

應急式排雷發射器作業能量分析

吳珮瑄少校

提要

- 一、近年來因作戰型態的轉型，國軍部隊已朝向機動力強，戰鬥節奏快的作戰編組來訓練，在作戰階段中，「破障」扮演著重要的作戰行動。
- 二、為求戰時可增加排雷效率，研發可快速架設及攜行方便之做法，參考各國排雷概念，設計氣動式發射器帶動導爆索飛行至雷區，並藉由電雷管引爆後開闢出人員通路，可有效節約作業人力，縮短排雷時間，以利後續作戰執行評估。
- 三、本研究參考美軍人員殺傷障礙排除系統(APOBS)為基礎，工兵部隊在作戰階段均會遭遇到破障行動，為了可有效提升破障能力，進而藉由軍品研發一應急式排雷發射器，其能量為開闢寬 1 公尺、長 30 公尺人員通道，可破壞防人員障礙物及簡易障礙物，若結合爆藥引爆能有效且快速完成排雷作業，以增強破障效能及提高訓練安全性，並提供相關數據作為納入工兵機動排雷建案之參考。

關鍵字：排雷能力、破障、地雷搜索器

前言

近年來作戰型態的改變，各部隊已朝向機動力強、戰鬥節奏快的作戰模式作為建軍發展的目標，如何提升部隊機動過程遭遇障礙物能迅速通過，快速破障扮演著重要的關鍵，而目前工兵部隊運用地雷

搜索器標定地雷位置後實施人工排雷及運用爆藥進行障礙物爆破作業，已不符時需，急需研擬克制對策。

為求戰時可增加排雷效率，研發可快速架設及攜行方便之做法，參考各國排雷裝備，設計氣動式發射器帶動導爆索飛行至雷區，並配合電雷管引爆後開闢出人員

通路，可有效節約作業人力，縮短排雷時間，用以解決目前耗時、安全性不佳等問題，進而提升排雷成效為目的。

發射器系統概述

一、研發動機及目的

(一)研發動機

共軍在 106 年軍改後，可以發現現行編裝武器皆調整到以合成營為最小單位，並藉由頻繁的演習，訓練合成營軍(兵)種聯合作戰，雖然我國屬守勢作戰國家，然而障礙排除仍為任何作戰階段均會面臨的問題，且近年來因作戰型態的轉型，國軍部隊已朝向機動力強，戰鬥節奏快的作戰編組來訓練，在作戰階段中，「破障」扮演著重要的作戰行動，如圖 1、圖 2 所示。

鑑於目前國軍部隊排雷裝備為傳統地雷搜索器，如圖 3 所示，僅能以人工排雷實施，所耗費作業時間長，且排除地雷時需要作業人員進行排除，其安全性較差，而目前工兵部隊僅有人工排雷的地雷搜索器、運用爆藥及破壞筒進行爆破作業、裝甲部隊戰車上配賦排雷犁實施排雷外，已較不符現代戰爭之戰場運動。



圖 1 人員殺傷障礙排除系統 (APOBS)

資料來源：Global, 〈MK7 Antipersonnel Obstacle Breaching Systems〉, <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/apobs.htm>, 檢索日期：西元 2021 年 1 月 25 日。



圖 2 火箭排雷系統

資料來源：LYNDHURST PRECISION, 〈Minefield breaching device〉, <http://lyndhurst-precision.co.uk/case-studies/minefield-breaching-device/>, 檢索日期：西元 2021 年 1 月 25 日。



圖 3 地雷搜索器執行地雷搜索
資料來源：作者自行拍攝。

(二)研發目的

為求戰時可增加排雷效率，研發可快速架設及攜行方便之做法，參考各國排雷概念，設計氣動式發射器帶動導爆索飛行至雷區，並藉由電雷管引爆後開闢出人員通路，可有效節約作業人力，縮短排雷時間，以利後續作戰執行評估。

