

論挖土機未來採購類型之研析

作者/紀正彥上尉

提 要

- 一、挖土機於現今市面上種類及特性眾多，隨著工業科技及技術的提升，已朝向單機多用途、安全防護性高、操作介面容易及綠能環保等方向發展。
- 二、運用五項效能分析評比出各類挖土機參數，加以套疊平、戰時任務分析，即可求出各類任務最適合之機型，提升任務執行效能。
- 三、本軍工兵部隊於戰、平時執行任務上，使用工兵機械以挖土機比例最高，如何採購符合我工兵部隊適用於戰、平時執行任務的挖土機，為有效提升任務執行率之關鍵要素。

關鍵詞：挖土機、採購類型、未來趨勢

前 言

本軍從民國 60 年開始使用的挖土機為 Q&K(美製)，民國 70 年換裝林克貝爾系列及卡他皮拉 225B，民國八十四年換裝卡他皮拉 320B，¹民國 97 年迄今購買四款²新式卡他皮拉挖土機。³

挖土機於工兵部隊，戰時可執行便引道開設、挖掘戰車壕、及協助陣地構築等，平時支援經濟部各地區水資源局或河川局所業管之水庫、河川實施清淤疏濬及各類天然災害防救任務。雖然尚未歷經實戰的歷練，但近年來也經歷河川疏濬、921 大地震災後復原、國道三號走山崩塌救援、莫拉克颱風災後復原及歷次重大風災災後復原等任務，挖土機儼然成為各項任務不可或缺且必要之機具。有鑑於此，挖土機所發揮之工作效能絕對影響任務成敗關鍵，正所謂「工欲善其事、必先利其器」，購置能於平、戰時能發揮最大效能的挖土機，是工兵部隊面對未來任務挑戰的關鍵。

挖土機發展沿革與未來趨勢

一、挖土機發展沿革

第一部挖土機問世迄今已有 160 多年的歷史，期間歷經了由蒸汽驅動半迴

1 陸軍司令部印頒，《卡他皮拉 320 系列挖土機操作手冊》，民國 94 年 3 月，頁 1-1。

2 四款挖土機分別為 320DL 挖土機、312C 挖土機、304C 履帶型挖土機及 M322D 輪型挖土機。

3 陸軍司令部印頒，《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，頁 1-1。

轉挖土機（如圖一），到電力驅動和內燃機驅動全迴轉挖土機，逐步發展至套用機、電、液一體化技術的全自動液壓挖土機。

圖一 蒸氣挖土機



資料來源：維基百科，http://en.wikipedia.org/wiki/Steam_shovel.

從 1990 年後期開始，國際上挖土機的生產朝大型化、微型化、多功能化、專用化和自動化的方向發展，開發各類多品種、多功能、高質量及高效率的挖土機，且為滿足市政建設和農田建設的需要，國外更發展出斗容量在 0.25 立方以下的微型挖土機，而最小的斗容量僅 0.01 立方。

另外，數量最多的中、小型挖土機則趨向於一機多能，配備了多種工作裝置，除正鏟、反鏟外，尚配備有起重、抓斗、平坡斗、裝載斗、耙齒、破壞剪、破碎機、電磁吸盤、振搗器、推土板、沖擊鏟、集裝叉、高空作業架、絞盤及拉鏟等，以滿足各種施工的需要。

二、挖土機未來趨勢

（一）操作模式方面

1. 駕駛艙與主體分離（如圖二）

於非安全工作區域內執行任務時，例如於核生化威脅狀況下作業，即可選擇此模式，將駕駛艙置於遠處安全位置，挖土機進入作業區，運用挖土機車裝攝影鏡頭回傳駕駛艙螢幕，藉由遠端遙控作業方式完成作業，避免操作人員直接暴露於核生化環境中，減低操作人員生命安全威脅。

圖二 駕駛艙與主體分離



資料來源：瑞典沃爾沃建築設備公司 Sfin X 系列挖土機影片擷取畫面。

2. 駕駛操控介面簡化（如圖三）

按鈕及操縱桿簡化，運用可觸碰互動式螢幕選擇工作模式或其他功能選擇按鈕，簡化以往駕駛艙內數量繁多的按鈕設計，操縱桿運用指尖滑動方式替代以往扳動操縱桿方式，減少作業人員之疲累感覺，藉以增加其工作效率。

圖三 駕駛操控介面簡化



資料來源：韓國 doosan 公司 DX 系列挖土機影片擷取畫面。

（二）安全模式方面

1. 監控掃描系統（如圖四）

於裝備啓動前至裝備熄火後期間，全程運用紅外線掃描機體外部安全距離範圍內物體，提供駕駛手能隨時瞭解作業或移動時週遭狀況，避免肇生機具碰撞與人員損傷等意外事件。

圖四 紅外線監控掃描系統



資料來源：韓國 doosan 公司 DX 系列挖土機影片擷取畫面。

2.動態配重系統（如圖五）

原配置於引擎後方最末端之配重鐵隨挖土機噸數增減而隨之增減，但通常於作業時，會隨著力距增加或其他外力因素，造成挖土機重心失衡，此項動態配重系統會隨著外力或力距等因素影響，藉唧筒伸縮改變配重鐵位置，使挖土機能不因力距過大而造成重心不穩情況。

圖五 動態配重系統



資料來源：韓國 doosan 公司 DX 系列挖土機影片擷取畫面。

（三）運動模式方面

1.獨立履帶系統（如圖六）

將原本左右側履帶系統，修改成四驅模式系統，並將每一履帶系統獨立並配賦懸吊，減緩駛挖土機行走崎嶇路面時所帶來之震動感，此一設計可增加操

作人員駕駛的舒適度及減少裝備震動所帶來的零件損傷。

圖六 獨立履帶系統



資料來源：瑞典沃爾沃建築設備公司 Sfin X 系列挖土機影片擷取畫面。

2. 高速運動模式系統（如圖七）

將金屬履帶替換成橡膠履帶膠塊減輕機身重量，並運用改變履帶接觸地面面積方式減少磨擦力，增加裝備運動速度至時速 40 公里以上，減少短程裝載運輸所耗費時間及成本。

圖七 高速運動模式系統



資料來源：瑞典沃爾沃建築設備公司 Sfin X 系列挖土機影片擷取畫面。

（四）環保綠能方面

油電混合動力系統（簡稱 HYBRID）是日本小松建築設備公司於 2011 年 12 月正式發表 HB205-1 挖土機（如圖八），HYBRID 系統係藉由上部結構降低其速度，而轉向生成的能量，存儲在電容器中的能量，並用它來協助的權力通過發電電動機，發動機加速時的發動機（如圖九），HYBRID 系統於同型號 20 噸級

