



M68-105 公厘戰車砲擊發電路測試板改良之探討

筆者/江志勝

提要

- 一、戰車砲之砲門與砲尾機構為戰車砲射擊重要機件，操作人員於平日工作勤務中，應依據準則、技令定期檢查與保養，消弭實彈射擊故障狀況，使射擊任務順遂。
- 二、但戰車砲射擊前除了再次確認規視規正是否無誤外，亦須完成實彈射擊前之擊發電路測試，方可執行射擊任務。
- 三、我國主力戰車服役已達20餘年，將面臨機件老化、消失性商源問題，料件籌備不易，各級督導幹部對裝備保養、操作及運作流程應有相當程度認知，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，當下適時改正問題，方能消弭實彈射擊危安因素。

關鍵詞：電擊發、電路測試、擊發電路測試板

壹、前言

筆者近期輔導部隊演訓與戰車排輪訓戰車砲射擊訓測，於戰車砲實彈射擊前實施擊發電路測試檢查後，出現擊發電路測試過程中，燈泡不亮未通過擊發電路測試檢查，通常戰車乘員會認定屬裝備成因造成，進行發火機更換後，再次執行擊發電路測試檢查，燈泡依舊不亮未通過擊發電路測試檢查，經筆者進一步檢查後，發現其肇因為擊發電路測試板上之燈泡內鎢絲已斷損，導致測試過程中燈泡始終不亮，無法通過擊發電路測試檢查，耽誤寶貴可用射擊時間，究其原因人員未對擊發電路測試板實施檢查，造成射擊訓練程序延宕，希藉本文使操作人員瞭解正確檢查方式，擷節檢查時間，以利部隊射擊訓練遂行。

另現行擊發電路測試板使用過程中，就原裝燈泡在使用與更換有諸多不便之處，就現行燈泡而言易造成誤判，且燈泡損壞時，更換過程中容易造成燈泡外部玻璃破裂，造成人員受傷，本文中將提出擊發電路測試板燈泡改良方案與現有燈泡進行分析與比較，藉以提升檢查人員便利性，有助於於擊發電路測試檢查時，有效進行判斷與辨識。

貳、戰車砲擊發作動方式

目前現役主力戰車 CM11、M60A3、M41D 三種型號戰車，除 M41D 為傳統貫力式擊發¹外，CM11、M60A3 均屬電流傳導式擊發也稱「電流式」²，兩種擊發作用方式均不同，以下分述說明。

一、貫力式擊發³：

現役 M41D 戰車之戰車砲型式為 M32K1 式 76 公厘戰車砲，當開門時發火機總成，受撥機桿垂直拉柄與回力桿之管制而固定在後，(如圖 1)；關門後當射手使用手動或電力操作擊發連動裝置時，使發火機向前，(如圖 02)，撞擊戰車砲彈藥底火並完成擊發動作，該擊發作動方式稱為貫力式擊發。

圖 1-開門時發火機總成固定在後



資料來源：作者自行拍攝

圖 2-關門後使用手動或電力操作使發火機向前



資料來源：作者自行拍攝

¹ 陸軍司令部·《陸軍 M41D 戰車操作手冊(第二版)》·(桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 100 年 09 月 29 日)，頁 3-31。

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 07 月 31 日)，頁 2-143。

³ 同註 1。



二、電流式擊發⁴：

現役 CM11、M60A3 戰車之戰車砲型式為 M68A1 式 105 公厘戰車砲，當開門時其發火機向後，(如圖 3)，以免砲尾環截斷發火機前端；關門時擊針簧之簧力伸張將發火機前推復位，(如圖 4)，此時發火機前端與砲彈底火輕輕接觸，車長與射手其中一人按壓扳機或射手轉動人力擊發發電機握把時，電流經導桿→發火機→砲彈底火，迫使戰車砲彈藥擊發，該擊發作動方式稱為電流式擊發。

圖 3-當開門時其發火機向後進入砲門內



資料來源：作者自行拍攝

圖 4-當開門時其發火機向後進入砲門內



資料來源：作者自行拍攝

⁴ 同註 2，頁 2-143。

參、砲尾機構組件檢查

戰車砲射擊前均實施射控裝置檢查，除了再次確認規視規正是否無誤外，還須完成戰車砲實彈射擊前的擊發電路測試，才可執行戰車砲射擊任務，但實施擊發電路測試前，應先檢查砲尾機構與砲門細部組件及功能測試檢查，確認機械運作是否正常，避免因其他組件問題而影響發火機功能，以下就砲尾機構組件、砲門細部組件與手動開門檢查及最後擊發電路測試，分述如下。

一、砲尾機構組件檢查：

(一) 砲門操作手柄檢查⁵：

1. 目視檢查外觀有無鏽蝕，若產生鏽蝕應完成除鏽，若已嚴重鏽蝕無法除鏽處理，通知二級砲塔保修人員。
2. 砲門操作手柄上方頂塞應能受外力下壓，並於外力移除後能自動復歸原位，拉動砲門操作手柄應能帶動砲門運動，若作動不正常，通知二級砲塔保修人員進行檢修。
3. 緊急關門裝置受外力作用時，應能正常作動並將砲門帶回復歸位置，若作動不正常，通知二級砲塔保修人員進行檢修。

(二) 砲門操作曲軸⁶：

目視檢查外觀有無鏽蝕，若產生鏽蝕應完成除鏽，若已嚴重鏽蝕無法除鏽處理，通知二級砲塔保修人員。

(三) 操作軸及門體曲軸⁷：

1. 操作軸：

目視檢查外觀有無鏽蝕，若產生鏽蝕應完成除鏽，若已嚴重鏽蝕無法除鏽處理，通知二級砲塔保修人員。

2. 門體曲軸：

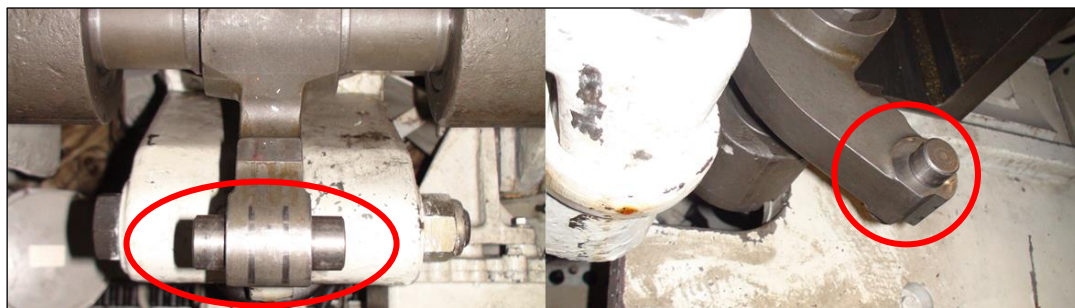
- (1) 目視檢查外觀有無鏽蝕，若產生鏽蝕應完成除鏽，若已嚴重鏽蝕無法除鏽處理，通知二級砲塔保修人員。
- (2) 門體曲軸應能與橫頭樞軸相結合，(如圖 5)，若否，則通知二級砲塔保修人員進行檢修。

⁵ 陸軍司令部，《陸軍主官裝備檢查暨妥善鑑定檢查手冊》。(桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 92 年 09 月 01 日)，頁 24。

⁶ 同註 5。

⁷ 同註 5。

圖 5、門體曲軸與橫頭樞軸結合



資料來源：作者自行拍攝

(四)關門簧調節器⁸：

- 1.目視檢查外觀有無鏽蝕，若產生鏽蝕應完成除鏽，若已嚴重鏽蝕無法除鏽處理，通知二級砲塔保修人員。
- 2.能否依三段簧力實施調整，若否，則通知二級砲塔保修人員進行檢修。
- 3.若於砲門操作期間簧力自動鬆開，通知二級砲塔保修人員進行檢修。

