

反機動作戰利器-機械布雷系統簡介

作者/劉恩光少校

提要

- 一、現代戰爭節奏快、變化大，傳統的地雷戰作業方式（人工布雷）已無法勝任現代化的戰爭，為肆應快速變化的戰場，達到地雷戰攔阻、分割、圍困、破壞、殺傷敵人目的，快速布雷能力即為致勝的關鍵之一。
- 二、軍用地雷發展迄今已近百年，隨著世界各國研究發展，其已進展為「機械布雷系統」，布放方式已從人力埋設式布放發展至全自動拋射式布放，布放面積、時間、運用時機及方式已有長足的進步。
- 三、因應未來工兵部隊組織精簡，可用人力隨之縮減，以及共軍戰術戰法之改變，致使工兵受任務、編裝與能力影響，兵力轉用困難；而對於我工兵部隊所執行之雷區阻絕設置，若加入「機械布雷系統」之佈署後，將能縮短工兵部隊雷區設置的時間，進而使工兵部隊之運用更具彈性及靈活性。

關鍵詞：機械布雷系統、地雷、VLSAS

前言

軍用地雷發展迄今已近百年，隨著世界各國研究發展，其已進展為「機械布雷系統」，布放方式已從人力埋設式布放發展至全自動拋射式布放，布放面積、時間、運用時機及方式已有長足的進步，為使我軍對「機械布雷系統」有所瞭解，特蒐集相關資料整理歸納成報告，期使本軍瞭解其發展概況及未來趨勢，充實軍事科技新知，俾提供各部隊參考。

第一次世界大戰（公元1914年迄1918年）交戰雙方由於大量自動槍械使用與防護條件不足，地面作戰模式逐漸演變成陣地壕溝作戰，直到戰車投入戰場，才改變為機動作戰，至第二次大戰時期，機動作戰逐漸成為各國戰術主流，而機動作戰模式中，敵戰車部隊即為戰爭中最大威脅，為即時、有效阻止敵人快速強大的戰車部隊，「地雷」則因此而大量發展與運用，而運用地雷實施阻絕之戰法即為「地雷戰」。根據國軍準則「地雷戰教範」解釋，地雷戰目的為「地雷戰為阻絕之一環，而阻絕為戰術運用……，藉以侷限敵之行動，達到攔阻、

分割、圍困、破壞、殺傷敵人」¹。第二次世界大戰以後至90年代，各國更是因戰爭的恐懼影響，使得地雷戰裝備得到飛速發展，直至現代的高技術戰爭，雖然以資訊和高技術武器裝備對抗為主要特徵，但決定戰爭勝負最終離不開地面作戰。所以，地雷戰的重要作用仍將繼續得到發揮。

圖一 美國 M139 Volcano 機械布雷系統



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈M139 Volcano, VLSAS and Shielder anti-tank mine scattering systems〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 2 月 11 日。

機械布雷系統概述

一、發展沿革

地雷，這種被動性殺傷武器，在人類使用的紀錄上，最早可回溯到中國的宋朝，在一次城池攻防戰中，防禦的宋兵用埋好的爆炸物抵抗蒙古人。明朝時期地雷已被大量使用，著名的火龍經即是當時所編寫²。爾後隨著火藥的普及，世界各國也相繼發明及使用，但大多是屬於阻止及傷害人員的輔助性武器，直到一次世界大戰時戰車的出現，促使了大受戰車威脅的德國，於 1918 年發明反戰車地雷（戰防雷）³，並用於對付英、法軍的坦克，且獲得了一定的戰果。爾後隨著戰車大量投入戰場，敵戰車部隊逐漸成為戰爭中最大威脅，世界各國為即時、有效阻止敵人快速強大的戰車部隊，「地雷」則因此而大量發展與運用，據統計在二次世界大戰中，同盟國軍中被地雷毀傷的戰車占整個毀傷戰車的 21

1 國防部陸軍司令部印頒，《地雷戰教範》，2005 年 4 月 15 日。

2 地雷-維基百科，zh.m.wikipedia.org/wiki/tw，西元 2015 年 3 月 2 日。。

3 註：地雷按種類可分為殺傷人員的反步兵地雷（人員殺傷雷），和破壞車輛的反坦克地雷（戰防雷）。地雷-維基百科，zh.m.wikipedia.org/wiki/tw，西元 2015 年 3 月 2 日。。

%⁴，戰果輝煌。

90 年代初期，隨著科技進步部隊機動能力提升，傳統人員布雷方式已無法跟上作戰節奏，促使各種快速布雷系統相繼發展，例如以火炮發射在數公里外布放的「火炮布雷系統」，由直升機、飛機或巡弋飛彈空投布放的「空中布雷系統」，由車輛拋射式布放的「機械布雷系統」等，上述快速布雷系統因有別於傳統人員埋設方式布雷，而是各種載具將地雷運至設置點後，採散撒方式布雷，因此統稱為「散撒布雷系統」，而本次介紹之主角，即是由車輛拋射式布放的「機械布雷系統」。