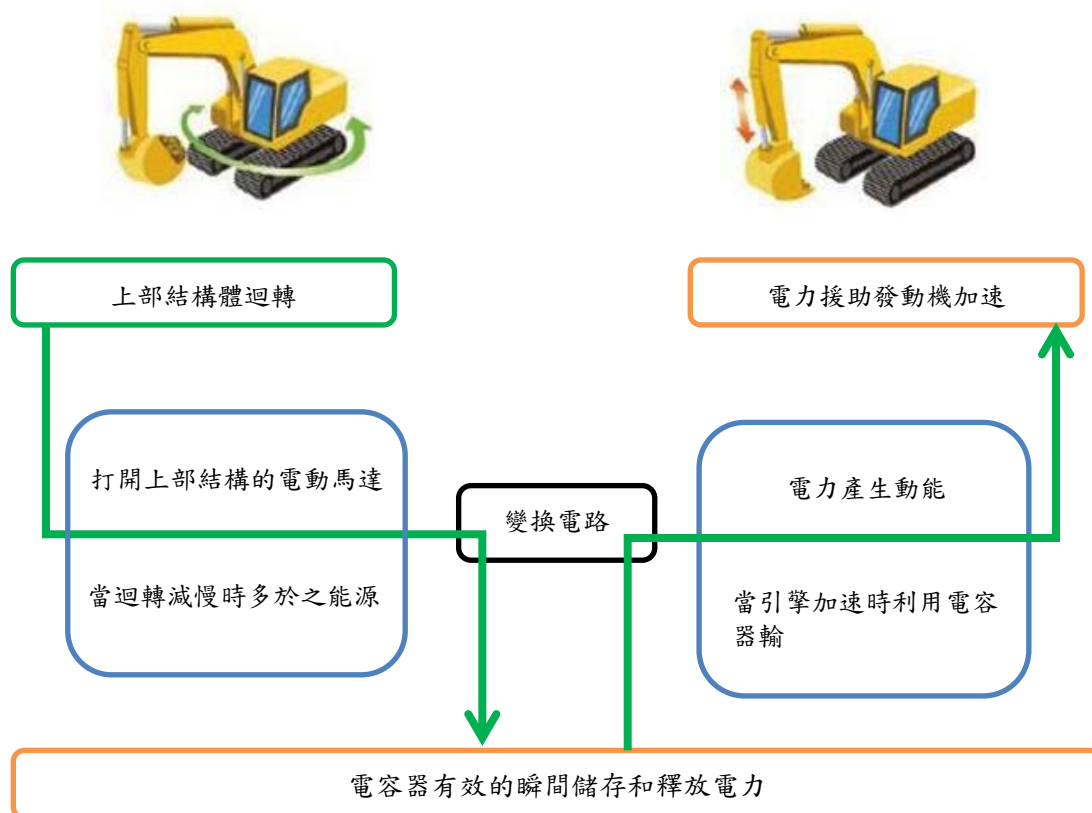
挖土機相較可節省燃油 25%~40%，並大大減少二氧化碳排放量。日本日立建機公司也於今年 5 月發表相同 HYBRID 系統挖土機 ZH-200（如圖十），正式宣告日立建機公司也研發成功並加入 HYBRID 系統挖土機量產行列。

圖八 Komatsu HB205-1



資料來源：日本小松建築設備公司網站，<http://www.komatsu.com/>。

圖九 HYBRID 系統原理



資料來源：日本小松建築設備公司網站，<http://www.komatsu.com/>，作者編輯翻譯。

圖十 HITACHI ZH-200



資料來源：日本日立重機公司網站， <http://www.hitachi-c-m.com/tw/index.html>.

挖土機各種類型特性

目前市面上挖土機種類眾多，功能特性差異極大，作者依據本身實際救災、疏浚經驗及參考各大挖土機製造商所生產之機型與噸數，將挖土機區分下列六類九項。

一、小型挖土機(如圖十一)

泛指總重量 10 噸（含）以下的挖掘機，多數使用於小型工程，如巷道排水溝工程、園藝造景工程及作業空間較為狹小工程等，本軍工兵部隊目前擁有型號為 CAT304C 挖土機。

圖十一 Komatsu PC18MR-3



資料來源：日本小松建築設備公司網站， <http://www.komatsu.com/>.

二、中型挖土機（如圖十二）

泛指總重量 10 噸以上 40 噸（含）以下的挖土機，為多數民間工程使用之

機型，如道路施工、地下室開挖、河川疏濬、整地工程等，本軍工兵部隊目前擁有此型式挖土機，型號分別為 CAT320DL 挖土機、CAT312C 挖土機、CAT320B 挖土機、林克貝爾 LS2800 挖土機及神戶重機 SK330-6E 挖土機。

圖十二 VOLVO E380D



資料來源：瑞典沃爾沃建築設備公司網站，<http://www.volvoce.com/constructionequipment/global/splash/Pages/splash.aspx>.

三、大型挖土機（如圖十三）

泛指總重量 40 噸以上屬之，多為採礦業使用於大型採礦場中。

圖十二 VOLVO E380D



資料來源：德國特瑞克斯建築設備公司網站，<http://www.terex.com/>.

四、反鏟挖土機（如圖十四）

屬大型挖土機的一種僅挖臂構造及挖掘方式不同。

圖十四 HITACHI EX3600

铁甲网 工程机械网 www.ironarmy.com



資料來源：日本日立重機公司網站， <http://www.hitachi-c-m.com/tw/index.html>.

五、輪型挖土機（如圖十五）

屬中型挖土機的一種，只是將下半身的履帶改製成類似一般汽車輪胎，使其能擁有比一般中型挖土機更快的移動速度，本軍工兵部隊目前擁有此型式挖土機，全軍僅採購 4 部，型號為 CAT322D 輪型挖土機。

圖十五 CAT M322D



資料來源：中華機械(CAT)網站，<http://www.capitalmachinery-acatdealer.com.tw/Capital-Machinery-Ltd-Taiwan.htm>.

六、特殊型式挖土機

（一）浚挖船（如圖十六）

屬大型挖土機，機身裝至船體上，能自由在水上任一處挖掘，用於清除河川、湖泊、水庫及港口淤泥。

圖十六 LIEBHERR P995



資料來源：德國利勃海爾建築設備公司網站，http://www.liebherr.com/en-GB/default_lh.wfw.

（二）水陸兩用挖土機(如圖十七)

屬中型挖土機，履帶改製成類似浮筒，使其可於水面上及沼澤地作業。

圖十七 EIK 水陸兩用挖土機



資料來源：新加坡 EIK 公司網址，<http://www.eikengineering.com/index.htm>.

（三）多功能挖土機(如圖十八)

屬小型挖土機，外型及運動模式與輪型挖土機相似。

圖十八 Menzi Muck A61



資料來源：瑞士 Menzi Muck 公司網址，<http://www.menzimuck.com/index-en.html>.

