

地圖「跨帶」與「方位偏角圖」之研究

作者：耿國慶

提要

- 一、軍用地形圖使用「橫麥卡脫投影」(UTM)，每隔經度 6 度為 1 帶，將全球劃分為 60 帶。基於每一帶皆為獨立的座標系，在我國即發生 50、51 帶「跨帶」的複雜現象，致造成相鄰兩帶交界地區之地圖接合、指揮管制與砲兵測地、射擊、觀測、射向賦予等諸多不便。砲兵有時須「跨帶」射擊，為能有效因應，實須具備相關知識與因應之道。
- 二、「方位偏角圖」(或稱之為偏角圖、三北針)為地圖必備之資訊，位於圖廓外右下方，可提供使用者換算基本方位參考。目前砲兵多使用「磁針」(方向盤、雷觀機與指北針)定向，有時須藉「天體觀測」決定地線方位，如何運用偏角圖之「方格磁角」與「方格偏角」，將「磁方位角」與「正方位角」換算為砲兵所需之「方格方位角」，實有賴使用者對偏角圖之正確認知與運用能力。
- 三、「跨帶」與「方位偏角圖」皆屬於地圖閱讀範疇，鑒於我國幅員內確實存在「跨帶」情況，且目前砲兵磁針與天體觀測定向方式，仍須參考偏角圖換算方格方位角的需求並未改變。砲兵位居地面火力骨幹，「射擊」為其達成支援目地之唯一手段，就測地、射擊指揮與觀測之專業需求而言，不僅須瞭解相關知識，更應熟練運用要領，俾可於特殊狀況下發揮精準火力，達成支援任務。

關鍵詞：跨帶、跨帶方格、方位偏角圖、投描法、方格偏差修正、磁偏校正

前言

1990 - 1991 年波灣戰爭期間，美軍砲兵始體認遭遇「跨帶、不同橢球體、大地基準」(Zone-to-zone transformation, different ellipsoids and datum)等特殊狀況時，極為複雜與不易解決，致戰後積極朝向統一的「WGS-84」座標基準，並提升「測地電腦」(Backup Computer System, BUCS)模組執行跨帶轉換之功能。¹我國為與國際接軌，已於民國 86 年採用「TWD-97」(同國軍使用之 WGS-84)，惟就國土幅員而言，地圖中仍然存在跨帶狀況，致砲兵有時須跨帶射擊，為能有效因應，實須具備相關知識與因應之道。

「方位偏角圖」(或稱之為偏角圖、三北針)為地圖必備之資訊，位於圖廓外右下方，可提供使用者換算基本方位參考。目前砲兵經常使用「磁針」(方向

¹ Staff Sergeant Dwight D.Mckillip, "Survey for Remote Areas", 〈Field Artillery June 1993〉, p24-25。

盤、雷觀機與指北針)或偶採「天體觀測」方式定向,如何將「磁方位角」、「正方位角」換算為「方格方位角」,提升定向精度?實有賴使用者對偏角圖之正確認知與運用能力。

跨帶

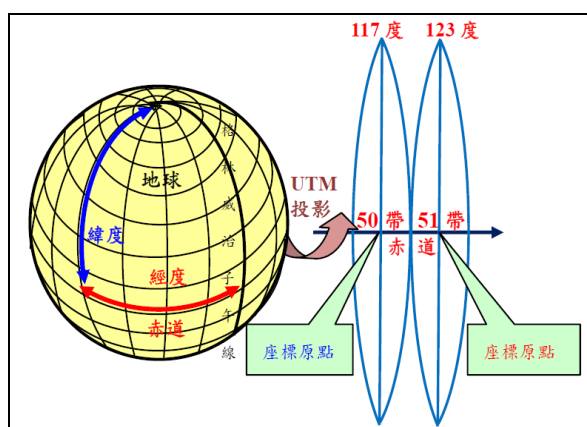
「橫麥卡脫投影」(Universal transverse Mercator grid, UTM)又稱「高斯克呂格投影」,為正投影之一種,具有正形特性,即地面上任一地區投影之後,形狀相似,方向不變,距離正確,適用於全球南北緯 80 度以內任何地區,自 1914 年問世以後,已普遍提供國防軍事、學術研究與施政建設之用。「橫麥卡脫投影」沿赤道自西經 180 度至東經 180 度,每隔經度 6 度為一帶,將全球劃分 60 個投影帶,並依次編以 1—60 之阿拉伯數字。²基於每一分帶皆為獨立的座標系,當地區幅員較大時,將出現一次或數次「跨帶」(Zone-to-zone)的複雜現象。

一、「跨帶」內涵

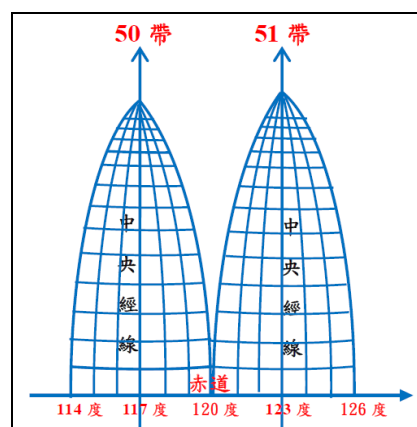
(一)平面投影座標方格帶編號:我國現行採用經度 6 度之分帶法(如圖一),中央經線兩側各為 3 度(如圖二),投影帶編號悉依「橫麥卡脫投影」分帶法,臺灣地區分帶編號現況分述如下:1. 臺灣本島、彭佳嶼、琉球嶼、龜山島、蘭嶼與綠島等地區為 UTM 第 51 帶,中央經線為 123 度。2. 澎湖、烏坵、金門與東沙地區為 UTM 第 50 帶,中央經線為 117 度。3. 馬祖地區因跨越 50 與 51 帶,可依需要使用 50 或 51 帶之投影座標成果。

前述各帶之中央經線與赤道交點為該帶區內十萬公尺劃分之原點,同時為避免座標有負值出現,北半球之投影原點橫座標向西平移 500,000 公尺(500 公里),縱座標值為 0 公尺(如圖三),中央子午線尺度比率為 0.9996。³

