

「電動液壓履帶連接器夾具組」研發介紹與運用

作者：張雲清 士官長

提要

- 一、履、甲車的履帶狀況與機動力有著直接的關係，因外力破壞，如地雷、炸藥、工事等，或因裝備使用不當、使用逾壽限等因素，則必須進行履帶更換的動作。經研析，目前國內外履帶更換方式仍有精進空間。
 - 二、國軍各式戰車、自走砲車、彈藥車等皆為履帶型式，但因履帶拆卸及安裝之保修仍以人工為主，易有費時費力，無法正確操作等不利因素，造成裝備無法有效遂行任務，因此如何能由研改現有機具，以提升各部隊履帶拆裝之效能，並減少危安因素產生，實為一重要課題。
 - 三、本校自製之電動液壓履帶連接器夾具組（以下簡稱液壓履帶夾具組），能在履帶車輛於平時、戰時、演訓及災防期間，因各種因素所造成之在履帶損壞時，提供快速修護簡易之效益，使其迅速恢復裝備性能，並再次投入作戰及災防等各種任務之遂行，以達「節約時間、減少危安、提升效率」之成效。
 - 四、履帶保養拆裝作業，以傳統人工方式需 90 分鐘作業時間，採用新研發之電動液壓後僅需 20 分鐘即可完成，大幅度提升砲兵部隊履車裝備保養時程。
- 關鍵詞：履帶夾具、履帶拔除器、油壓動力單元組、戰場救濟

壹、前言

近代戰爭中，機甲部隊為了能適應各種地形作戰及能兼顧戰鬥防護力的需要，車輛以履帶方式機動便一直是武器發展的主軸，至今或許有部分勤務支援等非前線戰鬥用車輛逐漸以輪型機動方式取代之，卻仍無法直接撼動履帶車輛所具備的越野機動優越性。

然而戰場的狀況瞬息萬變，或因戰術風險、意外風險等因素，造成履帶故障，使作戰車輛失去機動力，進而嚴重影響其作戰能力。因此，如何能以最迅速的方式恢復裝備妥善，實為值得探討的課題。

履帶狀況與車輛機動力有著直接的關係；因外力破壞，如地雷、炸藥等，或因裝備使用不當、使用逾壽限等因素，則必須進行履帶更換的動作。經研析，目前國內外履帶更換方式仍有精進空間，故由本校循小型軍品研發專案所製之「電動液壓履帶連接器夾具組」，即為解決此一問題之重要利器。

貳、研發動機與目的

目前國軍各式戰車、自走砲車、彈藥車等皆為履帶型式，但因履帶拆卸及安裝之保修仍以人工為主，易有費時、費力，無法正確操作等不利因素，造成

車輛無法適時遂行任務，因此如何能由研改現有工具，以提升各部隊履帶拆裝之效能，並減少危安因素產生，實為一重要研改目標。¹

一、研發動機

（一）戰史回顧

1973 年第四次以阿贖罪日戰爭，在戰爭開始的前 18 個小時，以色列戰車即約有 75% 因履帶及其他故障因素，造成車輛損壞，失去戰鬥能力。而在接近 24 小時內的搶修作業中，立刻迅速的恢復了大部分的戰力。反觀敘利亞在戰場上損失了約 1,300 輛的戰車，卻因保修能力不足等因素，無法在短時間內迅速恢復戰力，因此種下敗因。²

以色列雖在裝備數量上較遜於敘利亞，但因其優秀與及時的戰場維修能力，轉變了戰場在主戰裝備數量上的劣勢局面，進而獲得戰爭勝利。敘利亞雖在戰前將戰車增加至 2,000 輛，然因戰場緊急維修的能力及修復速度不足，致使作戰部隊戰鬥力急遽下降，最後導致敘利亞的作戰失敗。因此，除偵搜力、機動力、打擊力、指通力之外，補保作業修復能力在戰場中的重要性可見一斑。

