

精進「磁偏」校正與常數運用之研究

作者：耿國慶

提要

- 一、「磁針」因構造簡單、價格便宜，為野戰砲兵最普遍之定向器材，惟磁場缺乏穩定性、磁針性能易變，務須正確實施「磁偏校正」，適切運用「磁偏常數」，方可確保定向、方位檢查與射向賦予之精度。目前國軍方向盤、雷觀機、指北針等裝備，以「磁針定向」之方式尚未改變，砲兵對「磁偏校正」與「磁偏常數」運用相關技術，仍須重視與精進。
- 二、「磁針」屬傳統定向器材，就 M2 方向盤而言，國軍已使用長達 40 餘年，磁偏校正與常數運用方式早已根深蒂固。對於當前問題，惟有宏觀思維、捐棄成見，並參考先進國家早期準則、相對敵情、「磁力學」與專業知識等，研擬適切可行之精進作法，方可提升磁偏校正與常數運用能力。
- 三、「磁針定向」因承受地球磁場無法抗拒之影響，致限制精度等級與可靠性，與先進國家使用之「陀螺儀」性能相去甚遠。國軍基於裝備條件，對「磁偏校正」與「磁偏常數」運用仍應持續檢討缺失，力求精進，除提升當前裝備（器材）之效能外，更應積極研發先進、精確、適切之定向裝備（如陀螺儀），俾能配合未來砲兵各項精進規劃，提升砲兵整體戰力。

關鍵詞：M2 方向盤、磁偏校正、磁偏常數、磁針定向、陀螺儀

前言

「磁針」因構造簡單、價格便宜，為野戰砲兵最普遍之定向器材。惟磁場缺乏穩定性，磁針性能易變，且須經過「磁偏校正」運用「磁偏常數」歸北，將磁方位角轉換為方格方位角，致程序複雜、精度較差，如有作業不當即影響運用效能，致美軍等先進國家多於上一世紀已換裝「陀螺儀」（Gyros）定向。

當現階段國軍方向盤、雷觀機、指北針等裝備，以「磁針定向」之方式尚未改變前，砲兵對「磁偏校正」相關作業觀念與「磁偏常數」運用技術，仍須重視與精進，方可確保應急定向、方位檢查與射向賦予之精度。

「磁偏常數」特點

「磁針方格偏差常數」（Declination constant，簡稱「磁偏常數」）為某一部器材自「方格北」順時針測至「磁北」之水平角，亦即磁北之「方格方位角」，通常須經過「磁偏校正」獲得。因「地球磁場」（The Earth's Magnetic Field）常變，器材裝置之磁針經使用時間、地域與儲存環境影響，磁力（性能）產生個別變化，致「磁偏常數」須經常（依據定期與不定期）測定與修正，方可符合精度要求。「磁偏常數」特點分述如下。

一、特殊性

「磁針」所指的方向為「磁北」，並不同於「正北」（如圖一）或砲兵使用之「方格北」（如圖二），與後者之間之差異，稱為「方格磁角」（Grid-Magnetism Angle, G-M Angle）。¹惟「方格方位角」並非完全等同於「磁方位角」±每張地圖之「方格磁角」，或將 6400 密位－「方格磁角」＝「磁偏常數」。即使目前製圖單位（原軍備局生產製造中心第 401 廠）採用「美國國家地球空間情報局」（National Geospatial-Intelligence Agency, NGA）最新版「世界磁力模式 2010 年」（World Magnetic Model, WMM2010）計算磁偏角，²惟「方格磁角」係針對該幅 1/50,000 地圖（28 公里×25 公里）全域中心點計算，無法適用於其他位置，且每部器材擁有不同的個別磁性，仍須透過「磁偏校正」獲得每部器材當時（地）之「磁偏常數」。

二、獨立性

一部器材之「磁偏常數」無法運用於其他器材，即任何兩部器材磁針，通常不會指向完全相同的方位。就臺灣地理位置而言，通常 M2 方向盤之「磁偏常數」介於 6300 至 100 密位之間，各器材間最大差異可能高達±40 密位。基此，每一部器材所確定之「磁偏常數」具獨立性，無法運用其他器材。³即使每個人對同一部器材、在同一地點磁偏校正，因為磁場「日變化」與測手「歸北要領」不同（如圖三），亦不可能獲得相同之「磁偏常數」。

三、多變性

磁針在任何地點，如未受其他干擾磁力線之影響，其所指之方向，即為該地點之「磁北」（磁子午線）。惟「地球磁場」常變，通常區分為規則、不規則性（如圖四）與磁傾角等三種型態，⁴其與正北、方格北之偏差量，不僅隨地點而異，即使在同一地點亦經常變動。國軍相關器材則經長期使用、儲存環境影響，致各個磁針磁力（性能）差異甚大（如磁針生鏽、磁力消退或暴增、均重不當、樞軸磨損等），「磁偏常數」隨之變化，務須依據規定實施「定期」與「不定期」磁偏校正。

