



CM11/M60A3 戰車輔助煞車鎖定解脫系統之研究

筆者/賴勝良 士官長

提要

- 一、本軍戰車在國防有限資源下無法全面換裝新式裝備，如何維持現行國軍戰車安全性？其中又以制動系統的作動正常與否為首要。
- 二、世界各國主力戰車與本軍現行戰車所使用之煞車系統主要皆由液壓方式所控制，故系統中各部機件均扮演相當重要角色。
- 三、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駐停之目的，一般常見運用在車輛上的有鼓式煞車及碟式煞車，而 M60-A3 戰車與 CM-11 戰車所使用的煞車系統則為多片溼式制動器來制動。
- 四、M60-A3 戰車與 CM-11 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，輕則裝備毀損造成停用；重則造成人員傷亡，因此如何有效精進，實為重要。
- 五、隨著時空背景與科技發展，運用輔助器具便於操作便利，以降低裝備損壞率、提升部隊戰力。

關鍵詞：制動、煞車、槓桿原理、機械利益、感測器

壹、前言

制動器其解釋就是將運行中的機車、車輛及其他運輸工具或機械等運轉的速度減慢或停止的裝置，也就是我們俗稱的「煞車」，各類車輛，除了性能要好、跑得快之外，還要能夠「煞得住」使車輛駐停下來，設計製造首先安全考量因素。隨著工業科技日新月異發展，進而不斷改良制動系統，而目前最常見的兩種制動系統即是「鼓式煞車」，(如圖 1)以及「碟式煞車」(如圖 2)¹，廣泛的運用在汽車上，然國軍現行 M60-A3 戰車與 CM-11 戰車的制動使用的是「多片濕式制動器」(如圖 3)，²產生制動力進而使車輛減速或駐停。其方式是，踩下制動踏板→壓縮液壓制動缸內之煞車油→輔助缸壓縮煞車油→推動液壓制動桿→推動制動器爪鉤→帶動制動軸→聯動至變速箱內部之固定板→夾住旋轉板→產生制動力→帶動輸出托架及凸緣→戰車減速或停止，其作動流程遠較一般車輛以制動蹄片外張頂住輪轂或卡鉗內夾制動輪片複雜。

¹ 王的編輯，〈認識煞車種類—鼓式煞車 VS 碟式煞車〉，(台北市，國王車訊，2018 年 06 月 27 日)，<https://www.kingautos.net/210508>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

² 11048233，〈淺談濕式多片式離合器〉，(台北市，小老婆汽機車資訊網，2018 年 09 月 10 日)，<https://forum.jorsindo.com/thread-2532742-1-7.html>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

制動系統是戰車操控中重要機件之一，關係著戰車本體及人員的危安，也牽動著戰車運動中及行進駐止(停)之穩定性，制動系統的良窳影響戰車本體戰力，因兩型戰車均使用相同底盤，未裝置手剎車，在排入停駐檔(P)前，必須踩下制動器踏板，並觀察壓力表達 750PSI 以上，再排入 P 檔完成制動器鎖定，在重新啟動行駛前，依反對順序將制動器鎖定解除，否則將使輸出軸斷裂，戰車即無法行駛，若藉由輔助器具使煞車鎖定能儘速解脫，避免因剎車壓力未解脫，即入檔行駛，導致輸出軸斷裂，因此制動系統的檢查及保養應確遵技術手冊、潤滑令及技術公報所規範之程序、步驟、要領實施裝備操作、檢查、調整、潤滑及故障排除外，在藉由器具的輔助，方能維護裝備妥善。

圖 1-鼓式煞車



圖 2-碟式煞車



圖 3-多片濕式制動器圖



資料來源：同註 1、2 (檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

貳、各式制動器作用原理

一、制動系統原理：³

大家不知有沒有想過，為何單靠一隻腳踩踏制動踏板的力量，就能將上噸重的車輛停下來呢？這須從帕斯卡液壓原理談起，以近年風行自行車運動，早期由鋼索帶動制動夾具，緊壓輪框產生制動效果，因磨損輪框，近年因液壓碟煞輕量化使其成為自行車制動器主流，獲得更加制動力，也解決下坡制動器過熱問題。

(一)液體不可壓縮性：

當液體於封閉系統內受力擠壓時，體積不會變化，但壓力升高，此時有兩種狀況洩除壓力，「封閉缸體破裂或推動聯動裝置」，制動器使用為後者，早期車輛亦曾使用鋼索操控制動器，(如圖 4)。⁴

³ 集滿七顆神龍現身，〈一篇文搞懂所有煞車系統〉，(新北市，珠兒的部落格，2019 年 09 月 06 日)，<https://blog.udn.com/mobile/547fd882/129202743>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

⁴ 黃樑傑，〈國內煞車系統產業現況與發展(上)〉，(彰化縣，財團法人車輛研究測試中心，2009 年 12 月 08 日)。



(二)帕斯卡原理：

液體任單位面積上所受壓力相同，(如圖 5)。⁵

(三)利用液體傳遞動力：

當踏板踩下時，踏板所產生之液壓力量，傳送至制動液體缸系統，封閉系統面積所受之壓力相同。其原理為相同液體壓力作用在不同面積下，作用力與受力面積成正比，但與推動的距離成反比。舉個例子：假如制動器總泵活塞的面積為 1 平方公分(CM^2)，卡鉗分泵的面積為 3 平方公分(CM^2)，如果在總泵上施以 10 公斤的力量，傳遞到分泵就有 30 公斤的力量，但分泵卻只能移動總泵 3 分之 1 的距離，所以卡鉗的活塞面積越大或著數量越多，制動力跟著增大，但相對制動踏板的踩踏深度也會因此而加深，而此原理影響到部分競速車輛為增加制動力，使用單一制動碟片，但可以增加活塞卡鉗數量。

圖 4-液體不可壓縮性

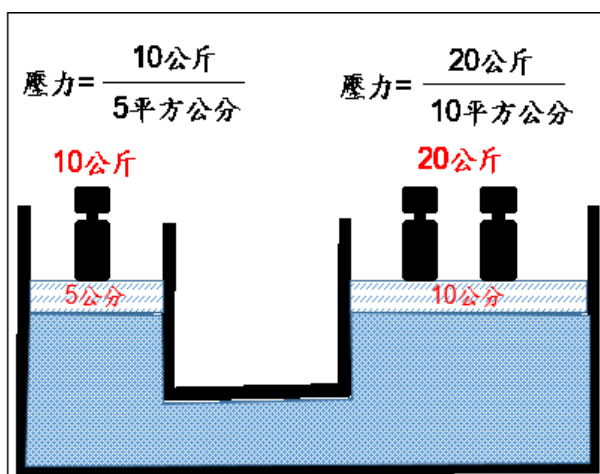
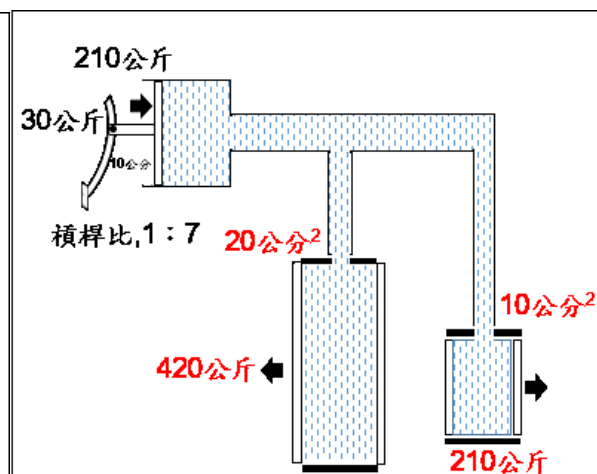


圖 5-帕斯卡原理



資料來源：同註 4，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

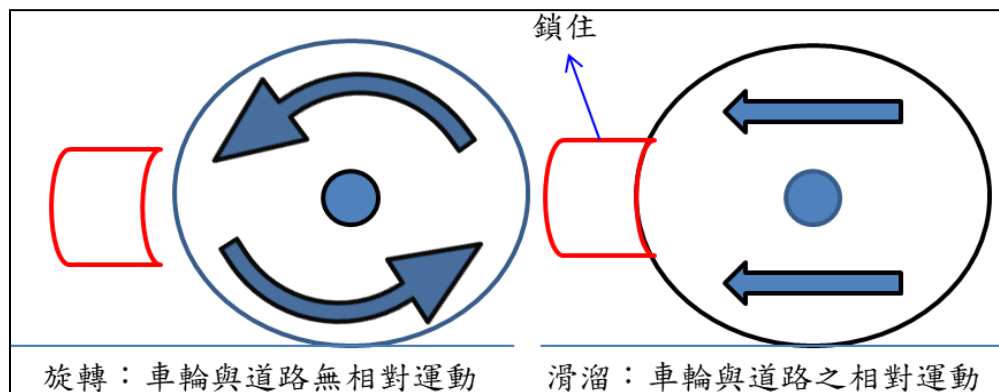
二、輪型車輛制動系統介紹

制動作用藉由摩擦力，使行進間的車輛可以達到減速或停止作用，而制動作動透過摩擦二個表面，使轉動車輪(履帶)產生制動效果，(如圖 6)，依此原理而衍生出不同的制動機構，如常見的鼓式煞車及碟式煞車，運用於在各式輪型汽車上。

<https://www.artc.org.tw/tw/knowledge/articles/27>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

⁵ 同上註。

圖 6-煞車作用原理



資料來源：作者自繪

(一)鼓式煞車：(外張式)

其名稱由來是因為圓筒狀的外型，讓這種煞車系統在水平置放的情況下看起來就像一面鼓，因此命名為「鼓式煞車」。

1.主要結構：(如圖 7)⁶

鼓式煞車的結構主為制動鼓及蹄片，可以是透過液壓或鋼索推動。

2.作用方式：(如圖 8)⁷

當踩下制動踏板時，將兩塊煞車蹄片向外推，接觸後產生摩擦力讓車輛減速。

圖 7-鼓式煞車構造圖

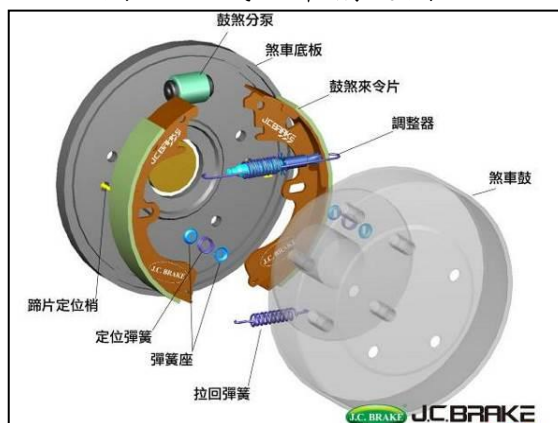
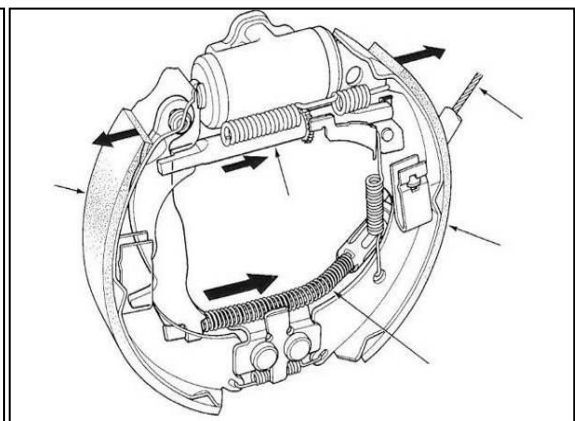


圖-8 鼓式制動作用



資料來源：同註 6、7，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

⁶ J.CBRAKE,〈煞車系統基本概念〉,(新北市, J.CBRAKE, 2020 年 04 月 22 日),

<https://www.jcbrake.com.tw/Home/BrakeSystemBASic>, (檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

⁷ .OPTION,〈碟式煞車, 鼓式煞車, 光看外觀很難明白兩者的差異〉,(台北市, 車訊網, 2017 年 08 月 13 日),
<https://www.carnews.com/nocategorized/228647>, (檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。



(二)碟式煞車：(內夾式)

