



砲塔人力高低液壓系統快速排氣作法之介紹

筆者/江志勝

提要

- 一、我軍現役主力戰車，火炮操縱系統主要採用液壓式系統，液壓系統雖然便利，唯保養時因受工作空間影響致維保人員工作效率不彰。
- 二、液壓式火炮操縱系統，於執行液壓系統排氣勤務過程中，以現行保養技令執行下，無法有效達到完全排除氣體，間接影響戰車砲俯、仰過程抖動、緩慢甚至無法工作。
- 三、液壓系統排氣方式目前可區分三種，現行方式、小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式與快速排氣方式，分析比較三種方式優、劣，藉以提供各單位維保人員施作參考依據。

關鍵詞：液壓系統、液壓系統排氣、液壓式砲控系統

前言

筆者於近年參與部隊各種演訓任務，擔任其射擊輔導教官，每當射擊前檢查砲控系統時，常發現火炮於使用人力操縱俯、仰時，火炮俯、仰動作明顯不順且帶有抖動現象，與單位維保人員研討後，主因均為液壓系統排氣勤務施作過程導致，而此排氣勤務施作過程為現行技令所規範，無法有效排除火炮抖動現象，排氣效果欠佳，間接影響戰車砲射擊精度。

本文針對排氣作業程序之現行方式與小型軍品人力高低液壓系統輔助套件方式以及此次提出之快速排氣方式等三種排氣方式實施探討，期能有效改善排氣勤務效率，並提升部隊保養水準及裝備妥善，進而提高戰車砲射擊精度。

壹、液壓系統原理及組成架構

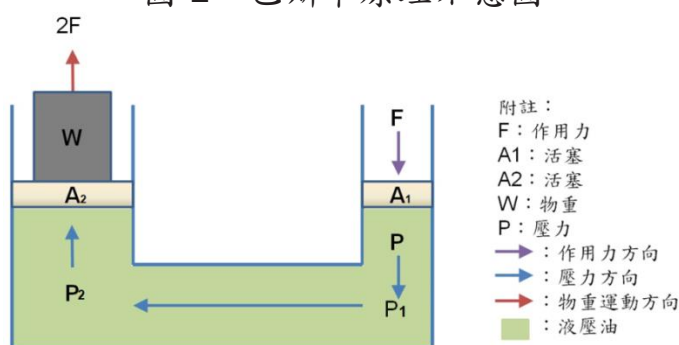
任何工作勤執行前，都須瞭解其工作原理與其各部組成架構，故二級維保人員須對液壓式砲控系統結構原理熟悉，使排氣勤務中發揮最大工作效益，現就液壓式砲控系統其原理及組成分述如下：

- 一、液壓式火炮操縱系統係運用液壓系統原理操縱戰車砲之機構，其液壓系統原理及基本組成分述如下：

(一) 液壓系統巴斯卡原理¹：

巴斯卡原理藉由對密閉空間內之液體實施加壓使其達成所望之機械運動；於一個裝有液壓油的容器中，該容器兩邊的開口大小不同，在這兩個開口處置入能與容器壁密合的活塞 A1、A2，A2 活塞上放置一重物，由 A1 活塞處施以作用力 F，此時的作用力透過活塞傳導至液壓油產生壓力，推動 A2 活塞上之重物進行運動；如果 A2 活塞截面積是 A1 活塞的 2 倍大時，從 A1 活塞施加之作用力 F，則可於 A2 活塞得到 2 倍的工作效能 2F，此為巴斯卡原理如圖 1 所示。

圖 1、巴斯卡原理示意圖



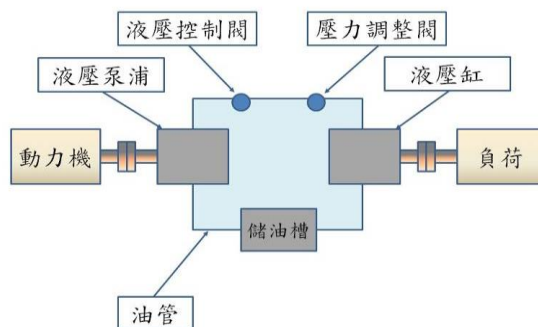
資料來源：作者自行繪製

由圖 1 可看出液壓系統由作用力輸出，藉由流量及壓力控制油槽輸出之壓力，進而推動負載之物件。

(二) CM11、CM12、M60A3 動力液壓系統之基本組成：

戰車火砲高低作用原理，藉液壓系統架構係以液壓油當工作媒介，並利用液壓泵浦增壓後將工作壓力蓄積在動力機中，當液壓控制閥開啟時，蓄積在動力機中的壓力就會推擠液壓油流動，經過壓力調整閥調壓後再進入液壓缸內，使承載於液壓缸上的負荷得以完成預期的高低方向運動方式，整個系統包括動力機、液壓泵浦、液壓油、液壓控制閥、壓力調整閥、液壓缸及儲油槽等如圖 2 所示。

圖 2、砲塔動力液壓系統作動示意圖



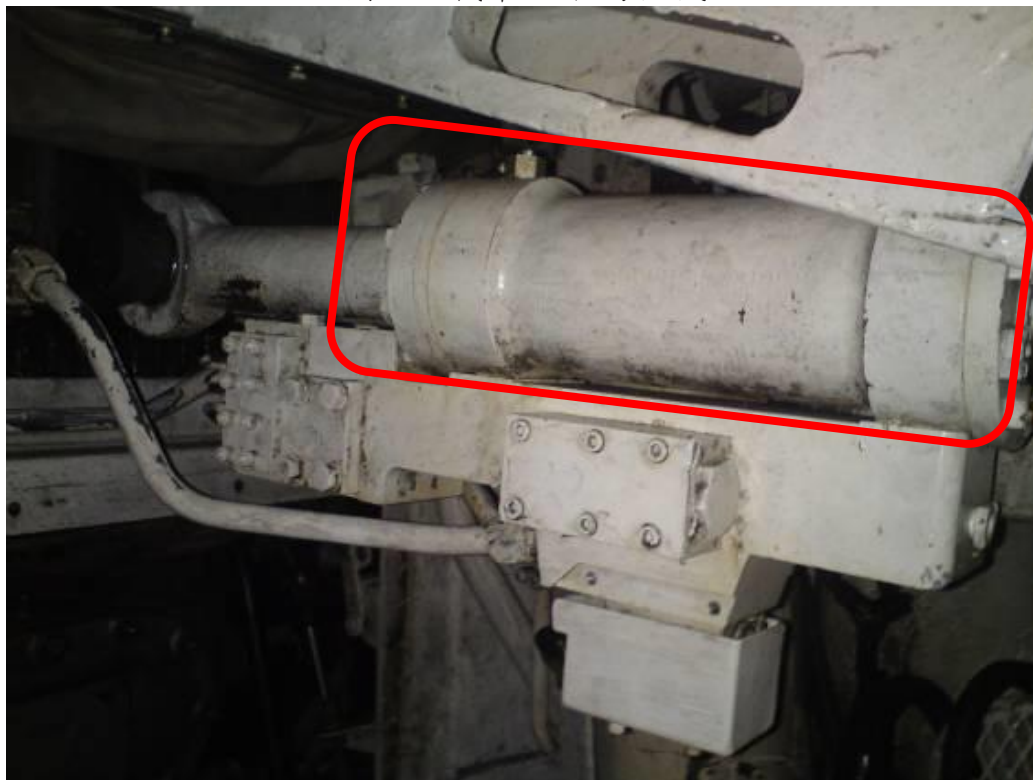
資料來源：作者自行繪製

¹ 科學教育月刊第 278 期，中華民國 94 年 5 月，頁 25。



本軍 CM11、CM12、M60A3 主力戰車所配備之高低機如圖 3 所示，運用方式即係此一原理。

圖 3、戰車砲塔高低機



資料來源：作者自行拍攝

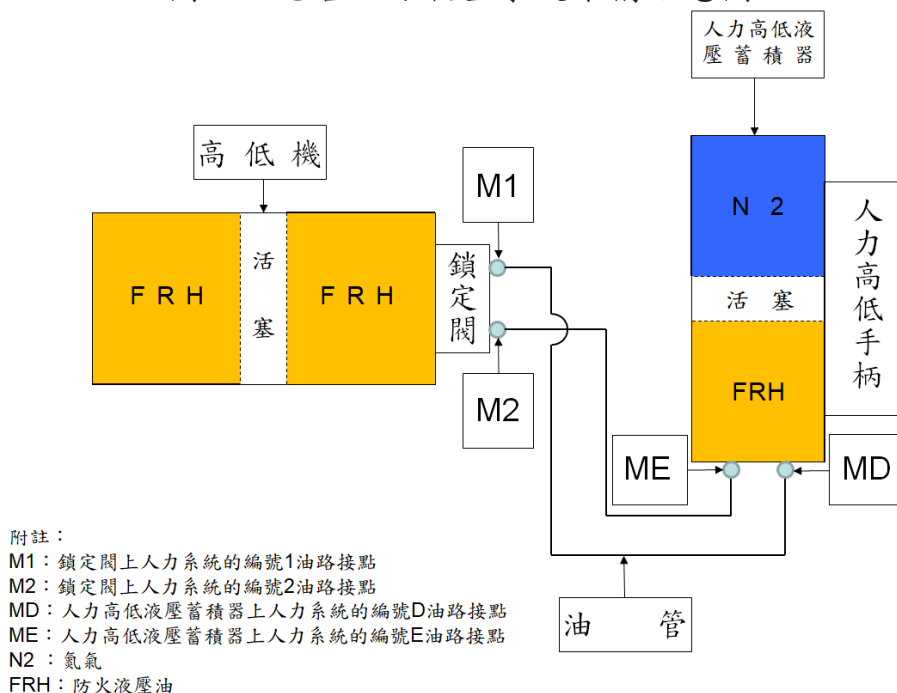
二、戰車砲塔人力液壓系統之組成：

CM11、CM12、M60A3 主力戰車之人力液壓系統於戰車砲俯、仰運動上，亦是運用液壓系統原理，惟與動力系統之差異係藉由各種閥門來管制油路動向，以達到戰車砲俯、仰運動方向的改變，以下就人力液壓系統架構與組成主要機構實施說明：