(四) 水中作業挖土機(如圖十九)

屬小型挖土機，本軍工兵部隊未購置此款機型。

圖十九 Menzi Muck 水中作業挖土機

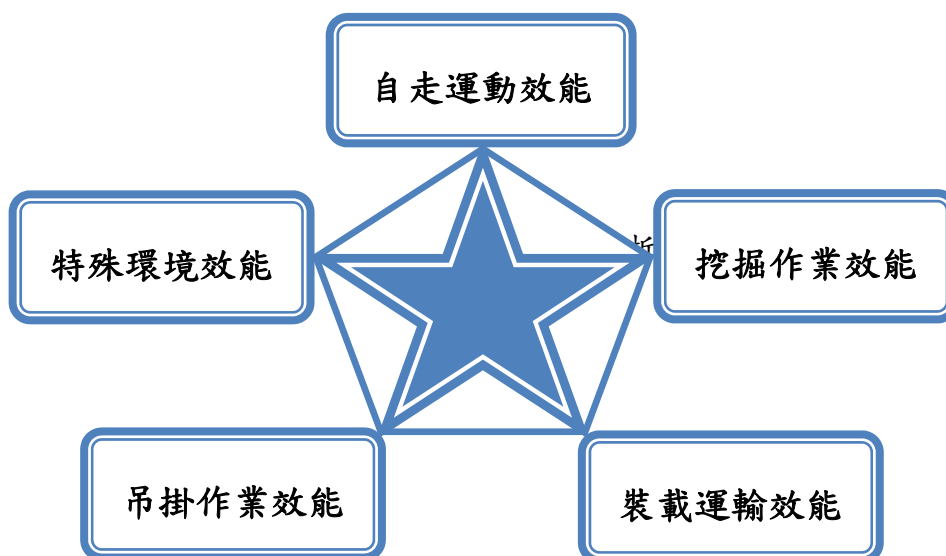


資料來源：瑞士 Menzi Muck 公司網址，<http://www.menzimuck.com/index-en.html>.

七、小結

上述各型挖土機均有不同功能特性及優、缺點，為便於分析各型挖土機各項性能狀況，筆者自訂出挖土機五項效能分析評比表（如圖廿），評分方式為針對各機型於各效能表現給予 1 至 5 分評分，效能最高者可得 5 分，依序排列得分至最低者得 1 分之方式，加以計算出各型挖土機於五項效能分析成果（如表一），如此若再運用任務分析套疊，即能分析出任務所需之挖土機類型。

圖廿 挖土機五項效能分析評比表



資料來源：作者繪整

表一 各類挖土機五大效能分析成果統計表

效能 機型	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
小型挖土機	3	2	5	2	4 (狹小空間)
中型挖土機	4	4	5	4	2
大型挖土機	2	5	1	5	1
反鏟挖土機	2	5	1	5	1
輪型挖土機	5	3	3	4	3 (一般道路以上硬度)
浚挖船	1	5	1	5	5 (水面作業)
水陸兩用挖土機	2	3	2	3	5 (泥濘地型或水面作業)
多功能挖土機	5	2	5	2	4 (坡面地形或淺水區作業)
水中作業挖土機	1	1	5	1	5 (水面下作業)

資料來源：作者整理

挖土機執行任務適用機型分析

一、戰時任務分析

工兵部隊初期協助守備部隊，完成灘岸阻絕、反空（機）降阻絕及固港、封港等各項任務，爾後依令協助作戰區遂行機動、反機動等戰鬥勤務支援任務，於戰時適用挖土機者計有八項（如表二），若將表一所分析出數據結合各項戰時任務條件分數（如表三），即可遴選出各任務適用之挖土機類型。

表二 戰時任務種類依據來源整理

項次	戰時任務	來源依據
1	灘岸阻絕設置	「阻絕教範」，頁 5-8 至 5-26。
2	反空(機)降阻絕設置	「阻絕教範」，頁 5-27 至 5-36。
3	港口阻絕設置	「阻絕教範」，頁 5-37 至 5-54。
4	城鎮內阻絕設置	「阻絕教範」，頁 5-56 至 5-59。
5	城鎮外阻絕設置	「阻絕教範」，頁 5-59 至 5-60。
6	機場跑、滑道搶修	「工兵部隊指揮教則(第二版)」，頁 4-60 至 4-61。
7	道路搶修	「工兵部隊指揮教則(第二版)」，頁 4-56 至 4-60。
8	便引道開設	「工兵部隊指揮教則(第二版)」，頁 4-43 至 4-44。 「陸軍渡河訓練教範(第一版)」 ⁴ ，頁 3-60 至 3-77。

資料來源：作者整理

4 陸軍司令部印頒，《陸軍渡河訓練教範（第一版）》（龍潭：陸軍司令部，民國 98 年 19 月），頁 3-60。

表三 戰時任務條件分數表

所效能分數 戰時任務	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
灘岸阻絕設置	3	4	4	4	2 (沙質地型)
反空(機)降阻絕設置	3	2	3	2	2 (堅硬土壤或一般路面)
港口阻絕設置	3	3	4	4	2 (一般路面)
城鎮內阻絕設置	3	3	4	3	2 (一般路面)
城鎮外阻絕設置	3	3	4	3	2 (一般路面)
機場跑、滑道搶修	5	3	3	3	3 (高級路面)
道路搶修	3	3	4	3	2 (一般路面)
便引道開設	3	4	4	4	2 (沙質或礫石地型)
給分標準	依據任務所需環境各效能給分，以3分為中間值，5分代表很需要，4分代表需要，3分代表一般，2分代表需要程度低，1分代表不需要。				

資料來源：作者整理

(一) 灘岸阻絕設置

於灘岸阻絕設置時，挖土機可協助各式阻材吊掛、防戰車壕挖掘及沙堤堆置等，因場地多屬沙灘，對輪型裝備運動有影響，分析挖土機適用機型如表四。

表四 灘岸阻絕設置適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	4	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

(二) 反空(機)降阻絕設置

通常位於開闊地型設置，可支援阻材吊掛作業、塹壕挖掘及道路破壞等，分析挖土機適用機型如下表五。

表五 反空(機)降阻絕設置適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	2	3	2	2
小型挖土機	3	2	5	2	4
中型挖土機	4	4	5	4	2
輪型挖土機	5	3	3	4	3
多功能挖土機	5	2	5	2	4
適用機型	小型挖土機、中型挖土機、輪型挖土機、多功能挖土機				

資料來源：作者整理

(三)港口阻絕設置

於港口阻絕設置時，可協助阻材吊掛作業、消波塊吊掛、貨櫃吊掛及道路破壞等，分析挖土機適用機型如下表六。

表六 港口阻絕設置適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	3	4	4	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

(四)城鎮內阻絕設置

城鎮內阻絕作業包括建築物射口開設、道路破壞、建築物破壞、廢棄車輛物體吊掛及阻材吊掛作業等，分析挖土機適用機型如下表七。

表七 城鎮內阻絕設置適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	3	4	3	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

(五)城鎮外阻絕設置

城鎮外阻絕作業包括道路障礙設置、阻材吊掛、壕溝及道路破壞等，分析挖土機適用機型如下表八。

表八 城鎮外阻絕設置適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	3	4	3	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