(五)凸輪總成⁹：

- 1.目視檢查外觀有無鏽蝕，若產生鏽蝕應完成除鏽，若已嚴重鏽蝕無法除鏽處理，通知二級砲塔保修人員。
- 2.能否依五段退殼速率實施調整，若否，則通知二級砲塔保修人員進行檢修。

二、砲門細部組件檢查¹⁰：

所有砲門細部組件均以目視外觀檢查，各砲門細部組件外觀有變形與嚴重磨損及裂痕均須實施更換，且所有組件須完整不得缺件；外觀如有鏽蝕則須進行除鏽工作，若已嚴重鏽蝕無法除鏽處理則更換組件。

三、功能測試檢查：

完成所有砲門細部組件安裝後，須實施功能測試檢查，操作人員站在砲尾環正後方，雙腳勿置於砲門正下方，以左手持砲門操作手柄，眼睛直視砲門與砲尾環之間縫隙，(如圖 06)，如砲塔室內光線不足，可以右手持手電筒輔助照明，此時應可清楚看見發火機前端擊針部位凸出於砲門本體，左手輕拉砲門操作手柄向後，眼睛持續觀察發火機前端擊針部分，應隨砲門操作手柄行程改變越大，發火機應作動越往內縮，反之行程越小則發火機應越驅於復歸位置。

如發火機作動正常，則可進行擊發電路測試；若無法正常作動，重新檢查砲門細部組件，有無安裝方式錯誤，若安裝錯誤則更正重新安裝並再實施

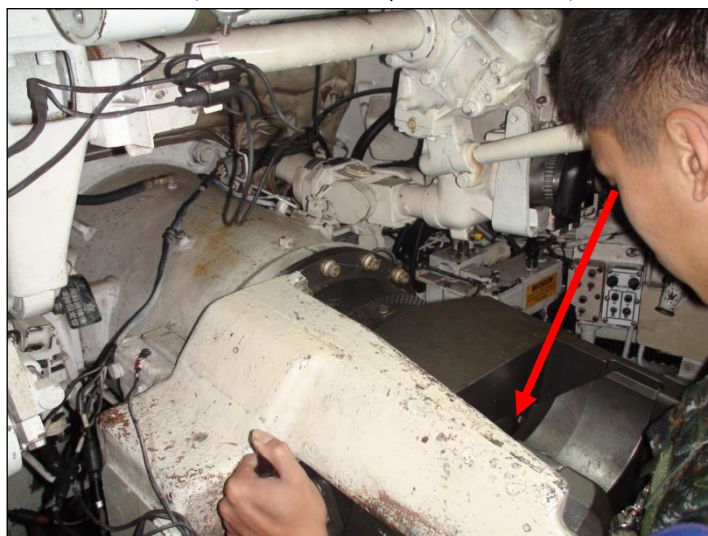
⁸ 同註 5，頁 25。

⁹ 同註 5，頁 26。

¹⁰ 同註 5。

手動開門檢查，仍無法正常作動，通知二級砲塔保修人員進行檢修。

圖 6-於砲尾環正後方眼睛直視砲尾環之間縫隙



資料來源：作者自行拍攝

四、擊發電路檢查¹¹：

砲門各細部組件完成安裝且經手動開門檢查無誤後，即可實施擊發電路檢查；戰車砲擊發裝置計有車長超越握把，(如圖 7)、射手 H 型握把，(如圖 8)、射手人力高低握把，(如圖 9)、射手之手動擊發裝置，(如圖 10)，等四部分，每個擊發裝置都須經過擊發電路檢查，並確定擊發電路測試板上之燈泡亮起，即完成擊發電路檢查。

若任一裝置無法經過擊發電路檢查，通知二級砲塔保修人員進行檢修。

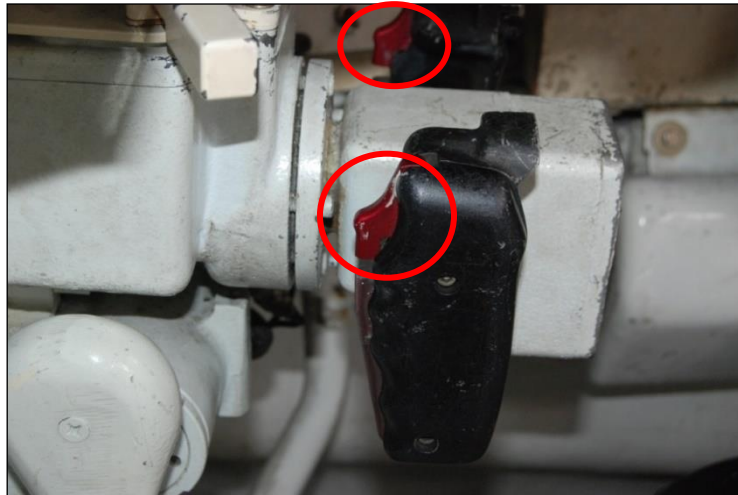
圖 7-車長超越握把擊發鈕



資料來源：作者自行拍攝

¹¹ 同註 2，頁 2-280。

圖 8-射手 H 型握把擊發鈕



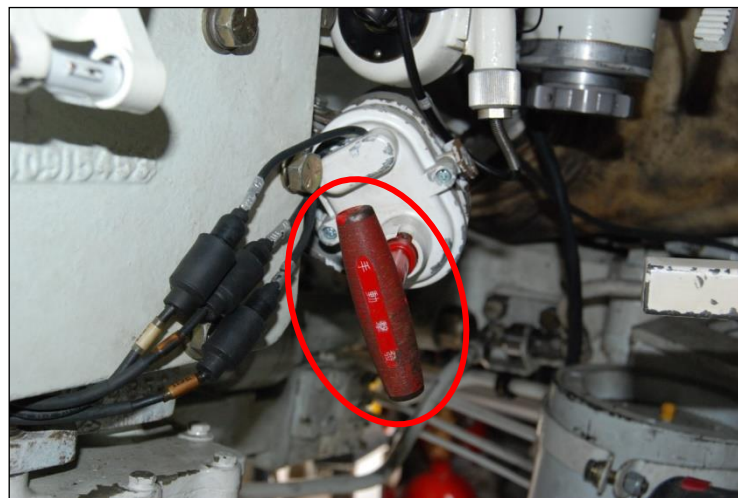
資料來源：作者自行拍攝

圖 9-射手人力高低握把擊發鈕



資料來源：作者自行拍攝

圖 10-射手之手動擊發裝置



資料來源：作者自行拍攝

肆、擊發電路測試板組成及作用原理

戰車砲實彈射擊前均須完成擊發電路測試檢查，倘若擊發電路測試板為非妥善狀態下，實施擊發電路測試檢查的人員，不但無法對戰車砲武器系統電路實施檢查，也易形成裝備妥善的誤判，另檢查人員會窮於找尋問題而耗費大量檢查時間，最終延誤射擊任務執行。

