



經濟部標準檢驗局 101 年度
自行研究計畫

報告書編號：101051

車用油誤用於油壓千斤頂 對操作特性的探討

經濟部標準檢驗局臺南分局 編印
中華民國 101 年 11 月 20 日

標準檢驗局臺南分局 101 年度自行研究報告提要表		填表人：劉振南 填表日期：101.11.30	
研究報告名稱	車用油誤用於油壓千斤頂，對操作特性的探討		
研究單位及研究人員	嘉義辦事處 姜進榮、劉振南	研究 期程	自 101 年 01 月 01 日 至 101 年 11 月 30 日
報	告	內	容
提	要		
<p>(一) 研究緣起與目的：</p> <p>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；然而許多使用者卻經常忽略千斤頂中傳遞力量的介質油壓油的重要性，在使用車用油壓千斤頂作業場合，常接觸到各類車用油，一般消費者因油壓千斤頂失油需補充，是否知悉需補充適用之千斤頂用油，抑或隨意添加周遭各類車用油，如車用機油、齒輪油、煞車油…等；因此，本研究就以常見車輛用油添加入油壓千斤頂取代千斤頂專用液壓油，依國家標準 CNS4074 中性能測試與其他液壓系統測試項目進行試驗，藉以探討分析不同油品對液壓千斤頂舉升操作及使用安全的影響，提供消費者車用千斤頂用油須知。</p> <p>(二) 研究方法與過程：</p> <p>車輛用油種類與型號很多，如車用機油、煞車油…等，本次實驗以普通型液壓千斤頂為樣品，分別添注機油與煞車油於樣品千斤頂內，利用本辦事處既有之設備「5/10 噸千斤頂油壓試驗機」執行國家標準 CNS4074 中性能測試與其他液壓項目測試，以了解不同油品對舉升負載、操作性能與操作安全之影響。</p> <p>(三) 研究發現與建議：</p> <p>千斤頂油主要作為力量傳輸的介質，需具有足夠的抗壓性、黏性低、流動性、不易變質、無腐蝕性等要求。本次研究選用普通型油壓千斤頂為測試樣品，並添加國光牌千斤頂油 CPC Jack</p>			

Oil H、車用機油與煞車油，經測試結果發現，機油與煞車油因粘度與比重大，須施於槓桿操作力變大，相同升程需要的槓桿下壓操作次數減少。值得注意的是，誤添加車用機油或煞車油於千斤頂內，短期內雖仍能符合 CNS4074 之檢驗標準，且操作性能無顯著差異，但因煞車油有腐蝕性，長期使用會侵蝕金屬產生銹屑，致溜塊卡死於油壓缸中；此外，煞車油也可能使油封氧化、變質、變形造成液壓系統內密封性變差，油壓系統產生洩漏，影響操作性能，如舉升不易…等，更嚴重者如千斤頂抬舉重物後，又未架起穩固支撐架，若超載舉升或油封變形而密封性不足致溜塊下降，重物往下掉，造成嚴重後果。因此，建議使用者添加或更換油壓千斤頂油時，應遵照原廠建議使用千斤頂專用液壓油，增加千斤頂使用壽命，更重要的是確保消費者自身使用安全。

說明：報告摘要以 1,500 字為限，且應包括下列 3 部分：

- (一) 研究緣起與目的
- (二) 研究方法與過程
- (三) 研究發現與建議

目錄

壹、研究緣起.....	2
貳、液壓千斤頂概述.....	3
2-1 液壓千斤頂作用原理	3
2-2 千斤頂液壓油的特性	6
2-3 液壓油的種類	8
參、研究方法.....	11
3-1 普通型液壓千斤頂的組成元件與功能說明	11
3-2 測試方法與設備	14
3-3 試驗油品說明	15
肆、研究結果.....	18
4-1 汽車用輕便式液壓千斤頂 (CNS4074)	18
4-2 機械利益與其他測試項目	19
伍、結論與建議.....	25
陸、參考資料.....	27

壹、研究緣起

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；然而許多使用者卻經常忽略千斤頂中傳遞力量的介質油壓油的重要性，在使用車用油壓千斤頂作業場合，常接觸到各類車用油，一般消費者因油壓千斤頂失油需補充，是否知悉需補充適用之千斤頂用油，抑或隨意添加周遭各類車用油，如車用機油、齒輪油、煞車油…等；因此，本研究就以常見車輛用油添加入油壓千斤頂取代千斤頂專用液壓油，依國家標準 CNS4074 中性能測試與其他液壓系統測試項目進行試驗，藉以探討分析不同油品對液壓千斤頂舉升操作及使用安全的影響。

貳、液壓千斤頂概述

2-1 液壓千斤頂作用原理

液壓系統可分為靜油壓系統 (Hydrostatic system) 與動油壓系統 (Hydrodynamic system)，汽車用油壓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有的靜壓，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，可獲得更高的機械利益。

巴斯卡原理的解說如圖 2-1，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動，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：

