

SPAN-7 砲兵定位定向系統 接裝測試之研究與心得

作者：黃盈智 士官長

提要

- 一、SPAN-7 定位定向系統已於今年 6 月成軍，本文之研究目的係依據筆者實際參與 SPAN-7 測評之經驗，詳述有關接裝測試之具體作為，並彙整於裝備撥交過程中實際遭遇問題，希冀提供未來部隊操作 SPAN-7 與學校課程教育之參考依據。
- 二、每一套 SPAN-7 均須經過測試合格，方可撥發部隊使用，其測試可區分為兩個層面，一是於裝備出廠時由原廠實施之，其次係由接裝單位所實施之「接裝測試」，惟無論何種測試，皆應確依程序與標準實施。本文所探討之重點，著重於接裝單位所實施之接裝測試。
- 三、SPAN-7 定位定向系統接裝測試，區分為裝備（含附件）點驗、功能測試與野戰測試等三大主軸實施。
- 四、SPAN-7 定位定向系統裝備（含附件）點驗重點，為檢查外觀與油漆品質、驗證裝備序號及核對系統組件（含附件）等三大部分。
- 五、野戰測試之目的，係檢查SPAN-7定位定向系統正確操作下導航與測量之精度。
- 六、筆者於今年度參與SPAN-7裝備撥交、協助部隊接裝測試期間之常見問題，共區分為系統安裝、操作與其他問題等三大類、十項次，希冀提供未來部隊裝備運用之依據。
- 七、國軍 SPAN-7 定位定向系統已成軍，朝砲兵「測地自動化」之目標，又邁進一大步；惟高科技之精密裝備，仍須端賴「人」的知能與嚴格的教育訓練來操控與運用，我砲兵幹部須具備前瞻的思維與廣泛的科技知識，方能發揮裝備最大效益，達成上級交賦之任務。

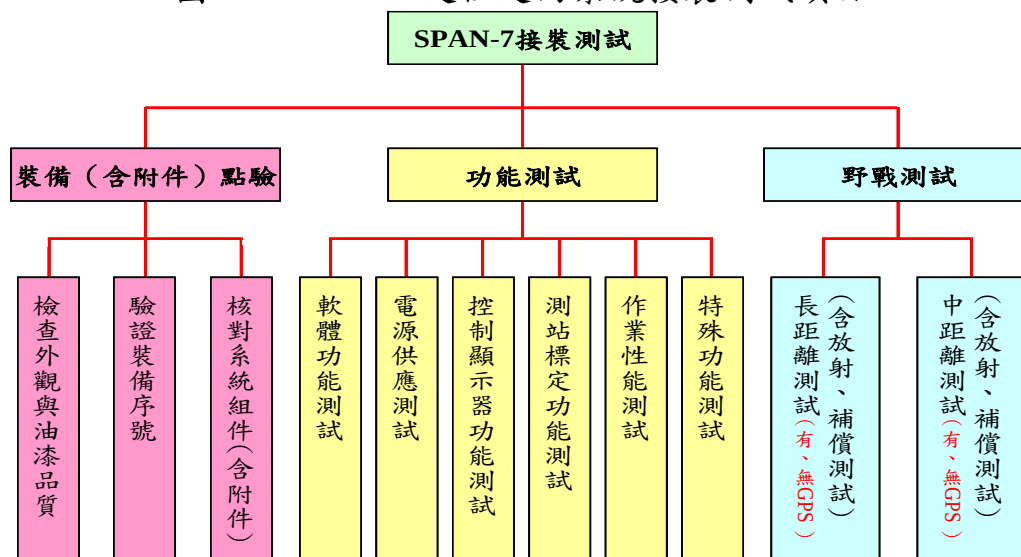
關鍵詞：SPAN-7、ULISS-30、野戰測試、測地自動化

壹、前言

國軍砲兵已獲得 SPAN-7 INS/GPS 陸用定位定向系統 (INS/GPS Land Position and Azimuth Determining System)，以下簡稱 SPAN-7，¹本文之研究目的係依據筆者實際參與 SPAN-7 測評之經驗，詳述有關接裝測試之具體作為，並彙整於裝備撥交過程中實際遭遇問題，希冀提供未來部隊操作 SPAN-7 與學校課程教育之參考依據，俾利圓滿達成各級任務，進而為我砲兵測地任務遂行與整體戰力提升，增添莫大助益。

每一套 SPAN-7 定位定向系統均須經過測試合格，方可撥發部隊使用，其測試可區分為兩個層面，一是於裝備出廠時由原廠實施之（包含實驗室與環境測試）舉凡如 MIL-STD-810、MIL-STD-461 及 MIL-STD-1474 等軍用規格環境測試。²其次係由接裝單位所實施之「接裝測試」，惟無論何種測試，皆應確依程序與標準實施，並準備一部妥善狀況良好之 M998 悍馬車供裝載系統使用。本文所探討之重點，著重於接裝單位所實施之接裝測試，³至於本系統之諸元、功能簡介，以及與現行 ULISS-30 系統之比較，筆者已於「SPAN-7 砲兵定位定向系統介紹」⁴一文中詳盡說明（見砲兵季刊 159 期），故不再贅述。SPAN-7 定位定向系統接裝測試項目與流程彙整如圖一、圖二所示。

