

火砲校正輔助架研發與運用

作者：黃聖政

提要

- 一、各型牽引砲及自走砲之技術手冊，皆將液壓式千斤頂規範為火砲瞄準具檢查及校正時之砲耳軸水平工具，然部隊操作時，可能發生未注意千斤頂因液壓油洩漏因素，導致砲耳軸無法水平，造成檢查失去精確性，甚至發生火砲下墜之危安情況。因此，筆者試以運用砲兵訓練指揮部 104 年小型軍品研發成果「火砲校正輔助架」及未運用火砲校正輔助架之狀況下進行試驗，期結果對砲兵部隊運用火砲校正輔助架之推廣運用略盡棉薄。
- 二、液壓式千斤頂的油料洩漏原因很多，如油封刮損、油封硬化等，本次實驗設計運用火砲校正輔助架及未運用火砲校正輔助架等 2 種狀況，分別針對配發部隊達 10 年之 50 噸液壓千斤頂，依國家標準 CNS4074 中性能測試與其他液壓項目測試，藉以介紹火砲校正輔助架對液壓千斤頂的支撐作用、操作方便性與操作安全之影響。
- 三、火砲校正輔助架之設計主要是採用了「液壓式」千斤頂及「機械式」千斤頂兩者之優點，利用液壓式千斤頂省力、效率高之特性，加上機械千斤頂構造簡單、安全性高等特性，來解決目前液壓式千斤頂運用於火砲校正及檢查時無法長時間維持砲耳軸水平的問題。
- 四、火砲瞄準具檢查作業，需有精確的砲耳軸水平標準，筆者所使用之火砲校正輔助架，經實驗證明其器材整置時間、確保砲耳軸水平與安全性等項目，皆比單獨使用「液壓式」千斤頂為佳。因液壓式千斤頂油壓系統產生洩漏，影響操作性能，如舉升後下滑、舉升不易等，更嚴重者如千斤頂實施瞄準檢查時，若油封變形或硬化致溜塊下降，火砲無法確保砲耳軸水平或下墜，造成檢查精度失誤，所造成的射擊危安及操作人員安全，因此筆者建議砲兵部隊在實施瞄準具檢查校正作業時，能有效利用火砲校正輔助架，確保瞄準具檢查精確性及防止火砲下墜，將有效提升砲兵射擊效果與人員操作之安全性。

關鍵詞：液壓式千斤頂、砲耳軸水平、機械式千斤頂

前言

油壓(hydraulics)原理被應用於許多方面，最早使用的油壓機械是應用巴斯卡原理(pascal's principle)製成的水壓機械，由於水有生鏽、結凍、蒸發等各項缺點，於是改以作動油替代水而變成油壓機械設備；油壓機械設備有幾項重要優點如機械利益高、輸出力量大、構造簡單、配合油壓管路可遠距操作等。油壓應用之產品種類繁多，液壓式千斤頂屬其中簡單的一種，卻是相當方

便的工具，它有幾項重要特色，如體積小重量輕、荷重舉升操作容易、荷重下降操作只需調整放洩閥即可緩急自如等。

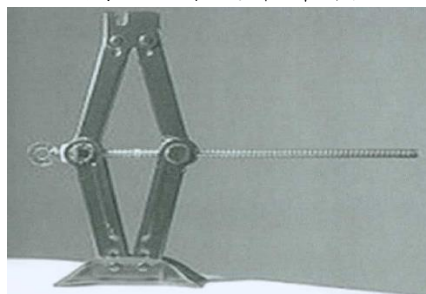
許多人都有使用過千斤頂的經驗，使用者藉由千斤頂能輕易地舉起汽車，便於維修或更換輪胎；目前國軍砲兵部隊也廣泛運用液壓式千斤頂，在瞄準具檢查及校正時，用來使火炮達到砲耳軸水平；然而國軍部隊可能因千斤頂老舊、油封硬化、缸壁損壞而造成液壓油洩漏，因此筆者就瞄準具檢查中的砲耳軸水平作業，來研究液壓式千斤頂因液壓油洩漏而無法精確達到砲耳軸水平之問題，並進而介紹 104 年度小型軍品研發「火炮校正輔助架」，對提升瞄準具檢查作業之實質幫助。

千斤頂概述

一、千斤頂的種類

(一)螺旋千斤頂：螺旋千斤頂也叫機械式千斤頂，可以倒立使用。是由鑄鐵做的底座，固定在外殼內的螺母和螺桿所做的，在螺桿上端有托盤用以支承載荷，手把用來旋轉螺桿，螺桿後端的粗大的部份可防止螺旋完全旋出。

