

M60/CM11 煞車液壓系統調整要領之研析

一等士官長 呂芳契

提要

- 一、由於部隊定期保養(B保)中有更換煞車油此作業，但保養人員用傳統的踩制動踏板洩放空氣的方式做調整，更換油時間較久且無法將油管內過期之煞車油更換完畢，若使用 T3400M 排氣器則可使操作過程更快速且效果更佳。
- 二、制動系統最主要就是讓行進間的車輛，經由摩擦而達到減速及停止目的，一般常見運用在車輛上的有鼓式煞車及碟式煞車，而 CM11 戰車所使用的煞車系統則為多片溼式離合器來制動。
- 三、M60/CM11 戰車制動系統經由 BFS 矽質煞車油將壓力由總泵傳導至分泵，致使多片溼式離合器產生摩擦，因此煞車油品於整個煞車系統中，扮演相當重要的一個角色，部隊現況又常將煞車油品誤加，造成煞車失靈等後果，實在不可不重視。
- 四、M60/CM11 戰車制動系統的保養及聯動裝置的調整，是目前部隊常忽略的地方，而疏忽的結果則是造成制動系統作用不良，輕則毀損裝備，造成停用；重則造成人員傷亡，因此如何有效精進，實為重要。
- 五、部隊近年來發生為數不少制動系統故障，造成危安情事發生的案例，時有所聞，筆者綜整出目前部隊最常見的六種缺失，包括：煞車磅數不足、煞車踏板無法踩下、行駛中煞車鎖死、煞車無法鎖定或解除、輸出軸斷裂、煞車力不平衡等，希望經由討探能消弭缺點。

關鍵詞：煞車液壓系統、液壓制動排氣器

壹、前言

鑒於二級廠二級工具建有液壓制動排氣器(T3400M)，但保修人員均對於此工具不甚了解以及操作不熟，特此針對如何調整以及使用此工具提出探討並以目前部隊常見缺失提出精進作法進而減少裝備損壞以及人員傷亡等事情發生並提高維保能力。

貳、制動系統介紹

一、制動作用

制動作用是一種控制力量，主要是使在行進間的車輛可以達到減速乃至停止或固定車輛於靜態位置的一個動作，而制動作業完成通常

是透過摩擦二個表面，使其產生運動之阻力(如附圖一)，而達成制動的效果。依此觀念而延伸出不同的制動機構，如常見的鼓形制動(如附圖二)及碟形制動(如附圖三)就廣泛的運用在汽車上。

