

研製砲兵夜間測地輔助器材提升夜間測地效能

作者：黃盈智

提要

- 一、野戰砲兵為戰鬥支援兵種，以火力支援地面部隊作戰，射擊為達成任務唯一手段。然射擊效果良窳，端賴適時獲得目標位置及精算射擊諸元，惟測定目標位置及求取射擊諸元，又以精確測地作業為根本要素。
- 二、國軍砲兵為肆應全天候作戰需求，將「夜間測地」納為野戰砲兵測地項目之一，其作業成果影響火炮射擊效果，惟目前各級砲兵部隊未配發制式夜間測地輔助器材，各單位僅能採自製方式滿足需求，規格未統一且作業成效不彰，影響戰備任務遂行。本計畫研製目的係發展制式且規格統一「夜間測地輔助器材」，期能精進砲兵夜間測地效能，提升作業速度與精度，滿足砲兵部隊夜間作戰實需。
- 三、本研究採文獻回顧法，首先探討歷年砲兵先進研究中，與本計畫主題相關書籍、文獻及網路資訊，作為策進、執行與研發作業之參據，進而說明本案之研發效益與對砲兵夜間測地之影響，最後提出綜合結論與建議。
- 四、砲兵測量裝備種類繁多，因其具備提供砲兵精確測地成果，與目標獲得裝備定位定向精確諸元之強大功能，故可遂行砲兵測地與射向賦予作業，在長達十餘年的服役中，對國軍戰力之貢獻，實有目共睹。惟於夜間測地部分，為確保其戰力不墜，砲兵部隊除落實各級保養、維護與操作要領外，理應透過各式研發作為，採性能提升方式有效發揮測量裝備之夜間作業效能，進而提升砲兵全天候作戰能力，基此，本案「砲兵夜間測地輔助器材」實為一立意良好之研究典範。
- 五、「砲兵夜間測地輔助器材」經研發驗證，具有小投資、大效益之優點，其具備通用、穩定、且便利夜間電源供應等能力，俾利砲兵部隊遂行夜間測地任務，有效提升整體作業之速度與精度。綜上，筆者提出（一）保留後續研改及擴充介面；（二）模組化、輕量化；（三）積極爭取納入軍品推廣；（四）完善後勤補保機制；（五）結合民間光電產能等 5 點建議事項。

關鍵詞：夜間測地、M2 方向盤（Aiming Circle）、全站儀（Total Station）、導線法（Traverse Survey）、前視（Fore Sight, FS）、後視（Back Sight, BS）

前言

野戰砲兵為戰鬥支援兵種，以火力支援地面部隊作戰，射擊為達成任務唯一手段。然射擊效果良窳，端賴適時獲得目標位置及精算射擊諸元，惟測定目

標位置及求取射擊諸元，又以精確測地作業為根本要素。國軍砲兵為因應全天候作戰需求，將夜間測地納為野戰砲兵測地項目之一，其作業成果影響火炮射擊效果，惟目前各級砲兵部隊未配發制式夜間測地輔助器材，各單位僅能採自製方式滿足需求，規格未統一且作業成效不彰，影響戰備任務遂行。本計畫研製目的係發展制式且規格統一「夜間測地輔助器材」，期能精進砲兵夜間測地效能，提升作業速度與精度，滿足砲兵部隊夜間作戰實需。本研究採文獻回顧法，首先探討歷年砲兵先進研究中，與本計畫主題相關書籍、文獻及網路資訊，作為策進、執行與研發作業之參據。接續，說明本案之研發效益與對砲兵夜間測地之影響，最後提出綜合結論與建議（研究架構如圖 1）。

本研究雖以徠卡、蔡司全站儀及 M2 方向盤為主要研究目標，新式全站儀獲得後，蔡司全站儀將除役，徠卡全站儀規劃轉予後備部隊運用，M2 方向盤則續為砲兵連測量班之主要裝備。基此，本案之研發成果與經驗仍可作為後續建案或相關研究之參據。

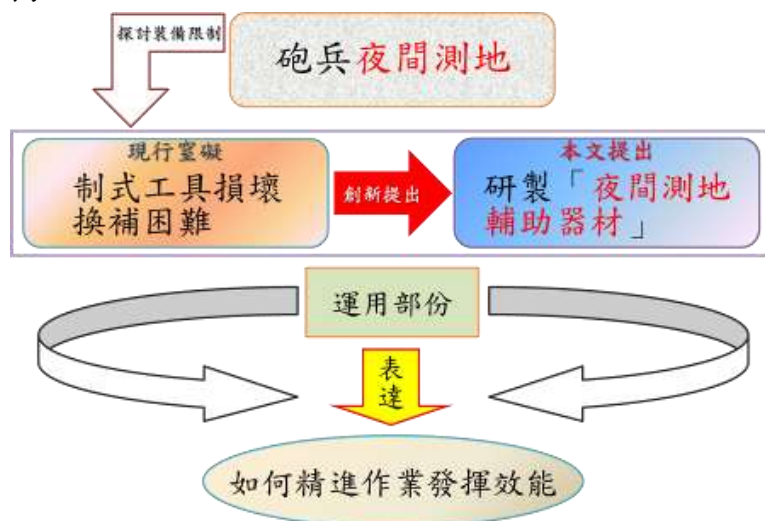


圖 1 研究架構圖

資料來源：筆者自製

砲兵夜間測地作業現況及窒礙問題

為使讀者對本研究主題具備全般概念，本研究將區分「砲兵測地裝備概述」與「作業現況及窒礙問題」等 2 部分說明。

一、砲兵測地裝備概述

國軍野戰砲兵測地裝備，依作業特性與功能別，可區分為「定位定向系統」、「測量器材」與「測量輔助（計算）器材」（如圖 2），本研究範疇為國軍砲兵現役測地裝備，包含「M2 方向盤」、「蔡司 Rec - Elta - 13 型全站儀」、「徠卡 TCRA - 705 型全站儀」及「標桿（架）與水準器」等，並針對上揭裝備（含附件）實施研發改良（如圖 2 紅色框線所示），設計通用之「砲兵夜間測地輔助器材」，進

而提升野戰砲兵夜間測地作業效能。本節茲將現行砲兵測地裝備概述如后。



圖 2 國軍砲兵測地裝備一覽圖

資料來源：筆者自製

（一）M2 方向盤

民國 68 年以前，因光學技術尚未普及，此時期之測量器材通常僅具備基本測角功能（水平角、垂直角與方位角），故稱之為「經緯儀」。方向盤（Aiming Circle）為此階段最具代表性裝備，國軍砲兵最早期係使用 M1 方向盤（圖 3），礙於裝備老舊，遂於民國 66 年起換裝 M2 方向盤（圖 4），因上揭裝備夜間作業能力有限，如運用於砲兵夜間測地作業，須額外增加人員實施測站照明，且其搭配作業之標桿無配套夜間作業輔助工具（如標桿燈），故作業精度受限且耗費時間。



圖 3 M1 方向盤示意圖

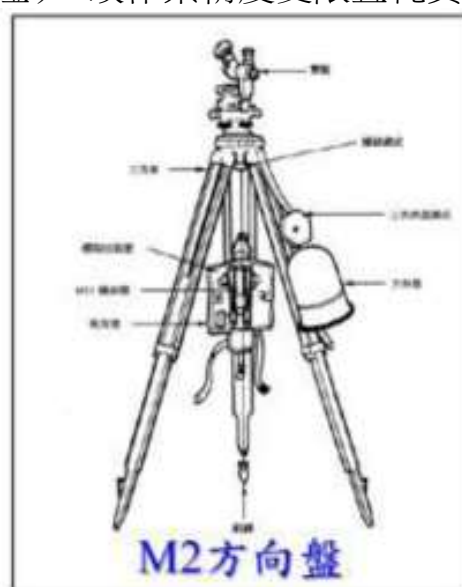


圖 4 M2 方向盤示意圖

資料來源：圖 3 引自 ARTILLERY SURVEY，(TM6-600)，11/1954，GHQ ARMY GRC，頁 34。圖 4 引自耿國慶，〈跨越「方向盤」階段，邁向「數位化」目標之研究—以美軍為例〉《砲兵季刊》（臺南），第 183 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年 11 月），頁 32。

（二）蔡司與徠卡全站儀

民國 84 年起，「全站儀」(Total Station) 已逐漸成為測量器材之主流趨勢，國軍為與時俱進，分別於民國 84 年 6 月與民國 96 年 12 月，獲得德國蔡司全站儀（圖 5①）與瑞士徠卡全站儀（圖 5②）。「全站儀」又稱為全能測量儀或電子測速儀，係整合「電子經緯儀」、「電子測距儀」、「電子計算機」及「電子記錄器」成一體之儀器，同時測量測點連線之水平角、垂直角、傾斜距離，計算水平距離、高差、測點坐標與高程，並能自動顯示讀數，儲存數據，直接輸入功能較大之電子計算機，利用周邊設備，建置圖檔資料，輸出成果。依上揭定義，國軍蔡司、徠卡等兩類裝備都應屬全站儀之範疇。此外，本時期之測量器材，其經緯儀、測距儀均捨棄原分離設計，改採「整合式」為主流，優點為有效減少視、光軸偏差。雖蔡司、徠卡全站儀均標榜內建夜視功能，惟其儀器「定心」與搭配作業之反射器並無配套夜間作業輔助工具（圖 6），造成夜間作業困難，實有研改精進之空間。



圖 5 蔡司、徠卡全站儀示意圖

資料來源：轉引自《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月），頁 2-61、頁 2-127。

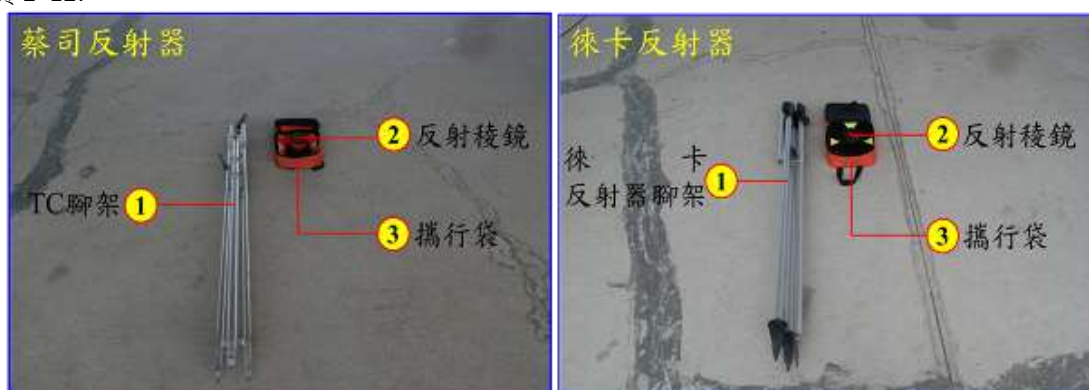


圖 6 原蔡司、徠卡全站儀配賦之反射器均無輔助夜間作業功能

資料來源：筆者自製

（三）標桿（架）與水準器

標桿（架）與水準器為砲兵測地最常使用之「測站標示器材」，惟現行標桿（架）並無調升（或調降）功能，且未具備軍用規格之「標桿燈」，可供測量人員實施夜間作業，部隊長期缺乏「制式夜測輔助工具」，須使用軍用手電筒或自製燈具因應，規格未統一且效能不彰，現行標桿（架）與水準器功能說明如次。

1.標桿：國軍砲兵部隊現用之測量標桿（如圖 7①），為兩節金屬空心圓桿合成，全長 6 英尺 6 英吋（約 1.98 公尺），由上而下漆成紅白相間之 6 等份，每等份長 1 英尺（30 公分），最下之 6 英吋（15 公分）處為鐵錐，以便插入土中，不用時，分為兩節，置於標桿套內。

2.標桿架：標桿架係支持標桿於測站上時所用之輕便三腳架，使標桿能於堅實之地面直立之（如圖 7②）。

3.標桿水準器：標桿水準器係供豎直標桿用（如圖 7③）。



圖 7 原標桿（架）與水準器無輔助夜間作業功能

資料來源：筆者自製

（四）國軍砲兵測量器材（含夜間作業能力）分析比較：國軍砲兵測量器材（含夜間作業能力）差異分析比較彙整如表 1。

表 1 國軍砲兵測量器材（含夜間作業能力）差異分析比較表

器材名稱	M2 (M2A2) 方向盤	德國 蔡司全站儀	瑞士 徠卡全站儀
撥發時間	民國 66 年	民國 84 年 6 月	民國 96 年 12 月
望遠鏡倍率	4 倍	30 倍	30 倍
測距儀型式	無	內建整體式	內建整體式
夜間測地能力	需額外增加光源，且搭配作業之標桿無配套夜間作業輔助工具。	雖儀器內建夜視功能，惟搭配作業之標桿、反射器無配套夜間作業輔助工具。	雖儀器內建夜視功能，惟搭配作業之標桿、反射器無配套夜間作業輔助工具。

測 距 模 式	無	紅外線光波	紅外線光波 與雷射測距
測 距 時 間	無	3~5 秒	3~5 秒
測 距 範 圍	無	單一稜鏡(15 公里 能見度下可測至 2,000 公尺)	單一稜鏡(紅外線 2,000 公尺;雷射 7,500 公尺)
經 緯 儀 型 式	機械式	電子式	電子式
電 池 型 式	無	鎳鎘電池	鎳氫電池
充 電 時 間	無	6 小時	4 小時
角 度 顯 示 單 位	密位	密位、度分秒、 度小數、400 級	密位、度分秒、 度小數、400 級
垂 直 角 類 型	高低角	高低角 天頂角	高低角 天頂角
角 顯 示 精 度	0.5 密位	0.1 秒	1 秒
補 償 器 (與 範 圍)	無	有，單軸補償 (± 2 分 40 秒)	有，雙軸補償 (± 4 分)
儲存與計算功能	無	1,000 筆	10,000 筆以上
定 心 方 式	垂球	光學 與垂球	光學為主
鏈 結 定 位 定 向 系 統	不可	可	可
整 置 時 間	3 分 30 秒	2 分 30 秒	2 分鐘
數 量	2,290 套	91 套	85 套

