

## 城鎮攻防作戰砲兵測地之支援與運用

作者：黃盈智

### 提要

- 一、城鎮 (Urban) 指民眾聚居而形成各種建築物密集地區；通常係都市、城鎮、村落等泛稱，不論活動型態或衝突的強度如何，只要是在以建築群的地區為空間的作戰行動均稱為城鎮戰 (Urban Operations)。
- 二、依據國防部「常備打擊、後備守土」用兵指導，以及與日俱增的敵情威脅，強化軍事訓練役男戰力，已勢在必行，未來將置重點於灘岸守備、反空（機）降、重要目標防護及城鎮作戰等領域，因應新型態的戰場環境，砲兵測量人員亦應有所因應。有鑑於此，筆者特撰本文供參考，期許各級測量人員均能熟稔城鎮作戰之特性、限制及對砲兵測地之影響，充分發揮裝備效能，致力提升砲兵城鎮作戰之測地作業能量。
- 三、城鎮戰砲兵測地，依作戰型態可區分為城鎮攻擊 (Urban Offensive) 與城鎮防禦 (Urban Defensive) 等兩種類型，城鎮攻擊時之測地，概同於現行砲兵營全部測地作業模式；惟城鎮防禦時，須運用「自由測站法」、「座標測量法」、「懸高測量」與「面積測量」等特種作業，創造城鎮地緣優勢，快速支援射擊單位完成射擊準備、提升戰場存活。
- 四、城鎮作戰為一嶄新的戰爭型態，對臺澎防衛作戰而言，更是無可避免的一環，因應新型態的戰場，砲兵測量人員應建立下列正確認知：（一）創造城鎮地形（緣）優勢，扭轉劣勢；（二）活用現有裝備以彌補差距；（三）測量人員之主動性與快速的戰場適應能力，至關重要；（四）專業能力轉移，提供更多元的測地服務。

關鍵詞：城鎮作戰 (Urban Operations)、城鎮攻擊 (Urban Offensive)、城鎮防禦 (Urban Defensive)、懸高測量 (Remote Height)、面積測量 (Area)、自由測站法 (Free Station)、座標測量法 (Surveying)、前方交會法 (Forward Intersection)

### 前言

近年來國軍部隊積極加強城鎮戰的訓練內容，包括陸軍的各個打擊旅，憲兵與海軍陸戰隊，都開始納入侷限空間中的戰鬥技巧，讓第一線的士官兵學習如何在城鎮環境中執行作戰任務。甚至在政府宣誓要全面強化後備戰力後，國防部也進一步表示，未來受四個月軍事訓練役的役男，將會依兵種來分類，分配到縱深與城鎮守備任務的義務役士兵，也要接受城鎮戰訓練。除了基礎的入

伍訓練與專長銜接訓練外，第二階段會讓這些義務役士兵熟悉城鎮戰場。甚至未來後備軍人的教育召集訓練，在延長為 14 天以後，也規劃第一周進行專長複習，讓已退役的後備軍人們重新熟悉武器的操作，第二周則進行城鎮戰的訓練操演，以強化這些縱深與城鎮守備旅的防禦戰力。<sup>1</sup>

依據國防部「常備打擊、後備守土」用兵指導，以及與日俱增的敵情威脅，強化軍事訓練役男戰力，已勢在必行，未來將置重點於「戰場經營」、「臨戰訓練」及「城鎮作戰」等領域，<sup>2</sup> 因應新型態的戰場環境，砲兵測量人員亦應有所認知。有鑑於此，特撰本文供部隊參考，期許各級測量人員均能熟稔城鎮作戰之特性、限制及對砲兵測地之影響，充分發揮裝備效能，致力提升砲兵城鎮作戰之測地作業能量，本文研究架構如圖 1。

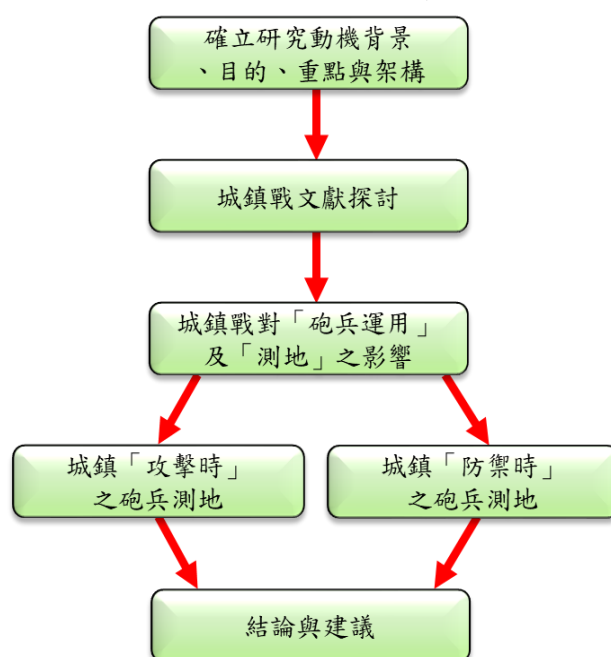


圖 1 研究架構圖

資料來源：筆者自製

## 文獻探討

本節以國軍《陸軍砲兵部隊指揮教則》、美國陸軍《城鎮戰下的聯合武器操作 ATTP 3-06.11 Combined Arms Operations In Urban Terrain》及海軍陸戰隊《城鎮戰教範 ATP 3-06 Urban Operations》為例，說明城鎮戰之定義、環境與空間組成等部分，及論述其對軍事行動之影響。

1 紀永添，〈同島一命一台灣強化城鎮戰訓練的必要與難題〉《紀永添專欄》，[https://www.upmedia.mg/news\\_info.php?SerialNo=102412](https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=102412)，頁 1。

2 國防部，〈國軍「提升後備戰力」專案報告〉《立法院第 10 屆第 2 會期外交及國防委員會第 6 次全體委員會》（臺北），民國 109 年 10 月 22 日，頁 1~3。

## 一、城鎮戰（Urban Operations）之定義

城鎮（Urban）指民眾聚居而形成各種建築物密集地區；通常係都市、城鎮、村落等泛稱，不論活動型態或衝突的強度如何，只要是在以建築群的地區為空間的作戰行動均稱為城鎮戰（Urban Operations）。<sup>3</sup>城鎮戰係在以人造建築或人口密度為主要特徵的複雜地區，及其鄰近的自然地形上，計畫與執行的所有軍事行動。<sup>4</sup>城鎮作戰是一種以人造建築和高人口密度為主要特徵的軍事行動。<sup>5</sup>

## 二、城鎮環境

雖然城鎮間有著相似的特徵，但世界上絕無完全相同的城鎮，基此，執行軍事行動前，需瞭解城鎮環境係由複雜的人造地形、龐大的人口密度與配套的基礎設施等三要素組成（圖 2），說明如后。

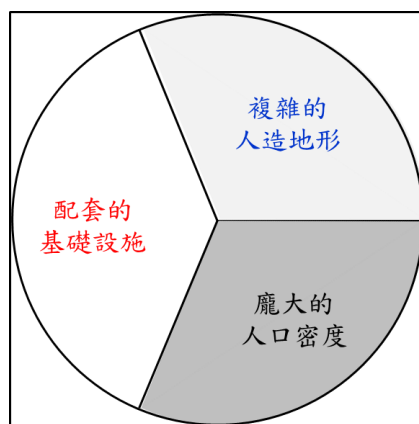


圖 2 城鎮環境的三要素

資料來源：Urban Operations（ATP 3-06），Published December 2017 by United States Marine Corps.pp.1-3.

（一）複雜的人造地形（Complex Man-Made Physical Terrain）：在所有的城鎮中，複雜的人造地形往往堆疊於現有的自然地形之上。此一人造地形係由各種類型、大小與材質均不同的建築組成，有時是有序的，有時是隨機的；可能是現代化的，亦可能圍繞一個古老的核心而建造；它可能有高聳的建築物，也可能沒有超過三層（以上）的建築物。因此，於地形複雜且空間侷限的城鎮環境中作戰，勢必將成為軍事行動的一大挑戰。

（二）龐大的人口密度（Population of Significant Size and Density）：城鎮的定義常常是根據其大小，以人口少於 3000 人的鄉村到人口超過 10 萬的大城鎮，大城鎮的大小不一，人口以 10 萬到 2000 多萬，面積以數平方公里到數百平方公里。<sup>6</sup>惟城鎮白天人口可能與夜晚人口有顯著的差異，在白天，人們為了工作、

3 《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 106 年 11 月），頁 5-8-61。

4 Urban Operations（ATP 3-06），Published December 2017 by United States Marine Corps. pp.1-1.

5 同註 4，pp.1-1。

6 同註 4，pp.1-3。

購物、宗教或文化活動而前往城鎮中心，減少了周邊地區的人口數，增加了城鎮中心的人口數。到了晚上，當人們重新返回居住地時，這種流動就會完全相反。由此產生的人口流動周期，於各城鎮間均有所不同，它對城鎮安全、經濟、環境以及周圍鄉村條件的變化產生高度影響。因此，在城鎮環境中作戰的另一個問題，是戰場上將會有很多平民百姓，如這些居民沒有辦法在雙方交火前，就先行撤離，勢必會造成嚴重死傷。若是在敵境中的城鎮，這些平民有可能會協助敵方作戰，如果是我方的百姓，部隊勢必要分心救助這些同胞，而影響任務的遂行。<sup>7</sup>

（三）配套的基礎設施（Supporting Infrastructure）：城鎮環境由地形、人口和基礎設施組成。這些關鍵組件間複雜且動態的相互作用與關係，形成相互依存的系統。城鎮就像一個生命的有機體，依靠流入（食物、空氣和水）和流出（廢棄物）來維持生存。大量的能源與其他重要商品必須仰賴配套的基礎設施，如發電廠、自來水廠、工廠等。如這些流動中斷，大多數社會將於短時間內陷入混亂，城鎮也將失去機能。基此，如何於軍事行動中掌控上述配套基礎設施，將成為左右戰局的關鍵。

### 三、城鎮的空間與組成

城鎮的空間與組成可區分為海域（Maritime Space）、空域（Airspace）、表面（Surface）、超表面（Supersurface）與地下（Subsurface）等 5 大部分（圖 3）。<sup>8</sup>

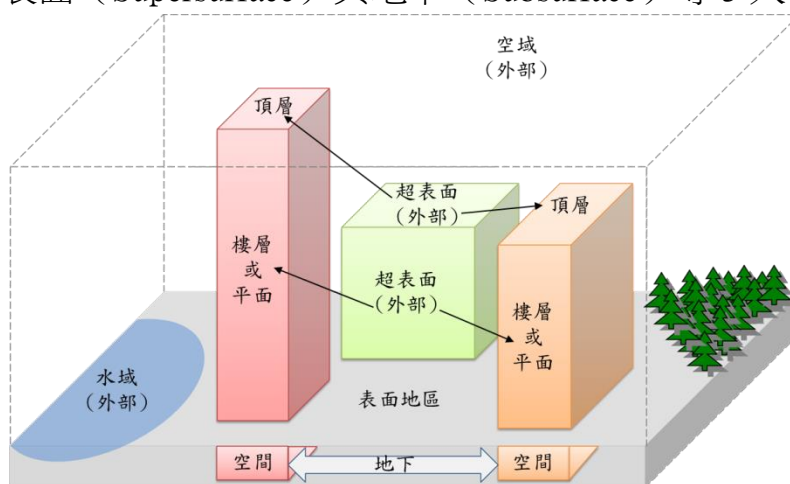


圖 3 城鎮的空間與組成示意

資料來源：Urban Operations(ATP 3-06)，Published December 2017 by United States Marine Corps. pp.1-5.

（一）海域：2013 年世界上超過 80% 的人口居住於距離海岸線 60 公里以內的地方，而 75% 的大城鎮都在海岸線上。<sup>9</sup> 海域空間可區分為海上、海岸和水

<sup>7</sup> 同註 1，頁 4。

<sup>8</sup> 同註 4，pp.1-5。

<sup>9</sup> 同註 4，pp.1-5。

道，此空間提供前往城鎮的重要的交通路線，這對軍事行動而言是一個重要的考量。然海域空間通常支持重要的商業活動，如海運、漁業和娛樂，與城鎮運作息息相關。指揮官必須權衡上揭行動的益處及對重要商業和當地民眾的影響。此外，藉由城鎮發展的不斷擴張，對於兩棲作戰中登陸點的選擇，亦構成挑戰。基此，反登陸及區域封鎖能力也是城鎮作戰的規劃因素。

（二）空域：與其他的環境中相同，飛行器與導彈將空域視為進入城鎮地區最快速的途徑，部隊運用航空資源執行觀察與偵查、空襲或空（機）降、空投物資及裝備。城鎮地區的地面障礙物如瓦礫，雖然可能阻礙飛機起飛與降落，但不影響飛行。不同高度的建築物和不斷增加的高塔、標誌、電線，與城鎮建築的密度，為飛行和許多間接（直接）射擊火力造成障礙，此障礙限制了飛行員的視線，並限制了城鎮空域的低空機動性。在城鎮地區，敵防空武器將更容易實施隱蔽與掩蔽，輕型武器及單兵便攜式防空系統的威脅大幅提升。此外，天候因素，如低能見度、降雨、雲量等，都可能阻礙航空資源的運用，使快速的空中走廊無法發揮效用。

（三）表面：表面區域即外部地面區域，如停車場、機場、高速公路、街道、人行道、田野和公園。這些領域為地面部隊迅速展開提供了主要途徑和手段。城鎮表面的障礙物通常比開闊地形上的障礙物具更大的影響，無論指揮官決定繞行、進入或穿越建築物，都將對行軍路線及所需時間造成重大影響，錯綜複雜的城鎮環境，亦成為部隊安全及火力支援運用的嚴峻挑戰。

（四）超表面（Supersurface）：超表面區域包括建築物、體育館、高塔或其他垂直結構的內部樓層，或水平（內表面區域）和外部屋頂或頂部。此地區為軍事行動提供絕佳的隱蔽與掩蔽，同時，也可能限制或加強觀測（偵查）能力，以及限制、引導或阻止部隊運動。屋頂則為地面直升機提供了進行小規模空襲，與空中補給的理想位置。同時，也為狙擊手、輕型手持式反坦克武器、單兵便攜式防空系統，和通信中繼站提供了絕佳的位置。善用此地區即能對裝甲車輛和毫無防備的飛行器之薄弱處，進行由上而下（或由下而上）的攻擊，並大幅降低遭受敵人近距離攻擊的風險。