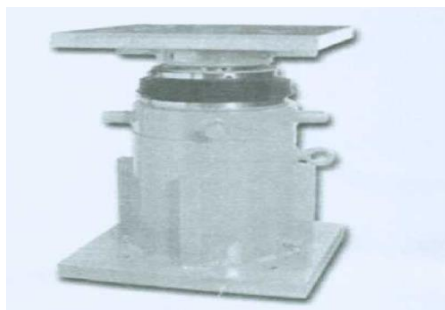
圖一 螺旋千斤頂



資料來源：千斤頂的種類 <http://www.shs.edu.tw>

(二)單紋螺紋千斤頂：可互換式標準的五度球面設計是為了承受斜向力量、耐抗腐蝕性、有安全的行程限制、特別合成的材料抵抗了腐蝕及降低摩擦始能順利運作、安全的螺紋機械鎖定、防止施工期間能力損失，所造成的危險。¹

圖二 單紋螺紋千斤頂



資料來源：千斤頂的種類 <http://www.shs.edu.tw>

(三)充氣千斤頂：高耐力及高張力橡膠材質製造，利用汽車排放的廢氣，

¹世力機械有限公司 <http://www.shiuLie.com.tw/images/sl.jpg>

50 秒即可頂起汽車。小體積收藏不佔空間，車上必備的急救用品，可用來舉高、移動車輛。

圖三 充氣千斤頂



資料來源：千斤頂的種類 <http://www.shs.edu.tw>

(四)齒條千斤頂：由人力通過槓桿和齒輪帶動齒條頂舉重物，起重量一般不超過 20 噸，可長期支持重物。

圖四 齒條千斤頂



資料來源：千斤頂的種類 <http://www.shs.edu.tw>

(五)液壓式千斤頂：利用液體無法壓縮的原理，由人力或電力驅動液壓泵，通過液壓系統傳動，用缸體或活塞作為頂起物件的。液壓千斤頂分為整體式和分離式。整體式的泵與液壓缸聯成一體，分離式的泵與液壓缸分離，中間用高壓軟管相聯。液壓千斤頂結構緊湊，能平穩舉起重物，起重量最大已達 750 噸，傳動效率較高，故應用較廣；但易漏油，不宜長期支持重物。²

圖五 液壓千斤頂



資料來源：賴耿陽譯，《千斤頂設計實務》（臺北市：復漢出版社，民國 88 年 04 月）。

²無錫市虎力機械有限公司 <http://big5.made-in-china.com/showroom/hulift>

二、各式千斤頂之優缺點比較

千斤頂種類	優點	缺點	使用範圍
螺旋千斤頂	攜帶方便，用法簡單。	一、靠人力轉動，非常耗力。 二、有高度的限制，縫隙小無法使用。	適用於重型機器廠、造船廠、車輛廠、橋樑
單紋螺紋千斤頂	材質可抗腐化	有高度的限制，縫隙小無法使用。	土木工程檔土支撐
充氣千斤頂	材質是橡膠，縫隙小好支撐。	材質容易氧化、支撐性不穩，容易導致危險。	小型汽車、緊急維修
齒條千斤頂	可以撐起鈍重物體。	重量重、攜帶不方便。	155榴彈砲千斤頂支撐架、車輛維修保養廠
液壓千斤頂	穩定性好、速度快、力量大。	一、油封易硬化，造成液壓油洩漏。 二、有高度限制、縫隙小無法使用，重量過重不好攜帶。	小型汽車、貨、卡車維修支撐

資料來源：作者整理

三、液壓式千斤頂作用原理

液壓系統可分為「靜油壓系統」(hydraulstatic system)與「動油壓系統」(hydrodynamic system)，汽車用油壓式千斤頂即為簡單之靜油壓系統，僅考慮靜壓力能而忽略動能與位能的效應。油壓作用力是利用流體所具的靜壓，以小的壓力產生大的出力，這也就是著名的巴斯卡原理，再乘上槓桿作用效益，可獲得更高的機械效益。

巴斯卡原理的解說如圖六所示，先在密閉容器內填滿液體，在油上面施以壓力 w ，由於液體能夠自由流體，又具有不可壓縮的性質，所以產生了反作用力，並且發生了幾個重要現象如下：

