

M3A3 機械發煙器裝備現況分析及組件研改替換之研究

作者簡介



作者邱柏森士官長，畢業於陸軍士官學校常 62 期、化訓中心士官班 94-1 期、陸軍專科學校士官正班 46 期。歷任班長、副排長、士官督導長、助教、中隊長，現任本中心化學課程組教官。

提要

- 一、M3A3 機械發煙器為化學兵煙幕部隊主要裝備，使用迄今已逾 50 餘年，因美軍早已停產，無法獲得料件供應，影響裝備性能需求及妥善狀況，導致裝備無法操作或長時間發煙，進而影響裝備執行煙幕支援作業能力。
- 二、武器裝備的強化、提升及研改，為軍備維持的手段之一。妥善運用國內現有資源，輔以相關自主研改替換，即可使裝備恢復妥善，維持部隊戰力。
- 三、本研究運用市售通用性相關零組件研改替換使用，及研製泵浦組測試器，提供裝備測試保養使用，經實際操作驗證及分析，均能符合實際性能及需求，可有效解決裝備現有問題，提升裝備妥善及操作保養之便利性。

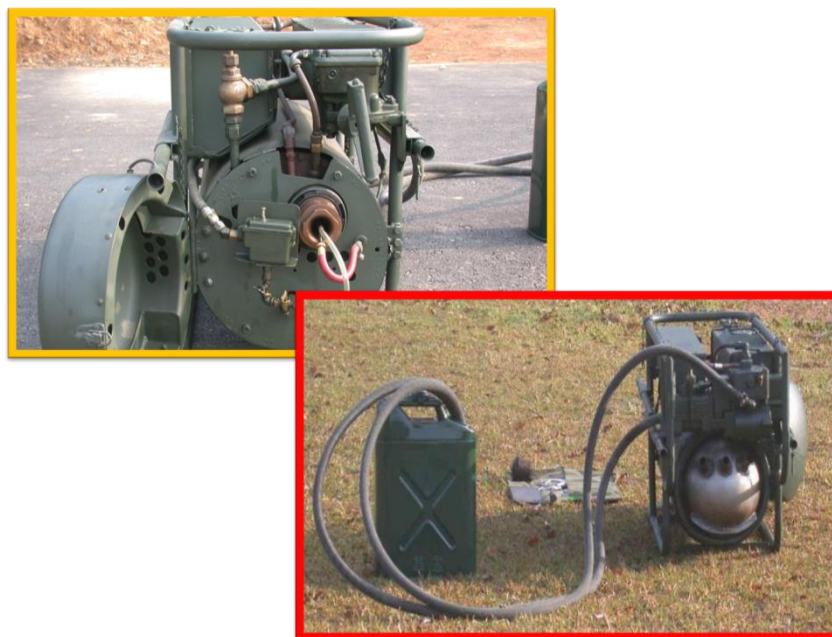
關鍵詞： M3A3 機械發煙器、研改替換、泵浦組測試器

前言

M3A3 機械發煙器(如圖 1)為化學兵煙幕部隊主要之煙幕裝備，其裝備自 1963 年由美軍生產製造，使用迄今已逾 50 餘年。近年來，在教學授課及部隊輔訪過程中，發現機械發煙器的啟動組及霧油組的組件多有損壞、短缺情形，且因美軍早已停產，後續無法獲得料件供應；在國軍五級存管系統中，部分料件已列汰除，部隊無法申請更換維修。造成單位駐地期間，因環境因素限制而無法長時間發煙，或導致泵浦組無法保持作動及達到有效潤滑，常有卡死或作動不良情形，進而影響裝備妥善。

本研究主要目的，藉由分析裝備損壞原因及其作動原理，利用現有市面上相關零組件組裝研製，在裝備料件短缺，但仍須執行演訓任務情況下，可以提供替換使用，使任務可順利遂行。