四、時空性

同一單位編制之器材，均應在同一時間、地點實施「磁偏校正」。如該單位之 M2 方向盤均在同一狀況條下校正，則各 M2 方向盤所測之「方格方位角」，

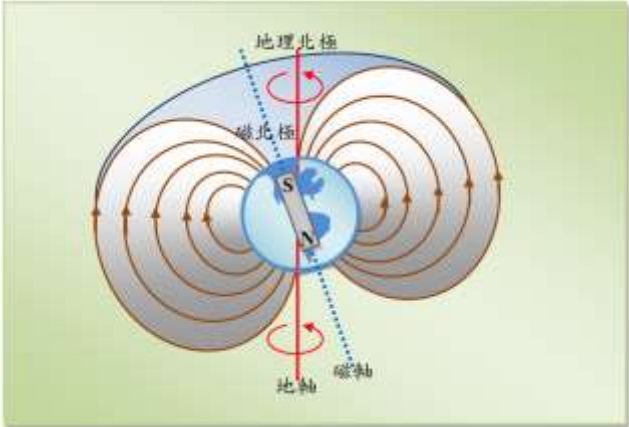
¹ 《軍用地形圖閱讀手冊（增修版）》（台北市：國防部情次室印發，民國 81 年 6 月），頁 48。

² 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。

³ “Artillery survey (TM6-200)”，(Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC)，p42。

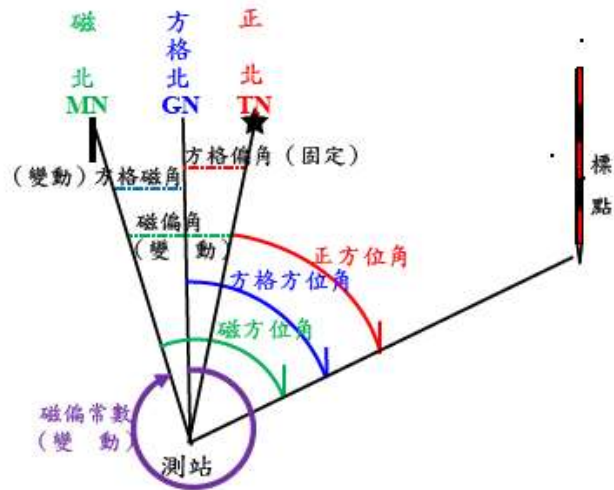
⁴ 江儀助，《測量學》（台北市：徐氏基金會出版部、民國 62 年），頁 207。

將大致相同。⁵

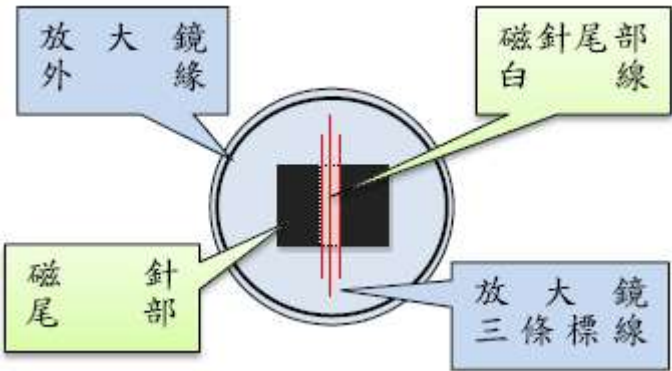


圖一 地球磁場與磁北極示意

資料來源： 參考－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 211 製作。

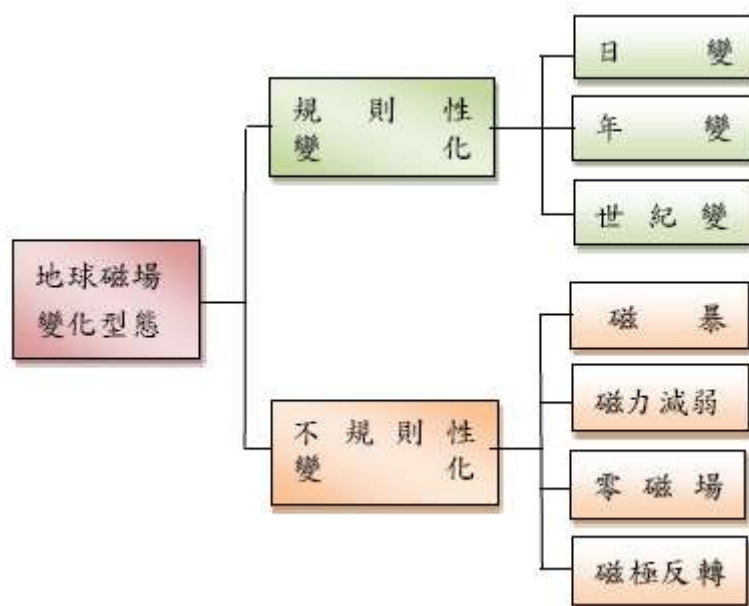


圖二 偏角圖（三北針）位置與磁偏常數關係
資料來源：作者自製



圖三 M2 方向盤磁針「歸北」標準圖
資料來源：作者自製

⁵ “Artillery survey (TM6-200)” , (Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC) , p42。



圖四 地球磁場變化型態

資料來源：作者自製

現行「磁偏」校正與常數運用問題

「磁偏常數」經由正確之「磁偏校正」獲得，因磁場常變、磁針性能差異甚大、使用周遭環境干擾與校正作業不合要領等因素，致「磁偏常數」經常發生精度不佳情況，相關問題分述如下。