(一)靜止流體中，任意點的壓力在各方向均相同。

(二)靜止流體中施予任一點的壓力，必傳達同樣大小的壓力於其他任一點。水壓機、油壓機、起重機即根據此原理而來。依流體靜力學，在一個密閉容器裡面，每一個點的壓力是一樣的，首先假設壓力為 P ，由壓力的定義可以得知 $P=F/A$ ； F 就是垂直於面積的力； A 就是面積。所以當 P 為一個常數， A 變大時 F 也可以變大， A 變小時 F 也就變小， A 與 F 成正比。因此我們可以設計兩個不同截面積大小的活塞再將活塞內充滿油，且將兩個活塞用高壓管連接，如此在小截面積活塞就可以用小的力量，舉起大截面積活塞的重力，如圖七所示。

接著以圖八液壓千斤頂原理示意圖為例，說明液壓千斤頂中油壓的傳達方式，及如何以小輸入力量而獲得大輸出力量的作用原理。

圖八中的換向閥(釋壓閥)在舉起重物時關閉，活塞 A 下壓，液壓油被從右側 A 缸擠壓流經單向閥進入左側 B 缸內，進而舉升重物 W；開啟換向閥時，重物下降就把油排放出儲油桶；而釋放閥即相當於實際油壓系統中的控制閥。

假設右側活塞 A 往下壓的力量為 $F(\text{kg})$ 、活塞斷面積為 $A(\text{平方公分})$ ，則內部產生的壓力為 $P=F/A(\text{kg/cm}^2)$ ，此壓力 P 依照巴斯卡原理傳至斷面 $B(\text{cm}^2)$ 的活塞，B 缸與 A 缸內的壓力相等皆為 P ，因為壓力 P 和荷重 W 相稱，所以 $W=P*B=(F/A)*B=F*(B/A)$ ，即輸出力(W)=輸入力(F)*液壓缸面積比(B/A)；由此可知，只要增加兩油壓缸的面積比 B/A ，就可以小輸入力 F 獲得放的頂高荷重輸出力 W ，若再加上槓桿原理的槓桿比為 $L1/L2$ 放大效益，便可獲得液壓與槓桿放大的加乘效果機械利益，即機械利益 $M=\text{輸出力}/\text{輸入力}=W \text{ 舉升負載}(\text{kg})/F \text{ 槓桿施力}(\text{kg})=\text{面積比}*\text{槓桿比}=(B/A)*(L1/L2)$ 。

接著討論活塞 A 與 B 與活塞的行程，假設右活塞行程為 $S1$ ，左活塞 B 行程為 $S2$ ，因為右活塞 A 所壓出的液體容積必須和送入左活塞 B 的容積相等，所以 $A*S1=B*S2$ ，即 $S2=(A/B)*S1$ ；由此可知負載側活塞 B 行程 $S2$ 因著 A 側與 B 側的活塞面積比(A/B)而減少。³

圖九為油壓式千斤頂的基本作用原理，也是油壓系統內最單純的一個例子。能以較小的輸入力量而獲得巨大的荷重頂舉輸出力量，但荷重舉升速度則相對地慢於施力幫浦(唧筒)下壓的速度，也就是說液壓式千斤頂是一種省力卻費時的實用工具。

四、液壓式式千斤頂組成與功能⁴(圖十)

(一)容積體：由兩個同心圓容積的缸體組成，具有密閉性的結構供儲存液壓油。外缸為固定容積的儲油筒，內缸為壓力缸其內容積的變化，依儲油筒提供之液壓油供溜塊(滑動塊)產生升降行程，因此儲油筒之內容積需大於壓力缸於最最升程時的內容積，提供足夠之液壓油。

(二)本體：由缸體、溜塊承座、底座及唧筒組成，其材質需具有能夠強度承受重力負載，主要為鋼鐵材質，一般由鑄造、鍛造、鋼造、鋼板焊接或接合而成，在極限強度工作負載內具有不破裂、變形及密合性良好之功能。

(三)液壓油：作為千斤頂力量傳輸的介質，需具有足夠的抗壓性、黏性、流動性、不易變質、無腐蝕性。

(四)控制閥：在儲油筒、唧油泵、壓力缸之間的通道執行油路的控制，使

³賴耿陽譯，《千斤頂設計實務》(臺北市：復漢出版社，民國 88 年 04 月)。

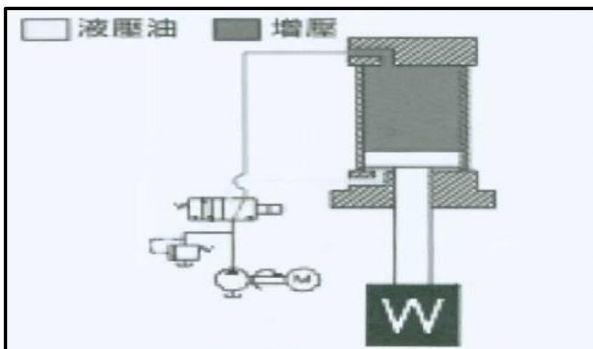
⁴元件解釋-油壓元件 <http://www.or.com.tw/service/magazine/magc402-3.htm>

