



## CM11 及 M60A3 戰車引擎燃料系統保養 及油箱預防保養精進作法

筆者/林存慈士官長

### 提要

- 一、舉凡軍、民用車輛均須維持定期保養(時間或里程，先抵達者，立即進入保養廠)民間保養廠會以行駛里程區分定期、5、10 萬公里保養項目，當然保養項量愈多，費用相對增加，爾來新聞報導某車廠產品因駕駛保養得宜，將 6 位數機械轉輪式里程表行駛 100 萬公里後歸零，獲車廠贈送同款新車而引為佳話，但也常見保養不良導致故障，輕則拋錨待援，重則肇事釀禍，導致傷亡。
- 二、本軍 CM11 及 M60A3 兩款主力戰車，操作使用已逾或接近 30 年，與戰鬥車輛共同特點，車齡高但里程數低，換言之，主力戰車保養大都以到達定期保養週期，進入二級廠實施季(Q)、半年(S)、年(A)及兩年(B)預防保養，而本文探討的動力機燃料系統保養，屬之半年(S)及每年(A)保養項目，也就是每輛戰車 1 年要保養油箱兩次。
- 三、一般車輛油箱通常為規則型，與動力艙(引擎室)採分離式設計，但 M60 戰車底盤油箱採適型設計，因此為不規則狀，將剩餘空間作最大化利用，以貯存更多柴油，因使用近 3 萬 C.C 氣冷式柴油引擎，兩具油箱容量約 385 加侖，裝設位置於引擎側下方，受裝甲車體保護，由於不規則形狀且主儲油位置低於引擎，先天上存在油箱保養清洗不易，且須經多道抽油裝置，將柴油送入燃料泵浦，啟動引擎以供給戰車動(電)力。
- 四、歷年經輔訪查察戰車(裝騎)部隊，對戰車每半年(S) 及每年(A)保養，油箱清潔保養流於形式，士高班駕保師資與履保士回流複訓等教學互動中，訓員回饋意見，表示對於油箱保養技能生疏，知道要做，但不知如何著手，以致於長年油箱未徹底進行保養與清潔，前陸軍副司令黃國明中將，以陸航資深飛行員告誡我們，解決引擎運轉不順或無法發動的問題，根本在於油箱，把油箱徹底清潔，問題都解決，筆者將以訓練研究與經驗及技令之規範，針對 M60A3/CM11 燃料系統預防保養勤務提出務實精進作法。

關鍵詞：預防保養、油箱清潔保養要領、燃料系統保養。

### 壹、前言

戰車的動力來自於奧圖循環構成之內燃機，<sup>1</sup>將熱能轉換為動能提供戰車動

<sup>1</sup> 1876 奧圖(Nikolaus August Otto)發明 4 行程內燃機，1892 年狄賽爾(Rudolf Diesel)發明壓縮點火柴油引擎。黃奕超，〈引擎簡介〉，(新竹市：國立清華大學動力機械所，2022 年 07 月 03 日更新)。

力，M60 戰車底盤使用狄賽爾(Diesel) 柴油引擎，燃油儲存於引擎側下方左、右兩具不等容量適型油箱，柴油從煉油廠透過管道輸送至儲油庫(槽)，再以油罐車或油桶進行分裝，民間加油站會嚴格管控油料品質，送達油品先進行品質檢驗，再以封閉加壓系統進行加(灌)裝作業，阻斷空氣中細塵與異物及水氣侵入，確保油品不受汙染，因此民用車輛，除非車主或加油員加錯油品，否則油箱甚少聽聞需保養清潔；但反觀戰車油品分送灌裝過程加，存在太多被忽視細節，導致油品滲入空氣中微質粒粉塵及水分，長時間積沙成塔，硫化粉塵與燃油形成之「油泥」與水氣累積沉澱於底部，戰車燃料泵位於低位，先抽取靠底部燃油，受汙染燃油進入噴射泵之前，雖會經過濾清器芯子與油水分離器過濾，然漏網之魚終將影響或損壞戰車引擎。

鑒於部隊在接(換)裝僅驗證裝備妥善部分，且於每月連主官裝備檢查暨妥善率鑑定(以下,簡稱：連主檢)，未對加注系統及油箱完成清潔、保養與檢查，復以部隊任務繁重，戰(演)訓間隔未強化裝備保養力度與精度，針對本文燃油供應系統保養，經觀察多數二級廠履保士，季(Q)保養僅更換對初次與油水分離器濾清器芯子，而半年(S) 及每年(A)保養未依技令施作，僅將油箱內之燃油排放於車外容器及對排放塞實施清潔與潤滑，無法有效清除油箱內陳年積沉髒污雜質，如此，將排放沉澱燃油再灌裝回油箱，只是雪上加霜，沒有隔絕的沉澱油桶會滲入肉眼看不見的粉塵與水氣，再度汙染燃油，造成油品劣化，經供油系統進入引擎，肇生油路不順、噴射泵浦損壞、噴油嘴阻塞及啟動困難等情事，縱使勉強啟動，因熱能質(Entropy)不穩定，導致引擎不勻輸出額定馬力，影響戰車妥善，本文在此針對燃料系統的根本-油箱清潔保養，將以專章提出精進作法，供各部隊於定期預防保養或執行重大演訓前特別保養有所依循參考使用。

## 貳、燃料系統流程及組成與功用

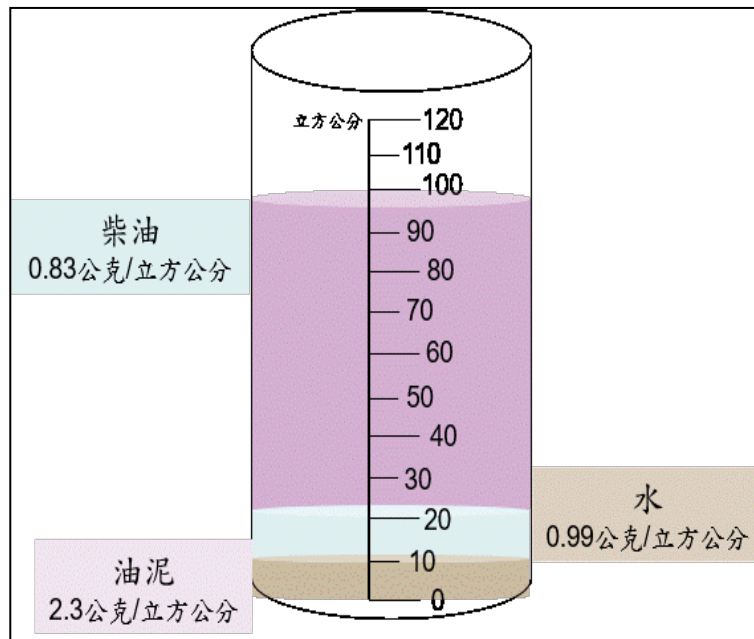
戰車燃油供應系統從貯存油箱至汽缸噴油嘴，經高壓推送成霧狀混合油氣，啟動馬達帶動活塞壓縮點火，從汲取、輸送、過濾、加壓、混合、燃燒與回油，燃料供應為不黏性流封閉系統，內部流通的柴油純淨度愈高，則燃燒效率愈佳，同時供油零組件使用壽命也會延長，故障機率相對降低，戰車燃油大部分的時間，靜止貯存於油箱，啟動引擎時抽取翻攪的狀態，熄火後逐漸產生沉澱與比重下沉現象，如以化學實驗燒杯做實驗混入油泥(10%)、染色水(10%)及柴油(80%)，經一段時間靜止，會產生上述的狀況，(如圖 1)。

### 一、燃油系統供應流程：

油箱→電動燃料泵浦→初次濾清器→燃料止回活門→燃料泵浦→油水分離

器→燃料噴射泵浦→噴油嘴→油門選擇開關→油箱，任何 1 個環節出問題，都會使鋼鐵巨獸失去動力，油箱在燃料系是主要的貯存容器，柴油經流程循環後，不及燃燒柴油經回油管再進入油箱，過程中引擎啟動產生高溫，受熱柴油管路產生水蒸氣，循封閉系統與併同柴油回到油箱，因水蒸氣經冷凝為水比重大於柴油，累積沉澱在油箱底部，必須透過定期保養予以清潔及保養，以維持戰車引擎潔淨供油品質。

圖 1-柴油、水及油泥沉澱位置



資料來源：筆者整理繪製。

## 二、燃料系組成與功用：

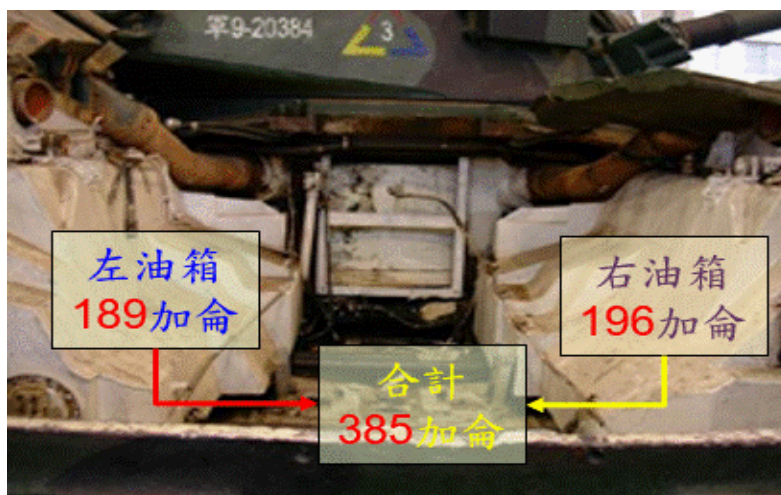
戰車引擎燃料系統組成計有油箱①、蝶形活門②、電動燃料泵浦③、初次濾清器④、止回活門⑤、主燃料泵浦⑥、油水分離器⑦、噴射泵浦⑧、噴油嘴⑨及回油選擇開關⑩等 10 個部件所組成，其中④-⑨項裝設於引擎附件端，餘為控制及選擇開關，當戰駕士開啟主電源開關，在靜伺、低噪音環境下，若聽力敏銳者可以聽到電動燃料泵浦作動聲音，按下啟動按鈕，若一切正常瞬間啟動引擎，若無法啟動，由二級廠派遣履保士前來排除故障，而主要排除點都無法以手孔位置進入調整檢修，必須隨伴 M-88 全履帶戰場救濟車，於野外將動力機調出，才能進行野戰搶修，若無法於野外完成，則以曳引將故障戰車拖救返回二級廠檢修，平時多盡一份心力保養，戰(演)訓操作就不會因故障，動用大批人力及機具與車輛前往搶修，○部戰備操演因參演戰車故障，而引發媒體報導，咸認為裝備保養與老舊問題所造成，以下就燃料系組成部件與功能，列述如後。



(一)油箱：<sup>2</sup>(如圖 2)

戰車引擎油箱區分左-189 加侖(以下,換算公升採美制,1 加侖=3.78 公升)、右(196 加侖)兩具不等量適型油箱,滿載可攜行 385 加侖(1,445 公升)柴油,戰鬥裝載容量為 80%,約 308 加侖(1,164 公升),巡遊里程約 500 公里,消耗達 1/3 約 103 加侖(390 公升)需立即申請再補給,利用戰鬥間隙整補,如遇單邊破損可使用蝶型閥及回油選擇開關,封閉破損油箱。

圖 2-M60 戰車底盤油箱位置圖



資料來源：筆者拍攝整理調製

(二)蝶形活門：<sup>3</sup>(如圖 3)

連通左、右油箱之油路，兩邊開啟互通，保持兩邊油箱油量一致，若單邊油箱需清洗或破損，可關閉單邊活門使油路暫不相通。

圖 3-蝶形活門位於關閉狀態



資料來源：筆者拍攝整理調製

<sup>2</sup>葉玖辰·《M60A3、105 公厘火炮全履帶戰車(含熱像瞄準具)底盤部分單位保養手冊》, (桃園市·陸軍後勤司令部保修署, 1997 年 6 月 30 日出版), 頁 6。

