

砲兵測地作業新利器瑞士徠卡 TPS-700 系列（TCRA705 型）電子式全測站儀

作者：徐坤松 中校

提要

- 一、因凱恩測距經緯儀於本軍服役長達 29 年，原廠也於十餘年前遭徠卡公司併購，料件停產多年，導致器材損壞後必須拼裝修復，且視軸與光軸不同步造成測距誤差，致影響戰備甚鉅。
- 二、96 年 12 月，本軍採購由宏遠儀器公司代理，瑞士徠卡公司所生產之 Leica TPS-700 系列之 705 型全測站儀，全面取代凱恩測距經緯儀，正式成為本軍測量器材主力。
- 三、此裝備獲得後，除可大幅提昇測地之速度與精度外，並經由儀器內部精密功能計算，來彌補人為計算誤差等優點，對於砲兵測地而言，實增添有效之利器。
- 四、徠卡 TPS-700 系列是新一代工程用電子全站儀，可靠的設計和優越的功能使操作者，能夠更有效率、且精確之有效運用，並可大幅簡化繁重之測量工作；TPS-700 系列全測站儀操作簡單、便捷，即使經驗較不足之測量作業人員，也可以很快掌握其操作技巧。

壹、前言

去年底瑞士徠卡 TPS-700 系列（TCRA705 型）電子式全測站儀的加入，由於其具有精確的電子式汽泡、自動垂直、水平校正、快速且長距離之自動尋標測距等功能，可大幅提昇我砲兵測地作業精度，也縮短其作業時間，無疑成為我測地作業之新利器；近期輔訪發現裝備撥交部隊後，部分主官仍不知有新式裝備到部，且各級作業人員對裝備性能操作不熟悉、測地作業運用不瞭解、校正與庫儲保存方式待加強，故其性能、操作與運用等，均值得各級深入瞭解，俾能充分發揮裝備效益。

貳、與本軍現役系統之比較及裝備特色

徠卡 TPS-700 電子式全測站儀與本軍目前使用之測量器材分析（如附表），徠卡全測站儀具有絕佳之遠距離測距、快速定位整置、操作快速之功能，與原有之凱恩在測地作業上比較，可大幅縮減測地作業時間、增加作業邊長、提高成果精度外，蔡司系統也已藉十三年，為利作業任務、裝備補保等任務遂行，

未來可考量以徠卡取代蔡司更新，測地作業器材將可統一，以增加作業與補保之便利性。徠卡全測站儀與凱恩、蔡司測距經緯儀除本體組成多處不同外，更具有優越之整合技術、快速定位、便利自動之校正方式、精巧靈敏之補償器等特殊功能一一系列如下：

附表（資料來源：作者繪製）

目前本軍各類測量器材性能分析比較表				
器材名稱	凱恩 K1-SE 紅外線測距經緯儀	蔡司 RecElta-13 測距經緯儀	徠卡 TPS-700 電子式全測站儀	
倍率	30 倍	30 倍	30 倍	
型式	光學式(需結合測距儀)	電子式(內置測距儀)	電子式(內置測距儀)	
測距範圍	5 顆稜鏡 2000M	1 顆稜鏡 2000M	1 顆稜鏡 3000M	
測距時間	20 秒	4 秒	1 秒	
電池	鎳鎘電池	鎳鎘電池	鎳氫電池	
充電時間	14 小時	3 小時	2 小時	
補償器	無	有(2 分 40 秒)	有(±4 分)	
自動校正	無	無	有	
儲存功能	無	1000 點	10000 點以上	
定位方式	定心桿	光學定位鏡	光學及雷射定位	
整置時間	3 分鐘	2 分 30 秒	2 分鐘	
結合系統	無	有	有	

一、系統組成與凱恩、蔡司測距經緯儀不同處

- (一) 儀器本體為整體式(經緯儀與測距儀整合為一體)，內鍵驅動馬達具有自動尋標及自動正、倒鏡作業功能。
- (二) 具有單軸、雙軸自動補償功能，補償範圍可達 4 分。
- (三) 定位部分具備光學定位鏡及雷射對中器兩種定位方式可供選擇，本體除圓形水準汽泡外，並具有電子式氣泡可快速輔助整置作業。
- (四) 記憶體容量，可存放高達 10000 筆以上作業點位資料。
- (五) 本體具有 RS-232C 傳輸介面，能與本軍各級現有使用之定位、定向系統 ULISS-30 結合作業，操作比蔡司系統節省 1/2 之時間。
- (六) 具有優越之測距功能，可將紅外線及雷射整合於同一光軸內，由操作者依作業需求，自行選擇使用(紅外線，有稜鏡測距 1 至 3000 公尺；雷射無稜鏡於 500 公尺內實施測距；雷射有稜鏡，測距達 2000 至 7000

