

國軍野戰給水裝備發展之研究

賴新龍中 校陶金豹士官長 張勛鈴上 士

提要

一、基於台灣地區水污染的嚴重性，若台海發生戰爭，而在水庫、自來水設施遭到破壞，自來水供應受阻的情況下，勢必會造成飲用水嚴重短缺的現象，在此時如果本軍所配賦的淨水裝備又無法發揮效能，相信對戰局的發展，勢必會產生若干不良的影響。

二、目前本軍現役之淨水裝備，其中有半數配賦於外島地區，用以改善缺水的問題，而其餘的裝備，除了一套配賦於工兵學校作為訓練用之外，其他則分別配賦於各軍團工兵群中。在裝備的運用中，外島地區在平時即因有飲用水缺乏的問題，因此淨水裝備是以常態使用方式為主。根據經驗，這種方式不但可使單位操作人員更加了解裝備的特性，可從反覆的操作過程中不斷磨練提升操作技術，使淨水裝備維持高度的妥善率，最重要的是裝備所產出的飲用水，可提供官兵日常所需，改善枯水期飲用水缺乏的問題。

三、滲透型淨水裝備是目前世界上最先進的野戰淨水裝備之一，具有多種水質淨化的功能。但由於其裝備龐大，加上系統原理複雜，以致操作人員的培養不易、維護成本高，而且本島各後方地區多為山區地形的情况，產生了機動性不佳、給水站開設位置受限等等的缺點。故國軍未來裝備應朝體積「小」（操作靈活）、功能「多」（適應不同環境）、速度「快」（機動速度快）、效率「高」（勤務支援效率高）配賦，使能滿足配合主戰兵力需求。

壹、前言

綜觀當前台海兩岸情勢，在中共當局仍不肯放棄以武力犯台的威脅下，水庫、自來水廠等供水設施，極易遭受污染、破壞。因此在防衛作戰中，工兵部隊遂行野戰給水任務的能力與戰力的持續事關重要。而「野戰給水」是工兵重要的勤務支援任務之一，目前台灣地區水資源缺乏的問題日趨嚴重，使得在平時即須經常面臨缺水的壓力，因此了解台灣地區水資源現況，如何妥善規劃運用淨水裝備及發展簡便之淨水裝備，則是達成野戰給水任務所不可或缺的重要關鍵。

開設水源與給水，為工兵職責，各工兵營（連）負有水源之偵察與計劃、給水站之開設、淨水處理、飲用水分配等作業任務。從整體來看，本軍現役逆滲透型淨水裝備由於其體積龐大，在本島多為山區地型的條件下，受到相當程度的限制，因此未來淨水裝備的發展，應多方向進行評估考慮，對於裝備的來源，亦可考慮由國內自行研發製造，相信對於本軍在防衛作戰中之野戰給水能力，必能有相當程度的提升。而對於現有裝備，則應建立一套完善的飲用水分配計畫，或戰備保存之保養計畫等措施，相信對於改善外島地區飲用水不足的問題，以及未來無論是在執行作戰支援，或者參與重大災害救災的任務中，都能使裝備發揮最大的效能，維持我軍部隊戰力，以確保任務的遂行。

貳、本島水源現況分析

一、本島水質現況

台灣的地形以主要河川發源地之中央山脈為主幹，具山多平原少之環境特性，山坡地與高山地區面積約佔全島面積的三分之二強，地形陡峭，河川短小，且坡降與落差極大，多屬荒溪型河川，水文狀況十分不穩定（附表一），約有60%以上的降水量直接排入海洋中。由於台灣地區之環境條件具有相當之特殊性，因此雖然年平均降水量為900億噸，但實際可利用之地面水量僅約為117億噸左右，加上地下水之入滲量40億噸，所能供給之水量共約為157億噸/年。若平均分配給兩千三百萬人口，每位國民可分得之淡水量竟不到世界平均值的六分之一（附表二），使台灣名列第十八位有缺水危機的國家。

附表一 台灣主要河川的水文特性

流域名稱	主流長 (km)	平均比降	流域面積 (平方公里)	平均降 水量 (mm/yr)	蒸發散 量 (mm/yr)	逕流水 深 (mm/yr)	平均逕流 量 (百萬立方 公尺)	流出 率%
淡水河	159	1：45	2726	2980	814	2166	5905	73
蘭陽溪	73	1：21	979	3211	799	2412	2361	75
頭前溪	63	1：28	566	2203	801	1402	794	64
後龍溪	58	1：22	536	1993	834	1159	621	58

大安溪	96	1：29	758	2558	798	1760	1334	69
大甲溪	140	1：39	1236	2493	791	1702	2104	68
烏 溪	117	1：45	2026	2086	810	1276	2585	61
濁水溪	186	1：55	3155	2428	799	1629	5139	67
北港溪	82	1：159	645	1878	851	1027	662	55
朴子溪	76	1：53	427	1855	855	1000	427	54
八掌溪	81	1：42	475	2287	845	1442	685	63
急水溪	65	1：118	379	2012	868	1144	434	57
曾文溪	138	1：57	1177	2594	832	1762	2074	68
鹽水溪	87	1：295	222	1808	816	992	220	55
二仁溪	65	1：142	350	1933	836	1097	384	57
高屏溪	171	1：43	3257	3022	815	2207	7188	73
東港溪	47	1：41	472	2494	800	1694	800	68
林邊溪	42	1：51	344	3306	867	2439	839	74
花蓮溪	57	1：25	1507	2949	798	2151	3242	73
秀姑巒溪	81	1：34	1790	2613	797	1816	3251	69
卑南溪	84	1：23	1603	2755	794	1961	3143	71

資料來源：經濟部水利署全球資訊網。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）

附表二 世界各地年平均降雨量與每人所得降雨量分佈表

區域	年平均降雨量(mm/年)		每人所得年降雨量(m ³ /年/人)	
世界平均	973		33,975	
西德	803		3,220	
英國	1,064		4,579	
台灣	2,510		4,758	
日本	1,749		5,529	
大陸	660		7,651	
菲律賓	2,360		16,868	
沙烏地	100		24,130	
美國	760		33,313	
加拿大	522		228,099	
澳洲	460		264,963	

資料來源：經濟部水利署全球資訊網。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）

由於春季時河川流量小，缺乏稀釋能力，而人口集中造成都市化現象及工業發展所排出之市鎮污水、工業廢水、畜牧廢水及垃圾滲出能力，致使本島地區河川大部份受到不同程度之污染。主要河川中，其下游河段未受污染者佔33.3%，輕度污染者佔14.3%，中度污染者佔33.3%，嚴重污染者佔19.1%。另本島地區河川若以受污染長度表示，在主、次要河川總長度二千餘公里，輕度污染河段長度，佔12.31%，中度污染河段佔11.12%，嚴重污染河段長度佔13.25%，顯示本島地區已有三分之一之河段（36.68%）受到不同程度之污染，未受污染佔63.32%【註[1]】。