圖二 德國於 1918 年發明反戰車地雷（戰防雷）



資料來源：東方軍事，〈地雷的起源〉，<http://mil.eastday.com/>，2015 年 3 月 4 日。

二、設計概念與運用方式

「機械布雷系統」為「散撒布雷系統」之一環，而「散撒布雷系統」設計概念，主要是將地雷藉由定翼機、旋翼機、火箭、砲兵、地面載具投射至遠距離，並以散撒方式實施快速布放，且散撒之地雷本身具有自毀時間之設計⁵，其系統種類主要區分空中布雷系統（飛機、直升機布放）、機械布雷系統（車載拋射式布放）及火炮布雷系統（砲彈、火箭布放）3 種，其中「機械布雷系統」即是將地雷藉由地面載具於行進間以散撒方式實施快速布放之布雷系統，其運用時機與方式，根據國軍準則「地雷戰教範」解釋，主要有下列 4 點：

（一）結合全般阻絕計畫。

4 百度百科，〈反坦克地雷〉，wapbaike.baidu.com/view/139503.htm，西元 2015 年 3 月 2 日。

5 國防部陸軍司令部印頒，《地雷戰教範》，2005 年 4 月 15 日。

- (二) 攻擊之側翼掩護或遂行及持久作戰。
- (三) 反擊作戰時之拘束敵軍或阻止敗退敵軍脫離戰場。
- (四) 防禦時遲滯、分割敵軍之攻擊部隊。

三、系統特性與限制

(一) 特性

- 1.地雷布放時間多能於 5 分鐘內完成，有效肆應機動阻絕反應時間之要求，亦可充分彈性選擇運用時機。
- 2.地雷布放作業所需兵力僅需 3 人以下，能滿足現代各國工兵部隊模組化專業編組之趨勢。
- 3.地雷布放模組可裝（卸）載至各型載具實施運輸，能滿足執行任務時，裝（卸）載及運輸作業快速便利之需求。
- 4.人員可於運輸載具中實施地雷布放，能保護作業人員於戰鬥間作業，滿足戰鬥支援需求。
- 5.具有多種地雷布放模組，可肆應不同任務，能滿足現代戰爭複雜多變需求。
- 6.基於人道考量，系統可設定不同的地雷有效時間，超過有效時間後，地雷將自動摧毀，以降低殘餘地雷風險。

(二) 限制

1. 囿於自動摧毀機制限制，地雷布設完畢後之有效時間較為短暫（15 天以內），雷區時效較傳統雷區短暫。
2. 囿於拋射布放機制限制，其地雷（戰防雷）設計較傳統地雷小顆，以致主爆藥藥量不大，使其破壞威力受限。
3. 囿於拋射布放方式限制，其地雷無法埋於地面下，僅能散置於地面，目標明顯，較無法發揮奇襲震撼效果。

各國發展現況

各國因任務及環境不同，各自發展出不同的「機械布雷系統」，本段將從世界各先進國家現役「機械布雷系統」的介紹，說明目前發展現況，並於小結段落中歸納整理各國發展與運用現況資料，作出比較及分析。

一、美國M139 Volcano機械布雷系統簡介（如圖三~五所示）

M139 Volcano機械布雷系統是美國Alliant Techsystems公司設計製造的快速布雷系統，源起於1987年九月，美國陸軍工兵學校（The US Army Engineer Sc

hool and Center) 與Alliant Techsystems公司簽訂了一紙價值1千1百萬美元的契約，內容為研發名為火山(Volcano)的多種布放方式之地雷系統，這將使美國陸軍實施反機動作戰時，擁有更佳的工兵支援⁶。爾後於1995年時M139 Volcano機械布雷系統被英國陸軍相中，成為其車載發射式布雷系統(Vehicle Launched Scatterable Mine System, VLSMS)的主要裝備，裝配於風暴履帶運輸車(Stormer tracked carriers)上，並重新命名為盾牌布雷車(Shielder)。

M139 Volcano機械布雷系統可裝載於多種載具，包含 M548A1履帶運輸車、M817工兵傾卸車及UH-60黑鷹運輸直升機(Black Hawk helicopter)，每次最大發射量為960顆地雷，本系統由2大部分組成，其一為裝納6顆短吻鱷戰防雷(GATOR Anti-Tank, AT)的消耗性地雷罐及其集裝架，另一為可重複使用之分配控制裝置(Dispenser control Unit, DCU)及其裝載基座；每個集裝架可裝納40個地雷發射罐，並安裝於1個裝載基座上，而所有裝載基座統一由一個DCU實施控制提供發射訊號(包含設定自毀時間)。