公尺)。

- (七) 在正常氣候狀況下，3000 公尺內之測距精度為 2mm+2ppm；測角精度達 1 秒。
- (八) 具有夜間作業功能，可提供快速便捷之夜間作業。具有兩點方位角距離計算、座標計算等多種計算功能。
- (九) 本體之腳架為木頭材質，外層漆附黃色 PE 膠漆，除可防水外也可避免熱漲冷縮效應，造成腳架變形無法使用。
- (十) 3 顆鎳氫電池及快速充電器，可使用 110 伏特交流電實施充電，於 2 小時內可將電池快速充滿電；並配有車用充電器，充電更為便利。

二、系統獨特之技術

(一) 優越之“三位一體”望遠鏡結構¹

徠卡全測站儀是集光、機、電於一體，之高科技測量儀器，望遠鏡不僅有良好的成像與透光性能，還可將紅外線測距功能 (IR)、雷射測距功能 (RL) 和目標自動識別 (ATR)，三大發射與接收光學系統，集中於同一視準軸之內，並對不同作用之光學信號實施有效的分離，形成獨特的“三位一體”望遠鏡結構體系。

(二) 快速之雷射定位技術²

安裝在器材底部，垂直軸內之雷射對中器，可藉雷射二極體提供雷射，將一個清晰的紅點，投射在儀器下方，即使在昏暗的條件下，也能快速整置器材標定測站。

(三) 智慧型目標自動識別 (ATR) 和校正技術³ (如圖一)

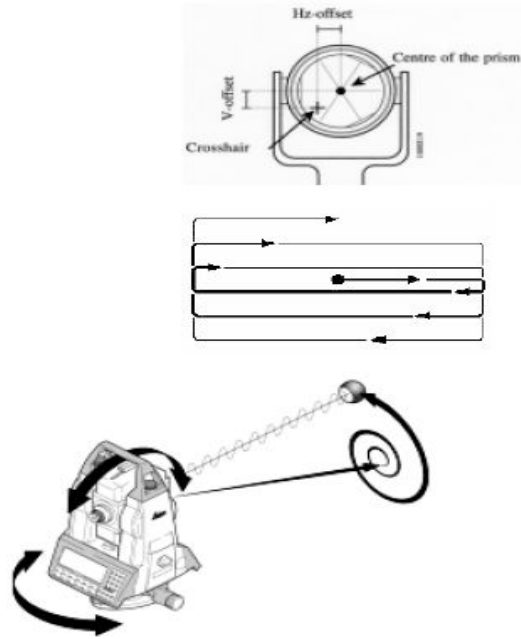
1. 徠卡 TPS-700 系列全測站儀，具有智慧型之 (ATR；Automatic Target Recognition) 目標自動識別功能外，全測站儀所發射紅外線光束，無論在白天或是黑夜，都能對作業稜鏡自動識別、校正與追瞄。
2. ATR 目標自動識別和校正可分為三個過程：稜鏡搜索、校正和測量過程，可一次逐步自動完成作業。
3. 啟動 ATR 自動測量時，全測站儀視軸內如果沒有稜鏡時，則自動進行稜鏡搜索；一旦在視軸內出現稜鏡，便即刻進入校正過程；達到校正

¹. 宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版 (台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年)，頁 189。

². 宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版 (台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年)，頁 188。

³. 宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版 (台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年)，頁 184。

允許精度後，自動執行距離和角度之測量作業。



圖一 自動識別和校正示意圖

(資料來源：宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版 (台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年)，頁 189。)