註[1]：資料來源：經濟部水利署全球資訊網。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）

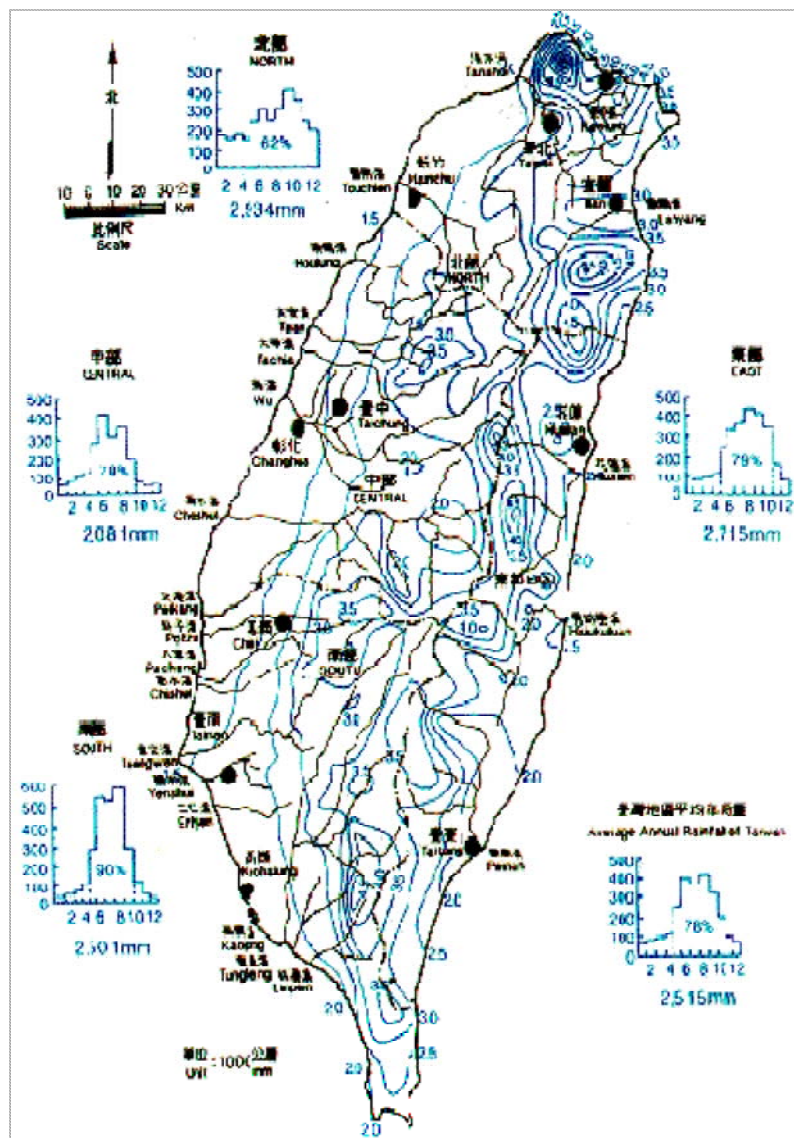
民國91年由於久旱不雨大型水庫紛告急，歷年來所罕見，而水質與水量通常有密不可分的关系，水庫水位越低，其濁度越高。也就是說，由於水荒期間的原水夾帶了庫底的大量淤泥、細菌及重金屬、有機物。而如此不潔淨的水，淨水裝備若不能有效淨化出潔淨之水，供部隊及裝備使用，於作戰期間對部隊之戰力必受嚴重影響。

二、本島水資源可利用現況分析

台灣位於亞洲季風範圍內，受到夏季季風及颱風的影響帶來豐沛雨量，平均年降雨量達2,510公釐，為世界平均值的2.6倍，但因降雨分配極不平均，約有80%之雨量集中在五至十月夏、秋二季豐水期（台灣地區雨量分布如附圖一），變化相當大【註[2]】。

註[2]：陳永森、陳章波（民90），臺灣水資源環境空間永續利用。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）

ALT：附圖一 台灣地區雨量分布圖



資料來源：經濟部水利署全球資訊網。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）

國內每年總降雨量，並沒有受到全球氣候變遷的影響，而有所明顯的變化，但降雨強度卻明顯增大。在枯水季是缺水為患，雨季則是洪水成災，使得水資源的供應大受影響。例如民國九〇年的桃芝颱風，在短短的三小時內，就降下了近五百公釐的暴雨；潭美颱風的來襲，更使大高雄地區造成四十年來罕見的711大水災，破了近兩百年以來的紀錄，而在民國九十一年一至三月，台灣北部桃、竹、苗地區的旱象，都是因為氣候變遷，所造成最明顯的例子【註[3]】。

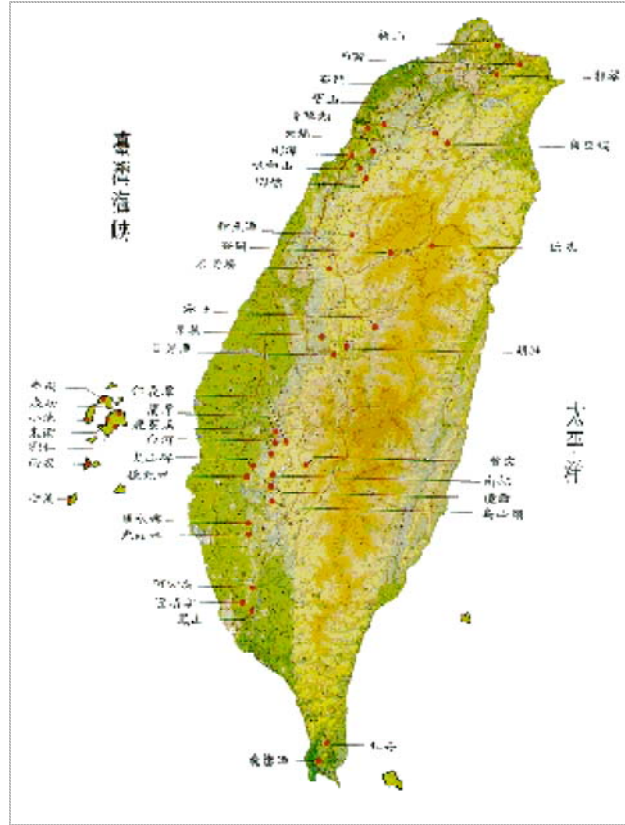
註[3]：蔡勳雄（民90），從世界鬧水荒看國內水資源，90.09.02中央日報全民論壇。