（二）現況檢討

目前單位段主要的履帶拆裝工具包括「履帶拔除器」及「履帶夾具」，使用工具包括套筒扳手及棘輪扳手，可於戰場現地進行更換動作，但操作時皆須以人力為主，費時費力。而野戰、基地段雖有使用氣動工具等較節省人力的裝置，但卻受限於空壓管路系統之配置，必須於廠房內實施。另外，美軍部隊及廠庫則使用手動液壓拔除器及廠庫型電動夾具，體積較大，仍然不適合野戰使用。

表一即為針對各不同單位履帶拆卸方式之評析，綜觀目前履帶更換方式，雖因保養層級之提高而有不同之工具，但普遍缺失皆為費力、費時、受限於時空因素等，不利於履車之機動力迅速恢復。

表一 履帶拆裝方式比較表

方式 部隊型態	套筒扳手	棘輪扳手	氣動工具	手動液壓 拔除器	廠庫型 電動夾具
野戰部隊	✓	✓			
聯保廠	✓	✓	✓		
兵整中心	✓	✓	✓		
美軍部隊	✓	✓		✓	
美軍廠庫	✓	✓			✓
缺點	人力轉動 費時費力	人力轉動 費時費力	受限空壓 管路系統	速度慢 、費時	體積大，不 適合野戰

¹張雲清，《電動液壓履帶連接器夾具組結案報告》（臺南：陸軍砲訓部，民國 100 年 10 月 28 日），頁 8。

²張紹華，〈以色列如何打贏第四次以、阿戰爭之研究〉《陸院 92 年畢業論文》，（桃園：國防大學，民國 92 年 6 月 30 日），頁 22。

資料來源：筆者整理、國家地理頻道-聯合系統設備生產中心-萊馬工廠

二、研發目的

藉由本軍自製之電動液壓履帶連接器夾具組（以下簡稱「液壓履帶夾具組」），期能在履帶車輛於平時、戰時、演訓及災防期間，因各種因素所造成之履帶損壞狀況時，能提供快速修護的簡易工具，使其迅速恢復裝備性能，並再次投入作戰及災防等各種任務之遂行，以達「節約時間、減少危安、提升效率」之成效。

參、電動液壓履帶連接器夾具組介紹

透過液壓履帶夾具組，可使裝備保養人員於履帶拆裝作業時，簡易快速的完成履帶總成更換，縮減作業時間、增進作業效率，提升裝備妥善。液壓履帶夾具組包括下列幾項主要優點：

- 一、更換式的快速接頭、採用電動液壓操作、可更換履帶夾具及履帶拔除器。
- 二、可採用交流電源（AC220V）及電瓶提供的直流電源(DC24V)以供廠庫及野戰使用，輪型板車移動方便。
- 三、提供迅速液壓動力，進行履帶總成更換。³
- 四、履帶保養拆裝作業，以傳統人工方式需90分鐘作業時間，採用電動液壓後僅需20分鐘即可完成，大幅度提升部隊履車裝備保養時程，裝備全貌如下圖一、二。

圖一 液壓履帶夾具組前視圖



資料來源：筆者拍攝

圖二 液壓履帶夾具組後視圖



資料來源：筆者拍攝

裝置內部計有馬達泵浦組、液壓油箱、液壓油目視表，可供檢查液壓油存量，兩只12V之電瓶以串聯方式提供24V之電源，而外部則有電源暨充電插座、操作壓力表、線控器插座、履帶夾具、履帶拔除器。

本系統係以電瓶提供之直流電力，透過電器控制系統供電，啟動其油壓系

³同註1。

統，並將產生之動力傳送至履帶夾具及履帶拔除器，以利進行履帶之拆卸及安裝程序，各主要部位功能簡述如下：

- 一、履帶夾具：可夾取履帶片之雙邊，便於活節銷與終端連接器拆卸、接合，夾具部分之金屬透過陽極處理，其硬度可承受全系統液壓力量而不至於變形，強度更甚於傳統之履帶夾具。(如圖三)
- 二、履帶拔除器：用於拔出履帶片上之終端連接器，使履帶片可取下。(如圖四)

