

# 各國排雷車簡介

作者/胡天雷 少校

## 提要

各國官方及非官方組織皆在研發、精進個人排雷作業服裝防護能力、排雷作業程序及相關排雷機具（車），提昇在佈雷區進行排雷作業時之效能及安全防護程度，以降低人員排雷時之傷亡。

因應 95 年 6 月 14 日總統令頒殺傷性地雷管制條例，現階段我工兵部隊已任務編組成排雷小組，在金門佈雷區實施雷區清除作業；在佈雷區實施人員排雷工作，工時不僅增加且個人危安因素也相同提高；「工欲善其事，必先利其器」，若能以縮短清除雷區時間及降低個人危安因素之機械來輔助排雷任務，將能獲得更好的成效。

現在各國政府機構、人道組織及軍事單位所使用排雷車種類眾多，分別就其種類介紹其性能、裝甲防護能力及排雷作業程度，啟發我工兵排雷小組另一種排雷作業思維並進一步瞭解各國排雷車裝備新知。

關鍵詞：排雷車、排雷。

## 前言

世界各國皆有明文律定殺傷性地雷管制條例，而我國在 95 年 6 月 14 日公佈殺傷性地雷管制條例，其制定的目的在斷絕殺傷性地雷所造成的一切傷亡及損害，避免阻礙基層建設與經濟發展。現今我國領域範圍內佈雷區為金門及馬祖，排除佈雷區域內各類型地雷為我工兵之職責；工欲善其事，必先利其器，以人員實施排雷作業，不僅排除時間增長且危險因素相對提高。

世界各國不論是民間組織或是政府機構都相繼研發如何能有效率及減少人員傷亡之排雷方式為目標，例如排雷人員裝備防護能力、人員清除雷區作業程序之精進及使用排雷車來執行清除雷區工作，在此介紹各國所研發及使用機械排雷情況。

本文主要目的在介紹各國所研發及使用排雷車，依其執行排雷能力，可區分輕、中、重型三大種類；在眾多種類之排雷車，分別就輕型 Armtrac-75、MV-4、Minecat-140 及中型 Bozena-5、Armtrac-100、Aardvark-MKIV 與重型 Scanjack-3500 之功能介紹。

## 本文

### 輕型排雷車功能分析

#### 一、Armtrac-75 排雷車

##### (一) 性能及裝甲防護

Armtrac-75 是英國 Armtrac 公司設計製造輕型且堅固之四輪驅動排雷車，其功能是設計用來清除及破壞人員殺傷雷及戰防雷，如圖 1 所示。



圖 1 Armtrac-75 排雷車

(資料來源：<http://www.itep.ws/Armtrac-75> Assessment phase 1 page 7)

Armtrac-75 其功能為多用途，在附屬工具可選配鏟斗及堆高板，且附屬工具互換使用大約在 2 分鐘內完成更新，如圖 2 所示。在軟土地形可在每小時清除高達 1600 平方公尺面積的範圍，特別適合雷區範圍較小地形內進行清除及排雷工作，並可在 40 度以內的坡度地形進行清除地雷的工作。操控方式可使用人員操作及使用遙控設備兩種方式，機械本身重要的部份受到完好的保護，人員操作艙使用 10 公釐厚裝甲防護及 45 公釐厚的安全玻璃，且引擎室擁有 6 公釐厚的裝甲防護。排雷鏈系統裝置在機械本身之套筒式伸縮吊桿，如圖 3 所示，且排雷鏈系統裝置與分解可藉由快拆系統裝置於 5 分鐘內完成，伸縮吊桿可延長至距駕駛艙 2.6 公尺之作業安全距離。



圖 2 Armtrac-75 排雷車附屬工具

(資料來源：<http://www.itep.ws/Armtrac-75> Assessment phase 1 page 38)



圖 3 Armtrac-75 排雷車套筒式伸縮吊桿

(資料來源：<http://www.itep.ws/Armtrac-75> Assessment phase 1 page 31)

## (二) 雷區清除作業方式

標準排雷鏈系統擁有 2 公尺寬清除雷區通道的能力，排雷鏈系統配賦 54 條排雷鏈或排雷鏟，如圖 4 所示，排雷鏈在每分鐘轉動 350 次及以每小時 1 公里移動的速度下，排雷鏈排雷深度可達 30 公分的深度，如圖 5 所示。



圖 4 Armtrac-75 排雷車具有能力移動旋轉排雷鏈

(資料來源：Mechanical Demining Equipment Catalogue 2006-GICHD)



圖5 Armtrac-75排雷車進行掃雷作業

(資料來源：<http://www.itep.ws/Armtrac-75> Assessment phase 1 page 34)

### （三）使用資訊

目前服役於英國國防部及黎巴嫩。

### （四）功能限制及能力

#### 1. 功能限制

遙控作業距離過長時，將降低作業精準性。

#### 2. 能力

（1）高度機動力、體積小且具多功能性。

（2）可結合排雷鏈及排雷鏟實施排雷作業。

## 二、MV-4 排雷車

### （一）性能及裝甲防護

MV-4 排雷車如圖 6 所示，由克羅埃西亞 DOK-ING d.o.o 製造，設計功能為清除及破壞人員殺傷雷，它的組成包含轉動之排雷鏈系統，亦可配備鏟刀等土工作業等工具，如圖 7 所示。