實施地雷布放作業時，系統是採全自動方式運作，操作手僅需對DCU設定雷區密度⁷及自毀時間(4小時/48小時/15天)，DCU就會依車輛行進速度及所設定雷區密度，交替發射兩側及後方的地雷，當地雷在射離地雷發射罐的末端時，DCU會透過一根金屬帶帶設定地雷的自毀時間及發火準備指令，並於落地後自動成為完成發火準備地雷⁸。以地面發射車輛而言，地雷發射後會平均落至於車輛兩側25到60公尺間區域，並可以最高88KM/H速度下，將整套系統的960顆地雷於43秒內布放完畢，形成一1150公尺長、120公尺寬之雷帶⁹；以空中發射載具而言，地雷發射後會平均落至於飛行線兩側35到70公尺間區域，並可以最

6 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈M139 Volcano, VLSAS and Shielder anti-tank mine scattering systems〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元2013年2月11日。

7 雷區密度(minelfield density) — In land mine warfare, the average number of mines per meter of minefield front, or the average number of mines per square meter of minefield. In naval warfare, the average number of mines per nautical mile。美國國防部準則會電子資料庫，〈Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms〉，<http://www.dtic.mil/doctrine/jel/doddictionary/data/m/03283.html>，西元2015年3月2日。

8 完成發火準備地雷(armed mine) — A mine from which all safety devices have been withdrawn and, after laying, all automatic safety features and/or arming delay devices have operated. Such a mine is ready to be actuated after receipt of a target signal, influence, or contact.，美國國防部準則會電子資料庫，〈Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms〉，<http://www.dtic.mil/doctrine/jel/doddictionary/data/m/03283.html>，西元2015年3月2日。

9 雷帶(mine strip) — In land mine warfare, two parallel mine rows laid simultaneously six meters or six paces apart.，美國國防部準則會電子資料庫，〈Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms〉，<http://www.dtic.mil/doctrine/jel/doddictionary/data/m/03283.html>，西元2015年3月2日。

高120節速度下，將整套系統的960顆地雷於17秒內布放完畢，形成一1150公尺長、140公尺寬之雷帶。本系統具電子迴路自我檢測功能，並可於車輛中作業（裝甲保護下），可確保任務達成及人員安全。

M139 Volcano機械布雷系統後續發展輕型版本，主要設計安裝在悍馬車（High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle，HMMWV）後座及車斗上，該系統集裝架可裝納20個60公厘金屬地雷發射罐，每個地雷發射罐裝納5顆戰防雷及1顆人員殺傷雷，總計裝載100顆戰防雷及20顆人員殺傷雷，並可於1分鐘內布設一274公尺寬長、34公尺寬之雷帶。

圖三 M139 Volcano 機械布雷系統裝載於 Stormer 風暴履帶運輸車



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈M139 Volcano, VLSAS and Shielder anti-tank mine scattering systems〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元2013年2月11日。

圖四 M139 Volcano 機械布雷系統的消耗性地雷罐及其集裝架



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈M139 Volcano, VLSAS and Shielder anti-tank mine scattering systems〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 2 月 11 日。

圖五 地雷發射罐及 GATOR 短吻鱷戰防雷



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈M139 Volcano, VLSAS and Shielder anti-tank mine scattering systems〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 2 月 11 日。

二、德國 Skorpion MiWS 機械布雷系統簡介（如圖六~八所示）

Skorpion MiWS機械布雷系統，乃為德國Dynamit Nobel Defence GmbH公司專為德國陸軍作戰需求而設計生產的布雷系統（*Minenwurf system*，MiWS），始於1978年開始發展，並於1986年正式完成測試及佈署¹⁰。該系統最初稱為

¹⁰ 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Skorpion mine launching system〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 4 月 29 日。

Minenstreumittel (MSM)，並且設計為裝載於MSM-Fz車輛以及MSM-Hs直升機之布雷系統，惟因航機測試未過，故僅採車輛布設版本，作為其車載發射式布雷系統 (Vehicle Launched Scatterable Mine System, VLSMS)，並重新命名為Skorpion MiWS機械布雷系統。

Skorpion MiWS快速布雷系統裝載於M548GA1履帶運輸車後方，全裝共計有1個控制地雷發射、自毀時間、自我檢測及雷區密度之發射控制系統 (EPAG) 及6個發射單元，每個單元均安裝於一可旋轉之載台上，其中每個發射單元包含5個消耗性地雷艙，而每個地雷艙內含4個發射管，每管裝納5顆AT-2戰防雷，總計每次最大裝載量為600顆地雷；地雷艙採電池概念設計，裝填時僅需將電纜線連接於發射控制系統 (EPAG) 即可完成備用，裝填快速簡單；另每10個地雷艙可裝載於標準棧板上，裝載運輸便利且用完即棄。

作業方式與前述M139 Volcano機械布雷系統概同，亦是採全自動方式運作，操作手僅需對EPAG設定6段雷區密度 (0.1~0.6 雷數/公尺) 及自毀時間，EPAG就會依車輛行進速度及所設定雷區密度，以自動或手動方式交替發射兩側或單側的地雷，地雷發射後會平均落至於車輛兩側25公尺間區域，並可以最高20 KM/H速度下，將整套系統的600顆地雷於5分鐘內布放完畢，形成一雷區密度0.4 (雷數/公尺)、1500公尺長、50公尺寬之雷帶。本系統具電子迴路自我檢測功能，並可於車輛中作業 (裝甲保護下)，可確保任務達成及人員安全。