資料來源：參考《陸軍野戰砲兵測地訓練教範(上冊)》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月)，頁 2 - 14~頁 2 - 172。

二、作業現況及窒礙問題

國軍砲兵夜間測地有別於一般測地作業，因視線不佳致縮短覘視距離，極易產生誤差，加上夜間通信連絡不易，作業相對困難。另原配發之夜間測地測輔助器材(如標桿燈等)因逾壽期，均損壞殆盡，部隊長期缺乏制式工具，須使用軍用手電筒或自製燈具因應，規格未統一且效能不彰、品質良莠不齊且通用性欠佳，亦無法適用全軍測量裝備。本節茲將部隊因未具備夜間測地測輔助器材，所肇生之作業窒礙問題，歸納為「夜間測量裝備定心困難」、「夜間測地標定目標不易」與「夜間無法有效調整器材(覘標)高度」等 3 項(窒礙問題彙整說明如表 2)。

表 2 夜間測地窒礙問題彙整說明表

窒礙問題 區分	夜間測量裝備「定心」困難	夜間測地「標定目標」不易	夜間無法有效「調整器材(觚標)高度」
說明	國軍現行測量裝備定心方式區分為「垂球定心」與「光學定心」等 2 種，惟上述方法僅適用於晝間作業。	夜間作業因視線不良，測量人員操作裝備瞄準標桿時，須懸掛「軍用手電筒」或「自製燈具」作為「標桿燈」之替代方案；瞄準反射器時，則須額外增加人員實施反射稜鏡照明。	夜間作業時，因視線不佳，致無法有效量取及調整器材（觚標）高度。
影響	夜間實施「定心」作業時，因視線受限，故須額外增加人員實施測站照明，影響測地作業時效與品質。	1.現行以「軍用手電筒」或「自製燈具」作為「標桿燈」之替代方案，將導致標定目標過大(軍用手電筒之光源外徑 4.5 公分)，容易令測量人員產生作業標定誤差。 2.因照明用手電筒光度不足，容易令測量人員產生作業標定誤差。	間接造成高程誤差

資料來源：筆者自製

(一) 夜間測量裝備「定心」困難：舉凡測量器材作業之初，均須運用特定方式將儀器中心位置精確對正某一測點，吾人稱之為「定心」或「對正測站」（國軍各式測量裝備定心方式如圖 8、表 3）。現行 M2 方向盤與蔡司、徠卡全站儀等主要測量裝備，前者係使用「垂球定心¹」，後二者係使用「光學定心²」；惟不論使用種方式定心，於晝間作業時均不影響工作執行；惟夜間作業時，因視線受限，故須額外增加人員實施測站照明，影響測地作業時效與品質（國軍各式測量裝備晝、夜間定心作業對照如圖 9~圖 11）。

1「垂球定心」成本低廉、結構簡單，係運用「物理」原理，直接將垂球懸掛於器材中心位置，用以對正測站。

2「光學定心」係運用「光學原理」設計，不受強風或地形影響定心精度，為現階段測量器材廣泛採用，其限制為作業環境務須光源充足，當夜間視線受限時，則較不適用此法。

名稱：M2方向盤
定心方式：垂球定心



名稱：徠卡全站儀
定心方式：光學定心



名稱：蔡司全站儀
定心方式：光學定心



圖 8 國軍各式測量器材與其定心方式

資料來源：筆者自製

表 3 國軍各式測量裝備定心方式比較

項 目	垂 球	光	學
測 量 裝 備	M 2 方 向 盤	蔡 司 全 站 儀	徠 卡 全 站 儀
特 點	成本低廉、結構簡單，係運用「物理」原理，直接將垂球懸掛於器材中心位置，用以對正測站（如圖 9）	係運用「光學原理」設計，不受強風或地形影響定心精度，為現階段測量器材廣泛採用（如圖 10）。	係運用「光學原理」設計，不受強風或地形影響定心精度，為現階段測量器材廣泛採用（如圖 11）。
限 制 （夜間作業）	1.易受強風影響定心作業。 2.易受操作者單一視覺方向誤導，致錯估垂球位置，造成定心誤差。 3.垂球體積小，容易因保管不當或於野外作業不慎遺失。 2.夜間作業時，因視野受限，故須額外增加人員實施測站照明。	1.晝間作業無限制 2.夜間作業時，因視野受限，故須額外增加人員實施測站照明。	1.晝間作業無限制 2.夜間作業時，因視野受限，故須額外增加人員實施測站照明。

資料來源：黃盈智，〈M2 方向盤光學定位鏡組研發介紹與運用〉《砲兵季刊》（臺南），169 期，砲訓部，頁 3。



圖 9 M2 方向盤晝、夜間定心差異比較
資料來源：筆者自製



圖 10 蔡司全站儀晝、夜間定心差異比較
資料來源：筆者自製



圖 11 徠卡全站儀晝、夜間定心差異比較
資料來源：筆者自製

(二) 夜間測地「標定目標」不易：野戰砲兵測地作業三要素，為量測「水平角³」、「垂直角⁴」與「距離⁵」等諸元，為力求作業精確，測量人員須操作測量裝備（儀器），並將其視準軸中心（即儀器望遠鏡內十字刻畫線之中心，如圖 12）瞄準目標（標桿或反射稜鏡中心位置），上述動作看似簡單，實則需要嚴格訓練，方能成為一位合格測量人員。晝間作業因視野良好，瞄準標桿時，須將十字刻畫中心標定標桿之中央位置；瞄準反射器時，則須標定反射稜鏡中央（如圖 13）。惟夜間作業因視線不良，瞄準標桿時，須懸掛「軍用手電筒」或以「自製燈具」作為「標桿燈」之替代方案；瞄準反射器時，則須額外增加人員實施反射稜鏡照明（如圖 14），上揭 2 種方法，前者因標定目標過大（軍用手電筒之光源外徑達 4.5 公分，如圖 15）；後者則因照明用手電筒光度不足，均容易致測量人員產生作業標定誤差（圖 16）。

(三) 夜間無法有效「調整器材（覘標）高度」：砲兵測地作業中，器材與覘標高度對高程測量的影響甚鉅，⁶晝間作業時，測量人員可使用捲尺實際量測器材與覘標高度，作為高程計算之依據（如圖 17）；惟夜間作業時，因視線不佳，致無法有效量取並調整器材（覘標）高度（圖 18），間接造成高程誤差。

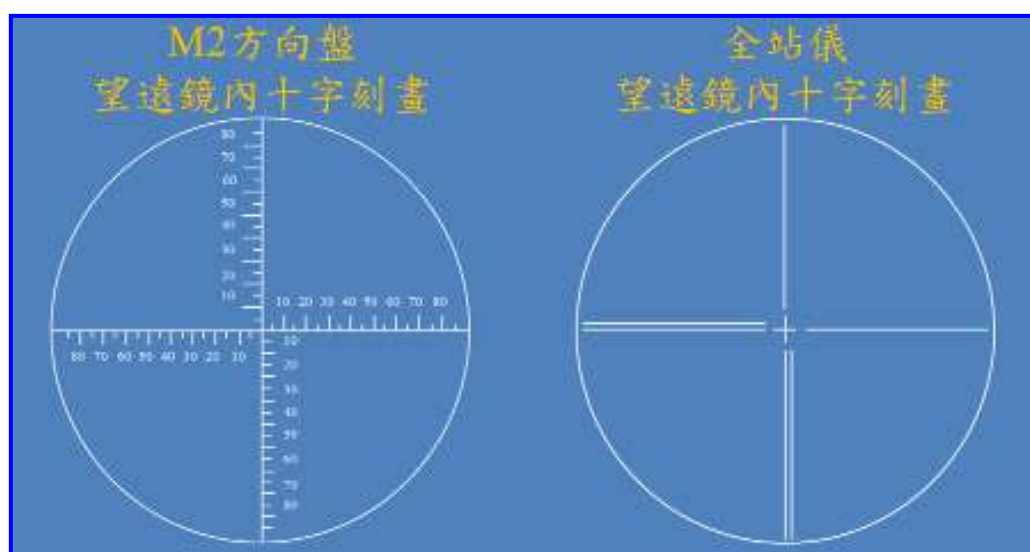


圖 12 M2 方向盤與全站儀望遠鏡內十字刻畫示意圖

資料來源：筆者自製

- 3 在器材視軸之水平面上，以測站為頂點，測量其他二點間之夾角，即為「水平角」，通常按順時針方向測量。
- 4 垂直角區分為「天頂角」與「高低角」等 2 種類型，天頂角係以地心與測站連線向上延伸入天頂之方向為 0 軸，與器材視軸至覘視點連線所成之垂直夾角；高低角則為器材視軸中心至覘視點之連線，與器材視軸水平面所成之垂直夾角，謂之「高低角」，在水平面上者為正，以下為負。
- 5 平面或球面上任意 2 點間之長度，謂之距離，亦區分為「水平距離」與「傾斜距離」等 2 種。砲兵測地係屬小區域之平面測量，故通常使用（或測量）「水平距離」。
- 6 「器材高」係由測量器材之水平視軸至測站之地面或樁頂之垂直距離；「覘標高」則為測定高低（天頂）角時，對覘標之覘視點至覘標所在地面或樁頂之垂直距離。上揭 2 者對於高程作業（或計算）結果影響甚鉅，故應於作業前明確訂定之。



圖 13 晝間標定標桿與反射稜鏡示意圖

資料來源：筆者自製



圖 14 夜間標定標桿與反射稜鏡示意圖

資料來源：筆者自製



圖 15 以「軍用手電筒」替代「標桿燈」易產生作業誤差

資料來源：筆者自製



圖 16 手電筒照明反射稜鏡光度不足，夜間難以辨識

資料來源：筆者自製



圖 17 晝間使用捲尺量取器材與覘標高度示意圖

資料來源：筆者自製



圖 18 夜間使用捲尺量取器材與覘標高度示意圖

資料來源：筆者自製

解決方案與預期目標

為有效解決國軍現行夜間測地所面臨窒礙問題，研擬精進砲兵夜間測地作業之具體方案，本研究創新研發「砲兵夜間測地輔助器材」，提出「以雷射取代垂球、光學定心」、「以特製燈具取代軍用手電筒」及「以可升降式腳架（與標桿）取代傳統儀器腳架（與標桿）」等 3 項解決方案（窒礙問題與解決方案如圖 19），進而達成「提升夜間測地坐標與方位精度」與「減少高程誤差」等目標（精進內容與預期目標如圖 20）。

研發案名稱：砲兵夜間測地輔助器材	
窒礙問題	解決方案
夜間定心困難	以「雷射」取代「垂球、光學」定心
夜間標定不易	以「特製燈具(符合軍事規格)」取代「軍用手電筒」
無法調整器材與覘標高度	- 以「可升降式腳架」取代傳統儀器腳架 - 以「可升降式標桿」取代傳統標桿

圖 19 砲兵「夜間測地」窒礙問題與解決方案

資料來源：筆者自製

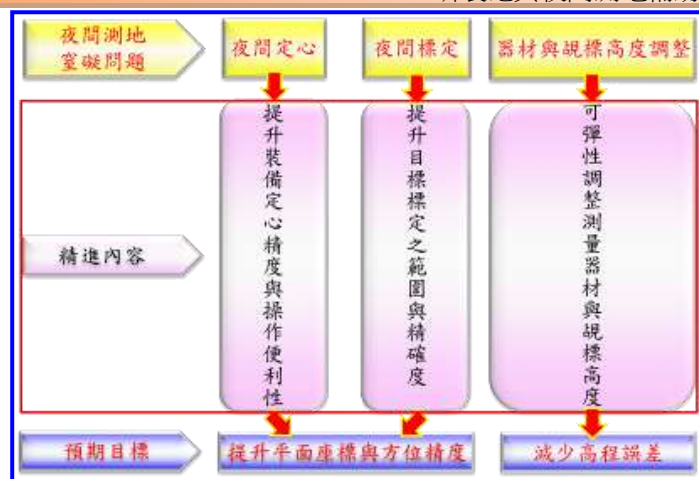


圖 20 砲兵夜間測地精進內容與預期目標

資料來源：筆者自製

一、以「雷射」取代「垂球、光學」定心：現行 M2 方向盤與蔡司、徠卡全站儀等主要測量裝備，分別使用「垂球」與「光學」等方式定心，上揭方法於夜間作業時，均因視線受限，故須額外增加人員實施測站照明，影響測地作業時效與品質。本研究運用雷射光源不受環境、天候影響，於夜間仍清晰可見之特性（如圖 21），研擬以「雷射定心」取代現行「垂球與光學定心」，進而提升測量裝備定心精度、操作便利性及節省人力。

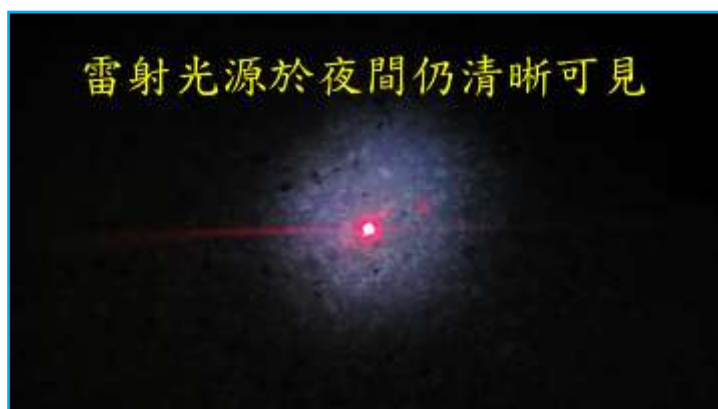


圖 21 「雷射光源」具備於夜間仍清晰可見之特性

資料來源：筆者自製

二、以「特製燈具（符合軍事規格）」取代「軍用手電筒」：為解決夜間測地因作業視線不良，致標定目標不易的問題，本研究研擬製作符合軍事規格之「標桿燈」與「反射稜鏡燈」，作為現行部隊須懸掛「軍用手電筒」或以「自製燈具」因應之改進方案（如圖 22）；除符合軍事規格（防水、防塵）可全天候作業外，亦可有效解決原「標定目標過大」與「照明燈光不足」等問題，減少測量人員標定誤差，進而提升夜間目標標定範圍與精確度。