其名稱來自於來令片上由兩側夾住碟盤以產生制動力的方式，因此命名為「碟式煞車」。

1.主要結構：(如圖 9)⁸

碟式制動主要是由碟盤及卡鉗組成。

2.作用方式：(如圖 10)⁹

制動卡鉗當中有單個或多個活塞，藉由液壓系統推動位於卡鉗兩側的活塞，進而推動來令片向內夾住碟盤來達成制動作用。

圖 9-碟式煞車構造圖

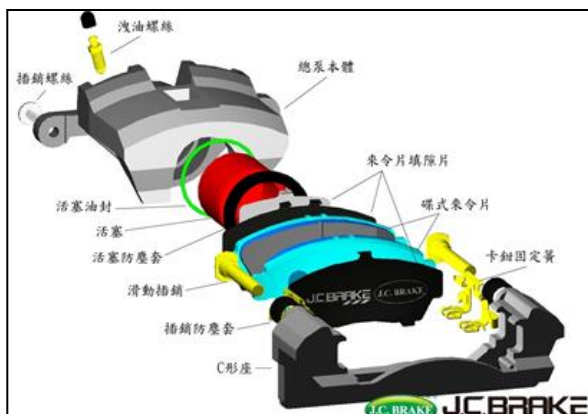
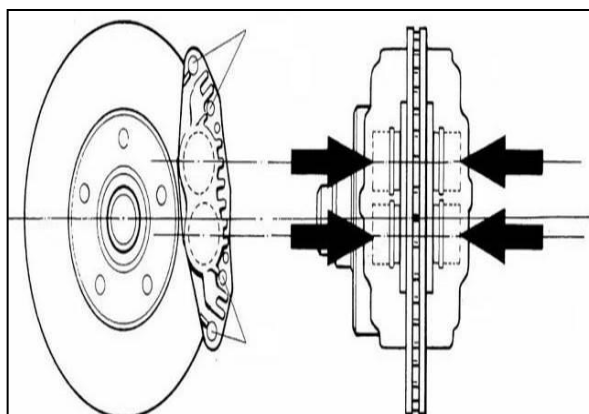


圖 10-碟式煞車受力作動圖



資料來源：同註 6、7，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

三、其他制動方式：¹⁰

制動器為使車輛或運轉中機械減速或停止。

(一)機械制動：

以人力拉動煞車桿，利用槓桿原理，將力傳至煞車鼓的方法，除手煞車外已不採用。

(二)真空液壓制動：

是一種利用大氣壓力與車輛空氣儲存槽的壓力差，以增加液體煞車力的煞車方法。為高速與重型車輛所採用。

(三)空氣制動：

應用壓縮空氣的壓力，而傳輸煞車力量的煞車方式，常用於火車。

(四)引擎制動：

⁸ 同註 6、7。

⁹ 同註 6、7。

¹⁰ 潘國揚、陳銘信，〈淺談輪車煞車系統〉，(新竹縣，裝甲兵學校，裝甲兵季刊第 196 期-4，2007 年 05 月 15 日)，頁 14。

進氣、壓縮、排氣行程會消耗引擎動力而形成阻力，加上各運動元件摩擦阻力，在加速踏板放開時引擎轉速慢，車輛慣性力量大過引擎動力，車輛慣性力量反向傳動，慣性力量由輪胎反傳回引擎與引擎阻力作用，使得車輛動能與其引擎阻力及經傳動系統(齒輪減速效果)等關係而使車輛減速。

(五)排氣制動：

使用離心調速器之柴油引擎，因無節汽門之構造，故真空吸力小，尤其大型車輛之衝力大，僅靠壓縮阻力給予活塞牽阻，無法對下坡之車子產生引擎煞車作用，故在柴油引擎之排汽管上裝置活門，於汽車下長坡時，關閉活門，使廢氣無法排出，使活塞產生阻力，增進制動系統力量。

(六)電磁制動：

此類機構的基本工作原理，是將機械動能轉換成磁能，進而再轉成熱能散去，以達到制動的目的。電磁式制動器特色是，藉者可變電阻控制電流大小，使制動器能隨需要提供立即制動、逐漸減速、或定速滑移等操作狀況，通常使用機械及自動控制。

四、小結：¹¹

制動系統為外、內燃機發明後，進入工業時代，車輛、船舶與航空器，將交通步入便利性，隨著科技進步，各式交通工具速度快，相對的能夠跑得快，也要停得住，制動器成為車輛安全且必要工具，制動器失靈會導致嚴重交通事故，過彎減速不及常肇生撞山壁、衝下邊坡或翻車狀況，現代化汽車制動輔助安全系統增多，但行車安全關鍵還是在於駕駛人，遵守交通規則與良好駕駛習性。

參、多片濕式制動器

一、主要結構：(如圖 11、12)¹²¹³

現行車輛制動方式大部分採用「鼓式及碟式制動」，然現行國軍戰車制動系統沒有「制動鼓、蹄片、煞車碟盤及煞車卡鉗與來令片」，而是運用離合器內之多片濕式固定板夾住旋轉板進而來產生制動方式，因此筆著先說明常

¹¹ 王的編輯，〈認識煞車種類-鼓式煞車 VS 碟式煞車〉，(台北市，國王車訊，2018 年 06 月 27 日)，<https://www.kingautos.net/210508>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

¹² 梅思慧，〈艾利遜 CD850-6A 橫向傳動變速箱野戰保修技術手冊(含修理零件及特種工具)〉，(桃園市，陸軍後勤司令部保修署，1997 年 1 月 30 日出版，2013 年 9 月增印)，頁 23、332。

¹³ 同註 12。



見之「鼓式及碟式制動器」其運用與作用原理，再介紹 M60A3/CM11 戰車煞車使用之「多片濕式離合器」的制動系統。計有六塊固定板、七塊旋轉板、固定及旋轉應用凸輪環、制動轂輪齒以及制動錨。此外，尚包跨有加力軸、槓桿總成、支柱、托架總成、活門總成等機件所組成。

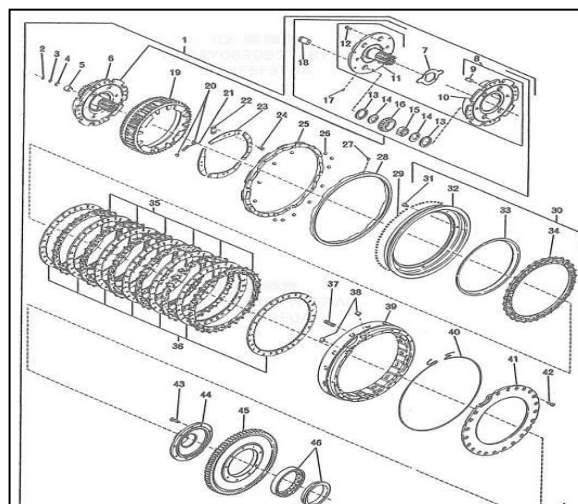
二、作用方式：

- (一)當於駕駛試踩下制動踏板時，制動軸即開始旋轉。此種轉動被傳至旋轉凸輪環。於此凸輪環旋轉時，十二支軸承滾珠，即在二凸輪環槽之間滾動。此種作用迫使旋轉環，抵制制動活塞總成。活塞之運動，壓縮在固定板間之旋轉板。由於旋轉板之減緩或停止。使得輸出托架及輸出突緣，亦依次隨著減緩或停止。
- (二)在制動旋轉凸輪環運動之同時，冷卻機油制動活門，乃使輸出邦浦之機油溢出以冷卻制動板。
- (三)當鬆開制動踏板時，彈簧乃使旋轉凸輪環恢復其放鬆狀態。由於凸輪環之運動，冷卻機油活門，即停止將冷卻劑流入制動板。在此同時，十二支彈簧，恢復制動板之放鬆狀態。在左方至動機構之運轉方式，與右方者同，以及各制動器之使用方式亦相同。

圖 11-多片濕式制動器



圖 12-左煞車與輸出行星齒輪組



資料來源：圖 11 作者自攝，圖 12 同註 12，頁 332。

※附註※

除非於左方或右方，必須設計其他零件，否則，左右制動器總成，皆為相同。因此，對一制動機構之說明及運轉，亦同時代表其中之另一組件。

三、戰車液壓制動系統機件功能：¹⁴

(一)制動踏板：(如圖 13)

依安裝位置之不同，區分為吊式與立式兩種，吊式踏板作用支點在踏板上方，通常使用於小型車輛上；立式踏板作用支點於車身底板之下方，通常使用於大型車輛上。

圖 13-制動踏板



資料來源：作者自攝

(二)液壓制動缸：(如圖 14)

煞車系主體，其作用在駕駛人員腳上之力量，轉換為液壓力，該儲存器攜帶足量之儲存液體，可擴展並收縮煞車液以及煞車來令片磨損。

圖 14-液壓制動缸



資料來源：作者自攝

¹⁴呂芳契，〈煞車液壓系統調整要領之研析〉，(新竹縣，裝甲兵學校，裝甲兵季刊第 252 期-2，2019 年 06 月 15 日出刊)。



(三)壓力表：(如圖 15)

顯示戰車制動壓力狀況，以類比指針刻劃，壓力為 0-2,000 磅/平方吋(以下簡稱,PSI)，短線為 100PSI，長線為 500PSI，圖上顯示為 0PSI。

圖 15 制動壓力表

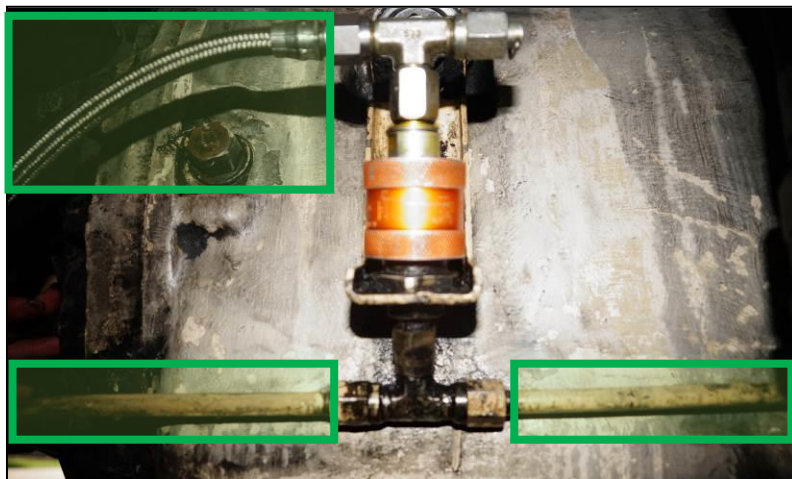


資料來源：作者自攝

(四)制動油管：(如圖 16)

制動油管連接液壓制動缸與輔助缸之間，煞車油管之材質以鋼管與銅管為主，但以鋼管為佳。若轉向車軸與車架之距離常需改變，會在此段以高壓橡皮軟管連接，但不論使用何材質之煞車油管，均須承受 700 至 1,000PSI 之壓力。

圖 16-制動油管



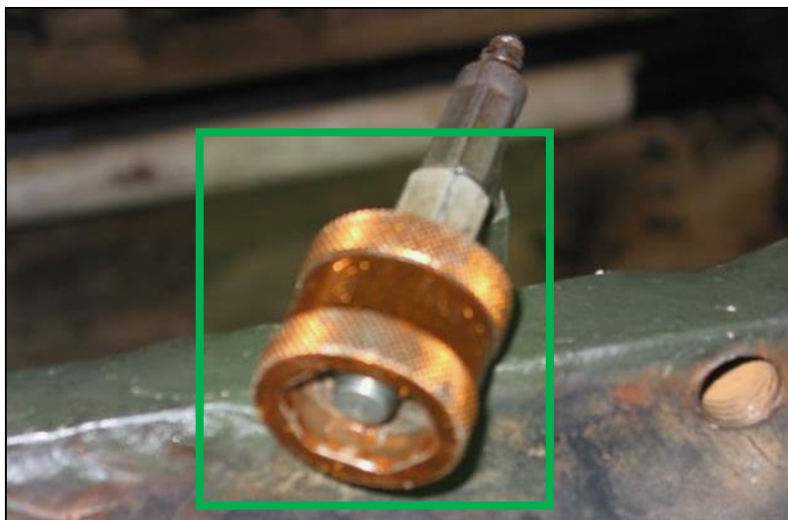
資料來源：作者自攝

(五)液壓制動快卸耦節：(如圖 17)

此接頭具備快速解脫功能，必須完全密合，制動踏板方可踏下，若未完成結合處於氣密狀態下，也是一種制動安全防呆裝置，戰駕士須立即查看壓

力表，若為 0，立即熄火停止操作。其上方有一處為煞車油的空氣排放孔，在煞車壓力不足時作為變速箱上的重要的一個洩放位置。在引擎拆吊的時候也是拆卸點，維保人員要非常注意此處的拆裝要領以及接頭的保養。

圖 17-液壓制動快卸耦節(陰半體)

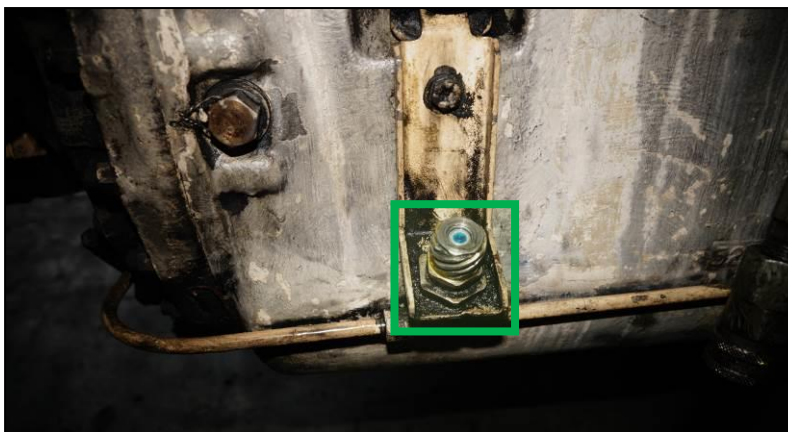


資料來源：作者自攝

(六)液壓制動快卸耦節：(如圖 18)