（一）砲塔人力液壓系統架構示意圖：

上述的人力高低液壓蓄積器、人力高低操縱握把、鎖定閥、高低機等是構成人力高低液壓系統的組件，有了這些組件的相互配合再加上油管的聯結，戰車砲得以順暢進行俯仰運動，以下為砲塔人力液壓系統之架構示意圖如圖 4 所示。

圖 4、砲塔人力液壓系統架構示意圖



資料來源：作者自行繪製

(三) 運作方式：

射手使用人力高低操縱握把操縱戰車砲的高低俯、仰，當射手開始轉動人力高低操縱握把（順時針或逆時針），人力高低液壓蓄積器裡的氮氣就會推擠液壓油，使得液壓油循人力液壓系統油路進行流動，迫使戰車砲運動獲得大範圍的調速性能與輸出載重能力。

(二) 系統組成主要機構：

系統主要元件區分人力高低液壓蓄積器、人力高低操縱握把、鎖定閥、高低機等組件，下面就各部機件說明功能：

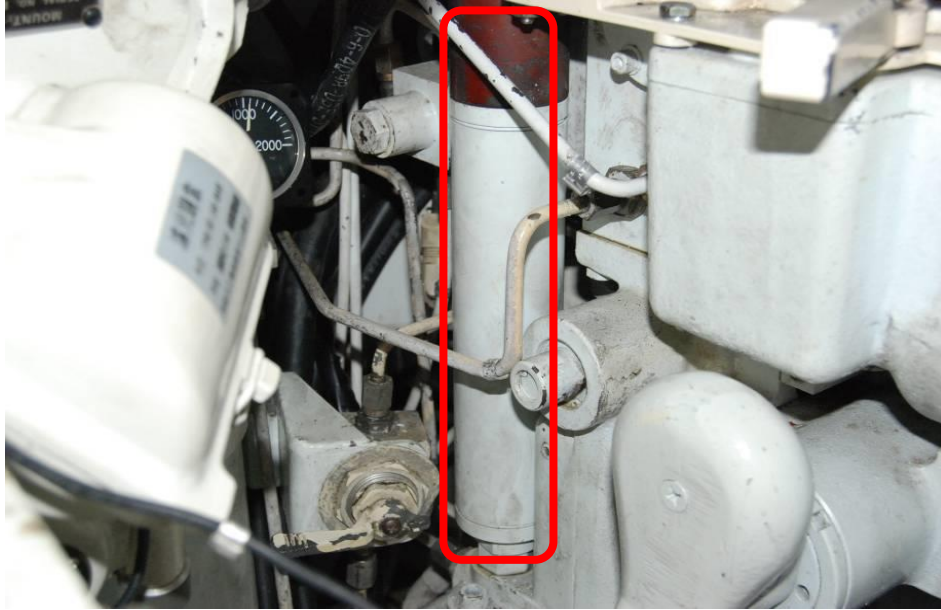
1. 人力高低液壓蓄積器²：

人力高低液壓蓄積器位於射手控制握把前方如圖 5 所示，內部為充填全氮氣之高壓容器，功能在容納液壓油與氮氣以及能量的輸出與蓄積；人力高低液壓蓄積器的下方有供給人力系統（Manual）代號為 M 所使用的兩個油道，左邊編號為 E，右邊編號為 D³如圖 6 所示。

² 陸軍司令部，《陸軍 M60A3 TTS 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日），頁 2-105。

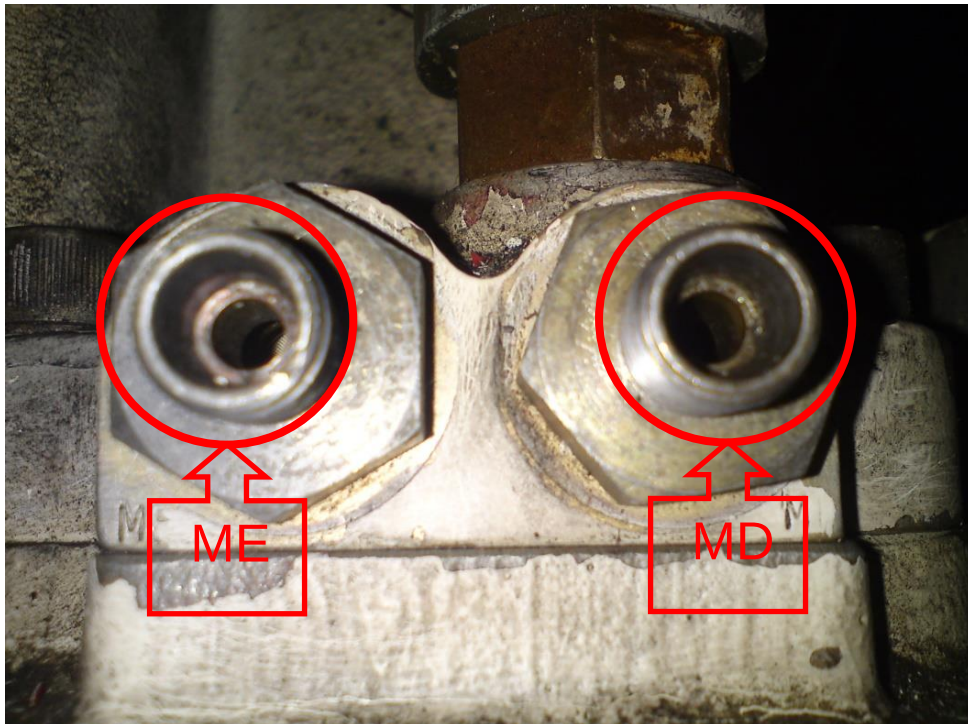
³ TM9-2350-253-20-2-2 TECHNICAL MANUAL UNIT PRELIMINARY MAINTENANCE AND TROUBLESHOOTING MANUAL VOLUME 1 OF 2 FOR TANK, COMBAT, FULL TRACKED：105-MM GUN, M60A3 AND TTS TURRET (Washington, DC, : Department of the Army, NOVEMBER 1994)，頁 4-300。

圖 5、人力高低液壓蓄積器



資料來源：作者自行拍攝

圖 6、人力高低液壓蓄積器 MD、ME 油道



資料來源：作者自行拍攝

2. 人力高低操縱握把⁴：

人力高低操縱握把位於射手左前方如圖 7 所示，射手可用人力高低操縱握把進行戰車砲俯仰操縱，當旋轉人力高低操縱握把時，閥門油路開啟，使液壓油流動。

⁴ 陸軍司令部，《陸軍 M60A3 TTS 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日），頁 2-100。

圖 7、人力高低操縱握把



資料來源：作者自行拍攝

3. 鎖定閥⁵：

使戰車砲的俯仰，能隨時停留在我們指定的位置，便是依靠鎖定閥油路之控制；鎖定閥位於高低機下方如圖 8 所示，負責控制動力裝置、人力裝置、超仰角制動器的油路，鎖定閥上的六個油道分別控制人力系統、超仰角系統及動力系統的液壓系統油路，由上而下區分為第一組為人力系統（Manual）代號為 M⁶，第二組為超仰角系統（Superelevation）代號為 S⁷，第三組為動力系統（Power）代號為 P⁸如圖 9 所示；由左而右編號為 1 與 2 油道如圖 10 所示，在鎖定閥總成上也可以清楚看見刻印這三種油路系統的代號與編號，以超仰角系統為例如圖 11 所示。

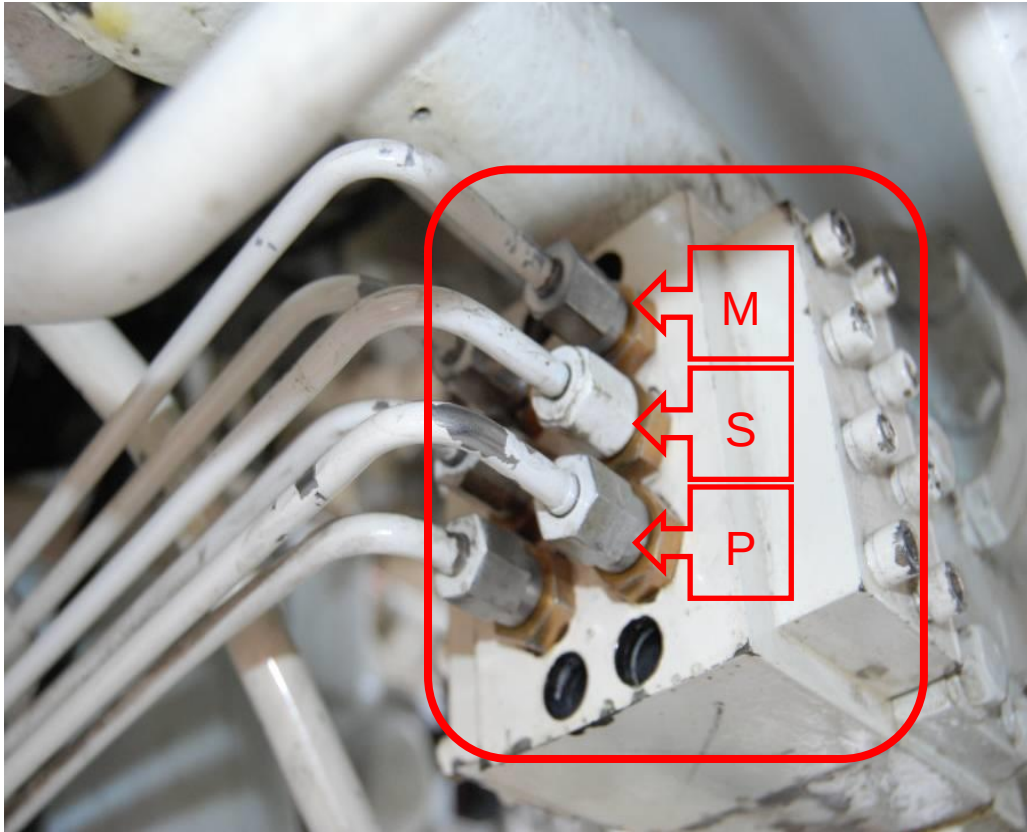
⁵ 陸軍司令部，《陸軍 M60A3 TTS 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日），頁 2-130。