(四) 精巧的液態 (矽油) 雙軸補償器⁴

與蔡司 RecElta-13 測距經緯儀，同樣具備有液態補償器，但徠卡新型之垂直軸液態補償器，更具有精密而小巧之結構，使液態補償器可以安裝在，水平度盤中心上方的垂直軸線上，即使在自動校正時之快速旋轉，補償器之液態鏡面也可瞬間平靜如常，快速達到補償之效果。

參、徠卡全測站儀操作注意事項與限制因素

一、遠離高壓電線，避免雷雨天候下作業

注意可能觸電之危險因素，例如在電力、電纜線下或電氣化鐵路附近，操作稜鏡架及其標杆等架設作業，都是十分危險的動作，測量人員應儘可能避免於此類地區作業，或保持一定的安全距離較為安全；雷雨天候在野外測量作業，電子式器材會有較高機率遭受雷擊的危險發生，除恐造成器材損壞外，操作人員也非常危險，如無必要應避免在雷雨天候下作業。

二、天體觀測作業，避免陽光直視

如因天體觀測作業需求，不要用儀器望遠鏡直接觀測太陽，因為望遠鏡

⁴. 宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版 (台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年)，頁 183。

光學系統之放大作用，恐會損傷眼睛、及 EDM、EGL 等電子裝置。如須作業，人員可配戴太陽眼鏡，器材須增購原廠濾光鏡使用，方能延長器材壽命。

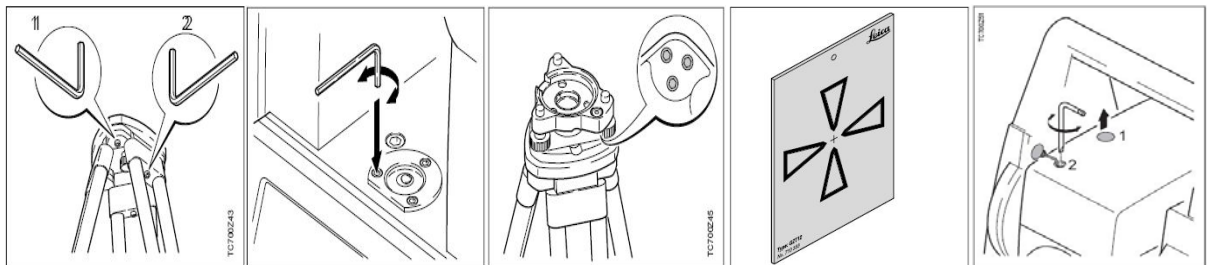
三、遠距離測距作業，注意雷射傷害

- (一) 遠距離測距作業時，不可用眼睛，盯著雷射光束觀看，也不可用雷射光束指向別人，雷射光束照射在如稜鏡、平面鏡、金屬表面、窗戶上時，用眼睛直接觀看反射光也是非常危險⁵。
- (二) 在雷射開關打開時，(雷射投點或測距模式)，提醒操作人員不可直視雷射所發射地方看，更不可在工作光路或稜鏡旁觀看，也不要直視雷射反射物體，只能透過儀器之望遠鏡觀看反射稜鏡。

肆、器材各部校正要領⁶

一、三腳架之校正（如圖二）

- (一) 腳架木質部分與金屬部分的連接必須牢固緊定。
- (二) 用架頭護蓋內隨附之六角扳手緊定壓塊螺絲（2）。
- (三) 調整三腳架頭壓緊螺栓（1），使鬆緊度適中，以保證腳架離開地面時仍能保持張開狀態。



圖二

圖三

圖四

圖五

圖六

（資料來源：宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版（台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年），頁 164、166、167。）

二、本體圓形水準氣泡（如圖三）

用電子水準器整平儀器後，圓形水準氣泡必須居中，如果偏離圓圈，可用隨儀器所提供的六角扳手調整，調整後所有螺絲都須緊定。

三、基座圓形水準氣泡（如圖四）

用電子水準器整平儀器後，將儀器從基座上取下；如基座圓形水準氣泡

⁵. 宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版（台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年），頁 148-151。

⁶. 宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版（台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年），頁 164、166、167。

