

挖土機斗齒拆卸方式精進之研析

作者/王貴鈴上尉

提 要

- 一、工兵部隊現行擁有各種不同型式之挖土機，但各型式之挖土機土斗之斗齒目前並無任何制式拆卸工具。
- 二、我工兵部隊在救災、疏濬任務執行中，擔任極重要之角色，執行任務時須配合工兵機械完成任務，其中又以挖土機使用率較高，故挖土機斗齒拆卸更換的效率實有研究之必要性。
- 三、本研究將針對現行的作法實施檢討，並預期研發一專屬拆卸器，供斗齒拆卸使用，以提昇保修作業效能。

關鍵字：挖土機、斗齒、拆卸器、裝備性能。

前 言

現行國軍各工兵部隊皆有各種不同型式之挖土機，然各型式土斗斗齒(耙齒)^[1]目前並無任何制式拆卸工具，於拆卸、換裝作業時，常因保養人員敲擊固定栓，而造成誤擊導致人員受傷，或因作業空間狹小無法容納沖子及鐵鎚，還必須將外側斗齒拆除後才可拆卸全數斗齒實施更換，且運用沖子及鐵鎚敲擊固定栓更換斗齒時，既費時又費力，為改善此一狀況，故研製「斗齒插銷拆卸器」，藉以達到省時、省力及作業安全之目的。

現況窒礙問題與執行概況

一、挖土機挖斗介紹：

挖土機挖斗(如圖一)共區分為：挖土斗本體、挖土斗側刀、挖土斗斗齒、挖土斗斗齒插銷四大部份^[2]，挖土機土斗之側刀及斗齒在施工作業中為最容易磨損之零件，依據各二級廠統計配換率^[3]斗齒最高為63%^[4]，及各型式挖土機撥補狀態表^[5]，可顯示其為高度消耗品項^[6]。

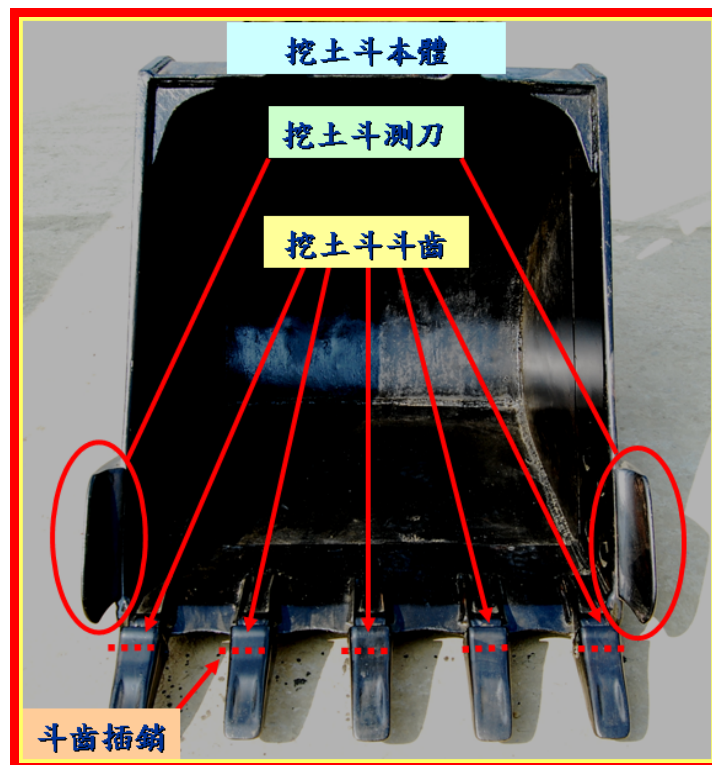
註¹：陸軍後勤司令部，《CAT 320 挖土機操作及單位保養手冊》，民國 83 年 06 月 30 日，頁 84。

註²：陸軍總司令部，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》，民國 98 年 11 月 16 日，頁 2-58。

註³：配換率=近 3 年平均耗料數/(料件配賦數*裝備數)*100%。

註⁴：陸軍工兵學校 100 年度部隊輔訪成效評估報告。

註⁵：聯勤司令部，《通用主件補給作業手冊》，民國 93 年 10 月 22 日，頁 6-8。



圖一 挖土機土斗
資料來源：作者拍攝

二、部隊挖土機斗齒拆卸作業現況：

目前部隊斗齒拆卸^[7]作業方式區皆為「人力拆卸」(如圖二、三)方式為主，作業人力為 2 人，約需 15-20 分鐘，且亦造成人員受傷。



圖二 「人力拆卸」圖示
資料來源：作者拍攝



圖三 「人力拆卸」圖示
資料來源：作者拍攝

(一) 人力拆卸優點：

1. 器材簡單：人力拆卸使用器材為榔頭及沖子，工具易獲得。
2. 器材輕巧：榔頭及沖子^[8]之重量輕巧，攜行方便。
3. 靈活性高：使用榔頭及沖子拆卸斗齒時可輕易更換角度。