(三)預期效果

1.利用現行國軍庫存爆藥加以研發後，成為更有力之破障裝備。

2.於需要破障時再行組裝，提升破障作業速度，以遂行步兵部隊行動。

3.取代舊式破壞筒，以更便捷方式攜行，減少人力需求。

4.裝備組裝簡單，可有效節約作業時間。

5.戰時搭配爆藥執行破障作業，平時可支援災害救援行動。

二、研發構想

雷區破壞與排除之目的，不外乎為運用有效方法開闢通路，使後續部隊通過或資源運送，其雷區破壞方法有爆藥破壞法、繩索破壞法、機械破壞法、應急破壞法及輔助破壞法¹：

(一)直射武器

部隊使用武器絕大部分均為直射武器(如表 1)，殺傷屬於點或線區域，而國軍傳統地雷屬於被動式殺傷武器，發火方式為壓發、拉發、啟發及鬆發，若使用直射武器進行清除，僅能精準射擊地雷引信才能導致地雷失效或引爆，對於射擊的精準程度及效用

表 1 陸軍步兵部隊直射武器性能諸元表

項次	武器程式	最大射程 (公尺)	有效射程 (公尺)	爆炸半徑 (公尺)
1	T65K2 式 5.56 公厘步槍	2000	600	--
2	T91 式 5.56 公厘戰鬥步槍	2653	400	--
3	國造 T85 式 40 公厘,榴彈發射器	400	點目標 200 公尺	400
4	40 公厘榴彈機槍	2200	1500	穿甲厚度 5cm
5	5.56 公厘班用機槍	3600	1000	--
6	T-74 式 7.12 公厘排用機槍	3200	1200	--

資料來源：作者參考步兵準則自行彙整。

¹ 陸軍司令部印頒，《地雷戰教範(第二版)》(臺北:國防部，2015 年 10 月)，頁 3-2~3-4。

評估下，並不適合此方法，而地雷若設置在地面下，更無法運用直射武器進行排除，故地雷設置作業區分地上和地下兩種排雷方式如下：

1.路面上地雷：需射擊到引信才會引爆。

2.路面下地雷：無法排除。

(二)迫砲武器

部隊使用迫砲武器種類眾多，其迫砲殺傷屬於面區域範圍，以砲兵一門 105mm 牽引榴彈砲為例，有效面積為 20*30 平方公尺，如表 2 所示，但實際只有砲彈擊落點才能有效炸毀地雷，其餘面積多為破片殺傷，並無法有效摧毀雷區內的地雷。

如以一正面 100 公尺*縱深 100 公尺，密度 1-2-2 雷區

為例，地雷數量約 400 餘顆，若使用直射武器射擊需要射擊 400 餘次，而運用 105mm 牽引榴彈砲需發射約 15-20 發數，最多也只能炸毀 15-20 顆地雷，故使用爆藥排除，相對可以開闢出一條安全通道工人員或裝備通過。

三、研發實驗數據

為了求得爆藥爆炸能量與地雷排除能力之關係，我們運用了國軍現有導爆索進行測試，並藉由拋繩槍之拋射能力求得拋射角度及飛行距離，以下區分兩個部分說明：

(一)爆藥選擇及測試

爆藥種類眾多，有爆速高低、敏感度及防水性等性能，目前國軍現有炸藥常用的有 TNT、C4 炸藥及導爆索，

表 2 陸軍砲兵部隊主要武器性能諸元表

項次	武器程式	最大射程(公尺)	彈著有效面積(公尺)		
			縱深	橫寬	破片散飛半徑
1	M101A1105 公厘 牽引榴彈砲	11000	20	30	175
2	M114A1155 公厘 牽引榴彈砲	14600	30	50	360
3	M2A1155 公厘 牽引加農砲	23513	30	50	390
4	M115,8 吋 牽引榴彈砲	16800	50	80	470
5	M109A2155 公厘 自走榴彈砲	18100	30	50	360
6	M110A2,8 吋 自走榴彈砲	22900	30	80	470

資料來源：作者參考砲兵準則自行彙整。

參考現行各國排雷作法，多為運用火箭帶動導爆索飛行，將導爆索鋪放在雷區上，在藉由導爆索起爆後，為後續部隊開闢一條相對安全之通路，故此次爆藥選擇為導爆索，導爆索一捆為 500 呎，重量為 5 公斤，其 PETN 裝填藥量為 5.0 公克/公尺，經過實驗數次後，可以發現一次使用 8 條導爆索可以將重 3.5 公斤 M3 地雷炸飛最小位移為 50 公分，即為排除人員通道寬度 1 公尺，如表 3 所示，而排雷長度取決於發射器動力可發射多重的導爆索，故小型軍品研發設定在 30 公尺長，換算之 8 條導爆索，長 30 公尺，重量就高達 8 公斤了。