Skorpion MiWS快速布雷系統後續還是發展了空中布設版本，主要設計安裝在Bell UH-1D (其他直升機繼適當的修改之後亦可使用) 吊架上，其懸吊系統具有阻尼器制震，並可於15分鐘內完成安裝；該系統包含1個EPAG及2個發射單元 (2個地雷艙)，總計裝載200顆戰防雷，作業時可於離地5~15公尺空中，以最高50節速度下，將整套系統的200顆地雷於20秒鐘內布放完畢，形成一雷區密度0.4 (雷數/公尺)、500公尺長、50公尺寬之雷帶；此外，為配合瑞典陸軍的需求，Dynamit Nobel Defence GmbH公司還另外發展Skorpion-AB版本，主要設計安裝在Bv 206 全地型載具 (tracked all-terrain carrier) 聯結尾車上；該系統包含1個EPAG及4個發射單元 (4個地雷艙)，總計裝載400顆戰防雷；另一輕型空中機動版本安裝於Bv-206S輕型全地型載具，其可裝載於CH-53直升機，以便於實施快速佈署。

圖六 Skorpion MiWS 快速布雷系統裝載於 M548GA1 履帶運輸車



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Skorpion mine launching system〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 4 月 29 日。

圖七 Skorpion MiWS 快速布雷系統發射單元



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Skorpion mine launching system〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 4 月 29 日。

圖八 Bv 安裝 Skorpion-AB 之 206S 載具於 CH-53 直升機裝載情形



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Skorpion mine launching system〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 4 月 29 日。

三、法國 Minotaur 機械布雷系統簡介（如圖 9~11 所示）

法國 Minotaur 機械布雷系統，乃為法國 Nexter 公司專為法國陸軍作戰需求而設計生產的布雷系統（scatterable anti-tank minelaying system），法國陸軍共採購 20 組，於 1998 年正式完成測試及佈署。該系統最初是設計於用以快速布設雷區，以阻止敵機動及突襲¹¹。

Minotaur 快速布雷系統可裝載於多種載具，包含風暴履帶運輸車（Stormer

11 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Minotaur scatterable anti-tank minelaying system〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 8 月 5 日。

tracked carriers)、ACMAT6×6卡車及 Matenin4×4多用途載具，全裝共計有6個發射模組，每個模組均安裝於一可變俯仰角度之載台上，其中每個發射模組包含20個地雷發射罐（mine launching containers，CLM），而每個CLM內裝納5顆戰防雷，總計每次最大裝載量為600顆地雷。

作業方式與前述M139 Volcano機械布雷系統概同，亦是採全自動方式運作，操作手僅需於作業前設定雷區密度及自毀時間，系統就會依車輛行進速度及所設定雷區密度，自動交替發射兩側或單側的地雷，投射向兩側兩側300公尺間區域或後方185公尺間區域，並可將整套系統的600顆地雷於5分鐘內布放完畢，形成一2400公尺長、600公尺寬之雷帶。本系統具電子迴路自我檢測功能，並可於車輛中作業（裝甲保護下），可確保任務達成及人員安全。

圖十 Minotaur 機械布雷系統裝載於 Matenin4×4 多用途載具



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Minotaur scatterable anti-tank minelaying system〉，[http：//www.army.mil.tw/](http://www.army.mil.tw/)，西元 2013 年 8 月 5 日。

圖 10 Minotaur 機械布雷系統發射模組



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Minotaur scatterable anti-tank minelaying system〉，[http：//www.army.mil.tw/](http://www.army.mil.tw/)，西元 2013 年 8 月 5 日。

圖 11 CLM 地雷發射罐及 AC-DISP 戰防雷



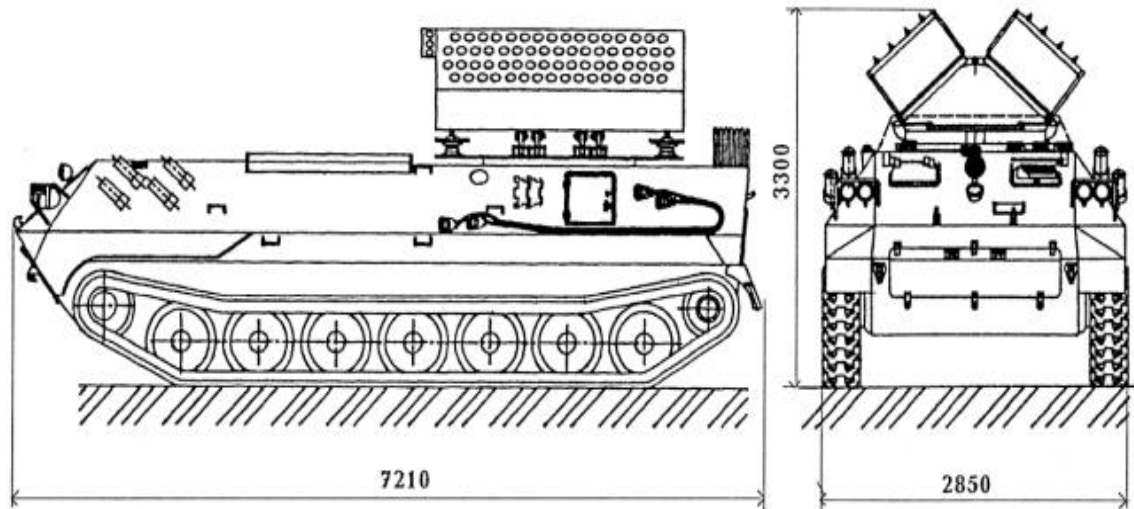
資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Minotaur scatterable anti-tank minelaying system〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 8 月 5 日。