圖6 MV-4排雷車

（資料來源：<http://www.dok-ing.hr/mv4>）



圖7 MV-4排雷車附屬工具—鏟刀

（資料來源：<http://www.dok-ing.hr/mv4>）

MV-4 排雷車屬於遙控操作履帶作業系統，清除雷區作業時，清除寬度為 1.725 公尺，遙控 MV-4 排雷車作業時，操作手亦可使用可攜行之遙控面板，因為 MV-4 排雷車體積小、重量輕，適合在區域較小之雷區進行排雷清除作業，亦可在泥濘地帶作業，如圖 8 所示。在引擎室及機械本身許多重要部份，裝甲防護使用瑞典 HARDOX-400 裝甲防護板，厚度為 8-10 公釐。MV-4 排雷車在長距離運輸時可裝載於平板貨車及板車上，如圖 9 所示，MV-4 排雷車在可拆卸部份及附屬工具可裝進在國際標準 20 呎之貨櫃內，亦可利用裝備本身上 4 個「EYE-HOOK」掛勾進行直昇機吊掛空中運輸，如圖 10 所示。



圖8 MV-4排雷車泥濘地帶作業情形  
(資料來源：<http://www.dok-ing.hr/mv4>)



圖9 MV-4排雷車實施運輸裝載  
(資料來源：Mechanical Demining Equipment Catalogue 2006-GICHD)



圖10 MV-4排雷車實施直昇機吊掛空中運輸  
(資料來源：<http://www.army-technology.com/contractors/indexAtoZ.html>)

## (二) 雷區清除作業方式

MV-4 排雷車之排雷鏈每分鐘轉動 900 次，可達到地面穿透往下 20 公分，地面穿透深度植基於勾在排雷鏈鏈條末端之堅硬金屬鎚形物，每個金屬鎚形物重量可高達 0.6 至 0.9 公斤，如圖 11 所示。



圖11 金屬鎚形物

(資料來源：SWEDISH ARMED FORCES SWEDISH EOD AND DEMINING CENTRE  
Reference Number: 13345:60010 Flail Hammer Head Test and Evaluation 2005 page-8  
Date: 2006-01-13 <http://www.itep.ws/reports/results1.php>)

排雷鏈系統轉動方式可順時針轉及逆時針轉兩種方式，每條排雷鏈及勾在排雷鏈鏈條末端之金屬鎚形物，使用後若發生損壞、作業磨損及撕裂（開），可以在短時間內更新；在清除雷區作業期間，排雷鏈經過特殊的設計，可保持排雷作業的深度，且排雷鏈的功能為打碎及引爆人員殺傷雷並擁有 10 公釐厚之鋼板覆蓋排雷鏈系統並防護機械本身之底盤。

## (三) 越野能力

MV-4 排雷車越野能力可跨越 0.5 公尺寬及 0.3 公尺深的溝渠及坑洞，並可在險峻的縱向及橫向地形上作業，排雷作業時可在橫向坡度 35 度（含）以下及縱向坡度 20 度（含）以下實施作業；MV-4 排雷車移動時可在橫向坡度 45 度（含）

以下及縱向坡度 35 度（含）以下範圍內移動，如圖 12 所示。



圖 12 MV-4 排雷車爬坡測試  
(資料來源：<http://www.dok-ing.hr/mv4>)

#### (四) 使用資訊

現有 62 台 MV-4 排雷車已在世界各國軍事單位及國際排雷行動組織及非官方人道排雷組織服役，如圖 13 所示。



圖 13 美軍於波灣戰役中使用 MV-4 排雷車  
(資料來源：<http://www.dok-ing.hr/mv4>)

#### (五) 功能限制及能力

##### 1. 功能限制

遙控作業距離過長時，將降低作業精準性。

##### 2. 能力

(1) 便於裝載運輸、體積小可提供靈活的調度及佈署。

(2) 保養維修容易。

(3) 遙控作業使用程序簡單、引擎馬力強大及優良引擎冷卻系統。

(4) 機械本身重要部位有高品質裝甲防護。

### 三、MineCat-140 排雷車

#### (一) 性能及裝甲防護

輕巧的 MineCat-140 為挪威製輕型排雷鏈系統排雷車，實施排雷作業時，操

作人員在遙控艙實施遙控排雷作業，如圖 14 所示。排雷車重量僅有 3 公噸，便於運輸，如圖 15 所示。

雷區清除作業時寬度為 1.4 公尺，因為體積小、重量輕，因此在雷區範圍較小及難以進入的雷區，清除作業表現良好。



圖14 操作人員在裝甲防護作業艙實施遙控MineCat-140排雷車掃雷作業  
(資料來源：Mechanical Demining Equipment Catalogue 2006- GICHD)



圖15 MineCat-140排雷車  
(資料來源：Mechanical Demining Equipment Catalogue 2006-GICHD)

MineCat-140 排雷車配備 2 顆柴油引擎，1 顆為主要動力引擎，其馬力為 18.4hp，另 1 顆為供應排雷鏈系統引擎其馬力為 104hp。MineCat-140 排雷車功能設計僅清除人員殺傷雷，排雷車正面使用 6 公釐裝甲防護鋼板保護，整組排雷鏈系統可在 20 至 30 分鐘更換完畢，排雷鏈之鏈條及勾在鏈條末端之金屬鉗形物可在 30 分鐘內更換完畢。排雷鏈系統實施排雷作業時最高可持續 40 至 80 小時，但須視當時雷區土質及地形狀況而定。排雷期間所產生大量灰塵而造成 2 顆引擎過熱的問題現已解決，解決方法是使用雙重乾式空氣濾清器及油濕濾清器兩種。