（五）地下（Subsurface）：地下區域係指在地表以下的空間，經過完全的偵察與控制後，此地區可成為運送物資和疏散傷員絕佳的隱蔽路線。亦可實施物資與彈藥儲存與供應。地下區域包含地鐵、礦井、隧道、下水道、排水系統、地窖、民防掩體和其他各種地下公共設施。在較古老的城鎮中，此區域可能包含古老的手挖隧道和地下墓穴。攻擊方和防禦方都可運用地下區域，打擊敵人的後方或側翼，甚至實施伏擊，此區域通常為最具限制性和最易防守或封鎖。

## 城鎮戰對砲兵運用及測地之影響

克勞賽維茲在其《戰爭論》中指出：「地形特性對部隊之機動、觀測與射擊，具有決定性之影響」；以此來詮釋部隊支援城鎮作戰之概況，能合乎其時代性與適切性。<sup>10</sup>本節將區分城鎮戰對「砲兵運用」及「測地」之影響等兩部分說明。

### 一、城鎮戰對砲兵運用影響

〈砲兵在未來大規模城鎮作戰中的運用〉(Cannon Artillery in Future Large Scale Urban Combat)一文中，<sup>11</sup>說明城鎮戰對砲兵運用的6大影響，區分為「砲兵陣地選擇」、「分權指揮的技術」、「多維的通信網絡」、「陣地防禦」、「直接射擊的運用」與「後勤支援」等(圖4)，<sup>12</sup>說明如次。

(一)砲兵陣地選擇：在世界各地，城鎮有著相似的形式與功能，就形式而言，城鎮區域具有類似的特徵，並容易劃分不同的區域；就功能而言，是人口、金融、政治、交通、工業與文化的中心。此外，城鎮中建築物材質及建築方法差異懸殊，砲兵指揮官應識別特定的建築類型和建材，並瞭解武器裝備對其影響。如欲達到精確射擊的效果，所運用的彈藥、武器系統及測地成果須足夠精確，能夠穿透目標結構，發揮射擊效果。依據美國海軍陸戰隊《城鎮戰教範 Urban Operations (ATP 3-06)》，城鎮可依其功能劃分為「核心區域」、「偏遠高樓區域」、「軍事區域」、「商業區」、「工業區」與「住宅區」等區域(圖5)，各區域對砲兵作戰之影響如下。

1.核心區域(Core Areas)：核心區通常有重大的幅員限制，往往空間侷限而密集，無法提供最佳的火砲部署位置。如任務要求須占領核心地區，指揮官應考慮將火砲沿目標線部署於街道上，特別是如城鎮道路遵循輻射(Radial Patterns)或網格(Grid Patterns)模式配置時(圖6)。因為核心區通常移動受限，指揮官更應把瓦礫因素(Factor Rubble)<sup>13</sup>考慮到陣地位置的選擇與占領中。結構複雜(石造、鋼筋混凝土)的建築容易遭破壞而覆蓋瓦礫，而且它們存在於核心區較古老的部分；結構簡單(木造)的建築較不易遭破壞而覆蓋瓦礫，它們存在於城鎮較新興的區域，尤其是核心外圍地區。最後，核心區的密集性、多維性使陣地防禦更加困難。如2017年的摩蘇爾戰役中，於摩蘇爾西部老城的密集城鎮環境中，聯軍的傷亡人數達到總傷亡人數的75%。<sup>14</sup>

10 徐茂松、劉世財，〈城鎮作戰砲兵運用之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第128期，砲兵訓練指揮部，民國94年03月)，頁7。

11 Jeffrey-E, Horn "Cannon artillery In Future large scale urban Combat", FA JOURNAL ISSUE, 2020, pp. 27~42.

12 同註11，pp.3。

13 同註11，pp.30。

14 同註11，pp.32。

2.偏遠高樓區域 (Outlying High-Rise Areas)：與核心區域不同之處，在於此區域通常存在大型開放的空間，如停車場、公園或城鎮的外環道路，並將外圍的高樓層建築實施區隔。上述區域對於砲兵陣地占領與放列而言是足夠的，但也因此易遭敵人偵察與鎖定。指揮官應考量各式公共交通系統（如高架軌道、外環道路）的特點，避免該區域淪為敵軍的高速通道。



圖 4 城鎮戰對砲兵運用的影響

資料來源：筆者自製

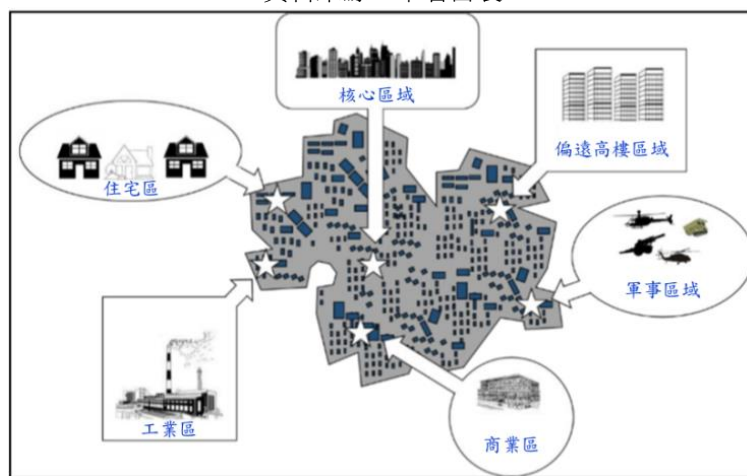


圖 5 城鎮功能劃分示意

資料來源：Urban Operations (ATP 3-06), Published December 2017 by United States Marine Corps. pp.1-10.

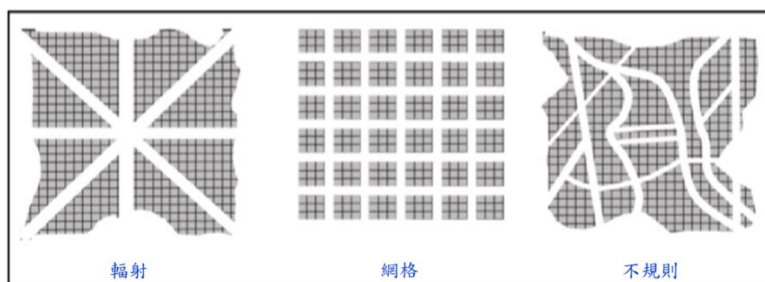


圖 6 城鎮主要街道模式

資料來源：Urban Operations (ATP 3-06), Published December 2017 by United States Marine Corps. pp.1-8.

3.軍事區域 (Military Areas)：軍事區域可為各式砲兵提供適當的陣地，因現有的永久性防禦工事和地下設施可增強其防禦能力。機場也可提供絕佳的位置區域，亦可作為直升機降落區或補給區。然軍事區域的風險係可能具有大規模毀滅性武器，將造成附帶損害與風險。此外，由於軍事區域為敵人的首要攻擊目標，遭受攻擊與襲擾的機率必定大幅增加。

4.商業區 (Commercial Ribbon Areas)：商業帶狀區域適合砲兵部隊運用穿越，及在不同城鎮區域間移動，實施隱蔽與掩蔽。在該區域，停車場可能是最理想的火砲放列位置，惟牽引式砲兵的運用空間受限，應盡可能將火砲放列於道路旁、瓦礫堆或建築物牆邊，抑或是運用數塊草地分散占領陣地。最後，商業區通常鄰近住宅區，戰鬥人員須考量如何安置平民百姓及避免傷及無辜。

5.工業區 (Industrial Areas)：因具備足夠的開放空間，工業區可提供理想的砲兵陣地位置。此區域亦具備足夠的隱蔽設施，如大型的平頂工廠和倉庫，可成為絕佳的隱藏點位置。惟工業區通常含有（或產生）有毒工業化學物品，可能對其周邊活動的軍事力量，造成嚴重的附帶損傷或構成重大威脅。

6.住宅區 (Residential Areas)：住宅區分布於整個城鎮地區，實行城鎮作戰時勢必難以避免。住宅區亦可為砲兵提供理想的陣地占領位置，惟需要對該區文化的理解和尊重。國軍在思考如何強化城鎮戰的戰力時，也應該要有體認，未來的縱深與城鎮守備旅，恐怕還要擔任疏散救護居民的工作，以儘量減少被戰火波及的無辜百姓。常在敵境中作戰的美軍部隊，在編制中有所謂的民政士 (Civil Affairs Officer)，專門處理與民間相關的事務。雖然國軍的後備部隊是在防禦自己的家園，雙方的作戰性質不太一樣，但可以考慮未來新增這樣的編制，以協助同胞、連繫地方，並善用民間資源。<sup>15</sup>

(二) 分權指揮的技術：未來城鎮戰中對分權指揮的技術有獨特的考量，指揮官須對作戰環境實施審慎評估。城鎮地形將決定分散技術，並促使砲兵實施排以下單位的運用，基此，基層領導者（如砲長）的主動性日趨重要。在未來的城鎮戰鬥中，快速適應並最大限度地提高戰場存活與支援火力，如使用隱匿和突襲，勢必成為不可避免的戰術。在未來的城鎮戰中，砲兵部隊應考量使用隱藏區 (Hides) 及陣地區 (Position Areas)，或將兩者結合運用。隱藏區類似於多管火箭發射系統 (Multiple Launch Rocket System, MLRS) 或 M142 高機動性火箭系統 (High Mobility Artillery Rocket System, HIMARS) 單位使用的技術、戰術和程序，將火砲部分隱藏，再移動到射擊點實施射擊，倉庫、高架（軌道）道路下方、集貨區或汽車維修廠都是城鎮戰中隱藏位置的最佳選擇。

15 同註 11，pp.32。

（三）多維的通信網絡：在未來城鎮戰通信指管的討論中，有四個關鍵議題。首先，有效的通信計畫（主要的、備用的、應急的、緊急的）是不可或缺的。其次，運用傳統與現有的通信手段以彌補差距。第三，防制電子干擾。第四，砲兵部隊通信班須精通各種模式下的作業手段。此外，敵人的反制能力與城鎮地形將在未來的城鎮戰中降低通信效能。摩天大樓、電力線、變壓器或其他城鎮結構都可能干擾通信所需的電磁訊號。其他訊號，如手機、緊急服務和其他戰術網路（絡）亦可能影響通信品質。敵人的電磁脈衝（**Electromagnetic Pulse, EMP**）和電子干擾能力也在迅速發展，每一項均具有破壞、衰減或癱瘓我方通信系統的潛在能力。

（四）陣地防禦：城鎮係一多維環境，指揮官應運用城鎮地形，提供預警、縱深防禦與分散配置。堅固的陣地可以設置於廢棄的建築中，多樓層的建築可提供良好的監視與觀測所位置，關鍵的武器系統亦可實施有效的直接射擊。道路的區隔與劃分特性也可為指揮官提供絕佳的交戰區域。最後，於城鎮地形中，砲兵行動可使用多樓層結構提供掩護，實施分散佈署。在開闊的地形，則可選擇分散數百公尺間距的砲位，設置更多的射擊方向（八大射向）。在人口密集的市區，如市中心和外圍的高樓地區，高樓大廈可阻隔敵人的間接火力系統，惟占領密集的城鎮地區可能需要高射界的火力。此外，由於城鎮地形的複雜性，一但發生突破口，指定的快速反應部隊對砲兵戰場存活至關重要，指揮官應與鄰近友軍單位協調，以增強部隊的安全防護措施。

（五）直接射擊的運用：雖不是主要任務，但砲兵可以提供大口徑，直接射擊的能力，在城鎮戰爭中是有效的。1993 年 12 月至 1994 年 3 月的第一次格羅茲尼戰役中，俄羅斯部隊初期使用間接火砲射擊，掃蕩和鎮壓該市郊區。在機動部隊掌握了最初的目標後，俄軍運用了自走砲實施直接射擊，針對掩體、重型防禦工事或隱藏於混凝土建築後的敵人陣地及狙擊手，實施掃蕩。事實證明，這是有效的，直接射擊比間接射擊在城鎮街道上產生的瓦礫更少，使俄軍前推時擁有更大的機動自由。<sup>16</sup>榴彈砲在直接射擊角色帶來顯著的能力，可顯著提升地面部隊火力。如美軍 M1A1 坦克和 M1128 機動火砲系統，無法與建築物頂樓的目標交戰（圖 7），而砲兵武器系統，由於其本身的特性，可以射擊位於更高處的目標。此外，155 公厘榴彈砲可以穿透 38 英寸的磚塊和非鋼筋混凝土建築，以及 28 英寸的鋼筋混凝土結構，對建築物或掩體外牆造成相當大的破壞。105 公厘榴彈砲則可對輕質材料建造的建築物，造成重大破壞，穿透單層石塊和

16 同註 11，pp.33。

磚牆或輕質鋼筋混凝土。<sup>17</sup>惟砲兵運用直接射擊時，須考量生存性、準確性、機動性、火炮放列位置及射擊準備時間。基此，自走砲是最好的選擇，因其可提供如裝甲戰車一樣的防護力；而防護力薄弱的牽引式火炮，由於放列與射擊準備時間較長，相對而言不合適。

（六）後勤支援：砲兵提供有效火力支援的能力取決於其有效預測彈藥的能力。火炮於城鎮地區作戰的本質更需要一定數量的彈藥，依據不同的任務需求，使用不同的彈藥與信管組合（例如空炸、延遲、穿汀信管搭配精準彈藥等）。確保於正確的地點和時間投入正確數量和類型的彈藥是至關重要的。作戰中心（S3）和射擊指揮所（Fire Direction Center, FDC）須於計畫過程（任務分析）初期確定彈藥需求，以確保有足夠的時間籌補與交付彈藥。惟儘管未來城鎮戰鬥中固有的後勤補給困難，為砲兵部隊和任務帶來風險，有三種正在出現的技術趨勢值得關注，先是使用自適應製造技術（Adaptive Manufacturing Techniques, AMT），如 3D 列印，以降低製造成本，顯著提高後勤效能；第二係運用人工智能（Artificial Intelligence, AI）或人工操作的無人載具（Unmanned Aircraft Systems, UAS）實施運補，減少後勤行動中部隊和任務的風險；第三是精進發電和儲存技術，縮小部隊對燃料的依賴，並減少運輸需求與後勤運補。<sup>18</sup>