四、烏克蘭 UMZ 機械布雷系統簡介（如圖十一~十二所示）

烏克蘭UMZ機械布雷系統，乃為烏克蘭Kriukov工廠專為烏克蘭陸軍作戰需求而設計生產的多用途布雷系統（multipurpose minelayer system），該系統最初是設計裝載於MT-Lbu通用型履帶運輸指揮車，現專為出口販售之設計改裝載於ZIL-131卡車¹²。全裝共計有6個發射組件，每個組件均安裝於可360度旋轉、俯仰50度之架台上，其中每個發射組件包含30個地雷發射罐（mine launching containers，CLM），而每個CLM內可裝納64個PFM-1、PFM-1S人員殺傷雷，或4個POM-2S 人員殺傷雷，或1個 PTM-3 戰防雷，總計每次最大裝載量為180~11520顆地雷。作業方式與前述M139 Volcano機械布雷系統概同，亦是採全自動方式運作，操作手僅需於作業前設定雷區密度及自毀時間，系統就會依車輛行進速度及所設定雷區密度，自動交替發射兩側或單側的地雷，投射向兩側及後方30~60公尺間區域，並可將整套系統的地雷於5分鐘內布放完畢，形成1~3條120~1500公尺長、60~120公尺寬之雷帶。

¹² 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈UMZ multipurpose minelayer〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 6 月 27 日。

圖十二 UMZ 機械布雷系統裝載於 MT-Lbu 通用型履帶運輸指揮車



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈UMZ multipurpose minelayer〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 6 月 27 日。

圖 13 UMZ 機械布雷系統裝載於 ZIL-131 卡車



資料來源：陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈UMZ multipurpose minelayer〉，<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 6 月 27 日。

六、小結

「機械布雷系統」發展迄今近十餘年，隨著世界各國之研究發展，已從理論進展至成熟之成品，而各國因任務及環境不同，更是各自發展出不同的「機械布雷系統」（諸元彙編表，詳如表一）。綜觀而論，因「機械布雷系統」的出現，工兵對於支援作戰部隊反機動作戰的表現，已有劃時代的進步。

表一 諸元彙編表

世界現役主要「機械布雷系統」諸元彙編表					
型式		M139 Volcano	Skorpion MiWS	Minotaur	UMZ
發展國家		美國	德國	法國	烏克蘭
使用國家		美國、英國	德國	法國、英國	烏克蘭
控制系統 諸元	雷區長度	可預先設定	可預先設定，亦可中途改變	可預先設定，亦可中途改變	可預先設定
	雷區寬度	固定	可預先設定	可預先設定	可預先設定
	雷區密度	可設定	可設定	可設定	可設定
	電子迴路自我檢測	有	有	有	無
	可依車速自動調整布放速度	有	有	有	無
	自毀時間	可設定 (4H/48H/15D)	可設定	可設定	可設定
發射系統 諸元	基座中模組數	6	6	6	6
	模組中雷倉數	2	5	--	--
	雷倉中雷罐數	20	4	20	30
	雷罐中地雷數	AP×1、AT×5 / AT×6	AT×5	AT×5	AP (PFM) ×64 / AP (POM) ×4 / AT (PTM) ×1
	總雷數	960	600	600	180/720/11520
布雷性能	雷帶長度	1150	1500	2400	120~1500
	雷帶寬度	120	最大50	最大600	最大120
	時間 (秒)	43	< 300	< 300	< 300
	人力	2	2	2	3
裝填效率	人力	8	2	8	8
	時間 (分)	30	< 10	20	60
裝載載具	空中	UH-60黑鷹運輸直升機	Bell UH-1D通用直升機	無	無
	地面	M548A1履帶運輸車、M817工兵傾卸車	M548GA1履帶運輸車	風暴履帶運輸車、ACMAT6×6卡車及Matenin4×4多用途載具	ZIL-131卡車
附註		1. AP:人員殺傷雷。 2. AT:戰防雷。			