註⁶：聯勤司令部，《通用主件補給作業手冊》，民國 93 年 10 月 22 日，頁 5-10。

註⁷：陸軍後勤司令部，《CAT 320 挖土機操作及單位保養手冊》，民國 83 年 6 月 30 日，頁 85。

註⁸：陸軍後勤司令部，《CAT 320 挖土機操作及單位保養手冊》，民國 83 年 6 月 30 日，頁 84。

（二）人力拆卸缺點：

- 1.拆卸較費時費力，增加保養（修）人員體力負荷。
- 2.作業風險指數高，容易造成人員受傷（如圖四）。
- 3.不適合連續多台裝備拆卸。
- 4.目前尚無標準制式之器材。



圖四 人力拆卸現況
資料來源：作者拍攝

三、研究目的及規劃構想：

（一）目的：

挖土機各型式斗齒目前無任何制式拆卸工具，拆卸、換裝作業時常因保養人員敲擊固定栓時造成誤擊導致受傷，且因空間狹小無法容納沖子及榔頭，還必須將外側斗齒拆除後才可拆卸全數斗齒實施更換，且更換中費力費時，為改善此一狀況，故研製「斗齒插銷拆卸器」，藉以達到省時、省力及作業安全之目的。

另考量在救災、疏濬任務執行中，需與時間賽跑，故斗齒拆卸更換的效率實有研究之必要性，本文將針對現行的作法實施檢討，並預期研發一專屬拆卸器，供斗齒拆卸使用，以提昇保修作業效能。