## （二）定位系統

排雷作業時所造成大量灰塵，使遙控作業操作者之視野減弱，可使用遙控操作艙內電腦 GLONASS/GPS 定位系統<sup>[1]</sup>，解決視野減弱的問題。

## （三）雷區清除作業方式

排雷鏈轉動方向可分為順時針及逆時針轉兩種方式，排雷鏈系統總動力為 104hp，共有 36 組排雷鏈鏈條含勾在鏈條末端之金屬鏈形物，作業時其轉速可達每分鐘 400 至 500 次，在定點不移動的狀況下，排雷鏈可下掃達 50 公分深，在正常排雷作業下，可下掃達 10 至 25 公分深，人員在裝甲防護操作艙內（可移動式）遙控 MineCat-140 排雷車實施排雷作業。

## （四）使用資訊

MineCat-140 排雷車已在 2001 年發展完成，現改良精進研發成 230 系統，但現未在雷區內實施排雷作業。

## （五）功能限制及能力

### 1. 功能限制

僅限於掃除人員殺傷雷，若遙控距離過長將會影響其作業精準性。

### 2. 能力

（1）高度機動力及便於裝載運輸。

（2）價格低、重量輕。

（3）簡易遙控作業系統。

## 四、輕型排雷車主要規格分析表

| 主要規格分析表 |    |            |                     |        |
|---------|----|------------|---------------------|--------|
| 型式      |    | 輕型掃雷車      |                     |        |
|         |    | Armtrac-75 | Compact Minecat-140 | Mv-4   |
| ● 主要尺寸  |    |            |                     |        |
| 全長      | mm | 4700mm     | 3369mm              | 4455mm |
| 全寬      | mm | 2560mm     | 1850mm              | 2015mm |
| 全高      | mm | 1970mm     | 1512mm              | 1470mm |
| 清除作業寬度  | mm | 1900mm     | 1400mm              | 1725mm |

註<sup>1</sup> GLONASS 是由俄羅斯研發的衛星定位系統，類似於美國的全球定位系統（GPS）及歐盟建造中的伽利略定位系統。該系統由俄羅斯政府運作。GLONASS 系統由衛星、地面測控站和用戶設備三部分組成，系統由 21 顆工作星和 3 顆備份星組成，分佈於 3 個軌道平面上，每個軌道面有 8 顆衛星，軌道高度 1 萬 9000 公里，運行週期 11 小時 15 分。資料來源：<http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS>

|              |                |                      |                          |                            |
|--------------|----------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|
| ●操控規格        |                |                      |                          |                            |
| 輪型/履帶        |                | 輪型                   | 橡膠履帶                     | 300mm金屬履帶                  |
| 爬坡能力         | 度              | 45度                  | 20度                      | 35度                        |
| ●清除性能        |                |                      |                          |                            |
| 排雷鏈條數量       |                | 36條                  | 36條                      | 34條                        |
| 排雷鏈條長度       | mm             | 1000mm               | 580mm                    | 製造商未提供                     |
| 排雷鏈條間隙       | mm             | 3mm                  | 製造商未提供                   | 製造商未提供                     |
| 排雷鏈轉速        | rpm            | 350                  | 400-500                  | 900                        |
| 清除深度         | mm             | 300mm                | 100-250mm                | 200mm                      |
| ●清除作業速度      |                |                      |                          |                            |
| 1.沙質地型       | m/h            | 1600 m/h             | 500-2500 m/h             | 2184m <sup>2</sup> /h      |
| 2.土石地型       | m/h            | 1370 m/h             | 200-1500 m/h             | 1896m <sup>2</sup> /h      |
| 3.堅硬地型       | m/h            | 1000 m/h             | 200-1000 m/h             | 944m <sup>2</sup> /h       |
| 清除深度控制       |                | 引擎轉速<br>自動調整         | 手動操控<br>引擎轉速自動調整         | 機械校正                       |
| 使用地區         |                | 英國國防部<br>黎巴嫩         | 挪威、瑞典                    | 全球11個國家                    |
| 最大工作量        | m <sup>2</sup> | 995000m <sup>2</sup> | 50000m <sup>2</sup>      | 20000000m <sup>2</sup>     |
| ●系統規格        |                |                      |                          |                            |
| 引擎型式         |                | Deutz 168hp          | 2顆(104hp+18.4hp)         | Perkins1106C-E60T<br>A mod |
| 總燃油量         | L              | 240L                 | 排雷鏈引擎36L<br>主引擎24L       | 70L                        |
| 油耗           | L/H            | 29L/H                | 排雷鏈引擎5.5L/H<br>主引擎24 L/H | 10-25 L/H                  |
| 引擎冷卻方式       |                | 水冷                   | 油冷                       | 水冷                         |
| 液壓油量         | L              | 300L                 | 排雷鏈引擎4.5L<br>主引擎27L      | 300L                       |
| ●操控舒適性及安全防護度 |                |                      |                          |                            |
| 空調系統         |                | 提供                   | 提供(遙控作業艙內)               | 無                          |
| 操控舒適度        |                | 彈簧懸吊坐<br>椅           | 良好                       | 遙控作業                       |

|        |   |                      |                                          |                          |
|--------|---|----------------------|------------------------------------------|--------------------------|
| 裝甲防護   |   | 10公釐厚裝甲防護及45公釐厚的安全玻璃 | 6公釐 ARMOX500 裝甲防護板（前防爆鋼板）、底盤使用4-6公釐裝甲防護板 | 8-10 公釐 HARDOX-400 裝甲防護板 |
| 遙控作業裝置 |   | 遙控                   | 遙控                                       | 遙控                       |
| 遙控最大距離 | m | 7000m                | 1000m                                    | 2000m                    |
| ●成本費用  |   |                      |                                          |                          |
| 售價     |   | 製造商未提供               | 約美金220,000                               | 250000歐元                 |
| 是否租用   |   | 有                    | 每月2300美金<br>操作每小時100美金                   | 有                        |