資料來源：參考自詹氏年鑑資料庫 2015 年版及本研究彙整

未來發展趨勢

第二次世界大戰以後，地雷戰裝備得到飛速發展。現代高技術戰爭雖然以資訊和高科技武器裝備對抗為主要特徵，但決定戰爭勝負最終離不開地面作戰，而地雷戰的重要作用仍將繼續得到發揮。美軍裝甲兵中心戰鬥空間試驗室主任裏特上校在一份報告中說明「地雷與反地雷戰將構成 21 世紀部隊作戰的重要組成部分」¹³。由此而知高科技局部戰爭對地雷的作戰運用，將提出更多新的問題和更高的要求，但一方面，高新科技的應用亦給地雷戰裝備的發展注入新的活力及更多的可能。近年來地雷戰裝備已開始醞釀一場革命性的變革，其將從預先埋設於陣地前沿靜待目標到來的傳統地雷，向可隨時布撒到戰場任何部位、無人值守、向目標主動攻擊的方向發展，成為一種「短程自動反裝甲武器系統」和「遠端區域封鎖系統」，也就是所謂的「智能地雷」¹⁴。未來作戰中，地雷不再只用於被動反制步兵、反制坦克，它將發揮更廣泛、更機動靈活的作用，發展成能對直升機、低空飛行器、近海登陸工具及巡航導彈等各種威脅，主動攻擊的智慧型武器裝備。

對我軍啟示

各先進國家之所以持續開發「機械布雷系統」，其原因不外乎防禦效能上已能取代各國目前現役的傳統地雷，且地雷布放時間短，可充分彈性選擇運用時機，所需作業人員及裝備數量遠低於以往需求。由以上得知，傳統的人工布雷已無法肆應未來戰爭的節奏¹⁵；尤其是近年來國際上有關地雷的議題，首重於過去戰爭中所埋設之地雷排除的問題，因為戰爭後誤踩或誤觸地雷所造成平民的死傷，已遠遠超越了戰爭中所殺傷軍人的數量；所以在本節中，針對以上相關議題，提出各項分析，成果如下：

一、人員效益之分析

以目前雷區設置作業編組為例，全編組合計 33 至 39 員¹⁶（軍官 1 員、士官 7 員、士兵 25 至 31 員），設置一傳統雷區所需人員最少要 33 員，而相同的警戒或攻擊範圍（正面 100 公尺、縱深 100 公尺），以美國「M139 Volcano 機械布雷系統」為例，僅需要兩員士兵即可，有效精減了雷區設置作業兵力。

13 吳奇諭，〈智能地雷運用效益之研析〉《工兵學術半年刊》（燕巢），144 期，工兵學校，2014 年 4 月 1 日，1 頁。

14 東方軍事，〈信息時代的反坦克地雷〉，<http://mil.eastday.com/>，2015 年 3 月 4 日。

15 王遠倫，〈由工兵未來願景探討「2010 年共軍應急作戰（中打）」能力及我工兵因應對策〉《戰術研討會》，2008 年 12 月，2-17 頁。

16 國防部陸軍司令部印頒，《地雷戰教範》，2005 年 4 月 15 日。

二、裝備效益之分析

乙座正面 1000 公尺及縱深 100 公尺的雷區的傳統雷區設置為例（密度為 2-4-8），所需要的地雷合計 21393 顆，概計 40 車次運輸；而在相同的條件（雷區正面及縱深）下，以美國「M139 Volcano 機械布雷系統」為例，設置正面 1000 公尺及縱深 100 公尺的雷區僅需要 1 車次，960 枚地雷、縱深 200 公尺需要 2 車次，1920 枚...以此類推，正面 1000 公尺及縱深 1000 公尺的雷區，僅需要 10 車次，9600 枚地雷即可將雷區完全覆蓋在攻擊範圍之中，有效減少萬餘枚地雷使用及其所需運輸車輛的派遣。

三、時間效益之分析

設置乙座正面 1000 公尺、縱深 100 公尺雷區設置為例—總人時需要 2766 人時，而經換算後為 11.06 日/排=3.95 日/連¹⁷；若是以「M139 Volcano 機械布雷系統」作為主要設置裝備，僅需要兩員兵力及 43 秒，即可完成相同條件的雷區阻絕設置，大量縮短雷區設置時間。

四、排雷成本效益之分析

伊甸基金會曾表示：雖然設置 1 顆傳統地雷僅需要 3 美元，但排除 1 顆傳統地雷則需要 100 至 1000 美元¹⁸，且在地雷排除過程中，隨時可能會因人員、裝備等不安定之因素導致引爆，而相對伴隨著的都是對生命財產的危害。反觀機械布雷系統之地雷，均具有自毀裝置，並能設定自毀時間，任務完成後自動銷毀，無須回收及排除，有效降低地雷排除人力、物力、財力與時間等成本。

五、安全效益之分析

（一）戰時分析

機械布雷系統實施地雷布設作業時，均可於車輛中實施操作，操作人員可於載具本身裝甲保護下作業，有效提升人員戰場存活率，另機械布雷系統之地雷均具有自動完成發火準備功能，地雷於落地後數分鐘內即會執行，可免除人力完成發火準備之危險，且其課定時之自毀功能，可利用時間管制手段，控制阻絕區開閉時間，避免因任務及戰機轉換，使友軍遭我方雷區所傷。