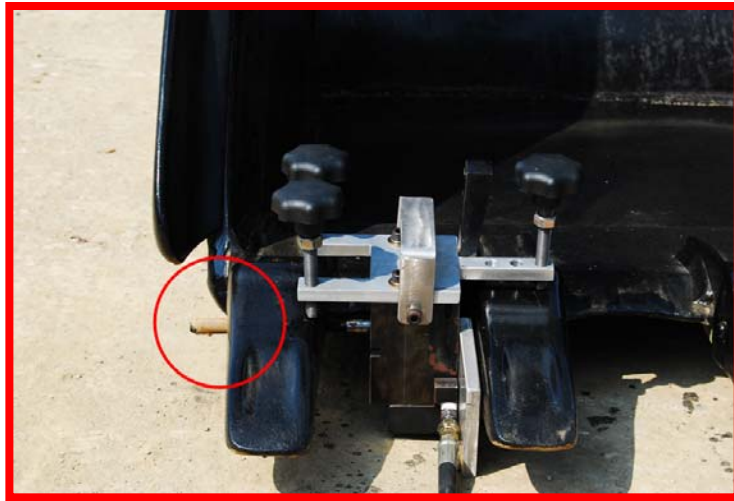
（二）構想規劃：

提供部隊二級工兵機電修護^[9]人員，能運用型式簡單、操作方便、利於攜行等小型工具，使部隊於極短時間完成拆卸、更換作業，其應具備之性能摘述如后：

- 1.可連接裝備本身或其他裝備電瓶作為動力實施斗齒拆卸作業。
- 2.拆卸過程不須費力及仰賴其他工具即可拆下斗齒插銷。
- 3.僅需單兵一人即可實施作業。

註⁹：陸軍工兵學校，《100 年學校教育計畫》，民國 100 年 1 月，頁 80。

- 4.可縮短拆卸時間，提升作業效率。
- 5.可減少傳統拆卸所造成之危安風險（如圖五）。

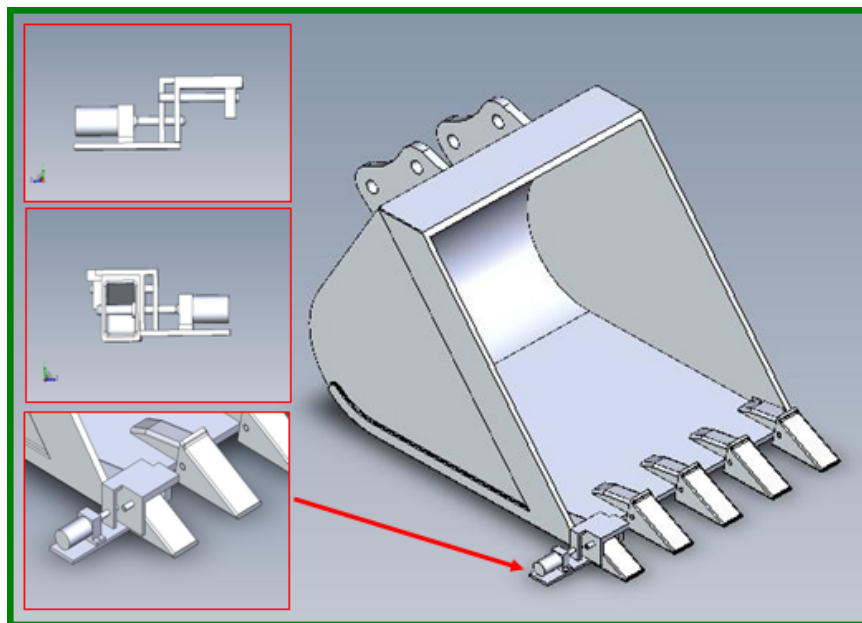


圖五 作業中較安全，風險指數較低
資料來源：作者拍攝

四、模組設計：

（一）模組原理（如圖六）：

利用工兵機械电瓶之電力來源，驅動斗齒拆卸器液壓連接座上之唧筒，將挖土機斗齒插銷逼出，實施斗齒拆卸、換裝作業。



圖六 模組設計圖示
資料來源：作者整理

（二）預想模組性能：

- 1.可連接裝備本身或其他裝備电瓶作為動力實施斗齒拆卸作業。
- 2.拆卸過程不須費力及仰賴其他工具即可拆下斗齒插銷。
- 3.僅需單兵一人即可實施作業。

4.可縮短拆卸時間，提升作業效率。

5.可減少傳統拆卸所造成之危安風險。

(三) 模組結構：

1.主結構總成^[10]：

使用結構鋼製成，表面鍍鉻抗腐蝕、唧筒使用不鏽鋼製成，以液壓油驅動唧筒伸縮作動、沖銷為 SKD-11 工具鋼製成，以真空熱處理方式增加其抗壓性；組裝簡單可由單人完成結構與拆卸作業，主結構寬度可作調整，能安裝於工兵部隊不同型式之挖土機斗齒，各部零件可分解，便於保養維修及更換，單一主件重量不超過 35KG，裝備具有攜行提把設計方便人員運搬及安裝。

(1) 主結構本體（如圖七）：本體使用 SS-400 含以上結構鋼等級製成，表面鍍鉻抗腐蝕。

(2) 唧筒（如圖八）：唧筒使用不鏽鋼製成，以液壓油驅動唧筒伸縮作動。

(3) 沖銷（如圖九）：沖銷為 SKD-11 工具鋼，以真空熱處理方式增加抗壓性

(4) 電動控制器（如圖十）：可控制沖銷之方向。



圖七 主結構本體
資料來源：作者拍攝



圖八 唧筒
資料來源：作者拍攝

註¹⁰：盈昶精工事業有限公司，《斗齒插銷拆卸器操作說明（附件2）》，民國100年6月27日。



圖九 沖銷

資料來源：作者拍攝



圖十 電動控制器

資料來源：作者拍攝

2.液壓動力總成：

材質使用具有抗腐蝕、質輕、高強度之金屬材料設計製造，直流電動馬達可連接裝備本身的電瓶電力為來啟動，再以馬達驅動液壓泵浦，帶動液壓油箱之液壓油，並藉由油管將動力傳遞至主結構上。單一主件重量不超過 35KG，須同樣具有攜行提把設計方便人員運搬及安裝。

(1) 直流電動馬達（如圖十一）：直流電馬達藉由電力啟動馬達，可驅動液壓泵浦。

(2) 液壓泵浦（如圖十二）：液壓泵浦係將液壓油加壓產生動力。

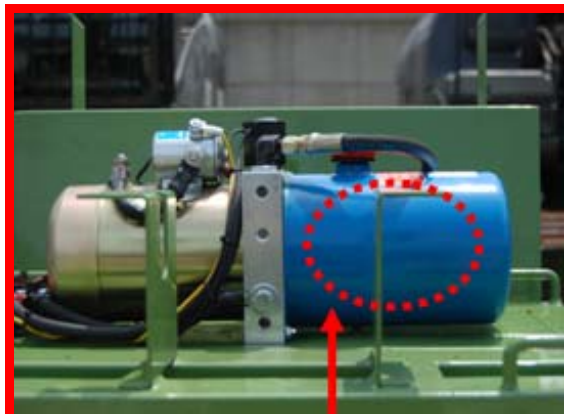
(3) 液壓油箱（如圖十三）：液壓油箱係儲存液壓油用，使用油料為 R-68 操作油，每次添加量約為 1.6 公升^[11]。