戰防雷爆藥量為 5.5 公斤 TNT，引爆在 3.5 公尺內產生的衝擊波將會有受損式破壞，M2A4 及 M3 人員殺傷雷爆藥量為 0.2 及 0.45 公斤

TNT，引爆在 1.2-1.5 公尺內產生的衝擊波將會有受損式破壞²。

(二)拋射能力分析

本實驗階段是以軍備局第 205 廠研發落地式氣壓式拋繩器作為發射動力，落地式拋繩器的拋射距離最遠可達 230 公尺，惟運用在災害救援上，帶動飛行屬於收納輕量型的繩索在彈頭裡面，無法與導爆索重量相做比較，故僅針對拋繩及彈頭重量和發射角度變化，求得實驗數據，以供設計研發參考。實驗過程運用的平時訓練用導爆索作為拋射出繩索，區分拋射角度、繩索重量及彈頭重量進行測試(如表 4 所示)：

1.拋射角度

實驗過程中可以發現拋射角度並非 45 度距離最佳，嘗試 30 度後飛行距離可以更多，故以拋射器的方式發射，

表 3 爆破能量及清除地雷能力成果統計表

項次	導爆索數量	排除地雷種類	地雷重量	清除距離
1	1M*15 條	M14	100 克	4 公尺
	1M*15 條	M2A4	800 克	3 公尺
	1M*15 條	M3	3.5 公斤	1.4 公尺
2	1M*10 條	M14	100 克	3.2 公尺
	1M*10 條	M2A4	800 克	2 公尺
	1M*10 條	M3	3.5 公斤	1 公尺
3	1.5M*10 條	M2A4	800 克	3 公尺
	1.5M*10 條	M3	3.5 公斤	1.5 公尺
4	1.8M*8 條	M2A4	800 克	2 公尺
	1.8M*8 條	M3	3.5 公斤	1 公尺

資料來源：作者自行彙整。

² 沈新明，認知火炸藥，經濟部礦務局事業用爆破專業人員訓練班課程 2019。

表 4 拋繩器拋射能力測試成果統計表

項次	訓練用導爆索	總重量(繩索和彈頭)	發射角度	拋射距離
1	10M*10 條	3 公斤	45 度	28 公尺
	10M*10 條	3 公斤	30 度	32 公尺
2	10M*1 條	0.7 公斤	30 度	56 公尺
	10M*5 條	1.5 公斤	30 度	25 公尺
	10M*10 條	2.5 公斤	30 度	15 公尺
3	10M*10 條	4.6 公斤	30 度	44 公尺
	15M*10 條	5.6 公斤	30 度	33 公尺
4	10M*10 條	5.4 公斤	30 度	40 公尺
	15M*10 條	6.4 公斤	30 度	35 公尺
5	10M*10 條	5.5 公斤	35 度	39 公尺
	15M*10 條	6.5 公斤	35 度	38 公尺

資料來源：作者自行彙整。

建議拋射角度調整到 30 度較為適宜。

2. 繩索重量

繩索數量調整拋射 1 條、5 條及 10 條後，可以得知拋射距離約成倍數遞減，代表拋繩槍原理僅適合拋射輕量彈頭至目的地，原理上不適合帶動重型器材，故在發射器的研發需考量兩段式給予動力，才可能足夠帶動有重量的導爆索飛行至前方實施破障能力。

3. 彈頭重量

藉由物品加重彈頭重量，可以從實驗過程中得知彈頭若較輕，容易出現頭輕腳重的現象產生，故持續加重彈頭重量 2-3.5 公斤不等，繩索爆藥重量約在 2-2.5 公斤左右，可以得到一適合彈頭重量之數值。