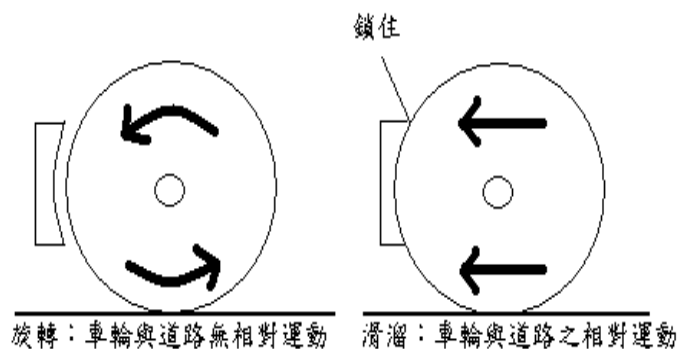


圖 1：煞車作用原理。

資料來源：本研究整理

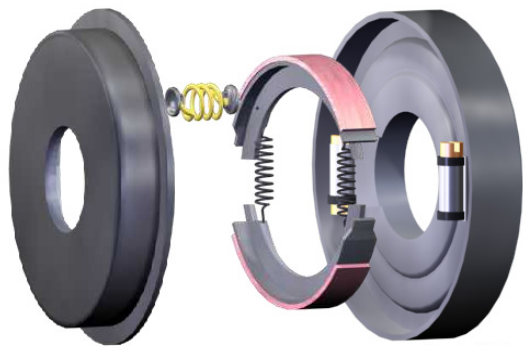


圖 2：鼓式煞車構造圖。

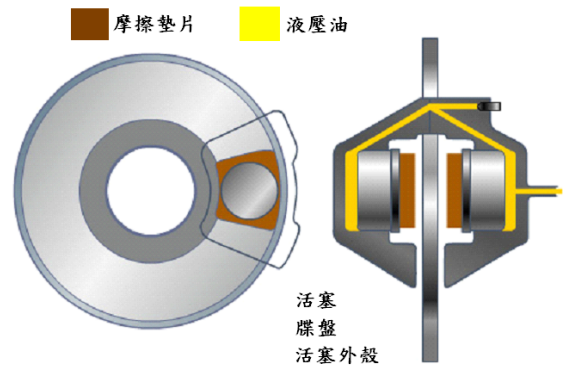


圖 3：碟式煞車構造圖。

資料來源:本研究整理

二、戰車制動系統

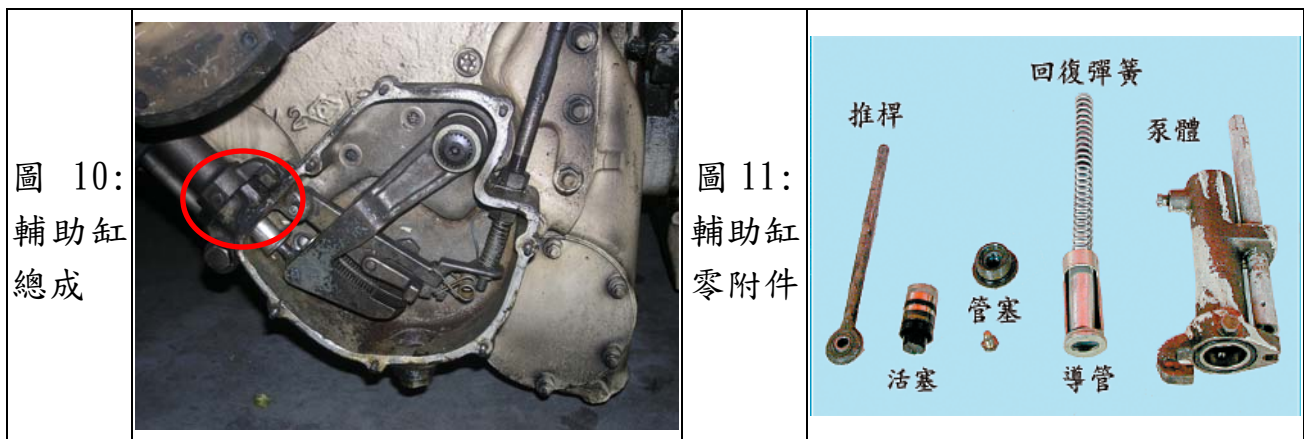
戰車所使用的制動系統主要區
分三大部份：

(一) 液壓系統，主要組成機件

有：制動踏板、液壓制動主缸、壓力表、液壓軟管及耦合節、輔助缸總成、制動器總成。

圖 4： 制動踏板		圖 5： 液壓制動主缸	
圖 6： 壓力表		圖 7： 車身部快速接頭（俗稱黃金接頭）	
圖 8： 變速箱黃金接座		圖 9： 制動器總成	

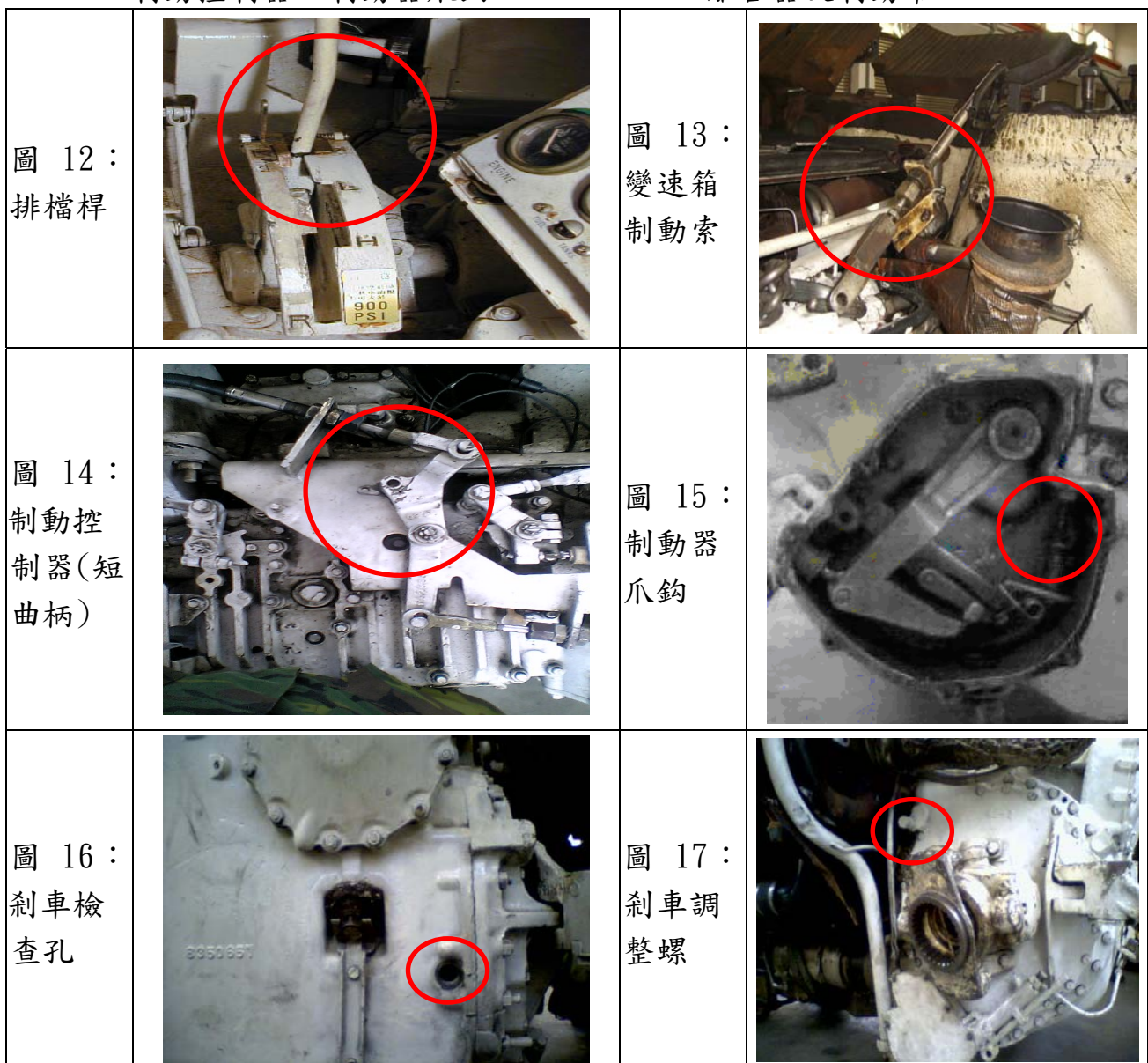