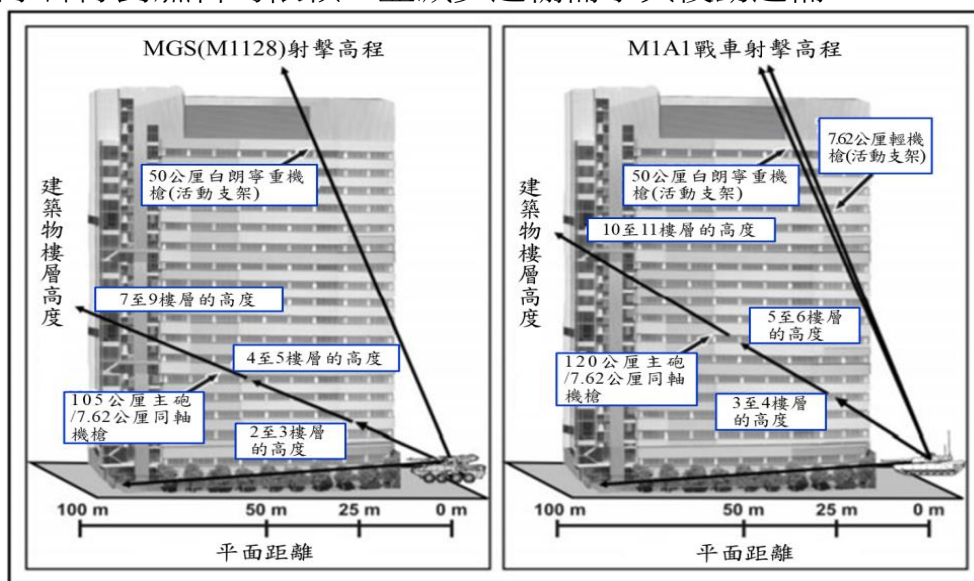


圖 7 美軍 M1A1 坦克及 M1128 機動火炮系統射擊高程與低程

資料來源：Combined Arms Operations In Urban Terrain (ATTP 3-06.11)，Published June 2011 by GHQ Army GRC. pp.4-6.

## 二、城鎮戰對「砲兵測地」之影響

城鎮戰砲兵測地，依作戰型態可區分為城鎮攻擊（Urban Offensive）與城鎮防禦（Urban Defensive）等兩種類型，城鎮攻擊時之砲兵測地，概同於現行砲兵

17 同註 11，pp.34。

18 同註 11，pp.35。

營全部測地作業模式；惟城鎮防禦時，須運用「自由測站法」、「座標測量法」、「懸高測量」與「面積測量」等特種作業，創造城鎮地緣優勢，快速支援射擊單位完成射擊準備、提升戰場存活，以下將說明城鎮戰對「砲兵測地」之影響。

(一) 城鎮測地作業因受街道縱橫交錯及高樓林立影響，產生測站增加及測點不易選定之困難，且因垂直角過大造成誤差。

(二) 雷達部署陣地位置選定不易，受建物影響，偵測目標產生困難。

(三) 氣象台位置選定易受建築物遮蔽，影響探空作業。

(四) 衛星測量因礙於遮蔽仰角限制，於城鎮戰測地較不易發揮效益。

(五) 定位定向系統需搭配載具實施作業，礙於城鎮防禦作戰時，道路遭受破壞可能性極高，故不利輪型車輛運用。

(六) 無定位定向系統作業由傳統平面模式轉變為三維立體空間測量。

(七) 城鎮戰時測量班可協助砲班量測遮蔽物高程。

(八) 城鎮戰時測量班可協助射擊指揮所製作射擊能力圖與死界圖。

(九) 城鎮戰時測量班可協助測量禁行區（預想殲敵區）區域橫寬、縱深與面積，確保友軍與民人安全。

(十) 城鎮防禦時之砲兵運用，因無法預期敵進犯方向，須完成八大射向射擊準備。

(十一) 城鎮防禦時之砲兵為增加戰場存活率，將以單砲或排陣地分權指揮運用為原則，因此陣地測地作業量勢必增加。

(十二) 砲兵於城鎮內須採特種方式射擊，並廣設預備觀測所及預備陣地。

### 「城鎮攻擊時」(Urban Offensive) 之砲兵測地

「城鎮攻擊」(Urban Offensive) 之測地，由於砲兵部隊通常部署於城鎮外圍（空曠地），對地面（海上）及城鎮內目標射擊，故概同於現行砲兵營全部測地作業模式，本節僅針對其作業編組與責任實施說明，餘作業要領請參閱《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》第七章內容。

城鎮攻擊時之砲兵測地概同砲兵營全部測地，區分「無」定位定向系統可資利用及「有」定位定向系統可資利用等兩種作業型態，其測地成果項目(表 1)。

#### 一、「無」定位定向系統可資利用時之作業編組<sup>19</sup>

「無」定位定向系統之城鎮戰測地，區分為前地測地、陣地測地及連接測地三部份(圖 8)，由營部連與砲兵連測量班人員合併編組實施(圖 9)；編組要領與責任區分下列三種方式(表 2)。

19 《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。

(一) 營部連測量班編成前地組、連接組，負責相關作業；各砲兵連測量班則編成陣地組，負責陣地測地。

(二) 編組同第一項，惟須抽調部分砲兵連測量班人員，加強營部連測量班之前地組、連接組作業能力。

(三) 編組同第二項（通常使用於編制 6 個砲兵排的砲兵營），另將陣地組之砲兵連測量人員編成「測距經緯儀組」與「方向盤組」；前者負責各排陣地中心測地，後者則由各排陣地中心使用方向盤誘導方向基線方位角。

## 二、「有」定位定向系統可資利用時之作業編組<sup>20</sup>

(一) 有定位定向系統之砲兵營測地（圖 10）作業編組彈性較大。雖可僅由營部連測量班完成營全部測地，但通常仍將砲兵連測量班納入編組支援測地（圖 11）以提升整體作業速度，減低定位定向系統之作業負荷與累積誤差；其作業編組與責任劃分如下（表 3）：1.系統組：以實施連接測地為主。2.測量組：實施前地測地為主，並協助系統組作業。3.砲連測量班：可由系統組在陣地內所測之點或其週邊所建連接點或方位地線接續測地作業，以增加營陣地測地作業速度。

(二) 若僅由營部連測量班作業，則其編組與責任如下：1.系統組：由副班長與測量兵兼駕駛編成，以實施連接測地、陣地測地為主。2.測量組：由班長、測量士（二）、測量兵（二）編成，負責前地測地與協助系統組作業。

表 1 城鎮攻擊作戰測地成果項目

| 區分    |      | 標準成果表內容                   | 城鎮攻擊作戰測地成果 |       |
|-------|------|---------------------------|------------|-------|
|       |      |                           | 營測量班       | 射擊指揮所 |
| 城鎮戰測地 | 前地測地 | 1. 檢驗點（目標）位置              |            | ✓     |
|       |      | 2. 基線長                    | ✓          |       |
|       |      | 3. 基線方位角                  | ✓          |       |
|       | 連接測地 | 1. 觀測所位置                  | ✓          |       |
|       |      | 2. 觀檢方位角                  | ✓          |       |
|       |      | 3. 方位基準點（S）方位角（含方位基準點之描述） | ✓          |       |
|       | 陣地測地 | 1. 各排（連）陣地中心位置            | ✓          |       |
|       |      | 2. 方向基線（OL）方位角（含基線一端之描述）  | ✓          |       |
|       |      | 3. 砲檢方位角                  |            | ✓     |
|       |      | 4. 方向基角                   |            | ✓     |

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 7-83。

20 《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 7-84。

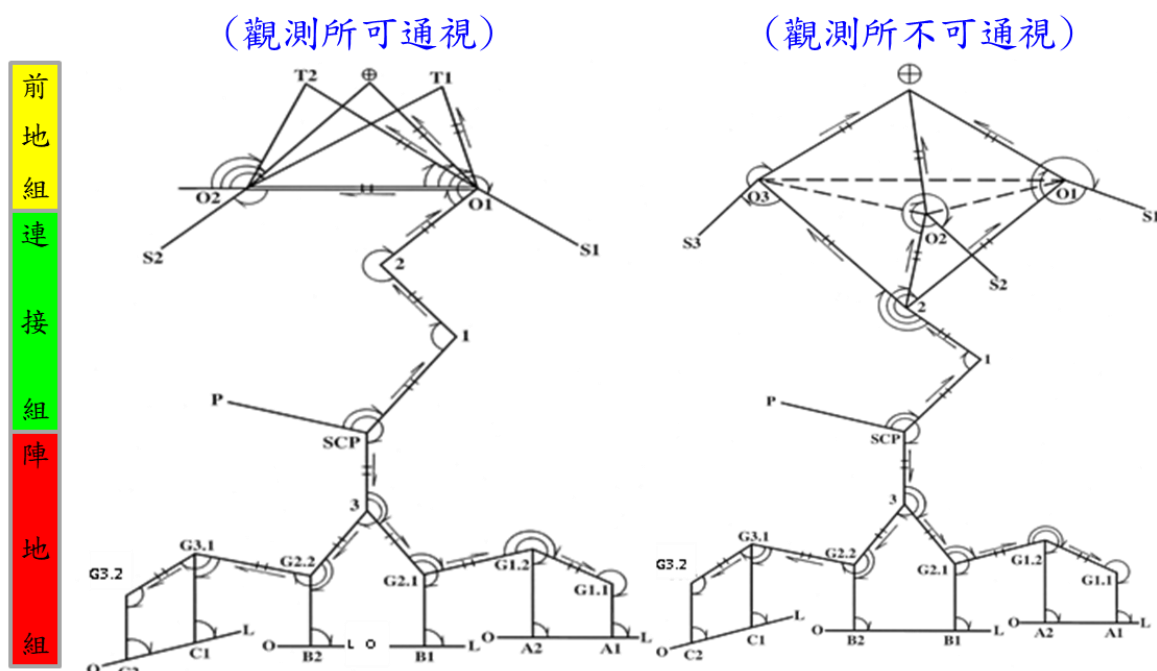


圖 8 「無」定位定向系統之城鎮戰砲兵測地示意

資料來源：黃盈智，〈電算機 (IMT-8R) 於野戰砲兵測地 運用及維保要領〉，《砲兵季刊》(臺南：第 187 期，砲兵訓練指揮部，民國 108 年 11 月)，頁 81。

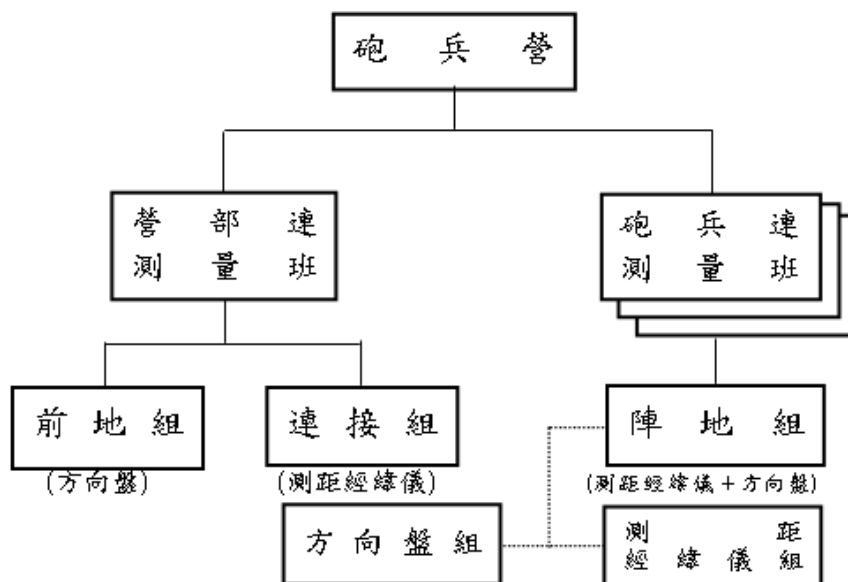


圖 9 「無」定位定向系統城鎮戰砲兵測地編組

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 7-13。

表 2 「無」定位定向系統城鎮戰砲兵測地編組區分表

| 「無」定位定向系統城鎮戰砲兵測地編組區分表 |                                 |        |   |   |        |   |   |
|-----------------------|---------------------------------|--------|---|---|--------|---|---|
| 人<br>組別               | 單位<br>編組<br>數<br>方式             | 營部連測量班 |   |   | 砲兵連測量班 |   |   |
|                       |                                 | 一      | 二 | 三 | 一      | 二 | 三 |
|                       |                                 |        |   |   |        |   |   |
| 前地組                   |                                 | ○      | ○ | ○ | ／      | ○ | ○ |
| 連接組                   |                                 | ○      | ○ | ○ | ／      | ○ | ○ |
| 陣地組                   |                                 | ／      | ／ | ／ | ○      | ○ | ○ |
| 附記                    | 砲兵連測量班第三種陣地組區分為測距經緯儀組○員，方向盤組○員。 |        |   |   |        |   |   |