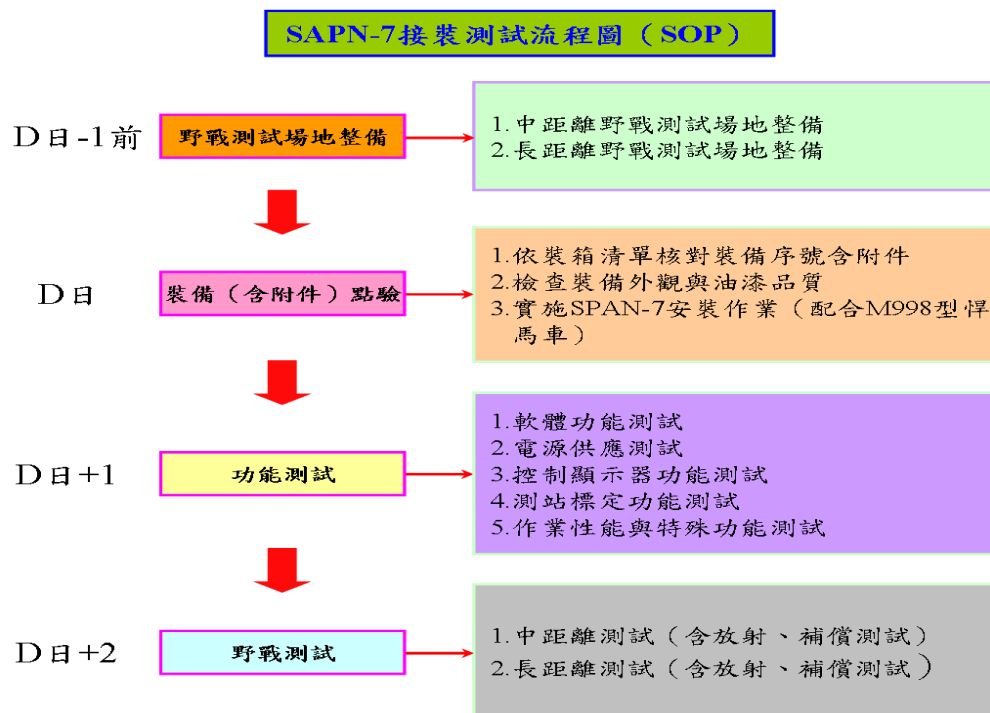
圖一 SPAN-7 定位定向系統接裝測試項目



資料來源：筆者整理。

- 1 SPAN 為 Synchronized Position Attitude/Azimuth Navigation System 之英文縮寫，意旨可同步偵測位置、姿態與方位之導航系統。
- 2 MIL-STD-810、MIL-STD-461 及 MIL-STD-1474 均為現行軍用規格測試標準，810 為環境測試、461 為防輻（抗干擾、電磁相容、EMP）測試、1474 為噪音（管制）測試。
- 3 耿國慶，〈ULISS-30 定位定向系統接裝測試之研究〉《砲兵雙月刊》（台南），第 87 期，陸軍砲訓部，民國 85 年 12 月，頁 7。
- 4 黃盈智，〈SPAN-7 砲兵定位定向系統介紹〉《砲兵季刊》（台南），第 159 期，砲訓部，民國 101 年 11 月，頁 48~72。

圖二 SPAN-7 定位定向系統接裝測試流程圖（SOP）



資料來源：筆者整理。

貳、SPAN-7 裝備（含附件）點驗

本節介紹SPAN-7定位定向系統之裝備（含附件）點驗，區分為檢查外觀與油漆品質、驗證裝備序號及核對系統組件（含附件）等三大部分。

一、檢查外觀與油漆品質

本項目之檢查重點如下：

- （一）檢查各組件之攜行（儲藏）箱數量是否到齊、有無破損，內部是否清潔、乾燥，防震泡棉結構是否完整、有無損壞。
- （二）檢查纜線組之纜線接頭、線材、接頭護套，是否清潔、堪用，有無損壞。
- （三）檢查系統安裝組（VM）外觀是否清潔，有無碰撞傷痕、綠漆有無脫落。
- （四）檢查系統各部組件之外觀是否保持清潔，有無碰撞傷痕、綠漆是否完整。

二、驗證裝備序號

驗證重點共計有六處（圖三），驗證要領分述如下：

- （一）PAU：驗證「定位定向單元」之裝備序號。
- （二）CDU：驗證「控制顯示與電腦單元」之裝備序號。
- （三）BCU：驗證「電池與充電器單元」之裝備序號。
- （四）LPU：驗證「雷射標示器」之裝備序號。

(五) RTK-DAU (BASE): 驗證「BASE 天線」之裝備序號。

(六) RTK-DAU (ROVER): 驗證「ROVER 天線」之裝備序號。

圖三 驗證 SPAN-7 組件之裝備序號



資料來源：筆者拍攝。

三、核對系統組件 (含附件)

依據 SPAN-7 定位定向系統組合清單實施清點，並檢查其各部功能是否正常 (圖四)。

圖四 SPAN-7 定位定向系統各部名稱



資料來源：筆者繪製。

參、功能測試

本節介紹SPAN-7系統之功能測試，區分為「軟體功能」、「電源供應」、「控制顯示器功能」、「測站標定功能」、「作業性能」及「特殊功能」測試等六大部分，其測試項目與內容係依據砲兵實際測地需求研擬（如表一所示）。

表一 SPAN-7 功能測試項目表

項次	測項	試目	分項	測 試 標 準	資 料 來 源
一	軟功	體能	1	系統具備本軍使用之 UTM 座標系統、方格（正）北方位角、兩點方位角、閉塞修正之計算及顯示功能。	1.分項 1-3，5-7，係依據砲兵測地實際需求研擬。 2.分項 2 係參考《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月)，頁 1-10。
			2	於測量作業中行不同座標系統之計算及顯示，並含不同座標區帶之換算及不同座標系統之轉換，可使用 GRS-67 六度分帶 UTM 座標、WGS-84、TWD-97 方格座標及地理座標系統，並具有即時切換功能，其誤差須在 1 公尺以內。	
			3	系統內具擴充介面，並可與周邊設施（如印表機、網際網路、快取硬碟等）連線，並具鏈結全球定位系統（GPS）、戰術射擊指揮儀通聯介面。	
			4	測地單位顯示位數，座標及標高顯示應至 0.01 公尺，方位角則可顯示 0.1 密位。	
			5	測站記憶容量可達 100 個（含）以上，並應有擴充容量，軟體及測站資料應儲存於系統本體。	
			6	對車輛不能到達之點，需具備手動輸入距離補償及與現有測距經緯儀自動輸入補償功能。	
			7	全系統為中文化顯示。	
二	電供	源應	1	工作電源範圍為 18 至 31 伏特之直流電，可與載具電源連接實施充電。	分項 1-4 均依據砲兵測地實際需求研擬。
			2	電源離線後，仍可持續作業時間 2 小時（含）以上。	
			3	所有電流迴路具備保護裝置，電腦內亦具有不斷電系統，以維持正常運作。	
			4	與載具電源連接之相關纜線或接頭，均需符合軍規。	
三	控制顯示器(CDU)功能		1	顯示幕具明亮度及全黑（Blackout）之調整功能。	分項 1-3 均依據砲兵測地實際需求研擬。
			2	控制顯示器（CDU）不必更改軟體，且不需另行設定即可控制操作模式。	
			3	具內建自我檢測功能（BIT），可運用該功能執行系統測試及故障排除。	

(續上表)