圖1 M3A3機械發煙器



資料來源：作者自行攝製。

裝備現況分析

一、啟動組-點火系統

啟動組的點火系統，係由磁電機、有屏護點火電纜及點火電極組成，功能為供給電流至點火電極，藉產生火花點燃燃油，使裝備發動運轉，如圖 2。

圖 2 啟動組-點火系統



資料來源：作者自行攝製。

各部隊現行裝備均有點火電纜斷裂及點火電極損壞、短缺情形，導致裝備無法正常發動，如圖 3。

圖 3 點火電纜斷裂



資料來源：作者自行攝製

經查詢「零附件五級存管查詢系統」，目前有屏護點火電纜¹列為已汰除料件；點火電極²庫儲存量不足，無法提供申請維修更換。

二、泵浦組

泵浦組係由增壓管、空氣馬達、霧油泵浦及洩壓活門組成(如圖 4)，主要作動原理，係由引擎組燃燒室將部分之燃燒氣體，經增壓管輸送至空氣馬達，驅動空氣馬達推動，帶動霧油泵浦之活塞往復作動進行抽油，如圖 5。

圖 4 泵浦組

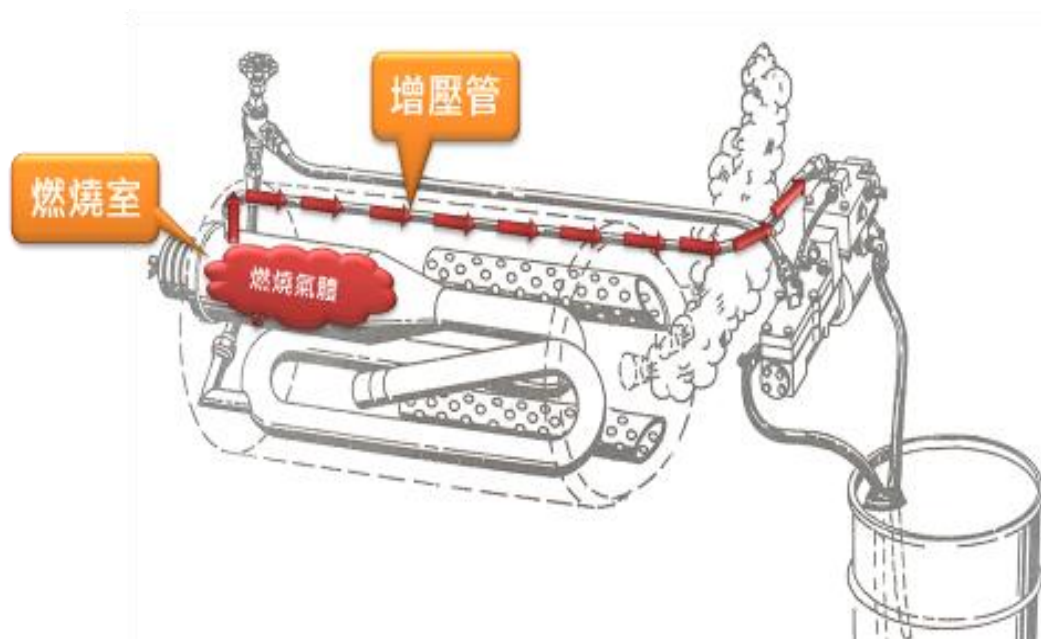


資料來源：作者自行攝製。

1 發火總成檔板線(料號：1040-000-698-878)。

2 火星塞(料號：2920-002-925-247)。

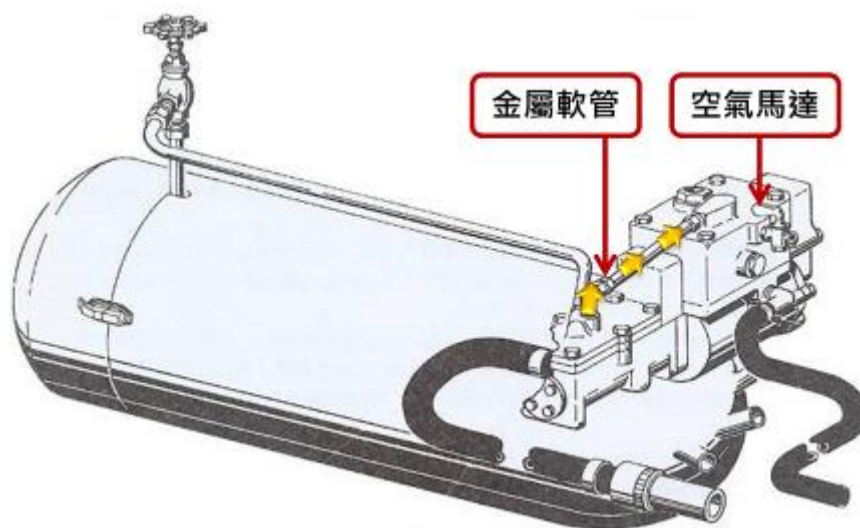
圖 5 泵浦組作動原理



資料來源：作者自行攝製。

而泵浦組於運作過程中，隨霧油流量調節之大小，部分之霧油會經由空氣馬達上金屬軟管迴流至空氣馬達，藉以潤滑內部機件，使其可順暢運作，如圖 6。

圖 6 泵浦組霧油迴流圖



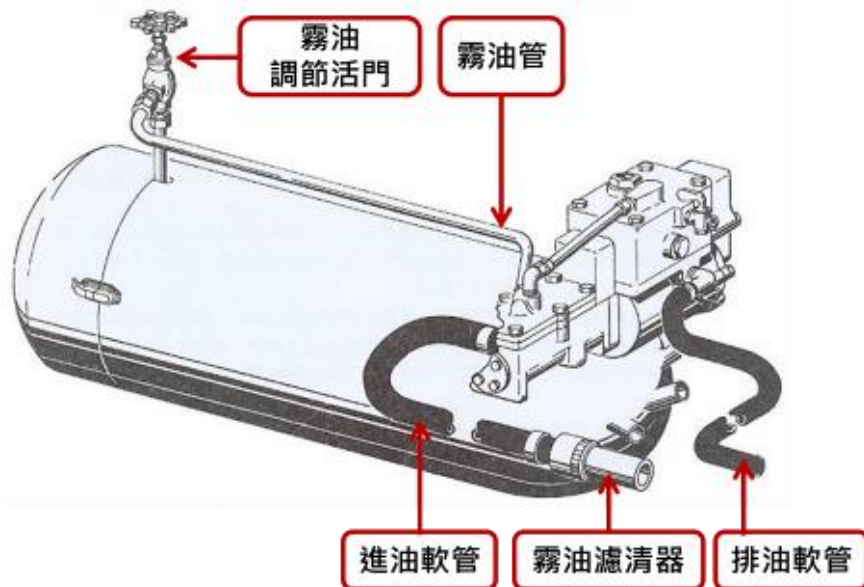
資料來源：作者自行繪製。

然部隊駐地訓練期間，為避免煙幕飄散影響周邊區域及交通要道，均無法長時間持續發煙，致使霧油無法迴流至空氣馬達，使其達到潤滑作用，而導致空氣馬達常有卡死或作動不良情形。