(4) 電源連接線（如圖十四）：電源連接線係連接電源用，紅色線處為正極，黑色線處為負極，連接電源須為 DC 12V，並注意正負極接續方式^[12]。



圖十一 直流電動馬達

資料來源：作者拍攝



圖十二 液壓泵浦

資料來源：作者拍攝

註¹¹：盈昶精工事業有限公司，《斗齒插銷拆卸器操作說明》，民國 100 年 6 月 27 日，頁 3。

註¹²：同註¹¹。



圖十三 液壓油箱
資料來源：作者拍攝



圖十四 電源連接線
資料來源：作者拍攝

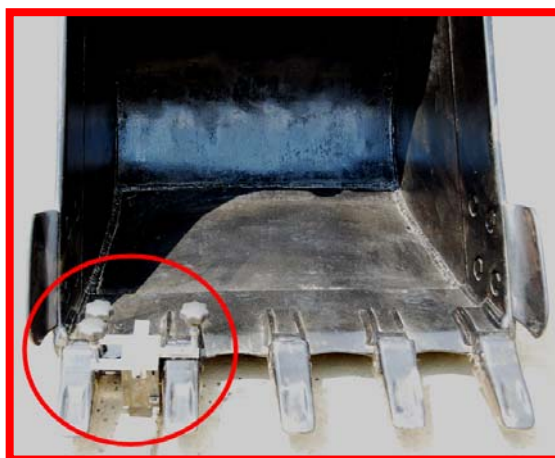
精進作法

一、裝備性能測試：

(一) 第一次測試：

1. 拆卸器使用方式及流程^[13]：

(1) 取出拆卸器實施架設（如圖十五）：



圖十五 拆卸器架設於土斗上
資料來源：作者拍攝

(2) 接上電瓶（如圖 16）：（注意：只接一顆電瓶 12V，正負極不可接反）

註¹³：盈昶精工事業有限公司，《斗齒插銷拆卸器操作說明》，民國 100 年 6 月 27 日，頁 2。



圖十六 電源連接線與電瓶連接
資料來源：作者拍攝

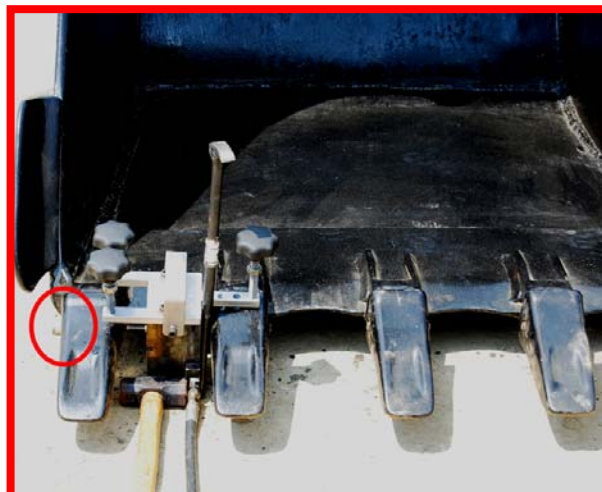


圖十七 架設完成之外觀
資料來源：作者拍攝

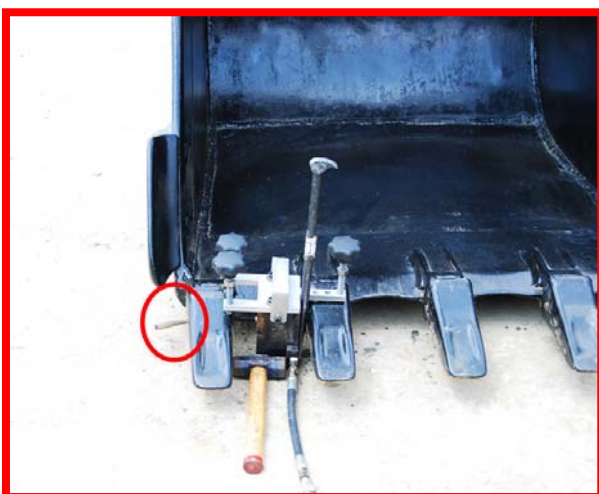
(3) 開始拆卸 (如圖十八—廿一):



圖十八 準備開始拆卸
資料來源：作者拍攝



圖十九 拆卸出一半
資料來源：作者拍攝



圖廿 即將完成拆卸
資料來源：作者拍攝



圖廿一 拆卸完成
資料來源：作者拍攝

2.斗齒插銷拆卸器執行斗齒插銷拆卸測試（如表一）：

表一 斗齒插銷拆卸器執行斗齒插銷拆卸測試一覽表

斗齒插銷拆卸器執行斗齒插銷拆卸測試一覽表			
裝備種類	裝被型式	斗齒數量	測試結果
20 噸級挖土機	320DL 挖土機	6 支	1.裝備電瓶（12 伏特）可正常供電。 2.土斗斗齒插銷可拆下。
4 噸級挖土機	304 C 挖土機	4 支	1.裝備電瓶（12 伏特）可正常供電。 2.土斗斗齒間隙太小，拆卸器無法置入。