項次	測項	試目	分項	測 試 標 準	資 料 來 源
四	測 標 功	站 定 能	1	規格： (1) 圓柱形，長度小於(含) 13 公分。 (2) 圓柱體直徑小於(含) 4 公分。 (3) 電源：12V DC，輸出為可見光雷射。	1.分項 1-2，係依據砲兵測地實際需求研擬。 2.分項 3 係參考《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月)，頁 3-7。
			2	功能： 發射紅色光點標定主測點，以實施測量。	
			3	操作方式： 將雷射標示器安裝於駕駛座車門下方，發射紅色光點提供駕駛執行路測作業標定，電源由電瓶箱供應，且電瓶箱上具備雷射標示器電源控制開關，供操作手於車上控制。	
五	作 性	業 能	1	快速起始作業： 常溫(攝氏 25℃至 32℃)，溫機(含零速更新)時間不超過 30 分鐘，便於快速起始作業。	1.分項 1-2，4-8，係依據砲兵測地實際需求研擬。 2.分項 3 係參考《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月)，頁 4-24。
			2	快速資料顯示： 每次鍵入資料至計算成果(含座標、標高及依實際狀況所求取之方位角等)顯示不超過 5±2 秒。	
			3	零速更新間隔 4(10)分鐘內不超過乙次，每次更新時間不超過 25±5(秒)。	
			4	可依據精度之要求由控制顯示器設定零速更新之時間，同時控制顯示器需以音響、燈光或數字等行零速更新之警告功能。	
			5	載具在俯仰傾側 ±15 度之範圍內均可測定座標、標高及計算(測定)方位角。	
			6	具備車(機)頭方位角顯示之功能，便於方位及方向之判別。	
			7	具有即時座標、作業距離及作業模式、時間顯示功能。	
			8	系統可與測距經緯儀結合，並於俯仰及側傾姿態±15 度內，執行 5~300 公尺以上 2000 公尺以內目標方位誘導及距離補償功能。	

(續上表)

項次	測項	試目	分項	測 試 標 準	資 料 來 源
六	特功	殊能	1	可利用反射稜鏡配合測距經緯儀，將測地資料以自動輸入及人工輸入二種方式，傳送至系統電腦計算待測點之座標、標高與方位，並可由控制顯示器（CDU）上直接讀取。	1. 分項 1 係參考《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月)，頁 2-22。 2.分項 2 係依據砲兵測地實際需求研擬。
			2	運用控制顯示器（CDU），以下列之計算方式求得所須資料： 1、利用已知兩點座標計算方位角及反方位角。 2、設置方向基線，並可求取方向基線方位角。	
精 度 範 圍			作業精度：(採野戰測試實施，判定精度是否合格) ^{5 6} 1、中距離（於 30 公里作業範圍、零速更新時隔為四分鐘，執行二次測試）： （1）水平座標誤差：小於 3 公尺（CEP） （2）標高誤差：小於 1 公尺（EP） （3）方位角誤差：小於 0.5 密位（EP） 2、長距離（於 70 公里作業範圍內、零速更新時隔為十分鐘，執行一次測試）： （1）水平座標誤差：小於 7 公尺（CEP） （2）標高誤差：小於 3 公尺（EP） 3、方位角誤差：小於 0.5 密位（EP）		SPAN-7 定位定向系統測試精度規範係依據砲兵測地實際需求研擬，並參酌下列內容： 1.《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月)，頁 2-21~23。 2.《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（第二版）》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月)，頁 1-13~19。

資料來源：筆者整理。

5 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範 (上冊) (第二版)》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月)，頁 1-13~19。

6 《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月)，頁 2-21~23。
第 7 頁，共 22 頁

肆、野戰測試

野戰測試之目的，係檢查SPAN-7定位定向系統正確操作下導航與測量之精度，SPAN-7可提供地理座標與方格座標，其方格座標之解析度為0.001公尺、地理座標為0.001度；標高解析度為0.001公尺。本測試範圍以方格座標與公尺單位之標高行之。⁷

一、野戰測試注意事項

- (一) 全測站測距經緯儀與系統之鏈結與操作測試（放射測量），涵蓋於野戰測試中。
- (二) 全測站測距經緯儀搭配系統「補償準心尺」與「方位轉換鏡」之補償作業，涵蓋於野戰測試中。
- (三) 作業精度測試包含長距離（70公里）與中距離（30公里）等兩種，並依據合約內容採「僅慣性導航與車輛移動感測器之操作性能（無GPS輔助）」及「GPS輔助下之操作性能」等兩種模式施測，以確保該系統符合我軍作戰需求，詳細測試項目與內容如表二。

表二 野戰測試項目與內容

系統狀態	測試項目	
	測試次數	
		長距離測試（70公里）
		中距離測試（30公里）
僅慣性導航與車輛移動感測器之操作性能（無GPS輔助）		實施1次
GPS輔助下之操作性能		實施2次
		實施1次