三、霧油組

霧油組係由進油軟管、排油軟管、霧油濾清器、霧油管及霧油調節活門組成，其功能為輸送、過濾及調節霧油流量，如圖7。

圖7 霧油組



資料來源：作者自行繪製。

各部隊現行裝備發現霧油濾清器有損壞及短缺情形，導致無法過濾霧油中雜質及油泥，致使霧油泵浦內部容易髒污阻塞，影響活塞往復作動，如圖8。

圖8 霧油濾清器短缺



資料來源：作者自行攝製。

經查詢「零附件五級存管查詢系統」，目前霧油濾清器³列為已汰除料件，無法提供申請維修更換。

另進油軟管為黑色橡皮軟管，操作過程中，執行管路檢查時，無法看清管路內部有無阻塞及油料抽送是否正常，如圖9。

圖9 進油軟管



資料來源：作者自行攝製。

組件研改替換

為解決上述問題，運用市上現有相關零組件組裝替換及研製泵浦組測試器，提供裝備平時保養測試使用，以維持裝備妥善。組件替換及研改說明如下：

一、點火系統-點火電纜

點火電纜功能為輸送電流，係將磁電機所產生電流輸送至點火電極，原電線規格為直徑0.285英吋(約0.72公分)的絕緣絞股線⁴，就功能及規格而言，與市售機車之高壓點火線圈相同，其線徑0.8公分，線體為橡膠絕緣包覆，可予以替換使用，如圖10及圖11。

3 發煙油組煙幕油濾清器(料號：1040-006-741-792)。

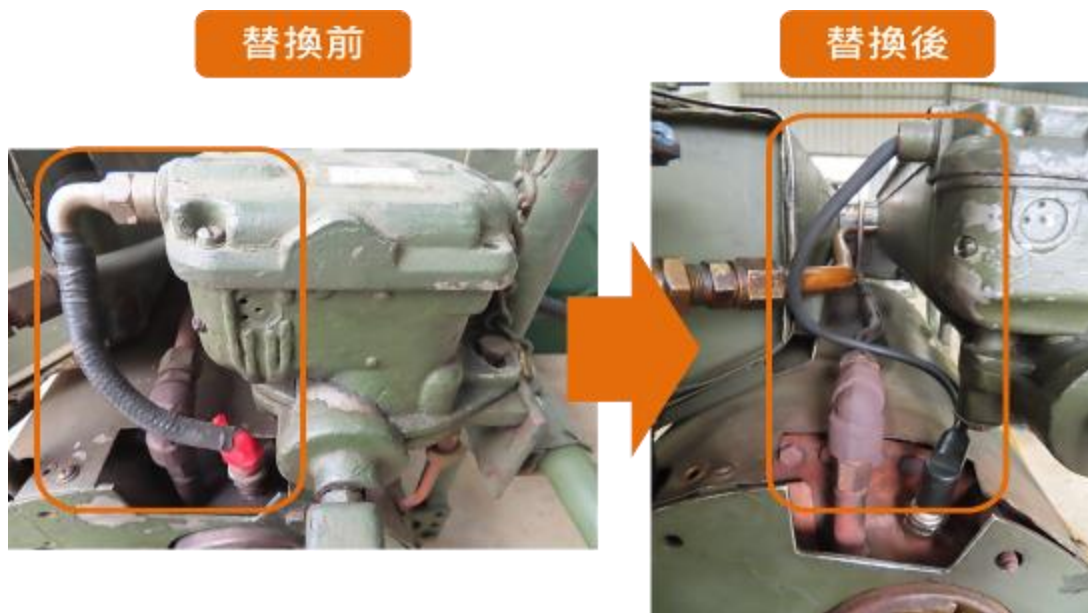
4 TM3-1040-202-35P，M3A3 機械發煙器野戰與基地保養修理零件及特種工具表，索引號碼：269，第 15 頁。