圖一 臺灣地區按 6 度分帶法編號
涵蓋 50、51 帶



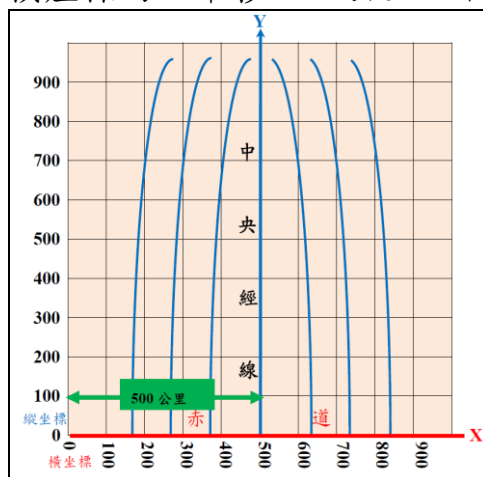
圖二 50、51 帶中央經線與
兩側 3 度示意



² 《軍用地形圖閱讀手冊(增修版)》,(臺北市:國防部情次室,民國 81 年 6 月),頁 37-38。

³ 《中華民國台灣地區三角點成果表(2°、3°、6°分帶成果)》,(臺北市:聯勤總部測量署,民國 74 年 12 月),臺灣地區三角點成果說明。

圖三 各分帶投影原點橫座標向西平移 500 公里，縱座標值為 0 公尺示意圖



資料來源：圖一至三為作者自製

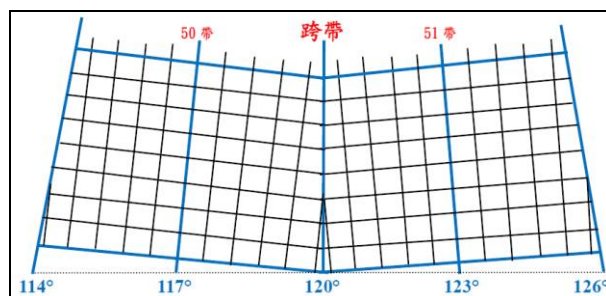
(二) 跨帶與跨帶方格：UTM 方格座標係依據「橫麥卡脫投影」而制定，因採用此種投影所編成之地圖，所有角度與地面相應角值甚為接近，故選以編製軍用地形圖，供砲兵、測量與航行之用。⁴

「橫麥卡脫投影」每隔經度 6 度為一帶，各帶皆為獨立的座標系，故跨帶時相鄰兩帶地圖的方格網無法相互連接（如圖四）。如 50 與 51 帶為相鄰兩帶的地圖，其座標線各自平行於本帶的縱、橫座標線，且座標直接由各帶座標原點起算，因此相鄰兩帶的地圖接合時，不僅座標值無法連接，且座標方格將出現如「圖四」非正方形之狀況，致造成相鄰兩帶交界地區之地圖接合、指揮管制與砲兵測地、射擊、觀測、射向賦予等，諸多不便。

1. 跨帶：中央經線兩側各為 3 度，帶與帶間各有 30 分之重疊，此一重疊部分謂之「跨帶」，未重疊之部分則稱為「本帶」。⁵

2. 跨帶方格：跨帶 30 分的重疊區域內，須將兩帶之方格同時印於地圖上，此種方格稱之為「跨帶方格」，⁶臺灣西部、澎湖與馬祖地區均出現跨帶方格。砲兵有時須實施跨帶射擊，務必先行瞭解相關知識與因應之道。

圖四 50、51 跨帶方格接合示意



資料來源：作者自製

⁴ 同註 2，頁 37。

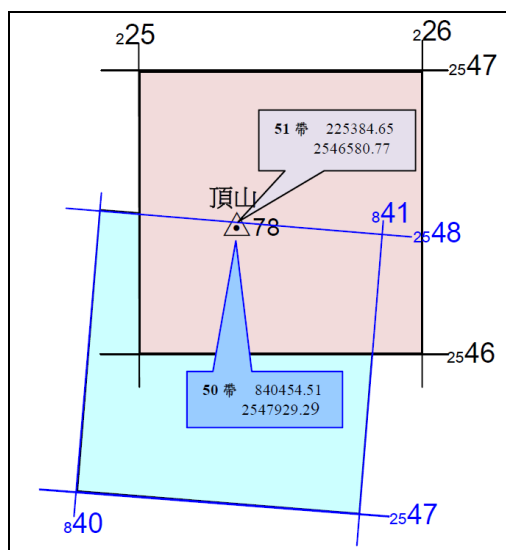
⁵ 同註 2，頁 30。

⁶ 同註 2，頁 40。

(三) 跨帶方格加註方式：為使跨帶時相鄰兩帶的地圖可使用統一的方格座標，製圖規定每投影帶與帶交界處 30 分的重疊區域，須在圖廓線之四邊加註由鄰帶延伸過來的方格座標短線，其方格數值之註記方法與主要方格相同。

目前跨帶方格之地圖上，其圖廓外資料中以附記說明圖中各方格子之名稱、顏色、特性及其量度單位，⁷採主帶（51 帶）為「黑色」，所跨鄰帶（50 帶）為「藍色」方式註記，使用者可依需求自行量取。惟兩者差異甚大（如圖五），務須正確使用。

圖五 50、51 不同分帶座標差異示意



資料來源：作者自製

二、「跨帶」對砲兵之影響

砲兵有時須「跨帶」射擊，惟因陣地與目標並非同一投影帶（如圖六），其方格網接合並非正方形，且各帶均有其獨立之方格座標系，將造成下列影響：

(一) 測地：須分別在所跨之各投影帶選擇「測地統制點」，起始測地作業，建立符合該帶座標系之測地成果，惟其所建立之測地成果，僅限用於本帶，無法適用於跨帶。

(二) 射擊指揮：射擊指揮所使用之測地射擊圖，其「平面直角方格網」與地圖「跨帶方格」並不吻合，致量取之砲目距離、方向與方位角等正確性堪虞。

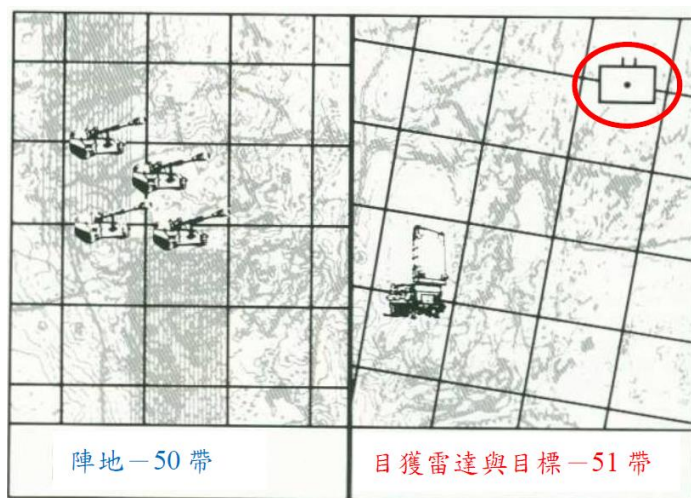
(三) 觀測：觀測所如開設在鄰帶，僅能以「極座標法」指示目標，而無法使用「座標指示法」，否則目標座標與射擊圖上位置差異甚大。