⁶ TM9-2350-253-20-2-2 TECHNICAL MANUAL UNIT PRELIMINARY MAINTENANCE AND TROUBLESHOOTING MANUAL VOLUME 1 OF 2 FOR TANK, COMBAT, FULL TRACKED : 105-MM GUN, M60A3 AND TTS TURRET (Washington, DC, : Department of the Army, NOVEMBER 1994), 頁 4-274。

⁷ 同註 6。

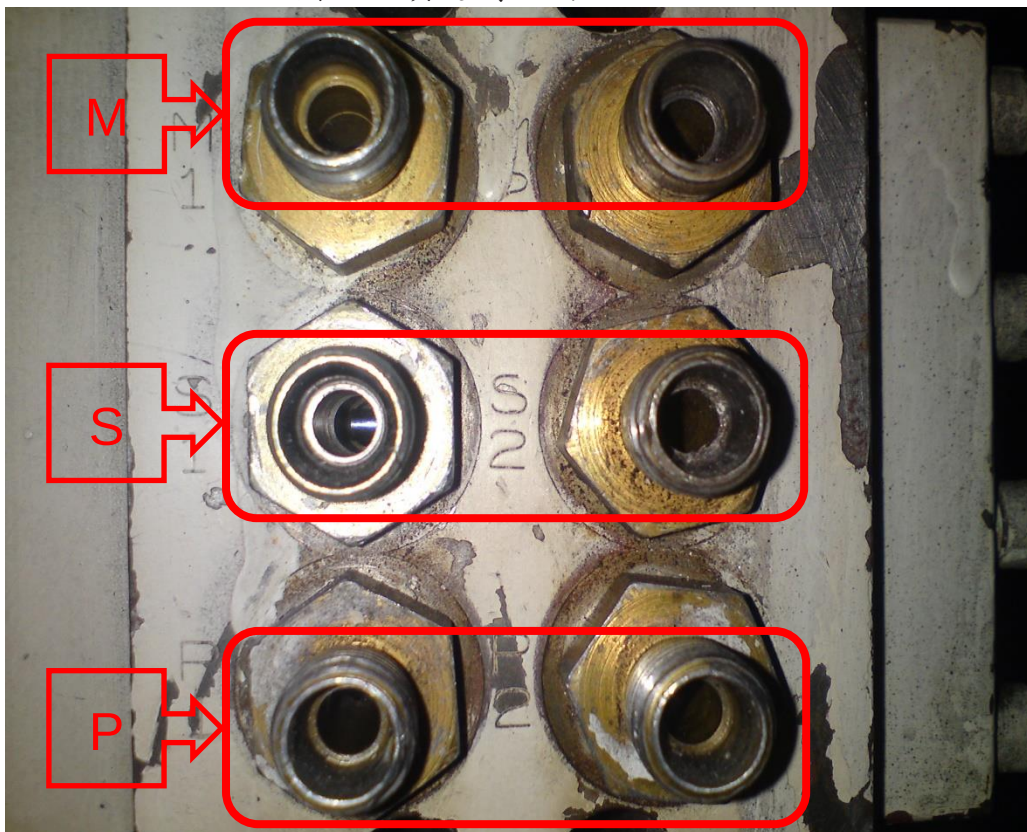
⁸ 同註 6。

圖 8、鎖定閥



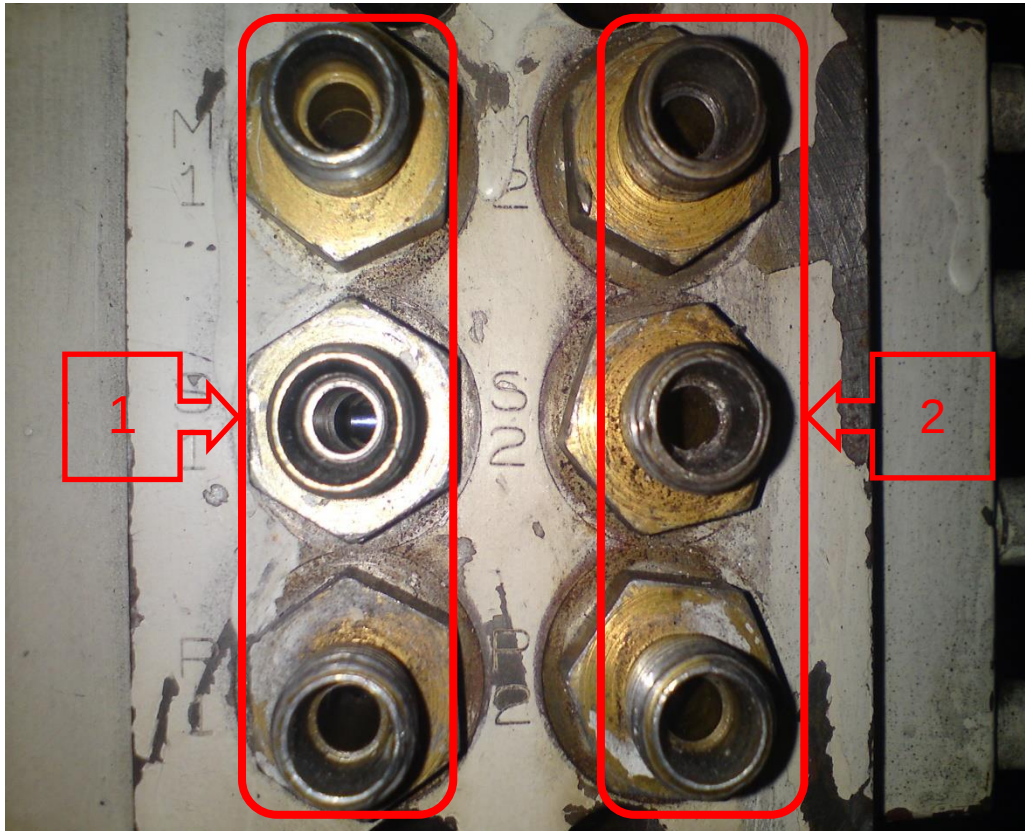
資料來源：作者自行拍攝

圖 9、鎖定閥上的 M、S、P



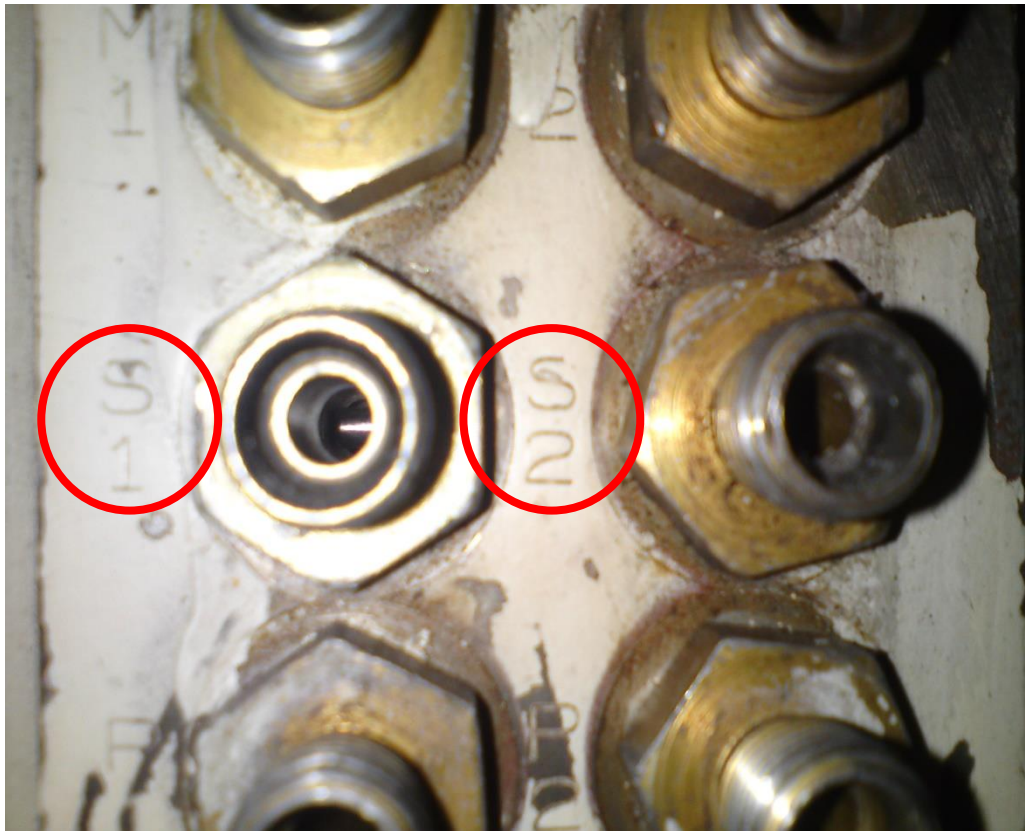
資料來源：作者自行拍攝

圖 10、鎖定閥上的編號 1 與 2



資料來源：作者自行拍攝

圖 11、鎖定閥上的 S1 與 S2



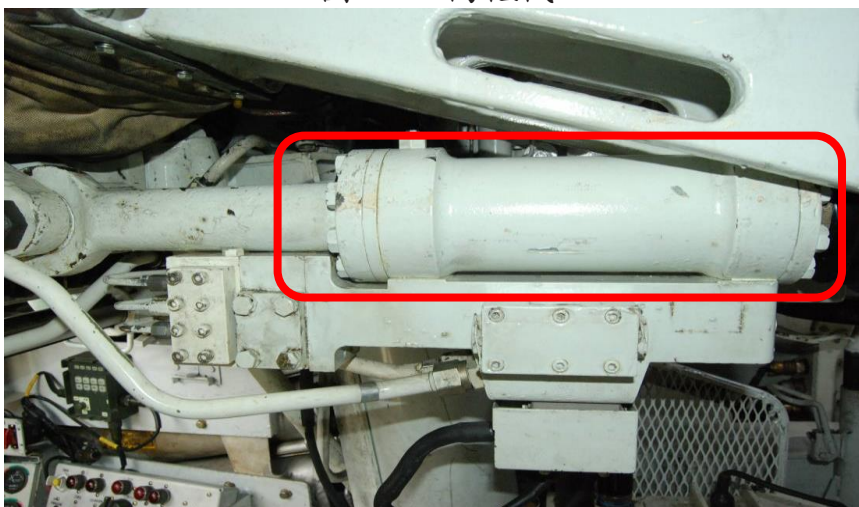
資料來源：作者自行拍攝



4.高低機⁹：

高低機位於戰車砲的正下方如圖 12 所示，內部為一活塞驅動缸體，當液壓油進入時，推動活塞改變缸體運動方向，得以改變戰車砲俯仰運動。

圖 12、高低機



資料來源：作者自行拍攝

貳、戰車砲俯、仰過程抖動成因分析

目前本軍現役之主力戰車 CM11、CM12、M60A3 中型戰車均為液壓式砲控系統架構，然戰車砲俯、仰之運動，均藉由此液壓系統來完成，倘若油管內有空氣進入，便造成戰車砲操控時產生運動不順之抖動現象，此現象嚴重時，易導致火砲無法順利操控俯、仰運動，甚至迫使火砲無法操控，此種現象稱之為「空迴」，以下就空迴現象及成因實施說明：

一、空迴¹⁰：

液壓系統為一封閉之迴路，迴路中充滿工作所需壓力，當控制油路的閥門開啟時，原有蓄積器被壓縮之氮氣就會釋放壓力，推動液壓油藉以操縱戰車砲俯、仰運動，惟液壓系統迴路產生滲漏時，造成蓄積器內液壓油滲出，此時液壓系統即無法形成封閉迴路，導致蓄積器無法維持蓄壓狀態，且外部空氣進入油管內，迫使蓄積器無法蓄壓，導致液壓系統工作效率不彰，此種現象稱為空迴。

空迴簡易檢查方式，檢查人員站在砲口處雙手上托方式將戰車砲施力上頂如圖 13 所示，檢查是否有浮動現象，檢查過程中有浮動產生，證明高低機內部有空氣存在，雖尚不影響戰車砲俯仰的操縱，但執行戰車砲射擊時，會因輕微浮動，迫使戰車砲射擊精度大打折扣。

⁹ 陸軍司令部，《陸軍 M60A3 TTS 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日），頁 2-128。

¹⁰ TM9-2350-253-20-2-1，《105 公厘戰車砲全履帶戰車砲塔單位保養手冊（上）》，（台北南港：陸軍後勤司令部，中華民國 84 年 06 月 15 日，頁 76。