<sup>3</sup>同註 1, 頁 184。

### (三)電動燃料泵浦：<sup>4</sup>(如圖 4)

共有兩個，分別位於左油箱後方及右油箱砲塔室內部下方，其功用以每 4 至 6 磅/每平方吋，吋<sup>2</sup>(以下,均稱：PSI)壓力，汲取油箱柴油經輸油管送至初次濾清器。

圖 4-電動燃料泵浦



資料來源：筆者拍攝整理調製

### (四)初次濾清器：<sup>5</sup>(如圖 4)

為定期更換件，為柴油進入引擎之首道過濾網，可將較大之髒汙微粒吸附於濾網，防止其經油路進入汽缸。

圖 4-初次濾清器



<sup>4</sup>同註 1，頁 186。

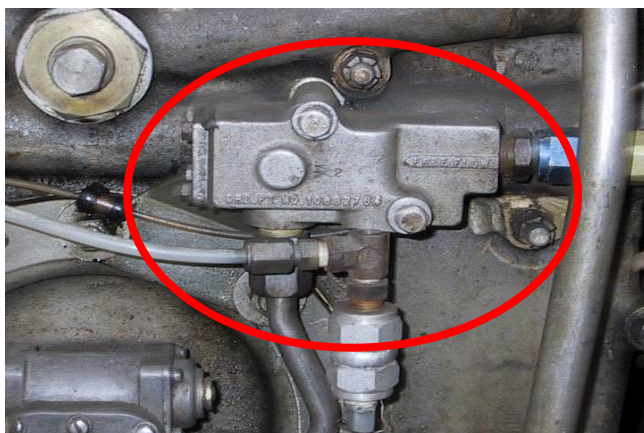
<sup>5</sup>同註 1，頁 208。

資料來源：筆者拍攝整理調製

#### (五)止回活門：<sup>6</sup>(如圖 5)

由止回及釋壓兩個閥門組成，功能為防止柴油回流，當初給(手動)燃料泵浦壓力超過 90PSI 時，開啟釋壓閥，壓縮柴油管線內空氣。

圖 5-燃料止回活門



資料來源：筆者拍攝整理調製

#### (六)主燃料泵浦：<sup>7</sup>(如圖 6)

主要功用為將經止回活門輸入柴油，再次加壓至 40 至 60PSI，推送至油水分離器，實施第 2 次柴油濾清。燃料泵浦為一葉輪式泵浦，由引擎減震器分軸直接驅動，由內部以彈簧控制的釋壓閥，使輸出壓力負荷恆定為 40 至 60PSI，釋壓閥結合另一旁通閥，壓力為 0.5PSI，以泵浦壓力推動旁通閥清除管路內柴油。

圖 6-主燃料泵浦



資料來源：筆者拍攝整理調製

<sup>6</sup>同註 1，頁 199。

<sup>7</sup>同註 1，頁 203。



### (七)油水分離器：<sup>8</sup>(如圖 7)

當主燃料泵浦汲取初次濾清柴油，進入柴油噴射泵浦前，油水分離器為第 2 道柴油濾清器，柴油濾清區分為兩個階段，第 1 階段-燃油經過兩個外濾清心子，因水與柴油無法溶合，且水的密度較大，水往下沉積與柴油分離；第 2 階段-低含水量及仍附著微粒髒污柴油，則由外層通往內層主濾清心子，過濾約 5 微米( $\mu\text{m}$ ,  $10^{-3}\text{mm}=1/1,000\text{mm}$ )微粒，潔淨柴油送往噴射泵浦。

圖 7-油水分離器

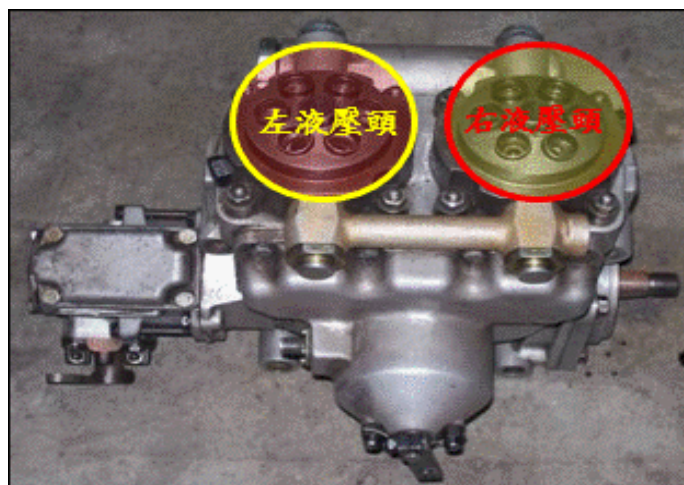


資料來源：筆者拍攝整理調製

### (八)噴射泵浦：<sup>9</sup>(如圖 8)2025.06.19

- 1.油門踏板控制噴油嘴的油量，依行駛狀態供應柴油量。
- 2.將柴油增壓至 3,300~3,500PSI，經高壓鋼管使其高速輸入噴油嘴。
- 3.左液壓頭為順時針依序為 1-6 缸，右液壓頭則為逆時針依序為 7-12 缸，連接之高壓鋼管均有不同長度與彎折角，須作正時調校，方能將柴油按點火順序送至各缸，使引擎運轉平穩順暢。

圖 8-噴射泵浦



資料來源：筆者拍攝整理

<sup>8</sup>同註 1，頁 200。

<sup>9</sup>同註 1，頁 166。

(九)噴油嘴：<sup>10</sup> (如圖 9)

1. 噴油嘴由不銹鋼製成，從噴射泵浦注入的高壓柴油，頂開噴嘴活門，將柴油從噴嘴細孔，以微細霧化油氣噴入汽缸內，經壓縮點火產生動能驅動曲軸，結合變速箱檔位使戰車機動行駛。
2. 進入噴油嘴的柴油僅 25% 進入汽缸燃燒，餘柴油於回流過程，可潤滑噴油嘴並冷卻噴油嘴運轉溫度，隨後經回油道→回油管→回流至油箱。

圖 9-噴油嘴



資料來源：筆者拍攝整理

(十)回油選擇開關：<sup>11</sup> (如圖 10)

回油選擇開關有左、右及雙通 3 個選擇位置，常態位於雙通位置，使回流柴油平均回流至左、右兩油箱，當左或右油箱損壞時，將選擇開關從雙通撥向右或左通位置，配合蝶形活門操作，使回流柴油輸往正常完整的油箱。

圖 10-回油選擇開關



資料來源：筆者拍攝整理調製

<sup>10</sup>同註 1，頁 193。

<sup>11</sup>同註 1，頁 185。





## 參、燃料系統預防保養及常見問題

### 一、預防保養：

燃料系統預防保養勤務區分定期半年(S)、每年(A) 保養及行駛前、中、後檢查等 3 類，各有保養檢查項目與要領，定期保養若半年內，行駛里程累積達 1,500 哩(2,400 公里)，立即排定進廠，實施半年(S)或年(A)保養。

戰車行駛前、中、後檢查，按要項表項次逐項檢查，配合車輛勤務派遣單，在車長及保養士協助下完成逐項檢查、簽名紀錄備查，遇不合格項目，停止派遣任務；行駛中注意總警告燈燈號警示與警告燈號(新式戰車含火災、化生放核、一氧化碳及引擎智能檢測)是否亮起或發出警示聲響，乘員協助是否察覺異味、異音及煙塵，一旦發現，立即靠路邊停車，熄火檢查；行駛後檢查有無滲漏、隨車附件有無脫落，履帶總成有無缺損，並於派遣表紀錄行駛里程，各類保養區分，(如表 1)。<sup>12</sup>

表 1- M60 戰車底盤燃料系統預防保養檢查項目表

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 保養週期   | 半年(S)保養或行駛達 1,500 哩，以先到者即排定進廠實施保養                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 保養層級   | 二級廠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 保養檢查項目 | 油水分離器(1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 保養檢查要領 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.每半年或行駛里程達 1,500 哩，更換 1 次外濾芯；中央濾芯每年更換 1 次。</li> <li>2.除非預定將 3 個濾心一起更換，否則在更換外濾心時，勿拆卸中央濾心，否則對中心濾芯造成損壞，更換列程序必須按技術書刊程序施作，以確保遭污染之柴油不進入燃料噴射泵浦，泵浦構造精密，管線孔徑狹窄以形成高壓系統，遭水或髒污粒子污染之柴油入侵，將會造成嚴重損壞。</li> <li>3.將駕駛室內之「燃料泵浦開關」扳至「通電-ON」位置。</li> <li>4.將主電源開關扳至「通電-ON」位置，並注意油水分離器排氣帽是否放出氣泡。</li> <li>5.將主電瓶開關扳至「斷電-OFF」位置，在大約 1 秒鐘後，再以反向順序執行保養檢查要領 2，直至排氣帽有恆定之柴油流量為止。</li> <li>6.將主電瓶開關扳至「斷電-OFF」位置。</li> <li>7.旋緊油水分離器排氣帽。</li> </ol> |

<sup>12</sup>同註 1，頁 177、180、188、191、192、203、210。

|        |                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 依據     | TM9-2350-253-20-1,P.210                                                                                                                                                            |
| 保養檢查項目 | 主燃料濾清器(2)                                                                                                                                                                          |
| 保養檢查要領 | 1.將駕駛室內之「燃料泵浦開關」扳至「通電-ON」位置。<br>2.將主電源開關扳至「通電-ON」位置，並注意主燃料濾清器排氣帽是否放出氣泡。<br>3.將主電瓶開關定位「斷電-OFF」位置，約 1 秒鐘之後再重複步驟 2，直至看到排氣帽處有恆定之燃油氣泡流出為止。<br>4.將主電瓶開關扳至「斷電-OFF」位置位置。<br>5.旋緊主燃料濾清器排氣帽。 |
| 依據     | TM9-2350-253-20-1,P.180                                                                                                                                                            |
| 保養週期   | 每年(A)保養或行駛達 3,000 哩，以先到者即排定進廠實施保養                                                                                                                                                  |
| 保養層級   | 二級廠                                                                                                                                                                                |
| 保養檢查項目 | 電動泵浦保養                                                                                                                                                                             |
| 保養檢查要領 | 1.檢查是否有擦破或磨損之電氣纜與搭鐵引線。<br>2.檢查另件是有破損、斷裂與堪用程度，如不堪用，則予更換。<br>3.入口鐵網部份實施污染清潔工作。                                                                                                       |
| 依據     | TM9-2350-253-20-1,P.188                                                                                                                                                            |
| 保養週期   | MR 卡保養週次及行駛檢查                                                                                                                                                                      |
| 保養層級   | 一級                                                                                                                                                                                 |
| 保養檢查項目 | 燃料箱凝結液放洩口螺塞總成(1)                                                                                                                                                                   |
| 保養檢查要領 | 1.利用乾洗劑清潔所有分件。<br>2.檢查是否有破裂或斷掉之分件。必要時更換分件。<br>3.檢查彈簧之自由長度應為 1 吋以上，低於 1 吋需更換彈簧。                                                                                                     |
| 依據     | TM9-2350-253-20-1,P.192                                                                                                                                                            |



|        |                                                 |
|--------|-------------------------------------------------|
| 保養檢查項目 | 燃料箱至空氣濾清器通風口(2)                                 |
| 保養檢查要領 | 活門安裝時鉸鏈標記必須朝上及箭頭朝油箱。如活門顛倒，柴油會進入進氣系統並損壞濾清器心子及引擎。 |
| 依據     | TM9-2350-253-20-1,P.191                         |
| 保養檢查項目 | 引擎燃料泵浦(3)                                       |
| 保養檢查要領 | 發動引擎，並檢查泵浦各接頭是否漏油。關熄引擎。                         |
| 依據     | TM9-2350-253-20-1P.203                          |
| 保養檢查項目 | 電容器與殼總成(3)                                      |
| 保養檢查要領 | 電容器接座與殼總成檢查是否漏油，進出口是否安裝 12 顆螺絲與鎖墊圈將進出口蓋固定於燃料箱。  |
| 依據     | TM9-2350-253-20-1,P.177                         |