綜合以上實驗過程，若需要研發排雷發射器搭配國軍現有爆藥開闢人員通道之破障能力，在導爆索運用須以 8 條為一捆作為基數，長度參考則以發射器動力來考量，而發射重量偏重，故僅以拋繩槍單一發射動力將不足以帶動繩索向前，故在發射器發射動力方面將須考量以兩段式飛行動力為主，才能達到我軍之能量需求。

操作流程

本章節介紹 109 年小型軍品研發之應急式排雷發射器諸元組成，組裝及發射操作流程。

一、諸元組成

諸元組成為氣動式可重複發射排雷器主體、16 公克高壓氣瓶、導爆銅片、導爆

管、導爆管復歸器、可重複充氣氣動推力牽引彈頭、訓練用安全繩索、導爆索前端連接器、導爆索後端連接器及防水攜行箱。

(一)氣動式可重複發射排雷器主體(如圖 4)

1.規格

(1)整體包含發射槍管、多功能發射主體、可調式後肩托，其中多功能發射主體內可放置導爆管、前端可放置導爆銅片、管內可放置 16 公克高壓氣瓶。

(2)整體尺寸：長度 91 公分、寬 5 公分、高度 19 公分，重 2 公斤。

(3)多功能發射主體與發射槍管使用材質為鋁合金，可使用市售 12 與 16 公克 CO₂ 氣瓶內液態氣體轉換為氣化空間；後肩托為塑膠材料。

2.功能

(1)發射器主體具有安全保險開關、槍型握把和射擊按鍵。

(2)安全開關為防止誤射安全保險裝置，且安全開關未開至射擊位置時，板機將無法作用。

(3)發射器主體具有水平角度參考調整，以利設置拋射角度。



圖 4 氣動式可重複發射排雷器主體



圖 5 十六公克高壓氣瓶
資料來源：作者自行整理。

(4)發射器主題為槍型設計，方便攜帶，快速完成準備，整體高壓蓄壓充氣過程中，沒有任何洩氣的結構。

(5)發射動力為二氧化碳氣體動力。

(6)後肩托不因裝備運輸中造成損壞，具有堅固性，並可依個人的射擊習慣調整長度。

(二)16 公克高壓氣瓶(如圖 5)

1.規格

(1)尺寸：瓶身高度 9 公分，直徑 2 公分，重 40 公克。

(2)金屬儲存鋼瓶內含 16 公克液態二氧化碳，氣瓶內壓力超過 800PSI 以上。

2.功能

(1)氣瓶可置放於導爆管內，由前端導爆銅片控制爆破壓力，引爆 16 公克液態高壓氣瓶。

(2)當按下發射開關時，導爆管內金屬撞針瞬間刺破 16 公克二氧化碳氣瓶，瞬間由液態二氧化碳轉換成氣態二氧化碳，達設定壓力時，導爆銅片引爆點即可產生巨大推力，將可重複充氣產生氣體推力牽引導爆索之「牽引彈頭」瞬間送出，脫離發射器主體，同時啟動牽引導爆索拋射彈頭的閥門開關，產生反作用推力，將導爆索或一組 30 公尺訓練用安全繩索往前方拋射至少 30 公尺。

(三)導爆銅片(如圖 6)

1.規格

(1)尺寸：直徑 20mm，厚度：0.07mm。

(2)材質：為金屬銅片。



圖 6 導爆銅片

2.功能

(1)將 12 公克或 16 公克 CO₂ 氣瓶放置於導爆管內，於執行任務時，將導爆管放置於氣動式可重複發射排雷器，隨後開啟安全開關，按壓板機瞬間刺破 12 公克或 16 公克 CO₂ 氣瓶，液態二氧化碳產生氣化作用，當壓力提升達到 500PSI 時，導爆銅片產生破裂將氣化二氧化碳轉換為動能作為拋射使用。

(2)將可重複充氣氣動推力牽引彈頭拋射脫離槍管，並平衡飛行姿態，且啟動牽引彈頭內部閥門，產生飛行推力將導爆索拖行飛行至前方。

(四)導爆管(如圖 7)