資料來源：作者整理

3.所見缺失：

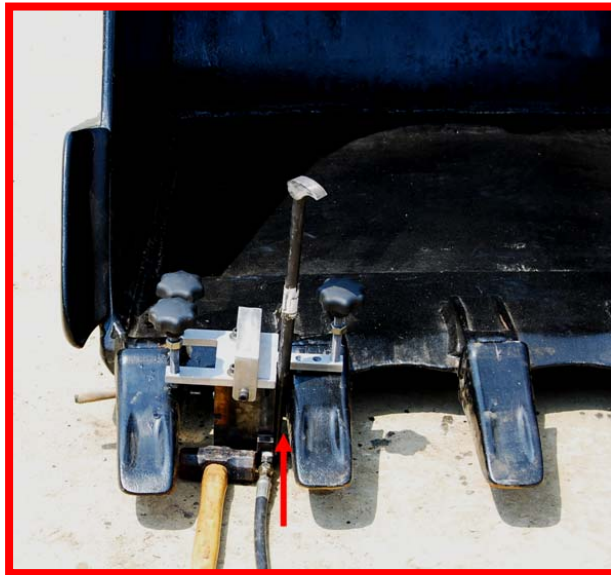
（1）不規則面接觸（如圖廿二、廿三）：

主結構本體後方為平面，內側已抵觸，但外側尚有間隙，而斗齒之側方為不規則面，在相依托抵觸拆卸時，主結構會側滑。



圖廿二 不規則面接觸有間隙造成側滑

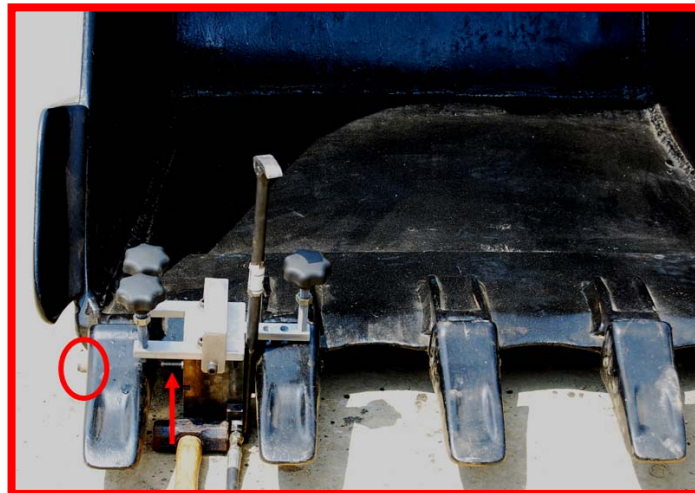
資料來源：作者拍攝



圖廿三 暫時先以翹棒實施矯正
資料來源：作者拍攝

(2) 沖銷回拉彈力不足 (如圖廿四)：

回拉彈簧彈力不足，導致回拉速度過慢，多次拆卸行程調整時，沖銷不易以手指轉動，導致沖銷不易旋轉調整行程。



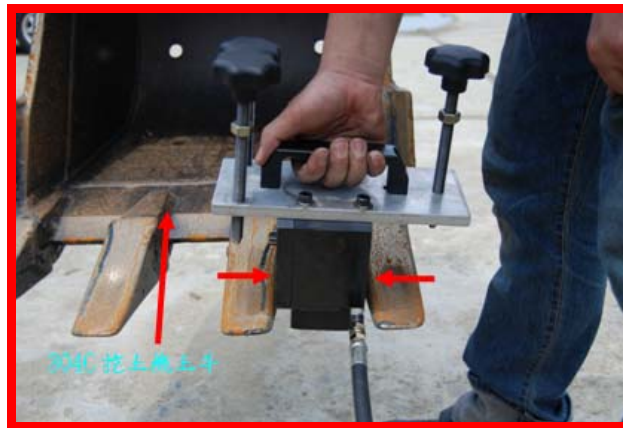
圖廿四 回拉彈簧很慢才能將即筒拉回，沖銷不易旋轉調整行程
資料來源：作者拍攝

(3) 沖銷易斷裂 (如圖廿五)：沖銷頭設計不良，拆卸時導致沖銷頭本體之破壞。



圖廿五 沖銷在拆卸過程中發生斷裂及破損
資料來源：作者拍攝

(4) 計算錯誤 (如圖廿六)：計算時發生誤差，主結構本體無法置入 304C 挖土機土斗斗齒之間實施拆卸。



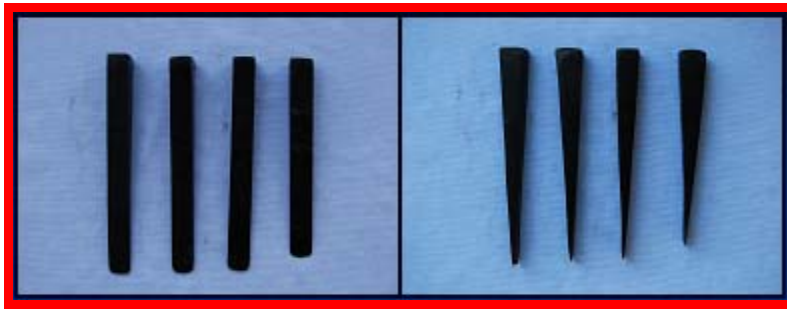
圖廿六 主結構本體設計過大，無法置入 304C 型斗齒之間
資料來源：作者拍攝

4. 改進作法

(1) 設計鐵板及鐵叉 (如圖廿七、廿八)：設計不同厚度之鐵板依挖土機斗齒狀況選擇厚度墊於後方。



圖廿七 不同厚度之鐵板
資料來源：作者拍攝



圖廿八 不同長度及角度之鐵叉

資料來源：作者拍攝

(2) 更換回拉彈簧：更換彈力較大之回拉彈簧，或使用特殊工具或其他方式使沖銷易於旋轉調整。