無法居中，則用六角扳手調整，調整螺絲（基座圓形水準氣泡下方）旋轉方向：向左：氣泡向調整螺絲方向移動；向右：反之。調整後所有螺絲都必須緊定。

四、紅色雷射光束校正

- （一）於室內將校正板（如圖五）置於 10 至 20 公尺適當位置實施校正，如果雷射點與十字中心重合，則證明精度無誤。反之點的位置與十字標記偏離誤差過大，則需調整。
- （二）調整步驟首先取出望遠鏡頂部的調整孔的孔塞。
- （三）雷射光束垂直上下調整（如圖六）：
把六角扳手插入調整孔 1 位置，順時針旋轉（雷射點上移），逆時針旋轉（雷射點向下移）。
- （四）雷射光束水平左右調整：
把六角扳手插入調整孔 2 位置，順時針旋轉（雷射點向右移動），逆時針旋轉（雷射點向左移動）。
- （五）在調整過程中，望遠鏡應始終瞄準規板。
- （六）調整完畢，塞上孔塞，以避免進入濕氣和灰塵。

五、光學球心基座調整器(如圖七)調校方式⁷

- （一）光學定位鏡十字絲調整：
 - 1. 首先整置好器材腳架及準備 2 個基座，目標點（腳架與天花板 1.5 公尺處設置）和調整用螺絲起子；(如圖八) 將基座整置於腳架上，將光學球心基座調整器置入下層基座內，上層基座則顛倒放置，這是方便於由下往上覘視天花板之目標點。



圖七 光學球心基座調整器

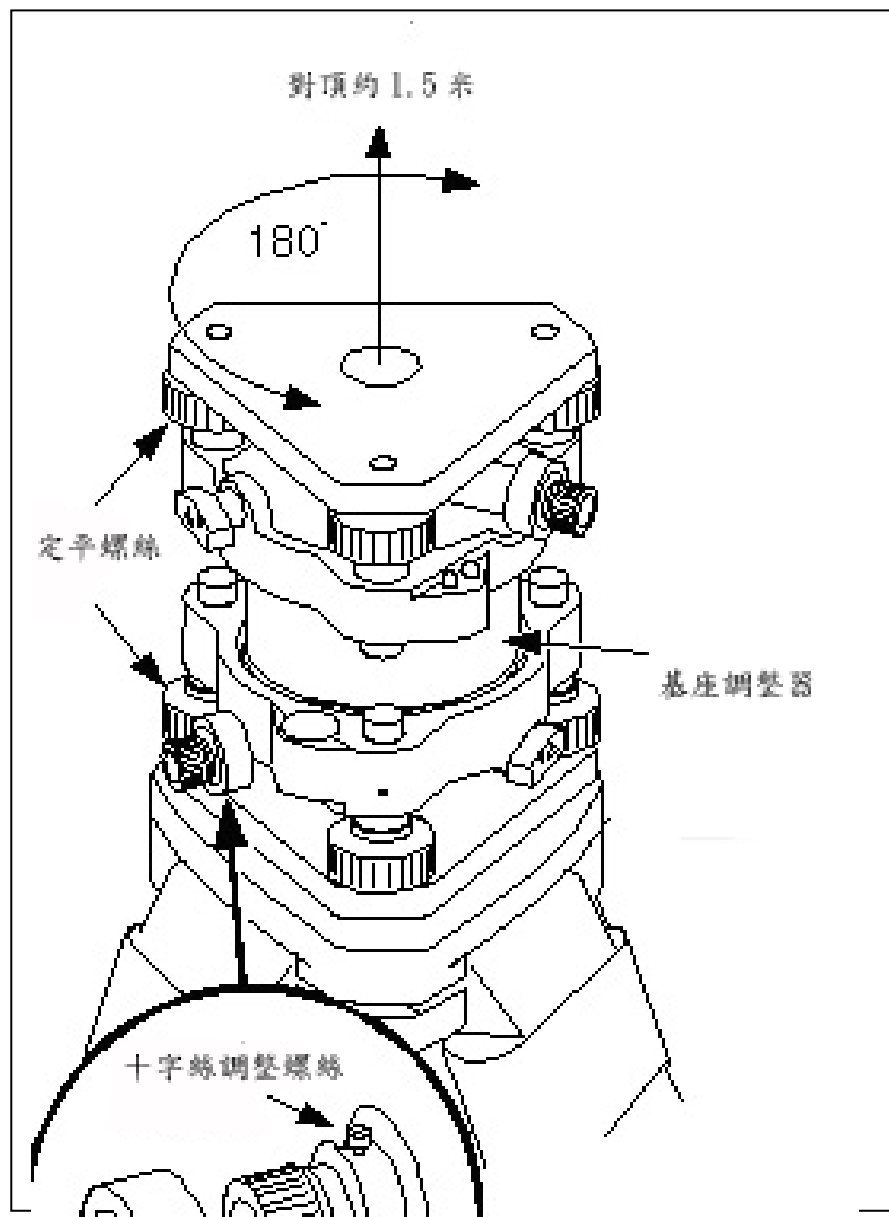
（資料來源：侯嚴仁編。宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 野戰及基地保修操作手冊（台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年 12 月），頁 13。）