圖10 高壓點火線圈



資料來源：作者自行攝製

圖 11 替換後點火電纜



資料來源：作者自行攝製

二、點火系統-點火電極

點火電極規格為內徑螺紋尺寸14公厘⁵，就功能及規格上，與市售機車使用之火星塞(型式BP6HSA⁶)相同，可予以替換使用，如圖12及圖13。

5.同註4，索引號碼：344，第17頁。

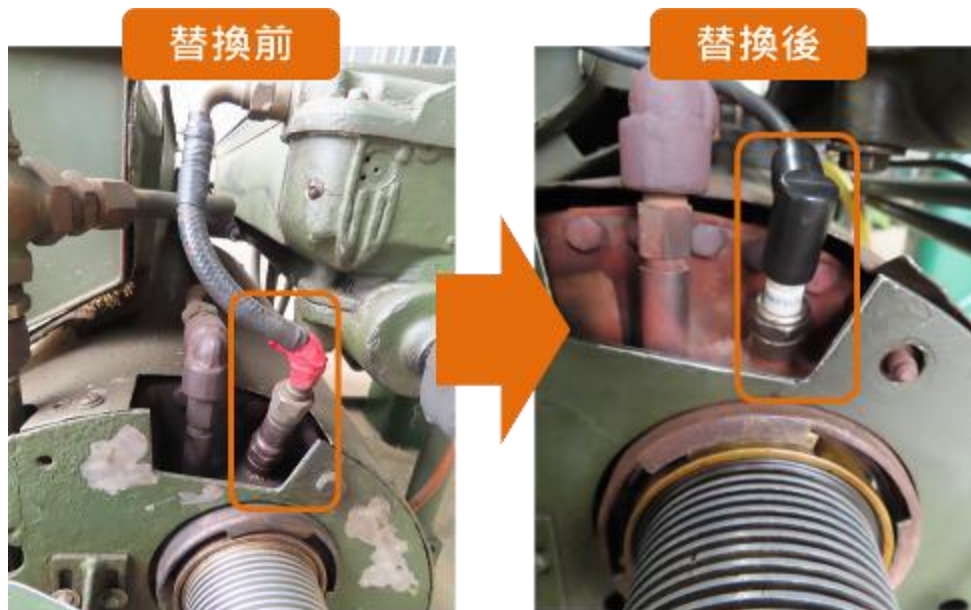
6.火星塞型式BP6HSA：B-螺絲徑14公厘，P-絕緣體突出型，6-熱值，H-螺紋長12.7公厘，SA-標準銅芯型。

圖12 火星塞



資料來源：作者自行攝製。

圖 13 替換後點火電極



資料來源：作者自行攝製

三、泵浦組測試器

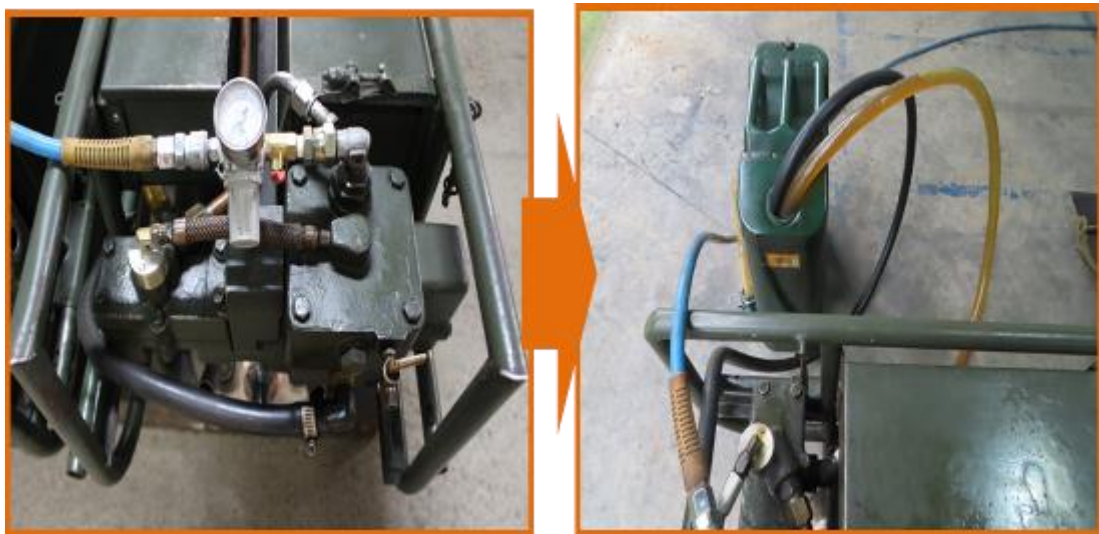
依其作動原理設計泵浦組測試器，可連接安裝於增壓管上，再經由空壓機提供氣體，藉此推動空氣馬達搖臂作動，使裝備在無須發動運轉下，可使泵浦組作動運轉，提供平時保養及測試使用，如圖14及圖15。