從用水需求面來看，目前台灣地區每人每天的用水量，已經由民國八十五年的250公升，躍升到350公升，而台灣地區各種用水的主要來源有下列三種：

（一）水庫（台灣主要水庫分布如附圖二）：

在台灣地區水庫供應水量佔21%，然而目前在本島地區的36個水庫及湖泊中，已有11處屬於優養狀態，而這些水庫皆為自來水水源，因此其未來供水之安全性不得不令人憂慮。

ALT：附圖二 台灣主要水庫分布圖

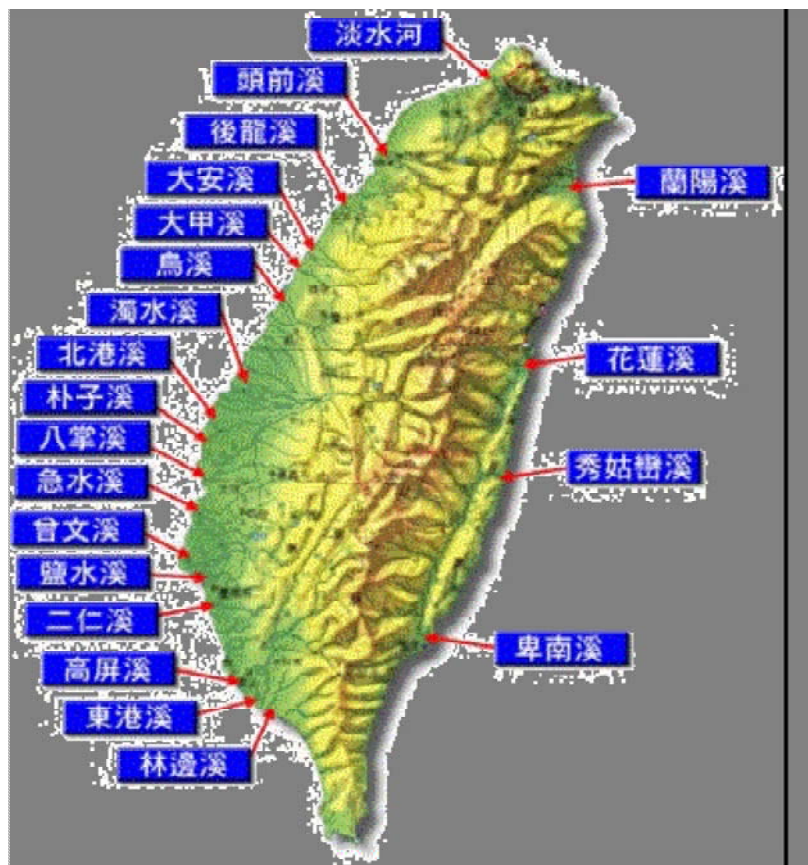


資料來源：經濟部水利署全球資訊網。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）

（二）河川（台灣主要河川分布如附圖三）：

台灣地區所有用水中，有45%是靠河川供應，台灣的主要河川計有21條，次要河川29條，普通河川79條，總長約2934.01公里，由於人口集中於河川沿岸，都市生活廢水、工業廢水、畜牧廢水及垃圾滲出水等，夾帶大量污染物進入河川，致使大小河川大都受到不同程度的污染，尤其以西部河川污染情形較為嚴重。依據環保署八十八年辦理之50條重要河川水質監測結果，若以溶氧量、生化需氧量、懸浮固體及氨氮等四項水質項目加以評估，其下游河段未受污染的有20條，佔40%，受輕度污染的有11條，佔22%，受到中度污染的有9條，佔18%，遭受嚴重污染的則有10條，佔20%。如果以河段受污染長度來看，則在其受監測總長度2,745.5公里中，未受污染河段者長度為1,823公里，佔66.4%，屬輕度污染河段者長度為232公里，佔8.5%；屬中度污染河段者長度為387.1公里，佔14.1%；屬嚴重污染河段者長度為303.4公里，佔11%。由此可知台灣地區有1/4長度（25.1%）的河川，遭受到中度以上的污染。

ALT：附圖三 台灣主要河川分布圖



(三) 地下水：

根據經濟部水利處的資料，臺灣地區用水除了靠水庫及河川的供應之外，仰賴地下水的比例更高達34%。但是臺灣地區目前地下水的狀況，除已受到灌溉水、垃圾滲出水及工業廢水之污染外，部份沿海地區亦因超抽而致使地下水受到海水入侵。而長期過量抽取地下水之情形(即抽取量大於補注量)日益嚴重。特別是在民國八十年，抽取量高達71.39億噸（該年為乾早年），而南部地區所超量抽取之地下水量尤其驚人（如附表三）。

附表三 臺灣地下水抽取概況(1991年統計資料)

區 域	地下水區	年補注量（億噸）	年抽水量（億噸）	超抽量（億噸）
北部區域	蘭陽平原	1.20	1.83	+0.63
	臺北盆地	1.50	0.86	-0.64
	臺北桃園	1.17	1.36	+0.19
	新竹地區	0.85	1.32	+0.47
	小 計	4.72	5.37	+0.65
中部區域	苗栗地區	0.95	1.21	+0.26
	台中盆地	2.37	1.37	-1.00
	沿海平原	1.42	12.86	+11.44
	彰雲地區	11.40	9.49	-1.91
	小 計	16.14	25.92	+9.78
南部區域	嘉南平原	3.66	9.13	+5.47
	高雄地區	1.87	7.03	+5.16
	屏東平原	11.11	21.81	+10.70
	小 計	16.64	37.97	+21.33
東部區域	花蓮地區	1.57	1.15	-0.42
	台東地區	0.93	0.98	+0.05

	小計	2.50	2.13	-0.37
	總計	40.00	71.39	+31.39

資料來源：經濟部水利署全球資訊網。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）(1998)

基於上述台灣地區水污染的嚴重性，若台海發生戰爭，而在水庫、自來水設施遭到破壞，自來水供應受阻的情況下，勢必會造成飲用水嚴重短缺的現象，在此時如果本軍所配賦的淨水裝備又無法發揮效能，相信對戰局的發展，勢必會產生若干不良的影響。

參、國軍野戰淨水裝備分析

一、本軍淨水裝備使用沿革

本軍工兵部隊所使用的第一代淨水裝備為「美製戰地第三號淨水裝備」（如附圖四），配賦於工兵營、連級單位，作為執行戰地給水之任務，其無論在淨水能力或產出水質等要求方面，係依據一九五〇年代之水質標準所設計，已無法滿足目前需求。為維持部隊之淨水能力，本軍於八十三年十一月向美國採購曾於一九九一年「沙漠風暴」戰役中，美軍運用於沙烏地阿拉伯、科威特、以色列等地區，以海水淡化方式供應聯軍作戰用水的新式「WTA-060型逆滲透淨水裝備」（如附圖五），以取代舊有的「美製戰地第三號淨水裝備」，並將其配賦於外島地區，以改善缺水問題。民國八十六年五月，本軍再向加拿大採購最新一代的「加拿大逆滲透型淨水裝備」，以提昇本軍部隊野戰淨水的能力。



ALT：附圖四 美製戰地第三號淨水裝備



ALT：附圖五 WTA-060型逆滲透淨水裝備

二、本軍現役淨水裝備特性與效能

（一）本軍現役淨水裝備特性

本軍現役淨水裝備主要系統安裝於標準貨櫃中，因此具有全天候作業能力。並且採用多重前置預過濾系統與雙重R.O.逆滲透水純化系統（Double Pass Reverse Osmosis System），除可將淡水、地下水淨化為飲用水外，並具備海水淡化與核生化污染水淨化的作業能力。而其系統為了減輕操作人員的負擔，裝備的操作系統使用PLC邏輯程序控制，並裝有系統自動監測警告保護系統，使裝備在不正常或不正確的操作動作發生時，會自動跳機，以保護裝備不至遭受嚴重損壞。因此在架設完成後，僅需一個人即可輕易的操作裝備。因為這套裝備中的逆滲透淨水系統以及操作控制系統所具有的特殊性，使得淨水裝備的使用、保養與維護方法與一般車輛或機械裝備大不相同。

（二）本軍現役淨水裝備效能【註[4]】

註[4]國軍準則-陸軍-0005-25 ROWPU-3000型淨水裝備操作手冊。

由於加拿大逆滲透型淨水裝備在設計時，所考慮的是必須具備能將多種不同水質，處理淨化為生飲用水的能力。其主要效能有以下幾點：

1.雙重R.O.逆滲透水純化系統具淨化淡水、海水功能：因此採用雙重R.O.逆滲透水純化系統，這套系統是由24支逆滲透海水膜所組成，區分為一次逆滲透過濾器（Single Pass R.O. Filter）與二次逆滲透過濾器（Double Pass