(四) 射向賦予：射向賦予通常使用方向基角法或方位角法，為確保射向精度，方向盤須依規定實施「磁偏校正」。通常部隊移動 40 公里時，方向盤（雷

⁷ 同註 2，頁 40。

觀機、指北針)，須行磁偏校正。當跨帶時，部隊即使移動僅數公里，亦須實施校正，⁸將造成部隊困擾且易生錯誤。

圖六 陣地與目標並非同一方格帶示意



資料來源：Staff Sergeant Dwight D.Mckillip, “Survey for Remote Areas”，〈Field Artillery June 1993〉,p26。

三、「跨帶」因應之道

(一) 律定「主帶」編號：

作戰指揮部須律定作戰全程（或階段）以某一方格帶為「主帶」，並嚴格監督所屬部隊將所跨之鄰帶座標轉換至「主帶」，以求統一。

(二) 測地作業

1. 建立測地統制與完成測地成果

(1) 建立測地統制：作戰區（防衛部）測量排使用主帶「衛星控制點」（基準點）為測地統制點，起始測地作業，並賦予砲兵營（連）「測地統制點」（SCP）、「磁偏校正站」等，將所跨之鄰帶相關點位納入（或轉換至）主帶座標系內，達成座標系統一。惟成果表上須註明主帶編號，且 UTM 方格座標橫座標小數點前第 6 位數與縱座標小數點前第 6、7 位數，不得省略。

(2) 完成測地成果：各砲兵營（連）使用上級賦予「測地統制點」（SCP），完成符合主帶座標系之測地成果，提供射擊指揮、觀測、磁偏校正與射向賦予使用。必要時，須適時實施「閉塞檢查」。

2. 測地作業要領

(1) 定位定向系統（ULISS-30、SPAN-7）：定位定向系統因採「大地測量」（Geodetic Surveying）作業方法，可轉換座標系統與型式，惟需輸入正確之「大地基準」（橢球體）、「方格帶」（Grid Zone）與座標、標高等資料。

1. ULISS-30：作業前的系統設定與檢查階段，操作手須將作業地區「慣性

⁸ 《野戰砲兵測地訓練教範—第二版》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 2-55。

資料碼」(CDI233)設定為主帶 UTM 方格編號，並將「參考橢球體」之「慣性資料碼」(CDI269)設定為「1」(WGS-84)，⁹確定使用主帶座標系作業。

2. SPAN-7：在系統「初始校準實施」階段，選擇測地統制點資料庫，在「統制點數據管理」頁面中，按壓「增加」，輸入「測地統制點資料」，在選擇「座標系統」時，除選擇 UTM (WGS-84) 外另須選擇符合主帶之「區帶編號」(如圖七)。¹⁰

圖七 SPAN-7 選擇②「座標系統」UTM (WGS-84) 與「區帶編號」

資料來源：《陸軍 SPAN-7 砲兵定位定向系統操作手冊（第一版）》，〈桃園：國防部陸軍司令部印頒，民國 102 年 8 月〉，頁 5-28。

(2) 傳統測地：選擇主帶「控制點」(基準點)成果起始測地，或由設定為主帶之定位定向系統賦予「測地統制點」(SCP)，起始測地作業。將所跨之鄰帶座標系納入主帶，必要時可返回主帶測地統制點，實施閉塞檢查。

3. 測地資料中心作業：檢查、轉換「衛星控制點」、測地基準點(測地統制點)與現地作業等成果，待確定符合上級所律定之主帶座標系後，建立成果檔案，適時提供系統組、測量班與分發下級部隊使用。

目前本部所提供各部隊「測地資料中心」三種轉換程式中，僅「美軍轉換程式」(美軍與「威斯康辛州綠灣大學」—University of Wisconsin-Green Bay 合作研發)，可轉換不同分帶(50 帶、51 帶)之 UTM 方格座標(如圖八；座標差異，如表一)，務必謹慎行之。

⁹ 《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園：陸軍總司令部頒行，民國 87 年 11 月 30 日)，頁 5-3。

¹⁰ 《陸軍 SPAN-7 砲兵定位定向系統操作手冊（第一版）》(桃園：國防部陸軍司令部印頒，民國 102 年 8 月)，頁 5-25~5-33。

圖八 將澎湖「七美」(I 等衛控點)轉換為 51 帶 UTM 方格座標

Selection #		Datum	a	b	f	1/f
		WGS 84	6,378,137.0	6,356,752.3	0.003353	298.257
① 選擇經、緯度方位						
② 輸入經、緯度						
Latitude and Longitude to UTM (Choose Decimal or DD MM SS)						
	N/S - E/W	Decimal		DD	MM	SS
Latitude	N			23	12	16.56022
Longitude	E			119	26	18.71508
Latitude	23.20460006			23	12	16.56022 N
Longitude	119.438532			119	26	18.71508 E
④ 轉換後之 UTM 方格座標						
Easting	135,404.79		Zone	51 Q		
Northing	2,570,637.98		Zone CM	123		
③ 選擇方格帶、區編號						
Military Grid Reference		51 Q	SF	35404	70637	
Convert UTM TO Latitude and Longitude						
Easting	781,496.00					
Northing	2,900,000.00		North or South Latitude?	N		
Zone	51	Zone Central Longitude	123	E		