圖 13、使用人力方式將戰車砲用力上頂



資料來源：作者自行拍攝

二、產生空迴原因：

CM11、CM12、M60A3 戰車常見的空迴現象都發生在人力系統上，大多是人員保養不當以及現行工作技令排氣程序中對油管引流與回裝部分所造成，以下就人員保養不當與油管引流與回裝部分實施說明：

（一）人員保養不當：

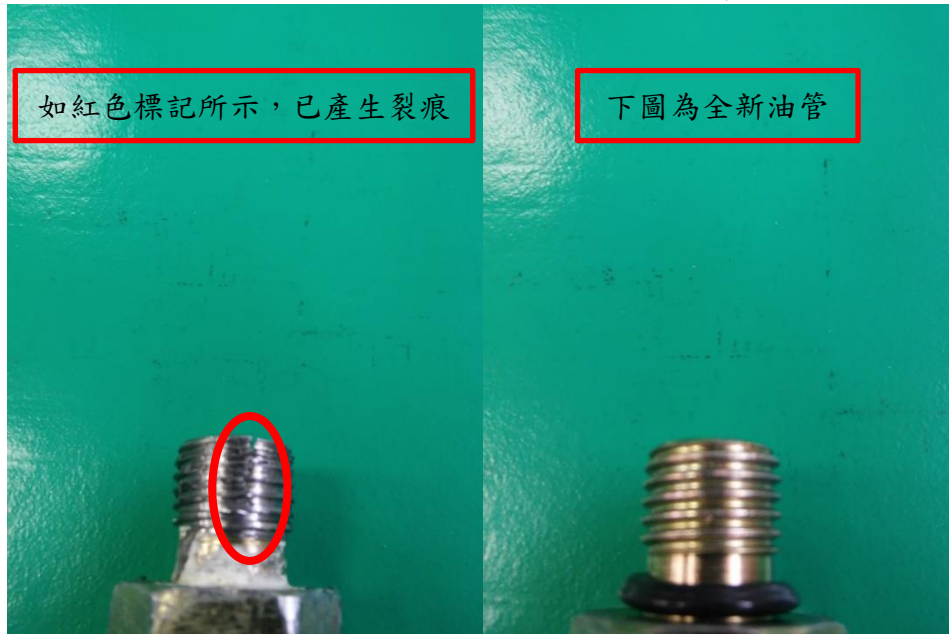
二級維保人員進行排氣工作勤務時拆卸油管，完成勤務後，須將油管裝回，但常因沒有正確對準油嘴孔位，直接旋緊螺帽，造成螺牙損壞如圖 14、15 所示，使得油管與油嘴無法緊密結合而產生缺口，空氣可慢慢滲入油管內，造成油管內工作壓力下降，最終使液壓系統無法正常工作。

圖 14、左邊油管使用止洩帶處理但還是滲漏



資料來源：作者自行拍攝

圖 15、左邊油嘴已產生裂縫造成滲漏



資料來源：作者自行拍攝

（二）油管引流與回裝¹¹：

二級維保人員進行排氣工作勤務時，為了要將空氣排出，都會在油管口接上透明軟管進行引流，完成工作後取下透明軟管時，會讓油管內的液壓油流出如圖 16 所示，且在回裝油管時又需移動油管如圖 17 所示，整個工作過程中已經使外部空氣再次進入油管內部，以現行技令施作液壓系統保養勤務，工作成效不如預期。

圖 16、取下透明軟管撤出液壓油



資料來源：作者自行拍攝

¹¹ TM9-2350-253-20-2-1,《105 公厘戰車砲全履帶戰車砲塔單位保養手冊(上)》,(台北南港:陸軍後勤司令部,中華民國 84 年 06 月 15 日,頁 78。

圖 17、回裝油管撤出液壓油



資料來源：作者自行拍攝

參、戰車砲塔人力液壓系統排氣程序

戰車砲塔液壓系統進行更換液壓油濾心定期保養時，必須重新實施排氣之工作勤務，整套排氣勤務全程須由兩人實施，工作區分為三部分，動力排氣優先，人力排氣次之，最後是超仰角制動器的排氣，目前最常見的空迴現象都產生於人力液壓系統部分，然人力液壓系統排氣勤務依據戰車砲塔單位保養手冊之技令方式實施，因現行技令方式於執行過程中，二級維保人員有諸多不便之處，經本部兵器組教官及雇員老師多次研討後修改了原技令工作方式，並於教授二級維保班隊時都以研改後方式施作（以下稱為現行方式），以下就現行方式實施說明：

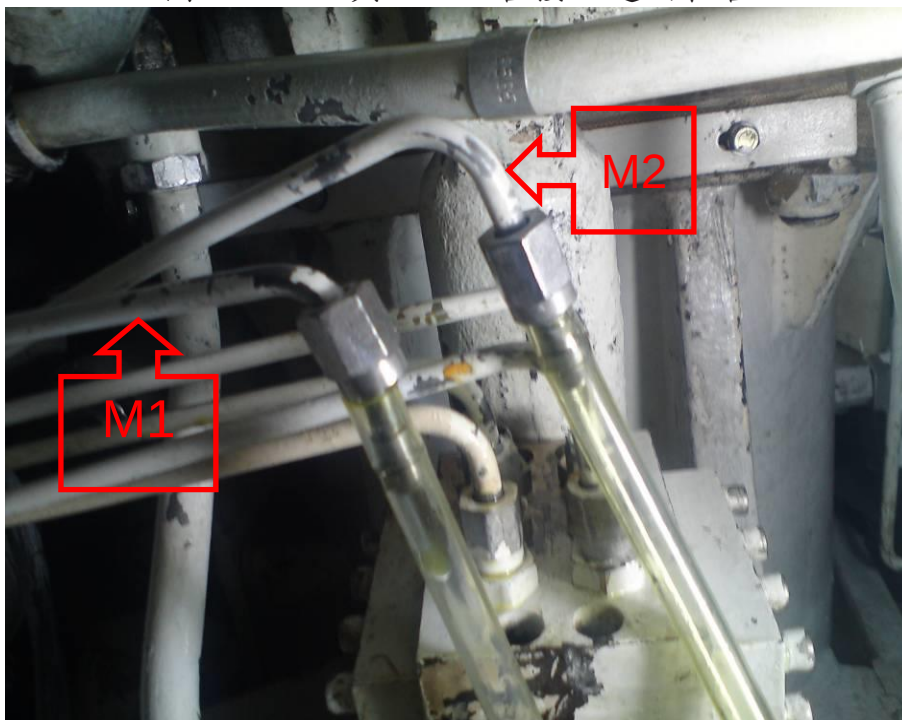
一、現行方式：

因原技令方式受限於空間，所以研改後之現行方式修正了工作位置，改為由高低機上的鎖定閥進行排氣勤務，其步驟程序如下：

- （一）戰車砲保持在最低點，由高低機上的鎖定閥將 M1、M2 油管鬆開並拉出，於油管端口接上透明軟管如圖 18 所示。



圖 18、M1 與 M2 油管接上透明軟管



資料來源：作者自行拍攝

- (二) 將連接 M2 的透明軟管置入裝有液壓油容器中，M1 的透明軟管置入空的容器中，使用人力高低操縱握把以人力戰車砲向下的方式快速旋轉人力高低操縱握把，此時 M2 的透明軟管開始將液壓油吸入，M1 的透明軟管排出帶有空氣的液壓油，持續旋轉人力高低操縱握把，直到液壓油無氣泡為止如圖 19 所示。