圖 22 現行部隊須懸掛「軍用手電筒」或以「自製燈具」因應

資料來源：牛彥凱，〈提升砲兵觀測所夜間標定設備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 177 期，砲訓部，民國 106 年 06 月，頁 3。

三、以「可升降式腳架與標桿」取代「傳統儀器腳架與標桿」：夜間測地作業因視線不佳，致無法有效量取及調整器材（覘標）高度，本研究研擬設計可調升（調降）之儀器腳架與標桿（架），作為解決方案（如圖 23~圖 24）。新式腳架與標桿（架）除可彈性調升（調降）高度外，亦可通用國軍現役測量裝備，加上不受天候與環境限制，可有效消弭高程誤差與提升作業精度。



圖 23 本研究研擬設計可調升（調降）之新式儀器腳架

資料來源：筆者自製



圖 24 本研究研擬設計可調升（調降）之新式標桿（架）

資料來源：筆者自製

研製砲兵夜間測地輔助器材

本研究為解決國軍現行夜間測地所面臨之窒礙問題，創新研發出砲兵夜間測地輔助器材，並以運用範圍廣、使用壽限長之光學元件為主要研究目標。隨著科技日新月異，目前現貨市場發展出多款體積小、重量輕、亮度高之光學組件，可依據國軍各式測量裝備之機械結構與作業能力需求，考量不破壞裝備結構且便於夜間操作之便利性，達成提升夜間測地作業效能之目標。本節主要區分「研發期程與規劃」、「各部名稱與功能介紹」、「裝備操作運用」與「綜合結論」等 4 大部分。

一、研發期程與規劃：研製案採委商研製方式，研製期程為 1 年，首先依據現有資源、人力及考量任務執行期間，擬定三階段之作業流程與各階段時間管制節點。區分第一階段，以「砲兵夜間測地輔助器材」規格、功能規範研討與訪商洽談製圖為主（如圖 25），期使研發品項能發揮預期效益。其次，於第二階段，個別訂定成品初步測試、製作缺失研討與裝備驗收測試等項目為階段目標。最後，為使後續之成果推廣有利，於第三階段中將「砲兵夜間測地輔助器材」廣泛提供砲訓部受訓班隊學員生，於相關課程中操作使用，從中獲得具體之操作建議與改進意見回饋。綜上，依全案三階擬定之作業內容繪製甘特圖⁷（如

7 甘特圖（英語：Gantt chart）是橫條圖的一種流行類型，也稱為條狀圖（Bar Chart），係由亨利·甘特於 1910 年

圖 26)，俾利控管研發任務之執行進度。



圖 25 「砲兵夜間測地輔助器材」研製設計圖（單位：公厘）

資料來源：研製廠商提供

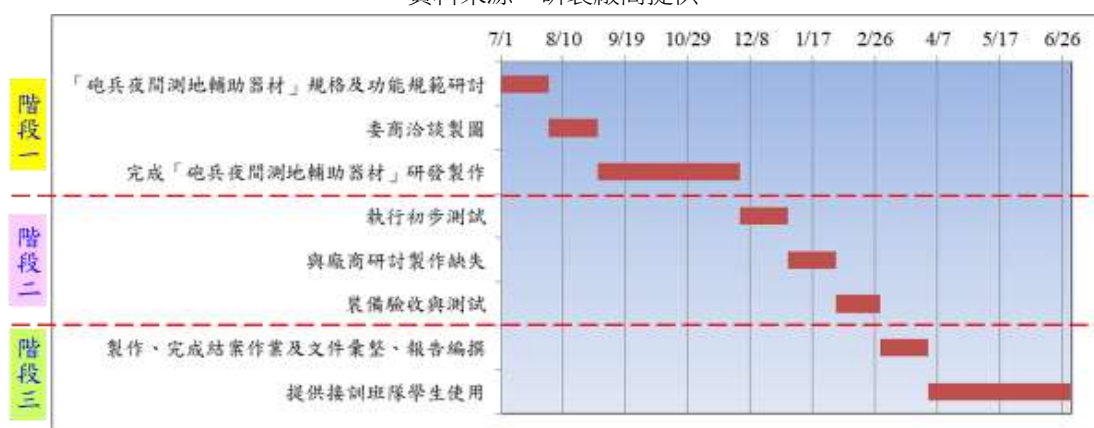


圖 26 甘特圖

資料來源：筆者自製

二、各部名稱與功能介紹：本案之研發成果「砲兵夜間測地輔助器材」，係由「通用型儀器腳架 1 具」、「雷射求心基座 1 個」、「標桿(架)及標桿燈 2 套」、「反射稜鏡燈 2 套」、「M2 方向盤連接器 1 個」與「攜行箱 1 個」等六大部分組成（如圖 27 至圖 33），說明如次。

（一）通用型儀器腳架：由鋁合金材質打造，具重量輕、攜行方便等特點，其設計概念為整合國軍現役 M2 方向盤、蔡司與徠卡全站儀等儀器腳架，並增加

開發，其內在思想簡單，基本為一條條圖，橫軸表示時間，縱軸表示活動（項目），線條表示在整個期間上計劃和實際活動完成情況。其直觀地表明任務計劃於何時進行，及實際進展與計劃要求之對比。資料來源：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/>。

安全鍊條，防止操作失慎造成儀器傾倒，另新增架頭調升（調降）功能，可依作業需求快速調整器材高度，「通用型儀器腳架」各部名稱與功能說明如圖 27、表 4。

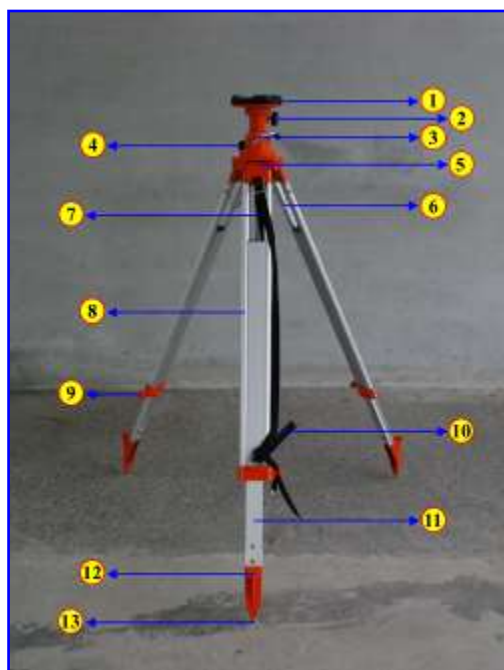


圖 27 「通用型儀器腳架」示意圖

資料來源：筆者自製。

表 4 「通用型儀器腳架」各部名稱與功能說明表

項次	名稱	功能說明
1	升降式架頭與護蓋	升降式架頭之功能為承載雷射求心基座與各式測量儀器，另可依作業需求快速調整器材高度（高度升降範圍為 110~220 公分）；架頭護蓋則可保護架頭使其避免碰撞。
2	本體緊定螺	目的為使「雷射求心基座」與「升降式架頭」完成緊密結合，順時針旋轉為緊定；逆時針則反之。
3	架頭升降手把	作用為調整架頭高度，順時針轉動手把可升高架頭；逆時針則反之。
4	架頭固定螺	使用「架頭升降手把」將「架頭」調整至固定高度後，需順時針旋緊「架頭固定螺」，防止架頭鬆動，以確保儀器作業穩定。
5	腳架連接器	作為「架頭」與「上、下腳架」間之連接裝置。
6	安全鍊條	合計使用 3 條安全鍊條，目的為將上腳架採等間距連結，避免野外作業時，因人為疏失或強風吹襲而造成腳架傾倒。
7	背帶	作為野外變換測站時攜行或背負腳架用途。

8	上腳架	為鋁合金材質，區分為上、下腳架，以作為高度調整用途。
9	腳架緊定螺	調整上、下腳架至固定高度後，作為腳架緊定、防傾倒用途。
10	束帶	作為野外變換測站時固定腳架用途。
11	下腳架	為鋁合金材質，區分為上、下腳架，以作為高度調整用途。
12	踏板	於泥土地上整置腳架後，應採順時針方式，依序將踏板用力採踏，直至腳尖沒入土中，以穩固腳架，避免遭強風吹襲而損壞測量儀器。
13	鋁質腳尖	作為插入土中，以穩固腳架用途。

資料來源：筆者自製

（二）雷射求心基座：由鋁合金材質打造，其中心部位新增雷射定心功能，運用雷射光源不受環境、天候影響，於夜間仍清晰可見之特性，以「雷射定心」取代現行垂球與光學定心，「雷射求心基座各部名稱與功能說明如圖 28、表 5。

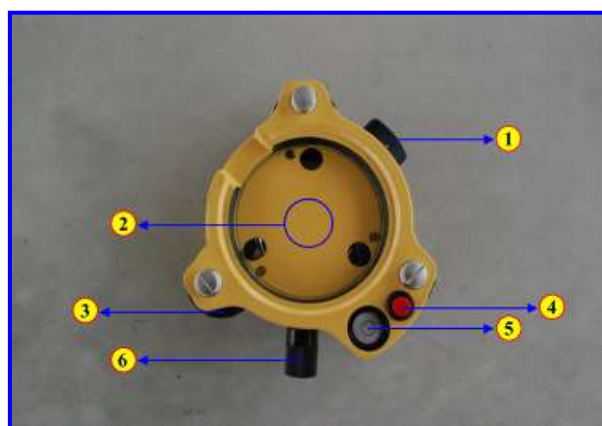


圖 28 「雷射求心基座」示意圖

資料來源：筆者自製

表 5 「雷射求心基座」各部名稱與功能說明表

項次	名稱	功能說明
1	本體結合螺	測量儀器本體安置於求心基座上方後，作為固定、防止鬆脫用途，順時針旋轉為緊定，逆時針則反之。
2	雷射對中器	即雷射光源產生器，其產生之可見光源外徑小於 1 公厘，於晝、夜間均得適用，可精確對正地面測站，減少測量儀器定心誤差。
3	水平調整螺	合計 3 處，作為居中「圓形水準氣泡」或調整測量儀器水平用途。
4	雷射開關	即雷射光源開關，按壓後即可於基座中心底部，產生一雷射光源，據此對正地面測站（定心）。

5	圓形水準氣泡	搭配「水平調整螺」可作為測量儀器之定平（維持水平）用途。
6	電池座與電池	安裝市售 4 號電池 1 顆，可連續使用 2 小時（含）以上，操作人員可自行實施電池更換。

資料來源：筆者自製

（三）標桿（架）及標桿燈：由鋁合金材質打造，具重量輕、攜行方便等特點，本案研製標桿除可結合「標桿燈」或「反射稜鏡」等配件外，亦新增高度調整功能，可依作業需求彈性調整規標高度，「標桿（架）及標桿燈」各部名稱與功能說明如圖 29、圖 30、表 6、表 7。

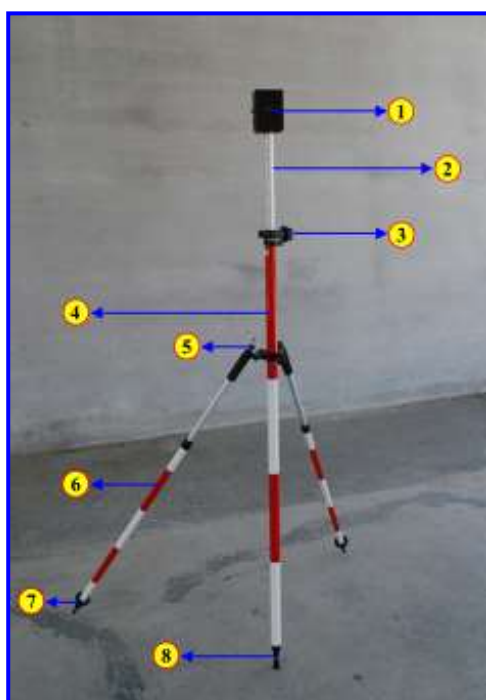


圖 29 「標桿（架）及標桿燈」示意圖

資料來源：筆者自製

表 6 「標桿（架）及標桿燈」各部名稱與功能說明表

項次	名稱	功能說明
1	標桿燈與結合座	標桿頂端為之結合座，可作為結合標桿燈（或反射稜鏡）用途。
2	標桿本體（內部）	標桿本體係由內、外兩截式組成，內部標桿由鋁合金材質打造，並具備高度刻畫註記（最小刻畫單位為 1 公厘），可依使用需求快速調整標桿（規標）高度（高度升降範圍為 110~216 公分）。
3	固定螺與圓形水準器	順時針將緊定螺旋緊，即可固定標桿高度，逆時針鬆開緊定螺，即可調整標桿高度。圓形水準器則作為維持標桿水平並垂直地面測站用途。

4	標桿本體（外部）	標桿本體係由內、外部兩截式組成，外部標桿由上而下漆成紅白相間之 4 等份，每等份長 1 英尺（30 公分）。
5	伸縮握把	以拇指下壓「伸縮握把」即可調整「標桿腳架」長度；鬆開「伸縮握把」即可固定「標桿腳架」長度。
6	標桿腳架	可由「伸縮握把」調整「標桿腳架」長度，據以居中圓形水準器，確保標桿維持水平並垂直地面測站。
7	踏板與腳尖	於泥土地上整置腳架後，應採順時針方式，依序將踏板用力採踏，直至腳尖沒入土中，以穩固腳架，避免遭強風吹襲而損壞測量儀器。
8	鐵錐	作為插入土中或對正測站用途。