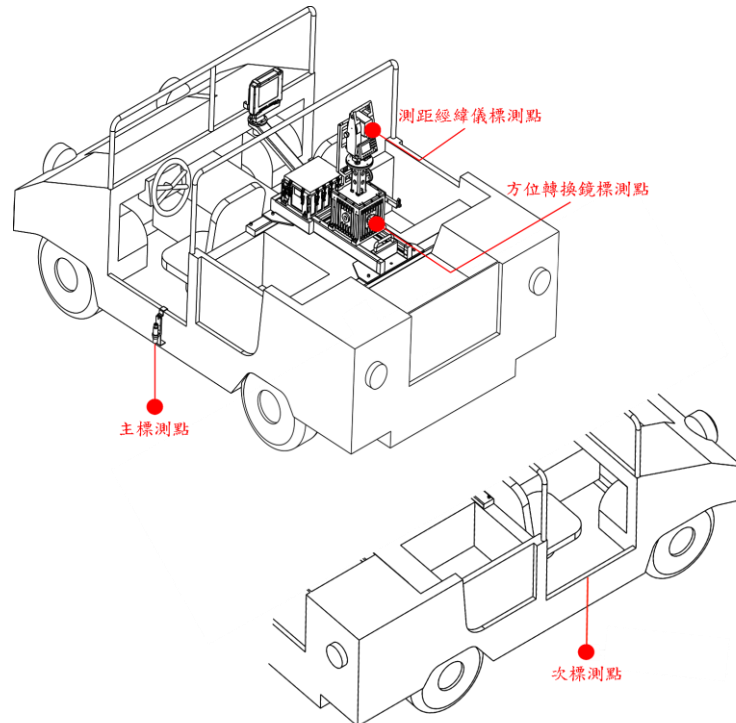
資料來源：筆者整理。

- (四) SPAN-7系統共設計有四個參考點（圖五），依據操作用途不同，使用者應自行選定適切之參考點並量測其槓桿臂值（Lever Arm）。本測試項目應先行輸入之槓桿臂值如下：
 - 1.選用「主標測點」測量每一個測試點，並實施路測點儲存。測試前應量取並輸入「主標測點之槓桿臂值」。
 - 2.選用「測距經緯儀標測點」進行放射測量，並實施路測點儲存。測試前應量取並輸入「測距經緯儀標測點之槓桿臂值」。
 - 3.選用「方位轉換鏡標測點」進行補償作業，並實施路測點儲存。測試前應量取並輸入「方位轉換鏡標測點之槓桿臂值」。
- (五) 接收單位與製造廠商兩造，皆應遵照建立測地基準點要領先期完成測試場地設計，並在特定之距離規範下執行。

⁷ 同註3，頁10~11。

(六) 野戰測試路線上之每一待測點位置，係事先函請軍備局測量隊實地採用「衛星控制點點位檢測」方式測量所得。以確保完成符合精度之測量成果，方得作為測試點之參考座標、標高。

圖五 SPAN-7 定位定向系統參考點之位置示意



資料來源：筆者繪製。

(七) 系統初始校準 (ALN) 測試要領：SPAN-7之初始校準，在正常之程序下其所需時間約10~15分鐘，時間長短與於衛星信號之強弱、環境溫度之高低有密切關係。其目的在提供陀螺儀 (Gyroscope) 校準、尋北、系統溫機與啟始資料輸入等作業，測試時應詳加記載每次初始校準時間 (圖六)，常溫下 (攝氏25℃至32℃)，以不超過30分鐘為合格。

本系統之初始校準模式區分為主標測點、次標測點、遠端點以及GPS BASE點等四種，提供操作者自行選擇與運用。實施接裝測試時，操作者選定之初始校準模式為「主標測點」模式。

圖六 SPAN-7 定位定向系統實施初始校準時間測試



資料來源：筆者拍攝。

(八) 零速更新 (ZUPT) 測試：當系統「僅依賴慣性導航與車輛移動感測器之操作性能 (無GPS輔助)」時，若欲獲得較佳之定位與定向精度，應實施「零速更新」(Zero Velocity Update, ZUPT)。其目的在提供系統「靜止狀態」之參數，以收斂系統在作業過程中隨時間發散之誤差，並給予電腦整理載具行進中處理大量流動座標計算之時間。零速更新時隔之選定區分4分鐘與10分鐘，開始執行前30秒，系統應以警示燈號及警示音提醒操作人員，每次執行時間以不超過30秒為合格。採4分鐘時隔因精度較佳故適用於軍團砲兵測地；10分鐘時隔，則因精度相對較低，故適用於砲兵營、連階層測地。⁸其測試要領如下：

- 1.SPAN-7開機，於統制點資料庫中輸入統制點之地理座標或方格座標 (含標高)，選擇「主標測點」之初始校準模式完成系統初始校準後，進入「標準測量模式」。
- 2.操作者自行於控制顯示器與電腦單元 (CDU) 之「零速更新時隔」位置，選定欲執行之零速更新週期，操作者應於每次零速更新前30秒，提醒駕駛於路邊適當位置停妥車輛，拉起手煞車，以利系統自動執行零速更新，執行時間每次以不超過30秒為合格。
- 3.SPAN-7系統於接收衛星訊號良好之狀態下，毋須進行零速更新。

8 同註3，頁9。

二、野戰測試精度要求⁹

(一) 僅慣性導航與車輛移動感測器之操作性能 (無 GPS 輔助) (Operations Performance INS and VMS Only)

1. 長距離測試：以 10 分鐘零速更新週期實施測量，作業 70 公里或工作時間 8 小時以上。

(1) 平面精度 (Position)：小於 7 公尺 (CEP)。

(2) 方位精度 (Azimuth)：小於 0.5 密位 (EP)。

(3) 標高精度 (Elevation)：小於 3 公尺 (EP)。

2. 中距離測試：以 4 分鐘零速更新週期實施測量，作業 30 公里或工作時間 7 小時以上。

(1) 座標精度：小於 3 公尺 (CEP)。

(2) 方位精度：小於 0.5 密位 (EP)。

(3) 標高精度：小於 1 公尺 (EP)。

(二) GPS 輔助下之操作性能 (GPS Aided/Performance)：無作業距離限制，無工作時間限制，無零速更新時隔限制。

1. 座標精度：小於 1 公尺 (CEP)。

2. 方位精度：小於 0.3 密位 (EP)。

3. 標高精度：小於 1 公尺 (EP)。

三、長距離測試：長距離測試場地，包含初始校準點共計 8 點。施測路線全長約 70 公里，各點間隔 (路線距) 約 10 公里 (圖八)，長距離測試場地要圖如圖九。為確保測試之正確與客觀性，測試場地內各測試點之已知座標點係由軍備局中科院於 94 年委請軍備局測量隊實地採用「衛星控制點點位檢測」方式測量所得。各已知座標點均合於三等衛星控制點精度規範，各點誤差值在 95% 信賴區間 $\leq 30\text{mm} + 6\text{ppm} \times L$ 。另各已知點座標值於裝備執行性能驗收時，由砲訓部現場提供廠商，據以驗證其裝備之精度。長距離測試作業區分與測試要領如下：

(一) 僅慣性導航與車輛移動感測器之操作性能 (無 GPS 輔助)