- 2. 調整下層基座之水平調整螺 3 個，使待調整基座（上層）之光學定位

⁷. 侯嚴仁編。宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 野戰及基地保修操作手冊（台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年 12 月），頁 13-16。

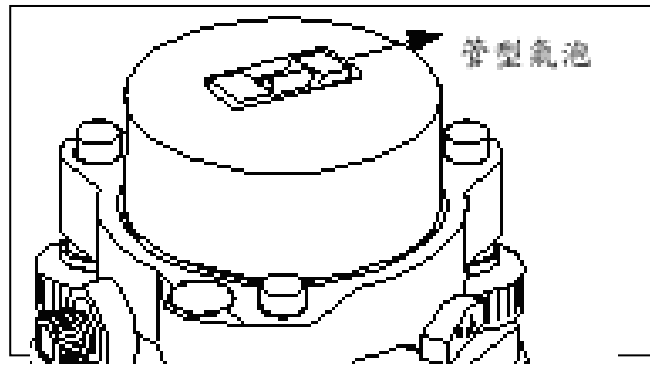
鏡十字絲對準目標點。

3. 旋轉位於上層待調整之基座 180 度後；若無誤差十字絲將保持對準於目標點上。
4. 若旋轉待調整基座 180 度之後，十字絲未能對正於目標點之上，則取一半之偏差量（俗稱-半半修正），以螺絲起子加以調整修正；另一半之偏差量，則以基座(下層)的水平調整螺加以修正。
5. 重複上述第 2、3、4 步驟，直到十字絲對準於目標點上。
6. 光學球心基座調整器調校、基座圓形水準氣泡調整，均屬三級保修範圍，一級單位無法實施校正作業。



圖八 光學球心基座調整器調校方式示意圖

（資料來源：侯嚴仁編。宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 野戰及基地保修操作手冊（台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年 12 月），頁 14。）



圖九 基座圓形水準氣泡調整示意圖

(資料來源：侯嚴仁編。宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 野戰及基地保修操作手冊 (台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年 12 月)，頁 15。)

(二) 基座圓形水準氣泡調整要領

1. 首先整置好器材腳架，備齊光學球心基座調整器、調整用螺絲起子；將基座穩固於在腳架上（圖九）。將光學球心基座調整器置入基座，先忽略基座上的圓形氣泡，先行利用調整器上管型氣泡定平基座。
2. 以光學球心基座調整器上之管型氣泡一端，對準基座 3 個水平調整螺其中之一，調整該水平調整螺，使管型氣泡居中，再將調整器旋轉 90 度，此時調整器上管型氣泡兩端，分別靠近基座其他 2 個水平調整螺，再調整此兩水平調整螺，使管型氣泡居中。
3. 轉動管型氣泡 90 度，回到原先水平調整螺位置。如果氣泡偏離，需再次調整至定平位置。重複步驟 2 直到管型氣泡，皆能保持居中於上述 2 個位置。
4. 測試光學球心基座調整器的管型氣泡，在基座內的任何位置皆能居中於中心位置，轉動光學球心基座調整器時，管型氣泡應保持於一個刻度誤差內。
5. 若無法居中則利用管型氣泡上，兩邊的固定螺絲，取一半偏差量之修正方式，調整氣泡偏高方向的固定螺絲，使之能夠回到中心。

伍、裝備檢查、保養與儲存需注意事項

一、概略瞄準鏡、接目鏡、物鏡組檢查

- (一) 以概略瞄準鏡對準 75m 外的目標物時，十字絲內須與可看到目標物不可誤差過大，且概略瞄準鏡須穩固於望遠鏡上方。
- (二) 目鏡外觀必須保持清晰乾淨。調整聚焦旋轉時，須穩定滑順不可有忽鬆忽緊任何不順的現像，或有發出異聲。當轉到正鏡觀測時，水平雙