(六)機場跑、滑道搶修

機場跑、滑道搶修包括陸航機場及空軍機場，跑道為 PC 及 RC 路面，不適宜履帶車輛行走，易造成路面損壞，分析挖土機適用機型如下表九。

表九 機場跑、滑道搶修適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	5	3	3	3	3
輪型挖土機	5	3	3	4	3
適用機型	輪型挖土機				

資料來源：作者整理

（七）道路搶修

道路搶修通常以路基填補及障礙物清除等，分析挖土機適用機型如下表十。

表十 道路搶修適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	3	4	3	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

八）便引道開設

便引道開設須涉水施作大量土石回填，製做路基及吊掛涵管，分析挖土機適用機型如下表十一。

表十一 便引道開設適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	4	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

二、平時任務分析

據挪威地緣科技研究所 2005 年「天然災難熱點：全球風險分析」之研究報告指出，台灣約有 73% 土地與其人民暴露在三種或更多天災危險因子中，⁵有效運用於重要災害地區實施救援任務，達到降低災損且能縮短救災時程，協助災民儘快恢復家園與正常生活可見「災害防救」已是我工兵部隊最為重要的平時任務。⁶

近年來台灣地區仍以天然災害為主要威脅，統計自國內「災害防救法」施行後，近 5 年間，中央災害防救業務主管機關處理之各類型災害事件，其中震、風、水災所占比例達 63%，⁷故提列八項經常執行之任務作為分析研究（如表十二），並將表一所分析出數據結合各項平時任務條件分數（如表十三），即可遴選出各任務適用之挖土機類型。

5 張中勇，〈災害防救與我國國土安全管理機制之策進〉《國防雜誌》，第 24 卷第 6 期，民國 98 年 12 月，頁 7。

6 周敦仕，〈災害防救工兵部隊運用之研究〉《陸軍工兵半年刊》，第 138 期，民國 100 年 6 月，頁 68。

7 王銘福，〈我國派遣軍隊從事災害救援之執行現況與問題改善之研究〉，民國 97 年 1 月，頁 25。

表十二 平時任務種類依據來源整理

項次	平時任務	來源依據
1	河川疏濬	參考 95 年至 100 年各地河川疏濬工程。
2	便引道開設	參考歷年風災各地便引道開設資料。
3	道路搶修、搶通	參考莫拉克風災各地道路搶修、搶通任務。
4	巷弄民宅土石清運	參考莫拉克風災各地巷弄民宅土石清運任務。
5	山坡坍方清除	參考莫拉克風災各地山坡坍方清除任務。
6	房屋倒塌破壞清除	參考 921 大地震房屋倒塌破壞清除任務。
7	人員搜尋開挖救援	參考 921 大地震及國道 3 號基隆段崩塌任務。
8	堤岸、橋墩修補	參考莫拉克風災各地堤岸、橋墩修補任務。

資料來源：作者整理

表十三 平時任務條件分數表

所效能分數 平時任務	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
河川疏濬	3	4	4	4	2 (沙質或礫石地型)
便引道開設	3	4	4	4	2 (沙質或礫石地型)
道路搶修、搶通	3	4	4	4	2 (一般路面)
巷弄民宅土石清運	3	2	4	2	4 (狹窄空間)
山坡坍方清除	3	4	4	3	3 (一般路面或坡面地形)
房屋倒塌破壞清除	3	4	4	3	2 (一般路面)
人員搜尋開挖救援	3	2	4	2	2 (一般路面)
堤岸、橋墩修補	3	4	4	4	2 (沙質或礫石地型)
給分標準	依據任務所需環境各效能給分，以 3 分為中間值，5 分代表很需要，4 分代表需要，3 分代表一般，2 分代表需要程度低，1 分代表不需要。				

資料來源：作者整理

(一) 河川疏濬

河川疏濬通常位於河床，實施大量砂石開挖作業，以降低河床高度，避免河水暴漲造成河道改變而產生水患，分析挖土機適用機型如下表十四。

表十四 河川疏濬適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	4	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

(二) 便引道開設

便引道開設須涉水施作大量土石回填，製做路基及吊掛涵管，分析挖土機適用機型如下表十五。

表十五 便引道開設適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	4	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

（三）道路搶修、搶通

道路搶修、搶通多為因路基掏空及土石崩塌所造成，必須實施大量土石回填或大量土石移除作業，分析挖土機適用機型如下表十六。

表十六 道路搶修、搶通適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	4	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

（四）巷弄民宅土石清運

土石流造成民宅遭土石掩埋，特別於巷弄狹小處，運用人力清除不易，運用挖土及清除時分析挖土機適用機型如下表十七。

表十七 巷弄民宅土石清運適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	2	4	2	4
小型挖土機	3	2	5	2	4
多功能挖土機	5	2	5	2	4
適用機型	小型挖土機、多功能挖土機				

資料來源：作者整理

（五）山坡坍方清除

例如國道三號走山事件，運用挖土機將崩塌之土石清除，分析挖土機適用機型如下表十八。

表十八 山坡坍方清除適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	3	3
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

（六）房屋倒塌破壞清除

例如 921 地震，造成大量房屋倒塌或危樓傾斜，需要挖土機破壞及清除，分析挖土機適用機型如下表十九。

表十九 房屋倒塌破壞清除適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	3	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

(七)人員搜尋開挖救援

人員及車輛遭土石或房屋掩埋，運用挖土機實施搜尋開挖作業，分析挖土機適用機型如下表廿。

表廿 人員搜尋開挖救援適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	2	4	2	2
小型挖土機	3	2	5	2	4
中型挖土機	4	4	5	4	2
多功能挖土機	5	2	5	2	4
適用機型	小型挖土機、中型挖土機、多功能挖土機				