## 中型排雷車功能分析

### 一、Bozena-5 排雷車

#### （一）性能及裝甲防護

由斯洛伐克共和國 WAY Industry J-s 公司生產製造，排雷作業時，操作人員於遙控艙內實施遙控排雷作業，如圖 16 所示，作業運動方式為履帶及輪型兩種方式之中型排雷車，如圖 17 所示。可掃除及破壞爆藥含量達 9 公斤重之人員殺傷雷及戰防雷兩種。



圖16 Bozena-5排雷車遙控艙

（資料來源：<http://www.way-industry.sk/eng/index.php?b=bozena5>。）



圖17 Bozena-5排雷車

(資料來源：<http://www.itep.ws/photos/gallery>)

B5 排雷車具有高效率工作能量，每小時清除面積可達 1050 至 4900 平方公尺，清除寬度為 2.8 公尺。操作者在裝甲防護艙內實施遙控排雷作業，艙內配備空調設施，其電力供應由 220V/6KW 發電機所供應，如圖 18 所示。

B5 排雷車亦可適用於多種工程之附屬工具，如圖 19 所示，因此搭配多種工程用之附屬工具，其功能可從排雷轉變成工程用之施工裝備。在排雷鏈系統後方為裝甲防護之機械主體，以減少地雷引爆時所受之影響，另外機械主體其他重要部份覆蓋 LEXAN polycarbonate<sup>[2]</sup>。機械主體內部使用自動滅火系統以加強自我滅火的能力。在長途運輸可使用低板尾及裝載於 40 呎貨櫃內實施載運，且在未實施雷區清除作業時，B5 排雷車時速最高可達 12 公里。



圖18 B5排雷車遙控艙內部及附屬發電機

(資料來源<http://www.way-industry.sk/eng/index.php?b=bozena5>)

---

註 2 聚碳酸酯 (polycarbonate) 是日常常見的一種材料。由於其無色透明和優異的抗衝擊性，日常常見的應用有 CD/VCD 光碟，水瓶，防彈玻璃，護目鏡、銀行防子彈之玻璃、車頭燈等等、動物籠子寵物籠子。聚碳酸酯還被用來製作登月宇航員的頭盔面罩。蘋果公司的 ipod 音樂播放器和 ibook 筆記本電腦外殼也使用聚碳酸酯製作；LEXAN 為製造廠之一，資料來源：<http://en.wikipedia.org/wiki/LEXAN>



圖19 B5排雷車附屬各類型工具  
(資料來源：<http://www.way-industry.sk/eng>)

## (二) 雷區清除作業方式

排雷鏈及勾在鏈條末端之 52 根金屬鉋形物在每分鐘順時針轉動可達 400 至 500 次的情況下，地面挖掘深度可達 30 公分深。B5 排雷車有能力在高密度叢林樹障之地形實施排雷作業，若在樹幹直徑在 19 公分（含）以內之樹幹，可直接掃除通過並不影響其本身前進速度。操作者以目視遙控 B5 排雷車實施排雷作業，相對提高了操作者本身之安全，如圖 20 所示。

## (三) 使用資訊

B5 中型排雷鏈排雷車系統在 2004 年底已開始使用，由 10 年前至今所累積的經驗，從 B4 排雷車系統精進改良為 B5 系統。至 2005 年底，B5 中型掃雷車已在亞塞拜然、加拿大、安哥拉及波士尼亞服役中



圖20 B5排雷車在雷區掃雷及清除AT戰防雷引爆  
(資料來源：Mechanical Demining Equipment Catalogue 2006- GICHD)

#### (四) 功能限制及能力

##### 1. 功能限制

在非常軟性土質地地形上，排雷鏈在排雷期間，調整排雷深度之功能較差。

##### 2. 能力

(1) 配賦各類型工具，並可在短時間內更換且具多功能性。

(2) 排雷作業期間，操作人員可在遙控艙內，透過攝影裝置實施作業。

#### 二、Armtrac-100排雷車

##### (一) 性能及裝甲防護

Armtrac-100 中型排雷車由英國 Armtrac 公司設計製造，在裝甲防護部份，駕駛艙周圍使用 10 公釐厚之裝甲防護板，45 公釐厚堅硬之安全玻璃及 6 公釐厚之鋼板保護底盤，如圖 21 所示。



圖21 Armtrac-100排雷車在約旦使用情形  
(資料來源：<http://www.armtrac.ntt/new.php>)

在動力部份，擁有 200 匹馬力引擎且時速可高達 45 公里，在平坦雷區地形，排雷能力可達每小時 1600 平方公尺，在各種地形實施排雷作業，清除能力平均

值為每小時 600 平方公尺。Armtrac-100 排雷車擁有動力輸出軸 PTO，如圖 22 所示。



圖22 動力輸出軸

(資料來源：[http://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_take-off](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_take-off))