資料來源：筆者自製



圖 30 「標桿燈本體」示意圖

資料來源：筆者自製

表 7 「標桿燈本體」各部名稱與功能說明表

項次	名稱	功能說明
1	標桿燈本體	由鋁合金材質打造（符合 IP65 等級 ⁸ ），正面採十字縷空設計並搭配夜間螢光標記，以利標桿燈內部光源投射及測量人員實施夜間標定，另可依夜

8 防護等級認證（International Protection Marking, IEC 60529）亦稱作異物防護等級（Ingress Protection Rating）或 IP 代碼（IP Code）。有時候也被叫做「防水等級」「防塵等級」等，定義了機械和電子設備能提供針對固態異物侵入（包括身體部位如手指，灰塵，砂礫等），液態滲入，意外接觸有何等程度的防護能力。資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/>。

		間測地需求，彈性調整光源亮度與顏色，共具備紅、橙、藍、綠與全亮等 5 種燈光模式可供選擇。
2	夜間螢光標記	標示光源投射部位上、下、左、右各一，作為夜間標定輔助，以利測量人員快速尋獲目標。
3	連 接 器	可結合於標桿結合座，作為連結「標桿燈」與「標桿」用途。
4	電 池 蓋 轉 螺	合計六處，順時針旋轉為緊定，逆時針旋轉則反之，作用為緊定電池蓋及保護標桿燈內部零件。 「標桿燈」供電需求為安裝市售 3 號電池 3 顆，可連續使用 2 小時（含）以上，操作人員可自行實施電池更換。
5	電 池 蓋	作為防水、防塵及保護標桿燈內部零件用途。
6	燈光模式轉換鍵	本案研發之「標桿燈」共具備紅、橙、藍、綠與全亮等 5 種燈光模式可供選擇。
7	電 源 開 關	可開啟或關閉標桿燈光源。

資料來源：筆者自製

（四）反射稜鏡燈：反射稜鏡燈簡稱「稜鏡燈」，係由鋁合金材質打造，具重量輕、攜行方便與通用性佳等特點，可適用國軍蔡司、徠卡全站儀配賦之反射稜鏡，「稜鏡燈」正面採隱藏式光源設計並搭配夜間螢光標記，兼顧夜間敵情顧慮及便於測量人員實施夜間標定，另可依夜間測地需求，彈性調整光源亮度與顏色，共具備紅、橙、藍、綠與全亮等 5 種燈光模式可供選擇，「反射稜鏡燈」各部名稱與功能說明如圖 31、表 8。

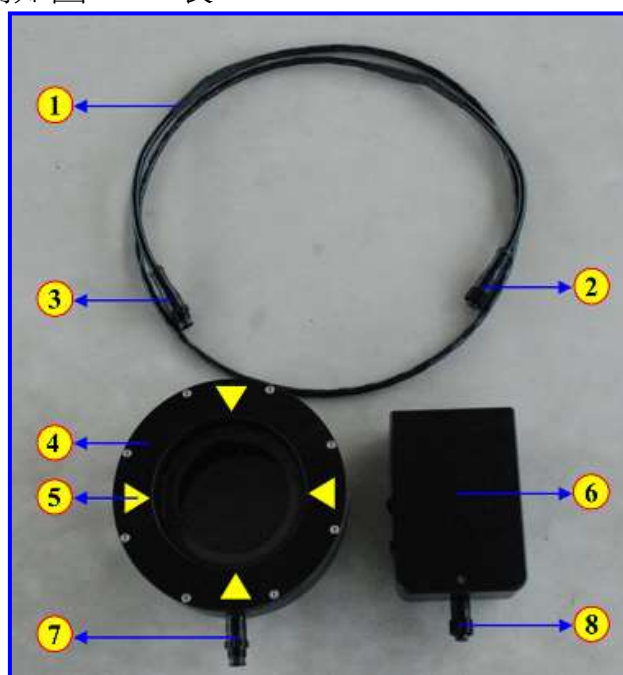


圖 31 「反射稜鏡燈」示意圖

資料來源：筆者自製

表 8 「反射稜鏡燈」各部名稱與功能說明表

項次	名稱	功能說明
1	電源纜線	連接「電池盒」與「稜鏡燈本體」之傳輸纜線，作為電源供應用途。
2	纜線接頭 1	連接至「稜鏡燈本體」之「纜線接頭 A」，作為電源供應用途。
3	纜線接頭 2	連接至「電池盒」之「纜線接頭 B」，作為電源供應用途。
4	稜鏡燈本體	由鋁合金材質打造（符合 IP65 等級 ⁹ ），正面採隱藏式光源設計並搭配夜間螢光標記，兼顧夜間敵情顧慮及便於測量人員實施夜間標定，另可依夜間測地需求，彈性調整光源亮度與顏色，共具備紅、橙、藍、綠與全亮等 5 種燈光模式可供選擇。
5	夜間螢光標記	標示光源投射部位上、下、左、右各一，作為夜間標定輔助，以利測量人員快速尋獲目標。
6	電池盒	「稜鏡燈」供電需求為安裝市售 3 號電池 3 顆，可連續使用 2 小時（含）以上，操作人員可自行實施電池更換。另電池盒之左、右側分別為「燈光模式轉換鍵」與「電源開關」。
7	纜線接頭 A	與「電源纜線」之「纜線接頭 1」實施連結，作為電源供應用途。
8	纜線接頭 B	與「電源纜線」之「纜線接頭 2」實施連結，作為電源供應用途。

資料來源：筆者自製

（五）M2 方向盤連接器：「M2 方向盤連接器（如圖 32）」主要由黃銅與鋁合金材質打造（避免影響 M2 方向盤磁針運作），用途為結合於 M2 方向盤底座，使其亦得適用「雷射求心基座」。



圖 32 「M2 方向盤連接器」示意圖

資料來源：筆者自製

⁹ 同註 10。

(六) 攜行箱：符合 IP65 等級之強固式攜行箱（如圖 33），長距離運動或長時間不使用時，作為裝運器材之用途。內含塑膠護墊與防震泡棉，標桿（稜鏡）燈本體放入後具避震作用，置於攜行箱內之物品，可承受之墜落高度約為 76 公分。



圖 33 攜行箱示意圖

資料來源：筆者自製

三、裝備操作運用：「砲兵夜間測地輔助器材」裝備操作區分為「安裝」及「夜間測地作業實施」等 2 部分，說明如次。

(一) 安裝：「砲兵夜間測地輔助器材」之安裝，可區分為「M2 方向盤與連接器」、「通用型儀器腳架與雷射求心基座」、「標桿（架）與標桿燈」、「反射稜鏡燈」等 4 項。

1. M2 方向盤與連接器

(1) 備妥「M2 方向盤本體」與「連接器」（如圖 34①），以左手開啟 M2 方向盤本體底部之護蓋，再以右手持「連接器」並對正螺孔位置（如圖 34②）。



圖 34 M2 方向盤與連接器安裝要領（一）

資料來源：筆者自製。

(2) 順時針旋轉連接器（如圖 35③），直至連接器轉螺與 M2 方向盤本體底部螺孔完成緊密結合（如圖 35④），即完成安裝。



圖 35 M2 方向盤與連接器安裝要領（二）

資料來源：筆者自製

2. 通用型儀器腳架與雷射求心基座（以 M2 方向盤為例）

（1）備妥「通用型儀器腳架」與「雷射求心基座」（如圖 36①）。

（2）將腳架調整至固定高度後，概略置於測站上方，並取下架頭護蓋（如圖 36②）。



圖 36 通用型儀器腳架與雷射求心基座安裝要領（一）

資料來源：筆者自製

（3）將「雷射求心基座」置於架頭，順時針旋緊「本體緊定螺」，並開啟「雷射開關」（如圖 37③），接續，鬆開「架頭固定螺」，轉動「架頭升降手把」調整架頭高度，完成後旋緊「架頭固定螺」，防止架頭鬆動（如圖 37④）。



圖 37 通用型儀器腳架與雷射求心基座安裝要領（二）

資料來源：筆者自製

（4）測手移動腳架，確使「雷射求心基座」產生之光源對正地面測站（如圖 38⑤），並以順時針方式踩踏腳架踏板直至腳尖沒入土中，接續，調整腳架高度居中「雷射求心基座」之圓形水準氣泡。最後，取出 M2 方向盤本體（須完成

連接器安裝)，由上而下至置「雷射求心基座」上方後，順時針緊定「本體結合螺」(如圖 38⑥)。



圖 38 通用型儀器腳架與雷射求心基座安裝要領 (三)

資料來源：筆者自製

(5) 調整 M2 方向盤水平調整螺，居中「管形水準氣泡」(如圖 39⑦)，並將各部分劃歸零後，即完成器材整置 (如圖 39⑧)。



圖 39 通用型儀器腳架與雷射求心基座安裝要領 (四)

資料來源：筆者自製

(6) 國軍現役蔡司、徠卡全站儀均可依上揭要領，使用本案研發之「通用型儀器腳架」與「雷射求心基座」實施夜間測地作業 (如圖 40)。



圖 40 蔡司與徠卡全站儀亦適用於通用型儀器腳架與雷射求心基座

資料來源：筆者自製

3.標桿（架）與標桿燈

（1）備妥「標桿」、「標桿架」與「標桿燈」（如圖 41①），完成「標桿」與「標桿架」組裝結合，並將標桿鐵錐（即底部尖端）置於測站上方，接續，踩踏踏板直至腳尖沒入土中，最後，按壓「伸縮握把」調整腳架長度並居中圓形水準氣泡（如圖 41②）。



圖 41 標桿（架）與標桿燈安裝要領（一）

資料來源：筆者自製

（2）取出「標桿燈」，由上而下順時針旋轉，將標桿燈底部之「連接器」與標桿頂端之「結合座」，完成緊密結合（如圖 42③），接續，逆時針旋鬆標桿「固定螺」，將其內部標桿調整至所望高度後，順時針緊定「固定螺」，即完成「標桿（架）」與「標桿燈」整置（如圖 42④）。

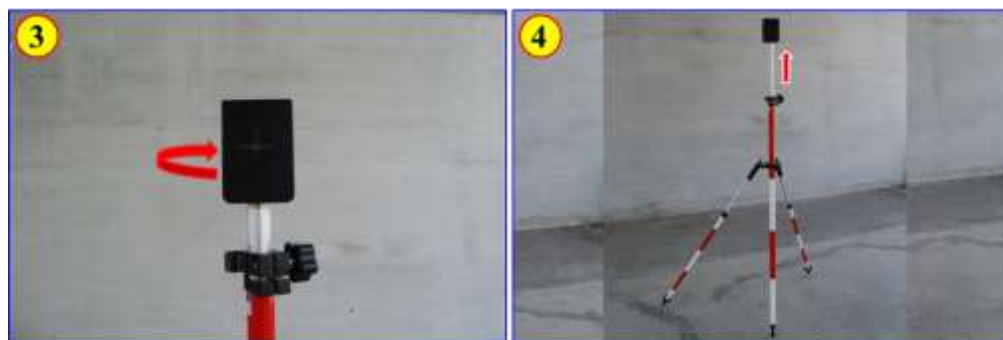


圖 42 標桿（架）與標桿燈安裝要領（二）

資料來源：筆者自製

（3）開啟標桿燈右側「電源開關」，並按壓左側「燈光模式轉換鍵」，即可實施燈光顏色轉換，本案研發之「標桿燈」，共具備紅、橙、藍、綠與彩色等五種燈光模式可供選擇（如圖 43）。



圖 43 「標桿燈」燈光模式示意圖
資料來源：筆者自製。

4. 反射稜鏡燈

(1) 蔡司全站儀反射器

A. 依野戰砲兵測地訓練教範第四節第二款「器材操作」，完成「蔡司全站儀反射器」整置（如圖 44①）；B. 將「稜鏡燈本體」佩掛於「反射稜鏡」上方，並順時針旋緊「稜鏡燈」上方之「緊定螺」（如圖 44②）。



圖 44 反射稜鏡燈安裝要領（蔡司全站儀）
資料來源：筆者自製

C. 將「電池盒」與「纜線」結合至稜鏡燈本體之「纜線接口 A」（如圖 45），即完成「反射稜鏡燈」整置。



圖 45 完成蔡司全站儀「反射稜鏡燈」整置示意圖

資料來源：筆者自製

(2) 徠卡全站儀反射器：A. 依野戰砲兵測地訓練教範第四節第一款「器材操作」，完成「徠卡全站儀反射器」整置（如圖 46①）；B. 將「稜鏡燈本體」佩掛於「反射稜鏡」上方，並順時針旋緊「稜鏡燈」上方之「緊定螺」（如圖 46②）。



圖 46 反射稜鏡燈安裝要領（徠卡全站儀）

資料來源：筆者自製。

C. 將「電池盒」與「纜線」結合至稜鏡燈本體之「纜線接口 A」（如圖 47），即完成「反射稜鏡燈」整置。



圖 47 完成徠卡全站儀「反射稜鏡燈」整置示意圖

資料來源：筆者自製

（3）稜鏡燈操作：開啟電池盒右側「電源開關」，並按壓左側「燈光模式轉換鍵」，即可實施燈光顏色轉換，本案研發之「稜鏡燈」，共具備紅、橙、藍、綠與彩色等五種燈光模式可供選擇（如圖 48）。



圖 48 「稜鏡燈」燈光模式示意圖

資料來源：筆者自製

（二）夜間測地作業實施：國軍砲兵「夜間測地」有別於一般測地作業，因視線不佳致縮短覘視距離，極易產生誤差，加上夜間通信連絡不易，作業相對困難。野戰砲兵夜間測地區分「有定位定向系統」與「無定位定向系統」等 2 種作業型態，本案研製「砲兵夜間測地輔助器材」可支援上述兩種型態之夜間測地作業，惟不論使用何種作業型態，砲兵於夜間測地均須使用（或搭配）「導線法」¹⁰（**Traverse Survey**）」作業。基此，本節茲將「砲兵夜間測地輔助器材」