資料來源：作者整理

(八)堤岸、橋墩修補

於豪大雨前可先期吊掛沙包或消波塊，預防大雨後河水沖刷造成堤岸破壞或橋墩基礎掏空，分析挖土機適用機型如下表廿一。

表廿一 堤岸、橋墩修補適用機型分析表

任務所需效能分數	自走運動	挖掘作業	裝載運輸	吊掛作業	特殊環境
	3	4	4	4	2
中型挖土機	4	4	5	4	2
適用機型	中型挖土機				

資料來源：作者整理

三、小結

(一)戰時任務適用機型統計分析

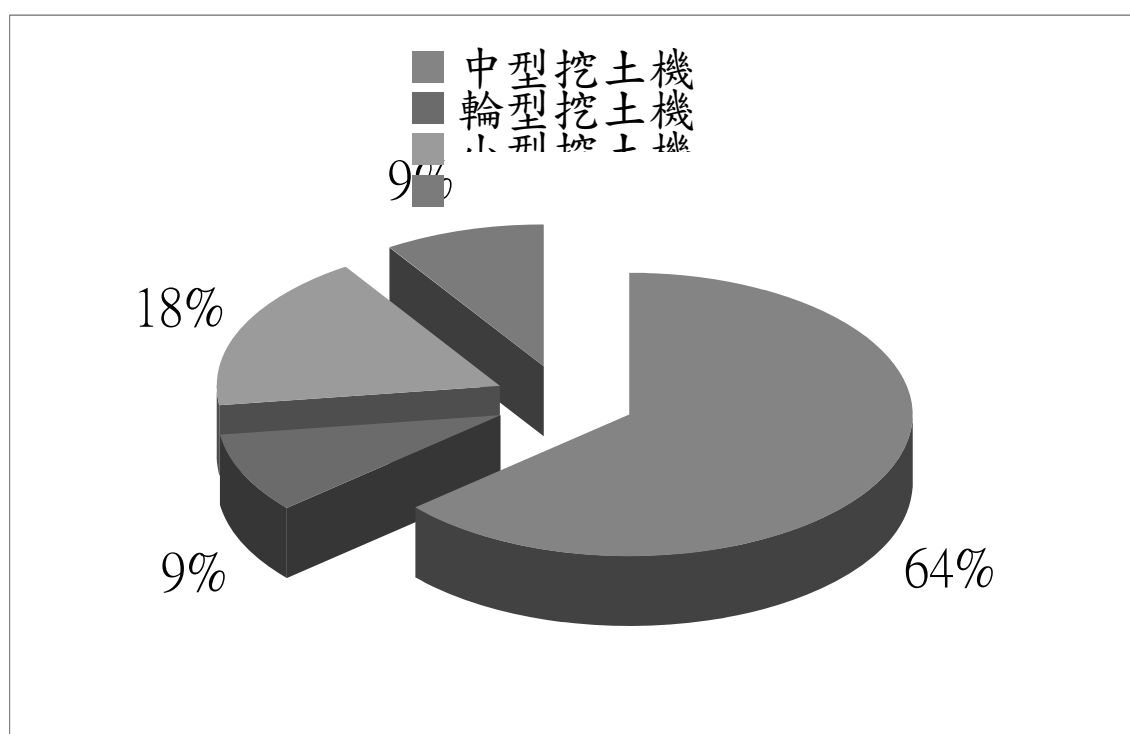
總整上述戰、平時任務分析，由表廿二所彙整資料可得出，戰時任務執行運用挖土機類型以中型挖土機執行 8 項任務適用 7 項（佔總體 64%）為最高，輪型挖土機執行 8 項任務適用 2 項（佔總體 18%），小型挖土機執行 8 項任務適用 1 項（佔總體 9%），多功能挖土機執行 8 項任務適用 1 項（佔總體 9%），其餘型式挖土機均不適用（如圖廿一），因此按照上述四類挖土機比例採購我工兵部隊執行戰時任務所需挖土機，執行任務效率及機具適用性為最佳。

表廿二 戰時任務適用機型統計分析表

挖土機類型 任務類型			小型挖土機	中型挖土機	大型挖土機	反鏟挖土機	輪型挖土機	浚挖船	水陸兩用挖土機	多功能挖土機	水中作業挖土機
戰時任務	1	灘岸阻絕設置		◎							
	2	反空(機)降阻絕設置	◎	◎			◎			◎	
	3	港口阻絕設置		◎							
	4	城鎮內阻絕設置		◎							
	5	城鎮外阻絕設置		◎							
	6	機場跑、滑道搶修					◎				
	7	道路搶修		◎							
	8	便引道開設		◎							
	合 計		1	7	0	0	2	0	0	1	0

資料來源：作者整理

圖廿一 戰時任務挖土機適用機型比例圖



資料來源：作者繪製

(二)平時任務適用機型統計分析

由表廿三所彙整資料可得出，平時任務執行運用挖土機類型以中型挖土機執行 8 項任務適用 7 項（佔總體 58%）為最高，小型挖土機執行 8 項任務適用 2 項（佔總體 17%），多功能挖土機執行 8 項任務適用 2 項（佔總體 17%），輪

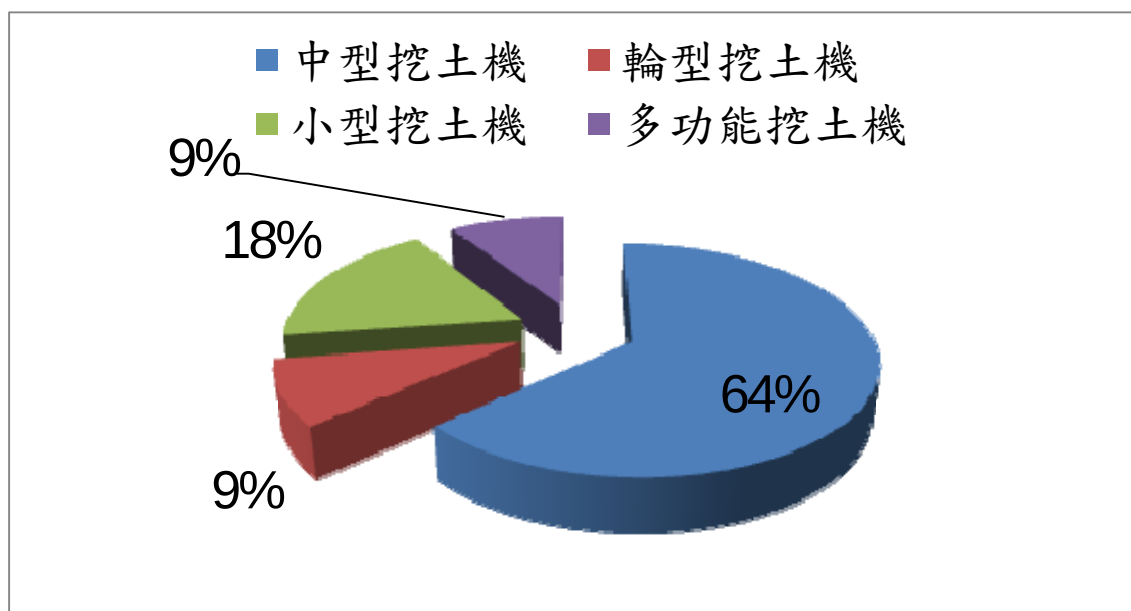
型挖土機執行 8 項任務適用 1 項（佔總體 8%），其餘型式挖土機均不適用（如圖廿二），以此結果表示，按照上述四類挖土機比例採購我工兵部隊執行平時任務所需挖土機其執行任務效率及機具適用性最為有利。

表廿三 平時任務適用機型統計分析表

任務類型			挖土機類型								
			小型挖土機	中型挖土機	大型挖土機	反鏟挖土機	輪型挖土機	浚挖船	水陸兩用挖土機	多功能挖土機	水中作業挖土機
平時任務	1	河川疏濬		◎							
	2	便引道開設		◎							
	3	道路搶修、搶通		◎							
	4	巷弄民宅土石清運	◎							◎	
	5	山坡坍方清除		◎							
	6	房屋倒塌破壞清除		◎			◎				
	7	人員搜尋開挖救援	◎	◎						◎	
	8	堤岸、橋墩修補		◎							
	合 計		2	7	0	0	1	0	0	2	0