為求瞭解擊發電路測試板的檢查要領，首先須瞭解擊發電路測試板之組成及作用原理，以下就擊發電路測試板說明其組成與作用原理如下。

一、擊發電路測試板組成：

擊發電路測試板，(如圖 11)組成可區分燈泡透明保護罩、燈泡、L 支撐架、燈泡座、正極線簇、負極線簇、板身、正極接觸銅面、負極接觸銅面等九個部分，以下分述說明：

圖 11-擊發電路測試板



資料來源：作者自行拍攝

(一)燈泡透明保護罩：

燈泡透明保護罩位於 L 支撐架上方，(如圖 12)，其功用為保護燈泡不受外力影響損壞，保護罩為透明材質，方便觀察燈泡是否作用正常。

圖 12-燈泡透明保護罩



資料來源：作者自行拍攝

(二)燈泡：

燈泡位於燈泡座上，(如圖 13)，其功用為實施戰車砲武器系統電路檢查時，顯示戰車砲武器系統電路是否通電藉使燈泡亮起，以供檢查人員作為檢查判斷之標準。

圖 13-燈泡



資料來源：作者自行拍攝

(三)L 支撐架：

L 支撐架位於板身上方為鋁合金材質，(如圖 14)，其功用為連接板身與燈泡座之承接支撐部分，以及固定燈泡透明保護罩。

圖 14-L 支撐架

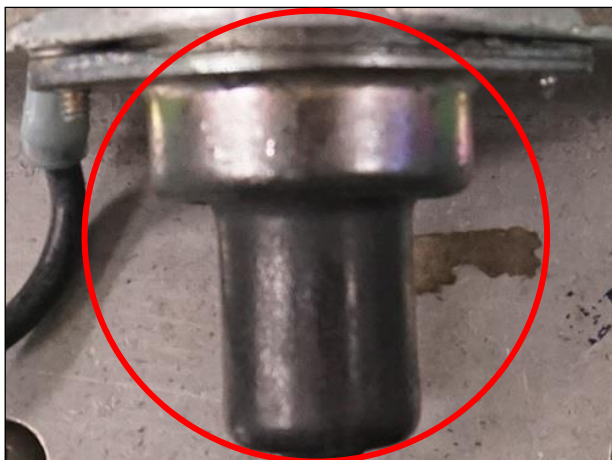


資料來源：作者自行拍攝

(四)燈泡座：

燈泡座位於 L 支撐架上，(如圖 15)，其功用為連接燈泡以及正極線簇與負極線簇。

圖 15-燈泡座位於 L 支撐架



資料來源：作者自行拍攝

(五)正極線簇：

正極線簇位於燈泡座底部，(如圖 16)，其功用為連接燈泡座底部正極部分與正極接觸銅面兩處，並肩負正極電流傳導以供燈泡作用。

圖 16-正極線簇位於燈泡座底部



資料來源：作者自行拍攝

(六)負極線簇：

負極線簇位於燈泡座側邊，並以螺絲固定於 L 支撐架與燈泡座之間，(如圖 17)，其功用為連接燈泡座負極部分與負極接觸銅面兩處，並肩負接地負極傳導以供燈泡作用。

圖 17-負極線簇位於燈泡座側邊

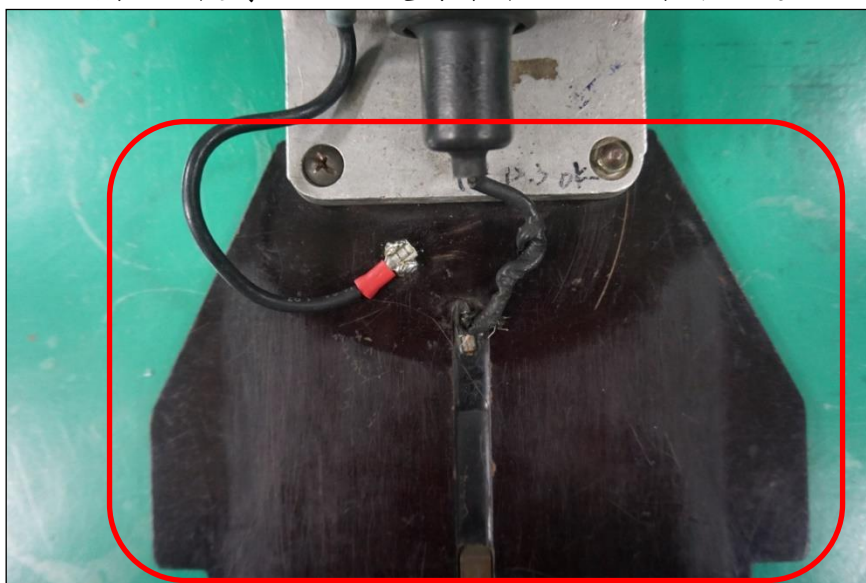


資料來源：作者自行拍攝

(七)板身：

板身位於 L 支撐架下方並以螺絲固定，(如圖 18)，為木質材料，其功用為連接正、負極線簇與正、負極接觸銅面，並兼具擊發電路測試板主結構，方便置入砲門與藥室之間隙縫，(如圖 19)，以供檢查人員實施戰車砲武器系統電路檢查。

圖 18-板身位於 L 支撐架下方並以螺絲固定



資料來源：作者自行拍攝

圖 19-板身置入砲門與砲尾環之間隙縫

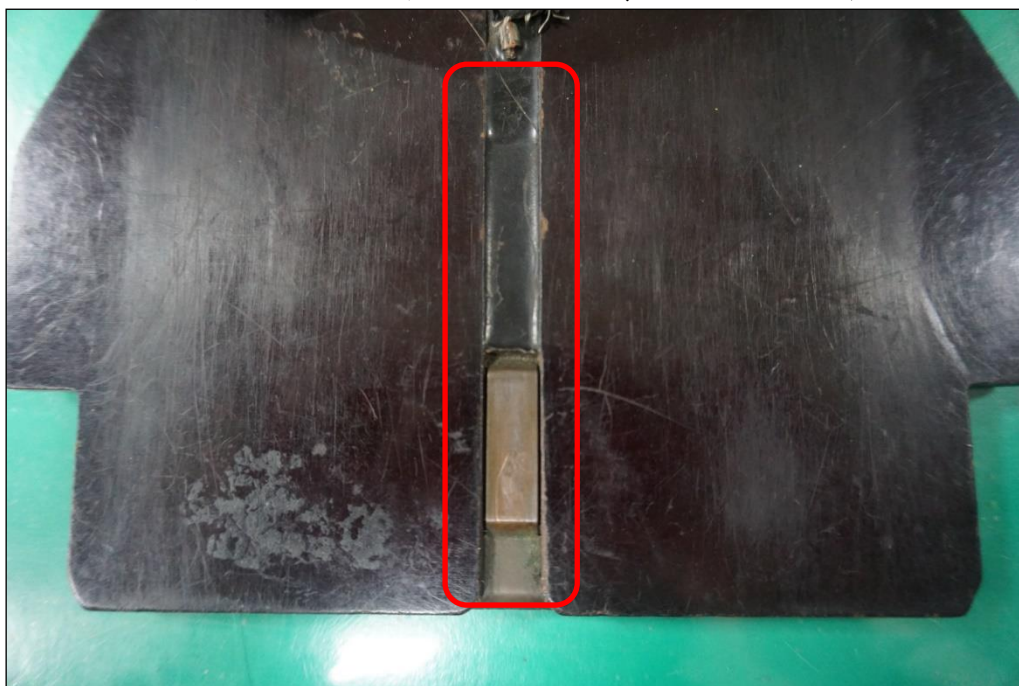


資料來源：作者自行拍攝

(八)正極接觸銅面：

正極接觸銅面位於板身正面中央底部，(如圖 20)，其功用為連接正極線簇與發火機前端接觸藉以傳導正極電流，以供燈泡作用。

圖 20-正極接觸銅面位於板身正面中央底部



資料來源：作者自行拍攝

(九)負極接觸銅面：

負極接觸銅面位於板身背面右半部，(如圖 21)，其功用為連接負極線簇與藥室外壁接觸藉以傳導接地負極，以供燈泡作用。

圖 21-負極接觸銅面位於板身背面右半部



資料來源：作者自行拍攝

二、擊發電路測試板作用原理：

擊發電路測試板為被動之檢測元件，須藉由透過戰車砲武器系統電路，將正電傳導至發火機，此時發火機前端與正極接觸銅面相接觸，同時背面負極接觸銅面與藥室外壁接觸形成迴路後，使擊發電路測試板燈泡作用亮起，(如圖 22)，而燈泡亮起時間維持短暫 1.5 秒後燈泡隨之熄滅。