一、使用磁偏常數時，未保持安全距離

任何物體均具備不同程度之「磁感率」(Susceptibility)，對外來磁場產生「感應磁性」(Induced magnetism)。⁶就《陸軍野戰砲兵測地訓練教範(第二版)》02042條：「……磁偏校正站須避開影響磁針之物體(如表一)。……」，⁷使用磁偏常數之測站，亦須考慮相關要求。惟基於某一點之磁場具有區域特性，並非僅限於「表一」所列物體之影響，仍可能受到其他如建築物、橋梁、電離層、磁氣圈、地層礦藏、「磁力異常」(Magnetic anomaly)區域(如沈船、機艦殘骸等)，甚至海洋⁸之影響，如未確實檢視並保持安全距離，將造成較大之誤差。⁹

二、校正作業費時，「日變化」影響磁偏常數可信度

地球因外部的電離層受日光能照射而膨脹收縮，故日夜間磁場強度不同，此變化週期為一日，稱為「日變化」(Diurnal variation)，平均幅度約為 50 至 100

⁶ 吳經民著，〈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)，頁 26。

⁷ 《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範(第二版)》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月)，頁 2-56。

⁸ 《關鍵報告》東森電視台，2018 年 5 月 23 日 2327 時播出。

⁹ 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 215。

γ （伽瑪，gamma）。¹⁰通常因「日變化」之影響，地球上多數地區其「方格磁角」（磁北與方格北）在日間可能發生多達 ± 3 密位之變化，因此「磁偏校正」應盡可能於清晨或黃昏實施，其「磁偏常數」可信度高；正午時刻校正所得結果，則最不可靠。¹¹

目前「磁偏校正」採全營器材集中，以固定測手、三腳架，逐一更換器材本體方式，分別對磁偏校正站四個「方位基準點」（S）測取磁偏常數，再予以平均（如圖五）。因磁偏校正站有限，各砲兵營器材數量則過多（M2 方向盤 $\times 9$ 、雷觀機 $\times 15$ 與多數指北針），須趕在日間（12 小時內）校正完畢，因未考量磁場「日變化」之影響，致「磁偏常數」可信度有限。

三、無法依據移動距離，適切修正「磁偏常數」

依據《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（第二版）》02041 條：「通常部隊移動 40 公里以上時，須行磁偏校正。……」。¹²惟在同一時間內「磁偏常數」亦隨地區改變而變化，通常使用地點離「磁偏校正站」橫距（東西）5 公里範圍內時，其變化微小可不考慮。惟當橫距 6 至 40 公里範圍時，即使未達下一次磁偏校正範圍，就臺灣地區緯度範圍（20 至 25 度）移動 40 公里，將出現約 ± 3 密位之變化。如忽略修正，仍將影響方位精度。

四、超過磁偏常數有效範圍時，仍繼續沿用

現行教範要求：「通常部隊移動 40 公里以上時，須行磁偏校正。」。惟就檢查發現，多數部隊移動 40 公里後，礙於新地區無校正站或無法及時實施校正，仍沿用原有（舊）「磁偏常數」（如砲測中心校正所得之磁偏常數，用於駐地防區測地），致造成較大誤差。

表一 方向盤與影響磁針之物體保持安全距離對照

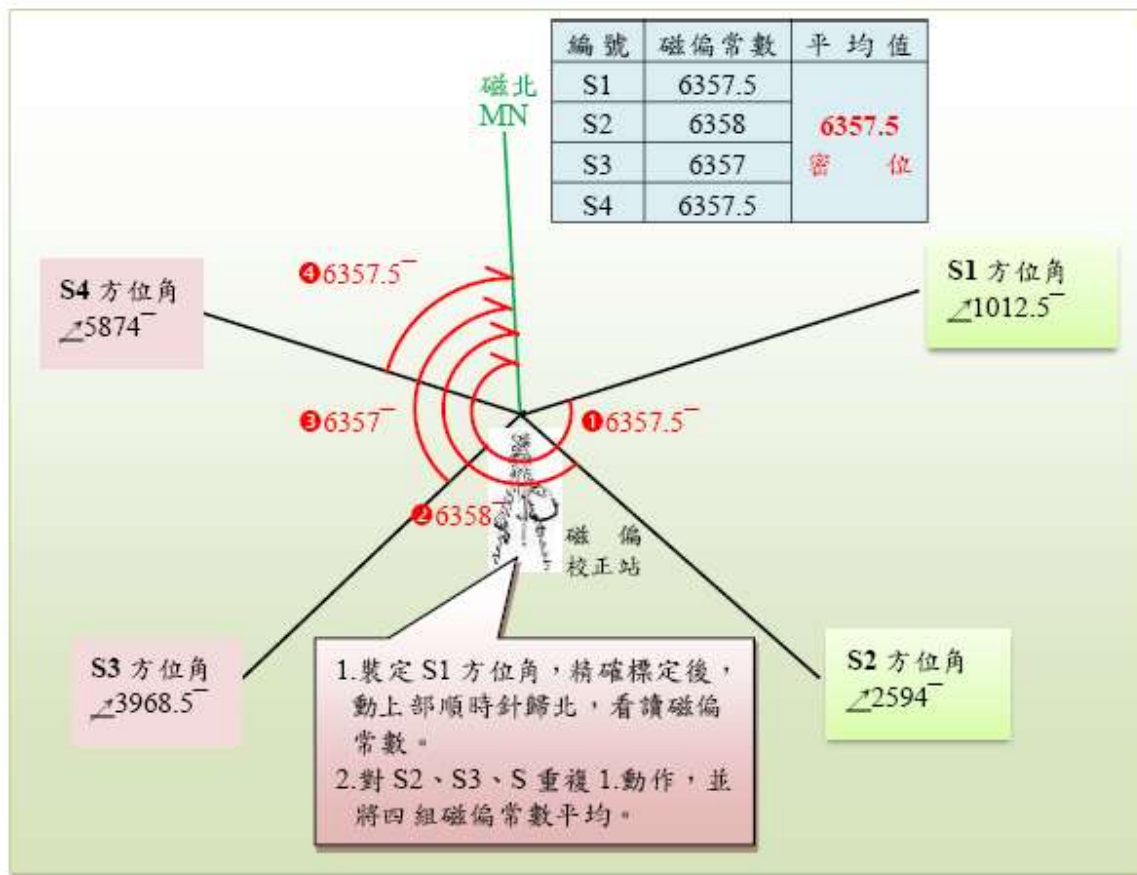
項次	影響磁針之物體	安全距離
1	高壓電線與電氣設備	150 公尺
2	鐵道、鐵橋	75 公尺
3	重、中型火砲、戰車	75 公尺
4	輕型火砲、載重車	50 公尺
5	鐵絲網、鋼盔、步槍等	10 公尺