表一 澎湖「七美」(I 等衛控點) 51 帶與 50 帶 UTM 座標差異

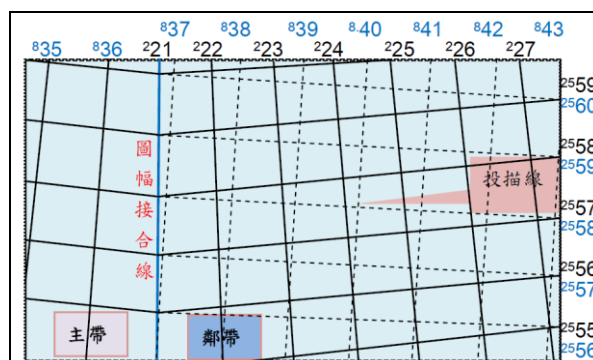
轉換	區分	經 緯 度	23°12'16.56022" N	119°26'18.71508" E
點名		方格帶編號	橫座標 (公尺)	縱座標 (公尺)
澎湖－七美 (I 等衛星 控制點，編 號 S032)	UTM－51 帶	135404.79	2570637.98	
	UTM－50 帶	749578.55	2568262.79	
	座 標 差 異	－614173.76	＋2375.19	

資料來源：圖八、表一為作者自製

(三) 地圖、射擊圖調製要領

1. 軍用地形圖調製：在相鄰兩帶圖幅之重疊地區（經度 30 分）內，已將兩帶之方格同時印於地圖上。當上級律定統一使用某一帶為「主帶」後，使用者將所跨「鄰帶」東、西圖廓之縱座標、南、北圖廓之橫座標短線段連成直線，¹¹再「投描」延伸主帶方格座標網至鄰帶，並註記相應之座標值（原本僅每 10 公里有註記），即可統一方格座標網（如圖九）。

圖九 將主帶方格投描至鄰帶示意



資料來源：作者自製

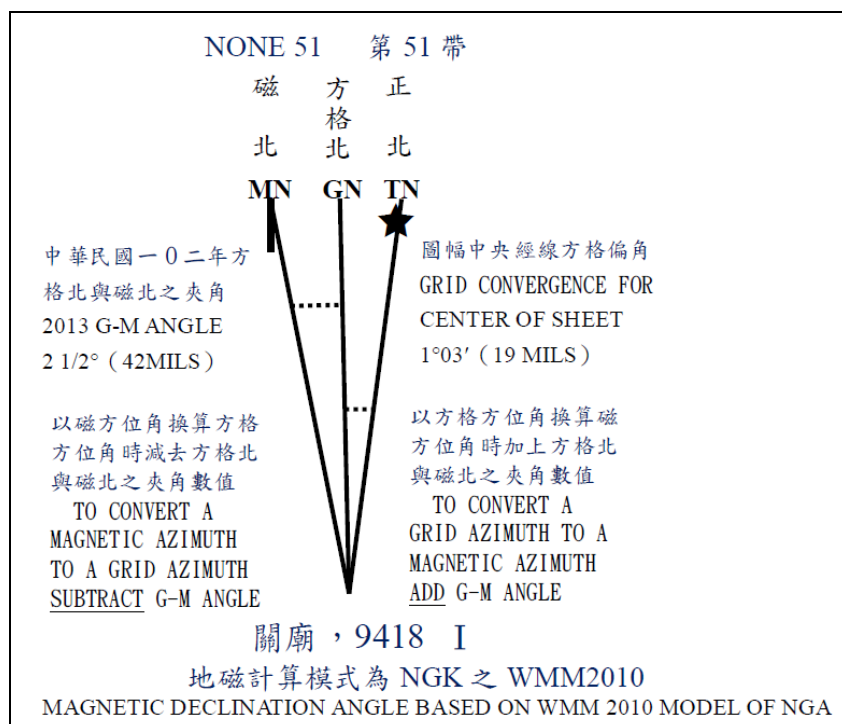
¹¹ 同註 2，頁 322。

2.射擊圖調製：射擊圖係採「平面直角方格網」設計，如已決定「主帶」編號，且使用「主帶」座標系建立所跨「鄰帶」之測地成果後，射擊圖即無需再由「主帶」投描延伸，即可依據測地成果調製「測地射擊圖」，量取圖上諸元。當使用「地圖」為射擊圖（如軍團砲兵、砲兵群射擊指揮所，外、離島砲兵營、連）時，應比照地圖調製要領（投描法）行之。

方位偏角圖

製印地圖前，須先將地形、地物位置，依照所需要之投影自「大地位置」(經、緯度)化算為「平面位置」(方格座標)，為便於使用者可迅速、正確的標定相關位置，地圖圖廓外右下方(102年版改在中央下方)印出三種北方，以三直線共交於一點，表示其偏差情況(如圖十、十一)，此圖稱為「方位偏角圖」(或稱之為「偏角圖」、三北針，即正北、方格北、磁北)。「偏角圖」(Declination Diagram)中「正北」(True north)與圖幅中央方格線之夾角，稱之「製圖角」或「收斂角」(Grid convergence)，為經由計算而得之固定值。惟方格北與「磁北」(Magnetic north)間之「方格磁角」(G-M Angle)，則因磁偏角之長週期變化，每年產生若干差值(如圖十二)。¹²偏角圖在砲兵運用之層面甚廣，惟須瞭解其內涵與運用時機、要領。

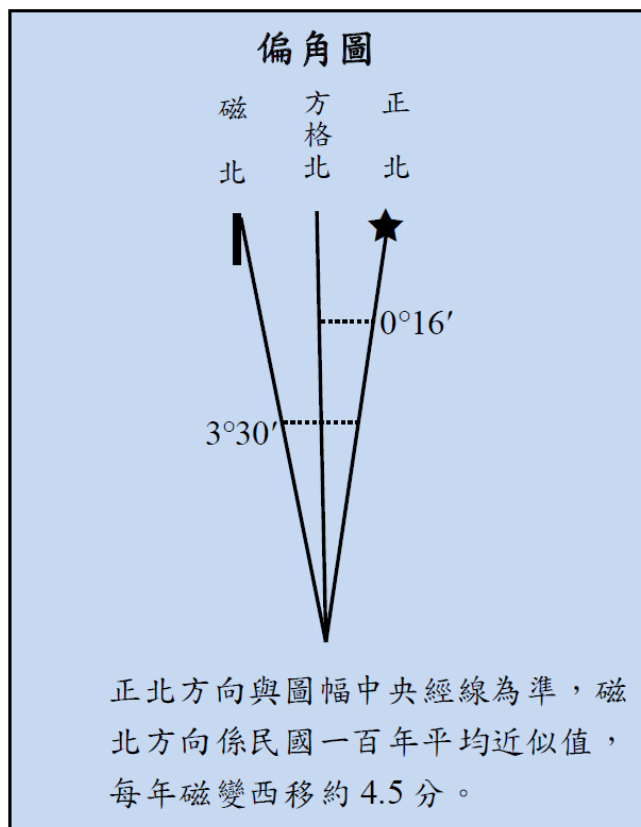
圖十 軍用地形圖—「關廟」偏角圖(6°分帶)