資料來源：筆者整理調製

## 二、常見問題與排除作法：

試想一下，一個抽水馬達放在一個盛滿水的容器內，然後將抽水馬達的進水口堵住，再開啟抽水馬達電源開關，使其運轉會因為進水口堵住，而無法抽水造成馬達空轉過熱而停止運轉，其原因為內部機件與電容器因高溫燒毀，抽水馬達停止運轉；爰此，戰車油箱若未確實清潔保養，則易造成電動燃料泵浦、初次濾清器、油水分離器、噴射泵浦堵塞損壞，進而使戰車不易及無法發動車輛，或行駛於途中或經陡坡時突然熄火。

戰車柴油加注最理想狀態，為使用軍規油罐車(如 M978 型)，附有大孔徑加油槍，可直接與加注口耦合迅速補充油料，然現今散裝油料由中油油罐車運補，灌入地下油池，但營區加油站使用民用加油槍，加油槍孔徑過小，加注速度不敷戰車使用，因此，官兵為節約時間採用手動泵浦或將緊急加油孔打開，直接加注柴油，無法避免異物及高濕度空氣中水氣跟隨進入油箱，長期累積沉澱於油箱底部，以下分就因髒污柴油進入燃油系統，造成之故障成因及保養常見問題與排除作法，列述如後。

### (一)柴油加注口：

戰車動力機室側下方裝設左、右兩具油箱，各裝設 1 處加油口，可從左或



右側加注柴油，經旁通油路將兩具油箱接近等量速度，平均填注柴油，戰車柴油加注口相較民用車輛口徑比為 5.08：2.34 公分，(民用車輛加油槍會依據加注燃油種類，口徑會有所差異，以避免加錯燃料)，戰車為全裝甲體防護，油箱護蓋也是一片堅實的均質鋼裝甲圓蓋，以保護加注口，當拔除護蓋插銷，會看見旋緊式金屬油箱蓋，逆時針旋鬆即可取下，加注入口處裝設鋼絲濾網，作為首道柴油濾清裝置，此裝置常見問題及解決方法如下。

### 1. 墊圈變形及老化與短缺：(如圖 12)

連隊於週裝備保養(以下,簡稱：週保養)及連主檢與執行油料整補等時機，檢查柴油加注口橡膠墊圈，墊圈隨操作時間增加、潮濕天候環境、長期迫緊及受柴油浸染影響，產生老(脆)化現象，降低阻隔離效果，常見情形為墊圈產生變形、老(脆)化或遺失；在檢查或整補時，將墊圈取下使用中性清潔劑清洗後，擦拭乾淨，並以市售「橡膠保養矽油」擦拭，可延長使用壽命及彈性，如不堪用或遺失，檢查當日透過二級廠補給士申請及連主檢系統回報更換墊圈。

### 2. 油箱蓋及加注口未保養：(如圖 12)

同上述時機，針對油箱蓋及金屬濾網，依序取出，再以保鮮膜或塑膠袋將裸露加注口封閉，避免保養時髒污進入油箱，常見情形油箱蓋內部及加注口與濾網鏽蝕及變形、破裂；先檢查各部件狀況，再以鋼刷實施除鏽(若使用電動工具，須由具操作執照人員及專用工具，並防止火花與柴油氣接觸)，再以洗劑清洗拭淨，如須浸洗除鏽需使用柴(煤)油，完成清潔及保養，以武保附油實施潤滑與防鏽處理，切勿使用黃油及汽油實施潤滑與除鏽，如不堪用或遺失，處理方式同上。

### 3. 護蓋及油箱蓋緊定不良：

同上述時機，執行保養與油料整補後，未將確實將護蓋及柴油加注口緊閉，加注口油箱蓋沿於  $90^{\circ}$  及  $270^{\circ}$  有兩個缺口，順(逆)時針旋轉約  $15^{\circ}$  即可旋緊(開)，因蓋沿加襯橡膠墊圈，須用力下壓方能緊定；護蓋為單插銷，須對準固定座加以緊定，再將曲柄後端向左轉 90 度放平，常見情形為插銷(含繫定鍊條)、護蓋及油箱蓋遺失或緊定未確實到達定位；如遺失，處理方式同上，保養或整補後，依反向順序裝入濾網、旋緊油箱蓋及將護蓋以插銷固定，須由戰車車長完成複式檢查及排、連級抽查，以確認油箱隔絕保護裝置，確實關閉緊定至定位。

圖 12-加注口未保養及生鏽



資料來源：筆者拍攝整理調製

**(二)非應急使用緊急加注口：**

正常整補狀態下不得使用緊急加注口，其使用時機為戰鬥應急狀態下，無適用軍規油灌車支援，使用無加油槍油罐車重力卸油，動員徵用加油站速度過緩或戰況緊急，須快速完成整補等狀況下，剪斷鬆脫保險鋼絲(俗稱麻花)，旋開固定螺絲，取下固定蓋，運用多元化整補方式，快速補充柴油。通常緊急加注口按技令規定須保持封閉，此處螺帽以鬆脫保險鋼絲緊定，為防止螺(帽)栓鬆脫(斷裂)，飛濺進入散熱塔，造成熱風扇損壞，戰車其他部位有相同裝置皆為安全防險，一旦剪除，在回裝時須用直徑 2mm 鋼絲，以緊定扭線鉗，每 5 公分須有 8-10 個絞股結，須以兩顆螺絲為一組繫緊固定，檢查常見情形，分述如下。

**1.未安裝上蓋：**

緊急加注口為應急狀況下使用，為便於整補油料，基層連隊官兵則逕行打開加注口，連隊幹部督管亦不識箇中道理，長期以往視為常態，如旋緊未至定位，戰車機動期間產生之震動而鬆脫掉落，上蓋脫落遺失未安裝，則外界空氣中之溫、濕度與沙塵，隨著緊急加注口孔道進入油箱內部，汙染柴油，同上述檢查時機與申補方式，安裝須請二級廠履保士完成上蓋螺絲及鬆脫保險鋼絲絞股緊定。

**2.上蓋缺螺絲：(如圖 13)**

同上述情況，緊急加注口蓋螺絲短缺或未安裝，(如圖 13)，上蓋遺失為大缺口，缺螺絲則為小缺口，同受外界天然環境影響，戰車行駛揚起漫天塵沙與空氣中霧霾無孔不入滲入油箱縫隙，經年累積，亦造成同樣的影響，同上述檢查時機與申補及安裝方式。

**3.螺帽無麻花：(鬆脫保險鋼絲)**

緊急加注口位於引擎側方(僅左側加注口)，戰車引擎運轉及機動行駛，因避



震乘載與散熱系統作動，則產生震動，按材料力學定量(時間與力量)振頻，可於螺栓鍛造加工，產生足夠應力之零件，但振頻為不定量且與轉動部件位於附近，必須將螺帽穿孔，以扭力扳手旋入規定 PSI，並以鬆脫保險鋼絲股絞，防止螺帽斷裂或螺絲脫落，撞擊運轉部件，造成動力喪失或引擎損毀，常見情形螺帽未綑綁鬆脫保險鋼絲，如緊急加注口遭拆卸，須使用鋼絲搭以扭線鉗，將 2 個螺絲以鬆脫保險鋼絲以絞股捆綁，完成麻花狀緊定，同上述檢查時機與申補及安裝方式，(如圖 13)。

圖 13-缺蓋螺絲及鬆脫保險鋼絲



資料來源：筆者拍攝整理調製

#### 4.加注口保養：(視需要實施)

緊急加注口蓋襯墊為橡膠材質製成，本項非屬單位定保項目，如已使用緊急加注口，則將墊圈及濾心取下檢視，如已老化(脆)化及發現髒污，則依上述申補及回報機制，完成更換與清潔，另濾心可用乾布先擦拭乾淨，搭配空氣壓縮機使用高壓氣槍，以高壓空氣由內向外噴洗濾芯，去除附著其上之髒污與雜質，若已嚴重汙損、破裂及變形，則申請零附件更換，(如圖 14)。

圖 14-緊急加注口墊圈及濾心



資料來源：筆者拍攝整理調製



### (三)管線拆裝完備防護措施：

單位實施定期預防保養或檢修期間，拆主油管、回油管及歧管加熱接頭快速解脫器時，須將各油管接頭完成封閉防護(建議使用管狀冷凍袋加束帶)包覆於油管接頭兩端，防止環境中沙石、灰塵及髒污附著於快速解脫器或者油管內側，避免管線回裝髒污微粒進入油箱污染柴油，(如圖 15)；定期檢查快速解脫器之墊圈是否變形、龜裂及老化，防止漏油導致污染油箱，若滲漏累積則有失火之虞，按前述程序完成申補及更換作業。

圖 15-油管及接頭拆裝未做防護措施



資料來源：筆者拍攝整理調製

### (四)油箱凝結洩放排放螺塞：

定期檢查其連接器套、彈簧、定型軟墊與 3 個滾珠軸承是否有破(斷)裂，視彈簧簧力(彈簧之自由行程須為於 1 英吋,含以上，低於標準則更換)，拆裝亦須完成防護措施，避免髒污物進入油箱，(如圖 16)。

圖 16-油箱凝結洩排螺塞阻塞



資料來源：筆者拍攝整理調製

### (五)掌握天候調整加油時間：

新世代汽車燃料加注口採用「無蓋設計」，加油槍伸入類似傳統相機鋤刀式快門的加注孔活門，便可加注油料，完成加油僅需抽離加油槍，但油品從煉油廠→儲油庫→分裝油灌車→送至加油站→散裝至加油車輛，全程採用封閉系統，天候環境因素對其影響甚微，但戰車加油除於駐地可獲稍佳加油環境，野戰狀況則油品受汙染狀況堪慮，選定戰車油料整補時間，須請情報官提供預訂日期當月(周)天氣展(預)報資料，選擇降雨機率、風速及相對濕度低日期實施加油，非戰鬥或應急狀況，避免於惡劣或不良天氣狀況下加油，若天氣及環境不佳，但仍有立即加油之迫切性，須完備防護設施，以減少髒污及水氣循加油孔口進入油箱。

### 三、小結：

利用戰車引擎室剩餘可用空間，設計適型不等量左、右兩具油箱，底部又因避震扭力桿橫向通過，形成不規則形狀，兩具油箱容量不等，左容 189 右納 196 加侖，合計 385 加侖，避免單體容器承受壓力過大，必須於內部焊接肋條，增加支撐力以防止變形，後置引擎及油箱與前端駕駛艙操控連動裝置行程長，必須加裝中繼機械或繼電器，以維持正常操作。

燃料供油系統管線孔徑細小，便於增壓快速流動，將高壓柴油送入汽缸燃燒產生動力，系統內部油箱無法通視，徹底清潔保養困難，加上柴油加注過程密封程度不足，制式油罐車缺裝，導致必須以散裝容器進行加油，部分單位為求快，自行開啟緊急加注口以重力或人力泵加油，將油箱暴露於髒污與水氣嚴重汙染環下，水分及髒汙油泥長期累積沉澱於油箱下層，燃料泵浦裝設於下層位，打開主電源燃料泵開關，首先就會抽取到下層柴油，若抽取混入髒污柴油造成油管阻塞、啟動不易及燃燒熱能值不穩定現象，動力輸出無法達到額定馬力，基層官兵抱怨裝備老舊，裝備如以妥適之預防保養，都可以延長使用壽命與維持正常操作，F-5E/F 戰鬥機捍衛領空 50 年，M41 系列戰車部署本外島馳騁衛疆達 70 載，除役之際都是熱機(車)動態完成最後戰備演練，光榮除役，細心的呵護與嚴格保養紀律與水準是裝備老而彌堅的不二法門。