1. 應先採遮罩方式遮蔽雙頻天線 (DAU)，以阻隔系統接收全球定位系統 (GPS) 之訊號 (圖七)。

⁹ 同註 5。

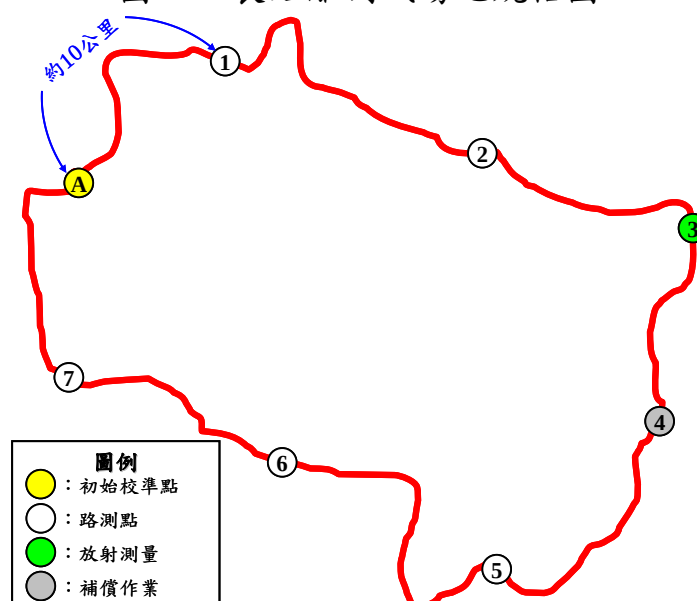
圖七 SPAN-7系統實施「無GPS輔助」測試前應先行遮蔽雙頻天線



資料來源：筆者拍攝。

- 2.SAPN-7開機，於統制點資料庫中輸入統制點之地理座標或方格座標（含標高），選擇「主標測點」之初始校準模式於A點實施初始校準。
 - 3.初始校準完畢後選擇「標準測量模式」，並採用「10分鐘」零速更新時隔開始施測。載具依規劃路線向第1測點位置移動（中途應依選定時隔與程序完成零速更新），行經第1測點位置後，操作手開啟雷射標示器，指揮駕駛精確標定測站、停妥車輛，並於完成乙次零速更新後方可進行儲存，該點即視為測量作業之「路測點（Way Point, WP）」。
- 其後，載具將繼續往第2測點移動，並測量該點。爾後按此作業方式，逐一測量規劃路線上之其他各點，直至返回A點為止（表三，圖八）。

圖八 長距離測試場地規格圖



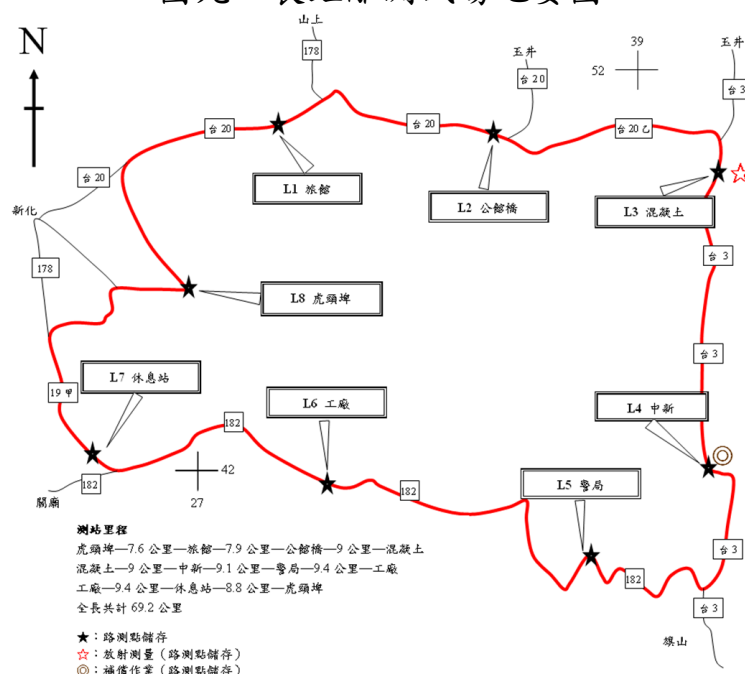
資料來源：筆者繪製。

表三 長距離測試場地規劃表

測 站 編 號	站 資 料		
	測 圖	號 編	號 測站名稱（化名）
A（初始校準）點	9418- I -NW	L8	虎頭埤
第 1 點（路測點）	9418- I -NW	L1	旅館
第 2 點（路測點）	9418- I -NW	L2	公館橋
第 3 點（放射點）	9418- I -NW	L3	混凝土
第 4 點（補償點）	9418- I -NW	L4	中新
第 5 點（路測點）	9418- I -NW	L5	警局
第 6 點（路測點）	9418- I -NW	L6	工廠
第 7 點（路測點）	9418- I -NW	L7	休息站