1. 壓力垂直作用於容器的任何一點上。
2. 液體內任意處，對各方向所作用的壓力相等。
3. 對密閉容器內的液體任何部分施加壓力，即同時以同等大小的壓力傳至液體各部。

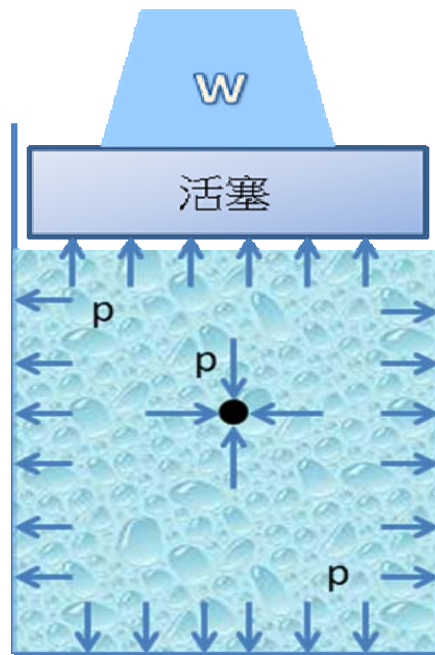


圖 2-1 巴斯卡原理

接著以圖 2-2 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。

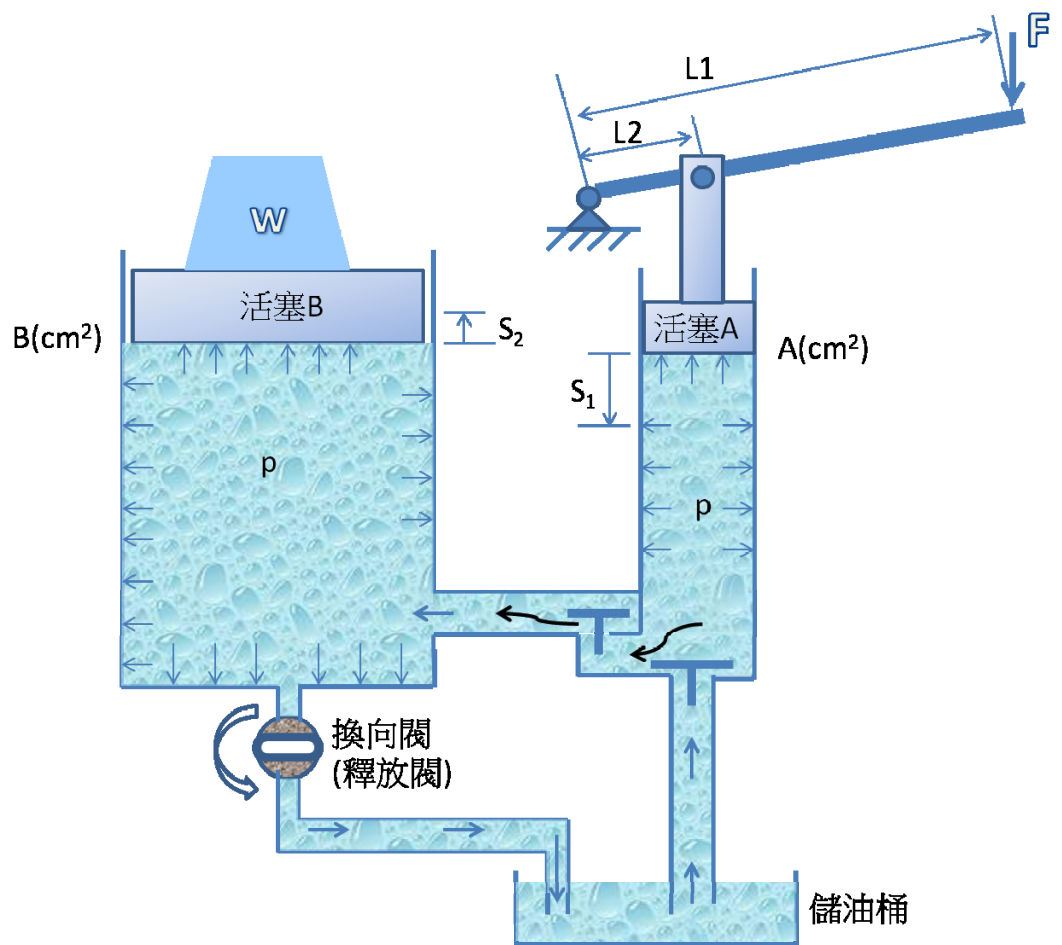


圖 2-2 液壓千斤頂原理示意圖

圖 2-2 中的換向閥（釋放閥），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 (kg)、活塞斷面積為 A (cm^2) 則內部產生的壓力為 $P=F/A$ (kg/cm^2)，此壓力 P 依照巴斯卡原理傳至斷面 B (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 $W=P \times B = (F/A) \times B = F \times (B/A)$ ，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 獲得放大的頂高荷重輸出力 W，若再加上槓桿原理的槓桿比為 L_1/L_2 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

$$\text{機械利益} M = \frac{\text{輸出力}}{\text{輸入力}} = \frac{W \text{ 舉升負載}(kg)}{F \text{ 槓桿施力}(kg)} = \text{面積比} \times \text{槓桿比} = \left(\frac{B}{A}\right) \times \left(\frac{L_1}{L_2}\right)。$$