10 在地面上設置若干測站，使測站間連接成一系列之折線或閉合多邊形，並測定各點之水平角、天頂角（高低

如何搭配「M2 方向盤」或「全站儀」實施夜間「導線法」作業要領，說明如次。

1.M2 方向盤

(1) 人員編組：運用「M2 方向盤」於夜間實施「導線法」作業，人員編組區分班長、測手、前標桿手、後標桿手、前捲尺手與後捲尺手等職務(如表 9)。

表 9 運用「M2 方向盤」實施夜間「導線測量」編組表

運用「M2 方向盤」實施夜間「導線測量」編組表		
職	稱	職責
班	長	偵查、選定測站位置，監督其餘人員作業。
測	手	兼記錄手，負責整置器材並測量測站間之水平角與垂直角，且完成成果記錄。
前	標桿手	於班長選定之前視點位置，設置標桿(架)與標桿燈，供測手標定作業。
後	標桿手	於後視點位置，設置標桿(架)與標桿燈，供測手標定作業。
前	捲尺手	搭配後捲尺手測量測站至前視點(即目標)之距離。
後	捲尺手	搭配後前尺手測量測站至前視點(即目標)之距離。
備	考	1.增加額外人員時各員職掌 (1) 記錄手：記錄水平角、距離。 (2) 計算手：可增加 1~2 員計算手，便於測量時同時計算各要點坐標¹¹。 2.缺員時之各員職掌 (1) 前標桿手：由班長兼任。 (2) 後標桿手：測手兼，測手離開測站(P 點)時，利用標桿代用品標示之，以供反覘，惟因標桿代用品較難立即尋獲，且測手標定標桿代用品較易產生誤差，故非必要時，勿缺少標桿手。

資料來源：筆者自製

(2) 作業要領

A.將「M2 方向盤本體」與「結合器」實施結合。

B.測手於測站上整置「通用型儀器腳架」(如圖 49)，結合「雷射求心基座」，設定架頭高度後，開啟雷射光源，並完成對正測站(定心)與調整水平(定平)。

C.測手將「M2 方向盤本體(含結合座)」與「雷射求心基座」結合，完成器材整置(如圖 50)。

D.前標桿手於班長選定之「前視點¹²(Fore Sight, FS)」位置，完成標桿(架)

角)及距離，以決定各測站之位置，謂之「導線法測量」。

11 砲兵測地所得之「坐標」，係為 6 度分帶橫麥卡托方格投影坐標(Universal Transverse Mercator, UTM)。

12 係指導線法測量時，對「未知點」實施之觀測，稱為「前視」或「直覘」。資料來源：測繪學辭典。

與標桿燈整置（如圖 49），並開啟電源開關。

E.後標桿手於班長選定之「後視點」¹³（Back Sight, BS）」位置，完成標桿(架)與標桿燈整置（如圖 49），並開啟電源開關。

F.前、後捲尺手操作「捲尺」與「測針」測量測站至前視點之距離（如圖 49），並完成紀錄。

G.測手操作「M2 方向盤」，標定「後視點標桿燈」（如圖 51），順時針測至「前視點標桿燈」（如圖 51），完成「水平角」與「垂直角」測量（如圖 49），並完成紀錄。

H.待測手與前、後捲尺手完成作業，統一變換測站後重複項次 B~G 之程序。

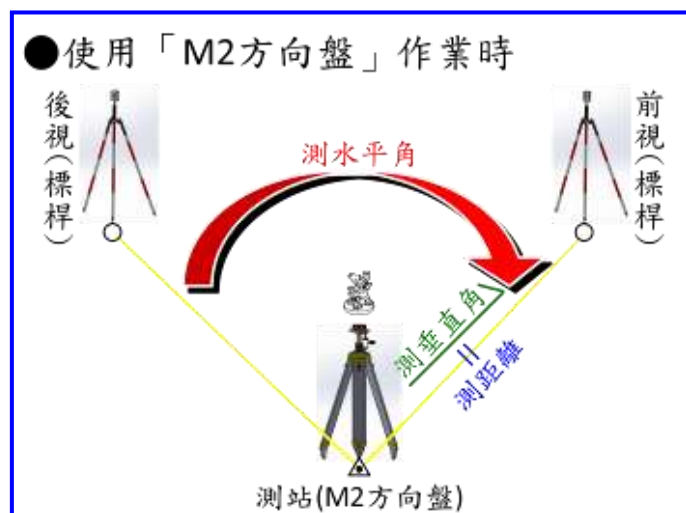


圖 49 運用「M2 方向盤」實施夜間測地示意

資料來源：筆者自製



圖 50 完成「M2 方向盤」器材整置示意

資料來源：筆者自製

13 係指導線法測量時，對「已知點」實施之觀測，稱為「後視」或「反覘」。資料來源：測繪學辭典。

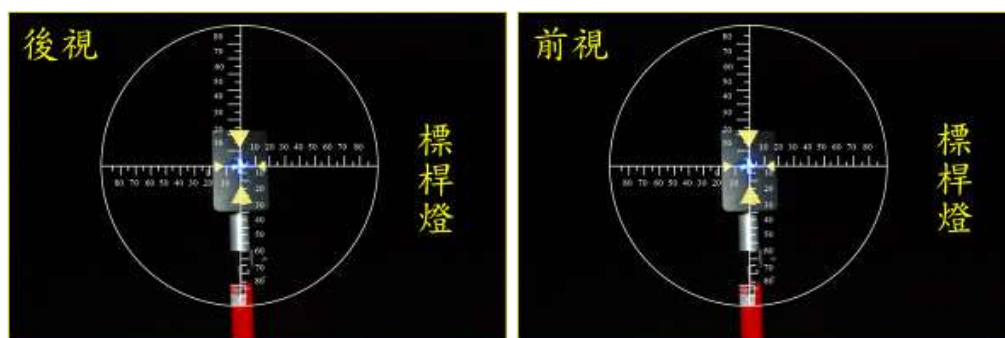


圖 51 夜間測地標定前、後視標桿燈示意

資料來源：筆者自製

2. 全站儀（蔡司或徠卡）

（1）人員編組：運用「全站儀」於夜間實施「導線法」作業，人員編組區分班長、測手、記錄手、反射器手、後標桿手等職務（如表 10）

表 10 運用「全站儀」實施夜間「導線測量」編組表

運用「全站儀」實施夜間「導線測量」編組表	
職稱	職責
班長	偵查、選定測站位置，監督其餘人員作業。
測手	負責整置器材並測量測站間之水平角、垂直角與距離。
記錄手	協助測手完成測地成果記錄。
反射器手	於班長選定之前視點位置，設置反射器與稜鏡燈，供測手標定作業。
後標桿手	於後視點位置，設置標桿（架）與標桿燈，供測手標定作業。
備考	1. 增加額外人員時各員職掌：（1）記錄手：記錄水平角、距離；（2）計算手：可增加 1~2 員計算手，便於測量時同時計算各要點坐標。 2. 缺員時各員職掌：（1）反射器手：由班長兼任；（2）後標桿手：測手兼，測手離開測站（P 點）時，利用標桿代用品標示之，以供反覘，惟因標桿代用品較難立即尋獲，且測手標定標桿代用品較易產生誤差，故非必要時，勿缺少標桿手。

資料來源：筆者自製

（2）作業要領

A. 測手於測站上整置「通用型儀器腳架」（如圖 52），結合「雷射求心基座」，設定架頭高度後，開啟雷射光源，並完成對正測站（定心）與調整水平（定平）。

B. 測手將「全站儀（蔡司與徠卡）」與「雷射求心基座」結合，完成器材整置（如圖 53）。

C.反射器手於班長選定之「前視點¹⁴」位置，完成反射器與稜鏡燈整置（如圖 53），並開啟電源開關。

D.後標桿手於班長選定之「後視點¹⁵」位置，完成標桿（架）與標桿燈整置（如圖 52），並開啟電源開關。

E.測手操作「全站儀（蔡司與徠卡）」，標定「後視點標桿燈」（如圖 54），順時針測至「前視點稜鏡燈」（如圖 54），完成「水平角」、「垂直角」與「距離」測量（如圖 52），並完成紀錄。

F.待測手完成作業，統一變換測站後重複項次 A~E 之程序。

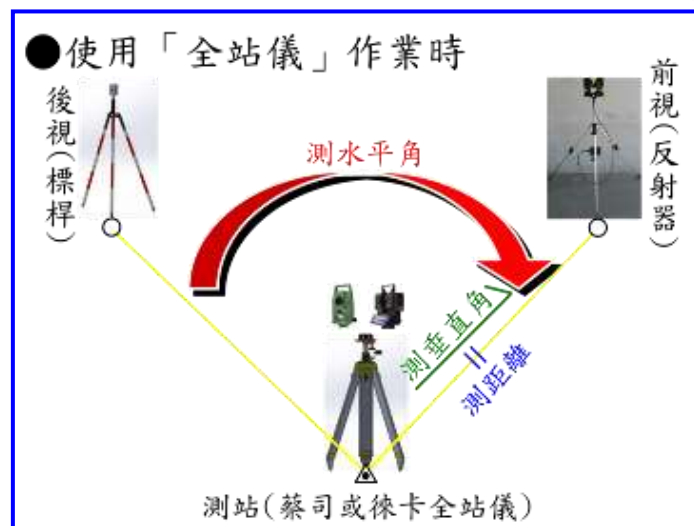


圖 52 運用「全站儀」實施夜間測地示意

資料來源：筆者自製



圖 53 完成「全站儀」器材整置示意

資料來源：筆者自製

14 同註 14。

15 同註 15。

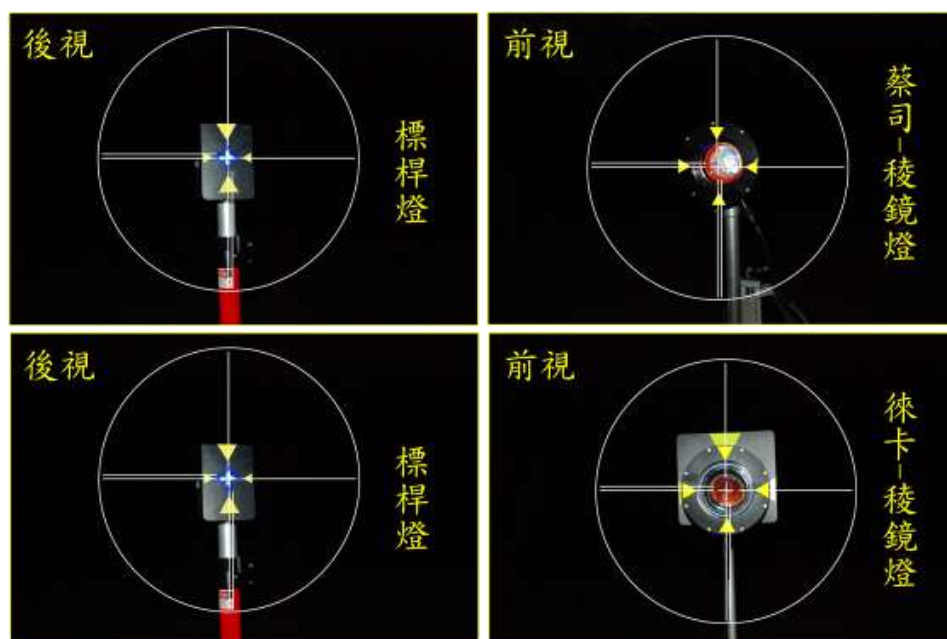


圖 54 夜間測地標定前、後視稜鏡燈與標桿燈示意

資料來源：筆者自製

四、綜合結論：本研發案係針對國軍現役測量裝備設計其專用之「砲兵夜間測地輔助器材」，茲將其性能與諸元，歸納說明如次（性能諸元如表 11）。

（一）統一「夜間測地輔助器材」規格：國軍現行制式標桿燈等夜測輔助工具，因逾壽期，均已損壞殆盡。部隊長期缺乏制式夜測輔助工具，須使用均用手電筒或自製燈具因應，不但規格未統一，且使用效能不彰。本案研發之「砲兵夜間測地輔助器材」，有助於統一國軍「夜間測地輔助器材」規格，解決部隊問題。

（二）提升夜間測地效能：夜間測地因視線受限，肇生夜間器材定心、標定目標與覘標高度調整困難等窒礙問題，本案研發之「砲兵夜間測地輔助器材」，可有效提供上揭問題之解決方案。

（三）裝備通用性良好：本案研製之「夜間測地輔助器材」，可同時適用砲兵 M2 方向盤、蔡司全站儀與徠卡全站儀等測量裝備，大幅提升砲兵測量裝備於夜間操作之適用性與通用性。

（四）夜間電源供應便利：本案研製之「夜間測地輔助器材」，其電源供應係使用市售 3 號、號電池，便於取得與自行更換，可有效減輕後勤能量之負荷。

（五）不破壞裝備本體：本研發案採拆卸式設計，故可於不破壞裝備之前提下，執行安裝與操作。

隨著科技發展日新月異，光電技術於夜間作戰上之運用日趨廣泛，舉凡全站儀、定位定向系統、多功能雷觀機等均涉及其相關領域之應用。基此，「知識永遠有助於我們戰備整備的遂行，了解敵人在何處及如何遂行攻擊，或決定在

何處接戰，以獲致最佳戰果¹⁶」。國軍全體幹部須具備前瞻思維與廣泛的科技知識，瞭解相關科技之作用原理及特性，充分發揮裝備效能，確保部隊運用效益。

表 11 「砲兵夜間測地輔助器材」性能諸元表

砲 兵 夜 間 測 地 輔 助 器 材 性 能 諸 元 表	
研 發 裝 備 名 稱	砲兵夜間測地輔助器材
研 發 裝 備 組 成	一、通用型儀器腳架 二、雷射求心基座 三、標桿（架）及標桿燈 四、反射稜鏡燈 五、M2 方向盤連接器 六、攜行箱
適 用 裝 備	砲兵 M2 方向盤、蔡司全站儀與徠卡全站儀
電 源 供 應	使用市售 3、4 號電池
連 續 工 作 時 間	2 小時（含）以上
重 量	全重＜1 公斤
工 作 溫 度	－30℃ 至＋50℃
平均故障時隔（MTBF）	1,000 小時以上
防 撞 擊 能 力	放置攜行箱內，可承受 76 公分高度墜落