如此可見，實施擊發電路測試檢查戰車砲武器系統電路是否妥善，檢查人員須觀察擊發電路測試板燈泡是否亮起為判斷依據。

圖 22-擊發電路測試板燈泡作用亮起



資料來源：作者自行拍攝

伍、擊發電路測試板燈泡故障成因與排除方式

因近期裝甲部隊於戰車砲實彈射擊前實施擊發電路測試檢查後，發現擊發電路測試過程中，發生多起燈泡不亮未通過擊發電路測試檢查情形，經檢查後，實屬擊發電路測試板燈泡損壞以及燈泡未安裝妥善所導致，而非砲尾機構與砲門相關組件之裝備問題，以下就故障成因與排除方式實施說明。

一、故障成因：

戰車砲擊發電路測試板故障產生不外乎為燈泡與線路問題，而單位操作人員也最常疏漏對此兩處實施檢查，以下就燈泡與線路故障成因實施說明。

(一)燈泡損壞：

1.選用錯誤電壓值燈泡：

單位人員發現擊發電路測試板燈泡損壞時，實施燈泡更換，但往往只注意燈泡外觀形式是否相符，卻忽略另一件要點，燈泡所能負荷之電壓值是否也能相符，目前現役 CM11、M60A3 戰車，電瓶產生之電壓值為 24V¹²，故於實施擊發電路測試板燈泡更換時，應注意燈泡電壓值是否相符，常見的問題都是使用未對應電壓值之燈泡 12V，(如圖 23)，燈泡內鎢絲無法負荷隨即燒斷，(如圖 24)；單位人員時常未注意此細節，使得燈泡反覆更換耗時耗材。

圖 23-選擇錯誤電壓值燈泡



資料來源：作者自行拍攝

¹² 同註，頁 3-14。

圖 24-燈泡內鎢絲燒斷



資料來源：作者自行拍攝

2. 受外力撞擊：

擊發電路測試板外觀雖然板身與 L 支撐架採用木質與鋁合金，但是受到外力撞擊時，燈泡依然會受到震動，劇烈震動也會使鎢絲產生斷裂現象，(如圖 25)；單位人員於拿取擊發電路測試板或放置時，都應小心輕放，最忌諱使用完畢後，隨便扔置，造成燈泡以及其他部件損壞。

圖 25-鎢絲產生斷裂現象



資料來源：作者自行拍攝

(二)線路故障：

戰車砲擊發電路測試板線路故障較為少見，因戰車砲擊發電路測試板線路設計屬於開放式，所以操作人員拿取時不握取板身，都是拿捏線路部分，時間久了電線蕊會慢慢與焊接固定點斷開，形成斷路現象致無法使用。

二、排除方式：

(一)燈泡更換：

擊發電路測試板因燈泡損壞須實施更換時，更換燈泡過程中，常因操作人員不瞭解燈泡拆、裝方式，導致更換燈泡過程中，操作人員未正確安裝燈泡或受傷，以下就燈泡安裝操作程序與容易造成操作人員受傷部分實施說明：

1.燈泡安裝操作程序：

(1)取下燈泡透明保護罩：

實施燈泡更換時，須將泡透明保護罩拆卸，以徒手方式握住燈泡透明保護罩，(如圖 26)，逆時針方向旋轉，(如圖 27)，將燈泡透明保護罩從 L 支撐架取下，(如圖 28)。

圖 26-握住燈泡透明保護罩



資料來源：作者自行拍攝

圖 27-逆時針方向旋轉燈泡透明保護罩



資料來源：作者自行拍攝

圖 28-取下燈泡透明保護罩



資料來源：作者自行拍攝

(2)取下燈泡：

以徒手方式輕輕抓住燈泡玻璃外壁，(如圖 29)，向下施壓使燈泡往下置入維持不動，(如圖 30)，同時再向左旋轉迫使燈泡脫離固定槽後，並從燈泡座取出燈泡，(如圖 31)。

圖 29-輕輕抓住燈泡玻璃外壁



資料來源：作者自行拍攝

圖 30-向下施壓使燈泡往下置入



資料來源：作者自行拍攝

圖 31-迫使燈泡脫離固定槽後取下燈泡



資料來源：作者自行拍攝

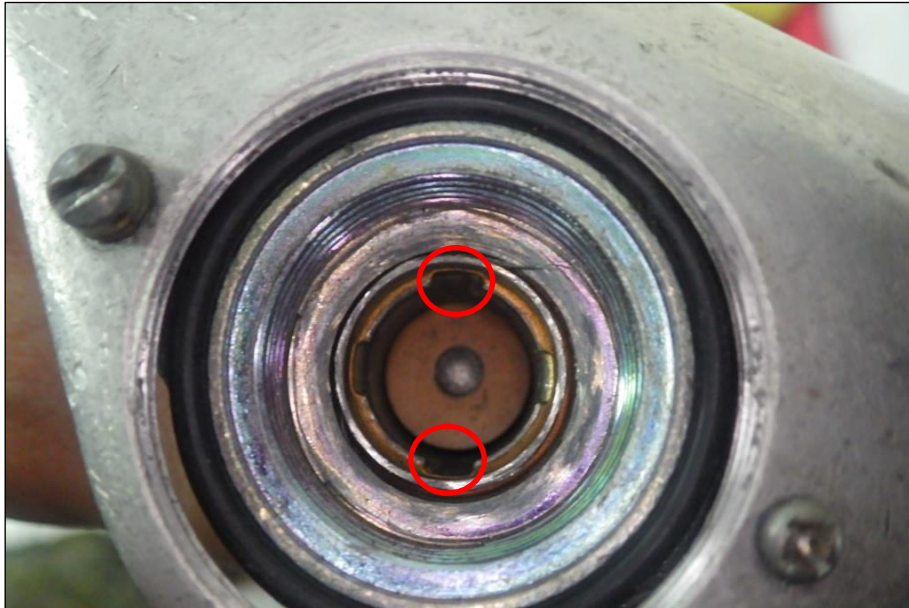
(3)安裝燈泡：

更換完之新品燈泡後重新安裝回擊發電路測試板燈泡座，安裝燈泡前須再次確認燈泡規格與型號是否相符，以下就燈泡安裝方式實施說明。

A.確認防呆記號：

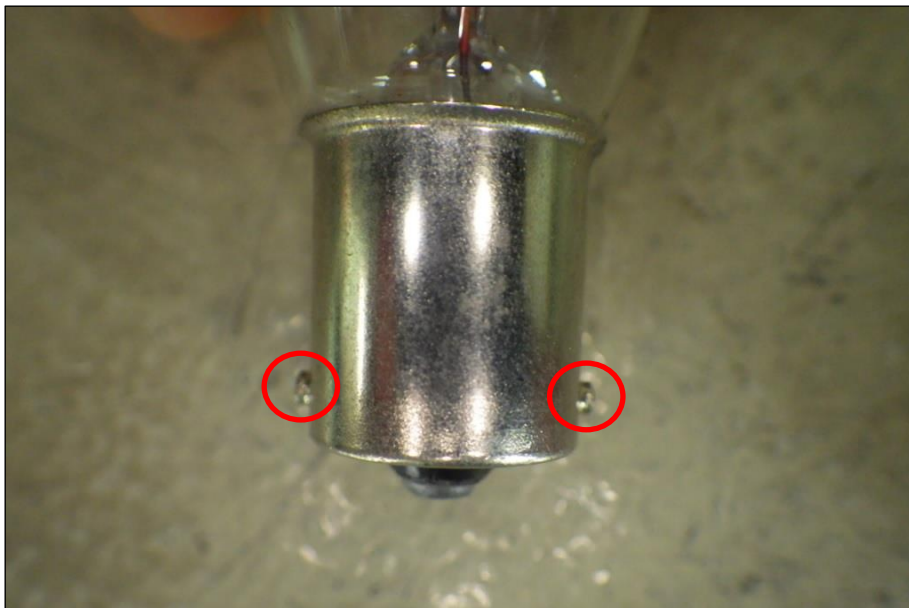
防呆記號有兩個地方須留意，燈泡座，(如圖 32)，與燈泡負極接觸面，(如圖 33)；特別注意燈泡負極接觸面之防呆記號，此處防呆記號須兩處都為明顯凸起，不可單一狀態。