圖 19、M1 透明軟管無夾帶氣泡



資料來源：作者自行拍攝

- (三) 取下 M1 的透明軟管並回裝油管。
(四) M2 透明軟管繼續置於液壓油容器中，使用人力高低操縱握把繼續轉動將

液壓油吸入，持續轉動到感覺有強大阻力時，維持人力高低操縱握把不動如圖 20 所示。

圖 20、維持人力高低操縱握把不動



資料來源：作者自行拍攝

(五) 取下 M2 的透明軟管並回裝油管。

(六) 使用人力高、低操縱握把使戰車砲俯、仰運動，觀察戰車砲是否有嚴重抖動或無法回饋之空迴現象，若有重複步驟(一)至(五)。

研改後之現行方式，大幅改善勤務工作的空間限制與工作時間，但在取下透明軟管與回裝油管時都會使空氣再次進入油管内，而油管回裝時若沒有正確安裝，也會產生漏油現象並折損油管壽命，且維保工作人員容易受液壓油外漏噴濺影響，所以研改後之現行方式還是無法達到事半功倍效果，再者，全程勤務工時以熟手計算工作時間，需要 40 至 60 分鐘，工時攏長，對勤務施作人員是嚴重之體力負荷。

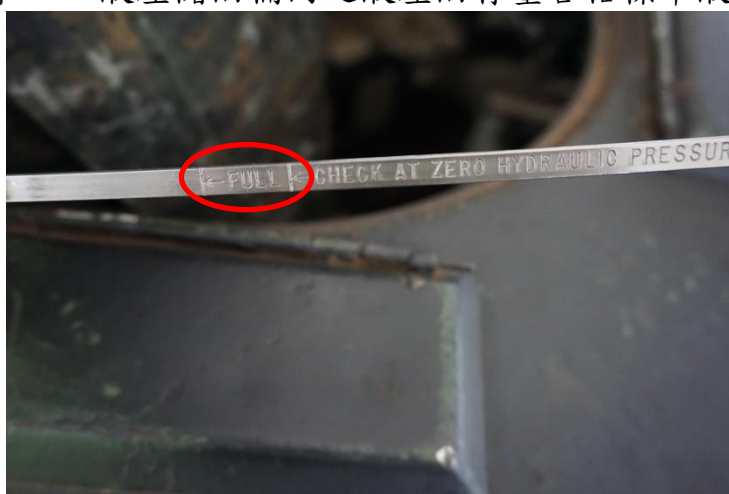


肆、戰車砲塔人力液壓系統快速排氣程序

使用快速排氣方式之前，有幾個條件必須成立，第一個條件「戰車必須能使用動力操作戰車砲俯、仰」，第二個條件「液壓儲油桶內之液壓油存量須達合格標準液面」，第三個條件「實施零壓力檢查時主氮氣蓄積器之氮氣存量須達合格標準」，第四個條件「人力高、低幫浦功能須妥善」，以上條件須完備；操作人員須兩位，主操作手與輔助操作手，如此快速排氣方式得以施作；本軍 CM11、CM12、M60A3 主力戰車之人力液壓系統，於戰車砲俯、仰運動上，運用液壓系統的結構原理相同，以下就 M60A3 車型實施快速排氣方式介紹：

一、輔助操作手檢查液壓儲油桶內之液壓油存量，須達合格標準液面如圖 21 所示。

圖 21、液壓儲油桶內之液壓油存量合格標準液面



資料來源：作者自行拍攝

二、實施零壓力檢查：

(一) 輔助操作手檢查釋放閥位於 9 點鐘方向如圖 22 所示。

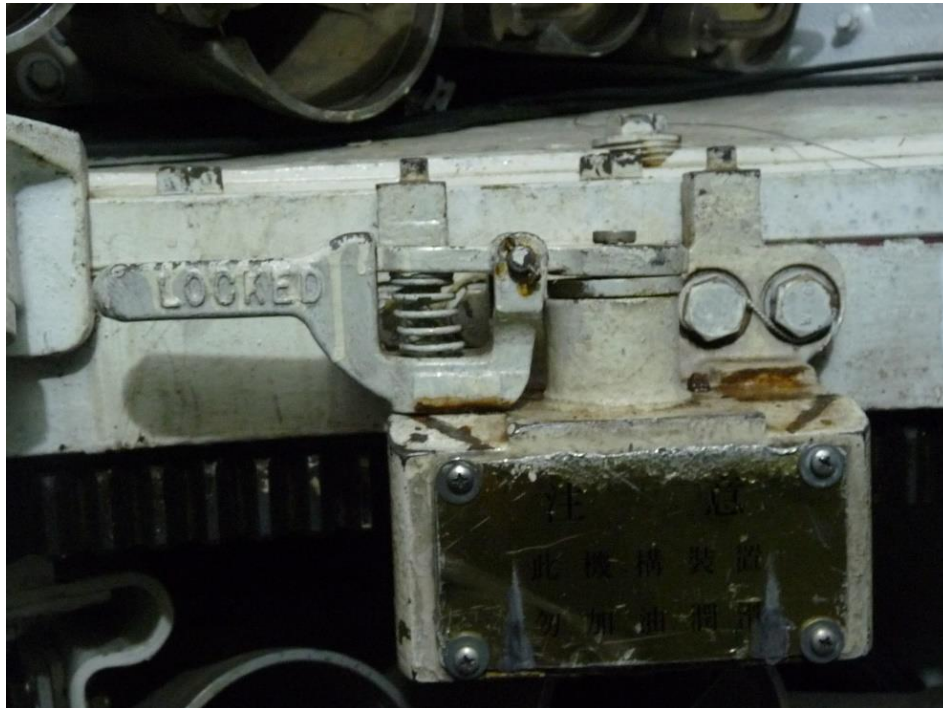
圖 22、釋放閥位於 9 點鐘方向



資料來源：作者自行拍攝

(二) 主操作手鎖上裝填手位置之砲塔方向固定鎖如圖 23 所示。

圖 23、鎖上砲塔方向鎖



資料來源：作者自行拍攝

(三) 主操作手開啟戰車主電源開關，指示燈亮起如圖 24 所示。

圖 24、開啟戰車主電源開關



資料來源：作者自行拍攝

(四) 輔助操作手開啟砲塔動力開關，指示燈亮起如圖 25 所示，液壓馬達開始工作充壓。

圖 25、開啟砲塔動力開關



資料來源：作者自行拍攝

(五) 輔助操作手觀察主氮氣蓄積器壓力錶讀數持續上昇如圖 26 所示，液壓馬達停止時，工作壓力應為 1225 ± 50 (PSI)¹² 之間。

圖 26、觀察主氮氣蓄積器壓力錶讀數



資料來源：作者自行拍攝

¹² 陸軍司令部，《陸軍 M60A3 TTS 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日），頁 2-119。

(六) 輔助操作手關閉砲塔動力開關，指示燈熄滅如圖 27 所示。

圖 27、關閉砲塔動力開關



資料來源：作者自行拍攝

(七) 輔助操作手將釋放閥開啟於 12 點鐘方向如圖 28 所示。

圖 28、釋放閥位於 12 點鐘方向



資料來源：作者自行拍攝



- (八) 輔助操作手壓下磁力線圈頂塞實施洩壓如圖 29 所示，同時並觀察壓力錶讀數，此時壓力錶讀數持續下降，當顯示讀數為 525 ± 25 (PSI)¹³ 時（此為合格標準壓力值範圍），壓力錶讀數會瞬間歸零，最後停留讀數，即為主氮氣蓄積器之內部氮氣存量。

圖 29、壓下磁力線圈頂塞實施洩壓



資料來源：作者自行拍攝

- (九) 液壓儲油桶內之液壓油存量檢查與零壓力檢查兩項均達合格標準後，輔助操作手再次開啟砲塔動力開關，實施液壓馬達充壓。
- (十) 充壓完畢，輔助操作手使用射手動力 H 型握把如圖 30 所示，操縱戰車砲置於水平位置如圖 31 所示。

圖 30、使用射手動力 H 型握把



資料來源：作者自行拍攝

¹³ 陸軍司令部，《陸軍 M60A3 TTS 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日），頁 2-138。

圖 31、操縱戰車砲置於水平位置



資料來源：作者自行拍攝

(十一) 主操作手將透明軟管連接至高、低機後排放孔位如圖 32 所示。

圖 32、連接軟管至高、低機後排放孔位



資料來源：作者自行拍攝



- (十二) 輔助操作手右手持射手動力 H 型握把操作戰車砲緩緩向上運動，同時左手持人力高、低握把操作戰車砲向下運動如圖 43 所示，此時戰車砲會持續向上運動。

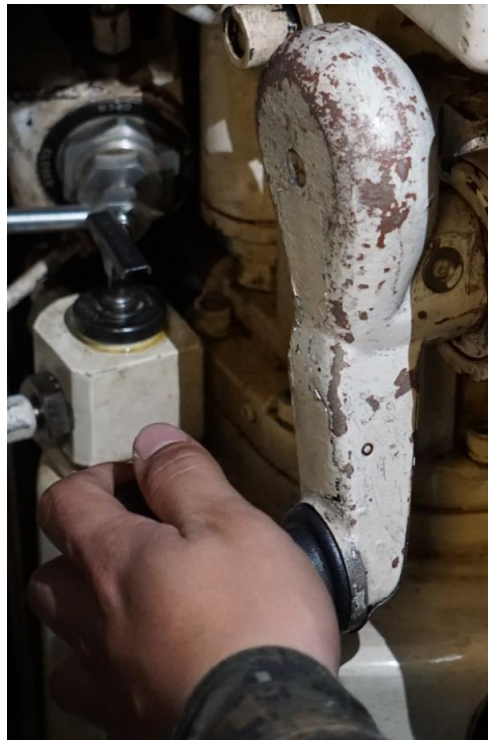
圖 33、射手動力 H 型握把向上，人力高、低握把向下



資料來源：作者自行拍攝

- (十三) 戰車砲向上運動至頂點時，步驟 11 之動作不要停止，此時戰車砲會產生上與下運動拉扯動作，停止步驟 11 動作，但人力高、低握把須保持最後停止位置如圖 34 所示。