R.O. Filter），依水質狀況以及用水需求選擇運用。

由於R.O.逆滲透膜幾乎可濾除所有大於水分子的物質，一般在保持正常使用的情況下，原廠保證此R.O.逆滲透膜的有效使用期限為至少二年。但是如果是因為裝備操作、使用不當，或是裝備長時間處於不使用的狀況下，而未按規定執行R.O.逆滲透膜的清洗、消毒或保存作業程序時，原廠對R.O.逆滲透膜壽命則不予保證。

2.全方位之滅菌處理：

經過裝備逆滲透精密過濾後的水，基本上已經達到符合生飲的標準，但是在貯存與配送過程中為防止細菌的孳生，系統中設置有一套次氯酸鈣注入設備，可在產出水送入水櫃貯存之前，加入適量的次氯酸鈣，以確保飲用水質的安全。

3.絕對的過濾系統（Absolute Filter）：

為淨水系統的最後一道過濾，用於在產出水加入次氯酸鈣後，濾除死亡的細菌及管路產生的小於0.2微米的細小殘餘雜質。

4.妥善的飲用水分配系統（Water Distribution System）：

主要由三個3000加侖貯水櫃與配水泵所組成，負責淨水裝備產出水的暫時貯存與分配，其配水速率為每分鐘75加侖。

三、野戰給水作業位置選定

淨水裝備在實施作業前，必須先完成裝備的架設，對於架設裝備所需場地的基本要求如下：

（一）水源的條件：

提供淨水裝備作業的水源，其水量視作業時間而定（裝備抽水量為140加侖/分鐘，約530公升/分鐘）、且水深最少需有0.9-1公尺。

（二）作業場地的空間：

在水源附近（距水源100公尺內）需有一塊至少22m x 11m（242平方公尺）面積的平坦、堅實地面，作為淨水裝備停放及設置3000加侖儲水櫃（三個儲水櫃，每個直徑四公尺）的作業場地，以及適當空間以作為停車場、迴車場等設施。

（三）進出道路：

淨水裝備作業場地（給水站）需有一條至少寬三公尺的進出道路，以供裝備及運水車輛進出，另在作業場與水源間，亦須有一條可供人員進出的小徑，以便進行原水吸取系統的架設與保養檢查工作。

*在戰術上之條件

- (1)遮蔽、掩蔽良好，以免空中與地面敵人之偵察與破壞。
- (2)附近無明顯目標，避免波及減少損壞。
- (3)避開主補給路線，不致影響交通與補給。
- (4)遠離指揮所、通信所，以免抽水機音響之干擾。
- (5)適合後勤設施之要求。
- (6)連絡、警戒容易。
- (7)於被支援戰鬥群後方之適當位置。

*在技術上之條件

- (1)靠近水源且水量充分，水質良好，使淨水作業容易。
- (2)有適當之作業空間，與領水車輛之迴車場地及停車場。
- (3)裝備搬運及架設容易，且便於偽裝。
- (4)水源之維護容易。
- (5)排水便利且能排至給水站下游。
- (6)有適當之作業人休息及儲存化學藥品之處所。

肆、淨水裝備需求

一、淨水裝備成本效益分析

目前本軍現役之淨水裝備，其中有半數配賦於外島地區，用以改善缺水的問題，而其餘的裝備，除了一套配賦於工兵學校作為訓練用之外，其他則分別配賦於各軍團工兵群中。在裝備的運用中，外島地區在平時即因有飲用水缺乏的問題，因此淨水裝備是以常態使用方式為主。所謂常態使用，就是讓淨水裝備每天或每隔二至三天即進行產水作業，根據經驗，這種方式不但可使單位操作人員更加了解裝備的特性，可從反覆的操作過程中不斷磨練提升操作技術，以及在作業中裝備因自動控制監測系統作動，而發生跳機的原因與故障排除的正確方法，使淨水裝備維持高度的妥善率，最重要的是裝備所產出的飲用水，可提供官兵日常所需，改善枯水期飲用水缺乏的問題。

至於在本島地區，則由於各單位平時均有自來水供應，且有部分營區已裝設R.O.淨水設備，對於飲用水的需求不甚殷切。因此本島地區的淨水裝備，在無任何配套措施的狀況下，顯然仍需以戰備保存的方式，亦就是僅對裝備實施例行性的保養，來維持裝備的妥善。然而根據過去的經驗，亦就是在九二一地震發生時，本島地區的5套裝備中，就有4套裝備因戰備保存不當，而造成昂貴的R.O.逆滲透膜損壞，無法執行救災任務。因此當淨水裝備處於戰備保存狀態時，如果沒有確實依照規定程序實施保養，非但會造成裝備的損壞，更有可能在無形中造成無謂的浪費。

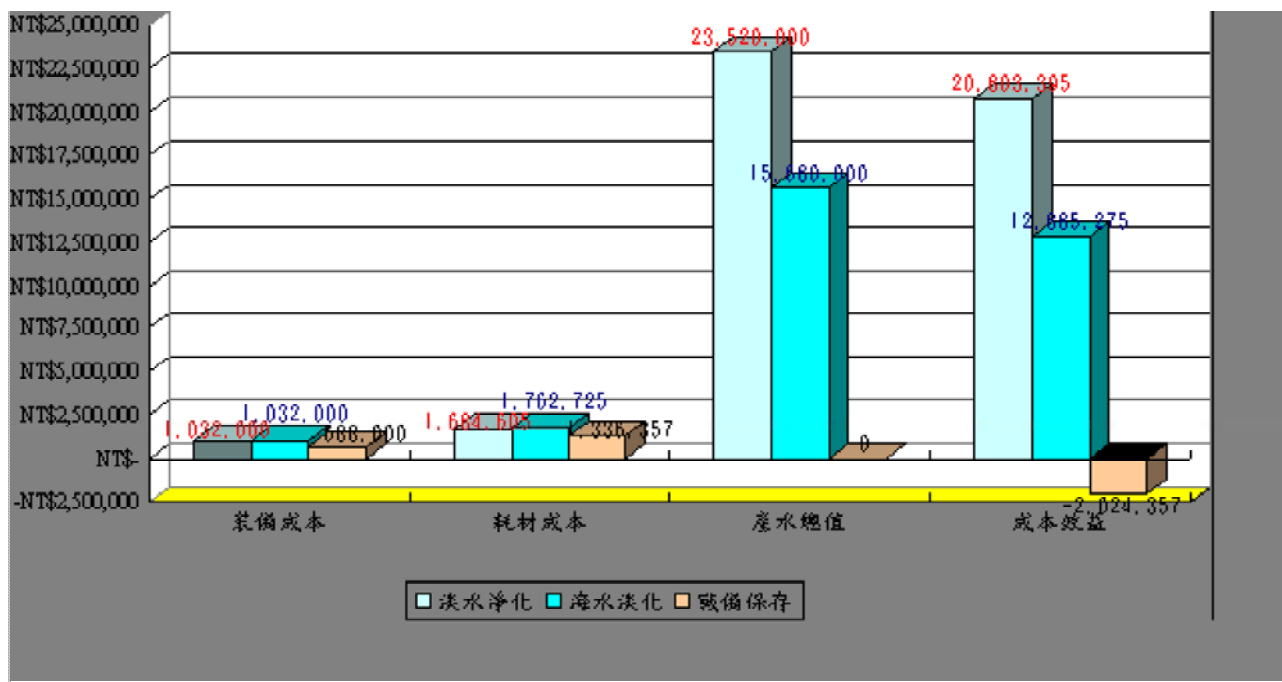
其實不論是常態使用或是戰備保存，其目的不外乎希望能夠使裝備發揮最大功效，並維持高妥善率之外，更希望能夠避免不必要的浪費，為國家節省經費。至於這套淨水裝備在常態使用中，或採戰備保存方式，僅實施定期保養維護，其成本效益如下附表四所示：