資料來源：1/25,000 關廟（圖號 9418 I NW）地形圖

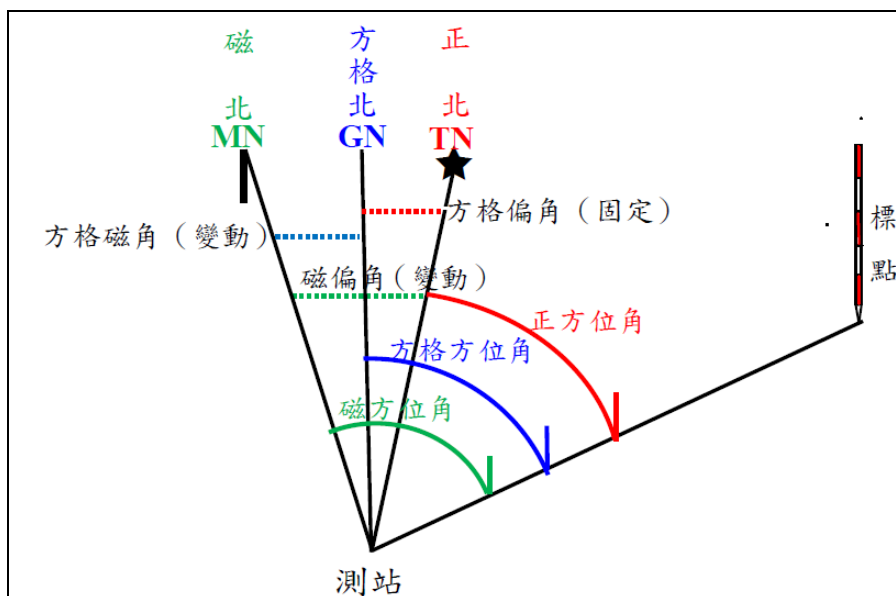
¹²吳經民著，《磁力測量簡介》(臺北市：聯勤總部測量署發行，測量技術通報第 92 期，民國 79 年 6 月)，頁 28。

圖十一 內政部經建版—「關廟」地圖偏角圖（2°分帶）



資料來源：《中華民國臺灣地形圖—關廟，經建第四版，圖號 9418-I NW》，〈內政部國土測繪中心，民國 100 年 5 月測製〉。

圖十二 偏角圖相關名稱與關係



資料來源：作者自製

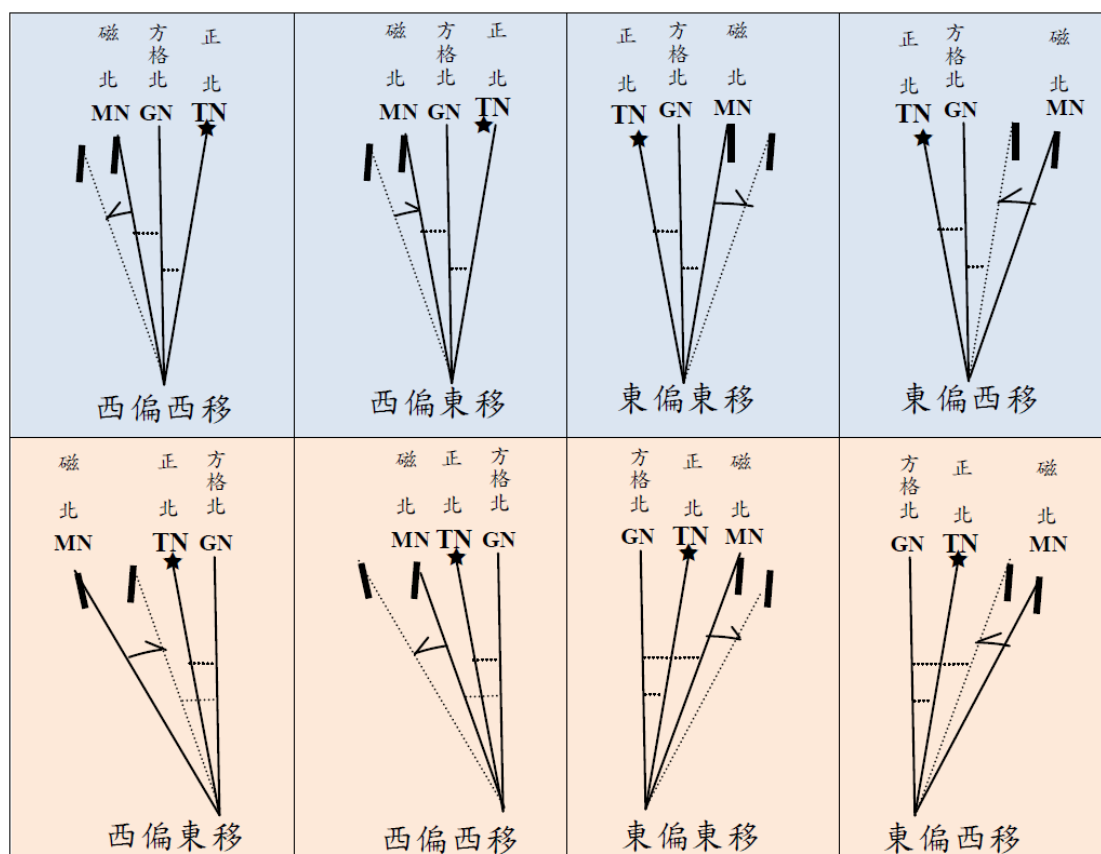
一、「方位偏角圖」內涵

（一）磁偏變化與三北針之關係：使用者以指北針於地圖上量取方位時，為將「磁方位角」修正為「方格方位角」，須依據地圖「磁偏角」下方所標示之

磁偏年變率及其移動方向，計算出用圖當年之正確夾角（8種磁偏變化與三北針之關係，如圖十三）。惟磁偏變化並非始終保持同一方向，故每次製圖單位修訂地圖時，均重新標示正確磁偏資料。¹³目前軍用地形圖已不再標示之磁偏年變率及其移動方向，僅註明測量偏角圖「方格磁角」之年份（參閱圖十）。觀察臺灣地區的偏角圖，通常磁北在方格北西側，正北則在方格北東側。惟國內製圖所需之磁偏資料，向來是由美軍五年磁偏圖上量取（資料來自「國際地磁參考場」—International Geomagnetic Reference Frame, IGRF），此值對每一圖幅而言，不盡正確。¹⁴