軸線須位於左側，目鏡鎖槽需牢固的鉗住目鏡，不可有晃動或任何不順現象產生。

- (三) 望遠鏡內十字絲，及所有玻璃面須保持清晰乾淨。當為正鏡時，雙絲須在下方。

二、垂直微動螺、水平微動旋鈕、聚焦旋鈕檢查

- (一) 當垂直、水平微動旋鈕旋轉時必須均勻，且不會有忽鬆忽緊任何不順的現象或有發出異聲。
- (二) 聚焦透鏡需清晰乾淨，轉動距焦旋鈕時需穩定滑順不可有忽鬆忽緊任何不順的現象或有發出異聲。需可在無窮遠處距焦且最近距焦必須小於或等於 1.7 公尺。

三、電池蓋檢查、手提把、螢幕顯示檢查

- (一) 首先檢查有無破損、裂痕及斷裂，電池蓋卡進儀器側蓋時，順時針旋轉 90 度鎖緊黑色固定扣，使之牢固不晃動。
- (二) 手提把平時必須牢靠且固定於儀器上方，緊定其固定螺絲，但手提把必須容易地拆除與緊定，便於特殊狀況下之作業。
- (三) 螢幕不可破損，且需要完整呈現儀器各項數值等相關資訊，不可有液晶漏液閃爍或任何不正常現象。

四、儀器圓形氣泡、直立軸、基座緊定螺檢查

- (一) 氣泡必須小於圓形氣泡外圍之黑色圓圈，定平儀器後旋轉儀器 180 度，氣泡不可接觸圓形氣泡及外圍之黑色圓圈，並且在圓形氣泡外放上一小木棒，圓形氣泡不可受影響而變動。
- (二) 旋轉直立軸時，需有一阻力產生，旋轉緊定螺時，必須能滑順且容易的旋轉，；不會有忽鬆忽緊任何不順的現象或有發出異聲。

五、充電電池組

- (一) 置入儀器後可正常開/關 機及執行儀器各部功能操作，電池若不使用需保存電池時，將電池從儀器中取出，且斷絕與充電器之連接。
- (二) 電池允許在溫度-40℃到 55℃（-40°F到 131°F）存放；建議如在較佳乾燥的環境下 0℃到 20℃（32°F到 68°F）存放電池，這樣可以減少電池自行放電，並可得到較佳之保存。
- (三) 如在上述建議的保存環境下，多數的電池可以保存到一年，如超過該保存期限，需要對電池重新充電，便可延長該電池使用壽限。

六、保養、庫儲方式

- (一) 上述第 1 至第 4 項均可以細毛刷、吹球吹離塵土即可，不可用手觸摸光學零件，用乾淨柔軟的布清潔，如有需要可用純酒精，以棉布棒蘸濕後清拭；絕不可使用其他液體取代，因為可能造成儀器及零件損壞。第 5 項保養方式僅需定期充電及金屬接點清潔即可。
- (二) 必須嚴格要求將器材、腳架、稜鏡、附件儲存於防潮間內，本體須由攜行箱內取出放置且每次作業須完成上述保養，始可放進防潮間內存放，如遇天雨氣候使用完畢，需將器材、腳架、稜鏡、附件等擦乾後方可入庫，以確保裝備妥善。

陸、裝備操作運用方式

徠卡 TPS-700 系列電子式全測站儀，與本軍現行各類測量器材比較，有其更優秀之作業效能，除必須先瞭解特性功能外，如何有效發揮其特點最大效能，方是研究重點，列舉作業時所需注意事項，以提供各部隊運用參考。

一、落實作業前校正準備工作

每套儀器出廠前均透過精密之調整，達到使用者需求標準，但由於時間和溫度變化，儀器誤差會有所改變，所以在儀器第一次使用、精密測量作業之前、長途運輸之後、長時間之作業前後或溫度變化超過 10°C 時，都可能造成些許誤差，含水平及垂直等角度之誤差，所以每次作業前都需實施部分校正工作，以確保每次作業精度。