附表四 逆滲透淨水裝備常態與戰備保存效益比較

使用形式	常態使用形式	戰備保存形式
效益分析		
每年平均單價成本	$10,320,000 \div 10 = 1,032,000(\text{元})$	$10320000 \div 15 = 688000(\text{元})$
一年作業時數	$365 - 120 = 245(\text{天})$ $245 \times 8 = 1960(\text{天})$	0
一年耗材成本	淡水:1684605(元) 海水:1762725(元)	1336357(元)
產水量	淡水 $1960 \times 3000 = 5880000(\text{加侖})$ $5880000 \div 365 = 16110(\text{加侖/天})$ 海水: $1960 \times 2000 = 3920000(\text{加侖})$ $3920000 \div 365 = 10738(\text{加侖/天})$	
產出總值	淡水: $5880000 \times 4 = 23520000(\text{元/年})$ 海水: $3920000 \times 4 = 15680000(\text{元/年})$	
成本效益	淡水: $2350000 - 1032000 + 1684605$ $= 20803395(\text{元/年})$ 海水: $15680000 - 1032000 + 1762725$ $= 12885275(\text{元/年})$	

基於上述針對淨水裝備「常態使用」與「戰備保存」，所進行的成本效益分析解果顯示：當淨水裝備處在經常使用狀況下，雖然裝備本身的損耗成本與耗材成本較高，但產出水所能獲得的經濟效益，卻已遠超出裝備所有投資成本(附圖六)。反觀當裝備採以戰備保存的方式時，雖然可使裝備使用壽限延長，且其保養所需耗材的成本亦較常態使用稍低，但從整體經濟效益上來看，一套淨水裝備僅實施定期保養維護，每年就必須花費高達2,024,357元，其成本時不可謂不大。

ALT：附圖六 ROWPU-3000型淨水裝備常態使用與戰備保存之成本比較



二、戰時淨水裝備需求分析

本軍的淨水裝備在作戰時，本島地區各工兵群及後備工兵群所配賦之裝備，主要係在戰時於各作戰區的後方地區，擔負野戰給水站開設之任務，並配合以補給點分配法，供應各作戰區作戰部隊所需之飲用、醫療等用水。現假設未來配賦的裝備形式均為逆滲透型，就其在作戰時，所能提供的支援能量作一統計分析如下：

(一)戰區部隊人員、醫院、裝備每日用水量統計(附表五)

部隊給水之需要量，視部隊之性質、任務、天候、季節、人員裝備之多寡而異，如狀況許可，應以供應長期需水量為原則。

附表五 戰區部隊人員、醫院、裝備每日水量需求表

戰區部隊人員醫院裝備每日水量需求表					
給水對象	使用狀況		每日每單位需要量(GL)		備 考
			溫寒帶	沙漠叢林	
人 員	戰 門 中	最低限度	1/2	2-3	使用烹飪膳食時，飲用不得超過3天。
			2	3-4	使用野戰口糧時飲用，但不得超過3天。
		正常	3	6	含飲用及少量烹飪或個人衛生用水。
	行軍或露營		2	5	各種用途之最少水量。
	臨時營地		5		各種用水量(不含沐浴用水)。
	有沐浴設備之臨時營地		15		各種用途及沐浴衛生沖洗用水。
	半永久營房		30-60		
	永久營房		60-100		
車 輛	平坦及起伏地		1/8-1/2		視車輛大小而定。
	山地		1/4-1		
醫 院	最低限度		每病床10		飲用及烹飪(不含沐浴或衛生沖洗用水)。
	正常		每病床50		各種用途(含醫務人員之用水)。

(二)淨水裝備支援能量統計(附圖七)

以本島北部軍團所屬工兵群的淨水裝備為例：

1.可於作戰區內開設給水站6座：

每座給水站一天最大產水量：60,000加侖

6座給水站一天總產水量：360,000加侖

2.可支援各種用水能量統計（如圖十九）：

*戰鬥中人員：

以最低需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 3 \text{ 加侖} = 120,000 \text{ 人/每日}$

以正常需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 6 \text{ 加侖} = 60,000 \text{ 人/每日}$

*行軍露營： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 5 \text{ 加侖} = 72,000 \text{ 人/每日}$

*臨時營地： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 5 \text{ 加侖} = 72,000 \text{ 人/每日}$

*有沐浴設備之臨時營地： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 15 \text{ 加侖} = 24,000 \text{ 人/每日}$

*半永久營房：

以最低需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 30 \text{ 加侖} = 12,000 \text{ 人/每日}$

以正常需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 60 \text{ 加侖} = 6,000 \text{ 人/每日}$

*永久營房：

以最低需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 60 \text{ 加侖} = 6,000 \text{ 人/每日}$

以正常需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每人} 100 \text{ 加侖} = 3,600 \text{ 人/每日}$

*車輛用水：

以最低需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每輛} 0.5 \text{ 加侖} = 720,000 \text{ 輛/每日}$

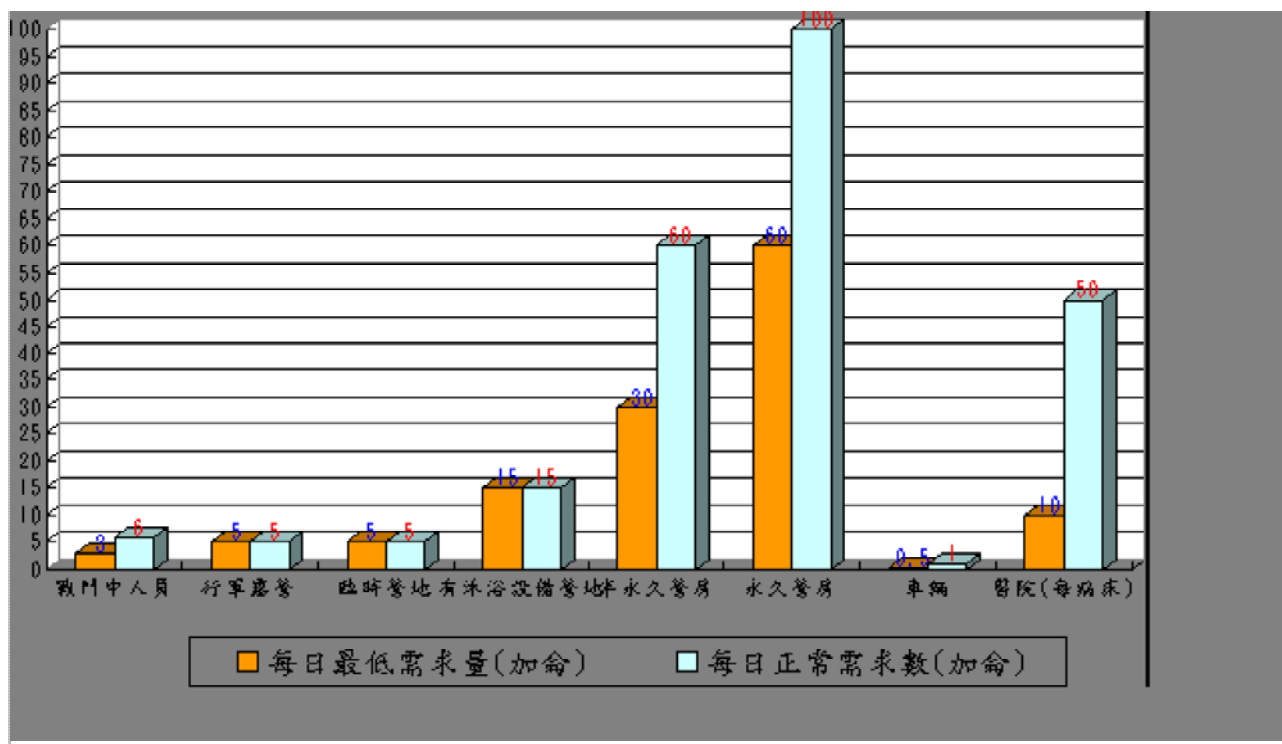
以正常需求量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每輛} 1 \text{ 加侖} = 360,000 \text{ 輛/每日}$