圖三 履帶夾具



資料來源：筆者拍攝

圖四 履帶拔除器



資料來源：筆者拍攝

- 三、油壓動力單元組：內建 2 馬力之馬達泵浦組以帶動 4cc/rev 的油壓泵，最高設定壓力可為 140kg/cm²，個別以電磁閥控制進退。(如圖五、六)

圖五 油壓單元及電瓶



資料來源：筆者拍攝

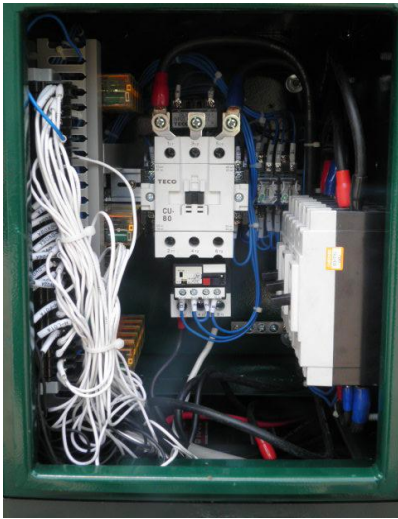
圖六 電磁閥



資料來源：筆者拍攝

四、電氣控制箱：由 24 伏特直流電驅動，以控制台及 12 鍵式線控開關操作。
(如圖七、八、九、十)⁴

圖七 電器控制系統



資料來源：筆者拍攝

圖八 控制台



資料來源：筆者拍攝

圖九 12 鍵式線控開關



資料來源：筆者拍攝

圖十 電瓶



資料來源：筆者拍攝

肆、電動液壓履帶連接器夾具組運用

一、運用範圍

⁴協聚德股份有限公司，《陸軍飛彈砲兵學校電動液壓履帶連接器夾具組操作使用及維修手冊》，民國 100 年 6 月 3 日，頁 2~3。

液壓履帶夾具組可廣泛運用於各式履帶型火砲、戰、甲車之作戰及災害防救等維修上，以砲兵部隊為例，可使用於M109（T136、T154型履帶）、M110自走砲、CM24、CM24A1彈藥車，完全不受其履帶型式、寬度、夾曲寬度、角度等限制，皆可使用。以砲兵部隊為例，履車之履帶諸元如下表二所示。

表二 各式履車履帶諸元表

履車 屬性	M109A2、A5 T136 型	M109A2、A5 T154 型	M110A2 自走砲	CM24、M24A1 彈藥車	M60A3 戰車
履帶片數	左 79 右 79	左 80 右 80	左 75 右 76	左 83 右 83	左 80 右 80
終端連接器+ 螺栓+固定楔	158			166	160
終端連接器+ 螺栓		160			
連桿銷+ 連桿銷螺帽			左 75 右 76		
履帶寬度	38.5cm	38.5cm	45.5cm	38.5cm	71.5cm
履帶夾曲寬度	27cm	28cm	25-34cm	27cm	61cm
履帶角度	前 20.2° 後 23.9°	前 25.7° 後 23.8°	前 25.5°	前 31.7° 後 35.4°	前 28°

資料來源：筆者整理

二、操作步驟

傳統的履帶夾具及履帶拔除器屬於螺旋導桿式，目前一、二級保養人員搭配一般扳手、棘輪扳手或氣動工具即可進行履帶拆裝動作，但有上述費時費力之缺點。三級以上保養人員則為搭配氣動工具，須於廠庫內實施保養，因廠庫內具建構完整的空壓系統方可供使用；然而履帶損壞時機多於野外作戰或演訓時發生，為使裝備迅速恢復性能，必須立刻實施野戰保修，其時空因素較難與氣動工具配合，通常以單位段工具於現地實施。⁵

液壓履帶夾具組之拆裝履帶步驟與傳統方式相似，簡單易懂，僅將較費力、費時之動作部分則以油壓動力取代完成，保養人員不須另外學習複雜的操作程序。履帶拆卸前，同樣必須先以枕木及撬棒抵緊履帶，此一安全措施主要在預防於拆卸過程中，因履帶彈出而傷及保養人員。液壓履帶夾具組之拆卸履帶標準程序如下所述：