圖 32-燈泡座防呆記號



資料來源：作者自行拍攝

圖 33-燈泡負極接觸面防呆記號



資料來源：作者自行拍攝

B.燈泡固定於燈泡座：

以徒手方式輕輕抓住燈泡玻璃外壁，並將燈泡與燈泡座之防呆記號相對正置入燈泡，(如圖 34)，微向下施加施壓力迫使燈泡往下置入維持不動，同時再向右旋轉使燈泡進入固定槽即完成燈泡安裝。

圖 34-燈泡與燈泡座之防呆記號相對正



資料來源：作者自行拍攝

C.安裝燈泡透明保護罩：

將燈泡透明保護罩平穩放置 L 支撐架，(如圖 35)並對正螺牙，以徒手方式順時間方向旋轉將燈泡透明保護罩旋入至緊固為止。

圖 35-燈泡透明保護罩平穩放置 L 支撐架並對正螺牙



資料來源：作者自行拍攝



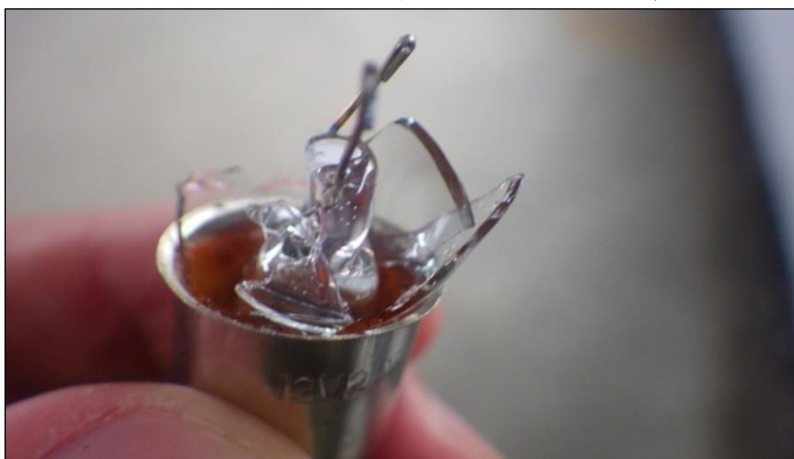
D.檢驗擊發電路測試板：

首先準備一部戰車砲武器系統妥善之戰車實施擊發電路檢查，透過擊發電路檢查車長超越握把、射手 H 型握把、射手人力高低握把、射手之手動擊發裝置等四部分，均可使擊發電路測試板燈泡亮起即完成擊發電路測試板之檢驗。

(4)更換燈泡注意事項：

於更換擊發電路測試板燈泡過程中，須靠徒手抓住燈泡玻璃外壁，再施以壓力將燈泡安裝至燈泡座內，此處經常發生燈泡玻璃外壁因受壓力破裂，(如圖 36)，致操作人員手指遭玻璃割傷，(如圖 37)，因礙於擊發電路測試板自身設計關係，造成操作人員於施作過程中產生不便，故於更換燈泡前應穿戴防穿刺手套以維安全。

圖 36-燈泡玻璃外壁因受壓力破裂



資料來源：作者自行拍攝

圖 37-操作人員手指遭玻璃割傷



資料來源：作者自行拍攝

(二)線路檢測：

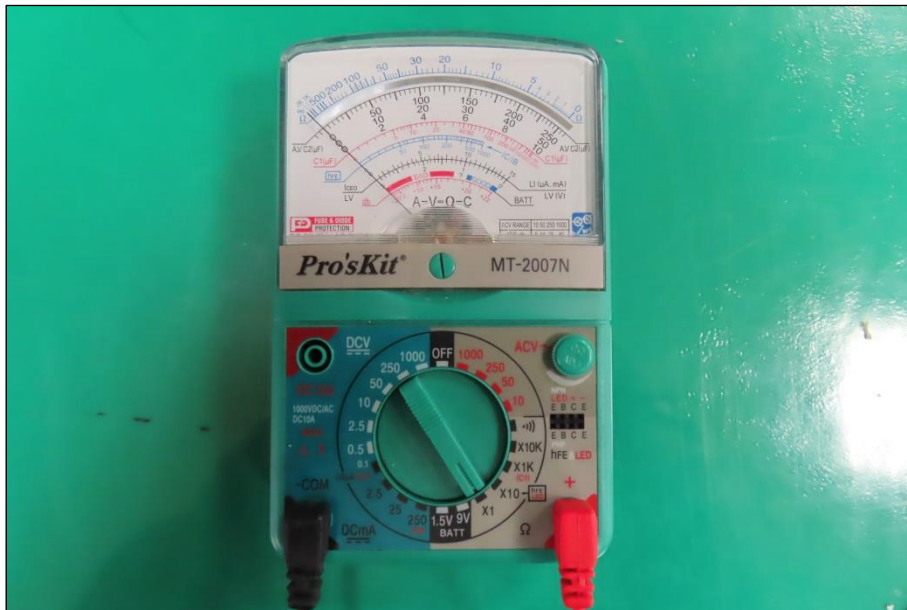
戰車砲擊發電路測試板檢測線路時，須藉三用電錶並切換至歐姆檔位實

施線路檢測，此方式可明確檢測出線路是否為導通，以下就線路檢測方式實施說明。

1.正極線簇檢測：

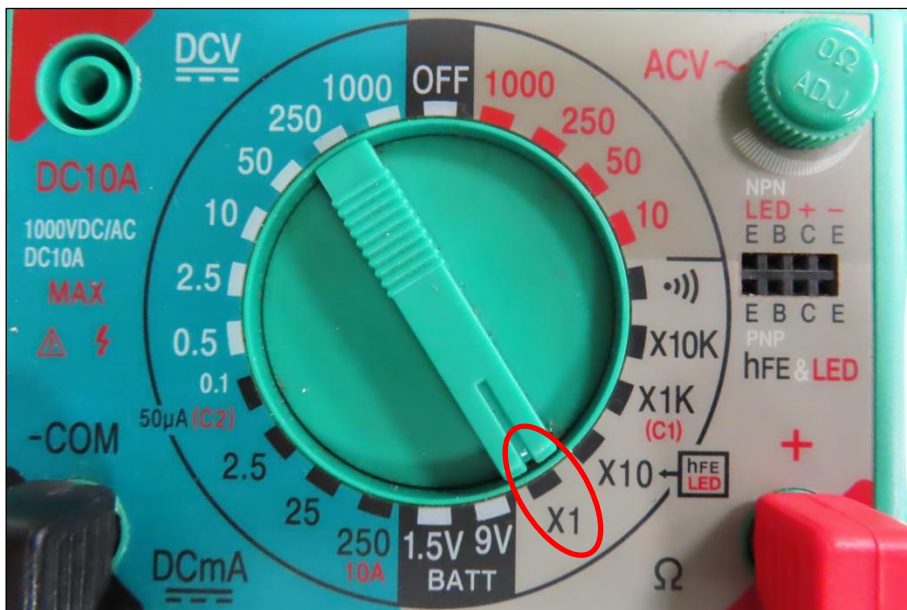
- (1)將三用電錶測檢測用探針線簇，依對應紅與黑兩種顏色分別連接至三用電錶機身，(如圖 38)，測試檔位切換至歐姆(電阻)檔 X1 位置，(如圖 39)。