*醫院：

以最低供應量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每病床} 10 \text{ 加侖} = 36,000 \text{ 病床/每日}$

以正常供應量計算： $360,000 \text{ 加侖} \div \text{每病床} 50 \text{ 加侖} = 7,200 \text{ 病床/每日}$

ALT：附圖七 逆滲透淨水裝備支援能量統計



依據上述初步統計的結果顯示，以一個作戰區編製6套逆滲透型淨水裝備，在作戰時所能提供的支援能量，若僅以單純提供飲用水來說，應勉強足夠，但若必須供應其他需求，如醫院用水，則稍嫌不足，因此，在未來應審慎的評估在本島防衛作戰中，本軍所需具備的野戰給水能量，重新檢討淨水裝備合理的編裝數量，以滿足我軍執行作戰任務時，對飲用水之需求。

三、民間飲用水分析

全世界一百二十多國採用海鹹水淡化技術取得淡水，淡化機組總共可處理約二千六百萬噸以上之淡化水，其中海水淡化約佔有三分之二之比率，剩下三分之一是鹹井水淡化。根據統計，海水淡化之機組與生產量以每年百分之十以上的速度在增加。亞洲國家如日本、新加坡、南韓、中國大陸與印尼等也都已積極發展或應用海水淡化做為替代水源，以增加自主水源的數量。台灣地區已經使用海水淡化技術之地區主要以離島為主(附表六)，而台灣本島則尚在規劃當中。台灣本島之水資源在開發規模逐漸縮小的政策下，水資源之短缺將更為嚴重。對此，在多元化水資源供給的目標下，海水具有取之不竭之特性，其擔負生產大量淡水的使命也就逐漸增加。

附表六 國內現有海水淡化廠一覽表

廠名	淡化水產量 (CMD)	淡化技術	用水標的	完工時間	營運管理單位	投資金額 (億元)	單位建造成本 (元/噸)
台電核三廠海淡廠	2,271	蒸汽壓縮	工業	78年9月	台灣電力公司	2.06	90,709
澎湖海淡廠	2,500	逆滲透	民生	87年2月	台灣省自來水公司	2.00	80,000
澎湖虎井嶼廠	200	逆滲透	民生	88年4月	台灣省自來水公司	0.35	116,667
澎湖海淡廠第二期工程	7,000	逆滲透	民生	89年2月	台灣省自來水公司	4.40	62,857
澎湖望安島廠	400	逆滲透	民生	91年12月 日法標	台灣省	0.57	142,500

					自來水公司		
馬祖南竿海淡廠 第一期工程	500	逆滲透	民生	86年11月	福建省 連江縣政府	0.90	180,000
馬祖南竿海淡廠 第二期工程	500	逆滲透	民生	88年12月	福建省 連江縣政府	0.45	90,000
馬祖西莒 海淡廠工程	500	逆滲透	民生	89年2月	福建省 連江縣政府	0.95	190,000
金門海淡廠 第一期工程	2,000	逆滲透	民生	89年6月	福建省 金門縣政府	2.00	100,000

資料來源：經濟部水利署全球資訊網。(http://www.wra.gov.tw/index.asp)

(一)海水淡化推行現況

國內現有之海淡廠九座(含正在施工者)除核三廠興建供冷卻用水的海淡廠外，皆位於離島地區。民國七十八年，台電公司為穩定供應核三廠電廠用水，投資二億六百萬元興建蒸汽壓縮式海淡廠，日產水量2.21噸，供應核三廠冷卻用水與小部份民生用水，粗估每噸產水價格四十五元。民國八十四年起政府陸續於澎湖、金門、馬祖地區興建海水淡化廠，以解決離島地區枯水期軍民嚴重缺水問題。海淡廠之建設全數由政府編列預算執行，但因為海淡廠之日產水量均未達二萬噸以上之經濟(商業運轉)規模，單位建造成本皆較高，目前離島海淡廠之造水成本高達六十元左右。但是隨著能源耗用降低、技術層次降低及市場需求提高，經經濟部水利署計算，不含土地、輸水管線、回饋補償，單位建廠成本約為每噸新台幣五萬元；單位造水成本，以含建廠、土地、管線、營運、回饋、設備更新，及利息百分之六，二十經濟壽齡計算，每噸約新台幣三十至四十元。【註[5]】

註[5]：經濟部水利署，(海水淡化技術發展與推動計畫簡介)，民國九十一年。
(http://www.wra.gov.tw/index.asp)

(二) 淡化之方法與成本(附表七)

目前世界海水淡化製程有逆滲透式、多級閃化式、多級效應式、蒸汽壓縮式等四種，台灣大多使用逆滲透式進行海水淡化。逆滲透式與蒸汽壓縮式海水淡化在造水成本上比多級閃化蒸餾及多效閃化蒸餾式之海水淡化成本減少許多。至於多目標之海水淡化廠在能源成本的降低之下，單位產水成本也降低，但仍較單目標之逆滲透法及蒸汽壓縮式設立之海水淡化廠來得高。經過綜合評估後，多效蒸餾法因能量價格過高競爭性較低，蒸汽壓縮式主要用於大型蒸汽壓縮機組，逆滲透式則屬於較佳之選擇，因其除了海水淡化外，亦可對於生活廢水回收後再生產淨水。【註[6]】

註[6]：林傳鐙，(技師報：離島海水淡化處理技術與發展趨勢)，民國九十年。

附表七 各種海水淡化方法之產水成本比較表

水源	製程	各項成本(%)			單位產水成本 (每噸)
		設備	能量	其他	
海水	單目標 滲透式(R.O.)	33	36	31	35.67
	多級閃化蒸餾(M.S.F.)				
	多效應蒸餾(M.E.D.)	42	52	6	64.65
	蒸汽壓縮(V.C.)	37	58	5	57.97
		42	52	6	31.21
	多目標 多級閃化蒸餾(M.S.F.)	57	35	8	49.05
	多效應蒸餾(M.E.D.)				