最後由指揮官詳細說明初步的阻絕規畫指導，因為這是阻絕規劃的關鍵因素。

1.規格

(1)尺寸：長度 15 公分，直徑 3 公分，重 70 克。



圖 7 導爆管

資料來源：作者自行拍攝。

(2)材質：塑膠材質，
內有強力彈簧及金屬撞針。

2.功能

(1)用來固定爆破銅片，
同時可放置 12 公克或 16 公克
CO₂ 氣瓶，使用時須放置於氣
動式可重複發射排雷器內部。

(2)當扣下手握槍行板
機時，瞬間刺破液態二氧化
碳氣瓶，當氣化達到 500PSI
時，轉換動能將可重複充氣
氣動推力牽引彈頭拋設置前
方 30 公尺以上。

(五)導爆管復歸器(如圖 8)

1.規格

(1)尺寸：直徑 15mm，
長度 116mm。

(2)材質：為塑膠材質。

2.功能

於使用前，將導爆管內
金屬彈簧與金屬撞針調整成
預備模式，再放入液態二氧
化碳氣瓶。

(六)可重複充氣氣動推力
牽引彈頭(如圖 9)

1.規格

(1)尺寸：可重複充氣
氣動推力牽引彈頭前端直徑
63mm，長度 255mm；含後端
飛行平衡尾翼全長度 455mm，
並配賦 1 支可重複充氣高壓鋼
瓶，長度 130 公分，直徑 23
公分，可實施充氣。

(2)材質：PP、NBR45
度、鋁合金。

2.功能

(1)拋射彈頭可重複充
氣，當脫離發射器主體後，
攜帶一條連結繩線飛行且平
衡飛行儀態後，開啟充氣式
12 盎司氣瓶尾蓋閥門，產生
向後方推力。

(2)動力牽引彈頭後端
經過連結繩連接 8 公斤以上
重量導爆索或訓練用安全繩
索，可在空中持續 3 秒鐘以
上氣體推力持續飛行，飛行
距離至少需 30 公尺以上。



圖 8 導爆管復歸器



圖 9 可重複充氣氣動推力牽引彈頭

資料來源：作者自行拍攝。

(七)訓練用安全繩索(如圖 10)

1.規格

(1)尺寸：每組安全繩索長 30 公尺，單組重量須達 8.6 公斤。

(2)材質：為尼龍紗經多股纏繞承受拉力須超過 800 公斤。

2.功能

(1)訓練用安全繩索可供拋射反覆使用絕不斷裂，兩端具有快速安全扣環，以方便快速連結可重複充氣氣動推力牽引彈頭的連接繩與攜行箱繫留繩上，並且一次將發射訓練用安全繩索 30 公尺 1 組至前方 30 公尺以上。

(2)作為平日教育訓練模擬操作排雷射器之導爆索，替代國軍導爆索使用，以增加訓練次數。

(八)導爆索前端連接器(如圖 11)

1.規格材質：鋁合金鍛製快速接頭。



圖 10 訓練用安全繩索
資料來源：作者自行拍攝。

2.功能：可快速連接可重複充氣氣動推力牽引彈頭的連接繩和導爆索，或訓練用安全繩索 1 組，不因發射後造成鬆脫。

(九)導爆索後端連接器(如圖 12)

1.規格材質：鋁合金鍛製快速接頭。

2.功能

(1)導爆索後端連接器可提供導爆索與攜行箱繫留繩完成接續。

(2)發射後可繼續接續電雷管，以實施點火作業。



圖 11 導爆索前端連接器

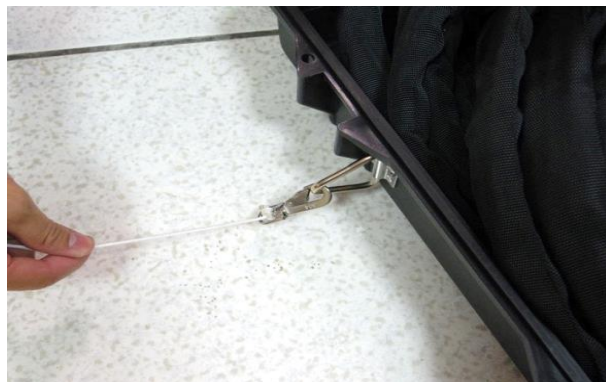


圖 12 導爆索後端連接

資料來源：作者自行拍攝。

(十)防水攜行箱(如圖 13)