此位置在變速箱後方，重點在於表面的清潔及固定否良好。

圖 18-液壓制動快卸耦節



資料來源：作者自攝

(七)輔助缸：(如圖 19)

液壓制動缸將煞車油推至此處制動變速箱使車子靜止，輔助缸左、右各有一個，在駕駛手踏下制動踏板時液壓油將推至於此，輔助缸的推桿便向前推，推動變速箱制動靜止車子。其上方有一處為制動液壓油的空氣排放孔，在煞車壓力不足，時作為變速箱上的重要的一個洩放位置。

圖 19-輔助缸

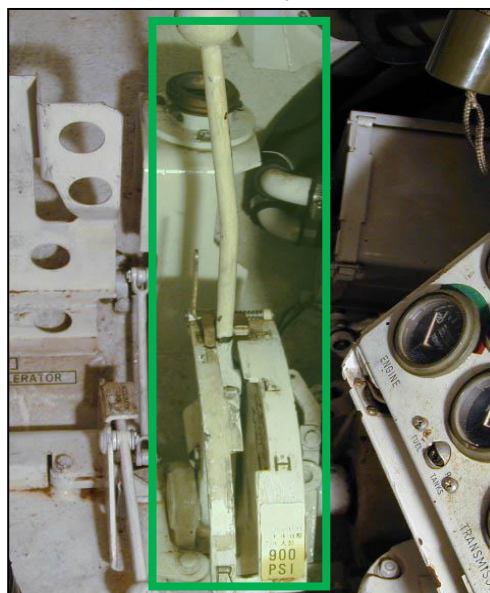


資料來源：作者自攝

(八)變速控制器：(如圖 20)

共五個檔位，有：空檔、停車鎖定檔、低速檔、高速檔、倒退檔；其作用是將車輛中連接到變速箱移動裝置的金屬桿。藉由排檔桿連結到變速箱的聯動，改變齒輪傳動的方式以及改變汽車的出力、速度或行進方向。

圖 20-變速控制器

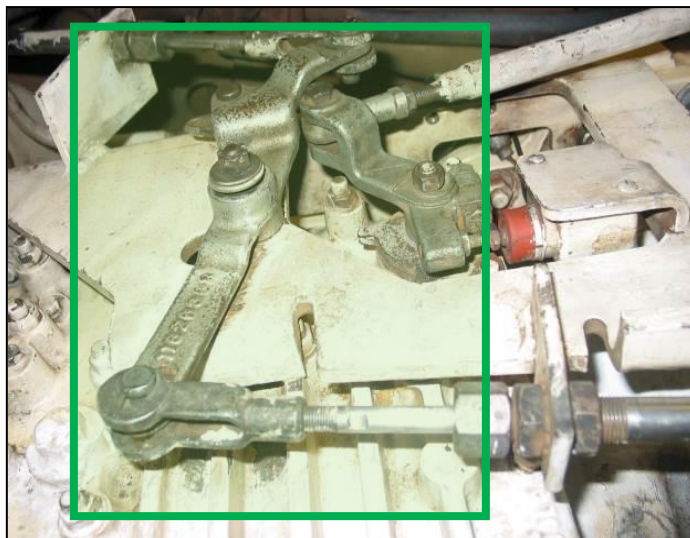


資料來源：作者自攝

(九)制動控制器：(如圖 21)

制動控制器在變速器上，桿端頭连接器有兩組連接制動器左右各一組。駕駛室內，將變速控制器置於停車（P）位置短曲柄槓桿與制動控制器托架上之定位孔為正確位置，並將制動索作組合此時煞車鎖定功能便完成了。

圖 21-制動控制器

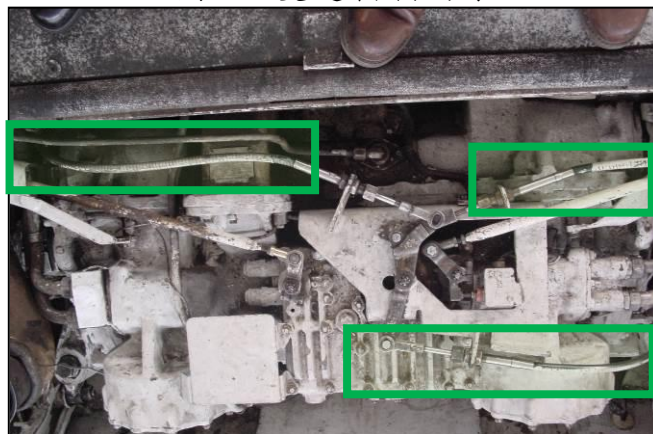


資料來源：作者自攝

(十)變速箱制動索：(如圖 22)

此制動索連動車內的變速控制器作動功能，若將變速控制器排入停車鎖定時它將作動變速箱上的制動控制器進而鎖定變速箱。保養人員在預防保養時作吊掛引擎也必須注意此拆卸點，而在回裝時須把制動索的位置調整好，才不會過長無法鎖定變速箱或過短容易導致輸出軸斷裂，應該在推入後量取距離再拉出 3/4 吋之間。

圖 22-變速箱制動索



資料來源：作者自攝

(十一)制動器總成：(如圖 23)

液壓制動缸將煞車油推至此處制動變速箱使車子靜止。煞車鎖定時連動裝置會結合制動爪鉤鎖定變速箱能讓車子在上下坡或者是特種地形下完全制動。



圖 23-制動器總成



資料來源：作者自攝

(十二)制動器爪鉤：(如圖 24)

主要功能為將變速箱煞車鎖定，將車子完全制動，目視輔駐缸制動器是否到煞車制動位置。

圖 24-制動器爪鉤

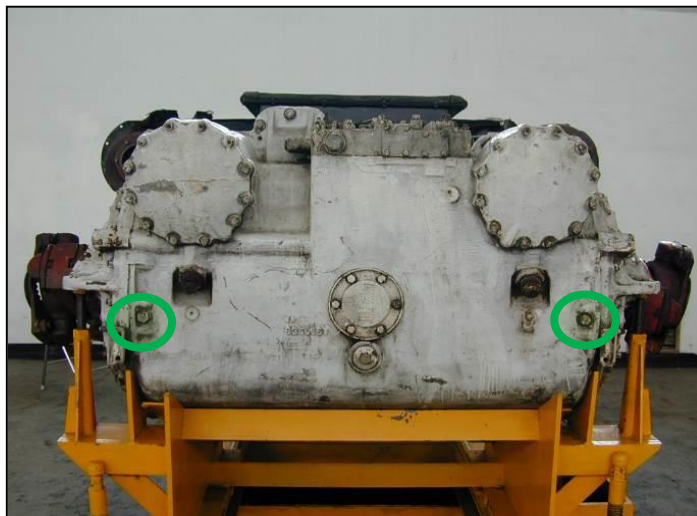


資料來源：作者自攝

(十三)煞車檢查孔：(如圖 25)

目視煞車檢查孔踩 A 放 R 是否到基準線，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。

圖 25-煞車檢查孔

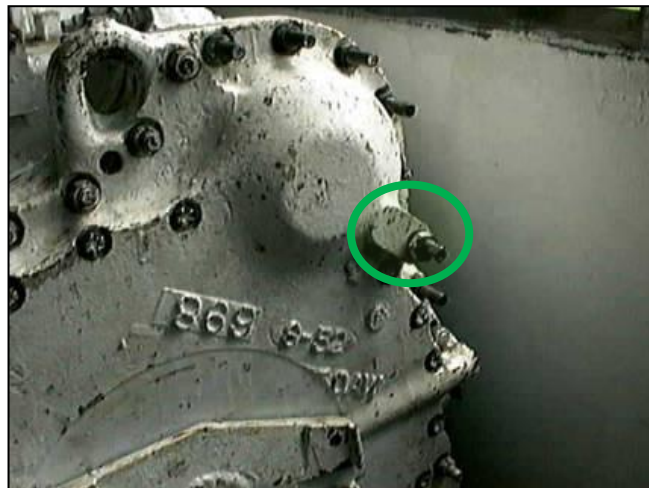


資料來源：作者自攝

(十四)煞車調整螺：(如圖 26)

AR 線未到定位實施側蓋煞車調整螺之調整順緊逆鬆，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。

圖 26-煞車調整螺



資料來源：作者自攝

(十五)多片濕式煞車制動帶：(如圖 27)

有別於一般常見煞車為碟式或鼓式煞車，此型式煞車乃利用多片制動帶加壓摩擦來實施減速。



圖 27-多片濕式煞車制動帶



資料來源：作者自攝

(十六)矽制動油：(如圖 28)

為一化學活性小之液壓油。添加矽之煞車油需具備下列幾種特性：

1.潤滑性：

對液壓制動缸與輔助缸中之皮碗或活塞需能潤滑其作用。

2.膨脹性：

使皮碗膨脹，如此能讓皮碗與液壓制動缸與輔助缸獲得良好密封性。

3.黏稠性：

不應因溫度升高對液體黏稠度造成過度之影響。

4.沸點高、冰點低：

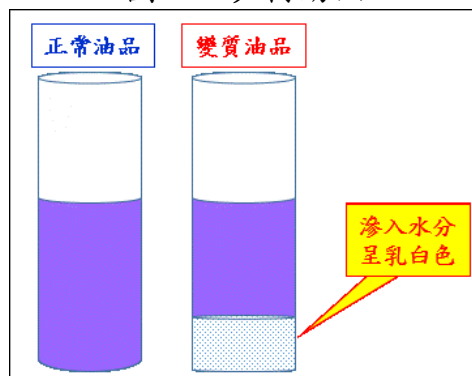
不應因煞車溫度變高而產生氣阻。

5.防腐蝕、防銹性：

對金屬、皮碗或活塞不可造成腐蝕與銹蝕之狀況。

6.煞車油中的矽成分可有效降低水氣的入侵。

圖 28 矽制動油



資料來源：筆者繪製整理

六、戰車制動與鎖定：¹⁵(如圖 29、30、31)

(一)制動操作方式：

由操作人員腳踏制動踏板，踏板會帶動液壓制動缸，液壓制動缸是制動系統壓力的來源，經加壓後的制動油會順著油管傳送至輔助缸，再由輔助缸帶動推桿，推桿推動液壓制動桿，進而帶動 CD-850-6A 變速箱內部，讓多片溼式制動器壓板產生摩擦，而達到減速及停止之目的。

(二)鎖定操作方式：

在踩煞車磅數至 750 至 900psi 時，若同時將變速控制器檔位由轉向空檔 (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。

(三)解除操作方式：

1. 解脫煞車鎖定时，首先踩下制動踏板，直到煞車壓力表讀數超過停駐時所施加之壓力（暫時不要放鬆制動踏板）。

2. 將變速控制器鎖推向前，再將變速控制器由 P(停駐)移至 N(空檔)位置。

圖 29-無煞車作用時

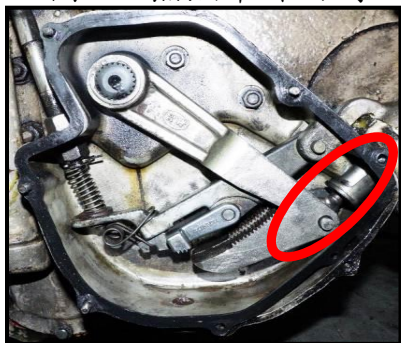
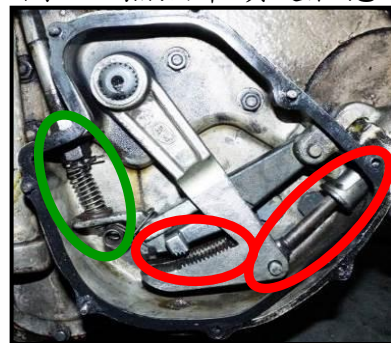


圖 30-煞車鎖定狀態



圖 31-無煞車鎖定狀態



資料來源：作者自攝

※警告※

若施加之壓力未超過停駐時所施加之壓力，煞車鎖定並未解脫；移動戰車將使變速箱輸出軸扭斷。

※注意※

1. 若將變速控制器由 P（停駐）移至 N（空檔）時感覺有阻力存在，代表停駐煞車並未解脫，不可強行移動變速控制器。請於制動踏板施加更大的煞車力，直到變速控制器可輕易移至 N（空檔）位置。
2. 請在煞車壓力錶錶面上 825psi 位置標示記號，煞車鎖定时施加之壓力勿超過

¹⁵ 李振利，〈戰車煞車鎖定解脫及保養檢查要領〉，(新竹縣，裝甲兵學校，裝甲兵季刊第 223 期-3，2012 年 02 月 16 日出刊)。



此標記。解脫時只要施加之壓力超過此標記，即可將煞車鎖定輕易解脫。

肆、煞車鎖定失效成因分析

戰車操作前須使用制動系統先將制動鎖定解除後始可行駛，而在部隊時有戰車於機動行駛前或行駛中，發現煞車無法解除鎖定或單邊鎖定狀況發生，因此在行駛過程中造成車輛偏移、打滑或傳輸動力來源之一的「輸出軸」斷裂情況發生，更甚者會造成變速箱內部機件的損壞。