圖 38-檢測用探針線簇分別連接至三用電錶機身



資料來源：作者自行拍攝

圖 39-測試檔位切換至歐姆檔 X1 位置



資料來源：作者自行拍攝

(2)將紅色探針前端觸碰燈泡座底部金屬正極接點，(如圖 40)。

圖 40-紅色探針前端觸碰燈泡座底部金屬正極接點



資料來源：作者自行拍攝

(3)將黑色探針前端觸碰正極接觸銅面之表面，(如圖 41)。

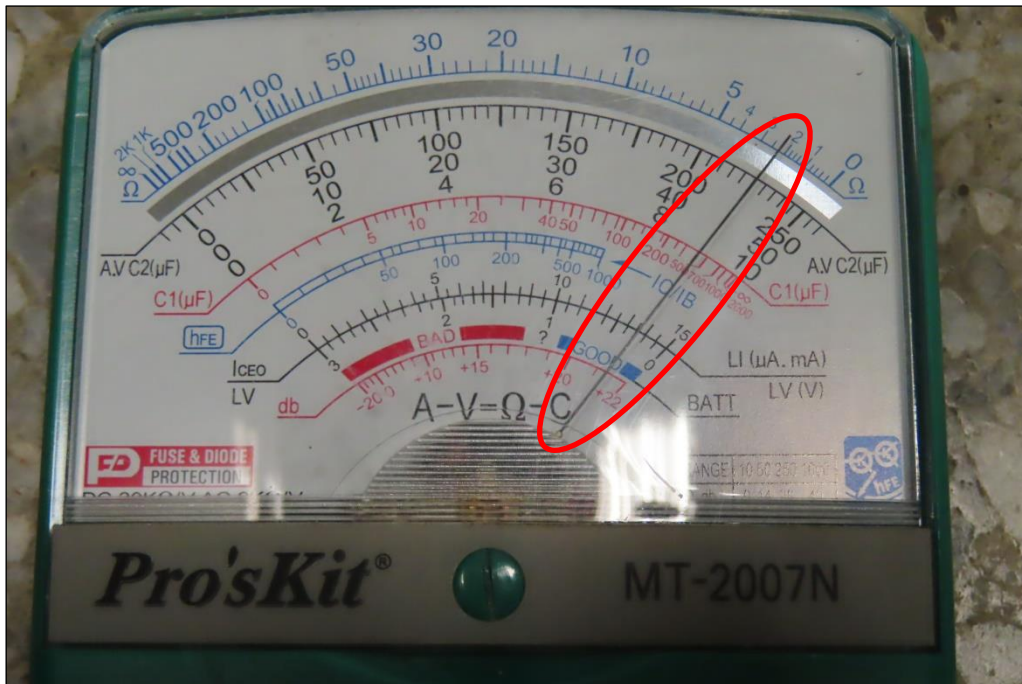
圖 41-黑色探針前端觸碰正極接觸銅面之表面



資料來源：作者自行拍攝

(4)觀察三用電錶之讀錶指針是否作動，(如圖 42)，若作動，則表示正極線簇線路與燈泡座金屬正極接點以及正極接觸銅面均為通路屬正常，若無作動，則表示為斷路屬故障，須依補保系統實施申補更換。

圖 42-三用電錶之讀錶指針作動



資料來源：作者自行拍攝

2. 負極線簇：

- (1) 同正極線簇檢測步驟(1)實施。
- (2) 將紅色探針前端觸碰燈泡座側邊金屬負極面，(如圖 43)。

圖 43-紅色探針前端觸碰燈泡座側邊負極面



資料來源：作者自行拍攝

(3)將黑色探針前端觸碰負極線簇與板身連接之接點，(如圖 44)。

圖 44-黑色探針前端觸碰負極線簇與板身連接之接點



資料來源：作者自行拍攝

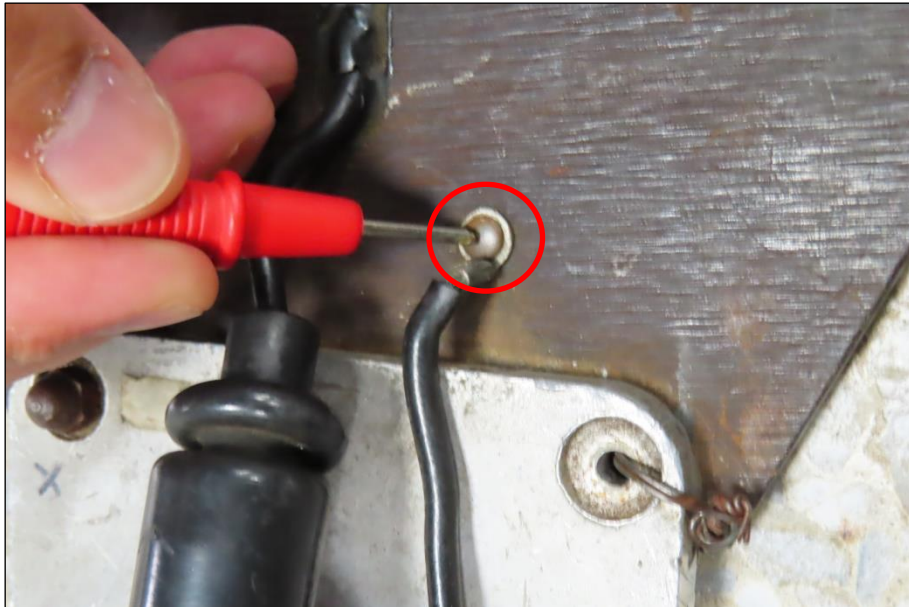
(4)觀察三用電錶之讀錶指針是否作動，若作動，則表示負極線簇線路與燈泡座側邊金屬負極面均為通路屬正常，若無作動，則表示為斷路屬故障，須依補保系統實施申補更換。