（一）放鬆履帶張力。

（二）以套筒扳手拆下螺栓及楔塊；此步驟所使用之工具與時間均與傳統式

⁵趙鈺隆，〈M60A3、CM11、CM12 戰車「履帶張力調整器功用及調整要領」〉，《裝甲兵季刊》，第 218 期，（新竹：陸軍裝訓部，民國 99 年），頁 2 至 4。

拆裝相同。

(三)以履帶拔除器將終端連接器拉出約一吋：電動拆裝之履帶拔除器為液壓動力式，由馬達驅動，故省時省力效率高。

(四)將履帶夾具，夾於受拆之連接銷上電動拆裝之履帶夾具為液壓動力式，由馬達驅動，故省時省力，且便於夾取及鬆放。

(五)將終端連接器完全拉出；電動液壓拔除器因為由馬達驅動，便於伸縮，當終端連接器被拉出後，更可快速與履帶拔除器作分離，以便繼續拆卸內側履帶。

(六)鬆放履帶夾具；電動液壓夾具由馬達驅動，鬆放較傳統式快。

(七)移除枕木及撬棒。

以上為履帶拆卸之程序之簡述，安裝時則按相反程序實施。以M109自走砲車為例，拆卸、安裝步驟如下列圖組所示，為利於下個章節進行效益分析，故將下圖（液壓履帶夾具組-M109自走砲驗證比較圖），其程序以單位段方式與液壓履帶夾具組比較之：

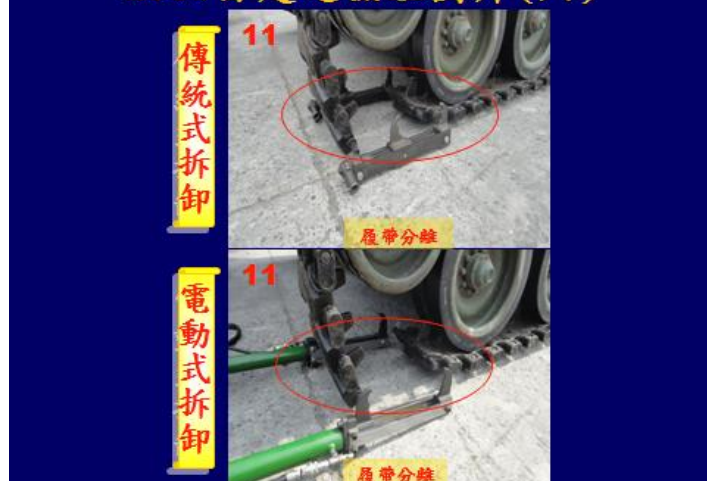
圖九 液壓履帶夾具組-M109自走砲驗證比較圖



M109自走砲驗證圖片(五)



M109自走砲驗證圖片(六)



M109自走砲驗證圖片(七)



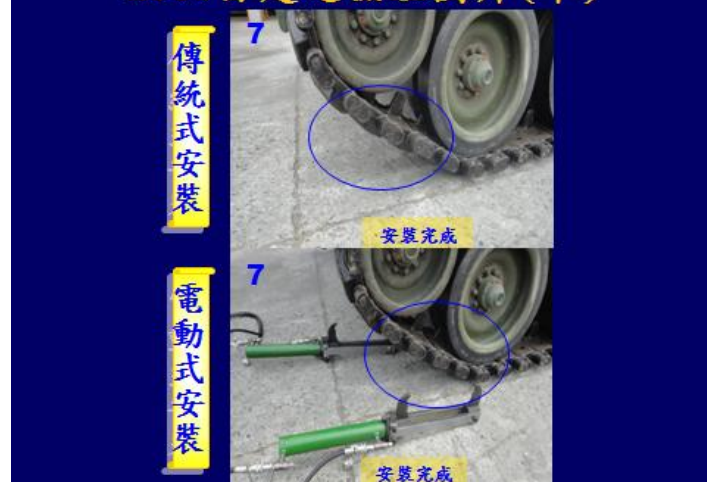
M109自走砲驗證圖片(八)