### 肆、油箱保修及預防保養現行作法

燃油系統起點是油箱，終點為汽缸內噴油嘴，經多道泵浦汲取、增壓及噴霧，細小孔徑油管有如血管般，當血脂及膽固醇過高就會阻塞，同樣柴油內含水量與雜質及油泥也會堵塞油管，戰車於啟動操作回流或添加柴油過程中，受熱產生之凝結水，及未完全封閉加油環境，讓雜質髒污及水分進入油路通道，長年慢性累積在油箱下層底部，當戰車啟動沉澱於油箱底部的水分及髒污粒



子，隨柴油被裝設於下層電動泵浦抽取，輸送至柴油濾清及油水分離器兩道過濾裝置，再輸送置燃料噴射泵浦，經液壓頭與高壓鋼管將柴油輸送至之汽缸上噴油嘴時，進入噴射泵浦候油路管徑細小，未濾清之微小粒子經加壓產生擠壓效應，此時質量輕柴油先被送入汽缸，而濾清器無法過濾之微質粒子，受壓推擠堆積於彎角或接縫處，當縫隙填滿則隨柴油進入汽缸，若阻塞噴油嘴則導致汽缸不點火或燃燒不完全，如滲入與活塞間微縫隙，造成汽缸磨損，產生缸壓不足，引擎就無法輸出額定馬力。以下就可拆卸油箱之兵整中心翻修，實施內部清洗除垢及聯保廠或保修連針對故障損壞進行保修或更換零附件，二級廠半年(S)及每年(A)保養定期預防保養，不拆卸油箱於動力艙內，實施清潔保養現行作法，分述如後。

#### 一、油箱保修及翻修作業：(野戰段,含以上,需拆卸油箱)

如遇油箱故障由保修連(含,以上保修層級)派遣機動保修組，就地實施檢修，油箱損壞之零附件，必須將油箱拆除吊離動力艙，方能進行更換作業，惟不得執行破損焊補作業。兵整中心基地戰車翻修作業，除將油箱吊出外，以廠修設備進行內部清洗與本體破損滲漏修補，油箱於動力艙內與引擎及避震承載系統連結，必須依序將引擎吊出，拆除第 4、5 對地輪及扭力臂並抽出 4 根扭力桿(右油箱才能吊出)，油箱拆除及保修作業程序、步驟及要領，(如表 2)。

表 2-油箱拆除及保修作業區分

| 步驟 | 兵整中心翻修(基地段)                                                                                                                                                    | 野戰保修(野戰段)       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1  | 拆卸油箱前置作業：<br>(1)拆卸引擎，吊離動力艙。<br>(2)拆除左空氣濾清器進氣總成及軟管。<br>(3)將油箱排放乾淨。<br>(4)拆除第 4、5 對地輪、扭力臂及抽出 4 根扭力桿。<br>(5)拆卸右空氣濾清器進器濾網總成。<br>(6)拆卸油箱加注口管。<br>拆卸左油箱無須執行(4)及(5)項。 | 第 1-15 項與基地段相同。 |
| 2  | 拆卸油箱上之油量傳送體。                                                                                                                                                   |                 |
| 3  | 拆卸油箱上之主油管、初給油管(僅左油箱)、滅火機洩放管、燃料通氣單向軟管及金屬管總成(僅右油箱)。                                                                                                              |                 |
| 4  | 拆卸油箱後方之燃料回油管。                                                                                                                                                  |                 |



|    |                                                                                                                                     |                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 5  | 拆脫油箱電動燃料泵浦進出口蓋上之繼電器與線簇。                                                                                                             | 第 1-15 項基地段相同。     |
| 6  | 在動力機室內拆脫油門聯桿座、手動熄火連桿座，(僅左油箱)。                                                                                                       |                    |
| 7  | 將砲塔搖轉至可查看底板內各連桿位置，解脫油門、轉向及手動熄火連桿，(僅左油箱)。                                                                                            |                    |
| 8  | 拆卸動力機導具。                                                                                                                            |                    |
| 9  | 拆卸左、右油箱下方中間之碟型活門、橫通軟管。                                                                                                              |                    |
| 10 | 拆卸右油箱下方兩條主油管、滅火機導管，(僅右油箱)。                                                                                                          |                    |
| 11 | 拆卸油箱上方前、後安裝座。                                                                                                                       |                    |
| 12 | 拆卸油箱下方前、後安裝座。                                                                                                                       |                    |
| 13 | 將油箱移出，直到油箱最前端離開砲塔底部，同時油箱後端朝向底盤中心位置移動，再從動力機室吊出油箱。<br><u>注意</u><br>不可使用撬棒強行從底盤上分離，油箱為鋁合金避免碰撞，產生破損。                                    |                    |
| 14 | 油箱拆除後放置空曠平坦地面上。                                                                                                                     |                    |
| 15 | 更換油箱損壞之零附件。                                                                                                                         |                    |
| 16 | 運用高壓清洗槍清洗外觀，並沖洗油箱內部(第1次清洗-燃油為主)，避免切割作業時，引燃內部殘油造成火災。                                                                                 | 第 16-21 項為基地段翻修作業。 |
| 17 | 使用電動砂輪切割機將油箱邊角切開，以便於清洗油箱內部，切下邊角儲放至指定位置，完成清洗後再焊接。<br><u>注意</u><br>油箱切割開孔為兵整中心翻修作業權責聯保廠(含,以下)不可實施該項作業，切割時不得使用氧氣及乙炔，於室外空曠作業，並備便乾粉式滅火機。 |                    |



|    |                                                      |                    |
|----|------------------------------------------------------|--------------------|
| 18 | 用運高壓水槍搭配化學藥劑清洗油箱內部之實施清洗(第 2 次清洗-油泥及沉澱雜質)，同步執行外部除漆作業。 | 第 16-21 項為基地段翻修作業。 |
| 19 | 清洗後始用高壓氣槍機對油箱內部實施吹乾瀝水。                               |                    |
| 20 | 使用以染色氣體實施油箱滲漏測試，如有破損以氬焊機進行焊補作業。                      |                    |
| 21 | 外部重新噴漆作業。                                            |                    |
| 22 | 依照拆除程序反向順序執行將油箱安裝回動力艙內。                              | 與基地段相同。            |

資料來源：TM9-2350-253-20-1，(檢索時間：2025 年 08 月 21 日)。

## 二、油箱預防保養作業：(單位段,不需拆卸油箱，於動力艙內實施保養)

定期半年(S) 及每年(A)或執行重大戰(演)訓前特別保養，保養前先完成引擎吊出、砲塔轉至定位、拆卸活門隔板、卸除緊急加注孔蓋及取下油量傳導體及打開洩放底塞等油箱連接管線與附件等卸除、清潔、保養與檢查等前置整備工作。

### (一)前置整備工作

#### 1.引擎吊離動力艙：

可使用固定廠房天車或 M88 戰場救濟車實施引擎吊卸，先拆除連接纜線(含油、電、纜及傳導與感應器，吊離之引擎必須將連接纜線接頭包覆，動力機室外啟動必須使用測試包件(務必連接空氣濾清器)，依定期保養周期規定保養項量，完成定檢(更)件更換，各部機件清潔、潤滑與檢查，遇問題即填寫保修申請表，由野戰段支援保修勤務。

#### 2.砲塔轉至定位：

引擎吊離動力機室，電瓶亦拆卸送至充電間保養，但油箱仍位於動力艙左右兩側壁，須以人力手搖柄將戰車砲塔轉動至 330° (約 11 點鐘方向，如圖 17)，將砲塔籃底部拉扣蓋板對準引擎室隔板位置。

圖 17-戰車砲塔轉至 330 度



資料來源：筆者拍攝整理調製

### 3. 拆卸活門隔板：

將砲塔籃底部拉扣蓋板上掀打開，(如圖 18，紅色框為已掀起)，若光線不足使用防爆工作燈，可看見螺栓固定之隔板，(如圖 19，紅色框位置)，使用棘輪扳手，便於拆卸及防止螺栓掉落，上方橫桿為砲塔籃支撐強化肋條，拆卸時會局部擋住螺帽位置，此時由協力人員以方向手搖柄，依拆卸者口令小幅度左、右轉動(注意：砲塔轉動所有人體部位及機工具均需至安全位置，防止夾傷)，拆卸隔板後，可看到左、右兩油箱連通之蝶形活門。

圖 18-拉扣蓋板



圖 19-活門隔板



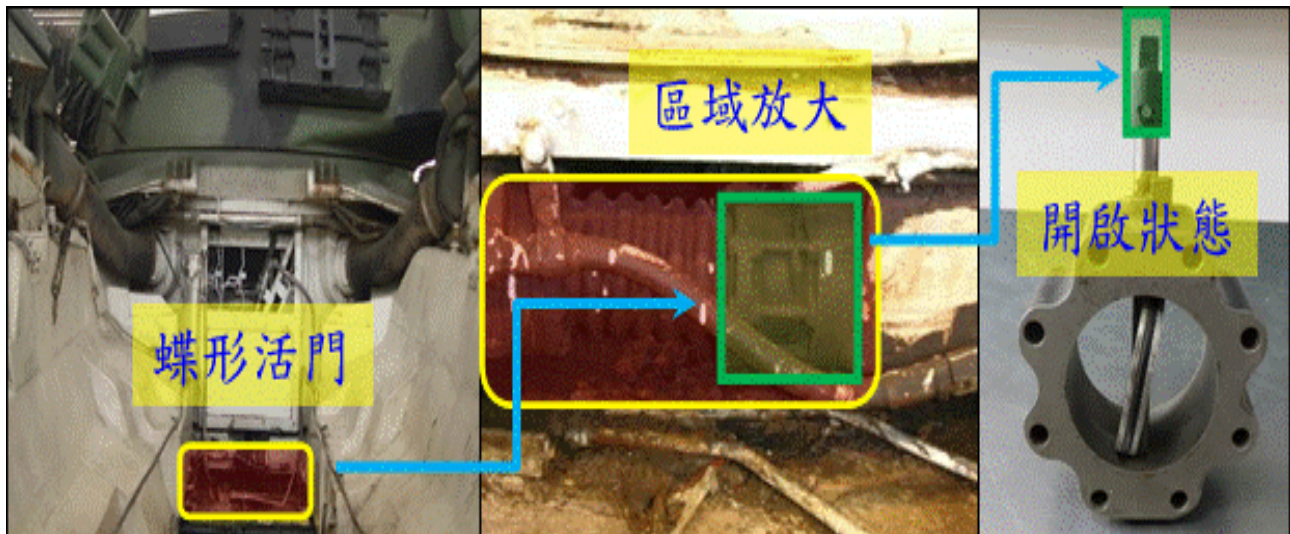
資料來源：筆者拍攝整理調製

### 4. 檢查蝶形活門：

拆卸隔板檢查碟型活門，決定先清潔左、右油箱順序，則將未清潔一側活門關閉，使其互不相通，避免清潔時髒污進入油路管線，(如圖 20)。



圖 20-蝶形活門位置及開啟狀態



資料來源：筆者拍攝整理調製

### 5.卸除緊急加注孔蓋：

清潔保養左油箱，將緊急加注孔蓋鬆脫保險鋼絲剪除(安全墊片型則須將折角扳直)，以兩顆為1組相對位置(如12點及6點鐘方向)先旋鬆4組1/3英寸螺栓行程，再依旋鬆順序逐一取下8顆螺栓及孔蓋，取下墊圈及長濾網，檢查其狀況並完成清潔保養及晾乾，待左油箱清潔完成後，依拆卸反對順序回裝，並裝上鬆脫保險鋼絲(或安全墊片)，右油箱無緊急加注孔，(如圖21)。