千斤頂具有升降及負荷過載保護的功能，計有吸入閥、吐出閥、釋放閥及安全閥。

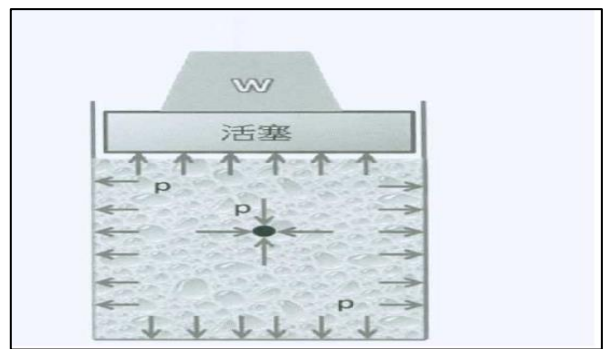
(五)唧油泵：操作方式使用操作桿與連桿組合，利用槓桿原理手動操作，使鎖結於連桿上的柱塞產生上下升程的泵壓作用，將儲油筒之液壓油泵壓至壓力缸內，其功用作為油壓輸送的動能。

(六)密封墊(油封)：千斤頂內部容積之油路系統的輸送及溜塊、泵柱塞的升降運動過程，具有防止千斤頂於靜態及動態操作時，阻隔油路系統及容積內液壓油洩漏。

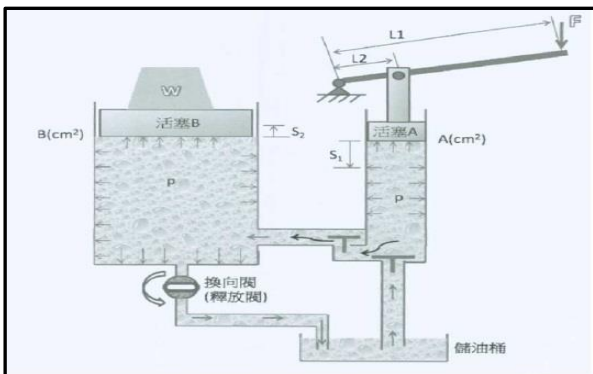
圖六 液壓式千斤頂作用原理



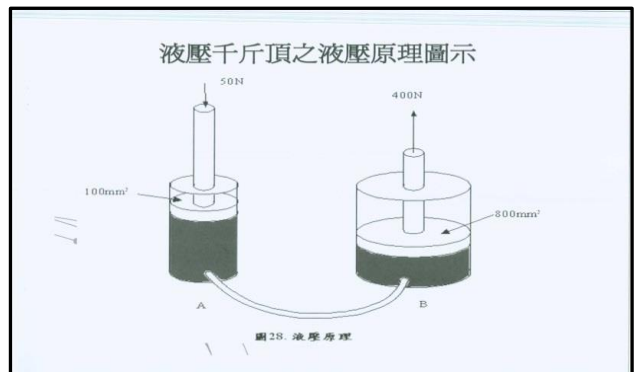
圖七 液壓式千斤頂作用原理



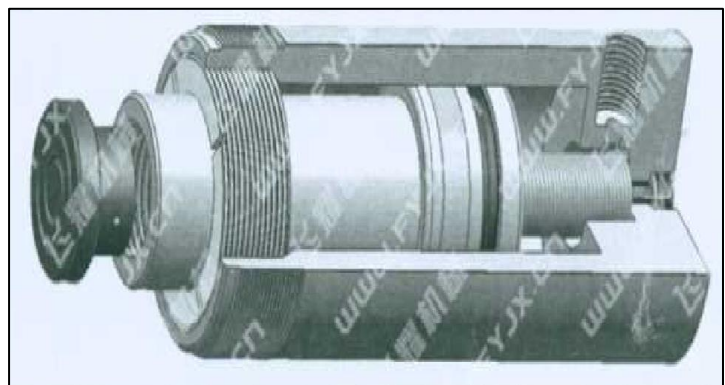
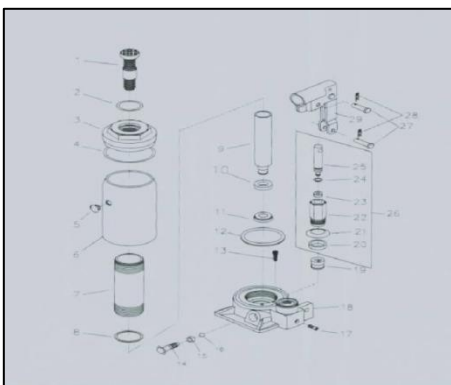
圖八 液壓式千斤頂作用原理