因此，筆者特別分析有關不易解除煞車鎖定有三種為主要因素，分別為：變速箱制動索、煞車油、液壓制動缸與輔助缸，下面將說明這三種裝置其分析原因以及檢查調整要領。

一、變速箱制動索

(一)變速箱制動索鬆動或脫落：(如圖 32)

- 1.成因為裝備進廠保養人員於定期保養與不定期檢修時機，因引擎拆卸、回裝作業時，因變速箱制動索固定拖架上之 2 顆螺絲(紅色框表示)，未確實緊定或只安裝 1 顆，致使車輛發動機動行駛時，因引擎作動產生抖動，使螺絲鬆動或脫落，則影響變速箱制動索無法作動，進而使制動不易鎖定與解脫。
- 2.成因為裝備進廠保養人員於定期保養與不定期檢修時機，因引擎拆卸、回裝作業時，因變速箱制動索上有 1 顆固定螺絲(黃色框表示)，該螺絲其主要作用為固定制動索，使制動索無法隨意移動；若未確實緊定或安裝此固定螺絲，於操作制動鎖定或解除程序時，制動索內之內部機件則在進行推力作動，此時因變速箱制動索未固定，制動索易產生扭曲或移動，則影響變速箱制動索產生間距，進而使煞車不易鎖定與解脫。
- 3.成因為變速箱制動索上之定位銷，未依制式之定位銷安裝，以非制式之螺絲代替(藍色框表示)；或定位銷下方未加裝 R 型開口銷，致使車輛發動機動行駛時，因引擎作動產生抖動，使定位銷脫落，則影響變速箱制動索無法作動，進而使制動不易鎖定與解脫。

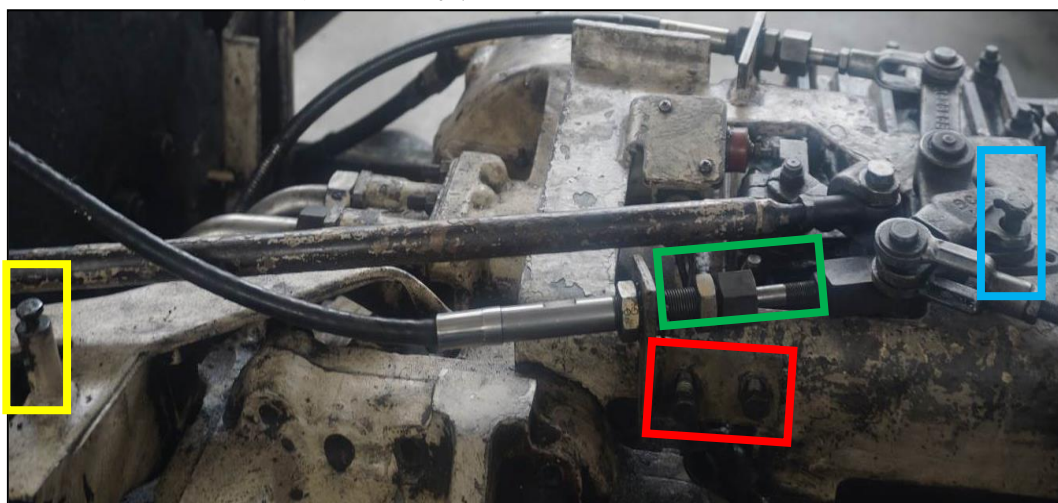
(二)變速箱制動索調整不當：(如圖 32)

- 1.成因為裝備進廠保養人員於定期保養與不定期檢修時機，因引擎拆卸、回裝作業時，未依技術手冊規範實施調整，使變速箱制動索產生間距(綠色框表示)，進而使制動不易鎖定與解脫。
- 2.成因為若引擎異常需轉至三、四級送修檢修時，需將引擎上之零附件拆

除，待引擎送修回單位後，需將引擎上之零附件回裝時，保養人員安裝後未依技術手冊規範實施檢查並調整，使變速箱制動索因調整不當而產生間距(綠色框表示)，進而使制動不易鎖定與解脫。

3. 成為單位一次性數個引擎需送修時，引擎上之零附件未確實依該車輛存放，而是統一庫管存放，待引擎送修回來後，單位人員無法辨識那些零附件是該車輛，使人員隨機拿取零附件裝置該引擎，然保養人員也未依技術手冊規範實施檢查並調整，使變速箱制動索因調整不當而產生間距(綠色框表示)，進而使制動不易鎖定與解脫。

圖 32-變速箱制動控制器



資料來源：作者自攝

(三)限制變速箱制動索使其無法作動：(如圖 33)

成為使用鐵絲或束帶捆綁限制變速箱制動索，使變速箱制動索無法作動。

圖 33-被限制之變速箱制動索



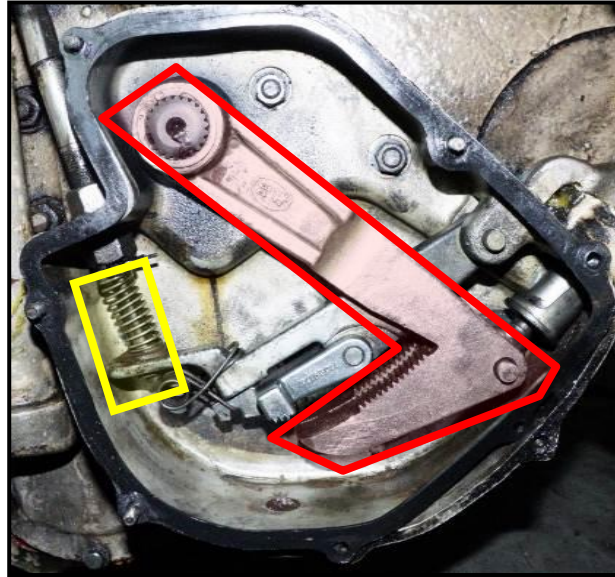
資料來源：作者自攝



(四)輔助缸之液壓制動聯桿與制動器索爪鉤調整不當：(如圖 34)

- 1.成因為停車制動器索爪鉤安裝錯誤，使變速箱制動索在作動時，行程變短，進而無法煞車鎖定與解脫。(紅色框表示)
- 2.成因為安裝液壓制動聯桿時，未依技術手冊規範律定使用制式之停車制動調整工具，使變速箱制動索在作動時，行程變短，進而無法煞車鎖定與解脫。(黃色框表示)。

圖 34-液壓制動聯桿調整不當

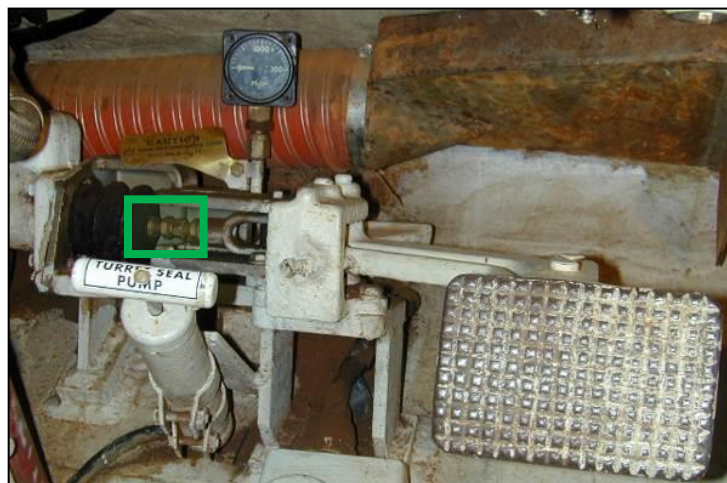


資料來源：作者自攝

(五)液壓制動缸之液壓制動聯桿調整不當：(如圖 35)

成因為液壓制動缸之液壓制動聯桿未依技術手冊之規範實施調整，使踏下制動踏板時，因行程距離縮短，進而使制動不易鎖定與解脫。

圖 35-液壓制動聯桿



資料來源：作者調製

(六)變速箱制動索損壞或變形：(如圖 36)

成因為裝備進廠保養人員於定期保養與不定期檢修時機，因引擎拆卸、回裝作業時，人員經常踩踏制動控制器及其制動索，使制動索損壞或變形，則影響制動索內之內部機件產生間距或斷裂，進而使制動不易鎖定與解脫。

圖 36-變速箱制動索損壞



資料來源：作者自攝

二、煞車油與油管

(一)煞車油不足或變質：(如圖 37)

- 1.成因為裝備進廠保養人員於定期保養時，未依技術手冊規範於每季實施煞車油檢查，使煞車油不足，壓力將無法達到 750 至 900psi，則影響輔助缸之推桿推動的行程縮短，進而無法制動鎖定與解脫。
- 2.成因為液壓制動缸之帽蓋未緊定，若駕駛艙內產生之濕氣順著液壓制動缸與帽蓋間之縫隙影響制動油，則使油品潤滑係數不足產生變質。

圖 37-煞車油不足



資料來源：作者自攝



(二)制動油管破裂或未緊定致使液壓油不足或變質：

- 1.成因為制動油管通常由橡膠或金屬製成，隨著時間的推移，會因為自然老化和腐蝕而變得脆弱。特別是在潮濕或腐蝕性環境中，金屬油管更容易受到腐蝕，而橡膠油管則是受到紫外線照射而老化，若此時操作人員踏下制動踏板，則加速油管破裂。
- 2.成因為制動油管接頭未確實與液壓制動缸及輔助缸接頭緊定，液壓油則將從縫隙間流露出，使煞車油不足，制動壓力將無法達到 750 至 900psi，則影響輔助缸之推桿推動的行程縮短，進而無法鎖定與解脫。

(三)制動系統油道內含有空氣：

- 1.成因為液壓制動缸、輔助缸、制動油管在添加制動液壓油時，這些零附件未完全呈現封閉狀態，因此內部含有氣體存留在內，此時添加液壓油後，若未確實將內部之氣體排出，則影響制動踏板的行程。
- 2.成因為液壓制動缸、輔助缸、制動油管，因密封不嚴、破裂或老化，則導致空氣進入。
- 3.成因為液壓油在高溫狀態下工作時由於溫度不斷上升，在接近沸點時會導致油品產生氣泡，堵塞制動油管，此時為氣鎖現象，因此制動油管内之液壓油無法正常傳遞制動壓力，將影響制動系統失效。

三、液壓制動缸與輔助缸

(一)制動壓力不足：

成因為制動壓力標準數值需為 750 至 900psi 才能確實使車輛駐車停止，以防止車輛產生滑動現象，若因油管破裂、油道內有空氣、液壓油不足、變速箱制動索損壞、變形、液壓制動缸之液壓制動聯桿行程間距調整不當，影響制動踏板踩踏距離。

(二)液壓制動缸與輔助缸活塞襯墊變形失效或未安裝：(如圖 38)

成因為液壓制動缸與輔助缸之活塞襯墊為橡膠材質製成，隨著時間的推移，活塞襯墊或會因為自然老化和腐蝕而變得脆弱，使液壓制動缸與輔助缸無法完全密封，則影響制動系統失效。

圖 38-輔助缸活塞襯墊未安裝



資料來源：作者自攝

四、制動系統保養調整與安裝要領¹⁶

在調整制動系統的所有聯動裝置之前，應先確認制動液壓油是否足夠，制動壓力是否達到 750 至 900psi，若因煞車油不足以及壓力不足，則影響後續調整各聯動裝置行程距離，故需先檢查過後再行調整，要領如後。

(一)液壓煞車壓力檢查標準及煞車油種類與油平面檢查標準
量測工具為鋼尺。

1.制動油種類及檢查標準

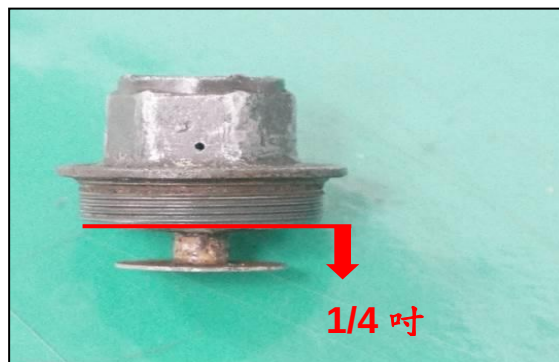
A.制動油種類：

BFS，制動油，矽質，汽車用適合所有氣候操作（為黃綠色或紫色）。

B.煞車油平面檢查標準：(如圖 39)

矽制動油平面需在距液壓制動缸開口蓋頂端 1/4 吋處，且煞車油平面應於每季 Q 保養，由二級保養士實施檢查。

圖 39-液壓制動缸開口蓋



資料來源：作者自攝

¹⁶ 陸軍總司令部，〈M48H,105 公厘火炮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)，頁 440-447。