資料來源：《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 2-19 至 2-20。

¹⁰吳經民著，〈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），頁 25。

¹¹“Artillery survey (TM6-200)”，(Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC)，p42。

¹²《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 2-55。



圖五 現行「磁偏校正」作業示意
資料來源：作者自製

精進作法

「磁針」屬傳統定向器材，與先進國家使用之「陀螺儀」相去甚遠。就 M2 方向盤而言，國軍已使用長達 40 餘年，磁偏校正與常數運用方式早已根深蒂固。對於現行問題，惟有宏觀思維、捐棄成見，並參考先進國家早期準則、相對敵情、磁力學與專業知識等，研擬適切可行之精進作法，方可提升磁偏校正與常數運用能力。

一、無法保持安全距離時，應採「間接方位誘導」

M2 方向盤測方位角時，須裝定「磁偏常數」（磁針分劃）後使磁針精確歸北。如無法與影響磁針物體保持安全距離時，應採間接方位誘導，以確保方位角精度。通常於「測地統制點」（SCP）測取 P 點「假設方位角」（如圖六）、觀測所測取 S 點方位角時使用。實施要領分述如下。

（一）於「測地統制點」（SCP）整置「測距經緯儀」（或 M2 方向盤、標竿）。

（二）在 SCP 超過 100 公尺外，選擇一個與影響磁針物體保持安全距離之「誘導站」，整置 M2 方向盤。

（三）「誘導站」M2 方向盤使用有效範圍內的「磁偏常數」歸北，測取 SCP 測距經緯儀（或方向盤、標竿）之方位角，重複兩次，如兩次方位角結果

$\leq \pm 2$ 密位，將其平均後即為測站至 SCP 點之方位角。

(四) 整置於 SCP 之測距經緯儀(或方向盤)，標定 100 公尺外「誘導站」M2 方向盤(標竿)後歸零，以「一對回」(累積測角)方式測量測站至 SCP 之水平角。

(五) 將(「測站至 SCP 假設方位角」+「測站至 SCP 之水平角」)+3200 $^{\circ}$ -6400 $^{\circ}$ 之倍數=P 點「假設方位角」。

二、採多部器材同時校正方式，爭取時效

通常砲兵營統一實施磁偏校正時，因器材數量較多且校正站數量有限，易導致校正實施時間過長，不僅曠日廢時，且「磁偏常數」可信度有限，不宜使用現行於一校正站，固定測手、三腳架，逐一更換器材本體方式分別校正。如能運用單一校正站，實施多部器材同時校正(如圖七)，將可解決耗時與「日變化」影響問題。實施要領分述如下。

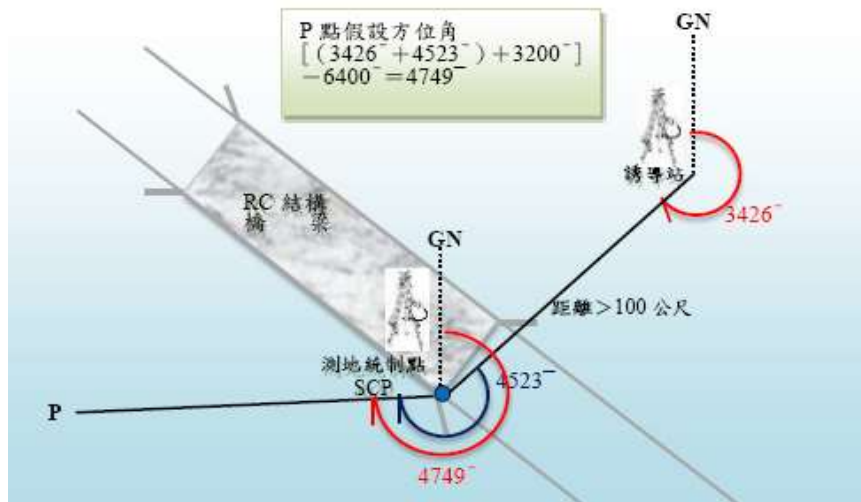
(一) 於磁偏校正站整置「測距經緯儀」(或 M2 方向盤)，其他數具「M2 方向盤」(或「雷觀機」)則分別整置於距離磁偏校正站周圍 100 公尺以上，且避開影響磁針物體之 01 至 05 測站上。當磁偏校正站使用「測距經緯儀」時，角度單位須設定為「密位」。