M109自走砲驗證圖片(九)



M109自走砲驗證圖片(十)



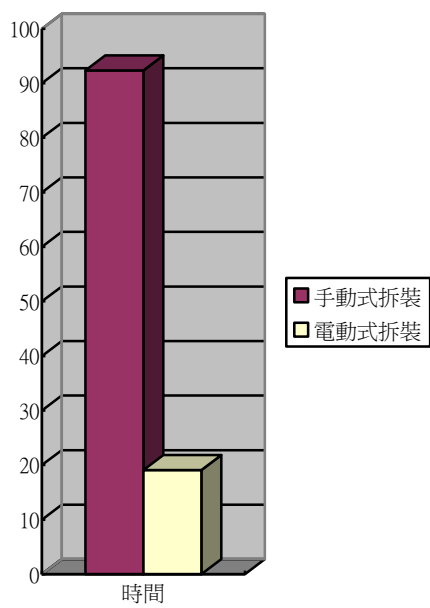
資料來源：筆者整理

三、運用成效

電動式拆卸與傳統式拆卸的步驟概同，惟拆卸步驟中的「以履帶拔除器將終端連接器移出 1 吋並安裝履帶夾具」、「拆下終端連接器」、「拆下履帶夾具」及安裝步驟中的「安裝履帶夾具及終端連接器」、「拆下履帶夾具」之動作，可省下大量時間及人力。本研究以砲兵部隊編制之 M109 自走砲、M110 自走砲、CM24 彈藥車的履帶拆卸與安裝實施成效比較。保養人員選擇熟手實施操作，並將手動式及電動式拆裝各區分三次實施，取拆裝時間平均值為成效數據分析。

以 M109 自走砲為例，⁶性能測試時間表如下表三。M109 自走砲履帶拆卸共有 5 個步驟、安裝 4 個步驟，其中手動式拆裝平均時間為 92 分 37 秒，而電動式拆裝平均時間則大幅縮短至 19 分 10 秒。電動式拆裝與傳統式拆裝的時間比接近 5 倍，並由液壓動力取代人力，維修及保養便利性顯著可見。⁷

表三 性能測試時間表（M109自走砲）

性能測試時間表【M109A2(A5)自走砲】				
項次	拆卸步驟	手動式拆裝	電動液壓式拆裝	
1	鬆放剎車及履帶張力	1' 16"	1' 16"	
2	拆下螺栓及固定楔塊	4' 11"	4' 11"	
3	安裝履帶拔除器，將終端連接器移出約 1 吋及安裝履帶夾具後使用撬桿及枕木抵緊履帶	32' 47"	1' 17"	
4	拆下終端連接器	23' 37"	51"	
5	拆下履帶夾具並移除撬桿及枕木	3' 17"	15"	
安裝步驟				
1	使用撬桿及枕木抵緊履帶後，安裝履帶夾具及終端連接器	17' 58"	3' 17"	
2	拆下履帶夾具	30"	2"	
3	安裝螺栓及固定楔塊並移除撬桿及枕木	3' 40"	3' 40"	
4	調整履帶張力	5' 21"	5' 21"	
時間總計		92' 37"	19' 10"	