2.制動壓力檢查標準

- A.踩下制動踏板，直到壓力表指示在 750 至 900psi 為止。
 - B.將制動踏板踩在定位約 30 秒，確定制動踏板不會再向下移動。
- 3.若制動壓力表讀數所有下降，則表示制動油管內含有空氣，此時依序由液壓制動缸，(如圖 40)、制動油管接頭（位於引擎室內車尾處），(如圖 41)，及輔助缸（位於變速箱左、右兩側），(如圖 42)，共 4 處之空氣排洩活門實施排放空氣，並且每次僅能排放一處位置，上下踩放制動踏板使制動系統壓力增加至 300psi 以上，保持制動踏板在踩下位置時關閉排洩活門，避免空氣回流至制動油管內，並重新檢查制動油平面是否足夠(以上動作須重複多次並檢查砂煞車油油量)，最後其制動之壓力磅數應可到達 750 至 900psi，且制動踏板踩下後能維持 30 秒，踏板與制動壓力讀數不再下降時為正常。

圖 40-液壓制動缸



圖 41-液壓制動快卸耦節



圖 42-左與右輔助缸



資料來源：作者自攝

(二)制動踏板¹⁷

- 1.量測工具為厚薄規量，(如圖 43)。

圖 43-厚薄量規



資料來源：作者自攝

¹⁷ 同註 7。

2.制動踏板調整要領：

- (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，(如圖 44)，與安裝托架之孔洞對正為止。插入定位銷（1/2×7.5 吋）。
- (4)鬆開兩固定螺帽，(如圖 45)，調整繫桿使壓力達 175 至 250 平方吋磅（PSI），將兩固定螺帽鎖緊。
- (5)拆下定位銷。
- (6)踏下制動踏板，直至凸輪與滾子之間隙 0.010 至 0.020 吋，此時壓力表應為 0 平方吋磅(如圖 43)。
- (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 46)。

圖 44-凸輪拼合緣與安裝托架之孔洞



圖 45-旋鬆 2 只固定螺帽

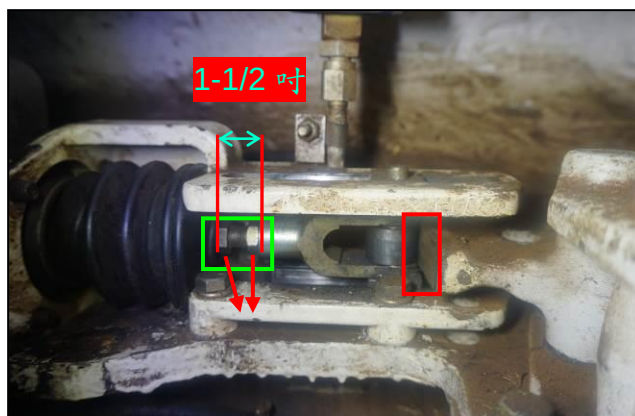


圖 46-螺釘接觸制動桿後將旋緊螺帽



資料來源：作者自攝



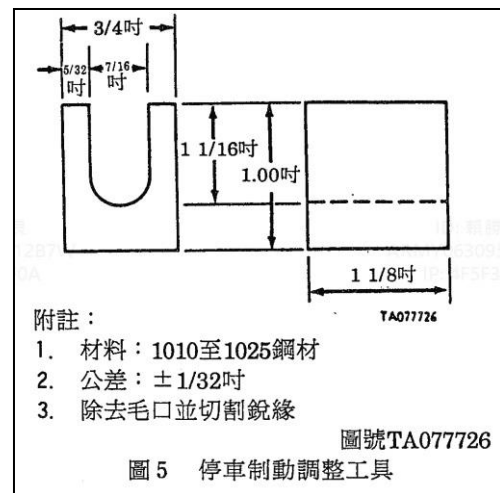
(三)變速箱制動索¹⁸

1. 量測工具為鋼尺、停車制動規塊。(如圖 47、48)

圖 47-鋼尺



圖 48-停車制動規塊



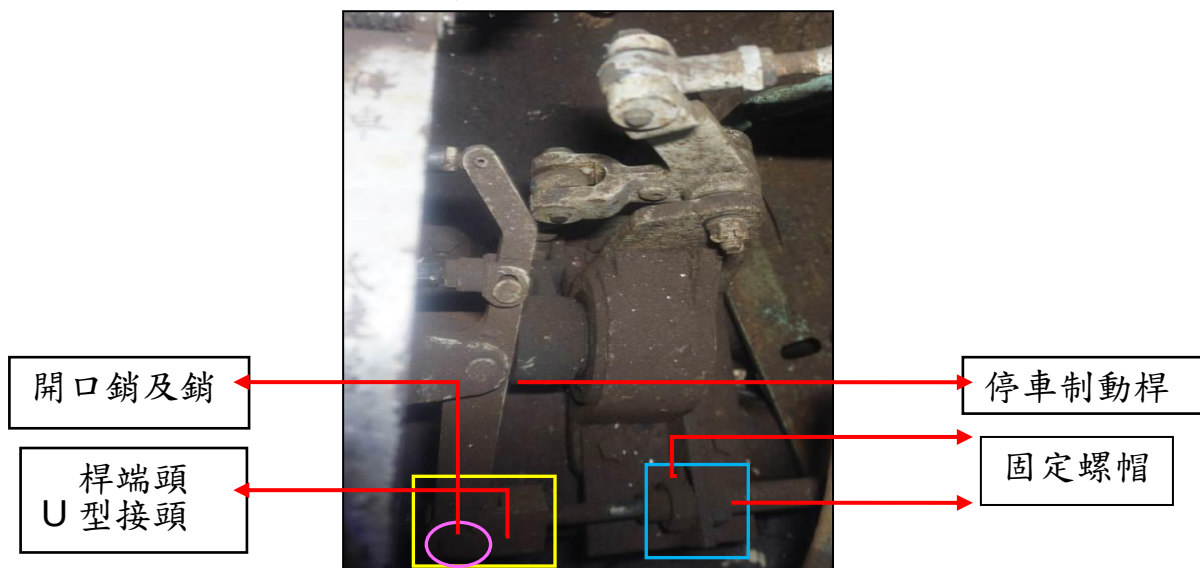
資料來源：圖 49 作者自攝，圖 50 同註 7，頁 23。

2. 變速箱制動索調整要領：

(1) 拆下開口銷及銷(如圖 49)，將停車制動桿與 U 型接頭鬆開。

(2) 將兩只 15/16 固定螺帽(藍色框表示)鬆開。

圖 49-拆下開口銷、銷及固定螺帽



資料來源：作者自攝

(3) 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 50)。

(4) 在變速器上，將制動索內部機件，向內推，直至停止或到底為止。

(5) 檢查駕駛室內制動索前端頭，確定無咬結或障礙妨礙整個制動索活動。

¹⁸ 同註 7。

- (6)在變速器上，當制動索已被盡量推入之後，應量取制動控制螺帽平面與桿端頭 U 型接頭底座間之距離。
- (7)將步驟 6 所量取之距離，再拉出 3/4 吋。
- (8)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。
- (9)在變速器上，將桿端頭連接器安裝回短曲柄槓桿上(如圖 51)。保持步驟 7 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。
- (10)在駕駛室內，將變速控制桿置於停車(P)位置。
- (11)在駕駛室內，將端桿 U 型接頭安裝回停車制動桿上。可藉由調整兩固定螺帽，使銷能自由插入桿端 U 型接頭與停車制動桿之間。

圖 50-變速箱制動控制器

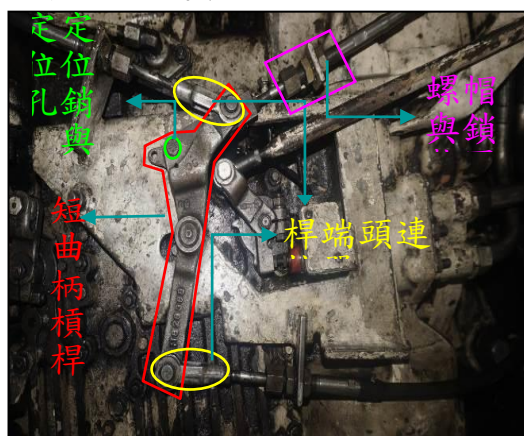
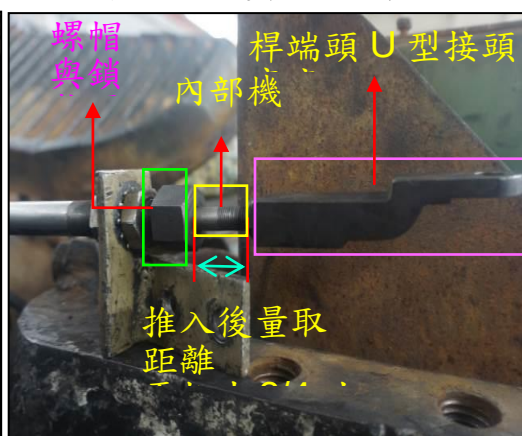


圖 51-變速箱制動索調整



資料來源：作者自攝調製

(四)輔助缸聯動裝置¹⁹

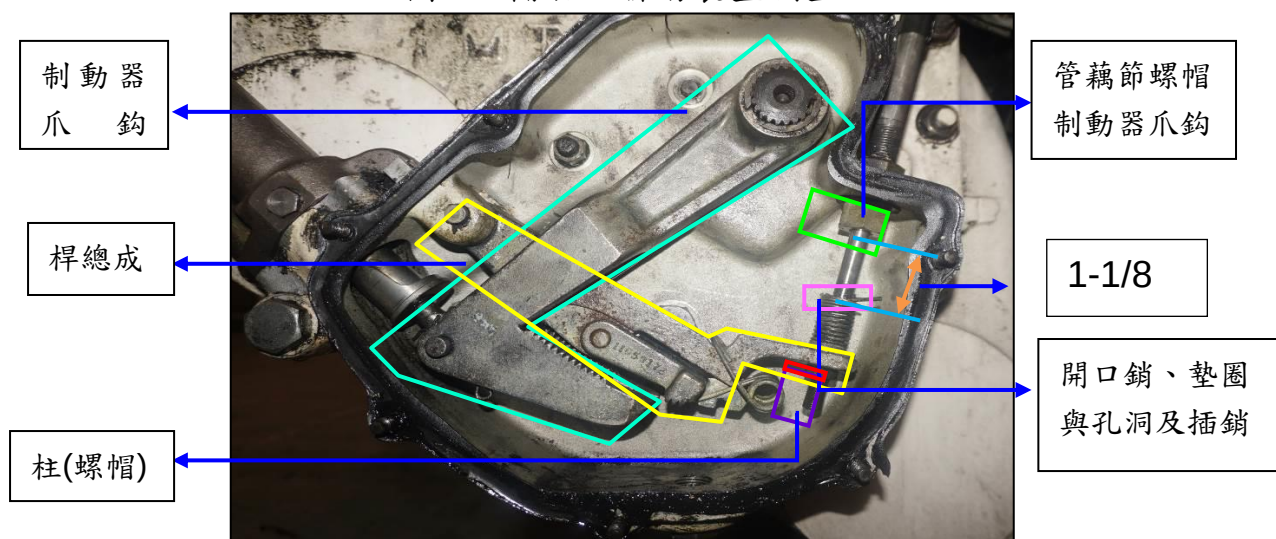
- 1.量測工具：鋼尺、厚薄規量、停車制動規塊。
- 2.輔助缸聯動裝置調整要領：(如圖 52)
 - (1)拆卸變速箱兩側輔助缸之制動器外殼。
 - (2)拆卸制動器 U 型接頭固定於短曲柄之開口銷、墊圈及插銷。
 - (3)以開口扳手固定制動器外殼處之制動索並旋鬆制動索螺帽。繼續固定制動索並以手指旋緊管藕節螺帽，然後旋緊外制動索螺帽。(每一條制動索應能自由拉推)
 - (4)拉動制動索直至 1-1/8 吋停車制動規塊，剛好可安裝於開口銷及管藕節螺帽之間為止。

¹⁹ 同註 7。



- (5)旋轉變速箱頂端之短曲柄以對準短曲柄與托架內孔洞。穿過孔洞插入 1/8 吋定位銷。(切勿讓軸旋轉，否則會損壞控制器，使用制動索上扁鋼以防控制器旋轉)
- (6)調整將制動索固定於支架拖架之兩只 15/16 吋螺帽，直至 U 型接頭插銷及定位銷能自由滑入校準孔內。如 U 型接頭在短曲柄處受到束縛，旋鬆保險螺帽並重新校準 U 型接頭。(兩側控制器均已調整後，以手左右旋轉短曲柄。如應自由移動，若束縛發生，則重新對準 U 型接頭)
- (7)安裝墊圈及新開口銷。
- (8)拆卸定位銷及停車制動規塊。
- (9)拆卸兩側制動外殼處將墊圈及彈簧保持在制動索上之開口銷。
- (10)穿過短曲柄及托架重新安裝定位銷。確定能自由插入。
- (11)向上吊起槓桿總成使其與柱(螺帽)上垂直扁鋼處之槓桿分離。旋轉軸上螺帽直至其於槓桿完全下降並接觸爪鉤，爪鉤接觸制動桿之非鋸齒部分時與桿總成接觸為止。適切調整時，爪鉤會接觸制動桿之頂端。
- (12)調整兩側後，撬動外殼與制動桿間之桿，移動制動桿，直至制動桿是前三螺齒與爪鉤上前螺齒完全嚙合為止。
- (13)使用厚薄規量測桿總成及螺帽間之距離。量度應在 0.045+0.005 吋。
- (14)穿過孔洞將開口銷安裝於彈簧及墊圈上方之制動索內。
- (15)拆卸定位銷並使用撬桿順時針旋轉短曲柄以放鬆制動器。
- (16)將制動器外殼護蓋及新襯墊安裝於變速箱之每一側。