資料來源:作者自攝



資料來源:作者自攝

(二) 剎車鎖定系統，主要組成機件
有：排檔桿、變速箱制動索、
制動控制器、制動器爪鉤。

(三) 變速箱內部制動系統：剎車檢
查孔、剎車調整螺、多片溼式
離合器及制動帶。



資料來源:作者自攝

圖 18 :
多片溼
式離合
器及制
動帶(一
)



圖 19 :
多片溼
式離合
器及制
動帶(二
)



資料來源：作者自攝

三、煞車原理

(一)制動：由駕駛手腳踏制動踏板，此時踏板會帶動煞車總泵，總泵是煞車系統壓力的來源，經加壓後的煞車油會經由油管往煞車分泵，煞車分泵經油壓驅動制動器總成，進而帶動 CD-850-6A 變速箱內部，讓多片溼式離合器壓板產生摩擦，而達到減速及停止之目的。

(二)鎖定：在踩煞車磅數至750~900psi時，若同時將排檔檔位由轉向空檔(N)打至停車空檔(P)時，制動器爪鉤即會咬住，造成煞車鎖定現象，若要解脫時，腳踏煞車踏板，使磅數大於上次鎖定时數值，同時將排檔檔位由停車空檔(P)打至轉向空檔(N)，即可解脫鎖定。