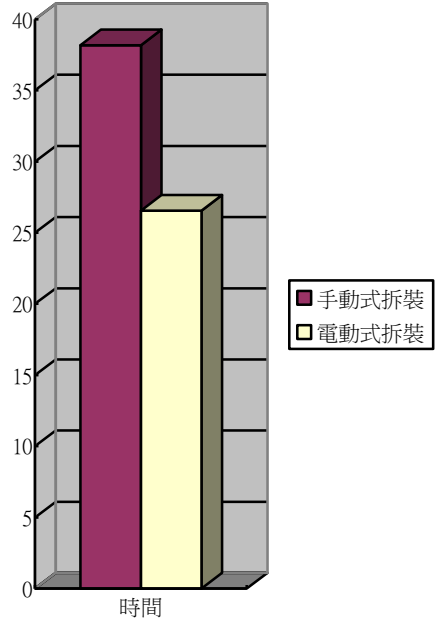
資料來源：筆者整理

⁶ TM9-2350-311-10，《M109A2、A5 155 公厘中型自走榴彈砲操作手冊》，民 86 年 4 月 20 日，頁 372-382。

⁷ 同註 1，頁 11。

另以 M110 自走砲為例，⁸性能測試時間表如下表四。M109 自走砲履帶拆卸共有 4 個步驟、安裝 4 個步驟，其中手動式拆裝平均時間為 38 分 18 秒，而電動式拆裝平均時間則為 26 分 55 秒。電動式拆裝與傳統式拆裝的時間比接近 1.5 倍。M110 自走砲因履帶構造較簡單，故拆裝程序較 M109 自走砲履帶容易，透過液壓履帶夾具組，時間可壓縮至半小時內完成更換動作。⁹

表四 性能測試時間表（M110自走砲）

性能測試時間表【M110A2自走砲】				
項次	拆卸步驟	手動式拆裝	電動液壓式拆裝	
1	鬆放剎車及履帶張力	8' 30"	8' 30"	
2	安裝履帶夾具	3' 36"	55"	
3	拆下連桿銷螺帽並使用撬桿及枕木抵緊履帶	2' 4"	2' 4"	
4	使用沖銷拆下連桿銷	21"	21"	
5	拆下履帶夾具並移除撬桿及枕木	2' 40"	5"	
安裝步驟				
1	使用撬桿及枕木抵緊履帶並安裝履帶夾具	5' 51"	1' 10"	
2	安裝連桿銷及旋緊連桿銷螺帽	5' 32"	5' 32"	
3	拆下履帶夾具並移除撬桿及枕木	1' 34"	8"	
4	調整履帶張力	8' 10"	8' 10"	
時間總計		38' 18"	26' 55"	

資料來源：筆者整理

最後 CM24 彈藥車為例，¹⁰性能測試時間表如下表五。CM24 彈藥車之履帶拆卸共有 5 個步驟、安裝 4 個步驟，其中手動式拆裝平均時間為 72 分 23 秒，而電動式拆裝平均時間則為 16 分 51 秒。電動式拆裝與傳統式拆裝的時間比接