(3) 修改沖銷頭（如圖廿九）：將沖銷頭改成傘狀或菇狀，增加其結構能力。



圖廿九 菇狀之沖銷頭

資料來源：作者拍攝

(4) 修改主結構本體（如圖卅）：重新規劃設計一只新品或再製一只可用之主結構，使本品由一主結構變成二個可替換式之主結構。（注意：箱子也需再製一放置位置）



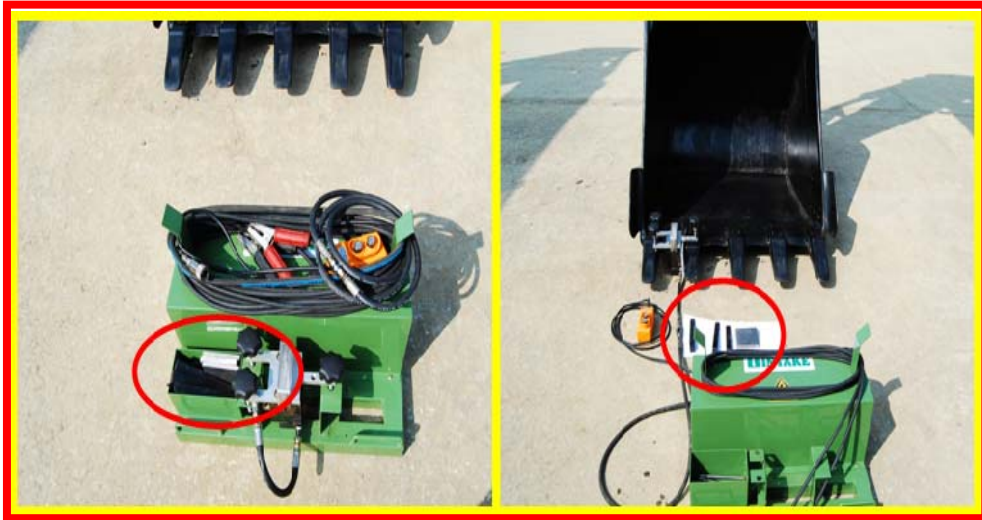
圖卅 修改主結構本體

資料來源：作者拍攝

(二) 第二次測試

1. 缺失改進：

(1) 設計不同厚度之鐵板依挖土機斗齒狀況選擇厚度墊於後方（如圖卅一—卅五）。



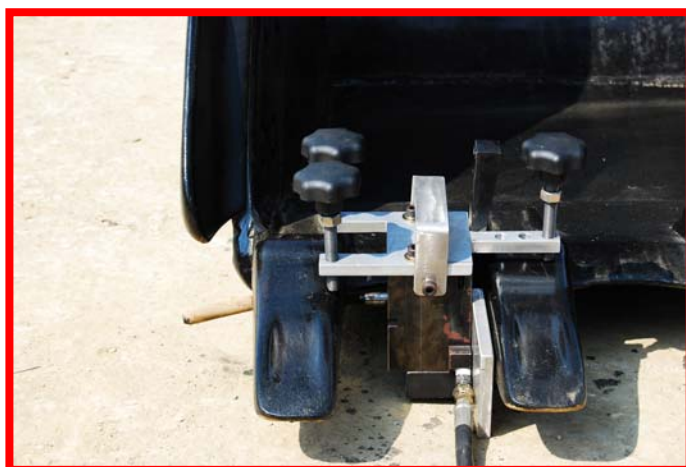
圖卅一 架設並準備拆卸
資料來源：作者拍攝



圖卅二 開始拆卸
資料來源：作者拍攝



圖卅三 拆卸至一半
資料來源：作者拍攝

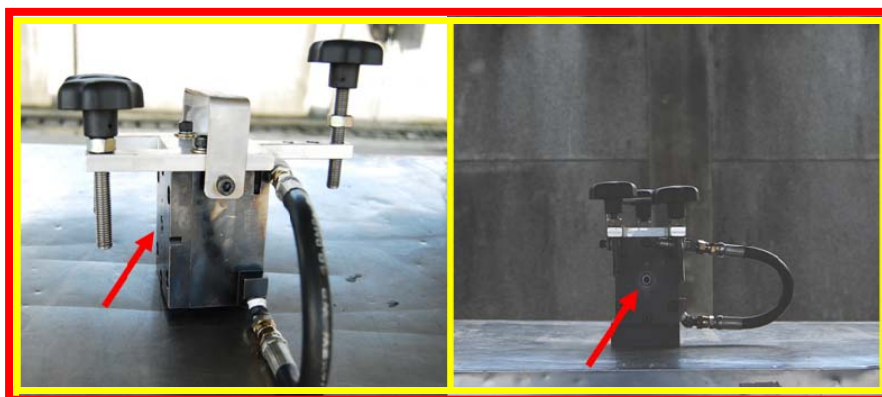


圖卅四 即將拆卸完成
資料來源：作者拍攝



圖卅五 拆卸完成
資料來源：作者拍攝

(2) 更換彈力較大之回拉彈簧，或使用特殊工具或其他方式使沖銷易於旋轉調整（如圖卅六）。



圖卅六 更新回拉彈簧後沖銷較容易旋轉
資料來源：作者拍攝

(3) 將沖銷頭改成傘狀或菇狀，增加其結構能力（如圖卅七）。



圖卅七 沖銷頭已改成菇狀

資料來源：作者拍攝

(4) 重新規劃設計一只新品或再製一只可用之主結構，使本品由一主結構變成二個可替換式之主結構（如圖卅八）。（注意：箱子也需再製一放置位置）



圖卅八 已做調整及切削，使其能拆卸 304C 型挖土機

資料來源：作者拍攝

二、研製成效

(一) 測試結果（如表二、表三）：

- 1.斗齒插銷拆卸器可由 1 人運搬、組裝及拆卸簡單迅速。