直立管	54	38	8	40.13
水平管	49	42	9	33.44

註：以產水能力每日二萬噸為基礎。

除了以海水淡化設備取得水源之外，另外取河川之水源經自來水廠淨化供民生用水與工廠用水(附表八)

附表八 自來水供水普及率

機構別	總 戶 數		供 水 戶 數		普 及 率(%)
	戶數	人數	戶數	人數	以人數計算
臺灣省自來水公司 (含高雄市)	5,430,481	18,431,887	4,850,155	16,329,947	88.60
第一區管理處	288,843	842,577	264,128	768,130	91.16
第二區管理處	541,007	1,847,497	496,427	1,691,952	91.58
第三區管理處	358,167	1,296,331	283,886	1,011,689	78.04
第四區管理處	878,895	3,061,889	760,777	2,629,450	85.88
第五區管理處	439,760	1,571,946	410,951	1,468,650	93.43
第六區管理處	559,132	1,845,034	549,598	1,813,790	98.31
第七區管理處	1,161,034	3,726,255	967,606	3,027,576	81.25
第八區管理處	133,841	466,051	118,802	411,043	88.20
第九區管理處	107,250	352,778	88,101	283,958	80.49
第十區管理處	73,323	244,275	56,172	185,727	76.03
第十一區管理處	314,712	1,285,076	290,522	1,184,031	92.14
第十二區管理處	574,517	1,892,178	563,185	1,853,951	97.98
臺北自來水事業處	1,300,408	3,843,773	1,292,633	3,822,377	99.44
金門縣自來水廠	18,395	55,950	12,640	53,379	95.40
連江縣自來水廠	1,553	7,926	1,456	7,392	93.26
總計	6,750,837	22,339,536	6,156,884	20,213,095	90.48

資料來源：臺灣省自來水公司、臺北自來水事業處、金門縣自來水廠、連江縣自來水廠（民國90年6月）。

伍、未來發展

從整體看來，雖然逆滲透型淨水裝備是目前世界上最先進的野戰淨水裝備之一，已具有多種不同種類水質淨化的功能、操作簡便、產水量大及水質優良為其特點，但是由於其裝備龐大，架設組件多，總重量高達20公噸，必須使用拖車作為載具，因此在本島各後方地區多為山區地形的情况，產生了機動性不佳、給水站開設位置受限等等的缺點。因此給水裝備之發展應有通盤性之規劃：

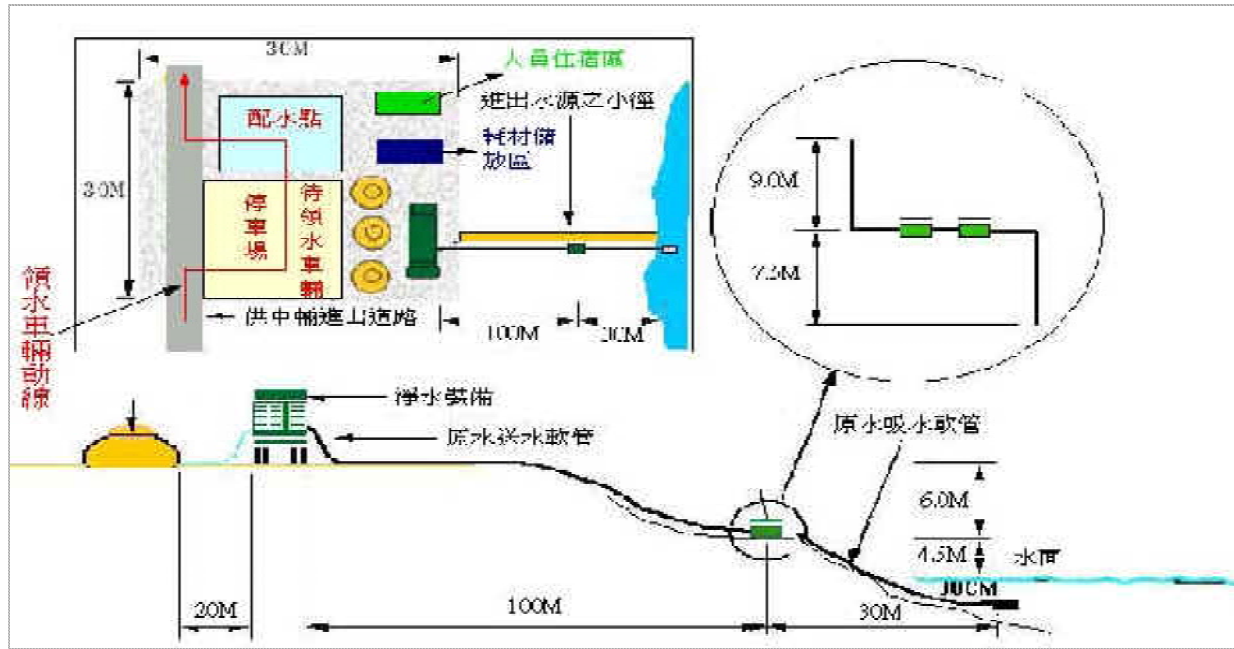
一、裝備朝能量「大」（產水能量大）、限制「少」（載具機動性強，受地形限制少）、速度「快」（架設、撤收速度快）、效率「高」（軍民通用，後勤支援效率高）配賦，使能滿足配合主戰兵力需求，而現役淨水裝備雖能夠生產大量之飲用水供大部隊使用，但在機動性及使用上無法滿足目前部隊之需求。因此，未來在採購裝備或自行研發時應該充分結合國內淨水設備製造技術，以產水能量大、機動性強、裝備架設與撤收速度快、後勤支援效率高等方向去著手研究，另以各作戰區之作戰需求，配合民用型載具（卡車、水箱車），建立完整之野戰給水補給體系，方能有效滿足部隊之需求。

未來部隊編組形態乃以量少質精為主軸，且就防衛作戰觀點上而言，營級以下戰鬥單位並無配賦淨水裝備之必要，而應由群、旅級單位負責提供支援，如此則可有效使營、連級單位致力於以戰為主，但仍可以研發配賦個人淨水器，攜帶於單兵身上，在部隊行機動時，每位弟兄仍可以隨時取得飲用水。

二、作業空間需求小：

現役淨水裝備所需架設組件多，作業空間受限(附圖八)，造成給水站開設點隨之減少，且架設與撤收作業時間長，使給水站喪失戰術運用之靈活性，因此未來採用之方式，應以能夠將縮短裝備架撤時間、減少作業空間，甚至能夠將產出水直接裝載儲存於水箱車輛或水箱尾車上直接作業，達到作業空間小、架設速度快，功能不受限之要求，充分有效提高戰術運用之靈活性。

ALT：附圖八給水站開設圖例



三、以群、旅級為配賦基準：

維持目前以群、旅級為編裝之編制，唯需重新評估能滿足戰時需求之裝備數量，並妥善建立強化對第一線部隊飲用水補給之能力，因此未來之需求，建議仍以群、旅級為配賦基準，對第一線部隊則另配賦小型單兵個人簡易淨水器，在必要時仍能達到自給自足之要求。

四、裝備功能多樣：

台灣地區所有用水中，有45%是靠河川供應，台灣的主要河川集中於河川沿岸，其污染包含都市生活廢水、工業廢水、畜牧廢水及垃圾滲出水等，夾帶大量污染物進入河川，致使大小河川大都受到不同程度的污染。因此裝備除了產水能量大、機動性強之外，處理水質之功能也不可少，必須合乎行政院環保署所頒發之飲用水標準，確保飲用水之品質。