⁸ TM9-2350-304-20，《M110A2 8 吋自走重型榴彈砲單位保養手冊》，民 77 年 10 月 30 日，頁 653-655。

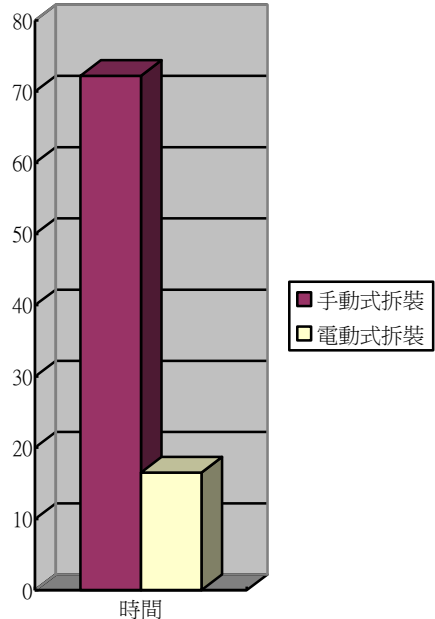
⁹ 同註 1，頁 12。

¹⁰ TM9-2300-C04-20，《CM24A1 裝甲彈藥運輸車單位保養手冊》，民 83 年 3 月，頁 250-253。

近 4.5 倍，成效顯著。¹¹

表五 性能測試時間表（CM24彈藥車）

性能測試時間表【CM24（A1）彈藥車】			
項次	拆卸步驟	手動式拆裝	電動液壓式拆裝
1	鬆放剎車及履帶張力	16"	16"
2	拆下螺栓及固定楔塊	2' 29"	2' 29"
3	安裝履帶拔除器，將終端連接器移出約1吋及安裝履帶夾具後使用撬桿及枕木抵緊履帶	33' 12"	1' 25"
4	拆下終端連接器	11' 30"	1' 40"
5	拆下履帶夾具並移除撬桿及枕木	24"	5"
安裝步驟			
1	使用撬桿及枕木抵緊履帶後，安裝履帶夾具及終端連接器	15' 19"	2' 1"
2	拆下履帶夾具	12"	2"
3	安裝螺栓及固定楔塊並移除撬桿及枕木	3' 40"	3' 40"
4	調整履帶張力	5' 21"	5' 21"
時間總計		72' 23"	16' 59"



Method	Time (Minutes)
手動式拆裝 (Manual Disassembly)	72' 23"
電動式拆裝 (Electric Hydraulic Disassembly)	16' 59"

資料來源：筆者整理

四、系統維保

液壓履帶夾具組構造簡單，保養操作容易，針對此系統之裝備保養，安全規定及故障排除部分簡述如下：

（一）裝備保養

與國軍武器裝備保養程序相同，週期性進行保養，區分每月（M保）、每三個月（Q保）、每半年（S保）、每年（A保）及每兩年（B保），並配合操作小時數規劃保養時程，其中「螺栓鬆緊檢視」、「洩漏檢視」、「潤滑（馬達）」屬一般元件之保養，而「密封件更換」、「濾芯更換」、「洩漏檢視」則屬過濾器部分，其餘項目則為油箱內及其液壓油之檢驗、添加及更換。相關時間及保養項目之關係如下表六所示（液壓履帶夾具組定期保養表）：¹²

¹¹同註1，頁13。

¹²同註3，頁7。

表六 液壓履帶夾具組定期保養表

項目 \ 時間	每個月或 每次使用 後保養	每三個月 或每500 小時運轉	每半年或 每1000小 時運轉	每年或每 2000小時 運轉	每兩年或 每4000小 時運轉	警示燈 燈亮	備 註
螺栓鬆緊檢視	◎						
洩漏檢視	◎			◎			
潤滑（馬達）				◎			打黃油潤滑
過濾器密封件更換					◎		洩漏時
更換濾芯				◎		◎	
洩漏檢視			◎				
檢驗液壓油					◎		
添加液壓油						◎	
更換液壓油							油品變質
油箱內部清潔							更換液壓油時

資料來源：電動液壓履帶連接器夾具組操作使用及維修手冊

（二）安全規定

安全規定為風險管理的重要一環，軍品開發及設計皆須考量操作時所有應注意之事項以利保養人員在安全無虞的環境及程序下操作。液壓履帶夾具組特應注意其電氣、液壓之相關注意事項，羅列如下：¹³

1. 啟動前，檢視四周是否有漏油之情況。
2. 此油壓系統之最高壓力設定為 140kg/cm²，保養維修時注意洩壓動作。
3. 拆裝元件時，不可強拆硬卸。
4. 使用完畢後須確認設備是否有異常，或有漏油之情形發生。
5. 每次操作完畢，或於保養日，須檢視各部位之螺栓是否有鬆動之情形，若有須重新鎖固。
6. 系統運轉不可拆裝相關元件。
7. 系統使用之電壓為 24DC，須做好防電措施以避免觸電。
8. 不可觸及沒有絕緣設施或絕緣損壞的電路或電氣。
9. 切勿用潮濕的手碰電氣設備，以防觸電。
10. 不可用手指試驗線路或電源是否有漏電。
11. 檢查或修護電氣時請先將電源切斷，以免感電。
12. 液壓油使用 46A WS 油品。