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 7-13。

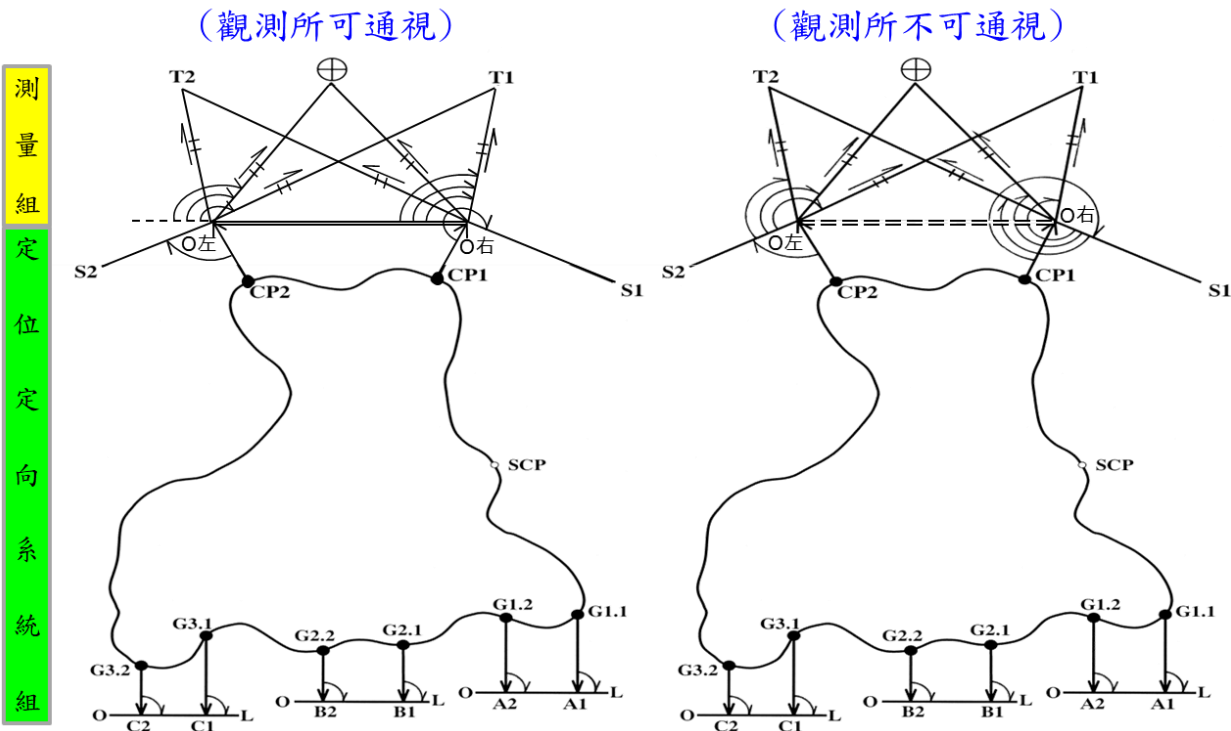


圖 10 「有」定位定向系統之城鎮戰測地示意

資料來源：黃盈智，〈電算機（IMT-8R）於野戰砲兵測地 運用及維保要領〉，《砲兵季刊》（臺南：第 187 期，砲兵訓練指揮部，民國 108 年 11 月），頁 81。

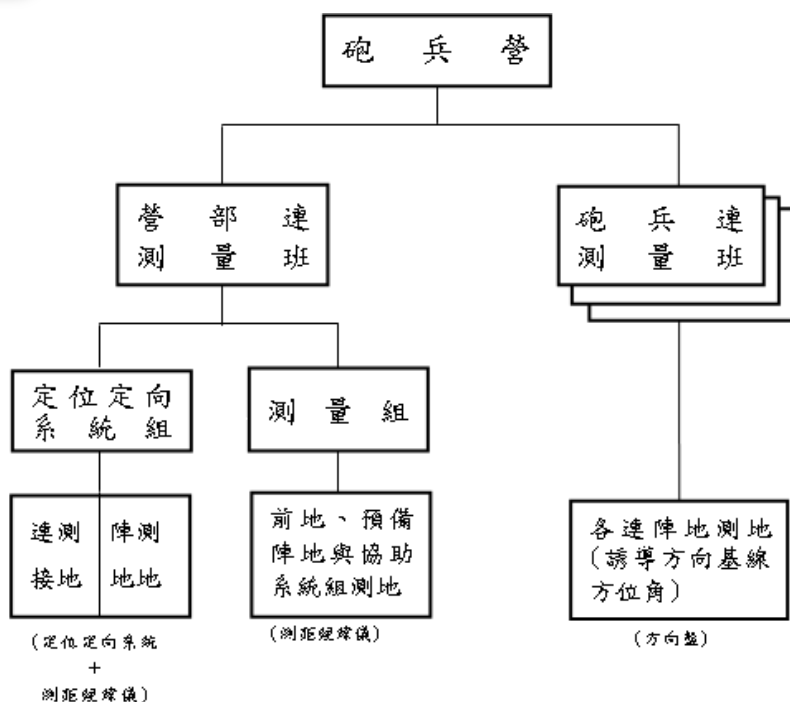


圖 11 「有」定位定向系統之城鎮戰砲兵測地作業編組

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 7-85。

表 3 「有」定位定向系統之城鎮戰砲兵測地編組區分表

| 「有」定位定向系統之城鎮戰砲兵測地編組區分表 |                  |   |        |
|------------------------|------------------|---|--------|
| 單位<br>人<br>數<br>組別     | 營部連測量班           |   | 砲兵連測量班 |
| 定位定向系統組                | ○                |   |        |
| 測量組                    |                  | ○ |        |
| 陣地組                    |                  |   | ○      |
| 附記                     | 砲兵連測量班合併編組陣地組○員。 |   |        |

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 7-85。

### 「城鎮防禦時」（Urban Defensive）之砲兵測地

城鎮防禦（Urban Defensive）時之砲兵測地，須運用「自由測站法」、「座標測量法」、「懸高測量」與「面積測量」等特種作業，創造城鎮地緣優勢，快速支援射擊單位完成射擊準備、提升戰場存活。其作業編組、責任與作業要領說明如后。

#### 一、作業編組與責任

「城鎮防禦時」之砲兵測地通常情況緊急、時間急迫，為及時提供射擊所

需測地成果，須運用特種方法採快速且精確之部份（前地、陣地）測地，惟當時間許可時，仍應逐次完成全部測地。另因城鎮防禦作戰，高樓林立、道路遭受破壞之可能性極高，較不利於輪型車輛運動及衛星測量，故砲兵測地宜採「無」定位定向系統作業為主。「城鎮防禦時」之砲兵測地編組，區分為前地測地、陣地測地二部分，由營部連與砲兵連測量班人員合併編組實施（圖 12）；編組要領與責任區分如下（表 4）：由營部連測量班編成前地組、測量組，前者負責觀測所（預備觀測所）、集火點、彈幕中心、禁行（射）區或預想殲敵區測量等相關作業；後者支援砲兵連測量班實施陣地測地，砲兵連測量班編成 3 個陣地組，負責陣地（預備陣地）測地及遮蔽物高程量測，並協助砲班、指揮所設置八大射向及完成射擊能力、死界圖等調製作業，城鎮防禦作戰測地成果項目（表 5）。

## 二、作業要領

（一）基準點加密作業：城鎮防禦作戰初期，營部連測量班應即刻編成兩組測距經緯儀作業組，以城鎮內可用之測地開始點（制高點尤佳），針對城鎮內可能為我陣地（預備陣地）、觀測所（預備觀測所）及預想殲敵區周邊區域，運用「座標放射線法」，優先實施基準點加密（增加密度）作業（圖 13）。現行防區測地執行之控制點成果調查，一般均僅針對內政部管理之基本控制點（一、二等衛控點），惟城鎮地區因應各級工程、地籍測量用途需要，平時所建立與佈設之點位種類繁多（國土測繪法所定控制點分級如圖 14），實應善加運用，茲將城鎮內常見各式應用測量點位說明如后（圖 15）。

1. 水準點（**Benchmark, BM**）：水準點係高程控制網中，運用水準測量方法測定其高程之控制點。

2. 圖根點（**Analytic Mapping control point**）：圖根點為應用測量控制點種類之一，是依據內政部佈設之基本控制點，及各縣市自行佈設之加密控制點，採用導線測量、衛星定位測量等方式測設小範圍之固定參考點，即稱為「圖根點」。

3. 加密控制點（**Densification of point**）：加密控制點係指以基本控制測量為依據所為之次級控制測量，並以區域性控制測量需求為目的所設置之點位。

4. 精密導線點（**Densified traverse point**）：使用「精密導線測量」彌補基本控制測量不足之處，以增加控制測量之密度，運用此法所測設之點位稱之為「精密導線點」。

上述點位於城鎮中極為常見，測量班應於平時納入防區測地調查，並逐年執行更新與驗證，俾利遂行城鎮作戰時，可立即轉換為砲兵射擊使用。

### （二）測地開始點選定

為爭取作業時效，城鎮防禦時砲兵測地，通常須分別決定前地及陣地之「測

地開始點」。選定要領如下：

一、當作業區域內有適當之「已知點」(控制點、測地基準點)，即可作為「測地開始點」(SCP)。

二、如無適當已知點，可使用地圖與現地對照，選定明顯地點作為測地開始點，其座標、標高由地圖量取；並選定與測地開始點距離約 300 公尺以上之測角基準點作為「方向線」(P')，其方位角以經過磁偏校正之方向盤測定或圖上量取之。

(三) 起始方位之決定：城鎮防禦時，砲兵測地起始方位之決定，可使用「天體觀測」、「已知點可通視之方位計算」及「已知點不可通視之方位計算」等方式實施，說明如后。

1. 天體觀測：可使用「太陽高度法」或「北極星時角法」實施起始方位決定，惟城鎮防禦時須格外注意天候狀況，及目標天體是否受周遭建築物遮蔽。如主測站(CP)週邊高樓林立，影響目標天體觀測，亦可於距主測站 100 公尺外，可通視且無遮蔽之處，另行設置輔助測站(CP')，並於輔助測站(CP')完成天體觀測後，以主測站與輔助測站上之測量器材實施互相瞄準(對物鏡中心)，將輔助測站(CP')之方位成果轉換予主測站(CP)上之器材，實施「方位轉換」作業(圖 16)，惟運用此法時，應特別注意主、輔測站方位恆差 3200 密位(即 180 度)之計算。

2. 兩已知點座標計算方位角(已知點間可通視時)：如城鎮內測地基準點密度高，應運用可通視且距離大於 100 公尺以上之兩已知點(CP1 與 CP2)，實施方位角計算，以決定起始方位(圖 17)。

3. 兩已知點座標計算方位角(已知點間不可通視時)：如城鎮內測地基準點密度不足，抑或兩已知點間為不可通視時，可依下列步驟決定起始方位。

(1) 計算正確方位角：使用計算法求得兩不可通視已知點(CP1 及 CP2)間之正確方位角(圖 18)。

(2) 實施導線作業：運用非閉塞導線測量，由 CP1 標定 P 點起測，直至座標(位置)閉合至 CP2 為止(如圖 19)。

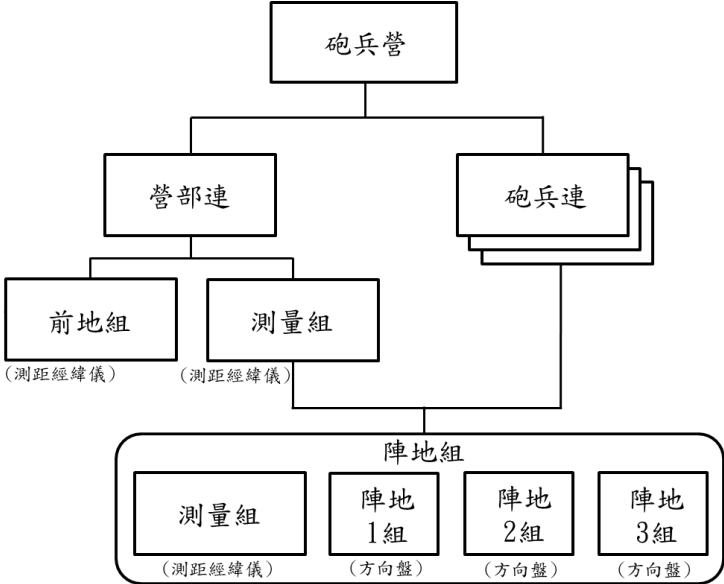


圖 12 城鎮防禦時砲兵測地作業編組

資料來源：筆者自製

表 4 城鎮防禦時砲兵測地編組區分表

| 城 鎮 防 禦 時 砲 兵 測 地 編 組 區 分 表 |                    |   |        |
|-----------------------------|--------------------|---|--------|
| 單位<br>人數<br>組別              | 營部連測量班             |   | 砲兵連測量班 |
| 前地組                         | ○                  |   |        |
| 測量組                         |                    | ○ |        |
| 陣地組                         |                    |   | ○      |
| 附記                          | 營部連測量班納編○員支援陣地組作業。 |   |        |

資料來源：筆者自製

表 5 城鎮防禦作戰測地成果項目

| 區 分   |      | 標 準 成 果 表 內 容          | 城 鎮 防 禦 作 戰 測 地 成 果 |           |     |
|-------|------|------------------------|---------------------|-----------|-----|
|       |      |                        | 營 測 量 班             | 射 擊 指 揮 所 | 砲 班 |
| 城鎮戰測地 | 前地測地 | 集火點與彈幕中心位置             |                     | ✓         |     |
|       |      | 禁射(行)區及預想殲滅敵區          |                     | ★         |     |
|       |      | 基線長                    |                     |           |     |
|       |      | 基線方位角                  |                     |           |     |
|       |      | 觀測所(預備觀測所)位置           | ✓                   |           |     |
|       |      | 觀檢方位角                  |                     |           |     |
|       |      | 方位基準點(S)方位角(含方位基準點之描述) |                     |           |     |
|       | 陣地測地 | 各砲位或排(連)陣地中心(預備陣地)位置   | ✓                   |           |     |
|       |      | 方向基線(OL)方位角(含基線一端之描述)  | ✓                   |           |     |

|    |           |  |   |   |
|----|-----------|--|---|---|
|    | 砲檢方位角     |  | ✓ |   |
|    | 方向基角      |  | ✓ |   |
|    | 設置八大射向    |  |   | ★ |
|    | 遮蔽物高程     |  |   | ★ |
|    | 射擊能力圖與死界圖 |  | ★ |   |
| 附記 | ★依需要提供協助。 |  |   |   |