圖 34、保持人力高、低握把不動



資料來源：作者自行拍攝

(十四) 主操作手使用 $\frac{3}{8}$ 扳手開啟後排放閥開關如圖 35 所示。

圖 35、開啟後排放閥開關



資料來源：作者自行拍攝

(十五) 輔助操作手右手持射手動力 H 型握把操作戰車砲緩緩向下運動，同時左手依舊保持人力高、低握把不動。

(十六) 主操作手觀察透明軟管排出之液壓油，持續排出至無氣泡為止如圖 36 所示，即將後排放閥關閉。

圖 36、關閉後排放閥開關



資料來源：作者自行拍攝



(十七) 輔助操作手實施洩壓，檢查液壓儲油桶內之液壓油存量是否達合格標準液面，低於標準液面則須予以補充；取下透明軟管。

(十八) 輔助操作手使用射手動力 H 型握把操作戰車砲向上運動至頂點，再使用使用人力高、低握把操作戰車砲俯、仰，觀察戰車砲是否有空迴現象，如果有重複步驟 9 至 17。

快速排氣方式，工作時間與小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式相差不遠 5 至 10 分鐘，有效縮短排氣過程，但高、低機施作部分屬高危安操作部分，須由單位師資熟手擔任主操作手實施；另工作空間部分，唯 M60A3 車型高、低機空間較為狹隘，於此處施作須注意，必要時須通知輔助操作手停止動作，再予以進行工作；油管妥善部分，因不須拆裝油管，將不會折損油管壽命及空氣滲入問題，有效提高二級維保人員工作效率，同時也保有裝備妥善與壽命延展。

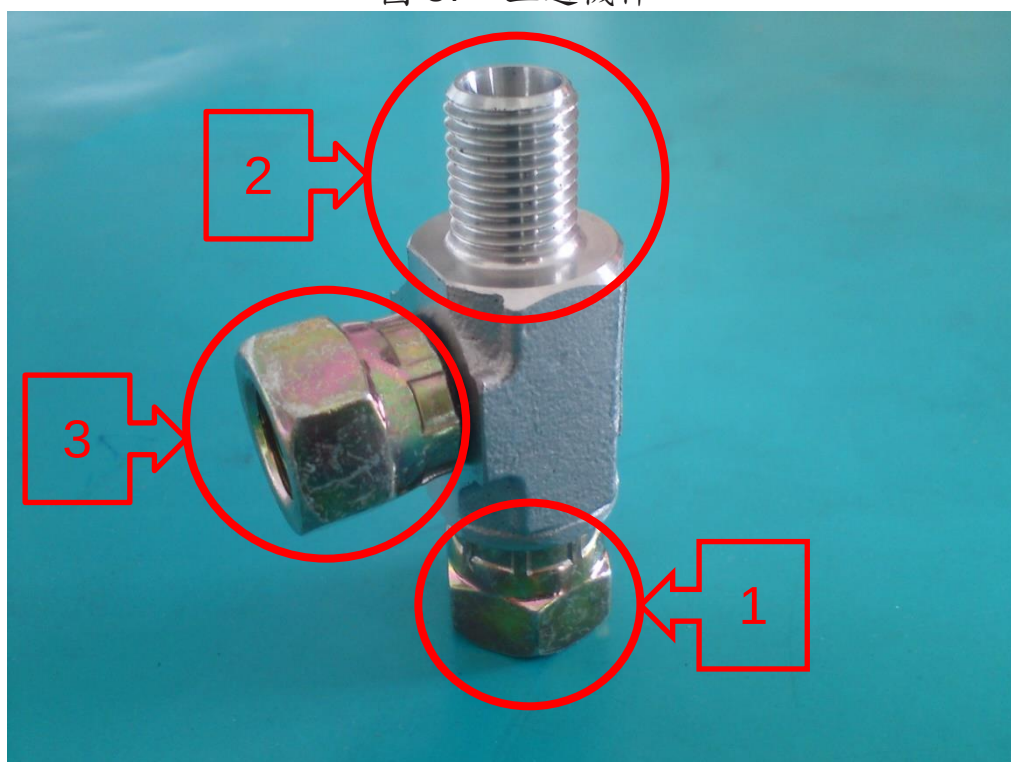
肆、小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件排氣程序

小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件須安裝於鎖定閥與油管之間之三通機件，該三通機件具有開、關油路功能，只須將透明軟管接上並打開排放閥油路即可進行排氣勤務；以下就人力高低液壓系統輔助套件之組成及功用實施介紹：

一、三通機件：

三通機件上分別有三個接孔，編號分別為 1、2、3；1 號接孔為聯接鎖定閥上的接點；2 號接孔為聯接油管的接點；3 號接孔為聯接 L 型接頭的接點如圖 37 所示。

圖 37、三通機件

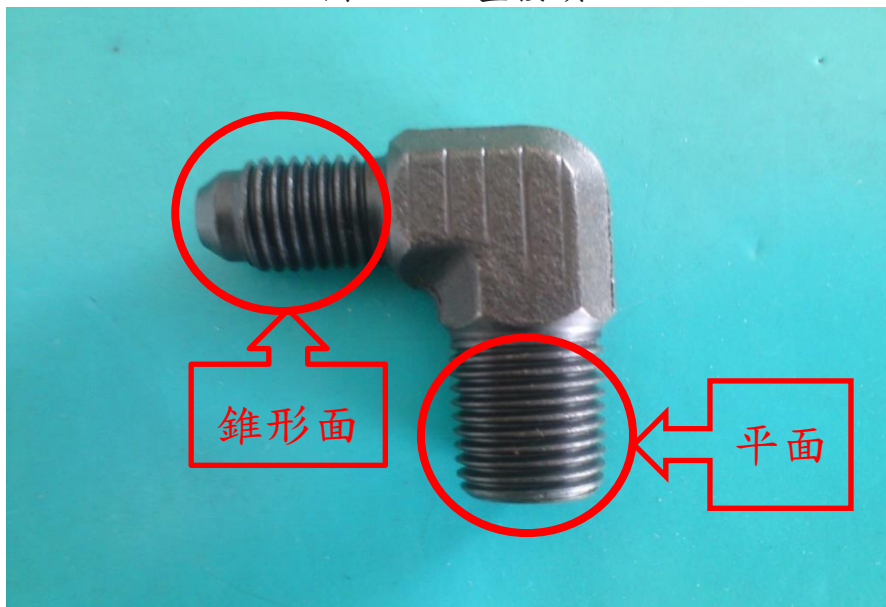


資料來源：作者自行拍攝

二、L 型接頭：

L 型接頭為聯接三通機件與排放閥之接頭，L 型接頭上有兩個接孔，附有錐形面的接頭為聯接三通機件的 3 號接點；另一平面接頭部分為聯接排放閥之接點如圖 38 所示。

圖 38、L 型接頭

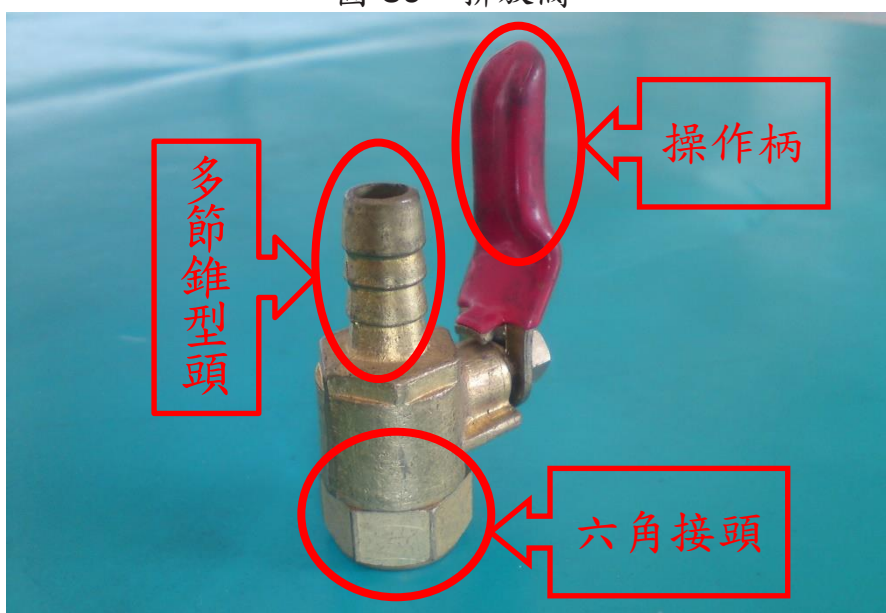


資料來源：作者自行拍攝

三、排放閥：

排放閥為控制開、關的油路控制閥，閥體上六角接頭的部分為聯接 L 型接頭之平面接點；另一頭多節錐形頭為聯接引流液壓油用之透明軟管；紅色橡膠操作柄的部分為油路控制閥的操作柄如圖 39 所示。