資料來源：筆者自製

運用「砲兵夜間測地輔助器材」之作業效益

本節採「實驗分析法」，區分「研發經費分析」、「測試評估、性能提升」與「提升夜間測地速度與精度」等 3 部分，初期分析本案「砲兵夜間測地輔助器材」之籌購成本與效益；接續以「測試評估、性能提升」進行性能測試，並將實驗數據彙整作為量化分析；最後，以「提升夜間測地速度與精度」為實驗主軸，分析其夜間測地作業速度及效能，並結合國軍砲兵戰術運用作為，進行作戰測試與評估，驗證本計畫運用於實際作戰之可行性與效益。

一、研發經費分析：本案研發總經費為 10 萬 5 仟元，其中包含「砲兵夜間測地輔助器材」1 套成品研製，合計所需費用為 8 萬元（約占總研發經費之 76%），研發作業所需之雜項行政支出為 2 萬 5 仟元（約占總研發經費之 24%），研發經費分析如表 12、圖 55。

16 馬丁·李比奇原著，張天虹譯，《掌握明日戰爭》（臺北：國防部史政編譯室，民國 90 年 2 月），頁 33。

表 12 「砲兵夜間測地輔助器材」研發經費分析表

項次	研發經費明細	合計
1	「砲兵夜間測地輔助器材」內部組件設計研發費	3 萬元
2	外部機械結構設計與製圖（含加工）	3 萬元
3	燈具與纜線組（含加工）	1 萬 5 仟元
4	強固式攜行箱	5 仟元
5	物品費（文具、紙張、油墨等費用）	5 仟元
6	一般事務費（照片自攝沖洗等雜支費用）	5 仟元
7	差旅費	1 萬 5 仟元
總	計	10 萬 5 仟元

資料來源：筆者自製

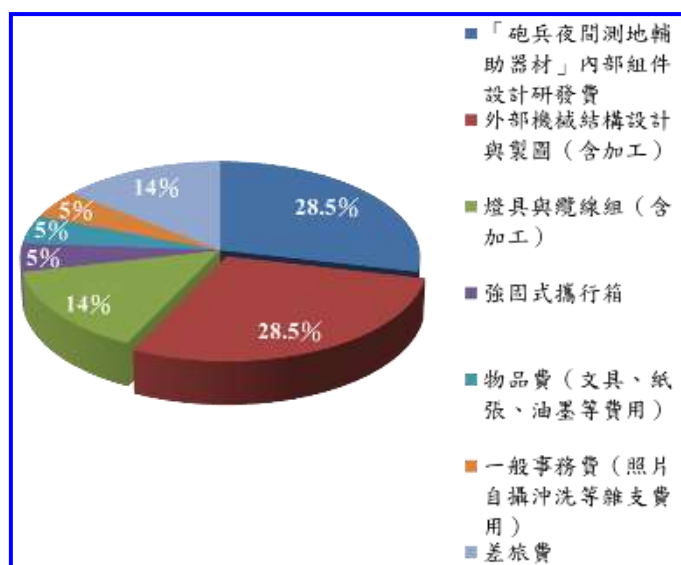


圖 55 「砲兵夜間測地輔助器材」研發經費圓形圖

資料來源：筆者自製

本研究依據當前光電技術發展、運用趨勢與國軍實際需求，適切規劃，創新研發「砲兵夜間測地輔助器材」，以提升砲兵夜間測地效能。另依砲兵部隊全站儀概略需求 110 套以上估算，如全面推廣本案（新臺幣 5 萬元/套），所需籌購經費約需新臺幣 500 餘萬元；又全站儀每套購價約新臺幣 60 萬元，本案推廣費用僅占每套全站儀購置費用之 0.083%，故就提升既有舊型堪用裝備效能與節省公帑而言，本研究實為現階段之最佳方案。

二、測試評估、性能提升：「測試評估」旨在規範國軍主要武器系統與裝備測試評估執行策略，並依根本性、整體性、長期性之著眼，確立推展方向。各軍司令部、國防科技工業機構應按教則，編訂或修訂相關教範、作業手冊，據以執行測試評估工作，使國軍武器系統及週邊裝備，均能充分發揮預期之功能，

達成建軍備戰之使命。¹⁷本案依據測試評估五大步驟（如圖 56）撰擬測評構想與項目如次。

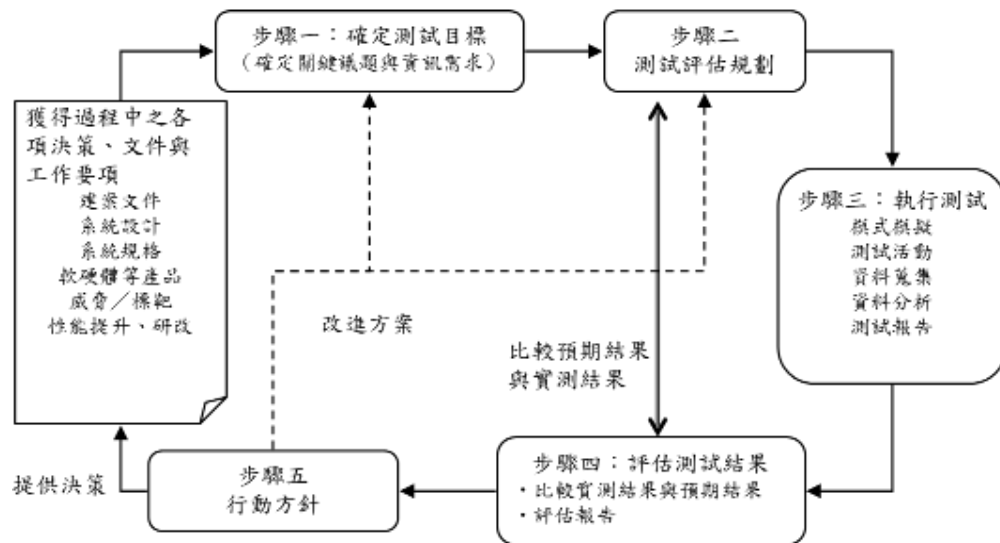


圖 56 測試評估五大步驟

資料來源：國防部《國軍主要武器系統與裝備測試評估教則》（臺北：國防部）。

（一）測試構想與目標：測試構想區分研發功能與操作驗證等兩部分，實施裝備測試與評估，全案將考量時間、環境等因素，參酌統計手法，採多次驗證方式實施，以驗證本案之實際之效益與可行性。本研發案係將現役砲兵定位定向系統實施性能提升，以不破壞本體為原則，設計其專用之「砲兵夜間測地輔助器材」。採「光學科技」手段取代傳統「目視操作」，以期符合先進國家「砲兵自動化」之作戰需求，達成節約人力、縮短作業時間及強化夜間測地精度之目標。

（二）測試項目與內容規劃：測試規劃區分硬體（研發功能）、功（性）能測試與作戰效益評估等 3 大主軸，測試規劃摘要如表 13。另依據測試規畫擬定測試項目，區分裝備通用性、模擬惡劣天候（雨天）、野戰測試與夜間測試等內容，研發測試項目如表 14。

表 13 「砲兵夜間測地輔助器材」測試規劃摘要表

「砲兵夜間測地輔助器材」測試規劃摘要表		
區分	測試項目	測試場地
時間 D+1 日~+30 日 (D 日為測評計畫 核定時間)	硬體（研發功能）	砲訓部測教場
	功（性）能測試	砲訓部測教場
	夜間（作戰）效能驗證	砲訓部測教場

資料來源：筆者自製

17 國防部，《國軍主要武器系統與裝備測試評估教則》（臺北：國防部）。

表 14 「砲兵夜間測地輔助器材」研發測試項目表

「砲兵夜間測地輔助器材」研發測試項目表		
硬體	本體	外觀完整無變形，非活動部之表面上漆(廠商已於驗收時出示經第三公正單位檢驗合格之測試報告)。
	與測量器材結合狀況	各部結合狀況及作用良好，拆卸與安裝容易，不得影響原裝備操作功能。
	攜行箱	裝備攜行箱堅固耐用，符合野戰攜行需求(廠商已於驗收時出示經第三公正單位檢驗合格之測試報告)。
	腳架(標桿)升降測試	檢查腳架(標桿)升降功能是否作用正常。
	腳架(標桿)水準氣泡水平測試	檢查腳架(標桿)水準氣泡是否作用正常。
功(性)能測試	連續使用時間	須達 2 小時(含)以上。
	穩定性	操作中是否發生異常(當機)現象，而影響裝備操作。
	相容性	可否適用全軍測量裝備(含其附件)與測量輔助器材。
	電力供應	能否使用市售電池實施電力補充。
作戰效益評估	夜間作業效能	能否於夜間執行相關測地作業。
	崎嶇地形作業效能	能否於崎嶇地形執行野戰砲兵測地作業。
	雨天下之作業效能	能否於惡劣天候下執行野戰砲兵測地作業(如測評期間未遇雨天，則採人工灑水方式施測)。

資料來源：筆者自製

(三)研發測試紀實：本案實施裝備研發測試時，力求將各種環境、時空因素納入測試考量，如夜間操作，惡劣天候，平坦與起伏地形等，並運用統計方法實施數據分析，以驗證裝備研發成效，本節針對「通用性」、「野戰與模擬惡劣天候(雨天)」、「夜間(作戰)測試」與「作業精度計算」等項次實施說明。

1.通用性：現行國軍測量儀器區分 M2 方向盤、蔡司與徠卡全站儀等 3 種類型，然為增加研發效益、提升運用範圍，本案於研發階段即針對上述 3 類裝備之結構與機械設計，實施全般考量，目前「砲兵夜間測地輔助器材」已適用國軍各式測量裝備，且安裝方式與操作要領概同，大幅節省公帑與降低轉換(學習)成本。

2.野戰與模擬惡劣天候(雨天)測試：野戰測試評估，係為確認武器系統於真實作戰環境下，能否符合實際作戰需求；其主要工作並非檢驗規格(規格檢

驗為研發測試評估工作)，而係驗證武器系統之作戰效益性及作戰適應性，進而掌握系統特性、操作限制並評析有無研改需求；測試評估結果可提供決策層級下達量產決心、系統修改、性能提升及部署運用之參考依據。¹⁸本案為確保裝備符合野戰需求，故將相關測試納入測評主要項目，除驗證裝備於平坦與起伏地形操作實際情形外，另考量惡劣天候（雨天）下之作業場景，確保「砲兵夜間測地輔助器材」符合國軍實際作戰效益性與適應性。

3.夜間（作戰）測試（如圖 57）：「夜間測地」為野戰砲兵測地之一部，其作業成果之良窳，影響火砲射擊效果甚鉅，現行測量儀器多為民用規格，設計時並未將「夜間作業」納入考量，造成作業時諸多不便，影響戰備任務遂行。有鑑於此，本案重新考量戰場實際需求與夜間作業場景，並於研發階段將其列入全般考量，新增「夜間照明」、「雷射對點」與「高度調整」等功能，現階段之「砲兵夜間測地輔助器材」已克服各種夜間作業之不利時空因素，大幅提升本案之研發效益與貢獻。



圖 57 夜間（作戰）測試前整備

資料來源：筆者自製

4.作業精度計算：野戰砲兵夜間測地作業精度規範，區分「精度比」、「標高許可誤差」、「砲兵營測地現行作業規範」等 3 部分，說明如次。

（1）精度比¹⁹：「精度比」（Ratio of Precision；P），又稱作「比較精度」，即「測量距離之相對誤差」；係依據「徑誤差」與所測「水平距離總合」之比，如 1/3000、1/1000、1/500 等，通常適用於傳統測地之導線法。設 W 為徑誤差，D 為導線全長（平距總和），則精度比計算公式如下：精度比（P）＝徑誤差（W）/水平距離總合（D）

（2）標高許可誤差²⁰：標高許可誤差須依測量精度要求決定，亦依測量距

18 同註 19，頁 4-5。

19 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月），頁 4-24。

20 砲兵測地所謂之「標高」，即正高或水準高，係指由平均海水平面至地表某一點之垂直距離。《陸軍野戰砲兵

離總長區分如下表 15。

(3) 砲兵營測地現行測地作業規範：茲將砲兵營測地現行測地作業規範，區分「作業時間」與「精度要求」等 2 項說明。

A. 作業時間：砲兵營測地其現地作業時間，依時間限制可區分為全部、應急及夜間等三種情況；另依測地型態及人員器材編組不同，亦可區分為有、無定位定向系統作業方式（如表 16）。

B. 精度要求：砲兵營觀測所、陣地及抄圖點精度，依全部、應急及夜間測地等三種情況，與有、無定位定向系統作業方式分別規範（如表 17）。

表 15 標高許可誤差規範表

精度 測量距離	1/3,000	1/1,000	1/500
4,000 公尺 以下	$\sqrt{\text{距離總長千除}}$	$\pm 2\text{M}$	$\pm 4\text{M}$
4,000 公尺 以上	$\sqrt{\text{距離總長千除}}$	$1.2 \times \sqrt{\text{距離總長千除}}$	

資料來源：《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月），頁 4-27。
表 16 砲兵營測地時間規範表。

砲 兵 營 測 地 時 間 規 範 表			
區分 時間 測地型態	全 部 測 地	應 急 測 地	夜 間 測 地
無定位定向系統 測 地	2 小時至 2 小 時 30 分鐘	1 小時	通常作業時間 未規定，惟應 於營長所要求 時間內完成。
有定位定向系統 測 地	1 小時至 2 小 時	1 小時	2 小時
附記	定位定向系統測地時間，不含初始校準時間。 ²¹		