圖九 液壓式千斤頂作用原理



圖十 液壓式千斤頂各部功能



資料來源：圖六至圖十引自高橋徹，《油壓式千斤頂之設計》（臺北，正言出版社，民國 92 年）。

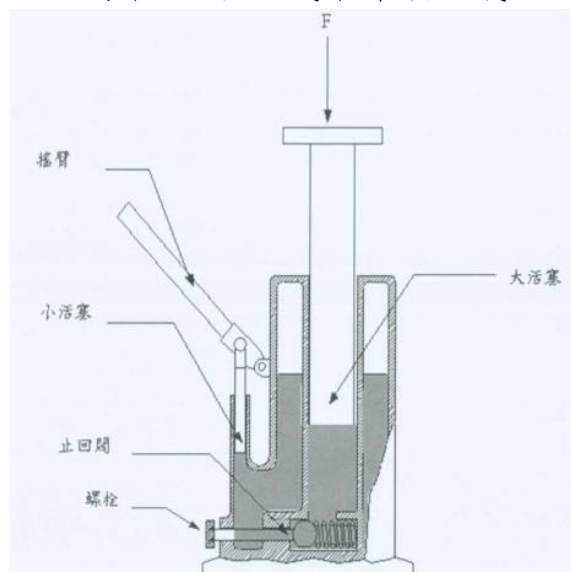
千斤頂油封損壞之原因

在液壓系統的使用和維護中，最難解決的、也是遇到最多的問題就是漏油。漏油不但影響系統的工作效率。所謂密封，是指阻擋油液從兩個配合的零件表面的間隙中流出。目前密封裝置的密封件又以油封(Oil seal)最為居多，又稱軸封(shaft seal)是一種在機器中用來防止流體(大多是潤滑油)從接縫(大多為零件的接合面或轉軸)溢出的裝置零件，⁵為何油封會損壞，主要可分為以下兩個原因：

一、油封本身磨耗：液壓式千斤頂之油壓缸為將具有壓力的液壓油密閉並作力量作直線輸出的裝置，油壓缸心軸會作直線往復動作，此時為了密封住液壓油，所以採用塑膠或橡膠質的油封，緊密的包住心軸，每做一次動作就一次摩擦(圖十一)，當油封磨耗量大到油品可通過時，就會發現有漏油現象，油封本身也會有硬化現象，另外油壓缸心軸如有生鏽或電鍍保護層被破壞，都會加速油封損壞。

二、液壓油溫度過高⁶：液壓油油溫太高、油與橡膠材料不相適應、油變質、油封本身之壽命已到、油壓缸心軸生鏽或電鍍保護層破壞、油封長時間受壓，都會加速油封之損壞，在所有的油封磨損因素當中，又以液壓油溫度過高或壓力過大，所導致油封硬化的損壞率最高，液壓油之所以溫度過高就是因為活塞跟油壓缸管之間所做的磨擦，當磨擦次數時候，液壓油的溫度就會開始上升，造成摧化油封硬化因素之一，另一個則為長時間受壓而未將其壓力釋放，導致其油封必須長時間承受高壓，導致油封變形、硬化。

圖十一 液壓式千斤頂組成



資料來源：NOK 油封 <http://www.nok.co.jp>

⁵李艷軍，《液壓傳動與控制》(科學出版社，民國 98 年)。

⁶ NOK 油封 <http://www.nok.co.jp>

實驗驗證

依各型火炮之技術手冊規範，液壓式千斤頂被指定為火炮瞄準具檢查之砲耳軸水平作業運用工具，但礙於早期科技條件限制，並未探討液壓式千斤頂之油壓缸，經過長期使用，油封會有所損耗，且易受高溫、高壓之影響而造成油封硬化，致使油封沒有封住油的效果，造成液壓油洩漏，本次實驗主要以選擇獲撥之作用正常，使用 10 年的 50 噸液壓千斤頂 7 具為樣品，置入自走砲車後方底盤下，運用液壓式千斤頂將底盤頂高，使其承載重量(如圖十二)，執行「國家標準 CNS4074」⁷中的液壓千斤頂，性能測試及其他液壓項目測試(如圖七)，以研究多具千斤頂經過長時間以後，本身對舉升負載、操作性能與操作安全之影響。