在機械本身（牽引機）前後各有 3 個連接點，排雷鏈系統裝置於機械本身（牽引機）前方之動力輸出軸 PTO 相結合。

### （二）雷區清除作業方式

Armtrac-100 排雷車可清除人員殺傷雷及戰防雷，全寬為 3.2 公尺，掃雷清除寬度為 2.6 公尺，排雷鏈在每分鐘以順時針轉動 350 次的情況下可清除的深度可達 20 公分，在 Qinetiq 機構測試期間，在所有地形（含泥濘地、土石地、沙地等），排雷鏈平均排雷深度為 10 公分。因此當地雷埋設深度為 15 至 20 公分，特殊齒輪箱將動力推動 Armtrac-100 排雷車達每小時 300 公尺時，將可獲得良好排雷效果，如圖 23 所示；每條排雷鏈鏈條末端都含有堅硬鋼製鏈形物，其功能在排雷鏈轉動時，能使地雷引爆或破壞其地雷雷體。

### （三）越野能力

Armtrac-100 排雷車在具有坡度的雷區仍可進行掃雷作業，在坡度 45 度(含)以內可作業；測試在側坡傾斜路面之穩定性，其測試結果在 20 度側坡傾斜路面將失去平衡。



圖23 Armtrac-100掃雷車排雷鏈掃雷情形

(資料來源：<http://www.armtrac.ntt/new.php>)

#### （四）使用資訊

現有 8 部 Armtrac-100 掃雷車已開始服役，分別在約旦、波士尼亞、赫塞哥維那（南斯拉夫中西部）、安哥拉、黎巴嫩及伊拉克，如圖 24 所示。



圖24 Armtrac-100掃雷車在伊拉克及約旦執行掃雷作業

（資料來源：<http://www.armtrac.ntt/new.php>）

#### （五）功能限制及能力

##### 1. 功能限制

- （1）如需長距離運輸，需配備低板尾運載。
- （2）4 輪驅動提供良好牽引力，但排雷鏈系統及裝甲防護裝置的重量在較鬆之泥濘地型，將使 Armtrac-100 沉陷，特別在前輪部份。

##### 2. 能力

- （1）排雷鏈系統裝置可禁得起戰防雷引爆時之爆炸力。
- （2）在灌木叢之地區，具有良好切割能力。

### 三、Aardvark MkIV掃雷車

#### （一）性能及裝甲防護

第一代 Aardvark 系列排雷車於 1985 年發展至今已有約 200 台在世界各國使用，最新型 Aardvark MkIV 排雷車於 2001 年已開始量產，Aardvark MkIV 排雷車屬於排雷鏈系統且可清除及破壞人員殺傷雷及戰防雷。Aardvark MkIV 掃雷車使用半履帶及半輪型方式實施清除作業，使在困難地形獲得較好牽引力及穩定性，因此視地形狀況選擇全輪型或半履帶半輪型方式進行排雷作業將獲得最好掃雷成效。假如需要遠距離機動則需裝載於低板尾車上來進行運輸排雷鏈系統動力緣自於 Aardvark MkIV 掃雷車本身引擎動力，操作人員可為 1 員或 2 員在全裝甲防護操作艙內，操作控制可從原操作手轉換成另 1 員操作手假如排雷作業期間風向改變或引起大量塵囂飛揚而遮蔽了操作手的視野，可修正轉換成另 1

員操作手繼續執行掃雷作業，如圖 25 所示。

## （二）清除地雷雷區方式

清除雷區作業寬度為 3 公尺，排雷鏈清除的深度可達 50 公分深；雷區內若有樹木直徑在 15 公分（含）以內，排雷鏈可輕易將其樹木折斷而不影響清除之進度，排雷鏈轉動方向為逆時針運轉，每分鐘運轉可達 305 次，轉動時可將地雷引爆或破壞地雷雷體。

## （三）使用資訊

目前已有 Aardvark MkIII 排雷車 160 台及 Aardvark MkIV 排雷車 20 台在全世界廣泛使用中，使用國家為法國、義大利、約旦、韓國、巴基斯坦、沙烏地阿拉伯、瑞典、英國及美國的空軍、陸軍及陸戰隊。