目前依據地圖註記顯示，軍備局生產製造中心第 401 廠已採用「美國國家地球空間情報局」（National Geospatial-Intelligence Agency, NGA）當前最新版「世界磁力模式 2010 年」（World Magnetic Model, WMM2010）計算磁偏角，¹⁵或許較按圖幅設立磁力測站，並劃分區域五年重複一次之標準測量方式，更能掌握正確磁力變化資料。

圖十三 8 種磁偏變化與三北針之關係示意



資料來源：吳經民著，〈磁力測量簡介〉《測量技術通報》（臺北市），第 92 期，民國 79 年 6 月，頁 28。

¹³ 同註 12，頁 28。

¹⁴ 同註 12，頁 32。

¹⁵ 蔡宛芸、張嘉強著，〈不同地磁模式之研究〉《第 33 屆測繪及空間資訊學術發表會專輯》，民國 94 年 9 月，頁 209-220。

(二)「本帶」與「跨帶」偏角圖：基於「橫麥卡脫投影」各帶皆為獨立之座標系，各帶之「中央經線」(Meridian,central)即「正北」與「方格北」所在(共同)位置，投影後的「方格北」則可依據「正北」經「方格偏差修正」獲得(如圖十四)。

1. 「本帶」偏角圖：「本帶」(未跨帶)地圖圖廓外中央下方印出的偏角圖，僅有三北針，以三條直線共交於一點，顯示偏差情況(參閱圖十)，此偏角圖適用於在「本帶」(未跨帶)地區，當部隊移動「超過 40 公里」後，即進入另一張圖幅區域，其偏角圖之方格磁角、方格偏角皆有改變，故須重行磁偏校正，俾獲得較精確之「方格方位角」。「超過 40 公里」須重行磁偏校正之理由如下：

每一幅 1/50,000 地圖均有其個別的偏角圖，一幅 1/50,000 地圖長約 28 公里、寬約 25 公里，利用「畢氏定理」計算斜邊為 37.54 公里，為求計算方便進位為 40 公里整數。計算方式：

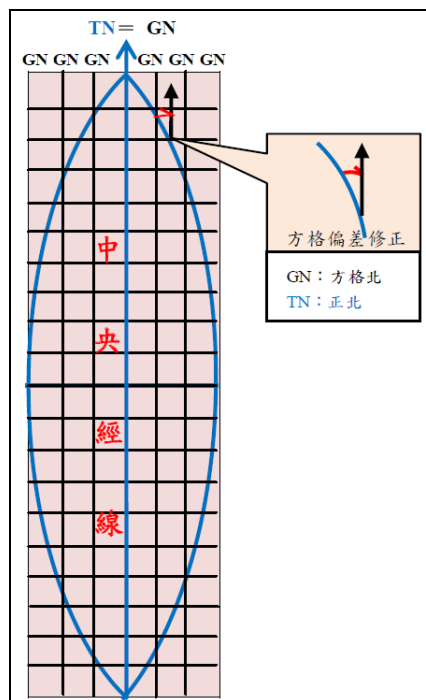
$$\sqrt{(28)^2 + (25)^2} = 37.54 \div 40 \text{ 公里}$$

2. 「跨帶」偏角圖：當跨帶時，即由本帶進入鄰帶，「中央經線」(正北)由東(西)變更為西(東)，「方格磁角」瞬間倍增，因此部隊僅移動數公里，仍須實施磁偏校正。地圖遇跨帶時，相鄰兩帶(本帶黑色，鄰帶藍色)的偏角圖均同時上下分列於圖廓外中央下方(如圖十五)，通常西側「鄰帶」的正北與磁北將出現在方格北西側，可提供跨帶時方位換算使用。跨帶時「方格磁角」計算方式：

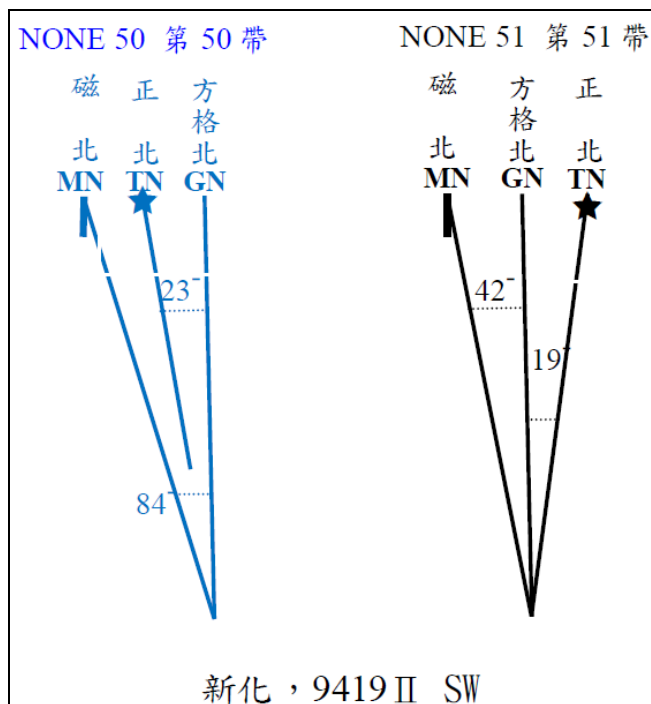
$$\begin{aligned}\text{本帶(51帶)磁偏角} &= \text{方格磁角} + \text{方格偏角} \\ &= 42 \text{ 密位} + 19 \text{ 密位} \\ &= 61 \text{ 密位}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{鄰帶(50帶)磁偏角} &= \text{本帶(61帶)磁偏角} + \text{鄰帶(50帶)方格偏角} \\ &= 61 \text{ 密位} + 23 \text{ 密位} \\ &= 84 \text{ 密位}\end{aligned}$$