圖 52-輔助缸聯動裝置調整



資料來源：作者自攝

伍、輔助煞車鎖定解脫系統-小型軍品研發

現行M60-A3戰車與CM-11戰車煞車壓力表位於駕駛室內之左前方位，因每次查看制動壓力數值不易，故操作人員每次查看壓力數值時，須調整駕駛座椅低頭俯視，而現行M60-A3與CM-11戰車，兩者通用M60底盤，煞車壓力表為物理機械壓力表，故若制動壓力表內無壓力時，將無法瞭解當前或前次壓力數值，其原理是將液壓制動缸內之矽制動油，藉由在封閉流體內使液體不可壓縮特性，將矽制動油的流體能轉化成壓力，當壓力觸碰到物理機械壓力表中的彈性作動元件，隨著壓力的變化而產生彈性變形，通過壓力表的齒輪傳動機構放大，壓力表就會顯示出相對於大氣壓力的相對值。

車輛組於113年針對現行兩型主力戰車加裝「輔助制動鎖定解脫系統暨外接數位式壓力表」，發表小型軍品研發成果，為利於操作人員實車駕駛訓練或合格戰車駕駛在車輛機動前，藉此外接數位式制動壓力表使操作人員無需調整駕駛座椅，即可查看當前及前次制動壓力數值；若解除煞車鎖定时，因制動壓力無法輕易超過前次制動壓力數值，也可運用輔助制動解脫系統，利用槓桿機械原理逐漸增加制動壓力，使壓力可輕易超過前次壓力值，以利於解脫制動鎖定狀態，進而維護裝備妥善與機動安全。

一、感測器²⁰

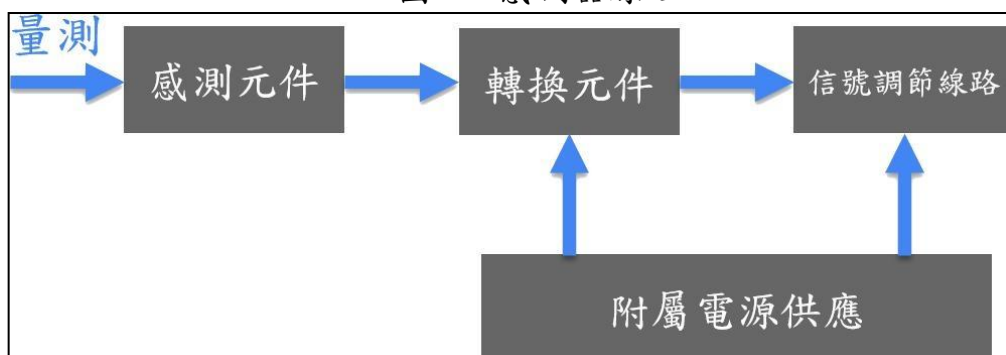
感測器(Sensor)是指將偵測環境中所收集到的事件或變化到收集起來(如有：溫度、光、顏色、氣壓、磁力、速度、加速度等)，並將收集到的訊息轉換成電子信號，傳送至設備中能處理的訊號元件或電子裝置(如：中央處理器)；如同人類會基於視覺、聽覺、嗅覺、觸覺、味覺，也就是俗稱的五感，五感所獲得的資訊傳送至大腦，大腦接受到資訊後再回饋至身體，使身體獲得反應並進行行動，設備也一樣，根據感測器獲得的資訊後進行控制或處理；其中壓力感測器是將感測壓力的力道，並產生與施力強度相對應的輸出訊號，(如圖 53)。²¹

²⁰ 羅姆半導體集團，〈感測器(Sensor)〉，(日本京都府京都市右京區，ROHM，2023年03月28日)，https://www.rohm.com.tw/electronics-basics/sensors/sensor_what1，(檢索日期：2023年11月13日)。

²¹ 沈澄心，〈感測器〉，(美國加利福尼亞舊金山，維基百科，2024年10月03日)，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8>，(檢索日期：2023年11月13日)。



圖 53-感測器原理



資料來源：同註 21，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

(一)壓力感測器原理：

半導體壓電阻抗擴散壓力感測器的膜片表面由半導體應變計構成，(如圖 54，當外力(壓力)使膜片變形發生壓阻效應，(如圖 55)，進而使電阻變化時，感測器會將電阻的變化轉換為電子訊號。²²

(二)壓力感測器類型：

壓力感測器測量和檢測的壓力類型，大致分為以下三種。²³

- 1.以大氣壓力為基準所表示的壓力大小=表壓
- 2.以絕對真空為基準所表示的壓力大小=絕壓
- 3.相對於某一任意比較的壓力(基準壓力)所表示的壓力大小=差壓

(三)壓力感測器的設計中能使用的不同類型也很重要。以下是幾個基本類型：

24

1.隔膜感測器：

結合受壓時會變形的撓性金屬圓薄板。

2.密封感測器：

以海平面的大氣壓力做為參考壓力。

3.固態感測器：

這些感測器無活動零件，使用場效電晶體等半導體切換原件來感測壓力。

4.應變感測器：

²² OMRON ·〈壓力感測器〉·(台北市，台灣歐姆龍股份有限公司，1997 年 09 月 15 日) ·
<https://www.omron.com.tw/solution/guideDetail/116> · (檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

²³ 台灣尼得科科智博電子股份有限公司 ·〈壓力傳感器專題〉·(台北市，2023 年 04 月 01 日) ·
<http://www.nidec-components.com/tw/featuring/pressure-sensors/> · (檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

²⁴ Ryan Smoot ·〈壓力感測器簡介〉·(美國明尼蘇達州，Digikey，2023 年 03 月 28 日) ·
<https://www.digikey.tw/zh/articles/an-introduction-to-pressure-sensors> · (檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

當長度因外力而改變時會產生電阻，就可測量此電阻並轉換成電氣訊號。

5. 薄膜感測器：

顧名思義，這些感測器利用薄膜進行感測，當壓力導致長度及厚度改變時，薄膜中的電阻元件會因此改變電阻。

6. 真空感測器：

可測量低於大氣水準的壓力。這種感測器通常利用壓電技術，或是測量特定空間中的器體諒。

7. 通氣感測器：

根據環境氣壓測量相對的壓力。

圖 54-半導體應變計構造圖

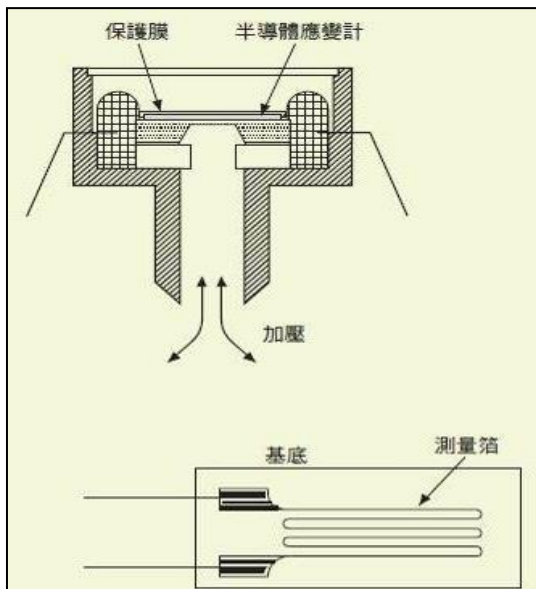
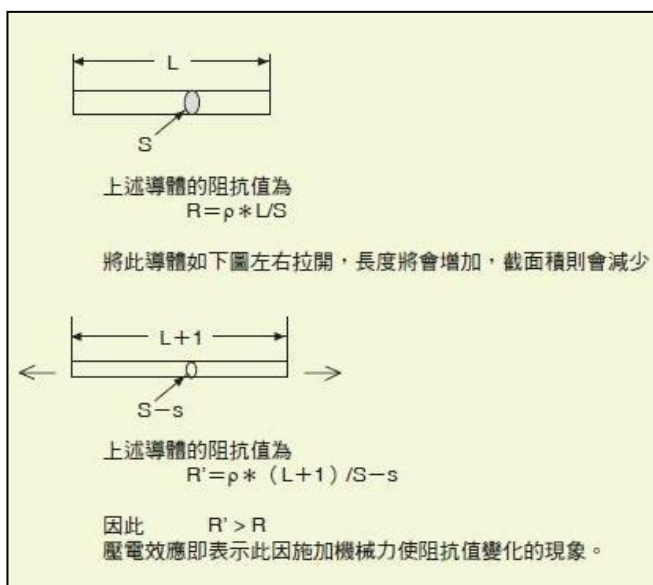


圖 55-壓電效應圖



資料來源：同註 22，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。

二、簡單機械：²⁵

機械最基本的單位就是「簡單機械」，其定義為利用槓桿效益(亦稱為機械優勢)將施力放大、節省時間或改變方向的工具。簡單機械是人運用力的基本機械元件。常用的簡單機械如有：槓桿、輪軸、定滑輪、動滑輪、滑輪、斜面、楔、螺旋，這幾種基本元件組合而成的。

通常他們使用單一來源的施力作用載荷的物品上。如果忽略受磨擦影響

²⁵ Xiao niu er ·〈簡單機械〉·(美國加利福尼亞舊金山，維基百科，2024 年 05 月 20 日) · <https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E7%AE%80%E5%8D%95%E6%9C%BA%E6%A2%BO> · (檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。



的損失，在負載上完成的功，等同於施力的力所做的功。簡單機械可以增加出力的大小，但代價是負載移動的距離成比例下降。輸出功與施力的比率稱謂機械優勢。

(一)螺旋：²⁶

螺旋通常是表面具有凹凸不平呈螺旋線型條紋的圓柱體或圓孔體，這種圓柱體為「螺桿」、圓孔體為「螺母」、螺旋線型條紋為「螺紋」。螺桿的螺紋稱為「外螺紋」，螺桿分為「外螺紋」與「桿軸」兩部分。螺母的螺紋稱為「內螺紋」。內外螺紋互相匹配的螺母與螺桿共同組成稱為「螺旋副」。

(二)螺旋機制：²⁷

螺旋機制能夠將螺旋運動變換為直線運動、將力矩變換為直線力。藉著這傳遞作用力的機制，作用力可以被放大，施加效小的旋轉力(力矩)於桿軸可以變換為較大的軸向力。螺距是兩條鄰近螺紋之間的軸向距離。螺距越小，則機械利益較大，及輸出力與輸入力的比例越大。

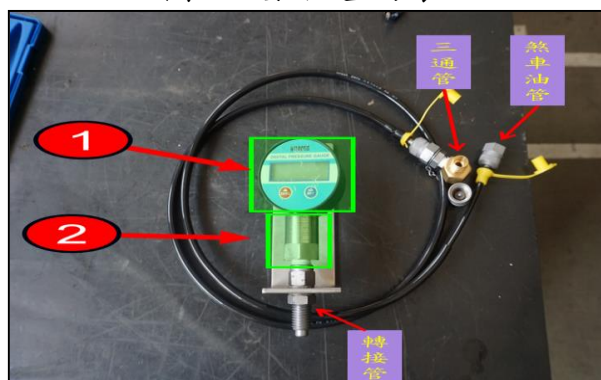
(三)螺旋特點：²⁸

1. 結構簡單，僅需內外螺紋組成螺旋副。
2. 降速比重大，可以實現微調與大幅度調整的迅速切換。
3. 省力，主動件不大的力可以在從動件上實現很大的推力。
4. 工作連續平穩，無噪聲。

三、輔助器具規格及功能說明，(如表1-2)。

(一)數位壓力表，(如圖 56)

圖 56-數位壓力表



資料來源：作者自攝

²⁶ Easterlies, 〈螺旋(簡單機械)〉, (美國加利福尼亞舊金山, 維基百科, 2023 年 12 月 21 日), [https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E8%9E%BA%E6%97%8B_\(%E7%BO%A1%E5%96%AE%E6%A9%9F%E6%A2%BO](https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E8%9E%BA%E6%97%8B_(%E7%BO%A1%E5%96%AE%E6%A9%9F%E6%A2%BO), (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。

²⁷ 同註 16。

²⁸ 同註 16。

表 1-數位壓力表規格及功能

品名	說明	規格
數位壓力表	型號	DPG-S2.5
	電源供電	4號電池*2
	螢幕顯示	46mm*15mm 4 位數 LCD 顯示
	材質	不鏽鋼304
	儲存溫度	-20~+60°C
	工作溫度	-20~+85°C
	補償溫度	-20~+75°C
	壓力範圍	0~8500psi
	測量精度	±0.5%F.S
	可測壓力單位	Mpa、psi、bar、 kgf、atm