圖 14 泵浦組測試器組件圖



資料來源：作者自行攝製。

圖 15 泵浦組測試器運作圖



資料來源：作者自行攝製。

四、霧油組-進油軟管

進油軟管功能為輸送霧油至霧油泵浦，原管路規格為黑色橡皮軟管，管路內徑3/4吋，長度10呎。⁷

考量於檢查及操作過程，能透視管路內部，可運用市售PVC透明夾紗管，予以替換使用，如圖16及圖17。

⁷ 同註4，索引號碼：256，第14頁。

圖16 透明夾紗管



資料來源：作者自行攝製。

圖 17 替換後進油軟管



資料來源：作者自行攝製。

五、霧油組-霧油濾清器

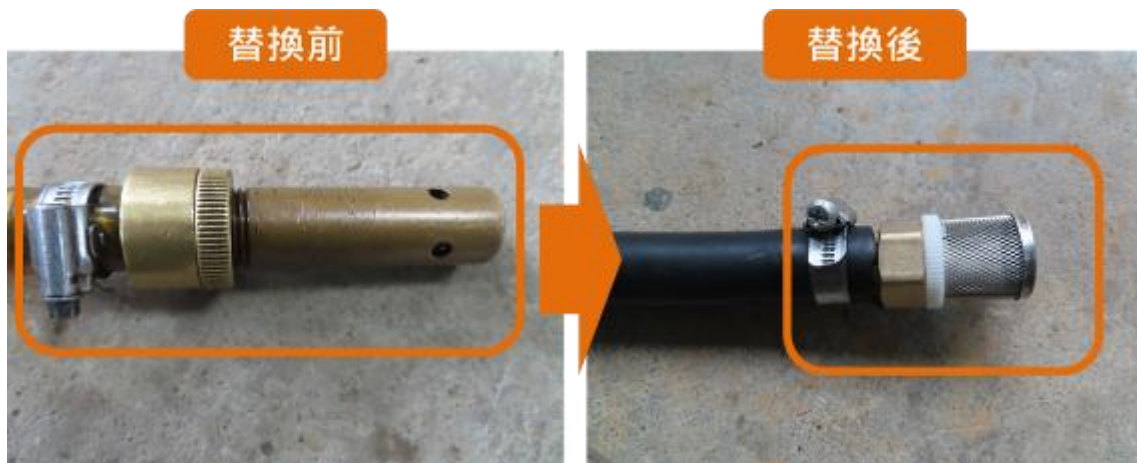
霧油濾清器功能為過濾霧油中雜質及油泥，係由夾箍、接合器、過濾器及護板所組成。就功能性及管路內徑換算，可運用市售6分金屬過濾網(包含夾箍及接頭)，予以替換使用，如圖18及圖19。