接著討論活塞 A 與活塞 B 的行程；假設右活塞 A 的行程為 S_1 ，左活塞 B 的行程為 S_2 ，因為右活塞 A 所壓出的液體容積必須和送入左活塞 B 的液體容積相等，所以 $A \times S_1 = B \times S_2$ ，即 $S_2 = (A/B) \times S_1$ ；由此可知負載側活塞 B 的行程 S_2 因著 A 側與 B 側的活塞面積比 (A/B) 而減小。

以上即為油壓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；也就是說液壓千斤頂是一種省力卻費時的實用工具。

2-2 千斤頂液壓油的特性

液壓千斤頂是藉由液壓油（千斤頂油）傳遞流體靜壓能量舉升重物，所以千斤頂用油的幾項重要特性為傳送壓力與能量、密封油幫浦防止洩漏與用為機件滑動部潤滑劑。油壓油 (hydraulic fluid) 的品質要求還有許多，簡述千斤頂用油所要求的幾項重要特質如下：

1. 粘度適當：粘度是最影響油壓機器性能與壽命的指標之一。粘度值要適合千斤頂機件的配合與間隙；粘度過高，幫浦吸油不易，且使幫浦內的粘性阻力增加。若粘度過低，則漏油增多，幫浦的容積效率降低，壓力昇不高。
2. 粘度指數(viscosity index, VI)高：粘度通常隨溫度增加而減少，VI 值高的液壓油在一固定的要求粘度變化範圍，可用的溫度範圍較大，如圖 2-3。也就是具有高粘度指數才不易因溫度變化而影響操作。

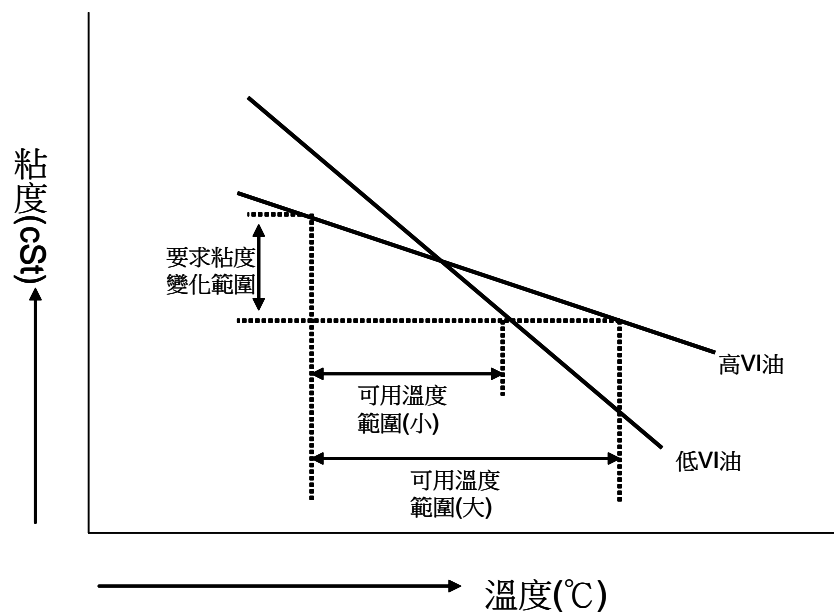


圖 2-3 VI 值與粘度、溫度之關係

3. 抑制機械磨耗：有適當的潤滑性，能將滑動部密封，耐磨耗性大。
4. 須氧化安定性良好，不易變質：液壓油因長久使用後，因氧化

形成淤渣，附著於滑動部，將使動作不順，性能降低。

5. 抗泡沫性佳：液壓油因粘度與表面張力致起泡後，氣泡影響幫浦作用不順，故應選擇不易起泡且易消失者。
6. 抗乳化性佳：即使水分混入液壓油也能容易分離水。液壓油若因水混入而乳化，將會降低其潤滑性與防銹性，造成零件的磨耗與生銹。
7. 防銹性佳：防止油壓系統內生銹，造成內部滑動部磨耗或作動不良，降低機械性能。
8. 流動點低，低溫不失流動性：液壓油會因低溫而增加粘度，最終凝固，由凝固時的溫度稱為凝固點，該點溫度增加 2.5°C 的溫度稱為流動點。
9. 對油壓系統內的橡膠、塗料、金屬等無不良影響。