(二) 校正站「測距經緯儀」(或 M2 方向盤)裝定方位基準點(S)方位角(如 1012.5 密位)，並動全部精確標定方位基準點(S)後，向其他 01 至 05 測站上之 M2 方向盤分別測取「方格方位角」，並於閉塞檢查無誤後通報各站。

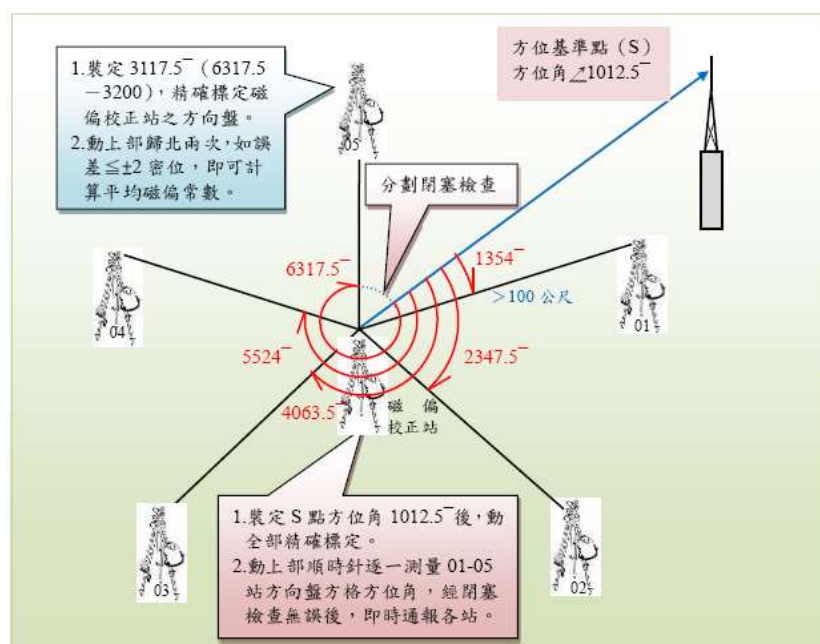
(三) 其他 01 至 05 測站上之 M2 方向盤，將校正站通報之「方格方位角」 ± 3200 密位，換算為「反方位角」(如 05 站之 3117.5 密位)後，裝定反方位角動全部精確標定校正站「測距經緯儀」(或 M2 方向盤)再動上部歸北，即得「磁偏常數」。須重複兩次，如兩次結果 $\leq \pm 2$ 密位，將其平均後即得「平均磁偏常數」(如 6364.5 密位)。

(四) 如磁偏校正站使用「M2 方向盤」，可於第(二)動完成後，比照其他各站 M2 方向盤，持續完成第(三)動。

(五) 將各器材「平均磁偏常數」印製成標籤並護貝，黏貼於「磁偏紀錄版」上(如圖八)。標籤上須加註校正日期、時間與當地地圖號碼、地名與標準座標等，俾利計算各種變化量與重行磁偏校正參考。



圖六 間接誘導 SCP 至 P 點「假設方位角」示意



圖七 運用單一校正站，同時實施多部器材校正示意



圖八 「磁偏記錄版」標籤註記方式示意

資料來源：圖六、圖七、圖八為作者自製

三、適切修正「日變化量」，提升方位精度

基於磁北與方格北之關係（即「方格磁角」），受「日變化」影響，通常日變化量約 ± 3 密位以內。雖影響層面有限，惟欲提升方位角之精度，可依需要就實況適度修正。

（一）「日變化量」修正依據與原理

「日變化量」造成之影響，美軍與共軍認知相同，作法則差異甚大，相關差異分述如下。

1.美軍：依據《美軍砲兵測地教範》（TM6-200）第 79 條：「方向盤之磁偏校正應在清晨或傍晚實施，因「日變化」之影響，地球上多數地區其磁北與方格北之關係在日間可能發生多達 ± 3 密位之變化……」¹³，惟美軍並無修正日變化量之具體作為。

2.共軍：共軍砲兵測地分隊所使用之經 II 型、010 型、020 型、TT3 型經緯儀與 58 式方向盤（如圖九），均設有磁針儀，共軍「砲兵測地教程」內強調中國大陸「磁子午線」（磁北）約以零時開始向東偏移，到八時達最大值，爾後又向西偏移，約到 14 時又達到最大值；爾後又向東偏移，如此循環變化，最大值約 ± 3 密位（如圖十）。變化規律為夏季大、冬季小，白天大、夜間小，¹⁴基於中國大陸區分為五個（崑崙、新藏、隴蜀、中原、長白）時區，共軍特別編製「周日變化量」修正對照表，提供砲兵部隊修正「磁座偏角」¹⁵使用。

（二）「日變化量」修正要領

參考美軍與共軍對地磁「日變化量」之分析與修正參數，建議可依據需要適切修正磁偏常數之「日變化量」。修正範例如下。

1.問題：砲一營第一連 M2 方向盤×日 0900 時於牛長山（圖名：旗山，圖號 9418 I）實施磁偏校正，其平均磁偏常數為 6365 密位。該連預定於次日 1700 時在虎山射擊場射向賦予。如何將 0900 時之磁偏常數修正為 1700 時之磁偏常數？（磁偏常數日變化修正對照，如表二）