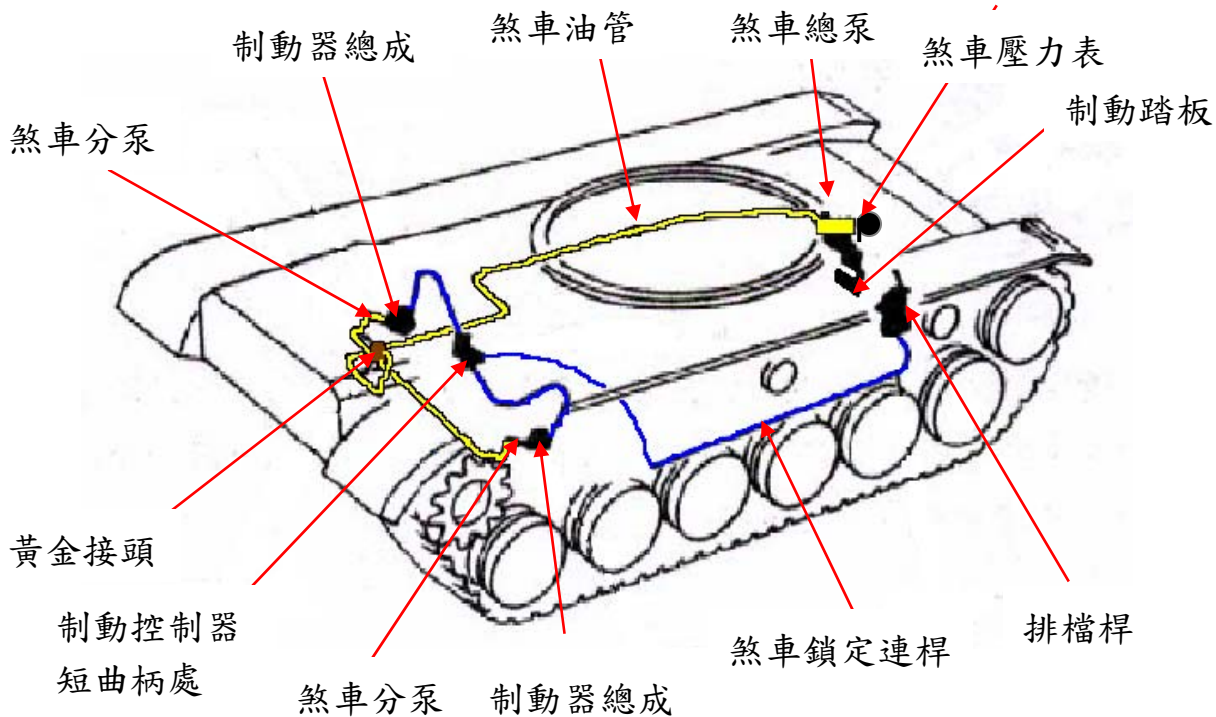


圖 20：戰車煞車系統圖

資料來源：本研究整理

參、制動系統保養檢查

(一)各級人員對於制動系統的保養、檢查及調整項目，在潤滑令、操作手冊及保養手冊中，皆有明確之規範，以下

資料主要讓讀者可概略得知檢查保養項次及重點，詳細資料仍以技術書刊所列為主。

一、二級技術書刊所列煞車系統保養檢查項目				
保養週期	保養層級	保養檢查項目	要求標準	依據
行駛前	一級	液壓制動系統	踩下制動踏板，檢查剎車磅數至少於750~900PSI 固定約 30 秒，剎車作用良好，剎車系統無漏油現象。	TM9-2350-48H-10 P. 78
行駛中	一級	液壓制動系統	確定戰車能順利剎車，踩下制動踏板時，戰車未扯向一側。	TM9-2350-48H-10 P. 89
每季	一級	剎車連桿	清潔後以油壺油滴實施潤滑。	L09-2350-48H-12 P. 18
每季	二級	液壓剎車總泵	檢查 BFS 矽剎車油油平面必須位於開口頂端 1/4 吋。	L09-2350-48H-12 P. 16~17
每半年	二級	剎車作用連桿	拆下剎車作用桿蓋，使用 CLP 液清洗及塗敷一層在所有活動件上，在裝上蓋及襯片。	L09-2350-48H-12 P. 22~23

每半年	二級	停車制動控制聯動裝置	停車制動聯動裝置無彎曲或鋼索無損壞及固定良好，托架、桿端、螺帽、插銷及相關機件無損壞。	TM9-2350-48H-20-1 P. 84
-----	----	------------	---	----------------------------

(二) 制動控制器與聯動裝置之調整：(TM9-2350-48H-20-1，P. 429)。

1. 用墊塊將履帶墊住以免車輛移動。
2. 將變速器變速桿置於 N (空檔) 位置。
3. 踏下制動踏板，直至凸輪拼

合緣之孔洞與安裝托架之孔洞對正為止如圖 21)。插入定位銷 (1/2x7.5 吋)

4. 鬆開兩固定螺帽 (如圖 22)，調整繫桿使壓力達 175 至 250 平方吋磅 PSI) 將兩固定螺帽鎖緊。



圖 21(駕駛室煞車踏板右側方)

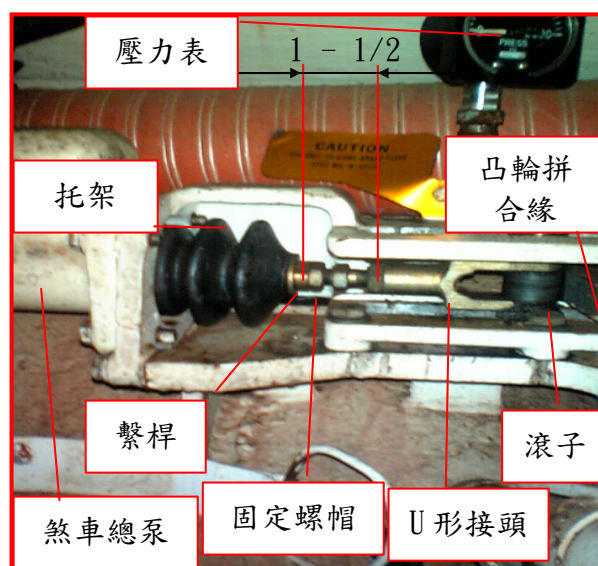


圖 22(駕駛室煞車總泵右側)

資料來源:作者自攝

5. 拆下定位銷。
6. 踏下制動踏板，直至凸輪與滾子之間隙在 0.01 至 0.02 吋，此時表應為 0 平方吋磅。
7. 將制動踏板保持於定位，鬆開螺帽並調整安裝托架上之