（二）戰後（平時）分析

傳統地雷在設置時，已考慮未來撤收方式，並律定數種雷區破壞（排除）方法：爆藥破壞法、繩索破壞法、用手破壞法、機械破壞法、爆導索破壞法、

17 國防部陸軍司令部印頒，《地雷戰教範》，2005 年 4 月 15 日。

18 伊甸基金會網站，〈反地雷宣言〉，<http://www.eden.org.tw/>，2015 年 3 月 4 日。

破壞筒破壞法與應急破壞法等 7 種破壞（排除）方法¹⁹，而以上排雷法對人員及裝備均有相當程度的風險，皆需要直接面對在排除時因為程序失當而肇生的嚴重後果；「機械布雷系統」然基於人道考量，各系統可設定不同的有效時間，超過有效時間後，地雷將自動摧毀，以降低地雷殘餘風險。

六、作戰目的之分析

近年來共軍戰術戰法革新及新式登陸裝備的加入，對於我防衛作戰即造成嚴重威脅，如野牛級氣墊船²⁰（如圖十四），即可藉其高速航速，配合主力登陸部隊，遂行「岸至岸」的快速突擊登陸，直接超越灘頭陣地直指核心。此一作戰模式，已改變以往傳統登陸作戰之效程，大幅降低登陸階段後勤、指管與部隊遭受攻擊的機會²¹；為能有效因應及克制，我軍應加速研發或籌補新式阻絕裝備²²，而「機械布雷系統」之布設快速及載具機動性高等性能，相較於傳統雷區布設緩慢及運輸不易等缺點，更能有效滿足未來防衛作戰中灘岸阻絕之需求。

圖十四 中共「野牛級」氣墊船



資料來源：黃明秋，組織調整後工兵部隊編組與運用之研析，戰術研討會，2010 年 2 月，4 頁。

七、小結

藉由以上各分析成果（如表二），可以發現傳統地雷與「機械布雷系統」在各種效益之分析之後，「機械布雷系統」無論在人、裝、時、排雷成本、安全效益及作戰目的上，均較能符合我軍組織精簡、國防預算調降狀況，以及因應共軍新式裝備與戰術戰法的改變；惟「機械布雷系統」仍有其缺點存在，例如雷區時效較傳統雷區短暫，地雷（戰防雷）設計較傳統地雷小，以致主爆藥藥量

19 同註 17，附 2-12~13 頁。

20 黃明秋，〈組織調整後工兵部隊編組與運用之研析〉《戰術研討會》，2011 年 2 月，4 頁。

21 馮秋國，〈中共地效飛行器發展對兩棲登陸作戰影響之研究〉《陸軍學術月刊》，2010 年 12 月，97~99 頁。

22 曾銘義，〈從德軍「諾曼第」阻絕作為探討我防衛阻絕策進之方向〉《陸軍學術月刊》，2009 年 12 月，121 頁。

不大，使其破壞威力受限，另囿於拋射布放方式限制，其地雷無法埋於地面下，僅能散置於地面，目標明顯，較無法發揮奇襲震撼效果。然而考量未來戰爭型態將朝「小規模、高科技、高技術發展」，以致預警時間相對縮短²³，由此可見，為因應未來的戰爭，強化我軍反機動能力，發展或籌購「機械布雷系統」，實為一個有效且有利的選項。

表二 效益分析表

「機械布雷系統」使用效益分析表		
區分	傳統地雷	機械布雷系統
人員效益	較差，相同條件下(註 1)，設置一傳統雷區所需人員最少需要 33 員，人員效益低。	較佳，相同條件下(註 1)，僅需要 2 員，人員效益高。
裝備效益	較差，相同條件下(註 2)，設置一傳統雷區所需要的地雷合計 21393 顆，概計 40 車次運輸，裝備效益低。	較佳，相同條件下(註 2)，僅需 9600 枚地雷，概計 10 車次運輸，裝備效益高。
時間效益	較差，相同條件下(註 2)，設置一傳統雷區所需要總人時為 2766 人時，而經換算後為 11.06 日/排=3.95 日/連，作業時間效益低。	較佳，相同條件下(註 2)，僅需要兩員兵力及 43 秒即可，作業時間效益高。
排雷成本	較差，排除 1 顆傳統地雷則需要 100 至 1000 美元，排雷成本高。	較佳，地雷具有自毀裝置，並能設定自毀時間，任務完成後自動銷毀，無須回收及排除，排雷成本低。
安全效益	較差，設置時無裝甲防護，任務完成後須回收及排除，人員安全效益低。	較佳，設置時有裝甲防護，任務完成後自動銷毀，無須回收及排除，人員安全效益高。
作戰目的	較差，布設緩慢及運輸不易，作戰效益低。	較佳，布設快速及載具機動性高，作戰效益高。
綜合效益分析	較差	較佳
備考	註 1: 雷區正面 100 公尺、縱深 100 公尺，密度相同。 註 2: 雷區正面 1000 公尺、縱深 100 公尺，密度為 2-4-8。	