1.規格

(1)尺寸：攜行箱長 105 公分、寬 39 公分、高 15 公分，空箱淨重 6 公斤。

(2)材質：使用複合式碳纖維材質，具堅固性及攜帶方便性。

2.功能

(1)攜行箱需具有手提方式及可使用肩背帶之背負功能，箱上有固定繫留繩，開關具有 4 組安全夾扣，運輸過程中可防止人員誤觸開啟。

(2)攜型箱具有防水功能，可於雨天在外攜帶使用，並可防止雨水滲透到內部造成設備潮濕。

(3)攜行箱內部可收納重覆使用氣動式可重複發射排雷器主體 1 組、16 公克高壓氣瓶 6 組、導爆銅片 10 組、導爆管 2 組、導爆管復歸器 2 組、可重複充氣氣動推力牽引彈頭 2 組以及快速維修拆裝工具 1 組。



圖 13 肩背攜行箱

(4)所有物品置入攜行箱內關閉後，於運送過程中不可因外在因素不慎開啟，造成零件設備掉落。

(5)適合人員使用背帶背負攜帶，或一般手提箱攜行。

(6)可依照 8 字型收納 1 組訓練用安全繩索放置訓練安全繩索攜行箱內。

二、組裝作業程序

組裝作業包含前置作業的導線鋁管繩索、安全繩索收納和牽引彈頭充氣，接續至現地後開始組裝作業，包含導爆管安裝、排雷發射器安裝導爆管、安裝氣動式牽引彈頭、連接 30 公尺安全繩索及調整發射角度等步驟。

(一)導線鋁管繩索收納(如圖 14)

鋁管內的繩索須依照 8 字形收納至鋁管內部，切勿使用環繞繩索方式收納，容易造成打結情形產生，影響發射後飛行作業。



圖 14 導線鋁管繩索收納

資料來源：作者自行拍攝。

(二)安全繩索收納(如圖 15)

安全繩索或導爆索須依照 8 字形收納至攜行箱，且不可有打結情形產生，發射時須將繩索至於操作手右前方，以確保操作手發射時之安全。



圖 15 安全繩索收納

(三)氣動式牽引彈頭充氣(如圖 16)

1. 先將大氣瓶放倒再確認兩個氣閥開關為A關閉狀態確認後再開啟氣瓶開關。

2. 接上牽引彈頭的充氣接頭，確認連接完成再將氣閥調整為B充氣狀態，第一次充氣為預備充氣，充氣約3-5秒關閉，將氣閥調回為A關閉狀態。

3. 由於洩氣時會有很強的反作用力，務必雙手握好氣閥開關，再將氣閥緩緩調成C洩氣狀態同時緊緊穩住充氣連接線直到氣體完全洩完，此時牽引彈頭會因為CO₂氣化過程呈現為冰冷狀態，再進行正式充氣，如牽引彈頭未呈現冰冷狀態請再重複預備充氣及洩氣。

4. 將氣閥開關再調整為B充氣狀態進行正式充氣，約5~10秒牽引彈頭會由冰冷狀態立刻回溫再將氣閥調整為A關閉狀態。



圖 16 氣動式牽引彈頭充氣
資料來源：作者自行整理。

5. 將充好氣的彈頭立起並準備好彈頭插梢，一手握住插梢定位頭準備往下壓，另一手將彈頭插梢預插入插梢定位孔，兩手同時迅速往下壓，在下壓時會瞬間噴出少許氣體同時即可將彈頭插梢固定，完成充氣後，須將彈頭進行重量量測，重須達1000克以上，才能確保飛行距離達30公尺。

(四)導爆管安裝(如圖 17)

1. 將導爆管後端橘色尾蓋旋轉取下，並取出橘色內管(內管為12克CO₂氣瓶使用)，如使用16克CO₂氣瓶則不需安裝內管



圖 17 導爆管安裝
資料來源：作者自行拍攝。

2.氣瓶撞針復歸：使用復歸器置入導爆管後往內推，同時將卡榫下壓推到定位完成氣瓶撞針復歸。

3.置入氣瓶：將16克CO₂氣瓶細口朝內置入導爆管，再將橘色尾蓋蓋上，須確定卡榫是否扣上。

4.導爆銅片安裝：取下導爆管前方黑蓋，將導爆銅片放入黑蓋中再將導爆管由上往下蓋上黑蓋，即完成導爆管的安裝。

(五)排雷發射器安裝導爆管(如圖 18)