一、測試方法與工具：依中華民國國家標準 CNS4074/液壓式千斤頂標準，將獲撥之作用正常 50 噸液壓千斤頂為樣品，分別置入於自走砲車後將底盤頂高，使其承載重量後，測量其底盤頂起高度(圖十二)，待 30 分鐘後(以瞄準具校正及檢查作業時的平均使用時間)，依照 CNS4074 進行測試。(一)測試方法：CNS4074 包括外觀檢查、構造與尺度檢查以及性能測試，在此僅擷取性能測試項目，計有負載操作測試、耐負壓測試、洩漏測試，詳細內容敘述與性能測試表。(二)測試工具：測試過程使用之檢測工具游標卡尺，可顯示較精準之位移量(mm)。

二、測試結果：依國家標準 CNS4074 性能測試中負載操作測試、耐負載測試、洩漏測試，結果如次表；液壓式千斤頂皆能通過「負載操作」測試，但在「耐負載」測試時，則全無法通過測試，由測試數據可知道，液壓千斤頂中，4 具無法經過耐負載測試，洩漏測試 7 具皆無法通過，顯現長期使用之千斤頂，易因油封損壞，致使液壓油洩漏。

圖十二 液壓式千斤頂承載重量示意圖



資料來源：筆者自行拍攝

⁷中華民國國家標準 CNS4074

國家標準CNS4074性能測試表			試驗之液壓式50噸千斤頂						
			第一具	第二具	第三具	第四具	第五具	第六具	第七具
項次	性能測試	測試內容	判定結果						
1	負載操作測試	利用千斤頂支撐自走砲底盤離地後，反覆作3次升程，應符合以下條件							
		1. 操作應平順且確實、無洩漏、槓桿撓曲及其他異常現象。	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
		2. 鞍座到達最高位置時，揚程限制	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
		3. 裝置之作用及強度，應安全確實保持鞍座於最高位置。	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
		4. 釋放閘之作用應安全平順。	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
2	耐負載測試	利用千斤頂將自走砲底盤支撐起，使千斤頂於最大升程狀態，30分鐘後各部應無永久變形、洩漏或其他異常狀態。	符合	符合	<u>洩漏</u>	<u>洩漏</u>	符合	<u>洩漏</u>	<u>洩漏</u>
3	洩漏測試	將自走砲底盤支撐起，使千斤頂置於最大揚程約1/2位置，30分鐘後千斤頂下降量應在0.2mm以下，但油溫為常溫狀態，然後將注油孔以倒向或橫向放置1小時，不得有洩漏狀態。	<u>不符合</u> 0.9mm	<u>不符合</u> 0.8mm	<u>不符合</u> 1.2mm	<u>不符合</u> 0.7mm	<u>不符合</u> 0.8mm	<u>不符合</u> 1.1mm	<u>不符合</u> 1.1mm

資料來源：筆者整理繪製

火炮校正輔助架簡介

火炮校正輔助架設計之緣由，主要是因砲兵部隊射擊前，依教範須執行瞄準具檢查及校正，以維射擊安全。現役自走砲（M109、M110）部隊實施瞄準具檢查時，為使「砲耳軸」達水平標準，皆運用「液壓式」千斤頂支撐底盤，惟現行「液壓式」千斤頂裝備老舊易造成液壓油洩漏，衍生單位執行本項工作時，作業精度不易掌握、費時且有肇生危安之慮。

火炮校正輔助架之設計主要是綜合「液壓式」千斤頂及「機械式」千斤頂兩者之優點，利用液壓式千斤頂省力、效率高之特性，加上機械千斤頂構造簡單、安全性高，來解決目前液壓式千斤頂運用於火炮校正及檢查時，無法長時間維持砲耳軸水平的問題。