螺釘，使其接觸制動桿後，螺帽上緊 (如圖 23)。

8. 拆下開口銷及銷 (如圖 24)，將停車制動桿與 U 形接頭鬆開。
9. 將兩固定螺帽 (如圖 24) 鬆開。

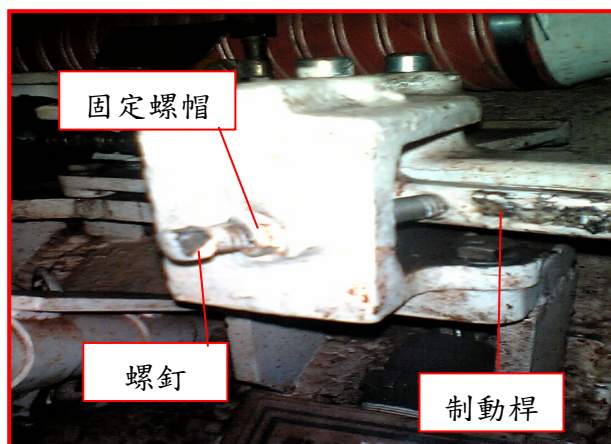


圖 23(駕駛室煞車踏板右側)

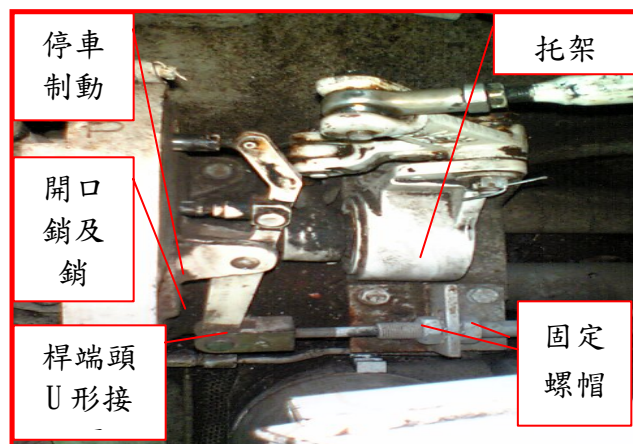


圖 24(駕駛室排檔桿右側)

資料來源: 作者自攝

10. 在變速器上，將桿端頭連接器從短曲柄槓桿上拆脫下來（如圖 25）。
11. 在變速器上，將制動電纜之內部機件（如圖 26）向內推，直至其停止或到底為止。
12. 檢查駕駛室內電纜之前端頭，確定無咬結或障礙會妨礙整個電纜的活動。
13. 在變速器上，當制動電纜已被盡量推入之後，應量取制動控制螺帽平面與桿端頭 U 行接頭底座間之距離（如圖 26）。
14. 將步驟 13 所量取之距離，再拉出 3/4 吋（如圖 26）。
15. 插入定位銷，使其穿過短曲柄

與制動控制器托架上之定位孔如圖 26）。

16. 在變速器上，將桿端頭連接器安裝回短曲柄槓桿上（如圖 26）。保持步驟 14 之距離（最初量取之距離再加 3/4 吋）。可藉由調整兩螺帽及鎖墊圈，使銷能自由穿過桿端頭連接器與短曲柄槓桿之間。
17. 在駕駛室內，將變速控制桿置於停車（P）位置。
18. 在駕駛室內，將端桿 U 形接頭安裝回停車制動桿上（如圖 25）。可藉由調整兩固定螺帽，使銷能自由插入桿端 U 形接頭與停車制動桿之間。

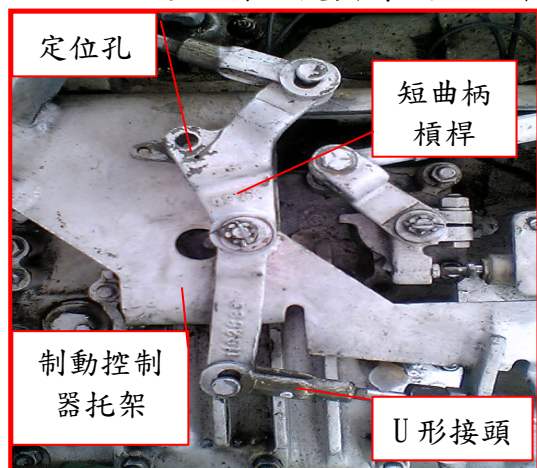


圖 25(變速箱正上方)