1.按下伸縮式肩托黑色按鈕，並將肩托往上折180度，取下排雷發射器後蓋。



圖 18 排雷發射器安裝導爆管
資料來源：作者自行拍攝。

2.確認安全保險開關：安裝導爆管於發射器前，務必將安全保險開關由發射狀態壓入確認為安全保險狀態，紅色為發射狀態，壓入為安全狀態。

3.置入導爆管：將導爆管銅片朝前，氣瓶端朝後置入發射器，導爆管末端凸點朝下並推到底，最後再將尾蓋裝回並鎖緊，務必要用力鎖緊到底，避免產生空隙。

4.伸縮式肩托復位：按下伸縮式肩托黑色按鈕，並將肩托往下折180度回復到射擊位置，按住肩托內的押板可調整肩托長度，以適應每個人的最佳擊時姿態。

(六)安裝氣動式牽引彈頭(如圖 19)

1.連接充飽氣的牽引彈頭與飛行平衡尾翼：先將插梢線順著置入尾翼，讓線穿過整個尾翼到底端的噴氣孔，同時將彈頭置入尾翼卡榫，再將彈



圖 19 安裝氣動式牽引彈頭
資料來源：作者自行拍攝。

頭逆時鐘方向卡住牽引彈頭與平衡尾翼。

2. 連接插梢線與導線鋁管：將插梢線與鋁管連接以8字結綁緊，理好線後再將鋁管抵緊飛行尾翼底部。

3. 連接鋁管與排雷發射器長槍管：將鋁管置入發射器長槍管，再長槍管底部扣好固定扣。

4. 連接長槍管與排雷發射器主體：將長槍管的輔助把手朝上與排雷發射器主體戰術滑軌朝向同個方向，以順時鐘方向將發射器主體結合，轉到底時主體與槍管即會呈現同一方向，即完成氣動式牽引彈頭與排雷發射器主體的連接。

(七) 連接 30 公尺安全繩索 (如圖 20)

將發行尾翼後的導線與 30 公尺安全繩索前端扣環連接鎖上，再將 30 公尺後導線扣環扣住攜行箱。



圖 20 連接安全繩索

(八) 調整發射角度 (如圖 21)

氣動式可重複發射排雷器在牽引 30 公尺 8 公斤的安全繩索或導爆索的最佳角度約為仰角 55 度，將角度參考器打開並調整為 45 度，重垂延著角度參考器下緣垂下與握把上螺絲完全重疊即為仰角 55 度，此時朝發射方向開保險扣射擊按鍵即可達到最佳射程。

三、發射作業成果

藉由「應急式排雷發射器」測評後，可檢視實測成果，並將相關缺失及建議作為爾後二代發射器進行研改參考依據，以符合各部隊操作及運用。

(一) 前置作業：

1. 導線鋁管繩索收納 (圖 22) 平均時間為 1 分 25 秒，惟收納繩索手法可能因人而異，導致發射時會造成繩索打結而無順利發射。



圖 21 調整發射角度

資料來源：作者自行拍攝。



圖 22 導線鋁管繩索收納



圖 23 安全繩索收納



圖 24 彈頭充氣



圖 25 發射現況

資料來源：作者自行拍攝。

2.安全繩索是作為平日訓練拋射代替8條導爆索使用，其收納方式以8字形收納在攜行箱內，以方便操作人員攜行或輛裝載，其平均收納時間為1分54秒，依照正常程序收納繩索(圖23)，發射後均能其完成發射作業。

3.彈頭充氣(圖24)為第二段動力來源，充氣氣瓶安全接受壓力為18盎司(1盎司=28.7公克)，為了可達到所要求的飛行距離，必須將氣瓶加入12盎司才足夠，即充氣壓力至少須達345公克才達標準，足夠將安全繩索發射飛行至前方30公尺以上。