資料來源：筆者整理調製

1.數位式顯示器：

其用途是將接收到之電子訊號呈現於顯示器上。

2.壓力系統轉換感知器：

其用途是藉由轉換感知器，將液壓壓力轉換成電子訊號呈現。

(二)輔助煞車系統，(如圖 57、58、59、60、61、62)

圖 57-輔助煞車系統

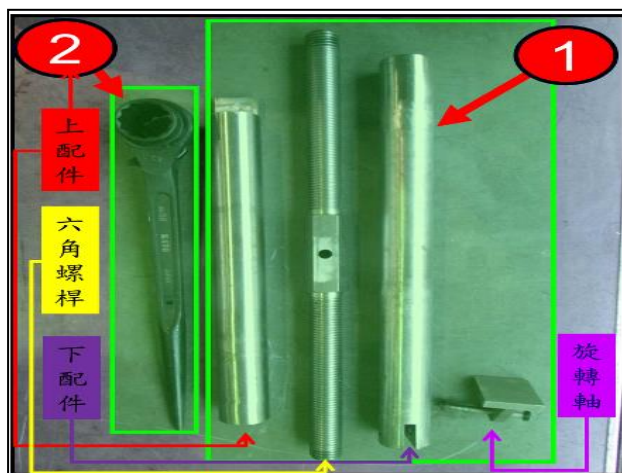


圖 58-六角螺桿尺寸

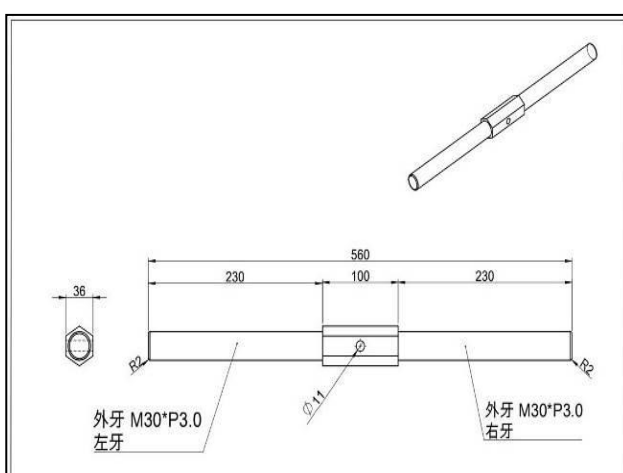




圖 59-上配件尺寸

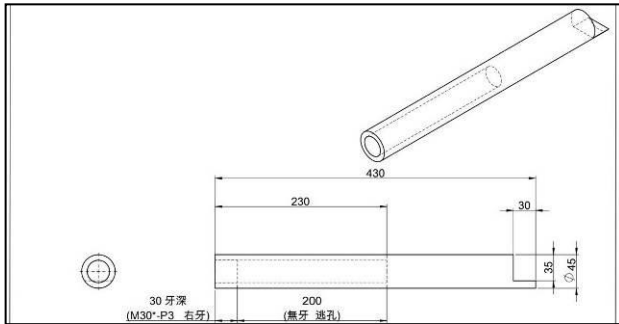


圖 60-下配件尺寸

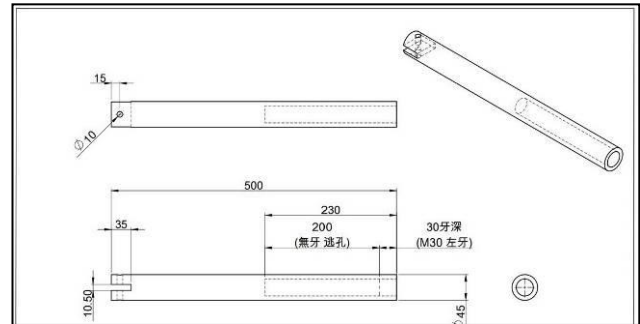


圖 61-旋轉軸尺寸圖

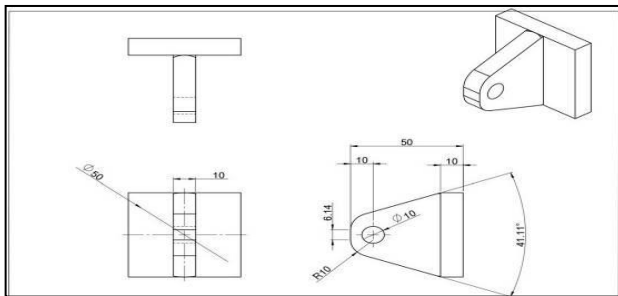
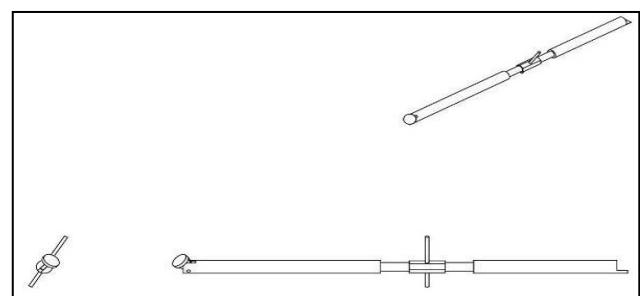


圖 62-輔助煞車系統結合狀



資料來源：作者自行設計

表 2-輔助煞車系統基本規格

品名	說明	規格
輔助煞車系統	長度	最小-105cm 最大-145cm 螺桿 56cm 旋轉軸 5cm 上配件 43cm 下配件 50cm
	重量	12.7 公斤
	材質	黑鐵

資料來源：筆者整理調製

四、輔助器具工作原理

(一)數位壓力表：

當踏下制動踏板後，液壓制動缸內之煞車油因液體不可壓縮的特性，進而產生壓力，這股壓力將推動煞車油，順著制動油管使液體傳送至壓力感測器，使壓力感測器其透過膜片(包含不銹鋼銅片、矽魔片等)已感壓元件測量煞車油的壓力後，轉換為電器訊號輸出至顯示器上。

(二)輔助煞車系統：

藉由螺旋機制的作用，將棘輪扳手、上及下配件與六腳螺桿結合後，運用棘輪扳手轉動六角螺桿中間之光桿，使螺桿因逆時針的轉動而向外延伸，反之順時針轉動向內緊縮，如同家用常見的伸縮桿或裝潢業用的支撐桿方

式一樣，一端頂住作受力點，另一端則為施力點，使制動踏板向前延展。
五、輔助器具安裝方式：

(一)數位壓力表

- 1.將數位壓力表安裝於駕駛室左側之彈藥架螺絲孔洞位置，(如圖 63)。
- 2.使用扳手將指定螺絲旋鬆拆卸下來，(如圖 64)。
- 3.將安裝托架安裝於此位置並將螺絲鎖上緊定，(如圖 65)。
- 4.將數位壓力表安裝於安裝托架上併使用扳手緊定，(如圖 66)。
- 5.使用扳手將轉接管與數位壓力表緊定，(如圖 67)。
- 6.將外接制動油管與數位壓力表結合，(如圖 68)。

圖 63-駕駛室左側彈藥架

圖 64-拆卸指定螺絲



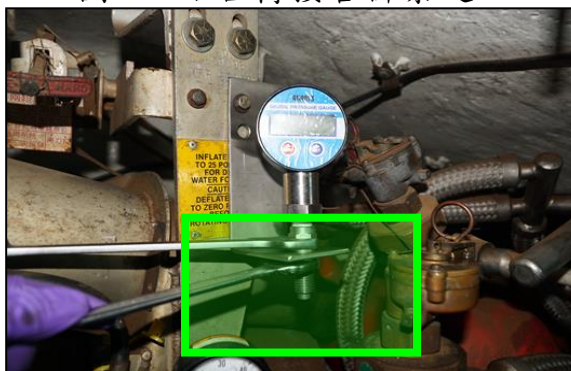
圖 65-裝上安裝托架

圖 66-安裝數位壓力表併緊定



圖 67-結合轉接管併緊定

圖 68-結合外接制動油管



資料來源：作者自攝



- 7.使用扳手將轉接管與(原)制動壓力表拆卸下來，(如圖 69)。
- 8.使用扳手將(原)制動壓力表下方轉接管拆卸下來，(如圖 70)。
- 9.使用扳手將三通接管與制動表結合併緊定，(如圖 71)。
- 10.將三通接管與原制動油管結合併使用扳手緊定，(如圖 72)。
- 11.將外接制動油管另一端與三通管結合，(如圖 73)。
- 12.使用扳手將外接煞車油管與三通管旋緊，(如圖 74)。

圖 69-拆卸原制動壓力表



圖 70-拆卸轉接管

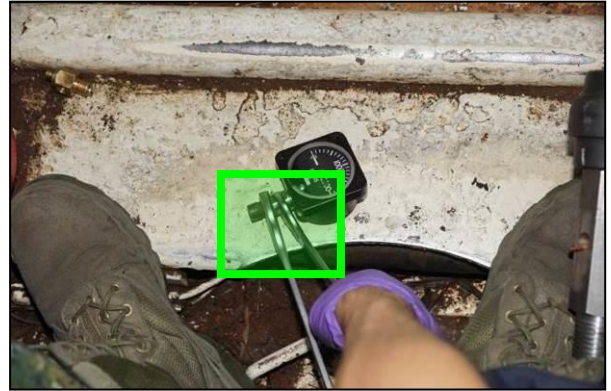


圖 71-安裝三通管併緊定



圖 72-結合三通管與金屬油管併緊定



圖 73-三通管與外接油管結合

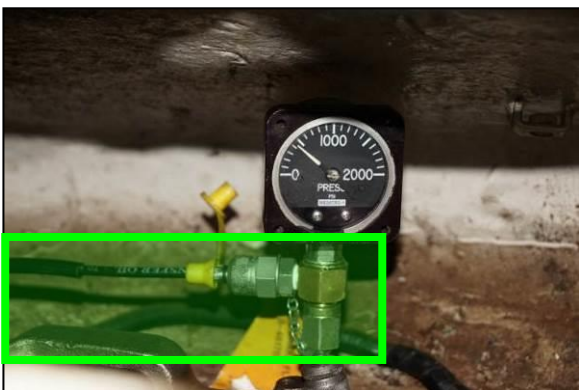


圖 74-將三通管與外接油管緊定



資料來源：作者自攝

13.踏下制動踏板使外接制動油管之空氣排出，(如圖 75)。

14.使用擦拭布及扳手將另一端外接制動油管流漏之煞車油擦拭併與數位壓力表結合，(如圖 76)。

15.數位壓力表安裝完成。

圖 75-踏下制動踏板排出空氣



圖 76-緊定外接油管併擦拭



資料來源：作者自攝

16.第一次使用顯示器時按下藍色按鈕使數位壓力表開機(之後無須再關機，除拆下顯示器或更換電池時，在按此按鈕)，(如圖 77)。

17.數位壓力表開機後按下紅色按鈕將功能選至 psi 即可(除因顯示器之背光消失時，才能再按下紅色按鈕將功能選至 psi)，(如圖 78)。

18.安裝完成後，試踏制動踏板，檢查數位壓力表之顯示器是否有讀數出現，(如圖 79)。

圖 77-按下右側藍色按鈕開機



圖 78-按下左側紅色按鈕功能選擇



資料來源：作者自攝

圖 79-檢查數位壓力表讀數



資料來源：作者自攝

(二)輔助煞車系統

- 1.將下配件與旋轉軸結合(如圖 80)。
- 2.將下配件與旋轉軸之孔洞鎖上 7/16 螺絲與螺帽併緊定，(如圖 81)。
- 3.將下配件與六角螺桿連結旋上，直至剩約 3 至 5 螺牙即可，(如圖 82)。
- 4.將棘輪扳手套於六角螺桿中，(如圖 83)。
- 5.將上配件與六角螺桿連結旋上，直至剩約 3 至 5 螺牙即可，(如圖 84)。
- 6.輔助制動系統安裝完成，(如圖 85)。