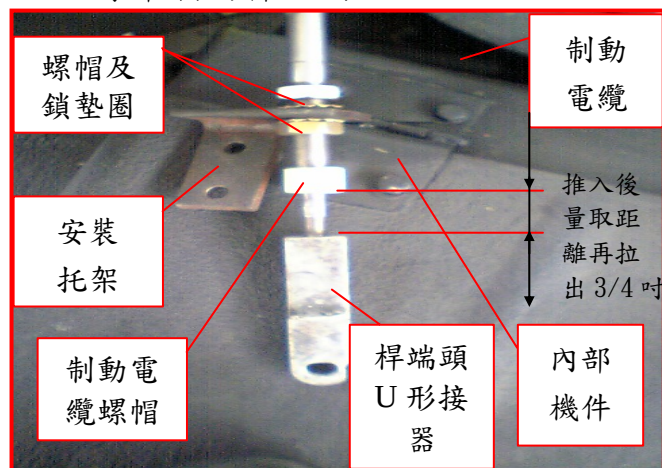


圖 26(變速箱正上方)

資料來源: 作者自攝

肆、使用液壓制動排氣器(T3400M)的要領：

一、準備事項：

1. 液壓制動系統 加油及 排氣器		2. 排氣器 接頭組	
3. 加油漏 斗		4. 胎壓表	
5. 空壓管		6. 煞車油	
7. 煞車測 試鋼管			

資料來源:作者自攝

二、操作注意事項：

1. 加油、排氣器與所有配附件，在任何時間均應保清潔，不可接觸到礦物油類產品，如煤油、汽油、機

油、稀釋溶劑等等，也不可用
水清洗。任何時間都不可以用
水洗。由制動系統抽出之液壓
油，不可再用。

2. 凡以中性溶劑(非煞車油)清潔

之接頭，在使用前，應將內外予以徹底乾燥。

3. 加油、排氣器空氣室之清潔：必須要定期清潔，以防止水、油、髒沉澱物等，自氣管侵入安全活門應予拆下。空氣室與安全活門應該清潔，並用酒精沖刷後全部排出。

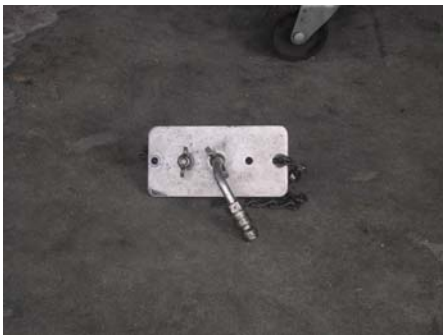
4. 剎車油室，除非有污物或不適合的液壓油必須清除外，否則，無需顧慮。酒精沖洗後，必

須排出並徹底乾燥，以免污染下次所加之剎車油。

5. 在箱底之安全活門約在 50 磅時即行放氣，當壓力洩出後，本身自動調回約在 20 磅位置。因此安全活門絕不可擅動。如果有缺點，應立即更換。(參閱以上第三步驟說明)。

注意:保護車身光亮使其不受液壓油滴落損壞。制動(剎車)液壓油會損壞車身油漆表面。

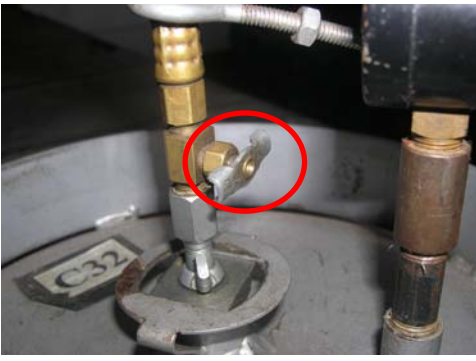
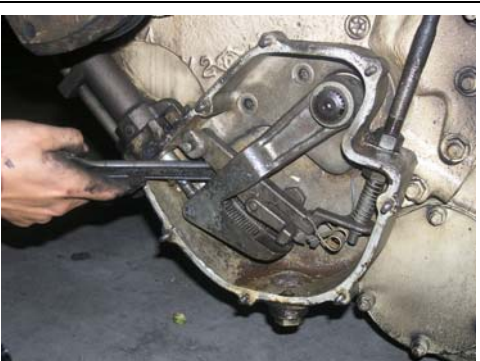
三、操作要領:

1: 使用液壓制動剎車加油排氣器 (T3400M)		2: 擦拭加油漏斗不可有髒物	
3: 將漏斗裝置於液壓制動剎車加油排氣器上方		4: 整補 DOT5 號剎車油	
5: 將液壓制動剎車加油排氣器放置擋泥板上方		6: 排氣器接頭	

資料來源:作者自攝

7: 打開剎車總泵加油塞蓋		8: 排氣接頭鏈條繞至總泵緊定結合即可	
9: 結合後檢查排氣器與總泵是否緊定		10: 結合快速接頭與排氣器接頭	
11: 確定結合		12: 結合胎壓表與液壓制動剎車加油排氣器氣孔	
13: 確定結合		14: 檢查壓力表面讀數 20~30 磅，20 磅足以適用所有車型。	