2-3 液壓油的種類

一般完整油壓系統比千斤頂複雜許多，需要液壓油的要求也較多，消費者當對液壓油種類也應有簡單的認識。常用之液壓油有純礦物性液壓油 (Straight Mineral Type)、防銹及抗氧化型液壓油 (R & O Type)、與防火性液壓油 (Fire Resistant Hydraulic Fluids) … 等，各項液壓油簡介如下。

(1) 純礦性油

油中未加入任何添加劑，多數小型或精密度較普通的油壓裝置皆採用此類油。潤滑性、防銹性佳，其性狀會因原油種類、精製法及添加劑等而異，以往用添加輪機油等，現今已開發有添加劑而改善性質的專用液壓油。

(2) 防銹及抗氧化型液壓油

為防止液壓系統儲槽生銹，進而防止銹屑混入油中污染油料，常須於油中加入「防銹添加劑」。又為延長油料使用壽命，於油中加入「抗氧化劑」。此種油料之使用壽命往往較純礦物性液壓油高三到四倍，如國光牌各級循環機油 R 系列。

(3) 防火性液壓油 (Fire Resistant Hydraulic Fluids)

液壓系統四週或附近裝有高溫作業之機械，或液壓系統正好供高溫作業機械作動者，一旦液壓系統因管線裂損而洩漏或噴出液壓油時，極易引起燃燒；為安全考量，必須使用防火性之液壓油，因其具有防火或不繼續燃燒之特性。常用者有下列幾種：

(a) 水-乙二醇系油

以 40% 水及乙二醇為主成分，加乙二醇聚合物提高潤滑性與耐腐蝕性，粘度及耐火性則取決於含水量。優點為抗著火性佳、流動點低、溫度-粘度特性良好，但缺點是潤滑性比其他類差，會侵蝕一部份填料或金屬。

(b) 乳化系油

這是在石油系油壓油中，藉由乳化劑使水成為粒子狀態，混合約40%，成為乳液狀，此稱為油中水滴形(W/O)液壓油，廉價而抗著火性良好，缺點為化學安定性不良，需注意長期間放置或因使用條件而使油與水分離。適用於污染嚴重而常需換油的裝置。

(c) 磷酸酯系油

此類液壓油為化學合成油，主要用磷酸酯或以磷酸酯為基劑而加入添加劑者。流動性、潤滑性、抗著火性佳，對高溫高壓的性狀變化少，缺點是黏度指數低，稍有毒性，會剝落塗料，侵蝕填料等。適用於高壓油壓裝置、高精度控制裝置、保養管理困難的船舶或起重機等油壓裝置。

參、研究方法

一般消費者使用車用油壓千斤頂之作業場合，經常也接觸各類車輛用油，若消費者不了解各類油的特性，將車用油添加入千斤頂，作為力量舉升媒介之油，對舉升作業的操作性能與安全性可能產生影響。車輛用油種類與型號很多，如車用機油、煞車油…等，本次實驗以普通型液壓千斤頂為樣品，分別添注機油與煞車油於樣品千斤頂內，利用本辦事處既有之設備「5/10 噸千斤頂油壓試驗機」執行國家標準 CNS4074 中性能測試與其他液壓項目測試，以了解不同油品對舉升負載、操作性能與操作安全之影響。