3. 負極接觸銅面：

(1)同正極線簇檢測步驟(1)實施。

(2)將紅色探針前端觸碰負極線簇與板身連接之接點，(如圖 45)。

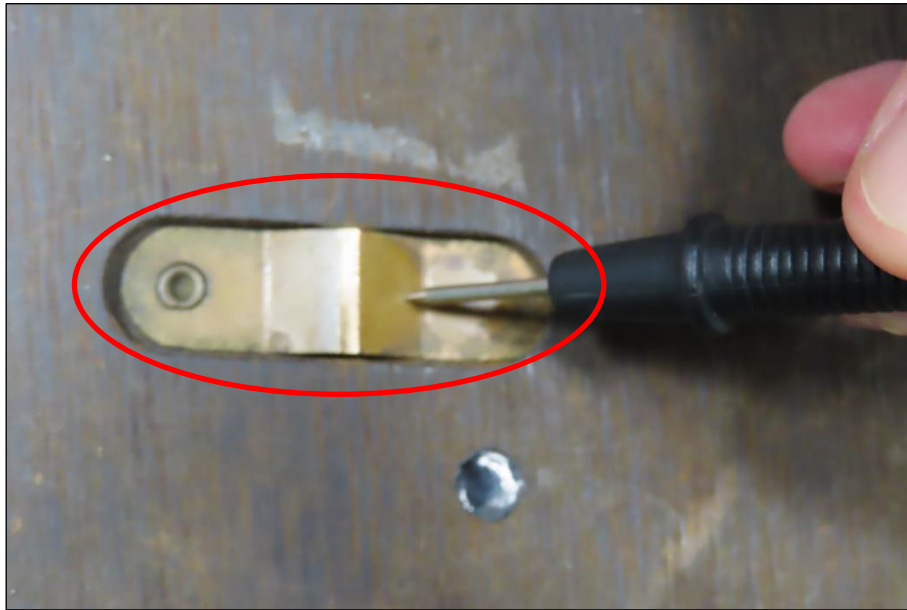
圖 45-紅色探針前端觸碰負極線簇與板身連接之接點



資料來源：作者自行拍攝

(3)將黑色探針前端觸碰負極接觸銅面，(如圖 46)。

圖 46-黑色探針前端觸碰負極接觸銅面



資料來源：作者自行拍攝

(4)觀察三用電錶之讀錶指針是否作動，若作動，則表示負極接觸銅面為通路屬正常，若無作動，則表示為斷路屬故障，須依補保系統實施申補更換。

陸、擊發電路測試板燈泡改良

傳統燈泡發亮元件都使用鎢絲為材料，且為使燈泡亮源得以發揮，外部均使用玻璃材質以供保護與密封鎢絲及其附件，因燈泡外壁為玻璃材質，更換燈泡時，外壁玻璃經常受壓力影響破裂，使得破裂玻璃間接對操作人員造成傷害，另傳統燈泡發亮元件採用鎢絲材質，鎢絲一旦產生斷裂該燈泡即壽命終結須實施更換，因此尋找坊間廠商重新研製燈泡，改良後的燈泡(以下稱為新式燈泡)採 LED 發亮元件，徹底改善傳統燈泡缺點更便利於操作人員使用，以下針對新式燈泡實施說明介紹。

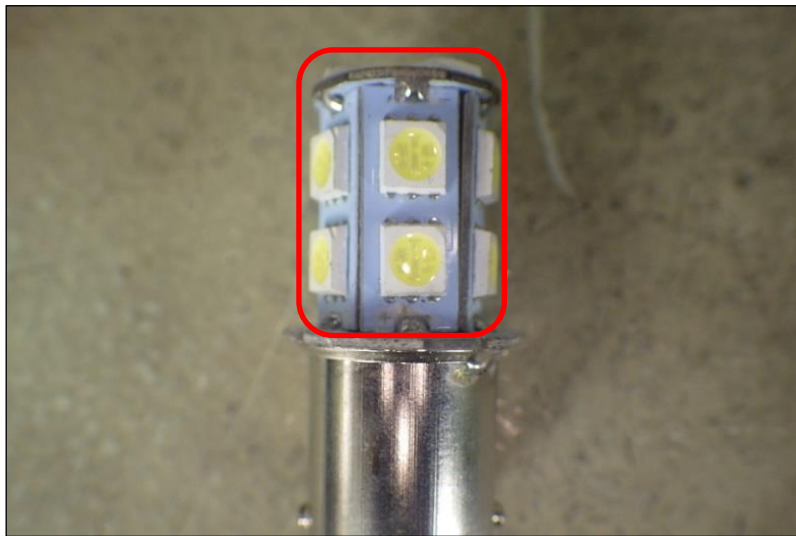
一、新式燈泡組成：

新式燈泡不同於傳統燈泡，外觀與結構已經捨棄傳統設計方式，原傳統燈泡外壁玻璃改良後採用電路板，(如圖 47)，為主體架構，內部鎢絲發亮元件改良後採用 LED 燈珠(發光二極體，Light Emitting Diode, 以下簡稱 LED)，(如圖 48)，¹³新式燈泡發亮元件並非只有單一燈珠設計，於主體架構上總共設置 10 個 LED 燈珠，(如圖 49)，頂部設置 3 個 LED 燈珠，(如圖

¹³ 知識力(Hightech)·〈LED 是什麼?發光二極體的構造〉·(台北市·科技新知·Stockfeel·2020 年 11 月 30 日)·
<https://www.stockfeel.com.tw/led-%E7%99%BC%E5%85%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E9%AB%94-%E6%A7%8B%E9%80%A0/>·(2023 年 03 月 01 日)。

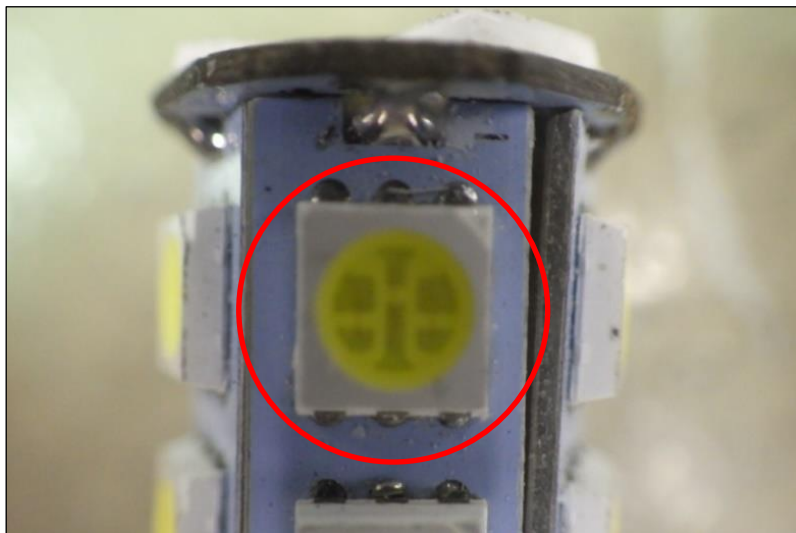
50)，合計 13 個 LED 燈珠。

圖 47-新式燈泡採用電路板為主體架構



資料來源：作者自行拍攝

圖 48-新式燈泡發亮元件採用 LED 燈珠



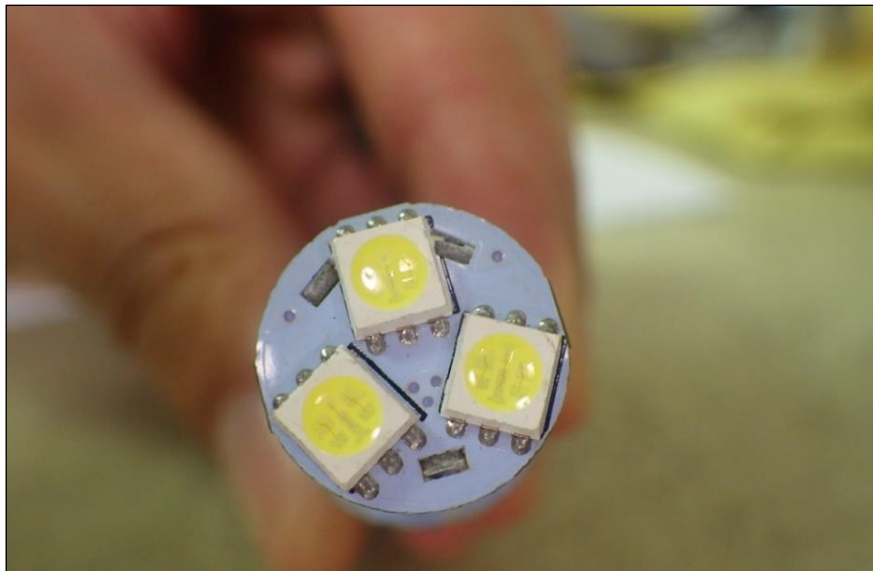
資料來源：作者自行拍攝

圖 49-主體架構上總共設置 10 個 LED 燈珠



資料來源：作者自行拍攝

圖 50-頂部設置 3 個 LED 燈珠



資料來源：作者自行拍攝

二、燈泡安裝操作程序：

燈泡安裝操作程序與現行作法完全相同，因新式燈泡主體架構改良為電路板作為骨架，操作人員相同以徒手方式抓取，可以更方便施力進行安裝，不會有傳統燈泡外壁玻璃破裂問題，操作人員於施作過程更於便利及安全。