資料來源:作者自攝

15: 手動活門打開可將剎車油推向總泵及分泵位置		16: 剎車測試鋼管	
17: 結合車身與測試鋼管		18: 確定結合	
19: 結合變速箱與測試鋼管		20: 確定結合	
21: 車身與變速箱結合完成圖		22: 剎車分泵洩放點	
23: 打開剎車制動側蓋		24: 目視剎車分泵制動器是否到剎車制動位置	

25: 並目視剎車檢查孔踩 A 放 R 是否到基準線



26: 若 AR 線未到定位實施側蓋剎車調整螺之調整順緊逆鬆



資料來源: 作者自攝

(三)M48H 系列戰車煞車是以油壓為媒介，來驅動整個煞車系統，其中加注剎車油品部份，就顯的格外重要，目前煞車油普遍採用標準的 DOT 來規範，發展出來有 DOT3、DOT4、DOT5 三種，而這三種主要的差異則在於平衡迴流沸點（ERBP 值）及粘度，如下表所示。當 ERBP 值愈高愈好，代表煞車愈不容易沸騰，因為當煞車的溫度如果高到足以讓煞車油沸騰，則

煞車油路中會產生氣泡，造成「氣鎖（AIR LOCK）現象」，嚴重的話會造成煞車完全失靈。而 CM11 戰車目前正在使用的 BFS 矽煞車油，則為 DOT5 等級，其主要特性為高流動性及最高 ERBP 值，因為當初美軍考慮車輛隨時有可能必須佈署到世界各地，包含天寒地凍的西伯利亞、阿拉斯加等地區，故低溫中性能最佳的 DOT5 則為其首選。

一般市面常見煞車油品簡介			
項目	DOT3	DOT4	DOT5
粘度	粘度低，流動性佳	粘度中，流動性可	粘度最稀，流動性最佳
耐高溫	耐高溫程度可	耐高溫程度佳	耐高溫程度最佳
顏色	黃	紅	偏紫
產品圖例			

圖 27

圖 28

圖 29

資料來源: 本研究整理

伍、部隊常見缺失及精進作法

★案例宣導：

○○旅○○營因專精管道訓練實施部隊移防，營部連連長於指揮該連 M60A3 戰車上委商運輸板車時，戰車疑因高速失控導致撞及連長，造成連長不治死亡。

肇事原因檢討：

其中一點即為肇事戰車因油門

一、煞車磅數不足， 踏板鬆軟現象

踏板及轉向操作桿作用不良，剎車油壓不足已鑑定為「停用」裝備，機動前亦未完成檢修，仍規畫為機動車輛。

因此以下列舉六點部隊常見煞車系統缺失及精進作法，供各部隊參考運用。

項目	可能原因	排除作法
(一)	制動系統機件損壞或管線破裂未緊定	1. 檢查制動踏板與總泵中調整連桿是否在 1 吋至 1/2 吋間距內(如圖 22)。 2. 使用液壓制動剎車加油排氣器檢查總泵、分泵及整個液壓管路損壞及破裂或未緊定處，實施旋緊或更換作業。
(二)	長時間煞車造成氣鎖現象	1. 氣鎖現象即為長時間使用煞車踏板下，使煞車油溫度不斷上昇達到沸點而產生氣泡，進而造成系統內急速產生大量空氣之現象。 2. 此時應降低車速或減少煞車的使用，並對系統實施排氣作業，並立即更換 DOT5 等級、高流動性及最高 ERBR 值的 BFS 矽煞車油(見圖 29)。
(三)	煞車油不足或變質	依潤滑令所示，煞車油平面每季檢查一次，不足需加注 BFS 矽煞車油至頂端 1/4 吋止。 注意：不可和輪車 HB 煞車油或 DOT3、DOT4 煞車油混加，否則將導致煞車失效。
(四)	制動系統油道內有空氣	1. 施用液壓制動剎車加油排氣器按排放作業流程由總泵排放點→黃金接頭排放點→左右兩側煞車分泵排放點步驟做排放。 2. 從總泵處加注 BFS 矽煞車油至頂端 1/4 吋止，踏壓踏板壓力需至 750PSI 以上，若無重覆實施排氣作業。

二、煞車踏板無法踩下

項目	可能原因	排除作法
(一)	煞車踏板或聯動裝置咬死	1. 檢查煞車總泵是否到安全油量頂端 1/4 吋，不足需加注 BFS 矽煞車油。 2. 依潤滑令對聯動裝置實施潤滑。
(二)	煞車油管阻塞	1. 使用液壓制動剎車加油排氣器實施排放作業找出後並更換變形之油管。 2. 檢查液壓油管有無絞結或碰撞變形，而造成油管阻塞，找出後實施更換。
(三)	煞車油管耦節處未接妥	煞車油管耦節（俗稱黃金接頭）為動力機吊卸拆卸點，裝回時區分二段，保養人員往往因疏忽未裝妥，而導致煞車踏板無法踩下。