3-1 普通型液壓千斤頂的組成元件與功能說明

本次實驗選用之測試樣品千斤頂為國內千斤頂製造業者所產製規格 4 噸之普通型液壓千斤頂為測試樣品，其幾項重要元件如圖

3-1、圖 3-2、圖 3-3，各元件功能說明如下：

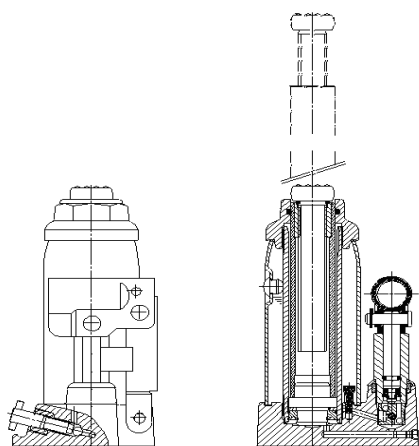


圖 3-1：油壓千斤頂剖面圖

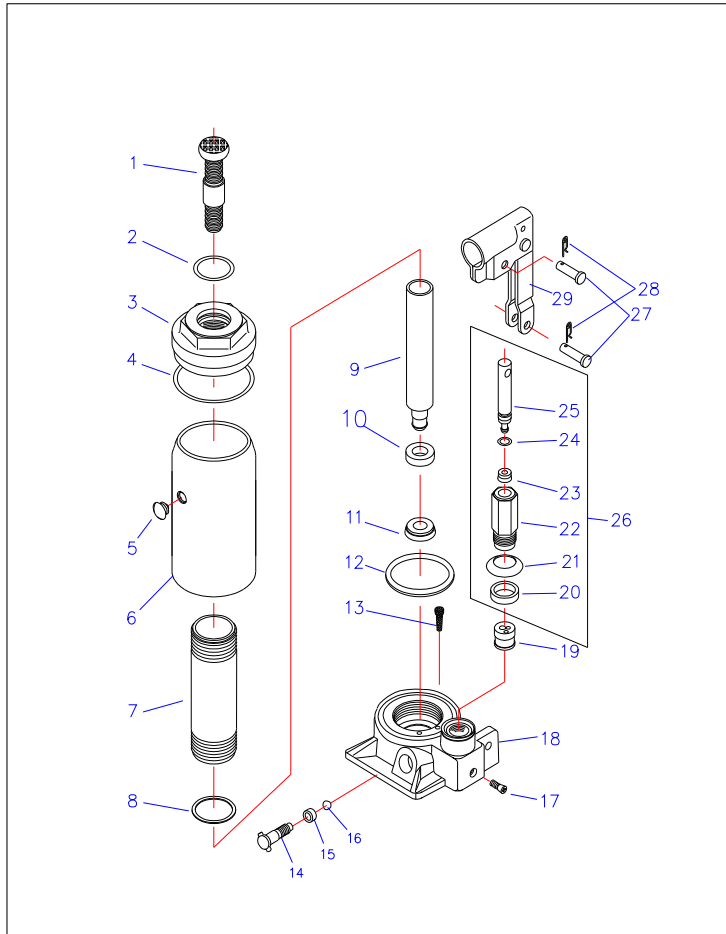


圖 3-2：油壓千斤頂組合圖



圖 3-3：普通型液壓千斤頂產品圖

- 1、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大升程時的內容積，提供足夠液壓油。
- 2、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、鋼板、鋼管焊接或螺紋接合而成，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。
- 3、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。
- 4、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。
- 5、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，使銜接於連桿上的柱塞產生上下行程的泵壓作用，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。
- 6、密封墊：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。

3-2 測試方法與設備

中華民國國家標準 CNS4074/汽車用輕便式液壓千斤頂(Portable hydraulic jacks for automobiles) 將液壓千斤頂依型式分為普通型千斤頂、保險桿型千斤頂以及車體型千斤頂，本次研究以標稱負載 4 噸普通型液壓千斤頂為樣品千斤頂，添加不同油品後，依照 CNS4074 進行測試及計算機械利益與槓桿操作次數。

CNS4074 包含外觀檢查、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、耐負載測試、洩漏測試與傾斜負載測試，詳細內容敘述與測試結果列於第 4-1 節。接著再探討其他測試項目，如計算千斤頂機械利益及溜塊從閉合高度舉升至最大揚程需槓桿操作下壓次數等，藉此了解不同油品對千斤頂操作的影響。

測試過程使用之檢測設備如圖 3-4，5/10 噸千斤頂抗壓試驗機，可供較大噸數液壓直立式汽車用千斤頂負載檢測，以力量顯示器顯示操作負載值 (kg)，位移計顯示器顯示溜塊上下位移量 (mm)。



圖 3-4：5/10 噸千斤頂抗壓試驗機（高鐵牌/ KT-F159）

3-3 試驗油品說明

本次研究選用台灣中油公司產售之國光牌油品千斤頂油與其他車輛用油為試驗油品，其中千斤頂油(CPC Jack Oil H)廣為國內許多千斤頂製造業者推薦使用；其他試驗油品則選用車輛用油中常見者，特優級 SJ/CD 車用機油 15W/40(CPC Heavy Duty Extra Special SJ/CD Motor Oil 15W/40)、高級煞車油 (CPC Super Brake Fluid DOT4)。

各試驗油品的說明與代表性檢驗結果如下：

➤ 國光牌千斤頂油 H(CPC Jack Oil H)

本油品為高品質之手動千斤頂用油。其特性不僅流動點極低，且黏度指數高，適用於高低溫度之操作。

➤ 國光牌特優級 SJ/CD 車用機油 (CPC Heavy Duty Extra Special SJ/CD Motor Oil 15W/40)

本油品係以精煉之石蠟基油料，摻配高效能的抗氧化、清淨分散、抗磨耗、防銹、防腐蝕、消泡等添加劑而成，其有優異的抗氧化性、清淨分散及抗磨耗性能，能提供車輛引擎運轉所需的各項保護性能，常保車輛引擎作業之正常。本油品適用於嚴重作業之各種小客車、小轎車、曳引車等潤滑需求為 API SJ 之四行程汽油引擎車輛，亦可適用於中度作業的大卡車、大客車、大貨車及農耕機等潤滑需求為 API CD 之四行程柴油引擎車輛。

油 品		國光牌千斤頂油 H	國光牌特優級 SJ/CD 車用機油 15W/40
代表性檢驗項目			
比 重	Sp. Gr., 15.6°C/15.6°C	0.8718	0.8860
美制比重	Gravity, API, 15.6°C	30.8	28.2
黏 度	Viscosity, Kin., cSt @40°C	14.44	106.2
	@100°C	3.37	1113
黏度指數	Viscosity Index	105	134
閃 火 點	Flash Point, COC, °C	176	240
顏 色	Color, D1500	L0.5	
流 動 點	Pour Point, °C	-45	-33
防 銹 試 驗	Rust-Preventive, D665A	Pass	