(一) 系統垂直、水平校正要領

1. 為確保作業精度，宜在每次作業前，需完成系統垂直、水平校正之步驟，建議於清晨或黃昏氣候狀況良好時實施。
2. 器材與稜鏡間，距離為 100 公尺，垂直角度需小於 4 度 30 分，先完成水平校正後再實施垂直校正，當校正完成儲存新修正值後，螢幕回到水平垂直讀數畫面時，水平正倒鏡讀數相減，應趨近於 $180^{\circ}00'00''$ ，而垂直讀數正、倒鏡相加後，應趨近於 $360^{\circ}00'00''$ ，其值應小於 5 秒方符合標準。
3. 如遇系統長期未使用，建議於每月主官裝備檢查時，實施上述之校正步驟，以維持系統良好作業精度。

(二) 自動對正 (ATR) 稜鏡調整要領

1. 首先確認儀器十字絲，對準稜鏡之最左、最右、最上、最下後，按下測距鍵。十字絲中心能自動對齊至稜鏡中心，若偏離太多則須進入程

式修正；儀器與稜鏡間距離為 100 公尺為較佳，垂直角度在 9° 內，精確對正稜鏡中心。

2. 校正過程和校正垂直角度誤差相似。
3. 進行 ATR 校正作業時，雙軸補償器會自動關閉，第一次測量後，儀器以本身之驅動馬達自動實施倒鏡測量一次，求出誤差值再精確的對準稜鏡中心後，按執行鍵，如果水平誤差和垂直誤差超過 27 分，則需重複校正；螢幕顯示 $\cap$ 符號表示誤差大，無法接收新值，如螢幕顯示 $\leftarrow$ 符號表示接受新值，通常至少做二次 ATR 對回校正作業，才能求出精度。
4. 當校正完成儲存新修正值後，將儀器之十字絲對準稜鏡的最左、最右、最上、最下時，按下測距鍵，十字絲中心應自動對齊至稜鏡中心⁸。

二、善用其優越之測距功能

全測站儀內設置有雷射測距儀外，也同時擁有同軸的紅外線測距儀，再加上自動對鏡之功能，使測地作業增加邊長減少測站之要求更加落實，並可大幅減少作業時間，增加作業精度，其多樣測距方式設定如后：

（一）紅外線（IR）測距部分

1. IR- FINE：標準測距模式，需搭配標準稜鏡，在能見度 20 公里之狀態下，在 3000 公尺以內均可測得，且測距時間僅 1 秒即完成，精度可達 $2\text{mm}+2\text{ppm}$ ，此模式也是我測地作業最常選定之模式。
2. IR- FAST：快速測量模式，需搭配標準稜鏡，天候狀態及作業距離同標準測距模式，測距時間僅 0.5 秒便完成，惟精度較差為 $5\text{mm}+2\text{ppm}$ 。
3. IR-TRACK：追蹤測距模式，為工程放樣之快速作業所選定之模式，需搭配較特殊之稜鏡作業，其測距時間僅需 0.15 秒便可完成。
4. IR- TAPE：反射片測距模式，此項為隧道工程作業時，不需使用稜鏡，僅以蜂巢式反射亮片取代，是特殊作業選項。

（二）雷射（RL）測距部分

1. RL-SHORT：雷射短距離免稜鏡測距模式，如在 500 公尺以內精度可達 $3\text{mm}+2\text{ppm}$ 。
2. RL-TRACK：雷射短距離追蹤免稜鏡測距模式，在某些特殊作業 500 公尺以內可使用，惟精度較差為 $5\text{mm}+2\text{ppm}$ 。
3. RL-PRISM：雷射長距離需稜鏡之測距模式，在長距離（2000– 7500m）之作業中，可選擇此模式並搭配自動（ATR）對鏡作業，惟精度較差為

⁸. 侯嚴仁編。宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 野戰及基地保修操作手冊（台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年 12 月），頁 7-12。

5mm+2ppm⁹。

- (三) 就測地作業範圍、精度及作業時間等考量，建議以紅外線 IR-FINE：標準測距模式，為較佳作業選擇。

三、多樣化之作業功能選擇及足夠記憶空間

進入 Program (應用程式) 功能鍵，有許多測量模式可供操作人員，依其作業需求選定最適合之模式來遂行測地作業任務，並有 2M 之記憶空間，足夠應付測地作業所需儲存之點位；系統 Program 鍵內共有數種測量模式可供選擇，略述如后：