圖 39、排放閥



資料來源：作者自行拍攝



四、小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件之組套件：

將上述三種零組件結合後便構成人力高低液壓系統輔助套件如圖 40、41 所示；將此套件安裝至戰車鎖定閘上如圖 42、43、44 所示，便可進行排氣勤務。

圖 40、人力高低液壓系統輔助套件之組套件正視圖



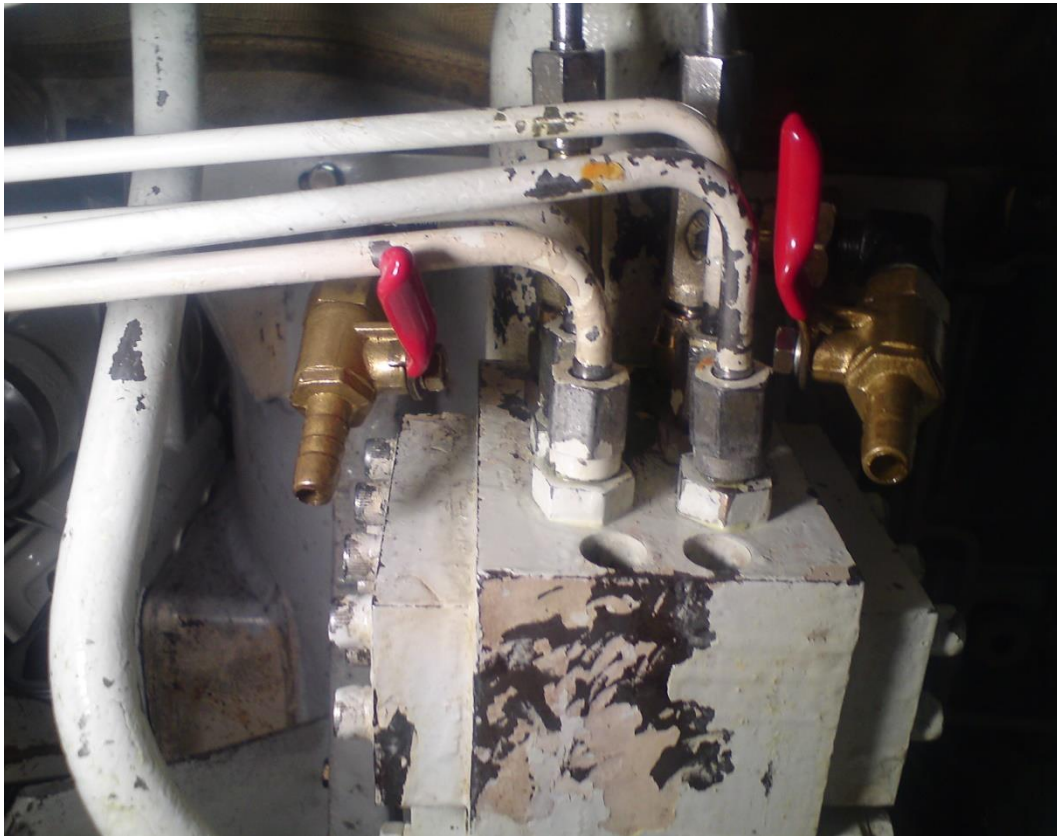
資料來源：作者自行拍攝

圖 41、人力高低液壓系統輔助套件之組套件後視圖



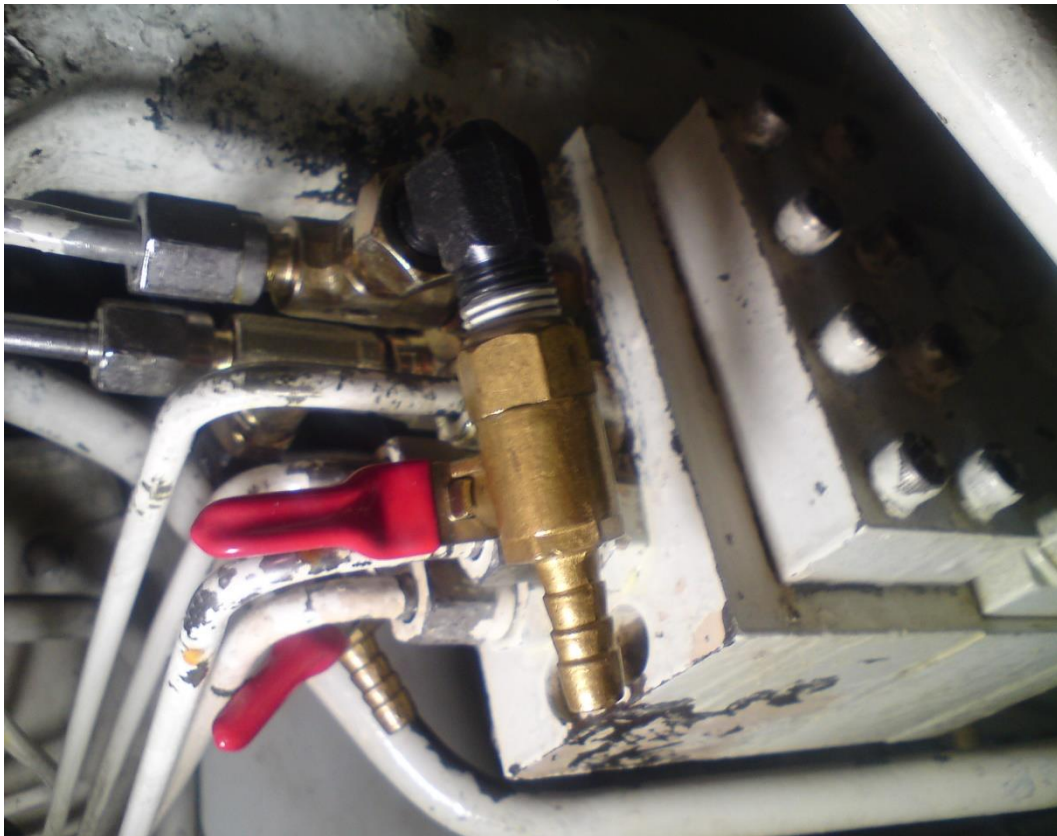
資料來源：作者自行拍攝

圖 42、安裝至戰車鎖定閥（一）



資料來源：作者自行拍攝

圖 43、安裝至戰車鎖定閥（二）



資料來源：作者自行拍攝

圖 44、安裝至戰車鎖定閥（三）

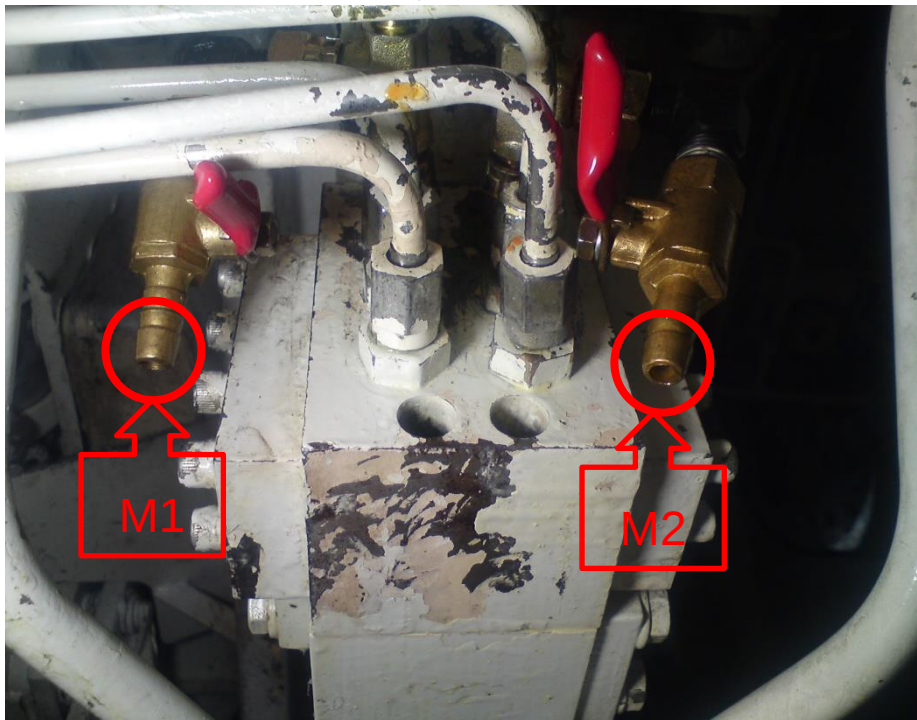


資料來源：作者自行拍攝

五、小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件之排氣步驟程序：

- （一）戰車砲保持在最低點，將透明軟管分別接上 M1、M2 的排放閥上之多節錐形頭如圖 45 所示。

圖 45、M1、M2 多節錐形頭之連接透明軟管處

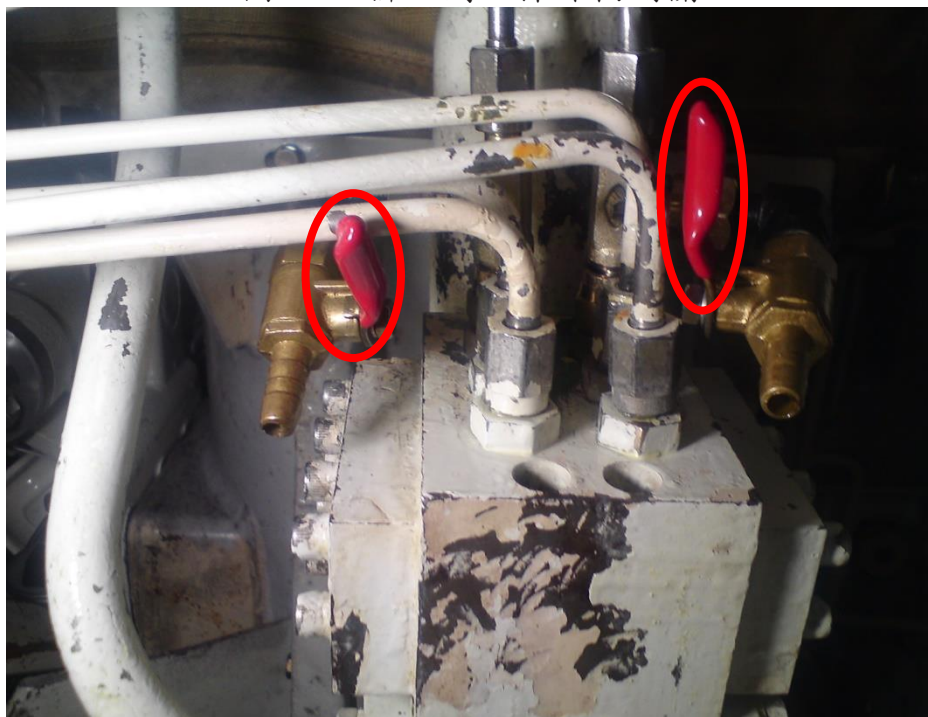


資料來源：作者自行拍攝

- （二）將連接 M2 的透明軟管置入裝有液壓油容器中，另將 M1 的透明軟管置入

空的容器中，並將 M1、M2 的排放閥的操作柄開啟如圖 46 所示。

圖 46、排放閥之操作柄開關



資料來源：作者自行拍攝

- (三) 使用人力高低操縱握把以人力向下的方式快速旋轉人力高低操縱握把，此時 M2 的透明軟管開始將液壓油吸入，M1 的透明軟管排出帶有空氣的液壓油，持續旋轉人力高低操縱握把，直到液壓油無氣泡為止。
- (四) 觀察 M1 透明軟管中的液壓油無氣泡後，關閉 M1 的排放閥油路，在關閉油路的同時，人力高低操縱握把的動作須持續轉動。
- (五) M1 排放閥油路關閉後，M2 持續進油，直到無法再轉動時，關閉 M2 排放閥的油路。
- (六) 使用人力高低操縱握把讓戰車砲俯仰，觀察戰車砲是否有空迴現象，如果有重複步驟 1 至 5。