➤ 國光牌高級煞車油 CPC Super Brake Fluid DOT4

本油品適合於美國聯邦車輛安全標準 FMVSS 116 之 DOT 4 與 DOT 3 煞車油規格為液壓煞車系統用油標準的各式車輛，包括小轎車、大小客車、大小卡車、拖車、工程重機械等。本油品為非礦物油基

(Non-Petroleum Base)型。使用中應絕對避免受到一般礦油型油脂的污染，以免發生煞車系統皮咬死或漏油情形。

本油品具有高沸點的特性，平衡迴流沸點高於 270°C 以上，行車更有保障。完全適合於本地氣候，耐用期長且抗沸效果特佳。使用後應蓋緊瓶蓋，避免塵埃與水份進入，影響煞車油品質。

代表性檢驗項目		國光牌高級煞車油 DOT4
比重	Specific Gravity, 15.6/15.6°C	1.07
閃火點	Flash Point, COC, °C	149
平衡迴流沸點	ERBP, °C	274
溼式平衡迴流沸點	Wet ERBP, °C	168
黏度	Viscosity, Kin., cSt @100°C	2.31
	@-40°C	1113
酸鹼值	pH	8.04
穩定性	Fluid Stability, °C change	
腐蝕試驗	Corrosion, weight change, mg/cm ²	
低溫流動性	Fluidity at Low Temperature, sec	
蒸發試驗	Evaporation, 100°C	
容水試驗	Water Tolerance	
相容性試驗	Compatibility	
抗氧化性	Resistance to Oxidation, weight change, mg/cm ²	
SBR 橡皮碗試驗	Effect on Rubber Cups	

肆、研究結果

4-1 汽車用輕便式液壓千斤頂 (CNS4074)

依 CNS4074 性能測試中負載操作測試、耐負載測試、洩漏測試與傾斜負載測試後，結果如下表，不同油品皆能通過性能測試；但在 5.4.1 第 4 項. 最大工作負載時，槓桿之作用力，與第 5 項. 測試結束釋放閥開啟時，溜塊下降之力應在 30kgf 以下之測試，由測試數據可知道，千斤頂添注粘度小的油品，推動溜塊的阻力較小，所以槓桿操作力與釋放閥開啟溜塊下降力皆較小。

		千斤頂專用 液壓油 Jack Oil H	車用機油 15W/40	高級煞車油 DOT4
章節	內容敘述	結果判定及說明		
5. 檢查及測試				
5.4 性能測試				
5.4.1 負載操作測試	<p>在千斤頂鞍座或掛鉤上，施予最大工作負載之 120% 負載，將溜塊或壓力缸自最低位置至最高位置反覆作三次升程，應符合下列之條件。但設有輔助螺桿者，應以最高位置施之。具有負載限制裝置者，於測試時應將其關閉。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、 操作應平順且確實，又無洩漏、槓桿撓曲及其他異常現象。 2、 鞍座或掛鉤到達最高位置時，揚程限制裝置之作用及強度，應安全及確實保持鞍座或掛鉤於最高位置。 3、 釋放閘之作用應安全平順。 4、 在最大工作負載時，槓桿之作用力應在 350N(35kgf) 以下。 5、 測試結束釋放閘開啟時，標稱負載為 7t 以下者，其溜塊或壓力缸下降之力，應在 300N(30kgf) 以下，超過 7t 者，應在 400N(40kgf) 以下。 6、 設有輔助螺桿者，螺桿作用應平順，到達最高位置時能確實停止，測試結束後其操作仍應保持良好。 	<p>1. 符合，</p> <p>2. 符合</p> <p>3. 符合</p> <p>4. 符合 (26kgf)</p> <p>5. 符合 (2kgf)</p> <p>6. 符合</p>	<p>1. 符合，</p> <p>2. 符合</p> <p>3. 符合</p> <p>4. 符合 (27kgf)</p> <p>5. 符合 (3kgf)</p> <p>6. 符合</p>	<p>1. 符合，</p> <p>2. 符合</p> <p>3. 符合</p> <p>4. 符合 (27gf)</p> <p>5. 符合 (3kgf)</p> <p>6. 符合</p>
5.4.2 耐負載測試	千斤頂置於最大升程狀態，在鞍座或掛鉤上施以最大工作負載之 150% 之垂直靜負載，3 分鐘後各部應無永久變形、洩漏或其他異常狀態。具有負載限制裝置者，於測試時應將其關閉。	符合	符合	符合
5.4.3 洩漏測試	溜塊或壓力缸置於最大揚程約 1/2 位置，在鞍座或掛鉤上施加最大工作靜負載，3 分鐘後溜塊下降量應在 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，不得有洩漏現象。	符合 (0.10 mm)	符合 (0.05mm)	符合 (0.05mm)
5.4.4 傾斜負載測試	千斤頂置於最大升程位置，且在底座下插入具有 6 度之傾斜墊板之傾斜狀態下，在鞍座或掛鉤中央部位施加最大工作靜負載，3 分鐘後各部不得有永久變形、洩漏或其他異常狀態。	符合	符合	符合