（三）故障排除

故障排除亦為系統維保重要的一環，液壓履帶夾具組因構造較為簡單，主要故障排除項目較少，僅多發生於電源或液壓系統之問題，相關故障排除狀況、

¹³同註 3，頁 1。

原因及其對應所應處理方式如下表七所示。¹⁴

表七 液壓履帶夾具組故障排除表

狀 況	可能發生原因	處理方式
主馬達無法啟動 或系統強制停止	電源未供應	確認電源是否供應
	接線鬆脫	檢查接配線
	過載	檢查無熔絲開關（請洽電氣人員）是否跳脫
	液壓油油位過低	確認是否有油洩漏或添加液壓油
	緊急停止鈕未復原	順針鐘旋轉急停鈕（請洽電氣人員）
系統壓力無法建 立	油管洩漏	洽製造商進行修復
	壓力錶損壞	更換一壓力錶
液壓油位過低	設備有油洩漏	檢查元件／管路並修復
	液位開關損壞	更換液位開關
油洩漏	密封件損壞	更換密封件
電磁閥未作動	未送電或插座脫落	檢查插座或洽製造商
	電磁閥卡死或損壞	手動強制作動閥軸，若無改善則更換閥件

資料來源：電動液壓履帶連接器夾具組操作使用及維修手冊

伍、未來研改方向

液壓履帶夾具組經國防部小型軍品研發評選為當年度績優研發軍品之一，能有效改善履、甲車履帶修復時費時費力的狀況，惟仍有精進之空間，以利後續推廣至各部隊使用。相關精進及未來研改方向討論如后。

因裝備甚重達 390 公斤，且目前裝置之移動方式僅為依靠本體上所獨立安裝的六個移動輪，雖平時於駐地內或較平整之地面可有效機動，但若遇戰時於野外需運用此裝置時，勢將遭遇上下車搬運困難，路面顛簸等無法有效支援的狀況，改良方式規劃將以減重及車裝、車上支援為主：

（一）減重及車裝：因裝備本體之體積不大，若能改良於車上安裝，省去原有的底座部分之後，長寬高將分別僅餘 75、40、93 公分，另外若能由擔任保修車之悍馬車、中型戰術輪車，甚至砲車本體電瓶提供電力，含底座重量扣除之後，將可減重約 100 公斤。

（二）車上支援：受限於目前液壓履帶夾具組之液壓管線長度，目前僅能於履、甲車旁之現地上實施支援，若未來沿改成車裝方式支援後，僅需加長液壓管線之長度，即能不須搬運該裝置至車下，即能直接進行修復的動作。

陸、結語

經過部隊實際驗證，本裝備在不影響現有裝備正常運作下，均能有效提供砲兵部隊於戰、演訓期間，所造成之各式自走砲、彈藥車之履帶損壞及平時裝備保養、維修所需之快速修護簡易工具，使其迅速恢復裝備性能，再次投入任

¹⁴同註 3，頁 8。

務遂行，以達「節約時間、減少危安、提升效益」之成效。

參考文獻

- 一、張雲清，《電動液壓履帶連接器夾具組結案報告》，(臺南：陸軍砲訓部，民國 100 年 10 月 28 日)。
- 二、張紹華，〈以色列如何打贏第四次以、阿戰爭之研究〉《陸院 92 年畢業論文》，(桃園：國防大學，民國 92 年 6 月 30 日)。
- 三、協聚德股份有限公司，《陸軍飛彈砲兵學校電動液壓履帶連接器夾具組操作使用及維修手冊》，民國 100 年 6 月 3 日。
- 四、趙鈺隆，〈M60A3、CM11、CM12 戰車「履帶張力調整器功用及調整要領」〉，《裝甲兵季刊》，第 218 期，(新竹：陸軍裝訓部，民國 99 年)。
- 五、《M109A2、A5 155 公厘中型自走榴彈砲操作手冊》，民 86 年 4 月 20 日。
- 六、《M110A2 8 吋自走重型榴彈砲單位保養手冊》，民 77 年 10 月 30 日。
- 七、《CM24A1 裝甲彈藥運輸車單位保養手冊》，民 83 年 3 月。

作者簡介

張雲清士官長，陸軍專科學校士官長正規班 20 期、崑山科技大學，歷任助教、班長、士官督導長，現任職陸軍砲訓部兵器組教官。