- 2.主結構可承受拆卸作業時產生之推拉力量，且不會造成變形損壞。
- 3.可簡化挖土機斗齒拆卸流程，縮短斗齒更換時間，提升作業效益。
- 4.可減少作業人數、時間、體力之浪費，並降低人員的拆卸作業之危安風險。

表二 斗齒插銷拆卸器各項功能測試一覽表

斗齒插銷拆卸器各項功能測試一覽表		
項次	驗證要項	測評結果
1	主結構本體	1.多用途推桿可由 1 人運搬、結構及拆卸。 2.主結構可承受推進作業時產生之推拉力量，且不會造成變形損壞。 3.左列各驗證要項經實際測試，均達合格標準。
2	唧筒	
3	推銷	
4	直流電動馬達	
5	液壓泵浦	
6	液壓油箱	

資料來源：作者整理

表三 人工拆卸與斗齒拆卸器各項功能測試結果一覽表

人工拆卸與斗齒拆卸器各項功能測試結果一覽表					
拆卸方式	測試結果				
	運搬人力	組裝人力	器材損壞	更換時間	危安風險
人工拆卸	1 人	1-2 人	易變形損壞	15-20 分鐘	易造成人員受傷
斗齒拆卸器	1 人	1 人	不易變形損壞	5-6 分鐘	低風險

資料來源：作者整理

（二）差異比較：

以「320 挖土機」(約 20 噸級)^[14]及「304 挖土機」(約 4 噸級)^[15]斗齒插銷拆卸為測試標的，針對人力拆卸、拆卸器拆卸等二種模式之器材準備、作業人力、拆卸時間、作業安全與拆卸準確度等項目實施差異比較，比較結果如下表所述（如表四）。

註¹⁴：陸軍總司令部，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》，民國 98 年 11 月 16 日，頁 2-1。

註¹⁵：陸軍總司令部，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》，民國 98 年 11 月 16 日，頁 2-8。