圖 21-緊急加注孔蓋

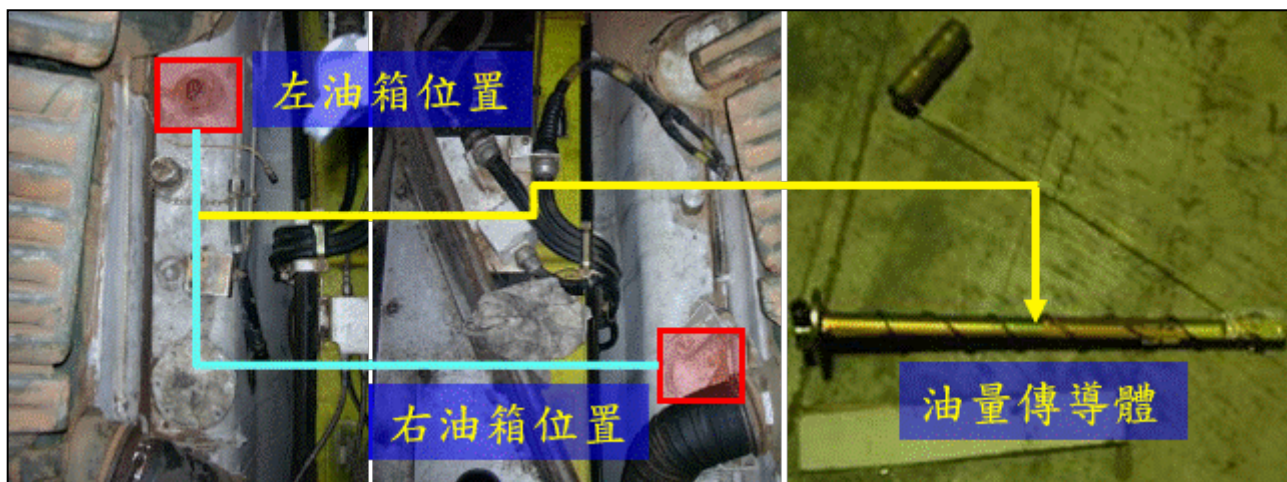


資料來源：筆者拍攝整理調製

### 6.取下油量傳導體：

左、右兩油箱安裝類比浮筒式油量傳導體，與車用油箱油量計傳導作用部功能相同，清潔保養油箱前必須將傳導體取下，取出時切勿強行拉扯取下，避免浮筒連桿斷裂，取出完成清潔保養及檢查，組裝依反對順序回裝，(如圖22)。

圖 22-油量傳導體位置及取出狀態

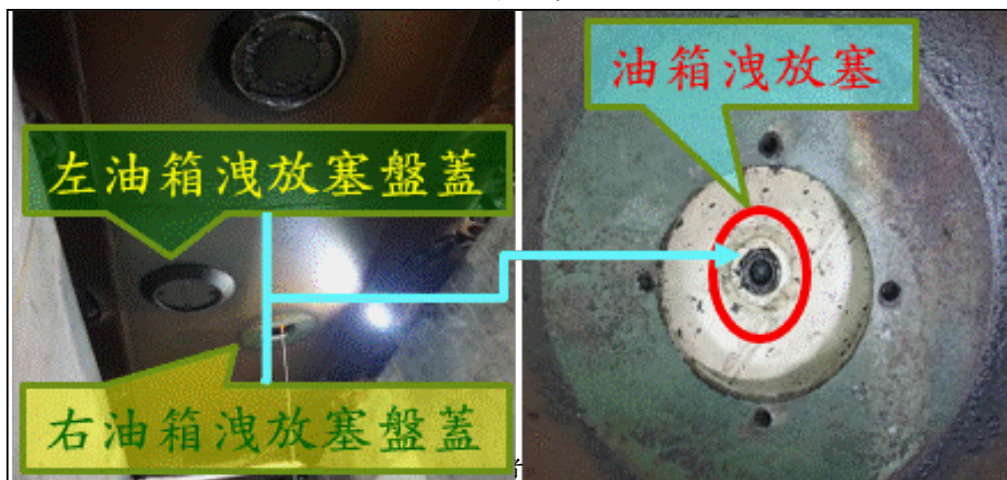


資料來源：筆者拍攝整理調製

#### 7.打開洩放底塞：

位於底盤底部以裝甲蓋板保護，先拆除外蓋，再以六角扳手旋下洩放塞，拆卸組件完成清潔、保養及檢查，油箱保養完畢回裝，(如圖 23)。

圖 23-左右油箱洩放塞及盤蓋

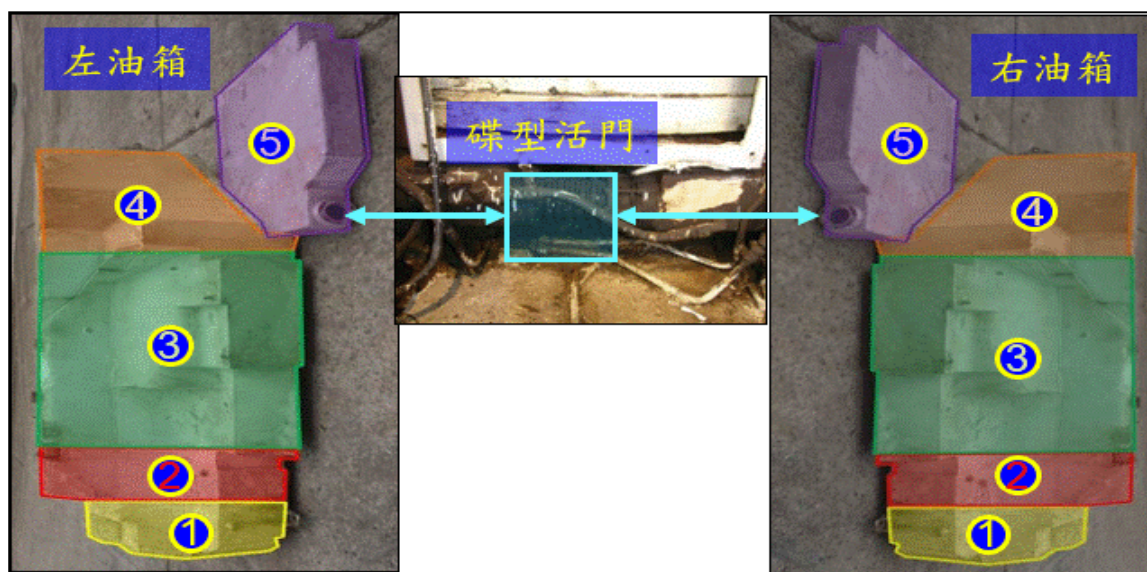


#### (二)油箱內部清潔保養：

經前述各項步驟將引擎吊卸及拆除左、右油箱附件及纜線，因單位段保養油箱未卸除，必須於動力機室內實施保養及清潔勤務，為使讀者進一步瞭解油箱構造，以本部訓練用油箱(左側)，說明油箱內部構造，其主要有 5 個夾層隔板，各層板以 5 種顏色及編號區別油箱黃(①)、紅(②)、綠(③)、橙(④)與紫(⑤)5 個區塊，黃①色內有電動泵浦，綠③夾層上方設有緊急加注孔(僅左油箱)、凝結液放洩口排放螺塞與油量傳導體，紫(⑤)為左、右油箱連接互相連通之蝶形活門，(如圖 24、1、2、3、4)。

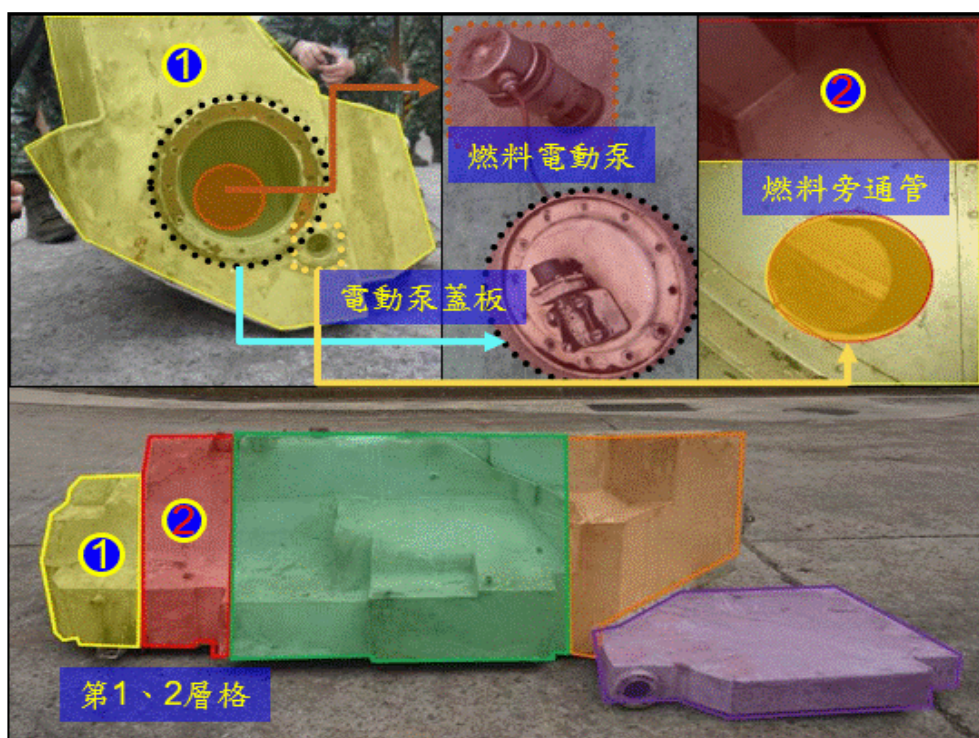


圖 24、1-左、右油箱各夾層隔板正面與連通蝶形活門



資料來源：筆者拍攝整理調製

圖 24、2-油箱正面與第 1、2 夾層隔板圖

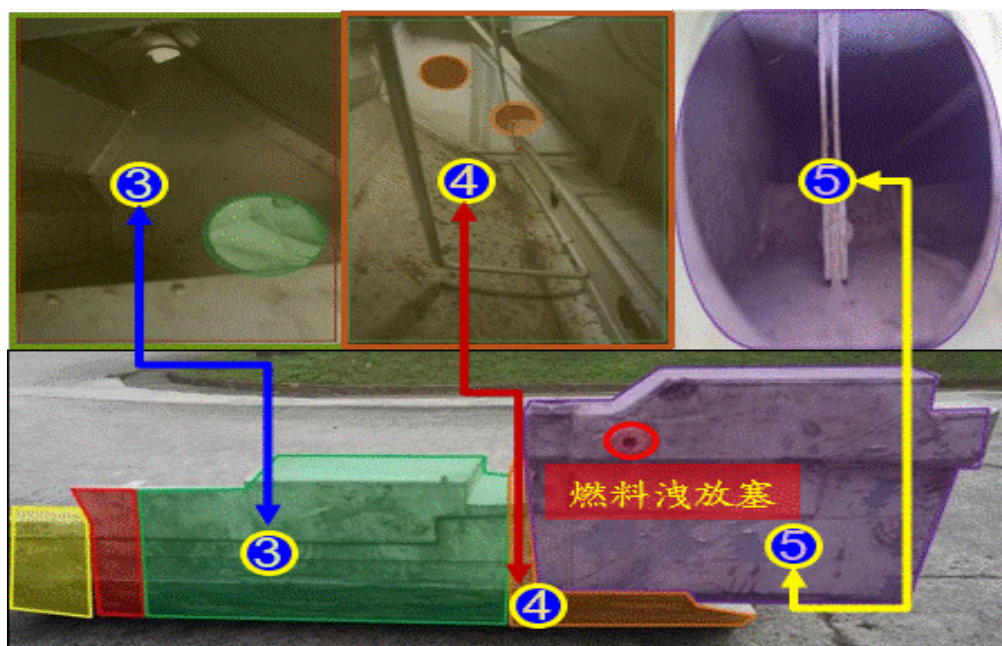


資料來源：筆者拍攝整理調製

紫(⑤)底部設有燃料洩放塞，以便清潔油箱時，將油箱內部髒汙之燃油洩放排出；此外各夾層隔板間底部具有 3 個圓孔小洞，使燃油在各夾層隔板間具有流動連通性，(如圖 24、3)。