## （四）功能限制及能力

### 1. 功能限制

掃雷作業時將引起大量塵土將其影響操作者作業時之視線。

### 2. 能力

（1）操作者於操作艙內可獲得高度安全防護。

（2）具有良好機動性。

（3）實施空中運輸裝載時，須移除排雷鏈系統及空氣過濾器。



圖25 Aardvark MkIV排雷車清除作業

（資料來源：<http://www.landmineclearance.com/mk4> brochureed.6.pdf）

#### 四、中型排雷車主要規格分析表

| 主要規格表   |                   |                                    |                       |                       |
|---------|-------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 型式      | 中型掃雷車             |                                    |                       |                       |
|         |                   | Armtrac-100                        | Aardvark MkIV         | Bozena-5              |
| ●主要尺寸   |                   |                                    |                       |                       |
| 全長      | mm                | 7400mm                             | 8769mm                | 7400mm                |
| 全寬      | mm                | 3200mm                             | 3556mm                | 3750mm                |
| 全高      | mm                | 3100mm                             | 3632mm                | 2360mm                |
| 清除作業寬度  | mm                | 2700mm                             | 3000mm                | 2810mm                |
| ●操控規格   |                   |                                    |                       |                       |
| 輪型/履帶   |                   | 輪型                                 | 輪型/履帶                 | 輪型/履帶                 |
| 爬坡能力    | 度                 | 45度                                | 30度                   | 30度                   |
| ●清除性能   |                   |                                    |                       |                       |
| 排雷鏈條數量  |                   | 54條                                | 72條                   | 52條                   |
| 排雷鏈條長度  | mm                | 1000mm                             | 1000mm                | 733 mm                |
| 排雷鏈條間隙  | mm                | 製造商未提供                             | 製造商未提供                | 製造商未提供                |
| 排雷鏈轉速   | rpm               | 350                                | 305                   | 500                   |
| 清除深度    | mm                | 300mm                              | 500mm                 | 300mm                 |
| ●清除作業速度 |                   |                                    |                       |                       |
| 1.沙質地型  | m <sup>2</sup> /h | 2400m <sup>2</sup> /h              | 2400m <sup>2</sup> /h | 4900m <sup>2</sup> /h |
| 2.土石地型  | m <sup>2</sup> /h | 2100m <sup>2</sup> /h              | 900m <sup>2</sup> /h  | 2400m <sup>2</sup> /h |
| 3.堅硬地型  | m <sup>2</sup> /h | 1600m <sup>2</sup> /h              | 300 m <sup>2</sup> /h | 1050m <sup>2</sup> /h |
| 清除深度控制  |                   | 引擎轉速<br>自動調整                       | 手動操控<br>引擎轉速自動調<br>整  | 機械校正                  |
| 使用地區    |                   | 波士尼亞. 伊拉<br>克. 約旦. 黎巴嫩<br>莫三比克. 英國 | 全球超過200國家             | 亞塞拜然. 加拿大             |
| 最大工作量   | m <sup>2</sup>    | 製造商未提供                             | 製造商未提供                | 製造商未提供                |
| ●系統規格   |                   |                                    |                       |                       |
| 引擎型式    |                   | New Holland<br>200hp柴油引擎           | 6氣缸同軸柴油引<br>擎         | Tatra T3A-928-30      |

|              |     |           |                     |                   |
|--------------|-----|-----------|---------------------|-------------------|
| 總燃油量         | L   | 360 L     | 200 L               | 160 L             |
| 油耗           | L/H | 37L/H     | 30-32 L/H           | 20L/H             |
| 引擎冷卻方式       |     | 水冷        | 水冷                  | 空冷                |
| 液壓油量         | L   | 10L       | 20L                 | 10L               |
| ●操控舒適性及安全防護度 |     |           |                     |                   |
| 空調系統         |     | 提供        | 提供                  | 提供                |
| 操控舒適度        |     | 彈簧懸吊坐椅    | 彈簧懸吊坐椅              | 遙控艙（空調）           |
| 裝甲防護         |     | 10公釐厚裝甲防護 | 10公釐裝甲防護板56公釐厚的安全玻璃 | 4-6公釐 ARMOX 裝甲防護板 |
| 遙控作業裝置       |     | 無         | 自選                  | 遙控（自選）            |
| 遙控最大距離       | m   | 製造商未提供    | 製造商未提供              | 5000m             |
| ●成本費用        |     |           |                     |                   |
| 售價           |     | 製造商未提供    | 製造商未提供              | 製造商未提供            |
| 是否租用         |     | 有         | 有                   | 有                 |

## 重型排雷車功能分析

### 一、Scanjack-3500排雷車

#### （一）性能及裝甲防護

Scanjack-3500 由瑞典 Scanjack AB 所生產重型排雷車，Scanjack-3500 使用獨特的前置雙排雷鏈系統，從 1999 年以來，前置雙排雷鏈系統已經歷多次的評估及測試，獲得良好的測試結果，如圖 26 所示。



圖26 Scanjack-3500排雷車

（資料來源：<http://www.scanjack.com/pdf/scanjack-brochure.pdf>）

Scanjack-3500 排雷車可清除人員殺傷雷及戰防雷，操作人員在全裝甲防護艙實施排雷作業，全車裝甲防護的水準可依需求者的要求而加以改變，然而最基礎的裝甲防護水準與北大西洋公約組織（NATO）STANAG 4569 相符合。

Scanjack-3500 可選擇遙控操作實施排雷作業，遙控距離範圍可從 300 至 700 公尺之遠，若遙控操作距離超過 700 公尺以上則需使用攝影機監控系統實施排雷作業，如圖 27 所示。

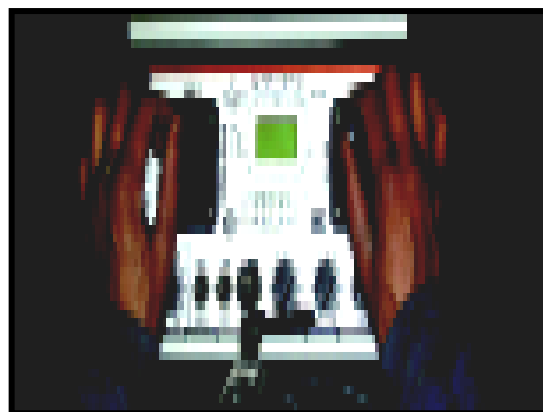


圖27 GPS定位系統及遙控裝置

（資料來源：<http://www.scanjack.com/pdf/scanjack-brochure.pdf>）

當 Scanjack-3500 進入雷區實施排雷作業時，可使用可拆裝式鋼製履帶加裝在車輪上，以增進在雷區進行排雷作業期間之抓地力及機動力（圖 28、29）。



圖28 Scanjack-3500掃雷車在蘇丹使用情形

（資料來源：<http://www.scanjack.com/index.htm>）



圖29 Scanjack-3500掃雷車在瑞典陸軍使用情形  
(資料來源：<http://www.scanjack.com/Product-overview.htm>)

## (二) 雷區清除作業方式

Scanjack-3500 排雷車，排雷作業寬度為 3.5 公尺，前置雙排雷鏈系統轉動時，前後排雷鏈轉動速度是一致的，在排雷鏈測試期間，前置雙排雷鏈系統以順時鐘轉動可獲得最佳成效，雖然轉動方向可設定逆時鐘轉動，但前後排雷鏈轉動方向卻在相對的方向轉動，如圖 30 所示。