資料來源：作者整理

圖廿二 平時任務挖土機適用機型比例圖



資料來源：作者編輯

(三)戰、平時任務適用機型統計分析

由表廿四所彙整資料可得出，平、戰時任務各有其合適之挖土機類型採購比例，倘若採購一批可於平、戰時均能發揮其最大效用之挖土機，對於減少國

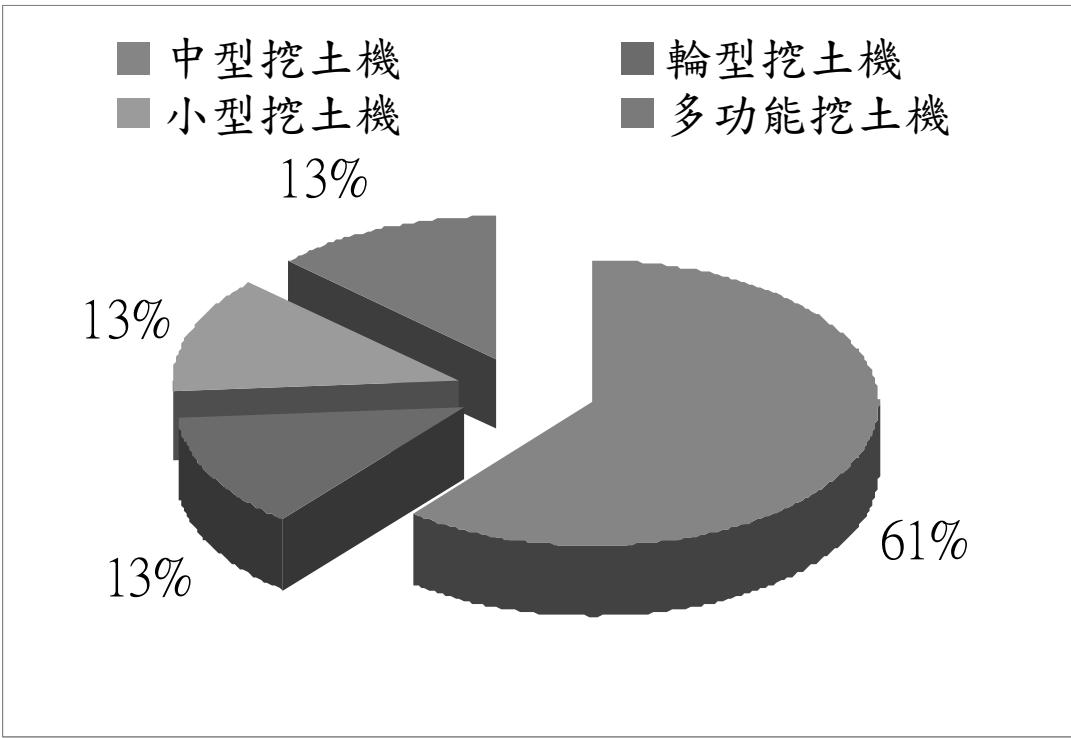
防預算支出的浪費及提高工兵部隊挖土機執行任務的成效，最為符合經濟效益，故分析平、戰時任務執行運用挖土機類型（如圖廿三），此結果表示，按此比例採購工兵部隊執行平、戰時任務所需挖土機其執行任務效率及機具適用性最為有利。

表廿四 適用機型統計分析表

任務類型 \ 挖土機類型									
	小型挖土機	中型挖土機	大型挖土機	反鏟挖土機	輪型挖土機	浚挖船	水陸兩用挖土機	多功能挖土機	水中作業挖土機
戰時任務	1	7	0	0	2	0	0	1	0
平時任務	2	7	0	0	1	0	0	2	0
總計	3	14	0	0	3	0	0	3	0

資料來源：作者整理

圖廿三 平、戰時任務適用挖土機適用機型比例圖



資料來源：作者編輯

現役挖土機分析研究

依據本研究分類方式，工兵部隊現役挖土機擁有本研究其中三種類型，分別為小型挖土機、中型挖土機及輪型挖土機等三類，本章節將分析相關性能數據及附屬工具作為研究使用。

一、小型挖土機

工兵部隊現役小型挖土機僅 CAT304C（如圖廿四），於民國 97 年採購 10 部，是唯一適用 CH47 直升機吊掛之機型，型號相關性能詳如表廿五所示。

圖廿四 CAT 304C



資料來源：中華機械(CAT)網站，<http://www.capitalmachinery-acatdealer.com.tw/Capital-Machinery-Ltd-Taiwan.htm>.

表廿五 現役小型挖土機相關性能輸據統計表

性能(單位) 挖土機型號	馬力(匹)	土斗容量(立方公尺)	行走速度(小時(公里)	耗油量(加侖(小時)	作業能力(立方公尺(小時)	裝備重量(公噸)
CAT 304C	43	0.08	4.6	2.5	7.3	5

資料來源：陸軍司令部印頒，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》（龍潭：陸軍司令部，民國 98 年 11 月 16 日），頁 P2-9。

二、中型挖土機

工兵部隊現役中型挖土機計有 CAT 320B（如圖廿五）、CAT 312C（如圖廿六）、CAT 320DL（如圖廿七）及 KOBELCO SK330（如圖廿八）等四種型號，CAT 320B 於民國 84 年採購現有 37 部，CAT 312C 於民國 97 年採購現有 18 部，CAT 320DL 於民國 97 年採購現有 14 部，KOBELCO SK330 於民國 90 年採購現有 5 部，相關性能數據詳如表廿六所示。

圖廿五 CAT 320B



資料來源：中華機械(CAT)網站，<http://www.capitalmachinery-acatdealer.com.tw/Capital-Machinery-Ltd-Taiwan.htm>.

圖廿六 CAT 312C



資料來源：中華機械(CAT)網站，<http://www.capitalmachinery-acatdealer.com.tw/Capital-Machinery-Ltd-Taiwan.htm>.

圖廿七 CAT 320DL



資料來源：中華機械(CAT)網站，<http://www.capitalmachinery-acatdealer.com.tw/Capital-Machinery-Ltd-Taiwan.htm>.

圖廿八 KOBLCO SK330



資料來源：KOBELCO 建築設備公司網站，<http://www.kobelco.co.jp>.

表廿六 現役中型挖土機相關性能數據統計表

挖土機型號 \ 性能(單位)	馬力(匹)	土斗容量(立方公尺)	行走速度(小時/公里)	耗油量(加侖/小時)	作業能力(立方公尺/小時)	裝備重量(公噸)
CAT 320B	128	0.8	4.6	4	105	19.4
CAT 312C	90	0.62	5.2	3	74.4	13
CAT 320DL	138	1.04	5.5	4	125	21
KOBLCO SK330	197	1.4	5.6	5.5	222	33.8

資料來源：一、陸軍司令部印頒，《卡他皮拉 320 系列挖土機操作手冊》（龍潭：陸軍司令部，民國 94 年 3 月 1 日），頁 P1-12。

二、陸軍司令部印頒，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》（龍潭：陸軍司令部，民國 98 年 11 月 16 日），頁 P2-6；P2-1~2。

三、KOBELCO 建築設備公司網站，<http://www.kobelco.co.jp>.