小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式，完裝後工作時間僅需 5 至 10 分鐘，二級維保人員縮短整個排氣過程，並克服工作空間上的限制，因其不須拆裝油管，將不會因拆裝油管而折損油管壽命及空氣滲入的問題，且降低工安顧慮，相比較前者，不但提高了二級維保人員工作效率也進而提升了裝備妥善與壽命的延長。



伍、分析比較

瞭解三種不同方式的排氣程序後，現行方式雖然簡化了部分程序但還是不盡理想，且完成排氣後依舊達不到預期效果，而小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式以及快速排氣方式，效益顯著，以下分別為三種排氣方式就工作時間、工作空間、油管壽命、人員安全之優缺點進行比較。

一、工作時間：

- (一) 現行方式，因施作位置改由鎖定閥著手，二級維保人員於駕駛室便可施作，維保人員體力消耗小，與傳統的技令方式相較之下，有效縮短工作時間，施作時間近 60 分鐘，依舊耗時。
- (二) 小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式，施作位置與現行方式相同，因安裝輔助套件運用閥門進行排氣，二級維保人員只須打開、關閥門就可施作，施作時間僅需 10 分鐘內，大幅縮短工作時間。
- (三) 快速排氣方式施作位置與前兩者不同，主操作手於裝填手位置從高、低機著手，只須開啟後排放閥開關將空氣導出即可，施作時間僅需 10 分鐘內，大幅縮短工作時間。

二、工作空間：

- (一) 現行方式因施作位置改由鎖定閥著手，周遭沒有繁多的裝置，只有鎖定閥上的油管，二級維保人員只須找尋能鬆開油管的空間即可，所以現行方式空間受限小。
- (二) 小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式，施作位置與現行方式相同，因靠輔助套件上閥門進行施作，不須找尋鬆開油管空間，所以二級維保人員施作不受空間限制。
- (三) 快速排氣方式施作位置於裝填手位置從高、低機著手即可將空氣導出，空間受限小，除 M60A3 車型高、低機空間較為狹隘，施作須注意自身安全。

三、油管壽命：

- (一) 現行方式施作位置，改由鎖定閥著手，但油管依然須進行拆裝，所以油管壽命難以延保。
- (二) 小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式，依靠閥門進行施作，所以只要完成該套件安裝後就不再對油管拆裝，永保油管壽命。
- (三) 快速排氣方式從高、低機現有後排放閥進行施作，不須拆裝油管，油管壽命永續展延。

四、人員安全：

- (一) 現行方式雖然施作位置改由鎖定閥著手，但還是常須拆裝油管，所以二級維保人員生命安全上依舊備受威脅。

- (二) 小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式，不再拆裝油管，所以二級維保人員生命安全無慮。
- (三) 快速排氣方式，從高、低機現有後排放閥進行施作，也不須拆裝油管，二級維保人員生命安全相同無慮，唯 M60A3 車型高、低機空間較為狹隘，於此處施作須注意，必要時須通知輔助操作手停止動作，再予以進行工作。

以上三種排氣方式比較結果，可看出小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件方式就工作時間、工作空間、油管壽命與人員安全都優異於現行方式，但此輔助套件短期內尚無法廣推至全裝甲部隊使用。

因此，為尋更好解決方案，本人經多次研究實作，並藉部隊輔訪與重大射擊任務擔任輔導教官之機會，借單位戰車砲空迴之戰車實作驗證，找出更好之快速排氣方式，但此方式對人員安全部分仍存有顧慮，較為可惜之處；以下為筆者就三種排氣方式優、劣整理之分析比較表如表 1 所示。

表 1、三種排氣方式比較表

名稱	現行方式	快 速 排 氣 方 式	小型軍品- 人力高低液壓系統 輔助套件方式
工作時間	以熟手計算工作時間，需要 40 至 60 分鐘。	以熟手計算工作時間，需要 5 至 10 分鐘。	以熟手計算工作時間，需要 5 至 10 分鐘。
優劣比較	劣	優	優
工作空間	主要工作人員僅須坐在駕駛室，從鎖定閥上鬆開油管，空間受限小。	主操作手於裝填手位置從高、低機著手即可，不受空間限制；唯 M60A3 車型受限於高、低機工作空間狹隘。	主要工作人員一樣僅須坐在駕駛室，不須鬆開油管，從輔助套件上著手，不受空間限制。
優劣比較	劣	劣	優
油管壽命	油管經常拆裝容易縮短壽命，造成滲漏現象。	從高、低機現有後排放閥進行施作，不再拆裝油管，油管壽命永續展延。	安裝完成後，不再需要拆裝油管，永保油管壽命。
優劣比較	劣	優	優
人員安全	液壓油容易漏出與濺出，易對工作人員造成生命安全上的威脅。	不須拆裝油管，工作人員安全無慮；唯 M60A3 車型受限於高、低機工作空間狹隘，操作人員較具風險。	不須拆裝油管，工作人員安全無慮。
優劣比較	劣	劣	優

資料來源：作者自行繪製



陸、結論

目前本軍的 CM11、CM12、M60A3 主力戰車均屬於液壓式砲控系統，而且服役時間都達 20 年之久，常須拆裝的油管都已經損壞且有滲漏的現象，另補保零件補給困難，大多數的零件都已停產，在此情形下，先不論及射擊精度的維持與精進，就裝備妥善部分已無法達標。

每位從事戰車砲塔的二級維保人員，都希望於執行工作勤務時能事半功倍，由繁入簡以及施作過程中人身安全，而本文提及三種排氣方式，相較之下無疑是小型軍品-人力高低液壓系統輔助套件最為優異，但礙於該套件量產期程，尚無確切日期，為尋求更好解決方案，經筆者研究實作，找出快速排氣方式，使二級維保人員達成目標，縮短工作時間，簡化施作程序，唯美中不足之處，M60A3 車型設計空間較為狹隘，與 CM11、CM12 兩者相比，更具操作風險，故位於此處操作人員，筆者強烈要求須具有合格射擊師資熟手人員擔任，以維工作勤務安全。

無論使用何種方式，各單位操作人員平日執行勤務除依工作經驗法則外，更應循相關準則及技令實施操作，熟稔裝備、功用與性能，方能發揮裝備最大效益，所以各級督導幹部對裝備保養、操作及運作流程也應有相當程度認知，才能有效督導操作人員，並發覺操作人員在操作過程中是否產生問題，在問題發生當下適時適切改正問題。

本文提及快速排氣方式，質在強化各單位射擊師資與二級維保人員，對人力系統運作概念與工作流程之瞭解並提升單位人員專業技能，惟有如此本軍裝備才能提高妥善率，延保裝備壽限於各種演訓中順利完成射擊任務。

參考文獻

- 1.TM9-2350-253-20-2-1 TECHNICAL MANUAL UNIT PRELIMINARY MAINTENANCE AND TROUBLESHOOTING MANUAL VOLUME 1 OF 2 FOR TANK,COMBAT,FULL TRACKED : 105-MM GUN,M60A3 AND TTS TURRET (Washington,DC, : Department of the Army,NOVEMBER 1994)。
- 2.TM9-2350-253-20-2-2 TECHNICAL MANUAL UNIT PRELIMINARY MAINTENANCE AND TROUBLESHOOTING MANUAL VOLUME 1 OF 2 FOR TANK,COMBAT,FULL TRACKED : 105-MM GUN,M60A3 AND TTS TURRET (Washington,DC, : Department of the Army,NOVEMBER 1994)。
- 3.TM9-2350-253-20-2-1，《105 公厘戰車砲全履帶戰車砲塔單位保養手冊（上）》，（台北南港：陸軍後勤司令部，中華民國 84 年 06 月 15 日）。
- 4.TM9-2350-253-20-2-2，《105 公厘戰車砲全履帶戰車砲塔單位保養手冊（下）》，（台北南港：陸軍後勤司令部，中華民國 85 年 02 月 10 日）。
- 5.陸軍司令部，《陸軍 M60A3 TTS 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日）。
- 6.陸軍司令部，《陸軍 CM11/12 戰車操作手冊（第二版）》，（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 103 年 7 月 31 日）。
- 7.科學教育月刊第 278 期，中華民國 94 年 5 月。



筆者簡介



姓名：江志勝

級職：士官長教官

學歷：裝校領導士官班 91（24）期、裝校士官高級班 95（2）期、
陸軍專科學校士官長正規班 34 期。

經歷：班長、助教、現任裝甲兵訓練指揮部兵器組士官長教官。

電子信箱：軍網：army099014612@army.mil.tw

民網：solution@ms63.hinet.net