資料來源：《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月），頁 7-19。
表 17 砲兵營測地精度規範表。

測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月），頁 4-27。

21 「初始校準」(Alignment, ALN) 為定位定向系統之操作模式，目的在使系統依據輸入之起始位置資料執行尋北、平台穩定與等交互校準程序，直至系統各部達到 正確之感測位置與狀態，使具備完整之測量能力。

砲兵營（觀測所、陣地及抄圖點）測地精度規範表				
區分 精度 測地型態		全 部 測 地	應 急 測 地	夜 間 測 地
無定位定向系統 測地		坐標：精度比應達 1/1,000 以上之要求。 標高：誤差應小於±2 公尺以內之要求。	坐標：精度比應達 1/500 以上之要求。 標高：誤差應小於±4 公尺以內之要求。	
有定位定向系統 測地		坐標：徑誤差應小於±7 公尺。 標高：誤差應小於±3 公尺。		
附記	方向基角、方位基準點、方向基線及射向方位角應小於±2 密位之要求。			

資料來源：《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月），頁 7-10。

三、提升「夜間測地」速度與精度：砲兵為祕匿企圖，避免遭敵空中攻擊及延續日間（預備、臨時陣地）行動，或於夜間加入戰鬥，均須實施夜間測地。本項目將採實驗方式，比較使用本案「砲兵夜間測地輔助器材」與現行作法等不同作業方式之 10 組測量班人員，分別實施夜間測地作業，驗證其作業速度與精度，並分析其效益。並運用實驗數據進行研發案之效益分析、比較，針對不同單位或接訓班隊交叉驗證，藉此突顯本案之重要性。共區分「夜間測地組合作業-砲兵基本測量」與「夜間測地綜合作業-砲兵營測地」等 2 部分說明。

（一）夜間測地組合作業 - 砲兵基本測量²²

1. 實驗設計：採隨機抽樣方式由本組測量師資班與士官高級班學員中遴選 10 組成員（每組納編 6 員），實施「夜間測地組合作業 - 砲兵基本測量」，分別使用本案「砲兵夜間測地輔助器材」與現行作法，驗證其作業時間與精度差異變化，實驗場地為本部測地教練場，實驗設計內容如圖 58，表 18。

22 國軍砲兵將測量方法中較為常用之導線法、交會法，律定為砲兵基本測量項目。本研究「夜間測地組合作業 - 砲兵基本測量」係使用導線法中之「迴歸閉塞導線（Closed Traverse）」，其定義為由已知點開始，至原已知點為止之導線。

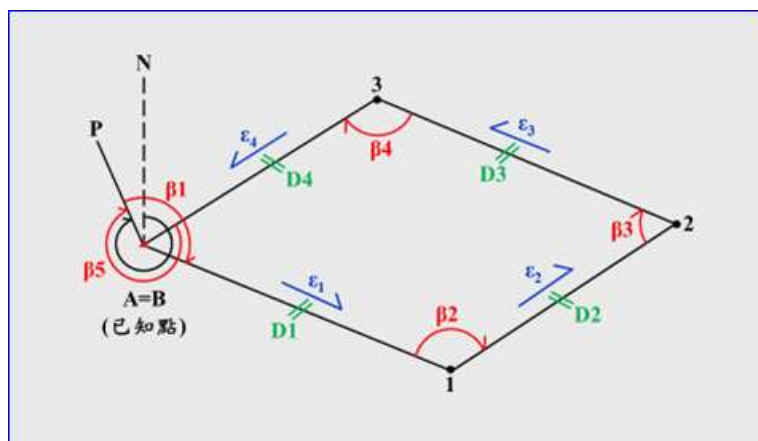


圖 58 A 點（作業起始點）與 B 點（作業終止點）重合之回歸閉塞導線

資料來源：筆者自製

表 18 「夜間測地組合作業－砲兵基本測量」實驗設計

實 驗 班 隊	本組測量師資班、士官高級班學員
實 驗 場 地	本部測地教練場
實 驗 內 容	採隨機抽樣方式選取 10 組成員（每組納編 6 員），實施「夜間測地組合作業－砲兵基本測量」，分別使用本案「砲兵夜間測地輔助器材」與現行作法，並分析其結果。
實 驗 目 的	驗證使用 2 種不同作業方式，其作業時間與精度差異變化。

資料來源：筆者自製

2.實驗結果分析：針對實驗對象，驗證其「作業時間」、「坐標精度」與「標高誤差」等面向之差異變化，並將實驗數據彙整如圖 59~圖 61。

由圖 59 發現，10 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「砲兵夜間測地輔助器材」實施夜間「基本測量」，平均作業時間約為 58 分鐘，然使用現行作法則平均時間約為 90 分鐘。前者較後者之作業時間提升約 36%。

由圖 60 發現，10 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「砲兵夜間測地輔助器材」實施夜間「基本測量」，平均坐標精度約為 1/1200，然使用現行作法則平均坐標精度約為 1/800。前者較後者之坐標精度提升約 33%。

由圖 61 發現，10 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「砲兵夜間測地輔助器材」實施夜間「基本測量」，平均標高誤差約為 0.97 公尺，然使用現行作法則平均標高誤差約為 2.03 公尺。前者較後者之標高誤差減少約 55%。

分析使用現行作法之折線、直條圖（如圖 59~圖 61，紅色所示），其折線（直條）起伏落差較顯著，表示現行作法因使用「軍用手電筒」或「自製燈具」，致夜間測地成效不彰；反觀使用「砲兵夜間測地輔助器材」之折線（直條）則呈現相對平穩狀態（如圖 59~圖 61，藍色所示），表其無論於「作業時間」、「坐標

精度」、「標高誤差」或「穩定性」等面向均較現行作法優異。

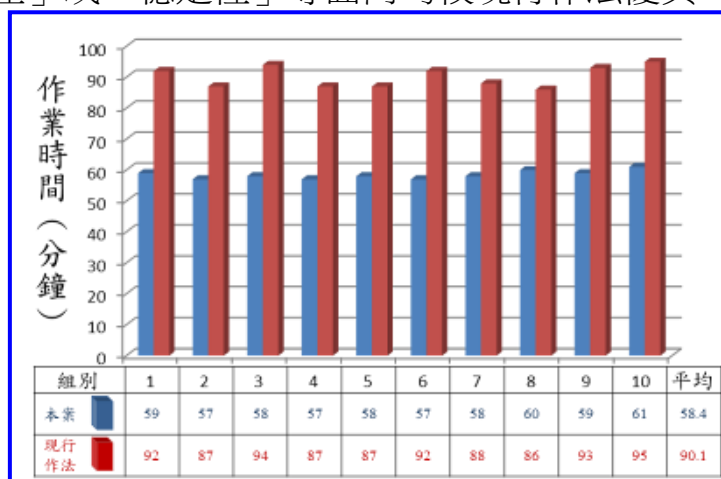


圖 59 「夜間測地組合作業－砲兵基本測量」量化分析（作業時間）
資料來源：筆者自製

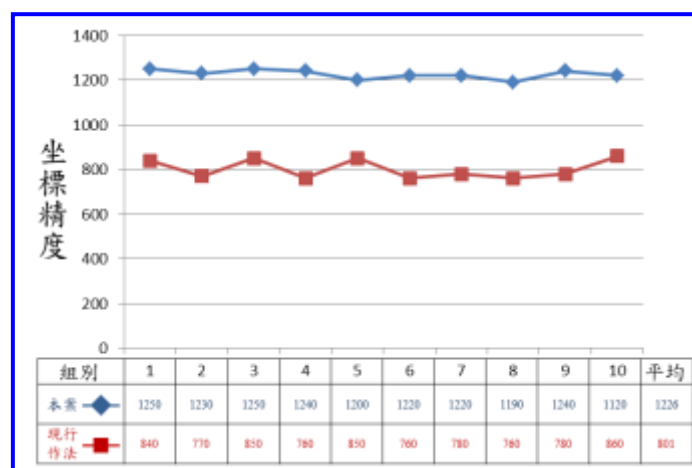


圖 60 「夜間測地組合作業－砲兵基本測量」量化分析（坐標精度）
資料來源：筆者自製

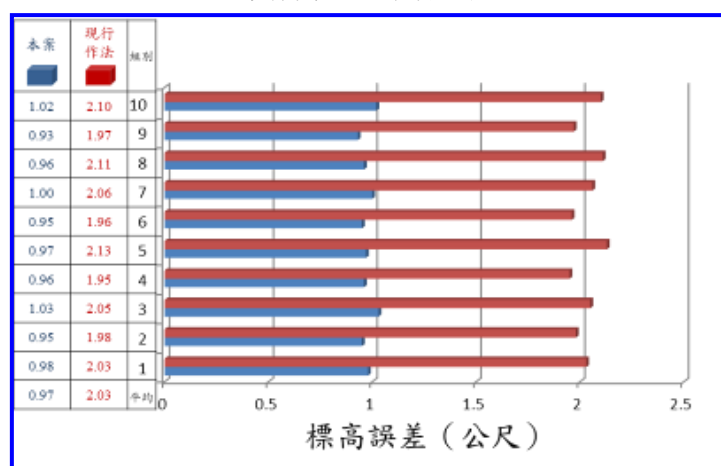


圖 61 「夜間測地組合作業－砲兵基本測量」量化分析（標高誤差）
資料來源：筆者自製

(二) 夜間測地綜合作業—砲兵營測地²³

1. 實驗設計：採隨機抽樣方式由本組測量師資班與士官高級班學員中遴選 10 組成員（每組納編 10 員），實施「夜間測地組合作業－砲兵營測地」，分別使用本案「砲兵夜間測地輔助器材」與現行作法，驗證其作業時間與精度差異變化，實驗場地為本部測地教練場，實驗設計內容如圖 62，表 19。

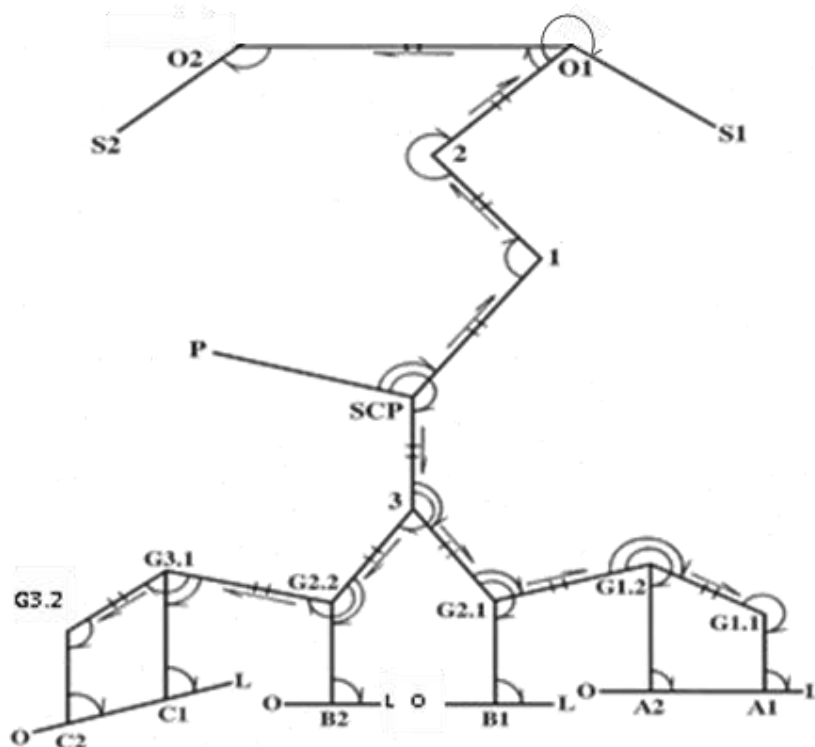


圖 62 砲兵營夜間測地作業示意

資料來源：轉引自《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月），頁 7 - 11。

表 19 「夜間測地綜合作業－砲兵營測地」實驗設計

實 驗 班 隊	本組測量師資班、士官高級班學員
實 驗 場 地	本部測地教練場
實 驗 內 容	採隨機抽樣方式選取 10 組成員（每組納編 10 員），實施「夜間測地組合作業－砲兵營測地」，分別使用本案「砲兵夜間測地輔助器材」與現行作法，並分析其結果。
實 驗 目 的	驗證使用 2 種不同作業方式，其作業時間與精度差異變化。

資料來源：筆者自製

2. 實驗結果分析：針對實驗對象，驗證其「作業時間」、「坐標精度」與「標高誤差」等面向之差異變化，並將實驗數據彙整如圖 63~圖 65。

由圖 63 發現，10 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「砲兵夜間測地

²³ 砲兵營測地之目的在決定火砲、觀測所與各目標之水平與高低關係位置，供射擊指揮運用，並提供火砲、觀測器材、氣象系統、雷達及雷射定位指示器等，射向賦予及器材定位（向）所需之有關資料。

輔助器材」實施夜間「砲兵營測地」，平均作業時間約為 **89** 分鐘，然使用現行作法則平均時間約為 **122** 分鐘。前者較後者之作業時間提升約 **27%**。

由圖 64 發現，10 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「砲兵夜間測地輔助器材」實施夜間「砲兵營測地」，平均坐標精度約為 **1/1000**，然使用現行作法則平均坐標精度約為 **1/500**。前者較後者之坐標精度提升約 **50%**。

由圖 65 發現，10 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「砲兵夜間測地輔助器材」實施夜間「砲兵營測地」，平均標高誤差約為 **1.04** 公尺，然使用現行作法則平均標高誤差約為 **3.29** 公尺。前者較後者之標高誤差減少約 **68%**。

分析使用現行作法之折線、直條圖（如圖 63~圖 65，紅色所示），其折線（直條）起伏落差較顯著，表示現行作法因使用「軍用手電筒」或「自製燈具」，致夜間測地成效不彰；反觀使用「砲兵夜間測地輔助器材」之折線（直條）則呈現相對平穩狀態（如圖 63~圖 65，藍色所示），表其無論於「作業時間」、「坐標精度」、「標高誤差」或「穩定性」等面向均較現行作法優異。