4-2 機械利益與其他測試項目

➤ 機械利益

液壓千斤頂的機械利益已於第 2-1 節液壓千斤頂作用原理說明，

$$\text{機械利益}M = \frac{\text{輸出力}}{\text{輸入力}} = \frac{W_{\text{舉升負載}}(kg)}{F_{\text{槓桿施力}}(kg)} = \text{面積比} \times \text{槓桿比}$$

面積比之計算由該千斤頂之技術文件（如下表 4-1）查知內缸內徑與唧筒內徑，分別為 31mm 與 10.9mm，

零件編號 (圖 3-2)	零件名稱	規格 (mm)
7	內缸	外徑 37*內徑 31*長 157.5
11	U 形油封	外徑 31.8*內徑 18*高 7
9	心管	外徑 28.1*內徑 21.8*長 157.5
22	六角唧筒	外徑 19*內徑 10.9*長 50.5
23	活塞油封組	外徑 11.7*3.8*高 7
25	活塞	直徑 10.85*長 78.8
---	液壓油	#32 液壓油(中油千斤頂油 CPC-Jack Oil H)

$$\text{面積比} = \frac{\text{面積}B}{\text{面積}A} = \frac{\text{內缸內徑之截面積}}{\text{唧筒之截面積}} = \left(\frac{\text{內缸之內徑}}{\text{唧筒直徑}} \right)^2 = \left(\frac{31mm}{10.9mm} \right)^2 = 8.09$$

，而槓桿比則依實際操作槓桿長度 L_1 與支點至活塞長度 L_2 (如圖 3-4)

$$\text{槓桿比} = \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{620mm}{28mm} \right) = 22.14$$

之比值為

$$\text{故 機械利益}M = \frac{W_{\text{輸出力}}}{F_{\text{輸入力}}} = 8.09 \times 22.14 = 179.08 \cong 179$$

上述推論之機械利益係假設液壓油為理想流體，無粘性且不可壓縮，所以得到機械利益僅為一固定常數，但實際油品必會有粘性與壓縮性的特性，所以千斤頂操作時，(輸出力/輸入力)之比值會受不同油品與不同負載而影響；因此，將不同油品、負載視為變數，使用法碼測量槓桿操作下壓所需之力量（如圖 4-1），以瞭解油品與負載對操作力的影響；再重複操作五次後，取其平均值彙整數據如下表 4-2。

表 4-2 不同負載各油品所需槓桿下壓理論與實際施力及(輸出力/輸入力)之比

油 品 負載 (kg)	千斤頂專用液壓油 Jack Oil H			車用機油 15W/40			高級煞車油 DOT4		
	理論槓 桿施力 (kg)	實際五 次平均 值(kg)	輸出力/ 輸入力	理論槓 桿施力 (kg)	實際五 次平均 值 (kg)	輸出力/ 輸入力	理論槓 桿施力 (kg)	實際五 次平均 值(kg)	輸出力/ 輸入力
400	2.2	4.0	100	2.2	4.0	100	2.2	4.0	100
800	4.5	7.0	114	4.5	7.0	114	4.5	7.0	114
1000	5.6	8.0	125	5.6	8.0	125	5.6	8.3	120
2000	11.2	14.0	143	11.2	15.0	133	11.2	15.0	133
3000	16.8	19.7	153	16.8	20.7	145	16.8	21.0	143
4000	22.3	26.3	152	22.3	27.0	148	22.3	27.0	148



圖 4-1 使用法碼測量槓桿操作下壓所需之力量

由表 4-2 數據，槓桿操作下壓力隨著負載增加而增加。不同油品在各負載所需實際槓桿施力差異並不大，即千斤頂舉升負載時，使用不同油品對槓桿施力的影響不大；但仍可以發現，在大負載時，粘度愈大之油品其槓桿操作下壓力大於粘度小者，此結果即符合牛頓粘性流體（ $\tau = \mu * \Delta u / \Delta y$ ）的特性所致，即當流體粘性愈大，活塞與缸壁間的薄膜流體剪應力較大，推動溜塊所需的阻力亦較大。

由表 4-2 數據，輸出力/輸入力之比值皆小於理論機械利益（值 179）；原因係機械利益之理論值推算並未考慮機件間摩擦力與流體粘性等真實情況，實際操作時，力量之傳遞從手施力槓桿到溜塊舉升負載的路徑上，各機件間相對運動存在著摩擦力以及活塞缸體間液壓油薄膜粘度剪應力必須被克服，方能舉升荷重負載，故實際槓桿操作施力值必然大於理論值。千斤頂專用液壓油通常其粘度低之原因，也就是要盡可能減輕槓桿操作下壓力，使實際輸出力/輸入力更接近理想的機械利益，讓千斤頂槓桿操作下壓操作更為輕鬆。