圖十四 各方格帶正北與方格北關係示意



圖十五 跨帶時偏角圖變化示意



資料來源：圖十四作者自製；圖十五台灣省兩萬五千分一軍用地形圖：新化（102 年版）

二、偏角圖運用要領

（一）修正磁方位角為「方格方位角」：「方位偏角圖」係於地圖圖廓外中央下方印出三種北方，以三直線共交於一點，表示其偏差值，¹⁶提供使用者變換（改算）基本方向之用。¹⁷通常演訓期間，地圖已依需要結合並加封套，不便查取偏角圖之「方格磁角」時，可使用「目標方眼紙」取代指北針於地圖上直接量取。目前砲測中心已採此方式量取「射向方位角」，以避免「磁方位角」與「方格方位角」差值過大，以及指北針精度過低之顧慮。

運用偏角圖修正「磁方位角」為「方格方位角」之要領如下：砲兵測地與觀測人員經常利用方向盤、雷觀機與指北針之「磁針」測取磁方位角，以「交會法」（Interscction）¹⁸或「後方交會法」（Rescction）¹⁹於地圖上決定求點位置，達到檢查某點位置或測報觀測所之目的。當磁針未經「磁偏校正」，無法獲得已知點精確之方格方位角時，務必利用該地圖偏角圖上之「方格磁角」修正磁方位角為方格方位角（如圖十六），俾獲得較精確之求點位置。

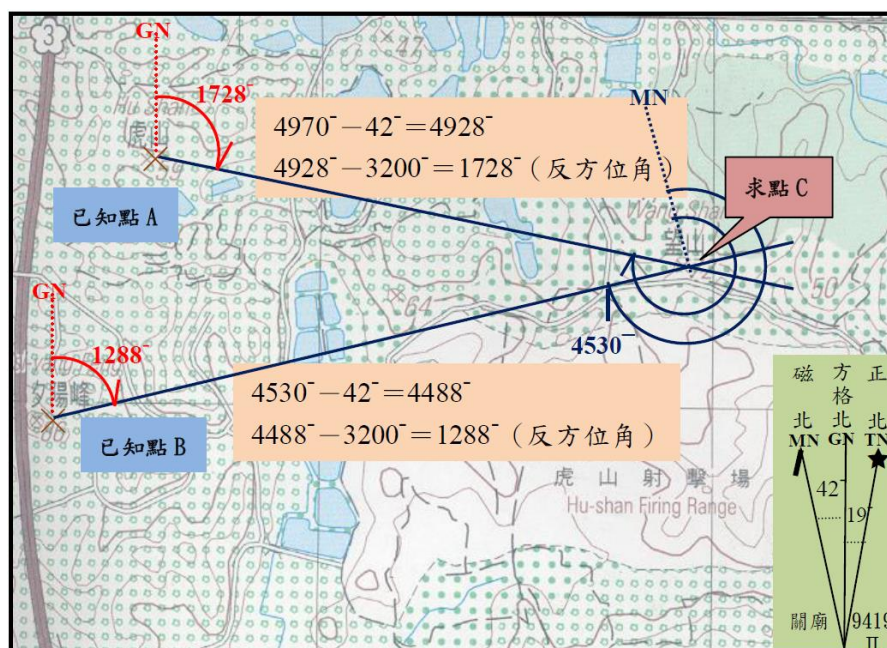
¹⁶ 同註 2，頁 48。

¹⁷ 《國軍軍語辭典—92 年修訂本》，〈臺北市：國防部，民國 93 年 3 月〉，頁 5-24。

¹⁸ 由兩個已知點向前描繪方向（位）線，其交會點決定該未知點在圖上位置。同註 17，頁 5-26。

¹⁹ 由一未知點觀測兩個已知點，以決定該未知點在圖上位置，後方交會法是決定觀測者在地圖上的位置，又稱為反交會法。同註 17，頁 5-27。

圖十六 利用偏角圖上之方格磁角修正「反交會法」方位角示意



資料來源：作者自製

(二) 越區之磁偏常數換算：通常部隊移動超過 40 公里後，M2 方向盤 (CS/PAS-2 雷觀機) 之「磁偏常數」(Declination constant) 已不適用，亟須利用該地區設置之磁偏校正站，求取正確的磁偏常數。如當地未設置磁偏校正站或無法及時校正時，則須運用「越區換算公式」，計算 M2 方向盤 (CS/PAS-2 雷觀機) 在新地區之磁偏常數因應。惟此舉無法取代正常校正程序，使用者仍須於狀況許可時，補行磁偏校正。範例如下：

1. 狀況：砲一營第一連 M2 方向盤 1 個月前曾在「牛長山」(1/50,000 旗山，圖號 9418 I) 實施磁偏校正，其平均磁偏常數為 6371 密位。目前該連機動至官田 (1/50,000 新化，圖號 9419 II)，在無法獲得磁偏校正站之狀況下，如何將「牛長山」所得之磁偏常數換算為「官田」地區之磁偏常數？(旗山、新化地圖之偏角圖：如圖十七)。

2. 磁偏常數換算：

公式：原「磁偏常數」+ 原「方格磁角」= 磁針分劃

磁針分劃 - 當地「方格磁角」= 當地磁偏常數

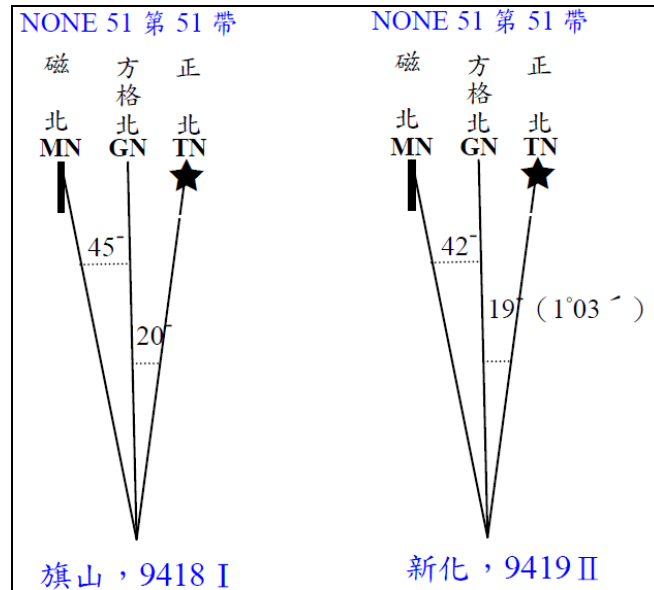
或：原「磁偏常數」+ 原「方格磁角」- 當地「方格磁角」
= 當地磁偏常數

換算：6371 密位 + 45 密位 = 6416 密位 (磁針分劃)