三、檢驗擊發電路測試板：

準備一部戰車砲武器系統妥善之戰車實施擊發電路檢查，透過擊發電路檢查車長超越握把、射手 H 型握把、射手人力高低握把、射手之手動擊發裝置等四部分，均可使擊發電路測試板 LED 燈泡亮起，(如圖 51)，即完成擊發電路測試板之檢驗。

圖 51-實施擊發電路測試 LED 燈泡亮起



資料來源：作者自行拍攝

柒、分析比較

經上述，可明顯看出兩者燈泡於使用上之優、缺點，傳統燈泡在坊間市面普遍販售，各式各樣型號、規格齊全，全都屬量產品，取得方便且價位相對便宜，新式燈泡須採客製化，故價位並沒有傳統燈泡具優勢，但就安全性、耐用性就已提升不少，以下就兩者燈泡列舉優、缺點進行分析比較。

一、安全性：

(一)傳統燈泡：

外壁採用玻璃材質，容易受外力影響產生破裂，使操作人員手指遭玻璃割傷，對操作人員工作安全為一隱憂。

(二)新式燈泡：

外觀與結構已經捨棄傳統玻璃材質設計方式，改良後採用電路板為主體架構，操作人員徒手抓取，可以更方便施力進行安裝，不會有傳統燈泡外壁玻璃破裂問題，對操作人員工作安全無慮。

二、耐用性：

(一)傳統燈泡：

發亮元件都使用鎢絲為材料，受到外力撞擊時，劇烈震動會使鎢絲產生斷裂現象，不論是受外在因素影響或工作壽命時數已到，燈泡內鎢絲斷裂損壞後，即代表壽命終結須實施更換，耐用性較差。

(二)新式燈泡：

發亮元件採用 LED 燈珠，燈泡主體架構改良後採用電路板，主體周圍由五片電路板構成，每片電路板有兩個 LED 燈珠，主體周圍就附有 10 個 LED 燈珠，另頂部設置一片電路板附有 3 個 LED 燈珠，整個新式燈泡合

計 13 個 LED 燈珠；因為有 13 個 LED 燈珠，只要不是 13 個 LED 燈珠全部損壞，還能工作的 LED 燈珠都是可以繼續發亮，大幅提升燈泡耐用性。

三、燈泡價位：

(一)傳統燈泡：

於坊間市面普遍販售，各式各樣型號、規格齊全，全都屬量產品，取得方便且價位相對便宜，平均單個燈泡售價約臺幣 10 元。

(二)新式燈泡：

目前尚未量產採客製化研製，故價位並沒有傳統燈泡具優勢，此次與廠商合作研發 50 個，平均單個燈泡售價約 120 元價位居高。

兩種方式比較結果，可看出新式燈泡於安全性、耐用性都較優異於傳統燈泡，除燈泡價位因尚未量產化故價位居高，以下為筆者整理之分析比較表，(如表 1)。

表 1、兩種燈泡比較表

名稱	傳統燈泡	新式燈泡
安全性	外壁採用玻璃材質，容易受外力影響產生破裂，使操作人員手指遭玻璃割傷。	外觀與結構已經捨棄傳統玻璃材質設計方式，改良後採用電路板為主體架構，操作人員徒手抓取，可以更方便施力進行安裝，不會有傳統燈泡外壁玻璃破裂問題。
優劣比較	劣	優
耐用性	發亮元件都使用鎢絲為材料，受到外力撞擊時，劇烈震動會使鎢絲產生斷裂現象，不論是受外在因素影響或工作壽命時數已到，燈泡內鎢絲斷裂損壞後，即代表壽命終結須實施更換。	發亮元件採用 LED 燈珠，燈泡主體架構改良後採用電路板，整個燈泡合計 13 個 LED 燈珠，只要不是 13 個 LED 燈珠全部損壞，還能工作的 LED 燈珠都是可以繼續發亮。
優劣比較	劣	優
燈泡價位	於坊間市面普遍販售，各式各樣型號、規格齊全，全都屬量產品，取得方便且價位相對便宜。	目前尚未量產採客製化研製，故價位並沒有傳統燈泡具優勢。
優劣比較	優	劣

資料來源：作者自行繪製



捌、結論

近年部隊組織型態轉變，射擊任務日益繁重，正是考驗武器、測試儀具裝備耐久度，也驗證各單位操作人員對其所屬武器、測試儀具裝備有否落實檢查與保養，皆從射擊任務中逐一顯現，若是自身未落實保養勤務，先不論及射擊技術良窳於裝備妥善上就已經構成堪慮。

藉本篇研究，將擊發電路測試板進行分析探討，使各單位操作人員得以獲得更便利與更具耐用性之測試儀具外，也能對其結構諸元更進一步瞭解認識，另供武器裝備所屬單位能有快速解套方案可循。

我國主力戰車服役已達 20 餘年，許多機件已老化、商源消失，使得料件籌備不易，故須靠各單位操作人員於平日操作時，依準則、技令實施操作保養，且各級督導幹部恪遵職責，應使用走動式管理，瞭解操作人員的工作狀況，發現問題立即給予協助與改正，惟有如此本軍各種裝備才能提高裝備妥善，在補保資源缺乏的情況下延續裝備壽限，並於各種演訓任務中順遂完成。

參考文獻

一、中文部分

(一)書籍：

- 1.陸軍司令部，《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 07 月 31 日）。
- 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 07 月 31 日）。
- 3.陸軍司令部，《陸軍 M41D 戰車操作手冊（第二版）》。（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 100 年 09 月 29 日）。
- 4.陸軍司令部，《陸軍戰車射擊教範》。（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 107 年 07 月 26 日）。
- 5.TM9-2350-48H-10，《M48H、105 公厘火炮全履帶戰車操作手冊》。（桃園龍潭：陸軍總司令部計畫署，中華民國 81 年 06 月 30 日）。
- 6.TM9-2350-48H-20-2，《M48H、105 公厘火炮全履帶戰車砲塔單位保養手冊》。（台北南港：陸軍後勤司令部保修署譯印，中華民國 83 年 06 月 15 日）。
- 7.TM9-2350-253-10，《105 公厘火炮全履帶戰車及戰車熱源成像儀瞄準具操作手冊》。（台北南港：陸軍後勤司令部保修署譯印，中華民國 85 年 12 月 30 日）。
- 8.TM9-2350-253-20-2-1，《105 公厘火炮全履帶戰車砲塔單位保養手冊（上）》。（台北南港：陸軍後勤司令部保修署譯印，中華民國 84 年 06 月 15 日）。
- 9.TM9-2350-253-20-2-2，《105 公厘火炮全履帶戰車砲塔單位保養手冊（下）》。（台北南港：陸軍後勤司令部保修署譯印，中華民國 85 年 02 月 10 日）。
- 10.陸軍司令部，《連主官裝備檢查暨妥善鑑定檢查手冊》。陸軍總司令部頒布。（桃園龍潭：陸軍司令部，中華民國 92 年 09 月 01 日）。

(二)網際網路：

知識力(Hightech)，〈LED 是什麼？發光二極體的構造〉。（台北市，科技新知，Stockfeel，2020 年 11 月 30 日）。

<https://www.stockfeel.com.tw/led-%E7%99%BC%E5%85%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E9%AB%94-%E6%A7%8B%E9%80%A0/>，(2023 年 03 月 01 日)。



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、現任裝訓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