(二)組裝作業

組裝程序為先完成導爆管氣瓶安裝，再裝入發射器，接續完成充氣彈頭與飛行平衡尾翼結合後，再將彈頭與槍管固定後組裝至排雷發射器主體，最後完成導爆索(安全繩索)連接，其平均作業時間為4分25秒，均能在5分鐘內完成。

(三)發射作業(圖25)

應急式排雷發射器其發射最佳角度為55度，經多次測試後，可以發現充氣彈頭壓力足夠345公克以上，飛行距離均超過30公尺。

作業能量分析應用暨建議

經過小型軍品研發測評後，發現部分功能及設計仍有再加強之部分，以下針對作業能量分析之應用，並提出幾點研改建議：

一、作業能量分析應用

(一)作業能量分析

工兵部隊在作戰階段均會遭遇到破障行動，為了可有效提升破障能力，進而藉由軍品研發一應急式排雷發射器，其能量為開闢寬 1 公尺、長 30 公尺人員通道，可破壞防人員障礙物及簡易障礙物，其前置作業及組裝方式時間減短且流程簡單，並配合載具運送或人員攜帶，有效提升部隊破障之能力，惟現行布雷大多以機械載具散撒布放設置為主，其雷區設置後縱深皆超過 30 公尺，故在發射距離及破壞程度，仍有精進之空間。

(二)爆藥敏感性分析

應急式排雷發射器使

用程序簡單，惟目前拋射距離只有 30 公尺，最大原因在於導爆索重量較重，其構造由彭梯兒(PETN)高級爆藥製成，且爆藥敏感性較高，平常管制在彈藥庫皆以一捲 500 呎纏繞屯存，在解開後仍成螺旋形彎曲狀，容易造成結或折壓，故建議可以研討其他鈍性爆藥減少體積來降低爆藥重量等等問題，盡可能達到一次即可開闢長 50 公尺或 100 公尺之人員通道為目標。

(三)配賦規劃分析

應急式排雷發射器操作簡單，僅需 2 人即可實施操作，建議可以直接配賦到工兵部隊各排來強化各部隊之破障能力，配賦建議如表 5 所示。

二、研改建議

(一)發射器主體進行二代研改

本組藉由小型軍品研發之應急式排雷發射器發現

表 5 配賦規劃建議表

項目	應急式快速排雷發射器
研發需求	鑑於目前本軍僅以人工地雷搜索器實施排雷，無法於敵火下進行作業，且排雷作業需耗費大量人力及時間，已不敷現行作戰型態。
量產效益	戰時可於敵火下作業進行排障作業，平時可運用在災害救援，俾我工兵部隊遂行各項作戰及救援任務。
配賦數量	1.工兵群營級 12 組(8×12=96 組) 2.聯兵旅工兵連 3 組(12×3=36 組) 3.工訓中心：2 組 合計：134 組

資料來源：作者自行彙整。

發射時後座力較大，容易造成操作手安全上問題，而可調式後槍托強度必須強化才能避免容易變形或損壞，或者可將原發射器主體之槍托式研改成落地式發射器，增加發射的穩定性及安全性。

(二)鋁管繩索收納不易

每次發射後都需要回收繩索，重新收納繩索後，才能發射導爆索，雖然收納繩索時間不長，但是在繩索收納過程，可能會因為收納方式及手法改變而造成繩索打結，而無法順利發射，便浪費一次發射所需的氣瓶及銅片等耗材。

(三)發射場地受限

應急式排雷發射器所使用充氣彈頭髮射在草皮上可反覆充氣使用，惟發射後落在硬地上，容易造成彈頭變形損壞，建議可以在彈頭包覆相關耐摔材質，以利發射器可適用在各場地實施破障任務。

得出爆藥量與破障能量，並運用 205 廠研發之拋繩槍，反覆發射得知最佳拋射角度及彈頭重量與發射距離之影響，綜合以上結果，運用小型軍品研發案，結合現有爆藥引爆能有效且快速完成排雷作業，以增強部隊單兵破障效能及提高訓練安全性，並提供相關數據納入工兵機動排雷建案參考依據。

結語

本研究主要驗證「應急式快速排雷發射器」取代「傳統人工排雷」可行性與成效，故利用現有國軍現性爆藥導爆索配合實爆訓練課程實驗