2.修正計算

修正公式：使用時間磁偏常數

＝校正時間磁偏常數＋日變化量

※（使用時間 1700 時、校正時間 0900 時，查表二「磁偏常數日變化修正

¹³ “Artillery survey (TM6-200)” , (Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC) , p42。

¹⁴ 耿國慶著，〈對共軍砲兵磁偏校正之研究〉，《砲兵學術雙月刊第 99 期》，（臺南市：砲訓部，民國 87 年第 12 月），頁 42-43。

¹⁵ 共軍測某一方向線之「座標方位角」（即方格方位角），須先測定該線之磁方位角，並修正器材「磁座偏角」，以求得該線之座標方位角。「磁座偏角」相當於「方格磁角偏差修正量」，並非「磁偏常數」。

對照」為「-2 密位」)

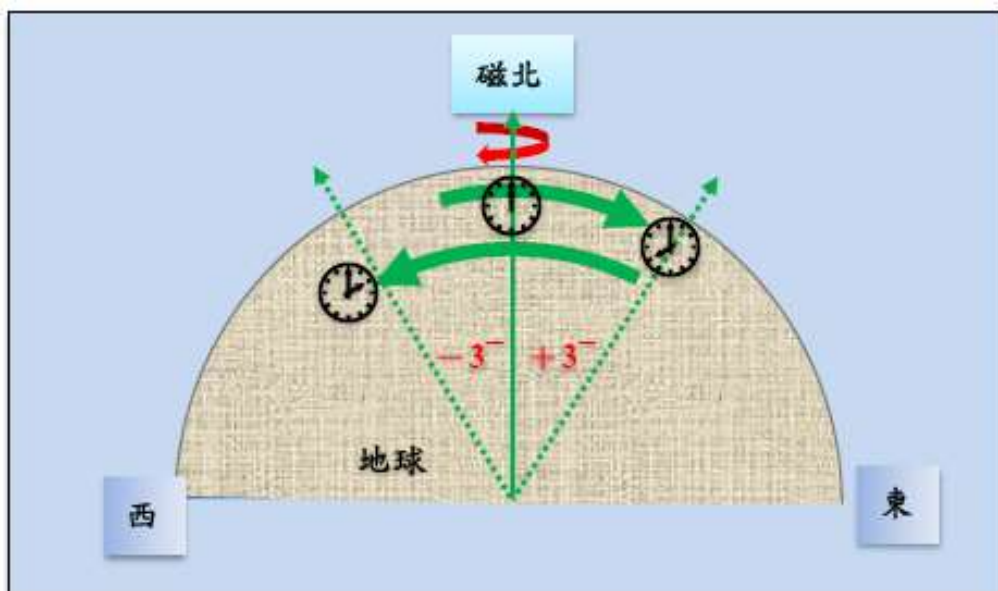
=6365 密位+ (-2 密位)

=6363 密位 (使用時間之磁偏常數)



圖九 美軍指導阿富汗國防軍使用中共製造 58 式方向盤射向賦予

資料來源：“Intelligent warfare” Fires, (September-October 2017, The Army's Branches) ., p10.



圖十 磁子午線週日變化示意

資料來源：作者自製

表二 磁偏常數日變化修正對照

修正量 (密位) 校正時間 (時)	使用時間 (時)	0 至 5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17 至 24
0 至 5				+1	+1	+1			-1	-1	-2	-1	-1	
6					+1	+1		-1	-1	-2	-2	-2	-1	-1
7		-1						-1	-1	-2	-2	-2	-2	-1
8		-1	-1				-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2
9		-1	-1				-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2
10					+1	+1		-1	-1	-2	-2	-2	-1	-1
11			+1	+1	+1	+1	+1		-1	-1	-1	-1	-1	
12		+1	+1	+2	+2	+2	+1	+1		-1	-1	-1		
13		+1	+2	+2	+2	+2	+2	+1	+1					
14		+2	+2	+2	+2	+2	+2	+1	+1					
15		+1	+2	+2	+2	+2	+2	+1	+1					
16		+1	+1	+2	+2	+2	+1	+1			-1			
17 至 24			+1	+1	+2	+2	+1			-1	-1	-1		
附 記	一、「校正時間」與「使用時間」均為時區時（中原時區）。 二、變化量採四捨五入，取小數點一位。													

資料來源：參考耿國慶著，〈對共軍砲兵磁偏校正之研究〉《砲兵學術雙月刊》（臺南市），砲訓部，第 99 期，民國 87 年第 12 月，頁 43 編製。

四、適切修正「距離變化量」，增進磁偏常數適用性

就「磁力學」而言，地球磁場隨緯度而變化，在低緯度、赤道地區約為 25,000 γ （伽瑪，gamma）且磁傾角極微小，隨著緯度增加，磁場強度越大，在高緯度與南北極附近，磁力線垂直，磁場強度約為 75,000 γ 。¹⁶基於磁北與方格北之關係，將隨地區改變（尤其緯度變化），故當某一方向盤離開「磁偏校正」地點至另一使用地區時，「磁偏常數」亦隨之變化，即使未達 40 公里的重行校正範圍，仍將有 ± 4 密位之變化，影響層面雖然有限，惟欲增進磁偏常數之適用性時，可依需要就實況適度修正。