圖18 金屬過濾網



資料來源：作者自行攝製。

圖 19 替換後霧油濾清器



資料來源：作者自行攝製。

實際操作驗證及研改分析

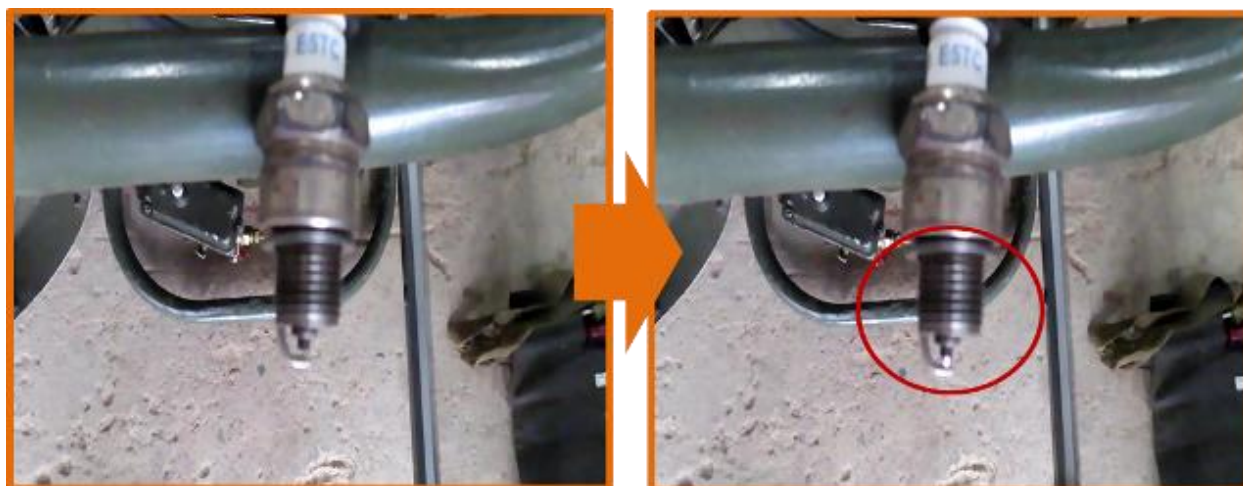
為驗證研改替換組件的適用性及研製的泵浦測試組，是否能結合裝備測試使用，因此，將替換組件及測試器，實際結合裝備進行操作測試驗證，以評估分析其效益，實際驗證情形及研改分析如下：

一、點火系統

(一)操作驗證情形

將市售機車用的高壓點火線圈及火星塞，替換點火電纜及點火電極，經實際操作驗證後，所替換之組件，可正常輸送電流至火星塞產生火花，並可正常發動裝備使其運轉，如圖 20 及圖 21。

圖 20 點火測試情形



資料來源：作者自行攝製。

圖 21 發動測試



資料來源：作者自行攝製。

(二)研改分析

1.點火電纜

(1)研替前

此料件已列為汰除料件，無法申請獲得，另依照「零附件五級存管查詢系統」上，料件單價為18.3美元(約為新台幣549元⁸)。

(2)研替後

研改替換的點火線圈為一般市售機車所使用，普遍性高及容易獲得，單價為新台幣200元。

⁸ 幣值換算，均以美金 1 元為新台幣 30 元概略計算。

2.點火電極

(1)研替前

此料件存量低，無法滿足部隊申請獲得，另依照「零附件五級存管查詢系統」上，料件單價為5.59美元(約為新台幣168元)。

(2)研替後

研改替換的火星塞為一般市售機車所使用，普遍性高及容易獲得，單價為新台幣50元。

3.研改分析表，如表 1。

表 1 研改分析表-點火系統

		
功能性	提供裝備發動點火	提供裝備發動點火
獲得性	低	高
價格	合計：23.89美元 (約為新台幣717元)	合計為新台幣250元

資料來源：作者自行整理。

二、泵浦組測試器

(一)操作驗證情形

將所研製的泵浦組測試器，結合裝備操作測試，泵浦組可實際運轉作動，並可正常抽送霧油及將霧油迴流至空氣馬達，達到內部潤滑之效果，其測試流程及情形，如圖 22。

圖 22 泵浦組測試器-測試流程圖



資料來源：作者自行攝製。

(二)研改分析

所研製的泵浦組測試器，構造簡單、操作便利，且均為市售零件組裝所成，組件價格合計為新台幣 250 元。可有效解決裝備長時間未作動，因無法有效潤滑，導致泵浦組卡死或作動不良之問題，研改分析表，如表 2。