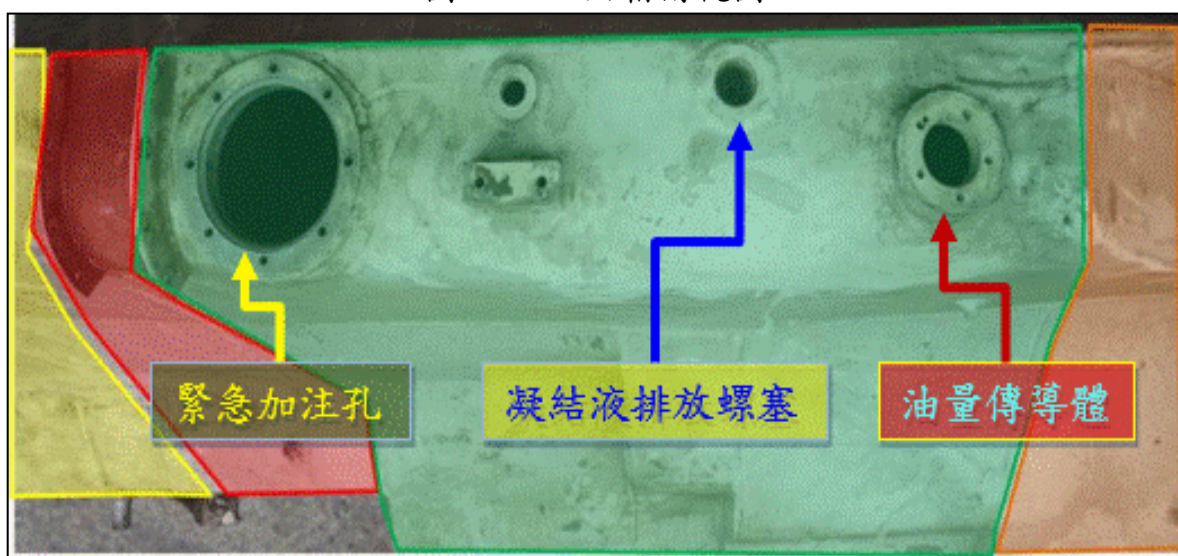


圖 24、3-油箱底部與第 3、4、5 層隔



資料來源：筆者拍攝整理調製

圖 24、4-油箱俯視圖



資料來源：筆者拍攝整理調製

### (三)油箱清潔保養步驟：

預防保養油箱清潔保養工項，主要為加注口(含緊急)與洩放塞清潔除鏽及潤滑，濾芯及濾網更換，洩放油箱內柴油至外置容器靜置沉澱，無法對內(底)部積垢及水氣與油泥，進行清洗，長期將造成油箱處於髒污受汙染狀態，由於抽油泵浦裝設於底部，當油箱底部累積過多髒污時，首次汲取的柴油，其品質堪慮，(如表 3)。



表 3-油箱預防保養現行步驟

| 步驟 | 工作內容                                          | 備 考                                                 |
|----|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1  | 檢查油箱外觀是否破裂、各裝架上之橡膠緩衝墊是否破裂損壞、托架是否鬆動、螺釘與螺栓是否鬆動。 | 若油箱破裂處長度大於 3 吋及寬度超過 1/16 吋、橡膠緩衝墊或托架有損壞與變形情形，申請保修支援。 |
| 2  | 戰車熄火靜置 24 小時，使油箱內微粒雜質沉澱於底部。                   | 前置作業                                                |
| 3  | 將砲塔搖轉至 11 點鐘方向。                               |                                                     |
| 4  | 打開砲塔籃扣栓蓋板找到隔板。                                |                                                     |
| 5  | 將隔板拆卸取下，確認蝶形活門位置。                             |                                                     |
| 6  | 將蝶形活門鬆脫保險鋼絲拆除。                                |                                                     |
| 7  | 將蝶形活門關閉，避免燃油兩邊互通。                             | 視左右順序                                               |
| 8  | 拆除左油箱之緊急加注孔蓋鬆脫保險鋼絲。                           | 僅左油箱                                                |
| 9  | 拆卸左油箱之緊急加注孔蓋，(視需要可拆卸液體油量傳送體以利清潔)。             |                                                     |
| 10 | 將左油箱緊急加注孔內之濾芯取出，保養及清潔。                        |                                                     |
| 11 | 將盛油容器安置與燃油洩放塞正下方。                             | 不慎噴濺眼睛，立即以生理食鹽水沖洗(如現場緊急且無衛材，可使用保裝飲用水沖洗)，並立即送醫。      |
| 12 | (1)拆卸燃油洩放塞蓋板及襯墊(蓋板為車底裝甲護板，拆卸承接須注意重量，避免人員受傷)。  |                                                     |
|    | (2)卸下燃油洩放塞(作業人員需配戴護目鏡，避免柴油濺射眼部)。              |                                                     |
|    | (3)柴油排放盛接於容器，將洩放塞清潔，以黃油塗抹於螺牙實施潤滑。             |                                                     |

|    |                                                                         |                        |
|----|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 13 | 完成油箱預防保養依反向順序回裝部(附)件，完成最終檢驗前，先加 10 加侖柴油，檢視是否滲漏，並排除油管内空氣，再完成加注柴油，進行道路測試。 | 原油箱抽出之柴油，不足由加油站或油罐車補充。 |
|----|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|

資料來源：作者整理調製

### 三、小結：

前述油箱由 5 個隔層組成，內部並非平整且通暢無阻，利用動力機室可用空間，設計出最大容量且適型戰車油箱，其裝卸與引擎、操控連接纜線及避震扭力桿都有關連，非卸除固定螺栓即可輕易取下；而現行定期半年(S)保養，施作項目不足以完成油箱內、外保養及清潔勤務，鑒於油箱髒汙沉澱累積日趨嚴重，影響柴油正常供給，縮短濾清芯子壽命，阻塞油路若濾阻不及進入汽缸，則將造成汽缸或活塞磨損，造成缸壓不足，額定輸出馬力驟降，現行預防保養所需人力與工時，(如表 4)。

表 4-油箱預防保養清潔所需人力與工時

| 品名     | 工作項目                  | 人力(員) | 工時(小時)              |
|--------|-----------------------|-------|---------------------|
| 油箱清潔作業 | 抽取柴油                  | 2     | 1.5-2<br>(視油量數多寡決定) |
|        | 清潔及潤滑保養               | 2     | 2                   |
|        | 加注柴油                  | 2     | 0.5                 |
|        | 合計                    | 6 人次  | 4-4.5 小時            |
| 附記     | 保養項量不足，無法針對油箱內部做細部清潔。 |       |                     |

資料來源：作者整理調製

### 伍、油箱預防保養精進作法

鑒於現行預防保養方式，難以達成清除油箱深(底)層積垢油泥，審酌民間保養廠的油箱清洗工法，使用電動抽油泵浦從加注口由上方將燃油抽出，並以外循環過濾，再灌裝於盛油桶，靜置沉澱，油箱保養完成再回裝：油箱內底層髒汙，以清潔劑浸泡至少 4 小時以上，在由底部洩放活門排出，並以清水沖洗，加以乾燥加溫空氣，將內部吹乾。由於戰車油箱非平整與格層隔離，可供機工具入口有限，由氣動工具街頭連接高壓氣管與撓性噴頭，將戰車油箱底部之髒汙淤積沉澱物經高壓空氣與柴油混合攪拌，先將大部汙油精洩放塞排出油箱外回收，再將已混合清潔劑髒汙柴油從底部洩放口排出，達成燃料系統源頭-油箱



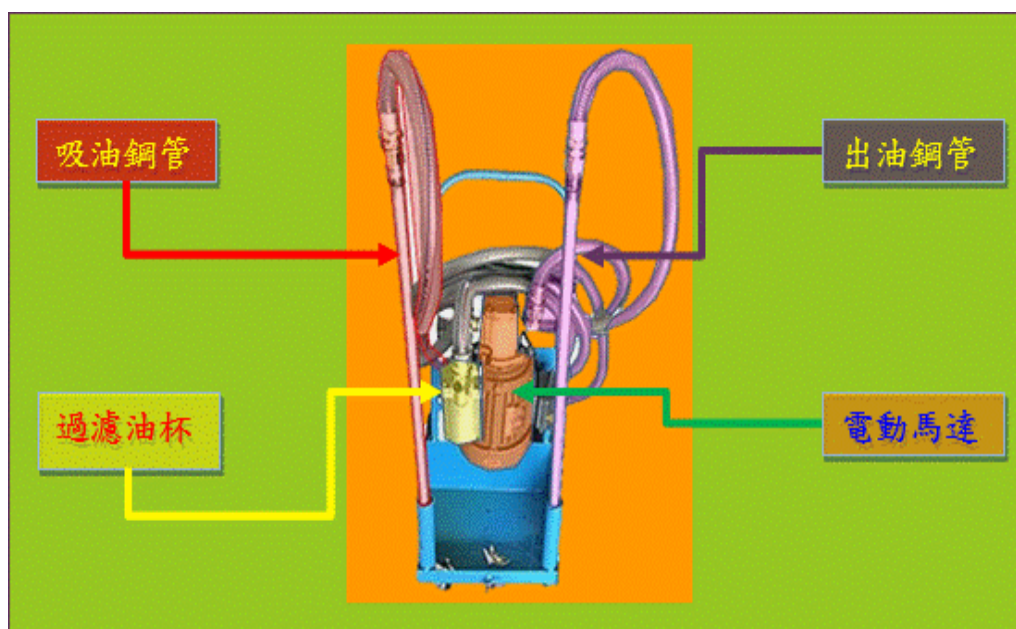
徹底清潔之效，以下就單位段不拆卸油箱，於動力艙內實施預防保養，其精進作法所需新增工具及保養步驟，分述如次。

#### 一、新增工具：

##### (一)電動抽油泵浦

使用電動馬達(橙色)產生吸力抽取油箱中柴油，經吸油鐵管(紅色，如長度不足則需連結抽油管，延伸抽油深度)將上層乾淨柴油吸入濾油杯過濾(黃色，內含濾油心子)，續由電動馬達輸出至出油鐵管(紫色，長度問題同吸油鐵管)；在此說明：吸油鋼管以每次伸入柴油平面下 5 吋(約 13 公分)，以避免過度深入抽取下方水分與髒污，出油鋼管以延伸至貯油容器為主，兩者管徑不得小於 1.5 英吋(約 4 公分)，以加快柴油抽取速度，(如圖 25)、規格，(如表 5)。

圖 25-電動抽油泵浦



資料來源：筆者拍攝整理調製

表 5-電動抽油泵浦規格

| 品名     | 說明       | 規格        |
|--------|----------|-----------|
| 電動抽油泵浦 | 重量       | 50-60 公斤  |
|        | 電源       | 110V/220V |
|        | 流體       | 柴油        |
|        | 流量等級     | 56L/min   |
|        | 吸/出油鋼管長度 | 5 公尺      |

資料來源：筆者整理調製

## (二)高壓氣管：

連接氣動工具快速接頭，長度約 25-30 公尺，以適度延伸撓性空氣噴槍從上、下級側方孔洞，深入油箱內部，將高壓空氣導入，利於清潔與推送髒污柴油至洩放口排放，(如圖 26)。