資料來源：筆者整理。

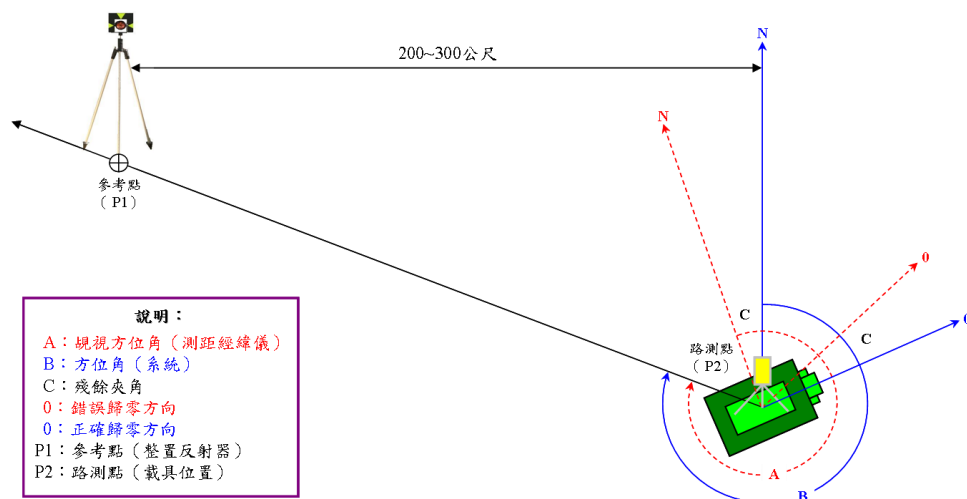
圖九 長距離測試場地要圖



資料來源：筆者繪製。

4.車輛行經第3測點時，須實施「測距經緯儀放射測量」測試。測試前應使系統完成與經緯儀之「調諧校正」(如圖十所示)。

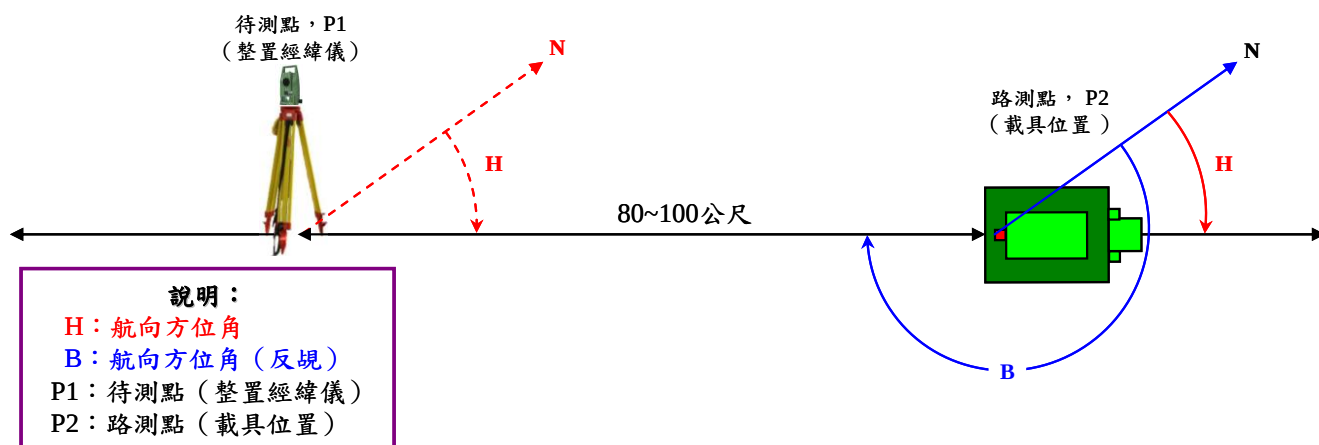
圖十 SPAN-7系統調諧校正示意圖



資料來源：修改自《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月)，頁 5~37。

5.車輛行經第4測點時，須實施「補償作業」測試 (如圖十一所示)。

圖十一 SPAN-7系統補償作業示意圖



資料來源：筆者繪製。

(二) GPS輔助下之操作性能

1. SAPN-7開機，於統制點資料庫中輸入統制點之地理座標或方格座標（含標高），選擇「主標測點」之初始校準模式於A點實施初始校準。
2. 初始校準完畢後選擇「標準測量模式」開始施測。載具依規劃路線向第1測點位置移動（中途應依選定時隔與程序完成零速更新），行經第1測點位置後，操作手開啟雷射標示器，指揮駕駛精確標定測站、停妥車輛，並於完成乙次零速更新後方可進行儲存，該點即視為測量作業之「路測點」。其後，載具將繼續往第2測點移動，並測量該點。爾後按此作業方式，逐一測量規劃路線上之其他各點，直至返回原點為止（表三，圖八）。
3. 車輛行經第3測點時，須實施「測距經緯儀放射測量」測試。測試前應使系統完成與測距經緯儀之「調諧校正」。測試方式與要領與「無GPS輔助」測試相同。
4. 車輛行經第4測點時，須實施「補償作業」測試。測試方式與要領與「無GPS輔助」測試相同。

(三) 測量成果計算：圓形公算偏差（CEP）與公算偏差（EP），係將SPAN-7野戰測試所得之各測點座標與軍備局所測得之各點參考座標進行比較，求算其水平與垂直誤差。計算公式如下。¹⁰

1. 代字說明：

X_i ：系統所測 i 點之 X （橫）座標。

Y_i ：系統所測 i 點之 Y （縱）座標。

Z_i ：系統所測 i 點之標高。

XT_i ：SCPi點之 X （橫）參考座標。

YT_i ：SCPi點之 Y （縱）參考座標。

ZT_i ：SCPi點之參考標高。

n ：測試之總測站數。

CEP：為定義水平座標使用之「圓形公算偏差」（Circular Error Probability, CEP）。

EP：為定義垂直座標使用之「公算偏差」（Error Probability, EP）。

2. 誤差計算：

SAPN-7對各測點所測得之座標與參考座標間之誤差：

10 同註5。

$$\Delta X_i = X_i - X_{Ti}$$

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_{Ti}$$

$$\Delta Z_i = Z_i - Z_{Ti}$$

3. CEP (EP) 之計算：

係使用每一次測試中所有之測點（共8點）。

$$RMS_x = \sqrt{(\sum \Delta X_i)^2 / n}$$

$$RMS_y = \sqrt{(\sum \Delta Y_i)^2 / n}$$

$$RMS_z = \sqrt{(\sum \Delta Z_i)^2 / n}$$

$$CEP_{x,y} = 1.1774 \times (RMS_x + RMS_y) / 2$$

$$EP_z = 0.6745 \times RMS_z$$

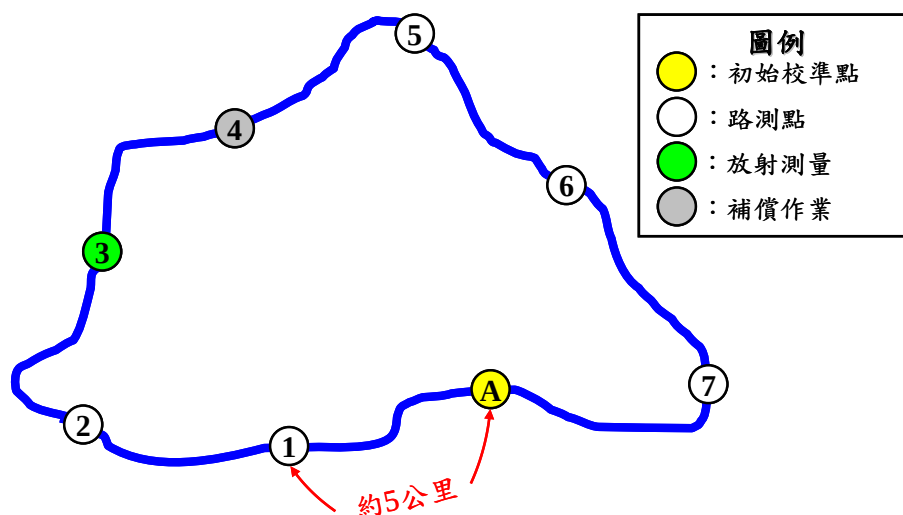
4. 測試標準：當測試所得之 $CEP_{x,y} < 7$ 公尺 (CEP)、 $EP_z < 3$ 公尺 (EP) 時，該測試即屬合格，其結果應填寫於 SPAN-7 野戰測試紀錄表中（表五）。

四、中距離測試：中距離測試場地，包含初始校準點共計8點。施測路線全長約30公里，各點間隔（路線距）約5公里（圖十二）。其測試要領、測量成果計算場地規劃與要圖（表四，圖十三）等，除下列兩項外，其餘各項同長距離測試。