➤ 其他測試項目-槓桿的操作次數

探討溜塊從閉合高度（202mm）上升到最大揚程（330mm）的操作次數 N 是否隨油品與負載不同而有所差異，首先計算唧筒缸之容積 V_A ，操作槓桿每下壓一次之吐出的油量容積，

$$V_A = \frac{\pi(10.9)^2}{4} \times 20 = 1865(\text{mm}^3)$$

內缸之容積 V_B ，溜塊從閉合高度到最大升程高度之容積

$$V_B = \frac{\pi(31)^2}{4} \times 128 = 96561(\text{mm}^3)$$

槓桿需下壓操作次數 N (次)

$$N = \frac{V_B}{V_A} = \frac{96561}{1865} = 51.8 \cong 52(\text{次})$$

負載 \ 油品	千斤頂專用液壓油 Jack Oil H	車用機油 15W/40	高級煞車油 DOT4
空載	56	54	58
400 kg	57	54	58
800	59	56	58
2000	60	57	58
4000	61	58	60

由表 4-3 數據，不同油品在空載時，將溜塊從閉合高度舉升到最大升程高度所需槓桿下壓實際次數皆多於數理論下壓次數 (52 次)，而且所有油品隨負載愈大所需槓桿操作次數愈多次。

這是因為欲舉升千斤頂溜塊，槓桿下壓建立內缸壓力時，一方面壓力油會從逆止閥、釋放閥與活塞缸壁間等處洩漏，另一方面液壓油也受體積彈性係數 ($K = (\Delta P) / (\Delta V / V)$) 與壓縮率 ($1/K$) 之影響，故在一定的舉升高度下，實際所需槓桿下壓次數會多於理論所需次數，而且隨負載增加，實際所需槓桿下壓次數也會增加。

通常粘度與比重小之油品其流動阻力小、密封性較差、體積彈性係數小、壓縮率大，所以洩漏量多、體積壓縮量大，故需要較多的體

積以達成被要求的溜塊舉升高度，即需要更多次的實際槓桿下壓次數。

伍、結論與建議

汽車用輕便式油壓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公斤的舉升力，一般係用於汽車底盤下的作業，例如修護、保養、輪胎更換等工作。

標準檢驗局為保護消費者使用安全及提升業者的品質，於八十三年八月一日起將該項產品列入應施檢驗品目執行內銷出廠及進口之逐批及驗證登錄方式檢驗，並依國家標準 CNS4074、4076、5432、5433 等執行檢驗。國內產製或進口之液壓千斤頂皆會於產品使用說明書或產品標示牌處建議或指定使用液壓用油，但一般使用者在使用液壓千斤頂時，經常忽略液壓油的更新與選用的重要性，甚至隨意添加其他隨手取得油品來充當千斤頂專用液壓油。

千斤頂油主要作為力量傳輸的介質，需具有足夠的抗壓性、黏性低、流動性、不易變質、無腐蝕性等要求。本次研究選用普通型油壓千斤頂為測試樣品，並添加國光牌千斤頂油 CPC Jack Oil H、車用機油與煞車油，經測試結果發現，機油與煞車油因粘度與比重大，須施於槓桿操作力變大，相同升程需要的槓桿下壓操作次數減少。值得注意的是，誤添加車用機油或煞車油於千斤頂內，短期內雖仍能符合 CNS4074 之檢驗標準，且操作性能無顯著差異，但因煞車油有腐蝕性，長期使用會侵蝕金屬產生銹屑，致溜塊卡死於油壓缸中；此外，煞車

油也可能使油封氧化、變質、變形造成液壓系統內密封性變差，油壓系統產生洩漏，影響操作性能，如舉升不易…等，更嚴重者如千斤頂抬舉重物後，又未架起穩固支撐架，若超載舉升或油封變形而密封性不足致溜塊下降，重物往下掉，造成嚴重後果。

各種機械由於設計與作業情況之不同，潤滑油品的要求也不同；甚至是設計與構造完全相同的機械設備，也因為作業地點不同，而需使用不同之油品。因此，建議使用者添加或更換油壓千斤頂油時，應遵照原廠建議使用千斤頂專用液壓油，增加千斤頂使用壽命，更重要的是確保消費者自身使用安全。

陸、參考資料

一、千斤頂設計實務 賴耿陽譯著 復漢出版社

二、型式試驗技術文件 信孚產業股份有限公司

三、國家標準 CNS4074/5432/5433

四、車輛及機械之潤滑(上)(中)(下) 中國石油股份有限公司人

事處訓練所教材叢書

五、油壓控制要訣 蘇金盛編譯 建興出版社