三、輪型挖土機

工兵部隊現役輪型挖土機僅 CATM322D（如圖廿九），於民國 97 年採購 4 部，型號相關性能詳如表廿七所示。

圖廿九 CAT M322D



資料來源：中華機械(CAT)網站，<http://www.capitalmachinery-acatdealer.com.tw/Capital-Machinery-Ltd-Taiwan.htm>.

表廿七 現役輪型挖土機相關性能輸據統計表

性能(單位) 挖土機型號	馬力(匹)	土斗容量(立方公尺)	行走速度(小時/公里)	耗油量(加侖/小時)	作業能力(立方公尺/小時)	裝備重量(公噸)
CAT M322D	167	1.04	20	4	125	21

資料來源：陸軍司令部印頒，《陸軍卡他皮拉 320DL、312CL、304C、M322D 挖土機操作手冊(第一版)》（龍潭：陸軍司令部，民國 98 年 11 月 16 日），頁 P2-12~13。

四、附屬工具

於 97 年採購卡他皮拉 320DL、312CL 及 M322D 挖土機時，隨裝配賦破碎機及油壓鋼剪，作者於國道 3 號基隆段崩塌救援時，曾使用 320DL 所配賦破碎機，發現打擊效率未如預期，下表廿八為目前所購買破碎機及原廠破碎機比較表，由相關數據可得知，相同等級破碎機，打擊頻率相差 4.4 倍。

表廿八 破碎機比較表

性能(單位) 廠牌型式	重量(噸)	打擊頻率(每分鐘/次)
MSB-SAGA13H	0.99	650
CAT 35DS	1.1	2900

資料來源：作者整理

五、小結

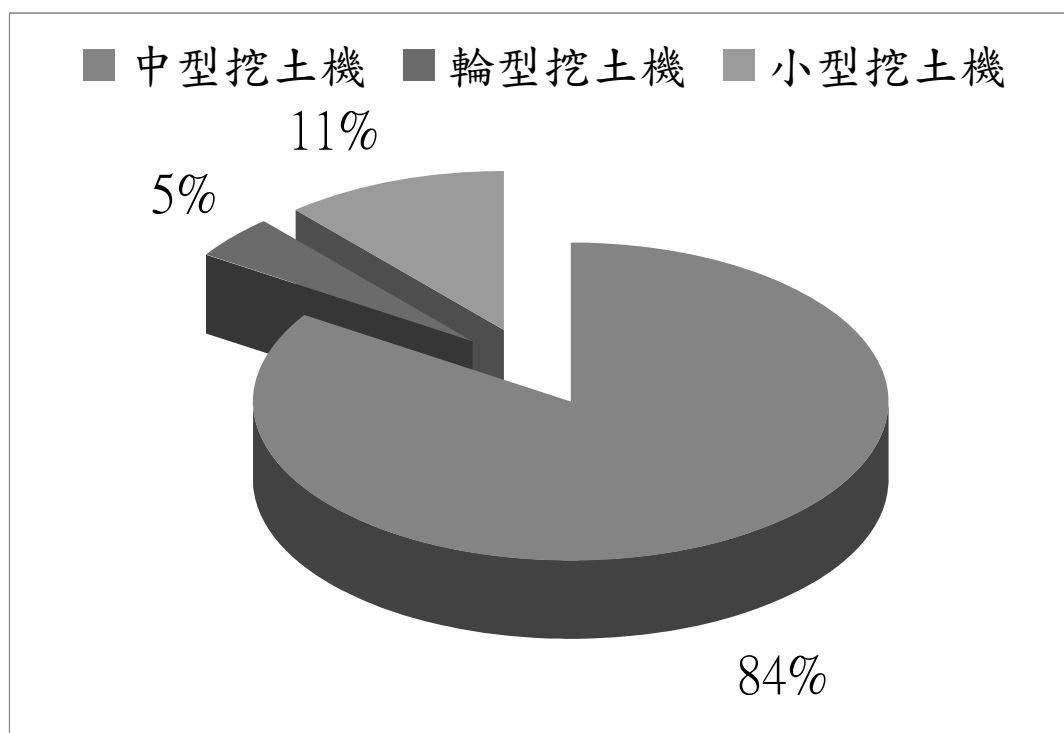
上述三類六項型挖土機為我工兵部隊現役主力挖土機，歷經近年來各項演習、兵力預置及災後復原等任務，均能圓滿達成任務，分析工兵部隊各類型挖土機數量及比例如表廿九及圖卅所示。

表廿九 現役挖土機採購年份、現有數量表

挖土機型號	採購年份	現有數量
CAT 304C	97	10
CAT 320B	84	37
CAT 312C	97	18
CAT 320DL	97	14
KOBLCO SK330	90	5
CAT M322D	97	4

資料來源：工兵處整備組提供作者整理

圖卅 現役挖土機機型比例圖



資料來源：作者編輯

研究發現與建議

一、研究發現

(一) 國外挖土機未來發展趨勢計有駕駛艙與主體分離、駕駛操作介面簡化、監控掃描系統、動態配重系統、獨立履帶系統、高速運動模式系統及環保綠能系統等七項，對我工兵部隊執行任務具有助益。