五、操作及維修容易：

目前現役裝備多為外購方式，裝備維修經費成本高，裝備操作及保養步驟複雜，操作手訓練不易，未來須改善此項問題，建議可考慮由國內自行研發製造，估計除可大量節約外購裝備的成本之外，對於裝備妥善率的提升，以及後勤補保的問題，亦能有所程度的改善，相信對於本軍在防衛作戰中之野戰給水能力，必能有相當程度的提升。

六、裝備應與台灣地區資源相互配合運用：

(一)水源以地下水為主，地表水為輔，調查地下水井：

現代戰爭條件下，水源容易遭受破壞、污染，野戰給水問題至關重要。共軍蘭州軍區某給水團的工程技術人員上黃土高原、涉沙漠、闖深山，進行水文地質普查，在戰區重點地帶打井1000多眼，建立了設施堅固、軍地兩用的給水站，繪制了30多幅野戰給水保障圖。運用先進的找水理論、現代化的供水辦法，該團進行現代戰爭條件下的給水保障演習，迅速確定了多個井位，立塔開鑽。一旦戰時需要，24小時內到達500公里以外的作戰地域，確保大部隊的給水保障。為戰時快速構築野戰給水站，實現緊急取水提供了準確翔實的資料。

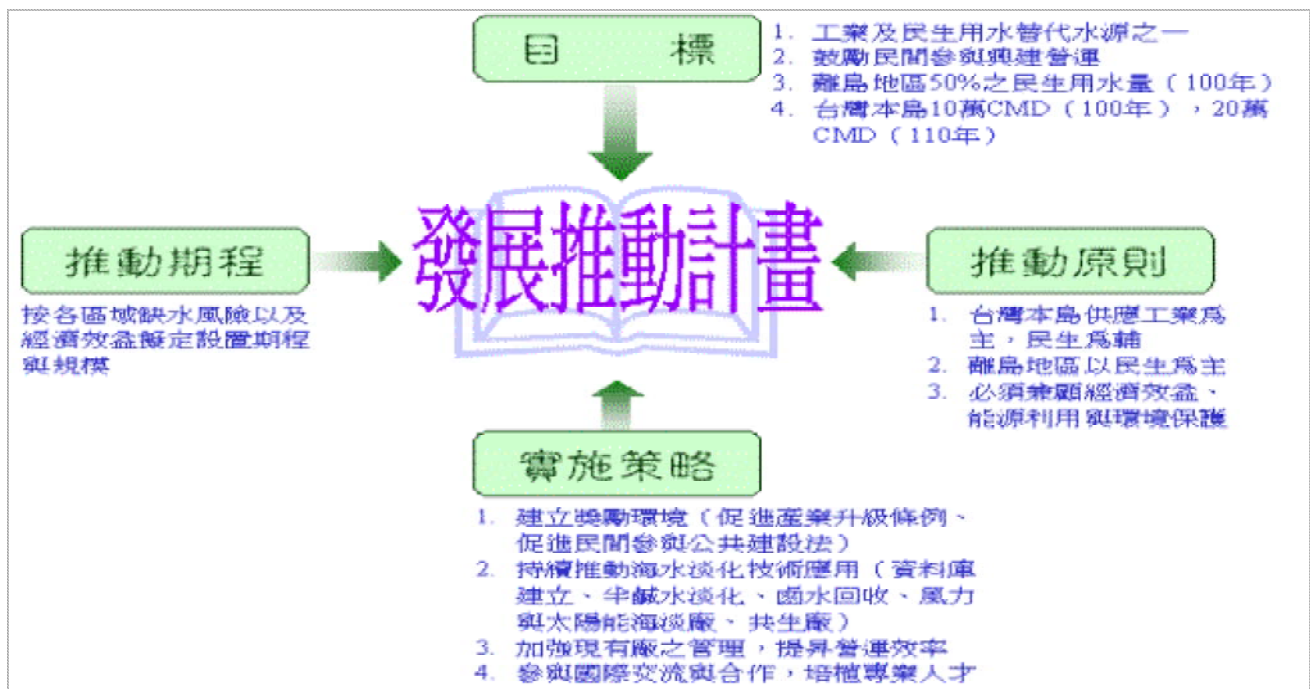
根據本島現況，地表水污染相當嚴重且暫時易受敵人核生化破壞，唯有尋求地下水源，可立即解決野戰給水之困難。因本島地下水量充沛，每年降雨滲透量，約為四十億立方公尺，足夠國軍部隊使用且獲取容易，各地區均設有地下水井，口徑雖不一，但應能事先調查並加以管制運用，戰時方能迅速供給足夠之乾淨之水飲用。

(二)善用地下水資源

水為國家資源，尤其地下水，應納入戰略物資，妥善管理，未經申請核准，不得任意鑽井抽取地下水，或經核准應有抽取水量之管制。台灣地區每年抽取地下水為六十二億立方公尺，嚴重超抽，將影響未來戰爭之野戰給水，平時也將造成地層下陷，形成海水倒灌，影響民生甚鉅，未能即時立法保護將影響戰備，深值重視。

另外也必須結合民間現有資源，目前民間已有自來水廠多處，以及海水淡化廠，政府並正積極推動RO技術發展與推動計畫(附圖九)

ALT：附圖九 RO技術發展與推動計畫



資料來源：經濟部水利署全球資訊網。（<http://www.wra.gov.tw/index.asp>）

以及在本島地區規劃海水淡化廠(附圖十)，於戰時，加以管制各淨水廠，方可供應足夠水量給予人民及部隊使用。

ALT：附圖十 預定推動期程與規模

廠別	台南一廠	台南二廠	竹苗廠	雲林一廠	彰化廠	雲林二廠	高雄廠
規模（噸/日）	30,000	40,000	40,000	20,000	20,000	30,000	20,000
91							
92	公告						
93	興建(1)						
94	興建(2)						
95	興建(3)	公告					
96	供水(20年)	興建(1)	公告				
97		興建(2)	興建(1)				
98		興建(3)	興建(2)				
99		供水(20年)	興建(3)				
100			供水(20年)	公告			
101				興建(1)			

102				興建 (2)	公告		
103				興建 (3)	興建 (1)		
104				供水 (20 年)	興建 (2)	公告	
105					興建 (3)	興建 (1)	
106					供水 (20 年)	興建 (2)	公告
107						興建 (3)	興建 (1)
108						供水 (20 年)	興建 (2)
109							興建 (3)
110							供水 (20 年)
備註：1.海水淡化廠興建以3年估計，營運期間以20年估計。							
2.民國100年前增加10萬噸／日淡化水產量，民國110年前增加淡化水產量達20萬噸／日。							

陸、結論

孫子曰：「軍無輜重則亡」。目前世界各國除了研究發展尖端科技武器外，莫不投入人力、物力，從事給水裝備之精研發展，圓滿達成戰場之支援任務。凡事豫則立，我們應不斷吸收各國新知，擷取他國戰場經驗，考慮本島作戰環境從而精進我給水裝備及水源開發。而對於現有裝備，則應針對其所能提供的龐大支援能量，以及可獲得的經濟效益，加以妥善運用，並建立一套完善的飲用水分配計畫，或戰備保存之保養計畫等措施，相信對於改善外島地區飲用水不足的問題，以及未來無論是在執行作戰支援，或者參與重大災害救災的任務中，都能使裝備發揮最大的效能，維持我軍部隊戰力，以確保任務的遂行。