圖30 Scanjack-3500掃雷車前置雙排雷鏈系統  
(資料來源：<http://www.scanjack.com/pdf/scanjack-brochure.pdf>)

前段排雷鏈長度較後段排雷鏈長度多約 10 公分，前段排雷鏈排雷的深度為 15 公分，後段排雷鏈排雷的深度為 30 公分。前置雙排雷鏈每分鐘可轉動 300 至 400 次，排雷鏈撞擊地面次數每秒約有 6 次；前後排雷鏈各有 76 條鏈條及勾在鏈條末端的堅硬鋼鉗形物，因排雷作業而造成的磨損，可更換磨損的部份，依據排雷鏈測試報告，作業時鏈條大約每 1 個月需更換乙次，如圖 31 所示。



圖31 Scanjack-3500排雷車排雷鏈末端金屬鎚形物

(資料來源：SWEDISH ARMED FORCES SWEDISH EOD AND DEMINING CENTRE Reference Number: 13 345:60010 Flail Hammer Head Test and Evaluation 2005 page-1 Date: 2006-01-13 <http://www.itep.ws/reports/results1.php>)

### (三) 使用資訊

目前已有 11 台 Scanjack-3500 排雷車，分別在克羅埃西亞、瑞典陸軍、荷蘭軍事單位、伊拉克、蘇丹及美國等國家使用中。

### (四) 功能限制及能力

#### 1. 功能限制

(1) 在叢林樹障雷區實施排雷作業，若樹幹直徑超過15公分，較難向前推進。

(2) 因屬大型排雷車，長距離運輸時，需分解排雷鏈系統，並使用板車運載排雷鏈及機械本體。

#### 2. 能力

(1) 獨特雙排雷鏈系統可確保排雷作業時之速率。

(2) 具有高度安全操控性。

## 二、重型排雷車主要規格分析表

| 主要規格表  |                  |         |
|--------|------------------|---------|
| 型式     | 重型排雷車            |         |
|        | Scanjack-3500排雷車 |         |
| ●主要尺寸  |                  |         |
| 全長     | mm               | 14000mm |
| 全寬     | mm               | 4440mm  |
| 全高     | mm               | 3700mm  |
| 清除作業寬度 | mm               | 3500mm  |

|              |                   |                                                                         |
|--------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ●操控規格        |                   |                                                                         |
| 輪型/履帶        |                   | 輪型/履帶                                                                   |
| 爬坡能力         | 度                 | 35度                                                                     |
| ●清除性能        |                   |                                                                         |
| 排雷鏈條數量       |                   | 前後各76條                                                                  |
| 排雷鏈條長度       | mm                | 前排雷鏈條697mm、後排雷鏈條793mm                                                   |
| 排雷鏈條間隙       | mm                | 製造商未提供                                                                  |
| 排雷鏈轉速        | rpm               | 300-400 rpm                                                             |
| 清除深度         | mm                | 前排雷鏈150mm、後排雷鏈300mm                                                     |
| ●清除作業速度      |                   |                                                                         |
| 1.沙質地型       | m <sup>2</sup> /h | 1500m <sup>2</sup> /h                                                   |
| 2.土石地型       | m <sup>2</sup> /h | 1200m <sup>2</sup> /h                                                   |
| 3.堅硬地型       | m <sup>2</sup> /h | 900m <sup>2</sup> /h                                                    |
| 清除深度控制       |                   | 手動操控                                                                    |
| 使用地區         |                   | 克羅埃西亞.伊拉克.荷蘭.蘇丹.瑞典.美國                                                   |
| 最大工作量        | m <sup>2</sup>    | 15000000 m <sup>2</sup>                                                 |
| ●系統規格        |                   |                                                                         |
| 引擎型式         |                   | John Deere -220匹馬力6氣缸柴油引擎                                               |
| 總燃油量         | L                 | 300L                                                                    |
| 油耗           | L/H               | 60-80                                                                   |
| 引擎冷卻方式       |                   | 水冷                                                                      |
| 液壓油量         | L                 | 390 L                                                                   |
| 排雷鏈引擎        |                   | Scania V8 570匹馬力柴油引擎                                                    |
| ●操控舒適性及安全防護度 |                   |                                                                         |
| 空調系統         |                   | 提供                                                                      |
| 操控舒適度        |                   | 人體工學坐椅                                                                  |
| 裝甲防護         |                   | 12-13公釐Armox 500S裝甲防護板(人員操作艙). 41公釐厚的安全玻璃(人員操作艙). 10公釐厚ARMOX 500S防護液壓系統 |
| 遙控作業裝置       |                   | 遙控(自選)                                                                  |
| 遙控最大距離       |                   | 700m                                                                    |

| ●成本費用 |        |
|-------|--------|
| 售價    | 製造商未提供 |
| 是否租用  | 有      |

## 各型排雷車分析比較

### 一、輕型排雷車

| 型式          | 排雷種類         | 遙控距離  | 作業深度  | 配賦工具      | 功能限制         | 普遍性       | 售價    |
|-------------|--------------|-------|-------|-----------|--------------|-----------|-------|
| MV-4        | 人員殺傷雷        | 2000m | 200mm | 鏟刀        | 遙控距離過長影響作業精準 | 美國等11個國   | 25萬歐元 |
| Minecat-140 | 人員殺傷雷        | 1000m | 250mm | 無         | 同上           | 挪威瑞典      | 22萬美元 |
| Armtrac-75  | 人員殺傷雷<br>戰防雷 | 7000m | 300mm | 鏟斗<br>堆高板 | 同上           | 英國<br>黎巴嫩 | 未提供   |