6416 密位 - 42 密位 = 6374 密位 (官田地區磁偏常數)

或：6371 密位 + 45 密位 - 42 密位 = 6374 密位 (官田地區磁偏常數)

圖十七 旗山、新化軍用地形圖「方位偏角圖」



資料來源：台灣省五萬分之一軍用地形圖：旗山、新化（102 年版）

（三）方格偏差修正：砲兵有時須藉由「天體觀測」(Astronomic observation) 方式，利用觀測天體（太陽、北極星或其他恆星）位置，計算某一地線相對於正北之關係，以決定較佳精度之方位角。因天體觀測所得之方位角為正北方位角，須經由「方格偏差」（即正北與方格北之夾角）修正將正北方位角換算為方格方位角。通常方格偏差修正採計算法，同時配合偏角圖上之「方格偏角」檢查；如時間急迫或無法計算時，則可使用測站者所在地圖偏角圖之方格偏角，直接修正。範例如下：

1. 狀況：測站位於「頂山」II 等衛星控制點（編號 S567），利用天體觀測測得某一標點之正北方位角為 175 度 58 分 30 秒，試分別以「計算法」與「偏角圖查取方格偏差值法」兩種方式修正方格偏差，並比較兩種方法差異？

2. 方格偏差修正

（1）「計算法」求解

公式：經度差（單位分） $\times \sin$ 緯度²⁰

經度差： $123^{\circ} - 120^{\circ}19'15'' = 2^{\circ}40'45'' = 160.75'$

方格偏差： $160.75' \times \sin 23^{\circ}0'18''$

$= 1^{\circ}02'49.38''$

$= 18.6$ 密位（測站在中央經度以西，為正值）

正北方位角 $175^{\circ}48'30'' = 3125.5$ 密位

方格方位角 $= 3125.5 \text{ 密位} + 18.6 \text{ 密位}$

²⁰ 同註 8，頁 5-31。

=3144.1 密位。

(2)「偏角圖」查取方格偏差值法

查取新化(圖號 9419 II SW)地圖偏角圖(參考圖十七),方格偏角為 $1^{\circ}03'$,相當於 18.67 密位。因「正北偏東」,將正北方位角加方格偏角,即為方格方位角。

方格方位角=3125.5 密位+18.67 密位
=3144.17 密位。

(3)兩種方法差異

3144.1 密位-3144.17 密位=-0.07 密位。

※兩種方格修正之差值均小於±1 密位。

結語

「跨帶」與「方位偏角圖」隸屬地圖閱讀範疇,為國軍幹部之基本學能;惟長久以來,砲兵部隊受限於訓練(測驗)場地、測考方式與安全考量等原因,對相關專業技術缺乏多元性、變化性的考驗,致「跨帶」與「方位偏角圖」相關問題,在砲兵專業領域中僅止於觀念或印象,實缺乏具體的知識與運用能力。

鑒於我國幅員內確實存在「跨帶」情況,且目前砲兵採磁針定向為主,有時須藉「天體觀測」決定方位地線,仍須參考「方位偏角圖」將磁、正方位角換算為方格方位角的需求並未改變。砲兵位居地面火力骨幹,「射擊」為其達成支援目地之唯一手段,就測地、射擊指揮與觀測之專業需求而言,不僅要瞭解相關知識,更須熟練運用要領,俾可於特殊狀況下發揮精準火力,達成支援任務。

參考文獻

- 一、Staff Sergeant Dwight D. Mckillip, "Survey for Remote Areas," Field Artillery, June, 1993.
- 二、《軍用地形圖閱讀手冊(增修版)》,(臺北市:國防部情次室,民國 81 年 6 月)。
- 三、《中華民國台灣地區三角點成果表(2°、3°、6°分帶成果)》,(臺北市:聯勤總部測量署,民國 74 年 12 月)。
- 四、《野戰砲兵測地訓練教範—第二版》(桃園:國防部陸軍司令部,民國 99 年 11 月)。
- 五、《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園:陸軍總司令部,民國 87 年 11 月 30 日)。
- 六、吳經民,〈磁力測量簡介〉《測量技術通報第 92 期》(臺北市),聯勤總部測量署發行,,民國 79 年 6 月。
- 七、耿國慶,〈運用地圖支援砲兵測地之研究〉《砲兵季刊》(臺南),陸軍砲訓

部，第 159 期，民國 101 年 11 月。

八、耿國慶，〈美軍砲兵在偏遠地區測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 71 期，民國 83 年 4 月〉。

九、《中國軍事百科全書－軍事學術 I》（北京：軍事科學出版社，1997 年 7 月）。

十、《國軍軍語辭典－92 年修訂本》（臺北市：國防部，民國 93 年 3 月）。

十一、吳嘉晉，〈精進 M2 方向盤測角精度之研究〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 146 期，民國 98 年第 3 季。

十二、耿國慶，〈「磁場不規則變化」對砲兵磁針定向之影響與因應之道〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 152 期，民國 100 年第 1 季。

十三、Map Reading and Land Navigation (Washington DC, HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY, 7 May 1993).

十四、許哲明，〈臺灣地區五萬分之一地形圖整備之探討〉《測量技術通報》（臺北市），聯勤總部測量署，第 101 期，民國 88 年 6 月。

十五、蔡宛芸、張嘉強著，〈不同地磁模式之研究〉《第 33 屆測繪及空間資訊學術發表會專輯》（臺北市），國防部軍備局，民國 94 年 9 月。

十六、《陸軍 SPAN-7 砲兵定位定向系統操作手冊（第一版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 102 年 8 月〉。

作者簡介

耿國慶老師，陸軍官校 66 年班，歷任排長、測量官、連、營長、主任教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。