圖 26-高壓氣管

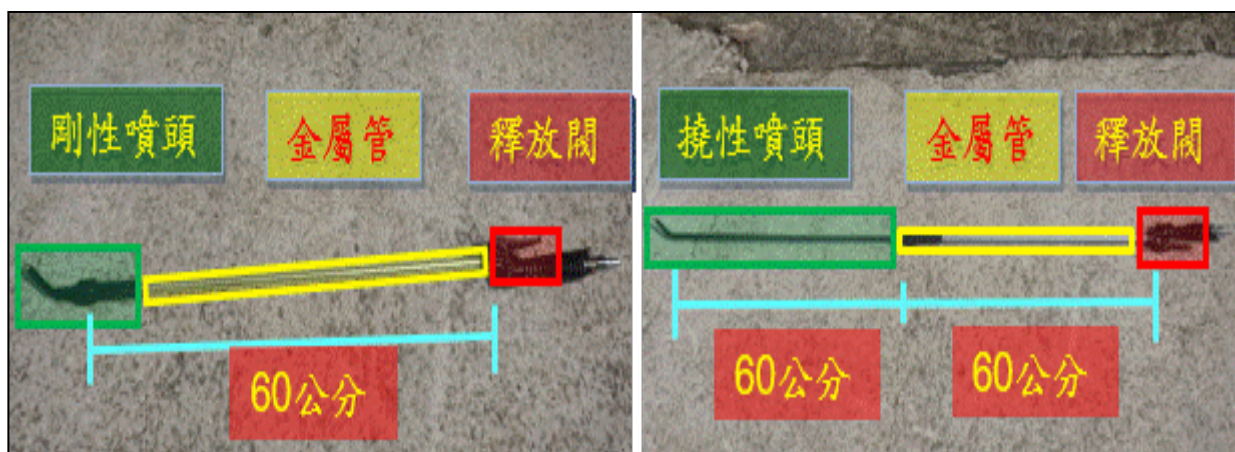


資料來源：筆者拍攝整理調製

## (三)撓性空氣噴槍：

因戰車油箱高度及內隔層，清潔保養進手位置(左油箱使用緊急加注口，右油箱則為油量傳導體孔)，因此必須將常用之剛性噴頭，更換為具彈性之撓性噴頭，長度須達 60 公分，(如圖 27)，以便於對油箱各層隔，藉灌注高壓空氣，產生水營力將殘存混合清潔液之髒污柴油翻動揚起，推送至洩放口排出油箱外。

圖 27-剛性與撓性空氣噴頭



資料來源：筆者拍攝整理調製



#### (四)55 加侖空桶：(內部需潔淨乾燥，數量依油箱油量準備)

定期保養引擎吊出，戰車輛停妥靜置 24 小時，油箱內水分及髒汙沉澱於油箱下層，使用電動抽油泵浦將左、右兩油箱上層潔淨柴油，抽出分裝至 55 加侖油桶，(如圖 28)。

圖 28-55 加侖油桶



資料來源：筆者拍攝整理調製

#### (五)汙油盛裝容器：

承接左、右兩油箱底部混合髒汙及水分柴油約 40 公升，先由底部洩放口排放至盛油容器內，混合清潔液汙油與純汙油需分開處理，備便 2-3 具輪流承接，廢油依規定回收，不可隨意傾倒，(如圖 29)。

圖 29-盛油容器



資料來源：筆者拍攝整理調製

## 二、新增步驟：

完成油箱預防保養前置整備工作，接著使用新增工具執行預防保養精進工項，因單位段保養權責，不許拆卸油箱，必須於動力艙施作，油箱內部又為封閉幽暗空間，從外難窺全豹，先將油箱區分黃(①)、紅(②)、綠(③)、橙(④)與紫(⑤)等 5 個隔層(區塊)，(如圖 30)。新增抽取潔淨柴油、洩放髒汙柴油、清洗油箱內部及加注新品柴油等 4 個步驟。



### (一)抽取潔淨柴油：

使用電動抽油機，抽油管頭加裝濾網(使用金屬網)，於 5 吋(約 13 公分)綁上螢光棒(不可使用電器類照明)，防止抽油管過度深入抽取下層髒汙，左(右)油箱由緊急加注口(油量傳導體孔)，逐段抽取柴油至目視可見髒汙，停止抽取；潔淨柴油經抽油機濾清器再過濾，由出油管加裝濾網灌裝貯存於 55 加侖油桶，抽油機汲油速度 15 加侖/分，以平均滿油箱 80%列計，約 9 分鐘抽取 135 加侖(左、右油箱抽取柴油必須分裝)，餘 10 加侖(約 40 公升)作為清除介質，以利從底部排放含有水分及髒汙柴油。

### (二)洩放髒汙柴油：

旋開油箱洩放塞，此時如同水庫排砂作業一般，藉由流體重重力及撓性噴槍以高壓空氣將油、水及沉澱髒汙混合液，推送至燃料洩放塞，將其排出油箱外置於盛油容器，需持續讓殘餘汙油盡量回收，集中於廢柴油桶，並貼上標籤以資識別，辦理廢品繳回地區油庫統一回收，不可任意傾倒，以免遭環保單位稽查裁罰。

### (三)清洗油箱內部：

完成油箱上層抽油及下層排汙，但內部仍殘存髒汙油泥，為達徹底清潔之效，須再執行清潔除汙、吹乾瀝水及內壁油洗等 3 項細部工項。

#### 1.清潔除汙：

用以清除油箱內部天然與化學藥劑為「水、檸檬酸(過碳酸鈉，食用白醋亦可)、小蘇打粉(碳酸氫鈉)及中性清潔液(洗碗精為主)」，戰車油箱清潔液混合比例，(如表 6)，於戰車外空曠通風處按順序調和清潔液，將洩放底塞封閉再灌入油箱，上部孔口不可封閉，以利除汙劑混合化學反應產生氣體排出，此時可再使用高壓撓性空氣噴槍配合實施灑布作業，如以高壓洗車機噴槍水柱清洗則效果更佳，洗刷完畢，清潔液沉積於底部浸泡 4 小時，先以高壓空氣將清潔經皂化廢水排出，再以高壓清水沖洗油箱內部，直至洩放塞流出清水為止。

表 6-中和除汙清潔液混合比與概估市價

| 品名   | 比例<br>(公斤) | 市價<br>(新臺幣,元) | 備 考                                                         |
|------|------------|---------------|-------------------------------------------------------------|
| 水    | 45         | 10            | 1.不可於油箱內進行混合作業。<br>2.加入順序清潔液→水→小蘇打粉→檸檬酸，攪拌混合產生微刺鼻碳酸味，須戴上口罩。 |
| 清潔劑  | 1          | 100           |                                                             |
| 檸檬酸  | 4.5        | 180           |                                                             |
| 小蘇打粉 | 1.35       | 95            |                                                             |



|    |      |     |                              |
|----|------|-----|------------------------------|
| 合計 | 4.55 | 385 | 3.由緊急加注口或油量傳導體孔以專用容器附導管灌入油箱。 |
|----|------|-----|------------------------------|

資料來源：筆者整理調製

## 2.吹乾瀝水：

油箱以清水沖洗完畢，殘存積水逾油箱死角位置，因油箱僅有 1 個洩放口，並有隔板阻擋，此時建議使用烘被機恆定加溫及高流量氣體，經油量傳導體孔，將乾燥加溫空氣灌入油箱，除排放塞外，其餘孔道均封閉，以利氣動力帶動流體水分，將殘存水分送出排放口。俟殘餘水分經目視不再滴落則再度啟用高壓撓性噴槍，徹底再清除一次，再靜置 4 小時，須防止風沙細塵滲入。

## 3.內壁油洗：

完成清潔及乾燥油箱，內部必須再以柴油清洗一次，可使用經兩次過濾原油箱抽取之柴油，建議以人工噴槍瓶為主。將內壁噴塗一層柴油，再以防爆燈照明探視撒布狀況，如有不勻之處，再噴一層柴油。

## (四)加注新品柴油：

完成清潔後油箱，加注柴油，以軍用油灌車直接灌裝為主，加注時由左、右加油口實施加油，不得使用緊急加注口，灌裝時油槍與加油孔盡量密合，減少與空氣接觸，加油量達左、右油箱類比指針達 3/4 位置以上，但此時燃料系統油管並無柴油，且處於氣鎖狀態，先完成空氣排除，確認抽油泵浦及引擎各供油管線均已進油，才可啟動戰車實施最終檢驗及道路測試，油箱預防保養精進所需人力及工時，(如表 7)、現行與精進新增工項，(如表 8)。

表 7-油箱預防保養精進所需人力及工時

| 品名     | 工作項目                                                  | 人力(員) | 工時(小時)          |
|--------|-------------------------------------------------------|-------|-----------------|
| 油箱清潔作業 | 抽取潔淨柴油                                                | 2     | 0.5             |
|        | 洩放髒汙柴油                                                | 2     | 2               |
|        | 清潔油箱內部                                                | 2     | 6(含 4 小時靜置浸泡除汙) |
|        | 加注新品柴油                                                | 2     | 0.5             |
|        | 合計                                                    | 8 人次  | 9(含 4 小時靜置浸泡除汙) |
| 附記     | 相較現行做法增加兩人次、時間增加 0.5-1 小時，在新增基工具與步驟輔助下，可完成油箱內部細部徹底清潔。 |       |                 |

圖片來源：作者整理調製

表 8-油箱預防保養現行與精進工項

| 步驟  | 工作內容                                                                    | 備 考           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1   | 檢查油箱外觀是否破裂、各裝架上之橡膠緩衝墊是否破裂損壞、托架是否鬆動、螺釘與螺栓是否鬆動。                           | 現行工項          |
| 2   | 戰車熄火靜置 24 小時，使油箱內微粒雜質沉澱於底部。                                             |               |
| 3   | 將砲塔搖轉至 11 點鐘方向。                                                         | 現行工項          |
| 4   | 打開砲塔籃扣栓蓋板找到隔板。                                                          |               |
| 5   | 將隔板拆卸取下，確認蝶形活門位置。                                                       |               |
| 6   | 將蝶形活門鬆脫保險鋼絲拆除。                                                          |               |
| 7   | 將蝶形活門關閉，避免燃油兩邊互通。                                                       | 現行工項<br>視左右順序 |
| 8   | 拆除左油箱之緊急加注孔蓋鬆脫保險鋼絲。                                                     | 現行工項<br>僅左油箱  |
| 9   | 拆卸左油箱之緊急加注孔蓋，(視需要可拆卸液體油量傳送體以利清潔)。                                       |               |
| 10  | 將左油箱緊急加注孔內之濾芯取出，保養及清潔。                                                  |               |
| 11  | 電動抽油機將油箱上層乾淨之燃油抽出。                                                      | 新增工項          |
| 12  | 抽出乾之燃油盛裝於 55 加侖油桶內，直至油箱之燃油高度約 10-12 公分即可停止，(剩餘下層柴油 8-10 加侖，約 30-40 公升)。 |               |
| ☆13 | 開啟空壓機，使氣壓錶達 10PSI。                                                      |               |
| ☆14 | 連結高壓空氣噴槍。                                                               |               |
| ☆15 | (1)將長彎管空氣噴槍伸入到油箱油量傳導體孔，直至噴氣嘴頂到油箱底部。                                     |               |
|     | (2)將長彎管空氣噴槍伸入到左油箱緊急加注蓋，直至噴氣嘴頂到油箱底部，(僅左油箱)。                              |               |
| ☆16 | 將高壓空氣灌入油箱。                                                              |               |
| ☆17 | 高壓空氣翻攪讓油箱底部微粒髒污使其浮上。                                                    |               |





|     |                                                                                     |                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ☆18 | 將長彎管空氣噴槍持續在油箱內部移動遊走，使使微粒髒汙保持流動及懸浮狀態。                                                |                                                              |
| 19  | 將盛油容器安置與燃油洩放塞正下方。                                                                   |                                                              |
| 20  | (1)拆卸燃油洩放塞蓋板及襯墊(蓋板為車底裝甲護板，拆卸承接須注意重量，避免人員受傷)。                                        | (1)原現行工項<br>(2)不慎噴濺眼睛，立即以生理食鹽水沖洗(如現場緊急且無衛材，可使用保裝飲水沖洗)，並立即送醫。 |
|     | (2)卸下燃油洩放塞來(作業人員需配戴護目鏡，避免柴油濺射眼部)。                                                   |                                                              |
|     | (3)燃油排放後，將洩放塞清潔，運用黃油塗抹在螺釘實施潤滑。                                                      |                                                              |
| 21  | 完成油箱預防保養依反向順序回裝部(附)件，完成最終檢驗前，以油罐車對戰車加油，先加 10 加侖新品柴油，檢視是否滲漏，並排除油管内空氣，再完成加注柴油，進行道路測試。 | 現行為以手搖泵回裝原油箱內舊油。                                             |