（一）使用「4分鐘」零速更新時隔之方式，選擇「標準測量模式」實施。

（二）測試標準：當測試所得之 $CEP_{x,y} < 3$ 公尺 (CEP)、 $EP_z < 1$ 公尺 (EP) 時，該測試即屬合格，其結果應填寫於 SPAN-7 野戰測試紀錄表中（表五）。

圖十二 中距離測試場地規格圖



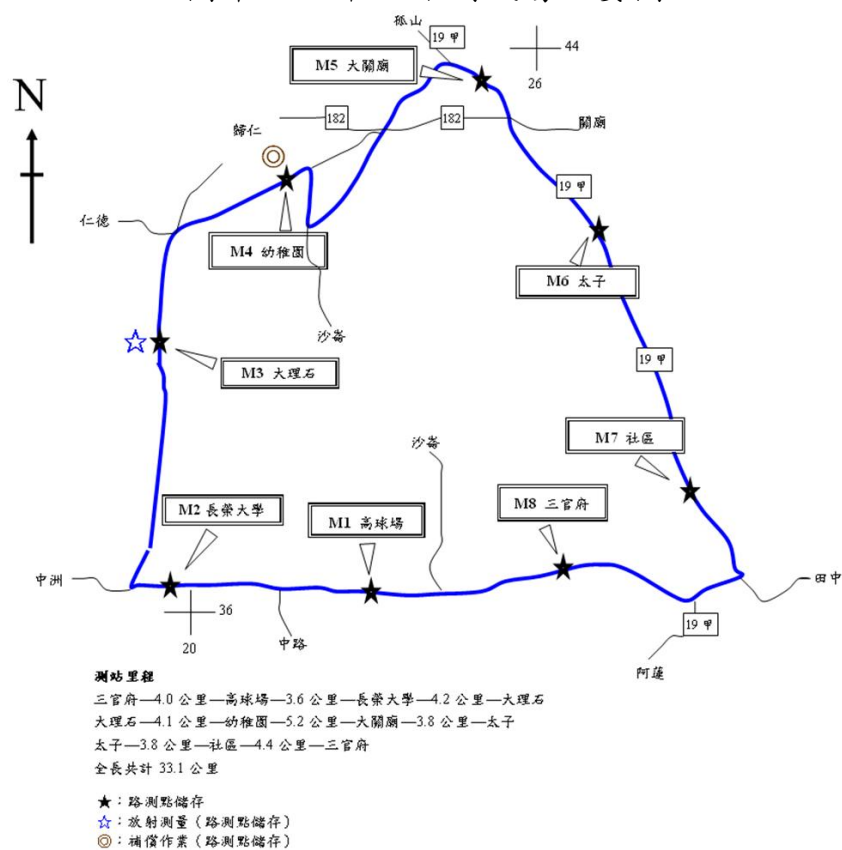
資料來源：筆者繪製。

表四 中距離測試場地規劃表

測站編號	站資料		
	圖號	編號	測站名稱(化名)
A(初始校準)點	9418- I -NW	M8	三官府
第1點(路測點)	9418- I -NW	M1	高球場
第2點(路測點)	9418- I -NW	M2	長榮大學
第3點(放射點)	9418- I -NW	M3	大理石
第4點(補償點)	9418- I -NW	M4	幼稚園
第5點(路測點)	9418- I -NW	M5	大關廟
第6點(路測點)	9418- I -NW	M6	太子
第7點(路測點)	9418- I -NW	M7	社區

資料來源：筆者整理。

圖十三 中距離測試場地要圖



資料來源：筆者繪製。

表五 SPAN-7野戰測試記錄表

長/中距離「第 1 次」野戰測試紀錄表（有/無 GPS）						初始校準時間	18：00
						車 號	軍 2-22275
裝 備 序 號		H970306	測 試 者		黃○○	測 試 日 期	101.03.28
測 點	點標記	已 知 座 標	測 得 座 標	座 標 誤 差		WP 編號	
1	M1	X：223358.298 Y：2541328.310 Z：26.770	X：223360.14 Y：2541330.363 Z：27.63	DX：-1.842 DY：-2.053 DZ：-0.86			
2	M2	X：225260.095 Y：2543165.835 Z：38.749	X：225260.173 Y：2543166.291 Z：38.14	DX：-0.114 DY：-0.456 DZ：0.609			
3	M3	X：226434.399 Y：2540225.208 Z：38.909	X：226434.328 Y：2540225.335 Z：38.112	DX：0.071 DY：-0.127 DZ：0.797			
4	M4	X：227927.496 Y：2537193.815 Z：39.947	X：227927.187 Y：2537194.221 Z：39.408	DX：0.309 DY：-0.406 DZ：0.539			
成 果 類 別		計 算 公 式		計 算 結 果	合 格 標 準	合 格	不 合 格
CEP (x, y)		$1.1774 \times (\text{RMD}_x + \text{RMD}_y) / 2$		1.325	< 3 公尺	✓	
EP (z)		$0.6745 \times \text{RMD}_z$		0.501	< 1 公尺	✓	
異 樣 紀 錄							
註 記							

資料來源：修改自《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》（桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月），頁 7~11。

伍、接裝測試常見問題與說明

筆者於今年度參與SPAN-7裝備撥交、協助部隊接裝測試期間之常見問題，共區分為三大類、十項次（彙整如表六~表八），希冀提供未來部隊裝備運用之依據。茲說明如後：

一、「系統安裝」常見問題如表六。

表六 系統安裝常見問題一覽表

項 次	常 見 問 題	說 明
1	為何 SPAN-7 與 ULISS-30 定位定向系統相較下，系統安裝時間較長、安裝程序亦較繁瑣？	SPAN-7 與 ULISS-30 雖同屬定位定向系統，惟其設計概念卻大不相同。SPAN-7 為雙系統整合之自動化測地系統，其構造複雜，須搭配車輛移動感測器與 RTK 雙頻天線單元以維其作業精度。使用單位應建立此一正確認知，並配合扎實之機械訓練，相信必可熟能生巧，大幅縮減裝備安裝時間