表 2 研改分析表-泵浦組測試器

	
功能性	結合泵浦組操作測試使用
操作性	簡單
便利性	佳
獲得性	高
價格	合計為新台幣250元

資料來源：作者自行整理。

三、霧油進油管路

(一)操作驗證情形

將市售夾紗管及金屬過濾器，替換進油軟管及霧油濾清器，經實際操作驗證後，所替換之組件，可正常抽送油料及達到濾清過濾之效果，並可於操作過程中，清楚透視其油料抽送狀況，如圖 23。

圖 23 霧油進油管路測試情形



資料來源：作者自行攝製。

(二)研改分析

1.進油軟管

(1)研替前

原管路為黑色橡皮軟管無法清楚透視管路內部，另依照「零附件五級存管查詢系統」上，料件單價為12.23美元(約為新台幣367元)。

(2)研替後

研替後管路為PVC透明夾紗管，材質耐用度高，市售普遍容易獲得，及增加操作上之便利性，單價為新台幣75元。

2.霧油濾清器

(1)研替前

原霧油濾清器係由接合器、護板及濾清器所組成，其中濾清器已列為汰除料件，無法申請獲得，另查詢「零附件五級存管查詢系統」上，料件總價為18.18美元(接合器9.66美元、護板2.62美元、濾清器5.9美元，換算合計約為新台幣545元)。

(2)研替後

研替後為金屬過濾網(包含夾箍及接頭)，功能性相同、市售普遍容易獲得，單價為新台幣150元。

3.研改分析表，如表 3。

表 3 研改分析表-霧油進油管路



功能性	提供霧油油料抽送	提供霧油油料抽送
耐用性	高	高
便利性	低	高
獲得性	低	高
價格	合計：30.41美元 (約為新台幣912元)	合計為新台幣225元

資料來源：作者自行整理。

結語與建議

M3A3 機械發煙器使用迄今已逾 50 餘年，其存在著關鍵性料件消失及部分舊有的設計不便於操作，而影響裝備妥善狀況，因此針對發煙器中常見損壞及短缺的點火系統、霧油管路等，運用市售通用性相關零組件，予以研改替換使用，另研製泵浦組測試器，提供泵浦組於裝備不需發動運轉下，可以達到作動及潤滑之效果；經實際操作驗證及研改分析，均能符合原實際性能及需求，可有效解決裝備現有問題，以提升裝備妥善率及操作保養之便利性。綜合以上研究內容，筆者最終提出以下兩點建議事項，提供未來參考運用：

一、循商試製認證，未來籌補運用

將研究內容中研製替換的組件，提供兵整中心化學所參考運用，建議後續可依「國防部委託法人團體從事研發產製維修作業要點⁹」，徵循國內廠商予以試製，取得合格試製認證後，即可變更為替代料件，納入未來籌補，提供裝備維修換料使用。

二、納入維保運用，確保裝備妥善

筆者於研究期間，自行完成製作泵浦組測試器8組，並於110年度部隊輔訪期間，提供煙幕部隊二級廠運用，期能結合裝備執行預防保養時，可搭配運用執行測試及潤滑保養；惟此測試器非正式保養器具，後續若評估可行後，建議將其納入二級保養工作項目，透過技術通報發放說明，使部隊執行保養有所依循，確保裝備妥善。

9.國防部資源規劃司，「國防部委託法人團體從事研發產製維修作業要點」，民國 109 年 06 月 10 日。

參考資料

- 一、陸軍總司令部譯印，TM3-1040-202-12 「美陸軍部技術教範-M3A3脈衝噴射式機械發煙器之操作手及部隊保養手冊」。
- 二、陸軍總司令部譯印，TM3-1040-202-35P 「美陸軍部技術教範-M3A3脈衝噴射機械發煙器野戰與基地保養修理零件及特種工具表」。
- 三、國軍軍網網站-零附件五級存管查詢系統(網址massora.alc.army.mil.tw)。
- 四、國防部資源規劃司，《國防部委託法人團體從事研發產製維修作業要點》，民國 109 年 06 月 10 日。