表四 挖土機斗齒拆卸作業效益差異分析比較表

挖土機斗齒拆卸作業效益差異分析比較表 (以 20 噸 級 挖土機 為 例)			
項目	拆卸方式		差異比較
	人工拆卸	斗齒拆卸器	
器材準備	1.榔頭 2.衝擊銜子 3.手套	1.拆卸器組	1.斗齒拆卸器拆卸較佳。 2.斗齒拆卸器拆卸所需準備器材較少，且易準備，不像傳統拆卸器材無統一規格。
作業人力	1-2 人	1 人	1.斗齒拆卸器拆卸較佳。 2.以斗齒拆卸器拆卸，可節省人力資源及作業體力之浪費。
拆卸時間	技術手冊規定之方式需 15-20 分鐘	5-6 分鐘	1.斗齒拆卸器拆卸較佳。 2.以斗齒拆卸器拆卸，每台裝備拆卸時間可節省約 10-14 分鐘，並隨裝備數量越多越省時。
作業安全	以傳統人工拆卸方法拆卸，人員易在作業中敲到手，安全性較低，若連續拆卸多部裝備可能有體力不支肇生危安事件。	以斗齒拆卸器拆卸，安全性較高，無敲傷手及體力不支之顧慮。	1.拆卸器拆卸較佳。 2.以拆卸器拆卸人員較不會有危安之風險。

資料來源：作者整理

(三) 效益分析：

- 1.結構斗齒快速簡單，在拆卸時，可縮短作業準備。
- 2.斗齒拆卸器拆卸時間短，可提升保修及作業效率。
- 3.運用斗齒拆卸器拆卸，可減少作業人力及體力負荷，並確保拆卸作業之安

全。

4.可運用在國軍工兵及工程單位大多型式之挖土機。

三、建議

「工欲善其事，必先利其器」，目前工兵部隊挖土機計有 320 型挖土機^[16]29 部、320DL 型挖土機^[17]13 部（如圖卅九）、M322D 型挖土機^[18]3 部（如圖 40）、312CL 型挖土機^[19]9 部（如圖四十一）、304C 型挖土機 9 部（如圖四十二），共計 63 部^[20]，然工兵部隊不管於部隊訓練、河川疏濬及救災任務，挖土機皆擔任重要之角色，但其土斗斗齒之更換卻無制式之工具可供使用，建議本案於通過評鑑之後：

（一）納入教育訓練：

1.能爭取預算委商製作 26 套，分別撥交學校、各工兵群各營之二級廠及防衛指揮部工兵連使用。

2.納入學校二級保養專長工兵機電修護兵（工兵部隊）、工兵機電修護士（工兵部隊）及儲備工兵領導士官班-機電修護士等 3 個班隊之課程，並修編相關教案、保養手冊及 MR 卡，以提升工兵部隊教育訓練、保養及任務執行之成效。

（二）納入駐地訓練：

將此斗齒拆卸器納入二級廠單件機工具駐地在職訓練，以提昇單位工兵機電修護人員之保修技能。

（三）納入基地普測：

將斗齒拆卸器拆裝項目列入基地普測，主要驗證二級廠機電修護人員之維修技能。

註¹⁶：同註 2。

註¹⁷：同註 2。

註¹⁸：同註 2。

註¹⁹：同註 2。

註²⁰：陸軍工兵學校 99 年度基訓部隊訓練輔訪資料。



圖卅九 卡他皮拉 320DL 履帶型挖土機

資料來源：陸軍總司令部，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》，民國 98 年 11 月 16 日，頁 1-2。



圖四十 卡他皮拉 M322D 輪型挖土機

資料來源：陸軍總司令部，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》，民國 98 年 11 月 16 日，頁 1-3。



圖四十一 卡他皮拉 312CL 履帶型挖土機

資料來源：陸軍總司令部，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》，民國 98 年 11 月 16 日，頁 P1-2。



圖四十二 卡他皮拉 304C 履帶型挖土機

資料來源：陸軍總司令部，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》，民國 98 年 11 月 16 日，頁 1-3。

結 語

本校所研發之斗齒拆卸器經驗證結果，除可利用在工兵現有挖土機實施拆卸外，亦可結合國軍各工程單位之保修拆卸任務，如此即可達到縮短拆卸時間、節約作業兵力及提昇保養（修）作業成效，且目前其他各軍種、民間等工程單位均無設計及運用類此軍品，故確有其獨特之研發效益及運用價值。

作者簡介

王貴鈴上尉，陸軍官校正 73 期（93 年班）、工校正規班 158 期（99 年班）；曾任排長、隊長、教官，現任職於陸軍工兵學校機械組教官。