資料來源：作者整理調製

### 三、小結：

油箱自動力機室拆卸清洗為基地計畫翻修項目，單位段(含)以下均於動力機室內實施保養勤務，戰車油箱不拆卸不易完成徹底清潔，前述其為不規則適型設計油箱內部又以層板區隔，對於單位段定期半年(S)、每年(A)及每兩年(B)保養必須執行油箱保養及清潔，然其工項律定過於簡陋，長周期保養又必須包含季(Q)保養工項，但施作時間同為 3 日，以前述於動力機室內保養清潔油箱必須使用 9 小時(若於當日 1630 至翌日 0800，利用收工時間靜置浸泡除鏽)，則可縮短於 5 小時內完成，但必須區分兩日施作，現潛存「油箱保養律定未周、半年(S)以上定期保養時間不足、清潔機(工)具不足及其他油箱清潔前置與後續處理。」等問題亟待訂定周延油箱保養項量，供部隊預防保養勤務執行遵行，確保戰車油箱潔淨，提供引擎穩定動力輸出。

#### (一)增修 CM-11 戰車保養項次：

M60A3 (TM9-2350-253-20-1)與 CM-11(TM9-2350-48H-20-1) 兩戰車技術書刊(以下,均稱 TM)，保養項次分於 M60A3TM 第 217~222 項次與

CM-11TM 保養項次第 227~231 項次，為油箱外觀檢查部份，M60A3TM 項次第 235~236 為排放油箱燃油保養，而 CM-11TM 則無此保養項次，須增列排放油箱燃油保養之項次，因基地計畫翻修期程，需等待 10-15 年，才能徹底清潔油箱 1 次。

## (二)增加預防保養時間：

### 1.半年(S)保養：

依前述程序完成潔淨柴油抽取及底層髒汙排除，保養時間增加 1 日，除原季(Q)保養項目，按計畫保養項量以 3 日施作，增加 1 日為油箱與半年定期保養項目使用時間。

### 2.每年(A)保養：

依前述程序完成潔淨柴油抽取及底層髒汙排除，保養時間增加 2 日，除原季(Q)及半年(S)保養項目，按計畫保養項量以 4 日施作，增加 1 日為每年定期保養項目使用時間。

### 3.每兩年(B)保養：

必須完成潔淨柴油抽取及底層髒汙排除與油箱內部清潔，保養時間增加 3 日，除原季(Q)及半年(S)與每年(A)保養項目，按計畫保養項量以 5 日施作，增加 1 日為油箱內部清潔與每兩年定期保養項目使用時間。

## (三)預防保養前低載油：

預防保養實施計畫表提前公布，排定執行半年(S)、每年(A)及每兩年(B)保養戰車，於進廠前 1-2 週將柴油量降至油表 1/4 以下，並暫停派遣勤務，若無法達此要求，則視保養廠容納空間預先 2-3 日進廠，停放至平坦堅硬地面，靜置 24 小時，以沉澱油箱內雜質及髒汙，便於抽取上層潔淨柴油，至約油表 1/4 容量柴油用以油箱保養及清潔作業。

## (四)髒汙柴油不回收使用：

自油箱底部之排油塞排放出將含有髒汙雜質之柴油，由盛油容器直接倒入廢柴油桶內，注意不可與機油混裝，由環保回收廠商回收。土的表觀密度(Apparent Density, 以下簡稱：AD)為 1.5-1.7 公克/公分<sup>3</sup>之間，<sup>13</sup>而沙的 AD 為 1.1~1.3 公克/公分<sup>3</sup>之間，<sup>14</sup>而戰車兩道柴油濾清器因濾芯過濾材質及密度，會因過濾時間或流量增加，效果逐漸降低，濾網微細孔眼逐漸塞滿，無法完全過濾乾淨。

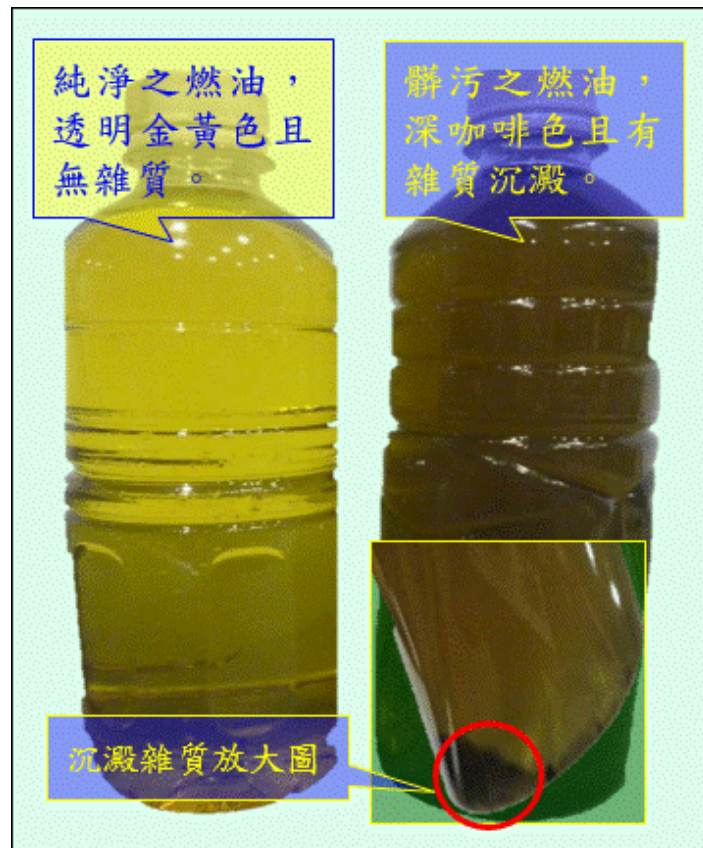
因此從油箱上層抽取較潔淨柴油，經抽油機濾清器再次過濾，仍存在肉

<sup>13</sup> Cyberpower678/Harej，〈孔隙率〉，(美國，俄勒岡州，波特蘭市，維基百科，2021 年 09 月 05 日)，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AD%94%E9%9A%99%E7%8E%87>，(檢索日期：2025 年 04 月 08 日)。

<sup>14</sup>同註 13

眼無法辨識之細微粉塵髒汙，建議不回裝油箱再使用，裝入標示清洗用柴油桶，可用於金屬類裝備除鏽、清洗，射擊過後槍、砲管利用其揮發性可作為第 1 道清洗劑，以去除積碳與累積之硝化物，注意作為洗劑之柴油，使用後必須集中回收，不可任意傾倒，以免造成環境汙染及遭環保單位查處受罰，柴油潔淨度比較，(如圖 39)。

圖 39-柴油潔淨度目視比較



#### (五)增賦保養機具：

保養清潔油箱，一般汽、機車無須特種工具，機車油箱甚至徒手可翻轉，但戰車油箱體積大，內部又非通暢式設計，若要作到全面徹底保養清潔，必須增加配賦「附過濾設備快速抽油機、長彎角及撓性高壓空氣噴槍、低壓除濕加溫送風機及油箱內壁噴灑器。」，油箱為柴油供應之源，如同乾淨的水塔，水龍頭打開即為乾淨自來水，全時供應站車引擎潔淨柴油，必須藉由定期預防保養，在增配供具輔助下，徹底清潔油箱，由源頭清潔做起，如此可以延長引擎使用壽命，輸出馬力亦不會下降，臨機故障機率也隨之下降，確保操作安全與戰(演)訓任務達成。

#### (六)淨化供油路徑：

大廈或公寓住宅共用水塔為何要定期清洗，管理委員會公布清洗前照片令人怵目驚心，累積的沙土與內壁的汙垢，讓你懷疑沒清洗前喝下肚的水是



貯存在如此骯髒的水塔中，從水庫至淨水廠這一段沒有問題，接下來分送管線與抽水及儲水過程中，由分支管線及地下滲入過多髒汙，最終進入末端-家庭共用水塔，積沙成塔，時間久了就是水塔清洗前模樣，柴油分送過程，戰車不會開到地區油庫或民間加油站加油(除非戰時或緊急狀況)，軍、民用航空器都是以專用附灌裝機具油罐車直接加油，但日本軍油灌車數量不足，因此形成供油路徑經過多轉換，任一環節出現罅隙，粉塵髒汙即滲入柴油，隨加注滲入戰車油箱，經過長時間就會如同共用水塔，累積髒汙泥沙與內壁污垢，所幸柴油具備揮發與溶解力，大部分的髒汙會被溶解化為汙泥沉澱於底部，但柴油泵浦起動，從下層抽取柴油產生擾動效應，把沉澱在下層髒汙被吸力帶入油管，因此淨(簡)化供油路徑，採購足額軍規油罐車，使用油罐車(單一油品專用)→油庫提領→直接對戰車加油，以直達輸送保持油品(油箱)最佳(潔淨)化。

### 陸、結語

近年來，因應敵情威脅日益嚴峻，本軍以戰備偵巡、作戰計畫驗證及立即戰備操演，強化部隊的戰備與戰場經營能力，戰車行駛一般道路實施「實戰化」訓練，不再如以往僅於訓(靶)場內機動，讓國人可以目睹國軍戰備與認同戰鬥車輛實兵、實車及實地操演，以凝聚全民國防向心。戰車故障拋錨於道路邊往往引起媒播，造成負面影響，斲傷官兵士氣，落實保養勤務，以往關起門來機動，不為外界所知，本軍戰車除 M1A2T 為新式裝備，現役 M60A3、CM-11 及 M41-D 均為服役 25 年以上裝備，未獲新式戰車全面換裝前，仍需以現有戰車擔任戰備任務，維持其作戰能力刻不容緩，對於造成引擎系統損壞及動力不足根源-油箱，必須完整配套措施，由日常保養做起，定期預防保養按技令規定逐項保養簽證，聯兵(戰車)營因應戰車出勤頻次增加，必須著手將現有戰車做計畫性油箱清潔特別保養，紮紮實實一輛又一輛，仔細徹底清潔油箱及管線，讓現有戰車仍能維持戰鬥力，保持高度妥善，以對應突發與緊急狀況，未來在新式軍規油罐車與自製戰車研發量產，部署成軍，記取過往經驗教訓，務實戮力於戰車保養勤務，注意加油時細節，不讓細微髒汙進入油箱，維持高度妥善率，作為陸戰支柱及本軍可恃戰力。



## 參考文獻

### 一、中文：

#### (一)書籍

- 1.陸軍總司令部，〈M48H,105 公厘火砲全履帶戰車車殼單位保養手冊〉，(桃園市，陸軍總司令部，1993 年 03 月 15 日出版，2000 年 11 月翻印)。
- 2.葉玖辰，〈M60A3、105 公厘火砲全履帶戰車(含熱像瞄準具)底盤部分單位保養手冊〉，(桃園市，陸軍後勤司令部保修署，1997 年 6 月 30 日出版)。
- 3.林存慈/呂芳契，〈燃油系統保養勤務之要領〉，(新竹縣，裝甲兵學校，裝甲兵季刊第 240 期-6，2016 年 05 月出刊)。
- 4.葉玖辰，〈M48H,105 公厘火砲全履帶戰車(含熱像瞄準具)車殼部分野戰保修手冊〉，(桃園市，陸軍後勤司令部保修署，1996 年 12 月 30 日出版)。

#### (二)網際網路

- 1.光威企業有限公司，〈電動抽油泵浦(柴油)〉，(彰化縣，2024 年 03 月 05 日)，[https://www.maxraiser.com.tw/products-detail/53\\_1/](https://www.maxraiser.com.tw/products-detail/53_1/)。
- 2.Cyberpower678/Harej，〈孔隙率〉，(美國，俄勒岡州，波特蘭市，維基百科，2021 年 09 月 05 日)，  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AD%94%E9%9A%99%E7%8E%87>。

## 筆者簡介



姓名：林存慈

級職：士官長教官

學歷：領士88年16期

經歷：副排長、連士官長、中隊長，現任職於裝訓部車輛組士官長教官

電子信箱：

軍網:K129198@webmail.com

民網:K121666311@gmail.com