資料來源：修改自《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 7-83。

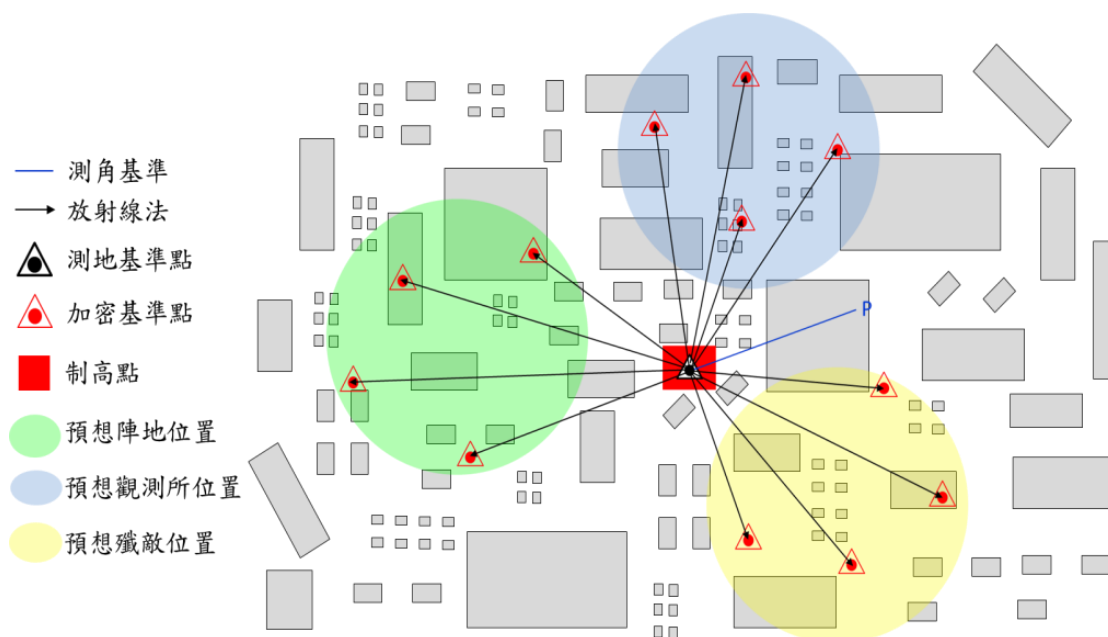


圖 13 城鎮防禦作戰測地基準點加密作業

資料來源：筆者自製

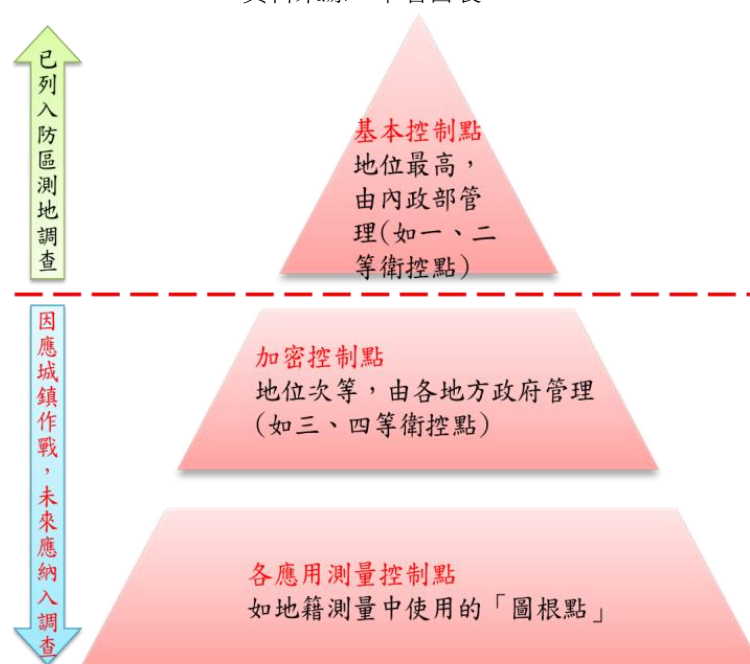


圖 14 國土測繪法所定控制點分級圖

資料來源：<https://www.lad.gov.taipei/>臺北市府地政局土地開發總隊



圖 15 城鎮內可利用之應用測量控制點

資料來源：左上 [http://m.facebook.com/dehantech/posts/2239850189440870?comment\\_id=2240119896080566](http://m.facebook.com/dehantech/posts/2239850189440870?comment_id=2240119896080566) (德翰智慧科技有限公司)。右上 <http://m.xuite.net/blog/ahan833/twblog/114229797> (圖根點資訊分享)。左下 <http://blog.udn.com/mobile/yiter1968/103101701> (您關心過我們的土地測量嗎?)。右下 <http://www.planning.ntpc.gov.tw/> (新北市政府城鄉發展局-城鄉發展常見問題)。