2	SPAN-7 之安裝要領與重點為何？	1.儘可能使用固定之系統車輛。 2.務須嫻熟各單元組件之安裝要領與重點。
3	系統安裝組（VM）之安裝要領為何？	系統安裝組（VM）之安裝要領為先將其置於安裝螺孔上方，並將固定用之六角沉頭螺絲採對角方式徐徐嵌入，遇阻力時略微調整長短墊條與安裝基座之位置，直至全部之六角沉頭螺絲均能旋緊為止（必要時可使用少許潤滑油，以利安裝遂行）。
4	定位定向單元（PAU）之安裝重點為何？	定位定向單元（PAU）之安裝重點為將固定用之 4 個六角沉頭螺絲完全鎖緊前，須將其向前（朝車頭方向）及向左（朝駕駛方向）推至盡頭。
5	RTK 雙頻天線單元（RTK-DAU）之安裝重點為何？	1.BASE 天線之安裝重點為須將天線總成底部之黃色標記朝向車頭方向，以確保電羅經（DMC）之感測精度。 2.ROVER 天線之安裝重點為須將天線結合座上朝車頭方向推至盡頭，再以固定螺絲緊定之。
6	車輛移動感測器（VMS）之安裝要領與重點為何？	1.安裝前，應先確認單位悍馬車傳動軸之形式，目前全軍悍馬車傳動軸形式共區分兩種，廠商已依據不同傳動軸形式設計兩種不同尺寸之輪軸齒輪供單位使用。 2.輪軸齒輪應安裝於悍馬車右後輪之傳動軸上，且應儘可能向右輪方向緊靠。 3.輪軸齒輪結合螺（共 4 個）緊定時，應使用制式工具徐徐施力，避免因用力過猛造成結合螺斷裂。 4.輪軸齒輪與霍爾感應器間須維持 2.5 公厘內之間距，以免感測信號中斷。

資料來源：筆者自製。

二、「系統操作」常見問題如表七。

表七 系統操作常見問題一覽表

項次	常見問題	說明與建議
1	系統精度失準時應檢查項目為何？	1.立即停止作業，並將車輛停放至適當位置。 2.實施系統之自我檢測，查看各單元組件是否異常。 3.檢查車輛移動感測器（VMS）是否鬆脫；輪軸齒輪與霍爾感應器間須維持 2.5 公厘內之間距。 4.檢查系統 GPS 資訊是否異常。
2	作業期間系統出現 DMC 或 RTK-DAU 失常之彈跳視窗，應如何處置？	1.作業期間，行經顛簸路面，造成車輛晃動過大時，可能導致 DMC 或 RTK-DAU 暫時失準，此時可於彈跳視窗中點選  鍵，繼續執行作業。 2.實施系統之自我檢測，查看各單元組件是否異常。 3.若彈跳視窗重複出現，請立即將車輛停放至適當位置，重新檢查 WO2 與 WO5 纜線是否結合確實。

資料來源：筆者自製。

三、「其他」常見問題如表八。

表八 其他常見問題一覽表

項次	常見問題	說明與建議
1	電池與充電單元（BCU）充電問題？	1.BCU 完成充電所需時間約 8 小時，實施充電前（無論使用市電或車輛電源），均應先開啟 BCU 背面之「BCU 電源開關」。 2. BCU 使用交流電（市電）充電時，將會自動執行 110V 與 220V 電源間之變壓及穩壓。
2	電池與充電單元（BCU）燈號 2 代表意義為何？	BCU 之「燈號 2」，亮「綠燈」表示電瓶電壓正常；亮「橘燈」表示充電中；「無亮燈」則為電瓶不良；若「呈現紅燈及綠燈交互閃爍且有警告聲」則為電瓶電壓過低，應立即充電。

資料來源：筆者自製。

陸、結語

SPAN-7定位定向系統係一針對野戰砲兵定位定向發展、採「慣性導航」與「全球定位」雙系統整合（Inertial Navigation System/Global Positioning System Integration, INS/GPS Integration），可架設在移動式載具，提供快速及精確之座標、方位及標高之測地系統，亦為達成砲兵「測地自動化」之高科技測量裝備。

每一套SPAN-7定位定向系統在最初撥交單位使用之前，均須實施接裝測試，經鑑定合格後始可撥交；當系統故障經原廠或保修單位修復後，亦應由使用單位執行與接裝相同之測試，鑑定合格方可使用，否則應再度進廠維修。就接裝測試之結果評估，如各項測試均符合本文所列標準，即可鑑定為合格，否則將視為不合格，經評估為不合格之裝備，代表其無法符合本軍需求，應要求製造廠商針對缺失改進完畢後，方得准予接收。

國軍 SPAN-7 定位定向系統已成軍，朝砲兵「測地自動化」之目標，又邁進一大步；惟高科技之精密裝備，仍須端賴「人」的知能與嚴格的教育訓練來操控與運用，我砲兵幹部須具備前瞻的思維與廣泛的科技知識，方能發揮裝備最大效益，達成上級交賦之任務。

參考文獻

- 一、《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》（桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 87 年 12 月）。
- 二、至鴻公司，《SPAN-7 教育訓練資料》（台北：至鴻公司，民國 101 年 6 月）。
- 三、耿國慶，〈砲兵測地用「定向陀螺儀」之發展與運用〉《砲兵雙月刊》（台南），第 77 期，陸軍砲訓部，民國 84 年 4 月。
- 四、耿國慶，〈ULISS-30 定位定向系統接裝測試之研究〉《砲兵雙月刊》（台南），第 87 期，陸軍砲訓部，民國 85 年 12 月。
- 五、耿國慶，〈模組化定位定向系統（MAPS）運用於自走砲之研究〉《砲兵雙月刊》（台南），第 107 期，陸軍砲訓部，民國 89 年 4 月。
- 六、張觀群，〈ULISS-30「砲兵定位定向系統」野戰測試之研究〉《砲兵雙月刊》（台南），第 94 期，陸軍砲訓部，民國 87 年 2 月。
- 七、黃盈智，〈SPAN-7 砲兵定位定向系統介紹〉《砲兵季刊》（台南），第 159 期，砲訓部，民國 101 年 11 月。
- 八、黃國興，《慣性導航系統原理與應用》（台北：全華科技圖書股份有限公司，民國 84 年 8 月）。

九、Jianchen Gao, “GPS/INS/G Sensors/Yaw Rate Sensor/Wheel Speed Sensors Integrated Vehicular Positioning System” , Position Location And Navigation Group (Fort Worth TX) , 2006, pp. 26~29.

十、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（第二版）》（桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月）。

十一、陸軍「國防新知運用」專區，網址：mdb.army.mil.tw。

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班，乙級工程測量、丙級測量證照。曾任班長、作戰士、測量組長、連士官督導長，現任職砲校目標獲得組士官長教官。