(二) 現役挖土機比例偏重中型挖土機，雖仍能執行任務，然對全般任務執

行之最大效益並非最佳組合。

(三) 小型挖土機、中型挖土機、輪型挖土機及多功能挖土機為本研究發現適合工兵部隊執行戰、平時任務之挖土機類型。

二、建議

(一) 未來挖土機採購建議以下列七項未來主流設計且有助於任務執行。

1. 駕駛艙與主體分離

此項設計有助於任務執行時減低暴露於敵火及核生化狀況下之危害，可有效提升作業人員安全性。

2. 駕駛操作介面簡化

此項設計有助於操作人員減少扳動操縱桿所產生之疲勞，可提升操作人員之工作效率。

3. 監控掃描系統

監控掃描系統藉由不同高度紅外線掃描機身周圍，可避免裝備啟動或迴旋時誤傷人員或其他物體，增加安全防護效果。

4. 動態配重系統

其設計優點為減少機身負重提高機體運動速度及避免挖掘作業因力距過大產生之機身不穩定情況。

5. 獨立履帶系統

可於顛簸不平路面平穩行駛，減低振動所帶來的零件損傷及人員乘坐不適感，並能改變履帶外型適應不同地型。

6. 高速運動模式系統

時數可達 40 公里，有利於中、短程距離移動效率之提升，藉以有效迅速達成任務。

7. 環保綠能系統

目前油電混合動力系統（簡稱 HYBRID），為市面上最型研發且量產之產品，期節效率較同型挖土機達 25~40%，可增加作業時數，減少油料補給所延宕之作業時間。

(二) 後續採購可參考本研究得出最適合工兵部隊執行戰、平時任務之挖土機類型，並藉以調整現行挖土機類型比例，藉以提升戰、平時任務執行效能，以獲得最大之經濟效益。

(三) 四類挖土機及附屬工具未來採購方向

1. 小型挖土機方面

目前本軍工兵部隊小型挖土機以 4 噸級為主力，故以挖土機噸數選擇為建

議採購方向。小型挖土機為 1 至 10 噸級，目前總重 10 噸級以下均屬 CH47DS 運輸直升機（如圖卅一）吊掛能力範圍（如表卅）；以 CAT308 CRSB（如圖卅二）及 PC-78US-8（如圖卅三）同屬於 8 噸級挖土機為例，挖斗作業量是目前 CAT304C 的 3.7 倍，運輸高度及寬度均符合我軍能力限制範圍內的情況下，故建議購買 8 至 9 噸級小型挖土機，可提升作業效能並符合空中吊掛運輸作業限制。

圖卅一 CH47DS 運輸直升機吊掛機具



資料來源：作者整理

表卅 小型挖土機噸數規格比較

性能規格(單位) 噸數(型號)	土斗容量 (立方公尺)	馬力(匹)	車身重量(噸)	運輸過程高度(公尺)	車身寬度(公尺)
CAT304C	0.08	43	5.07	2.6	2.0
PC-78US-8	0.28	41	7.86	2.73	2.33
CAT308D CRSB	0.3	43	8.4	2.59	2.32

資料來源：作者整理

圖卅二 CAT308 CRSB



資料來源：中華機械(CAT)網站，<http://www.capitalmachinery-acatdealer.com.tw/Capital-Machinery-Ltd-Taiwan.htm>.

圖卅三 PC-78US-8



資料來源：日本小松建築設備公司網站，<http://www.komatsu.com/>。

2. 中型挖土機方面

目前本軍工兵部隊中型挖土機以 20 噸級為主力，故以挖土機噸數選擇為建議採購方向。中型挖土機為 10 至 40 噸級，目前工兵部隊裝載挖土機板車板台裝載寬度為 3.2 公尺，符合高公路局超寬最大限制 3.25 公尺，參酌下表三十一數據顯示，以裝載噸數為 30 噸級最為合適，40 噸級 3.49 公尺超出約 29 公分，故不考慮 40 噸級挖土機之採購，另土斗容量方面以 30 噸級 1.4 立方公尺大於 20 噸級 0.8 立方公尺（1.75 倍），於挖掘能力及運輸等各方面考量，30 噸級機型較為適合中型挖土機目前所需。

表卅一 中型挖土機噸數規格比較

性能規格(單位) 噸數(型號)	土斗容量 (立方公尺)	馬力(匹)	車身重量(噸)	運輸過程高度(公尺)	車身寬度(公尺)
20 噸級挖土機 (PC-200LC-8N1)	0.8	110	20.9	3.04	3.08
30 噸級挖土機 (PC-300LC-8)	1.4	184	31.6	3.28	3.19
40 噸級挖土機 (PC-400LC-8)	1.9	257	42.7	3.63	3.49

資料來源：作者整理

3.輪型挖土機方面

目前工兵部隊所採購的輪型挖土機為市面上最大之機型，動能及效率均屬最佳，僅建議採購之數量參考本研究成果提升至 13%。

4.多功能挖土機方面

目前本軍尚未採購多功能挖土機，市面上此款挖土機製造商相當稀少，一般廠牌均未生產此款挖土機，本研究以瑞士 Menzi Muck 公司所生產的多功能挖土機進行分析比較。

Menzi Muck 公司目前推出 A61、A81、A91、A111 等四種款式，以表卅二所示，建議採購 A814X4 及 A91-4X4，以符合作業效能及 CH47DS 運輸直升機吊掛能力範圍。

表卅二 瑞士 Menzi Muck 公司多功能挖土機比較分析表

性能(單位) 型式	馬力 (匹)	挖斗容量 (立方公尺)	重量 (噸)	行駛速度 (小時/公里)
A61-4X4	99	0.38	7.8	11
A81-4 X 4	120	0.42	8.3	13
A91-4 X 4	140	0.46	9.3	10
A111-4 X 4	140	0.54	11.5	10

資料來源：作者整理

另多功能挖土機附屬工具之選擇，建議採購附件，如平挖斗可輕易挖除平坦地面餘土而不損傷地面，抓夾器可夾抓石塊、樹木及大型廢棄家具等，破碎機可破碎石塊或混凝土製品及鋼索捲揚器（如圖卅四）於山坡作業時繫固挖土

機使用，上述四項附屬工具可有效提升效能；此外建議購買鐵道行駛器（如圖卅五），其可運用於環島鐵路系統。

圖卅四 鋼索捲揚器



資料來源：瑞士 Menzi Muck 公司網址，<http://www.menzimuck.com/index-en.html>.

圖卅五 鐵道行駛器



資料來源：瑞士 Menzi Muck 公司網址，<http://www.menzimuck.com/index-en.html>.

5.附屬工具採購方面

建議應採購原廠所製造之附屬工具，避免機械本體與附屬工具液壓設計流量大小產生差異，造成功率輸出之折損，使任務遂行發生窒礙。

結 語

挖土機無論平、戰時均為應用最普遍機具之一，且因平、戰時任務類型差異，對其功能特性需求亦有所不同，故如何採購符合各類任務需求之挖土機，必須經過相關的任務研析及機具特性的比較，才能瞭解何種機種符合需要，進而促進任務執行效能提升。

作者簡介

紀正彥，指職軍官 93 年班，曾任排長、副連長、營後勤官、連長，現任職於陸軍第六軍團 53 工兵群橋樑營參謀主任，曾執行 96、97 年石門水庫羅浮橋段疏濬工程、99、100 年高屏溪曹公圳段疏濬工程、國道 3 號基隆段崩塌救援、88 水災林邊鄉台 17 號道搶通、88 水災那瑪夏區民權村對外聯絡道路搶修。

參考文獻

- 1.陸軍司令部印頒，《卡他皮拉 320 系列挖土機操作手冊》，民國 94 年 3 月。
- 2.陸軍司令部印頒，《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。
- 3.陸軍司令部印頒，《工兵部隊指揮教則（第二版）》，民國 97 年 11 月。
- 4.張中勇，〈災害防救與我國國土安全管理機制之策進〉《國防雜誌》，第 24 卷第 6 期，民國 98 年 12 月。
- 5.周敦仕，〈災害防救工兵部隊運用之研究〉《陸軍工兵半年刊》，第 138 期，民國 100 年 6 月。
- 6.王銘福，《我國派遣軍隊從事災害救援之執行現況與問題改善之研究》，民國 97 年 1 月。
- 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 06 月 30 日。