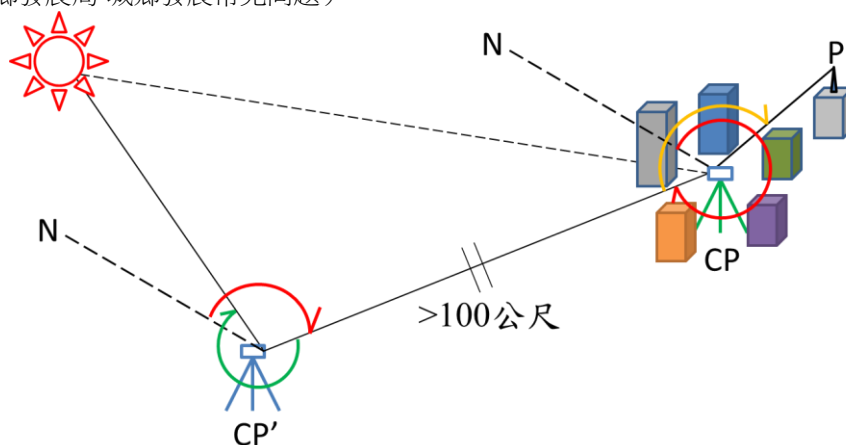


圖 16 以天體觀測實施「方位轉換」示意

資料來源：筆者自製

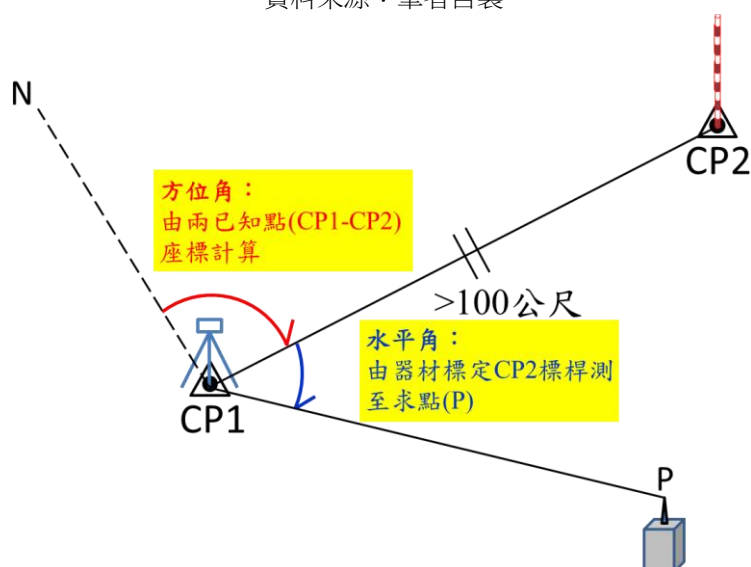


圖 17 兩可通視已知點求算方位角示意

資料來源：筆者自製

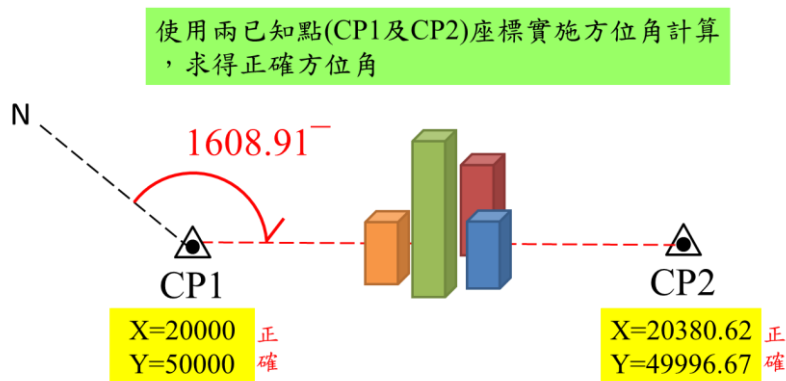


圖 18 以兩不可通視已知點座標計算正確方位角  
資料來源：筆者自製

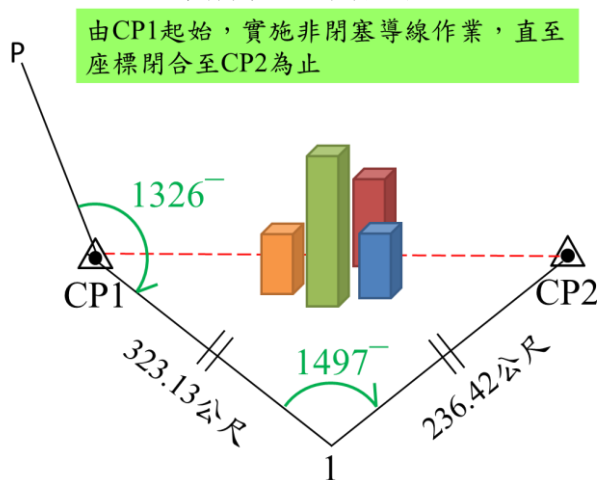


圖 19 由 CP1 至 CP2 實施非閉塞導線作業  
資料來源：筆者自製

(3) 實施導線計算:使用假設 P 點方位角實施導線計算，並求得 CP2'之座標 (如圖 20)。

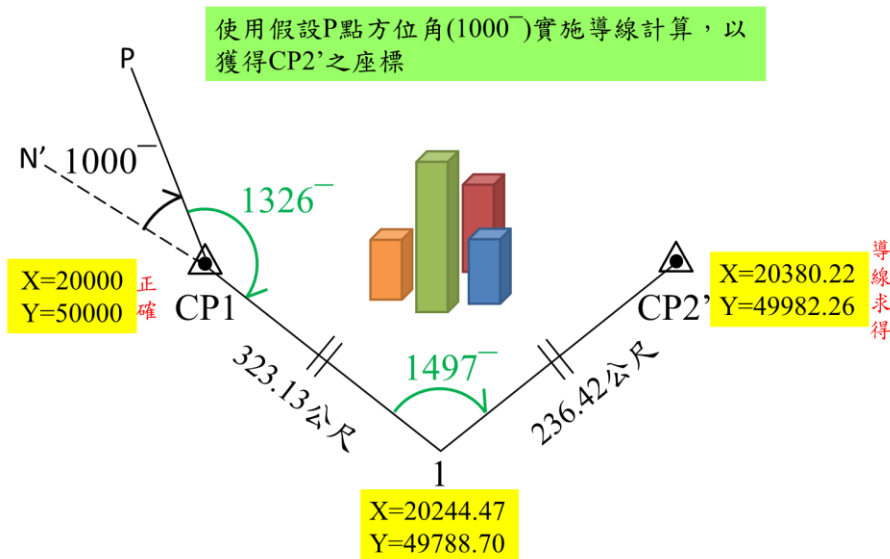


圖 20 使用假設 P 點方位角實施導線計算  
資料來源：筆者自製

(4) 計算假設方位角:使用正確 CP1 座標與導線計所得之 CP2'座標，再次實施方位角計算，以求得假設方位角（如圖 21）。

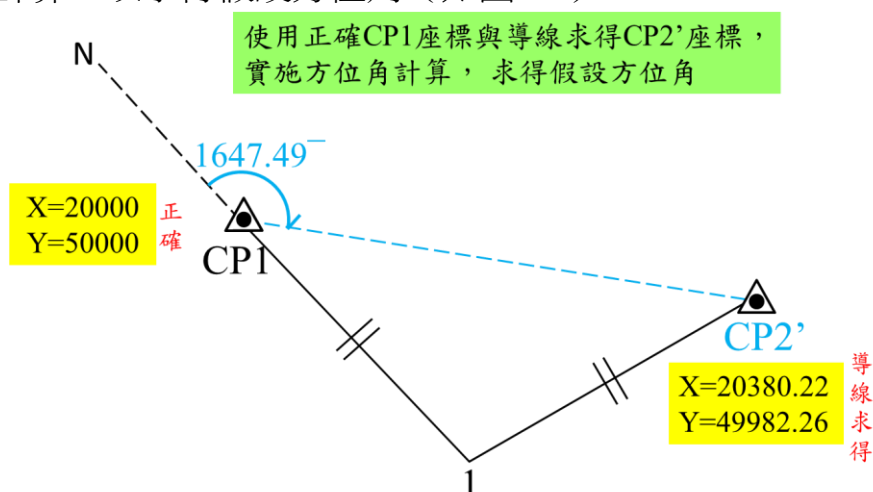


圖 21 計算 CP1-CP2'之假設方位角

資料來源：筆者自製

(5) 計算方位修正量:以正確方位角（CP1-CP2）減去假設方位角（CP1-CP2'），即可獲得方位修正量（如圖 22）。

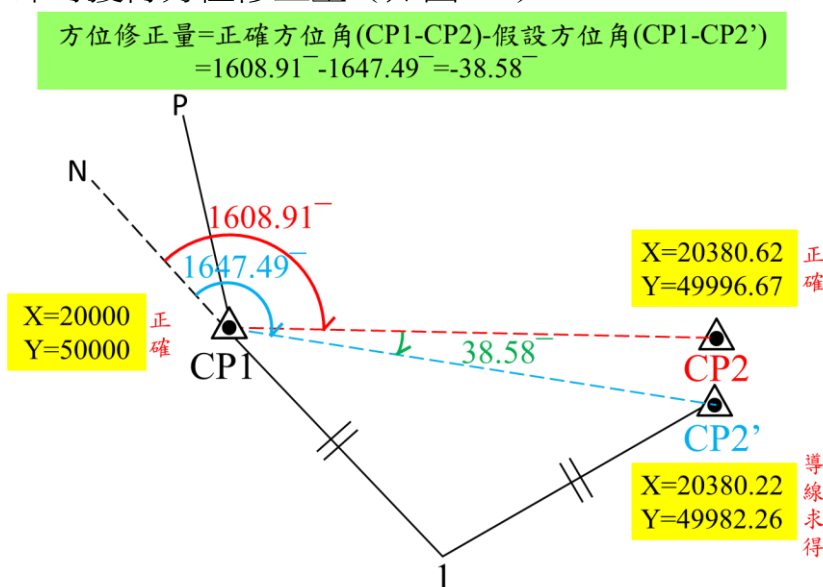


圖 22 以正確方位角減去假設方位角計算方位修正量

資料來源：筆者自製

(6) 求算正確 P 點方位角:以假設 P 點方位角加上方位修正量，即可獲得正確 P 點方位角（如圖 23）。

正確P點方位角=假設P點方位角+方位修正量  
 $=1000^{\circ}+(-38.58^{\circ})=961.42^{\circ}$

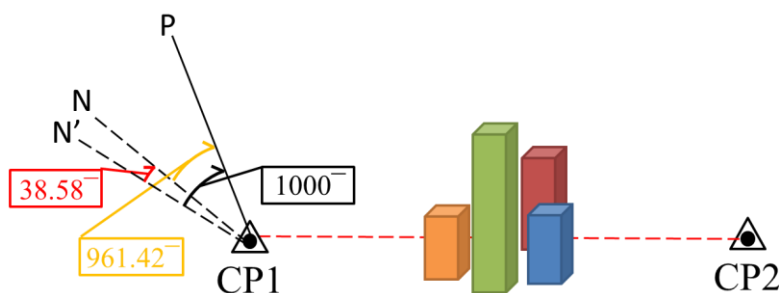


圖 23 以假設方位角加上方位修正量即可獲得正確 P 點方位角

資料來源：筆者自製

(7) 成果檢核:使用正確 P 點方位角，再次實施導線計算，並檢核 CP2 座標比較精度是否達三千分之一以上，如是，則表 P 點方位角正確無誤(圖 24)。

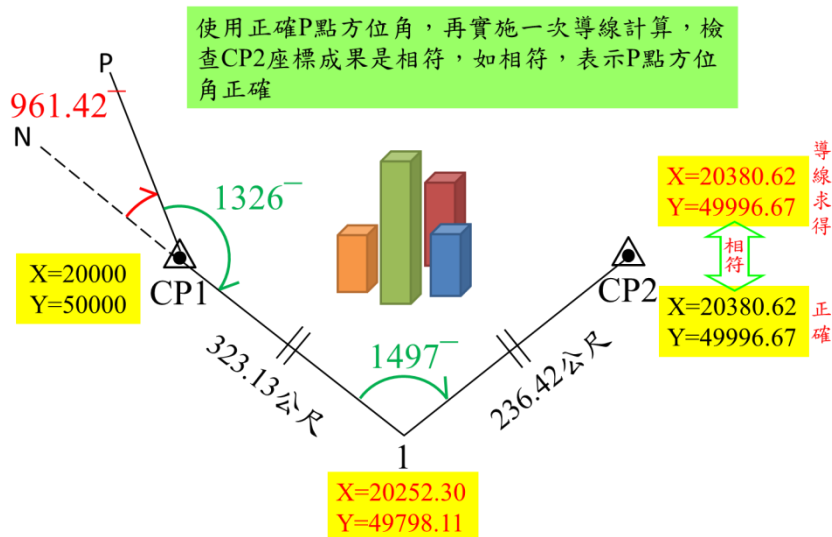


圖 24 使用正確 P 點方位角實施導線成果檢核

資料來源：筆者自製

#### (四) 城鎮防禦時之測地作業法

城鎮防禦時可茲利用之測地作業方法可區分為「自由測站法」、「座標測量法」及「前方交會法」等 3 種，說明如次。

1.自由測站法 (Free Station): 自由測站 (反交會法) 測量，係運用至少二個以上的已知點，透過測距、測角方式執行後方交會，求得測站座標及標高。其作業方式係在未知點 (CP) 整置測距經緯儀，向已知點 (A、B、C) 執行放射測量，運用儀器內部反交會法計算程式，求得測站 (CP) 座標及標高 (如圖 25)。此作業法簡單快速，精度良好，尤其適用於城鎮防禦時之砲兵測地，前提是該作業地區必須具備足夠之加密基準點。

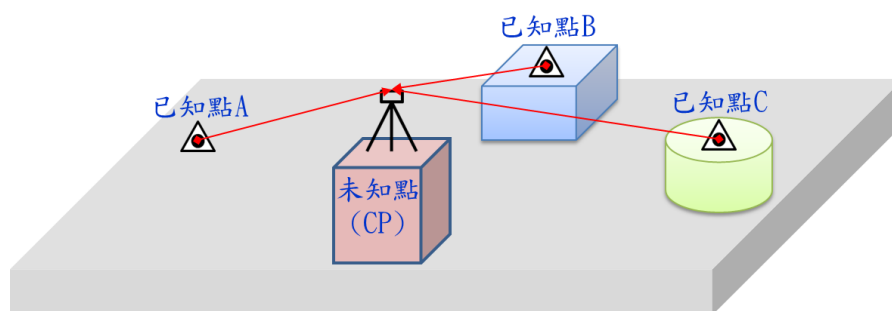


圖 25 自由測站法示意

資料來源：筆者自製

2.座標測量法 (Surveying)：座標測量之定義，係於一已知點整置儀器，並運用導線法作業方式，以求得兩者間之水平夾角及距離，再藉測距經緯儀內部計算程式，求得未知點（求點）之座標及標高。座標測量可運用於各類型導線法測量作業，並區分「放射法座標測量」及「導線法座標測量」兩種類型。

(1) 放射法座標測量：於已知點（SCP）整置測距經緯儀，標定測角基準點（P），順時針測至求點（A、B），測得 P-（A、B）之間水平夾角及 SCP-（A、B）之間距離、垂直角，再經由測距經緯儀內部計算，求得 A、B 點之座標及標高，此種方法稱之為「放射法座標測量」（如圖 26）。此法通常運用於區域範圍較小之測地，於城鎮防禦時，如測量班可選定作業制高點，即可快速實施砲兵連、排陣地（或砲位）測地，以及前地集火點或彈幕中心測量，作業簡單快速，精度良好。

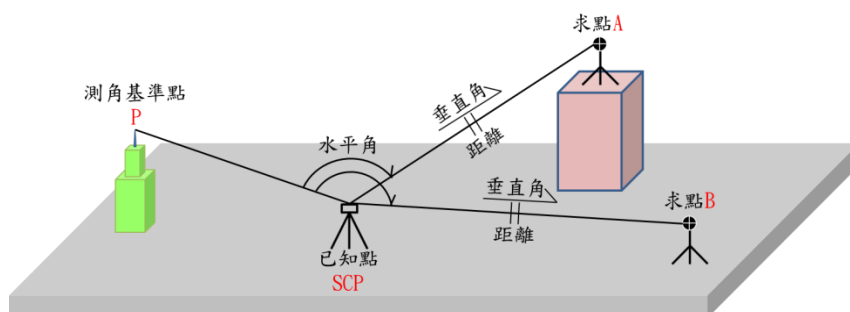


圖 26 放射法座標測量示意

資料來源：筆者自製

(2) 導線法座標測量：於已知點（SCP）整置測距經緯儀，標定測角基準點（P），順時針測至 A 點，測得 P-A 之間水平夾角及 SCP-A 之間距離、垂直角後，將測站移至 A 點並整置測距經緯儀，標定已知點（SCP）並裝定後視視點方位角，順時針測至 B 點，測得 SCP-B 之間水平夾角及 A-B 之間距離、高低角再經由測距經緯儀內部計算，逐次求得 A 及 B 點之座標及標高，稱之為「導線法座標測量」（如圖 27）。此法通常運用於區域範圍較廣或基準點密度不足時，欲於城鎮防禦時運用此測量方法，測站數以不超過 3 個為原則，避免誤差累積。

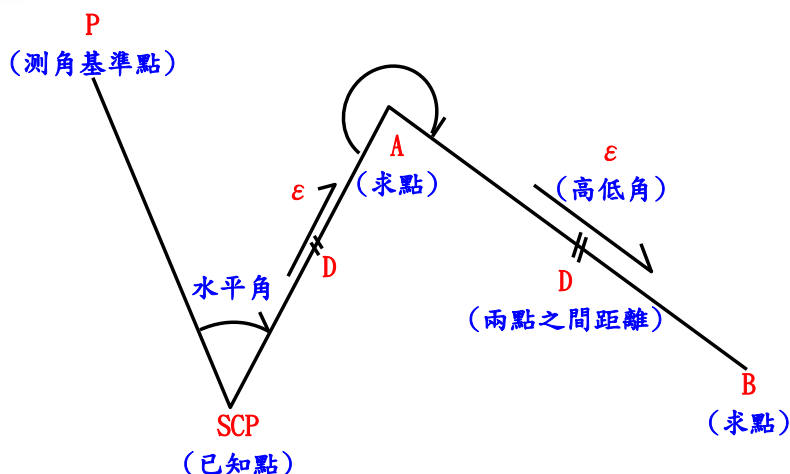


圖 27 導線法座標測量示意

資料來源：筆者自製

3.前方交會法 (Forward Intersection)：「前方交會法」實施與城鎮攻擊時之作業要領概同。

(五)城鎮防禦時之前地測地：城鎮防禦時之前地測地目的，在測定前地集火點、彈幕中心與主（輔助）觀測所、預備觀測所之水平、高低關係位置，提供計算射擊目標（要點）位置、砲目方位角、觀測所觀目諸元、方位基準點（S）方位角與射擊指揮所射擊操作使用。

1.城鎮防禦時之前地測地作業法：城鎮防禦時之前地測地應盡可能使用測距經緯儀執行之，對集火點、彈幕中心及目標（要點）位置之決定，可運用「座標測量法」作業。如測地基準點密度充足，應以「自由測站法」結合「座標放射測量」為主要作業手段，以減少作業時間與增加精度；如基準點密度不足，亦得使用「前方交會法」行之。

2.城鎮防禦時前地測地作業編組：通常由營部連測量班編組 4 員，測量班長（1）測量士（1）測量兵（2），採導線班作業編組（表 6）。

表 6 城鎮防禦時之前地測地作業編組（測距經緯儀）

| 城鎮防禦時之前地測地作業編組（測距經緯儀） |                                                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------|
| 職                     | 掌                                                  |
| 班長兼反射器手               | 1.偵查、選定測站位置，監督其餘人員作業。<br>2.於測站或要點上整置反射器，供測手實施測量作業。 |
| 測手                    | 負責整置器材並測量測站或要點間之水平角、距離與垂直角。                        |
| 標桿手                   | 於班長選定之測站或要點位置，設置標桿，供測手標定作業。                        |
| 記錄手                   | 協助測手於各測站間完成水平角、距離與垂直角等測量成果記錄。                      |

資料來源：筆者自製

#### 4.作業注意事項

(1)選定作業制高點：城鎮防禦時之前地測地，由於城鎮作戰之地形特殊，測量人員為縮短作業時間與提升作業精度，應優先使用作業範圍內之制高點，並盡可能增加作業距離及減少測站數量，藉此消彌誤差累積。

(2)自由測站法併座標放射測量（圖 28）：「自由測站法」與「座標放射測量」為新式測距經緯儀必備功能，兩者可於城鎮作戰時搭配使用，以獲得快速且精確之測地成果，其作業要領為優先選定制高點作為測站（未知點 **CP1**），並完成器材整置，再配合「自由測站法」，對可通視之 2 個已知點（**F1** 及 **F2**）實施測量，儀器即可快速反交會並計算出 **CP1** 座標與標高；接續，再開啟「座標放射測量」功能，對選定之未知點 **CP2**、**CP3**、**CP4**、**CP5**、**CP6** 等目標執行「座標放射測量」，即可獲得上述未知點座標與標高。運用此法僅需於未知點 **CP1** 整置 1 次器材，短時間內可快速獲得數個（或數十個）已知點成果，亟適用於城鎮作戰須短時間快速增加測地基準點密度時，且操作簡單、作業精度良好，實應善加運用。

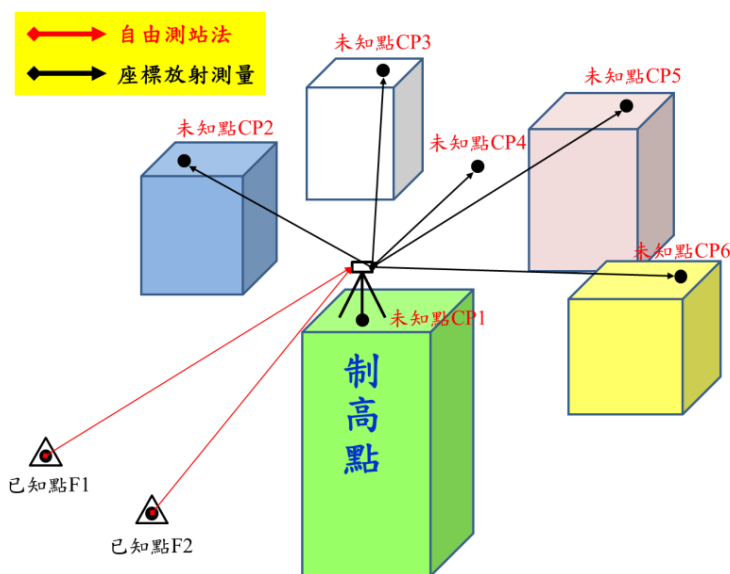


圖 28 自由測站法併座標放射測量示意

資料來源：筆者自製

(3)善用雷射測距：新式測距經緯儀中「雷射測距」已為必備功能之一，只要距器材 700 公尺以內之目標，可免使用反射稜鏡即可測得距離，此功能特別適用於城鎮防禦作戰，舉凡位於高處之目標或費時抵達的位置，及需要同時實施多目標放射測量時，反射器數量必定不符所需，此時，如可善用「雷射測距」功能，搭配反射貼紙或反射板，即可減少反射器手上下往返奔波，有效縮短作業時間。惟雷射係可見光源，操作時應注意避免損傷人員眼睛及於戰場上暴露行蹤。

## （六）城鎮防禦時之陣地測地（圖 29）

1.城鎮防禦時之陣地測地目的：城鎮防禦時之陣地測地，在測定各火砲砲位與統制點（或連接點）之水平、高低關係位置，並設置方向基線，計算方向基角，提供火砲賦予射向使用。城鎮防禦與攻擊時之陣地測地，最大差異在於，前者因城鎮內空間受限及為增加戰場存活，陣地放列通常以單砲不規則為主，因此砲兵連測量班作業量勢必增加。

2.火砲位置之選定與標示：火砲砲位係以各式火砲砲管前緣作一鉛錘線，該線與地面垂直且正交之處，亦為射擊圖上之各火砲位置，通常由砲兵排（連）長或士官長選定，城鎮防禦時亦可由各砲砲長律定，並插砲位旗標示。測地草圖上依各砲順序以#1、#2、#3 方式註記。

3.選擇點選定與標示城鎮防禦時之選擇點通常由各砲砲長選定，位於各火砲之方向基線上，俾供火砲射向賦予使用。選擇點現地須以木樁或油漆標示，測地草圖上依各砲番號以 A、B、C 表示之。當指定測量班選定時，選定要領如下：