資料來源：參考自詹氏年鑑資料庫 2015 年版及本研究彙整

23 國防部陸軍司令部印頒，《陸軍作戰要綱》，1999 年 1 月 1 日，1-1 頁。

結語

未來台海戰爭中，陸軍仍是地面最後決勝武力，對陸軍而言，反制敵軍機動最有效的手段之一，就是地雷戰，惟囿於國際公約中對地雷戰的嚴格限制²⁴、國軍組織精簡下的兵力縮減，以及目前國軍現有地雷型式限制等因素，使我軍一直無法有效實施各種地雷戰演練，但台灣作戰區域小、縱深短淺、預警時間短，國軍對於敵快速登陸艦艇、氣墊船及輕型戰車等突擊威脅，少了地雷協助阻絕，一定是猝不及防。基此，為因應未來的戰爭，我們必需參考他國研發新式武器裝備的目的，以開拓我軍戰術戰法的概念，以本篇的「機械布雷系統」為例，其人員需求減少、設置時間縮短、裝備數量銳減、安全性的提升，皆是傳統地雷所無法比擬，而在其作戰的效能上更是開拓了我們的視野；雖然在近年來國防預算逐年減少的現實情況下，新式裝備的籌獲與研發必定皆有其困難性，但考量「機械布雷系統」籌購發展所需預算相對低廉，且可收反機動作戰之高效益，未來若能籌獲「機械布雷系統」，相信將可有效強化我工兵阻絕設置的能力，以滿足未來防衛作戰需求。

24 日內瓦公約中的第二議定書附件--特定常規武器公約載明，未將雷區標記和記錄，以備日後撤收或清除，被認定是一種戰爭罪；另於 1999 年的渥太華條約中聲明，禁止生產、發展、使用、儲存及買賣反人員地雷。

參考資料

一、中文書籍：

- (一) 國防部陸軍司令部印頒，《地雷戰教範》，西元 2005 年 4 月 15 日。
- (二) 國防部陸軍司令部印頒，《陸軍作戰要綱》，西元 1999 年 1 月 1 日。

二、期刊論文：

- (一) 王遠倫，〈由工兵未來願景探討「2010 年共軍應急作戰（中打）」能力及我工兵因應對策〉《戰術研討會》，西元 2008 年 12 月。
- (二) 馮秋國，〈中共地效飛行器發展對兩棲登陸作戰影響之研究〉《陸軍學術月刊》，2010 年 12 月。
- (三) 龔建強，〈中共氣墊船運用之研究〉《陸軍學術月刊》，西元 2009 年 7 月 9 日。
- (四) 曾銘義，〈從德軍「諾曼第」阻絕作為探討我防衛阻絕策進之方向〉《陸軍學術月刊》，2009 年 12 月。
- (五) 吳奇諭，〈智能地雷運用效益之研析〉《工兵學術半年刊》（燕巢），144 期，工兵學校，西元 2014 年 4 月 1 日。
- (六) 黃明秋，〈組織調整後工兵部隊編組與運用之研析〉《戰術研討會》，西元 2011 年 2 月。
- (七) Croll, Mike, History of Landmines. Pen and Sword Books, November 1998.

三、網路引用：

- (一) 美國國防部準則會電子資料庫，〈Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms〉，[http : //www.dtic.mil/doctrine/jel/doddict/data/m/03283.html](http://www.dtic.mil/doctrine/jel/doddict/data/m/03283.html)，西元 2015 年 3 月 2 日。
- (二) 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈M139 Volcano, VLSAS and Shielder anti-tank mine scattering systems〉，[http : //www.army.mil.tw/](http://www.army.mil.tw/)，西元 2013 年 2 月 11 日。
- (三) 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Skorpion mine launching system〉，[http : //www.army.mil.tw/](http://www.army.mil.tw/)，西元 2013 年 4 月 29 日。
- (四) 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈Minotaur scatterable anti-tank minelaying system〉，[http : //www.army.mil.tw/](http://www.army.mil.tw/)，西元 2013 年 8 月 5 日。
- (五) 陸軍司令部網站詹氏年鑑資料庫，〈UMZ multipurpose minelayer〉，

<http://www.army.mil.tw/>，西元 2013 年 6 月 27 日。

- (六) 維基百科，〈地雷〉，zh.m.wikipedia.org/wiki/tw，西元 2015 年 3 月 2 日。
- (七) 東方軍事，〈信息時代的反坦克地雷〉，<http://mil.eastday.com/>，2015 年 3 月 4 日。
- (八) 東方軍事，〈地雷的起源〉，<http://mil.eastday.com/>，2015 年 3 月 4 日。
- (九) 百度百科，〈反坦克地雷〉，wapbaike.baidu.com/view/139503.htm，西元 2015 年 3 月 2 日。
- (十) 伊甸基金會網站，〈反地雷宣言〉，<http://www.eden.org.tw/>，2015 年 3 月 4 日。