（一）千斤頂載台：貨叉輪軸式設計，升起時可用來運輸承載板上之液壓式千斤頂及機械千斤頂置入於自走砲底盤左（右）後下方。

（二）高低機：螺桿式之設計，用來驅動機械式千斤頂之環型齒輪，使其鞍座上升及下降。

(三)承載板：千斤頂載台降下後與地面之接觸面，將千斤頂載台之受力轉移至地面。

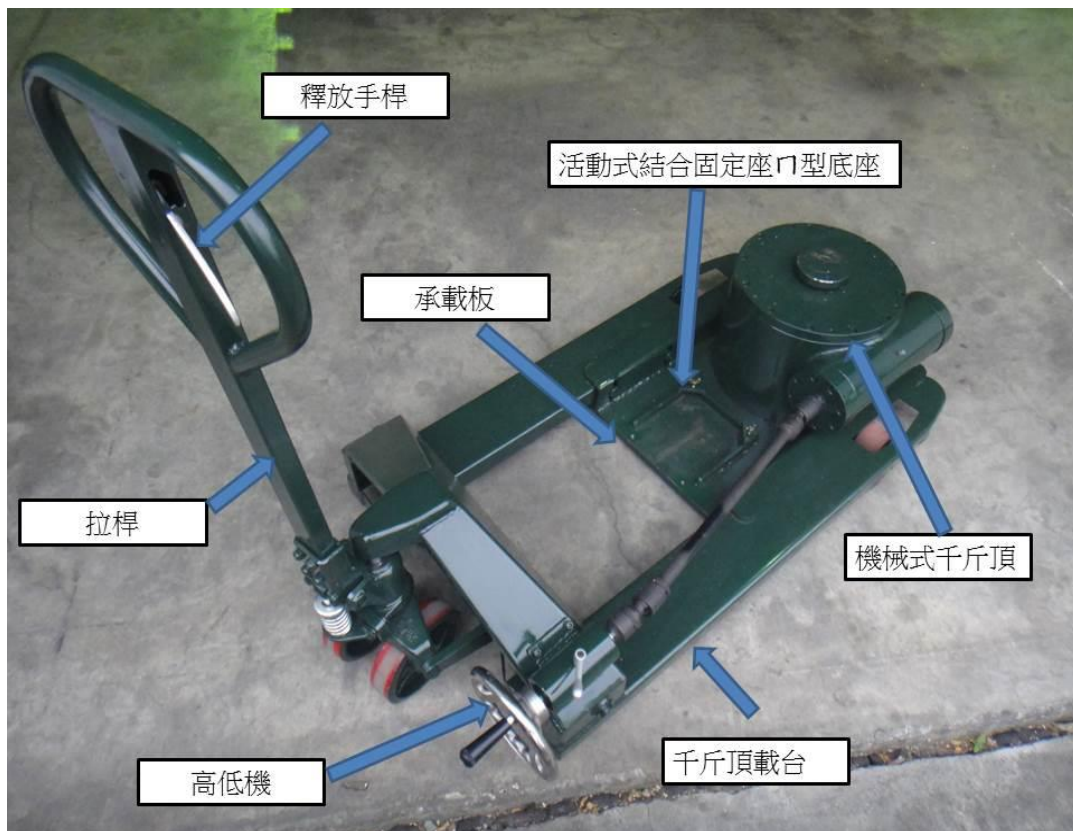
(四)活動式結合固定座：可行 360 度之旋轉，主要用來結合 50 噸以下之各類型千斤頂。

(五)機械式千斤頂：具有支撐 50 噸重之能力，用來支撐火砲。

(六)釋放手桿：供拖拉千斤頂載台拉桿時，分離油壓操控裝置，防止拖拉時將油壓缸上升。

(七)拉桿：千斤頂載台上之拖拉裝置，使千斤頂載台移動。

圖十三 火砲校正輔助架各部名稱及功能



圖十四 千斤頂載台



圖十五 高低機



圖十六 承載板



圖十七 活動式結合固定座



圖十八 機械式千斤頂



圖十九 釋放手桿



圖二十 拉桿



資料來源：圖十三至二十為筆者自行拍攝

二、火炮校正輔助架操作程序

(一) 整置作業

1. 配合千斤頂選擇適當大小之活動式結合固定座。
2. 安裝活動式結合固定座，將其放至承載板上之門型底座位置，安裝 4 支蝶型螺栓。
3. 安裝千斤頂至活動式結合固定座，固定結合座上之 2 支蝶型螺栓使千斤頂不會晃動。

4. 將釋放手桿移至建壓上升位置。
5. 下壓千斤頂載台之拉桿，使承载板升起離地。
6. 將釋放手桿移至洩壓拖拉位置
7. 將千斤頂載台置入自走砲之車輛底盤。
8. 將釋放手桿放上壓，洩壓使承载板降下與地面接觸
9. 旋緊液壓千斤頂上之釋壓閥，下壓壓桿使液壓千斤頂升起，頂起火砲
10. 同時轉動高低機使機械式千斤頂鞍座升高，隨時抵住底盤。

(二)撤收作業

1. 下壓壓桿使液壓千斤頂升起，高度須比機械式千斤頂之鞍座高，使機械千斤頂不受力。
2. 轉動高低機使機械式千斤頂鞍座下降至底。
3. 將液壓式千斤頂之釋壓閥旋鬆。注意，如遇液壓式千斤頂，依然承受壓力無法取出時，可再下壓拉桿使承载板升起離地約 1 公分，再實施洩壓即可。
4. 下壓千斤頂載台之拉桿，使承载板升起離地。
5. 將釋放手桿移至洩壓拖拉位置
6. 將千斤頂載台拉出自走砲之車輛底盤。
7. 將釋放手桿放上壓，洩壓使承载板降下與地面接觸
8. 從活動式結合固定座上，拆卸千斤頂。