（一）「距離變化量」修正依據與原理：「距離變化量」造成之影響，美軍與共軍認知相同，作法則差異甚大，相關差異分述如下。

1.美軍：依據「美軍砲兵測地教範」（TM6-200）第 79 條：測定方向盤磁偏之注意事項：「當一方向盤離開其磁偏校正區域 25 英哩（40 公里）以上使用時，該方向盤應重行測定磁偏常數，磁北與方格北之關係乃因地而不同。地球上若干地區未達 25 英哩，仍應重行磁偏校正。經常需要修正磁偏之地區，通常可參考當地大比例尺地圖偏角圖決定。……」，條文中對使用於 25 英哩範圍內，則未提供修正具體作為。

¹⁶ 吳經民著，〈磁力測量簡介〉《測量技術通報》（臺北市），聯勤總部測量署發行，第 92 期，民國 79 年 6 月，頁 24。

2.共軍：強調「同一時間內「磁座偏角」亦隨地區之變化而變化，當使用地點距測定地點在東西 5 公里範圍內時，可不考慮此種變化；如在 5 至 50 公里範圍內，則須修正。當超過 50 公里時，需重新測定磁座偏角……」共軍特別編製「地區變化量修正表」，提供砲兵部隊修正「磁座偏角」使用。¹⁷

（二）「距離變化量」修正要領：就臺灣地區緯度範圍（20 至 25 度間）而言，移動 40 公里，雖未達重行磁偏校正距離，惟依據公式：磁偏修正量＝0.16 密位×△X（橫座標公里數）×tan 緯度（校正站在使用地點以東「加」磁偏常數，反之則減）計算，約有＜±4 密位之變化。如忽略修正，仍造成部分誤差。建議為求提升方位精度，可依據需要修正磁偏常數之「距離變化量」，修正範例如下。

1.問題：砲一營第一連 M2 方向盤×日於「南寶高球場」（圖名：新化，圖號 9419Ⅱ）實施磁偏校正，其平均磁偏常數為 6368 密位。該連預定於次日向西機動 25 公里至「馬沙溝」（圖名：佳里，圖號 9419Ⅲ）實彈射擊。如何修正為佳里地區之磁偏常數？（磁偏常數距離變化量修正對照，如表三）

2.修正計算

（1）於地圖上量取「南寶高球場」至「馬沙溝」之橫座標（東西距離公里數），分別為南寶高球場（232900）、馬沙溝（207500），計算公式：

$$X_a - X_b = \Delta X \text{（橫座標差、距離公里數）}$$

$$232900 - 207500 = +25 \text{ 公里}$$

（2）依據「橫座標差」（公里數）△X 與「使用地區緯度」φ（馬沙溝緯度 23 度 14 分），計算「距離變化量」。計算公式：

$$\begin{aligned} \text{「距離變化量」} &= 0.16 \text{ 密位} \times \Delta X \times \tan \text{ 緯度} \\ &= 0.16 \text{ 密位} \times 25 \text{ 公里} \times \tan 23 \text{ 度} \\ &= 1.7 \text{ 密位（進位為 2 密位）} \end{aligned}$$

※查表二「磁偏常數距離變化量修正對照」為 1.7 密位

（3）計算使用地區磁偏常數

計算公式：

$$\text{使用地區磁偏常數} = \text{原磁偏常數} \pm \text{「距離變化量」}$$

$$\begin{aligned} & \text{（校正站在使用地點以東原磁偏常數「加」「距離變化量」，反之則「減」）} \\ & = 6368 \text{ 密位} + 2 \text{ 密位} \\ & = 6370 \text{ 密位} \end{aligned}$$

¹⁷ 耿國慶著，〈對共軍砲兵磁偏校正之研究〉《砲兵學術雙月刊》（臺南市），砲訓部，第 99 期，民國 87 年第 12 月，頁 44。

表三 磁偏常數距離變化量修正對照

修正量 (密位) 緯度	距離 (公里)	5	10	15	20	25	30	35	40
15 度		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
20 度		0.3	0.6	0.9	1.2	1.4	1.8	2.0	2.3
25 度		0.4	0.8	1.1	1.5	1.9	2.2	2.6	3.0
30 度		0.5	0.9	1.4	1.9	2.3	2.8	3.2	3.7
附 記	一、修正量=0.16 密位×距離×tan 緯度。 二、變化量採四捨五入，取小數點一位。 三、修正方式：校正站在使用地點以東「加」磁偏常數，反之則減。								

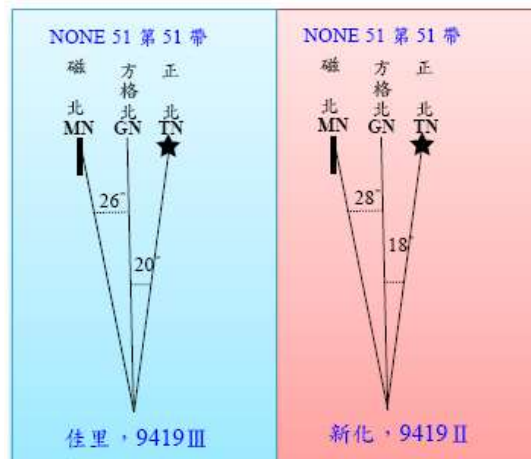
資料來源：參考耿國慶著，〈對共軍砲兵磁偏校正之研究〉《砲兵學術雙月刊》（臺南市），砲訓部，第 99 期，民國 87 年第 12 月，頁 46 編製。