三、行駛中煞車鎖死

項目	可能原因	排除作法
(一)	聯動裝置咬死	1. 依潤滑令對聯動裝置實施潤滑。
(二)	煞車系統油壓無法釋放或回油	造成油壓無法釋放的原因可能有：在變速箱煞車調整螺絲 A 調置過多，導致車子無法向前、總泵煞車推桿調整不當、煞車踏板行程調整不當、總泵及分泵活塞咬死、回油孔阻塞等。簡易故障排除可先將煞車總泵的放氣螺絲放鬆，使煞車油壓力釋放，先解脫煞車，再通知上級保修單位處置。

四、煞車鎖定無法操作

項目	可能原因	排除作法
(一)	變速箱制動索鬆脫	變速箱制動索為動力機吊卸拆卸點，保養人員往往因疏忽未裝妥，或以鐵絲固定，操作過程斷裂，而導致煞車鎖定無法操作。
(二)	煞車聯桿調整不當	鎖定與解鎖的部份是透過鋼纜及連桿來操作，大部份無法操作原因都集中在鋼纜及連桿調整不當。

(三)	駕駛踩下煞車磅數不足	煞車鎖定操作磅數需為 750~900PSI，駕駛在鎖定时磅數不足；放鬆時磅數為達上次鎖定磅數，皆會導致無法鎖定及解除的現象發生，因此駕駛手需特別注意操作時之壓力表數值。
-----	------------	--

五、輸出軸斷裂

項目	可能原因	排除作法
(一)	煞車鎖定未解除車輛即起步	1. 調整時必須先將定位銷插入孔內按左右兩側連動桿作適當距離調整。 2. 駕駛手：駕駛於開車過程需注意，車輛檔位由空檔入低速檔時，煞車放掉後在不踩油門的狀態下，車輛需緩緩前進，若無緩緩前進則不可踩油門，需先實施煞車鎖定解除（參考狀況四），否則即容易造成輸出軸斷裂。 保養人員：於變速箱上短曲柄處使用一只短撬棒，以足夠的力量嘗試放鬆制動器，放鬆後再實施調整。
(二)	駕駛手換檔不正確	1. 檔位不正也會使駕駛手操作換檔時損壞機件，應在進場時保修人員針對更換變速箱或排檔連動桿裝置，做正確調整，方可使損壞減少。 2. 低速檔最大速限為 16 公里，高速檔最大速限為 48 公里，若駕駛手於時速 20 公里以上，將檔位由高速檔切換為低速檔，即有可能造成瞬間扭力值過大，造成包括輸出軸或主動輪螺桿等機件損換，因此唯有教導駕駛手正確觀念，方能避免人為不當操作損壞。

六、煞車力不平衡（煞車單邊）

項目	可能原因	排除作法
(一)	左右邊煞車調整不當	1. 煞車壓力磅數無法上升或壓力無法煞車，應即從煞車調整螺實施校正。 2. 當煞車時，如果煞車作動不平衡會將車輛拉向一邊，此時應該檢查變速箱煞車檢查孔 A 線（應用線）及 R 線（放鬆線），口訣為踩 A 放 R 需對正基準線，若無則從煞車調整螺實施調整作業。 注意：變速箱溫度或排氣管溫度過熱不可做故障排除，以免人員受傷

陸、結論

軍中有關於戰車制動系統出現問題，而造成慘劇之案例宣導時有所聞，因此唯有在行駛前、中、後落實保養檢查，方能確保制動系統能在關鍵時刻發揮功用，進而大幅降低裝備損壞及人員傷亡等情事發生，確保我國軍優質戰力。

柒、參考資料

- 一、汽車液壓制動系統、煞車油加油注及排氣器操作、單位及野戰保養手冊(TM 9-4910-C07-14)
- 二、M48H 戰車操作手冊(TM9-2350-48H-10，P78-89)
- 三、M48H 戰車潤滑令(L09-2350-48H-12，P16-23)
- 四、M48H 戰車保養手冊(TM9-2350-48H-20-1，P30-102、P409-447)
- 五、自動車原理(TM9-8000，P511-765)
- 六、聯合後勤學校教學智庫(<http://10.52.88.207/index05.HTM>)
- 七、CM11 戰車制動系統介紹

作 者 簡 介

姓名：呂芳契

學歷：領士 83 年 12 期

經歷：車長、保養組長、保養排士官長、連士官長，現任職於裝甲兵學校車輛組士官長教官