（1）通常位於各砲位之中央前、後方（重型火砲在左前、後方），城鎮防禦時，由於空間限制，可不以此為限。

（2）通常距離各砲位，輕、中型火砲為 40—60 公尺；重型火砲則為 60—80 公尺，俾與影響方向盤磁針之物體保持安全距離。

（3）須能通視方向基線一端。

4.方向基線選定：方向基線為提供火砲射向賦予所設置之方位地線，由「選擇點」與「方向基線之一端」構成。城鎮防禦時，通常由各砲長與測量官（陣地組組長）協調決定。選定要領如下：

（1）方向基線之一端，通常選擇面對射向之右端，惟城鎮防禦時，由於空間限制，可不以此為限。可多門火砲選擇同一端點，亦可視情況每門火砲選擇不同之端點。

（2）方向基線可使用方位地線或陣地測地之導線邊，惟此線（邊）長度不得少於 100 公尺。

（3）方向基線之一端須為獨立、明顯且不易遮蔽、移動之地物，或豎立標桿標示。選擇地物時，須距離選擇點 300 公尺以上；當選擇標桿時，則須距離選擇點 100 公尺以上。

### 5.方向基角之意義與計算要領

（1）意義：方向基角係自砲檢線順時針測至方向基線右端之水平夾角，其值不得大於 3200′（密位）。

（2）計算要領

- A.方向基角＝方向基線方位角－砲檢方位角。
- B.上式中如方向基線方位角小於砲檢方位角時，則再加  $6400''$ 。
- C.方向基角之值若大於  $3200''$ 則須減去  $3200''$ ，惟登錄於成果表時，須註明其原始值，以免陣地人員誤用。

6.城鎮防禦時之陣地測地作業編組與要領

- (1) 確認與標示各火砲位置、選擇點與方向基線一端。
- (2) 由營部連測量班編成測量組 3 員（測量班長、測量士、測量兵，如表 7），使用測距經緯儀，於距火砲位置最近之處，使用自由測站法或座標測量法等方式，迅速賦予各陣地組作業起始點及測角基準點諸元。

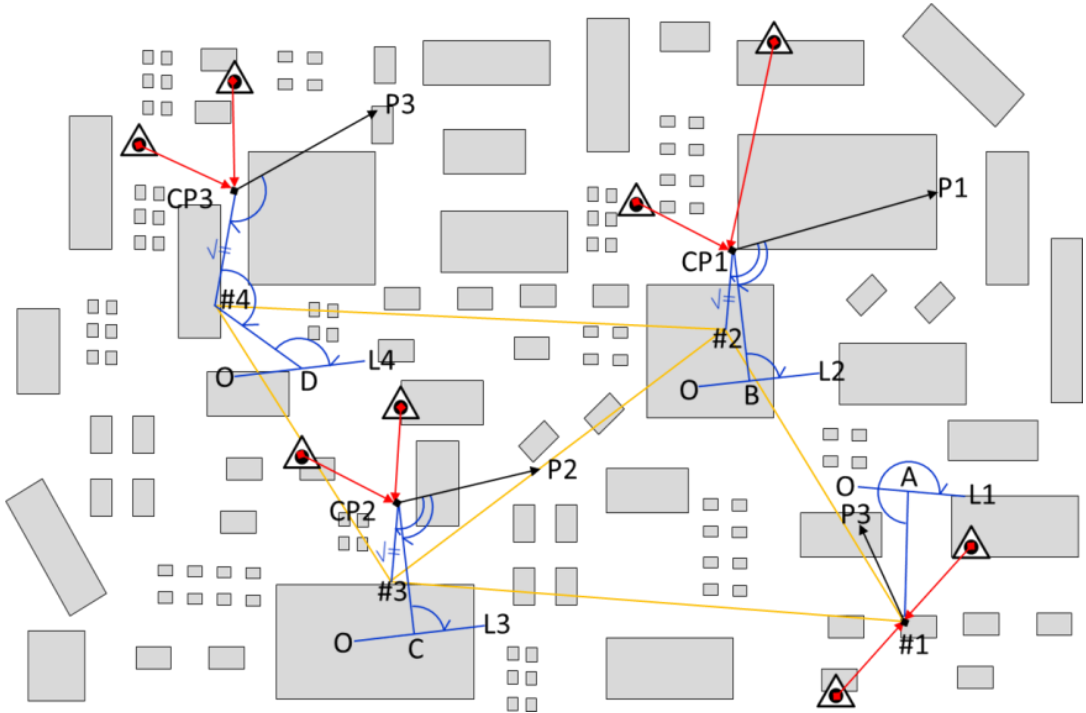


圖 29 城鎮防禦時之陣地測地示意

資料來源：筆者自製

表 7 城鎮防禦時之陣地測量組作業編組（測距經緯儀）

| 城鎮防禦時之陣地測量組作業編組（測距經緯儀） |                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------|
| 職                      | 掌                                                  |
| 班長兼反射器手                | 1.偵查、選定測站位置，監督其餘人員作業。<br>2.於測站或要點上整置反射器，供測手實施測量作業。 |
| 測手                     | 負責整置器材並測量測站或要點間之水平角、距離與垂直角，且完成成果記錄。                |
| 標桿手                    | 協助測手於各測站間完成水平角、距離與垂直角等測量成果記錄。                      |

資料來源：筆者自製

- (3) 陣地組則由各砲兵連測量班編成（表 8），使用 M2 方向盤，依營部連測量組賦予之作業起始點及測角基準點諸元，使用放射線、非閉塞導線或角導線等方式，由作業起始點以最少測站數，完成砲位測量及方向基線方位角誘導。

表 8 城鎮防禦時之陣地測地作業編組（M2 方向盤）

| 城鎮防禦時之陣地測地作業編組（M2 方向盤） |                                                                                                                        |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 職 務                    | 職 掌                                                                                                                    |
| 班長兼前標桿手                | 1.偵查、選定測站位置，監督其餘人員作業。<br>2.於測站或要點上豎立標桿，供測手實施測量作業。                                                                      |
| 測手兼後標桿手                | 1.負責整置器材並測量測站或要點間之水平角與高低角，且完成成果記錄。<br>2.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，且標定標桿代用品較易產生誤差，故情況許可時，應盡可能增加後標桿手 1 員。 |
| 前捲尺手                   | 配合後捲尺手，於各測站或要點間，量取水平距離。                                                                                                |
| 後捲尺手                   | 配合後前尺手，於各測站或要點間，量取水平距離。                                                                                                |

資料來源：筆者自製

（4）為節省作業時間，亦可由各陣地組組長，於距火砲位置最近之處，先行選定作業起始點，及測角基準點並標示後，完成測地作業，待營部連測量組抵達，並賦予作業起始點及測角基準點諸元後，再行方格統一。

（5）陣地組如使用導線法且時間餘裕時，作業起始點至各砲位間，應實施閉塞檢查。

（6）陣地組使用「M2 方向盤」誘導方向基線方位角時，須使用兩次或累積測角之平均水平角，以增進測角精度。

#### 7.陣地測地成果計算

（1）各火砲座標、標高自作業起始點開始，依現地作業結果使用「座標、標高計算」要領逐站計算，分別求出各砲位座標、標高與方向基線方位角。

#### （2）方向基角

A.將各火砲座標與向前地組蒐集之射擊要點座標，使用「方位角距離計算」要領，求算各火砲之「砲目方位角」。

B.將火砲之「方向基線方位角」減去「砲目方位角」，即得各砲「方向基角」。

### 三、遮蔽物高程量測-懸高測量（Remote Height）<sup>21</sup>

野戰砲兵欲於城鎮防禦時發揚火力，需使用高射界射擊、直接瞄準射擊、挺進破壞射擊及放列觀測射擊等特種射擊方法，惟城鎮內建築物影響射擊效果甚鉅，如測量班適時提供火砲射程內之遮蔽物高程測量，將可協助射擊指揮所繪製射擊能力與死界圖。對測量而言，針對城鎮內無法到達或者前往費時之高點（例如高樓、鐵塔、樹梢等），行高程測量，此種方法稱之為「懸高測量」（圖 30）。懸高測量之作業方式區分為「運用儀器內建功能」與「計算法」等 2 種方

<sup>21</sup> 筆者自行研究。

式，說明如次。

(一) 運用儀器內建功能（如徠卡測距經緯儀）

如測量儀器已具備「懸高測量」功能（如徠卡測距經緯儀），則可於已知點（SCP）整置儀器，先運用「座標測量法」，標定測角基準點（P），再順時針測至求（B）點正下方反射器（A），求得該點座標及標高後，再進入「懸高測量」，移動儀器望遠鏡，使十字絲標定遮蔽物頂端求點（B），經由儀器內部計算，即可求得 B 點標高。

(二) 計算法（如 Trimble S9 測距經緯儀與 M2 方向盤）

如測量儀器未具備「懸高測量」功能時（如 Trimble S9 測距經緯儀與 M2 方向盤），則可使用「計算法」求得遮蔽物標高，其操作要領如下：

1. 於已知點（SCP）整置儀器，運用電子測距功能或捲尺求得已知點至反射器（A）之水平距離（圖 31）。

2. 移動儀器望遠鏡，使十字絲標定遮蔽物頂端求點（B），即可獲得求點高低角（如圖 32）。

3. 依標高計算要領，即可獲得求點 B 標高（如圖 33），為避免計算誤差，運用此法時，儀器與反射器高度應力求一致。

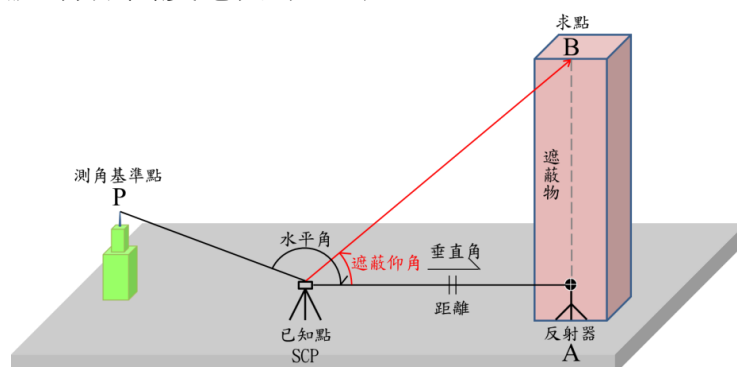


圖 30 於已知點（SCP）標定測角基準點（P）再測至反射器（A），最後瞄準遮蔽物頂端示意

資料來源：筆者自製

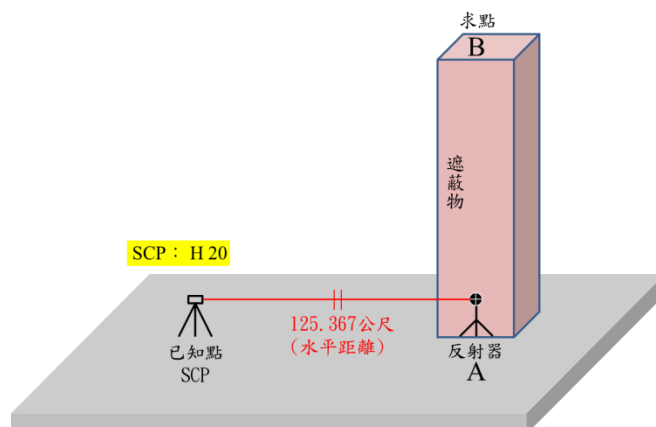


圖 31 於已知點（SCP）整置器材並對反射器（A）量取水平距離  
資料來源：筆者自製

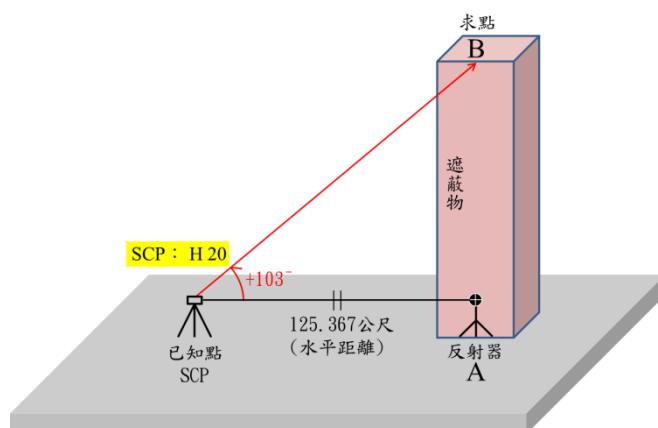


圖 32 操作測距經緯儀測得遮蔽物頂端的高低角  
資料來源：筆者自製

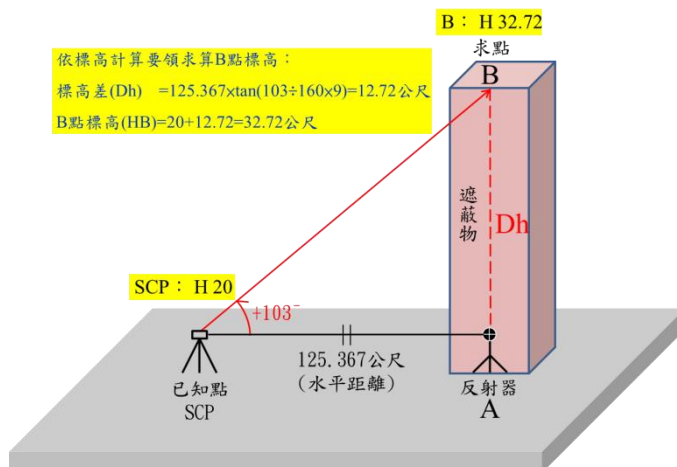


圖 33 運用計算法求算遮蔽物高程示意  
資料來源：筆者自製

#### 四、禁行（射）區、預想殲敵區－面積測量（Area）

城鎮防禦作戰時，測量班可於預想殲敵區，先期實施面積測量，確定該區域之橫寬、縱深與面積（圖 34），並回報作戰（火協）中心與射擊指揮所，據以估算、擲節彈藥使用數量。另為避免城鎮作戰時砲兵火力誤擊友軍或非軍事設施，亦可運用此法，針對上級律定之禁行（射）區，設置地面安全走廊或實施面積丈量，界定並標示管制區域，以確保友軍及民人安全。