(一) 座標測量模式 (SURVEYING)

首先建立一已知點並在點上整置儀器，利用導線法方式求得兩者間之夾角及距離，再經儀器內部計算求得未知點 (求點) 之座標及標高稱之座標測量，是我測地作業較佳之選擇之一。

(二) 反交會 (自由測站) 測量 (FREE STATION)

是指利用 2 個以上 5 個以下的已知點，通過測距、測角的方式進行後方交會，求得測站點位座標及標高之作業方式稱之反交會測量。

(三) 座標放樣測量 (SETTING OUT)

屬工程作業使用選項，應用程式可根據座標或手工輸入的角度、水平距離和高程計算放樣元素。有 3 種點的放樣方法：極座標法、正交法和增量法。在放樣程式裏，根據 3 種不同的放樣方法，有 3 種不同的顯示方式顯示放樣資料。

(四) 面積測量 (AREA-PLAN)

用面積測量程式，可以測量目標點之間連線，包圍的所有面積，測量的目標點數沒有限制，只要測量到 3 個點，就可即時計算出實際面積並顯示出來。

(五) 鏈結定位定向系統測量 (ULISS)

此作業模式為我測地作業之重要項目，進入選項七便是鏈結模式，可與我軍現行所使用之定位定向系統 ULISS30 相結合外，並與我軍未來將獲得之，新式定位定向系統也可鏈結，其調諧校正程序與作業時間，比原來之蔡司 RecElta-13 測距經緯儀更加便捷與快速，對載具無法到達之點位，實施更快速之放射測量作業。

(六) 在砲兵測地作業模式選定，可選擇座標、反交會 (自由測站)、鏈結定

⁹. 宏遠儀器有限公司，徠卡 TPS-700 用戶操作手冊繁體中文 2.4 版 (台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年)，頁 38。

位定向系統等三項模式作業，除在 Program（應用程式）鍵內，有上述 7 項選擇外，在 FNC（功能設定）鍵內，也具備對邊測量、懸高測量、偏心測量、連續測量等 4 項特殊作業模式，可提供各種作業參考。

四、砲兵測地作業時間可大幅縮減

- （一）原無定位定向系統測地時間，使用舊有之測距經緯儀作業，速度每小時約 2 公里，使用徠卡全測站儀經實際作業驗證（天候狀況許可），每小時可達 4 至 5 公里，可大幅縮減測地作業時間，增加作業運用彈性。
- （二）搭配定位定向系統作業，放射測量每站可從原 5 分鐘縮減至 3 分鐘，有定位定向系統作業全部測地原為 2 小時，可縮減至 1 小時 40 分鐘；在三角（三邊）測量於廣大面積作業時，其優越之測距、自動正、倒鏡作業與計算能力等功能，改變原有繁瑣作業形式，提高作業精度。

柒、結語

本軍近年致力更新老舊裝備，礙於有限之預算，裝備獲得更顯得來不易，各級人員更需份外珍惜；現代科技一日千里，前瞻未來測地作業，搭配導航、衛星定位及定位定向系統等加入，將改變原本之測地作業模式，新式裝備獲得後，各級砲兵幹部務須精熟操作技術與運用要領，方能充分發揮裝備效益。

參考資料

- 一、宏遠儀器有限公司。徠卡 TPS-700 系列用戶操作手冊繁體中文 2.4 版。台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年。
- 二、侯嚴仁編。徠卡 TPS-700 全測站儀單位裝備操作手冊。台北縣：宏遠儀器有限公司，民國 96 年 12 月。
- 三、侯嚴仁編。徠卡 TPS-700 全測站儀野戰及基地維修技術手冊。台北縣：宏遠儀器有限公司，96 年 12 月。
- 四、侯嚴仁編。徠卡 TPS-700 全測站儀中文保修手冊。台北縣：宏遠儀器有限公司，96 年 12 月。
- 五、國防部陸軍司令部。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。

作者基本資料

陸軍砲兵中校，陸軍官校正 57 期、砲校正規班 161 期畢業，曾任連、營長、群參謀主任，現任職砲校目標獲得組測地小組中校主任教官