結論與建議

一、結論

千斤頂為一輕便實用之工具，只要對槓桿施加數公斤的力量便可獲得數百斤的舉升力，技術手冊也規範火砲瞄準具檢查及校正實施時，需以液壓式千斤頂實施砲耳軸水平，但一般使用者在使用液壓式千斤頂時，經常忽略液壓式千斤頂經過長時間之存放、高溫、高壓的使用下，本身的油封硬化，所造成的漏油，並用於火砲瞄準具檢查及校正。此時在作業過程中，液壓式千斤頂短時間內雖能將火砲支撐起，且操作性能無明顯差異，產生假象的砲耳軸水平，若支撐火砲後，未架起穩固支撐架，當油封氧化、變質、變形時，液壓系統內密封性變差，油壓系統產生洩漏，影響操作性能及使液壓式千斤頂下墜，此時將無法達到砲耳軸水平之要求，造成瞄準具檢查精度不佳或錯誤，影響射擊效果且可能肇生射擊危安。

二、建議

目前後勤體制雖有明訂工具損壞之申請、維修方法，但實質上執行能量有限，然更換千斤頂油封雖可解決液壓油之洩漏問題，但卻無法長久，主因原油封之硬化現象屬於正常現象，且利用千斤頂支撐火砲之作法也必須長時間，久

而久之還是要不斷更換油封，因此更換油封只是「治標不治本」之作法，建議將火砲校正輔助架推廣至自走砲部隊之營級單位，並提供火砲校正輔助架具體可行意見，供參考運用，概述如后：

(一)增加安全性：平日用於裝備保養支撐重物及防墜確保，提高液壓式千斤頂使用安全性，防止液壓失效時，造成人員傷亡。

(二)提高火砲射擊精度：每年或射擊前用來實施瞄準具檢查及校正，確保砲耳軸水平，以提升火砲及瞄準具精度，提高砲兵部隊之射擊效果、確保射擊安全。

(三)縮短作業時間：當砲耳軸水平作業，氣泡到達水平標準前，需要微調液壓式千斤頂使其氣泡居中，若作業過程未注意，致氣泡位移過多，則必須再次轉鬆釋壓閥，使缸內之液壓油回到油缸內，重新再做水平調整，然火砲校正輔助之設計主要以機械螺紋為主，藉著順轉及逆轉則可將所支撐物體微動上升或下降，調整容易，縮短作業時間。

(四)減少千斤頂之人為損壞原因：長久以來使用液壓式千斤頂之缺點，除為洩漏外，另一問題則為支撐重物後欲取出將壓力洩除，但因其缸內殘留之壓力，致千斤頂無法順利取出，必須藉由撞擊之方式，始可取出，間接也損傷液壓式千斤頂本體，此時可運用載台上之油壓缸，使千斤頂載台上升，利用其作用力將液壓式千斤頂內之殘壓擠出，方可取出液壓式千斤頂。

參考文獻

- 一、信孚產業股份有限公司，《型式試驗技術文件》（臺北：民國98年08月）。
- 二、賴耿陽譯，《千斤頂設計實務》（臺北：復漢出版社，民國88年04月）。
- 三、國家標準局，《國家標準CNS4704》。
- 四、高橋徹，《油壓式千斤頂之設計》（臺北：正言出版社，民國92年）。
- 五、李艷軍，《液壓傳動與控制》（科學出版社，民國98年）。
- 六、千斤頂的種類 <http://www.shs.edu.tw/works/essay/2009/03/2009033121584849.pdf>
- 七、元件解釋-油壓元件 <http://www.or.com.tw/service/magazine/magc402-3.htm>
- 八、油壓缸運用 http://www.mor.com.tw/other/o2/o2_mainb4.asp
- 九、NOK油封 http://www.nok.co.jp/index_4.html

作者簡介

黃聖政士官長，陸軍專科學校士官長正規班28期、中華民國勞資事務協會職業安全管理師安全衛生教育訓練第1期、中國生產力中心職業安全管理員安全

衛生教育訓練第2期，中華民國緊急救護協會初級救護技術員(EMT1)訓練100年度第1期，職業安全衛生管理員乙級技術士，歷任副排長、連士官督導長、教官，現任職陸軍砲兵訓練指揮部兵器教官組。