「面積測量」之作業方式，係於已知點（SCP）整置測距經緯儀，同「座標測量法」，標定測角基準點（P），順時針依序測至求點（A、B、C、D），求得上述點位之座標及標高後，再經由測距經緯儀內部程式計算，以求得 A、B、C、D 涵蓋面積及周長（圖 35）。實施面積測量時，測量區域形狀及目標數量並無限制，僅需具備三個點（含）以上，即可獲得該區域橫寬、縱深與面積。



圖 34 面積測量示意

資料來源：筆者自製

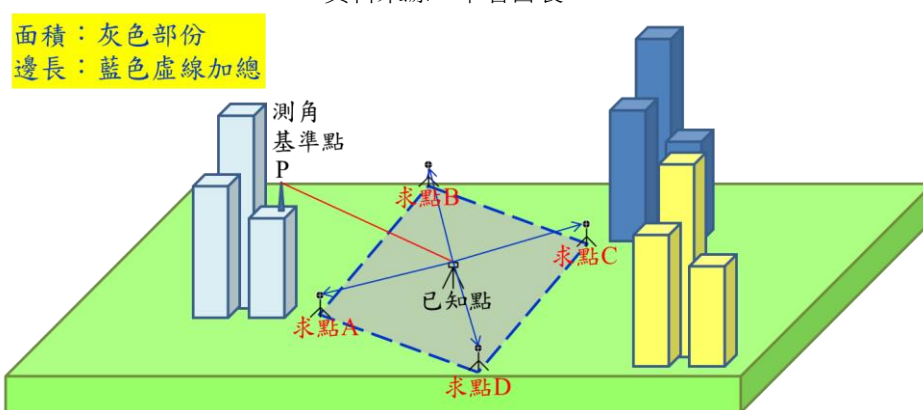


圖 35 面積測量作業要領

資料來源：筆者自製

## 五、協助火砲設置八大射向

城鎮防禦作戰時，野戰砲兵為適時建構三角火網，及增加砲兵部隊戰場存活。將由原營、連、排集中指揮，轉換為單砲分權指揮，尤以城鎮防禦作戰時，通常無法預期敵進犯之方向，為提升野戰砲兵射擊準備速度，各式火砲均應設置八大射向，完成全方位（6400 密位）射擊準備。

八大射向射擊法為外、離島砲兵部隊常用之射擊技術，此法同樣適用於城鎮防禦作戰時，砲兵連測量班可協助砲班人員，依主射向附近座標十字線計算射向方位角（圖 36），再於各火砲位置按圓周每 800 密位劃分一大射向，各射向分別依各式火砲標定分劃設置一組標桿，並於標桿上標明射向代字（圖 37）。當射擊任務時，射擊指揮所應先宣讀射向（第×射向），砲班旋即調動火砲大架，將瞄準具對正該射向標桿後，再裝定射擊指揮所下達之射擊諸元（迫擊砲射界雖可達到 6400 密位，惟 400 密位後標桿須採應急修正，致射擊操作不易，故仍應比照野戰砲兵設置八大射向）。

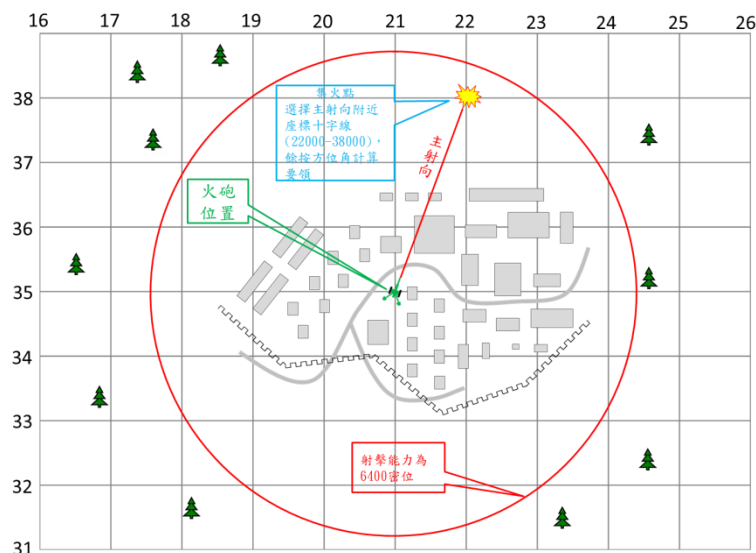


圖 36 依主射向附近座標十字線計算射向方位角  
資料來源：筆者自製

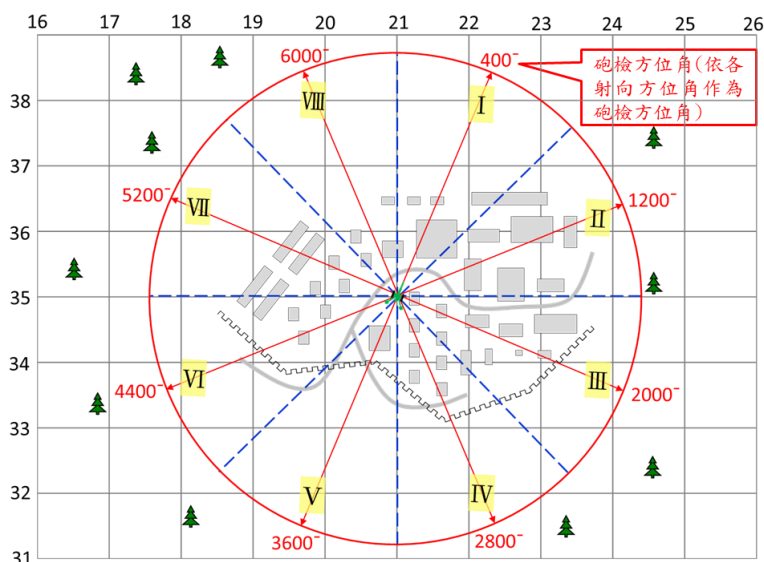


圖 37 於各火炮位置每 800 密位劃分一大射向，並依標定分劃設置標桿  
資料來源：筆者自製

## 結論與建議

隨著高科技武器裝備的發展日新月異，未來城鎮作戰是一非線性、全面性、立體性的戰爭。中共近年來軍事科技發展快速，包括人造衛星、無人載具、反輻飛彈及電子干擾裝備等各種高科技武器裝備，將使其城鎮作戰之戰場更加透明化，若再結合其戰爭謀略之運用，可想見國軍將在未來防衛作戰時，城鎮戰將面臨巨大的挑戰，因此，每位砲兵幹部必須深切體認此一發展趨勢，戮力鑽研城鎮作戰砲兵火力支援與運用，以期結合作戰地區城鎮特性，落實戰備整備工作。<sup>22</sup>城鎮作戰為一嶄新的戰爭型態，對台澎防衛作戰而言，更是無可避免的

22 同註 10，頁 15。

一環，因應新型態的戰場，茲將砲兵測量人員應建立的正確思維與因應之道，說明如次。

### 一、創造城鎮地形（緣）優勢，扭轉劣勢

臺澎防衛作戰，當國土遭受敵軍侵犯，面臨城鎮作戰時，國軍佔有絕對主場優勢，測量人員應利用地形（緣）優勢並結合民間資源，化被動為主動、積極創造有利態勢，具體做法如下：

（一）落實控制點調查，積極加密作業：除目前已納入防區測地調查之一、二等控制點外，因應城鎮作戰，亦須將民間屬地區級別之水準點、三、四等控制點、精密導線點、加密控制點與圖根點等，納砲兵測地調查項目，致力提升城鎮作戰時測地基準點密度。

（二）戮力戰場經營，強化臨戰訓練：確依國防部「戰訓合一，仗在哪打，就在部隊就在哪訓」政策指導，平時應於城鎮地區磨練測地作業技術，強化臨戰訓練；城鎮作戰初期，持續基準點加密作業，扭轉劣勢、左右戰局。

### 二、活用現有裝備以彌補差距

砲兵主要測量裝備近年來推陳出新，新式測地電算機、測距經緯儀與定位定向系統，已陸續實施籌補換裝，砲兵測量人員如何活用現有裝備，彌補戰力差距，持續測地轉型作為，將以往耗費時間與人力的傳統作業型態，轉型為以「定位定向系統」為主，傳統測地為輔的「自動化測地型態」，實為當務之急。靈活運用現役裝備性能與優勢，截長補短、相輔相成，將可為城鎮作戰開創有利契機。

### 三、測量人員之主動性與快速的戰場適應能力，至關重要

測量人員的訓練與素質，將左右城鎮作戰成敗，優秀的測量人員應具備主動積極與快速的戰場適應能力，兼具戰場抗壓性及縝密測地計畫作為的能力，快速肆應城鎮作戰型態，協同合作、發揮所長。

### 四、專業能力轉移，提供更多元的測地服務

城鎮作戰儼然成為現代戰爭不可避免的型態之一，也是所有專業軍人，不得不涉獵與研究的領域，充分了解其特性與限制，將有助於臨戰發揮與戰場經營，砲兵測量人員尤其應有所體悟，充分將現役測量裝備、技術與民間科技接軌，戮力從事專業能力的轉移與應用，並盡可能提供射擊單位更多元的測地支援與服務，勇於創造自己的定位與價值。

### 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 1

07 年 08 月)。

- 三、Artillery Survey (TM 6-200), Published June 2016 by GHQ Army GRC。
- 四、Field Artillery Manual Cannon Gunnery (TC 3-09.81), April 2016 GHQ Army GRC。
- 五、焦人希,《平面測量學之理論與實務(五版)》(臺北市:文笙書局,民國 84 年 03 月)。
- 六、耿國慶,〈衛星控制點「1997 座標系統 2010 年成果」對砲兵測地之影響與因應之道〉《砲兵季刊》(臺南),第 168 期,砲兵訓練指揮部,民國 104 年 02 月)。
- 七、《公告內政部大地基準及一九九一座標系統 2010 年成果》,內政部公告,(臺北市:臺內地字第 1010137288 號,民國 101 年 03 月 30 日)。
- 八、《軍事地理資訊系統》(桃園:陸軍總部戰法暨準則發展委員會,民國 93 年 09 月)。
- 九、黃國興,《慣性導航系統原理與應用》(臺北:全華科技圖書股份有限公司,民國 84 年 08 月)。
- 十、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.
- 十一、《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,民國 98 年 10 月)。
- 十二、《陸軍測距經緯儀操作手冊》(桃園:國防部陸軍司令部,民國 109 年 10 月)。
- 十三、《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》(桃園:國防部陸軍司令部,民國 108 年 07 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,砲兵訓練指揮部,民國 97 年 10 月。
- 十五、《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範(第三版)》(桃園:國防部陸軍司令部,民國 103 年 10 月)。
- 十六、施永富,《測量學》(臺北市:三民書局,民國 77 年 07 月)。
- 十七、范愛德,〈應急狀況下砲兵射擊指揮方法之研究〉,《砲兵季刊》(臺南),第 167 期,砲兵訓練指揮部,民國 103 年 11 月。
- 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,陸軍砲兵訓練指揮部,民國 101 年 06 月。
- 十九、范愛德,〈氣象時間修正量及氣象計量點運用之研究〉《砲兵季刊》(臺南),第 185 期,砲兵訓練指揮部,民國 108 年 06 月。
- 二十、《城鎮戰教範(第二版)》(桃園:國防部陸軍司令部,民國 97 年 07 月)。
- 廿一、《憲兵城鎮戰教範》(新北市:國防部憲兵指揮部,民國 108 年 12 月)。
- 廿二、《陸軍砲兵部隊指揮教則》(桃園:國防部陸軍司令部,民國 106 年 11 月)。

- 廿三、《野戰砲兵戰砲隊訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 90 年 12 月)。
- 廿四、《野戰砲兵觀測訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 92 年 10 月)。
- 廿五、Urban Operations (ATP 3-06)，Published December 2017 by United States Marine Corps.
- 廿六、Combined Arms Operations In Urban Terrain (ATTP 3-06.11)，Published June 2011 by GHQ Army GRC.
- 廿七、李憶強，〈共軍城鎮進攻戰役砲兵作戰行動之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 126 期，砲兵訓練指揮部，民國 93 年 08 月。
- 廿八、徐茂松、劉世財，〈城鎮作戰砲兵運用之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 128 期，砲兵訓練指揮部，民國 94 年 03 月。
- 廿九、金振遠，〈城鎮作戰野戰防空運用之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 128 期，砲兵訓練指揮部，民國 94 年 03 月)。
- 三十、潘貴隆、孫凱豪，〈防衛作戰城鎮戰火力運用與協調之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 128 期，砲兵訓練指揮部，民國 96 年 03 月。
- 卅一、郭慶輝，〈精確導引砲彈應用於城鎮戰之探討〉《砲兵季刊》(臺南)，第 155 期，砲兵訓練指揮部，民國 100 年 11 月。
- 卅二、潘泓池，〈城鎮作戰野戰防空運用之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 155 期，砲兵訓練指揮部，民國 100 年 11 月。
- 卅三、黃維中，〈淺談美軍城鎮作戰對我砲兵部隊近距離戰鬥之應用〉《砲兵季刊》(臺南)，第 156 期，砲兵訓練指揮部，民國 101 年 03 月。
- 卅四、范愛德，〈城鎮戰野戰砲兵射擊之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 159 期，砲兵訓練指揮部，民國 101 年 11 月。
- 卅五、黃盈智，〈電算機 (IMT-8R) 於野戰砲兵測地 運用及維保要領〉《砲兵季刊》(臺南)，第 187 期，砲兵訓練指揮部，民國 108 年 11 月。
- 卅六、Jeffrey-E, Horn “Cannon artillery In Future large scale urban Combat”, FA JOURNAL ISSUE, 2020, pp. 27~42.
- 卅七、Urban Operations (ATP 3-06)，October 2006 by GHQ Army GRC.
- 卅八、國防部，〈國軍「提升後備戰力」專案報告〉《立法院第 10 屆第 2 會期外交及國防委員會第 6 次全體委員會議》(臺北)，民國 109 年 10 月 22 日)。
- 卅九、紀永添，〈同島一命一台灣強化城鎮戰訓練的必要與難題〉《紀永添專欄》，[https://www.upmedia.mg/news\\_info.php?SerialNo=102412](https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=102412)，民國 109 年 12 月 17 日。

### 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、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，現任職陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。