圖 80-下配件與旋轉軸結合



圖 82-下配件與六角螺桿結合



圖 81-安裝螺絲與螺帽併緊定

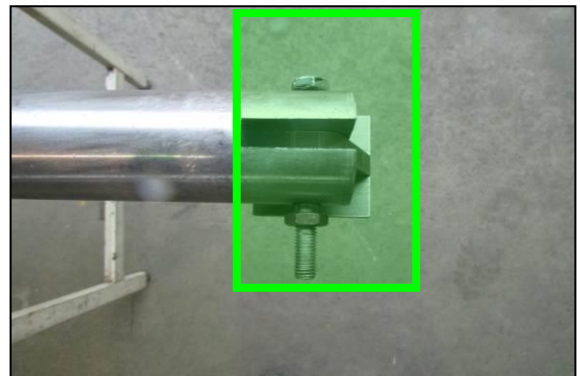


圖 83-棘輪扳手套於六角螺桿中

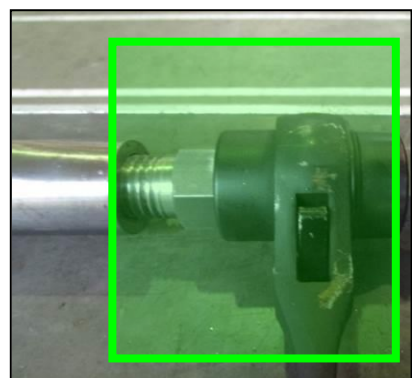


圖 84-上配件與六角螺桿結合

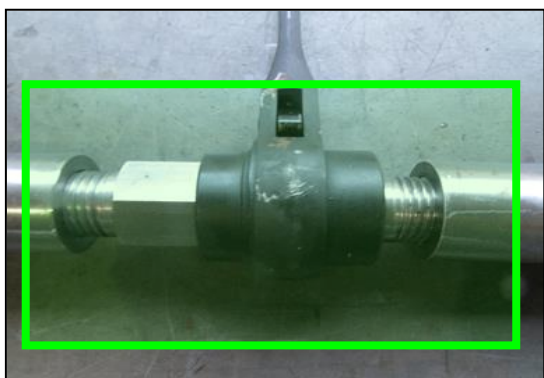


圖 85-輔助煞車系統安裝完成



資料來源：作者自行設計

六、輔助器具操作方式：

- (一)將輔助煞車系統之下配件旋轉軸靠抵在駕駛座椅正後方(約電瓶箱位置)，(如圖 86)。
- (二)抬起輔助制動系統上配件，將制動配件轉開約 10 至 15 公分，(如圖 87)。
- (三)左腳踏下制動踏板，使輔助制動系統上配件能夾靠在制動踏板，(如圖 88)。
- (四)放鬆制動踏板，使制動踏板夾靠輔助煞車系統上配件，(如圖 89)。
- (五)依逆時針方向轉動輔助制動系統六角螺桿上之棘輪扳手，使輔助制動系統上下配件向外延展，(如圖 90)。
- (六)制動壓力超過前次制動鎖定壓力數值即可停止，(如圖 91)。

圖 86-旋轉軸靠抵在駕座正後方



圖 87-抬起上配件並旋開 10-15 公分



圖 88-踏下制動踏板使夾靠上配件



圖 89-放鬆制動踏板使上配件夾靠



圖 90-轉動棘輪扳手



圖 91-使制動壓力超過前次鎖定壓力



資料來源：作者自攝

(七)將變速控制器排入空檔(N)/停車檔(P)位置，解除制動鎖定，(如圖 92)。

(八)完成制動解除/鎖定程序後，順時針方向轉動輔助制動系統六角螺桿上之棘輪扳手，使輔助解脫器具前後兩端配件向內緊縮，(如圖 93)。

圖 92-變速控制器排入空檔(N)位置

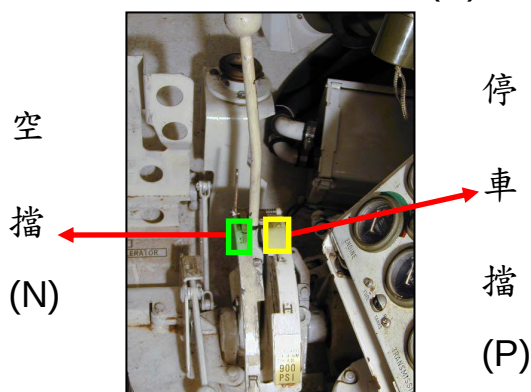


圖 93-反向操作程序拆卸



資料來源：作者自攝

七、效益比較分析：

現行解除制動鎖定與新式器具：

(一)便利查看數值：

駕駛操作人員於每次解除制動鎖定時，須調整駕駛座以至可察看高度，左腳踏下制動踏板後，因制動壓力表在駕駛室左前方內部，故往往需再使用手電筒才可察看制動壓力數值；若使用數位煞車壓力表，併安裝在駕駛室內之左側彈藥架上，操作人員無需再調整駕駛座椅，即可便利清晰觀看制動壓力數值，且數位煞車壓力表有背光功能，故無需再使用手電筒察看制動壓力數值。

(二)查看數值紀錄：

現行 M60-A3 戰車與 CM-11 戰車煞車壓力表為機械壓力表，若制動壓力表內無壓力時，將無法瞭解當前或前次壓力數值；若加裝外接制動油管搭配使用數位壓力表，數位壓力表則會一直顯示當前制動壓力數值，直至下次再次踏下制動踏板時，數位壓力表讀數才會再次改變當前制動壓力數值，使操作人員於下操作次使用裝備時，能輕易瞭解前次制動鎖定时，煞車壓力數值，進而使操作人員在解除制動鎖定更於便利。

(三)減少人力及時間運用：

操作人員依程序操作解除制動鎖定狀態時，當無法形成有效解脫鎖定狀態中，操作人員則需再次重新踏下制動踏板後將檔位重新至於 P 檔，再次踏下制動踏板使制動壓力高於前一次壓力後，再次將檔位至於低速檔或倒車檔，在輕踩加速踏板檢視車輛是否依所望方向行進，如無法運行或車輛行進中有拖遲現象，操作人員需上述程序反覆 3 至 5 次，使用時間約為 10 分鐘；若仍因制動壓力無法達到高於前次制動壓力形成有效解脫鎖定狀態，則需再請乘車成員下車將車輛後隔柵門板開啟併將變速箱護罩取下，在運用工具或絞棒強制解脫後再重新回裝，使用時間約為 15 分鐘；若使用輔助制動系統，則依安裝操作步驟程序施作，僅需操作人員一人即可輕易將制動壓力高於前次壓力，使用時間約為 5 分鐘。

表 3 現行解除制動鎖定與新式器具效益比較分析表

區 分	現 行 解 除 煞 車 鎖 定	輔 助 器 具
制動壓力 數值紀錄	放鬆制動踏板後，制動壓力表直接歸零，使操作人員無法瞭解前次制動鎖定时之煞車壓力數值。	數位壓力表會一直顯示前次制動壓力數值，使操作人員有跡可循解除煞車鎖定时之所需制動壓力數值。 優
觀看制動 壓力數值	須調整駕駛座椅使可查看且因原制動壓力表在駕駛室內部，故光線不良，需使用手電筒使可觀看制動壓力數值。	無須調整駕駛座椅即可觀看制動壓力數值，另數位壓力表有背光功能，可清晰觀看制動壓力數值。 優
解除制動 鎖定狀態	無法解脫時，需反覆操作 3 至 5 次約使用 10 分鐘，甚至需打開	運用輔助制動系統則可使制動壓力可輕易達到 750 至 900psi



後隔柵門板，運用絞棒強制解脫 鎖定狀態。	數值，甚至超過。	優
-------------------------	----------	---

資料來源：筆者整理調製

陸、結論

本內文，作者藉由個人多年在部隊實際操作、訓部教學及部隊輔防經驗觀察，每輛車除性能好壞之外更為重要的是制動系統好壞，因為制動系統悠關整輛車的安全及人員的防護，進而設計輔助器具以改善現有問題；所謂「工欲善其事，必先利其器」，若能藉由輔助器具改善操作人員有良好的視野角度查看與記錄煞車壓力數據，並且運用器具利用槓桿原理方式提高煞車壓力，使原本因不易解脫煞車鎖定狀態更能方便盡速解除，以大幅降低裝備損壞及人員傷亡等情事發生，方能明顯提升工作效率及作業安全性，進而提升裝備妥善，以確保我國軍優質戰力。

參考文獻

一、中文：

(一)書籍

- 1.梅思慧,〈艾利遜 CD850-6A 橫向傳動變速箱野戰保修技術手冊(含修理零件及特種工具)〉,(桃園市,陸軍後勤司令部保修署,1997 年 1 月 30 日出版,2013 年 9 月增印)。
- 2.陸軍總司令部,〈自動車原理〉,(桃園市,陸軍總司令部,1988 年 11 月 15 日出版)。
- 3.陸軍總司令部,〈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)。
- 4.潘國揚、陳銘信,〈淺談輪車煞車系統〉,(新竹縣,裝甲兵學校,裝甲兵季刊第 196 期-4,2007 年 05 月 15 日出刊)。
- 5.陳銘勝,〈CM11 戰車制動系統介紹〉,(新竹縣,裝甲兵學校,裝甲兵季刊第 208 期-5,2008 年 05 月 16 日出刊)。
- 6.呂芳契,〈M60CM11 煞車液壓系統調整要領之研析〉,(新竹縣,裝甲兵學校,裝甲兵季刊第 222 期-1,2011 年 11 月 16 日出刊)。
- 7.李振利,〈戰車煞車鎖定解脫及保養檢查要領〉,(新竹縣,裝甲兵學校,裝甲兵季刊第 223 期-3,2012 年 02 月 16 日出刊)。
- 8.周致熠,〈如何提升國軍戰車煞車液壓系統保修成效之我見〉,(新竹縣,裝甲兵學校,裝甲兵季刊第 240 期-6,2016 年 06 月 15 日出刊)。
- 9.呂芳契,〈煞車液壓系統調整要領之研析〉,(新竹縣,裝甲兵學校,裝甲兵季刊第 252 期-2,2019 年 06 月 15 日出刊)。

(二)網際網路

- 1.劉三-毅修汽車,〈煞車系統大剖析《上》〉,(新北市,痞客邦,2010 年 12 月 19 日),<https://c29230043.pixnet.net/blog/post/237090089>,(檢索日期:2023 年 11 月 13 日)。
- 2.黃樑傑,〈國內煞車系統產業現況與發展(上)〉,(彰化縣,財團法人車輛研究測試中心,2009 年 12 月 08 日),
<https://www.artc.org.tw/tw/knowledge/articles/27>,(檢索日期:2023 年 11 月 13 日)。



3. J.CBRAKE,〈煞車系統基本概念〉,(新北市, J.CBRAKE, 2020 年 04 月 22 日), <https://www.jcbrake.com.tw/Home/BrakeSystemBASic>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。
4. OPTION,〈碟式煞車, 鼓式煞車, 光看外觀很難明白兩者的差異〉,(台北市, 車訊網, 2017 年 08 月 13 日), <https://www.carnews.com/nocategorized/228647>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。
5. 王的編輯,〈認識煞車種類 - 鼓式煞車 VS 碟式煞車〉,(台北市, 國王車訊, 2018 年 06 月 27 日), <https://www.kingautos.net/210508>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。
6. 集滿七顆神龍現身,〈一篇文搞懂所有煞車系統〉,(新北市, 珠兒的部落格, 2019 年 09 月 06 日), <https://blog.udn.com/mobile/547fd882/129202743>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。
7. 11048233,〈淺談濕式多片式離合器〉,(台北市, 小老婆汽機車資訊網, 2018 年 09 月 10 日), <https://forum.jorsindo.com/thread-2532742-1-7.html>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。
8. 台灣尼得科科智博電子股份有限公司,〈壓力傳感器專題〉,(台北市, 2023 年 04 月 01 日), <http://www.nidec-components.com/tw/featuring/pressure-sensors/>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。
9. OMRON,〈壓力感測器〉,(台北市, 台灣歐姆龍股份有限公司, 1997 年 09 月 15 日), <https://www.omron.com.tw/solution/guideDetail/116>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。
10. 中華民國國防部陸軍司令部,〈澎防部戰車營實施「部隊機動訓練暨重要目標防護」演練〉,(桃園市, 中華民國國防部陸軍司令部, 2022 年 03 月 11 日), <https://army.mnd.gov.tw/Article/Index/7189>, (檢索日期: 2023 年 11 月 13 日)。

二、外文：

(一) 網際網路

1. 沈澄心，〈感測器〉，(美國加利福尼亞舊金山，維基百科，2024 年 10 月 03 日)，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。
2. Ryan Smoot，〈壓力感測器簡介〉，(美國明尼蘇達州，Digikey，2023 年 03 月 28 日)，<https://www.digikey.tw/zh/articles/an-introduction-to-pressure-sensors>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。
3. 羅姆半導體集團，〈感測器(Sensor)〉，(日本京都府京都市右京區，ROHM，2023 年 03 月 28 日)，https://www.rohm.com.tw/electronics-basics/sensors/sensor_what1，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。
4. Xiao niu er，〈簡單機械〉，(美國加利福尼亞舊金山，維基百科，2024 年 05 月 20 日)，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E7%AE%80%E5%8D%95%E6%9C%BA%E6%A2%BO>，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。
5. Easterlies，〈螺旋(簡單機械)〉，(美國加利福尼亞舊金山，維基百科，2023 年 12 月 21 日)，[https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E8%9E%BA%E6%97%8B_\(%E7%BO%A1%E5%96%AE%E6%A9%9F%E6%A2%BO](https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E8%9E%BA%E6%97%8B_(%E7%BO%A1%E5%96%AE%E6%A9%9F%E6%A2%BO))，(檢索日期：2023 年 11 月 13 日)。



筆者簡介



姓名：賴勝良

級職：士官長教官

學歷：履帶車輛保養士兵專長班101-期、初級領導班102-2期、儲備履帶車輛保養士官班102-2期、士官高級班107-3期、士官長正規班110-1期

經歷：履車保養兵、履帶車輛保養士、組長，現任職於裝訓部車輛組士官長教官

電子信箱：軍網:army102012435@army.mil.tw

民網:z589711022791@gmail.com