3.驗算：磁偏常數之「距離變化量」，即使僅有 $<\pm 4$ 密位範圍，如修正錯誤時，仍將造成一定程度之影響，為確定計算、修正無誤，可參考美軍利用當地大比例尺地圖偏角圖（如圖十一）驗算。

新化磁偏常數 $6368^{\circ} + \text{新化方格磁角 } 28^{\circ} = 6396^{\circ}$

磁針分劃 $6396^{\circ} - \text{佳里方格磁角 } 26^{\circ} = 6370^{\circ}$

核對前述公式計算與查表結果均為 6370 密位。



圖十一 佳里、新化軍用地形圖方位偏角圖

資料來源：台灣省五萬分一軍圖：旗山、新化（87 年版）

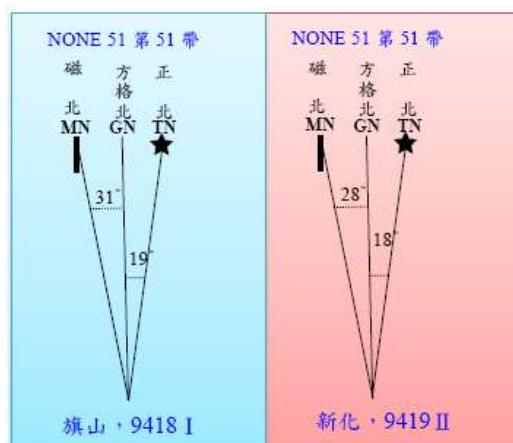
五、超過磁偏常數有效範圍時，採越區換算因應

當部隊運動超過 40 公里後（跨帶時，僅移動數公里即須校正），M2 方向盤之「磁偏常數」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（或無法獲得）時，則須運用適當公式，換

算 M2 方向盤在新地區之磁偏常數因應。惟此舉無法取代正常校正程序，仍應於狀況許可時，補行磁偏校正。越區之磁偏常數換算範例如下。

(一) 問題：砲一營第一連 M2 方向盤於牛長山（圖名：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（圖名：新化，9419 II），無法獲得當地磁偏校正站。如何將牛長山磁偏常數換算為官田地區之磁偏常數？（旗山、新化偏角圖：如圖十二）

(二) 換算要領：



圖十二 旗山、新化軍用地形圖方位偏角圖

資料來源：台灣省五萬分一軍圖：旗山、新化（87 年版）

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¹⁸

或：原磁偏常數 + 原方格磁角 - 當地方格磁角 = 當地 磁偏常數。

換算官田地區之磁偏常數：

$$6371' + 31' = 6402'$$

$$6402' - 28' = 6374' \text{ (官田地區磁偏常數)}$$

$$\text{或 } 6371' + 31' - 28' = 6374' \text{ (官田地區磁偏常數)}$$

結語

「磁針定向」屬地球物理中的「磁力學」範疇，¹⁹因運用地球磁場之磁北極，致無法擺脫規則或不規則「地磁變化」之影響，與磁針性能持續之變化，成為磁針定向「誤差來源」之關鍵因素。基於目前國軍裝備（M2 方向盤、雷觀機、指北針）使用「磁針定向」之現況尚未改變，對「磁偏校正」與「磁偏常數」

¹⁸ “Artillery survey (TM6-200)”，(Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC)，p42。

¹⁹吳經民著，〈磁力測量簡介〉《測量技術通報》（臺北市）聯勤總部測量署，第 92 期，民國 79 年 6 月，頁 24。

運用仍應持續檢討缺失，力求精進，除提升當前裝備（器材）之效能外，更應積極研發先進、精確、適切之定向裝備（如陀螺儀），俾能配合未來「火炮性能提升」與「精準彈藥射擊」計畫，提升砲兵整體戰力。

參考文獻

- 一、《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）
- 二、《野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國95年5月）。
- 三、江儀助，《測量學》（臺北市：徐氏基金會出版部、民國62年）。
- 四、蔡宛芸、張嘉強，〈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）。
- 五、吳經民，〈磁力測量簡介〉《測量技術通報》（臺北市），第92期，聯勤總部測量署，民國79年6月。
- 六、“Artillery survey (TM6-200)” , Published JUNE 1960 by GHQ Army GR C。
- 七、“ Intelligent warfare ” Fires, September-October 2017, The Army's Branches。
- 八、耿國慶，〈對共軍砲兵磁偏校正之研究〉《砲兵學術雙月刊》（臺南市），第99期，砲訓部，民國87年第12月，頁46。
- 九、耿國慶，〈析論美軍砲兵「火炮射向賦予與定位系統」（GLPS）〉《砲兵季刊》（臺南市），135期，砲訓部，民國95年3月。
- 十、吳嘉晉，〈精進M2方向盤測角精度之研究〉《砲兵季刊》（臺南市），146期，砲訓部，民國98年9月。
- 十一、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》（臺南市），152期，砲訓部，民國100年3月。
- 十二、耿國慶，〈砲兵方向盤發展與運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南市），163期，砲訓部，民國102年11月。
- 十三、耿國慶著，〈M2與M2A2方向盤機械作用檢查與鑑定要領之研究〉《砲兵季刊》（臺南市），171期，砲訓部，民國104年11月。
- 十四、耿國慶著，〈地圖「跨帶」與「方位偏角圖」之研究〉《砲兵季刊》（臺南市），172期，砲訓部刊，民國105年3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。