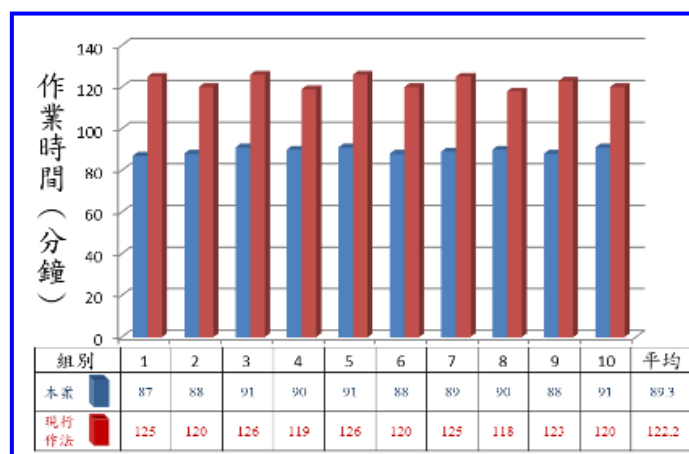


圖 63 「夜間測地組合作業－砲兵營測地」量化分析（作業時間）

資料來源：筆者自製

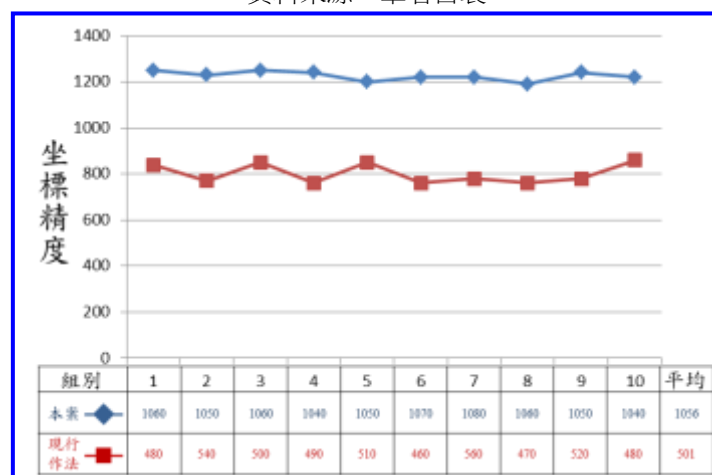


圖 64 「夜間測地組合作業－砲兵營測地」量化分析（坐標精度）

資料來源：筆者自製

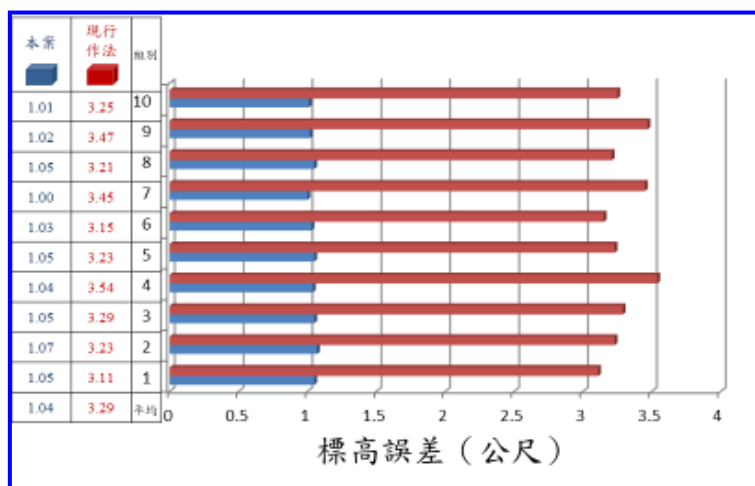


圖 65 「夜間測地組合作業－砲兵營測地」量化分析（標高誤差）

資料來源：筆者自製

四、綜合分析：評估「砲兵夜間測地輔助器材」之研發效能，並藉由實驗數據分析比較後，再次印證本案無論運用於夜間「基本測量」或「砲兵營測地」，其「作業時間」、「坐標精度」、「標高（方位）誤差」與「作業穩定性」等面向，均較現行作法優異，充分符合砲兵「夜間測地」時效與作戰需求（本案與現行作法優劣分析如表 20）。

表 20 「砲兵夜間測地輔助器材」與現行作法優劣分析表

「砲兵夜間測地輔助器材」與現行作法優劣分析表			
區分	砲兵夜間測地輔助器材	現行作法	效益分析
通用性與相容性	可同時適用國軍現役 M2 方向盤、蔡司與徠卡全站儀	僅適用單一形式之測量裝備	本案裝備具較佳之通用性
研發經費分析	5 萬元/1 套，僅占每套全站儀購置費用 0.083%	部隊長期缺乏制式夜測輔助工具，須使用均用手電筒或自製燈具因應，不但規格未統一，且使用效能不彰。	本案裝備具研發效益
定心方式	雷射定心	垂球或光學定心	本案較適合於夜間定心使用

夜間測地作業時間		基 本 測 量	約 58 分鐘	約 90 分鐘	本案提升約 36 %
		砲兵營測地	約 89 分鐘	約 122 分鐘	本案提升約 27 %
夜間測地作業精度	坐標精度	基 本 測 量	1/1200	1/800	本案提升約 33 %
		砲兵營測地	1/1000	1/500	本案提升約 50 %
	標高誤差	基 本 測 量	±0.97 公尺	±2.03 公尺	本案減少約 55 %
		砲兵營測地	±1.04 公尺	±3.29 公尺	本案減少約 68 %
	方位誤差	基 本 測 量	±1 密位	±2 密位	本案減少約 50 %
		砲兵營測地	±1 密位	±2 密位	本案減少約 50 %
操作便利與作業穩定性			本案專為砲兵「夜間測地」需求研製，規格統一、且經實驗證實操作便利與作業穩定性佳。	現行作法因使用「軍用手電筒」或「自製燈具」因應，致「夜間測地」成效不彰。	本案裝備符合軍事規格，具較佳之操作便利與作業穩定性

資料來源：筆者自製

結論與建議

國防法第二十二條即揭示「結合民間力量，發展國防科技工業，獲得武器裝備，以自製為優先，向外採購時，落實技術移轉，達成獨立自主之國防建設」。近年來國軍為響應政府政策，積極鼓勵所屬單位參與各式軍品研發產製，不僅建立「軍轉民、民通軍」雙向機制及運作平臺，更可發展創新軍、民通用科技，進而達成國防自主、潛艦、國機國造等終極目標。

為貫徹此一目標，國軍應率先於武器裝備「研究發展」上，透過創新的思維及方法，同步革新作業（研製）程序、步驟、要領，方能不斷精進並厚植單位研究發展能量，充份支援作戰；筆者希冀透過個人研發經驗分享，藉拋磚引玉方式提升單位研發（究）風氣，如此不但人人能發掘單位問題，亦可由研發

（究）過程中腦力激盪，進而解決問題致獲得工作之成就感，以達節約公帑及提升裝備操作效益之目標，一舉數得。

砲兵「測量裝備」種類繁多，因其具備提供砲兵精確測地成果，與目標獲得裝備定位定向精確諸元之強大功能，故可遂行「砲兵測地」與「射向賦予」作業，在長達十餘年的服役中，對國軍戰力之貢獻，實有目共睹。惟於「夜間測地」部分，為確保其戰力不墜，砲兵部隊除落實各級保養、維護與操作要領外，理應透過各式研發作為，採性能提升方式有效發揮測量裝備之「夜間作業」效能，進而提升砲兵全天候作戰能力，基此，本案「砲兵夜間測地輔助器材」實為一立意良好之研究典範。

「砲兵夜間測地輔助器材」經研發驗證，具有「小投資、大效益」之優點，其具備通用、穩定、且便利夜間電源供應等能力，俾利砲兵部隊遂行夜間測地任務，有效提升整體作業之速度與精度。綜上，最後提出 5 點建議事項：

一、保留後續研改及擴充介面：因應新一代全站儀即將獲得，本研發案已預先保留後續研改及擴充介面，未來仍可針對新式裝備之機械結構，實施研改與精進，致力提升「砲兵夜間測地輔助器材」之適用性與通用性。

二、模組化、輕量化：「模組化、輕量化」為現代化軍事裝備之發展趨勢與終極目標，未來將針對「砲兵夜間測地輔助器材」，不斷持續研改與精進，期使裝備符合後勤檢修及裝設需求，致力提升整體研發效益。

三、積極爭取納入軍品推廣：未來將積極爭取本案納入國軍軍品推廣之品項，進而配發至全軍砲兵部隊使用，期能精進野戰砲兵測地之效能，提升作業之速度與精度，達成「節約時間、提升效益、減少危安」之目標。

四、完善後勤補保機制：後續本研究將持續針對該裝備之保養要領、操作與維護方法等後勤規劃，及未來人員專業訓練與操作程序之預劃準備等，納入全般考量，以期延長軍品壽期及符合整體實務之需求與效益。

五、結合民間光電產能：為響應政府「國防自主」之重要政策，未來本研究亦得與民間光電廠商密切配合，持續研究太陽能儲能、環境保護與提升作業安全與穩定性等相關議題，期使本案研究成果得以落實於其他國防（裝備）用途，發揮整體效益。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月）。
- 二、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 08 月）。
- 三、焦人希，《平面測量學之理論與實務（五版）》（臺北：文笙書局，民國 84

年 03 月)。

- 四、施永富，《測量學》(臺北：三民書局，民國 97 年 06 月)。
- 五、鄭瓦金，〈KI - SE 紅外線測距經緯儀之校正〉《砲兵月刊》(臺南)，第 63 期，砲訓部，民國 82 年 05 月。
- 六、于澤謙，〈經緯儀各軸誤差影響及其修正方法〉《砲兵月刊》(臺南)，第 67 期，砲訓部，民國 82 年 09 月。
- 七、賀建榮，〈砲兵測地用測距儀現況檢討與建議〉《砲兵月刊》(臺南)，第 68 期，砲訓部，民國 82 年 10 月。
- 八、耿國慶，〈砲兵測量用紅外線測距經緯儀性能需求研究〉《砲兵雙月刊》(臺南)，第 74 期，砲訓部，民國 83 年 10 月。
- 九、耿國慶，〈DM - 501、502 測距儀測距精度檢定與校正之研究〉《砲兵雙月刊》(臺南)，第 76 期，砲訓部，民國 84 年 02 月。
- 十、耿國慶，〈對共軍『七五式地砲微波測距儀』之研究〉《砲兵雙月刊》(臺南)，第 85 期，砲訓部，民國 85 年 08 月。
- 十一、王正亞，〈測量器材之保養與維護〉《砲兵雙月刊》(臺南)，第 88 期，砲訓部，民國 86 年 02 月)。
- 十二、林文章，〈蔡司 Rec - Elta - 13 測距經緯儀操作與運用〉《砲兵雙月刊》，第 92 期，砲訓部，民國 86 年 10 月。
- 十三、徐坤松，〈砲兵測地作業新利器 - 瑞士徠卡 TPS-700 系列電子式全測站儀〉《砲兵季刊》(臺南)，第 142 期，砲訓部，民國 97 年 08 月。
- 十四、陳天祐，〈運用測距經緯儀精進砲兵測地作業之具體作為〉《砲兵季刊》(臺南)，第 143 期，砲訓部，民國 97 年 10 月。
- 十五、《ULISS - 30 定位定向系統操作手冊》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 87 年 12 月)。
- 十六、《陸軍 SPAN - 7 砲兵定位定向系統 (第一版)》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 102 年 09 月)。
- 十七、《陸軍徠卡 TPS - 700 系列 (TCRA705 型) 測距經緯儀操作手冊 (第一版)》(桃園：國防部陸軍司令部，98 年 10 月 12 日)。
- 十八、陳見明，〈精進 ULISS-30 定位定向系統運用於砲兵測地作業之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 157 期，砲訓部，民國 101 年 06 月。
- 十九、黃盈智，〈陸軍砲兵測地電算機 (程式) 之發展與進程〉《砲兵季刊》(臺南)，第 182 期，砲訓部，民國 107 年 09 月。
- 廿、耿國慶，〈跨越「方向盤」階段，邁向「數位化」目標之研究 - 以美軍為例〉《砲兵季刊》(臺南)，第 183 期，砲訓部，民國 107 年 11 月。
- 廿一、國家教育研究院「雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網」，網址 [http :
//terms.naer.edu.tw](http://terms.naer.edu.tw)，檢索日期：民國 92 年 10 月。
- 廿二、Artillery survey (TM6 - 200)，Published June 2016 by GHQ Army GRC。
- 廿三、楊逢嶠，經濟日報，「長泓能源科技 10/3 舉行說明會」，網址

<http://money.udn.com/money/story/8521/3395823>，檢索日期：民國 108 年 06 月。

- 廿四、梁介豪，〈淺談夜視裝備發展及砲兵運用之探討〉《砲兵季刊》（臺南），第 154 期，砲訓部，民國 100 年 08 月。
- 廿五、林山和，〈擊破暗夜的限制－砲兵觀測夜視裝備〉《砲兵季刊》（臺南），第 169 期，砲訓部，民國 104 年 06 月。
- 廿六、牛彥凱，〈提升砲兵觀測所夜間標定設備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 177 期，砲訓部，民國 106 年 6 月。
- 廿七、詹曙維，〈微光夜視技術對我砲兵之影響〉《砲兵季刊》（臺南），第 185 期，砲訓部，民國 108 年 06 月。

作者簡介

黃盈智士官長，領導士官班 87 年第 12 期、陸軍專科學校士官長正規班 24 期畢業，崑山科技大學企業管理研究所碩士、高苑科技大學土木工程研究所碩士，乙級工程測量、乙級地籍測量、丙級測量證照；歷任班長、作戰士、測量組長、連士官督導長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。