### 二、中型排雷車

| 型式            | 排雷種類         | 遙控距離  | 作業深度  | 配賦工具       | 功能限制                | 普遍性        | 售價  |
|---------------|--------------|-------|-------|------------|---------------------|------------|-----|
| Armtrac-100   | 人員殺傷雷<br>戰防雷 | 未提供   | 300mm | 無          | 泥濘地型作業前輪排雷鏈較易沉陷     | 英國等6國      | 未提供 |
| Aardvark MkIV | 人員殺傷雷<br>戰防雷 | 未提供   | 500mm | 無          | 排雷期間造成塵土影響作業者視線     | 全球超過200個國家 | 未提供 |
| Bozena-5      | 人員殺傷雷<br>戰防雷 | 5000m | 300mm | 推堆挖鑽等11種工具 | 泥濘地型作業排雷鏈調整排雷深度作用較差 | 加拿大等4國     | 未提供 |

### 三、重型排雷車

| 型式            | 排雷種類         | 遙控距離 | 作業深度                           | 配賦工具 | 功能限制                  | 普遍性    | 售價  |
|---------------|--------------|------|--------------------------------|------|-----------------------|--------|-----|
| Scanjack-3500 | 人員殺傷雷<br>戰防雷 | 700m | 前排雷鏈<br>150mm<br>後排雷鏈<br>300mm | 無    | 雷區內樹叢直徑若超過15公分將難以向前推進 | 美國等6個國 | 未提供 |

### 金門排雷現況

#### 一、作業方式及雷區種類

金門現行排雷作業有異於戰時排除作業，作業考量種類既無敵情壓力，亦不受於戰術作為，但仍有地方民情及安全上的考量，因此在作業方式多採摧毀式排除方式，由搜索、探測裝備標定地雷位置後，再以爆藥方式摧爆。就金門目前雷區土質狀況與地形地物分佈情形，概略可將雷區區分為平坦開闊疏鬆土質雷區、平坦開闊堅硬土質雷區、開闊礫石地形雷區、岩盤裸露雷區、雜草叢雷區、叢林樹障雷區及密集叢林樹障雷區，如圖31所示；而現況排雷裝備僅有戰車排雷聲、地雷搜索器、裝甲防護之改良型挖土機及個人防護裝備。



平坦開闊疏鬆土質雷區



平坦開闊堅硬土質雷區



開闊礫石地形雷區



岩盤裸露雷區



叢林樹障雷區



雜草叢雷區

圖32 金門各類型雷區地形（資料來源：工兵學校戰工組）

## 二、金門排雷作業裝備分析

### （一）戰車排雷聲

可開設3.75公尺寬之雷區通路，供人員、部隊及輜重通行，將地表下0.3公尺內地雷往兩側移開，移開後仍需依賴作業人員將地雷移除，對排除作業助益不大。

### （二）地雷搜索器

現行使用奧地利製ATMID全地形地雷搜索器，其偵測效果佳，惟金門雷區內多含各類鐵質廢棄物，在使用上易造成搜索時間增加。

### （三）裝甲防護改良型挖土機

在雷區內使用裝甲防護改良型挖土機進行機械化排除作業，但需以人員操作方式進行，其風險性仍存在。

以上述三項作業裝備使用上，其共同點仍需作業手進入雷區進行排雷作業。

## 三、各類型排雷車在金門雷區之運用

不論輕型、中型、重型排雷車，其最大共同點為

（一）可實施遙控排雷作業，減少作業人員進入雷區次數，可將風險性降低。

（二）破障能力佳，在叢林樹障雷區實施排雷作業，若樹幹直徑在 15 公分內，排雷鏈可直接破除樹障前進，不影響排雷作業時間。

（三）作業量大，機械化排除作業，可縮短排除作業時間。

（四）具多功能性，可視狀況執行推、挖、鑽、堆疊等功能。

以現在金門七大雷區地型，除開闊礫石地形雷區、岩盤裸露雷區外，需作業人員實施排除作業，其他地型之雷區皆可適合排雷車實施排雷作業；但金門雷區地型範圍狹窄且多處之特性，較不適合重型排雷車實施排雷作業；綜合分析雷區地型之特色，以MV-4輕型排雷車及Aardvark MkIV中型排雷車之功能特性，較符合當前我工兵排雷任務之運用。

## 結論

我工兵部隊現面臨組織及人員精進，因此不論在平時及戰時，工兵部隊需有優良之編制裝備及完善人員訓練及教育，如此才能在各種狀況下快速執行各項任務。有句廣告詞如此敘述：「科技始終來自於人性」，排雷車性能發展日新月異，從第一次世界大戰、越戰時期所使用掃雷車，如圖32所示，性能發展至遙控排雷作業，故操作人員可獲得安全保障，況且排雷車功能不只是排雷車，如配賦使用其他工程用具，其功能亦可轉變成可構築散兵坑、清除障礙物、鑽孔

爆藥等，如同斯洛伐克共和國所製中型B5排雷車，即為具多功能之排雷車。

雖然雷區設置與排除為我工兵之應有技能，但限於時空因素，這項技能處在訓練階段，未能與實景實況相結合，驗證其訓練成效；因此藉實景實況，實施排雷任務來展現我工兵平時訓練能力及本職，並參考各國先進排雷作業技術經驗及裝備，擷取其精華之處以彌補我之不足，實為我所需。



圖32 一次世界大戰、越戰時期所使用掃雷車  
(資料來源：<http://en.wikipedia.org>)