或水囊)，建立完整之給水支援體系。

(二)增編作業人力、提昇補給能量

將水從生產和儲存地點配送到各用水單位，需要大量



Water Bison



Water Buffalo



Camel II

圖7 美軍配水裝備

資料來源：Army Water Planning Guide，頁106 & 附錄3-44。

裝備和人力，美國陸軍補給分隊是給水支援的主要執行者，也是後勤戰鬥功能的一個組成部分；美軍認為後勤戰鬥功能可為作戰指揮官提供行動自由、戰力投射和作戰持久能力，而水資源則是關鍵資源之一，而我國陸軍地支部補給分庫尚無野戰給水作業編制，「水」雖然劃分為第一類補給品，但其特性和作法，不能與其它補給品劃上等號，國軍野戰給水能力雖具備前端產水能量，然相關後續給水之儲存、分配等方面，仍須強化裝備及訓練；建議未來補給分庫增加給水作業的編制及裝備，使能滿足野戰給水最低之補給支援能量。

(三)建立檢驗能量、維護水質安全

野戰給水，需經過消毒淨化至符合飲用水衛生標準才可飲用；美軍用水由軍醫官負責檢驗水質及監控，水質安全包括有無污染源、有無傳染病媒、測定水量供應是否充沛、檢測水質是否合格等要項；美軍及共軍均配有野戰給水之水質檢驗器材(如圖 8、9)，可檢驗水質之物理性、化學性、毒劑種類、微生物等項目。

目前水質檢驗能量僅建立於地區軍醫院國軍，國軍各



WQAS-P



M329

圖8 美軍水質檢驗儀
資料來源：Army Water Planning Guide，附錄3-42、43。



圖9 共軍檢水減毒箱毒物檢測箱(WES-02)
資料來源：軍事醫學科學院研發產品，
<https://m.antpedia.com>，檢索日期：西元
2024年4月15日。

地支部衛勤部隊尚未具備水質檢驗能量及水質檢測器材，欠缺野戰給水之水質檢驗作法和能量，建議於衛勤部隊建立野戰給水檢驗能量，以維護供應部隊官兵之衛生安全飲用水。

(四)落實資源管理、確保用水無虞

根據經濟水利署統計，全臺灣水井數量約 32 萬口，地下水佔全台總供水量約 33%，遠高於水庫的 25%，地下水井與國軍防衛作戰範圍高度重疊(如圖 10)，若能預先完成「水資源探勘偵查」，掌握各地區地下水井資料，戰時則可選定接近各受支援單位輻重位置之地下水井開設野戰給水站，或者參考日本防災公園設置理念，將鄰近都市之地下水井做為預置「儲存地點」，配置有抽水機、發電機及折疊式水囊等設備，將可確保野戰給水水源供應穩定，且各縣市地下水井遍布，形成分區配置之有利態勢，也分散給水設施遭破壞之風險，提昇野戰給水之韌性，確保野戰給水供應無虞。

(五)強化戰場經營、磨練應變能力

經濟部給水動員準備計畫是對全國水源開發、水質安全及供水設施之強化與安全

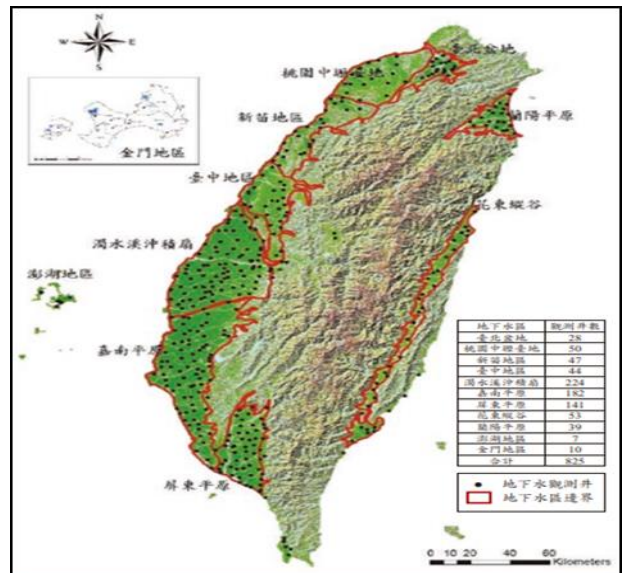


圖10 地下水井分布圖

資料來源：吳益裕《地下水管理水位之演進與運用》《土木水利》，西元2021年12月，頁38。

防護等預先規劃及整備，並針對各種天然災害發生時之供水措施及緊急應變等研訂處置作為，戰時水資源在應變處理機制中，給水整備主要維持基本民生、醫療及國防基本用水需求為供水目標；「水」不分平戰時，均為軍民共同需要資源，國軍野戰給水成敗也與之息息相關。

建議依據《全民防衛動員準備法》之規範，落實平時調查編管，掌握全國有關給水之「車輛及工程重機械」與「重要物資」之資料，完成簽證作業，俾利戰時或緊急應變的需要，作為運用作業之參據，其次，枯水期或定期實施「給水動員演練」，軍民單位共同參與演練給水作業，憲警單位維護給水站安全及秩序，以培養跨部會合作默契，磨練應變能力。